TCP202A 型
50 MHz、15 A AC/DC 電流プローブ
取扱説明書

077-0332-00

Tektronix

TCP202A 型
50 MHz、15 A AC/DC 電流プローブ
取扱説明書

www.tektronix.com

077-0332-00

Tektronix

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

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

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

Tektronix 連絡先

Tektronix, Inc.
14150 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

製品情報、代理店、サービス、およびテクニカル・サポート:

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

保証

当社では、本製品において、出荷の日から 1 年間、材料およびその仕上がりについて欠陥がないことを保証します。この保証期間中に製品に欠陥があることが判明した場合、当社では、当社の裁量に基づき、部品および作業の費用を請求せずに当該欠陥製品を修理するか、あるいは当該欠陥製品の交換品を提供します。保証時に当社が使用する部品、モジュール、および交換する製品は、新しいパフォーマンスに適応するために、新品の場合、または再生品の場合もあります。交換したすべての部品、モジュール、および製品は当社で保有されます。

本保証に基づきサービスをお受けいただくため、お客様には、本保証期間の満了前に当該欠陥を当社に通知していただき、サービス実施のための適切な措置を講じていただきます。お客様には、当該欠陥製品を梱包していただき、送料前払いにて当社指定のサービス・センターに送付していただきます。本製品がお客様に返送される場合において、返送先が当該サービス・センターの設置されている国内の場所であるときは、当社は、返送費用を負担します。しかし、他の場所に返送される製品については、すべての送料、関税、税金その他の費用をお客様に負担していただきます。

本保証は、不適切な使用または不適切もしくは不十分な保守および取り扱いにより生じたいかなる欠陥、故障または損傷にも適用されません。当社は、以下の事項については、本保証に基づきサービスを提供する義務を負いません。a) 当社担当者以外の者による本製品のインストール、修理またはサービスの試行から生じた損傷に対する修理。b) 不適切な使用または互換性のない機器への接続から生じた損傷に対する修理。c) 当社製ではないサプライ用品の使用により生じた損傷または機能不全に対する修理。d) 本製品が改造または他の製品と統合された場合において、改造または統合の影響により当該本製品のサービスの時間または難度が増加したときの当該本製品に対するサービス。

この保証は、明示的または黙示的な他のあらゆる保証の代わりに、製品に関して当社がお客様に対して提供するものです。当社およびベンダは、商品性または特定目的に対する適合性についての一切の黙示保証を否認します。欠陥製品を修理または交換する当社の責任は、本保証の不履行についてお客様に提供される唯一の排他的な法的救済となります。間接損害、特別損害、付随的損害または派生損害については、当社およびそのベンダは、損害の実現性を事前に通知されていたか否に拘わらず、一切の責任を負いません。
[W2 - 15AUG04]

目次

安全にご使用いただくために v
安全に保守点検していただくために viii
適合性に関する情報 ix
基準認可と準拠 ix
環境への配慮 xi
まえがき xiii
マニュアル xiii
本マニュアルの表記規則 xiii
修理のためのプローブの返送 xiv
主な特長 1
プローブの接続 2
..... 2
プローブの消磁 5
プローブのコントロールと機能 6
補正ボックスのコントロール 6
プローブ・ヘッドのコントロールと機能 8

機能チェック 10
基本操作 12
アプリケーション例 15
インダクタンス測定 15
インダクタの巻数の測定 19
アクセサリとオプション 21
オプショナル・アクセサリ 24
オプション 28
プロービングの原理 29
開口部に非通電状態の導体を入れた状態でのプローブの消磁 29
差動電流の測定 30
電流レンジの拡大 32
感度の向上 35
コモン・モード・ノイズ／磁場エラー 36
最大電流限界値 37
仕様 41
保証特性 41
代表特性 42
公称特性 48
性能検査 49
必要な機器 49
DC 電流ループの作成 51

機器の設定 52
DC ゲイン確度 53
立上り時間と帯域幅 56
検査記録 58
調整 59
必要な機器と設定 59
調整手順 60
メンテナンス 63
トラブルシューティング 63
クリーニング 65
索引

安全にご使用いただくために

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

安全にご使用いただくために、本製品の指示に従ってください。

資格のあるサービス担当者以外は、保守点検手順を実行しないでください。

火災や人体への損傷を避けるには

接続と切断は正しく行ってください。プローブと検査リードは、電圧ソースに接続されている間は着脱しないでください。

接続と切断は正しく行ってください。被測定回路の電源を切ってから、電流プローブの着脱を行ってください。

接続と切断は正しく行ってください。プローブ出力を測定機器に接続してから、プローブを被測定回路に接続してください。被測定回路にプローブの基準リードを接続してから、プローブ入力を接続してください。プローブ入力とプローブの基準リードを被測定回路から取り外した後で、プローブを測定機器から取り外してください。

本製品を接地してください。本製品は、メインフレームの電源コードのグランド線を使用して間接的に接地します。感電を避けるため、グランド線をアースに接続する必要があります。本製品の入出力端子に接続する前に、製品が正しく接地されていることを確認してください。

すべての端子の定格に従ってください。火災や感電の危険を避けるために、本製品のすべての定格とマーキングに従ってください。本製品に電源を接続する前に、定格の詳細について、製品マニュアルを参照してください。

電流プローブを、その定格電圧を超える電圧がかかっている電線に接続しないでください。

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

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

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

湿気の多いところでは動作させないでください。

爆発性のあるガスがある場所では使用しないでください。

製品の表面を清潔で乾燥した状態に保ってください。

本マニュアル内の用語

本マニュアルでは、次の用語を使用します。

警告： 人体や生命に危害をおよぼすおそれのある状態や行為を示します。

注意： 本製品やその他の接続機器に損害を与える状態や行為を示します。

本製品に関する記号と用語

本製品では、次の用語を使用します。

- DANGER: ただちに人体や生命に危険をおよぼす可能性があることを示します。
- WARNING: 人体や生命に危険をおよぼす可能性があることを示します。
- CAUTION: 本製品を含む周辺機器に損傷を与える可能性があることを示します。

本製品では、次の記号を使用します。

注意
マニュアル参照

危険電圧の非絶縁導体に接続したり、非絶縁導体から取り外したりしないでください。

ワレモノ
落とさないでください

安全に保守点検していただくために

資格のあるサービス担当者のみが、保守点検手順を実行する必要があります。保守点検手順を実行する前に、この『安全に保守点検していただくために』と『安全にご使用いただくために』をお読みください。

一人だけで保守点検しないでください: 応急処置と救急蘇生ができる人の介在がないかぎり、本製品の内部点検や調整を行わないでください。

電源を切断してください: 感電を避けるため、機器の電源を切り、電源コードを電源コンセントから抜いてください。

電源オン時の保守点検には十分注意してください: 本製品には、危険な電圧や電流が存在している可能性があります。保護パネルの取り外し、はんだ付け、コンポーネントの交換をする前に、電源の切断、バッテリの取り外し（可能な場合）、試験導線の切断を行ってください。

感電を避けるため、露出している接続部には触れないでください。

適合性に関する情報

このセクションでは、本機器が適合している安全基準および環境基準について説明します。

基準認可と準拠

EC 適合宣言（低電圧）

『Official Journal of the European Communities』に記載の以下の基準に準拠します。

低電圧指令 2006/95/EC

- EN 61010-1: 2001：測定、制御および実験用途の電子装置に対する安全基準。
- EN 61010-2-032:2002：電気計測および試験機器用のハンドヘルド電流クランプに対する特定要求事項。

米国の国家認定試験機関のリスト

- UL 6010B-2-032:2003：電気計測および試験機器用のハンドヘルド電流クランプに対する特定要求事項。
- UL 61010-1（第 2 版）：測定、制御、および研究用途の電子装置に対する安全基準、第 1 部: 一般要件。

カナダ規格

- CAN/CSA C22.2 No. 61010-1-04：測定、制御、および研究用途の電子装置に対する特定要件、第 1 部。
- CAN/CSA C22.2 No. 61010-2-032:04：電気計測および試験用ハンドヘルド電流クランプに対する特定要件。

その他の規格

- IEC 61010-1: 2001:測定、制御、および実験用途の電子装置に対する安全基準。
- IEC 61010-2-032:2002:電気計測および試験機器用のハンドヘルド電流クランプに対する特定要求事項。

機器の種類

測定

汚染度

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

- 汚染度 1:汚染なし、または乾燥した非伝導性の汚染のみが発生します。このカテゴリの製品は、通常、被包性、密封性のあるものか、クリーン・ルームでの使用を想定したものです。
- 汚染度 2:通常、乾燥した非伝導性の汚染のみが発生します。ただし、結露によって一時的な導電性が発生することもまれにあります。これは、標準的なオフィスや家庭内の環境に相当します。一時的な結露は製品非動作時のみ発生します。
- 汚染度 3:伝導性のある汚染、または結露のために伝導性のある汚染となる乾燥した非伝導性の汚染。これらは、温度、湿度のいずれも管理されていない屋内環境に相当します。日光や雨、風に対する直接の曝露からは保護されている領域です。
- 汚染度 4:伝導性のある塵、雨、または雪により持続的に伝導性が生じている汚染。これは一般的な屋外環境に相当します。

汚染度

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

環境への配慮

このセクションでは本製品が環境におよぼす影響について説明します。

使用済み製品の処理方法

機器またはコンポーネントをリサイクルする際には、次のガイドラインを順守してください。

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

このマークは、本製品が WEEE(廃棄電気・電子機器)およびバッテリに関する指令 2002/96/EC および 2006/66/EC に基づき、EU の諸要件に準拠していることを示しています。リサイクル方法については、当社の Web サイト(www.tektronix.com)のサービス・セクションを参照してください。

有害物質に関する規制

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

まえがき

このマニュアルでは、TCP202A 型電流プローブの取り付けと操作方法について説明します。また、プローブの基本的な操作と概念についても説明します。このマニュアルおよび関連する情報については、当社の Web ページからもアクセスできます。

マニュアル

参照項目	使用するマニュアル *
TCP202A 型プローブ初めての操作、機能チェック、基本操作、仕様、性能検査	この取扱説明書をお読みください。
オシロスコープの詳細な操作、ユーザ・インタフェース・ヘルプ、GPIB コマンド	ホスト機器の Help メニューで、オンライン・ヘルプを参照してください。

* 機器にインストールされているドキュメンテーションを参照するには、タスク・バーの Start をクリックして、Programs > TekApplications の順に選択してください。

本マニュアルの表記規則

このマニュアルでは、手順番号を示すために次のアイコンを使用しています。

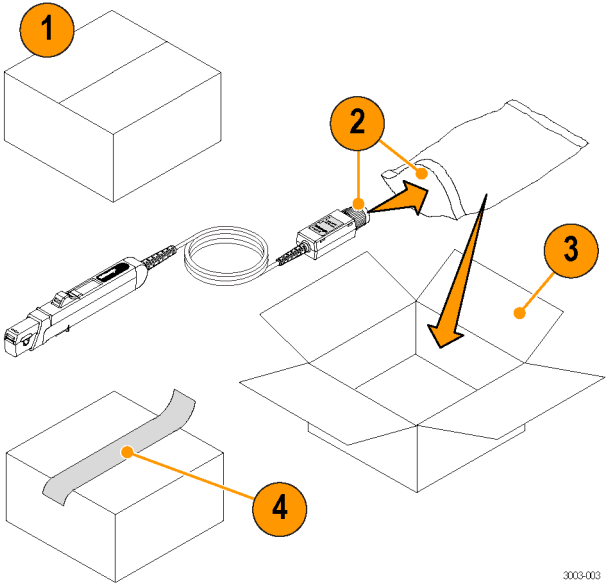
1

修理のためのプローブの返送

プローブの修理が必要な場合は、プローブを当社に返送してください。元の梱包資材が使用に適していないか、見つからない場合は、次のガイドラインに従って梱包してください。

