

テクトロニクス、最新受動プローブ TPP1000/0500型による測定確度の 改善とコストの低減

従来の受動プローブ 長所	従来の受動プローブ 短所
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 広いダイナミック・レンジ ✓ 安価 ✓ 機械的な堅牢性 ✓ 高インピーダンス 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ 低い周波数帯域 ✗ 高入力容量 ✗ 手作業による低周波補正 ✗ 高周波補正は製造メーカーによるサービス作業が必要

表1. 従来の受動プローブの長所と短所

	テクトロニクスTPP1000型、TPP0500型プローブ 長所	従来の受動プローブ 短所
<p>所有コストの低減</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 広いダイナミック・レンジ ✓ 安価 ✓ 機械的な堅牢性 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ 低い周波数帯域 ✗ 高入力容量 ✗ 手作業による低周波補正が必要 ✗ 高周波補正は製造メーカーによるサービス作業が必要
<p>改善される測定精度</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最高1GHzの周波数帯域 ✓ 低入力容量 ✓ 高入力抵抗 	
<p>セットアップ時間の短縮</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 自動低周波補正 ✓ 自動高周波補正 	

表2. テクトロニクスTPP1000型、TPP0500型プローブの利点

はじめに

このアプリケーション・ノートでは、テクトロニクスの広帯域、低容量受動プローブがどのようにして所有コストを抑え、性能、測定精度を改善させ、セットアップ時間を短縮するかについて説明します。ほとんどのオシロスコープに標準で付属している受動プローブは、低コストの汎用プロービング・ソリューションです。一般的に、受動プローブはアクティブ電圧プローブほどの性能はありませんが、堅牢性に優れており、信号観測に適した広いダイナミック・レンジを備えています。従来の受動プローブの長所と短所を、表1に示します。

TPP1000型、TPP0500型は、従来のこの製品クラスでは実現できなかった仕様により、受動プローブ・カテゴリの性能を進化させています。このプローブは、テクトロニクスのMSO/DPO 5000シリーズ、MSO/DPO4000Bシリーズ・オシロスコープ用に設計されています。このレベルの性能は、オシロスコープとプローブの回路の組み合わせによって実現されています。周波数帯域、入力容量、自動プローブ補正などの改善により、従来の受動プローブの短所だったものが長所になります（表2を参照）。

このアプリケーション・ノートでは、以下の項目について詳細に説明します。

- 所有コストの低減
- 測定精度の改善
- セットアップ時間の短縮



図1. テクトロニクス、レクロイ、アジレントの一般的な受動プローブの立上り時間

所有コストの低減

特に1GHzのシステムでは、一般的な受動プローブの制限によりユーザはアクティブ・プローブを購入しなければならず、投資コストが大幅に高くなります。テクトロニクスのTPP1000型、TPP0500型プローブは、従来の受動プローブと、高性能、高価格のアクティブ・プローブの間のギャップを埋めます。1GHzでプローブ帯域とオシロスコープ帯域のマッチングがとれるのはテクトロニクスだけです。TPP1000型、TPP0500型には、受動プローブにおける業界トップクラスの仕様と低周波／高周波の自動補正機能があり、ユーザのトータル所有コストを抑え、オシロスコープへの投資価値を大いに高めることができます。

測定確度の改善

信号をオシロスコープに伝えるためのプローブの重要な要素と考慮すべき点を以下に記します。

- 性能仕様：プローブの周波数帯域と立上り時間
- プローブ先端における低入力容量：性能に影響を及ぼすプローブ・アクセサリ
- プローブの負荷効果：プローブ自身の負荷が回路に与える影響

