



Agilent 34401A 6½ 桁マルチメータ

ユーザーガイド

AgilentのTruevoltシリーズDMM



新しいDMM
がAgilentから!

- 今までにない方法でDMM結果を表示します。
- 測定に疑う余地のないTruevoltの信頼性をお確かめください。
- 100%の保証がある新世代の34401A DMMに移行しましょう。

www.agilent.com/find/dmm



Agilent Technologies

Safety Information

General

Do not use this product in any manner not specified by the manufacturer. The protective features of this product may be impaired if it is used in a manner not specified in the operation instructions.

Do not install substitute parts or perform any unauthorized modification to the product. Return the product to an Agilent Technologies Sales and Service Office for service and repair to ensure that safety features are maintained.

Ground the Instrument

If your product is provided with a grounding-type power plug, the instrument chassis and cover must be connected to an electrical ground to minimize shock hazard. The ground pin must be firmly connected to an electrical ground (safety ground) terminal at the power outlet. Any interruption of the protective (grounding) conductor or disconnection of the protective earth terminal will cause a potential shock hazard that could result in personal injury.

Cleaning

Clean the outside of the instrument with a soft, lint-free, slightly dampened cloth. Do not use detergent or chemical solvents.

Safety Symbols



Earth Ground



Chassis Ground



Risk of electric shock



Refer to manual for additional safety information



Alternating Current



On supply



Off supply



'In' position of bi-stable push switch



'Out' position of bi-stable push switch

CAT II (300V) IEC Measurement Category II. Inputs may be connected to mains (up to 300 VAC) under Category II overvoltage conditions.

WARNING

Main Power and Test Input Disconnect: Unplug instrument from wall outlet, remove power cord, and remove all probes from all terminals before servicing. Only qualified, service-trained personnel should remove the cover from the instrument.

WARNING

Line and Current Protection Fuses: For continued protection against fire, replace the line fuse and the current-protection fuse only with fuses of the specified type and rating.

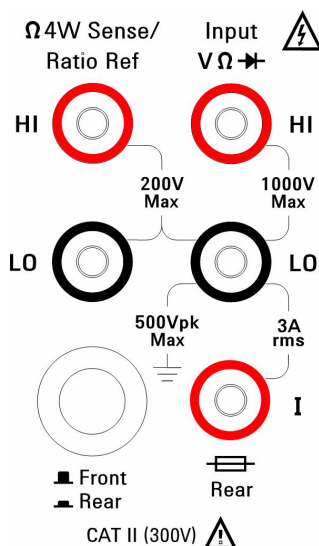
WARNING

Front/Rear Switch: Do not change the position of the Front/Rear switch on the front panel while signals are present on either the front or rear set of terminals. The switch is not intended as an active multiplexer. Switching while high voltages or currents are present may cause instrument damage and lead to the risk of electric shock.

IEC Measurement Category II. The HI and LO input terminals may be connected to mains in IEC Category II installations for line voltages up to 300 VAC. To avoid the danger of electric shock, do not connect the inputs to mains for line voltages above 300 VAC. See "IEC Measurement Category II Overvoltage Protection" on the following page for further information.

Protection Limits: To avoid instrument damage and the risk of electric shock, do not exceed any of the Protection Limits defined in the following section.

The Agilent 34401A Digital Multimeter provides protection circuitry to prevent damage to the instrument and to protect against the danger of electric shock, provided the Protection Limits are not exceeded. To ensure safe operation of the instrument, do not exceed the Protection Limits shown on the front and rear panel, and defined as follows:



Input Terminal Protection Limits

Main Input (HI and LO) Terminals. The HI and LO input terminals are used for voltage, resistance, frequency (period), and diode test measurements. Two Protection Limits are defined for these terminals:

HI to LO Protection Limit. The Protection Limit from HI to LO (Input terminals) is 1000 VDC or 750 VAC, which is also the maximum voltage measurement. This limit can also be expressed as 1000 Vpk maximum.

As is implied by the above limits, the Protection Limit for the HI input terminal is a maximum of 1500 Vpk relative to ground.

Current Input Terminal. The current input ("I") terminal has a Protection Limit of 3A (rms) maximum current flowing from the LO input terminal. Note that the current input terminal will be at approximately the same voltage as the LO terminal.

Note: The current-protection circuitry includes a fuse on the rear panel. To maintain protection, replace this fuse only with a fuse of the specified type and rating.

The HI and LO sense terminals are used only for four-wire resistance and temperature measurements ("Ω 4W"). The Protection Limit is 200 Vpk for all of the terminal pairings:

- LO sense to LO input
HI sense to LO input
HI sense to LO sense

Note: The 200 Vpk limit on the sense terminals is the Protection Limit. Operational voltages in resistance measurements are much lower — less than 10 V in normal operation.

To protect against the danger of electric shock, the Agilent 34401A Digital Multimeter provides overvoltage protection for line-voltage mains connections meeting **both** of the following conditions:

The HI and LO input terminals are connected to the mains under Measurement Category II conditions, defined below,

The mains are limited to a maximum line voltage of 300 VAC.

IEC Measurement Category II includes electrical devices connected to mains at an outlet on a branch circuit. Such devices include most small appliances, test equipment, and other devices that plug into a branch outlet or socket. The 34401A may be used to make measurements with the HI and LO inputs connected to mains in such devices, or to the branch outlet itself (up to 300 VAC). However, the 34401A may not be used with its HI and LO inputs connected to mains in permanently installed electrical devices such as the main circuit-breaker panel, sub-panel disconnect boxes, or permanently wired motors. Such devices and circuits are subject to overvoltages that may exceed the protection limits of the 34401A.

Note: Voltages above 300 VAC may be measured only in circuits that are isolated from mains. However, transient overvoltages are also present on circuits that are isolated from mains. The Agilent 34401A are designed to safely withstand occasional transient overvoltages up to 2500 Vpk. Do not use this equipment to measure circuits where transient overvoltages could exceed this level.

Additional Notices

Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Directive 2002/96/EC

This product complies with the WEEE Directive (2002/96/EC) marking requirement. The affixed product label (see below) indicates that you must not discard this electrical/electronic product in domestic household waste.

Product Category: With reference to the equipment types in the WEEE directive Annex 1, this product is classified as a "Monitoring and Control instrumentation" product.

Do not dispose in domestic household waste.

To return unwanted products, contact your local Agilent office, or see www.agilent.com/environment/product for more information.



Agilent 34138A Test Lead Set

The Agilent 34401A is compatible with the Agilent 34138A Test Lead Set described below.

Test Lead Ratings

Test Leads - 1000V, 15A

Fine Tip Probe Attachments - 300V, 3A

Mini Grabber Attachment - 300V, 3A

SMT Grabber Attachments - 300V, 3A

Operation

The Fine Tip, Mini Grabber, and SMT Grabber attachments plug onto the probe end of the Test Leads.

Maintenance

If any portion of the Test Lead Set is worn or damaged, do not use. Replace with a new Agilent 34138A Test Lead Set.

WARNING

If the Test Lead Set is used in a manner not specified by Agilent Technologies, the protection provided by the Test Lead Set may be impaired. Also, do not use a damaged or worn Test Lead Set. Instrument damage or personal injury may result.

納入後の保証について

- ★ 保証の期間は、ご購入時に当社よりお出しした見積書に記載された期間とします。保証サービスは、当社の定める休日を除く月曜日から金曜日までの、午前8時45分から午後5時30分の範囲で無料で行います。当社で定めたシステム製品については出張修理を行い、その他の製品については当社へご返却いただいた上での引取り修理となります。当社が定める地域以外における出張修理対象製品の修理は、保証期間中においても技術者派遣費が有料となります。
 - ★ ソフトウェア製品の保証は上記にかかわらず、下記に定める範囲とさせていただきます。
 - ソフトウェア製品及びマニュアルは当社が供給した媒体物の破損、資料の落丁およびプログラム・インストラクションが実行できない場合のみ保証いたします。
 - バグ及び前記以外の問題の解決は、別に締結するソフトウェア・サポート契約に基づいて実施されます。
 - ★ 次のような場合には、保証期間内でも修理が有料となります。
 - 取扱説明書等に記載されている保証対象外部品の故障の場合。
 - 当社が供給していないソフトウェア、ハードウェア、または補用品の使用による故障の場合。
 - お客様の不適當または不十分な保守による故障の場合。
 - 当社が認めていない改造、酷使、誤使用または誤操作による故障の場合。
 - 納入後の移設が不適當であったための故障または損傷の場合。
 - 指定外の電源（電圧、周波数）使用または電源の異常による故障の場合。
 - 当社が定めた設置場所基準に適合しない場所での使用、および設置場所の不適當な保守による故障の場合。
 - 火災、地震、風水害、落雷、騒動、暴動、戦争行為、放射能汚染、およびその他天災地変等の不可抗力的事故による故障の場合。
 - ★ 当社で取扱う製品は、ご需要先の特定目的に関する整合性の保証はいたしかねます。また、そこから生ずる直接的、間接的損害に対しても責任を負いかねます。
 - ★ 当社で取扱う製品を組込みあるいは転売される場合は、最終需要先における直接的、間接的損害に対しては責任を負いかねます。
 - ★ 製品の保守、修理用部品の供給期間は、その製品の製造中止後最低5年間とさせていただきます。
- 本製品の修理については取扱説明書に記載されている最寄りの事業所へお問い合わせください。

Agilent 34401A
マルチメータ ユーザーズ・ガイド

— 原 典 —

本書は "Agilent 34401A Multimeter User's Guide" (Part No. 34401-90001) (Printed in Malaysia Edition 2, Mar. 2003) を翻訳したものです。

詳細は上記の最新マニュアルを参照してください。

— ご 注 意 —

- (1) 本書に記載した内容は、予告なしに変更することがあります。
- (2) 本書は内容について細心の注意をもって作成いたしましたが、万一御不審な点や誤り、記載もれなど、お気づきの点がございましたら、巻末のハガキにてお知らせください。
- (3) 当社は、お客様の誤った操作に起因する損害については、責任を負いかねますのでご了承ください。
- (4) 当社では、本書に関して特殊目的に対する適合性、市場性などについては、一切の保証をいたしかねます。
また、備品、パフォーマンス等に関連した損傷についても保証いたしかねます。
- (5) 当社提供外のソフトウェアの使用や信頼性についての責任は負いかねます。
- (6) 本書の内容の一部または全部を、無断でコピーしたり、他のプログラム言語に翻訳することは法律で禁止されています。
- (7) 本製品パッケージとして提供した本マニュアル、フレキシブル・ディスクまたはテープ・カートリッジは本製品用だけにお使いください。プログラムをコピーする場合はバックアップ用だけにしてください。プログラムをそのままの形で、あるいは変更を加えて第三者に販売することは固く禁じられています。

Agilent Technologies, Inc

許可なく複製、翻案または翻訳することを禁止します。

Copyright © Agilent Technologies, Inc 1991, 2003

All rights reserved. Reproduction, adaptation, or translation without prior written permission is prohibited.

安全

計器に代替の部品を取り付けたり、承諾なしに変更を加えないでください。

警告

警告の記号は、正しく実行しなかった、またはそれを守らなかった場合に、人体への危害をもたらすことがある手順、手法等に注意を喚起します。警告で示唆されている条件について完全に理解し、完全にこの条件を満たすまでは、警告記号の先に進まないでください。

注意

注意の記号は、正しく守らなかった場合に、製品の一部または全体に損傷を与える、またはそれを破壊することがある手順、手法等に注意を喚起します。注意で示唆されている条件について完全に理解し、完全にこの条件を満たすまでは、注意記号の先に進まないでください。

安全記号



取扱説明書参照記号。製品への損傷を防止するために、取扱説明書を参照してください。



危険電圧記号



アース接地記号



シャーン接地記号

Agilent 34401A は、6 1/2 桁の高性能デジタル・マルチメータです。このマルチメータのベンチトップ機能とシステム機能の組み合わせによって、現在および将来の測定のニーズに対応した広範な使い方ができます。

便利なベンチトップ機能

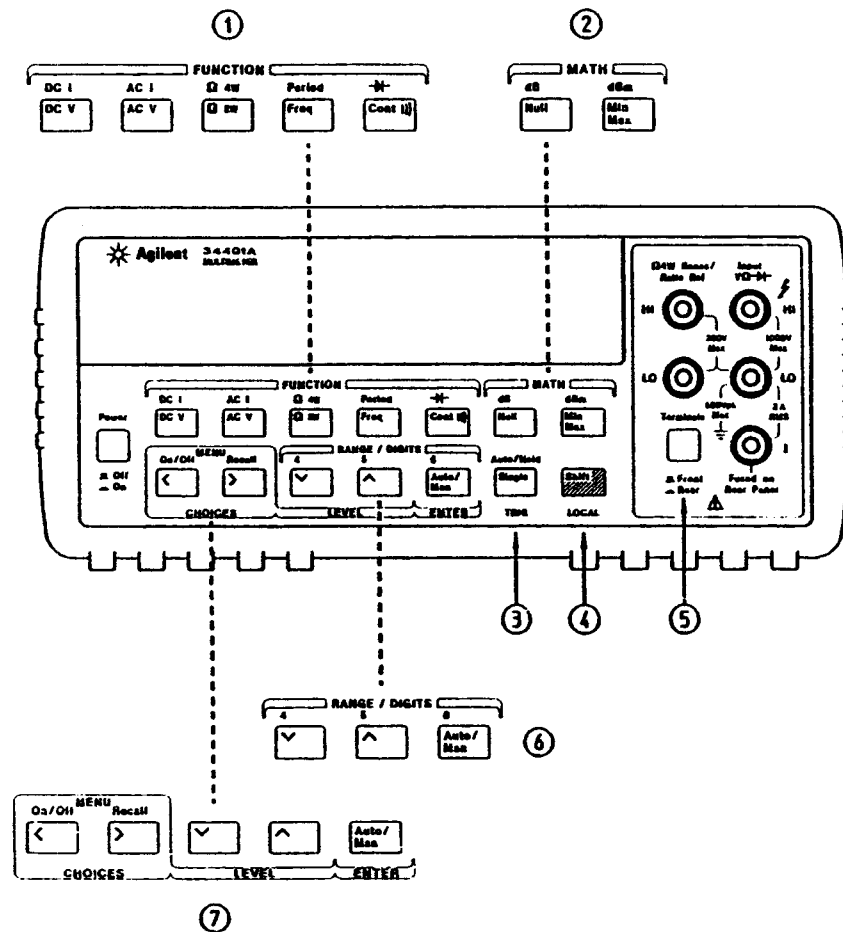
- 非常に見やすいLED ディスプレイ
- 演算機能を内蔵
- 導通テストおよびダイオード・テスト機能
- 自動「読み取り値ホールド」機能
- すべり止め付きの脚を備えたポータブルで丈夫なケース

柔軟なシステム機能

- GPIB (IEEE-488) インタフェース標準装備
- RS-232 インタフェース標準装備
- 標準プログラミング言語 : SCPI、Agilent 3478A および Fluke 8840
- 読み取り速度、最高1000回/秒 (4 1/2 桁)
- 最高512 の読み取り値を保存 (揮発性)
- パス/フェイル信号によるリミット・テスト

Agilent 34401A マルチメータ

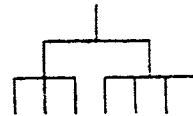
フロント・パネルの略図



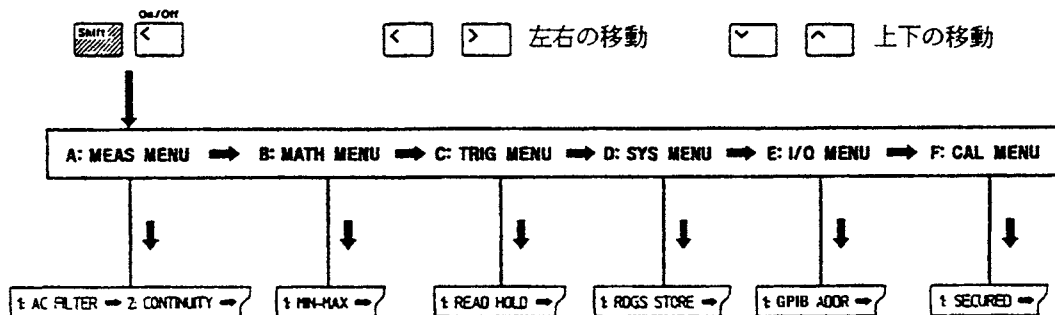
- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| 1 測定ファンクション・キー | 4 シフト／ローカル・キー |
| 2 演算キー | 5 フロント／リア入力端子切り替えスイッチ |
| 3 トリガ・キー（シングル／オート／ホールド） | 6 レンジ／表示桁数キー |
| | 7 メニュー操作キー |

フロント・パネル・メニューの概要

メニューは、3レベルのトップ・ダウン型のツリー構造で編成されています。



メニューをオンにするには、
以下のキーを押してください。



コマンドを入力するには、以下のキーを押してください。



A: MEASurement MENU

1: AC FILTER ⇒ 2: CONTINUITY ⇒ 3: INPUT R ⇒ 4: RATIO FUNC ⇒ 5: RESOLUTION

B: MATH MENU

1: MIN-MAX ⇒ 2: NULL VALUE ⇒ 3: dB REL ⇒ 4: dBm REF R ⇒ 5: LIMIT TEST ⇒ 6: HIGH LIMIT ⇒ 7: LOW LIMIT

C: TRIGger MENU

1: READ HOLD ⇒ 2: TRIG DELAY ⇒ 3: N SAMPLES

D: SYStem MENU

1: RDGS STORE ⇒ 2: SAVED RDGS ⇒ 3: ERROR ⇒ 4: TEST ⇒ 5: DISPLAY ⇒ 6: BEEP ⇒ 7: COMMA ⇒ 8: REVISION

E: Input / Output MENU

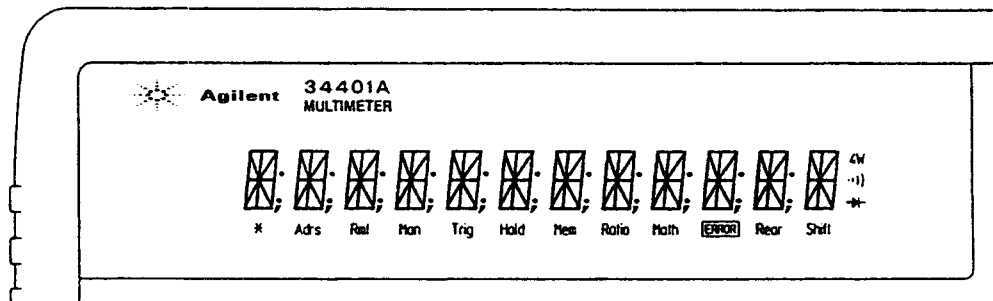
1: GPIB ADDR ⇒ 2: INTERFACE ⇒ 3: BAUD RATE ⇒ 4: PARITY ⇒ 5: LANGUAGE

F: CALibration MENU

1: SECURED ⇒ [1: UNSECURED] ⇒ [2: CALIBRATE] ⇒ 3: CAL COUNT ⇒ 4: MESSAGE

注記：CAL MENUの中の角かっこ([]) で囲まれた2つのコマンドは、マルチメータがキャリブレーションのためにUNSECURED になっていない限り「表示されません」。

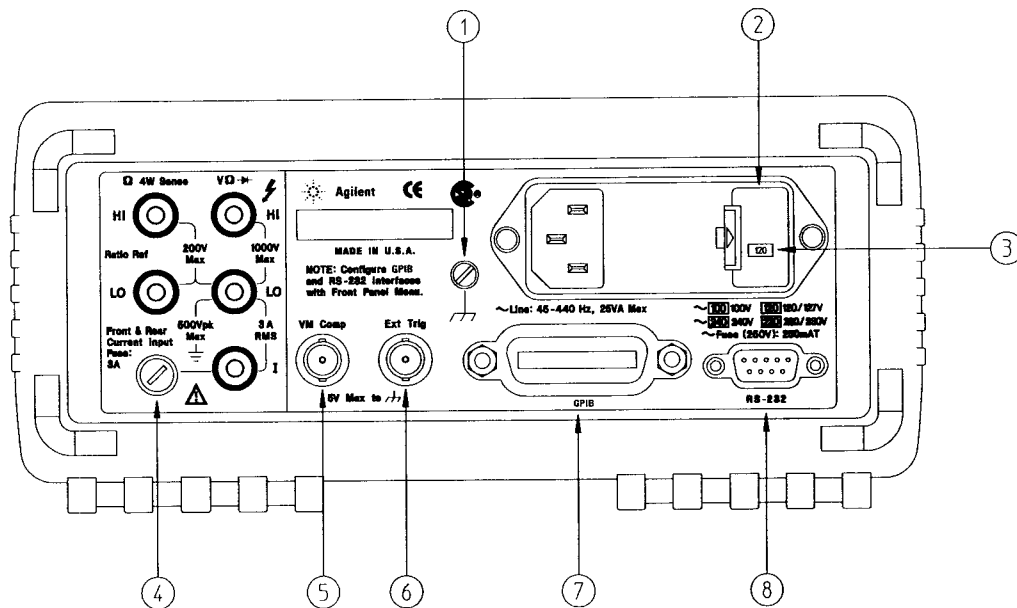
ディスプレイ・アナンシエータ



*	測定中に点灯します。
Adrs	マルチメータが、リモート・インタフェース上でリスナまたはトーカーに指定されています。
Rmt	マルチメータの機能は、リモート機能（リモート・インタフェース）です。
Man	マルチメータが、手動レンジを使用しています（オート・レンジがディセーブルされています）。
Trig	マルチメータが、シングル・トリガまたは外部トリガを待っています。
Hold	「読み取り値ホールド」がイネーブルされています。
Mem	メモリ読み取りがイネーブルされているときに点灯します。
Ratio	マルチメータは、dcv:dcv レシオ機能を使用できます。
Math	演算機能がイネーブルされています（Null、MIN/MAX、dB、dBm またはリミット・テスト）
ERROR	ハードウェアまたはリモート・インタフェース・コマンド・エラーが検出されました。
Rear	リア・パネルの入力端子が選択されています。
Shift	“Shift” キーを押しています。
4W	マルチメータの機能は 4 線式抵抗測定機能です。
⋯)	マルチメータの機能は導通テスト機能です。
✱	マルチメータの機能はダイオード・テスト機能です。

ディスプレイ・アナンシエータを表示するためには、マルチメータの電源をオンにするときに **Shift** キーを押してください。

リア・パネルの略図



- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| 1 シャーシ・グランド端子 | 5 ボルトメータ・コンプリート出力端子 |
| 2 電源ヒューズ・ホルダ | 6 外部トリガ入力端子 |
| 3 電源電圧設定ラベル | 7 GPIB (IEEE-488) インタフェースコネクタ |
| 4 フロントおよびリア電流入力ヒューズ | 8 RS-232 インタフェース・コネクタ |

フロント・パネル Input/Output Menu は次の場合に使用します。

- GPIB または RS-232 インタフェースの選択 (第 4 章を参照)
- GPIB バス・アドレスの設定 (第 4 章を参照)
- RS-232 ボーレートおよびパリティの設定 (第 4 章を参照)

本書について

使用開始の前に 第1章では、マルチメータ使用の準備を行い、いくつかのフロント・パネルの機能に慣れます。

フロント・パネル・メニュー操作 第2章では、フロント・パネル・メニューといくつかのマルチメータのメニュー機能について説明します。

特徴および機能 第3章では、マルチメータの機能と操作についての詳細を説明します。この章は、マルチメータをフロント・パネルから操作する場合にも、リモート・インタフェースを介して操作する場合にも役立ちます。

リモート・インタフェース・リファレンス 第4章には、リモート・インタフェースを介してマルチメータをプログラムする際に役立つリファレンス情報が記載されています。

エラー・メッセージ 第5章では、マルチメータの操作中に表示されるエラー・メッセージのリストを挙げます。各リストには、問題の診断と解決に役立つ十分な情報が記載されています。

アプリケーション・プログラム 第6章には、ユーザの測定アプリケーション用にプログラムを開発する際に役立ついくつかのリモート・インタフェース・アプリケーション・プログラムが記載されています。

測定の手引 第7章では、最高の確度を得るために、また、測定誤差の原因を軽減するために役立つ、測定に関する注意事項および測定技術について説明します。

仕様 第8章では、マルチメータの仕様のリストを挙げ、これらの仕様の解釈の仕方について説明します。

マルチメータの操作に関するご質問がございましたら、最寄りの Agilent 営業所までご連絡ください。

目次

1 章 使用開始の前に

- マルチメータ使用のための準備 13
- マルチメータに電源を投入する 15
- 電圧の測定 17
- 抵抗の測定 17
- 電流の測定 18
- 周波数（または周期）の測定 18
- 導通テスト 19
- ダイオード・テスト 19
- レンジの選択 20
- 分解能の設定 21
- フロント・パネルの表示フォーマット 22
- マルチメータのラック・マウント 23

2 章 フロント・パネル・メニュー操作

- フロント・パネル・メニュー一覧 27
- フロント・パネル・メニューの利用の手引 29
- カンマ区切り記号をオフにする 37
- ヌル測定の実行 38
- 最小および最大読み取り値の保存 39
- dB測定の実行 40
- dBm 測定の実行 41
- マルチメータのトリガ 42
- 読み取り値ホールド機能の使用 43
- DCV:DCV レシオ測定の実行 44
- 読み取り値メモリの使用 46

3 章 特徴および機能

- 測定構成
 - AC信号フィルタ 51
 - 導通スレッシュホールド抵抗 52
 - DC入力抵抗 53
 - 分解能 54
 - 積分時間 57
 - フロント／リア入力端子切り替えスイッチ 58
 - オートゼロ 59
 - レンジ切り替え 60

演算機能

最大-最小値測定 63

ヌル測定 64

dB測定 66

dBm 測定 68

リミット・テスト 69

トリガ

トリガ・ソースの選択 73

トリガ待ちステート 76

進行中の測定の停止 76

サンプル・データ数 77

トリガ数 78

トリガ遅延 79

自動トリガ遅延 81

読み取り値ホールド 82

ボルトメータ・コンプリート端子 83

外部トリガ端子 83

システム関連オペレーション

読み取り値メモリ 84

エラー状態 85

セルフ・テスト 86

ディスプレイの制御 87

ビーパの制御 88

カンマ区切り記号 89

ファームウェア・リビジョン照会 89

SCPI言語バージョン 90

リモート・インタフェースの構成

GPIB アドレス 91

リモート・インタフェースの選択 92

ボーレートの選択 93

パリティの選択 93

プログラミング言語の選択 94

端末またはプリンタへの接続 95

校正

校正保護 96

校正回数 99

校正メッセージ 100

オペレータによるメンテナンス

電源ヒューズの交換 101

電流入力ヒューズの交換 101

電源投入時およびリセット時のステート 102

4 章 リモート・インタフェース・リファレンス

コマンドのまとめ	105
簡略化されたプログラミング手順	110
MEASure? コマンドおよびCONFigure コマンド	115
測定構成コマンド	119
演算機能コマンド	122
トリガ	125
トリガ・コマンド	128
システム関連コマンド	130
SCPI ステータス・モデル	132
ステータス報告コマンド	142
校正コマンド	144
RS-232 インタフェースの構成	145
RS-232 インタフェース・コマンド	149
SCPI 言語について	150
入力メッセージ・ターミネータ	153
出力データ・フォーマット	153
デバイス・クリアを使用した測定の停止	154
プリンタ用の TALK ONLY	154
GPiB アドレスの設定	155
リモート・インタフェースの選択	156
ボーレートの設定	157
パリティの設定	158
プログラミング言語の選択	159
ほかのプログラミング言語との互換性	160
SCPI との適合性について	162
IEEE-488 との適合性について	163

5 章 エラー・メッセージ

実行エラー	167
セルフ・テスト・エラー	173
校正エラー	175

6 章 アプリケーション・プログラム

MEASure? コマンドを使用したシングル測定	179
CONFigure コマンドを使用した演算機能	180
ステータス・レジスタの使用	182
QuickBASIC を使用した RS-232 オペレーション	186
Turbo C を使用した RS-232 オペレーション	187

7章 測定の手引

熱EMF 誤差	192
負荷誤差 (DC電圧)	193
漏れ電流誤差	193
電源ノイズ電圧の除去	194
コモン・モード除去 (CMR)	195
磁気ループによるノイズ	195
グラウンド・ループによるノイズ	196
抵抗測定	197
4線式抵抗測定	197
テスト・リード抵抗誤差の除去	198
電力損失の影響	198
セトリング時間の影響	198
高抵抗測定における誤差	199
DC電流測定誤差	199
真のRMS AC測定	200
クレスト・ファクタ誤差	201
負荷誤差 (AC電圧)	203
フル・スケール以下の測定	204
高電圧セルフ・ヒーティング誤差	204
温度係数およびオーバーロード誤差	204
低レベル測定における誤差	205
コモン・モード誤差	206
AC電流測定誤差	206
周波数および周期測定誤差	207
高速DC測定および抵抗測定の実行	207
高速AC測定の実行	208

8章 仕様

DC特性	210
AC特性	212
周波数および周期特性	214
一般仕様	216
誤差の総計の計算	219
マルチメータの仕様について	219
最高の確度を得るための構成	222

使用開始の前に

マルチメータの操作の第一歩は、フロント・パネルからの操作に慣れることです。本章では、マルチメータを使用するための準備と、マルチメータのフロント・パネルからのいくつかの操作に慣れていただくための練習を取り上げます。

フロント・パネルにはキーが2列に並んでおり、それらによってさまざまな機能および操作を選択できます。大部分のキーには、キーの上に青い文字で、シフトキーを使用したときの機能が示されています。これらの機能を実行するには、**[Shift]** を押し（Shift アナンシエータが点灯します）、希望する機能が書かれているキーを押します。例えば、DC電流測定機能を選択するには、**[Shift]** と **[DC V]** を押します。

誤って **[Shift]** を押してしまった場合は、もう一度押せばShift アナンシエータは消えます。

本書の裏表紙は、折り畳み式のクイック・リファレンス・ガイドになっています。この裏表紙でマルチメータの種々の機能をすばやく検索できます。

マルチメータ使用のための準備

以下のステップによって、マルチメータを使用するための準備が完了していることを確かめます。

1. 納入された品目をチェックする

納入されたマルチメータに以下の品目が含まれていることを確認してください。もしいずれかの品目が欠けている場合は、最寄りのAgilent 営業所へご連絡ください。

- ☐ テスト・リード・キット 1 組 (ピン・タイプ・プローブ 2 個, フックノ
わりにロタイプ・プローブ各 1 個)
- ☐ 電源コード 1 本
- ☐ 電源ヒューズ 1 個、取り付け済み: 100, 120Vac用、250mA
- ☐ 電源ヒューズ 1 個、別途に添付: 220, 240Vac用、125mA
- ☐ ユーザーズ・ガイド (本書)
- ☐ サービス・ガイド 1冊

2. 適切な電源ヒューズが接続されていることを確認する

100 または 120Vacでの操作には、マルチメータの工場出荷時に既に適切なヒューズ(250mA)が接続されています。

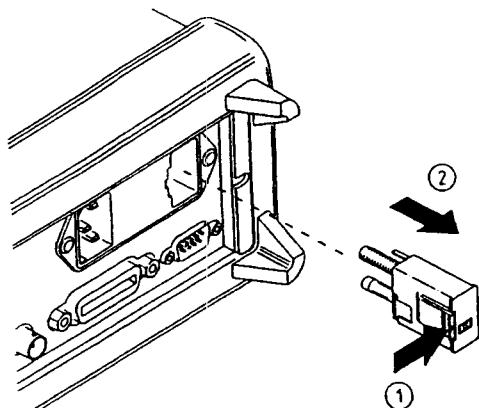
220 または 240Vacでの操作には、250mAのヒューズを取り外して、マルチメータに付属の125mAヒューズを接続してください(14ページ参照)。

3. 電源電圧の設定を確認する

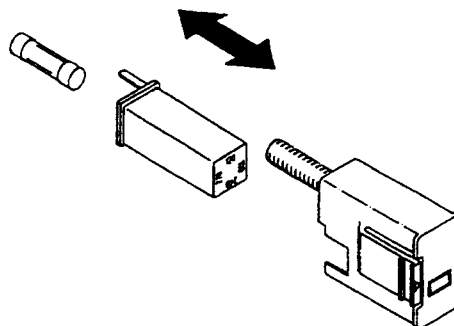
マルチメータの工場出荷時に、電源電圧は120Vacに設定されています。この電圧が設置先の条件に適していない場合は、電圧の設定を変更してください。設定できる値は以下のとおりです。

100, 120, 220 または 240Vac (14ページを参照してください)。

- 1 ヒューズ・ホルダ・アセンブリをリア・パネルから取り外します。

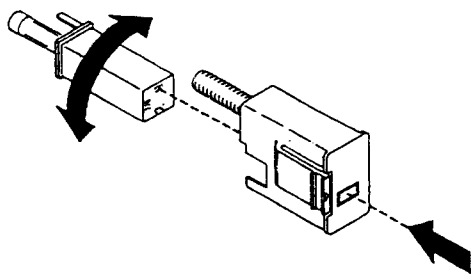


- 2 正しいヒューズを取り付けます。アセンブリから電源電圧セレクトを取り外します。



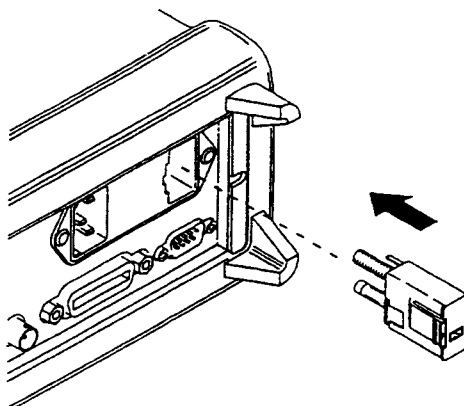
100 または120Vac:250mAヒューズ
220 または240Vac:125mAヒューズ

- 3 電源電圧セレクトを回し、正しい電圧が窓から見えるようにします。



100, 120, 220, または240Vac

- 4 ヒューズ・ホルダ・アセンブリをリア・パネルの中に戻します。



正しいヒューズを取り付け、窓に正しい電源電圧が表示されていることを確認します。

マルチメータに電源を投入する

以下に、マルチメータの電源の投入、および正しく動作していることを確認するための手順を説明します。

1. 電源コードを接続し、マルチメータに電源を投入します。

マルチメータが電源投入時のセルフテストを行っている間、フロント・パネルのディスプレイが点灯します。GPIB バス・アドレスが表示されます。マルチメータは電源投入時にDC電圧モードに入り、オート・レンジがイネーブルされることに注意してください。

すべての表示灯がオンの状態のパワーオン・ディスプレイを表示するには、マルチメータの電源をオンにするときに **Shift** キーを押します。

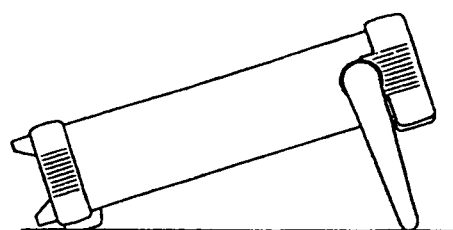
2. 完全なセルフ・テストを実行します。

完全なセルフ・テストでは、電源投入時に実行されるセルフ・テストよりも厳密な一連の試験を実行します。電源スイッチを押すときに **Shift** キーを押したままマルチメータの電源をオンにします。このキーを5秒以上押し続けます。キーを離すとセルフ・テストが開始します。

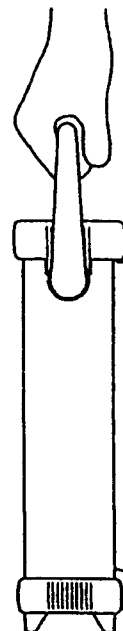
セルフ・テストに合格すると、“PASS”と表示されます。セルフ・テストに合格しないと、“FAIL”と表示され、**ERROR** アナシエータが点灯します。修理のためにマルチメータをAgilentに返送する際は、サービス・ガイドを参照してください。

3. 持ち運び用のハンドルを希望の位置にセットします。

位置を調節するには、ハンドルの両横を握り、外に向けて引きます。次にハンドルを希望の位置へ回します。



卓上で表示する時の位置



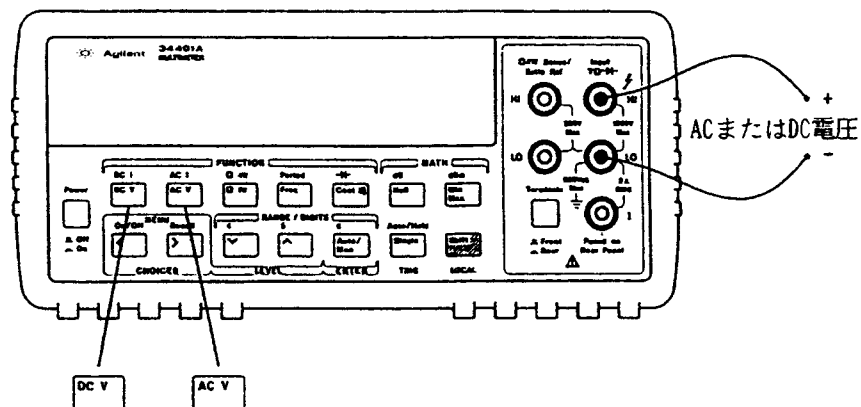
持ち運び時の位置

電圧の測定

レンジ: 100mV, 1V, 10V, 100V, 1000V (750Vac)

最大分解能: 100nV (100mVレンジ)

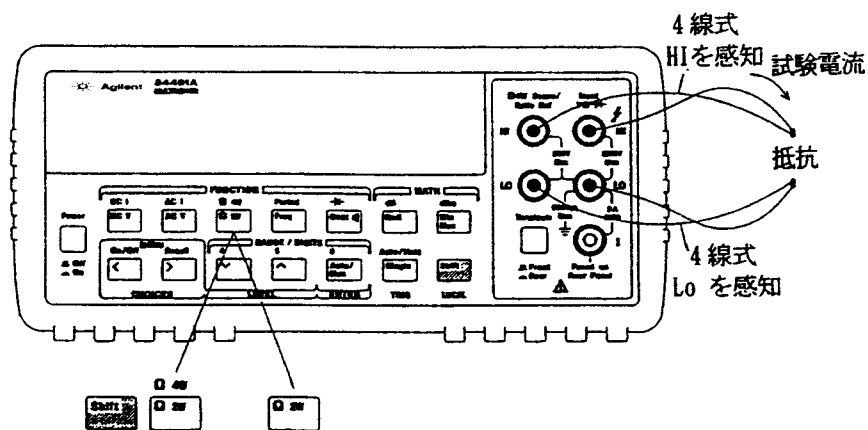
AC電圧: 真の実効値、AC結合



抵抗の測定

レンジ: 100Ω, 1kΩ, 10kΩ, 100kΩ, 1MΩ, 10MΩ, 100MΩ

最大分解能: 100μΩ (100Ωレンジ)

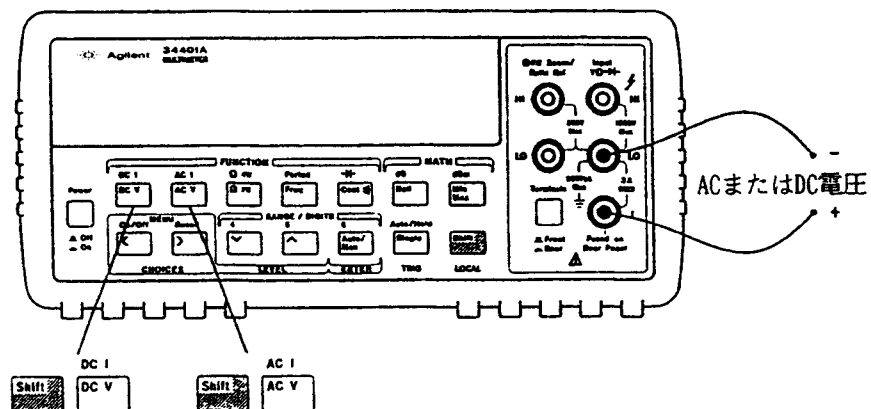


電流の測定

レンジ: 10mA (DCのみ), 100mA (DCのみ), 1A, 3A

最大分解能: 10nA (10mAレンジ)

AC電流: 真の実効値、AC結合

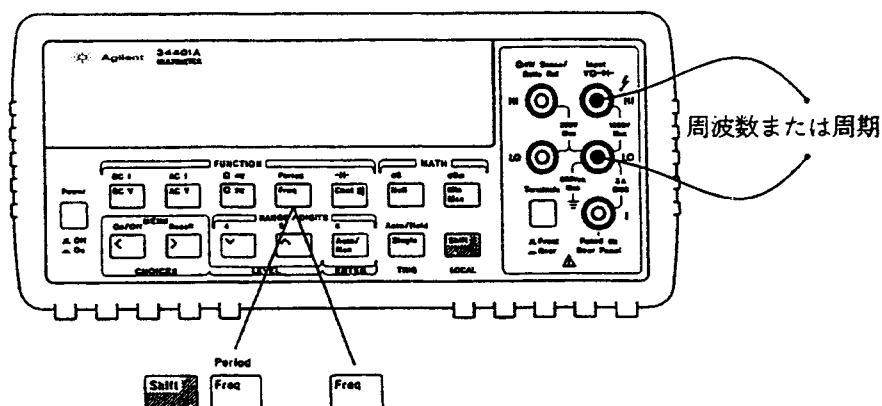


周波数（または周期）の測定

測定帯域: 3Hz~300kHz (0.33秒~3.3μ秒)

入力信号レンジ: 10mVac~750Vac

測定方式: レシプロカル方式

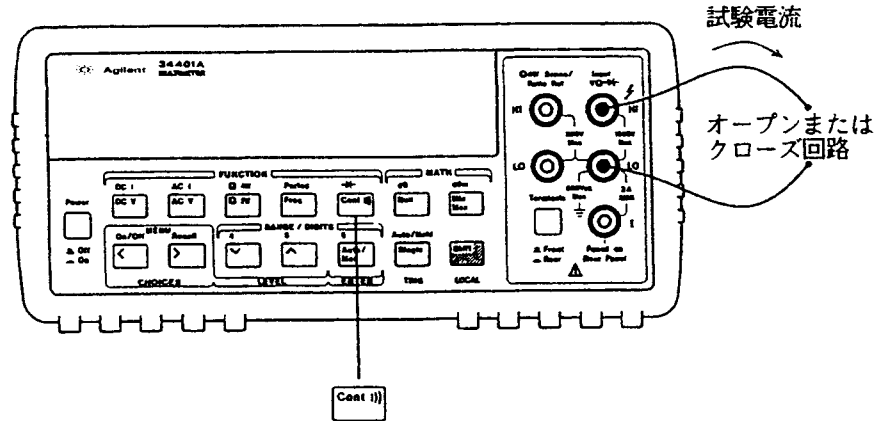


導通テスト

試験電流ソース：1mA

最大分解能：0.1Ω（レンジは1kΩに固定）

スレッシュホールド抵抗：1Ω～1000Ω（調節可能なスレッシュホールド抵抗よりも低くなるとビーブ音を発生）

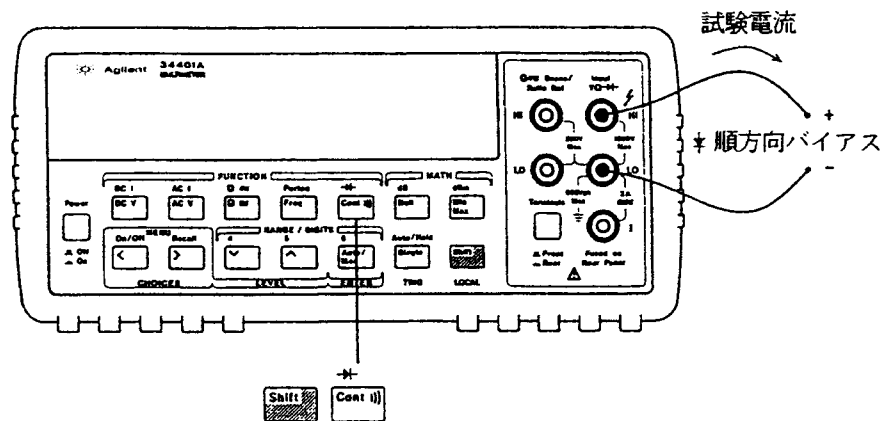


ダイオード・テスト

試験電流ソース：1mA

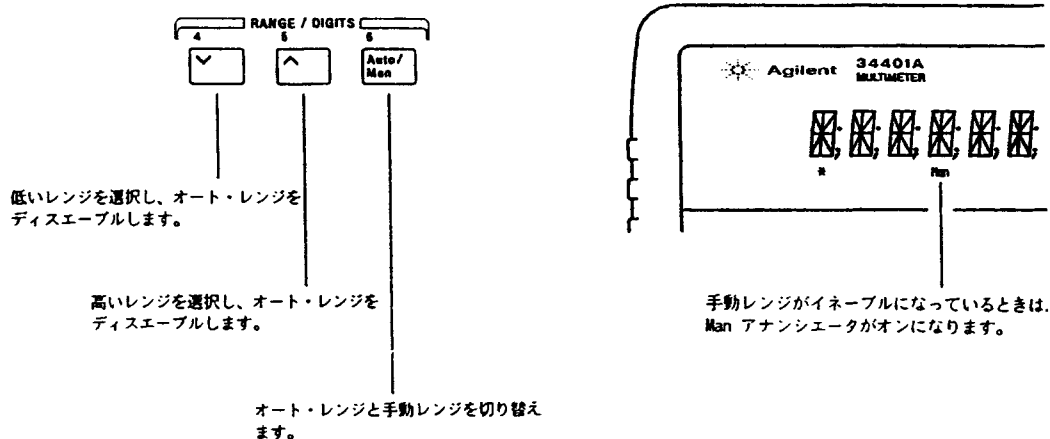
最大分解能：100μV（レンジは1Vdcに固定）

スレッシュホールド電圧：0.3V ≤ $V_{measured}$ ≤ 0.8V（調整不可能）



レンジの選択

オート・レンジを使用してマルチメータに自動的にレンジを選択させることも、手動レンジを使用して固定レンジを選択することもできます。

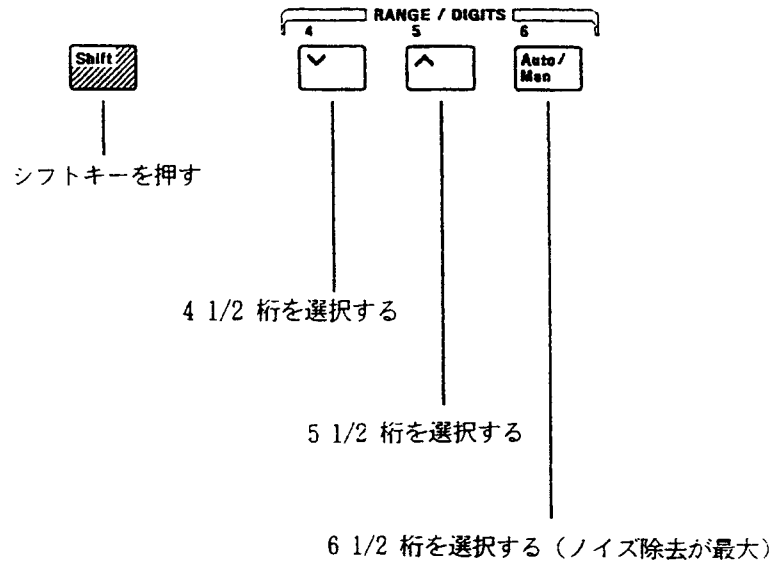


- 電源投入時およびリモート・インタフェースのリセット後にはオート・レンジが選択されます。
- オート・レンジのスレッシュホルド：
Downレンジ<レンジの10%
Upレンジ>レンジの120%
- 入力信号が現在のレンジで測定できる範囲を超える場合は、マルチメータはオーバロード（“OVL”）を表示します。
- フロント・パネルからの周波数および周期測定では、レンジ切り替えは信号の周波数ではなく、入力電圧に適用されます。
- 導通およびダイオード・テストでは、レンジはそれぞれ1kΩレンジおよび1VDCレンジに固定されます。