輸送の準備

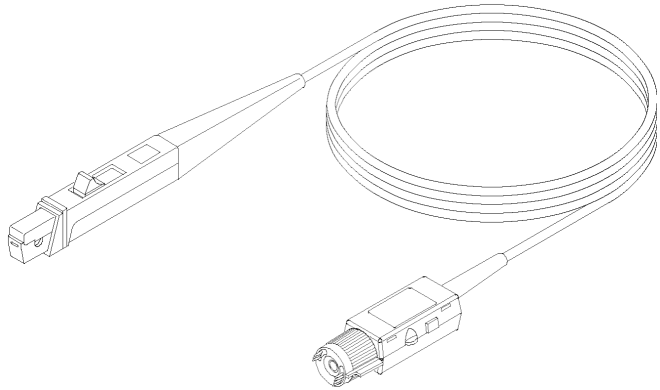
1. 内寸がプローブの寸法より少なくとも 2.5 cm 大きい、輸送用の段ボール箱を用意します。この箱は、少なくとも 90 kg の強度を持っていることがテストで確認されている必要があります。
2. プローブを湿気から防ぐために、帯電防止バッグに入れるか、包装材で包みます。
3. プローブを段ボール箱に収め、軽いパッキング材を使用して動かないようにします。
4. ガムテープで段ボール箱を密閉します。
5. 送付先の住所については、このマニュアルの最初のページに記載されている「Tektronix 連絡先」を参照してください。



主な特長

TCP202A 型電流プローブは DC ～ 50 MHz の電流を正確に測定することができます。このプローブは、実績のあるホール効果技術と Tektronix TekProbe オシロスコープ・インタフェースを兼ね備えています。主な特長は次のとおりです。

- 帯域幅 50 MHz 以上、立上り時間 7.0 ns 未満
- AC/DC 測定機能
- DC 確度 3%（代表値）
- ワン・ボタン消磁／自動ゼロ機能
- ホスト機器上での直接スケーリングおよび単位のリードアウト



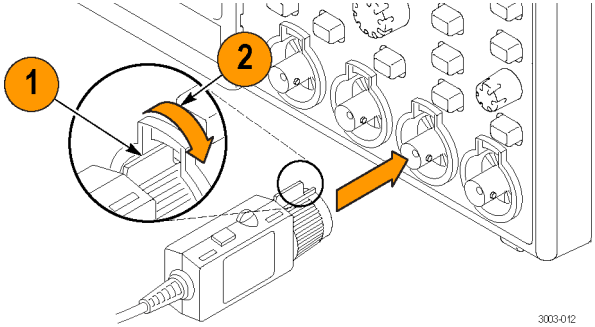
プローブの接続

TCP202A 型電流プローブは、Tektronix TekProbe および TekVPI インタフェースを持つオシロスコープで使用できます。

TekProbe インタフェースのオシロスコープとの接続

TCP202A 型電流プローブは、Tektronix TekProbe インタフェースを持つオシロスコープに直接接続することができます。

1. プローブ・コネクタの突起をオシロスコープの入力コネクタの溝に合わせて、コネクタを押し込みます。
2. プローブ・コネクタを時計方向に回してプローブをオシロスコープに固定します。

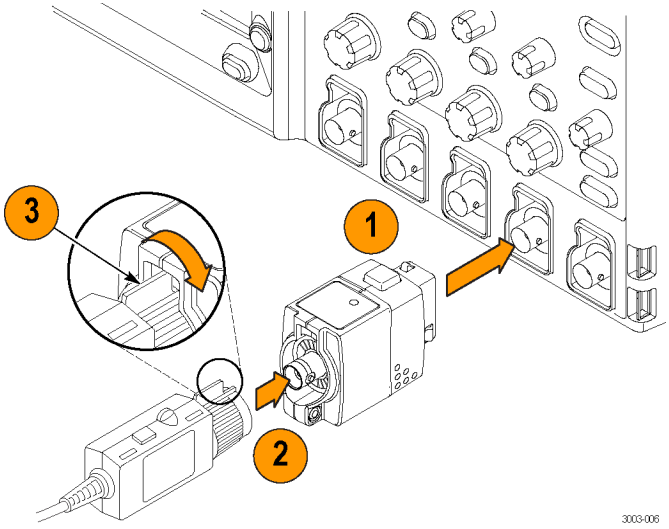


TekVPI インタフェースのオシロスコープとの接続

また、図に示すオプションの TPA-BNC アダプタを使用して、プローブを Tektronix TekVPI インタフェースのオシロスコープで使用することもできます。

このアダプタにより、TekVPI インタフェースのオシロスコープは TekProbe インタフェースのプローブを認識でき、プローブへの必要な電源の供給、シリアル通信、オフセット制御を行うことができます。

1. TPA-BNC 型アダプタをオシロスコープに接続します。アダプタが完全に噛み合うと、カチッと音がします。
2. プローブをアダプタの入力に接続します。
3. プローブ・コネクタを時計方向に回してしっかり固定します。



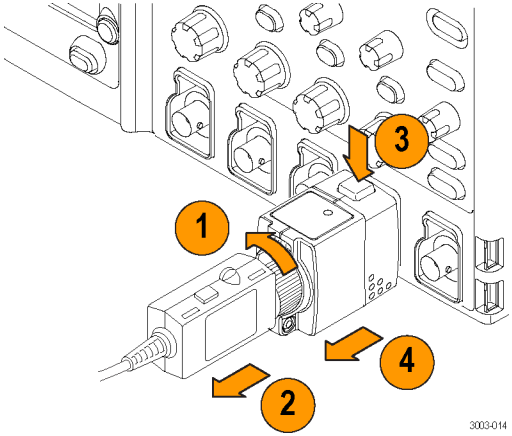
プローブの取り外し

プローブを取り外すには、次のようにします。

1. プローブのコネクタを反時計方向に回します。
2. プローブをアダプタ(または、直接接続の場合は機器)から引き抜きます。

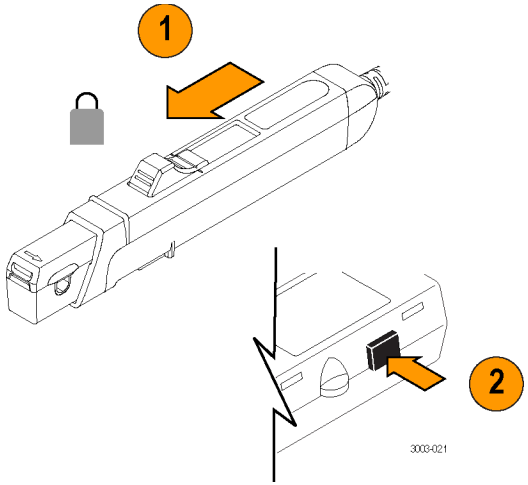
アダプタを取り外すには、次のようにします。

3. ラッチ・ボタンを押し下げます。
4. アダプタを機器から引き抜きます。



プローブの消磁

1. プローブを消磁するには、まずプローブの開口部が完全に閉じていることを確認します。
2. プローブの横の DEGAUSS（消磁）ボタンを押します。



ヒント

測定の確度を維持するために、次の場合にはプローブを消磁してください。

- 測定システムの電源をオンにし、20 分間のウォーム・アップ期間が終了した後
- プローブを導体に接続する前
- プローブを強力な外部磁界にさらした場合

プローブのコントロールと機能

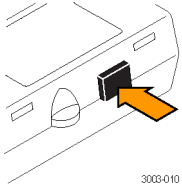
TCP202A 型プローブは、補正ボックスとプローブ・ヘッドの両方にコントロールがあります。

補正ボックスのコントロール

Degauss（消磁）ボタン

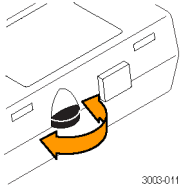
プローブを消磁するには、次の手順を実行します。

1. プローブを電流源から取り外します。
2. スライダを閉じてロックします。
3. Degauss（消磁）ボタンを押して、消磁ルーチンを開始します。



Balance（バランス）コントロール

BALANCE（バランス）コントロールを回して、プローブ出力に残る小さな DC オフセットをなくします。バランス・コントロールで DC オフセットを完全に取り除けない場合は、プローブの消磁を行います。



注： サムホイールで DC オフセットをゼロにできない場合は、プローブ・ヘッドの底にある穴からバランス粗調整にアクセスすることができます (9 ページ「バランス粗調整コントロール」参照)。

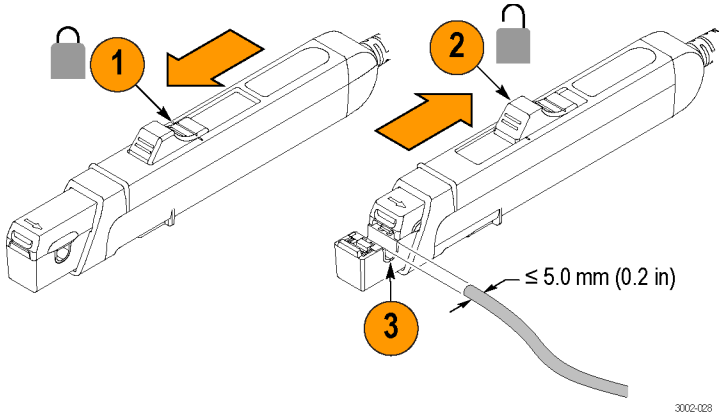
プローブ・ヘッドのコントロールと機能

スライダと導体開口部

1. プローブの消磁や測定は、スライダがロック位置にあるときに行うことができます。
2. 開口部で導体を挟んだり、外したりする場合は、スライダをロック解除の位置までずらします。
3. 開口部は、最大直径が 5 mm(0.2 インチ)の導体までを受け入れることができます。

警告: プローブを破損しないために、直径が 5 mm(0.2 インチ)を超える導体は開口部に入れないでください。

4. 安全取り扱いゾーン:測定する際には、指を安全境界より後ろに保つようにしてください。



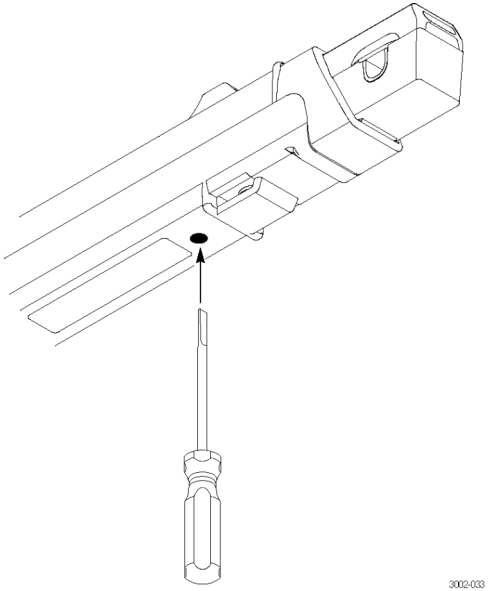
注意： プローブ・ヘッド は精密部品です。プローブを落としたり、物理的な衝撃、歪み、および環境条件下での急激な変化を与えないようにしてください。プローブの開口部に、直径 5.0 mm（0.20 インチ）を超える導体を挿入しないでください。プローブが損傷する恐れがあります。

