



BERTWave MP2100B



目次

- 市場状況
- はじめに
- 特長
- アプリケーション
- ブロックダイアグラム
- インタフェース
- 代表波形
- サマリー

市場状況

□ 市場状況

- 世界で発生するデータセンタIPトラフィックは年率23%で伸びており、それに伴い、光モジュールの増産が続いている（光モジュールの生産量は15M unitを超えている）
- 40GbE (4x10G) QSFP+ の製造は2015年に本格的な量産が始まっており、CAGR48%で増加が予想される。データセンタ向けの光モジュールは今後40GbEが主流となると予想される。

はじめに

All-In-One : 4ch-BERT + Sampling Oscilloscope

□ 高速測定

◆ 4ch-BER測定とアイパターン解析を1台で実行可能です

- BERTとアイパターン解析の測定器をそれぞれ揃える必要はありません

◆ 高速測定を実現したので、測定時間の削減が可能です

- 4ch一括設定・同時測定が可能のため、4ch-BER測定時間を従来機種より4倍高速です
- ScopeのFast Sampling Modeを使用することにより、150K sample/sの高速サンプリングを実現し、従来機種より1.5倍高速です

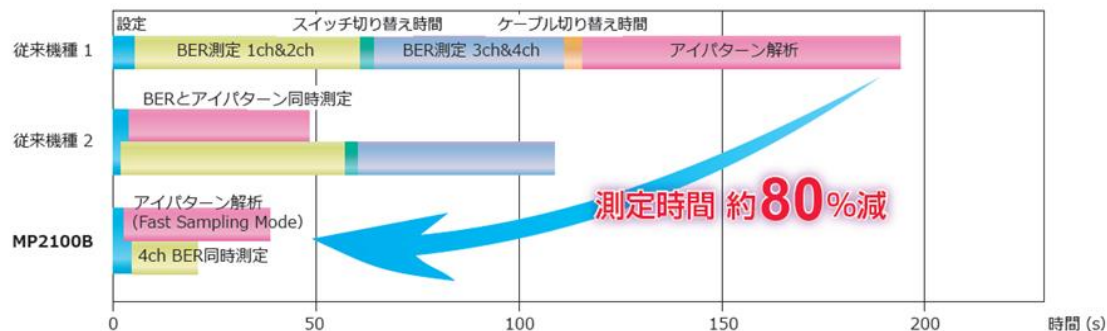
□ 小型軽量

◆ 薄さ18cm, 重さ7kg以下の小型筐体を実現

- 測定器の設置場所を選びません

BERTWave

40Gbit/s (10Gbit/s × 4ch) QSFP+を測定した場合のBER測定時間比較



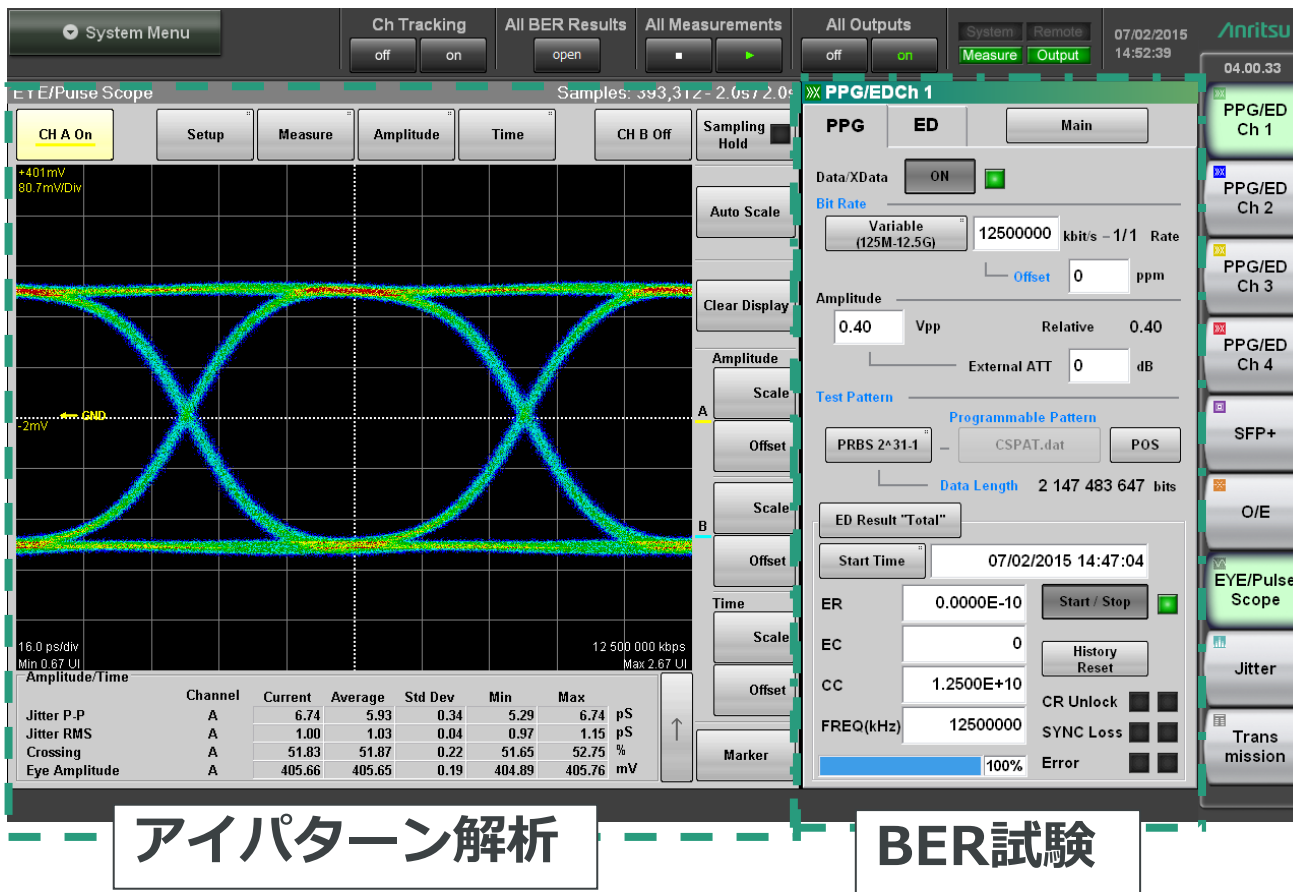
従来機種1は、2ch-BERTおよびサンプリングオシロスコープの組み合わせ、従来機種2は、2ch-BERTとサンプリングオシロスコープを一体化した機種
MP2100Bは、4ch-BERTとサンプリングオシロスコープを一体化した機種

比較条件は、10Gbit/s × 4chの信号に対して1E-3, 1E-5, 1E-7, 1E-8, 1E-9, 1E-10のそれぞれで3ポイントBER取得、1Msampleの波形取得した場合の比較

特長 (1/12) ～測定時間の短縮化～

BER測定とアイパターン解析を1台で実現

- BER測定とアイパターン解析を同時に実行できるため、効率のよい評価を実現

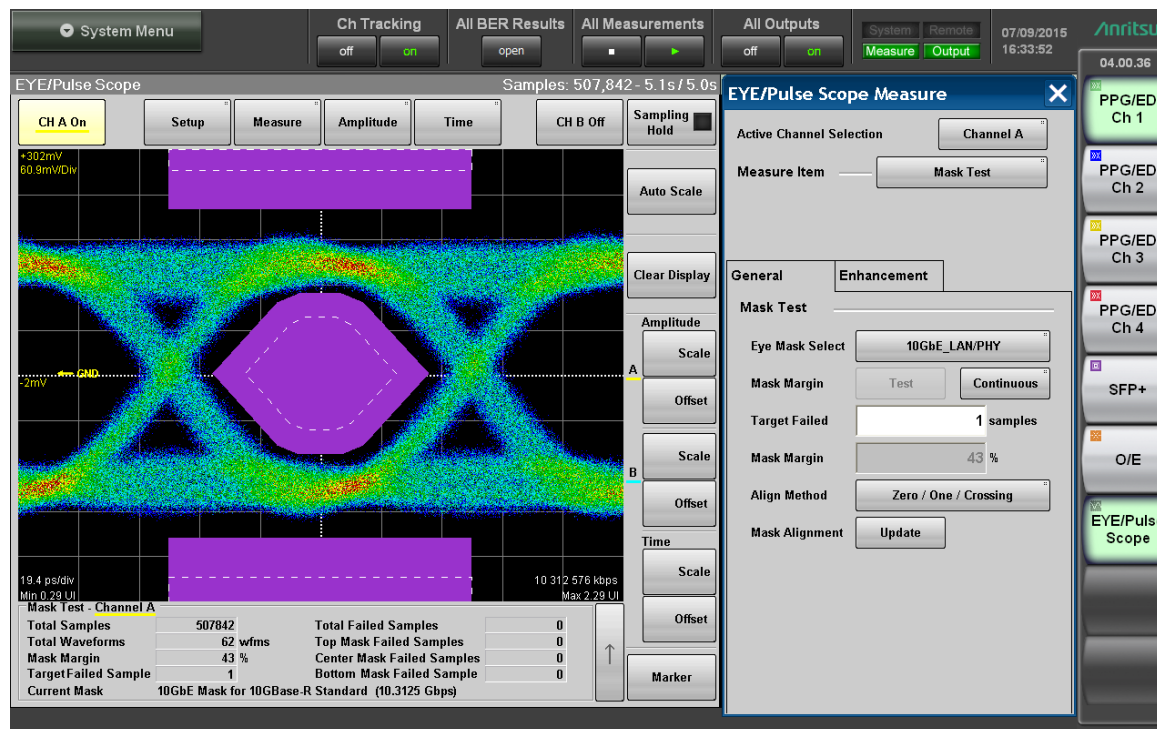


特長 (2/12) ～測定時間の短縮化～

□ 高速マスク試験

◆ Fast Sampling Mode

- アイマスク試験のためのアイパターンの描画は、標準実装されているFast Sampling Modeを使用することによって、最大150 ksample/sにサンプリング速度を高速化することができます
- Bit Rate: 10.3125 Gbit/s, Test Pattern: PRBS31, Electrical, 1 million sampleにおいて約8秒でマスク試験を実行可能



