

課題番号 : F-14-GA-0007
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 誘電体多層膜 1次元フォトニック結晶の作製
Program Title (English) : Fabrication of dielectric multilayer 1D-photonic crystals
利用者名(日本語) : 善村達也¹⁾, 鈴木信¹⁾, 鶴町徳昭¹⁾, 下川房男²⁾
Username (English) : T. Yoshimura¹⁾, M. Suzuki¹⁾, N. Tsurumachi¹⁾, F. Shimokawa²⁾
所属名(日本語) : 1)香川大学工学部材料創造工学科, 2)香川大学工学部知能機械システム工学
Affiliation (English) : 1) Department of Advanced Material Science, Kagawa University, 2) Department of Intelligent Mechanical Systems Engineering, Kagawa University

1. 概要(Summary)

光の波長程度の周期で屈折率が 1 次元的に変調された物質を 1 次元フォトニック結晶(1D-PC)と呼び、それは誘電体多層膜構造などで実現可能である。この構造においては広帯域のフォトニックバンドギャップの形成や強い光閉じ込めが可能な局在モード形成などの特徴があり、それらを利用した様々なデバイスの実現が期待できる。例えば、本研究室ではこれまで数 1000 倍にも及ぶ 3 次の非線形光学効果の増強や室温で観測可能な共振器ポラリトンの観測などに成功しており、さらに新しい光デバイスの可能性を探求している。今回、2つの異なる波長において強い閉じ込めを示す二重共鳴 1 次元フォトニック結晶の作製を行い、高効率の 2 次非線形光デバイスの作製を目標とする。

2. 実験(Experimental)

・利用した主な装置

- ・触針式表面形状測定器(ULVAC 社製, DEKTAK8)
- ・エリプソメータ(溝尻光学社製, DHA-XA/M8)
- ・デュアルイオンビームスパッタ装置(ハシノテック社製, 10W-IBS)

・実験方法

上記の装置を利用し、SiO₂-TiO₂ 多層膜構造を作製した。そして、その透過スペクトルを測定し、フォトニックバンドギャップの観測などを行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

今回、SiO₂ と TiO₂ の成膜レートを調べた。その際に、TiO₂ 成膜時に O₂ ガスを同時供給する場合としない場合にどのような違いが起こるか調べた結果、ガスを供給しない場合に酸素欠損により TiO₂ 薄膜中に多くの欠陥準位が生成され、可視全域にわたる大きな吸収が観測された。

透明薄膜の成膜のためにはこれは深刻な問題であるため、ガス供給量を調べ、適切な成膜条件を見出した。その結果、SiO₂、TiO₂ともに良好な成膜が可能となり、Fig. 1 に示すような広帯域のフォトニックバンドギャップを有する 1 次元フォトニック結晶の作製に成功した。実験結果は黒線、理論計算は赤線である。膜厚が設計値とわずかに異なったため実験結果は短波長側にシフトが見られるが概ねフォトニックバンド構造を再現できている。

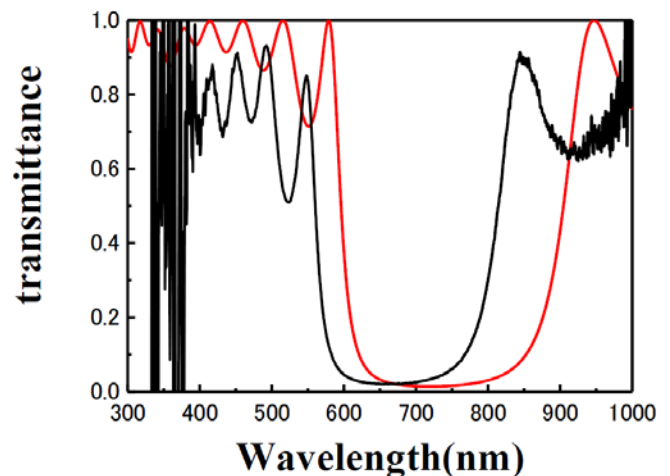


Fig. 1 Transmission spectra of 1D-PC

4. その他・特記事項(Others)

なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

本結果に関連するものとして 2015 年 5 月に開催予定の World Congress of Advanced Materials 2015 (WCAM2015)において招待講演として“Ultrafast Optical properties of one-dimensional photonic crystal microcavity containing organic materials”の講演を行う予定である。

6. 関連特許(Patent)

なし