バランス粗調整コントロール

微調整用サムホイールでは範囲が狭過ぎて、プローブ出力をゼロにできない場合は、このコントロールを使用してプローブのバランスを調整します。

バランス粗調整には、プローブ・ヘッドの底面の穴を通してアクセスすることができます。

まずサムホイールを中央位置に設定し、絶縁マイナス・ツールを使用してバランス粗調整でオフセットをゼロにします。



機能チェック

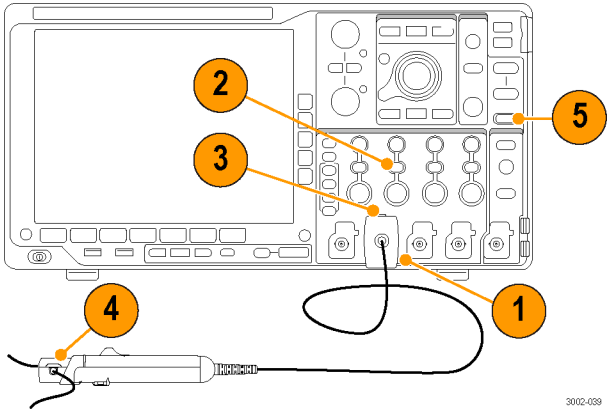
次の手順で、プローブが正常に動作していることを確認します。プローブが保証仕様を満たしているかどうかを確認するには、「性能検査」の手順を参照してください (49 ページ参照)。

注意: プローブの開口部は、直径 5.0 mm (0.20 インチ) 以下の絶縁導体を受け入れることができます。プローブの開口部に、直径 5.0 mm を超える導体を挿入しないでください。プローブが損傷する恐れがあります。

プローブが正常に動作していることを確認するには、次の手順を実行します。

1. オシロスコープの任意のチャンネルにプローブを接続します。
2. プローブのチャンネルが表示されるようにオシロスコープを設定します。
3. DEGAUSS（消磁）ボタンを押します。
4. プローブを回路にクランプします。
5. オシロスコープを調整するか、あるいはオートセット機能を使用して、安定した波形を表示します。

   安定した波形が表示される場合は、プローブは正常に動作しています。



基本操作

注意: プローブ開口部に、直径 5.0 mm (0.20 インチ) を超える導体を無理に挿入しないでください。プローブが損傷する恐れがあります。

プローブ・ヘッドのトランスフォーマの接続表面は精密研磨されており、注意深く取り扱う必要があります。プローブ・ヘッドのトランスフォーマの接続表面が汚れていると、良い測定結果が得られないことがあります。プローブ・ヘッドのトランスフォーマの表面を清掃する方法については、このマニュアルの「メンテナンス」のセクションを参照してください。

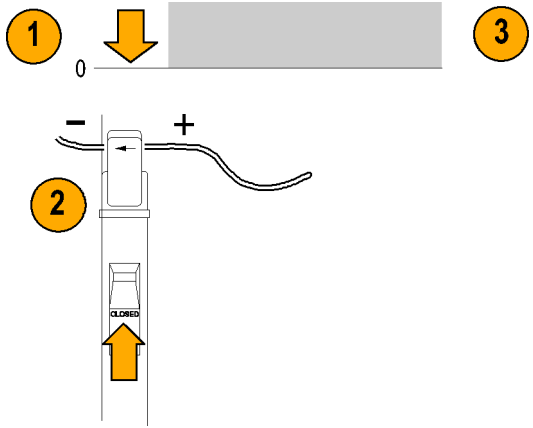
1. オシロスコープの表示を確認してから、プローブを導体に接続します。

   DC オフセットが存在する場合は、プローブを消磁してゼロ調整を行います(5 ページ「プローブの消磁」参照)。

2. プローブの開口部で導体を挟み、開口部を閉じてロックします。

   正しい極性の読み取り値を得るために、プローブをジョーの矢印に合わせて、電流の流れが正から負の方向になるように接続します。

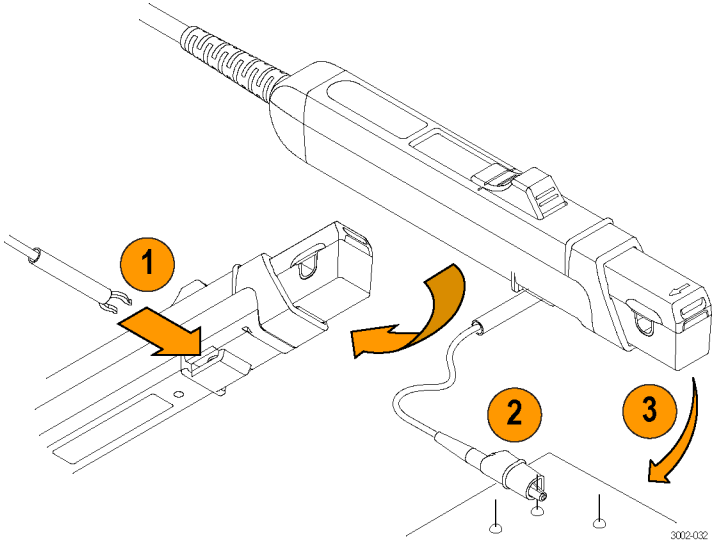
3. オシロスコープに表示される測定値を読み取ります。



プローブの接地

グランド・リードを使用すると、高周波数での EMI 除去性能が改善されます。

1. グランド・リードを、プローブ・ヘッドの底部のグランド・ポストに留めます。
2. クリップのワニロクリップ端を回路のグランドに接続します。
3. プローブを回路に接続します。



アプリケーション例

このセクションでは、プローブを一般的なトラブルシューティング作業で使用する方法、および測定システムをより広く使用する方法について説明します。

インダクタンス測定

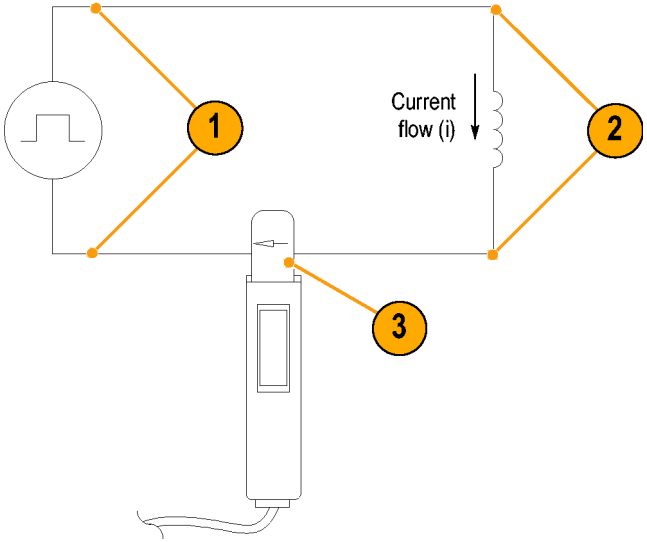
電流プローブを使用すると、低インピーダンスまたは高インピーダンスの、既知のパルス源を持つコイルのインダクタンスを測定できます。

低インピーダンスのパルス源

この図は、出力インピーダンスの非常に低い定電圧パルス・ゼネレータに低抵抗値のインダクタを接続した場合を示しています。

1. インダクタを、パルス・ゼネレータの出力端子の両端に接続します。
2. インダクタの両端の電圧を一定に保ちます。
3. 信号源のリードの片方に電流プローブをクランプします。

注：プローブのインピーダンスが回路全体のインダクタンスのかなりの部分を占める場合は、測定確度に影響します。プローブの挿入インピーダンスについては、プローブの仕様を参照してください。



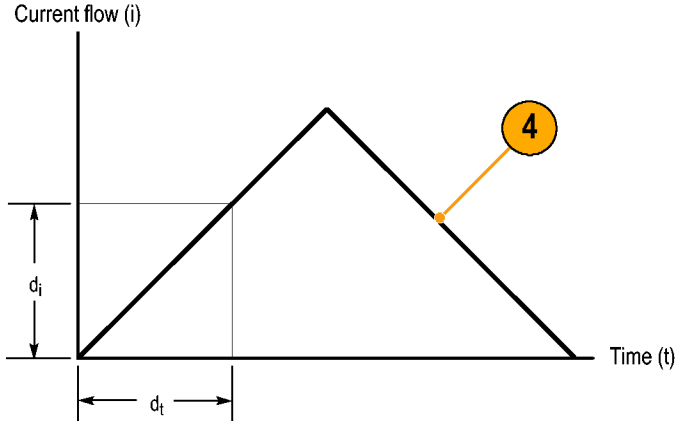
4. 電流ランプを測定します。インダクタンスは、事実上ここに示す電流ランプのスロープによって定義されます。

5. 次の公式を使用して、インダクタンスを計算します。

$$L = \frac{-E}{\frac{di}{dt}}$$

ここで、

L は、ヘンリー単位のインダクタンス、
E は、パルス・ゼネレータの電圧、
dt は、時間変化量、
di は、電流変化量を示します。



高インピーダンスのパルス源

パルス源が既知の抵抗値を持ちインピーダンスが高い場合、電流の増加と共に出力電圧が低下し、コイルのインダクタンスは充電曲線の時定数から計算できます。

電流ランプからインダクタンスの公式で使用する値を求めます。

この公式を使用して、電流測定に基づいてインダクタンスを計算します。

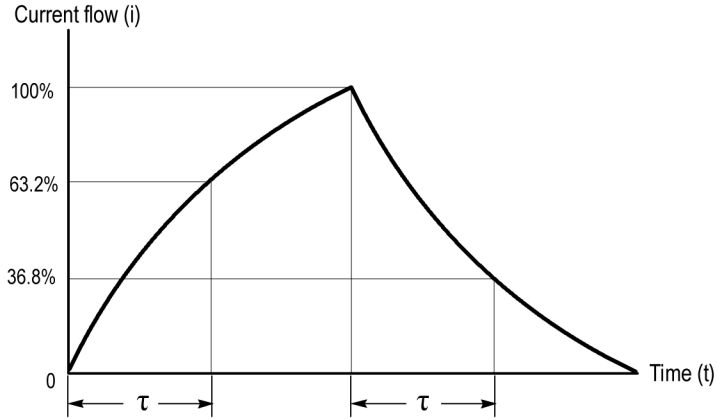
$$L = \tau R$$

ここで、

L は、ヘンリー単位のインダクタンス、

τ は、電流が全電流値の 63.2% まで上昇、または全電流値から 63.2% 低下するのに要する時間、および

R は、パルス・ゼネレータの出力抵抗値を示しています。



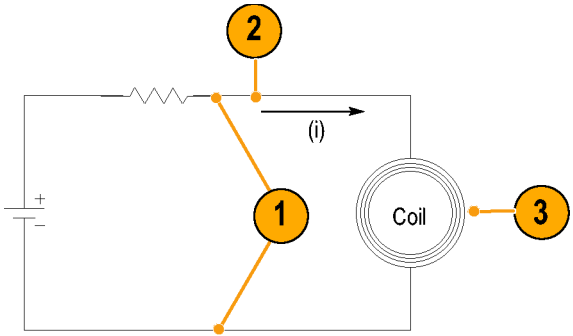
インダクタの巻数の測定

インダクタのおおよその巻数を求めるには、次の手順を実行します。

1. 図のように、インダクタを電流制限された電流源に接続します。
2. インダクタ・リードの片方で入力電流を測定します。
3. 電流プローブでインダクタをクランプし、電流値を記録します。

