

MIPI規格動向と測定ソリューション



テクトロニクス・イノベーション・フォーラム2012

宮崎 強

www.tektronix.com/ja

はじめに

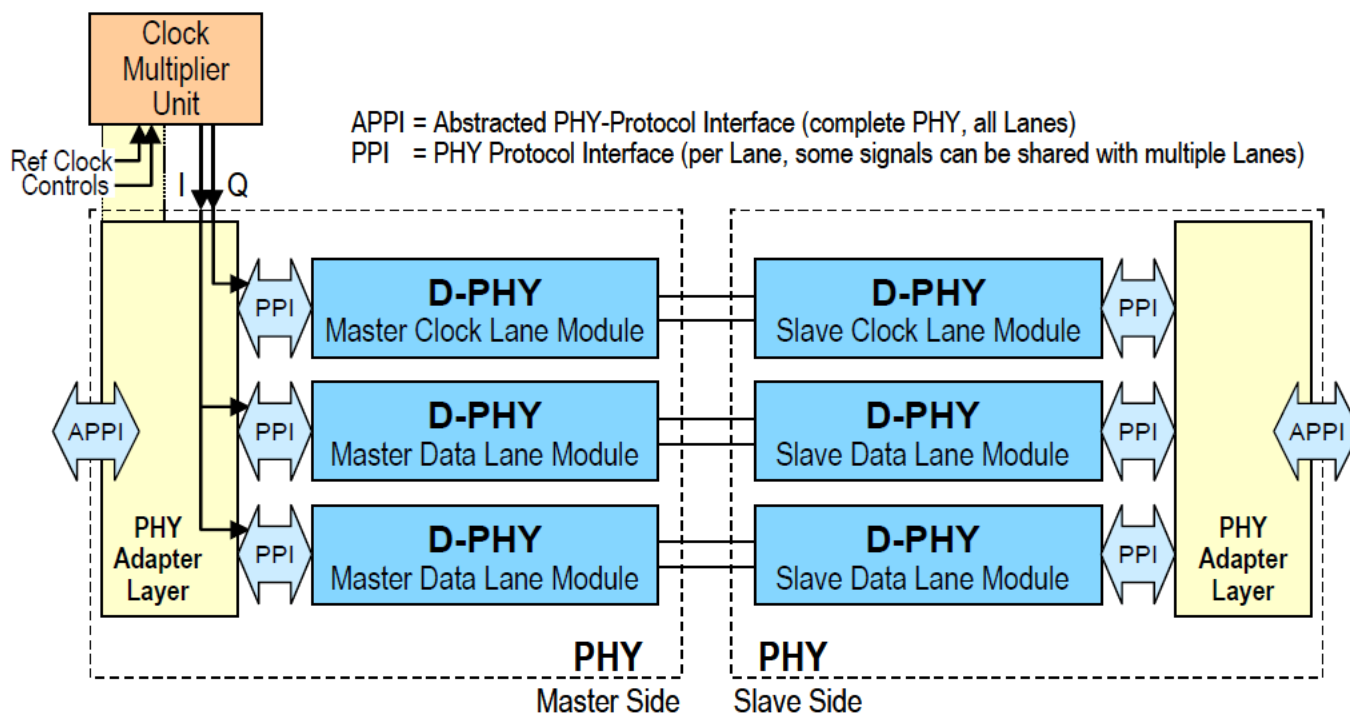
MIPI® 技術の概要



- MIPI AllianceはMobile Industry Processor Interface Allianceを意味する
- 特にMIPI D-PHY規格ではカメラやディスプレイとのインタフェースの物理層を規定
 - ディスプレイとのインタフェース・プロトコルはDSI規格 (Display Serial Interface) にて規定
 - カメラとのインタフェース・プロトコルはCSI-2規格 (Camera Serial Interface-2) にて規定
- MIPI M-PHY規格ではRF、フラッシュ・メモリ、モデム、ブリッジ・チップとのインタフェースも視野に入れた物理層を規定
 - プロトコルはDigRF、UniPro (Unified Protocol)、UFS (Universal Flash Storage)、LLI (Low Latency Interface)、CSI-3 など
- TektronixはMIPI AllianceのContributorメンバー

1. MIPI D-PHYの概要

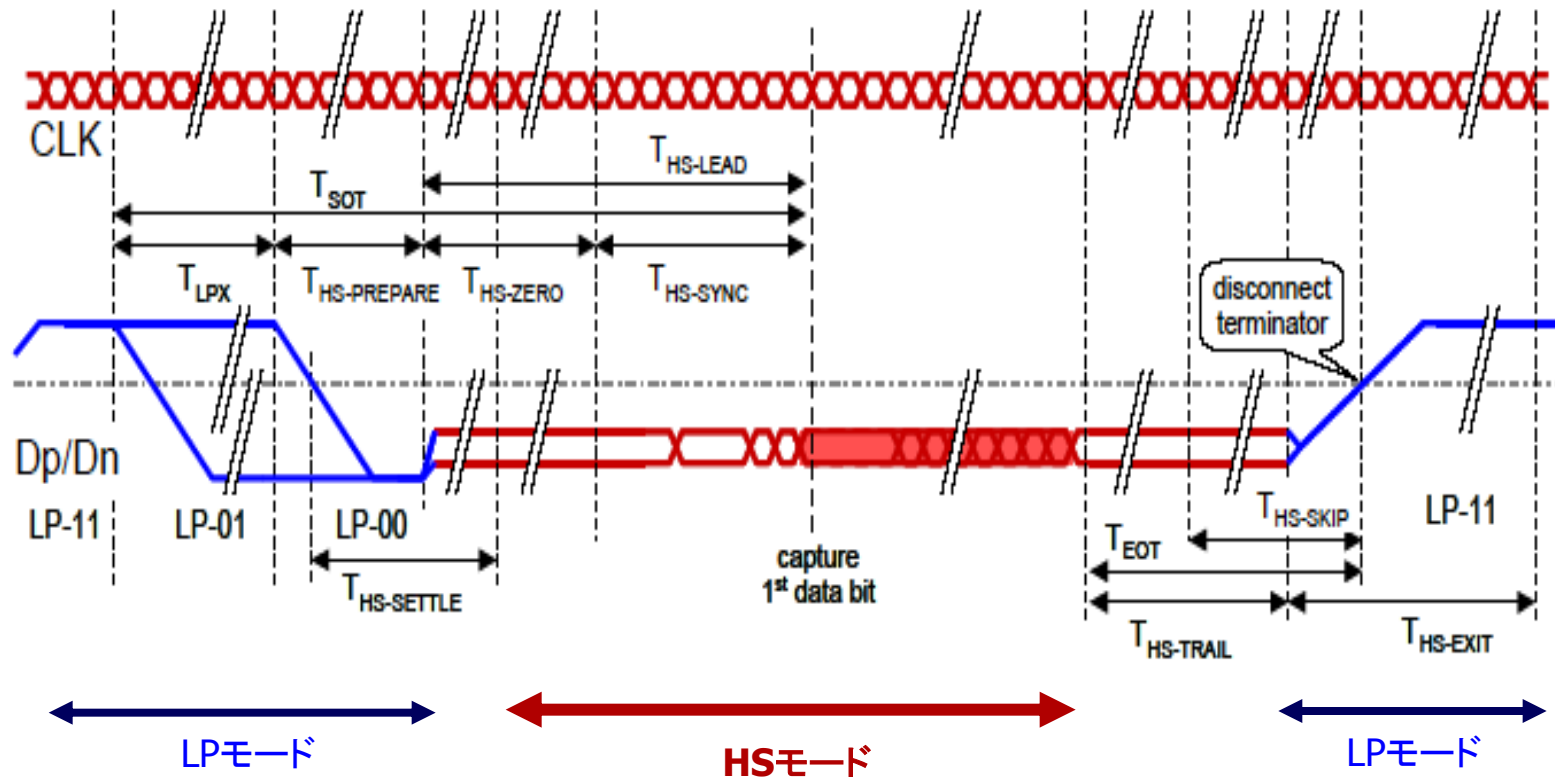
- MIPI D-PHYは、電気仕様を定めた物理レイヤで、その上位に Display Serial Interface(DSI)やCamera Serial Interface(CSI-2)などのプロトコルが位置する。
- クロック 1レーン + 1レーン以上のデータ・レーン



2Data Lane PHYの構成例

MIPI D-PHY概要

- クロックとデータによる伝送でクロックはDDR動作
- 2つの伝送モード、Low Powerモード(LP)とHigh Speedモード(HS)があり、LPモードとHSモードがダイナミックに遷移

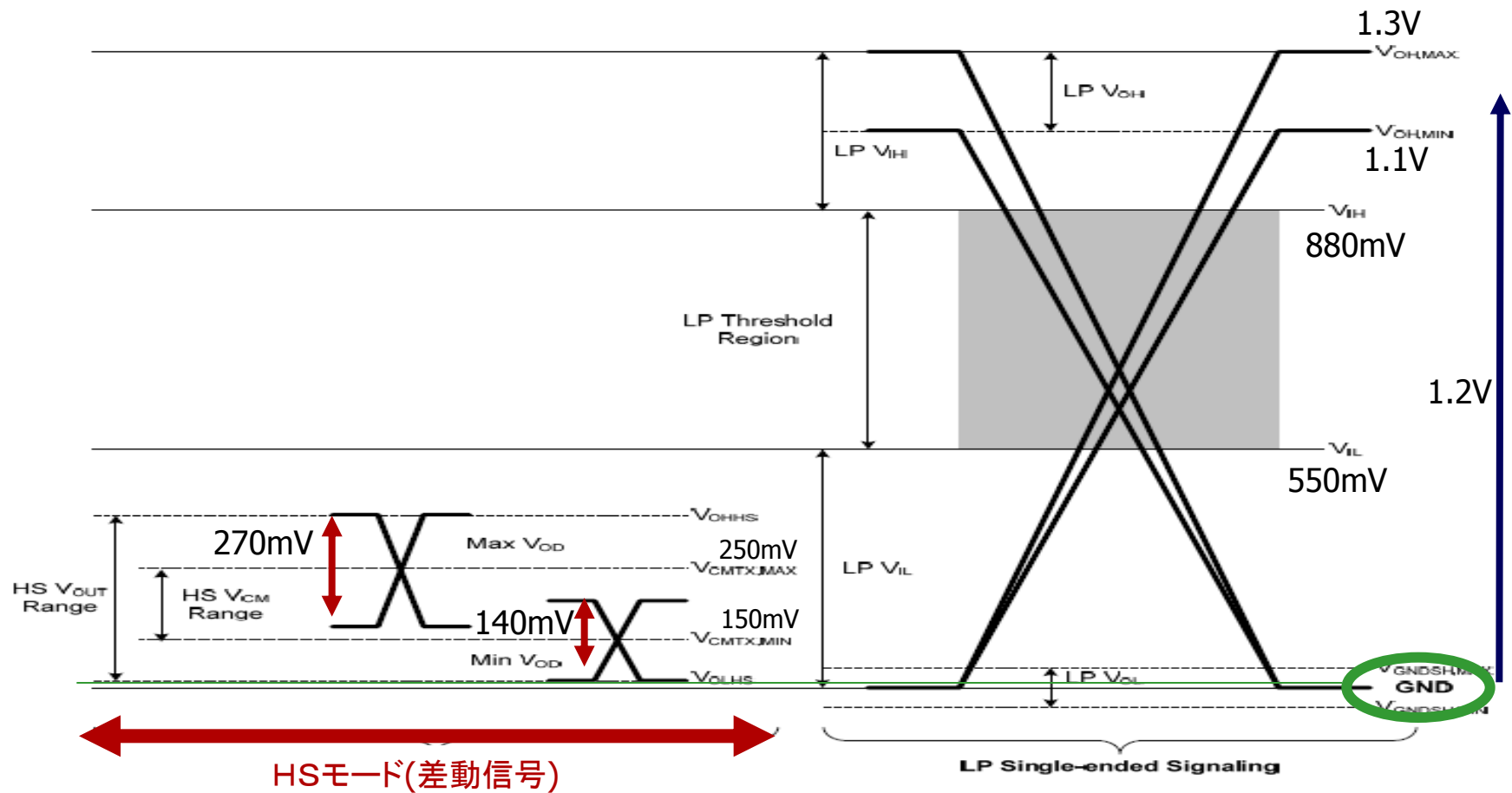


MIPI D-PHY概要

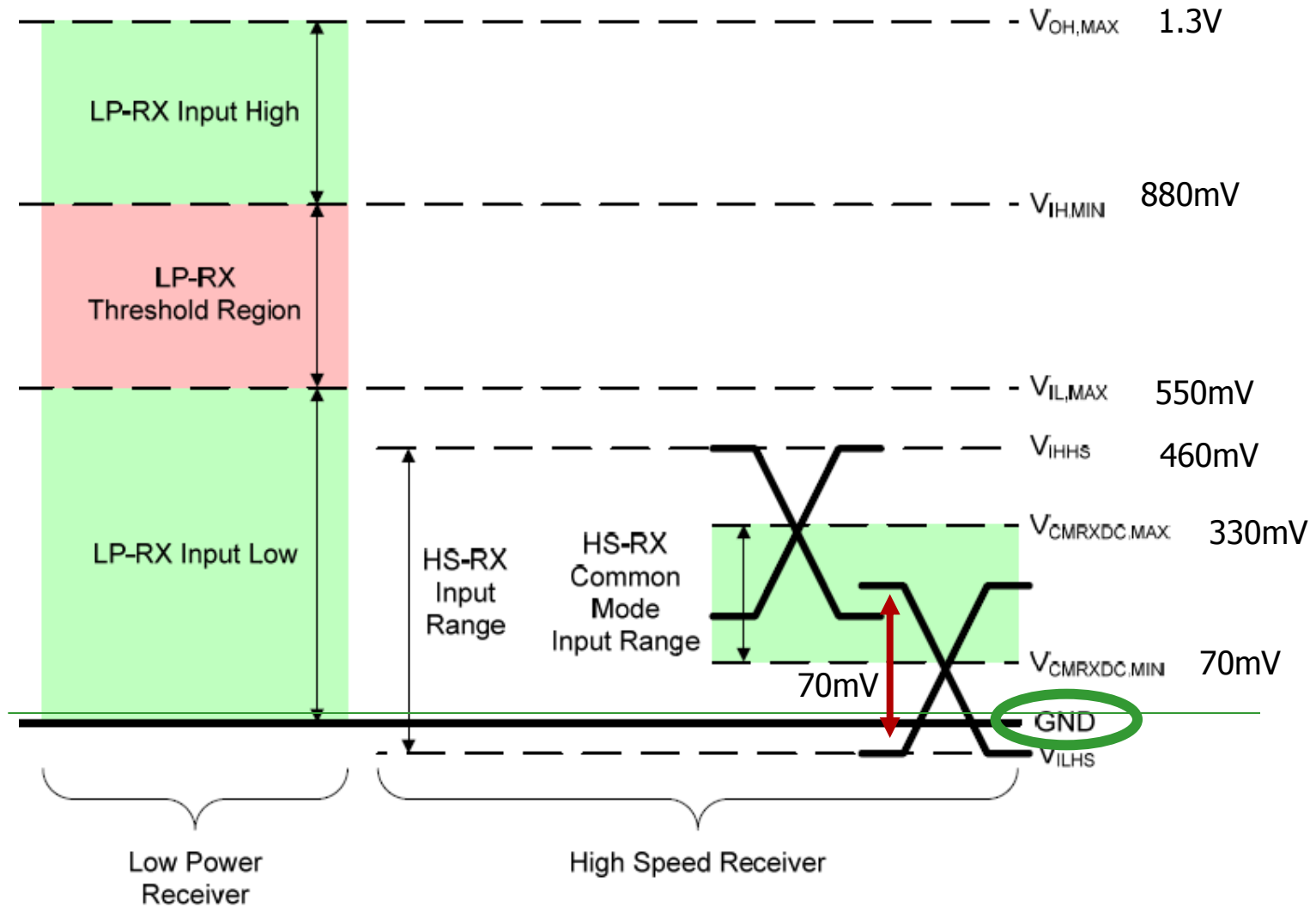
- 最大4データ・レーン + 1クロック・レーンによる伝送
- 各レーンの最大データ・レート
 - HSモードは80 Mbps ~ 1.5Gbps (D-PHY規格V.1.1)
(UIの変動は±10%以下、1Gbps超では±5%以下)
 - LPモードは10 Mbps以下(主にコマンドの伝送用だがデータ伝送もあり)
- HS信号のTr/Tf(20-80%立上り時間/立下り時間)は**最小150ps**と規定
1Gbps超のシステムでは**最小100ps** (D-PHY規格V.1.1)、**最大0.35UI**
- 信号方式は、HSとLPの各モードで異なる
 - HSモードは**LVDS**でCを介してGNDに**50Ω終端(差動100Ω)**
 - LPモードは**終端抵抗無しのシングルエンド動作**
- 双方向伝送または片方向伝送

