

# Spiral-MKIDs のマイクロ波及び光応答特性の NbN 膜厚依存性

## Dependence of microwave characteristic and photoresponsivity on NbN film thickness in Spiral-MKIDs

○岡 大輝<sup>1</sup>、小川 裕平<sup>1</sup>、渡辺 和貴<sup>1</sup>、山田 博信<sup>1</sup>、中島 健介<sup>1</sup>、  
有吉 誠一郎<sup>2</sup>、大嶋 重利<sup>1</sup>、齊藤 敦<sup>1</sup> (1. 山形大学、2. 豊橋技術科学大)

○Daiki Oka<sup>1</sup>, Yuhei Ogawa<sup>1</sup>, Kazuki Watanabe<sup>1</sup>, Hironobu Yamada<sup>1</sup>, Kensuke Nakajima<sup>1</sup>,  
Seiichiro Ariyoshi<sup>2</sup>, Shigetoshi Ohshima<sup>1</sup>, Atsushi Saito<sup>1</sup> (1.Yamagata Univ., 2.Toyohashi Univ.)

E-mail: thd87797@st.yamagata-u.ac.jp

### 1. はじめに

我々は MKIDs<sup>[1]</sup>の産業界への普及を念頭に置き、4 K 冷凍機動作かつ広帯域特性をもつ NbN 製 Spiral-MKIDs を提案している<sup>[2]</sup>。これまでの研究で、Spiral-MKIDs の周波数特性の測定及び光応答の観測に成功した。MKIDs の無負荷 Q 値  $Q_U$  と共振の中心周波数のシフト量  $\Delta f_c$  は超伝導材料の膜厚に対して互いにトレードオフの関係にあるため、光応答特性は膜厚に依存性があることがわかっている。しかし、最適な膜厚を調査するための研究はこれまで成されていない。そこで本報告では、NbN 膜厚の異なる試料を作製し、マイクロ波及び光応答特性を評価したので報告する。

### 2. 実験方法と実験結果

NbN の膜厚が 31 nm ~ 68 nm である 4 つの 25 素子アレイを作製し、GM 冷凍機を用いて約 3.7 K まで冷却した。マイクロ波信号の通過特性( $S_{21}$ )の測定には、ベクトルネットワークアナライザ(VNA)を用いた。VNA から -40 dBm の信号を MKIDs へ入力し、MKIDs からの出力を低雑音増幅器(1 ~ 12 GHz)を用いて約 35 dB 増幅した。 $\Delta f_c$  と  $\Delta S_{21}/\Delta P$  は、Hot (300 K)-Cold (77 K) 法を用いて評価した。

図 1 に  $Q_U$  及び  $\Delta f_c$  の NbN 膜厚依存性を示す。36 nm 以上の膜厚では、 $Q_U$  が約 20,000 で飽和した。また、膜厚 36 nm 未満で  $Q_U$  が減少する傾向が見られた。 $\Delta f_c$  は膜厚 31 nm の試料において 9.35 MHz と最も大きく、薄膜化に伴って  $\Delta f_c$  が向上する傾向が見られた。図 2 に  $\Delta S_{21}/\Delta P$  の NbN 膜厚依存性を示す。 $\Delta S_{21}/\Delta P$  は膜厚 36 nm の試料で 272.8 dB/ $\mu$ W であり、最も光応答特性が良いことがわかった。以上の結果より、マイクロ波及び光応答特性の NbN 膜厚依存性を比較することで、光応答特性が最も良い膜厚を実験的に見出すことができた。詳細は講演の際に述べる。

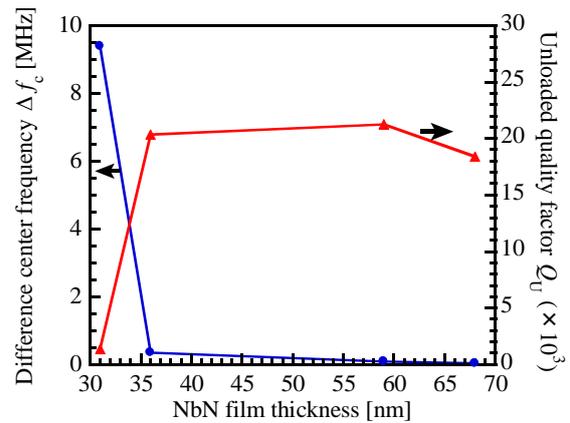


図 1  $Q_U$  及び  $\Delta f_c$  の NbN 膜厚依存性

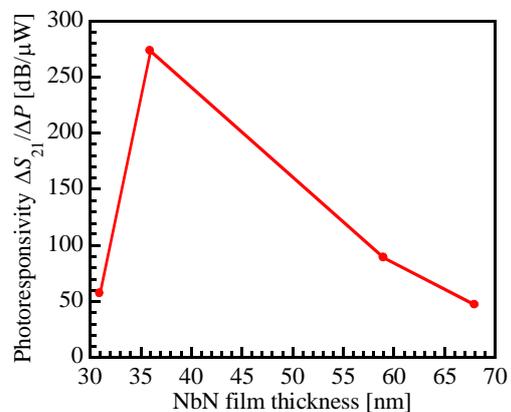


図 2 光応答特性の NbN 膜厚依存性

### 3. 参考文献

- [1] P. K. Day, et al., Nature 425 (2003) 817.
- [2] S. Ariyoshi, et al., Appl. Phys. Express, 6 (2013) 064103.

### 4. 謝辞

本研究は、JST 先端計測分析技術・機器開発プログラム及び加藤科学振興会の支援により遂行されました。また、本研究の一部は山形大学クリーンルームにて実施されました。