Application Note

QAM 伝送評価用
PAM(Pulse Amplitude Modulation) 信号発生

MP1800A シリーズ
シグナルクオリティアナライザ

1. 市場の動向

クラウドコンピューティングサービスやスマートフォンの急激な拡がりにより、ネットワークサービスプロバイダにとってコアネットワークやサーバーの伝送容量拡張は、喫緊の課題となっています。Fig.1に示すように、コアネットワーク伝送レートは18ヶ月で2倍、サーバーI/Oの伝送レートは24ヶ月で2倍の勢いで伸びています。

この急激な伝送容量の拡張を実現するため、光ファイバ通信では、無線分野で実用化されているデジタル信号処理技術を応用したデジタルコヒーレント技術が採用されており、近年では、この技術を採用した100G Ultra Long Haul伝送で、DP-QPSK(Dual Polarization Quadrature Phase Shift Keying)が実用化されてきています。

今後、更なる大容量化に向けた伝送方式として、位相と振幅方向に変調を行うQAM (Quadrature Amplitude Modulation)変復調方式が注目されています。中でも2^NQAMは、通常のOOK(On Off Keying)伝送方式と比較してN倍の周波数利用効率向上が可能なため、将来の大容量コアネットワーク構築技術として有望視されており、活発に研究開発が行われています。

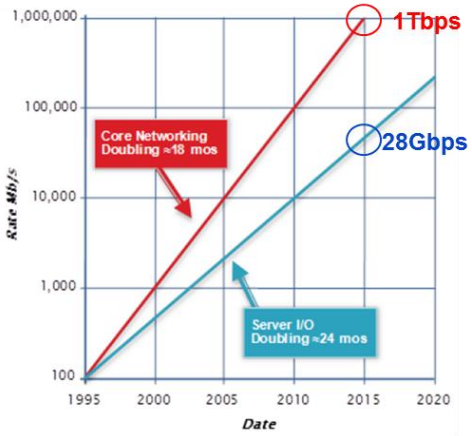


Fig.1 IEEE 802.3 HSSG bandwidth demand projections

Fig.2 に代表的なデジタルコヒーレントの構成図を示します。

本資料では、DSP(Digital Signal Processor)および DAC(Digital to Analog Convertor)をMulti-channel PPG(Pulse Pattern Generator)に置き換えた基準信号生成方法と生成の際のポイントを記載します。

