

審査の結果の要旨

論文提出者 福田 浩

本論文は "A study of silicon microphotronics for telecommunication applications (シリコンマイクロフォトニクス通信に関する研究)" と題し、マイクロフォトニクスを用いたシリコン上に製作された光集積回路に光通信に特有な高密度波長多重方式(DWDM)を導入するため、必要となる偏波分離・回転素子、および変調波長の温度無依存化素子を提案し、その設計、試作、および評価を行い、シリコンマイクロフォトニクス通信の可能性を検証したものであり、6章より構成されている。

第1章は、"Introduction"であり、研究の背景、動機、目的、および論文の構成が述べられている。情報通信技術における素子性能の要求条件について述べた後、受動素子と能動素子の作製に関するシリコンマイクロフォトニクスのポテンシャルと課題についてまとめている。

第2章は、"Basic technologies for polarization manipulation"と題し、光受動素子である偏波分離・回転素子に関する最近の技術動向および基礎理論について述べた後、SiON コアと Si コアを有する double core 型の偏波分離・回転素子について、その構造設計、製作、評価について詳述している。試作の結果、開発した偏波分離・回転素子が、波長多重方式の通信規格である C 帯にて要求される偏波消光比を実現することを明確化している。

第3章は、"Advanced technologies for polarization manipulation" と題し、double core 型素子の問題点である SiON コアの透過特性における 1500nm 付近での吸収を抑制し得る、SiN_x コアと Si コアからなる dual core 型の偏波分離・回転素子について、構造設計と性能予測、製作、および評価について述べている。試作の結果、dual core 型素子は、Double core 型の問題を解決するだけでなく、より広い波長帯域で要求性能を満足することおよび製作余裕も広いことを明らかにしている。

第4章は、"Basic technologies for photonic characteristics compensation by stress: mechanical force"と題し、シリコンマイクロフォトニクスによる光能動素子の集積化において、最大の問題の一つである周囲の電子回路による発熱が波長を変動させるため、波長多重方式の導入が困難であることを示し、その解決策として和田研にて進めてきた歪による温度無依存化に関する研究の現状を紹介している。光能動素子としては変調器を取り上げ、歪を印加する梁構造上

に配置する素子の構造設計、製作、および評価について述べている。機械的な引張歪の印加により変調波長を長波長化し、その変化量が理論予測を再現することを明らかにすることにより、変調波長の温度無依存化が達成できる可能性を実証している。

第5章は、“Advanced technologies for photonic characteristics compensation by stress: electrostatic force”と題し、第4章に述べた機械的な歪印加による温度無依存化法を集積回路に適用する上での問題とその解決策となる静電引力を用いた歪印加方法について述べている。その素子の設計、製作、および評価について述べ、基本動作の原理確認を行なうとともに今後の課題を抽出している。

第6章は、“Conclusion”であり、得られた成果を総括するとともに、シリコンマイクロフォトニクス通信の将来展望について述べている。

以上のように、本論文はシリコンマイクロフォトニクスを通信に応用するため、光受動素子である偏波分離・回転素子の提案、動作解析と設計、さらには試作を通じ、ほぼ設計通りの特性の得られることを明らかとするとともに素子特性が通信規格を満たすことを明確化した。さらに、光能動素子において不可欠となる環境温度による通信波長の変動を抑制できることを機械的な歪印加により示し、さらに静電引力による歪印加素子を提案し、その動作解析と設計、および試作を通じた基本動作の確認を行った。これらにより、現在推進されている情報処理分野に加え、新たに波長多重方式を用いた光通信分野へのシリコンマイクロフォトニクスの展開の可能性を実証した功績は大きい。よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。