

ホールアレイ型金属回折格子付 SOI フォトダイオードの 斜入射光に対する分光感度特性

Spectroscopic Sensitivity of SOI Photodiode with Hole-Array-Type Metal Grating for Oblique Incident Light

¹静岡大・電子研, ²静岡大・工 〇佐藤 弘明^{1,2}, 岩田 将平², 小野 篤史^{1,2}, 猪川 洋^{1,2,*}

Shizuoka Univ., 〇Hiroaki Satoh, Shohei Iwata, Atushi Ono, and Hiroshi Inokawa*

E-mail: *inokawa06@rie.shizuoka.ac.jp

筆者らはこれまでに、100 nm と薄い silicon-on-insulator (SOI) フォトダイオードに対して、直線状ライン・アンド・スペース (L/S) 型の 1 次元金属回折格子を配置すると、特定波長で光感度を約 1 桁向上させられることを実証してきた[1]。また、同心円状の L/S 型やホールアレイ型の 2 次元回折格子を配した SOI フォトダイオードでは、直線状 L/S 型で見られる偏光角依存性が無くなることを示した[2]。一方、直線状 L/S 型の場合には、L/S のラインに垂直な方向に入射光を傾けると、垂直入射における分光特性のピークが短波長側と長波長側に分裂することも示した[3]。

本報告では、正方格子ホールアレイ型金属回折格子を配した SOI フォトダイオードの、偏光された斜入射光に対する分光感度特性を示す。金属回折格子は材質を金とし、100 nm 厚の SOI フォトダイオード上に 100 nm 厚のシリコン酸化膜を介して配置した。受光面積は $50 \times 50 \mu\text{m}^2$ とした。回折格子に対する偏光角 θ や入射角 α の定義を Fig. 1 に示す。Fig. 2 に $\alpha = 10^\circ$ のときの各偏光角に対する分光感度特性を示す。例えば $\theta = 0$ のときには、波長 575 nm に主要なピークが現れる。これは 100 nm 厚のシリコンが無限厚のシリコン酸化膜で挟まれたスラブ導波路を考えたときの、TE モードの固有波長に対応する。すなわち Fig. 1 の E_x 成分が、SOI 層を y 方向に伝搬する成分に由来するピークである。一方 $\theta = 90^\circ$ では、同波長でピークの分裂が観測される。この場合には E_y 成分が SOI 層を x 方向に伝搬しているが、格子からの回折光と結合する伝搬波長が前進波 ($-x$ 方向) と後進波 ($+x$ 方向) で異なるためにピークが分裂し、L/S 型に光を斜め入射した場合と同様の特性となる[3]。さらに、波長 700 nm (スラブ導波路における TM モードの固有波長に対応) で、 $\theta = 0$ においてピーク分裂が観測されるのは、SOI 層を x 方向に伝搬する H_y 成分に対して、格子からの回折光が結合する伝搬波長が前進波と後進波で異なることに起因する。したがって x 方向に伝搬する導波路モードの電磁界成分に対応して、ピーク分裂の生じる偏光角が変化する。正方格子ホールアレイ型のような 2 次元回折格子を利用した場合でも、斜めに光が入射した場合は偏光角依存性が現われることが示された。

謝辞： SOI フォトダイオードを提供して頂いた浜松ホトニクス(株)に謝意を表します。

文献： [1] H. Satoh, et al., IEEE Trans. Electron Devices, vol. 60, no. 2, pp. 812-818, 2013. [2] 佐藤他, 応物春季, 19p-F8-9, 2014. [3] 川久保他, 応物秋季, 13p-C5-19, 2012.

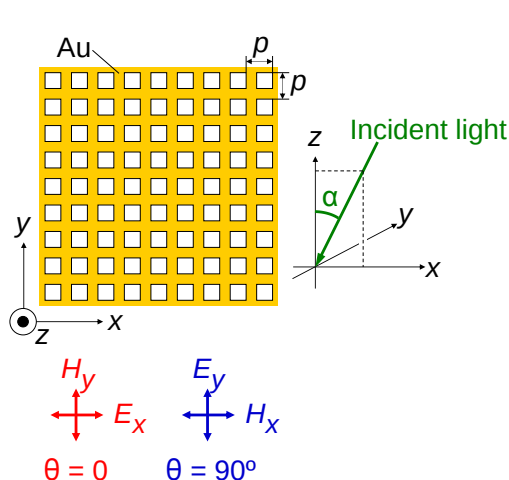


Fig. 1: Definitions of polarization angle θ , and incident angle α in xz plane.

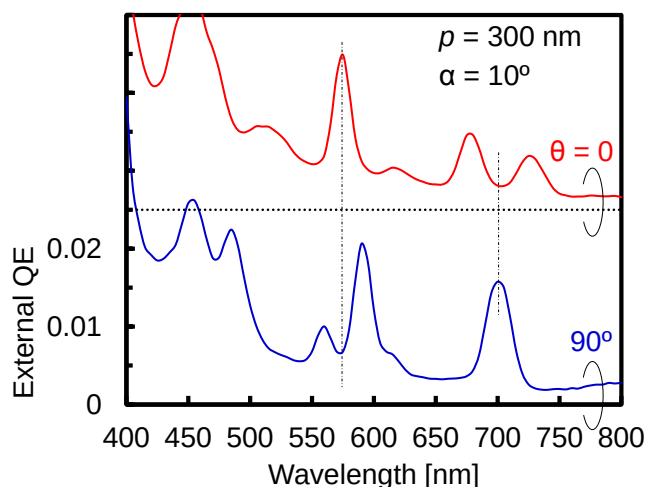


Fig. 2: Measured spectroscopic quantum efficiency (QE) for different polarization angle θ . Grating period and incident angle are fixed at $p = 300 \text{ nm}$ and $\alpha = 10^\circ$. Curve for $\theta = 0$ is shifted for clarity.