



グリーンエネルギー／スマートハウスのための 高変換効率パワー・ソリューション

次世代エネルギー・システム、いわゆるスマート・グリッドの大規模実証実験および実用化が始まるなど、地球環境問題への対応に向けた世界的な動きが本格化しています。

また、太陽光発電、風力発電、燃料電池などに代表される分散発電の流れやバッテリーを備えたプラグイン電源の導入は急速に進んでいます。一方、エネルギーを使用する側においても、SiCデバイスやGaNデバイスの開発、高効率電気自動車やハイブリッド自動車の開発、インバータ回路やコンバータ回路の電力変換効率の向上と小型化が加速しています。

このような高効率回路の電力損失の評価や信頼性評価では、IGBT、パワーMOSFETやダイオードだけでなく磁気部品の評価も重要です。また、微小電流から大電流まで、幅広いレンジをカバーする電流プローブと広帯域の高電圧差動プローブが必要です。

当社では、このような要求を満足する高効率回路の電力損失の評価や信頼性評価に向けたソリューションやZigBee (IEEE 802.15.4) 通信解析など、幅広いソリューションを提供しています。

パワー解析ソフトウェアとオシロスコープ

パワー解析ソフトウェアとオシロスコープの組み合わせにより、スイッチング損失、SOAマスク・テスト、スイッチング制御解析、磁気部品の電力損失やB-Hカーブ、電流高調波、電力品質、リップルなどを自動測定可能です。



■ DPOPWR対応機種：DPO7000シリーズ、MSO/DP05000シリーズ
 ■ DPO4PWR対応機種*：MSO/DP04000シリーズ



■ DPO4PWR対応機種*：MSO/DP04000シリーズ
 ■ DPO3PWR対応機種*：MSO/DP03000シリーズ

* 磁気部品の電力損失や、B-Hカーブの自動測定には対応しておりません。

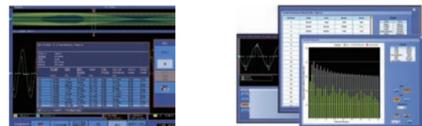
AC入力評価

■ 電流高調波 / 電力品質

対応機種：DPO7000シリーズ、MSO/DP05000/4000B/3000シリーズ

スイッチング電源のような非線形負荷は商用ライン（ACライン）に電流高調波として悪影響を与えるため、電流高調波規格（IEC61000-3-2）を満足していることを保証する必要があります。

- 電流高調波測定
電流高調波規格IEC61000-3-2やMIL-STD-1399に対する規格適合性試験とPass/Failの自動判定が可能です。
- 電力品質測定
実効電力、皮相電力、力率などの自動測定が可能です。



電流高調波測定 (DPO4PWR) 電流高調波測定 (DPOPWR)

温度解析

■ 加熱箇所の特定 / 温度分布の分析

対応機種：サーモグラフィ / DMM4050型デジタル・マルチメータ

小型化、高エネルギー密度化する電源システムに過熱箇所がないことを確認するのは、信頼性向上にとって大切なことです。

- 加熱箇所の特定 / 温度分布の分析
サーモグラフィやDMMの温度測定機能で、電力損失の大きい部品 / 回路や、不良箇所を特定することが可能。

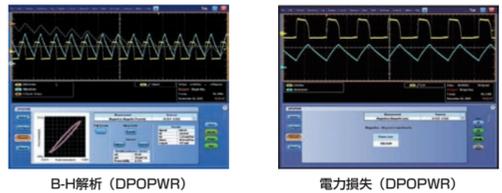
磁気コンポーネント評価

■ インダクタンス / 電力損失 / B-H カーブ / 磁気パラメータ

対応機種：DPO7000シリーズ、MSO/DP05000シリーズ

小型化により、スイッチング周波数が高くなると、磁気コンポーネントによる電力損失が増大するため、その評価がますます重要になってきています。また、磁気コンポーネント評価は回路の信頼性向上にとっても不可欠です。