特長 (3/12) ~測定時間の短縮化~

□ 一括 4ch-BER測定

- 標準搭載されている、一括BER測定機能を使用することにより、最大4chまで一括でBER測定することができます。これにより、4chの測定時間を約50%削減できます



特長 (4/12) ～多彩な解析機能～

□ 広帯域な動作周波数

◆ PPG/EDの動作周波数(Option -092実装時)

- BERT機能は、125 Mbit/sから12.5 Gbit/sまで1kステップでBit Rateを可変可能
 - ✓ 本器1台でOC-3/STM-1や10GFCなど、1台でさまざまなアプリケーションに対応可能
 - ✓ 既存のアプリケーション以外のBit Rateも設定可能

対応ビットレートとアプリケーション例 (オプション 092 搭載)

PPG/ED 対応ビットレート	アプリケーション例
125Mbit/s ～ 12.5Gbit/s	InfiniBand (SDR、DDR、QDR)、 Fibre Channel (1G、2G、4G、8G、10G、 10G FEC)、GbE、2GbE、10GbE (WAN、 LAN)、XAUI (3.125G)、40GbE (10Gbit/s × 4)、CPRI (×1、×2、×4、 ×5、×8、×10)、OBSAI (RP3、RP3 ×2、 RP3 ×4、RP3 ×8)、OC-3/STM-1、 OC-12/STM-4、OC-24、OC-48/STM-16、 OC-192/STM-64、OC-192/STM-64 FEC (G.975)、OTU-1、OTU-2、OTU-1e、 OTU-2e、SFP、SFP+、XFP、Active Optical Cable (AOC)、QSFP/QSFP+、 CFP、CXP、TOSA/ROSA

特長 (5/12) ～多彩な解析機能～

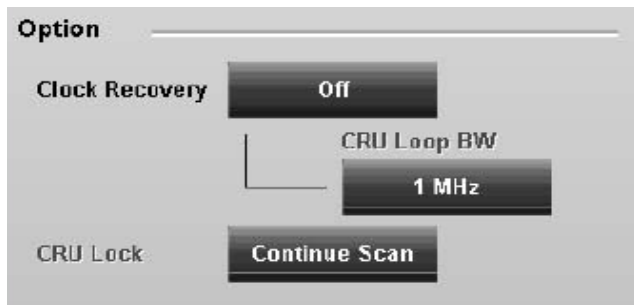
□ クロックリカバリー

◆ EDのクロックリカバリー機能 (標準機能)

- 125 M ~ 12.5 Gbit/s
 - ✓ 外部クロックなしでデータ信号を入力してBER解析可能
- 4 ~ 6.25 Gbit/s, 8 ~ 12.5 Gbit/s
 - ✓ Scope用トリガとしても利用可能

◆ Eye/Pulse Scopeクロックリカバリー機能

- 8.5 G ~ 12.5 GHz, 0.1 G ~ 2.7 GHz (オプション 055)
 - ✓ 長距離伝送やクロック出力の無い伝送装置の光特性評価が可能
 - ✓ ループ帯域可変



Eye/Pulse Scopeのクロックリカバリー設定画面

Eye/Pulse Scopeクロックリカバリーのループ帯域幅

ビットレート		ループ帯域幅
8.5 ~ 12.5 GHz		1,2,4,8 MHz
0.1 ~ 2.7 GHz	2488.32 MHz	200 kHz
	622 MHz	50 kHz
	156 MHz	20 kHz

特長 (6/12) ～多彩な解析機能～

□ 広いアナログ帯域のEYE/Pulse Scope

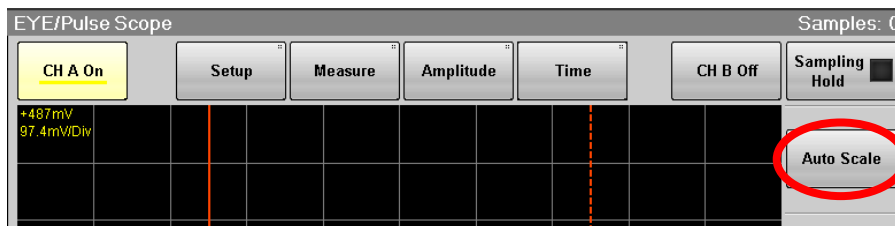
- 電気:DC ~ 25 GHz(Typ.), 光DC~の9.5 GHz(Typ.)帯域に対応
 - ✓ 1 GbE, 10 GbEなどの100 M ~ 12.5 Gbit/sのアプリケーションに対応

□ パルスパターン測定可能

- パターントリガ入力不要
- パターン周期1677216 bitまで対応

□ 高速オートスケール

- 3秒以内の高速オートスケール



オートスケール



パルスパターン

特長 (7/12) ～多彩な解析機能～

□ 各種Low Pass Filterを内蔵

- 各種Low Pass Filterを最大6種類まで内蔵可能なので、さまざまなアプリケーションを測定することが可能
- No filter : Option 086搭載時に設定可能

LPF	対応規格
156M	OC-3/STM-1 (155.52M)
622M	CPRI x1 (614.4M), OC-12/STM-4 (622.08M)
1.0G	FC (1.0625G)
1.2G	CPRI x2 (1.2288G), OC-24 (1.244G), GbE (1.25G)
2.1G	2GFC (2.125G)
2.5G	CPRI x4 (2.4576G), OC-48/STM-16 (2.488G), Infiniband Optical (2.5G), 2GbE (2.5G)
2.6G	OTU-1 (2.666G)
3.1G	CPRI x5 (3.072G), OBSAI RP3 x4 (3.072G), 10GBASE-LX4 (3.125G), 10GFC-LX4 (3.1875G)
4.2G	4GFC (4.25G)
5.0G	CPRI x8 (4.9515G), Infiniband optical x2 (5G)
6.2G	CPRI x10 (6.144G), XAUI Optical x2 (6.25G)
8.5G～ 11.32G	8GFC (8.5Gbit/s) , OC-192/STM-64 (9.953G), 10GbE WAN (9.953G), 10GbE LAN (10.312G), Infiniband optical x4 (10G), 10GFC(10.518G), 10GFC FEC (10.664G), OC-192/STM-64 FEC G.975 (10.664G), OTU-2 (10.709G), 10GbE FEC OTU1e (11.095G), 10GbE FEC OTU2e (11.316G), 8GFC (8.5Gbit/s), 10GbE WAN (9.95328Gbit/s), 10GbE LAN/PHY (10.3125Gbit/s), OC-192/STM-64 (9.95328Gbit/s), Infiniband Optical x 4 (10Gbit/s), 10GFC (10.51875Gbit/s), G975 FEC (10.664228Gbit/s), OTU-2 (10.709225Gbit/s)

□ 広範囲の波長に対応

- 光の波長は750 ～ 1650 nmまで対応

特長 (8/12) ～多彩な解析機能～

□ Application Test

◆ Eye/Pulse Scopeによるシグナルインティグリティ解析を実現

➤ Time/Amplitude Test

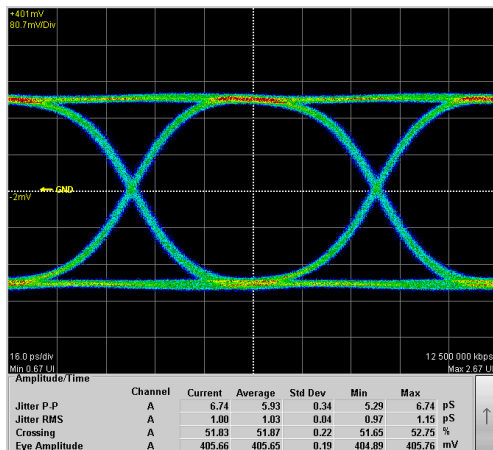
- ✓ 0 レベル, 1 レベル, SNR, アイクロス比率, アイ振幅, アイ高さ, アイ幅, ジッタp-p, ジッタRMS, 消光比, 立ち上がり時間, 立ち下り時間, OMA, デューティサイクルひずみ, OMA, 平均パワー (Note.)

