

インストラクション・マニュアル



P6015A型
1000:1 高電圧プローブ
071-1295-00

www.tektronix.com

Copyright © Tektronix Japan, Ltd. All rights reserved.

当社の製品は、米国その他各国における登録特許および出願中特許の対象となっています。本書の内容は、すでに発行されている他の資料の内容に代わるものです。また製品仕様は、予告なく変更する場合がありますので、予めご了承ください。

日本テクトロニクス株式会社
〒141-0001 東京都品川区北品川 5-9-31

Tektronix、Tek は Tektronix, Inc.の登録商標です。
また、本マニュアルに記載されている、その他の全ての商標は、各社所有のものです。

目 次

目 次	i
図一覧	iii
表一覧	iv

第 1 章 ユーザ情報

はじめに	1-1
リードアウト・オプション	1-3
標準アクセサリ	1-4
オプション	1-4
安全にご使用いただくために	1-5
用語とマークについて	1-5
使用上の注意	1-6
プローブの組み立て	1-9
測定方法	1-11
最大入力電圧	1-14
プローブ接地	1-18
プローブ補正	1-20
プローブ取り扱い上の注意	1-24
その他の注意	1-25
プローブ使用上の問題	1-25
仕 様	1-27
保証仕様	1-27
代表仕様／公称仕様	1-31

第2章 サービス情報

サービス情報 2-1
 安全確認 2-1
 性能確認 2-1

調 整 2-2
 テスト装置 2-2
 準備 2-2
 補正手順 2-4

メンテナンス 2-11
 予防メンテナンス 2-11
 分解と組み立て 2-13

図一覧

第 1 章 ユーザ情報

図 1-1: P6015A型高電圧プローブ	1-2
図 1-2: リードアウト機能付き補正ボックス	1-3
図 1-3: プローブの組み立て	1-9
図 1-4: 最大入力電圧定格 (ピークAC)	1-16
図 1-5: ピーク・パルス定格	1-17
図 1-6: 補正領域	1-23
図 1-7: 温度対湿度相関図	1-30
図 1-8: 入力インピーダンスと位相	1-30

第 2 章 サービス情報

図 2-1: 補正ボックス	2-4
図 2-2: 調整位置	2-5
図 2-3: 補正領域	2-7
図 2-4: プローブ・ヘッドの構造	2-14

表一覧

第 1 章 ユーザ情報

表 1-1 : 最大入力電圧	1-14
表 1-2 : テスト装置	1-21
表 1-3 : 電氣的仕様	1-28
表 1-4 : 環境仕様	1-29
表 1-5 : 代表仕様	1-31
表 1-6 : 機械公称仕様	1-32

第 2 章 サービス情報

表 2-1 : テスト装置	2-3
---------------------	-----



第 1 章 ユーザ情報

はじめに

P6015A型は100M Ω 、3.0pF入力、1000:1高電圧プローブです。入力抵抗1M Ω 、入力容量7pF～49pFのオシロスコープやその他の測定機器に接続して高電圧が測定できます。

- プローブ本体はチップ部、ヘッド部、およびグランド・リードから構成されています。筐体は可塑性に優れた物質からできているため、衝撃に強く、電気的な安全性でも優れています。
- 補正ボックスはオシロスコープやその他の測定機器を接続する部分で、プローブ本体とケーブルで接続されます。補正ボックスには75MHzまでの周波数応答を最適化するための調整箇所が設けられています。
- 本マニュアルは製造番号B020000以降のP6015A型について記載しています。

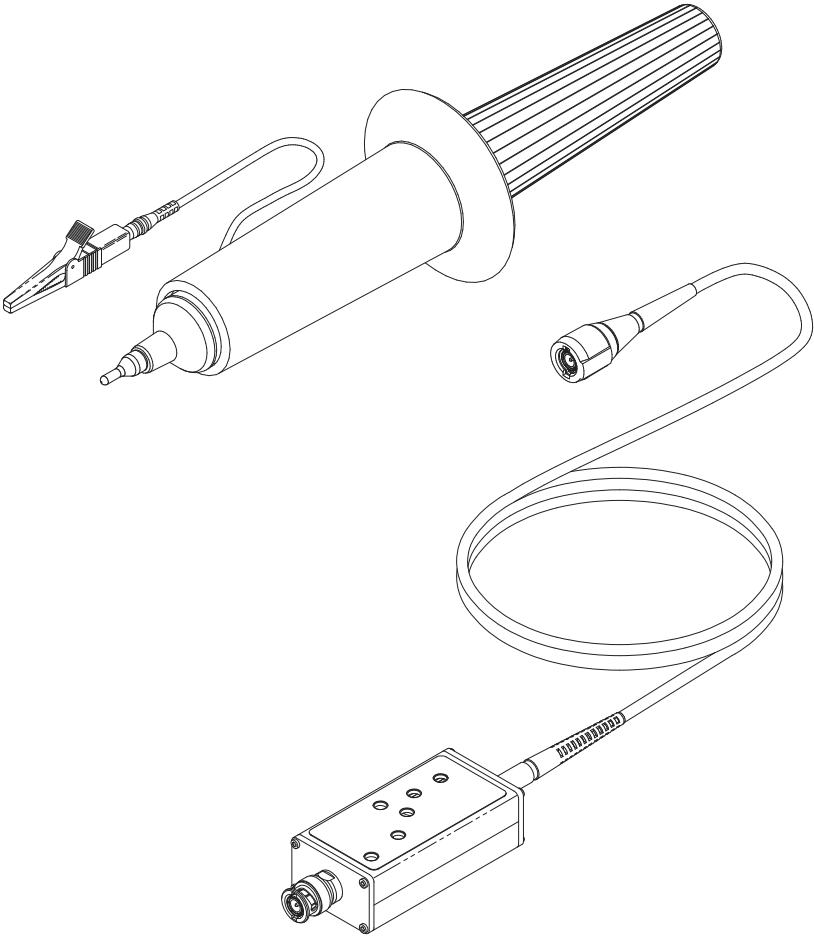


図 1-1: P6015A型高電圧プローブ

リードアウト・オプション

1000:1リードアウト機能付きの補正ボックスBNCコネクタには、先端にピンが設けられています。当社11000シリーズやデジタル・ストレージ・オシロスコープに接続すると、このピンからのコードを読み取り、1000:1の減衰率で自動的にスケールが補正されます。

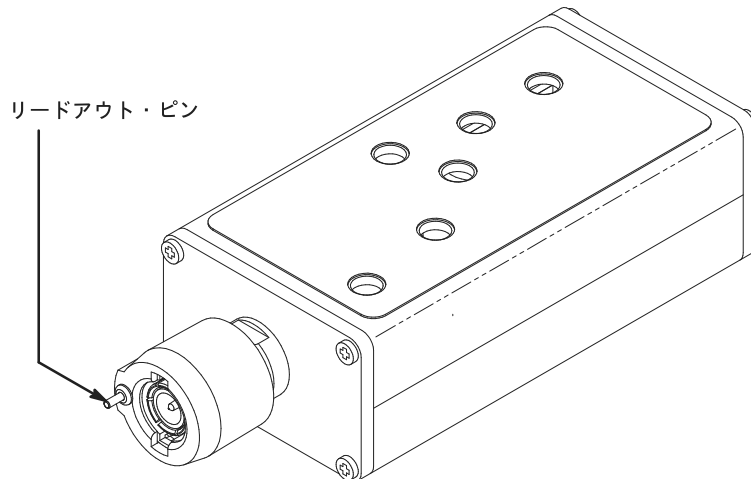


図 1-2: リードアウト機能付き補正ボックス

標準アクセサリ

- クリップ付きグラウンド・リード
- フック型プローブ・チップ
- バナナ・プラグ型プローブ・チップ
- 搬送ケース
- インストラクション・マニュアル

オプション

P6015A型の標準品はリードアウト機能なしで、3m長のプローブ・ケーブルが付属しています。リードアウト機能はオプションになっています。


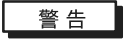
- オプション1R : 3m (10ft) ケーブル、1000:1リードアウト機能付き
- オプション25 : 7.5m (25ft) ケーブル、リードアウト機能なし
- オプション2R : 7.5m (25ft) ケーブル、1000:1リードアウト機能付き

