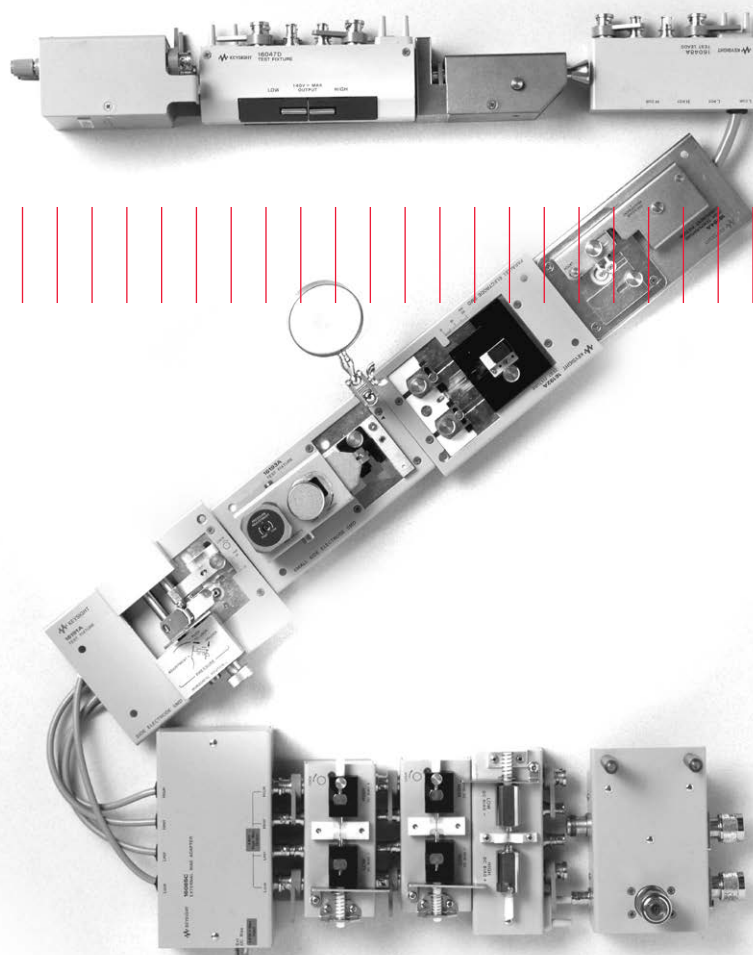


Keysight Technologies

インピーダンス測定用 アクセサリ・セクションガイド

Selection Guide



目次

はじめに	1
1. キーサイトのアクセサリ	1
2. アクセサリのタイプ	1
3. キーサイトのアクセサリの利点	2
アクセサリを選択するためのヒント	3
1. 測定アプリケーションによる選択	3
2. 測定器との互換性	3
3. 周波数、DCバイアス、使用可能温度範囲／湿度	4
4. DUT(被試験デバイス)の寸法	4
5. オープン／ショートの再現性と比例誤差	4
6. 付属品	4
7. ターミナルアダプタ	5
アクセサリカタログ	6
使用可能周波数レンジ	6
アクセサリ構成	7
最高110 MHz(4端子対)	8
リード・コンポーネント：	
16047A テストフィクスチャ	9
16047E テストフィクスチャ	10
16060A トランステストフィクスチャ	11
SMD：	
16034E テストフィクスチャ	12
16034G テストフィクスチャ	13
16034H テストフィクスチャ	14
16044A テストフィクスチャ	15-16
16334A ピンセット型テストフィクスチャ	17
その他のコンポーネント(さまざまなサイズや形状)：	
16089A 大型ケルビנקリップ・リード	18
16089B 中型ケルビנקリップ・リード	18
16089C ケルビンICクリップ・リード	19
16089D ケルビンワニ口クリップ・リード	19
ポート／ケーブル延長：	
16048A テストリード	20
16048D テストリード	20
16048E テストリード	21
16048G テストリード	22
16048H テストリード	22

目次

プローブ：		
	42941A インピーダンスプローブ・キット	23
DCバイアス・アクセサリ：		
	16065A 200 Vdc外部電圧バイアスフィクスチャ	24
	16065C 40 Vdc外部電圧バイアスアダプタ	24
材料：		
	16451B 誘電体テストフィクスチャ	25-28
	16452A 液体誘電体テストフィクスチャ	29-30
最高3 GHz(7 mm)		31
リード・コンポーネント：		
	16092A スプリングクリップ・フィクスチャ	32
SMD：		
	16192A 平行電極SMDテストフィクスチャ	33-34
	16194A 高温コンポーネント用テストフィクスチャ	35-36
	16196A 平行電極SMDテストフィクスチャ	37-39
	16196B 平行電極SMDテストフィクスチャ	40-41
	16196C 平行電極SMDテストフィクスチャ	42-43
	16196D 平行電極SMDテストフィクスチャ	44-45
	16197A 底面電極SMDテストフィクスチャ	46-48
DCバイアス・アクセサリ：		
	16200B 外部DCバイアスアダプタ	49
材料：		
	16453A 誘電材料テストフィクスチャ	50
	16454A 磁性材料テストフィクスチャ	51-52
DC(高抵抗)		53
SMD/リード・コンポーネント：		
	16339A コンポーネント・テストフィクスチャ	54
SMD：		
	16118A ピンセット型テストフィクスチャ	55

その他のコンポーネント(さまざまなサイズ、形状、グランド接続)：	
16117B 低雑音テストリード	56
16117C 低雑音テストリード	57
材料：	
16008B 抵抗セル	58-59
その他のアクセサリ	
16190B 性能試験キット	60
16380A 標準キャパシタセット	61
16380C 標準キャパシタセット	62
42030A 4端子対標準抵抗セット	63
42090A オープン終端	64
42091A ショート終端	64
付録	
テストフィクスチャの追加誤差の概念	65
1. インピーダンス測定システムの構成	65
2. 測定システムの確度	65-67
3. テストフィクスチャの新しい市場動向と追加誤差	67-70
誤差補正	71
1. オープン/ショート補正	71
2. オープン/ショート/ロード補正	71
3. 電気長補正	72
4. ケーブル長補正	73
測定の再現性	73
索引	74
SMDサイズによるテストフィクスチャ選択	75
アクセサリと測定器の対応表	76
キーサイトのWebリソース	77

はじめに

被試験デバイス(DUT)を測定する場合、測定器をDUTに接続するためにテストフィクスチャが必要です。テストフィクスチャは、測定器とDUTの接点を接続するために設計されたインターフェースです。

1. キーサイト・テクノロジーのアクセサリ

キーサイト・テクノロジーでは多くのアプリケーションに適したさまざまなアクセサリを提供しています。これらのアクセサリを使用すれば簡単に信頼性の高い測定を行えます。例えば、SMDコンポーネントのインピーダンスを測定するには機械的／電氣的に精度の高いテストフィクスチャが必要です。この測定のために、キーサイトはインピーダンス測定器用の専用SMDフィクスチャを用意していますので、測定誤差を最小にすることが可能です。さらに、その他のアプリケーション(DCバイアステストや誘電体材料テストなど)向けの専用フィクスチャも揃えています。キーサイトのアクセサリは、正確で再現性のある測定によりタイムトゥマーケットの短縮と信頼性の向上を実現します。

2. アクセサリのタイプ

キーサイトのアクセサリは以下の5つのカテゴリに分けられます。

テストフィクスチャ

テストフィクスチャは電子部品や材料を(物理的および電氣的に)測定用に固定するために使用されます。キーサイトでは、さまざまな種類の4端子対テストフィクスチャと7 mmテストフィクスチャをとり揃えています。テストフィクスチャには、測定器に直接接続するものと、アダプタを介して接続するものがあります。測定に最適なテストフィクスチャをお選びください。

テストリード

テストリードは測定ポートを測定器のUNKNOWN端子からDUTまで延長する役割を果たします。柔軟なテストリードを使用すれば、テストフィクスチャに固定できないDUTでも、サイズや形状にかかわらず測定できます。テストリードは、テストサンプルと測定器が離れている場合に延長ケーブルとしても使用できます。

プローブ

プローブは測定するコンポーネントがすでにプリント基板に接続されていたり、1つの端子がグラウンドに接続されていたりする場合に便利です。

アダプタ

アダプタは測定器とテストフィクスチャの間に変換回路が必要な場合に用いられます。42942Aは端子変換アダプタで、4端子対構成を7 mm構成に変換することができます。16065Cは外部DCバイアスアダプタで、外部DCバイアス電源からDUTにDCバイアスを印加するために使用できます。

その他

DCバイアスアクセサリや高性能テスト機器も用意しています。

はじめに

3. キーサイトのアクセサリの利点

すべてのアクセサリは測定器の確度を低下させずに、高確度の測定を行えるように設計されています。

- 残留誤差が小さく、測定器の精度を維持できます。
- 明確に定義された誤差補正により、誤差補正の計算が容易です。
- テスト周波数や信号レベルなどの厳格な測定仕様により、安全で正確な測定を実現できます。

このセクションガイドでは、以下の測定器に適したキーサイトのアクセサリを紹介します。

LCRメータ：

- 4263B* 100 Hz/120 Hz/1 kHz/10 kHz/100 kHz LCRメータ –
- 4284A* 20 Hz ~ 1 MHz プレシジョンLCRメータ
- E4980A 20 Hz ~ 2 MHz プレシジョンLCRメータ
- E4980AL 20 Hz ~ 300 kHz/500kHz/1 MHz プレシジョンLCRメータ
- 4285A 75 kHz ~ 30 MHz プレシジョンLCRメータ
- 4287A* 1 MHz ~ 3 GHz RF LCRメータ
- E4982A 1 MHz ~ 3 GHz LCRメータ

キャパシタンスメータ

- 4268A* 120 Hz/1 kHz キャパシタンスメータ
- 4279A* 1 MHz C-Vメータ
- 4288A* 1 kHz/1 MHz キャパシタンスメータ
- E4981A キャパシタンスメータ

レジスタンスメータ

- 4339B* DCハイレジスタンスメータ
- 4349B* DC 4チャンネル・ハイレジスタンスメータ

インピーダンス・アナライザ

- 4291B* 1 MHz ~ 1.8 GHz RFインピーダンス／マテリアル・アナライザ
- 4294A 40 Hz ~ 110 MHz プレシジョン・インピーダンス・アナライザ
- E4990B 20 Hz ~ 10/20/30/50/120 MHz インピーダンス・アナライザ
- E4991A 1 MHz ~ 3 GHz RFインピーダンス／マテリアル・アナライザ
- E4991B 1 MHz ~ 500 MHz/1 GHz/3 GHz インピーダンス・アナライザ

ネットワーク・アナライザ

- E5061B-3L5 LF-RFネットワーク・アナライザ

* は販売を終了した測定器を示します。

アクセサリを選択するためのヒント

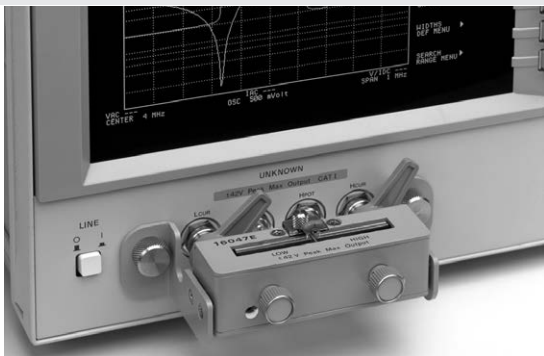
使用する測定器に合わせて適切なアクセサリを選択するためのヒントと注意点を示します。

1. 測定アプリケーションによる選択

キーサイトのアクセサリはさまざまな測定アプリケーションで使用できます。アプリケーションの範囲は基本的な測定(ディスクリットデバイスのインピーダンス測定など)から高度な測定(抵抗率や誘電率の測定など)までです。

2. 測定器との互換性

テストフィクスチャ/テストリードと測定器の互換性は、端子構成のタイプと使用可能な測定周波数レンジが一致するかどうかで決まります。このガイドに記載された測定器は周波数に基づいて以下の3つのカテゴリに分けられます。

周波数 レンジ	～ 110 MHzまで (端子構成：4端子対)	～ 3 GHzまで (端子構成：7 mm)
		
測定器	4263B、4268A、4279A、4284A、 4285A、4288A、4294A、E4980A、E4981A	4291B、4294A+42942A、E5061B-3L5 (オプション005付き) + 16201A、4287A、E4982A、E4991A 任意の4端子対測定器 (4294Aを除く) + 16085B

周波数	DC (高抵抗測定)
	
測定器	4339B、4349B

アクセサリを選択するためのヒント

3. 周波数、DCバイアス、使用可能温度範囲／湿度

キーサイトのアクセサリにはそれぞれ固有の使用可能範囲があります。この範囲外で測定を行った場合、残留誤差が増加したり問題が生じたりする可能性があります。アクセサリ固有の動作範囲が測定環境にあっていることを確認してください。湿度に関しては、キーサイトのアクセサリは40℃で相対湿度95%以下で動作します（この要件はほとんどのLCRメータおよびインピーダンス・アナライザと同じです）。周囲温度が40℃以外の場合は、表面に結露がない状態でアクセサリを使用してください。

4. DUT(被試験デバイス)の寸法

DUTにはチップコンポーネント、アキシアル／ラジアルリード、ICから一般的な電気材料まで、さまざまな種類があります。コンポーネントや材料の形状とサイズに合わせて適切なテストフィクスチャ／テストリードを選択します。

5. オープン／ショート再現性と比例誤差

測定の際にはテストフィクスチャの追加誤差が加わるため、全測定誤差は測定器の測定確度とフィクスチャの追加誤差の和となります。一般的に、テストフィクスチャの追加誤差は、オープン再現性、ショート再現性、比例誤差の3つの項から構成されます。オープン／ショート再現性はオープン／ショート残留インピーダンスの誤差成分を表し、非常に高い／低いインピーダンスの測定にそれぞれ影響します。比例誤差は測定するインピーダンスの値に比例する誤差成分を表します。の詳細については付録を参照してください。

6. 付属品

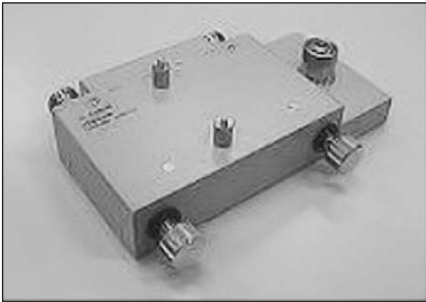
テストフィクスチャにはマニュアルと測定に必要なアクセサリが付属しています。例えば、42941Aインピーダンスプローブ・キットにはピンプローブ、アダプタ(BNC-SMB)、スペアピン3個、キャリングケース、操作／サービスマニュアルが付属しています。

アクセサリを選択するためのヒント

7. ターミナルアダプタ

ターミナルアダプタは測定器の端子構成を7 mm端子構成に変換しますので、7 mm端子コネクタがない測定器でも7 mm端子コネクタのテストフィクスチャを使用できます。42942Aは4端子対構成を7 mm端子コネクタに変換するもので、4294Aでのみ使用できます。

42942A ターミナルアダプタ



寸法(約) : 190(幅)×55(高さ)×140(奥行き) [mm]
質量(約) : 800 g

使用可能測定器 : 4294A
使用周波数 : 40 Hz ~ 110 MHz
最大電圧 : 最大±42 Vpeak (AC+DC)
使用可能温度範囲 : 0 °C ~ 40 °C
付属品 :

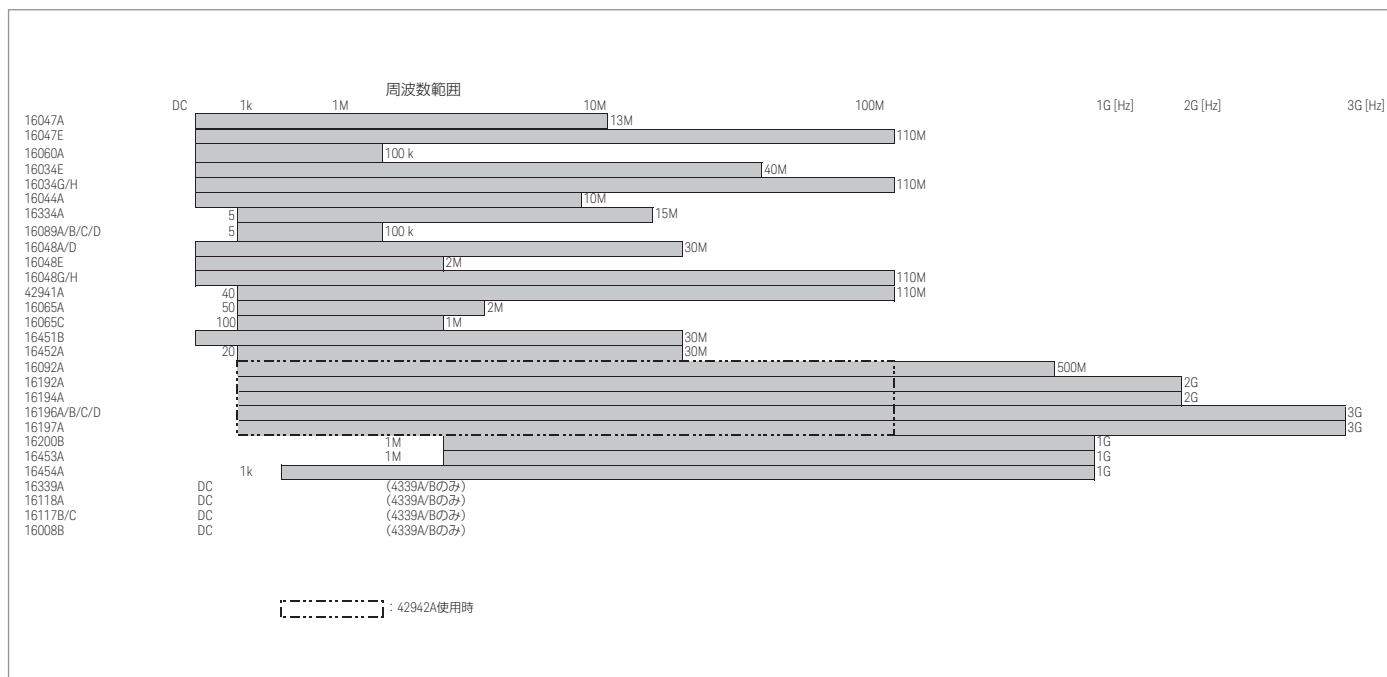
概要	パーツ番号	数量
キャリングケース	42942-60011	1
操作／サービスマニュアル	42942-90020	1

オプション :
42942A-700 : 7 mmオープン／ショート／ロード・セット追加

概要	パーツ番号	数量
オープン終端	04191-85302	1
ショート終端	04191-85300	1
負荷終端	04291-60043	1

アクセサリカタログ

使用可能周波数レンジ



アクセサリカタログ

アクセサリ構成

本書は測定アプリケーションに合わせて適切なテストフィクスチャを簡単に選択できるように、測定周波数とDUTに基づいて構成されています以下の表に各グループ内のカテゴリの一覧を示します。

110 MHzまで(端子構成：4端子対)

リード・コンポーネント	16047A/E、16060A
SMDコンポーネント	16034E/G/H、16044A、16334A
その他のコンポーネント	16089A/B/C/D
ポート／ケーブル延長	16048A/D/E/G/H
DCバイアス・アクセサリ	16065A/C
材料	16451B、16452A

3 GHzまで(端子構成：7 mmコネクタ)

リード・コンポーネント	16092A、16194A
SMDコンポーネント	16092A、16192A、16194A、16196A/B/C/D、16197A
DCバイアス・アクセサリ	16200B
材料	16453A、16454A

DC(高抵抗測定)

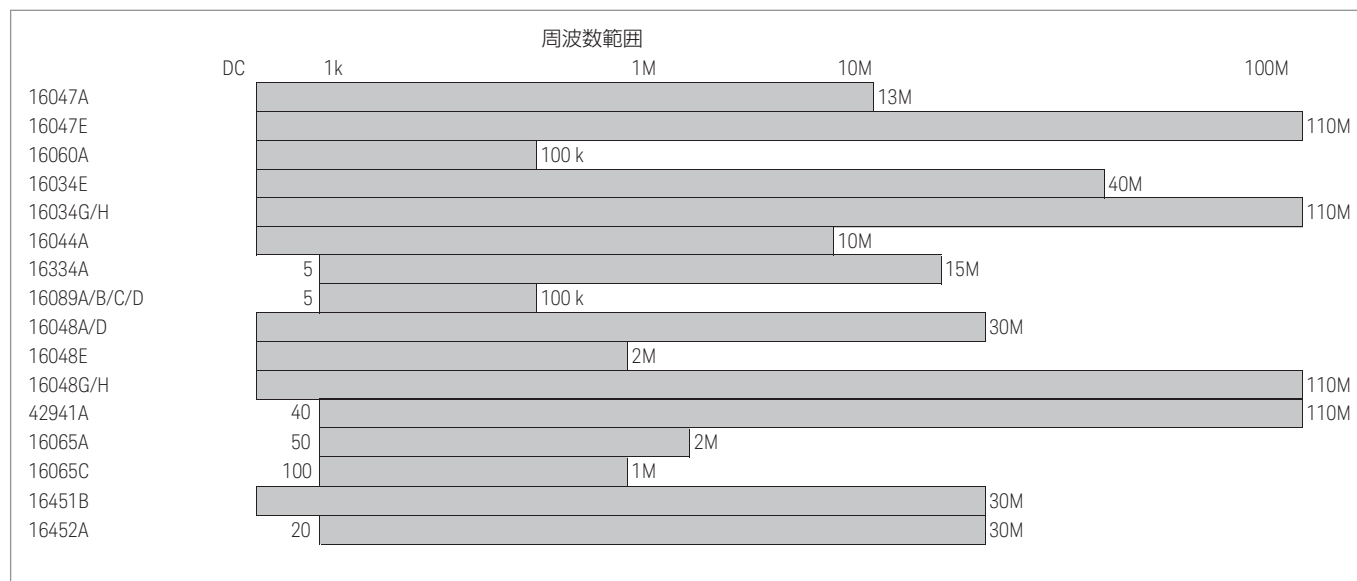
リード・コンポーネント	16339A
SMDコンポーネント	16118A、16339A
その他のコンポーネント	16117B/C
材料	16008B

その他のアクセサリ

その他	16190B、16380A/C、42060A、42090/1A
-----	---------------------------------

110 MHzまで(4端子対)

110 MHzまでのインピーダンス測定用テストフィクスチャ(4端子対)



使用可能測定器

周波数 レンジ	最高110 MHz (端子構成：4端子対)
測定器	4263B、4268A、4279A、4284A、 4285A、4288A、4294A、E4980A、E4981A

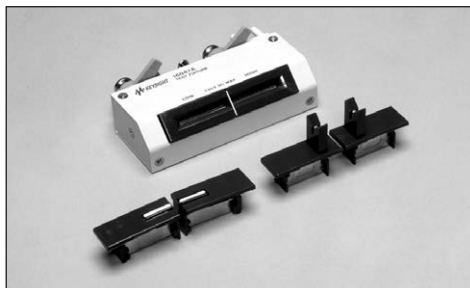
最高3 GHz (端子構成：7 mm)
4291B、4294A+42942A、E5061B-3L5 (オプション005付き) + 16201A、4287A、E4982A、E4991A 任意の4端子対測定器(4294Aを除く) + 16085B

周波数	DC(高抵抗測定)
測定器	4339B、4349B

110 MHzまで(4端子対)

リード・コンポーネント

16047A テストフィクスチャ



端子コネクタ：4端子対、BNC

DUTの接続：4端子

寸法(約)：

124(幅)×31(高さ)×62(奥行き)mm

質量(約)：205 g

追加誤差：

誤差のタイプ	インピーダンス
比例誤差	$\pm 5 \times (f/10)^2$

f：[MHz]

概要：16047A はアキシアル／ラジアルリード型デバイスのインピーダンス評価に使用します。ケルビン接点の採用により広いインピーダンス測定レンジを実現しています。接点チップはデバイスの形状に応じて交換できます。

使用可能測定器：4263B、4268A*、4279A*、4288A*、E4980A、E4981A、(4284A*、4285A、4294A)**

* は販売を終了した測定器を示します。

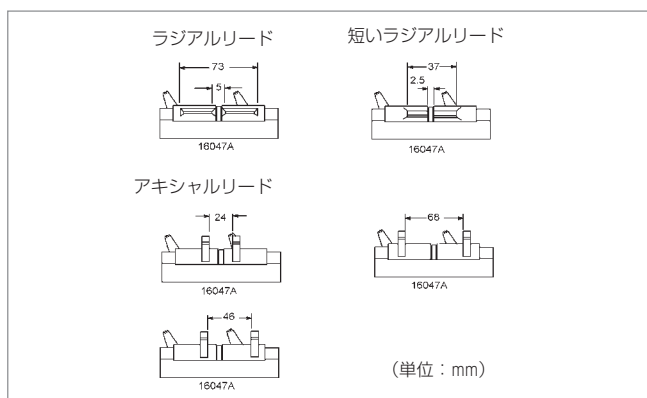
** 使用可能な周波数レンジには制限があります。

使用周波数：DC ～ 13 MHz

最大電圧：最大±42 V_{peak}(AC+DC)

使用可能温度範囲：0℃～55℃

測定可能DUTサイズ：モジュールサイズの図を参照。



16047Aのモジュールサイズ

付属品：

概要	パーツ番号	数量
アキシアルリード用モジュール	16061-70022	2
フィクスチャへのラジアルリード・マウント用モジュール	16061-70021	2
短いラジアルリード用モジュール	16047-65001	2
操作マニュアル	16047-90011	1

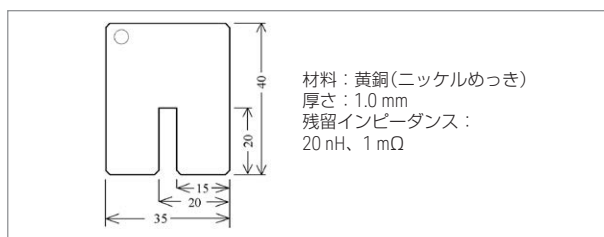
16047Aの各モジュールのサイズは上のモジュールサイズの図を参照

オプション：

16047A-701：ショートプレート追加 パーツ番号16047-00640

補正と測定：DUTの形状に合わせていずれかのモジュールを選択します。測定の前にオープンおよびショート補正を推奨します。ショート補正を実行するにはテストフィクスチャの接点をショートプレートでショートします。オープンおよびショート補正の実行後、DUTをテストフィクスチャに接続します。

パーツ番号16047-00640



ショートプレート

110 MHzまで(4端子対)

リード・コンポーネント

16047E テストフィクスチャ



端子コネクタ：4端子対、BNC

DUTの接続：2端子

寸法(約)：

135(幅)×40(高さ)×65(奥行き) [mm]

質量(約)：200 g

追加誤差：

誤差のタイプ	インピーダンス
比例誤差 $f \leq 15 \text{ MHz}$	$0.2 \times (f/10)^2 [\%]$
比例誤差 $f > 15 \text{ MHz}$	$4 \times (f/100) [\%]$
オープン再現性	$2n + 10 \mu \times (f/100) [S]$
ショート再現性	$2m + 600 m \times (f/100) [\Omega]$

f：[MHz]

概要：16047Eは最高110 MHzのリード型デバイスのインピーダンス評価に使用します。3端子デバイス用のガード端子を装備し、ショートプレートはフィクスチャに取り付けられています。

使用可能測定器：4263B、4268A*、4279A*、4284A*、4285A、4288A*、4294A、E4980A、E4981A、E5061B-3L5(オプションE5061B-005付き)

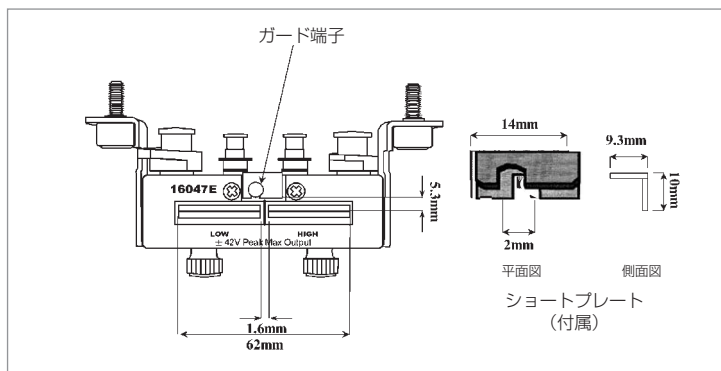
*は販売を終了した測定器を示します。

使用周波数：DC ~ 110 MHz

最大電圧：最大±42 Vpeak(AC+DC)

使用可能温度範囲：−20 °C ~ 75 °C

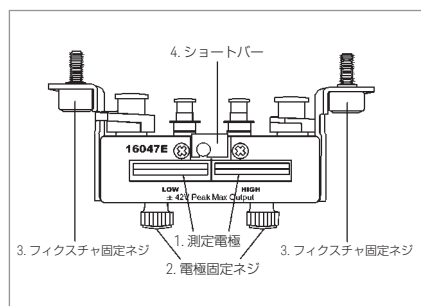
測定可能DUTサイズ：下の16047Eの電極サイズの図を参照。



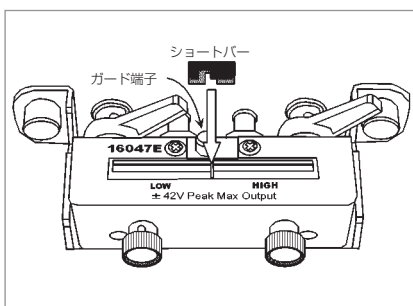
付属品：

概要	パーツ番号	数量
アングル(右側)	16047-01221	1
アングル(左側)	16047-01222	1
ネジ	0515-1229	4
ショートプレート	16047-00621	1
操作/サービスマニュアル	16047-90040	1

