

【理工系（工学I）】

デジタルフォトンクス - 光エレクトロニクスのパラダイムシフト

なかの よしあき
中野 義昭

(東京大学・先端科学技術研究センター・教授)

【研究の概要等】

従来の光デバイスはその殆どがアナログデバイスであって、デジタル処理を行うためには、光を一度電気信号に変換し、電子回路により処理し、再び光信号に戻す必要があった。しかし、超高速・超大容量の光信号をデジタル処理するにあたってその都度、光→電気変換、電気→光変換を行っている現在のやり方では、速度、発熱、サイズおよび、何より消費電力の点で限界があることは明白である。簡単なデジタル処理であれば、デジタル光回路により光のままで超高速・低消費電力に行いたいというのがエレクトロニクスに携わる者の願いである。しかしそれを可能にする光デバイスは従来存在しなかった。さらに電子回路においてはトランジスタが信号の一方方向性を保証するのに対し、光回路では光の相反性によって、反射があるとその信号が上流側に逆伝搬し、順序論理回路の動作を不安定化する。それを防ぐため、光回路においては光アイソレータのような非相反素子が随所で必要になる。しかるに、回路基板上にモノリシックに集積化可能な非相反素子や光アイソレータは存在せず、その実現も同時に大きな課題であった。

本研究では、代表者がこれまで培ってきた半導体モノリシック光集積回路技術に依拠して、低消費電力、小型かつ集積化可能な全光論理ゲート、全光フリップフロップ、非相反光素子を試作開発し、これら異なる素子を単一半導体基板にモノリシック集積するプロセス技術を開拓して、最終的に千素子級の大規模デジタル光集積回路(Large Scale Digital Photonic Integrated Circuit: PLSI)のプロトタイプを世界で初めて試作実現することである。この過程を通じて、エレクトロニクスの世界に、本格的なデジタル光回路技術体系(デジタルフォトンクス)の時代をもたらさんとするものである。

【当該研究から期待される成果】

本研究が成功すれば、超高速光情報ネットワークにおけるフロントエンドの比較的簡単なデジタル処理を、電気信号に変換することなく光のままで行えるようになるので、トラフィックの増加に比例して増加を続ける通信用電力を数桁程度削減することが可能になり、社会に多大に貢献する。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ M. Raburn, Y. Nakano et al., "Integrable multimode interference distributed Bragg reflector laser all-optical flip-flops," IEEE Photonics Technology Letters, vol. 18, no. 13, pp. 1421-1423, July 1, 2006.
- ・ H. Shimizu and Y. Nakano, "Monolithic integration of a waveguide optical isolator with a distributed feedback laser diode in the 1.5- μ m wavelength range," IEEE Photonics Technology Letters, vol. 19, no. 24, pp. 1973-1975, December 15, 2007.

【研究期間】 平成20年度 - 24年度

【研究期間の配分(予定)額】

122,900,000 円 (直接経費)

【ホームページアドレス】

<http://www.ee.t.u-tokyo.ac.jp/~nakano/lab/>