

シリコン基板の深掘り加工による放射線検出器の感度向上

Deep Etched structures on a silicon substrate for high-sensitivity gamma-ray detectors

○宮本 法明、成瀬 雅人、田井野 徹、明連 広昭 (埼玉大院)

○N. Miyamoto, M. Naruse, T. Taino, and H. Myoren, (Saitama Univ.)

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

【研究背景】

力学インダクタンス検出器(KID: Kinetic Inductance Detector^[1])を用いて 1cm の位置分解能かつ 3 インチ基板程度の検出面積を持つ放射線検出器を目標に開発している^[2]。KID は超伝導検出器であり、動作温度が低いほど高性能が期待できるが、利便性の観点からは動作温度は高いほど良い。そこで動作温度をあげた際に生じる感度劣化を補償する様な検出器構造を提案する。本研究では超伝導膜にニオブを用い、機械式冷凍機で持続可能な 1 K 以上での動作を目標とする。

【検出器の感度向上】

シリコン基板の検出器を作製した面と反対側を Fig. 1 のような形状に加工し、その上に放射線吸収体を載せることで検出器全体の熱容量を減らし、熱浴への熱伝導率を下げる。さらに吸収体を支える支柱部分直下に KID の感度が高いインダクタンス部分を配置することで感度向上が見込まれる。

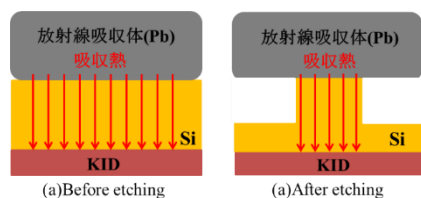


Fig.1 Structure of the detector

基板裏面の形状加工には高アスペクト比な加工ができる BOSCH 法^[3]による DEEP Reactive-Ion Etching 装置を用いた。この方法では吸収体を支える支柱構造の直径を 50 μ m

まで細くすることができた(Fig.[2])。メンブレン部分をどこまで薄く加工できるかは現在試験中ではあるが、熱伝導解析の結果メンブレン部分の厚みを 30 μ m まで薄くすれば KID 付近の温度上昇を 4 倍にすることがわかって

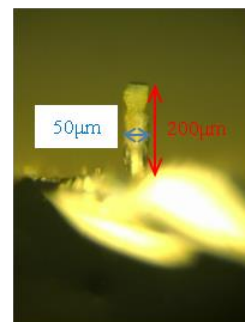


Fig.2 Silicon substrate after the etching

いる。このためチップ内におけるエッチング速度を均一化し、どの素子に対しても 30 μ m より薄く加工する方法を検討中である。また同時に KID を作製し、その冷却試験も行っている。素子作製のプロセス及び特性評価結果の詳細は講演の際に報告する。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 25706029 の支援を受けています。

参考文献

- [1] P. K. Day, *et al*, "A broadband superconducting detector suitable for use in large arrays", *Nature*, 425, 817-821, (2003).
- [2] 成瀬他 「超伝導共振器アレイによるガンマ線イメージングカメラの基礎開発」 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 (2014)
- [3] Pradeep Dixit and Jianmin Miao *et al.*, "Effect of SF₆ flow rate on the etched surface profile and bottom grass formation in deep reactive ion etching process", *Journal Physics:Conference Series* 34 (2006)577-582.