

超伝導共振器アレイによるガンマ線イメージングカメラの基礎開発

Superconducting microresonator arrays for gamma-ray cameras

埼玉大工¹, °成瀬 雅人¹, 宮本 法明¹, 田井野 徹¹, 明連 広昭¹Saitama Univ.¹, °Masato Naruse¹, Noriaki Miyamoto¹, Tohru Taino¹, Hiroaki Myoren¹

E-mail: naruse@super.ees.saitama-u.ac.jp

超伝導共振器の特性を利用した力学インダクタンス検出器 (MKID: Microwave Kinetic Inductance Detectors [1])を用いたガンマ線イメージングカメラの開発を行っている。本研究が提案する放射線カメラの特徴は、MKID の利点である構造が簡素なため歩留まりが高いことと、周波数多重による多素子同時読出が容易な点を最大限に利用して、高い位置分解能と広い検出面積を持つことである。本研究を基礎として、食品中に含まれる放射線量のスクリーニング検査システムを構築予定である。

本研究で用いるマイクロ波共振器は電波天文学用の高感度光子直接検出器[1]、超伝導転移端センサーの多重読出回路の一部[2]、量子コンピュータへの応用が期待される量子ビットの構成素子[3]など主に基礎科学分野で利用されており、産業応用の研究は始まったばかりである。その主な原因として共振器の動作温度の低さがあげられる。共振 Q 値を高くし($>10^5$)共振器特性を十分に発揮させるには、超伝導転移温度の 5 分の 1 から 10 分の 1 程度以下で動作させる必要がある。一方で、利便性のある食品用スクリーニング検査システム開発には少しでも高い動作温度を実現する必要がある。

我々はまず、「放射線カメラの原理実証」と「高温動作に適した超伝導材料調査」の 2 点を進めている。原理実証には超伝導材に MKID として実績のあるニオブを使用し、1 K 以下で検出器の特性を評価している。シリコン基板上に

100 nm のニオブ膜を堆積させ、検出器感度が高い即ち電流密度が高い部分が平面的に広がっている分布定数型の MKID (LeKID: Lumped-element KID [4])を採用した。さらに検出器の感度が高い部分に放射線の吸収熱・フォノンが集中するような構造に基板を裏面加工を行った。検出器の性能評価は Cs-137 の崩壊に伴う 662 keV の光子を照射させて行い、放射線吸収体には鉛を用いる。

原理検証と並行して、高温動作用の材料として、NbN, YBCO などの高温超伝導材を用いて共振器を作成し、共振器特性を評価している。

放射線検出システムの詳細設計の他、デバイスの冷却実験結果は当日報告する。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 25706029 の支援を受けています。

参考文献

- [1] P. K. Day, et al, "A broadband superconducting detector suitable for use in large arrays", *Nature*, 425, 817-821, (2003).
- [2] J. A. B Mates, et al, "Demonstration of a multiplexer of dissipationless superconducting quantum interference devices", *Appl. Phys. Lett.*, 92, 023514, (2008).
- [3] M. Hofheinz, et al, "Synthesizing arbitrary quantum states in a superconducting resonator", *Nature*, 459, 546-549, (2009).
- [4] S. Doyle, et al, "Lumped Element Kinetic Inductance Detectors," *J. of Low Temp. Phys.*, 151, (1), 530-536, (2008).