レンジ切り替えは、選択した機能だけに適用されます。したがって、それぞれの機能について個別にレンジ切り替え方式（自動または手動）を選択することができます。手動レンジ切り替えでは、選択したレンジはその機能にだけ適用されます。マルチメータはそれぞれの機能ごとに選択されたレンジを記憶しています。

分解能の設定

測定速度またはノイズ除去を最適化するために、ディスプレイの分解能を4 1/2, 5 1/2, または6 1/2桁に設定することができます。本書では、最上位桁（表示測定値の左端の桁）を「1/2」桁（オーバー・レンジ）と言います。なぜなら、この桁は「0」または「1」以外の値を表示しないからです。



- 電源投入時およびリモート・インタフェースのリセット後には、分解能は5 1/2 桁に設定されます。
- 導通およびダイオード・テストでは、分解能は4 1/2 桁に固定されます。

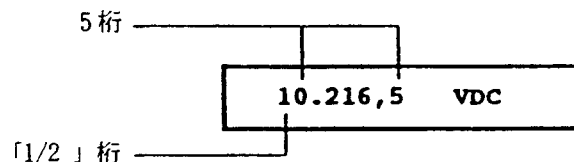
分解能は選択した機能だけに適用されます。したがって、それぞれの機能について個別に分解能を選択することができます。マルチメータはそれぞれの機能ごとに選択された分解能を記憶しています。

フロント・パネルのディスプレイ・フォーマット

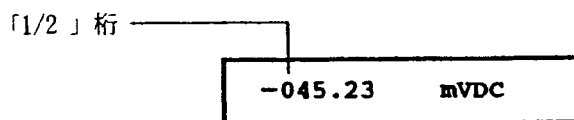
- 負の符号、または空白 (正)
- H 「1/2」桁 (0 または 1)
- D 数値
- E 指数 (m, k, M)
- F 測定単位 (VDC, Ω , Hz, dB)

-H.DDD,DDD EFFF

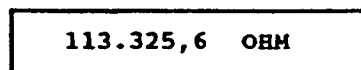
フロント・パネルのディスプレイ・フォーマット



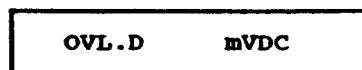
これは10Vdc レンジで、5 1/2 桁が表示されています。



これは100mVdc レンジで、4 1/2 桁が表示されています。



これは100 Ω レンジで、6 1/2 桁が表示されています。

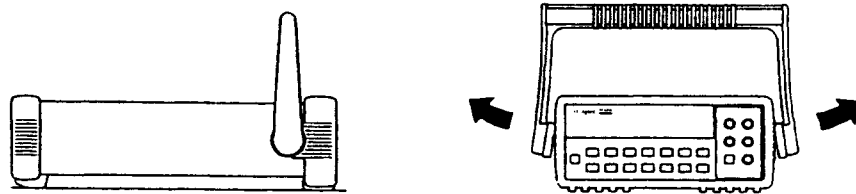


これは100mVdc レンジでのオーバロードを表しています。

マルチメータのラック・マウント

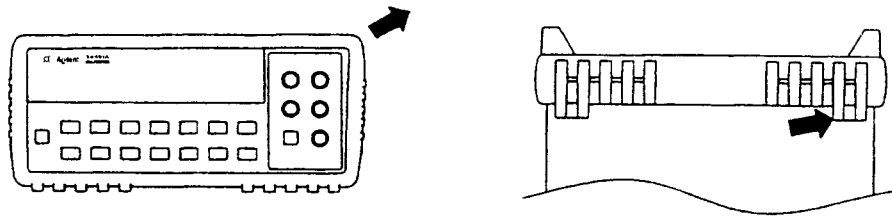
3つのオプション・キットのいずれかを使って、マルチメータを標準19インチ・ラック・キャビネットに組み込むことができます。それぞれのラック・キットの中に取り付けの説明と取り付け用のハードウェアが入っています。Agilent 34401Aマルチメータの横には、どのAgilent System II計測器もラック・マウントできます。

マルチメータをラック・マウントする前に、持ち運び用のハンドルと表側および裏側のゴム製のバンパーを取り外してください。



ハンドルを取り外すには、ハンドルを垂直の位置まで回し、両端を外側へ引きま

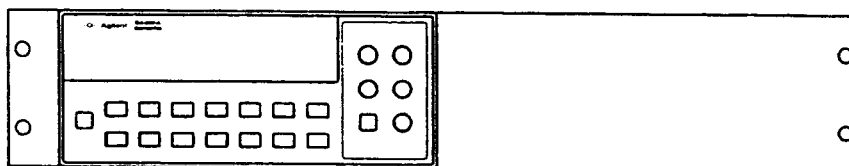
す。



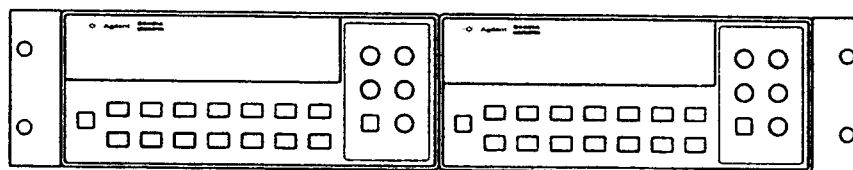
前面

背面（底）

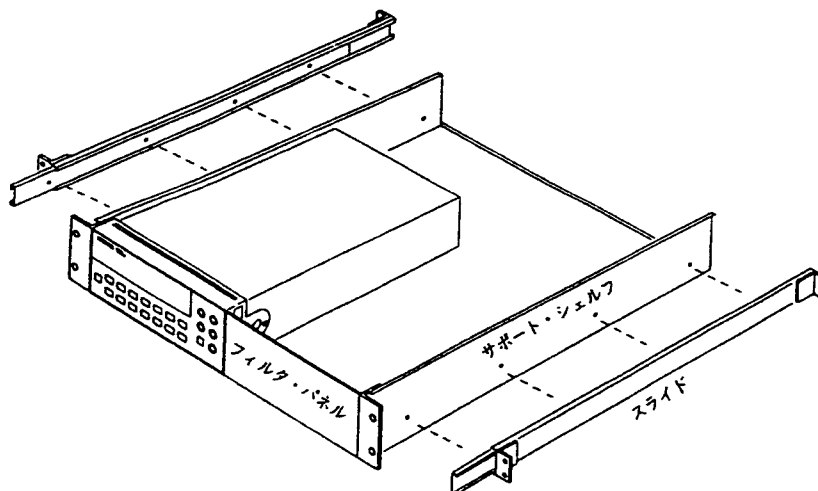
ゴム製のバンパーを取り外すには、端を引き伸ばし、スライドさせて外します。



1台の計器をラック・マウントする場合は、アダプタ・キット5063-9240 を注文してください。



2台の計器を横に並べてラック・マウントする場合は、ロック・リンク・キット5061-9694 とフランジ・キット5063-9212 を注文してください。



1台または2台の計器をスライディング・サポート・シェルフに取り付けるには、シェルフ5063-9255 およびスライド・キット1494-0015 （更に、計器が1台の場合はフィルタ・パネル5002-3999 も）を注文してください。

2 章 フロント・パネル・ メニュー操作

フロント・パネル・メニュー操作

これまでの説明で、フロント・パネルのFUNCTIONキーおよびRANGE/DIGITSキー・グループには慣れたことでしょう。また、種々の測定用のフロント・パネルの接続についてもおわかりになったでしょう。まだよくわからない場合は、第1章「使用開始の前に」（11ページ）をお読みください。

本章では、3つの新しいフロント・パネル・キーのグループ、MENU、MATH、TRIGについて説明します。また、区切り記号、カンマの使い方、読み取り値をメモリに記憶する方法を説明します。本章では、すべてのフロント・パネル・キーまたはメニュー操作を詳細に説明するわけではありません。しかし、フロント・パネル・メニューおよび多くのフロント・パネル操作の概要をわかりやすく説明しています。マルチメータの機能および操作についての詳細は、第3章「特長および機能」を参照してください。

A: MEASurement MENU

1: AC FILTER ➡ 2: CONTINUITY ➡ 3: INPUT R ➡ 4: RATIO FUNC ➡ 5: RESOLUTION

- | | |
|---------------|------------------------------------|
| 1: AC FILTER | 低速、中速、または高速ACフィルタを選択します。 |
| 2: CONTINUITY | 導通テストのスレッシュホールド抵抗を設定します(1Ω~1000Ω)。 |
| 3: INPUT R | DC電圧測定のための入力抵抗を設定します。 |
| 4: RATIO FUNC | DCV:DCV レシオ機能をイネーブルにします。 |
| 5: RESOLUTION | 測定分解能を選択します。 |

B: MATH MENU

1: MIN-MAX ➡ 2: NULL VALUE ➡ 3: dB REL ➡ 4: dBm REF R ➡ 5: LIMIT TEST ➡ 6: HIGH LIMIT ➡ 7: LOW LIMIT

- | | |
|---------------|----------------------------------------|
| 1: MIN-MAX | 記憶されている最小値、最大値、平均値、および読み取りカウントを呼び出します。 |
| 2: NULL VALUE | ヌル・レジスタに保存されているヌル値を呼び出し、または設定します。 |
| 3: dB REL | dB相対レジスタに保存されているdBm 値を呼び出し、または設定します。 |
| 4: dBm REF R | dBm 基準レジスタ値を選択します。 |
| 5: LIMIT TEST | リミット・テストをイネーブルまたはディスエーブルにします。 |
| 6: HIGH LIMIT | リミット・テストの上限を設定します。 |
| 7: LOW LIMIT | リミット・テストの下限を設定します。 |

C: TRIGger MENU

1: READ HOLD ➡ 2: TRIG DELAY ➡ 3: N SAMPLES

- | | |
|---------------|------------------------|
| 1: READ HOLD | 読み取り値ホールド入力感度帯域を設定します。 |
| 2: TRIG DELAY | 測定の前に挿入される時間間隔を指定します。 |
| 3: N SAMPLES | 1トリガあたりのサンプル数を設定します。 |

D: SYSTEM MENU

1: RDGS STORE ⇒ 2: SAVED RDGS ⇒ 3: ERROR ⇒ 4: TEST ⇒ 5: DISPLAY ⇒ 6: BEEP ⇒ 7: COMMA ⇒ 8: REVISION

- | | |
|---------------|--------------------------------------------|
| 1: RDGS STORE | 読み取り値メモリをイネーブルまたはディスエーブルにします。 |
| 2: SAVED RDGS | メモリに保存されている読み取り値を呼び出します（最高512個の読み取り値）。 |
| 3: ERROR | エラー待ち行列からエラーを検索します（最高20個）。 |
| 4: TEST | 完全なセルフ・テストを実行します。 |
| 5: DISPLAY | フロント・パネル・ディスプレイをイネーブルまたはディスエーブルにします。 |
| 6: BEEP | ビーブ機能をイネーブルまたはディスエーブルにします。 |
| 7: COMMA | ディスプレイ上の桁の間の区切り記号、カンマをイネーブルまたはディスエーブルにします。 |
| 8: REVISION | マルチメータのファームウェア・リビジョン・コードを表示します。 |

E: Input / Output MENU

1: GPIB ADDR ⇒ 2: INTERFACE ⇒ 3: BAUD RATE ⇒ 4: PARITY ⇒ 5: LANGUAGE

- | | |
|--------------|----------------------------------------------------|
| 1: GPIB ADDR | GPIB バス・アドレスを設定します（0～31）。 |
| 2: INTERFACE | GPIB またはRS-232インタフェースを選択します。 |
| 3: BAUD RATE | RS-232動作のボーレートを選択します。 |
| 4: PARITY | RS-232動作の偶数パリティ、奇数パリティ、またはパリティなしを選択します。 |
| 5: LANGUAGE | インタフェース言語を選択します:SCPI, Agilent 3478またはFluke 8840/42 |

F: CALibration MENU

1: SECURED ⇒ [1: UNSECURED] ⇒ [2: CALIBRATE] ⇒ 3: CAL COUNT ⇒ 4: MESSAGE

- | | |
|--------------|----------------------------------------------------|
| 1: SECURED | マルチメータは校正できないように保護されています。保護を解除するためには、コードを入力してください。 |
| 1: UNSECURED | マルチメータは校正できるように、保護が解除されています。保護するためには、コードを入力してください。 |
| 2: CALIBRATE | 現在の機能の完全な校正を実行します。保護が解除されていなければなりません。 |
| 3: CAL COUNT | マルチメータを校正した回数の合計を読み取ります。 |
| 4: MESSAGE | リモートから入力された校正文字列（12文字まで）を読み取ります。 |

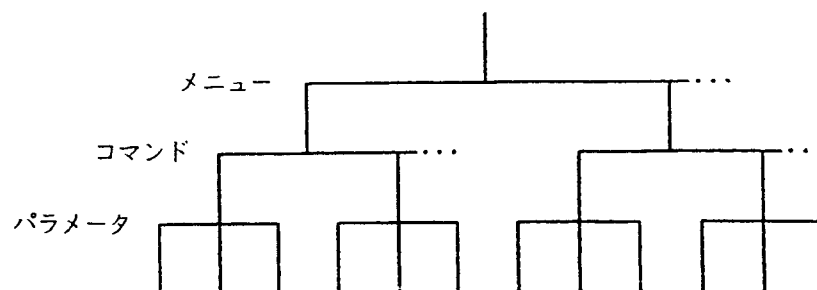
注記：角かっこ（[]）で囲まれた2つのコマンドは、マルチメータがキャリブレーション用にUNSECURED になっていない限り「表示されません」。

フロント・パネル・メニューの利用の手引

この項では、フロント・パネル・メニューの使い方を順を追って説明します。この手引を読んで、メニューの構造と操作に慣れておいてください。

メニューはトップ・ダウン・ツリー構造になっており、3つのレベル（メニュー、コマンド、パラメータ）で構成されています。

1つ下のレベルを呼び出すには を押し、1つ上のレベルを呼び出すには を押します。それぞれのレベルにはいくつかの選択肢があり、 または を押して左または右の選択肢を呼び出すことができます。



- メニューをオンにするには、 On/Off を押します。
- メニューをオフにするには、 On/Off を押すか、またはフロント・パネルの最上段のいずれかのファンクション・キーまたは演算キーを押します。
- メニュー・コマンドを実行するには、 ENTER を押します。

この手引きのどこかで混乱したり、わからなくなったときは、メニューをオフにして、もう一度その例題のステップ1からやり直してください。

メニューの利用中に表示されるメッセージ

TOP OF MENU 「メニュー」レベルにいるときに **[△]** を押しました。これは最上位のレベルなので、より高いレベルを呼び出すことはできません。

メニューをオフにするには、**[Shift]** **[<]** (Menu On/Off) を押します。同じレベル内の選択肢の間を移動するには、**[<]** または **[>]** を押します。下のレベルへ移動するには **[▽]** を押します。

MENUS 「メニュー」レベルにいます。選択肢を表示するには、**[<]** または **[>]** を押します。

COMMANDS 「コマンド」レベルにいます。選択したメニュー・グループの中で選択できるコマンドを表示するには、**[<]** または **[>]** を押します。

PARAMETER 「パラメータ」レベルにいます。選択したコマンドのパラメータを表示または編集するには、**[<]** または **[>]** を押します。

MENU BOTTOM 「パラメータ」レベルにいるときに **[▽]** を押しました。これはメニューの最下位レベルなので、より下のレベルを呼び出すことはできません。

メニューをオフにするには、**[Shift]** **[<]** (Menu On/Off) を押します。上のレベルへ移動するには **[△]** を押します。

CHANGE SAVED 「パラメータ」レベルで行った変更がセーブされました。これは **[Auto/Man]** (Menu Enter) を押してコマンドを実行した後に表示されます。

MIN VALUE 「パラメータ」レベルで指定した値が、選択したコマンドには小さすぎます。許容される最小値が表示されます。

MAX VALUE 「パラメータ」レベルで指定した値が、選択したコマンドには大きすぎます。許容される最大値が表示されます。

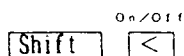
EXITING MENU **[Shift]** **[<]** (Menu On/Off) を押すか、フロント・パネルのファンクション/演算キーを押してメニューをオフにした場合にこのメッセージが表示されます。「パラメータ」レベルの値を編集しておらず、変更はセーブされていません。

NOT ENTERED **[Shift]** **[<]** (Menu On/Off) を押すか、フロント・パネルのファンクション/演算キーを押してメニューをオフにした場合にこのメッセージが表示されます。パラメータにいくつかの編集を行いました、変更はセーブされていません。「パラメータ」レベルで行った変更をセーブするには、**[Auto/Man]** (Menu Enter) を押します。

NOT RELEVANT 使用中の機能では選択した演算は無効です。

メニュー例 1

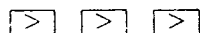
以下の手順は、メニューをオンにし、レベル間を上下に移動し、各レベルの中の選択肢の間を移動してメニューをオフにする方法を示しています。この例では、フロント・パネル・ビーパーをオフにします。



1. メニューをオンにします。

メニューの「メニュー」レベルに入ります。このレベルの最初の選択肢は MEAS MENU です。

A: MEAS MENU



2. このレベルの選択肢SYS MENUへ移動します。

「メニュー」レベルにはメニュー・グループの選択肢が6つあります。それぞれの選択肢には、容易に識別できるように接頭文字が付いています (A:, B: など)。

D: SYS MENU



3. SYS MENUの中で「コマンド」レベルへ移動します。

このレベルの最初の選択肢はRDGS STOREコマンドです。

1: RDGS STORE



4. 「コマンド」レベルで、BEEPコマンドへ移動します。

SYS MENUにはコマンドの選択肢が8つあります。このレベルのそれぞれの選択肢には、容易に識別できるように接頭文字が付いています (1:, 2: など)。

6: BEEP

5. さらに下のレベルのBEEPパラメータの選択肢へ移動します。

BEEPコマンドの最初のパラメータの選択肢は“ON”です（ビーパの設定は不揮発性メモリの中に保存されており、“ON”が工場出荷時の設定です）。

ON

6. 選択肢“OFF”へ移動します。

BEEPにはパラメータの選択肢が2つあります。

OFF

7. 変更をセーブして、メニューをオフにします。

マルチメータはビーブ音を発生し、変更が実行されたことを知らせるメッセージを表示します。これによってメニューを終了します。

CHANGE SAVED

メニュー例 2

次の例では、メニュー呼び出し機能を使ってすばやくBEEPコマンドを元の設定に戻す方法を説明します。この例の手順を始める前に、例 1 の手順を実行していない必要があります。

2

Shift **Recall** **>**

1. メニュー呼び出し機能を使ってBEEPコマンドに戻ります。

これにより、例 1 でメニューを終了する前に、最後に使用したコマンド、すなわちBEEPコマンドに戻ります。

6: BEEP

▽

2. 下のレベルのBEEPパラメータ選択肢へ移動します。

最初のパラメータ選択は“OFF”です（例 1 で設定したパラメータ）。

OFF

>

3. 選択肢“ON”へ移動します。

パラメータを元の値に設定します。

ON

Auto/Man
ENTER

4. 変更をセーブして、メニューをオフにします。

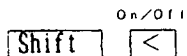
マルチメータはビーブ音を発生し、変更が実行されたことを知らせるメッセージを表示します。これによってメニューを終了します。

CHANGE SAVED

メニュー例 3

メニューの中のいくつかのコマンドに対しては、パラメータを数値で入力しなければなりません。以下に、メニューの中で数値を入力する方法を説明します。この例では、ヌル値を-2.0V に設定します。

マルチメータに、分解能が5 1/2 桁のDC電圧機能が設定されていることを確認してください。マルチメータへのすべての入力を外してください。



1. メニューをオンにします。

メニューの「メニュー」レベルに入ります。このレベルの最初の選択肢は MEAS MENU です。

A: MEAS MENU



2. このレベルの選択肢 MATH MENUへ移動します。

「メニュー」レベルにはメニュー・グループの選択肢が6つあります。

B: MATH MENU



3. MATH MENU の中で「コマンド」レベルへ移動します。

このレベルの最初の選択肢はMIN-MAX コマンドです。

1: MIN-MAX



4. このレベルで、NULL VALUEコマンドへ移動します。

MATH MENU にはコマンドの選択肢が7つあります。


2: NULL VALUE



5. さらに下のレベルのNULL VALUEパラメータへ移動し編集します。

最初にこのパラメータを呼び出したとき、ヌル値は0.0Vdcになっているはず
です。この例では、ヌル値を-2.0V に設定します。

Λ 000.000 mVDC

ディスプレイの左側に“Λ”が点滅しているときに  を押せば、編集を
中断して「コマンド」レベルへ戻ることができます。



6. 数値を負の値にします。

ディスプレイの左端の文字は+と-の間で切り替わります。

-000.000 mVDC



7. 点滅しているカーソルを移動して、最初の桁を編集します。

左端の桁が点滅していることに注意してください。

-000.000 mVDC



8. 最初の桁の数字を大きくして「2」を表示させます。

それぞれの桁の数字は独立して大きくまたは小さくすることができます。数
字の上げ下げは隣の桁には影響を及ぼしません。

-200.000 mVDC



9. 点滅しているカーソルを「単位」に移動します。

ディスプレイの右側で単位が点滅していることに注意してください。

-200.000 mVDC

△

10. 表示されている数値を10倍ずつ増加させます。

小数点の位置が変わり、表示されている数値が10倍になっていることに注意してください。

-2.000,00 VDC

Auto/Man
ENTER

11. 変更をセーブして、メニューをオフにします。

マルチメータはビープ音を発生し、変更が実行されたことを知らせるメッセージを表示します。これによってメニューを終了します。

CHANGE SAVED

MATH NULL がオンになり、値-2.0V が測定のリザル値として使われることを覚えておいてください。このリザル値をクリアするためには、**[Null]** を押します。

フロント・パネル・メニューの使用の手引きはこれで終わりです。この章の残りの部分では、最も一般的なフロント・パネルの操作をいくつか説明します。

カンマ区切り記号をオフにする

マルチメータは、フロント・パネル上の読み取り値にカンマ区切り記号を付けたり付けずに表示することができます。

↓
08.241,53 VDC

カンマ区切り記号
(工場出荷時の設定)

08.24153 VDC

カンマ区切り記号なし

2

Shift On/Off <

1. メニューをオンにします。

A: MEAS MENU

> > >

2. 「メニュー」レベルの選択肢SYS MENUへ移動します。

D: SYS MENU

√ < <

3. 下のレベルへ移動し、次にCOMMA コマンドへ移動します。

7: COMMA

√ >

4. 下のレベルへ移動し、次にパラメータ“OFF”を選択します。

OFF

Auto/Man
ENTER

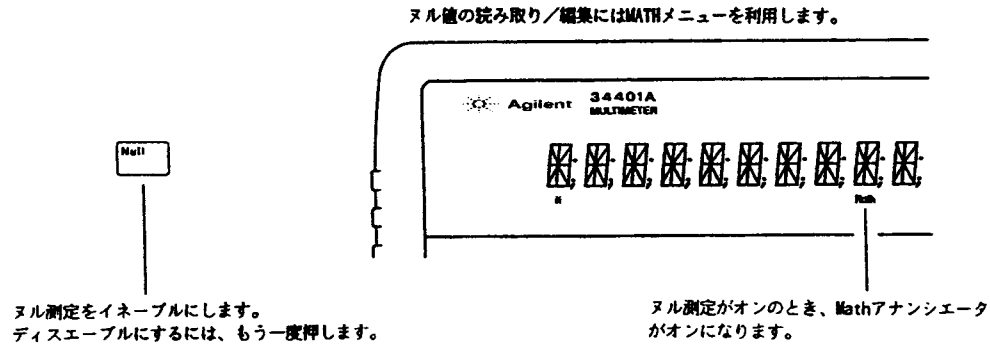
5. 変更をセーブして、メニューをオフにします。

カンマ区切り記号の設定は不揮発性メモリに保存され、電源をオフにしたりリモート・インタフェースをリセットしてもこの設定は変わりません。

ヌル測定の実行

それぞれのヌル測定値は、保存されているヌル値と入力信号の差です。

結果 = 読み取り値 - ヌル値

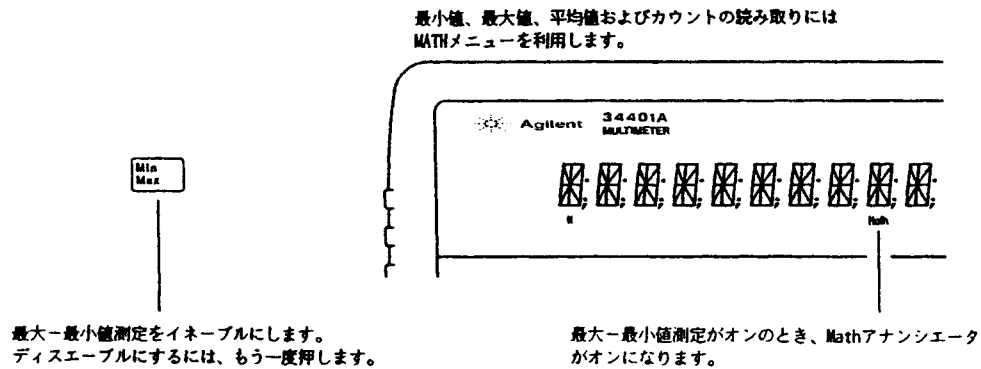


- 導通テスト、ダイオード・テスト、およびレシオ測定を除くすべての測定でヌル測定を実行することができます。ヌル測定は選択した機能だけに適用されます。機能を変更すると、ヌル測定はディスエーブルされます。
- より正確な2線式抵抗測定のために試験用リード線の抵抗をヌルにするには、試験用リード線を短絡してから **[Null]** を押します。
- **[Null]** を押した後の最初の読み取り値がヌル値としてヌル・レジスタに保存されます。前に保存されていた値は新しい値に置換されます。
- ヌルをイネーブルした後、保存されているヌル値を編集するためには **[Shift]** **[>]** (Menu Recall) を押します。これによりMATH MENU 中の "NULL VALUE" コマンドに入ります (ヌルがイネーブルされている場合だけ)。「パラメータ」レベルに移動して、表示された値を編集してください。
- ヌル・レジスタは、機能を変えたとき、ヌルをオフにしたとき、電源をオフにしたとき、またはリモート・インタフェース・リセットを実行したときにクリアされます。

最小および最大読み取り値の保存

一連の測定中に、最大および最小の読み取り値を保存できます。以下の項では最小値、最大値、平均値およびデータ読み取り数を読み取る方法を説明します。

2

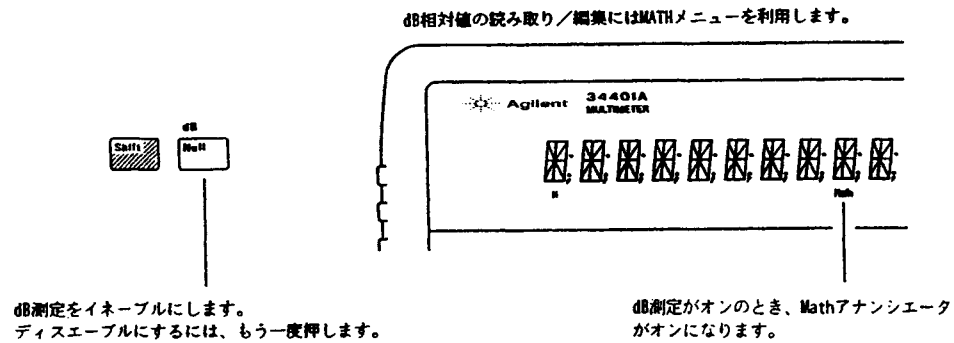


- 導通およびダイオード・テストを除くすべての測定で最大-最小値測定を実行することができます。最大-最小値測定は、選択した機能にだけ局所的に適用されます。機能を変更すると、最大-最小値測定はディスエーブルされます。
- 最大-最小値測定をイネーブルにした後、保存されている最小値、最大値、平均値およびデータ数を読み取るためには **[Shift]** **[>]** (Menu Recall) を押します。これによりMATH MENU 中の“MIN-MAX” コマンドに入ります (MIN-MAX がイネーブルされている場合だけ)。「パラメータ」レベルに移動して、**[<]** または **[>]** を押して値を読み取ってください。
- 保存された値は、MIN-MAX をオフにしたとき、電源をオフにしたとき、またはリモート・インタフェース・リセットを実行したときクリアされます。
- 平均値は、MIN-MAX をイネーブルにした後に得られたすべての読み取り値の平均です (保存されている最大値と最小値の平均ではありません)。データ数は、MIN-MAX をイネーブルにした後に得られたすべての読み取りデータの総数です。

dB測定の実行

入力信号と保存されている相対値をそれぞれdBm に換算した後の差がdB測定値となります。

$$\text{dB} = \text{読み取り値 (dBm)} - \text{相対値 (dBm)}$$



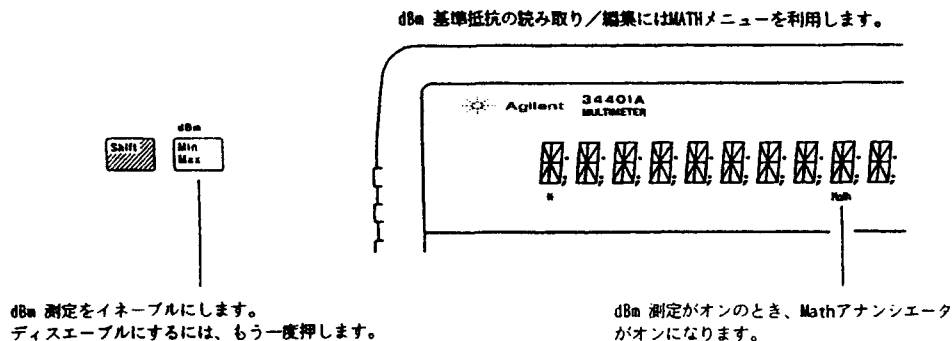
- **DC V** または **AC V** を選択します。
- dB測定をイネーブルにした後の最初の読み取り値がdBm に換算され、相対値としてdB相対値レジスタに保存されます。以前に保存されていた値は新しい値に置換されます。
- dB測定をイネーブルにした後、相対値を編集するには **[Shift]** **[>]** (Menu Recall)を押します。これによりMATH MENU 中の“dB REL”コマンドに入ります (dBがイネーブルされている場合だけ)。「パラメータ」レベルに移動して、表示された値を編集してください。
- レジスタは、機能を変えたとき、dBをオフにしたとき、電源をオフにしたとき、またはリモート・インタフェース・リセットを実行したときにクリアされます。

dBm 測定の実行

dBm 測定は、1mW を基準とする抵抗に加わるパワーを計算します。

$$\text{dBm} = 10 \times \log_{10} (\text{読み取り値}^2 / \text{基準抵抗} / 1\text{mW})$$

2



- **DC V** または **AC V** を選択します。
- 基準抵抗の工場出荷時の設定は 600Ω です。この値を変更するには、dBm 測定をイネーブルにした後で **Shift** **>** (Menu Recall) を押します。これにより MATH MENU の中の "dBm REF R" コマンドに入ります (dBm がイネーブルされている場合だけ)。

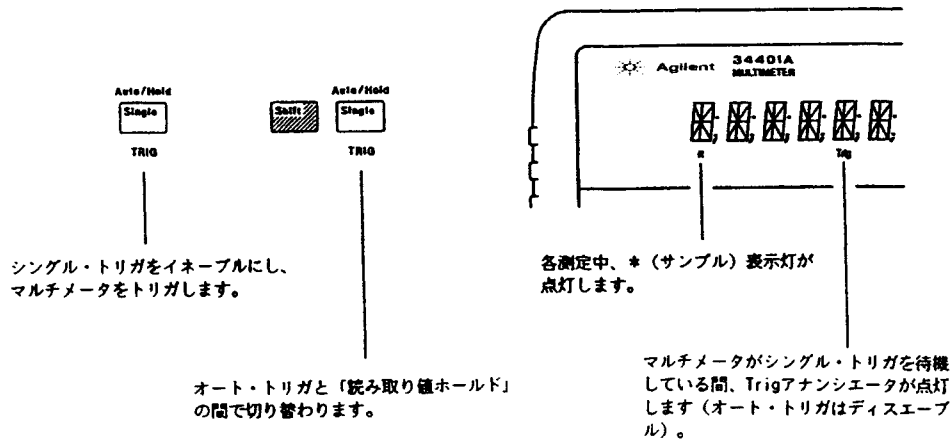
「パラメータ」レベルへ移動して、以下の値から選択します。

50, 75, 93, 110, 124, 125, 135, 150, 250, 300, 500, 600, 800, 900,
1000, 1200 または 8000Ω

- 基準抵抗は不揮発性メモリに保存され、電源をオフにしたりリモート・インタフェースをリセットしても、この設定は変わりません。

マルチメータのトリガ

フロント・パネルからシングル・トリガまたはオート・トリガ機能を利用して、マルチメータをトリガすることができます。



- マルチメータをオンにしたとき、オート・トリガがイネーブルされています。各測定中、* (サンプル) アナナシエータが点灯していることに注意してください。
- シングル・トリガでは、**Single** を押すごとに1つの読み取り値を取り、その後、次のトリガを待ちます。マルチメータをトリガするには、このキーを押し続けます。

外部トリガの利用

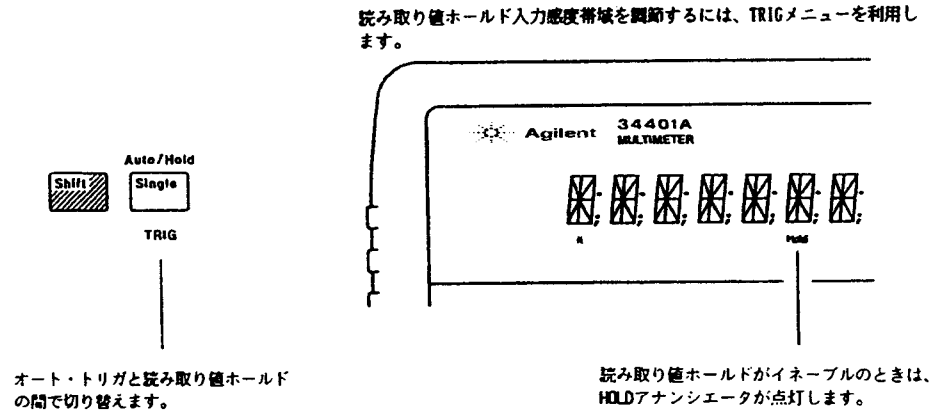
Single を押すと、外部トリガ・モードもイネーブルされます。外部トリガは、リア・パネル Ext Trig 端子にトリガ・パルスを与えることを除けば、シングル・トリガ・モードと同じです。マルチメータは、TTL パルスの立ち上がりエッジでトリガされます。

リモート操作では、フロント・パネルの **Single** キーはディスエーブルになります。

読み取り値ホールド機能の使用

読み取り値ホールド機能を利用すると、ディスプレイ上で安定した読み取り値を捕獲し、保持できます。マルチメータは、安定した読み取り値を検出するとビープ音を発生し、画面上でその値を保持します。

2



- 読み取り値ホールド機能では、入力感度帯域が調節できるため、どの読み取り値を安定とみなして画面に表示するかを選択できます。帯域は選択したレンジの読み取り値に対する割合(%)で表します。マルチメータは読み取り値が3回連続してこの帯域の中にあった場合にだけ新しい値を表示します。
- デフォルトの帯域は、読み取り値の0.10%です。読み取り値ホールドをイネーブルにした後、異なる帯域を選択するためには **[Shift]** **[>]** (Menu Recall)を押します。これによりTRIG MENU 中の“READ HOLD” コマンドに入ります(読み取り値ホールドがイネーブルされている場合だけ)。

「パラメータ」レベルに移動して、以下のいずれかの値を選択します。

読み取り値の0.01%, 0.10%, 1.00%, または10.00%。

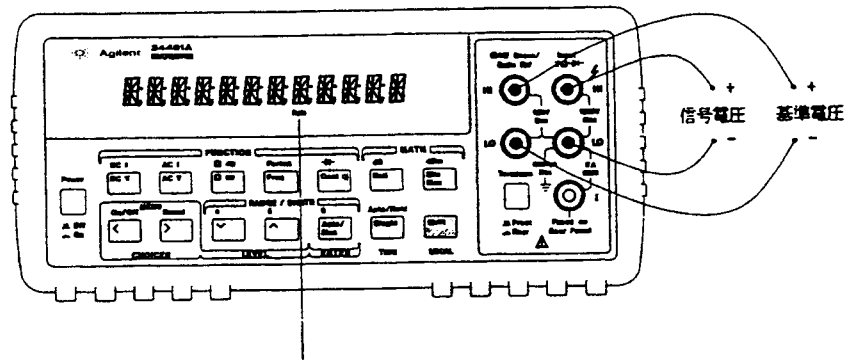
- 入力感度帯域は揮発性メモリに保存されます。電源をオフにしたりリモート・インタフェースをリセットした後は、入力感度帯域は読み取り値の0.10%に設定されます。

DCV:DCV レシオ測定の実行

レシオを計算するために、マルチメータは、Sense端子に与えられたDC基準電圧とInput 端子に与えられた電圧を測定します。

レシオ=DC信号電圧/DC基準電圧

レシオ測定をイネーブルにするためには、MEASメニューを利用します。



レシオ測定がイネーブルされているときは、Ratio アナシエータが点灯します。

- Sense 端子では、基準電圧測定機能は常にDC電圧に設定されており、測定可能な最大入力は±12Vdc です。Sense 端子での基準電圧測定では、オートレンジが自動的に選択されます。
- Input LO端子とSense LO端子は共通の基準電圧を持たなければならない、電圧差が±2Vを超えてはいけません。
- 指定された測定レンジはInput 端子に接続された信号だけに適用されます。Input 端子の信号は、1000V までの電圧であればどの値でもかまいません。

以下の手順は、フロント・パネル・メニューを使ってレシオ機能を選択する方法を示しています。

Shift On/Off <

1. メニューをオンにします。

A: MEAS MENU

▽ < <

2. 下のレベルへ移動し、RATIO FUNCコマンドを呼び出します。

4: RATIO FUNC

▽

3. さらに下の「パラメータ」レベルへ移動します。

このコマンドのこのレベルには1つの選択肢しかありません。

DCV:DCV

Auto/Man
ENTER

4. レシオ機能を選択し、メニューをオフにします。

Ratio アナライザが点灯していることに注意してください。

CHANGE SAVED

レシオ測定をディスエーブルにするには、任意のフロント・パネル・ファンクション・キーを押して、別の測定機能を選択します。

読み取り値メモリの使用

マルチメータは内部メモリに最高512 個の読み取り値を保存できます。以下の手順は、読み取り値を保存および検索する方法を示します。

1. 機能を選択します。

任意の機能を選択してください。また、ヌル、MIN-MAX、dB、dBmまたはリミット・テストを選択することもできます。メモリの読み取り中に随時機能を変更することができます。

Single

2. シングル・トリガ・モードを選択します。

Trigアナナシエータが点灯していることに注意してください。読み取り値メモリがイネーブルされているときにマルチメータをトリガすると、読み取り値が保存されます。

この例では、シングル・トリガを使って読み取り値を保存します。オート・トリガでも読み取り値メモリが利用できます。

Shift On/Off <

3. メニューをオンにします

A: MEAS MENU

> > >

4. このレベルで、選択肢SYS MENUへ移動します。

D: SYS MENU

∨

5. 下のレベルへ移動し、RDGS STOREコマンドを呼び出します。

1: RDGS STORE

6. さらに下の「パラメータ」メニューへ移動し、選択肢“ON”を呼び出します。

ON

Auto/Man
ENTER

7. 変更をセーブし、メニューを終了します。

Mem（メモリ）アナンシエータが点灯して、マルチメータが読み取り値の保存の準備ができていることを知らせます。先入れ先出し（FIFO）の順序で最高512 個の読み取り値を保存できます。メモリがいっぱいになると、Mem アナンシエータがオフになります。

読み取り値は、もう一度読み取り値メモリをイネーブルにするか、電源をオフにするか、またはリモート・インタフェース・リセットを実行するまで保存されます。

Single
Single
Single

8. マルチメータを3回トリガします。

これにより3つの読み取り値がメモリに保存されます。

Shift Recall

9. メニュー呼び出し機能を使って保存されている読み取り値を検索します。

これによって、SYS MENUの“SAVED RDGS”コマンドに入ります。

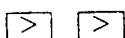
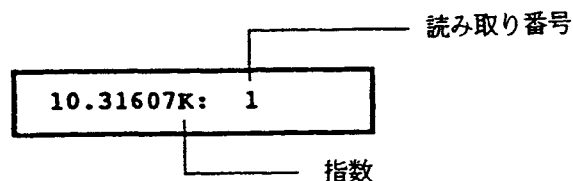
2: SAVED RDGS



10. 下のレベルへ移動し、最初に保存された読み取り値を表示します。


メニューの「パラメータ」レベルへ移動すると、読み取り値メモリは自動的にオフになります。

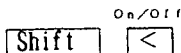
表示される最初の読み取り値は、最初に保存された読み取り値です (FIFO)。メモリの中に読み取り値が保存されていない場合は、“EMPTY” が表示されます。保存されている読み取り値は、必要に応じて単位 (μ 、m、k など) と合わせて表示されます。例：



11. 移動して、残りの2つの保存されている読み取り値を表示します。

読み取り値は、「パラメータ」レベルで横並びに保存されています。

「パラメータ」レベルに入ったときに  を押すと、最後の読み取り値が表示され、保存されている読み取り値の個数が分ります。



12. メニューをオフにします。



第 3 章 特長および機能

特長および機能

本章では、本器の各機能について詳しく説明します。本章の内容は、マルチメータをフロント・パネルから操作する場合とリモート・インタフェースで操作する場合の両方を対象としています。

本章の内容は、次のとおりです。

- 測定構成 51ページ
- 演算機能 62ページ
- トリガ 71ページ
- システム関連オペレーション 84ページ
- リモート・インタフェースの構成 91ページ
- 校正 96ページ
- オペレータによるメンテナンス 101ページ
- 電源投入時およびリセット時のステート 102ページ

本章を読む前に、フロント・パネル・メニューについてある程度知っているとう便利です。25ページの第2章「フロント・パネル・メニュー操作」をまだ読んでいない方は、ここで読んでおいてください。103ページの第4章「リモート・インタフェース・リファレンス」には、マルチメータのプログラミングに使用できるSCPIコマンド (Standard Commands for Programmable Instruments—プログラマブル計測器用標準コマンド) のシンタックスが記載されています。

本書では、SCPIコマンド・シンタックスに次のような規約を用いています。すなわち、角かっこ ([]) はオプションのキーワードまたはパラメータを表します。中かっこ ({ }) にはコマンド文字列のパラメータが入ります。また、三角かっこ (< >) は、かっこ内のパラメータの代わりに1つの値を入力しなければならないことを意味します。

測定構成

本項では、マルチメータを測定用に構成する方法を説明します。ここで述べる測定パラメータは必ずしも変更の必要はありませんが、変更しなければならない場合は柔軟に変えることができます。

AC信号フィルタ

マルチメータには、3種類のACフィルタが使用されており、これらの使用により、低周波数精度の最適化、またはより高速のACセトリング・タイムの達成が可能です。また、マルチメータはユーザが指定する入力周波数に基づいて、低速、中速、高速のフィルタを選択します。

AC電圧およびAC電流測定にのみ適用されます。

入力周波数	選択したACフィルタ	セトリング・タイム
3 Hz～300kHz	低速フィルタ	7 秒/回
20Hz～300kHz	中速フィルタ（デフォルト）	1 回/秒
200Hz ～300kHz	高速フィルタ	10回/秒

