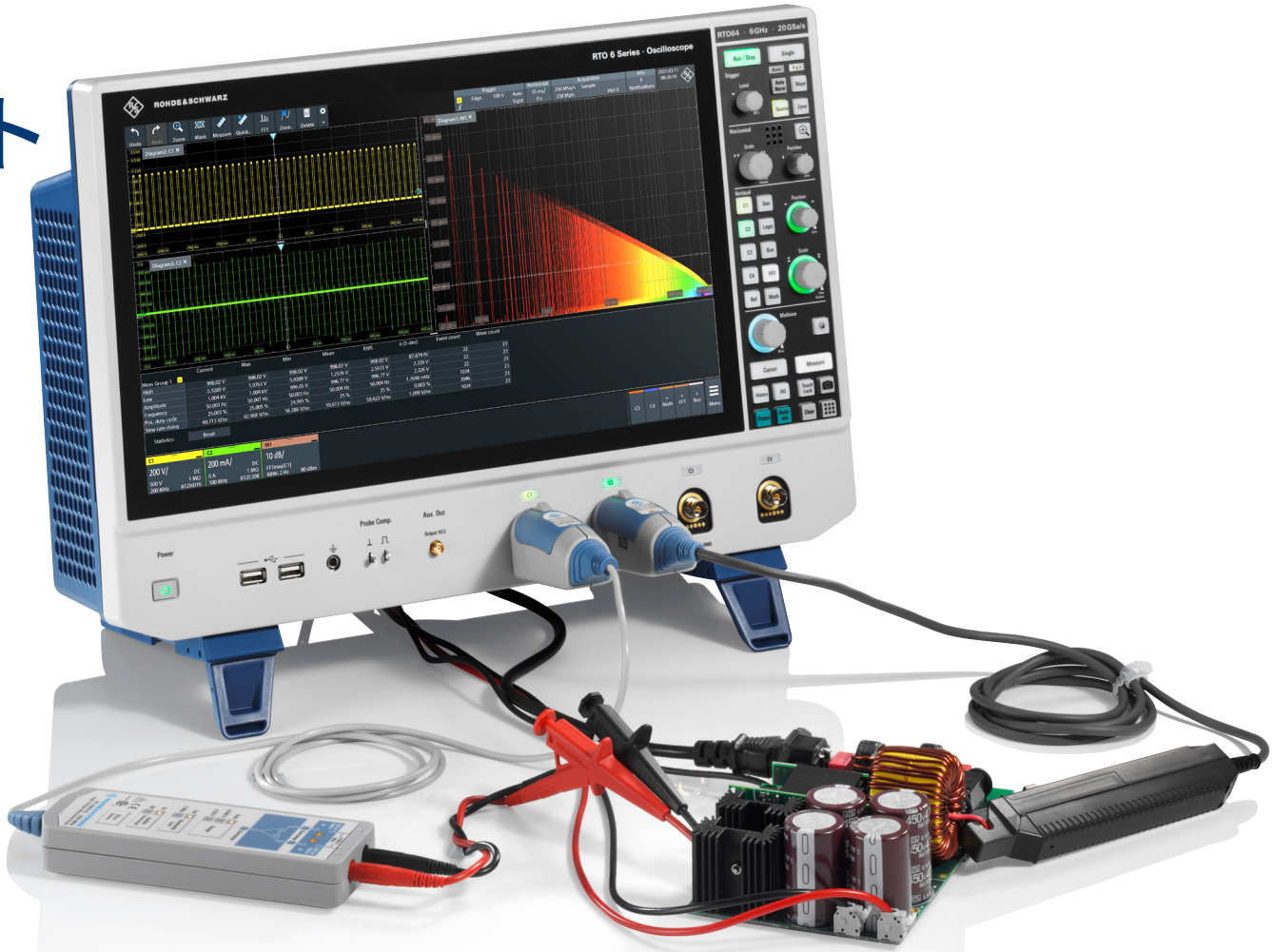
正確な高電圧測定のためのヒントとテクニック



eBook | Version 01.00

ROHDE&SCHWARZ

Make ideas real

長さを計測するためには
正確な定規を頼りにします。
同様に...

...適切なプローブを正しい
方法で使用することで、測
定確度は向上します。

目次

高電圧差動プローブの使用
▶ 4ページ

高電圧差動プローブの説明
▶ 6ページ

高電圧差動プローブの接続
▶ 7ページ

安全性を確保するプローブの選択
▶ 17ページ

CMRRが優れたプローブの選択
▶ 18ページ

ノイズ性能の向上
▶ 21ページ

オーバーレンジインジケーター付きのプローブの選択
▶ 23ページ

制御性に優れたプローブの選択
▶ 25ページ

プローブインタフェース付きのプローブの選択
▶ 26ページ

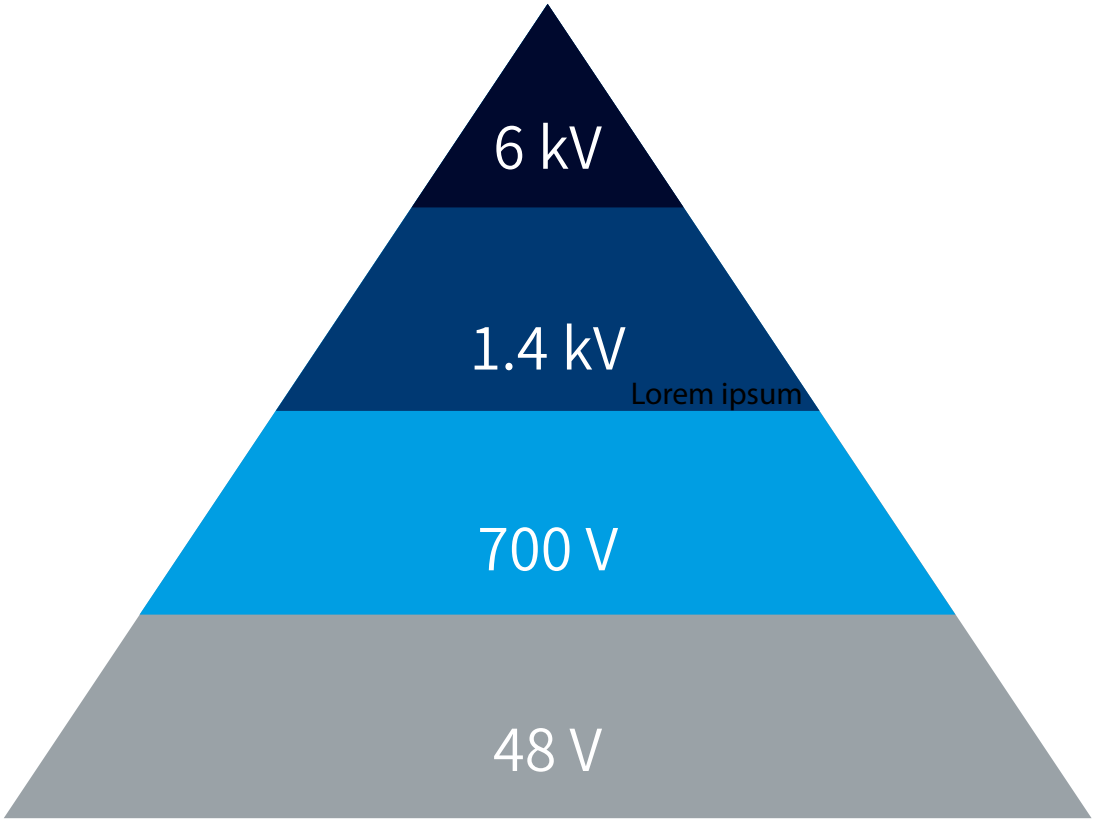
ローデ・シュワルツ・プローブインタフェースの特長
▶ 27ページ

まとめ
▶ 29ページ

高電圧差動プローブの使用

2点間の電圧を調べる場合、差動プローブを使用すれば2本のリード間の差を簡単に検出できます。高電圧アプリケーションでは通常、フローティング測定が必要になります。これは、アクティブ差動電圧プローブとグランド接続されたオシロスコープを使用して実行できます。高電圧プローブの主な選択基準は、最大動作電圧です。