最近の高分解能ディスプレイや高分解能カメラの採用により
4Dataレーン+ 1Clockレーン構成の採用が増えています。
また、将来の高分解能化に向けた模索が行われています。

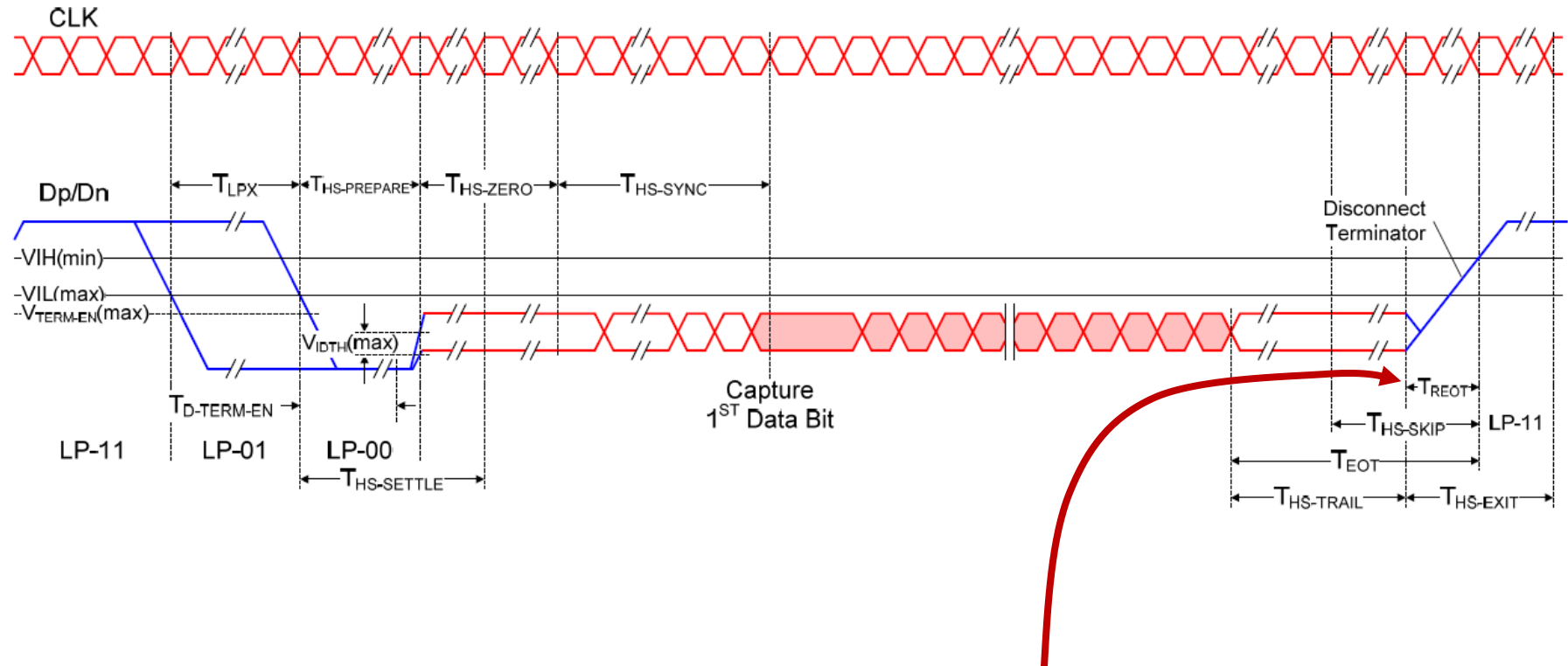
D-PHY Tx信号レベル



D-PHY Rx信号レベル

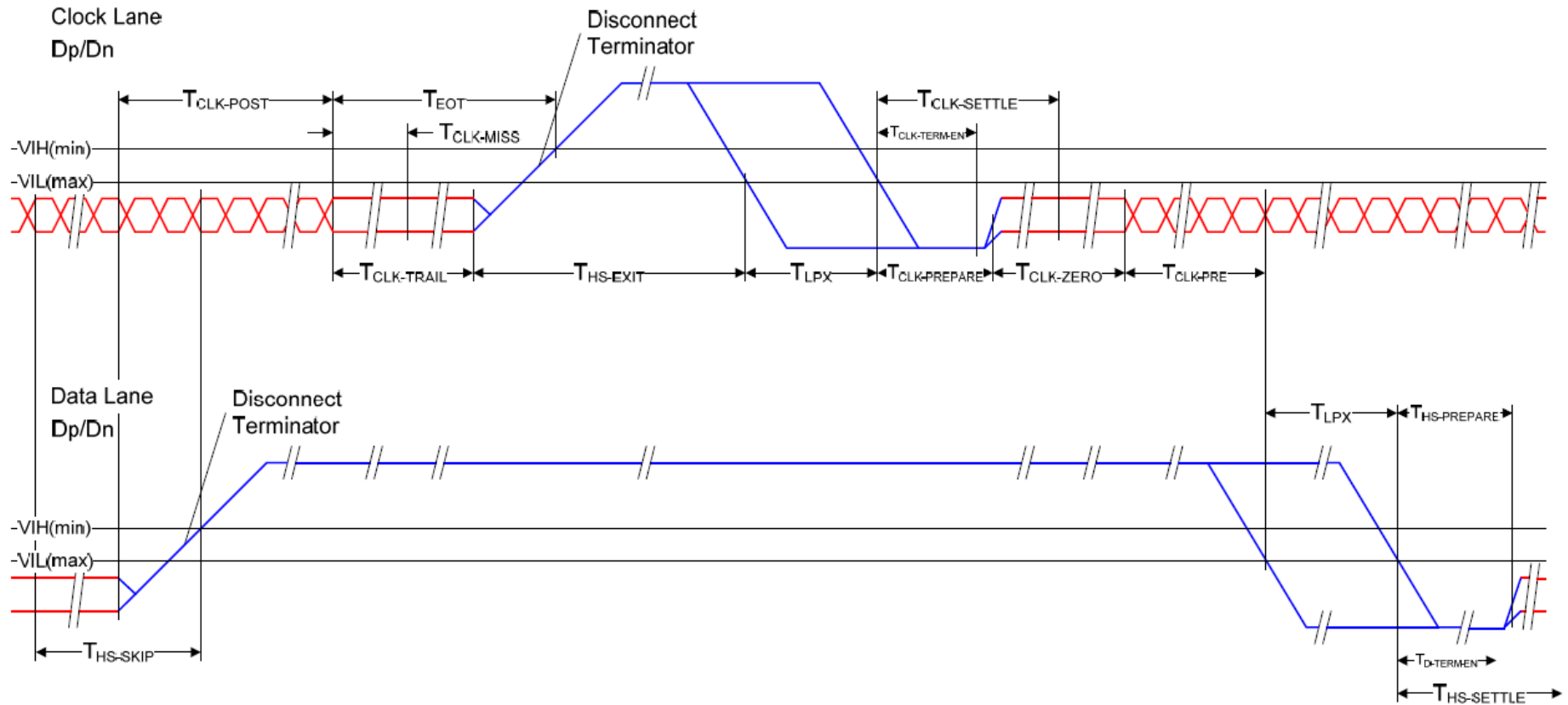


Tx Data Lane の HS/LP遷移タイミング

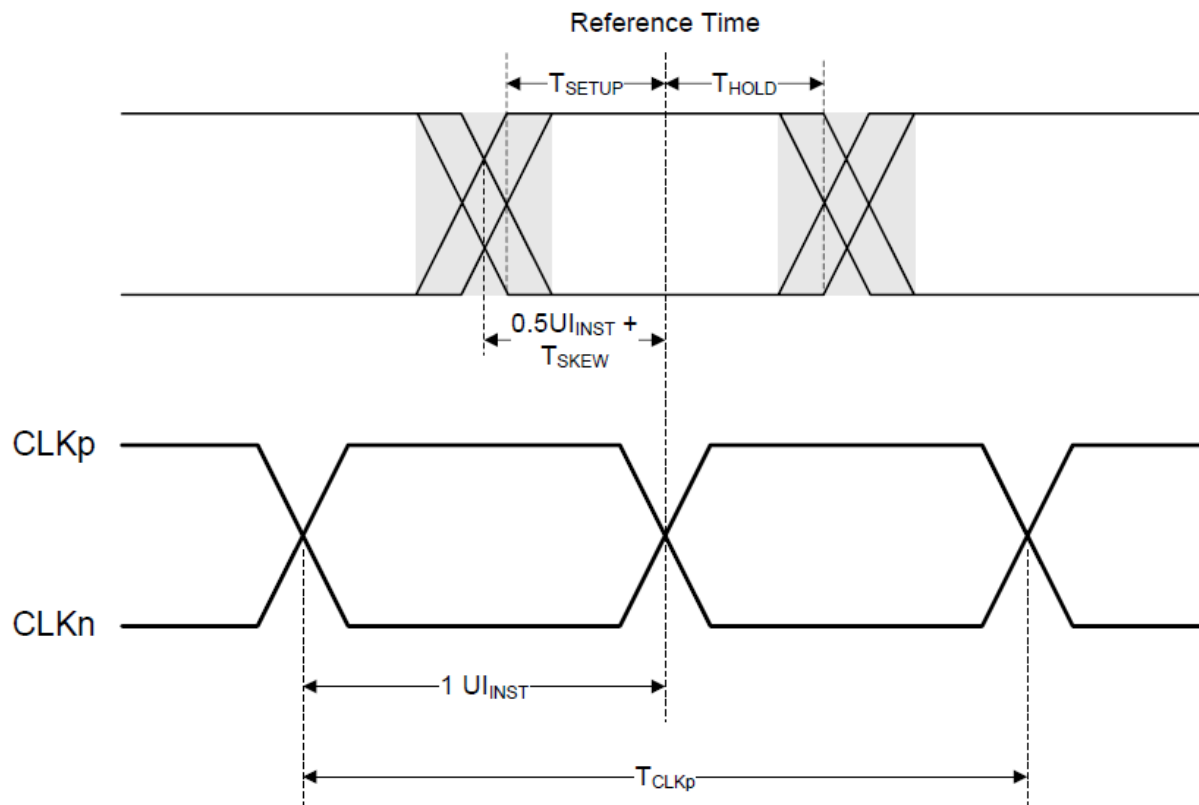


T_{REOT} (30% to 85% の T_r/T_f) は 35ns 以下

Tx Clock Lane の HS/LP遷移タイミング



HSのDataとClock間のタイミング



T_{SETUP} は、Txでは0.35UI以上、Rxでは0.15UI以上

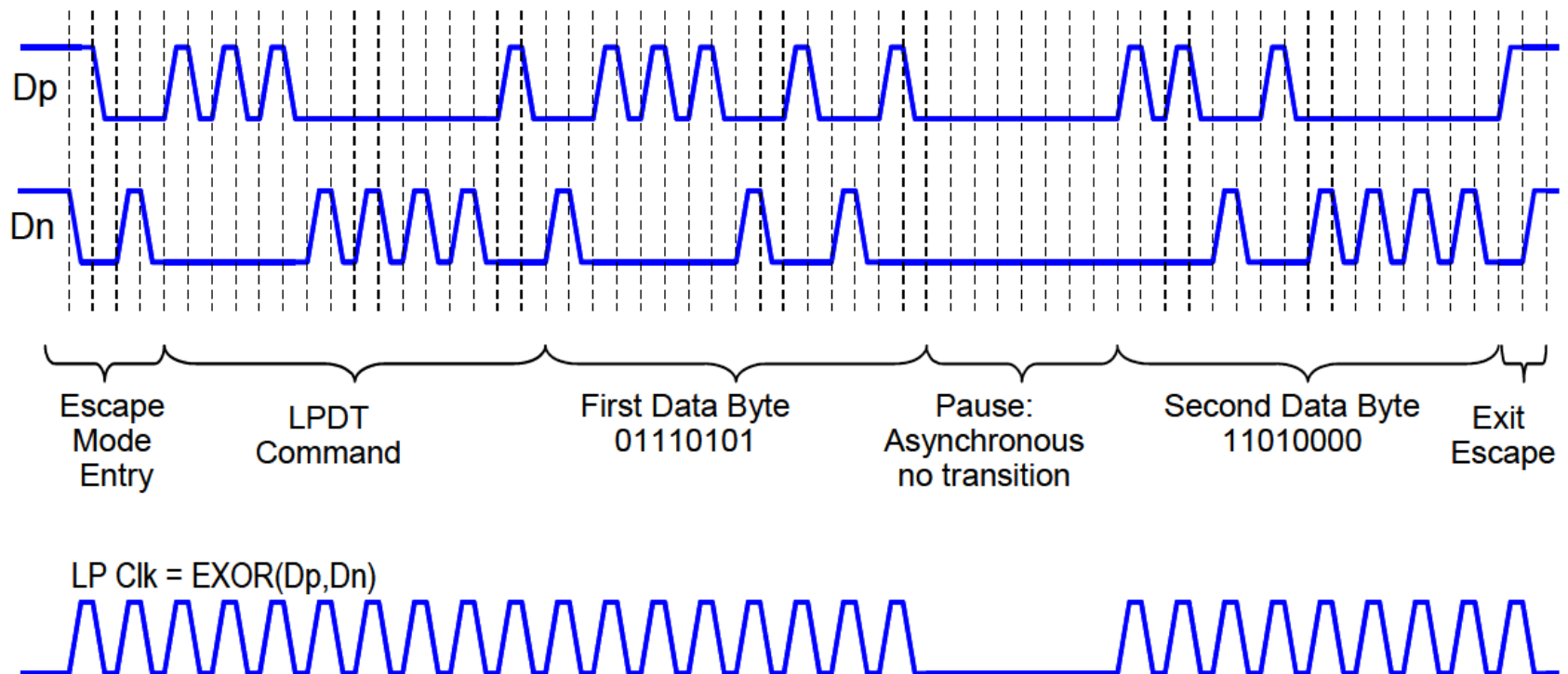
T_{HOLD} は、Txでは0.35UI以上、Rxでは0.15UI以上

1Gbps超では T_{SETUP} は、Txでは0.30UI以上、Rxでは0.20UI以上

T_{HOLD} は、Txでは0.30UI以上、Rxでは0.20UI以上

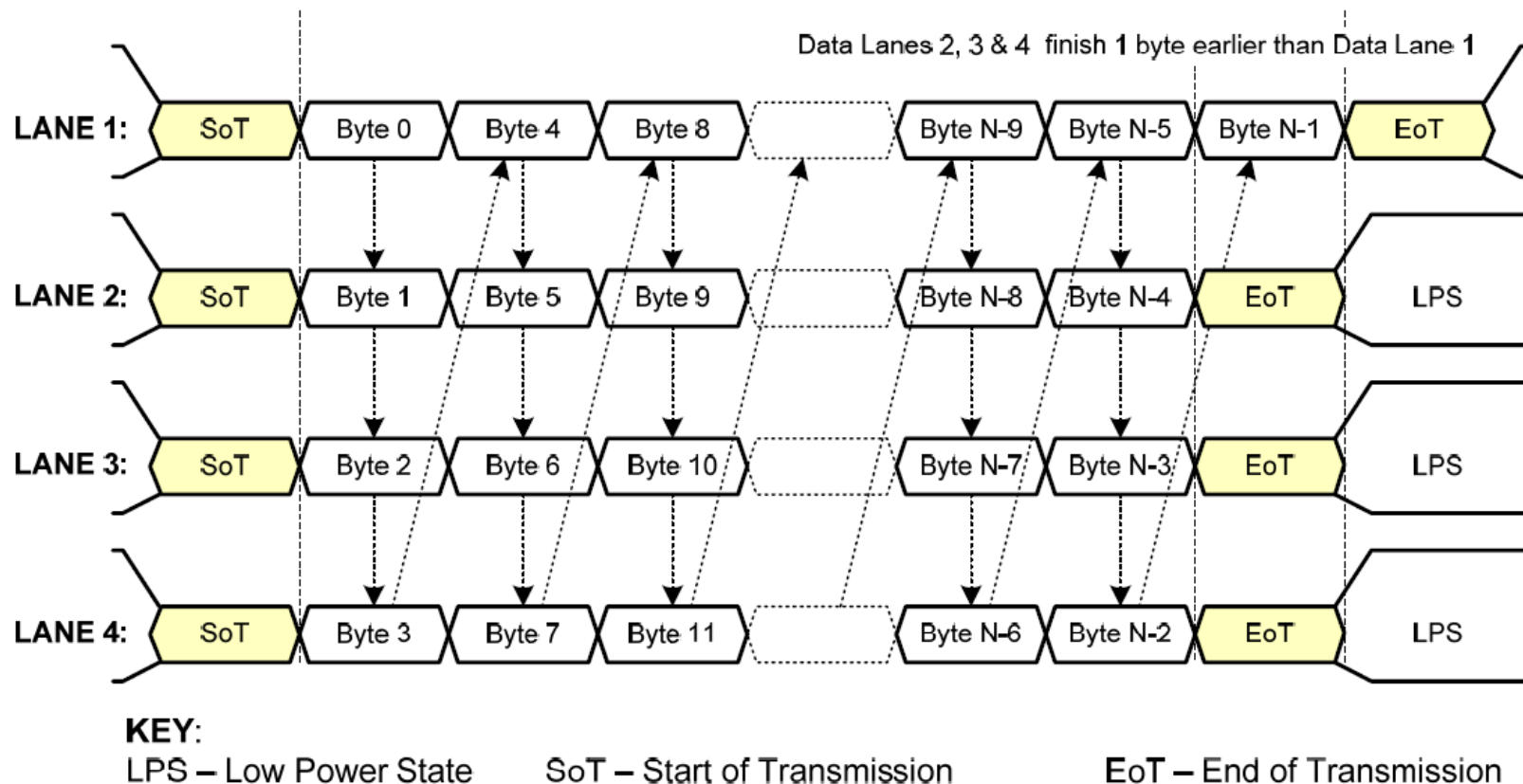
LPDT

- LPDT (Low Power Data Transmission) では、レシーバが Dp と Dn の EXOR でクロックを再生
- T_{RLP}/T_{FLP} (Tx LP Data の 15% to 85% T_r/T_f) は 25ns 以下



MIPI DSIの論理層

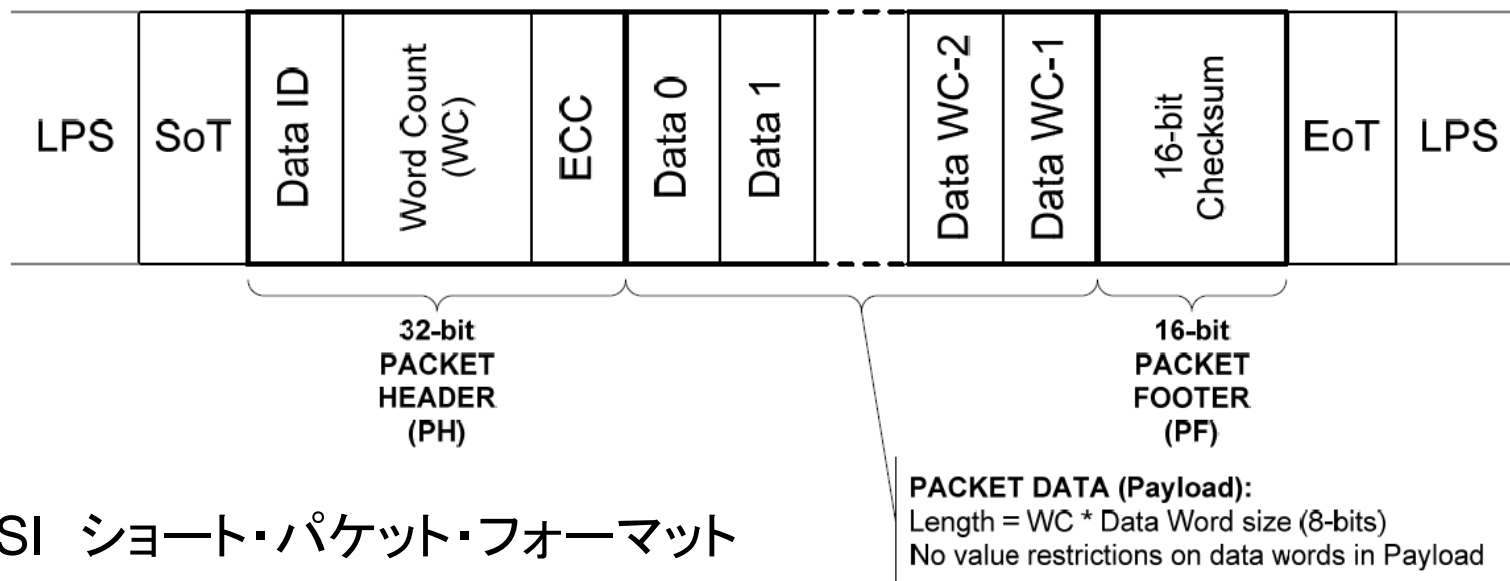
■ Multi Data Lane 伝送