安全にご使用いただくために

安全にご使用いただくため、機器をご使用になる前に、次の事項を必ずお読みください。

用語とマークについて

本マニュアルには、下記のような用語が使われています。

-  **注意** 取り扱い上の一般的な注意事項や、本機器または他の接続機器に損傷をおよぼす恐れのある事項について記しています。
-  **警告** 身体や生命に危害をおよぼす恐れのある事項について記しています。

本機器には、以下のような用語が使われています。

- **CAUTION** : 身体や機器に損傷をおよぼす恐れのある箇所です。
- **DANGER** : 身体に危害をおよぼす恐れのある箇所です。

本機器には、次のようなマークが使われています。



高電圧箇所です。
絶対に手を触れな
いでください。



保護用接地端子で
す。



注意、警告、危険を示す箇所
です。その内容については、本マ
ニュアルの該当箇所を参照してく
ださい。

使用上の注意

注意

最大定格入力電圧

入力電圧の最大定格は周波数、パルス特性、および環境条件によって変化します。詳しくは「測定方法」をご参照ください。

注意

テスト・フィクスチャへの接続 (表 1-1 の持続時間の定格に必ず従ってください)

プローブをテスト・フィクスチャに接続するときにはプローブの金属でシールドされた部分だけを取り付けます。プローブを高電圧回路に接続すると、強い電界が生じます。金属でシールドされた以外の伝導物質または誘電物質を接触させると、応答特性が正しくなかったり、プローブが損傷を受けたりすることがあります。

警告

カバーおよびプローブ・ヘッドのプラスチック部を取り外した状態でプローブを使用しないでください。身体やプローブが損傷を受けるおそれがあります。

プローブの接地

- 測定を行う前にプローブのグランド・リードを接地させてください。接地を行わない場合、感電事故をおこすおそれがあります。
 - プローブの補正ボックスにあるBNCコネクタをオシロスコープやDVM等の測定機器に接続します。
 - プローブのグランド・リードを被測定回路のグランド箇所に接続します。
- 必要に応じて測定機器と被測定回路のグランドを同じ箇所から取りまします。測定機器の電源グランド、ラインが失われている場合、外部の伝導部分だけでなく、非伝導部分であるつまみ等からでも電気ショックを受けることがあります。

- プローブのグラウンド・リードをプローブ・チップや被測定回路の高電圧箇所には接触させないでください。

警告 カバーの取り外し

カバーを取り外したままでは操作しないでください。またプローブ・ヘッドのプラスチック部は決められた位置に取り付けてください。これらを守らない場合、身体や機器が損傷を受けるおそれがあります。

警告 爆発性ガス中での使用

危険防止のため、爆発性のガスが周囲にあるような場所では本プローブを動作させないでください。本プローブは静電気放電や使用部品のアークに対する保護手段を持っていません。

注意 伝導性流体

食塩水のような伝導性流体にプローブを浸さないでください。身体や機器が損傷を受けるおそれがあります。プローブ・ヘッドは封印されていないので、ここから液体が入り込むと高電圧で内部にアークを起こすおそれがあります。

プローブ・ヘッドの部品はポリカーボネートやシリコンなどの弾性物質で構成されています。トランス・オイルのような誘電性流体にプローブを浸す必要がある場合、流体とプローブ、ヘッドの材質に和合性があり、混合しても化学変化を起こさないことをご確認ください。

注意 ゴムリングの取り外し

プローブ内本体の前面にあるゴム性のクッション・リングは取り外さないでください。これを守らないと、プローブが損傷を受け、高電圧特性が劣化するおそれがあります。このゴムリングは接着剤で固定されているので、通常は取り外せない構造になっています。

注意

プローブの分解

プローブ内本体は分解しないでください。一般のユーザが修理等のためにプローブを分解をすると、内部構成部品が損傷を受けるおそれがあります。



プローブの組み立て

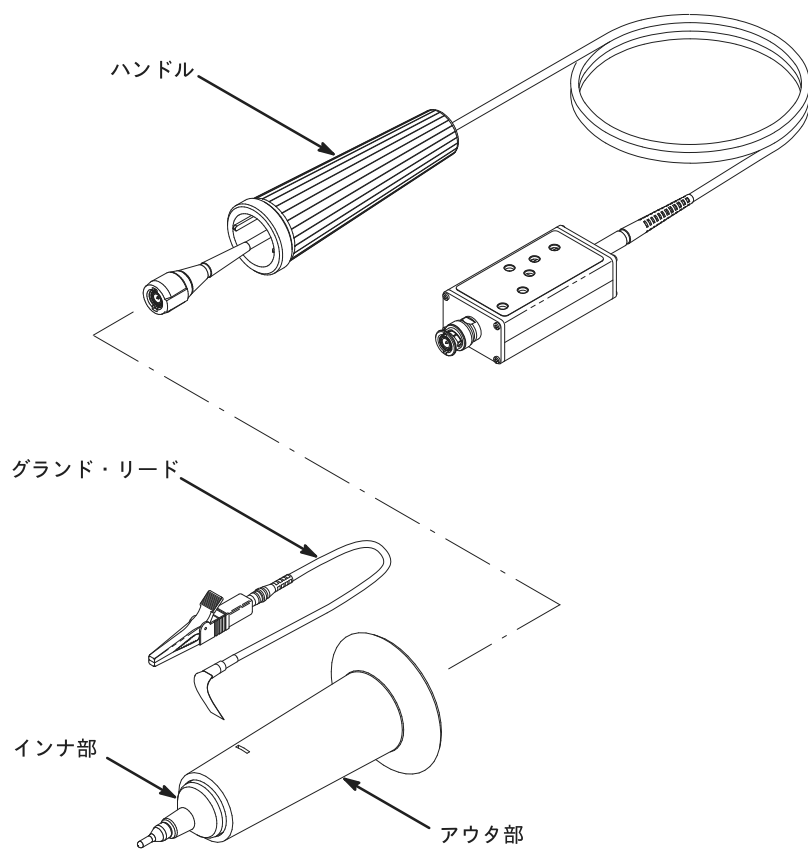


図 1-3: プローブの組み立て

1. ケーブルの終端部をハンドルの狭い方の穴から前方に通します。
2. ケーブルとプローブ・ヘッドのBNCコネクタを接続します。
3. ハンドルを回しながら外本体に取り付けます。
4. グランド・リードに、ワニ口クリップを取り付けます。

測定方法

プローブ測定にはいる前に本マニュアルの「安全にご使用いただくために」だけでなく、オシロスコープ等、使用する測定機器の取扱説明書もよく読んで、安全に関する注意事項をお守りください。

概 要

本プローブを使用するときは、最初に補正ボックスのBNCコネクタをオシロスコープ等の測定装置に接続し、続いてプローブのグラウンド・クリップを被測定回路のグラウンド・ポイントへ接続します。これらの接続を行った後で、測定する高電圧箇所にはプローブ・チップを接続します。

手動測定

本プローブはストレート型またはフック型のプローブ・チップを取り付けて使用することができます。ストレート型チップを使用する場合、プラスチック・ハンドル部分を保持しながらプローブ・チップを高電圧テスト・ポイントにあてがいます。フック型プローブ・チップを使用する場合、プローブ・チップを電線等のテスト・ポイントに引っ掛けて吊り下げます。

警告

高電圧を測定する場合は、感電防止のため、身体を導電体の表面に近付けたり接触させたりしないでください。

固定測定

ワニ口クリップを使って被測定回路に接続すると、プローブで固定測定ができます。このワニ口クリップは根元をバナナ・プラグ・チップに押し込んで取り付けます。

警告

プローブの取り付け／取り外しの際には、被測定回路上に残留する電気成分を完全に抜き去る必要があります。電気成分が残留したままでは、感電事故を起こすおそれがあります。

