

ニオブ酸リチウム基板を用いた超伝導検出器 MKID の開発

Development of Microwave Kinetic Inductance Detector with Lithium Niobate substrate

東北大院理¹, 理研 RAP², 埼玉大院理工³, NICT⁴, 東北大 RCNS⁵

○(D)伊藤 凌太^{1,2}, 田井野 徹³, 美馬 寛⁴, 亀井 雄斗^{2,5}, 大谷 知行^{1,2}

Tohoku Univ.¹, RAP, RIKEN², Saitama Univ.³, NICT⁴, RCNS, Tohoku Univ.⁵

○(D)Ryota Ito^{1,2}, Tohru Taino³, Satoru Mima⁴, Yuto Kamei^{2,5} and Chiko Otani^{1,2}

E-mail: ito.ryota.t1@dc.tohoku.ac.jp

背景: マイクロ波力学インダクタンス検出器(Microwave Kinetic Inductance Detector:MKID)[1]は, 作製が比較的容易であり, 周波数領域における多重読み取りが可能なことから大規模アレイ化に適した超伝導検出器である. シリコンやサファイア(Al_2O_3)といった誘電体基板上に超伝導体材料を堆積させた構造であり, マイクロ波帯の読み出し線と共振器で構成される. 入射したエネルギー量子によるクーパ対の解離を力学インダクタンスの変化, すなわちマイクロ波信号の透過特性の変化として検出する. 暗黒物質探索の素粒子実験等に向けて基板吸収型の超伝導検出器が提案されており, これは基板に入射した粒子線や電磁波によって生成されたフォノンを, 超伝導体で検出してエネルギーを測定する. 先行研究[2]では, 基板部材に Z カットのニオブ酸リチウム(LiNbO_3 :LN)を使用した基板吸収型超伝導トンネル接合素子において, フォノンの電極吸収イベント波高値が従来の Al_2O_3 基板と比較して約 2 倍となった. そこで本研究では, フォノン収集効率の向上が見込める LN 基板を MKID へ応用することを目的とした. LN 基板上への MKID 作製技術の研究開発と作製した MKID の特性評価を実施した.

実験: 本研究では, (株)オキサイドから購入した Z カットストイキオ LN(Stoichiometric LN:SLN, $\square 10\text{ mm} \times 500\text{ }\mu\text{m}$)基板を使用した. DC マグネトロンスパッタリングによって超伝導体材料 Nb を堆積させ, マスクレス露光装置によるマスクデザインのパターンニングを行った. MKID の伝送線路構造はマイクロストリップ型として, 読み出し線に 3 つの $\lambda/2$ 共振器を容量結合させている(Fig.1). LHe を充填したオープンデュワー(4.2 K)や $^3\text{He}/^4\text{He}$ 希釈冷凍機($\sim 150\text{ mK}$)に作製した MKID を搭載して冷却し, ベクトルネットワークアナライザを用いてマイクロ波の透過特性測定を行った. 測定結果から, 超伝導体 Nb の $\lambda/2$ 共振器由来の共振ピークが確認され, LN 基板 MKID の開発に向けた指針が得られた. 作製や特性評価結果の詳細については当日報告する.

謝辞: 本研究は理化学研究所の大学院生リサーチ・アソシエイト(JRA)制度の下での成果である.

また, 本研究の一部は科研費(22K18991, 21K18150, 20H01937, 19H05809)の支援を受けた.

参考文献: [1]P. K. Day, *et al.*, Nature, 425, 817, 2003 [2]T. Taino, *et al.*, IEEE Trans. Appl. Supercond., 15, 2, 2005

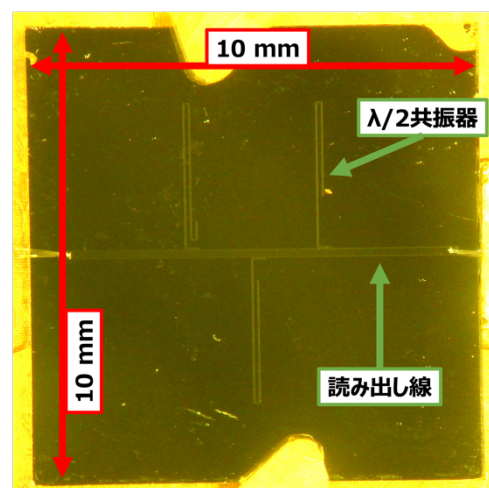


Fig.1 Appearance of the fabricated device on Lithium Niobate substrate.