

はじめに

今日の高速光ファイバー・ネットワークでは、850nm 垂直共振器面発光レーザー (VCSEL) が使用されているため、テストに発光ダイオード (LED) 光源が使われる理由について疑問に思っている方もいらっしゃるのではないのでしょうか。この疑問を解消するために、これら 2 つの光源の違いについて説明します。

過去の教訓

光ファイバーが 10 および 100 Mbps イーサネット向けに初めて導入され、62.5 μm マルチモード・ファイバー (OM1) には LED 光源が用いられてきました。スポット・サイズ約 100 μm の LED 光源は、OM1 光ファイバーの 62.5 μm コア部全体に光を射出し、しばらくの間 10 と 100 Mbps アプリケーションで良好に機能してきました。しかし、LED (最大レート約 622 Mb/s) は 1 Gb/s 以上の伝送速度をサポートすることができず、高速化のニーズに対応しきれなくなりました。

高速化に対応するための 1 つの方法として、シングルモード・ファイバー・アプリケーションで使用されるファブリ・ペロー型レーザーなどの利用がありましたが、マルチモードを用いた 1 Gb/s 短距離伝送ではコストがかかりすぎ、またスポット・サイズが約 10 μm と非常に小さいため、シングルモード・ファイバー以外での使用は実用的ではありませんでした。

この問題を解決するために、高速データ・レートをサポートする安価な高出力 850nm VCSEL が開発されましたが、LED と比べてスポット・サイズが小さいため (35 μm)、コア径の小さい 50 μm マルチモード・ファイバーを使用する必要がありました。また、VCSEL とともに使用するために、ファイバーの最適化も必要でした。このため、OM3 レーザー最適化マルチモード・ファイバー、続いて高帯域幅に対応する OM4 レーザー最適化ファイバーが導入されました (OM については下記サイトのブログを参照してください)。

<https://jp.flukenetworks.com/blog/cabling-chronicles/om-mantra>

なぜレーザー最適化が必要なのでしょう？ LED とは異なり、VCSEL はファイバー・コア部より狭い範囲に光を入射するだけでなく、マルチモード・ファイバーのすべてのモード (光路) を励振しません。また、VCSEL はモードを均一に励振しません。VCSEL の出力は VCSEL ごとに異なります。このため、VCSEL は異なるモードを異なるタイミングで励振し、光パルスは異なる時間に受信器に到達します。モード遅延時間差 (DMD) として計算されるこのようなパルスの拡散は、帯域幅に悪影響を及ぼします。DMD を最小限に抑え、帯域幅を最大化するために、レーザー最適化マルチモード・ファイバーはグレーデッド・インデックス・プロファイルを特徴とし、すべてのモードがほぼ同時に受信器に到達します。

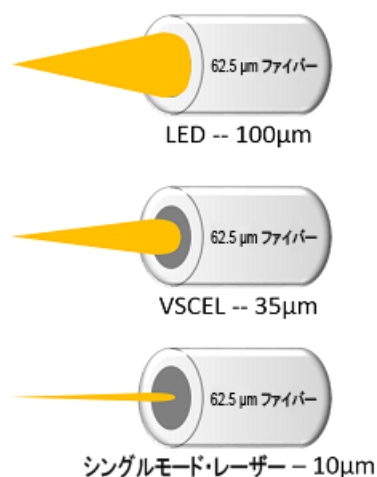


図 1. LED、VCSEL、シングルモード・レーザーの比較

LED を使ってテストする理由

光ファイバー・ネットワークでは、VCSEL が光源として使用されているのに、光ファイバー・リンクのテストに LED 光源を使用するのは理に適っていないように思えます。実はその理由はとても単純です。

ファイバー・コア部より広い範囲に光を入射し、より多くのモードを励振する LED 光源と比較して、限定モード励振の VCSEL 光源は多くのモードを励振しません。これによりテスト中に、ファイバー・コアの不備や接続のずれなどの高損失イベントが検出されず、楽観的すぎる損失測定結果や不良リンクの合格判定につながる可能性があります。こういった理由から業界規格は、悲観的な結果を報告する LED 全モード励振を推奨しています。

LED を使用すると、不良リンクの誤った合格判定を回避することができますが、すべてのモード（コアの外側を伝搬する高次モードおよびコアの中心近くを伝搬する低次モード）が励振されると、損失測定にばらつきが生じたり、楽観的すぎる結果が報告されたりする可能性があります。損失要件が非常に厳しい今日の 40 および 100 Gig マルチモード・ファイバー・リンクでは、悲観的な結果は許されません。小さなばらつきでさえも合格/不合格を左右します。

