

カラー用磁性フォトニック結晶の設計

工藤 慧、中村和樹、酒井将生、後藤太一、高木宏幸、林 攀梅、井上光輝
(豊橋技術科学大学)

Design of Magneto Photonic Crystal for RGB Colors

K. Kudo, K. Nakamura, S. Sakai, T. Goto, H. Takagi, P. B. Lim, M. Inoue
(Toyohashi University of Technology)

はじめに

自然な 3 次元像を再生する表示方法として電子ホログラフィが注目されている。ホログラフィは物体が存在する場合と同様の光の状態を再現するため、輻輳や焦点の調節など生理的要因に負担をかけることなく裸眼で見ることができる 3 次元像を表示できる¹⁾。磁気光学 3 次元ディスプレイでは希土類置換型イットリウム鉄ガーネット(R:YIG)の垂直磁化膜に磁気情報としてホログラムを表示することで、3 次元像の単色再生を実現している。しかし、R:YIG 単層膜の回折効率は波長と膜厚に依存するため、カラー像の再生には波長に合わせた膜構造の設計が必要となる。本研究では磁気光学 3 次元ディスプレイの 1 枚の磁性メディアを用いたカラー化を目的として、磁性ガーネット膜の構造を設計した。

実験方法

赤(R)緑(G)青(B)各色にあわせた 3 枚の欠陥層を誘電体ミラーによりはさんだ反射型の磁性フォトニック結晶(magneto photonic crystal:MPC)の構造をマトリクスアプローチ法によって設計した。この構造では、各色の欠陥層に局在する光の波長を独立させることで、1 枚のメディア内で空間分割方式によるカラー像の再生を行うことができる。各層の独立性を評価するために、3 層の欠陥層中 1 層のみ磁気旋光を与えて、カー回転角および反射率の波長スペクトルを計算し回折効率を求めた。再生像の輝度は磁性膜の回折効率および参照光の強度によって決定される。参照光強度は、ISO 13406 規格で推奨されている輝度 100 cd/m² を達成するように RGB の各波長について調節を行った。各欠陥層に RGB 各波長を入射した場合の輝度値を算出し、欠陥層に対応した入射波長に対する対応していない入射波長の輝度比をクロストークとして評価した。

実験結果

設計した MPC の構造を Fig.1 に示す。各色の欠陥層上部の誘電体ミラーに対し、下部の誘電体ミラーのペア数を増加させることで、赤色光に比べ透過率の低い青色光や緑色光が奥の欠陥層まで到達し減衰してしまうことを防いでいる。RGB それぞれのピーク波長は R:620 nm、G:524 nm、B:440 nm となっており、その波長で 100 cd/m² を達成する参照光強度は R: 174.2 mW/cm²、G:7.0 mW/cm²、B:929.6 mW/cm² となる。Fig.2 に各欠陥層でホログラムを表示した場合の輝度を示す。例えば R は赤色用磁性層のみ磁気旋光を与えた結果である。クロストークの値は青色光のホログラムが赤色光で再生されるときが最大で 1.99 % であり、設計波長外の光による再生像の影響は非常に小さく、RGB ごとに像を再生できる結果を得た。今後、MPC を作製し、カラー像を実際に再生することを試みる。

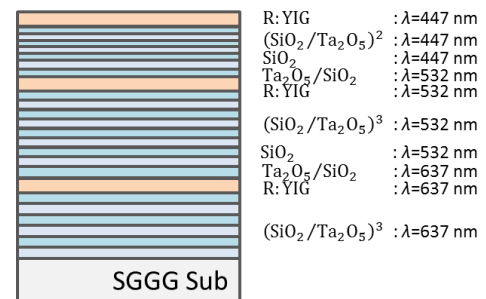


Fig.1 Structure of the MPC for RGB

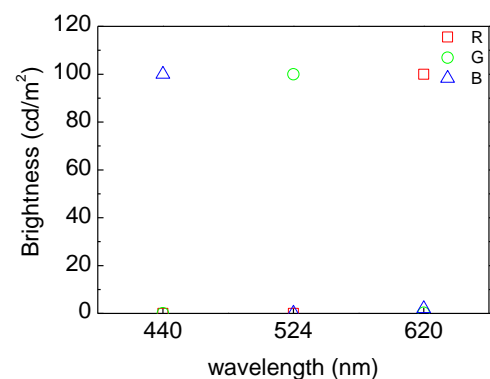


Fig.2 Wavelength dependence of brightness

参考文献 1) 三科智之, “立体電子ホログラフィー技術” 電子情報通信学会誌 93(6), 492-498, (2010)