性能仕様

汎用受動プローブは、性能に比べて堅牢性が特長となっています。受動プローブは主に低速信号の観測用に使用されてきたため、従来の性能で十分とみなされてきました。また、堅牢で、高性能で、数百ボルトの電圧を測定するプローブ設計は非常に難しいものであったことも要因としてありました。一般的に、アクティブ・プローブは1GHzからのものであり、10V未満でしか測定できず（テクトロニクス製のプローブでは40Vまで測定できるものがありますが）、受動プローブほど堅牢ではありません。受動プローブは一般的に500MHz以下であり、数百ボルトの電圧が測定でき、機械的にも堅牢です。TPP1000型、TPP0500型は優れた性能、広いダイナミック・レンジを持ちつつ、日々の作業に求められる堅牢性を兼ね備えたプローブです。

オシロスコープとプローブのメインとなる仕様は、周波数帯域です。周波数帯域は周波数応答の一つの尺度であり、オシロスコープは時間ドメインの計測器です。オシロスコープに表示されるデータは時間に対する振幅のグラフであり、周波数ドメインの小さな違いでも時間ドメインに大きな影響を及ぼすことがあります。

どのオシロスコープ・ユーザも優れたステップ応答のオシロスコープとプローブを必要としています。ステップ応答を観測することは、オシロスコープとプローブを評価するためのすぐれた方法です。システムのステップ応答を正しく表示するためには、測定システムに高速でクリーンなステップ信号を入力する必要があります。プローブの立ち上がり時間を検証するためには、プローブより高速な立ち上がり時間を持った信号が必要になります。図2は、TPP1000型プローブ、レクロイ、アジレント製品に標準添付されている受動プローブの立ち上がり時間を比較しています。

それぞれのプローブは、最適な性能を発揮するようにショート・グランド・スプリングを使用して同じテスト・フィクスチャに接続しています。プローブのステップ応答を比較するための基準信号として、高速でクリーンな240psの立ち上がり時間のステップ信号も表示されています。基準信号はR1として、白い波形で表示されています。テクトロニクスTPP1000型の立ち上がり時間は最も高速（443.6ps）であり、基準信号と同じ振幅、形状ですが、わずかなオーバーシュートが見られます。TPP1000型は、高速エッジの信号を捉える能力が最も高い受動プローブです。