- インダクタンス / 電力損失測定
実動状態での電流、電圧、駆動波形における、測定が可能。
- B-H カーブ / 磁気パラメータ測定
高価なB-Hアナライザを使用せず、オシロスコープでB-H解析が可能。



B-H解析 (DPOPWR) 電力損失 (DPOPWR)

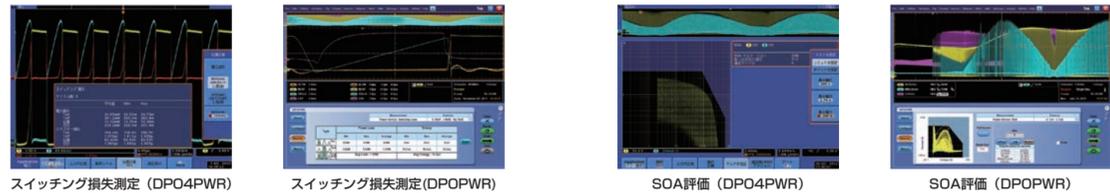
スイッチング・デバイス評価

■ スwitching損失 / 導通損失

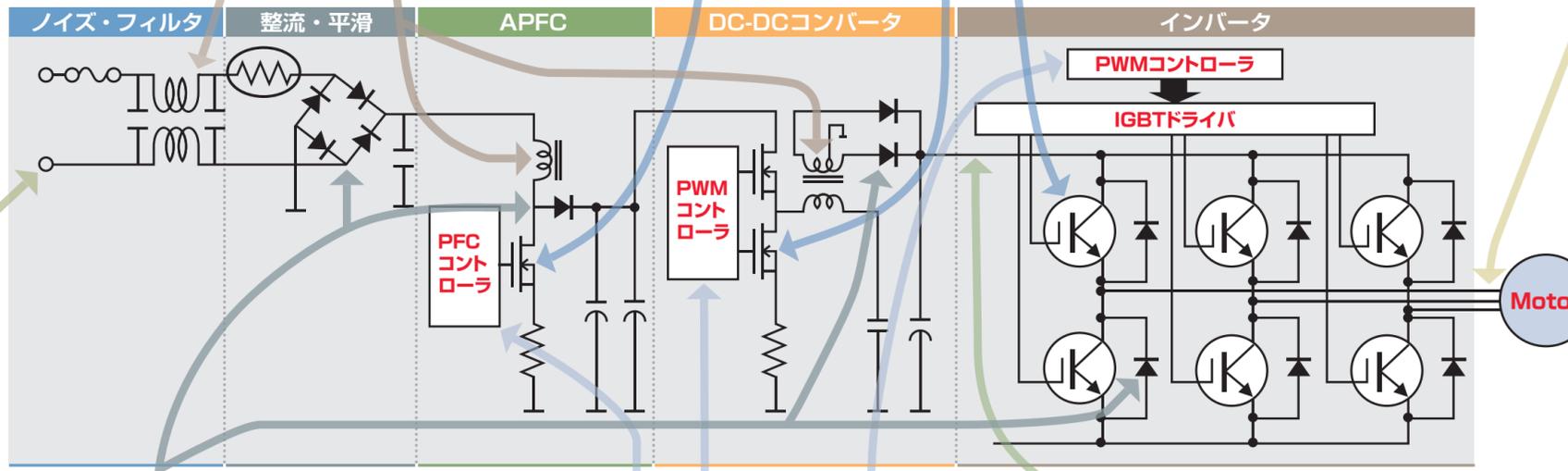
対応機種：DPO7000シリーズ、MSO/DP05000/4000B/3000シリーズ