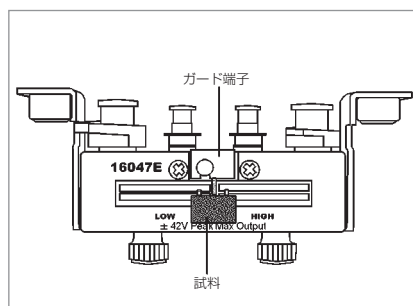
補正と測定：測定の前にオープンおよびショート補正を推奨します。ショート補正は、テストフィクスチャの接点をショートプレートで短絡し、実行します。オープンおよびショート補正の実行後、DUTをテストフィクスチャに接続します。下図に補正と測定の実行方法を示します。



テストフィクスチャの概要



ショートプレートの接続

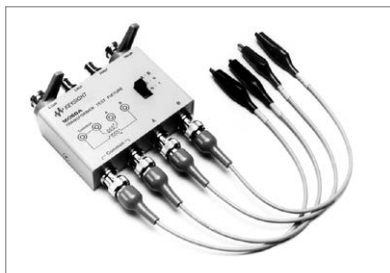


3端子デバイスの測定

110 MHzまで(4端子対)

リード・コンポーネント

16060A トランステストフィクスチャ



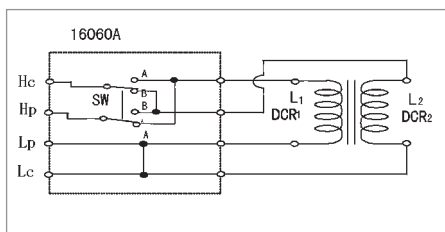
端子コネクタ：4端子対、BNC

DUTの接続：

2端子(L測定用)

3端子(N、M測定用)

詳細については下図を参照してください。



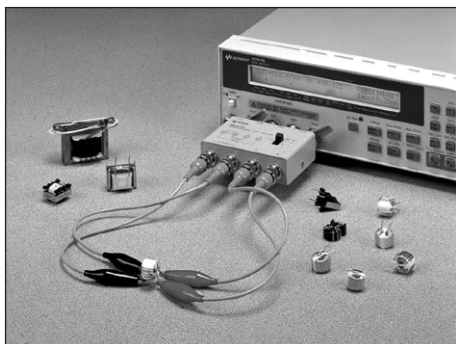
寸法(約)：

90(幅)×35(高さ)×90(奥行き) [mm]

ケーブル長(約)：25 cm

質量(約)：300 g

追加誤差：追加誤差は測定器の確度と比べて無視できます。



4263Bと16060A

概要：16060Aはトランスの自己インダクタンス、相互インダクタンス、巻き数比、DC抵抗の測定を、それぞれの測定に適切なDC ~ 100 KHzの周波数レンジで行うために適したテストフィクスチャです。

使用可能測定器：4263B(オプション4263B-001付き)

使用周波数：DC ~ 100 kHz

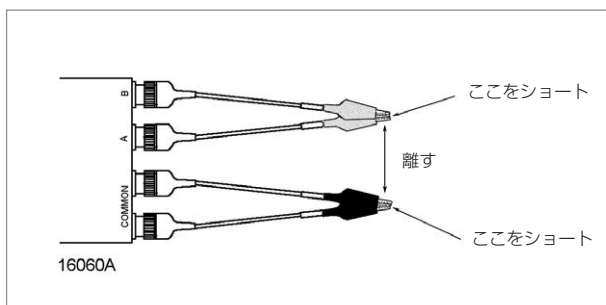
使用可能温度範囲：0 °C ~ 55 °C

測定可能DUTサイズ：トランスのリード線の直径は4 mm以下にしてください。このサイズを超えると、ワニ口クリップでリード線を適切にはさめません。

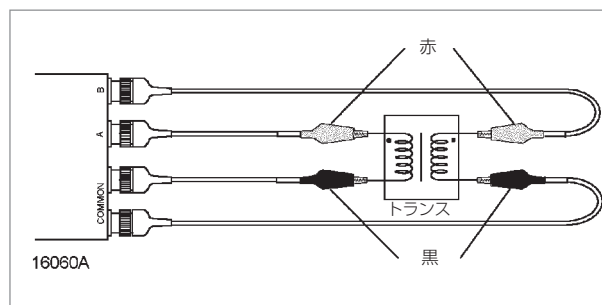
付属品：

概要	パーツ番号	数量
テストリード(黒)、ワニ口クリップ-BNC(オス)	16060-61601	2
テストリード(黒)、ワニ口クリップ-BNC(オス)	16060-61602	2
操作/サービスマニュアル	16060-90000	1

補正と測定：測定の前にオープン補正を推奨します。オープン補正は、“A”端子と“B”端子のワニ口クリップ同士を接続し、COMMON端子のワニ口クリップ同士も同様に接続して、これら2組のワニ口クリップが互いに接触しないように離して実行します。オープン補正の実行後、トランスをテストフィクスチャに接続します。“A”端子と“B”端子はトランスのHigh端子に接続し、COMMON端子はトランスのLow端子に接続します。下図に補正と測定の実行方法を示します。



オープン補正



トランスの接続

110 MHzまで(4端子対)

SMD

16034E テストフィクスチャ



端子コネクタ：4端子対、BNC

DUTの接続：2端子

寸法(約)：

128(幅)×60(高さ)×71(奥行き) [mm]

質量(約)：270 g

追加誤差：

誤差のタイプ	インピーダンス
比例誤差	$\pm 1.5 \times (f/10)^2$

f：[MHz]

概要：16034EはSMDのインピーダンス評価に使用します。このフィクスチャで評価できる最小のSMDサイズは1.6(長さ)×0.8(幅) [mm]です。

使用可能測定器：4263B、4268A*、4279A*、4284A*、4285A、4288A*、E4980A、E4981A、E5061B-3L5(オプションE5061B-005付き)(4294A)**

*は販売を終了した測定器を示します。

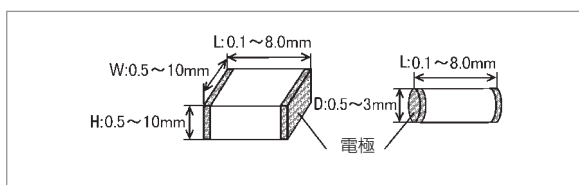
** 使用可能な周波数レンジには制限があります。

使用周波数：DC ～ 40 MHz

最大電圧：最大±42 Vpeak (AC+DC)

使用可能温度範囲：0℃～55℃

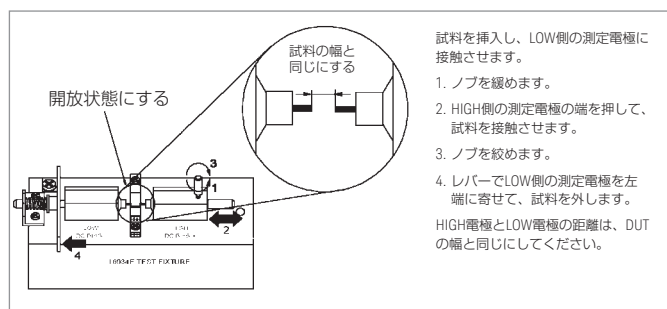
測定可能DUTサイズ：下図を参照



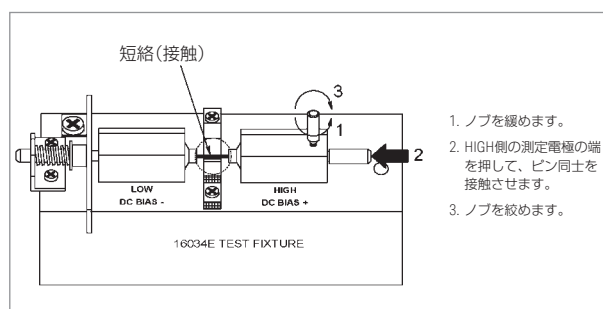
付属品：

概要	パーツ番号	数量
操作マニュアル	16034-90041	1

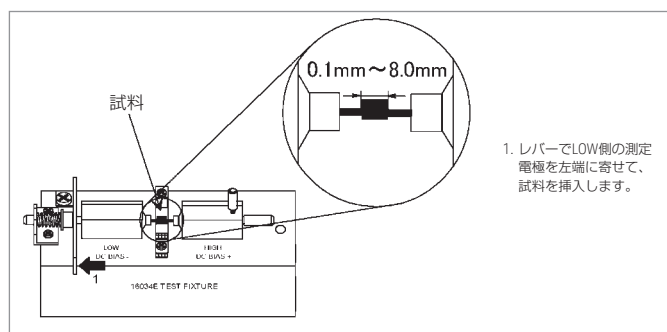
補正と測定：測定の前にオープンおよびショート補正を推奨します。オープン補正はHIGH側とLOW側の測定電極を離して実行します。離す距離はDUTの幅と同じになるようにします。ショート補正はHIGH側とLOW側の測定電極を接触させて実行します。オープンおよびショート補正の実行後、DUTをテストフィクスチャに挿入します。下図に、補正と測定の実行方法を示します。



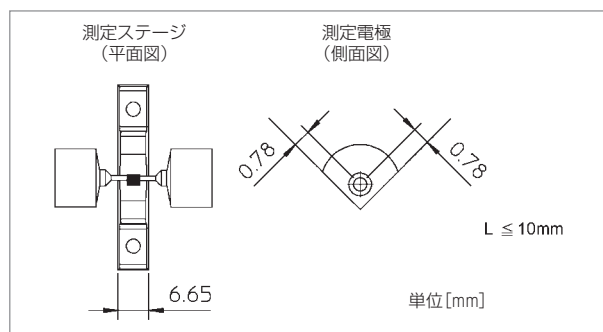
オープン補正



ショート補正



DUTの挿入



測定電極の寸法

110 MHzまで(4端子対)

SMD

16034G テストフィクスチャ



端子コネクタ：4端子対、BNC

DUTの接続：2端子

寸法(約)：

120(幅)×50(高さ)×70(奥行き) [mm]

質量(約)：200 g

追加誤差：

誤差のタイプ	インピーダンス
比例誤差	$0.5 \times (f/10)^2$ [%]
オープン再現性	$5 + 500 \times (f/10)$ [nS]
ショート再現性	$10 + 13 \times (f/10)$ [mΩ]

f: [MHz]



4284Aと16034G

概要：16034Gは、SMDのインピーダンス評価に使用します。このフィクスチャで評価できる最小のSMDサイズは0.6(長さ)×0.3(幅) [mm]です。

使用可能測定器：4263B、4268A*、4279A*、4284A*、4285A、4288A*、4294A、E4980A、E4981A、E50613-3L5(オプションE5061B-005付き)

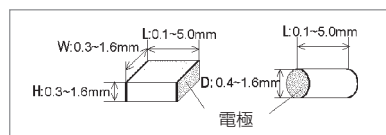
*は販売を終了した測定器を示します。

使用周波数：DC ~ 110 MHz

最大電圧：最大±42 Vpeak(AC+DC)

使用可能温度範囲：0 °C ~ 55 °C

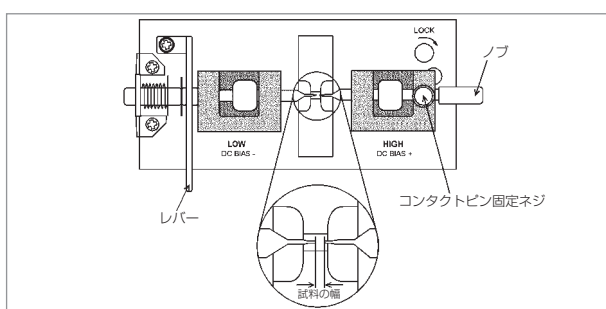
測定可能DUTサイズ：下図を参照



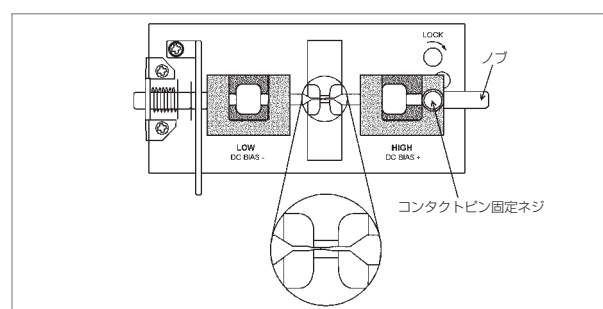
付属品：

概要	パーツ番号	数量
100 Ω SMD抵抗用ケース	1540-0692	1
100 Ω チップ抵抗	0699-2488	10
操作マニュアル	16034-90011	1

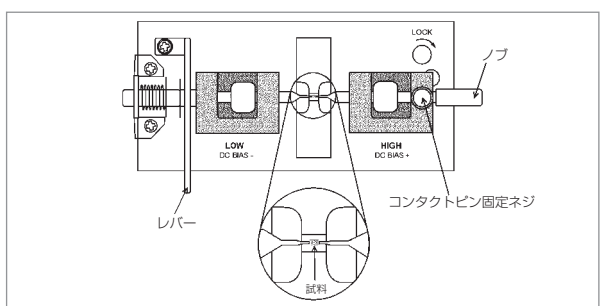
補正と測定：測定の前にオープンおよびショート補正を推奨します。3 MHzより上の測定ではロード補正も推奨します。オープン補正はHIGH側とLOW側の測定電極を離して実行します。離す距離はDUTの幅と同じになるようにします。ショート補正はHIGH側とLOW側の測定電極を接触させて実行します。ロード補正は付属の100 Ω SMDチップ抵抗を使用して実行します。オープン/ショート/ロード補正の実行後、DUTをテストフィクスチャに挿入します。下図に、補正と測定の実行方法を示します。



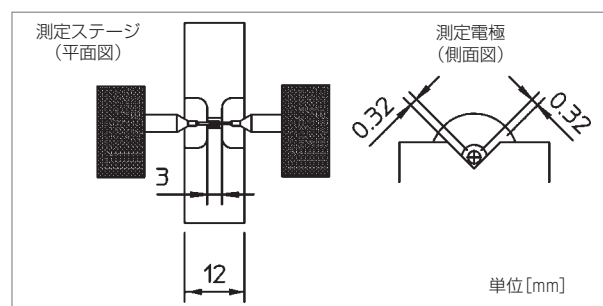
オープン補正



ショート補正



DUT測定



測定電極の寸法

110 MHzまで(4端子対)

SMD

16034H テストフィクスチャ



端子コネクタ：4端子対、BNC

DUTの接続：2端子

寸法(約)：

120(幅)×50(高さ)×70(奥行き) [mm]

質量(約)：200 g

追加誤差：

誤差のタイプ	インピーダンス
比例誤差	$0.5 \times (f/10)^2$ [%]
オープン再現性	$5 + 500 \times (f/10)$ [nS]
ショート再現性	$10 + 13 \times (f/10)$ [mΩ]

f：[MHz]

概要：16034Hはアレイ型SMDのインピーダンス評価に使用します。このフィクスチャで評価できる最小のSMDサイズは1.6(長さ)×0.8(幅) [mm] です。測定電極の先端が非常に細く、デバイスホルダがきわめて平坦なので、デバイスをずらすことによりアレイ型コンポーネントの各素子に測定電極を接触させることができます。

使用可能測定器：4263B、4268A*、4279A*、4284A*、4285A、4288A*、4294A、E4980A、E4981A、E5061B-3L5(オプションE5061B-005付き)

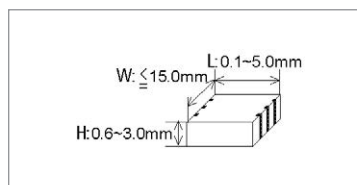
*は販売を終了した測定器を示します。

使用周波数：DC～110 MHz

最大電圧：最大±42 V_{peak}(AC+DC)

使用可能温度範囲：0℃～55℃

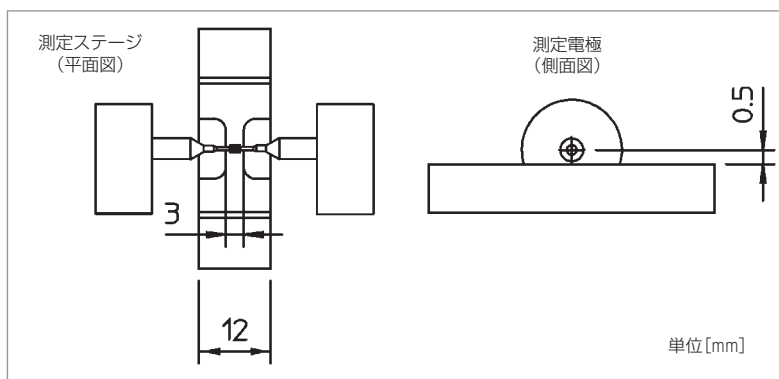
測定可能DUTサイズ：下図を参照



付属品：

概要	パーツ番号	数量
100 Ω SMD抵抗用ケース	1540-0692	1
100 Ωチップ抵抗	0699-2488	10
操作マニュアル	16034-90012	1

補正と測定：測定の前にオープンおよびショート補正を推奨します。3 MHzより上の測定ではロード補正も推奨します。オープン補正は、HIGH側とLOW側の測定電極を離して実行します。離す距離はDUTの幅と同じになるようにします。ショート補正は、HIGH側とLOW側の測定電極を接触させて実行します。ロード補正は付属の100 Ω SMDチップ抵抗を使用して実行します。オープン/ショート/ロード補正の実行後、DUTをテストフィクスチャに挿入します。補正と測定の実行方法については16034Gの図を参照してください。



測定電極の寸法

110 MHzまで(4端子対)

SMD

16044A テストフィクスチャ



端子コネクタ：4端子対、BNC

DUTの接続：4端子

寸法(約)：

160(幅)×70(高さ)×98(奥行き) [mm]

質量(約)：550 g

追加誤差：

誤差のタイプ	インピーダンス
比例誤差	$2 \times (f/10)^2$ [%]
オープン再現性	$1.5 + 200 \times (f/10)$ [nS]
ショート再現性	$1.5 + 40 \times (f/10)$ [mΩ]

f：[MHz]

概要：16044Aは低インピーダンスSMDのインピーダンス評価に使用します。このフィクスチャで評価できる最小のSMDサイズは1.6(長さ)×0.8(幅) [mm]です。16044Aはケルビン(4端子)接点を備えており、測定の再現性を高めることができます。また、オープン/ショート補正を容易に行うことができるメカニズムも備えています。

使用可能測定器：4263B、4268A*、4279A*、4284A*、4288A*、4338B*、E4980A、E4981A、(4285A、4294A)**

*は販売を終了した測定器を示します。

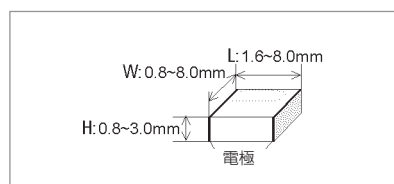
** 使用可能な周波数レンジには制限があります。

使用周波数：DC ～ 10 MHz

最大電圧：最大±40 Vpeak(AC+DC)

使用可能温度範囲：0℃～55℃

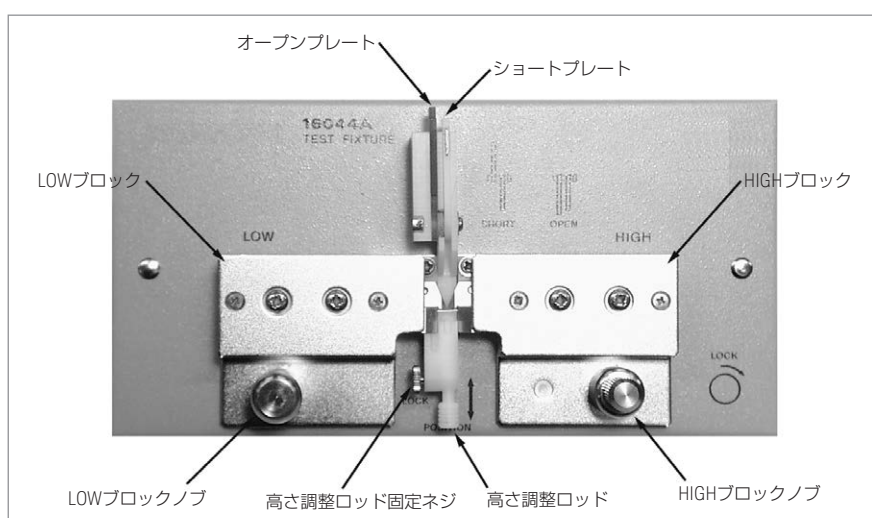
測定可能DUTサイズ：下図を参照



付属品：

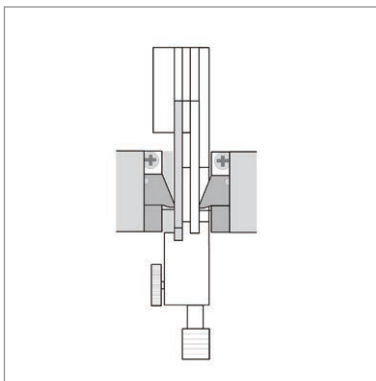
概要	パーツ番号	数量
クリーニング棒	5182-7586	1
操作/サービスマニュアル	16044-90020	1

測定の精度を維持するために、コンタクトピンは約50,000回ごとに交換することをお勧めします。

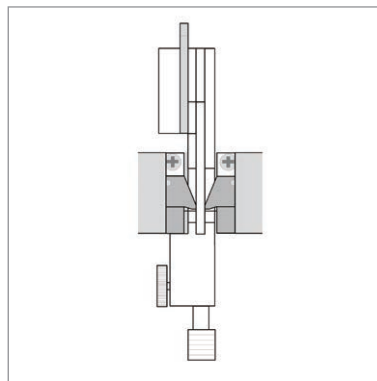


テストフィクスチャの概要

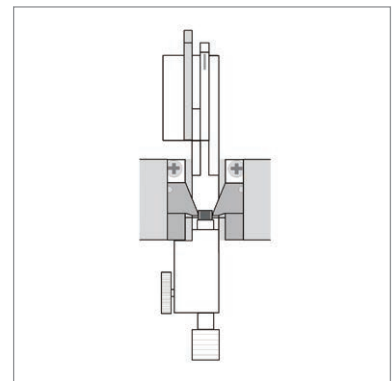
補正と測定：測定の前にオープンおよびショート補正を推奨します。ショート補正は、ショートプレート(フィクスチャに取り付け済み)を下ろして4端子すべてを短絡して実行します。オープン補正は、オープンプレートとショートプレートの両方を下ろしてHIGH側とLOW側の測定端子を離して実行します。オープンおよびショート補正の実行後、DUTをテストフィクスチャに挿入します。下図に補正と測定の実行方法を示します。



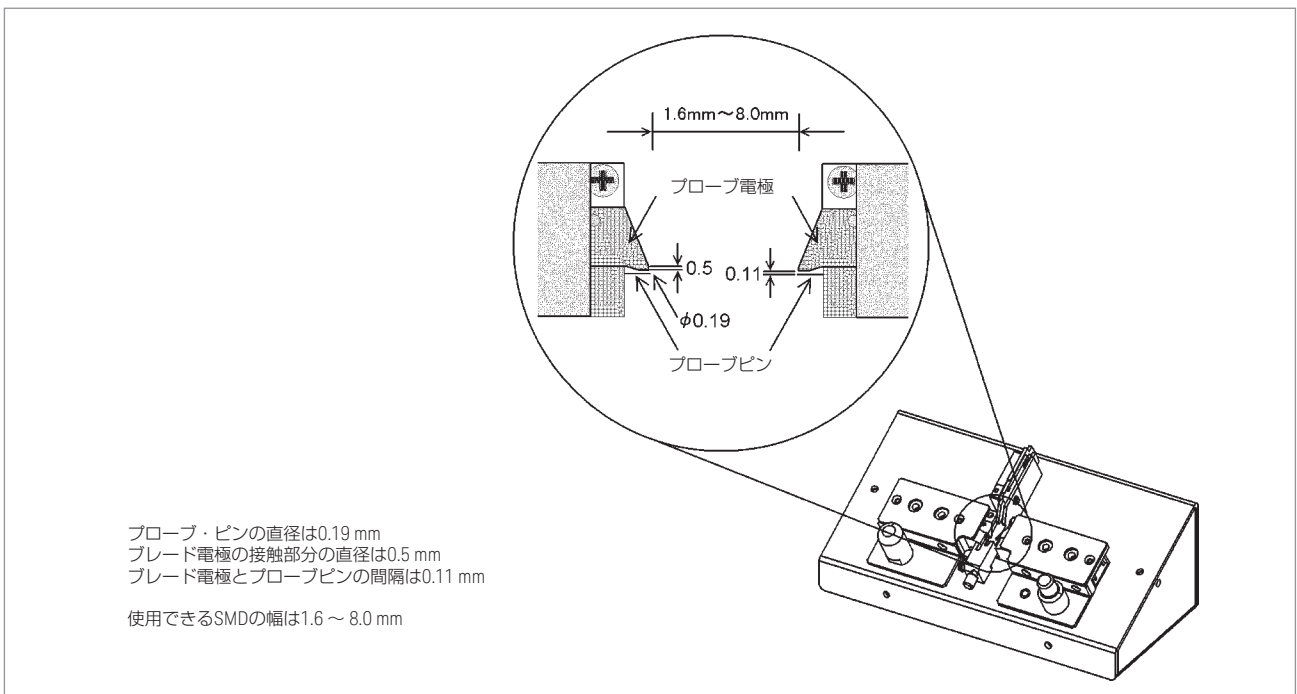
オープン補正



ショート補正



DUTの挿入

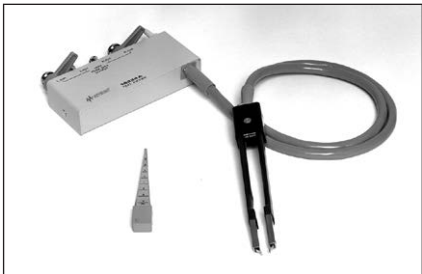


測定電極の寸法

110 MHzまで(4端子対)

SMD

16334A ピンセット型 テストフィクスチャ



端子コネクタ：4端子対、BNC
DUTの接続：2端子
ケーブル長(約)：1 m(BNCコネクタから
ピンセット上端まで)
質量(約)：290 g
追加誤差：

誤差のタイプ	インピーダンス
比例誤差	$\pm 2 \times (f/10)^2$

f：[MHz]

概要：16334AはSMDのインピーダンス評価に使用します。評価できる最小のSMDサイズは1.6(長さ)×0.8(幅)[mm]です。このフィクスチャの接点はピンセット型なのでDUTを容易に保持できます。

使用可能測定器：4263B、4268A*、4279A*、4284A*、4288A*、E4980A、E4981A、(4285A、4294A)**

*は販売を終了した測定器を示します。

** 使用可能な周波数レンジには制限があります。

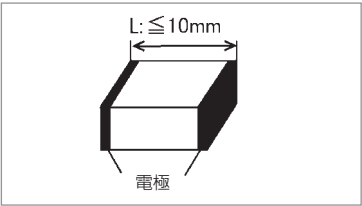
使用周波数：5 Hz ～ 15 MHz

最大電圧：最大±42 Vpeak(AC+DC)

使用可能温度範囲：0℃～55℃

測定可能DUTサイズ：≤10 mm(幅)

下図を参照



付属品：

概要	パーツ番号	数量
補正ブロック	16334-60001	1
操作マニュアル	16334-90000	1

補正と測定：測定の前にオープンおよびショート補正を推奨します。オープンおよびショート補正は付属の補正ブロックを使用して実行します。オープンおよびショート補正の実行後、DUTをピンセット型の測定端子ではなくで測定します。

110 MHzまで(4端子対)

16089A 大型ケルビクリップ・リード



端子コネクタ：

4端子対、BNC

DUTの接続：4端子

ケーブル長(約)：

0.94 m(コネクタからクリップ先端まで)

質量(約)：300 g

追加誤差：追加誤差は測定器の精度に比べて無視できます。

概要：16089Aは通常のフィクスチャで測定できない特殊な形状のコンポーネントの測定に使用します。このフィクスチャは、2個の絶縁ケルビクリップを備えています。

使用可能測定器：4263B、4268A*、(4284A*、4285A、4288A*、4294A、E4980A、E4981A)**

*は販売を終了した測定器を示します。

** 使用可能な周波数レンジには制限があります。

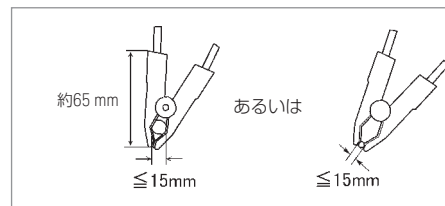
使用周波数：5 Hz ~ 100 kHz

最大電圧：最大±42 V_{peak}(AC+DC)

使用可能温度範囲：0 °C ~ 55 °C

測定可能DUTサイズ：

下図を参照



付属品：

概要	パーツ番号	数量
操作／サービスマニュアル	16089-90020	1

補正と測定：測定の前にオープンおよびショート補正を推奨します。オープン補正はケルビクリップに何も接続しない状態で実行します。ショート補正はショートプレートにケルビクリップで保持して実行します。オープンおよびショート補正の実行後、DUTをケルビクリップで保持して測定します。

16089B 中型ケルビクリップ・リード



端子コネクタ：4端子対、BNC

DUTの接続：4端子

ケーブル長(約)：

0.94 m(コネクタからクリップ先端まで)

質量(約)：300 g

追加誤差：追加誤差は測定器の精度に比べて無視できます。

概要：16089Bは通常のフィクスチャで測定できない特殊な形状のコンポーネントの測定に使用します。このフィクスチャは2個の絶縁ケルビクリップを備えています。

使用可能測定器：4263B、4268A*、(4284A*、4285A、4288A*、4294A、E4980A、E4981A)**

*は販売を終了した測定器を示します。

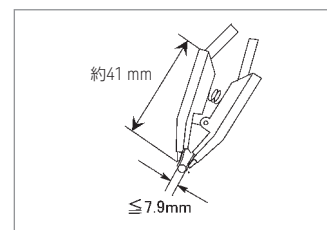
** 使用可能な周波数レンジには制限があります。

使用周波数：5 Hz ~ 100 kHz

最大電圧：最大±42 V_{peak}(AC+DC)

