

DWDM 用ディスクリート部品

日本板硝子株式会社技術研究所筑波研究センター

仲間 健一

Discrete components for DWDM optical telecommunication networks

Kenichi Nakama

*Tsukuba Research Center, Technical Research Laboratory,
Nippon Sheet Glass Co., Ltd.*

1. はじめに

北米を中心とした光通信市場は、広帯域の光ネットワークのニーズと数々の新しい技術シーズによって大きく伸長してきた。その中で、エルビウムドープファイバンプ (EDFA) の増幅可能な波長帯域を狭い波長間隔で多数の波長により分割する狭帯域波長分割多重 (DWDM) 光通信は、従来の単一波長のポイント-ポイント接続の長距離光通信端局に波長多重化するための装置を設置することで、多重化した波長数倍に通信容量をすることができるため、逼迫した通信トラフィックを短期間で効率よく増やすことができる方式として広く展開されて現在に至っている。

このような DWDM 光通信システムの中では、従来の単一波長での光通信システムでは考えられなかった、数多くの光部品が使用されており、その多くが高い信頼性を有するガラスやシリコンなどの無機材料で作製した機能素子で構成されている。

また石英系光導波路で集積形成された光導波路型の回折格子である AWG や熱光学効果を利用した光スイッチアレイ、光ファイバへの結合効率を高めるスポットサイズ変換導波路付き半導体レーザ、光ファイバ線路とフィルタを集積化したファイバブラッグ回折格子など、機能を集積化した光部品も既に実用化されているが、その一方で誘電体多層膜による狭帯域バンドパスフィルタや半導体レーザとファイバの結合効率を高めるマイクロレンズ、メカニカルな駆動による光スイッチなど、個別の光学要素をマイクロレンズなどの空間伝搬でインタフェースをとることのできる素子を介して光ファイバと接続し、単一機能部品を構成するディスクリートな光部品も数多く存在する¹⁾。

ここでは、特に DWDM 光通信システムの概要とそのシステムに使用する光部品について紹介し、マイクロレンズの応用について概説する。

2. DWDM 光通信システム

DWDM 光通信システムは、送信側の端局に配置され発振波長を厳密に制御した複数の波長

〒300-2635 茨城県つくば市東光台 5-4
TEL 0298-47-8681
FAX 0298-47-7748
E-mail: KenichiNakama@mail.nsg.co.jp

の半導体レーザと、それらを多重化するための合波モジュール、多重化された信号を伝搬する光ファイバ、中継局に配置され減衰した信号を増幅する光ファイバアンプ、そして受信側の端局に配置され多重化信号を分波する分波モジュールと分波された光信号を電気信号に変換するフォトディテクタにより構成される。DWDM 光通信システムの基本構成を図1に示す。

また、DWDM 光通信システムは、ロングホールと呼ばれる長距離の幹線光通信系、メトロと呼ばれる都市内光通信系、および、端局と

各ユーザを結ぶ加入者系に階層化されており、その階層間を接続するためのシステムが用意されている。DWDM 光通信システムの階層構造を図2に示す。

従来のポイント-ポイントを単一波長の光で接続するシステムでは、光信号を一度すべて電気信号に変換し必要な電気信号の packetsのみを交換する方式であったが、DWDM 光通信システムでは、幹線系を送信されるすべての光信号が電気に変換されることなく、その内の一部の波長（例えばメトロを構成する任意の都市に割り当てられた波長）のみを分波して電気

