

光通信用ATM-PON 送受信光モジュール

工藤 美行 寺嶋 宗弘
中村 努 内藤 勝好

近年IT革命という言葉が一躍有名になり、インターネットに代表される情報通信ネットワークが、オフィスの範囲を超え、各家庭、一個人ユーザへ急速に普及するようになってきた。各ユーザへのサービスの提供を可能とするアクセス系ネットワークの形態が多様化する中、特に光ファイバを伝送路とする経済的高速広帯域アクセスシステムATM-PON (Asynchronous Transfer Mode based Passive Optical Network) システムへの早期導入を目指してきたFSAN (Full Service Access Networks) グループの展開が、期待されている^{1) 2)}。

FSANとは、アメリカ、ヨーロッパ、日本の通信事業者が中心となった組織のことであり、システム仕様の共通化を図るため、開発段階から共に検討を行い、多様なサービスの要求に柔軟に対応できる光アクセスネットワーク

の実現を目指した組織である。国際標準化勧告ITU-T (International Telecommunication Union, Telecommunication Standardization Sector) G.983.1と G.983.2が完成し^{3) 4)}、世界統一標準、国際標準化が確立された。

ATM-PONは、マルチメディアの多元速度多重化技術、品質制御機能に優位なATM技術と、光アクセス網の共有化による経済化が期待されるPON技術を組み合わせたシステムである。システムの普及には、システム仕様の世界共通化による大量生産を可能とした低コストな装置の供給が必要である。装置のコストの大半を占める光モジュールの低コスト化、および、量産化技術の開発による供給の確保は、重要な課題となっている。

