

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	磁気光学結晶のマイクロトランスファープリンティングを用いた導波路型光アイソレータの研究
Title(English)	
著者(和文)	峰村大輝
Author(English)	Daiki Minemura
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12701号, 授与年月日:2024年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:庄司 雄哉,植之原 裕行,中川 茂,西山 伸彦,雨宮 智宏,太田 泰友
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12701号, Conferred date:2024/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	峰村 大輝	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	庄司 雄哉	准教授	雨宮 智宏	准教授
	審査員	植之原 裕行	教授	太田 泰友	慶応大学 准教授
		中川 茂	教授		
	西山 伸彦	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は“磁気光学結晶のマイクロトランスファープリンティングを用いた導波路型光アイソレータの研究”と題し、和文 6 章から構成されている。

第 1 章“序論”では、研究背景としてシリコンフォトニクスや磁気光学アイソレータのこれまでの研究や最新動向を紹介し、磁気光学材料の集積技術について述べている。本研究ではマイクロトランスファープリンティング（以下、 μ -TP）を用いた光アイソレータの実現を目的とすることを述べている。直接接合法と堆積法の長所と短所について述べ、従来研究における課題を明らかにし、本研究の優位性を明らかにしている。

第 2 章“磁気光学アイソレータの理論”では、磁気光学効果の基礎理論を概説し、本研究の光アイソレータに利用する磁気光学移相効果の解析と設計手法を明らかにしている。次に、従来のマッシュエンダー干渉計（MZI）を用いた導波路型光アイソレータの動作原理を述べた後、偏波回転 MZI 型光アイソレータを新たに提案し、光電磁界シミュレーションによりその具体的な設計値と性能を明らかにしている。

第 3 章“ μ -トランスファープリンティングによる Si 基板上への薄膜磁気光学材料の貼り付け”では、加工が難しい磁気光学材料 Ce:YIG を薄膜クーポン化するためのプロセス開発を行い、パターン化のための深掘りエッチング条件やウェットエッチングによる犠牲層除去の条件を求めている。その後、共同研究先の産業技術総合研究所で実施した高分子フィルム（PDMS）によるクーポンの持ち上げと Si 基板上への貼り付け実験について述べ、薄膜化した磁気光学材料の転写が可能であることを明らかにしている。

第 4 章“ μ -トランスファープリンティング法による MZI 型磁気光学アイソレータの作製”では、第 3 章で確立した μ -TP 法を用いて SOI 基板上に MZI 型光アイソレータの試作を行い、その光透過率測定から磁気光学効果に由来する光アイソレータ動作を実証している。アイソレーション比 14 dB が実験的に得られ、回路面積は従来型の 1/10 に削減できることを明らかにしている。一方、過剰損失や不十分な磁気光学位相シフトの原因を考察し、 μ -TP のさらなる条件最適化の必要性を述べている。

第 5 章“超低損失で小型な MZI 型磁気光学アイソレータの設計”では、 μ -TP により磁気光学材料の貼り付け領域を任意に設定できる利点を前提として、その接合界面における接合損失を低減する 3 種類の構造を提案し、シミュレーションにより低い接合損失を明らかにしている。また、小面積化も含めた光アイソレータ全体の設計を行い、挿入損失 2 dB 以下の低損失特性が可能であることを明らかにしている。

第 6 章“結論と今後の課題”では、本研究で得られた成果を総括し、本研究で得られた磁気光学材料の集積技術と従来研究のそれとの比較について述べている。さらに、開発した μ -TP の現状の問題点について述べ、歩留まりの改善策や光アイソレータの動作特性の向上を提案し、将来展望を述べている。

本論文では、世界的にボトルネックとなっている集積型光アイソレータの実現に向けて、実用上重要となる低温かつ小面積の集積方法を実験的に明らかにしたものであり、工学上並びに工業上貢献するところが大きい。よって、本論文が博士（工学）の学位論文として十分価値があるものと認める。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。