各電圧レベル対測定要件



各電圧レベルのプロービングオプション

高電圧差動プローブ

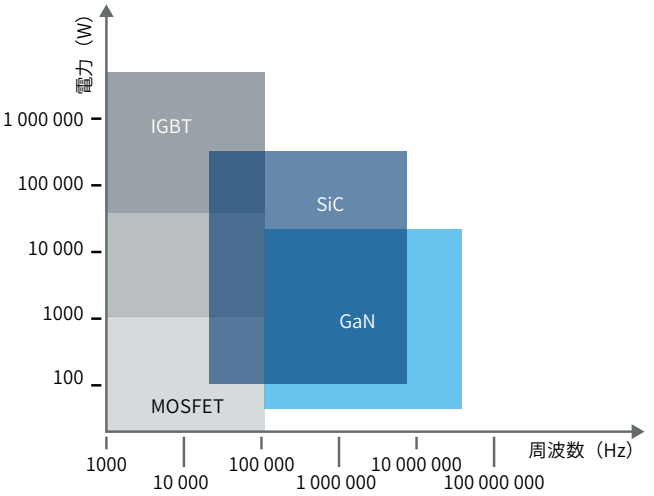
100:1、1000:1
高電圧パッシブプローブ

汎用高電圧差動プローブ

1:1、10:1 パッシブプローブ

アクティブシングル／差動プローブ

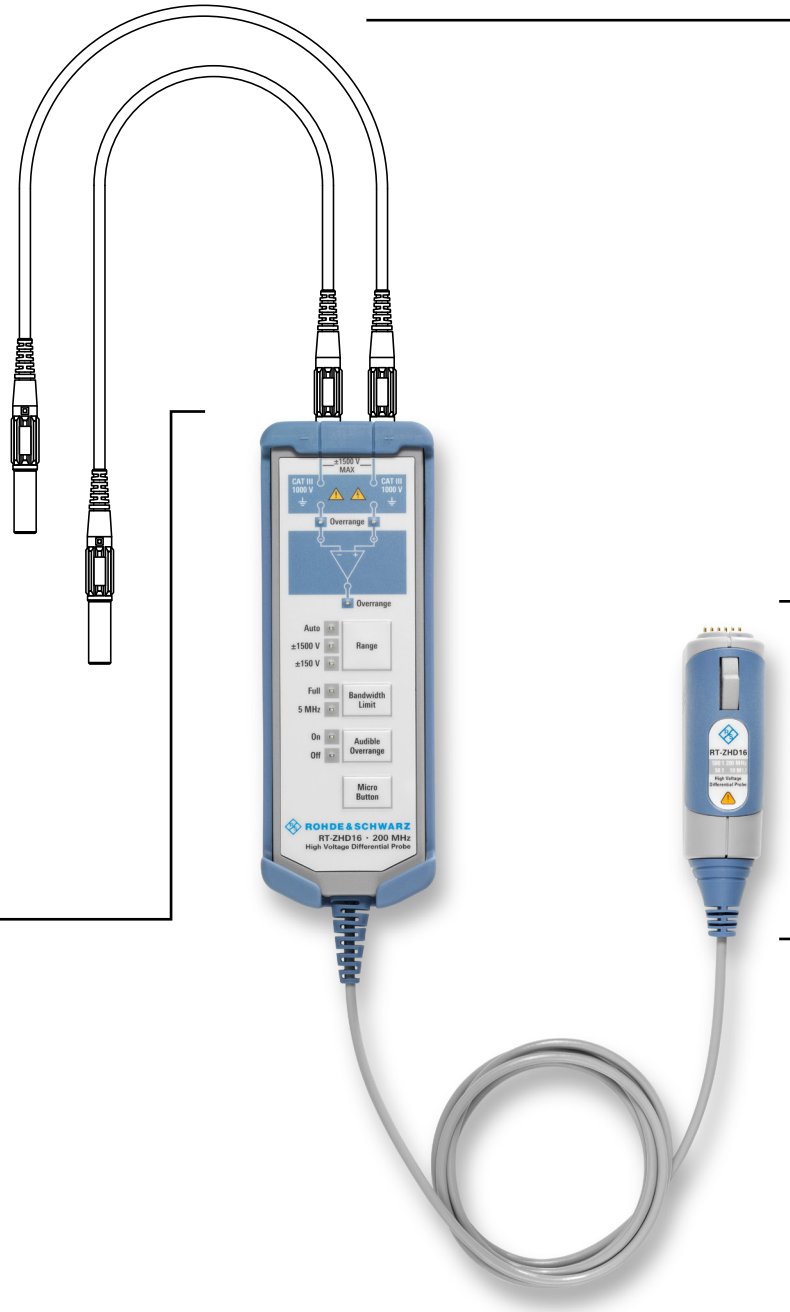
優れた電力効率とより優れた高速の電力変換に対する需要が、次世代のパワーコンポーネントのニーズを推し上げ拡大させています。特にスイッチング電源（SMPS）の設計では、シリコンMOSFETおよび絶縁ゲート型バイポーラートランジスタ（IGBT）テクノロジーに代わって炭化ケイ素（SiC）や窒化ガリウム（GaN）といった新しい材料が普及しつつあります。このような材料は、パワー密度が高くスイッチング周波数も高めです。



電圧クラス	アプリケーション
6 kV	鉄道輸送用のIGBTスイッチなどのハイパワーコンバーター ▷ 一般的なIGBTモジュールは、3.3 kV（最大1,200 Aの電流）で動作します。
1.4 kV	モーター駆動、電力変換器などに使用されるIGBTスイッチなど、ミッドパワーからハイパワーのスイッチング電源
700 V	230 V（AC）または380 V（AC）で動作するミッドパワーのSMPS動作 ▷ このカテゴリのプローブは、減衰比が低いという特長があるため、感度が向上します。
拡張42 V	CAN/LINアプリケーション、民生用電子機器や測定器などのあらゆる種類の電子機器に使用されているDC/DCコンバーターなどのローパワーSMPS ▷ ローパワーコンバーターは通常高周波領域で動作するため、ハイパワーアプリケーションよりも測定帯域幅が高くなります。

ここに記載されているもの以外にも、パワー関連測定アプリケーションは数多く存在します。上のリストに掲載されているのは、ユースケースを示すための最も一般的なアプリケーション例のみです。

高電圧差動プローブの説明



プローブ制御ボックス

- プローブの本体は、アクティブ差動増幅器、電圧ディバイダー、定格で安全な動作を確保するための回路を内蔵
- 入力インピーダンスの高い増幅器が、入力リード間の差を捕捉してそれをオシロスコープに転送

プローブ制御ボックスのサイズのうち半分は、安全な操作を確保するための空間距離と沿面距離によるものです。

2本の入力リード

- 被試験デバイス（DUT）に柔軟に接続可能
- 4 mmの安全用バナナプラグが付いた、容易に交換できるプラグ式の入力リード

短いリードと安全用ワニ口クリップを組み合わせることで、最高の性能を実現できます。

プローブボックス

- プローブを、プローブ制御ボックスからの出力信号を捕捉するオシロスコープに接続
- プローブインタフェースを介して、プローブ制御ボックスへの電力供給と、オシロスコープからのプローブ設定が可能（減衰比や帯域幅制限など）

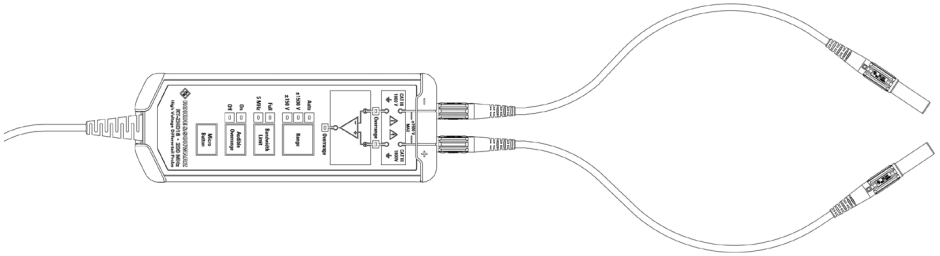
一部の高電圧差動プローブは、外部電源動作またはバッテリー動作です。それらは、オシロスコープに接続するためのBNCコネクタを備えています。

プローブケーブル

- プローブボックスにプローブ制御ボックスを接続。長さが約150 cmなので、ベースユニットとの間に快適な作業距離を確保可能

高電圧差動プローブの接続

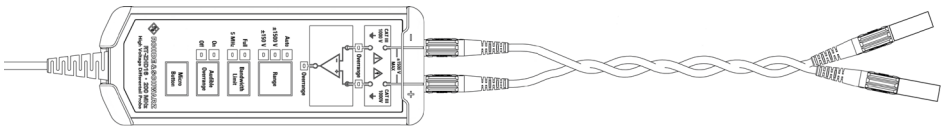
非ツイストリード



長所	容量性負荷が最小
短所	干渉を拾いやすい

入力リードが大きなループ領域を形成しやすく、通過する電磁界を拾います。この電磁界により入力リード内でノイズが誘導され、差動モード信号として現れます。

ツイストリード



長所	干渉が最小
短所	測定ポイントに対する負荷が大きい

このようなリードによりループ領域が最小になり、干渉の影響が軽減されます。ただし、測定ポイントでの容量性負荷が増加します。

プローブ	非ツイスト（シングルエンドの入力容量）	ツイスト（シングルエンドの入力容量）
R&S®RT-ZHD16＋測定リード	9 pF	10 pF
R&S®RT-ZHD16＋測定リード＋ワニ口クリップ	12 pF	15 pF

目安：差動入力の容量は、シングルエンドの容量の約半分です。

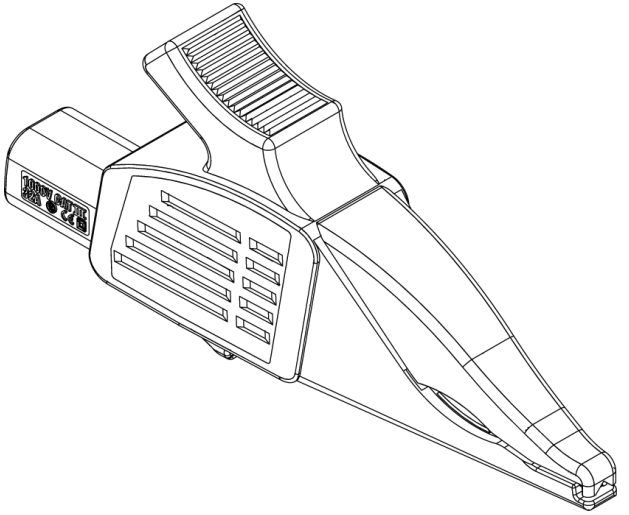
パワー測定では干渉のあることが多いので、通常はツイストケーブルが推奨されます。

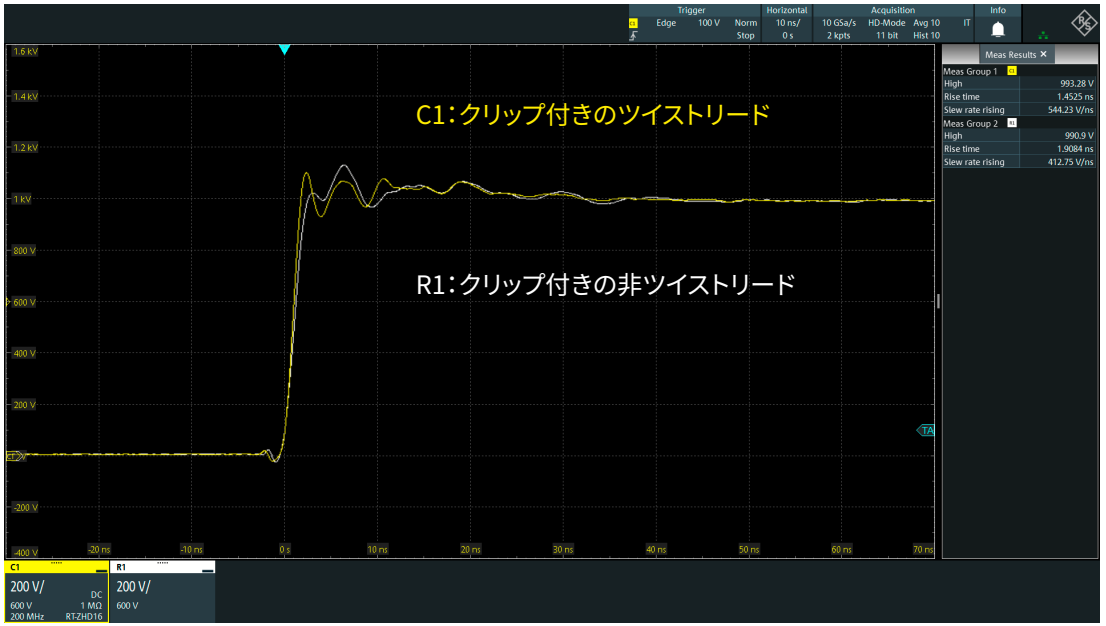
ツイストリードと非ツイストリードの比較

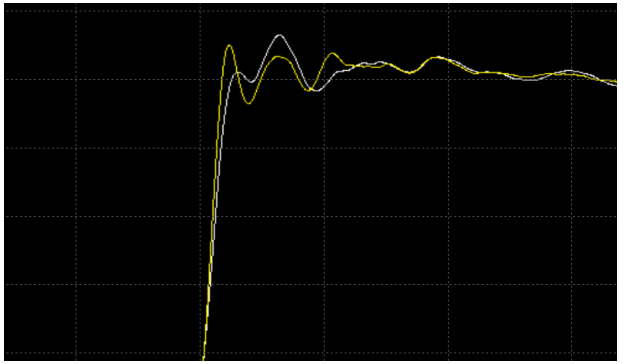
測定を比較するセットアップ

ワニ口クリップを付けた異なるリードセットアップを使用して、同じ矩形入力（入力電圧970 V、過渡応答100 ps）を測定します。

測定	ツイスト	非ツイスト
オーバーシュート	10 %	12 %
立ち上がり時間	1.452 ns	1.908 ns
スルーレート	554 V/ns	412 V/ns







