



64Gbaud PAM4 DAC G0374A

シグナル クオリティ アナライザ
MP1800Aシリーズ

はじめに

- クラウドコンピューティングサービスの普及により、データセンターの情報量は急速に増大（データセンターIPトラフィック増は23%/年）し、サーバーやネットワーク機器の通信速度を高速化するため、400 GbE、CEI-56G など、新たな高速インタフェース規格が検討されています。
- 高速インタフェースに使用される信号は、従来からのNRZ方式によるシンボルレートの高速化とともに、シンボルレートを上げずに伝送容量を増加させるPAM（Pulse Amplitude Modulation）方式が採用されています。
- 64Gbaud PAM4 DAC G0374Aは、シグナル クオリティ アナライザ MP1800Aと組み合わせて、高baud-rate PAM4信号などの広帯域アナログ信号の生成が可能です。

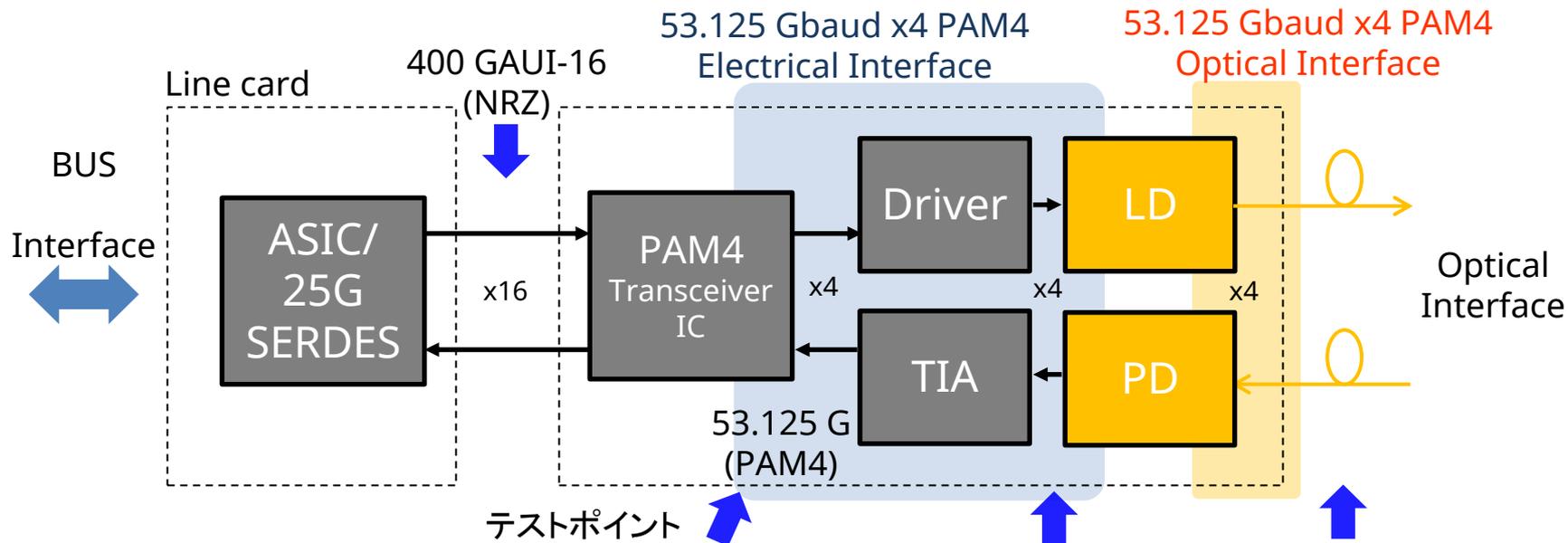
高速インタフェース規格動向

- Over 32 Gbit/s、PAM4方式が採用される規格の動向
 - ✓ IEEE 802.3bs にて、200 GbE/400 GbEが審議中（2017年標準化）
 - ✓ OIF（Optical Internetworking Forum）においても、200 GbE/400 GbEに対応するデバイス間のインタフェース規格の審議中

Standard		Baud-rate	Modulation Format
IEEE 802.3bs	400GBASE-SR16	26.6G	NRZ
	400GBASE-FR8,LR8	26.6G	PAM4
	400GBASE-DR4	53.1G	
	200GBASE-FR4,LR4	26.6G	
	200GBASE-DR4	26.6G	
CEI-56G	56G-USR	20-58G	
	56G-XSR/VSR/MR	40-58G/ 39-56G/ 39-56G	PAM4
	56G-XSR/VSR/MR	20-29G/ 20-29G/ 18-29G	
	56G-LR	18-29G	
	56G-LR	33-38G	

