

題番号 : F-13-RO-0019
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名(日本語) : マイクロ波超伝導共振器アレイを用いた放射線検出器の開発
 Program Title (English) : Gamma ray detectors with superconducting microresonator arrays
 利用者名(日本語) : 成瀬 雅人
 Username (English) : M. Naruse
 所属名(日本語) : 埼玉大学大学院理工学研究科数理電子情報系専攻
 Affiliation (English) : Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

1. 概要(Summary)

超伝導伝送線路を用いたマイクロ波共振器アレイ(Microwave Kinetic Inductance Detectors: MKID)によって高感度な放射線検出器の開発を行っている。放射線のエネルギーが超伝導共振器に入射することで共振特性が変化し、その変化量を測定することで放射線を検出する。検出器のエネルギー分解能・感度を高めるために、検出器の熱容量を減らすことと、検出器の感度が高い部分に吸収熱が集中するような構造を提案している(Fig.1)。このような素子形状はシリコン基板の深掘りエッチングによるメンブレン構造によって実現される。メンブレン構造作製に必要な窒化シリコン(Si₃N₄)膜をシリコン基板上に成膜して頂いた。

2. 実験(Experimental)

2 インチシリコンウェハをクリーンルームにおいてSH処理、SC1クリーニングを行った後、Si₃N₄用のLPCVD装置を用いてバッファ層となるシリコン酸化膜なしで、屈折率1.75、膜厚240 nmのSi₃N₄膜を成膜した。製膜条件は750°C、NH₃=110 sccm、SiCl₂H₂=10 sccm、0.2 Torrであった。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

SiN膜を成膜したシリコン上に超伝導デバイスを作製し、デバイス裏面部分のシリコンを深掘りエッチング装置(Deep-RIE)を用いて除去した。この時、シリコンと比べてSi₃N₄膜のエッチング速度は100倍程度遅い(Table 1)ため、理想的にはSi₃N₄膜のみを残すことができる。この手法によって超伝導検出器の性能向上に欠かせないメンブレン構造の製作試験を行った。

また今回は、検出器の超過雑音源として知られる酸化シリコン膜をなしでSi₃N₄膜の作製して頂いており、Si₃N₄メンブレン構造上に作製した検出器雑音を酸化シリコン膜の有無で比較評価を今後行っていく。

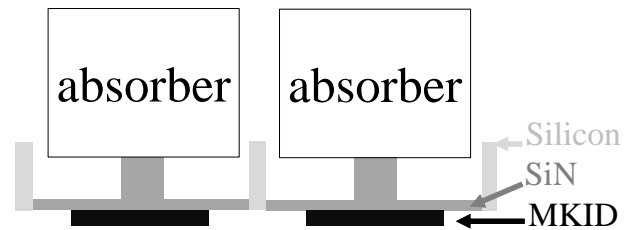


Fig. 1. Membrane structures for gamma ray detectors

Table1: Etching rate by DEEP-RIE

Material	Thickness	Rate
Si ₃ N ₄	0.24 μm	20 nm/min.
Si	250 μm	2.3 μm/min
SiO ₂	40 nm	

4. その他・特記事項(Others)

謝辞: 窒化シリコン膜を広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所の松垣 仁 研究員に作成いただきました。また、本研究はJSPS 科研費 25706029の助成を受けたものです。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1)M. Naruse, T. Taino, H. Myoren, “Superconducting microresonator array detector for gamma ray radiation from cesium-137,” 7th Asian Conference on Applied Superconductivity 2013 Oct. 24th.

6. 関連特許(Patent)

なし。