

# XFP 準拠 10 Gbit/s 光トランシーバ用インタフェース AQ2200-641 および 1×16 チャンネル光スイッチ AQ2200-412

AQ2200-641 XFP Interface Module and AQ2200-412 Optical Switch Module  
with 1×16 Port Configuration for 10-Gbit/s Optical Transceiver

岩崎 隆志<sup>\*1</sup>      中村 幸弘<sup>\*1</sup>      鈴木 和幸<sup>\*1</sup>  
IWASAKI Takashi      NAKAMURA Yukihiro      SUZUKI Kazuyuki

FTTH (Fiber To The Home) の拡大や NGN (Next Generation Network) への取り組みにより、通信用光デバイスの需要が回復している。AQ2200 シリーズマルチアプリケーションテストシステムの新しいモジュールとして、XFP (10 Gigabit Small Form-factor Pluggable Transceiver) 準拠 10 Gbit/s 光トランシーバ用インタフェース、および 1×16 チャンネル光スイッチを開発し、光デバイスの測定ソリューションを強化した。本稿では新しいモジュールの技術紹介と、そのモジュールを用いた各種光デバイスの測定ソリューション例を紹介する。

With the expansion of Fiber To The Home (FTTH) and the development of Next-generation Networks (NGN), the demand for optical devices for communication has been growing. As a new module for AQ2200 Series multi-application test systems, we have developed the AQ2200-641 10-Gbit/s Small Form-factor Pluggable Transceiver (XFP) Interface Module and AQ2200-412 Optical Switch Module with 1×16 channel, and strengthened our measurement solutions for optical devices. This paper describes the technologies of these new modules, as well as examples of measurement solutions for various optical devices using the modules.

## 1. はじめに

FTTH (Fiber To The Home) や ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) などのブロードバンドサービスの拡大に伴い、それらに用いられる光デバイス (光コンポーネント含む) の需要が拡大している。

一方、基幹系の光波長多重伝送システムで用いられる光デバイスの需要は、いわゆる光通信バブル崩壊により一時期冷え込んだが、最近では堅調な回復傾向を見せている。

また、既存の電話網・通信網を統合し、全て IP 化・光化することで通信コストを下げると共に新たなサービスを提供する、NGN と呼ばれる次世代の基幹ネットワーク構築に向けた取り組みが、通信事業者・ベンダー各社のみでなく、国家レベルの取り組みとして盛んに行われている。NGN の導入は 2008 年度より本格化すると見られており、設備投資の機運が高まっている。さらに時を同じくして、チャンネル当たり 40 Gbit/s の超高速伝送が稼働を始めた。これらの動きに合わせて光デバイスも高速化・高機能化が進んでいる。

当社では、これら光デバイスの開発・製造に最適な測定

ソリューションとして、プラグインモジュール形式で各種測定機能を提供する AQ2200 シリーズマルチアプリケーションテストシステム (MATS) を開発し提供している (図 1, 表 1)<sup>(1)</sup>。今回、新たに XFP (10 Gigabit Small Form-factor Pluggable Transceiver) 準拠 10 Gbit/s 光トランシーバ (以下 XFP トランシーバと略す) 用インタフェース AQ2200-641 と 1×16 チャンネル光スイッチ AQ2200-412 を開発し、各種光デバイスの測定ソリューションを強化した。