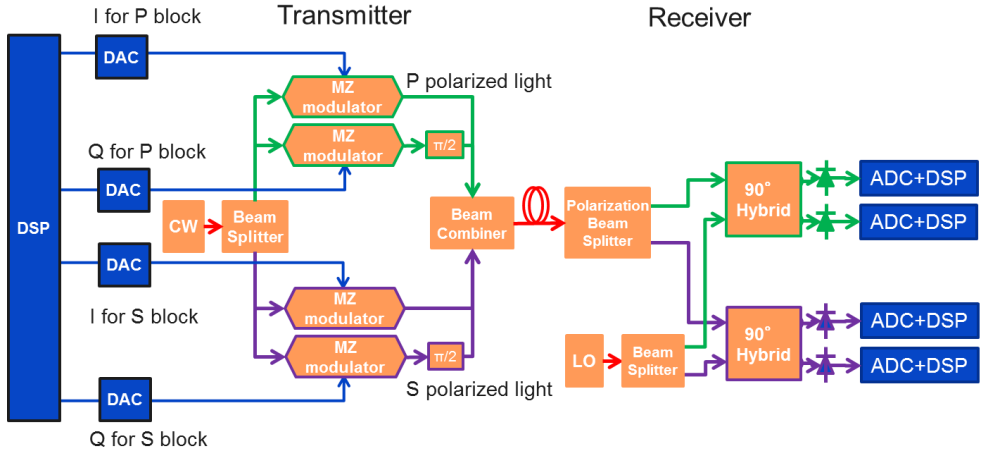


Fig.2 代表的なデジタルコヒーレント送受信 Block 図

2. Multi-channel PPG による Dual DP-16QAM 向け PAM4 信号生成

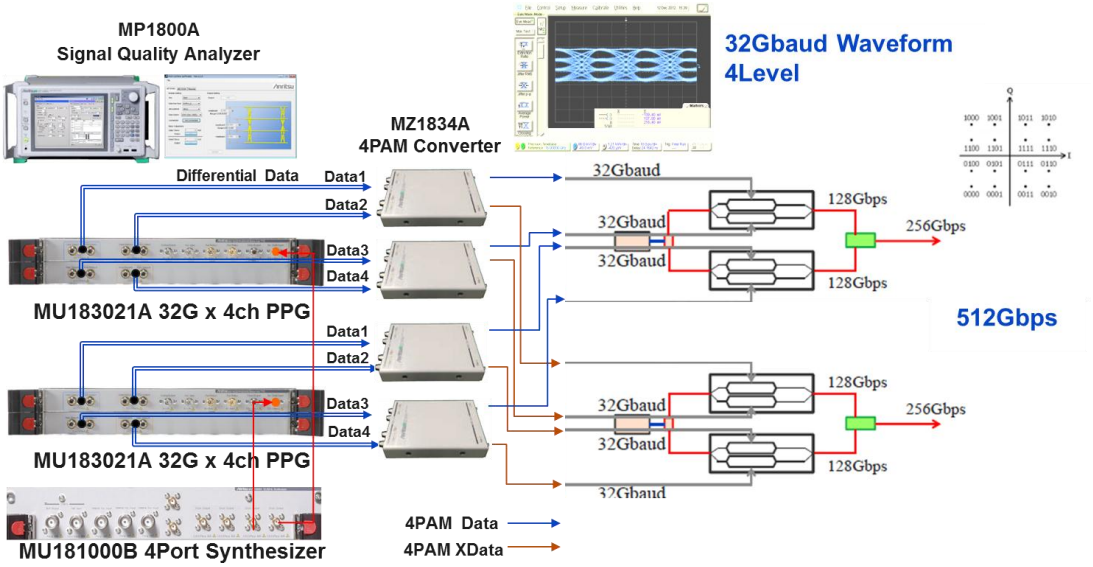
2.1. Dual DP-16QAM (PAM4) 機器構成

Fig.3 に 400G Ultra long haul の候補の一つである Dual DP-16QAM 伝送方式の送信側機器構成を Multi-channel PPG を例として示します。16QAM 伝送には、光位相変調器を駆動する信号としてパルス振幅変調された PAM4 信号(4 レベルの Pulse Amplitude Modulation)を生成する必要があります。Fig.3 の例は、MP1800A 本体、MU183021A 32G 4ch PPG 2 台、MU181000B Synthesizer を用いた構成です。各 PPG の Data1 と Data2, Data3 と Data4 を MZ1834A 4PAM Converter で結合し、PAM4 信号を実現しています。

高品質の PAM 信号生成には、PPG として以下の性能が必要になります。

① 出力信号品質(低ジッタ, 低波形歪, 急峻な立上り/立下り時間)
② 信号結合後の出力振幅調整のため広範囲な PPG の出力振幅可変機能
③ Data 出力位相可変機能

Power Combiner によって結合する事も可能ですが、信号品質を保つためには、信号結合の際に位相の一致した高周波特性の良い同軸ケーブルと、Data1 と Data2(Data3 と Data4)間の相互の反射を抑えるための固定減衰器を使用することが重要です。MZ1834A は、入力 Data 間のアイソレーションを保っており、また、J1551A 同軸スキューマッチケーブルを使用することにより、位相を一致させる事ができます。



Model	Name	Quantity	Note
MP1800A	Signal Quality Analyzer	1	
MP1800A-015	4Slot PPG/ED	1	
MU183021A	28G/32Gbit/s 4ch PPG	2	
MU183021A-001	32Gbit/s Extension	2	
MU183021A-013	4ch 3.5V Data output	2	
MU183021A-030	4ch Data Delay	2	
MU181000B	4Port Synthesizer	1	
MZ1834A	4PAM Converter	4	
J1551A *	フェーズマッチケーブルペア	8	Skew <3ps, PPG ~ MZ1834A 間
K222B *	K(f)-K(f)アダプター	16	