パワーMOSFETやIGBTによる電力損失を抑えることは、変換効率向上のために最重要課題です。また、SOAを満足することにより信頼性を保証します。

- スwitching損失 / 導通損失測定
DPOPWRなどのダイナミック・オン抵抗やサチレーション電圧を電流の関数で指定できる機能により、スイッチング損失と通常だとノイズに埋もれる導通損失を、同時、かつ高精度、高分解能で測定が可能。電流プローブと電圧プローブの自動デスキュー機能により、精度の高い測定を実現。1mA/divの高感度プローブから、750Aピーク・パルスの大電流プローブまで、豊富なプローブ・ラインアップにより、さまざまな種類の電源に対応。
- 安全動作領域 (SOA) 評価
単なるSOAプロットではなく、マスク・テストによりPass/Fail判定が可能。SOAのFail箇所から時間軸波形の違反部分を自動検出 / スームできます。(DPOPWR)
またSOAのFail発生時に波形の取り込みを止めることも可能です。(DPO4PWR)



スイッチング損失測定 (DPO4PWR) スwitching損失測定 (DPOPWR) SOA評価 (DPO4PWR) SOA評価 (DPOPWR)



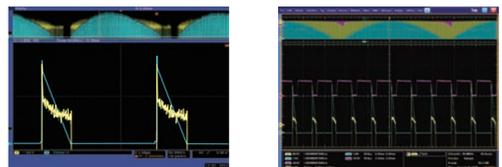
ダイオード評価

■ 電力損失 / 等価直列抵抗

対応機種：DPO7000シリーズ、MSO/DP05000/4000B/3000シリーズ

インバータ回路では、IGBTやパワーMOSFETの、電力損失だけでなく、フリーホイール・ダイオードや、整流ダイオードによる電力損失評価も重要です。またAPFCでは、スイッチング・デバイスだけでなく、SICショットキー・バリア・ダイオード (SBD) による電力損失評価も必要です。

- 電力損失 / 等価直列抵抗測定
レコード長を犠牲にしないハイレゾ・モードにより、高精度な測定が可能。



ダイオード測定 (DPO4PWR) ダイオード測定 (DPOPWR)

スイッチング制御評価

■ 変調解析

対応機種：DPO7000シリーズ、MSO/DP05000/4000B/3000シリーズ

負荷変動によるPWM変調の時間的変動を解析することにより、負荷変動時の最大デューティが許容範囲に収まっているか検証する必要があります。

- 変調解析測定
デューティやパルス幅のタイム・トレンドをオシロスコープの波形にオーバーレイ表示することが可能。このトレンド表示により、負荷変動時に最大オン時間がスペックを満足しているかどうかの検証など、スイッチング制御のふるまい解析が出来ます。
- MSOの機能と波形サーチ&マークについて
電流、電圧波形とPWM制御信号やI²C、CANといった通信信号を同時に取込み、統合的に解析することは、電源回路の動作検証やトラブル解析に大変有効です。特に、サーチ&マーク機能により特定の制御状態やバスを自動検出することで、解析に要する時間を大幅に短縮できます。サーチ&マークにより、貫通電流防止のタイミング・マージン検証も可能です。



PWM変調解析 (DPO4PWR) PWM変調解析 (DPOPWR) MSOによる波形サーチ&マークでバスと電流、電圧波形の相関を検証 MSOによる波形サーチ&マークで貫通電流防止の検証

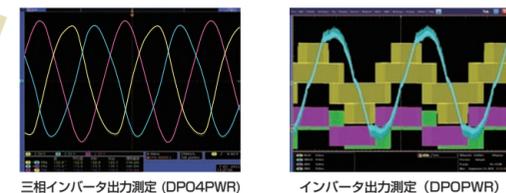
インバータ出力評価

■ 出力電力

対応機種：DPO7000シリーズ、MSO/DP05000シリーズ

電源回路に入力される電力と、出力電力の差分から、電源回路全体の電力損失を測定したり、モーターでの電力消費量を把握するために、供給される電力を測定する必要があります。その際、プローブの伝搬遅延などにより、電流と電圧の位相が実際とずれていると、消費電力の過大評価や過小評価につながり、正しく計測できないため、DPOPWRのオート・デスキュー機能が有効になります。