リードアウト

リードアウト・オプション仕様のプローブをリードアウト機能付きの測定装置と接続すると、プローブの減衰率に応じた測定値が自動的に表示されます。リードアウト・オプションの詳細については「はじめに」をご参照ください。

リードアウト・オプションが付いていないプローブでは表示値に1000を乗じて測定値を読み取ってください。

注

オシロスコープの種類によっては減衰率を正しく読み取れない場合もあります。不明な点につきましては当社エンジニアまでお問い合わせください。

注意

アプリケーションによっては、プローブの接続方法が測定に影響を及ぼすことがあります。

被測定回路の負荷を最小にするため、P6015A型は入力抵抗が非常に大きく、また入力容量が非常に小さくなっています。このため、入力抵抗付近のわずかな容量変化は、測定精度に影響を及ぼします。この容量変化は、プローブ・チップの先端を導電体表面の近くに置くことにより生じます。入力容量の変化は、プローブの補正值を変化させ、パルスのリーディング・エッジにオーバーシュートまたはアンダーシュートを引き起こします。短いパルス上では時定数が観測できなくなり、測定された波形の上部全体が誤った振幅として現れます。入力信号が接続されている導電体表面は応答特性を鋭くしてしまい、その結果オーバーシュートを生じさせます。一方、グランド接続された導電体表面は応答特性を鈍らせてしまい、アンダーシュートを引き起こします。

プローブ補正への影響を最小にするためには、プローブを接続する導電体にプローブ本体の側面を接触させないことです。プローブは導電体またはテスト・リードの終端で垂直にしておく必要があります。これができない場合は、実際の測定環境に近い方法でプローブを校正用ゼネレータに接続し、プローブを再補正することにより測定誤差を最小にすることができます。

最大入力電圧

プローブの最大入力電圧は、次の条件によって変化します。

表 1-1：最大入力電圧

カテゴリ	最大使用 制限時間	温度範囲 (°C)	V (RMS)	V (DC)	V (DC+ ピーク AC)	V (ピーク・ パルス 10 % デュー ティ・サ イクル	V (ピーク・ パルス 20 % デュー ティ・サ イクル	V (ピーク・ パルス 30 % デュー ティ・サ イクル	V (ピーク・ パルス 50 % デュー ティ・サ イクル
最大入力 電圧	30 分以上	0 ～ 35	14 kV	14 kV	28 kV	28 kV	25 kV	23 kV	18 kV
最大入力 電圧	30 分以下	0 ～ 35	20 kV	20 kV	40 kV	40 kV	36 kV	33 kV	28 kV
最大入力 電圧	15 分以上	36 ～ 50	14 kV	14 kV	28 kV	28 kV	25 kV	23 kV	18 kV
最大入力 電圧	15 分以下	36 ～ 50	20 kV	20 kV	40 kV	40 kV	36 kV	33 kV	28 kV

- 上の表に示した電圧定格は、内部の温度上昇が 60 °C を超えない範囲での30 分間の熱時定数を基にしたものです。内部コンポーネントの過熱は、30 分以下の条件で 4 W、30 分以上の条件で 2 W を超えてはいけません。30 分以下の条件で 4 W の範囲を超える場合、続けて使用するためには、2.5 時間以上の冷却期間が必要になります。
- また、上の表の定格は、30 分間の熱時定数を基にしています。
- 100 ms を超えない最大パルス持続時間 (図 1-5 参照)。
- $RMS = rms = 1 \text{ 周期の瞬時電圧の2 乗平均の平方根} = (\sum Fx_i^2 / n)^{1/2}$
- $RMS = (1/2 \text{ Peak } V@25 \% \text{ DF}) = (500 \text{ Vpk} / 2) = 250 \text{ Vrms}$
- $RMS = [(Vpk)^2 (DF)]^{1/2}$
- 最大入力電圧20 kV (DC+ピークAC) は周波数が 460 kHz を越えると下がり始めます (図1-4参照)。なお、図 1-4 のディレーティング特性は実証値および計算値から得られたものですので、取り扱いにご注意ください。

- 最大ピーク・パルス 40 kV (20 kV rms を超えない) は次の条件によって下がります。
 - 10 % を越えるデューティ・サイクル、または 100 ms を越える持続時間 (図 1-5 参照)。デューティ・サイクルとは信号周期に対するパルス幅の比で、パーセントで表します。
 - 2440 m (8000 ft) を越える高度 (表 1-3 および表 1-4 参照)。
 - 25 °C にて 80 %、35 °C にて 70 %、50 °C にて 30 % を越える相対湿度 (表 1-3 および表 1-4 参照)。
 - 図 1-4 のディレーティング線を超える電圧の場合、使用時間は、2.5 時間以上の冷却期間をおいた上で、前ページの表のとおり制限されます。

注意

グラウンド・リードをプローブ・チップや、被測定回路の高電圧部分へ接触させることは避けてください。

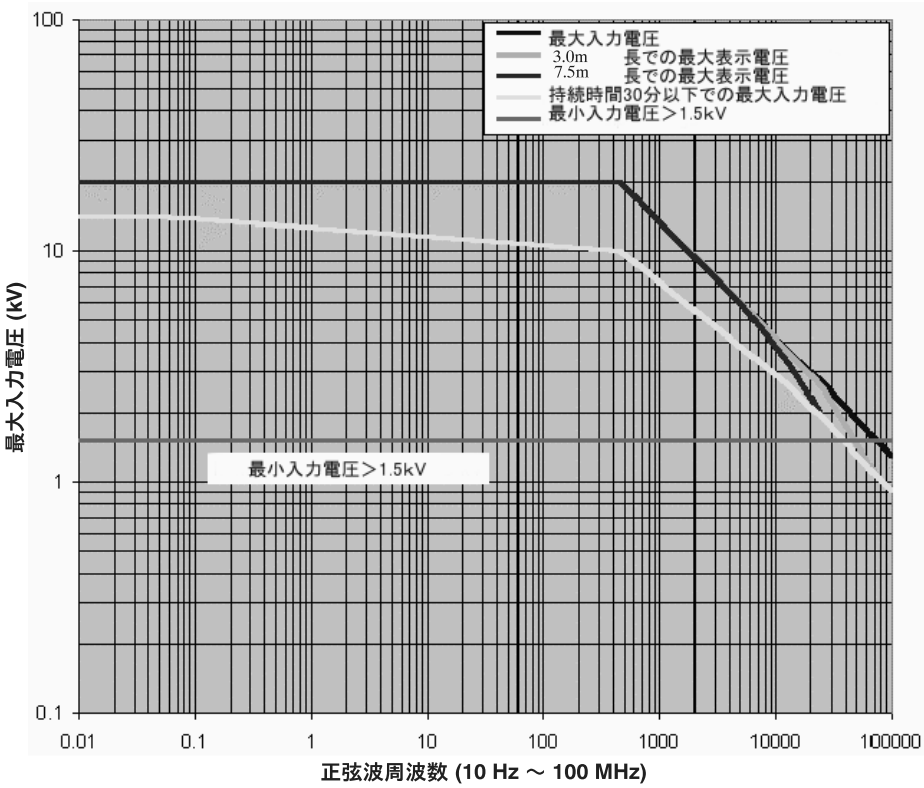


図 1-4: 最大入力電圧定格 (ピークAC)