高速PAM4信号のアプリケーション例

- 53.125 Gbaud 4 lane Electrical and 400GBASE-DR4 Optical Interfaces



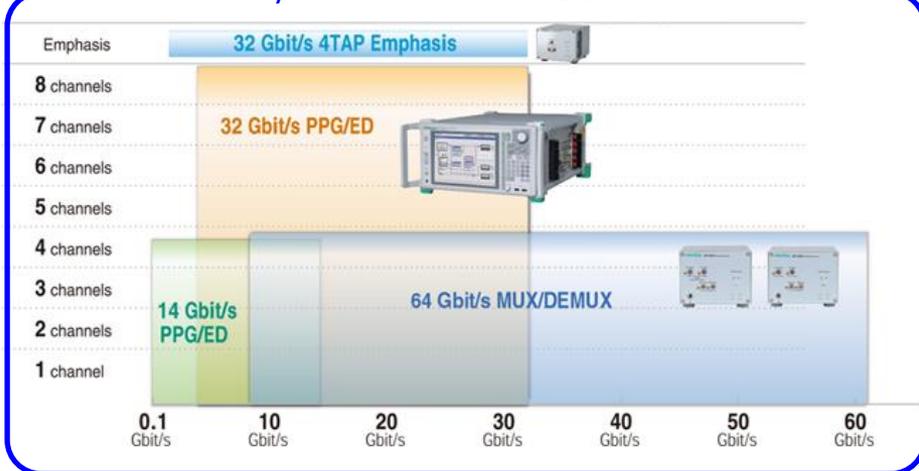
	53Gbaud 4lane Electrical Interface	Driver Output, LD Input Electrical Interface	400GBASE-FR8,LR8 Optical Interface
Baud-Rate	53.125 Gbaud (106.25 Gbit/s) /1 Lane		
Lane Number	4 Lane		4 lane Single-mode Fiber (1310 nm波長帯)
主な測定項目	<ul style="list-style-type: none"> BERテスト Eye Mask (EH,EW,linearity) Tx/Rxイコライザ機能 Jitter付加試験 (RJ/SJ/DCD) クロストーク試験 	<ul style="list-style-type: none"> Eye Mask(EH,EW,linearity) 入出力パワー特性 	<ul style="list-style-type: none"> Average Optical Power OMA(Optical Modulation Amplitude) 消光比 光ストレス試験

高ビットレートPAM4/NRZ方式の実現

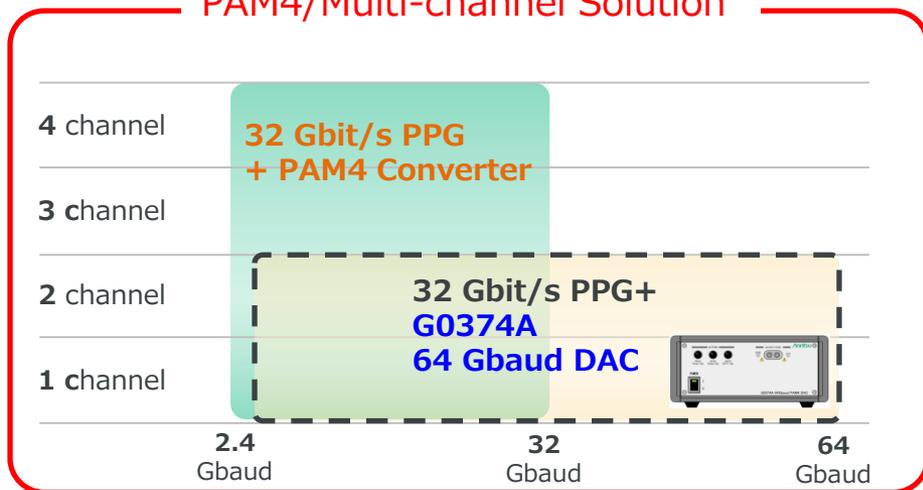
シグナル クオリティ アナライザ MP1800A シリーズのマルチチャネル、拡張モジュールにより、IEEEやOIFなどで要求される高ビットレート、PAM4/NRZ信号の測定を実現します。

- 高Baudレート 64 Gbaud PAM4/NRZ 両方に対応
- 優れた拡張性
 - 32 Gbaud PAM4 4chマルチチャネル、64 Gbaudへの拡張が可能
- 低残留ジッタパルスパターン発生
- ジッタ付加機能によるレシーバテスト対応

