

DMM4020

Digital Multimeter

ユーザーズ・マニュアル

Copyright © Tektronix. All rights reserved. 使用許諾ソフトウェア製品は、Tektronix またはその子会社や供給者が所有するもので、米国著作権法および国際条約の規定によって保護されています。

Tektronix 製品は、登録済および出願中の米国その他の国の特許等により保護されています。本書の内容は、既に発行されている他の資料の内容に代わるものです。また、本製品の仕様および価格は、予告なく変更させていただく場合がございますので、予めご了承ください。

TEKTRONIX および TEK は Tektronix, Inc. の登録商標です。

Tektronix 連絡先

Tektronix, Inc.
14200 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

製品情報、代理店、サービス、およびテクニカル・サポート：

- 北米内：1-800-833-9200 までお電話ください。
- 世界の他の地域では、www.tektronix.com にアクセスし、お近くの代理店をお探しください。

保証

Tektronix では、本製品において、認定された当社代理店から購入した日から 3 年、材料およびその仕上がりについて欠陥がないことを保証します。本保証期間中に本製品に欠陥があることが判明した場合、当社は、当社の判断にて、部品および作業の費用を請求せず、当該欠陥製品を修理するか、または当該欠陥製品と交換に代替品を提供します。バッテリーにつきましては、保証対象外となります。保証時に当社が使用する部品、モジュール、および交換する製品は、新品の場合、または新品同様のパフォーマンスを持つ再生品の場合もあります。交換したすべての部品、モジュール、および製品は当社で所有されます。

お客様が本保証に基づいてサービスを受けるには、保証期間が満了する前に、当該欠陥について当社に通知し、サービス実施に関する適切な手配を行う必要があります。お客様は、当該欠陥製品を梱包し、購入証明書のコピーと共に発送費用元払いで指定の当社サービス・センターに発送する責任があります。当社では、製品をお客様に返送する際、返送先が Tektronix サービス・センターが置かれている国と同一の国にある場合には、その返送費用を支払うものとします。上記以外の場所に返送される製品については、お客様にすべての発送費用、関税、税、その他の費用を支払う責任があります。

本保証は、不正な使用、あるいは不正または不適切な保守および取り扱いに起因するいかなる欠陥、故障、または損傷にも適用されないものとします。当社は、次の事項については、本保証に基づきサービスを提供する義務を負いません。a) 当社担当者以外の者による本製品のインストール、修理または整備の実施から生じた損傷に対する修理。b) 不適切な使用または互換性のない機器への接続から生じた損傷に対する修理。c) 当社製ではないサプライ用品の使用により生じた損傷または機能不全に対する修理。d) 本製品が改造または他の製品と統合された場合において、かかる改造または統合の影響により当該本製品の整備の時間または難易度が増加した場合の当該本製品に対する整備。

この保証は、明示的または黙示的な他のあらゆる保証の代わりに、製品に関して当社がお客様に対して提供するものです。当社およびそのベンダは、商品性または特定目的に対する適合性のいかなる暗黙の保証も拒否します。欠陥製品を修理または交換するという当社の責任行為は、本保証の不履行に対してお客様に提供される唯一の排他的な救済措置です。当社およびそのベンダは、当社またはベンダにそうした損害の可能性が前もって通知されていたかどうかにかかわらず、いかなる間接的損害、特別な損害、付随的損害、または結果的損害に対しても責任を負いません。

[W16 – 15AUG04]

目次

第 章	題 目	ページ
1	概要および仕様	1-1
	一般的な安全性の概要	1-3
	火災や人体への損傷を避けるには :	1-3
	記号および用語	1-6
	安全性および電気記号	1-6
	IEC 61010 測定カテゴリーの説明	1-7
	適合性情報	1-8
	EMC	1-8
	EC 適合宣言—EMC	1-8
	オーストラリア/ニュージーランドの適合宣言 - EMC	1-9
	安全性	1-9
	EC 適合宣言 - 低電圧指令	1-9
	米国の国家認定試験機関のリスト	1-9
	カナダ認証	1-9
	その他の適合性	1-9
	機器の種類	1-9
	安全クラス	1-9
	汚染度の説明	1-9
	汚染度	1-10
	測定過負荷カテゴリー	1-10
	環境条件について	1-10
	使用済み製品の処理方法	1-10
	機器のリサイクル	1-10
	有害物質に関する規制	1-10
	概要	1-11
	ユーザ・ドキュメント	1-12
	本マニュアルの構成	1-12
	機器のセキュリティ手順	1-13
	揮発性メモリー	1-13
	不揮発性メモリー	1-13
	オプションおよび付属品	1-14
	一般仕様	1-14
	電圧	1-14
	外形寸法	1-14

ディスプレイ	1-15
環境条件	1-15
トリガー	1-15
演算機能	1-15
入力保護及びオーバーレンジ	1-15
リモート・インターフェース	1-15
保証	1-15
電気の仕様	1-16
DC 電圧仕様	1-16
AC 電圧の仕様	1-17
抵抗測定	1-18
DC 電流測定	1-18
AC 電流測定	1-19
周波数	1-20
導通テスト	1-20
ダイオード・テスト	1-20
2 本器を使用するにあたって	2-1
概要	2-3
本器の開封および確認	2-3
本器の保管および輸送	2-3
電源に関する注意	2-3
電源電圧の選択	2-4
ヒューズの交換	2-4
電源ヒューズ	2-4
電流入力ヒューズヒューズ	2-5
電源接続	2-7
電源オン	2-7
ハンドルの調節	2-8
本器の機器ラックへの設置	2-9
本器のクリーニング	2-10
Fluke 45 エミュレーションモード	2-10
すべてのディスプレイ・セグメントの点灯	2-10
3 正面パネルからの操作	3-1
概要	3-3
デュアル・ディスプレイ	3-6
第1 ディスプレイ	3-6
第2 ディスプレイ	3-6
背面パネル	3-8
本器のレンジ選択	3-9
測定スピードの選択	3-9
測定機能の選択	3-9
電圧の測定	3-9
周波数の測定	3-10
周波数測定のレンジ選択	3-10
抵抗の測定	3-11
2線式抵抗測定	3-11
4線式抵抗測定	3-12
電流の測定	3-13
使用入力端子の自動検出	3-14
ダイオード／導通テスト	3-15
トリガー信号を用いる測定	3-16
トリガー・モードの設定	3-16

背面パネル入出力を用いて外部トリガーを掛ける方法	3-16
拡張機能の選択	3-18
デルタ測定機能 (REL)	3-18
デシベルおよびオーディオ・パワー測定機能	3-18
タッチ・ホールド機能 (HOLD)	3-19
最小値/最大値機能 (MIN/MAX)	3-20
拡張機能の組み合わせ	3-21
二次機能 (SHIFT ボタンの使用)	3-21
比較機能 (COMP)	3-22
上下限值の設定	3-22
比較機能の使い方	3-22
リスト編集機能と数値編集機能	3-23
リスト編集機能の使い方	3-23
数値編集機能の使い方	3-24
ファンクション・キー S1 - S6	3-25
電源投入時の初期設定	3-26
校正	3-26
4 コンピューター・インターフェースを使用した操作	4-1
概要	4-3
ローカルおよびリモート操作	4-3
コンピューター・インターフェース	4-3
RS-232 インターフェースを介したリモート操作の設定	4-3
通信パラメーターの設定 (RS-232)	4-3
RS-232 プリント・オンリー・モード	4-4
ホスト機器またはプリンター (RS-232) とのケーブル接続	4-5
文字のエコー表示と消去	4-6
^C(CNTRL C)を用いたデバイス・クリア	4-6
RS-232 プロンプト	4-6
インストール・テスト	4-6
RS-232 オペレーションのインストール・テスト	4-6
テストがうまくいかない場合	4-7
インプットの処理	4-7
インプット文字列	4-7
インプット・ターミネーター	4-7
本器への数値データの送信	4-8
本器へのコマンド文字列の送信	4-8
アウトプットの処理	4-9
トリガー・アウトプット	4-9
正面パネルから外部トリガーをかけるには	4-10
トリガー・タイプの設定	4-10
コンピューター・インターフェースから外部トリガーをかけるには	4-11
ステータス・レジスター	4-11
イベント・ステータス・レジスターおよびイベント・ステータス・イネーブル・レジスター	4-12
ステータス・バイト・レジスター	4-14
ステータス・バイト・レジスターの読み取り	4-15
コンピューター・インターフェース・コマンドの設定	4-15
共通コマンド	4-16
ファンクション・コマンドおよびクエリ	4-17
ファンクション拡張コマンドおよびクエリ	4-19
レンジおよび測定レート・コマンドおよびクエリ	4-21
測定クエリ	4-23

比較コマンドおよびクエリ	4-24
トリガー設定コマンド	4-24
その他のコマンドおよびクエリ	4-25
RS-232 リモート/ローカル設定	4-26
RS-232 を使用したシステム構成の保存/呼び出し	4-26
RS-232 コンピューター・インターフェースを利用したプログラムのサンプル	4-26

付録

A アプリケーション	A-1
B 2X4 線テスト・リード	B-1

索引

表目次

表	i 題目	ページ
1-1.	揮発性メモリー空間.....	1-13
1-2.	不揮発性メモリー空間.....	1-13
1-3.	付属品.....	1-14
2-1.	ヒューズ定格に対する線間電圧.....	2-4
2-2.	Tektronix 製の電源コード.....	2-7
3-1.	正面パネルの機能.....	3-4
3-2.	ディスプレイのアンシエータとインジケータ.....	3-7
3-3.	背面パネルの構成、機能.....	3-8
3-4.	RS-232 のピン配列.....	3-17
3-5.	RS232 ピン配列.....	3-19
3-6.	二次機能.....	3-21
3-7.	リスト編集機能オプション.....	3-23
3-8.	数値編集機能オプション.....	3-24
3-9.	工場出荷時の電源投入時の初期設定.....	3-26
4-1.	RS-232 通信パラメーターの工場出荷時の設定.....	4-4
4-2.	RS-232 プリント・オンリー・モードでのプリント・レート.....	4-5
4-3.	トリガー・タイプ.....	4-9
4-4.	RS-232 の読み取り速度.....	4-10
4-5.	ステータス・レジスター概要.....	4-11
4-6.	ESR および ESE のビットの詳細.....	4-14
4-7.	ステータス・バイト・レジスター (STB) のビットの詳細.....	4-14
4-8.	共通コマンド.....	4-16
4-9.	ファンクション・コマンドおよびクエリ.....	4-17
4-10.	ファンクション拡張コマンドおよびクエリ.....	4-19
4-11.	レンジおよび測定レート・コマンドおよびクエリ.....	4-21
4-12.	測定クエリ.....	4-23
4-13.	比較コマンドおよびクエリ.....	4-24
4-14.	トリガー設定コマンド.....	4-24
4-15.	その他のコマンドおよびクエリ.....	4-25
4-16.	フォーマット 2 での測定単位アウトプット.....	4-25
4-17.	リモート/ローカル 設定コマンド.....	4-26
4-18.	システム構成の保存/呼び出しコマンド.....	4-26

目次

図	題目	ページ
1-1.	IEC 61010 測定カテゴリー (CAT) レベル.....	1-7
2-1.	ライン電力ヒューズの交換.....	2-5
2-2.	電流入力ヒューズの交換.....	2-6
2-3.	ハンドルの調整と取り外し.....	2-8
2-4.	ブーツの取り外し.....	2-9
3-1.	正面パネル.....	3-4
3-2.	ディスプレイのアンシエータとインジケータ.....	3-6
3-3.	背面パネル.....	3-8
3-4.	電圧と周波数の測定.....	3-10
3-5.	2線式抵抗測定.....	3-11
3-6.	4線式抵抗測定.....	3-12
3-7.	2x4 ワイヤ・リードを使用する 4 ワイヤ Ω の入力接続.....	3-13
3-8.	電流測定 < 200 mA.....	3-14
3-9.	電流測定 200 mA ~ 10 A.....	3-14
3-10.	導通テスト.....	3-15
3-11.	ダイオード・テスト.....	3-15
3-12.	外部トリガー回路.....	3-17
4-1.	RS-232 インターフェースのピン 9 を使用した外部トリガー.....	4-11
4-2.	ステータス・データ構造の概略.....	4-12
4-3.	イベント・ステータス・レジスタおよびイベント・ステータス・ イネーブル・レジスタ.....	4-13
4-4.	RS-232 コンピューター・インターフェースのためのサンプル・ プログラム.....	4-27

第 1 章

概要および仕様

タイトル	ページ
一般的な安全性の概要	1-3
火災や人体への損傷を避けるには：	1-3
記号および用語	1-6
安全性および電気記号	1-6
IEC 61010 測定カテゴリーの説明	1-7
適合性情報	1-8
EMC	1-8
EC 適合宣言—EMC	1-8
オーストラリア/ニュージーランドの適合宣言 - EMC	1-9
安全性	1-9
EC 適合宣言 - 低電圧指令	1-9
米国の国家認定試験機関のリスト	1-9
カナダ認証	1-9
その他の適合性	1-9
機器の種類	1-9
安全クラス	1-9
汚染度の説明	1-9
汚染度	1-10
測定過負荷カテゴリー	1-10
環境条件について	1-10
使用済み製品の処理方法	1-10
機器のリサイクル	1-10
有害物質に関する規制	1-10
概要	1-11
ユーザ・ドキュメント	1-12
本マニュアルの構成	1-12
機器のセキュリティ手順	1-13
揮発性メモリー	1-13
不揮発性メモリー	1-13
オプションおよび付属品	1-14
一般仕様	1-14
電圧	1-14
外形寸法	1-14
ディスプレイ	1-15
環境条件	1-15

トリガー	1-15
演算機能	1-15
入力保護及びオーバーレンジ	1-15
リモート・インターフェース	1-15
保証	1-15
電気の仕様	1-16
DC 電圧仕様	1-16
AC 電圧の仕様	1-17
抵抗測定	1-18
DC 電流測定	1-18
AC 電流測定	1-19
周波数	1-20
導通テスト	1-20
ダイオード・テスト	1-20

一般的な安全性の概要

人体への損傷を避け、本製品や本製品に接続されている製品への損傷を防止するために、次の安全性に関する注意をよくお読みください。

安全にご使用いただくために、本製品の指示に従ってください。

資格のあるサービス担当者以外は、保守点検手順を実行しないでください。

本製品をご使用の際に、規模の大きなシステムの他の製品にアクセスしなければならない場合があります。システムの操作に関する警告や注意事項については、他製品のマニュアルにある安全に関するセクションをお読みください。

本器はヨーロッパの規格 EN 61010-1:2001 およびアメリカ/カナダの規格 UL 61010-1 と CAN/CSA-C22.2 No.61010-1-04 に適合するように設計および検査されており、安全な状態で出荷されています。

このマニュアルには、本器を安全に使用し、いつも安全な状態に保つために遵守していただくべき情報と警告が記載されています。

本器を正しく安全に使用するため、この項の注意事項をよく読んで守ってください。またこのマニュアルに記載されている特定の測定項目についての安全性に関する指示や警告に従ってください。なお、電源に関わる作業や本器の電源周辺の取り扱いには一般に行われている安全な作業手順に従って作業してください。

CAT I 機器は電子回路またはコピー機のような高電圧、低エネルギー装置から発生する過渡的過大信号から保護するように設計されています。

CAT II 機器は電力が、設置された設備より供給されるエネルギー消費機器、例えばテレビやパソコン、ポータブル機器、その他の家電製品から発生する過渡的過大信号より保護するように設計されています。

火災や人体への損傷を避けるには：

適切な電源コードを使用してください。 本器用に指定され、使用される国で認定された電源コードのみを使用してください。

正しい電圧設定を使用してください。 電源を入れる前に、電源セレクターが使用されるソースの正しい位置にあることを確認してください。

接続および取り外しは正しくおこなってください。 プローブまたはテスト・リードが電圧ソースに接続されているときに、それらを接続または取り外さないでください。

本器を接地してください。 本器は、電源コードのグランド線を使用して接地します。感電を避けるため、グランド線をアースに接続する必要があります。本器の入出力端子に接続する前に、本器が正しく接地されていることを確認してください。

すべての端子の定格に従ってください。 火災や感電を防ぐために、本器のすべての定格とマーキングに従ってください。本器に電源を接続する前に、定格の詳細について、製品マニュアルを参照してください。

一般の端子を含め、どの端子でも最大定格を超える電圧を印加しないでください。

電源を切断してください。 電源コードの取り外しによって主電源が切り離されます。電源コードをさえぎらないでください。このコードは常にアクセス可能であることが必要です。

カバーを外した状態で動作させないでください。カバーやパネルを外した状態で本器を動作させないでください。

故障の疑いがあるときは動作させないでください。本器に故障の疑いがある場合、資格のあるサービス担当者に検査してもらってください。

露出した回路への接触は避けてください。電源がオンのときに、露出した接続部分やコンポーネントに触れないでください。

適切なヒューズを使用してください。本器用に指定されたタイプおよび定格のヒューズのみを使用してください。

製品の表面を清潔で乾燥した状態に保ってください。

⚠️ 警告

本器を使用する前に、感電、人体への損害を避けるために、以下の注意事項に目を通してください。

- 本器を、このマニュアルで指示したとおりに使ってください。そうしないと本器に装備されている保護機能が働かない場合があります。
- 本器を湿った環境下では使わないでください。
- 使用前に本器を検査してください。壊れているように見える場合には使わないでください。
- 使用前にテスト・リードを検査してください。絶縁破壊や金属部分の露出があるものは使わないでください。また断線等がないか導通試験をしてみてください。テスト・リードが壊れていたら本器を使う前に交換してください。
- 本器の動作チェックを、使用前使用後に値のわかっている電圧を測ることにより行ってください。動作が異常でしたら使わないでください。保護回路が機能していない可能性があります。疑わしい場合は修理に出してください。
- 安全保護機能が損なわれていると思われる場合は、必ず本器を使用できない状態にし、意図せず偶然使用することのないようにしてください。
- 本器の保守は、資格のある保守担当者が行う必要があります。
- 本器に記載されている定格を超える電圧を端子間に印加しないでください。又、いずれの端子も各端子とグランド間に定格を超える電圧を印加しないでください。
- **IEC 測定カテゴリー II 環境では、600 V AC を超える電圧を本器の入力に印加しないでください。**このマニュアルの後半にある“**IEC 61010 測定カテゴリーの説明**”を参照してください。
- 必ず電源電圧と電源コンセントに合った電源コードとコネクタを使用してください。
- 電源コードは必ずグランド接続した状態で使用し、配電システムが正しく接地されていることを確認してください。
- ケースを開く場合には、必ず先にテスト・リードを外してください。

- カバーを外したり、ケースを開く場合には、必ず最初に、電源コードを外してください。
- **30 V AC RMS、42 V AC** ピーク、または **42 V DC** を超える電圧を扱う時には、細心の注意を払うようにしてください。これらの電圧は感電の恐れがあります。
- 交換用ヒューズはマニュアルで指示しているものを使用してください。
- 測定対象にあった適切な測定端子、測定項目およびレンジを使ってください。
- 周囲に爆発性のガス、蒸気あるいは粉塵があるところでは本器を使わないでください。
- プローブを使う場合には、フィンガー・ガードの後ろに指が隠れるようにしてください。
- 電気的な接続を行う場合、電気信号の通っているテスト・リードを接続する前にコモン端子への接続を行ってください。接続を外す場合には、先に電気信号の通っているテスト・リードを外してください。その後でコモン端子の接続をはずしてください。
- 抵抗測定、導通テスト、ダイオード・テストあるいはキャパシタンス測定を行う前には、被測定回路の電源を切り、高電圧に充電されている全てのキャパシタを放電させてから測定してください。
- 電流測定を行う前に本器のヒューズをチェックしてください。また本器を被測定回路に接続する前に被測定回路の電源を切って置いてください。
- 本器を修理する場合には、指定された交換部品だけを使用してください。

記号および用語

このマニュアルまたは製品では、以下の用語および安全性または電気記号が使用されます。

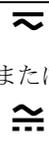
⚠⚠：警告。人体に傷害を与えたり、最悪の場合、死に至るおそれのあるような危険な状態や操作についての記述を表します。

⚠：注意。本器あるいは本器に接続されている機器に損傷を与えるおそれのあるような危険な状態や操作についての記述を表します。

⚠⚠ 警告

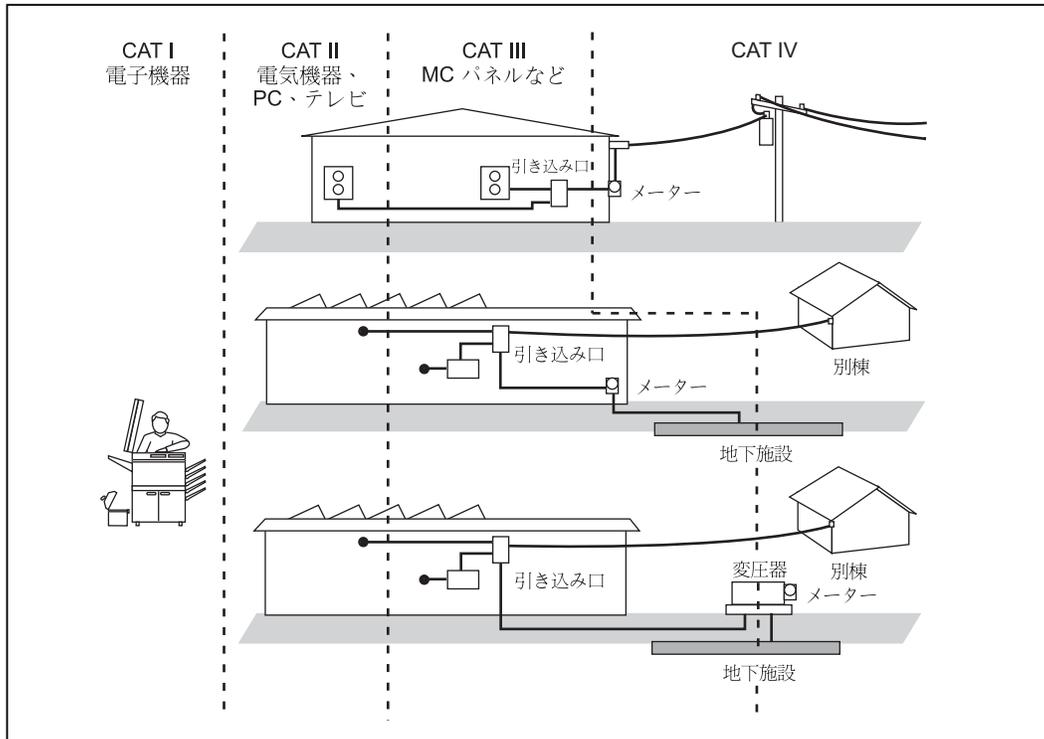
感電、人体への損害を避けるために、本器の設置、使用あるいは修理に先立って、“一般的な安全性の概要”を注意深く読んでください。

安全性および電気記号

記号	説明	記号	説明
	危険になる恐れがあること。重要な情報。マニュアルを参照。		ディスプレイのオン/オフと本器のリセット
	危険電圧。30 Vを超える dc 電圧あるいは AC ピーク電圧が存在する可能性がある。		接地
	AC		キャパシタンス
	DC		ダイオード
 または	AC または DC		ヒューズ
	導通テストあるいは導通テストのビープ音		デジタル信号
	潜在的危険電圧		保守あるいは修理
	二重絶縁		静電気に対する配慮の必要性。静電放電が部品にダメージを与える可能性がある。
CAT II	測定カテゴリ II は、低電圧設備に直接接続された回路の測定用です。	CAT I	測定カテゴリ I は、主電源に直接接続されていない測定用です。

IEC 61010 測定カテゴリーの説明

図 1-1 に示すように、IEC 61010 安全規格は、過渡的なインパルスによる危険度の大きさによって 4 種類の過負荷 (設置) カテゴリー (CAT I から IV) を定義しています。



CAT_JA_B.eps

図 1-1. IEC 61010 測定カテゴリー (CAT) レベル

IEC 61010 測定 CAT レベルは、機器がインパルス耐電圧に対して行う保護レベルを示します。

CAT I 機器は電子回路またはコピー機のような高電圧、低エネルギー装置から発生する過渡電圧から保護するように設計されています。

CAT II 機器は、コンセントに接続する電源コード付機器 (テレビ、PC、携帯ツール、その他の家電製品等) から発生する過渡電圧から保護するように設計されています。

CAT III 機器は、配電パネル、電気供給施設、分岐線、大規模なビルでの照明システムなどの固定設置された機器で、過渡電圧から保護するように設計されています。

CAT IV 機器は、メーターまたは引込線 (架空部や地中部) から発生する過渡電圧から保護するように設計されています。

適合性情報

この項では、EMC (電磁適合性)、安全性、および機器が準拠する環境基準について説明します。

EMC

EC 適合宣言—EMC

指令 2004/108/EC 電磁環境両立性に適合します。『Official Journal of the European Communities』に記載の以下の基準に準拠します。

EN 61326-1 2006、EN 61326-2 2006。 測定、制御、および実験用途の電気機器を対象とする EMC 基準^{1,2,3}

- CISPR 11:2003。グループ 1、クラス A、放射および伝導エミッション
- IEC 61000-4-2:2001。静電気放電イミュニティ
- IEC 61000-4-3:2002。RF 電磁界イミュニティ
- IEC 61000-4-4:2004。電氣的ファスト・トランジェント／バースト・イミュニティ
- IEC 61000-4-5:2001。電力線サージ・イミュニティ
- IEC 61000-4-6:2003。伝導 RF イミュニティ⁴
- IEC 61000-4-11:2004。電圧低下と停電イミュニティ⁵

EN 61000-3-2:2006。 AC 電源高調波エミッション

EN 61000-3-3:1995。 電圧の変化、変動、およびフリッカ

欧州域内連絡先

Tektronix UK, Ltd.
Western Peninsula
Western Road
Bracknell, RG12 1RF
United Kingdom

¹ 本製品は住居区域以外での使用を目的としたものです。住居区域で使用すると、電磁干渉の原因となることがあります。

² 本製品をテスト対象に接続した状態では、この規格が要求するレベルを超えるエミッションが発生する可能性があります。

³ ここで列挙した EMC 標準への適合性を確実にするには、高品質のシールドされたインタフェース・ケーブルを使用する必要があります。

⁴ 投入されたテスト信号に影響される場合 (150 kHz ~ 80 MHz の周波数範囲で 3 V rms、1 kHz で 80% の振幅変調)、VAC 機能の指定された下方レンジのトレランスは、既知の安定した保護用アースの基準接続に依存します。DMM4020 は、機器を接地した後、M2 CDN を使用して評価しました。シャーシ基準にノイズが多い状態では、重大な測定エラーが発生する場合があります。(IEC 61000-4-6)。

⁵ 動作基準 C。0%/250 サイクル電圧変動テスト・レベルで適用 (IEC 61000-4-11)。

オーストラリア/ニュージーランドの適合宣言 - EMC

ACMA に従い、次の規格に準拠することで Radiocommunications Act の EMC 条項に適合しています。

CISPR 11:2003。 グループ 1、クラス A、放射および伝導エミッション。EN 61326-1:2006 および EN 61326-2-1:2006 に準拠。

安全性

EC 適合宣言 - 低電圧指令

『Official Journal of the European Communities』にリストされている次の仕様に準拠しています。

低電圧指令 2006/95/EC。

- **EN 61010-1: 2001。** 測定、制御、および研究用途の電子装置に対する安全基準。

米国の国家認定試験機関のリスト

- **ISA-82.02.01。** 電気電子の試験、測定、および制御、および関連機器に関する安全性規格 -- 一般要件。

カナダ認証

- **CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1:2004。** 測定、制御、および研究用途の電子装置に対する安全基準。パート 1。

その他の適合性

- **IEC 61010-1: 2001。** 測定、制御、および研究用途の電子装置に対する安全基準。
- **ANSI/UL 61010-1:2004, 2nd Edition。** 電気測定およびテスト機器の規格。

機器の種類

テストおよび測定。

安全クラス

クラス 1 — アース付き製品。

汚染度の説明

製品内部およびその周辺で発生する可能性がある汚染の尺度です。通常、製品の内部環境は外部環境と同じとみなされます。製品は、その製品に指定されている環境でのみ使用してください。