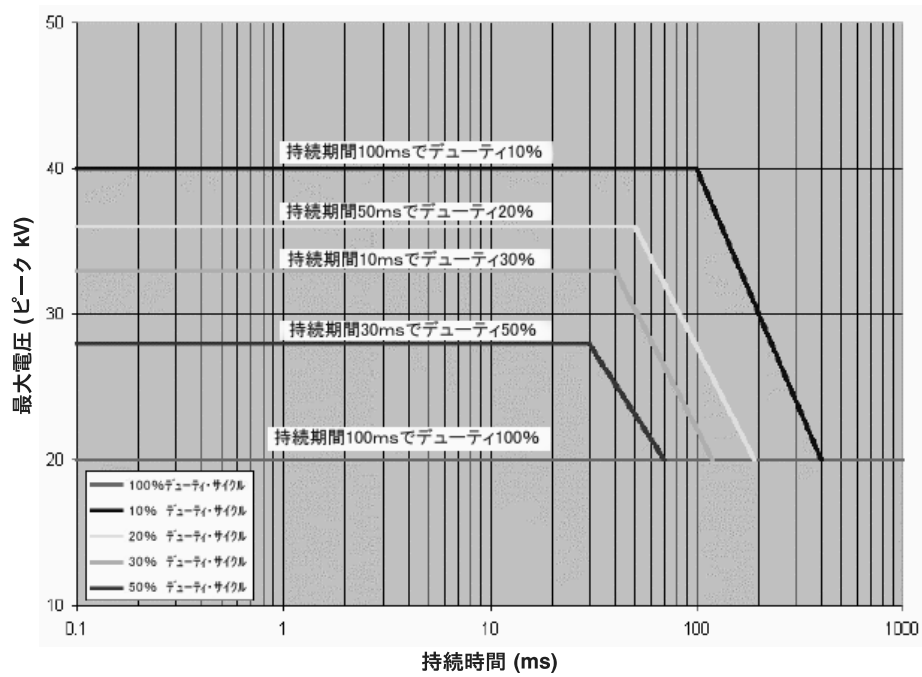


図 1-5: ピーク・パルス定格

プローブ接地

プローブ測定を行う場合、プローブ・グランド・コネクタを使って被測定回路との基本的な2端子接続を行ってください。

注意

グランド・リードをプローブ・チップや、被測定回路の高電圧部分へ接触させることは避けてください。

注

低周波装置からの信号を有無を確認したいときに、プローブ測定を行うオシロスコープとその被測定装置が同じAC電源に接続されている場合、3線式グランド・システムにより共通の信号～グランド経路が構築されます。ただしこの方法では信号経路中にインダクタンスが発生し、表示信号上に不要なリングング・ノイズが加わってしまいます。

被測定回路のグランドと測定するオシロスコープのグランドが異なっていることがあります。回路のグランドをチェックするには、まずプローブ・グランドを既知のアース・グランドへ接続し、続いてプローブ・チップをグランドと考えられるポイントへ接続します。ここで電位差がある場合、グランドと考えていたポイントは正しいグランドではありません。このチェックを行うときはプローブの減衰比1000:1を考慮にいれ、微小な電位差が明確になるようにオシロスコープの垂直軸を高感度に設定する必要があります。被測定回路のグランド・ポイントにプローブのグランド・リードを接続する前に、常にこのチェックを実行してください。オシロスコープのグランドは適切な電源コードとプラグを使用している限り、常にアース・グランドに保たれています。

グラウンド・リード・インダクタンス

振幅、立ち上がり時間、または遅延時間のような絶対値の測定を行う場合、最短のグラウンド経路を使うと、プローブを複数のテスト・ポイント間で移動させても測定値に対する影響を最小限に抑えることができます。

注

最短のグラウンド・リードを使った場合でも、プローブ容量およびグラウンド・リード・インダクタンスにより直列の共振回路を形成し、リングング・ノイズの原因となります。このようなリングング・ノイズを生む発振は測定波形の高周波成分に影響を与え、波形歪みの原因となります。波形上にこの種のノイズの現れる程度は、オシロスコープの周波数帯域幅によって異なり、帯域幅制限機能を使うことにより軽減することができます。

1MHz以下の周波数を持つ同一回路上の複数の信号ポイントをプローブ測定する場合、被測定回路からのグラウンド・リードをオシロスコープのグラウンド端子に接続することができます。この方法ではプローブのグラウンド・リードをたびたび接続し直す手間が省けます。

プローブ補正

簡易補正手順

測定するオシロスコープを取り替えたり、周囲温度が校正時から15℃以上大きく変化したりした場合などは、プローブ補正を再実行する必要があります。プローブ補正は補正ボックスにある補正穴を通して行います。ここではDC減衰、低周波補正、および過渡応答の調整方法を説明します。

詳細な補正手順は第2章の「調整」で説明します。プローブを修理した後や、長期間使わなかった場合、および「簡易補正手順」で適正に補正できなかった場合は「調整」を実施する必要があります。ただし、一般のオペレータがこの調整を行うと事故を起こすおそれがあります。機器内部のハードウェア操作を熟知しているエンジニア以外の方は決して操作しないでください。

テスト装置：表 1-2 に、プローブ補正に必要なテスト装置を示します。類似装置を使用する場合、設定の変更が必要なこともあります。測定のためのメンテナンスを実施する場合、あらかじめ以下の補正を行っておく必要があります。なお、補正中に発見された不良はできるだけ早く修理してください。

表 1-2 : テスト装置

装置名	仕 様	当社型名	項 目
オシロスコープ	入力インピーダンス : 1 M Ω 感度 : 1 mV/div 周波数帯域 : \geq 100 MHz	11402型、11A32型 プラグイン付き または TDS460型	全調整
校正用ゼネレータ	立ち上がり : \leq 10 ns 繰り返し率 : 1 MHz 振幅 : \geq 50 V	PG506A型 ^{1, 2}	全調整
BNC オス～ GR ア アダプタ		P/N 017-0064-00	全調整
BNC 50 Ω ターミ ネータ		P/N 011-0049-01	立ち上がり 応答

- 1 ほとんどの測定ではオシロスコープ側で1mV/div以上の高感度が使用されます。ただし、プローブの減衰率1000:1を考慮にいれるため、立ち上がり応答を最適に調整するための十分な振幅表示が得られないときには、より大きな振幅出力が得られる校正用ゼネレータが必要です。
- 2 TM500シリーズまたはTM5000シリーズの電源モジュールが必要です。

DC減衰

1. 補正ボックスをオシロスコープへ接続します。
2. BNCオス～GRアダプタを校正用ゼネレータの出力に接続します。グラウンド・リード・クリップは、GRアダプタの外側へ接続します。

警告

校正用ゼネレータからは接触すると危険を伴うほどの高電圧が出力されます。ゼネレータが作動しているときは、GRアダプタの中心部やプローブ・チップの伝導部分には触れないように注意してください。

3. プローブ・チップをGRアダプタの中心導体部へ差し込みます。
4. 校正用ゼネレータの標準振幅出力を50Vに設定します。PG506A型では1kHzの方形波が出力されます。
5. オシロスコープの時間軸を $500\mu\text{s}/\text{div}$ に、また垂直軸感度を $10\text{mV}/\text{div}$ （リードアウト・オプション付きの場合は $10\text{V}/\text{div}$ と表示）に設定します。
6. 波形を管面中央に置きます。
7. DC ATTEN (R9)を調整して5divにします。このとき方形波前縁部のノイズ成分は無視します。

低周波補正

1. 校正用ゼネレータを高振幅出力に切り替え、周期を1msに設定します。パルスの振幅表示は5divとします。
2. オシロスコープの時間軸を $200\mu\text{s}/\text{div}$ に設定します。
3. 波形を管面中央に置きます。
4. LF COMP (C5)を調整して方形波の前縁部から後縁部にかけて平坦にします。
5. MID 1 (C1)を調整して前縁部から $200\mu\text{s}$ にあたる部分を平坦にします（図1-6参照）。
6. MID 2 (C2)を調整して前縁部から $100\mu\text{s}$ にあたる部分を平坦にします（図1-6参照）。
7. MID 3 (C4)を調整して前縁部から $50\mu\text{s}$ にあたる部分を平坦にします（図1-6参照）。

