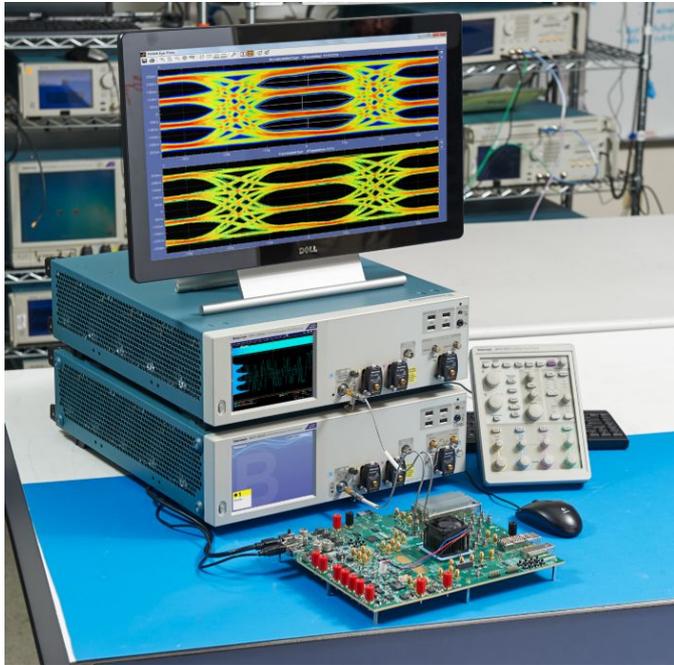


PAM4 トランスミッタ解析ソフトウェア



包括的な PAM4 解析機能。それぞれのアイごとに詳細なジッタ解析を実施可能。さらにグローバルなリンク測定にも対応

特長

PAM4 トランスミッタ解析ソフトウェア・アプリケーションは、DPO/MSO70000DX/SX シリーズおよび DPO/DSA/MSO70000 シリーズ・オシロスコープの機能を拡張し、4 値パルス振幅変調 (PAM4) デバイス/インタフェースのトランスミッタ/チャンネルの電気/光測定機能を可能にします。

- PAM4 電気/光信号のデバッグと検証に最適な統合型アプリケーション
 - PAM4 電気/光信号の解析/デバッグに必要なすべての機能を集約
 - ダッシュボード・スタイルの構成パネルを使用して、PAM4 解析に必要なすべてのパラメータをすばやく、簡単に構成できる
- クロック・リカバリ機能の強化
 - ソフトウェアにより、高性能なクロック・リカバリ機能が実装されており、極端に弱まった信号にも対応できる

- 構成可能なベッセル-トムソン (B-T) フィルタ
 - 測定対象のレシーバの帯域幅に合わせて、柔軟な調整が可能で、手動で行うことも、あるいは検出されたデータ・レートに基づく自動調整も選択可能
- 波形フィルタを使用することで、テスト・フィクスチャ・モデルまたはチャンネル・モデルに基づいたエンベッド/ディエンベッドが可能
- 自動コンフィグレーション
 - スレッシュホールド、シンボル・レート、パターンのタイプおよび長さが自動検出されるため、コンフィグレーションが容易
- シンボル/ビット・エラー・ディテクタ
 - クロック・リカバリ、アイ中心点、シンボルの期待値のエラーを検出して、アノテーションを表示し、個別にナビゲートできる
 - 複数のアクイジション・サイクルを対象とした累積 SER (Symbol Error Rate) / BER (Bit Error Rate) 測定
- レシーバ・イコライゼーションの統合
 - 取り込まれた波形に CTLE/FFE/DFE イコライザを適用することで、閉じたアイを開ける
 - タイプの異なるレシーバ設定をモデル化することで、What-if 分析が行える
 - 規格ベースのイコライゼーション・プリセットをサポート
- ジッタ測定とアイ解析
 - PAM4 のアイの総合的な特性評価により、規格に準拠したデバッグ/解析が可能
 - ISI の影響を分離し、相関のとれたアイを使用することで、レシーバ・イコライゼーションの潜在的効果の表示が可能
 - 12 種類の PAM4 遷移のすべての立上り/立下り時間を測定可能で、PAM4 信号のそれぞれの遷移タイプごとに、詳細な解析が可能
 - 複数のアクイジションにわたって、目的のシンボル母集団を自動的に取り込めるなど、柔軟なコントロールが可能