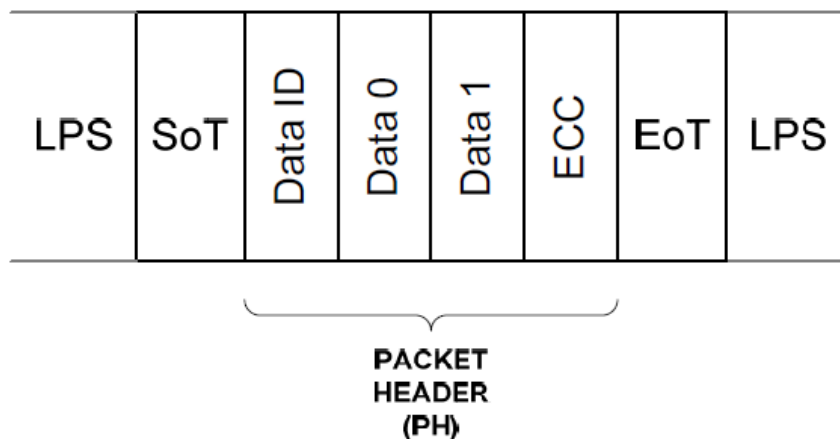
4データ・レーン構成時の伝送

MIPI DSIの論理層

- DSI ロング・パケット・フォーマット

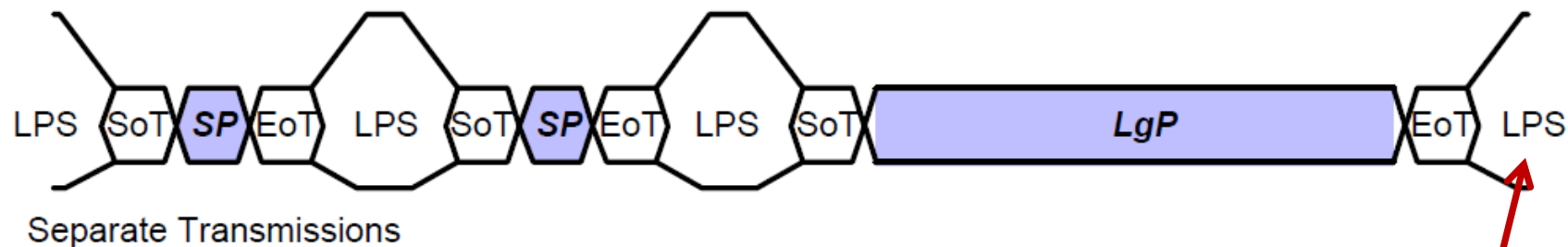


- DSI ショート・パケット・フォーマット



MIPI DSIの論理層

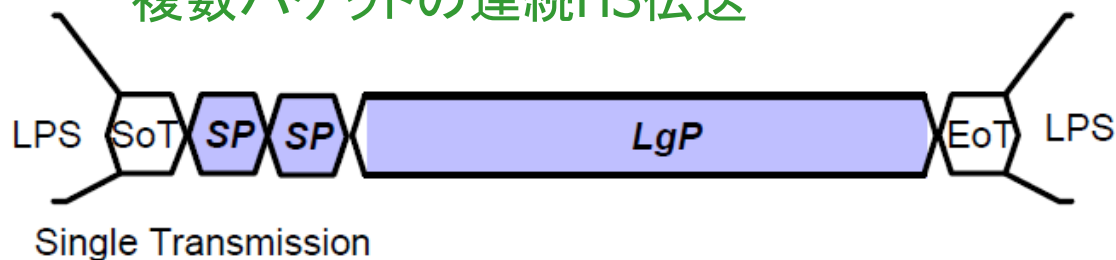
複数パケットのHS伝送



LPS - Low Power State
SoT - Start of Transmission
EoT - End of Transmission

SP - Short Packet
LgP - Long Packet

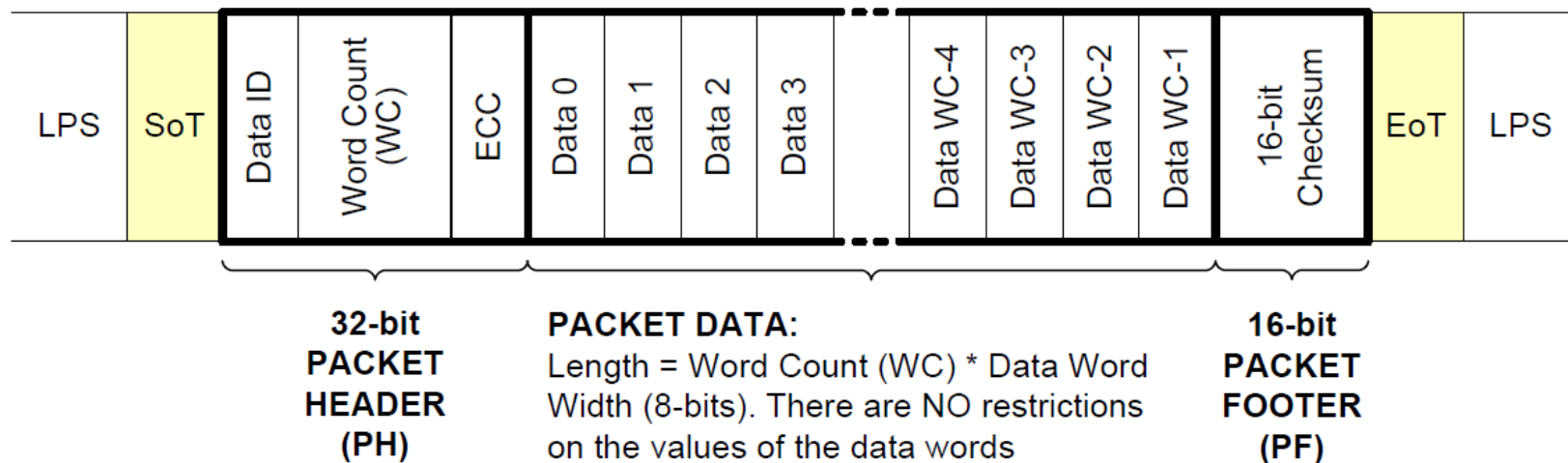
複数パケットの連続HS伝送



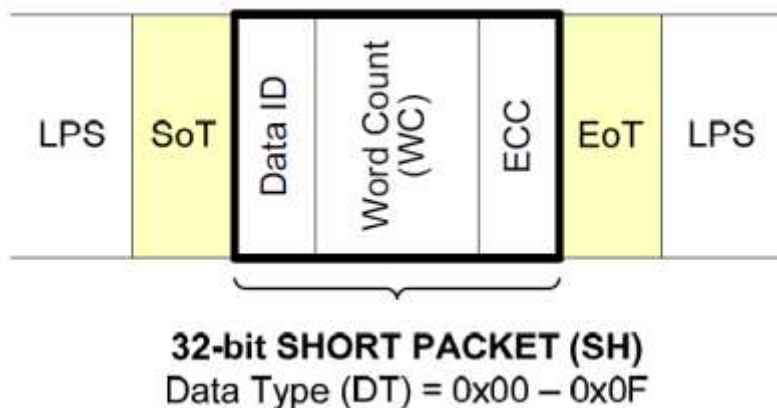
LPSでは差動100Ω終端が
切り離され、低消費電力となる

MIPI CSI-2の論理層

■ CSI-2 ロング・パケット・フォーマット

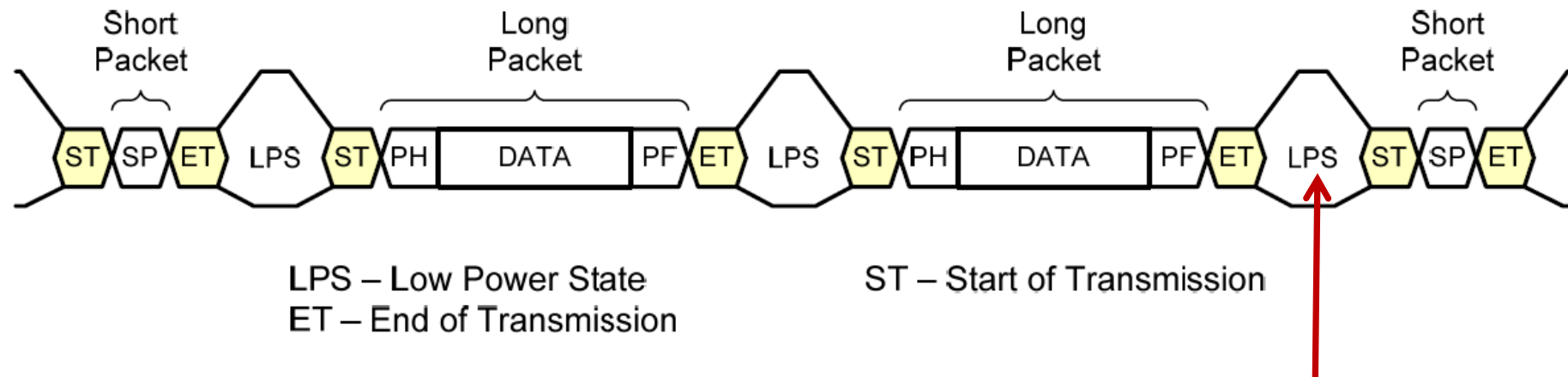


■ CSI-2 ショート・パケット・フォーマット



MIPI CSI-2の論理層

複数パケットのHS伝送



LPSでは差動100Ω終端が
切り離され、低消費電力となる

2. MIPI D-PHY測定ソリューション

必要なオシロスコープの周波数帯域は？

- 高速デジタル信号は一般的に方形波
- 周波数領域で見ると、方形波は基本波と奇数高調波により構成
- 方形波の基本波周波数(最高) = ビット・レート(NRZ) / 2
例: 1Gbpsの場合500MHz
- 方形波では5次高調波までの捕捉が目安