## 2. XFP 準拠 10 Gbit/s 光トランシーバ用インタフェース AQ2200-641

### 2.1 XFP トランシーバ測定システムの構成

光伝送装置の送受信部には、電気信号と光信号を変換



図 1 AQ2200 シリーズ マルチアプリケーションテストシステム

\*1 通信・測定器事業部 光通信計測開発センター

表1 AQ2200 シリーズ フレームと プラグインモジュールの種類

＜フレームコントローラ＞	
AQ2201	フレームコントローラ(3スロット)
AQ2202	フレームコントローラ(9スロット)
＜光源モジュール＞	
AQ2200-111	DFB-LDモジュール
AQ2200-141	FP-LDモジュール (1.31 μm or 1.55 μm)
AQ2200-142	Dual FP-LDモジュール (1.31 μm/1.55 μm)
AQ2200-136	TLSモジュール
＜センサモジュール, センサヘッド＞	
AQ2200-211	センサモジュール (高感度, 長波長)
AQ2200-215	センサモジュール (ハイパワー, 長波長)
AQ2200-221	センサモジュール (2 CH, 長波長)
AQ2200-231	センサヘッド (大口径, 長波長)
AQ2200-241	センサヘッド (大口径, 短波長)
AQ2200-201	インタフェースモジュール (センサヘッドを接続)
＜光減衰器モジュール＞	
AQ2200-311	ATTNモジュール (標準)
AQ2200-331	ATTNモジュール (光パワーメータ内蔵)
＜光スイッチモジュール＞	
AQ2200-421	OSWモジュール (Dual 1×2 or 2×2)
AQ2200-411	OSWモジュール (1×4 or 1×8)
AQ2200-412	OSWモジュール (1×16)
＜10 Gbit/s BERTモジュール＞	
AQ2200-601	10 Gbit/s BERTモジュール
AQ2200-621/622	10 Gbit/s オプティカルモジュレータ
AQ2200-631	オプティカルレシーバ
AQ2200-641	XFPインタフェースモジュール

する光送受信モジュールが使用される。光送受信モジュールは複数ベンダーによる共通規格の制定が進んでおり、MSA (Multi Source Agreement) と呼ばれる業界規格に沿った光トランシーバが製品化され、急速に普及している。中でも 10 Gbit/s の高速伝送に対応し、小形化・低消費電力化を実現した XFP-MSA (10 Gigabit Small Form-factor Pluggable Transceiver Multi Source Agreement) に沿った光トランシーバの生産が立ち上がっている。

XFP トランシーバの測定項目は、最小受光感度、中心波長、スペクトラム幅、消光比などである。図2に、AQ2200 シリーズを用いた測定システムの例を示す。被測定光トランシーバをリファレンスの XFP トランシーバと対向させ、出入力間に挿入した光アッテネータにより光パワーに減衰を与えながら、各光パワーに対するエラーレートを AQ2200-601 10 Gbit/s BERT モジュール<sup>(2)</sup>により測定する。エラーレートがある基準値を超える時の光パワーから最小受光感度を求める。また光パワー、中心波長およびスペクトラム幅、消光比などを測定するために、それぞれ光パワーメータ、AQ6370 光スペクトラムアナライザ<sup>(3)</sup>、オシロスコープを用いる。トランシーバの出力を光スイッチで切り替えて、それぞれの測定器に入力する。この測定システムにより、図2に示

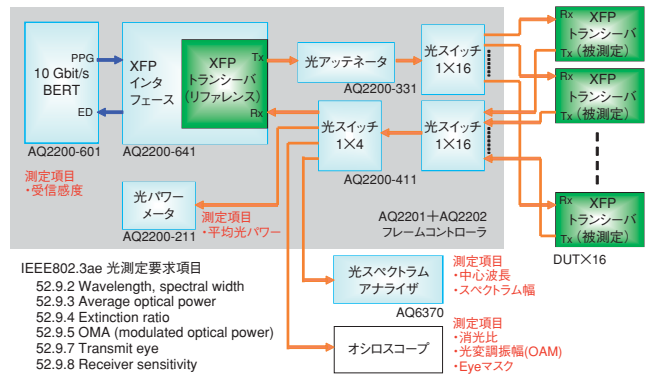


図2 XFP トランシーバの測定システム例

されたように、例えば国際規格 IEEE802.3ae で規定された各種パラメータを測定することができる。

このアプリケーションにおける測定効率を高めるため、ユーザーの持つ XFP トランシーバを 10 Gbit/s BERT モジュールにワンタッチで接続するためのインタフェースモジュールとして、AQ2200-641をラインアップに追加した。

XFP トランシーバは高いインテリジェンスを備えたモジュールで、光入出力パワー、LD (Laser Diode) バイアス電流、モジュール温度などの情報を内部で取得し、シリアルインタフェースにより出力できる。そして、これらの情報を MATS の画面に表示することができる。また、XFP トランシーバへの電源についても MSA で規定されているが、本器では MSA で規定された範囲で電源電圧の調整が可能である。