NRZ/Multi-channel Solution



PAM4/Multi-channel Solution



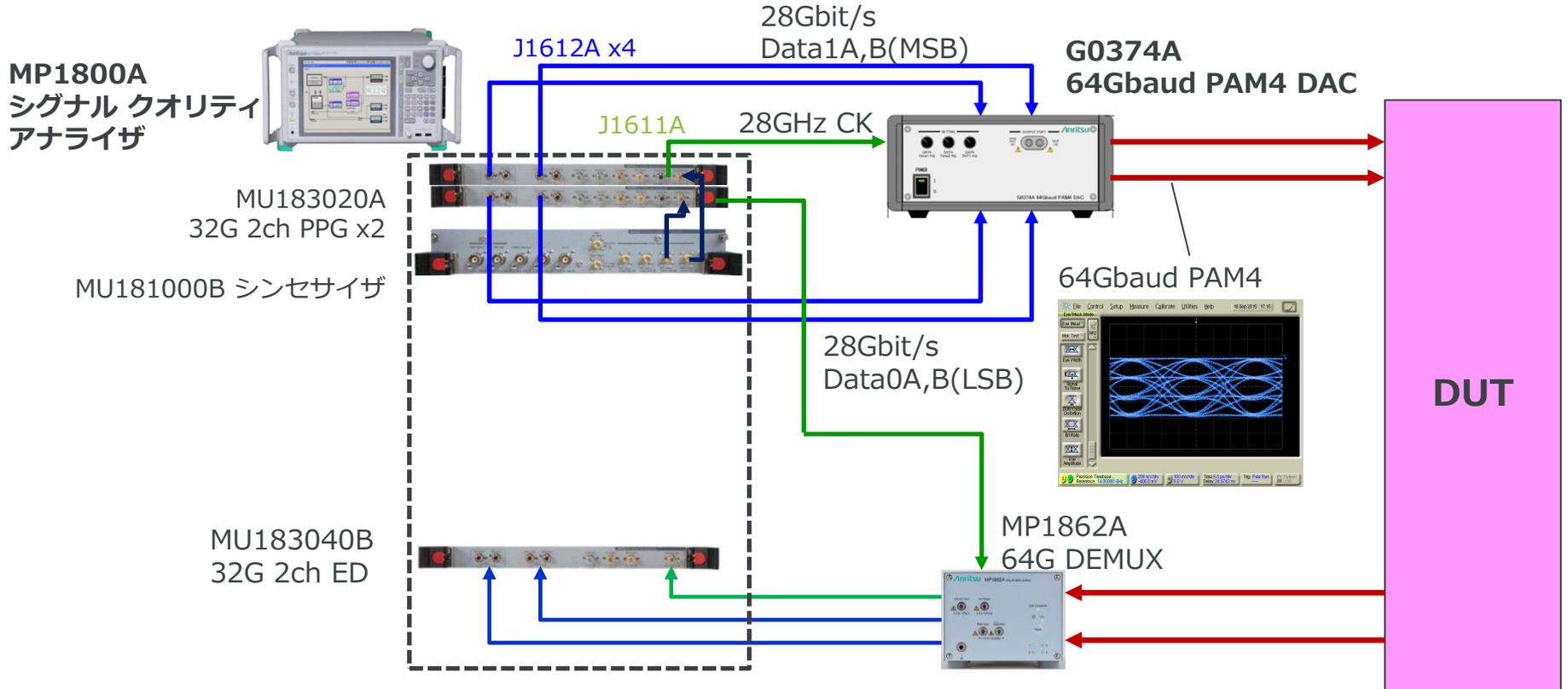
64Gbaud PAM4 BER測定ソリューション (1/2)

主な特長

- ・ 広帯域動作範囲:DC ~64 Gbaud(*1)、最新高速インタフェース方式に対応
- ・ 1.4 Vp-p (Differential, Typ.) 出力と>6 dBアナログ振幅コントロール機能搭載
- ・ 低出力ジッタ300 fs (RMS) 性能
- ・ 高感度入力25 mV(Typ.) MP1862AによるPAM4 3 EyeのBER測定(*2)
- ・ NRZ、PAM4、NRZ/Emphasis 出力とジッタ付加が可能

*1: G0374A-MP1862Aのループバック測定時、PRBS 2¹⁵-1パターン、最大56 Gbaud(代表値)までエラーフリー(BER <10⁻¹²)

*2: 3 Eyeのうちの1つを選択して測定します。



64Gbaud PAM4 BER測定ソリューション (2/2)

G0374A 代表規格

項目	条件	単位	規格		
			Min.	Typ.	Max.
Baudレート		Gbaud	DC*1		64
データ入力ビットレート	D0A/B、D1A/B	Gbit/s			32
データ入力電圧	VTH=0V	Vp-p	0.6	1.0	2
クロック入力周波数	CLK	GHz			32
クロック入力電圧	VTH=0V	Vp-p	0.3	0.5	1
出力電圧 *2	DC カップリング	Vp-p	0.5	0.7	0.9
ジッタ *2,3	NRZ	fs rms		300	500
立ち上がり/立ち下がり時間 *2,3	NRZ、20%/80%	ps		8	10
振幅制御	Vamp1, Vamp2にて	dB		6	
消費電力		W			8.5
サイズ		mm	210 (W) x88 (H) x230 (D)		

MP1862A 代表規格

項目	条件	単位	規格		
			Min.	Typ.	Max.
Baudレート		Gbaud	8		56.2
	オプション001		8		64.2
データ入力振幅	Single-End	Vp-p	0.125		1.0
入力感度	Eye Height	mV		25	40

