

TiN 薄膜を用いた集中定数力学インダクタンス検出器の高感度化

Improving Sensitivity of Lumped Element Kinetic Inductance Detectors using TiN Thin Film

埼玉大学¹, (M2)増岡 佑人¹, 成瀬 雅人¹, ◯明連 広昭¹

Saitama Univ.¹, Yuto Masuoka¹, Masato Naruse¹, ◯Hiroaki Myoren¹

E-mail: myoren@super.ees.saitama-u.ac.jp

1. はじめに

マイクロ波力学インダクタンス検出器 (MKIDs: Microwave Kinetic Inductance Detectors) は、超伝導体を用いた極低温検出器であり、光子の入射に伴う力学インダクタンスの変化による共振周波数の変化を読み取ることで光子の検出を行うことができる[1]。集中定数型の MKIDs を一般に集中定数力学インダクタンス検出器 (LEKID : Lumped Element Kinetic Inductance Detectors) と呼び。これらの検出器は半導体の 1/1000 程度の小さなエネルギーギャップをもつことから、より高感度な光子検出が可能であり、単層膜を用いて作製が可能であり、アレイの多重化が可能といった特長がある。

MKIDs の医療分野への応用として、新たに中赤外光を利用した蛍光寿命イメージング顕微鏡法への応用が検討されており、これにより本研究は中赤外光の単一光子の検出のための LEKIDs の作製を目的としている[2]。

2. 設計と作製

本研究では LEKIDs の性能評価のため 2 種類のマスクパターンを設計した。Fig.1、Fig.2 にそれぞれのマスクパターンを示す。10 mm 角の MgO(100)基板を用い、TiN LEKIDs を薄膜プロセスによって作製した。

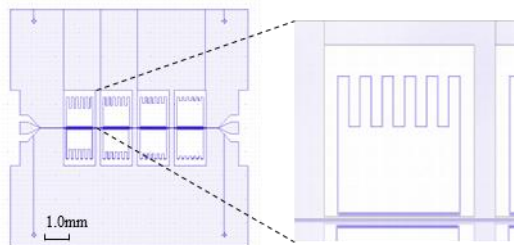


Fig.1 Mask data1 for LEKIDs using Photolithography

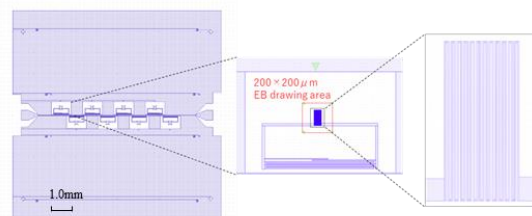


Fig.2 Mask data2 for LEKIDs using Photolithography and EB lithography

3. 結果と考察

それぞれのマスクパターンにおいて、TiN の膜厚を変化させた素子をいくつか作製し、極低温下での S21 の周波数特性を測定した。各素子の温度変化に対する周波数変化の結果をもとに中赤外光の単一光子入射時の評価を行った。中赤外の単一光子入射時の周波数シフトの様子を Fig.3 に示す。この結果から、薄膜化、細線化に伴うインダクタンス部の体積減少によって、中赤外の単一光子に対する周波数シフトの変化量が大幅に増大することが確認できた。しかし、薄膜化や細線化によるノイズ成分の影響、Q 値の低下が今後の課題となっている。

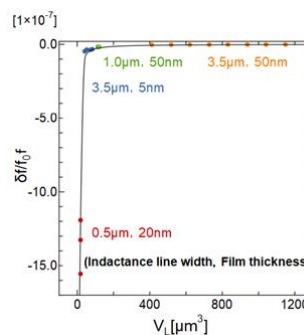


Fig.3 Resonant frequency shift due to incidence of mid-infrared single photon

文献

- [1] B. A. Mazin et al., "ARCONS: A 2024 Pixel Optical through Near-IR Cryogenic Imaging Spectrophotometer," PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF THE PACIFIC, 125, pp.1348-1361, 2013
- [2] W. Becker, "Fluorescence lifetime imaging – techniques and applications," Journal of Microscopy, Vol. 247, Pt 2 2012, pp.119-136