- 汚染度 1。汚染なし、または乾燥した非導電性の汚染のみが発生します。このカテゴリの製品は、通常、被包性、密封性のあるものか、クリーン・ルームでの使用を想定したものです。
- 汚染度 2。通常、乾燥した非導電性の汚染のみが発生します。ただし、結露によって一時的な導電性が発生することもまれにあります。これは、標準的なオフィスや家庭内の環境に相当します。一時的な結露は製品非動作時のみ発生します。

- 汚染度 3。導電性のある汚染、または通常は乾燥して導電性を持たないが結露時に導電性を帯びる汚染。これは、温度、湿度のいずれも管理されていない屋内環境に相当します。日光や雨、風に対する直接の曝露からは保護されている領域です。
- 汚染度 4。導電性のある塵、雨、または雪により持続的に導電性が生じている汚染。これは一般的な屋外環境に相当します。

汚染度

汚染度 2 (IEC 61010-1 の定義)注意：屋内使用のみについての評価です。

測定過負荷カテゴリー

CAT I – 1000V / CAT II – 600V

環境条件について

この項では、この製品の環境に対する影響について説明します。

使用済み製品の処理方法

機器またはコンポーネントをリサイクルする場合、以下のガイドラインに従ってください。

機器のリサイクル

この機器を生産する際には、天然資源が使用されています。この製品には、環境または人体に有害となる可能性のある物質が含まれているため、製品を廃棄する際には適切に処理する必要があります。有害物質の放出を防ぎ、天然資源の使用を減らすため、本製品の部材の再利用とリサイクルの徹底にご協力ください。

	<p>この記号は、本製品が WEEE（廃棄電気・電子機器）およびバッテリーに関する Directive 2002/96/EC および 2006/66/EC に基づき、EU の諸要件に準拠していることを示しています。リサイクル方法については、Tektronix の Web サイト (www.tektronix.com) の「Service&Support」のセクションを確認してください。</p>
---	---

有害物質に関する規制

本製品は Monitoring and Control（監視および制御）装置に分類され、2002/95/EC RoHS Directive（電気・電子機器含有特定危険物質使用制限指令）の範囲外です。

概要

Tektronix DMM4020 は 5-1/2 桁デュアル・ディスプレイのデジタル・マルチメーターでベンチ、フィールド・サービスおよびシステムでのアプリケーションに適した設計が行われています。本器はマルチメーターとしての測定機能をフル装備しているだけでなく RS-232 リモート・インターフェース機能を備えていますので、手動の高精度測定にもシステムでの自動測定にも理想的なツールとしてお使いいただけます。携帯に便利のように、本器には携帯ハンドルが備わっています。ベンチトップでの使用時にはこのハンドルで本器の設置角度を調節できます。

本器には次のような特徴があります。

- 1つの入力信号の2つのパラメーターを表示する真空蛍光表示のデュアル・ディスプレイ(例：交流信号の AC 電圧と周波数など)
- 5-1/2 桁分解能
- 真の実効値応答型交流測定
- 2 および 4 線式抵抗測定
- 200 mV～1000 V レンジ、感度 1 μ V の DC 電圧測定
- 200 mV～750 V レンジ、感度 1 μ V の AC 電圧測定
- 200 Ω ～ 100 M Ω レンジ、感度 1 m Ω の広範囲抵抗測定
- 200 μ A～10 A レンジ、感度 1 nA の DC 電流測定
- 20 mA～10 A レンジ、感度 100 nA の AC 電流測定
- 20 Hz～1 MHz の周波数測定
- 導通およびダイオード・テスト
- 2.5 回/秒 (低速)、20 回/秒 (中速)、100 回/秒 (高速) の可変測定スピード
- 6 種類の測定セットアップに正面パネルのワンタッチ・キー・アクセス可能
- 上下限值に対する比較・判定を行なう比較機能
- RS-232 インターフェースによるリモート操作可能
- ケースを開けずにできる校正 (ケース内部の調整不要)

ユーザ・ドキュメント

本器のユーザ・ドキュメントには、以下が含まれます。

アクセサリ	格納箇所	部品番号
安全性および設置マニュアル	 +  +  www.Tektronix.com	071-2694-xx
テクニカル・リファレンス (仕様およびパフォーマンスの確認)	 +  www.Tektronix.com	077-0365-xx
ユーザーズ・マニュアル (本マニュアル) 以下の言語で用意されています。 英語 フランス語 イタリア語 ドイツ語 スペイン語 日本語 中国語 (簡体字) 中国語 (繁体字) 朝鮮語 ロシア語	 +  www.Tektronix.com	077-0364-xx 077-0376-xx 077-0377-xx 077-0378-xx 077-0379-xx 077-0380-xx 077-0381-xx 077-0382-xx 077-0383-xx 077-0384-xx

本マニュアルの構成

このマニュアルは 8808A デジタル・マルチメーター（これ以降、本器と略称します）のユーザーズ・マニュアルです。このマニュアルには初めてのユーザーが必要とすると思われる全ての情報が記載されています。内容は以下の3つの章に分かれています。

第1章 “概要および仕様”：本器を安全に使う方法、標準モデルの構成ならびに別売りのアクセサリおよび仕様についての情報を記載しています。

第2章 “本器を使用するにあたって”：電源電圧の設定、電源への接続および電源スイッチの投入についての情報を記載しています。

第3章 “正面パネルからの操作”：本器の正面および背面パネルからの操作の仕方を解説します。

第4章 “アプリケーション”：本器で電気計測を行う際の詳しい情報を記載しています。

第5章 “コンピュータ・インターフェースを使って本器を操作する”：本器の背面パネルにある RS-232 コンピュータ・インターフェースを介して、本器を設定、構成、および操作する方法について説明します。

付録

機器のセキュリティ手順

この項では、本器のメモリー素子についてその概要と消去の仕方について説明してあります。

揮発性メモリー

表1-1は本器の揮発性メモリー素子のリストです。

表 1-1. 揮発性メモリー空間

タイプ	サイズ	機能
RAM	2 KB	U44、マイクロプロセッサ・メモリー：測定データ、ユーザ文字列、および一時的な構成情報。

不揮発性メモリー

表 1-2 は本器の不揮発性メモリー素子のリストです。

表 1-2. 不揮発性メモリー空間

タイプ	サイズ	機能
フラッシュ・メモリー	60 KB	U44、マイクロプロセッサ・メモリー：アプリケーション・プログラム・ストレージ
フラッシュ・メモリー	256 B	U44、マイクロプロセッサ・メモリー：未使用。
EEPROM	16 KB	U45、IC、メモリー：校正定数、ハードウェア・セットアップ、およびユーザ構成情報。

表-1-1に示される揮発性メモリーの要素および表1-2のユーザが保存した不揮発性メモリー要素の機器の正面パネル設定を消去するには：

1. 背面パネルの電源ソケットにある電源スイッチをオフにした後で再度オンにして、本器の電源を入れ直します。本器はデフォルト設定に戻ります。
2. 正面パネルの  を押して、本器の電源をオンにします。
3.  ボタンを押します。
4.  ～  ファンクション・キーを順に押し、数秒間待ってから各キーを押します。正面パネル機器のユーザ設定のメモリー位置が出荷時デフォルト設定に戻ります。
5.  ボタンを押してシフト・モードを終了します。

オプションおよび付属品

表1-3に利用できるオプションとアクセサリをリストアップしてあります。

表 1-3. 付属品

モデル/部品番号 ¹	説明
TL710 196-3520-00	精密測定用テスト・リード・セット
013-0369-00	校正フィクスチャ ; 4 端子短絡バー
Y8846S (Fluke)	ラックマウント・キット シングル
Y8846D (Fluke)	ラックマウント・キットデュアル
TL705	2X4 線式抵抗精密テスト・リード
TL725	2X4 線式抵抗鉗子テスト・リード
159-0488-00	ヒューズ, 11 A, 1000 V、速断型, .406INX1.5IN, バルク
159-0487-00	ヒューズ, 440 A, 1000 V、速断型, .406X1.375, バルク
174-5813-00	USB - RS-232 ケーブル・アセンブリ
012-0991-01	GPIB ケーブル ; 低 EMI ; 1 M
159-0579-00	ヒューズ、0.100 A、250 V AC、slow blow
159-0044-00	ヒューズ、0.200 A、250 V、slow blow
HCTEK4321	ハード・ケース、プラスチック
AC4000	ソフト・ケース、ナイロン

¹ Tektronix 製品以外のすべてのモデルおよび製品番号には、括弧内にベンダー名が記載されています。

一般仕様

電圧

100V.....	90 V ~ 110 V
120V.....	108 V ~ 132 V
220V.....	216 V ~ 264 V
240V.....	216 V ~ 264 V
周波数.....	47 Hz ~ 440 Hz
消費電力.....	25 VA ピーク (10 W アベレージ)

外形寸法

高さ.....	88 mm
幅.....	217 mm
奥行き.....	297 mm
重量.....	2.1 kg

ディスプレイ

真空蛍光ディスプレイ, セグメント

環境条件

温度

動作温度範囲	0 °C ~ 50 °C
保管温度範囲	-40 °C to 70 °C
ウォームアップ時間	30 分 : 不確かさの仕様を完全に満足するために必要な時間

相対湿度 (結露しない状態)

動作湿度	<90 % (0 °C ~ 28 °C) <75 % (28 °C ~ 40 °C) <45 % (40 °C ~ 50 °C)
保管湿度	-40 °C ~ 70 °C の範囲で、<95 %

高度

動作	2,000 Meters
保管	12,000 Meters
振動及び衝撃	Mil 規格 : MIL-PRF-28800F Class 3 に適合

トリガー

トリガー・ディレイ	400 ms
外部トリガー・ディレイ	<2 ms
外部トリガー・ジッター	<1 ms
トリガー入力レベル	TTL レベル
トリガー出力レベル	最大 5 V

演算機能

最小値/最大値, 相対値(差), ホールド, 比較判定, dB 機能

入力保護及びオーバーレンジ

入力保護	1000 V 全レンジ
オーバーレンジ	10 % (ダイオード・テスト及び導通テストを除く全測定項目の最大のレンジで)

リモート・インターフェース

RS-232C

保証

3 年間

電気の仕様

仕様は最低 30 分のウォームアップを行った後、5.5 桁モードで有効です。

DC 電圧仕様

最大入力電圧	1000 V 全レンジ
コモン・モード除去比	50 または 60 Hz $\pm 0.1\%$ に対し 120 dB (1 k Ω 不平衡負荷)
ノーマル・モード除去比	80 dB (測定スピード低速のとき)
A/D 変換直線性	レンジの 15 ppm
入力バイアス電流	<30 pA、25 °C
セットリング・タイムに関する注意	測定セットリング・タイムは信号源インピーダンス、ケーブルの誘電体特性及び入力信号の変動に影響されます。

入力特性

レンジ	フル・スケール (5-1/2 桁)	分解能			入力インピーダンス
		低速	中速	高速	
200 mV	199.999 mV	1 μ V	10 μ V	10 μ V	>10 G Ω ^[1]
2 V	1.99999 V	10 μ V	100 μ V	100 μ V	>10 G Ω ^[1]
20 V	19.9999 V	100 μ V	1000 μ V	1000 μ V	10 M Ω $\pm 1\%$
200 V	199.999 V	1 mV	10 mV	10 mV	10 M Ω $\pm 1\%$
1000 V	1000.00 V	10 mV	100 mV	100 mV	10 M Ω $\pm 1\%$

注記：
[1] デュアル・ディスプレイ測定において、測定項目の組み合わせによっては、200 mV 及び 2 V レンジの入力インピーダンスが 10 M Ω となります。

確度

レンジ	不確かさ ^[1]		温度係数/18 – 28 °C の範囲外で C °
	90 日	1 年	
	23 °C \pm 5 °C	23 °C \pm 5 °C	
200 mV	0.01 + 0.003	0.015 + 0.004	0.0015 + 0.0005
2 V	0.01 + 0.002	0.015 + 0.003	0.001 + 0.0005
20 V	0.01 + 0.003	0.015 + 0.004	0.0020 + 0.0005
200 V	0.01 + 0.002	0.015 + 0.003	0.0015 + 0.0005
1000 V	0.01 + 0.002	0.015 + 0.003	0.0015 + 0.0005

注記：
[1] 不確かさは \pm (読み値の% + レンジの%)で表されています。

AC 電圧の仕様

AC 電圧の仕様はレンジの 5 % を超える正弦波入力に対して適用されます。レンジの 1 % ~ 5 % および 50 kHz 未満の入力に対して、レンジの 0.1 % の追加誤差を加え、50 kHz ~ 100 kHz では、レンジの 0.13 % を加えます。

最大入力電圧	750 V rms または 1000 V ピーク, または $8 \times 10^7 \text{ V} \cdot \text{Hz}$ 積
測定方式	AC 結合で真の実効値測定。全レンジ 1000 VDC 以下のバイアスで入力の AC 成分を測定。
AC フィルタ帯域幅	20 Hz ~ 100 kHz
コモン・モード除去比	50 または 60 Hz のノイズに対し 60 dB (1 k Ω 不平衡負荷)
最大クレスト・ファクター	フル・スケールで 3:1
クレスト・ファクターによる追加誤差 (<100 Hz)	クレスト・ファクター 1-2, フルスケールの 0.05 % クレスト・ファクター 2-3, フルスケールの 0.2 % 非正弦波信号に対してのみ適用

入力特性

レンジ	フル・スケール (5-1/2 桁)	分解能			入力インピーダンス
		低速	中速	高速	
200 mV	199.999 mV	1 μV	10 μV	10 μV	1 M Ω \pm 2 %, 並列容量 <100 pF
2 V	1.99999 V	10 μV	100 μV	100 μV	
20 V	19.9999 V	100 μV	1000 μV	1000 μV	
200 V	199.999 V	1 mV	10 mV	10 mV	
750 V	750.00 V	10 mV	100 mV	100 mV	

確度

レンジ	周波数	不確かさ ^[1]		温度係数/18 - 28 °C の範囲外で°C
		90 日	1 年	
		23 °C \pm 5 °C	23 °C \pm 5 °C	
200 mV	20 Hz - 45 Hz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.01 + 0.005
	45 Hz - 20 kHz	0.15 + 0.05	0.2 + 0.05	0.01 + 0.005
	20 kHz - 50 kHz	0.3 + 0.05	0.35 + 0.05	0.01 + 0.005
	50 kHz - 100 kHz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.05 + 0.01
2 V	20 Hz - 45 Hz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.01 + 0.005
	45 Hz - 20 kHz	0.15 + 0.05	0.2 + 0.05	0.01 + 0.005
	20 kHz - 50 kHz	0.3 + 0.05	0.35 + 0.05	0.01 + 0.005
	50 kHz - 100 kHz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.05 + 0.01
20 V	20 Hz - 45 Hz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.01 + 0.005
	45 Hz - 20 kHz	0.15 + 0.05	0.2 + 0.05	0.01 + 0.005
	20 kHz - 50 kHz	0.3 + 0.05	0.35 + 0.05	0.01 + 0.005
	50 kHz - 100 kHz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.05 + 0.01
200 V	20 Hz - 45 Hz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.01 + 0.005
	45 Hz - 20 kHz	0.15 + 0.05	0.2 + 0.05	0.01 + 0.005
	20 kHz - 50 kHz	0.3 + 0.05	0.35 + 0.05	0.01 + 0.005
	50 kHz - 100 kHz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.05 + 0.01
750 V	20 Hz - 45 Hz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.01 + 0.005
	45 Hz - 20 kHz	0.15 + 0.05	0.2 + 0.05	0.01 + 0.005
	20 kHz - 50 kHz	0.3 + 0.05	0.35 + 0.05	0.01 + 0.005
	50 kHz - 100 kHz	0.8 + 0.05	0.9 + 0.05	0.05 + 0.01

注記:

[1] 不確かさは \pm (読み値の% + レンジの%) で表されています。

抵抗測定

仕様はゼロ調整を行った4線式抵抗測定あるいは2線式抵抗測定に適用されます。RELを使用しない場合、2線式抵抗測定では0.2Ωとさらにリード線抵抗が追加されます。

測定方式	LO入力を基準とする測定用電流源
最大許容リード抵抗(4線式抵抗測定)	200Ω、2kΩレンジでリード線1本につきレンジの10%。他の全レンジではリード線1本につき1kΩ。
入力保護	全レンジ1000V

入力特性

レンジ	フルスケール (5-1/2桁)	分解能			測定電流
		低速	中速	高速	
200Ω	199.999Ω	0.001Ω	0.01Ω	0.01Ω	0.8mA
2kΩ	1.99999kΩ	0.01Ω	0.1Ω	0.1Ω	0.8mA
20kΩ	19.9999kΩ	0.1Ω	1Ω	1Ω	0.08mA
200kΩ	199.999kΩ	1Ω	10Ω	10Ω	0.008mA
2MΩ	1.99999MΩ	10Ω	100Ω	100Ω	0.9μA
20MΩ	19.9999MΩ	100Ω	1kΩ	1kΩ	0.16μA
100MΩ	100.000MΩ	1kΩ	10kΩ	10kΩ	0.16μA 10MΩ

確度

レンジ	不確かさ ^[1]		温度係数/18 - 28°Cの範囲外で °C
	90日	1年	
	23°C ± 5°C	23°C ± 5°C	
200Ω	0.02 + 0.004	0.03 + 0.004	0.003 + 0.0006
2kΩ	0.015 + 0.002	0.02 + 0.003	0.003 + 0.0005
20kΩ	0.015 + 0.002	0.02 + 0.003	0.003 + 0.0005
200kΩ	0.015 + 0.002	0.02 + 0.003	0.003 + 0.0005
2MΩ	0.03 + 0.003	0.04 + 0.004	0.004 + 0.0005
20MΩ	0.2 + 0.003	0.25 + 0.003	0.01 + 0.0005
100MΩ	1.5 + 0.004	1.75 + 0.004	0.2 + 0.0005

注記:
[1] 不確かさは±(読み値の% + レンジの%)で表されています。

DC電流測定

入力保護	11A / 1000V 及び 440mA / 1000V ヒューズ装備。
シャント抵抗	0.01Ω : 2A 及び 10A レンジ 1Ω : 20mA 及び 200mA 200μA 及び 2mA レンジにおいてはバー ドン電圧は5mV未満。

入力特性

レンジ	フルスケール (5-1/2桁)	分解能			バー ドン電圧
		低速	中速	高速	
200μA	199.999μA	0.001μA	0.01μA	0.01μA	<5mV
2mA	1999.99μA	0.01μA	0.1μA	0.1μA	<5mV
20mA	19.9999mA	0.1μA	1μA	1μA	<0.05V
200mA	199.999mA	1μA	10μA	10μA	<0.5V
2A	1.99999A	10μA	100μA	100μA	<0.1V
10A	10.0000A	100μA	1mA	1mA	<0.5V

確度

レンジ	不確かさ ^[1]		温度係数/18 - 28 °C の範囲外で C°
	90 日	1 年	
	23 °C ± 5 °C	23 °C ± 5 °C	
200 µA	0.02 + 0.005	0.03 + 0.005	0.003 + 0.001
2 mA	0.015 + 0.005	0.02 + 0.005	0.002 + 0.001
20 mA	0.03 + 0.02	0.04 + 0.02	0.005 + 0.001
200 mA	0.02 + 0.005	0.03 + 0.008	0.005 + 0.001
2 A	0.05 + 0.02	0.08 + 0.02	0.008 + 0.001
10 A	0.18 + 0.01	0.2 + 0.01	0.008 + 0.001

注記:
[1] 不確かさは±(読み値の+ % レンジの%)で表されています。

AC 電流測定

以下の AC 電流測定仕様はレンジの 5 % を超える正弦波に対して適用されます。レンジの 1 ~ 5 % の入力に対しては、レンジの 0.1 % の誤差が追加されます。

入力保護	11 A / 1000 V 及び 440 mA / 1000 V ヒューズ装備。ツールを用いて着脱。
測定方式	AC 結合の真の実効値応答型
シャント抵抗	Ω0.01 : 2 A 及び 10 A レンジ 1 : 20 mA 及び 200 mA レンジΩ
AC フィルタ帯域幅	20 Hz ~ 100 kHz
最大クレスト・ファクター	フルスケールで 3:1
クレスト・ファクターによる追加誤差 (<100 Hz)	クレスト・ファクター 1-2, フルスケールの 0.05 % クレスト・ファクター 2-3, フルスケールの 0.2 % 非正弦波信号に対してのみ適用

入力特性

レンジ	フルスケール (5-1/2 桁)	分解能			バー ドン電圧
		低速	中速	高速	
20 mA	19.9999 mA	0.1 µA	1 µA	1 µA	<0.05 V
200 mA	199.999 mA	1 µA	10 µA	10 µA	<0.5 V
2 A	1.99999 A	10 µA	100 µA	100 µA	<0.1 V
10 A	10.0000 A	100 µA	1 mA	1 mA	<0.5 V

確度

レンジ	周波数	不確かさ ^[1]		温度係数/18 - 28 °C の範囲外で C°
		90 日	1 年	
		23 °C ± 5 °C	23 °C ± 5 °C	
20 mA	20 Hz - 45 Hz	1 + 0.05	1.25 + 0.06	0.015 + 0.005
	45 Hz - 2 kHz	0.25 + 0.05	0.3 + 0.06	0.015 + 0.005
200 mA	20 Hz - 45 Hz	0.8 + 0.05	1 + 0.06	0.015 + 0.005
	45 Hz - 2 kHz	0.25 + 0.05	0.3 + 0.06	0.015 + 0.005
2 A	20 Hz - 45 Hz	1 + 0.05	1.25 + 0.06	0.015 + 0.005
	45 Hz - 2 kHz	0.25 + 0.05	0.3 + 0.06	0.015 + 0.005
10 A	20 Hz - 45 Hz	1 + 0.1	1.25 + 0.12	0.015 + 0.005
	45 Hz - 2 kHz	0.35 + 0.1	0.5 + 0.12	0.015 + 0.005

注記:
[1] 不確かさは±(読み値の+ % レンジの%)で表されています。

周波数

ゲート時間.....	131 ms
測定方式.....	AC 電圧測定機能を用いた AC 入力結合
セットリング・タイムについての注意.....	DC オフセット電圧の変動が起きた後で、周波数あるいは周期を測定すると誤差を生じることがあります。最も正確な測定値を得るためには、ブロッキング・コンデンサーの時定数による過渡状態が落ち着くまでの時間、最大 1 秒が必要です。
測定についての注意.....	低電圧、低周波数の信号を測定する場合、外部のノイズの影響による誤差を最小にするために、入力をシールドしてください。

確度

レンジ	周波数	不確かさ		温度係数/18 – 28°C の範囲外で C°
		90 日 23 °C ± 5 °C	1 年 23 °C ± 5 °C	
100 mV ~ 750 V ^[1,2]	20 Hz – 2 kHz	0.01 + 0.002	0.01 + 0.003	0.002 + 0.001
	2 kHz – 20 kHz	0.01 + 0.002	0.01 + 0.003	0.002 + 0.001
	20 kHz – 200 kHz	0.01 + 0.002	0.01 + 0.003	0.002 + 0.001
	200 kHz – 1 MHz	0.01 + 0.004	0.01 + 0.006	0.002 + 0.002
注記: [1] 入力 > 100 mV [2] 8×10 ⁷ V Hz に制限されます。				

導通テスト

導通のしきい値.....	20 Ω
測定電流.....	1 mA
応答時間.....	100 サンプル/秒, 可聴信号出力
レート.....	高速
最大読み値.....	199.99 Ω
分解能.....	0.01 Ω

ダイオード・テスト

応答時間.....	100 サンプル/秒, 可聴信号出力
レート.....	高速
最大読み値.....	1.9999 V
分解能.....	0.1 mV

第 2 章 本器を使用するにあたって

タイトル	ページ
概要	2-3
本器の開封および確認	2-3
本器の保管および輸送	2-3
電源に関する注意	2-3
電源電圧の選択	2-4
ヒューズの交換	2-4
電源ヒューズ	2-4
電流入力ヒューズヒューズ	2-5
電源接続	2-7
電源オン	2-7
ハンドルの調節	2-8
本器の機器ラックへの設置	2-9
本器のクリーニング	2-10
Fluke 45 エミュレーションモード	2-10
すべてのディスプレイ・セグメントの点灯	2-10

概要

この章では正しい電源電圧を選択し、適切な電源コードを接続して本器の電源を入れるまでの準備について説明します。また本器の正しい保管及びクリーニング方法についても説明します。

本器の開封および確認

本器が完全な状態で配送できるよう、梱包材には細心の注意が払われています。本器が輸送時に不適切な取り扱いを受けた場合は、箱の外面に損傷が見られる場合があります。損傷を受けている場合は、箱と梱包材を保管し、輸送会社に点検を依頼して下さい。

箱は注意深く開封し、中身に損傷や欠品がないか確認してください。もし本器に損傷が見られたり、欠品があったりした場合には輸送会社と Tektronix 双方に速やかに連絡してください。本器を返品する時のため、箱と梱包材は大切に保管して下さい。

本器の保管および輸送

本器を輸送および保管する際には、本器をケースに入れて輸送用の箱の中の緩衝材の間に置いてください。納品時の輸送用の箱は、通常の取り扱いに対して十分な緩衝効果があるため、出来るだけ納品時の箱をご利用ください。もし納品時の箱が利用できない時は、17.5" x 15.5" x 8.0"(445 mm x 394 mm x 204 mm) の箱の側面と本器との間に緩衝材を詰め、同程度の緩衝効果が得られるようにして輸送してください。

本器を保管する際にはその箱を第 1 章に記載されている保管環境で保管してください。

電源に関する注意

本器は、世界各地のさまざまな標準電源で作動しますが、ご使用になる電源電圧で作動するようセットアップする必要があります。本器は注文時に決定された電源電圧に設定して梱包されています。指定した電源電圧が本器を接続する電源に一致しない場合は、本器の電源電圧設定を変更する必要があります。また、電源ヒューズの交換が必要となる場合があります。

電源電圧の選択

本器は 4 種の電源電圧で動作します。選択した電源電圧設定は、本器の背面パネルにある電源ヒューズ・ホルダー・ウィンドウで確認できます。

1. 電源コードを取り外します。
2. ヒューズ・ホルダーの左側にある小さな溝に、小型ドライバーを挿入し、ホルダーが飛び出すまで、右に押しします。図 2-1 を参照して下さい。
3. ヒューズ・ホルダーからセレクター・ブロックを取り出します。
4. セレクター・ブロックを使用する電圧定格に合うまで回転させます。
5. セレクター・ブロックをヒューズ・ホルダーに戻して下さい。
6. ヒューズ・ホルダーを本器に戻し、電源コードを取り付けます。

電源電圧設定を変えると、正しく動作するために異なる電源ヒューズが必要となる場合があります。

ヒューズの交換

本器は AC 電源用と電流測定端子用の 2 種類の保護用ヒューズを使用しています。

電源ヒューズ

本器は、電源と対応した電源ヒューズを備えています。表 2-1 には 4 つの線間電圧それぞれに対応する正しいヒューズが記載されています。電源ヒューズの交換は背面パネルから行います。

1. 電源コードを取り外します。
2. ヒューズ・ホルダーの左側にある小さな溝に、小型ドライバーを挿入し、ホルダーが飛び出すまで、右に押しします。図 2-1 を参照して下さい。
3. ヒューズを取り出し、選択した電源電圧に適した定格のヒューズと交換します。表 2-1 を参照して下さい。
4. セレクター・ブロックをヒューズ・ホルダーに戻して下さい。

警告

感電や火災を避けるため、間に合わせのヒューズの使用やヒューズ・ホルダーのショートは避けて下さい。

表 2-1. ヒューズ定格に対する線間電圧

電源電圧	ヒューズの定格
100 / 120	0.200 A, 250 V (slow blow)
220 / 240	0.100 A, 250 V (slow blow)