*1: MU183020AまたはMU183021Aと組み合わせて使用した場合の下限は4.8 Gbaud

*2: 残留ジッタ<200 fs (RMS) 、帯域70 GHzのサンプリングオシロスコープで観測したときの値

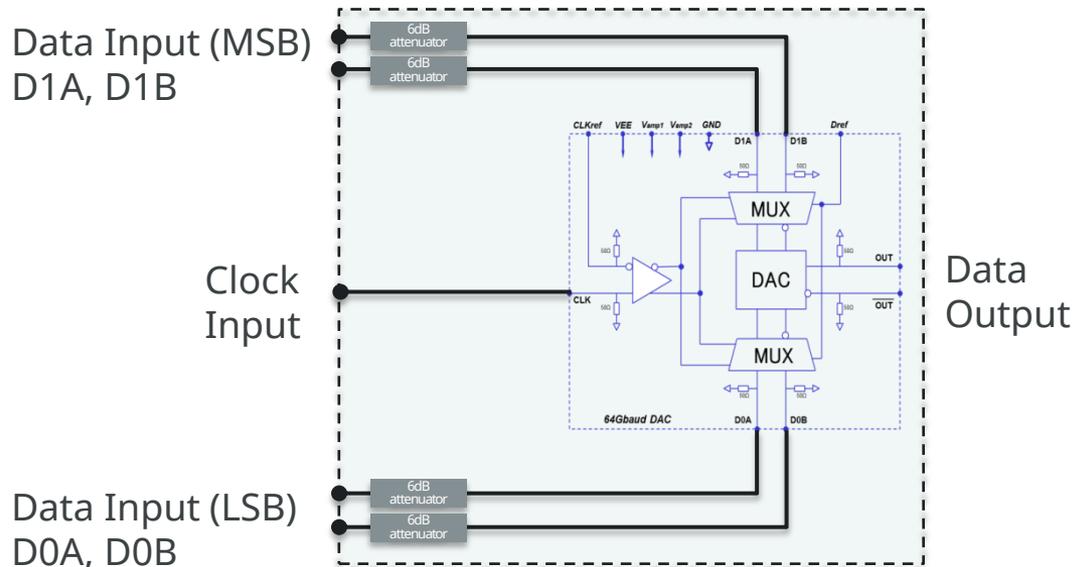
*3: 出力パターンを"0101"に設定して観測した値

G0374AとMP1800A SQAを組み合わせた信号発生 (1/3)

G0374AとMU18302xA 32G PPGのマルチチャネル機能を組み合わせることにより、高速インタフェース規格の信号方式に対応したPAM4、NRZ信号や2Tap Emphasis信号を発生することができます。

G0374A搭載機能	Output性能
2 bit DA変換	PAM4、NRZ、2Tap Emphasisなど、4値までの信号発生が可能 ← MU18302xAのマルチチャネル同期機能にて実現
4:2 MUX機能	入力信号を4:2多重後に2bit DA変換。ハーフレート入力によって所望の出力Baud-rate信号を発生可能 ← MU18302xAのマルチチャネル同期機能にて実現
ゲインコントロール機能	MSB、LSBに対応するアナログ出力振幅を個別に調整可能 (6 dB)

