

## このドキュメントについて

このドキュメントは、アジレント・テクノロジー ウェブサイトによって、お客様に製品のサポートをご提供するために公開しております。印刷が判読し難い箇所または古い情報が含まれている場合がございますが、ご容赦いただけますようお願いいたします。今後、新しいコピーが入手できた場合には、アジレント・テクノロジー ウェブサイトに追加して参ります。

## 本製品のサポートについて

この製品は、既に販売終了またはサポート終了とさせていただいている製品です。弊社サービスセンターでは、この製品の校正は実施できる可能性があります（修理部品が不要な場合など）が、その他のサポートはご提供いたしかねます。誠に恐縮ではございますが、ご理解願います。

なお、この製品に関するその他の情報や、代替製品情報などは、弊社 電子計測 ウェブサイト <http://www.agilent.co.jp/find/tm> にて、できるだけご提供しておりますので、ご利用ください。

## 訂正のお願い

本文中に「HP」または「YHP」とある語句を、「Agilent」と読み替えてください。  
また、「横河・ヒューレット・パッカード株式会社」、「日本ヒューレット・パッカード株式会社」とある語句は、それぞれ、「アジレント・テクノロジー株式会社」と読み替えてください。  
ヒューレット・パッカード社の電子計測、自動計測、半導体製品、ライフライフサイエンスのビジネス部門は、1999年11月に分離独立してアジレント・テクノロジー社となりました。社名変更に伴うお客様の混乱を避けるため、製品番号の前に付されたブランドのみ HP から Agilent へと変更しております。  
(例: 旧製品名 HP 8648 は、現在 Agilent 8648 として販売いたしております。)



Agilent Technologies



# 取扱説明書

モデル 4275A

マルチ・フリケンシLCRメータ

横河・ヒューレット・パッカード株式会社  
YOKOGAWA-HEWLETT-PACKARD, LTD.

禁無断転載

部品番号 04275-97002

印刷：1989年3月

# 目 次

## 第1章 概 要

1-1. まえがき	1-1
1-4. 概 説	1-1
1-9. 仕 様	1-2
1-11. 安全性について	1-2
1-14. 計器番号	1-3
1-16. オプション	1-3
1-18. オプション 001	1-3
1-20. オプション 002	1-3
1-22. オプション 003	1-3
1-24. オプション 004	1-3
1-26. オプション 101	1-3
1-28.	
1-30. 特別測定周波数追加オプション	1-3
1-32. その他のオプション	1-4
1-35. 付属品	1-4
1-37. 別売のアクセサリ	1-4

## 第2章 使用前の注意

2-1. 概 説	2-1
2-3. 検 査	2-1
2-5. 電 源	2-1
2-7. 3芯電源コード	2-2
2-9. 動作環境	2-2
2-12. オプション (907, 908, 909) の取付け	2-2
2-14. 保存および輸送の環境	2-2
2-16. 輸送とこん包	2-2

## 第3章 使用法

3-1. まえがき	3-1
3-3. パネルの説明	3-1
3-5. セルフテスト	3-1
3-8. 測定機能	3-7
3-10. 表示部	3-7
3-12. 測定信号	3-9
3-14. 測定レンジ	3-9
3-16. 等価回路モード	3-15

3-19. 初期自動ファンクション・テスト	3-17
3-21. 自動初期設定	3-17
3-23. 測定端子	3-17
3-25. 接地された試料の測定	3-18
3-27. 測定ケーブル長の選択	3-18
3-29. ゼロ・オフセット調整	3-19
3-31. 実際の測定回路	3-22
3-33. 試料の特性と測定値	3-23
3-35. 測定確度	3-24
3-37. 測定信号レベルの確度	3-24
3-39. テストフィクスチャの特性	3-34
3-41. LCRZ 偏差測定	3-34
3-43. 一般的な測定方法	3-34
3-45. 警告表示	3-34
3-47. 外部直流バイアス	3-41
3-50. 外部トリガ	3-41
3-52. オプション	3-46
3-54. オプションの表示	3-46
3-56. オプション 001	3-46
3-58. オプション 002	3-47
3-60. オプション 003	3-48
3-62. オプション 004	3-49
3-64. 特別周波数オプション	3-49
3-66. オプション 101	
HP-IB インターフェース	3-50
3-68. HP-IB との接続	3-50
3-70. HP-IB ステータス・インジケータ	3-50
3-72. LOCAL ボタン	3-50
3-74. HP-IB コントロール・スイッチ	3-50
3-76. HP-IB インターフェース機能	3-51
3-78. リモート・プログラム・コード	3-51
3-80. DC バイアスの設定	3-51
3-82. データ出力	3-51
3-84. DISPLAY A, B のデータ	3-51
3-86. 基準値のデータ	3-54
3-88. 測定信号レベルのデータ	3-54
3-90. キーの設定状態のデータ	3-54
3-92. サービス・リクエストの ステータス・バイト	3-55
3-94. 4275A プログラミング・ガイド	3-55

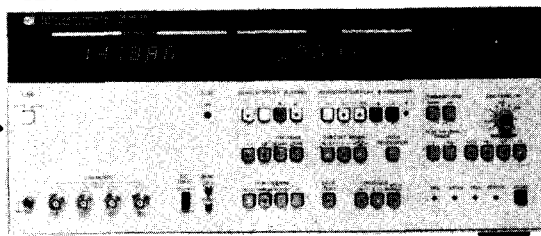
## 図 表 目 次

<p>図 1-1. 4275A および付属品…………… 1-1</p> <p>図 2-1. 電源電圧の選択…………… 2-1</p> <p>図 2-2. ラックマウントの方法…………… 2-3</p> <p>図 3-1. 表面パネルの説明…………… 3-2</p> <p>図 3-2. 裏面パネルの説明…………… 3-5</p> <p>図 3-3. 並列等価と直列等価との変換…………… 3-16</p> <p>図 3-4. 並列等価と直列等価の 適用範囲 (概略)…………… 3-16</p> <p>図 3-5. 4 端子対法による試料の接続…………… 3-17</p> <p>図 3-6. 4 端子対測定法…………… 3-18</p> <p>図 3-7. 測定ケーブルに生ずる位相差…………… 3-19</p> <p>図 3-8. 残留パラメータの影響…………… 3-20</p> <p>図 3-9. 残留パラメータと測定確度との関係…………… 3-21</p> <p>図 3-10. 寄生インピーダンスを含む等価回路…………… 3-22</p> <p>図 3-11. 試料に固有な寄生インピーダンス…………… 3-23</p> <p>図 3-12. 試料の共振…………… 3-23</p> <p>図 3-13. インピーダンスのベクトル表現…………… 3-23</p> <p>図 3-14. 共振によるベクトル インピーダンスの変化…………… 3-23</p> <p>図 3-15. 測定確度…………… 3-25</p> <p>図 3-16. 一般的な測定方法…………… 3-35</p> <p>図 3-17. 半導体部品の測定…………… 3-37</p> <p>図 3-18. 外部直流バイアス…………… 3-42</p> <p>図 3-19. オプションの表示…………… 3-46</p> <p>図 3-20. INT DC BIAS CONTROL コネクタ…………… 3-48</p> <p>図 3-21. HP-IB コントロール・スイッチ…………… 3-50</p> <p>図 3-22. 4275A オプション 101 の ステータス・バイト…………… 3-55</p> <p>図 3-23. サンプル・プログラム 1…………… 3-56</p> <p>図 3-24. サンプル・プログラム 2…………… 3-57</p> <p>図 3-25. サンプル・プログラム 3…………… 3-58</p>	<p>表 1-1. 仕 様…………… 1-5</p> <p>表 1-2. 参考データ…………… 1-11</p> <p>表 1-3. アクセサリ…………… 1-12</p> <p>表 2-1. 電源ヒューズ…………… 2-2</p> <p>表 2-2. ラックマウントの部品表…………… 2-3</p> <p>表 3-1. 測定パラメータの選択…………… 3-7</p> <p>表 3-2. 測定パラメータの計算式…………… 3-8</p> <p>表 3-3. 測定信号レベルと周波数…………… 3-9</p> <p>表 3-4. 測定レンジと最大表示…………… 3-10</p> <p>表 3-5. 測定信号レベル・モニタのレンジ…………… 3-15</p> <p>表 3-6. 損失係数の計算式…………… 3-15</p> <p>表 3-7. 測定信号レベルの確度…………… 3-24</p> <p>表 3-8. テストフィクスチャと 測定ケーブルの代表特性…………… 3-34</p> <p>表 3-9. 警告表示…………… 3-39</p> <p>表 3-10. HP-IB インターフェース機能…………… 3-51</p> <p>表 3-11. リモート・プログラム・コード…………… 3-52</p> <p>表 3-12. データ出力コード…………… 3-54</p> <p>表 3-13. 9825A を用いたサンプル・ プログラム…………… 3-55</p>
---	---

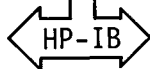
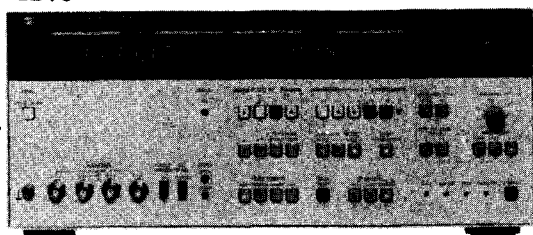
### まえがき

YHP 4275A マルチ・フリケンシー LCRメータは高確度、高速度測定、さまざまな測定分野に対する広い汎用性と高度の自動化による使いやすさを備えた電子部品測定器です。このインピーダンスパラメータ測定の新しい高性能器は電子部品測定を一層幅広く容易に行ない、基礎材料の物理的および化学的な研究開発に、またその他の電子測定分野に新しい測定能力をもたらします。4275Aにはその限りない用途に応えるための多くのアイデアが採り入れられています。YHPはこれらの新しいLCRメータの概念に基づいて、モデル 4274Aと 4275A を生み出しました。この2種のユニットはそれぞれ低い周波数および高い周波数領域をカバーし、同様の新しい概念を反映しています。特に 4275Aは高周波における部品測定を容易にする高性能 LCRメータです。

4274A



4275A



### YHP 4274A / 4275A

YHP 4274Aと 4275A を組み合わせると、基本確度 0.1 %で 100 Hz から 10 MHzまでの周波数範囲をカバーする高性能 LCR測定システムになります。どちらのユニットもマイクロ・プロセッサの能力を活用して完全自動測定と容易な操作を実現しています。その測定能力もマイクロ・プロセッサによる高度なコントロールと強力な演算機能によって高められています。あらゆる測定において希望する測定パラメータを融通性に富む組み合わせで選択することができます。内蔵のマルチメータが測定周波数を、またはそれに替わって測定信号電圧または電流を表示し、試料に加えられる測定信号をモニタする機能をも備えています。

## 1-1. まえがき

1-2. この取扱説明書はYHPモデル4275Aマルチ・フリケンシーLCRメータの概要、据え付け、および使用方法を記述し解説します。図1-1に4275Aとその付属品を示します。第1章では、仕様、製品概説、オプションならびにアクセサリなど、製品についての基本的なことからについて述べます。

1-3. この取扱説明書を余分にお求めになる場合は、タイトルページに書かれている部品番号によって最寄りのYHP営業所またはサービス部にお申し付けください。

## 1-4. 概 説

1-5. YHPモデル4275Aマルチ・フリケンシーLCRメータは比較的高い周波数範囲において部品素子のさまざ

まなパラメータ値を全自動で測定する、高性能なLCR測定器です。モデル4275Aはインダクタンス(L)、キャパシタンス(C)、抵抗(R)、損失係数(D)、Q係数、コンダクタンス(G)、サセプタンス(B)、リアクタンス(X)、そしてさらにベクトル・インピーダンスの絶対値(|Z|)と位相角( $\theta$ )を広い測定レンジにわたり短時間に高い確度で測定します。測定周波数は10 kHzから10 MHzまで2点の任意周波数(オプション)を含む12点の周波数から1-2-4-10ステップで選択でき、これは高い測定能力と広い汎用性を備えた本器の大きな特長です。

測定信号レベルは1 mVから1 Vまで表面パネルの操作によって任意の値に設定することができます。4275Aの特長であるマルチ・スポット測定周波数と測定信号レベル可変機能は、部品素子が実際に動作する条件と同様の試験条件のもとで測定を行なうことを可能にします。部品を規定の試験条件で測定したいとき、4275Aはその標準的な測定条件に合わせて測定を行なうことができます。それゆえに4275Aは研究、回路設計、製造上の試験、そして品質管理上のさまざまな要求に応える真に万能なLCRメータです。

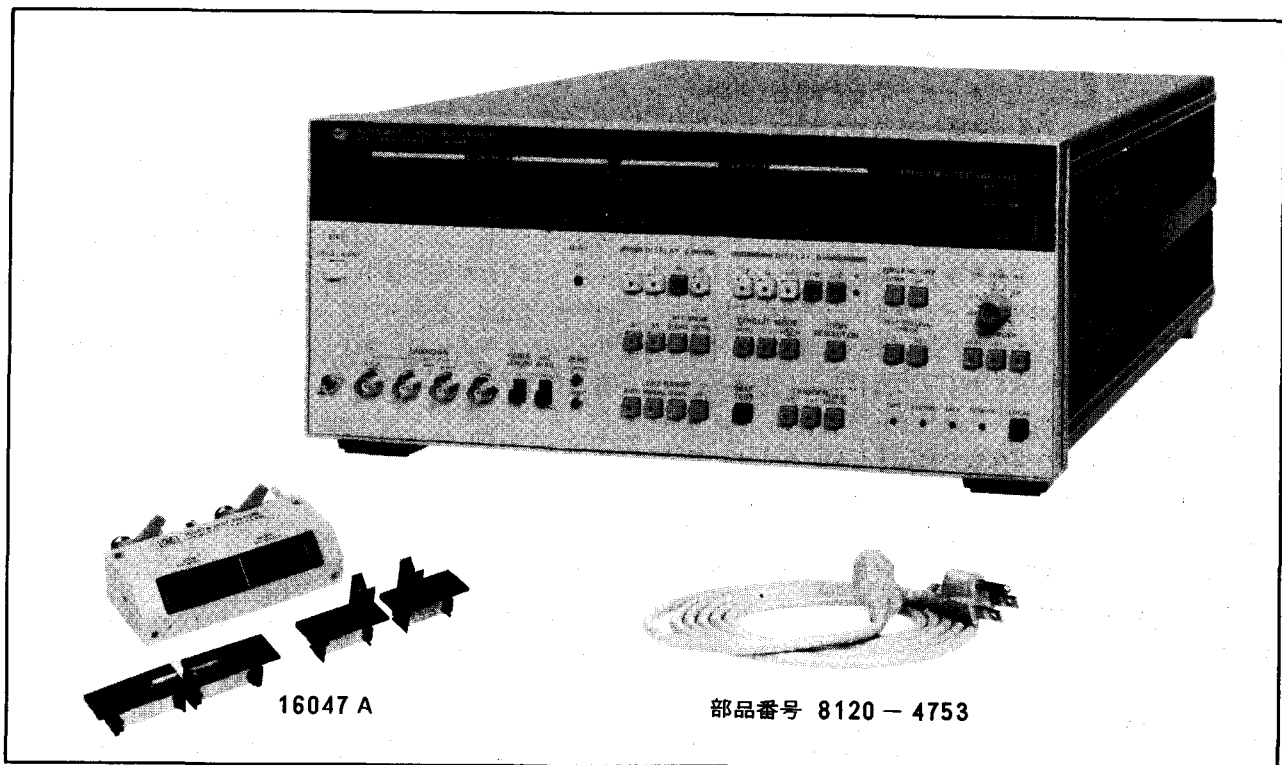


図1-1 4275Aおよび付属品

これら測定信号可変機能によるもう一つの大きな特長は、半導体や磁性体コアを使用したインダクタのようにその値が動作条件に強く依存して変化する非直線インピーダンス素子の測定が容易になることです。特に 4275A は半導体測定の分野において素子の実験的評価、研究に大きな能力を発揮します。

測定値は 2 つの測定パラメータ値にそれぞれの適切な単位を伴った 4 1/2 桁の数字で同時に表示されます。高分解能測定モードでは、10 回の測定値を平均演算することによって、さらに下位桁の測定値と 5 1/2 桁の分解能が得られます。

4275A の特徴的な第 3 の表示部には、設定された測定周波数や測定される試料に加えられる測定信号の真の電圧または電流が表示されます。この多機能表示部は、測定中にいつでも必要な測定条件を選択してモニターすることを可能にします。それゆえ 4275A は他の機器の助けを借りずにすべての試験測定条件（周波数、測定電圧および電流）データを与える、必要な機能をすべて備えた LCR 測定器です。

1-6. 測定範囲はキャパシタンスについて  $0.01 \text{ fF}$  (フェムト・ファラッド  $= 10^{-15}$  ファラッド) から  $199.99 \mu\text{F}$ 、インダクタンスは  $0.001 \text{ nH}$  から  $199.99 \text{ H}$ 、抵抗とインピーダンスは  $0.01 \text{ m}\Omega$  から  $19.999 \text{ M}\Omega$  に及び、レンジ、測定信号レベルと周波数によって 0.1% から 5% の測定確度を持ち、140 から 180ms の測定時間で測定します。測定等価回路は並列および直列等価回路の両方から選択できます。LCR と  $|Z|$  測定に加えて損失係数、Q 係数、等価直列抵抗、コンダクタンス、リアクタンス、サセプタンスまたは位相角のいずれかの測定パラメータが同時に選択できます。損失係数の測定範囲は 0.00001 から 9.9999、Q 係数は 0.01 から 9900、等価直列抵抗は  $0.01 \text{ m}\Omega$  から  $19.999 \text{ M}\Omega$ 、コンダクタンスとサセプタンスは  $0.01 \text{ nS}$  から  $19.999 \text{ S}$ 、位相角は  $0.01^\circ$  から  $180.00^\circ$  までを含みます。測定値は L、C、R または  $|Z|$  の測定値と同時に表示されます。4275A の広い測定範囲はセラミック・チップコンデンサや半導体接合容量のような小容量から電解コンデンサの大容量までをカバーします。その高分解能測定能力はスチロール・キャパシタのような非常に小さな損失係数の測定を可能にします。高周波コイルから出力トランスのインダクタンスまで、広範囲のインダクタンス測定を適切な周波数で行なうことができます。また広い抵抗測定範囲は、ケーブル導体の低抵抗から固定抵抗器の高抵抗までを任意の周波数を選択して測定することが可能です。

1-7. 4275A はマイクロ・プロセッサの記憶、演算、制御機能を高度に活用したユニークな操作機能を持っています。2 つの  $\Delta$  (デルタ) キーはキャパシタンス、インダク

タンス、抵抗とインピーダンスの偏差測定を行ないます。この操作キーはある測定値を基準値として記憶し、それに続く測定結果をその基準値からの差または%偏差として演算し表示する機能を持ちます。基準値は機器を「ストア」モードに設定したときの測定値から得られ、記憶されます。デジタル・オフセット機能は使用するテストフィクスチャに特有の浮遊容量や残留インダクタンス、抵抗分を測定し、それらの寄生インピーダンスの影響を測定値から取り除きます。測定が行なわれる毎に最適なオフセット補償値を自動的に計算し、補正を行なって正確な測定値を表示します。それゆえ、テストフィクスチャの  $20 \text{ pF}$  までの浮遊容量、 $2000 \text{ nH}$  までの残留インダクタンス、 $0.5 \Omega$  までの抵抗、それに  $5 \mu\text{S}$  までのコンダクタンスに原因する測定誤差が自動的に除去されます。マイクロ・プロセッサの応用は 4275A の高信頼性設計にも活かされています。操作ボタンを押すだけで自己診断を行なうセルフテスト機能を備え、機器の正常な動作を簡単に確認することができます。

1-8. 4275A にはその豊富な機能をより一層拡張するために、用途に合わせたテストフィクスチャや直流バイアス内蔵、メモリ・バックアップ（設定状態の永久記憶と適時再現）、HP-IB インターフェース機能などのオプションが用意されています。

## 1-9. 仕様

1-10. 4275A マルチ・フリケンシー LCR メータの仕様を表 1-1 に示します。この仕様は 4275A が検査される場合に基準となる動作標準または限界値となります。また表 1-2 は仕様以外の 4275A の動作に関する一般的情報です。これらは機器の使用上で必要になると思われる代表的な特性であり、仕様ではありません。4275A が YHP から出荷される場合には、表 1-1 の仕様を満足する状態で出荷されます。

## 1-11. 安全性について

1-12. 4275A は IEC PUBLICATION-348 (1971) の規定する安全階級 I の製品です。

1-13. この取扱説明書の中で、“注意”、“記”という部分がありますが、これらは本器を正しく安全に使用して

いただくために特に重要な事項ですから必ず守ってください。

## 1-14. 計器番号

1-15. YHP は機器を識別するために、本器の裏面パネル上に計器番号を付けています。本器に関するお問い合わせや修理依頼の際には、この計器番号も一緒にお申し付けください。

## 1-16. オプション

1-17. 4275Aには基本的に8つのオプションが用意されており、それぞれ次の機能やアクセサリを装備します。

オプション 001：直流バイアス内蔵(0-35V)。

オプション 002：直流バイアス内蔵(0-99.9V)。

オプション 003：バッテリー・メモリ・バックアップ。

スタンバイ電池内蔵による電源切断時の設定データ記憶保持。

オプション 004：1-3-5 ステップ選択測定周波数。

オプション 101：HP-IB インターフェース。

オプション 102：

オプション 907, 908, 909：ハンドル、ラックマウント、およびハンドルとラックマウント組み合わせキット。

オプション 910, 91S, 91P：取扱説明書1部追加。

### 記

オプション 001 と 002 は同一機器に同時に内蔵することはできません。

## 1-18. オプション 001

1-19. 4275A オプション 001 は 0V から 35V まで 16023 B バイアス・コントローラまたは HP-IB コントロール信号によって、任意の電圧に設定できる直流バイアス電源を内蔵します。バイアス電圧は 3 レンジにわたって 3 桁の数字で次のように設定します。

$\pm 0.000 \text{ V} - \pm 0.999 \text{ V}$

$\pm 0.00 \text{ V} - \pm 9.99 \text{ V}$

$\pm 00.0 \text{ V} - \pm 35.0 \text{ V}$

## 1-20. オプション 002

1-21. 4275A オプション 002 は 0V から 99.9V まで 16023 B バイアス・コントローラまたは HP-IB コントロール信号によって任意の電圧に設定できる直流バイアス電源を内蔵します。バイアス電圧は  $\pm 00.0 \text{ V}$  から  $\pm 99.9 \text{ V}$  まで 1 レンジで 3 桁の数字で設定します。

## 1-22. オプション 003

1-23. 4275A オプション 003 はスタンバイ電池を内蔵することによって、電源切断時にも機器の任意の設定に関する記憶を保持し、電源が再投入された時または使用中必要な時にその設定を再現することができる機能をもちます。

## 1-24. オプション 004

1-25. 4275A オプション 004 は 1-2-4 ステップで選択する標準測定周波数に替えて 1-3-5 ステップで選択する 10 点の測定周波数を備えます。さらに 2 点の任意周波数を追加する特別周波数オプションも併用できます。

## 1-26. オプション 101

1-27. 4275A オプション 101 は、HP-IB (Hewlett - Packard Interface Bus) ラインからリモートコントロール信号を受けて測定データをそのラインを通して送り出すためのインターフェース機能を備え、4275A を HP-IB システムに組み込むことができます (IEEE 488 準拠)。

### 記

オプション 003 バッテリー・メモリ・バックアップとオプション 101 HP-IB インターフェースの機能は、計器番号 2045J01243 以降の機器には、標準装備されています。

## 1-28.

## 1-29.

## 1-30. 特別測定周波数追加オプション

1-31. 4275A 特別周波数追加オプションは 1 点または 2 点の任意の測定周波数を 10 点標準周波数またはオプション 004 に追加します。追加周波数はオプション番号によって次のように指定されます。

オプション	周波数範囲
R X X	10.0 kHz - 99.0 kHz
S X X	100 kHz - 990 kHz
T X X	1.00 MHz - 9.90 MHz

アルファベットに続く 2 桁の数字によって測定周波数の最上位桁と 2 桁目の数字を指定します。オプション番号のアルファベットが F のときには次の特定周波数を指定します。



## 第1章 概要

オプション	測定周波数
F01	15.7 kHz
F02	32.8 kHz
F03	455 kHz
F04	3.58 MHz
F05	4.19 MHz
F06	10.7 MHz

### 1-32. その他のオプション

1-33. 電气的性能が標準機器と同じで、ラックマウント用部品などが追加されるオプションに次のものがあります。  
オプション 907：フロント・ハンドルキット。4275Aの前面両側面に運搬用ハンドルを取り付けます。

オプション 908：ラック・フランジキット。4275Aを標準EIAラックに組み込むためのキットです。

オプション 909：ラック・フランジおよびフロント・ハンドルキット。4275Aにハンドルを取り付けてラックに組み込むためのキットです。

これらのオプションの取り付け方法や組み立て方法は第2章に詳しく述べてあります。

1-34. 次のオプションを指定（本体発注時に）しますと常に付属する取扱説明書のほかに下記の説明書が追加されます。

オプション 910：英文取扱説明書1部追加。

オプション 91S：英文サービスマニュアル1部追加。

オプション 91P：和文オペレーティングノート1部追加。

## 1-35. 付属品

1-36. 図1-1に4275Aの付属品一式が示されています。本体のほかに電源コード（部品番号：8120-4753）、および16047Aテストフィクスチャが付属します。

## 1-37. 別売のアクセサリ

1-38. 4275Aには測定に便利な8種類のテストフィクスチャとテストケーブルが用意されています。それぞれのフィクスチャやケーブルはさまざまな測定用途や測定対象の形状に適するように設計されており、各種部品素子を能率よく簡単に測定するためにご利用いただけます。

表1-3にそれらについての簡単な説明があります。詳しくは第3章を参照してください。

測定項目：

パラメータ：C（容量）、L（インダクタンス）、R（抵抗）、 $|Z|$ （インピーダンス）、D（損失係数）、 $Q (=1/D)$ 、ESR（等価直列抵抗）、G（コンダクタンス）、X（リアクタンス）、B（サセプタンス）、 $\theta$ （位相角）および $L \cdot C \cdot R \cdot |Z|$ の $\Delta$ （偏差値）または $\Delta\%$ （偏差値のパーセント表示）。

測定の組み合わせ： $\square-\square-\square-\square$  モードでは、 $C-D \cdot Q \cdot ESR$ 、 $L-D \cdot Q \cdot ESR$ 、 $R-X \cdot L$ 、 $|Z|-\theta$ 、 $\square-\square-\square-\square$  モードでは、 $C-D \cdot Q \cdot G$ 、 $L-D \cdot Q \cdot G$ 、 $R-B \cdot C$ 、 $|Z|-\theta$ 。

表示：5・1/2桁、最大表示199999（高分解能モード）、4・1/2桁、最大表示19999（ノーマルモード）。（有効桁数は測定周波数、信号レベル、レンジによって変る）。

測定回路モード： $\square-\square-\square-\square$ （直列等価回路）および $\square-\square-\square-\square$ （並列等価回路）、AUTOモードにより自動選択可能。

偏差測定：基準値を記録し、測定値との偏差、または偏差のパーセンテージを表示する。

表示範囲：AUTOレンジのとき、-199999～+199999カウント。マニュアルレンジのとき-199999～+199999カウント、但し試料はそのレンジで測定できる範囲。

%の表示範囲：-199.99%～+199.99%

レンジ切換：自動または手動（アップ、ダウン）

トリガ：内部、外部または手動

測定端子：4端子対構成。

測定信号：

周波数：10k、20k、40k、100k、200k、400k、1M、2M、4M、10MHz $\pm 0.01\%$ 。オプション004により1-3-5ステップに変更可能。10kHz～10.7MHzの範囲で1点または2点の周波数を追加できる（特注仕様）。

OSCレベル：3レンジ、1mV～1Vrms 連続可変。

レベルモニタ：測定電圧または電流をモニタできる。

自動ゼロ調整：測定用治具等の残留分をプッシュボタンにより少なくとも下記の範囲内で自動的に除去できる。

C：20pFまで、G：5 $\mu$ Sまで、L：2000nHまで、R：0.5 $\Omega$ まで  
セルフテスト：SELF TESTキーにより4275Aの動作を確認できる。

測定範囲および測定精度：各測定項目について以下に示す。

測定精度は次の条件を満足するとき測定端子面で規定する。

- (1) ウォームアップ時間：30分以上。
- (2) OSC LEVELバーニヤ： $\times 1$ 、 $\times 0.1$ のレンジでバーニヤを最大位置（右いっぱい）にした場合。
- (3) CABLE LENGTHを0（ゼロ）の位置にし、自動ゼロ調整を実施した場合。
- (4) 周囲温度：23 $^{\circ}$ C $\pm 5^{\circ}$ C、0 $^{\circ}$ ～55 $^{\circ}$ Cでは誤差の限界値は2倍になる。
- (5) 有効測定値のカウント数が20カウント以上の場合。
- (6) 精度は $\pm$ （読みの%+カウント+残留分）で表わす。但し、Dの精度は $\pm$ （読みの%+Dの絶対値+カウント）、位相角の精度は $\pm$ 角度（ $^{\circ}$ ）で表わす。
- (7) (6)におけるカウント値は、有効測定値に対するカウント誤差。

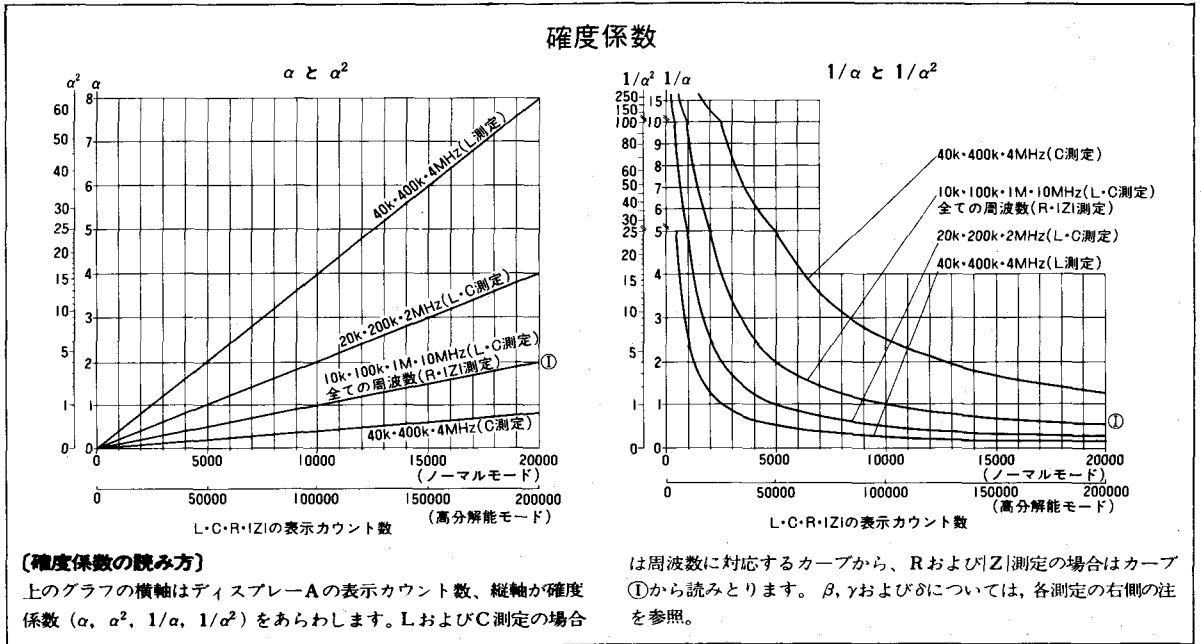
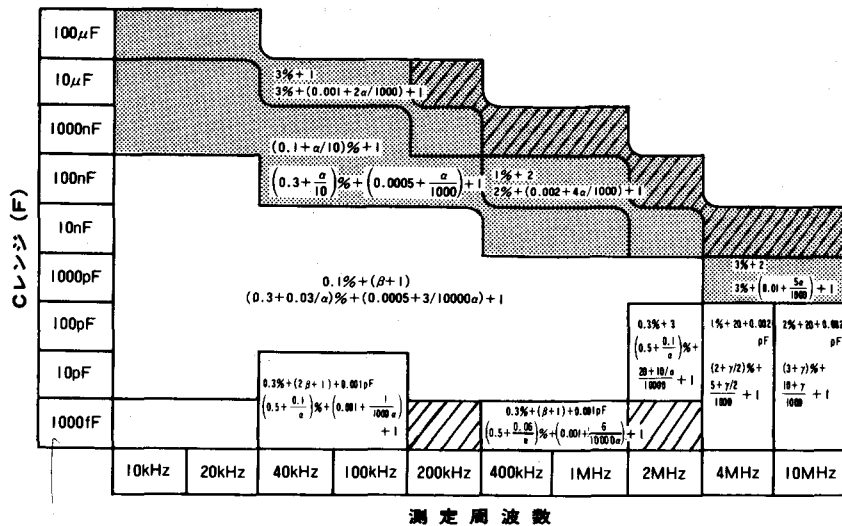


表1-1 仕様

## C-D, C-Q測定



●左表は  $\begin{matrix} \text{C: 精度} \\ \text{D: 精度} \end{matrix}$  を示す。

●Cの精度は $D \leq 0.1$ の場合に適用される。 $0.1 < D < 1$ の場合は次の誤差を加算する。

$D/10$  (%) ( $\leq 1\text{MHz}$ )

$D/2$  (%) ( $> 1\text{MHz}$ )

● $\alpha$ :  $1/\alpha$ : 1-5ページの精度係数のグラフを参照。

● $\beta = 2$  (10kHz, 100kHz, 1MHz, 10MHz)

1 (20kHz, 200kHz, 2MHz)

5 (40kHz, 400kHz, 4MHz)

● $\gamma$ : 1-5ページの精度係数のグラフにおいて①のカーブを $1/\alpha$ スケールで読む。

●Dの測定範囲: 0.0001~9.999

●Qの測定範囲: 0.01~9000, 但し $1/D$ の演算表示(ノーマルモードでは0.01~1200)

●Cの表示範囲(ノーマルモードでのカウント数):

