## サブ波長回折格子/導波路複合構造による二波長フィルター

Dual-wavelengths filter with subwavelength grating/waveguide hybrid structure

## 徳島大理工<sup>1</sup> 〇高島 裕介<sup>1</sup>, 原口 雅宣<sup>1</sup>, 直井 美貴<sup>1</sup>

## Tokushima Univ.<sup>1</sup>, °Yuusuke Takashima<sup>1</sup>, Masanobu Haraguchi<sup>1</sup>, Yoshiki Naoi<sup>1</sup>

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

2波長フィルターはカラーフィルターや屈折率検出等の幅広い応用が提案されている[1, 2]。波長フィルターにはポリマーが広く用いられているが、ポリマーの物性によるフィルター適応波長の制限や熱耐性といった課題がある。近年、誘電体を用いた2波長フィルターが提案されたが、誘電体薄膜の両面へのナノ構造作製といった複雑な作製行程が要求される[3]。今回、我々はサブ波長回折格子(SWG: Subwavelength grating)と導波路構造を組み合わせ、通常のリソグラフィ行程によって2波長フィルターを実現したので報告する。

Figure 1 に我々が提案した構造を示す。本構造では入射波長より小さな周期を有する SWG 構造 が導波路(クラッド/コア/基板)上に配置されている。このような構造に光を垂直入射させると 0 次 の回折光、すなわち透過と反射光のみがエネルギーを伝搬し、高次回折光はエバネッセント光と なる。SWG 中では、その周期的屈折率分布によって自由空間とは異なる光の固有モードが存在す る。入射光と固有モードの波数が一致する場合、その固有モードが励起される。もし、固有モー

ドが 0 次の透過光を打ち消すような位相関係の場合、 入射光はすべて反射され強い反射が共鳴的に生じる[4, 5]。一方、導波路においてはエバネッセント高次回折光 (ここでは1次の回折)の波数と導波モード波数が一致す ると両者に結合が生じる。励起された導波モードはコ ア層を伝搬すると共に、その一部が SWG によって空気 側に再輻射される。再輻射された光と反射光が同位相 であればお互いに強め合い、強い反射が得られる[6]。

この2つの共鳴現象を用いて、波長450 nm (SWG 共 鳴)と510 nm (導波路共鳴)で強い反射が得られるよう構 造の作製を行った。まず、ガラス基板上に膜厚 100 nm の Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 膜をコア層、40nm 膜厚の SiO<sub>2</sub> 膜をクラッド層 として堆積させ導波路を作製した。その後、膜厚 210 nm の Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 膜を再度堆積させ、電子線リソグラフィおよび CHF<sub>3</sub>プラズマエッチングによって SWG パタンを形成 した。作製した SWG の周期、格子幅、高さはそれぞれ 300 nm、210 nm、210 nm である。作製した構造に p 偏 光(電場が SWG 格子に垂直)を垂直に入射した場合の反 射スペクトルを測定した。Figure 2 に測定した垂直反射 スペクトルを示す。また図中の写真は作製試料の光学 顕微鏡像である。Figure 2 に示すように波長 430 nm (SWG 共鳴)と 520 nm (導波路共鳴)に反射ピークが得ら れている。実験的に得られた反射ピークは設計した波 長とわずかにずれているが、これは構造作製時の格子



Fig. 1 Schematic of our structure for SWG/waveguide



形状の不完全性が原因であると思われる。反射ピークの半値幅はそれぞれ 50 nm と 192 nm であり、 プラズモニック構造によるカラーフィルターと同程度の半値幅が実現できた[1]。また、本構造は 通常のリソグラフィ行程でモノリシックに作製を行えること、垂直光入射といった簡単な光学系 で動作するといった点から集積デバイス応用等に非常に有利である。

以上のように SWG/導波構造を用いて通常のリソグラフィによる 2 波長フィルターを実現した。 謝辞:本研究の一部は JSPS 科研費 JP18K04238 の助成を受けたものです。

参考文献:[1] Z. Li *et al.*, ACS Nano **10**, 492 (2016). [2] S. Wang *et al.*, Opt. Express **25**, 14389 (2017). [3] Y. Liang *et al.*, Opt. Express **22**, 11633 (2014). [4] C. J. Chang-Hasnain, Semicond. Sci. Technol. **26**, 014043 (2012). [5] Y. Takashima et al., Sen. Actuators B **255**, 1711 (2018). [6] P. K. Sahoo et al., Sci. Rep. **7**, 7607 (2017).