使用可能温度範囲：0 °C ~ 55 °C

測定可能DUTサイズ：下図を参照



付属品：

概要	パーツ番号	数量
操作／サービスマニュアル	16089-90020	1

補正と測定：測定の前にオープンおよびショート補正を推奨します。オープン補正は、ケルビクリップに何も接続しない状態で実行します。ショート補正はケルビクリップ同士を接続して実行します。オープンおよびショート補正の実行後、DUTをケルビクリップで保持して測定します。

110 MHzまで(4端子対)

その他のコンポーネント

16089C ケルビンICクリップ・リード



端子コネクタ：4端子対、BNC

DUTの接続：4端子

ケーブル長(約)：

1.3 m(コネクタからクリップ先端まで)

質量(約)：300 g

追加誤差：追加誤差は測定器の精度に比べて無視できます。

概要：16089Cは通常のフィクスチャで測定できない特殊な形状のコンポーネントの測定に使用します。このフィクスチャは2個の絶縁ケルビンクリップを備えています。

使用可能測定器：4263B、4268A*、(4284A*、4285A、4288A*、4294A、E4980A、E4981A)**

*は販売を終了した測定器を示します。

** 使用可能な周波数レンジには制限があります。

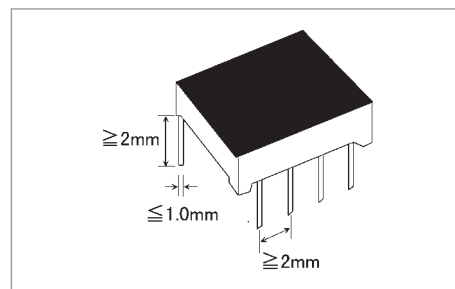
使用周波数：5 Hz ～ 100 kHz

最大電圧：最大±42 V_{peak}(AC+DC)

使用可能温度範囲：0 °C ～ 55 °C

測定可能DUTサイズ：

下図を参照



付属品：

概要	パーツ番号	数量
操作／サービスマニュアル	16089-90020	1

補正と測定：測定の前にオープンおよびショート補正を推奨します。オープン補正はケルビンクリップに何も接続しない状態で実行します。ショート補正はケルビンクリップ同士を接続し実行します。オープンおよびショート補正の実行後、DUTをケルビンクリップで保持して測定します。

16089D ケルビンワニ口クリップ・リード



端子コネクタ：4端子対、BNC

DUTの接続：4端子

ケーブル長(約)：

0.94 m(コネクタからクリップ先端まで)

質量(約)：460 g

追加誤差：追加誤差は測定器の精度に比べて無視できます。

概要：16089Dは通常のフィクスチャで測定できない特殊な形状のコンポーネントの測定に使用します。このフィクスチャは4個のワニ口クリップを備えています。

使用可能測定器：4263B、4268A*、(4284A*、4285A、4288A*、4294A、E4980A、E4981A)**

*は販売を終了した測定器を示します。

** 使用可能な周波数レンジには制限があります。

使用周波数：5 Hz ～ 100 kHz

最大電圧：最大±42 V_{peak}(AC+DC)

使用可能温度範囲：0 °C ～ 55 °C

測定可能DUTサイズ：DUTのリードの直径 ≤ 5 mm

付属品：

概要	パーツ番号	数量
操作／サービスマニュアル	16089-90020	1

補正と測定：測定の前にオープンおよびショート補正を推奨します。オープン補正はワニ口クリップに何も接続しない状態で実行します。ショート補正はショートプレートにワニ口クリップで保持して実行します。"V"マークのあるワニ口クリップ同士が隣り合うようにします。オープンおよびショート補正の実行後、DUTをワニ口クリップで保持して測定します。同じ色のテスト・クリップをDUTの同じ端子に接続し、"V"マークのあるクリップをDUTに近い側に接続します。

110 MHzまで(4端子対)

ポート／ケーブル延長

16048A テストリード



端子コネクタ：4端子対、BNC

ケーブル長(約)：

0.94 m(コネクタからケーブル端まで)

ケーブル端：BNC(オス)

質量(約)：315 g

追加誤差：詳細については測定器の仕様を参照してください。

概要：16048Aは4端子対構成の測定ポートを延長します。BNC(メス)コネクタボードが付属し、ユーザが作成したテストフィクスチャを接続できます。

使用可能測定器：4263B、4268A*、4279A*、4284A*、4285A、4288A*、E4980A、E4981A

*は販売を終了した測定器を示します。

使用周波数：DC ～ 30 MHz

最大電圧：最大±42 V_{peak}(AC+DC)

使用可能温度範囲：0℃～55℃

付属品：

概要	パーツ番号	数量
ターミナルボード(BNC(メス)×4)	16032-60001	1
操作マニュアル	16089-90001	1

補正と測定：測定の前にケーブル長補正を推奨します。測定器のケーブル長補正機能を1 mに設定します。

16048D テストリード



端子コネクタ：4端子対、BNC

ケーブル長(約)：

1.89 m(コネクタからケーブル端まで)

ケーブル端：BNC(オス)

質量(約)：460 g

追加誤差：詳細については測定器の仕様を参照してください。

概要：16048Dは4端子対構成の測定ポートを延長します。BNC(メス)コネクタボードが付属し、ユーザが作成したテストフィクスチャを接続できます。

使用可能測定器：4263B、4268A*、4279A*、4284A*¹、4285A、4288A*、E4980A、E4981A

*は販売を終了した測定器を示します。

1. オプション006が必要です。

使用周波数：DC ～ 30 MHz

最大電圧：最大±42 V_{peak}(AC+DC)

使用可能温度範囲：0℃～55℃

付属品：

概要	パーツ番号	数量
ターミナルボード(BNC(メス)×4)	16032-60001	1
操作マニュアル	16048-90031	1

補正と測定：測定の前にケーブル長補正を推奨します。測定器のケーブル長補正機能を2 mに設定します。

110 MHzまで(4端子対)

ポート／ケーブル延長

16048E テストリード



端子コネクタ：4端子対、BNC

ケーブル長(約)：3.8 m(コネクタからケーブル端まで)

ケーブル端：BNC(オス)

質量(約)：690 g

追加誤差：詳細については測定器の仕様を参照してください。

概要：16048Eは4端子対構成の測定ポートを延長します。BNC(メス)コネクタボードが付属し、ユーザが作成したテストフィクスチャを接続できます。

使用可能測定器：4263B、4284A*¹、E4980A

*は販売を終了した測定器を示します。

1. オプション006が必要です。

使用周波数：DC ～ 2 MHz

最大電圧：最大±42 V_{peak}(AC+DC)

使用可能温度範囲：0 ℃～ 55 ℃

付属品：

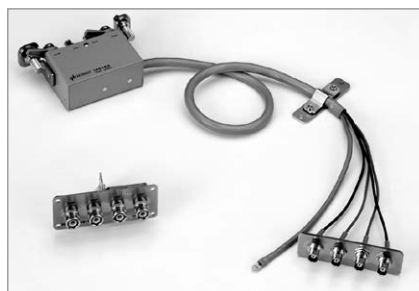
概要	パーツ番号	数量
ターミナルボード(BNC(メス)×4)	16032-60001	1
操作マニュアル	16048-90041	1

補正と測定：測定の前にケーブル長補正を推奨します。測定器のケーブル長補正機能を4 mに設定します。

110 MHzまで(4端子対)

ポート／ケーブル延長

16048G テストリード



端子コネクタ：4端子対、BNC
ケーブル長(約)：1 m
ケーブル端：BNC(メス)
質量(約)：460 g
追加誤差：詳細については操作マニュアル
または4294Aの仕様を参照してください。

概要：16048Gは4端子対構成の測定ポートを延長します。BNC(オス)コネクタボードが付属し、ユーザが作成したテストフィクスチャを接続できます。

使用可能測定器：4294A

使用周波数：DC～110 MHz

最大電圧：最大±42 V_{peak}(AC+DC)

使用可能温度範囲：－20℃～150℃

付属品：

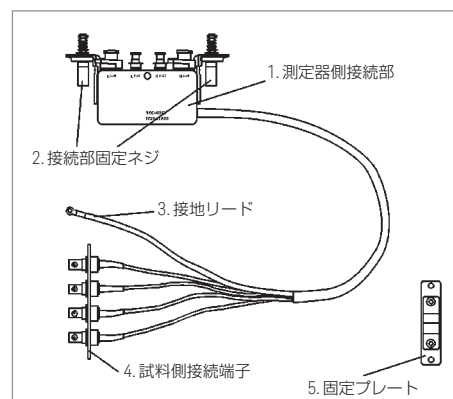
概要	パーツ番号	数量
取り付けプレート	—	1
操作／サービスマニュアル	16048-90050	1

オプション：

16048G-001：BNCブラケット*(パーツ番号16048-60003)付属

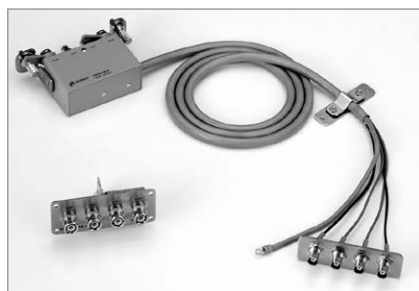
* このBNCブラケットとは4個のBNC(オス)コネクタを備えたターミナルボードです。

補正と測定：測定の前にアダプタ・セットアップを推奨します。アダプタ・セットアップ・メニューで、4TP 1Mを選択します。その後、4294Aに付属の100 Ω抵抗を使用して、位相補正とロードデータ測定を実行します。



テストフィクスチャの概要

16048H テストリード



端子コネクタ：4端子対、BNC
ケーブル長(約)：2 m
ケーブル端：BNC(メス)
質量(約)：690 g
追加誤差：詳細については操作マニュアル
または4294Aの仕様を参照してください。

概要：16048Hは、4端子対構成の測定ポートを延長します。BNC(オス)コネクタボードが付属し、ユーザが作成したテストフィクスチャを接続できます。

使用可能測定器：4294A

使用周波数：DC～110 MHz

最大電圧：最大±42 V_{peak}(AC+DC)

使用可能温度範囲：－20℃～150℃

付属品：

概要	パーツ番号	数量
取り付けプレート	—	1
操作／サービスマニュアル	16048-90050	1

オプション：

16048H-001：BNCブラケット*(パーツ番号16048-60003)付属

* このBNCブラケットとは、4個のBNC(オス)コネクタを備えたターミナルボードです。

補正と測定：測定の前にアダプタ・セットアップを推奨します。アダプタ・セットアップ・メニューで、4TP 2Mを選択します。その後、4294Aに付属の100 Ω抵抗を使用して、位相補正とロードデータ測定を実行します。

110 MHzまで(4端子対)

プローブ

42941A インピーダンスプローブ・キット



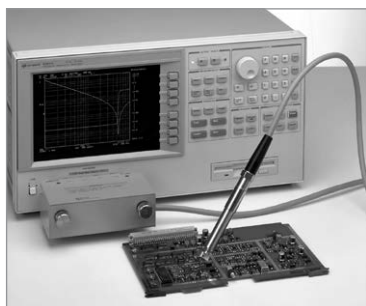
端子コネクタ：4端子対、BNC

ケーブル長(約)：1.5 m

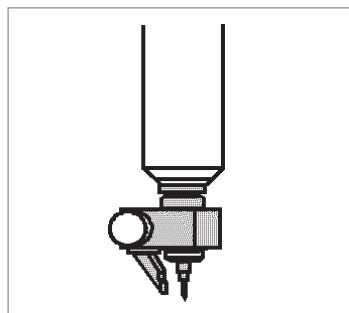
質量(約)：2400 g

基本測定精度：±1 %

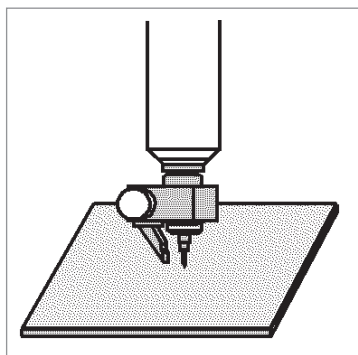
詳細については操作マニュアルまたは4294Aの仕様を参照してください。



4294Aと42941A



オープン補正



ショート補正

概要：42941Aは、4294Aと組み合わせて使用します。高い精度と広いインピーダンス範囲(40 Hz ~ 110 MHz)のインサート測定(プリント回路パターン、回路の入力/出力インピーダンスなど)を実行できます。DUTの接続にはピンプローブ、クリップリード(ワニ口クリップ・アダプタ)、またはBNCアダプタが使用できます。すべてのプローブアダプタは40 Hz ~ 110 MHzの範囲で使用できます。ピンプローブはボードに実装された回路内のコンポーネントに最適です。クリップリードはピンプローブでは大きすぎるコンポーネントに使用します。BNCアダプタは、BNCコネクタが付いた回路の接続に使用します。

使用可能測定器：4294A

使用周波数：40 Hz ~ 110 MHz

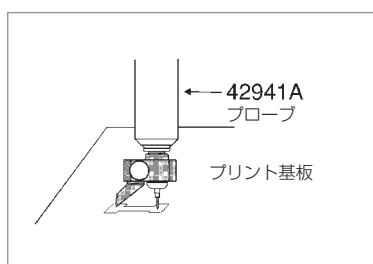
最大電圧：最大±42 V_{peak}(AC+DC)

使用可能温度範囲：-20 °C ~ +75 °C(プローブのみ)

付属品：

概要	パーツ番号	数量
ピンプローブ	42941-60002	1
BNC-SMAアダプタ	1250-2375	1
スペア・ピン・セット(3個)	42941-60004	1
3.5 mmショート	1250-2840	1
3.5 mmロード	0955-1105	1
クリップリード	8121-0003	1
グランドリード	04193-61679	1
キャリングケース	42941-60011	1
操作/サービスマニュアル	42941-90010	1

補正と測定：測定の前にアダプタ・セットアップおよび補正が必要です。アダプタ・セットアップ・メニューでPROBE 42941Aを選択します。付属の3.5 mmショートおよびロード標準を使用します。オープン条件を実現するにはプローブに何も接続しない状態にします。位相補正、ショートおよびロードデータ測定を実行します。補正としてはオープンおよびショート補正を推奨します。ショート補正はプローブを短絡して実行します。プローブを短絡するには、金めっきされた表面を持つショートデバイスの使用を推奨します(接触抵抗を安定させるため)。



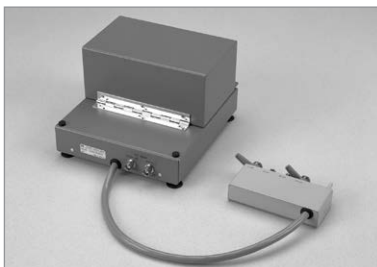
インサートキット測定

110 MHzまで(4端子対)

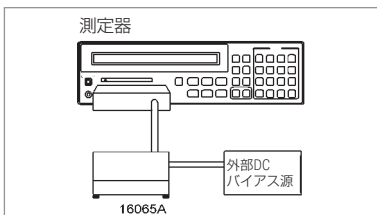
16065A 200 Vdc外部電圧 バイアスフィクスチャ



端子コネクタ：4端子対、BNC
DUTの接続：4端子
外部バイアス入力コネクタ：高電圧BNC(メス)
寸法(約)：180(幅)×120(高さ)×200(奥行き) [mm]
ケーブル長(約)：40 cm
質量(約)：1500 g

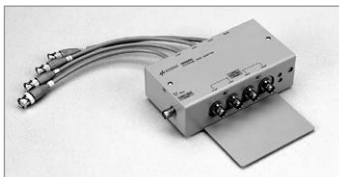


外部バイアス入力用高電圧BNC(メス)コネクタ
電圧モニタ出力用BNC(メス)コネクタ

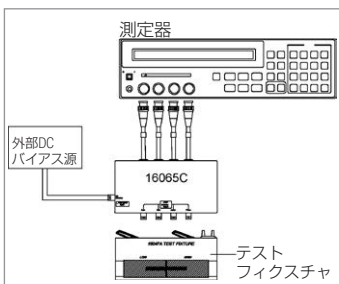


LCRメータと16065A

16065C 40 Vdc外部電圧 バイアスアダプタ



端子コネクタ：4端子対、BNC
外部バイアス入力コネクタ：BNC(メス)
寸法(約)：160(幅)×50(高さ)×150(奥行き) [mm]
ケーブル長(約)：210 mm
質量(約)：450 g



LCRメータと16065C

DCバイアス・アクセサリ

概要：16065Aは、最大±200 VのDCバイアスを使用してDUTを測定するために使用します。16047Aの同じモジュールを使用して、アキシャル/ラジアルリード・コンポーネントの測定が可能です。

使用可能測定器：4263B、4268A*、4279A*、4288A*、E4981A(4284A*、4285A、4294A、E4980A)**

*は販売を終了した測定器を示します。

** 使用可能な周波数レンジには制限があります。

使用周波数：50 Hz ~ 2 MHz

最大DCバイアス：最大±200 Vdc/最大15 VpeakAC

Hc端子には5.6 μ Fのブロッキングキャパシタが接続されます。

使用可能温度範囲：0 °C ~ 55 °C

測定可能DUTサイズ：16047Aのモジュールサイズの図を参照。

付属品：

概要	パーツ番号	数量
アキシャルリード用モジュール	16061-70022	1
フィクスチャへのラジアルリード・マウント用モジュール	16061-70021	1
短いラジアルリード用モジュール	16047-65001	1
ショートバー	16047-00640	1
操作/サービスマニュアル	16065-90011	1

補正と測定：測定の前にオープン/ショート/ロード補正を推奨します。ショート補正は16047Aの項で説明したように、テストフィクスチャの接点をショートプレートで短絡します。ロード補正を実行するには既知の標準デバイスを挿入します。オープン/ショート/ロード補正の実行後、DUTをテストフィクスチャに接続します。

概要：16065Cは、4263B、4268A*、4288A*、E4981Aと組み合わせて動作するように設計されています。外部DC電圧源をこのアダプタに接続することにより、最大±40 Vのバイアス電圧をDUTに供給できます。DUTは任意の直接接続4端子対テストフィクスチャをアダプタに接続し、挿入します。

使用可能測定器：4263B、4268A*、4288A*、E4981A

周波数：100 Hz ~ 1 MHz

最大DCバイアス：最大±42 Vpeak(AC+DC)

Hc端子には100 μ Fのブロッキングキャパシタが直列に接続されます。

動作温度：0 °C ~ 55 °C

対応フィクスチャ：16034E/G/H、16044A、16047A/D*/E、16048A/B*/D/E、16089A/B/C/D/E*

*は販売を終了した測定器を示します。

付属品：

概要	パーツ番号	数量
操作/サービスマニュアル	16065-90020	1

補正と測定：測定の前にオープンおよびショート補正を推奨します。ショート補正は使用するテストフィクスチャの接点を短絡して実行します。オープンおよびショート補正の実行後、DUTをテストフィクスチャに接続します。

110 MHzまで(4端子対)

材料

16451B 誘電体テストフィクスチャ



端子コネクタ：4端子対、BNC

寸法(約)：29ページを参照

ケーブル長(約)：

0.8 m(コネクタから電極まで)

質量(約)：3700 g

測定精度

ϵ'_r の精度 $\left(-\frac{\Delta \epsilon'_r}{\epsilon'_r} \right)$

$\tan \delta < 0.1$ ：

$$A_z + 0.04 f^2 \epsilon'_r \epsilon_0 \left(\frac{\pi \left(\frac{d}{2} \right)^2}{t} \right) + \frac{100 (\epsilon'_r - 1)}{(\epsilon'_r - 0.01)} [\%]$$

ϵ^* の損失精度 $(\Delta \tan \delta)$

$\tan \delta < 0.1$ ：Ad+Eb+Eb

$$E_a = 0.005 + 0.0004 f^2 \epsilon'_r \epsilon_0 \left(\frac{\pi \left(\frac{d}{2} \right)^2}{t} \right)$$

$$E_b = \frac{\tan \delta}{100} \frac{\Delta \epsilon'_r}{\epsilon'_r}$$

(性能補正特性)

f：測定周波数 [Hz] $f \leq 30$ MHz

ϵ'_r ：比誘電率の測定値

$\tan \delta$ ：損失係数の測定値

ϵ_0 ：真空の誘電率 (8.854×10^{-12}) [F/m]

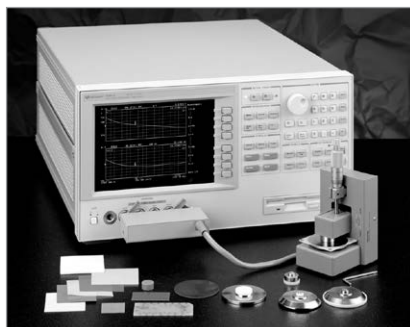
d：電極の直径 [A, B]

t：被試験材料の厚さ [mm]

Az：測定器のインピーダンス測定誤差

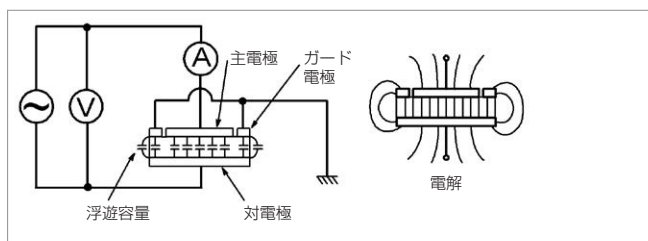
Ad：測定器の損失測定誤差

材料は完全に平坦であると仮定します。
上記の式は、電極接触法を使用する際の電極AとBに使用できます。



4294Aと16451B

概要：16451Bは固体誘電材料の誘電率を正確に評価するためのテストフィクスチャで、ASTM D150に準拠しています。16451Bは平行板法を採用しています。これは、被試験材料を2つの電極ではさんでキャパシタを形成するものです。フィクスチャで作成された容量を、LCRメータまたはインピーダンス・アナライザで測定します。平行板法の測定ブロック図を下に示します。

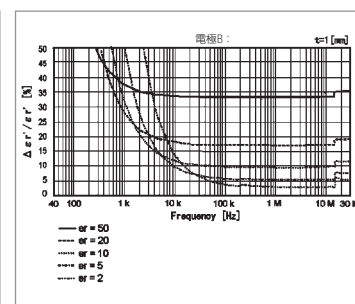
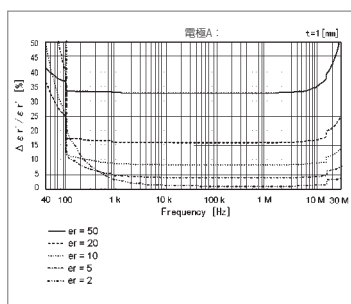


平行板法

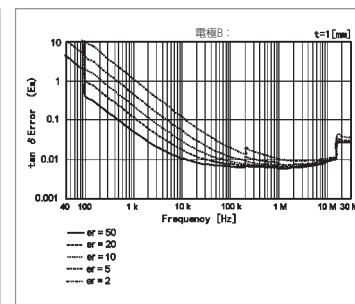
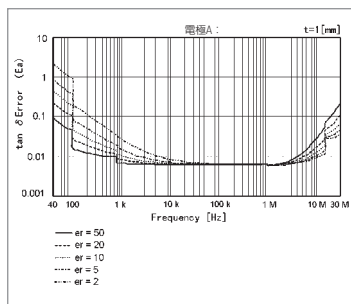
上図に示すように、被試験材料には浮遊容量が発生します。ガード電極を使用すれば電極端部の浮遊容量を除去できます。

基本測定精度(4294A使用時)：

誘電率(ϵ'_r)測定精度の代表値：



ロス・タンジェント($\tan \delta$)測定精度の代表値：



4294Aの測定設定：

1. 発振器レベル：500 mV
2. 帯域幅：5
3. アダプタ・セットアップ：1 m
4. 補正：オープン/ショート/ロード

110 MHzまで(4端子対)

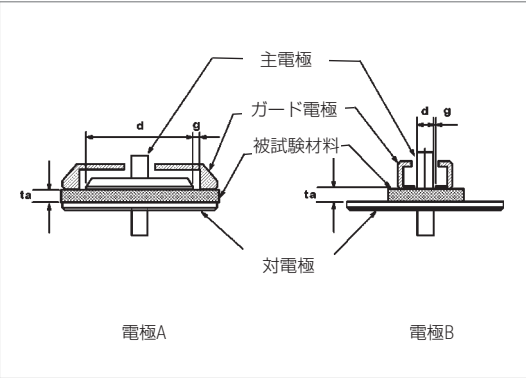
材料

使用可能測定器：4263B、4268A*、4279A*、4284A*、4285A、4288A*、E4980A、E4981A、(4294A)**

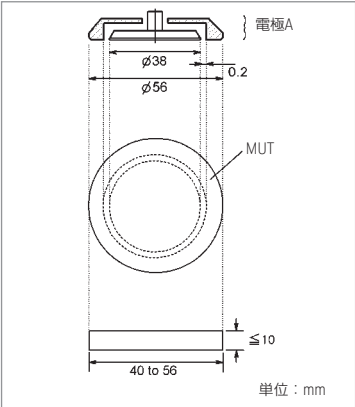
*は販売を終了した測定器を示します。
** 使用可能な周波数レンジには制限があります。

使用周波数：DC ～ 30 MHz
最大電圧：最大±42 Vpeak(AC+DC)
使用可能温度範囲：0℃～ 55℃

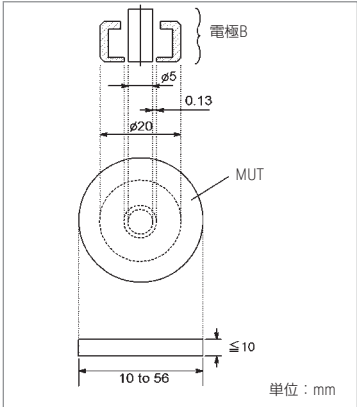
測定可能な材料のサイズ：



電極接触法の電極(高剛性金属電極)



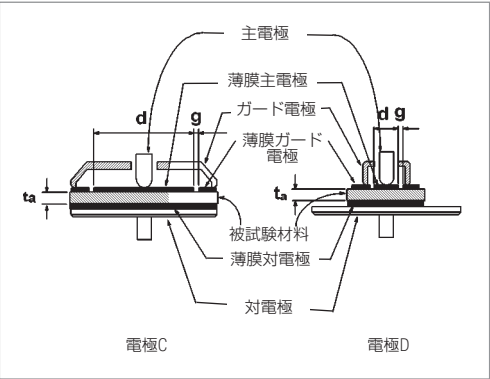
電極Aの試料サイズ



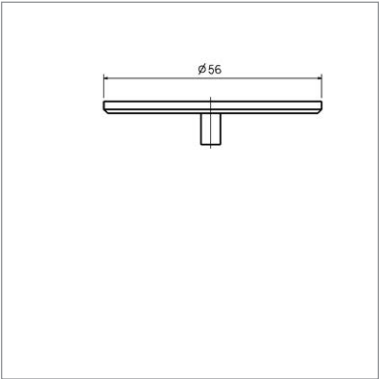
電極Bの試料サイズ

付属の電極AとBは平坦でなめらかな材料に使用します。

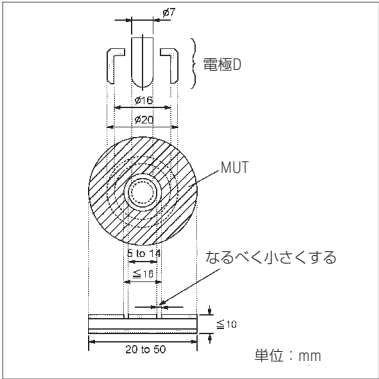
電極タイプ	MUTの直径	MUTの厚さ	電極の直径	最大周波数
A	40 mm ～ 56 mm	t≤10 mm	38 mm	30 MHz
B	10 mm ～ 56 mm	t≤10 mm	5 mm	30 MHz



電極接触法の電極(薄膜電極)



電極Cの試料サイズ



電極Dの試料サイズ

付属の電極CとDは表面が粗い材料やきわめて薄い材料に使用します。

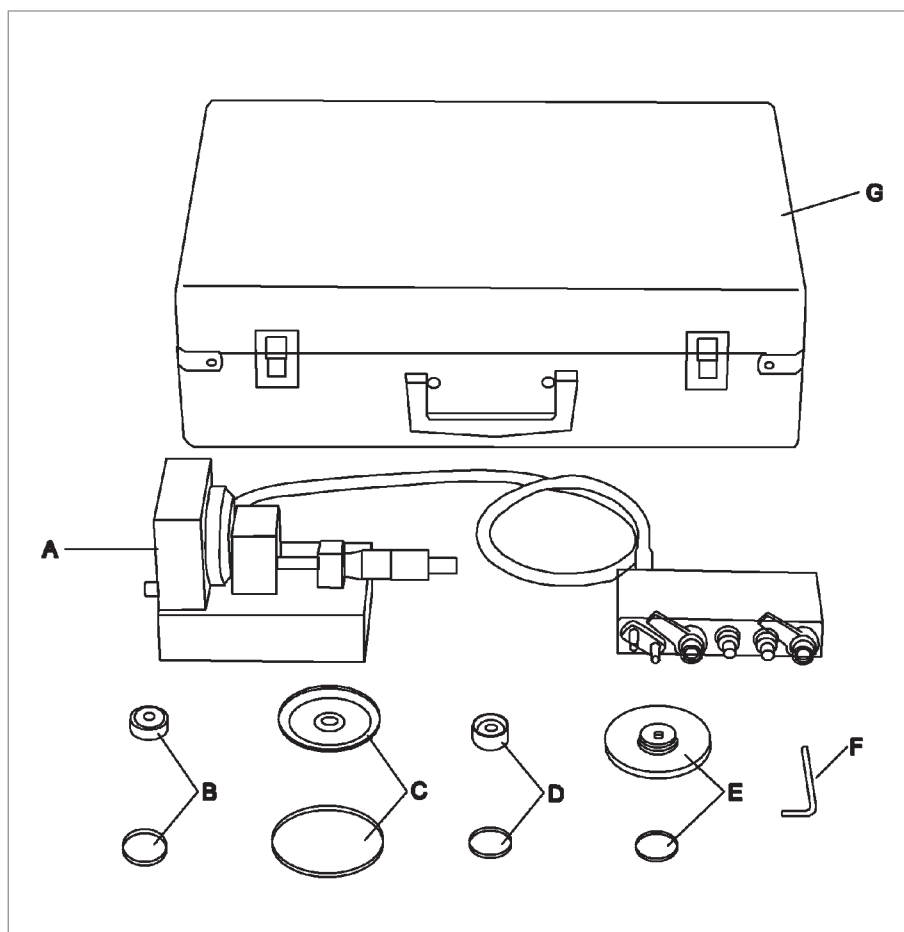
電極タイプ	MUTの直径	MUTの厚さ	電極の直径	最大周波数
C	56 mm	t≤10 mm	5 ～ 50 mm	30 MHz
D	20 mm ～ 56 mm	t≤10 mm	5 ～ 14 mm	30 MHz