- ACフィルタの選択は揮発性メモリに保存されます。電源をオフにしたり、リモート・インタフェースをリセットすると、マルチメータは中速フィルタ（20Hz）を選択します。
- フロント・パネル操作：メニューから低速フィルタ（3 Hz）、中速フィルタ（20Hz）、または高速フィルタ（200Hz）を選択します。デフォルトは中速フィルタです。

1: AC FILTER (MEAS MENU)

- リモート・インタフェース操作：入力信号として予測される最低周波数を指定します。マルチメータは、ユーザが指定した周波数に基づいて適正なフィルタを選択します（上の表を参照）。CONFIGure コマンドとMEASure?コマンドを使用すると、20Hzフィルタが選択されます。

DETECTOR:BANDwidth { 3 | 20 | 200 | MIN | MAX }

導通スレッシュョルド抵抗

導通テスト時、測定された抵抗がスレッシュョルド抵抗を下回る場合、マルチメータは連続的にビーブ音を発します。スレッシュョルド抵抗は1 Ωから1000 Ωの範囲で任意の値に設定できます。

スレッシュョルド抵抗は、フロント・パネルからのみ設定できます。

- スレッシュョルド抵抗は不揮発性メモリに保存され、電源をオフにしたりリモート・インタフェースをリセットしても変わりません。
- スレッシュョルド抵抗の工場出荷時の設定は10 Ωです。
- 導通テスト機能をイネーブルにした後で、**Shift** **>** (Menu Recall) を押すと、別のスレッシュョルド抵抗を選択できます。

2: CONTINUITY (MEAS MENU)

Λ0010

OHM

19ページの「導通テスト」も併せてご覧ください。

DC入力抵抗

通常、マルチメータの入力抵抗は、ノイズのピックアップを最小限にするため全DC電圧レンジで10MΩ に固定されています。測定の負荷誤差の影響を軽減するため、100mVdc、1 Vdc、および10Vdcの場合には、入力抵抗を10GΩ以上にも設定できます。

DC電圧測定にのみ適用され、その他の機能には適用されません。

	入力抵抗 100mV、1V、10Vレンジ	入力抵抗 100V、1000V レンジ
固定抵抗オン(デフォルト)	10MΩ	10MΩ
固定抵抗オフ	> 10GΩ	10MΩ

3

- 入力抵抗の設定値は揮発性メモリに保存されます。電源をオフにするかリモート・インタフェースをリセットすると、マルチメータは（全DC電圧レンジに対して）10MΩを選択します。
- フロント・パネル操作：メニューから10MΩモード（全DC電圧レンジでの固定抵抗）または>10GΩモードを選択します。デフォルトの設定は10MΩです

3: INPUT R (MEAS MENU)

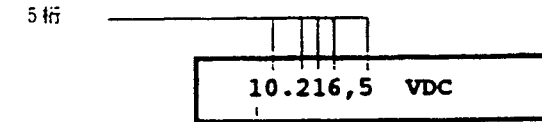
- リモート・インタフェース操作：自動入力抵抗モードのイネーブルとディスエーブルが行えます。AUTO OFF（デフォルト）の状態では、入力抵抗は全レンジで10MΩに固定されます。AUTO ONの状態では、入力抵抗は最も低い3つのDC電圧レンジで10GΩ を超える値に設定されます。CONFIGure コマンドと MEASure?コマンドで、自動的にAUTO OFFになります。

INPut:IMPedance:AUTO { OFF | ON }

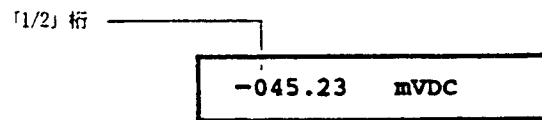
分解能

分解能は、マルチメータが測定または表示できる桁数で表されます。分解能は4、5、または6桁に「1/2」桁（0率または1以外の値を表示しない）を加えた桁数に設定できます。測定確度を上げ、ノイズ除去率を向上させるには、6 1/2 桁を選択します。測定速度を上げるには、4 1/2 桁を選択します。

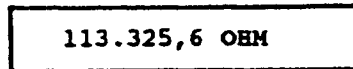
すべての測定機能に適用されます。演算機能（ヌル、MIN-MAX、dB、dBm、リミット・テスト）用の分解能は、使用中の測定機能の分解能と同じです。



これは10Vdcレンジで、5 1/2桁が表示されています。



これは100mVdc レンジで、4 1/2桁が表示されています。



これは100Ωレンジで、6 1/2桁が表示されています。

分解能は選択した機能だけに適用されます。したがって、それぞれの機能について個別に分解能を選択できます。マルチメータはそれぞれの機能ごとに選択された分解能を記憶しています。

- 分解能は揮発性メモリに保存されます。電源をオフにしたりリモート・インタフェースをリセットすると、マルチメータは分解能を（全機能に対して）5 1/2桁に設定します。
- 導通テストおよびダイオード・テストの場合、分解能は4 1/2 桁に固定されます。
- DC測定および抵抗測定の場合、桁数を変更すると、マルチメータの分解能を変えるだけでなく積分時間も変えることになります。積分時間とは、マルチメータのA/D 変換器が測定用の入力信号をサンプリングする周期をいいます（57ページの「積分時間」を参照）。
- AC測定の場合、分解能は実際には6 1/2 桁下に固定されます。4 1/2 桁または5 1/2 桁を選択した場合、マルチメータは下1桁または2桁を「マスク」します。AC測定の読み取り速度を制御する方法は、トリガ遅延を設定する方法以外にありません（79ページを参照）。
- レシオ測定の場合、指定した分解能はInput 端子に接続されている信号に適用されます。
- フロント・パネル操作：各分解能設定に対し、低速モードまたは高速モードを選択します。デフォルトのモードは5桁低速です。

5: RESOLUTION (MEAS MENU)

21ページの「分解能の設定」も併せてご覧ください。

選択した桁数とその結果の積分時間（電源周波数）の関係を下図に示します。オートゼロ・モードは、分解能の設定時に間接的に設定されます（59ページの「オートゼロ」を参照）。

分解能	積分時間
高速 4 桁	0.02 PLC
*低速 4 桁	1 PLC
高速 5 桁	0.2 PLC
*低速 5 桁（デフォルト）	10 PLC
*高速 6 桁	10 PLC
低速 6 桁	100 PLC

*この設定値により、フロント・パネルの対応する“DIGITS” キーを押した場合と同様にマルチメータが構成されます。

分解能 (続き)

- リモート・インタフェース操作：以下のコマンドを使って分解能を設定できます。

```
CONFigure:<function> {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}  
MEASure:<function>? {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}  
<function>:RESolution {<resolution>|MIN|MAX}
```

分解能は、桁数ではなく測定機能と同じ単位で指定します。例えば、DC電圧の場合、V単位で分解能を指定します。周波数の場合は、Hz単位で分解能を指定します。

CONF:VOLT:DC 10,0.001	10Vdcレンジで4 1/2桁
MEAS:CURRE:AC? 1,1E-6	1 Aレンジで6 1/2桁
CONF:FREQ 1 KHZ,0.1 Hz	入力1000Hz、分解能0.1Hz
VOLT:AC:RES 0.05	AC機能で分解能50mV

積分時間

積分時間とは、マルチメータのA/D 変換器が測定用の入力信号をサンプリングする周期のことです。積分時間によって、測定分解能（分解能を向上するには、長い積分時間を使用する）および測定速度（測定速度を上げるには、短い積分時間を使用する）が影響を受けます。

AC電圧、AC電流、周波数、周期を除く全測定機能に適用されます。演算機能（ヌル、MIN-MAX、dB、dBm、リミット・テスト）の積分時間は、使用中の測定機能の積分時間と同じです。

- 積分時間は、パワー・ライン・サイクル（NPLC）単位で指定します。選択できるパワー・ライン・サイクルは、0.02、0.2、1、10、100 PLCです。デフォルトは10 PLCです。
- 積分時間は揮発性メモリに保存されます。マルチメータは、電源をオフにするか、インタフェースをリセットすると10 PLCを選択します。
- 整数のパワー・ライン・サイクル（1、10、100 PLC）のみが、ノーマル・モード（電源周波数ノイズ）除去が可能です。
- AC測定の読み取り速度を制御する方法は、トリガ遅延を設定する方法以外にありません（79ページを参照）。
- フロント・パネル操作：積分時間は、桁数の選択時に間接的に設定されます（55ページの分解能の表を参照）。
- リモート・インタフェース操作：

<function>:NPLCycles { 0.02 | 0.2 | 1 | 10 | 100 | MIN | MAX }

周波数測定と周期測定の場合、アパーチャ時間（ゲート時間）は積分時間と同一です。10ms（4 1/2 桁）、100ms（デフォルト、5 1/2桁）、または1秒（6 1/2桁）を指定します。

FREquency:APERTure { 0.01 | 0.1 | 1 | MIN | MAX }
PERiod:APERTure { 0.01 | 0.1 | 1 | MIN | MAX }

フロント／リア入力端子切り替えスイッチ

フロント・パネルの入力端子を用いて行われるすべての測定は、リア・パネルの入力端子を使用しても実行できます。フロント／リア・スイッチの位置については、2 ページの「フロント・パネルの略図」を参照してください。

入力端子の切り替えはフロント・パネルからのみ設定できます。リモート・インタフェースからは端子を選択できませんが、現在の設定の照会はできます。

- リア端子を選択すると、Rear アナシエータが点灯します。
- リモート・インタフェース操作：フロントとリアのどちらの入力端子が選択されているかについては、マルチメータに照会できます。

ROUTe:TERMinals? と入力すると、“FRON” または “REAR” が返されます。

オートゼロ

オートゼロがイネーブル（デフォルトの設定）になっていると、マルチメータは1回測定を行うごとに入力信号の接続を内部的に切断し、ゼロ読み取りを行います。次に、直前の読み取り値からゼロ読み取り値を引きます。これにより、マルチメータの入力回路に存在するオフセット電圧によって測定確度が影響されることを防ぎます。

オートゼロがディスエーブルの場合、マルチメータは1回だけゼロ読み取りを行い、その後の全測定値からそれを引きます。機能、レンジ、積分時間を変更するたびに、マルチメータは新たにゼロ読み取りを行います。

DC電圧、DC電流、2線式抵抗測定だけに適用されます。オートゼロは4線式抵抗測定またはレシオ測定を選択するとイネーブルになります。

- オートゼロ・モードは揮発性メモリに保存されます。マルチメータは、電源をオフにするか、またはリモート・インタフェースをリセットすると自動的にオートゼロをイネーブルにします。
- フロント・パネル操作：オートゼロ・モードは分解能を設定すると間接的に設定されます。

分解能	積分時間	オートゼロ
高速 4桁	0.02 PLC	Off
*低速 4桁	1 PLC	On
高速 5桁	0.2 PLC	Off
*低速 5桁(デフォルト)	10 PLC	On
*高速 6桁	10 PLC	On
低速 6桁	100 PLC	On

*この設定により、フロント・パネルの対応する“DIGITS”キーを押した場合と様にマルチメータが構成されます。

- リモート・インタフェース操作：OFFパラメータとONCEパラメータには同様の作用があります。オートゼロがOFFの状態では、新たなゼロ測定が行われません。オートゼロがONCEであれば、即時にゼロ測定が行われます。

ZERO:AUTO { OFF | ONCE | ON }

レンジ切り替え

自動レンジ切り替えを使ってマルチメータに自動的にレンジを選択させたり、手動レンジ切り替えにより固定レンジを選択できます。自動レンジ切り替えは、マルチメータが自動的に各測定に適したレンジを選択するため便利です。手動レンジ切り替えでは、マルチメータが各測定のレンジを決める必要がないので、より高速の測定が可能になります。

- 選択したモード（オートまたは手動レンジ）は揮発性メモリに保存されます。マルチメータは、電源をオフにするか、リモート・インタフェースをリセットすると自動レンジ切り替えに戻ります。
- オート・レンジのスレッシュホールド：
Downレンジ<レンジの10%
Upレンジ>レンジの120%
- 入力信号が現在のレンジの測定範囲を超える場合、マルチメータはオーバロードを表示します（フロント・パネルから“OVL”またはリモート・インタフェースから“9.90000000E+37”が表示される）。
- 周波数測定と周期測定の場合、マルチメータは3 Hzから300kHzの範囲の全入力に対して1つの「レンジ」を使用します。マルチメータは3 Hz信号に基づいて内部分解能を決定します。レンジを照会すると、マルチメータは「3 Hz」を戻します。入力信号が印加されない場合、周波数測定と周期測定では“0”が戻されます。
- 導通テスト（1 k Ω レンジ）およびダイオード・テスト（1 mA電流ソース出力で1 Vdcレンジ）では、レンジが固定されています。
- レシオ測定の場合、指定したレンジはInput 端子に接続される信号に適用されます。Sense 端子での基準電圧測定には、オート・レンジが自動的に選択されます。

レンジ切り替えは選択した機能だけに適用されます。したがって、それぞれの機能について個別にレンジ切り替え方式を選択できます。手動レンジ切り替えでは、選択したレンジはその機能にだけ適用されます。マルチメータはそれぞれの機能ごとに選択されたレンジを記憶しています。

レンジ切り替え (続き)

- フロント・パネル操作：オート・レンジと手動レンジの選択には、フロント・パネルのRANGE キーを使用します。フロント・パネルから周波数測定および周期測定を行う場合、レンジ切り替えは信号の周波数ではなく入力電圧に適用されます。

20ページの「レンジの選択」も併せてご覧ください。

- リモート・インタフェース操作：次のコマンドのどれを使用してもレンジを設定できます。

```
CONFigure:<function> {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}  
MEASure:<function>? {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}  
<function>:RANGe {<range>|MIN|MAX}  
<function>:RANGe:AUTO {OFF|ON}
```

3

演算機能

演算機能は5種類ありますが、一度に使用できる機能は1つだけです。各演算機能では、それぞれの読み取り値に対して演算が行われるか、または一連の読み取り値にデータが保存されます。選択した演算機能は、それをディスエーブルにするか、機能を変更するか、電源をオフにするか、またはリモート・インタフェースのリセットを行うまで有効です。演算機能では、1つ以上の内部レジスタを使用します。レジスタの中には値をプリセットできるものや、演算結果を保持できるものがあります。

下表は、可能な演算／測定機能の組み合わせを示しています。“X”は組み合わせ可能なものを表しています。現在の測定機能には使用不可能な演算機能を選択すると、演算がオフになります。有効な演算機能を選択した後に、無効なものに変えた場合、リモート・インタフェースから“Settings conflict”というエラー・メッセージが表示されます。

	DC V	AC V	DC I	Ac I	Ω 2w	Ω 4w	Freq	Per	Cont	Diode	Ratio
ヌル	X	X	X	X	X	X	X	X			
MIN-MAX	X	X	X	X	X	X	X	X			X
dB	X	X									
dBm	X	X									
リミット	X	X	X	X	X	X	X	X			X

フロント・パネルからは、対応するキーを押して演算機能をイネーブルにします。ただし、リミット・テストだけはMATH MENU のLIMIT TESTコマンドを使ってイネーブルにします。

リモート・インタフェースからは、CALCulate コマンド・サブシステム内のコマンドを使用して演算機能とレジスタを制御します。まず、希望の演算機能を選択します（デフォルト機能はヌル）。

CALCulate:FUNCTION { NULL | DB | DBM | AVERage | LIMit }

次に、演算ステートをオンにして、選択した演算機能をイネーブルにします。

CALCulate:STATE ON

MIN-MAX 測定

MIN-MAX 測定では、一連の測定における読み取り値の最小値および最大値を保存します。次に、マルチメータはすべての読み取り値の平均を計算し、MIN-MAX がイネーブルになってから測定された読み取り回数を記録します。

導通テストおよびダイオード・テストを除く全測定機能に適用されます。

- MIN-MAX のイネーブル後、マルチメータが最初に測定した読み取り値は、最小値および最大値として保存されます。最小値は以降それ以下の値が測定されるとそれと置き換わります。最大値は以降それ以上の値が測定されるとそれと置き換わります。
- マルチメータは、新しい最小値／最大値が見つかったと、“MIN” または “MAX” を表示してビープ音を発生します（フロント・パネル・ビープがイネーブルの場合）。表示されている読み取り値が変化しない場合にもビープ音が発生することがあります。これは、マルチメータの内部分解能が表示分解能より小さいからです（88ページの「ビープの制御」を参照）。
- 最小値、最大値、平均値、データ読み取り数は揮発性メモリに保存されます。マルチメータは、MIN-MAX を再度オンにするか、電源をオフにするか、あるいはリモート・インタフェースをリセットすると値をクリアします。
- フロント・パネル操作：MIN-MAX をイネーブルにした後、Shift > (Menu Recall) を押すと、保存されている最小値、最大値、平均値、データ数を読み取ることができます。メニューをオンにしても、MIN-MAX 測定はディスプレイになりません。メニューをオフにすると、マルチメータは測定を再開します。

1: MIN-MAX (MATH MENU)

39ページの「最小および最大読み取り値の保存」も併せてご覧ください。

- リモート・インタフェース操作：以下のコマンドを使用してMIN-MAX 測定を実行できます。

CALCulate:FUNCTION AVERAGE	
CALCulate:STATE { OFF ON }	
CALCulate:AVERAGE:MINimum?	<i>read the minimum value</i>
CALCulate:AVERAGE:MAXimum?	<i>read the maximum value</i>
CALCulate:AVERAGE:AVERAGE?	<i>read the average of all readings</i>
CALCulate:AVERAGE:COUNT?	<i>read the count</i>

ヌル測定

ヌル測定を行った場合、読み取り値は、保存されているヌル値と入力信号の差になります。これは、テスト・リードの抵抗をキャンセルすることで2線式抵抗測定をより正確に行うときなどに使用されます。

$$\text{結果} = \text{読み取り値} - \text{ヌル値}$$

導通テスト、ダイオード・テスト、レシオ測定を除く全測定機能に適用されます。

- ヌル値は調節でき、現在の機能における最高レンジの0～±120%の範囲であればどの値にも設定できます。
- ヌル値は揮発性メモリに保存されます。その値は、電源をオフにするか、リモート・インタフェースをリセットするか、または機能を変更すると、クリアされます。
- ヌル値はマルチメータのNullレジスタに保存されます。ヌル値を指定する方法は2つあります。第1の方法は、フロント・パネル・メニューまたはリモート・インタフェースから特定の数値をレジスタへ入力する方法です。前に保存されていた値はすべて新しい値と置換されます。フロント・パネルからマルチメータを操作している場合は、ヌル値を入力するとヌル機能もオンになります。

ヌル値を入力するもう1つの方法は、マルチメータに、最初の読み取り値をレジスタに保存させる方法です。ヌルをイネーブルにした後、最初に表示される読み取り値はゼロになります（レジスタに保存されている値を変更していない場合）。数値を第1の方法で入力した場合、最初の読み取り値によって保存値が重ね書きされることはありません。

- フロント・パネル操作：ヌルをイネーブルにした後、**[Shift]** **[>]** (Menu Recall) を押すと、保存されているヌル値を編集できます。前に保存されていた値はすべて新しい値と置換されます。メニューをオンにしてもヌル測定はディスエーブルになりません。マルチメータはメニューをオフにすると測定を再開します。

2: NULL VALUE (MATH MENU)

38ページの「ヌル測定の実行」も併せてご覧ください。

ヌル測定（続き）

- リモート・インタフェース操作：以下のコマンドを使用してヌル測定を実行できます。ヌル・レジスタに値を保存する前に、演算機能をイネーブルにしておかなければなりません。

```
CALCulate:FUNCtion NULL  
CALCulate:STATe { OFF | ON }  
CALCulate:NULL:OFFSet { <value> | MIN | MAX }
```

以下のプログラム・セグメントは、ヌル測定をイネーブルにし、オフセット値を設定するコマンドを実行する際の正しい順番を示しています。

```
CALC:FUNC NULL  
CALC:STAT ON  
CALC:NULL:OFFS -2.0
```

3

dB測定

dB測定値は、入力信号と保存されている相対値をそれぞれdBm に換算した後の差です。

$$\text{dB} = \text{読み取り値(dBm)} - \text{相対値(dBm)}$$

DC電圧およびAC電圧測定だけに適用されます。

- 相対値は調節でき、0dBm～±200.00dBmの範囲の任意の値に設定できます。
- 相対値は揮発性メモリに保存されます。その値は、電源をオフにするか、リモート・インタフェースをリセットするか、または機能を変更すると、クリアされます。
- 相対値はマルチメータのdB Relative レジスタに保存されます。相対値を指定する方法は2つあります。第1の方法は、フロント・パネル・メニューまたはリモート・インタフェースから特定の数値をレジスタへ入力する方法です。前に保存されていた値はすべて新しい値と置換されます。フロント・パネルからマルチメータを操作している場合は、相対値を入力するとdB機能もオンになります。

相対値を入力するもう1つの方法は、マルチメータが最初の読み取り値を測定したら、それをdBm に換算した後にレジスタに保存する方法です。dBm リファレンス抵抗を変更しても（68ページ参照）、保存されている相対値は変わりません。dBをイネーブルにすると、最初に表示される読み取り値はゼロになります（レジスタに保存されている値を変更していない場合）。数値を第1の方法で入力した場合、最初の読み取り値によって保存値が重ね書きされることはありません。

- フロント・パネル操作：dBをイネーブルにした後、**[Shift]** **[>]** (Menu Recall) を押すと、保存されている相対値を編集できます。前に保存されていた値はすべて新しい値と置換されます。メニューをオンにしてもdB測定はディスエーブルになりません。マルチメータは、メニューをオフにすると測定を再開します。

3: dB REL (MATH MENU)

40ページの「dB測定の実行」も併せてご覧ください。

dB測定 (続き)

- リモート・インタフェース操作: 以下のコマンドを使用してdB測定を実行できます。相対レジスタに値を保存する前に、演算機能をイネーブルにしておかなければなりません。

```
CALCulate:FUNCTION DB  
CALCulate:STATE { OFF | ON }  
CALCulate:DB:REFERENCE { <value> | MIN | MAX }
```

以下のプログラム・セグメントは、dB測定をイネーブルにし、相対値を設定するコマンドを実行する際の正しい順番を示しています。

```
CALC:FUNC DB  
CALC:STAT ON  
CALC:DB:REF 3.0
```

3

dBm測定

dBm測定では、1 mWを基準とする抵抗に加わるパワーを計算します。

$$\text{dBm} = 10 \times \text{Log}_{10} (\text{読み取り値}^2 / \text{基準抵抗} / 1 \text{ mW})$$

DC電圧およびAC電圧測定だけに適用されます。

- 17種類の基準抵抗値の中から選択できます。基準抵抗の工場出荷時の設定値は600 Ωです。

基準抵抗は次の値から選択します：50、75、93、110、124、125、135、150、250、300、500、600、800、900、1000、1200、または8000 Ω。

- 基準抵抗は不揮発性メモリに保存され、電源をオフにしても、リモート・インタフェースをリセットしても、この設定は変わりません。
- フロント・パネル操作：dBm 測定をイネーブルにした後、新しい基準抵抗を選択するには **[Shift] [>]** (Menu Recall) を押します。メニューをオンにしてもdBm 測定はディスエーブルになりません。マルチメータはメニューをオフにすると測定を再開します。

4: dBm REF R (MATH MENU)

41ページの「dBm測定の実行」も併せてご覧ください。

- リモート・インタフェース操作：以下のコマンドを使用してdBm 測定を実行できます。

```
CALCulate:FUNCTION DBM
CALCulate:STATE { OFF | ON }
CALCulate:DBM:REFERENCE { <value> | MIN | MAX }
```

リミット・テスト

リミット・テスト測定では、指定した上限および下限値を基準にしてパス／フェイル・テストを実行できます。

導通テストとダイオード・テストを除く全測定機能に適用されます。

- 上限および下限値は、現在の機能における最高レンジの $0 \sim \pm 120\%$ の範囲であればどの値にも設定できます。選択する上限は、常に下限より高い数値でなければなりません。上限、下限のデフォルト値はどちらも“0”です。
- 上限および下限値は揮発性メモリに保存されます。マルチメータは、電源をオフにするか、リモート・インタフェースをリセットするか、または機能を変更すると両方のリミットを0に設定します。
- 初めて読み取り値がフェイルしたときにサービス・リクエスト(SRQ)を発生するようにマルチメータを構成できます。詳細は、132ページの「SCPIステータス・モデル」を参照してください。
- フロント・パネル操作：マルチメータは、読み取り値が指定範囲内であればそのたびに“OK”を表示します。読み取り値が上限か下限を超えた場合は、そのたびに“HI”または“LO”を表示します。正常な読み取り後の最初の読み取り値フェイルでビーブ音が1回発生します（フロント・パネルのビーバがイネーブルになっている場合）。88ページの「ビーバの制御」も併せてご覧ください。

5: LIMIT TEST (MATH MENU)

6: HIGH LIMIT (MATH MENU)

7: LOW LIMIT (MATH MENU)

リミット・テストをディスエーブル／イネーブルにする。

上限を設定する。

下限を設定する。

フロント・パネルから別の演算機能を選択してもリミット・テストをオフにできます（一度にイネーブルにできる演算機能は1つだけ）。

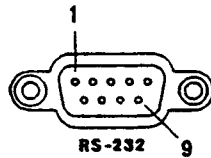
リミット・テスト
(続き)

- リモート・インタフェース操作：以下のコマンドを使用してリミット・テストを実行できます。

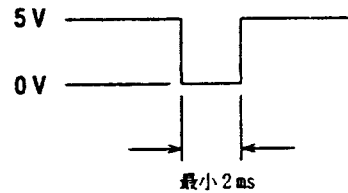
```
CALCulate:FUNCTION LIMit
CALCulate:STATE { OFF | ON }
CALCulate:LIMit:LOWer { <value> | MIN | MAX }
CALCulate:LIMit:UPPer { <value> | MIN | MAX }
```

- RS-232インタフェース・コネクタには2つの未使用ピンがあり、これらを使って、リミット・テストで測定した読み取り値のパス／フェイル・ステータスを表示できます。このピンをリミット・テスト用に構成するときは、マルチメータの内部に2つのジャンパをインストールしなければなりません。詳細はサービス・ガイドを参照してください。

読み取り値が指定リミット内であれば、立ち下がりパルスがピン1に出力されます。また、読み取り値が上限／下限を超えるたびに立ち下がりパルスがピン9へ出力されます。



ピン1：パス出力
ピン9：フェイル出力



注 意

ピン1とピン9にパス／フェイル信号を出力するようにマルチメータを構成した場合は、RS-232インタフェースを使用しないでください。RS-232インタフェース回路の内部コンポーネントが損傷することがあります。

トリガ

マルチメータのトリガ・システムにより、手動または自動によるトリガの発生、1回のトリガによる複数の読み取り、また各読み取りの前に遅延の挿入ができます。通常、マルチメータはトリガを受け取るたびに1回の読み取りを行います。1回のトリガで複数の読み取り（最大50,000回）を指定することも可能です。

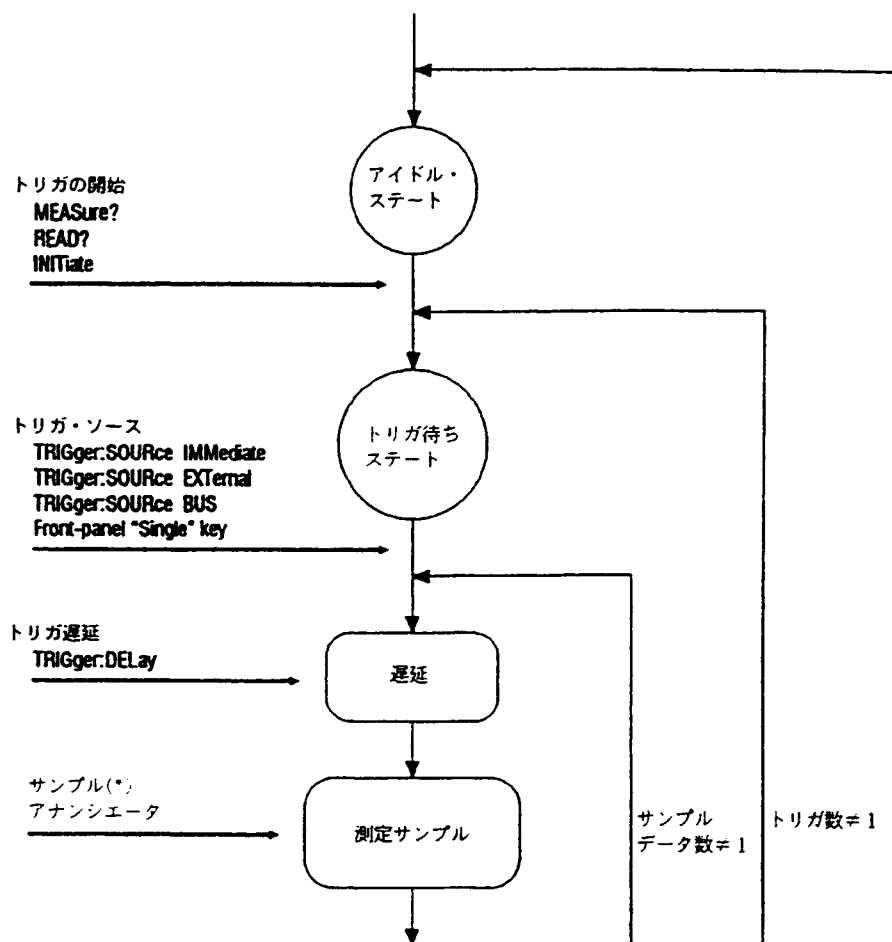
マルチメータのトリガは、シングル・トリガ/外部トリガ/オート・トリガを使用して、フロント・パネルから実行できます。シングル・トリガでは、**Single** キーを押すたびに1回の読み取りが行われます。外部トリガはシングル・トリガと似ていますが、この場合マルチメータはリア・パネルのExt Trig（外部トリガ）端子にパルスが入るのを待ってから読み取りを行います。オート・トリガでは、現在の構成での最高速度で連続読み取りを行います。42ページの「マルチメータのトリガ」を参照してください。

3

リモート・インタフェースからのマルチメータのトリガは、複数ステップから成る操作ですが、柔軟なトリガリングが可能です。

- まず、機能、レンジ、分解能などを選択してマルチメータを構成します。
- 次に、マルチメータが受け取るトリガのソースを指定します。マルチメータは、リモート・インタフェースからのソフトウェア（バス）トリガ、Ext Trig端子からのハードウェア・トリガ、あるいは即時内部トリガを受け取ります。
- 次に、マルチメータが、指定したトリガ・ソースからトリガを受信する準備が整っているか確認します（これをトリガ待ち状態といいます）。

マルチメータのトリガ・システムを次ページの図に示します。



マルチメータをトリガするための複数ステップからなる操作

トリガ・ソースの選択

マルチメータが受け取るトリガの発信元となるソースを指定しなければなりません。フロント・パネル操作の場合、マルチメータは、シングル・トリガを受信するか、Ext Trig端子からハードウェア・トリガを受け取るか、あるいはオート・トリガを利用して連続的に読み取ります。電源投入時には、オート・トリガが使用されます。リモート・インタフェースの場合、マルチメータは、ソフトウェア（バス）トリガ、Ext Trig端子からのハードウェア・トリガ、または即時内部トリガを受信します。測定中は*（サンプル）アナナシエータが点灯します。

- トリガ・ソースは揮発性メモリに保存されます。電源をオフにするかまたはリモート・インタフェースをリセットすると、ソースがオート・トリガ（フロント・パネル）または即時トリガ（リモート・インタフェース）に設定されます。
- リモート・インタフェースからトリガ・ソースを選択するには、以下のコマンドを使用します。CONFIGure コマンドとMEASure?コマンドにより、トリガ・ソースが自動的にIMMediate に設定されます。

TRIGger:SOURce { BUS | IMMediate | EXTeRnal }

オート・トリガ オート・トリガ・モードの場合（フロント・パネルのみ）、マルチメータは現在の構成での最大速度で連続的に読み取りを行います。これがフロント・パネルから操作を行っている場合の電源投入時のトリガ・ソースです。

シングル・トリガ シングル・トリガ・モードの場合（フロント・パネルのみ）、**[Single]** を押して手動でマルチメータをトリガできます。マルチメータは、ユーザがキーを押すたびに、1回または指定回数（サンプル・データ数）だけ読み取りを行います。マルチメータがトリガを待っている間、Trigアナナシエータが点灯します。

フロント・パネルの **[Single]** キーは、リモート・インタフェース操作時はディスプレイになります。

外部トリガ 外部トリガ・モードの場合、マルチメータはExt Trig端子に加えられたハードウェア・トリガを受け取ります。マルチメータは、Ext Trigが負論理パルスを受け取るたびに、1回または指定回数（サンプル・データ数）だけ読み取りを行います。

83ページの「外部トリガ端子」も併せてご覧ください。

- マルチメータは1つの外部トリガをバッファへ入れます。つまり、マルチメータの読み取り実行中に別の外部トリガが発生した場合、そのトリガが保存されるということです（“Trigger ignored” エラーは報告されない）。実行中の読み取りが完了した後、保存されているトリガがトリガ・ソースとして動作し、トリガが発生します。
- フロント・パネル操作：外部トリガ・モードは、トリガをExt Trig端子に加える点を除いてシングル・トリガ・モードと同じです。 **[Single]** を押してシングル・トリガ・モードをイネーブルにすると、外部トリガ・モードもイネーブルになります。マルチメータが外部トリガを待っている間は、Trigアンシエータが点灯します。

フロント・パネルの **[Single]** キーは、リモート・インタフェース操作時、ディスエーブルになります。

- リモート・インタフェース操作：

TRIGger:SOURce EXTernal

内部トリガ 内部トリガ・モードの場合（リモート・インタフェースのみ）、トリガ信号が常に存在します。マルチメータをトリガ待ちステートにすると、トリガを即時に発生します。これは、リモート・インタフェース操作を行っている場合の電源投入時のトリガ・ソースです。

内部トリガ・ソースを選択するには、以下のコマンドを送ります。CONFIGure コマンドとMEASure?コマンドにより、トリガ・ソースは自動的にIMMediate に設定されます。

TRIGger:SOURce IMMediate

ソフトウェア（バス）トリガ バス・トリガ・モードはリモート・インタフェースからのみ使用できます。このモードはフロント・パネルからのシングル・トリガ・モードに似ていますが、マルチメータのトリガはバス・トリガ・コマンドを送ることで行われます。

- バス・トリガ・ソースを選択するには、以下のコマンドを送ります。

TRIGger:SOURce BUS

- リモート・インタフェース（GPIB またはRS-232）からマルチメータをトリガするには、*TRG（トリガ）コマンドを送ります。マルチメータがトリガ待ちステートでない場合には、*TRG コマンドは受けつけられません。
- マルチメータのトリガは、IEEE-488 Group Execute Trigger (GET)メッセージを送ることによって GPIB インタフェースからでも行えます。マルチメータはトリガ待ちステートでなければなりません。以下のステートメントは、Agilent コントローラからGET を送る方法を示しています。

TRIGGER 722 (group execute trigger)

トリガ待ちステート

マルチメータを構成し、トリガ・ソースを選択した後は、マルチメータをトリガ待ちステートにしなければなりません。マルチメータがこのステートではない場合、トリガは受け取られません。トリガ信号が存在し、マルチメータが「トリガ待ち」ステートであれば、測定シーケンスが開始され、読み取りが行われます。

「トリガ待ち」ステートという用語は、主にリモート・インタフェース操作に用いられます。フロント・パネル操作の場合、マルチメータは常に「トリガ待ち」ステートであり、いつでもトリガを受け取ります（測定がすでに進行中である場合を除く）。

マルチメータを「トリガ待ち」ステートにするには、リモート・インタフェースから以下のコマンドのうちいずれかを実行します。

MEASure?
READ?
INITiate

マルチメータを「トリガ待ち」ステートにするには、コマンドを送ってから約20msのセットアップ時間が必要です。このセットアップ時間内に発生したトリガはいずれも無視されます。

進行中の測定の停止

デバイス・クリアを送ればいつでも進行中の測定を停止し、マルチメータを「アイドル」ステートにできます。以下のステートメントは、Agilent コントローラからデバイス・クリアを送る方法を示しています。

CLEAR 722 (device clear)

デバイス・クリアによって、トリガ・システムの構成が影響を受けることはありません。トリガ・ソース、サンプル・データ数、トリガ遅延、およびトリガ数は変更されません。

サンプル数

通常、マルチメータは選択したトリガ・ソースからトリガを受け取るたびに1回の読み取りを行います（マルチメータがトリガ待ち状態である場合）。しかしながら、トリガを受け取るたびに複数回の読み取りを行うようマルチメータに指示することもできます。

- サンプル数：1～50,000。デフォルトはトリガあたり1サンプル。
- 選択したサンプル数は揮発性メモリに保存されます。電源をオフにするか、またはリモート・インタフェースをリセットすると、マルチメータはサンプル数を1に設定します。CONFIGure コマンドとMEASure?コマンドにより、サンプル数が自動的に1に設定されます。
- フロント・パネル操作：

3: N SAMPLES (TRIG MENU)

- リモート・インタフェース操作：

SAMPlE:COUNT { <value> | MIN | MAX }

トリガ数

通常、マルチメータはトリガを1回受け取ると、「アイドル」トリガ・ステートに戻ります。また、複数のトリガを受け取るようマルチメータに指示することもできます。

この機能はリモート・インタフェースからのみ使用できます。トリガ数を設定した後にローカル（フロント・パネル）・モードにした場合、マルチメータはトリガ数の設定を無視します。リモート・モードに戻ると、トリガ数はユーザが指定した値に戻ります。

- トリガ数：1～50,000。デフォルトは1トリガ。
- 選択したトリガ数は揮発性メモリに保存されます。電源をオフにするか、リモート・インタフェースをリセットすると、マルチメータはトリガ数を1に設定します。CONFIGure コマンドとMEASure?コマンドにより、トリガ数が自動的に1に設定されます。
- リモート・インタフェース操作：

TRIGger:COUNT { <value> | MIN | MAX | INFinite }

トリガ遅延

トリガ信号とそれに続く読み取り（サンプル）の間に遅延を挿入できます。これは、入力を安定させてから読み取りを行いたい場合、または読み取りの同期調整に便利な機能です。トリガ遅延を指定しない場合、マルチメータは自動的に遅延を設定します。

- 遅延レンジ：0～3600秒。デフォルトのトリガ遅延はオートです。遅延は機能、レンジ、積分時間、ACフィルタの設定によって決まります（81ページの「オート・トリガ遅延」も参照）。
- トリガ遅延は揮発性メモリに保存されます。電源をオフにするか、リモート・インタフェースをリセットすると、マルチメータはオート・トリガ遅延を選択します。CONFIGure コマンドとMEASure?コマンドにより、自動的にオート・トリガ遅延が設定されます。
- オート以外の遅延を指定した場合、その遅延はすべての機能およびレンジで使用されます。
- 1トリガあたり複数の読み取りを行うようにマルチメータを構成した場合（サンプル数>1）、トリガと各読み取り値の間に指定したトリガ遅延が挿入されます。
- フロント・パネル操作：オート・トリガ遅延を使用することも、遅延を秒単位で指定することも可能です。

2: TRIG DELAY (TRIG MENU)

オート・トリガ遅延がイネーブルのときは、“AUTO”が瞬間的に表示されてから、実際の遅延時間が秒単位で表示されます。

--- AUTO ---

トリガ遅延 (続き)

- フロント・パネル操作 (続き)

遅延を 0 秒に設定するには、TRIG DELAY コマンドの「パラメータ」レベルを選択します。点滅するカーソルをディスプレイ右側の単位の位置に合わせます。ZERO DELAY に到達するまで ☐ を押してから、Menu Enter を押します。

ZERO DELAY

オート・トリガ遅延を選択するには、TRIG DELAY コマンドの「パラメータ」レベルを選択します。点滅するカーソルをディスプレイ右側の単位の位置に合わせます。AUTO DELAY に到達するまで ☐ を押してから、Menu Enter を押します。

AUTO DELAY

- リモート・インタフェース操作 :

トリガ遅延の設定には、以下のコマンドを使用します。

TRIGger:DELay { <seconds> | MIN | MAX }

オート・トリガ遅延の設定には、以下のコマンドを使用します。

TRIGger:DELay:AUTO { OFF | ON }

オート・トリガ遅延

トリガ遅延を指定しなかった場合、マルチメータはオート遅延を選択します。遅延は測定機能、レンジ、積分時間、およびACフィルタ設定によって決まります。

- DC電圧およびDC電流測定（全レンジ）：

積分時間	トリガ遅延
NPLC \geq 1	1.5ms
NPLC < 1	1.0ms

- 抵抗測定（2線式および4線式）：

レンジ	トリガ遅延 (NPLC \geq 1の場合)
100 Ω	1.5ms
1 k Ω	1.5ms
10k Ω	1.5ms
100k Ω	1.5ms
1 M Ω	15ms
10M Ω	100ms
100M Ω	100ms

レンジ	トリガ遅延 (NPLC < 1の場合)
100 Ω	1.0ms
1 k Ω	1.0ms
10k Ω	1.0ms
100k Ω	1.0ms
1 M Ω	10ms
10M Ω	100ms
100M Ω	100ms

- AC電圧およびAC電流測定（全レンジ）：

リモートまたはシングル／外部トリガ フロント・パネル（オート・トリガON）

ACフィルタ	トリガ遅延
低速	7.0sec
中速	1.0sec
高速	600ms

ACフィルタ	トリガ遅延
低速	1.5sec
中速	200ms
高速	100ms

- 周波数および周期測定：

リモートまたはシングル／外部トリガ フロント・パネル（オート・トリガON）

トリガ遅延
1.0sec

トリガ遅延
0 sec

読み取り値ホールド

読み取り値ホールド機能により、安定した読み取り値を捕獲し、フロント・パネル・ディスプレイ上に保持できます。この機能は、読み取り値を捕獲し、テスト・プローブを外した後も、読み取り値をディスプレイ上に残したい場合などに便利です。安定した読み取り値が検出されると、マルチメータはビープ音を発生し（フロント・パネル・ビープがイネーブルの場合）、その読み取り値をディスプレイ上に保持します。88ページの「ビープの制御」も併せてご覧ください。

読み取り値ホールド機能はフロント・パネルからのみ使用できます。読み取り値ホールドがイネーブルのときにリモート・モードへ切り換えると、マルチメータはそれを無視します。ローカル（フロント・パネル）・モードに戻ると、読み取り値ホールドが再びイネーブルになります。

- 読み取り値ホールド機能には、調節可能な入力感度帯域があり（フロント・パネルからのみ調節可能）、表示される読み取り値の安定度を選択できます。帯域は選択したレンジの読み取り値に対する割合（％）として表されます。マルチメータは、読み取り値が3回連続して帯域内にある場合のみ新しい値を捕獲し、表示します。

次の中から選択します：読み取り値の0.01％、0.10％（デフォルト）、1.00％、10.00％。

例えば、1.00％帯域を選択し、5Vの信号がマルチメータに印加されたとします。読み取り値が3回連続して4.975Vと5.025Vの間にあれば、ディスプレイに新しい読み取り値が表示されます。

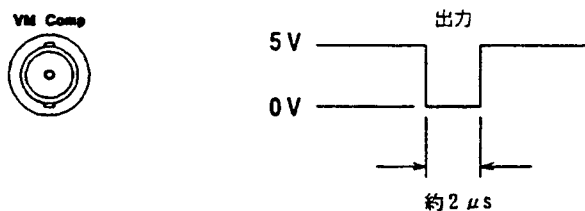
- 入力感度帯域は揮発性メモリに保存されます。電源をオフにするか、インタフェースをリセットすると、マルチメータは帯域を0.10％に設定します。
- 読み取り値ホールドがイネーブルのときにマルチメータがオートレンジになっている場合、レンジは正しいレンジに自動的に切り換わります。マルチメータが手動レンジ・モードの場合、同一の固定レンジが読み取り値ホールド用に使用されます。
- 読み取り値ホールドがイネーブルであるとき、入力抵抗はすべてのDC電圧レンジで10M Ω (AUTO OFF) に自動設定されます。これによりテスト・リードがオープン回路のときにノイズ・ピックアップを最小限に抑えられます。
- アプリケーションによっては、読み取り値メモリに読み取り値ホールド機能を利用すると便利です（84ページの「読み取り値メモリ」も参照）。
- フロント・パネル操作：読み取り値ホールドをイネーブルにした後、**[Shift]** **[>]** (Menu Call) を押すと別の入力感度帯域を選択できます。

1: READ HOLD (TRIG MENU)

43ページの「読み取り値ホールド機能の使用」も併せてご覧ください。

ボルトメータ・コンプリート端子

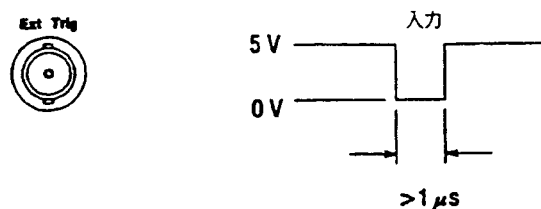
リア・パネルにあるVM Comp(ボルトメータ・コンプリート) 端子は、各測定の完了後に負論理パルスを出力します。ボルトメータ・コンプリートおよび外部トリガ(下図参照)は、測定およびデバイス切り替えにおいて標準的なハードウェア・ハンドシェーク・シーケンスを実行します。



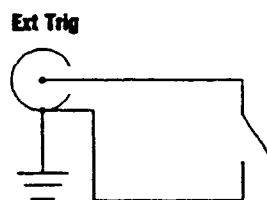
3

外部トリガ端子

負論理パルスをリア・パネルのExt Trig (外部トリガ) 端子に入力して、マルチメータをトリガできます。この端子をリモート・インタフェースから使用するには、外部トリガ・ソースを選択しなければなりません(TRIGger:SOURce EXTERNAL)。



下図に示すような簡単なスイッチを使用することにより、Ext Trig入力端子を用いて外部トリガを発生できます。



システム関連オペレーション

本項では、読み取り値メモリ、エラー、セルフ・テスト、フロント・ディスプレイ制御などについて説明します。これらの情報は測定の実行には直接関係はありませんが、マルチメータを操作する上で重要です。

読み取り値メモリ

マルチメータは内部メモリに最大512 の読み取り値を保存できます。読み取り値はFIFO（ファースト・イン／ファースト・アウト）方式で保存されます。最初に返される読み取り値は、最初に保存された読み取り値です。読み取り値メモリ機能はフロント・パネルからのみ使用できます。

- 読み取り値メモリはすべての測定機能、演算機能、および読み取り値ホールド機能で使用できます。読み取り値メモリをイネーブルにした後でも、測定機能を変更できます。ただし、ファンクション・ラベル（VDC、OHM など）は読み取り値とともに保存されないので注意してください。
- 読み取り値メモリがイネーブルのときに捕獲された読み取り値は、揮発性メモリに保存されます。読み取り値メモリを再度オンにするか、電源をオフにするか、セルフ・テストを行うか、またはリモート・インタフェースをリセットすると、マルチメータは保存されている読み取り値をクリアします。
- 読み取り値メモリは、オート・トリガ、シングル・トリガ、外部トリガ、および読み取り値ホールドで使用できます。1回のトリガで複数回の読み取りを行うようにマルチメータを構成した場合、トリガを受け取るたびに、指定数の読み取り値がメモリに保存されます。
- フロント・パネル操作：
 - 1: **RDGS STORE (SYS MENU)** 読み取り値をメモリに保存。
 - 2: **SAVED RDGS (SYS MENU)** 保存されている読み取り値を表示。

読み取り値を呼び出すためにメニューの「パラメータ」レベルに移動すると、読み取り値メモリは自動的にオフになります。46ページの「読み取り値メモリの使用」も併せてご覧ください。

- リモート・インタフェース操作：INITiateコマンドは、FETCh?コマンドに優先して読み取り値メモリを使用して読み取り値を保存します。メモリ内に保存された読み取り値の数を照会するには、リモート・インタフェースからDATA:POINts?コマンドを送ります。

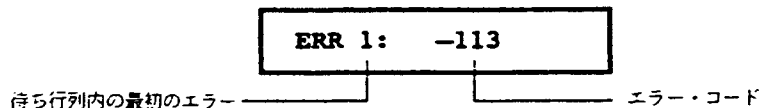
エラー状態

1つ以上のコマンド・シンタックス・エラーまたはハードウェア・エラーが検出されると、フロント・パネルの**ERROR** アナンシエータが点灯します。マルチメータのエラー待ち行列には、最大20のエラーが記録されます。第5章の「エラー・メッセージ」の項にすべてのエラー・メッセージが記載されています。

- エラーはFIFO方式で検索されます。最初に返されるエラーは最初に保存されたエラーです。待ち行列のエラーをすべて読み込むと、**ERROR** アナンシエータは消えます。マルチメータは1つのエラーが発生するたびにピープ音を1回発生します。
- 20以上のエラーが発生した場合、待ち行列に最後に保存されたエラー（一番新しいエラー）が-350 “Too many errors” と置き換わります。待ち行列からエラーを削除するまで、これ以上のエラーは保存されません。エラー待ち行列を読み込もうとしたがまだエラーが発生していない場合は、マルチメータは+ 0 “No error” と応答します。
- 電源をオフにするか、または*CLS（クリア・ステータス）コマンドを実行すると、エラー待ち行列はクリアされます。
- フロント・パネル操作：

3: ERROR (SYS MENU)

ERROR アナンシエータが点灯したら、**[Shift]** **[>]** (Menu Recall) を押して待ち行列に保存されたエラーを読み込みます。エラーは「パラメータ」レベルに横方向に列挙されます。「パラメータ」レベルへ移動し、メニューをオフにすると、エラー待ち行列はクリアされます。



- リモート・インタフェース操作：

SYSTEM:ERRor?