ツイストリードの方が高いオーバーシュートを示しています。

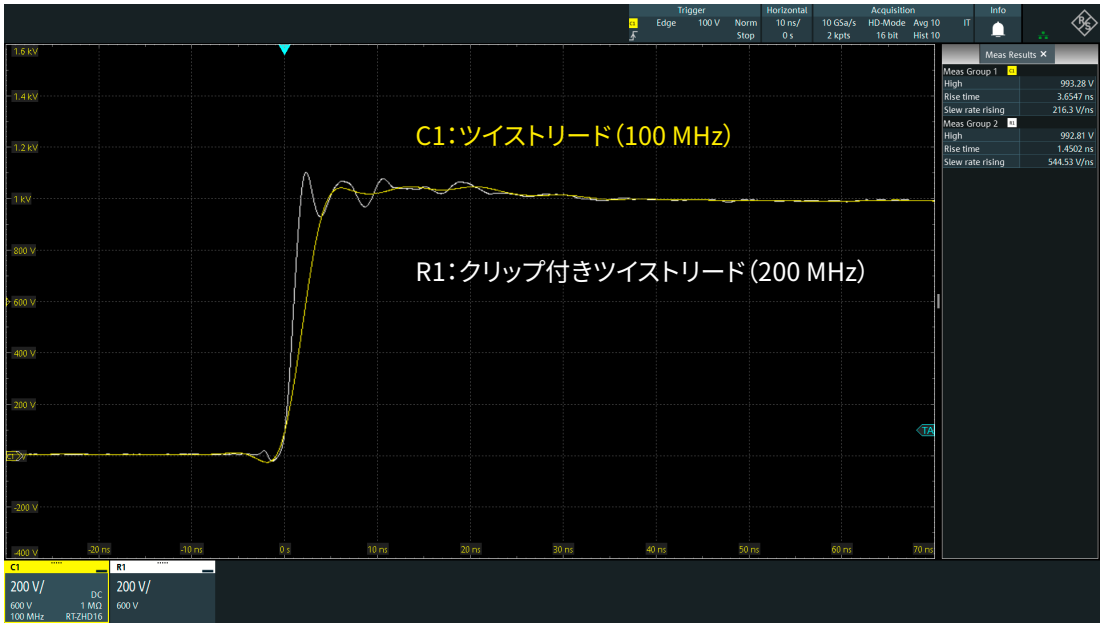
非ツイストリードでは、後でリンギングが比較的高くなっています。適切に干渉を抑制するためには、ツイストのセットアップが推奨されます。

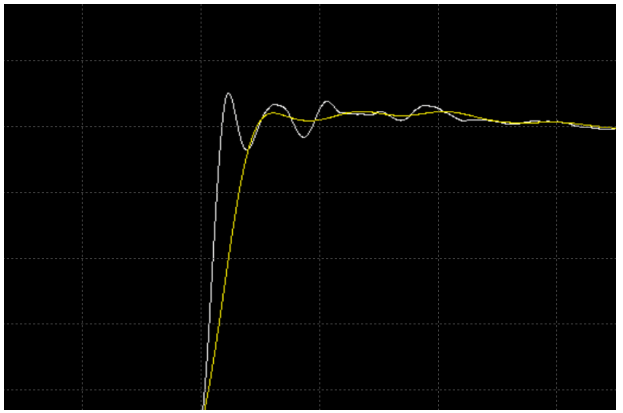
立ち上がり時間が遅い場合のツイストセットアップ

帯域幅制限付きの測定

オーバーシュートは、入力信号の立ち上がり時間（帯域幅）に依存します。こちらのセットアップは、チャネルに100 MHz帯域幅制限が設定されていることを除いて、先のページで使用したものと同じです。

測定	ツイスト（100 MHz）	ツイスト（200 MHz）
オーバーシュート	<5 %	10 %
立ち上がり時間	3.654 ns	1.45 ns
スルーレート	216 V/ns	554 V/ns





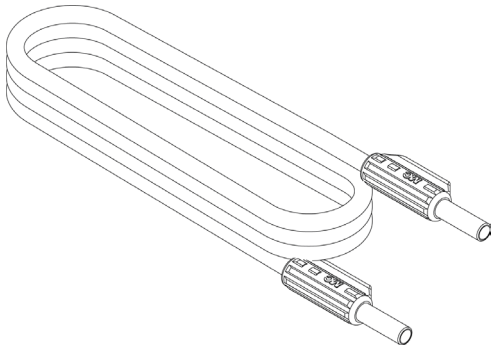
ツイストでも非ツイストでも、低速信号に対する影響はほとんどありません。

立ち上がり時間が大きな問題にならない場合は、こちらでもツイストのセットアップが推奨されます。

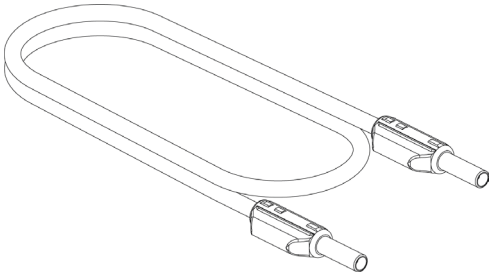
測定リードの影響

通常、高電圧プローブには、納品時に差動測定リードが付属しています。ローデ・シュワルツの高電圧差動プローブにも、
1,000 V（RMS）のCAT III定格に準拠した3本の差動テストリードが付属しています。

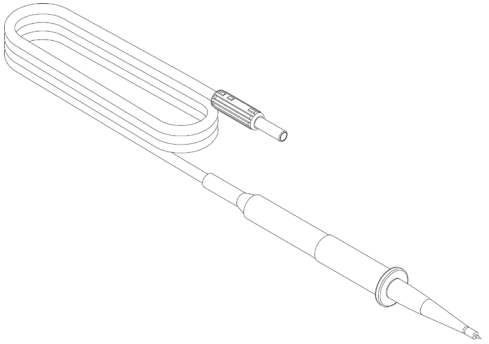
テストリードの長さは、結果にどの程度の影響を及ぼすでしょうか？最適なリードの長さは何cmでしょうか？



長いリード、長さ：100 cm
（最大定格：1000 V（RMS）CAT III）



短いリード、長さ：17 cm
（最大定格：1000 V（RMS）CAT III）



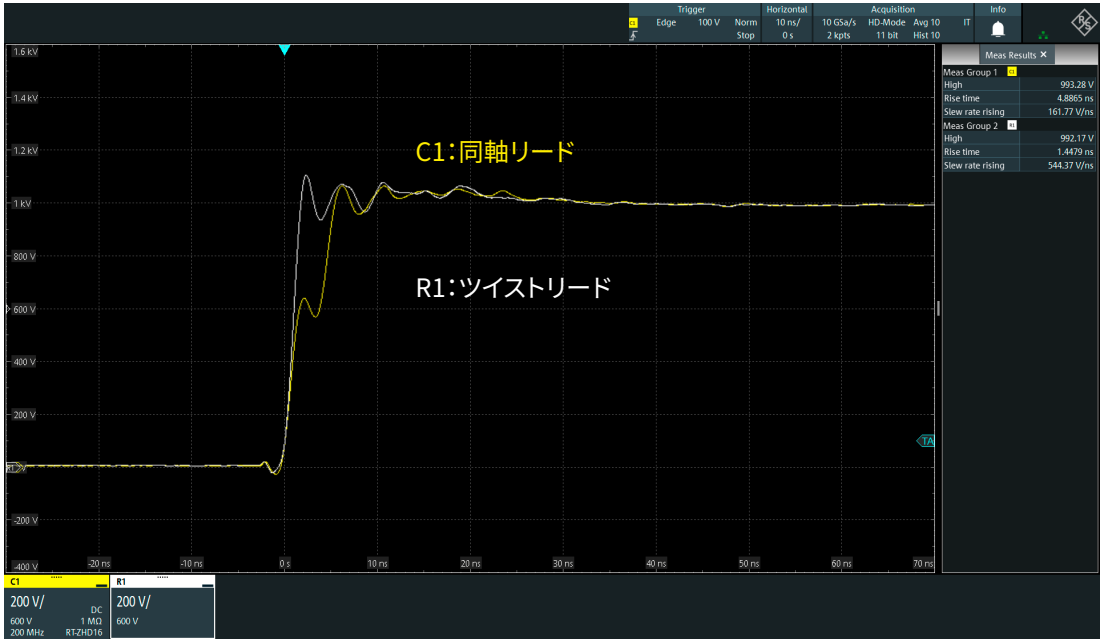
テストリード
（最大定格：1000 V（RMS）CAT III）

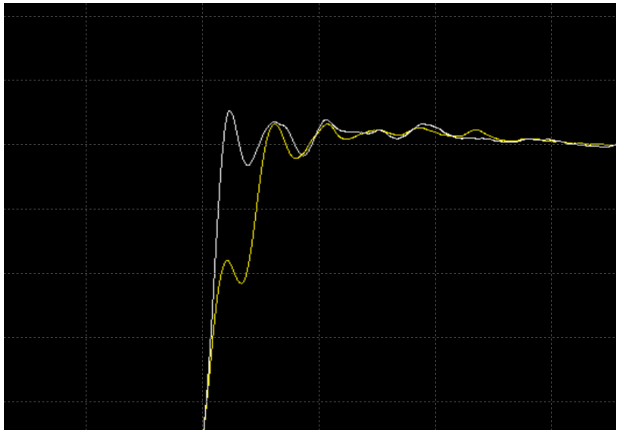
同軸対ツイストリード

測定を比較するセットアップ

4 mmアダプターを使用して、BNCケーブルまたはプローブをプローブ制御ボックスに接続できます。
シールド付きBNCは、ツイストリードのセットアップと同様にノイズを軽減できます。

測定	帯域幅制限なしの同軸	ツイストリード
オーバーシュート	8%	10%
立ち上がり時間	4.886 ns	1.448 ns
スルーレート	162 V/ns	544 V/ns