➤ Mask Test/Mask Margin Test

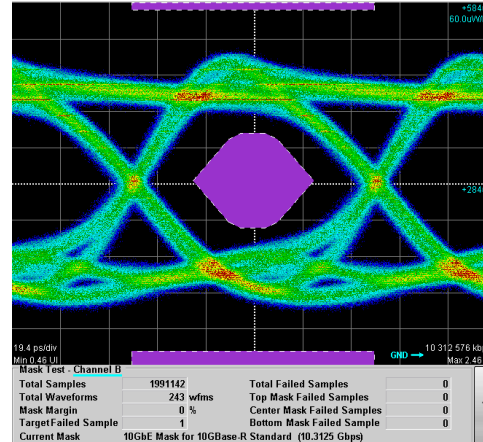
- ✓ 自動Mask Margin Test

➤ Histogram Test

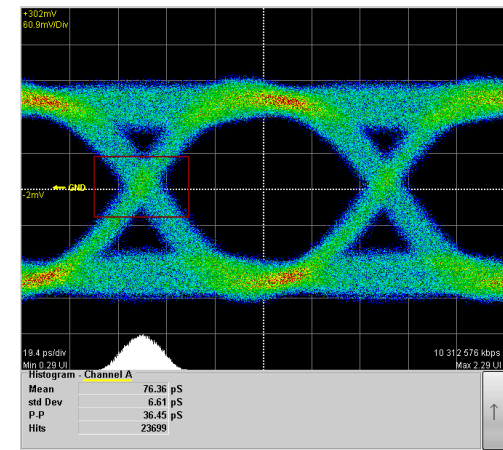
- ✓ 設定した領域内のデータ分布および平均値・標準偏差・散らばりの幅を測定



Time/Amplitude Test



Mask Test/Mask Margin Test



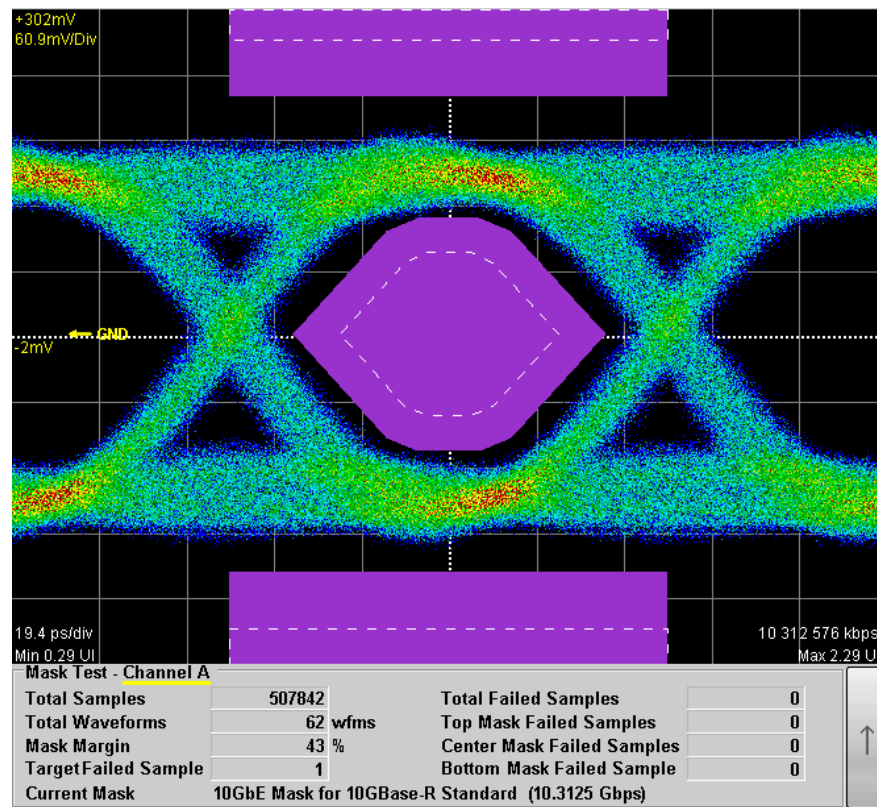
Histogram Test

(Note.)消光比と平均光パワーは, O/E コンバータを使用したときに測定可能

特長 (9/12) ～多彩な解析機能～

□ Mask/Mask Margin Test

- Mask Margin Testにより、規格に対する製品のマージンを自動で確認でき、歩留まり向上に貢献
- リアルタイムマスクマージン測定により、入力波形に追従して1秒以内にマスクマージンを測定可能



Mask Margin Test

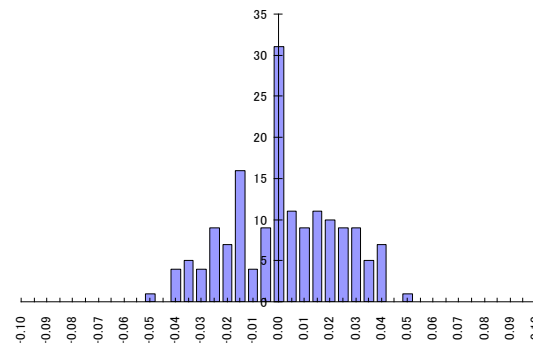
特長 (10/12) ～理想的な消光比測定～

□ 機差の少ない測定結果

- 基準光源によって校正されているため、機器間のバラツキを $\pm 0.05\text{dB}$ (代表値)以下に抑えました。これにより、安定した測定を行えます

- ✓ 最大器差 : $\pm 0.05\text{ dB}$
- ✓ 標準偏差(片側) : 1.1%
- ✓ 99%信頼予測 : $\pm 0.05\text{ dB}$

各Bit rate、設定消光比における平均値を基準とした器差の代表値
計162サンプルの正規化による統計値
複数製品における実測値を無作為抽出



□ コレクション機能による補正

- 他社測定器と線形性が等しいので、消光比はオフセットを用いることによって補正が可能ですので、他社製品と等しい消光比測定が可能です

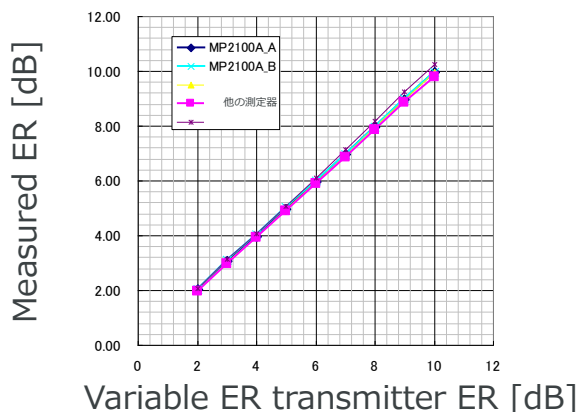
O/E Configuration

Wavelength

Extinction Ratio Correction

Extinction Ratio Correction Factor %

補正值入力画面



特長 (11/12) ~優れた波形品質~

□ 高品質PPG、高感度ED

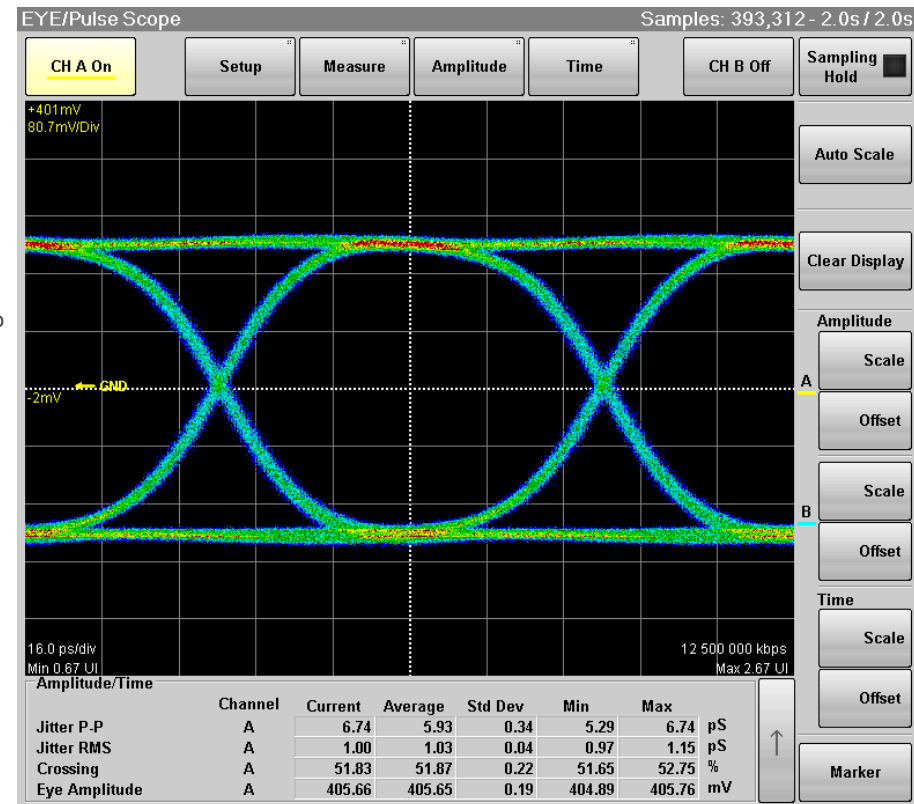
- Jitterの少ない高品質PPGおよび10mVp-pの高感度EDによって、被測定対象物の性能をより正確に測定することができます

□ PPG

- Jitter (RMS) ※10.3125Gbit/s, Amplitude 0.4Vp-p
✓ 1 ps (代表値)、2 ps (最大値)
- Intrinsic RJ(RMS) ※10.3125Gbit/s, Amplitude 0.4Vp-p
✓ 600 fs (代表値)、1 ps (最大値)
- Tr/Tf ※11.32Gbit/s, Amplitude 0.8Vp-p
✓ 24 ps (代表値)、28 ps (最大値)

□ ED

- 受信感度
✓ 10 mVp-p (代表値)
20 mVp-p (最大値)



特長 (12/12) ～操作性、信頼性、小型設計～

□ 操作性の向上

- PPG/EDのシンプル設定
- 12.1インチのワイドディスプレイで見やすい
- タッチパネルでマウスとキーボードがなくても操作可能

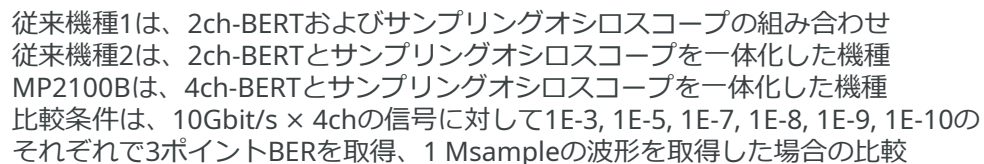
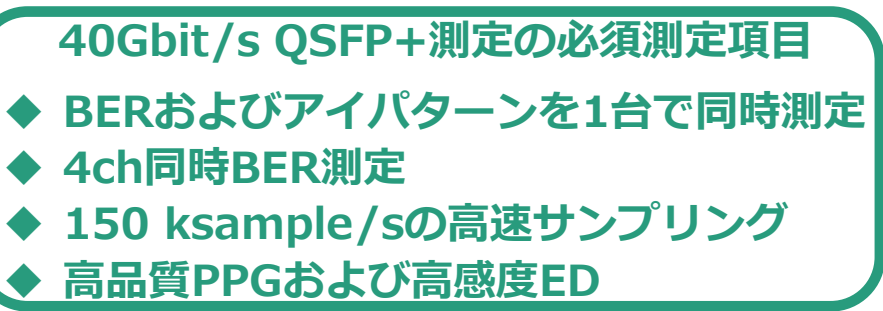
□ 信頼性の向上

- Flash Disk Driveを採用
 - ✓ HDDレスによりHDDクラッシュによるデータ損失の防止

□ 環境に配慮した小型設計

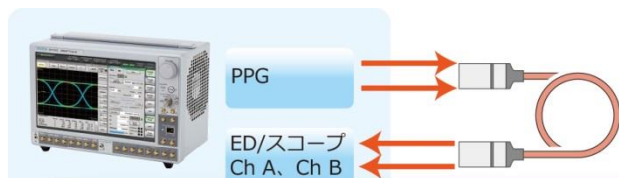
- 薄さ18 cmの小型設計(341 (W)× 221.5 (H)×180 (D) mm)
- 軽量(7 kg以下), 低消費電力(300 VA以下、従来機種よりも25%以上低減)