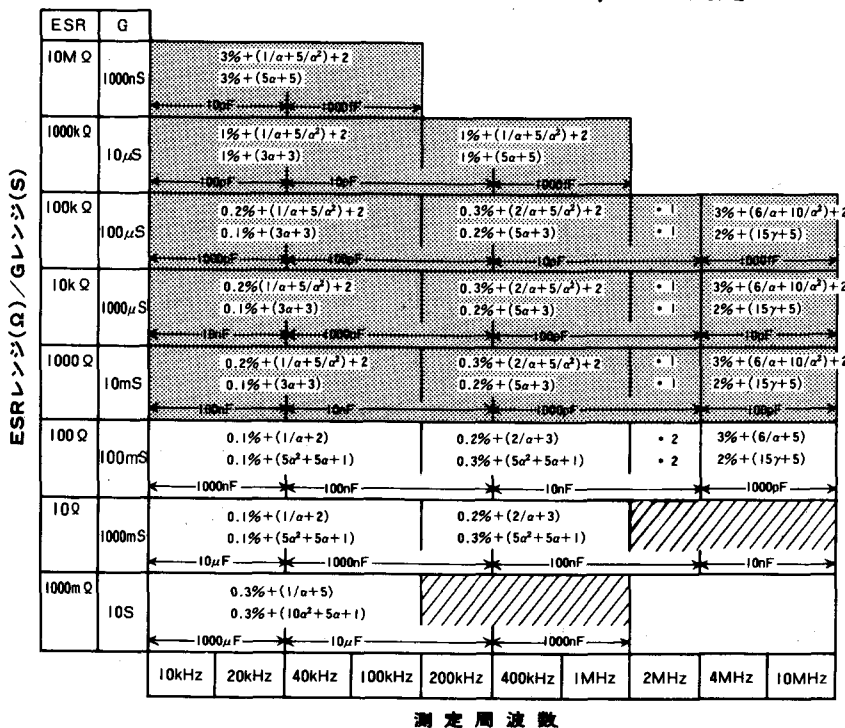
	約600以下~1999	約800以下~1999 ( $D \leq 1$ )
	0~19999	0~19999

●左表はC-ESR, C-GおよびR-C測定のCの精度にも適用される。

●Cの有効表示桁数は測定レベル、レンジ、周波数によって変る。最大5桁。最大分解能C: 0.01fF。

●斜線部分の精度は規定していません。

## C-ESR, C-G測定



●左表は  $\begin{matrix} \text{ESR: 精度} \\ \text{G: 精度} \\ \leftarrow \text{Cレンジ} \rightarrow \end{matrix}$  を示す。

●Cの精度はC-D/Q測定の項を参照

● $\alpha$ ,  $\alpha^2$ ,  $1/\alpha$ ,  $1/\alpha^2$ : 1-5ページの精度係数のグラフを参照。

● $\gamma$ : 1-5ページの精度係数のグラフにおいて、①のカーブを $\alpha$ スケールで読む。

●ESR, Gの表示範囲(ノーマルモードでのカウント数):

	ESR	G
ESRレンジ: 1000Ω~10MΩ	約1000~1999 ( $D \leq 1$ )	0~19999
Gレンジ: 1000nS~10mS		但し、40k, 400k 4MHzのときは 0~5000
ESRレンジ: 1000mΩ~100Ω	0~19999	約250~1999 ( $D \leq 1$ )
Gレンジ: 100mS~10S		

●ESR, Gの有効表示桁数は4桁。但しレベル、レンジ、周波数によって変る。最大5桁。最大分解能ESR: 0.01mΩ, G: 0.01nS。

●斜線部分の精度は規定していません。

●\*1 ESR:  $1\% + (3/\alpha + 5/\alpha^2) + 2$

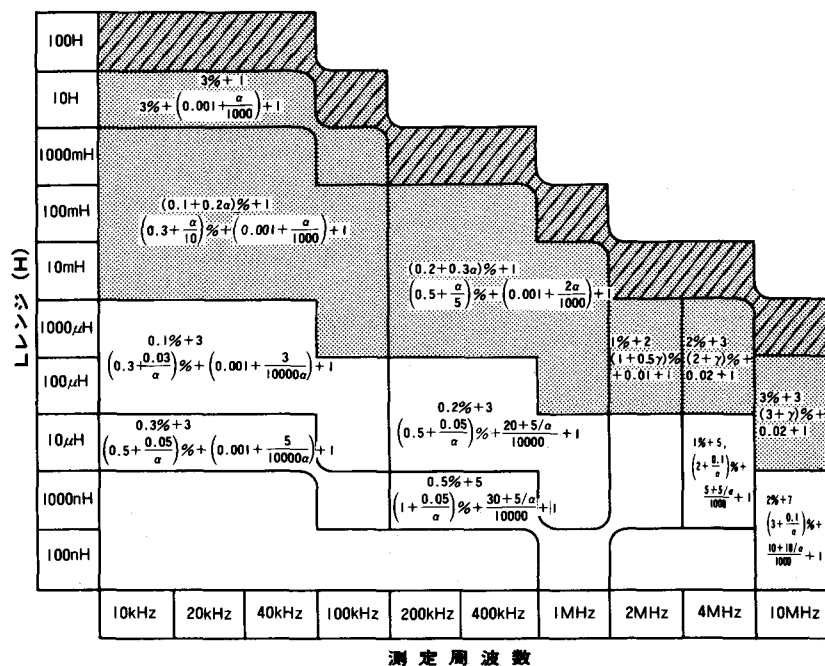
G:  $0.5\% + (20\gamma + 3)$

\*2 ESR:  $1\% + (4/\alpha + 3)$

G:  $0.5\% + (15\gamma + 3)$

表1-1 仕様(つづき)

## L-D, L-Q測定



●左表は L : 確度  
D : 確度

●Lの確度は $D \leq 0.1$ の場合に適用される。  
 $0.1 < D < 1$ の場合は次の誤差を加算する。

$$D/10 (\%) \quad (\leq 1 \text{ MHz})$$

$$D/2 (\%) \quad (> 1 \text{ MHz})$$

● $\alpha$ ,  $1/\alpha$  : 1-5ページの確度係数のグラフを参照。

● $\gamma$  : 1-5ページの確度係数のグラフにおいて、①のカーブを $\alpha$ スケールで読む。

●Dの測定範囲 : 0.0001~9.999

●Qの測定範囲 : 0.01~9000, 但し $1/D$ の演算表示(ノーマルモードでは0.01~1200)

●Lの表示範囲(ノーマルモードでのカウント数) :

	約600以下~1999	約800以下~1999 ( $D \leq 1$ )
	0~19999	0~19999

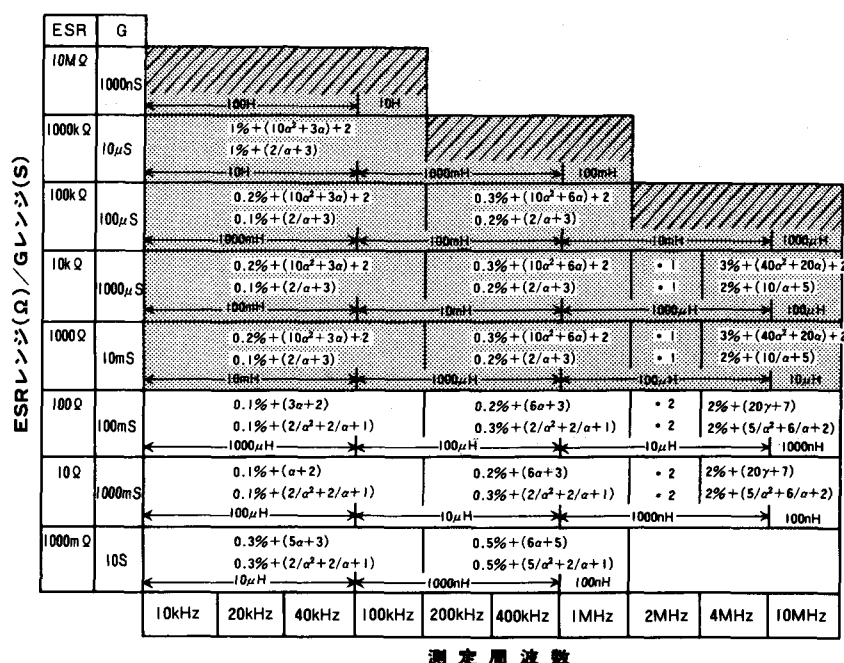
●左表はL-ESR, L-GおよびR-L測定のLの確度にも適用される。

●Lの有効表示桁数は、測定レベル、レンジ、周波数によって変る。

最大5桁。最大分解能L : 0.001nH。

●部分の確度は規定していません。

## L-ESR, L-G測定



●左表は ESR : 確度  
G : 確度  
← Lレンジ →

●Lの確度はL-D/Q測定の項を参照

● $\alpha$ ,  $\alpha^2$ ,  $1/\alpha$ ,  $1/\alpha^2$  : 1-5ページの確度係数のグラフを参照。

● $\gamma$  : 1-5ページの確度係数のグラフにおいて、①のカーブを $\alpha$ スケールで読む。

●ESR, Gの表示範囲(ノーマルモードでのカウント数) :

	ESR	G
ESRレンジ : 1000Ω~10MΩ Gレンジ : 1000nS~10mS	約500以下~1999 ( $D \leq 1$ )	0~19999 但し40k, 400k, 4MHzでは 0~10000
ESRレンジ : 1000mΩ~100Ω Gレンジ : 100mS~10S	0~19999	約250以下 ~1999 ( $D \leq 1$ )

●ESR, Gの有効表示桁数は測定レベル、レンジ、周波数によって変る。

最大5桁。最大分解能ESR : 0.01mΩ, G : 0.01nS。

●部分の確度は規定していません。

●・1 ESR :  $1\% + (20\alpha^2 + 20\gamma) + 2$

$$G : 0.5\% + (5/\alpha + 3)$$

$$\cdot 2 \text{ ESR} : 0.5\% + (6\alpha + 5)$$

$$G : 0.5\% + (2/\alpha^2 + 3/\alpha + 2)$$

表1-1 仕様(つづき)

## R-X/B, R-L/C測定

R	X	B											
10M	10M		5%+1										
			5%+(20a <sup>2</sup> +5a+1)										
		1000n	3%+(2/a+5)										
			<div><div>100H</div><div>10H</div></div>										
			<div><div>10pF</div><div>1000pF</div></div>										
1000k	1000k		3%+1										
			3%+(20a <sup>2</sup> +5a+1)										
		10μ	1%+(2/a+3)										
			1%+(2/a+5)										
			<div><div>10H</div><div>1000mH</div></div>										
			<div><div>100pF</div><div>10pF</div><div>1000pF</div></div>										
100k	100k		0.1+(0.2a)%+1					0.2+(0.2a)%+1					
			(0.1+0.2a)%+(20a <sup>2</sup> +3a+1)					(0.2+0.2a)%+(20a <sup>2</sup> +10a+1)					
		100μ	0.1%+(2/a+3)					0.2%+(2/a+3)					
			1000mH					100mH					10nH
			1000pF					100pF					1000pF
10k	10k		(0.1+0.2a)%+1					(0.2+0.2a)%+1					1%+2
			(0.1+0.2a)%+(20a <sup>2</sup> +3a+1)					(0.2+0.2a)%+(20a <sup>2</sup> +10a+1)					3%+3
		1000μ	0.1%+(2/a+3)					0.2%+(2/a+3)					=1
			100mH					10mH					1000μH
			100pF					1000pF					10pF
1000	1000		(0.1+0.2a)%+1					(0.2+0.2a)%+1					1%+2
			(0.1+0.2a)%+(20a <sup>2</sup> +3a+1)					(0.2+0.2a)%+(20a <sup>2</sup> +10a+1)					3%+3
		10m	0.1%+(2/a+3)					0.2%+(2/a+3)					=2
			10mH					1000μH					10μH
			100nF					10nF					1000pF
100	100		0.1%+3					0.2%+3					0.5%+5
			0.1%+(10a+3)					0.2%+(10a+3)					2%+7
		100m	0.1%+(2/a <sup>2</sup> +2/a+1)					0.2%+(2/a <sup>2</sup> +2/a+1)					=3
			1000μH					100μH					10μH
			1000nF					100nF					1000pF
10	10		0.1%+3					0.2%+3					0.5%+5
			0.1%+(10a+3)					0.2%+(10a+3)					2%+7
		1000m	0.1%+(2/a <sup>2</sup> +2/a+1)					0.2%+(2/a <sup>2</sup> +2/a+1)					=3
			100μH					10μH					1000nH
			10μF					1000nF					100nH
1000m	1000m		0.3%+3					0.5%+5					
			0.3%+(10a+5)					0.5%+(10a+5)					
		10	0.3%+(2/a <sup>2</sup> +2/a+1)					0.5%+(3a <sup>2</sup> +3/a+1)					
			10μH					1000nH					100nH
			100μF					10μF					1000nF
			10kHz	20kHz	40kHz	100kHz	200kHz	400kHz	1MHz	2MHz	4MHz	10MHz	

測定周波数

測定周波数

●左表は

R : 精度	を示す。
X : 精度	
B : 精度	
← Lレンジ →	
← Cレンジ →	

●Rの精度は $Q \leq 0.1$  ( $D \geq 10$ ) の場合に適用される。 $Q > 0.1$ の場合は参考データを参照● $a, a^2, 1/a, 1/a^2$ : 1-5ページの精度係数のグラフにおいて①のカーブを参照● $\delta$ : 高分解能モード: Xの読み(カウント)  
100000ノーマルモード Xの読み(カウント)  
10000

●Lの精度は、L-D/Q測定の項を参照

●Cの精度は、C-D/Q測定の項を参照

●R, X, B, LおよびCの表示範囲(ノーマルモードでのカウント数):

	R・Xレンジ: 1000Ω~10MΩ Bレンジ: 1000nS~10mS	R・Xレンジ: 1000mΩ~100Ω Bレンジ: 100mS~10S
$R_s \cdot X$	約360以下~1999	0~19999
$R_p$	約500以下~1999 ( $Q \leq 1$ )	0~19999
B	0~19999	約360以下~1999
$L_s$	約560以下~1999	0~19999 ( $D \leq 2$ )
$C_p$	0~1999	約560以下~1999 但し、40k, 400k, 4MHzでは 約1400以下~1999

添字a: 直列等価回路  
p: 並列等価回路

●R, XまたはBの有効表示桁数は、測定レベル、レンジ、周波数によって変る。

最大5桁。最大分解能 $R \cdot X: 0.01m\Omega$ ,  
 $B: 0.01nS$ 。

●//部分の精度は規定していません。

●1 X:  $1\% + (20a^2 + 20a + 1)$   
B:  $0.5\% + (3/a^2 + 3/a + 1)$ ●2 X:  $1\% + (20a^2 + 20a + 1)$ B:  $0.5\% + (2/a + 3)$ ●3 X:  $0.5\% + (10a + 5)$ B:  $0.5\% + (2/a + 3)$ 

表1-1 仕様(つづき)

|Z| -  $\theta$  測定

10M Ω	5%+1 0.1" + 0.1" α											
1000k Ω	3%+1 0.05" + 0.1" α											
100k Ω	(0.1+0.2α)%+1 0.05" + 0.05" α					(0.2+0.2α)%+1 0.05" + 0.05" α						
10k Ω						1%+2 0.1" + 0.1" α		3%+3 0.4" + 0.4" α				
1000 Ω												
100 Ω	0.1%+3 0.05" + 0.05" / α					0.2%+3 0.05" + 0.05" / α						
10 Ω											2%+7 0.4" + $\frac{0.4"}{\alpha}$	
1000m Ω	0.3%+5 0.1" + 0.1" / α					0.5%+5 0.1" + 0.1" / α						
	10kHz	20kHz	40kHz	100kHz	200kHz	400kHz	1MHz	2MHz	4MHz	10MHz		

●左表は  $|Z|$ : 確度  
 $\theta$ : 確度 を示す

● $\alpha, 1/\alpha$ : 1-5ページの確度係数のグラフにおいて、①のカーブを参照。

● $\theta$ の測定範囲:  $-180.000^\circ \sim +180.000^\circ$

● $|Z|, \theta$ の表示範囲(ノーマルモードでのカウント数)

	$ Z $	$\theta$
	約360以下~1999	0~18000
	0~19999	0~18000

● $|Z|, \theta$ の有効表示桁数は、測定レベル、レンジ、周波数によって変る。最大5桁。最大分解能 $|Z|$ : 0.01m $\Omega$ 。

●斜線部分の確度は規定していません。

## DCバイアス

裏面パネルのスイッチによりバイアスモードを切換える

## 内部DCバイアス:

オプション001: 0~35V内部DCバイアス

レンジ	ステップ	確度*
$\pm(0.000 \sim 999)V$	1mV	$\pm(\text{読みの}0.5\%+2mV)$
$\pm(1.00 \sim 9.00)V$	10mV	$\pm(\text{読みの}0.5\%+4mV)$
$\pm(10.0 \sim 35.0)V$	0.1V	$\pm(\text{読みの}0.5\%+20mV)$

\*スイッチ位置が  $C \leq 0.1\mu F$  の場合、 $C \leq 200\mu F$  のときは $\pm(\text{読みの}2\%+20mV)$

出力抵抗: 220 $\Omega \pm 10\%$ 、最大電流40mA ( $C \leq 0.1\mu F$ )

1050 $\Omega \pm 10\%$ 、最大電流10mA ( $C \leq 200\mu F$ )

コントロール: 16023B直流バイアスコントローラまたはHP-IBによるリモートコントロール

コネクタ: コントロール入力用コネクタ(16023B側): YHP 部

品番号 1251-0293, アンフェノール 57-30240

適合コネクタ: YHP部品番号1251-0292,

アンフェノール 57-40240

オプション002: 0~99.9V内部DCバイアス ( $C \leq 0.1\mu F$ )

レンジ:  $\pm(00.0V \sim 99.9V)$ , 0.1Vステップ

確度:  $\pm(\text{読みの}2\%+40mV)$

出力抵抗: 50k $\Omega \pm 10\%$ 、最大電流2mA

コントロール: オプション001に同じ

コネクタ: オプション001に同じ

外部DCバイアス: 裏面パネルのBNCコネクタに最大 $\pm 200V$ の直流電圧を印加できる。

$\pm 35V$  MAXのとき、内部直列抵抗: 100 $\Omega \pm 10\%$

$\pm 200V$  MAXのとき、内部直列抵抗: 150k $\Omega \pm 10\%$

モニタ出力: 裏面パネルのBNCコネクタから内部または外部バイアス電圧をモニタできる。

出力抵抗: 30k $\Omega$

表1-1 仕様(つづき)

## 一般仕様

動作温度：0°C～55°C、40°Cで相対湿度95%以下。

電源：100、120、220V ±10%、240V +5% -10%、48-66Hz

消費電力は165VAmax.

外形寸法：約425.5(幅)×188(高さ)×574(奥行き)mm。

重量：約18kg (標準品)

付属アクセサリ：16047Aテストフィクスチャ、電源コード

## オプション

オプション001と002は同時に装備することはできません。

オプション001：0～±35V内部直流バイアス

オプション002：0～±99.9V内部直流バイアス

オプション003：メモリ・バックアップ

キースイッチの状態、偏差測定基準値および治具等のオフセット量を不揮発記憶し電源オンまたはキー操作により再現できる。

オプション004：測定周波数を1-3-5ステップに変更する

10k、30k、50k、100k、300k、500k、1M、3M、5M、10MHz ±0.01%

オプション101：HP-IBデータ出力およびリモートコントロール

(IEEE-488およびANSI-MC1.1に準拠)。

HP-IBインターフェース機能：

SH1：送信ハンドシェイク機能

AH1：受信ハンドシェイク機能

T5：トーカー (基本的トーカー、シリアルボール、トークオンリー、トークアドレス解除)

L4：リスナ (基本的リスナ、リスナアドレス解除)

SR1：サービスクエスト機能

RL1：リモート/ローカル機能、ローカルロックアウト機能

DC1：デバイスクリア機能

DT1：デバイストリガ機能

リモートプログラムできる機能：OSC LEVELのバーニヤを除くフロントパネルの全機能および内部直流バイアス (オプション)。

データ出力：L・CとD・Q・ESR・G、RとX・B・L・C、|Z| - θ、△または△%、△測定の基準値、測定電圧/電流、フロントパネルキーの状態。

## 記

オプション003バッテリー・メモリ・バックアップとオプション101 HP-IB インターフェースの機能は、計器番号2045J01 243以降の機器には、標準装備されています。

オプション907：フロント・ハンドルキット。4275Aの前面両サイドに運搬用ハンドルを取りつける。YHP部品番号5061-0090

オプション908：ラック・フランジキット。4275Aをラックに組み込み可能とする。YHP部品番号5061-0078

オプション909：ラック・フランジおよびフロントハンドルキット。4275Aにハンドルを取りつけ、かつラックに組み込み可能とする。YHP部品番号5061-0084

オプション910：英文取扱説明書一部追加

オプション911P：和文取扱説明書一部追加

任意周波数追加の特注オプション・1点または2点の周波数を追加できる。

選択できる周波数範囲：10kHz～10.7MHz ±0.1%

周波数の指定方法 (オプション番号)：

周波数を2桁で指定する場合は次表による。

周波数	特注オプション番号	
10.0kHz～99.0kHz	R□□	□□に指定する周波数の上位2桁を記入する (指定例) 19kHzのときは、オプションR19
100kHz～990kHz	S□□	
1.00MHz～9.90MHz	T□□	

周波数を3桁で指定する場合

オプション	周波数	オプション	周波数
F01	15.7kHz	F04	3.58MHz
F02	32.8kHz	F05	4.19MHz
F03	455kHz	F06	10.7MHz

表1-1 仕様(つづき)

## 参考データ

## 測定精度:

測定レベルが×0.01レンジの最大レベルのときの精度:

C-D・Q測定:  $\alpha$ を含む項を全て10倍する。

C-ESR・G測定: 仕様と同じ。

L-D・Q測定:  $\alpha$ を含む項を全て10倍する。

L-ESR・G測定: 仕様と同じ。

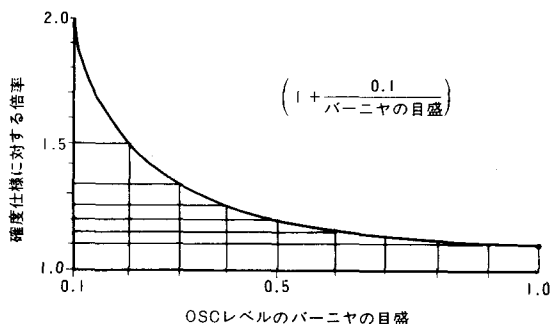
R-X・B・L・C測定:  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ を含む%誤差の項を全て10倍する。

|Z| -  $\theta$ 測定: |Z|:  $\alpha$ を含む項を10倍する。

$\theta$ : 仕様の2倍の誤差になる。

OSC LEVELバーニヤが1以外のときの精度:

精度は下図に示した係数倍になる。



測定用ケーブルや治具による追加誤差: 治具等の残留インピーダンスによる誤差と、1MHz以上で影響する高周波誤差があります。

	残留インピーダンス	高周波誤差f(MHz): 使用周波数, $f \geq 1$ %誤差の追加(各パラメータ)	Dのオフセット
16047A	—	$5 \times \left(\frac{f}{10}\right)^2 \% \text{rdg}$	$0.02 \times \left(\frac{f}{10}\right)^2$
16047B	—	(2MHz以下で使用)	
16047C	—	$1 \times \left(\frac{f}{10}\right)^2 \% \text{rdg}$	$0.01 \times \left(\frac{f}{10}\right)^2$
16048A 16048B	—	$5 \times \left(\frac{f}{10}\right)^2 \% \text{rdg}$	$0.02 \times \left(\frac{f}{10}\right)^2$
16048C	C < 約5pF L < 約200nH R < 約10mΩ	(100kHz以下で使用)	
16034B	C < 約0.02pF L < 約30nH R < 約50mΩ	$5 \times \left(\frac{f}{10}\right)^2 \% \text{rdg}$	$0.02 \times \left(\frac{f}{10}\right)^2$

D > 1のときのC・Lの精度: 精度仕様を $(1+D^2)$ 倍する。

Q > 0.1(D < 10)のときのRの誤差: 精度仕様を $(1+Q^2)$ 倍する。

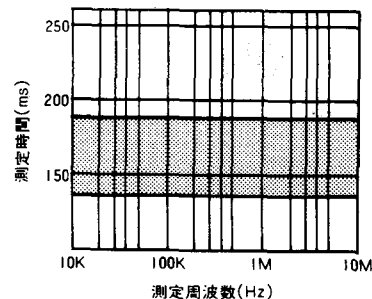
## 記

治具等の残留インピーダンスと試料とで共振する場合は、測定信号の上限周波数が制限されることがあります。

LEVELモニタの測定範囲および精度:

	測定範囲	精度
電圧	.001V ~ 1.00V	±(読みの3% + 1カウント) 但し1MHzを超える場合は、±(読みの10% + 2mV or 2μA)
電流	.001mA ~ 10.0mA	

測定時間: 下図の領域内で測定レンジによって変る。



|Z| -  $\theta$ 測定では上図にさらに30ms加算する。

高分解能モードでは上図の約8倍になる。

レンジ切替時間: 100ms ~ 300ms/レンジ切替

周波数切替時の信号安定時間: 約200ms, 但し200Hz以下に切替る場合は約1000ms

測定レベル切替時の信号安定時間: MULTIPLIER: 約200ms

但しX0.01レンジにした時は約1000ms

バーニヤ: 2 ~ 3s

なお周波数、レベル切替時には200msは内部で自動的に待ちます。

DCバイアス印加時の信号安定時間:

バイアス電圧の落ち着き時間と、下表による安定時間のうち長い方。

DCバイアス印加時の信号安定時間:

OSC LEVEL	安定時間(E: バイアス電圧)
×1	200 + E (V) ms
×0.1	300 + E (V) ms
×0.01	400 + E (V) ms

バイアス電圧の落ち着き時間:

オプション001: 20ms ( $C \leq 0.1\mu\text{F}$ )

$600 + 6Cx(\mu\text{F})$  ms ( $C < 200\mu\text{F}$ )

オプション002: 300ms ( $C \leq 0.1\mu\text{F}$ )

## 関連アクセサリ・保守部品

HP-IBインターフェースケーブル:

10833A (約1m) 10833C (約4m)

10833B (約2m) 10833D (約0.5m)

フロントハンドル・キット: YHP部品番号5061-0090

ラックフランジ・キット: YHP部品番号5061-0078

ラックフランジ, ハンドル・キット: YHP部品番号5061-0084

電源ヒューズ: YHP部品番号2110-0059(100/120V)

YHP部品番号2110-0360(220/240V)

過電圧(バイアス)保護用ヒューズ: YHP部品番号2110-0201

測定回路保護用ヒューズ: YHP部品番号2110-0012

表1-2 参考データ



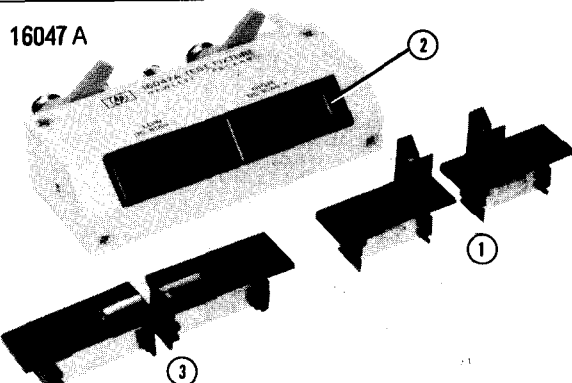
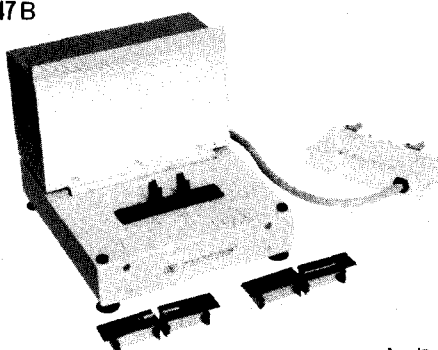
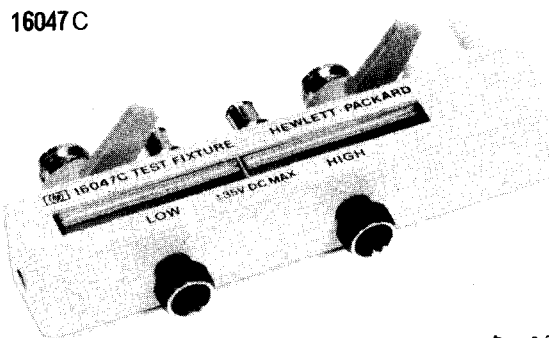
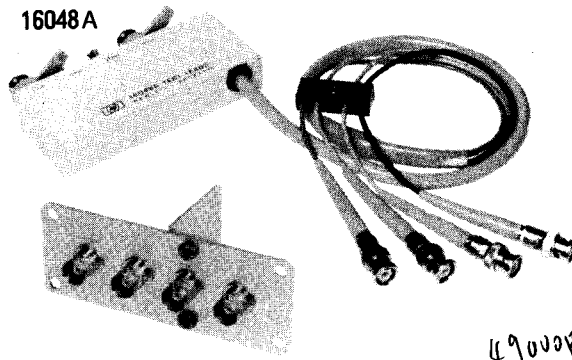
アクセサリ	概要
<p>16047 A</p> 	<p>測定端子に直接取り付けて使用する4端子対構成のテストフィクスチャで、2本のリード線をもつ小型部品の測定に適しています。次の3種類の電極モジュールが付属しています。</p> <p>①アキシアル・リード部品用（部品番号 16061-70022）          ②一般ラジアル・リード部品用（部品番号 16061-70021）          ③短いラジアル・リード部品用（部品番号 16047-65001）          ±35 V 以下の直流バイアス電圧で使用します。</p>
<p>16047 B</p>  <p>117 600 P</p>	<p>ケーブルを測定端子に接続して使用する4端子対構成のテストフィクスチャで、2本のリード線をもつ小型部品を2 MHz 以下の周波数で測定する用途に適しています。16047 A と同じ3種類の電極モジュールが付属します。シールドを兼ねた開閉する安全カバーが取り付けられており、±200 V までの直流バイアス電圧がかけられます。カバーを開けると測定信号、直流バイアスともに切り離され、試料の電荷は速かに放電されます。</p>
<p>16047 C</p>  <p>47000 P</p>	<p>測定端子に直接取り付けて使用するテストフィクスチャで、小型部品を10 MHz までの高い周波数において高精度に測定する用途に適しています。試料のリードは締めネジによってしっかりと電極に接続されます。±35 V 以下の直流バイアス電圧で使用します。</p>
<p>16048 A</p>  <p>49000 P</p>	<p>任意の特製テストフィクスチャを4275Aの測定端子に接続するための BNC コネクタ付き4端子対測定ケーブルで、±300 V までの直流バイアス電圧がかけられます。</p> <p>ケーブル長設定値：1 m          測定器接続端子から末端までの長さ：約 95 cm</p>

表1-3 アクセサリ

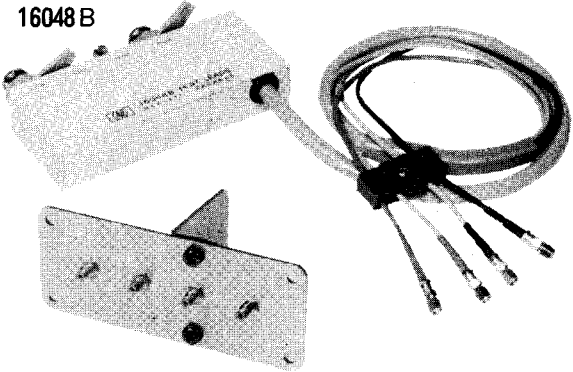
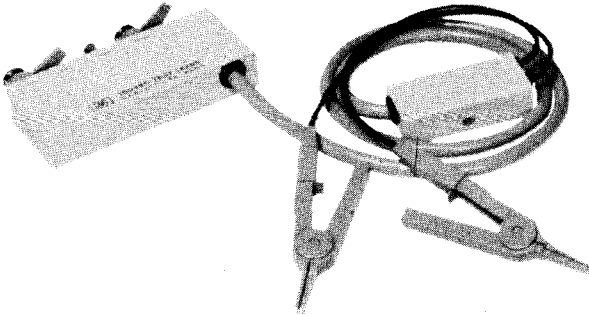
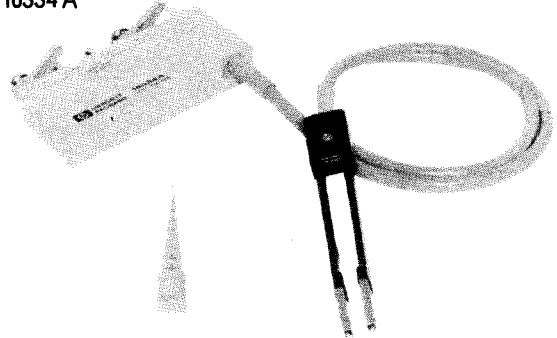
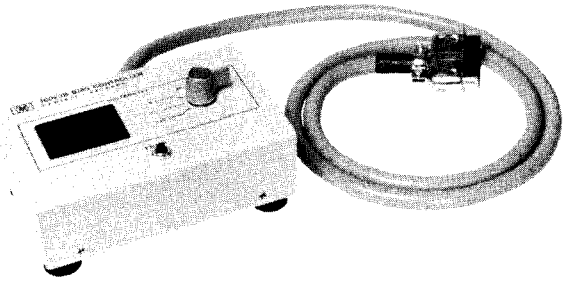
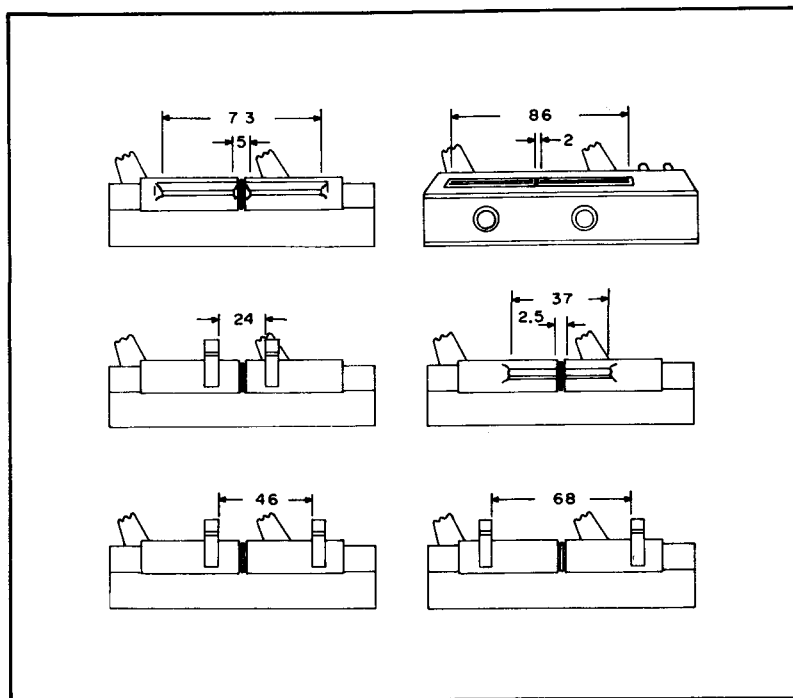
アクセサリ	概要
<p>16048 B</p> 	<p>特にシステム用途に適したミニチュアRFコネクタ付き4端子対測定ケーブルで、<math>\pm 300\text{ V}</math>までの直流バイアス電圧がかけられます。</p> <p>ケーブル長設定値：1 m</p> <p>測定器接続端子から末端までの長さ：約 93 cm</p>
<p>16048 C</p> 	<p>多様な形状の部品を 100 kHz 以下の周波数において簡便に測定するためのクリップ付き測定ケーブルで、以下の測定範囲で使します。</p> <p>キャパシタンス：1000 pF 以上</p> <p>インダクタンス：100 <math>\mu\text{H}</math> 以上</p> <p><math>\pm 35\text{ V}</math> 以下の直流バイアス電圧で使します。</p> <p>ケーブル長設定値：1 m</p> <p>測定器接続端子から末端までの長さ：約 128 cm</p>
<p>16334 A</p> 	<p>リード線のない小型の部品素子を測定するためのピンセット型測定治具の付いた測定ケーブルで、<math>\pm 42\text{ V}</math>以下の直流バイアス電圧で使します。ゼロ・オフセット調整用の補正用ブロックが付属されています。</p> <p>ケーブル長設定値：1 m</p> <p>測定器接続端子から末端までの長さ：約 133 cm</p>
<p>16023 B</p> 	<p>オプション 001 またはオプション 002 と併用して内部直流バイアス電圧を 3 桁のサミール・スイッチで設定する直流バイアス・コントローラです。バイアス電圧はボタン・スイッチを押した時から印加されます。</p> <p>(コネクタ (24ピン) 部品番号 1251 - 0293 ) (スリーブ 部品番号 0890 - 0273 )</p>

