

論文の内容の要旨

論文題目

Study of Multiwavelength Optical Cross-Connect
Based on Tunable Fiber Bragg Gratings

(波長可変光ファイバブラックグレーティングを用いた
多波長光クロスコネクタに関する研究)

氏名

文南秀

Multiwavelength optical cross-connect (OXC), as a dynamic wavelength router, is an all-optical component that will play a key role in WDM transport networks by providing solutions to flexible network management as well as efficient data distribution. A conventional $N \times N$ OXC requires demultiplexing and multiplexing of incoming WDM signals before and after space switching, rendering the OXC structure fairly complex. This structural complexity can be alleviated by introducing 2×2 switch elements based on tunable fiber Bragg gratings (TFBG). This is because a TFBG can switch the propagation direction of a particular wavelength channel without affecting other channels. Taking this advantage of TFBG, a novel TFBG-based OXC architecture is proposed in this thesis.

Fig. 1 shows the schematic diagram of the proposed OXC architecture. In this architecture, $N \times N$ routing blocks (RBs), which can route specific wavelength channels, are constructed using 2×2 TFBG-based switches (TFSWs). Routing modules (RMs) for these wavelengths are then built from RBs, and finally, the OXC is composed of cascaded RMs. The number of routable channels can be easily upgraded by attaching another RM to the existing OXC.

The performances of this OXC were investigated by using numerical simulations as well as experimental demonstrations. In these experimental and numerical investigations, which employed a dense WDM (DWDM) as a system model, signal-degradation effects—such as power-penalty induced by interband and intraband crosstalk, and eye-penalty caused by group velocity dispersion