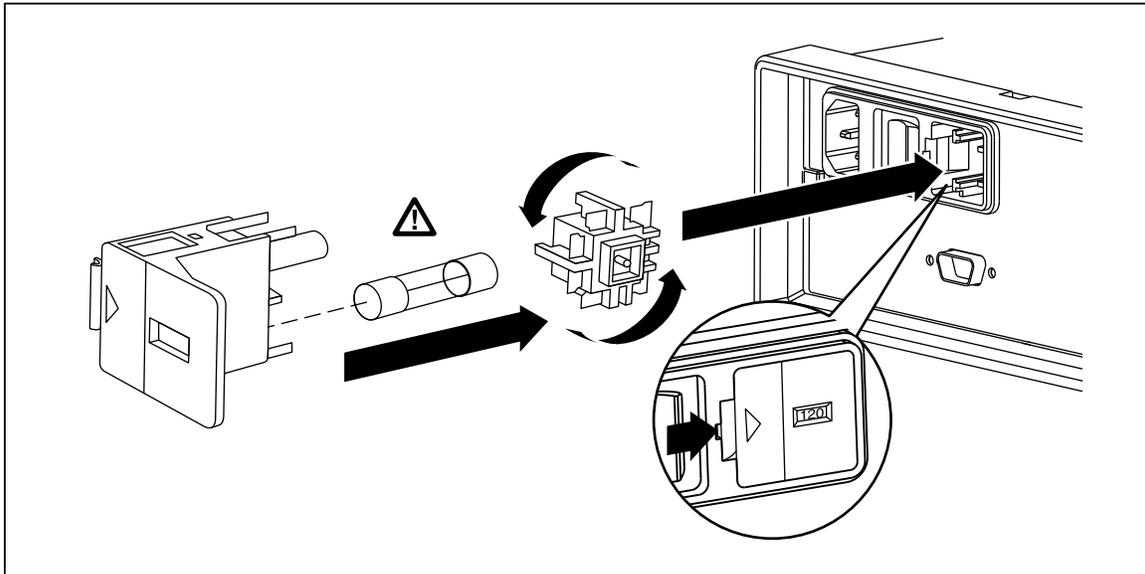


図 2-1. ライン電力ヒューズの交換

eue20.eps

電流入力ヒューズヒューズ

200 mA 端子と **10 A** 端子はヒューズによって保護されており、ヒューズは取替え可能です。

- **200 mA** 端子は 440 mA、1000 V（速断）、最小遮断容量 10000 A のヒューズ（F2）によって保護されています。
- **10 A** 端子は 11 A、1000 V（速断）、最小遮断容量 10000 A のヒューズ（F1）によって保護されています。

⚠️⚠️ 警告

発火や放電を防ぐため、断線したヒューズは同一の定格を持つヒューズと交換して下さい。

電流入力ヒューズをテストするには、次の手順に従います。

1. 本器の電源を入れ、テスト・リードを **INPUT VΩ** HI コネクターに差し込みます。
2. **n** を押します。
3. **▼** キーを押し **200 Ω** レンジに設定します。このテストで使えるレンジは、**200 Ω**、**2 kΩ**、**20 kΩ** の 3 レンジだけです。
4. 本器のテスト・リードのもう一方の端を **mA** 入力端子に挿入します。ヒューズに問題がなければメーターは **10Ω** 以下の読み取り値を表示します。もしヒューズが熔断していれば **OL** の表示が出ます。
5. テスト・リードを **mA** 端子から引き抜き、**10 A** 端子に差し込みます。ヒューズに問題がなければメーターは **2Ω** 以下の読み取り値を表示します。もしヒューズが熔断していれば **OL** の表示が出ます。

⚠️⚠️ 警告

感電を防止するため、電流入力用ヒューズのカバーを外す前に、電源コードおよびすべてのテスト・リードを外してください。

電流入力ヒューズを交換するには、次の手順に従います。

1. 本器の電源を切り、電源コードを抜いて、全てのテスト・リードを引き抜いてください。
2. 本器を上下逆さまに置きます。
3. ヒューズ交換用窓のねじをゆるめてください。図 2-2 を参照して下さい。
4. ヒューズ・ホルダーの保護カバーの後端を軽く押して、カバーをプリント基板から外してください。カバーの後端を引っ張ってヒューズのコンパートメントから取り出してください。
5. 不良ヒューズを取り出し、適切な定格のヒューズと交換します。表 2-1 を参照して下さい。
6. プリント基板の穴とカバーのフックを合わせて保護カバーを元に戻してください。カバーのフックがプリント基板とかみ合うまでカバーを押さえてください。
7. ヒューズ収納部の蓋を取り付け、ネジを締めます。

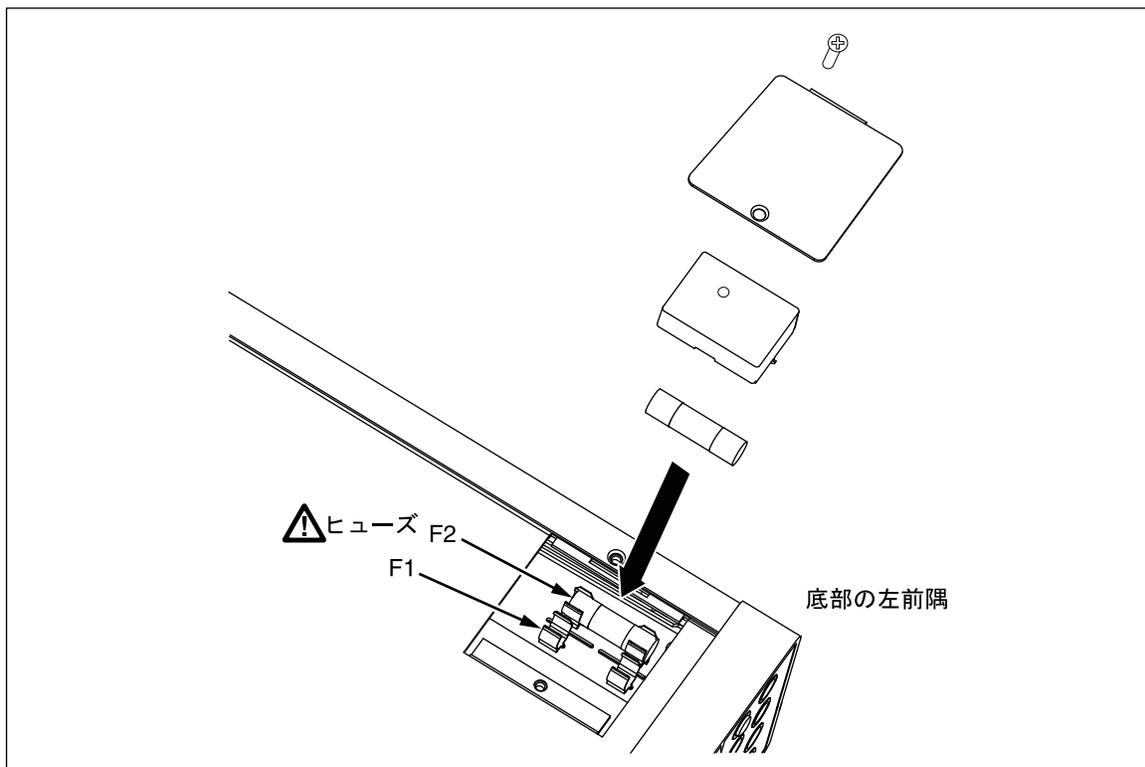


図 2-2. 電流入力ヒューズの交換

fcl04.eps

電源接続

⚠️⚠️ 警告

ショックによる損傷を防ぐため、工場から支給された三芯電源コードを適切な接地端子を持ったコンセントに繋いでください。二芯アダプターや延長コードは、保護接地接続を断線させるため、使用しないで下さい。電源コードを使用する必要がある場合は、電源コードを接続または本器を操作する前に、保護用の接地導線を接地端子とグラウンド間に接続して下さい。

1. 電源電圧セレクター・ブロックが正しく設定されていることを確認します。
2. 電源電圧に対して適したヒューズが取り付けられていることを確認します。
3. 本器を接地端子を持ったコンセントに繋いでください。Tektronix 製の各種電源コードを表 2-2 に示します。

表 2-2. Tektronix 製の電源コード

タイプ	電圧／電流	Tektronix 部品番号
北アメリカ	120 V / 15 A	161-0066-00
北アメリカ	250 V / 10A	161-0066-12
EU 全域	250 V / 10A	161-0066-09
イギリス (UK)	250 V / 10A	161-0066-10
スイス	250 V / 10A	161-0154-00
オーストラリア	250 V / 10A	161-0066-13
日本	125 V / 7A	161-0298-00
中国	250 V / 10A	161-0304-00

電源オン

1. 本器を電源に接続します。
2. 背面パネルにある AC 電源スイッチの“**I**”側を押して電源を切替えます。電源が入りすべての LCD セグメントが短時間点灯します。

注記

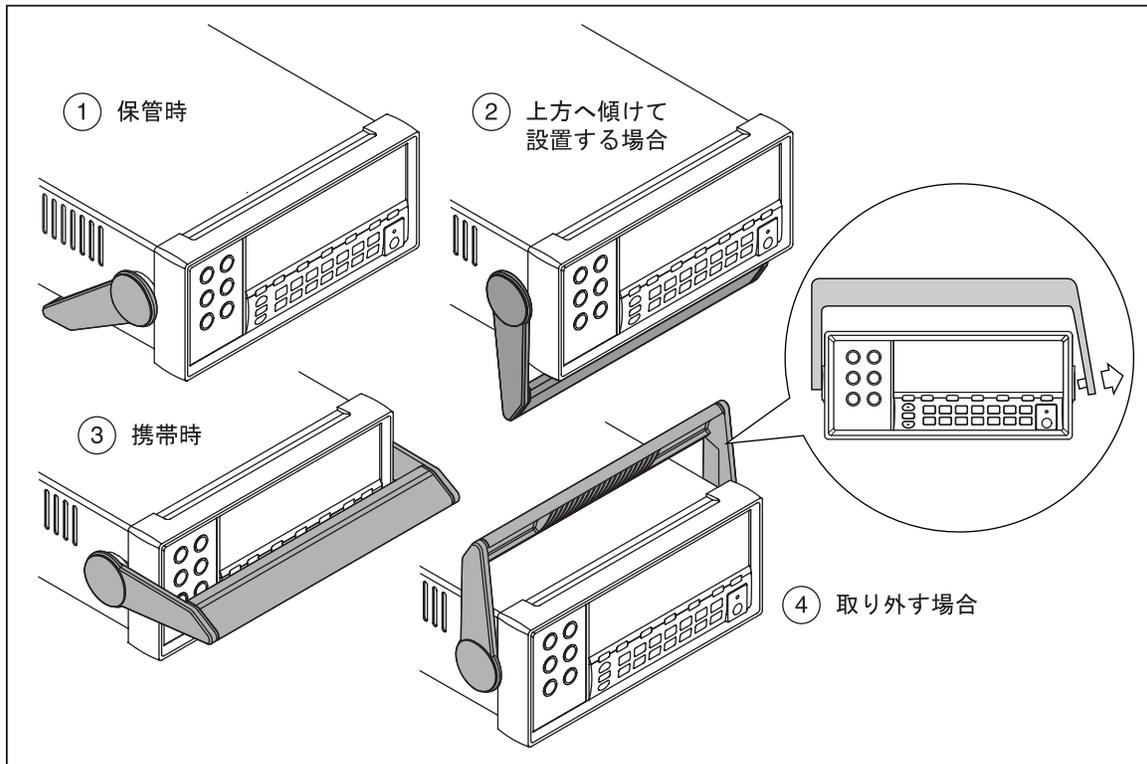
消費電力を節約するために、前面パネルにあるⓄを押して本器を待機モードに設定できます。もう一度押すと、本器は通常の操作モードに戻ります。

ハンドルの調節

ベンチ用に横のハンドルを調節して角度を変えることができます。ハンドルは、本器の携帯用や保管用にも調整できます。

ハンドルを調整するには先端を止まるところまで（約 6mm）両外側へ引いてから4箇所ある停止位置のどこかまで回してください（図2-3参照）。

ハンドルを取り外すには、ハンドルを垂直ストップ位置に立ててから、完全に外れるまで両端を外側に引きまします。



fcl21.eps

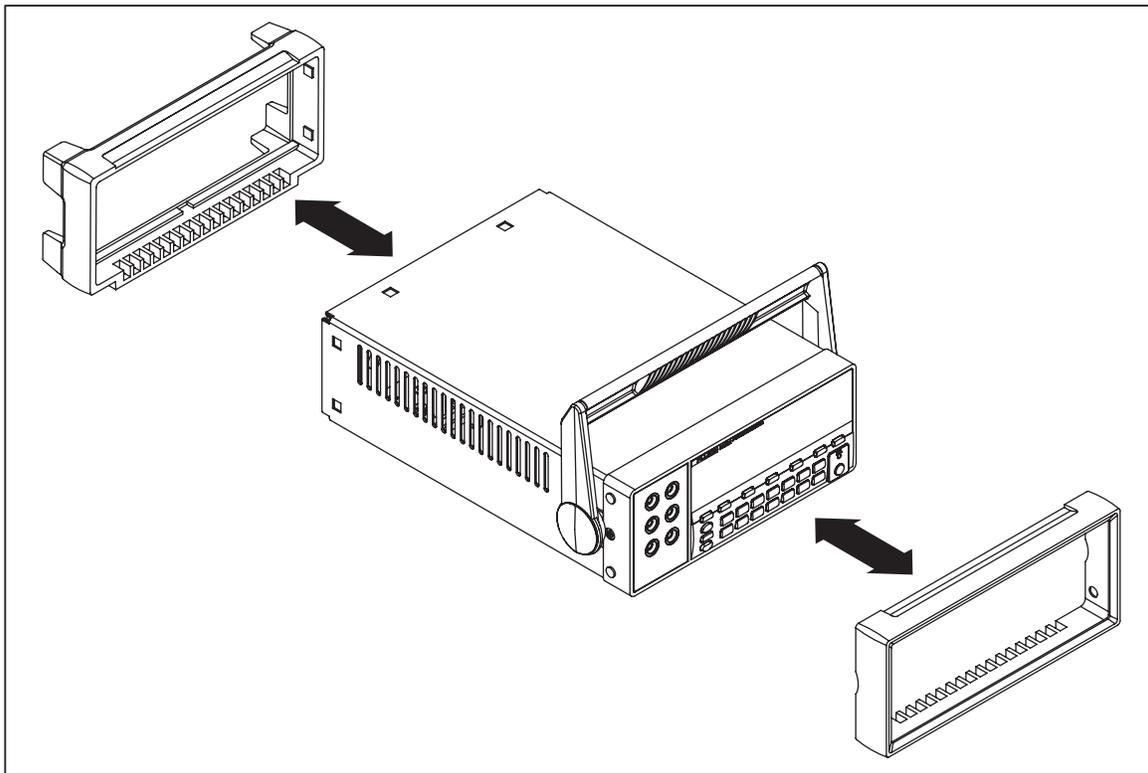
図 2-3. ハンドルの調整と取り外し

本器の機器ラックへの設置

本器はラック・マウント・キットを使って標準の19インチ・ラックに取り付けることができます。オーダー情報については第1章の“アクセサリ”をご確認ください。

本器をラックに取り付ける準備として、ハンドルと正面及び背面の保護ブーツを取り外します。ブーツを取り外すには、角を伸ばしてスライドさせて外します(図2-4参照)。

本器をラックに設置するには、ラック・マウント・キットに付属のマニュアルを参照して下さい。



eue22.eps

図 2-4. ブーツの取り外し

本器のクリーニング

⚠⚠ 警告

感電又は本器への損傷を防ぐため、本器の内部に水が入らないようにしてください

⚠ 注意

本器のハウジングの損傷を防ぐため、溶剤は使用しないでください。

本器のクリーニングが必要な場合は、水又は中性洗剤で軽く湿らせた布で拭いて下さい。本器を拭く場合に、芳香族炭化水素、アルコール、塩素系溶剤、メタノール系の液体を使用しないで下さい。

Fluke 45 エミュレーションモード

Fluke 45 エミュレーション・モードでは、Tektronix DMM4020 上で、Fluke 45 マルチメータ・モデルで実行されるプログラムを使用できます。

本器を Fluke 45 のエミュレーションでコントロールするには：

1. **Shift** キーと **S6** キーを同時に 2 秒間押します。
2. **▲** キーまたは **▼** キーを押して、**4020** または **Fluke 45** を選択します。現在選択されているモードがディスプレイに明るく表示され、他は薄暗い表示です。
3. **RANGE** を押すとエミュレーション・モードにセットされ、本器はリセットされます。

すべてのディスプレイ・セグメントの点灯

すべてのディスプレイ・セグメントを明るくするには、まず本器のディスプレイをオフにします。次に **Shift** を押したまま、**Ⓞ** を押して本器の電源を ON にします。ディスプレイが明るくなったら、ボタンを放します。通常の測定モードに戻るには、**Shift** を押します。

第 3 章

正面パネルからの操作

タイトル	ページ
概要	3-3
デュアル・ディスプレイ	3-6
第 1 ディスプレイ	3-6
第 2 ディスプレイ	3-6
背面パネル	3-8
本器のレンジ選択	3-9
測定スピードの選択	3-9
測定機能の選択	3-9
電圧の測定	3-9
周波数の測定	3-10
周波数測定のレンジ選択	3-10
抵抗の測定	3-11
2 線式抵抗測定	3-11
4 線式抵抗測定	3-12
電流の測定	3-13
使用入力端子の自動検出	3-14
ダイオード／導通テスト	3-15
トリガー信号を用いる測定	3-16
トリガー・モードの設定	3-16
背面パネル入出力を用いて外部トリガーを掛ける方法	3-16
拡張機能の選択	3-18
デルタ測定機能 (REL)	3-18
デシベルおよびオーディオ・パワー測定機能	3-18
タッチ・ホールド機能 (HOLD)	3-19
最小値／最大値機能 (MIN/MAX)	3-20
拡張機能の組み合わせ	3-21
二次機能 (SHIFT ボタンの使用)	3-21
比較機能 (COMP)	3-22
上下限值の設定	3-22
比較機能の使い方	3-22
リスト編集機能と数値編集機能	3-23
リスト編集機能の使い方	3-23
数値編集機能の使い方	3-24
ファンクション・キー S1 - S6	3-25
電源投入時の初期設定	3-26
校正	3-26

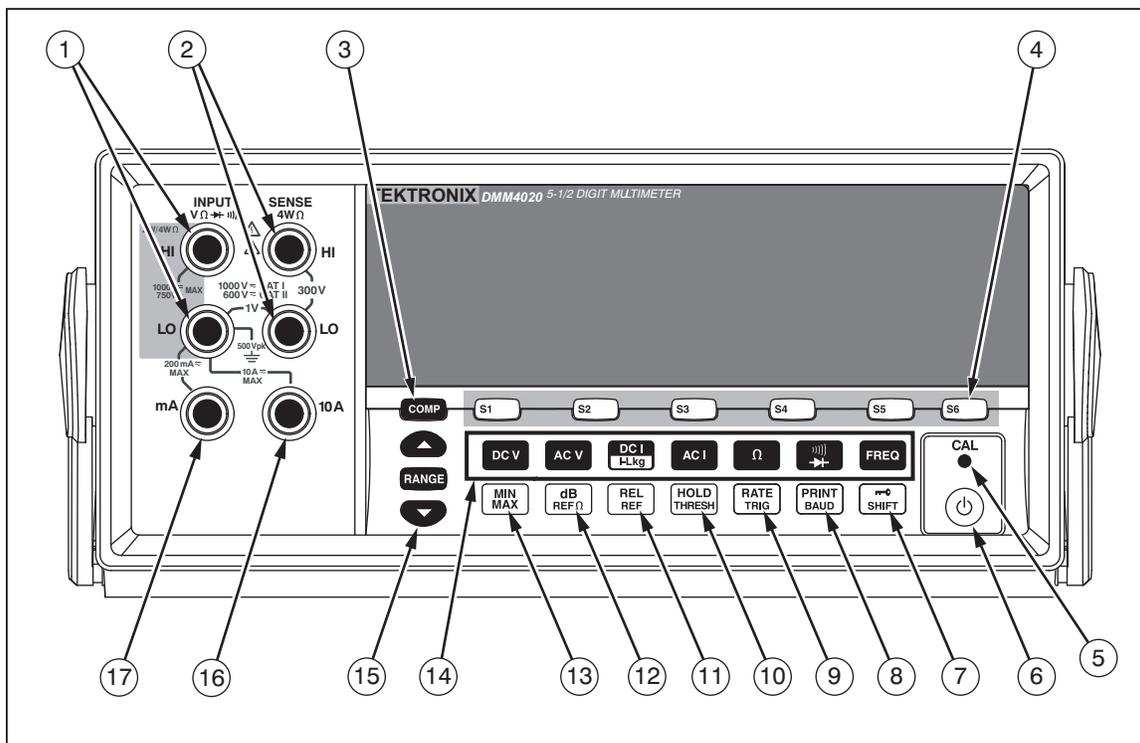
概要

本器は RS-232 通信インターフェースを介してコマンドを送ることによっても、あるいは正面パネルからでも操作することができます。本章では本器の機能と、正面パネルにあるコントロール類およびインジケータ類を使ってそれらの機能を使う方法について説明します。RS-232 通信インターフェースを介して本器を操作する方法につきましては、プログラミング・マニュアルに記載してあります。

正面パネルには 3 つの主要構成要素：入力端子(左側)、デュアル・ディスプレイ(第 1 および第 2 ディスプレイ)およびキーパッドがあります。図3-1に正面パネルの概観を、表3-1に正面パネルの特徴を示します。

正面パネルの機能は下記の通りです。

- 第 1 および第 2 ディスプレイの測定項目 (DC 電圧、AC 電圧、DC 電流、AC 電流、抵抗、周波数、およびダイオード/導通テスト) を選択する。
- 測定を行い測定値を表示する。
- レンジ選択をマニュアルまたはオートに設定する。
- 第 1 ディスプレイの測定レンジをマニュアルで設定する。
- 拡張機能を選択する：デルタ測定機能 (REL Δ : 基準値との差を表示する)、最大値/最小値(MIN MAX: 最大値または最小値を表示する) あるいはタッチ・ホールド機能(HOLD : 測定値を第 1 ディスプレイ上に保持する)
- 測定スピードを選択する (低速、中速、高速) 。
- 測定値を上限値、下限値と比較する。
- 基準値エディターによりデルタ測定機能 (REL Δ) における基準値あるいは比較測定(COMP)における上限値、下限値を設定する。
- コンピューターとのシリアル・インターフェース (RS-232) を設定する。
- RS-232 インターフェースを介して測定値をプリンターやターミナルに直接転送する。



gdb02.eps

図 3-1. 正面パネル

表 3-1. 正面パネルの機能

番号	名称(表示または記号)	機能の説明
①	INPUT VΩ \rightarrow HI, LO	電圧測定, 2線式/4線式抵抗測定, 周波数測定の入力端子。これらのどの測定項目の場合も INPUT LO 端子は, 入力のコモン端子として使われます。LO 端子は絶縁されており, 測定項目にかかわらず大地から安全に 500 V ピークの耐電圧で浮いています。INPUT HI, LO 端子間の定格最大電圧は 1000 Vdc です。
②	SENSE 4WΩ HI, LO	4線式抵抗測定における電圧検出 (SENSE) 端子。
③	COMP	測定値を, ユーザーが設定した上下限值と比較する機能。
④	S1 S3 S3 S4 S5 S6	6種類までの測定セットアップの保存および呼び出し。
⑤	CAL (引っ込んだボタン)	本器を校正します。
⑥	⏻	節電のためのスタンバイ・モードを設定, あるいは解除します。
⑦	SHIFT	シフト・キー: 押ボタン・スイッチの二次レベルの機能を駆動します。 リモート動作中は正面パネルからの操作はロックされます。
⑧	PRINT BAUD	一次機能: 本器をプリント・モードに設定します。 二次機能: RS-232 インターフェースの通信パラメータ(ボー・レート, パリティ, エコー)を設定します。

3-1. 正面パネルの特徴(続き)

番号	名称(表示または記号)	機能の説明
⑨		一次機能：測定スピードを低速, 中速, 高速に設定します。 二次機能：測定のトリガー信号源を選択します。
⑩		一次機能：タッチ・ホールド機能を選択します。 二次機能：タッチ・ホールド機能を最小レスポンス・レベルに設定します。
⑪		一次機能：デルタ測定機能（測定値と基準値の差を表示する）に設定します。 二次機能：デルタ測定機能の基準値を設定します。
⑫		一次機能：dB(デシベル)測定モードに設定します。 二次機能：dB 測定の基準インピーダンスを設定します。
⑬		測定値の最小値, 最大値をストアします。
⑭	      	測定項目を選択します。 周波数 DC 電圧 AC 電圧 DC 電流 AC 電流 抵抗(オーム) 導通 / ダイオード・テスト(切り替え)
⑮		マニュアル・モードとオート・レンジモードの切り替え ▲ および ▼ により、マニュアル・レンジのレンジが増減します
⑯	10 A	10 A, 2 A レンジでの AC, DC 電流測定の入力端子です。
⑰	mA	200 mA 以下のレンジの AC, DC 電流測定の入力端子です。

デュアル・ディスプレイ

本器は 5-1/2 桁の真空蛍光表示のデュアル・ディスプレイを装備しています。ディスプレイのアナシエータとインジケータの概要については、図3-2および表3-2を参照してください。

デュアル・ディスプレイは第1ディスプレイと第2ディスプレイで構成され、測定値や各種標識およびメッセージなどを表示します。各種標識は測定値の単位および本器の動作条件を示します。

デュアル・ディスプレイによりユーザーは被測定信号の2つの特性を見ることができます。本器は2つの特性を交互に表示します。1つの特性を測定して片方のディスプレイに表示し、その後もう1つの特性を測定してもう一方のディスプレイに表示する、という風に。(詳細につきましては、付録の“デュアル・ディスプレイ設定時の本器の動作”の項を参照してください。)

測定値が選択されたレンジのフルスケール値を超える場合には、本器はOLを表示しオーバー・ロード(過負荷)であることを知らせます。

第1ディスプレイ

第1ディスプレイはデュアル・ディスプレイの下段で、第2ディスプレイより大型の7桁分の7セグメント表示と符号、測定単位などの表示を含みます。第1ディスプレイは拡張機能すなわち、デルタ測定機能(REL Δ)、最大値/最小値(MIN MAX)、タッチ・ホールド機能(HOLD)およびデシベル(dB)を用いて得た測定結果も表示します。

第2ディスプレイ

第2ディスプレイはデュアル・ディスプレイの上段に相当し、小さめの7セグメント表示と符号、測定単位などの表示で構成されます。

拡張機能は、デルタ測定機能(REL Δ)、最大値/最小値(MIN MAX)、タッチ・ホールド機能(HOLD)およびデシベル(dB)の5機能です。第2ディスプレイに対してはマニュアル・レンジ・モードは使えません。オートレンジあるいは、第1、第2ディスプレイが同じ測定項目の場合、第1ディスプレイと同じレンジに固定されます。

