



Title	光導波路における磁気光学効果に関する研究
Author(s)	犬塚, 博誠
Citation	大阪大学, 1989, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/36465">https://hdl.handle.net/11094/36465</a>
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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> >大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名・（本籍）	いぬ 犬	づか 塚	ひろ 博	せい 誠
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	8 6 8 6		号
学位授与の日付	平成元年3月24日			
学位授与の要件	基礎工学研究科物理系専攻 学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	光導波路における磁気光学効果に関する研究			
論文審査委員	(主査) 教授 山本 錠彦 (副査) 教授 末田 正 教授 蒲生 健次			

## 論文内容の要旨

本論文は、酸化物磁性薄膜（イットリウム鉄ガーネットエピタキシャル単結晶薄膜）光導波路における磁気光学効果について研究して得られた成果をまとめたもので、本文6章と謝辞からなる。

第1章では、これまでの研究を概観し本研究の地位を明らかにすると共に、光導波路の磁気光学効果について述べている。

第2章では、まず、磁気光学導波路用材料としてYIG単結晶薄膜を取り上げ、その作製及び評価を行っており、液相エピタキシャル法によりGGG基板上に成長させたYIG単結晶薄膜が磁気光学導波路として適切であることを明らかにしている。また、デバイス化に重要な磁気光学導波路のチャンネル化について検討を行っており、イオンビームミリングによるドライエッチング法を用いリブ形導波路を作製し、チャンネル導波路としての機能を確認している。さらに、導波路の磁化方法についても検討しており、導波路を部分的に磁化する場合は、導波路上に設けた電極に流れる電流によって生じる磁界を用いることが可能であることを明らかにしている。

第3章では、磁気光学導波路におけるモード変換特性について、実験的に検討を行なっている。まず、モード変換特性で重要なパラメータである直交偏波モード間の位相定数差並びに結合係数の測定法を新たに提案し、実験によってその有効性を確かめている。さらに、モード変換によって生ずる出射光偏波面の回転に着目してその非相反性を確認している。また、通常は完全モード変換の生じない非縮退時の導波路においても、最大変換効率が50%のものは、結合係数の符号を反転した2つの区間を設けることにより完全モード変換が達成できること実験により明らかにしている。

第4章では、磁気光学導波路における非相反位相特性について理論的ならびに実験的に検討を行なっ

いる。まず、理論計算により非相反位相シフトの導波層膜厚依存性を示し、その原因が導波路の非対称性にあることを指摘すると共に、磁性薄膜より高屈折率の非磁性薄膜を装荷した構造とすることによる特性の改善を計算によって明らかにしている。続いて、新たに提案した非相反位相シフトの測定法により、膜厚の異なる導波路について測定を行ない理論計算とのよい一致が得られている。

第5章では、非相反位相特性を、光アイソレータ、サーキュレータなどの非相反光デバイスに応用する際重要な位置をしめる磁気光学分岐干渉計の伝送特性について実験的に検討を行なっている。まず、リブ形導波路によるY分岐導波路、非対称X分岐導波路を組み合わせた分岐干渉計を作製し、その動作を確認している。さらに非相反移相部を組み込みその非相反伝送特性を確かめ、印加磁界による非相反移相量の制御の可能性を明らかにしている。続いて、相反移相部の調整機構に着目して検討を行っている。ここでは、導波路上に装荷した非磁性薄膜の膜厚を制御する方法を採用し、装荷用薄膜として膜厚の制御性のよいラングミュア膜を用い、出力部に非対称X分岐を有する分岐干渉計を用いてその有効性を確かめている。

第6章では、第2章から第5章までの研究成果を総括し、本研究で得られた主要な結論についてまとめている。

## 論文の審査結果の要旨

基板上に設けられた微細な光導波路を基本構造として各種のデバイスを構成し、それらを集積化して複雑な機能を持たせる光集積回路（光IC）の技術は、将来の光エレクトロニクスの各分野における重要なハードウェア技術として注目を集めている。この光ICに組み込まれる機能デバイスの多くは電気光学効果、磁気光学効果あるいは音響光学効果などを有する導波路を利用したものであるが、これらのうちでとくに磁気光学導波路は、光の伝搬方向によって特性の異なるいわゆる非相反デバイスを構成するうえで不可欠な要素として重要である。

本論文はこの光導波路における磁気光学効果について、デバイス構成の基礎となる一連の研究成果を述べたものである。ここでは導波路材料として、近赤外域で透明なイットリウム鉄ガーネット（YIG）に着目し、とくにLa、Ga置換YIGが導波形光デバイスへの応用に適した面内磁化特性を持つことを示し、液相エピタキシャル法による単結晶膜の成長条件を確立した後、導波路構造として種々の形式を比較した結果、表面にストライプ状の段差を形成したりブ形構造が最適であると結論している。ついで本論文はデバイス応用に関して重要な2種類の配置における磁気光学効果につき、理論・実験の両面から行なった詳細な研究の結果を述べている。そのひとつは膜面で光の伝搬方向に平行に磁界を印加する配置で、この場合は導波路中の垂直偏波と水平偏波の固有モード間に非相反な結合現象が生ずる。いまひとつは面内で光の伝搬方向に直角に磁界を印加する場合で、このときは垂直偏波の固有モードにのみ非相反な位相シフトが生ずる。ここではこれら2つの効果について、現象を記述する主要なパラメータの簡易かつ高精度な測定法を考案すると共に、特性をより一層向上させるための新しい導波路構造や磁界印加用の電極構成について幾つかの提案を行ない、それらの有効性を実証している。なお前述の2つの効果のうちで非相反位

相シフトの現象は、これまで理論的に予想されてはいたものの、その存在を実験によって確認したのは本研究が最初である。さらにここでは、導波形非相反光デバイスを構成するうえで重要な要素である導波路分岐すなわちY分岐やX分岐の振舞いを調べ、またこれらを組み合わせた分岐干渉計の動作を詳しく検討している。

以上のように、本論文は光導波路における磁気光学効果について多くの有用な知見を与え、デバイス構成に向けての重要な指針を示しており、学位論文の価値あるものと認める。