*使用する薄膜電極の直径

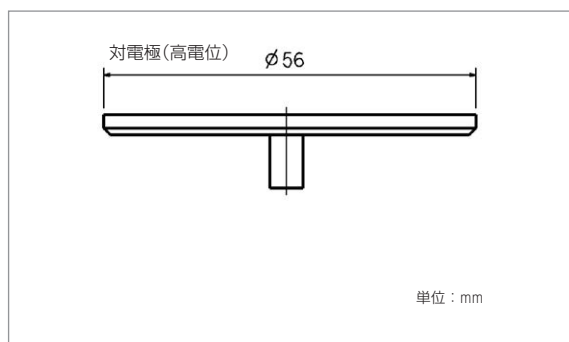
110 MHzまで(4端子対)

材料

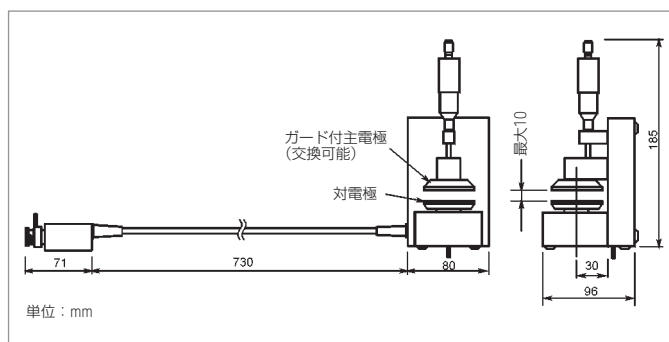
付属品：



概要	パーツ番号	数量	
テストフィクスチャ(電極A、対電極、カバー付属)	—	1	A
電極Bとカバー	16451-60013	1	B
電極Cとカバー	16451-60012	1	C
電極Dとカバー	16451-60014	1	D
誤差補正用アタッチメントとカバー	16451-60021	1	E
六角キー(電極交換用)	5188-4452	1	F
キャリングケース	16451-60001	1	G



対電極の寸法



フィクスチャアセンブリの寸法

補正と測定：16451Bには、電極接触法(16451Bの高剛性金属電極を使用し、被試験材料上には電極が不要)、接触電極法(被試験材料上に形成した薄膜電極を使用)、非接触電極法(エア・ギャップ法)があります。下表に基づいて、被試験材料に適した測定方法と電極を選択してください。

測定方法のまとめ			
測定方法	電極接触法(高剛性金属電極を使用)	電極接触法(薄膜電極を使用)	非電極非接触法
確度	低	-----	----->高
操作	容易	-----	----->複雑
測定可能な材料	厚みがあってなめらかな固体材料	薄膜電極を形成しても特性が変化しない材料	厚みがあって軟らかい材料、または表面が粗い材料

測定の前にオープン/ショート補正とケーブル長補正を推奨します。4285Aまたは4294A*で5 MHzを超える測定を行う場合には、ロード補正も推奨します。はじめに、測定器のケーブル長補正機能を1 mに設定します。次に、付属の電極アタッチメントを使用してオープン/ショート補正を実行します。ロード補正を実行するには、ワーキングスタンダードを用意します。オープン/ショート/ロード補正の実行後、MUTを平行電極ではさみ、キャパシタンスを測定します。比誘電率は、キャパシタンスの測定値から以下の式で計算されます。

$$\epsilon_r' = \frac{t_a \times C_p}{\pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times \epsilon_0}$$

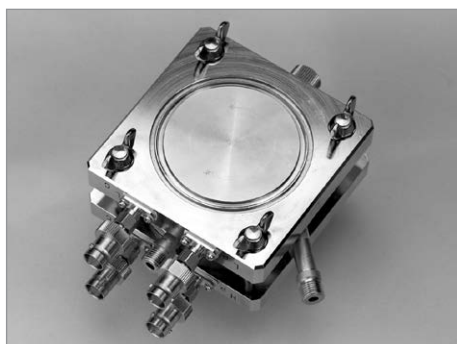
ϵ_r' : 比誘電率の実数部
 C_p : キャパシタンス(測定データ)
 ϵ_0 : 8.854×10^{-12} [F/m]
 t_a : テスト材料の厚さの平均値
 d : 主電極の直径

* 4294Aでのロード補正の詳細については4294A操作マニュアルのセクション6「校正」(16451Bを使用する場合のフィクスチャ補正)と、4294Aプログラミング・マニュアルのセクション13(誘電体材料の測定)を参照してください。

110 MHzまで(4端子対)

材料

16452A 液体誘電体テスト フィクスチャ



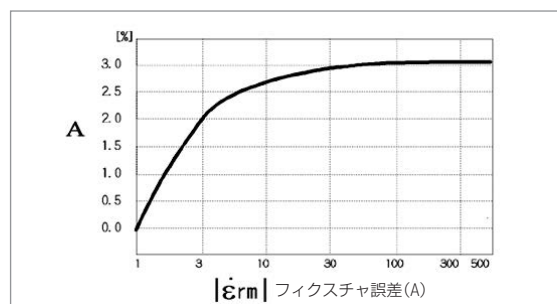
端子コネクタ：4端子対、SMA

寸法(約)：85(高さ)×85(幅)×37(奥行き) [mm]

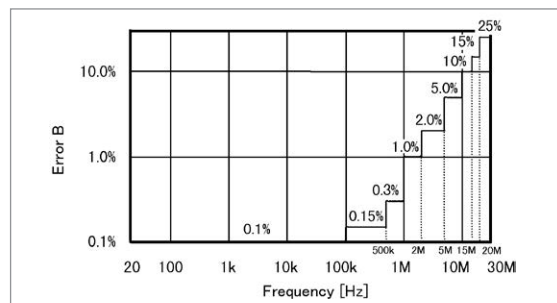
質量(約)：1400 g

測定精度：A+B+C [%]

誤差A [%]



誤差B [%]



誤差C [%] = 測定器の測定誤差



LCRメータと16452A

概要：16452Aは液体材料の誘電率とインピーダンスを正確に測定するために使用します。16452Aは平行板法を採用しています。これは、液体材料を2つの電極ではさんでキャパシタを形成するものです。フィクスチャで作成された容量をLCRメータまたはインピーダンス・アナライザで測定します。

使用可能測定器：4263B、4284A*、4285A、E4980A、(4294A)**

*は販売を終了した測定器を示します。

** 使用可能な周波数レンジには制限があります。

使用周波数：20 Hz ～ 30 MHz

使用可能温度範囲：−20 °C ～ 125 °C

最大電圧：30 Vrms

材料の体積：必要なサンプル液体の体積は電極の間隔に依存します。

電極の間隔	0.3 mm	0.5 mm	1 mm	2 mm
空気容量	34.9 pF ±25 %	21.2 pF ±15 %	10.9 pF ±10 %	5.5 pF ±10 %
サンプル液体の体積	3.4 ml	3.8 ml	4.8 ml	6.8 ml
適用可能周波数	20 Hz ～ 30 MHz			



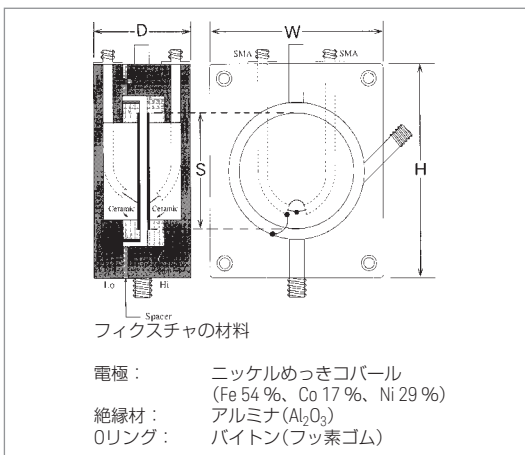
付属品：

概要	パーツ番号	数量
ショートプレート	16092-08010	1 E
液体排出口用Oリング	0905-1277	1 D
スペーサ(厚さ1.3 mm)	16452-00601	1 F
スペーサ(厚さ1.5 mm)	16452-00602	1 F
スペーサ(厚さ2.0 mm)	16452-00603	1 F
スペーサ(厚さ3.0 mm)	16452-00604	1 F
液体排出口蓋16452-24002	1	G
SMAーBNCアダプタ1250-1200	4	H
BNCコネクタ用防水キャップ	1252-5821	4 I
キャリングケース	16452-60111	1 -
操作／サービスマニュアル	16452-90020	1 -
フィクスチャスタンド用スタンド本体の山形鋼材	16452-01201	2 -
フィクスチャスタンド用スタンド本体のネジ	0515-0914	4 C
フィクスチャスタンド用ネジ	0515-0914	4 -
スタンド足	16452-00611	1 -
電極(ハイ/ロー)	-	2 A,B

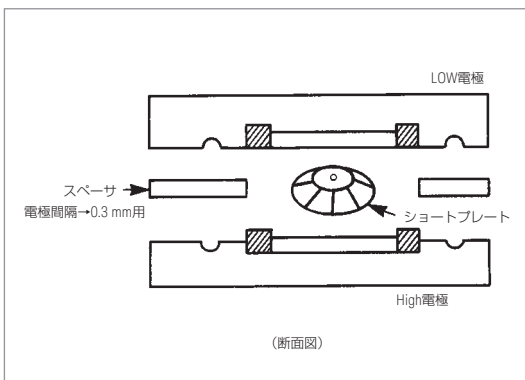
測定器への接続には、次のインタフェースケーブルが必要です。必要な温度条件に合わせて選択してください。

温度	モデル番号またはパーツ番号	ケーブル長(約)
0 °C ～ 55 °C	16048A	0.94 m
−20 °C ～ 150 °C	16048G*(4294Aのみ)	1 m
−20 °C ～ 150 °C	16048H*(4294Aのみ)	2 m

* 16048G/Hと16452Aの接続にはBNC（オス）ーBNC（オス）アダプタ（パーツ番号1250-0216）が4個必要です。



テストフィクスチャの概要



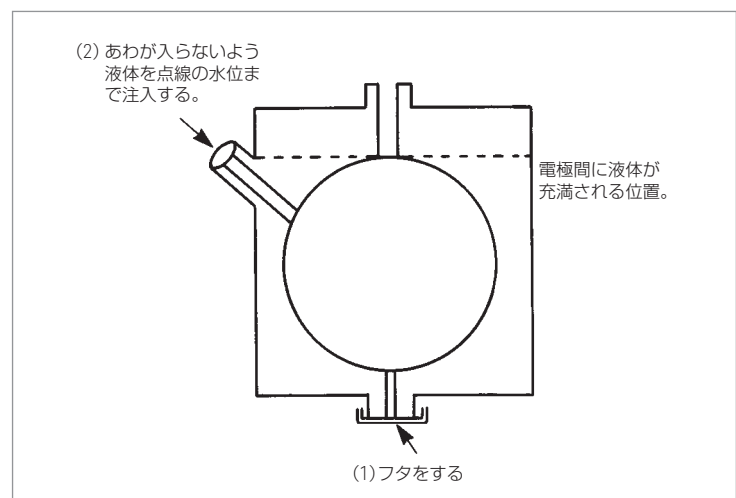
ショート補正

補正と測定：測定前にショート補正とケーブル長補正を推奨します。はじめに、測定器のケーブル長補正機能を1 mに設定します。次に、付属のショートプレートを使用してショート補正を実行します。オープン補正は実行しませんが、その値は下に示す誘電率の式で用いられます。

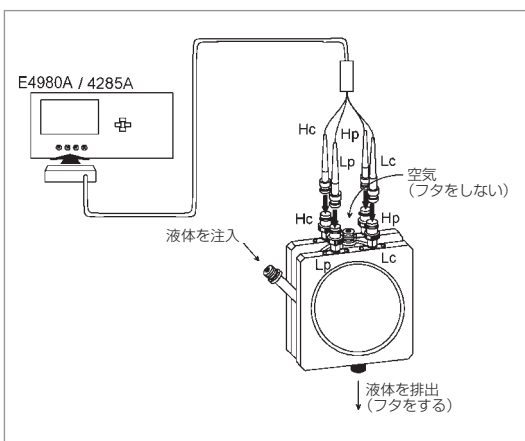
$$\epsilon_r = \alpha \left(\frac{C_p}{C_0} - \frac{1}{\omega C_0 R_p} \right)$$

α : 補正係数
 ϵ_r : 比誘電率
 C_p : 液体のキャパシタンス(測定データ)
 C_0 : 空気のキャパシタンス(測定データ)またはオープン補正のデータ
 R_p : 等価並列抵抗(測定データ)
 ω : 角周波数 ($\omega = 2\pi f$)

下図に、補正と測定の実行方法を示します。



フィクスチャへの液体の注入

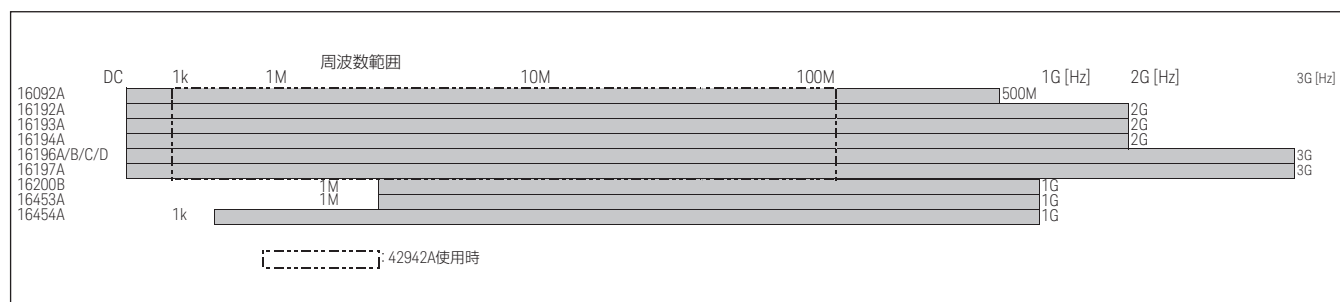


接続方法

注記：16452Aは塩やイオン溶液、およびバルク伝導率を持つその他の液体の測定には使用できません。電極間に誘電分極が発生するためです。

キーサイトは、被試験液体と16452Aの間の反応が原因で16452Aに生じた損傷(腐食、汚れ等)については責任を負いかねます。

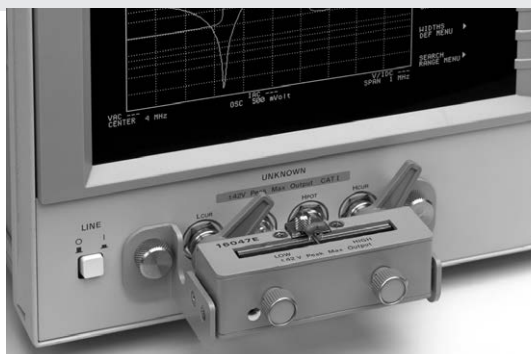
3 GHzまで(7 mm)



使用可能測定器

周波数
レンジ

最高110 MHz
(端子構成：4端子対)



測定器

4263B、4268A、4279A、4284A、
4285A、4288A、4294A、E4980A、E4981A

最高3 GHz
(端子構成：7 mm)



4291B、4294A+42942A、E5061B-3L5(オプション005付き)
+16201A、
4287A、E4982A、E4991A
任意の4端子対測定器(4294Aを除く)+16085B

周波数

DC(高抵抗測定)



測定器

4339B、4349B

3 GHzまで(7 mm)

リード・コンポーネント

16092A スプリングクリップ・フィクスチャ



端子コネクタ：7 mm

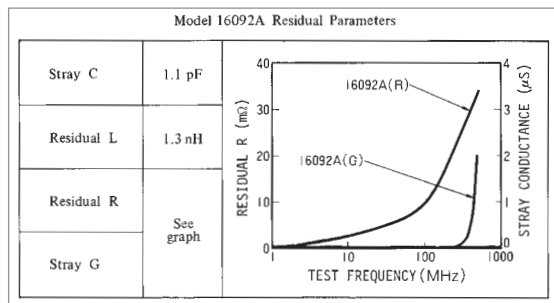
DUTの接続：2端子

電気長：3.4 mm

寸法(約)：150(幅)×70(高さ)×80(奥行き) [mm]

質量(約)：180 g

追加誤差：下図を参照



概要：16092Aはリード・コンポーネントおよびSMDのインピーダンス評価に使用します。付属の2種類のモジュールをプレートにねじ止めすることで、リード・コンポーネントまたはSMDを簡単に測定できます。

使用可能測定器：4294A+42942A、(4291B*、4287A*、E4982A、E5051B-3L5(オプションE5061B-005付き)+16201A、E4991A)**
16085B*と組み合わせて使用した場合：4263B、4268A*、4279A*、4284A*、4285A、4288A*、E4980A、E4981A

*は販売を終了した測定器を示します。

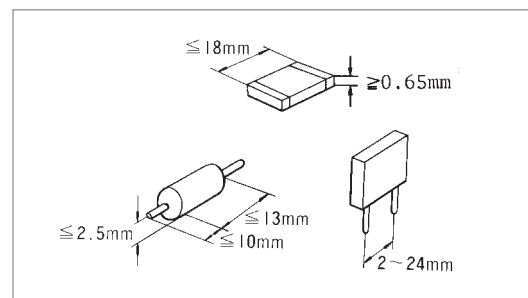
** 使用可能な周波数レンジには制限があります。

使用周波数：DC ~ 500 MHz

最大電圧：最大±42 V_{peak} (AC+DC)

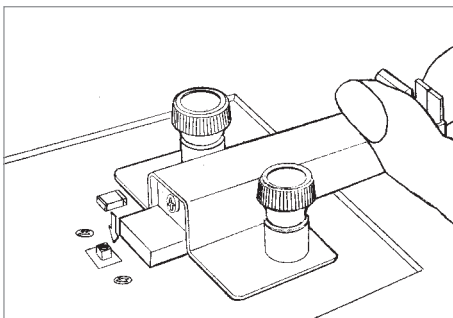
使用可能温度範囲：0 °C ~ 55 °C

測定可能DUTサイズ：下図を参照

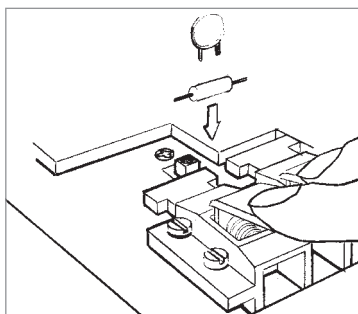


付属品：

概要	パーツ番号	数量
ショートプレート	16092-08010	1
操作マニュアル	16092-90010	1



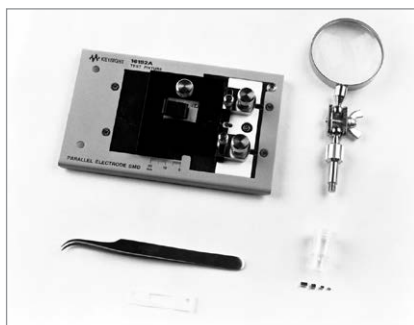
SMDの挿入



リード付きコンポーネントの挿入

補正と測定：測定前にオープン／ショート補正と電気長補正を推奨します。はじめに、フィクスチャの電気長を測定器の電気長補正機能に入力します。SMDモジュールを使用する場合、オープン補正は測定電極間を離して実行します。離す距離はDUTの幅と同じになるようにします。ショート補正は付属のショートプレートを使用して実行します。リード・コンポーネント・モジュールを使用する場合、オープン補正はモジュール電極に何も接続しない状態で実行します。ショート補正は付属のショートプレートを使用します。オープンおよびショート補正と電気長補正を実行後、DUTをテストフィクスチャに挿入します。

16192A 平行電極 SMD用テストフィクスチャ



端子コネクタ：7 mm

DUTの接続：2端子

電気長：11 mm

寸法(約)：150(幅)×70(高さ)×90(奥行き) [mm]

質量(約)：400 g

追加誤差：

誤差のタイプ	インピーダンス
比例誤差	$1.5 \times f^2$ [%]
オープン再現性	$2 + 30 \times f$ [μS]
ショート再現性	$30 + 250 \times f$ [m Ω]

f：[GHz]

概要：16192Aは平行電極SMDのインピーダンス評価に使用します。このフィクスチャで評価できる最小のSMDサイズは1(長さ) [mm]です。

使用可能測定器：4291B*、4294A+42942A、(4287A*、E4982A、E5061B-3L5(オプションE50616B-005付き)+16201A、E4991A)**
16085B*と組み合わせて使用した場合：4263B、4268A*、4279A*、4284A*、4285A、4288A*、E4980A、E4981A

*は販売を終了した測定器を示します。

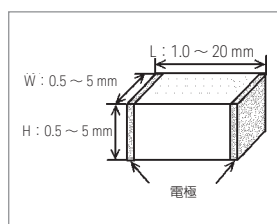
** 使用可能な周波数レンジには制限があります。

使用周波数：DC ～ 2 GHz

最大電圧：最大±42 V_{peak}(AC+DC)

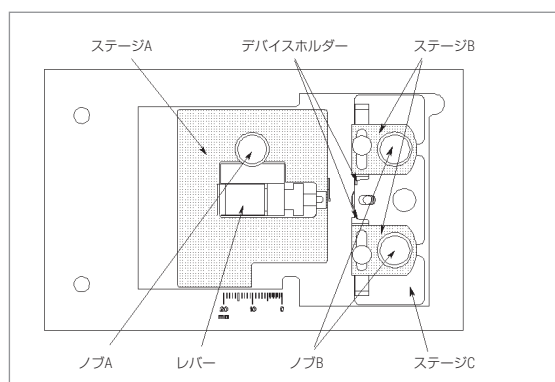
使用可能温度範囲：－55℃～＋85℃

測定可能DUTサイズ：1 mm ～ 20 mm(長さ)



付属品：

概要	パーツ番号	数量	オプション
操作／サービスマニュアル	16192-90040	1	標準
汎用サイズ			
ショートデバイス (1×1×2.4(mm))	16191-29001	1	16192A-701
ショートデバイス (1.6×2.4×2(mm))	16191-29002	1	16192A-701
ショートデバイス (2.4×2.4×3.2(mm))	16191-29003	1	16192A-701
ショートデバイス (2.4×2.4×4.5(mm))	16191-29004	1	16192A-701
EIA/EIAJ規格対応サイズ			
ショートデバイス (1×0.5×0.5(mm))	16191-29005	1	16192A-010
ショートデバイス (1.6×0.8×0.8(mm))	16191-29006	1	16192A-010
ショートデバイス (2.0×1.2×0.8(mm))	16191-29007	1	16192A-010
ショートデバイス (3.2×1.6×0.8(mm))	16191-29008	1	16192A-010
ショートデバイス用ケース	1540-0692	1	16192A-010/701
拡大鏡	16193-60002	1	16192A-710
ピンセット	8710-2081	1	16192A-710



テストフィクスチャの概要

オプション:

16192A-010: EIA/EIAJ規格対応サイズのショートバー・セットを追加

16192A-701: 汎用サイズのショートバー・セットを追加

16192A-710: 拡大鏡とピンセットを追加

補正と測定: 測定前にオープン/ショート補正と電気長補正を推奨します。はじめに、フィクスチャの電気長を測定器の電気長補正機能に入力します。オープン補正は測定電極間を離して実行します。離す距離はDUTの幅と同じになるようにします。ショート補正はオプション16192A-010/701ショートバー・セットを使用して実行します。オープンおよびショート補正と電気長補正を実行後、DUTをテストフィクスチャに挿入します。下図に補正と測定の実行方法を示します。

a. 測定電極に接触するようにショートバー /SMDをセットします。 b. 2つのステージBを調整して、ショートバー /SMDをはさみます。その後、ノブBを絞めてステージBの位置を固定します。 c. レバーを押したまま、ステージA上の測定電極がショートバー /SDMとわずかに接触するまで、ステージAをスライドさせます。その後、ノブAを絞めます。 d. レバーを離して、ショートバー /SMDをはさみ、測定を開始します。 e. ショート補正でショートバーをセットした方法と同様に、SMDをセットします。 f. 黒いレバーを押して、SMDを外して、オープン補正を実行します。 詳細については16192A操作マニュアルを参照してください。	
--	--

オープン/ショート補正

3 GHzまで(7 mm)

SMD

16194A 高温コンポーネント用 テストフィクスチャ



端子コネクタ：7 mm

DUTの接続：2端子

電気長：50 mm

寸法(約)：150(幅)×40(高さ)×80(奥行き) [mm]

質量(約)：350 g

追加誤差：

SMD：

誤差のタイプ	インピーダンス
比例誤差	$20 \times f^2$ [%]
オープン再現性	$80 + 250 \times f$ [μS]
ショート再現性	$0.2 + 2.5 \times f$ [Ω]

リード付きデバイス：

誤差のタイプ	インピーダンス
比例誤差	$20 \times f^2$ [%]
オープン再現性	$80 + 500 \times f$ [μS]
ショート再現性	$0.4 + 12.5 \times f$ [Ω]

f：[GHz]

概要：16194Aは、アキシアル／ラジアルリード・デバイスとSMDを、
−55～+200℃(E4991A-007温度特性テストキットと組み合わせた場合
は−55～+150℃)の温度範囲で測定するために使用します。

使用可能測定器：4294A+42942A、(4287A*、E4982A、E5061B-3L5(オ
プションE5061B-005付き)+16201A、E4991A)**

16085B*と組み合わせて使用した場合：4263B、4268A*、4279A*、
4284A*、4285A、4288A*、E4980A、E4981A

*は販売を終了した測定器を示します。

** 使用可能な周波数レンジには制限があります。

使用周波数：

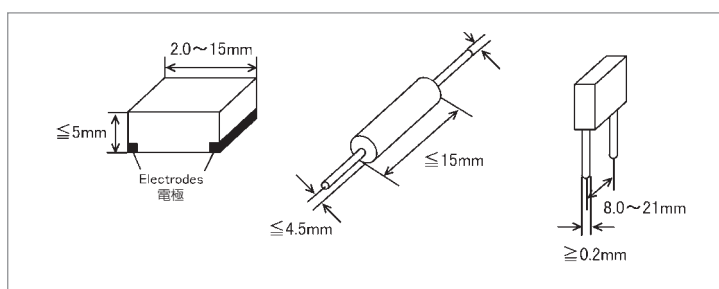
DC～500 MHz(オープン／ショート補正使用時)

DC～2 GHz(オープン／ショート／ロード補正使用時)

最大電圧：最大±42 V_{peak}(AC+DC)

使用可能温度範囲：−55℃～+200℃

測定可能DUTサイズ：下図を参照



付属品：

概要	パーツ番号	数量	オプション
レンチ	8710-1181	1	標準
ピンセット	8710-2081	1	標準
50 Ω SMD抵抗	0699-2829	10	標準
操作／サービスマニュアル	16194-90030	1	標準

汎用サイズ

ショートデバイス (1×1×2.4(mm))	16191-29001	1	16192A-701
ショートデバイス (1.6×2.4×2(mm))	16191-29002	1	16192A-701
ショートデバイス (2.4×2.4×3.2(mm))	16191-29003	1	16192A-701
ショートデバイス (2.4×2.4×4.5(mm))	16191-29004	1	16192A-701

EIA/EIAJ規格対応サイズ

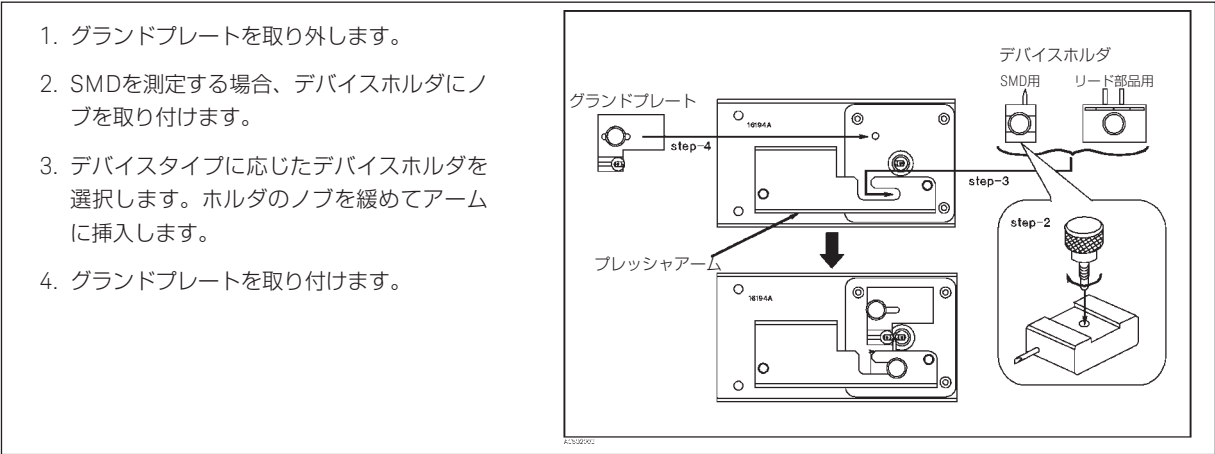
ショートデバイス (1×0.5×0.5(mm))	16191-29005	1	16192A-010
ショートデバイス (1.6×0.8×0.8(mm))	16191-29006	1	16192A-010
ショートデバイス (2.0×1.2×0.8(mm))	16191-29007	1	16192A-010
ショートデバイス (3.2×1.6×0.8(mm))	16191-29008	1	16192A-010
ショートデバイス用ケース	1540-0692	1	16192A-010/701