40Gbit/s QSFP+ (4 × 10Gbit/s) 測定



アプリケーション例 (2/3)

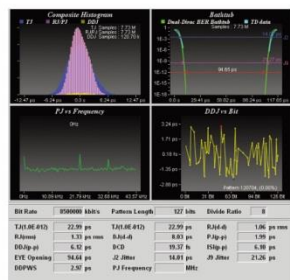
Active Optical Cable (AOC) 測定



● 同時測定



● 詳細なジッタ解析



Active Optical Cable (AOC) の 必須測定項目

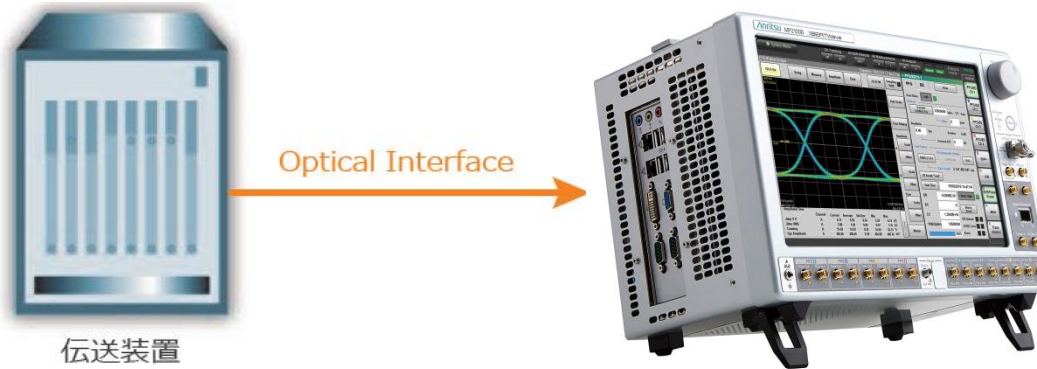
- アイパターン解析
➢ Tr/Tf, 振幅など
- アイマスク試験
- ジッタ解析
➢ TJ, DJ, RJ, DDJ測定, DDPWSなど

高速同時測定

- ◆ ジッタ測定およびアイパターン, アイマスク試験が同時に実施可能
- ◆ 高速トリガ法を採用したことにより高速なDDJ測定が可能
- ◆ 従来機種に比べてジッタを含む測定時間を約1/10に短縮

アプリケーション例 (3/3)

PON装置用BOB (BOSA On Board) 評価



伝送装置の物理層評価の必須項目

◆ 高速マスク試験

- 高速サンプリング(150 k Sample/s)の実現により、約8秒(Note.)という短時間でアイ マスクテストを実行できるため、測定時間の短縮に貢献
- クロックリカバリ:8.5GHz ~ 12.5GHz, 0.1 ~ 2.7GHzに対応しているため、ほとんどのアプリケーションのマスク試験を実行可能

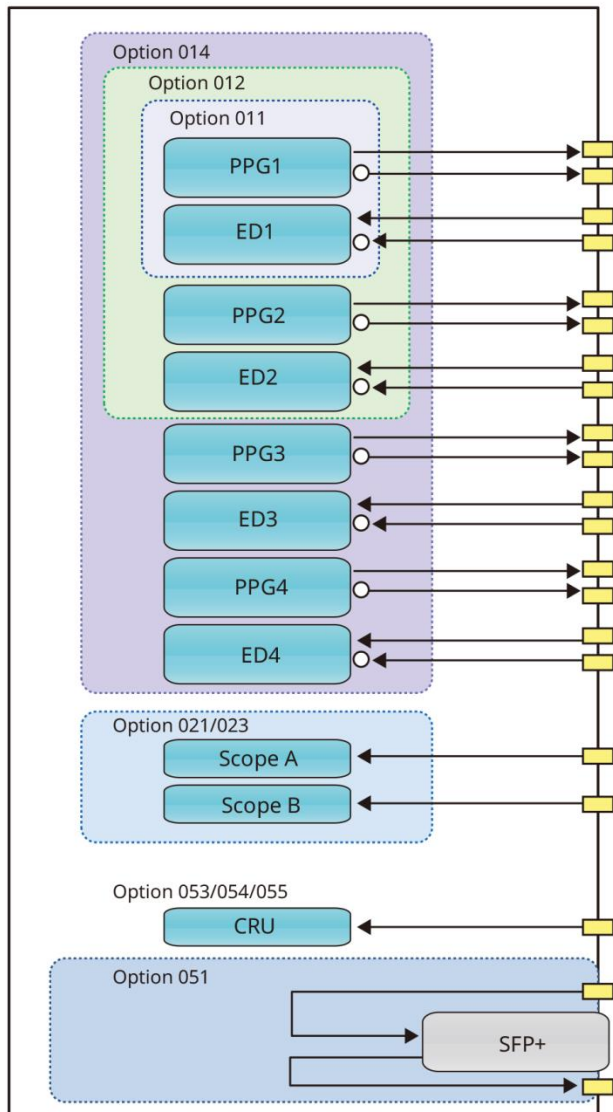
◆ 豊富なマスクパターンテスト

- 2G, 4G, 8GFCなどのさまざまなアプリケーションに対応した伝送装置に組み込まれた光デバイスの受け入れ検査に対応

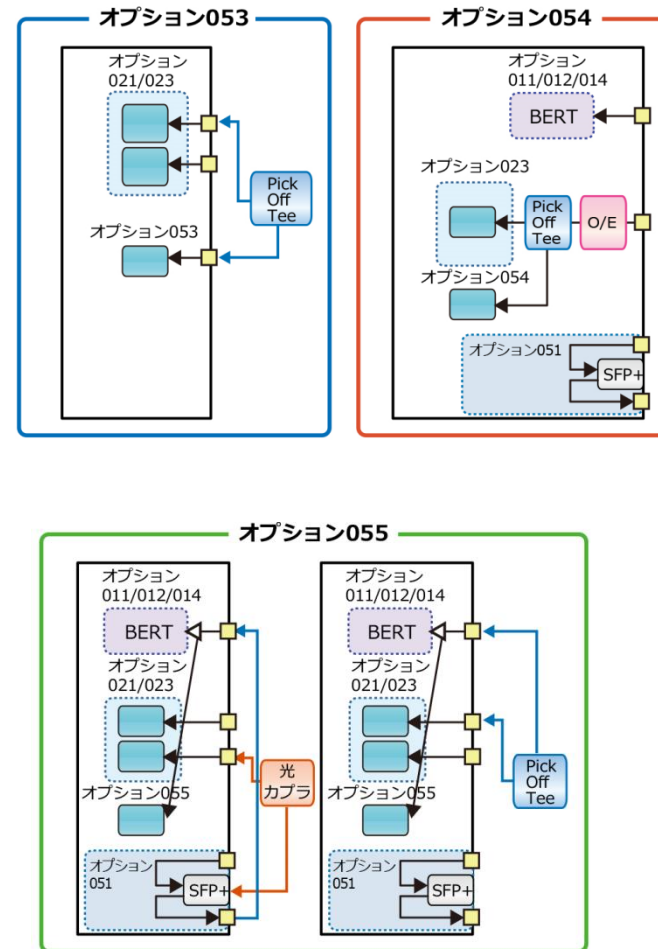
(Note.) Bit rate: 10.3125 Gbit/s, Test パターン: PRBS31, Back-to-back時に100万サンプル取得したときの代表値

ブロックダイアグラム

MP2100Bブロックダイアグラム

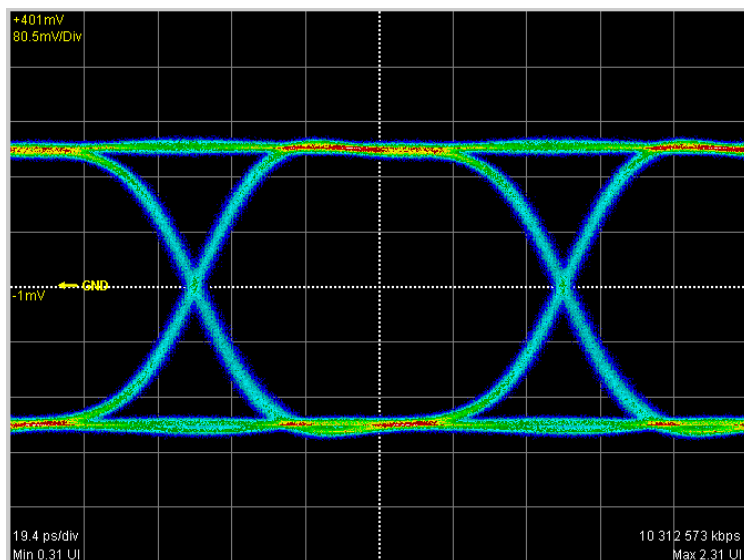
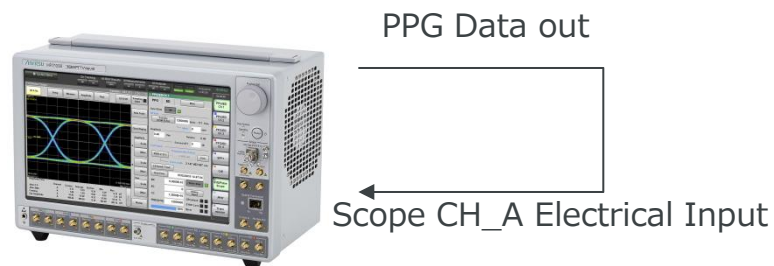