- 出力電力測定
電流 / 電圧プローブのオート・デスキュー機能により、精度の高い測定が可能。



三相インバータ出力測定 (DPO4PWR) インバータ出力測定 (DPOPWR)

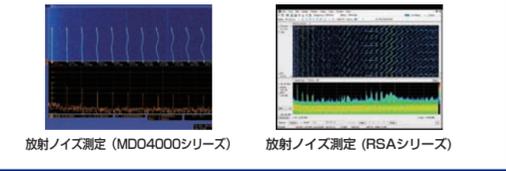
ノイズ解析

■ スwitching電源の放射ノイズ / ZigBee解析

対応機種：RSAシリーズスペクトラム・アナライザ、MDO4000シリーズ

高速かつ大振幅スイッチング回路では、周辺回路の誤動作の要因となる放射ノイズが発生することがあるため、ノイズ測定が重要です。

- 放射ノイズ測定
DPXライブ表示により、突発的なスイッチング電源のノイズもリアルに表示でき、周波数マスク・トリガにより瞬間的なノイズも確実に捕捉できます。また1Hzからのノイズ・スペクトラム解析が可能 (RSAシリーズ)。また、MDO4000シリーズでは、一台で電流、電圧波形とそれに伴う放射ノイズや伝導ノイズを時間相関をとった形で観測できます。



放射ノイズ測定 (MDO4000シリーズ) 放射ノイズ測定 (RSAシリーズ)

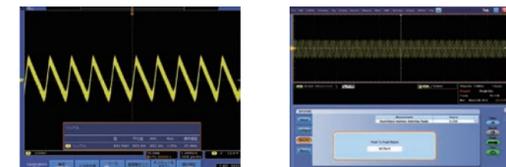
DC出力評価

■ リップル / ターン・オン・タイム

対応機種：DPO7000シリーズ、MSO/DP05000/4000B/3000シリーズ

DC出力や、平滑コンデンサのリップルを測定し、許容値内に収まっていることを確認する必要があります。

- リップル測定
DPOPWRではスイッチング周波数成分とライン周波数成分を分離して測定することも可能。
- ターン・オン・タイム測定
DPOPWRでは電源投入から出力安定までの時間を自動測定が可能。

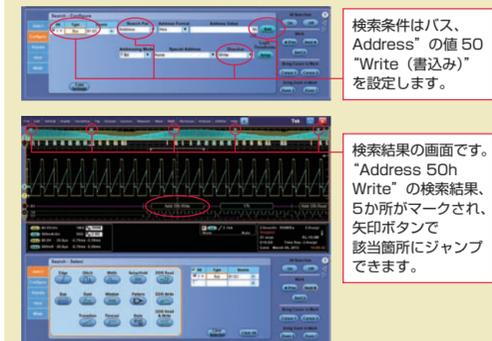


リップル測定 (DPO4PWR) リップル測定 (DPOPWR)

■ 波形サーチ&マーク

対応機種：DPO7000シリーズ、MSO/DP05000/4000B/3000シリーズ

電流、電圧波形とPWM制御信号やI²C、CANといった通信信号を同時に取込み、統合的に解析することは、電源回路やインバータ回路の動作検証やトラブル解析に大変有効です。特に、サーチ&マーク機能により特定の制御状態やバスを自動検出することで、解析に要する時間を大幅に短縮できます。



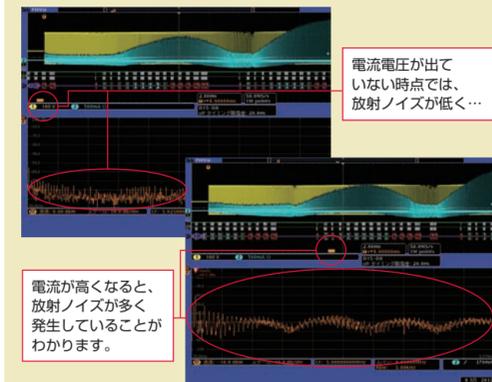
検索条件はバス、Address の値 50 "Write (書き込み)" を設定します。