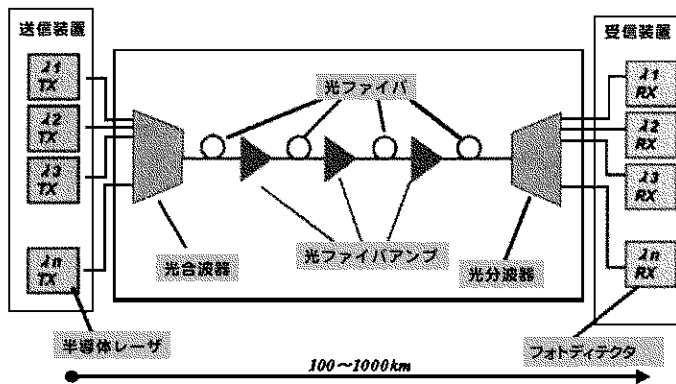


図1 DWDM 光通信システムの構成

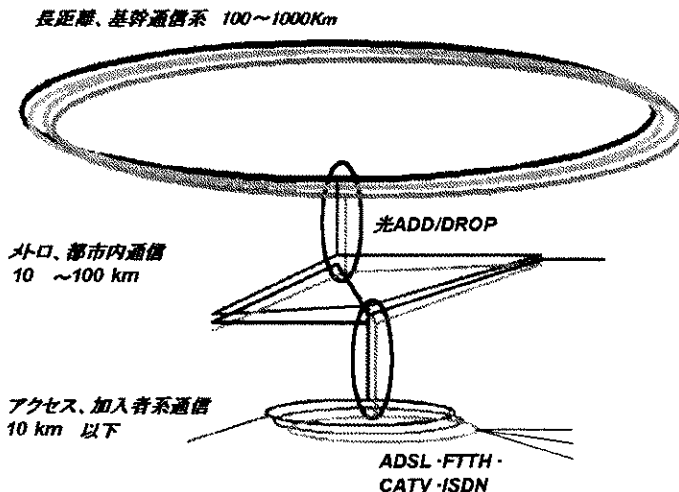


図2 DWDM 光通信システムの階層構造

表1 主な DWDM 光通信用光部品

パッシブ部品	アクティブ部品
<ul style="list-style-type: none"> - 光分波合波器 - 光カプ - 光固定/可変減衰器 - 波長可変フィルタ - 光フィルタ <ul style="list-style-type: none"> ・狭帯域バンドパスフィルタ ・利得等化フィルタ ・ODAMフィルタ ・ポンプレーザ光合分波フィルタ - 光アイソレータ - OADMモジュール - 光終端器 - 波長分散補償器 - 偏波分散補償器 - 光コネクタ - 光サーキュレータ - インターリバー etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - 光クロスコネクタスイッチ - 外部変調器 - 多波長光源 - 高速PDモジュール - 波長可変レーザ - 波長変換器 - 光アンプ etc.

に変換して受信し、送信する場合はその波長で発振した光信号を合波する、光 ADD/DROP システムによってインタフェースをとる。したがって、各メトロネットワークで要求される伝送容量に応じて波長数を割り当てることで、ネットワークの通信負荷の変動に対応できる冗長性をもつ。

DWDM 光通信システムでは、従来の単一波長のポイント-ポイント間の光通信を単に波長多重化するために必要な光モジュール・部品群と、それを一歩進めて DWDM 光ネットワークの構築に必要な光モジュール・部品群、更に多重化数を増やしたり 1 チャンネルあたりの変調速度を上げたりするなど既存システムの性能改善を行うための光モジュール・部品群が、各階層でそれぞれ用いられ、従来のシステムにない光部品群、特にパッシブ光部品の集合体としてシステムを構成していることが大きな特徴である。主要な DWDM 光通信用の光モジュール・部品を表 1 にまとめる。

3. マイクロレンズの応用

DWDM 光通信システムで使用する光モジュールは、それぞれが多くの光部品を構成要素としているため、光部品の使用される機能、形態、材料は多岐にわたっており、装置の規模や階層に応じて集積化した光部品からディスク

リートな光部品までが適材適所で用いられているのが現状であるが、その中でディスクリートな空間伝搬系の光部品群で構成されるマイクロオプティクス型の光モジュールでは、光ファイバとの接続にファイバコリメータなどのマイクロレンズを用いたインタフェースを用いるのが一般的である。一例として光分波合波器の構成例を図 3 に示す。

光分波合波器は、合分波チャンネル数に対応した波長の狭帯域バンドパスフィルタとセルフォックマイクロレンズ (SML)、光ファイバを主要構成要素としており、一組のファイバコリメータの間にバンドパスフィルタを実装したものを多段に接続した光回路を有する。主要構成要素はすべてガラス製光部品で構成される。SML は屈折率分布型のレンズであるため表面がフラットであり、光ファイバと組み合わせて光ファイバコリメータを構成するのに適している。

SML を用いた光ファイバコリメータ対を用いれば、その間に種々の機能素子を挿入固定することで光ファイバとのインタフェースがとれた光機能部品を構成することができるため、例えば、ファラデー回転子と偏光子を挿入して構成する光アイソレータ、ND フィルタを挿入して構成する光減衰器、所定の波長の狭帯域フィルタを挿入して構成する OADM モジュールなど、多数のモジュールに複数の SML が用いら

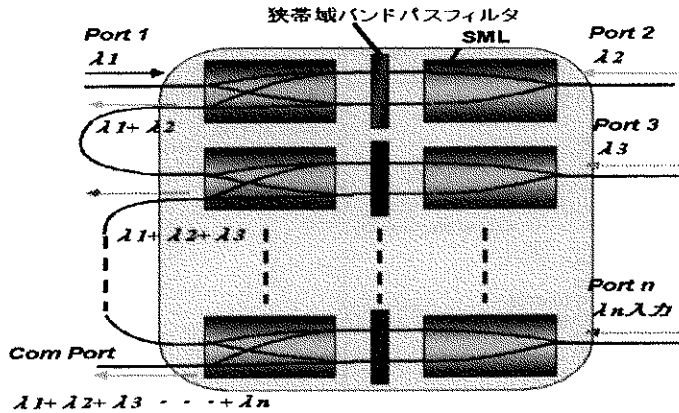


図3 光合分波器の構成

れている。また空間伝搬の複数のコリメート光をSiのマイクロミラーで反射させるか、そのまま通過させるかによってクロス/バー状態を切り替えるMEMS光スイッチなども実用化され、マイクロレンズと光ファイバとを高精度に複数配列したコリメータアレイが用いられている。この用途では、フォトマスクと等価の配列精度を有する平板マイクロレンズアレイ(PML)が使用される場合も多い。

4. ま と め

DWDM光通信システムの中で使用されるディスクリットな光部品について紹介し、その光部品を構成する要素部品であるマイクロレン

ズの応用について概説した。

現在、北米を中心とした光通信市場は、昨年までの急激な伸びが鈍化しているが、ブロードバンドインターネットの普及などによって通信トラフィックが増大する方向に推移することは間違いのないところである。数々の新しい技術、新機能素子が出現するであろう次世代のテラビット光通信システムにおいても、高性能で高信頼性のガラス機能材料、機能素子の重要性は高まっていくと思われる。

参 考 文 献

- 1) 「OFC2000レポート—進化する光通信—」, 月刊OPTRONICS, pp. 137-189, No. 6 (2001)