

審査の結果の要旨

氏名 唐 睿

本論文は"Integrated Optical Unitary Converter Based on Multi-Plane Light Conversion (多面光変換法に基づく集積光ユニタリ変換器に関する研究)"と題し、多面光変換を導波路型集積光回路に導入した新たな光ユニタリ変換回路を提案し、その設計、試作、実証を行なった結果について英文で纏めたもので、6章より構成されている。

第1章は序論であって、研究の背景、動機、目的と、論文の構成が述べられている。

第2章は"Fundamental theories"と題し、本論文で扱う導波路デバイスの基礎となる概念、およびデバイスを記述する理論と数値解析手法について述べている。特に、多モード干渉結合器、方向性結合器、位相シフタ、マッハツェンダ干渉計、スポットサイズ変換器の動作原理について示している。さらに、多面光変換法の理論について論じている。

第3章は"Wideband integrated OUC using MMI couplers"と題し、本論文で提案する一つ目の集積多面光ユニタリ変換器について論じている。まず、多モード干渉結合器と位相シフタアレイを縦続接続した新規の構成を提案し、数値解析を通じてその有効性を示している。モード分割多重通信における16モードのスクランブル解消に適用して、 -24dB 以下のモード漏話が可能であることを数値的に示した。さらに、 3×3 の集積光ユニタリ変換器をシリコン基板上に試作し、3モードの全光分離実験において波長 1542nm から 1565nm の広範囲にわたり -10dB 以下のモード漏話を実証した。最後に、非ゼロ回帰 40Gbps 信号のエラーフリー分離動作を実証している。

第4章は"Robust integrated OUC using multiport directional couplers"と題し、本論文で提案する二つ目の集積多面光ユニタリ変換器について論じている。ここでは、多ポート方向性結合器と位相シフタアレイを縦続接続した構成を用いる。この構成は、高い作製誤差耐性を有することを特長とし、広範な導波路間隔、結合器長さを許容できることを数値解析で明らかにした。さらに、同構成による 4×4 集積光ユニタリ変換器をSOI (silicon on insulator) プラットフォーム上に試作して、波長 1550nm の4モードの全光分離実験において、 -10.5dB 以下のモード漏話を実現した。前章同様、非ゼロ回帰 40Gbps 信号のエラーフ

リー分離動作も実証している。

第 5 章は "Large-scale integrated OUC using multiport directional couplers" と題し、4 章で提案した多ポート方向性結合器を用いる光ユニタリ変換器を 10×10 規模に拡大する素子設計と試作、および初期的特性評価結果について述べ、さらに従来報告されている光ユニタリ変換器との比較考察を行なっている。従来の光ユニタリ変換器は全て、マッハツェンダ干渉計を基本要素として用いているが、それらに比べ本論文で提唱する多面光変換に基づく構成は広い動作波長範囲、ないし高い作製誤差耐性等の特長を有する。さらに、ここで実現した 10×10 光ユニタリ変換器は、同変換器の中で過去最大規模を記録するものであり、スケーラビリティにおける優位性をも示している。

第 6 章は結論であって、得られた成果を総括するとともに将来展望について述べている。

以上のように本論文は、集積全光ユニタリ変換器回路において、多面光変換に基づく新しい構成を 2 種提案し、数値解析を通じて広波長帯域性や作製誤差耐性などの優れた特性を明らかにするとともに、シリコン光集積回路技術を適用して実素子の設計と試作を行い、高度な駆動方法を開発して高ビットレートモード分離実証実験に成功し、その有効性を実験的にも明らかにした。最後に 10×10 集積素子を設計・試作し、提案構成のスケーラビリティをも実証したもので、半導体集積光デバイス工学に貢献するところ多大である。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。