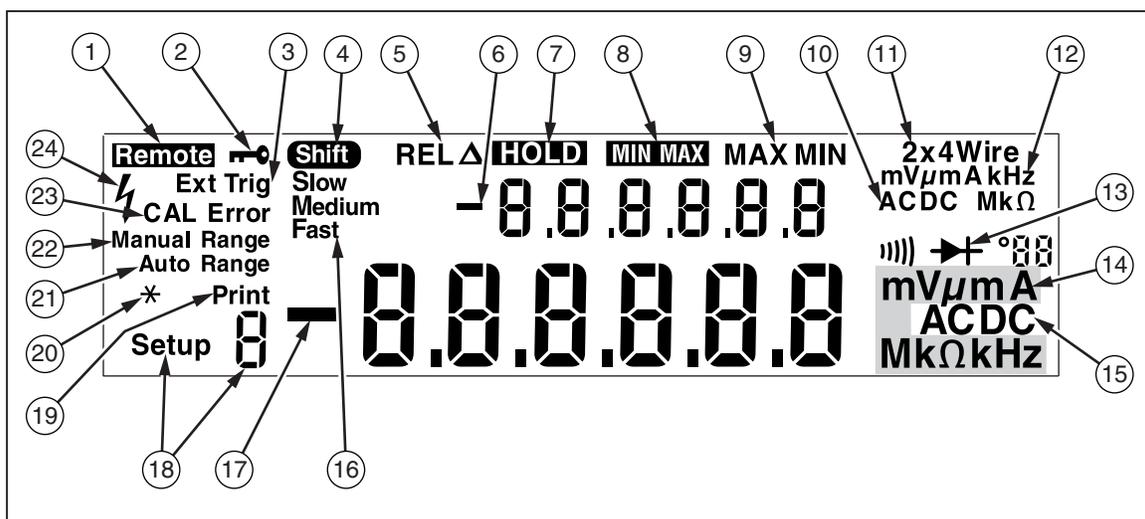


図 3-2. ディスプレイのアナシエータとインジケータ

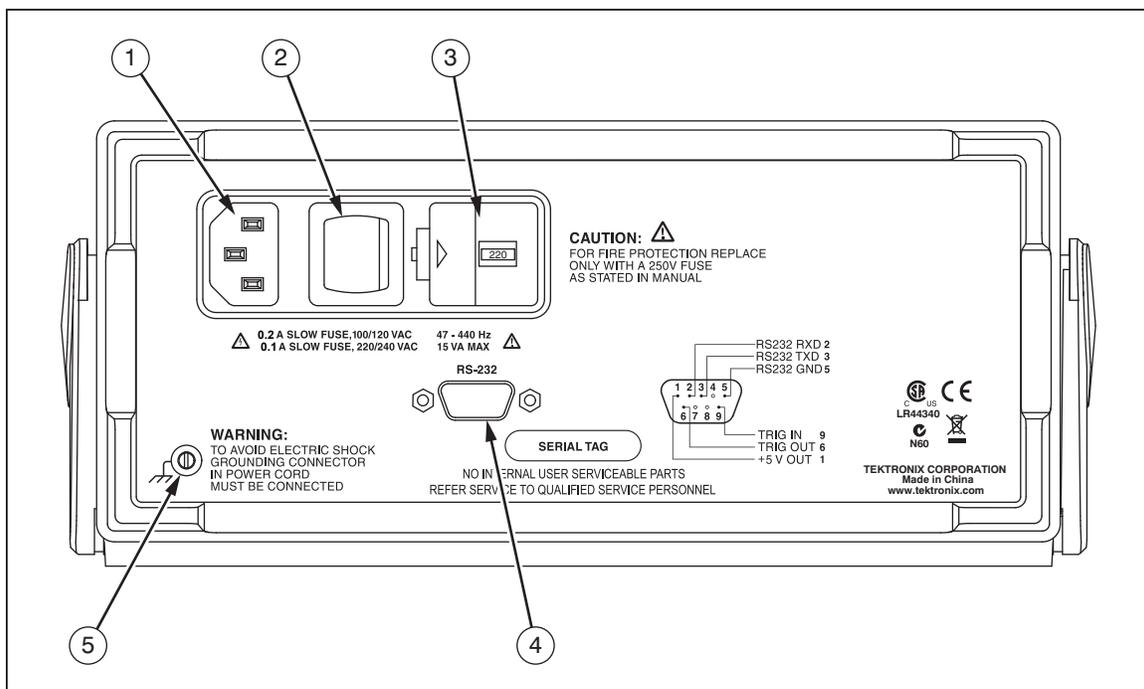
eue01f.eps

表 3-2. ディスプレイのアンシエータとインジケータ

番号	名称(表示または記号)	機能の説明
①	Remote	本器がリモート・モード(リモート・コントロールされている)になっています。
②		正面パネル機能がロックされています。
③	Ext Trig	本器が外部トリガー・モードになっています。
④	Shift	 シフト・キーが押され、二次機能が選択されることを示します。
⑤	REL Δ	デルタ測定機能が選択されています。
⑥	-	第2ディスプレイの測定値が負の値です。
⑦	HOLD	タッチ・ホールド機能が選択されています。
⑧	MINMAX	最大値/最小値機能が選択されています。
⑨	MAX and MIN	表示されている測定値は最大値あるいは最小値です。
⑩	AC DC	第2ディスプレイの測定項目が AC か DC か示します。
⑪	2x4 Wire	ツーバイフォー方式(2線式4端子測定)の抵抗測定です。
⑫	mV μ A kHz M Ω	第2ディスプレイの測定値の単位を示します。
⑬		導通テストまたはダイオード・テストが選択されています。
⑭	mV μ A M Ω kHz	第1ディスプレイの測定値の単位を示します。
⑮	AC DC	第1ディスプレイの測定項目が AC か DC か示します。
⑯	Slow, Medium, Fast	測定スピードを選択します。(Slow, Medium, Fast)
⑰	-	第1ディスプレイの測定値が負の値です。
⑱	Setup  annunciator	測定セットアップの番号(1~6)を示します。
⑲	Print	RS-232 プリント・オンリー・モードが選択されています。
⑳	* (asterisk)	本器の測定スピードに同期して点滅します。
㉑	Auto Range	オート・レンジ・モードです。
㉒	Manual Range	マニュアル・レンジ・モードです。
㉓	CAL Error	校正データのチェックにおいてエラーが発見されました。
㉔		高電圧が検出されています。 電圧が >30Vdc または ac rms のときに表示されます。

背面パネル

背面パネルの構成、機能につきましては、図3-3および表3-3を参照してください。



gdb03.eps

図 3-3. 背面パネル I

表 3-3. 背面パネルの構成、機能

番号	名称(表示または記号)	機能の説明
①	電源ライン端子	電源コードで本器を電源ラインに接続する端子。
②	電源スイッチ	本器への電源接続をオン/オフします。
③	ヒューズ・ホルダーおよび電源電圧セレクター。	電源電圧に合わせて使う 2 種類のヒューズを収納： 100/120 Vac 用, 0.200 A スロー・ブロー 220/240Vac 用, 0.100 A スロー・ブロー 電源電圧セレクターは、内部電源回路の設定を電源電圧に合わせます。 100 Vac, 120 Vac, 220 Vac, 240 Vac
④	RS-232 コネクター	RS-232 および外部トリガー信号を接続するコネクターです。本器をホスト・コンピューター、シリアル・プリンターやターミナルあるいは外部トリガー信号に接続します。
⑤	接地端子	本器を大地電位に接続するための端子です。

本器のレンジ選択

本器のレンジ選択は、**RANGE**、**▲** および **▼** キーによって行なわれます。**RANGE** を連続して押すとオートレンジ・モードとマニュアル・レンジ・モード間を行き来します。オートレンジングが選択されると、**Auto Range** が表示されます。マニュアル・レンジングが選択されると、**Manual Range** が表示されます。

オートレンジ・モードでは、本器は測定値が現在のレンジのフルスケール値を超える場合自動的にその次に大きいレンジにレンジ変更します。それ以上のレンジがない場合には、第1または第2ディスプレイに**OL**を表示し、オーバーレンジであることを知らせます。逆に測定値が小さく現在のレンジの一つ下のレンジの95%フルスケール未満の場合には、本器は自動的にレンジを下げます。

オートレンジ・モードにおいて**▲**あるいは**▼**キーを押すと、レンジ選択はマニュアル・モードに変わります。**▲**が押されると、次に高いレンジが選択されます(ある場合)。**▼**が押されると、次に低いレンジが選択されます。

マニュアル・レンジング・モードでは、同モードにセットしたときのレンジが選択レンジになります。入力に関わらず、本器の選択レンジは変わりません。マニュアル・レンジングは第1ディスプレイに示される読み取り値に対してのみ実行できます。第2ディスプレイはオートレンジの状態です。あるいは、第1ディスプレイと第2ディスプレイが同じ機能に設定されると、第2ディスプレイは第1ディスプレイと同じレンジを使用します。

測定スピードの選択

本器の測定スピードは、低速、中速、高速の3種類の中からユーザーが選択して設定できます。高速に設定することにより測定スピードを最大にすることができますが、測定確度に影響があります。測定スピードの選択は、第1ディスプレイに**Slow**、**Medium**、または**Fast**と表示されます。

RATE TRIG を押して、測定レートを変更します。周波数を除き、選択レートがすべての基本測定に適用されます。周波数測定時には、レートは1秒あたり4回の測定に固定されます。**RATE TRIG** を押しても、周波数更新レートに影響しません。ダイオード・テストおよび導通テストの測定レートは、常に高速です。

測定機能の選択

測定機能を選択するには該当する測定機能キー(表3-1を参照)を押します。選択された測定機能の表示がディスプレイに現れます。(例えば、DC電圧を測定しようとして**DCV** キーを押せば、ディスプレイに**DC**が表示されます。)

AC+DCのトータルrms(実効値)を測定するには、**ACV** キーと**DCV** キーを同時に押し、2秒以上押したままにした後放してください。電流についても同様に、**ACI** キーと**DCI** キーを2秒以上押したままにしてから放します。

第2ディスプレイに測定値が表示されている時測定機能キーが押されると、第2ディスプレイの測定値は消え、その選択された測定機能が第1ディスプレイに表示されます。

電圧の測定

本器は1000Vdcあるいは750Vacまでの電圧を測定できます。

⚠ 注意

本器のテスト・リードを適切に接続し、適切な電圧測定機能の設定が終わるまでは、本器の入力に電圧を印加しないでください。不適切な接続/設定により本器に損傷を生ずることがあります。

電圧測定を行なうには：

1. 図3-4に示すように本器と被測定回路をテスト・リードで接続します。
2. DC 電圧を測定する場合は **DCV**、AC 電圧の場合は **ACV** キーを押します。
本器はオートレンジ・モードで適切なレンジを選択します。測定項目と測定値が表示されます。

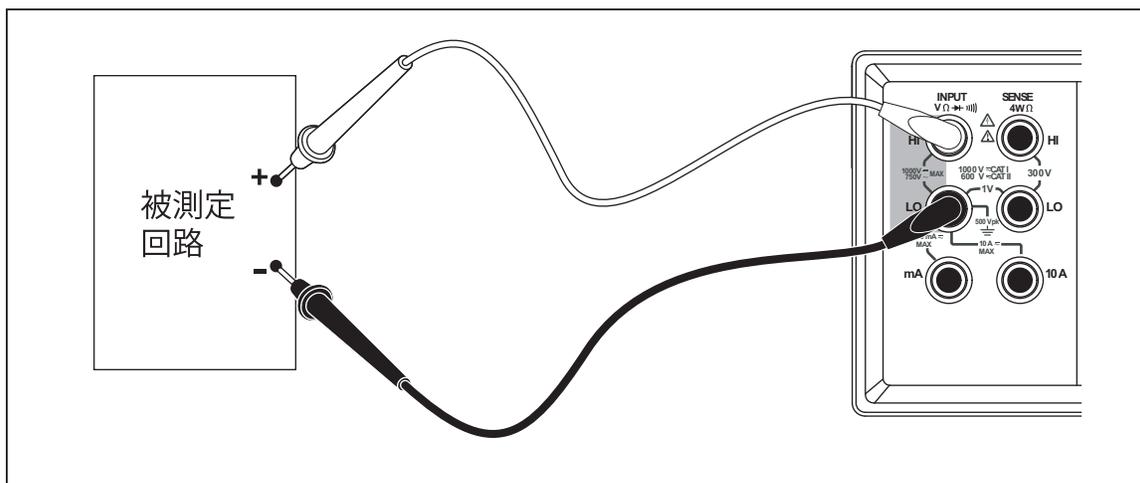


図 3-4. 電圧と周波数の測定

fcl10.eps

周波数の測定

本器は、20Hz から 1MHz までの AC 信号の周波数を測定します。

周波数測定を行なうには：

1. 図3-4に示すように本器と被測定回路をテスト・リードで接続します。
2. 周波数を測定するため、**FREQ** キーを押します。
測定項目と測定値が表示されます。

周波数測定のレンジ選択

周波数測定においては、レンジは測定値が最高の分解能で表示されるように自動選択されます。

手動でレンジを設定するには、**FREQ** キーを押して周波数測定を選択した後、**▲**あるいは**▼**キーによりレンジを選びます。マニュアル・レンジは第1ディスプレイの測定値に対してのみ有効です。

マニュアルで周波数レンジを選択し、測定値がその範囲のフルスケール値を超えると、**OL**が表示され、過負荷であることを示します。周波数レンジとフルスケール値については、第1章の“電氣的仕様”を参照してください。

抵抗の測定

本器は、2線式および4線式の抵抗測定を行ないます。**Ω** キーを押せば2線式あるいは4線式いずれかの抵抗測定が選択され、連続して押せば2線式と4線式を交互に選択します。本器は2線式または2x4線式抵抗測定で**2*4 Wire**を表示し、4線式抵抗測定で**4 Wire**を表示します。

2線式抵抗測定

2線式抵抗測定を行なうには：

1. 図3-5に示すように被測定抵抗（回路）にテスト・リードを接続します。
2. 必要な場合は、**Ω** を押し、2線式抵抗測定モードを選択します。**2*4 Wire**が表示されます。

測定項目と測定値が表示されます。

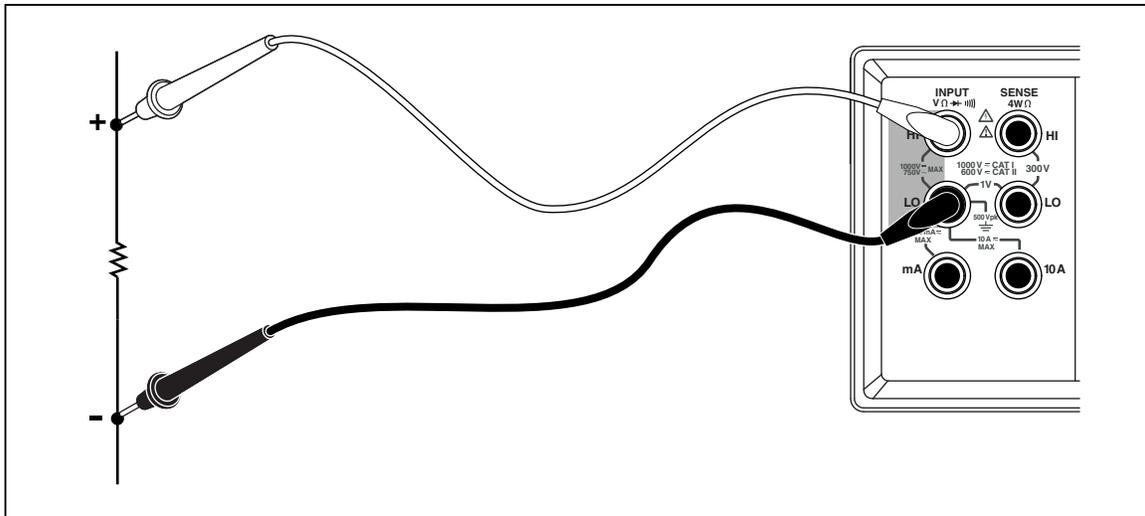


図 3-5. 2線式抵抗測定

eue11.eps

4 線式抵抗測定

本器では、4線式抵抗測定を行うために2つの方法が用意されています。伝統的なものは本器と測定する抵抗の間を4本の導線で繋ぐものです。もう1つは別売りの2X4（ツー・バイ・フォー）テスト・リードを用いる簡便な方法で、入力部の **Input HI** および **LO** の2つのコネクタにテスト・リードのプラグを差し込むだけで4線式抵抗測定ができます。

4本のテスト・リードを用いて4線式抵抗測定を行なうには

1. 図3-6に示すように被測定抵抗（回路）にテスト・リードを接続します。
2. **Ω** キーを押し、**Ω** が表示されていることを確認します。**4 Wire** が表示されます。

測定項目と測定値が表示されます。

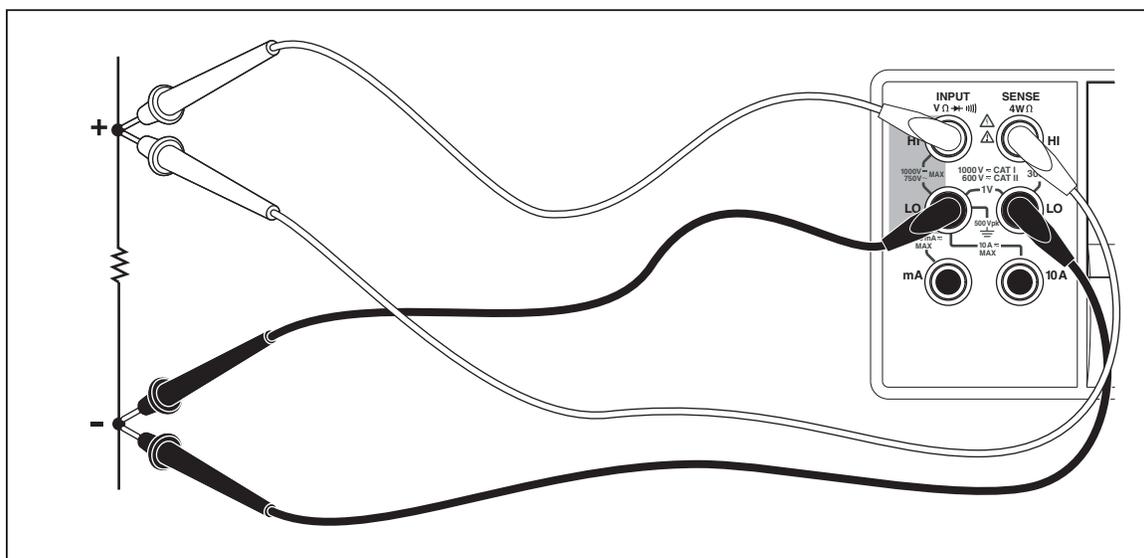


図 3-6. 4 線式抵抗測定

eue12.eps

Tektronix の 2X4 テスト・リードを使用した 4 線式抵抗測定を行うには：

1. 図3-7に示すように本器の入力コネクタにテスト・リードを接続します。
2. Ω を押します。2*4 Wire が表示されます。

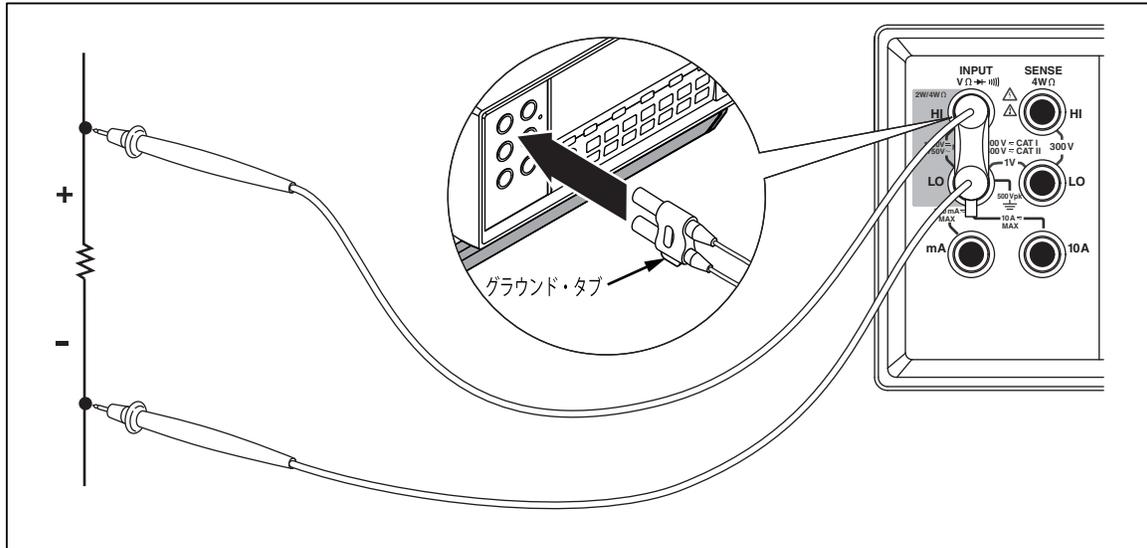


図 3-7. 2x4 線リードを使用した 4 線抵抗の入力接続

fcl26.eps

電流の測定

⚠ 注意

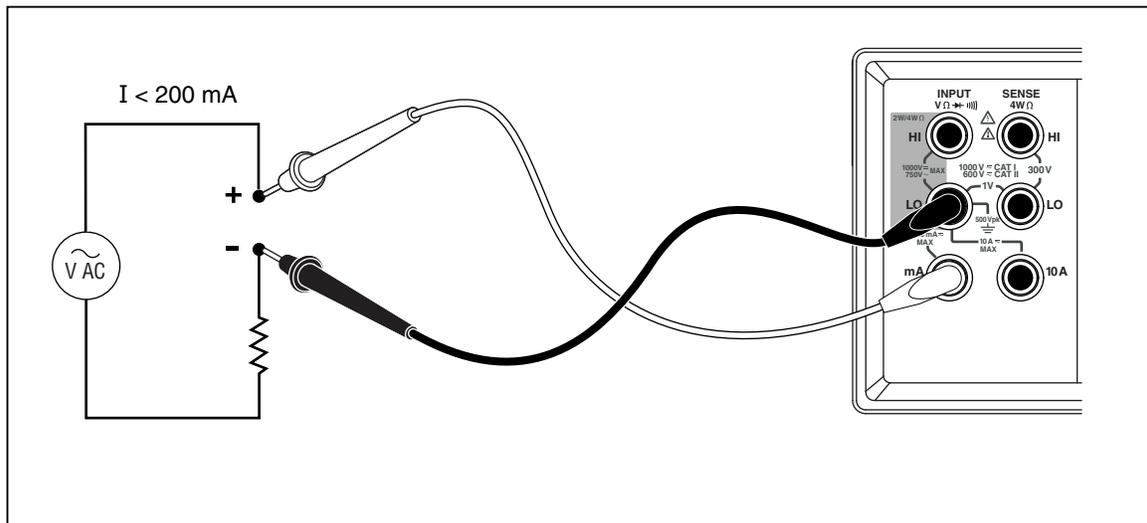
ヒューズを飛ばしたり、本器が損傷することを避けるため、テスト・リードを適切な端子に正しく接続するまでは、被測定回路の電源をオンにしないでください。200 mA を超える電流測定では、テスト・リードの接続は入力部 10 A 端子-LO 端子間だけにして下さい。

本器は 10 A までの AC 及び DC 電流を測定することができます。

電流測定を行なうには：

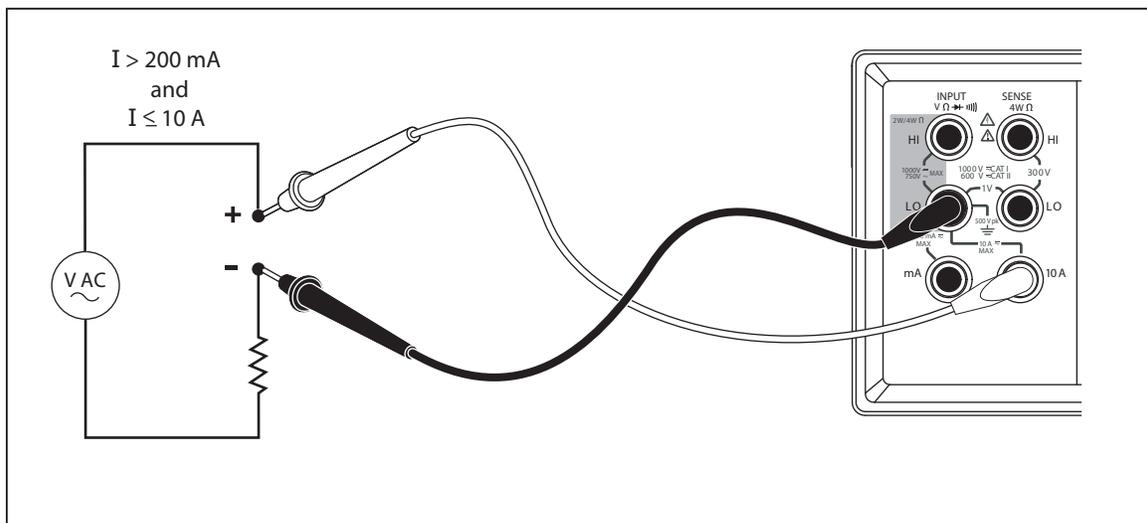
1. 被測定回路の電源をオフにします。
2. テスト・リードを被測定回路に接続します。
3. 被測定回路の電流がどのくらいか分かっていない場合は、本器の入力は最初 10 A 端子 - LO 端子を使います。
4. 電流値が 200 mA 以下であると考えられる場合には、10 A 端子は使わず、mA 端子 - LO 端子を使います。図 3-8 を参照してください。
5. 電流値が 200 mA ~ 10 A と考えられる場合は、10 A 端子と LO 端子だけをテスト・リードで接続します。図 3-9 を参照してください。
6. AC 電流を測定する場合には **AC I** キーを、DC 電流を測定する場合には **DC I** キーを押します。
7. 被測定回路の電源をオンにします。

本器はオートレンジ・モードで、適切なレンジを選択します。測定項目と測定値が表示されます。



eue13.eps

図 3-8. 電流測定 $< 200 \text{ mA}$



fcl14.eps

図 3-9. 電流測定 $200 \text{ mA} \sim 10 \text{ A}$

使用入力端子の自動検出

AC および DC 電流測定においては、本器は信号の入力が **mA** 端子、**10 A** 端子のどちらに接続されているか自動的に検出し、表面パネルに **mA** レンジか **A** レンジかを表示します。前面パネルのアナシエータに、本器が **mA** レンジか **A** レンジかが示されます。

テスト・リードが **mA** 端子だけに挿入されていて **10 A** 端子には何も挿入されていない場合には、 $200 \mu\text{A}$ レンジから 200 mA レンジまでのレンジだけが選択可能となります。**10 A** 端子にテスト・リードが挿入されている場合には、**2 A** レンジと **10 A** レンジだけが選択可能となります。

ダイオード／導通テスト

 キーを押すとダイオード・テストあるいは導通テストを第1ディスプレイの測定項目として選択します。この2つの測定項目は第2ディスプレイの測定項目としては選択できません。

導通試験を行うには：

1.  キーを押し、導通テストを選択します。
2. 図3-10に示すように本器と被測定回路をテスト・リードで接続します。被測定回路が $20\ \Omega$ 以下であれば本器はビープ音を発します。

ダイオードあるいはトランジスター・ジャンクション・テストを行なうには：

1.  キーを押し、ダイオード・テスト選択します。
2. 図3-11に示すように本器とダイオードあるいはトランジスター・ジャンクションをテスト・リードで接続します。

半導体接合部の順方向電圧が測定されます。読み取り値は $2\ \text{V}$ レンジで、比較的早い測定速度で表示されます。本器は、入力が $+2\ \text{V}$ 以上の場合、OLを表示します。

