

Two-step MKIDs の設計・作製と周波数特性解析

Design, fabrication, and frequency characteristic analysis of two-step MKIDs

山形大学¹, [○](M2) 仲田 優介¹, (M1) 齋藤 雅史¹, (B) 小山 八起¹, 中島 健介¹, 齊藤 敦¹

Yamagata Univ.¹, [○]Yusuke Nakada¹, Masafumi Saito¹, Hatsuki Koyama¹,

Kensuke Nakajima¹, Atsushi Saito¹

E-mail: tnf14810@st.yamagata-u.ac.jp

1. はじめに

これまでの NbN 製 MKIDs の研究において、薄膜化による NEP(Noise Equivalent Power) の向上が報告されている。[1]一方で、薄膜化に伴う L_k の増加により、コプレーナ線路(CPW)のインピーダンス不整合が生じ、高周波領域での通過特性の劣化や共振と酷似したディップが発生する。これらの問題は CPW のインピーダンス整合のとれた MKIDs を実現することで改善できる。そこで、我々は CPW の膜厚を厚くすることでインピーダンスマッチングを実現し、共振器を薄くすることで NEP の向上が期待できる two-step MKIDs を提案した。[2]本研究では two-step MKIDs の設計、作製と周波数特性解析について報告する。

2. 設計及び解析

Two-step MKIDs の設計及び解析は電磁界解析シミュレータ Sonnet EM を用いた。設計パターン全体の全体図を Fig. 1(a) に示す。また、共振器の拡大図を Fig. 1(b) に示す。共振器は $f_{0,Low}=1.2167$ GHz および $f_{0,High}=1.4703$ GHz で半波長共振が発生するように設計した。設計した two-step MKIDs の周波数特性の解析結果を Fig. 2 に示す。

3. 実験結果及び考察

Two-step MKIDs の作製方法は、まず 1st step において厚さ 0.5 mm、面積 10×10 mm² の m-sapphire 基板上に DC マグネトロンスパッタリング法を用いて膜厚 71 nm の NbN 薄膜を成膜、フォトリソグラフィーを用いて、パターンニング後、反応性イオンエッチング装置(RIE)を用いて厚膜の CPW を作製した。次に 2nd step として 1st step で作製した素子の上に 6.0 nm の NbN 薄膜を成膜、パターンニング後、RIE を用いて極薄膜の共振器を作製した。

作製した two-step MKIDs の周波数特性の結果を Fig. 2 に示す。 $f_{0,Low}=1.2178$ GHz および $f_{0,High}=1.4722$ GHz であり、設計値とほぼ一

致した。Two-step MKIDs の NEP の実験結果に関しては講演で述べる。

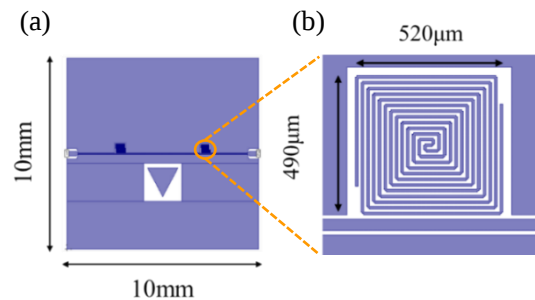
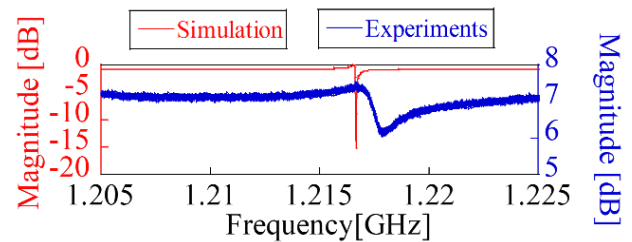
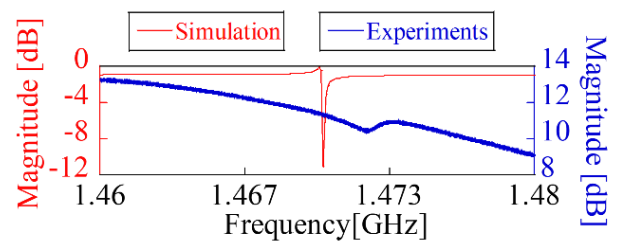


Fig. 1 (a) Pattern of two-step MKIDs.

(b) Enlarged view of resonator.



(a) $f_{0,Low}$



(b) $f_{0,High}$

Fig. 2 Analysis and experimental results of frequency responses.

4. 参考文献

- [1] A. Saito, et al., IEICE Technical Report SCE2019-12, Vol. 119, No.164, pp. 21-26 (2019.08).
- [2] 仲田優介 他, 応用物理学会東北支部第 74 回学術講演会, 3pB02 (2020.12).