

課題番号 : F-16-NM-0076  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名(日本語) : マスクレス露光装置及び超高真空蒸着装置を用いた超伝導検出器の開発  
Program Title (English) : Development of superconducting detector using maskless exposure device and ultra high vacuum deposition.  
利用者名(日本語) : 河野 久雄  
Username (English) : H. Kawano  
所属名(日本語) : 合同会社 つくば野エンジニアリング  
Affiliation (English) : Limited liability company Tukubano Engineering

## 1. 概要(Summary)

超伝導検出器は宇宙背景放射の観測やニュートリノ実験等において超高感度の検出器として唯一の方法である。これらの実験において大面積・多チャンネルの超伝導検出器が必要であり、超伝導検出器として Microwave Kinetic Inductance Detector (MKIDs)という多数の周波数の少しずつ異なるマイクロ波共振器を用いた検出器を採用している。これを従来はステッパーにより多数のフォトマスクを接続して使用していたが、これは技術的に非常に難しく歩留まりも悪かった。これを高精度のマスクレス露光装置を用いて製作すれば非常に性能の良い大面積の超伝導検出器の製作が期待できる。本年度は多チャンネルの FPGA 読み出しに必要な 64ch のマイクロ波共振器の集合が複数並んだ物を製作し、その評価を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

- ・ 高速マスクレス露光装置

### 【実験方法】

本研究では、NIMS 微細加工プラットフォームにおける超伝導検出器の製作と KEK の極低温冷凍機による性能評価を行う。NIMS では、リフトオフとエッチングの2通りの方法によって超伝導検出器の製作を行った。パターンングは KEK で生成した GDS ファイルをマスクレス露光装置で読み込み露光した。

この GDS ファイル上の超伝導検出器はマイクロ波力学インダクタンス検出(MKIDs)という超伝導検出器であり、細い配線にする程感度が上がる。従来 KEK においてはこれをアライナーで露光しており、数  $\mu\text{m}$  程度の配線パターンが露光できる限界の線幅であった。これを昨年度マスクレス露光装置で実現可能な線幅を決定し、これを用

いて本年度は多チャンネル同時読み出し用の 64ch のマイクロ波共振器の集合が複数並んだ物を製作した。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

NIMS で製作した超伝導検出器 MKIDs を、KEK の極低温冷凍機で 0.3K まで冷却し、性能評価を行った。64ch の集合の内の 50ch 程度のマイクロ波共振が確認できたが、共振周波数の設計値からのずれのばらつきが大きく、共振が観測できない物もあり、これらの歩留まりを今後解決するために製作工程の見直しを行っている所である。また現在の素子サイズは20mm角であるが、マスクレス露光機は8インチまでの大面積のパターニングが可能であり、これは観測用の MKIDs を製造する上ではステッパー等と比較して非常に優位性がある。今後は大面積化に向けて歩留まり等の評価を行っていく。

## 4. その他・特記事項(Others)

共同研究者

1. 高エネルギー加速器研究機構 吉田光宏
2. 理化学研究所 美馬寛

技術支援者

1. 大里 啓孝
2. 吉田 美沙

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

## 6. 関連特許(Patent)

なし