

サブ波長周期構造を用いた垂直入射型屈折率高感度検出

Highly sensitive refractive index detection with normal incident geometry using subwavelength periodic structure

徳島大理工¹, 学振特別研究員² °高島 祐介^{1,2}, 原口 雅宣¹, 直井 美貴¹

Tokushima Univ.¹, JSPS.², °Yuusuke Takashima¹, Masanobu Haraguchi²,

Yoshiki Naoi

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

屈折率の高感度検出は抗体の定量、有毒ガス検出等、多分野に応用が期待できる。しかし、高感度な屈折率検出には斜入射配置が必要であるなど小型化が困難である。これまでに我々はサブ波長周期構造(Subwavelength Periodic Structure : SWS)中の固有モードの位相を制御し、周期 215 nm、格子幅 160 nm、格子高さ 150nm の Si₃N₄-SWS 構造において、斜入射配置を用いることなく、高感度な屈折率検出が可能であることを理論的に明らかにした[1]。今回、我々は Si₃N₄-SWS 構造を作製し、垂直入射において微小屈折率検出を実験的に実現したので報告する。

SWS 透過率は構造中に励起される固有モードの重ね合わせで表現され[2]、もし固有モード同士が逆位相の場合、透過光強度は両者の干渉により非常に小さくなる。励起されるモード次数、および位相は格子と周囲屈折率 n_s に依存するため、周囲屈折率検出が可能である。ガラス基板上に化学気相堆積法を用い、Si₃N₄ を 150nm 堆積させた。電子線露光を用いて、SWG 構造を作製した。Figure 1 に作製した Si₃N₄-SWS の電子顕微鏡像を示す。作製した Si₃N₄-SWS の周期は 215 nm、格子幅は 160 nm である。作製した試料に p 偏光(格子に対し電界が垂直)の光を垂直に入射し、周囲屈折率を変化させたときの透過光強度を測定した。波長 380nm における透過光強度の n_s 依存性を Fig.2 に示す。Figure 2 に示すように n_s の増加に伴い、透過光強度が減少している(エラーバーは標準偏差 $\pm 2\sigma$ を示す)。このとき単位屈折率(RIU)あたりの透過光強度変化量は -25265 counts/RIU であり、斜入射を必要とせず、少数点 3~4 桁の微小屈折率変化検出が達成できた。これは、SWS 透過光は固有モードの重ね合わせであり[2]、固有モード単一ではなく、励起された各固有モードすべての位相状態が反映されるため、垂直入射にかかわらず周囲屈折率変化に対し高い感度が得られたと考えられる。

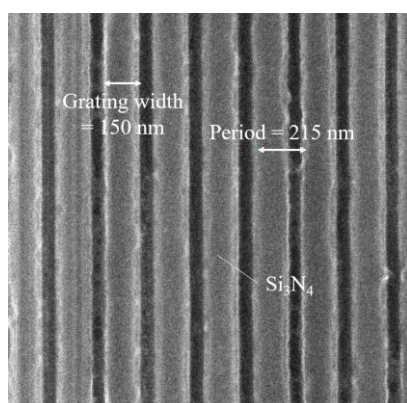


Fig.1 Top view of the fabricated Si₃N₄-SWS

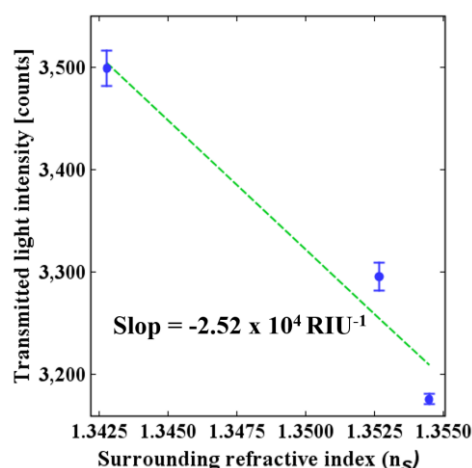


Fig.2 Dependence of the transmitted intensity on n_s

参考文献

- [1]高島祐介 他: 第63 回応用物理学会春季学術講演会, 21p-P1-8 (2016).
- [2] C.J. Chang-Hasnain and W. Yang, *Adv. Opt. Photonics* **4**, 381–440 (2012).