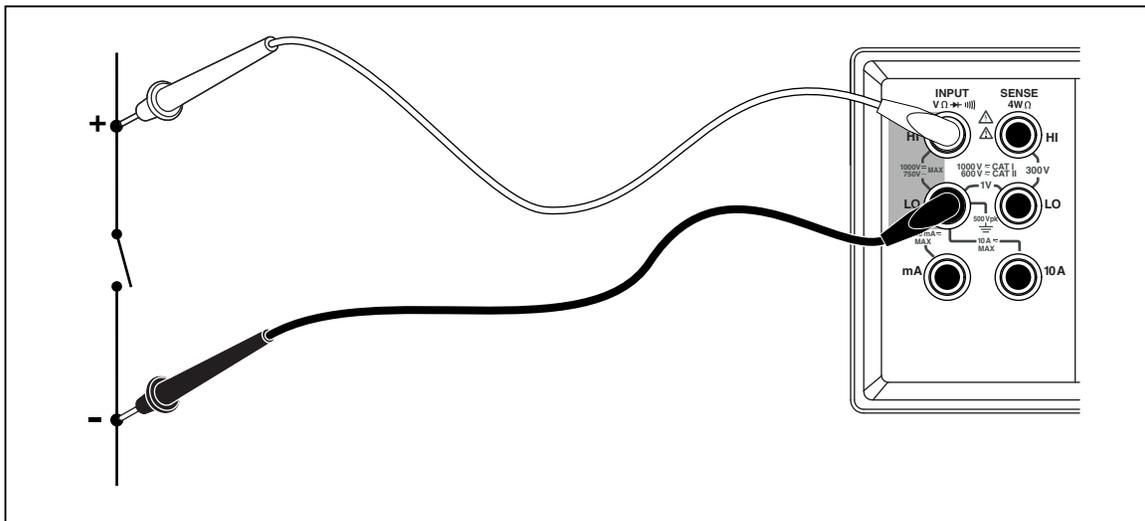


図 3-10. 導通テスト

eue15.eps

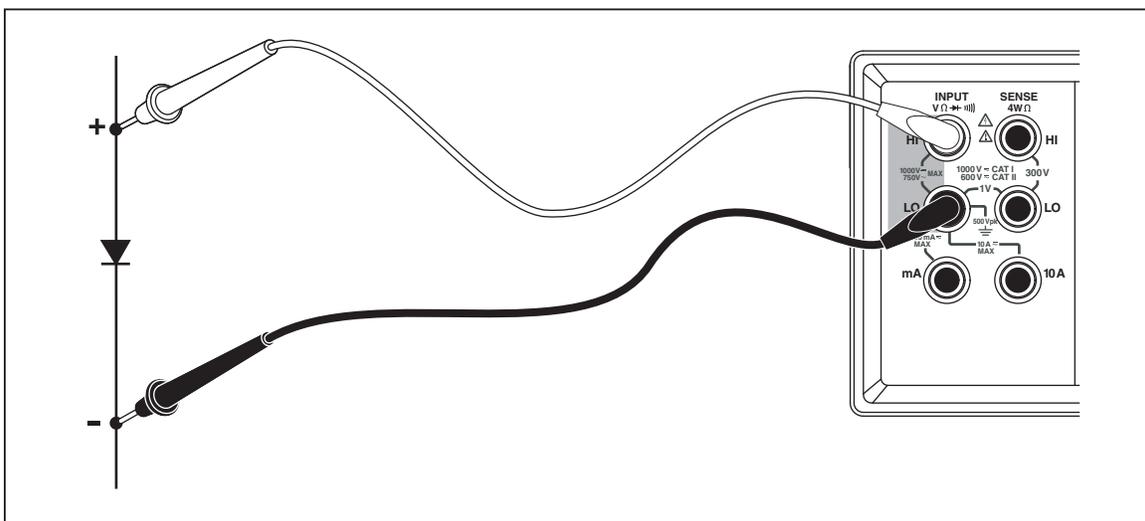


図 3-11. ダイオード・テスト

eue16.eps

トリガー信号を用いる測定

本器はトリガー機能を持ち、各種トリガー信号源を利用した測定が可能です。トリガー・モードが3あるいは5に設定されている時、トリガー信号の受信から測定の開始までの遅延時間は、400 msです。トリガー・ディレイ時間については1章の仕様を参照してください。毎回測定が完了すると同時に、“測定完了信号”が背面パネルの外部トリガー端子（ピン6）に出力されます。この信号の特性については第1章の仕様を参照してください。

下記2項では、本器の内部トリガー信号および正面パネルのトリガー・キーまたは背面パネルのトリガー端子を用いて外部トリガーをかける方法を説明します。

トリガー・モードの設定

本器にトリガーをかける信号源には下記の5種類があります。

- モード1：自動トリガー。毎回の測定のトリガーは内部回路の特性によって決まります。その測定項目の測定回路構成上可能な最も早い測定スピードで連続してトリガーが掛けられます。
- モード2：キーによるディレイ時間の設定なしにトリガーを掛ける方法。
- モード3：キーによるディレイ時間を設定してトリガーを掛ける方法。
- モード4：トリガー・ディレイを用いずに外部トリガーを用いる方法。
- モード5：トリガー・ディレイを用いて外部トリガーを用いる方法。

トリガー信号源を選択するには：

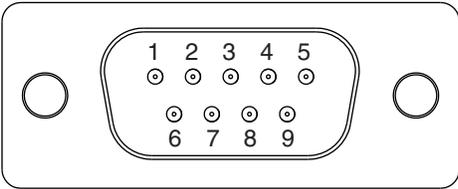
1.  を押して  を押してください。
2.  または  キーによりトリガー・モードを選択します。
3.  キーを押し2秒以上押し続けます。選択したモードがセーブされます。

背面パネル入出力を用いて外部トリガーを掛ける方法

上記とは別の方法で、本器に背面パネル入出力を用いて外部トリガーを掛ける方法が2通りあります。表3-4にトリガー入出力/RS-232コネクタのピン配置を示します。

ピン9への外部TTL信号によって測定サイクルにトリガーをかけます。もう1つの方法としては、RS-232インターフェースの9ピンを外部スイッチを介してピン1に接続することもできます。図3-12を参照して下さい。測定サイクルは、スイッチが閉じた状態で、ピン1から+5ボルトがピン9に印加されるとトリガーされます。ピン9に印加される信号の立ち上がりでトリガー・イベントが発生します。

表 3-4. RS-232 のピン配列



Pin #	説明	Pin #	説明
1	+5 V OUT	2	RS-232 RXD
3	RS-232 TXD	5	RS-232 GND
6	Trigger Out	9	Trigger In

eue23.eps

図3-12は、外部スイッチで+5 V OUT(1 ピン)信号を使用して本器をトリガーする方法を示します。

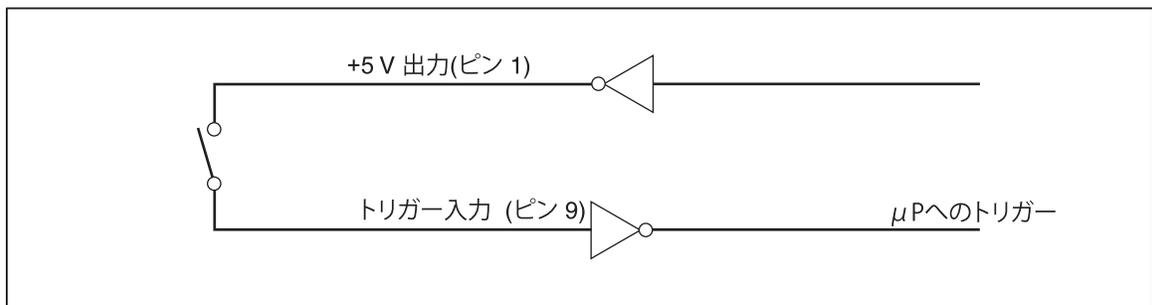


図 3-12. 外部トリガー回路

拡張機能の選択

この項では本器の拡張機能について説明します。拡張機能とは、測定値に特定の操作を施し（例えば、測定値を他の値と比較するなど）、その結果を表示する機能です。拡張機能は組み合わせて使うこともできます。本章の“拡張機能の組み合わせ”を参照してください。

拡張機能を使うためには、まず測定項目を選択し次に拡張機能のキーを押します。（例えば、**DCV** キーを押して DC 電圧を選択し次に **HOLD** (THRESH) キーを押せば DC 電圧の測定値を保持しておくことができます。拡張機能は第 1 ディスプレイの測定値に対してのみ有効ですのでご注意ください。

拡張機能を選択した後、他のどんな測定機能のボタンを押しても拡張機能は解除され第 2 ディスプレイのすべての拡張機能の表示が消えます。表示は第 1 ディスプレイの生の測定値（拡張機能の操作が加えられていない）だけになります。

デルタ測定機能 (REL)

デルタ測定機能は、測定値を基準値と比較し基準値との差を表示します。基準値が 15.000 V で、最新の測定値が 14.100 V であったとすれば、差の -0.900 V が第 1 ディスプレイに表示されます。

⚠️警告

感電や機器の損傷を避けるため、測定中は入力端子やテスト・リードには決して触れないでください。比較機能においては、危険な電圧が入力端子やテスト・リードに加わっていることが表示されない場合があります。

注記

デルタ測定機能は、オーバーロード (OL) が表示されている場合あるいはブランクの場合には選択できません。

デルタ測定機能を使うには **REL** キーを押します。直前に取られた最新の測定値が基準値としてストアされ、第 1 ディスプレイの表示はゼロになり、**REL** **ΔΔ** の表示が現れます。（第 2 ディスプレイには影響はありません。）

基準値を変更するには、本章の“数値編集機能の使い方”を参照してください。

デルタ測定機能を選択するとオートレンジ機能はオフになり、現在のレンジに固定されます。**REL** キーを押す前に、最適なレンジになっていることを確認してください。**▲** キーを押した後で **▼** キーあるいは **REL** キーを押すとデルタ測定機能は解除されます。

デシベルおよびオーディオ・パワー測定機能

デシベル機能は電圧測定で得られた測定値を dBm 値（1 mW を基準 : 0 dBm にして電力の大きさを表す単位）に変換して第 1 ディスプレイに表示します。

デシベル機能を選択するには **dB** キーを押します。デシベル機能が選択されると、第 1 ディスプレイに "dB" が表示されます。

デシベルは、第 1 ディスプレイで電圧機能が選択されている場合のみ選択できます (AC 電圧、DC 電圧、または AC と DC 電圧)。デシベルは常に、0.001 dB の分解能で、単一の固定レンジで表示されます。ただし、基本測定自体 (例えば、AC 電圧) はオートレンジです。

電圧測定は次の公式を使って dBm に変換されます(値は測定値):

$$dBm = 10 \log \left(\frac{1000 * Value^2}{R_{ref.}} \right)$$

本章の後半の“リスト編集機能の使い方”セクションに説明のあるリスト編集機能を使って、基準インピーダンスを、表3-5に示す 21 の基準インピーダンスのいずれにも設定することができます。

表 3-5. dBm 基準インピーダンス

インピーダンス	インピーダンス	インピーダンス
8000 Ω	300 Ω	93 Ω
1200 Ω	250 Ω	75 Ω
1000 Ω ^[1]	150 Ω	50Ω
900 Ω	135 Ω	16 Ω ^[2]
800 Ω	125 Ω	8 Ω ^[2]
600 Ω	124 Ω	4 Ω ^[2]
500 Ω	110 Ω	2 Ω ^[2]
[1] 電圧値が表示される。		
[2] オーディオ・パワーの表示も可能		

基準インピーダンス・リストにアクセスするには、**[SHIFT]** キーを押し、続いて **[dB REF]** キーを押します。現在設定されている基準インピーダンスの値が“dB”および“Ω”の単位表示と共に表示されます。**[▲]** または **[▼]** キーを用いて希望の数値に変更します。続いて **[RANGE]** キーを押せば新たに設定した基準インピーダンスの下で第1ディスプレイの測定項目に戻ります。新しい値に設定することなく基準インピーダンス・リストから抜けるには、どれかひとつの測定機能キーあるいは拡張機能キーのどれかを押します。

dBm 基準インピーダンスを 16、8、4 または 2 Ω に設定すると本器はオーディオ・パワーを算出できます。この機能は基準インピーダンスを 16、8、4 または 2 Ω に設定した後、**[dB REF]** キーを2度続けて押せば設定でき、単位が現れます。電力アナウンサーが表示されます。

次の公式は電力計算に使用されます(電圧は測定値です):

$$Audio Power = \frac{Volts^2}{R_{ref}}$$

タッチ・ホールド機能 (HOLD)

タッチ・ホールド機能は測定値の表示を保持 (ホールド) する機能です。この機能は、プローブから目が放せず、安全が確保できたときしかディスプレイを見ることができないような困難な、または危険な状況で大変便利です。新しい安定した読み取り値が検出されると、ビープ音が鳴り、ディスプレイが自動的に更新されます。

タッチ・ホールド機能を選択するには、**[HOLD THRESH]** を押します。スパン・チェックのモードの時は **[HOLD]** が表示されます。タッチ・ホールド機能では、**[HOLD THRESH]** を押す都

度、新しい読み取り値が表示されます。タッチ・ホールド機能を終了するには、2秒間 **[HOLD THRESH]** を押したままにします。

オートレンジ・モードのときにタッチ・ホールド機能を選択すると、自動で正しいレンジに設定されます。マニュアル・レンジ・モードのときにタッチ・ホールド機能を選択すると、タッチ・ホールド機能選択時のレンジに固定されます。

タッチ・ホールド機能は、最小/最大拡張機能と組み合わせて、新しい最小値または最大値が検出された場合のみホールドして更新することができます。ディスプレイを強制的に更新するには、タッチ・ホールドを選択した状態で、**[HOLD THRESH]** を2秒間以下押します。

本器では、タッチ・ホールドで測定値をキャプチャーして表示するのに必要な最小応答レベルを選択できます。次の4つの応答レベルから選択できます:

- レベル 1(レンジの 5%)
- レベル 2(レンジの 7%)
- レベル 3(レンジの 8%)

応答変動レベルを変更するには、**[SHIFT]** キーを押して **[HOLD THRESH]** キーを押します。現在設定されているレベル (1,2,3 のいずれか) が第1ディスプレイに表示されます。**[▲]** または **[▼]** キーによってレベル値を変更し、**[RANGE]** キーを2秒間以上押せば第1ディスプレイの測定項目に戻ります。応答変動レベルを変更することなく第1ディスプレイの測定項目に戻るには、**[RANGE]**、**[▲]**、**[▼]** キーを除くいずれかのキーを押します。

最小値/最大値機能 (MIN/MAX)

最小値/最大値機能 (MIN MAX) は複数の測定値の中の最小値と最大値をストアする機能です。

最小値/最大値機能を選択するとオートレンジ機能は解除され、現在のレンジに固定されます。したがって **[MIN MAX]** を押す前に、最適なレンジに設定されていることを確認する必要があります。もし **[▲]** を押した後で **[▼]** または **[MIN MAX]** キーを押しますと、最小値/最大値機能が解除されます。

最小値と最大値をストアするには:

1. **[MIN MAX]** キーを押し、最小値/最大値機能を選択します。
[MIN MAX] キーが最初に押される場合は、最新の測定値が最小値/最大値になります。最新の最大値に対して **MAX** が表示されます。
2. もう一度 **[MIN MAX]** キーを押し最小値を表示させます。最新の最小値に対して **MIN** が表示されます。
3. **[MIN MAX]** を再度押して、最小または最大読み取り値を表示します。**MINMAX** が表示され、ディスプレイは最小または最大読み取り値を示します。
4. 最小値/最大値機能を抜けるには、**[MIN MAX]** キーを2秒間以上押し続けます。
5. ストアされている最小値/最大値をリセットすることなく、実際の測定値を見るためには、**[SHIFT]** キーを押し、引き続いて現在の第1ディスプレイの測定項目のキーを押します。

拡張機能の組み合わせ

複数の拡張機能を組み合わせて同時に（同じ測定値の集団に対して）使うことができます。

拡張機能は、次の順序で実行されます：タッチ・ホールド機能→最小値/最大値機能→比較機能。すなわち、本器は最初にタッチ・ホールド機能の設定した応答変動レベルに掛かっているかどうかをチェックし、次に最小値、最大値が更新されているかどうかをチェックしてから測定値と比較の基準値との差を算出します。

複数の拡張機能を使う場合、選択する順序によって本器の応答の仕方が異なります。例えば、最小/最大モードにある場合、**[REL REF]**を押すと、現在表示されている値が基準値になります。**[MIN MAX]**を押すと、最小値と最大値の差が表示されます。さらに、基準読み取り値モードにある場合、**[MIN MAX]**を押すと、基準値と最小または最大値の差が(適宜)表示されます。

二次機能 (SHIFT ボタンの使用)

[SHIFT] キーを押すことにより測定項目その他のキーの二次機能が使えます。二次機能はそれぞれの当該キーに赤で表示されています。**[SHIFT]** キーを押すと **Shift** の表示が現れます。

表3-6に、二次機能の説明と機能を呼び出すボタンを示します。

表 3-6. 二次機能

ボタン	説明
[SHIFT] 次に AC V	AC 電圧の測定値を第2ディスプレイに表示する。
[SHIFT] 次に DC V	DC 電圧の測定値を第2ディスプレイに表示する。
[SHIFT] 次に AC I	AC 電流の測定値を第2ディスプレイに表示する。
[SHIFT] 次に DC I [TLXg]	DC 電流の測定値を第2ディスプレイに表示する。
[SHIFT] 次に FREQ	周波数の測定値を第2ディスプレイに表示する。
[SHIFT] 次に Ω	抵抗の測定値を第2ディスプレイに表示する。
[SHIFT] 次に HOLD [THRESH]	タッチ・ホールド機能の応答変動レベルを設定する。
[SHIFT] 次に REL [REF]	デルタ機能の基準値を編集/設定する。（本章の最後部分にある“数値変更の方法”を参照）
[SHIFT] 次に PRINT [BAUD]	RS-232 の通信パラメーター（ボー・レート、パリティ、エコー等）を設定する。
[SHIFT] 次に RATE [TRIG]	トリガー・モードに設定する。
[SHIFT] 次に [SHIFT]	第2ディスプレイをオフにする（第1ディスプレイへの影響はない）
[SHIFT] 次に [▼]	比較機能の下限値を編集・設定する（本章後段の“比較機能”を参照）
[SHIFT] 次に [▲]	比較機能の上限値を編集・設定する（本章後段の“比較機能”を参照）
[SHIFT] および REL [REF] ^[1]	デルタ機能において第2ディスプレイに基準値を表示する。（元の表示と交互に表示）
[SHIFT] および RATE [TRIG] ^[1]	ソフトウェアのバージョンを表示する。

3-6. 二次機能(続き)

ボタン	説明
 および  [1]	比較機能において、測定値を下限値として設定する。(比較機能の項を参照)
 および  [1]	比較機能において、測定値を上限値として設定する。(比較機能の項を参照)

[1] 両方のキーを2秒以上押し続ける。

比較機能 (COMP)

本器は、上下限值を設定して測定値がその間に入っているかどうか判定する比較機能 (COMP) を持っています。比較機能は、どの拡張機能とも一緒に使用することができます。

上下限值の設定

比較機能を選択する前に、比較対象の読み取り値の許容範囲を設定する必要があります。これは次の3通りの方法で行うことができます:

- 測定値を上下限值として使う方法：**COMP** キーを押し比較機能モードに入ります。このモードに入った時の測定値を以下の手順によって上限値あるいは下限値として設定することができます。読み取り値を上限として設定するには、**Shift** と  を2秒間押し続けます。読み取り値を下限として設定するには、**Shift** と  を2秒間押し続けます。ピープ音が鳴り、限度が設定されたことを知らせます。ディスプレイがブランクか **OL** (過負荷) を表示している場合は、限度が設定できず、上下限は前の設定のままになります。
- 本章の後半の“数値編集機能の使い方”に説明のある数値編集機能を使用します。(数値編集機能を使用する前に、適切なレンジにあることを確認してください。) 小数点と入力レンジは編集機能のレンジに従って固定されます。
- コンピューター・インターフェースを使って、コマンド **COMP HI** および **COMP LO** により上限値および下限値を設定します。第4章の“比較コマンドおよびクエリ”セクションを参照してください。

比較機能の使い方

比較機能を選択するには **COMP** キーを押します。比較機能を最初に選択した場合には、タッチ・ホールド機能も同時にオンになり **HOLD** の表示が現れます。タッチ・ホールド機能が不要で解除したい場合には、 キーを2秒間押し続けます。タッチ・ホールド機能が解除されると第2ディスプレイには最新の測定値が表示されます。

タッチ・ホールド機能がオンになっている状態では、測定値が応答変動レベルを超えると本器はピープ音を発生します。値が設定したレンジ内にある場合は、**PASS** が第2ディスプレイに表示されます。値が設定したレンジ内でない場合は、**HI** または **LO** が第2ディスプレイに表示されます。

リスト編集機能と数値編集機能

本器にはリスト編集機能と数値編集機能があります。リスト編集機能では、オプションのリストをスクロールして選択できます。数値編集機能では、数値を入力または編集できます。

編集は第1ディスプレイで行われます。編集機能が呼び出されると本器の通常の動作は中断されます。編集中にコンピュータ・インターフェース・コマンドが本器に届くと、編集は中断され、本器は通常の操作に戻ります。編集中の項目は変更されません。

リスト編集機能の使い方

リスト編集機能は表3-7に説明のあるオプションを選択するのに使用されます。編集作業中に **SHIFT** キーを押せばいつでも編集作業は中断され、通常の測定動作に戻ります。

リスト編集機能を使うには：

1. 表3-7に示すように対応するボタンを押して、編集したいオプション・リストを選択します。表のオプション欄の数字／アルファベットは第1ディスプレイに表示され、アナンシエータ欄の表示は第2ディスプレイに表示されます。
2. **▲** または **▼** を押して、選択するオプションを変更します。(どちらかのボタンを押さえるとオプションをスクロールします。) リストをスクロールすると、選択したオプションだけが通常の輝度で表示され、他は薄暗い表示になります。
3. 必要なオプションが表示されたら **RANGE** キーを押して選択します。選択されたオプションは通常の輝度で表示されます。

表 3-7. リスト編集機能オプション

設定項目	ボタン	オプション	アナンシエータ
タッチ・ホールド機能応答変数レベルの設定	SHIFT 次に HOLD THRESH	1 = レンジの 5% 2 = レンジの 7% 3 = レンジの 8%	Hold
RS-232 プリント・オンリー・モード	PRINT BAUD	0,1,2,5,10,20,50,100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10000, 20000, or 50000	Print
RS-232 ボー・レート	SHIFT 次に PRINT BAUD	300,600,1200,2400, 4800, 9600, or 19200	baud
	Data bits	8 7	data
	Parity options	E = 偶数 Odd = 奇数 No = なし	Par
	Stop bit	1 2	Stop
	Echo mode	オン オフ	Echo
トリガー・モード	SHIFT 次に RATE TRIG	1, 2, 3, 4, 5	trig

数値編集機能の使い方

数値編集機能は、測定値を基準値との差の形で読み取るデルタ測定機能における基準値の設定・編集および比較機能における上下限值の設定・編集を行なうための機能です。

この機能から通常の測定機能に戻るには **SHIFT** キーを押します。

数値編集機能を使うには：

1. 表3-8より設定・編集したい項目に対応するキーを押します。

すると数値編集機能が作動し、入力した最新の数値あるいは最新の測定値が、編集対象の数値として表示され、その数字の左端の桁だけ他の部分より明るくなります。（負の数値の場合にはマイナスの符号が明るくなります。）また対応する測定単位も表示されます。

表 3-8. 数値編集機能オプション

ボタン	編集対象の機能、数値
SHIFT 次 	比較機能の下限値
SHIFT 次 	比較機能の上限値
SHIFT 次 REL REF	デルタ測定機能の基準値

2.  キーおよび  キーにより輝度の上がっている桁を目的の数字 (0 から 9) に編集します。目的の数字に設定できたら **S1**～**S6** キーを押してその桁の編集作業を完了します。**S1** が左端の桁を、**S6** が右端の桁を表します。この作業をすべての桁について行ないます。
3. 数字の設定が完了した後、**COMP** キーを押して正／負の符号を設定します。符号が正の場合、負の符号(-)はオフです。符号が負の場合、負の符号(-)はオンです。
4. 比較機能の上下限值の設定においては、**RANGE** キーで適切なレンジを選びます。**RANGE** キーを1度押すことにより、レンジが1つ上がります。最大レンジの時に **RANGE** キーを押すと最小レンジとなり、設定値は全てクリアされます。
5. 編集作業を完了したら、**RANGE** キーを2秒間押し続け設定した数値をストアします。

ファンクション・キー S1 - S6

ファンクション・キー **S1** ~ **S6** は 6 通りの測定機能・条件の構成を保存および呼び出す機能です。この機能は本器をセットアップする手順をスピードアップするのに役立ち、同じ測定機能・条件の構成を繰り返し使う場合には特に有効です。

現在の構成を保存するためには、**SHIFT** キーを押し引き続いて S1 ~ S6 のいずれかのキーを押してそこに保存します。

保存されている構成を呼び出すには、該当する番号のファンクション・キーを押します。表示部左端最下段の **Setup 9** は、一番最近保存された構成の番号を示します。

保存される構成には、以下の内容が設定されています：

- 第1ディスプレイの測定項目とレンジ
- 第2ディスプレイの測定項目
- 第1ディスプレイのレンジ・モード（マニュアルかオートレンジ）
- 測定スピード（低速、中速、高速）
- デュアル・ディスプレイの状態（稼働中、非稼働）
- 拡張機能の組み合わせ
- タッチ・ホールド機能のレベル（1, 2, 3, 4）
- MIN MAX 拡張機能で記録されている最新の最小値、最大値
- デルタ機能の最新の基準値
- 第2ディスプレイに表示されるデルタ機能最新の基準値
- 比較モードにおける前回の HI-LO 設定
- トリガー・モード(1, 2, 3, 4, 5)
- エコー設定(オンまたはオフ)
- dB 機能の dBm 基準インピーダンス
- RS-232 インターフェースの設定
- PRINT モード
- RS-232 インターフェースのデータ・フォーマット（単位付きまたは単位なし）

電源投入時の初期設定

本器に電源が投入されると初期設定が行なわれます。デフォルトの設定状態は表 3-9 に示す通りです。

RS-232 のポー・レート、パリティ、およびエコー・モードは一旦電源をオフにして再度オンにしたときも設定は変わりません。これらのパラメータはユーザーが変更するまで設定状態を保ちます。

表 3-9. 工場出荷時の電源投入時の初期設定

パラメーター	設定
測定項目	DCV
レンジ・モード	オートレンジ
測定スピード	低速 (2.5 回/秒)
タッチ・ホールド機能の応答変動レベル	1 (測定値の 5%)
比較機能の上下限值	0
MIN MAX 機能の最小値最大値	0
デルタ機能の基準値	0
第 2 ディスプレイに表示されるデルタ機能の基準値	無効
トリガー・タイプ	1(内部)
トリガー・タイプ	0

校正

本器の校正方法は、DMM4020 テクニカル・リファレンスを参照してください。

第 4 章

コンピューター・インターフェースを使用した操作

タイトル	ページ
概要	4-3
ローカルおよびリモート操作	4-3
コンピューター・インターフェース	4-3
RS-232 インターフェースを介したリモート操作の設定	4-3
通信パラメーターの設定 (RS-232)	4-3
RS-232 プリント・オンリー・モード	4-4
ホスト機器またはプリンター (RS-232) とのケーブル接続	4-5
文字のエコー表示と消去	4-6
^C(CNTRL C) を用いたデバイス・クリア	4-6
RS-232 プロンプト	4-6
インストール・テスト	4-6
RS-232 オペレーションのインストール・テスト	4-6
テストがうまくいかない場合	4-7
インプットの処理	4-7
インプット文字列	4-7
インプット・ターミネーター	4-7
本器への数値データの送信	4-8
本器へのコマンド文字列の送信	4-8
アウトプットの処理	4-9
トリガー・アウトプット	4-9
正面パネルから外部トリガーをかけるには	4-10
トリガー・タイプの設定	4-10
コンピューター・インターフェースから外部トリガーをかけるには	4-11
ステータス・レジスター	4-11
イベント・ステータス・レジスターおよびイベント・ステータス・イネーブル・レジスター	4-12
ステータス・バイト・レジスター	4-14
ステータス・バイト・レジスターの読み取り	4-15
コンピューター・インターフェース・コマンドの設定	4-15
共通コマンド	4-16
ファンクション・コマンドおよびクエリ	4-17
ファンクション拡張コマンドおよびクエリ	4-19

レンジおよび測定レート・コマンドおよびクエリ	4-21
測定クエリ	4-23
比較コマンドおよびクエリ	4-24
トリガー設定コマンド	4-24
その他のコマンドおよびクエリ	4-25
RS-232 リモート/ローカル設定	4-26
RS-232 を使用したシステム構成の保存/呼び出し	4-26
RS-232 コンピューター・インターフェースを利用したプログラ ムのサンプル	4-26

概要

本章では背面パネルの RS-232 インターフェースを介した、本器のセットアップ、システム構成、操作の方法について説明します。インターフェースを通して本器にコマンドを送ることにより、本器をホスト機器（端末機、コントローラー、PC、コンピューター等）から操作することができます。

本章の最後に、RS-232 インターフェースを使用したプログラムのサンプルが掲載されています。本器の機能および特徴の詳細については第 3 章をご参照ください。

本章は、データ通信および RS-232 インターフェースの基本的な知識を持っている方を対象に記述されています。

ローカルおよびリモート操作

本器をホスト機器から操作する場合、本器はリモート操作されていると言えます。正面パネルから操作する場合は、ローカル操作と言えます。

ローカルで行うことができる操作のほとんどは、インターフェースを介してリモートでも操作することができます。RS-232 インターフェースの通信パラメーターの設定等の操作は正面パネルでしか行うことができません。

