

光スイッチを用いた10ギガビット/秒 アクティブ光アクセスシステムの研究開発

株式会社日立製作所 慶應義塾大学
中央研究所 主任研究員 理工学部 教授
若山 浩二 山中 直明

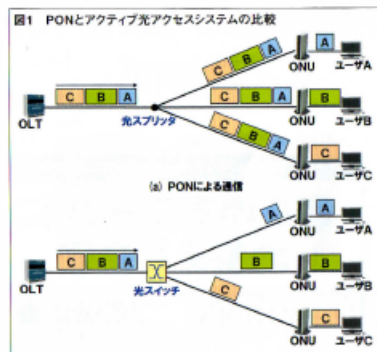
Contact
日立製作所 中央研究所 企画室 木下
TEL.042-327-7777
慶應義塾大学 理工学部 山中
TEL.045-566-1744

アクティブ光アクセスシステム

FTTH (Fiber to the Home) の、より広範な地域への展開や、適用領域拡大を図る上で、光アクセスシステムには、さらなる高速化と、加入者収容効率の向上が求められている。従来のFTTHで用いられているPON (Passive Optical Network) では、光スプリッタによって通信事業者と各家庭との間を結ぶ光ファイバの分岐を行っている。光スプリッタは給電を必要としないため、低コストでFTTHのシステム構築が可能となる。しかし一方で、光スプリッタにおいて光信号が各家庭向けに分配されるに伴い、信号電力が低下するため、通信距離や収容加入者数の制約が生じることが課題となる。

この課題を解決することを目的として、日立製作所と慶應義塾大学は、光スイッチを用いたFTTH向けの通信方式である、アクティブ光アクセスシステムの研究開発に取り組んだ。

アクティブ光アクセスシステムでは、PONにおけるスプリッタの代わりに、光スイッチを用いて、OLTとONUとの間の光ファイバを分岐する。光スイッチの出力ポートを光信号の宛先に応じて切り替えることによって、OLTが送信した光信号は特定のONUにのみ到達する(図1)。この方式により、PONでのスプリッタにおける光ファイバ分岐に伴う受信信号レベルの低下を抑制できる。このため、OLTとONUとの間の通信距離の延伸化、ならびに、分岐数の増大が可能になり、システムあたりの加入者収容効率の向上を期待できる。



PLZT導波路型光スイッチ

10ギガビット/秒の高速通信に対応するために、従来技術より6桁高速な10ナノ秒以下の高速スイッチングを実現した埋め込み型PLZT (PbLa) (Zr,Ti) O₃ 導波路光スイッチを世界で初めて開発した。PLZT導波路を用いることにより、ナノ秒オーダーの高速スイッチング、高速制御、電極の小型化、低消費電力化が期待できる。

PLZT導波路を作製する上で、光信号伝播に伴う損失(挿入損失)の抑制、ならびに、電磁波である光の電界の向きとその時間的変化への依存性(偏波依存性)を低くすることが重要な課題となる。これらの課題に対して、

PLZT導波路層をPLZTクラッド層の内部に埋め込んだ、埋め込み型導波路構造を新規に開発した。リッジ構造と呼ばれる従来の導波路の構造は、PLZT導波路層が凸型に切り出された構造であり、電極損失が大きく、また、電場が不均一となるため偏波依存が生じやすいという問題点もあった。一方、今回開発した埋め込み型導波路構造では、電極による損失を排除することができ、さらに電場も均一になるため偏波依存が発生しないという利点を持つ(図2)。この埋め込み型導波路構造を採用することにより、スイッチング速度10ナノ秒以下に加えて、従来のリッジ型の約1/2の挿入損失特性和偏波無依存性を達成することができた。

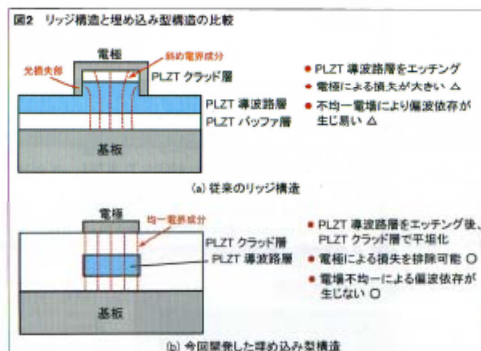


図3は今回開発した1×8 PLZT光スイッチのチップである。スイッチ構造として、高い消光比、低電圧駆動を実現するマツハツエダ型を採用した。チップサイズは4mm×20mmであり、これは1×8高速光スイッチとして最小のサイズである。

PLZT光スイッチ開発に関する特許や技術は、慶應義塾大学発のベンチャーとして、米国サンノゼにも研究開発拠点を有するエビフォニクス株式会社^[1]に対して移転し、本PLZT光スイッチを内蔵したPLZT光スイッチサブシステムを2009年12月に外販開始した。

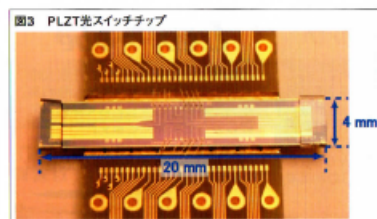


図4 アクティブ光アクセスシステムの実験システム



今後は、PLZT光スイッチの適用先として、アクセス系だけでなく、メトロ系およびコア系に展開するための技術開発を進める。

実験システム

アクティブ光アクセスシステムの有効性を検証するため、図4に示す実験システムを開発した。実験システムは、光スイッチを搭載する光通信路切替装置、通信事業者側に設置する装置である光回線終端装置(Optical Line Terminal: OLT)、および、家庭の宅内に設置する装置である光回線端末装置(Optical Network Terminal: ONU)によって構成される。

光通信路切替装置には、前節で述べた1×8 PLZT光スイッチとスイッチドライバによって構成される1×8スイッチモジュール、および、同様の構成の1×16光スイッチモジュールを多段接続することによって構成される1×128光スイッチが搭載される。さらに光通信路切替装置には、OLTが送信するスイッチ制御信号に指示されたスケジューリングに従って、下り通信では光信号の宛先、上り通信では光信号の送信元に応じた光スイッチの入出力ポート切替を高速に行う光スイッチ制御回路が搭載される。

実験システムを用いて、通信距離40km、128加入者を収容する環境を構築し、OLT-ONU間で光信号の伝送実験を行った結果、OLT-ONU間の双方向において10ギガビット/秒通信を達成した^[2]。

まとめ

アクティブ光アクセスシステムを従来のPONと並存する形で適材適所に導入することにより、FTTHのより広範な地域への展開や、家庭向け以外への適用等、光ファイバ通信サービスのさらなる普及に貢献することが期待できる。

なお、本研究成果の一部は、独立行政法人情報通信研究機構が主催するフォトニックネットワーク技術に関する研究開発の一環である、「集積化アクティブ光アクセスシステムの研究開発」によって得られたものである。

参考文献

- [1] http://epiphonics.com/index_jp.html
- [2] K. Wakayama, et al., "Evaluation of Prototype for 10Gbps Active Optical Access System," 15th OptoElectronics and Communications Conference (OECC2010), 844-3, pp. 436-437, July 2010.