

テクニカル・リファレンス

P7313
12.5 GHz 5X/25X
差動プローブ

071-1706-01



071170601

テクニカル・リファレンス



P7313
12.5 GHz 5X/25X
差動プローブ

071-1706-01

Copyright © Tektronix, Inc. 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、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、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、TEK、および TekConnect は Tektronix, Inc. の登録商標です。

Velcro は Velcro Industries B.V の登録商標です。

Tip-Clip および iLink Tool Set は Tektronix, Inc. の商標です。

Tektronix 連絡先

Tektronix, Inc.
14200 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てください。

目次

安全にご使用いただくために	iii
はじめに	1
動作原理	3
入力電圧の制限	3
最大入力電圧	3
動作電圧ウィンドウ	4
差動モードの信号範囲	4
同相除去	4
帯域幅を最大にするプロービング技法	5
入力インピーダンスとプローブの負荷	6
アクセサリによる電氣的な影響	7
リファレンス	9
シングルエンド測定	9
差動測定	10
同相除去比	10
CMRR 誤差の評価	11
CMRR に対する入力インピーダンスの影響	11
シリアル・バスの標準規格	12
仕様	13
保証特性	13
代表特性	14
公称特性	17
Tip-Clip アセンブリの仕様	18
性能検査	25
必要な機器	25
必要となる特殊なアダプタ	27
機器のセットアップ	28
出力オフセット電圧	30
DC ゲイン精度	31
5X 減衰におけるゲインのチェック	31
25X 減衰におけるゲインのチェック	32
立上り時間	33
プローブ校正アダプタの接続	33
25X 減衰における立上り時間のチェック	35
検査記録	39
ユーザ・サービス	41
プローブ / アダプタ / オシロスコープの互換性	41
エラーの状態	41
交換部品	41
輸送の準備	42

図

図 1: ダイナミック・レンジ	4
図 2: HBW ストレート・コード、8 ミルワイヤの Tip-Clip アセンブリ	5
図 3: 代表的なプローブ入力モデル	6
図 4: 差動増幅器の簡略化されたモデル	10
図 5: 代表的な同相除去比 (5X 減衰)	15
図 6: プローブと Tip-Clip の寸法	16
図 7: TekConnect SMA 変換アダプタ	27
図 8: プローブ校正アダプタ	27
図 9: 検査前の構成	28
図 10: 出力オフセット 0 検査用の構成	30
図 11: DC ゲイン精度の設定	31
図 12: プローブ入力に対して電源の極性を反転	32
図 13: Tip-Clip エジェクタ	33
図 14: プローブ校正アダプタとプローブ	34
図 15: テスト・システムの立上り時間の構成	35
図 16: TDR パラメータの設定	36
図 17: テスト・プローブの立上り時間の設定	37

表

表 1: オフセット・レンジ	9
表 2: シリアル・バスの標準規格	12
表 3: 保証電気特性	13
表 4: 代表的な電気特性	14
表 5: 代表的な機械特性	16
表 6: 公称の電気特性	17
表 7: テスト機器	25
表 8: 差動プローブの互換性に関する問題	41

安全にご使用いただくために

人体への損傷を避け、本製品やこれ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のみが、保守点検手順を実行する必要があります。

本製品をご使用の際に、他のシステムの製品にアクセスしなければならない場合があります。システムの操作に関する警告や注意事項については、他のシステム・マニュアルの『安全にご使用いただくために』をお読みください。

火災や人体への 損傷を防ぐには

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。プローブ入力を被測定回路から切断してから、プローブを測定機器から切断してください。

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。

共通端子を含むどの端子にも、その端子の最大定格を超える電位をかけないでください。

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。

回路の露出を避けてください。電源がオンのときに、露出した接地部分やコンポーネントに触れないでください。

障害の疑いがあるときは動作させないでください。本製品に損傷の疑いがある場合、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。

湿気の多いところで動作させないでください。

爆発しやすい環境で動作させないでください。

製品表面を清潔で乾燥した状態に保ってください。

記号と用語 **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：「警告」では、怪我や死亡の原因となる状態や行為を示します。



注意：「注意」では、本製品やその他の資産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。本製品では、次の記号を使用します。



注意
マニュアルを
参照

はじめに

このマニュアルでは、「P7313 12.5 GHz および P7380 8 GHz 5X/25X 差動プローブ・ユーザ・マニュアル」で説明されていないか、または簡単にしか触れられていない項目の詳細について説明します。

本書で説明する内容の概要は次のとおりです。

- 動作原理 – ユーザ・マニュアルでは説明されていない、プローブの詳細について説明します。
- リファレンス – 差動測定に関する内容と、測定精度を向上させる方法について説明します。
- 仕様 – プローブおよびプローブ Tip-Clip アセンブリの保証特性、代表特性、および公称特性について説明します。
- 性能検査 – 保証されている仕様を確認する手順について説明します。
- ユーザ・サービストラブルシューティングとプローブの保守について説明します。

動作原理

ここでは、動作に関して考慮すべき事項およびプロービング技法について説明します。差動測定と同相除去比 (CMRR) の詳細については、9 ページの「リファレンス」セクションを参照してください。

P7313 プローブは高帯域に対して最適化されており、汎用のプローブではありません。プローブ・ヘッドとチップは電気特性と高密度回路に対する作業に適合するように小型化されているため、取り扱いには注意が必要です。



注意：プローブが損傷するのを防ぐために、取り扱いに注意してください。乱暴な扱いや不注意な使用によってプローブが損傷する可能性があります。

入力電圧の制限

P7313 差動プローブは、低電圧回路のプロービング用として設計されています。電圧をプロービングする前に、最大入力電圧、コモン・モード信号の範囲、および差動モード信号の範囲に関する制限を確認してください。制限の具体的な内容については、14 ページを参照してください。

最大入力電圧

最大入力電圧は、入力によってプローブの入力回路が損傷しない最大電圧を表し、この電圧はグランドに対する値です。



注意：P7313 差動プローブの入力が損傷を受けないようにするために、それぞれの入力の間またはプローブ入力とグランドの間に $\pm 15\text{ V}$ (DC + ピーク AC) を超える電圧を加えないようにしてください。

動作電圧ウィンドウ

動作電圧ウィンドウには、プローブの入力回路が飽和しない範囲内でそれぞれの入力に加えることができる、グランドを基準にした最大電圧が示されます。図 1 を参照してください。差動モードの仕様を満たしている場合でも、コモン・モード電圧が動作電圧ウィンドウの範囲を超えると、出力波形が正しく表示されない場合があります。仕様については、14 ページを参照してください。

差動モードの信号範囲

差動モードの信号範囲は、プローブが歪みのない信号を取り込むことのできる正入力電圧と負入力電圧の最大電圧差です。電圧による歪みが大きすぎると、測定がクリップしたり不正確になる可能性があります。差動モードの信号範囲（プローブのダイナミック・レンジ）は、図 1 に示すように、5x および 25x アッテネータ設定で異なる値を有します。仕様については、14 ページを参照してください。

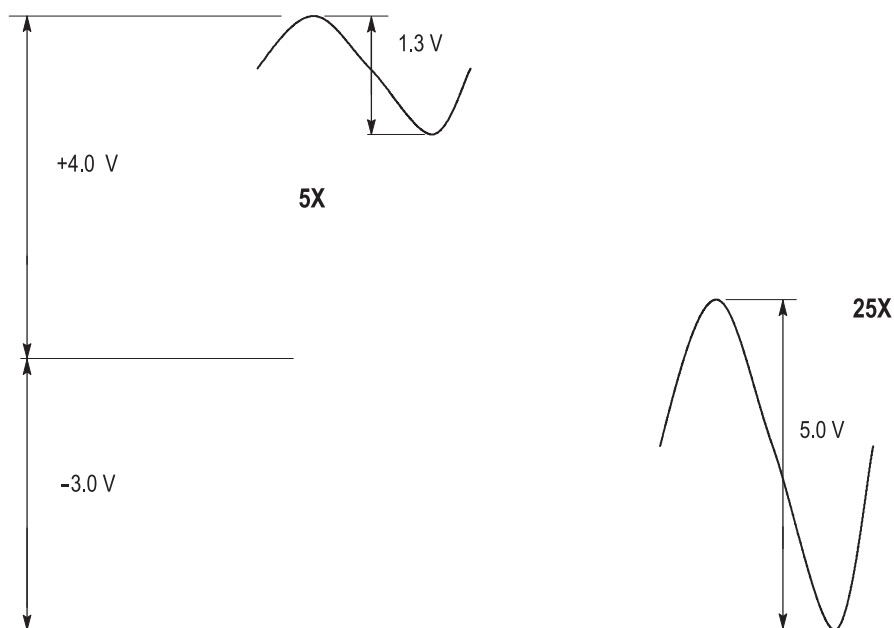


図 1：ダイナミック・レンジ

同相除去

同相除去比 (CMRR) は、両方の入力に共通の信号を除去するプローブの能力を表します。より正確には、CMRR はコモン・モード・ゲインに対する差動ゲインの比率です。比率が高くなるとそれに比例してコモン・モード信号を除去する能力も高くなります。CMRR は周波数によって変化し、通常は周波数が高くなるにしたがって低下します。CMRR の詳細については、15 ページを参照してください。

帯域幅を最大にするプロービング技法

プローブの帯域幅は、図 2 に示すような、HBW ストレート・コード、8 ミルワイヤの Tip-Clip アセンブリを回路に対して直接使用すると最も高くなります。この Tip-Clip アセンブリは、Tip-Clip のリード線の長さが約 50 ～ 70 ミルにトリミングされた場合に最大の帯域幅を実現します。ただし、一部のプロービング作業は、プローブに付属する他のアクセサリを使用するとより簡単に行うことができます。特に、全周波数帯域が必要ないプロービング・アプリケーションの場合には便利です。各 Tip-Clip の帯域幅性能については、18 ページから始まる「Tip-Clip アセンブリの仕様」を参照してください。

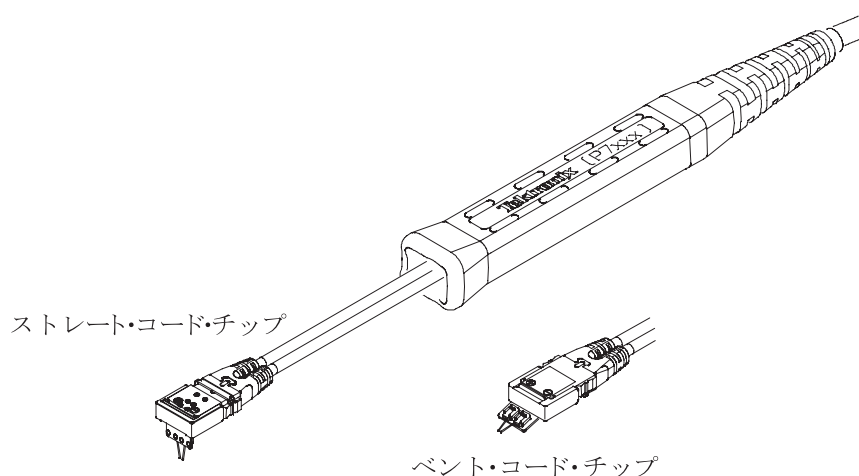


図 2： HBW ストレート・コード、8 ミルワイヤの Tip-Clip アセンブリ

入ラインピーダンスとプローブの負荷

回路にプローブ入力を接続すると、新しい抵抗、キャパシタンス、およびインダクタンスが回路に組み込まれたことになります。差動プローブの各入力は、グランドに対して $50\text{ k}\Omega$ という固有の入力インピーダンスを持っています。

