

課題番号 : F-18-FA-0014
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 位置検出型ガンマ線マイクロカロリメータの開発
Program Title (English) : Development of Position-Sensitive microcalorimeters for gamma rays
利用者名(日本語) : 伊豫本直子¹⁾、鶴田哲也²⁾、浅川真矢²⁾、濱村雪乃³⁾、西田佳樹³⁾
Username (English) : N. Iyomoto¹⁾, T. Tsuruta²⁾, S. Asagawa²⁾, Y. Hamamura³⁾, Y.Nishida³⁾
所属名(日本語) : 1) 九州大学大学院工学研究院エネルギー量子工学部門 2) 九州大学大学院工学府エネルギー量子工学専攻, 3) 九州大学工学部エネルギー科学科
Affiliation (English) : 1) Faculty of Engineering, Kyushu University, 2) Graduate School of Engineering, Kyushu University, 3) School of Engineering, Kyushu University
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、成膜・膜堆積、膜加工・エッチング

1. 概要(Summary)

超伝導転移端温度計(Transition-Edge Sensor: TES)型マイクロカロリメータは優れたエネルギー分解能が特徴の放射線検出器である。我々は200 keV程度~2 MeV程度のガンマ線用のTES型マイクロカロリメータを開発しており、さらにエネルギーだけでなく検出器への放射線入射位置も検出できる位置検出型TES型マイクロカロリメータ(Position-Sensitive TES: PoST)の開発を目指している。今年度は以下の2つの製作実験を行った。

- ① 昨年度までの研究で検出器の基板部分への放射線入射により性能が低下することが明らかになったため、基板面積を削減した素子を設計、製作した。
- ② TES温度計と基板との間のメンブレン(薄膜構造)のサイズや形状とTES-基板間の熱伝導度の関係を知るための素子を設計、製作した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】プラズマCVD、リアクティブイオンエッチャー、電子ビーム描画装置、スピコート、両面マスクアライナ、膜厚測定器、超純水製造装置、ドラフトチャンバー、ダイシングソー

【実験方法】

①②ともに、SOI(Silicon-On-Insulator)基板をダイシングソーにより35 mm角にダイシングした上で、プラズマCVDで表面に窒化シリコン膜を、裏面に酸化シリコン膜を成膜した。さらに両面マスクアライナ、RIE等により、表面の窒化膜にアライメントマークを形成し、裏面の酸化膜の一部を取り除いた。メンブレンはSOI基板の基板層を

裏面からエッチングすることで作成するが、この裏面に残した酸化膜をその際のエッチングマスクとして使用する。

TESの形成、読み出し配線の形成、Deep RIEによるメンブレンの形成は他施設で行なったが、それに使用したフォトマスクはすべて共同研究開発センターで作成した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

- ① 製作した温度計素子の写真をFig.1(a)に示す。基板面積を昨年度製作した素子の55%に削減できた。
- ② TESのサイズ2種類、メンブレンの形状・サイズ3種類で、計4種類の素子を設計、製作した。Fig.1(b)(c)(d)にそのうち2つの素子の写真を示す。(b)は(a)の拡大図で表面(TES、読み出し配線)、(c)(d)が裏面(メンブレン)である。

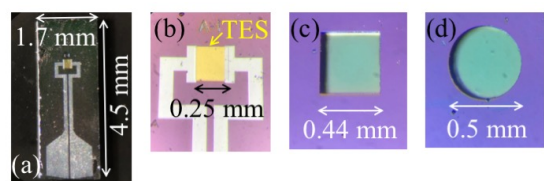


Fig. 1 Pictures of fabricated devices. (a) and (b) show TES and wirings on front side. (c) and (d) show membrane structure on back side.

4. その他・特記事項(Others)

- ・科学研究費補助金 基盤研究(B)「三次元位置検出型マイクロカロリメータの開発」
- ・技術的な支援をしていただきました共同研究開発センターの竹内修三氏に深く感謝いたします。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 久留米勇太, 伊豫本直子 他, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 2018 年 9 月 21 日
- (2) N. Iyomoto et al., 2018 年 10 月 31 日, Applied Superconductivity Conference 2018
- (3) N. Iyomoto et al., Journal of Low Temperature Physics, DOI: 10.1007/s10909-018-2100-3
- (4) 久留米勇太, 伊豫本直子 他, 第66回応用物理学会春季学術講演会, 2019 年 3 月 12 日

6. 関連特許(Patent)

なし