

課題番号 : F-14-AT-0117
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 超伝導光子検出器の開発のための光キャビティ用ミラーの製作
Program Title (English) : Fabrication of optical cavity structure for superconducting photon detector
利用者名(日本語) : 藪野 正裕¹⁾, 布川 裕真¹⁾, 田辺 稔²⁾, 福田 大治²⁾
Username (English) : M. Yabuno¹⁾, Y. Nunokawa¹⁾, M. Tanabe²⁾, D. Fukuda²⁾
所属名(日本語) : 1) 東北大学電気通信研究所, 2) 産業技術総合研究所
Affiliation (English) : 1) Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University,
2) National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

1. 概要(Summary)

超伝導転移端センサ(TES; transition edge sensor) を用いた光子数識別器は、高い量子効率に加えて、光パルス中の光子数の識別が可能であることから、量子情報通信や量子光計測などの様々な分野での応用が期待されている。本研究では、高い量子効率を実現させるため、金属ミラーと誘電体多層膜による光キャビティ構造を備えた TES の開発に取り組んでいる。今回我々は、波長 1550 nm の光子をターゲットとして設計した光キャビティ構造の製作を目的として、産業技術総合研究所ナノプロセス施設(NPF)の設備を利用して金(Au)ミラーの加工を行った。

2. 実験(Experimental)

・利用した主な装置

RF・DC スパッタ装置、マスクレス露光装置

・実験方法

Si 基板にマスクレス露光装置を用いてミラーの形状のパターンを転写した。次に RF・DC スパッタ装置を用いて Au ミラーと誘電体絶縁層の成膜を行った。誘電体絶縁層としては SiO₂ と Si₃N₄ の 2 種類を用いた。最後にリフトオフによりミラーの形状の加工を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

マスクレス露光装置を用いて直径約 5 μm の円盤部分と長さ 5 μm、幅 0.8 μm の柄からなるラケット型のミラーのパターンを作成した。次に RF・DC スパッタを用いてチタン(Ti) 5 nm、Au 100 nm の順で Au ミラーを成膜し、続いて誘電体絶縁層として当初は SiO₂ の成膜を行った。最後に、リフトオフによりミラー形状の加工を試みた。その結果、誘電体絶縁層として SiO₂ を用いた場合は、Au との接

着性が悪く、リフトオフ時に SiO₂ 層が剥がれ落ちてしまうことが明らかとなった。そのため次に光キャビティ構造の設計を見直し、誘電体絶縁層として Si₃N₄ を用いてミラーの製作を試みた。その結果、Si₃N₄ を用いた場合は Au 層からの剥離は起こらず、リフトオフにより希望のミラー形状に加工することが可能であることが分かった。また触針段差計を用いてミラーの厚さを測定した結果、平均膜厚 333.9±15.06 nm (試料数 3) を得た。この結果からミラーの厚さの設計値 348.18 nm (Ti 5 nm/Au 100 nm/Si₃N₄ 243.18 nm) に対して平均 5 % 程度の誤差で成膜できていることが分かった。

4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者

産業技術総合研究所 沼田孝之、東北大学電気通信研究所 枝松圭一

・利用した他の支援機関

産業技術総合研究所超伝導クリーンルーム CRAVITY
微細加工 PF NIMS 施設(F-14-NM-0114)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 藪野正裕 他, 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 平成 27 年 3 月 12 日.

6. 関連特許(Patent)

なし。