ばらつきを低減し、励振状態を制御して、最も正確で再現性の高いテスト結果を得るための最良の方法は、エンサークルド・フラックス（EF）を用いる方法です。現在、TIA および ISO/IEC の両規格は、マルチモード・ファイバーのテストに EF を使用することを義務付けています。EF を採用したテストでは、コア部より狭い範囲ではなく、VCSEL のレーザー励振状態に一致するように光が精密に射出されるため、楽観的すぎる損失結果を避けることができます。



図 2. VCSEL 光源テスト - 悲観的な結果、楽観的な結果、正確な結果

おわりに

フルーク・ネットワークスの CertiFiber® Pro 光損失測定試験セットは、EF 規格に準拠したテスターです。

EF 規格準拠の試験の詳細については、次の URL からホワイトペーパーをダウンロードしてください。

<https://jp.flukenetworks.com/edocs/white-paper-encircled-flux-solving-the-puzzle-of-repeatable-fiber-loss-testing>

フルーク・ネットワークスについて

フルーク・ネットワークスは、優れた認証/トラブルシューティング/インストレーション・ツールを提供する世界大手企業です。当社の製品は、重要なネットワーク・ケーブル配線インフラを設置・保守する技術者を対象にしています。弊社は、信頼性と比類ない能力において高い評価をいただいております。最先端のデータセンターの設置から災害時の電話サービスの復旧作業に至るまで、すべての作業を効率的に行います。

DSX-8000 CableAnalyzer™ – メタル配線認証手順のステップの時間短縮を加速化します



最も厳しい測定精度要件である TIA の精度レベル 2G に適合する一方、比類のないスピードで Cat 8 および Class III のメタル認証試験を効率化します。ProjX 管理システムは、作業の確実な実施を実現し、試験のセットアップからシステムの検収までの作業進捗状況の把握を容易にしてくれます。Versiv プラットフォームは、光ファイバー試験 (OLTS と OTDR の両方) もサポートします。このプラットフォームは、将来の規格 改定へのサポートに備え、容易にアップグレードが可能です。近端漏話、反射およびシールド不良を含む不良原因のグラフィカルな表示を行う Taptive (タップティブ) インターフェースにより不良原因のより素早いトラブルシューティングができます。また LinkWare PC 管理ソフトウェアを使用し、試験結果の解析と専門的なテスト・レポートの作成が可能です。

CertiFiber® Pro – 光ファイバー認証試験プロセスのすべての段階の作業効率を上げ、加速化します

2 波長、2 本の光ファイバー認証の効率を改善し、試験をわずか 3 秒で実施できます。Taptive (タップティブ) インターフェースにより、セットアップの簡素化、間違いの排除、さらにトラブルシューティングのスピードアップが図れます。基準値設定の自動ガイダンス機能により、確実な基準値設定が可能になり、負の損失結果発生もなくなります。OptiFiber Pro モジュールと組み合わせて、Tier 1 (基本) / Tier 2 (拡張) 試験とレポート作成のすべてを行えます。便利な 4 波長モジュール によって、シングルモードとマルチモードの両方に対応できるばかりでなく、マルチモードの EF 適合性能もサポートします。



OptiFiber® Pro OTDR – データセンター/企業向け光パルス試験器



業界初の企業/データセンターの課題解決向けに一からデザインされた光パルス試験器です。シンプルでこれまでにない効率性、さらにキャンパス、データセンターおよびストレージ・ネットワークのトラブルシューティングに正に必要な機能群を組み合わせたツールで、現場の技術者を、専門知識を備えた光ファイバー専門技術者に変えてしまいます。すなわち、業界唯一のスマートホン・タイプのユーザー・インターフェースを備えることで光ファイバー試験を新たな高みに導きました。そして、DataCenter OTDR コンフィギュレーションにより、データセンター試験における不確実性やエラーが排除されます。その極めて短いデッドゾーンにより仮想化データセンターにおける光ファイバー・パッチコード試験も可能にします。

FI-7000 FiberInspector™ Pro – 光ファイバー・コネクタ端面を 2 秒で自動合否判定

汚れ、へこみ、小片、および傷による問題箇所をグラフィカルに表示します。業界標準規格の IEC 61300-3-35 に基づき判定できるため、端面検査における主観的な判断を削除することができます。



Versiv 製品選択ガイド



選択ガイドへのリンク

フルーク・ネットワークス

株式会社 テクトロニクス&フルーク フルーク社

〒108-6106

東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 6F

TEL 03-4577-3972 FAX 03-6714-3118

Web サイト: <https://jp.flukenetworks.com>

©2022 Fluke Networks Inc. All rights reserved.

Printed in Japan 9/2022 7002481B