クロックリカバリ ブロックダイアグラム



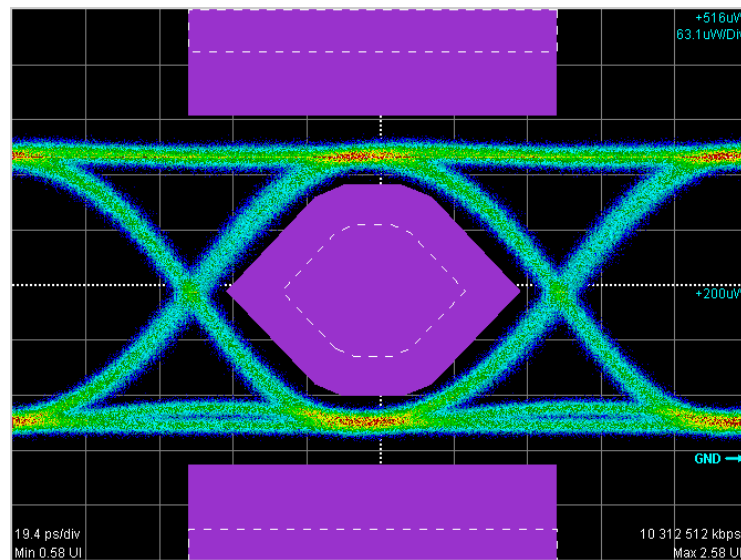
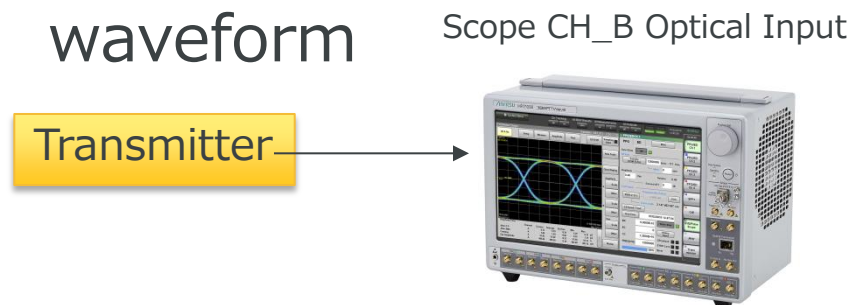
代表波形

Electrical Looped-back



Bit rate: 10.3125 Gbit/s, PRBS31, Amplitude: 0.5 Vp-p
PPG to ED/Scope Looped back

Filtered optical waveform



Bit rate: 10.3125 Gbit/s, PRBS31, Power: -7 dBm
An external optical transmitter

サマリー

- BER測定とアイパターン解析を一台で実現
- 4ch同時BER測定+アイパターン解析機能
- 高速アイマスク測定

Appendix

特長 ～多彩な解析機能～

□ 動作周波数

- 10 GbEや5G Infinibandなどの主要アプリケーションに対応

対応ビットレートとアプリケーション例（オプション 092 未搭載）

PPG/ED 対応ビットレート	アプリケーション例
8.5Gbit/s ～ 11.32Gbit/s	・ 8GFC ・ 10GFC ・ 10GFC FEC ・ OTU-2 ・ OTU-2e ・ 10GbE ・ 40GbE (10Gbit/s × 4) ・ 10GbE FEC ・ OC-192/STM-64 ・ OC-192/STM-64 FEC ・ OTU-1e
4.25 Gbit/s ～ 5.66Gbit/s	・ 4GFC
2.125Gbit/s ～ 2.83Gbit/s	・ 2GFC ・ InfiniBand ・ 2GbE ・ OC-48/STM-16 ・ OTU-1
1.0625Gbit/s ～ 1.415 Gbit/s	・ 1GbE ・ 1GFC
0.53125Gbit/s ～ 0.7075Gbit/s	・ OC-12/STM-4
0.265625Gbit/s ～ 0.35375Gbit/s	
0.132812Gbit/s ～ 0.176875Gbit/s	・ OC-3/STM-1

特長 ～多彩な解析機能～

□ 電気と光信号解析に対応

◆ 必要に応じた構成を選択可能

➤ インタフェース:

✓ 電気インタフェース, SFP+, オプティカルレシーバ

➤ Scope:

✓ デュアル電気レシーバもしくは光/シングルエンド電気レシーバを選択可能

➤ BERT:

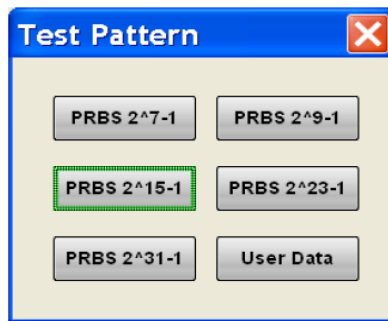
✓ 最大4chに対応



特長 ～多彩な解析機能～

□ 豊富なサンプルパターン

- 各種PRBSパターンとUser Data(1.3 Mbits)に対応
 - ✓ 各種規格で求められる規格パターンをライブラリ化
 - ✓ ユーザ自身でUser Dataを追加することも可能



PRBS設定画面

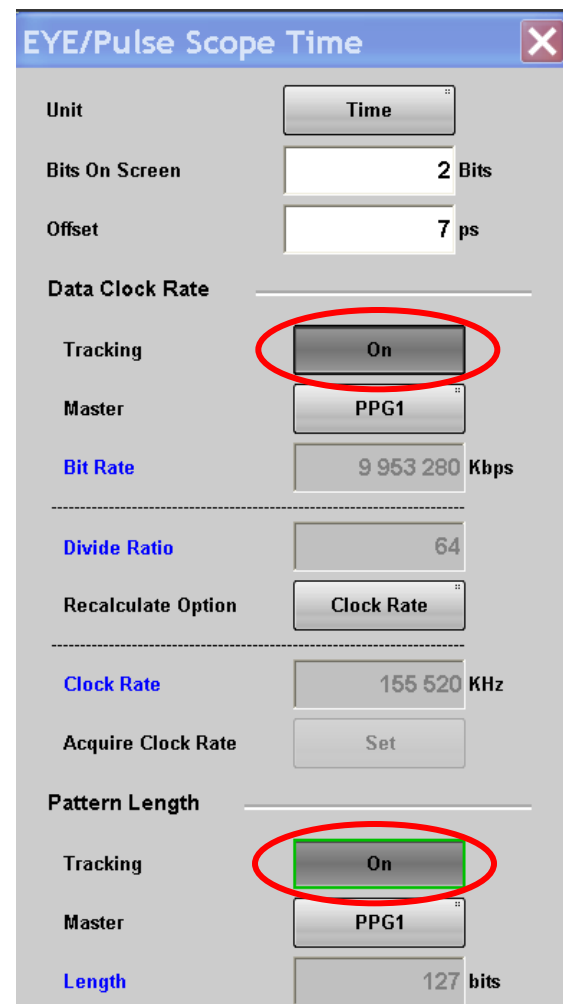
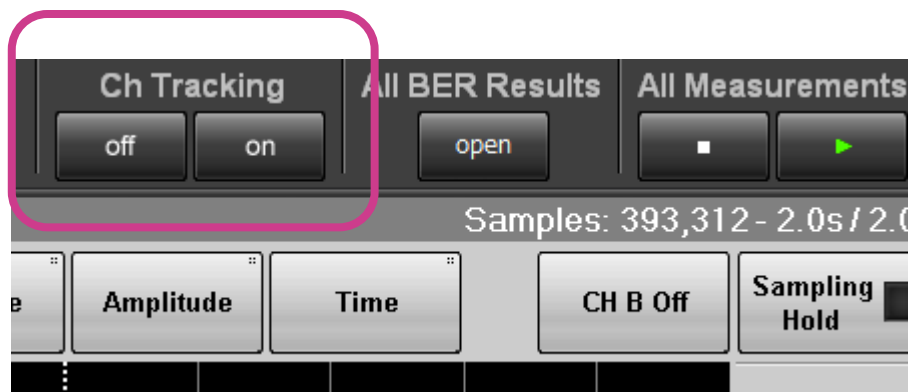


規格パターン選択画面

特長 ～設定項目の削減～

□ トラッキング機能

- 各BERTのチャンネル間トラッキングによる設定の簡易化
- BERT設定とEYE/Pulse Scope設定のトラッキングによる簡単設定
 - ✓ 送信信号, 受信信号ごとによるわずらわしい設定変更が不要

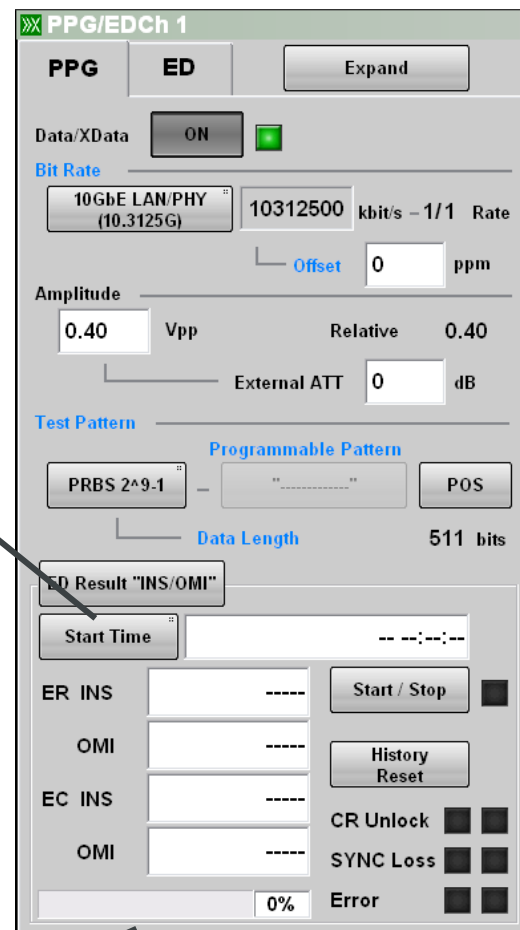
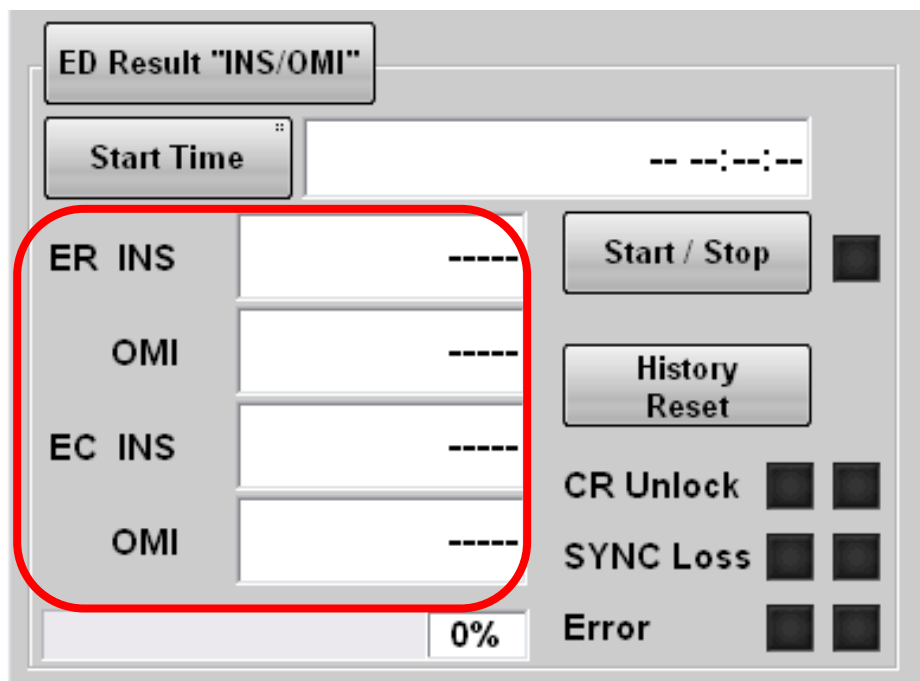