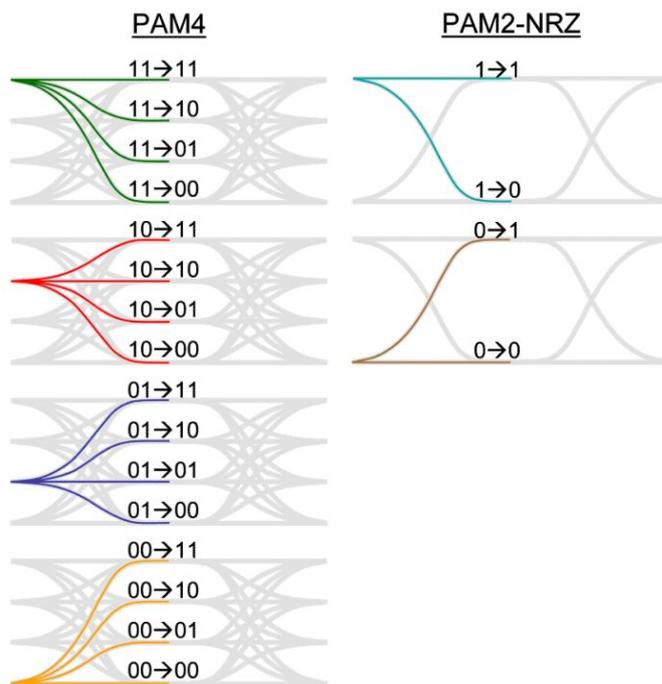
- ノイズ解析と BER 等高線
 - アイの幅と高さの解析 (OIF-CEI 規格に準拠、または独自に設定した目標 BER も使用可能)
 - アノテーション付きのアイ・ダイアグラムによる、BER 等高線と幅/高さの測定位置の表示
- SNDR 解析
 - 複雑な PAM4 の電気トランスミッタ測定を自動化できるため、特性評価に最適
- TDECQ 解析
 - 複雑な PAM4 の光測定を自動化できるため、光トランスミッタの垂直アイ開口の特性評価に最適
- プロットとレポート
 - 豊富なナビゲーション機能を備えたプロット・ツールにより、測定結果の視覚化と詳細な解析が可能
 - 測定に関連したコンフィギュレーション情報、測定結果、およびプロットが網羅され、1 つのファイルに集約された、読みやすく、共有も容易な HTML レポート (MHTML 形式)
 - 複数のアキュイジションを対象とした測定結果を集約して、1 つの CSV ファイルにエクスポートできるため、より詳細な解析が可能

アプリケーション

- PAM4 電気/光信号のデバッグ、解析、特性評価
- OIF-CEI および IEEE ベースの PAM4 規格 (OIF CEI-VSR-56G-PAM4、802.3bs、CDAUI-8 など) に準拠した特性評価

PAM4 の概要

NRZ 信号の周波数成分は、ビット・レートの増加とともに、直線的に増加します。PAM4 の信号方式では、同じデータ・レートでも、NRZ の半分しか帯域幅を必要としません。400G Ethernet 規格では、インターフェースの種類 (電気または光) を問わず、データセンタの需要やネットワーク・トラフィックの増加を見越して、PAM4 の信号方式が採用されています。

