

MgO 基板上的窒化ニオブチタン薄膜カイネティックインダクタンスの電流非線形性

Current nonlinearity of kinetic inductance of NbTiN thin film on MgO substrate

静岡大¹, 山大理工², 茨城大工³, 情通機構⁴ ○(B)小松 源¹, 竹下 啓太¹, 齊藤 敦²,

島影 尚³, 寺井 弘高⁴, 武田 正典¹

Shizuoka Univ.¹, Yamagata Univ.², Ibaraki Univ.³, NICT⁴, °Gen Komatsu¹, Keita Takeshita¹,

Atsushi Saito², Hisashi Shimakage³, Hirotaka Terai⁴, Masanori Takeda¹

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. 今回, 我々は共振器を用いて 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を評価したので報告する.

厚さ 30 nm の NbTiN 薄膜を DC 反応性スパッタにより成膜し, コプレーナ線路 (CPW) 共振器を作製した. CPW 共振器の寸法は, 中心導体幅及び中心導体-GND 間の距離 4 μm , 共振器長 23 mm である. また, CPW 共振器の一端は読み出し用信号線に直接結合しており, 他端は GND に短絡終端してある. バイアススティを用いて CPW 共振器の中心導体に直流電流 I_B 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通過特性 S_{21} を温度 4K で測定した結果を図 1 に示す. 直流電流を共振器に印加することで共振周波数の明瞭なシフトが観測された. また, 電磁界シミュレータ (Sonnet) を用いて, 測定した共振周波数からカイネティックインダクタンスを評価した. その結果を図 2 に示す. 図 2 から NbTiN 薄膜に電流を印加することでカイネティックインダクタンスが非線形的に増大していることが分かる. $I_B = 0 \text{ mA}$ の場合のカイネティックインダクタンスの値は, 超伝導臨界温度及び常伝導シート抵抗から見積もったカイネティックインダクタンス (3 pH/ $\square$) と概ね一致している. また, 臨界電流 I_C をパラメータとして, BCS 理論によりカイネティックインダクタンスの電流依存性を計算した. $I_C = 26 \text{ mA}$ に設定したとき測定結果と良い一致を示した (図 2 の破線). この I_C の値は, 4 端子測定法による電流-電圧特性から実測した $I_C (= 22 \text{ mA})$ と概ね一致している. 詳細は発表の当日報告する.

【謝辞】本研究の一部は, 科研費 17K06382 及び 16K06291 の助成により実施した.

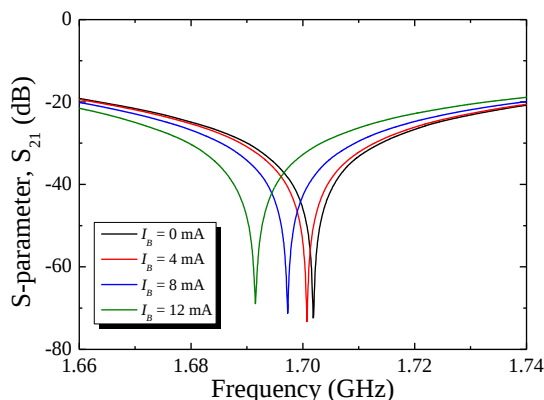


Fig. 1 Resonance characteristics of NbTiN-CPW resonator applying DC current to the strip.

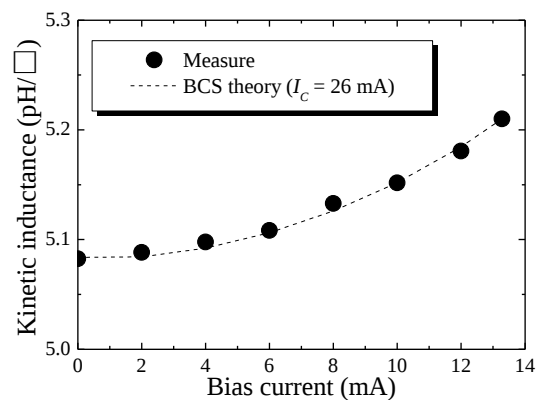


Fig. 2 Kinetic-inductance change of NbTiN thin film as a function of bias current.