BNCケーブルの特性インピーダンスは50 Ωでプローブ入力とは不整合なので反射が生じます。

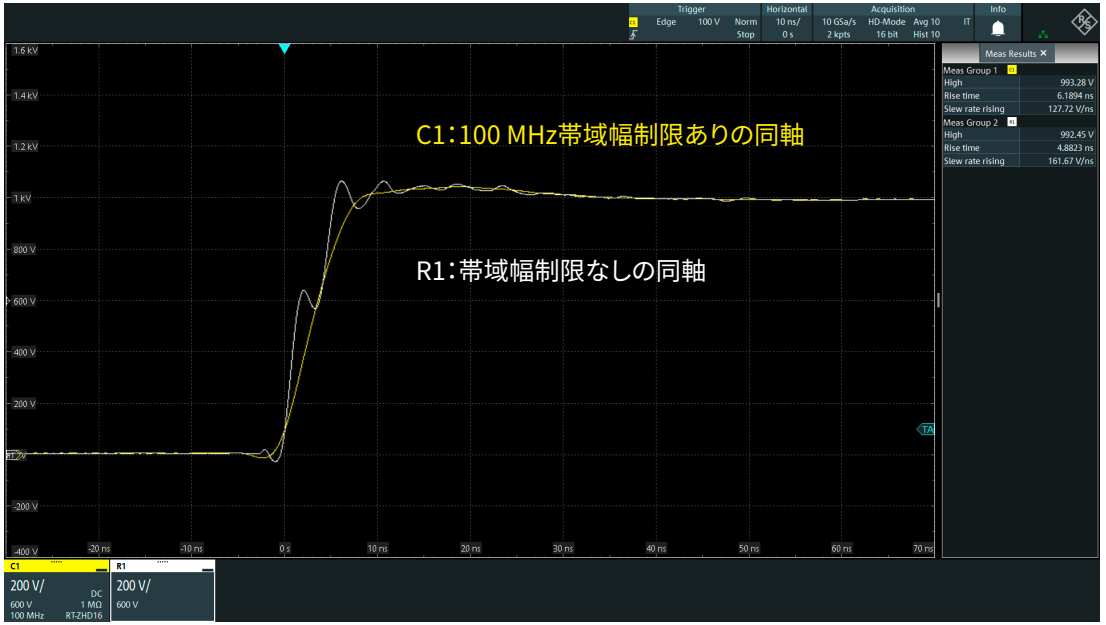
短いリードはプローブ制御ボックスで補償され、最高の性能を実現します。

立ち上がり時間が遅い場合の同軸セットアップ

帯域幅制限付きの測定

インピーダンス不整合による反射は立ち上がり時間に関連しています。こちらのセットアップは、100 MHzの帯域幅制限ありで同軸測定を比較していることを除いて、先のページで使用したものと同じです。

測定	帯域幅制限なしの同軸	100 MHz帯域幅制限ありの同軸
オーバーシュート	8 %	＜5 %
立ち上がり時間	4.886 ns	6.189 ns
スルーレート	162 V/ns	128 V/ns

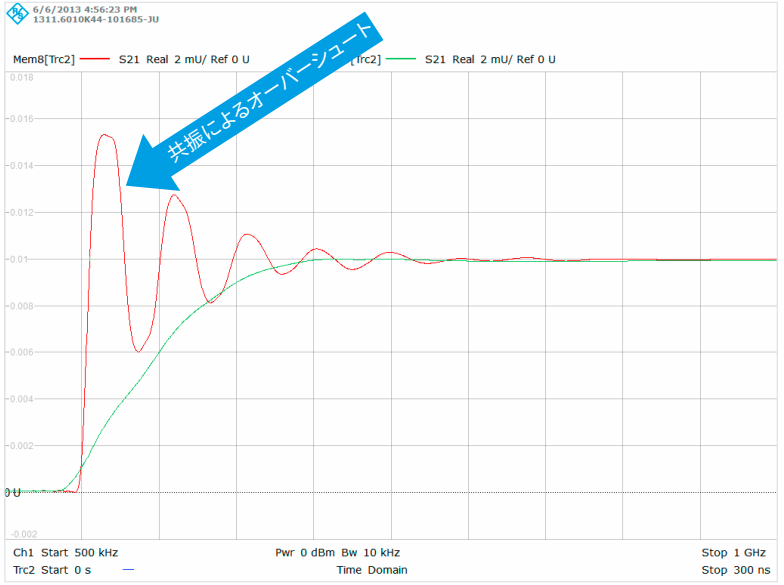


立ち上がり時間が遅い場合、信号に反射は生じません。すなわち、立ち上がり時間の遅い信号を扱う場合には、測定リードが果たす役割は小さくなります。

長い測定リードを用いる作業

以下は、1 mの測定リードとネットワーク・アナライザを使用して測定したS_{21}伝送係数です。

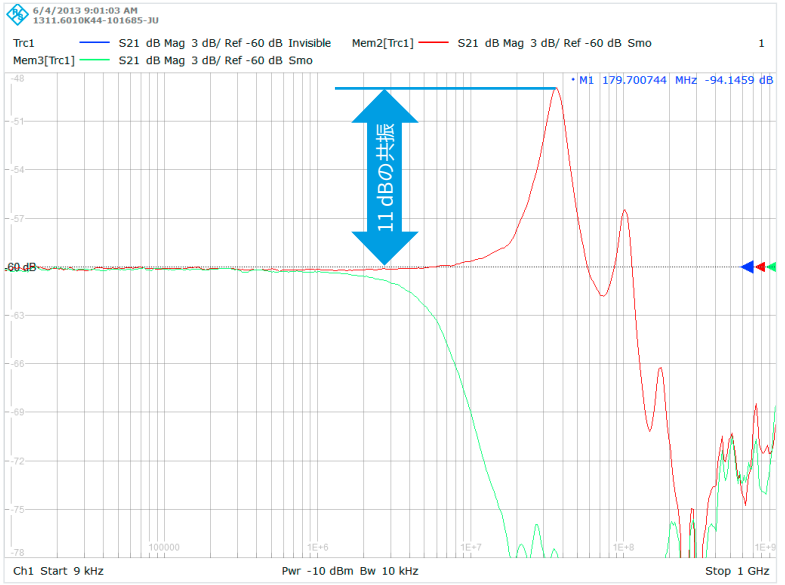
タイムドメイン（ゼロスパンの結果）



タイムドメイン

赤：帯域幅制限なし
緑：5 MHzまでの帯域幅制限

周波数応答曲線

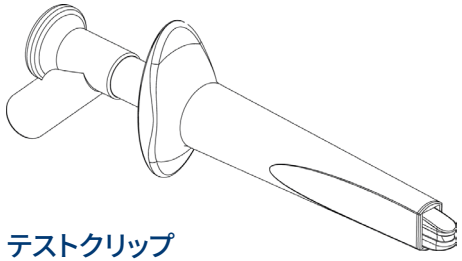


周波数ドメイン

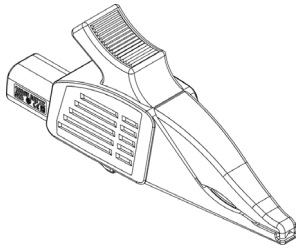
長い測定リードを使用すると、ケーブルの寄生成分により共振が起きる可能性があります。5 MHzのローパスフィルターにより、このリンギング動作を抑制して確度を高められます。これは、帯域幅フィルターの制限内で最小立ち上がり時間を捕捉できる限り有効です。

アクセサリの影響

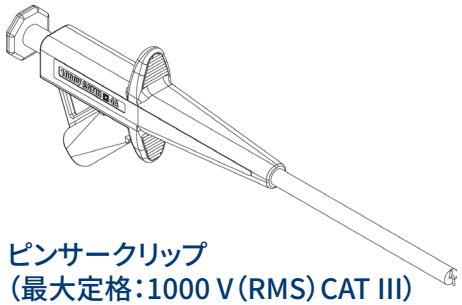
測定リードをテストポイントにはんだ付けすると良好な結果を取得できますが、これは実用的ではありません。高電圧差動プローブには通常、セットアップを簡素化するための測定クリップが付属します。このようなクリップは、対象となる環境のCAT定格に準拠している必要があります。



テストクリップ
（最大定格：1000 V（RMS）CAT IV）

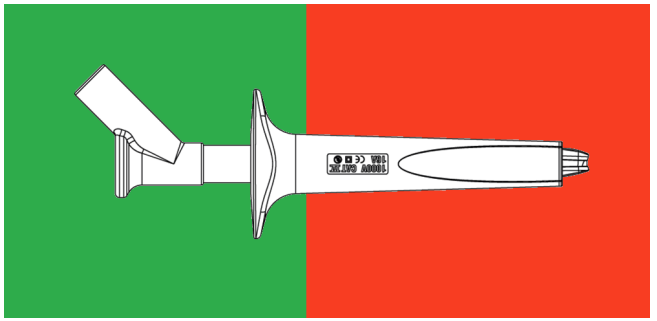


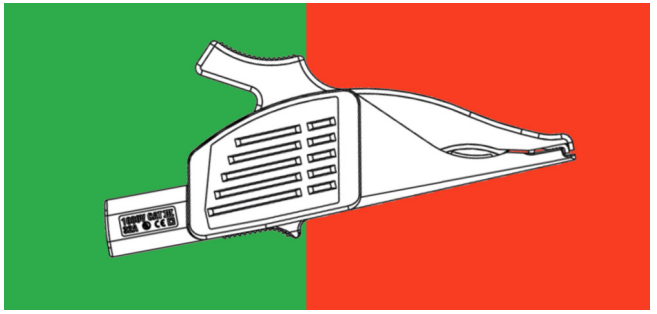
安全用ワニ口クリップ
（最大定格：1000 V（RMS）CAT III）

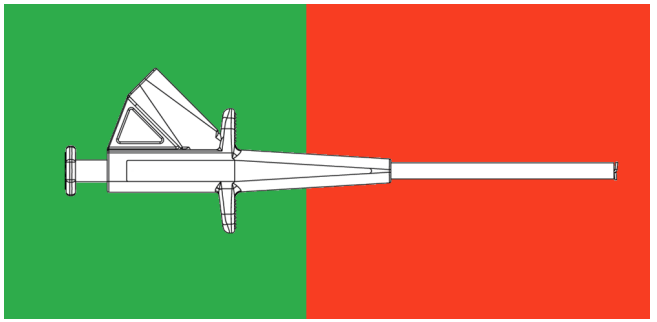


ピンサークリップ
（最大定格：1000 V（RMS）CAT III）

手持ち領域　　安全でない領域







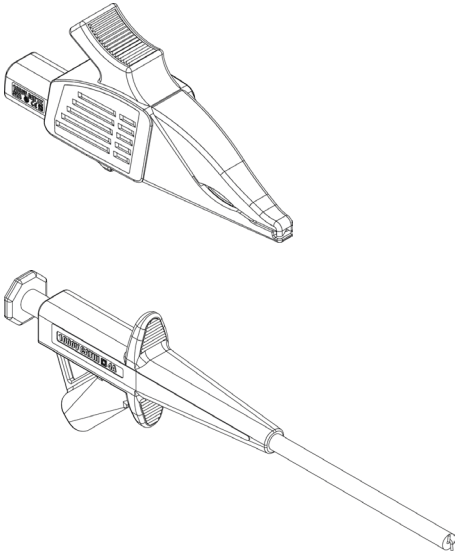
ユーザーがこれらのクリップを扱うとき、特にクリップが通電中の回路に接続されているときには注意が必要です。