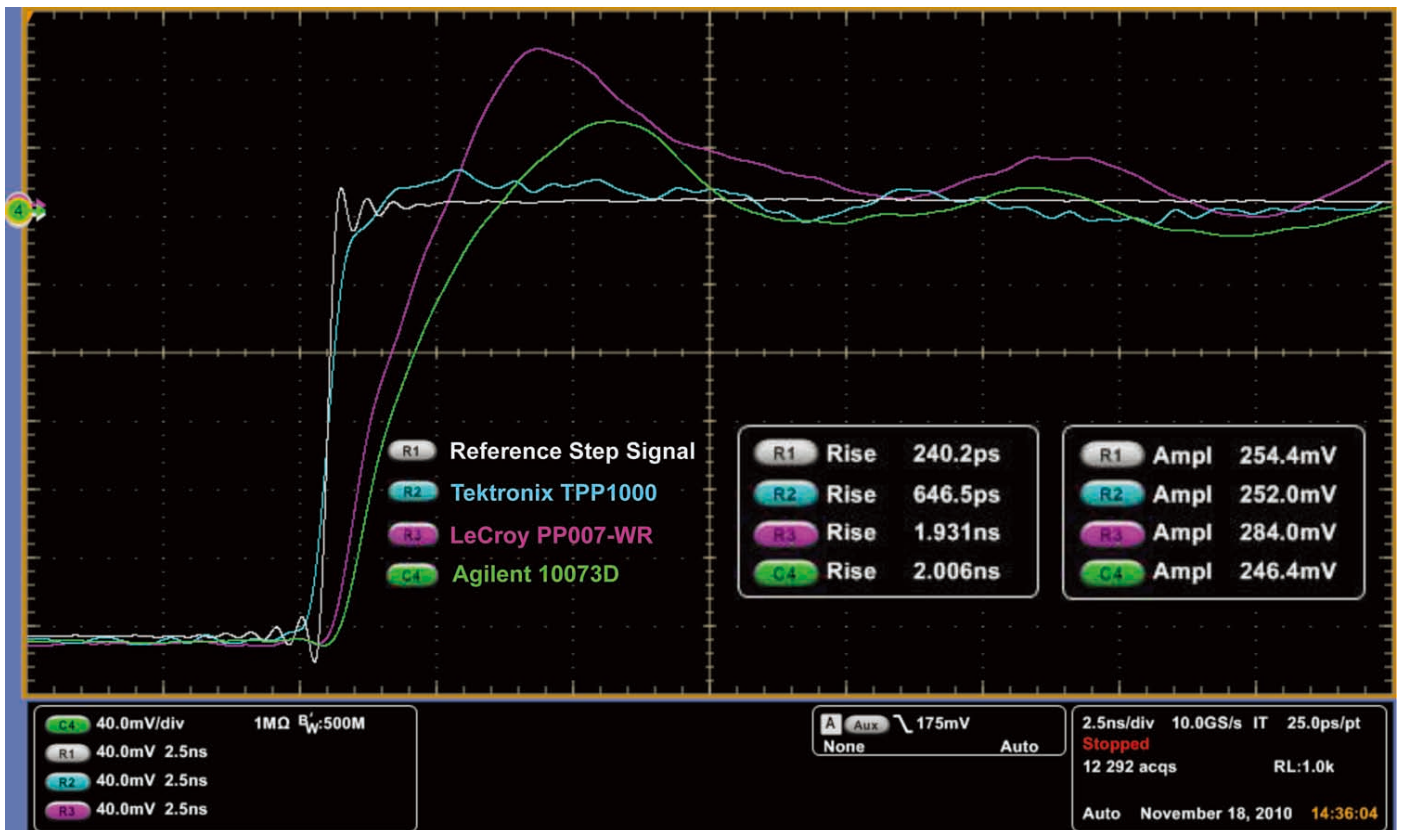


図2. ロング・グランド・リードを接続した一般的な受動プローブの立上り時間

プローブ先端における低入力容量

一般的な受動プローブは主に信号を観測するために使用されるため、ほとんどのユーザは長いグランド・リードを使用してグランドに接続しています。長いグランド・リードを使えば、グランドの接続、取り外しを繰り返すことなく基板のさまざまなポイントに移動することができます。ショート・グランド・スプリングは最も優れたプローブ性能を引き出すことができますが、グランドはスプリングの届く範囲内でしかとれません。15cm以上の長さのロング・グランド・リードではグランド接続が簡単に行えますが、付加されるインダクタンスにより性能が低下します。グランド・リードが長くなると、測定に付加されるインダクタンスも増えます。インダクタンスと容量は周波数に關係しており、プローブのインダクタンスと容量が増えるとプローブの性能は低下します。例えば、15cmのグランド・リードを接続したプローブは、30cmのグランド・リードを接続した同じプローブよりも優れた性能、確度が得られます。

グランド・リードによる性能低下を解決するためには、ショート・グランド・リードを使用してインダクタンスを下げるか、またはより小さな入力容量のプローブを使用します。TPP1000型とTPP0500型のプローブ先端における入力容量は4pF未満ですが、他社の代表的な受動プローブでは9.5pF以上です。テクトロニクスの受動プローブを使用することで、プローブ自身の大きな入力容量による信号の劣化に悩まされずに長いグランド・リードを使用することができます。図2は、長いグランド・リードを接続したテクトロニクス、レクロイ、アジレントの一般的な受動プローブのステップ応答を示しています。

ロング・グランド・リードを使用した場合、性能は大きく影響を受けます。プローブの立上り時間は遅くなり、出力信号はリンギングし、オーバーシュートは大きくなり、振幅の確度は低下します。TPP1000型、TPP0500型を使用することで、性能、確度の低下に悩まされることなく、ロング・グランド・リードを使用して信号を観測することができます。