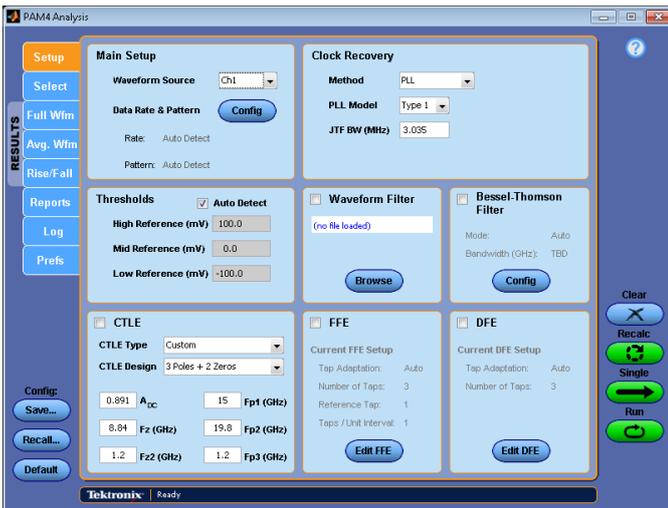


ここでは、説明の便宜上、線形符号化が使用されているが、実際にはグレイ・コードが使用されることが多い

PAM4 では、シンボルが 4 つのレベルで表現されるため、信号が複雑になっており、テスト方式には、新たな要求が突きつけられています。PAM4 解析ツールは、PAM4 設計を検証する作業を効率化するために、いくつかの測定/視覚化機能を提供しています。

PAM4 測定の構成

PAM4 解析ツールの内部にあるダッシュボードは、構成パネルの機能を備えており、PAM4 解析の実行に関係するほとんどの要素の構成に使用できます。パネルでは、測定ソースの選択、クロック・リカバリ、スレッシュホールド、ベッセル・トムソン (B-T) フィルタ、イコライゼーションなどの機能を設定できます。また、波形フィルタを使用して、チャンネルのエンベッド/ディエンベッドも行えます。



クロック・リカバリ

構成可能な PLL (位相ロック・ループ) クロック・リカバリ機能では、極度に弱った信号であっても、シンボル・クロックが正確に抽出されます。リファレンス・チャンネルにエクスポートすることで、再構成されたクロック波形を表示できます。

チャンネル・エンベッド／ディエンベッド

波形フィルタ・オプションを使用することで、異なるチャンネルでエンベッドおよびディエンベッドできます。以下のように活用できます。

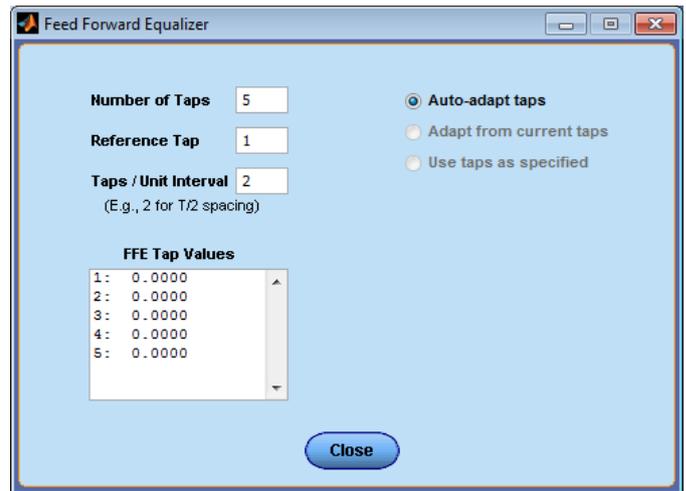
- テスト・フィクスチャの影響をディエンベッドすることで、トランスミッタ出力における信号を可視化する
- チャンネルをエンベッドすることで、レシーバ入力における信号を可視化する

イコライゼーション

測定を実行する前にアイを開くために、レシーバ・イコライゼーションを適用しなければならない場合があります。多くの場合、レシーバ回路に直接アクセスすることは困難なため、動作検証、クロック・リカバリやイコライゼーションの影響をモニタすることは簡単ではありません。

