

## 電流バイアス運動インダクタンス検出器アレイのマイクロ波設計 Microwave Design of a Current-Biased Kinetic Inductance Detector Array

于国偉、伊藤 圭介、喜田 祐真、藤巻 朗  
Guowei Yu, Keisuke Ito, Yuma Kita, Akira Fujimaki

名古屋大学  
Nagoya Univ.

### 1. はじめに

我々は、これまで超伝導検出器では到達できなかった 1M-pixel の中性子イメージング装置を目指して、超伝導検出器自身とその出力を処理する信号処理回路の研究を進めている。2次元マトリクスで 1M-pixel を実現するには、1次元でも 1000 個の検出器アレイを実現する必要があり、そのためには以下が要求される。

- (1) 検出器自身の発熱が非常に小さいこと
- (2) 検出器駆動のためのケーブルの合計が少ないこと  
これに加え、室温からのケーブル数の低減化のためには、多重化が必須である。最終目標であるイメージング装置のフレーム時間の制約から、高速信号処理可能な単一磁束量子回路による多重化回路の採用が必須となる。この単一磁束量子回路との結合を考えると、上記の2条件に加え、検出器には、
- (3) 単一磁束量子回路と同じチップ上に構成可能なこと  
という新たな条件が加えられる。

これらの条件を満たす方式として、我々は大阪府立大学・石田らとともに、新たな検出方法である電流バイアス運動インダクタンス検出器 (CB-KID) を提案した[1]。CB-KID は検出器を直列につなぐことが可能で、結果としてバイアス線は1本で済む。しかしながら、中性子飛来に伴って検出器に発生するインパルスが、直列に繋がれた前後の検出器に影響を与えてはならない。このことから、検出器間には、高周波信号を除去し直流だけを通すような低域過渡フィルタ (LPF) が必要となる。また、高周波信号の減衰も必要となる。

本稿では、CB-KID アレイに求められるマイクロ波構造について検討を、電磁界シミュレータを用いて行った結果について報告する。

### 2. 設計

CB-KID アレイは、図1のようにナノワイヤ1本を蛇行させてミランダ配線のように作る。図2のように、読み出し回路は CB-KID の折り返し部分に接続して、バイアス電流が矢印の方向で流れる。中性子が CB-KID1 に当たる時、信号が読み出し回路1に伝えた上で、読み出し回路2に伝えない条件を求める。この条件を満足するために、図2の破線部分の構造を設計した。反射を起こさせることで隣接する CB-KID への干渉を抑制するほかコーナーの部分の大きな容量で高周波成分を吸収することを意図している。なお、今回は、実験および評価を行うことを前提として実際の検出器で用いる場合より線幅を大きく設計している。検出器はマイクロストリップ線構造を採用している。

### 3. シミュレーション結果

今回のシミュレーションモデルでは、厚さ 300nm の信号線 (理想金属) を相互絶縁層 (誘電率 4.4、厚さ=500 nm) を挟んで接地面上に配置している。Ansoft 社の HFSS で得られた S パラメータは図3の通りである。

この結果から見ると、入力信号が高周波になればなるほど、S21 の通過特性が良くなり、S31 と S41 の通過特性が悪くなっていく。これは、LPF の特性がある程度は具現化されていることを示している。今後は、この結果を時間領域でも解析することで、より優れたマイクロ波構造を得る努力をする予定である。

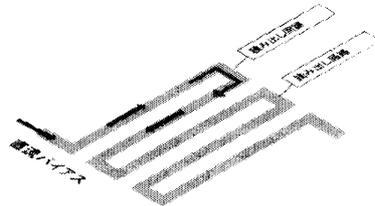


図1 検出器の構造

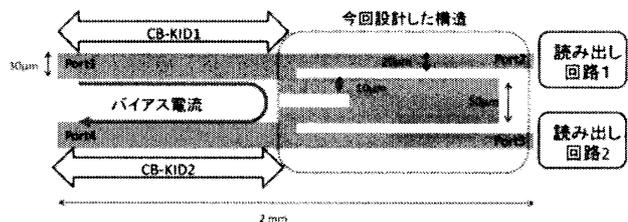


図2 検出器のマイクロ波構造

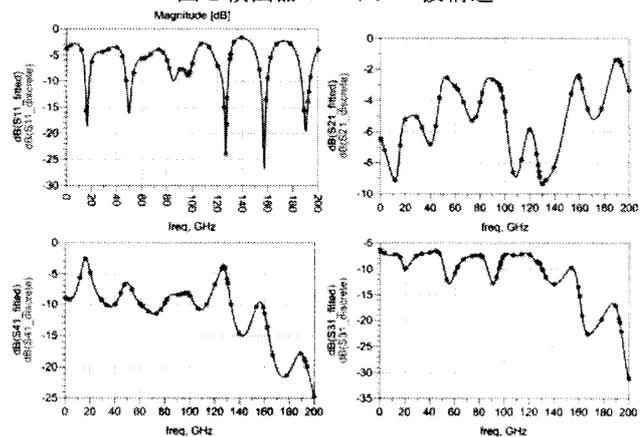


図3 HFSS の解析結果

謝辞

本研究は科研費(22226009, 25630171)の支援を受けたものである。

参考文献

- 1) Yoshioka et al., to be published in IEEE Trans Appl Supercond.