

分散補償フィルタモジュール市場展望

By, Stephen Montgomery ElectroniCast

光波長分散補償器、パッケージ化されたフィルタデバイスは一般にFBG（ファイバブラッググレーティング）またはエタロンベースの部品でできている。しかし、VIPAや他の技術も考慮に入れる。

WDM-高速化する情報速度

言うまでもなく、WDM光伝送技術の利用は、ネットワークシステムで情報伝達を高速化するための実証された、優れたアプローチである。このようなネットワークシステムがインターネットや他のネットワークで使用されている。とはいえ、分散は信号を歪ませ、距離が延びると信号が広がって伝送エラーの要因となる。

ファイバから波長を分離して目的地にルーティングするには光フィルタが必要になる。光フィルタは光波長の減衰、選択に用いられる。一般に波長間隔が近ければ近いほど、多重波長数は増え、各伝送波長での損失は高くなる。DWDMは、フィルタやファイバによる損失を補償する光ファイバ増幅器が使えるようになって実用可能となった。しかし、光アンプは利得差とノイズの問題をかかえている。

したがって、R&Dの多くはフィルタ特性の改善に向けられてきた。透過波長での損失の低減、フィルタのパスバンドを狭くし、ボトムをフラットにする、サイドの切れをよくする。初期の光ファイバアンプは、WDMに使用する波長帯で利得の変動が大きかった。このため、アンプの出力側では、入力時に同程度のパワーレベルであった波長はパワーレベルが異なる波長として出て行くことになる。数百kmの幹線でアンプがカスケードされるとこの問題が蓄積される。したがって最近のR&Dの多くは、帯域全体にわたって利得特性を平坦にすることに向けられてきた。

利得を平坦化したフィルタはこの目的を果たせることになる。

DWDM (<波長間隔1.6nm) が機能するには、伝送波長が割り当てられた波長からドリフトして外れないことが重要だ。したがって、送信器には次の2つの性能を同時実現していることが必須となる。極めて厳しい波長安定性を持ち、指定された波長で出力することと光パワーを連続的に維持できることだ。波長精度を上げ、安定度を高めるために設計と製造技術の改善に多くの努力が払われてきた。所望の波長を実現する一般的な技術は温度コントロールを使用して、温度を調整することでレーザダイオードを所望の波長に調整することだ。しかし、このアプローチについては、DWDMシステムのOEMsの中には否定的なところもある、ヒーターが電力を消費し、アクティブデバイスとなるからだ。

現在のDWDMシステムの多くは、従来のパッシブな光スプリッタ/コンバイナにより多様な伝送波長を1本のファイバに入れている。このため、1つの送信ダイオードの温度コントロールが壊れると、伝送波長は割り当てられた他の波長の間をさまようことになり、他の信号に重なってネットワークの混乱を来す。

システム設計者は、温度制御への依存から逃れるような、コンポーネントの改善に強い関心を抱いている。安定した伝送波長を実現するためのもう1つの技術は、内部（モノリシック）または外部のグレー

ディング（ファイバ、ホログラフィック、ワールド、リソグラフィなど）を組み込むことだ。送信器は波長ロックされる必要がなく、波長ドリフトは±数nmに収まり、深刻な問題は起きない。このため、これらのコンポーネントは競合技術よりも低価格となる。

データレート/ch上昇の障害

チャンネルあたりのデータレートを高めようとするとき、次の2つの障害に直面する。1つは波長分散 (CD)、もう1つは偏波モード分散 (PMD) だ。例えば、CDまたはPMDのいずれでも、補償しないと、長距離/超長距離 (LH/ULH) の40Gbps伝送の障害となる。

PMDとCDは低いデータレートでも存在する。PMDはデータレート上昇に比例して増える。CDは、データレートの二乗で増えていく。よって、2.5Gbpsと40Gbpsとを比較すると、40GbpsではPMDは16倍、CDは256倍厳しくなる。データレートが2.5Gbpsから10Gbpsになっても、PMDは許容度を超えることはなかったが、CD補償のない場合、最新のファイバでも10GのLH/ULH伝送は不可能だった。これは同じ間隔で、もしくは中継器毎 (60 ~ 80km) に負の分散スロープを持つファイバを挿入して正の分散スロープを与えることで伝送可能となった (海底システムでは、後でブランチファイバを挿入することはないので、分散補償ファイバは伝送ファイバに融着接続されており、陸上でプラグインする場合と比べて、トータルのスパンロスは少なくなっている)。

