

平成13年 1月16日

電子・情報工学専攻	学籍番号	989302
申請者氏名	Bhandari Rakesh	

指導教官氏名	宮崎保光 後藤信夫
--------	--------------

論文要旨 (博士)

論文題目	A Study of Interaction between Optical Waves and Magnetostatic Surface Waves for Optical Integrated Circuits (光集積回路における光波と静磁表面波の相互作用に関する研究)
------	--

情報技術(IT)の急速な普及により、高信頼性、広帯域、高速な通信ネットワークが要求されている。この10年間における光通信技術の急速な進展でこれらの要求を満たすことが可能になってきたが、ITを広く利用するためには光信号の直接処理が可能な光集積回路(OICs)を高性能化し、さらに、小型化、低コスト化する必要があった。近年、マイクロ波信号周波数(1~20 GHz)に対して磁気光学効果を用いることで、広帯域(1~2GHz)光信号処理が可能となる静磁波(MSW)が注目を集めている。

本研究の目的は、広帯域光変調器、高周波スイッチや光フィルタなどの設計に必要な光波と静磁表面波(MSSW)の相互作用を調べることである。

最初に、MSSWの伝搬、励起、分散特性、および、MSSWの有限幅薄膜や多層薄膜中の伝搬について検討を行った。次に、光とMSSWの相互作用と、光信号処理に有用な効果(光モード変換と光位相シフト)について記述した。

続いて、3次元導波路中での光モード変換を可能にする新規なデバイス構成を提案した。光-MSSW相互作用に関する研究は、従来は平面光導波路(2次元)に限定されていたが、我々は3次元光導波路中での光-MSSW相互作用を初めて解析した。3次元光導波路は、光波の閉じ込め効果、小型化による基板一枚当りの収量増加、光ファイバとの高効率結合の点で望ましい。しかしながら、狭幅の3次元光導波路にMSSWを励起するのは困難であったが、提案したデバイス構成を用いることでこの問題を克服した。さらに、このデバイスは多層ガーネット構造を用いており、パラメータの最適化によりMSSWと同様に光波の効率的な伝搬も可能となる。

提案したデバイスにおいて、光およびMSSWの伝搬特性を導出した。光モード間の結合係数を導出し、導波路幅、膜厚、ガーネット層の飽和磁化などの導波路パラメータによる結合係数の依存性を検討した。特に、多層構造における飽和磁化の制御による光-MSSW相互作用改善の可能性を詳細に調べた。その結果、GGG基板上に成長したCeYIGとBiYIGの多層構造で、MSSWパワー密度25mW/mm、相互作用長0.88cmとすれば100%の光モード変換が可能であることを示した。

最後にMSSWによって誘起される光位相シフトを用いたデバイス構成について検討した。この構成は著者の知る限り初めての方式である。光位相シフトを得るための基本条件を提示し、この位相シフトを高めるための各パラメータの決定を試みた。その結果、この位相シフトが膜厚とMSSW励起に用いたマイクロ波周波数に強く依存することを見出した。さらに、この位相シフトを用いた方向性結合器型非相反高速光スイッチに対する適用条件を具体化した。提案したデバイス構成をモード結合理論によって解析し、重要となるデバイスパラメータ選定法について検討した。

本研究は光-MSSW相互作用を用いた光集積回路の設計における基本的な結果を提供するものである。特に、広範囲に網羅したデバイスパラメータの最適化は、光通信用デバイスを現実のものにするを期待している。