必要に応じて上記ステップ4からステップ7までを繰り返して、方形波の上端が最も平坦になるように調整します。

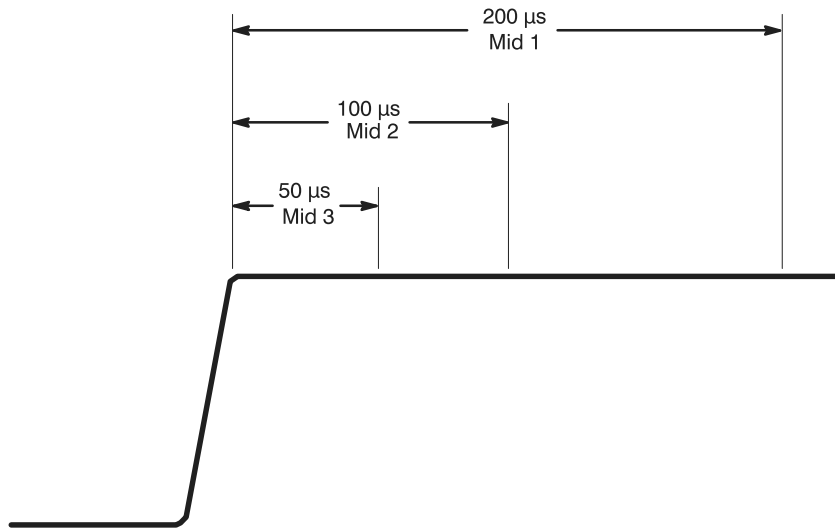


図 1-6: 補正領域

過渡応答

1. 校正用ゼネレータのパルス振幅を最小にします。
2. 校正用ゼネレータの出力を立ち上がり時間10ns以内の方形波とします。当社のPG506A型を使用している場合は、ゼネレータ出力とBNCオス～GRアダプタの間に50Ωターミネーションを挿入します。
3. オシロスコープの時間軸を100ns/divに、また垂直軸感度を1mV/div（リードアウト・オプション付きの場合は1V/divと表示）に設定します。
4. 校正用ゼネレータの周期を1μsに設定し、パルスの振幅表示は5divとします。
5. 波形を管面中央に置きます。
6. HF COMP (R6)を調整して、前縁部が平坦になるようにします。

プローブ取り扱い上の注意

プローブの寿命を高めるため、プローブを取り扱うときには次の事項を守ってください。

- 1-14 ページの表に示された“使用制限時間と温度”の仕様を守ってください。
- グランド・リードを高電圧回路に接続しないでください。損傷を受けても保証規定の対象にはなりません。
- 最大定格電圧を越える電圧は測定しないでください（図1-4 および図 1-5 参照）。
- プローブ先端の非金属部分を被測定回路に接触させないでください。接触させるのは金属でシールドされた部分だけです。
- プローブ・ヘッド内本体に収められている構成部品からクッション用のゴムリングを取り外さないでください。
- プローブ内本体の構成部品を分解しないでください。

- プローブを使用していないときは付属品と共にケースに収納してください。
- プローブを使って絶縁被膜を削り取ったり、部品を動かしたりしないでください。
- 必要に応じて湿った布でプローブをクリーニングしてください。

その他の注意

周囲温度の変化や高電圧により構成部品の温度上昇が見られると校正精度が僅かに影響を受けます。

高速の過渡応答を持った高周波信号の場合、リングング・ノイズを発生することがあり、本来の波形に歪みを生じる結果となります。このリングング・ノイズはプローブの容量とグラウンド・リードのインダクタンスの間で発生する共振を原因としています。

プローブ使用上の問題

プローブ測定で何か問題が生じた場合、以下を実行してください。

- 低周波補正を確認して、必要により調整してください。
- プローブをオシロスコープに接続した場合、信号が適切に表示されるようにオシロスコープの前面パネルを確認してください。
- グラウンド・リードが外れていないかどうかを確認してください。
- グラウンド・リードが長すぎると、リングング・ノイズが増えてしまいます。
- プローブの特性上、使用するオシロスコープやチャンネルの違いにより入力容量に微小な差が生まれ、電圧測定に影響を与えます。オシロスコープを変えたり、また同じオシロスコープでもチャンネルを変えたりしたときは、プローブを再補正してください。

仕 様

保証仕様

本項での電氣的保証仕様は、以下の条件を満足したときに有効です。

- 本プローブおよび使用する測定装置は、周囲温度+20℃～30℃で校正されている。
- 本プローブおよび使用する測定装置は、表1-3に示された環境規定を満足させている。
- 本プローブおよび使用する測定装置は、あらかじめ20分以上通電して、動作がすでに安定している。

表 1-3：電氣的仕様

項 目	説 明
最大入力電圧 DC + ピーク AC ピーク・パルス	20 kV 図 1-4 参照。35 °C 以下。 40 kV (20 kV rms を絶対に超えないこと。) デューティ・サイクル降下：持続時間 100 ms 以上、デューティ・サイクル 10 % 以上において降下。図 1-5 参照。 高度降下：2,440 m における 40 kV から 4,570 m における 30 kV まで直線的に降下。 相対湿度降下：温度と相対湿度の上昇によって降下。図 1-7 参照。
周波数帯域 (−3 dB) : 3 m ケーブル 7.5 m ケーブル	75 MHz 25 MHz 周波数帯域 ≥ 100 MHz、信号源：25 Ω
立ち上がり時間： 3 m ケーブル 7.5 m ケーブル	≤ 4.67 ns (計算値) ≤ 14 ns (計算値)
DC 減衰	1000 : 1 ± 3 %。オシロスコープの誤差を除く。 入力抵抗 1 MΩ ± 2 % のオシロスコープを使用。

表 1-4 : 環境仕様

項 目	説 明
温 度 :	
非動作時	−55 °C ~ +75 °C
動作時	
DC+ピーク AC	0 °C ~ +35 °C
ピーク・パルス	0 °C ~ +50 °C (1-14 ページの表 1-1 およびこの表の最後の“使用制限時間”を参照。)
湿 度 :	
動作時／非動作時	相対湿度 95 %、+50 °C にて。 図 1-7 参照。
高 度 :	
非動作時	15,000 m
動作時	4,600 m ピーク・パルスは、2,440m における 40kV から 4,570m における 30 kV まで直線的に降下。
振 動 :	
非動作時	5 Hz ~ 500 Hz、3.48 G rms を各軸に 10 分間。
動作時	5 Hz ~ 500 Hz、2.66 G rms を各軸に 10 分間。
衝撃 (非動作時)	500 G、半正弦波、0.5 ms 持続の衝撃を 3 軸に合計 18 回。
使用制限時間 :	ディレーティング特性については、図 1-4 参照。
定格入力電圧の 70 % 以下	制限時間なし (0 °C ~ +35 °C)。
定格入力電圧の 70 % 以上	2.5 時間以上の冷却期間をおいて、最大 30 分間 (0 °C ~ +35 °C) 2.5 時間以上の冷却期間をおいて、最大 15 分間 (+35 °C ~ +50 °C)