Fig.3 Dual DP-16QAM 送信ブロックと機器構成

*: 構成には、DUT との接続用ケーブルは含まれません。
ケーブルを介して PPG と 4PAM コンバータを接続するには、K222B 2 個が必要です。
また、ケーブル長の違いにより位相差が生じる事を避ける為、J1551A 同軸スキューマッチケーブル (skew <3ps)の使用を推奨します。CH 間の位相差は PPG Delay 機能により調整可能です。

2.2. PAM4 具体的な信号生成方法

次に具体的な信号生成方法を記載します。

1) Multi-channel PPG 間の信号発生タイミングを合わせるため、Combination Setting を行います。MU183021A 32Gbit/s 4ch PPG は、お客様の使用状況により Independent, Combination, CH Synchronization の 3 つの信号発生モードを選択可能です。(Fig.4)

- Independent: 各 Data 出力は、それぞれ独立のパターンを設定可能で、信号発生タイミングも独立
- 2ch, 4ch Combination: 2ch の場合、PPG の出力に 2:1MUX を接続した際にシリアルデータが生成されるようなパターン発生
- CH Synchronization: 各 Data 出力は、それぞれ独立のパターンを設定可能ですが、Start bit を一致させるようにパターン発生

一般的に同一パターンを Power Divider で結合する場合、Data1 と Data2(Data3 と Data4) それぞれ信号結合後のパターン相関性を弱めるために、PRBS であれば、半周期ずらしたパターンを発生する必要があります。また測定の再現性を保つためには、電源起動や、周波数可変の際にも、同一のビット関係を維持することが重要になります。これらの要件を満たすため、ここでは Combination の 2ch CH Sync を選択します。

2) 各 PPG の出力設定を行います。Data1 から Data4 に対し、出力振幅設定と信号結合後の波形のジッタが少なくなるように Delay 設定を行います。専用の PAM Control Software により、振幅や各 EYE の比率などを、簡単に設定可能です。(Fig.5)

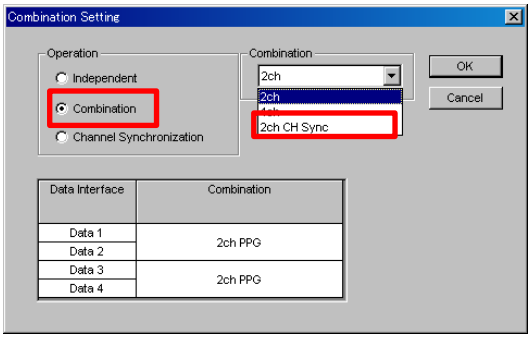


Fig.4 Combination Setting

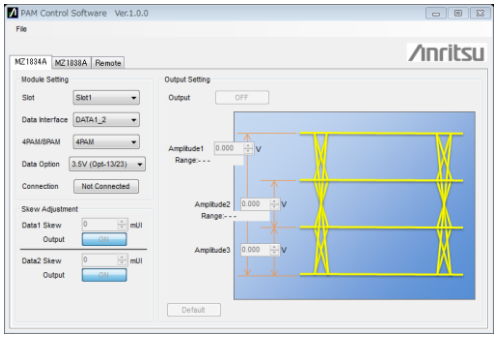


Fig.5 Output Setting

2.3. PAM4 代表波形

Fig.6 に代表的な Baud rate における PAM4 波形を示します。PPG 出力結合後にも、低ジッタの良好な Eye 開口波形が得られていることがわかります。

また、本構成では、Data1 から Data4 の振幅設定により、PAM4 波形全体の振幅調整や、中央の Eye と上下の Eye の均等振幅設定、振幅差設定等が可能です。

