

TaN 薄膜を用いたマイクロ波力学インダクタンス検出器の作製

Fabrication of Microwave Kinetic Inductance Detectors using TaN Thin Films

○山田 博信¹, 小川 裕平¹, 岡 大輝¹, 齊藤 敦¹, 大嶋 重利¹, 有吉 誠一郎², 中島 健介¹

(1. 山形大, 2. 豊橋技科大)

○H. Yamada¹, Y. Ogawa¹, D. Oka¹, A. Saito¹, S. Ohshima¹, S. Ariyoshi², K. Nakajima¹

(1.Yamagata Univ. , 2.Toyohashi Univ. of Tech.)

E-mail: hyamada@yz.yamagata-u.ac.jp

はじめに

我々は、高感度でアレイ化が容易でそのうえ冷凍機動作可能なテラヘルツ波検出器として、NbN を材料とした rewind-spiral マイクロ波共振器を広帯域アンテナとして併用するマイクロ波力学インダクタンス検出器 (Spiral-MKID) の開発を行っている。これまでの研究で低雑音等価電力 ($< 1.6 \times 10^{-13} \text{ W/Hz}^{1/2}$) を実証しているが、材料の超伝導エネルギーギャップによって決まる検出下限周波数が約 1 THz と高いことが難点であった。そこで、臨界温度が 8-9 K^[1-3]で NbN と同様に冷凍機動作が可能であり、検出下限周波数が約 0.6-0.7 THz である TaN に着目し、成膜条件を検討した^[4]。今回我々は、TaN 薄膜の膜厚に対する臨界温度依存性を測定し、TaN 薄膜を用いて 25 素子の MKID を作製したので報告する。

実験方法

TaN 薄膜は、(100)配向した MgO 基板上に、純度 99.9%の Ta を用いた DC 反応性スパッタリングを行い作製した。このとき Ar と N₂ のガス流量はそれぞれ 9 sccm と 1 sccm とし、スパッタ時間により膜厚を制御した。作製した薄膜は四端子法により抵抗 - 温度特性を測定した。

MKID は、厚さ 50 nm の TaN 薄膜を用いてフォトリソグラフィと反応性イオンエッチングにより作製した。このときのパターンは、これまでに NbN 製 MKID の作製の際に使用したものと同じ 25 素子のものとした。

実験結果

図 1 に膜厚 t に対する臨界温度 T_c の変化を示す。TaN のコヒーレンス長は 5.5 nm ^[3]と報告されているが、今回の実験では 100 nm 付近から膜厚の減少に伴う臨界温度の減少が観測された。今回 MKID の作製に使用する薄膜の厚さは 50 nm であり、この薄膜の臨界温度は 7 K

程度と見積もられる。

図 2 に作製した TaN 製 MKID の光学顕微鏡写真を示す。1 素子は幅 $10 \mu\text{m}$ の線路が $10 \mu\text{m}$ の間隔を空けてスパイラル状に巻かれている構造をしており、スパイラルの線路長が異なる 25 個の素子が中心間距離 1 mm ずつ空けて、幅 $40 \mu\text{m}$ の伝送線路に沿って配置されている。作製した MKID の特性は当日報告する。

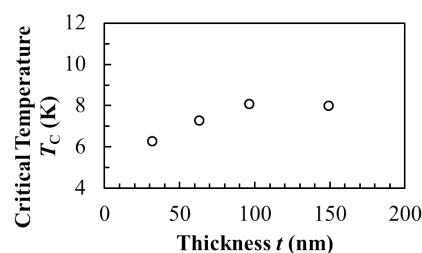


Fig. 1. Characteristic of critical temperature to thickness of TaN thin film.

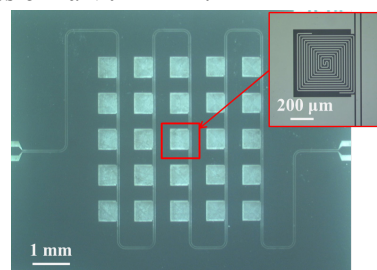


Fig. 2. Fabricated spiral-MKID array.

謝辞

この研究は、独立行政法人科学技術振興機構の研究成果展開事業（先端計測分析技術・機器開発プログラム）による成果である。

参考文献

- [1] 伊原・戸叶, 超伝導材料, 東北大学出版会 (1987)
- [2] Poole, Handbook of Superconductivity, Academic press (2000)
- [3] S. Ariyoshi et al., Applied Physics Express 6 (2013) 064103
- [4] 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 19a-A20-1 (2014), 19a-A20-1 (2014)