表1-3 アクセサリ(つづき)



電極寸法図 (単位mm)

### 2-1. 概 説

2-2. 本章には、検査、こん包、保管および使用前の注意に関する情報が述べられています。

### 2-3. 検 査

2-4. 本器は、工場を出荷する前に、機械的ならびに電氣的に十分な検査を受け、正常な動作が保証されています。お手もとに届きましたら、すぐにこん包を解き、輸送中に損傷を受けていないかどうかを確認してください。損傷を受けていたり、仕様どおりの動作をしないときは、ただちにもよりのYHP営業所、代理店にご連絡ください。住所、電話番号は巻末に記載されています。

### 2-5. 電 源

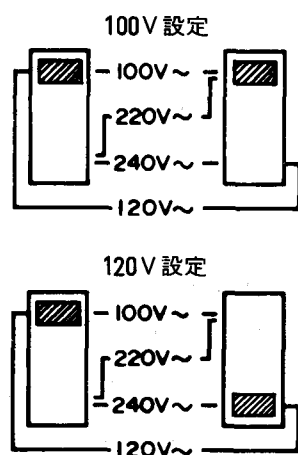
2-6. 本器は 100, 120, 220 ( $\pm 10\%$ ), または 240Vrms ( $+5\%$ ,  $-10\%$ ) 48 Hz ~ 66 Hz の AC 電源で動作します。本器の電源電圧の選択方法は図 2-1 に説明されています。また電源ヒューズは、機器の動作電源電圧に応じて適切なヒューズを使用しなければなりません。電源電圧を変更した時は、裏面パネルにあるヒューズホルダ内のヒューズを表 2-1 に示されたヒューズと交換してください。

#### 注 意

電源を投入する前に、必ず本器の電源切り換えスイッチの設定電圧および使用されているヒューズが、AC 電源電圧に適していることを確認してください。

ヒューズはヒューズホルダの溝にスクリー・ドライバをさし込んで押しながら反時計方向に  $90^\circ$  まわすと取り出すことができます。

本器の電源電圧は工場出荷時に 100 V に設定されています。



#### 電源電圧の選択

1. 本器の裏面パネルに左図に示す電源電圧選択スイッチが付いています。
2. 図の斜線部で示したスイッチの溝にスクリー・ドライバをあてがって上方または下方にずらし、希望する電源電圧を選択します。
3. 左図は電源電圧をそれぞれ 100V と 120V に設定した場合のスイッチの位置を示します。2つのスイッチの溝の位置を結ぶ線上に記された電圧値が選択した電源電圧です。

図 2-1 電源電圧の選択

電源電圧	100 V または 120 V	220 V または 240 V
AC 電源 ヒューズ	1.5 A (スロー・ブロー) (HP 2110-0059)	0.75 A (スロー・ブロー) (HP 2110-0360)

表 2-1 電源ヒューズ

## 2-7. 3 芯電源コード

2-8. 本器には、取りはずしのできる 3 芯電源コードが付属しており、コードの先端には平形プラグと 3 極の NEMA プラグが付いています。平形プラグは、裏面パネルの電源モジュールコネクタに、NEMA プラグは、接地端子を持った 3 極の電源コンセントに接続します。こうすると、本器は電源コードの接地線を通して接地され、AC 電源による電撃事故を防ぐことができます。

### 注 意

接地端子をもたない 2 極の電源コンセントを使用する場合には、3 極-2 極変換アダプタ（部品番号 5080-3149）を使用します。この場合、アダプタからでている短いリード線を接地すれば、本器を接地して安全に使用することができます。

## 2-9. 動作環境

2-10. 温度：本器は 0℃～+55℃ の範囲で動作できるように設計されています。

2-11. 湿度：本器は 40℃ における相対湿度 90 % までの環境で使用できますが、機器内に水滴を生じさせるような湿度限界からはできるだけ保護してください。

## 2-12. オプション (907, 908, 909) の取付け

2-13. 工場から出荷される製品は、全て卓上形です。し

かし、オプション 907, 908 あるいは 909 の指定された製品には表 2-2 に示すような金具が付属していますから、ラックマウントへの取付けあるいはハンドルの取付けが簡単にできます。

## 2-14. 保存および輸送の環境

2-15. 本器は次に示す範囲内で保存され輸送されなければなりません。

温度 ..... -40℃～+75℃

湿度 ..... 相対湿度 95 % まで

高度 ..... 15,000 m

本器は器内に水滴を生じさせるような温度限界からは保護されなければなりません。

## 2-16. 輸送とこん包

2-17. 本器を輸送したり、修理のために YHP に返送する場合は、最初にお届けしたときのこん包材料をお使いください。したがって、こん包材料は保存しておかれることをおすすめします。しかし、すでになくなっていたり、役に立たなくなっている場合は、下記の方法でこん包してください。

- 本器をじょうぶな紙またはビニールなどで包んでください（突き出ている部分には、クッションを当てがってください）。
- 木箱またはダンボール箱を使い、その大きさは少なくとも本器の各方面から 10 cm ほど余裕のあるものにしてください。
- ポリウレタン・フォームなど確実にショックを吸収する材量を十分につめてください。
- 箱の外側を接着テープなどでしっかりととめ、さらに必要な場合はバンドをかけてください。

こん包についてご不明の点がありましたら、もよりの YHP 営業所、または代理店にお問い合わせください（住所・電話番号は巻末に載せてあります）。

オプション	キット名	部品番号
907	ハンドル・キット	5061-9690
908	ラック・フランジ・キット	5061-9678
909	ラック・フランジ・ハンドル・キット	5061-9684

表2-2 ラックマウントの部品表

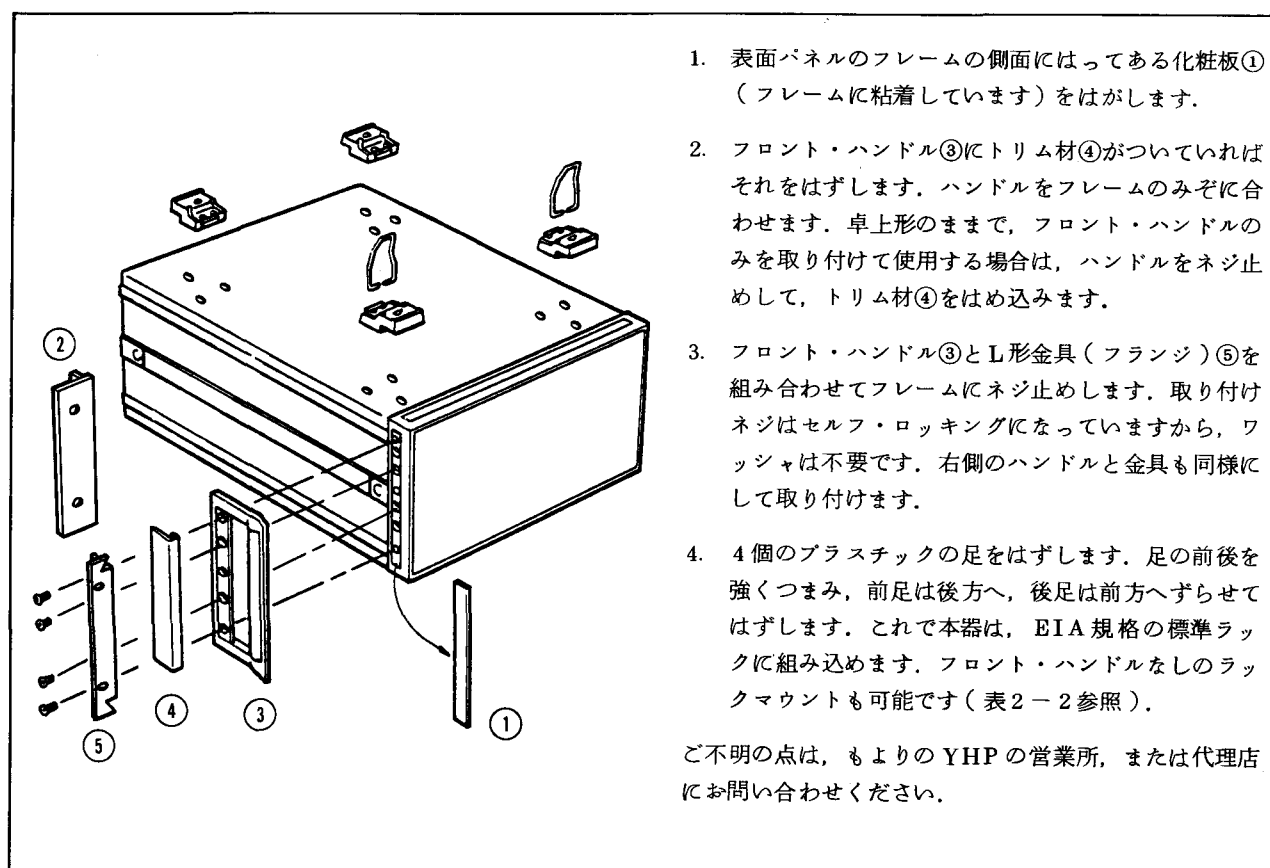


図2-2 ラックマウントの方法

## 3-1. まえがき

3-2. この章では 4275A を正しく使用していただくために、使用上の必要な情報について述べます。表面パネルの操作機能、操作手順、各種の応用測定についての代表的な測定法、基本的な動作試験およびオプションに関する情報が記載されています。本文中に記載されている注意事項は使用者と機器の安全のために必ず守ってください。

## 3-3. パネルの説明

3-4. 4275A の表面パネルと裏面パネルの操作機能を図 3-1 と図 3-2 に示します。説明図に添えられた番号は説明欄の見出し番号と対照されます。操作機能と操作手順の詳細は 3-8 項以降に説明されています。

## 3-5. セルフテスト

3-6. 4275A は基本的な動作を確認するために次の 3 種類の自己診断機能を備えています。

- a. デジタル動作試験
- b. 表示ランプ点灯試験
- c. アナログ動作試験

デジタル動作試験は電源スイッチを ON にする毎に自動的に行われます。表示試験とアナログ動作試験はセルフテスト・ボタンを押すことによって行われ、測定の前にこれらの試験を行って本器の動作を確認することができます。

- a. デジタル動作試験：この試験は電源スイッチを ON にする毎に自動的に行われます。この試験は本器が記憶している自動測定プログラム（記憶内容）に誤りがないことを確認するために行われます。異常がない場合は本器の左上のディスプレイ部に 5 つの英文字 P が順番に現われます。もしも何らかの異常がある場合には、表示される文字 P が 5 番目まで進まずに異常のあるステップで止まります。しかし表示器が不良であっても停止せずに試験が行われます（この試験の詳細は 3-20 項に説明されています）。表示器の不良は次の試験で発見することができます。

- b. 表示点灯試験（セルフテスト第 1 ステップ）：セルフテスト・ボタンを押すと、BIAS ON の表示ランプ以外のすべての表示ランプが約 1 秒間点灯します（数字表示器と単位を表示するドット表示器も点灯します）。
- c. アナログ動作試験（セルフテスト）：表示点灯試験の後に、アナログ測定部の動作試験が行われます。この試験機能は測定端子を開放または短絡状態に設定して、アナログ回路の基本的な試験ができるように設計されています。このようにアナログ試験はオープン試験とショート試験から成り、オープン試験の時には OP、ショート試験の時には SH の表示が左上のディスプレイに現われます。

### 記

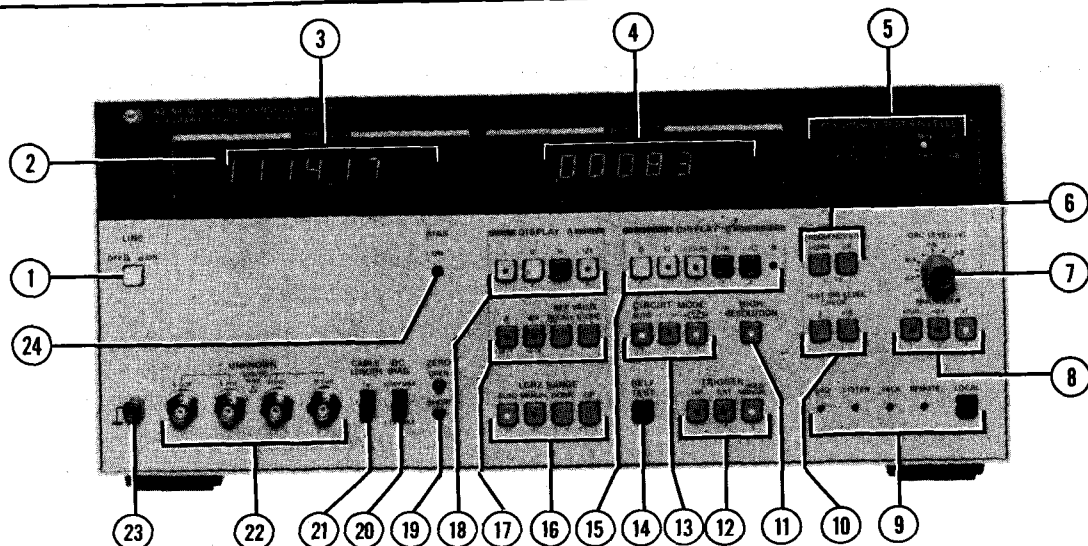
セルフテストを行うには 16047A テストフィクスチャを使用します。オープン試験の場合には測定端子の HIGH 側と LOW 側に何も接続せずに、またショート試験の場合は低インピーダンスの短絡板を接続します。OSC LEVEL ツマミを最大位置に設定します。

3-7. オープン試験は 20 の試験ステップを含みます。各ステップ毎に診断試験はそれぞれ異なる回路部（種々の動作状態）について実行されます。20 ステップの検査は再度セルフテスト・ボタンを押すまで、表示点灯試験から順番に繰り返されます。20 ステップの試験中に異常がある場合は DISPLAY-A に例えば OP3 と表示され、これは第 3 ステップに異常があることを意味します。

ショート試験を行うには L または R のボタンを押します。ショート試験は第 21 から第 27 ステップまでの 7 ステップからなります。7 ステップの検査が終わってもセルフテスト・ボタンを再度押すまで試験は繰り返されます。この 7 ステップの試験中に何らかの異常がある場合には、その異常があるステップの番号が DISPLAY A に例えば SH 23 と表示されます（これは第 23 ステップに異常があることを示します）。

もしも試験の結果に異常がある場合は次の点について調べてください。

- a. 測定端子に接続している 16047A テストフィクスチャが適切に短絡または開放されていることを確認します。



- ① LINE ON/OFFスイッチ：本器の電源をONにして、測定ができる状態にします。
- ② トリガ・ランプ：試料を測定中に点灯し、測定中ではない時間（ホールド時間）は消灯します。それゆえ1回の測定サイクルで1回の点滅が行なわれます。TRIGGER ⑫がINTに設定されている時は繰り返し点滅します。
- ③ DISPLAY A：インダクタンス、キャパシタンス、抵抗またはインピーダンスの測定値が00000から199999まで5-1/2桁の数字で、小数点と単位を伴って表示されます（表示桁数は機器の設定によって変わります）。もしも試料の値が選択されたレンジのフルスケールを越えるとOF(Over Flow)表示が現われます。同様にもし試料の値が小さすぎるとUF(Under Flow)表示が現われます。不適当な操作を行なった場合は、その操作による命令入力が自動的に解除されるか、または誤った設定を取り除くまでErr 1からErr 9までの9つのエラー・メッセージのうち1つが表示されます。
- ④ DISPLAY B：損失係数、Q係数、等価直列抵抗、コンダクタンス、リアクタンス、サセプタンス、インダクタンス、キャパシタンスまたは位相角の測定値が00000から199999まで5-1/2桁の数字で、小数点と単位を伴って表示されます（表示桁数は機器の設定によって変わります）。DISPLAY A③にOF、UFまたはErrが表示された時にはDISPLAY Bはブランク（何も表示されない）になります。
- ⑤ FREQUENCY/TEST SIG LEVELディスプレイ：測定周波数、測定信号電圧または電流が小数点を伴った2-1/2桁の数字で表示されます。測定単位は数字表示の右隣に単位表示ランプで示されます。測定信号電圧または電流は、それぞれTEST SIG LEVEL CHECK ボタン⑩が押されている間のみ表示されます。
- ⑥ FREQUENCY STEP ボタン：これらの2つのボタンによって、12点の測定周波数（10点の標準周波数と2点のオプション周波数）から希望する周波数を選びます。UPボタンを押すたびに測定周波数は1-2-4ステップ（オプション004では1-3-5ステップ）でさらに高い周波数へ移ります。DOWNボタンを押すと測定周波数は逆の順序で低い周波数へ移ります。選択した測定周波数はFREQUENCY/TEST SIG LEVEL ディスプレイ⑤に表示されます。
- ⑦ OSC LEVEL ツマミ：このツマミはMULTIPLIER ボタン⑧によって選択したレンジにおいて測定信号レベルを最小値から最大値まで10倍比で変えることができ、希望する測定信号レベルに設定します。
- ⑧ MULTIPLIER ボタン：これらのボタンによって測定信号レベルの可変範囲を×0.01（1mV-10mV）×0.1（10mV-100mV）または×1（100mV-1V）のいずれかに設定します。

図3-1 表面パネルの説明





- ⑨ HP-IBステータス・インディケータとLOCAL ボタン：SRQ, LISTEN, TALKとREMOTEの4つのランプは本器にHP-IBオプション101を内蔵した場合に本器とHP-IBラインとのインターフェースの状態を示します。LOCALボタンを押すことによって、HP-IBラインからのリモート・コントロール信号によらずに本器の操作機能を表面パネルのボタンで設定することができます。
- ⑩ TEST SIG LEVEL CHECK ボタン：これらのボタンによって試料に実際に加わる測定信号のレベルをモニタすることができます。VまたはmAボタンが押されている間はFREQUENCY/TEST SIG LEVELディスプレイ⑤に測定信号電圧または電流が(測定周波数に代わって)表示されます。
- ⑪ HIGH RESOLUTION ボタン：このボタンを押すと、10回測定するごとにそれらの測定値が平均演算されることによって測定分解能が1桁高められます。通常の桁数にさらに下位1桁が加わった測定値が約8倍の繰り返し測定周期で表示されます。
- ⑫ TRIGGER ボタン：これらのボタンは測定のトリガ信号をINT, EXTまたはHOLD/MANUALから選びます。INTトリガモードでは、本器は内部トリガ信号によって自動的に測定を繰り返します。EXTボタンを押した時は、裏面パネルのEXT TRIGGER 端子に外部トリガ信号を加えることによって測定が開始します。HOLD/MANUAL トリガ・モードでは、このボタンを押した瞬間にトリガがかかり、1回だけ測定が行なわれます。
- ⑬ CIRCUIT MODE ボタン：これらのボタンによって希望する測定等価回路モードを選びます。並列等価回路()または直列等価回路()がそれぞれのボタンを押すことによって選択されます。AUTOモードでは本器は適切な並列等価回路または直列等価回路を自動的に選びます。
- ⑭ SELF TEST ボタン：このボタンを押すと本器の基本的な機能と動作を検査するための自己診断が自動的に行なわれます。この自己診断はもう一度ボタンを押して解除するまで繰り返されます。
- ⑮ DISPLAY Bファンクション選択ボタン：これらのボタンはDISPLAY Aファンクション選択ボタン⑬によって設定された主要な測定パラメータと同じ時に組み合わせて設定する、従属的な測定パラメータを選びます。それぞれのボタンによって次のように測定パラメータを設定します。
- D：インダクタンスまたはキャパシタンス測定において損失係数(Dissipation Factor)を従属測定パラメータに選びます。
- Q：インダクタンスまたはキャパシタンス測定においてQ係数を選びます。Qの値は測定された損失係数値の逆数として演算表示されます。
- ESR/G：インダクタンスまたはキャパシタンス測定において等価直列抵抗(ESR)またはコンダクタンス(G)を選びます。直列等価回路による測定ではESRに、並列等価回路測定ではGに設定されます。
- X/B：抵抗測定においてリアクタンス(X)またはサセプタンス(B)を選びます。直列等価回路による測定ではXに、並列等価回路測定ではBに設定されます。
- L/C：抵抗測定においてインダクタンスまたはキャパシタンスを選びます。直列等価回路による測定ではLに、並列等価回路ではCに設定されます。
- θ表示ランプ：インピーダンス測定を行なっている間はこのランプが点灯し、同時に位相角を測定していることを示します。
- ⑯ LCRZ RANGE ボタン：これらのボタンによってインダクタンス、キャパシタンス、抵抗またはインピーダンス測定における測定レンジを選択します。AUTOモードでは試料の値に応じて最適なレンジが自動的に選ばれます。MANUALボタンを押した時には、測定端子に接続する試料を変えても測定レンジは固定されています。DOWNまたはUPボタンを1回押す毎に測定レンジが1つ移り、希望する測定レンジを選ぶことができます(前もってMANUALボタンを押す必要はありません)。
- ⑰ DISPLAY A 偏差測定ボタン：これらのボタンによってインダクタンス、キャパシタンス、抵抗またはインピーダンスの偏差測定を行ないます。偏差測定値はDISPLAY A⑬に表示されます。この偏差測定はDISPLAY Bファンクションについては行

図3-1 表面パネルの説明(つづき)

なわれません。それぞれのボタンは次の機能を持ちます。

**Δ**：このボタンを押すと、試料の測定値と基準になる測定値との差の値が表示されます。

**Δ%**：このボタンを押すと、試料の測定値と基準になる測定値との差が、基準値に対するパーセント偏差で表示されます。

**RECALL**：このボタンを押している間は、本器が記憶した基準になる測定値がDISPLAY A③に表示されます。

**STORE**：このボタンを押した時にDISPLAY A③に表示されている測定値が基準値として記憶されます。

⑱ **DISPLAY Aファンクション選択ボタン**：これらのボタンによってインダクタンス、キャパシタンス、抵抗、インピーダンスから希望する測定パラメータを選びます。

**L**：インダクタンス測定を行ないます。同時にDISPLAY Bファンクション⑲から損失係数(D)、Q係数、等価直列抵抗(ESR)またはコンダクタンス(G)の測定パラメータを選ぶことができます。

**C**：キャパシタンス測定を行ないます。同時に選択できるDISPLAY Bファンクションはインダクタンス測定と同様です。

**R**：抵抗測定を行ないます。同時にDISPLAY Bファンクション⑲からリアクタンス(X)、サセプタンス(B)、インダクタンス(L)、またはキャパシタンス(C)の測定パラメータを選ぶことができます。

**|Z|**：ベクトル・インピーダンスの絶対値を測定します。同時にDISPLAY Bファンクションから位相角が自動的に選ばれます。この2つの測定パラメータ値の組み合わせは試料のベクトル・インピーダンスを表現します。

⑲ **ZEROオフセット調整ボタン**：これらのボタンによ

って、テストフィクスチャや測定ケーブルに存在する浮遊容量、残留インダクタンス、残留抵抗、残留コンダクタンスを打ち消して正しい測定値を得るための補正を行ないます。測定を始める前に測定端子を開放してOPENボタンを、短絡してSHORTボタンを押すと、測定値はこれらの寄生インピーダンスに対して自動的に補正されます。

⑳ **DC BIASスイッチ**：このスイッチは直流バイアス電圧の制限値を $\pm 35\text{V}$ または $\pm 200\text{V}$ に設定し、また直流バイアスを加える場合に使用するテストフィクスチャや測定ケーブルを限定します。スイッチを $\pm 35\text{V MAX}$ に設定した時には試料に加わる直流バイアス電圧が最大 $\pm 35\text{V}$ に(保護回路によって)制限されます。 $\pm 200\text{V MAX}$ に設定した時には標準テストフィクスチャと標準測定ケーブルのうち、 $\pm 35\text{V}$ 以下で使用するべきものはその構造上接続できません。

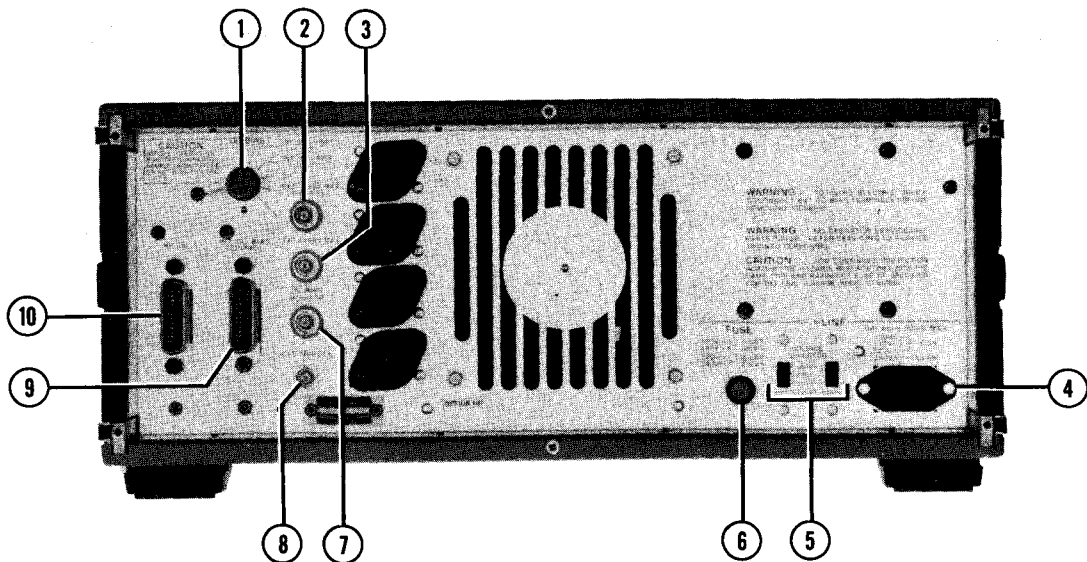
㉑ **CABLE LENGTHスイッチ**：1mの標準測定ケーブルを使用する場合に、ブリッジが最良の状態にバランスし、測定誤差が最小になるようにこのスイッチを「1m」に設定します。UNKNOWN端子に直接取り付け使用するテストフィクスチャについてはこのスイッチを「0」に設定します。1mに設定した時、高い測定周波数における測定ケーブルの伝送損失や測定信号の位相変化が適切に補償されて測定誤差の増加が非常に少なくなります。

㉒ **UNKNOWN端子**：試料(あるいはテストフィクスチャや測定ケーブル)を接続するための測定端子です。HIGH側電流端子と電圧端子( $H_{\text{CUR}}$ と $H_{\text{POT}}$ )およびLOW側電流端子と電圧端子( $L_{\text{CUR}}$ と $L_{\text{POT}}$ )からなり、4端子対構成のテストフィクスチャや測定ケーブルを用いて4端子対測定を行ないます。

㉓ **GUARD端子**：この端子は本器のシャーシに接続されています。特に接地を必要とする測定のために接地接続端子として使用します。

㉔ **BIASインジケータランプ**：直流バイアスを使用する場合に点灯し、試料に直流バイアス電圧が加えられていることを示します。

図3-1 表面パネルの説明(つづき)



- ① DC BIAS 選択スイッチ：このスイッチは内部直流バイアスと外部直流バイアスのいずれかを選択し、またそのバイアス電圧の応用測定に適したバイアス動作特性が得られるように設定します。

INT 35V/100V ( $\leq 0.1 \mu\text{F}$ )：オプション 001 または 002 を内蔵した場合に設定すると内部直流バイアス電圧が試料に加わります。試料のキャパシタンス値が  $0.1 \mu\text{F}$  以下である必要があり、バイアス電圧の落ち着き時間が短い設定です。

INT 35V/100V ( $\leq 200 \mu\text{F}$ )：オプション 001 または 002 を内蔵した場合に、最大  $200 \mu\text{F}$  までのキャパシタ試料に内部直流バイアス電圧を加えることができる設定です。

OFF：内部直流バイアス、外部直流バイアスのどちらも試料に加わりません。

EXT  $\pm 35 \text{ V MAX}$  ( $100 \text{ mA MAX}$ )：裏面パネルのコネクタ②に接続された最大電圧  $\pm 35 \text{ V}$  までの外部直流バイアス電源から直流バイアス電圧が試料に加わります。表面パネルの DC BIAS スイッチは  $\pm 35 \text{ V MAX}$  (または  $\pm 200 \text{ V MAX}$ ) に設定します。

EXT  $\pm 200 \text{ V MAX}$ ：裏面パネルのコネクタ③に接続された最大電圧  $\pm 200 \text{ V}$  までの外部直流バイアス電源から直流バイアス電圧が試料に加わります。表面パネルの DC BIAS スイッチは  $\pm 200 \text{ V MAX}$  に設定します。

- ② EXT  $\pm 35 \text{ V MAX}$  ( $100 \text{ mA MAX}$ ) コネクタ：最大電圧  $\pm 35 \text{ V}$  までの外部直流バイアス電源を接続して直流バイアス電圧を試料に加えるための端子です。

- ③ EXT  $\pm 200 \text{ V MAX}$  コネクタ：最大電圧  $\pm 200 \text{ V}$  までの外部直流バイアス電源を接続して直流バイアス電圧を試料に加えるための端子です。

- ④ LINE 48-66 Hz コネクタ：電源コードを接続して適当な交流電源ラインのコンセントから電源をとります。

- ⑤ LINE VOLTAGE SELECTOR スイッチ：これらのスイッチを適切に設定して 100, 120, 220 V  $\pm 10\%$  または 240 V  $\pm 5\% - 10\%$ , 48-66 Hz のいずれかの電源電圧を選択します。

図3-2 裏面パネルの説明

- ⑥ LINE FUSEホルダ：本器の電源ヒューズがこのホルダに収められています。ヒューズの定格は次のとおりです。  
100/120V：1.5AT（部品番号2110-0059）  
220/240V：750mA（部品番号2110-0360）
- ⑦ INT DC BIAS MONITOR コネクタ：内部直流バイアスおよび外部直流バイアス電圧のモニタ出力端子です。出力インピーダンスは30k $\Omega$ です。
- ⑧ EXT TRIGGERコネクタ：外部トリガを使用する場合に外部トリガ信号を入力する端子です。表面パネルのEXT TRIGGER ボタンを押して外部トリガ・モードに設定します。
- ⑨ INT DC BIAS CONTROL コネクタ：オプション001または002を内蔵した場合に、内部直流バイアス電圧を任意に設定できる16023B直流バイアスコントローラを接続するためのコネクタです。
- ⑩ HP-IB コネクタ：オプション101を内蔵した場合に、他のHP-IB機器とデータ送受信を行なうためのHP-IBケーブルを接続します。



図3-2 裏面パネルの説明（つづき）

- b. 裏面パネルのDC BIAS スイッチがOFFの状態にあることを確認します。

もしも正しく検査を行っているにもかかわらず異常が表示された場合には、YHP 営業所、サービス部もしくは代理店にご連絡ください。

### 3-8. 測定機能

3-9. 4275Aは2つの測定パラメータについて同時に測定を行ない表示します。この測定パラメータの組み合わせは、測定試料の抵抗性およびリアクタンス性の特性を表わしています。合わせて13に及ぶ測定パラメータ（そのうち3つは基本的には重複しています）は、測定値の表示部によってディスプレイAとディスプレイBの2つのパラメータ群に分けられます。ディスプレイA・パラメータはインダクタンス（L）、キャパシタンス（C）、抵抗（R）、インピーダンス（|Z|）からなる主要な測定パラメータで、その測定値は表面パネル左上のDISPLAY Aに表示されます。操作ボタンの色は後に述べるように、ディスプレイB・パラメータとの適切な組み合わせを表わしています。4275AのディスプレイA・パラメータについては偏差測定機能があり、 $\Delta$ （デルタ）キーによって選択できます。4275Aが「ストア」モードに設定されるとDISPLAY Aに表示されている測定値を基準値として記憶します。その後の測定結果は基準値からの差（ $\Delta$ 測定）または%偏差（ $\Delta\%$ 測定）として表示されます。

