

誘電体多層膜を用いた可視波長帯超伝導ナノワイヤ単一光子検出器

Visible-wavelength superconducting nanowire single-photon detector on dielectric multilayer

○和木 健太郎^{1,2}, Robert Kirkwood^{2,3}, 山下 太郎², 三木 茂人², 寺井 弘高²

(1. 阪大院基礎工, 2. 情報通信研究機構, 3. University of Glasgow)

°Kentaro Waki^{1,2}, Robert Kirkwood^{2,3}, Taro Yamashita², Shigehito Miki², Hirotaka Teraï²

(1. Osaka University, 2. NICT, 3. University of Glasgow)

E-mail: waki@qi.mp.es.osaka-u.ac.jp

超伝導ナノワイヤ単一光子検出器 (Superconducting nanowire single-photon detector; SSPD) は、高検出効率、低暗計数、高時間分解能等の優れた特徴を有することから、単一光子検出器の本命として期待されており、量子情報通信や量子光学、ライフサイエンス等の幅広い研究分野へ応用され始めている。我々はこれまで波長 1550 nm の光子に対して高性能な SSPD システムを実現し [1], 最近では可視波長帯においても 70% の高い検出効率を達成した [2]。今後はより幅広い分野における SSPD 応用に向けて、検出効率の波長特性を柔軟に設計することが重要となる。SSPD の検出効率は超伝導ナノワイヤの光吸収率に比例するため、光吸収率の波長特性を応用分野に応じて自在に設計することが極めて重要となる。そこで我々は、光吸収率の柔軟な設計が期待できる誘電体多層膜構造を用いた SSPD の開発検討を行っている。今回は、量子光学実験等でよく用いられる波長 700 – 800 nm での適用を目的として、誘電体多層膜構造を用いた SSPD の設計、作製及び評価を行ったので報告する。

設計及び作製した SSPD 素子の断面概略図を図 1 に示す。誘電体多層膜は二酸化ケイ素(SiO₂)及び酸化チタン(TiO₂)を用い、波長 700 – 800 nm の入射光に対して高い光吸収率を持つような膜構成を、薄膜計算及び有限要素解析ソフトウェアを用いて設計した。計算結果より、SiO₂ 層及び TiO₂ 層が交互に積層された 27 層の多層膜上に窒化ニオブチタン(NbTiN)を形成することで、波長 700 – 800 nm の光子に対して 80% 程度の高い光吸収率が得られることが明らかになった。また、この設計をもとに成膜された誘電体多層膜上に SSPD 素子を作製し、超伝導特性を評価した結果、2.3 K において 20.5 μ A の超伝導スイッチング電流を確認した。光子応答特性の評価等、詳細は講演で報告する。

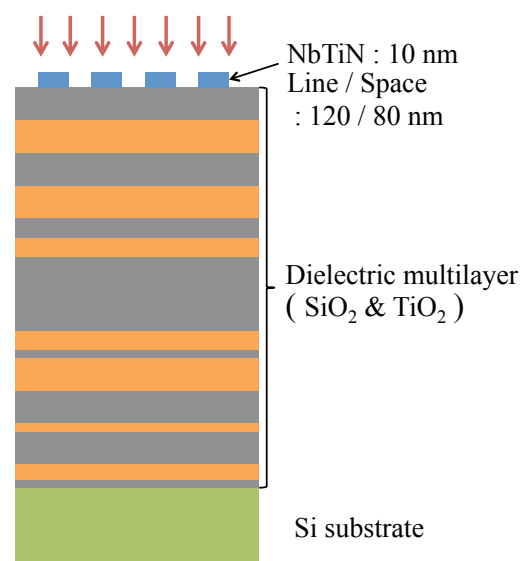


図 1. 誘電体多層膜を用いた可視波長帯 SSPD 素子の断面概略図。

Reference

- [1] S. Miki *et al.*, Optics Express, **21**, 10208 (2013).
- [2] D. Liu *et al.*, Optics Express, **22**, 21167 (2014).