コンピューター・インターフェース

本器には RS-232 (シリアル)インターフェースが標準で装備されています。このインターフェースを使用することで本器の完全なプログラム制御が可能になり、自動計測システムに組み込むことができます。

RS-232 インターフェースを介したリモート操作の設定

RS-232 インターフェースでは本器とホスト機器、シリアル・プリンターまたは端末機との間で ASCII の非同期シリアル通信を行います。

通信パラメーターの設定 (RS-232)

表4-1 は工場出荷時の RS-232 通信パラメーターを示します。これらのパラメーターの設定は正面パネルでのみ行います。

RS-232 インターフェースを介して本器とホスト機器との間で通信を行うには、本器とホスト機器の通信パラメーターが一致していなければなりません。通信パラメーターが一致していない場合には、適切なボー・レートとパラメーターを以下の手順で設定してください。

1. **Ⓞ** を押して本器の電源を入れてください。
2. **SHIFT** を押して **PRINT BAUD** を押してください。現在選択されているボー・レートが第 1 ディスプレイに表示され、第 2 ディスプレイに **baud** と表示されます。
3. **▲** または **▼** を押してボー・レートを選択し、**RANGE** を押して確定してください。
4. **▲** または **▼** を押してデータ・ビット(7または 8)を選択し、**RANGE** を押して確定してください。第 2 ディスプレイに **Echo**、第 1 ディスプレイに **On** または **OFF** が表示されます。

5. ▲ または ▼ を押してエコー・モードのオン/オフを選択し、**RANGE** を押して確定してください。エコーがオンのときは、RS-232 から本器に送信されたコマンドが、ホスト機器のディスプレイにエコー表示されます。エコーをオフにすると、コマンドはエコーされません。
6. **RANGE** を押して設定内容を確認してください。設定内容に問題がなければ、**RANGE** を長押ししてください。

表 4-1. RS-232 通信パラメーターの工場出荷時の設定

パラメーター	工場出荷時の設定
インターフェース	RS-232 (プリント・レートの設定は 0)
ボー・レート	9600
パリティ	なし(パリティ・ビット 0)
データ・ビット数	8 (7 データ・ビットと 1 パリティ・ビット)
ストップ・ビット数	1
エコー	オフ

RS-232 プリント・オンリー・モード

プリント・オンリー・モードは、測定結果をプリンターまたは端末に自動的に送信する際に使用します。

本器はプリント・オンリー・モードでの使用中にもリモート・コマンドに応答します。その際、ホスト機器に送信されてくるデータと、リモート・コマンドのエコー表示が混じらないように、エコー・モードはオフにしておくことをお勧めします。

プリント・オンリー・モードでは第 1 および/または第 2 ディスプレイに表示される測定値を、N 個おきに RS-232 ポートに送信します。プリント・レートは、表4-2 に示す値の中から選択されます。出力の間隔はプリント・レートと本体の測定速度で決まります。低速測定時で最低 2.5 回/秒、中速時で最低 20.0 回/秒、高速時で最低 100.0 回/秒です。出力形式は 1 行につき、第 1 ディスプレイの値を 1 件ずつ、または第 1 ディスプレイの値と第 2 ディスプレイの値を 1 件ずつの計 2 件のどちらかです。

以下の手順に従って、プリント・オンリー・モードの選択とプリント・レート (N) の設定を行ってください。：

注記

周波数の測定時は測定速度は 1 秒間に 4 回で固定されています。ダイオードおよび導通テスト時の測定速度は常に高速です。

1. Ⓞ を押して電源を入れてください。

PRINT BAUD を押してください。RS-232 インターフェースが選択されていれば、ディスプレイに **Print** と表示され、プリント・レート・リストのリスト・エディターが起動します。

2. ▲ または ▼ を押して表4-2 を参考にプリント・レートを選択し、**RANGE** を 2 秒間押して確定してください。(プリント・レートを 0 に設定すると、プリント・オンリー・モードが解除されます。)プリント・オンリー・モードの設定はこれで完了です。リスト・エディターが終了し、通常の動作に戻ります。

表 4-2. RS-232 プリント・オンリー・モードでのプリント・レート

レート (N)	出力間隔(秒)			出力間隔(分)			出力間隔(時間)		
	低速	中速	高速	低速	中速	高速	低速	中速	高速
1	0.4	0.05	0.01	0.01					
2	0.8	0.1	0.02	0.01					
5	2.0	0.25	0.05	0.03					
10	4.0	0.5	0.1	0.07	0.01				
20	8.0	1.0	0.2	0.13	0.02				
50	20.0	2.5	0.5	0.33	0.04	0.01	0.01		
100	40.0	5.0	1.0	0.67	0.08	0.02	0.01		
200	80.0	10.0	2.0	1.33	0.17	0.03	0.02		
500	200.0	25.0	5.0	3.33	0.42	0.08	0.06	0.01	
1000	400.0	50.0	10.0	6.67	0.83	0.17	0.11	0.01	
2000	800.0	100.0	20.0	13.33	1.67	0.33	0.22	0.03	0.01
5000	2000.0	250.0	50.0	33.33	4.17	0.83	0.56	0.07	0.01
10000	4000.0	500.0	100.0	66.67	8.33	1.67	1.11	0.14	0.03
20000	8000.0	1000.0	200.0	133.33	16.67	3.33	2.22	0.28	0.06
50000	20000.0	2500.0	500.0	333.33	41.67	8.33	5.56	0.69	0.14

ホスト機器またはプリンター (RS-232) とのケーブル接続

本器は背面パネルの DB-9 インターフェース・コネクタでホスト機器と通信を行います。RS-232 コネクタ・ピン配列は本器背面にプリントされています。

注記

本器とホスト機器または端末を接続する際には、アプリケーションにあったケーブルを使用してください。性能劣化を防ぐため、15 m 以下のケーブルのご使用をお勧めします。15 m 以上のケーブルを使用する際は、接続点での負荷のキャパシタンスが(終端を含め) 2500 pF 以下のものをご使用ください。

本器を PC (DB-9 コネクタ装備) と接続する際には、モデム・ケーブルをご使用ください。

本器を特定のブランドのプリンターと接続する際には、そのプリンターと PC の RS-232 ポートを DB-9 コネクタで接続するのと同じケーブルを使用してください。

文字のエコー表示と消去

本器を RS-232 インターフェースで操作中には、文字をホスト機器のディスプレイにエコー表示させるかどうか設定することができます。

エコーがオンになっているときは、本体に送信された文字がホスト機器のディスプレイにエコー表示され、プロンプトを返します。エコーがオフのときは、エコー表示されず、プロンプトも出ません。エコーのオン/オフを設定するには、本章前述の“通信パラメーターの設定 (RS-232)”をご参照ください。

コマンドをキーボードから直接 RS-232 で本器に送信する場合は、<Back space> キーで前の文字を消すことができます。エコー表示がオンになっていると、Back space もエコー表示されます。

^C(CNTRL C) を用いたデバイス・クリア

^C(CNTRL C) は “=>” に続いてキャリッジ・リターンとライン・フィードをアウトプットします。

RS-232 プロンプト

ホスト機器から RS-232 を介して本器にコマンドを送信すると、本器はコマンドを解析、実行し、(適切であれば)レスポンスを返します。そして以下のプロンプトを送信します。

- => エラーは検出されませんでした。コマンドの解析、実行は成功しました。次のコマンドを入力してください。
- ?> コマンドにエラーが検出されました。解析できなかったため、コマンドは実行されませんでした。例えば、入力コマンドに文法エラーが含まれていた場合等です。
- !> 実行エラーまたは機器に依存するエラーが検出されました。コマンドは解析されましたが、実行されませんでした。例えば、VDC 測定時に FREQ コマンドを送信した場合等です。

インストール・テスト

“ホスト機器またはプリンター (RS-232) とのケーブル接続” に従って、本器とホスト機器を接続したら、RS-232 を介してホスト機器と通信する準備は完了です。システムが動作するかどうか以下の手順で検証してください。

RS-232 オペレーションのインストール・テスト

以下の手順で、リモート操作の設定とケーブル接続が正しく行われているかを確認してください：

1. ④ を押して電源を入れてください。
2. コンピューター・インターフェースのパラメーター(ボー、パリティ等)が正しく設定されているか確認します。
3. ホスト機器の電源を入れてください。
4. *IDN? とタイプして Enter キーを押してください。
5. 本器から以下のようなレスポンスがあることを確認してください。 :
TEKTRONIX, DMM4020, nnnnnnnn, n.n Dn.n
nnnnnnnn には本器のシリアル・ナンバーが当てはまります；n.n はメイン・ソフトウェアのバージョンです；Dn.n はディスプレイのソフトウェアのバージョンです。
6. 本器が上記のように応答しない場合、次項の“テストがうまくいかない場合”をご参照ください。

テストがうまくいかない場合

本器が、“RS-232 オペレーションのインストール・テスト “の通りのレスポンスを返さないときは、以下の操作を行ってください。

1. 全てのケーブルが正しく接続されていることを確認してください。本章前述の“ホスト機器またはプリンター (RS-232) とのケーブル接続”をご参照ください。
2. 本器とホスト機器の通信パラメーター(ボー、パリティ等)が一致していることを確認してください。本章前述の“通信パラメーターの設定 (RS-232)”をご参照ください。

インプットの処理

本器がホスト機器またはスタンドアロンの端末器から受け取ったインプットをどのように処理しているのかを説明します。

注記

本章内での“インプット”とは、ホスト機器から本器に送られる文字列を、“アウトプット”とは、本器からインターフェースを介してホスト機器に送られる文字列を指します。

インプット文字列

本器は、ホスト機器から送信された有効なインプット文字列を処理、実行します。有効なインプット文字列とは文法的に正しい1つ以上のコマンドとそのインプット・ターミネーターを指します。

本器はインプットを受信すると、そのデータを 50 バイトのインプット・バッファに保存します。

注記

RS-232 を介して受信したインプット文字列は、インプット・ターミネーターを受信するか、またはインプット・バッファがいっぱいになるまで、文法のチェックは行われず、コマンドも実行されません。

本器はアルファベットの大文字、小文字ともに対応していますが、解析できないコマンドを受信すると、そのコマンドだけでなく、そのコマンド・ラインのその他の部分も受け付けられません。

インプット・ターミネーター

インプット・ターミネーターを受信したとき、本器は先にインプット・ターミネーターを受け取ったコマンドから実行していきます。

インプットが処理、実行されると、インプット・バッファ内に新しいインプットのためのスペースができます。RS-232 通信では、通信エラー(パリティ、フレーミング、オーバーラン)が検出されると、本体側のエラーとなり、インプット文字列は受信されません。本器のインプット・バッファがいっぱいの場合にも、本体側のエラーとなり、インプット文字列は受信されません。(“イベント・ステータス・レジスターおよびイベント・ステータス・イネーブル・レジスター”をご参照ください。)

RS-232 インターフェースの有効なインプット・ターミネーターは以下の通りです：

- CR (キャリッジ・リターン)
- LF (ライン・フィード)
- CR LF (キャリッジ・リターン/ライン・フィード)

インプット・ターミネーターはホスト機器のアウトプット(本器のインプット文字列)の最後に自動的に送信されることもあります。

本器への数値データの送信

以下のように、整数、実数、指数付実数を本器に送信することができます：

+12345689 +/-符号付の整数“12345689”を送信
-12345E2 “-1.2345E2”または“-123.45”を送信

本器へのコマンド文字列の送信

コンピューター・インターフェースを介して本器へ送信する文字列を構築するには、以下のルールを守ってください。

- ルール 1：クエリ・コマンドごとに一度、本器のアウトプット・バッファを読み取ってください

本器のアウトプット・バッファは、一度読み取ったデータは消去されます。一度読み取ったデータを間違ってもう一度読み取ることをしないようにするためです。間に別のクエリを挟まずに、アウトプット・バッファを2度読み取ろうとしても、本器は応答しません。

- ルール 2：次のコマンド文字列を送信する前にクエリ・レスポンスを読み取ってください。

アウトプット・データは、ホスト機器が読み取りを行うか、本器が次のコマンド文字列を受け取るまで、アウトプット・バッファにあります。つまり次のコマンド文字列を本器に送信する前に、アウトプット・バッファのデータをホスト機器に読み込む必要があります。

- ルール 3：本器は各コマンドを、受信した順にひとつずつ完了させてから、次のコマンドに移ります。

インプット文字列にトリガーが含まれる場合は、以下の順にコマンドを入力してください。

1. (もしあれば) 本器の設定を行うコマンド
2. トリガー・コマンド
3. 測定結果を読み取るコマンド (VAL?)、または (もしあれば) 機器の再設定を行うコマンド
4. インプット・ターミネーター

注記

MEAS?、MEAS1?、MEAS2? コマンドの前には必ず、機器の設定とトリガー・コマンドが必要です。

アウトプットの処理

ここでは本器からのアウトプットについて説明します。本器は、ホストからのクエリ・コマンド（クエリ・コマンドの末尾は“？”です。）へのレスポンスとして英数字からなる文字列を返します。RS-232 へのアウトプット文字列はキャリッジ・リターンまたはライン・フィードで終了します。

RS-232 インターフェース経由で本器にコマンドを送信したら、本器からプロンプトが帰ってくるまで次のコマンドを送信しないでください。プロンプトを受け取る前に次のコマンドを送信してしまうと、本体側のエラーになるか、または後から送ったコマンドは受け付けられません。

本器からの数値のアウトプットは以下のように表示されます：

+1.2345E+0(format1)	測定値 1.2345
+1.2345E+6(format1)	測定値 1.2345M
+12.345E+6OHM(format 2)	測定値 12.345 MΩ
+/- 1.0E+9	オーバーロード(本器ディスプレイでは OL)

トリガー・アウトプット

本器はトリガーをかけて測定を行うことができます。トリガーには表4-3にあるように、5つのタイプがあります。トリガーは大きく2つの基本的なカテゴリに分けることができます：

- 内部トリガー。継続的にトリガーをかけます。
- 外部トリガー。ユーザーの指定したタイミングでトリガーをかけます。

外部からは以下のようにトリガーをかけます：

- 背面パネルのトリガーを使わない外部トリガー。表4-3の中のタイプ2とタイプ3にあたります。
- 背面パネルの外部トリガーを使用した外部トリガー。表4-3の中のタイプ4とタイプ5にあたります。
- *TRG コマンド

*TRG コマンドについては“共通コマンド”をご参照ください。

表 4-3. トリガー・タイプ

タイプ	トリガー	背面パネル・トリガー	落ち着き時間
1	内部	無効	—
2	外部	無効	オフ
3	外部	無効	オン
4	外部	有効	オフ
5	外部	有効	オン

正面パネルから外部トリガーをかけるには

以下は、正面パネルから外部トリガーを設定する手順です。

1.  を押して  を押してください。Ext Trig という文字と選択中のトリガー・タイプ (1, 2, 3, 4, 5) の番号が表示されます。トリガー・タイプについては表4-3 をご参照ください。
2.  または  を押してトリガー・タイプを選択し、 を 2 秒間押して確定します。
トリガー・タイプ 2 はセトリング・ディレイを設定することができません。セトリング・ディレイを設定するにはトリガー・タイプ 3 を選択してください。セトリング・ディレイについては表4-3 をご参照ください。
トリガー・タイプ 2 または 3 を選択すると、ディスプレイに **Ext Trig** と表示されます。これは現在リモート・モードではなく、外部トリガーを選択中であることを示します。(リモート・モード選択中は、正面パネルからトリガーをかけることはできません。)
3.  を押すとトリガーがかかり、測定を行います。( を押すたびにトリガーがかかり、測定を行います。)
4. 内部(継続)トリガーに戻るには上記ステップ 2 でタイプ 1 を選択してください。

リモート・モード中でもトリガー・タイプ 4 または 5 を選択したときは、本器は外部トリガー・モードのままです。しかし、本器はリモート・モード中であるため、タイプ 4 または 5 の背面パネルからしかトリガーをかけることはできません。リモート・モードを終了するには、上記のステップ 1 および 2 でトリガー・タイプ 2 または 3 を選択してください。

注記

外部トリガー・モード(タイプ 2 からタイプ 5)では、*TRG コマンドはどのタイプでも有効です。

トリガー・タイプの設定

インターフェースからトリガー・タイプを設定するには、TRIGGER <type> コマンドを入力して Enter を押してください。(<type> にはトリガー・タイプが入ります。) トリガー・タイプについては表4-3 をご参照ください。

トリガーの前に入力信号が安定しないときは、トリガー・タイプ 3 または 5 を選択すればセトリング・ディレイを設定することができます。代表的なセトリング・ディレイを表4-3に示します。RS-232 読み取り値転送速度を表4-4に示します。

表 4-4. RS-232 の読み取り速度

レート	1 秒あたりの読み取り数	
	内部トリガー (トリガー 1)	外部トリガー (トリガー 4)
低速	2.5 ^[1]	2.5 ^[2]
中速	20 ^[1]	20 ^[2]
高速	100 ^[1]	100 ^[2]

[1] A/D トリガーの速度に依存する。
[2] トリガー信号の送信速度に依存する。

コンピューター・インターフェースから外部トリガーをかけるには

RS-232 インターフェースを利用してトリガーをかけるには、*TRG コマンドを入力して Enter を押してください。*TRG コマンドについては後述の“共通コマンド”をご参照ください。

RS-232 インターフェースのピン 9 を利用してトリガーをかけるには、図 4-1 をご参照ください。

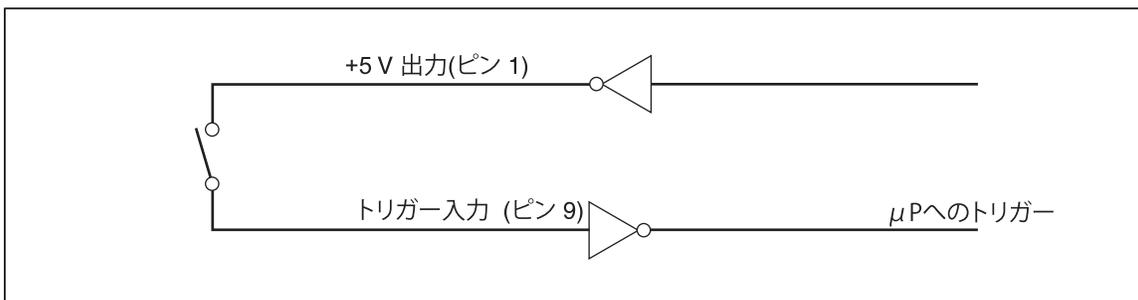


図 4-1. RS-232 インターフェースのピン 9 を使用した外部トリガー

fcl24.eps

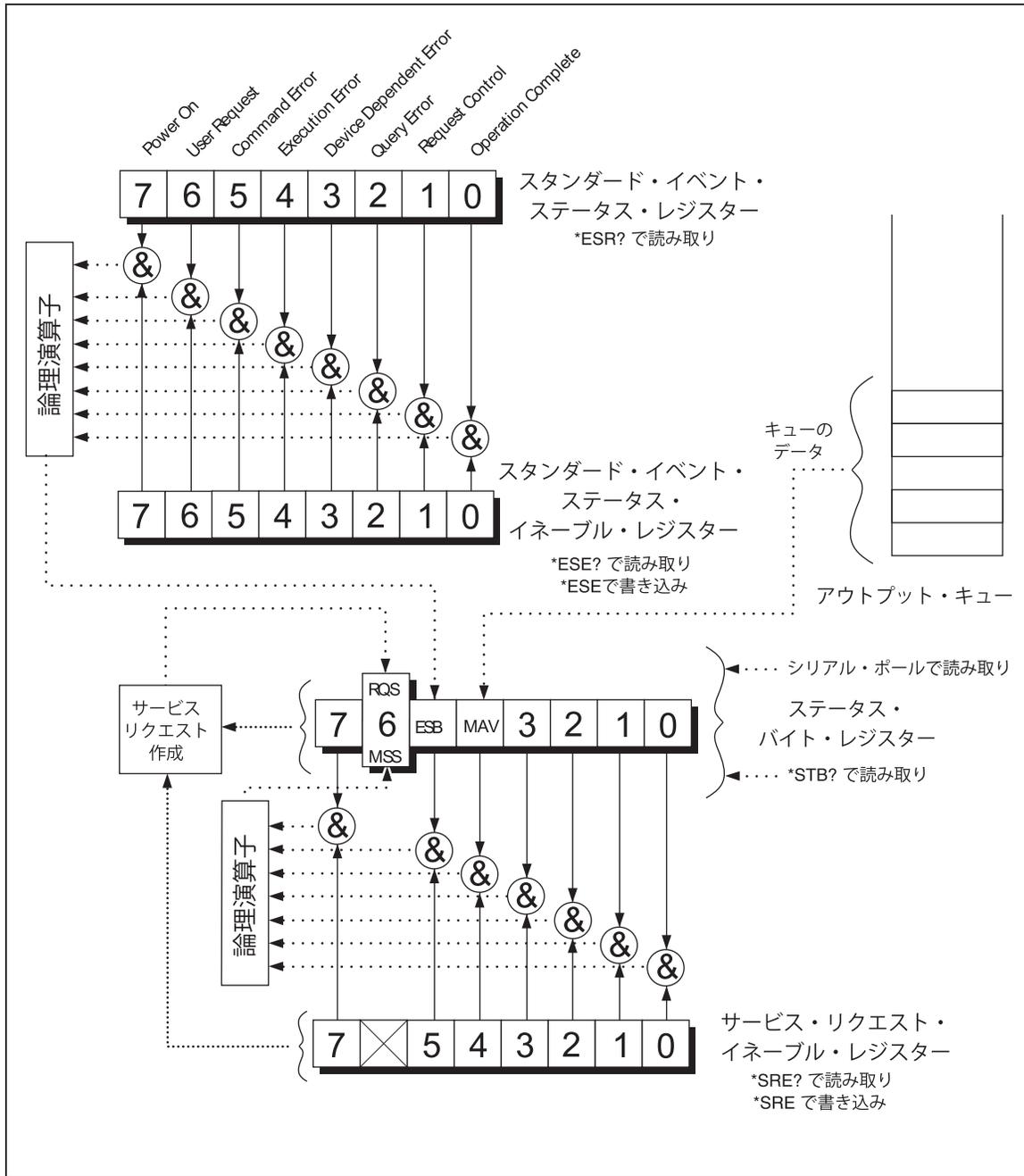
ステータス・レジスタ

ステータス・レジスタ (STB) の内容はサービス・イネーブル・レジスタ (SRE)、イベント・ステータス・レジスタ (ESR)、イベント・ステータス・イネーブル・レジスタ (ESE) およびアウトプット・バッファによって決まります。以下の項でこれらのステータス・レジスタについて説明しますが、表 4-5 にこれらのステータス・レジスタについてまとめてあります。

図 4-2 はこれらのレジスタの相関関係を表しています。

表 4-5. ステータス・レジスタ概要

レジスタ	リード・コマンド	ライト・コマンド	イネーブル・レジスタ
イベント・バイト・レジスタ	*STB?	なし	SRE
サービス・リクエスト・イネーブル・レジスタ	*SRE?	*SRE	なし
イベント・ステータス・レジスタ	*ESR?	なし	ESE
イベント・ステータス・イネーブル・レジスタ	*ESE?	*ESE	なし



fcl21f.eps

図 4-2. ステータス・データ構造の概略

イベント・ステータス・レジスタおよびイベント・ステータス・イネーブル・レジスタ

ESR (イベント・ステータス・レジスタ)では、それぞれのビットに特定のイベントが割り当てられています。(図 4-3および4-6 参照)ESR のあるビットが 1 にセットされているとき、前回レジスタの読み取りまたはクリアを行って以降に、そのビットに対応したイベントが発生したことを示します。例えば、ビット 3 (DDE) が 1 になっている場合、機器依存型のエラーが発生したということです。

ESE (イベント・ステータス・イネーブル・レジスター)は、ESR の各ビットの有効(イネーブル)または無効をホスト機器から切り替えることができるマスク・レジスターです。ESE のあるビットを 1 にセットすると、ESR の対応するビットが有効になります。ESR のどのビットが 0 から 1 に変わっても、STB (ステータス・レジスター) の ESB (イベント・サマリー・ビット)も 1 になります。ESR を *ESR? コマンドをで読み取る、または *CLS コマンドでクリアすると STB の ESB ビットは 0 に戻ります。

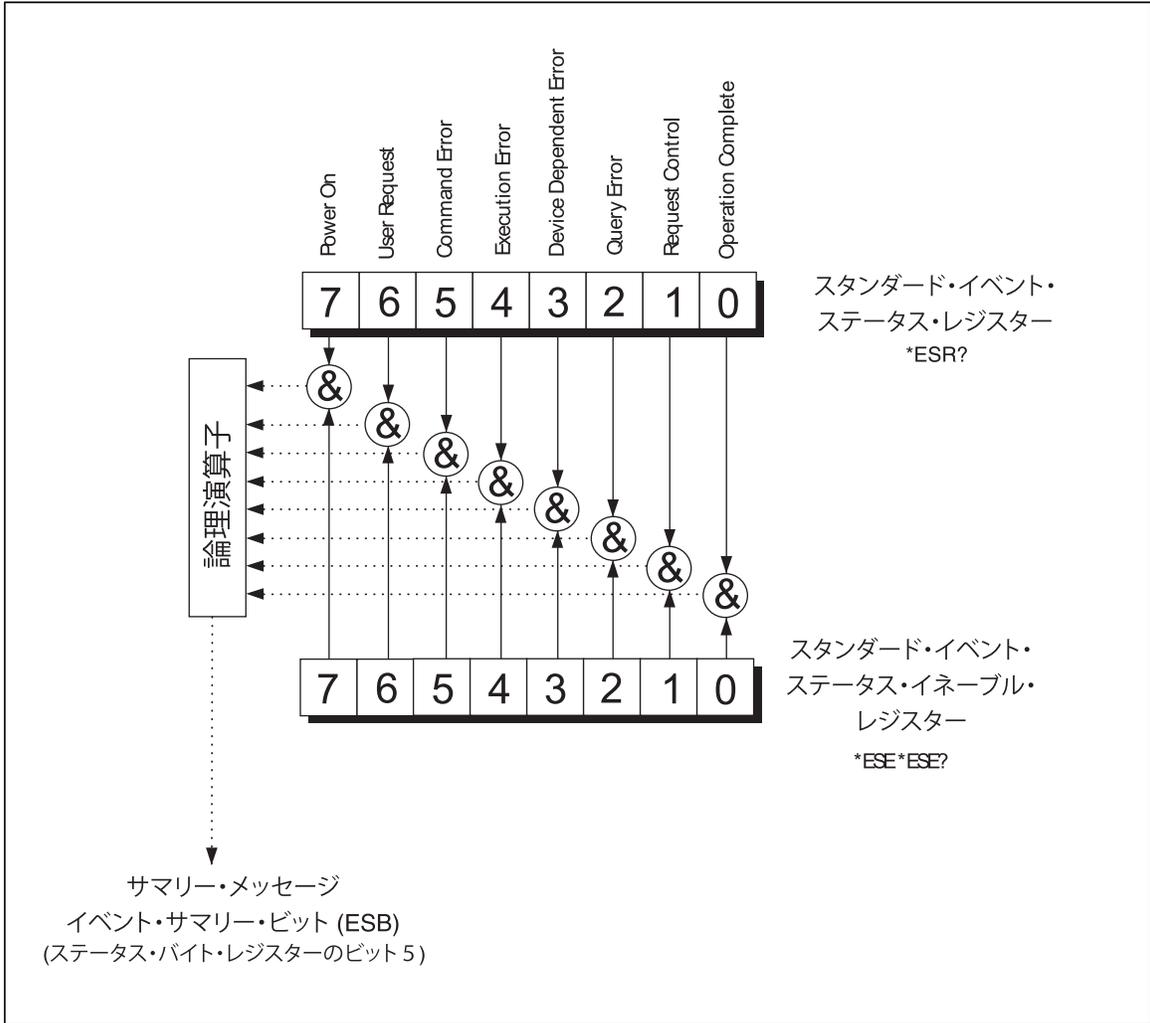


図 4-3. イベント・ステータス・レジスターおよびイベント・ステータス・イネーブル・レジスター

表 4-6. ESR および ESE のビットの詳細

ビット No.	信号の名称	状態
0	Operation Complete (OPC)	*OPC コマンドを受け取る以前のコマンドは全て実行されました。インターフェースは次のメッセージを受け取る準備ができています。
1	不使用	常に0です。
2	Query Error (QYE)	本器のアウトプット・バッファを読み取ろうとしましたが、ペンディングのものも含めてアウトプットがありませんでした。 または前のクエリを読み取る前に新しいコマンドを受信しました。 またはインプットおよびアウトプット・バッファがいっぱいです。
3	Device-Dependent Error (DDE)	校正中に間違ったインプットを受信しました。 または RS-232 のインプット・バッファがいっぱいです。
4	Execution Error (EXE)	コマンドは解釈されましたが、実行することができませんでした。適切ではないパラメーターを受け取った場合に起こるエラーです。
5	Command Error (CME)	コマンドを解釈することができなかったため、実行されませんでした。コマンドに文法エラーが含まれていた場合に起こるエラーです。
6	不使用	常に0です。
7	Power On	前回 ESR の読み取りまたはクリアを行って以降、電源がオフになり、再びオンになりました。