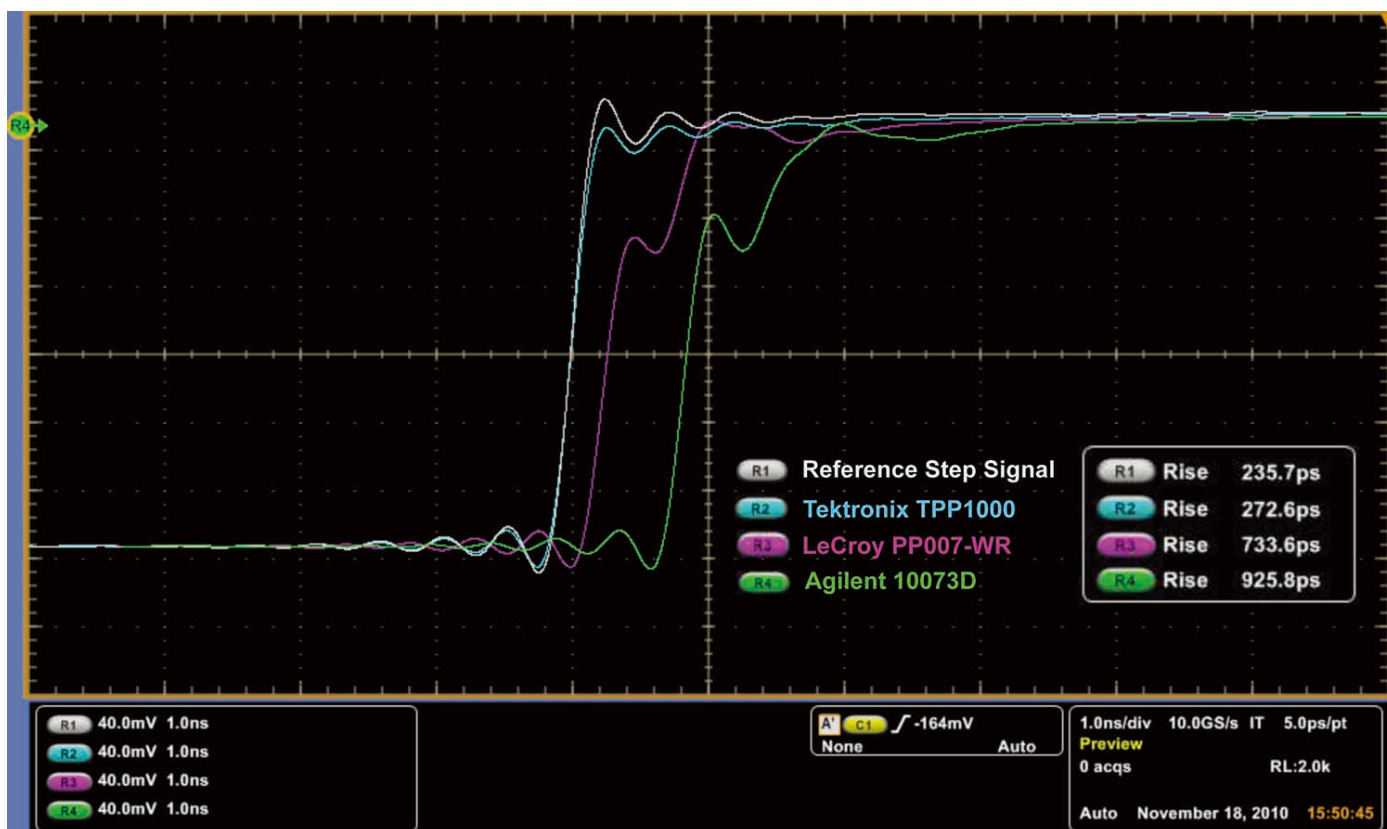


図3. 一般的な受動プローブのプローブ負荷の影響

プローブ負荷

受動プローブの入力容量と入力抵抗は、測定する回路に影響を及ぼすため、その仕様は重要になります。プローブなどの外部デバイスがテスト・ポイントに接続されると、それは回路から電流を引き出す余分な負荷とみなすことができます。この負荷（または信号電流）によりテスト・ポイントにおける回路動作が変化し、テスト・ポイントにおける信号が違ったものとして表示されます。理想的なプローブは無限大のインピーダンスを持ちますが、オシロスコープの入力で信号電圧を発生させるためにはわずかですが信号電流が必要になるため、無限大のインピーダンスを持つことはできません。プローブを接続することは常に信号に対して負荷を加えることとなりますが、これをできる限り小さくすることが重要です。