巻数は、コイル電流と入力電流の比率に等しくなります。

この方法の確度は、電流の測定確度に制約されます。

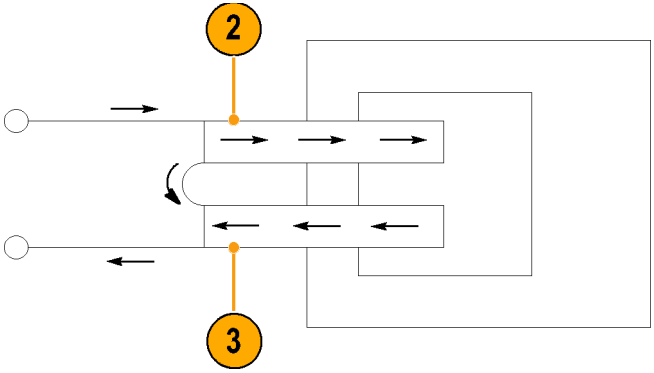


より正確な巻数を測定するには、巻数がわかっているコイルを基準として使用する必要があります。その場合は、次の手順を実行します。

1. 上で説明した手順 1 および 2 を繰り返し、次の変更を行います。
2. 基準のコイルを電流プローブに挿入します。
3. 図のように、テスト・コイルと基準コイルの電流の方向が逆になるように、テスト・コイルを電流プローブに挿入します。コイル電流の極性を確認して、テスト・コイルの巻数が基準コイルよりも少ないか多いかを判定します。巻数は、次の公式を使用して計算します。

$$N_2 = N_1 \times (I_m \div I_1)$$

ここで、
N はテスト・コイルの巻数、
N は基準コイルの巻数、
I は測定されたコイル電流、および
I は入力電流を示しています。



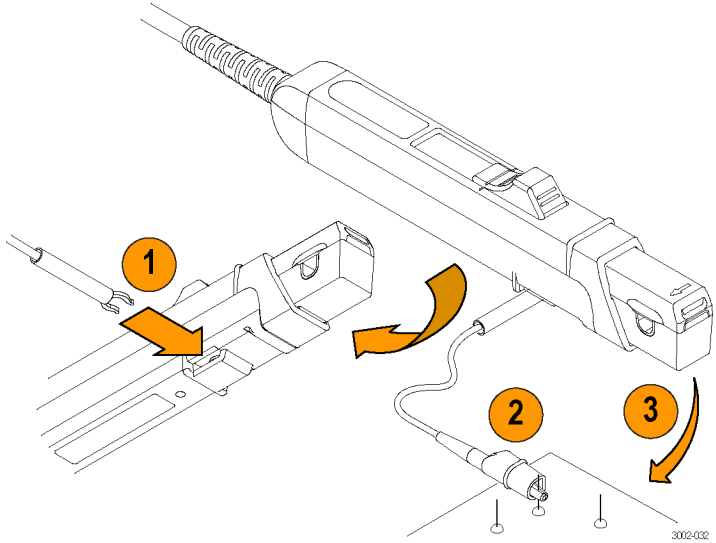
アクセサリとオプション

このセクションでは、プローブのスタンダード・アクセサリと、それらの使用方法について説明しています。ニーズに最適なアクセサリを選択できるように、必要に応じて仕様も記載してあります。

プローブ・グランド・リード

1. 小さいクリップを、プローブ本体のグランド・スタブに固定します。
2. ワニロクリップを回路に留めます。
3. プローブを回路に取り付けます。

追加注文の場合は、当社部品番号 196-3521-xx、数量 1

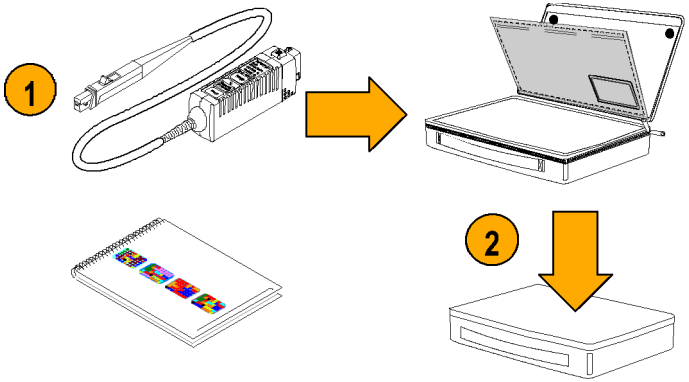


ポーチおよび中仕切り付きのナイロン製キャリング・ケース

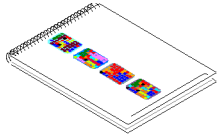
キャリング・ケースを使用して、プローブ、アクセサリ、および取扱説明書を収納します。

1. プローブ、アクセサリ、およびマニュアルをキャリング・ケースに収納します。
2. キャリング・ケースを閉じて、アクセサリを別の場所へ運ぶか、保管しておきます。

注文用当社部品番号:
016-1952-xx



取扱説明書



取扱説明書には、操作およびメンテナンスの手順が記載されています。

注文用当社部品番号:
071-3003-xx

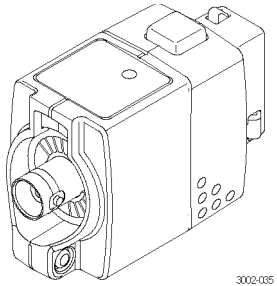
本製品には以下の言語のマニュアルが用意されています。他の言語も入手可能な場合があります。当社 Web サイト(www.tektronix.com/manuals)をご覧ください。

- 日本語
- 簡体字中国語

オプショナル・アクセサリ

このセクションでは、プロービング作業に役立つ、別売りのオプショナル・アクセサリについて説明します。

TPA-BNC 型アダプタ



プローブを Tektronix TekVPI インタフェースのオシロスコープに接続する場合は、TPA-BNC アダプタを使用します。

このアダプタにより、TekVPI インタフェースのオシロスコープは TekProbe インタフェースのプローブを認識し、プローブへの必要な電源の供給、シリアル通信、オフセット制御を行うことができます。

警告: 感電や発火の危険を低減するために、TPA-BNC 型アダプタの定格を超えないようにしてください。アダプタは 30 VAC、42 Vpk、または 60 VDC を超える電圧に接続することはできません。

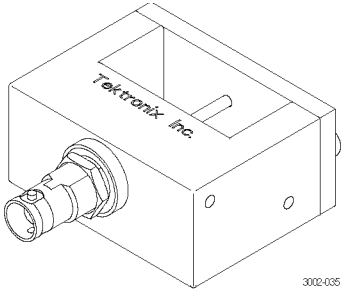
注文用当社部品番号:
TPA-BNC

HF 電流ループ

「性能検査」の手順では、高周波 50 Ω 電流ループを使用します。BNC コネクタを使用すると、電流源に簡単に接続できます。

電流ループを使用するには、実行する特定の作業手順に従ってください（たとえば、性能検査、調整など）。

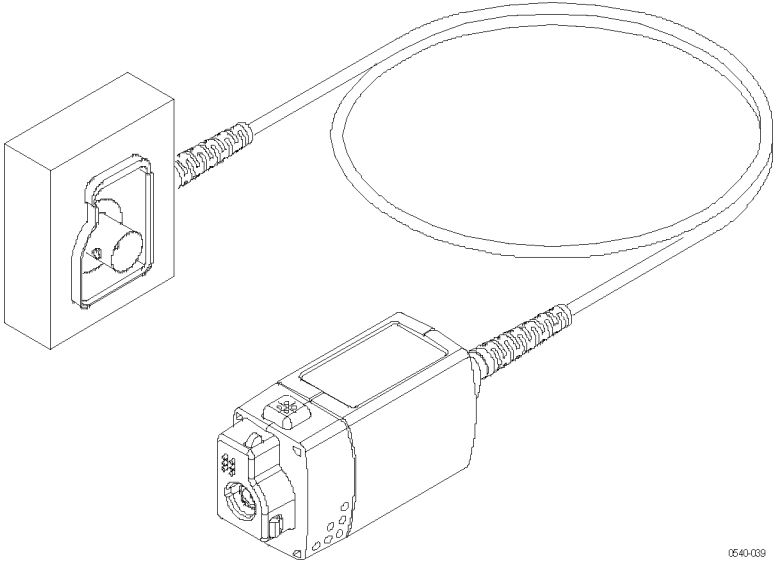
注文用当社部品番号:
067-2396-xx



TekVPI 校正アダプタ

この校正アダプタは、プローブの性能検査とゲイン確度調整手順を完了するために必要です。プローブに電源を供給し、アダプタ背面の SMA コネクタを介してプローブの出力信号を伝えます。その信号を高精度 DMM など、別の機器で測定することにより、プローブのゲイン確度をチェックし、調整することができます。

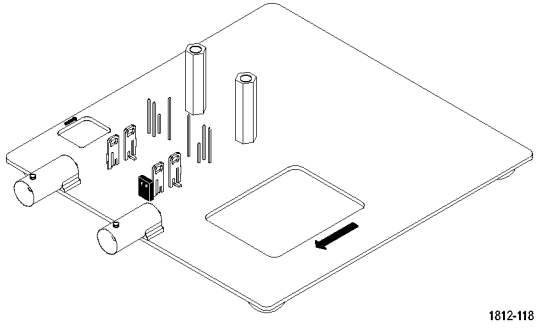
当社部品番号は 067-1701-xx です。



デスキュー／校正装置

この装置を、プローブの校正またはデスキューの手順をサポートしているホスト機器に接続します。デスキュー手順を実行すると、電流プローブと電圧プローブ間のゲインのエラーおよびタイミング差が補正されます。使用しているオシロスコープのマニュアルまたは装置の手順書を参照してください。

注文用当社部品番号:
067-1686-xx



オプション

サービス・オプション

- オプション C3 型: 3 年間の校正サービス
- オプション C5 型: 5 年間の校正サービス
- オプション D1 型:校正データ・レポート
- オプション D3 型: 3 年間の校正データ・レポート(オプション C3 付き)
- オプション D5 型: 5 年間の校正データ・レポート(オプション C5 付き)
- オプション R3 型: 3 年間の修理サービス
- オプション R5 型: 5 年間の修理サービス