オプション:

- 16194A-010: EIA/EIAJ規格対応サイズのショートバー・セットを追加
- 16194A-701: 汎用サイズのショートバー・セットを追加

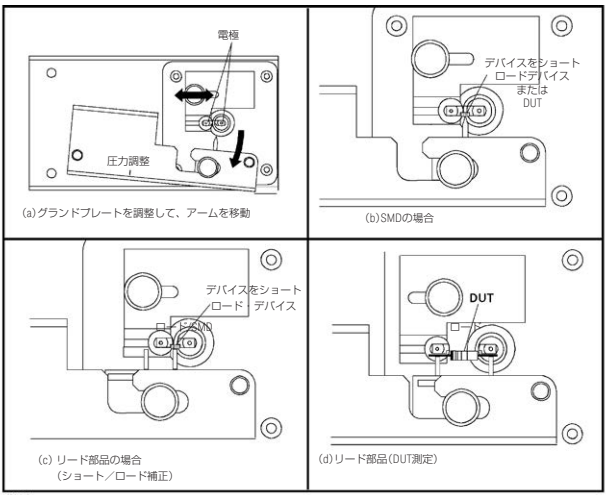
補正と測定: 測定を開始する前に、適切なデバイスホルダ(SMDまたはリード・コンポーネント用)をテストフィクスチャに取り付ける必要があります。下図に、デバイスホルダをデバイスタイプに合わせて交換する方法を示します。

次のステップでは、オープン/ショート補正と電気長補正の組み合わせを



デバイス・ホルダの交換

行います。500 MHzより上の測定ではロード補正も推奨します。はじめに、フィクスチャの電気長を測定器の電気長補正機能に入力します。オープン補正は測定電極間を離して実行します。離す距離はDUTの幅と同じになるようにします。ショート補正はオプション16194A-010/701ショートバー・セットを使用して行います。ロード補正は付属の50 Ω SMDチップ抵抗を使用します。オープン/ショート/ロード補正と電気長補正を実行後、DUTをテストフィクスチャに挿入します。下図に、測定の実行方法を示します。



デバイスの配置

3 GHzまで(7 mm)

SMD

16196A 平行電極 SMDテストフィクスチャ



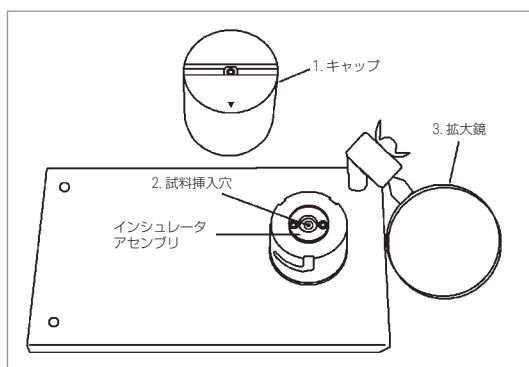
端子コネクタ：7 mm
DUTの接続：2端子
電気長：26.2 mm
寸法(約)：140(幅)×48(高さ)×78(奥行き) [mm]
質量(約)：250 g
追加誤差：

誤差のタイプ	インピーダンス
比例誤差	$1.0 \times f^2$ [%]
オープン再現性	$5 + 40 \times f$ [μS]
ショート再現性	$30 + 125 \times f$ [m Ω]

f：周波数 [GHz]



E4982Aと16196A



フィクスチャの概要

概要：16196Aは平行電極SMDのインピーダンス評価に使用します。最高3 GHzまで安定した周波数特性を実現し、きわめて再現性の高い測定が可能です。適合するSMDサイズコードは0603(インチ)/1608(mm)です。

使用可能測定器：4287A*、E4982A、4294A+42942A、E5061B-3L5(オプションE5061B-005付き)+16201A、E4991A

16085B*と組み合わせて使用した場合：4263B、4268A*、4279A*、4284A*、4285A、4288A*、E4980A、E4981A

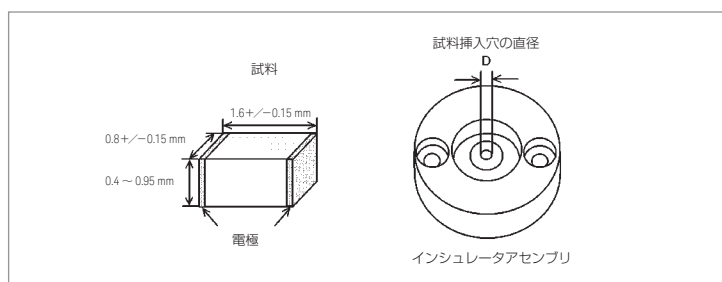
*は販売を終了した測定器を示します。

使用周波数：DC～3 GHz

最大電圧：最大±42 V_{peak}(AC+DC)

使用可能温度範囲：−55℃～+85℃

測定可能DUTサイズ：適合するSMDサイズは0603(インチ)/1608(mm)です。詳細については下図を参照してください。



DUTと円筒形インシュレータの間に隙間があると、DUTを正しく配置できず測定誤差が生じるため、16196Aには3種類のインシュレータアセンブリが付属しています。隙間が最も小さくなるインシュレータアセンブリを選択してください。インシュレータアセンブリの寸法については下表を参照してください。

	インシュレータアセンブリの 穴の直径(mm)	SMDケースサイズの例 長さ、幅、高さ(mm)
16196A	φ1.34	1.6×0.8×0.8
	φ1.14	1.6×0.8×0.6
	φ1.08	1.6×0.8×0.5

付属品：

概要	パーツ番号	数量
操作／サービスマニュアル	16196-90040	1
インシュレータアセンブリφ1.34 mm	16196-60112	1
インシュレータアセンブリφ1.14 mm	16196-60113	1
インシュレータアセンブリφ1.08 mm	16196-60114	1
オープンプレート	16196-29002	1
ショートプレート	16196-29026	1
ブッシュリング	16196-24004	1
拡大鏡 ¹	16193-60002	1
ピンセット	8710-2081	1
レンチ	8710-0909	1
クリーニング棒	5182-7586	1
キャリングケース	16196-60150	1

1：オプション16196A-710のみ

オプション：

16196A-710：拡大鏡とピンセットを追加

十分な測定性能を維持するには、電極とショートプレートを良好な状態に保つことが重要です。これらの部品の汚れや摩耗は、特に測定値が小さい場合、測定結果を大きく左右します。測定性能の低下を防ぐためにフィクスチャのクリーニングと部品の交換を定期的に行うことを推奨します。16196xフィクスチャはシンプルなデザインなので、オペレータが部品を容易に交換できます。摩耗しやすい部品のスペアは16196Uメンテナンスキットに付属しています。

16196Uメンテナンスキット

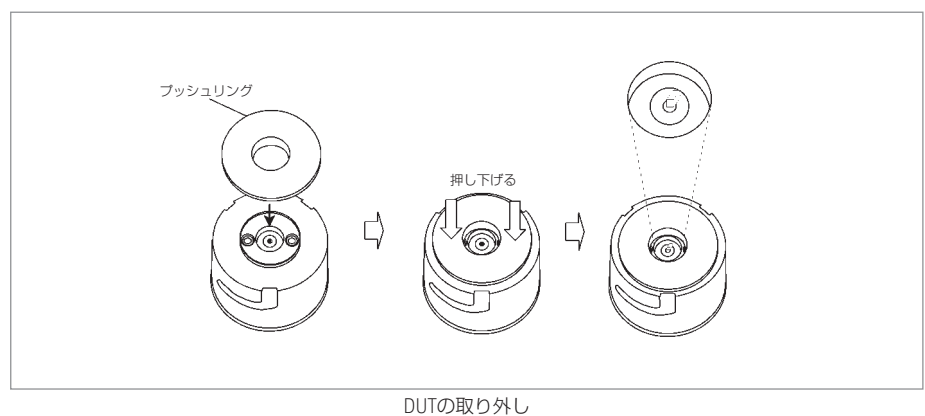
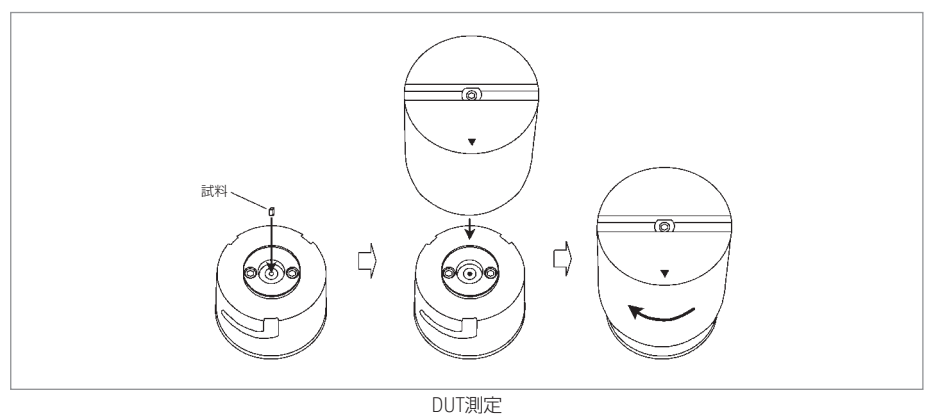
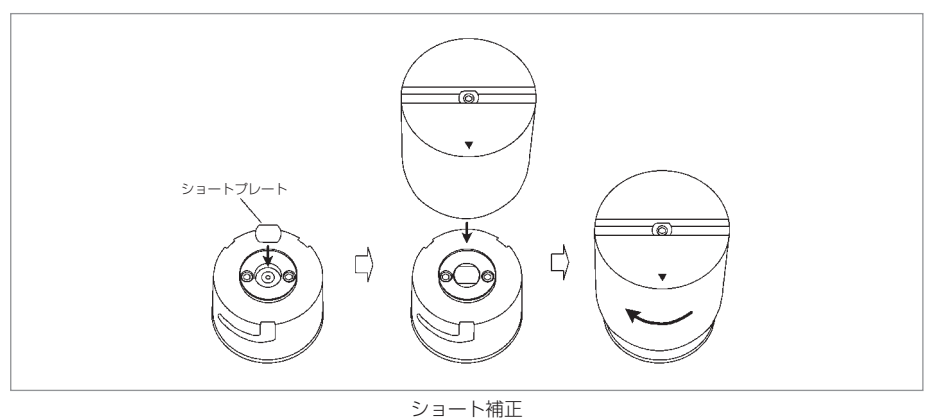
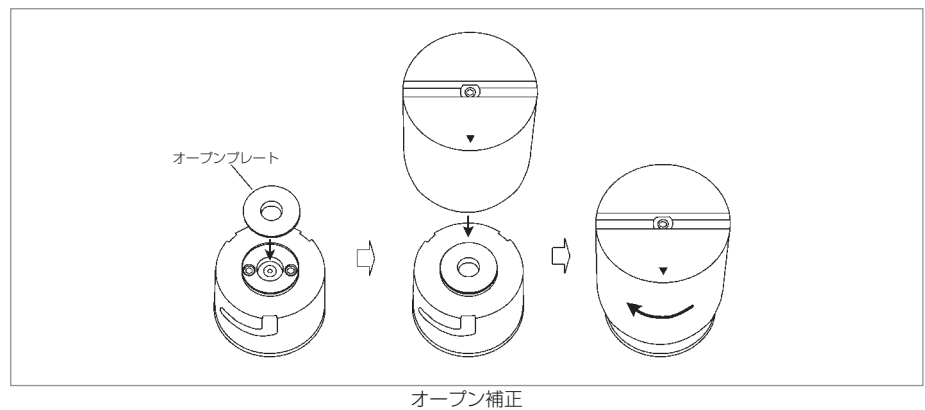
オプション16196U-010：上部電極、5個組(16196A/B/Cモデルに共通)

オプション16196U-100：0603(インチ)/1608(mm)サイズ用ショートプレート、5個組(16196A用)

オプション16196U-110：下部電極、5個組(16196A用)

補正と測定：最初に、適切なインシュレータアセンブリをフィクスチャに取り付けます。次に、補正を実行します。測定前にオープン／ショート補正と電気長補正を推奨します。はじめに、フィクスチャの電気長を測定器の電気長補正機能に入力します。次に、オープン補正を、付属のオープンプレートインシュレータアセンブリの上部に取り付けて実行します。ショート補正は、付属のショートプレートインシュレータアセンブリの上部に取り付けて実行します。オープンおよびショート補正と電気長補正を実行後、DUTをテストフィクスチャに挿入します。DUTの測定が完了したら、付属のプッシュリングを使用してDUTをフィクスチャから取り外します。次ページに補正と測定の実行方法を示します。

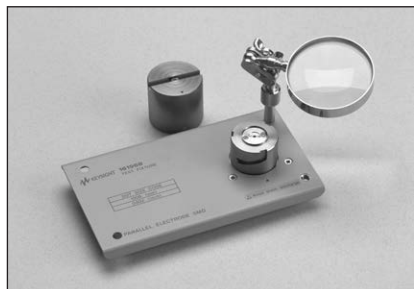
補正と測定



3 GHzまで(7 mm)

SMD

16196B 平行電極 SMDテストフィクスチャ



端子コネクタ：7 mm

DUTの接続：2端子

電気長：26.9 mm

寸法(約)：140(幅)×48(高さ)×78(奥行き) [mm]

質量(約)：250 g

追加誤差：

誤差のタイプ	インピーダンス
比例誤差	$1.0 \times f^2$ [%]
オープン再現性	$5 + 40 \times f$ [μS]
ショート再現性	$30 + 125 \times f$ [m Ω]

f：周波数 [GHz]

概要：16196Bは平行電極SMDのインピーダンス評価に使用します。最高3 GHzまで安定した周波数特性を実現し、きわめて再現性の高い測定が可能です。適合するSMDサイズコードは0402(インチ)/1005(mm)です。

使用可能測定器：4287A*、E4982A、4294A+42942A、E5061B-3L5(オプションE5061B-005付き)+16201A、E4991A

16085B*と組み合わせて使用した場合：4263B、4268A*、4279A*、4284A*、4285A、4288A*、E4980A、E4981A

*は販売を終了した測定器を示します。

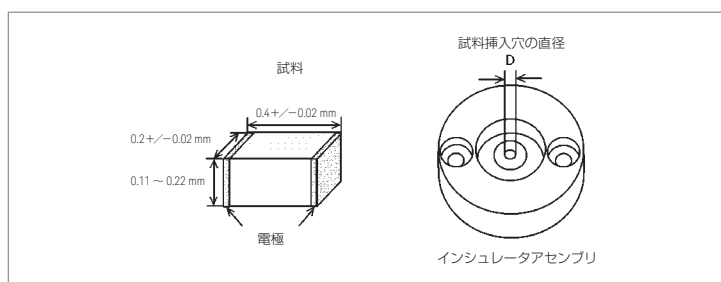
使用周波数：DC～3 GHz

最大電圧：最大±42 V_{peak}(AC+DC)

使用可能温度範囲：－55℃～＋85℃

測定可能DUTサイズ：適合するSMDサイズは0402(インチ)/1005(mm)です。詳細については下図を参照してください。

DUTと円筒形インシュレータの間に隙間があると、DUTを正しく配置でき



ず測定誤差が生じるため、16196Bには3種類のインシュレータアセンブリが付属しています。隙間がなるべく小さくなるインシュレータアセンブリを選択してください。インシュレータアセンブリの寸法については下表を参照してください。

	インシュレータアセンブリの 穴の直径(mm)	SMDケースサイズの例 長さ、幅、高さ(mm)
16196B	φ0.85	1.0×0.5×0.5
	φ0.75	1.0×0.5×0.35
	φ0.68	1.0×0.5×0.35

付属品：

概要	パーツ番号	数量
操作／サービスマニュアル	16196-90040	1
インシュレータアセンブリ φ0.85 mm	16196-60212	1
インシュレータアセンブリ φ0.75 mm	16196-60213	1
インシュレータアセンブリ φ0.68 mm	16196-60214	1
オープンプレート	16196-29002	1
ショートプレート	16196-29027	1
ブッシュリング	16196-24004	1
拡大鏡 ¹	16193-60002	1
ピンセット ¹	8710-2081	1
レンチ	8710-0909	1
クリーニング棒	5182-7586	1
キャリングケース	16196-60250	1

1：オプション16196B-710のみ

オプション：

16196B-710：拡大鏡とピンセットを追加

十分な測定性能を維持するには電極とショートプレートを良好な状態に保つ必要があります。これらの部品の汚れや摩耗は、特に測定値が小さい場合、測定結果を大きく左右します。測定性能の低下を防ぐため、フィクスチャのクリーニングと部品の交換を定期的に行うことを推奨します。16196xフィクスチャはシンプルなデザインなので、オペレータが部品を容易に交換できます。摩耗しやすい部品のスペアは16196Uメンテナンスキットに付属しています。

16196U メンテナンスキット

オプション16196U-010：上部電極、5個組(16196A/B/Cモデルに共通)

オプション16196U-200：0402(インチ)/1005(mm)サイズ用ショートプレート、5個組(16196B用)

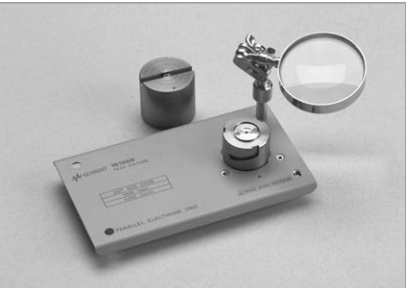
オプション16196U-210：下部電極、5個組(16196B用)

補正と測定：最初に、適切なインシュレータアセンブリをフィクスチャに取り付けます。次に、補正を実行します。測定前にオープン／ショート補正と電気長補正を推奨します。はじめに、フィクスチャの電気長を測定器の電気長補正機能に入力します。オープン補正は、付属のオープンプレートをインシュレータアセンブリの上部に取付けて実行します。ショート補正は、付属のショートプレートをインシュレータアセンブリの上部に取付けて実行します。オープンおよびショート補正と電気長補正を実行後、DUTをテストフィクスチャに挿入します。DUTの測定が完了したら、付属のプッシュリングを使用してDUTをフィクスチャから取り外します。補正と測定の実行方法については16196Aの図を参照してください。

3 GHzまで(7 mm)

SMD

16196C 平行電極 SMDテストフィクスチャ



端子コネクタ：7 mm
DUTの接続：2端子
電気長：27.1 mm
寸法(約)：140(幅)×48(高さ)×78(奥行き) [mm]
質量(約)：250 g
追加誤差：

誤差のタイプ	インピーダンス
比例誤差	$1.0 \times f^2$ [%]
オープン再現性	$5 + 40 \times f$ [μ S]
ショート再現性	$30 + 125 \times f$ [m Ω]

f：周波数 [GHz]

概要：16196Cは平行電極SMDのインピーダンス評価に使用します。最高3 GHzまで安定した周波数特性を実現し、きわめて再現性の高い測定が可能です。適合するSMDサイズコードは0201(インチ)/0603(mm)です。

使用可能測定器：4287A*、E4982A、4294A+42942A、E5061B-3L5(オプションE5061B-005付き)+16201A、E4991A

16085B*と組み合わせて使用した場合：4263B、4268A*、4279A*、4284A*、4285A、4288A*、E4980A、E4981A

*は販売を終了した測定器を示します。

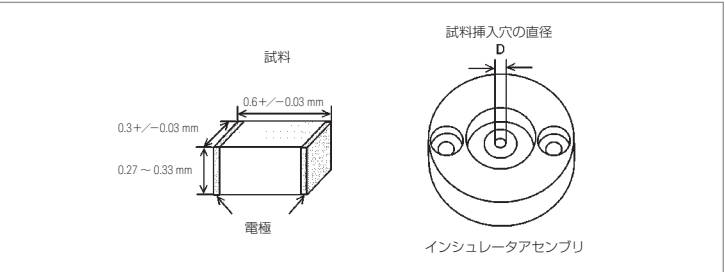
使用周波数：DC～3 GHz

最大電圧：最大±42 V_{peak}(AC+DC)

使用可能温度範囲：–55℃～+85℃

測定可能DUTサイズ：適合するSMDサイズは0201(インチ)/0603(mm)です。詳細については下図を参照してください。

16196Cには1個のインシュレータアセンブリが付属しています。インシュレータアセンブリの寸法については下表を参照してください。



	インシュレータアセンブリの 穴の直径(mm)	SMDケースサイズの例 長さ、幅、高さ(mm)
16196C	φ0.48	0.6×0.3×0.3

付属品：

概要	パーツ番号	数量
操作／サービスマニュアル	16196-90040	1
インシュレータアセンブリ φ0.48 mm	16196-60312	1
オープンプレート	16196-29002	1
ショートプレート	16196-29028	1
プッシュリング	16196-24004	1
拡大鏡 ¹	16193-60002	1
ピンセット ¹	8710-2081	1
レンチ	8710-0909	1
クリーニング棒	5182-7586	1
キャリングケース	16196-60350	1

1：オプション16196C-710のみ

オプション：

16196C-710：拡大鏡とピンセットを追加

十分な測定性能を維持するには電極とショートプレートを良好な状態に保つ必要があります。これらの部品の汚れや摩耗は、特に測定値が小さい場合、測定結果を大きく左右します。測定性能の低下を防ぐため、フィクスチャのクリーニングと部品の交換を定期的に行うことを推奨します。16196xフィクスチャはシンプルなデザインなので、オペレータが部品を容易に交換できます。摩耗しやすい部品のスペアは16196U メンテナンスキットに付属しています。

16196U メンテナンスキット

オプション16196U-010：上部電極、5個組(16196A/B/Cモデルに共通)

オプション16196U-300：0201(インチ)/0603(mm)サイズ用ショートプレート、5個組(16196C用)

オプション16196U-310：下部電極、5個組(16196C用)

補正と測定：測定前にオープン／ショート補正と電気長補正を推奨します。はじめにフィクスチャの電気長を測定器の電気長補正機能に入力します。オープン補正は、付属のオープンプレータをインシュレータアセンブリの上部に取り付けて実行します。ショート補正は、付属のショートプレートをインシュレータアセンブリの上部に取り付けて実行します。オープンおよびショート補正と電気長補正を実行後、DUTをテストフィクスチャに挿入します。DUTの測定が完了したら、付属のプッシュリングを使用してDUTをフィクスチャから取り外します。補正と測定の実行方法については16196Aの図を参照してください。

3 GHzまで(7 mm)

SMD

16196D 平行電極 SMDテストフィクスチャ



端子コネクタ：7 mm
DUTの接続：2端子
電気長：27.3 mm
寸法(約)：140(幅)×48(高さ)×78(奥行き) [mm]
質量(約)：250 g
追加誤差：

誤差のタイプ	インピーダンス
比例誤差	$1.0 \times f^2$ [%]
オープン再現性	$5 + 40 \times f$ [μ S]
ショート再現性	$30 + 125 \times f$ [m Ω]

f：周波数 [GHz]

概要：16196Dは平行電極SMDのインピーダンス評価に使用します。最高3 GHzまで安定した周波数特性を実現し、きわめて再現性の高い測定が可能です。適合するSMDサイズコードは01005(インチ)/0402(mm)です。

使用可能測定器：4287A*、E4982A、4294A+42942A、E5061B-3L5(オプションE5061B-005付き)+16201A、E4981A

*は販売を終了した測定器を示します。

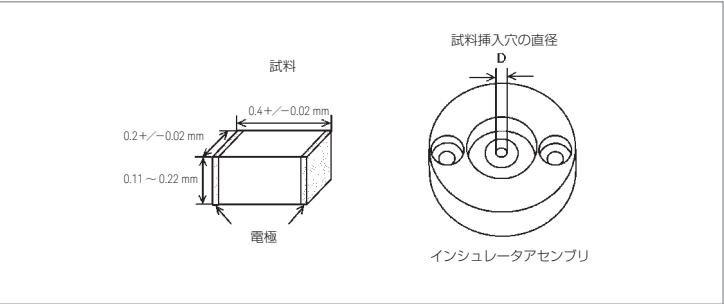
使用周波数：DC～3 GHz

最大電圧：最大±42 V_{peak}(AC+DC)

使用可能温度範囲：－55℃～＋85℃

測定可能DUTサイズ：適合するSMDサイズは01005(インチ)/0402(mm)です。詳細については下図を参照してください。

DUTと円筒形インシュレータの間に隙間があると、DUTを正しく配置できず測定誤差が生じるため、16196Dには2種類のインシュレータアセンブリが付属しています。隙間なるべく小さくなるインシュレータアセンブリを選択してください。インシュレータアセンブリの寸法については下表を参照してください。



	インシュレータアセンブリの 穴の直径(mm)	SMDケースサイズの例 長さ、幅、高さ(mm)
16196D	$\phi 0.34$	$0.4 \times 0.2 \times 0.2$
	$\phi 0.30$	$0.4 \times 0.2 \times 0.13/0.2$

付属品：

概要	パーツ番号	数量
操作／サービスマニュアル	16196-90040	1
インシュレータアセンブリ $\phi 0.34$ mm	16196-60412	1
インシュレータアセンブリ $\phi 0.30$ mm	16196-60414	1
オープンプレート	16196-29002	1
ショートプレート	16196-29030 ²	1
プッシュリング	16196-24004	1
拡大鏡 ¹	16193-60002	1
ピンセット ¹	8710-2081	1
レンチ	8710-0909	1
クリーニング棒	5182-7586	1
キャリングケース	16196-60450	1

1：オプション16196D-710のみ

2：交換部品番号は16196-15101

オプション：

16196D-710：拡大鏡とピンセットを追加

十分な測定性能を維持するには電極とショートプレートを良好な状態に保つ必要があります。これらの部品の汚れや摩耗は、特に測定値が小さい場合、測定結果を大きく左右します。測定性能の低下を防ぐため、フィクスチャのクリーニングと部品の交換を定期的に行うことを推奨します。16196xフィクスチャはシンプルなデザインなので、オペレータが部品を容易に交換できます。摩耗しやすい部品のスペアは、16196U メンテナンスキットに付属しています。

16196Uメンテナンスキット

オプション16196U-020：上部電極、5個組(16196D用)

オプション16196U-400：01005(インチ)/0402(mm)サイズ用ショートプレート、5個組(16196D用)

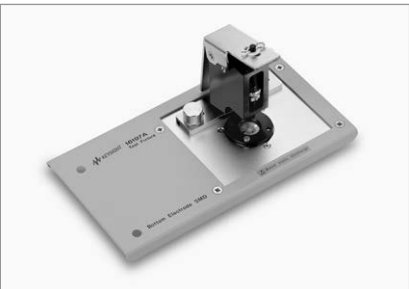
オプション16196U-410：下部電極、5個組(16196D用)

補正と測定：最初に、適切なインシュレータアセンブリをフィクスチャに取り付けます。次に、補正を実行します。測定前にオープン／ショート補正と電気長補正を推奨します。はじめに、フィクスチャの電気長を測定器の電気長補正機能に入力します。オープン補正は付属のオープンプレータをインシュレータアセンブリの上部に取付けて実行します。ショート補正は付属のショートプレートをインシュレータアセンブリの上部に取り付けて実行します。オープンおよびショート補正と電気長補正を実行後、DUTをテストフィクスチャに挿入します。DUTの測定が完了したら、付属のプッシュリングを使用してDUTをフィクスチャから取り外します。補正と測定の実行方法については16196Aの図を参照してください。

3 GHzまで(7 mm)

SMD

16197A 底面電極 SMDテストフィクスチャ



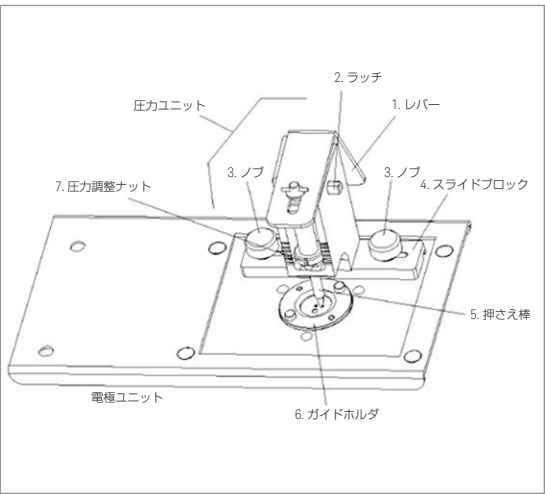
端子コネクタ：7 mm
DUTの接続：2端子
電気長：14 mm
寸法(約)：160(幅)×70(高さ)×86(奥行き) [mm]
質量(約)：300 g
追加誤差：

誤差のタイプ	インピーダンス
比例誤差	$1.0 \times f^2$ [%]
オープン再現性	$5 + 40 \times f$ [μS]
ショート再現性	$30 + 125 \times f$ [m Ω]

f：周波数 [GHz]



E4991Aと16197A



テストフィクスチャの概要

概要：16197Aは底面電極SMDのインピーダンス評価に使用します。最高3 GHzまで安定した周波数特性を実現し、きわめて再現性の高い測定が可能です。このテストフィクスチャは最小1005(mm)/0402(インチ)から最大3225(mm)/1210(インチ)まで、さまざまなSMDサイズをサポートします。0603(mm)/0201(インチ)サイズには、オプション001を付けることで対応できます。

使用可能測定器：4287A*、E4982A、4294A+42942A、E5061B-3L5(オプションE5061B-005付き)+16201A、E4991A、16085B*と組み合わせて使用した場合：4263B、4268A*、4279A*、4284A*、4285A、4288A*、E4980A、E4981A

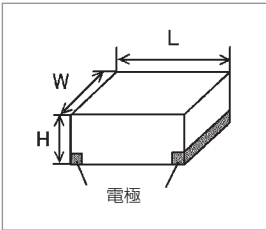
*は販売を終了した測定器を示します。

使用周波数：DC～3 GHz

最大電圧：最大±42 Vpeak(AC+DC)