検索結果の画面です。"Address 50h Write" の検索結果、5か所がマークされ、矢印ボタンで該当箇所へジャンプできます。

この測定の例では、検索条件として "I²Cバスのアドレス50へ書き込み" を指定しています。その結果、該当する5か所に自動的にピンク色の三角マークが付加され、矢印ボタンで次々と該当箇所を拡大表示し、スイッチング電源の電流、電圧波形との関連を特定できます。また、サーチ&マークにより、貫通電流防止のタイミング・マージン検証も可能です。矢印ボタンにより、時間をさかのぼって特定の条件の波形を次々と表示できます。

■ アナログ / デジタル / RF信号を1台で同時観測 MDO4000シリーズ

MDO4000シリーズは、RF信号の過渡現象も捕捉できるスペクトラム・アナライザを内蔵したオシロスコープです。この測定の例では、PFC電源のスイッチング電流に応じて、高次周波数まで急激に放射ノイズが増えていることを確認できます。



電流電圧が出ていない時点では、放射ノイズが低く...

電流が高くなると、放射ノイズが多量に発生していることがわかります。

スペクトラム・タイム (オレンジ色のバー) が画面左の待機電圧期間にある時とPFCのスイッチング電流の山の部分にある時では、ノイズの振る舞いが全く異なっています。このように、時間ドメインと周波数ドメインの相関を解析できるため、ノイズの原因の特定と対策を大幅に効率アップできます。シリアル通信バスやパラレル・バスのデコードもできるため、制御バス信号と放射ノイズや伝導ノイズとの相関解析に要する時間も大幅に短縮できます。

高効率PFCスイッチング電源、インバータ評価に適した豊富なプローブ・ラインアップ

■ 広帯域高電圧差動プローブ

TMDP0200型、THDP0200型、THDP0100型、P5200A/P5202A/P5205A/P5210A型



THDP0200型 (TekVPIインタフェースに直接接続可能)

- 最高周波数帯域：従来の2倍、200MHz
- 最大差動電圧：6,000V (DC+pk AC)
- 最大共通モード入力電圧：2,300V (実効値)

型名	周波数帯域 (-3db)	立ち上がり時間 (10%~90%)	減衰比	最大差動電圧	最大対地電圧	入力抵抗/入力容量
P5200A	50MHz	7.8ns以下	500:1/50:1	1.3kV (DC+PeakAC)	1kV _{rms} *8	10MΩ/2pF未満 (差動)
P5202A*1	100MHz	3.8ns以下	200:1/20:1	640V (DC+PeakAC)	450V _{rms} *7	5MΩ/2pF未満 (差動)
P5205A*1	100MHz	3.8ns以下	500:1/50:1	1.3kV (DC+PeakAC)	1kV _{rms} *8	10MΩ/2pF未満 (差動)
P5210A*1	50MHz	7.8ns以下	1000:1/100:1	5.6kV (DC+PeakAC)	2300V _{rms} *7	40MΩ/2.5pF未満 (差動)
TMDP0200*2	200MHz	1.8ns未満	250:1/25:1	750V (DC+PeakAC)	550V _{rms} *7	5MΩ/2pF未満 (差動)
THDP0200*2	200MHz	1.8ns未満	500:1/50:1	1.5kV (DC+PeakAC)	1kV _{rms} *8	10MΩ/2pF未満 (差動)
THDP0100*2	100MHz	3.5ns未満	1000:1/100:1	6.0kV (DC+PeakAC)	2300V _{rms} *7	40MΩ/2.5pF未満 (差動)

■ 高感度・広帯域型電流プローブ

TCP0030型



- 優れた操作性と正確なAC/DC電流測定
 - DCから120MHzまで測定可能
 - 最大30A_{rms}の電流測定
- 1mA/divの高感度で低電流も正確に測定
他社類似製品 (20mA/div) と比べ20倍の高感度