最も大きな問題である負荷は、プローブ先端の容量によって発生します。低い周波数ではこの容量は非常に大きなリアクタンスとなり、被測定回路に及ぼす影響は非常に小さいか、まったく影響しません。周波数が増加すると、容量性のリアクタンスは小さくなります。また、高い周波数では容量性負荷が大きくなります。容量性負荷は、測定システムの周波数帯域、立ち上がり時間特性に影響を及ぼします。TPP1000型、TPP0500型の入力容量は、既存のハイ・インピーダンス受動プローブに比べて非常に小さくなっ

ています。プローブ先端における入力容量は4pF未満です。一方、テクトロニクス以外のプローブでは9.5pF以上です。図3は、テクトロニクスTPP1000型、レクロイ、アジレントのプローブにおけるプローブ負荷の影響を示しています。

白い波形は入力信号であり、その他の波形はテスト・ポイントに各プローブを接続することで基準波形がどのように変化するかを示したものです。ここに表示されている波形はプローブの出力ではありませんが、テスト・ポイントにおいてプローブが信号に及ぼす影響を示していることにご注意ください。青の波形はTPP1000型によるものであり、負荷の影響が最も小さく、最も基準波形に近く、立ち上がり時間への影響も最も小さくなっています。テクトロニクス以外のプローブの入力容量による影響は、性能、精度に表れています。先にも説明したように、周波数が高くなると容量性のリアクタンスは小さくなり、容量性負荷は大きな影響を及ぼすこととなります。容量の大きなプローブは高い周波数で大きな負荷となります。これは、レクロイ、アジレントのプローブ波形における立ち上がり部分の丸みとなって表れています。この立ち上りのエッジ部分には、方形波の高周波成分が含まれています。高速信号にプロービングする場合、テクトロニクス以外のプローブでは元の信号が大きく歪んでしまい、精度の悪い測定になってしまいます。



図4. プローブの低周波補正

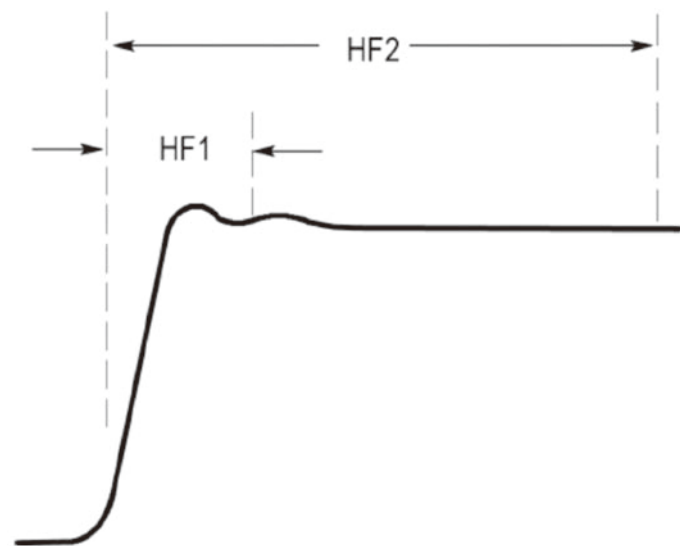


図5. プローブの高周波補正

セットアップ時間の短縮

プローブとオシロスコープの入力容量は機器により異なるため、汎用受動プローブでは低周波における補正が必要です。ユーザの中には、低周波補正が必要なことを知らなかったり、補正手順を忘れてしまったり、時間を節約するために低周波補正をしなかったりする方がいます。図4に示すように、プローブの出力は調整用ツールを使い、以下の手順にしたがって応答がフラットになるように調整する必要があります。