— 実際は立上り時間 T_r (20-80%)がキー

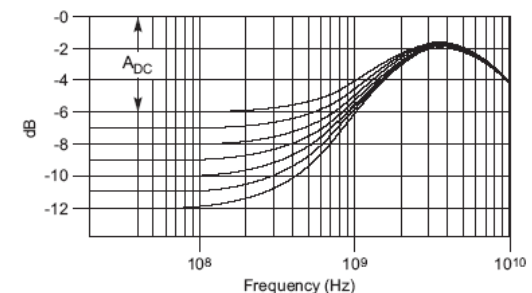
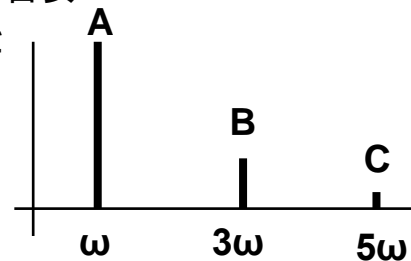
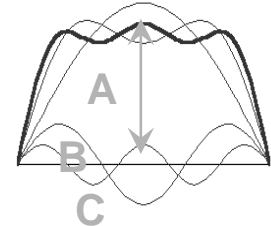
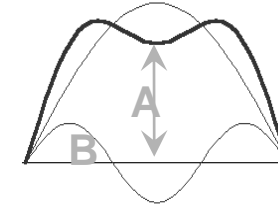
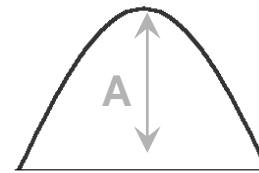
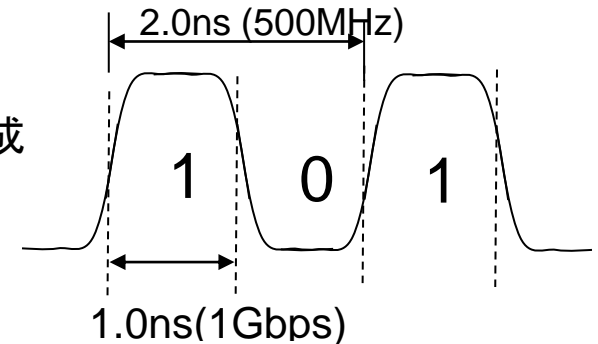
- ニー周波数(f_{Knee}) $\approx 0.4 / T_r$
- 3%誤差内での立上り時間測定には、
周波数帯域 = $1.4 \times f_{Knee}$ が目安

1Gbps/レーンで $T_r=150ps$ とすると

- 基本波 : 500MHz
- 第3高調波 : 1.5GHz
- 第5高調波 : 2.5GHz
- $f_{Knee}=2.67GHz$

推奨周波数帯域 = 3.74GHz

(5%測定確度なら $f_{Knee} \times 1.2$ で 3.2GHz)



$$H(s) = \omega_{p2} \frac{s + \omega_{p1} * A_{DC}}{(s + \omega_{p1}) * (s + \omega_{p2})}$$

ω_{p1} = pole 1 = $2\pi * 2$ GHz

ω_{p2} = pole 2 = $2\pi * 8$ GHz

A_{DC} = dc gain

*高調波成分が急速に減衰する点。引用: Howard Johnson and Martin Graham, 「High-Speed Digital Design: A Handbook of Black Magic」, p.2. Prentice Hall, 1993

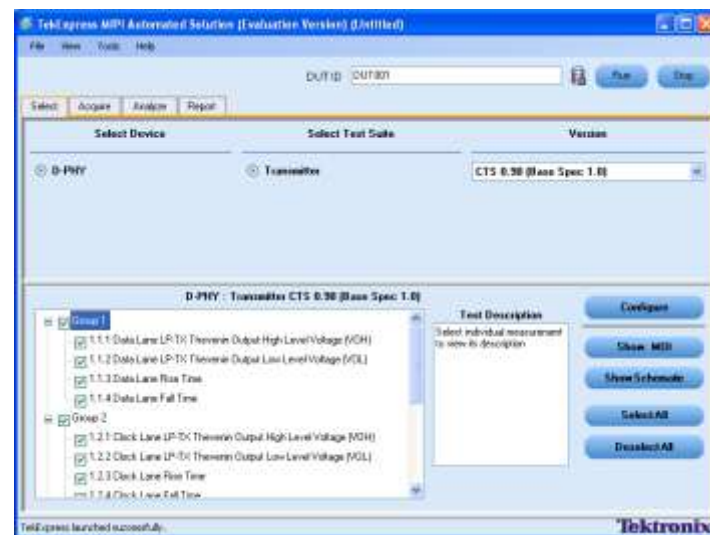
TEKEXP D-PHYTX

規格適合性自動テスト

- TEKEXP (自動コンプライアンス・テスト・ソフトウェア)
- TEKEXP Opt.D-PHYTX (D-PHY 自動測定機能)
 - D-PHY規格適合性を全自動測定
 - 使用にはTEKEXP(自動コンプライアンス・テスト・ソフトウェア TekExpress)が必要
 - DPO7000(C), MSO/DPO/DSA70000(B/C)シリーズ上で動作

■ TEKEXP D-PHYTXの特長

- カーソル設定、測定範囲指定も含め全自動
- D-PHY規格 に準拠
- CTS に適合
 - UNH Conformance Test Suiteに準拠
- ツリー構造による測定項目、測定グループ選択
- カスタム・リミット/ リミット値の設定可能
- テスト・レポート
 - 測定部分の波形イメージ
 - Pass/Fail サマリ(マージンの詳細付)
- 高精度テスト用最小構成は 3.5GHz(DPO7354C)から可能
(インストールは、DPO7254C(2.5GHz)以上で可能)

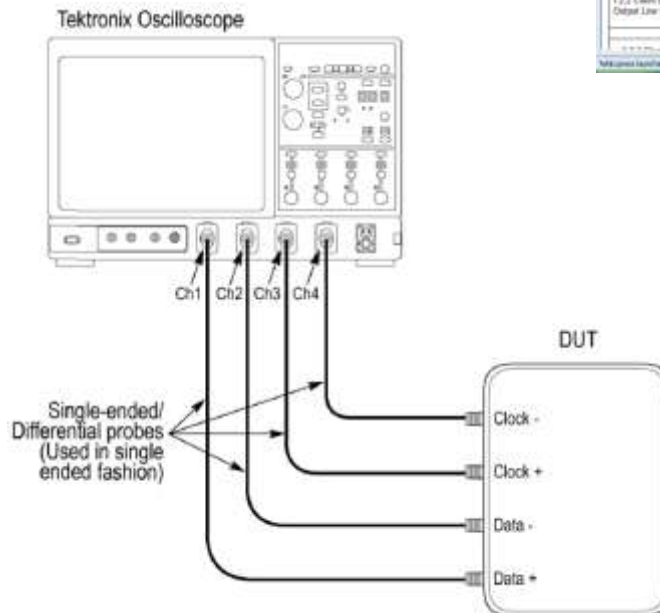


D-PHYTX の測定結果レポート画面

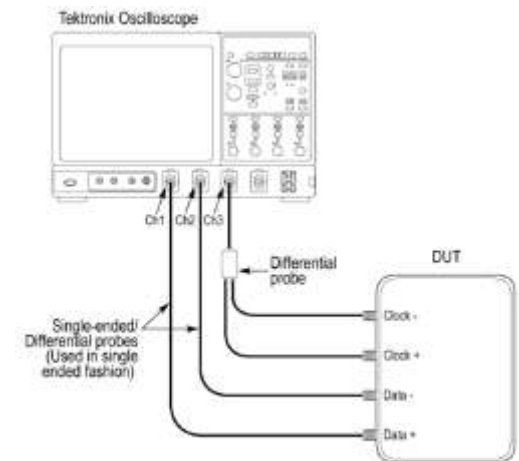
- 詳細なテスト・レポート
 - Pass/Failサマリ表
 - 各テストにおけるマージンの詳細
 - 各テスト箇所の波形画面をリンク
 - 全レーンの全テストについて統合レポート生成



機器接続



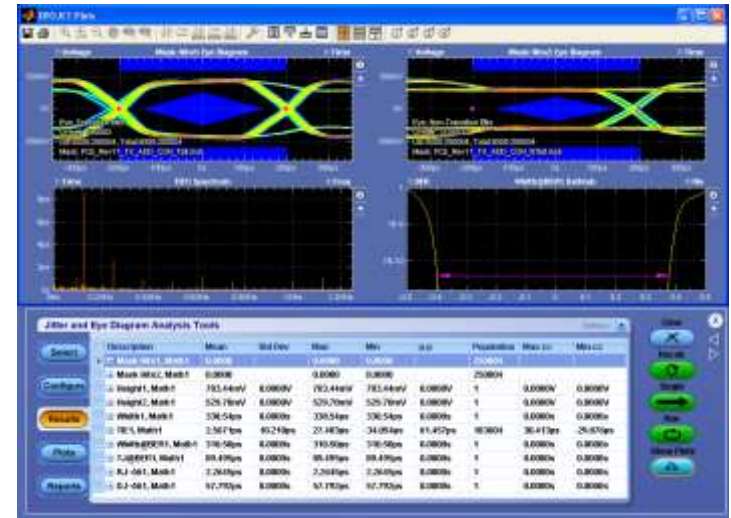
または



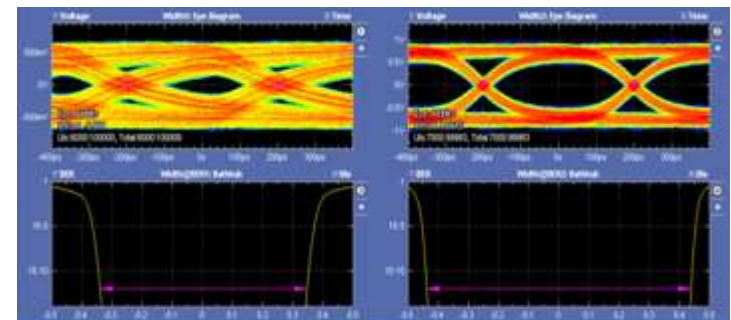
D-PHY Essentials

規格適合性テスト用セットアップ・ライブラリ

- DPOJETジッタ&アイ・ダイアグラム解析ソフトウェア
 - クロック・リカバリとアイ・ダイアグラム測定、ジッタ／タイミング測定、周波数／周期、振幅、各種タイミング測定
 - ・ クロック、データ、クロックとデータ間
 - ・ エンベデッド・クロックと外部クロックの両方に対応（逡倍クロックにも対応）
 - ・ 同時に99項目まで測定
 - アイ・ダイアグラム、ヒストグラム、スペクトラム、バス・タブ、サイクル・トレンド・プロット表示
 - Arb Filterによるディエンベデッド波形の解析
 - 以前に保存した波形での測定も可能
 - Pass/Fail自動判定とレポート生成機能
- D-PHY Essentials (Opt. DPHY)によりMIPI D-PHY規格適合性試験が可能
 - D-PHY base spec に準拠
 - UNH Conformance Test Suiteに準拠

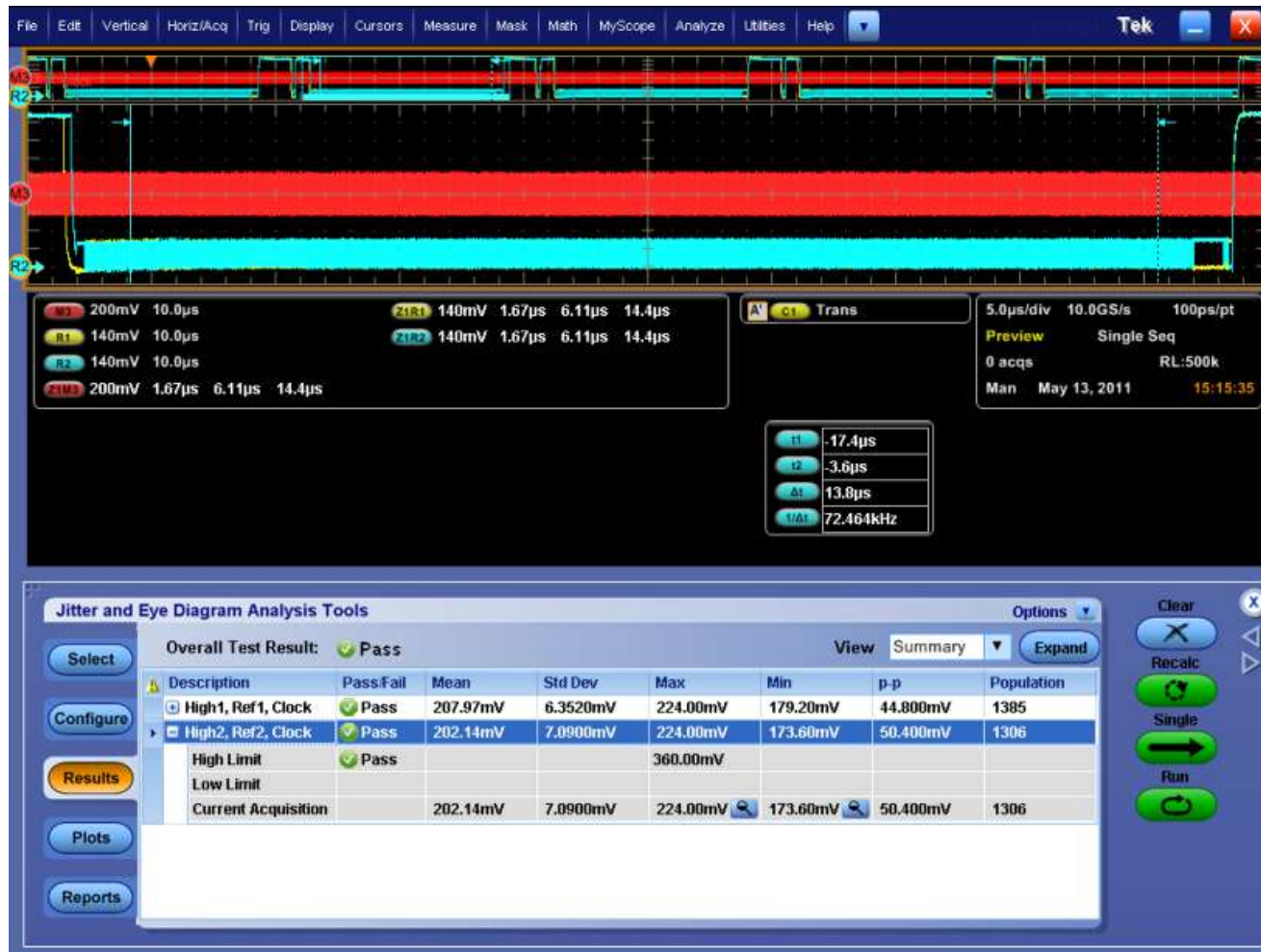


ジッタとアイダイアグラムの測定例



ソフトウェア・イコライズ前後の波形を用いたアイダイアグラムとバスタブ・カーブによるBER予測

Data Lane HS TX Single-Ended Output High Voltage (VOHHS)

