

Nb 薄膜を用いた電流バイアス運動インダクタンス検出器の 4 K 動作

Operation of a current-biased inductance detector using Nb thin film at 4 K

大阪府大¹, 名古屋大², 産業技術総合研究所³, 大阪府大ナノ研⁴○(PC)宮嶋 茂之¹, 鳴神 吉人¹, 吉岡 直人¹, 野村 晃大¹,藤巻 朗², 日高 睦夫³, 石田 武和^{1,4}Osaka Pref. Univ.¹, Nagoya Univ.², Advanced Industrial Science and Technology³,Inst. Nanofab. Res., Osaka Pref. Univ.⁴○(PC)Shigeyuki Miyajima¹, Yoshito Narukami¹, Naohito Yoshioka¹, Akihiro Nomura¹,Akira Fujimaki², Mutsuo Hidaka³, Takekazu Ishida^{1,4}

E-mail: miyajima@pe.osakafu-u.ac.jp

我々はサブミクロン 100 万画素中性子ラジオグラフィに向けた、Nb を用いた直流電流運動インダクタンス検出器 (CB-KID: Current-Biased Kinetic Inductance Detector) のパルスレーザー照射実験による動作実証を行った。このシステムでは X 方向、Y 方向にそれぞれ 1 本の Nb のメアンダラインが作製され、それらは互いに直交する形で配置される[1]。2 層の Nb のメアンダラインの層間には中性子と反応する ^{10}B 層を用いる。中性子と ^{10}B による反応で生成された He 線と Li 線が上下の Nb のメアンダラインの運動インダクタンス L_K を変えることで電圧が発生する。このとき発生する電圧 V は、供給するバイアス電流を I_b としたとき、準粒子励起のみが起こり、超伝導状態を維持するという仮定では以下の式で近似することが出来る。

$$V = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \approx I_b \frac{\Delta L_K}{\Delta t} \quad (1)$$

アドレスの生成には Nb の CB-KID の動作温度である 4 K と同じ温度で動作する超伝導デジタル回路の単一磁束量子(SFQ: Single Flux Quantum)回路を用いることで、X 方向、Y 方向それぞれに 1000 個のアドレス情報が 10 bit に変換される[2]。本稿ではレーザー光によって超伝導電子対を準粒子に励起することで 4 K

での Nb の CB-KID の動作確認を試みた。実験に用いた Nb のメアンダラインは、1 方向のみのメアンダラインであり、膜厚は 40 nm、線幅・線間幅はそれぞれ 3 μm である。使用したパルスレーザーの波長は 1547 nm でパルス幅は 20 ps である。図 1 に得られた出力波形を示す。これにより Nb の CB-KID の 4 K での動作実証に初めて成功した。また、図 2 にピエゾスキャナを用いた XY スキャン結果を示す。この結果から作製された Nb のメアンダラインの形を再現できていることが確認できた。今後はサブミクロンの Nb の CB-KID の動作実証、J-PARC での冷中性子照射と冷中性子検出実験を行う予定である。

謝辞

本研究の一部は科学研究費(基盤研究(S) No. 23226019)の助成を受けたものである。また、本研究に使用された回路は、(独)産業技術総合研究所(AIST)の超伝導クリーンルーム(CRAVITY)において作製された。

参考文献

- [1] T. Ishida *et al.*, 11th European Conference on Applied Superconductivity, 2P-EL3-08, 2013.
- [2] 伊藤圭介 他: 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 16p-C10-5 (2013)

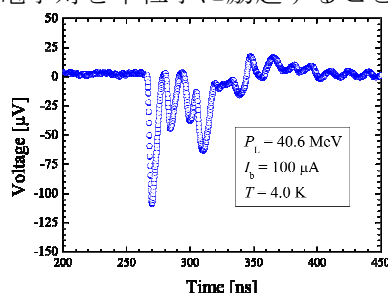


図 1. Nb の CB-KID の出力信号の波形。 P_L はレーザーのパワー、 T は動作温度を示している。

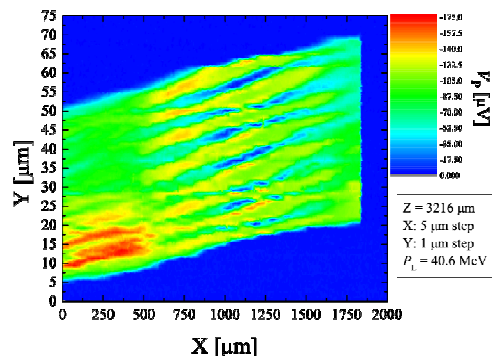


図 2. XY スキャンの結果。 Z はレーザーの集光レンズの位置、 V_p は電圧のピーク値を示している。