本稿では、沖で開発されたATM-PONシステム用

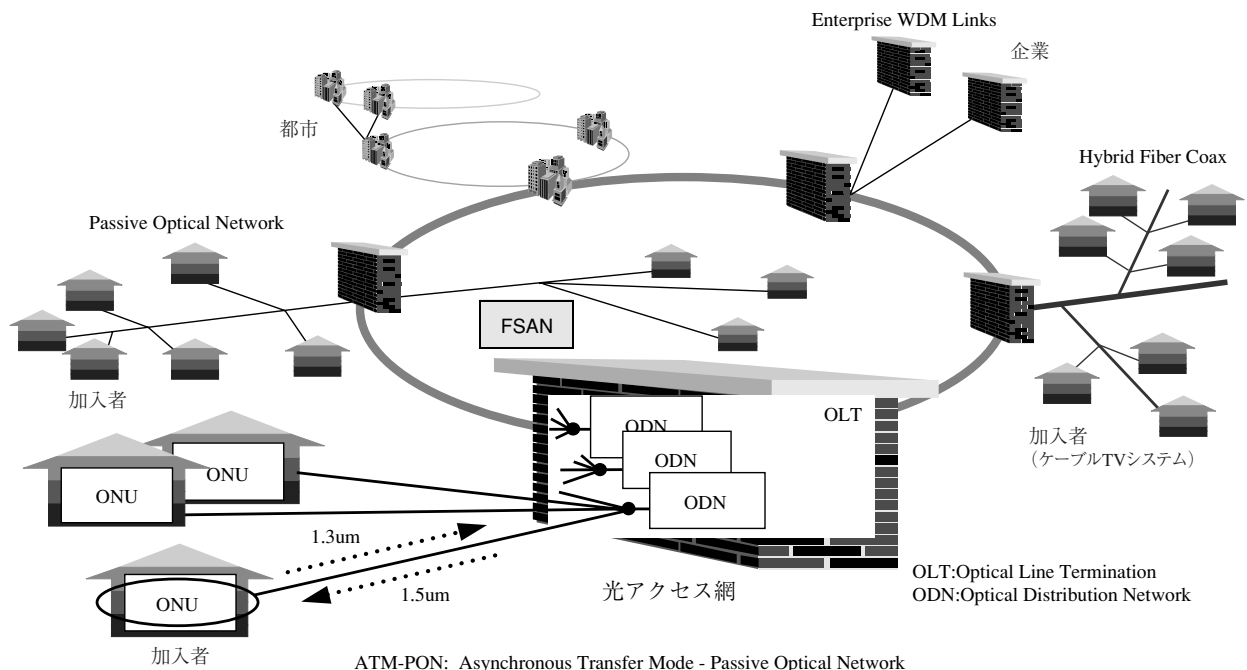


図1 ATM-PONシステムの構成

155.52Mbps低コスト化ONU (Optical Network Unit)
光モジュールの構造と特性について述べる。

ATM-PONシステムの概要

ITU-T 勧告 G.983.1で規定されているATM-PONシステムの構成を図1に示す。システムは、OLT (Optical line Terminal; ネットワーク側で複数のユーザを持つ光加入者線終端装置) とONUで構成される。ネットワークを構成している光ファイバは1.3 μm 帯シングルモードファイバを使用した1心ファイバであり、1.3 μm 帯と1.55 μm 帯の波長多重による双方向伝送方式としている。ONUからOLTへの上りの信号光は波長1.3 μm 帯を使用し、伝送速度は155.52Mbpsである。OLTからONUへの下りの信号光は1.55 μm 帯を使用し、伝送速度は622.08Mbpsまたは155.52Mbpsである。OLTから複数のユーザ (ONU) へ光ケーブルを提供するネットワークは光アクセス分配網ODN (Optical Distribution Network) で構成され、光スプリッタ等の光分岐回路部品が使われる。光加入者側終端装置ONUは、1.55 μm 帯の受光部と、1.3 μm 帯の発光部からなる光電変換部 (光モジュール) と、電子回路から構成される。

ONU光モジュールの構成

図2に、今回開発したONU光モジュールの構成と外観、表1にモジュールの仕様を示す。1.3 μm 帯の波長と1.5 μm 帯の波長を合分波するWDM (Wavelength Division Multiplex) 光回路部には、WDMフィルタを挿入した光導波路 (PLC; Planar Lightwave Circuit) を使用している。ここでは、ファイバカップラタイプや空間ビームタイプに比べ、小型集積化、および、組立工程での自動化に適し、量産、低コスト化に優位であるPLCを選択した。

WDMフィルタは低コスト化を図るためポリイミドフィルタを使用している。ポリイミドフィルタをPLCの分岐箇所にあるダイシング溝に挿入固定することによって、1.3 μm 帯の波長と1.5 μm 帯の波長を合分波している。ポリイミドフィルタはLWPF (Long Wave Pass Filter) 仕様である。ファイバから入力された1.5 μm 帯の受信波長はフィルタを通過し、受信用のPD (Photo Diode) に受光され、一方、1.3 μm 帯の送信側LD (Laser Diode) 信号光はフィルタによって反射し、ファイバより出力される構成となっている。

ATM-ONU光モジュールは、送信、受信を同時に駆動させて使用することから、電気クロストーク、光クロストークの問題が発生する。今回紹介するモジュールは、電気クロストークの問題を回避するため、送信側のLD素子

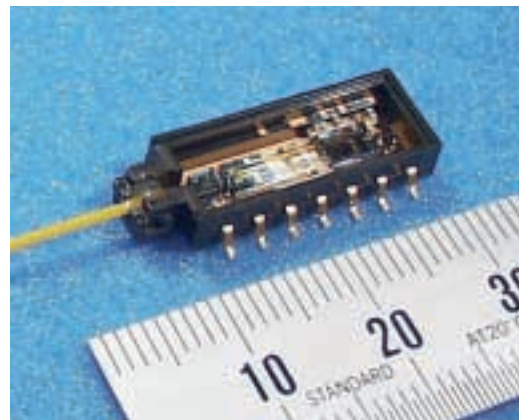
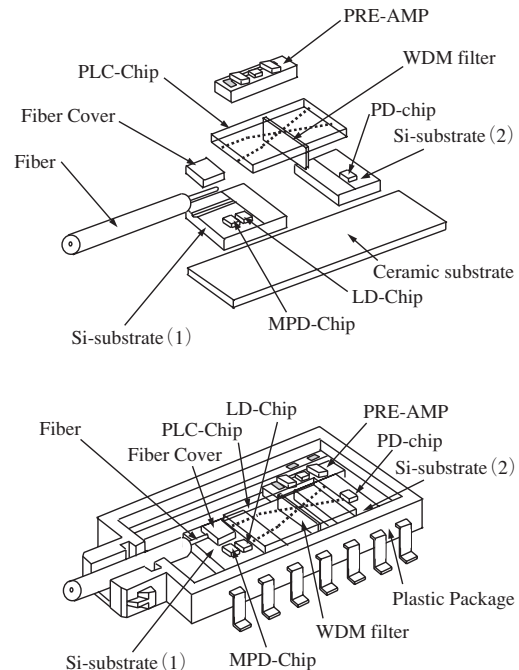


図2 モジュール構造および外観

と受信側のPD素子間を電氣的に絶縁する、分離搭載構造としている。従来、送信側LDと受信側PDは同一Si基板上に搭載されていたため、電気クロストークを低減するには、LD素子-PD素子間の距離を十分に離すことや、GNDの強化等の対策が必要となり、小型、低コスト化の実現が困難な構造であった。しかし、LD素子、モニター用PD素子を搭載した送信側Si基板 (1) と受信用PD素子を搭載した受信側Si基板 (2) を、絶縁体となるPLCを介してそれぞれ接続される分離構造とし、かつ、PLCに搭載したSi基板 (1) とSi基板 (2) を、セラミック基板を介し、プリアンプと共にプラスチックパッケージへ搭載することによって、電氣的な絶縁性を強化することができたの