使用可能温度範囲：–55℃～+85℃

測定可能DUTサイズ：下の図と表を参照：



標準オプション	適合するSMDサイズ	
SMDサイズコード	長さ×幅 [mm]	高さ [mm]
3225(mm)/1210(インチ)	$(3.2 \pm 0.15) \times (2.5 \pm 0.15)$	$H \geq 0.4$
3216(mm)/1206(インチ)	$(3.2 \pm 0.15) \times (1.6 \pm 0.15)$	$H \geq 0.4$
2012(mm)/0805(インチ)	$(2.0 \pm 0.15) \times (1.25 \pm 0.15)$	$H \geq 0.4$
1608(mm)/0603(インチ)	$(1.6 \pm 0.15) \times (0.8 \pm 0.15)$	$H \geq 0.4$
1005(mm)/0402(インチ)	$(1.0 \pm 0.1) \times (0.5 \pm 0.1)$	$H \geq 0.4$

オプション16197A-001	適合するSMDサイズ	
SMDサイズコード	長さ×幅 [mm]	高さ [mm]
0603(mm)/0201(インチ)	$(0.6 \pm 0.03) \times (0.3 \pm 0.03)$	$H \geq 0.25$

付属品：

概要	パーツ番号	数量
操作／サービスマニュアル	16197-90000	1
デバイスガイド ¹	16197-25005	2
電極プレート ²	16197-00603	1
クリーニング棒	5182-7586	1
ブランク・デバイスガイド	16197-25006	3
拡大鏡	16193-60002	1
ピンセット	8710-2081	1
レンチ	8710-0909	1
キャリングケース	16197-60060	1

1：1個がテストフィクスチャに取り付けられた状態で付属
2：フィクスチャに取り付けられた状態で付属

EIA/EIAJサイズのショートバーセット(付属)

サイズ	パーツ番号	数量
1×0.5×0.5(mm)	16191-29005	1
1.6×0.8×0.8(mm)	16191-29006	1
2.0×1.2×0.8(mm)	16191-29007	1
3.2×1.6×0.8(mm)	16191-29008	1
デバイス・ガイド	16197-25007	1
電極プレート	16197-00604	1

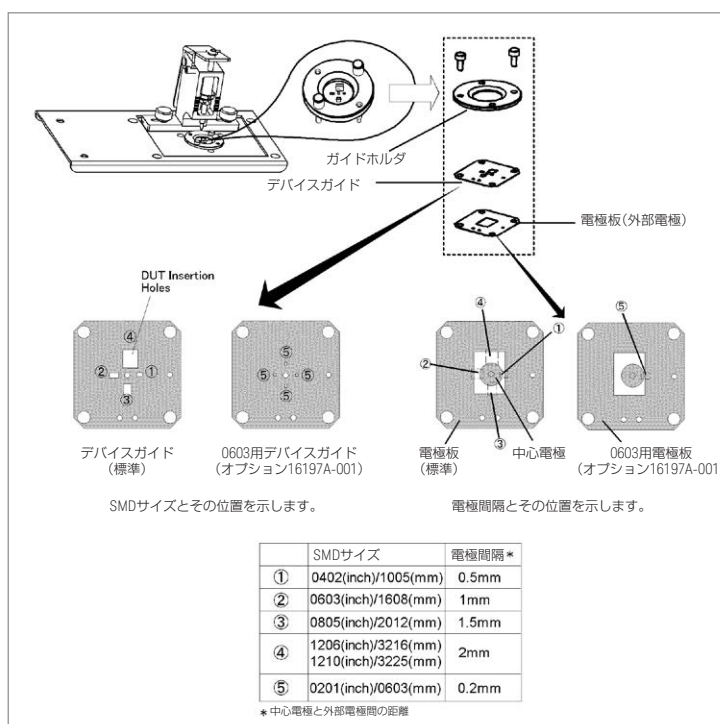
16197A-001ショートバー

サイズ	パーツ番号	数量
0.6×0.3×0.3(mm)	16197-29001	4

オプション：

16197A-001：0603(mm)/0201(インチ)デバイスガイド・セットを追加

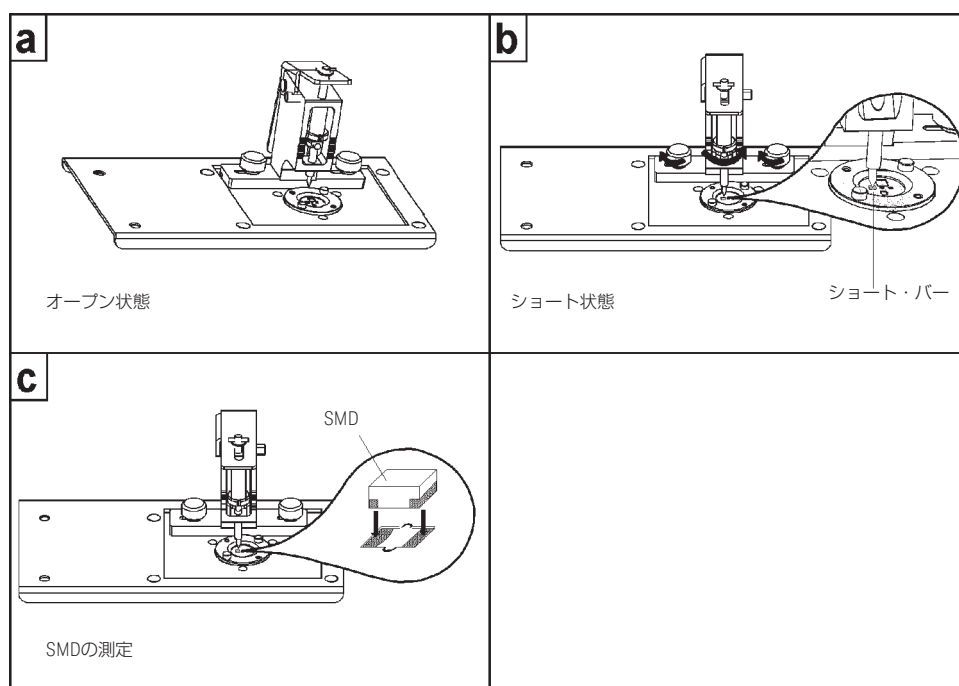
16197Aの電極間隔は0.5 mm、1 mm、1.5 mm、2 mmです。デバイスガイドはこれらの間隔に対応しており対応しており、適用可能なSMD用の挿入穴を備えています。オプション001により0.2 mmの電極間隔を使用できます。このオプションには、0603 mm/0201インチ用の挿入穴を持つデバイスガイド、電極プレート、4個のショートデバイスが付属しています。



電極構成とSMDサイズ

補正と測定：最初に、適切なデバイス挿入穴を選択します。デバイス挿入穴が圧力アームの接触範囲内がない場合は、デバイスガイドと電極プレートの位置を変更してください。この準備ができれば補正を実行します。測定前にオープン/ショート補正と電気長補正を推奨します。はじめに、フィクスチャの電気長を測定器の電気長補正機能に入力します。次に、オー

プン補正をデバイス挿入穴に何も装着しない状態で実行します。続いて、ショート補正を、付属のショートデバイスをデバイス挿入穴に取り付けて実行します。電気長補正とオープンおよびショート補正を実行後、DUTをデバイス挿入穴に挿入します。DUTの測定が完了したら、DUTをフィクスチャから取り外します。下図に補正と測定の実行方法を示します。



補正と測定

3 GHzまで(7 mm)

16200B 外部DCバイアスアダプタ



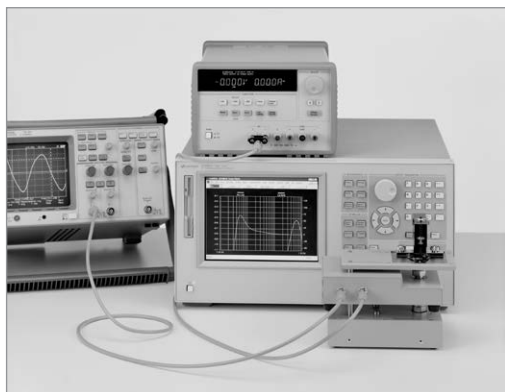
端子コネクタ：7 mm

DCバイアス入力コネクタ：BNC(メス)

電圧モニタ・コネクタ：BNC(メス)

寸法(約)：170(幅)×70(高さ)×130(奥行き)[mm]

質量(約)：900 g



接続の例

DCバイアス・アクセサリ

概要：16200BはDCバイアスが必要なDUTを測定するために使用します。外部DC電流源を16200Bに接続することにより、最大±5 Adcのバイアス電流を7 mmポートを通じてDUTに供給できます。

使用可能測定器：(4291B*、4294A+42942A、4287A*、E4982A、E5061B-3L5(オプションE5061B-005付き)+16201A、E4991A)**
16085B*と組み合わせて使用した場合：4279A*、(4284A*、4285A、4288A*、E4980A、E4981A)

*は販売を終了した測定器を示します。

** 使用可能な周波数レンジには制限があります。

使用周波数：1 MHz ～ 1 GHz

DCバイアス：最大5 A、40 V(入力)

使用可能温度範囲：0 °C ～ 55 °C

使用可能フィクスチャ：16191A*、16192A、16193A*、16194A、16196A/B/C/D、16197A、16092A、16093A/B*

*は販売を終了した測定器を示します。

付属品：

概要	パーツ番号	数量
操作／サービスマニュアル	13200-90011	1

16200B-001ショートデバイス・セット

サイズ	パーツ番号	数量
0.6×0.3×0.3(mm)	16197-29001	2
1×0.5×0.5(mm)	16191-29005	2
1.6×0.8×0.8(mm)	16191-29006	2
2.0×1.2×0.8(mm)	16191-29007	2
3.2×1.6×0.8(mm)	16191-29008	2

16200B-001ロードデバイス・セット

サイズ	パーツ番号	数量
0.6×0.3×0.3(mm)	0699-6926	5
1×0.5×0.5(mm)	5182-0433	5
1.6×0.8×0.8(mm)	5182-0434	5
2.0×1.2×0.8(mm)	5182-0435	5
3.2×1.6×0.8(mm)	5182-0436	5

オプション：

16200B-001：ワーキング・スタンダード・セットを追加

補正と測定：4291Bを使用する場合、次の手順を実行します。4291Bの7 mmテストポートでオープン／ショート／ロード／低損失校正を実行します。16200Bを7 mmテストポートに接続し、テストフィクスチャを16200Bに接続します。測定の前にオープン／ショート／ロード補正を推奨します。16200B-001に付属するショートバーと51 Ω SMD抵抗を使用して、ショート補正とロード補正を実行します。

その他の測定器を使用する場合、次の手順を実行します。

測定器の7 mmテストポートに16200Bを接続します。16200Bの7 mmテストポートでオープン／ショート／ロード(および低損失校正)を実行します。その後、テストフィクスチャを16200Bに接続し、オープン／ショート／電気長補正を通常の方法で実行します。

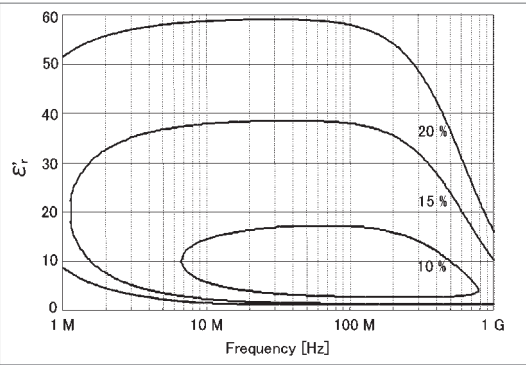
3 GHzまで(7 mm)

材料

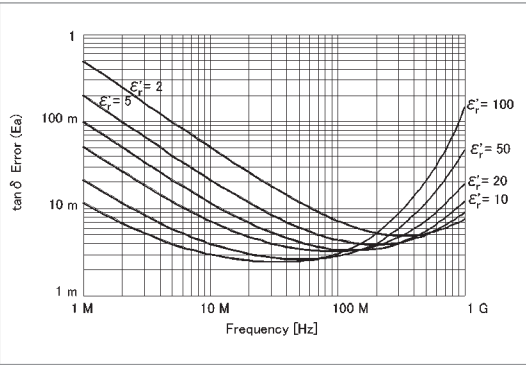
16453A 誘電材料テストフィクスチャ



端子コネクタ：7 mm
寸法(約)：130(高さ)×50(幅)×60(奥行き) [mm]
質量(約)：600 g
測定精度(E4991Aを含む)：



誘電率(ε')測定精度の代表値
(厚さ=1 mm)



ロス・タンジェント(tan δ)測定精度の代表値
(厚さ=1 mm)



E4991Aと16453A

概要：16453Aは、E4991Aで正確な誘電率およびロス・タンジェント(誘電正接)の測定を実行するために使用します。このフィクスチャは平行板法を採用しています。これは、材料を2つの電極ではさんでキャパシタを形成するものです。フィクスチャで作成された容量をE4991Aで測定し、オプションE4991A-002ファームウェアで複素比誘電率を測定します。16451Bを使用する際には平行電極を実現するための調整が必要ですが、16453Aではこの調整は不要です。16453Aの電極に柔軟性があり、材料の表面に合わせて自動的に調整されるからです。

使用可能測定器：(E4991A(オプションE4991A-002付き)、4291B*(オプション4291B-002*付き))**

* は販売を終了した測定器を示します。

** 使用可能な周波数レンジには制限があります。

使用周波数：1 MHz ～ 1 GHz

最大電圧：最大±42 Vpeak(AC+DC)

使用可能温度範囲：－55℃～200℃

オプションE4991A-007温度特性テストキットをE4991Aとともに使用する
場合、動作温度範囲は－55℃～+150℃です。

測定可能な材料のサイズ：

	直径	≥ 15 mm
	厚さ	0.3 mm ～ 3 mm

付属品：

概要	パーツ番号	数量
フィクスチャホルダ	16453-01213	1
ロード	16453-60021	1
ピンセット	8710-2081	1
キャリングケース	16453-60011	1
操作／サービスマニュアル	16453-90010	1

補正と測定：測定の前にオープン／ショート／ロード補正を推奨します。オープン補正は2つの電極を離れた状態で実行します。ショート補正は2つの電極を接触させた状態で実行します。ロード補正は付属のロード材料を使用して実行します。オープン／ショート／ロード補正を実行後、被試験材料をテストフィクスチャに挿入します。

3 GHzまで(7 mm)

材料

16454A 磁性材料テストフィクスチャ

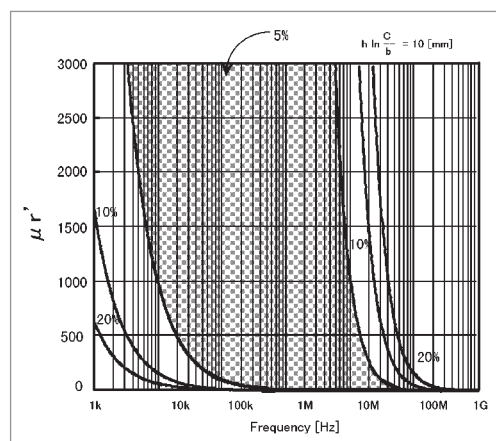


端子コネクタ：7 mm

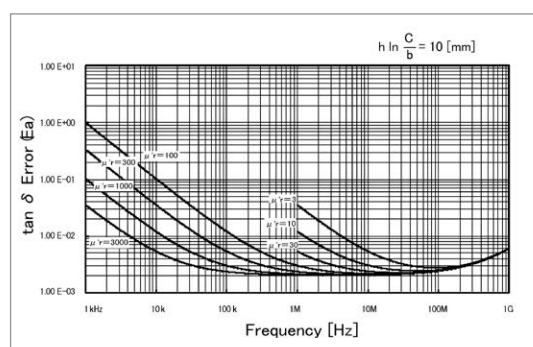
寸法(約)：
 (大型テストフィクスチャ) 30(奥行き)×35(高さ) [mm]
 (小型テストフィクスチャ) 24(奥行き)×30(高さ) [mm]

質量(約)：
 (大型テストフィクスチャ) 140 g
 (小型テストフィクスチャ) 120 g

測定精度(代表値)：

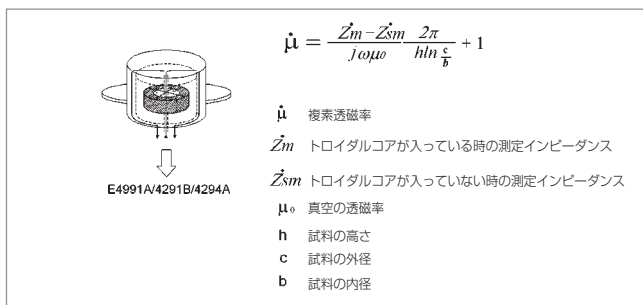


透磁率($\mu r'$)測定精度の代表値
 ($h^* \ln c/b=10$)



ロス・タンジェント($\tan \delta$)測定精度の代表値
 ($h^* \ln c/b=10$)

概要：16454Aはトロイダル形状の磁性材料の正確な透磁率測定を行うために使用します。このフィクスチャは、トロイダルの周りに磁束漏れのない1巻きインダクタを構成するように設計されているので、トロイダルの周りにワイヤを巻き付ける必要はありません。下図に1巻きインダクタのメカニズムと複素透磁率の計算式を示します。



16454Aの透磁率測定方法

複素透磁率はトロイダルコアがある場合とない場合のインダクタンスから計算されます。E4991A(オプションE4991A-002付き)を測定器として使用すれば複素透磁率の値を直接読み取ることができます。さらに、さまざまなサイズに適合するように小型と大型のフィクスチャが付属しています。

使用可能測定器：(4294A+42942A、E4991A(オプションE4991A-002付き)、4291B*(オプション4291B-002*付き))**

*は販売を終了した測定器を示します。

**使用可能な周波数レンジには制限があります。

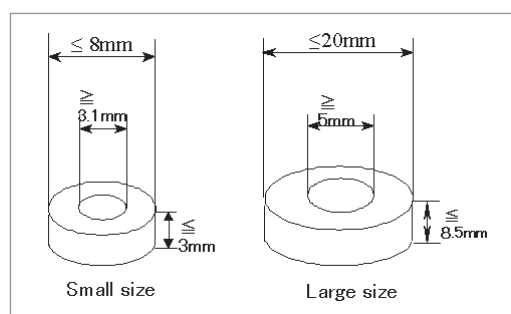
使用周波数：1 kHz ~ 1 GHz

DCバイアス：-500 mA ~ +500 mA(最大)

使用可能温度範囲：-55 °C ~ 200 °C

オプションE4991A-007 温度特性テスト・キットをE4991Aとともに使用する場合、使用可能温度範囲は-55 °C ~ +150 °Cです。温度測定テスト・キットは4294Aでは使用できません。

測定可能な材料のサイズ：下図を参照



測定可能な材料のサイズ



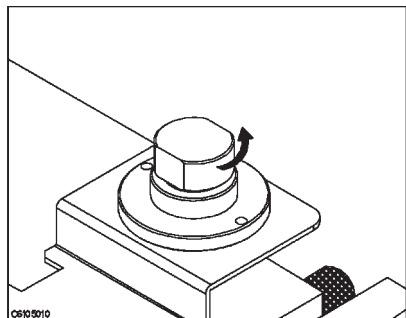
E4991Aと16454A

付属品：

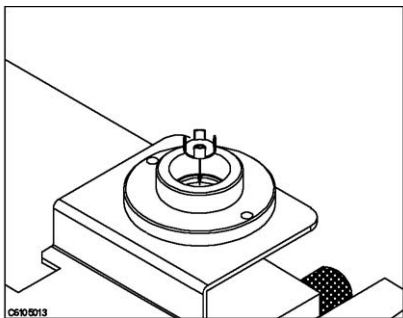
概要	パーツ番号	数量
フィクスチャホルダ	16454-00601	1
ピンセット	8710-2081	1
ねじ、六角穴	0515-1050	1
ホルダA	16454-25002	1
ホルダB	16454-25001	1
ホルダC(穴なし)	16454-25003	1
ホルダD(穴なし)	16454-25004	1
ホルダケース	1540-0622	1
六角キー(フィクスチャ交換用)	8710-1181	1
キャリングケース	16454-60101	1
操作／サービスマニュアル	16454-90020	1

補正と測定： 測定の前にショート補正が必要です。ショート補正はMUTホルダだけをテストフィクスチャに挿入して実行します。ショート補正を実行した後、下図のようにMUTをフィクスチャに挿入します。

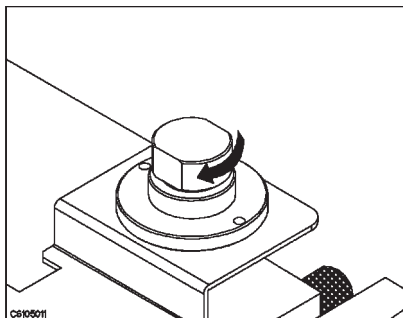
ショート補正



フィクスチャのキャップを外す

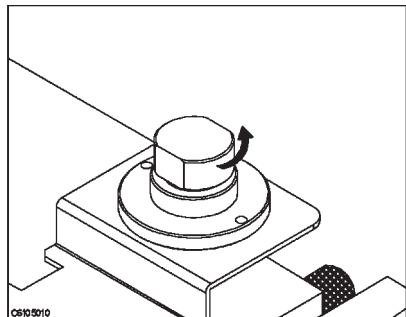


MUTホルダのみをフィクスチャに取り付ける

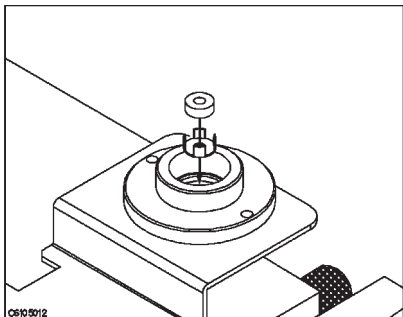


キャップを取り付けてしっかりとねじ込む

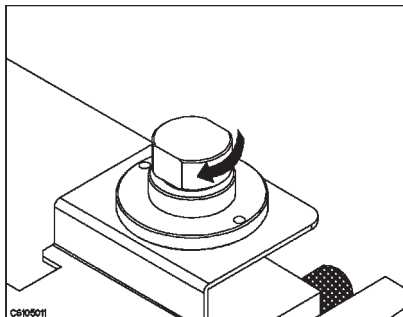
テストフィクスチャへのMUTの配置方法：



フィクスチャのキャップを外す



MUTをMUTホルダに置き、フィクスチャに挿入する



キャップを取り付けてしっかりとねじ込む

DC(高抵抗)

DC(高抵抗)測定用テストフィクスチャ

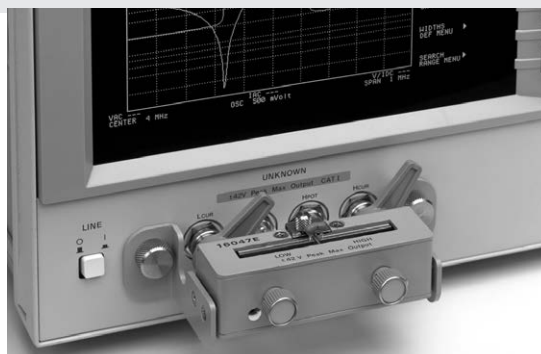
テストフィクスチャ	周波数	使用可能測定器
16339A	DC	4339B
16118A	DC	4339B
16117B/C	DC	4349B
16008B	DC	4339B

使用可能測定器

周波数
レンジ

最高110 MHz
(端子構成：4端子対)

最高3 GHz
(端子構成：7 mm)



測定器

4263B、4268A、4279A、4284A、
4285A、4288A、4294A、E4980A、E4981A

4291B、4294A+42942A、E5061B-3L5(オプション005付き)
+16201A、
4287A、E4982A、E4991A
任意の4端子対測定器(4294Aを除く)+16085B

周波数

DC(高抵抗測定)

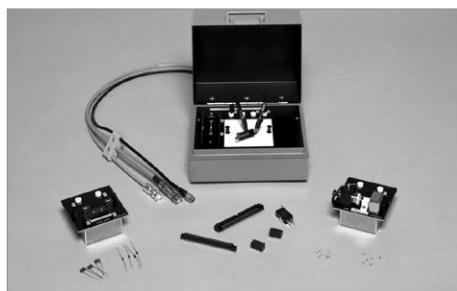


測定器

4339B、4349B

DC(高抵抗)

16339A コンポーネントテスト フィクスチャ



端子コネクタ：

タイプ	コネクタ
入力	トライアキシャル(特殊ねじ型)
出力	高電圧BNC(特殊型)
制御	インターロックコネクタ*

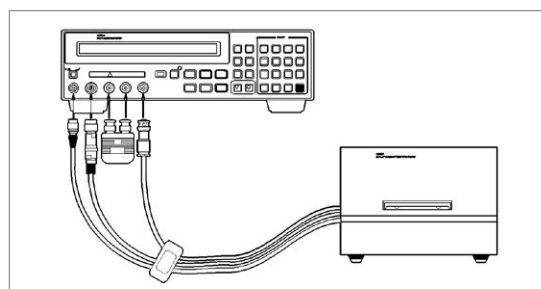
* インターロックコネクタは、測定器からの信号源電圧の印加をオン/オフします。

DUTの接続：2端子(トライアキシャルケーブル使用)

寸法(約)：200(幅)×140(高さ)×230(奥行き) [mm]

ケーブル長(約)：0.8 m

質量(約)：2200 g



4339Bと16339A

SMD/リード・コンポーネント

概要：16339Aは4339B専用です。3種類のコンポーネントモジュールが付属し、SMD、リード、およびさまざまなタイプのデバイスを保持するために使用できます。シールドケースの採用により電氣的ノイズの影響が抑えられます。内蔵インターロック回路により高電圧測定を安全に行なうことができます。

使用可能測定器：4339B*

* は販売を終了した測定器を示します。

使用周波数：DC

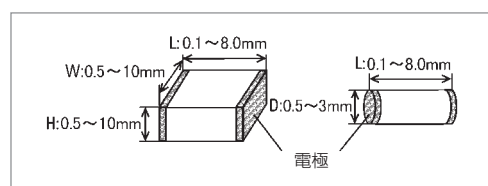
最大電圧：1000 V

最大電流：10 mA

抵抗測定範囲： $1 \times 10^3 \sim 2 \times 10^{16} \Omega$

使用可能温度範囲：0℃～55℃

測定可能DUTサイズ：ワニ口クリップとフラットテーブルの場合、リード直径 ≤ 5 mm

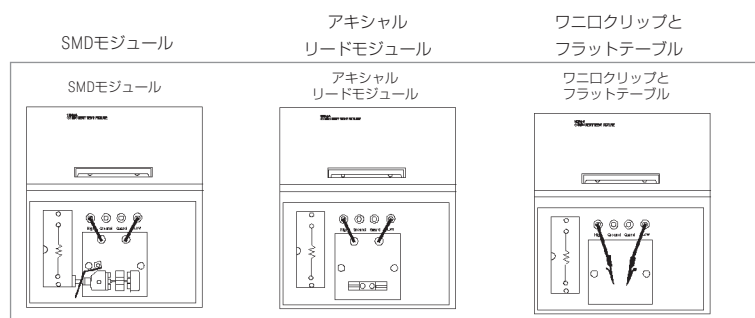


SMDモジュール

付属品：

概要	パーツ番号	数量
アキシャルリードモジュール	16339-60102	1
SMDモジュール	16339-60101	1
フラットテーブル	16339-60004	1
ミニチュアバナナプラグ・ケーブル	16339-61621	2
100 k Ω 出力抵抗	16339-61001	1
1 M Ω 出力抵抗	16339-61002	1
10 M Ω 出力抵抗	16339-61003	1
100 M Ω 出力抵抗	16339-61004	1
ワニ口クリップ	8710-1984	2
キャリングケース	16339-600201	1
操作/サービスマニュアル	16339-90010	1

補正と測定：測定の前にオープン補正を推奨します。アキシャルリードモジュールを使用する場合、電極にはDUTを接続しません。SMDモジュールを使用する場合、High電極とLow電極を離します。離す距離はDUTの幅と同じになるようにします。ワニ口クリップとフラットテーブルを使用する場合はワニ口クリップをテストフィクスチャの入力端子から取り外します。各モジュールがオープン状態になった後、上部カバーを閉じ、オープン補正を実行します。最後に、DUTを各モジュールに挿入します。下図に3種類のコンポーネントモジュールを示します。



コンポーネントモジュールの構成

DC(高抵抗)

SMD

16118A ピンセット型 テストフィクスチャ



端子コネクタ：

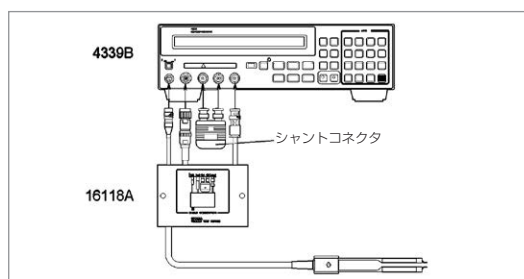
タイプ	コネクタ
入力	トライアキシャル(特殊ねじ型)
出力	高電圧BNC(特殊型)
制御	インターロックコネクタ*

* インターロックコネクタは、測定器からの信号源電圧の印加をオン/オフします。

DUTの接続：2端子(トライアキシャルケーブル使用)

ケーブル長(約)：1 m

質量(約)：410 g



4339Bと16118A

概要：16118Aは4339B専用です。ピンセット型の接点によりSMDを容易に保持できます。シールド付きケーブルの採用により電氣的ノイズの影響が抑えられています。内蔵インターロック回路により高電圧測定を安全に実行できます。

