

Title	磁気光学ガーネット導波路と非相反デバイスへの応用に関する研究
Author(s)	杉本, 直登
Citation	
Issue Date	
oa:version	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40402
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について ご参照 ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	すぎもと なおと 登 杉 本 直 登
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 13275 号
学位授与年月日	平成9年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	磁気光学ガーネット導波路と非相反デバイスへの応用に関する研究

論文審査委員 (主査)

教授 山本 錠彦

(副査)

教授 小林 哲郎 教授 岡村 康行

論文内容の要旨

光アイソレータ等の非相反デバイスは、重要な光通信用のデバイスの一つである。本論文では、光集積回路上で動作する非相反デバイスの実現を目的として、La, Ga置換イットリウム鉄ガーネット ((La, Ga): YIG) 膜の特性と成長条件の関係及びガーネットの加工法を検討し、他の導波路と低損失に結合する磁気光学ガーネット導波路の作製を試みた。また、得られた導波路より磁気光学素子を作製するとともに、これを用いて光集積回路の代表的集積用導波路である石英系ガラス導波路 (SBW) 上にハイブリッド集積型の光アイソレータを形成することを検討した。これらの検討により、

- (1) (La, Ga): YIG 膜の屈折率, 格子定数, 膜厚を成長温度等により制御する方法を確立した。
- (2) イオンビームエッチングにおけるエッチングマスクの検討によりガーネット膜上に数 μm 大の方形形状コアリッジを形成する方法を確立した。
- (3) SBW と低損失に結合し, かつ伝搬損失が低い (La, Ga): YIG 埋込み型導波路を作製できた。
- (4) 導波路中の応力誘導複屈折を制御し, 直交偏波間の消光比25dB及びSBWに対する挿入損失0.6dBの45°非相反導波路回転子を作製できた。
- (5) 非相反導波路回転子を偏光子等とともにSBW上へ集積し, 波長1.55 μm 帯で25dB以上のアイソレーションを示すハイブリッド集積型光アイソレータを作製できた。

等の結果を得た。

論文審査の結果の要旨

一枚の基板上に各種の機能を有する光デバイスを集積化する光集積回路 (光IC) の技術は、将来の光通信, 光応用計測や光情報処理システムにおける基本的なハードウェア技術として注目を集めている。多くの光IC用デバイスのなかでも、光の伝搬方向によって特性が異なる磁気光学効果を利用したアイソレータ (単向素子) やサーキュレータ (循環素子) 等の非相反デバイスは、通常の相反デバイスと組み合わせてシステム構成の多様化をはかる上で重要である。本論文は集積型非相反デバイス構成の基礎となる磁気光学導波路の作成技術と、これを基にして、汎用性の

ある光 IC 用基板要素として有望な石英基板光導波路 (SBW) との整合性のあるハイブリッド型光アイソレータの開発に関する研究成果をまとめたものである。

ここではまず、磁気光学材料として希土類鉄ガーネットに着目し、液相エピタキシャル法による単結晶薄膜成長の検討を行い、屈折率、膜厚、格子定数などのパラメータの制御性の観点からランタニウム・ガリウム置換イットリウム鉄ガーネット (La, Ga): YIG が導波路の作成に最も適していると結論している。また、集積化をはかる上で重要な光導波路のチャンネル化についての検討を、加工の面からガーネット材料に対して行い、石英基板導波路と同様に断面形状が方形の埋め込み型の単一モード動作磁気光学導波路を再現性良く作成する技術を確立している。伝送損失は、光ファイバ応用システムにおける重要な波長域である $1.55 \mu\text{m}$ 帯において 0.6 dB/cm であり、この種の導波路としてはこれまでの報告の中で最も小さい値を得ている。

ついで、具体的な回路要素として非相反偏光面回転子と方向性結合器を取り上げ、これらの実現をはかっている。特に非相反回転子はアイソレータを始めとする非相反デバイスを構成する上で必須の要素であるが、回転特性の劣化の要因に検討を加え、応力誘導複屈折が主因であることを見出し、その低減化により優れた特性を有する非相反導波型 45° 回転子を得ている。また、方向性結合器については、本論文の成果をサーキュレータ等の構成に発展させる際に重要な回路要素であることを考慮して詳細な検討を加えている。

さらに、この非相反 45° 回転子と相反 45° 回転子、そして偏光子、検光子を石英基板に組み込んだハイブリッド型の光アイソレータを作成し、 $1.55 \mu\text{m}$ 波長域において挿入損失 2.6 dB 、アイソレーション (順逆方向比) 30 dB と実用上の目標値を達成している。

以上のように、本論文は磁気光学導波路の作成に関して多くの有用な知見を与え、さらに代表的な非相反光デバイスであるアイソレータについて、光集積型としては初めて実用性の高い特性を実現し、将来の光集積回路技術の発展にとって重要な指針を示しており、学位論文として価値あるものと認められる。