プロービングの原理

次の情報により、電流プローブが持つ性能を最大限に引き出せます。

開口部に非通電状態の導体を入れた状態でのプローブの消磁

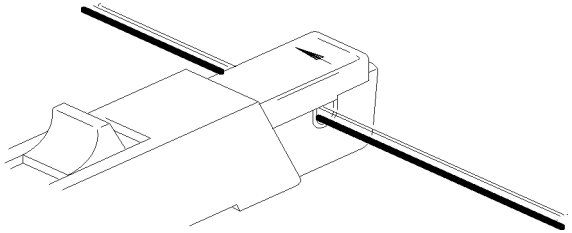
電源の入っていない回路の導体を開口部にクランプした状態で、電流プローブを消磁できます。電源の入っていない回路で消磁する利点は、漂遊 DC 磁界から生じるすべてのオフセットが補正されることです。また、プローブの開口部に導体を入れたまま消磁すると、プローブを手動で取り外す必要がなくなります。

注： プローブの開口部の導体が、完全に非通電状態であることを確認してください。導体に電流が流れていると、電流プローブ内に残留オフセットが発生し、測定値が不正確になったりエラー状態を引き起こす可能性があります。

消磁手順を実行するには、回路のインピーダンスが 10 mΩ より高くなければなりません（10 mΩ 未満の回路インピーダンスではプローブのコアが飽和しません）。消磁中は、プローブにより非通電状態の回路に 60 mV、200 Hz の信号が誘導されます。回路は、この誘導電圧を吸収できる必要があります。低インピーダンスの回路では、被測定回路に数アンペアの電流が誘導されることがあります。非常に細い導体では、この現象が問題になる場合があります。

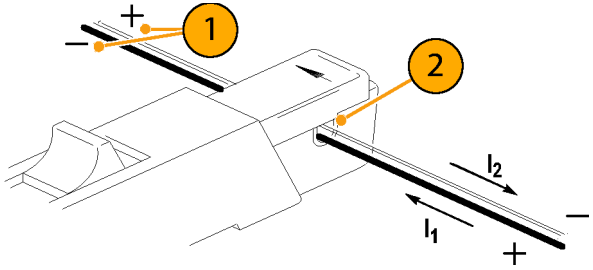
差動電流の測定

差動電流あるいはゼロ電流の測定を簡略化するには、1 つの電流プローブに 2 本の導体を置きます。



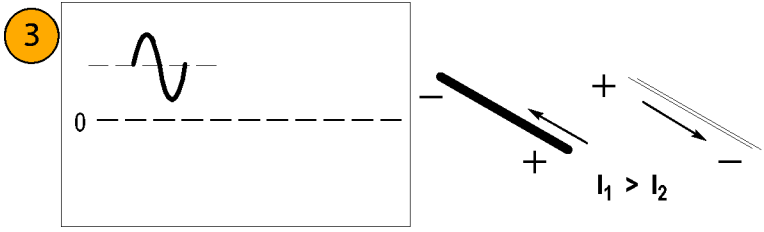
警告: スライドを無理に閉めないでください。プローブが損傷する恐れがあります。導体を通してスライドを閉じられない場合は、測定する導体の本数を減らすか、可能な場合は細目の導体で測定してください。

1. 極性(+ および −)が互いに反対になるように 2 本の被測定導体を向けます。
2. 電流プローブで 2 本の導体をクランプします。プローブの開口部内の導体を傷付けないように注意してください。

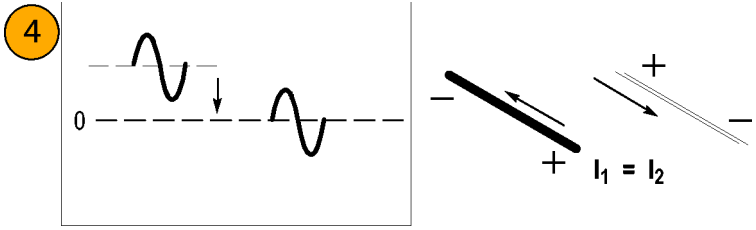


3. 電流を測定します。

   通常の電流の方向は正から負です。ベースラインより上に波形が存在する場合は、電流の方向がプローブの矢印の向きと一致する導体に、より大きな電流が流れています。



4. 電流をゼロに調整するには、一方の導体に流れる電流を調整して、表示される測定値をゼロにします。



電流レンジの拡大

測定値が接続されたプローブの最大電流定格を超える場合は、次の手法を使用して、指定された制限を越えることなく AC および DC 電流レンジを拡大できます。

警告: 負傷や機器の損傷防止のため、プローブや装着可能なすべてのアクセサリについて、指定された電気的制限値を超えないようにしてください。複数の導体を使用する場合は、どの導体でも電流の制限値を超えないようにしてください。

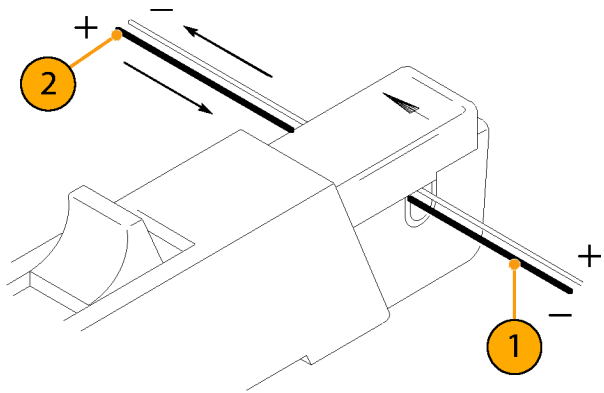
DC レンジの拡大

非常に大きな定常 DC 成分(電源など)に重畳された低振幅の AC 成分を測定する場合、またはプローブの DC 電流レンジを拡大したい場合は、もう 1 本の導体を使用してオフセット(バッキング)電流を追加します。

警告： 複数の非絶縁導体を同時にプローブの開口部に挿入しないでください。非絶縁導体とは、絶縁されていない導体、または被測定導体に加わる電圧に見合う定格の絶縁が行われていない導体のことです。

バッキング電流を追加で供給する方法は、次のとおりです。

1. 被測定導体に加え、既知の DC 成分を持つもう 1 本の導体を、プローブの開口部に通します。
2. 追加する導体は、バッキング電流が被測定導体の DC と逆向きに流れるようにします。
3. 測定値を求めるには、表示される測定値にバッキング電流値を加えます。



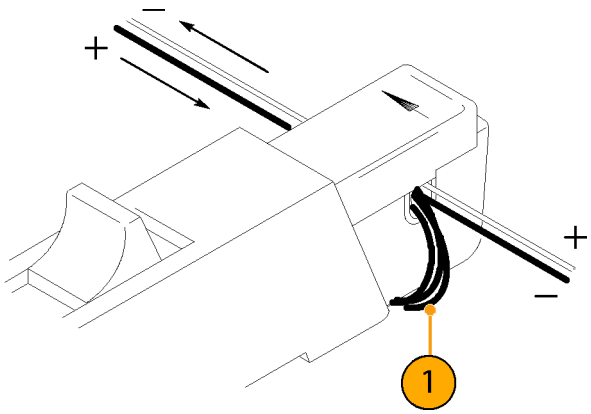
注： プローブに導体を追加すると、挿入インピーダンスが増加し、プローブの上限帯域幅が低下します。さらに複数回巻くと、挿入インピーダンスが増加して、帯域幅の上限値がさらに低下します。

バッキング電流の値を増加するには、次のようにします。

1. プローブの周囲にもう 1 つの導体を複数回巻きます。

   バッキング電流は、追加した導体を流れる電流とプローブに巻き付けた回数を掛けた値となります。

たとえば、100 mA DC の電流の追加導体をプローブに 5 回巻き付けた場合、DC バッキング電流は 100 mA に 5 を乗算した 500 mA DC になります。

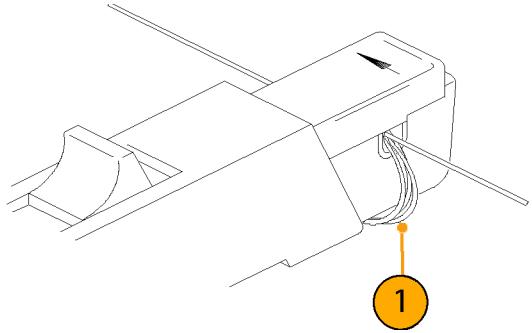


感度の向上

非常に小さい振幅のDC または低周波AC 信号を測定する場合に電流プローブの測定感度を拡張する方法は、次のとおりです。

1. 図のように、プローブに被測定導体を数回巻き付けます。信号の電流値は、プローブに巻き付けた回数倍になります。
2. 実際の電流値を求めるには、表示される振幅を巻数で除算します。

たとえば、導体をプローブの周囲に 3 回巻き、オシロスコープが 3mA DC の読み値を示した場合、実際の電流は 3mA を 3 で除算した 1mA DC です。

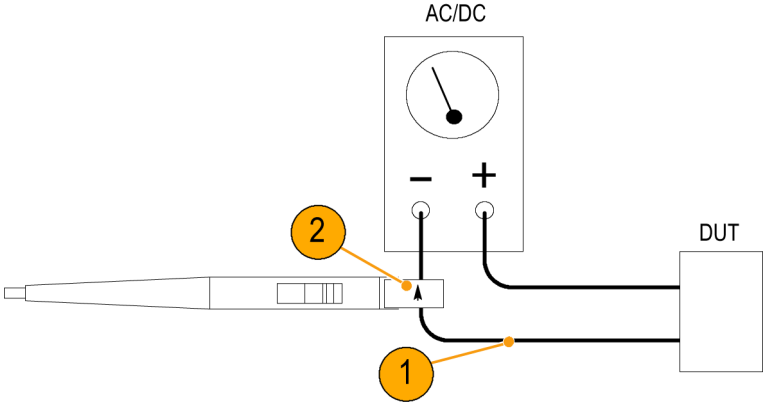


注: プローブへの巻数を増やすと、挿入インピーダンスが増加して、プローブの帯域幅の上限値が低下します。

コモン・モード・ノイズ／磁場エラー

高周波数でのコモン・モード・ノイズおよび回路の電源側での強力な磁界は、測定エラーの原因になる可能性があります。これを防ぐには、以下を実行します。

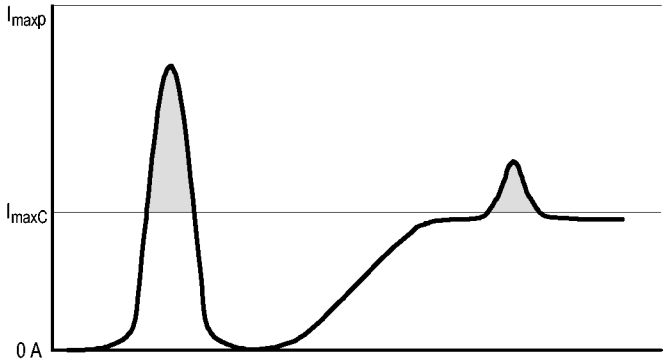
1. 回路のロー側、つまり接地側で測定します。
2. プローブを一般的な電流方向に向けて測定します。