ディスプレイB・パラメータはディスプレイA・パラメータの選び方によって、その選択すべき適切なパラメータが自動的に決定されるような従属的な測定パラメータ群で、損失係数（D）、Q係数、等価直列抵抗/コンダクタンス（ESR/G）、リアクタンス/サセプタンス（X/B）、インダクタンス/キャパシタンス（L/C）、位相角（ $\theta$ ）を含みます。D、Q、ESRとGはインダクタンスまたはキャパシタンス測定において選択します。X、B、LとCは抵抗測定を行なう場合に合わせて選択することができます。これらのディスプレイB・パラメータのうち、スラッシュ（/）で組み合わせられたものは、測定等価回路の選び方に関係があります。ディスプレイAとディスプレイB・パラメータの選択可能な組み合わせは表3-1に示されています。表3-2は各々の測定パラメータについて一般式を示します。二重の機能をもったESR/G、X/B、およびL/Cの操作キーは測定等価回路が並列（）であるか直列等価回路（）であるかによってその機能が決まります。適切な操作キーを容易に判別することができ

るように、直列等価回路キーと合わせて選択できるESR、XとLの操作キーは明るいグレーのラベルで機能を表わします。ディスプレイB・パラメータについての測定値は表面パネル中央上部のDISPLAY Bに表示されます。

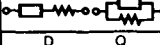
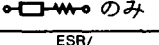















ディスプレイ A	ディスプレイ B			
	 のみ		 のみ	
L 	D 	Q 	ESR/ 	/G 
C 	D 	Q 	ESR/ 	/G 
R 			X/ 	L/ 
Z  		$\theta$ 		



表3-1 測定パラメータの選択

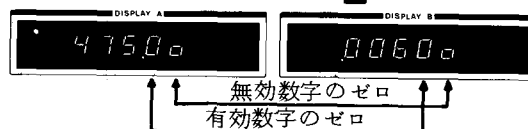
### 3-10. 表示部

3-11. 2つの大型の表示部とユニークな第3の表示部が測定値と、併せてその測定条件を表示します。

DISPLAY Aはインダクタンス、キャパシタンス、抵抗、インピーダンスの測定値を最大6桁の数字、小数点、単位で表示します。もしも不適当な操作や試料の接続方法の誤りのために測定ができない場合には、OF、UF、Errなどの文字が現われて、正しい測定を行なうための注意を促します。


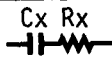
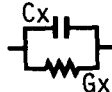
DISPLAY Bはインダクタンスまたはキャパシタンス測定においてその従属測定パラメータである損失係数、Q係数、等価直列抵抗またはコンダクタンスを、抵抗測定においてリアクタンス、サセプタンス、インダクタンスまたはキャパシタンスを、またインピーダンス測定においては位相角を表示します。DISPLAY Bの最大6桁の表示は、もしディスプレイA・パラメータについて測定が行なわれないときにはブランク（何も表示されない）になります。


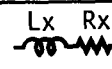
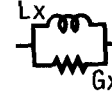
測定値の無効数値にあたる桁にはゼロが表示されます。大きなゼロ（）で表わされる有効数字のゼロと区別するため、無効数字のゼロは小さなゼロ（）で表示されます。


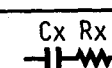
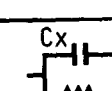
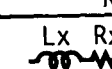
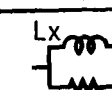


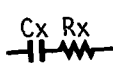
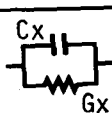
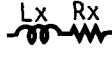
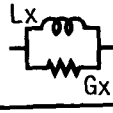
#### 記

無効数字のデータとは、測定結果の不確かさによる意味のない数値のことをさします。

C 	DISPLAY A		DISPLAY B				
	C	Z	D	Q	ESR	G	$\theta$
	Cx	$\sqrt{\frac{1}{\omega^2 Cx^2} + Rx^2}$	$\omega Cx Rx$	$\frac{1}{\omega Cx Rx}$	Rx	—	$-\tan^{-1}\left(\frac{1}{\omega Cx Rx}\right)$
	Cx	$\frac{1}{\sqrt{\omega^2 Cx^2 + Gx^2}}$	$\frac{Gx}{\omega Cx}$	$\frac{\omega Cx}{Gx}$	—	Gx	$-\tan^{-1}\left(\frac{\omega Cx}{Gx}\right)$

L 	DISPLAY A		DISPLAY B				
	L	Z	D	Q	ESR	G	$\theta$
	Lx	$\sqrt{\omega^2 Lx^2 + Rx^2}$	$\frac{Rx}{\omega Lx}$	$\frac{\omega Lx}{Rx}$	Rx	—	$\tan^{-1}\left(\frac{\omega Lx}{Rx}\right)$
	Lx	$\frac{\omega Lx}{\sqrt{1 + \omega^2 Lx^2 Gx^2}}$	$\omega Lx Gx$	$\frac{1}{\omega Lx Gx}$	—	Gx	$\tan^{-1}\left(\frac{1}{\omega Lx Gx}\right)$

R 	DISPLAY A		DISPLAY B				
	R	Z	X	B	L	C	$\theta$
	Rx	$\sqrt{Rx^2 + \frac{1}{\omega^2 Cx^2}}$	$\frac{1}{\omega Cx}$	—	—	—	$-\tan^{-1}\left(\frac{1}{\omega Cx Rx}\right)$
	Rx	$\frac{Rx}{\sqrt{1 + \omega^2 Cx^2 Rx^2}}$	—	$\omega Cx$	—	Cx	$-\tan^{-1}(\omega Cx Rx)$
	Rx	$\sqrt{\omega^2 Lx^2 + Rx^2}$	$\omega Lx$	—	Lx	—	$\tan^{-1}\left(\frac{\omega Lx}{Rx}\right)$
	Rx	$\frac{\omega Lx Rx}{\sqrt{Rx^2 + \omega^2 Lx^2}}$	—	$-\frac{1}{\omega Lx}$	—	—	$\tan^{-1}\left(\frac{Rx}{\omega Lx}\right)$

Z				
Z	$\sqrt{\frac{1}{\omega^2 Cx^2} + Rx^2}$	$\frac{1}{\sqrt{\omega^2 Cx^2 + Gx^2}}$	$\sqrt{\omega^2 Lx^2 + Rx^2}$	$\frac{\omega Lx}{\sqrt{1 + \omega^2 Lx^2 Gx^2}}$
$\theta$	$-\tan^{-1}\left(\frac{1}{\omega Cx Rx}\right)$	$-\tan^{-1}\left(\frac{\omega Cx}{Gx}\right)$	$\tan^{-1}\left(\frac{\omega Lx}{Rx}\right)$	$\tan^{-1}\left(\frac{1}{\omega Lx Gx}\right)$

$$Z = R + jx = |Z| (\cos \theta + j \sin \theta), \quad |Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$$

表3-2 測定パラメータの計算式

表面パネル右上の FREQUENCY / TEST SIG LEVEL ディスプレーは試料に加えられる測定信号の電圧、電流、または測定周波数の設定値を表示します。3桁の数字で表わされるこれらのデータは測定条件の調整、記録やモニタに便利です。測定信号電流をモニタしているとき、非常に低いインピーダンスの試料を測定端子に接続した場合には、OF(Over-Flow)が表示されることがあります。

### 3-12. 測定信号

3-13. 0.01%の周波数精度をもつ10点の測定周波数が選択できます。表3-3に標準測定周波数点と測定信号レベルの可変範囲を示します。測定周波数は FREQUENCY STEP ボタンによって 10 kHz から 10 MHz まで 1-2-4 ステップで選択します。設定した周波数は FREQUENCY / TEST SIG LEVEL ディスプレーに3桁の数字で示されます。4275Aの特長であるマルチ・フリクエンシー測定は、2点までオプションの周波数を追加することによって一層拡張することができます。

測定信号は正弦波で、OSC LEVEL ツマミと3つの MULTIPLIER ボタンによって、1 mV から 1 Vrms までの任意の振幅(レベル)に設定することができます。高いレベルの測定信号は一般のキャパシタ、抵抗器、また通常そのような高レベルで動作するインダクタなどの測定に用います。低レベルの測定信号は低電力で動作する微小な部品や非直線インピーダンス素子、特に半導体素子の測定に適しています。さらに、適当な測定信号レベルと周波数を測定パラメータにとり、動作条件の変化による部品の値の変化や特性をグラフに表わすことができます。

	MULTIPLIER の 設 定	OSC LEVEL の 可 変 範 囲
測定信号 レベル	× 0.01	1 mV ~ 10 mV
	× 0.1	10 mV ~ 100 mV
	× 1	100 mV ~ 1 V
測定周波数	10.0 kHz, 20.0 kHz, 40.0 kHz, 100 kHz, 200 kHz, 400 kHz, 1.00 MHz, 2.00 MHz, 4.00 MHz, 10.0 MHz	

表3-3 測定信号レベルと周波数

### 記

周波数やMULTIPLIER, またはOSC LEVELの設定を変えた場合は、測定信号が安定になるまで、次の時間がかかります。

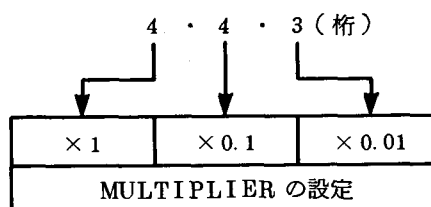
コントロール		安定時間
MULTIPLIER	× 1	200 ms
	× 0.1	
	× 0.01	1000 ms
OSC LEVEL		3 s
Frequency		200 ms

試料を接続してTEST SIG LEVEL CHECK ボタンを押すと、実際に試料に加わる測定信号電圧または電流値が FREQUENCY / TEST SIG LEVEL ディスプレーに自動的にレンジが選ばれて表示されます。V または mA ボタンを押している間、測定信号レベルが表示されています。その間試料の測定は中断され、押しボタンが解除されるまで前回の測定値が継続して表示されています。測定信号をモニタしながらその値を試料が実際に動作する状態に近づけることができ、この方法で試料の実動作条件に基づいた測定データが得られます。このことは回路設計などのそのような測定データを必要とする目的に大変役立ちます。

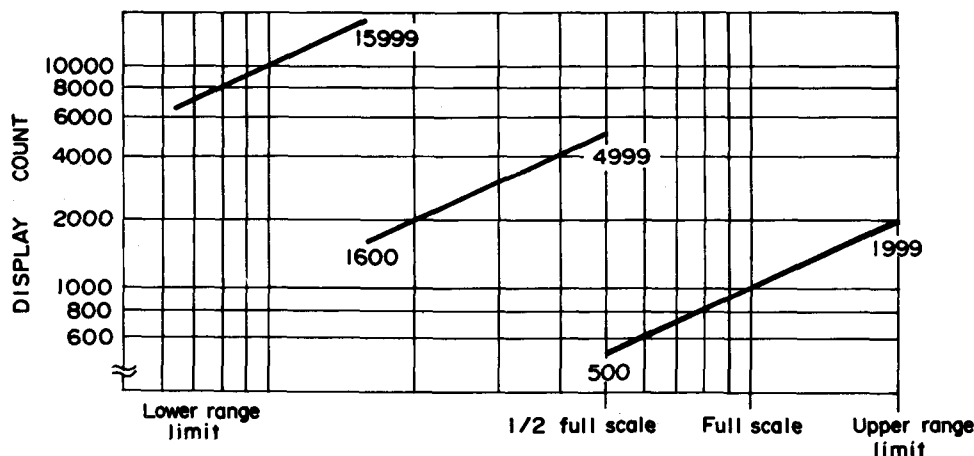
### 3-14. 測定レンジ

3-15. 4275Aは各々の測定パラメータについて最小から最大測定値までを基本的に8レンジでカバーします。キャパシタンスとインダクタンス測定では測定レンジは周波数によって変わり、全測定範囲は9レンジにわたります。各レンジは最大100000カウントのフルスケールについて、100%のオーバーレンジ(最大199999カウント)があります。表3-4は並列と直列等価回路において選択できる測定レンジと測定値の表示桁数を示します。LCR RANGE が AUTO に設定された時、最適なレンジが自動的に選ばれます。MANUAL レンジ・モードでレンジの手動選択ができます。ディスプレー B・パラメータ測定は完全に自動的にレンジが選ばれます。もしレンジの設定が不適当であると、OF(Over Flow)またはUF(Under Flow)が DISPLAY A または DISPLAY B に表示されます。

1 から 7 までの表は 4275A の測定パラメータのそれぞれについて表示される測定値の有効桁数を示します。表中で 3 つの数字による組み合わせは、その測定レンジと周波数の範囲における表示桁数を表わします。そして組み合わせられた数字のそれぞれは、次のように測定信号レベルの MULTIPLIER の設定 ( $\times 1$ ,  $\times 0.1$ ,  $\times 0.01$ ) に対応した表示桁数を表わしています。



MULTIPLIER が  $\times 1$  の設定で 3 桁表示の測定レンジでは、測定値がフルスケールよりも小さい場合に、表示桁数が自動的に増加します (下図を参照してください)。



例えば 1000 nF のキャパシタンス測定レンジでは、測定結果は 500 nF から 1999 nF まで 3-1/2 桁で、160.0 nF から 499.9 nF まで 4 桁で、測定レンジの下限から 159.99 nF まで 4-1/2 桁で表示されます (測定レンジが変わるのではなく、分解能が高められます)。従って 3 桁表示の測定レンジにおいて、実質的に 4 桁表示のレンジに相当する測定精度と分解能が得られます。MULTIPLIER を  $\times 0.1$  または  $\times 0.01$  に設定した場合も同様の表示方法がとられます。

1 から 7 までの表には表示桁数を示す数字の下にライン (アンダーライン) を添えて、このような方法で測定値を表示するレンジを区別しています。

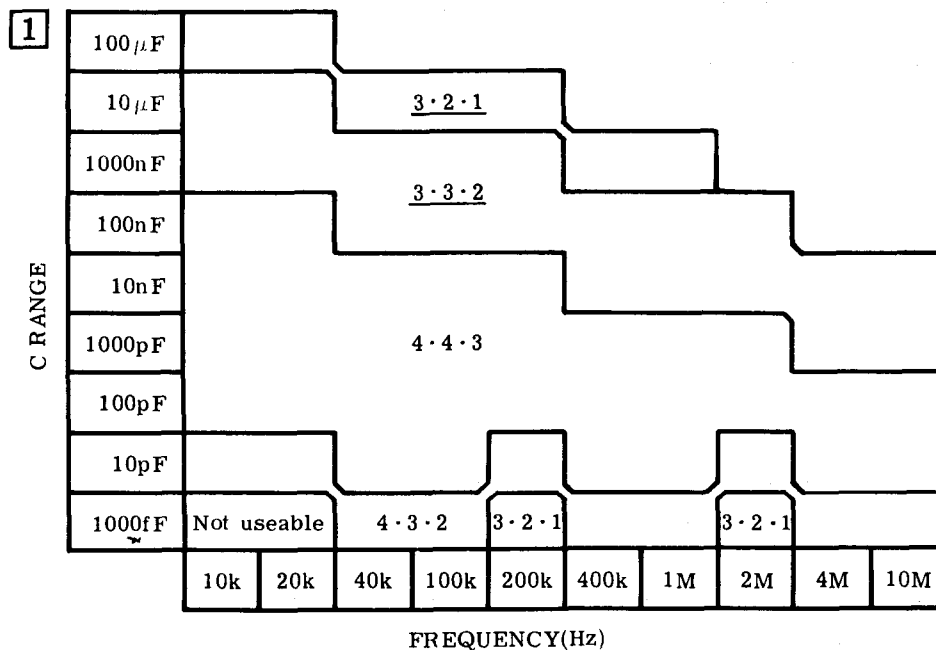
#### 記

3 桁表示の測定レンジでは表示される測定値は原理的にその測定パラメータの逆数を測定することによって得られています。そのため (選択したレンジ内で) 小さな測定値について測定分解能が高くなります。この利点を生かして高精度で有効な測定データを得るために表示桁数を自動的に変化させています。

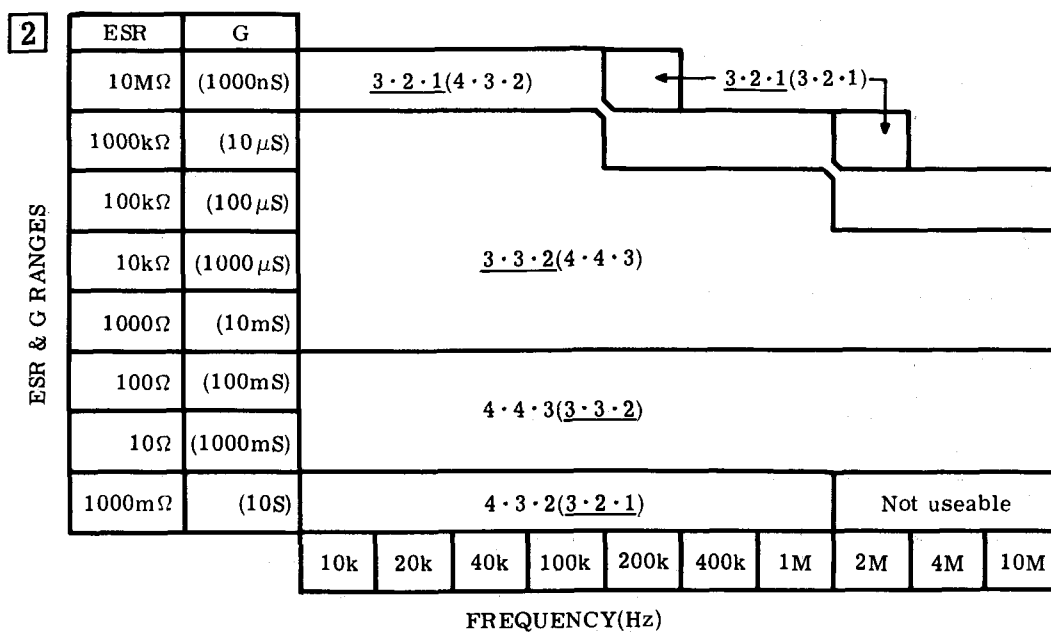
表 3-4 測定レンジと最大表示



C-D, C-Q測定 of C表示有効桁数



C-ESR測定 of ESR表示有効桁数    C-G測定 of G表示有効桁数



ESRとG測定レンジはC測定レンジに応じて自動的に選ばれます。

( )内の数字はG測定に適用します。

表3-4 測定レンジと最大表示

L-D, L-Q測定 of L表示有効桁数

**3**

L RANGE	100H	<u>3・2・1</u>									
	10H										
	1000mH										
	100mH										
	10mH				<u>3・3・2</u>						
	1000 $\mu$ H										
	100 $\mu$ H				4・4・3						
	10 $\mu$ H				4・3・2						
	1000nH				4・3・2						
	100nH				Not useable						
		10k	20k	40k	100k	200k	400k	1M	2M	4M	10M

FREQUENCY(Hz)

L-ESR測定 of ESR表示有効桁数    L-G測定 of G表示有効桁数

4

ESR & G RANGES

ESR	G										
10MΩ	(1000nS)	<u>3 · 2 · 1</u> (4 · 3 · 2)									
1MΩ	(10μS)										
100kΩ	(100μS)										
10kΩ	(1000μS)	<u>3 · 3 · 2</u> (4 · 4 · 3)									
1000Ω	(10mS)										
100Ω	(100mS)	4 · 4 · 3( <u>3 · 3 · 2</u> )									
10Ω	(1000mS)										
1000mΩ	(10S)	4 · 3 · 2( <u>3 · 2 · 1</u> )							Not useable		
		10k	20k	40k	100k	200k	400k	1M	2M	4M	10M

FREQUENCY(Hz)

ESRとG測定レンジはL測定レンジに応じて自動的に選ばれます。  
 ( )内の数字はG測定に適用します。

表3-4 測定レンジと最大表示(つづき)

R - L / C 測定の C 表示有効桁数

5	100 $\mu$ F										
	10 $\mu$ F	<u>3 · 2 · 1</u>									
	1000nF	<u>3 · 3 · 2</u>									
	100nF										
	10nF										
	1000pF	4 · 4 · 3									
	100pF										
	10pF										
	1000fF	Not useable	4 · 3 · 2		*			*			
		10k	20k	40k	100k	200k	400k	1M	2M	4M	10M
FREQUENCY(Hz)											

C 測定レンジは R 測定レンジの設定に応じて自動的に選ばれます。  
\* 使用できないレンジです。

R - L / C 測定の L 表示有効桁数

6	L RANGE	100H	<u>3 · 2 · 1</u>									
		10H										
		1000mH										
		100mH										
		10mH	<u>3 · 3 · 2</u>									
		1000 $\mu$ H										
		100 $\mu$ H	4 · 4 · 3									
		10 $\mu$ H										
		1000nH	4 · 3 · 2									
		100nH	Not useable							Not useable		
		FREQUENCY(Hz)										
10k	20k	40k	100k	200k	400k	1M	2M	4M	10M			

L 測定レンジは R 測定レンジの設定に応じて自動的に選ばれます。

表 3 - 4 測定レンジと最大表示 (つづき)

$|Z|-\theta$ ,  $R-X/B$ ,  $R-L/C$  測定 の  $R$ ,  $|Z|$ ,  $X$ ,  $B$  表示有効桁数

7 R, X,  Z  & B RANGES	B	RX Z										
	1000nS	10MΩ	<u>3・2・1</u>									
	10μS	1000kΩ										
	100μS	100kΩ										
	1000μS	10kΩ	<u>3・3・2</u>									
	10mS	1000Ω										
	100mS	100Ω	<u>4・4・3</u>									
	1000mS	10Ω										
	10S	1000mΩ	<u>4・3・2</u>								Not useable	
			10k	20k	40k	100k	200k	400k	1M	2M	4M	10M
FREQUENCY(Hz)												

表 3-4 測定レンジと最大表示(つづき)

TEST SIG LEVEL CHECK 機能の電圧、電流測定レンジは MULTIPLIER の設定（電流測定では LCR |Z| のレンジにも依る）によって自動的に選ばれます。表 3-5 に測定信号電圧、電流の測定レンジが示されています。

	測定信号レベル	
	V	mA
測定範囲	0.00 ～ 約 1.00	.0 ～ 約 20.0
	.000 ～ .100	.00 ～ 2.00
	.000 ～ 0.010	.000 ～ .200

表 3-5 測定信号レベル・モニタのレンジ

### 3-16. 等価回路モード

3-17. あるインピーダンス素子は抵抗性素子とリアクタンス性素子の直列または並列回路であるような簡単な等価回路で表わすことができます。この直列と並列等価回路は、それらの等価回路素子（例えば抵抗とキャパシタンス）の値を適当に決めることにより、選択した測定周波数で同じインピーダンスをもつことができるので、どちらの等価回路を用いてもそれぞれについて正しい測定結果が得られます。測定等価回路は CIRCUIT MODE キーによって選べます。CIRCUIT MODE キーを AUTO に設定すると 4275 A は自動的に測定パラメータとレンジの設定に適した直列または並列等価回路を選択します。等価回路を操作ボタンによって（手動で）選ぶことにより、LCR |Z| DQ と  $\theta$  の全レンジでどちらの等価回路モードでも測定が行なえます。

3-18. 直列等価回路における測定値と並列等価回路で得られる測定値とは異なっています。この測定値の違いは試料の損失係数に関係します。もし直列抵抗および並列コンダクタンスが存在しなければ、明らかに 2 つの等価回路は全く同じです。

しかし、並列等価回路で測定された試料の値は損失係数を考慮した簡単な変換式によって、直列等価回路の測定値と関係づけられます（表 3-6 を参照してください）。

図 3-3 はさまざまな損失係数の値について並列と直列等価回路パラメータの関係を示します。例えば損失係数 0.5 の 1000 pF の並列等価回路キャパシタンス ( $C_p$ ) は、同じ損失係数をもつ 1250 pF の直列等価回路キャパシタンス ( $C_s$ ) に等しくなります。図 3-3 からわかるように、損失係数が 0.03 よりも小さい場合には、どちらの等価回路を用いて測定してもキャパシタンスやインダクタンスの値は

ほとんど同じです。損失係数は同じ周波数ならばどちらの測定等価回路についても同じ値です。

測定等価回路は試料の実際の等価回路に近似するように選ばれるべきです。しかし一般の部品について適切な測定等価回路を合理的に選択する基準はないようです。通常は直列等価回路は低インピーダンスの試料に、並列等価回路は高インピーダンスの試料の測定に用いられます。例えばセラミック・コンデンサのような小容量キャパシタは、並列コンダクタンスが損失係数の主要要素です。一方、電解コンデンサのような大容量キャパシタは、リード抵抗、電極抵抗、誘電損などの等価直列抵抗が損失係数の主要要素です。中間インピーダンスの試料についても同様に考えられますが、等価回路の的確な選択の基準にはなりかねます。図 3-4 は試料の値と適当な測定等価回路の大きな関係を示します。

測定等価回路を選択する妥当な方法は、試料を試しに測定した結果から試料の実際の等価回路を推定することです。損失係数の周波数に関する依存性からこれを推定することができます。直列キャパシタンス損失の損失係数はより高い周波数で増加します。並列損失は逆の傾向をもちます。インダクタンスについても同様に考えられます。それゆえ適当な測定等価回路は、希望する測定周波数における損失係数測定値とその周波数に近い他の周波数において得られた損失係数値を比較することによって決められます。





等価回路	損失係数	他の等価回路 への変換
C 	$D = \frac{1}{2\pi f C_p R_p} = \frac{1}{Q}$	$C_s = (1 + D^2) C_p$ $R_s = \frac{D^2}{1 + D^2} R_p$
		$D = 2\pi f C_s R_s = \frac{1}{Q}$ $C_p = \frac{1}{1 + D^2} C_s$ $R_p = \frac{1 + D^2}{D^2} R_s$
L 	$D = \frac{2\pi f L_p}{R_p} = \frac{1}{Q}$	$L_s = \frac{1}{1 + D^2} L_p$ $R_s = \frac{D^2}{1 + D^2} R_p$
		$D = \frac{R_s}{2\pi f L_s} = \frac{1}{Q}$ $L_p = (1 + D^2) L_s$ $R_p = \frac{1 + D^2}{D^2} R_s$

表 3-6 損失係数の計算式

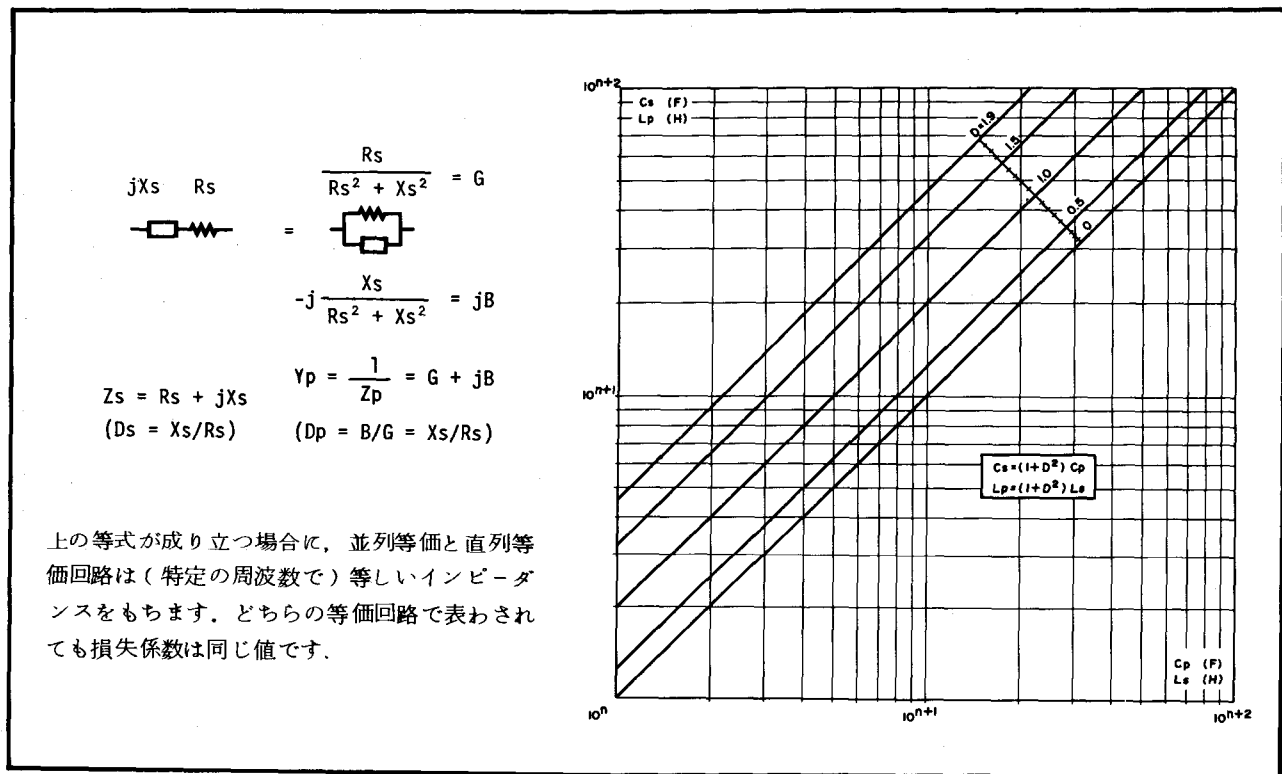


図3-3 並列等価と直列等価との変換

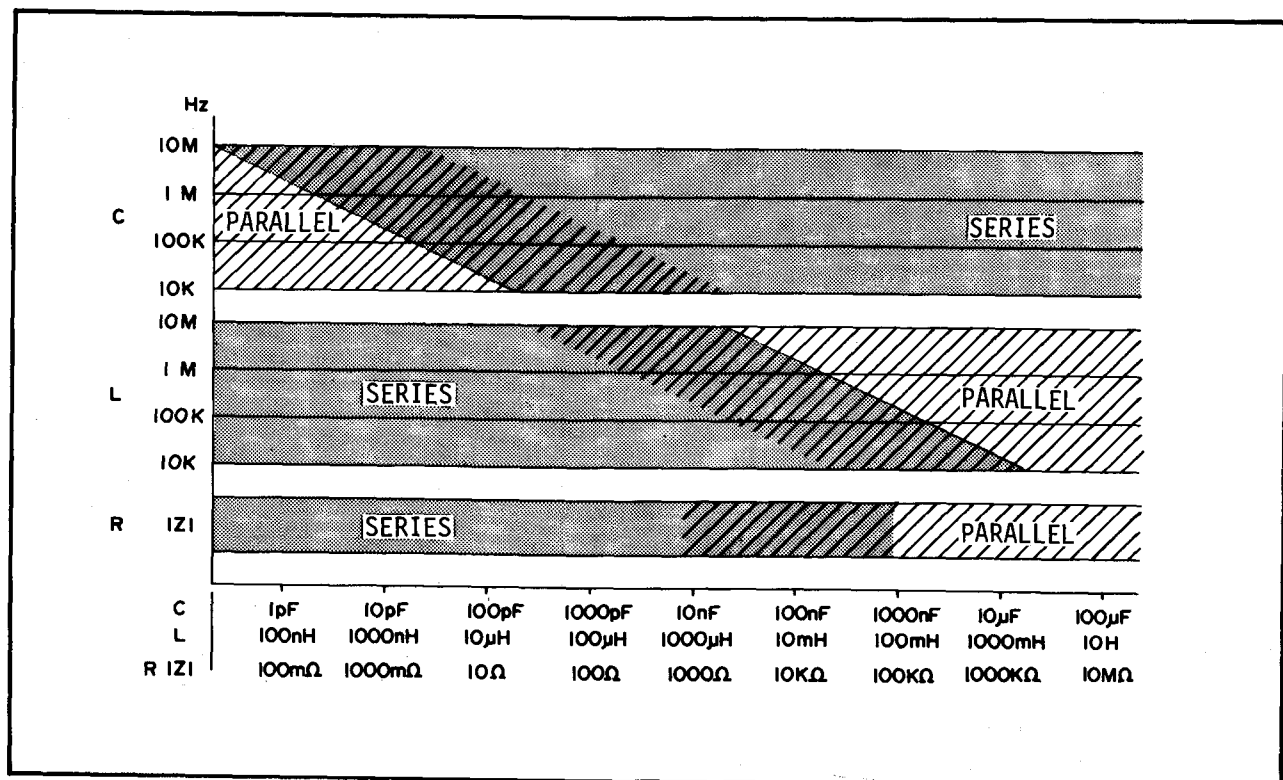


図3-4 並列等価と直列等価の適用範囲（概略）

### 3-19. 初期自動ファンクション・テスト

3-20. 4275Aは電源が投入された直後にすべての自動測定プログラム（記憶内容）に誤りがないことを検査するための自己診断を自動的に行ないます。この診断の間、検査にパスしたことを意味する文字Pを左から右へ順番に5文字表示します。



文字Pの表示が左から右へ進行します。


ブランク

記

もしも診断結果Pの表示が不完全であると、その機器は正常に動作しないかもしれません。その場合はYHPのサービス部で機器の検査を受けてください。

### 3-21. 自動初期設定

3-22. 測定を容易にする便利な機能の1つに自動初期設定があります。電源投入後、表面パネルのコントロール機能は自動的に次のように設定されます。

DISPLAY A ..... C  
 LCRZ RANGE ..... AUTO  
 Deviation measurement ..... off  
 DISPLAY B ..... D  
 CIRCUIT MODE ..... AUTO (  )  
 HIGH RESOLUTION ..... off  
 SELF TEST ..... off  
 TRIGGER ..... INT  
 Frequency ..... 1.00 MHz  
 MULTIPLIER .....  $\times 1$

この初期設定は広範囲のキャパシタンス試料に適した一般的なキャパシタンス測定に用いられる設定です。使用するテストフィクスチャについてZEROオフセット調整（3-29項参照）を行なった後、キャパシタンスは通常ただ単に試料をテストフィクスチャに接続するだけで測定できます。インダクタンス、抵抗またはインピーダンスも適切なL、Rまたは|Z|ボタンを押すことによって測定することができます。異なった測定を行なうには適当なボタンを押し、希望する測定パラメータを選びます。