で、電気クロストークの問題を回避しながら、さらに、LD素子-PD素子間の実装距離の短小化、つまり、PLCの小型化を図ることを可能とし、同時に低コスト化を達成することに成功した。

一方、光クロストークについては、特に、信号パワーの大きい送信部と微弱な信号を検出する受信部における、同時送受信を満足する必要があるため、送信波長である1.3μm帯の波長を受信部で十分に阻止する必要がある。本光モジュールは、PLCの受信側端面と受信用PD素子間にLWPFフィルタを挿入し、かつ、受信側Si基板(2)へ、迷光防止用樹脂のポッティングをすることによってクロストークの低減を図った。

その他、分離構造により、個別部品ごとにおける歩留の管理を可能とし、モジュール全体の歩留の向上と工程管理の簡素化を図ることが可能となり、コストの削減、および、量産に向けたモジュール提供を実現している。モジュール外形寸法は23.7(L)×8.2(W)×3.5(T)mmである。

ONU光モジュールの特性

図3に155.52Mbps信号受信時の符号誤り率特性を示す。送受同時動作時の最小受光感度は、温度範囲-40~+85℃において-36dBm (BER=10⁻¹⁰) 以下を得、この

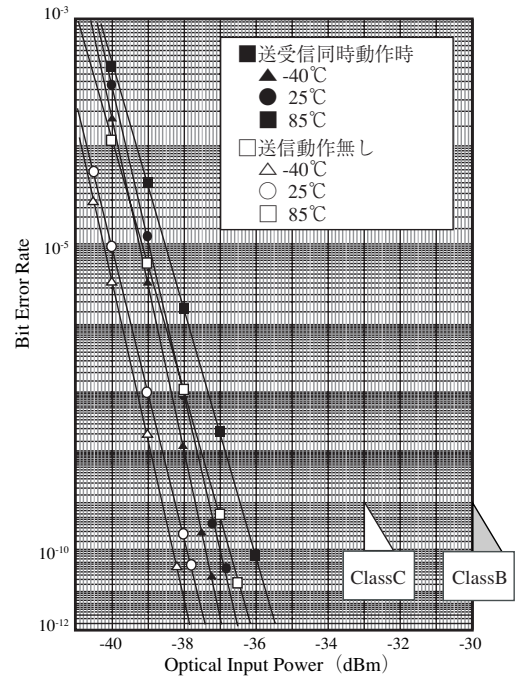


図3 符号誤り率特性 (155.52Mbps)

時のパワーペナルティは1dB以下となり、良好な特性を得た。ITU-T G983.1で勧告された最小受光感度Class

表1 155.52Mbps ONU光モジュールの仕様

(Ta=-40 to 85℃)

項目	記号	条件	最小値	平均値	最大値	単位	
送信側	伝送速度			155.52		Mbit/s	
	光出力	Pf	CW	-2	4	dBm	
	しきい値電流	Ith	-		40	mA	
	中心波長	λc	Pf=2.25mW,RMS	1270	1360	nm	
	スペクトル半値幅	Δλ	Pf=2.25mW,RMS(σ)		5.8	nm	
	順方向電圧	Vop	Pf=2.25mW		1.45	V	
	動作電流	Iop	Pf=2.25mW		80	mA	
	立ち上がり、立ち下がり時間	tr, tf	Pf=2.25mW		1	ns	
	モニタ電流	Im	Pf=2.25mW	80	300	μA	
	モニタ暗電流	Id	Ta=25℃		15	nA	
トラッキングエラー	Er	Im=const @Pf=2.25mW (25℃)	-1		1	dB	
受信側	電源電圧	Vcc	-	3.0	3.3	3.6	V
	受光感度	Re	Pin=3μW, Vcc=3.3V	14	16		kV/W
	バイアス電圧	Vb	Pin=0mW, Vcc=3.3+/-0.17V	0.82	1.02	1.22	V
	トランスインピーダンス	Zt	-		88		dBΩ
	立ち上がり、立ち下がり時間	tr,tf	10%-90%			3.9	ns
反射減衰量	Rl	λ=1480-1580nm	20			dB	

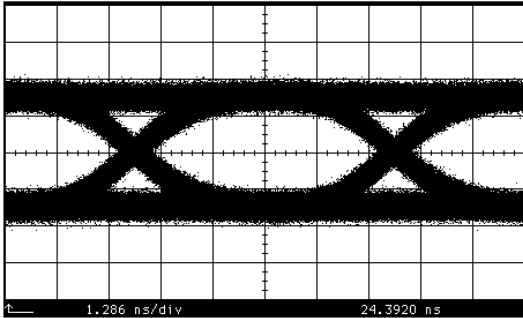


図4 受信波形形 (Pin = -35dBm, @25°C)