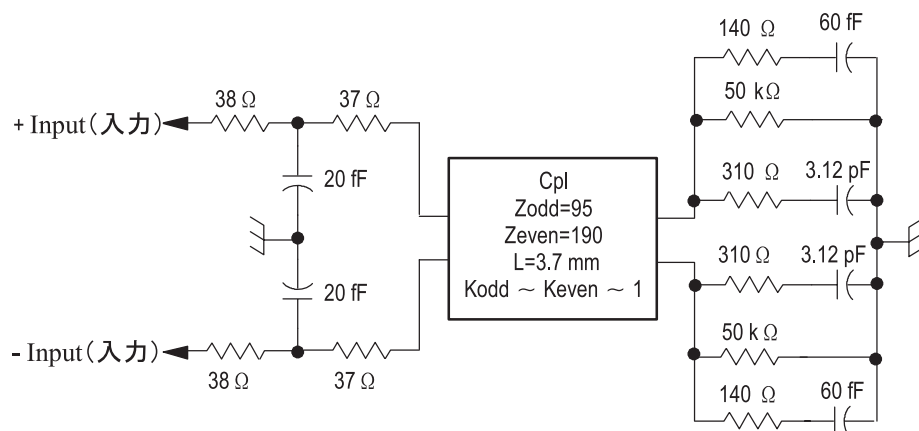


図 3 : 代表的なプローブ入力のモデル

低いソース・インピーダンスと周波数を持つ信号に対しては、それぞれの入力における入力インピーダンスの $50\text{ k}\Omega$ という値は、その入力が信号ソースに負荷をかけないために十分な大きさです。入力における信号ソースのインピーダンスが増加するにしたがい、プローブがソースにより負荷をかけ、信号の振幅が小さくなります。ソース・インピーダンスが増加したり信号の周波数が高くなるにしたがって、これらの要因をより考慮する必要があります。図 3 を参照してください。

信号の周波数も信号の測定に影響を与えます。信号の周波数が高くなるにしたがって、プローブの入力インピーダンスが低下します。ソースのインピーダンスに対してプローブのインピーダンスの比率が低下すると、測定対象の回路にプローブの負荷がより多くかかり、信号の振幅が減少します。入力インピーダンスと周波数の関係を示すグラフについては、18 ページから始まる「Tip-Clip アセンブリの仕様」を参照してください。

アクセサリによる電氣的な影響

お使いのプローブに付属している Tip-Clip アクセサリを使用すると、さまざまな種類のコンポーネントに接続することができます。Tip-Clip アクセサリは、1つのシステムとして最適な性能を発揮するように設計されています。それぞれの Tip-Clip アクセサリが異なる特性を持っています。これらのアクセサリを使用すると接続が容易になりますが、信号周波数、ソース・インピーダンス、リード線の長さといったさまざまな要因に応じて、選択する Tip-Clip アクセサリが測定信号に影響を与えることに注意してください。Tip-Clip の詳細については、13 ページの仕様を参照してください。

リファレンス

ここでは、差動測定に関する重要なリファレンス情報と、測定精度を向上させる方法について説明します。

シングルエンド測定

たとえば P7313 などの差動プローブは、ダイナミック・レンジとオフセット電圧レンジの制限内でシングルエンド測定を行うために使用することができます。通常、P7260 などのシングルエンド・プローブは、それに対応する差動プローブに比べて広いオフセット・レンジを持っています（表 1 を参照）。

表 1：オフセット・レンジ

プローブ	DC オフセット、 5X	ダイナミック・ レンジ、5X	DC オフセット、 25X	ダイナミック・ レンジ、25X
P7240	+/- 5 V	---	---	---
P7313 差動 プローブ	+4 V、-3 V	1.25 V _{PP}	+4 V、-3 V	5 V _{PP}

差動プローブは、基準電圧としてグラウンドを使用しないシングルエンド測定のクラスに最適です。

■ SSTL_{1,2} : $V_{TT}, V_{REF} = V_{DD}/2$

■ PECL : $V_{REF} = V_{CC} - 1.3$

このクラスのシングルエンド信号を測定するには、P7313 差動プローブの負の入力を V_{REF} に接続します。

これらの用途では、 V_{REF} での AC または DC が公称値から変動しても、差動プローブによって真の信号が表示されます。一方、グラウンド基準であるシングルエンド・プローブでは、 V_{REF} における変動が加えられた信号が表示されます。

また差動プローブは、シングルエンド信号または PCI Express や Serial ATA のような差動信号のいずれに対しても、グラウンド基準のシングルエンド測定を行うために使用することもできます。グラウンド基準のシングルエンド信号を測定するには、P7313 プローブの負の入力をグラウンドに接続します。

差動信号のシングルエンド測定は、コモン・モード電圧を測定したり差動信号の対称性をチェックするために使用します。

差動測定

差動プローブは、シングルエンドによる制約をなくするためにグランドを基準にする必要はありません。差動プローブの平衡入力は、ほとんどの測定アプリケーションで、大きな柔軟性と性能を提供します。

差動測定用のデバイスは、シングルエンド・システムで発生する問題を回避するように設計されています。これらのデバイスには、さまざまな差動プローブ、差動増幅器、およびアイソレータがあります。

差動増幅器（図 4）は、入力間で共通のすべての電圧を除去し、入力間の差を増幅するような差動測定を行うために使用します。両方の入力に共通の電圧はコモン・モード電圧（V_{CM}）と呼ばれる場合があります、入力間で異なる電圧は差動モード電圧（V_{DM}）と呼ばれます。

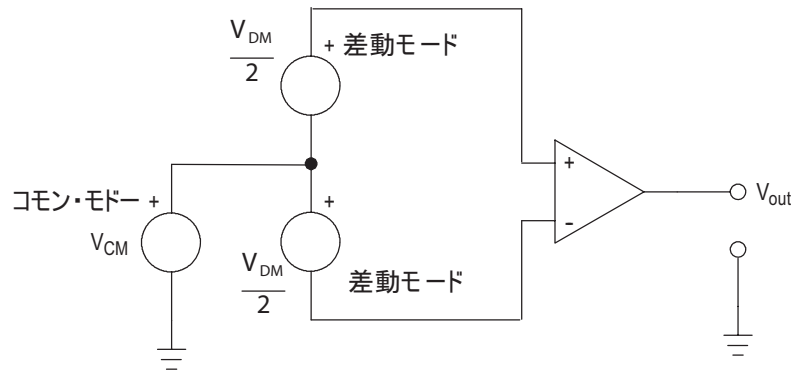


図 4：差動増幅器の簡略化されたモデル

同相除去比

差動増幅器には、除去できないコモン・モード信号があります。差動増幅器がコモン・モード信号を除去する能力は、同相除去比（CMRR）として表されます。CMRR は、差動モードのゲイン（A_{DM}）をコモン・モードのゲイン（A_{CM}）で除算した値です。この値は、比率または dB で表されます。

$$\text{CMRR} = \frac{A_{DM}}{A_{CM}} \quad \text{dB} = 20 \log \frac{A_{DM}}{A_{CM}}$$

通常、CMRR は DC で最高（最良）になり、周波数が増えるにしたがって低下します。

CMRR 誤差の評価

15 ページの図 5 は、P7313 差動プローブの CMRR を示しています。このディレーティング・グラフは、正弦コモン・モード信号を前提としています。

コモン・モード信号が正弦ではない場合に CMRR 誤差の大きさをすばやく評価する方法は、両方のリード線を回路の同じポイントに接続することです。オシロスコープには、プローブで完全に除去されないコモン・モード成分のみが表示されます。この技法では正確な測定を行うことはできませんが、コモン・モード誤差信号の振幅が大きいかどうかを判断することができます。プローブの CMRR を最大にするには、Tip-Clip のワイヤを同じ長さにしてください。

CMRR に対する入力インピーダンスの影響

ソース・インピーダンスに比べてプローブの入力インピーダンスが低下すればするほど、所定のソース・インピーダンスとの不均衡によって CMRR が低下します。2 つの入力におけるソース・インピーダンスの差によって、CMRR が低下します。通常、シングルエンド測定を行うとソース・インピーダンスが非対称になるため、差動モードの CMRR が低下する傾向があることに注意してください。

シリアル・バスの標準規格

P7313 差動プローブを使用して測定される代表的な高速データ通信の標準規格を表 2 に示します。

表 2 : シリアル・バスの標準規格

シリアル・バス・データ・レート	クロック周波数	第 3 次高調波	第 5 次高調波
InfiniBand 2.5 Gb/s	1.25 G3.75	3.75 GHz	6.25 GHz
PCI Express 2.5 Gb/s	1.25 GHz	3.75 GHz	6.25 GHz
SATA II 3.0 Gb/s	1.50 GHz	4.50 GHz	7.50 GHz
XAUI 3.125 Gb/s	1.56 GHz	4.69 GHz	7.81 GHz
Fibre Channel 4.25 Gb/s	2.125 GHz	6.375 GHz	10.625 GHz
FB-DIMM 4.8 Gb/s	2.4 GHz	7.2 GHz	12.0 GHz
PCI-express II 5.0 Gb/s	2.5 GHz	7.50 GHz	12.5 GHz
SATA III 6.0 Gb/s	3.0 GHz	9.0 GHz	15.0 GHz
2x XAUI 6.25 Gb/s	3.125 GHz	9.375 GHz	15.625 GHz
Fibre Channel 8.5 Gb/s	4.25 GHz	12.75 GHz	21.25 GHz
XF 10.0 Gb/s	5.0 GHz	15.0 GHz	25.0 GHz

仕様

表 3 ～ 6 に示した仕様は、すべての TekConnect 機器または Tektronix 80A03 TekConnect アダプタに取り付けられた P7313 差動プローブに適用されます。他のオシロスコープでこのプローブを使用する場合は、オシロスコープが 50Ω の入力インピーダンスを持っている必要があります。プローブは、表 3 に記載されている制限値を超えない環境に設置し、少なくとも 20 分間はウォーム・アップしておく必要があります。P7313 差動プローブの仕様は、保証特性、代表特性、および公称特性の 3 つのカテゴリに分類されます。

保証特性

保証特性（表 3）は、公差限度または一定の形式試験済み要件の範囲内で保証されている性能を表します。検査する保証特性には、表 3 のチェック欄に ✓ 記号が付けられています。

表 3：保証電気特性

特性	説明
✓ DC 減衰精度	$\pm 2\%$
✓ 出力 0	$\pm 3\text{ mV}$ ($+20 \sim +30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $+68 \sim +86\text{ }^{\circ}\text{F}$) (5X) $\pm 15\text{ mV}$ (オシロスコープ上) $\pm 3\text{ mV}$ ($+20 \sim +30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $+68 \sim +86\text{ }^{\circ}\text{F}$) (25X) $\pm 75\text{ mV}$ (オシロスコープ上)
✓ 立上り時間	$< 40\text{ ps}$ (プローブのみ、HBW ストレート・コード、8 ミルワイヤの Tip-Clip アセンブリ)、その他すべての Tip-Clip アセンブリは代表特性
温度	動作時： $0 \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($+32 \sim +104\text{ }^{\circ}\text{F}$)、 非動作時： $-55 \sim +75\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-131 \sim +167\text{ }^{\circ}\text{F}$) ¹
湿度	動作時： $0\text{--}90\%$ 相対湿度、 $+0 \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$ でテスト済み ($+32 \sim +104\text{ }^{\circ}\text{F}$) 非動作時： $0\text{--}90\%$ 相対湿度、 $-55 \sim +75\text{ }^{\circ}\text{C}$ でテスト済み ($+67 \sim +167\text{ }^{\circ}\text{F}$)

