

23 年 6 月 30 日

電気・電子工学専攻	学籍番号	053349
申請者氏名	水戸 慎一郎	

指導教員氏名	井上 光輝 中村 雄一
--------	----------------

論文要旨(博士)

論文題目	磁性フォトニック結晶を用いた 圧電駆動型磁気光学空間光変調器に関する研究
------	---

空間光変調器(Spatial Light Modulators: SLM)は空間的に配列された光の強度、位相、偏光状態等を変調するデバイスである。特に、磁気光学効果を用いたSLM(Magneto-Optic SLM: MOSLM)は高速動作可能なSLMとして光体積記録などへの応用が期待されている。圧電体膜による応力で磁性フォトニック結晶(Magneto-photonic crystal: MPC)の磁気光学Kerr回転角を変調する圧電駆動アナログ変調MOSLMは、低消費電力、多諧調表示と言う特徴を持った次世代のMOSLMである。アナログ変調MOSLMでは、スパッタ法により作製した多結晶磁性ガーネット膜を磁気光学膜として利用するが、応力に対する磁化変化等の磁化過程は詳細に検討されていなかった。そこで本研究では、多結晶磁性ガーネット膜の磁化過程および応力に対する磁化の応答について詳細に調べた。また、圧電駆動型MOSLM 作製のための材料・プロセス開発を行った。

多結晶磁性ガーネット膜($\text{Bi}_{1.3}\text{Dy}_{0.7}\text{Y}_{1.0}\text{Fe}_{3.1}\text{Al}_{1.9}\text{O}_{12}$)の磁化過程を調べた。結果、磁氣的相互作用の弱い磁気クラスタが、それぞれ独立して磁化反転していることが分かった。このモデルにより、応力による磁化変調のためにはガーネット内に働く種々の磁気異方性エネルギーの中での磁歪効果の相対値を高める必要があることが分かった。

MOSLMに用いる磁気光学材料として、ビスマス置換ガドリニウム鉄ガーネット(Bi:GIG)、ビスマス・ジスプロシウム・アルミ置換イットリウム鉄ガーネット(BiDyAl:YIG)、不規則亜鉛フェライトをそれぞれ検討した。結果、Bi:GIGが優れた磁気光学特性と応力による磁化変化を示した。MPC上にチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)膜を形成する方法としてAD法、スパッタ法を検討した。また、合せて結晶化熱処理についても検討した。結果、スパッタ法により作製したPZTをレーザーアニールすることで、MPCへの影響を抑えつつPZTを形成できることが分かった。

圧電駆動アナログ変調MOSLMの原理実証として、PZT膜を用いたMPCのKerr回転角変調を調べた。Bi,Dy,Al:YIGを用いたMPCにPZTアクチュエータを貼り付け、300 V印加したところ、4.75度のKerr回転角変調を確認できた。また、同様のMPCに厚さ1.75 μm のPZT膜を成膜し、50V印加したところ1.5度のKerr回転角変調を確認した。

以上の結果より、圧電駆動アナログ変調MOSLMが実現可能であることを示せた。多結晶磁性ガーネット膜の磁化過程の検討は他に例が無く、磁気光学効果を用いた光変調デバイスの制御に新たな知見を与えるものと考えられる。