G0374Aブロック図

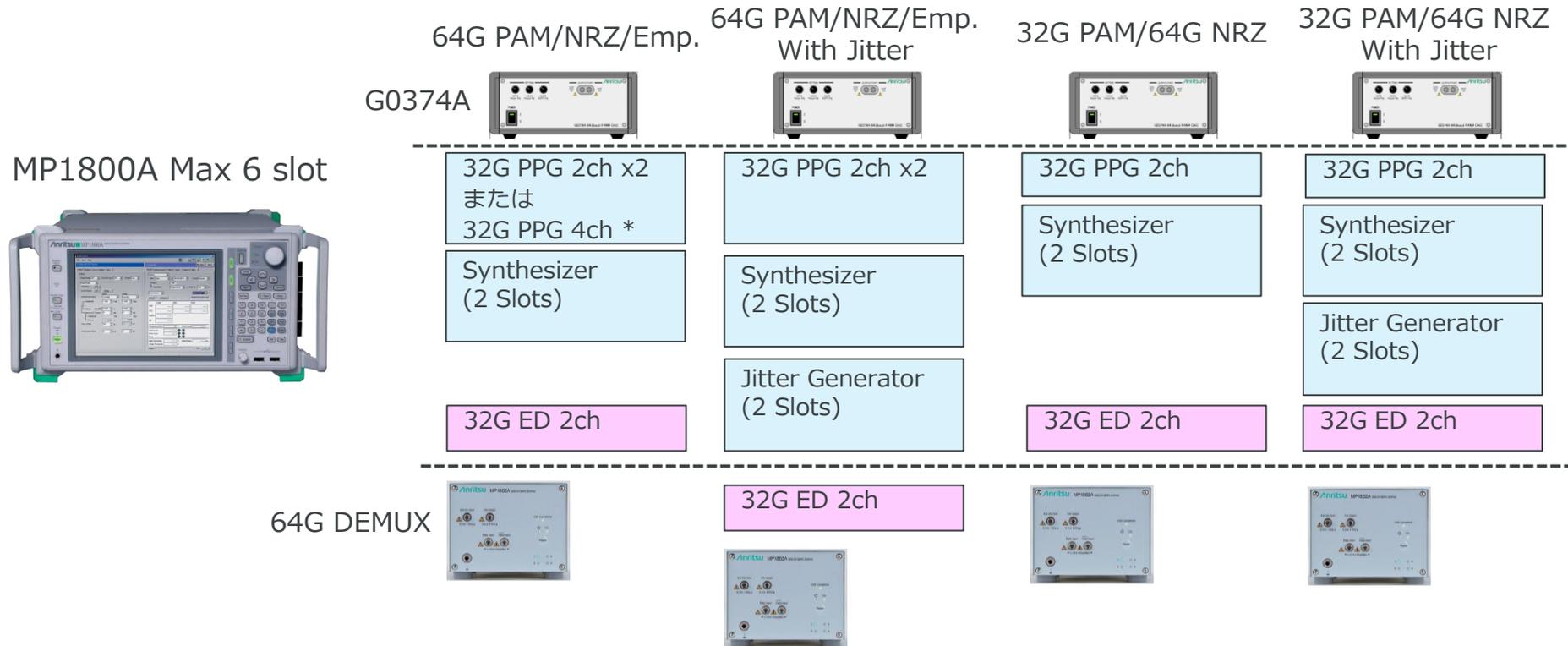


G0374AとMP1800A SQAを組み合わせた信号発生 (2/3)

MP1800Aの機器構成

G0374AはMU18302xA 32G PPG 4chまたは2ch構成と組み合わせて使用します。マルチチャンネル同期機能により、容易に入力信号の位相とパターン設定ができます。主な構成は以下のとおり

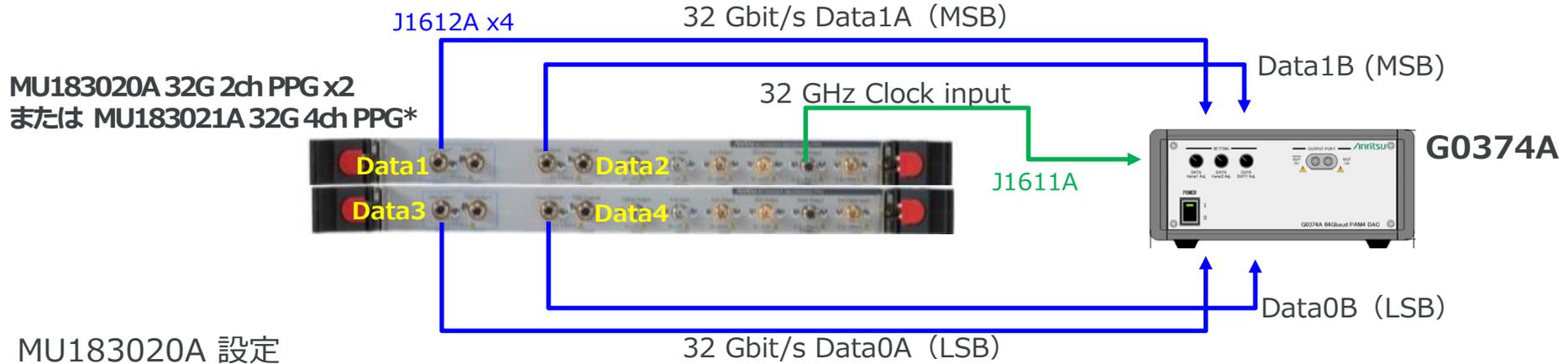
64Gbaud 信号発生とBER測定



*Jitter付加時はスライド13のとおり、32G PPG 2ch x2の構成でお使いください。

G0374AとMP1800A SQAを組み合わせた信号発生 (3/3)

➤ 4.8G-64Gbaud PAM4/NRZ対応構成



項目	設定
データ出力振幅	1.0V
データ出力オフセット	0V (Vth)
コンビネーション設定 PAM4 NRZ, Emphasis	64G 2ch Combination 2ch Combination & 2ch CH Sync.
パターン設定 NRZ Emphasis	Combination (Data1/2 パターン = Combination (Data3/4 パターン)) NRZ設定から、 Data3/4パターンのLogic設定を"NEG"に変更, Data3と4のケーブル接続 を入れ換え, Data4のDelay設定を+1UI。

- ・遅延量差の小さい (3 ps以内) データ入力信号用ケーブル (標準添付J1612A)を使用してください。
- ・データ/クロック入力の位相差は、オシロスコープを使用し出力波形を観測しながら、PPGのDelay機能を使用して調整してください。