ステータス・バイト・レジスター

STB は 8 ビットからなるバイナリ・エンコード・レジスターです。SRE ではビット 6 のマスター・サマリー・ステータス (MSS) をセットするのに、ビット 1 から 5 および 7 が使用されます。表4-7 にまとめてある 8 つの STB ビットは、*STB? コマンドで読み取ります。

表 4-7. ステータス・バイト・レジスター (STB) のビットの詳細

ビット No.	信号の名称	状態
0	不使用	常に0です。
1	不使用	常に0です。
2	不使用	常に0です。
3	不使用	常に0です。
4	Message Available (MAV)	アウトプット・レジスターにデータがあります。クエリへのレスポンスがアウトプット・バッファに入ると、ビットは1にセットされます。アウトプット・ターミネーターがホスト機器に送られると、ビットはクリア (0にセット) されます。
5	Event Status (ESB)	イベント・ステータス・レジスターで1つ以上のイベントが発生しました。どのイベントが発生したのかを判別するには、*ESR? コマンドを送信してイベント・ステータス・レジスターを読んでください。

表 4-7. ステータス・バイト・レジスター (STB) のビットの詳細 (続き)

ビット No.	信号の名称	状態
6	Master Summary Status (MSS) ^[1]	STB (MSS) レジスターの有効ビットのどれかが 1 にセットされると、1 にセットされます。MSS ビットの状態を確認するには、STB? クエリ・コマンドを送信してください。 正面パネルからサービスがリクエストされたり、MSS が 1 にセットされた場合にはリクエスト・サービス (RQS) が 1 にセットされます。ビットの状態の確認にはシリアル・ポールを行い、RQS はクリアされます。
7	不使用	常に 0 です。

[1] *STB? コマンドで読み取られたとき。STB がシリアル・ポールで読み取られたときはビット 6 は RQS として返されます。

ステータス・バイト・レジスターの読み取り

ホスト機器は、シリアル・ポールするか、本器に*STB? クエリを送信することで STB を読み取ります。(ステータス・バイトの値は STB? クエリには影響されません。)STB を読み取ると、整数が返ってきます。この整数は、8 ビットのバイナリの数値を 10 進法に変換したものです。例えば、ビット 4 (MAV) とビット 5 (ESB) が 1 にセットされたバイナリの 00110000 は、10 進法の 48 に変換されて返ってきます。

ステータス・バイトが*STB? クエリで読み取られると、ビット 6 はマスター・サマリー・ステータス (MSS) として返されます。

以下の例をご参照ください：

*STB? コマンドで STB を読み取ります。32 という数字が返ってきたとすると、これはバイナリで 00100000 が変換されたものであり、ビット 5 (ESB) が 1 にセットされているということです。このイベント・ステータスを判別するには、*ESR? コマンドを使って、同様にして ESB を読んでください。

コンピューター・インターフェース・コマンドの設定

ここからは RS-232 インターフェースのコマンドについて説明します。コマンドは機能によって分類され、以下の表にまとめてあります。ユーザーが入力しなければならぬパラメーターや、本器から返される文字列は角括弧でくくられています。(例：<value>)

共通コマンド

表4-8 は共通コマンドの一覧です。

表 4-8. 共通コマンド

コマンド	名称(表示または記号)	機能の説明
*CLS	Clear Status	ステータス・バイトのイベント・レジスターを全てクリアします。 (Message Available (メッセージ有り)を除く。Message Available は*CLS がコマンド・ライン中の最初のメッセージである場合にのみクリアされます。)
*ESE <value>	Event Status Enable	イベント・ステータス・イネーブル・レジスターを <value> に設定します。<value> には 0 から 255 までの整数が入ります。 この <value> をバイナリに変換した値が、レジスターのビットの状態(1 または 0)に対応しています。この <value> が 0 から 255 までの整数でない場合は、Execution Error (実行エラー)が発生します。 例：10 進法での 16 はバイナリでは 00010000 となり、ESE のビット 4 (EXE)が 1 にセットされます。
*ESE?	Event Status Enable Query	*ESE コマンドで設定したイベント・ステータス・イネーブル・レジスターの <value> を確認します。 この <value> は整数で、これをバイナリに変換した値がレジスターの各ビットの状態(0 または 1)に対応しています。
*ESR?	Event Status Register Query	マルチメーターはイベント・ステータス・レジスターの <value> を返し、その後クリアします。 この <value> は整数で、これをバイナリに変換した値がレジスターの各ビットの状態(0 または 1)に対応しています。
*IDN?	Identification Query	4 つの項目をコンマで区切った、マルチメーターの識別コードを返します。4 つの項目は以下の通りです：メーカー (TEKTRONIX) ; モデル (DMM4020) ; 7 桁のシリアル番号 ; メインのソフトウェアおよびディスプレイ・ソフトウェアのバージョン
*OPC	Operation Complete Command	パーシングが行われると、スタンダード・イベント・ステータス・レジスターの Operation Complete (操作完了)ビットをセットします。
*OPC?	Operation Complete Query	パーシングが行われると、マルチメーターのアウトプット・キューに ASCII 1 を置きます。
*RST	Reset	電源投入時の状態にリセットします。

表 4-8. 共通コマンド (続き)

コマンド	名称(表示または記号)	機能の説明
*SRE	Service Request Enable	サービス・リクエスト・イネーブル・レジスターを 0 から 255 までの整数 <value> に設定します。サービス・リクエスト・イネーブル・レジスターではビット 6 は使用しないため、ビット 6 の値は無視されます。 この <value> は、整数で、これをバイナリに変換した値がレジスターの各ビットの状態(0 または 1)に対応しています。この <value> が 0 から 255 までの整数でない場合は、Execution Error (実行エラー)が発生します。
*SRE?	Service Request Enable Query	マルチメーターはサービス・リクエスト・イネーブル・レジスターの <value> を返します。(ビット 6 は 0 で) この <value> は、整数で、これをバイナリに変換した値がレジスターの各ビットの状態(0 または 1)に対応しています。
*STB?	Read Status Byte	マルチメーターはステータス・バイトの <value> を、ビット 6 はマスター・サマリー・バイトとして返します。 この <value> は、整数で、これをバイナリに変換した値がレジスターの各ビットの状態(0 または 1)に対応しています。
*TRG	Trigger	パーシングが行われると、測定トリガーをかけます。
*TST	Self test query	常に 0 を返します。
*WAI	Wait-to-Continue	何も行いません。

ファンクション・コマンドおよびクエリ

表4-9 はファンクション・コマンドおよびクエリについてまとめた表です。各機能(ファンクション)の詳細については第 3 章をご参照ください。

表 4-9. ファンクション・コマンドおよびクエリ

コマンド		機能
第 1 ディスプレイ	第 2 ディスプレイ	
AAC	AAC2	AC 電流
AACDC ^[1]	(適用なし)	AC および DC rms 電流
ADC	ADC2	DC 電流
(適用なし)	CLR2	測定をクリア(表示されている場合)
CONT	(適用なし)	導通テスト
DIODE	(適用なし)	ダイオード試験
FREQ	FREQ2	周波数

表 4-9.ファンクション・コマンドおよびクエリ (続き)

コマンド		機能
第 1 ディスプレイ	第 2 ディスプレイ	
FUNC1?	(適用なし)	選択している機能のニューモニック・コマンドを返します。もし周波数が選択されていれば、FUNC1? コマンドは FREQ と返します。
(適用なし)	FUNC2?	選択している機能のニューモニック・コマンドを返します。もし周波数が選択されていれば、FUNC2? コマンドは FREQ と返します。 第 2 ディスプレイが使用されていないときは、実行エラーとなります。
OHMS	OHMS2	抵抗
WIRE2, WIRE4	(適用なし)	OHMS 機能でのみ使用可能。2 線測定と 4 線測定を切り替えるのに使用します。
VAC	VAC2	AC 電圧
VACDC ^[1]	(適用なし)	AC および DC rms 電圧
VDC	VDC2	DCV
[1] AACDC または VACDC が選択されているときは、第 2 ディスプレイの機能を選ぶことはできません。選ぶとすると、実行エラーとなります。		

ファンクション拡張コマンドおよびクエリ

表 4-10はファンクション拡張コマンドおよびクエリについてまとめたものです。ファンクション拡張コマンドは測定機能の通常の動作を拡張したり、測定値をディスプレイに表示する前に何らかの処理を施したりします。例えば、拡張コマンドのひとつ REL は、測定値と基準値との差を表示させます。ファンクション拡張機能の結果は第 1 ディスプレイにのみ表示されます。

表 4-10. ファンクション拡張コマンドおよびクエリ

コマンド	説明																																																
DB	マルチメーターはデシベル機能を起動します。第 1 ディスプレイに表示される値は全てデシベルで表されます。測定項目が AC およびまたは DC 電圧の場合以外は実行エラーとなります。																																																
DBCLR	デシベル機能を終了して通常表示に戻ります。dB power、REL、MIN MAX 機能も終了します。																																																
DBPOWER	基準インピーダンスが 2、4、8、16 Ω に設定されていて電圧測定機能が選択されていると、dB パワー機能が起動します。これ以外の条件のときは実行エラーとなります。dB パワー機能では、読み値はワットで、第 1 ディスプレイにのみ表示されます。																																																
DBREF <value>	<p>dB 基準インピーダンスを表 4-10A 中の <value> に設定します。この数値は表に示されているように、それぞれ基準インピーダンス(Ω)と対応しています。この <value> に表 4-10A にない値を入力した場合、実行エラーとなります。</p> <p style="text-align: center;">表 4-10A. 基準インピーダンス値</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>値</th> <th>基準インピーダンス</th> <th>値</th> <th>基準インピーダンス</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>2</td><td>12</td><td>150</td></tr> <tr><td>2</td><td>4</td><td>13</td><td>250</td></tr> <tr><td>3</td><td>8</td><td>14</td><td>300</td></tr> <tr><td>4</td><td>16</td><td>15</td><td>500</td></tr> <tr><td>5</td><td>50</td><td>16</td><td>600</td></tr> <tr><td>6</td><td>75</td><td>17</td><td>800</td></tr> <tr><td>7</td><td>93</td><td>18</td><td>900</td></tr> <tr><td>8</td><td>110</td><td>19</td><td>1000</td></tr> <tr><td>9</td><td>124</td><td>20</td><td>1200</td></tr> <tr><td>10</td><td>125</td><td>21</td><td>8000</td></tr> <tr><td>11</td><td>135</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	値	基準インピーダンス	値	基準インピーダンス	1	2	12	150	2	4	13	250	3	8	14	300	4	16	15	500	5	50	16	600	6	75	17	800	7	93	18	900	8	110	19	1000	9	124	20	1200	10	125	21	8000	11	135		
値	基準インピーダンス	値	基準インピーダンス																																														
1	2	12	150																																														
2	4	13	250																																														
3	8	14	300																																														
4	16	15	500																																														
5	50	16	600																																														
6	75	17	800																																														
7	93	18	900																																														
8	110	19	1000																																														
9	124	20	1200																																														
10	125	21	8000																																														
11	135																																																
DBREF?	マルチメーターは表 4-10 中の <value> を返します。この数値はそれぞれ表中の基準インピーダンスと対応しています。																																																
HOLD	タッチ・ホールド機能を起動します。(詳細は第 3 章の“タッチ・ホールド機能 (HOLD)”をご参照ください。) タッチ・ホールド機能使用中に HOLD コマンドを送信すると、読み値が更新されます。																																																
HOLDCLR	タッチ・ホールド機能を終了し、通常動作に戻ります。																																																
HOLDTHRESH <threshold>	<p>タッチ・ホールド機能のしきい値を <threshold> に設定します。</p> <p><threshold> に入る値は、1、2、3、4 (それぞれ 0.01 %、0.1 %、1 %、10 %) のどれかです。これ以外の値を入力すると、実行エラーとなります。詳細は第 3 章の“タッチ・ホールド機能 (HOLD)”をご参照ください。</p>																																																

表 4-10.ファンクション拡張コマンドおよびクエリ (続き)

コマンド	説明
HOLDTHRESH?	タッチ・ホールド機能のしきい値 <threshold>(1, 2, 3, 4) を確認します。詳細は第 3 章の“タッチ・ホールド機能 (HOLD)” をご参照ください。
MAX	その時点の読み値を最大値として、最大値機能を起動します。すでに最大値機能を使用中の場合は、最新の最大値が表示されます。最大値機能起動時はオート・レンジ機能は使用できません。詳細は第 3 章の“最小値/最大値機能 (MIN MAX) ” をご参照ください。
MAXSET <numeric value>	<numeric value> を最大値として、最大値機能を起動します。 <numeric value> には、+/-符号が付いた整数や指数付/無の実数を入力します。オートレンジ機能は使用できません。詳細は第 3 章の“最小値/最大値機能 (MIN MAX) ” をご参照ください。 この <numeric value> が測定レンジを超えている場合には、実行エラーとなります。
MIN	その時点の読み値を最小値として、最小値機能を起動します。すでに最小値機能を使用中の場合は、最新の最小値が表示されます。最小値機能起動時はオート・レンジ機能は使用できません。詳細は第 3 章の“最小値/最大値機能 (MIN MAX) ” をご参照ください。
MINSET <numeric value>	<numeric value> を最小値として、最小値機能を起動します。 <numeric value> には、+/-符号が付いた整数や指数付/無の実数を入力します。オートレンジ機能は使用できません。詳細は第 3 章の“最小値/最大値機能 (MIN MAX) ” をご参照ください。 この <numeric value> が測定レンジを超えている場合には、実行エラーとなります。
MNMX	現在の値を最大最小値として、最大値/最小値機能を起動します。すでに最大値/最小値機能を起動中の場合は、最新の最大値または最小値が表示されます。オートレンジ機能は使用できません。詳細は第 3 章の“最小値/最大値機能 (MIN MAX) ” をご参照ください。 最大値/最小値機能では、保存中の最大最小値を消去することなく、最大値と最小値の表示を切り替えることができます。
MNMXSET <数値 1, 数値 2>	<数値 1>を最大値、<数値 2>を最小値として、最大値/最小値機能を起動します。 <数値 1>および<数値 2>には、+/-符号が付いた整数や指数付/無の実数を入力します。オートレンジ機能は使用できません。詳細は第 3 章の“最小値/最大値機能 (MIN MAX) ” をご参照ください。 <数値 1>および<数値 2>が測定レンジを超えている場合には、実行エラーとなります。
MMCLR	最大値/最小値機能を終了します。保存されていた最大最小値は消去され、最大値/最小値機能起動以前に選択していたレンジ・モードおよびレンジに戻ります。

表 4-10. ファンクション拡張コマンドおよびクエリ (続き)

コマンド	説明
MOD?	使用中の拡張機能を確認し、数値で返します。数値と機能の関係は次の通りです。1 = MIN; 2 = MAX; 4 = HOLD; 8 = dB; 16 = dB Power; 32 = REL; 64 = COMP 複数の拡張機能が選択されているときは、それぞれの拡張機能の数値を合計した数値を返します。例えば、dB と REL が選択されているときは、40 を返します。
REL	第 1 ディスプレイに表示されている値を基準値として、デルタ測定機能を起動します。オートレンジ機能は使用できません。詳細は第 3 章の“デルタ測定機能”をご参照ください。
RELCLR	デルタ測定機能を終了し、その前に選択していたレンジ・モードおよびに戻ります。
RELSET <relative base>	<relative base>をオフセットの基準値としてデルタ測定機能を起動します。 <relative base>には、+/-符号が付いた整数や指数付/無の実数を入力します。オートレンジ機能は使用できません。 <relative base> が測定レンジを超えていた場合、実行エラーとなります。詳細は第 3 章の“最小値/最大値機能 (MIN MAX)”をご参照ください。
RELSET?	<relative base> の設定を確認します。デルタ測定機能中以外にこのコマンドを送信すると実行エラーとなります。

レンジおよび測定レート・コマンドおよびクエリ

表4-11 はレンジおよび測定レート・コマンド、およびクエリをまとめた表です。オートレンジ・モードでは、本器は自動的に測定値に合わせてレンジを選択しますが、マニュアル・モードでは、固定レンジを選択する必要があります。

表 4-11. レンジおよび測定レート・コマンドおよびクエリ

コマンド	説明
AUTO	第 1 ディスプレイをオートレンジ・モードに設定します。オートレンジ・モードを選択することができない場合 (デルタ測定機能、最大値/最小値機能、ダイオード/導通テスト等を選択中) は、実行エラーとなります。
AUTO?	オートレンジ選択中は 1、そうでない場合は 0 を返します。
FIXED	第 1 ディスプレイでのオートレンジを終了し、マニュアル・レンジに変更します。現在のレンジが選択レンジとなります。

表 4-11. レンジおよび測定レート・コマンドおよびクエリ (続き)

コマンド	説明																																																
RANGE <value range>	<p>第 1 ディスプレイのレンジを <value range> に設定します。<value range> には表4のレンジの値が入りますが、この値は測定項目(電圧、抵抗、電流等)ごとの各レンジと対応しています。</p> <p style="text-align: center;">表4-11A. 各機能のレンジ</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>レンジ</th> <th>電圧レンジ</th> <th>抵抗レンジ</th> <th>AC 電流測定</th> <th>周波数範囲</th> <th>DC 電流測定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>200 mV</td> <td>200 Ω</td> <td>20 mA</td> <td>2 kHz</td> <td>200 μA</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2 V</td> <td>2 kΩ</td> <td>200 mA</td> <td>20 kHz</td> <td>2000 μA</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>20 V</td> <td>20 kΩ</td> <td>2 A</td> <td>200 kHz</td> <td>20 mA</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>200 V</td> <td>200 kΩ</td> <td>10 A</td> <td>1000 kHz</td> <td>200 mA</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1000 V dc^[1]</td> <td>2 MΩ</td> <td>該当なし</td> <td>該当なし</td> <td>2 A</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>該当なし</td> <td>20 MΩ</td> <td>該当なし</td> <td>該当なし</td> <td>10 A</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>該当なし</td> <td>100 MΩ</td> <td>該当なし</td> <td>該当なし</td> <td>該当なし</td> </tr> </tbody> </table> <p>[1] 1000 V dc, 750 V ac</p>	レンジ	電圧レンジ	抵抗レンジ	AC 電流測定	周波数範囲	DC 電流測定	1	200 mV	200 Ω	20 mA	2 kHz	200 μA	2	2 V	2 kΩ	200 mA	20 kHz	2000 μA	3	20 V	20 kΩ	2 A	200 kHz	20 mA	4	200 V	200 kΩ	10 A	1000 kHz	200 mA	5	1000 V dc ^[1]	2 MΩ	該当なし	該当なし	2 A	6	該当なし	20 MΩ	該当なし	該当なし	10 A	7	該当なし	100 MΩ	該当なし	該当なし	該当なし
レンジ	電圧レンジ	抵抗レンジ	AC 電流測定	周波数範囲	DC 電流測定																																												
1	200 mV	200 Ω	20 mA	2 kHz	200 μA																																												
2	2 V	2 kΩ	200 mA	20 kHz	2000 μA																																												
3	20 V	20 kΩ	2 A	200 kHz	20 mA																																												
4	200 V	200 kΩ	10 A	1000 kHz	200 mA																																												
5	1000 V dc ^[1]	2 MΩ	該当なし	該当なし	2 A																																												
6	該当なし	20 MΩ	該当なし	該当なし	10 A																																												
7	該当なし	100 MΩ	該当なし	該当なし	該当なし																																												
RANGE1?	現在第 1 ディスプレイで選択されているレンジを確認します。																																																
RANGE2?	現在第 2 ディスプレイで選択されているレンジを確認します。第 2 ディスプレイがアクティブでないときは、実行エラーとなります。																																																
RATE <speed>	<p>測定レートを<speed>の値に設定します。<speed>には、低速(2.5 件/秒)は S、中速(20 件/秒)は M、高速(100 件/秒)は F を入力します。</p> <p>S、M、F は大文字でも小文字でも構いません。他の値を入力すると実行エラーになります。</p>																																																
RATE?	測定レートを確認し、低速(2.5 件/秒)の場合は S、中速(20 件/秒)の場合は M、高速(100 件/秒)の場合は F を返します。																																																

測定クエリ

表4-12 は、第 1 ディスプレイおよび/または第 2 ディスプレイに表示される測定クエリをまとめた表です。

表 4-12. 測定クエリ

コマンド	説明
MEAS1?	次のトリガー測定完了後、第 1 ディスプレイに表示されている値を返します。
MEAS2?	次のトリガー測定完了後、第 2 ディスプレイに表示されている値を返します。第 2 ディスプレイを使用していないときは、実行エラーとなります。
MEAS?	第 1、第 2 ディスプレイともに使用中の場合、次のトリガー測定完了後、両ディスプレイに表示されている値を、選択したフォーマットで返します。(表4-15 の FORMAT コマンドをご参照ください)。以下はフォー的のサンプルです： フォーマットの例 1 : +1.2345E+0, +6.7890E+3<CR><LF> フォーマットの例 2 : +1.2345E+0 VDC, +6.7890E+3 ADC<CR><LF> 第 2 ディスプレイがオフのときは、MEAS? コマンドは MEAS1? コマンドと同じです。 注記：外部トリガー (TRIGGER 2 から TRIGGER 5) 時に MEAS コマンドを使用すると、予期しない結果が得られます。
VAL1?	第 1 ディスプレイに表示されている値を返します。第 1 ディスプレイがブランクの場合は、次のトリガー測定値が返されます。
VAL2?	第 2 ディスプレイに表示されている値を返します。第 2 ディスプレイがブランクの場合は、次のトリガー測定値が返されます。第 2 ディスプレイがオフの場合は、実行エラーとなります。
VAL?	第 1、第 2 ディスプレイともにオンのとき、両ディスプレイに表示されている値を選択したフォーマットで返します。(表4-15 の FORMAT コマンドをご参照ください)。以下はフォー的のサンプルです： フォーマットの例 1 : +1.2345E+0, +6.7890E+3<CR><LF> フォーマットの例 2 : +1.2345E+0 VDC, +6.7890E+3 ADC<CR><LF> 第 2 ディスプレイがオフのときは、VAL? コマンドは VAL1? と同じです。ディスプレイがブランクの場合は次のトリガー測定値が表示されます。

比較コマンドおよびクエリ

表4-13 は比較コマンドおよびクエリをまとめた表です。これらのコマンドは、測定値がある範囲よりも高い、低い、またはその範囲の中にあるのいずれかを判定します。各コマンドはそれぞれ、正面パネルの **COMP**、、 と対応しています。

表 4-13. 比較コマンドおよびクエリ

コマンド	説明
COMP	比較測定 (COMP) 機能を起動します。タッチ・ホールド機能が自動的にオンになります。(タッチ・ホールド機能は HOLDCLR コマンドで終了できます。)
COMP?	比較測定での直近の測定値が、比較するレンジよりも高いとき、HI を返します；比較するレンジよりも低いときは LO を返します；レンジ内の場合は PASS を返します；測定がまだ完了していない場合はダッシュ (—) を返します。
COMPCLR	比較測定機能 (選択されていれば、タッチ・ホールド機能も同時に) を終了し、通常動作に戻ります。
COMPHI <high value >	比較測定機能の上限値を <high value> に設定します。 <high value> には +/- 符号付きの整数、指数付/無の実数を入力することができます。
COMPLO <low value >	比較測定機能の下限値を <low value> に設定します。 <low value> には +/- 符号付きの整数、指数付/無の実数を入力することができます。
HOLDCLR	タッチ・ホールド機能を終了し、通常動作に戻りますが、比較機能は終了しません。

トリガー設定コマンド

表4-14 はトリガー設定コマンドをまとめた表です。

表 4-14. トリガー設定コマンド

コマンド	説明
TRIGGER <type>	トリガーを <type> に設定します。<type> には、表4-3 のタイプの欄の、適切なトリガー、背面トリガー、セトリング・ディレイと一致するトリガー・タイプを入力します。入力された<タイプ>が 1 から 5 ではない場合、実行エラーとなります。 トリガーがかかる前に入力信号が安定しない場合は、セトリング・ディレイが設定可能なトリガー・タイプ (トリガー・タイプ 3 または 5) を選択してください。代表的なセトリング・ディレイを表4-3に示します。
TRIGGER?	TRIGGER コマンドで設定したトリガー・タイプを確認します。

その他のコマンドおよびクエリ

表4-15 はその他のコマンドおよびクエリについてまとめた表です。

表 4-15. その他のコマンドおよびクエリ

コマンド	説明
^C (CONTRL C)	=><CR><LF> を出力します。
FORMAT <format>	アウトプットの<format>を 1 または 2 に設定します。 フォーマット 1 は測定値を測定単位 (VDC、ADC、OHMS 等) なしで出力します。 フォーマット 2 は測定値を測定単位(VDC、ADC、OHMS 等) と一緒に出力します。(表 4-16参照)。フォーマット 2 は主に RS-232 プリント・オンリー・モードで使用されます。
FORMAT?	選択中のフォーマット(1 または 2)を返します。
PRINT <rate>	プリント・モードのプリント・レートを設定します。表 4-2参照
SERIAL?	本器のシリアル番号を返します。

表 4-16. フォーマット 2 での測定単位アウトプット

測定機能	アウトプット単位
DC ボルト	VDC
交流電圧	VAC
直流電流	ADC
交流電流	AAC
抵抗	OHMS
周波数	HZ
ダイオード	VDC
導通試験	OHMS

RS-232 リモート/ローカル設定

RS-232 リモートおよびローカル設定コマンドについて表4-17 にまとめてあります。これらは RS-232 インターフェースで本器のリモート/ローカル設定を行うのに使用されます。これらのコマンドは RS-232 インターフェースが使用可能な状態の時のみ有効です。

表 4-17. リモート/ローカル 設定コマンド

コマンド	説明
REMS	正面パネルはロックせずにリモート (REM) に設定します。ディスプレイに Remote と表示されます。
RWLS	正面パネルをロックしてリモート (RWLS) に設定します。ディスプレイに Remote および  が表示されます。RWLS モードでは、正面パネルのボタンは全て使用できません。
LOCS	正面パネルはロックせずにローカル (LOCS) に設定します。正面パネルのボタンは全て使用可能です。
LWLS	正面パネルをロックしてローカル (LWLS) に設定します。正面パネルのボタンは全て使用できません。ディスプレイに  が表示されます。

RS-232 を使用したシステム構成の保存/呼び出し

RS-232 を使用したシステム構成の保存/呼び出しコマンドについて4-18 にまとめてあります。これらは RS-232 インターフェースで本器のリモート/ローカル設定を行うのに使用されます。

表 4-18. システム構成の保存/呼び出しコマンド

コマンド	説明
Save <position>	現在の動作条件を <position> に保存します。<position> には 1 から 6 の数字を入力します。
Call <position>	1 から 6 の <position> から動作条件を呼び出します。