エラー・メッセージは以下のフォーマットで表示されます（エラー文字列は最大80文字）。

-113, "Undefined header"

セルフ・テスト

マルチメータの電源をオンにすると、電源投入時のセルフ・テストが自動的に実行されます。このセルフ・テストはマルチメータが動作可能であるか調べるためのテストです。このセルフ・テストでは、以下に述べる完全なセルフ・テストを行うための広範囲なアナログ・テストは実行されません。

完全なセルフ・テストでは、一連のテストが行われ、その実行には約15秒かかります。すべてのテストに合格すれば、安心してマルチメータを使用できます。

- 完全なセルフ・テストの結果は、内部の読み取り値メモリに保存されます（84ページ参照）。セルフ・テストによってこの情報が保存されると、メモリはクリアされます。完全なセルフ・テストでは、メモリはクリアされますが、マルチメータのステートは変わりません。
- 完全なセルフ・テストに合格すると、フロント・パネルに“PASS”が表示されます。セルフ・テストに合格しなかった場合は、“FAIL”が表示され、ERROR アナシエータが点灯します。修理のためにマルチメータをAgilentへ返送する際は、サービス・ガイドを参照してください。
- フロント・パネル操作：テスト（完全なセルフ・テスト）の一部を実行することも、すべてのテストを一度に実行することも可能です。

4: TEST (SYS MENU)

フロント・パネルからは、次の手順で完全なセルフ・テストを実行することもできます。電源スイッチを押してマルチメータに電源投入するときに、**Shift** キーを押したままにします（5秒以上押す）。キーを離すとセルフ・テストが始まります。

- リモート・インタフェース操作：

*TST?

セルフ・テストに合格すると“0”が返され、不合格になると“1”が返されます。

ディスプレイの制御

測定速度をスピードアップするため、または安全保護の理由から、フロント・パネル・ディスプレイをオフにしたいことがあります。リモート・インタフェースからは、12文字のメッセージをフロント・パネルに表示できます。

- ディスプレイがオフになると、読み取り値はディスプレイに表示されず、ERROR と Shift を除くすべてのディスプレイ・アナシエータがディスエーブルになります。そのほかの場合は、ディスプレイをオフにしてもフロント・パネル操作には影響はありません。
- ディスプレイ・ステートは揮発性メモリに保存されます。電源をオフにするか、またはリモート・インタフェースをリセットすると、ディスプレイはイネーブルになります。
- リモート・インタフェースからコマンドを送ると、フロント・パネルにメッセージを表示できます。フロント・パネルには最大12文字までのメッセージが表示できます。それ以降の文字は省略されます。カンマ、ピリオド、セミコロンは直前の文字に含まれ、1つの文字として見なされません。メッセージが表示されている間は、読み取り値はディスプレイへ送られません。
- リモート・インタフェースからディスプレイへメッセージが送られると、ディスプレイ・ステートが無効になります。つまり、ディスプレイがオフであっても、メッセージは表示されます。
- フロント・パネル操作：

5: DISPLAY (SYS MENU)

ディスプレイはメニュー操作時には常にオンになります。つまり、ディスプレイがオフであっても、メニューの操作は通常のように行えます。

- リモート・インタフェース操作：

DISPlay { OFF | ON } ディスプレイのディスエーブル/イネーブル。
DISPlay:TEXT <quoted string> < > 内の文字列を表示。
DISPlay:TEXT:CLEAr 表示されているメッセージをクリア。

以下のステートメントは、Agilent コントローラからフロント・パネルにメッセージを表示する方法を示しています。

OUTPUT 722; "DISP:TEXT 'HELLO'"

ビーパの制御

通常、マルチメータはある条件が満たされるとフロント・パネルからビーブ音を発生します。例えば、安定した読み取り値が読み取り値ホールドで捕獲されるとビーブ音を発生します。アプリケーションによっては、フロント・パネル・ビーパをディスエーブルにすることもできます。

- ビーパをディスエーブルにした場合、次の場合にビーブ音が鳴りません。
 - 1) MIN-MAX 測定で新たな最小値または最大値が見つかったとき
 - 2) 読み取り値ホールドで安定した読み取り値が捕獲されたとき
 - 3) リミット・テストでリミットを超えたとき
 - 4) ダイオード・テストで順方向バイアス・ダイオードが測定されたとき
- ビーパをディスエーブルにしても、次の場合はビーブ音が発生します。
 - 1) エラーが発生したとき
 - 2) 導通スレッシュホールドを超えたとき
 - 3) フロント・パネル・メニューをオフにしたとき

ビーパをオフにしても、フロント・パネル・キーを押したときのカチッという音は消えません。

- ビーパ・ステートは不揮発性メモリに保存され、電源をオフにしたり、リモート・インタフェースをリセットしても変わりません。ビーパはマルチメータの工場出荷時にイネーブルになっています。

- フロント・パネル操作：

6: BEEP (SYS MENU)

- リモート・インタフェース操作：

SYSTem:BEEPer

SYSTem:BEEPer:STATE { OFF | ON } ビーパ・ステートのディスエーブル/イネーブル。

直ちにビーブ音が1回発生。

カンマ（区切り）記号

読み取り値をフロント・パネルに表示する際に、カンマ（区切り）記号の有無を選択できます。この機能はフロント・パネルからのみ使用できます。



カンマ（区切り）記号（デフォルト）

カンマ（区切り）記号なし

- ディスプレイ・フォーマットは不揮発性メモリに保存され、電源をオフにしたりリモート・インタフェースをリセットしても変わりません。カンマ区切り記号は、マルチメータの工場出荷時にイネーブルになっています。

- フロント・パネル操作：

7: COMMA (SYS MENU)

37ページの「カンマ区切り記号をオフにする」も併せてご覧ください。

ファームウェア・リビジョン照会

マルチメータには、各種内部システムを制御するためのマイクロプロセッサが3つあります。各マイクロプロセッサにインストールされているファームウェア・リビジョンをマルチメータに照会できます。

- マルチメータは3つの数字を返します。最初の数字が測定プロセッサのファームウェア・リビジョン番号で、2番目の数字は入／出力プロセッサ、3番目の数字はフロント・パネル・プロセッサの番号です。

- フロント・パネル操作：

8: REVISION (SYS MENU)

REV XX-XX-XX

- リモート・インタフェース操作：

“IDN?”と入力すると “HEWLETT-PACKARD,34401A,0,XX-XX-XX” が返されます。

文字列変数は必ず35文字以上で指定してください。

SCPI言語バージョン

マルチメータはSCPI (Standard Commands for Programmable Instruments: プログラマブル計測器用標準コマンド) に準拠しています。マルチメータが準拠しているSCPIバージョンを調べるには、リモート・インタフェースからコマンドを送ります。

フロント・パネルからはSCPIバージョンを照会できません。

- 以下のコマンドでSCPIバージョンが返ります。

SYSTem:VERSion?

“YYYY.V”の形で文字列が返ります。“Y”はバージョン年度を表し、“V”はその年度のバージョン番号を表します (例、1991.0)。

リモート・インタフェースの構成

本項では、リモート・インタフェースの構成方法を説明します。詳細は、103 ページの第4章「リモート・インタフェース・リファレンス」をお読みください。

GPIB アドレス

GPIB (IEEE-488) インタフェース上のデバイスには、それぞれ固有のアドレスを指定しなければなりません。マルチメータのアドレスは0から31までの任意の値に設定できます。工場出荷時の設定アドレスは「22」です。GPIB アドレスはマルチメータをオンにすると表示されます。

GPIB アドレスはフロント・パネルからのみ設定できます。

- アドレスは不揮発性メモリに保存され、電源をオフにしたりリモート・インタフェースをリセットしても変わりません。
- アドレスはトーク・オンリ・モードである「31」に設定できます。このモードの場合、バス・コントローラによってアドレス指定せずに出力読み取り値をプリンタへ出力できます。バス・コントローラを使用して GPIB インタフェースからマルチメータを操作する場合、アドレス31は有効アドレスではありません。
- RS-232インタフェースを選択してから、GPIB アドレスをトーク・オンリ・アドレス (31) に設定すると、ローカル・モードの場合にマルチメータは RS-232インタフェースを介して読み取り値を送ります。
- GPIB バス・コントローラには独自のアドレスがあります。バス・コントローラのアドレスをインタフェース・バス上の機器に使用することは避けてください。Agilent コントローラは通常アドレス「21」を使用しています。
- フロント・パネル操作：

1: GPIB ADDR (I/O MENU)

155 ページの「GPIB アドレスの設定」も併せてご覧ください。

リモート・インタフェースの選択

マルチメータは、GPIB (IEEE-488) インタフェースと RS-232 インタフェースの両方が標準で付属した状態で出荷されます。一度にイネーブルにできるのは 1 つのインタフェースだけです。マルチメータは GPIB インタフェースが選択された状態で工場出荷されます。

リモート・インタフェースはフロント・パネルからのみ設定できます。

- 選択したインタフェースは不揮発性メモリに保存され、電源をオフにしたりリモート・インタフェースをリセットしても変わりません。
- GPIB インタフェースを選択する場合、マルチメータ用に固有のアドレスを選択しなければなりません。GPIB アドレスはマルチメータをオンにすると表示されます。
- RS-232 インタフェースを選択する場合、マルチメータのボーレートとパリティを設定しなければなりません。マルチメータをオンにすると、“RS-232”が表示されます。
- RS-232 インタフェースを選択し、GPIB アドレスをトーク・オンリ・アドレス (31) に設定すると、ローカル・モードの場合にマルチメータは RS-232 インタフェースを介して読み取り値を送ります。
- リモート・インタフェースを選択する際に注意しなければならない制限事項がいくつかあります (94 ページの「プログラミング言語の選択」も参照)。RS-232 上でサポートされているプログラミング言語は SCPI だけです。

	GPIB/488	RS-232
SCPI 言語	×	×
Agilent 3478A 言語	×	不可
Fluke 8840A 言語	×	不可

- フロント・パネル操作：

2: INTERFACE (I/O MENU)

156 ページの「リモート・インタフェースの選択」も併せてご覧ください。

ボーレートの選択 (RS-232)

RS-232オペレーション用のボーレートは6種類の中から1つを選択します。工場出荷時の設定ボーレートは9600です。

ボーレートはフロント・パネルからのみ設定できます。

- 次の中から1つを選択します：300、600、1200、2400、4800または9600（工場出荷時の設定）。
- 選択したボーレートは不揮発性メモリに保存され、電源をオフにしたりリモート・インタフェースをリセットしても変わりません。
- フロント・パネル操作：

3: BAUD RATE (I/O MENU)

157 ページの「ボーレートの設定」も併せてご覧ください。

パリティの選択 (RS-232)

RS-232オペレーション用のパリティを選択できます。マルチメータは工場出荷時に偶数パリティ、7データ・ビットに構成されています。

パリティはフロント・パネルからのみ設定できます。

- パリティは、なし（8データ・ビット）、偶数（7データ・ビット）、奇数（7データ・ビット）の中から1つ選択します。パリティを設定すると、間接的にデータ・ビット数を設定することになります。
- 選択したパリティは不揮発性メモリに保存され、電源をオフにしたりリモート・インタフェースをリセットしても変わりません。
- フロント・パネル操作：

4: PARITY (I/O MENU)

158ページの「パリティの設定」も併せてご覧ください。

プログラミング言語の選択

選択したリモート・インタフェースからマルチメータをプログラミングするとき
は、3種類の言語の中から1つを選択します。工場出荷時の設定言語はSCPIです。

インタフェース言語はフロント・パネルからのみ設定できます。

- SCPI、Agilent 3478A、Fluke 8840A の中から1つ選択します。
- 選択した言語は不揮発性メモリに保存され、電源をオフにしたりリモート・
インタフェースをリセットしても変わりません。
- インタフェース言語を選択する際に注意しなければならない制限事項がいく
つあります（92ページの「リモート・インタフェースの選択」も参照）。
Agilent 3478Aおよび Fluke 8840A/8842Aは、RS-232インタフェースではサ
ポートされていません。

	GPIB/488	RS-232
SCPI言語	×	×
Agilent 3478A言語	×	不可
Fluke 8840A 言語	×	不可

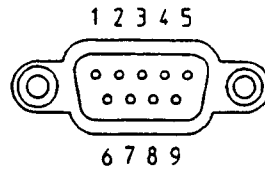
- フロント・パネル操作：

5: LANGUAGE (I/O MENU)

159ページの「プログラミング言語の選択」も併せてご覧ください。

端末またはプリンタへの接続 (RS-232)

マルチメータのリア・パネルにあるRS-232コネクタは9ピン・コネクタです (DB-9、オス・コネクタ)。適切に構成されたDTE コネクタ (DB-25) を使用すれば、どの端末またはプリンタへもマルチメータを接続できます。Agilent 24542G または 24542H インタフェース・ケーブルを使用することができます。



RS-232コネクタ

3

ピン番号	入／出力	説明
1	出力	*リミット・テスト・パス
2	入力	受信データ (RxD)
3	出力	送信データ (TxD)
4	出力	データ・ターミナル・レディ (DTR)
5	—	信号グランド (SG)
6	入力	データ・セット・レディ (DSR)
9	出力	*リミット・テスト・フェイル

*TTL 出力はマルチメータ内部に2つのジャンパをインストールしないと使用できません。詳細はサービス・ガイドを参照してください。

注 意

ピン1とピン9にパス／フェイル信号を出力するようにマルチメータを構成した場合は、RS-232インタフェースを使用しないでください。RS-232インタフェース回路の内部コンポーネントが損傷することがあります。

校正

本項では、マルチメータの校正機能を簡単に紹介します。校正手順の詳細については、サービス・ガイドをお読みください。

校正保護

この機能を使うと、マルチメータを不注意に校正したり無許可に校正することを防ぐための保護コードを入力できます。工場出荷時には、マルチメータは保護されています。マルチメータを校正するには、正しい保護コードを入力して保護を解除しなければなりません。

- 保護コードは工場出荷時に“HP034401”に設定されています。保護コードは不揮発性メモリに保存されており、電源をオフにしたりリモート・インタフェースをリセットしても変わりません。
- マルチメータをリモート・インタフェースから保護するには、以下のように、最大12文字の英数字で保護コードを指定できます。最初の文字は英文字でなければなりません、残りの文字は英文字でも数字でも結構です。12文字をすべて使用する必要はありませんが、最初の文字は常に英文字でなければなりません。

A _ _ _ _ _ (12文字)

- マルチメータの保護をフロント・パネルから解除するためにマルチメータをリモート・インタフェースから保護するには、以下のような8文字のフォーマットを用います。最初の2文字は“HP”とし、残りの文字は数字でなければなりません。フロント・パネルで認識できるのは最後の6文字だけですが、8文字すべてが必要です（フロント・パネルからの保護を解除するには、“HP”を省略して、次ページに示すように残りの数字を入力します）。

HP _ _ _ _ _ (8文字)

保護コードを忘れた場合、マルチメータの内部にジャンパを追加してから新しいコードを入力して保護機能をディスエーブルにします。詳細はサービス・ガイドを参照してください。

校正保護の解除 マルチメータの校正保護は、フロント・パネルまたはリモート・インタフェースから解除できます。マルチメータは工場出荷時に保護されており、保護コードは“HP034401”です。

- フロント・パネル操作：

1: SECURED (CAL MENU)

マルチメータが保護されている場合、CAL MENUに入ると上記のコマンドが表示されます（マルチメータが保護されている場合、メニューの「コマンド」レベル内を移動すると、“2: CALIBRATE”コマンドが隠されているのが分かります）。マルチメータの保護を解除するには、SECURED コマンドの「パラメータ」レベルを選択し、保護コードを入力してMenu Enterを押します。

^000000 CODE

もう一度CAL MENUの「コマンド」レベルへ移動すると、マルチメータの保護が解除されていることが分かります。また、“2: CALIBRATE”コマンドはもはや隠されておらず、校正を実行できます。

1: UNSECURED

- リモート・インタフェース操作：

CALibration:SECure:STATE { OFF | ON } , <code>

マルチメータの保護を解除するには、保護に使ったコードとともに上記コマンドを送ります。例えば、

CAL:SEC:STAT OFF, HP034401

校正保護（続き）

校正保護の実行 マルチメータの校正保護は、フロント・パネルからでもリモート・インタフェースからでも行えます。マルチメータは工場出荷時に保護されており、保護コードは“HP034401”です。

マルチメータの保護を行う前に、必ず96ページの保護コードの規則をお読みください。

- フロント・パネル操作：

1: UNSECURED (CAL MENU)

マルチメータが保護されていない場合、CAL MENUへ移動すると上記コマンドが表示されます。マルチメータを保護するには、UNSECURED コマンドの「パラメータ」レベルを選択し、保護コードを入力してMenu Enterを押します。

^000000 CODE

もう一度CAL MENUの「コマンド」レベルへ移動するとマルチメータが保護されていることが分かります。また、“2: CALIBRATE”コマンドが隠れており、校正が行えません。

1: SECURED

- リモート・インタフェース操作：

CALibration:SECure:STATE { OFF | ON } , <code>

マルチメータを保護するには、保護解除に使ったコードとともに上記コマンドを送ります。例えば、

CAL:SEC:STAT ON, HP034401

保護コードの変更 保護コードを変更するには、まずマルチメータの保護を解除してから、新しいコードを入力します。マルチメータを保護する前に、必ず96ページの保護コードの規則をお読みください。

- フロント・パネル操作：保護コードを変更するには、まずマルチメータが保護されていないことを確認します。UNSECURED コマンドの「パラメータ」レベルを選択し、新しい保護コードを入力してMenu Enterを押します。フロント・パネルからコードを変更すると、リモート・インタフェースからのコードも変更することになります。
- リモート・インタフェース操作：

CALibration:SECure:CODE <new code>

保護コードを変更するには、まず古い保護コードを使ってマルチメータの保護を解除し、次に新しいコードを入力します。例えば、

CAL:SEC:STAT OFF, HP034401 古いコードで保護を解除。
CAL:SEC:CODE ZZ010443 新しいコードを入力。

校正回数

マルチメータを校正した回数を調べることができます。1つの校正ポイントごとに値が1ずつ増加するので、完全な校正では値が数カウント増えます。

- 校正回数は不揮発性メモリに保存され、電源をオフにしたりリモート・インタフェースをリセットしても変わりません。マルチメータは工場出荷時に校正されています。マルチメータが納品されたら、校正回数を読んでその初期値を調べてください。
- 校正回数は最大32,767まで増え、その後は0に戻ります。
- フロント・パネル操作：

3: CAL COUNT (CAL MENU)

- リモート・インタフェース操作：

CALibration:COUNT?

校正メッセージ

校正メッセージ機能を使ってマルチメータに関する校正情報を記録できます。例えば、前回の校正日、次回の校正予定日、マルチメータのシリアル・ナンバ、あるいは校正担当者の名前や電話番号さえも保存できます。

校正メッセージの情報はリモート・インタフェースからのみ記録できます。また、このメッセージは、フロント・パネル・メニューまたはリモート・インタフェースのどちらからも読むことができます。

- 校正メッセージには、最大40文字を指定できます。フロント・パネルに表示できるのは最大12文字です。それ以降の文字は省略されます。
- 校正メッセージは不揮発性メモリに保存され、電源をオフにしたりリモート・インタフェースをリセットしても変わりません。
- フロント・パネル操作：

4: MESSAGE (CAL MENU) 校正メッセージを読む。

- リモート・インタフェース操作：

CALibration:STRing *<quoted string>* 校正メッセージを保存。

以下のステートメントは、Agilent コントローラから校正メッセージを保存する方法を示しています。

```
OUTPUT 722; "CAL:STR 'CAL 11-1-91'"
```

オペレータによるメンテナンス

本項では、電源コードおよび電流ヒューズの交換方法を説明します。マルチメータの部品交換および修理については、サービス・ガイドを参照してください。

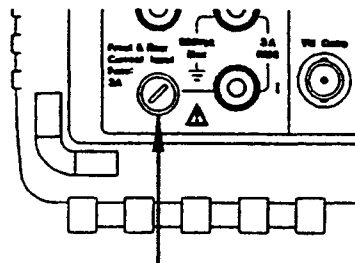
電源ヒューズの交換

電源ヒューズは、リア・パネル上のヒューズ・ホルダ内にあります（14ページを参照）。100 または120Vac動作の場合は、250mAスロー・ブロー・ヒューズ（Agilent 部品番号2110-0817）を使用し、220 または240Vac動作の場合は、125mAスロー・ブロー・ヒューズ（Agilent 部品番号2110-0894）を使用しなければなりません。

3

電流入力ヒューズの交換

フロントとリアの電流入力端子は2つの直流ヒューズによって保護されています。最初のヒューズは3 A、250Vac、ファスト・ブロー・ヒューズで、リア・パネルにあります。このヒューズを交換するときは、Agilent 部品番号2110-0780 をご注文ください。



小型のマイナス型ドライバをヒューズ・キャップへ挿入してから反時計方向に回し、ヒューズ・キャップとヒューズを取り外す。

もう1つのヒューズはマルチメータの内部にあり、二重の電流保護を行っています。このヒューズは7 A、250Vac、高遮断定格ヒューズ（Agilent 部品番号2110-0614）です。このヒューズを交換するには、マルチメータ・ケースにある3つのネジを緩めてケースを取り外します。マルチメータの分解方法の詳細は、サービス・ガイドを参照してください。

電源投入時およびリセット時のステート

この表は本書の裏表紙
にも印刷されています。

測定構成	電源投入時／リセット・ステート
ACフィルタ	20Hz（中速フィルタ）
オートゼロ	オン
*導通スレッシュヨルド	*10Ω
測定機能	DC V
入力抵抗	10 MΩ（全DC電圧範囲で固定）
積分時間	10 PLC
レンジ	オートレンジ
分解能	5 1/2桁、低速モード
演算機能	電源投入時／リセット・ステート
演算ステート、機能	オフ、ヌル
演算レジスタ	全レジスタがクリア
*dBm 基準抵抗	*600Ω
トリガ操作	電源投入時／リセット・ステート
読み取り値ホールドのスレッシュヨルド	フル・スケールの0.10%
トリガあたりのサンプル数	1 サンプル
トリガ遅延	自動遅延
トリガ・ソース	オート・トリガ
システム関連オペレーション	電源投入時／リセット・ステート
*ビーパ・モード	*オン
*カンマ（区切り）記号	*オン
ディスプレイ・モード	オン
読み取り値メモリ	オフ（クリア）
入／出力構成	電源投入時／リセット・ステート
*ボーレート	*9600ボー
*GPIB アドレス	*22
*インタフェース	*GPIB（IEEE-488）
*言語	*SCPI
*パリティ	偶数（7 データ・ビット）
校正	電源投入時／リセット・ステート
*校正ステート	*保護されている

“*” が付いた項目は不揮発性メモリに保存される。工場設定値は記載のとおり。

第4章 リモート・インタフェース・ リファレンス

リモート・インタフェース・ リファレンス

本章には、リモート・インタフェースを介してマルチメータをプログラミングする際の参考情報が記載されています。SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments: プログラマブル計測器用標準コマンド) 言語を初めて使用する方は、150 ページの「SCPI 言語について」をお読みください。本章の内容は次のとおりです。

- コマンドのまとめ 105ページ
- 簡略化されたプログラミング手順 110ページ
- MEASure? コマンドおよびCONFigure コマンド 115ページ
- 測定構成コマンド 119ページ
- 演算機能コマンド 122ページ
- トリガ 125ページ
- トリガ・コマンド 128ページ
- システム関連コマンド 130ページ
- SCPI ステータス・モデル 132ページ
- ステータス報告コマンド 142ページ
- 校正コマンド 144ページ
- RS-232 インタフェースの構成 145ページ
- RS-232 インタフェース・コマンド 149ページ
- SCPI 言語について 150ページ
- 入力メッセージ・ターミネータ 153ページ
- 出力データ・フォーマット 153ページ
- デバイス・クリアを使用した測定の停止 154ページ
- プリンタ用の TALK ONLY 154ページ
- GPIB アドレスの設定 155ページ
- リモート・インタフェースの選択 156ページ
- ボーレートの設定 157ページ
- パリティの設定 158ページ
- プログラミング言語の選択 159ページ
- ほかのプログラミング言語との互換性 160ページ
- SCPI との適合性について 162ページ
- IEEE-488 との適合性について 163ページ

コマンドのまとめ

本項には、マルチメータのプログラミングに使用できるSCPI(Standard Commands for Programming Instruments)コマンドが記載されています。各コマンドの詳細については、本章の後の方で説明します。

本書では、SCPIコマンド・シンタックスに次のような規約を用いています。すなわち、角かっこ ([]) はオプションのキーワードまたはパラメータを表します。中かっこ ({ }) にはコマンド文字列のパラメータが入ります。また、三角かっこ (< >) は、かっこ内のパラメータの代わりに1つの値を入力しなければならないことを意味します。

測定構成コマンド

MEASure

```
:VOLTage:DC? {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
:VOLTage:DC:RATio? {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
:VOLTage:AC? {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
:CURREnt:DC? {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
:CURREnt:AC? {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
:RESistance? {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
:FRESistance? {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
:FREQuency? {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
:PERiod? {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
:CONTinuity?
:DIODE?
```

CONFigure

```
:VOLTage:DC {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
:VOLTage:DC:RATio {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
:VOLTage:AC {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
:CURREnt:DC {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
:CURREnt:AC {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
:RESistance {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
:FRESistance {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
:FREQuency {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
:PERiod {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
:CONTinuity
:DIODE
```

CONFigure?

測定構成コマンド (続き)

```
[SENSe:]
FUNction "VOLTage:DC"
FUNction "VOLTage:DC:RATio"
FUNction "VOLTage:AC"
FUNction "CURRent:DC"
FUNction "CURRent:AC"
FUNction "RESistance" (2-wire ohms)
FUNction "FRESistance" (4-wire ohms)
FUNction "FREQuency"
FUNction "PERiod"
FUNction "CONTinuity"
FUNction "DIODE"
FUNction?
```

```
[SENSe:]
VOLTage:DC:RANGe {<range>|MIN|MAX}
VOLTage:DC:RANGe? [MIN|MAX]
VOLTage:AC:RANGe {<range>|MIN|MAX}
VOLTage:AC:RANGe? [MIN|MAX]
CURRent:DC:RANGe {<range>|MIN|MAX}
CURRent:DC:RANGe? [MIN|MAX]
CURRent:AC:RANGe {<range>|MIN|MAX}
CURRent:AC:RANGe? [MIN|MAX]
RESistance:RANGe {<range>|MIN|MAX}
RESistance:RANGe? [MIN|MAX]
FRESistance:RANGe {<range>|MIN|MAX}
FRESistance:RANGe? [MIN|MAX]
FREQuency:VOLTage:RANGe {<range>|MIN|MAX}
FREQuency:VOLTage:RANGe? [MIN|MAX]
PERiod:VOLTage:RANGe {<range>|MIN|MAX}
PERiod:VOLTage:RANGe? [MIN|MAX]
```

```
[SENSe:]
VOLTage:DC:RANGe:AUTO {OFF|ON}
VOLTage:DC:RANGe:AUTO?
VOLTage:AC:RANGe:AUTO {OFF|ON}
VOLTage:AC:RANGe:AUTO?
CURRent:DC:RANGe:AUTO {OFF|ON}
CURRent:DC:RANGe:AUTO?
CURRent:AC:RANGe:AUTO {OFF|ON}
CURRent:AC:RANGe:AUTO?
RESistance:RANGe:AUTO {OFF|ON}
RESistance:RANGe:AUTO?
FRESistance:RANGe:AUTO {OFF|ON}
FRESistance:RANGe:AUTO?
FREQuency:VOLTage:RANGe:AUTO {OFF|ON}
FREQuency:VOLTage:RANGe:AUTO?
PERiod:VOLTage:RANGe:AUTO {OFF|ON}
PERiod:VOLTage:RANGe:AUTO?
```

```
[SENSe:]
VOLTage:DC:RESolution {<resolution>|MIN|MAX}
VOLTage:DC:RESolution? [MIN|MAX]
VOLTage:AC:RESolution {<resolution>|MIN|MAX}
VOLTage:AC:RESolution? [MIN|MAX]
CURRent:DC:RESolution {<resolution>|MIN|MAX}
CURRent:DC:RESolution? [MIN|MAX]
CURRent:AC:RESolution {<resolution>|MIN|MAX}
CURRent:AC:RESolution? [MIN|MAX]
RESistance:RESolution {<resolution>|MIN|MAX}
RESistance:RESolution? [MIN|MAX]
FRESistance:RESolution {<resolution>|MIN|MAX}
FRESistance:RESolution? [MIN|MAX]
```

```
[SENSe:]
VOLTage:DC:NPLCycles {0.02|0.2|1|10|100|MIN|MAX}
VOLTage:DC:NPLCycles? [MIN|MAX]
CURRent:DC:NPLCycles {0.02|0.2|1|10|100|MIN|MAX}
CURRent:DC:NPLCycles? [MIN|MAX]
RESistance:NPLCycles {0.02|0.2|1|10|100|MIN|MAX}
RESistance:NPLCycles? [MIN|MAX]
FRESistance:NPLCycles {0.02|0.2|1|10|100|MIN|MAX}
FRESistance:NPLCycles? [MIN|MAX]
```

測定構成コマンド (続き)

```
[SENSe:]  
  FREQuency:APERTure {0.01|0.1|1|MIN|MAX}  
  FREQuency:APERTure? [MIN|MAX]  
  PERiod:APERTure {0.01|0.1|1|MIN|MAX}  
  PERiod:APERTure? [MIN|MAX]
```

```
[SENSe:]  
  DETector:BANDwidth {3|20|200|MIN|MAX}  
  DETector:BANDwidth? [MIN|MAX]
```

```
[SENSe:]  
  ZERO:AUTO {OFF|ONCE|ON}  
  ZERO:AUTO?
```

```
INPut  
  :IMPedance:AUTO {OFF|ON}  
  :IMPedance:AUTO?
```

```
ROUTe:TERMinals?
```

演算機能コマンド

```
CALCulate  
  :FUNctIon {NULL|DB|DBM|AVERage|LIMit}  
  :FUNctIon?  
  :STATe {OFF|ON}  
  :STATe?
```

```
CALCulate  
  :AVERage:MINimum?  
  :AVERage:MAXimum?  
  :AVERage:AVERage?  
  :AVERage:COUNT?
```

```
CALCulate  
  :NULL:OFFSet {<value>|MIN|MAX}  
  :NULL:OFFSet? [MIN|MAX]
```

```
CALCulate  
  :DB:REFeRence {<value>|MIN|MAX}  
  :DB:REFeRence? [MIN|MAX]
```

```
CALCulate  
  :DBM:REFeRence {<value>|MIN|MAX}  
  :DBM:REFeRence? [MIN|MAX]
```

```
CALCulate  
  :LIMit:LOWer {<value>|MIN|MAX}  
  :LIMit:LOWer? [MIN|MAX]  
  :LIMit:UPPer {<value>|MIN|MAX}  
  :LIMit:UPPer? [MIN|MAX]
```

トリガ・コマンド

INITiate

READ?

TRIGger

:SOURce {BUS|IMMediate|EXternal}
:SOURce?

TRIGger

:DElay {<seconds>|MIN|MAX}
:DElay? [MIN|MAX]

TRIGger

:DElay:AUTO {OFF|ON}
:DElay:AUTO? .

SAMple

:COUNT {<value>|MIN|MAX}
:COUNT? [MIN|MAX]

TRIGger

:COUNT {<value>|MIN|MAX|INFinite}
:COUNT? [MIN|MAX]

システム関連コマンド

FETCh?

READ?

DISPlay {OFF|ON}

DISPlay?

DISPlay

:TEXT <quoted string>
:TEXT?
:TEXT:CLEar

SYSTem

:BEEPer
:BEEPer:STATe {OFF|ON}
:BEEPer:STATe?

SYSTem:ERRor?

SYSTem:VERSion?

DATA:POINTs?

*RST

*TST?

*IDN?

ステータス報告コマンド

SYSTem:ERRor?

STATus
:QUESTionable:ENABle <enable value>
:QUESTionable:ENABle?
:QUESTionable:EVENT?

STATus
:PRESet

*CLS

*ESE <enable value>
*ESE?

*ESR?

*OPC

*OPC?

*PSC {0|1}
*PSC?

*SRE <enable value>
*SRE?

校正コマンド

CALibration?

CALibration:COUNT?

CALibration
:SECure:CODE <new code>
:SECure:STATe {OFF|ON}, <code>
:SECure:STATe?

CALibration
:STRing <quoted string>
:STRing?

CALibration
:VALue <value>
:VALue?

RS-232インタフェース・コマンド

SYSTem
:LOCal
:REMote
:RWLock

IEEE-488.2共通コマンド

*CLS

*ESE <enable value>
*ESE?

*ESR?

*IDN?

*OPC

*OPC?

*PSC {0|1}
*PSC?

*RST

*SRE <enable value>
*SRE?

*STB?

*TRG

*TST?

簡略化されたプログラミング手順

以下の簡単な7段階の手順を使用して、マルチメータがリモート・インタフェースから測定を行うようにプログラミングできます。

1. マルチメータを既知のステートにする（リセット・ステートの場合が多い）。
2. マルチメータの設定を希望の構成に変更する。
3. トリガ条件をセットアップする。
4. 測定のためにマルチメータを起動またはアームする。
5. マルチメータをトリガして測定を行う。
6. 出力バッファまたは内部メモリから読み取り値を検索する。
7. 測定したデータをバス・コントローラへ読み込む。

MEASure?コマンドとCONFigure コマンドを使用すると、最も簡単にマルチメータを測定用にプログラミングできます。測定機能、レンジ、分解能を1つのコマンドですべて選択できるからです。マルチメータは自動的にその他の測定パラメータ（ACフィルタ、オートゼロ、トリガ数など）を以下に示すデフォルト値にプリセットします。

MEASure?コマンドとCONFigure コマンドによるプリセット・ステート

コマンド	MEASure?とCONFigureによる設定
ACフィルタ (DET:BAND)	20Hz (中速フィルタ)
オートゼロ (ZERO:AUTO)	分解能設定の結果NPLC < 1 になる場合OFF 分解能設定の結果NPLC ≥ 1 になる場合ON
入力抵抗 (INP:IMP:AUTO)	OFF (全DC電圧レンジで10MΩに固定)
1 トリガあたりのサンプル数(SAMP:COUN)	1 サンプル
トリガ数 (TRIG:COUN)	1 トリガ
トリガ遅延 (TRIG:DEL)	自動遅延
トリガ・ソース (TRIG:SOUR)	即時
演算機能 (CALCulate サブシステム)	OFF

MEASure?コマンドの使用

マルチメータを測定用にプログラミングする最も簡単な方法は、MEASure?コマンドを使用することです。ただし、このコマンドはあまり柔軟性がありません。このコマンドを実行すると、マルチメータは要求された構成に対して最良の設定をプリセットし、即時に測定を実行します。測定値が得られるまで（機能、レンジ、分解能以外の）設定を変更できません。測定結果は出力バッファへ送られます。

MEASure?コマンドを送ることは、CONFIGureコマンドを送ってから直ちにREAD?コマンドを送ることと同じです。

CONFIGureコマンドの使用

プログラミングに少し柔軟性を持たせたい場合は、CONFIGure コマンドを送ります。このコマンドを実行すると、マルチメータは要求された構成に対して最良の設定をプリセットします（MEASure?コマンドと同様）。ただし、測定は自動的に開始されないで、測定実行の前に測定パラメータを変更できます。このため、マルチメータの構成をプリセット・ステートから「段階的に」変更できます。本器では、INPut、SENSe、CALCulate、TRIGger サブシステムでさまざまなロー・レベル・コマンドが使用できます（MEASure?やCONFIGure を使用しなくても、SENSe:FUNCTIONコマンドを使って測定機能を変更できます）。

INITiateコマンドかREAD? コマンドを使用して測定を開始します。

range およびresolutionパラメータの使用

MEASure?コマンドとCONFigure コマンドにより、測定機能、レンジ、分解能を1つのコマンドですべて選択できます。入力信号の期待値を指定するにはrange パラメータを使用します。これにより、マルチメータは正しい測定範囲を選択します。

周波数および周期を測定する場合、マルチメータは3 Hzから300kHzまでの全入力に対して1つの「レンジ」を使用します。レンジ・パラメータは分解能を指定するためだけに必要なもので、周波数を測定するたびに新しいコマンドを送る必要はありません。

測定における希望の分解能を指定するには、resolutionパラメータを使用します。分解能は桁数ではなく、測定機能と同じ単位で指定します。例えば、DC電圧の場合、分解能はV単位で指定します。周波数の場合は、Hzで分解能を指定します。

分解能パラメータを使用するには、レンジを指定しなければなりません。

READ? コマンドの使用

READ? コマンドを使用すると、トリガ・システムのステートが「アイドル」ステートから「トリガ待ち」ステートへ変わります。READ? コマンドの受信後に指定トリガ条件が満たされると測定を開始します。読み取り値は即時に出力バッファへ送られます。読み取り値データをバス・コントローラに入力しなければなりません。入力しないと、出力バッファがいっぱいになった時点で測定が停止します。READ? コマンドを使用した場合、読み取り値はマルチメータの内部メモリに保存されません。

READ? コマンドを送ることは、INITiateコマンドを送ってから直ちにFETCh?コマンドを送ることと同じです。ただし、読み取り値は内部バッファへ入りません。

注 意

2つのクウェリ・コマンドを送り、最初のコマンドに対する返答を読み取らずに2番目の返答を読み取ろうとすると、最初の返答のデータの一部を受け取った後に2番目のコマンドに対する完全な返答を受け取ることがあります。これを避けるためには、返答を読み取らずにクウェリ・コマンドを送ることのないようにします。どうしてもそうせざるを得ない場合は、2番目のクウェリ・コマンドを送る前にデバイス・クリアを送ります。

INITiateコマンドおよびFETCh?コマンドの使用

INITiateコマンドとFETCh?コマンドを使用すると、測定トリガと読み取り値検索の制御が最低のレベルになります（柔軟性が最大限に増す）。マルチメータの測定構成が終了したら、INITiateコマンドを使用します。これで、トリガ・システムのステートが「アイドル」ステートから「トリガ待ち」ステートに変わります。INITiateコマンドの受信後、指定トリガ条件が満たされると測定が始まります。読み取り値はマルチメータの内部メモリに入ります（最大512 の読み取り値が保存可能）。読み取り値は検索されるまでメモリに保存されます。

FETCh?コマンドは、読み取り値をマルチメータの内部メモリからマルチメータの出力バッファ（読み取り値をバス・コントローラへ読み込むところ）へ転送する際に使用します。

MEASure?コマンドの例

以下のプログラム・セグメントは、MEASure?コマンドを使用して測定を行う方法を示しています。この例では、マルチメータをDC電圧測定用に構成して自動的に「トリガ待ち」ステートにし、内部的にマルチメータをトリガして1つの読み取り値を取り、その読み取り値を出力バッファへ送ります。

```
MEAS:VOLT:DC? 10,0.003  
bus enter statement
```

これは、読み取り値を取る方法としては最も簡単な方法です。ただし、MEASure?コマンドには、トリガ数、サンプル・データ数、トリガ遅延などを設定する柔軟性はありません。機能、レンジ、分解能を除く全測定パラメータは自動的にプリセットされます(110ページの表を参照)。

**CONFigure コマンド
の例**

以下のプログラム・セグメントは、CONFigure とともに READ? コマンドを使用して外部トリガ測定を行う方法を示しています。このプログラムによってマルチメータはDC電圧測定用に構成されます。CONFigure を使ってもマルチメータは「トリガ待ち」ステートになりません。READ? コマンドを使うと、マルチメータが「トリガ待ち」ステートになり、Ext Trig端子にパルスが入力されると読み取りを行って読み取り値を出力バッファへ送ります。

```
CONF:VOLT:DC 10, 0.003
TRIG:SOUR EXT
READ?
bus enter statement
```

**CONFigure コマンド
の例**

以下のプログラム・セグメントは上記のものと似ていますが、INITiateを使ってマルチメータを「トリガ待ち」ステートにする点が違います。INITiateコマンドを使用すると、マルチメータが「トリガ待ち」ステートになり、Ext Trig端子にパルスが入力されると読み取りを行います。その読み取り値をマルチメータの内部メモリに送ります。FETCh?コマンドを使うと、読み取り値が内部メモリから出力バッファへ転送されます。

```
CONF:VOLT:DC 10, 0.003
TRIG:SOUR EXT
INIT
FETC?
bus enter statement
```

INITiateコマンドを使って読み取り値をメモリに保存する方法は、READ? コマンドで読み取り値を出力バッファへ送る方法よりも高速です。内部メモリには最大 512 の読み取り値を保存できます。512 以上の読み取りを行うようにマルチメータを構成し（サンプル・データ数とトリガ数を使用）、INITiateを送ると、メモリ・エラーが発生します。

INITiateコマンドを実行した後は、測定シーケンスが完了するまで他のコマンドは受け付けられません。ただし、TRIGger:SOURce BUSを選択した場合には、*TRGコマンド（バス・トリガ）またはIEEE-488 Group Execute Triggerメッセージを受け付けます。

MEASure?コマンドおよびCONFigure コマンド

第3章の「測定構成」(51ページ)も併せてご覧ください。

- rangeパラメータをMINにすると、選択した機能に対して最も低いレンジが、MAXで最も高いレンジが、DEFで自動レンジ切り替えが選択されます。
- resolutionパラメータでは、桁数ではなく、測定機能と同じ単位で分解能を指定します。MINにすると許容可能な最小値(分解能は最高)が、MAXで許容可能な最大値(分解能は最低)が、DEFでデフォルトの分解能(5 1/2 桁 低速-10 PLC)が選択されます。

分解能パラメータを使用するには、範囲を指定しなければなりません。

MEASure:VOLTage:DC?{<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
指定したレンジと分解能でDC電圧測定がプリセットされ、実行されます。読み取り値は出力バッファへ送られます。

MEASure:VOLTage:DC:RATio?{<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
指定したレンジと分解能でDC:DCレシオ測定がプリセットされ、実行されます。読み取り値は出力バッファへ送られます。レシオ測定の場合、指定したレンジはInput端子に接続される信号に適用されます。Sense端子での基準電圧測定には自動レンジ切り替えが自動的に選択されます。

MEASure:VOLTage:AC?{<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
指定したレンジと分解能でAC電圧測定がプリセットされ実行されます。読み取り値は出力バッファへ送られます。AC測定の場合、分解能は実際には6 1/2 桁に固定されます。resolutionパラメータによって影響されるのはフロント・パネル・ディスプレイだけです。

MEASure:CURRent:DC?{<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
指定したレンジと分解能でDC電流測定がプリセットされ、実行されます。読み取り値は出力バッファへ送られます。

MEASure:CURRent:AC?{<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
指定したレンジと分解能でAC電流測定がプリセットされ、実行されます。読み取り値は出力バッファへ送られます。AC測定の場合、分解能は実際には6 1/2 桁に固定されます。resolutionパラメータによって影響されるのはフロント・パネル・ディスプレイだけです。

MEASure:RESistance?{<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
指定したレンジと分解能で2線式抵抗測定がプリセットされ、実行されます。読み取り値は出力バッファへ送られます。

MEASure:FRESistance?{<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
指定したレンジと分解能で4線式抵抗測定がプリセットされ、実行されます。読み取り値は出力バッファへ送られます。

MEASure:FREQuency?{<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
指定したレンジと分解能で周波数測定がプリセットされ、実行されます。読み取り値は出力バッファへ送られます。周波数測定の場合、マルチメータは3 Hzから300 kHzまでの範囲の全入力に対し1つの「レンジ」を使用します。入力信号が印加されないと、周波数測定では“0”が返されます。

MEASure:PERiod?{<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
指定したレンジと分解能で周期測定がプリセットされ、実行されます。読み取り値は出力バッファへ送られます。周期測定の場合、マルチメータは0.33秒から3.3 μ sの範囲の全入力に対し1つの「レンジ」を使用します。入力信号が印加されないと、周期測定では“0”が返されます。

MEASure:CONTinuity?