*Jitter付加時はスライド13のとおり、MU183020A 32G PPG 2ch x2の構成でお使いください。

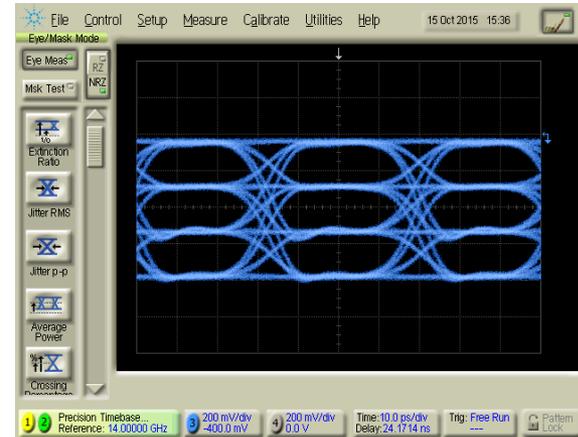
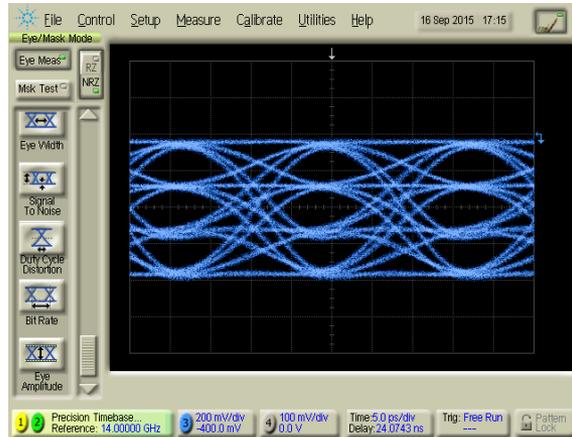
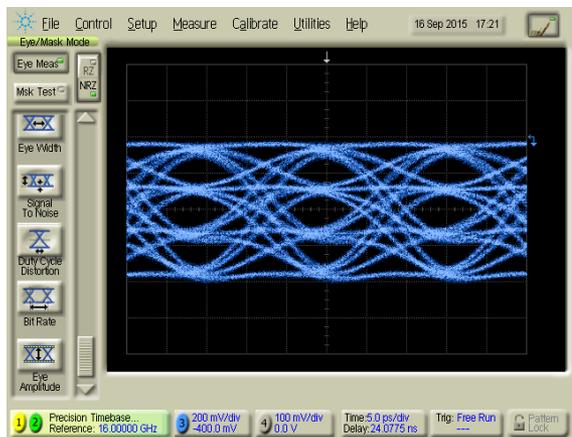
データ出力代表性能 (1/2)

➤ PAM4出力波形 (41V-6アッテネータ+34VV50アダプタ+70 GHz帯域オシロスコープにて観測)

64Gbaud

56Gbaud

28Gbaud

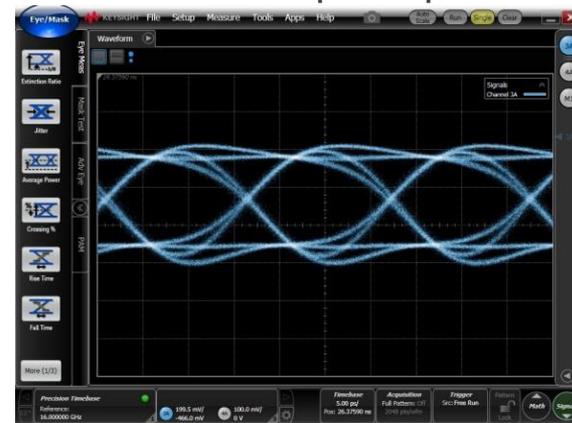
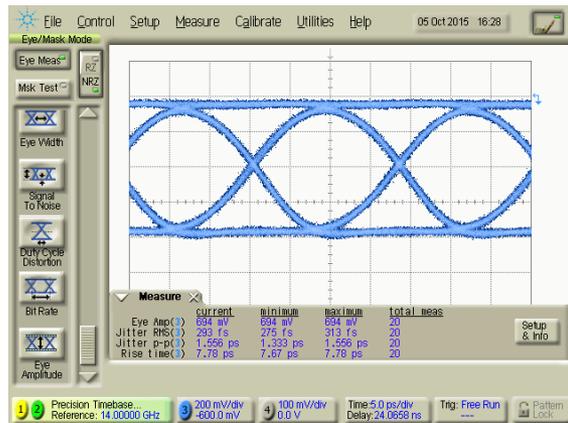
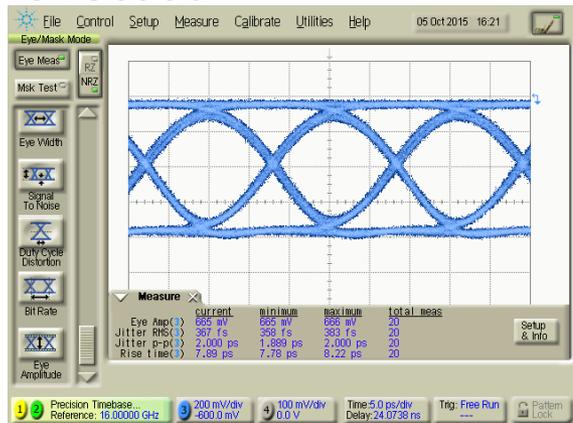


➤ NRZ出力波形 (41V-6アッテネータ+34VV50アダプタ+70 GHz帯域オシロスコープにて観測)