最大電流限界値

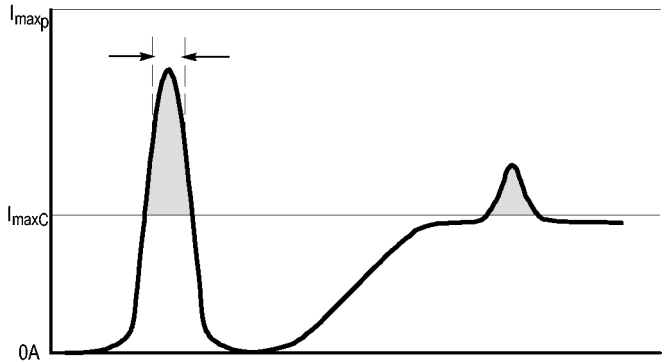
電流プローブには、パルス電流、連続電流、および電流時間積の 3 つの最大電流定格があります。これらの定格のいずれかを超えると、プローブ・コアは飽和して磁気を帯び、測定エラーの原因になります。プローブの最大電流定格については、仕様を参照してください (42 ページの 表 2 参照)。

- 最大パルス電流 (I_{maxP}) は、帯域幅制限内であればパルス幅がどんなに狭くとも、正確に測定できるパルス電流の最大ピーク値を指します。
- 最大連続電流 (I_{maxC}) は、DC または指定した AC 周波数で連続的に測定できる最大電流を指します。最大連続電流値は、周波数に応じて低下します。周波数が大きくなると、最大連続電流定格は下がります。



- 電流時間積は、パルス振幅が最大連続電流と最大パルス電流の仕様値の間にある場合に、測定可能なパルス電流の最大幅です。最大連続電流の仕様値は周波数によって変化します。

測定値が電流時間積を超えているかどうか判断するには、次のセクションで説明するように、まず最大許容パルス幅または最大許容パルス振幅を知る必要があります。



注：プローブの最大連続電流、最大パルス電流、または電流時間積の定格を超える電流を測定した後は、必ずプローブを消磁してください。これらの定格を超えるとプローブは磁気を帯び、測定エラーの原因になります。

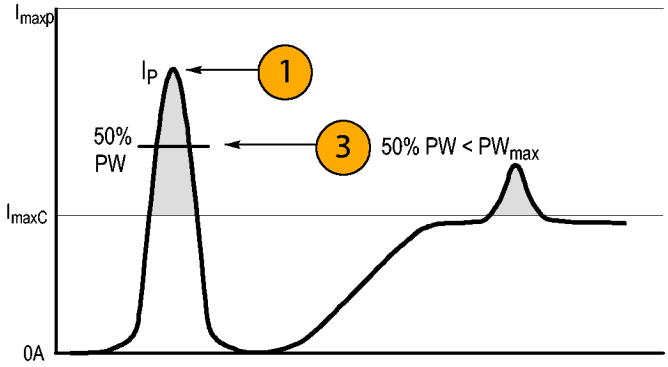
最大許容パルス幅

最大許容パルス幅は次の手順で決定できます。

1. パルスのピーク電流を測定します。
2. TCP202A プローブのレンジ設定での電流時間積（アンペア×秒、あるいはアンペア×マイクロ秒）の仕様値を、測定されたパルスのピーク電流で除算します。

   $$\frac{A \cdot \mu s}{I_P} = PW_{max}$$

   商の値が、最大許容パルス幅（PW_{max}）になります。
3. 測定された信号の 50% ポイントにおけるパルス幅が、計算した最大許容パルス幅（PW_{max}）より小さいことを確認します。



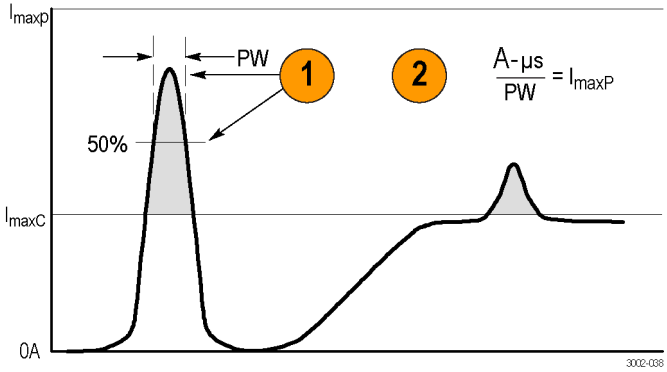
最大許容パルス振幅

最大許容パルス振幅は次の手順で決定できます。

1. 50% ポイントにおけるパルス幅を測定します。
2. TCP202A 型プローブの仕様の電流積(アンペア×秒またはアンペア×マイクロ秒)をパルス幅で割ります。

   商の値が、最大許容パルス振幅です。測定パルスのピーク振幅は、この値より小さくなければなりません。

たとえば、TCP202A 型プローブの最大アンペア秒積値は 500 A-μs です。プローブで測定されたパルスが 11 μs の幅を持つ場合、最大許容ピーク電流は 500 A-μs を 11 μs で除算して、45.5 A になります。



仕様

このセクションの表内の仕様は、次の条件の下で有効です。

- プローブが環境温度 23 ℃ ±5 ℃ で校正済みである。
- プローブが、入力インピーダンス 50Ω でホスト機器に接続されている。
- プローブが記述された限界を超えない環境で、少なくとも 20 分間ウォーム・アップされている（表 1 参照）。

TCP202A 電流プローブの仕様は、保証特性、代表特性、および公称特性の 3 つのカテゴリに分けられます。

保証特性

保証特性とは、許容限界内または一定のタイプ・テストされた要件内で保証される性能です。保証特性については、「性能検査」セクションに検査方法が記載されています。

表 1: 保証電気特性

特性	説明
DC ゲイン確度	<3%（代表値 <1%（+23 ℃ ±5 ℃ の場合））
立上り時間（10% ～ 90%）	≦7.0 ns
帯域幅	DC ～ 50 MHz

代表特性

代表特性とは、代表値であり保証されていない性能です。

表 2: 代表的電気特性

特性	説明
最大連続電流 – DC および低周波(45 ページの 図 3 参照)。	15 A DC + ピーク AC
最大ピーク電流(45 ページの 図 3 参照)。	最大ピーク・パルス 50 A(パルス幅 <10 μs)
表示 RMS ノイズ	≤2.5 mA RMS(測定帯域を 20 MHz に制限)
挿入インピーダンス	(44 ページの 図 2 参照)。
信号遅延	～ 17 ns
裸線での最大電圧	150 V CAT II
絶縁ワイヤでの最大電圧	300 V CAT II
最大アンペア秒積値	500 μA-s

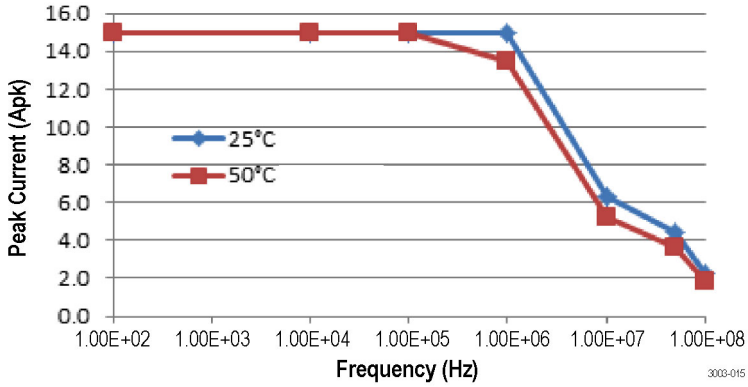


図 1: 周囲温度 25 ℃ および 50 ℃ における周波数ディレーティング

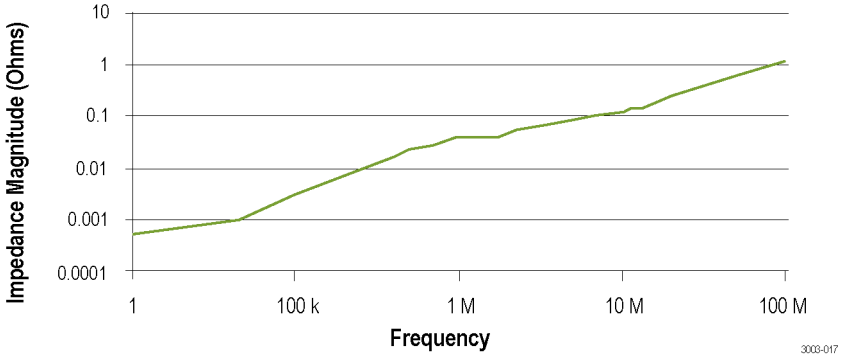


図 2: 代表入力インピーダンス対周波数

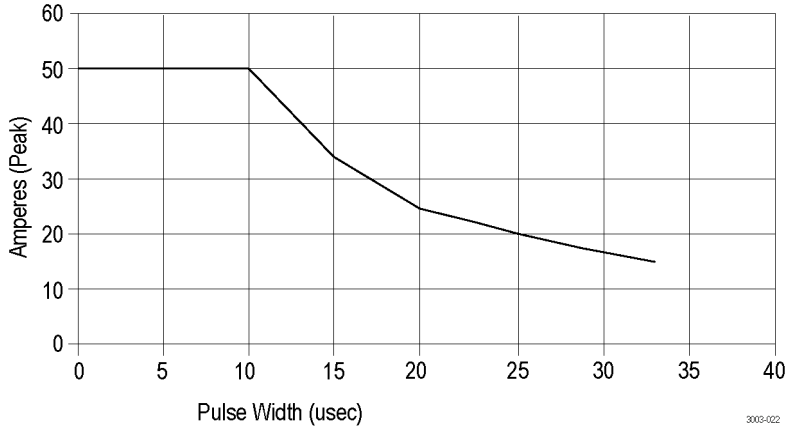


図 3: 最大ピーク・パルスとパルス幅の関係

表 3: 環境特性

特性	説明
温度	動作時: +5 ～ +50 ℃(+41 ～ +122 ℉) 非動作時: −10 ～ +50 ℃(+14 ～ +122 ℉)
湿度	動作時: 相対湿度 5 ～ 95%、+30 ℃ ～ +50 ℃(+86 ℉ ～ +122 ℉)でテスト 非動作時: 相対湿度 5 ～ 95%、+30 ℃ ～ +60 ℃(+86 ℉ ～ +140 ℉)でテスト
高度	動作時:3,000 m(10,000 フィート)以下 非動作時: 12,192 m(40,000 フィート)以下

表 4: 代表的な機械特性

特性	説明
寸法、補正ボックス	107mm × 41mm × 26mm (4.2 インチ × 1.6 インチ × 1.0 インチ)
寸法、プローブ・ヘッド	197mm × 1.6cm × 3.2cm(7.77 インチ × 0.625 インチ × 1.25 インチ)
寸法、ケーブル長	2 m(79 インチ)(プローブ・ヘッドから補正ボックスまで)
重量	1.550g (3.44 ポンド)(プローブ、アクセサリ、および梱包材)

