

電子・情報工学専攻	学籍番号	059305
申請者氏名	高木 宏幸	

指導教員氏名	井上光輝教授 内田裕久准教授
--------	-------------------

論文要旨(博士)

論文題目	磁気光学効果を用いたアナログ空間光変調器に関する研究
------	----------------------------

(要旨 1, 200字程度)

光情報通信技術(光IT)の著しい進展に伴って、極めて多彩な光ITデバイス・システムの実現が熱望されるようになった。デジタル体積ホログラフィ記憶装置に用いられる光変調器など、空間光変調器(Spatial Light Modulator: SLM)を基本キーデバイスとする光ITデバイス開発への期待は大きい。SLMは、ページデータ情報(2次元配列されたデジタル情報)を表示し、1本の空間光を多数本の細い光の束に変換・変調することで種々の光情報処理を行うデバイスである。中でも磁気光学空間光変調器(Magneto-Optic SLM: MOSLM)は、高速駆動、堅固等の従来のSLMでは得られなかった特長を持つデバイスである。

従来のMOSLMは、1ピクセルあたり白(光の透過)か、黒(光の不透過)の2値の情報しか扱えなかった。中間色を制御できるようになれば、1ピクセルあたりの情報量を増加することができる。2値デバイスは、光の進行方向である垂直異方性が強い磁性ガーネット膜を使用していたが、形成方法、組成を考慮し面内磁化膜とシアナログ駆動を可能とした。しかし、変調に必要な電流量が多く、変調中は常に大きな電流を流す必要があり実現は困難であった。

これら問題を解決する方法として、圧電駆動方式による低消費電力化の研究を行った。圧電駆動方式は、磁性膜と圧電膜の積層構造を持つ。電圧を加えた圧電膜は圧電効果により形状変位を起こし、磁性膜は逆磁歪効果により実効磁界が働き磁化を制御出来る。実効磁界は面内方向に働くため垂直磁化膜を使用した。外部磁界アシストで変調できる2値変調とし圧電駆動の原理を実証した。

外部磁界はデバイス全体に加わるため応力印加していないピクセルまで変調してしまう可能性がある。アナログ駆動には外部磁界を必要としない駆動が必要である。電圧のみでピクセルの磁化を制御するには応力がピクセル内に均一に加わる必要がある。もしも不均一ならばピクセル内の変調にムラを生じる可能性がある。圧電駆動型アナログ変調MOSLMを開発するにあたり、有限要素法計算を用いた駆動的(応力的)観点による構造の最適化を行った。並行してマトリクスアプローチ法を用いた光学的観点による構造の最適化を行った。計算結果から磁性フォトニック結晶(Magneto Photonic Crystal: MPC)構造の片側のミラー層を金属膜とした反射型MPC構造(無反射コート/基板/誘電体ミラー層/磁性体/金属反射膜(圧電体電極を兼ねる)/圧電体/電極)を開発した。均一に応力がかかり駆動的観点到に優れており、回転角が10 deg.以上で光学的観点においても優れていることが分かった。

計算から求めた反射型MPC構造を光学膜厚制御出来る装置を用いて形成し約150 nm程度の薄膜にも関わらず18.2 度と非常に大きなカー回転角を得ることが出来た。

駆動の効率化から磁歪が大きいとされるDyを添加した磁性ガーネット膜を作製し、熱処理温度の最適化による保磁力低減を試みた。また、圧電体の分極処理を最適化した。MPC構造ベースの圧電駆動型MOSLMを開発し、面内方向の外部磁界によって連続的にカー回転角が変調出来ることを確認した。外部磁界によって連続的にカー回転角を変調出来れば、実効磁界は応力に比例することから、応力によっても同様にカー回転角を自在に変調できることになる。また、圧電駆動のため応力を加えている間は低消費電力でカー回転角を固定できる。

本デバイスに電圧印加した所、低消費電力で約0.2deg./20 Vでカー回転角を連続的に変調することが出来た。これら結果からMPC構造ベースのアナログ変調MOSLMを開発することが出来た。