

## Fishbone 型伝送線路を用いた超伝導半波長共振器

### Superconducting half-wavelength resonator using Fishbone-type transmission line

静大院総合<sup>1</sup>, 情通機構<sup>2</sup>, °(M1)中川 洸希<sup>1</sup>, 寺井 弘高<sup>2</sup>, 武田 正典<sup>1</sup>

Shizuoka Univ.<sup>1</sup>, NICT<sup>2</sup>, °Kohki Nakagawa<sup>1</sup>, Hirotaka Terai<sup>2</sup>, Masanori Takeda<sup>1</sup>

E-mail: nakagawa.kohki.15@shizuoka.ac.jp

進行波型超伝導パラメトリック増幅器[1]は、外部ポンプ波による超伝導伝送線路のカイネティックインダクタンス変化を利用し、信号波を増幅するパラメトリック増幅器であり、マイクロ波帯において量子雑音限界に迫る極低雑音特性と広帯域特性を同時に実現できる。しかしながら、高利得を得るためには極めて長い線路を必要とすることや、外部回路とのインピーダンス整合が困難であるといった問題点がある。これらの問題の一つの解決策として、進行波型超伝導パラメトリック増幅器への Fishbone 型伝送線路 (FTTL) の適用が提案されている[2]。FTTL は図 1 に示すような周期構造を有する伝送線路であり、コプレーナ線路と比較すると、極めて実効波長が短い。また、設計の自由度を利用して、カイネティックインダクタンスが顕著となる細線でも特性インピーダンス  $50 \Omega$  を実現することが可能である。前回、我々は FTTL の設計手法確立を目的に、FTTL の単位長さ当たりのインダクタンス  $L$  及びキャパシタンス  $C$  の解析結果について報告した。今回、その解析結果に基づき設計した FTTL 半波長共振器の実験結果について報告する。

図 1 に示す寸法を有する FTTL 半波長共振器を窒化ニオブチタン (NbTiN) 薄膜を用いて MgO 基板上に作製した。今回、完全導体を仮定した解析結果と比較するため、カイネティックインダクタンスの影響が小さくなるよう、NbTiN 薄膜の厚さ及びストリップ幅は、それぞれ  $250 \text{ nm}$  及び  $30 \mu\text{m}$  としている。FTTL 半波長共振器を温度  $4 \text{ K}$  まで冷却し、ベクトルネットワークアナライザで通過特性  $S_{21}$  を測定した。測定結果を図 2 に示す。この結果から、周波数  $3.594 \text{ GHz}$  において明瞭な共振特性が観測された。コプレーナ線路共振器と比較すると、共振器長は FTTL 共振器の方が短い。また、前回の解析手法により、この FTTL の  $L$  及び  $C$  は  $728 \text{ nH/m}$  及び  $381 \text{ pF/m}$  と見積もっている。この  $L$  及び  $C$  の値から求まる共振周波数は  $3.6 \text{ GHz}$  であり、実験結果と良い一致を示した。詳細は当日報告する。

【謝辞】本研究の一部は、科研費 17K06382 の助成により実施した。

[1] B.H.Eom, et.al, Nature Phys., 8, 623(2012) [2] S.Chaudhuri, et.al, Appl. Phys. Lett., 110, 152601(2017)

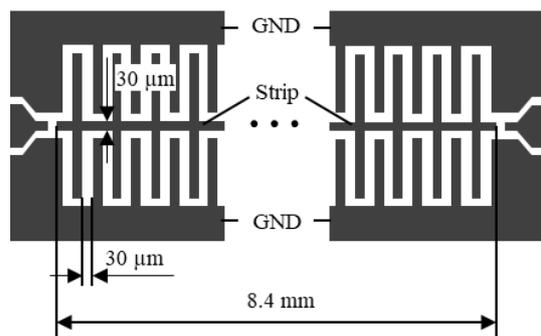


Fig.1 Schematic view of the half-wavelength resonator using FTTL.

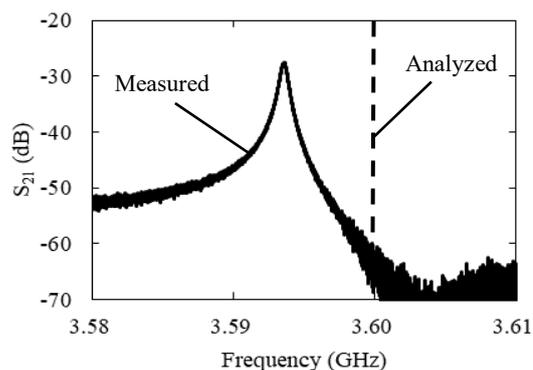


Fig.2 Measured resonance characteristic of the half-wavelength resonator using FTTL.