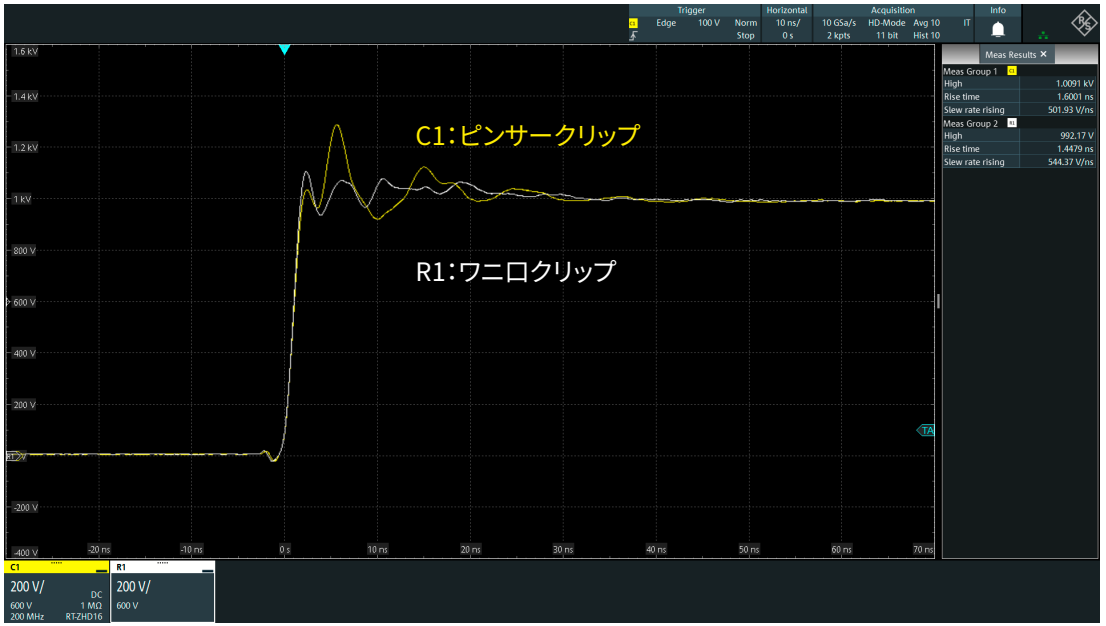
ワニ口テストクリップ対ピンサークリップ

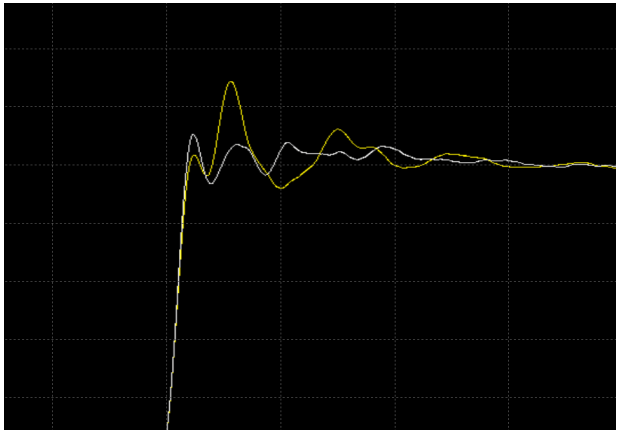
帯域幅制限付きの測定

同じ970 Vの過渡信号源とプローブに付属している最も短いテストリードを使用し、両方のテストリードをツイストしてリンギングを最小限にして、最速の応答を確認します。

測定	ワニ口	ピンサー
オーバーシュート	10 %	30 %
立ち上がり時間	1.448 ns	1.6 ns
スルーレート	544 V/ns	502 V/ns







ピンサークリップの方がリンギングが高くなりますが、これは主に長さによるものです。

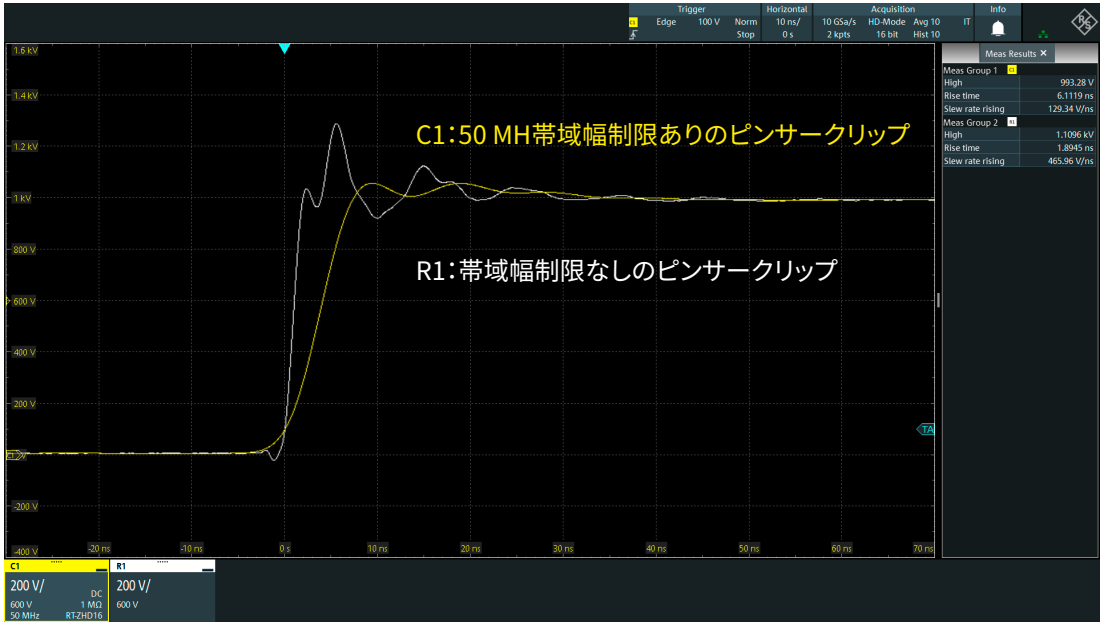
ワニ口クリップでは、最適なインパルス応答が得られます。

立ち上がり時間の遅い信号に対するピンサークリップ

帯域幅制限付きの測定

立ち上がり時間の遅い信号では、測定クリップの影響が少なくなります。こちらでは、ピンサークリップ測定について、50 MHzの帯域幅制限がある場合とない場合を比較しています。

測定	帯域幅制限なしのピンサー	50 MHz帯域幅制限ありのピンサー
オーバーシュート	30 %	8 %
立ち上がり時間	1.894 ns	6.112 ns
スルーレート	466 V/ns	129 V/ns



50 MHz帯域幅制限ありの方が、オーバーシュートがかなり小さくリンギング期間が短くなっています。

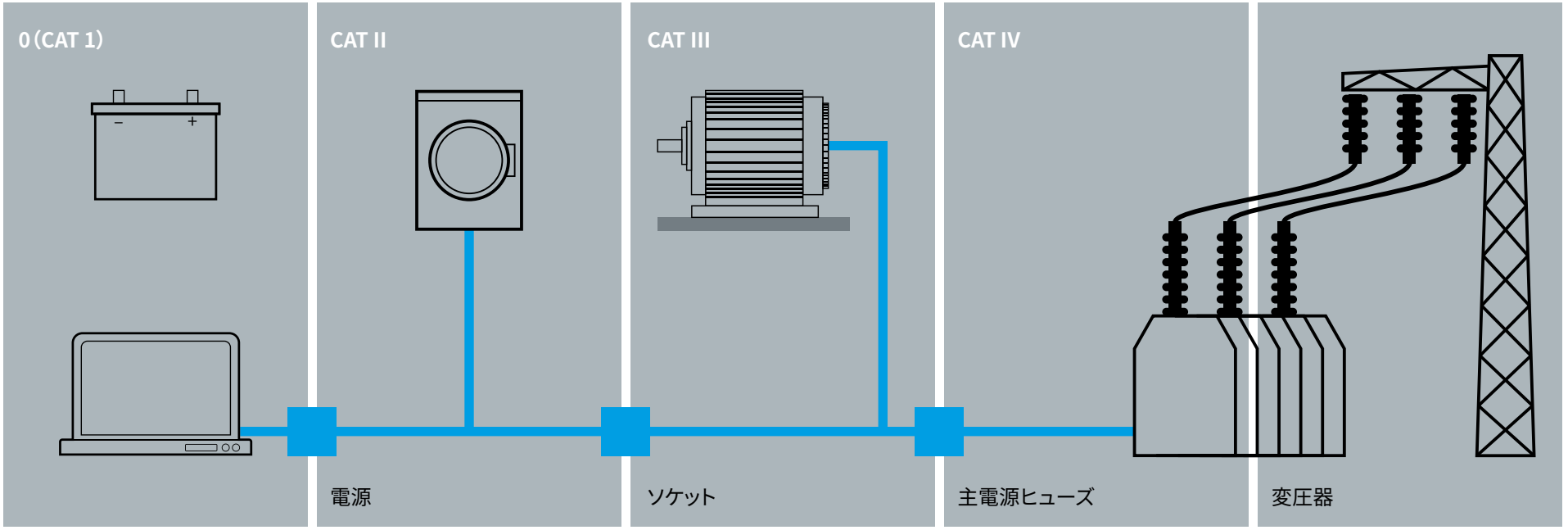
立ち上がり時間の遅い信号を扱う場合、測定クリップの効果は無視できます。

安全性を確保するプローブの選択
測定カテゴリ

測定器の安全な操作を確保するために、国際電気標準会議（IEC）は、回路の試験と測定に関する特定の安全要件を定めています。測定カテゴリは、定格動作電圧の何倍にもなる可能性がある短いトランジェント過電圧に対して測定器が保護できる能力を格付けするものです。

測定カテゴリCAT 1～CAT IVの概要

プローブのデザインによって、そのアプリケーション分野と感電防止用アースに対する最大定格電圧が決まります。



主電源に直接接続されない回路。例：バッテリーで動作する回路や特別に保護されている2次回路など

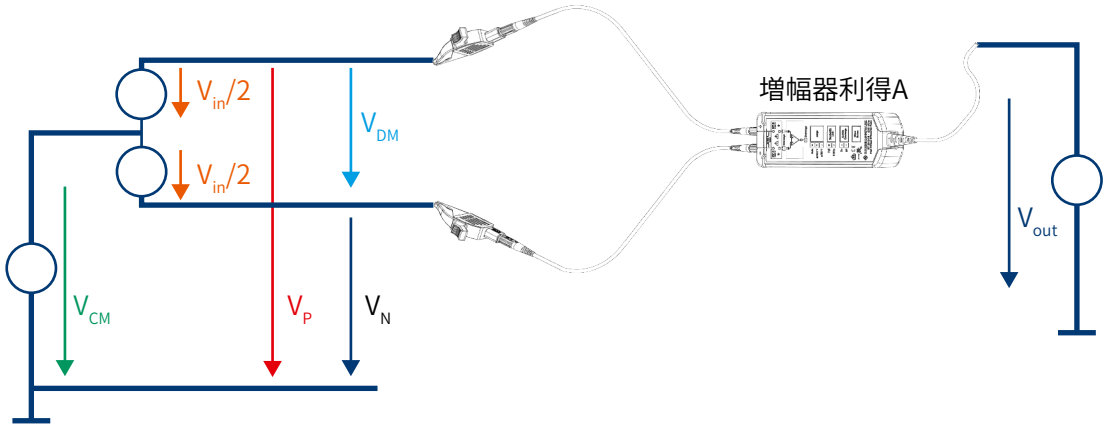
標準ソケットコンセントを備えた低電圧設備。例：家電、ポータブルツールなど

建物設備。例：ジャンクションボックス、サーキットブレーカー、配電盤、固定設備に恒久的に接続される機器など

低電圧設備の構成要素。例：電気メータや1次過電流保護装置など

使用する測定器およびプローブが安全要件に準拠していることを常に確認する必要があります。測定システムは、セットアップのどの部分でも最も低いカテゴリに基づいてのみ保護できます。