¹ 次の警告を参照してください。



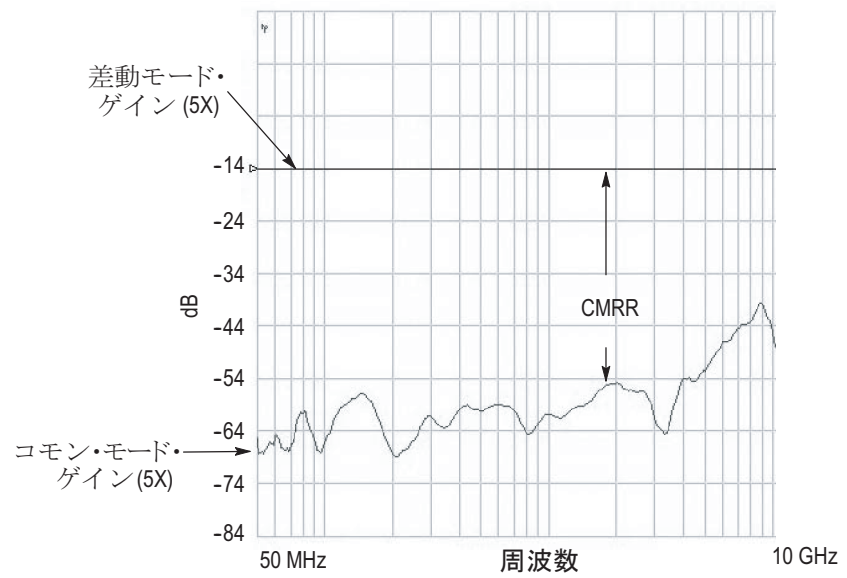
警告： 高い環境温度でのやけどを防止するために、非動作時の温度が $+75\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($+167\text{ }^{\circ}\text{F}$) を上回っているときは素手でプローブに触れないでください。プローブが冷めるまで十分待ってから取り扱ってください。

代表特性

代表特性（表 4 および 5）は、標準的であっても保証はされていない性能を表します。

表 4：代表的な電気特性

特性	説明
差動入力抵抗（DC カップリング）	104 k Ω $\pm$ 2%
コモン・モード入力抵抗（DC カップリング）	52 k Ω $\pm$ 1 k Ω
差動オフセット・レンジ	-3.0 V $\sim$ +4 V
ノイズ	< 31 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ (5X)
	< 75 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ (25X)
入力インピーダンス	詳細については、18 ページの「 <i>Tip-Clip アセンブリ</i> 」を参照してください。
周波数帯域	詳細については、18 ページの「 <i>Tip-Clip アセンブリ</i> 」を参照してください。 (+ 2.0dB、-3 dB) 環境温度の範囲 20 $^{\circ}\text{C}$ $\sim$ 30 $^{\circ}\text{C}$ に対して
小さい信号の立上り時間	詳細については、18 ページの「 <i>Tip-Clip アセンブリ</i> 」を参照してください。 環境温度の範囲 20 $^{\circ}\text{C}$ $\sim$ 30 $^{\circ}\text{C}$
同相除去比	図 5 を参照してください。 >DC で 50 dB - 1 MHz (DC でテスト済み) >1 GHz で 35 dB >6 GHz で 20 dB >12.5 GHz で 15 dB
最大非破壊入力電圧	それぞれの入力の間またはプローブ入力とグランドの間で $\pm$ 15 V _(DC + ピーク AC)
差動信号範囲（DC カップリング）	$\pm$ 0.625 V (減衰設定 5X) $\pm$ 2.0 V (減衰設定 25X)
動作電圧ウィンドウ	-3.0 V $\sim$ +4.0 V (5X または 25X)
直線性	$\pm$ 0.75% (ダイナミック・レンジ -0.625 V $\sim$ +0.625 V、5X) $\pm$ 1.0% (ダイナミック・レンジ -2 V $\sim$ +2 V、25X)
DC オフセット・ドリフト	50 $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ (プローブの出力) 0.25 mV/ $^{\circ}\text{C}$ (TekConnect インタフェースによるスクリーンへの表示)
DC 電圧測定精度	$\pm$ (入力の 2% + (オフセットの 2%) + 50 mV + 7.5 mV) 5X $\pm$ (入力の 2% + (オフセットの 2%) + 50 mV + 40 mV) 25X



注: 短いコード、小さい抵抗器付きの Tip-Clip アセンブリのグラフ

図 5 : 代表的な同相除去比 (5X 減衰)

表 5 : 代表的な機械特性

特性	説明
寸法、補正ボックス	107 mm × 41 mm × 26 mm (4.2 インチ × 1.6 インチ × 1.0 インチ)
寸法、プローブ・ヘッド	19.43 mm × 3.30 mm × 7.6 mm (0.765 インチ × 0.130 インチ × 0.300 インチ)
寸法、ケーブル長	1.2 m (47 インチ) (プローブ・ヘッドから補正ボックスまで)
単体重量	1.550 g (3.1 ポンド) (プローブ、アクセサリ、および梱包材)

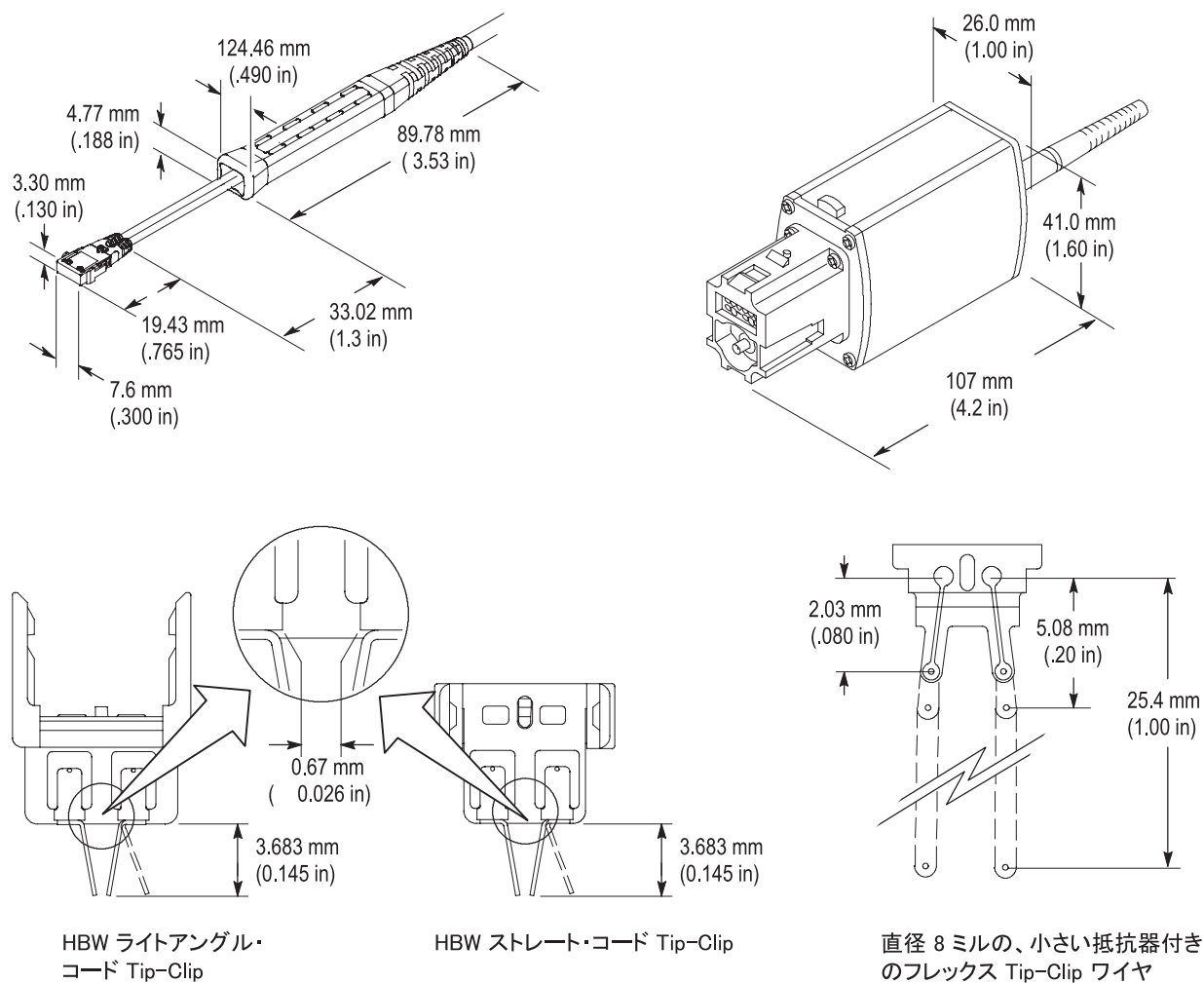


図 6 : プローブと Tip-Clip の寸法

公称特性

公称特性（表 6）は保証されている特性を表しますが、この特性には公差制限がありません。

表 6：公称の電気特性

特性	説明
入力設定	差動（+ および - の 2 つの入力）
出力カップリング	DC
減衰設定	5X および 25X
終端	50 Ω への終端出力

Tip-Clip アセンブリの仕様

注：次の Tip-Clip アセンブリでは、特に指定がない限りすべての仕様が代表特性です。

HBW ストレート・コード、8 ミルワイヤの Tip-Clip アセンブリ

Tektronix 部品番号：

020-2639-XX (10 個)

020-2657-XX (5 個)

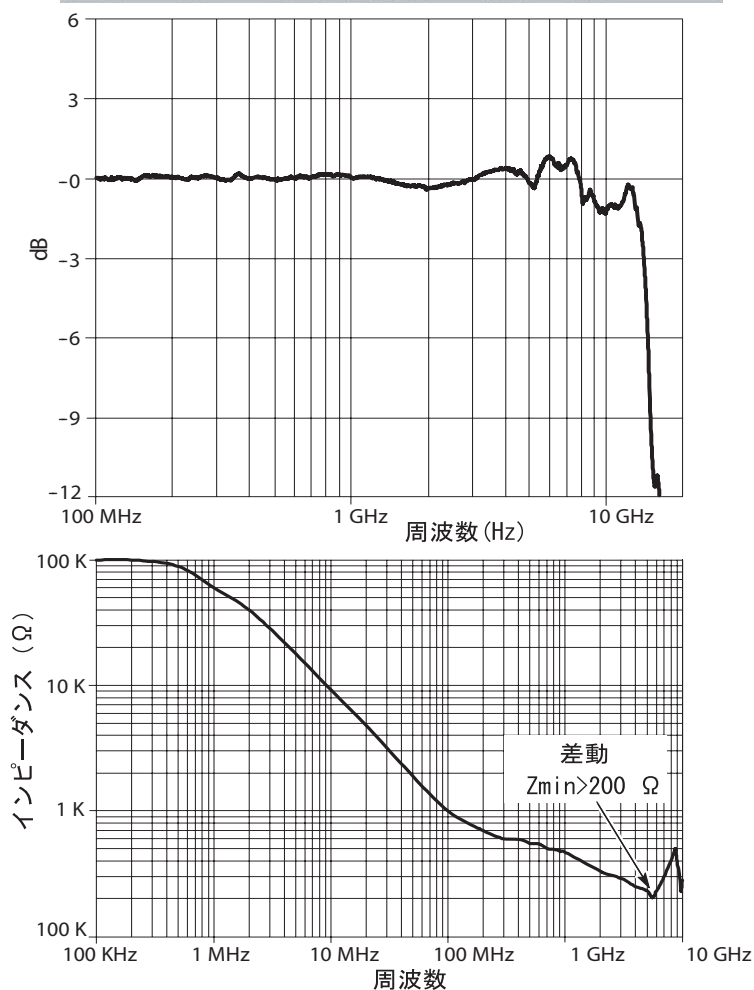
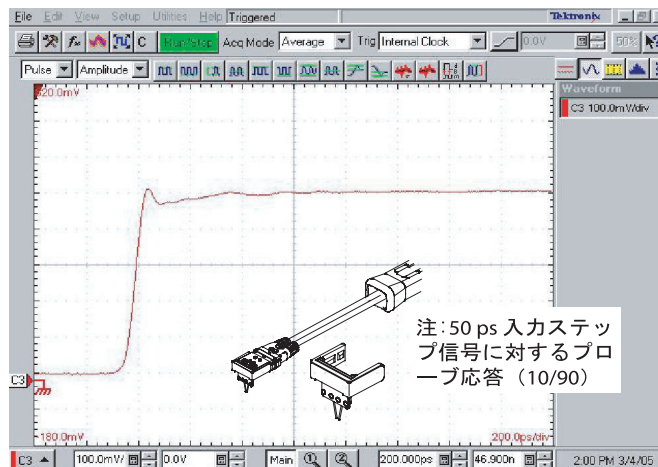
周波数帯域： >12.5 GHz