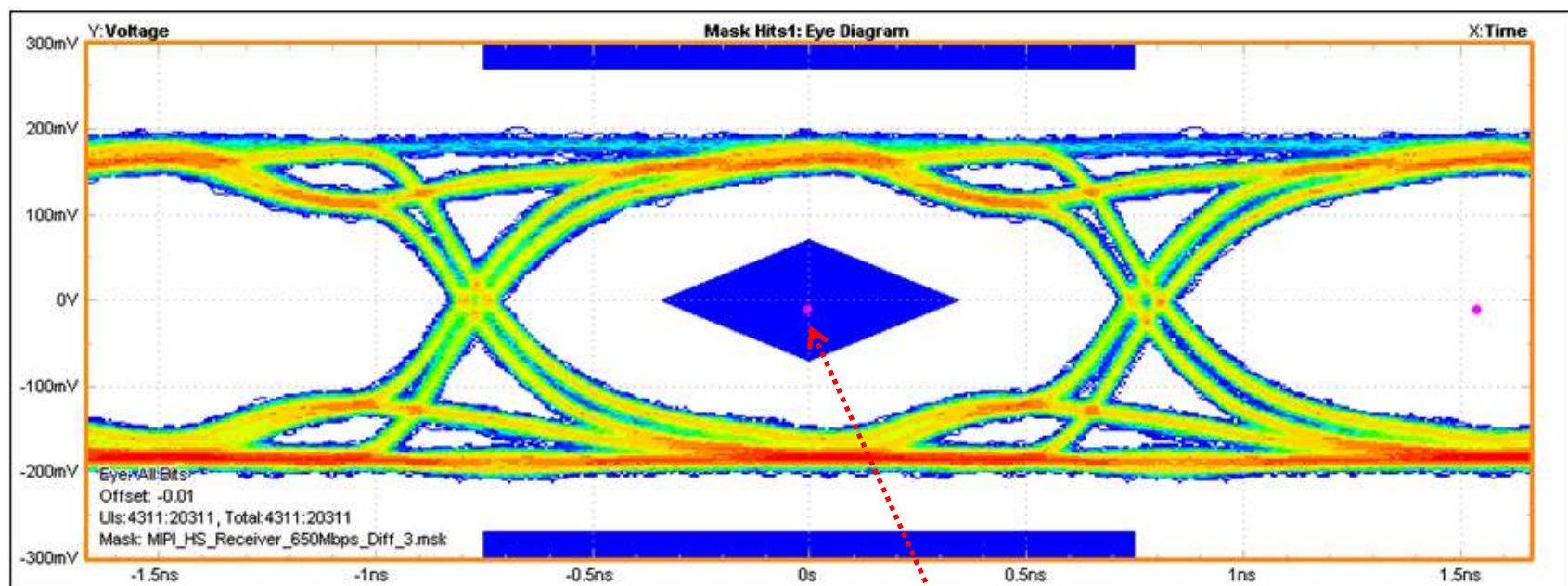


Data Lane LP-TX Slew Rate vs. C-LOAD ($\delta V/\delta t$ SR)



MIPI D-PHY HS信号 マスクテストの例

- 振幅、ジッタ、セットアップ時間、ホールド時間、立上り時間などの仕様からマスクを作成し、マスク・テストを行うことが可能



クロックのエッジ位置

MIPI D-PHY TX テスト用推奨機器

規格適合性自動テスト／解析

- TEKEXP(自動コンプライアンス・テスト・ソフトウェア)
- TEKEXP Opt. D-PHYTX
 - D-PHYTX自動テスト・ソフトウェア
 - MIPI D-PHYの規格適合性、特性評価用ソフトウェア
 - 動作には、TEKEXPが必要
 - DPO7000(C)、DSA/DPO/MSO70000(B/C)シリーズ上で動作
- MIPI D-PHY Essentials (Opt. D-PHY)
 - D-PHYテスト用セットアップ・ライブラリおよびMOI
 - MIPI D-PHYの特性評価、デバッグ、コンプライアンス・テスト用ライブラリ
 - 動作にはDPOJET Advancedが必要 (Opt. DJA)
- 推奨オシロスコープ: DPO7254C型以上
 - DPO7254C/DPO7354C型
 - MSO/DSA/DPO70000Cシリーズ

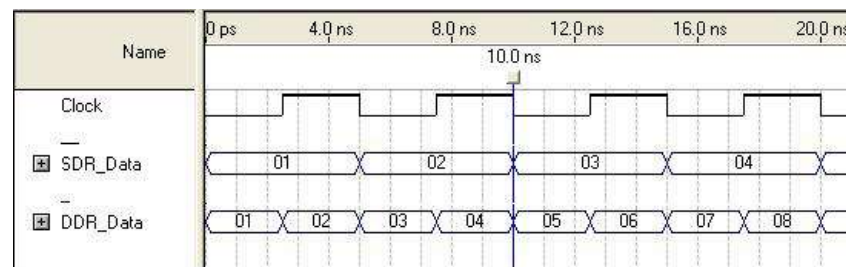
Rise Time 150psの測定にはDPO7354C型、DSA70404C型以上を推奨
- 推奨プローブ
 - DPO7000Cシリーズ:TAP3500×4本またはTDP3500型×3本(または4本)
 - DSA/DPO/MSO70000Cシリーズ:
P7240×4本またはP73xx×3本(または4本)



DPO7000Cシリーズ

MIPI D-PHY Rxテスト用 CSI-2/DSI 信号発生器 PG3A シリーズ・デジタル・パターン・ジェネレータ

	PG3AMOD	PG3ACAB
最大クロック・レート	300 MHz (SDR) / 600MHz (DDR)	
出力チャンネル数	64 (SDR) / 32 (DDR)	
メモリ長	32M Vectors	
使用形態	TLA7000へのインストール	スタンドアローン・キャビネット
アプリケーション専用のGUI	MIPI – DSI, MIPI - CSI	



P332型 MIPI DPhy 出力プローブ (PG3A用)

- MIPI D-PHY規格に準拠
- 業界唯一、4レーン同時出力をサポート: 1.5Gbps/レーン
 - D-PHY規格V.1.1に対応
- レーン毎に独立した遅延調整、信号レベル調整
- ビデオ、動画、オン・ザ・フライでのビデオへのコマンド挿入をサポート

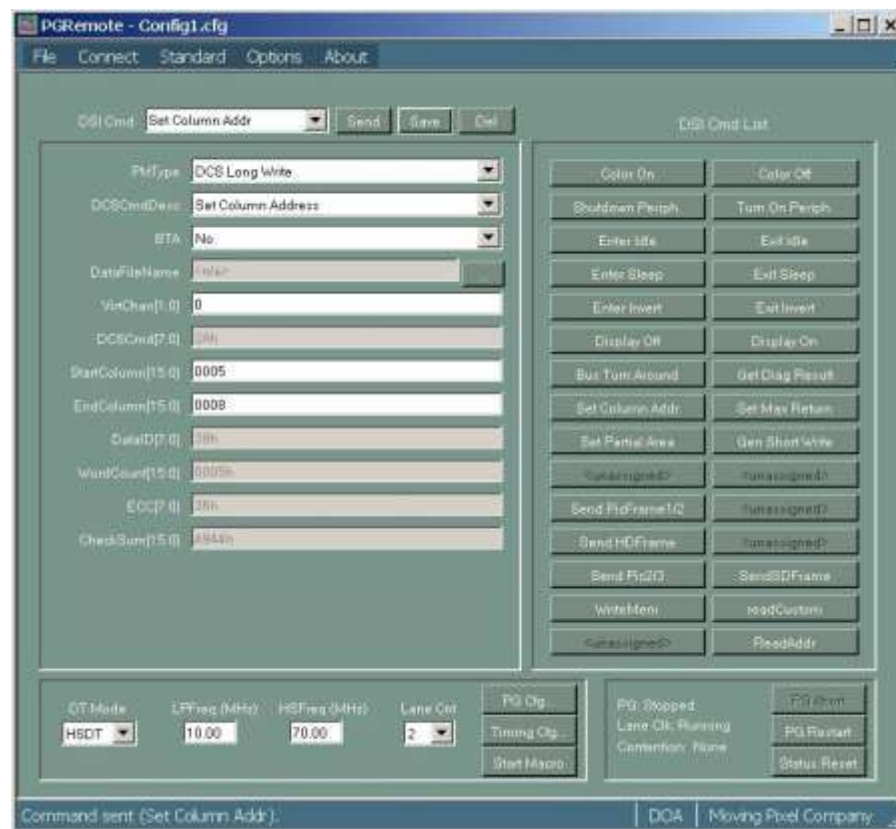


P332型 プローブ

CSI-2/DSI 信号発生ソフトウェア

■ PGRemote-CSI-DSI

- ボタン操作により MIPI CSI-2 または MIPI DSI信号を自動生成
- ユーザによる0、1のベクタ設定は不要
- カスタム・コマンド、マクロ、リモート・コントロール、オフライン・サポート
- TLAまたはPCのWindows上で動作
- ビットマップ画像ファイルからMIPI信号に自動変換可能
- RPCScriptのテキスト・ファイルにより複数の一連のコマンドを送出可能 (パワーアップ・シーケンスなど)

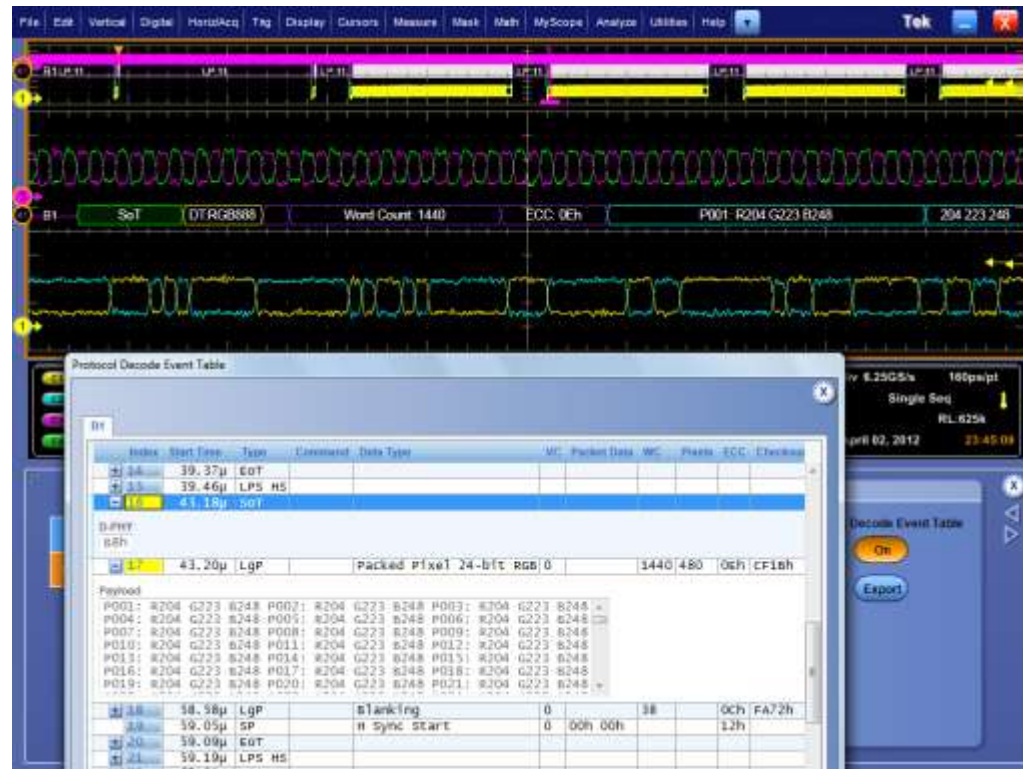


CSI-2/DSI 信号発生用推奨機器

- PG3ACAB A6型
 - キャビネット付デジタル・パターン・ジェネレータ
(TLA7000で使用する場合は、PG3AMOD型)
 - P332型と組み合わせて1.5Gbpsまでサポート
- P332 LA6型
 - MIPI D-PHY プローブ (PG3A用)
 - 1.5Gbps/レーン で4レーン同時出力をサポート
(Data 4レーン + Clock 1レーン)
- PGRemote-CSI-DSI型
 - CSI-2/DSI信号発生ソフトウェア

オシロスコープによるDSI-1/CSI-2のデコード

- 新機能！**



プロトコル解析 オシロスコープによるCSI-2のデコード

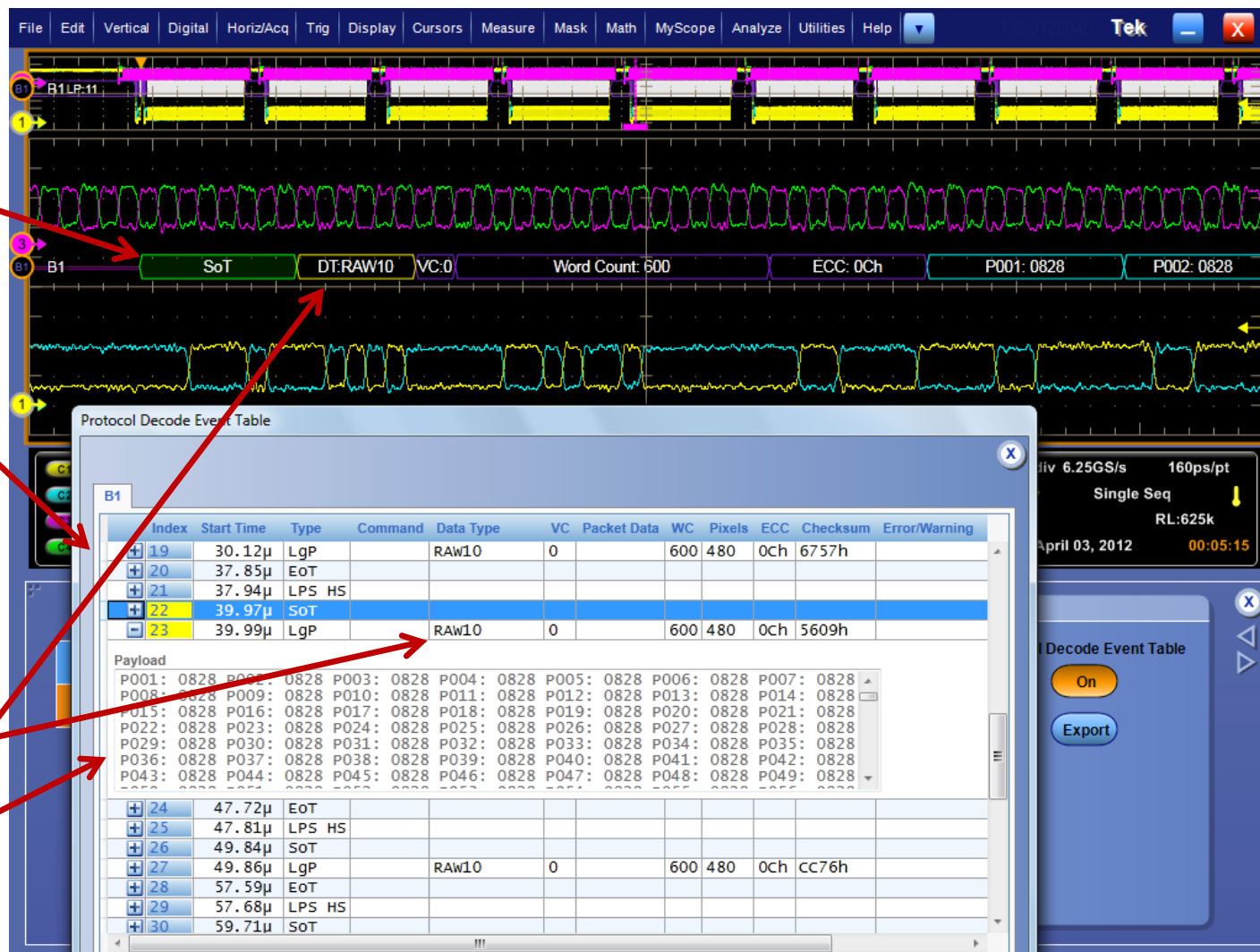
- Data Typeとペイロードの内容をデコード表示

バス・デコード表示
(カテゴリに応じた
色分け表示のため
視認性が良い)

