

Application Brief

TI の光ネットワーク向け革新的な DLP® テクノロジー



Faizan Kalam, Zach Walker

光学ネットワーク

光ネットワークは、光ファイバケーブルを介して光信号としてデータを送信する高速通信技術であり、超高帯域幅と長距離接続を実現します。この能力を最大限に活用するためには、プログラム可能な波長制御が不可欠であり、動的ゲイン等化 (DGE)、光チャネル監視 (OCM)、波長選択スイッチング (WSS)、光回路スイッチング (OCS) などの重要なネットワーク機能を最適な精度と速度で実行することができます。フィルタリングと信号処理のアルゴリズムにより、各チャネルの電力とルーティング経路をきめ細かく制御できます。これは、ネットワーク性能の最適化に直接活用することも、AI ワークロードや次世代データセンターの要求に応えるためにスケールすることもできます。

デジタル マイクロミラー デバイス (DMD) と位相光変調器 (PLM) を中心に構築された TI の DLP® テクノロジーは、こうしたニーズに独自に対応できます。信頼性の高い MEMS マイクロミラーを活用することで、DLP® テクノロジーは、最新の光ファイバ インフラに必要なスイッチング速度、信号整合性、スケーラビリティを備え、WSS、DGE、OCM、および OCS システムを含むマルチアプリケーション光学プラットフォームを単一チップ上で実現します。

機能と利点

- 超高速、ソフトウェア定義の波長制御
 - 現在の競合テクノロジーよりもはるかに高速な、DMD の $< 10\mu\text{s}$ および PLM の $< 75\mu\text{s}$ のスイッチング速度
- 信頼性の高いデジタル MEMS 動作
 - 完全にデジタルのマイクロミラー設計により、時間の経過や温度変化に伴うアナログドリフトが発生せず、競合技術を上回る性能を実現します
- シングルチップで複数のアプリケーションに対応
 - DGE および OCM
 - WSS および OCM
 - DGE、WSS、OCS
- コンパクトでスケーラブルな設計
 - 現在の市場ベースの設計と比較して、光学モジュールのサイズを 30% ~ 50% 小型化し、メトロ、長距離、データセンターの展開に対応できます

光学ネットワーク向けの TI DLP 設計

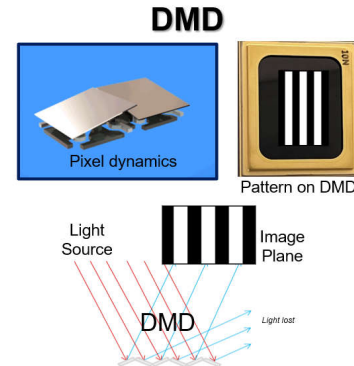


図 1. DMD 情報図

DMD (振幅変調) は、光を変調するために個別にアドレス指定可能なミラーの配列を使用して、光を光経路に反射するオン状態と、光をそらすオフ状態を切り替えます。このバイナリ制御は、DGE および OCM アプリケーションの高精度な波長減衰およびチャネルモニタリングを可能にし、WSS および OCS システムとの互換性は限定的です。

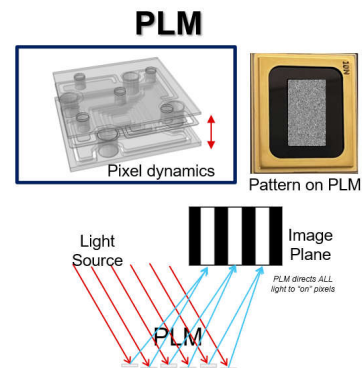


図 2. PLM 情報図

PLM (Phase Light Modulation) は、波面を空間的に遅らせることで、プログラム可能な回折パターンを作成し、すべての光をオン状態のピクセルに向けて導きます。この効率的な光偏向により、挿入損失が大幅に低減されるため、PLM は WSS および OCS アプリケーションでの波長切り替えおよびルーティングに特に有利であると同時に、OCM および DGE を含むすべてのシステムとの互換性を維持します。

動的ゲイン等化 (DGE)

DGE は、波長チャネル間の信号電力の変動を補正し、ネットワーク全体で一貫した光性能を確保します。DGE システムでは、回折格子により波長分割多重 (WDM) 信号が個々の波長チャネルに分離され、それぞれが DMD または PLM の対応する領域に向けられます。DMD は、正確なミラー変調によって各チャネルを独立して減衰させ、PLM はプログラム可能な位相変調によって減衰を実現します。次に、均等化されたチャネルは再結合され、増幅のためにエルビウム添加ファイバアンプ (EDFA) に供給され、長距離、メトロ、およびデータセンター ネットワーク セグメント間で伝送するためのバランスの取れた信号を提供します。

