低アスペクト比 Ge サブ波長格子中を用いた可視域偏光フィルター

Polarization filter operating visible wavelength region with low aspect ratio Ge subwavelength grating

徳島大理工 [1] ○高島 祐介 [1], 原口 雅宣 [1], 直井 美貴 [1]

Tokushima Univ. [1], ○Yuusuke Takashima [1], Masanobu Haraguchi[1], Yoshiki Naoi[1]

E-mail: takashima@ee.tokushima-u.ac.jp

任意の波長における偏光フィルターはディスプレイや屈折率検出などへの応用が期待できる。これまでに偏光フィルターとして金属ワイヤーグリッド偏光子が報告されているが、非常に高いアスペクト比(>5)を持つナノ構造が必要である[1]。今回、我々が行ってきた高屈折率サブ波長周期構造(SWG: Subwavelength grating)による光制御をヒントとして[2]、非常に低いアスペクト比の Ge-SWG 構造を用いて可視偏光フィルターを実現したので報告する。

Figure 1 に提案した構造を示す。高屈折率 SWG 中には、その大きな屈折率変調により自由空間とは異なる光の状態(固有モード)が存在する [3]。固有モードと入射光の波数が一致する場合、両者に結合が生じ、本構造の反射および透過特性は上部と下部 SWG における固有モードの干渉によって決定される[3]。また、固有モードの伝搬定数は構造周期、充填率、光の偏光状態に強く依存する[4]。したがって、高さ以外の構造寸法により固有モード干渉が制御可能であるため、低アスペクト比の構造においても偏光制御が期待できる。

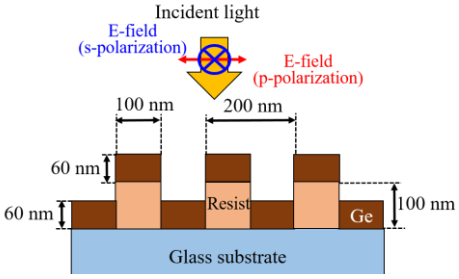

Fig.1 Schematic of bi-layer Ge-SWG filter

上記の指針に基づき、Fig.1 に示す 2 層 SWG をガラス基板上に作製した。SWG 材料は高屈折率材料である Ge を用いた。ガラス基板上に膜厚 100nm の電子線レジスト(ZEP520A)を塗布し、電子線リソグラフィによって SWG パタンを作製した。形成されたレジストパタンに 60nm の Ge を抵抗加熱蒸着により堆積させた。作製した 2 層 Ge-SWPS 表面の電子顕微鏡像を Fig. 2 に示す。Ge-SWPS の周期、上部格子幅、下部格子幅はそれぞれ 200nm、100nm、100nm であり、構造のアスペクト比は 1.6 程度である。対物レンズ(50 倍 NA: 0.8)を用いて本構造に垂直に光を入射し、p および s 偏光に対する透過率を測定した。Figure 2 に測定した透過率および偏光比を示す。偏光比の定義は $10\log_{10}$(p 偏光および s 偏光の透過率の比)である。Figure 2 に示すように p 偏光に対しては、波長 600 nm から 700 nm 付近で透過率が最大になり、その透過率は 35% 程度である。一方、s 偏光に関しては波長 540nm 付近で透過率のディップが現れており、その結果、偏光比は波長 540nm において 7.7dB に達している。これは非常に低いアスペクト比の構造によっても、他のナノ回折格子と同等の性能を実現できたことを示している[5]。

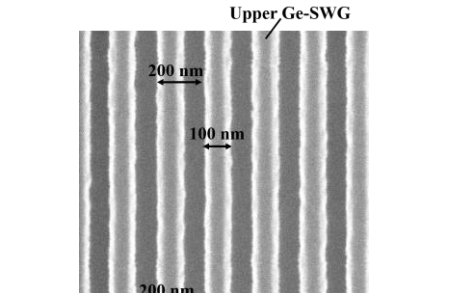

Fig.2 SEM image of fabricated bi-layer Ge-SWG

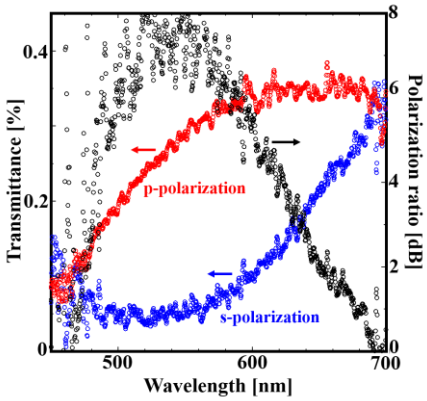

Fig.3 Transmittance and polarization ratio of the fabricated sample

以上のように 2 層 Ge-SWG 中の固有モード干渉を利用し、低アスペクト比(1.6 程度)の偏光フィルターの開発に成功した。

謝辞：本研究の一部は科研費 JP18K04238 および LED general platform project of Tokushima University の支援によって行われた。

参考文献 [1] T. Weber *et al.*, Microelectron. Eng. **98,** 433 (2012). [2] Y. Takashima *et al.*, Opt. Commun. **369**, 38 (2012). [3] C. J. Chang-Hasnain and W. Yang, Adv. Opt. Photonics **4**, 379 (2012). [4] Y. Ekinci et al., Opt. Express **14**, 2323 (2006). [5] B. Kiss et al., JLMN **10**, 53 (2015).

© 2019年 応用物理学会