10/90 立上り時間： <40 ps

20/80 立上り時間： <25 ps

負荷：差動 $Z_{\text{MIN}} > 200 \Omega \sim 10 \text{ GHz}$

高周波数用で良好な信号忠実度。大きいコンポーネントへの接続に最適です。



HBW ライトアングル・コード、8 ミル ワイヤの Tip-Clip アセンブリ

Tektronix 部品番号：

020-2638-XX (10 個)

020-2656-XX (5 個)

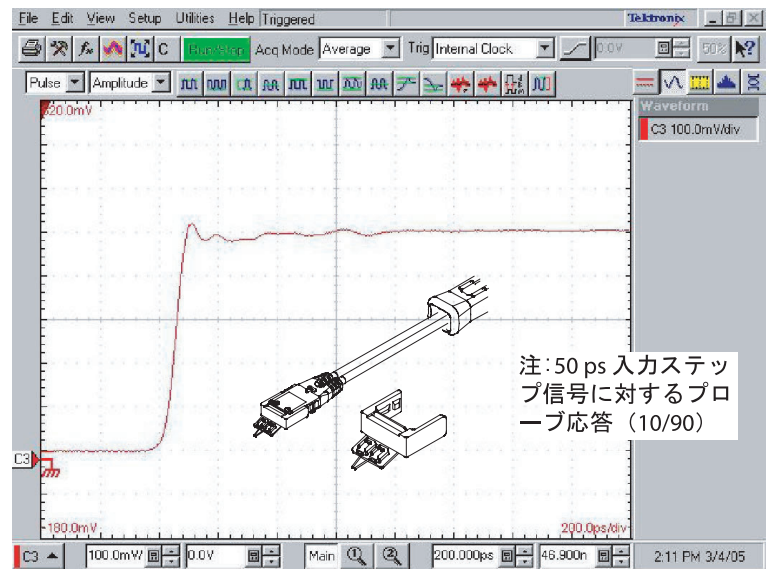
周波数帯域： >12 GHz

10/90 立上り時間： <42 ps

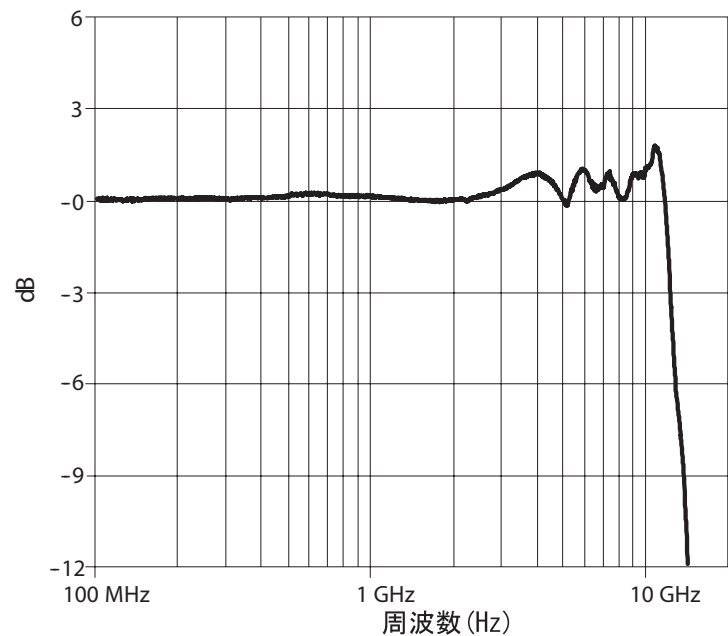
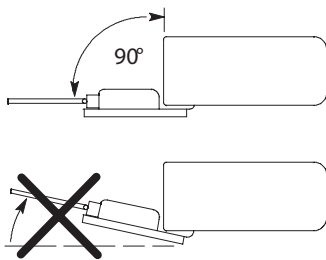
20/80 立上り時間： <27 ps

負荷： 未定

大きいデバイスに取り付ける場合に、
使いやすさと最良のパフォーマンスの
両方を同程度に満足させるのに適して
います。



注意：コードに過度の負荷が加わ
るのを避けるため、90 度を越える
角度でコードを押し付けないでく
ださい。信号が間欠的になる原因
となる場合があります。



短いコード、小さい抵抗器付きの Tip-Clip アセンブリ

Tektronix 部品番号 : 020-2600-XX

周波数帯域 : >8.0 GHz

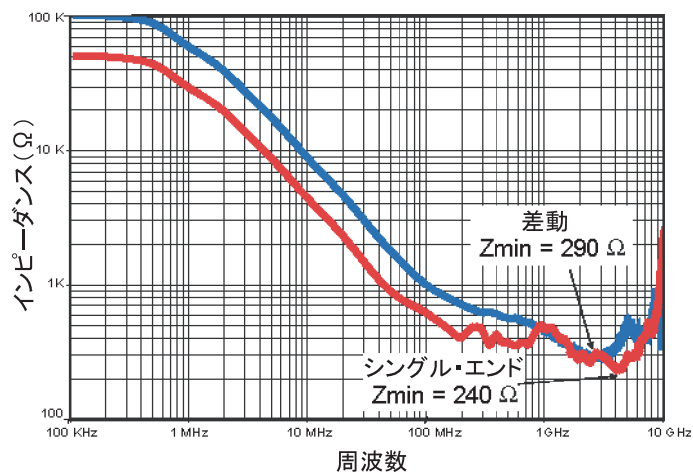
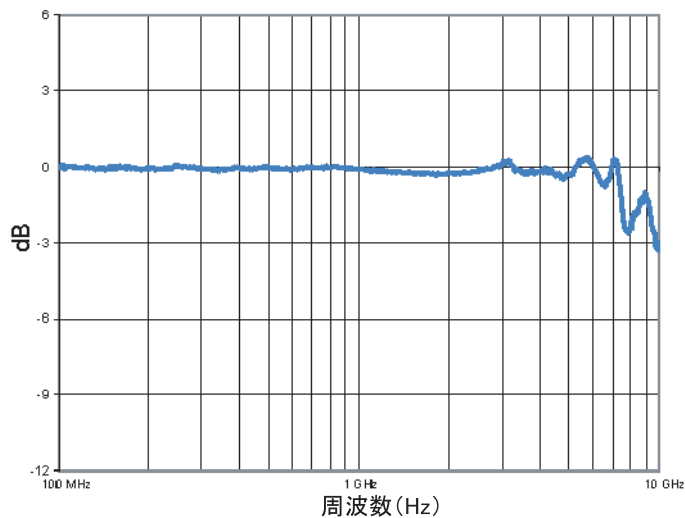
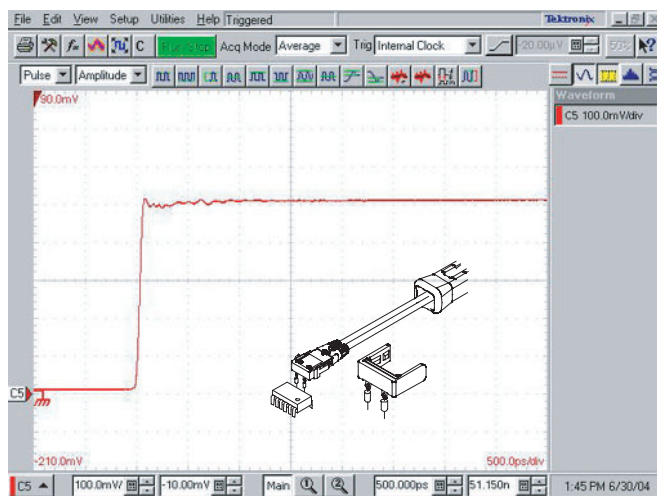
10/90 立上り時間 : <55 ps*

20/80 立上り時間 : <35 ps

* 保証値

負荷 : 差動 Z_{MIN} 290 Ω (8 GHz)

全体にわたって最良の信号忠実度。
小さいビアとピッチの細かい回路に
接続する場合は、小さい抵抗器が理
想的です。



中程度の長さのコード、小さい抵抗器付きの Tip-Clip アセンブリ

Tektronix 部品番号 : 020-2602-XX

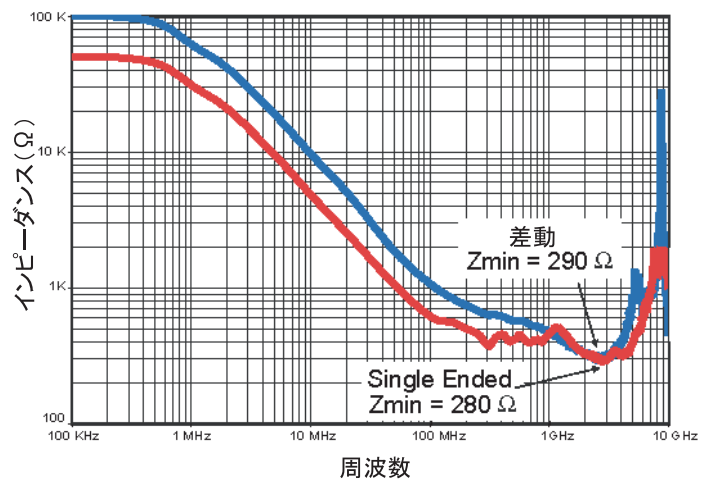
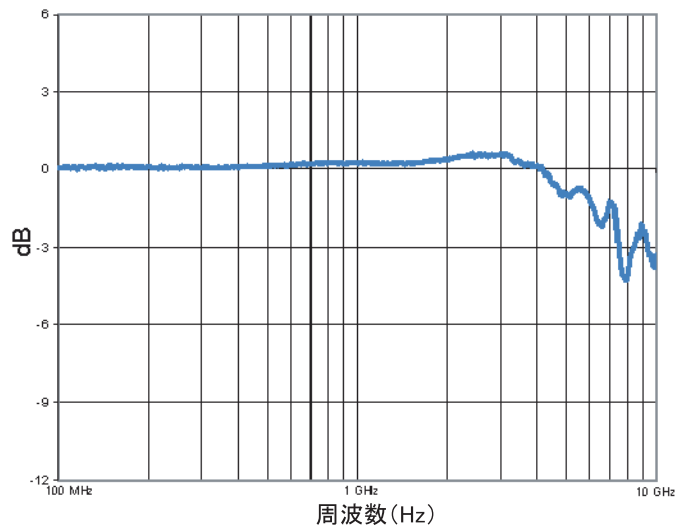
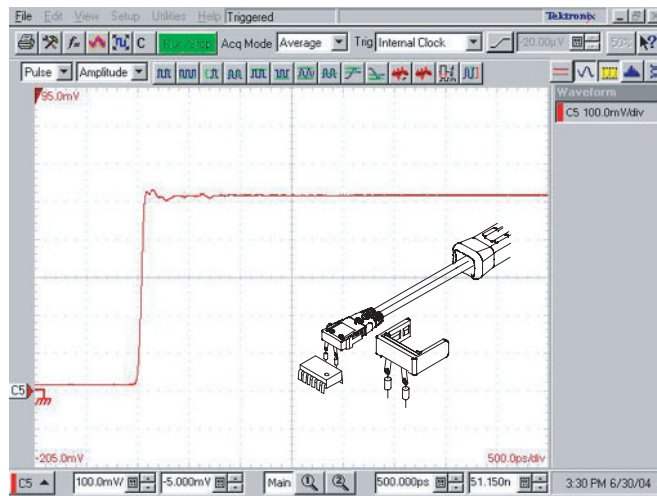
周波数帯域 : >7.0 GHz