PAM4 ツールのイコライザは、さまざまな便利な機能を備えています。

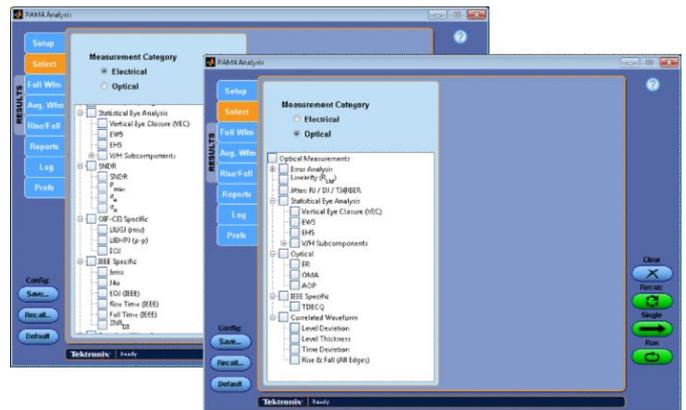
- 独自に定義した極／ゼロ点、または規格に基づくプリセットを使用した、CTLE の適用
- 長さの設定が可能で、自動的に選択されたタップ値も使用できる、FFE または DFE の適用
- 選択されたタップ値の観測



測定項目の選択

新しい選択パネルでは、PAM4 信号の電気測定または光測定を選択できます。

さらに選択リストを使用することで、測定項目の選択や表示の設定が行えるため、使いやすさと作業効率が向上します。



自動設定機能

PAM4 解析アプリケーションは、信号のシンボル・レートとパターンを自動的に検出し、アイ・ダイアグラムに基づいて、適切なスレッショルドを選択できます。すばやく、誤りのないセットアップが可能で、さらに信号の主要な特性も確認できます。

PAM4 測定

PAM4 解析パッケージは、包括的な測定機能を提供しており、信号特性の詳細な解析や、PAM4 設計の効率的な検証、または特性評価が行えます。

以下のリストには、PAM4 電気/光トランスミッタの特性評価を有効にしたときにサポートされる、IEEE (802.3bs/cd) および OIF-CEI 規格に基づく測定、または SNDR/TDECQ 測定も含まれています。

PAM4 光測定	
エラー解析	シンボル・エラー
	SER
	BER
リニアリティ	
ジッタ	R _j
	D _j
	T _j @BER
アイの統計解析	垂直アイ開口
	EW6/EW5
	EH6/EH5
	$V_{upp}/V_{mid}/V_{low}$
	$H_{upp}/H_{mid}/H_{low}$
光	ER
	OMA _{OUTER}
	AOP ¹
	RIN × OMA ²
IEEE 固有	TDECQ
	送信電力 (OMA _{OUTER} - TDECQ ²)
相関波形	レベル偏差
	レベルの平均幅 (Level Thickness)
	時間偏差
	立上り/立下り
データ・レート	シグナリング・レート

PAM4 電気測定	
エラー解析	シンボル・エラー
	SER
	BER

PAM4 電気測定	
リニアリティ	
ジッタ	R _j
	D _j
	T _j @BER
アイの統計解析	垂直アイ開口
	EW6/EW5
	EH6/EH5
	$V_{upp}/V_{mid}/V_{low}$
	$H_{upp}/H_{mid}/H_{low}$
SNDR	SNDR
	P _{max}
	σ _e
	σ _n
OIF-CEI	UUGJ
	UBHPJ
	EOJ
IEEE 固有	J _{rms}
	J ₄
	EOJ
	立上り時間
	立下り時間
	SNR_ISI
相関波形	レベル偏差
	レベルの平均幅 (Level Thickness)
	時間偏差
	立上り/立下り