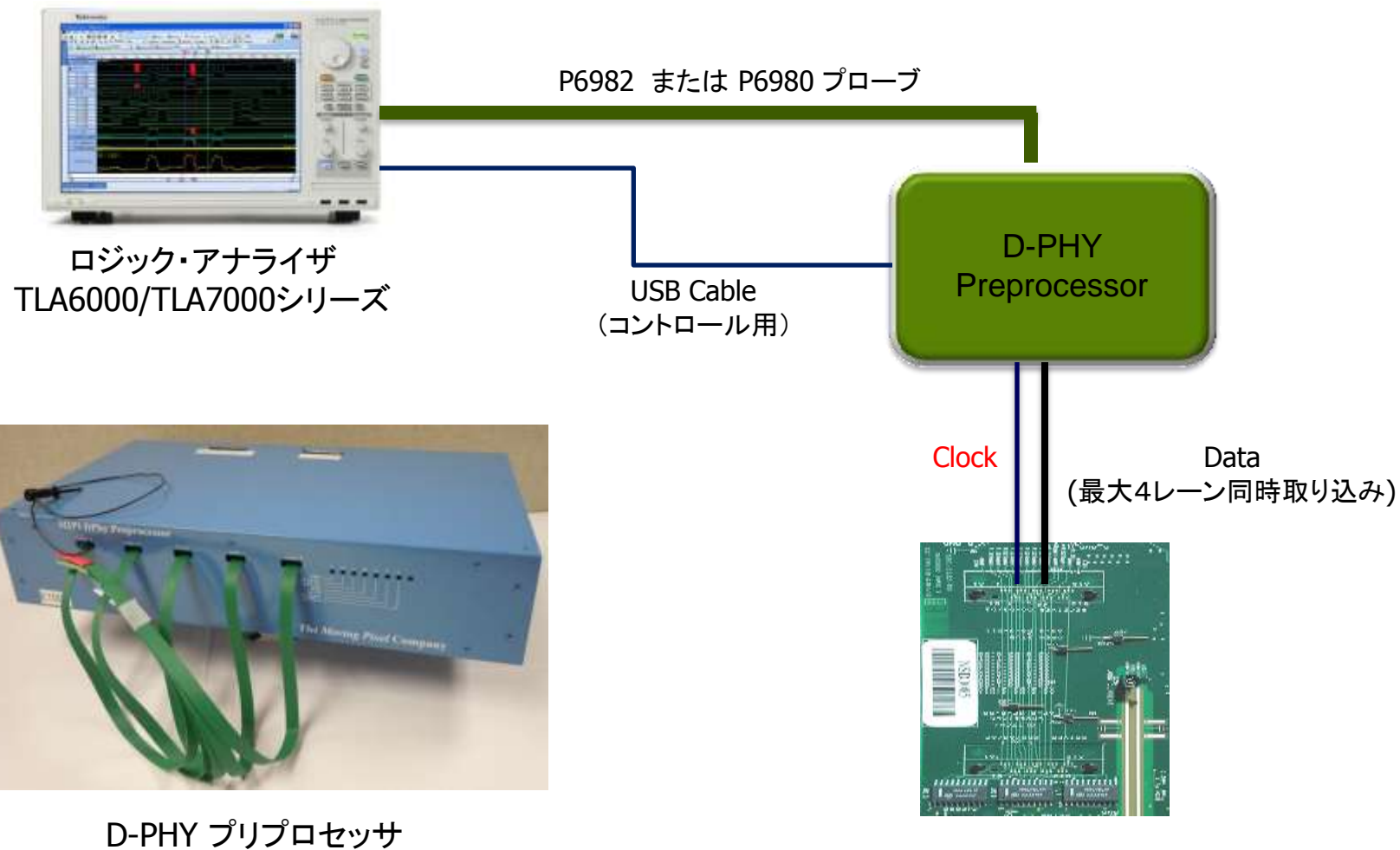
イベント・テーブル表示
(波形のZoom箇所を
黄色で表示)

Data Typeを表示
(RAW10)

ペイロードの内容を
デコード表示
(各ピクセルの値)

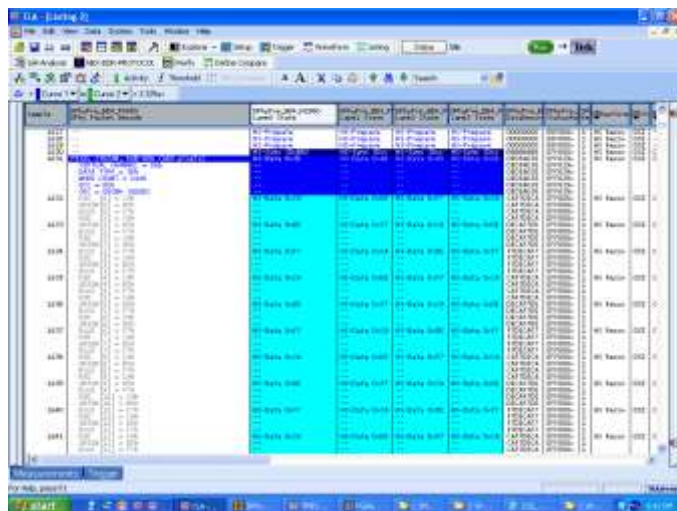


プロトコル解析 ロジック・アナライザによるCSI-2／DSIのデコード



D-PHY プリプロセッサ

- 最大4レーン同時取り込み、各レーン1.5Gbps まで対応
- CSI-2／DSIプロトコルをデコード
- LPとHSデータを一括取り込み
- パケット・レベル・トリガ機能
- リアルタイム・フィルタリング
- レーン・アクティビティとエラー・ステータス表示
- ソルダイン・プローブ(カラーコード付き)
- 画像ファイル出力(保存)



MIPI D-PHYプロトコル解析用推奨機器

オシロスコープによるプロトコル解析

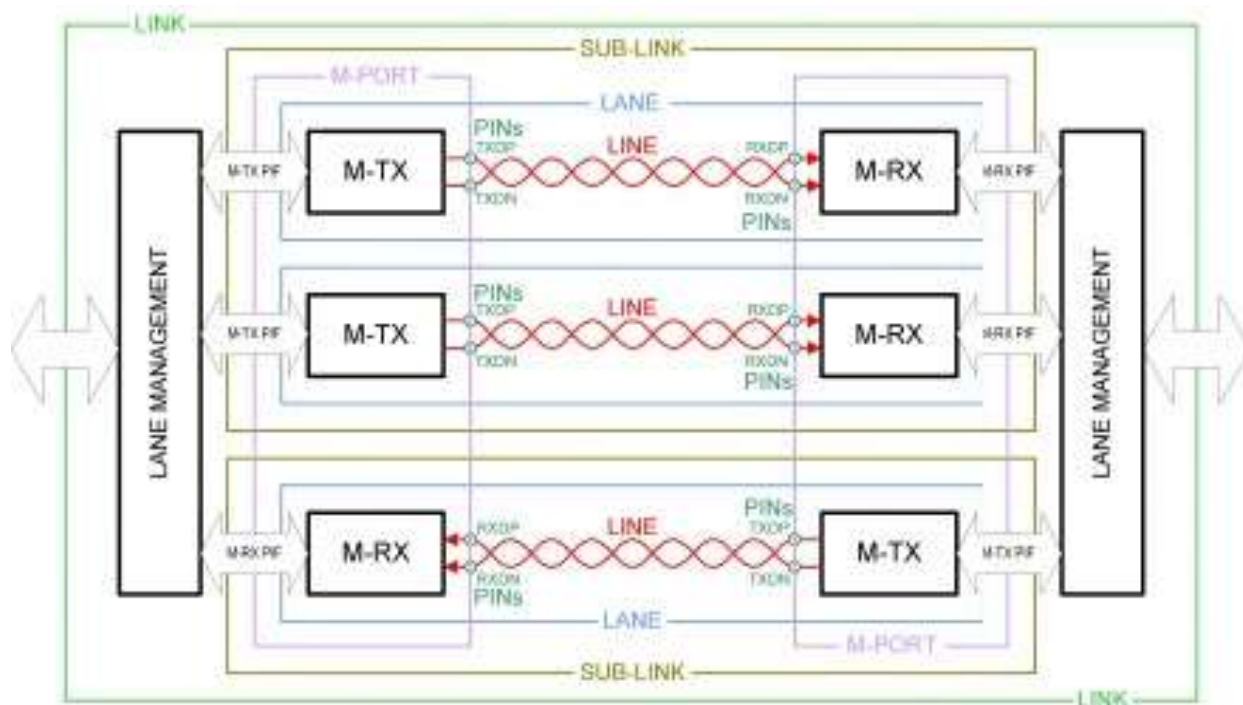
- DPO7000CシリーズまたはDPO/DSA/MSO70000Cシリーズ
 - Opt.SR-DPHY（DSI／CSI-2シリアル解析機能）
（Windows7 搭載オシロスコープでサポート）
 - プローブ
 - TDP3500型、TAP3500型など（DPO7000C用）
 - P7340Aなど（DPO/DSA/MSO70000C用）

ロジック・アナライザによるプロトコル解析

- TLA6202型
 - 68chロジック・アナライザ
 - P6982型 × 2本
 - ロジック・アナライザ用D-Maxプローブ
- DPHYPRE
 - D-PHYプリプロセッサおよびソフトウェア

3. M-PHYの概要

- 高速シリアル通信
 - M-PHY TxとM-PHY Rx 間の通信(dual-simplex)
 - 1レーンまたは複数レーンをサポート
 - 8b10b
 - CSI、DSI、UniPro、UFS、DigRF、LLIなどのプロトコル



M-PHY のデータ・レート

■ High Speedモード

- 2つのシリーズ、A-seriesとB-series
- それぞれ3つのGear、G1、G2、G3
- 50Ω終端(差動100Ω)されている

■ Low Speedモード

- 2つのType、TYPE- I (PWM)、TYPE- II (SYS)
- PWMには8つのGear
- 差動100ΩまたはSE 10kΩ以上

Signaling Mode	Max.Speed	Level (V)	Impedance
HS	5.83Gbps	200e-3/ 120e-3	50 ohms (差動100 ohm)
PWM (TYPE-I)	576Mbps	400e-3/ 240e-3 200e-3/ 120e-3	10k/50 ohms (差動100 ohm)
SYS (TYPE-II)	576Mbps	400e-3/ 240e-3 200e-3/ 120e-3	10k/50 ohms (差動100 ohm)

Data rates			
HS	Gears	A (Gbps)	B (Gbps)
	G1	1.25	1.45
	G2	2.5	2.91
	G3	5	5.83
PWM	Gears	Min (Mb/s)	Max (Mb/s)
	G0	0.01	3
	G1	3	9
	G2	6	18
	G3	12	36
	G4	24	72
	G5	48	144
	G6	96	288
	G7	192	576

M-PHYのシグナリング

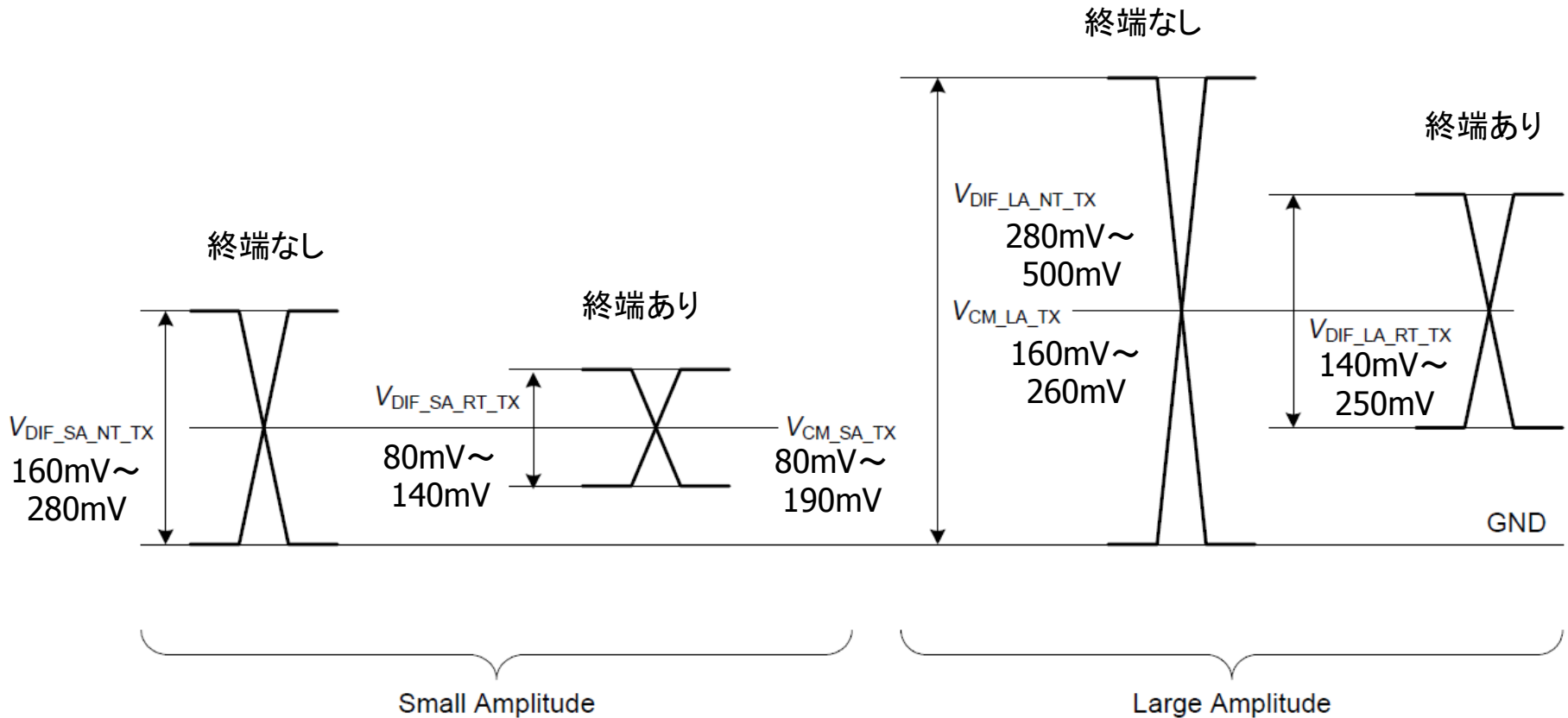
- HSモード
 - Embedded Clock
 - NRZ
- TYPE- I PWM