CMRRが優れたプローブの選択
コモンモードノイズ除去比



V_{DM}、V_{IN}: 差動モード入力電圧

V_P: 正のシングルエンド入力電圧

V_N: 負のシングルエンド入力電圧

V_{CM}: コモンモード入力電圧

V_{OUT}: プローブ出力電圧

$V_{DM} = V_P - V_N$
$V_{CM} = (V_P + V_N)/2$

$$V_{out} = A_d \cdot V_{DM} + A_{cm} \cdot V_{cm}$$

差動利得　コモンモー利得

$$CMMR = 20\ log_{10} \frac{A_d}{A_{cm}}$$

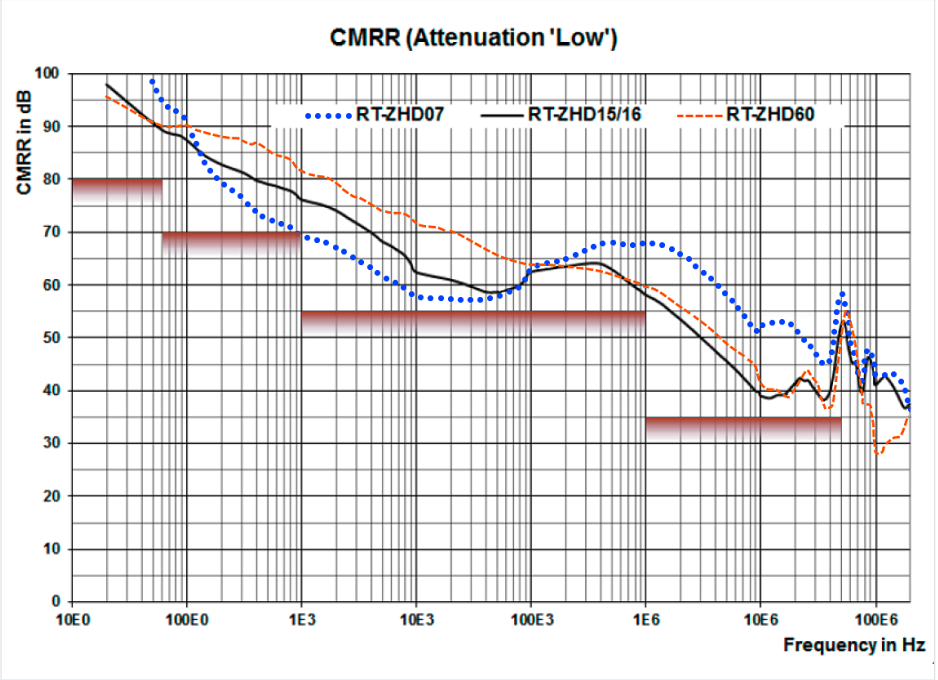
理想的な差動プローブは差動V_{DM}のみを出力し、コモンモード出力V_{CM}を抑制します。
そのため必ず、A_dは1に、A_{cm}は0になり、CMRRは無限になります。

両方の入力を同じ基準電位に接続したときに表示されるCM電圧は、抑制が十分であるかどうかを示す良いインジケーターになります。

十分なCMRRとはどの程度なのか

CMRRの周波数依存性

CMRR（不平衡CMRR）	R&S®RT-ZHD07/15/16/60
DC～60 Hz	＞80 dB
60 Hz～1 kHz	65 dB
1 kHz～1 MHz	55 dB
1 MHz～50 MHz	20 dB



簡単なデータシートでは多くの場合、CMRRの結果が周波数範囲ごとに1つの値として示されています。しかし、周波数応答を考慮すると、CMRRはかなり大きく変化することがわかります。データシートに掲載されているのは、該当する範囲の最も低い性能のみです。

CM信号のスイッチング周波数と高調波を考慮する必要があります。
CMRRは周波数依存です。必要に応じてこれを考慮します。

ノイズの低いプローブの選択

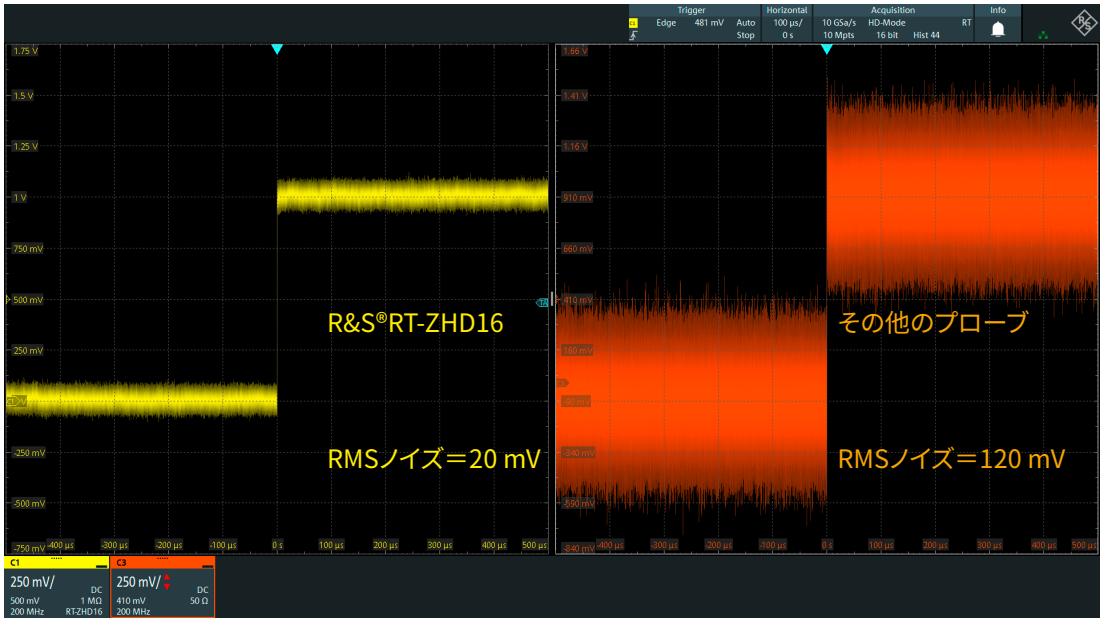
垂直軸スケール

小	ノイズはアクティブプローブによるものが支配的
大	ノイズはオシロスコープによるものが支配的

プローブ減衰率

大	ノイズが多い
小	ノイズが少ない

測定を比較するセットアップ

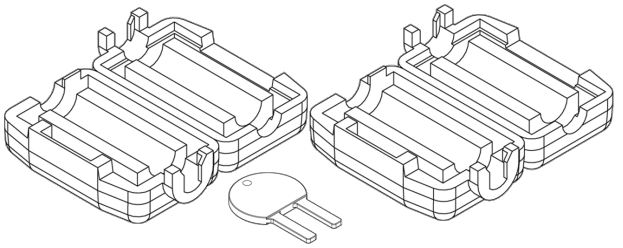


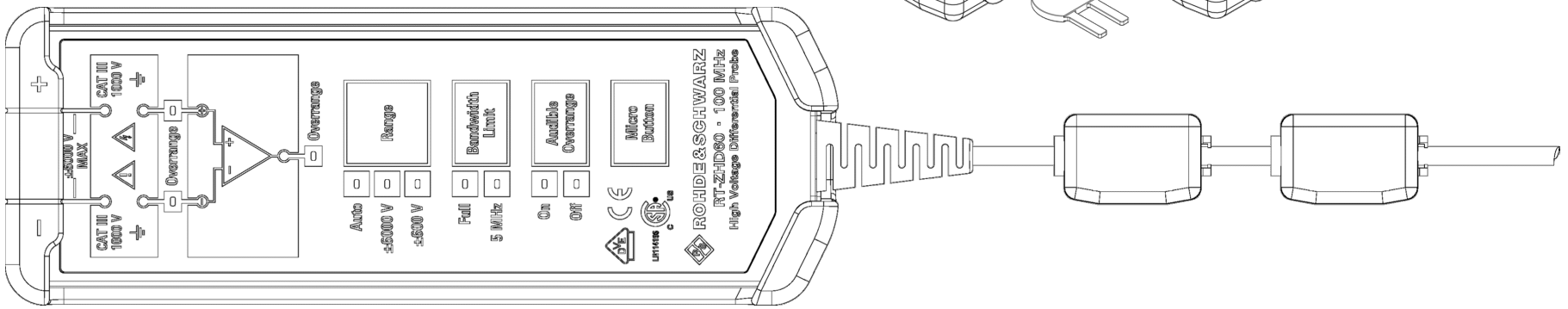
減衰率スイッチを備えたプローブでは、始めに低い減衰率で信号を確認します。高い減衰率に切り替えると、オシロスコープがスケーリングを補正し、垂直方向の必要な設定に合うように減衰された信号を増幅します。表示される信号は同じままですが、ノイズ成分は増加します。

低ノイズのプローブを使用すると、オシロスコープの優れたノイズ性能を利用でき、垂直ビット分解能も高まるため、隠れた信号を検出できます。

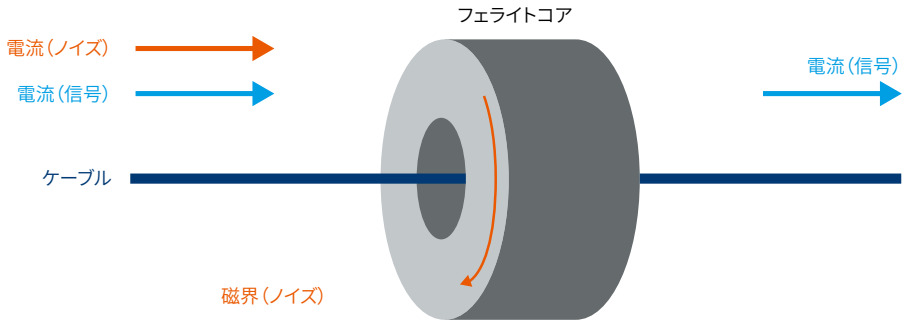
ノイズ性能の向上
フェライトコア／チョーク

フェライトコアはノイズを低減するのに適したツールです。特に、周囲環境からケーブル内に誘導される可能性のあるノイズに有効です。
R&S®RT-ZHDシリーズは、この目的のために2つのヒンジ付きフェライトコアを提供します。