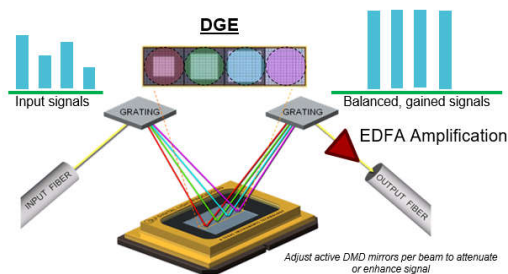


図 3. EDFA 前の増幅 DGE プロセス図

光チャネル モニタリング (OCM)

OCM は DGE の帰還ループとして機能し、チャネル信号の強度を継続的に測定し、リアルタイムの減衰要件を提供します。回折格子は受信した WDM 信号を波長ごとに分離し、DLP デバイスは各チャネルを単一の点検出器上に順次導いて電力レベルを測定します。TI の DLP DMD テクノロジーは、現在 OCM 分野で主流となっており、< 10 μ s のスイッチング速度により、DGE とのオンボード統合が可能で、個別の InGaAs リニアアレイ検出器が不要になり、システムのコストと複雑さを低減できます。今後、TI の PLM は OCM 機能をさらに拡張し、システム全体の複雑さを大幅に低減します。

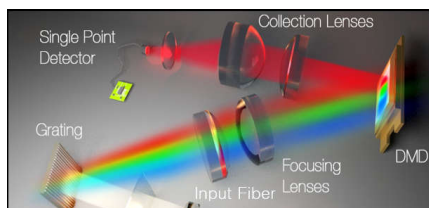


図 4. OCM 構成図

波長選択スイッチ (WSS)

WSS は、単一の入力ファイバから個々の波長チャネルを複数の出力ポートにルーティングし、光ネットワークのソフトウェア定義による動的な再構成を可能にします。回折格

子は受信した WDM 信号を波長ごとに分離し、PLM はプログラム可能な位相変調によって各チャネルを指定された出力ポートに導きます。この PLM は、< 75 μ s のスイッチング速度、< 2dB の挿入損失、> 30dB のポート絶縁、完全な偏波無依存性を備え、競合する WSS テクノロジーで生じる位相フリッカとクロストークを除去します。TI の PLM ベースの WSS は、主に長距離ネットワークとメトロ ネットワークの再構成可能な光アドドロップ マルチプレクサー (ROADM) に導入され、OCM および DGE 機能とのシームレスな統合をサポートします。

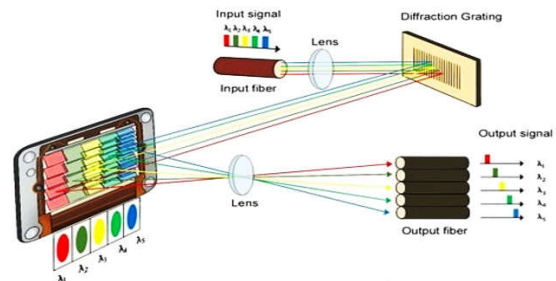


図 5. WSS 構成図

光回路スイッチング (OCS)

OCS は、複数の光ファイバポートですべての波長を同時にスイッチングすることで大容量接続を可能にし、動的な光ネットワークアプリケーションに適しています。個々のチャネルをルーティングする WSS とは異なり、OCS は PLM アーキテクチャを使用して、入力ポートと出力ポート間のすべての波長チャネルを 1 回の操作で導くため、個々のチャネルの切り替えが不要になり、システム全体の複雑さが軽減されます。OCS は、スイッチング速度、挿入損失、ポートの絶縁、長期的な動作安定性など、WSS と同じ PLM の性能および信頼性特性を共有しています。

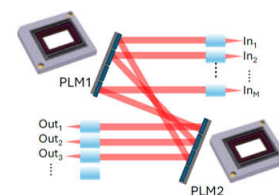


図 6. OCS 構成図

商標

DLP® is a registered trademark of Texas Instruments. すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含みいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、TI は一切の責任を拒否します。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](https://www.ti.com) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月