すべての受動プローブにおいて、低周波補正はユーザによって調整できますが、高周波補正はプローブ製造メーカーのサービス部門で補正する必要があります。高周波補正のための調整ポイントは一般的にユーザがアクセスできないところにあり、アクセスするためには補正ボックスのラベルを破る必要があります。この補正のためには、校正ジェネレータや特殊なプローブ・アダプタなどの特殊な機器が必要になります。高周波補正では、図5に示すような立上りエッジのアベレーションとフラットネスを調整します。

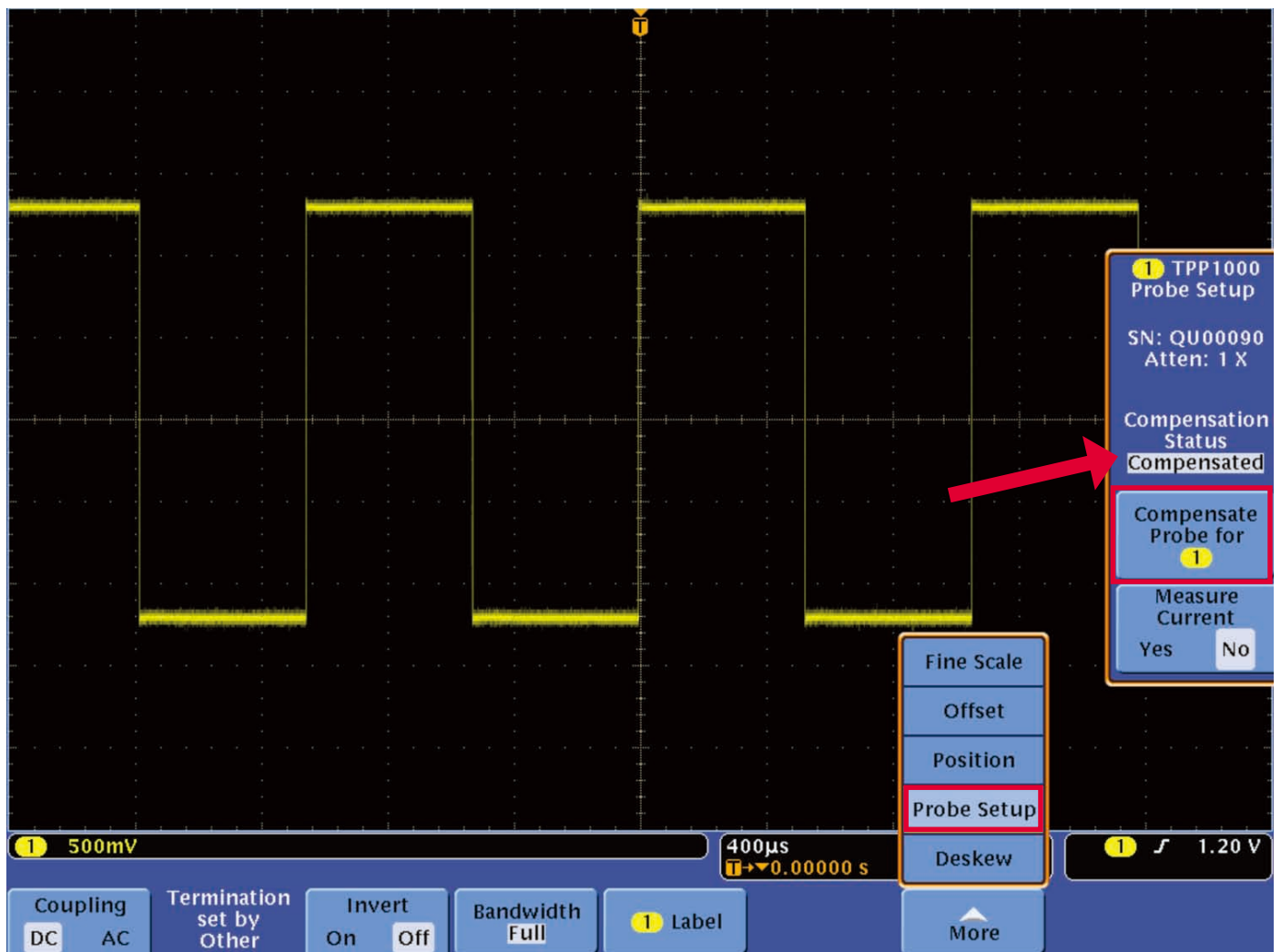


図6. 低周波／高周波の自動補正

TPP1000型、TPP0500型をサポートするテクトロニクスのおシロスコープに接続すると、低周波／高周波の補正を自動で実行することができます。一般的な受動プローブを手作業で低周波補正するよりも短い時間で、低周波／高周波の両方の補正が行えます。プローブをおシロスコープの入力チャンネルに接続し、次にプローブ・チップとグランドをおシロスコープのPROBE COMP

ピンに接続し、その入力チャンネルのメニューからCompensate Probe（プローブ補正）を選択します。メニューの例を図6に示します。この手順に要する時間は5秒以内であり、プローブの着脱に備えて補正結果はおシロスコープ内に保存されます。おシロスコープには、入力チャンネルごとに複数のプローブの補正値を保存しておくことができます。

ポゴ・ピン

TPP1000型、TPP0500型には、標準でリジッド・チップとポゴ・ピンが付属しています。ポゴ・ピンにはスプリングが入っているため、わずかな力で確実に電気的な接触をとることができます。必要以上に力を入れてプローブ・チップを押しつける必要がありません。確実な接触のために必要な力というのは、次の理由から重要になります。わずかな力で済むのであれば、オシロスコープを操作しながら正しいプロービング・ポジションを保持することに集中するだけで済みます。ポゴ・ピンを使用すると一定の力で安定した接触が可能になるため、信号観測が確実に行えます。また、確実な接触のため、あるいはオシロスコープに期待通りの信号が表示されない場合、どうしてもプローブを強く押しつける傾向があります。押しつける力が強くなるとテスト・ポイントからプローブ先端がスリップしてしまい、となりの信号に接触してテスト機器あるいは被測定回路が損傷するおそれがあります。