10/90 立上り時間 : <55 ps

20/80 立上り時間 : <35 ps

負荷 : 差動 Z_{MIN} 290 Ω (8 GHz)

小さいデバイスまたは回路基板のビアに取り付ける場合に、使いやすさと最良のパフォーマンスの両方を同程度に満足させるのに適しています。

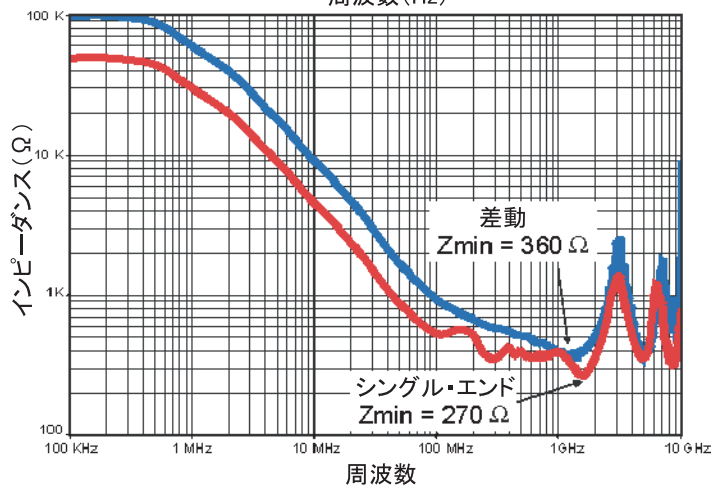
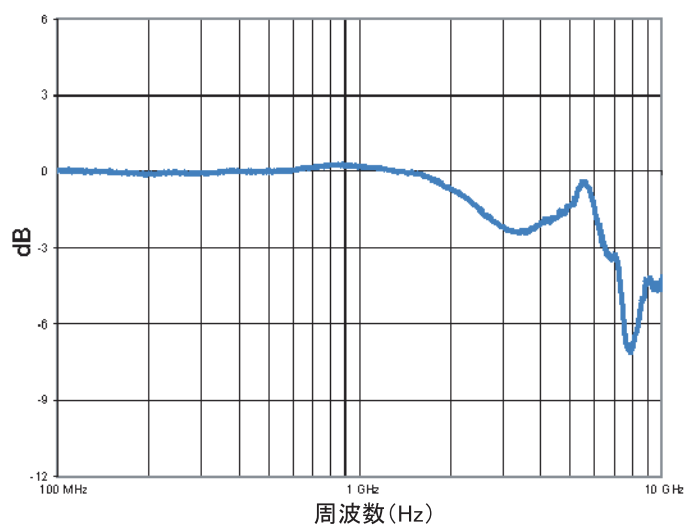
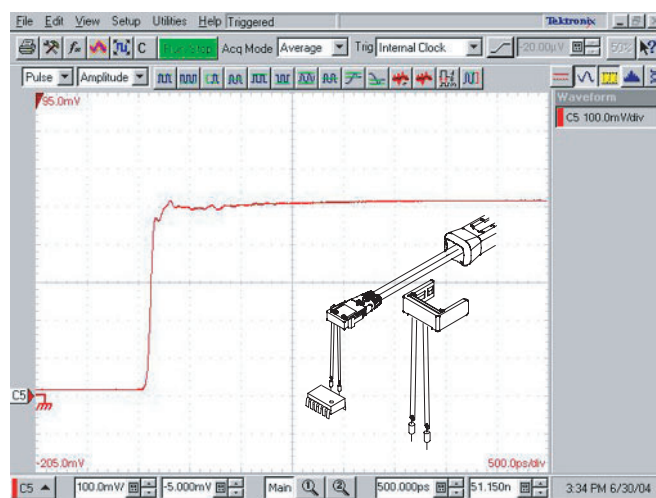


**長いコード、小さい抵抗器付きの
Tip-Clip アセンブリ**

Tektronix 部品番号 : 020-2604-XX

周波数帯域 : >6.0 GHz10/90 立上り時間 : <130 ps20/80 立上り時間 : <40 ps負荷 : 差動 Z_{MIN} 360 Ω (8 GHz)

ステップ応答性が良好で、到達範囲の広いアセンブリです。届きにくい場所にある小さなビアとピッチの細かい回路に接続する場合に役立ちます。DIMM モジュール間の幅に合うようにサイズを調整できます。4 GHz より高速の信号にはお勧めできません。



スクエア・ピン、 Tip-Clip アセンブリ

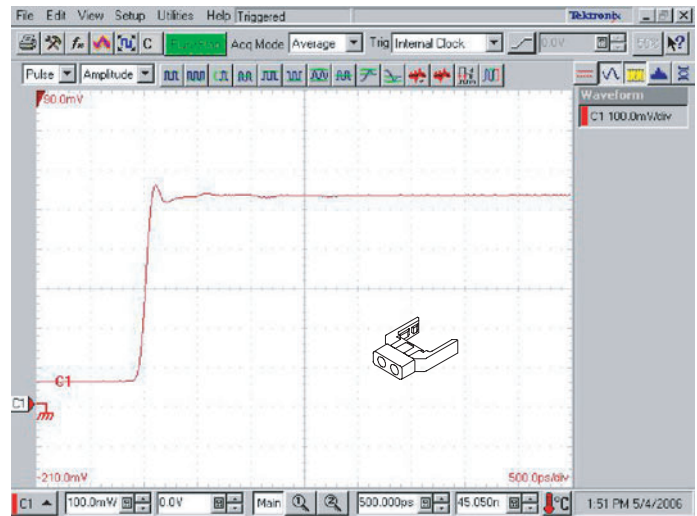
当社部品番号：020-2701-XX

周波数帯域：>6.0 GHz

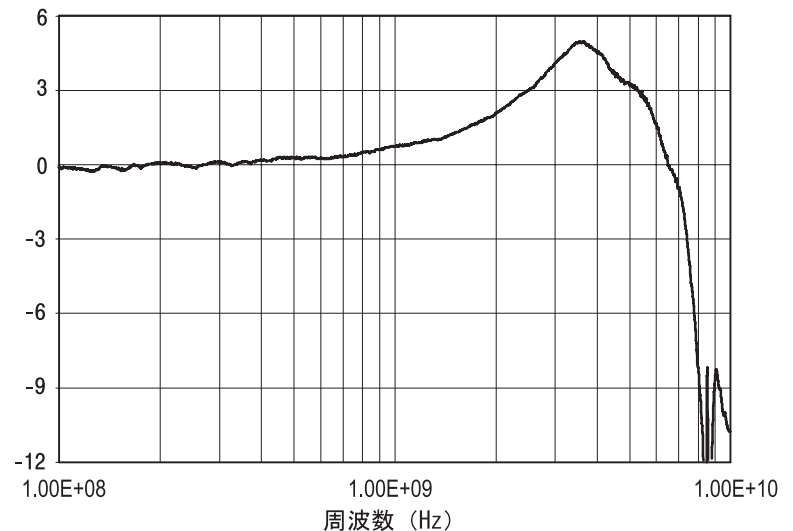
10/90 立上り時間：<70 ps

20/80 立上り時間：<50 ps

中心で 0.1 インチ間隔で直径 0.025 インチのスクエア・ピンをプロービングする場合は、スクエア・ピン Tip-Clip アセンブリを使用します。スクエア・ピンは、高速の電気信号にとっては理想的なトランSMISSION・パスではありません。スクエア・ピンは、100 ps または 3 GHz より高速の信号にはお勧めできません。



長さ 0.34 インチのスクエア・ピンを使用した、差動 100 ps 立上り時間信号を測定しているスクエア・ピン Tip-Clip アセンブリ。



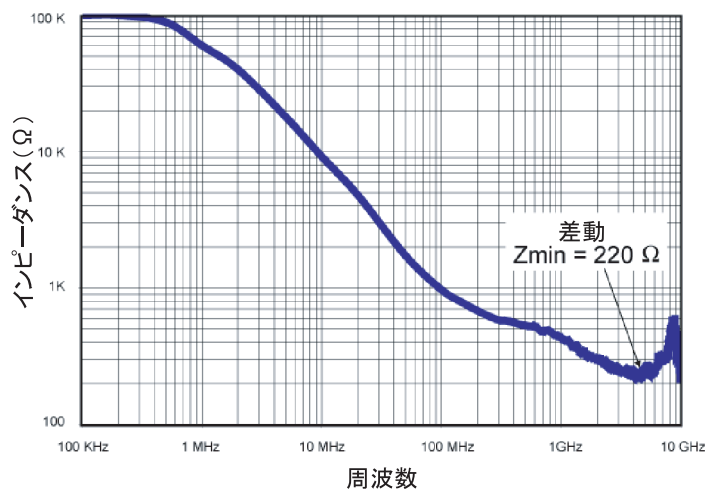
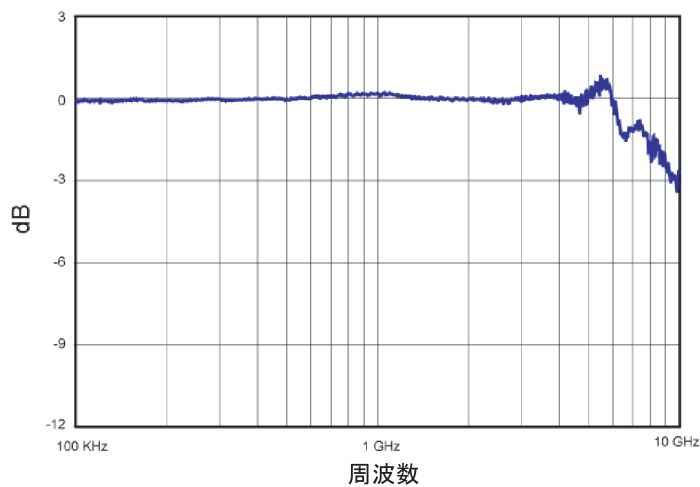
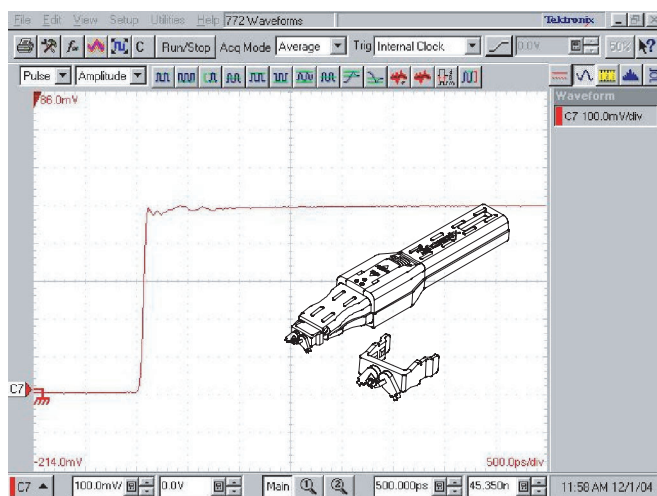
長さ 0.34 インチのスクエア・ピンを使用した、スクエア・ピン Tip-Clip アセンブリ周波数応答。