導通測定がプリセットされ、実行されます。読み取り値は出力バッファへ送られます。導通テストでは、レンジと分解能は固定されます(1 k Ω レンジ、4 1/2桁)。

MEASure:DIODE?

ダイオード測定がプリセットされ実行されます。読み取り値は出力バッファへ送られます。ダイオード・テストでは、レンジと分解能は固定されます(1 mA電流ソース出力で1 Vdcレンジ、4 1/2 桁)。

CONFigure:VOLTage:DC {<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
 指定したレンジと分解能でDC電圧測定を行うようにマルチメータがプリセットされ、構成されます。このコマンドでは測定は起動しません。

CONFigure:VOLTage:DC:RATio{<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
 指定したレンジと分解能でDC:DCレシオ測定を行うようにマルチメータがプリセットされ、構成されます。このコマンドでは測定は起動しません。レシオ測定の場合、指定したレンジはInput端子に接続された信号に適用されます。Sense端子での基準電圧測定には自動レンジ切り替えが自動的に選択されます。

CONFigure:VOLTage:AC{<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
 指定したレンジと分解能でAC電圧測定を行うようにマルチメータがプリセットされ、構成されます。このコマンドでは測定は起動しません。AC測定の場合、分解能は実際には6 1/2桁に固定されます。resolutionパラメータに影響されるのはフロント・パネル・ディスプレイだけです。

CONFigure:CURREnt:DC{<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
 指定したレンジと分解能でDC電流測定を行うようにマルチメータがプリセットされ、構成されます。このコマンドでは測定は起動しません。

CONFigure:CURREnt:AC{<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
 指定したレンジと分解能でAC電流測定を行うようにマルチメータがプリセットされ、構成されます。このコマンドでは測定は起動しません。AC測定の場合、分解能は実際には6 1/2桁に固定されます。resolutionパラメータに影響されるのはフロント・パネル・ディスプレイだけです。

CONFigure:RESistance{<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
 指定したレンジと分解能で2線式抵抗測定を行うようにマルチメータがプリセットされ、構成されます。このコマンドでは測定は起動しません。

CONFigure:FRESistance{<range>|MIN|MAX|DEF},{<resolution>|MIN|MAX|DEF}
 指定したレンジと分解能で4線式抵抗測定を行うようにマルチメータがプリセットされ、構成されます。このコマンドでは測定は起動しません。

CONFigure:CONTInuity

マルチメータが導通測定用にプリセットされ、構成されます。このコマンドでは測定は起動しません。導通テストの場合、レンジと分解能は固定されます（1 k Ω レンジ、4 1/2 桁）。

CONFigure:DIODe

マルチメータがダイオード測定用にプリセットされ、構成されます。このコマンドでは測定は起動しません。ダイオード・テストの場合、レンジと分解能は固定されます（1 mA電流ソース出力で1 Vdc レンジ、4 1/2 桁）。

CONFigure?

マルチメータの現在の構成を照会し、引用符に囲まれた文字列が返ります。

測定構成コマンド

第3章の「測定構成」(51ページ)も併せてご覧ください。

FUNCTION "<function>"

測定機能を選択します。コマンド文字列内の機能は引用符で囲まなければなりません(FUNC "VOLT:DC")。文字列は次の中から1つ選択します。

VOLTage:DC	FRESistance (4線式抵抗)
VOLTage:DC:RATio	FREQuency
VOLTage:AC	PERiod
CURRent:DC	CONTinuity
CURRent:AC	DIODE
RESistance (2線式抵抗)	

4

FUNCTION?

測定機能を照会し、引用符に囲まれた文字列を返します。

<function>:RANGE {<range>|MIN|MAX}

選択した機能のレンジを選択します。周波数および周期測定の場合、レンジ切り替えは信号の周波数ではなく、その入力電圧に適用されます(FREQuency:VOLTageまたはPERiod:VOLTageを使用する)。MIN で選択した機能の最も低いレンジが、MAX で最も高いレンジが選択されます。[揮発性メモリ]

<function>:RANGE? [MIN|MAX]

選択した機能のレンジを照会します。

<function>:RANGE:AUTO {OFF|ON}

選択した機能のオートレンジをディスエーブル/イネーブルにします。周波数と周期には、FREQuency:VOLTage またはPERiod:VOLTageを使用します。オートレンジ・スレッシュールド:レンジの<10%でダウン・レンジ、レンジの>120%でアップ・レンジを行います。[揮発性メモリ]

<function>:RANGE:AUTO?

オートレンジ設定を照会します。"0"(OFF)または"1"(ON)が返ります。

<function>:RESolution {<resolution>|MIN|MAX}

指定した機能の分解能を指定します（周波数、周期、レシオには無効）。分解能は桁数ではなく、測定機能と同じ単位で指定します。MIN で許容可能な最小値（分解能は最高）が選択されます。MAX で許容可能な最大値（分解能は最低）が選択されます。[揮発性メモリ]

<function>:RESolution? [MIN|MAX]

選択した機能の分解能を照会します。周波数または周期測定の場合、マルチメータは3 Hz入力周波数に基づいて分解能の設定を返します。

<function>:NPLCycles {0.02|0.2|1|10|100|MIN|MAX}

現在の機能に対して電源周波数で積分時間を選択します（デフォルトは10 PLC）。このコマンドは、DC電圧、DC電流、2線式抵抗、4線式抵抗だけに有効です。MIN=0.02、MAX=100。[揮発性メモリ]

<function>:NPLCycles? [MIN|MAX]

選択した機能の積分時間を照会します。

FREQuency:APERture {0.01|0.1|1|MIN|MAX}

周波数測定のアパーチャ時間（ゲート時間）を選択します（デフォルトは0.1秒）。10ms（4 1/2 桁）、100ms（デフォルト；5 1/2 桁）、1秒（6 1/2 桁）の中から指定します。MIN=0.01秒、MAX=1秒。[揮発性メモリ]

FREQuency:APERture? [MIN|MAX]

周波数測定のアパーチャ時間を照会します。

PERiod:APERture {0.01|0.1|1|MIN|MAX}

周期測定のアパーチャ時間（ゲート時間）を選択します（デフォルトは0.1秒）。10ms（4 1/2 桁）、100ms（デフォルト；5 1/2 桁）、1秒（6 1/2 桁）の中から指定します。MIN=0.01秒、MAX=1秒。[揮発性メモリ]

PERiod:APERture? [MIN|MAX]

周期測定のアパーチャ時間を照会します。

[SENSe:]DETEctor:BANDwidth {3|20|200|MIN|MAX}

入力信号に予測される最低周波数を指定します。マルチメータはユーザが指定した周波数に基づき、低速、中速（デフォルト）または高速のACフィルタを選択します。MIN = 3 Hz、MAX = 200Hz 。 [揮発性メモリ]

[SENSe:]DETEctor:BANDwidth? {MIN|MAX}

ACフィルタを照会します。“3”、“20”、または“200”を返します。

[SENSe:]ZERO:AUTO {OFF|ONCE|ON}

オートゼロ・モードをディスエーブルまたはイネーブル（デフォルト）にします。OFF およびONCEパラメータも同様の効果があります。オートゼロがOFF の場合、マルチメータが次の「トリガ待ち」ステートになるまで、新しいゼロ測定を行いません。オートゼロがONCEの場合、即時にゼロ測定を行います。 [揮発性メモリ]

[SENSe:]ZERO:AUTO?

オートゼロ・モードを照会します。“0”(OFF/ONCE) または “1”(ON) を返します。

INPut:IMPedance:AUTO {OFF|ON}

DC電圧測定用のオート入力抵抗モードをディスエーブル／イネーブルにします。AUTO OFFの場合（デフォルト）、入力抵抗は全レンジで10MΩに固定されます。AUTO ON の場合、10mV、1 V、10V の各レンジで>10GΩに設定されます。 [揮発性メモリ]

INPut:IMPedance:AUTO?

入力抵抗モードを照会します。“0”(OFF)または “1”(ON) を返します。

ROUTe:TERMinals?

フロント・パネルとリア・パネルのどちらの入力端子が選択されているかを調べるためマルチメータに照会します。“FRON”または“REAR”が返されます。

演算機能コマンド

第3章の「演算機能」(62ページ)も併せてご覧ください。

演算機能は5種類あり、一度にイネーブルにできるのは1種類だけです。それぞれの演算機能では、各読み取り値に対して演算が行われるか、データを一連の読み取り値に保存します。選択した演算機能は、それをディスエーブルにするか、機能を変更するか、電源をオフにするか、あるいはリモート・インタフェースをリセットするまで有効です。演算機能では、1つ以上の内部レジスタを使用します。一部のレジスタでは値をプリセットでき、一方その他のレジスタでは演算機能の結果を保持できます。

下表は、演算/測定機能の可能な組み合わせを示しています。可能な組み合わせは“X”で示してあります。現在の測定機能では不可能な演算機能を選択した場合、演算がオフになります。有効な演算機能を選択してから、無効なものに変更した場合、リモート・インタフェースに“Settings conflict”エラーが発生します。ヌルおよびdB測定では、その演算レジスタへ書き込む前に演算機能をオンにしなければなりません。

	DC V	AC V	DC I	AC I	Ω 2W	Ω 4W	Freq	Per	Cont	Diode	Ratio
ヌル	X	X	X	X	X	X	X	X			
MIN-MAX	X	X	X	X	X	X	X	X			X
dB	X	X									
dBm	X	X									
リミット	X	X	X	X	X	X	X	X			X

CALCulate:FUNCTION {NULL|DB|DBM|AVERage|LIMit}

演算機能を選択します。一度にイネーブルにできる演算機能は1つだけです。デフォルト機能はヌルです。[揮発性メモリ]

CALCulate:FUNCTION?

現在の演算機能を照会します。NULL、DB、DBM、AVER、LIMのいずれかが返されます。

CALCulate:STATE {OFF|ON}

選択した演算機能をディスエーブル/イネーブルにします。[揮発性メモリ]

CALCulate:STATE?

演算機能のステートを照会します。“0”(OFF)または“1”(ON)が返されます。

CALCulate:AVERage:MINimum?

最大-最小値測定中に見つかった最小値を読み取ります。その値は、MIN-MAX をオンにするか、電源をオフにするか、あるいはリモート・インタフェースをリセットすると、クリアされます。[揮発性メモリ]

CALCulate:AVERage:MAXimum?

最大-最小値測定中に見つかった最大値を読み取ります。その値は、MIN-MAX をオンにするか、電源をオフにするか、あるいはリモート・インタフェースをリセットすると、クリアされます。[揮発性メモリ]

CALCulate:AVERage:AVERage?

MIN-MAXがイネーブルになってから捕獲した全読み取り値の平均を読み取ります。その値は、MIN-MAX をオンにするか、電源をオフにするか、あるいはリモート・インタフェースをリセットすると、クリアされます。[揮発性メモリ]

CALCulate:AVERage:COUNT?

MIN-MAX がイネーブルになってから捕獲した全読み取り値の数を読み取ります。その値は、MIN-MAX をオンにするか、電源をオフにするか、あるいはリモート・インタフェースをリセットすると、クリアされます。[揮発性メモリ]

CALCulate:NULL:OFFSet {<value>|MIN|MAX}

ヌル値をマルチメータのNullレジスタに保存します。演算レジスタへ書き込む前に演算機能をオンにしなければなりません。ヌル値は現在の機能に対して最高レンジの0から±120%までの任意の値に設定できます。MIN = 最高レンジの-120%、MAX = 最高レンジの120%。[揮発性メモリ]

CALCulate:NULL:OFFSet? [MIN|MAX]

ヌル値を照会します。

CALCulate:DB:REfERENCE {<value>|MIN|MAX}

dB Relative レジスタに相対値を保存します。演算レジスタに書き込む前に演算機能をオンにしなければなりません。相対値は、0 dBm から±200dBmまでの任意の値に選定できます。MIN = -200.00dBm、MAX = 200.00dBm。[揮発性メモリ]

CALCulate:DB:REfERENCE? [MIN|MAX]

dB相対値を照会します。

CALCulate:DBM:REfERENCE {<value>|MIN|MAX}

dBm 基準値を選択します。選択肢は50、75、93、110、124、125、135、150、250、300、500、600、800、900、1000、1200、8000Ωです。MIN = 50Ω、MAX = 8000Ω。[不揮発性メモリ]

CALCulate:DBM:REfERENCE? [MIN|MAX]

dBm 基準抵抗を照会します。

CALCulate:LIMit:LOWer {<value>|MIN|MAX}

リミット・テストの下限を設定します。下限値は、現在の機能に対して最高レンジの0から±120%までの任意の値に設定できます。MIN = 最高レンジの-120%、MAX = 最高レンジの120%。[揮発性メモリ]

CALCulate:LIMit:LOWer? [MIN|MAX]

下限を照会します。

CALCulate:LIMit:UPPer {<value>|MIN|MAX}

リミット・テストの上限を設定します。上限値は、現在の機能に対して最高レンジの0から±120%までの任意の値に設定できます。MIN = 最高レンジの-120%、MAX = 最高レンジの120%。[揮発性メモリ]

CALCulate:LIMit:UPPer? [MIN|MAX]

上限を照会します。

トリガ

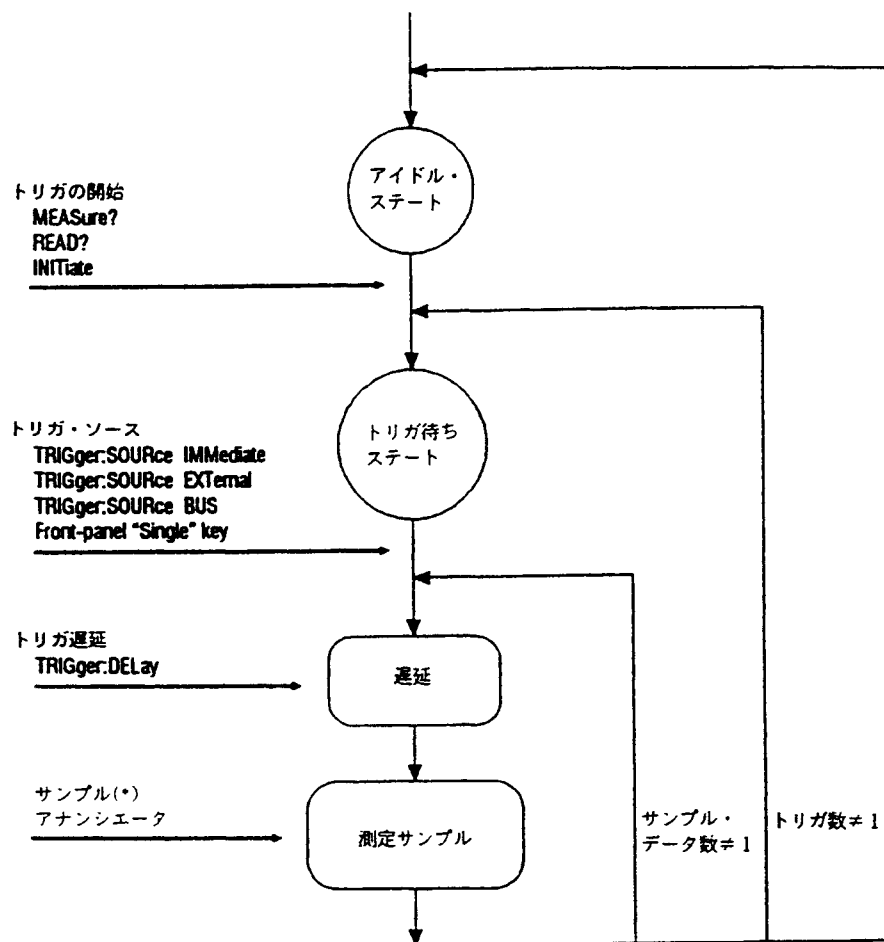
第3章の「トリガ」（71ページ）も併せてご覧ください。

マルチメータのトリガ・システムにより、手動または自動によるトリガの発生、1回のトリガによる複数の読み取り、また各読み取り値の前への遅延の挿入ができます。通常、マルチメータは1つのトリガを受け取るたびに1回の読み取りを行います。1回のトリガで複数の読み取り（最大50,000）を指定することも可能です。

リモート・インタフェースからのマルチメータのトリガは、複数ステップから成る操作ですが、柔軟なトリガが可能です。

- まず、機能、レンジ、分解能などを選択してマルチメータを構成します。
- 次に、マルチメータが受け取るトリガのソースを指定します。マルチメータは、リモート・インタフェースからのソフトウェア（バス）トリガ、リア・パネルのExt Trig（外部トリガ）端子からのハードウェア・トリガ、あるいは即時内部トリガを受信します。
- 次に、マルチメータが、指定したトリガ・ソースからトリガを受け取る準備が整っているか確認します（これをトリガ待ち状態という）。

マルチメータのトリガ・システムを次ページの図に示します。



マルチメータをトリガするための複数のステップからなる操作

トリガ待ちステート

マルチメータを構成し、トリガ・ソースを選択した後は、マルチメータをトリガ待ちステートにしなければなりません。マルチメータがこのステートになるまではトリガを受け取れません。トリガ信号が存在し、マルチメータが「トリガ待ち」ステートになってはじめて測定シーケンスが始まり、読み取り値が得られます。

「トリガ待ち」ステートという用語は、主にリモート・インタフェースによる操作で使われます。フロント・パネルを使用する場合は、測定がすでに進行中でない限り、マルチメータは常に「トリガ待ち」ステートであり、いつでもトリガを受け取ります。

マルチメータを「トリガ待ち」ステートにするには、リモート・インタフェースから下記コマンドのいずれかを実行します。

MEASure?
READ?
INITiate

4

マルチメータを「トリガ待ち」ステートにするには、コマンドを送ってから約20msのセットアップ時間が必要です。このセットアップ時間中に発生した外部トリガは無視されます。

トリガ・コマンド

第3章の「トリガ」（71ページ）も併せてご覧ください。

INITiate

トリガ・システムのステートを「アイドル」ステートから「トリガ待ち」ステートに変えます。INITiateコマンドの受信後、指定したトリガ条件が満たされると測定が始まります。読み取り値はマルチメータの内部メモリに入ります（最大512 までの読み取り値を保存可能）。読み取り値は検索されるまでメモリに保存されます。読み取り結果を検索するには、FETCh?コマンドを使用します。

READ?

トリガ・システムのステートを「アイドル」ステートから「トリガ待ち」ステートに変えます。READ? コマンドの受信後、指定したトリガ条件が満たされると測定が始まります。読み取り値は直ちに出力バッファへ送られます。

TRIGger:SOURce {BUS|IMMediate|EXternal}

マルチメータが受け取るトリガのソースを選択します。マルチメータは、ソフトウェア（バス）トリガ、即時内部トリガ（デフォルトのソース）、またはリア・パネルのExt Trig（外部トリガ）端子からのハードウェア・トリガを受け取ります。[揮発性メモリ]

TRIGger:SOURce?

現在のトリガ・ソースを照会します。“BUS”、“IMM”、または“EXT” が返されます。

TRIGger:DELay {<seconds>|MIN|MAX}

トリガ信号とそれに続く各サンプルの間にトリガ遅延を挿入します。トリガ遅延を指定しない場合は、マルチメータが自動的に遅延を選択します。選択範囲は0～3600秒です。MIN = 0 秒、MAX = 3600秒。[揮発性メモリ]

TRIGger:DELay? [MIN|MAX]

トリガ遅延を照会します。

TRIGger:DElay:AUTO {OFF|ON}

オート・トリガ遅延をディスエーブル/イネーブルにします。遅延は機能、レンジ、積分時間、ACフィルタの設定によって決まります。特定のトリガ遅延値を選択すると、自動的にオート・トリガ遅延がオフになります。[揮発性メモリ]

TRIGger:DElay:AUTO?

オート・トリガ遅延の設定を照会します。“0”(OFF)か“1”(ON) が返されます。

SAMPl:e:COUNT {<value>|MIN|MAX}

マルチメータが1回のトリガで捕獲する読み取り値(サンプル)の数を設定します。選択できる読み取り値はトリガあたり1~50,000です。MIN = 1、MAX = 50,000。[揮発性メモリ]

SAMPl:e:COUNT? [MIN|MAX]

サンプル・データ数を照会します。

TRIGger:COUNT {<value>|MIN|MAX|INFinite}

マルチメータが「アイドル」ステートへ戻る前に受け取るトリガ数を設定します。選択範囲は1~50,000トリガです。INFiniteパラメータは、マルチメータに対し連続的にトリガを受け取るように指示します(「アイドル」ステートに戻るにはデバイス・クリアを送らなければならない)。ローカル操作中は、トリガ数は無視されます。MIN = 1、MAX = 50,000。[揮発性メモリ]

TRIGger:COUNT? [MIN|MAX]

トリガ数を照会します。無限のトリガ数を指定した場合、クエリ・コマンドによって、“9.90000000E+37”が返されます。

システム関連コマンド

第3章の「システム関連オペレーション」（84ページ）も併せてご覧ください。

FEtCh?

INITiateコマンドでマルチメータの内部メモリに保存されていた読み取り値をマルチメータの出力バッファ（読み取り値をバス・コントローラへ読み込むところ）へ転送します。

READ?

トリガ・システムのステートを「アイドル」ステートから「トリガ待ち」ステートに変えます。READ? コマンドの受信後に指定トリガ条件が満たされると測定が始まります。読み取り値は直ちに出力バッファへ送られます。

DISPlay {OFF|ON}

フロント・パネル・ディスプレイをオン／オフにします。[揮発性メモリ]

DISPlay?

フロント・パネル・ディスプレイの設定を照会します。“0”(OFF)または“1”(ON) が返されます。

DISPlay:TEXT <quoted string>

フロント・パネルにメッセージを表示します。1つのメッセージに最大12文字まで表示します。それ以上の文字は省略されます。[揮発性メモリ]

DISPlay:TEXT?

フロント・パネルに送られたメッセージを照会し、< >内の文字列を返します。

DISPlay:TEXT:CLear

フロント・パネルに表示されているメッセージをクリアします。

SYSTem:BEEPer

直ちに1回のビーブ音が発生します。

SYSTem:BEEPer:STATe {OFF|ON}

フロント・パネルのビーバをディスエーブル／イネーブルにします。[不揮発性メモリ]

ビーバがディスエーブルになっている場合、次のときにビーブ音が鳴りません。

- 1) MIN-MAX テストで新しい最小値または最大値が見つかったとき
- 2) 読み取り値ホールドで安定した読み取り値が捕獲されたとき
- 3) リミット・テストでリミットを超えたとき
- 4) ダイオード・テスト機能で順方向バイアス・ダイオードが測定されたとき

SYSTem:BEEPer:STATe?

フロント・パネル・ビーバのステートを照会します。“0”(OFF)または“1”(ON)が返されます。

SYSTem:ERRor?

マルチメータのエラー待ち行列を照会します。待ち行列には最大20のエラーが保存できます。エラーは先入れ先出し(FIFO)方式で検索されます。1つのエラー文字列には、最大80文字まで格納できます。

SYSTem:VERSion?

現在のSCPIバージョンを調べるためにマルチメータを照会します。

DATA:POINts?

マルチメータの内部メモリに保存されている読み取り値の数を照会します。

***RST**

マルチメータを電源投入時の構成にリセットします。

***TST?**

マルチメータの完全なセルフ・テストを実行します。セルフ・テストに合格すれば“0”が返され、不合格であれば“1”が返されます。

***IDN?**

マルチメータのID文字列を読み取ります(文字列変数の長さは必ず35文字以上にしてください)。

SCPIステータス・モデル

SCPI機器はすべて同じ方法でステータス・レジスタを使用します。ステータス・システムは3つのレジスタ・グループ (Status Byte レジスタ、Standard Event レジスタ、Questionable Data レジスタ) にさまざまな機器条件を記録します。ステータス・バイト・レジスタには、別のレジスタ・グループに報告されたハイ・レベルのサマリ情報が記録されます。SCPIステータス・システムを次ページの図表に示します。

第6章「アプリケーション・プログラム」には、ステータス・レジスタの使用法を示すプログラム例が記載されています。次項を読んだ後に、このプログラムを参照するとよく分かります。

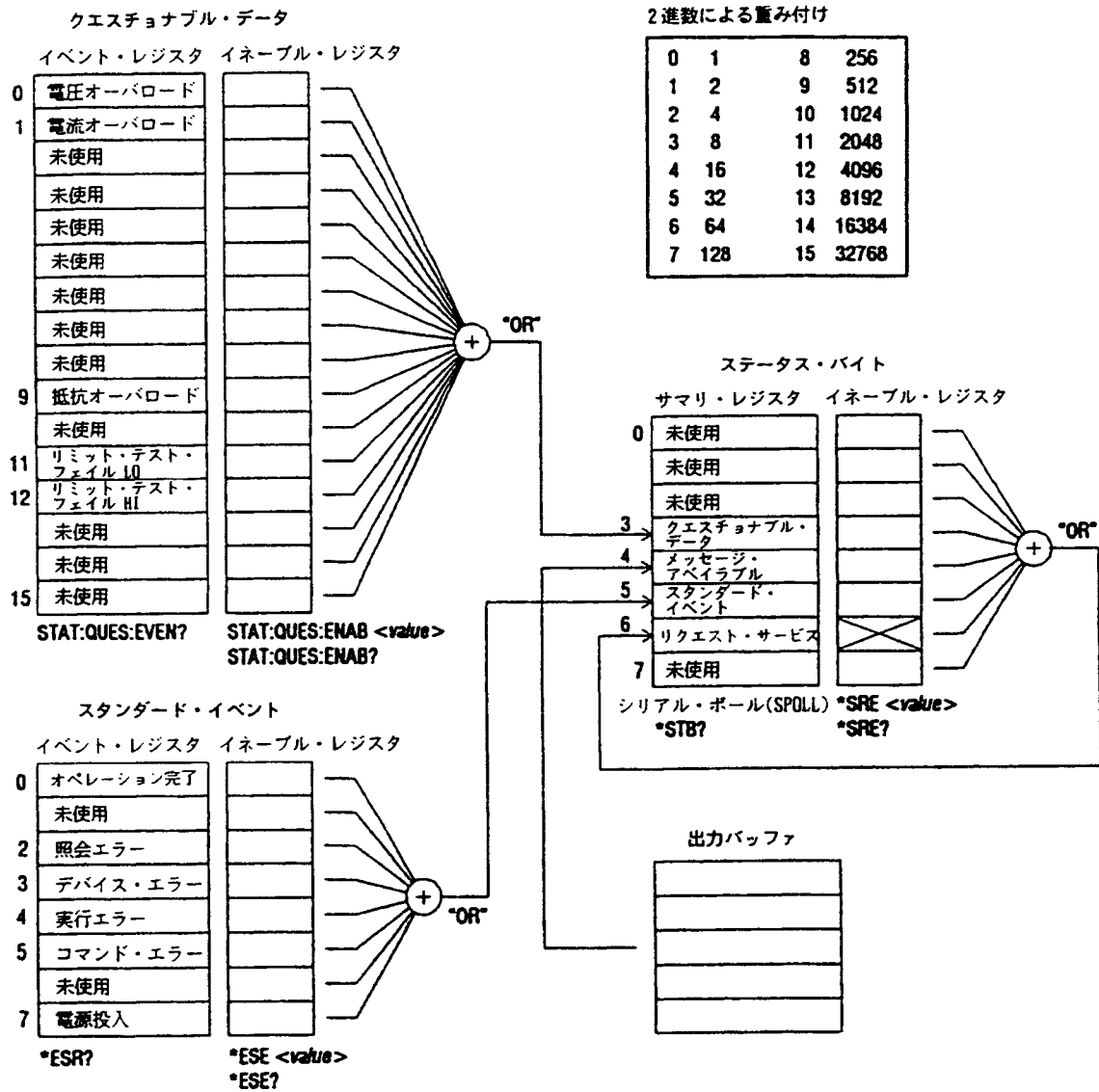
イベント・レジスタとは？

スタンダード・イベント・レジスタとクエスチョナブル・データ・レジスタには、イベント・レジスタがあります。イベント・レジスタは、マルチメータ内で定義されている条件を報告する読み取り専用レジスタです。イベント・レジスタ内のビットは、ラッチされています。一度イベント・ビットを設定すると、その後のステート変更は無視されます。イベント・レジスタ内のビットは、そのレジスタを照会すると (*ESR?, STAT:QUES:EVENT? など)、または *CLS (クリア・ステータス) コマンドを送るとクリアされます。リセット (*RST) またはデバイス・クリアでは、イベント・レジスタ内のビットはクリアされません。イベント・レジスタを照会すると、そのレジスタに設定されている全ビットを2進数で重み付けした値の合計に対応する10進数値が返されます。

イネーブル・レジスタとは？

イネーブル・レジスタでは、対応するイベント・レジスタ内のどのビットの論理ORedによって1つのサマリ・ビットを形成するかを定義します。イネーブル・レジスタは読み取りと書き込みの両方が可能です。イネーブル・レジスタは照会してもクリアされません。*CLS (クリア・ステータス) コマンドによって、イネーブル・レジスタはクリアされませんが、イベント・レジスタ内のビットはクリアされます。STATus:PRESet コマンドによって、クエスチョナブル・データ・イネーブル・レジスタがクリアされます。イネーブル・レジスタ内のビットをイネーブルにするには、レジスタ内のイネーブルにしたいビットを2進数で重み付けした値の合計に対応する10進数値を書き込まなければなりません。

SCPIステータス・システム



4

ステータス・バイト

ステータス・バイトのサマリ・レジスタは、その他のステータス・レジスタの状態を報告します。マルチメータの出力バッファで待機しているクウェリ・データは、直ちに「メッセージ・アベイラブル」ビット（ビット4）を通して報告されます。サマリ・レジスタ内のビットはラッチされていません。イベント・レジスタをクリアすると、ステータス・バイト・サマリ・レジスタ内の対応するビットもクリアされます。出力バッファのメッセージをすべて読み込むと（未処理のクウェリも含む）、メッセージ・アベイラブル・ビットがクリアされます。

ビット定義—ステータス・バイト・レジスタ

ビット	10進数値	定義
0 未使用	1	常に 0 に設定。
1 未使用	2	常に 0 に設定。
2 未使用	4	常に 0 に設定。
3 クエスチョナブル・データ	8	1つ以上のビットがクエスチョナブル・データ・レジスタに設定されている（ビットはイネーブル・レジスタで「イネーブル」になっていなければならない）。
4 メッセージ・アベイラブル	16	マルチメータの出力バッファにデータがある。
5 スタンダード・イベント	32	1つ以上のビットがスタンダード・イベント・レジスタに設定されている（ビットはイネーブル・レジスタで「イネーブル」になっていなければならない）。
6 リクエスト・サービス	64	マルチメータがサービスを要求している（シリアル・ポール）。
7 未使用	128	常に 0 に設定。

ステータス・バイトのサマリ・レジスタは、以下の場合にクリアされます。

- *CLS(クリア・ステータス) コマンドを実行したとき。
- スタンダード・イベントおよびクエスチョナブル・データ・レジスタを照会してサマリ・レジスタの各ビットだけをクリアしたとき。

ステータス・バイトのイネーブル・レジスタ（リクエスト・サービス）は、以下の場合にクリアされます。

- すでに*PSC 1コマンドを使用してマルチメータを構成してある状態で電源を投入したとき
- *SRE 0コマンドを実行したとき

すでに*PSC 0を使用してマルチメータを構成してある場合は、電源投入時にステータス・バイトのイネーブル・レジスタがクリアされることはありません。

サービス・リクエスト (SRQ) とシリアル・ポールの使用

この機能を使用するためには、バス・コントローラをIEEE-488サービス・リクエスト (SRQ) 割り込みに応答するように構成しなければなりません。ステータス・バイトのイネーブル・レジスタ (SRE) を使用して、どのサマリ・ビットでロー・レベルのIEEE-488 SRQ信号を設定するか選択します。ステータス・バイトの「リクエスト・サービス」ビット (ビット6) を設定すると、IEEE-488 SRQ割り込みメッセージは自動的にバス・コントローラへ送られます。すると、バス・コントローラはバス上の機器にポーリングを行い、サービス・リクエストを行った機器を識別します (ステータス・バイトにビット6が設定されている機器)。リクエスト・サービス・ビットがクリアされるのは、IEEE-488シリアル・ポールを使用してステータス・バイトを読み取ったときか、またはサマリ・ビットがサービス・リクエストを発生しているイベント・レジスタを読み取ったときだけです。

ステータス・バイトのサマリ・レジスタを読み取るには、IEEE-488シリアル・ポール・メッセージを送ります。サマリ・レジスタを照会すると、このレジスタに設定されているビットを2進数で重み付けした値の合計に対応する10進数値が返されます。シリアル・ポールによって、ステータス・バイトのサマリ・レジスタ内の「リクエスト・サービス」ビットが自動的にクリアされます。その他のビットは影響されません。シリアル・ポールを実行しても、機器のスループットは影響されません。

4

注 意

IEEE-488.2規格によって、バス・コントローラ・プログラムと測定器の間の同期が確実になるわけではありません。*OPC? コマンドを使用してすでに機器に送られていたコマンドが完了したことを確認してください。*RST、*CLSおよびその他のコマンドが完了する前にシリアル・ポールを実行すると、前の状態が報告されることがあります。

*STB?を使用したステータス・バイトの読み取り

*STB?(ステータス・バイト・クウェリ) コマンドは、シリアル・ポールとほとんど同じですが、その他の機器コマンドと同じように処理される点の違いがあります。*STB? コマンドはIEEE-488シリアル・ポールと同じ結果を返しますが、シリアル・ポールが発生した場合に「リクエスト・サービス」ビット(ビット6)がクリアされない点の違いがあります。*STB? コマンドはIEEE-488バス・インタフェース・ハードウェアによって自動的に処理されません。このコマンドが実行されるのは前のコマンドが完了してからです。*STB? コマンドを使ったポーリングはできません。*STB? コマンドを使っても、ステータス・バイトのサマリ・レジスタはクリアされません。

SRQ を使用してバス・コントローラに割り込む方法

- バス・デバイス・クリア・メッセージを送ります。
- *CLS (クリア・ステータス) コマンドでイベント・レジスタをクリアします。
- *ESE (スタンダード・イベント・レジスタ) と *SRE (ステータス・バイト・レジスタ) のイネーブル・マスクを設定します。
- *OPC?(オペレーション完了照会) コマンドを送り、確実に同期させるためにその結果を入力します。
- バス・コントローラのIEEE-488 SRQ割り込みをイネーブルにします。

いつコマンド・シーケンスが完了するか確認する方法

- デバイス・クリア・メッセージを送り、マルチメータの出力バッファをクリアします。
- *CLS (クリア・ステータス) コマンドでイベント・レジスタをクリアします。
- *ESE 1コマンド (スタンダード・イベント・レジスタ) を使って「オペレーション完了」をイネーブルにします。
- *OPC?(オペレーション完了照会) コマンドを送り、確実に同期させるためにその結果を入力します。
- プログラミング・コマンド文字列を送り、*OPC (オペレーション完了) コマンドを最後のコマンドとします。
- シリアル・ポールを使用して、いつビット5 (スタンダード・イベント) がステータス・バイトのサマリ・レジスタで設定されるか調べます。*SRE 32 (ステータス・バイト・イネーブル・レジスタ、ビット5) を送ってマルチメータをSRQ 割り込み用に構成することも可能です。

メッセージ・アベイラブル・ビット(MAV) の使用方法

ステータス・バイトの「メッセージ・アベイラブル」ビット（ビット4）を使用して、いつデータがバス・コントローラに読み込み可能になるか確認できます。マルチメータは、最初の読み取り値トリガが発生すると（または、TRIGger: SOURce: IMMediateを受け取ると）ビット4を設定します。その後、マルチメータは、出力バッファからすべてのメッセージが読み取られた場合にのみビット4をクリアします。

メッセージ・アベイラブル(MAV) ビットは、READ? コマンドに続いていつ最初の読み取りが得られるかだけ示します。これは、BUS やEXTeRnalなどのトリガ・イベントがいつ発生するか分からないときに便利です。

INITiateコマンド、続いてFETCh?を使用した場合は、すべての指定された測定が完了してからでないとMAV ビットは設定されません。読み取り値は、INITiateを使用したときにマルチメータの内部メモリに保存されます。FETCh?コマンドを送ると、読み取り値（INITiateコマンドによって内部メモリに保存されている）がマルチメータの出力バッファへ転送されます。したがって、MAV ビットはすべての測定が完了するまで設定できません。

4

*OPCを使用して、データが出力バッファへ入力されたときに信号を発生する

一般的に、コマンド・シーケンスが完了したときに信号を発生するには、スタンダード・イベント・レジスタで「オペレーション完了」ビット（ビット0）を使用するのが最良の方法です。このビットは、*OPCコマンドの実行後にレジスタ内で設定されます。マルチメータの出力バッファにメッセージをロードするコマンドの後に*OPCを送ると（読み取りデータまたはクエリ・データ）、オペレーション完了ビットを使用していつメッセージが使用可能になるか確認できます。ただし、*OPCコマンドを（連続的に）実行する前にメッセージが多く発生しすぎた場合は、出力バッファがいっぱいになり、マルチメータは読み取り値の捕獲を停止します。

スタンダード・イベント・レジスタ

スタンダード・イベント・レジスタには、次のタイプの測定器イベントが報告されます。すなわち電源投入時の検出、コマンド・シンタックス・エラー、コマンド実行エラー、セルフ・テストまたは校正エラー、照会エラー、そして*OPCコマンドが実行された場合です。これらはいずれもイネーブル・レジスタを介してスタンダード・イベント・サマリ・ビットで報告できます。イネーブル・レジスタ・マスクを設定するには、*ESE（イベント・ステータス・イネーブル）コマンドを使用して10進数値を書き込まなければなりません。

注記：エラー状態（スタンダード・イベント・レジスタのビット2、3、4、5）は、以下の場合を除いて、常にマルチメータのエラー待ち行列に1つ以上のエラーを記録します。SYSTEM:ERROR? を使ってエラー待ち行列を読み込みます。

読み込みオーバロード状態は、常にスタンダード・イベント・レジスタ（ビット3）とクエスチョナブル・データ・イベント・レジスタ（ビット0、1、または9）の両方に報告されます。ただし、エラー・メッセージはマルチメータのエラー待ち行列に記録されません。

ビット定義—スタンダード・イベント・レジスタ

ビット	10進数値	定義
0 バレージン 完了	1	*OPCコマンドの前のコマンドとそれを含む全コマンドが実行された。
1 未使用	2	常に0に設定。
2 照会エラー	4	マルチメータが出力バッファを読み取ろうとしたが空だった。または、前のクエリが読み取られる前に、新しいコマンド行が受信された。または、入力バッファと出力バッファの両方がいっぱいになっている。
3 デバイス・エラー	8	セルフ・テスト、校正、または読み取りオーバロードのエラーが発生した（第5章のエラー番号501～748を参照）。
4 実行エラー	16	実行エラーが発生した（第5章のエラー番号211～230を参照）。
5 コマンド・エラー	32	コマンド・シンタックス・エラーが発生した（第5章のエラー番号101～158を参照）。
6 未使用	64	常に0に設定。
7 電源投入	128	イベント・レジスタが前回読み取られてから、またはクリアされてから電源がオフになり、再びオンになった。

スタンダード・イベント・レジスタは以下の場合にクリアされます。

- *CLS(クリア・ステータス) コマンドを送ったとき
- *ESR?(イベント・ステータス・レジスタ) コマンドを使ってイベント・レジスタを照会したとき

ステータス・イベント・イネーブル・レジスタは以下の場合にクリアされます。

- すでに*PSC 1コマンドを使用して、マルチメータを構成してある状態で電源を投入したとき
- *ESE 0コマンドを実行したとき

すでに*PSC 0を使用してマルチメータを構成してある場合は、電源投入時にスタンダード・イベント・イネーブル・レジスタがクリアされることはありません。

クエスチョナブル・データ・レジスタ

クエスチョナブル・データ・レジスタには、マルチメータの測定結果の品質に関する情報が入ります。オーバーロード状態およびhi/lo リミット・テストの結果が報告されます。これらはいずれもイネーブル・レジスタを介してクエスチョナブル・データ・サマリ・ビットで報告できます。イネーブル・レジスタ・マスクを設定するには、STATUS:QUESTIONABLE:ENABLEコマンドを使用して10進数値を書き込まなければなりません。

注記：読み取りオーバーロード状態は、常にスタンダード・イベント・レジスタ（ビット3）およびクエスチョナブル・データ・イベント・レジスタ（ビット0、1、または9）の両方に報告されます。ただし、エラー・メッセージはマルチメータのエラー待ち行列に記録されません。

ビット定義—クエスチョナブル・データ・レジスタ

ビット	10進数値	定義
0 電圧オーバーロード	1	DC電圧、AC電圧、周波数、周期、ダイオード、レシオ測定のレンジ・オーバーロード
1 電圧オーバーロード	2	DC/AC 電流測定のレンジ・オーバーロード
2 未使用	4	常に0に設定
3 未使用	8	常に0に設定
4 未使用	16	常に0に設定
5 未使用	32	常に0に設定
6 未使用	64	常に0に設定
7 未使用	128	常に0に設定
8 未使用	256	常に0に設定
9 抵抗オーバーロード	512	2線式／4線式抵抗のレンジ・オーバーロード
10 未使用	1024	常に0に設定
11 リミット・フェイル LO	2048	読み取り値がリミット・テストの下限未満
12 リミット・フェイル HI	4096	読み取り値がリミット・テストの上限を超える
13 未使用	8192	常に0に設定
14 未使用	16384	常に0に設定
15 未使用	32768	常に0に設定

クエスチョナブル・データ・イベント・レジスタは、以下の場合にクリアされます。

- *CLS (クリア・ステータス) コマンドを実行したとき
- STATUS:QUESTIONable:EVENT?を使ってイベント・レジスタを照会したとき

クエスチョナブル・データ・イネーブル・レジスタは、以下の場合にクリアされます。

- 電源を投入したとき (*PSCは適用されない)
- STATUS:PRESet コマンドを実行したとき
- STATUS:QUESTIONable:ENABle 0コマンドを実行したとき

ステータス報告コマンド

SYSTEM:ERROR?

マルチメータのエラー待ち行列を照会します。最大20のエラーを待ち行列に保存できます。エラーは先入れ先出し（FIFO）方式で検索されます。エラー文字列には80文字まで格納できます。

STATUS:QUESTIONABLE:ENABLE <enable value>

クエスチョナブル・データ・イネーブル・レジスタのビットをイネーブルにします。選択したビットはステータス・バイトに報告されます。

STATUS:QUESTIONABLE:ENABLE?

クエスチョナブル・データ・イネーブル・レジスタを照会します。マルチメータは、イネーブル・レジスタに設定されているビットを表す2進数で重み付けされた10進数を返します。

STATUS:QUESTIONABLE:EVENT?