また、DUT (Device Under Test) や測定機器の切り替えに用いる光スイッチについても、要望の多かった 1×16 チャンネルにチャンネル数を拡大した AQ2200-412 光スイッチモジュールをラインアップに追加した。わずか2スロット幅に1×16チャンネルを凝縮しており、高い切り替え再現性と低い挿入損失により、システムの自動化に貢献できる。

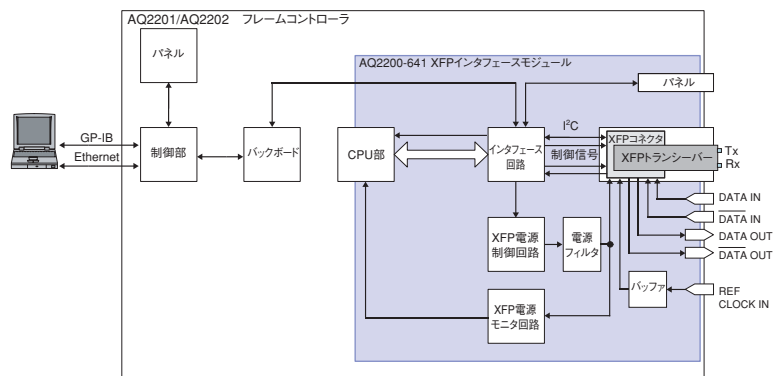


図3 AQ2200-641 XFP インタフェースモジュール システム構成

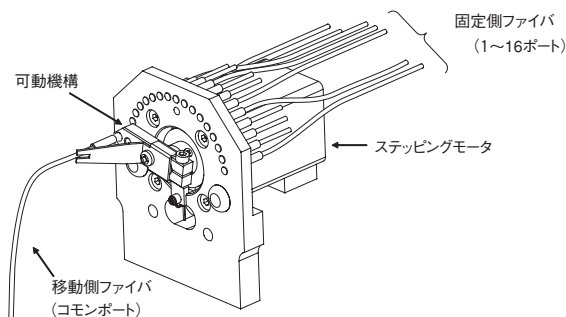


図4 AQ2200-412 光スイッチモジュール 光スイッチ光学部

この光スイッチにより、図2のシステムにおいて、1回の接続で最大16個のDUTを測定可能としている。

### 2.2 AQ2200-641 XFP インタフェースモジュールの構成

図3に、AQ2200-641 XFPインタフェースモジュールの構成を示す。ユーザーの所有するリファレンス用XFPトランシーバを、前面パネルより装着する。XFPトランシーバの背面コネクタのDATA IN, DATA IN, DATA OUT, DATA OUTおよびREF CLOCK INの各信号が、前面パネルのコネクタに接続されている。10 Gbit/sのテスト信号をDATA IN, DATA INよりXFPトランシーバに入力することで、XFPトランシーバで光信号に変換されてTx光コネクタより出力される。また、XFPトランシーバのRx光コネクタで受信した光信号は、電気信号に変換され、DATA OUTおよびDATA OUTに出力される。またXFPトランシーバの各種制御信号をフレームコントローラから制御・モニタすることができるよう、CPU回路とインタフェース回路を備えている。

XFPトランシーバへはMSAで規定されたDC電源を供給する。MSAで規定された範囲で電圧の可変ができるよう、電源制御回路を備えている。

XFPトランシーバのコネクタには着脱回数の制限があり、定期的な交換が必要となる。このため、XFPコネクタ部はプリント基板を分け、スムーズに交換できるよう、メンテナンス性を考慮した設計としている。

### 2.3 AQ2200-412 光スイッチモジュールの構成

光スイッチモジュールの心臓となるのは、光の経路を切り替える光スイッチ光学部である。

光スイッチに要求される項目は、切り替え再現性、挿入損失、PDL (Polarization Dependent Loss)等の光学性能であり、これらの要求に応えるた