可変スペーシング Tip-Clip アセンブリ Tektronix 部品番号 : 020-2596-XX

周波数帯域 : >8 GHz
 TR : 10/90 <55 ps、20/80 <35 ps
 負荷 : 差動 Z_{MIN} 220 Ω (8 GHz)

間隔が 0.020 ~ 0.180 インチあるテスト・ポイントをプロービングする場合に、可変スペーシング Tip-Clip アセンブリを使用します。

関節ピンを取り扱う場合は注意が必要です。



性能検査

P7313 差動プローブの出力オフセット電圧、DC 減衰精度、および立上り時間について、保証されている仕様を検査する手順を以下に示します。推奨される校正間隔は 1 年間です。



注意：ESD によってプローブが損傷するのを防止するために、常に帯電防止リスト・ストラップを着用し（お使いのプローブに付属）、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。



必要な機器

性能検査の手順を実行するために必要な機器を表 7 に示します。コネクタの種類と数量は、使用する機器に応じて異なります。

表 7：テスト機器

説明と数量	性能要件	推奨例 ¹
サンプリング・オシロスコープ		Tektronix TDS8200 シリーズ
サンプリング・モジュール	20 GHz の周波数帯域	Tektronix 80E03 または 80E04
パルス発生器	<25 ps の立上り時間	Tektronix 80E04 TDR
サンプリング・ヘッド 延長ケーブル	1 m	012-1568-00
TekConnect プローブ・インタフェース・モジュール（少し剛性を持つケーブル付き）	ファームウェア・バージョン V2.0 以上	Tektronix 80A03（174-4857-XX ケーブル付き）
TekConnect SMA 変換アダプタ	27 ページを参照してください	Tektronix TCA-SMA
DMM（2）、（リード線付き）	0.1 mV	Fluke 187 または同等品

表 7：テスト機器（続き）

説明と数量	性能要件	推奨例 ¹
デュアル電源	5.0 VDC (200 mA)	B+K Precision 1760A または同等品
同軸ケーブル	オス-オス BNC、50Ω	012-0057-XX
検査リード	バナナ・プラグ端子(赤)	012-0031-XX
検査リード	バナナ・プラグ端子(黒)	012-0039-XX
検査リード (2)	ミニ・プランジャ(テスト・クリップ付き)	Mueller BU-1120
アダプタ	BNC(M)-ミニグラバ	013-0342-XX
アダプタ	SMA(オス)-BNC(メス)	015-1018-XX
アダプタ	SMA オス-オス	015-1011-XX
フィード・スルー終端	BNC、50 Ω ± 0.05 Ω	011-0129-XX
プローブ校正アダプタ	27 ページを参照してください	067-1616-XX
長いコード、小さい抵抗器付きの Tip-Clip アセンブリ	22 ページを参照してください	020-2604-XX ²
HBW ストレート・コード、8 ミルワイヤの Tip-Clip アセンブリ	18 ページを参照してください	020-2639-XX ²
SMA トルク・レンチ	5/16 インチ (7.8 mm)、7 インチ・ポンド	
ピンセット	プローブ・チップを取り外す場合 (34 ページを参照)	

¹ 9 桁の部品番号 (xxx-xxxx-xx) は Tektronix の部品番号です。

² プローブに付属するスタンダード・アクセサリです。

- **オプション・ツール**：トルク・レンチを使用すると以下の説明で示される公称トルク値を満たすため、確実に接続できます。

必要となる特殊なアダプタ

表 7 に示されているアダプタのいくつかは、Tektronix からのみ入手可能です。以下では、これらのアダプタについて説明します。

TekConnect-SMA 変換アダプタ

TekConnect-SMA 変換アダプタ (Tektronix 部品番号 TCA-SMA) を使用すると、SMA ケーブルまたはプローブを TekConnect 入力に接続することができます。図 7 を参照してください。アダプタを接続したり取り外したりする方法は、プローブの場合と同じです。

このアダプタは、これらの性能検査の手順だけでなく測定の使用にも使用できる、オシロスコープのアクセサリです。

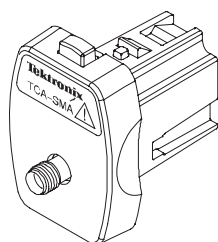


図 7 : TekConnect-SMA 変換アダプタ

プローブ校正アダプタ

このマニュアルの一部の手順でプローブ校正アダプタを使用します (Tektronix 部品番号 067-1616-XX)。

この校正アダプタを使用すると、シングルエンドの立上り時間測定用のプローブを検査することができます。アダプタの前面と後部にある SMA コネクタでは、プローブでアクセスするためにアダプタを通過するスティミュラス信号を適用することができます。

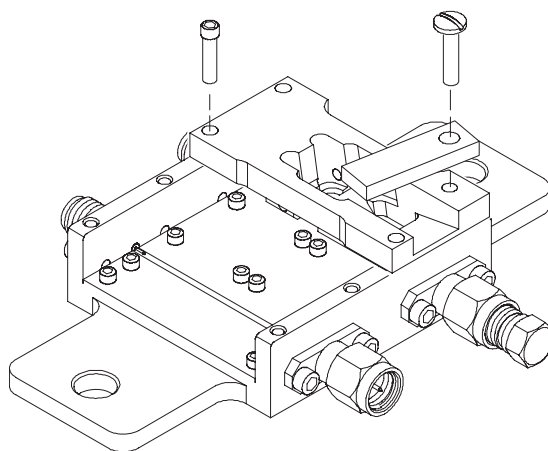


図 8 : プローブ校正アダプタ

機器のセットアップ



注意 : ESD によってプローブが損傷するのを防止するために、常に帯電防止リスト・ストラップを着用し（お使いのプローブに付属）、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。



以下の検査手順を順番に実行する前に、TDS 8200 オシロスコープの電源をオフにしてください。

以下の手順に従って、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・アップを行います。

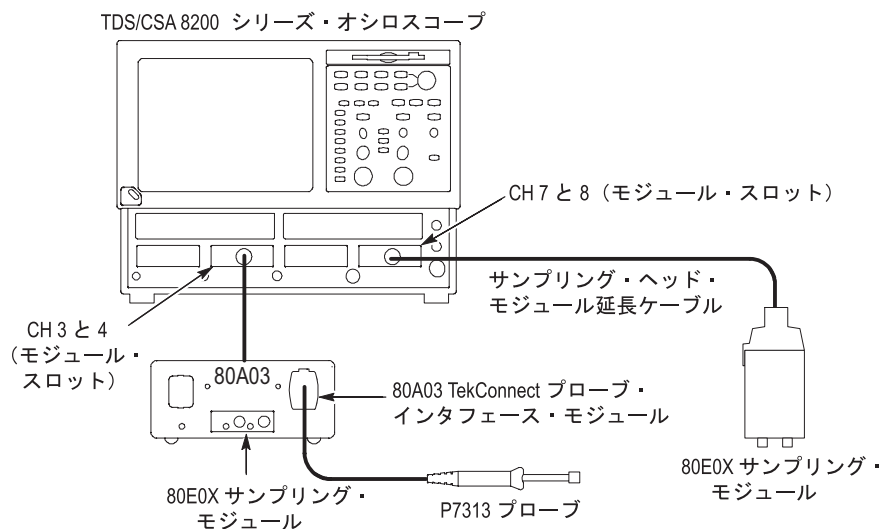


図 9： 検査前の構成

1. 80A03 TekConnect プローブ・インタフェースを TDS 8200 オシロスコープのチャンネル 3 と 4 スロットに接続します。図 9 を参照してください。
2. 80E0X サンプルング・モジュールを 80A03 TekConnect プローブ・インタフェースに接続します。このとき、少し剛性を持つ SMA ケーブルを接続しないでください。
3. 80A03 TekConnect プローブ・インタフェース・チャンネルの 1 つにプローブを接続します。
4. サンプルング・ヘッド・モジュール延長ケーブルを TDS 8200 オシロスコープのチャンネル 7 と 8 スロットに接続します。
5. 80E0X サンプルング・モジュールをサンプルング・モジュール延長ケーブルの終端に接続します。これ以降の性能検査手順では、サンプルング・ヘッド・モジュール延長ケーブルとモジュールを接続したままにしておいてかまいません。

6. オシロスコープの電源を入れ、機器を 20 分間ウォーム・アップします。プローブが認識され電源がオンになると、TekConnect インタフェースのステータス LED が緑色に点灯します。
7. Utilities (ユーティリティ) メニューの Compensation (補正) を選択します。次に、オシロスコープのディスプレイに表示される指示に従って補正を行い、モジュール・チャンネル 3 と 4 の補正を保存します。両方のサンプリング・モジュールについて補正手順を完了します。
8. 39 ページの検査記録を複写し、その用紙に性能試験の結果を記録します。

出力オフセット電圧

注：以下の手順を開始する前に、39 ページを参照して（検査記録を複写していない場合は）検査記録を複写し、性能試験の結果をその用紙に記録してください。

以下の手順に従って、出力オフセット電圧を測定します。

1. 図 10 に示すように機器を接続します。
2. プローブを 80A03 モジュールに接続していない場合は、接続します。
3. 2 つの Tip-Clip リード線を短絡させます（図 10 を参照）。
BNC (m)・ミニグラバ（黒）を、ミニグラバをグランド接続せずに使用することをお勧めします。

TDS/CSA 8200 シリーズ・オシロスコープ

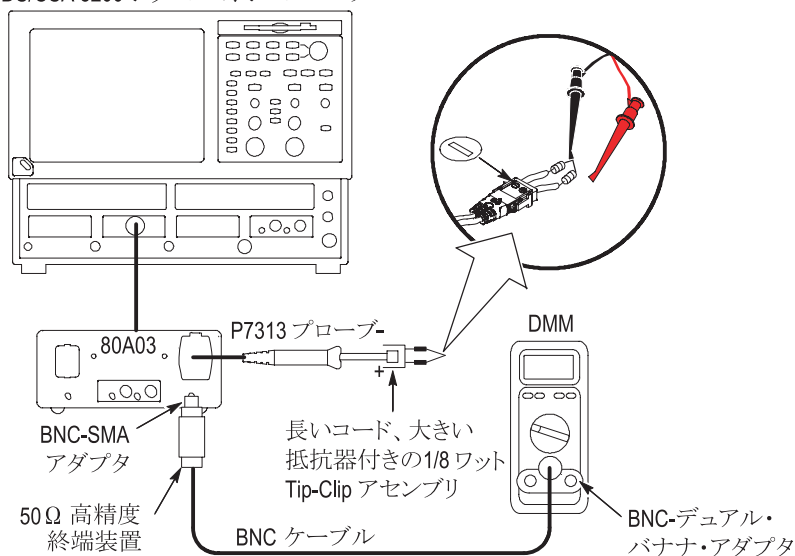


図 10：出力オフセット 0 検査用の構成

4. DC 電圧を読み取るようにマルチメータを設定します。
5. 5X および 25X 減衰設定両方の出力電圧が $0V \pm 3.0 \text{ mV}$ であることを確認します。
6. 検査記録に結果を記録します。

DC ゲイン精度

この検査では、5X および 25X 減衰設定におけるプローブの DC ゲイン精度をチェックします。

5X 減衰におけるゲインのチェック

1. プローブの減衰を 5X に設定します。
2. 図 11 に示すように、Tip-Clip アセンブリを使用してプローブを電源に接続します。DMM の 1 つを使用して電源電圧を監視します。