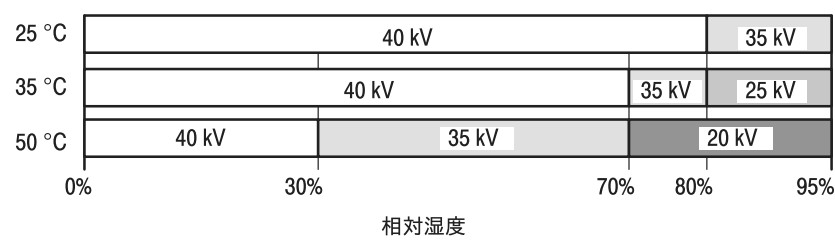


図 1-7: 温度対湿度相関図

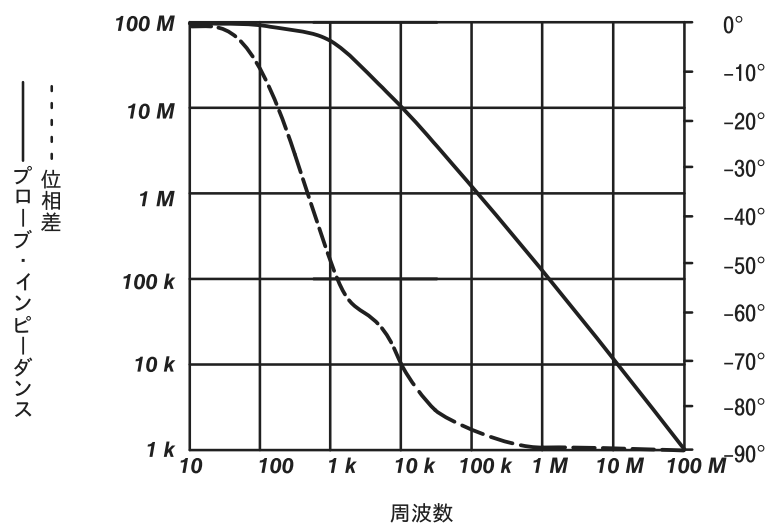


図 1-8: 入力インピーダンスと位相

代表仕様／公称仕様

表 1-5：代表仕様

項 目	説 明
入力インピーダンス	100 M Ω \pm 2 % 図 1-8 参照。
入力容量	\leq 3pF LF 補正時。図 1-8 参照。
LM 補正レンジ	7 pF \sim 49 pF
アベレーション	25 % p-p 100 MHz オシロスコープと 25.4 cm グランド・リードを使用したときの最初の 200 ns において。 最初の 200 ns 降下は < 10 %、400 ns 移行は \pm 5 %。
DC 減衰温度係数 ¹	0.006 %、1 $^{\circ}$ C あたり。
DC 減衰電圧係数	0.018 %、1 kV あたり。
遅延時間	
3 m ケーブル	14.7 ns
7.5 m ケーブル	33.3 ns

1 抵抗の温度は、20 kV rms、30 分間の使用で 60 $^{\circ}$ C 上昇します。

表 1-6：機械公称仕様

項 目	説 明
直径 (プローブ本体)	8.9 cm、最大。
長さ (プローブ本体)	34.5 cm
ケーブル長：	
3 m ケーブル	3.05 m
7.5 m ケーブル	7.62 m
補正ボックス	2.5 x 4.1 x 8.3 cm
質量：	
3 m ケーブル	0.66 kg
7.5 m ケーブル	0.75 kg
出荷質量 (アクセサリを含む)	
3 m ケーブル	2.85 kg
7.5 m ケーブル	2.93 kg

第2章 サービス情報

警告

校正用ゼネレータからは接触すると危険を伴うほどの高電圧が出力されます。ゼネレータが作動しているときは、GRアダプタの中心部やプローブ・チップの伝導部分には触れないように注意してください。

サービス情報に関して一般のオペレータがこの調整を行なうと事故を起こす恐れがあります。
機器内部のハードウェア操作を熟知しているエンジニア以外の方は決して操作しないで下さい。

サービス情報

安全確認

高電圧測定

本プローブを高電圧被測定回路に接続している場合、プローブ内部にも危険を伴うおそれのある高電圧が存在しています。危険防止のため、プローブ使用中は接続部分や内部部品には触れないでください。修理等のため本プローブを分解するときは、あらかじめ被測定回路との接続を外してください。

性能確認

性能確認手順を実行することにより第1章の「仕様」にある各項目が適用されます。この手順は受け入れチェックでも利用できます。手順については次項の「調整」で説明します。

1. DC減衰をチェックして、必要であれば調整します。
2. 低周波補正をチェックして、必要であれば調整します。
3. 過渡応答をチェックして、必要であれば調整します。
4. 周波数帯域をチェックして、立ち上がり時間を計算します。

調 整

本プローブを使用するにあたり、オシロスコープやその使用チャンネルを取り替えたときや、また周囲温度が前回の校正時より $\pm 15^{\circ}\text{C}$ 以上変化したときは再校正する必要があります。再校正のために必要な調整は補正ボックスにある調整穴から行います。プローブの基本的な補正手順は第1章の「プローブ補正」をご参照ください。

この項で紹介する数値や波形は調整のための目安です。正確な仕様については「仕様」の項をご参照ください。

補正に先立って必要なメンテナンスを実施しておく必要があります。補正中に発見された不良については、できるだけ早く修理してください。

テスト装置

表2-1に、テストに必要な装置を示します。類似装置を使用する場合は、設定の変更が必要な場合もあります。

準備

調整を行う前にテスト装置を20分以上通電して、動作が安定するようにしてください。

表 2-1 : テスト装置

装置名	仕 様	当社型名	項 目
オシロスコープ	入力インピーダンス : 1 M Ω 感度 : 1 mV/div 周波数帯域 : \geq 100 MHz	11402型、11A32型 プラグイン付き または TDS460型	全調整
校正用ゼネレータ	立ち上がり : \leq 10 ns 繰り返し率 : 1 MHz 振幅 : \geq 50 V	PG506A型 ^{1、2}	全調整
正弦波ゼネレータ	レンジ : \leq 50 kHz ~ 75 MHz 振幅 : \geq 5 V	SG503型 ²	周波数帯域
BNC オス ~ GR ア ダブタ		P/N 017-0064-00	全調整
BNC 50 Ω ターミ ネータ		P/N 011-0049-01	過渡応答、 立ち上がり 応答

1 ほとんどの測定ではオシロスコープ側で1mV/div以上の高感度が使用されます。ただし、プローブの減衰率1000:1を考慮にいれるため、立ち上がり応答を最適に調整するための十分な振幅表示が得られないときには、より大きな振幅出力が得られる校正用ゼネレータが必要です。

2 TM500シリーズまたはTM5000シリーズの電源モジュールが必要です。

補正手順

下記のような場合、プローブ補正が必要です。

- プローブ・ヘッドや補正ボックスを取り替えたとき。
- プローブを長期間使用せずに、補正がずれてしまったとき。

調整の前に補正ボックスの上部カバーを取り外す必要があります（図2-1参照）。上部カバーを元の位置に戻すときは、正しい位置に取り付けてください。位置がずれると調整穴と回路基板が一致せず、正しく調整できません。

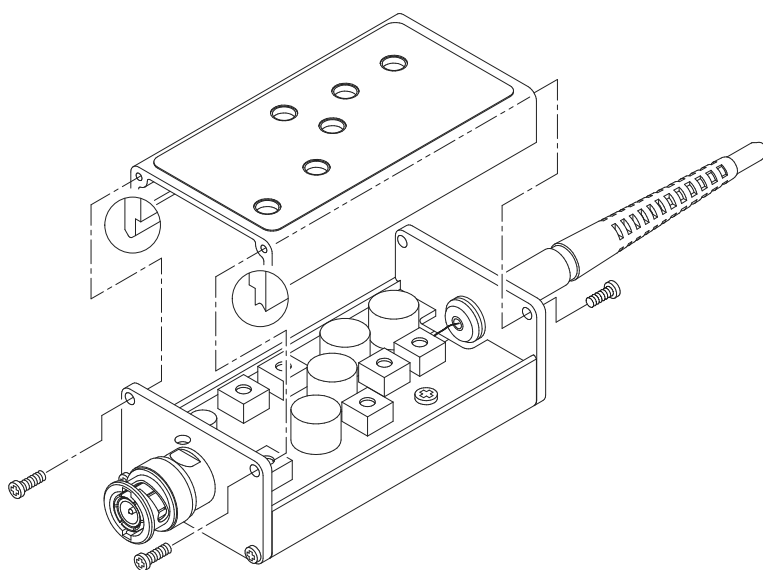


図 2-1: 補正ボックス

ここではDC減衰、低周波補正、および過渡応答のチェックと調整を行います。性能確認手順を実行する場合、最後に周波数帯域と立ち上がり時間の確認も行います。

DC減衰

1. 補正ボックスをオシロスコープへ接続します。
2. BNCオス～GRアダプタを校正用ゼネレータの高／標準振幅出力に接続します。プローブのグランド線はGRコネクタの外側へ接続します。