負の分散スロープを持つファイバは、

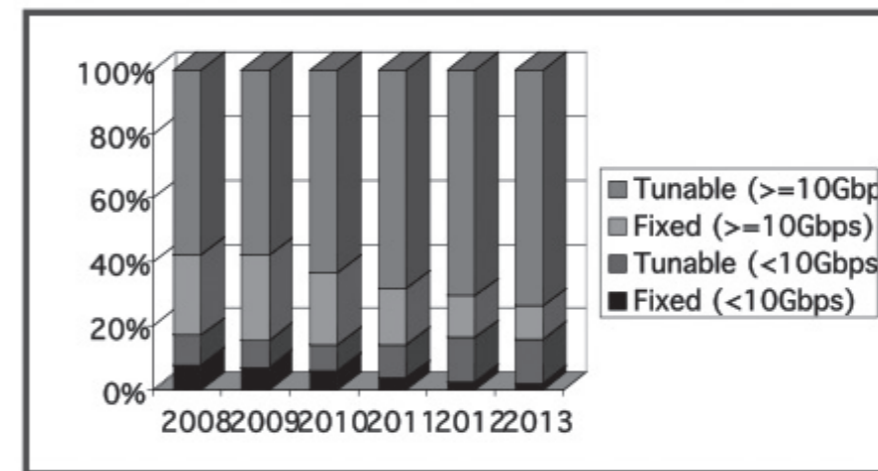


図1 波長分散補償フィルタモジュール、タイプ毎 (%) の世界の消費額予測

全ての波長において正の分散スロープを補償することはできない。しかし、光ファイババンドは、1997年以来、分散補償ファイバをさらに調整することでこれを実現した。これによって現在の10Gbps敷設で残留分散は許容範囲となった。

しかし、40Gbpsでは残留分散の影響 (静的な負の分散スロープの後) は10Gbpsの16倍となり、極めて厳しい。4つの代替ソリューションが考えられている。プラグインファイバベースの固定分散補償器の改善 (伝送ファイバへの逆の調整が向上)、海底幹線ですでに使用されているインラインスプライスの利用 (これはファイバセグメント間調整の改善が必要となる)、新しい世代のファイバを使用する、可変分散補償器を用いる。

ほとんどの伝送路設計者は、新しい世代のファイバが必要なところでも、必要な時でも、改善された固定分散補償器とチャンネル毎の可変分散補償器との組み合わせを利用する。

一方の分散、PMDはファイバ形状あるいは材料組成の微妙な変動によって生ずる。温度でも変動する。PMDは時間的な変動が急であり、ランダムである。PMDの影響は、上に指摘した新しい世代のファイバを使えば大幅に抑制することができるが、それでも十分ではないと

考えられる。ほとんどの伝送路設計者は、ダイナミックな、自己調整型のPMD補償器が、少なくともレシーバ毎に、恐らくもっと多く必要だと考えている。

ElectroniCastは最近、通信用光分散補償フィルタモジュール (テスト、計測用途を含む) の仕様について調査報告書をリリースした。現在、これらのパッケージ化されたフィルタデバイス (モジュール) は一般には、FBGs、エタロンベースのデバイスでできている。しかし、予測期間には、VIPAのようなバルクオプティクスやその他の技術も含まれている。波長分散補償フィルタモジュール (CDCFM) 市場予測データは、ElectroniCastのこのレポートでは次の製品が対象となっている。

標準的な固定CDCFM (<10Gbps)、標準可変 (チューナブル) CDCFM (<10Gbps)、最新の固定タイプCDCFM (≥10Gbps)、最新の可変CDCFM (≥10Gbps)。

可変10Gbps超CDCFMが消費額をリード

10Gbpsおよびそれ以上のネットワークに対応する測定器も含めて、通信ネットワークで使用される可変タイプのモジュールが、2009年では市場シェア58%、3403万ドルの消費額だった。2013年までには、

高いデータレート (≥10Gbps) に合わせて遠隔調整できる、可変分散補償フィルタモジュール (CDCMs) が10Gbps以上のリンクで使われ、消費額は3667万ドルと予測している。固定タイプのCDCMs、10Gbpsおよびそれ以上の伝送レートで使用されるものは、この予測期間では消費額の伸びは緩慢と見ている。

最先端の固定タイプCDCM、短期的に力強い成長

最先端の固定タイプフィルタベースのCDCMsは世界的に消費額が伸びると予想されている。しかし、分散補償ファイバ技術との厳しい競争に直面し、最終的にはフィルタベースのソリューションはチップベースや変調技術との競合に直面する。

最先端の固定タイプフィルタベースのアプローチは、短期的には年率10%の成長を見せるが、これはDCFソリューションに比べてコストとサイズで優位性があるからだ。電気の分散補償器 (EDC) やフォトニックあるいは光集積回路/チップ (PIC/光チップ分散補償器: ODCs) が、予測期間の後半では、特定のアプリケーションで目立ち始める。最終的には、このチップソリューションの数量が増え、市場でも採用が進んで、特定の製品カテゴリーでは、フィルタベースのアプローチの置き換えとなる。また、遠隔制御の分散補償器システムの必要性が、ある程度は、固定タイプの需要に食い込むことになる。

消費額は、実際に試用される数量に平均価格を乗じたものとなる。予測期間の後半ではCDCMsは、10Gbps以上のトラフィックを流すネットワークで使用されるもののシェアが大きくなる。成長率が最も大きいのは、可変モジュールと予測している。