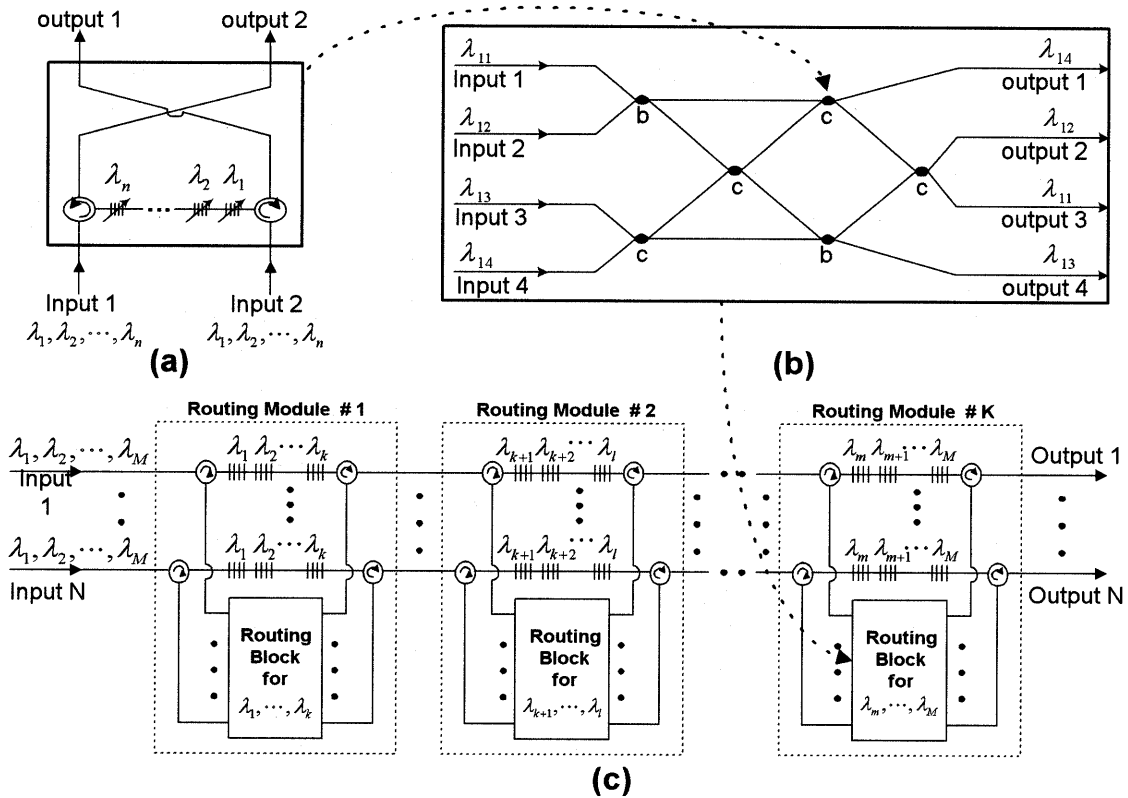


Fig. 1. Proposed TFBG-based OXC architecture. (a) 2x2 TFBG-based switch (TFSW), (b) routing block, (c) overall OXC architecture constructed by cascading routing modules.

of TFBG—were measured or calculated. As a consequence, the maximum size of installable OXC with the proposed architecture could be estimated from the results of these investigations. In addition, from the comprehensive comparison made among various types of OXC switch fabrics, it was found that this OXC does not fall behind other competitors.

In conclusion, the proposed TFBG-based OXC can be a promising candidate as a wavelength router in DWDM transport network, by providing the excellent features, such as, low insertion loss, low polarization dependency, low cost, and high channel-scalability. Further enhancement of performance is expected from FBG-fabrication and FBG-tuning technologies that are being improved more and more.

多波長光クロスコネクタ(OXC)はダイナミックな波長ルーティングを行う全光学的なネットワークコンポーネントとして、波長分割多重(WDM)ネットワークでの柔軟なネットワークマネジメントや効率よい情報配給のために重要な役割を果たすことになると思われる。ところで、すでに提案されている従来の $N \times N$ OXC のほとんどは、WDM 信号の

Multiplex/Demultiplex を必要としているため、全体的な OXC アーキテクチャーが複雑にならざるを得ない。この OXC アーキテクチャーの複雑度を克服するためのアイデアとしてファイバブラックグレーティングをスイッチエレメントとして導入する方法が考えられる。その理由は、ファイバブラックグレーティングを用いると特定の波長の光だけを選択してスイッチングすることができるからである。この論文では、チューナブルファイバブラックグレーティング(TFBG)の波長選択スイッチングの能力を生かした新しい OXC アーキテクチャーを提案する。

図1は今回提案する TFBG を用いた OXC アーキテクチャーを示している。全体の OXC はカスケードされた複数のルーティングモジュール(RM)によって構成される。また、一つのルーティングモジュールには一つのルーティングブロック(RB)が含まれていて、ある RM によってキャプチャーされたチャンネルに対してはその中の RB がルーティングを行う。この OXC アーキテクチャーの大きなメリットは、新しい RM を現在の OXC に付け加えることによって、ルーティングできるチャンネルの数を自由に増やせることである。

今回提案した OXC の性能を調べるために、DWDM をシステムモデルとして実験や数値計算を行い、この OXC の動作による信号の劣化から生じるシステムペナルティー(例えば、クロストークによるパワーペナルティーやファイバブラックグレーティングの分散によるアイペナルティーなど)を計算あるいは測定した。その結果から、提案した OXC の実際のシステムに応用可能なサイズを予測することができた。さらに、現在世界で活発に研究開発されている OXC スwitching 技術との比較からもこの OXC の実用可能性を見ることができた。

つまり、今回提案した TFBG-based OXC は様々な利点—例えば、低い挿入損失、低い偏波依存性、低いコスト、高いチャンネル拡張性—を持ち、多波長 OXC の一つの有力な候補としてほかの OXC スwitch 技術と競争できると思われる。なお、今後のファイバブラックグレーティングの製造とチューニング技術の発展に伴い、この OXC の性能もますますグレードアップできると期待される。