

専攻	システム情報	学籍番号	841409	指導教官氏名	宮崎 保光
申請者氏名		長谷川 和男			後藤 信夫

論文要旨

論文題目	静磁表面波による磁気光学効果を用いた集積型光機能素子の研究
------	-------------------------------

(要旨 1,200 字以内)

近年、大容量で高速な光通信や光情報処理に対する要求が高まっている。そのために光通信工学・光情報処理における光機能素子の研究が進められてきた。本研究では、超高速な光スイッチ等への応用が期待される静磁表面波によるファラデー効果を用いた光機能素子について検討を行った。静磁表面波により誘起される周期的な高周波磁化によるファラデー効果を用いたコリニア相互作用型の導波路型光機能素子について、実験的検証および高性能光機能素子を得るための多層構造の検討を行った。

Bi:YIG導波路の光モード分散特性および静磁表面波の分散特性について解析を行い、静磁表面波の伝搬実験、光モード変換実験を行った。次に、光モード変換特性に関する実験結果と理論値を比較した。Bi:YIG薄膜の膜厚を $20.0 \mu\text{m}$ 、屈折率を 2.23、複屈折を 1.28×10^{-3} 、基板の屈折率を 1.94 とした時の導波光の基本モードである TE_0 と TM_0 の伝搬定数の差は、約 6700m^{-1} となる。この位相不整合を静磁表面波の波数で補うことにより光モード変換を行った。光源として波長 $1.2 \mu\text{m}$ 帯の半導体レーザを用いた。マイクロ波信号周波数を 2.16GHz 、バイアス磁界を 2700e とした時に位相整合が行われた。マイクロ波の入力は最大時で 1.35W であった。相互作用長を 4.5mm とした時の実験で、光モード変換効率 3.35% を得た。従来

型の YIG 導波路を用いた実験結果より高い変換効率を得ることができた。Bi:YIG の飽和磁化を $14800e$ とした時の理論値において、変換効率が半分となる半値全幅 Δf_{FWHM} は、 37.5MHz であり、実験結果では約 40MHz となった。実験結果からの計算より 100% のモード変換が可能となる完全結合長は、 3.85cm となった。

導波路を多層構造化することにより、集積型光機能素子としての特性を向上させる検討を行った。屈折率の異なる薄膜と厚膜の二つの磁性層より構成される導波路にすることで、相互作用断面積を減少することなく、導波光の基本モードのみ伝搬可能な導波路を作製できる。磁性層の飽和磁化を調節することで、従来型と比較して、光機能素子としての効率の向上および特性の改善をもち、相互作用長を短くすることが可能な素子構造を提案し、その数値計算例を示した。数 mW/mm 程度の小さなマイクロ波入力において Bi 等の材料での置換を想定した YIG において、相互作用長 1cm 程度の高効率な素子が実現可能なことを示した。また、その導波路構成が、静磁表面波の挿入損や励振帯域の広帯域化等の励振特性の改善にも適していることを明らかにした。更に、固定磁界 H_0 における光波長分波特性の検討を行った。分波特性の数値計算例として、静磁表面波の中心周波数 $f_0 = 3.1504\text{GHz}$ において、 $\lambda = 1.300\mu\text{m}$ 帯で 2nm 間隔で多重化されている光波長の分波が可能であることを明らかにした。3次元導波路とすることで、光波長多重信号 $\lambda_m^{(n)}$ を処理することが可能な光波長多重システムの実現性も示した。