

## 【特別推進研究】

### 理工系（工学）



## 研究課題名 半導体モノリシック光波合成・任意ユニタリ変換光集積回路の創出

東京大学・大学院工学系研究科・教授

なかの よしあき  
中野 義昭

研究課題番号：26000010 研究者番号：50183885

研究分野：オプトエレクトロニクス

キーワード：集積フォトニクス、半導体光デバイス、モノリシック光集積回路、インジウム燐

### 【研究の背景・目的】

光の位相を空間的に制御することで所望の光波面を合成する技術には、従来、空間光学系が用いられてきた。しかし、系全体が大きく、動作速度がミリ秒程度と遅くなってしまっていた。本研究では、代表者ら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、レーザ、光アンプ、光位相制御器、偏波制御器、光パワーモナなど、数百～数千の能動光素子をインジウムリン(InP)チップ上にモノリシックに集積したアダプティブ光波合成回路を創製する。さらに、より普遍的な多入力任意光ユニタリ変換回路へと拡張し、次世代光通信、光配線、医療／生体イメージング、光量子演算など、広範な応用分野への展開を目指す。

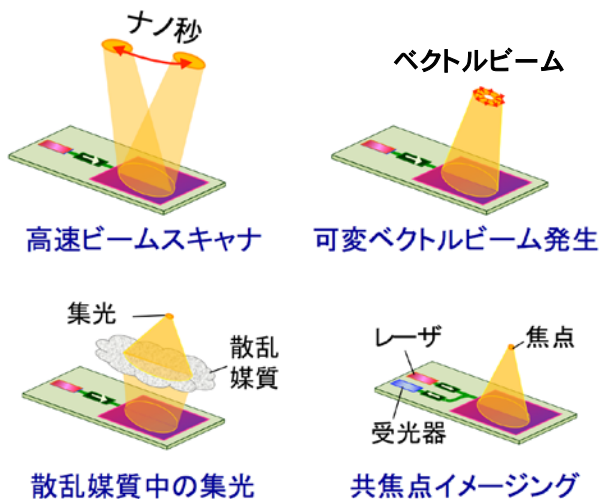


図1 アダプティブ光波合成回路の応用

### 【研究の方法】

InP系半導体を持つ非常に高効率なキャリア変調効果と電気光学効果を利用することで、ナノ秒以下の高速かつ低消費電力なアダプティブ光波合成を可能にする。またInP系レーザと光アンプをモノリシック集積することで、シリコンや石英ガラスなどのパッシブ材料系では実現困難な高出力化を達成する。

さらに、光波合成チップの機能を拡張し、N個の直交した光モードを入力したときに、それぞれを所望の異なる光ビームに同時に変換する、つまり任意のN次元直交基底間のN×Nユニタリ変換を行う光回路チップの開発を行う。集積導波路型2×2光カプラを多段に集積することで、1cm<sup>2</sup>以下の小さなチッ

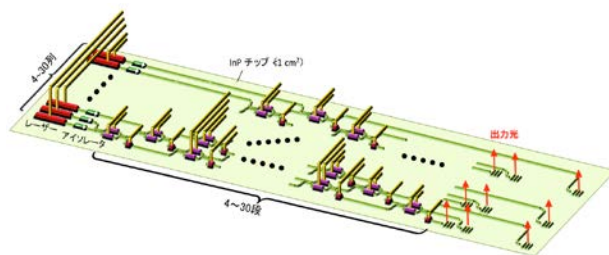


図2 任意光ユニタリ変換回路

プ上で $N \geq 10$ の大規模なユニタリ変換を実現する。

さらに、InP系小型光パワーモナを多数搭載することで、光カプラの結合比を高速に制御し、アダプティブな多入力任意光ユニタリ変換回路を世界で初めて実現する。

### 【期待される成果と意義】

光波合成回路は、ナノ秒以下の高速ビームスキャンを可能にするため、大規模サーバやパソコン間、ボード間、チップ間のリコンフィギュラブル光配線に直接応用でき、IT機器の消費電力を大幅に削減する。また、散乱媒質中の3次元光イメージングが安価に実現できるため、医療／バイオ／環境センシング分野においても革新をもたらす。

一方、多入力任意光ユニタリ変換回路は、次世代大容量光通信方式として期待されるモード多重通信リンクの送受信回路にそのまま適用できる。さらに、究極的な感度を持つ光計測や光量子演算への応用も期待される。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ T. Tanemura, Y. Nakano, et al., “Integrated phased-array switches for large-scale photonic routing on chip,” *Laser & Photonics Reviews*, Wiley-VCH, vol. 6, no. 4, pp. 549-563, July 2012.

### 【研究期間と研究経費】

平成26年度～30年度 434,000千円

### 【ホームページ等】

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