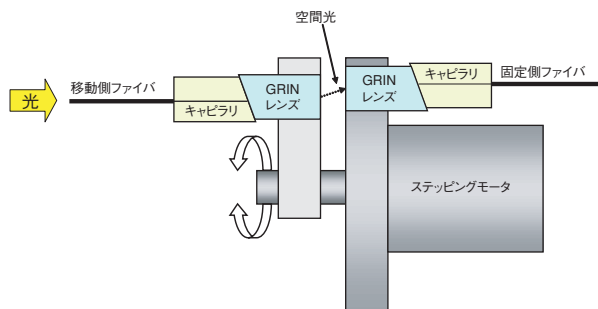


図5 AQ2200-412 光スイッチモジュール 光スイッチ光学部

め、光ポートを機械的に高精度で切り替える方式を採用した。

AQ2200-412で開発した光スイッチ光学部の構成図を、図4に示す。ステップングモータに回転式の切り替え機構を接続し、コモンポートを機械的に可動させることで、チャンネルの切り替えを実現している。ステップングモータには減速機構を用いず、マイクロステップ動作させることで、位置決め精度を確保しつつ小型化することができた。

図5に、光学部分の詳細を示す。レンズとファイバの接合点にはUV接着技術を用い、小型化と信頼性の確保を両立させている。また、光ファイバの曲げに対する耐力も十分に評価を行い、十分な耐久性が確保されていることを確認した。

本光スイッチ光学部の採用により、わずか2スロット幅で16チャンネルの切り替えを実現している。

### 3. 光スイッチモジュールによる各種光デバイスの測定

光スイッチの使用により、光トランシーバの他にも、基幹系で用いられるDWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing, 光波長多重)伝送のキーデバイスである光合分波器や光増幅器、FTTHのキーデバイスである光スプリッタを効率よく測定することができる。これらの測

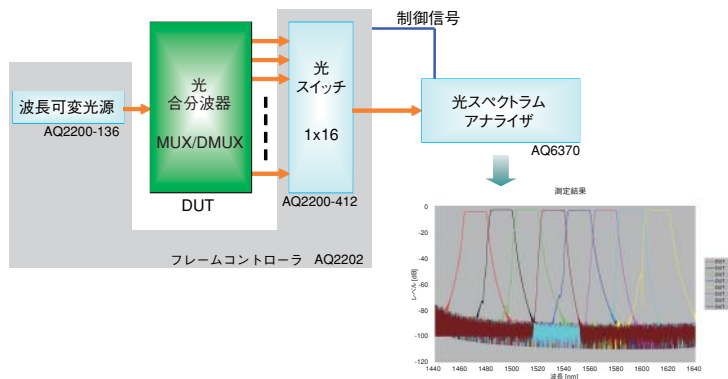


図6 WDM用光合分波器の測定システム例

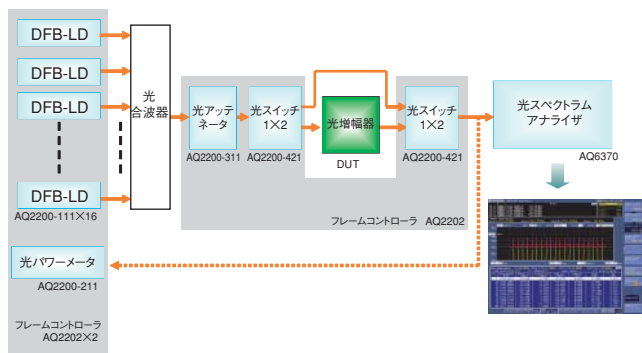


図7 WDM用光増幅器の測定システム例

定ソリューションの例を、以下に紹介する。

### 3.1 WDM用合分波器の測定システム

WDM用合分波器は、波長の異なる光信号を0.8 nm (100 GHz) 間隔などの狭い波長間隔で多重・分離する光デバイスで、各ポートの波長損失特性を測定し、通過波長の損失と波長帯域幅、隣接チャンネルのクロストークなどを求める必要がある。図6に、測定システムの例を示す。AQ2200-136波長可変光源<sup>(4)</sup>と光スペクトラムアナライザの同期掃引機能により、各ポートの波長損失特性を測定することができる。波長可変光源はスペクトル線幅が非常に狭く、高波長分解能で損失波長特性を測定することができる。また、光スペクトラムアナライザが同期しながら波長掃引を行うので、波長可変光源からわずかに出力される自然放出光が光スペクトラムアナライザによりカットされ、非常に広いダイナミックレンジでクロストークを測定することができる。1×16チャンネル光スイッチを使用することにより、最大16ポートまでを自動で測定することができる。