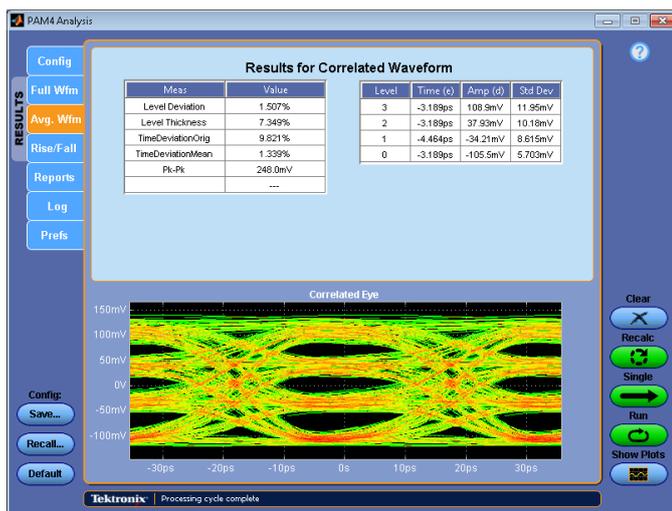
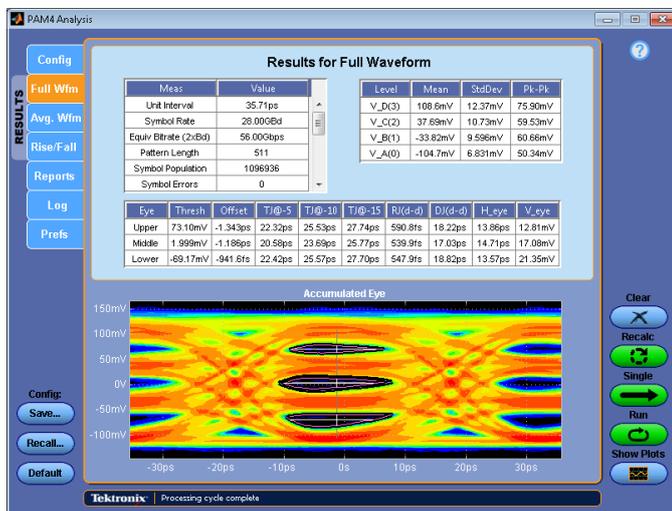
1 オフ・トランスミッタの平均送信電力に対応しています (IEEE 802.3bs/cd に準拠)。

2 この測定は 2018 年 12 月まで利用できません。

波形全体および相関波形の解析

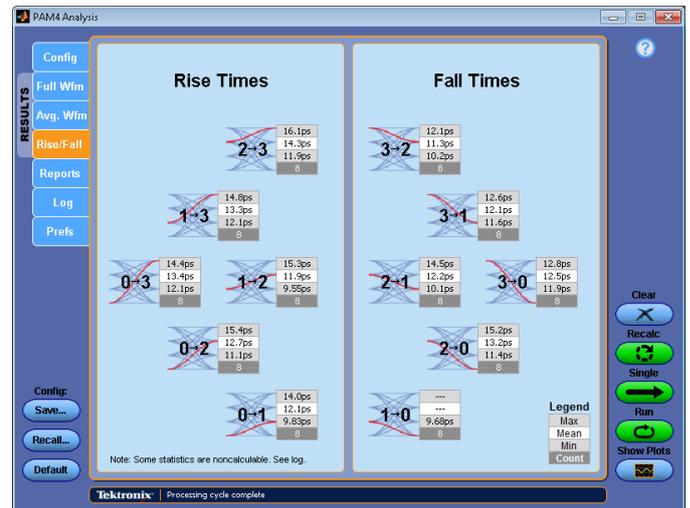
すべてのユニット・インターバルを、取り込まれた PAM4 信号にオーバーレイすることにより、波形全体に対して解析を実行できます。ジッタ解析は、リンク内の個々のアイ、および BER/アイ等高線に対して実施されます。どちらのテストも、あらゆるタイミング位相と基準レベルで、閉じたアイを同時に解析するのに役立ちます。

相関のとれた波形およびアイを表示することで、イコライゼーションを通じてどの程度のアイ開口が理論的に達成可能であるかを推測できます。等価時間サンプリング・オシロスコープに見られるのと同様のツールおよび方式を使用して、相関波形を解析できます。多くの高性能通信規格では、相関データへのアクセスが前提とされています。PAM4 解析アプリケーションでは、相関/合成されたアイ/ダイアグラムを効率的にモデル化できます。