トラッキング

特長 ～多彩な解析機能～

□ Insertion/Omission機能

- Bit Errorの変化を測定することが可能
 - ✓ Insertion: 0→1へ変化
 - ✓ Emission: 1→0へ変化
- 測定対象物の閾値の容易な調整が可能



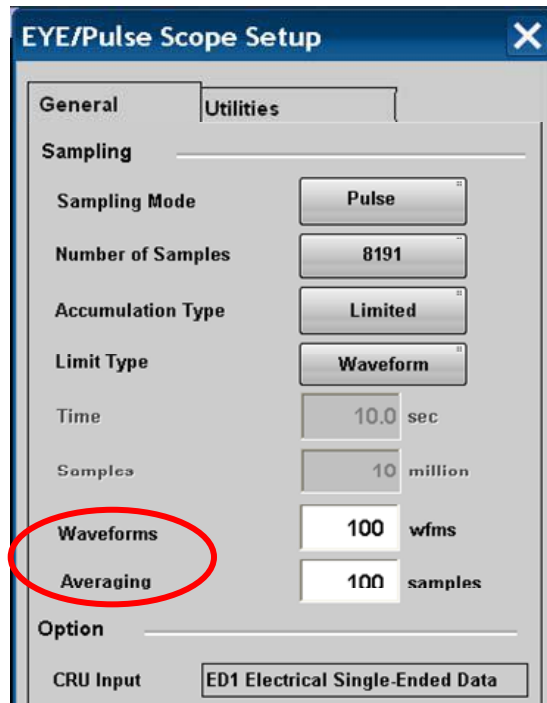
特長 ～多彩な解析機能～

□ 複数のサンプリング終了条件を標準搭載

- 時間, サンプル数, 波形数の中から選択可能

□ パルス波形の平均化処理回数の変更

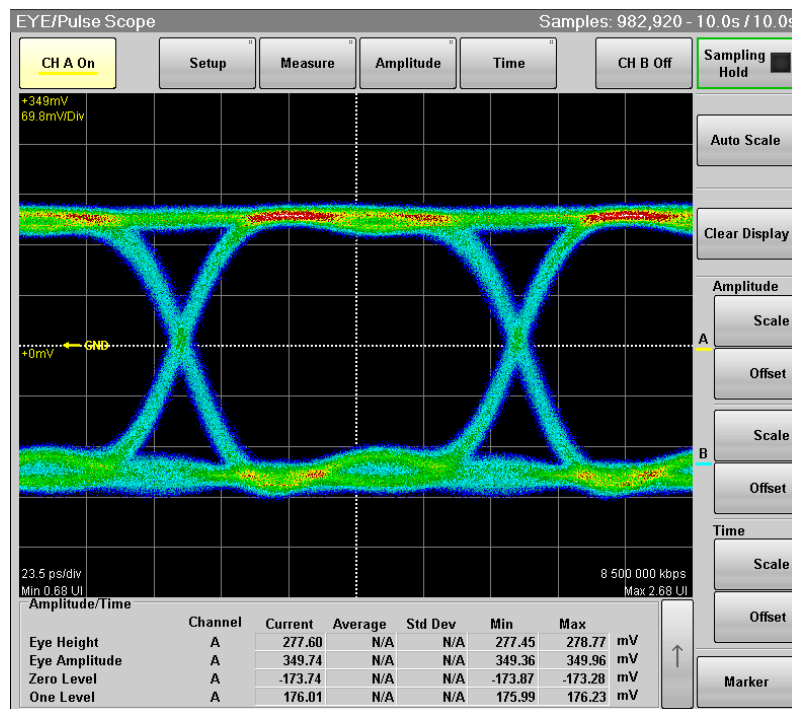
- パルスモードにて波形を測定している場合において、パルス波の平均化処理回数を設定することが可能
- 平均化処理により波形ノイズを抑制することが可能



特長 ～多彩な解析機能～

□ コヒーレントアイモード

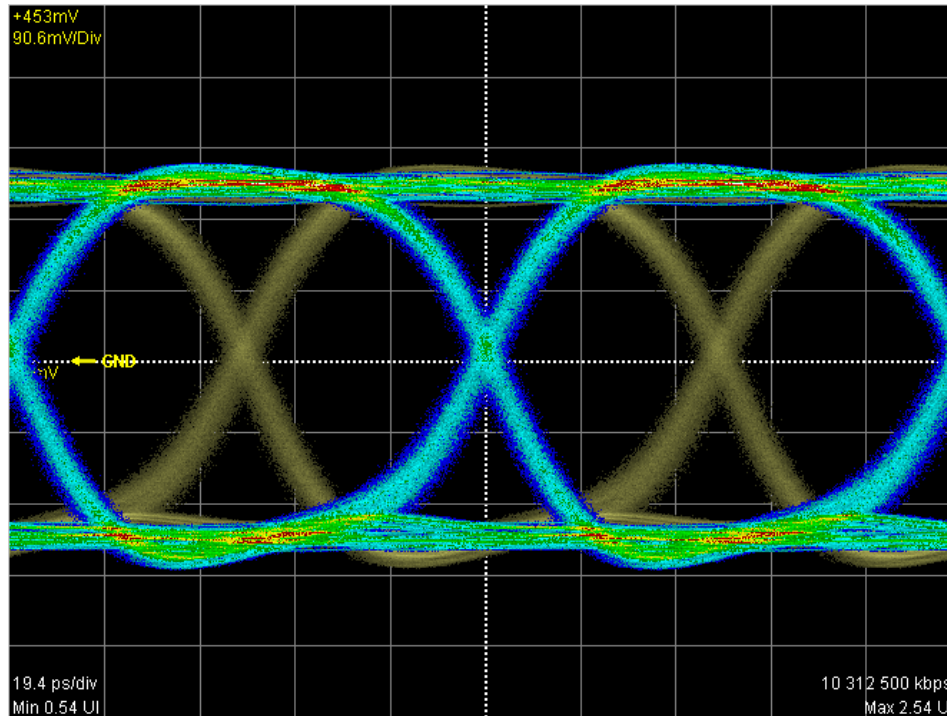
- BERTWaveでは、差動加算処理したパルス波形を重ね描きするコヒーレントアイモードにより、正確なアイ波形を表示可能
- 従来のサンプリングオシロスコープではチャンネル間のスキューを変更した状態での差動加算したアイの観測は不可能



特長 ～多彩な解析機能～

□ リファレンストレース波形

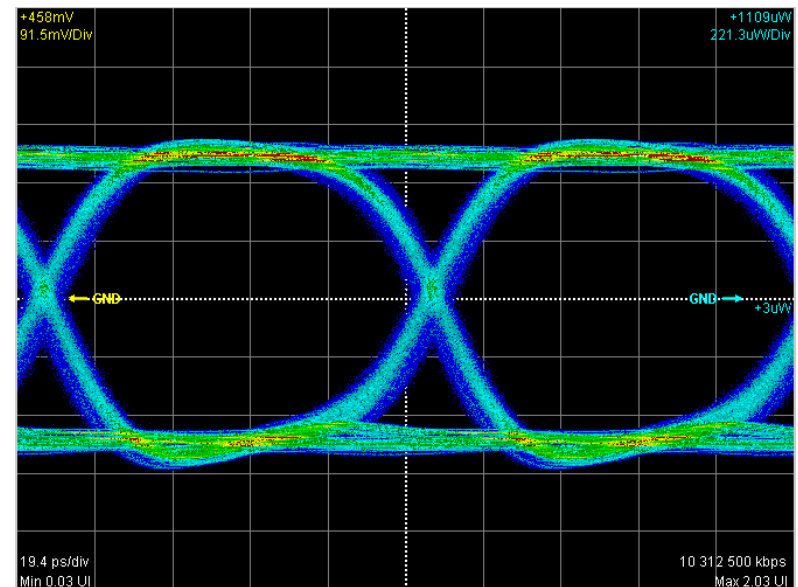
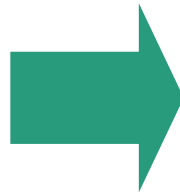
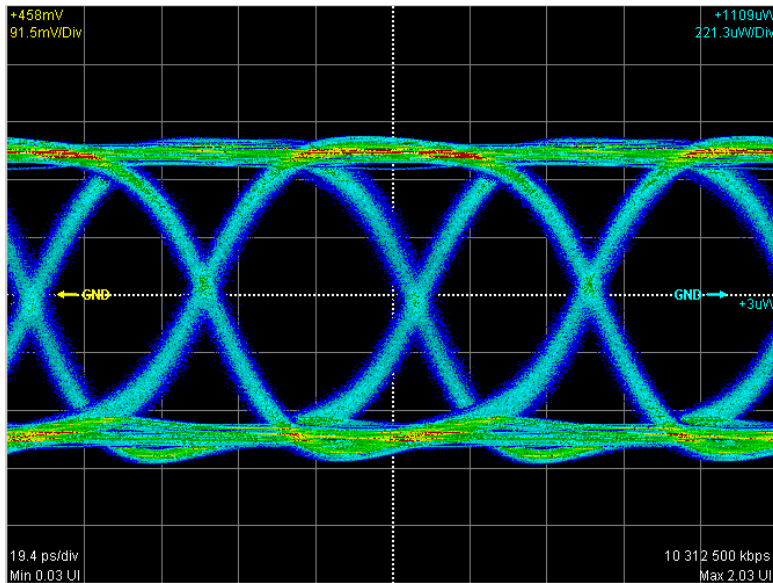
- 波形データを保存する機能を搭載していることにより、保存した波形と測定している波形の比較を行うことが可能
- 基準波形と測定波形の位相や波形変化を視覚的に識別可能