### 3-23. 測定端子

3-24. 試料を接続するための端子には、4275Aは高周波において高確度を要求される測定に大きな利点をもつ4端子対構成の測定端子を採用しています。一般の端子構成による測定回路にありがちな相互誘導や浮遊容量、その他の接続方法上避けられない残留パラメータ要素は、周波数が高くなるほど測定に大きな影響を与えます。4端子対構成の測定ではこのような効果による測定確度の限界を取り除いて、容易に安定で正確な測定が行なえます。この4端子対測定を行なうには、4端子対測定用に設計されたテストフィクスチャやケーブルを用いなければなりません。

UNKNOWN端子はH<sub>CUR</sub>（ハイ・カーレント）、H<sub>POT</sub>（ハイ・ポテンシャル）、L<sub>POT</sub>（ロー・ポテンシャル）、L<sub>CUR</sub>（ロー・カーレント）の4つの端子から成り立ちます。カーレント端子は試料に測定信号を流すための端子です。ポテンシャル端子は試料を流れた測定信号の電圧降下（試料に加えられた測定信号電圧）を検出する端子です。ハイ側とは内部信号源から供給される駆動電圧を表わします。4端子対測定回路を構成するために、H<sub>CUR</sub>とH<sub>POT</sub>、L<sub>POT</sub>とL<sub>CUR</sub>の端子をそれぞれ相互に接続し、またすべてのシールドを図3-5に示すように接続します。4端子対測定の原理を図3-6に示します。一見して、この構成はガードを伴って拡張された4端子測定法のようなようです。まさしく4端子対測定は、低インピーダンス測定における4端子測定法の利点を持ちながら、高インピーダンス測定に必要なシールドの効果も兼ね備えています。4端子対測定法のきわ立った特徴は、シールド導体が測定信号の帰路になっていることです。測定ケーブルの中心導体とシールド導体に方向が逆で大きさの等しい電流が流れますから、ケーブル導体のまわりに外部磁界を生じません（中心導体とシールド導体を流れる電流による磁界は互いに完全に打ち

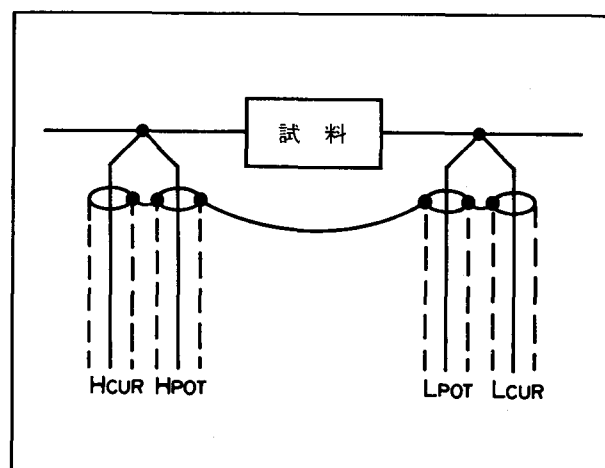


図3-5 4端子対法による試料の接続

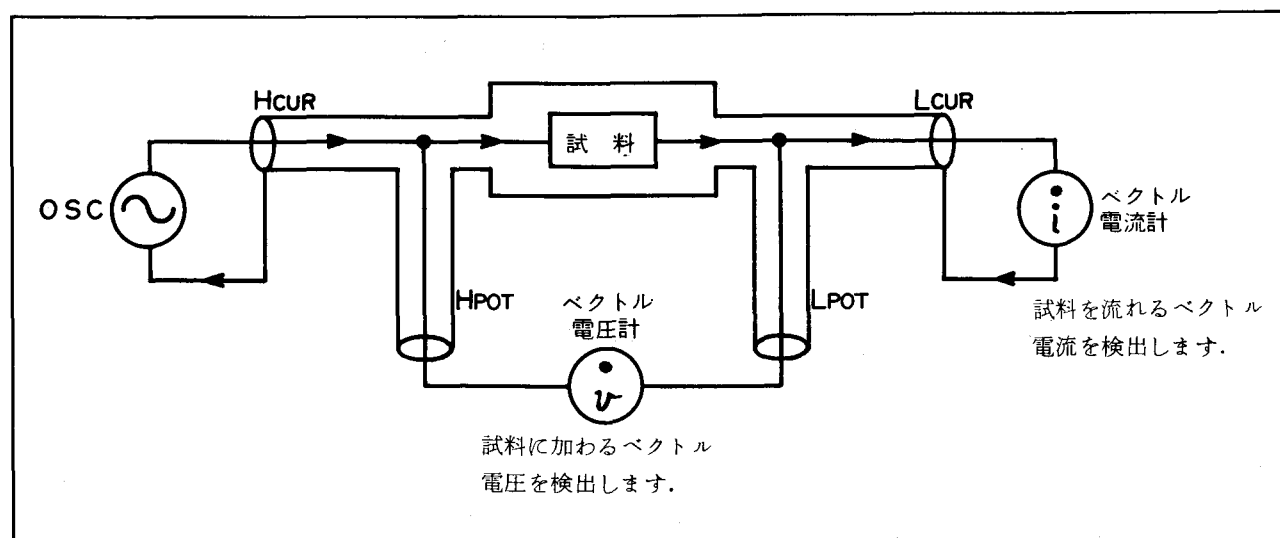


図3-6 4端子対測定法

消し合います）。測定信号電流は誘導磁界を伴いませんから、測定ケーブルの自己インダクタンスやケーブル間の相互インダクタンスがなく、それらに原因する測定誤差が生じません。それゆえ4端子対測定法はテストフィクスチャや測定ケーブルの浮遊容量や残留インダクタンスを最小にして、高い確度で測定を行なうことができます。

## 記

もしも測定ケーブルに残留インダクタンスが存在すると測定に影響を与え、キャパシタンス測定では付加的誤差が測定周波数の2乗に比例して増加します。

## 3-25. 接地された試料の測定

3-26. 接地された端子（ガード端子を除く）を持つ試料は、理論的には通常4275Aで測定されることができません。そのような測定は、例えば接地されたシールド導体をもつ同軸ケーブルの分布容量やシングル・エンデッド増幅器の入出力インピーダンスの測定です。もしも接地された試料を測定端子に接続すると、4275Aはエラー・メッセージや誤った測定結果を表示します。これはいずれかの測定端子が接地されると4275Aのブリッジがバランスすることができないこと、さらに4端子対構成が成り立たなくなることにあります。

## 記

もしもいずれかの測定端子が接地されると、測定ケーブルの中心導体とシールド導体に、4端子対測定の基本条件である相等しい電流が流れなくなります。

この理論的な測定上の制限に反して、4275Aは接地された試料が接続されてもほとんどの場合に測定を行ないます。実際には試料の接地点と4275Aの接地点の間に、ある大きさのインピーダンス（試料のインピーダンスよりも大きいこと）が存在していれば、測定を行なうことができます。それゆえ、例にあげたような測定が可能です。接地された試料の測定は接地インピーダンスに左右されますから、測定確度は仕様で規定されません。また測定を行なえるレンジも制限されます（測定不能のレンジではエラー・メッセージが表示されます）。

## 3-27. 測定ケーブル長の選択

3-28. 伝送線を伝播する信号は図3-7に示すように2点間に位相差があります。この位相差は2点間の距離と伝播信号の波長の比に相当します。それゆえケーブルの長さによって、測定ケーブルは測定信号の伝播損失と位相の変化を生じます。例えば10MHzの測定信号の波長は20mで、1mの標準測定ケーブルの20倍にあたります。そのため測定ケーブル端における測定信号の位相は他の端での位相を基準として約 $18^\circ$ （ $360^\circ \div 20$ ）異なります。測定ケーブルの長さが測定に与える効果と結果的な測定誤差は測定周波数に比例して増加するので、高周波測定においては測定ケーブルの長さを考慮しなければなりません。CABLE LENGTHスイッチは、1mの標準測定ケーブルと測定端子に直接取り付け使用するテストフィクスチャのそれぞれについて測定回路を選択します。標準測定ケーブルを使用する場合には、測定回路を測定ケーブルに適合させて測定誤差を最小にするため、CABLE LENGTHスイッチを「1m」に設定します。テストフィクスチャを直接取り付け使用する場合には「0」に設定します。



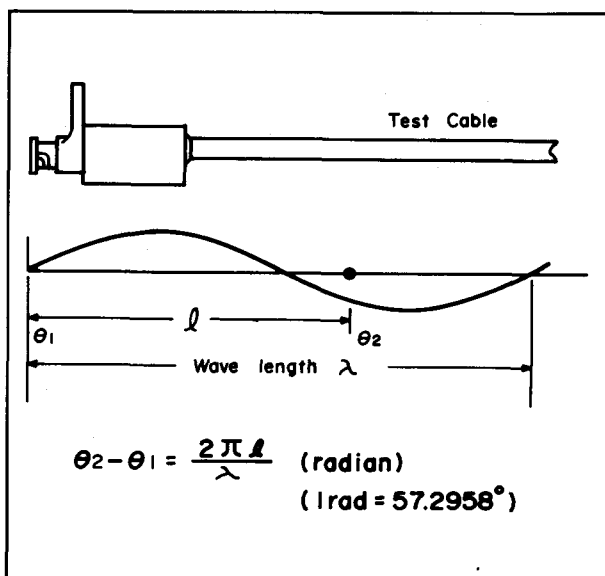


図3-7 測定ケーブルに生ずる位相差

## 記

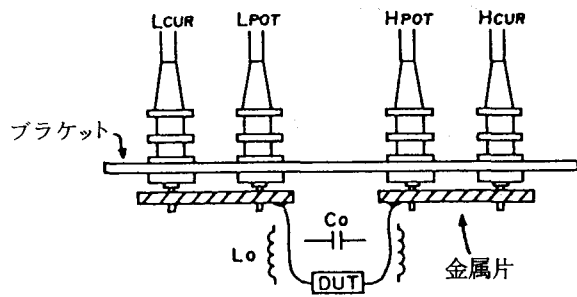
16047B テストフィクスチャを用いる場合には CABLE LENGTH スイッチを「1 m」に設定します。

## 記

もしも測定ケーブルが1 mの標準測定ケーブルよりも短いあるいは長いときには、付加的な測定誤差が測定周波数の2乗に比例して増加し、10 MHz では10 cmの長短について3%になります。測定ケーブルの特性インピーダンスもまた伝播損失と位相差（結果的に測定誤差）に関係しますので、異なったタイプのケーブルを測定ケーブルに用いることは避けなければなりません。必ずYHPの標準測定ケーブルを使用してください。

## 記

1 m測定ケーブル使用時の、周波数4 MHz 以上の追加誤差を最小にするには、次の図に示すように、ケーブル端で低インピーダンスの金属片等を用いて4端子対構造を3端子に変換します。このときの残留誤差、 $L_o$ 、 $C_o$ は図のようになります。ただし、4 MHz ~ 10.7 MHz でのインピーダンス測定（400 nH ~ 3 μH）では、ケーブルは延長せず、本器の UNKNOWN 端子で測定する必要があります。



## 3-29. ゼロ・オフセット調整

3-30. テストフィクスチャはそれぞれに固有の浮遊容量や残留インダクタンス、残留抵抗がありますので、測定結果は測定レンジとこれらの残留パラメータ値の大きさによっては無視できない影響を受けます。4275AのZEROオフセット機能はテストフィクスチャのそのような残留パラメータについて自動的に最適な補償を行ない、測定誤差の増加を最小にします。そのため使用するテストフィクスチャに特有な測定誤差が取り除かれます。次の手順でZERO オフセット調整を行ないます。

## 注意

ZERO オフセット調整を行う前にBIAS表示ランプが点灯していないことを確認してください。もし点灯していれば、裏面パネルにあるDC BIAS スイッチの設定をOFFに切り換えてください。

1. テストフィクスチャまたは測定ケーブルを4275AのUNKNOWN端子に接続して、何も試料を接続しない（開放）状態におきます。
2. 表面パネルの操作ボタンやツマミを操作して希望する測定パラメータ（L、Cなど）、測定周波数、測定等価回路などを選びます。  
測定信号レベルを最大にします。
3. ZERO OPEN ボタンを押します。4275Aは自動的にC-G（キャパシタンスーコンダクタンス）測定モードになります。測定周波数の表示が10 MHz から10 kHzまで順次に移り変わり、DISPLAY Aには自動オフセット調整中であることを表わす「CAL」の文字が表示されます。ボタンを押してから約5秒後にオフセット機能は解除されて、選択した測定周波数における浮遊容量と残留コンダクタンスの測定値が一瞬間表示され、第2の手順で選択した設定に戻ります。
4. テストフィクスチャまたは測定ケーブルをきわめてインピーダンスの低い短絡板を用いて成端（短絡）します。
5. ZERO SHORT ボタンを押します。4275Aは自動的にL-ESR（インダクタンスー等価直列抵抗）測定モードになります。第3の手順と同様に測定周波数の表示が順番に移り変わり、「CAL」の文字が表示されます。約5秒後には選択した測定周波数における残留インダクタンスと残留抵抗の測定値が一瞬間表示され、第2の手順で選択した設定に戻ります。これで正確な測定を行なう用意ができました。

記

小さな値の試料を高確度で測定するため高分解能モードでZERO オフセット調整を行なった場合は、「CAL」の文字が約15秒間表示されます。

これ以後に行なう測定では、使用しているテストフィクスチャまたは測定ケーブルに存在する浮遊容量、残留インダクタンス、コンダクタンス、抵抗分について測定値が常に自動的に補正されます。測定を行なうたびに4275Aは記憶している残留パラメータ値から適切な補償値を計算して、残留パラメータに原因する誤差を測定値から取り除きます。ZEROオフセット調整が可能な残留パラメータ値の範囲は次のとおりです。

キャパシタンス……………最大 20 pFまで  
インダクタンス……………最大 2000 nHまで  
抵抗……………最大 500 mΩまで  
コンダクタンス……………最大 5 μSまで

もしもオフセット調整を行なわない場合には、次のような2種類の測定誤差を生じます。

1. 単純な付加的誤差

測定値は試料の値と残留パラメータ値との和になり、測定値が小さいほど誤差が大きくなります。

$$C_m = C_x + C_{st}$$

$$L_m = L_x + L_{res}$$

$$R_m = R_x + R_{res}$$

$$G_m = G_x + G_{res}$$

ここで添え字は次の意味をもちます。

m : 測定値                      res : 残留インダクタンス,  
x : 試料の値                      残留抵抗, または  
st : 浮遊容量                      残留コンダクタンス

残留抵抗と残留コンダクタンスは付加的損失として測定値に含まれるので、損失係数とQ係数の測定にも影響を与えます。

2. 大容量測定と大きなインダクタンスの測定への影響。

大きなインダクタンス(大容量)を測定する場合にも残留パラメータは測定誤差を生じます。浮遊容量と残留インダクタンスが測定に与える影響は下表のようになります。

浮遊容量……………	大きなインダクタンスの測定
残留インダクタンス……………	大容量測定

これらの測定誤差は測定周波数の2乗に比例して増加します。残留パラメータの影響を図3-8に示します。1 MHz 測定で測定誤差を0.1%以下に抑えるには、 $C_x$ と $L_{res}$ の積( $L_x$ と $C_{st}$ の積)は $25 \times 10^{-18}$  (F・H)以下でなければなりません。残留パラメータ値と測定精度との関係を図3-9に示します。

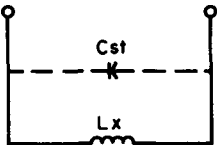
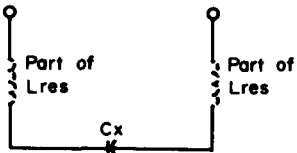
	<p>浮遊容量が存在する場合に測定されるインダクタンスは次の式で表わされます。</p> $L_m \approx \frac{L_x}{1 - \omega^2 L_x C_{st}}$ <p>または <math>\left[ \frac{L_m - L_x}{L_m} \approx \omega^2 L_x C_{st} \right]</math></p>
	<p>残留インダクタンスが存在する場合に測定される容量値は次の式で表わされます。</p> $C_m \approx \frac{C_x}{1 - \omega^2 C_x L_{res}}$ <p>または <math>\left[ \frac{C_m - C_x}{C_m} \approx \omega^2 C_x L_{res} \right]</math></p>

図3-8 残留パラメータの影響

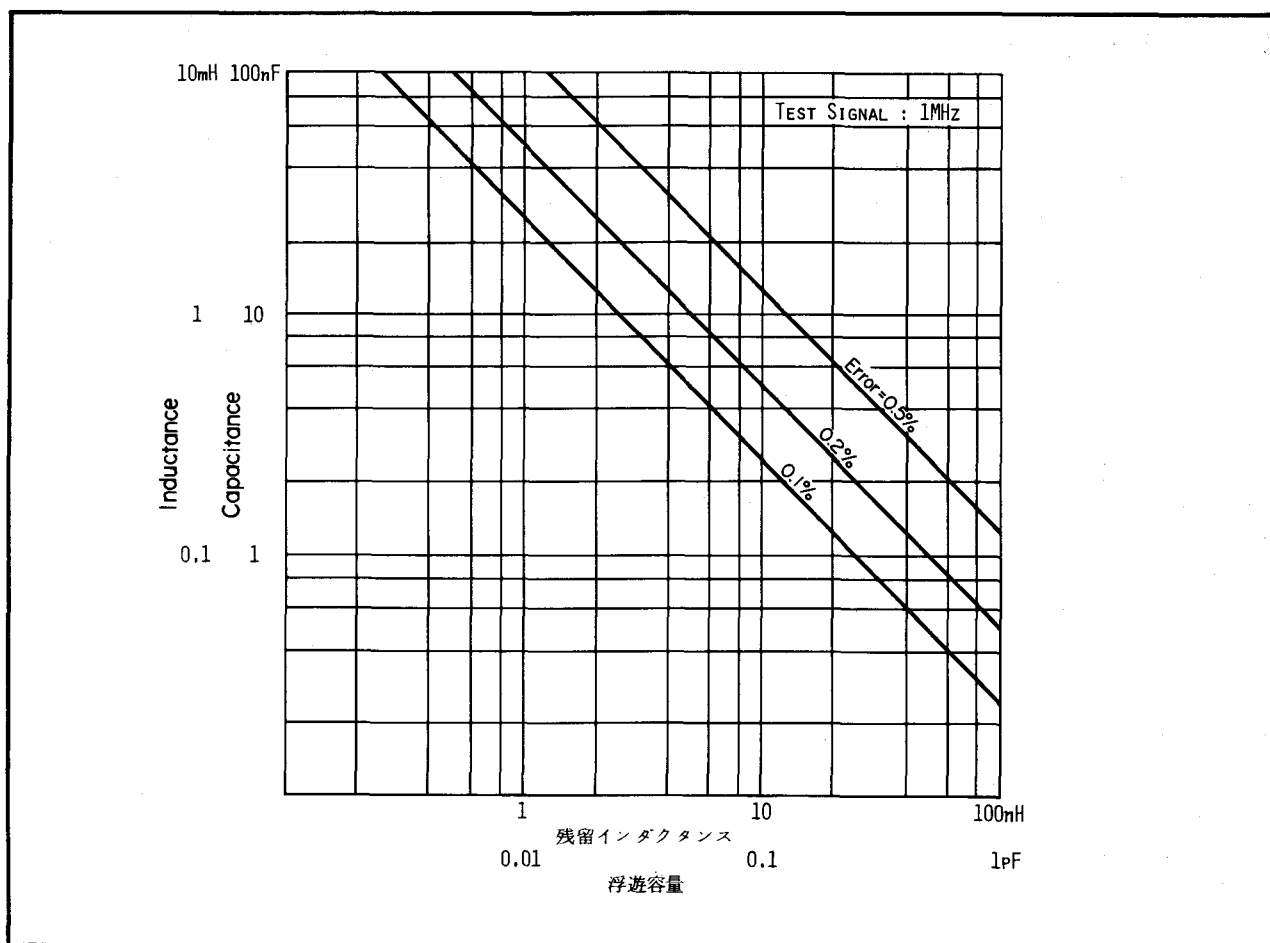


図3-9 残留パラメータと測定精度との関係

## 記

ZERO オフセット調整は、任意の1点の周波数でも行え、使用可能周波数範囲があまり広くないテスト・フィクスタ(16034B, 16047B等)を使用する際に有効です。以下の手順を実行すると、ある1点でのZERO オフセット調整が行えます。

1. 測定を行う周波数に設定します。
2. SELF TEST キーを押します。
3. ZERO OPEN, またはZERO SHORT ボタンを押します。ZERO 調整中、ディスプレイAに“CAL”と表示されます。
4. SELF TEST キーを押して、セルフ・テストを解除します。
5. HP-IB によって、ZERO オフセット調整を実行します。ZERO OPENの実行には“&9ZO”コマンドを送り、ZERO SHORTの実行には“&9ZS”コマンドを送ります。

## 3-31. 実際の測定回路

3-32. 試料をUNKNOWN 端子に接続する測定回路は、実際には測定される試料の一部になります。測定端子と試料の間の測定回路に存在するさまざまな寄生インピーダンスは測定に影響します。これらの望ましくない寄生インピーダンスは、試料に直列や並列の抵抗性やリアクタンス性の要素として存在します。図3-10に寄生パラメータ（通常は残留パラメータと呼ばれる）を含む測定回路の等価回路モデルを表わします。残留インピーダンスのリアクタンス性要素は、高い周波数において測定に大きな影響を与えます。4275A に用いられた4端子対測定法では、測定回路の残留インピーダンスが非常に小さくなっています。けれども一般に部品や素子は2端子ですから、4端子対構成を試料の近くで2端子構成に変換しなければなりません。さらに試料をテストフィクスチャに接続することによって新しく他の浮遊容量が測定回路に現われます。図3-11は部品のリードの周囲に現われるそのような浮遊容量を示します。

測定等価回路（図3-10）において  $L_o$  は試料のリードの残留インダクタンスを表わします。 $R_o$  はリードの抵抗を、 $G_o$  は試料のリード間のコンダクタンスを、そして  $C_o$  は図3-11に示した浮遊容量を表わします。一般に特定の高い周波数で  $L_o$  は試料のキャパシタンスと共振（直列共振）

し、 $C_o$  は試料のインダクタンスと共振（並列共振）します。そのため試料のインピーダンスは図3-12に示すように、共振峰に相当するいくつかの極値をもちます。測定信号電流の位相は共振周波数のまわりの広い周波数範囲にわたって変化するので、 $L_o$  と  $C_o$  が存在することによる測定誤差を生じます。この共振に原因する測定誤差は（共振周波数以下で）測定周波数の2乗に比例して増加し、理論的に次の式で近似することができます。

$$C \text{ の測定誤差} \approx \omega^2 L_o C_x \cdot 100 \quad (\%)$$

$$L \text{ の測定誤差} \approx \omega^2 C_o L_x \cdot 100 \quad (\%)$$

ここで、 $\omega = 2\pi f$  ( $f$ : 測定周波数),

$C_x$ : 試量の容量値

$L_x$ : 試料のインダクタンスです。

低い周波数では  $L_o$  と  $C_o$  はそれぞれ測定されるインダクタンス値とキャパシタンス値に単純に加わる測定誤差になります。これらの測定誤差は（テストフィクスチャ等の残留パラメータについて補償をするための）オフセット調整によって完全には取り除くことができません。なぜならば、 $L_o$  と  $C_o$  は測定される試料に特有な値であるからです。これらの値は部品のリードの長さや試料とテストフィクスチャとの距離によります。測定結果はそれゆえ、試料を接続した状態のもとで存在する寄生インピーダンスを含んだ実質的な試料の値であるといえます。

	<p>測定されるインピーダンス <math>R_m + jX_m</math> は次の式で表わされます。</p> $R_m = \frac{R(1 + RG_o) + GoX^2}{(1 - \omega CoX + RG_o)^2 + (\omega RCo + GoX)^2} + R_o$ $jX_m = j \left\{ \frac{X(1 - \omega CoX) - \omega CoR^2}{(1 - \omega CoX + RG_o)^2 + (\omega RCo + GoX)^2} + \omega L_o \right\}$
	<p>リード・インピーダンスが C-G 測定に与える影響</p> $C_m \approx C_x(1 + \omega^2 L_o C_x - 2R_o G_x - L_o G_x^2 / C_x)$ $G_m \approx G_x(1 + 2\omega^2 L_o C_x - R_o G_x + \omega^2 R_o C_x^2 / G_x)$
	<p>浮遊アドミタンスが L-ESR 測定に与える影響</p> $L_m \approx L_x(1 - 2G_o R_x + \omega^2 C_o L_x - C_o R_x^2 / L_x)$ $R_m \approx R_x(1 - G_o R_x + 2\omega^2 C_o L_x + \omega^2 L_x^2 G_o / R_x)$

図3-10 寄生インピーダンスを含む等価回路

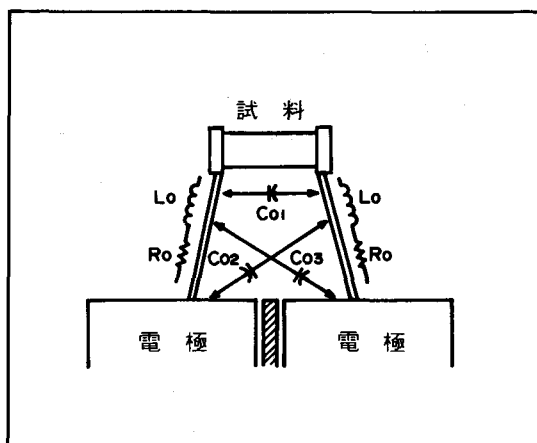


図3-11 試料に固有な寄生インピーダンス

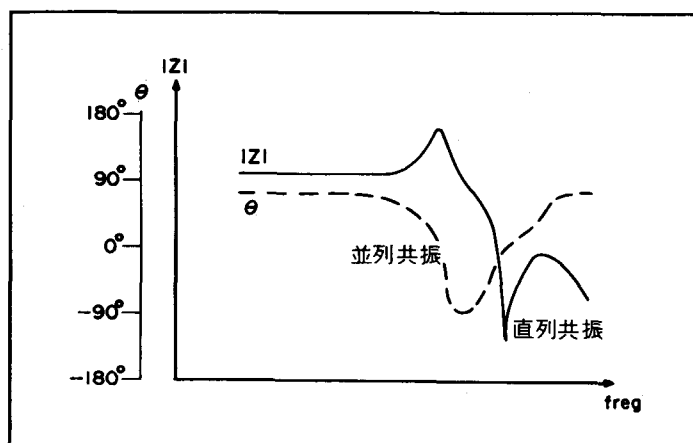


図3-12 試料の共振(例)

### 3-33. 試料の特性と測定値

3-34. 測定される試料の抵抗性やリアクタンス性のパラメータ値は常にそれぞれの公称値に近いとは限りません。ある種の電気的効果は測定される値を大きく変化させることがあります。測定値は、よく知られた導体の表皮効果やインダクタの強磁性体コアについての一般的性質、またコンデンサの強誘電体材料に特有な性質のように、電磁気的な効果のためにその値が変化する要素を含んでいます。ここでは部品のリアクタンス性パラメータ要素(L, Cなど)の相互作用による効果を考えてみましょう。

部品や素子のインピーダンスは図3-13に示すように、複素座標上のベクトルで表現されます。このベクトル表現では、実効抵抗と実効リアクタンスはインピーダンス・ベクトル $|Z|$ の $\theta$ の実数軸(R)と虚数軸( $jx$ )への投影になり、次のように表わされます。

$$Re = |Z| \cos \theta$$

$$Xe = |Z| \sin \theta$$

$$\text{損失係数}(D) = \frac{\cos \theta}{\sin \theta} = \frac{1}{\tan \theta}$$

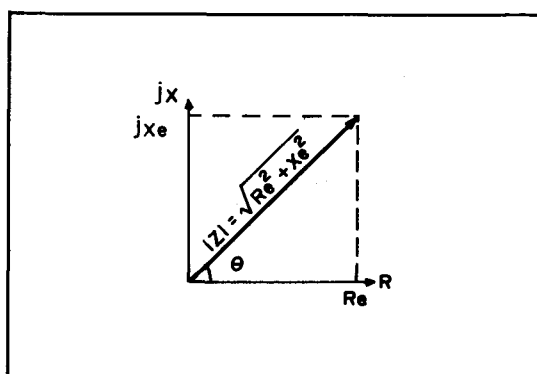


図3-13 インピーダンスのベクトル表現

ここで、Re：実効抵抗

Xe：実効リアクタンス

Z：インピーダンス( $Re + jXe$ )です。

位相角 $\theta$ が変化すると、上の定義に従ってReとXeも変化します。測定パラメータL, C, R, Dなどもインピーダンス・ベクトルに関する部品の表現ですから、位相角 $\theta$ はそれらの値を左右します。そのような例として、インダクタの自己共振周波数の近くにおけるインダクタンスと損失係数を調べてみましょう。図3-14にインダクタの等価回路を示します。インダクタンス $Lx$ は分布容量 $Co$ と周波数 $fo$ において共振します。動作周波数が共振周波数に近づくと、ベクトル・インピーダンスの位相角 $\theta$ は $0^\circ$ に近づきます(ベクトルはR軸に近づきます)。それゆえインダクタンスは減少し、抵抗(損失)は増加します。共振周波数 $fo$ では、このインダクタは純粋な抵抗になります。たとえこのインダクタが直流において理想的に抵抗がゼロであっても、共振によって実効抵抗が増加します。そのため損失係数は共振点のまわりの周波数で急激に変化します。

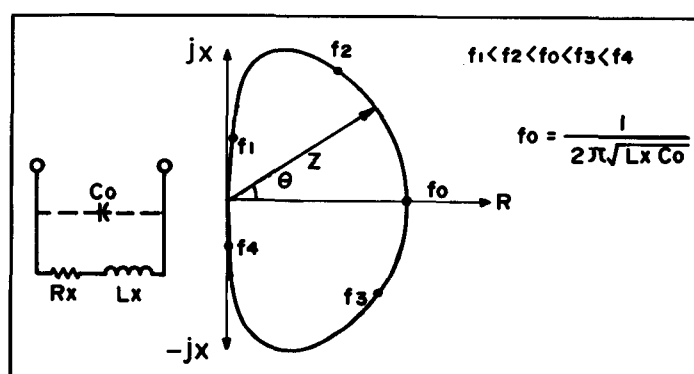


図3-14 共振によるベクトル・インピーダンスの変化

## 3-35. 測定精度

3-36. 4275Aの測定精度は図3-15のグラフに示されています。グラフからの精度の読みは、与えられた測定条件のもとで測定値の最大誤差（カウント）を表わします。測定値は低レベルの測定信号や高い周波数を用いる時には低い精度になります。精度は機器単体について適用され、実際の測定誤差は測定器本体の誤差に、使用するテストフィクスチャや測定ケーブルに特有な誤差が加わります。テストフィクスチャ等に原因する誤差については3-39項に説明があります。4275Aの測定精度は次の測定条件のもとで規定されて（仕様に示されて）います。

1. ウォームアップ： 30分以上
- 2\* 測定信号レベルの設定：
  - MULTIPLIER：  $\times 1$  または  $\times 0.1$
  - OSC LEVEL： 最大位置
3. CABLE LENGTHスイッチの設定： 0
4. ZEROオフセット調整を適切に行なう。
- 5\* 動作環境温度：  $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
6. 有効数字の表示が20カウント以上であること。
7. ノーマル・モードで測定。

記：2\* MULTIPLIERの設定が $\times 0.01$ の場合の測定精度は規定されません。

- 5\*  $0^{\circ}\text{C}$ から $55^{\circ}\text{C}$ までの温度範囲では誤差が2倍になります。

## 3-37. 測定信号レベルの精度

3-38. TEST SIG LEVEL CHECK ボタンを押した時に表示される測定信号電圧および電流の精度は表3-7に示されています（これらの精度は仕様ではなく代表特性です）。測定信号電圧の表示値はOSC LEVELツマミとMULTIPLIER ボタンの設定に通常は近い値です。しかし低インピーダンスの試料（約 $1\text{k}\Omega$ 以下）をUNKNOWN 端子に接続した場合には測定信号電圧は本器の内部インピーダンスのために低下し、実際に試料に加わる信号電圧はOSC LEVELツマミの設定よりも低い値になります。この場合にも表示される電圧または電流値は正しい測定信号レベルです。

高い測定周波数において測定ケーブルを使用する場合には表示される測定信号電圧の精度が低下します。これは測定ケーブルの伝送損失によって試料に加わる測定信号の電圧が小さくなるためです。表3-7に示された $1\text{MHz}$ 以上の測定周波数における精度は、UNKNOWN 端子にテストフィクスチャを直接取り付けた場合の代表特性です。

測定範囲	周波数	精度
電圧 0.001V-1.00V	$<1\text{MHz}$	$\pm(\text{読みの}3\%+1\text{カウント})$
	$\geq 1\text{MHz}$	$\pm(\text{読みの}10\%+2\text{mV})$
電流 0.001mA-10.0mA	$<1\text{MHz}$	$\pm(\text{読みの}3\%+1\text{カウント})$
	$\geq 1\text{MHz}$	$\pm(\text{読みの}10\%+2\mu\text{A})$

表3-7 測定信号レベルの精度

## C-D, C-Q測定 of C 確度

100μF	②												
10μF	⑤	④	②		▨								
1000nF			⑥	⑤	②	▨							
100nF					④	③		▨					
10nF							⑥	⑤	③	▨			
1000pF	⑪	⑫	⑩	⑪	⑫				⑫	①			
100pF							⑩	⑪			⑨	⑮	⑮
10pF			⑦	⑧									
1000fF			⑬	⑭	▨		⑦	⑧	▨		⑰	⑱	
	10 kHz	20kHz	40kHz	100kHz	200kHz	400kHz	1MHz	2MHz	4MHz	10MHz			

—グラフを読むうえでの注意—

- ① グラフはMULTIPLIERを $\times 1$ に設定した場合の確度です。有効表示桁数が同じであれば $\times 0.1$ に設定した場合にも適用します。
- ② グラフ横軸の表示カウント数はDISPLAY Aの読みを表わし、3桁表示レンジでは1000 カウントが、4桁表示レンジでは10000 カウントがフルスケールに対応します。
- ③ 確度表の影のレンジ (3桁表示レンジ) では、フルスケールの $1/2$ 以下の測定値について有効表示桁数 (分解能) が1桁増加するため、許容誤差カウントも増加します。グラフが不連続であるのはこのためです。
- ④ C, L, R,  $|Z|$ ,  $\theta$  測定の確度: C, L, R,  $|Z|$  の表示カウントに対する許容誤差をカウント数で示します。