立上り/立下り時間解析

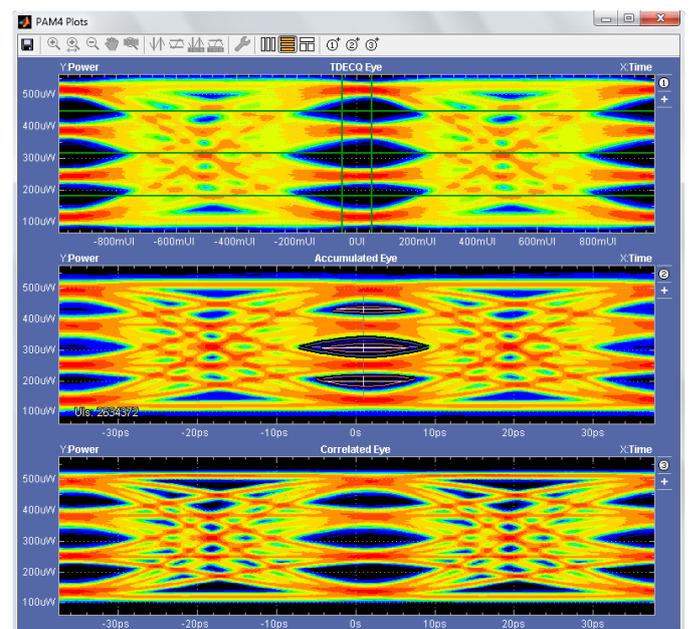
個々の遷移の立上り/立下りを解析することで、線形障害（帯域幅、ISI）と非線形障害（スルーレート制限、クリッピング）を切り分けることができます。また、イコライゼーション・アルゴリズムの高度なチューニングも可能になります。PAM4 解析ソフトウェアでは、PAM4 アイ内部の 6 種類の遷移のそれぞれについて、立上り/立下り時間の最大/最小/平均を観測できます。



データの可視化

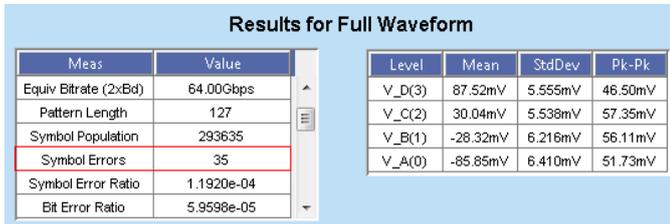
豊富な種類のプロットを使用して、測定データを可視化できます。プロットを解析することで、より詳細な信号特性が明らかになるため、デバッグにも役立ちます。

プロット・ツールセットを活用すれば、より細やかにプロットを操作できるため、関心のある領域を重点的に検証するなど、より詳細な解析が可能になります。



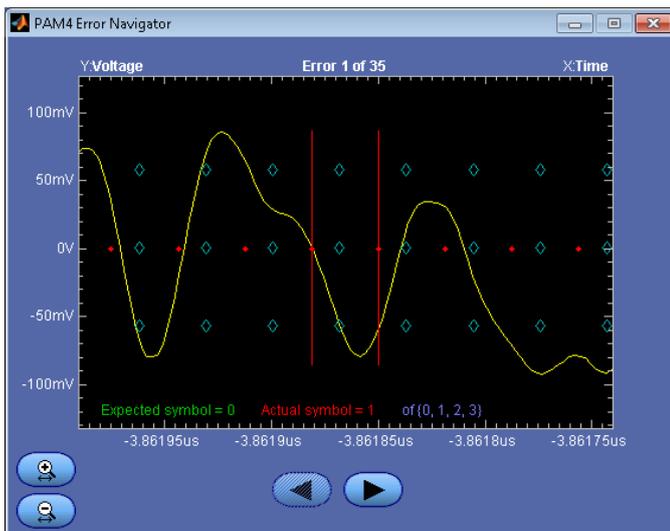
エラー・ディテクタ

PAM4 解析ツールは、エラー・ディテクタを内蔵しているため、現在のソース波形のシンボル・エラーを個別に特定できます。特定されたエラーは、専用のエラー・ナビゲータ・ウィンドウに表示されます。



