

# NbTiN 薄膜における力学的インダクタンス非線形性の線幅依存性

## Line-width dependence of kinetic-inductance nonlinearity of NbTiN thin films

静岡大<sup>1</sup>, 山大理工<sup>2</sup>, 茨城大工<sup>3</sup>, 情通機構<sup>4</sup> ○(M)竹下 啓太<sup>1</sup>, 前田 瞳<sup>1</sup>, 齊藤 敦<sup>2</sup>,  
島影 尚<sup>3</sup>, 寺井 弘高<sup>4</sup>, 武田 正典<sup>1</sup>

Shizuoka Univ.<sup>1</sup>, Yamagata Univ.<sup>2</sup>, Ibaraki Univ.<sup>3</sup>, NICT<sup>4</sup> ○Keita Takeshita<sup>1</sup>, Hitomi Maeda<sup>1</sup>,  
Atsushi Saito<sup>2</sup>, Hisashi Shimakage<sup>3</sup>, Hirotaka Terai<sup>4</sup>, Masanori Takeda<sup>1</sup>

E-mail: takeda.masanori@shizuoka.ac.jp

近年, 進行波型超伝導パラメトリック増幅器や周波数可変共振器など超伝導カイネティックインダクタンスの電流非線形性を利用した応用が盛んに研究されている[1, 2]. 前回, 我々は MgO 基板上的窒化ニオブチタン (NbTiN) 薄膜におけるカイネティックインダクタンスの電流非線形性について報告した. 今回, カイネティックインダクタンス非線形性の線幅依存性の評価及び理論計算との比較について報告する.

厚さ 40 nm の NbTiN 薄膜を DC 反応性スパッタにより MgO 基板上に作製した. 先ずカイネティックインダクタンス電流非線形性の理論計算を行うため, 非線形強度の指標となる電流密度の値  $J^*$  は磁場侵入長の測定から見積もった. 磁場侵入長は直流抵抗率測定による超伝導転移温度と常伝導抵抗率から算出し, バイアス電流を変化し測定することでその電流依存性を評価した. 磁場侵入長の電流依存性を図 1 に示す. この測定結果に対し GL 理論による計算式でフィッティングを行うことで, 作製した NbTiN 薄膜の  $J^*$  は  $7 \text{ MA/cm}^2$  と見積もっている. 次にカイネティックインダクタンスの電流非線形性を評価するため, 長さ 0.2 m の NbTiN 薄膜コプレーナ線路 (CPW) を作製した. バイアス電流を用いて NbTiN 薄膜 CPW の中心導体に直流電流を印加しながら, ベクトルネットワークアナライザにより NbTiN 薄膜 CPW の位相特性を周波数 5 GHz で測定した. 位相特性から算出したカイネティックインダクタンスの電流依存性を図 2 に示す. 縦軸はゼロ電流時のカイネティックインダクタンスで規格化している. CPW の中心導体の線幅  $w$  を小さくすることでカイネティックインダクタンスの電流非線形性が強くなっている. 測定結果は, 前述した  $J^*$  の値を用いて計算した結果と良い一致を示した. 詳細は講演の際に述べる. また, 共振器を用いたカイネティックインダクタンス非線形性の測定法についても当日報告する.

【謝辞】本研究の一部は, 科研費 17K06382 及び電気通信普及財団の助成により実施した.

[1] B.H. Eom, et al., Nature Physics, **8**, 623 (2012)., [2] A.T. Asfaw, et. al., Applied Phys. Lett., **111**, 032601 (2017)., [3] R. Monaco, et. al, J. Appl. Phys., **88**, 2898 (2000)

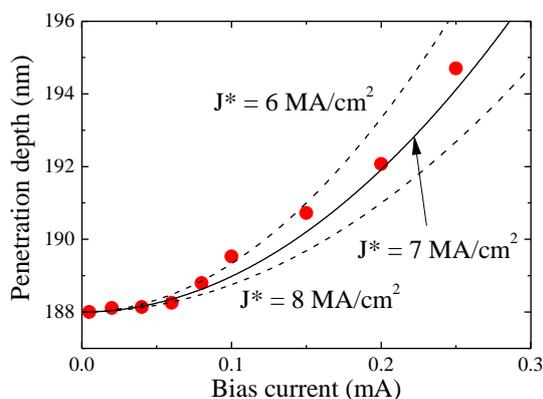


Fig. 1 Current dependence of penetration depth of the NbTiN thin film with a thickness of 40 nm.

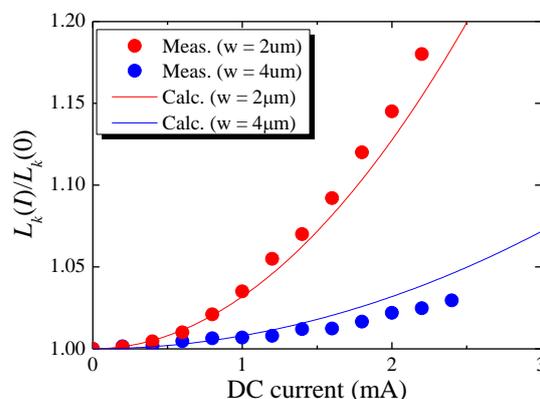


Fig. 2 Kinetic-inductance nonlinearity to DC current of the NbTiN-CPW.