警告

校正用ゼネレータからは接触すると危険を伴うほどの高電圧が出力されます。ゼネレータが作動しているときは、GRアダプタの中心部やプローブ・チップの伝導部分には触れないように注意してください。

3. プローブ・チップをGRアダプタの中心伝導部へ差し込みます。
4. 校正用ゼネレータの標準振幅出力を50Vに設定します。PG506A型では1kHzの方形波が出力されます。

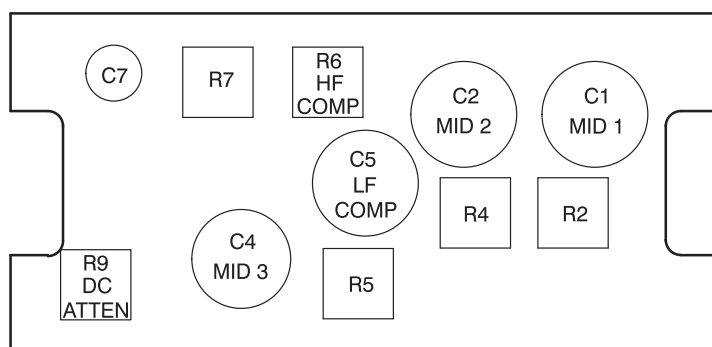


図 2-2: 調整位置

5. オシロスコープの時間軸を $500\mu\text{s}/\text{div}$ に、また垂直軸感度を $10\text{mV}/\text{div}$ （リードアウト・オブション付きの場合は $10\text{V}/\text{div}$ と表示）に設定します。
6. 波形を管面中央に置きます。
7. 波形振幅が $4.85\sim 5.15\text{div}$ となります。DC ATTEN (R9)を調整して 5div にします。このとき方形波前縁部のノイズ成分は無視します。調整位置は図2-2をご参照ください。

低周波補正

1. 校正用ゼネレータを高振幅出力に切り替え、周期を1msに設定します。パルスの振幅表示は5divとします。
2. オシロスコープの時間軸を $200\mu\text{s}/\text{div}$ に設定します。
3. 波形を管面中央に置きます。
4. LF COMP (C5)を調整して方形波の前縁部から後縁部にかけて平坦にします。
5. 波形上端を $\pm 5\%$ ($\pm 1.25\text{div}$)の範囲で平坦にします。次のステップ6から8までを繰り返します。

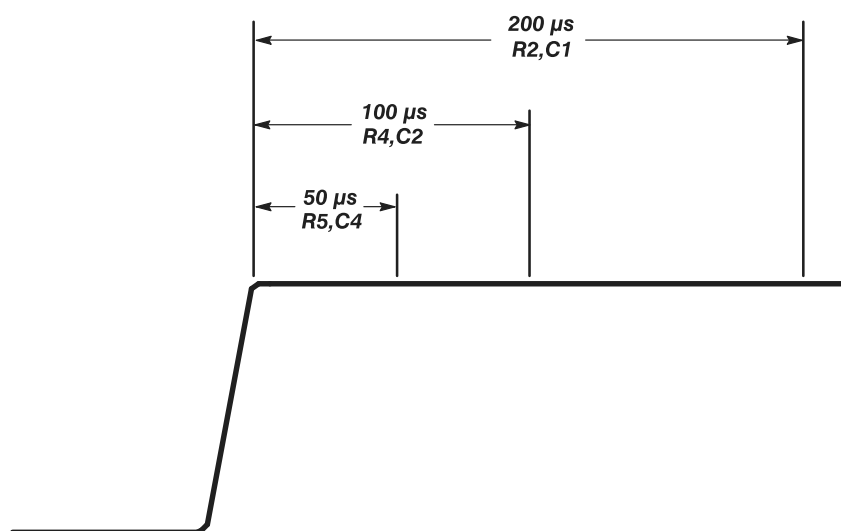


図 2-3: 補正領域

6. R2とC1を調整して前縁部から200 μ sにあたる部分を平坦にします（図2-3参照）。

注

図2-3は理想的な波形です。実際に表示される波形には若干のリングング・ノイズが含まれます。

7. R4とC2を調整して前縁部から100 μ sにあたる部分を平坦にします（図2-3参照）。
8. R5とC4を調整して前縁部から50 μ sにあたる部分を平坦にします（図2-3参照）。

必要に応じて上記ステップ4（C5）およびからステップ6から8まで（R2、R4、R5とC1、C2、C4）を繰り返して、方形波の上端が最も平坦になるように調整します。

過渡応答

1. 校正用ゼネレータのパルス振幅を最小にします。
2. 校正用ゼネレータの出力を立ち上がり時間10ns以内の方形波とします。当社のPG506A型を使用している場合は、高／標準ゼネレータ出力とBNCオス～GRアダプタの間に50Ωターミネーションを挿入します。
3. オシロスコープの時間軸を100ns/divに、また垂直軸感度を1mV/div（リードアウト・オプション付きの場合は1V/divと表示）に設定します。
4. 校正用ゼネレータの周期を1μsに設定し、パルスの振幅表示は5divとします。
5. 波形を管面中央に置きます。
6. 波形全体を平坦にします。前縁部はオーバーシュートのない程度で鋭い立ち上がりとします。以下、ステップ7と8を繰り返します。
7. HF COMP (R6)を調整して、前縁部が平坦になるようにします。
8. R7とC7を調整して、前縁部をオーバーシュートの起こらない程度で鋭い立ち上がりとします。

必要に応じて上記ステップ7（R6）およびステップ8（R7、C7）を繰り返して、最適な応答が得られるようにします。

周波数帯域と立ち上がり時間の確認

以下は性能確認手順の一部です。調整手順を実行する際には不要です。

1. 校正用ゼネレータを正弦波ゼネレータと取り替えます。
2. オシロスコープの垂直軸を1mV/div（リードアウト・オプション付きでは1V/div表示）に、また時間軸を10 μ s/divに設定します。
3. ゼネレータの周波数を50kHzに、また振幅を5div表示にします。
4. オシロスコープの表示を確認しながらゼネレータの周波数を変化させます。
 - 3m(10ft)ケーブルでは75MHz
 - 7.5m(25ft)ケーブルでは25MHz

3m(10ft)ケーブルでは75MHz以内、7.5m(25ft)ケーブルでは25MHz以内の周波数で振幅がもっとも小さくなる点を見つけます。
5. その波形振幅がステップ3の大きさに比べて少なくとも0.707倍の3.5divになることを確認します。

この手順から立ち上がり時間を直接チェックすることはできません。立ち上がり時間は次の式から求められます。

$$\text{立ち上がり時間} = 0.35 / \text{周波数帯域幅}$$

メンテナンス

この項では予防メンテナンス、矯正メンテナンス、および部品交換の手順について説明します。

予防メンテナンス

予防メンテナンスにはクリーニングおよび目視検査の2種類があります。

注意

プローブ前部のゴム製クッション・リングは取り外さないでください。このリングはプローブ本体に固定されています。無理に取り外してしまうと、プローブが損傷を受けて適正な測定ができなくなってしまうます。

クリーニング

プローブ本体にほこり等がたまると伝導経路が形成され、正しい測定ができなくなってしまうます。プローブをクリーニングする方法を以下に説明します。

プローブ本体：傷ついて最もアークしやすい部分は、プローブ・チップとシールド・スリーブの間です（図2-4参照）。この部分にほこり等がたまっている場合、湿った布や小ブラシでクリーニングしてください。

注意

プローブ本体をクリーニングするときは、弱い洗浄剤で湿らせた布を使います。化学性の洗浄剤を使うと、プローブ本体、ケーブル、および補正ボックスで使われている材質が損傷を受けるおそれがありますので、避けてください。