RS-232 コンピューター・インターフェースを利用したプログラムのサンプル

図 4-4 は BASIC A プログラムで、本器をどのように RS-232 コンピューター・インターフェースで使用するかを例示してあります。

```

10 ' EXAMPLE.BAS          The program to record magnitude and frequency data
11 '                    - initialize RS-232 communication and set up F45 emulation
12 '                    - check command acceptance by F45
13 '                    - display and record measurement data in 'TESTDATA.PRN'
100 CLS : KEY OFF
110 RESULTS = ""         ' Define data input
120 PROMPTS = ""        ' Define string to hold command completion prompt
130 CMD$ = ""           ' Define string to hold command to Fluke 45
140 IN$ = ""            ' Define input string
150 ESC$ = CHR$(27)     ' Define program termination command string
160 COUNT = 0           ' Initialize number of readings
200 '
201 ' Open                port 9600 Baud, no parity, 8 bit data,
202 '   ignore Clear to Send, Data Set Ready, Carrier Detect
210 OPEN "com1:9600,n,8,,cs,ds,cd" AS #1
220 IF ERRORCODE <> 0 THEN PRINT "ERROR - Could not open com1:" : END
221 '
230 OPEN "testdata.prn" FOR OUTPUT AS #2      ' Open data file
231 '
232 ' Set up F45:
233 '   "rems"           Put F45 into Remote mode
234 '   "vac"            Primary measurement is Volts AC
235 '   "db"             Add decibels modifier to primary measurement
236 '   "freq2"         Secondary display measurement to be frequency
237 '   "format 1"     Data to be formatted without units
240 GMD$ = "rems; vac; db; freq2; format 1"
250 GOSUB 1000          ' Send command and get response
300 '
310 LOCATE 1, 1 : PRINT "Program to record Magnitude and Frequency data."
320 LOCATE 12, 15 : PRINT "Magnitude/Frequency: ";
330 LOCATE 25, 10 : PRINT "Press any key to record          Press ESC key to exit";
331 '
340 WHILE IN$ <> ESC$
350   PRINT #1, "meas?"          ' Request next measurement results
360   ECHO$ = INPUT$(LEN("meas?")+2, #1) ' Discard echoed command string
370   LINE INPUT #1, RESULTS    ' Get the measurements
380   PROMPT$ = INPUT$(5, #1)   ' Get the prompt + trailing <LF>
390   LOCATE 12, 36 : PRINT RESULTS; ' Print the measurement result
400   IN$ = INKEY$             ' Read the keyboard buffer
401 '   If a key has been pressed, record the data
410   IF IN$ = "" OR IN$ = ESC$ THEN GOTO 450
420   PRINT #2, RESULTS         ' Store data in Lotus ".PRN" format
430   COUNT = COUNT + 1        ' Increment number of readings
440   LOCATE 13, 32 : PRINT COUNT; " Readings recorded";
441 '   ENDF
450 WEND
460 LOCATE 14, 1 : PRINT "Test Complete - Data stored in 'TESTDATA.PRN'";
470 CLOSE 1, 2
480 KEY ON
490 END
1000 '
1001 ' Subroutine: Command_check
1002 ' Reads and discards echoed commands and checks for error response prompt
1003 ' The possible command responses are:
1004 '   "=><CR><LF>" (command successful)
1005 '   "?><CR><LF>" (command syntax error)
1006 '   "!><CR><LF>" (command execution error)
1007 '
1010 PRINT #1, CMD$
1020 ECHO$ = INPUT$(LEN(CMD$)+2, #1) ' Discard echoed command string
1030 PROMPT$ = INPUT$(4, #1)        ' Get prompt
1040 IF INSTR(1, PROMPT$, "=>") <> 0 THEN RETURN ' Command successful
1050 IF INSTR(1, PROMPT$, "?>") <> 0 THEN PRINT "Command syntax!!"
1060 IF INSTR(1, PROMPT$, "!>") <> 0 THEN PRINT "Command failure!!"
1070 PRINT "Program execution Halted"
1080 END

```

gdb23f.eps

図 4-4. RS-232 コンピューター・インターフェースのためのサンプル・プログラム

付録

付録	タイトル	ページ
A	アプリケーション.....	A-1
B	2X4線テスト・リード.....	B-1

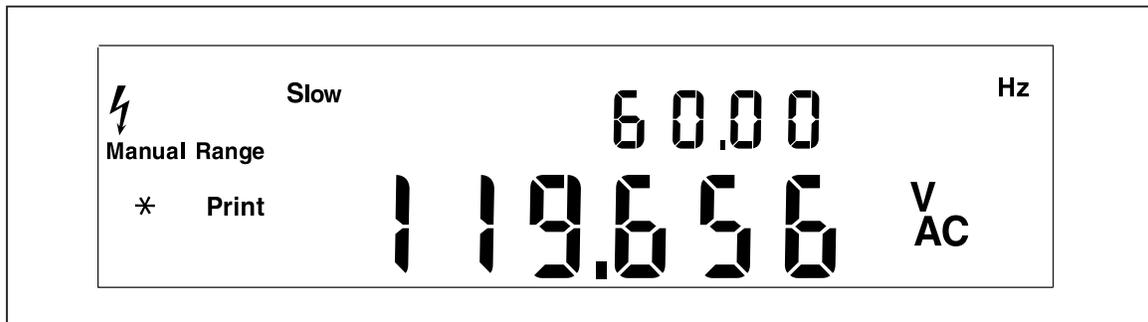


図 A-1. AC電圧と周波数を表示するデュアル・ディスプレイの例

eue25.eps

測定項目の組み合わせ

デュアル・ディスプレイを利用する時、第1ディスプレイの測定項目と第2ディスプレイの測定項目の組み合わせには若干の制限があります。使用可能な組み合わせを表 A-1 に示します。

直流に交流が重畳した信号の真の実効値測定：V(dc+ac) rms、I(dc+ac) rms ができるのは第1ディスプレイだけです。この場合他の測定項目を第2ディスプレイで行なうことはできません。

拡張機能との組み合わせによりアプリケーションの幅がより広がりますが、別の項で詳しく説明します。

表 A-1. 測定項目の組み合わせ

		第1ディスプレイの測定項目					
		DC V	AC V	DC I ⁽¹⁾	AC I	FREQ	OHMS
第2ディスプレイの測定項目	DC V	X	X	X	X		
	AC V	X	X	X	X	X	
	DC I	X	X	X	X		
	AC I	X	X	X	X		
	FREQ		X			X	
	OHMS						X

デュアル・ディスプレイ設定時の本器の動作

デュアル・ディスプレイを使用している場合本器は、測定値の表示の仕方に関して、以下の2通りの場合があります。

(1) 単一の測定項目の測定を行い、第1ディスプレイも第2ディスプレイもその測定項目の測定値を表示する場合。

(2) 第1ディスプレイと第2ディスプレイで測定項目が異なる場合。

第1、第2ディスプレイとも同じ測定項目の場合

両方のディスプレイは、その測定項目の測定が完了するたびに表示が更新されます。

第1、第2ディスプレイとも同じ測定項目とは、拡張機能を使う場合に起こりえます。例えばタッチ・ホールド機能を第1ディスプレイで行い、同じ測定項目の通常の測定を第2ディスプレイで行なうような場合です。

デルタ測定機能などでも、第1ディスプレイに測定値と基準値の差を表示し、第2ディスプレイに同じ測定項目の生の測定値そのものを表示するような形で使われることがあります。

第1ディスプレイと第2ディスプレイで測定項目が異なる場合

第1ディスプレイと第2ディスプレイで測定項目が異なる場合は、それぞれの測定例えば、AC電圧測定と周波数測定などを順次行なって、その都度第1ディスプレイ、第2ディスプレイの表示を更新します。

デュアル・ディスプレイを使用して電圧と電流を同時に測定する方法

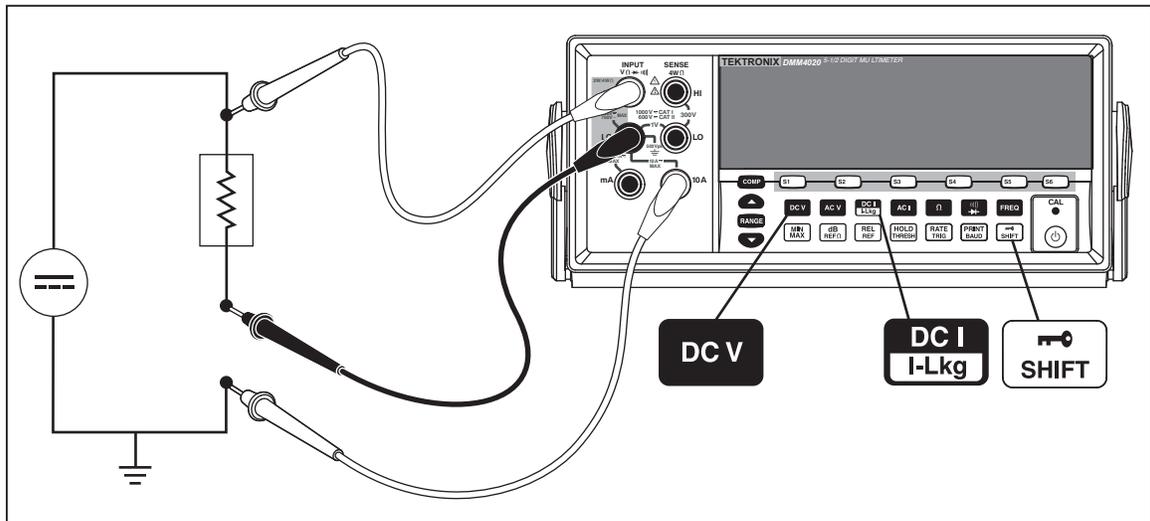
表A-2のデュアル・ディスプレイのアプリケーションのほとんどは、テスト・リード1組を使用し、**INPUT VΩ**および**HI** および**LO** 端子と接続して行うことができます。ただし、入力信号の電圧と電流を測定するには、3本のリードが必要です。電圧と電流の測定が、図A-2に示すように、同じコモンを共有していることを確認してください。その後、電流クランプなしで通常の電流測定を行う場合の注意事項に従ってください。

表 A-2. デュアル・ディスプレイ・アプリケーションの実例

第1 ディスプレイ	第2 ディスプレイ	アプリケーション
DC 電圧	AC 電圧	<ul style="list-style-type: none"> 増幅回路のトラブル・シューティング等で、直流電源のDC電圧とリップルのAC電圧をモニターする例
DC 電圧	DC 電流	<ul style="list-style-type: none"> 直流電源の負荷特性 被測定回路の電流と電源回路側の電圧 トランスミッターのループ電流と電圧降下
DC 電圧	AC 電流	<ul style="list-style-type: none"> 電源回路のレギュレーション特性測定 DC/ACまたはAC/DCコンバーター
AC 電圧	DC 電流	<ul style="list-style-type: none"> 電源回路のレギュレーション特性測定 DC/ACまたはAC/DCコンバーター
AC 電圧	AC 電流	<ul style="list-style-type: none"> 電源回路のレギュレーション特性測定 変圧器（磁気回路）の飽和現象測定
AC 電圧	周波数	<ul style="list-style-type: none"> 電源やAC信号の電圧と周波数の測定 アンプの周波数特性測定 ACモニター信号の調整 テレコミュニケーションにおけるノイズ測定 ポータブル交流電源のチェック・調整 ネットワーク用周波数特性補償回路の調整
DC 電流	AC 電流	<ul style="list-style-type: none"> スイッチング電源のリップルチェック 電源の保護用ヒューズ抵抗の電流チェック 電源ラインにおけるリップルとノイズの測定
MIN/MA測定	実測値	<ul style="list-style-type: none"> 最小値または最大値と実測値の表示
デルタ測定	実測値	<ul style="list-style-type: none"> 基準値との差および実測値の表示

表 A-2.デュアル・ディスプレイ・アプリケーションの実例(続き)

第1 ディスプレイ	第2 ディスプレイ	アプリケーション
デルタ測定	抵抗	● 抵抗の選別作業 (3章の比較測定も参照)
HOLD	実測値	● タッチ・ホールド機能の先に測定してホールドされている値と実測値の表示



gdb27.eps

図 A-2. 入力信号のDC電圧およびDC電流測定

本器正面パネルのLO端子から内部測定回路のコモン端子までの経路は電圧測定も電流測定も共通です。この経路（ここでは内部コモン・リードと呼びます）の抵抗値は約 $.003 \Omega$ です。被測定電流はこの内部コモン・リードを流れますからここに電圧降下を生じます。この内部抵抗は、COM入力端子からのリードの外部抵抗と合わさって電圧読み取り値の確度に影響を与えます。例えば、外部リード抵抗が 0.007Ω の場合、“合計” 共通抵抗は 0.010Ω となります。電流が $1A$ の場合、電圧読み取り値は次の影響を受けます：

$$(1 A \times 0.01 \text{ohm}) = .01 V \text{ or } 10 \text{ mV.}$$

この値が測定値のどの程度影響するかは、測定者の目的や状況判断によって異なるでしょう。

DC電圧とDC電流を同時に測定するためには：

1. 本器の電源をONにします。
2. **DC V** キーを押し、第1ディスプレイをDC電圧に設定します。
3. **SHIFT** キー、続いて **DC I I-Lkg** キーを押し、第2ディスプレイをDC電流に設定します。
4. 図A-2に示すようにテスト・リードを接続し、第1ディスプレイ、第2ディスプレイの表示を読みます。電流はマイナスで表示されますが、電流フローの決まりに従って解釈すると、実際はプラスです。

応答時間

応答時間とは、入力信号に変化を生じた瞬間から、その変化が測定値として表示されるまでの時間を指します。本器の応答時間は、以下のような多くのファクターによって異なります。選択された測定機能、測定数(第1ディスプレイのみが使用される単一測定、あるいは第1と第2ディスプレイの両方が使用される2種測定)、入力レベル、レンジ・タイプ(オートレンジまたはマニュアル・レンジ)、測定レート(低速、中速、高速)、および測定タイプが複合か否か。(測定はACタイプ [AC電圧または電流] またはDCタイプ [その他すべて] のいずれかです)。

単一測定の代表的な応答時間を表A-3に示します。単一測定の場合、正しいレンジが見つかり次第、結果が表示されます。ただし、表示された結果が本器の確度仕様を満たすためには、これに加えて、測定が完全に落ち着くまでの時間が必要となります。この“セトリング・ディレイ”は、第1ディスプレイと第2ディスプレイの違いによって変わります。

セトリング・ディレイはACタイプの測定とDCタイプの測定が混じっていると、長くなります。複合AC/DC測定の例として、DC電圧とAC電流、およびAC電圧とDC電流があります。セトリング時間を表A-4に示します。

デュアル・ディスプレイ・モードでのレートの更新

更新レートは、定常信号の連続測定間隔です。デュアル・ディスプレイ・モード(第1ディスプレイと第2ディスプレイの両方がオンの時)で、第1ディスプレイと第2ディスプレイの測定機能または選択レンジが異なる場合、各測定機能の更新レートは、第1ディスプレイのみオンの場合の更新レートと異なります。

第2ディスプレイがオンの場合、レンジまたは機能を変更後、必ず測定が完全に落ち着くまで待機してから測定値を表示します。ディレイ時間は、表A-4に示す通り、第1ディスプレイと第2ディスプレイに対して選択した機能とレンジによって異なります。

表A-5は、第1ディスプレイと第2ディスプレイの測定機能またはレンジが異なる場合の測定間隔を示します。これらの間隔は、測定機能、レンジ、測定レート(低速、中速、高速)、および測定タイプ(複合AC-DCタイプ測定または単一)によって変わります。

表 A-3. 代表的な単一測定の実答時間(秒単位)

測定項目	低速		注速		高速	
	オート・レンジ ^[1]	シングル・レンジ ^[2]	オート・レンジ ^[1]	シングル・レンジ ^[2]	オート・レンジ ^[1]	シングル・レンジ ^[2]
 DC V	1.2	0.4	0.7	0.1	0.5	0.05
 AC V	1.2	0.2	0.7	0.1	0.5	0.05
 DC I mA	1.4	0.4	0.8	0.1	0.6	0.05
 AC I	1.0	0.2	0.6	0.1	0.5	0.05
 Ω	3.2	0.4	1.8	0.2	1.1	0.10
 μ F	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
 FREQ	1.2	0.4	0.72	0.18	0.56	0.14

[1] オートレンジでの最小レンジから最大レンジまでのレンジ選択時間
 [2] 直ぐとなりのレンジに替わって測定値を表示するまでの時間

表 A-4. 代表的なセトリング・ディレイ(秒単位)

測定項目	レンジ	落ち着き時間		
		低速	中速	高速
 DC V	すべて	0.2	0.05	0.05
 AC V	すべて	0.5	0.05	0.05
 DC I mA	すべて	0.2	0.3	0.0
 AC I	すべて	0.5	0.2	0.2
 Ω	すべて	0.2	0.5	0.5
 μ F	N/A	N/A	N/A	0.05
 FREQ	N/A	0.5	0.2	0.2

表 A-5. デュアル・ディスプレイを使った測定の測定間隔（代表値、単位：秒）

測定項目	レンジ	低速	中速	高速
 DC V	すべて	1.2	1.0	0.9
 AC V	すべて	1.0	0.85	0.8
 DC I	すべて	1.2	1.0	0.9
 AC I	すべて	1.0	0.85	0.8
 Ω	N/A	N/A	N/A	N/A
 	N/A	N/A	N/A	N/A
 FREQ	N/A	N/A	N/A	N/A

外部トリガー

外部トリガーは表A-4に示す落ち着き時間を考慮して使われる場合と考慮せずに使われる場合があります。（トリガー・タイプについては、表4-3を参照してください。）トリガー・ディレイ言い換えると落ち着き時間は、前項で述べたように、第1ディスプレイと第2ディスプレイの測定項目によって異なります。

外部トリガー（トリガー・タイプ）が設定されると、本器はまずその時点での入力信号の大きさに基づいてレンジを選択します。実際のトリガー信号を受信した瞬間、最適レンジに設定し、測定を開始します。第1ディスプレイと第2ディスプレイのいずれかがオートレンジで動くとき、そのディスプレイにおける応答時間は表A-3に示すとおりです。

背面パネルのトリガー入力は、エッジ・センシティブで、パルス幅3ms以下のパルスの立ち上がり部分（3V以上）で掛かります。

熱起電力

熱起電力は2種類の異なる金属の接点に発生する起電力です。熱起電力の代表的なものは、バインディング・ポストで発生するもので $1\mu\text{V}$ を超えることもあります。微小電圧の測定においては熱起電力が誤差の原因になることも考えられます。

熱起電力は低抵抗の測定でも問題になるケースがあります。低抵抗を構成する金属がバインディング・ポストの金属と異なる場合で、その接点で発生する熱起電力が測定に関与する電圧に対して無視できない大きさになっている場合です。

熱起電力の影響を避けるための対策は以下の通りです。

1. 接点ではできる限り同じ金属同士の接合になるようにします（銅と銅、金と金など）。
2. 接点はしっかり締め付けてください。
3. 接合面は油やごみを除き清浄にします。
4. 被測定物を、汚さないように注意して扱ってください。
5. 測定セットアップ全体が熱平衡状態になってから測定します。（熱起電力は温度勾配のある所だけに発生します。）

バードン電圧を最小化した微小電流測定

微小電流を高確度で測定したいという要求は様々なアプリケーションで見られます。例えばバッテリー駆動の機器でスタンバイ・モードの動作電流や漏れ電流の測定は、再充電する時期や周期を決めるのに重要です。従来のマルチメータは大抵、図A-3に示すようなシャント抵抗を用いる測定法を採用していました。シャント抵抗に被測定電流を流し、バードン電圧と呼ばれるシャント抵抗両端の電圧に変換してその電圧を測定していました。シャント抵抗は図の R_{Internal} 、被測定回路の内部インピーダンスと並列になりますのでシャント抵抗に流れる電流は実際の被測定回路の電流よりも小さくなり、誤差を生じる要因となります。

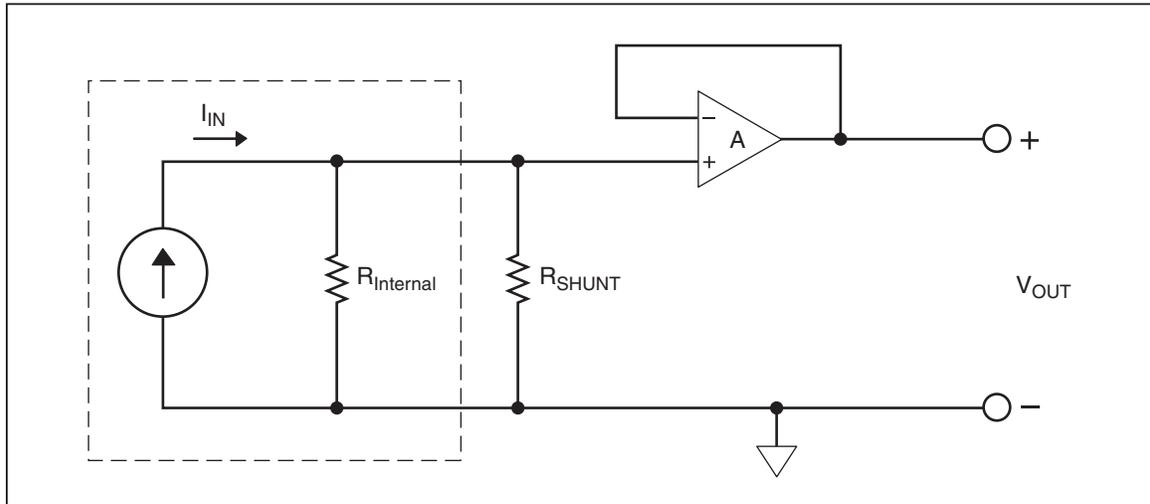


図 A-3. シャント抵抗を用いる微小電流測定回路

eue28.eps

本器のDC電流、 $200\ \mu\text{A}$ 、 2mA レンジで採用している回路はこれと異なり、図A-4に示すようなオペアンプを利用した電流／電圧変換回路です。オペアンプの特性から被測定電流 I_{in} はすべてフィードバック抵抗 R_{feedback} に流れ込み、 V_{out} は $(I_{\text{in}}) \times (R_{\text{feedback}})$ となり被測定電流 I_{in} に比例します。高利得のオペアンプを使うとバードン電圧がほぼゼロになるため、シンプルなシャント測定に関連する誤差が減少します。これはバードン電圧に起因する誤差要因を除去し微小電流測定確度を高めるのに大いに役立っています。

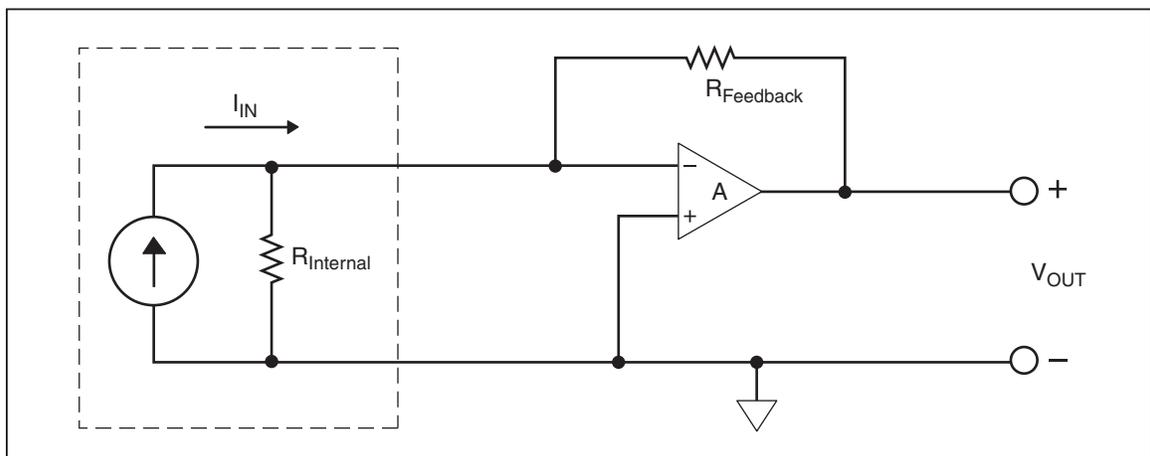


図 A-4. バードン電圧を最小化した微小電流測定

eue29.eps

付録 B 2X4線テスト・リード

概要

別売りの Tektronix TL705 テスト・リードは 4 線式抵抗測定を簡略に行うもので、HI側の 2 本のリードと LO側の 2 本のリードを 1 本のケーブルにまとめた構造になっています。本器の入力端子は HI側ジャック、LO側ジャックそれぞれが 2 個の接点を持っています。一方の接点は HI側または LO側の入力回路に接続し、他方の接点は SENSE入力回路に接続します。同様に、2 x 4 線テスト・リードも 2 つの接点を持ち、これを本器の入力端子に接続して、4 線接続を実現します。

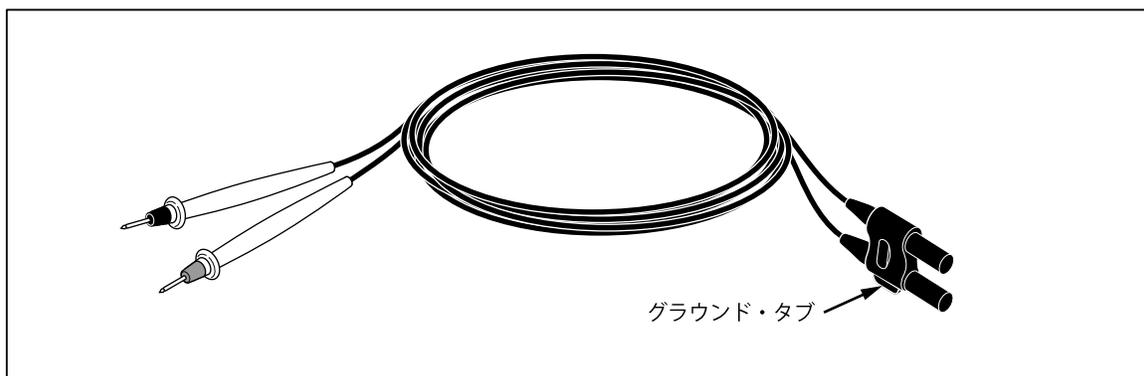


図 B-1. 2 x 4線テスト・リード

fcl061.eps

⚠️⚠️ 警告

感電や本器の損傷を避けるために、2 x 4線テスト・リードは本マニュアルで明記されている通りに使用してください。使用前にはテスト・リードを検査してください。絶縁破壊や金属部分の露出があるものは使わないでください。また断線等がないか導通試験を試してみてください。破損しているテスト・リードは本器を使用する前に交換してください。

索引

—F—

Fluke 45 エミュレーション・モード, 2-10

—R—

RS-232 のピン配列, 3-17

—S—

Shift ボタン : 二次機能, 3-21

—イ—

インピーダンス : 基準, 3-19

—セ—

セキュリティ手順, 1-13

—ダ—

ダイオード・テスト, 3-15

—デ—

ディスプレイ, 3-6

—ト—

トリガー・モード, 3-16

—ハ—

ハンドル : 取り外し, 2-8

ハンドル : 調整, 2-8

—ヒ—

ヒューズ : 電流入力, 2-5

ヒューズ : 電源, 2-4

—フ—

ファンクション・キー, 3-25

—マ—

マニュアル, 1-12

—ユ—

ユーザ・ドキュメント, 1-12

—リ—

リスト編集機能と数値編集機能, 3-23

—一—

一般仕様, 1-14

—仕—

仕様 : 環境, 1-15

仕様 : 電気, 1-16

—付—

付属品, 1-14

—保—

保証, 1-15

—周—

周波数の測定, 3-10

—安—

安全性 : 一般的な安全性の概要, 1-3

安全性：記号および用語, 1-6

- 抵-

抵抗の測定, 3-11

- 本-

本器のクリーニング, 2-10

本器の保管, 2-3

本器の開封, 2-3

- 校-

校正, 3-26

- 機-

機器ラックへの設置, 2-9

- 正-

正面パネルの機能, 3-4

- 測-

測定：抵抗：2線式, 3-11

測定：抵抗：4線式, 3-12

測定：電流, 3-13

- 環-

環境に関する考慮事項：有害物質に関する規制, 1-10

環境に関する考慮事項：機器のリサイクル, 1-10

- 背-

背面パネル機能, 3-8

- 適-

適合性情報, 1-8

- 電-

電圧の測定, 3-9

電源オン, 2-7

電源コード, 2-7

電源投入時の初期設定, 3-26

電源電圧の選択, 2-4