- TYPE- II SYS
 - Reference Clockを共有
 - NRZ

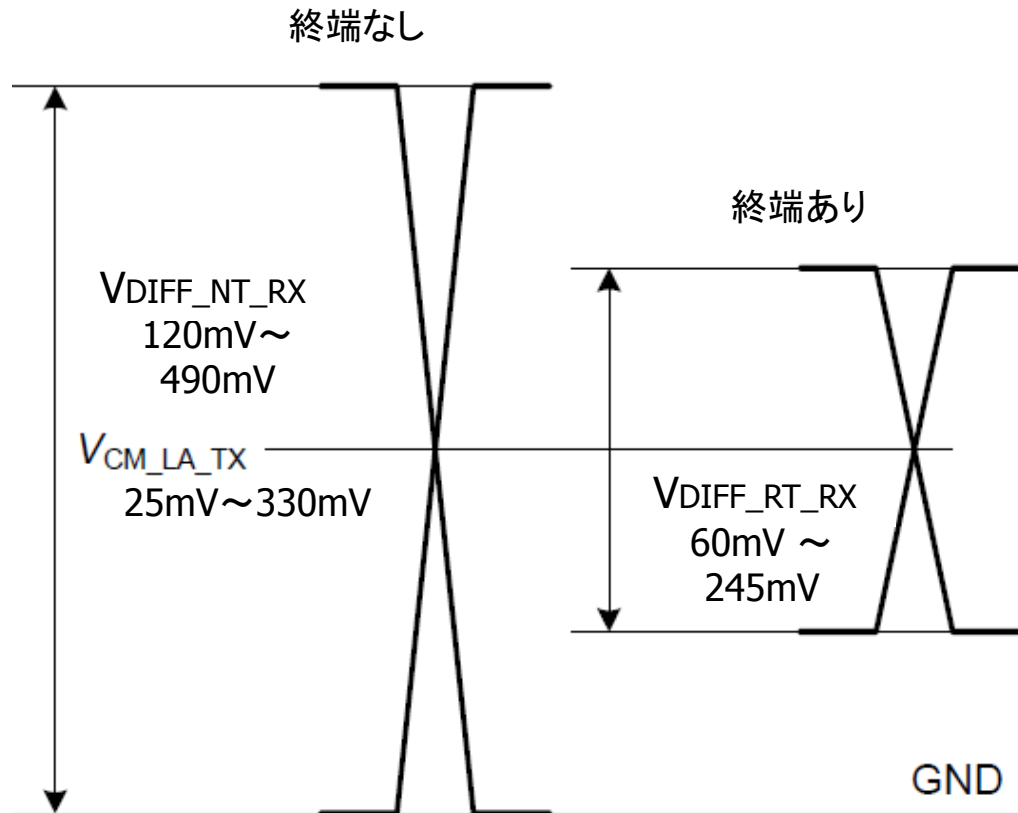
M-PHYの信号レベル

■ M-TX

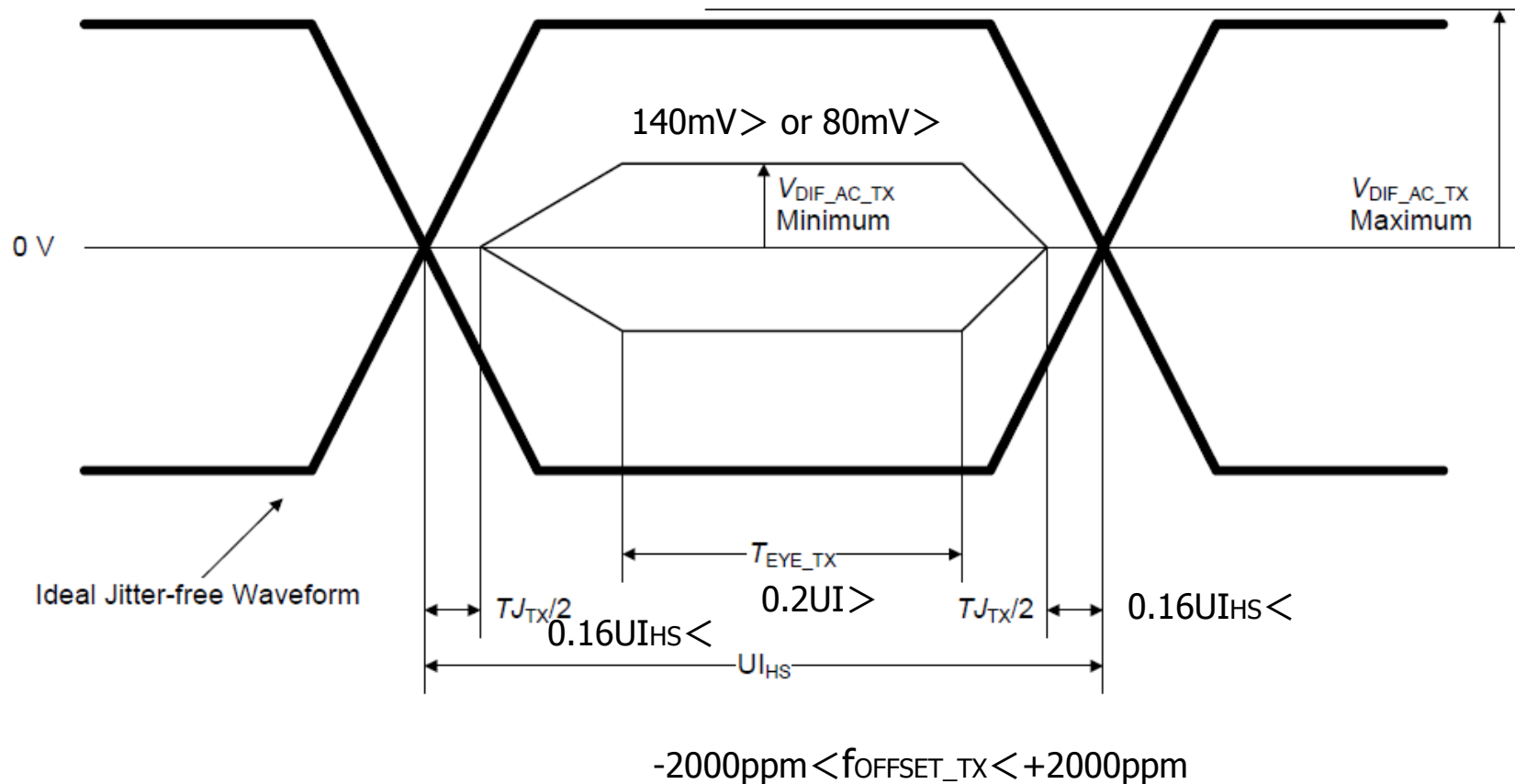


M-PHYの信号レベル

■ M-RX

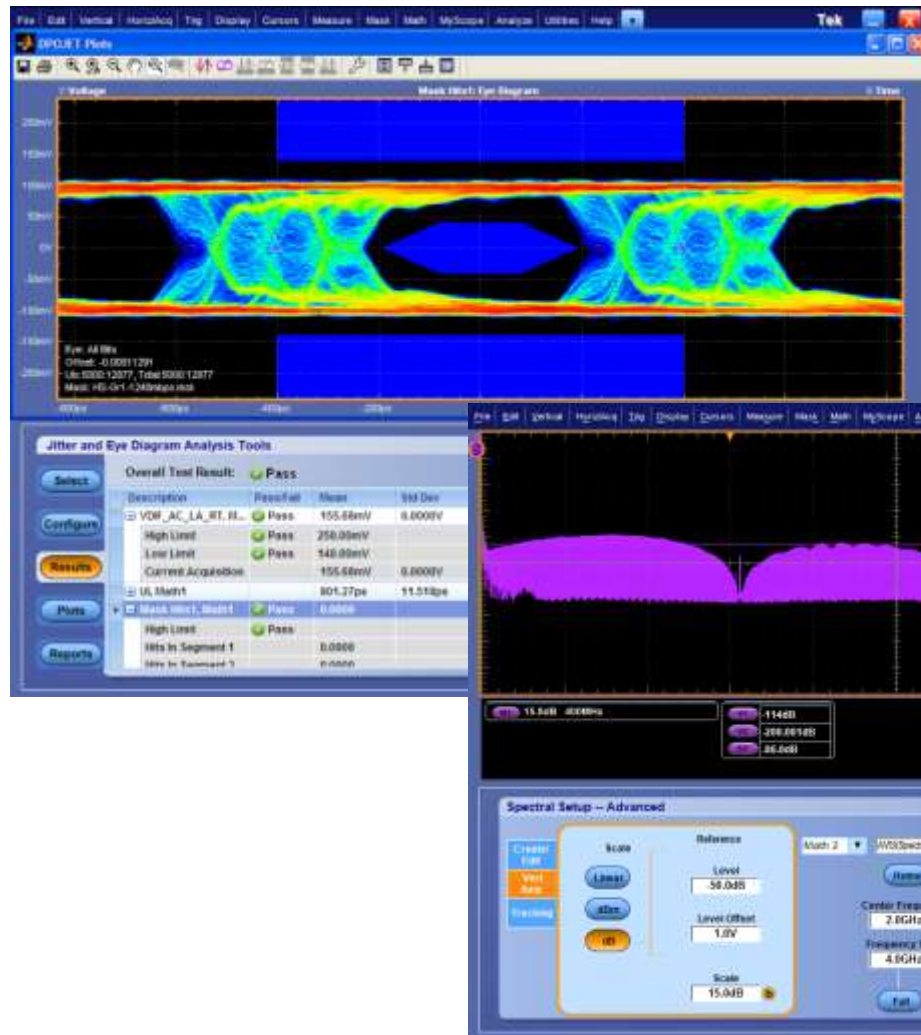


HS Tx アイ・ダイアグラム



4. MIPI M-PHY測定ソリューション

M-PHY EssentialsによるTx物理層テスト／解析



Test 1.1.16 – HS-TX Common-Mode Power Spectral Magnitude Limit (PSDCM-TX)

- M-PHY Essentials
(DPOJET Advancedが必要)
- アイ・ダイアグラム
- Power Spectral Density
- コモン・モード電圧測定

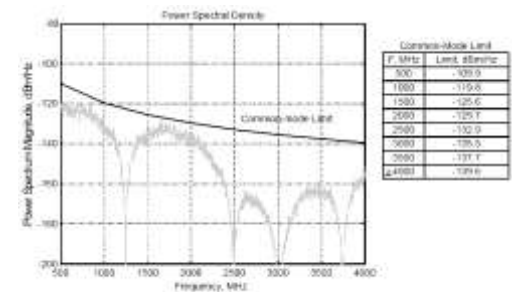


Figure 34 Common-mode Power Spectral Magnitude Limit



Figure 9: LA Common Mode Output Voltage

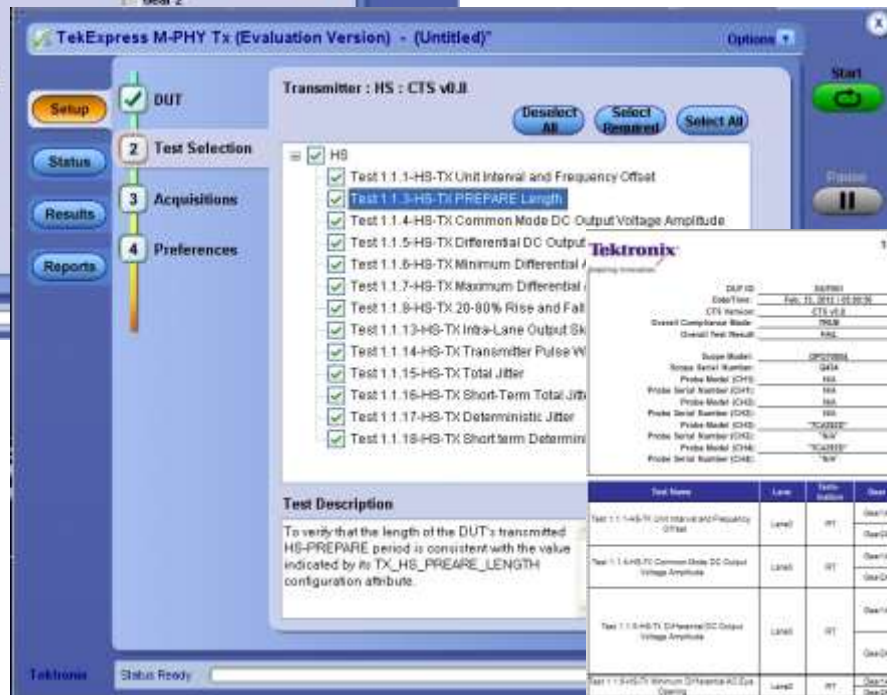
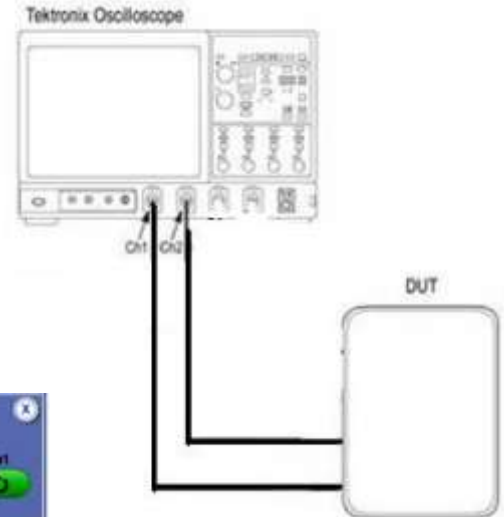
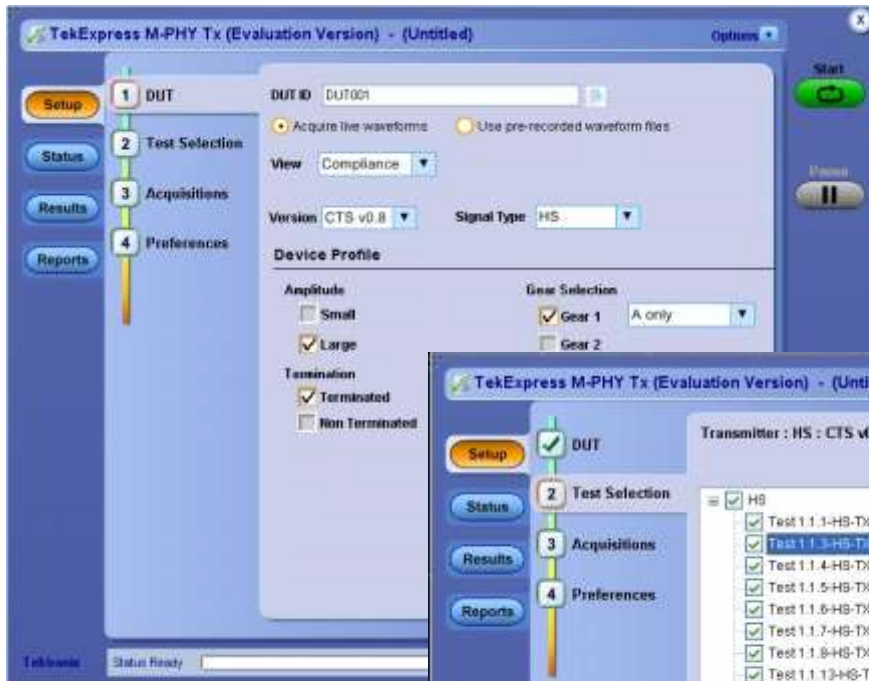
M-PHY Tx 物理層の自動測定ソリューション

新機能!

- M-PHY Tx自動測定ソフトウェア (Opt. M-PHYTX)
 - 6GHz以上のMSO/DSA/DPO70000B/Cシリーズ上で動作 (DPOJET Advancedが必要)
 - HSモード・テスト項目の95%をカバー
 - PWMモード・テスト項目の75%をカバー
 - Power-Spectral-Density (PSD) 測定も対応 (スペクトラム・アナライザは不要)
 - 測定結果レポートを自動生成
 - 以前に保存した波形に対しても自動測定可能
 - DPOJETによるデバッグが可能

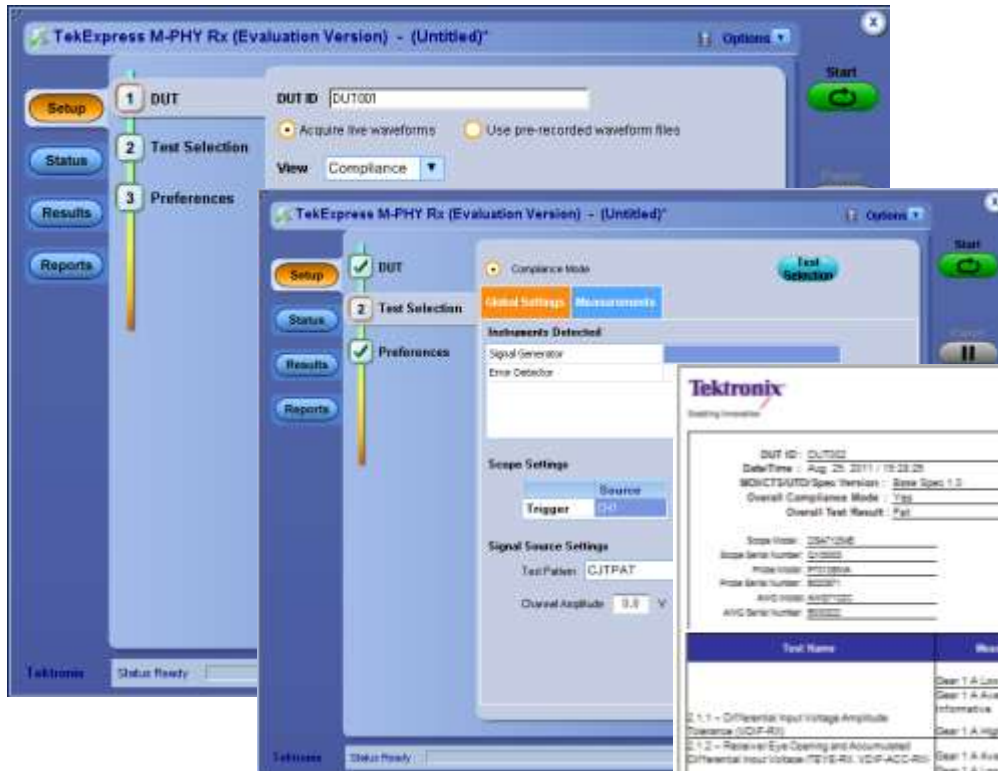


M-PHY Tx による測定例

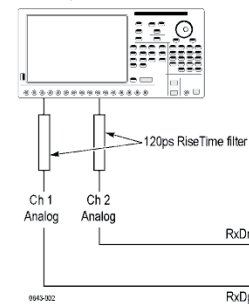
[illegible]