特長 ～多彩な解析機能～

□ 波形の位置調整機能

- Skew機能が標準で搭載されているので、差動信号のCH間の位相を揃えることが可能
- 遅延等のない正確な差動信号の測定が可能

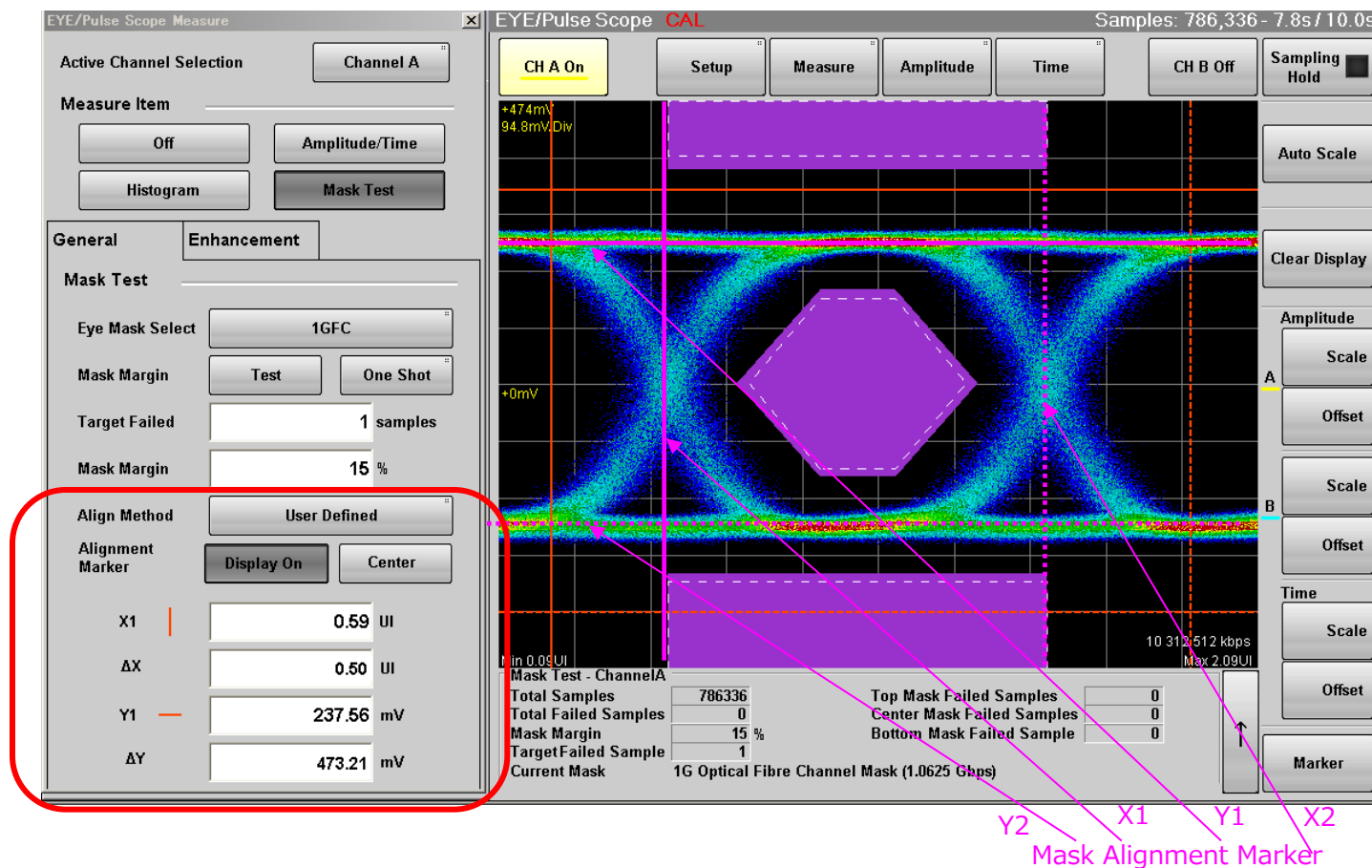


特長 ～多彩な解析機能～

□ マスクの位置の調整

- マスクの位置を自動, 手動どちらでも調整することが可能
- 横軸方向に制限に無い規格の波形や閾値調整が容易に可能

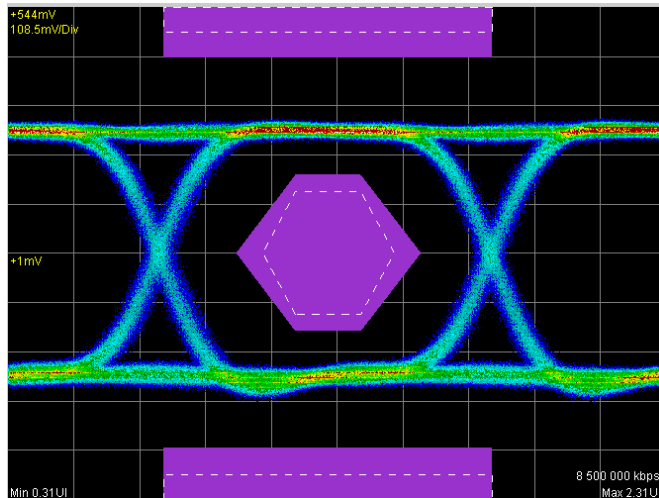
Note: Align MethodがUser Definedの場合のみ設定可能



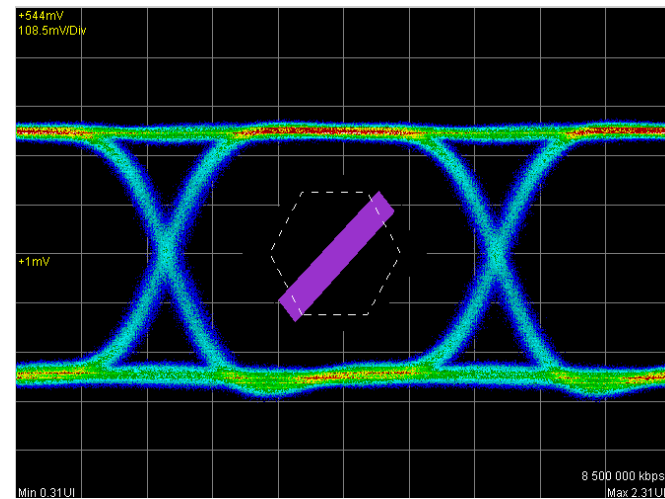
特長 ～多彩な解析機能～

□ マスクエリアの変更

- 測定するマスクに対して、マスクの測定エリアを変更することが可能
- アイの開口部において、マスクマージンがもっとも多い位置ともっとも少ない位置を判断することが可能



Mask Area Restriction Off

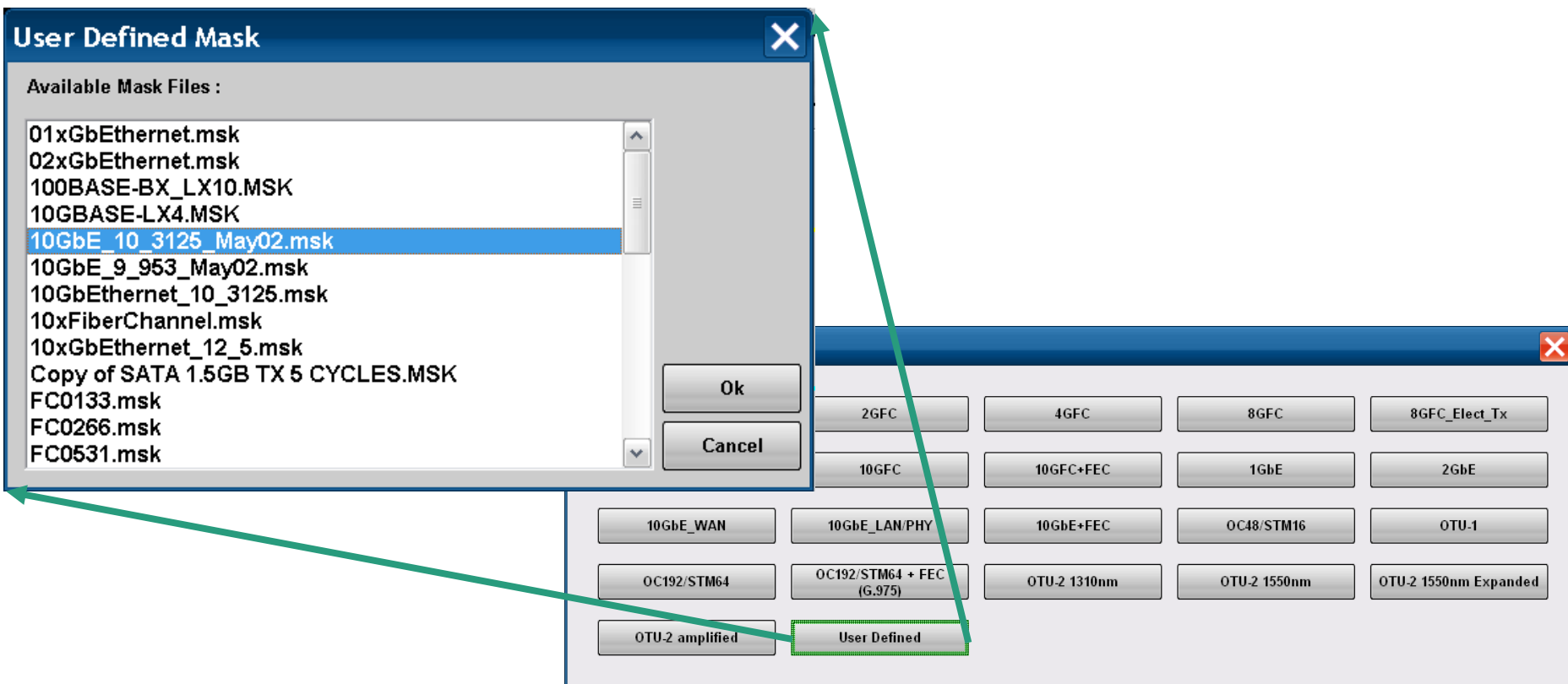


Mask Area Restriction On
(45 degrees, 0.1UI)