クエスチョナブル・データ・イベント・レジスタを照会します。マルチメータは、レジスタに設定されている全ビットを2進数で重み付けした値の合計に対応する10進数を返します。

STATUS:PRESet

クエスチョナブル・データ・イネーブル・レジスタの全ビットをクリアします。

***CLS**

ステータス・バイト・サマリ・レジスタおよび全イベント・レジスタをクリアします。

***ESE <enable value>**

スタンダード・イベント・イネーブル・レジスタのビットをイネーブルにします。選択したビットはステータス・バイトに報告されます。

***ESE?**

スタンダード・イベント・イネーブル・レジスタを照会します。マルチメータは、レジスタに設定されている全ビットを2進数で重み付けした値の合計に対応する10進数を返します。

***ESR?**

スタンダード・イベント・レジスタを照会します。マルチメータは、レジスタに設定されている全ビットを2進数で重み付けした値の合計に対応する10進数を返します。

***OPC**

このコマンドの実行後に、スタンダード・イベント・レジスタに「オペレーション完了」ビット（ビット0）を設定します。

***OPC?**

このコマンドの実行後に、出力バッファへ“1”を返します。

***PSC {0|1}**

電源投入時ステータス・クリア。電源投入時(*PSC 1)にステータス・バイトおよびスタンダード・イベント・レジスタのイネーブル・マスクがクリアされます。
*PSC 0が有効な場合は、電源を投入してもステータス・バイトおよびスタンダード・イベント・レジスタのイネーブル・マスクはクリアされません。[揮発性メモリ]

***PSC?**

電源投入時ステータス・クリア設定を照会します。“0”(*PSC 0)または“1”(*PSC 1)を返します。

***SRE <enable value>**

ステータス・バイト・イネーブル・レジスタのビットをイネーブルにします。

***SRE?**

ステータス・バイト・イネーブル・レジスタを照会します。マルチメータは、レジスタに設定されている全ビットを、2進数で重み付けした値の合計に対応する10進数を返します。

校正コマンド

マルチメータ構成手順の詳細については、サービス・ガイドを参照してください。

CALibration?

指定した校正値を使って校正を実行します (CALibration:VALueコマンド)。

CALibration:COUNT?

マルチメータの校正回数を照会します。値は校正ポイントごとに1ずつ増加するので、完全な校正を行うと数カウントずつ値が増えます。[不揮発性メモリ]

CALibration:SECure:CODE <new code>

新しい保護コードを入力します。保護コードを変更するには、まず古い保護コードを使ってマルチメータの校正保護を解除してから、新しいコードを入力します。校正コードの長さは最大12文字です。[不揮発性メモリ]

CALibration:SECure:STATE {OFF|ON}, <code>

マルチメータを校正保護するか校正保護を解除します。校正コードの長さは最大12文字です。[不揮発性メモリ]

CALibration:SECure:STATE?

マルチメータの保護ステートを照会します。“0”(OFF)または“1”(ON)を返します。

CALibration:STRing <quoted string>

マルチメータの校正情報を記録します。例えば、前回の校正日や次の校正予定日などの情報を保存できます。校正メッセージには、最大40文字まで使用できます。[不揮発性メモリ]

CALibration:STRing?

校正メッセージを照会し、< >内の文字列を返します。

CALibration:VALue <value>

校正手順で使用した既知の校正信号の値を指定します。

CALibration:VALue?

現在の校正値を照会します。

RS-232インタフェースの構成

第3章の「リモート・インタフェースの構成」(91ページ)も併せてご覧ください。

RS-232データ・フォーマット

スタート・ビット	7データ・ビット	パリティ・ビット	ストップ・ビット	ストップ・ビット
----------	----------	----------	----------	----------

- 11ビットの固定長データ・フォーマット
- スタート・ビット1つ
- 7データ・ビット+パリティ・ビット(奇数または偶数パリティ)またはパリティ・ビットなし(パリティ・ビットは“0”)の8データ・ビット
- ストップ・ビット2つ

マルチメータは、ボーレートに関係なく常にスタート・ビット1つとストップ・ビット2つを使用します。

ハードウェア・ハンドシェーク・モード (RS-232)

マルチメータは、バス・コントローラへのホールドオフ信号としてDTR(データ・ターミナル・レディ)を使用します。DTR(RS-232コネクタ上のピン4)が真であれば、バス・コントローラはデータをマルチメータへ送ることができます。DTRが偽になると、バス・コントローラは10文字以内でデータの送信を停止しなければなりません。そして、DTRが再度真になるまでそれ以上のデータは送れません。

マルチメータは2つの条件に基づいてDTR を偽に設定します。

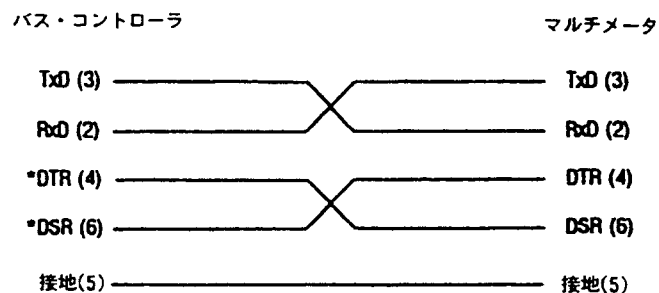
1. マルチメータの入力バッファがいっぱいになると(約100文字を受信した)、DTR が偽に設定されます。十分な数の文字が削除され、入力バッファにスペースができると、下記の条件2に当てはまらない限り、DTR が真に設定されます。
2. マルチメータが「トーク」したい、つまりクエリを処理し、<newline> メッセージ・ターミネータを見つけたとき、DTRを偽に設定します。これは、一度クエリがマルチメータへ送られると、バス・コントローラはさらにデータを送る前に返答を読み取らなければならないことを意味します。また、コマンド文字列の最後が<newline> になることも意味します。返答の出力後、マルチメータは再度DTR を真に設定します(条件1があてはまらない限り)。

マルチメータはDSR(データ・セット・レディ) 行を監視して、バス・コントローラがデータを受け取る準備が整う時期を判断します。マルチメータは各文字が送られる前にこの行(RS-232コネクタ上のピン6)をチェックし、DSR が偽であれば出力を中断します。DSR が真になると、転送が再開します。マルチメータの出力の中断中はDTR を偽のままにします。バス・コントローラがDSR を真にして転送を完了させるまで、デッドロックが継続します。

デッドロックは、進行中のオペレーションをクリアし、ペンディング出力を破棄する(IEEE-488デバイス・クリア・アクションと同じ)コントロールC文字を送ると解除できます。DTR が偽である間にマルチメータが正確にコントロールC文字を認識できるようにするには、バス・コントローラはまずDSR を偽に設定する必要があります。

ハードウェア・
ハンドシェーク・
モード (続き)

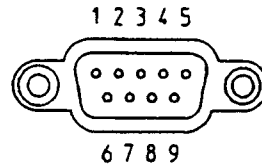
前ページの説明は、バス・コントローラもホールドオフ・ラインとしてDTRとDSRを使用している (QuickBASICで動作するAgilent Vectra コンピュータの場合は実際に使用)、ということを前提としています。インタフェース・ケーブルでは、マルチメータへのDSR 入力バス・コントローラのDTR出力になるように (あるいはその逆)、DTR ラインとDSR ラインを交換しなければなりません。



・ その他のバス・コントローラまたは言語の場合、使用するハードウェア・ハンドシェークのフォームを決めなければなりません。必要に応じてカスタマイズ・ケーブルを設置してホールドオフ・ラインを接続しなければならないこともあります。ご使用のバス・コントローラがハードウェア・ハンドシェークを使用しない場合、マルチメータのDSR 入力を常に真である信号に接続しなければなりません。これは、バス・コントローラは常にデータを受け取る準備が整っていないことを意味します。これを真にするためにボーレートを2400または4800に設定することもあります。

端末またはプリンタへの接続 (RS-232)

マルチメータのリア・パネルにあるRS-232コネクタは9ピン・コネクタ (DB-9、オス・コネクタ) です。適切に構成されたDTE コネクタ (DB-25) を使用すれば、どの端末またはプリンタもマルチメータを接続できます。使用できるインタフェース・ケーブルは、標準のAgilent 24542G または24542Hです。



RS-232コネクタ

ピン番号	入／出力	説明
1	出力	*リミット・テスト・パス
2	入力	受信データ (Rx D)
3	出力	送信データ (Tx D)
4	出力	データ・ターミナル・レディ (DTR)
5	—	信号接地 (SG)
6	入力	データ・セット・レディ (DST)
9	出力	*リミット・テスト・フェイル

- * TTL 出力は2つのジャンパをマルチメータにインストールしないと使用できません。詳細はサービス・ガイドを参照してください。

注 意

ピン1とピン9にパス／フェイル信号を出力するようにマルチメータを構成した場合は、RS-232インタフェースを使用しないでください。RS-232インタフェース回路の内部コンポーネントが損傷することがあります。

RS-232インタフェース・コマンド

SYSTem:LOCal

RS-232操作中にマルチメータをローカル・モードにします。フロント・パネル上のキーはすべて完全に機能します。

SYSTem:REMOte

RS-232操作中にマルチメータをリモート・モードにします。フロント・パネル上のキーはLOCALキーを除いてすべてディスエーブルになります。

SYSTem:RWLock

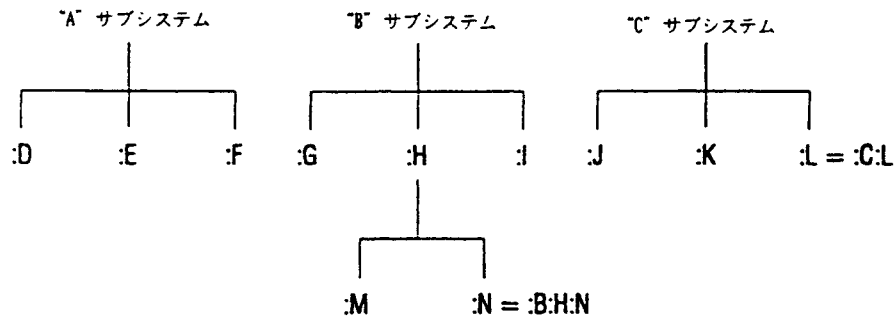
RS-232操作中にマルチメータをリモート・モードにします。フロント・パネル上のキーはLOCALキーを含めてすべてディスエーブルになります。

注 意

リモート操作用に構成されていないときに、RS-232インタフェースを介してデータを送受信すると予期せぬ結果になることがあります。RS-232インタフェースを使用するときは、必ずマルチメータがリモート操作用に構成されていることを確認してください。

SCPI言語について

プログラマブル計測器用標準コマンド (SCPI) でバス・コントローラからの計測器との通信方法を定義します。SCPI言語では、多くのバス・コントローラで使用するファイル・システムと似た階層構造を用います。コマンドの「ツリー」は、最上部に位置するルート・レベル・コマンド (「サブシステム」とも呼ばれる) で構成されており、各ルート・レベル・コマンドの下には複数のレベルがあります。それぞれの下位レベルのコマンドを実行するには、完全なパスを指定しなければなりません。



コロン (:) の使用 コマンド・キーワードの最初の文字がコロンである場合、次のコマンド・ニモニックがルート・レベルのコマンドであることを表します。2つのコマンド・ニモニックの間にコロンが挿入されると、コロンはコマンド・ツリーの (指定したルート・レベル・コマンドの) 現在のパスで1レベルだけ下へ移動します。コマンド・ニモニックはコロンを使って分離しなければなりません。コマンドが新しいプログラム行の最初である場合、先頭のコロンを省略できます。

セミコロン (;) の使用 セミコロンは、同一のコマンド文字列にある2つのコマンドを分離するときに使用します。セミコロンによって指定した現在のパスが変わることはありません。例えば、次の2つのステートメントは同じです。

```
:TRIG:DELAY 1;:TRIG:COUNT 10  
:TRIG:DELAY 1;COUNT 10
```

カンマ (,) の使用 1つのコマンドで複数のパラメータが必要な場合、カンマを使って隣接するパラメータを分離しなければなりません。

スペースの使用 スペース文字 ([タブ] または [スペース]) はコマンド・キーワードとパラメータを分離するときに使用します。一般に、スペース文字が無視されるのはパラメータ・リスト内だけです。

“ ? ” コマンドの使用 バス・コントローラはいつでもコマンドを送れますが、SCPI機器は返答を送るように指示されないと送れません。計測器に対して返答メッセージを送るように指示するのは、クウェリ・コマンド (最後に “ ? ” があるコマンド) だけです。クウェリは測定値または内部機器設定を返します。

注 意

2つのクウェリ・コマンドを送り、最初のコマンドの返答を読み取らずに2番目のレスポンスを読み取ろうとすると、最初の返答のデータの一部を受け取った後に2番目のコマンドに対する完全な返答を受け取ることがあります。これを避けるためには、返答を読み取らずにクウェリ・コマンドを送ることのないようにします。どうしてもそうせざるを得ない場合は、2番目のクウェリ・コマンドを送る前にデバイス・クリアを送ります。

コマンドとクウェリは同じプログラム行で送らないようにします。これを行うと、生成されたデータが多すぎる場合に出力データ・バッファがあふれることがあります。

“ * ” コマンドの使用 “ * ” で始まるコマンドは共通コマンドと呼ばれ、IEEE-488.2インタフェース規格に準拠しているすべての計測器で同じ機能を実行するときに必要です。“ * ” コマンドは、マルチメータのリセット、セルフ・テスト、ステータス・オペレーションを制御するときに使用します。

SCPIデータ・タイプ

SCPI言語はプログラム・メッセージおよび返答メッセージで使用するさまざまなデータ・フォーマットを定義します。計測器は柔軟性に富んだリスナであり、さまざまなフォーマットのコマンドやパラメータを受信できます。しかし、SCPI機器は精密なトークです。つまり、SCPI機器は特定のクエリに対して常に事前定義された固定フォーマットで応答します。

数値パラメータ 数値パラメータが必要なコマンドは、一般的に使用されている10進数を受け付けます（オプションの記号、小数点、科学表記法を含む）。MAXimum, MINimum, DEFaultなどの数値パラメータの特殊な値も受け付けます。また、工学単位サフィックス（M, k, m, u）も数値パラメータとともに送れます。特定の数値だけを受け付けられる場合は、マルチメータは入力された数値パラメータを自動的に丸めます。

ディスクリート・パラメータ ディスクリート・パラメータは、限られた数の値（BUS, IMMEDIATE, EXTERNALなど）を持つ設定のプログラミングに使用します。このパラメータには、コマンド・キーワードと同じくロング・フォームとショート・フォームがあります。大文字と小文字は混ぜて使用できます。クエリに対する返答は、常に大文字のショート・フォームで返されます。

ブール・パラメータ ブール・パラメータは、真か偽のいずれかであるシングル・バイナリ状態を表します。偽である場合、マルチメータは“OFF”または“0”を受け取ります。真のときは、“ON”または“1”を受け取ります。ブール設定を照会すると、常に“0”か“1”が返ります。

文字列パラメータ 事実上、文字列パラメータにはどのようなASCII キャラクタのセットも使用できます。文字列の最初と最後には、同じ引用符を付けなければなりません（一重引用符か二重引用符）。引用符デリミタを文字列の一部として使用するときは、文字を間に入れずに2回入力します。

入力メッセージ・ターミネータ

SCPI計測器に送るプログラム・メッセージは、最後に<newline> キャラクタを付けなければなりません。IEEE-488 EOI(end or identify) 信号は<newline> キャラクタとして解釈され、<newline> キャラクタの代わりにメッセージの終止キャラクタとして使えます。<newline> の前に<carriage return> も使用できます。多くのプログラミング言語では、メッセージ終止キャラクタやEOI ステートを各バス・トランザクションとともに自動的に送るように指定できます。メッセージを終止すると、常に現在のバスがルート・レベルに戻るよう設定されます。

出力データ・フォーマット

出力データのフォーマットは、下表に示すフォーマットの内の1つになります。

出力データのタイプ	出力データ・フォーマット
読み取りなしの照会	<80 ASCIIキャラクタ文字列
一回の読み取り (IEEE-488)	SD. DDDDDDDDESDD<nl>
複数読み取り (IEEE-488)	SD. DDDDDDDDESDD,.....,<nl>
一回の読み取り (RS-232)	SD. DDDDDDDDESDD<cr><nl>
複数読み取り (RS-232)	SD. DDDDDDDDESDD,.....,<cr><nl>
	S ー符号または+符号
	D 数字の桁
	E 指数
	<nl> ニューライン・キャラクタ
	<cr> キャリッジ・リターン・キャラクタ

デバイス・クリアを使用した測定の停止

デバイス・クリアはIEEE-488ロー・レベルのバス・メッセージで、進行中の測定を停止するときに使用します。他のプログラミング言語およびIEEE-488インタフェース・カードでは、それぞれの固有コマンドでこの機能にアクセスします。デバイス・クリア・メッセージを受信しても、ステータス・レジスタ、エラー待ち行列、そしてすべての構成ステートは変わりません。デバイス・クリアによって次のことが行われます。

- 進行中の測定がすべて中断する。
- マルチメータがトリガ「アイドル」ステートに戻る。
- マルチメータの入力および出力バッファがクリアされる。
- マルチメータが新しいコマンド文字列を受け付ける準備が整う。

RS-232を使用している場合、コントロールCキャラクタを送ると、IEEE-488のデバイス・クリア・メッセージを送ったときと同じオペレーションが行われます。マルチメータのDTR(データ・ターミナル・レディ) ハンドシェーク・ラインは、デバイス・クリア・メッセージの後、真になります。詳細は146 ページの「ハードウェア・ハンドシェーク・モード」を参照してください。

プリンタ用のTALK ONLY

マルチメータのGPIBアドレスをトーク・オンリ・モードを表す「31」に設定できます。このモードの場合、マルチメータはバス・コントローラによってアドレス指定されなくても読み取り値を直接プリンタへ出力できます。バス・コントローラを使用して、GPIBインタフェースからマルチメータを動作させる場合、アドレス31は有効アドレスになりません。

RS-232インタフェースを選択してからGPIBアドレスをトーク・オンリ・アドレス(31)に設定すると、マルチメータはRS-232インタフェースを介して読み取り値を送ります(ローカル・モード時)。

GPIB アドレスの設定

GPIB(IEEE-488)インタフェース上のデバイスはそれぞれ固有のアドレスがなければなりません。マルチメータのアドレスは0～31までの任意の値に設定できます。工場出荷時のマルチメータのアドレスは22に設定されています。アドレスは、マルチメータに電源を投入するとフロント・パネルに表示されます(91ページの「GPIB アドレス」を参照)。

On/OFF
Shift <

- 1 フロント・パネル・メニューをオンにします。

A: MEAS MENU

< <

- 2 このレベルのI/O MENUまで移動します。

E: I/O MENU

▽

- 3 1レベル下がって GPIB ADDRコマンドへ移動します。

1: GPIB ADDR

▽

- 4 「パラメータ」レベルまで下がってアドレスを設定します。

左右および上下の矢印キーを使ってアドレスを変えます。

^22 ADDR

Auto/Man
ENTER

- 5 変更内容をセーブし、メニューをオフにします。

アドレスは不揮発性メモリに保存され、電源をオフにしたりリモート・インタフェースをリセットしても変わりません。

リモート・インタフェースの選択

本器は GPIB (IEEE-488) インタフェースと RS-232C インタフェースの両方が装備された状態で出荷されます。一度にイネーブルにできるインタフェースは 1 つだけです。工場出荷時は、インタフェースは GPIB に設定されています (92 ページの「リモート・インタフェースの選択」を参照)。

On / OFF
Shift <

- 1 フロント・パネル・メニューをオンにします。

A: MEAS MENU

< <

- 2 このレベルの I/O MENU へ移動します。

E: I/O MENU

∇ >

- 3 1 レベル下がって INTERFACE コマンドまで移動します。

2: INTERFACE

∇

- 4 「パラメータ」レベルまで下がってインタフェースを選択します。

左右の矢印キーを使ってインタフェースの選択肢を見ます。GPIB/433 か RS-232C のいずれかを選択します。

GPIB / 488

Auto/Man
ENTER

- 5 変更内容をセーブしメニューをオフにします。

選択したインタフェースは不揮発性メモリに保存され、電源をオフにしたりリモート・インタフェースをリセットしても変わりません。

ボーレートの設定

RS-232を使用する場合、6種類のボーレートの中から1つを選択できます。工場出荷時のボーレートは9600です（93ページの「ボーレートの選択」を参照）。

On/Off
Shift <

- 1 フロント・パネル・メニューをオンにします。

A: MEAS MENU

< <

- 2 このレベルのI/O MENUへ移動します。

E: I/O MENU

√ > >

- 3 1レベル下がり、BAUD RATEコマンドまで移動します。

3: BAUD RATE

√

- 4 「パラメータ」レベルまで下がりボーレートを選択します。

左右の矢印キーを使ってボーレートの選択肢を見ます。ボーレートを 300、600、1200、2400、4800、9600の中から1つ選択します。

9600 BAUD

Auto/Man
ENTER

- 5 変更内容をセーブしメニューをオフにします。

選択したボーレートは不揮発性メモリに保存され、電源をオフにしたりリモート・インタフェースをリセットしても変わりません。

パリティの設定

RS-232を使用する場合、パリティを設定できます。本器は、工場出荷時に7データ・ビットの偶数パリティ用に構成されています（93ページの「パリティの選択」を参照）。

Un/Off
Shift <

- 1 フロント・パネル・メニューをオンにします。

A: MEAS MENU

< <

- 2 このレベルのI/O MENUへ移動します。

E: I/O MENU

▽ < <

- 3 1レベル下がってPARITYコマンドまで移動します。

4: PARITY

▽

- 4 「パラメータ」レベルまで下がってパリティを選択します。

左右の矢印キーを使ってパリティの選択肢を見ます。None（8データ・ビット）、Even（7データ・ビット）、Odd（7データ・ビット）の中から1つ選択します。パリティを設定すると、間接的にデータ・ビット数を設定することになります。

EVEN: 7 BITS

Auto/Man
ENTER

- 5 変更内容をセーブしメニューをオフにします。

選択したパリティは不揮発性メモリに保存され、電源をオフにしたりリモート・インタフェースをリセットしても変わりません。

プログラミング言語の選択

選択したリモート・インタフェースからマルチメータをプログラムする言語には3種類あり、その内の1つを選択します。工場出荷時の設定言語はSCPIです（94ページの「プログラミング言語の選択」を参照）。

Un./OFF
Shift <

- 1 フロント・パネル・メニューをオンにします。

A: MEAS MENU

< <

- 2 このレベルのI/O MENUへ移動します。

E: I/O MENU

▽ <

- 3 1レベル下がってLANGUAGEコマンドまで移動します。

5: LANGUAGE

▽

- 4 「パラメータ」レベルまで下がって言語を選択します。

SCPI、Agilent 3478A、Fluke 8840Aの中から1つを選択します。

SCPI

Auto/Man
ENTER

- 5 変更内容をセーブしメニューをオフにします。

選択した言語は不揮発性メモリに保存され、電源をオフにしたりリモート・インタフェースをリセットしても変わりません。

ほかのプログラミング言語と互換性

Agilent 34401A を、Agilent 3478AマルチメータまたはFluke 8840A/8842A マルチメータのいずれか一方のコマンドを受け付け、それを実行するように構成できます。リモート操作時にアクセスできるのは、選択したマルチメータ言語の機能だけです。SCPIプログラミング言語を使用した場合にのみ、Agilent 34401A の機能を完全に利用できます。フロント・パネル・メニューからはかの言語を選択する方法については、前ページの「プログラミング言語の選択」を参照してください。

実際には、他の2つのマルチメータで使えるコマンドはすべてAgilent 34401Aでも実行できます（セルフ・テスト・コマンドと校正コマンドを除く）。Agilent 34401A は常にSCPI言語の設定を使って校正しなければなりません。他の2つのマルチメータからの校正コマンドは実行されません。

ほかの言語との互換モードでは、測定タイミングが異なることがあるので注意してください。

Agilent 3478A言語の設定

以下に示すコマンドを除くすべてのAgilent 3478Aコマンドは、同じ操作でAgilent 34401Aによって受け付けられ、実行されます。リモート・インタフェース・プログラミングの詳細については、Agilent 3478Aの“Operating Manual”を参照してください。

Agilent 3478A コマンド	説明	Agilent 34401A の動作
C	校正を実行する	コマンドは受け付けられるが無視される
Device Clear	セルフ・テストとリセットを実行する	セルフ・テストは実行されない

Fluke 8840A/8842A言語の設定

以下に示すコマンドを除くすべてのFluke 8840A/8842A コマンドは、同じ操作で Agilent 34401A によって受け付けられ、実行されます。リモート・インタフェース・プログラミングの詳細については、Fluke 8840A または8842A の "Instruction Manual" を参照してください。

Fluke 8840A コマンド	説明	Agilent 34401A の動作
G2	校正入力プロンプトを得る	8840A/8842Aにエラー51が発生する
G4	校正ステータスを得る	"1000"を返す
P2	変数校正値をおく	8840A/8842Aにエラー51が発生する
P3	ユーザ定義メッセージをおく	8840A/8842Aにエラー51が発生する
Z0	セルフ・テストを実行する	セルフ・テストは実行されず、ステータス・バイトにエラーは記録されない
C0	入力を校正値として保存する	8840A/8842Aにエラー51が発生する
C1	A/D 校正を開始する	8840A/8842Aにエラー51が発生する
C2	高周波AC校正を開始する	8840A/8842Aにエラー51が発生する
C3	ERASE モードを入力する	8840A/8842Aにエラー51が発生する

SCPIの適合性について

以下に示すコマンドは、Agilent 34401A のデバイスに特定されているもので、SCPI規格の1991.0バージョンには含まれていません。しかし、これらのコマンドはSCPIフォーマットを考慮して設計されており、SCPI規格のすべてのシンタックス・ルールに準拠しています。

必要なSCPIコマンドの多くはマルチメータによって受け付けられますが、それらをすべて列挙することは書面の都合上できませんので本書ではその解説を割愛しています。また、それらのコマンドはほとんどの場合本章ですでに紹介したコマンドと同じ機能を持っています。

CALCulate :AVERage:MINimum? :AVERage:MAXimum? :AVERage:AVERage? :AVERage:COUNT? :DB:REfERENCE {<value> MIN MAX} :DB:REfERENCE? [MIN MAX] :DBM:REfERENCE {<value> MIN MAX} :DBM:REfERENCE? [MIN MAX] :FUNCTION {NULL DB DBM AVERage LIMIT} :FUNCTION? :LIMIT:LOWer {<value> MIN MAX} :LIMIT:LOWer? [MIN MAX] :LIMIT:UPPer {<value> MIN MAX} :LIMIT:UPPer? [MIN MAX] :NULL:OFFSet {<value> MIN MAX} :NULL:OFFSet? [MIN MAX] CALibration :COUNT? :SECure:CODE <new code> :SECure:STATe {OFF ON} <code> :SECure:STATe? :STRIing <quoted string> :STRIing? CONFigure :CONTinuity :DIODE INPut :IMPedance:AUTO {OFF ON} :IMPedance:AUTO?	MEASure :CONTinuity? :DIODE? SAMple :COUNT {<value> MIN MAX} :COUNT? [MIN MAX] [SENSe:] FUNCTION "CONTinuity" FUNCTION "DIODE" FREQuency:VOLTage:RANGe {<range> MIN MAX} FREQuency:VOLTage:RANGe? [MIN MAX] FREQuency:VOLTage:RANGe:AUTO {OFF ON} FREQuency:VOLTage:RANGe:AUTO? PERiod:VOLTage:RANGe {<range> MIN MAX} PERiod:VOLTage:RANGe? [MIN MAX] PERiod:VOLTage:RANGe:AUTO {OFF ON} PERiod:VOLTage:RANGe:AUTO? ZERO:AUTO? SYSTEM :LOCAL :REMOTE :FWLock
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

IEEE-488との適合性について

専用ハードウェア・ライン

ATN アテンション
IFC インタフェース・クリア
REN リモート・イネーブル
SRQ サービス・リクエスト割り込み

アドレス指定されたコマンド

DCL デバイス・クリア
EOI エンド/アイデンティティ・メッセージ・ターミネータ
GET グループ実行トリガ
GTL ローカルへ行く
LLO ローカル・ロックアウト
SDC 選択したデバイス・クリア
SPD シリアル・ボール・ディスエーブル
SPE シリアル・ボール・イネーブル

IEEE-488.2共通コマンド

*CLS
*ESE<enable value>
*ESE
*ESR?
*IDN?
*OPC
*OPC?
*PSC {0 | 1}
*PSC?

*RST
*SRE<enable value>
*SRE?
*STB?
*TRG
*TST?

第5章 エラー・メッセージ

エラー・メッセージ

フロント・パネルの**ERROR** アナシエータが点灯すると、1つ以上のコマンド・シンタックス・エラーまたはハードウェア・エラーが検出されたことを表します。マルチメータのエラー待ち行列には最大20までのエラー記録が保存されます。エラーはFIFO方式で検索されます。85ページの「エラー状態」を参照してください。

- フロント・パネル・メニューからエラー待ち行列を読み取る

3: ERROR (SYS MENU)

ERROR アナシエータが点灯したら、**Shift** **>** (Menu Recall) を押して待ち行列に保存されているエラーを読みます。エラーは「パラメータ」レベル上に横一列に表示されます。エラー待ち行列は、電源をオフにするか *CLS (クリア・ステータス) コマンドを実行するとクリアされます。

ERR 1: -113

待ち行列内の最初のエラー ————— エラー・コード

- リモート・インタフェースからエラー待ち行列を読み取るには、次のコマンドを入力します。

SYSTem:ERRor?

エラーのフォーマットは次のとおりです (エラー文字列の文字数は最大80)。

-113, "Undefined header"

実行エラー

- 101 **Invalid character**
コマンド文字列に無効な文字が見つかりました。コマンド・ヘッダやパラメータ内に#、\$、%などの文字を挿入したことが考えられます。
例: **CONF:VOLT#DC**
- 102 **Syntax error**
コマンド文字列に無効シンタックスが見つかりました。コマンド・ヘッダ内でコロンの前または後に、またはカンマの前にブランク・スペースを挿入したことが考えられます。
例: **SAMP:COUN ,1**
- 103 **Invalid separator**
コマンド文字列に無効な区切り記号が見つかりました。コロン、セミコロン、ブランク・スペースの代わりにカンマを使用したか、カンマの代わりにブランク・スペースを使用したことが考えられます。
例: **TRIG:COUN,1 or CONF:FREQ 1000 0.1**
- 104 **Data type error**
コマンド文字列に間違ったパラメータ・タイプが見つかりました。文字列でなければならないところに数値を指定したことが考えられます（またはその逆）。
例: **DISP:TEXT 5.0**
- 105 **GET not allowed**
グループ実行トリガ（GET）はコマンド文字列で使用できません。
- 108 **Parameter not allowed**
入力されたパラメータが多すぎます。余分のパラメータを入力したか、パラメータを受け付けないコマンドにパラメータを追加したことが考えられます。
例: **READ? 10**
- 109 **Missing paramter**
入力されたパラメータが少なすぎます。そのコマンドに必要な1つまたは複数のパラメータを省略したことが考えられます。
例: **SAMP:COUN**

- 112 Program mnemonic too long
許容範囲の12文字を超えるコマンド・ヘッダが受信されました。
例: **CONFIGURATION:VOLT:DC**
- 113 Undefined header
マルチメータに対して有効ではないコマンドが受信されました。コマンドのスペルを間違えたか、無効なコマンドであることが考えられます。コマンドのショート・フォームを使用する場合、4文字を超えてはいけないことに注意してください。
例: **TRIGG:COUN 3**
- 121 Invalid character in number
パラメータ値に指定した数値に無効な文字が見つかりました。
例: **STAT:QUES:ENAB #B01010102**
- 123 Numeric overflow
指数が32,000を超える数値パラメータが見つかりました。
例: **TRIG:COUN 1E34000**
- 124 Too many digits
仮数部が255桁を超える（先頭のゼロを除く）数値パラメータが見つかりました。
- 131 Invalid suffix
数値パラメータのサフィックスが間違っ指定されています。サフィックスのスペルを間違えたことが考えられます。
例: **TRIG:DEL 0.5 SECS**
- 138 Suffix not allowed
サフィックスを受け付けない数値パラメータの後にサフィックスを受信しました。
例: **SAMP:COUN 1 SEC** (SECは有効なサフィックスではない)
- 141 Invalid character data
そのコマンドには無効なディスクリート・パラメータを受信しました。無効なパラメータを選択したことが考えられます。
例: **CALC:FUNC SCALE** (SCALE は有効な選択肢ではない)

- 148 **Character data not allowed**
キャラクタ文字列か数値パラメータでなければならないところにディスクリート・パラメータを受信しました。パラメータ・リストを調べて、有効なパラメータ・タイプを使用したかどうか確認してください。
例: **DISP:TEXT ON**
- 151 **Invalid string data**
無効なキャラクタ文字列を受信しました。キャラクタ文字列を一重または二重の引用符で囲ったか調べてください。
例: **DISP:TEXT ON** (最後の引用符が抜けている)
- 158 **String data not allowed**
コマンドに使用できないキャラクタ文字列を受信しました。パラメータ・リストを調べて有効なパラメータ・タイプを使用したかどうか確認してください。
例: **CALC:STAT 'ON'**
- 160~-168 **Block data errors**
マルチメータはブロック・データを受け付けません。
- 170~-178 **Expression errors**
マルチメータは数式を受け付けません。
- 211 **Trigger ignored**
グループ実行トリガ(GET) または*TRGを受信しましたが、トリガは無視されました。トリガを発生する前に、マルチメータが「トリガ待ち」状態になっていること、および正しいトリガ・ソースが選択されていることを確認します。
- 213 **Init ignored**
INITiateコマンドを受信したが、測定がすでに進行中なので実行できません。デバイス・クリアを送り、進行中の測定を停止してから、マルチメータを「アイドル」状態にします。
- 214 **Trigger deadlock**
トリガ・ソースがBUS で、バス・トリガが受信される前にREAD? コマンドが受信された場合にトリガ・デッドロックが発生します。

- 221 Settings conflict
このエラーは次のいずれかの状態で発生します。
- オートレンジがイネーブルであり分解能が固定されている状態で、CONFIGure またはMEASure コマンドを送った。
例: **CONF:VOLT:DC DEF,0.1**
 - 演算機能をオンにしてから (CALC:STAT ON)、現在の測定機能には無効である演算機能に変更した。例えば、dB測定は2線式抵抗には無効であり、その結果演算ステートがオフになります。
- 222 Data out of range
数値パラメータの値がコマンドの有効範囲を超えています。
例: **TRIG:COUN -3**
- 223 Too much data
キャラクタ文字列を受信したが、文字列の長さが12文字を超えるので実行できません。このエラーはCALibration:STRingコマンドとDISPlay:TEXTコマンドで発生することがあります。
- 230 Data stale
FETCH?コマンドを受信したが内部読み取り値メモリが空です。検索された読み取り値は無効になることがあります。
- 330 Self-test failed
リモート・インタフェースから(*TST?コマンド) のマルチメータの完全なセルフ・テストが不合格になりました。このエラーだけでなく、さらにセルフ・テスト・エラーが報告されます。「セルフ・テスト・エラー」 (173 ページ) も参照してください。
- 350 Too many errors
20を超えるエラーが発生したのでエラー待ち行列がいっぱいになりました。待ち行列からエラーを削除しない限り、これ以上のエラーは保存されません。エラー待ち行列をクリアするには、電源をオフにするか、*CLS (クリア・ステート) コマンドを実行します。

- 410 **Query INTERRUPTED**
データを出力バッファへ送るコマンドを受信しましたが、出力バッファには前のコマンドのデータが入っています（前のデータは重ね書きされない）。出力バッファをクリアするには、電源をオフにするか、*RST（リセット）コマンドを実行します。
- 420 **Query UNTERMINATED**
マルチメータはトーカ（インタフェースを介してデータを送る）にアドレス指定されていますが、データを出力バッファへ送るためのコマンドを受信していません。例えば、CONFIGure コマンド（データを発生しない）を実行してから、リモート・インタフェースからデータを読み取るためにENTER ステートメントを試みたことが考えられます。
- 430 **Query DEADLOCKED**
出力バッファに入りきれないデータを生成するコマンドを受信したときに、入力バッファもいっぱいになっています。コマンドの実行は続行されますがデータはすべて失われます。
- 440 **Query UNTERMINATED after indefinite response**
*IDN? コマンドはコマンド文字列内で最後のクウェリ・コマンドでなければなりません。
例： *IDN?;:SYST:VERS?
- 501 Isolator UART framing error
- 502 Isolator UART overrun error
- 511 RS-232 framing error
- 512 RS-232 overrun error
- 513 RS-232 parity error
- 514 Command allowed only with RS-232
RS-232インタフェースだけに使用できるコマンドが3つあります(SYSTem:LOCa1、SYSTem:REMOte、SYSTem:RWLock)。

- 521 Input buffer overflow
- 522 Output buffer overflow
- 531 Insufficient memory
メモリが不十分なのでINITiateコマンドを使って要求された数の読み取り値を内部メモリに保存できません。サンプル・データ数 (SAMPLE:COUNT) とトリガ数 (TRIGGER:COUNT) の積は、512の読み取り数を超えることはできません。
- 532 Cannot achieve requested resolution
マルチメータが要求された測定分解能を達成できません。CONFIGure コマンドまたはMEASure コマンドに無効な分解能を指定したことが考えられます。
- 540 Cannot use overload as math reference
マルチメータはヌル/dB測定の演算基準としてオーバーロード読み取り値 (9.90000000E+37) を保存できません。この結果、演算ステートはオフになります。
- 550 Command not allowed in local
マルチメータがRS-232オペレーションのローカル・モードにあるときにREAD? コマンドを受信しました。インタフェースを介して別のコマンドを送る前に、必ずSYSTem:REMOte コマンドを実行しなければなりません。

セルフ・テスト・エラー

以下はセルフ・テスト中に不良が発生した場合のエラー・メッセージです。詳細については、サービス・ガイドを参照してください。

601	Front panel does not respond
602	RAM read/write failed
603	A/D sync stuck
604	A/D slope convergence failed
605	Cannot calibrate rundown gain
606	Rundown gain out of range
607	Rundown too noisy
608	Serial configuration readback failed
609	DC gain x1 failed
610	DC gain x10 failed
611	DC gain x100 failed
612	Ohms 500 nA source failed
613	Ohms 5 uA source failed
614	DC 1000V zero failed
615	Ohms 10 uA source failed

616	DC current sense failed
617	Ohms 100 uA source failed
618	DC high voltage attenuator failed
619	Ohms 1 mA source failed
620	AC rms zero failed
621	AC rms full scale failed
622	Frequency counter failed
623	Cannot calibrate precharge
624	Unable to sense line frequency
625	I/O processor does not respond
626	I/O processor failed self-test

校正エラー

以下は校正中にフェイルが発生した場合のエラー・メッセージです。詳細についてはサービス・ガイドを参照してください。

- | | |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 701 | Cal security disabled by jumper
校正保護機能がマルチメータ内部のジャンパによってディスエーブルになりました。電源投入時にこのエラーが発生してマルチメータが校正保護されていないことを知らせます。 |
| 702 | Cal secured
マルチメータが校正に対して保護されています。 |
| 703 | Invalid secure code
マルチメータを校正保護または保護を解除しようとしたとき、無効な校正保護コードが受信されました。マルチメータの保護を解除するには保護を施したときと同じ保護コードを使用しなければなりません（保護を施すときは解除したときと同じ保護コードを使用）。保護コードの長さは最大12文字の英数字とし、最初の文字は英文字でなければなりません。 |
| 704 | Secure code too long
12文字を超える保護コードを受信しました。 |
| 705 | Cal aborted
フロント・パネル・キーを押したか、デバイス・クリアを送ったか、あるいはマルチメータのローカル／リモート・ステートを変更したので、進行中の校正が中断しました。 |
| 706 | Cal value out of range
指定した校正值(CAL:VALUE)は、現在の機能およびレンジに対して無効です。 |
| 707 | Cal signal measurement out of range
指定した校正值(CAL:VALUE)は、マルチメータに加えられた信号に適合しません。 |
| 708 | Cal signal frequency out of range
AC校正用の入力信号周波数は、校正に必要な入力周波数に合いません。 |
| 709 | No cal for this function or range
AC電流、周期、導通、ダイオード、レシオ測定、または100MΩレンジでは校正を実行できません。 |

710	Full scale correction out of range
720	Cal DCV offset out of range
721	Cal DCI offset out of range
722	Cal RES offset out of range
723	Cal FRES offset out of range
724	Extended resistance self cal failed
730	Precharge DAC convergence failed
731	A/D turnover correction out of range
732	AC flatness DAC convergence failed
733	AC low frequency convergence failed
734	AC low frequency correction out of range
735	AC rms converter noise correction out of range
740	Cal checksum failed, secure state
741	Cal checksum failed, string data
742	Cal checksum failed, DCV corrections
743	Cal checksum failed, DCI corrections
744	Cal checksum failed, RES corrections
745	Cal checksum failed, FRES corrections
746	Cal checksum failed, AC corrections
747	Cal checksum failed, GPIB address
748	Cal checksum failed, internal data

第6章 アプリケーション・プログラム

アプリケーション・プログラム

本章では、ユーザの測定アプリケーション用にプログラムを開発する際に役立つリモート・インタフェース・アプリケーション・プログラムをいくつか紹介します。第4章「リモート・インタフェース・リファレンス」(103ページ)には、マルチメータのプログラミングに使用できるSCPI(プログラマブル計測器用標準コマンド)のシンタックスが記載されています。QuickBASICプログラム例は、Agilent 82335A GPIBインタフェース・カードとIBM®PCコンパチブルのコマンド・ライブラリとでプログラミングする場合の例です。

GPIB(IEEE-488)アドレスの工場出荷時設定は「22」です。本章で紹介する例では、GPIBアドレスが22に設定されているものとします。リモート・インタフェース・コマンドを送るときは、このアドレスをGPIBインタフェースのセレクト・コード(通常7)へ加えます。したがって、22のアドレスと7のセレクト・コードを組み合わせて「722」になります。

IBM は、International Business Machines Corporation の米国登録商標です。

MEASure?コマンドを使用したシングル測定

以下の例では、MEASure?コマンドを使って1回のAC電流測定を行います。これは、マルチメータを測定用にプログラムする一番簡単な方法です。ただし、MEASure?コマンドにはあまり柔軟性がありません。この例はBASICとQuickBASICで書かれています。

BASICを使用したGPIBオペレーション

```
10 REAL Rdg
20 ASSIGN @Dmm TO 722
30 CLEAR 7          ! GPIB とdmm をクリアする
40 OUTPUT @Dmm; "*RST" ! dmm をリセットする
50 OUTPUT @Dmm; "*CLS" ! dmm ステータス・レジスタをクリアする
60 OUTPUT @Dmm; "MEASURE:CURRENT:AC? 1A,0.001MA" ! 1 amp ACレンジに設定する
70 ENTER @Dmm; Rdg
80 PRINT Rdg
90 END
```

QuickBASICを使用したGPIBオペレーション

```
REM $Include "QBSetup"
DEV%=722
INFO1$="*RST"
LENGTH1%=LEN(INFO1$)
INFO2$="*CLS"
LENGTH2%=LEN(INFO2$)
INFO3$="MEASURE:CURRENT:AC? 1A,0.001MA"
LENGTH3%=LEN(INFO3$)

Call IOCLEAR(DEV%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO1$, LENGTH1%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO2$, LENGTH2%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO3$, LENGTH3%)
Call IOENTER(DEV%,Rdg)
Print Rdg
END
```

CONFigureコマンドを使用した演算機能

以下の例では、CONFigure コマンドをdBm 演算機能で使します。CONFigure コマンドは、MEASure?コマンドに比べてプログラミングに多少柔軟性があります。このため、マルチメータの構成を「段階的」に変更できます。この例はBASICとQuickBASIC（次ページ参照）で書かれています。

BASICを使用したGPIBオペレーション

```
10 DIM Rdgs(1:5)
20 ASSIGN @Dmm TO 722
30 CLEAR 7 ! GPIBとdmm をクリアする
40 OUTPUT @Dmm; "*RST" ! dmm をリセットする
50 OUTPUT @Dmm; "*CLS" ! dmm ステータス・レジスタをクリアする
60 OUTPUT @Dmm; "CALC:DBM:REF 50" ! 50Ω基準抵抗
70 OUTPUT @Dmm; "CONF:VOLT:AC 1,0.001" ! dmm を1amp ACレンジに設定する
80 OUTPUT @Dmm; "DET:BAND 200" ! 200Hz(高速) ACフィルタを選択する
90 OUTPUT @Dmm; "TRIG:COUN 5" ! dmm が5トリガを受け付ける
100 OUTPUT @Dmm; "TRIG:SOUR IMM" ! トリガ・ソースはIMMediate
110 OUTPUT @Dmm; "CALC:FUNC DBM" ! dBm 機能を選択する
120 OUTPUT @Dmm; "CALC:STAT ON" ! 演算をイネーブルにする
130 OUTPUT @Dmm; "READ?" ! 読み取り値を得る、出力バッファへ送る
140 ENTER @Dmm; Rdgs(*)
150 PRINT USING "K,/"; Rdgs(*)
160 END
```

```

REM $Include "QBSetup"
DEV%=722
INFO1$="*RST"
LENGTH1%=LEN(INFO1$)
INFO2$="*CLS"
LENGTH2%=LEN(INFO2$)
INFO3$="CALC:DBM:REF 50"
LENGTH3%=LEN(INFO3$)
INFO4$="CONF:VOLT:AC 1,0.001"
LENGTH4%=LEN(INFO4$)
INFO5$="DET:BAND 200"
LENGTH5%=LEN(INFO5$)
INFO6$="TRIG:COUN 5"
LENGTH6%=LEN(INFO6$)
INFO7$="TRIG:SOUR IMM"
LENGTH7%=LEN(INFO7$)
INFO8$="CALC:FUNC DBM"
LENGTH8%=LEN(INFO8$)
INFO9$="CALC:STAT ON"
LENGTH9%=LEN(INFO9$)
INFO10$="READ?"
LENGTH10%=LEN(INFO10$)
DIM A(1:5)
Actual%=0

Call IOCLEAR(DEV%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO1$, LENGTH1%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO2$, LENGTH2%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO3$, LENGTH3%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO4$, LENGTH4%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO5$, LENGTH5%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO6$, LENGTH6%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO7$, LENGTH7%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO8$, LENGTH8%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO9$, LENGTH9%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO10$, LENGTH10%)
Call IOENTER(DEV%, Seg A(1),5,Actual%)
For I=1 to 5
    Print A(I);
Next I
END

