# YBCO 薄膜コプレーナ線路における位相変化量の測定実験

## Measurements of phase change in YBCO thin film coplanar waveguides

茨城大学[1]，静岡大学[2] ○石田 亮[1]，後藤 隆志[1]，島影 尚[1]，武田 正典[2]

Ibaraki Univ.[1], Shizuoka Univ.[2] ○Ryo Ishida[1], Takashi Goto[1], Hisashi Shimakage[1], Masanori Takeda[2]

E-mail: 18nm610a@vc.ibaraki.ac.jp

【はじめに】超伝導パラメトリック増幅器は広帯域動作、高ダイナミックレンジ、低雑音性能を有しているため情報通信や医療などで応用が期待されている。我々は超伝導体に $YBa_2Cu_3O_7$(YBCO)を用いた超伝導パラメトリック増幅器の検討を行っているが[1]、超伝導パラメトリック増幅器実現のためには、超伝導伝送線路固有のカイネティクインダクタンスの評価が重要となる。カイネティクインダクタンス評価のためにはYBCO 薄膜コプレーナ線路(CPW)に入力した電磁波の位相変化量$\Delta\theta$を測定する必要がある。本研究では、カイネティックインダクタンスの変調による YBCO 薄膜 CPW コプレーナラインの位相変化を見るため、YBCO 薄膜 CPW に入力した電磁波の位相変化と印加電流と温度の関係について測定実験を行ったので報告する。

【実験方法】カイネティクインダクタンスは電流印加時に印加電流に対して非線形的に変化し、カイネティックインダクタンスの変化とともに伝播定数$\beta$も変化する。ここで位相変化量$\Delta\theta$は$\Delta\theta = [\beta(0) - \beta(I)]l$で表せる。$l$ は線路長、$\beta(I), \beta(0)$はそれぞれ電流印加時と非印加時の伝搬定数である。上式より、伝播定数$\beta$で表される位相変化量$\Delta\theta$を測定することでカイネティックインダクタンスの評価が可能となる。位相変化量$\Delta\theta$の測定にあたって、PLD 法により MgO 基板に YBCO を成膜し、フォトリソグラフィーとスパッタエッチングによって CPW の線路幅、ギャップ幅がともに 8μm、線路長が 5mm、線路部分の特性インピーダンスが 64Ω の YBCO 薄膜 CPW を作製した。図 1 に位相変化を測定するための実験系を示す。バイアス T により素子に電流を印加しながら、ベクトルネットワークアナライザで電磁波の透過特性を測定することが出来る。

【実験結果】図 2 は作製した YBCO 薄膜 CPW をベクトルネットワークアナライザを用いて異なる電流を印加した時のそれぞれの位相変化を表したものである。図 2 からそれぞれの電流バイアス時に、超伝導臨界温度付近で位相変化量が大きく変化していることが分かる。図 3 は図 2 で印加電流が 0mA での位相変化量$\Delta\theta$を 0rad として規格化した時の最大の位相変化量$\Delta\theta$を確認できた温度 51K で測定した位相変化量$\Delta\theta$から増幅利得 $G$ を$G = 1 + (\Delta\theta)^2$から計算したものである。図 3 より最大 0.33dB の増幅利得が見込めることが確認できるが、臨界温度直下での測定であるため、増幅器としてのダイナミックレンジは小さいものと考えられる。また、実際のパラメトリック増幅器では、位相整合を実現しなければならないが、今回の伝送器の構造ではその考慮はしていない。今後はカイネティクインダクタンスを大きくするために、CPW の線幅を細く、線路長を長くしていくことと、位相整合の実現に関する研究を行う予定である。

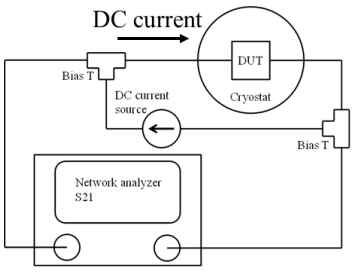


図1 位相変化量測定系

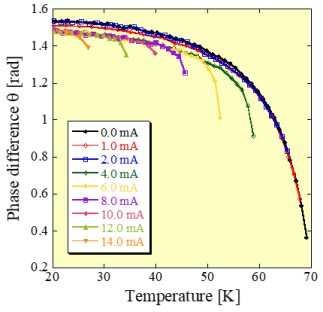


図2 各バイアスでの位相の温度依存性

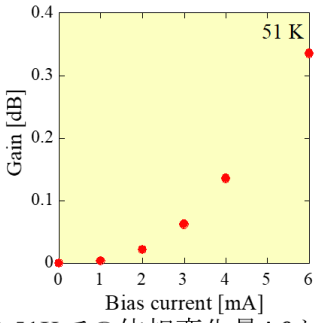


図3 51Kでの位相変化量$\Delta\theta$から計算したパラメトリック増幅利得

参考文献

[1] T. Goto, M. Takeda, S. Saito and H. Shimakage, Journal of Physics: Conference Series, Vol. 871, 012081, 2017.

© 2018年 応用物理学会