64Gbaud

56Gbaud

56Gbaud 2Tap Emphasis



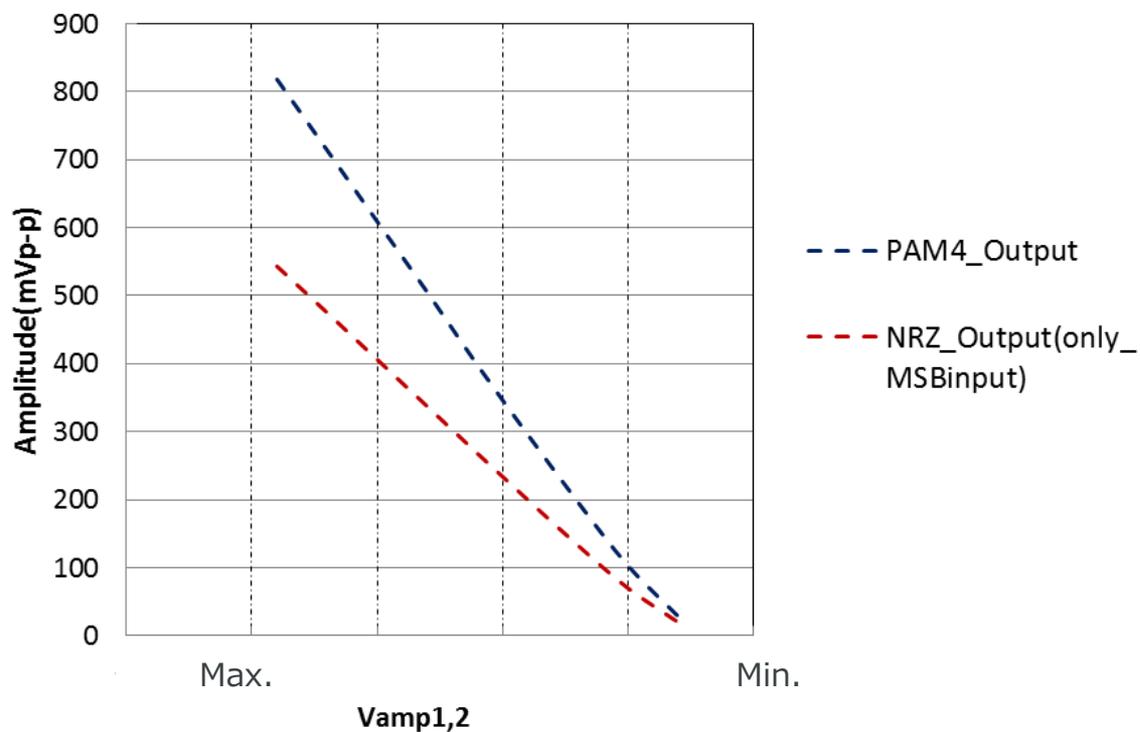
データ出力代表性能 (2/2)

➤ PAM4出力振幅

Vapm1、2 設定により、アナログ出力振幅を制御ができます。

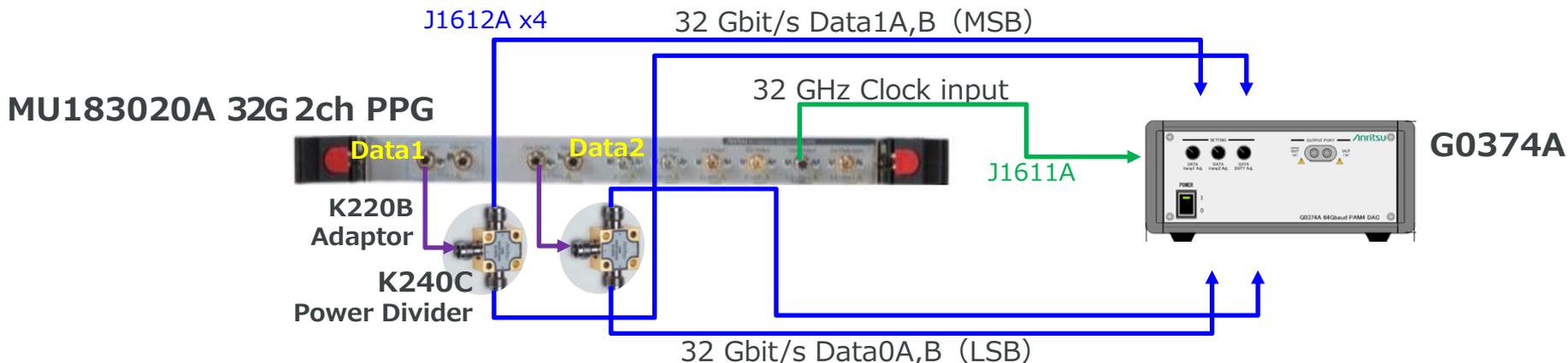
Vamp1、2はそれぞれMSB、LSBに対応し、電圧方向にほぼ対称的なPAM4波形を出力させる場合は、Vamp1、2は同値に設定してください。

以下は、Vamp1、2を制御した場合のPAM4出力振幅 (Single-end) 参考値とスライド16構成のMSB入力だけ使用してNRZを出力した場合の参考値です。



32G 2ch PPG x1の接続例 (1/3)