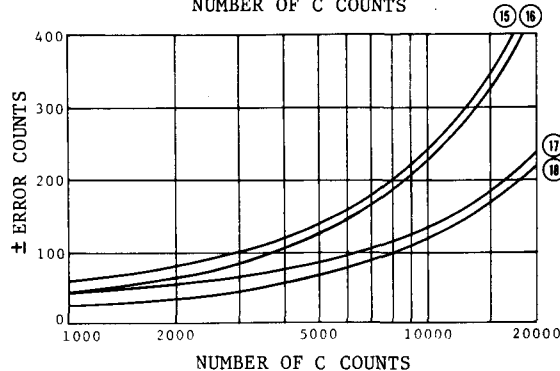
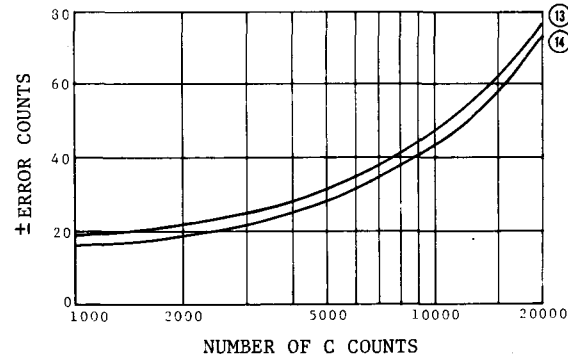
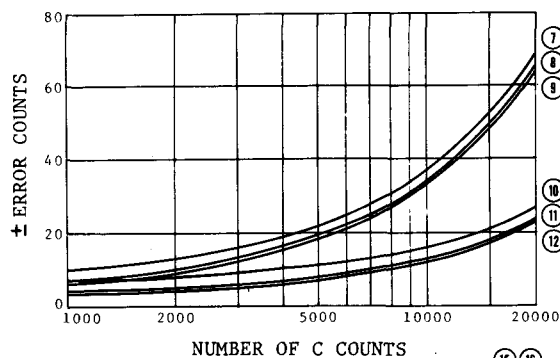
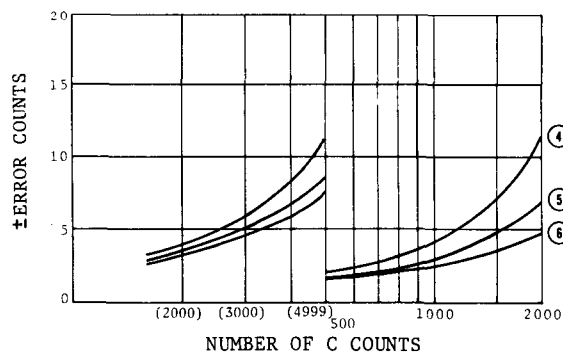
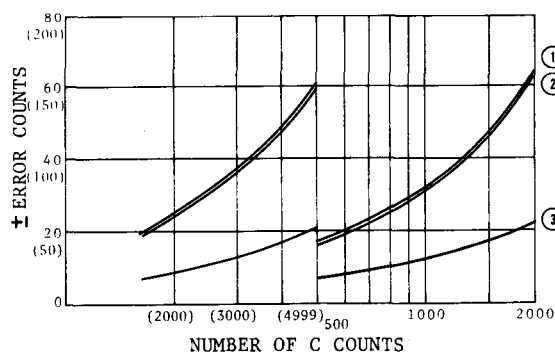


図3-15 測定確度

## C-D測定 of D 確度

100 $\mu$ F	(2)	(1)								
10 $\mu$ F	(8)	(7)	(3)	(2)						
1000nF			(9)	(8)	(1)					
100nF					(7)	(6)	(5)			
10nF						(9)	(8)	(4)		
1000pF	(13)	(14)	(12)	(13)	(14)	(12)	(13)	(14)	(11)	(10)
100pF								(17)		
10pF			(15)	(16)					(19)	(18)
1000fF						(15)	(16)			
	10kHz	20kHz	40kHz	100kHz	200kHz	400kHz	1MHz	2MHz	4MHz	10MHz

—グラフを読むうえでの注意—

- ① グラフはMULTIPLIERを $\times 1$ に設定した場合の確度です。有効表示桁数が同じであれば $\times 0.1$ に設定した場合にも適用します。
- ② グラフ横軸の表示カウント数はDISPLAY Aの読みを表わし、3桁表示レンジでは1000 カウントが、4桁表示レンジでは10000 カウントがフルスケールに対応します。
- ③ D測定の確度：CまたはLの表示カウントに対応するDの読みの%誤差と残留誤差カウントを示します。残留誤差カウントは無効数値のゼロを含みます。

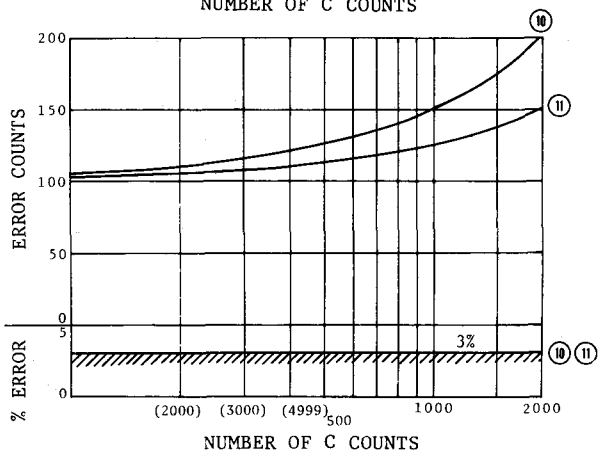
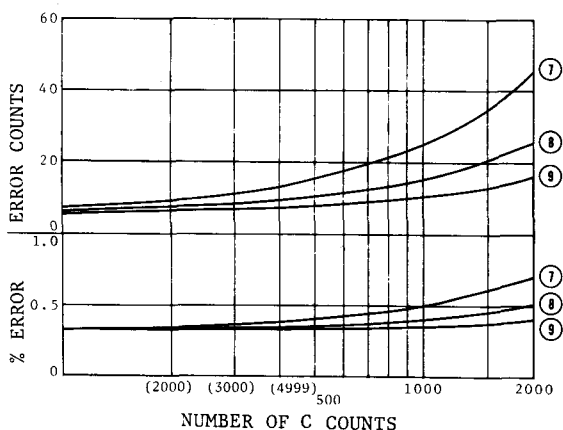
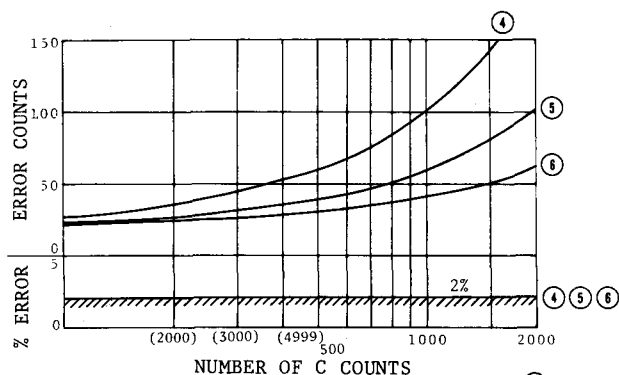
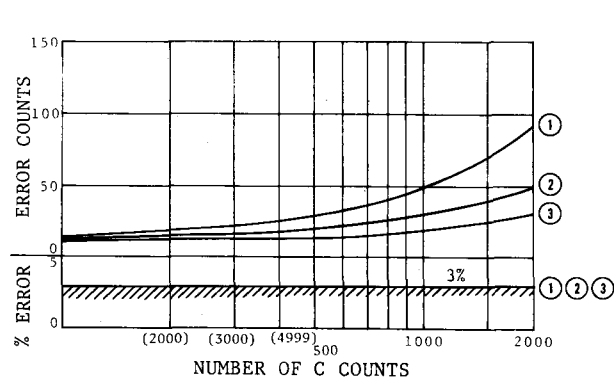


図3-15 測定確度(つづき)



### C-D測定のD確度

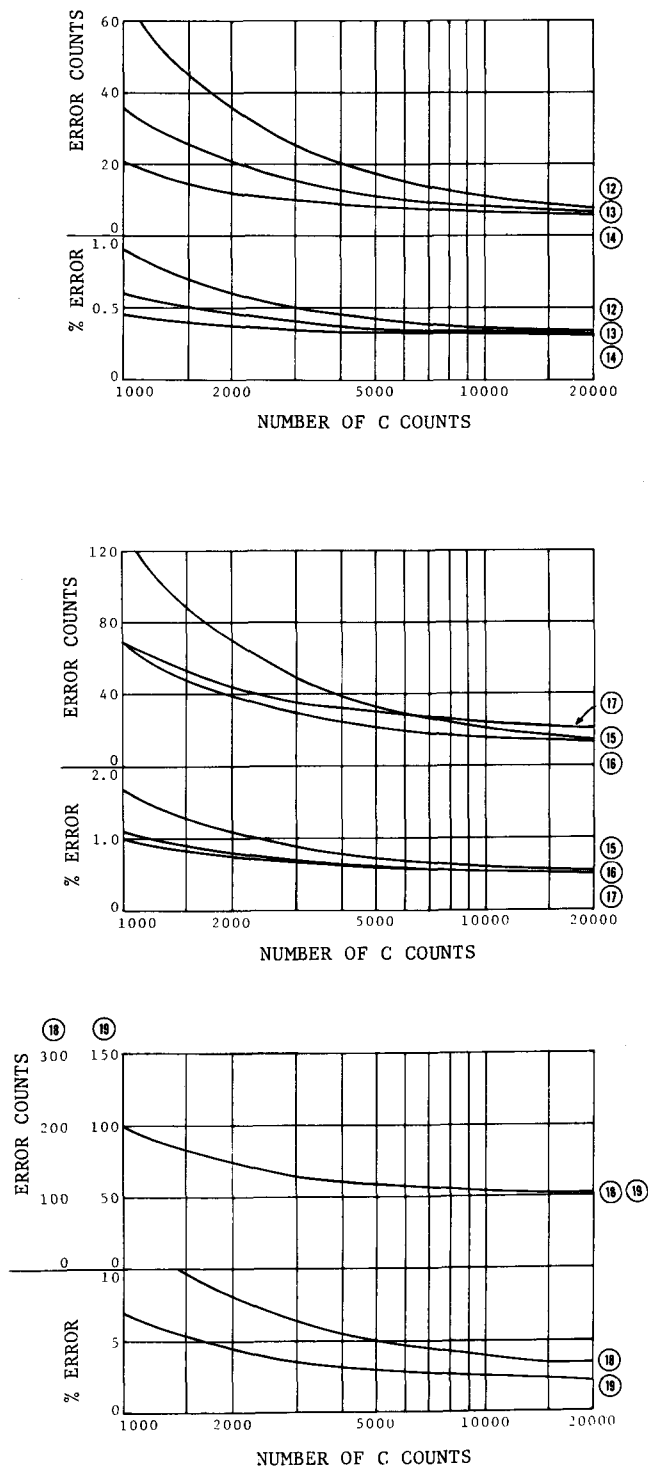


図3-15 測定確度(つづき)

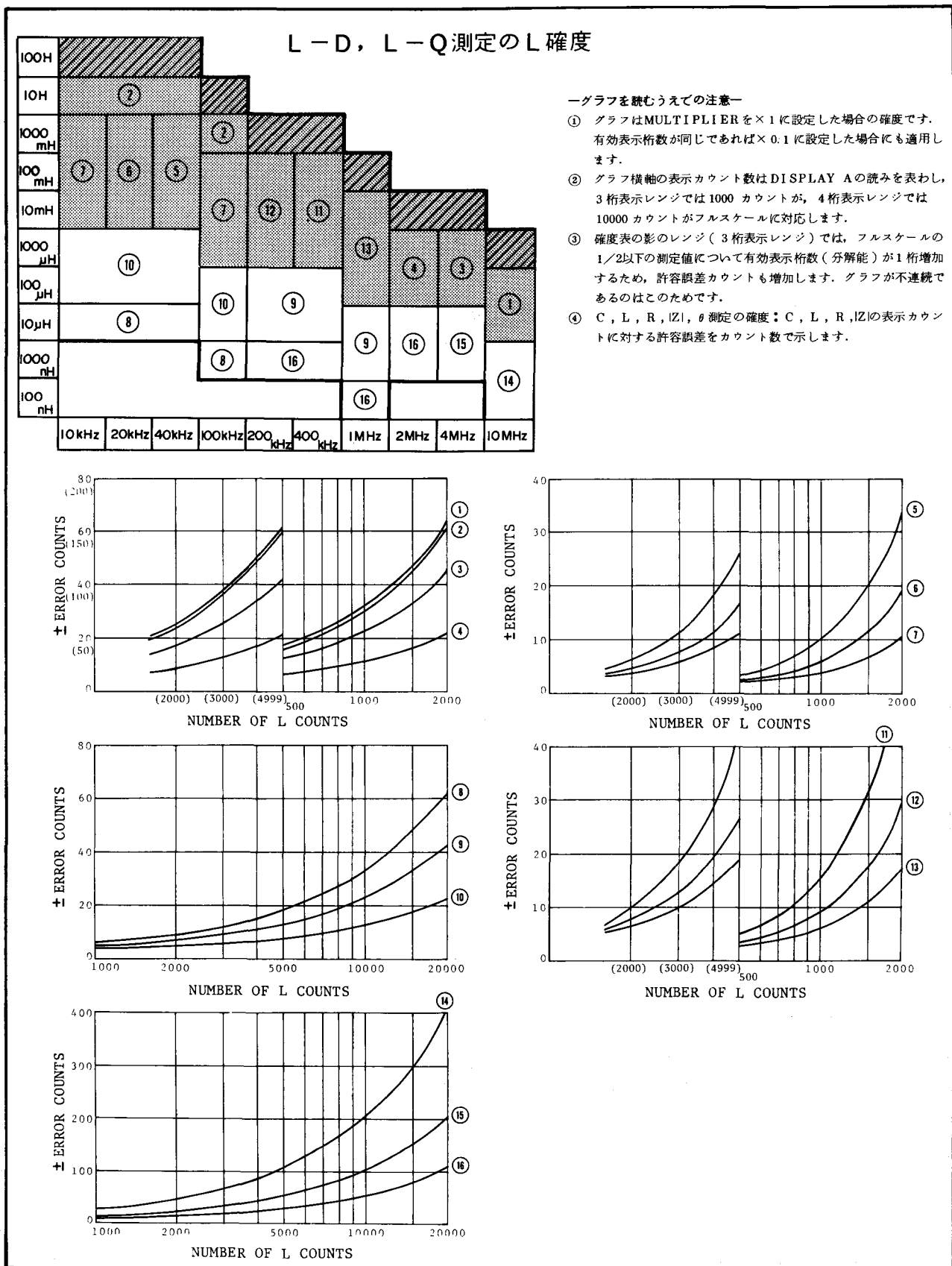
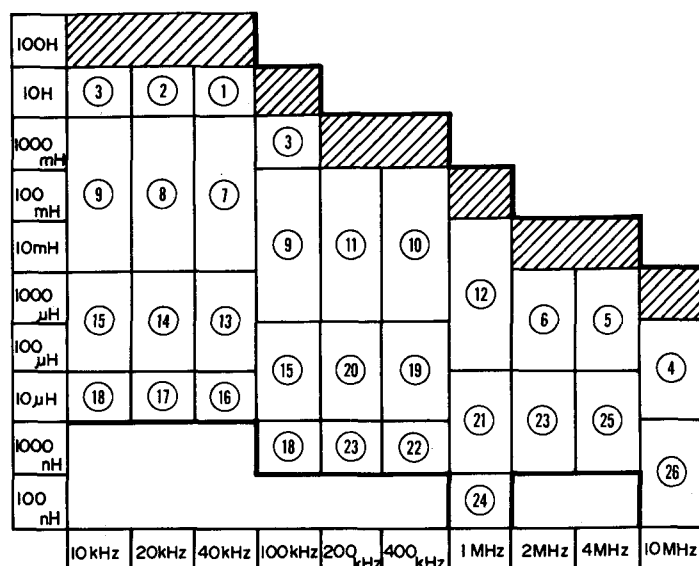


図3-15 測定確度(つづき)

## L-D測定 of D 確度



## —グラフを読むための注意—

- ① グラフはMULTIPLIERを×1に設定した場合の確度です。有効表示桁数が同じであれば×0.1に設定した場合にも適用します。
- ② グラフ横軸の表示カウント数はDISPLAY Aの読みを表わし、3桁表示レンジでは1000カウントが、4桁表示レンジでは10000カウントがフルスケールに対応します。
- ③ D測定の確度：CまたはLの表示カウントに対応するDの読みの%誤差と残留誤差カウントを示します。  
残留誤差カウントは無効数値のゼロを含みます。

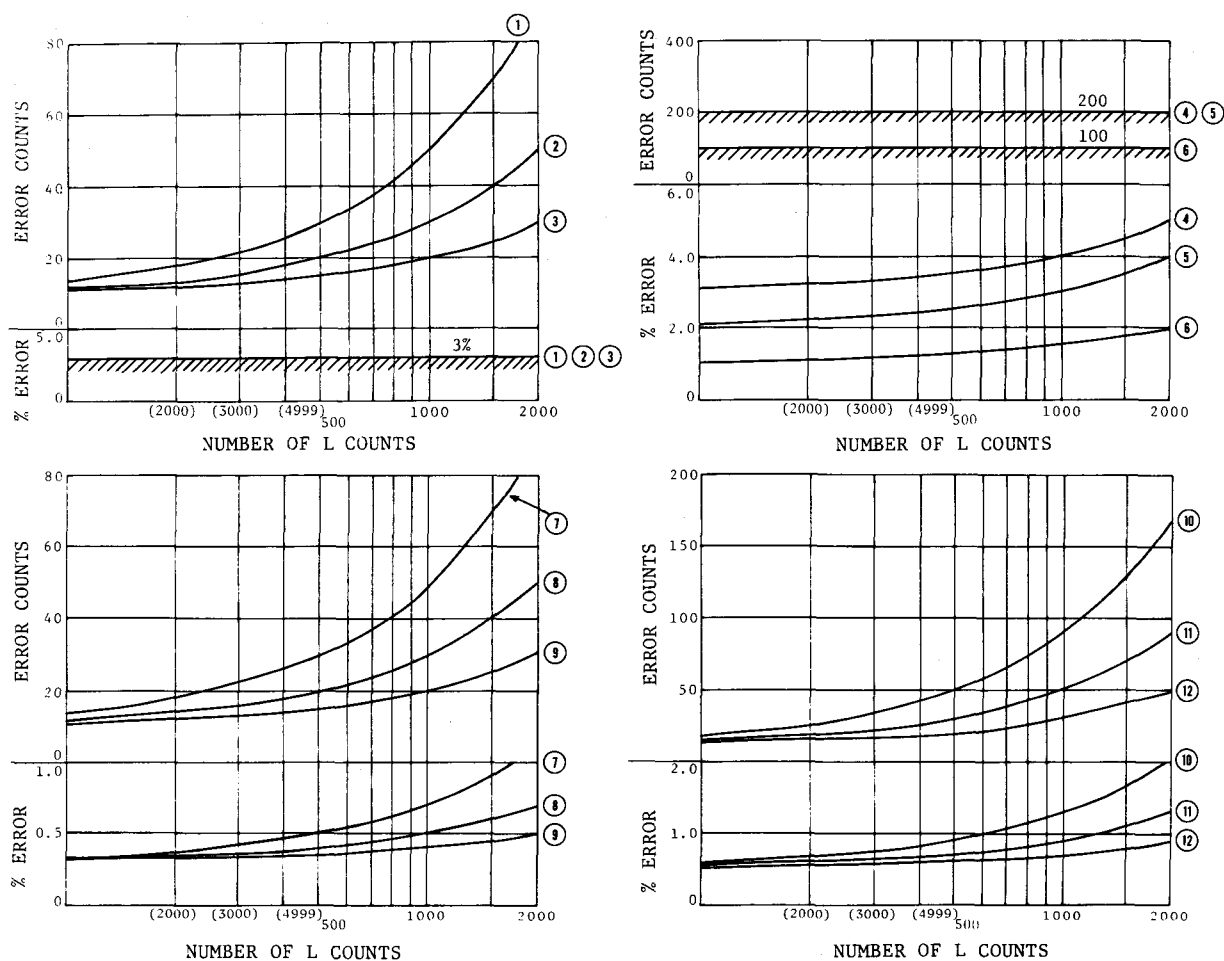


図3-15 測定確度(つづき)

# L-D測定 of D 確度

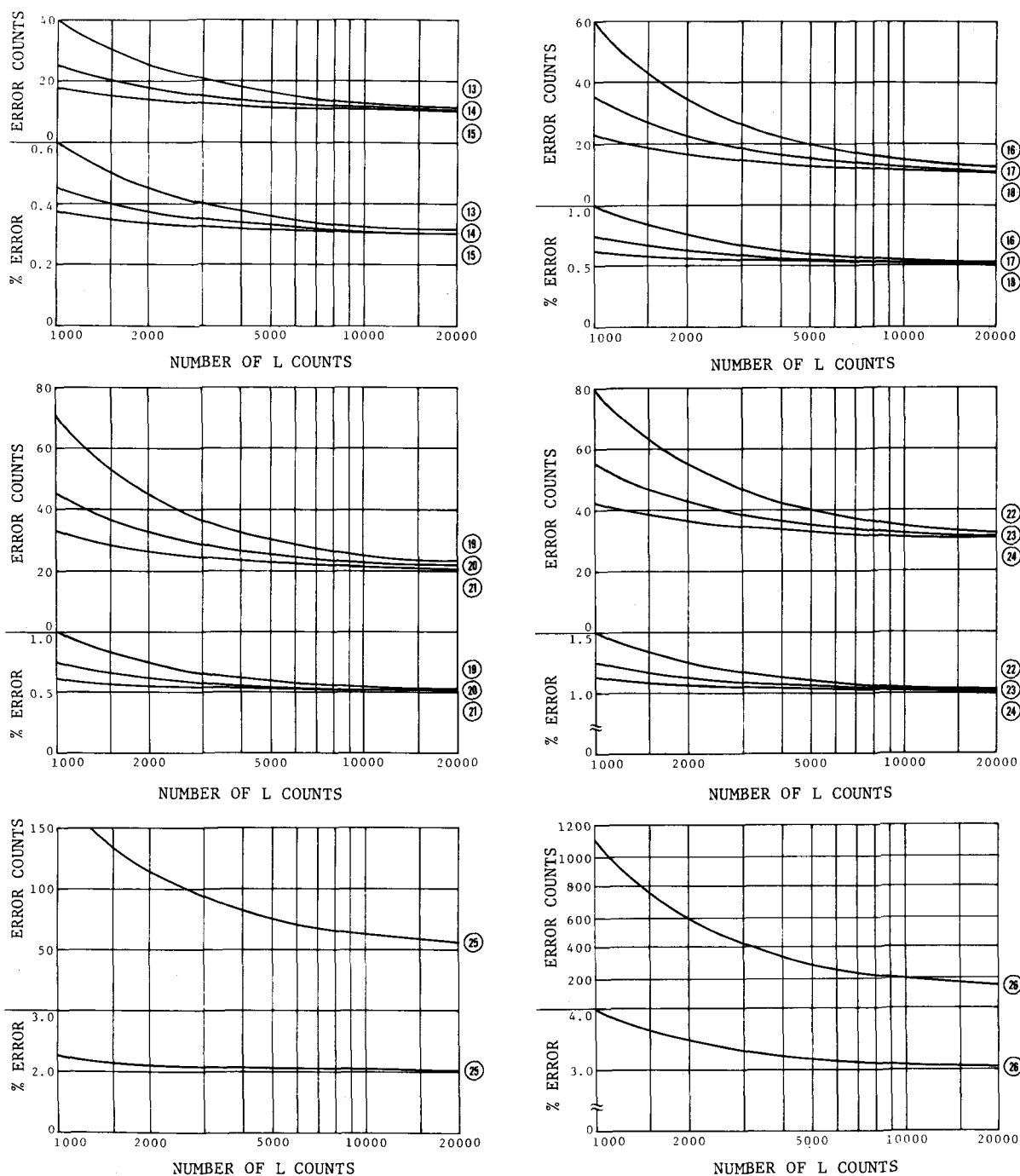
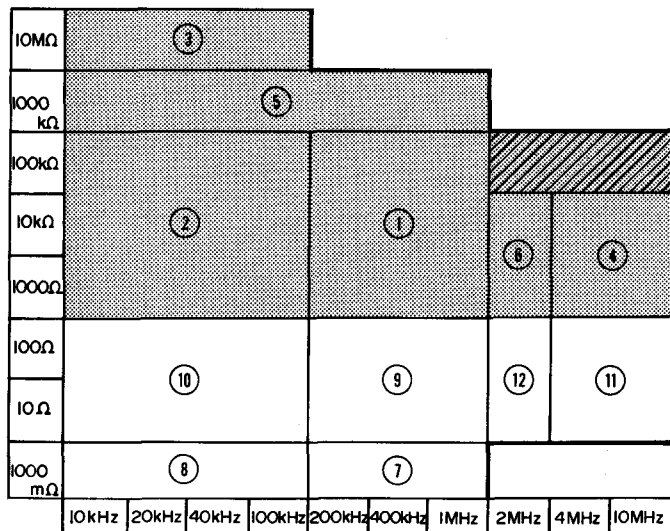


図3-15 測定確度(つづき)

# R-X/B, R-L/C測定 of R 確度



—グラフを読むうえでの注意—

- ① グラフはMULTIPLIERを×1に設定した場合の確度です。有効表示桁数が同じであれば×0.1に設定した場合にも適用します。
- ② グラフ横軸の表示カウント数はDISPLAY Aの読みを表わし、3桁表示レンジでは1000 カウントが、4桁表示レンジでは10000 カウントがフルスケールに対応します。
- ③ 確度表の影のレンジ (3桁表示レンジ) では、フルスケールの1/2以下の測定値について有効表示桁数 (分解能) が1桁増加するため、許容誤差カウントも増加します。グラフが不連続であるのはこのためです。
- ④ C, L, R, |Z|,  $\theta$  測定の確度: C, L, R, |Z| の表示カウントに対する許容誤差をカウント数で示します。

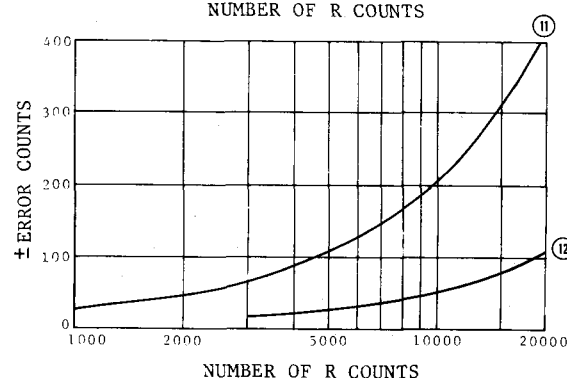
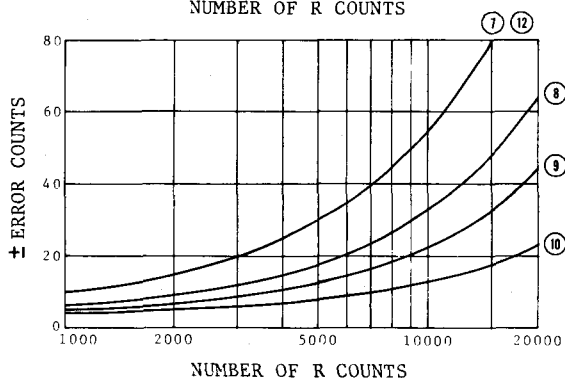
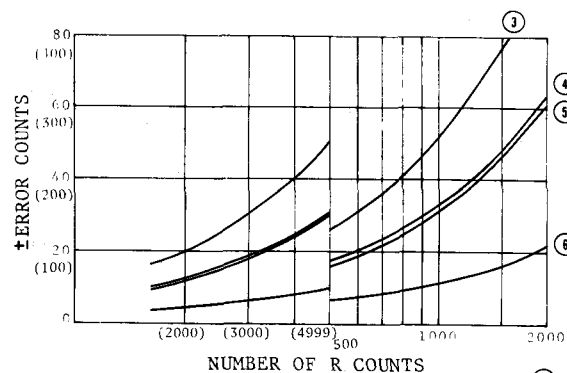
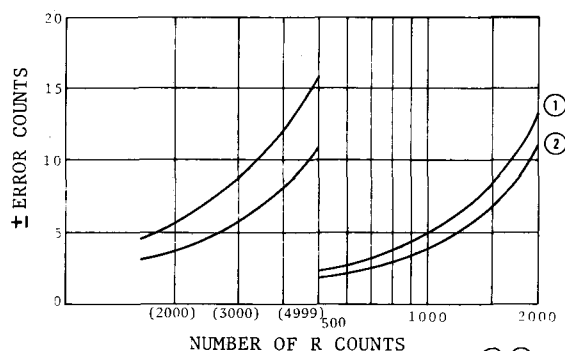


図3-15 測定確度 (つづき)

# $|Z|-\theta$ 測定 の $|Z|$ 精度

10M $\Omega$	①											
1000 k $\Omega$	③											
100k $\Omega$												
10k $\Omega$	⑤			⑤			④		②			
1000 $\Omega$												
100 $\Omega$	⑩			⑨			⑦		⑪			
10 $\Omega$												
1000 m $\Omega$	⑧			⑦								
	10 kHz	20kHz	40kHz	100kHz	200kHz	400kHz	1MHz	2MHz	4MHz	10MHz		

—グラフを読むうえでの注意—

- ① グラフはMULTIPLIERを $\times 1$ に設定した場合の精度です。  
有効表示桁数が同じであれば $\times 0.1$ に設定した場合にも適用します。
- ② グラフ横軸の表示カウント数はDISPLAY Aの読みを表わし、  
3桁表示レンジでは1000 カウントが、4桁表示レンジでは  
10000 カウントがフルスケールに対応します。
- ③ 精度表の影のレンジ (3桁表示レンジ) では、フルスケールの  
 $1/2$ 以下の測定値について有効表示桁数 (分解能) が1桁増加  
するため、許容誤差カウントも増加します。グラフが不連続で  
あるのはこのためです。
- ④ C, L, R,  $|Z|$ ,  $\theta$  測定の精度: C, L, R,  $|Z|$  の表示カウン  
トに対する許容誤差をカウント数で示します。

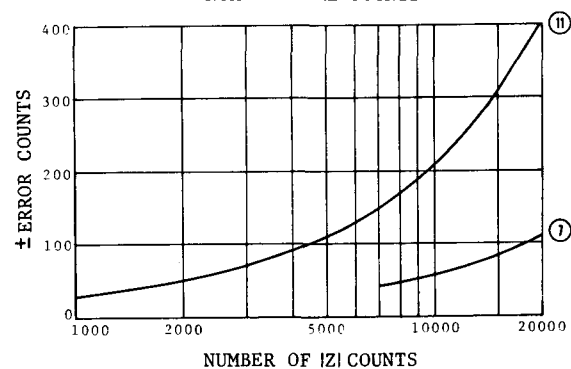
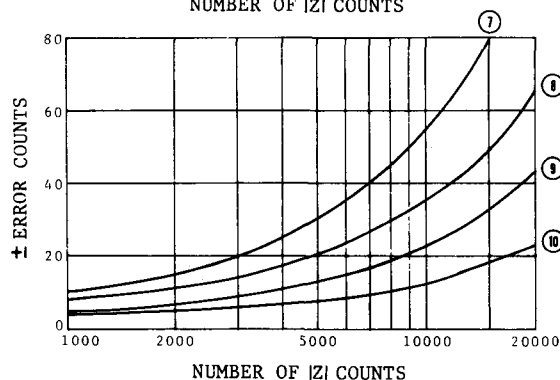
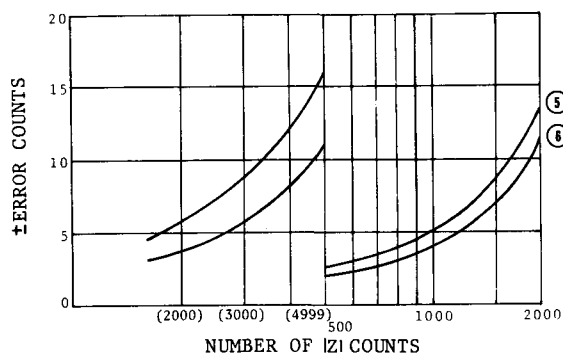
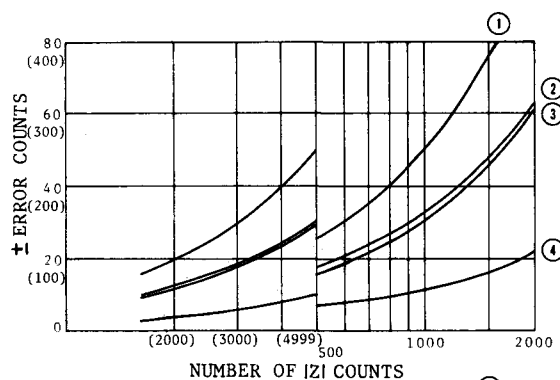



図3-15 測定精度 (つづき)

$|Z|-\theta$  測定の  $\theta$  確度

10 k $\Omega$	①												
1000 k $\Omega$	②												
100k $\Omega$	③												
10k $\Omega$											①	④	
1000 $\Omega$													
100 $\Omega$													
10 $\Omega$	⑥							⑤	⑦				
1000 m $\Omega$													
	⑤												
	10kHz	20kHz	40kHz	100kHz	200kHz	400kHz	1 MHz	2MHz	4MHz	10MHz			

## 3-39. テストフィクスチュアの特性

3-40. 標準テストフィクスチュアと標準測定ケーブルの特性および適用できる測定範囲が表3-8に示されています。測定を容易にし、測定誤差を最小にするために、測定用途に適したテストフィクスチュアを豊富な専用のアクセサリからお選びください。