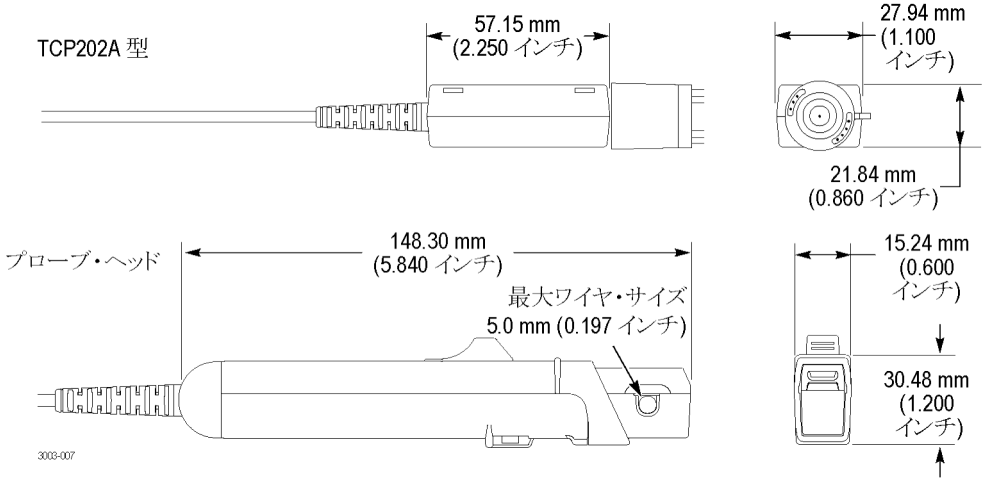

TCP202A 型
57.15 mm
(2.250 インチ)
27.94 mm
(1.100
インチ)
21.84 mm
(0.860 インチ)
プローブ・ヘッド
148.30 mm
(5.840 インチ)
最大ワイヤ・サイズ
5.0 mm (0.197 インチ)
15.24 mm
(0.600
インチ)
30.48 mm
(1.200
インチ)
3003-007

図 4: プローブの寸法

公称特性

公称特性は保証されている特性ですが、この特性には許容限界がありません。

表 5: 公称電気特性

特性	説明
入力結合	DC
電流レンジ	15 A
終端	出力を 50Ω で終端
適用オシロスコープ	TekProbe インタフェースを搭載したオシロスコープ TekVPI インタフェースを搭載したオシロスコープ、TPA-BNC 型アダプタを使用(24 ページ「TPA-BNC 型アダプタ」参照)。

性能検査

次の手順で、下に示すプローブの保証仕様を検査します。推奨される校正間隔は 1 年間です。

- DC ゲイン確度
- 立上り時間
- 帯域幅

記載順に、次の検査手順を実行します。

必要な機器

性能検査手順で必要な機器を以下に一覧します。

表 6: 測定機器

説明と数量	性能要件	推奨例 [1]
オシロスコープ	500 MHz 以上の帯域幅、TekVPI インタフェース	Tektronix DPO4000 シリーズ
高振幅パルス・ゼネレータ	立上り時間 <500 ps、パルス幅 >100 ns、振幅 >10 Vpp（50 Ω の場合）	Picosecond Labs 2600
校正器	DCV：0.2% 確度、0 ～ ±1.5 V、方形波出力 ACA：0.25% 確度、0 ～ ±6 A、方形波出力	Fluke 9100

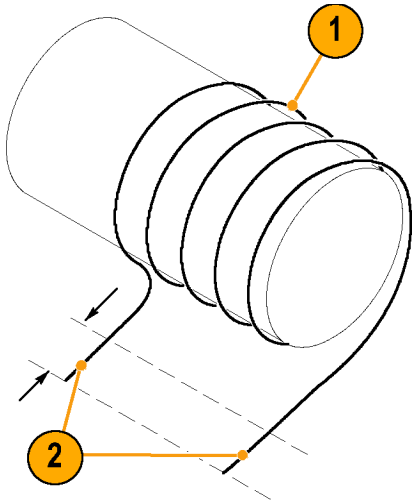
説明と数量	性能要件	推奨例 [1]
デジタル・マルチメータ（DMM）	0.02% 確度	Tektronix DMM4040/4050
アダプタ	TekVPI 校正／検証アダプタ	067-1701-xx
アダプタ	TekVPI – BNC インタフェース・アダプタ	TPA-BNC
DC 電流ループ	76 mm（3 インチ）円筒形、5 回巻きの 18 AWG 被覆線	次の手順を参照
HF 電流ループ	50 Ω ±0.5%、BNC オス型	067-2396-xx
アダプタ	BNC – デュアル・バナナ・プラグ	103-0090-xx
アダプタ	SMA オス – BNC メス	015-1018-xx
BNC ケーブル	50 Ω、0.76 m（30 インチ）長	012-0117-xx

1 9 桁の部品番号（xxx-xxxx-xx）は、当社部品番号です。

DC 電流ループの作成

No. 18 被覆線を使用し、直径約 76 mm(3 インチ)の円筒形のループを作成します。

1. No. 18 被覆線で型を正確に 5 回巻きます。
2. 導線の両端の被覆を 1 cm(半インチ)程度はがします。

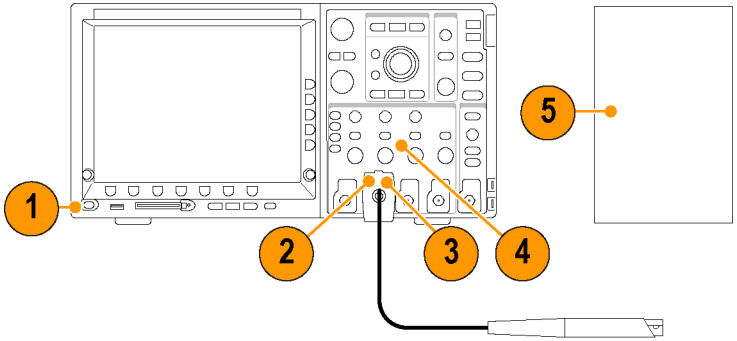


注: 電流ループが正確に 5 回巻かれていることを確認します。巻数が異なっていると、重大なエラーを引き起こします。

機器の設定

次の手順に従って、プローブを検査するための機器のセットアップとウォーム・アップを実行します。

1. オシロスコープの電源を投入します。
2. オシロスコープの任意のチャンネルにプローブを接続します。
3. DEGAUSS（消磁）ボタンを押します。
4. オシロスコープのカップリングを DC に設定します。
5. 電流ソースとパルス・ゼネレータの電源をオンにします。
6. 機器を 20 分間ウォーム・アップします。
7. 検査記録をコピーして、検査結果を記録するのに使用します（58 ページ参照）。

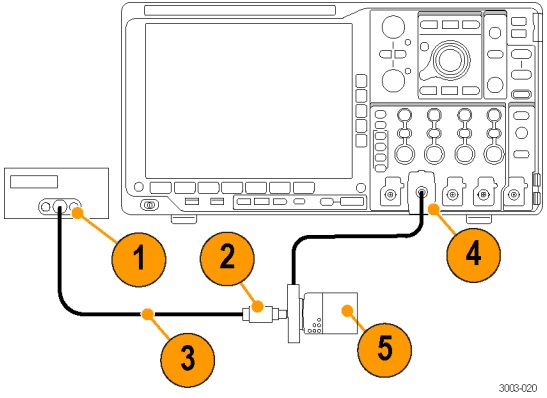


DC ゲイン確度

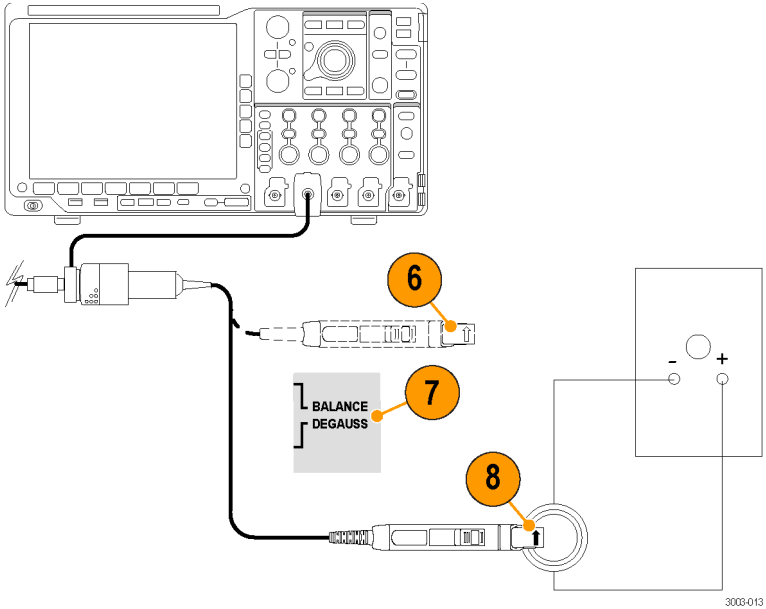
この検査では、プローブの DC ゲイン確度をチェックします。測定値が検査記録に指定されている制限値から外れている場合は、「調整」セクションを参照してください (59 ページ参照)。

1. BNC – デュアル・バナナ・アダプタをデジタル・マルチメータ(DMM)の入力に接続します。
2. SMA M – BNC F アダプタを TekVPI 校正／検証アダプタの SMA 出力に接続します。
3. TekVPI 校正／検証アダプタの BNC アダプタと DMM に取り付けられている BNC アダプタを BNC ケーブルで接続します。
4. TekVPI 校正／検証アダプタをオシロスコープの任意のチャンネル(1 ～ 4)に接続します。
5. TPA-BNC アダプタを TekVPI 校正／検証アダプタに接続します。

注: アダプタはプローブに電源を供給するためだけに使用します。測定は DMM で行います。



6. プローブを TPA-BNC アダプタに接続し、プローブの開口部がロック位置にあることを確認します。
7. DEGAUSS（消磁）ボタンを押して、プローブを消磁します。
8. 5 回巻き電流ループを電流源につなぎ、図に示すように電流プローブで 5 回巻き電流ループをクランプします。プローブ上の矢印が電流源の（+）端子から離れる方向に向けます。
9. 電流源の出力を +0.50 A に設定します。
10. DMM を ≥2 V レンジ（またはオートセットを使用）にして、DC 電圧を測定するように設定します。
11. 電流源の出力を有効にします。



12. DMM の正確な測定値を M1 として記録します。

13. 電流源の出力を -0.50 A に設定します。

14. DMM の正確な測定値を M2 として記録します。

15. 測定した振幅値と右の公式を使用して、%エラーを計算します。

    たとえば、M1 の測定値が 0.250 V、M2 の測定値が -0.255 V であるとします。予想出力電圧(Ve)が 0.250 V の場合、%エラーは右のようにして算出します。

16. 計算した %Error 値を検査記録に記録します。

17. 校正器の出力を無効にします。

テスト電流 = ±2.500 A(±0.50 A のソース出力 x 5 巻きコイル)
予想出力電圧(Ve) = 0.250 V

$$\%Error = \frac{[(M1 - M2) - 2Ve]}{2Ve} \times 100$$

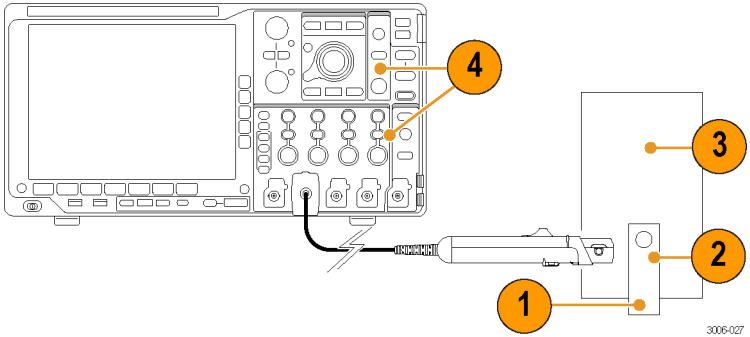
例:

$$\frac{[(0.250V - (-0.255V) - 2(0.25V)]}{0.50V} \times 100 = 1.0\%$$

立上り時間と帯域幅

この手順では、プローブが立上り時間の仕様を満たしていることを確認します。プローブの帯域幅は、測定されたプローブの立上り時間を使用して計算します。

1. BNC ケーブルをパルス・ゼネレータの出力に接続します。
2. BNC ケーブルのもう 1 つの端を HF 電流ループに接続します。
3. パルス・ゼネレータの出力およびパルス幅を最大に設定します。
4. オシロスコープを次のように設定します。
   - 垂直感度: 200mA/div
   - 水平目盛: 20ns/div
   - トリガ位置: 50%
   - 平均回数: 32
   - カップリング: DC
   - 自動測定で立上り時間を表示

