集中定数型力学インダクタンス検出器のクロストーク低減

Crosstalk reduction of lumped element kinetic inductance detectors

埼玉大院，桒田 正博，　°成瀬 雅人，田井野　徹，明連　広昭

Saitama Univ. Masahiro Kuwata, °Masato Naruse, Tohru Taino, Hiroaki Myoren

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

本研究では，超伝導共振器の性質を利用した検出器の中でも集中定数型力学インダクタンス検出器(Lumped Element Kinetic Inductance Detector : LEKID [Doyle+2008])に着目した．LEKID は超伝導共振器を集中定数回路で構成した超伝導検出器である．従来の伝送線路型の共振器と比較すると，インダクタンス部分を検出したい信号領域（例えばミリ波帯）で真空中のインピーダンスを整合とれば、吸収体のように働くため、アンテナが不要という利点を持ち，放射線などの高エネルギー粒子に対しては、検出面積が大きくとれるという利点を持つ．LEKID は検出器が単層もしくは 2 層の超伝導体から組成されるため，他の超伝導体検出器と比較すると作製プロセスが非常に容易である．また周波数多重化による読み出しを行うため，1 本の読み出し線で数百~の検出器を同時に読み出すことができる．これらの特徴からアレイ化が容易である一方、素子間のクロストークが集積化における課題となっている．

本研究では，電磁界解析ソフト SONNET を用いた電磁界解析の他に超伝導ニオブ共振器の測定結果を踏まえながら，2 素子間の距離や共振周波数差を変化させながらクロストーク特性を評価した(Fig.1)．素子間の間隔の影響を調べる際には、周波数差を 6　MHz で固定し距離を 20-200 μm の間で変化させた。周波数差の場合は、距離は 20 μm に固定し、隣同士の共振周波数の設計値の差を 0-250 MHz まで変化させた。その結果、互いの共振周波数が近くても、200 μm 程度離せばよく、集積度を上げたければ 250 MHz 以上離せば十分という結果になった。これらの解析結果を実証するため、超伝導ニオブ共振器を作成し、1 K 冷凍機を用いて実験を行った結果はおおむね解析結果とよく一致している。

さらに、放射線検出器を想定した場合、上記の電気的なクロストークのほかに、基板中を熱やフォノンが拡散することによって生じるクロストークも考えられる、これを抑えるために、基板形状を加工しその効果を実験中であるので、その結果もあわせて報告する予定である。

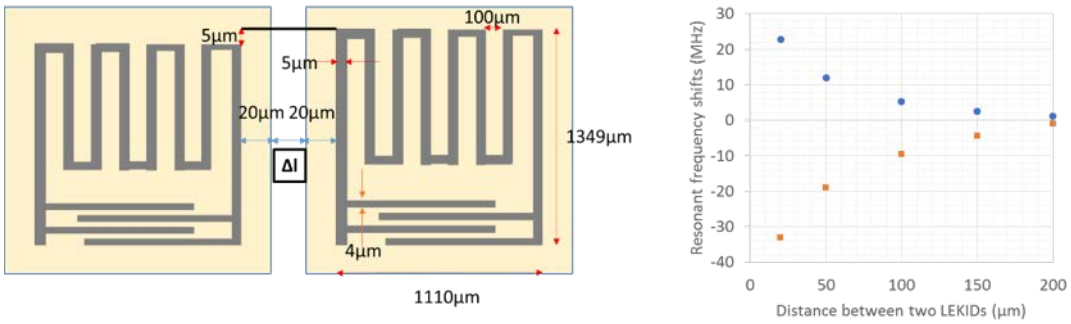

Fig1. The schematic view of two LEKID for cross talk analysis (left). The dependence of resonant frequencies on the distance between each pixel (right).