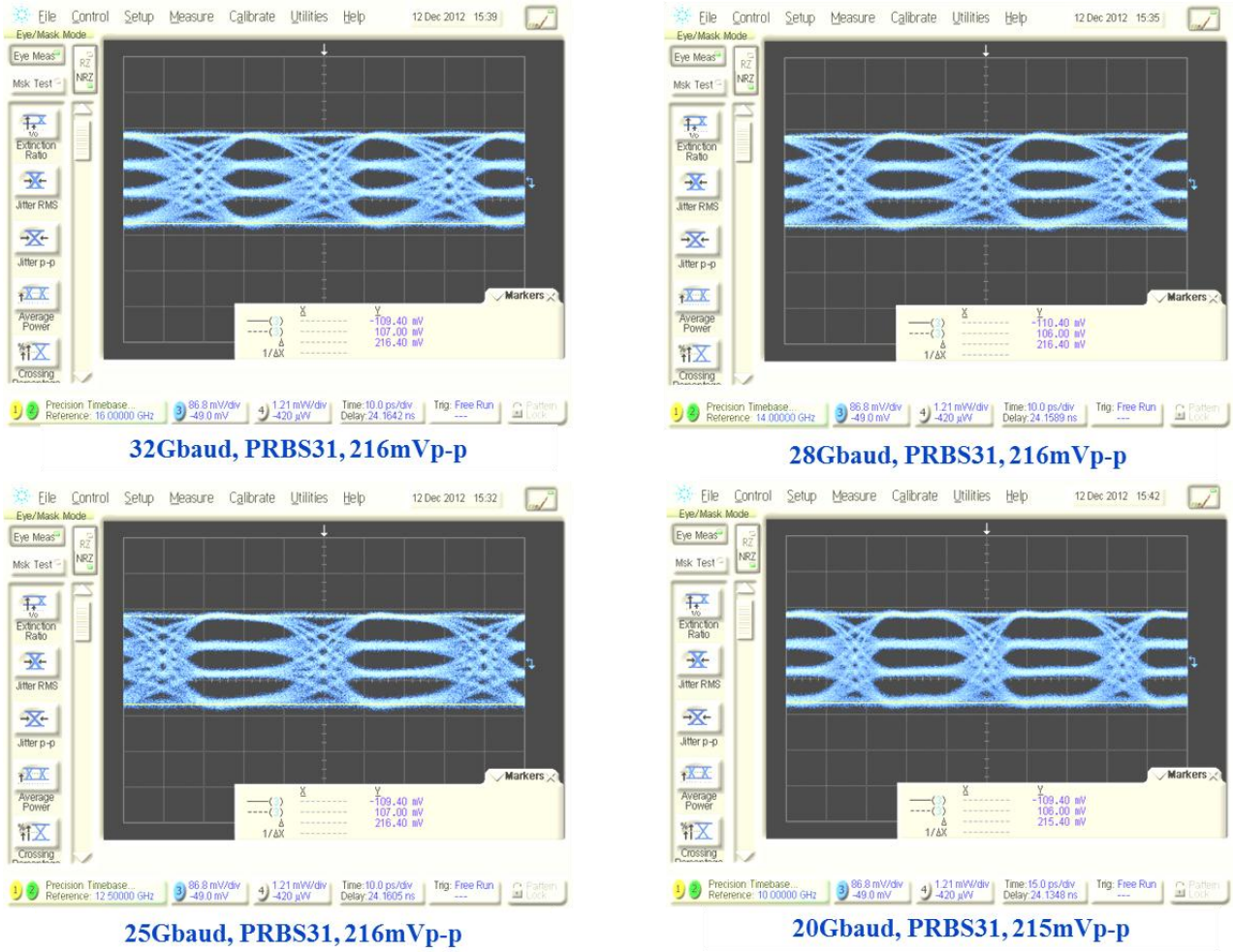


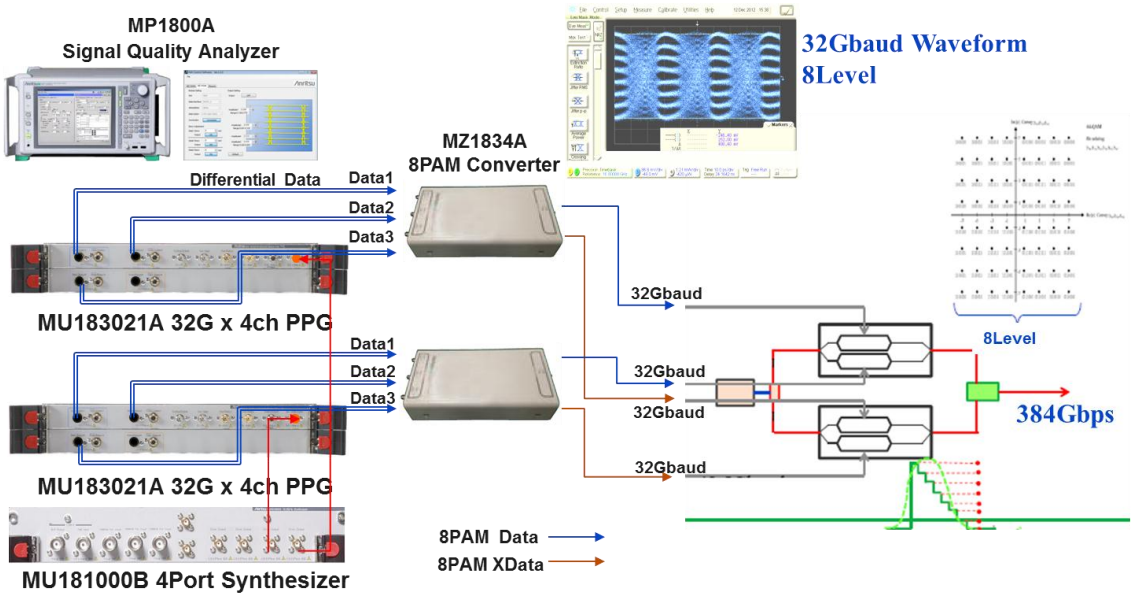
Fig.6 代表的な PAM4 波形

3. Multi-channel PPG による DP-64QAM 向け PAM8 信号生成

3.1. DP-64QAM (PAM8)機器構成

同様に Fig.7 に Multi-channel PPG を用いた DP-64QAM 伝送方式の送信側機器構成を示します。DP-64QAM 伝送のためには、光位相変調器を駆動する信号としてパルス振幅変調された PAM8 信号を生成します。PAM4 信号生成との違いは、Data1,2,3 を結合し、8 レベルの振幅変調信号を生成することです。MZ1838A は、入力 Data 間のアイソレーションを保っています。

また、J1551A フェーズマッチケーブルを用いる事で、位相を一致させる事ができます。



Model	Name	Quantity	Note
MP1800A	Signal Quality Analyzer	1	
MP1800A-015	4Slot PPG/ED	1	
MU183021A	28G/32Gbit/s 4ch PPG	2	
MU183021A-001	32Gbit/s Extension	2	
MU183021A-013	4ch 3.5V Data output	2	
MU183021A-030	4ch Data Delay	2	
MU181000B	4Port Synthesizer	1	
MZ1838A	8PAM Converter	2	
J1551A	フェーズマッチケーブルペア	6	Skew <3ps PPG～MZ1838A 間

Fig.7 DP-64QAM 送信ブロックと機器構成

3.2. PAM8 具体的な信号生成方法

次に具体的な信号生成方法を記載します。

1) Combination Setting を行います。2.2 項とは異なり、ここでは 4ch Combination に設定します。(Fig.8)
4ch Combination の場合、Data1,2,3,4 の PRBS パターンは、それぞれ 1/4 周期ずれた状態で発生されるため、Data1,2,3 を結合した場合のパターン相関性を弱めることができます。