エラー・ナビゲータは、いくつかの便利な機能を備えており、エラーの位置にすばやく移動し、ズームできます。検出されたエラーに関しては、以下の情報も表示されるため、リンク上のシンボル・エラーのデバッグに役立ちます。

- リカバリされたクロックの位置
- シンボル・エラーの基準となったしきい値の位置
- シンボルの期待値の表示
- シンボルの実測値の表示



詳細なテスト・レポートとデータ・エクスポート機能

測定結果をテスト・レポート形式で保存できます。レポートには、オシロスコープの設定、アプリケーションの設定、測定結果、プロットなどが含まれており、読みやすく、共有に適したフォーマットで提供されます。

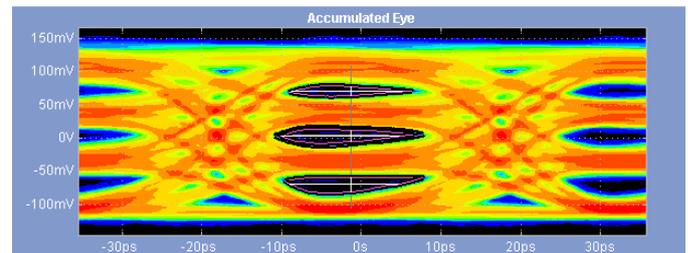
複数のアクイジションを対象とした測定結果を、1つのCSV ファイルにエクスポートすることで、より詳細な解析が行えます。

Measurement	Value
Unit Interval	35.71ps
Symbol Rate	28.00GBd
Equiv Bitrate (2x Bd)	56.00Gbps
Pattern Length	511
Symbol Population	1096936
Symbol Errors	0
Symbol Error Ratio	0
Bit Error Ratio	0
Linearity (R_{lin})	99.70%
EW4	13.57ps
EH4	12.81mV
VEC	14.88dB
SNDR	28.64dB
P_{max}	101.1mV
σ_e	3.474mV
σ_n	1.389mV

Level	Mean	StdDev	Pk-Pk
V_D(3)	108.6mV	12.37mV	75.90mV
V_C(2)	37.69mV	10.73mV	59.53mV
V_B(1)	-33.82mV	9.596mV	60.66mV
V_A(0)	-104.7mV	6.831mV	50.34mV

Eye	Thresh	Offset	TJ@-5	TJ@-10	TJ@-15	RJ(d-d)	DJ(d-d)	H_eye	V_eye
Upper	73.10mV	-1.34ps	22.32ps	25.53ps	27.74ps	590.8fs	18.22ps	13.86ps	12.81mV
Middle	1.999mV	-1.186ps	20.58ps	23.69ps	25.77ps	539.9fs	17.03ps	14.71ps	17.08mV
Lower	-69.17mV	-941.6fs	22.42ps	25.57ps	27.70ps	547.9fs	18.82ps	13.57ps	21.35mV

詳細な波形測定の結果



測定された波形アイ・ダイアグラム

DPO70E シリーズ光プローブ

DPO70E シリーズ光プローブは、高速シリアル・データ信号用の光リファレンス・レシーバとして使用できるほか（選択可能なベッセル-トムソン (B-T) ORR フィルタを使用可能）、使いやすい O/E コンバータとして、一般的な広帯域光信号のアクイジションにも使用できます。DPO70E シリーズは、DPO/MSO70000 C/DX/SX シリーズに対応しています。TekConnect チャンネルに接続することにより、最高 33GHz の周波数帯域に対応できます。また、ATI チャンネルに接続することにより、DPO70E1 型は最高 42GHz、DPO70E2 型は最高 59GHz という優れた電氣的応答性を実現します。



DPO70E1 型 33GHz 光プローブ

ご注文の際は以下の型名をご使用ください。

テクトロニクス DPO/MSO70000 (Win7) シリーズ・オシロスコープ用 PAM4 トランスミッタ解析ソフトウェア

新規に DPO/MSO70000 シリーズ・オシロスコープをご購入される場合

型名	Opt.	概要
DPO/MSO70000DX/SX	PAM4	電気信号用 PAM4 解析ソフトウェア
DPO/MSO70000DX/SX	PAM4-O	光信号用 PAM4 解析ソフトウェア