使用可能測定器：4339B*

* は販売を終了した測定器を示します。

使用周波数：DC

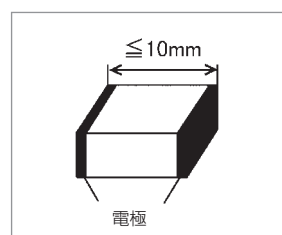
最大電圧：100 V

最大電流：0.87 mA

抵抗測定範囲： $1 \times 10^7 \sim 1 \times 10^{11} \Omega$

使用可能温度範囲：0℃～55℃

測定可能DUTサイズ：下図を参照



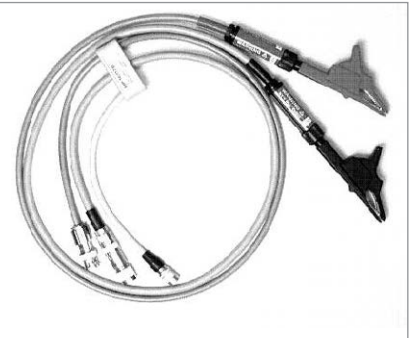
付属品：

概要	パーツ番号	数量
操作／サービスマニュアル	16118-90010	1

補正と測定：測定の前にオープン補正を推奨します。電極同士を離し、離す距離はDUTの幅と同じにします。オープン補正の実行後、DUTをピンセットではさんで測定します。

DC(高抵抗)

16117B 低雑音テストリード



端子コネクタ：

タイプ	コネクタ
入力	トライアキシャル(特殊ねじ型)
出力	高電圧BNC(特殊型)
制御	インターロックコネクタ*

* インターロックコネクタは、測定器からの信号源電圧の印加をオン/オフします。

DUTの接続：2端子(トライアキシャルケーブル使用)

ケーブル長(約)：1 m(コネクタからクリップまで)

質量(約)：280 g

注記：

プローブ/ソケット/クリップに対応するパーツ番号は次のとおりです。

ピンプローブ：

- 8710-2301(黒)、
- 8710-2302(赤)

はんだ付けソケット：

- 1200-1903(黒)、
- 1200-1904(赤)

ワニ口クリップ：

- 8710-2404(黒)、
- 8710-2405(赤)

その他のコンポーネント

概要：16117Bは4339B専用です。16117B-003 ワニ口クリップを使えば大きい端子を持つDUTを保持することができます。クリップをプローブ(16117B-001)に交換することにより、プリント基板やICソケットなどの小型のDUTを測定できます。16117B-002を使えば単純なカスタム・テストリードを作成できます。シールド付きケーブルの採用により電氣的ノイズの影響が抑えられています。内蔵インターロック回路により高電圧測定を安全に実行できます。

使用可能測定器：4339B*

* は販売を終了した測定器を示します。

使用周波数：DC

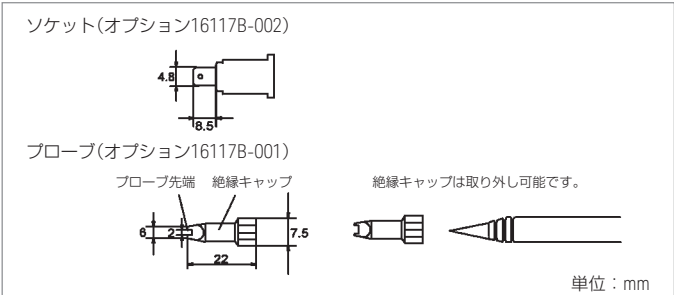
最大電圧：1000 V

最大電流：0.5 mA

抵抗測定範囲： $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^{11} \Omega$

使用可能温度範囲：0℃～55℃

測定可能DUTサイズ：クリップ(16117B-003)を使用する場合、リードの直径 ≤ 30 mm
プローブとソケットについては下図を参照してください。



付属品：

概要	パーツ番号	数量
操作/サービスマニュアル	16117-90060	1

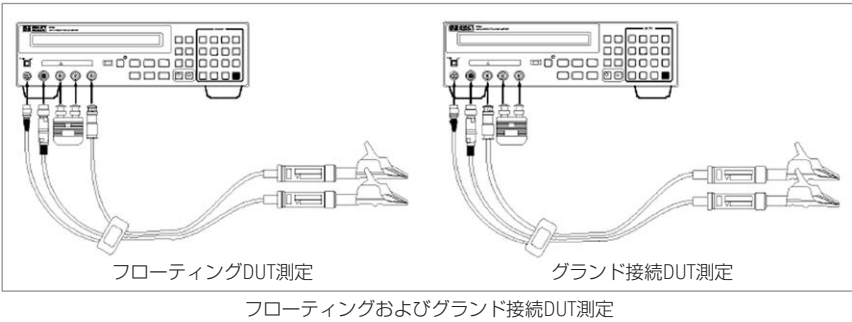
オプション：

16117B-001：ピンプローブ(2個)を追加

16117B-002：はんだ付けソケット(2個)を追加

16117B-003：ワニ口クリップ(2個)を追加

補正と測定：測定の前にオープン補正を推奨します。テストクリップ(またはプローブ)同士を離します。オープン補正の実行後、DUTをクリップ(またはプローブ)に接続します。DUTの測定にはフローティングとグランド接続の2種類の構成が使用できます。接続を下図に示します。



DC(高抵抗)

16117C 低雑音テストリード



端子コネクタ：

タイプ	コネクタ
入力	トライアキシャル(特殊ねじ型)
出力	高電圧BNC(特殊型)
制御	インターロックコネクタ*

* インターロックコネクタは、測定器からの信号源電圧の印加をオン/オフします。

DUTの接続：2端子(トライアキシャルケーブル使用)

ケーブル長(約)：1 m(コネクタからコネクタまで)

質量(約)：290 g

その他のコンポーネント

概要：16117Cは4339B専用です。個別のトライアキシャル(特殊ねじ型)コネクタ(メス)と高電圧BNC(特殊型)コネクタ(メス)が付属しているので、4339Bの端子構成を他の任意の構成に変換できます。このため、カスタム・テストフィクスチャを簡単に作成できます。

使用可能測定器：4339B*

* は販売を終了した測定器を示します。

使用周波数：DC

最大電圧：1000 V

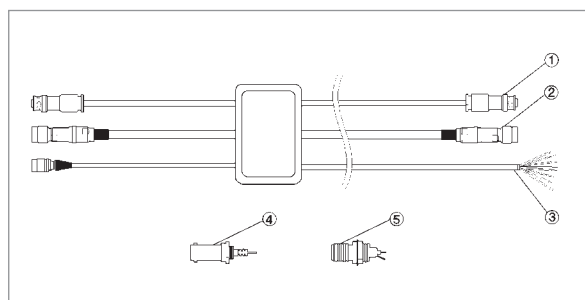
最大電流：10 mA

抵抗測定範囲： $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^{16} \Omega$

使用可能温度範囲：0 °C ~ 55 °C

付属品：

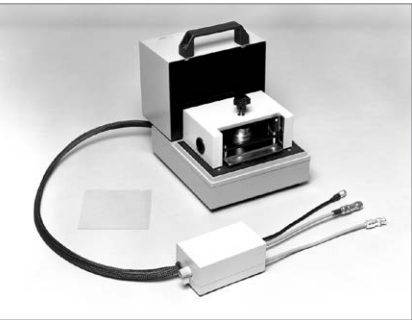
概要	パーツ番号	数量
トライアキシャル(特殊ねじ型)コネクタ(メス)	1250-2228	1
高電圧BNC(特殊型)コネクタ(メス)	1250-2317	1
操作/サービスマニュアル	16117-90060	1



アダプタの特徴

1. 高電圧BNCケーブル。このコネクタは16117Cに信号源電圧を供給します。これは高電圧BNCコネクタであり、標準のBNCコネクタとは互換性がありません。
2. トライアキシャルケーブル。測定信号はこのコネクタの中心導体を通ります。これは特殊なねじ型のトライアキシャルコネクタであり、標準のトライアキシャルコネクタとは互換性がありません。
3. インターロックケーブル。このコネクタはインターロック機能を実現するもので、インターロックラインが接続されていれば4339Bからの信号源電圧の印加がオンになり、切断されていればオフになります。
4. 高電圧BNC(特殊型)コネクタ(メス)
5. トライアキシャル(特殊ねじ型)コネクタ(メス)。

16008B 抵抗セル



端子コネクタ：

タイプ	コネクタ
入力	トライアキシャル(特殊ねじ型)
出力	高電圧BNC(特殊型)
制御	インターロックコネクタ*

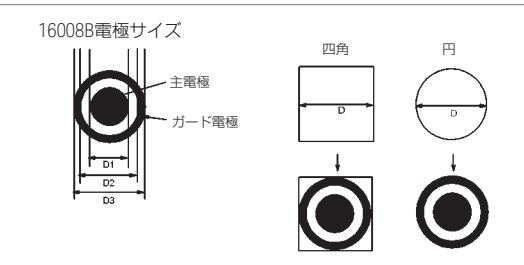
* インターロックコネクタは、測定器からの信号源電圧の印加をオン/オフします。

DUTの接続：2端子(トライアキシャルケーブル使用)

寸法(約)：240(幅)×180(高さ)×240(奥行き) [mm]

ケーブル長(約)：1.2 m(コネクタから電極まで)

質量(約)：7000 g

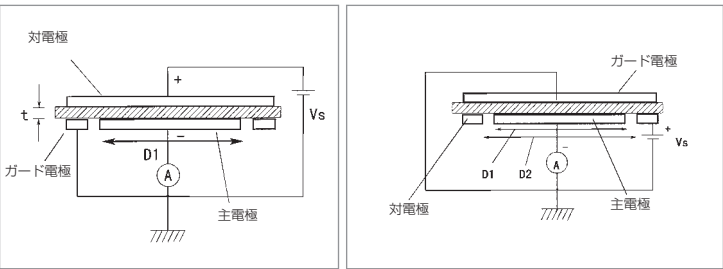


電極のサイズと適合する材料のサイズ

D1	D2	D3	オーダ情報	D
主電極	ガード電極 (内径)	ガード電極 (内径)	—	材料のサイズ
26 mm	38 mm	48 mm	16008B-001/002に付属	50 mm* ～ 125 mm
50 mm	70 mm	80 mm	標準ー付属	82 mm* ～ 125 mm
76 mm	88 mm	98 mm	16008B-001に付属	100 mm* ～ 125 mm

* ガード電極の外径+2 mm
厚さ：10 μm ～ 10 mm

概要：16008Bは4339B専用です。絶縁材料の表面または体積抵抗／抵抗率の測定に使用します。下図に抵抗率測定のプロック図を示します。



体積抵抗率測定

表面抵抗率測定

体積抵抗率は対電極と主電極で材料(MUT)をはさむことによって測定されます。これに対して、表面抵抗率はMUTの表面に沿って主電極と対電極を配置することによって測定されます。体積抵抗率と表面抵抗率の測定では、主電極と対電極の役割が逆転することに注意してください。16008Bには3種類のサイズの電極が付属し、さまざまな測定規格のサイズ要件を満たすことができます。主電極はエッジ効果による測定誤差を防ぐ役割を果たし、被試験材料に任意の接触圧を加えることができます。また、高電圧保護カバーが装備されていて、これを開けるとパワーが切断されます。

使用可能測定器：4339B*

*は販売を終了した測定器を示します。

使用周波数：DC

最大電圧：1000 V

最大電流：10 mA

抵抗測定範囲：

体積抵抗率測定範囲：

最大 $4.0 \times 10^{18} \Omega \text{cm}$

表面抵抗率測定範囲：

最大 $4.0 \times 10^{17} \Omega$

使用可能温度範囲：−30℃～+100℃(セレクト・スイッチを除く)

測定可能な材料のサイズ：ガード電極の外径がDUTの直径よりも小さくなるように、電極を選択します。詳細については下の図と表を参照してください。

付属品：

概要	パーツ番号	数量
アクリルプレート	16008-1033	1
操作／サービスマニュアル	16008-90011	1

オプション：

16008B-001：直径26 mmおよび76 mmの電極を追加

16008B-002：直径26 mmの電極を追加

補正と測定：16008Bのセレクトスイッチを使用して、体積抵抗率または表面抵抗率の測定構成を選択します。測定の前と、測定構成を切り替えた後には、オープン補正を推奨します。上部電極と下部電極の間の距離が約10 mmになるまでロードノブを回し、上部電極を主電極から離します。その後、トップカバーを閉じ、オープン補正を実行します。オープン補正の後、被試験材料(MUT)を主電極上に置き、上部電極をその上にかぶせます。次に、ロードノブを回してMUTへの電極接触圧を調整します。トップカバーを閉じ、MUTの表面または体積抵抗率を測定します。

測定は認証済みの試験方法(規格)に基づいて行うことが重要です。下に示すように、16008Bは、ASTM D257規格の絶縁材料のDC抵抗またはコンダクタンス試験方法に準拠した抵抗率測定を行なうことができます。下の図と表ではサイズと形状を2組の電極と比較しています。1つはASTM D257で定められたもの、もう1つは16008B抵抗セルで用いられるものです。この類似性から、16008BはASTM D257に準拠しているといえます。

注記：

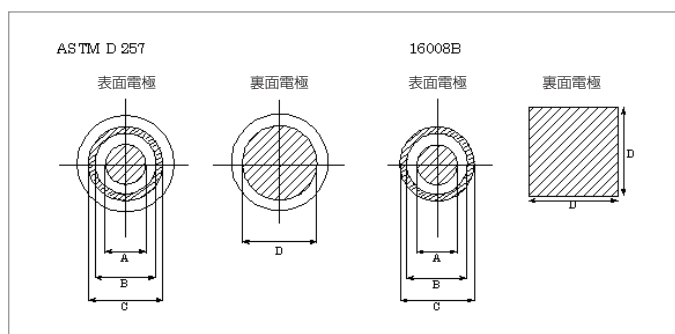
主電極は次のパーツ番号で注文できます。

主電極の伝導性エラストマーがはがれた場合は、主電極を交換してください。

26 mm電極：16008-60083

50 mm電極：16008-60081

76 mm電極：16008-60085



ASTM D257との互換性

ASTM D257の推奨電極サイズ

	選択肢1	選択肢2
A	76 mm	25 mm
B	88 mm	38 mm
C	100 mm	50 mm
D	100 mm	50 mm

16008Bの電極サイズ

	オプション16008B-001	オプション16008B-001/002
A	76 mm	26 mm
B	88 mm	38 mm
C	98 mm	48 mm
D	110 mm	110 mm

その他のアクセサリ

16190B 性能テスト・キット



端子コネクタ：7 mm
寸法(約)：350(幅)×100(高さ)×270(奥行き) [mm]
質量(約)：2.0 kg

概要：16190Bは、7 mm測定端子を備えたLCRメータまたはインピーダンス・アナライザのインピーダンス測定確度を検証するための性能試験キットです。使用方法については、測定器の操作／サービスマニュアルを参照してください。

使用可能測定器：E4991A、E4982A、4287A*、4291B*、4294A+42942A

*は販売を終了した測定器を示します。

付属品：

概要	パーツ番号	数量
エアライン、50 Ω、7 mm	—	1
キャップ、保護用	1401-0123	2
50 Ω終端	—	1
オープン終端	—	1
ショート終端	—	1
キャップ、終端保護用	16190-25011	3
レンチ、1/2および8/15、オープンエンド	8710-1770	1
キャリングケース	—	1
校正データ用フロッピーディスク	—	1
校正レポート	—	1
操作／サービスマニュアル	16190-90020	1

その他のアクセサリ

16380A 標準キャパシタセット



端子コネクタ：4端子対、BNC

寸法(約)：142(幅)×88(高さ)×112(奥行き) [mm]
(キャパシタ)

質量(約)：8.0 kg(ケースとキャパシタ4個を含む)

概要：16380Aは4個の精密キャパシタから構成される標準キャパシタのセットです。それぞれの容量とモデル番号は、1 pF(16381A)、10 pF(16382A)、100 pF(16383A)、1000 pF(16384A)です。これらのキャパシタは、主にキーサイトの4端子対LCRメータおよびインピーダンス・アナライザの性能試験に用いられます。使用方法については測定器の操作／サービスマニュアルを参照してください。

使用可能測定器：4263B、4268A*、4279A*、4284A*、4285A、4288A*、4294A、E4980A、E4981A

*は販売を終了した測定器を示します。

	16381A	16382A	16383A	16284A
容量	1 pF	10 pF	100 pF	1000 pF
公称確度	0.10 %			
校正安定度	≤300 ppm/年			
損失係数	≤0.0001			

付属品：

概要	パーツ番号	数量
16381A(1 pF)	—	1
16382A(10 pF)	—	1
16383A(100 pF)	—	1
16384A(1000 pF)	—	1
BNC(メス)－BNC(メス)アダプタ	1250-0080	4
校正レポート	—	1
キャリングケース	16380-85101	1
操作／サービスマニュアル	16380-90011	1

その他のアクセサリ

16380C 標準キャパシタセット



端子コネクタ：4端子対、BNC
寸法(約)：142(幅)×88(高さ)×112(奥行き) [mm]
(キャパシタ)
質量(約)：7.0 kg(ケースとキャパシタ3個を含む)

概要：16380Cは3個の精密キャパシタから構成される標準キャパシタのセットです。それぞれの容量とモデル番号は、0.01 μ F(16385A)、0.1 μ F(16386A)、1 μ F(16387A)です。これらのキャパシタは、主にキーサイトの4端子対LCRメータおよびインピーダンス・アナライザの性能試験に用いられます。使用方法については測定器の操作／サービスマニュアルを参照してください。

使用可能測定器：4263B、4268A*、4284A*、4285A、4288A*、4294A、E4980A、E4981A

*は販売を終了した測定器を示します。

	16381A	16382A	16383A	16284A
容量	1 pF	10 pF	100 pF	1000 pF
公称確度	0.10 %			
校正安定度	≤ 300 ppm/年			
損失係数	≤ 0.0001			

付属品：

概要	パーツ番号	数量
16385A(0.01 μ F)	—	1
16386A(0.1 μ F)	—	1
16387A(1 μ F)	—	1
BNC(メス)-BNC(メス)アダプタ	1250-0080	4
校正レポート	—	1
キャリングケース	16380-85104	1
操作マニュアル	16380-90221	1

オプション：

16380C-001：10 μ F標準キャパシタ(16388A)を追加

その他のアクセサリ

42030A 4端子対標準抵抗セット



端子コネクタ：4端子対、BNC

寸法(約)：94(幅)×31(高さ)×67(奥行き)[mm](抵抗)

質量(約)：3.7 kg(ケースと抵抗9個を含む)

概要：42030Aは、9個の精密な標準抵抗(1 m Ω ~ 100 k Ω)で構成される標準抵抗セットです。これらの抵抗は、主にキーサイトの4端子対LCRメータおよびインピーダンス・アナライザの性能試験に用いられます。使用方法については測定器の操作／サービスマニュアルを参照してください。

使用可能測定器：4263B*、4268A*、4284A*、4294A*、4338B*、E4980A、E4981A

*は販売を終了した測定器を示します。

モデル	DC抵抗
42031A	1 m Ω $\pm$ 0.2 %
42032A	10 m Ω $\pm$ 0.2 %
42033A	100 m Ω $\pm$ 0.2 %
42034A	1 Ω $\pm$ 0.2 %
42035A	10 Ω $\pm$ 0.1 %
42036A	100 Ω $\pm$ 0.1 %
42037A	1 k Ω $\pm$ 0.1 %
42038A	10 k Ω $\pm$ 0.1 %
42039A	100 k Ω $\pm$ 0.1 %

付属品：

概要	パーツ番号	数量
42031A(1 m Ω)	—	1
42032A(10 m Ω)	—	1
42033A(100 m Ω)	—	1
42034A(1 Ω)	—	1
42035A(10 Ω)	—	1
42036A(100 Ω)	—	1
42037A(1 k Ω)	—	1
42038A(10 k Ω)	—	1
42039A(100 k Ω)	—	1
校正レポート	—	1
キャリングケース	42030-60100	1
操作／サービスマニュアル	42030-90001	1

その他のアクセサリ

42090A オープン終端



端子コネクタ：4端子対、BNC

寸法(約)：94(幅)×31(高さ)×67(奥行き) [mm]

質量(約)：120 g

概要：42090Aはオープン終端で、主にキーサイトの4端子対LCRメータおよびインピーダンス・アナライザの性能試験に用いられます。使用方法については測定器の操作／サービスマニュアルを参照してください。

使用可能測定器：4263B、4268A*、4279A*、4284A*、4285A、4288A*、4294A、E4980A、E4981A

*は販売を終了した測定器を示します。

42091A ショート終端



端子コネクタ：4端子対、BNC

寸法(約)：94(幅)×31(高さ)×67(奥行き) [mm]

質量(約)：120 g

概要：42091Aはショート終端で、主にキーサイトの4端子対LCRメータおよびインピーダンス・アナライザの性能試験に用いられます。使用方法については、測定器の操作／サービスマニュアルを参照してください。

使用可能測定器：4263B、4268A*、4279A*、4284A*、4285A、4294A、4338B*、E4980A、E4981A

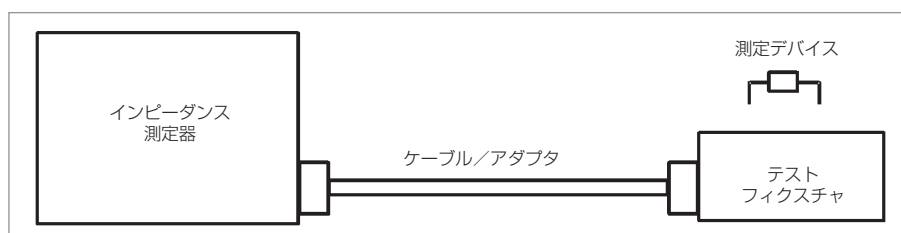
*は販売を終了した測定器を示します。

テストフィクスチャの追加誤差の考え方

1. インピーダンス測定システムの構成

インピーダンス測定システムの構成には、以下のコンポーネントが多く用いられます。

1. インピーダンス測定器
2. ケーブルおよびアダプタインタフェース
3. テストフィクスチャ



インピーダンス測定システムの構成

インピーダンス測定器の確度は測定器の測定ポートで定義されます。これは、測定ポートで確度が保証され、校正のトレーサビリティがあることを意味します。

実際の測定では、テストフィクスチャの端子構成に合わせて、ケーブルまたはアダプタ変換により測定ポートが延長されることがあります。このために、測定ポートとの接続用のケーブルや変換アダプタが提供されています。これらのケーブル(およびアダプタ)は、測定ポートを延長しても測定器の高い確度を維持できるように設計されています。ほとんどの場合、測定器とケーブル(またはアダプタ)の測定確度は、両者を合わせて全体として規定されています。

テストフィクスチャはDUTを測定器に接続するために使用されるアクセサリです。さまざまな形状やサイズのDUTに対応するために、多くの種類のテストフィクスチャが提供されています。テストフィクスチャは測定器の測定ポートに直接接続される場合と、すでに述べたように延長ケーブルまたは変換アダプタのポートに接続される場合があります。使用可能な周波数とインピーダンスの範囲はテストフィクスチャの構造によって決まります。したがって、必要な測定条件に合わせて適切なテストフィクスチャを使用することが重要です。さらに、テストフィクスチャにはそれぞれ固有の追加誤差があり、操作マニュアルに説明されています。

2. 測定システムの確度

測定システムの測定確度は以下の式で表わされます。

$$(\text{測定確度}) = (\text{測定器の測定確度}) + (\text{テストフィクスチャの追加誤差})$$

測定器の測定確度は周波数、測定インピーダンス、信号レベル、測定時間モードに依存する項を含む式によって決定されます。それぞれの測定条件を式に代入することにより測定確度は計算されます。ケーブルまたは変換アダプタを使用する場合、規定された測定確度はケーブルまたはアダプタと測定器を合わせた全体の確度になります。この合わせた測定確度は測定器の操作マニュアルに記載されています。

テストフィクスチャの追加誤差の式を下に示します。

$$Z_e = \pm \{A + (Z_s/Z_x + Y_o \cdot Z_x) \times 100\} (\%)$$

$$D_e = Z_e / 100 (D \leq 0.1)$$

Z_e	: インピーダンスの追加誤差 (%)
D_e	: 損失係数の追加誤差
A	: テストフィクスチャの比例誤差 (%)
$Z_s/Z_x \times 100$	: ショートオフセット誤差 (%)
$Y_o \cdot Z_x \times 100$	: オープンオフセット誤差 (%)
Z_s	: テストフィクスチャのショート再現性 (Ω)
Y_o	: テストフィクスチャのオープン再現性 (S)
Z_x	: DUTのインピーダンス測定値 (Ω)
D	: Dの測定値

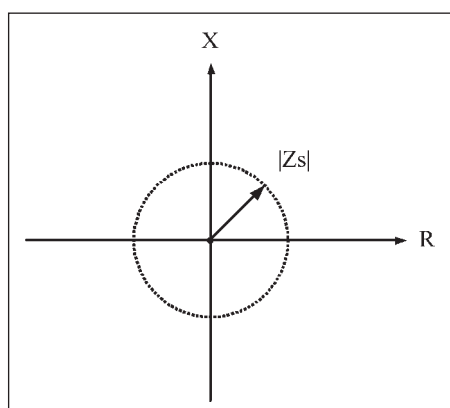
比例誤差、オープン／ショート再現性はテストフィクスチャの操作マニュアルとこのアクセサリガイドに記載されています。測定インピーダンスと周波数(比例誤差、オープン／ショート再現性は通常は周波数の関数)を上記の式に代入するとフィクスチャの追加誤差が計算することができます。

2.1 比例誤差：

比例誤差の項(A)は、絶対インピーダンス誤差が測定するインピーダンスに比例するのでこのように呼ばれます。上の式の第1項だけを取り出して Z_x を掛けると $\Delta Z = A \cdot Z_x (\Omega)$ となります。これは、インピーダンス誤差の絶対値が常にインピーダンス測定値のA倍になることを表します。比例誤差の大きさはテストフィクスチャの構造の複雑さに依存します。概念的には、これはフィクスチャの等価回路モデルの各要素の安定度に依存します。経験的には、比例誤差は周波数の2乗に比例することがわかっています。

2.2 ショートオフセット誤差：

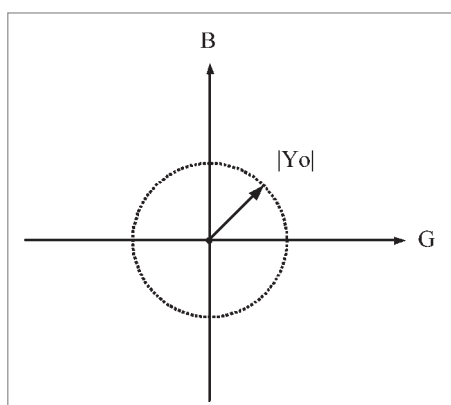
$Z_s/Z_x \times 100$ の項はショートオフセット誤差と呼ばれます。この項に Z_x を掛けると $\Delta Z = Z_s (\Omega)$ となります。これより、この項は絶対インピーダンス誤差に対してオフセットとして作用することがわかります。ショート再現性(Z_s)は、テストフィクスチャのショート状態を複数回測定したときのバラツキから決定されます。ショート補正の実行後、ショート条件の測定値は複素インピーダンス平面上で0を中心に分布します。インピーダンスベクトルの最大値がショート再現性と定義されます。これを下図に示します。ショート再現性が大きいほど小さいインピーダンス値の測定は困難になります。例えば、テストフィクスチャのショート再現性が100 m Ω の場合、100 m Ω 未満のインピーダンス測定の追加誤差は100 %を超えます。基本的に、ショート再現性は抵抗部分とインダクタンス部分から構成され、周波数が高いほど大きくなります。



ショート再現性の定義

2.3 オープンオフセット誤差：

$Y_o \times Z_x \times 100$ の項はオープンオフセット誤差と呼ばれます。この項に Z_x を掛けると $\Delta Y = Y_o$ となります。この項はアドミタンス誤差の絶対値に対してオフセットとして作用します。オープン再現性 Y_o は、テストフィクスチャがオープン状態で複数回のアドミタンス測定をしたときのバラツキから決定されます。オープン補正の実行後、オープン状態の測定値は複素アドミタンス平面上で0 Sを中心に分布します。下図に示すように、複素アドミタンス平面上的アドミタンスベクトルの最大値がオープン再現性として定義されます。オープン再現性が大きいほど大きいインピーダンス値の測定は困難になります。オープン再現性は浮遊コンダクタンスと浮遊キャパシタンスから構成され、周波数が高いほど大きくなります。



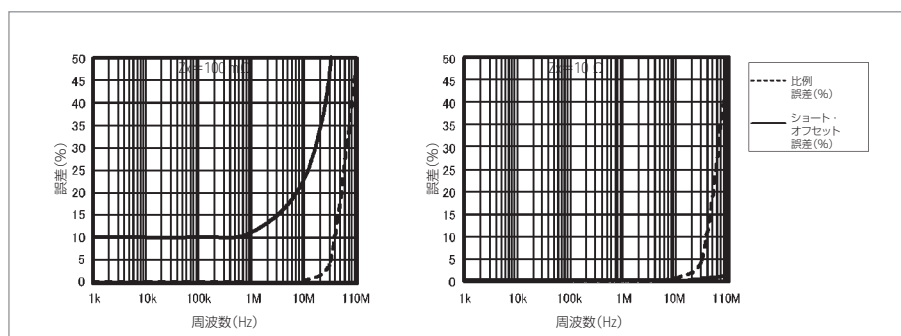
オープン再現性の定義

3. テストフィクスチャの新しい市場動向と追加誤差

3.1 新しいデバイス：

最近では、超低ESRキャパシタの登場と、従来よりはるかに高い周波数でキャパシタを使用する傾向があり、低インピーダンス測定のニーズが高まってきました。このため、テストフィクスチャのショート再現性が重要性を増しています。下図に、100 mΩと10 Ωの低インピーダンスを測定する場合の比例誤差、ショートオフセット誤差、周波数の関係を示します。測定するインピーダンスが100 mΩより小さいと、ショートオフセット誤差がテストフィクスチャの固有誤差全体を左右するようになります。下図に示すように、DUTのインピーダンスが100 mΩでテストフィクスチャのショート再現性が10 mΩの場合、ショートオフセット誤差は10 %に達します。比例誤差は低い周波数ではごく小さいため、追加誤差は10 %となります。