### 3.2 WDM用光増幅器の測定システム

WDM用光増幅器では、波長多重信号の各チャンネルに対するゲイン、SNRが主要な測定項目となる。また光増幅器では、各チャンネルのゲインが平坦であることが求められる。図7に、測定システム例を示す。DFB-LD光源を多チャンネル用意し、光アッテネータで入力レベルを調節し光増幅器に入力する。光増幅器の出力の光スペクトラムを測定し、出力波形から出力パワーとSNRを求める。また光増幅器を介さない時の光スペクトラムを光スイッチにより測定し、比較することでゲインと雑音指数、ゲイン平坦性を求めることができる。これらの解析機能は全て光スペクトラムアナライザに搭載されている。また雑音指数の解析では、測定している光パワーの絶対値が正確であることが重要であり、より精度の高い光パワーメータの測定値により光スペクトラムアナライザの測定値を

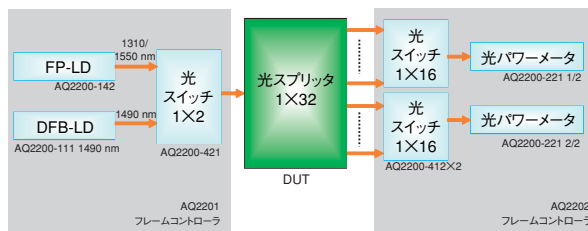


図8 FTTH用光スプリッタの測定システム例

補正することで、雑音指数の測定精度を高めることができる。

### 3.3 FTTH用光スプリッタの測定システム

FTTH用光スプリッタは入力信号を16ポート、32ポートなどに均等に分岐する光デバイスで、各ポートの挿入損失が主要な測定項目である。図8に、測定システムの例を示す。使用する各波長の光源を1×2チャンネル光スイッチで選択し、光スプリッタに入力する。光スプリッタで分岐された各出力ポートを1×16チャンネル光スイッチで選択し、光パワーメータで各ポートの出力を測定する。予め光スプリッタを介さない状態での出力パワーを測定しておき、その値と差し引きすることで、各ポートの挿入損失を求めることができる。

## 4. おわりに

AQ2200シリーズは、高性能でスペース効率に優れ、フレキシビリティの高い測定システムを構成することができるテストシステムである。光の基本測定機能を網羅しており、AQ6370光スペクトラムアナライザを組み合わせることで、各種光デバイスの測定を効率よく行うことができる。本稿で述べた新しいモジュールにより、より多くのデバイスに最適なソリューションを提供できるようになった。光通信の世界は技術変化が激しく、光デバイスの測定ニーズも絶え間なく変化していく。今後も、AQ2200シリーズにより、新しい測定ニーズに応えるソリューションを提供していきたい。

## 参考文献

- (1) 飯田力弘, 太田克志, 江間伸明, “AQ2200マルチアプリケーションテストシステムの開発”, 安藤技報, Vol. 73, 2004, p. 13-17
- (2) 田中康寛, 宮木将介, 豊田誠司, 富田一郎, “小型・広帯域波長可変レーザ光源 AQ2200-136TLSモジュール”, 横河技報, Vol. 49, No. 2, 2005, p. 63-66
- (3) 大利賢治, 遠山晃, 鈴木和幸, 堤成一, 柳澤幸樹, “小型10 Gbit/s ビット誤り率測定器AP9945, AQ2200-601”, 横河技報, Vol. 49, No. 2, 2005, p. 67-70
- (4) 新製品紹介“光スペクトラムアナライザAQ6370”, 横河技報, Vol. 50, No. 3, 2006, p. 114