➤ 2.4G-32.1Gbaud PAM4に対応



MU183020A 設定

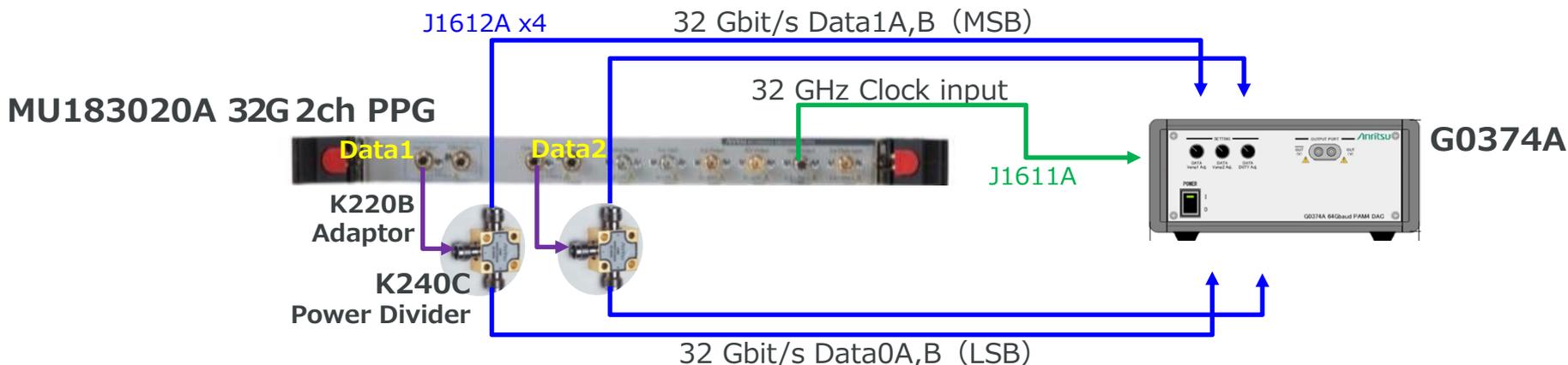
項目	設定
データ出力振幅	2.0V*
データ出力オフセット	0V (Vth)
コンビネーション設定	2ch Combination
パターン設定	Any

*Power Dividerにより1/2となることを想定してData1、2の振幅設定を2 Vp-pにします。
(過大振幅を入力することにより、G0374Aを破損させてしまう場合がありますのでご注意ください)

- ・遅延量差の小さい (3 ps以内) データ入力信号用ケーブル (標準添付J1612A) を使用してください。
- ・データ/クロック入力の位相差は、オシロスコープを使用し出力波形を観測しながら、PPGのDelay機能を使用して調整してください。

32G 2ch PPG x1の接続例 (2/3)

➤ 4.8G-64Gbaud NRZに対応



MU183020A 設定

項目	設定
データ出力振幅	2.0V*
データ出力オフセット	0V (Vth)
コンビネーション設定	2ch Combination
パターン設定	Any

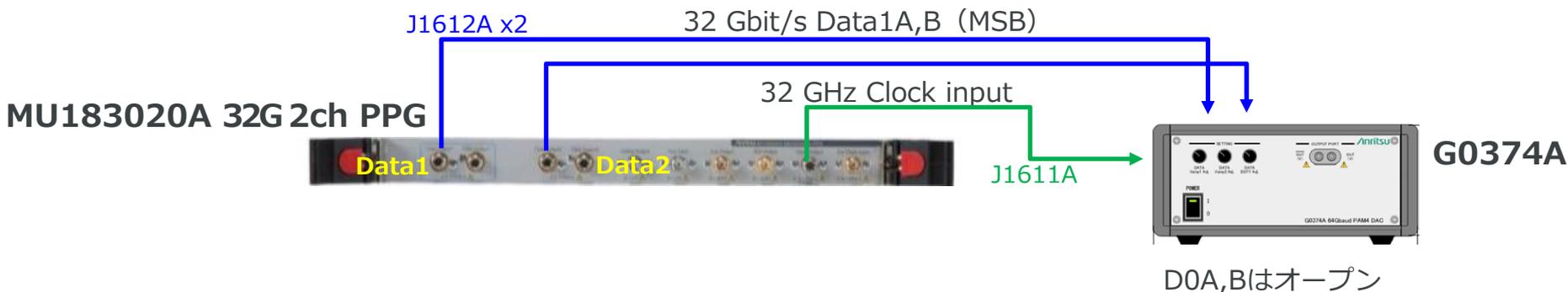
*Power Dividerにより1/2となることを想定してData1、2の振幅設定を2 Vp-pにします。
(過大振幅を入力することにより、G0374Aを破損させてしまう場合がありますのでご注意ください)

- 遅延量差の小さい (3 ps以内) データ入力信号用ケーブル (標準添付J1612A) を使用してください。
- データ/クロック入力の位相差は、オシロスコープを使用し出力波形を観測しながら、PPGのDelay機能を使用して調整してください。

32G 2ch PPG x1の接続例 (3/3)

➤ 4.8G-64Gbaud NRZに対応

(G0374Aの最大出力振幅0.6 Vp-p (NRZ (only MSB input))の振幅制御参照)



MU183020A 設定

項目	設定
データ出力振幅	1.0 V
データ出力オフセット	0V (Vth)
コンビネーション設定	2ch Combination
パターン設定	Any

*G0374A正面のVamp2をMin.に設定してください。

- ・遅延量差の小さい (3 ps以内) データ入力信号用ケーブル(標準添付J1612A) を使用してください。
- ・データ/クロック入力の位相差は、オシロスコープを使用し出力波形を観測しながら、PPGのDelay機能を使用して調整してください。