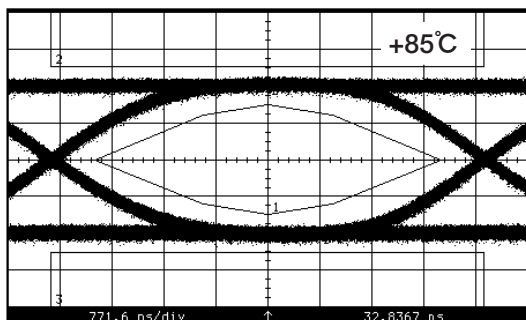
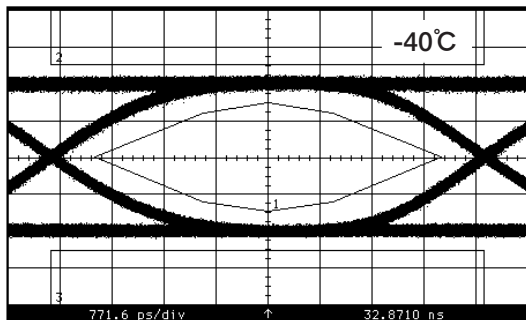
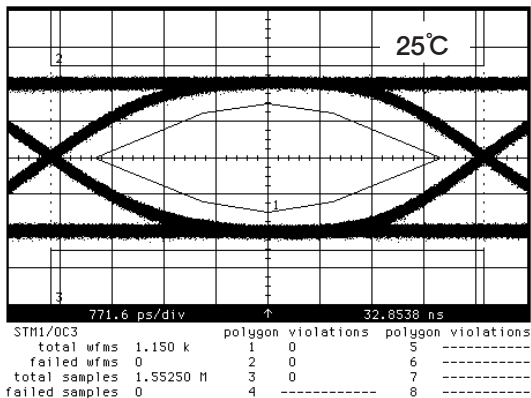


図5 光出力波形 (-40°C~+85°C)

B, Class Cの仕様を十分に満足する結果である。図4に受信波形 (Pin=-35dBm, @25°C) を示す。受光感度については、0.85A/W (@25°C)、プリアンプを含む変動量±1dB以下 (@-40~+85°C) となり、安定した結果を得ている。モジュールの光出力特性は、ファイバ出力 Pf=2.25mW (25mA, @25°C) に対し、トラッキングエラー±0.6dB以下 (@-40~+85°C) の良好な結果を得た。この時の光出力波形を図5に示す。モジュールの内部反射減衰量については、送信波長における反射減衰量が-15dB以下、受信波長における反射減衰量が-25dB以下となり、良好な結果を得た。

あとがき

経済的高速広帯域アクセスシステムATM-PONの国際標準化勧告ITU-T G.983.1に準拠する155.52Mbps低コスト化ONU光モジュールについて紹介してきた。モジュールの設計評価、検証において、十分な特性が得られることを確認した。今後、商用化に向けた量産化が最重要課題である。そのためには、モジュールの信頼性の確保を進めると共に、さらなる低コスト化モジュールの要求に対応できる柔軟性を持つことが必須と考えている。今後のATM-PONシステムのグローバルな展開に期待すると同時に、アクセスシステム全体の動向、展開について注目していきたい。

参考文献

- 1) 前田, 他: 高速広帯域光アクセス網の標準化動向, 電子情報通信学会誌, Vol.83 No.3 pp.169-173 2000年3月
- 2) 横田, 他: 光アクセスシステム, 沖電気研究開発第182号, Vol.67 No.1 pp19-22 2000年4月
- 3) ITU-T Recommendation G.983.1 "Broadband optical access systems based on Passive Optical Networks (PON)" 1998
- 4) ITU-T Recommendation G.983.2 "The ONT Management and Control Interface Specification for ATM-PON," COM 15-R44, June 1999

筆者紹介

- 工藤美行: Miyuki Kudo.コンポーネント事業部 アドバンストオプト部 光モジュール開発第2チーム
 寺嶋宗弘: Tokihiro Terashima.コンポーネント事業部 アドバンストオプト部 光モジュール開発第2チーム
 中村 努: Tsutomu Nakamura.コンポーネント事業部 アドバンストオプト部 光モジュール開発第2チーム サブチームリーダー
 内藤勝好: Katsuyoshi Naito.コンポーネント事業部 アドバンストオプト部 光モジュール開発第2チーム チームリーダー