```

ステータス・レジスタの使用

以下の例は、マルチメータのステータス・レジスタを使用して、いつコマンド・シーケンスが完了するか調べる方法を示しています。詳細は「SCPIステータス・モデル」(132ページ)を参照してください。この例はBASICとQuickBASIC(184ページ参照)で書かれています。

BASICを使用した GPIB オペレーション

```
10  REAL Aver,Min_rdg,Max_rdg
20  INTEGER Val,Hpib,Mask,Task
30  ASSIGN @Dmm TO 722
40  CLEAR 7                ! GPIBとdmm をクリアする
50  OUTPUT @Dmm; "**RST"    ! dmm をリセットする
60  OUTPUT @Dmm; "**CLS"    ! dmm ステータス・レジスタをクリアする
70  OUTPUT @Dmm; "**ESE 1"  ! 「オペレーション完了」ビットをイネーブルにし、ステータス
                        ! ・バイトの「スタンダード・イベント」ビットを設定する
80  OUTPUT @Dmm; "**SRE 32" ! ステータス・バイトの「スタンダード・イベント」ビットをイ
                        ! ネーブルにし、IEEE-488 SRQラインをアクティブにする
90  OUTPUT @Dmm; "**OPC?"   ! 同期を確実にする
100 ENTER @Dmm; Val
110 !
120 ! マルチメータを測定用に構成する
130 !
140 OUTPUT @Dmm; "CONF:VOLT:DC 10" ! dmm を10 Vdcレンジに設定する
150 OUTPUT @Dmm; "VOLT:DC:NPLC 10" ! 積分時間を10 PLCに設定する
160 OUTPUT @Dmm; "TRIG:COUN 100"   ! dmm が100 トリガを受け付ける
170 OUTPUT @Dmm; "CALC:FUNC:AVER;STAT ON" ! MIN-MAX を選択し、演算をイネーブルにする
180 OUTPUT @Dmm; "INIT"           ! dmm を「トリガ待ち」ステートにする
190 OUTPUT @Dmm; "**OPC"           ! 測定の完了時にスタンダード・イベント・レジスタの「オペレ
                        ! ーション完了」ビットを設定する

200 !
210 Hpib=7
220 ON INTR Hpib GOSUB Read_data
230 Mask=2                ! ビット1はSRQ
240 ENABLE INTR Hpib;Mask ! SRQ をイネーブルにし、プログラムに割り込む
250 !
260 ! データを待っている間にその他のタスクを実行する
270 !
```

Continued on next page ➡

```

280 Task=1
290 WHILE Task=1
300   DISP "Taking Readings"
310   WAIT .5
320   DISP ""
330   WAIT .5
340 END WHILE
350 DISP "AVE = ";Aver; "      MIN = ";Min_rdg; "      MAX = ";Max_rdg
360 STOP
370 !
380 Read_data:      !
390 OUTPUT @Dmm; "CALC:AVER:AVER?;MIN?;MAX?"  ! 平均、最小値、最大値を読み取る
400 ENTER @Dmm; Aver, Min_rdg, Max_rdg
410 OUTPUT @Dmm; "*CLS"      ! dmm ステータス・レジスタをクリアする
420 Task=0
430 RETURN
440 END

```



```
REM $Include "QBSetup"
ISC%=7
DEV%=722
INFO1$="*RST"
LENGTH1%=LEN(INFO1$)
INFO2$="*CLS"
LENGTH2%=LEN(INFO2$)
INFO3$="*ESE 1"
LENGTH3%=LEN(INFO3$)
INFO4$="*SRE 32"
LENGTH4%=LEN(INFO4$)
INFO5$="*OPC?"
LENGTH5%=LEN(INFO5$)
INFO6$="CONF:VOLT:DC 10"
LENGTH6%=LEN(INFO6$)
INFO7$="VOLT:DC:NPLC 10"
LENGTH7%=LEN(INFO7$)
INFO8$="TRIG:COUN 100"
LENGTH8%=LEN(INFO8$)
INFO9$="CALC:FUNC:AVER;STAT ON"
LENGTH9%=LEN(INFO9$)
INFO10$="INIT"
LENGTH10%=LEN(INFO10$)
INFO11$="*OPC"
LENGTH11%=LEN(INFO11$)
INFO12$="CALC:AVER:AVER?;MIN?;MAX?"
LENGTH12%=LEN(INFO12$)
INFO13$="*CLS"
LENGTH13%=LEN(INFO13$)
DIM A(1:3)
Actual%=0
Reading=0
```

Continued on next page ➡

```
Call IOCLEAR(DEV%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO1$, LENGTH1%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO2$, LENGTH2%)
ON PEN GOSUB RESULTS
PEN ON
Call IOPEN(ISC%,0)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO3$, LENGTH3%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO4$, LENGTH4%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO5$, LENGTH5%)
Call IOENTER(DEV%,Reading)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO6$, LENGTH6%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO7$, LENGTH7%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO8$, LENGTH8%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO9$, LENGTH9%)
BACK:GOTO BACK
RESULTS:
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO10$, LENGTH10%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO11$, LENGTH11%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO12$, LENGTH12%)
Call IOENTERA(DEV%, Seg A(1),3,Actual%)
For I=1 to 3
    Print A(I);
Next I
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO13$, LENGTH13%)
END
```

QuickBASICを使用したRS-232オペレーション

以下の例は、QuickBASICを使用し、RS-232インタフェースを介してコマンド命令を送り、コマンドの応答を受け取る方法を示しています。

QuickBASICを使用したRS-232オペレーション

```
CLS
LOCATE 1, 1
DIM cmd$(100), resp$(1000)
' Set up serial port for 9600 baud, even parity, 7 bits;
' Ignore Request to Send and Carrier Detect; Send line feed,
' enable parity check, reserve 1000 bytes for input buffer
'
OPEN "com1:9600,e,7,2,rs,cd,lf,pe" FOR RANDOM AS #1 LEN = 1000
'
' Put the multimeter into the remote operation mode
PRINT #1, ":SYST:REM"
'
' Query the multimeter's id string
'
PRINT #1, "*IDN?"
LINE INPUT #1, resp$
PRINT "*IDN? returned: ", resp$
'
' Ask what revision of SCPI the multimeter conforms to
PRINT #1, ":SYST:VERS?"
LINE INPUT #1, resp$
PRINT ":SYST:VERS? returned: ", resp$
'
' Send a message to the multimeter's display, and generate a beep
PRINT #1, ":SYST:BEEP::DISP:TEXT 'HP 34401A'"
'
' Configure the multimeter for dc voltage readings,
' 10 V range, 0.1 V resolution, 4 readings
PRINT #1, ":CONF:VOLT:DC 10,0.1::SAMP:COUN 4"
' Trigger the readings, and fetch the results
PRINT #1, ":READ?"
LINE INPUT #1, resp$
PRINT ":READ? returned: ", resp$
END
```

Turbo C を使用したRS-232オペレーション

以下の例は、ATパーソナル・コンピュータを割り込みドリブンの COMポートを使用した通信用にプログラムする方法を示しています。SCPIコマンドを、Agilent 34401A に送り、情報を照会するコマンドに対する返答を受け取ることができます。下記のプログラムはTurbo Cで書かれており、わずかな変更だけでMicrosoft® Quick C でも使用できます。

Turbo Cを使用したRS-232オペレーション

```
#include <bios.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <dos.h>
#include <conio.h>

#define EVEN_7 (0x18 | 0x02 | 0x04) /* 偶数パリティ、7データ、2ストップ */
#define ODD_7 (0x08 | 0x02 | 0x04) /* 奇数パリティ、7データ、2ストップ */
#define NONE_8 (0x00 | 0x03 | 0x04) /* パリティなし、8データ、2ストップ */
#define BAUD300 0x40
#define BAUD600 0x60
#define BAUD1200 0x80
#define BAUD2400 0xA0
#define BAUD4800 0xC0
#define BAUD9600 0xE0

/* 8250 UART レジスタ */
#define COM 0x3F8 /* COM1ベース・ポート・アドレス */
#define THR COM+0 /* LCR ビット7 = 0 */
#define RDR COM+0 /* LCR ビット7 = 0 */
#define IER COM+1 /* LCR ビット7 = 0 */
#define IIR COM+2 /* 以下ビット7は関係しない */
#define LCR COM+3
#define MCR COM+4
#define LSR COM+5
#define MSR COM+6
```

Continued on next page ➡

```

#define IRQ4_int      0xC      /* IRQ4割り込みベクタ番号 */
#define IRQ4_enab     0xEF     /* IRQ4割り込みコントローラ・イネーブル・マスク */
#define INT_controller 0x20     /* 8259割り込みコントローラ・アドレス */
#define End_of_interrupt 0x20 /* Non-specific end of interrupt コマンド */

void interrupt int_char_in(void);
void send_ctlc(void);

#define INT_BUF_size  9000

char int_buf[INT_BUF_size], *int_buf_in = int_buf, *int_buf_out = int_buf;
unsigned int int_buf_count = 0;
unsigned char int_buf_ovfl = 0;

int main(int argc, char *argv[])
{
    void interrupt (*oldvect)();
    char command[80], c;
    int i;

    oldvect = getvect(IRQ4_int); /* 古い割り込みベクタをセーブする */
    setvect(IRQ4_int, int_char_in); /* 新しい割り込みハンドラをセットアップする */
    bioscom(0, BAUD9600 | EVEN_7, 0); /* COM1を初期設定する */
    outportb(MCR, 0x9); /* IRQ バッファをイネーブルにする、DTR = 1 */
    outportb(IER, 0x1); /* UARTデータ受信割り込みをイネーブルにする */

    /* 8259割り込みコントローラ・レジスタ内のIRQ4をイネーブルにする */
    outportb(INT_controller+1, inportb(INT_controller+1) & IRQ4_enab);

    do {
        if(int_buf_ovfl) {
            printf("\nBuffer Overflow!!!\n\n");
            int_buf_in = int_buf_out = int_buf;
            int_buf_count = int_buf_ovfl = 0;
        }
    }

```

Continued on next page ➡

```

printf("\nEnter command string:\n");
gets(command); strcat(command, "\n"); /* SCPIにライン・フィードが必要 */

if(command[0] == 0x19) send_ctlc(); /* `Y`であれば、`C`を送る */
else if(command[0] != 'q') {
    for(i=0; i<strlen(command); i++) {
        /* DSRおよびトランスミッタ・ホールド・レジスタが空になるのを待つ */
        while(!(inportb(LSR) & inportb(MSR) & 0x20));
        outportb(THR, command[i]); /* 文字を送る */
    }
}

if(strpbrk(command, "?") != 0) { /* クエリであれば、返答を得る */
    c = 0;
    do {
        while(int_buf_count && !kbhit()) {
            putchar(c = *int_buf_out++); int_buf_count--;
            if(int_buf_out >= int_buf + INT_BUF_size) int_buf_out = int_buf;
        }

        if(kbhit()) {
            if(getch() == 0x19) send_ctlc(); /* `Y`であれば、`C`を送る */
            c = 0xa; /* ループを終了する */
        }
    } while(c != 0xa);
} /* End if */

while(command[0] != 'q'); /* `q`でプログラムを終了する */

outportb(IER, inportb(IER) & 0xfe); /* UART割り込みをディスエーブルにする */
outportb(MCR, 0x1); /* IRQバッファをディスエーブルにする、DTR = 1 */
/* 8259割り込みコントローラ・レジスタ内のIRQ4をディスエーブルにする */
outportb(INT_controller+1, inportb(INT_controller+1) | ~IRQ4_enab);
setvect(IRQ4_int, oldvect); /* 古い割り込みベクタをリストアする */

return(0);
}

```

Continued on next page ➡

```

void interrupt int_char_in(void)
{
    enable(); /* ハードウェア割り込みをイネーブルにする */
    if(int_buf_count < INT_BUF_size) {
        *int_buf_in++ = inportb(RDR); /* UARTからバイトを読み込む */
        int_buf_count++;
        if(int_buf_in >= int_buf + INT_BUF_size) int_buf_in = int_buf;
        int_buf_ovfl = 0;
    }
    else {
        inportb(RDR); /* UART割り込みをクリアする */
        int_buf_ovfl = 1;
    }
    outportb(INT_controller, End_of_interrupt); /* Non-specific EOI */
}

void send_ctlc(void)
{
    outportb(MCR, 0x8); /* DTR のオンを解除 */
    delay(10); /* 浮遊文字を10ms間待つ */
    while(!(inportb(LSR) & 0x20)); /* トランスミッタ・レジスタで待つ */
    outportb(THR, 0x3); /* `C を送る */
    while(!(inportb(LSR) & 0x40)); /* `C が送られるのを待つ */
    int_buf_in = int_buf_out = int_buf; /* int_char_inバッファをクリアする */
    int_buf_count = int_buf_ovfl = 0;
    delay(20); /* 34401がクリーンアップするまでに20ms */
    outportb(MCR, 0x9); /* DTR をオンにする */
}

```

測定の手引

Agilent 34401A は高確度の測定を実行できます。最高の確度を実現するためには、必要なステップを踏んで起こりうる測定誤差を排除しなければなりません。本章では、測定中に発生しやすい誤差について解説し、それらの誤差の発生を防ぐ方法を説明します。

熱 EMF エラー

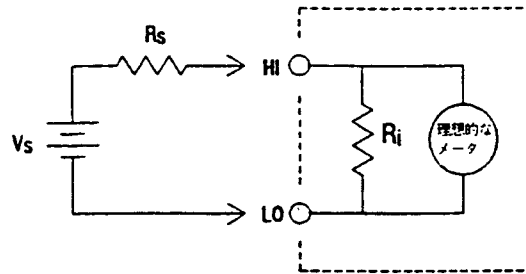
低レベルのDC電圧測定では、熱起電力が最も一般的な誤差の原因です。熱起電力は、異なる温度で異なる金属を使用して回路を接続すると発生します。金属と金属の接触する箇所で熱電対が形成され、その結果、接触点の温度に比例する電圧が発生します。低レベルの電圧測定では、熱電対電圧と温度の変動を最小限にするよう注意することが必要です。最良の接続方法は銅と銅を圧着することです。下表は、異なる金属を接続した場合の一般的な熱電電圧を示しています。

銅対...	およその $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
銅	< 0.3
金	0.5
銀	0.5
真鍮	3
ベリリウム銅	5
アルミニウム	5
コパーまたは合金42	40
シリコン	500
酸化銅	1000
カドミウムとすずのはんだ	0.2
すずと鉛のはんだ	5

Agilent 34401Aの入力端子は銅合金です。

負荷誤差 (DC電圧)

測定負荷誤差は、被測定デバイス(DUT)の抵抗がマルチメータ自身の入力抵抗のかなりの割合を占めると発生します。下図はこの誤差の原因を示しています。



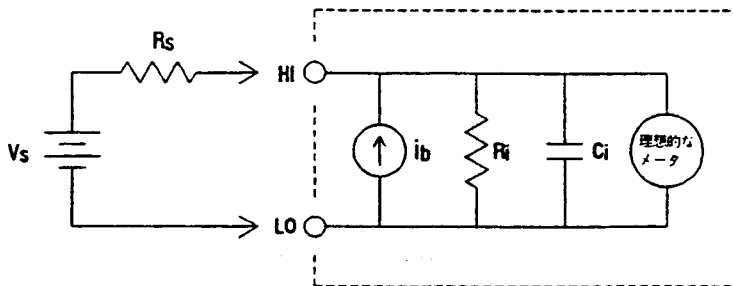
V_s = 理想的なDUT 電圧
 R_s = DUTソース抵抗
 R_i = マルチメータの入力抵抗
 (10MΩまたは>10GΩ)

$$\text{誤差(\%)} = \frac{100 \times R_s}{R_s + R_i}$$

負荷誤差の影響を軽減し、ノイズ・ピックアップを最小限にするには、マルチメータの入力抵抗を100mVdc、1Vdc、10Vdcの各レンジで10GΩ以上に設定します。入力抵抗は100Vdcと1000Vdcのレンジで10MΩに維持されます。

漏れ電流誤差

マルチメータの入力キャパシタンスは、端子がオープン回路のとき入力バイアス電流によって「チャージ・アップ」されます(入力抵抗が10GΩの場合)。マルチメータの測定回路は、周囲の温度が0～30℃のときにおよそ30pAの入力バイアス電流を示します。周囲の温度が30℃以上の場合、8℃変化するたびにバイアス電流は2倍(×2)になります。この電流は、被測定デバイスのソース抵抗に応じて小電圧オフセットを発生させます。この効果はソース抵抗が100kΩを超える場合、またはマルチメータの動作温度が30℃を大きく超える場合に顕著になります。



i_b = マルチメータのバイアス電流
 R_s = DUTのソース抵抗
 C_i = マルチメータの入力キャパシタンス

$$\text{誤差(V)} \approx i_b \times R_s$$

電源ノイズ電圧の除去

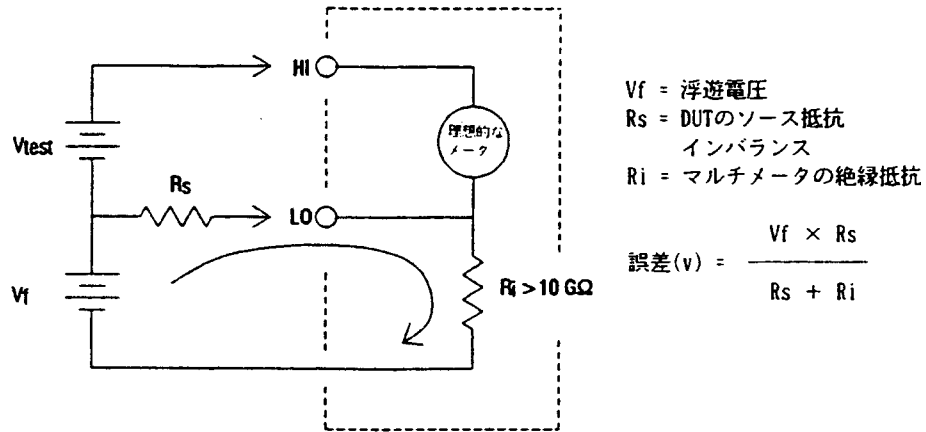
積分式アナログ - デジタル(A/D)変換器の望ましい特性として、スプリアス信号の除去機能があります。積分により、DC信号を入力したときに発生するライン電源関連のノイズを除去します。これはノーマル・モード除去つまりNMR と呼ばれます。ノーマル・モード・ノイズの除去は、マルチメータが入力の平均をある一定の周期で「積分」して測定するときに行われます。スプリアス入力の電源周波数(PLC)の総数に積分時間を設定すると、これらの誤差（およびその高調波）はおおよそ0に平均化されます。

Agilent 34401A には、電源周波数ノイズ（および電源周波数高調波）を除去するためのA/D 積分時間が3種類用意されています。マルチメータに電源を入れると、マルチメータは電源周波数（50Hzまたは60Hz）を測定してから、適切な積分時間を決めます。下表はさまざまな構成で達成されるノイズ除去を示しています。分解能を向上しノイズ除去を増加するには、より長い積分時間を選択します。

桁数	NPLC	積分時間		MMR
		60Hz (50Hz)		
4 1/2高速	0.02	400 μ s (400 μ s)		—
4 1/2低速	1	16.7ms (20ms)		60dB
5 1/2高速	0.2	3 ms (3 ms)		—
5 1/2低速	10	167ms (200ms)		60dB
6 1/2高速	10	167ms (200ms)		60dB
6 1/2低速	100	1.67s (2sec)		70dB

コモン・モード除去(CMR)

マルチメータはアースを基準とした回路から完全に絶縁されているのが理想的です。しかし、下図に示すように、マルチメータの入力LO端子とアース・グランド間には有限の抵抗があります。このため、低電圧を測定する場合に、浮遊電圧が誤差の原因となることがあります。



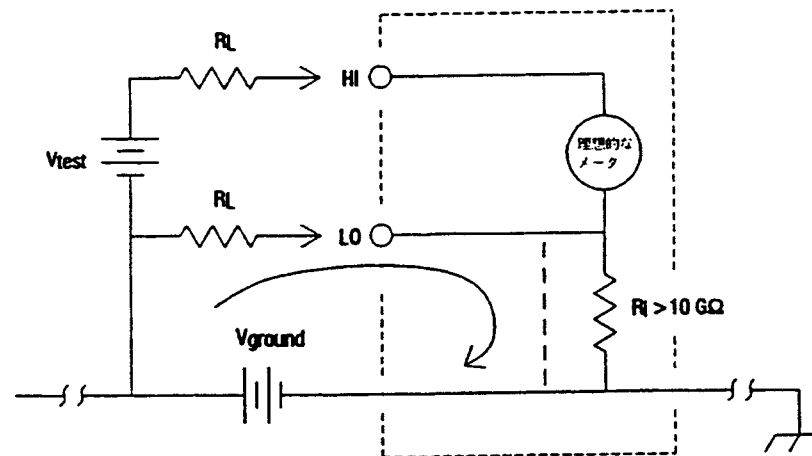
磁気ループによるノイズ

磁界の近くで測定を行う場合は、測定接続に電圧が生じないように注意しなければなりません。特に、大きな電流が流れるコンダクタの近くで作業するときは注意が必要です。マルチメータの接続リードにはより線を用いてノイズ・ピックアップ領域を小さくするか、またはテスト・リードをできるだけ近くに設置します。テスト・リードが振動したり緩んでいると、誤差電圧を生じることがあります。磁界の近くで作業するときは、テスト・リードがしっかり結ばれているか確認します。可能なかぎり磁気シールドを使用したり物理的に隔離して、磁界が原因となる問題が発生しないようにします。

グラウンド・ループによるノイズ

マルチメータと被測定デバイスの両方が共通のアース・グラウンドを基準にしている回路で電圧を測定するときは、「グラウンド・ループ」が形成されます。以下に示すように、2つのグラウンド基準点(V_{ground})間に電圧差が生じると、測定リードに電流が流れます。このためにノイズやオフセット電圧（通常ライン電源関連）などの誤差が発生し、測定された電圧に追加されます。

グラウンド・ループを除去する一番の方法は、グラウンドからのマルチメータの絶縁を維持し、入力端子をグラウンドへ接続しないことです。マルチメータをアース・リファレンスしなければならない場合は、必ずそれと被測定デバイスを同じCOMMON・グラウンド・ポイントへ接続してください。これによって、デバイス間の電圧差を減少または除去できます。また、マルチメータと被測定デバイスはできるだけ同じコンセントを使用します。



R_L = リード抵抗

R_i = マルチメータの絶縁抵抗

V_{ground} = グラウンド・バス上の電圧降下

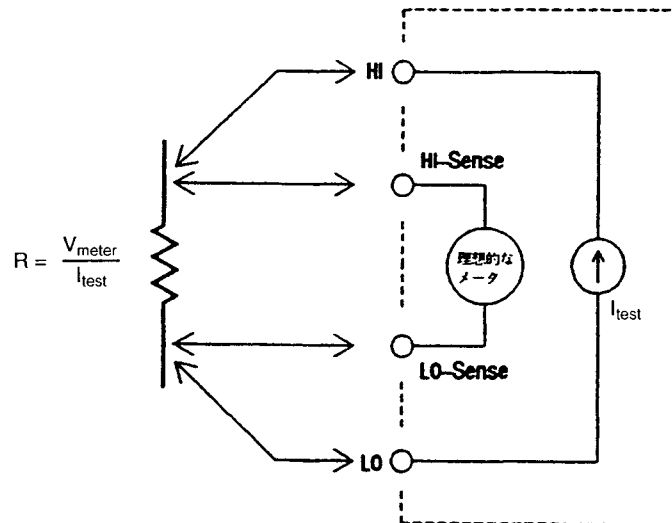
抵抗測定

Agilent 34401A には 2 線式と 4 線式の 2 つの抵抗測定方式があります。どちらの場合も、テスト電流は入力 HI 端子から測定するレジスタまで流れます。2 線式抵抗の場合、測定するレジスタでの電圧降下はマルチメータ内部で感知されます。したがって、テスト・リード抵抗も測定されます。4 線式抵抗の場合、「センス」端子は別々に接続する必要があります。センス・リードには電流が流れないので、このリード内の抵抗によって測定誤差が生じることはありません。

本章の DC 電圧のところでも述べた誤差は、抵抗測定にも適用されます。抵抗測定特有の誤差については、次ページ以降で説明します。

4 線式抵抗測定

4 線式抵抗方式は、小さい抵抗を最も正確に測定できます。テスト・リード抵抗および接触抵抗は、この方式で自動的に減少します。4 線式抵抗測定は、ケーブルの長さが長い、接続が多い、あるいはマルチメータと被測定デバイスの間にスイッチが存在する自動化テスト・アプリケーションでよく使用されます。4 線式抵抗測定の推奨接続を以下に示します（71 ページの「抵抗の測定」も参照）。



テスト・リード抵抗誤差の除去

2線式抵抗測定でのテスト・リード抵抗に関連するオフセット誤差を除去するには、下記のステップに従ってください。

1. テスト・リードの端を合わせてショートします。マルチメータはテスト・リード抵抗を表示します。
2. フロント・パネルの **[Null]** を押します。マルチメータはショートしたリードについて“0”Ωを表示します。

電力損失の影響

温度測定用に設計されたレジスタ（または温度係数が高いその他の抵抗デバイス）を測定するときは、被測定デバイスである程度電力が損失することに注意してください。電力損失が障害となる場合は、マルチメータの次に高い測定レンジを選択して誤差を許容レベルまで下げなければなりません。いくつかの例を下表に示します。

レンジ	テスト電流	フル・スケールでの電力
100Ω	1 mA	100 μW
1 kΩ	1 mA	1 mW
10kΩ	100 μA	100 μW
100kΩ	10 μA	10 μW
1 MΩ	5 μA	30 μW
10MΩ	500nA	3 μW

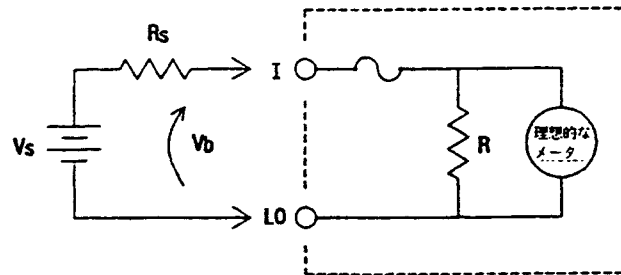
Agilent 34401A には、自動的にセトリグ遅延を挿入する機能があります。この遅延は、ケーブルとデバイスのキャパシタンスの合計が200pF 以下の場合の抵抗測定には十分です。この機能は、100kΩ以上の抵抗を測定する場合に特に重要です。RC時定数効果によるセトリグは非常に長くなることがあります。一部の高精度 レジスタおよび多機能キャリブレーションは、高い抵抗値を持つ大型パラレル・キャパシタ（1000pFから0.1μFまで）を使用して、内部回路によって発生したノイズ電流にフィルタをかけます。ケーブルおよびその他のデバイス内の非理想的なキャパシタンスは、誘電吸収（ソーク）効果が原因で、RC時定数から予想されるものよりもセトリグ時間が大幅に長くなることがあります。誤差は、最初の接続後およびレンジ変更後のセトリグで測定されます。

高抵抗測定における誤差

大きな抵抗を測定する場合、絶縁抵抗や表面の汚れによって重大な誤差が発生することがあります。「クリーンな」高抵抗システムを維持するように必要な予防措置をとらなければなりません。テスト・リードと取り付け具は、絶縁材の吸湿による漏れや表面フィルムの「汚れ」の影響を受けます。ナイロンやPVCの絶縁材($10^9 \Omega$)は、PTFEテフロン®製($10^{13} \Omega$)と比較すると性能が劣ります。湿度の高い状態で1 M Ω 抵抗を測定する場合、ナイロンおよびPVC絶縁材からの漏れは、容易に0.1%の誤差を引き起こします。

DC電流測定誤差

マルチメータをテスト回路と直列に接続して電流を測定すると、測定誤差の原因になります。この誤差はマルチメータの直列負担電圧が原因で起こります。下図に示すように、電圧はマルチメータの配線抵抗および電流シャント抵抗で発生します。



V_s = ソース電圧

R_s = DUTソース抵抗

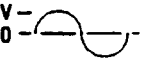
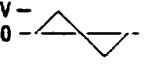
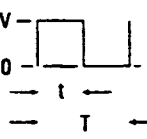
V_b = マルチメータ負担電圧

R = マルチメータ電流分路

$$\text{誤差(\%)} = \frac{-100\% \times V_b}{V_s}$$

真の実効値AC測定

Agilent 34401A のように真の実効値応答型マルチメータは、印加電圧の熱電位を測定します。「平均値応答型」測定とは違って、真の実効値測定はレジスタ内の電力損失を測定するときに用いられます。その電力は波形に関係なく測定された真の実効値電圧の二乗に比例します。平均値応答型ACマルチメータは、正弦波入力専用の真の実効値応答型マルチメータと同じように読み取るように校正されます。その他の波形の場合、平均値応答型メータは下図に示すように重大な誤差を示します。

波形	クレスト・ファクタ (C.F.)	AC RMS	AC+DC RMS	平均値応答誤差
	1.414	$\frac{V}{1.414}$	$\frac{V}{1.414}$	0 エラーに校正
	1.732	$\frac{V}{1.732}$	$\frac{V}{1.732}$	-3.9%
	$\sqrt{\frac{T}{t}}$	$\frac{V}{C.F.} \times \sqrt{1 - \left(\frac{1}{C.F.}\right)^2}$	$\frac{V}{C.F.}$	C.F. =4の場合-46%

マルチメータのAC電圧およびAC電流測定機能では、AC結合した真の実効値を測定します。これは上記のAC+DC の真の実効値と対照的です。入力波形のAC成分値だけが測定されます（DCは除去される）。正弦波、三角波、方形波ではDCオフセットが入っていないので、AC値とAC+DC 値は等しくなります。左右対称でない波形（パルス列など）には、AC結合の真の実効測定では除去されるDC電圧が含まれています。

真の実効値（続き）

AC結合の真の実効値測定は、大きなDCオフセットが存在する中で小さいAC信号を測定するときに用いられます。例えば、DC電源に存在するACリップルを測定する場合などが一般的です。しかし、AC+DC の真のRMS 値を知りたいこともあります。その場合は、以下に示すようにDC測定とAC測定の結果を合計してその値を出します。AC除去を最高にするため、少なくとも10PLC の積分時間（6桁モード）を使用してDC測定を行わなければなりません。

$$ac + dc = \sqrt{ac^2 + dc^2}$$

クレスト・ファクタ誤差（非正弦波入力）

一般的に「ACマルチメータは真の実効応答なので、その正弦波確度の仕様はすべての波形に適用される」と考えられていますが、これは誤りです。実際は、入力信号の形によって測定確度が大きく影響を受けます。信号の波形をクレスト・ファクタで表すことがよりあります。クレスト・ファクタとは、波形のピーク値と実効値の比率のことです。

例えば、パルス列の場合、クレスト・ファクタはデューティ・サイクルの平方根の逆数とほとんど等しくなります（前ページの表を参照）。一般的に、クレスト・ファクタが高くなればなるほど、周波数の高い高調波の持つエネルギーは大きくなります。すべてのマルチメータは、クレスト・ファクタによって異なる測定誤差を示します。Agilent 34401A のクレスト・ファクタ誤差は第8章の仕様に記載されています。ただし、低速ACフィルタを使用する場合、クレスト・ファクタ誤差は100Hz以下の入力信号に対して適用されません。

クレスト・ファクタ (続き) 信号のクレスト・ファクタが原因の測定誤差は、次のように概算できます。

誤差の総計 = 誤差 (正弦) + 誤差 (クレスト・ファクタ) + 誤差 (帯域幅)

誤差 (正弦) : 第 8 章に記載されている正弦波の誤差

誤差 (クレスト・ファクタ) : 第 8 章に記載されているクレスト・ファクタの追加誤差

誤差 (帯域幅) : 次のように概算された帯域幅誤差

$$\text{帯域幅誤差} = \frac{-C.F.^2 \times F}{4\pi \times BW}$$

C.F. = 信号のクレスト・ファクタ
F = 入力の基本周波数
BW = マルチメータの -3 dB 帯域幅
(Agilent 34401A の場合 1MHz)

例

クレスト・ファクタが 3、基本周波数が 20kHz のパルス列入力のおよその測定誤差を計算します。この例では、マルチメータの 90 日確度の仕様を ± (0.05% + 0.03%) とします。

$$\text{誤差の総計} = 0.08\% + 0.15\% + 1.4\% = 1.6\%$$

負荷誤差 (AC電圧)

AC電圧測定機能の場合、Agilent 34401A の入力は100pF のキャパシタンスと並列の1MΩ抵抗のように動作します。信号をマルチメータへ接続するための配線によっても、キャパシタンスと負荷が追加されます。下表は、さまざまな周波数でのマルチメータのおよその入力抵抗を示しています。

入力周波数	入力抵抗
100Hz	1 MΩ
1 kHz	850kΩ
10kHz	160kΩ
100kHz	16kΩ

低周波数の場合：

$$\text{誤差(\%)} = \frac{-100 \times R_s}{R_s + 1 \text{ M}\Omega}$$

高周波の場合の追加誤差：

$$\text{誤差(\%)} = 100 \times \left[\frac{1}{\sqrt{1 + (2\pi \times F \times R_s \times C_{in})^2}} - 1 \right]$$

R_s = ソース抵抗

F = 入力周波数

C_{in} = 入力キャパシタンス(100pF)+ケーブル・キャパシタンス

フル・スケール以下の測定

マルチメータが選択したレンジのフル・スケールであれば、AC測定を最も正確に行えます。自動レンジ切り替えはフル・スケールの10% と120%で発生します。これにより、あるレンジのフル・スケールと、次に高いレンジのフル・スケールの10%で入力信号を測定できます。これらの2つの場合、確度は大きく異なります。最高の確度を得るには、手動レンジを使用して、できるだけ低いレンジで測定します。

高電圧セルフ・ヒーティング誤差

300Vrms 以上の電圧を加えると、マルチメータの内部信号コンディショニング・コンポーネントでセルフ・ヒーティングが発生します。これらの誤差はマルチメータの仕様に含まれています。セルフ・ヒーティングによるマルチメータ内部の温度変化により、ほかのAC電圧レンジでさらに誤差が発生することがあります。その誤差は0.02% 以下で、数分の内になくなります。

温度係数およびオーバロード・エラー

Agilent 34401A では、別の測定機能やレンジを選択すると内部オフセット電圧を測定し、除去するAC測定方式が採用されています。長い間マルチメータを同じレンジのままにしたり、周囲の温度が大きく変化すると（またはマルチメータが十分にウォーム・アップされていないと）、内部オフセットが変化することがあります。この温度係数は通常レンジの0.002% /°Cで、機能またはレンジを変えると自動的に削除されます。

オーバロード状態で新しいレンジへ手動で切り替えると、選択したレンジの内部オフセット測定が劣化することがあります。通常、さらに0.01% のレンジ誤差が発生します。この誤差は、オーバロード状態を解決し、機能またはレンジを変更すると自動的に削除されます。

低電圧の測定誤差

100mV 以下のAC電圧を測定するときは、この測定が外部のノイズ・ソースによって起こる誤差に、特に影響を受けやすいことに注意してください。露出したテスト・リードがアンテナの役割を果たし、正常に機能しているマルチメータがその受信信号を測定します。電源を含む測定経路全体がループ・アンテナの役目を果たします。ループ内で電流が循環すると、マルチメータの入力と直列のすべてのインピーダンスで誤差電圧が発生します。したがって、シールドされたケーブルを介して、低レベルのAC電圧をマルチメータへ加えなければなりません。このシールドは入力LO端子へ接続します。

マルチメータとACソースはできるだけ同じコンセントに接続します。また、避けられないグラウンド・ループの領域を最小限にします。高インピーダンスのソースは低インピーダンスのソースよりもノイズ・ピックアップに対して敏感です。キャパシタをマルチメータの入力端子と並列にすれば、ソースの高周波インピーダンスを減らすことができます。アプリケーションに適したキャパシタ値の決定を試みる必要がある場合があります。

ほとんどの外部ノイズは入力信号と相関関係がありません。誤差は次のように計算します。

$$\text{測定電圧} = \sqrt{V_{in}^2 + (\text{ノイズ})^2}$$

入力信号と相関関係のあるノイズはまれですが、特に有害です。相関関係のあるノイズは常に入力信号に直接加えられます。ローカル電源と同じ周波数で低レベル信号を測定すると、この誤差が発生しがちです。

コモン・モード誤差

アースとの間にAC電圧が存在する状態でマルチメータの入力LO端子を使用すると、誤差が発生します。不必要なコモン・モード電圧が生じる最も一般的な原因として、ACキャリブレータの出力をマルチメータへ逆に接続することがあります。理想的なのは、マルチメータがソースの接続状態に関係なく読み取りを行うことです。ソースとマルチメータは両方ともこの理想的な状態に悪い影響を与えます。

入力LO端子とアースの間のキャパシタンス（Agilent 34401Aの場合およそ200pF）により、入力の印加方法によってソースの負荷が異なります。誤差の大きさは、この負荷に対するソースの応答によって決まります。マルチメータの測定回路は広範囲にシールドされているにもかかわらず、アースへの浮遊キャパシタンスにわずかな差があるため、逆に入力した場合には異なる応答を示します。マルチメータの誤差は、高電圧、高周波の入力で最大になります。通常、100V、100kHzの逆入力に対してさらに約0.06%の誤差を示します。DCコモン・モードで解説したグラウンド手法を用いれば、ACコモン・モード電圧を最小限にできます（195ページ参照）。

AC電流測定誤差

DC電流の負担電圧エラーは、AC電流測定にもあてはまります。ただし、AC電流の負担電圧はマルチメータの直列インダクタンスおよびユーザの測定接続により、さらに大きくなります。負担電圧は、入力周波数の増加に従って大きくなります。回路の中には、マルチメータの直列インダクタンスおよびユーザの測定接続が原因で電流測定時に発振するものがあります。

周波数および周期測定誤差

本器は、周波数および周期の測定にレシプロカル方式を採用しています。この方式では、どの入力周波数に対しても一定の測定分解能が得られます。マルチメータのAC電圧測定セクションで、入力信号のコンディショニングを実行します。すべての周波数カウンタは、低電圧、低周波信号の測定時に誤差の影響を受けやすくなります。内部ノイズと外部ノイズのピックアップの影響は、低周波信号測定の際に非常に重要です。誤差は周波数に反比例します。DCオフセット電圧を変更してから入力信号の周波数（または周期）を測定しようとする、測定誤差も発生します。周波数測定を行う前に、マルチメータの入力DCブロッキング・キャパシタを十分に安定させなければなりません。

高速DC測定および抵抗測定の実行

本器は、内部熱EMF 誤差およびバイアス電流誤差を除去するための自動ゼロ測定機能（オートゼロ）を組み込んでいます。実際に、各測定は入力端子の測定、そしてそれに続く内部オフセット電圧の測定で構成されています。確度を向上させるため、内部オフセット電圧誤差を入力から差し引きます。これにより、温度によるオフセット電圧の変化を補償します。読み取り速度を最高にしたい場合は、オートゼロをオフにします。こうすると、DC電圧、抵抗、そしてDC電流の読み取り速度が2倍以上になります。その他の測定機能にはオートゼロは適用されません。

高速AC測定の実行

マルチメータのAC電圧およびAC電流機能は、3種類の低周波フィルタを使用します。これらのフィルタを使うことで、低周波確度と引き替えに読み取り速度を向上できます。高速フィルタは0.1秒で安定するため、200Hz以上の周波数に使用すると便利です。中速フィルタは1秒で安定し、20Hz以上の測定に便利です。低速フィルタは7秒で安定し、3 Hz以上の周波数に便利です。

ここで述べるいくつかの注意事項に従うことにより、1秒あたり最大50回の読み取り速度でAC測定を実行できます。オートレンジの遅延を除去するために手動レンジを使用します。事前プログラムされたセトリング（トリガ）遅延を0に設定することで、各フィルタで1秒あたり最大50回の読み取りが可能です。ただし、フィルタは十分には安定していないので、測定はあまり正確になりません。サンプル間のレベルが大きく変化するアプリケーションでは、中速フィルタは読み取り1回/秒で、高速フィルタは10回/秒で安定します。

サンプル間のレベルがほとんど同じ場合、それぞれの読み取りでセトリング時間はほとんど必要ありません。この特殊な状態では、中速フィルタは確度が低下し、5回/秒に、高速フィルタは確度が低下し、50回/秒になります。サンプル間でDCレベルが変化する場合、さらにセトリング時間が必要になることがあります。マルチメータのDCブロッキング回路のセトリング時定数は0.2秒です。DCオフセット・レベルがサンプル間で変化する場合、このセトリング時間で影響を受けるのは測定確度だけです。スキャン・システムで測定速度を最高にしたい場合大きなDC電圧が存在するチャンネルへ外部DCブロッキング回路を追加しなければならないことがあります。この回路はレジスタおよびキャパシタなどの簡単な回路で構いません。

第 8 章 仕様

■ DC特性

確度仕様 ±(読み取り値の%+レンジの%) [1]

機能	レンジ[3]	テスト電流/ 負担電圧	24時間[2] 23℃±1℃	90日間 23℃±5℃	1年間 23℃±5℃	温度係数 0℃-18℃ 25℃-55℃
DC電圧	100.0000 mV 1.000000 V 10.00000 V 100.0000 V 1000.000 V		0.0030 + 0.0030 0.0020 + 0.0006 0.0015 + 0.0004 0.0020 + 0.0006 0.0020 + 0.0006	0.0040 + 0.0035 0.0030 + 0.0007 0.0020 + 0.0005 0.0035 + 0.0006 0.0035 + 0.0010	0.0050 + 0.0035 0.0040 + 0.0007 0.0035 + 0.0005 0.0045 + 0.0006 0.0045 + 0.0010	0.0005 + 0.0005 0.0005 + 0.0001 0.0005 + 0.0001 0.0005 + 0.0001 0.0005 + 0.0001
抵抗[4]	100.0000 Ω 1.000000 kΩ 10.00000 kΩ 100.0000 kΩ 1.000000 MΩ 10.00000 MΩ 100.0000 MΩ	1 mA 1 mA 100 μA 10 μA 5 μA 500 nA 500 nA//10 MΩ	0.0030 + 0.0030 0.0020 + 0.0005 0.0020 + 0.0005 0.0020 + 0.0005 0.002 + 0.001 0.015 + 0.001 0.300 + 0.010	0.008 + 0.004 0.008 + 0.001 0.008 + 0.001 0.008 + 0.001 0.008 + 0.001 0.020 + 0.001 0.800 + 0.010	0.010 + 0.004 0.010 + 0.001 0.010 + 0.001 0.010 + 0.001 0.010 + 0.001 0.040 + 0.001 0.800 + 0.010	0.0006 + 0.0005 0.0006 + 0.0001 0.0006 + 0.0001 0.0006 + 0.0001 0.0010 + 0.0002 0.0030 + 0.0004 0.1500 + 0.0002
DC電流	10.00000 mA 100.0000 mA 1.000000 A 3.000000 A	< 0.1 V < 0.6 V < 1 V < 2 V	0.005 + 0.010 0.01 + 0.004 0.05 + 0.006 0.10 + 0.020	0.030 + 0.020 0.030 + 0.005 0.080 + 0.010 0.120 + 0.020	0.050 + 0.020 0.050 + 0.005 0.100 + 0.010 0.120 + 0.020	0.002 + 0.0020 0.002 + 0.0005 0.005 + 0.0010 0.005 + 0.0020
導通テスト	1000.0 Ω	1 mA	0.002 + 0.010	0.008 + 0.020	0.010 + 0.020	0.001 + 0.002
ダイオード テスト	1.0000 V	1 mA	0.002 + 0.010	0.008 + 0.020	0.010 + 0.020	0.001 + 0.002
DC : DCレシオ	100 mV to 1000 V		(入力確度) + (基準確度) 入力確度 = HI-L0入力信号の確度仕様 基準確度 = HI-L0基準入力信号の確度仕様			

転送確度 (代表値)

(24時間レンジ誤差の%)

2

条件:

10分以内、±0.5℃

初期値の±10%以内

2時間のウォームアップ後

フル・スケールの10%~100%の固定レンジ

6 1/2桁低速分解能 (100PLC) を使用

測定は一般に認められている計測学手法で行う

測定特性

DC電圧

測定方式:	連続積分、マルチ・スロープⅢ、 A/D 変換器
A/D リニアリティ:	読み取り値の0.0002% + レンジの 0.0001%
入力抵抗:	
0.1V、1V、10Vレンジ	10MΩまたは>10GΩを選択可能
100V、1000V レンジ	10MΩ±1%
入力バイアス電流:	25°Cで<30pA
入力端子:	銅合金
入力保護:	1000V(全レンジ)

抵抗

測定方式:	4線式か2線式抵抗を選択。 電流ソースの基準はLO入力。
最大リード抵抗: (4線式抵抗)	100Ω、1kΩレンジでレンジの10% ノード。その他の全レンジで 1kΩノード。
入力保護:	1000V(全レンジ)

DC電流

シャット抵抗:	1A、3Aの場合0.1Ω。10mA、 100mAの場合5Ω。
入力保護:	外部アクセス可能3A、250Vヒューズ 内部7A、250Vヒューズ

導通/ダイオード・テスト

応答時間:	300 サンプル/秒、ビープ音発生
導通スレッショルド:	1Ω~1000Ω調節可能

DC: DCレシオ

測定方式:	入力HI-LO/基準HI-LO
入力HI-LO	100mV~1000Vレンジ
基準HI入力LO	100mV~10Vレンジ (オートレンジ)
基準への入力	基準LO、入力LO間電圧<2V 基準HI、入力LO間電圧<12V

測定ノイズ除去

60Hz (50Hz)[5]

DC CMRR 140dB

積分時間	ノーマル・モード除去[6]
100 PLC/1.67s(2s)	70dB[7]
10 PLC/167ms(200ms)	60dB[7]
1 PLC/16.7ms(2ms)	60dB[7]
<1PLC/3ms(800μs)	0dB