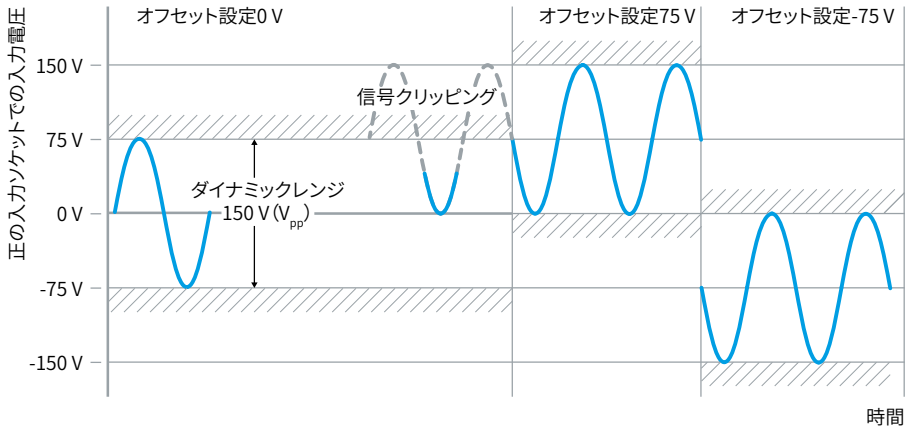
フェライトコア材は、高周波ノイズを阻止するようにデザインされており、オシロスコープに入る信号をクリーンアップするローパスフィルターのように機能します。フェライトコアを使用して、差動巻線を介してコモンモードノイズを抑制できます。



オフセットが優れたプローブの選択

DCオフセット補正

パワー測定では多くの場合、対象信号に重畳する巨大なDC成分が存在します。
プローブのオフセット補正により、正と負の入力間のDC成分が変更され、信号がプローブの入力ダイナミックレンジに収まるようになります。



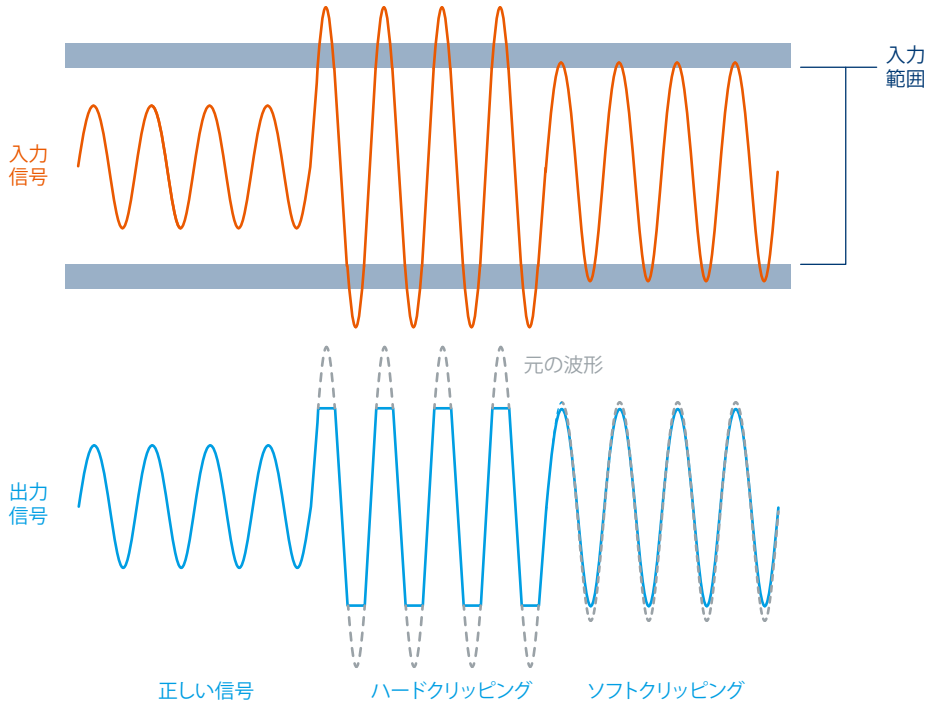
プローブ	ダイナミックレンジ	オフセット範囲
R&S®RT-ZHD07	±75 V/750 V	±1000 V
R&S®RT-ZHD15	±150 V/1500 V	±2000 V
R&S®RT-ZHD16	±150 V/1500 V	
R&S®RT-ZHD60	±600 V/6000 V	

多くの差動プローブはDCオフセットを補正できません。R&S®RT-ZHDプローブは、プローブの減衰係数やオシロスコープの垂直軸設定とは無関係のオフセット範囲を提供します。

オーバーレンジインジケーター付きのプローブの選択

オーバードライブと測定誤差

オフセット機能は信号を測定レンジ内に収めるための柔軟性を高めますが、オフセットが発生したときのインジケーターを備えることがやはり重要です。
入力（正または負）のオーバードライブにより波形が歪み、測定誤差が発生します。

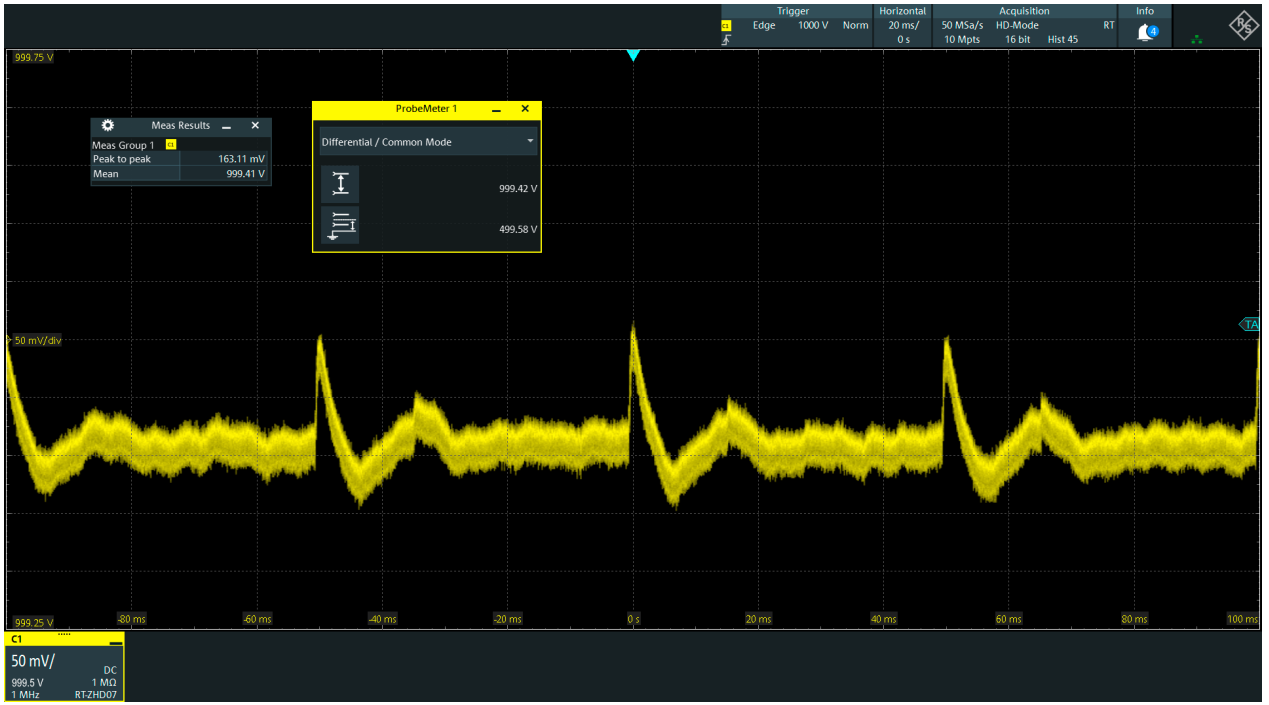


高品質のプローブは、オーバーレンジが発生したときにそれを示すためのLEDを備えています。中には、ユーザーの注意を引くために可聴インジケーターを備えたものもあります。プローブインタフェースを使用することで、プローブは、接続されているオシロスコープの画面上に直接オーバーレンジを示してユーザーに警告できます。

DCに対するオフセット

測定セットアップ

1,000 VのDC信号、999.5 Vのプローブオフセット設定、50 mV/divの拡張垂直軸スケールを使用して、信号の細部を調査します。



DCレベルに対するオフセットを設定して感度の高い垂直軸スケールを使用することで、より多くの細部が明らかになります。これは、パワーアプリケーションに多く見られるリップルノイズを調査するときに特に便利です。

制御性に優れたプローブの選択
プローブ制御ボックスの動作

入力端子でのオーバーレンジを示すインジケーター
- ▶ GNDに対するシングルエンド入力信号がプローブ入力レンジの制限を超えた場合に点灯

出力端子でのオーバーレンジを示すインジケーター
- ▶ 差動信号がプローブ出力レンジの制限を超えた場合に点灯

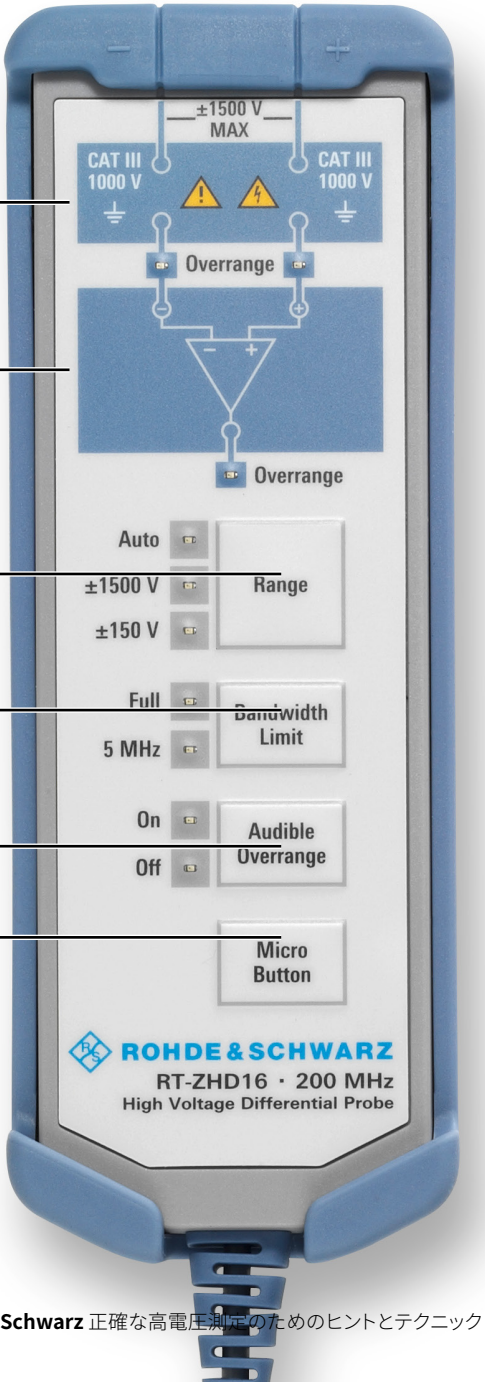
減衰比スイッチ
- ▶ 異なる減衰比設定をトグル設定
- ▶ Autoでは、垂直軸スケールに基づいてオシロスコープを制御可能