最近まで、テストフィクスチャの追加誤差の考慮にあたっては比例誤差(A)だけが仕様化されていました。10 Ω測定の場合にわかるように、測定するインピーダンスがテストフィクスチャのショート再現性に比べて大きければ、ショートオフセット誤差は完全に無視できます。このことが、従来オープン/ショートオフセット誤差が仕様化されず、テストフィクスチャの比例誤差だけが仕様化された理由になります。測定インピーダンスが1 Ωから10 kΩの場合は、比例誤差(A)だけでテストフィクスチャの追加誤差を十分に表現できます。

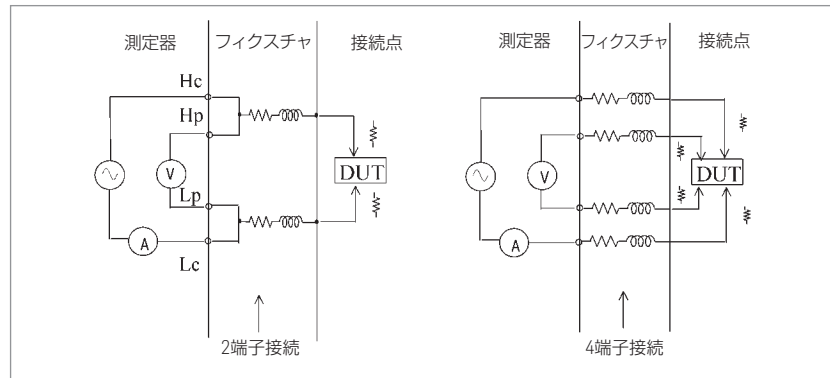


低インピーダンス測定時の比例誤差、ショートオフセット誤差、周波数の関係

3.2 DUTの接続構成：

ショート再現性を小さくするために4端子接続構成を採用しているテストフィクスチャがあります(Keysight 16044Aなど)。この方法を使用すると、接触抵抗の影響が低減されてショート再現性は大幅に改善されます。結果として、低インピーダンスを正確に測定できる範囲が低ミリオームの領域まで広がります。

下図は2端子接続と4端子接続の違いを示しています。2端子接続では、フィクスチャの接点電極とDUTの間の接触抵抗がDUTのインピーダンスと合わせて測定されます。接触抵抗の値はDUTを接続するたびに变化するため、これを補正によって除去することはできません。



2端子コネクタ法と4端子コネクタ法

4端子接続では、電圧端子と電流端子が分かれています。電圧計は入力インピーダンスが高いため、電圧端子には電流は流れません。このため、DUTに印加される電圧は接触抵抗の影響を受けずに正確に検出できます。また、DUTに流れる電流は電流端子に直接流れ込むので、接触抵抗の影響を受けずに正確に測定できます。この結果、4端子接続法を使えば、接触抵抗の影響を除去してショート再現性を小さくすることができます。4端子テストフィクスチャを使うことにより、2端子テストフィクスチャを使用した場合よりも正確に低インピーダンスの測定を行うことができます。

2端子テストフィクスチャは4端子テストフィクスチャよりも高い周波数で使用できます。2端子テストフィクスチャはDUT接続構成が単純なので、周波数とともに測定誤差が増加する原因となる残留成分と相互結合($j\omega M$)の影響は4端子テストフィクスチャよりも小さく、補正によって効果的に抑えられます。このため、2端子接続は高い周波数領域(最大40 MHzまたは110 MHz程度)で使用するよう設計されたテストフィクスチャに採用されています。

3.3 テストフィクスチャの特定の測定への適用可能性：

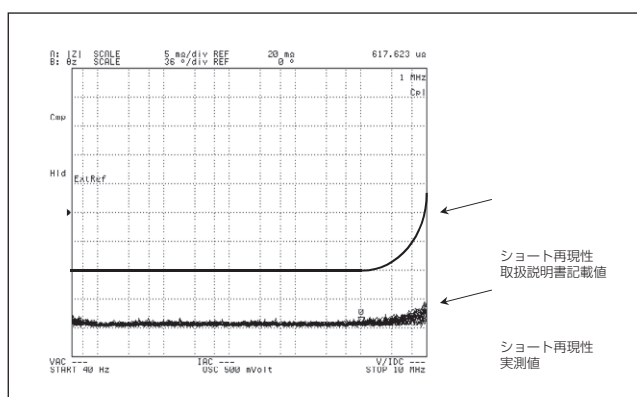
これまでの議論のまとめとして、特定の測定へのテストフィクスチャの適用可能性について説明します。テストフィクスチャが適用できるかどうかを判定するには、テストフィクスチャの追加誤差(比例誤差、ショート再現性、オープン再現性)、測定インピーダンスおよびテスト周波数レンジを考慮することが重要です。

測定インピーダンスが1 Ω ～10 k Ω の範囲の場合は、比例誤差だけを使ってテストフィクスチャの追加誤差を計算し、これがフィクスチャの追加誤差の近似値と見なすことができます。

測定インピーダンスが上記の範囲以外の場合は、比例誤差、ショート再現性およびオープン再現性を使用してテストフィクスチャの追加誤差を計算します。最近のテストフィクスチャでは操作マニュアルにこれら3つの項が記載されていますので、その値を計算に使用します。

最近のテストフィクスチャの中には、その構造上、使用する測定器によって性能特性が異なるものがあります(例えば16044A)。このようなテストフィクスチャの場合は、操作マニュアルで仕様の詳細を確認してください。

テストフィクスチャのショート／オープン再現性が仕様化されていない場合は、テストフィクスチャの適用可能性をどのようにして判定すればよいでしょうか。テストフィクスチャのショート再現性を測定するには、ショート補正を実行した後でショート状態のインピーダンスを測定します。フィクスチャのショートプレートを外してから再び取り付け、ショート状態での測定を再度行ないます。これらの測定を50回以上繰り返すことにより、ショート状態でのインピーダンス測定値のバラツキを把握できます(下図を参照)。ショート再現性の近似値を求める最後の手順として、得られた値にマージンを追加します。オープン再現性の場合はテストフィクスチャのオープン状態のアドミタンスを測定します。同じように50回以上測定してオープン再現性を求めます。



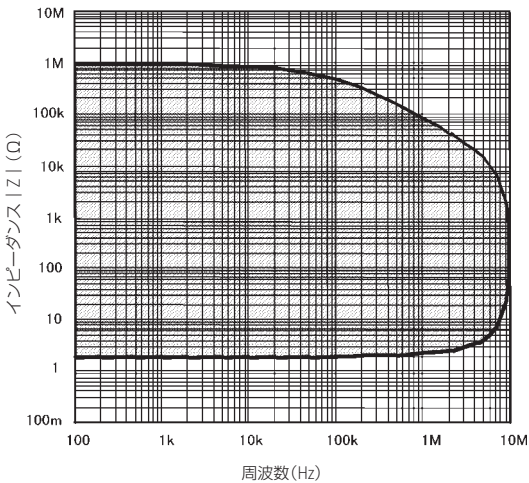
ショート再現性の測定(16034G)

測定設定	
測定器	: 4294A
測定周波数	: 40 Hz ~ 10 MHz
測定パラメータ	: Z-θ
補正	: ショート補正を実行
帯域幅	: 3
測定方法	: ショートプレートを挿入し、ショート状態を測定し、ショートプレートを取り外します。 これを50回繰り返します。
表示方法	: 重ね表示モードによりトレースを重ね書きします。

最後に、テストフィクスチャの正確な測定範囲を視覚的に解析する方法を紹介します。この方法は3つの誤差項(比例誤差、オープン再現性、ショート再現性)がすべてわかっている場合のみ使用できます。下表に16034Gの追加誤差を示します。3つの項を代入した式全体は、例えば追加誤差を0.5 %とすれば、追加誤差ではなく測定インピーダンスに関して解くことができます。このようにして得られた測定インピーダンス値を測定インピーダンス(Y軸)対周波数(X軸)にプロットすると、下に示すようなグラフが得られます。陰影部分は追加誤差0.5 %未満で測定できるインピーダンスの範囲です。同様にして他の追加誤差の値に対してもグラフを作成することができ、必要とされるインピーダンスと周波数の範囲で得られる確度を視覚的に把握できます。最近のテストフィクスチャの操作マニュアルにはこのようなグラフが掲載されています。

16034Gの追加誤差

誤差のタイプ	インピーダンス
比例誤差	$0.5 \times (f/10)^2$ [%]
オープン再現性	$5 + 500 \times (f/10)$ [μS]
ショート再現性	$10 + 13 \times (f/10)$ [mΩ]



追加誤差 ≤ 0.5 % のインピーダンスの範囲

誤差補正

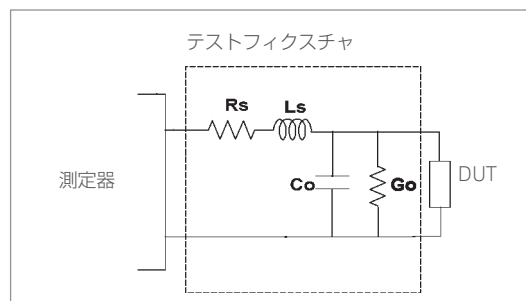
キーサイトの測定器には、テストフィクスチャの残留インピーダンス効果を除去するために、以下の4種類の誤差補正機能のうちの1つが搭載されています。

1. オープン／ショート補正

右に示す等価回路モデルで表されるような単純な測定システムでは、残留インピーダンス値 R_s および L_s と、アドミタンス値 C_o および G_o を以下の方法で補正できます。

- (i) テストフィクスチャのアドミタンスをオープン状態で測定します。
- (ii) テストフィクスチャのインピーダンスをショート状態で測定します。
- (iii) テストサンプルを測定し、アドミタンスとインピーダンスを除去します。

上記の手順はオープン／ショート補正によって内部的に実行されます。テストフィクスチャを測定器に直接接続する場合は、オープン／ショート補正によって測定誤差を十分に補正することができます。



2. オープン／ショート／ロード補正

測定システムが複雑で上記の等価回路モデルで表現できない場合、オープン／ショート補正では残留インピーダンスを完全には補正することができません。この場合はオープン／ショート補正ではなくオープン／ショート／ロード補正を使用します。

例えば16065Aを使用する場合には、オープン／ショート／ロード補正が特に効果的です。

下表に、測定器と搭載されている補正機能の一覧を示します。

モデル	オープン補正	ショート補正	ロード補正	ロードの入力パラメータ
4263B	■	■	■	Z-Q、R-X、Cp-D、Cp-Q、Cp-G、Cp-Rp、Cs-D、Cs-Q、Cs-Rs、Ls-D、Ls-Q、Ls-Rs
4268A*	■	■	■	Cp-D、Cp-Q、Cp-G、Cp-Rp、Cs-D、Cs-Q、Cs-Rs
4279A*	■	■	■	Cp-D、Cp-G
4284A*	■	■	■	測定パラメータと同じ
4285A	■	■	■	測定パラメータと同じ
4287A*	■	■	-	-
4288A*	■	■	■	Cp-D、Cp-Q、Cp-G、Cp-Rp、Cs-Q、Cs-Rs
4291B*	■	■	■	Rs-Ls
4294A	■	■	■	Rs-Ls
4338B*	-	■	-	-
4339B*	■	-	-	-
4349B*	■	-	-	-
E4980A	■	■	■	測定パラメータと同じ
E4981A	■	■	■	Cp-D、Cp-Q、Cp-G、Cp-Rp、Cs-D、Cs-Q、Cs-Rs
E4982A	■	■	-	-
E4991A	■	■	-	-

- : 機能は搭載されていません。

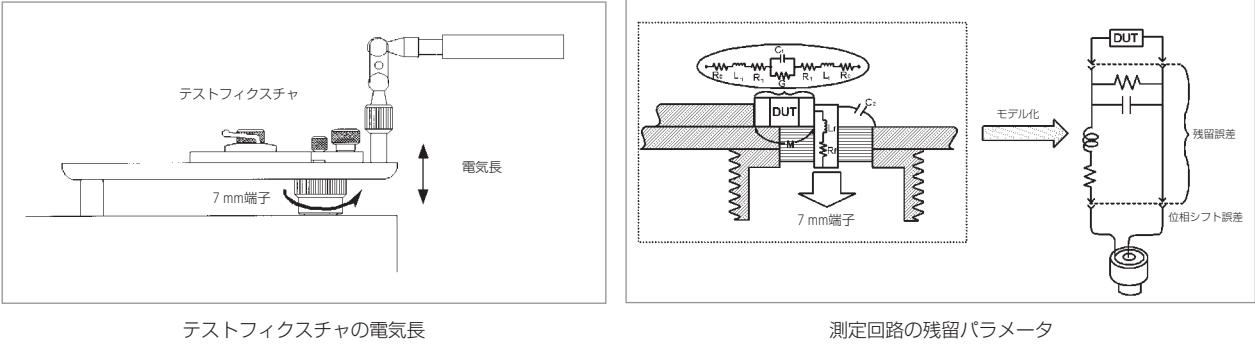
■ : 機能が搭載されています。

* : 販売を終了している測定器です。

注記 : 補正機能の詳細については測定器に付属する取扱説明書を参照してください。

3. 電気長補正

高い周波数(RF領域以上)でのシングルポート(2端子)インピーダンス測定では、電気信号の波長が非常に短いため、テストフィクスチャとケーブルを含む信号伝送ラインの長さによって不要な位相シフト誤差が生じる可能性があります。位相シフト誤差は電気長補正によって補正します。この補正はオープン/ショート補正と合わせて実行します。



以下の測定器は電気長補正機能を搭載しています。

モデル	補正機能
4287A*	電気長補正／ポート延長
4291B*	電気長補正／ポート延長
4294A+42942A	電気長補正／ポート延長
E5061B-3L5+オプション005+16201A	電気長補正／ポート延長
E4982A	電気長補正／ポート延長
E4991A	電気長補正／ポート延長

*は販売を終了した測定器を示します。

以下のテストフィクスチャは電気長が仕様化されています。

モデル	電気長
16092A	3.4 mm
16192A	11.0 mm
16194A	50.0 mm
16196A	26.2 mm
16196B	26.9 mm
16196C	27.1 mm
16196D	27.3 mm
16197A	14.0 mm

4. ケーブル長補正

4端子対構成の測定器でテストサンプルを測定する場合、測定器とテストサンプルの間のテストリード延長による追加の長さや測定周波数によって、被測定信号の振幅と位相は左右されます。特に100 kHzを超える周波数で測定をする場合、信号の振幅と位相の変化によって内部測定回路が誤動作したり、予期しない測定誤差が生じたりする可能性があるため、注意が必要です。このような回路の誤動作や測定誤差はケーブル長補正によって避けることができます。したがって、ケーブル長補正はオープン/ショート補正の前に実行する必要があります。以下の測定器とテストリードを使用する場合、上記の不必要な効果はケーブル長補正を実行することにより除去することができます(表の中の値はケーブル長の設定を示します)。

モデル	16048A	16048D	16048E	16048G	16048H
4263B	1 m	2 m	4 m	-	-
4268A*	1 m	2 m	-	-	-
4279A*	1 m	2 m	-	-	-
4284A*	1 m	2 m ¹	4 m ¹	-	-
4285A	1 m	2 m	-	-	-
4288A*	1 m	2 m	-	-	-
4294A	-	-	-	1 m	2 m
E4980A	1 m	2 m	4 m	-	-
E4981A	1 m	2 m	-	-	-

-: 機能が搭載されていません。

¹: 4284A(オプション006付き)に搭載されています。

*: 販売を終了している測定器です。

測定の再現性

テストフィクスチャの電極が汚れていると接触抵抗が増加します。この抵抗の増加は測定再現性の低下につながります。したがって、測定実行時にはテストフィクスチャの電極を汚れない状態に保つ必要があります。

索引

モデル番号	名前	使用可能測定器	ページ
16008B	抵抗セル	4339B	58-59
16034E	SMD/チップテストフィクスチャ	4263B、4268A、4279A、4284A、4285A、4288A、4294A、E4980A、E4981A E5061B-3L5(オプション005付き)	12
16034G	SMD/チップテストフィクスチャ、小型	16034Eを参照	13
16034H	SMD/チップテストフィクスチャ、汎用	16034Eを参照	14
16044A	SMD/チップテストフィクスチャ、4端子、 10 MHz	4263B、4268A、4279A、4284A、4285A、4288A、4294A、E4980A、E4981A	15-16
16047A	アキシシャル/ラジアルテストフィクスチャ	4263B、4268A、4279A、4284A、4285A、4288A、4294A、E4980A、E4981A	9
16047E	アキシシャル/ラジアルテストフィクスチャ、 110 MHz	16034Eを参照	10
16048A	1 mテストリード、BNC	4263B、4268A、4279A、4284A、4285A、4288A、E4980A、E4981A	20
16048D	2 mテストリード、BNC	4263B、4268A、4279A、4284A、4285A、4288A、E4980A、E4981A	20
16048E	4 mテストリード、BNC	4263B、4284A、E4980A	21
16048G	1 mテストリード、BNC、110 MHz	4294A	22
16048H	2 mテストリード、BNC、110 MHz	4294A	22
16060A	トランステストフィクスチャ	4263B(オプション001付き)	11
16065A	外部電圧バイアス(安全カバー付き) (≤ 200 Vdc)	4263B、4268A、4279A、4284A、4285A、4288A、4294A、E4980A、E4981A	24
16065C	外部バイアスアダプタ(≤ 40 Vdc)	4263B、4268A、4288A、E4981A	24
16089A/B/C/D	ケルビנקリップ・リード	4263B、4268A、4279A、4284A、4285A、4288A、4294A、E4980A、E4981A	18-19
16092A	RFばねクリップ：アキシシャル、ラジアル、SMD	4287A、4291B、4294A+42942A、E5061B-3L5(オプション005付き)+16201A、 E4982A、E4991A	32
16117B	低雑音テストリード	4339B	56
16117C	低雑音テストリード	4339B	57
16118A	SMD/チップ用ピンセット	4339B	55
16190B	性能試験キット	E4991A、4291B、4294A+42942A、4287A、E4982A	60
16192A	平行電極SMDテストフィクスチャ	4287A、4291B、4294A+42942A、E5061B-3L5(オプション005付き)+16201A、 E4982A、E4991A	33-34
16194A	高温コンポーネント用テストフィクスチャ	16192Aを参照	35-36
16196A/B/C/D	平行電極SMDテストフィクスチャ	16192Aを参照	37-45
16197A	底面電極SMDテストフィクスチャ	16192Aを参照	46-48
16200B	外部DCバイアスアダプタ	4287A、4291B、E5061B-3L5(オプション005付き)+16201A、E4982A、E4991A	49
16334A	SMD/チップ用ピンセット	4263B、4268A、4279A、4284A、4285A、4288A、4294A、E4980A、E4981A	17
16339A	4339A/B用コンポーネントテストフィクスチャ	4339B	54
16380A	標準キャパシタセット	4263B、4268A、4279A、4284A、4285A、4288A、4294A、E4980A、E4981A	61
16380C	標準キャパシタセット	4263B、4268A、4284A、4288A、4294A、E4980A、E4981A	62
16451B	誘電材料テストフィクスチャ	4263B、4268A、4279A、4284A、4285A、4288A、4294A、E4980A、E4981A	25-28
16452A	液体テストフィクスチャ	4263B、4284A、4285A、4294A、E4980A	29-30
16453A	誘電材料テストフィクスチャ	4291B(オプション002付き)、E4991A(オプション002付き)	50
16454A	磁性材料テストフィクスチャ	4291B(オプション002付き)、4294A+42942A、E4991A(オプション002付き)	51-52
42030A	4端子対標準抵抗セット	4263B、4268A、4284A、4294A、4338B、E4980A、E4981A	63
42090A	オープン終端	4263B、4268A、4279A、4284A、4285A、4294A、4288A、E4980A、E4981A	64
42091A	ショート終端	4263B、4268A、4279A、4284A、4285A、4294A、4338B、E4980A、E4981A	64
42941A	インピーダンスプローブ・キット	4294A	23
42942A	4端子対-7 mm	4294A	5

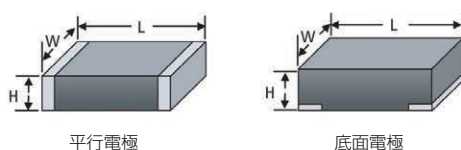
索引

SMDサイズによるテストフィクスチャ選択

分類	テスト フィクスチャ・ タイプ	モデル番号	電極 タイプ	最高 使用可能 周波数	● 使用可能なSMDサイズ[コードはmm/(インチ単位のEIAコード)]*7											最小 長さ×幅×高さ (mm)	最大 長さ×幅×高さ (mm)
					0402/(01005)	0603/(0201)	1006/(0402)	1608/(0603)	2102/(0805)	3216/(1206)	3225/(1210)	4520/(1808)	4532/(1812)	5750/(2220)			
LF、4端子*1	SMD、汎用	16034E	平行	40 MHz				●	●	●	●	●	●	●	0.1×0.5×0.5	8×10×10	
	SMD、汎用	16034G	平行	110 MHz		●	●	●	●	●					0.1×0.3×0.3	5×1.6×1.6	
	SMD、汎用	16034H	平行	110 MHz				●	●	●	●	●	●		0.1×0.6×0.6	5×15×3	
	SMD、ケルビン*4	16044A	平行	10 MHz				●	●	●	●	●	●	●	1.6×0.8×0.8	8×8×3	
	SMD、ピンセット*5	16334A	平行	15 MHz				●	●	●	●	●	●	●	注9を参照	L≤10	
RF、7 mm*2	SMD/リード*6	16092A	平行	500 MHz				●	●	●	●	●	●	●	注8を参照	L≤18	
	SMD、汎用	16192A	平行	2 GHz			●	●	●	●	●	●	●	●	L≥1	L≤20	
	SMD/リード*6	16194A	底面	2 GHz					●	●		●	●	●	L≥2	L≤15	
	SMD、同軸	16196A	平行	3 GHz				●							1608サイズ専用		
	SMD、同軸	16196B	平行	3 GHz			●								1005サイズ専用		
	SMD、同軸	16196C	平行	3 GHz		●									0603サイズ専用		
	SMD、同軸	16196D	平行	3 GHz	●										0402サイズ専用		
	SMD、汎用	16197A	底面	3 GHz			●	●	●	●	●				1005～3225サイズ専用		
	SMD、汎用	16197A-001	底面	3 GHz		●	●	●	●	●	●				0603～3225サイズ専用		
DC、高抵抗*3	SMD、ピンセット*5	16118A	平行	DC				●	●	●	●	●	●	●	注9を参照	L≤10	
	SMD/リード*8	16339A	平行	DC			●	●	●	●	●	●	●	●	0.1×0.5×0.5	8×10×10	

注記：

- 「LF、4端子」は低周波領域(≤110 MHz)で、4端子対タイプのLCRメータおよびLFインピーダンス・アナライザと組み合わせて使用するテストフィクスチャを表します。
- 「RF、7 mm」は7 mm同軸テストポートを備えたRFインピーダンス測定器と組み合わせて使用するテストフィクスチャを表します。
- 「DC、高抵抗」はDC高抵抗計と組み合わせて使用するテストフィクスチャを表します。
- 低インピーダンスデバイスの測定に適した4端子(ケルビン)接点テストフィクスチャ。
- 1 mのテストリードを備えたピンセット型テストフィクスチャ。
- SMDおよびリード付きコンポーネントの測定のためのテストフィクスチャ。
- 表のチェックマークは使用可能なDUTサイズを示します。
- 厚さ≥0.65 mmのSMDコンポーネントに使用可能。1608タイプよりも小さいSMDには適合しません。
- 最小SMDサイズは仕様化されていません。デバイスのサイズが小さいと接触の再現性が低下するため、1608タイプよりも小さいSMDに対しては推奨されません。



索引

アクセサリと測定器の対応表

シンプルで高品質な測定のためのキーサイトのテストアクセサリ

テストフィクスチャの選択は適切な測定器の選択と同様にたいへん重要です。キーサイトではアキシャル、ラジアル、SMD/チップデバイス用にさまざまなアクセサリを取り揃えています。さらに、リモートテストやシステムアプリケーションを容易にするためのさまざまな種類のテストリードが用意されています。また、安全カバー付きの外部テストフィクスチャも用意されています。

適切なテストフィクスチャを使用することで測定結果を改善できます。

- 測定の信頼性と再現性の向上
- スループットの改善
- 取り扱いエラーの低減
- テストリミットの縮小
- 測定精度の改善

その他の製品情報やカタログについては、アクセサリWebサイト (www.keysight.co.jp/find/impedance) をご覧ください。

テスト・アクセサリ／フィクスチャ

			4263B	4268A	4279A	4284A	4285A	4287A	4288A	4294A	4294A + 42942A	E5061B-315 (オプションE5061B-005付注) および16201A	E4980A	E4981A	E4991A	E4982A
16034E	SMD/チップテストフィクスチャ	DC ~ 40 MHz	■	■	■	■	■		■	■				■	■	
16034G	SMD/チップテストフィクスチャ、小型	DC ~ 110 MHz	■	■	■	■	■		■	■				■	■	
16034H	SMD/チップテストフィクスチャ、汎用	DC ~ 110 MHz	■	■	■	■	■		■	■				■	■	
16044A	SMD/チップテストフィクスチャ、ケルビン接点、10 MHz	DC ~ 10 MHz	■	■	■	■	■		■	■				■	■	
16047A	アキシャル/ラジアルテストフィクスチャ(4端子)	DC ~ 13 MHz	■	■	■	■	■		■	■				■	■	
16047E	アキシャル/ラジアルテストフィクスチャ、110 MHz	DC ~ 110 MHz	■	■	■	■	■		■	■				■	■	
16048A	1 mテストリード、BNC	DC ~ 30 MHz	■	■	■	■	■		■					■	■	
16048D	2 mテストリード、BNC	DC ~ 30 MHz	■	■	■	■	■		■					■	■	
16048E	4 mテストリード、BNC	DC ~ 1 MHz	■			■								■		
16048G	1 mテストリード、BNC、110 MHz	DC ~ 110 MHz								■						
16048H	2 mテストリード、BNC、110 MHz	DC ~ 110 MHz								■						
16060A	トランステストフィクスチャ	DC ~ 100 kHz	■													
16065A	外部電圧バイアス(安全カバー付き)(≤ 200 Vdc)	50 Hz ~ 2 MHz	■	■	■	■	■		■	■				■	■	
16065C	外部バイアスアダプタ(≤ 40 Vdc)	100 Hz ~ 1 MHz	■	■					■							■
16089A/B/C/D	ケルビנקリップ・リード	5 Hz ~ 100 kHz	■	■		■	■		■	■				■	■	
16092A	RFはねクリップ：アキシャル、ラジアル、SMD	DC ~ 500 MHz						■ ¹			■	■			■	■ ¹
16192A	平行電極SMDテストフィクスチャ	DC ~ 2 GHz						■ ¹			■	■			■	■ ¹
16194A	高温コンポーネント用テストフィクスチャ	DC ~ 2 GHz						■ ¹			■	■			■	■ ¹
16196A/B/C/D	平行電極SMDテストフィクスチャ	DC ~ 3 GHz						■ ¹			■	■			■	■ ¹
16197A	底面電極SMDテストフィクスチャ	DC ~ 3 GHz						■ ¹			■	■			■	■ ¹
16200B	外部DCバイアスアダプタ	1 MHz ~ 1 GHz						■ ¹			■	■			■	■ ¹
16334A	SMD/チップ用ピンセット	5 Hz ~ 15 MHz	■	■	■	■	■		■	■				■	■	
16451B	誘電材料テストフィクスチャ	DC ~ 30 MHz	■	■	■	■	■		■	■				■	■	
16452A	液体テストフィクスチャ	20 ~ 30 MHz				■	■			■				■		
16453A	誘電材料テストフィクスチャ	1 MHz ~ 1 GHz														■
16454A	磁性材料テストフィクスチャ	1 kHz ~ 1 GHz									■					■
42941A	インピーダンスプローブ・キット	40 Hz ~ 110 MHz								■						
42942A	4端子対 - 7 mmアダプタ	40 Hz ~ 110 MHz								■						

注記：周波数レンジと動作範囲についてはアクセサリの説明を参照してください。

1. 3.5 mm（オス） - 7 mmアダプタが必要

キーサイトのWebリソース

LCRメータ／インピーダンス・アナライザ：

www.keysight.co.jp/find/impedance

インピーダンス測定用アクセサリ：

www.keysight.co.jp/find/impedance-accessory

RF/マイクロ波テスト・アクセサリ：

www.keysight.co.jp/find/accessories

myKeysight

myKeysight

www.keysight.co.jp/find/mykeysight

ご使用製品の管理に必要な情報を即座に手に入れることができます。

AXIe

www.axiestandard.org

AXIe (AdvancedTCA® Extensions for Instrumentation and Test) は、AdvancedTCA® を汎用テストおよび半導体テスト向けに拡張したオープン規格です。Keysight は、AXIe コンソーシアムの設立メンバーです。

LXI

www.lxistandard.org

LXI は、Web へのアクセスを可能にするイーサネットベースのテストシステム用インターフェースです。Keysight は、LXI コンソーシアムの設立メンバーです。

DEKRA Certified
ISO 9001:2008

www.keysight.com/go/quality

Keysight Electronic Measurement Group

DEKRA Certified ISO 9001:2008

Quality Management System

契約販売店

www.keysight.co.jp/find/channelpartners

キーサイト契約販売店からもご購入頂けます。

お気軽にお問い合わせください。

www.keysight.co.jp/

キーサイト・テクノロジー合同会社

本社 〒192-8550 東京都八王子市高倉町9-1

計測お客様窓口

受付時間 9:00-18:00 (土・日・祭日を除く)

TEL ☎ 0120-421-345 (042-656-7832)

FAX ☎ 0120-421-678 (042-656-7840)

Email contact_japan@keysight.com

ホームページ www.keysight.co.jp

記載事項は変更になる場合があります。
ご発注の際はご確認ください。