## 3-41. LCRZ 偏差測定

3-42. DISPLAY A 偏差測定ボタンのうちSTORE ボタンを押すと、その時にDISPLAY Aに表示されているインダクタンス、キャパシタンス、抵抗またはインピーダンスの測定値が本器の内部回路に記憶されます。次にΔ（デルタ）ボタンを押し、試料を換えて測定すると4275Aはその試料の測定値から記憶した値（基準値）を差し引いた偏差分のみを示します。Δボタンの代わりにΔ%ボタンを押すと%偏差が計算されて表示されます。本器が記憶した基準値はRECALL ボタンを押すとDISPLAY Aに表示され、その値を確認することができます。基準値を変更する場合は、ΔボタンまたはΔ%ボタンをもう一度押して偏差測定を解除します。その後新しく基準として用いる試料を測定してSTORE ボタンを押します。

## 3-43. 一般的な測定方法

3-44. 一般的な測定方法の手順が図3-16に示されています。特殊な形状の部品を除いてほとんど大部分の部品がこの方法で測定できます。特殊部品の測定には16047Aテストフィクスチュアに替えて16048A, 16048B, 16034Bなどのアクセサリや用途に合わせた特製のテストフィクスチュアを使用してください。

半導体部品の代表的な測定として接合容量の測定方法が図3-17に示されています。4275Aの最小1pFフルスケールの低容量測定能力と5桁の高分解能、それに1mVから可変の測定信号レベルは半導体測定に特に有用です。

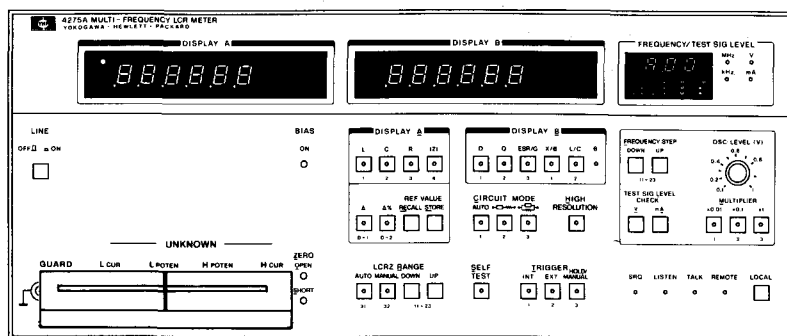
## 3-45. 警告表示

3-46. 表面パネルの操作ボタンやスイッチの設定が適当でない場合、あるいは試料の値が測定範囲を超えているような場合にはディスプレイに警告表示が現われます。表3-9に警告表示とその意味を示します。このような警告表示が現われた時には表中に記述された原因について本器の設定や測定方法を検査し、正しい処置をしてください。

モデル	適用範囲		高周波誤差f(MHz): 使用周波数, $f \geq 1$	
	パラメータ値	測定周波数	%誤差の追加(各パラメータ)	Dのオフセット
16047A	全レンジ	全レンジ	$\pm 5 \times \left(\frac{f}{10}\right)^2 \%$	$\pm 0.02 \times \left(\frac{f}{10}\right)^2$
16047B	全レンジ	2MHz以下	——	——
16047C	全レンジ	全レンジ	$\pm 1 \times \left(\frac{f}{10}\right)^2 \%$	$\pm 0.01 \times \left(\frac{f}{10}\right)^2$
16048A 16048B	全レンジ	全レンジ	$\pm 5 \times \left(\frac{f}{10}\right)^2 \%$	$\pm 0.02 \times \left(\frac{f}{10}\right)^2$
16048C	C>1000pF L>100μH	100kHz以下	残留パラメータ値: C<5pF, L<200nH, R<10mΩ	
16334A	全レンジ	全レンジ	$\pm 2 \times \left(\frac{f}{10}\right)^2 \%$ *	$\pm 0.02 \times \left(\frac{f}{10}\right)^2$ *
記: fは測定周波数(MHz)。表中の式から計算される追加誤差が1MHz以上の測定周波数において、測定誤差に加わります。 *: 場合によって、この範囲を越える誤差を生じることがあります。				

表3-8 テストフィクスチュアと測定ケーブルの代表特性





1. DC BIASスイッチを±35V MAXに、CABLE LENGTHスイッチを0に設定します。16047AテストフィクスチャをUNKNOWN端子に接続します。

## 記


他のテストフィクスチャを用いる場合には、スイッチを適切に設定してください。高インピーダンス試料の測定には必要に応じてガードを接続します。

2. LINEボタンを押して4275Aの電源をONにします。測定が開始される前に自動測定プログラム（記憶）に誤りがないことを確認するための自己診断が自動的に行われます。

## 記

BIASインジケータランプが点灯していないことを確認してください。もしも点灯していれば、裏面パネルのDC BIASスイッチをOFFにします。

3. トリガ・ランプが点滅していることを確認します。4275Aの操作機能は自動的に次のように設定されます。

DISPLAY A ..... C  
 LCRZ RANGE ..... AUTO  
 Deviation measurement ..... off  
 DISPLAY B ..... D  
 CIRCUIT MODE ..... AUTO (  )  
 HIGH RESOLUTION ..... off  
 SELF TEST ..... off

TRIGGER ..... INT  
 Frequency ..... 1.00 MHz  
 MULTIPLIER ..... ×1

## 記

本器の基本的な動作状態を検査するため、セルフテストを行なってください（3～5項を参照）。SELF TESTボタンを再度押すと解除されます。

4. DISPLAY Aファンクションのボタンを押し、希望するL, C, Rまたは $|Z|$ の測定パラメータを選びます
5. もし必要ならばCIRCUIT MODEボタンを押して、直列または並列等価回路を選択します。

## 記

DISPLAY Bファンクションについて希望する測定パラメータによっては、適当なCIRCUIT MODEを選択しなければなりません。詳しくは3～8項を参照してください。

6. DISPLAY Bファンクションのボタンを押し、希望する測定パラメータ（DISPLAY Aファンクションで設定した測定パラメータと同時に選択可能であることが必要です）を選びます。
7. FREQUENCY STEP DOWNまたはUPボタンを押して希望する測定周波数を選びます。

図3-16 一般的な測定方法

8. MULTIPLIER を×1に, OSC LEVEL ツマミを最大位置に設定します。

記

16047Bテストフィクスチャを用いる時には、保護カバーを閉めてください。カバーを閉じるとフィクスチャは電氣的に UNKNOWN 端子に接続され、開けると切り離されます。

9. テストフィクスチャに何も試料を接続せずに ZERO OPEN ボタンを押します。キャパシタンスとコンドクタンスについて自動的にオフセット調整が行なわれます。DISPLAY Aに“CAL”の文字が約4秒間表示されて、次に小さな数値(0に近い値)に変わります。

10. テストフィクスチャに短絡板を接続して測定端子を0Ω(0μH)に短絡します。

11. ZERO SHORT ボタンを押します。インダクタンスと抵抗について自動的にオフセット調整が行なわれます。DISPLAY Aに“CAL”の文字が約4秒間表示されて、次に小さな数値(0に近い値)に変わります。

12. 短絡板をテストフィクスチャから取り除きます。MULTIPLIER ボタンとOSC LEVEL ツマミで希望する測定信号レベルに設定します。

13. 試料をテストフィクスチャに接続します。

記

測定信号レベルを正確に設定する場合は、TEST SIG LEVEL CHECK VまたはmA ボタンを押しながら、FREQUENCY/TEST SIG LEVEL ディスプレーの表示値が適当な電圧または電流値になるようにOSC LEVEL ツマミを調整します。

14. 4275Aは自動的に試料の測定値を表示します。

記

もしもOF, UFやマイナス記号が現われたり、何も表示されない場合は表3-9の警告表示を参照してください。半導体測定については、信頼のあける測定データを得るための注意が図3-17に説明されています。

15. 表示された測定値を読みます。

記

ほとんど同じ値をもった多数の試料を測定する時は、LCR |Z| RANGE MANUAL ボタンを押して最適な測定レンジにホールドすると、やや測定時間を短縮することができます。

記

DISPLAY BファンクションをDまたはQに設定した場合には、オフセット調整が終了した後にCFの文字がDISPLAY Bに表示されますが、試料を接続すると文字が消えて測定値が表示されます。

記

非常に損失が小さい試料の損失係数を測定すると、(測定誤差の許容範囲内で)負の測定値が例えば-0.00011のように表示されることがあります。損失係数の値が既知の低損失試料、または損失係数の極めて小さな(無視できる)試料を基準にとると、本器の秀れた直線性に基づいて、小さな損失係数を高い確度で求めることができます。より正確な損失係数の値は次の式で求められます。

$$D \approx D_2 - (D_1 - D_s)$$

ここで、Dは試料の正しい損失係数、

D<sub>2</sub>は4275Aで測定された試料の損失係数、

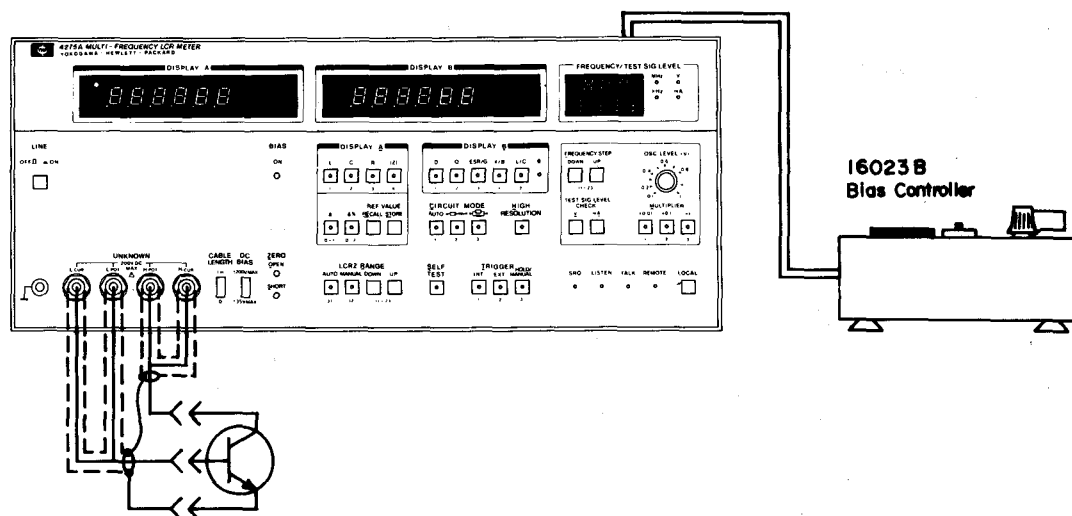
D<sub>1</sub>は4275Aで測定された既知の試料の損失係数、

D<sub>s</sub>は既知の試料の損失係数です(損失係数が極小の試料を基準にする場合はD<sub>s</sub>をゼロとします)。

図3-16 一般的な測定方法(つづき)

半導体部品の測定では、部品の電圧や温度に対する強い依存性、非直線インピーダンス特性のために、意味のある測定データを得るには測定条件を明確にしなければなりません。部品の動作特性を詳細に調べるために試料の特性曲線をプロットするには、何点かの適当な動作点を

選び、なるべく小さな測定信号（電圧）を用いてその動作点を中心とする狭い動作範囲について正確な測定を行います。ここではP-NおよびMOS構造の部品の半導体接合容量を測定する代表的な方法を説明します。



#### 測定回路構成

上の図は NPN トランジスタのベース・コレクタ容量 (Cob) を測定する一般的な接続方法を示します。試料を接続するテストフィクスチャにはこの測定のために特に設計したものを使用してもかまいません。正確な直流バイアス電圧を試料に加えるために、オプション 001（またはオプション 002）を内蔵した 4275A が適しています。もしも直流バイアスが不要ならば、これに関連した測定手順を省略して測定を行ってください。

#### 測定方法

1. DC BIAS スイッチを  $\pm 35\text{V MAX}$  に、CABLE LENGTH スイッチを使用するテストフィクスチャまたは測定ケーブルにより適当に設定します。

#### 記

オプション 002（最大 99.9V）または外部直流バイアスを用いて  $\pm 35\text{V}$  以上のバイアス電圧を試料に加える場合は、DC BIAS スイッチを  $\pm 200\text{V MAX}$  に設定します。

2. テストフィクスチャまたは測定ケーブルを本器の UNKNOWN 端子に接続します。
3. LINE ボタンを押して本器の電源を ON にします。初期自動ファンクション・テストの後、自動初期設定によって 4275A は C-D 測定で測定周波数 1MHz に設定されます。トリガ・ランプが点滅を始めます。
4. ZERO オフセット調整を行いません（図 3-16、一般的な測定方法、第 8 項から第 12 項を参照してください）。

#### 記

必要ならば内部直流バイアスを、または裏面パネルの EXT  $\pm 35\text{V MAX}$  コネクタ（高い直流バイアス電圧を用いる時は  $\pm 200\text{V MAX}$  コネクタ）を通して外部直流バイアスを加えます。外部直流バイアス電源は安定で低雑音であることが必要です。裏面パネルの DC BIAS スイッチを適切に設定します。

図 3-17 半導体部品の測定

注意

裏面パネルのDC BIASスイッチを操作する前に、テストフィクスチャに何も接続されていないこと、または直流バイアス電圧がゼロボルトに設定されていることを確認してください。

5. MULTIPLIER ボタンとOSC LEVEL ツマミを操作して、測定信号電圧を適当に設定します。必要に応じて希望する測定周波数を選びます。

記

必要な測定精度が得られる最も低い測定信号電圧を選びます。通常はMULTIPLIERを $\times 0.1$ に(または $\times 0.01$ に)設定します。TEST SIG LEVEL V ボタンを押すと測定信号電圧がFREQUENCY/TEST SIG LEVEL ディスプレーに表示されます。

6. 半導体試料をテストフィクスチャに接続します。信頼のおける測定値を得るために、次の点に注意してください。

注意

測定信号のピーク電圧でP-N接合に順方向電流が流れると、正しい測定値が得られません。

記

実際に試料に加わる測定信号電圧を正確に設定するには、TEST SIG LEVEL V ボタンを押して測定信号電圧をモニタしながらOSC LEVEL ツマミを調整します。

7. 表示されたキャパシタンス値を読みます。試料の損失係数もDISPLAY Bに同時に表示されます。



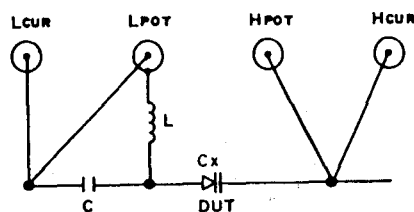
注意

試料を取り去らない間はBNCコネクタの中心導体に危険な電圧が現われているかもしれません。

記

半導体素子のC-V特性の測定では、実際に試料に印加されるDCバイアス電圧は、試料の直流もれ電流によって若干低い値になることがあります。これは、試料の直流もれ電流が $L_{CUR}$ 端子からレンジ抵抗を流れて、直流電圧を生じるためです。測定中に測定レンジが変わると、試料に印加されるDCバイアス電圧も変化します。

試料に印加されるDCバイアス電圧を設定した値に保つには、試料の直流もれ電流が、 $L_{CUR}$ 端子に流れないように、コンデンサとインダクタを下図のように接続します。



C : 直流阻止用コンデンサ

$$C > 1000C_x$$

L : 直流電流のバイパス用インダクタ

$$L > \frac{1}{4f^2 C_x}$$

HP-IBによって4275Aのリモート・コントロールと測定データの集録を行うと、半導体の不純物濃度、キャリア密度や空乏層領域におけるさまざまな物理現象を対象とする一般に時間のかかる測定を完全に自動化することができ、あわせて測定データの統計的処理や演算を行ない、その結果を任意の形式でグラフに表わすことができます。この一連の自動測定を可能にするHP-IBシステムの構成についてのお問い合わせは最寄りのYHP営業所もしくは代理店までお寄せください。

図3-17 半導体部品の測定(つづき)









表 示	表 示 の 意 味
 (ブランク)	CISPLAY Aファンクションが正しい測定パラメータに設定されていない場合に現われます。  測定されたL, C, Rまたは Z の値が選択した測定レンジの上限を超えている場合に現われます。
 (ブランク)	測定されたL, C, Rまたは Z の値が選択した測定レンジよりも小さすぎる場合に現われます。
  (ある数値)	DISPLAY Bの測定パラメータについて測定値が測定レンジを超えている場合に現われます。この場合はL, CとRの測定精度は規定されません。CFが表示された時はその試料に適した他の測定パラメータをDISPLAY Bファンクションから選びます。
 (ブランク)	ZERO オフセット調整を行なった時に、測定回路の残留パラメータ値がオフセット調整の限界を超えていると現われます。
 (ブランク)	DISPLAY Bファンクションの設定の誤り。 DISPLAY Aファンクションの設定とは同時に選択することができないDISPLAY Bファンクションのボタンを押した場合に現われます。
 (ブランク)	測定レンジの選択の誤り。設定した周波数では測定できないレンジを選んだ場合に現われます。
 (ブランク) <ul style="list-style-type: none"> <li>・ テストフィクスチャを正しく接続</li> <li>・ DCバイアスの接続</li> </ul>	測定回路構成の誤り(①-③のいずれかの場合)。 ①テストフィクスチャまたは測定ケーブルの中で測定回路が短絡または開放(切断)状態になっている場合。 ②16047Bテストフィクスチャの保護開閉カバーが測定中に開けられた場合。 ③直流バイアスを用いた測定では選択することが許されない測定レンジを選んだ場合。

表3-9 警告表示






表 示	表 示 の 意 味
 <p>( ブ ラ ン ク )</p>	<p>偏差測定 of 操作の誤り ( ① か ② のいずれかの場合 ) .</p> <p>① OF または UF が表示されている時に STORE ボタンを押した場合 .</p> <p>② Δ または Δ % 測定を解除せずに STORE ボタンを押した場合 .</p>
 <p>( ブ ラ ン ク )</p>	<p>偏差測定 of 操作の誤り . 記憶されている基準測定値とは異なった単位をもつ測定パラメータについて測定中に Δ または Δ % ボタンを押した場合に現われます .</p>
 <p>( ブ ラ ン ク )</p>	<p>直流バイアスを用いた測定 of 操作の誤り ( ① か ② のいずれかの場合に現われます ) .</p> <p>① 直流バイアス電源を内蔵せずに内部直流バイアス動作に設定した場合 .</p> <p>② オプション 001 を内蔵し , 直流バイアス電圧を ±35 V の電圧可変範囲を超えた値に設定した場合 .</p> <p>※表欄外の記を参照してください .</p>
 <p>( ブ ラ ン ク )</p> <p>このエラー・メッセージはオプション 001 または 002 を内蔵した機器に現われます .</p>	<p>直流バイアスを用いた測定 of 操作の誤り . 表面パネルまたは裏面パネルの DC BIAS スイッチが希望する内部直流バイアス動作に適した設定にない場合に現われます .</p> <p>※表欄外の記を参照してください .</p>
 <p>( ブ ラ ン ク )</p> <p>このエラー・メッセージはオプション 003 を内蔵した機器に現われます .</p>	<p>メモリ・バックアップ機能の異常 ( ① か ② のいずれかの場合に現われます ) .</p> <p>① 保護されるべき記憶内容 ( データ ) が消失した場合 .</p> <p>② 継続的に記憶内容を保持するためのスタンバイ電池が消耗した場合 .</p>
<p>マイナス ( - ) が表示されます .</p>	<p>① 表示された測定値がゼロに近い場合にときどきマイナス記号が現われます .</p> <p>② インダクタンス測定でキャパシタを試料として接続した場合 , またはキャパシタンス測定でインダクタを試料として接続した場合にマイナス記号が現われます .</p>

表 3 - 9 警告表示 ( つづき )

記 : このエラー・メッセージは上記の動作状態のもとで直流バイアス電圧を加える操作を行なった直後に現われます .

### 3-47. 外部直流バイアス

3-48. 容量測定やインダクタンス測定において必要な、外部電圧バイアスや電流バイアスのかけ方を図3-18に示します。同図にはそれらに適したバイアス回路と設定が示されていて、直流バイアスが本器を破損しないように配慮されています。測定容量に直流電圧を印加する時は、印加電圧が試料の最大定格電圧を超えないように、また容量の極性にも注意しなければなりません。直流バイアス電圧はH<sub>CUR</sub>およびH<sub>POT</sub>端子に加わります。

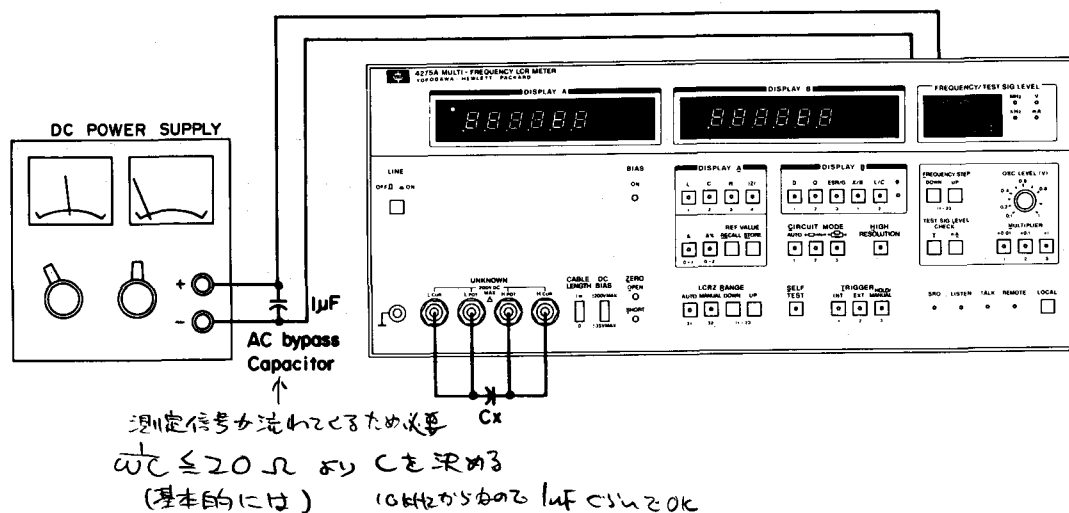
3-49. バイアス電圧の落ち着き時間：直流バイアス電圧を重畳する測定では、試料に加わるバイアス電圧が設定値に達するまである程度の時間を必要とします。図3-18に直流バイアス電圧がその設定電圧の90%以上に達して、4275Aの表示値が安定するまでの時間を示します。もしも直流バイアス電圧が落ち着くために十分な時間がとれない場合には、表示値が変動したりエラー・メッセージ(Err 4)が現われることがあります。

### 3-50. 外部トリガ

3-51. 4275Aに外部からトリガ信号を入力して測定を行なう場合には、適当な外部トリガ装置を裏面パネルのEXT TRIGGER コネクタ(BNCタイプ)に接続して、表面パネルのEXT TRIGGER ボタンを押します。4275AはTTLレベルのトリガ信号がLow(0V)からHigh(+5V)レベルに移った瞬間にトリガされます。トリガ信号のパルス幅は20μs以上でなければなりません。外部トリガはEXT TRIGGER コネクタの中心導体をシャーシに接地し、次に開放することによっても行なうことができます。

#### 記

EXT TRIGGER コネクタの中心導体を接地し開放してトリガを行なう場合は、十分に低い抵抗(20Ω以下)で接地し、また回路の開閉に伴ってチャタリングが起こることを防止してください。

外部直流バイアス動作 ( $\leq 200\text{V}$ )

最大 $\pm 200\text{V}$ までの外部直流バイアス電圧を加えてキャパシタンス測定を行うには、上図のように直流バイアス電源とテストフィクスチャを接続します。最大バイアス電圧が $\pm 35\text{V}$ を超える場合は測定手順Aに従います。 $\pm 35\text{V}$ を超えない場合は、バイアス電圧が短時間で安定する測定手順Bの方法に従ってください。

## 記

$\pm 35\text{V}$ 以上( $\pm 200\text{V}$ まで)の直流バイアスは小容量( $0.1\mu\text{F}$ 以下)の試料を測定する場合にのみ用いてください。

## 測定準備

1. 最大 $\pm 200\text{V}$ までのバイアス電圧を加えることができるテストフィクスチャを使用する場合は、表面パネルのDC BIASスイッチを $\pm 200\text{V MAX}$ に、また最大 $\pm 35\text{V}$ までのバイアス電圧を加えることができるテストフィクスチャを使用する場合には $\pm 35\text{V MAX}$ に設定します。

## 記

$\pm 35\text{V}$ 以下の直流バイアス応用測定にはすべての標準テストフィクスチャまたは標準測定ケーブルが使用できます。 $\pm 200\text{V}$ までの直流バイアスには16047 B, 16048 A, 16048 Bを使用してください。

2. 希望するテストフィクスチャをUNKNOWN端子に接続します。
3. LINE ボタンを押して4275Aの電源をONにします。
4. 本器を図3-16、一般的な測定方法の第5項から第12項に従って設定します。

## 注意

裏面パネルのDC BIASスイッチを操作する前に、テストフィクスチャに何も接続されていないこと、または直流バイアス電圧がゼロボルトに設定されていることを確認してください。

図3-18 外部直流バイアス



測定手順A ( $\leq 200\text{V}$ )

1. 外部直流バイアス電源を4275A裏面パネルのEXT  $\pm 200\text{V MAX}$  コネクタに接続します。
2. 裏面パネルのDC BIASスイッチをEXT  $\pm 200\text{V MAX}$  に設定します。表面パネルのBIAS表示ランプが点灯します。

## ～ 注 意 ～

外部直流バイアス電圧は $\pm 200\text{V}$ を超えてはなりません。

## ～ 記 ～

表面パネルのDC BIASスイッチを $\pm 35\text{V MAX}$ に設定した場合には、直流バイアス電圧がUNKNOWN端子に現われません。

測定手順Bのあとに記述された第3項に進みます。

測定手順B ( $\leq 35\text{V}$ )

1. 外部直流バイアス電源を4275A裏面パネルのEXT  $\pm 35\text{V MAX}$  コネクタに接続します。
2. 裏面パネルのDC BIASスイッチをEXT  $\pm 35\text{V MAX}$  に設定します。表面パネルのBIAS表示ランプが点灯します。

## ～ 注 意 ～

外部直流バイアス電圧は $\pm 35\text{V}$ を超えてはなりません。EXT  $\pm 35\text{V MAX}$  コネクタに流れる最大(尖頭)バイアス電流は $100\text{mA}$ 以下に制限してください。許容電流を超えると内部保護ヒューズが熔断します。

次の第3項に進みます。

3. 試料をテストフィクスチャに接続します。

## ～ 注 意 ～

EXT  $\pm 35\text{V MAX}$  コネクタに外部直流バイアス電源を接続している場合は、UNKNOWNのHIGH側端子とLOW側端子を誤って短絡しないでください。

## ～ 注 意 ～

プラスのバイアス電圧を加える時は、電解コンデンサのプラス極をHIGH側端子に接続してください。マイナスのバイアス電圧を加える時は、マイナス極をHIGH側端子に接続してください。

4. 印加したバイアス電圧が安定した後に、表示されたキャパシタンス測定値を読みます。

## ～ ⚠ 注 意 ～

試料を取り去らない間はBNCコネクタの中心導体に危険な電圧が現われているかもしれません。

## ～ 記 ～

試料の値が $0.1\mu\text{F}$ よりも大きい場合はEXT  $\pm 200\text{V MAX}$  コネクタを通して直流バイアス電圧を加えると、表示されるキャパシタンス値が変動したり、またはErr 4が表示されることがあります。

## ～ 記 ～

16047Bテストフィクスチャの保護カバーを開けると試料(キャパシタ)の電荷は $10\Omega$ の抵抗を通して速かに放電されます。

図3-18 外部直流バイアス(つづき)

## バイアス電圧安定時間

試料に加わるバイアス電圧が設定電圧の90%以上に達するまでに次の時間がかかります。

直流バイアスの設定	安定時間
± 35 V MAX	50 ms 以下 ( $\leq 200 \mu\text{F}$ )
± 200 V MAX	40 ms 以下 ( $\leq 0.1 \mu\text{F}$ )

## 記

EXT ±35 V MAX および ±200 V MAX コネクタに加えられた直流バイアス電圧はそれぞれ約  $100 \Omega$  および約  $150 \text{ k}\Omega$  の内部保護抵抗を通して試料に加わります。

図3-18 外部直流バイアス(つづき)

### 外部電流バイアス

4275Aは直接に測定端子を通して試料にバイアス電流を流すことができます。インダクタンス試料に外部直流バイアス電源から電流バイアスを加えて測定する方法を以下に説明します。一般的な電流バイアスの印加方法は、裏面パネルのEXT  $\pm 35\text{V MAX}$  コネクタを通して最大100mAまでのバイアス電流を流します(また、EXT  $\pm 200\text{V MAX}$  コネクタを通して最大1.3mAまでの小電流バイアスを加えることもできます)。

### 電流バイアス( $\leq 100\text{mA}$ )

1. 表面パネルのDC BIASスイッチを $\pm 35\text{V MAX}$  (または $\pm 200\text{V MAX}$ )に設定し、希望するテストフィクスチャをUNKNOWN端子に接続します。
2. LINEボタンを押して電源をONにし、図3-16, 一般的な測定方法の第2項から第12項に従って本器を設定します(DISPLAY AファンクションをLに設定します)。
3. 裏面パネルのEXT  $\pm 35\text{V MAX}$  コネクタに外部直流バイアス電源を接続します。

### 注意

裏面パネルのDC BIASスイッチを操作する前に、外部直流バイアス電源の出力電圧をゼロボルトに設定してください。

4. 裏面パネルのDC BIASスイッチをEXT  $\pm 35\text{V MAX}$ に設定します。
5. 試料をテストフィクスチャに接続します。
6. 電流計をモニタしながら外部直流バイアス電源の出力電圧を増加させ、希望するバイアス電流が得られるように調整します。

### 注意

直流バイアス電流が100mA\*を超えてはなりません。また、直流バイアス電源の出力電圧が $\pm 35\text{V}$ を超えてはなりません。

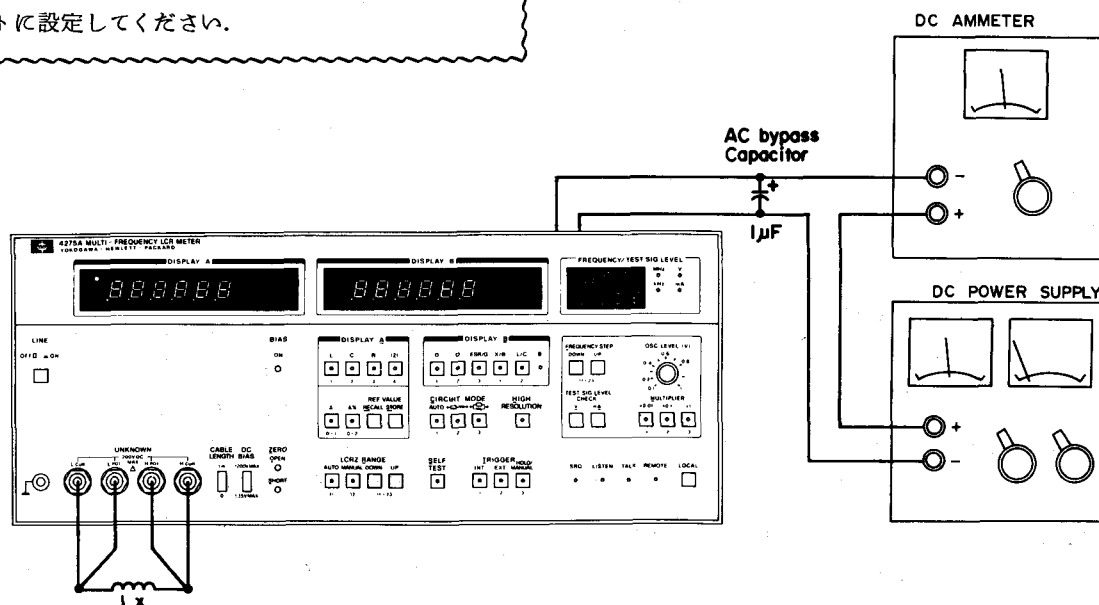


図3-18 外部直流バイアス(つづき)

## 3-52. オプション

3-53. 本器のオプションについて使用法と関連する情報を以下に記述します(ラックマウントとハンドル取り付けオプションについては第2章を参照してください)。

## 3-54. オプションの表示

3-55. 機器に備わったオプションが何であることを確認できるように、そのオプションの内容が初期自動ファンクションテストの直後に表示されます。表面パネルのディスプレイ部に、内蔵オプションのそれぞれの略記号が図3-19のように現われます。

## 記

図に説明されたもの以外のオプションは表示されません。

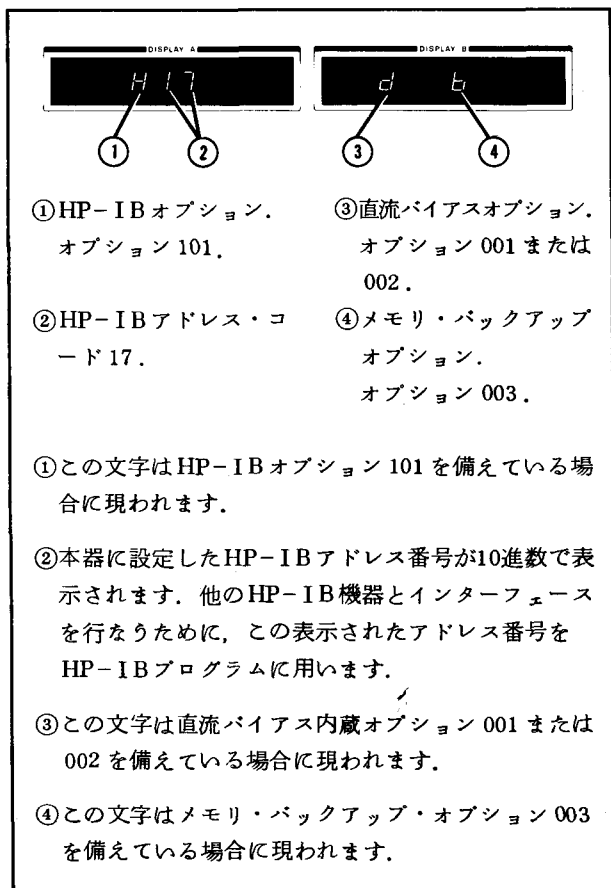


図3-19 オプションの表示

## 3-56. オプション001: 直流バイアス(0-±35V)

3-57. 4275A オプション 001 は、0.000 V から ±35.0 V まで可変のリモート・コントロール直流バイアス電源を内蔵します。最小1 mV ステップの電圧変化が可能で、また基本確度 0.5 % (大容量測定では 2 %) の正確さでバイアス電圧を設定することができるオプション 001 は、直流バイアスを応用する半導体測定には最も適しています。バイアス電圧の設定は 16023B 直流バイアス・コントローラまたは HP-IB コントロール信号によって行うことができます。ここでは 16023B コントローラを用いたオプション 001 の操作方法を述べます。HP-IB コントロールによる直流バイアスの設定方法は 3-66 項のオプション 101 HP-IB を参照してください。