切り替え可能な帯域幅制限
- ▶ フィルターをオンしてオーバーシュートおよびノイズを低減

オーバーレンジ警告音のオン／オフ
- ▶ オーバーレンジの発生時にブザー音が発生

マイクロボタン
- ▶ ユーザー設定により、ローデ・シュワルツのオシロスコープの重要な機能へのクイックアクセスが可能

プローブ制御ボックスには多くの制御機能があり、オシロスコープメニューを順に追う必要なくプローブ機能を容易に利用できます。

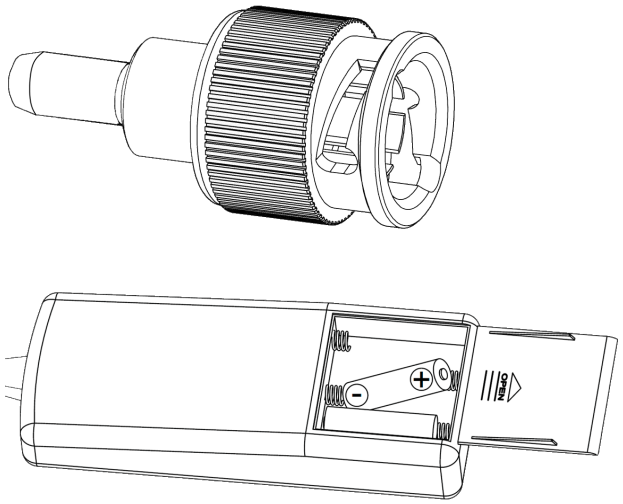


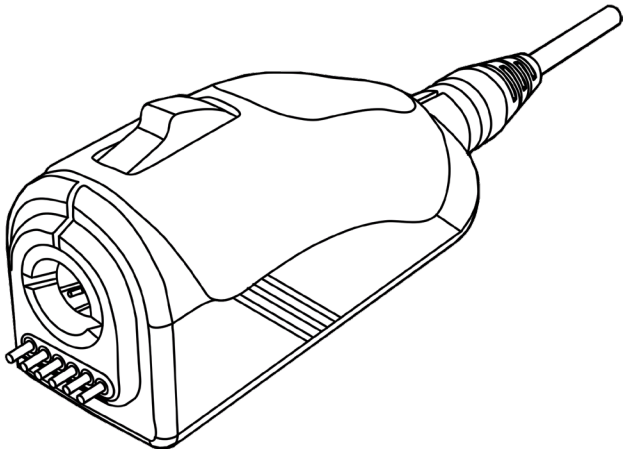
プローブインタフェース付きのプローブの選択

追加機能

ユニバーサルなBNCコネクタは差動プローブに多く使用されており、どのオシロスコープでもプローブを使用できます。欠点は、差動増幅器と回路を含むプローブ制御ボックスに外部から電源を供給する必要があることです。
プローブインタフェースを使用すると、以下のような利点があります。

- プラグアンドプレイのプローブ：プローブ設定を自動的に構成および補正
- 電源を内蔵：追加の外部電源は不要





BNCプローブには独自の電源が必要です。オシロスコープとの相互通信も制限されるため、機能の範囲が狭まります。

プローブインタフェースには、自動セットアップが可能で補正やプローブ測定などの高度な機能も使用できるようになるという利点があります。

ローデ・シュワルツ・プローブインタフェースの特長

プローブ補正

ローデ・シュワルツ・プローブインタフェースを備えたすべてのオシロスコープは、ゼロ点、利得誤差、異なるケーブル伝搬速度などのプローブ測定誤差を補正できます。オシロスコープはプローブから補正データを取得し、内部設定を使用してこのデータを計算するため、測定中の定期的な校正は不要です。

プローブ性能を確認するセットアップ

すべてのR&S®RT-ZHDプローブを、入力なしで各々の最高感度で比較します

ローデ・シュワルツのオシロスコープはローデ・シュワルツのプローブから補正データを取得し、内部設定を使用してこのデータを計算するため、測定中の定期的な校正は不要です。

R&S®PROBEMETER

ローデ・シュワルツのアクティブプローブは電圧計を内蔵していて、オシロスコープのタイムドメイン測定と並行してDC測定を継続的に実行できます。R&S®ProbeMeterは18ビットのADC精度を実現しており、プローブ制御ボックスでDC電圧をデジタイズして、差動モードとコモンモードの両方の結果を提供します。

測定セットアップ

1,000 VのDC信号を使用して、R&S®ProbeMeterとオシロスコープの測定結果を比較します。

R&S®ProbeMeterはレンジ全体を測定して、短時間で信号の正確なRMS DC値を表示します。垂直軸オフセットを使用すれば、より細かいスケールと高い感度で確度を強化できます。R&S®ProbeMeterは、独立した電圧計なので、オフセットや垂直軸スケールの設定の影響を受けません。

まとめ
ヒントとテクニック

高電圧差動プローブを使用する際には、以下のポイントを参考にしてプローブの一般的な測定性能を高めます。重要なポイントは、プローブとセットアップに注意することです。

測定確度の向上

ツイストリードによるノイズの低減

補償済みのリードおよびクリップの使用

帯域幅の制限（不要な場合）

周波数全体のCMRRの確認

ニーズに合ったプローブの選択

CAT III環境での安全性の確保

高いDCオフセットレンジ

正確なDC測定のための R&S®ProbeMeterを活用

セットアップの簡素化／操作性の向上

オーバーレンジインジケーターの活用

プローブインタフェースによるセットアップ／制御の簡素化

プローブインタフェースによるプローブ誤差の追加補正

プローブ／ソリューション

高電圧パッシブプローブ

差動測定が不要な場合、シングルエンド・パッシブプローブが、強力でコストパフォーマンスの高いソリューションとなります。R&S®RT-ZHxxプローブは、100:1および1000:1の減衰比で最大400 MHzの帯域幅を提供します。最大1000 V（CAT II）のRMS電圧向けに設計されています。

制限事項：適切なグランド基準が必要ですが実現が容易ではありません。

汎用高電圧差動プローブ

立ち上がり時間が重要でない場合、このプローブは最大1,400 V（ピーク）の電圧に対して25 MHzおよび100 MHzの帯域幅を提供します。コストパフォーマンスの高い本プローブは通常BNCコネクタを備えており、バッテリーまたはUSBポートによる電源供給が可能です。

制限事項：帯域幅が制限されるため、立ち上がりエッジが急峻な場合には適していません。

プローブ／ソリューション

R&S®Scope Rider RTH - アイソレートされたチャネルオシロスコープ

アイソレートされたチャネルに100:1の高電圧パッシブプローブを組み合わせることで、最大500 MHzまでの帯域幅でフローティング測定を安全に実行できます。このオシロスコープでは、CAT III環境で最大1,000 V、またはCAT IV環境で最大600 Vを測定できます。また、最大1,000 VのCM電圧にも耐えることができます。

高電圧差動プローブ

高速な立ち上がり時間を測定する際には、R&S®RT-ZHDシリーズが最大の200 MHz帯域幅を提供していて、CMRRも優れています。集積回路により、垂直軸スケールに関係なく2,000 Vのオフセットを使用可能で、ノイズ性能に大変優れています。R&S®ProbeMeterに統合されているプローブヘッドにより、高精度のDC測定が可能です。最後に、プローブインタフェースを使用すれば、オシロスコープ上で設定を構成および調整できるようになり、オーバーレンジが検出されると光と音で通知されるようになります。これらの機能すべてを組み合わせることで、最終的により優れた測定体験を提供しています。

モデル	帯域幅	減衰比	入力インピーダンス	ダイナミックレンジ	コメント
パッシブ					
R&S®RT-ZH03	250 MHz	100:1	100 MΩ || 6.5 pF	850 V (RMS)	高信頼性5 mmプローブチップ
R&S®RT-ZH10	400 MHz	100:1	50 MΩ || 7.5 pF	1000 V (RMS) 6000 V (ピーク)	1000 V (RMS) CAT II、5 mmプローブチップ、スプリング内蔵
R&S®RT-ZH11	400 MHz	1000:1	50 MΩ || 7.5 pF	1000 V (RMS) 6000 V (ピーク)	1000 V (RMS) CAT II、5 mmプローブチップ、スプリング内蔵
R&S®RT-ZI11	500 MHz	100:1	100 MΩ || 4.6 pF	1000 V (RMS)	600 V (RMS) CAT IV、 1000 V (RMS) CAT III、 3540 V (RMS) CAT 0、R&S®Scope Rider RTH専用
アクティブ、差動					
R&S®RT-ZD002	25 MHz	10:1/100:1	8 MΩ || 2.75 pF	±700 V	1000 V (RMS) CAT III
R&S®RT-ZD003	25 MHz	20:1/200:1	8 MΩ || 2.75 pF	±1400 V	1000 V (RMS) CAT III
R&S®RT-ZD01	100 MHz	100:1/1000:1	8 MΩ || 3.5 pF	±1400 V	1000 V (RMS) CAT III
R&S®RT-ZHD07	200 MHz	25:1/250:1	5 MΩ || 2.5 pF	±750 V	300 V (RMS) CAT III
R&S®RT-ZHD15	100 MHz	50:1/500:1	10 MΩ || 2 pF	±1500 V	1000 V (RMS) CAT III
R&S®RT-ZHD16	200 MHz	50:1/500:1	10 MΩ || 2 pF	±1500 V	1000 V (RMS) CAT III
R&S®RT-ZHD60	100 MHz	100:1/1000:1	40 MΩ || 2 pF	±6000 V	1000 V (RMS) CAT III
アクセサリ					
R&S®RT-ZA24					R&S®RT-ZHDプローブ用交換キット

ローデ・シュワルツ
ローデ・シュワルツはテクノロジーグループとして、電子計測、テクノロジーシステム、ネットワーク／サイバーセキュリティの分野の最先端ソリューションを提供することで、安全でつながり合った世界の実現を先導する役割を果たしています。創業から90年を超えるこのグループは、全世界の産業界と政府機関のお客様にとっての信頼できるパートナーです。本社をドイツのミュンヘンに構え、独立した企業として、70か国以上で独自の販売／サービスネットワークを展開しています。

www.rohde-schwarz.com/jp

ローデ・シュワルツ カスタマーサポート
www.rohde-schwarz.com/support

R&S® は、ドイツRohde＆Schwarz の商標または登録商標です。
掲載されている記事・図表などの無断転載を禁止します。
PD 3609.6535.96 | Version 01.00 | 11月 2024 (st)
正確な高電圧測定のためのヒントとテクニック
おことわりなしに掲載内容の一部を変更させていただくことがあります。
あらかじめご了承ください。
© 2022 - 2024 Rohde＆Schwarz | 81671 Munich, Germany