■ 高性能・大電流型プローブ

TCP0150型



- DCから20MHzまで測定可能
- 最大150A_{rms}の電流測定
- 500Aのピーク・パルス電流に対応
- DCゲイン精度1% (代表値)
- 低ノイズと低DCドリフト

型名	周波数帯域 (-3db)	立ち上がり時間 (10%~90%)	電流/div、または変換比	最大電流	最大ピーク・パルス電流*4	電流時間積*5
TCP0030*2	DC-120MHz	2.92ns以下	1mA (1A/V)*3	30A _{rms}	50A	500A・μs (30Aレンジ時)
TCP0150*2	DC-20MHz	17.5ns以下	5mA (5A/V)*3	150A _{rms}	500A	15,000A・μs (150Aレンジ時)
TCP202*1	DC-50MHz	7ns	10mA (10A/V)*3	15A (DC+PeakAC)	50A	500A・μs

■ 高電圧プローブ



P5100A型

型名	周波数帯域 (-3db)	立ち上がり時間 (10%~90%)	減衰比	最大入力電圧	プローブ補正レンジ	入力抵抗/入力容量
P5100A	500MHz	700ps未満	100:1	2.5kV (DC+PeakAC)	7~30pF	40MΩ/1.5pF
TPP0850*	800MHz	525ps未満	50:1	2.5kV (DC+PeakAC)	—	40MΩ/1.5pF
TPP0502*	500MHz	700ps以下	2:1	300V _{rms}	—	2MΩ/12.7pF
P6015A	75MHz	4.67ns以下	1000:1	20kV _{rms}	7~49pF	100MΩ/3.0pF未満

* MSO/DP04000B、MSO/DP05000シリーズ専用プローブ

■ 差動プローブ



TDP0500/1000型 TekVPIプローブ・インタフェース

型名	周波数帯域	立ち上がり時間 (10%~90%)	減衰比	差動動作電圧	対地動作電圧	差動入力抵抗/差動入力容量
TDP0500*2	500MHz	700ps以下	5:1/50:1	±4.25V (5:1)	±35V	1MΩ/1pF未満
TDP1000*2	1GHz	350ps以下		±42V (50:1)		
TDP1500*2	1.5GHz	265ps以下	1:1/10:1	±0.85V (1:1)	±7.0V	200KΩ/1pF未満
				±8.5V (10:1)		

■ 電流プローブセット



TCPAシリーズ

型名	周波数帯域 (-3db)	立ち上がり時間 (10%~90%)	電流/div、または変換比	最大直流電流	最大ピーク・パルス電流*4	電流時間積*5
TCPA300+TCP312	DC-100MHz	3.5ns	1mA (1A/V)*3	30A	50A	50A・μs (1A/V時)
TCPA300+TCP305	DC-50MHz	7ns	5mA (5A/V)*3	50A	50A	500A・μs (5A/V時)
TCPA300+TCP303	DC-15MHz	23ns	5mA (5A/V)*3	150A	500A	3,000A・μs (5A/V時)
TCPA400+TCP404XL	DC-2MHz	175ns	1A (1A/mV)*6	750A	750A	規定なし (1A/mV時)