まとめ

TPP1000型、TPP0500型は受動プローブの製品カテゴリにおける性能を進化させており、この製品クラスでは実現できなかった仕様により、従来の受動プローブの短所を長所に変えています。高性能、低価格、数百ボルトという広い測定ダイナミック・レンジと、日々の測定作業に必要な堅牢性という2つの優れた技術により、汎用受動プローブと高価なアクティブ・プローブのギャップを埋めることができます。

業界トップクラスの受動プローブ性能仕様と自動補正機能により、TPP1000型とTPP0500型はトータルの所有コストを抑え、オシロスコープへの投資の価値を大いに高めることができます。

Tektronix お問い合わせ先：

日本
お客様コールセンター
0120-441-046

地域拠点

米国 1-800-426-2200
中南米 52-55-54247900
東南アジア諸国／豪州 65-6356-3900
中国 86-10-6235-1230
インド 91-80-42922600
欧州／中近東／北アフリカ 41-52-675-3777
他 30 カ国
Updated 9 October 2009

詳細について

当社は、最先端テクノロジーに携わるエンジニアのために、資料を用意しています。当社ホームページ (www.tektronix.com/ja) をご参照ください。



TEKTRONIX および TEK は、Tektronix, Inc. の登録商標です。記載された商品名はすべて各社の商標あるいは登録商標です。

01/11

51Z-26294-0



〒108-6106 東京都港区港南2-15-2 品川インターシティ B棟6階
ヨッ良い オシロ
デクトロニクス お客様コールセンター TEL:0120-441-046
電話受付時間／9:00～12:00・13:00～19:00 (土・日・祝・弊社休業日を除く)

www.tektronix.com/ja

■ 記載内容は予告なく変更することがありますので、あらかじめご了承ください。
© Tektronix