特長 ～多彩な解析機能～

□ 任意のマスキの作成

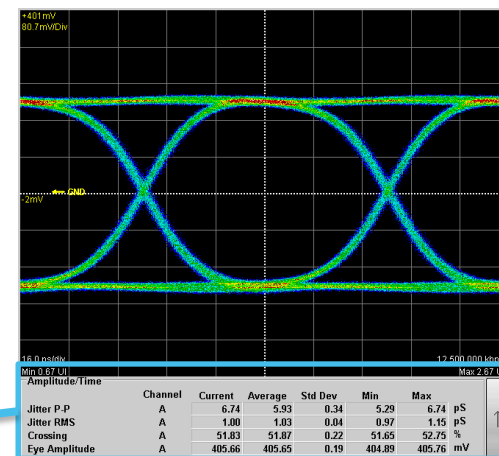
- ユーザ自身でマスクファイルを作成して使用することが可能
- 新しいアプリケーションにも迅速に対応可能



特長 ～多彩な解析機能～

□ Time/Amplitude Test

- 0 レベル, 1 レベル, SNR, アイクロス比率, アイ振幅, アイ高さ, アイ幅, ジッタp-p, ジッタRMS, 消光比, 立ち上がり時間, 立ち下り時間, デューティサイクルひずみ, OMA, 平均パワー (Note.)



Time/Amplitude Test

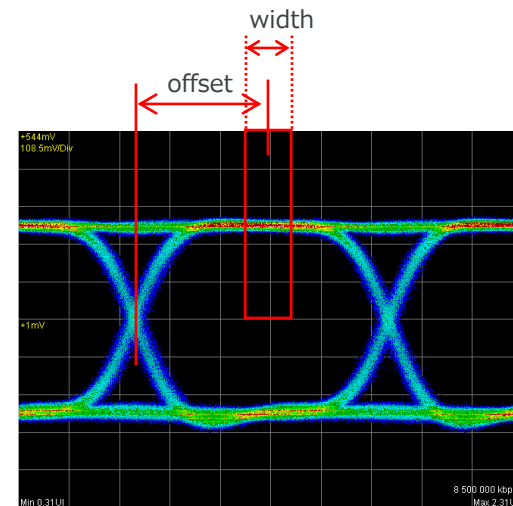
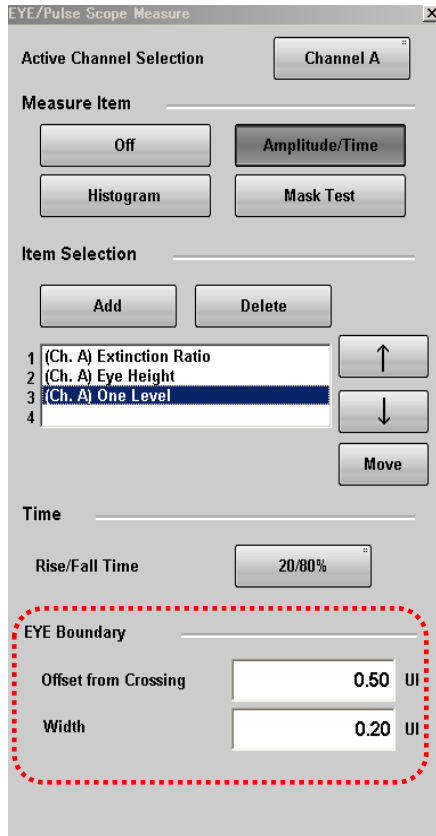
Amplitude/Time						
	Channel	Current	Average	Std Dev	Min	Max
Jitter P-P	A	6.74	5.93	0.34	5.29	6.74 pS
Jitter RMS	A	1.00	1.03	0.04	0.97	1.15 pS
Crossing	A	51.83	51.87	0.22	51.65	52.75 %
Eye Amplitude	A	405.66	405.65	0.19	404.89	405.76 mV

(Note.) 消光比と平均光パワーは, O/E コンバータを使用したときに測定可能

特長 ～多彩な解析機能～

□ 1, 0レベルの測定領域の変更

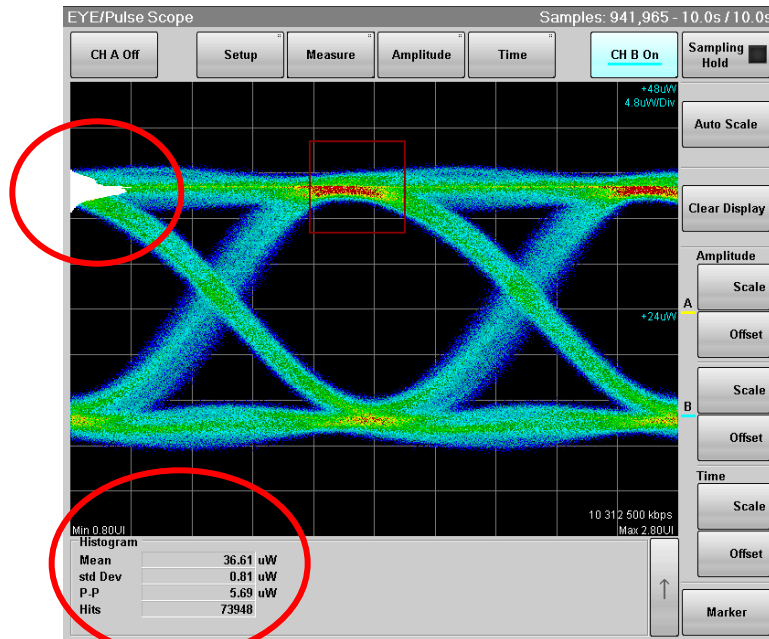
- 波形の1レベルと0レベルの測定領域を変更することが可能



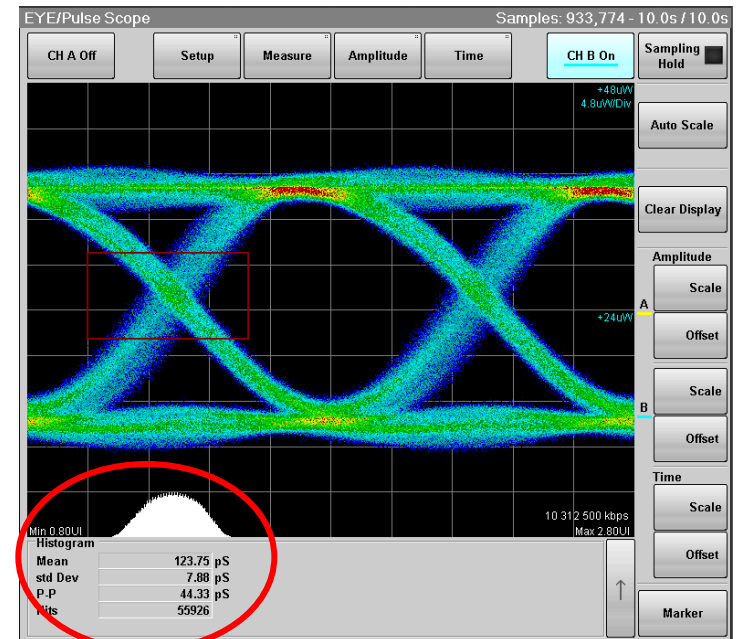
特長 ～多彩な解析機能～

□ Histogram Test

- 設定した領域内のデータ分布と、平均値・標準偏差・散らばりの幅を測定
- 波形データの成分解析ができ、トラブルシューティングに貢献



Histogram Test (Amplitude)



Histogram Test (Time)

測定項目

□ 測定項目

測定項目		MP2100B バートウェーブ	MS9740A 光スペクトラム アナライザ
Tx	データレート耐力	✓	
	中心波長		✓
	サイドモード抑圧比		✓
	平均光出力パワー	✓	✓
	消光比	✓	
	マスクテスト	✓	
Rx	入力感度 (10^{-12})	✓ (注)	

(注): プログラマブル光減衰器を使用して測定

インタフェース

インタフェース	MP2100B				
	Option 011	Option 012	Option 014	Option 021	Option 023
1ch-BERT (電気 Data 1, xData 1)	✓	✓	✓		
2ch-BERT (電気 Data 2, xData 2)		✓	✓		
4ch-BERT (電気 Data 4, xData 4)			✓		
電気差動Scope				✓	
電気/光Scope					✓
追加インタフェース					
SFP+スロット	✓ (注1)	✓ (注1)	✓ (注1)		

(注1):Option-051選択時

機能

インターフェース	MP2100B				
	Option 011	Option 012	Option 014	Option 021	Option 023
クロストーク試験		✓	✓		
QSFP+送受同時測定			✓		
SFP+送受同時測定		✓	✓		
1ch-BER測定	✓				
2ch-BER測定		✓			
4ch-BER測定			✓		
アイパターン解析（電気） - 時間、振幅試験 - ヒストグラム試験 - アイマスク/マスクマージン試験 - ジッタ解析				✓	✓
アイパターン解析（光/電気） - 時間、振幅試験 - ヒストグラム試験 - アイマスク/マスクマージン試験 - ジッタ解析					✓