2) 各 PPG の出力設定を行います。Data1 から Data3 に対して、出力振幅設定と波形のジッタが少なくなるように Delay 設定を行います。

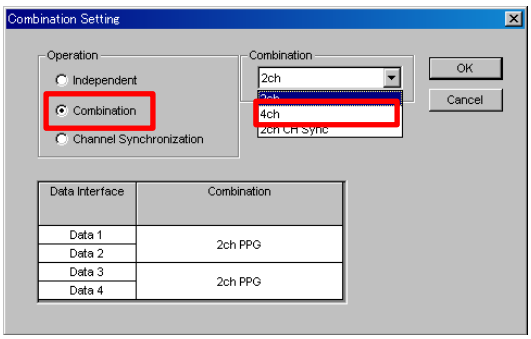


Fig.8 Combination Setting

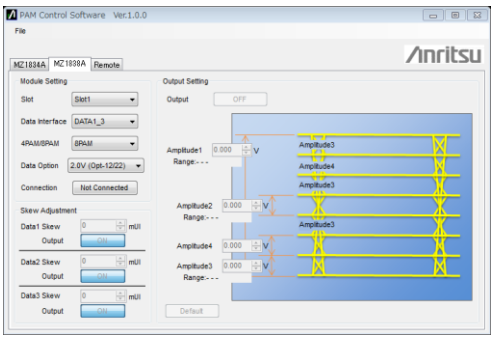


Fig.9 Output Setting

3.3. PAM8 代表波形

Fig.9 に代表的な Baud rate における PAM8 波形を示します。PAM4 同様に、PPG 出力信号結合後も、低ジッタの良好な Eye 開口波形が得られることがわかります。

