

ヘテロジニアスインテグレーション技術による石英系平面光波回路の高機能化に関する研究

倉田, 優生

<https://hdl.handle.net/2324/2236265>

出版情報 : 九州大学, 2018, 博士 (工学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

(別紙様式2)

氏 名 : 倉田 優生

論文題名 : ヘテロジニアスインテグレーション技術による石英系平面光波回路の高機能化に関する研究

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

近年のスマートフォンの普及や、新たなクラウドサービスの登場により、光ネットワークの大容量化の要求が高まっている。近年開発されたデジタルコヒーレント光伝送は、1波長あたり100 Gb/s以上の大容量化を実現する技術であり、高精度な光信号処理デバイスや、高速な光-電気信号変換デバイスなどから構成される集積型光デバイスによって実現されている。集積型光デバイスは、各機能に最適な個別素子を用いて実装・集積するハイブリッド集積や、単一材料系からなるウェハ基板上で各機能素子を一括で作製し、集積するモノシック集積により実現されてきた。しかし、ハイブリッド集積は個別素子のサブミクロン精度での位置合わせが困難であり、また各素子自体のサイズを一定以上にする必要から小型化が困難という問題がある。一方、モノシック集積は単一材料であるため各素子の性能を同時に最適化することが困難であり、また作製プロセスが複雑であるため製造スループットが低いという問題がある。本研究では、共通のプラットフォーム基板上に複数の異種材料を接合して、異なる機能の素子をモノシックに作製可能なヘテロジニアス集積技術(異種材料集積技術)として、石英系平面光波回路(PLC)をプラットフォーム基板として用いた小型・高機能・高スループットな集積型光デバイスの構成と作製法のコンセプトを提案した。さらに実際に設計法と作製法を確立し、従来技術で課題であった小型化、高機能化、高スループット化を同時に実現した。本論文の主たる成果は以下の通りである。

1. 石英系PLC上に集積するフォトダイオード(PD)への光結合構造の設計法と、石英系PLCの斜めエッチングによるマイクロミラー作製法を確立し、低損失(<1dB)かつコンパクト(数10 μm)なミラー光結合構造を実現した。
2. 接着層を用いた異種材料接合により、石英系PLC上へのPD用InP系エピタキシャル層の転写法を確立し、高速PD($f_{3\text{dB}}$: 24 GHz)をPLC上に直接作製する技術を実現した。
3. 上記の技術をもとに、ヘテロジニアス集積型PLCの光回路機能および集積するPD数を大規模化したコヒーレント受信デバイスの事業化に向けた開発を行い、100Gb/sおよび400Gb/sの信号復調を実現した。これにより石英系PLCをプラットフォーム基板とするヘテロジニアス集積技術により、次世代のコヒーレント光伝送に適用可能な、高機能な集積型光デバイスの実用化を達成した。