補正ボックス：補正ボックスの中をクリーニングする必要はほとんどありません。クリーニングがどうしても必要な場合は、乾燥した低速のエア・システムで、たまったほこり等を吹き飛ばしてください。残ったほこりは柔らかいブラシで取り除いてください。狭い場所や回路部品をクリーニングするときは綿棒を使うと便利です。

目視検査

使用頻度に応じて補正ボックスの中を目視検査して、部品のゆるみや熱損傷がないことを確認してください。目視検査で発見された不良の中でも、特に熱損傷がある場合、注意が必要です。熱損傷の原因にはプローブ自体の不良および誤使用が考えられます。熱損傷の本当の原因を取り除いて、再発を防いでください。

分解と組み立て

プローブ・ヘッドおよび補正ボックスの部品を交換する手順を説明します。

注

部品を交換した後は第2章の「補正手順」を実施する必要があります。

プローブ・ヘッド

プローブ・ヘッドは図2-4に示された部品から構成されています。以下の手順ではこの図を参照しながら各ステップを進めてください。

注意

ゴム・リングの取り外し

プローブ・インナ部の前部にあるゴム製のクッション・リングを無理に取り外すと、プローブが損傷を受け、性能が劣化するおそれがあります。このリングは接着剤で固定されていて、通常は外せないようになっています。

注意

インナ部の分解

インナ部は分解しないでください。インナ部の中の部品は一般のユーザが交換することはできません。インナ部を分解しようとする则内部が損傷を受けるおそれがあります。

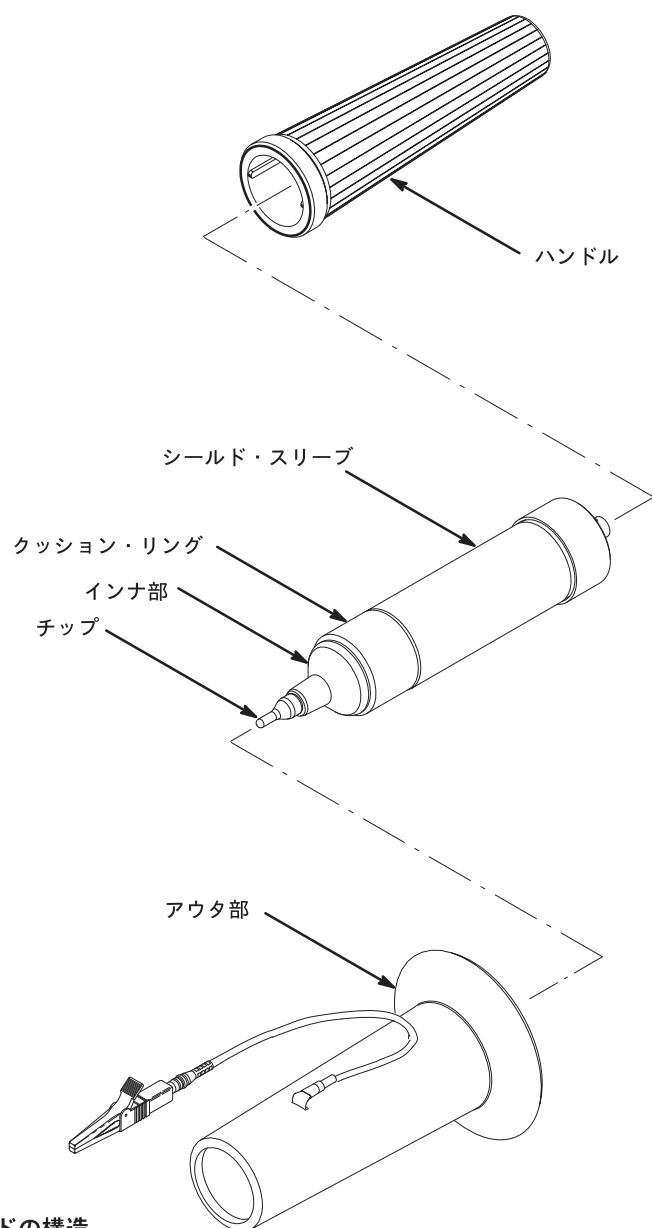


図 2-4: プローブ・ヘッドの構造

分 解

1. プローブ・チップを回して外します。
2. アウタ部からプラスチック製のプローブ・ハンドルを外し、そのハンドルをケーブルに沿って後方にスライドさせます。プラスチック製のアウタ部を取り外します。
3. BNCケーブルを取り外します。

組み立て

1. アウタ部のスロットを通してグラウンド線コネクタを差し込みます。インナ部をアウタ部に差し込みます。このときインナ部とアウタ部がうまく組み合わさるように、グラウンド線を前方に若干持ち上げるようにします。
2. ケーブルをプローブ・ヘッドのBNCに接続します。
3. ハンドルを元の位置に回して取り付けます。
4. プローブ・チップを取り付けます。

補正ボックス

補正ボックスは本体とケーブル、および他の装置と接続するBNCコネクタから構成されます。本体からケーブルまたはBNCを取り外す方法と取り付けの方法を説明します。

分 解

1. 補正ボックスの上カバーを取り外します。
2. ケーブルまたはBNCを接続しているハンダ付けを取り外します。
3. ケーブル・ブッシングまたはBNCを取り外します。

組み立て

1. ケーブル・ブッシングまたはBNCを所定の位置に取り付けます。
2. 中心の導線を回路基板上のハンダ・パッドに置き、ハンダ付けします。
3. 補正ボックスの上カバーを取り付けます。このとき図2-1を参照して、正しい方向で取り付けます。これにより調整穴と回路基板上の調整位置が一致します。

保証規定

保証期間 (納入後 1 年間) 内に、通常の取り扱いによって生じた故障は無料で修理いたします。

1. 取扱説明書、本体ラベルなどの注意書きに従った正常な使用状況で保証期間内に故障した場合には、販売店または当社に修理をご依頼下されば無料で修理いたします。なお、この保証の対象は製品本体に限られます。
2. 転居、譲り受け、ご贈答品などの場合で販売店に修理をご依頼できない場合には、当社にお問い合わせください。
3. 保証期間内でも次の事項は有料となります。
 - 使用上の誤り、他の機器から受けた障害、当社および当社指定の技術員以外による修理、改造などから生じた故障および損傷の修理
 - 当社指定外の電源(電圧・周波数)使用または外部電源の異常による故障および損傷の修理
 - 移動時の落下などによる故障および損傷の修理
 - 火災、地震、風水害、その他の天変地異、公害、塩害、異常電圧などによる故障および損傷の修理
 - 消耗品、付属品などの消耗による交換
 - 出張修理(ただし故障した製品の配送料金は、当社負担)
4. 本製品の故障またはその使用によって生じた直接または間接の損害について、当社はその責任を負いません。
5. この規定は、日本国内においてのみ有効です。
(This warranty is valid only in Japan.)
 - この保証規定は本書に明示された条件により無料修理をお約束するもので、これによりお客様の法律上の権利を制限するものではありません。
 - ソフトウェアは、本保証の対象外です。
 - 保証期間経過後の修理は有料となります。詳しくは、販売店または当社までお問い合わせください。

お問い合わせ

製品についてのご相談・ご質問につきましては、下記までお問い合わせください。

お客様コールセンター

TEL 03-6714-3010  **FAX 0120-046-011**

東京都港区港南台2-15-2 インターシティB棟6F 〒141-0001

電話受付時間／9:00～12:00 13:00～19:00 月曜～金曜 (休祝日を除く)

E-Mail: ccc.jp@tektronix.com

URL: <http://www.tektronix.co.jp>

修理・校正につきましては、お買い求めの販売店または下記サービス受付センターまでお問い合わせください。

(ご連絡の際に、型名、故障状況等を簡単にお知らせください)

サービス受付センター

 **TEL 0120-741-046** **FAX 0550-89-8268**

静岡県御殿場市神場 143-1 〒412-0047

電話受付時間／9:00～12:00 13:00～19:00 月曜～金曜 (休祝日を除く)