また、Data1 から Data3 の振幅設定により、PAM8 波形全体の振幅調整も可能です。

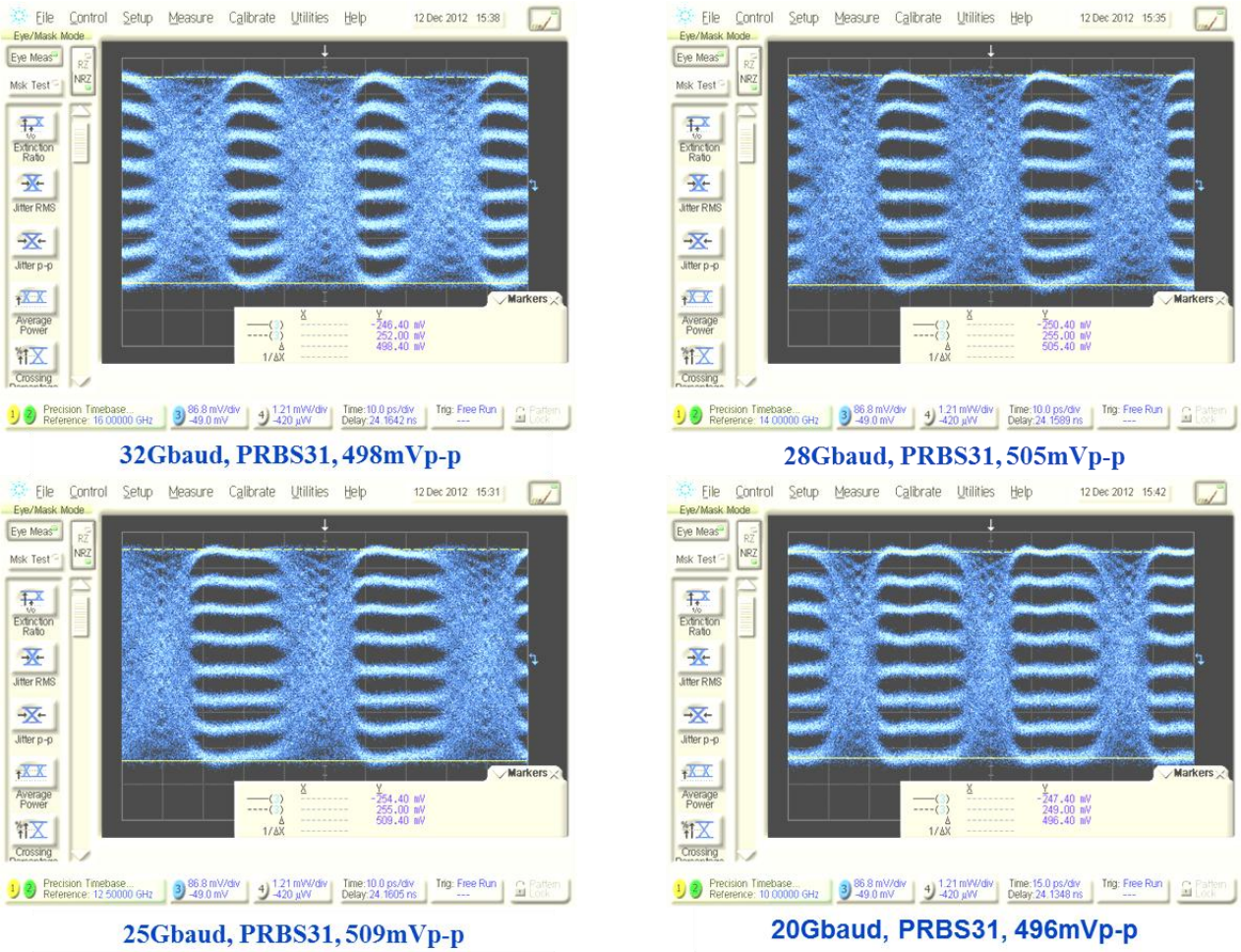


Fig.10 代表的な PAM8 波形

4. まとめ

本資料では、大容量コアネットワークの有望な伝送方式である QAM 伝送方式の研究開発に、利用可能な Multi-channel PPG を用いた PAM4, PAM8 基準信号の発生方法とそのポイントに関して記載しました。現在、研究開発途上の DSP や DAC に代わって Multi-channel PPG を使うことで、QAM 伝送の研究開発に使用できるだけでなく、DP-QPSK 伝送方式など他の様々なアプリケーションに応用可能です。

今後の更なる高速化、大容量化の通信に向け、アンリツは引き続きソリューションと問題の解決方法を提案していきます。

Anritsu

お見積り、ご注文、修理などは、下記までお問い合わせください。記載事項は、おことわりなしに変更することがあります。

アンリツ株式会社

http://www.anritsu.com

本社	〒243-8555 神奈川県厚木市恩名 5-1-1	TEL 046-223-1111
厚木	〒243-0016 神奈川県厚木市田村町8-5	
	計測器営業本部	TEL 046-296-1202 FAX 046-296-1239
	計測器営業本部 営業推進部	TEL 046-296-1208 FAX 046-296-1248
	〒243-8555 神奈川県厚木市恩名 5-1-1	
	ネットワークス営業本部	TEL 046-296-1205 FAX 046-225-8357
新宿	〒160-0023 東京都新宿区西新宿6-14-1 新宿グリーンタワービル	
	計測器営業本部	TEL 03-5320-3560 FAX 03-5320-3561
	ネットワークス営業本部	TEL 03-5320-3552 FAX 03-5320-3570
	東京支店(官公庁担当)	TEL 03-5320-3559 FAX 03-5320-3562
仙台	〒980-6015 宮城県仙台市青葉区中央4-6-1 住友生命仙台中央ビル	
	計測器営業本部	TEL 022-266-6134 FAX 022-266-1529
	ネットワークス営業本部東北支店	TEL 022-266-6132 FAX 022-266-1529
名古屋	〒450-0002 愛知県名古屋市中村区名駅3-20-1 サンシャイン名駅ビル	
	計測器営業本部	TEL 052-582-7283 FAX 052-569-1485
大阪	〒564-0063 大阪府吹田市江坂町1-23-101 大同生命江坂ビル	
	計測器営業本部	TEL 06-6338-2800 FAX 06-6338-8118
	ネットワークス営業本部関西支店	TEL 06-6338-2900 FAX 06-6338-3711
広島	〒732-0052 広島県広島市東区光町1-10-19 日本生命光町ビル	
	ネットワークス営業本部中国支店	TEL 082-263-8501 FAX 082-263-7306
福岡	〒812-0004 福岡県福岡市博多区榎田1-8-28 ツインスクェア	
	計測器営業本部	TEL 092-471-7656 FAX 092-471-7699
	ネットワークス営業本部九州支店	TEL 092-471-7655 FAX 092-471-7699

計測器の使用方法、その他については、下記までお問い合わせください。

計測サポートセンター

TEL: 0120-827-221、FAX: 0120-542-425
受付時間／9：00～12：00、13：00～17：00、月～金曜日(当社休業日を除く)
E-mail: MDVPOST@anritsu.com

● ご使用の前に取扱説明書をよくお読みのうえ、正しくお使いください。 1305

■本製品を国外に持ち出すときは、外国為替および外国貿易法の規定により、日本国政府の輸出許可または役務取引許可が必要となる場合があります。また、米国の輸出管理規則により、日本からの再輸出には米国商務省の許可が必要となる場合がありますので、必ず弊社の営業担当までご連絡ください。

再生紙を使用しています。

No. MP1800A_PAM-J-F-1-(3.00) 公知 2013-12 MG