*1 TekProbe Level2インタフェース対応。TekVPIインタフェース搭載のオシロスコープに接続するときは、TPA-BNC変換アダプターが必要です

*2 TekVPIインタフェース対応

*3 オシロスコープを1mV/divに設定したときの値です。

*4 コア・サチレーションによります。

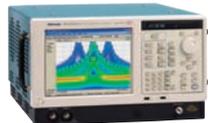
*5 デューティ・サイクルと周波数によって減少します。

*6 オシロスコープを10mV/divに固定して使用します。

*7 CAT I

*8 CAT II

オシロスコープ	アプリケーション		
THS3000 シリーズ 	Math機能による 瞬時電力測定	周波数帯域	200MHz、100MHz
		サンプル・レート/分解能	最高5GS/s、最高200ps
		特徴	4チャンネルの完全絶縁/ フローティング入力 最大7時間のバッテリー操作が可能
TPS2000 シリーズ 	スイッチング損失測定 AC/DC入出力評価 電力品質測定	周波数帯域	200MHz、100MHz
		アナログ/デジタル入力数	2または4各chフローティング
		レコード長	2500ポイント
ソフトウェア、特徴	TPS2PWR1、バッテリー駆動		
MSO/DPO3000/4000 シリーズ 	スイッチング損失 SOA ダイオード評価 スイッチング制御 AC/DC入出力評価	周波数帯域	1GHz、500MHz、350MHz、300MHz、100MHz
		アナログ/デジタル入力数	アナログ：2または4、デジタル：16 (MSOシリーズ)
		レコード長	5Mポイント/20Mポイント
ソフトウェア、特徴	DPO3PWR/DPO4PWR、小型・軽量のオシロスコープ上で専用のパワー解析が可能		
MDO4000 シリーズ 	ノイズ解析 スイッチング損失 SOA ダイオード評価 スイッチング制御 AC/DC入出力評価	アナログ周波数帯域	1GHz、500MHz
		入力数	アナログ：4、デジタル：16、RF：1
		RF周波数レンジ	50kHz-3GHz、50kHz-6GHz
		スパン	1kHz-3/6GHz (1-2-5ステップ)
		表示平均ノイズ・レベル	-148dB (5MHz-3GHz)
ソフトウェア、特徴	アナログ/デジタル/RF信号を一台で観測可能		
MSO/DPO5000 シリーズ 	磁気コンポーネント インバータ出力評価 スイッチング損失 SOA ダイオード評価 スイッチング制御 AC/DC入出力評価	周波数帯域	2GHz、1GHz、500MHz、350MHz
		アナログ/デジタル入力数	アナログ：4、デジタル：16 (MSOシリーズ)
		レコード長	標準：12.5Mポイント、オプション：最高250Mポイント (1、2ch時)
		ソフトウェア、特徴	DPOPWR、磁気コンポーネント評価が可能
DPO7000 シリーズ 	磁気コンポーネント インバータ出力評価 スイッチング損失 SOA ダイオード評価 スイッチング制御 AC/DC入出力評価	周波数帯域	3.5GHz、2.5GHz、1GHz、500MHz、350MHz
		アナログ/デジタル入力数	アナログ：4
		レコード長	標準：最高500Mポイント (1ch時)
		ソフトウェア、特徴	DPOPWR、磁気コンポーネント評価が可能

スペクトラム・アナライザ			
	ノイズ評価 RF間欠障害	周波数レンジ	1Hz-3GHz/6GHz (RSA5000)、 9kHz-6.2GHz/14GHz/20GHz (RSA6000)
		リアルタイム周波数帯域幅	110MHz (RSA6000 Opt. 110)
		表示平均ノイズ・レベル	-170dBm/Hz (1GHz、プリアンプオン時の代表値) 革新的なリアルタイム解析でノイズ評価に最適

DMM4050型 デジタル・マルチメータ



- 6.5桁分解能
- 直流電圧基本最高精度：
0.0024% (1年)
- 電圧、抵抗、電流、ダイオード、
周波数、温度、キャパシタンスの測定

RF/マイクロ波パワー・センサ /メータ



- 小型・軽量で低価格
- 測定前のゼロ調整が不要
- USB接続でPCが高性能
パワー・メータに

近接界プローブ・セット 119-4146-00



- 用途：RFID機器設計/開発
ノイズ測定など
- 周波数範囲：100kHz~1GHz
- インピーダンス：50Ω

TEK-DPG型 デスクュー・パルス・ジェネレータ



パワー・デスクュー・フィクチャ 067-1686-00



Tektronix

〒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

テクトロニクス お客様コールセンター TEL:0120-441-046
ヨッ良い オシロ
 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 2012年3月 48Z-25839-1

* 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。