動作特性[8]

機能	桁数	読み取り/s	追加ノイズ 誤差
DCV, DCI,	6 1/2	0.6 (0.5)	
抵抗	6 1/2	6 (5)	レンジの0%
	5 1/2	60 (50)	レンジの0%
	5 1/2	300	レンジの0.001%
	4 1/2	1000	レンジの0.001%[10] レンジの0.01%[10]

システム速度[9]

機能変更	26/秒
レンジ変更	50/秒
オートレンジ時間	<30ms
RS-232へのASCII 読み取り	55/秒
GPIOへのASCII 読み取り	1000/秒
最大内部トリガ・レート	1000/秒
メモリへの最大外部トリガ・レート	1000/秒
GPIOへの最大外部トリガ・レート	900/秒

オートゼロOFFオーバーレション

校正温度±1°C、<10分での測定器ウォームアップ後に、
0.0002%のレンジ追加誤差+5μVを加算。

セトリングに関する注意事項

読み取りセトリング時間はソース・インピーダンス、ケー
ブル誘電特性、入力信号の変化に影響される。

測定に関する注意事項

Agilent は測定に際してテフロン®またはその他の高インピ
ーダンス、低誘電吸収ワイヤ絶縁を使用することを推奨
する。

- 仕様は6 1/2 桁で1時間のウォームアップを行った
場合を対象としている。
- 校正基準に基づく。
- 全レンジで20% オーバレンジ (1000Vdc、3Aレンジ
を除く)
- 仕様はMath Null を使用して4線式抵抗機能または
2線式抵抗を行った場合を対象としている。Math
Null を使用しない場合、2線式抵抗機能に0.2Ωの
誤差を追加する。
- LO端子に1kΩを接続した不均衡入力で。
- 電源周波数±0.1%の場合。
- 電源周波数±1%の場合、20dBを差し引く。±3%の
場合、30dBを差し引く。
- 60Hzおよび(50Hz) 操作時、オートゼロ・オフの場
合の読み取り速度。
- 速度は4 1/2 桁、遅延0、オートゼロOFF、ディス
プレイOFF の場合の速度。測定とGPIO経由のデー
タ転送を含む。
- DC電流では20μVを、DC電流では4μAを、抵抗では
20mΩを加える。

■ AC特性

精度仕様 ±(読み取り値の%+レンジの%) [1]

機能	レンジ[3]	周波数	24時間[2] 23℃ ± 1℃	90日間 23℃ ± 5℃	1年間 23℃ ± 5℃	温度係数 0℃ - 18℃ 28℃ - 55℃
真のRMS AC電圧[4]	100.0000 mV	3 Hz - 5 Hz	1.00 + 0.03	1.00 + 0.04	1.00 + 0.04	0.100 + 0.004
		5 Hz - 10 Hz	0.35 + 0.03	0.35 + 0.04	0.35 + 0.04	0.035 + 0.004
		10 Hz - 20 kHz	0.04 + 0.03	0.05 + 0.04	0.06 + 0.04	0.005 + 0.004
		20 kHz - 50 kHz	0.10 + 0.05	0.11 + 0.05	0.12 + 0.05	0.011 + 0.005
		50 kHz - 100 kHz	0.55 + 0.08	0.60 + 0.08	0.60 + 0.08	0.060 + 0.008
		100 kHz - 300 kHz [6]	4.00 + 0.50	4.00 + 0.50	4.00 + 0.50	0.20 + 0.02
	1.000000 V to 750.000 V	3 Hz - 5 Hz	1.00 + 0.02	1.00 + 0.03	1.00 + 0.03	0.100 + 0.003
		5 Hz - 10 Hz	0.35 + 0.02	0.35 + 0.03	0.35 + 0.03	0.035 + 0.003
		10 Hz - 20 kHz	0.04 + 0.02	0.05 + 0.03	0.06 + 0.03	0.005 + 0.003
		20 kHz - 50 kHz	0.10 + 0.04	0.11 + 0.05	0.12 + 0.05	0.011 + 0.005
		50 kHz - 100 kHz [5]	0.55 + 0.08	0.60 + 0.08	0.60 + 0.08	0.060 + 0.008
		100 kHz - 300 kHz [6]	4.00 + 0.50	4.00 + 0.50	4.00 + 0.50	0.20 + 0.02
真のRMS AC電流[4]	1.000000 A	3 Hz - 5 Hz	1.00 + 0.04	1.00 + 0.04	1.00 + 0.04	0.100 + 0.006
		5 Hz - 10 Hz	0.30 + 0.04	0.30 + 0.04	0.30 + 0.04	0.035 + 0.006
		10 Hz - 5 kHz	0.10 + 0.04	0.10 + 0.04	0.10 + 0.04	0.015 + 0.006
	3.00000 A	3 Hz - 5 Hz	1.10 + 0.06	1.10 + 0.06	1.10 + 0.06	0.100 + 0.006
		5 Hz - 10 Hz	0.35 + 0.06	0.35 + 0.06	0.35 + 0.06	0.035 + 0.006
		10 Hz - 5 kHz	0.15 + 0.06	0.15 + 0.06	0.15 + 0.06	0.015 + 0.006
追加低周波誤差 (読み取り値の%)			追加クレスト・ファクタ誤差 (非正弦波) [7]			
ACフィルタ			クレスト・ファクタ 誤差 (レンジの%)			
周波数	低速	中速	高速			
10 Hz - 20 Hz	0	0.74	—	1-2	0.05%	
20 Hz - 40 Hz	0	0.22	—	2-3	0.15%	
40 Hz - 100 Hz	0	0.06	0.73	3-4	0.30%	
100 Hz - 200 Hz	0	0.01	0.22	4-5	0.40%	
200 Hz - 1 kHz	0	0	0.18			
> 1 kHz	0	0	0			

正弦波転送精度 (代表値)

周波数	誤差 (レンジの%)
10 Hz - 50 kHz	0.002%
50 kHz - 300 kHz	0.005%

条件:

正弦波入力
 10分以内、±0.5℃
 初期電圧の±10% 以内、初期周波数の±1%以内
 2時間のウォームアップ後
 フル・スケールの10%~100%の固定レンジ (おおよび<120V)
 6 1/2桁分解能を使用
 測定は一般に認められている計測学手法で行う

測定特性

測定ノイズ除去[8]

AC CMRR 70dB

真のRMS AC電圧

測定方式: AC結合真のRMS - どのレンジでもバイアスの最大400Vdcで入力AC成分を測定。

クレスト・ファクタ: フル・スケールで最大5:1

ACフィルタ帯域幅:

低速 3 Hz - 300kHz

中速 20Hz - 300kHz

高速 200Hz - 300kHz

入力抵抗: 1 MΩ ± 2 % (100pFと並列)

入力保護: 750Vrms (全レンジ)

真のRMS AC電流

測定方式: ヒューズおよびシャントに直接結合。AC結合真のRMS 測定 (AC成分のみを測定)

シャント抵抗: 1 Aおよび1 Aレンジで0.1Ω

負担電圧: 1 Aレンジ: < 1 Vrms

3 Aレンジ: < 2 Vrms

入力保護: 外部アクセス可能 3 A、250Vヒューズ、内部 7 A、250Vヒューズ

セトリングに関する注意事項

>300Vrms (または > 1 Arms) を印加すると信号コンディショニング・コンポーネント内にセルフ・ヒーティングが発生する。これらの誤差は機器仕様に含まれている。セルフ・ヒーティングによって内部温度が変化すると、低いAC電圧レンジでさらに誤差が発生することがある。そのような誤差は読み取り値の0.02% 以下で、数分間でなくなるのが一般的である。

動作特性[9]

機能	桁数	読み取り/s	ACフィルタ
ACV, ACI	6 1/2	7秒/読み取り	低速
	6 1/2	1	中速
	6 1/2	1.6[10]	高速
	6 1/2	10	高速
	6 1/2	50[11]	高速

システム速度[11]、[12]

機能またはレンジ変更	5/秒
オートレンジ時間	<0.8秒
RS-232へのASCII 読み取り	50/秒
GPIOへのASCII 読み取り	50/秒
最大内部トリガ・レート	50/秒
メモリへの最大外部トリガ・レート	50/秒
GPIO/RS-232への最大外部トリガ・レート	50/秒

- [1] 仕様は6 1/2桁で1時間のウォームアップ、低速ACフィルタ、正弦波入力を対象としている。
- [2] 校正基準に基づく。
- [3] 全レンジで20% オーバレンジ (750Vac、3 Aレンジを除く)
- [4] 仕様はレンジの>5%の正弦波入力の場合、レンジの1~5%および<50kHzの入力の場合、レンジ追加誤差の0.1%を追加。50kHz ~100kHzの場合、レンジの0.13%を追加。
- [5] 100kHzまたは 8×10^7 Vol1-Hzに制限された750Vacレンジ。
- [6] 1 MHzで読み取り誤差の30%(代表値)
- [7] 100Hz以下の周波数の場合、正弦波入力のみ指定されている低速ACフィルタ。
- [8] LO端子に1 kΩを接続した不均衡入力。
- [9] ACステップ追加誤差の0.01%の場合の最大読み取り速度。入力DCレベルが変化すると、さらにセトリング遅延が必要。
- [10] デフォルトのセトリング遅延 (ディレイ・オート) を使用した外部トリガまたはリモート操作の場合。
- [11] デフォルトのセトリング遅延に優先する最大有効限界値
- [12] 速度は4 1/2桁、ディレイ0、ディレイOFF、高速ACフィルタの場合。

■ 周波数および周期特性

精度仕様 ±(読み取り値の%) [1]

機能	レンジ[3]	周波数	24時間[2] 23°C ± 1°C	90日間 23°C ± 5°C	1年間 23°C ± 5°C	温度係数 0°C - 18°C 23°C - 55°C
周波数、 周期[4]	100 mV to 750 V	3 Hz - 5 Hz	0.10	0.10	0.10	0.005
		5 Hz - 10 Hz	0.05	0.05	0.05	0.005
		10 Hz - 40 Hz	0.03	0.03	0.03	0.001
		40 Hz - 300 kHz	0.006	0.01	0.01	0.001

追加低周波誤差 (読み取り値の%) [4]

周波数	分解能		
	6 1/2	5 1/2	4 1/2
3 Hz - 5 Hz	0	0.12	0.12
5 Hz - 10 Hz	0	0.17	0.17
10 Hz - 40 Hz	0	0.2	0.2
40 Hz - 100 Hz	0	0.06	0.21
100 Hz - 300 Hz	0	0.03	0.21
300 Hz - 1 kHz	0	0.01	0.07
> 1 kHz	0	0	0.02

転送精度 (代表値)

読み取り値の0.0005%

条件:

10分以内、±0.5°C

初期値の±10% 以内

2時間のウォームアップ後

入力は> 1 kHz、>100mV

6 1/2桁低速分解能を使用 (ゲート時間1秒)

測定は一般に認められている計測学手法で行う

測定特性

周波数と周期

測定方式： レシプロカル方式。AC電圧測定機能を使用したAC結合入力。

電圧レンジ： 100mV rmsフル・スケールから750Vrms。

オート/手動レンジ。

ゲート時間： 10ms、100ms、1秒

セトリングに関する注意事項

DCオフセット電圧の変更後に入力の周波数/周期を測定しようとするエラーが発生する。最も確度の高い測定を行うには、入力ブロッキングRC時間定数を十分に安定させなければならない（最高1秒）。

測定に関する注意事項

低電圧、低周波信号の測定時、周波数カウンタはすべて誤差の影響を受けやすい。測定誤差を最小限にするには、入力を外部ノイズのピックアップから保護することが極めて重要である。

動作特性[5]

機能	桁数	読み取り/s
周波数	6 1/2	1
周期	5 1/2	9.8
	4 1/2	80

システム速度[5]

構成レート	14/秒
オートレンジ時間	<0.6秒
RS-232へのASCII読み取り	55/秒
GPIOへのASCII読み取り	80/秒
最大内部トリガ・レート	80/秒
メモリへの最大外部トリガ・レート	80/秒
GPIO/RS-232への最大外部トリガ・レート	80/秒

- [1] 仕様は6 1/2 桁で1時間ウォームアップの場合。
- [2] 校正基準に基づく。
- [3] 全レンジで20%オーバーレンジ（750Vacレンジを除く）
- [4] 入力>100mV。10mV入力の場合、表示値誤差の%を10倍する。
- [5] 速度は4 1/2 桁、ディレイ0、ディスプレイOFF、高速ACフィルタの場合。

■ 一般仕様

一般仕様

電源:	100V/120V/220V/240V ±10%
電源周波数:	45~66Hz, 360Hz ~400Hz 電源投入時に自動的に感知される
消費電力:	最大25VA (平均10W)
動作環境:	0~55°Cでフル精度 40°Cで80%R. H. までフル精度
保管環境:	-40 ~+70°C
ラック寸法:	88.5mm (高さ) × 212.6mm (幅) × 348.3mm (奥行)
重量:	3.6kg
安全規格:	CSA, UL-1244, IEC-1010に適合
EMI:	MIL-461C, FTZ 1046, FCC
振動と衝撃:	MIL-T-28800E Type III, Class 5
補償:	3年間

付属アクセサリ

プローブ(1)、ワニ口(1)、ピン・タイプ(2)・アタッチメント付き
テスト・リード・キット。
ユーザーズ・ガイド、サービス・ガイド、テスト・レポート、
電源コード

トリガとメモリ

読み取りホールド感度:	読み取り値の0.01%、0.1%、 1%、10%
1トリガあたりのサンプル数:	1~50,000
トリガ遅延:	0~3600秒 (ステップ・サイズ10μs)
外部トリガ遅延:	<1ms
外部トリガ・ジッタ:	<500μs
メモリ:	512読み取り値

演算機能

ヌル、Min/Max/Avg, dB, dBm, リミット・テスト (TTL 出力付き)

dBm基準抵抗: 50、75、93、110、124、125、135、
150、250、300、500、600、800、900、1000、1200、8000Ω

標準プログラミング言語

SCPI (プログラマブル計測器用標準コマンド)

Agilent 3478A言語エミュレーション

Fluke 8840A, Fluke 8842A言語エミュレーション

リモート・インタフェース

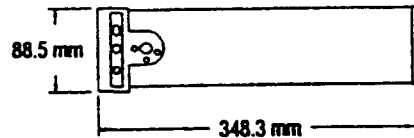
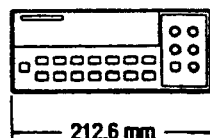
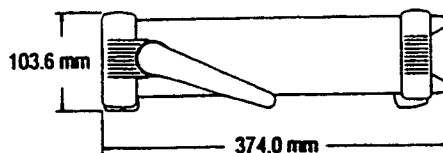
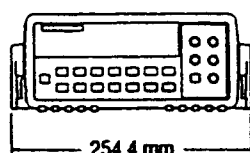
GPIOB (IEEE-488.1、IEEE-488.2) およびRS-232C

This ISM device complies with Canadian ICES-001.

*Cet appareil ISM est conforme à la norme NMB-001
du Canada.*



N10149



誤差の統計の計算

各仕様には、マルチメータの操作上の限界から生じるエラーを補償する補正率が含まれています。本項では、これらのエラーについて解説し、それを測定に適用する方法を説明します。使用する用語およびマルチメータの仕様について分からないことがあれば、219 ページの「マルチメータの仕様について」の項を参照してください。

マルチメータの確度仕様は（読み取り値の%+レンジの%）の形で表現されます。読み取り誤差やレンジ誤差に加えて、ある動作条件においては追加誤差を加えなければならないことがあります。ある機能に対してすべての測定誤差が含まれているか下記のリストで確認します。また、仕様ページの脚注に記載されている条件も必ず適用してください。

- 指定されている $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ の温度レンジの外でマルチメータを使用する場合、追加温度係数誤差を適用します。
- DC電圧、DC電流、抵抗測定の場合、追加読み取り速度誤差またはオートゼロ OFF 誤差を適用しなければならないことがあります。
- AC電圧およびAC電流測定の場合、追加低周波数誤差またはクレスト・ファクタ誤差を適用しなければならないことがあります。

「読み取り値の%」誤差について 読み取り誤差は、入力信号レベルだけでなく、ユーザが選択した機能およびレンジによって生じる不確実さを補償します。読み取り誤差は、選択したレンジにおける入力レベルによって異なります。この誤差は読み取り値の%で表現されます。下表は、マルチメータの24時間DC電圧仕様に適用される読み取り誤差を示しています。

レンジ	入力レベル	読み取り誤差 (読み取り値の%)	読み取り 誤差電圧
10Vdc	10Vdc	0.0015	$\leq 150 \mu\text{V}$
10Vdc	1 Vdc	0.0015	$\leq 15 \mu\text{V}$
10Vdc	0.1Vdc	0.0015	$\leq 1.5 \mu\text{V}$

「レンジの%」誤差について レンジ誤差は、ユーザが選択した機能およびレンジによって生じる不確かさを補償します。レンジ誤差によって、入力信号レベルに関係なく一定の誤差（レンジの%として表現される）が発生するようになります。下表は、マルチメータの24時間DC電圧仕様に適用されるレンジ誤差を示しています。

レンジ	入力レベル	レンジ誤差 (レンジの%)	レンジ誤差 電圧
10Vdc	10Vdc	0.0004	$\leq 40 \mu V$
10Vdc	1 Vdc	0.0004	$\leq 40 \mu V$
10Vdc	0.1Vdc	0.0004	$\leq 40 \mu V$

測定誤差の総計 測定誤差の統計を計算するには、読み取り誤差とレンジ誤差を加え合わせます。これで、次のように、測定誤差の総計を「入力」の%誤差または「入力」のppm (part-per-million) 誤差に変換できます。

$$\text{入力} \% \text{誤差} = \frac{\text{測定誤差の総計}}{\text{入力信号レベル}} \times 100$$

$$\text{入力 ppm 誤差} = \frac{\text{測定誤差の総計}}{\text{入力信号レベル}} \times 1,000,000$$

誤差の例

5 Vdc の信号が10Vdc レンジのマルチメータへ入力されると仮定します。90日間確度仕様を使って測定誤差の総計を計算します：±（読み取り値の0.0020% + レンジの0.0005%）

$$\text{読み取り誤差} = 0.0020\% \times 5Vdc = 100 \mu V$$

$$\text{レンジ誤差} = 0.0005\% \times 10Vdc = 50 \mu V$$

$$\begin{aligned} \text{トータル誤差} &= 100 \mu V + 50 \mu V = \pm 150 \mu V \\ &= 5 Vdc \text{ の } \pm 0.0030\% \\ &= 5 Vdc \text{ の } \pm 30 \text{ ppm} \end{aligned}$$

マルチメータの仕様について

本項では、使用されている用語およびマルチメータの仕様について解説します。

桁数とオーバレンジ

「桁数」の仕様は、マルチメータの最も基本的な特性であると同時に最も分かりにくい特性でもあります。桁数はマルチメータが測定、表示できる「9」の最大数と同じです。これは、フル桁数を表します。ほとんどのマルチメータはオーバレンジ機能と一部分、つまり「1/2」桁を追加表示する機能を持っています。

例えば、Agilent 34401A は10V レンジで9.99999Vdcを測定できます。これはフル6桁分解能を表します。マルチメータはまた、10Vレンジでのオーバレンジが可能で、最大12.00000Vdcまで測定できます。これは、20%のオーバレンジ機能を持つ6 1/2桁測定に相当します。

感度

感度とは、マルチメータがある測定値を検出できる最小のレベルをいいます。感度によって、入力レベルのわずかな変化に反応するマルチメータの能力が定義されます。例えば、1 mVdcの信号をモニタしているときにレベルを±1 μ V以内に調節したいとします。このわずかな調節に対して反応するようにするには、最低でも1 μ Vの感度を持つマルチメータで測定しなければなりません。1 Vdc以下のレンジを持つ場合は、6 1/2桁のマルチメータを使用できます。また、10 mVdcレンジを持つ4 1/2桁マルチメータも使用できます。

AC電圧、AC電流測定の場合、測定可能な最小値は感度によって異なることに注意してください。Agilent 34401Aの場合、これらの測定機能では選択したレンジの1%まで測定できます。つまり、100 mVレンジでは1 mVまで測定できます。

分解能

分解能とは、最大表示値を選択レンジでの最小表示値で割った比です。分解能は、パーセント、ppm、カウント、ビットなどで表現されます。例えば、20%のオーバレンジ機能を持つ6 1/2桁マルチメータでは、最大1,200,000カウントの分解能で測定を表示できます。これは、フル・スケールの約0.0001% (1ppm)つまり符号ビットを含む21ビットに相当します。4つの仕様はすべて同等です。

確度

確度とは「正確さ」の尺度であり、それによって、使用した校正基準に対するマルチメータの測定不確かさが決まります。絶対確度に含まれるものは、マルチメータの相対確度仕様および国家基準（NISTなど）に基づいた校正基準の既知のエラーです。確度仕様にはそれらが有効であるための条件を表記する必要があります。その条件には、温度、湿度、時間が含まれていなければなりません。

マルチメータのメーカー間には、仕様を設定する上での信頼限界に関する標準の取り決めが存在していません。下表は、各仕様がある仮定に適合しない確率を示しています。

仕様規準	不良発生 の確率
平均 $\pm 2\sigma$	4.5%
平均 $\pm 3\sigma$	0.3%
平均 $\pm 4\sigma$	0.006%

仕様の標準偏差が増えると、読み取りごとの、また計測器ごとの性能の変化が減少します。つまり、特定の確度仕様の値に対する実際の測定精度を向上できます。Agilent 34401Aは、公表された確度仕様の平均 $\pm 4\sigma$ を超える性能を発揮するように設計、試験されています。

転送確度

転送確度とは、ノイズおよび短期ドリフトが原因でマルチメータが引き起こす誤差のことです。この誤差は、あるデバイスの既知の確度を別のデバイスへ「転送する」目的で2つのほとんど同じ信号を比較すると明確になります。

24時間確度

24時間確度仕様は、短時間インターバルおよび安定した環境内のフル測定レンジにおけるマルチメータの相対確度を示します。通常、短期間確度は24時間周期および $\pm 1^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で指定します。

90日間、1年間確度

これらの長期確度の仕様は、 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で有効です。これらの仕様には、初期校正誤差およびマルチメータの長期ドリフト誤差が含まれます。

温度係数

通常、確度は $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で指定します。これは多くの動作環境に共通する温度範囲です。マルチメータを $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ の温度範囲の外で動作させる場合は、さらに温度係数誤差を確度仕様に追加しなければなりません。

最高の確度を得るための構成

以下に示す測定構成は、マルチメータが電源投入時のステートまたはリセット・ステートにあることを条件としています。また、手動レンジがイネーブルになっており、フル・スケールのレンジ選択ができることを条件としています。

DC電圧、DC電流、抵抗測定：

- 分解能を6桁に設定する（さらにノイズを減少させるために6桁低速モードを使用できる）。
- DC電圧確度を最高にするため、入力抵抗を $10\text{G}\Omega$ 以上に設定する（100mV、1V、10Vレンジの場合）。
- 抵抗確度を最高にするため、4線式抵抗を使用する。
- Math Null を使用して、2線式抵抗のテスト・リード抵抗をヌルにし、DC電圧測定用の相互接続オフセットを除く。

AC電圧、AC電流測定：

- 分解能を6桁に設定する。
- 低速ACフィルタ（3Hz～300kHz）を選択する。

周波数、周期測定：

- 分解能を6桁に設定する。

索引

「1/2」桁, 21, 54

2 線式抵抗

可能な演算機能, 62, 122

接続, 17

レンジ, 17

4 線式抵抗

可能な演算機能, 62, 122

接続, 17

レンジ, 17

“9.90000000E+37”, 60, 129

[A]

A/D変換器, 55, 57

AC信号フィルタ, 51, 208

ACセトリック時間, 51

AC帯域幅ディテクタ, 51, 208

AC電圧

可能な演算機能, 62, 122

信号フィルタ, 51, 208

接続, 17

負荷誤差, 203

レンジ, 17

AC電流

可能な演算機能, 62, 122

信号フィルタ, 51, 208

接続, 18

レンジ, 18

Agilent 3478Aとの互換性, 160

[B]

BNCコネクタ

Ext Trig, 5, 83

VM Comp, 5, 83

[C]

CALCulate:FUNCTION, 62, 122
CALCulate:STATe, 62, 122
CALibration:COUNT?, 99, 144
CALibration:SECure, 97, 144
CALibration:STRing, 100, 144
CLEAR, 76
CONFigure, 111, 117
 プリセット・ステート, 110

[D]

DATA:POINTs?, 84, 131
dBm測定
 解説, 41, 68
 可能な機能, 62, 122
 抵抗値, 41, 68
 フロント・パネル, 41
dB測定
 解説, 40, 66
 可能な機能, 62, 122
 相対値, 40, 66
 フロント・パネル, 40
DCV:DCVレシオ測定
 可能な演算機能, 62, 122
 接続, 44
 選択, 45
 フロント・パネル, 44
DC電圧
 可能な演算機能, 62, 122
 接続, 17
 入力抵抗, 53
 負荷誤差, 193
 レンジ, 17
DC電流
 可能な演算機能, 62, 122
 接続, 18
 測定誤差, 199
 レンジ, 18
DC入力抵抗, 53
DETector:BANDwidth, 51, 121
DISPlay:TEXT, 87, 130
DISPlay:TEXT:CLEar, 87, 130

[E]

EOI (end-or-identify), 153

Ext Trig端子, 5, 83

[F]

FEtCh?, 113, 131

Fluke 8840A/8842Aとの互換性, 161

FREQuency:APERture, 57, 120

[G]

GPiB(IEEE-488)

アドレス

工場設定値, 91

設定, 91, 155

電源投入時の表示, 15

トーク・オンリ・モード, 91, 154

インタフェースの選択, 92, 156

コネクタの位置, 5

適合性, 163

[I]

*IDN?, 89

IEEE-488(GPiB)

アドレス

工場設定値, 91

設定, 91, 155

電源投入時の表示, 15

トーク・オンリ・モード, 91, 154

インタフェースの選択, 92, 156

コネクタの位置, 5

適合性, 163

INITiate, 113, 128

INPut:IMPedance:AUTO, 53, 121

[L]

LED ディスプレイ, 1



[M]

MEASure?, 111, 115
プリセット・ステート, 110
MIN - MAX 測定
解説, 39, 63
可能な機能, 62, 122
ビーパの制御, 88
フロント・パネル, 39

[O]

*OPC, 137
"OVLD", 60, 140

[P]

parts-per-million, 220
PERiod:APERture, 57, 120

[R]

READ?, 112, 128
ROUTE:TERMinals?, 58, 121
RS-232インタフェース
インタフェースの選択, 92, 156
コネクタの位置, 5, 148
コネクタ・ピンアウト, 95, 148
コマンド, 149
推奨ケーブル, 95, 148
データ・フォーマット, 145
トーク・オンリ・モード, 92, 154
バス／フェイル出力, 70, 95, 148
パリティの選択, 93, 158
ハンドシェーク・プロトコル(DTR/DSR), 146
ピン定義, 95, 148
ボーレートの選択, 93, 147, 157

[S]

SAMPlE:COUNT, 77, 129
SCPI
言語について, 150
コマンドのまとめ, 105-109

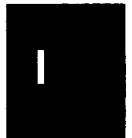
ステータス・モデル, 132
データ・タイプ, 152
適合性, 162
バージョンの照会, 90, 131
*STB?, 136
SYSTem:BEEPer, 88, 131
SYSTem:ERRor?, 85, 131

[T]

*TRG, 75
TRIGGER, 75
TRIGger:COUNT, 78, 129
TRIGger:DElay, 80, 128
TRIGger:DElay:AUTO, 80, 129
TRIGger:SOURce, 73, 128
*TST?, 86

[V]

VM Comp端子, 5, 83



【あ】

- アイドル・トリガ・ステート, 76, 127
- アドレス指定コマンド(IEEE-488), 163
- アナンシエータ, 4
- アパーチャ時間, 57
- イネーブル・レジスタ
 - クリア, 139, 141
 - 定義, 132
- イベント・レジスタ
 - クリア, 134, 139, 141
 - 定義, 132
- インタフェース (リモート)
 - GPIB コネクタ, 5
 - GPIBの選択, 92, 156
 - RS-232コネクタ, 5, 95, 148
 - RS-232の選択, 92, 156
 - 言語の制限, 92, 94
- エラー (誤差)
 - 温度係数, 217
 - クレスト・ファクタ, 201, 217
 - コモン・モード, 206
 - サービス・リクエストの発生, 69, 135
 - 帯域幅, 202
 - テスト・リード抵抗, 198
 - 熱 EMF, 192
 - 負担電圧, 206
 - 漏れ電流, 193
- エラー・メッセージ
 - エラー待ち行列, 85, 166
 - エラー文字列の長さ, 85, 166
 - 校正エラー, 175
 - 実行エラー, 167
 - セルフ・テスト・エラー, 173
- 演算機能
 - 解説, 62, 122
 - 可能な機能, 62, 122
- オート・レンジ
 - スレッシュホールド値, 20, 60
 - フロント・パネル・キー, 20
- オートゼロ
 - 対積分時間, 59
 - 対分解能, 59
 - 定義, 59, 207

オート・トリガ, 42, 73
オーバロード, 60, 140
オフセット電圧, 59, 196
オフセット (ヌル) 測定
 Nullレジスタ, 38, 64
 解説, 38, 64
 可能な機能, 62, 122
 ヌル・テスト・リード抵抗, 38, 64, 198
 フロント・パネル, 38
オペレータによるメンテナンス, 101
温度係数, 204, 217, 221

[か]

外部トリガ, 42, 74, 83
可能な演算機能, 62, 122
完全なセルフ・テスト, 15, 86
感度, 219
カンマ (区切り) 記号, 37, 89
奇数パリティ, 93
 クエリの設定, 58
偶数パリティ, 93
クエスチョナブル・データ・レジスタ
 クリア, 141
 ビット定義, 140
グラウンド, シャーシ, 5
グラウンド・ループ・ノイズ, 196
グループ実行トリガ(GET), 75
クレスト・ファクタ誤差, 201, 217
ゲート時間, 57
ケーブル(RS-232), 95, 148
桁, 数, 54, 219
桁数, 54, 219
言語
 互換性, 160
 コマンドのまとめ, 105-109
 制限, 92, 94
 選択, 94, 159
 適合性(SCPI), 162
校正
 エラー, 175
 カウント, 99
 コマンド, 144
 保護解除手順, 97

- 保護コード, 工場設定, 96
- 保護コードの変更, 99
- 保護手順, 98
 - メッセージ, 100
- 高速ACフィルタ, 51, 208
- 固定入力抵抗, 53
- 固定レンジ, 60
- コネクタ
 - Ext Trig, 5, 83
 - GPIOインタフェース, 5
 - RS-232インタフェース, 5, 95, 148
 - VM Comp, 5, 83
- コマンド
 - シンタックス規定, 50, 105, 150
 - 適合性(SCPI), 162
 - まとめ, 150-109
- ゴム・バンパ, 取り外し, 23
- コモン・コマンド, 163
- コモン・モード除去(CMR), 195

[さ]

- サービス・リクエスト(SRQ), 69, 135
- サポート・シェルフ・キット, 24
- サマリ・レジスタ
 - クリア, 134
 - 定義, 134
- サンプル, 数, 77
- 識別文字列, 89
- 磁気ループ, 195
- 自動トリガ遅延, 81
- シャーシ・グラウンド, 5
- 周期
 - アパーチャ時間, 57
 - 可能な演算機能, 62, 122
 - 接続, 18
 - 測定帯域, 18
- 周波数
 - アパーチャ時間, 57
 - 可能な演算機能, 62, 122
 - 接続, 18
 - 測定帯域, 18
- 出力データ・フォーマット, 153
- 出力バッファ, 137

手動レンジ, 20, 60
仕様, 209
シリアル・インタフェース(RS-232)
 インタフェースの選択, 92, 156
 コネクタの位置, 5, 148
 コネクタ・ピンアウト, 95, 148
 コマンド, 149
 推奨ケーブル, 95, 148
 データ・フォーマット, 145
 トーク・オンリ・モード, 92, 154
 バス/フェイル出力, 70, 95, 148
 パリティの選択, 93, 158
 ハンドシェーク・プロトコル(DTR/DSR), 146
 ピン定義, 95, 140
 ボーレートの選択, 93, 147, 157
シリアル・ポート, 135
信号トリガ, 42, 73
信号フィルタ, 51, 208
シンタックスの規定, 50, 105, 150
数値パラメータ, 152
スタンダード・イベント・トリガ
 クリア, 139
 ビット定義, 138
ステータス・バイト
 クリア, 134
 サマリ・レジスタ, 134
 ビット定義, 134
ステータス・レジスタ
 イネーブル・レジスタ, 132
 イベント・レジスタ, 132
 解説, 132
 コマンド, 142
 図, 133
ストップ・ビット, 145
スライディング・シェルフ・キット, 24
スレッシュホルド抵抗, 導通, 52
寸法, 製品, 216
製品仕様, 209
製品寸法, 216
積分時間
 対オートゼロ, 59
 対分解能, 55, 59
 定義, 57

- 接続, 18
 - 2線式抵抗, 17
 - 4線式抵抗, 17
 - AC電圧, 17
 - AC電流, 18
 - DCV:DCVレシオ, 44
 - DC電圧, 17
 - DC電流, 18
 - 周期, 18
 - 周波数, 18
 - ダイオード, 19
 - 導通, 19
- セトリング
 - ディレイ, 198
 - トリガ, 79
- セルフ・テスト
 - エラー, 173
 - 完全なテスト, 15, 86
 - 電源投入時のテスト, 15, 86
 - 読み取り値メモリ, 84, 86
- セルフ・ヒーティング誤差, 204
- ゼロ測定, 59, 207
- 相対測定
 - Nullレジスタ, 38, 64
 - 解説, 38, 64
 - 可能な機能, 62, 122
 - ヌル・テスト・リード抵抗, 38, 64, 198
 - フロント・パネル, 38
- 相対値(dB), 40, 66
- 測定エラー, 217
- 測定機能
 - 可能な演算の組み合わせ, 62, 122
- 測定誤差, 19
- 測定帯域
 - 周期, 18
 - 周波数, 18
- 測定端子
 - クウェリの設定, 58
 - フロント／リア切り替えスイッチ, 2, 58
- 測定の中断, 76
- 測定の手引, 191
- 測定分解能
 - 「1/2」桁, 21, 54
 - 対積分時間, 55

- 設定, 21
- 対オートゼロ, 59
- 電源/周波数, 55
 - フロント・パネル・キー, 21
- 測定レンジ
 - 2線式抵抗, 17
 - 4線式抵抗, 17
 - AC電圧, 17
 - AC電流, 18
 - DCV:DCVレシオ, 44
 - DC電圧, 17
 - DC電流, 18
 - オートレンジ, 20, 60
 - オーバロード, 60, 140
 - 周期, 18
 - 周波数, 18
 - 選択, 20
 - フロント・パネル・キー, 20
- ソフトウェア (バス) トリガ, 75, 125

[た]

- ターミネータ, 入力メッセージ, 153
- 帯域幅誤差, 202
- 帯域幅ディテクタ, 51, 208
- ダイオード
 - 可能な演算機能, 62, 122
 - 接続, 19
 - 電流ソース, 19
 - ビーバ・スレッシュホールド, 19
 - ビーバの制御, 88
- 端子
 - Ext Trig, 5, 83
 - GPIBインタフェース, 5
 - RS-232インタフェース, 5, 95, 148
 - VM Comp, 5, 83
 - クウェリの設定, 58
 - フロント/リア切り替えスイッチ, 2, 58
- 遅延
 - セトリング, 198
 - トリガ, 79
- 中速ACフィルタ, 51, 208

抵抗

2線式

可能な演算機能, 62, 122

接続, 17

レンジ, 17

4線式

可能な演算機能, 62, 122

接続, 17

レンジ, 17

導通スレッシュホールド, 52

入力抵抗, 53

ディスクリット・パラメータ, 152

ディスプレイ

アナンシエータ, 4

イネーブル/ディスエーブル, 87

カンマ (区切り) 記号, 37, 89

フォーマット, 22

メッセージ, 87

低速ACフィルタ, 51, 208

ディテクタ帯域幅, 51, 208

データ・タイプ (SCPI), 152

データ・フォーマット, 出力, 153

テスト

完全なセルフ・テスト, 15, 86

セルフ・テスト・エラー, 173

テスト・リード抵抗, 38, 64, 198

電源投入時のセルフ・テスト, 15, 86

読み取り値メモリ, 84, 86

デバイス・クリア, 146, 151, 154

手引き

測定, 191

フロント・パネル・メニュー, 29

電圧

AC電圧

可能な演算機能, 62, 122

信号フィルタ, 51, 208

接続, 17

負荷誤差, 203

レンジ, 17

DC電圧

可能な演算機能, 62, 122

接続, 17

入力抵抗, 53

- 負荷, 193
- レンジ, 17
- 電圧セクタ・モジュール, 14
- 電源コード, 15
- 電源周波数, 55, 57, 194
 - 電源投入時の感知, 194
- 電源周波数ノイズ, 57
- 電源電圧
 - 工場設定値, 13
 - 設定, 14
 - セクタ・モジュール, 14
- 電源投入時
 - シーケンス, 15
 - ステート, 102
 - セルフ・テスト, 15
- 電源ノイズ, 除去, 194
- 電源ヒューズ
 - 工場出荷時の構成, 13
 - 取り付け, 14
- 転送確度, 221
- 電流
 - AC電流
 - 可能な演算機能, 62, 122
 - 信号フィルタ, 51, 208
 - 接続, 18
 - レンジ, 18
 - DC電流
- 電流ソース
 - ダイオード, 19
 - 導通, 19
- 電流入力ヒューズ, 交換, 101
- 電力損失の影響, 198
- 導通
 - 可能な演算機能, 62, 122
 - スレッシュOLD抵抗, 52
 - 接続, 19
 - 電流ソース, 19
- トーク・オンリ・モード, 91, 92, 154
- トリガ
 - アイドル・トリガ・ステート, 76, 127
 - オート・トリガ, 42, 73
 - 外部トリガ, 42, 74, 83
 - コマンド, 128
 - シングル・トリガ, 42, 73

- ソース, 73
- 測定の中断, 76
- ソフトウェア (バス) トリガ, 75, 125
- 遅延, 79
 - 「トリガ待ち」ステート, 76, 127
- 内部, 75
- 複数のトリガ, 78
- 複数の読み取り値 (サンプル), 77
- フローチャート, 72
- フロント・パネル, 42
- 「トリガ待ち」ステート, 76, 127

[な]

- 内部トリガ, 75
- 内部読み取り値メモリ
 - 可能な機能, 46, 84
 - 保存される読み取り値の数, 84
 - 読み取り値の検索, 46
 - 読み取り値の保存, 46
- 入力感度バンド (読み取りホールド), 43, 82
- 入力信号レンジ
 - 周期, 18
 - 周波数, 18
- 入力端子
- 入力抵抗, DC電圧, 53
- 入力バイアス電流, 193
- 入力メッセージ・ターミネータ, 153
- ヌル測定
 - Nullレジスタ, 38, 64
 - 解説, 38, 64
 - 可能な機能, 62, 122
 - ヌル・テスト・リード抵抗, 38, 64, 198
 - フロント・パネル, 38
- 熱 EMF 誤差, 192
- ノイズ
 - グラウンド・ループ, 196
 - 磁気ループ, 195
 - 電源電圧, 194
- ノイズ除去, 21, 57, 194
- ノイズ・ピックアップ, 53, 193
- ノーマル・モード除去(NMR), 57, 194

[は]

バージョン

SCPI, 90

ファームウェア, 89

ハードウェア・ハンドシェーク(RS-232), 146

ハードウェア・ライン(IEEE-488), 163

ハードウェア, ラック・マウント, 24

配線接続

2線式抵抗, 17

4線式抵抗, 17

AC電圧, 17

AC電流, 18

DCV:DCVレシオ, 44

DC電圧, 17

DC電流, 18

周期, 18

周波数, 18

ダイオード, 19

導通, 19

バス・トリガ, 75, 125

バス/フェイル・リミット・テスト

RS-232バス/フェイル出力, 70, 95

解説, 69

可能な機能, 62, 122

サービス・リクエスト, 69, 140

ビーバの制御, 88

パラメータ・タイプ, 152

パリティ, 93, 158

パリティなし, 93

ハンドル

調節, 16

取り外し, 23

バンパ, 取り外し, 23

ビーバ

イネーブル/ディスエーブル, 88

ダイオード・スレッシュョルド, 19

導通スレッシュョルド, 19

ヒューズ

電源, 13, 101

電流入力, 5, 101

ヒューズの交換, 101

ヒューズ・ホルダ・アセンブリ, 5, 14

- 表示されるメッセージ
 - フロント・パネル, 87
 - メニュー, 30
- ファームウェア・リビジョン照会, 89
- フィラ・パネル・キット, 24
- フィルタ, AC信号, 51, 208
- ブール・パラメータ, 152
- フォーマット, 出力データ, 153
- 負荷誤差
 - AC電圧, 203
 - DC電圧, 53, 193
- 付属アクセサリ, 13, 216
- 負担電圧, 199, 206
- プッシュボタン (フロント・パネル), 2
- フランジ・キット, 24
- フローチャート (トリガ), 72
- プログラミング言語
 - 互換性, 160
 - コマンドのまとめ, 105-109
 - 制限, 92, 94
 - 選択, 94, 159
 - 適合性(SCPI), 162
- フロント・パネル
 - アナンシエータ, 4
 - イネーブル/ディスエーブル, 87
 - カンマ (区切り) 記号, 37, 89
 - ディスプレイ・フォーマット, 22
 - ビーバ, 88
 - メッセージ, フロント・パネル, 87
 - メニュー
 - 概要, 3
 - クイック・リファレンス, 27
 - ツリー・ダイアグラム, 29
 - 表示されるメッセージ, 30
 - 例, 31-36
- フロント・パネル・キー
 - トリガ, 42
 - 分解能, 21
 - メニュー, 29
 - レンジ, 20
 - フロント/リア切り替えスイッチ, 2, 58
- フロント/リア入力端子切り替えスイッチ, 2, 58
- 分解能
 - 「1/2」桁, 21, 54

- 対積分時間, 55
- 設定, 21
- 対オートゼロ, 59
- 電源周波数, 55
- フロント・パネル・キー, 21
- 平均 (MIN - MAX)測定
- 解説, 39, 63
- 可能な機能, 62, 122
- ビーパの制御, 88
- フロント・パネル, 39
- ボーレート, 93, 147, 157
- ほかの言語との互換性
- Fluke 8840A/8842A, 161
- Agilent 3478A, 160
- 保護コード (校正)
- 規則, 96
- 工場設定値, 96
- 変更, 99
- 文字列の長さ, 96
- 保存されている読み取り値の検索, 46
- ボルトメータ・コンプリート, 5, 83

[ま]

- メッセージ・ターミネータ, 153
- メニュー
- 概要, 3
- クイック・リファレンス, 27
- ツリー・ダイアグラム, 29
- 表示されるメッセージ, 30
- 例, 31-36
- メモリ, 内部
- 可能な機能, 46, 84
- 保存される読み取り値の数, 84
- 読み取り値の検索, 46
- 読み取り値の保存, 46
- メンテナンス, 101
- 文字列の長さ
- エラー待ち行列, 85
- 校正メッセージ, 100
- 識別文字列, 89
- 表示されるメッセージ, 87
- 文字列パラメータ, 152

持ち運び用ハンドル
調節, 16
取り外し, 23
漏れ電流誤差, 193

[や]

誘電吸収, 198
誘導電圧, 195
読み取り数, 77
読み取り値, 数, 77
読み取り値の保存
可能な機能, 46, 84
保存される読み取り値の数, 84
読み取り値の検索, 46
読み取り値の保存, 46
読み取り値メモリ
可能な機能, 46, 84
保存される読み取り値の数, 84
読み取り値の検索, 46
読み取り値の保存, 46
読み取りホールド
解説, 43, 82
入力感度帯域, 43, 82
ビーパの制御, 88
フロント・パネル, 43
より対線接続, 195

[ら]

ラック・マウント
スライディング・シェルフ・キット, 24
バンパ, 取り外し, 23
フィラ・パネル・キット, 24
フランジ・キット, 24
持ち運び用ハンドル, 取り外し, 23
ロック・リンク・キット, 24
リア端子
クウェリの設定, 58, 121
選択, 58
リア・パネル
概略図, 5
入力端子, 5
リード抵抗, 38, 64, 198

- リセット・ステート, 102
- リビジョンの照会 (ファームウェア), 89
- リミット・テスト
 - RS-232パス／フェイル出力, 70, 95
 - 解説, 69
 - 可能な機能, 62, 122
 - サービス・リクエスト, 69, 140
 - ビーパの制御, 88
- リモート・インタフェース
 - GPIB コネクタ, 5
 - GPIB の選択, 92, 156
 - RS-232コネクタ, 5, 95, 148
 - RS-232の選択, 92, 156
 - 言語の制限, 92, 94
- 例
 - CONFIGure, 114
 - MEASure?, 113
 - フロント・パネル・メニュー, 31-36
- レシオ (DCV:DCV) 測定
 - 可能な演算機能, 62, 122
 - 接続, 44
 - 選択, 45
 - フロント・パネル, 44
- レジスタの図 (ステータス), 133
- レシプロカル方式, 207
- レンジ, 18
 - 2線式抵抗, 17
 - 4線式抵抗, 17
 - AC電圧, 17
 - AC電流, 18
 - DCV:DCV レシオ, 44
 - DC電圧, 17
 - DC電流, 18
 - 周期, 18
 - 周波数, 18
- レンジ切り換え
 - オートレンジ, 20, 60
 - オーバロード, 60, 140
 - 選択, 20
 - フロント・パネル・キー, 20
- ロック・リンク・キット, 24