DPO/DSA/MSO70000 シリーズ・オシロスコープをすでに使用されている場合

型名	Opt.	概要
DPO-UP	PAM4	電気信号用 PAM4 解析ソフトウェアのアップグレード
DPOFL PAM4	-	電気信号用 PAM4 解析ソフトウェアのフローティング・ライセンス
DPOFT PAM4	-	電気信号用 PAM4 解析ソフトウェアの試用版ライセンス
DPO-UP	PAM4-O	光信号用 PAM4 解析ソフトウェアのアップグレード
DPOFL PAM4-O	-	光信号用 PAM4 解析ソフトウェアのフローティング・ライセンス
DPOFT PAM4-O	-	光信号用 PAM4 解析ソフトウェアの試用版ライセンス

必須オプション

DJA	DPOJET ジッタ/アイ・ダイアグラム解析ソフトウェア
DJAN	DPOJET ノイズ解析ソフトウェア
SDLA64	SDLA Visualizer によるチャンネル・ディエンベッド、エンベッド、およびイコライゼーション

推奨プローブ

DPO7OE1	33GHz 光プローブ
DPO7OE2	59 GHz 光プローブ



当社は SRI Quality System Registrar により ISO 9001 および ISO 14001 に登録されています。



製品は、IEEE 規格 488.1-1987、RS-232-C および当社標準コード&フォーマットに適合しています。

ASEAN/オーストラリア・ニュージーランドと付近の諸島 (65) 6356 3900
ベルギー 00800 2255 4835*
中央/東ヨーロッパ、バルト海諸国 +41 52 675 3777
フィンランド +41 52 675 3777
香港 400 820 5835
日本 81 (3) 6714 3086
中東、アジア、北アフリカ +41 52 675 3777
中国 400 820 5835
韓国 +822-6917-5084, 822-6917-5080
スペイン 00800 2255 4835*
台湾 886 (2) 2656 6688

オーストラリア 00800 2255 4835*
ブラジル +55 (11) 3759 7627
中央ヨーロッパ/ギリシャ +41 52 675 3777
フランス 00800 2255 4835*
インド 000 800 650 1835
ルクセンブルク +41 52 675 3777
オランダ 00800 2255 4835*
ポーランド +41 52 675 3777
ロシア/CIS +7 (495) 6647564
スウェーデン 00800 2255 4835*
イギリス/アイルランド 00800 2255 4835*

バルカン諸国、イスラエル、南アフリカ、その他 ISE 諸国 +41 52 675 3777
カナダ 1 800 833 9200
デンマーク +45 80 88 1401
ドイツ 00800 2255 4835*
イタリア 00800 2255 4835*
メキシコ、中央/南アメリカ、カリブ海諸国 52 (55) 56 04 50 90
ノルウェー 800 16098
ポルトガル 800 8 12370
南アフリカ +41 52 675 3777
スイス 00800 2255 4835*
米国 1 800 833 9200

*ヨーロッパにおけるフリーダイヤルです。ご利用になれない場合はこちらにおかけください：+41 52 675 3777

詳細については、当社ウェブ・サイト (jp.tek.com または www.tek.com) をご参照ください。

Copyright © Tektronix, Inc. All rights reserved. Tektronix 製品は、登録済み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 は登録商標です。他のすべての商品名は、各社の商標または登録商標です。



06 Feb 2019 55Z-60239-8

jp.tek.com

Tektronix[®]

テクトロニクス／ケースレイインストルメンツ

お客様コールセンター：技術的な質問、製品の購入、価格・納期、営業への連絡

TEL: 0120-441-046 ヨリ良い オシロ 営業時間／9:00～12:00・13:00～18:00
(土日祝日および当社休日を除く)

サービス・コールセンター：修理・校正の依頼

TEL: 0120-741-046 なんと良い オシロ 営業時間／9:00～12:00・13:00～17:30
(土日祝日および当社休日を除く)

〒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