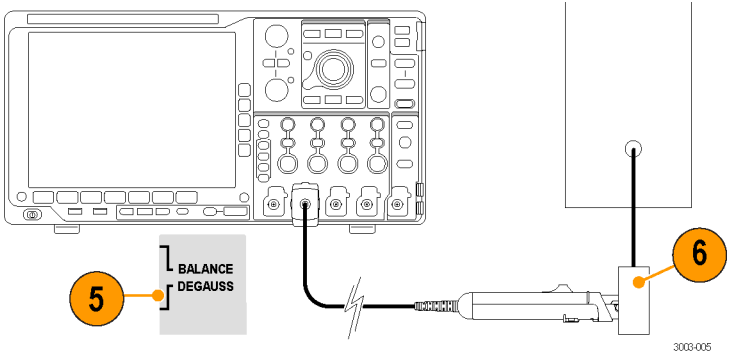


5. オシロスコープの任意のチャンネル(1 ～ 4)にプローブを接続し、プローブの消磁を行います。
6. 電流プローブで HF 電流ループをクランプします。プローブの矢印が、パルス・ゼネレータの逆方向を指しているか確認します。
7. 立上り時間の測定値を、検査記録に記録します。
8. 次の公式に立上り時間の測定値を代入し、プローブの帯域幅を計算します。

$$BW = \frac{0.35}{t_r}$$

9. 計算した帯域幅の値を検査記録に記録します。

手順の完了です。



検査記録

プローブのモデル／シリアル番号:　　検査証番号:
温度:　　相対湿度 %:
校正日:　　検査者:

性能試験	予想結果	最小値	入力	出力	最大値
DC ゲイン確度	0.250 V	0.2425 V			0.2575 V
立上り時間	< 7.0 ns	NA			7.0 ns
帯域幅	>50 MHz	50 MHz			NA

調整

次の手順では、プローブを調整して DC ゲイン確度性能を保証仕様内に収める方法を説明します。

必要な機器と設定

機器の設定については、「性能検査」に記載された機器リストおよび DC ゲイン確度手順を参照してください。調整を行うには下記の調整ツールも必要です。

表 7: 調整ツール

項目	説明	当社部品番号
リリース・ツール	補正ボックスのカバー取り外しツール	003-1383-xx
調整ツール	絶縁、頭部に直線の溝	003-1433-xx

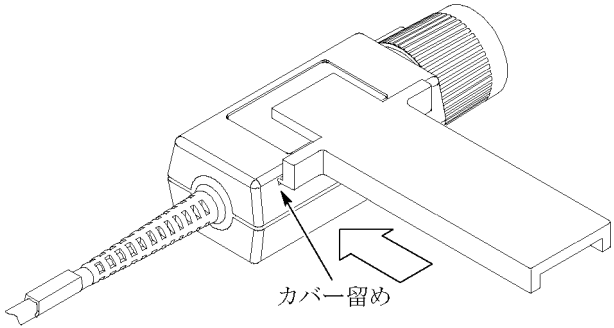
注意: ESD によりプローブが損傷するのを防止するために、帯電防止リスト・ストラップを着用し、プローブを取り扱うときは静電気防止措置が施された作業台で作業してください。

調整手順

ゲイン調整を行うには、まず補正ボックスのカバーを取り外します。

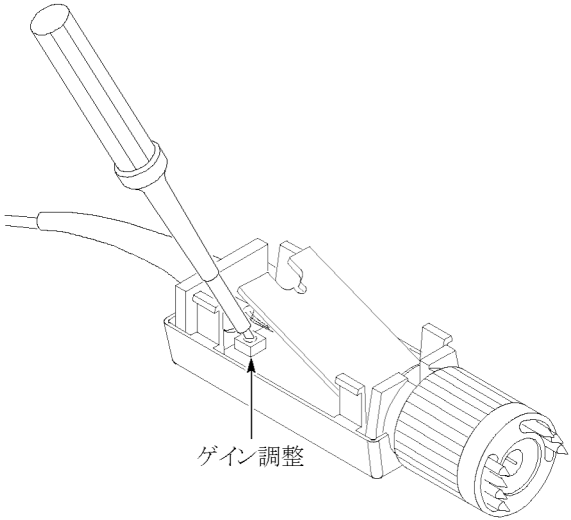
補正ボックスのカバーの取り外し

1. リリース・ツールの 2 つのピンで補正ボックスのカバー留めを押し、カバーを静かに少し上に外します。
2. 開いたエッジを少し離したまま、ツールで補正ボックスの反対側を開けます。
3. ボックスの両側を開けたら、補正ボックスの上下のカバーを静かに離してゆきます。



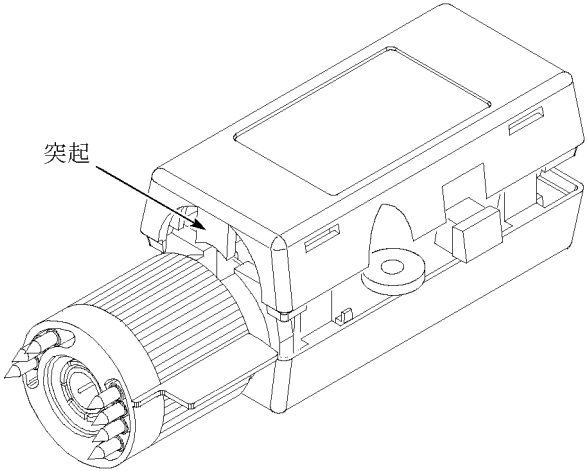
ゲイン調整

1. 回路基板の後方エッジを静かに上げ、ゲイン調整にアクセスできるようにします。
2. プローブを DC 確度テスト用にセットアップします (53 ページ「DC ゲイン確度」参照)。
3. 電流源の出力を +0.50 A に設定します。
4. プローブ出力を 250 mV、±5 mV に調整します。
5. セットアップからプローブを取り外します。



補正ボックス・カバーの取り付け

1. TekProbe インタフェースとストレイン・リリーフの切り欠きをカバーの突起に合わせます。
2. カバー留めを内側に押し、カバーを下げます。
3. 突起をスライドさせ切り欠き入れます。
4. カバー留めがパチンと入るまで、上下部をしっかり押し込みます。



メンテナンス

このセクションでは、プローブの保守について説明します。

トラブルシューティング

TCP202A 型電流プローブは、すべての TekProbe インタフェースのオシロスコープ、および TPA-BNC アダプタを使用して TekVPI インタフェースのオシロスコープで使用できるように設計されています。プローブの機能が適切に動作しない場合は、エラー状態が考えられます。プローブで問題となるエラー状態やステータスがオシロスコープに表示される場合があります。次の表を参照してください。

表 8: プローブのトラブルシューティング

症状	推定原因
オシロスコープにプローブからの測定電流が表示されない	導体開口部が完全に閉じていない。開口部を完全に閉じます。 プローブが接続されているオシロスコープのチャンネルが選択されていない。プローブの接続およびオシロスコープの設定を確認します。 オシロスコープのチャンネルが故障している可能性があります。別のチャンネル、または別のオシロスコープを使用してみてください。 他のチャンネルまたは他のオシロスコープではプローブが正常に動作する場合、問題のある入力チャンネルの接点のクリーニングが必要なことがあります。クリーニングについては、オシロスコープのマニュアルを参照してください。 他のチャンネルまたは他のオシロスコープでもプローブが動作しない場合は、プローブが故障しています。当社に返送して修理する必要があります。
オシロスコープ上にエラー・メッセージが表示される。	メッセージは、エラーの原因と解決方法を示します。たとえば、Probe degauss needed（プローブの消磁が必要です）というメッセージが表示される場合は、消磁の手順を実行します。

クリーニング

プローブは悪天候にさらさないようにしてください。このプローブは防水加工されていません。

注意： 噴霧、液体、または溶剤にプローブを触れさせないようにしてください。プローブが損傷する可能性があります。外面をクリーニングするときは、プローブ内部を湿らせないようにしてください。

化学薬品の洗浄剤を使用しないでください。プローブが損傷する恐れがあります。ベンジン、ベンゼン、トルエン、キシレン、アセトンまたはこれに類似する溶剤を含有する化学薬品を使用しないでください。

プローブの表面のクリーニングには、乾いた無塵布か柔らかい毛ブラシを使用してください。汚れが落ちない場合は、75% のイソプロピル・アルコール溶剤をしみこませた柔らかい布または綿棒を使用し、イオン除去水ですすいでください。綿棒はプローブの狭い場所の清掃に便利です。綿棒または布は十分な溶液で湿らせて使用してください。研磨剤は、プローブのどの部分にも使用しないでください。

索引

ENGLISH TERMS

DC
　　ゲイン確度チェック，53
TekVPI，3

あ

アクセサリ
　　オプション，21，24
安全にご使用いただくために，v

い

Indicators，6

お

オプション，28

か

開口部，8
関連マニュアル，xiii

き

機器の設定，52
機能チェック，10
基本操作，12
記録、検査，58

く

クリーニング，65

け

検査記録，58

こ

コモン・モード・ノイズ，36

さ

最大値
　　許容パルス振幅，40
　　許容パルス幅，39
　　パルス電流定格，37
　　連続電流定格，37
差動電流，30
サービス・オプション，28

し

磁場エラー，36
周波数ディレーティング，37
仕様，41
　　環境，46
　　機械的特性，46
　　公称，48
　　代表，42
　　保証，41
消磁，5
　　導体に接続して，29
使用例，15

す

スライダと導体開口部，8

せ

性能検査，49
ゼロ電流，30

た

立上り時間チェック，56

ち

調整，59

て

電流限界値
　　最大パルス，37
　　最大連続，37
　　電流時間積，38
電流時間積，38
電流の測定
　　差動電流，30
　　電流ゼロ，30
電流ループ，51

と

特長，1
トラブルシューティング，63

は

バッキング電流，32
バッキング電流の増加，32

ひ

必要な機器
　　性能検査，49
　　調整，59

ふ

プローブ
　　グランド，14
　　コントロールとインジケータ，6
　　最大電流限界値，37
　　接続，2
　　電流限度の拡大，32
　　電流レンジの拡大，32
　　飽和，37
プローブ感度の向上，35
プローブの接続，2
プローブの接地，14
プローブの電流レンジの拡大，32

ま

マニュアル，xiii

め

メンテナンス，63