フォトニック結晶上への Ge₂Sb₂Te₅パターニングによるモードの変調

The mode modulation by selectively loaded Ge₂Sb₂Te₅ film on photonic crystals

東工大理¹, NTT 物性研², JST さきがけ³, NTT NPC⁴

^O上村 高広^{1,2}, 千葉 永^{1,2}, 養田 大騎², 森竹 勇斗^{1,3}, 田中 祐輔², 納富 雅也^{1,2,4}

1. Tokyo Institute of Technology, 2.NTT BRL, 3. JST Presto, 4. NTT NPC

°Takahiro Uemura^{1,2}, Hisashi Chiba^{1,2}, Taiki Yoda², Yuto Moritake^{1,3}, Yusuke Tanaka², Masaya Notomi^{1,2,4}

E-mail: uemura.t.ac@m.titech.ac.jp

カルコゲナイド系の相変化材料であるGe₂Sb₂Te₅(GST)は、常温でアモルファス(a-)相と結晶(c-) 相の2つの安定相を持ち、両相で大きな屈折率および消衰係数コントラストを持つ[1]。近年ではSi 細線やリング共振器等の光学デバイスへの装荷によるモード変調の達成が報告されており[1,2]、 光集積回路におけるスイッチや不揮発性メモリへの応用が期待されている。このように、数µmス ケールのGSTパタンの装荷例はいくつか報告されているが、より小さなフォトニック結晶上への 数百nmスケールでの装荷例はない。今回、フォトニック結晶共振器上に数百nm四方のGSTパタン を装荷し、相変化による共振モード波長とQ値の変化を確認したので、報告する。

Fig.1(a)に、作製したGST装荷L5線欠陥型フォトニック結晶共振器の構造を示す。フォトニック 結晶共振器については参考文献[3]を参照。ここでは、格子定数 a=400 nm, 丸穴半径 r=100 nm, スラブ厚 $h=205\,\mathrm{nm}$ とした。GSTの大きさは縦 $400\sqrt{3}/2\,\mathrm{nm},$ 横 $400\,\mathrm{nm}$ とした。作製プロセスは次 の通りである。フォトニック結晶パタンを描画後、レジストをパターニングしたのち、スパッタ リングによってGSTを30nm成膜した。その後、リフトオフプロセスよって、共振器上に数百nm四 方のGSTパタンを形成した。Fig1.(b)に示すAFM測定の結果から、GSTパタンの膜厚が25 nm程度に なっていることがわかった。 その後、 リフトオフ直後(asdepo)およびアニール後(annealed)のそれぞ れについて透過スペクトルを測定し、共振ピークの変化を調べた。アニール条件はN25 L/min 中 で280℃、75分とした。Fig.1(c)の結果から、アニール前後で2ndピークの共振波長とQ値が変化し ていることを確認した。さらに、GSTパタンの面積を変えて共振器を作製し、それぞれの共振波長 とQ値の変化を調べた。GST面積と共振波長シフトの対応をFig.1(d)に示す。ただし、縦100√3/2 nm, 横100 nmのGSTブロックを1ユニットとしてプロットしている。Fig.1(d)から、GSTの面積増加 に伴って波長シフトが増大していることがわかった。特に、得られた共振波長シフトとQ値の変化 が、エリプソメトリーで得たGST薄膜の複素屈折率の値(na=4.49-0.124i, nc=7.36-1.52i)を用いて 電磁界解析を行うことで得られた共振波長およびQ値とおおむね一致していることを確認した。 以上の結果から、GSTの相変化によるフォトニック結晶モード変調を達成したと結論付けた。発 表では、W1導波路上へのGST装荷による共振ピークの形成と消失、および以前の発表[4]で検討し たハニカム格子型光トポロジカル絶縁体への装荷結果についても報告予定である。フォトニック 結晶上へのGST装荷は、共振器や導波路、トポロジカル系[4]、非エルミート系等で応用が検討で き、今回の成果はその草分けとなる。



Fig.1 (a) Schematic of $Ge_2Sb_2Te_5$ -loaded PhC resonator. (b) The result of AFM measurement of the structure shown in (a). (c) Transmission spectrum of the structure shown in (a),(b). (i),(ii) shows the result of "asdepo" and "annealed", respectively. (d) The shift of resonant wavelength occurred by annealing.

【参考文献】[1] D. Tanaka et al, Optics express 20(9), 10283-10294 (2012) [2] M. Rude et al, Applied Physics Letters 103.14 141119 (2013) [3] M. Notomi et al, Optic express 12.8 1551-1651(2004) [4] 上村,他第66回応用物理学会春季学術講演会 11a-W631-1 (2019)

【謝辞】本研究は、科学研究費補助金 (20H05641)の援助の下に行われた。