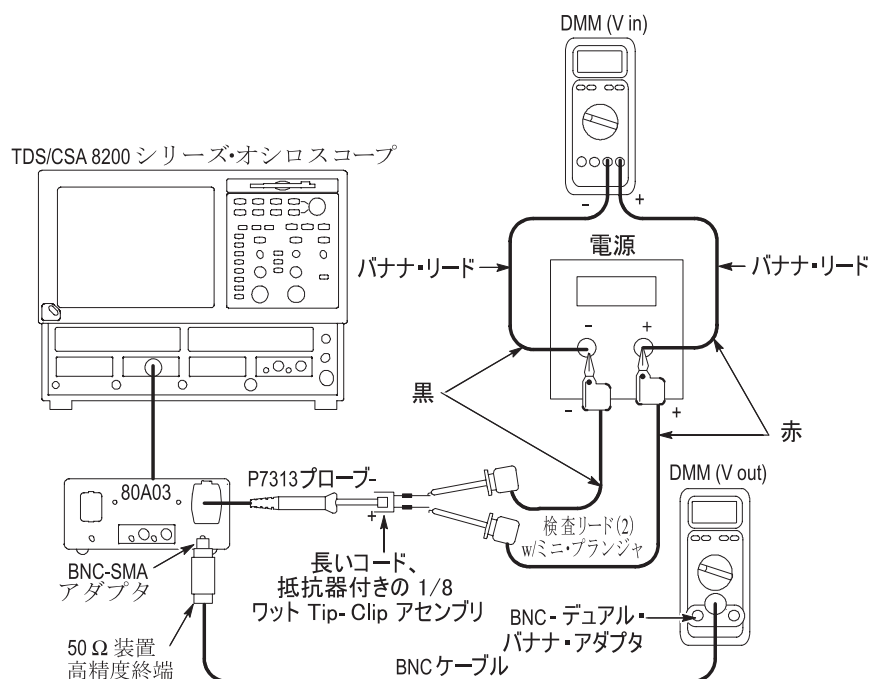


図 11: DC ゲイン精度の設定

3. 電源をおよそ +0.5 V に設定します。この電圧は、この減衰設定におけるプローブのダイナミック・レンジの 80% に相当します。この電源電圧を V_{in1} として記録します。
4. 出力電圧（2 番目の DMM）を V_{out1} として記録します。
5. 電源から検査リードを取り外します。DMM のリードはアダプタに接続したままにします。
6. 図 12 に示すように、電源の 2 本のバナナ・リードを入れ替えて、プローブ入力に加える電圧の極性を反転させます。
7. 実際の電源電圧（今回は負の値）を V_{in2} として記録します。

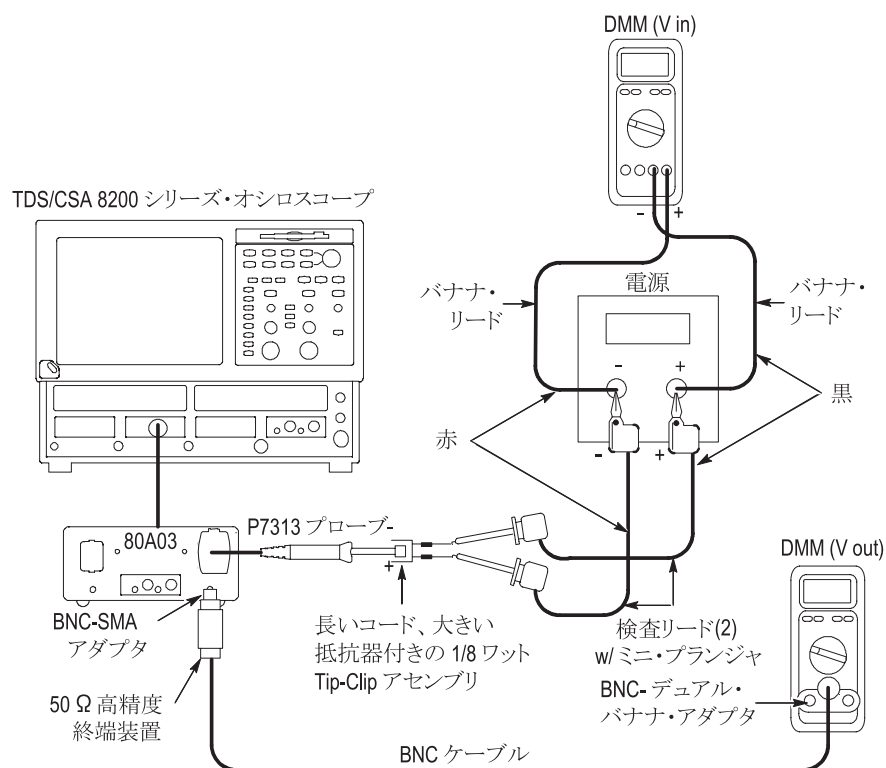


図 12：プローブ入力に対して電源の極性を反転

8. 2 番目の DMM の出力電圧（今回は負の値）を V_{out2} として記録します。
9. 次の式でゲインを計算します。 $(V_{out1} - V_{out2}) \div (V_{in1} - V_{in2})$
10. ゲインが 0.2、 $\pm 2.0\%$ であることを確認します。
11. 5X 設定に対して計算したゲインを検査記録に記録します。

25X 減衰におけるゲインのチェック

1. プローブの減衰を 25X に設定します。
2. 手順 2 ～ 9 を繰り返しますが、手順 3 では電源を 1.6 V に設定します。
3. ゲインが 0.04、 $\pm 2.0\%$ であることを確認します。
4. 計算したゲインを検査記録に記録します。

立上り時間

この手順では、プローブが立上り時間の仕様を満たすことを検査します。テスト・システム単独とプローブを含めたテスト・システムの 2 つの立上り時間を測定します。この 2 つの測定値を使用してプローブの立上り時間を計算します。

この検査では、80E0X サンプルリング・モジュールの TDR 機能を高速な立上り時間の信号ソースとして使用します。80E03 または 80E04 サンプルリング・ヘッド・モジュールと共に 80A03 TekConnect プローブ・インタフェースを使用して立上り時間を測定します。以下の手順では測定機能をオシロスコープの特定のチャンネルに割り当てますが、有効なチャンネルを任意に組み合わせて使用することができます。

この検査では、両方のプローブ減衰設定をチェックします。

以前に校正アダプタを使用した経験がない場合は、34 ページの「プローブ校正アダプタの接続」を参照してください。

プローブ校正アダプタの接続

プローブ校正アダプタを接続したり取り外したりする場合には、次の手順に従ってください。



注意： アダプタから取り外すときにプローブ・チップが損傷するのを防ぐために、校正アダプタに接続する前に Tip-Clip エジェクタをプローブ・チップに取り付けてください。プローブ・チップに Tip-Clip エジェクタが取り付けられていないと、取り外しは難しくなります。

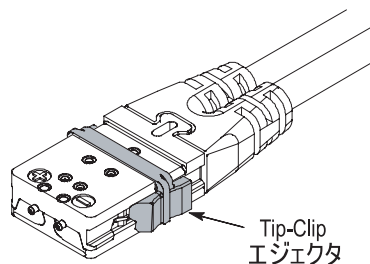


図 13： Tip-Clip エジェクタ

1. プラスチックのねじを緩め、固定バーを向こう側へずらしします。34 ページの図 14 を参照してください。
2. Tip-Clip エジェクタが見えるようにプローブ・チップの位置を合わせます。+ の極性マークを校正アダプタの信号トレースに合わせてください。
3. プローブ校正アダプタに組み込まれたプローブ Tip-Clip アセンブリの方にプローブ・チップをスライドさせます。カチッという音がしてプローブ・チップがはまります。

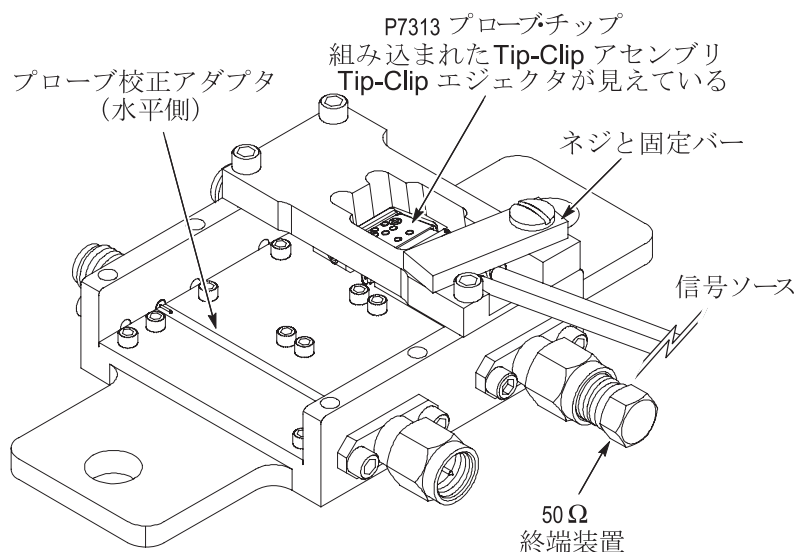


図 14： プローブ校正アダプタとプローブ

4. 固定バーをプローブの上をまたぐようにして元の位置に戻し、プラスチックのねじをきつすぎない程度に締めます。

プローブ・チップの

1. 取り外しプラスチックのねじを緩め、固定バーを向こう側へずらします。図 14 を参照してください。
2. ピンセットを使用して Tip-Clip エジェクタをプローブ側（組み込まれた Tip-Clip アセンブリの反対側）に押します。Tip-Clip エジェクタがプローブ・チップの段付き部分を越えると、カチッという音がしてプローブ・チップが緩みます。
3. 緩めたプローブ・チップを校正アダプタから取り外します。

25X 減衰における立上り時間のチェック

1. 図 15 に示すように測定機器を接続します。
2. 80A03 の少し剛性を持つ SMA コネクタを使用して、プローブの出力と 80E0X モジュールの入力を接続します。コネクタへのストレスを避けるため、80E04 パルサでサポートを提供します。

注：コネクタが機械的に変形するのを防止するために、SMA コネクタを使用して作業を行う際には取り扱いに注意してください。機器を支え、トルク・レンチを使用して接続を 7 インチ・ポンドに締め付けます。

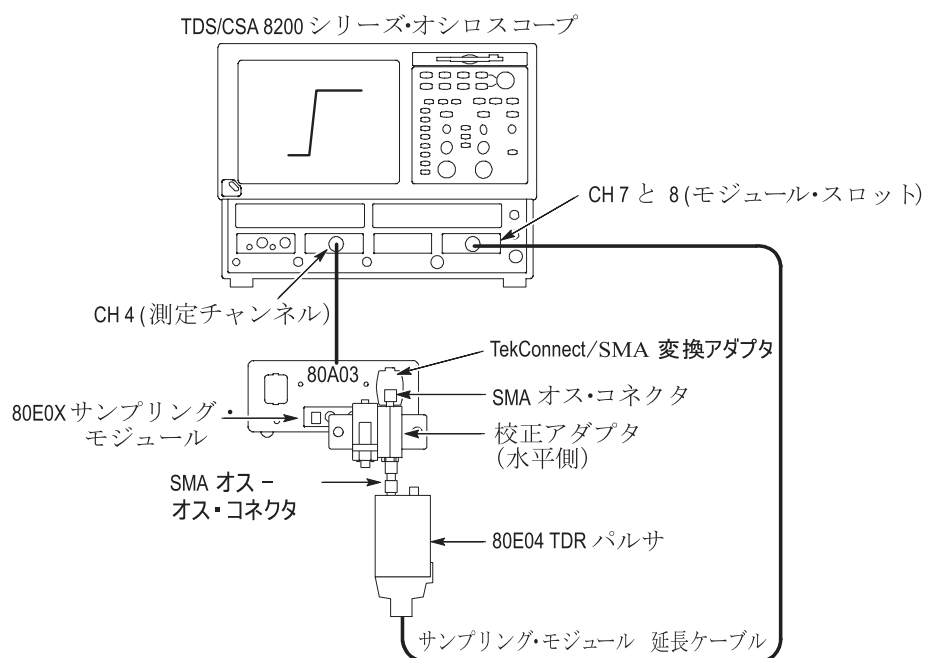


図 15： テスト・システムの立上り時間の構成

注：80A03 ファームウェアのバージョンは、バージョン V 2.0 以降を使用する必要があります。ファームウェア・バージョンのラベルは、機器の後部パネルに付けられています。