## 記

直流電流バイアスについては、この項のあとに述べてあります。

1. 表面パネルの DC BIAS スイッチを ±35V MAX (または ±200V MAX) に設定して、希望するテストフィクスチャを UNKNOWN 端子に接続します。すべての標準テストフィクスチャおよび標準測定ケーブルが使用できます。
2. LINE ボタンを押して電源を ON にします。本器を図 3-16、一般的な測定方法の第 5 項から第 12 項に従って設定します。
3. 16023B 直流バイアス・コントローラを裏面パネルの INT DC BIAS CONTROL コネクタに接続します。

## 注意

裏面パネルの DC BIAS スイッチを操作する前に、テストフィクスチャに何も接続されていないこと、または直流バイアス電圧がゼロボルトに設定されていることを確認してください。

4. 0.1 μF 以下の小容量を測定する場合には、裏面パネルの DC BIAS スイッチを INT 35V/100V (≤ 0.1 μF) に設定します。この設定ではバイアス電圧の安定する時間が短くて済みます。0.1 μF 以上 200 μF までの大容量を測定する場合は、スイッチを INT 35V/100V (≥ 200 μF) に設定します。
5. 16023B の MULTIPLIER スイッチを希望するバイアス電圧が得られるレンジに設定します (×0.1, ×1 または ×10)。希望するバイアス電圧 (正または負の電圧) を 3 桁のサミールスイッチに設定します。

6. 試料をテストフィクスチャに接続します。

～ 注 意 ～

プラスのバイアス電圧を加える時は、電解コンデンサのプラス極を HIGH 側端子に接続してください。マイナスのバイアス電圧を加える時は、マイナス極を HIGH 側端子に接続してください。

7. 16023B の ENTER ボタンを押します。押した直後にバイアス電圧が試料に加えられます。
8. バイアス電圧が安定した後、4275A が表示した測定値を読みます。

～ 記 ～

裏面パネルの DC BIAS スイッチを INT 35V/100V ( $\leq 0.1 \mu\text{F}$ ) に設定した場合は、 $0.1 \mu\text{F}$  以上の大きな容量をもつ試料を測定すると、表示されるキャパシタンス値が変動したり、または Err 4 が表示されることがあります。

～ 記 ～

16023B に  $\pm 35.0$  以上のバイアス電圧を設定すると、Err 7 が表示され、直流バイアスは試料に加えられません。

～ 記 ～

直流バイアス電圧をモニタする場合は DVM (電圧計) を裏面パネルの INT DC BIAS MONITOR コネクタに接続します。

#### バイアス電圧安定時間

試料に加わるバイアス電圧が設定値の90%以上に達するまでに以下に示す時間がかかります。

DC BIAS スイッチの設定	安定時間
INT 35V/100V ( $\leq 0.1 \mu\text{F}$ )	20 ms 以下
INT 35V/100V ( $\leq 200 \mu\text{F}$ )	$600 + 6 \cdot *C_x$ ms

\* 注:  $C_x$  は試料のキャパシタンス値 ( $\mu\text{F}$ )

～ 記 ～

直流バイアスは  $220 \Omega$  ( $\leq 0.1 \mu\text{F}$  のとき) または  $1.05 \text{ k}\Omega$  ( $\leq 200 \mu\text{F}$  のとき) の内部保護抵抗を通して印加されます。

#### 直流電流バイアス

直流バイアス電圧の応用測定と同様の操作手順で、電流バイアスをインダクタンス試料または抵抗試料に加えることができます (DISPLAY A フังก์ションを L または R に設定します)。試料に流れるバイアス電流の値は DC BIAS スイッチの設定、バイアス電圧の設定値  $E_{\text{bias}}$  およびレンジレジスタの値、試料の直流抵抗  $R_x$  によって次のようになります。

INT 35V/100V ( $\leq 0.1 \mu\text{F}$ ):

$$\text{バイアス電流} = \frac{E_{\text{bias}}}{R_x + 220} \quad (\text{A})$$

最大電流: 40 mA ( $\pm 10.0 \text{ V}$  以下)

: 10 mA ( $\pm 10.1 \text{ V}$  以上  $35.0 \text{ V}$  以下)

INT 35V/100V ( $\leq 200 \mu\text{F}$ ):

$$\text{バイアス電流} = \frac{E_{\text{bias}}}{R_x + 1050} \quad (\text{A})$$

最大電流: 10 mA

#### 3-58. オプション 002: 直流バイアス ( $0 - \pm 99.9 \text{ V}$ )

3-59. 4275A オプション 002 は  $00.0 \text{ V}$  から  $\pm 99.9 \text{ V}$  まで可変のリモート・コントロール直流バイアス電源を内蔵します。2%の基本確度でバイアス電圧を設定することができます。電圧可変範囲が広い一般のキャパシタンス部品にバイアス電圧を加える応用測定に適しています。バイアス電圧の設定は 16023B 直流バイアス・コントローラまたは HP-IB コントロール信号によって行うことができます。ここでは 16023B コントローラを用いたオプション 002 の操作方法を述べます。HP-IB コントロールによる直流バイアスの設定方法は 3-66 項のオプション 101 HP-IB を参照してください。

～ 記 ～

オプション 002 内部直流バイアスは  $0.1 \mu\text{F}$  以下のキャパシタンス測定に用いてください。

1. 表面パネルの DC BIAS スイッチを  $\pm 200 \text{ V MAX}$  に設定します。

～ 注 意 ～

最大  $\pm 35 \text{ V}$  までの直流バイアス電圧を加えることができるテストフィクスチャを使用する場合には、DC BIAS スイッチを  $\pm 35 \text{ V MAX}$  に設定してください。この設定では、 $\pm 35 \text{ V}$  以上のバイアス電圧を加える操作を行うと、Err 7 が表示されてバイアス電圧が試料に加わりません (その前に適当なバイア

ス電圧が加わっていればその電圧が維持されます)。

- 希望するテストフィクスチャを UNKNOWN 端子に接続します。16047B, 16048A, 16048B が使用できます。
- LINE ボタンを押して電源を ON にします。本器を図 3-16, 一般的な部品測定の手順の第 5 項から第 12 項に従って設定します。
- 16023B 直流バイアス・コントローラを裏面パネルの INT DC BIAS CONTROL コネクタに接続します。

注 意

裏面パネルの DC BIAS スイッチを操作する前に、テストフィクスチャに何も接続されていないこと、または直流バイアス電圧がゼロボルトに設定されていることを確認してください。

- 裏面パネルの DC BIAS スイッチを INT 35V/100V ( $\leq 1 \mu\text{F}$ ) または INT 35V/100V ( $\leq 200 \mu\text{F}$ ) に設定します。
- 16023B の MULTIPLIER スイッチを  $\times 10$  に設定します。希望するバイアス電圧 (正または負の電圧) を 3 桁のサミールスイッチに設定します。
- 試料をテストフィクスチャに接続します。

注 意

プラスのバイアス電圧を加える時は、電解コンデンサのプラス極を HIGH 側端子に接続してください。マイナスのバイアス電圧を加える時は、マイナス極を HIGH 側端子に接続してください。

- 16023B の ENTER ボタンを押します。押した直後にバイアス電圧が試料に加えられます。
- バイアス電圧が安定した後、4275A が表示した測定値を読みます。

記

0.1  $\mu\text{F}$  以上の大きな容量をもつ試料を測定すると、

表示されるキャパシタンス値が変動したり、または Err 4 が表示されることがあります。

記

直流バイアス電圧をモニタする場合は DVM (電圧計) を裏面パネルの INT DC BIAS MONITOR コネクタに接続します。

記

16047B テストフィクスチャを使用している場合は、安全保護カバーを開けた時に、試料のキャパシタに蓄えられている電荷が 10  $\Omega$  の抵抗を通して放電します。

バイアス電圧安定時間

試料に加わるバイアス電圧が設定した電圧値の 90% 以上に達するまでに最高 300 ms の時間がかかります。

記

直流バイアスは 50 k $\Omega$  の内部保護抵抗を通して印加されます。

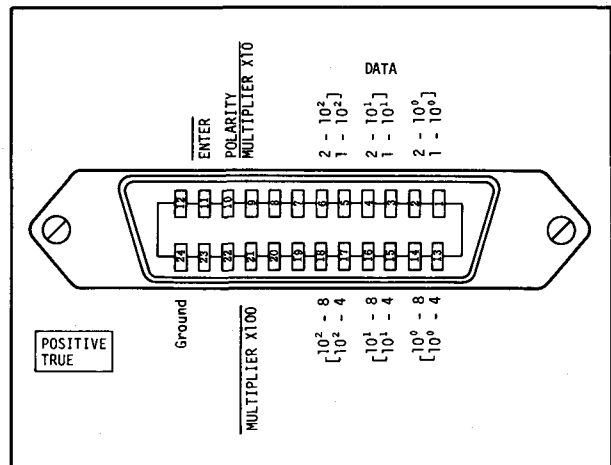


図 3-20 INT DC BIAS CONTROL コネクタ

## 3-60. オプション 003 :

## バッテリー・メモリ・バックアップ

3-61. 4275Aオプション 003は機器の任意の設定を記憶してそれを継続的に保持する機能を持ちます。特定の測定目的に特に用いるような、あるいは通常しばしば用いる設定は、同じ設定をいつでも簡単に行なえるように機器に記憶させておくことができます。この設定に関する記憶は機器の電源が遮断された場合にも保たれて、正常な電源が再び投入された時に同じ設定が自動的に行われます。また、2つのボタン (LOCALとRECALL) を押すことにより、記憶されている設定をいつでも実際に再現することができます。希望する設定を機器に記憶させるには次のようになります。

1. 表面パネルの操作ボタンやツマミを希望する設定にします。
2. LOCAL ボタンを (少なくとも) 1 秒間押し続けます。bb の文字 (Memory back-upを意味します) が DISPLAY A に点滅します。
3. 表示の点滅が終わる前に REF VALUE STORE ボタンを押します。もしも STORE ボタンを押さないと、約 5 秒後に 4275A の記憶モードが自動的に解除されて点滅する表示が消え、機器は通常の測定動作に戻ります。もう一度記憶モードにするためには LOCAL ボタンを押します。
4. 4275A はその設定を記憶しました。この設定は機器に電源が投入された時に、いつも標準の自動初期設定に代わって再現されます。ある任意の (一時的な) 設定で測定を行なった後に、記憶されている設定が必要になった場合には、LOCAL ボタンを約 1 秒間押し、次に REF VALUE RECALL ボタンを押します。

## 記

自動オフセット調整の結果 (テストフィクスチャに関するオフセット補償値) および偏差測定における基準測定値も機器の設定と共に記憶され、保持されます。

## 記

SELF TEST ボタンの設定は記憶されません。

スタンバイ電池の平均寿命時間 (記憶保持のために電池が作動した時間の合計) は 40000 時間です。電池が消耗すると保持されていた記憶が消失し、Err 9 の警告が表示されます。電池は早めに交換してください。交換方法については最寄りの YHP 営業所、サービス部または代理店にお問い合わせください。

## 記

オプション 003 バッテリー・メモリ・バックアップの機能は、計器番号 2045 J 01243 以降の機器には、標準装備されています。

## 3-62. オプション 004 : 1-3-5 ステップ測定周波数

3-63. 4275A オプション 004 は 10 点の標準測定周波数の代わりに次の測定周波数を備えます (単位は Hz)。

10 k	100 k	1 M	10 M
30 k	300 k	3 M	*
50 k	500 k	5 M	*

FREQUENCY/TEST SIG LEVEL ディスプレーの表示窓には上記の周波数がプリントされています (\* は 2 点までの特別オプション周波数が追加されうることを表わします)。これらの 10 点のオプション周波数は、標準の測定周波数を備えた 4275A の周波数選択方法と同様に、表面パネルの FREQUENCY STEP ボタン (DOWN と UP) を押すことによって選ばれます。その他の機能と性能は標準の 4275A に準じます (測定精度は仕様を参照してください)。

## 3-64. 特別周波数オプション

3-65. 特別周波数オプションは 10 kHz から 10.7 MHz までの周波数範囲にある任意の測定周波数を 1 点または 2 点追加します。追加された特別測定周波数は標準の測定周波数を選択する方法と同様に、FREQUENCY STEP ボタン (DOWN と UP) を押すことによって選ばれます。その周波数 (値) に関係なく、特別測定周波数は UP ボタンを押して順次に高い測定周波数を選んだ場合に、10 MHz の次に現われます。これは FREQUENCY/TEST SIG LEVEL ディスプレーの表示窓にプリントされた測定周波数表の \* の位置にあたります。特別測定周波数を選んだ時にも、その周波数が FREQUENCY/TEST SIG LEVEL ディスプレーに表示されます。

### 3-66. オプション 101

#### HP-IB インターフェース

3-67. モデル 4275A オプション 101 は、4275A を HP-IB バスに接続して、コントローラ（例えば YHP ディスクトップ・コンピュータ）により測定条件をリモート・コントロールして測定を行なうとともに、4275A によって測定されたデータを処理することができます。

#### 記

HP-IB は、IEEE std. 488-1975 の規格をヒューレット・パカード (HP) 社が実現したインターフェース・バスです。

#### 記

オプション 101 HP-IB インターフェースの機能は、計器番号 2045 J 01243 以降の機器には、標準装備されています

### 3-68. HP-IB との接続

3-69. 4275A オプション 101 は、コントローラ（例えば YHP ディスクトップ・コンピュータ）の付属した HP-IB システムにおいては、トーカーとリスナの両方の機能を使用することができます。また、コントローラの付属していない HP-IB システムにおいては、TALK ONLY として使用することができます（3-74 項を参照）。

### 3-70. HP-IB ステータス・インジケータ

3-71. 4275A の表面パネルには、4 個の LED ランプの HP-IB インジケータがあります。これらのランプはそれぞれ HP-IB システムにおいて 4275A オプション 101 が、次のような状態にあることを示しています。

SRQ : 4275A から HP-IB のバス・ラインへ SRQ (サービス・リクエスト) 信号が送られています。

LISTEN : 4275A がリスナに設定されています。

TALK : 4275A がトーカーに設定されています。

REMOTE : 4275A がリモート・コントロールされています。

#### 記

HP-IB 経由で "remote" コマンド (REMOTE または rem) が送られた場合は、LISTEN ランプは点灯しません。

### 3-72. LOCAL ボタン

3-73. 4275A の表面パネルの LOCAL ボタンを押すことによって、4275A を HP-IB のリモート・コントロールから表面パネルのキー操作によるコントロールに切り換えることができます。この時、REMOTE ランプは消え

ます。ただし、この機能は 4275A がコントローラによって、ローカル・ロックアウトに設定されている場合には使用できません。

### 3-74. HP-IB コントロール・スイッチ

3-75. A22 HP-IB ボード上の S1 HP-IB コントロール・スイッチは 7 ビットのスイッチで以下のような 3 つの機能を持っています。

(1) ビット 1 ~ 5

00000 ~ 11110 (0 ~ 30) の 31 通りの HP-IB アドレスが設定されます。

(2) ビット 6 (Delimiter Form Bit)

データ出力のフォーマットが次に示されているように設定されます。

0 : コンマ

1 : キャリッジ・リターン, ライン・フィード

(3) ビット 7 (Talk Only bit)

4275A オプション 101 の HP-IB インターフェース機能が次に示されているように設定されます。

0 : Addressable

1 : Talk Only

#### 記

4275A オプション 101 は、工場出荷時には図 3-21 のように設定されています。

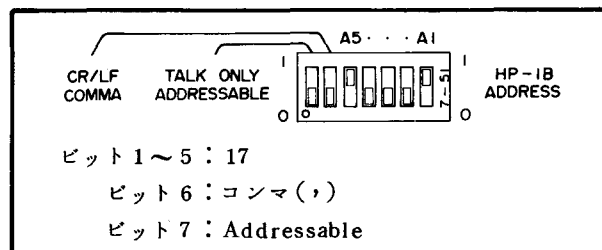


図 3-21 HP-IB コントロール・スイッチ

#### 警告

4275A の裏面パネルにある EXT  $\pm 200V$  MAX DC バイアス・コネクタに外部 DC バイアス電源が接続されている 4275A オプション 101 において、HP-IB コントロール・スイッチの設定を変更する場合には、電気的なショックを避けるために以下のような操作を行ってください。

1. 外部 DC バイアス電源を 0V に設定する。
2. 外部 DC バイアス電源を 4275A からはずす。
3. 4275A の電源コードをはずす。
4. 4275A のトップ・カバーをはずす。
5. A22 S1 HP-IB コントロール・スイッチの設定を変更する。
6. トップ・カバーを取り付けて、電源コードを接続する。



7. EXT  $\pm 200V$  MAX DC バイアス・コネクタに外部 DC バイアス電源を接続する。
8. 外部 DC バイアス電源を測定に必要な DC バイアス値に設定する。
9. 以上のような手順により、ふたたび DC バイアスを使用することができます。

### 3-76. HP-IB インターフェース機能

3-77. 4275A オプション 101 の HP-IB インターフェース機能は、表 3-10 に示されているように 8 通りあります。

コード	インターフェース機能
SH1	送信ハンドシェイク機能
AH1	受信ハンドシェイク機能
T5	トーカー (基本的トーカー, シリアルボール, トークオンリー, トークアドレス解除)
L4	リスナ (基本的リスナ, リスナアドレス解除)
SR1	サービスリクエスト機能
RL1	リモート / ローカル機能, ローカルロックアウト機能
DC1	デバイスクリア機能
DT1	デバイストリガ機能

表 3-10 HP-IB インターフェース機能

### 3-78. リモート・プログラム・コード

3-79. 4275A オプション 101 で使用されているリモート・プログラム・コードは表 3-11 に示されています。

### 3-80. DC バイアスの設定

3-81. 4275A オプション 001 と 002 の DC バイアスを HP-IB によってリモート・コントロールする場合のプログラムは以下のとおりです。

$$BI \pm \underbrace{N}_{(1)}. \underbrace{NNN}_{(2)} \pm \underbrace{NNV}_{(2)}$$

(1) 3 ケタの仮数部

(2) 2 ケタの指数部

記

仮数部あるいは指数部の極性を指定しない場合には、正 (+) に設定されます。

### 3-82. データ出力

3-83. モデル 4275A オプション 101 には、以下のような 5 通りのデータ出力があります。

- (1) 表示値 A および B
- (2) 偏差測定の基準値
- (3) 測定信号レベルのモニタ
- (4) 操作キーの設定状態
- (5) サービス・リクエストのステータス・バイト

以下の各項において、それぞれのデータ出力について説明されています。

### 3-84. DISPLAY A, B のデータ

3-85. 4275A オプション 101 においては、2 通りの出力フォーマットが利用できます。

#### a. フォーマット A :

A22 ボード上の HP-IB コントロール・スイッチのビット 6 (Delimiter Form Bit) が 0 に設定されている場合には、以下に示されているように DISPLAY A および DISPLAY B のデータが " , (コンマ) " で区切られ連続して出力されます (3-74 項を参照)。

$$\underbrace{XXXX \pm N}_{(1)(2)(3)(4)(5)}. \underbrace{NNNNN \pm NN}_{(6)}, \underbrace{XX \pm N}_{(7)(8)(9)}. \underbrace{NNNNN \pm NN}_{(10)} \text{ (CR) (LF) } (11)$$

記

4275A オプション 101 は、工場から出荷される時には通常フォーマット A に設定されています。

#### b. フォーマット B :

A22 ボード上の Delimiter Form Bit が 1 に設定されている場合には、以下に示されているように DISPLAY A と DISPLAY B のデータが、2 つに分けられて出力されます (3-74 項を参照)。

$$\underbrace{XXXX \pm N}_{(1)(2)(3)(4)(5)}. \underbrace{NNNNN \pm NN}_{(6)} \text{ (CR) (LF) } (11)$$

$$\underbrace{XX \pm N}_{(8)(9)}. \underbrace{NNNNN \pm NN}_{(10)} \text{ (CR) (LF) } (11)$$

- (1) スペース
- (2) 測定回路モード
- (3) 測定周波数
- (4) DISPLAY A のデータ・ステータス
- (5) DISPLAY A の測定項目
- (6) DISPLAY A の測定値
- (7) コンマ



	設 定	プログラム・コード	備 考																				
DISPLAY A ファンクション	L C R  Z	A 1 A 2 A 3 A 4	A と B の組合わせは下表のとおりです。 <table><tr><th>A \ B</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th></tr><tr><th>1</th><td>L-D</td><td>L-Q</td><td>L-ESR/G</td></tr><tr><th>2</th><td>C-D</td><td>C-Q</td><td>C-ESR/G</td></tr><tr><th>3</th><td>R-X/B</td><td>R-L/C</td><td>R-X/B</td></tr><tr><th>4</th><td> Z  - θ</td><td> Z  - θ</td><td> Z  - θ</td></tr></table>	A \ B	1	2	3	1	L-D	L-Q	L-ESR/G	2	C-D	C-Q	C-ESR/G	3	R-X/B	R-L/C	R-X/B	4	Z  - θ	Z  - θ	Z  - θ
A \ B	1	2	3																				
1	L-D	L-Q	L-ESR/G																				
2	C-D	C-Q	C-ESR/G																				
3	R-X/B	R-L/C	R-X/B																				
4	Z  - θ	Z  - θ	Z  - θ																				
DISPLAY B ファンクション	D Q ESR/G X/B L/C θ	B 1 B 2 B 3 B 1, B 3 B 2 B 1, B 2, B 3																					
CIRCUIT MODE	AUTO  	C 1 C 2 C 3																					
DISPLAY A 偏差測定	OFF △ △ %	D 0 D 1 D 2	これらのプログラム・コードを実行する場合には、あらかじめ基準値を入力しておく必要があります。																				
FREQUENCY STEP	10 kHz 20 (30) kHz 40 (50) kHz 100 kHz 200 (300) kHz 400 (500) kHz 1 MHz 2 (3) MHz 4 (5) MHz 10 MHz * 1 * 2	F 11 F 12 F 13 F 14 F 15 F 16 F 17 F 18 F 19 F 20 F 21 F 22	かっこの中の値はオプション 004 における測定周波数です。																				
HIGH RESOLUTION	OFF ON	H 0 H 1																					
DATA READY	OFF ON	I 0 I 1	DATA READY が ON に設定されている場合には、測定が終了した時に SRQ 信号が出力されます。																				
KEY STATUS OUTPUT		K	このプログラム・コードを実行すると、その時の KEY の設定状態を知ることができます。																				

表3-11 リモート・プログラム・コード

	設 定	プログラム・コード	備 考
TEST SIG LEVEL CHECK	V A	LV LA	これらのプログラム・コードを実行すると、その時の UNKNOWN 端子にかかっている測定信号電圧（電流）のレベルを知ることができます。
MULTIPLIER	$\times 0.01$ $\times 0.1$ $\times 1$	M1 M2 M3	
LCRZ RANGE	AUTO MANUAL 1000 fF/100 nH 10 pF/1000 nH/1000 m $\Omega$ 100 pF/10 $\mu$ H/100 $\Omega$ 1000 pF/100 $\mu$ H/100 $\Omega$ 10 nF/1000 $\mu$ H/1000 $\Omega$ 100 nF/10 mH/10 k $\Omega$ 1000 nF/100 mH/100 k $\Omega$ 10 $\mu$ H/1000 mH/1000 k $\Omega$ 100 $\mu$ F/10 H/10 M $\Omega$ 100 H	R31 R32 R11 R12 R13 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20	R32 を実行すると、レンジは固定されます。 R11～R23 を実行すると、指定されたレンジに固定されます。ただし、設定された測定パラメータや測定周波数によって、測定できないレンジが指定されると、最も近いレンジに設定されます。
RECALL REFERENCE VALUE		RE	このプログラム・コードを実行する場合には、あらかじめ基準値を入力しておく必要があります。
SELF TEST	OFF ON	S0 S1	
STORE REFERENCE VALUE		ST	
TRIGGER	INT EXT HOLD/MANUAL	T1 T2 T3	外部トリガで使用する場合には、LOCAL キー、もしくは、プログラム（LOCAL 717）によって 4275A をローカルに設定してください。
ZERO	OPEN SHORT	ZO ZS	
EXECUTE		E	

表3-11 リモート・プログラム・コード（つづき）

### 第3章 使用法

- (8) DISPLAY Bのデータ・ステータス
- (9) DISPLAY Bの測定項目
- (10) DISPLAY Bの測定値
- (11) キャリッジ・リターン, ライン・フィード

測定回路, 測定周波数, データ・ステータス, 測定項目は表3-12に示されているような1文字のアルファベットの形で出力されています。

#### 3-86. 基準値のデータ

3-87. プログラム・コード“RE”を用いると, 以下のようなフォーマットでストアされた基準値のデータが出力されます(図3-25参照)。

$$\frac{\text{X} \pm \text{N. NNNNE} \pm \text{NN}}{(1)(2) \quad (3) \quad (4)} \quad \text{(CR) (LF)}$$

- (1) スペース
- (2) DISPLAY Aの測定項目
- (3) 基準値
- (4) キャリッジ・リターン, ライン・フィード

#### 3-88. 測定信号レベルのデータ

3-89. プログラム・コード“LV”や“LA”を用いて測定信号レベルをモニタすると, 以下のようなデータが出力されます(図3-25参照)。

$$\frac{\text{X} \text{X} \pm \text{N. NNE} \pm \text{NN}}{(1)(2)(3) \quad (4) \quad (5)} \quad \text{(CR) (LF)}$$

- (1) スペース
- (2) レベル測定の状態 (データ・ステータス)
- (3) 測定項目
- (4) 測定値
- (5) キャリッジ・リターン, ライン・フィード

#### 3-90. キーの設定状態のデータ

3-91. プログラム・コード“K”を実行すると, 以下のようなフォーマットで, キーの設定状態のデータが出力されます(図3-24参照)。

$$\frac{\text{ANBN} \text{CNDN} \text{FNHN} \text{INMNRNNSNTN}}{(1)(2) \quad (3)(4) \quad (5)(6) \quad (7)(8) \quad (9)(10) \quad (11)(12) \quad (13)} \quad \text{(CR) (LF)}$$

- (1) スペース
- (2) A1~A4: DISPLAY Aファンクション
- (3) B1~B3: DISPLAY Bファンクション
- (4) C1~C3: CIRCUIT MODE
- (5) D0~D2: 偏差測定



	設 定	コ ード
測 定 回 路		P
		S
測 定 周 波 数 ( )はオプション 004の測定周波数	10 kHz	H
	20 (30) kHz	I
	40 (50) kHz	J
	100 kHz	K
	200 (300) kHz	L
	400 (500) kHz	M
	1 MHz	N
	2 (3) MHz	O
	4 (5) MHz	P
	10 MHz	Q
	* 1	R
	* 2	S
データ・ステータス	ノーマル	N
	オーバーフロー	O
	アンダーフロー	U
	チェンジ・ファンクション	C
測 定 項 目	セルフ・テスト	スペース
	L	L
	C	C
	R	R
	Z	Z
	%	P
	△L	H
	△C	F
	△R	W
	△Z	Y
	V	V
	A	A
	D	D
	Q	Q
	ESR	R
	G	G
	X	X
	B	B
	θ	T

表3-12 データ出力コード

- (6) F11~F23: FREQUENCY STEP  
 (7) H0, H1: HIGH RESOLUTION  
 (8) I0, I1: DATA READY  
 (9) M1~M4: MULTIPLIER  
 (10) R31, R32, R11~R23  
       : LCRZ RANGE  
 (11) S0, S1: SELF TEST  
 (12) T1~T3: TRIGGER  
 (13) キャリッジ・リターン, ライン・フィード

### 3-92. サービス・リクエストのステータス・バイト

3-93. 4275Aオプション101ではRQS(リクエスト・サービス)の信号は、4種類のサービス・リクエストの状態のうちの1つになった場合に出力されます。4275Aオプション101のステータス・バイトの内容は図3-22に示されています。

### 3-94. 4275Aプログラミング・ガイド

3-95. シリーズ80およびシリーズ200コンピュータを用いたサンプル・プログラムが図3-23から図3-25に示されています。プログラムの内容については、表3-13に示されています。

#### 記

HP-IBプログラミングの詳細な説明は、各コンピュータの取扱説明書を参照してください。

#### 記

これらのサンプル・プログラムにおいて使用されている機器は以下のとおりです。

4275A マルチ・フリケンシー LCR メータ  
 4275Aオプション101 HP-IBインターフェース  
 HP-85 パーソナル・コンピュータ  
       00085-15003 I/O制御ROM  
 82937A HP-IBインターフェース  
 または  
 9816/26/36 デスクトップコンピュータ  
 98601A/98611A BASIC 2.0

サンプル・プログラム	図	内 容
1	3-23	4275Aの基本的なリモート・コントロールとデータ出力。
2	3-24	プログラム・コード“K”の使用 方法。
3	3-25	プログラム・コード“RE”, “LV”, “LA”の使用 方法。

表3-13 9825Aを用いたサンプル・プログラム

ビット	8	7	6	5	4	3	2	1
情 報	0	0/1	0	0	0/1	0/1	0/1	0/1

ビット7(RQS信号)は、サービス・リクエストの状態にあるかどうかを示しています。  
 ビット1から4までは、以下に示されているようなサービス・リクエストの状態を示しています。

- (1) ビット1: DATA READYがONの場合に、測定が終了して出力データが用意されると1に設定されます。
- (2) ビット2: 4275Aオプション101が、誤ったリモート・プログラム・コードやDCバイアス設定命令を受け取った時に1に設定されます。
- (3) ビット3: ZEROオフセット調整やSELF TESTが終了すると1に設定されます。
- (4) ビット4: 4275Aが次のような状態になった時に1に設定されます。
  - ① Err 1, 5, 6, 7, 8になった場合
  - ② SELF TESTにパスしなかった場合。

図3-22 4275Aオプション101のステータス・バイト

## サンプル・プログラム 1

このプログラムは、4275Aの基本的なリモート・コントロールとデータ出力の方法を示したプログラムです。プログラムの持つ機能は、以下のとおりです。

- (1) HP-IBによる4275Aのリモート・コントロール。
- (2) HP-IBによる4275Aへのトリガ命令。
- (3) HP-IBによる4275Aからのデータ出力。

プログラム：

```

10 REMOTE 717
   (1) (2)
20 CLEAR 717
30 OUTPUT 717 ; "A2T3"
   (3)
40 OUTPUT 717 ; "E"
   (4)
50 ENTER 717 ; A,B
60 DISP A,B
70 PRINT A,B
80 END

```

- (1) HP-IBインターフェース(82937A)のセレクト・コード。
- (2) 4275Aのアドレス・コード。
- (3) 4275Aのプログラム・コード(表3-11を参照)。
- (4) このラインは、次のようなプログラムと同じ意味でHP-IBによる4275Aへのトリガ命令です。

TRIGGER 717

文字列を用いると、4275Aの完全なデータ出力が得られます。その場合のプログラムは以下のとおりです。

プログラム：

```

10 DIM A$(50)
20 REMOTE 717
30 CLEAR 717
40 OUTPUT 717 ; "A2T3"
   (1)
50 OUTPUT 717 ; "E"
60 ENTER 717 ; A$
70 DISP A$
80 PRINT A$
90 END

```

- (1) トリガ・モードは、"T3(HOLD/MANUAL)"に設定してください。

図3-23 サンプル・プログラム1

## サンプル・プログラム 2

このプログラムは、リモート・プログラム・コード“K”の使用方を示したプログラムです。リモート・プログラム・コード“K”を実行すると、その時の4275Aのキーの設定状態を知ることができます。

## 記

リモート・プログラム・コード“K”を実行した場合に、LCRZ RANGEが“R 31 (AUTO)”に設定されていると、“K”によるキーの設定状態の情報も“R 31”になってしまい、その時の実際のLCRZ RANGEを知ることができません。実際に測定を行なっているLCRZ RANGEを知るためには、“K”を実行する前に、“R 32 (MANUAL)”に設定しておいてください。

プログラム：

```
10 DIM A$(50)
20 REMOTE 717
30 OUTPUT 717 ; "K"
40 ENTER 717 ; A$
50 DISP A$
60 END
```

## 記

ライン30と40のステートメントは続けてプログラムしてください。

図3-24 サンプル・プログラム 2

## サンプル・プログラム 3

このプログラムは、リモート・プログラム・コード“RE”、“LV”、“LA”の使用法を示したプログラムです。これらのリモート・プログラム・コードの機能は、以下のとおりです。

“RE”：入力されているDISPLAY Aの基準値のデータ出力が得られます。

“LV”：測定端子にかかっている測定信号電圧値のデータ出力が得られます。

“LA”：測定端子を流れている測定信号電流値のデータ出力が得られます。

## 記

リモート・プログラム・コード“RE”を実行する場合には、あらかじめ基準値が入力されていなければなりません。

プログラム：

```
10 REMOTE 717
20 OUTPUT 717 ;"RE"
30 ENTER 717 ; A
40 PRINT A
50 END
```

(1) “RE”または“LV”または“LA”

(1)

## 記

ライン20と30のステートメントは続けてプログラムしてください。

文字列を用いると、4275Aの完全なデータ出力が得られます。その場合のプログラムは以下のとおりです。

プログラム：

```
10 DIM A$(60),B$(60)
20 REMOTE 717
30 CLEAR 717
40 OUTPUT 717 ;"A2T3"
50 OUTPUT 717 ;"E"
60 ENTER 717 ; A$
70 DISP A$
80 OUTPUT 717 ;"LV"
90 ENTER 717 ; B$
100 DISP B$
110 END
```

(1) トリガ・モードは、“T3(HOLD/MANUAL)”に設定してください。

(1)

(2) “RE”または“LV”または“LA”

(2)

## 記

ライン60のステートメントは、ライン80のステートメントよりも前に実行しておく必要があります。さもないと、HP-IBのバス・ラインへ誤ったデータ出力が送られる場合があります。

図3-25 サンプル・プログラム 3