Opt. M-PHYTXによる 全自動測定

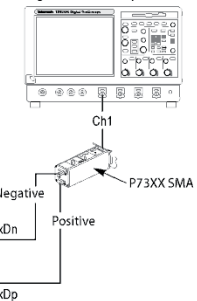
M-PHY Rx テスト



AWG7000 Series
Arbitrary Waveform Generator



DPO/DSA/MSO 70000 Series
Digital Oscilloscope



機器構成が
シンプル

Opt.M-PHYRXによる
全自動測定

Tektronix
Setting Innovation

**TekExpress M-PHY-RX
Receiver Test Report**

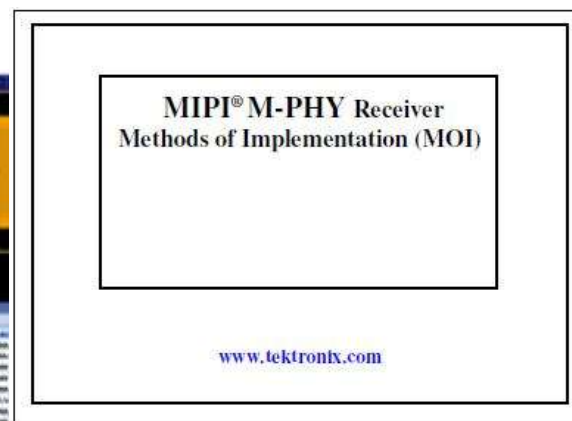
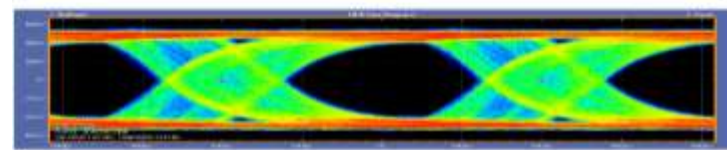
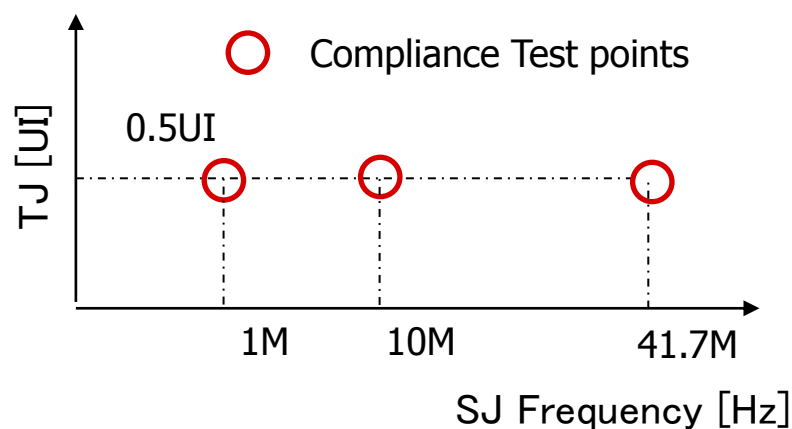
DUT ID: DUT001 Device Type: M-PHY-RX
 Date/Time: Aug 25, 2011 / 10:22:20 Execution Time: 37 Min
 MOKTS/UTD/Spec Version: Spec Spk 1.0
 Overall Compliance Mode: Pass
 Overall Test Result: Pass

Scope Model: DSA70000 Scope File Name: 014.DESKTOP
 Scope Serial Number: 010000 SPC Factory Calibration: 2008.04.05
 Probe Model: P73XX SMA Test Program Version: 1.0.0.0
 Probe Serial Number: 000001 DPO/DSA/MSO Version: 1.0.0.0
 AWG Model: AWG70000 AWG Firmware Version: 01.1.0
 AWG Serial Number: 000000

Test Name	Measurement Details	Pattern	Bit Error	Test Result	Limit	Execution Time
D.1.1 - Differential Input Voltage Amplitude Tolerance (VDIF-R)	Gear 1 A Low Amplitude	CJTPAT	0	Pass	+0	2.50s
	Gear 1 A Average Amplitude - Informative	CJTPAT	0	N/A	+0	
	Gear 1 A High Amplitude	CJTPAT	0	Pass	+0	
D.1.2 - Receiver Eye Opening and Accumulated Differential Input Voltage (TEYE-R), VDIF-ACC-R	Gear 1 A Average Amplitude	CJTPAT	0	Pass	+0	11.50s
	Gear 1 A Low Amplitude - Differential	CJTPAT	0	Pass	+0	
	Gear 1 A Average Amplitude - Differential Low - Informative	CJTPAT	0	N/A	+0	
D.1.3 - Common-Mode Input Voltage Tolerance (VDC-R)	Gear 1 A High Amplitude - Differential	CJTPAT	0	Pass	+0	4.50s
	Gear 1 A Low Amplitude - Differential	CJTPAT	0	Pass	+0	
	Gear 1 A Average Amplitude - Differential High - Informative	CJTPAT	0	N/A	+0	
D.1.4 - HS-RS Differential Termination Enable Time (ITERM-ON-HS-R)	Gear 1 A High Amplitude - Differential	CJTPAT	0	Pass	+0	1.50s
	Gear 1 A Low Amplitude - Differential	CJTPAT	0	Pass	+0	
	Gear 1 A Average Amplitude - Differential	CJTPAT	0	Pass	+0	
D.1.5 - HS-RS Differential Termination Disable Time (ITERM-OFF-HS-R)	Gear 1 A Minimum Prepare	CJTPAT	0	Pass	+0	1.50s
	Gear 1 A Maximum Prepare	CJTPAT	0	Pass	+0	
	Gear 1 A Minimum Stall	CJTPAT	0	Pass	+0	
D.1.6 - Receiver Jitter Tolerance (TJUL, SJUL, STJUL, STJUL)	Gear 1 A LTJ - Frequency 1	CJTPAT	208	Fail	+0	2.50s
	Gear 1 A LTJ - Frequency 2	CJTPAT	0	Pass	+0	
	Gear 1 A LTJ - Frequency 3	CJTPAT	0	Pass	+0	
D.1.7 - Receiver Pulse Width Tolerance (TPULS-R)	Gear 1 A Minimum Pulse Width	CJTPAT	0	Pass	+0	1.50s
	Gear 1 A Low Amplitude	CJTPAT	0	Pass	+0	
	Gear 1 A Average Amplitude - Informative	CJTPAT	0	N/A	+0	
D.1.8 - Differential Input Voltage Amplitude Tolerance (VDIF-R)	Gear 1 B High Amplitude	CJTPAT	0	Pass	+0	2.50s
	Gear 1 B Average Amplitude	CJTPAT	0	Pass	+0	
	Gear 1 B Low Amplitude	CJTPAT	0	Pass	+0	

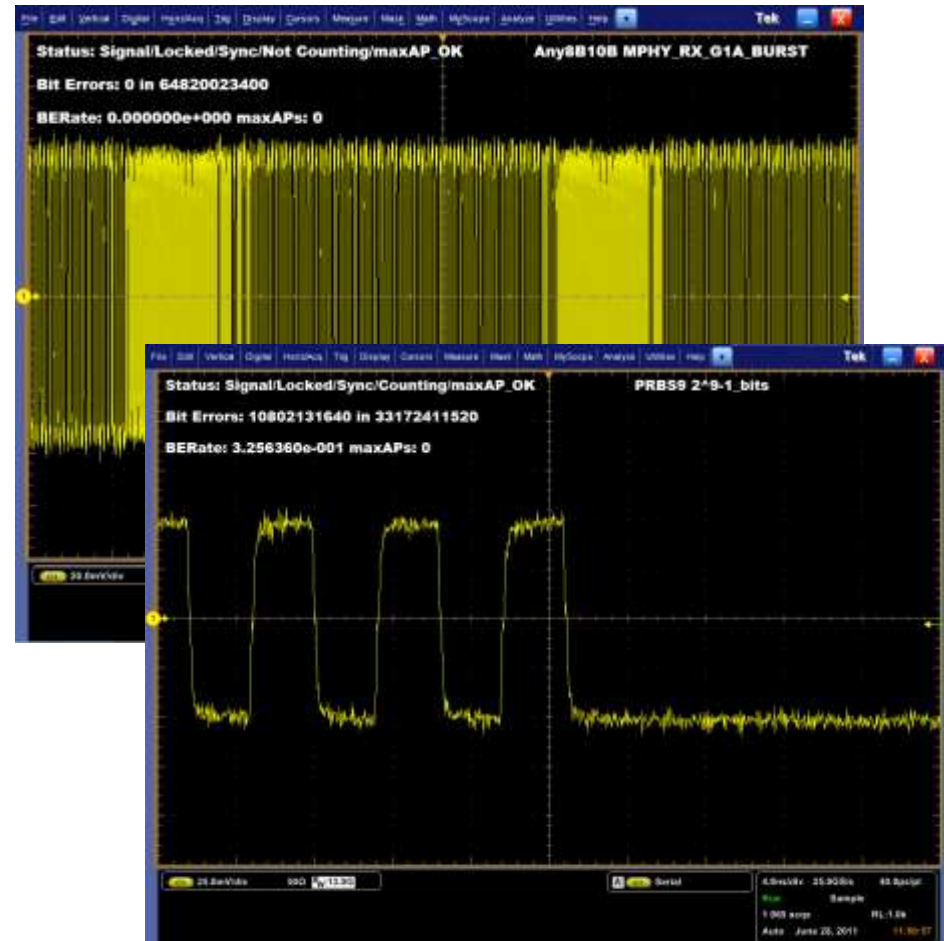
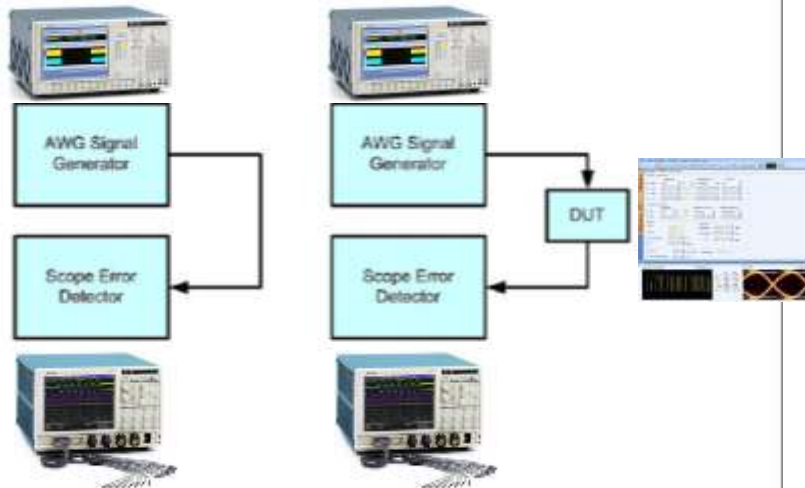
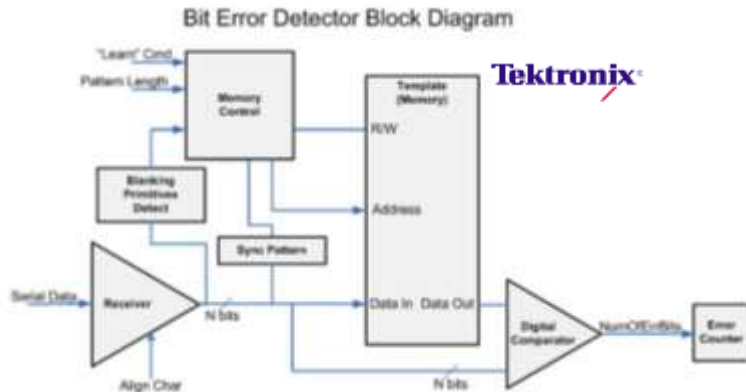
M-PHY Rx: ジッタ耐性テスト

- Rx ジッタ耐性
- Rx アイ開口、差動入力振幅耐性
- コモン・モード入力耐性
- 入力パルス幅耐性



M-PHY Rx : ビット・エラー検出テスト

- オシロスコープ内蔵 BER測定機能
 - Opt.ERRDT



M-PHY Tx & Rx テスト用推奨機器

■ オシロスコープ

- HS-GEAR1: DPO/DSA70604C 型
- HS-GEAR2: DPO/DSA70804C 型
- HS-GEAR3: Rxの場合はDPO/DSA71254C 型、Txの場合はDPO/DSA72004C型

■ プローブ

- P73xxSMA ×2本 またはP73xx型あるいはP75xx型 ×2本

■ Rxテスト用信号発生器

- HS-GEAR1 または HS-GEAR2: AWG7082/ AWG7102 以上
- HS-GEAR3: AWG7122C -06

■ ソフトウェア

- Opt.M-PHYTX (DPOJET Advancedが必要)
- Opt.M-PHYRX (DPOJET Advancedが必要)
- Opt.M-PHY (DPOJET Advancedが必要)
- Opt.ERRDT (Scope Error Detector)
- Opt.ST6G (6.25Gbps 8B-10B プロトコル・トリガ／デコード)
- PGY-UPRO(UniPro Protocol Decode)、PGY-LLI (LLI Protocol Decode)
- Opt.MPHYVIEW (DigRFv4 Protocol Decode)
- SerialXpress (AWG用カスタム・パターンを作成の場合)

MIPI 規格関連の動向

- D-PHY
 - － 2011年11月にD-PHY規格V1.1が公開に
- プロトコル
 - － 2011年2月にCSI-2規格V1.0.1.00が公開に
 - － 2012年3月にDSI規格V1.1が公開に
- M-PHY
 - － 2011年4月にM-PHY規格V1.0.0が公開に
- プロトコル
 - － 2011年4月にUniPro規格V1.40.00が公開に
 - － 2011年2月にUFS規格 JEDEC STANDARD JESD220が公開に
 - － 8月にJESD223が公開に
 - － 2011年12月にDigRF V4規格V1.10が公開に
 - － 2012年3月にCSI-3規格V0.8が公開に
 - － 2012年3月にDCS規格 (Display Comand Set) V1.1が公開に
 - － 2012年4月にLLI規格V1.0が公開に

テクトロニクス社のMIPI評価ソリューションの特長

- MIPI D-PHYとMIPI M-PHYをトータルでサポート
 - Tx評価、Rx評価
 - 物理層、論理層
- MIPI D-PHY
 - Data 4レーン、各レーン1.5Gbpsまでのサポートにより高分解能カメラ、高分解能ディスプレイに対応
(最新のD-PHY規格V1.1に対応)
 - コンパクトな信号発生器のため、持ち運びが容易(キャビネット・タイプ)
 - 全自動測定と解析の両方をサポート
- MIPI M-PHY
 - 解析と規格適合性試験の両方に対応
 - PWMもサポート
 - ジッタ耐性試験もサポート
 - オシロスコープによるRxのエラー検出／ビット・エラー・レート測定
- テクトロニクスはMIPI Alliance のContributorメンバー

ご清聴ありがとうございました。

本テキストの無断複製・転載を禁じますテクトロニクス社 Copyright Tektronix

 **Twitter** [@tektronix_jp](https://twitter.com/tektronix_jp)
 **Facebook** <http://www.facebook.com/tektronix.jp>