3. チャンネル 4 をオンにし、垂直スケールを 50mV/div に設定します。

4. チャンネル 8 のサンプリング・ヘッドを TDR モードに設定します。SETUP DIALOGS (セットアップ・ダイアログ) ボタンを押し、TDR (TDR) タブを選択します。図 16 を参照してください。

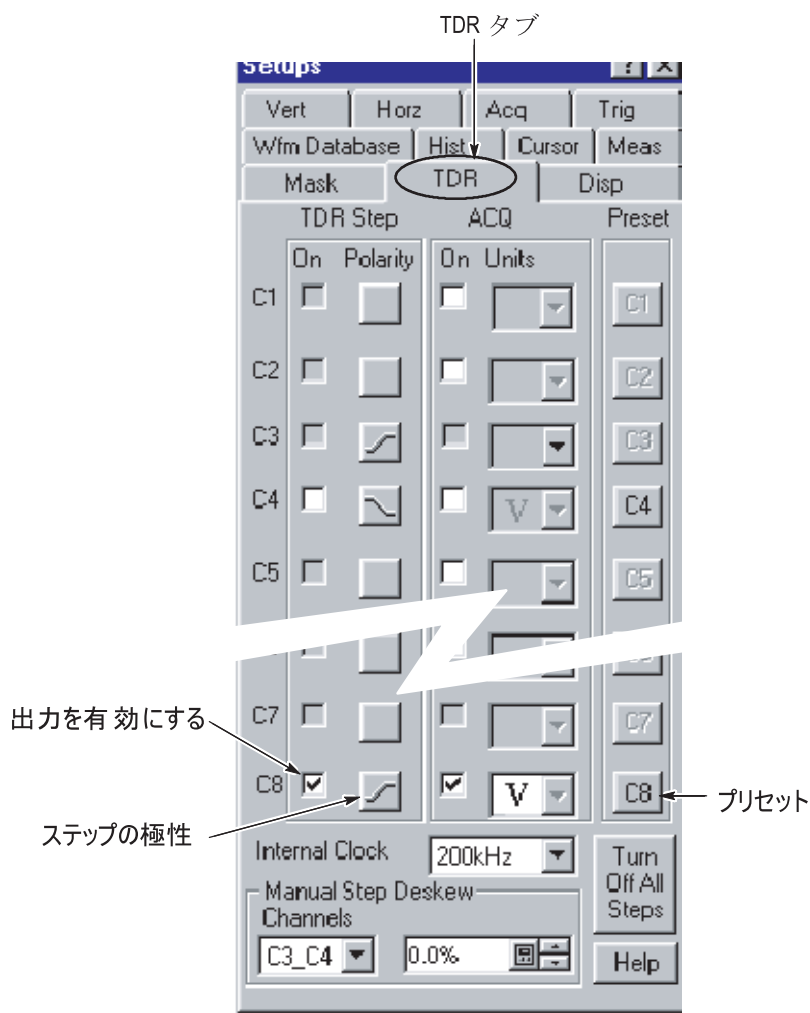


図 16 : TDR パラメータの設定

5. チャンネル 3 のプリセットを設定します。サンプリング・モジュールの SELECT channel (チャンネルの選択) ボタンの横にある赤いランプが点灯し、そのチャンネルの TDR がアクティブであることを示します。

TDR のプリセット機能によって、Trigger (トリガ) メニューの Internal Clock (内部クロック) の設定、TDR Setups (TDR セットアップ) メニューの TDR Step (TDR ステップ) の選択、TDR Setups (TDR セットアップ) メニューのチャンネルの選択およびアキュイジション単位の設定、水平軸のスケール、位置、および基準の設定が行われます。

6. チャンネル 3 および 8 が非表示になり、チャンネル 4 のみがスクリーンに表示されます。
7. トリガ・モードを Internal Clock（内部クロック）に設定します。
8. オシロスコープの水平位置コントロールと垂直位置コントロールを調整して、図 15 に示すような信号を表示します。
9. オシロスコープの水平スケールを 100 ps/div に設定し、波形を中央に配置します。
10. オシロスコープの測定機能を使用して、立上り時間を表示します。必要に応じ、アベレージングを使用してパルス・エッジ測定の安定性を向上させます。立上り時間は、波形の 10% ~ 90% の振幅ポイントで測定します。立上り時間は、TDS8200 シリーズ・オシロスコープの自動測定機能を使用して測定できます。システムの立上り時間を t_s として記録します。この値は、5X と 25X 両方のプローブ立上り時間の計算に使用します。

以下の手順では、プローブが含まれた図 17 に示すような機器設定を構成する方法について説明します。手順 17 で測定するシステムとプローブの立上り時間 (t_{s+p}) は、手順 18 のプローブの立上り時間 (t_p) の計算に使用します。

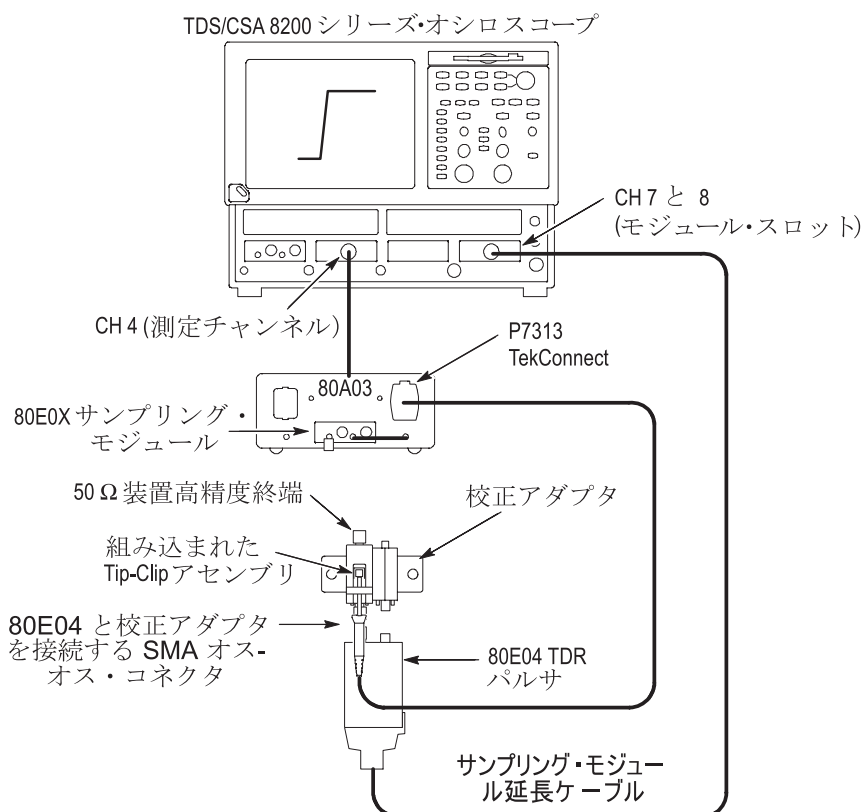


図 17: テスト・プローブの立上り時間の設定

11. プローブを 80A03 TekConnect プロブ・インタフェースに接続します。
12. プロブ校正アダプタに付属している SMA 50 Ω 終端装置が、アダプタの空いている SMA 入力に接続されていることを確認します。
13. プロブの減衰を 25X に設定します。
14. 34 ページの図 14 に従って、プロブ入力をプロブ校正アダプタに接続します。TDR 機能がまだアクティブであることを確認します。
ここでは、機器設定を図 17 に示すように接続する必要があります。
15. 垂直スケールを 50 mV/div に調整し、アベレージングをオンにします。
16. ステップ・エッジを見つけやすくするために水平スケールを拡大し、エッジが中央に表示されている状態で水平方向のレンジを 100 ps/div に調整します。測定の表示をより安定させるために、アベレージングをオンにします。
17. オシロスコープの測定機能を使用して、立上り時間を表示します。立上り時間は、波形の 10% ～ 90% の振幅ポイントで測定します。立上り時間を t_{s+p} として記録します。
18. 次の式を使用して、プロブの立上り時間を計算します。

$$t_p = \sqrt{t_{(s+p)}^2 - t_s^2}$$
19. 計算したプロブの立上り時間を検査記録に記録します。

5X 減衰における立上り時間のチェック

20. プロブの減衰を 5X に設定します。
21. 5X 減衰設定に対して手順 16 ～ 19 を繰り返します。

検査記録

プローブのモデル / シリアル番号 : _____ 証明書番号 : _____

温度 : _____ 相対湿度 % : _____

校正日 : _____ 技術者 : _____

性能試験		最小	結果	最大
出力オフセット 電圧	25X			
	$\pm 3 \text{ mV} (20^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C})$	- 3 mV		+ 3 mV
	5X			
	$\pm 3 \text{ mV} (20^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C})$	- 3 mV		+ 3 mV
DC 減衰精度	25X	0.0392		0.0408
	5X	0.196		0.204
立上り 時間	25X	N/A		40 ps
10~90 %	5X	N/A		40 ps

ユーザ・サービス

ここでは、トラブルシューティングとプローブの保守について説明します。

プローブ / アダプタ / オシロスコープの互換性

P7313 差動プローブは、すべての TekConnect インタフェース・オシロスコープおよびアダプタと連携して機能するように設計されています。ただし、プローブの機能が正しく動作しない場合があります。

表 8：差動プローブの互換性に関する問題

兆候	可能性のある原因
P7313 差動プローブが、80A03 TekConnect プローブ・インタフェース・アダプタと連携して機能しない 80A03 アダプタの赤い LED が点灯し、プローブとの互換性がないことを示す。	80A03 アダプタにはバージョン V2.0 以降のファームウェアが必要です。ファームウェア・バージョンのラベルは、機器の後部パネルに付けられています。アダプタのファームウェアの更新については、Tektronix にお問い合わせください。

エラーの状態

プローブの LED は、プローブに影響を与えるエラーまたはステータスの状態を通知します。プローブの LED が点滅したり正常に機能していない場合は、エラーの状態にある可能性があります。当社代理店に保守サービスをご依頼ください。

プローブが正常に機能している場合は、プローブをオシロスコープに接続した直後に LED が速く点滅します。

交換部品

プローブ内にはユーザが交換できる部品はありません。プローブの交換可能なアクセサリの一覧については、お使いの製品のユーザ・マニュアルを参照してください。

性能検査でテストした結果、お使いのプローブが仕様を満たしていない場合は、修理のためにプローブを当社にお送りください。42 ページの手順に従って、輸送中にプローブが損傷するのを防止してください。

輸送の準備

元の梱包資材が使用に適していないか使用できない場合は、次の梱包のガイドラインに従ってください。

1. 内径がプローブの寸法より少なくとも 1 インチ (2.5 cm) 大きい、ダンボールの輸送用カートンを用意します。この箱は少なくとも 200 ポンド (90 kg) のカートン・テスト強度を持っ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、静電気防止用の袋または包装材に収めます。
3. 包装資材に入ったプローブをカートンに収め、軽い梱包資材を使用して固定します。
4. 輸送用テープを使用してカートンを密閉します。
5. 送付先の住所については、「P7313 12.5 GHz および P7380 8 GHz 5X/25X 差動プローブ・ユーザ・マニュアル」の初めに記載されている *Tektronix* 連絡先を参照してください。