

課題番号 : F-18-NU-0019
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 天文観測用の接合型 Ge 遠赤外線検出器の超薄層化・高感度化への挑戦
Program Title (English) : Development of ultra-thin and high sensitive far-infrared Ge detectors for astronomical observations
利用者名(日本語) : 鈴木仁研、花岡美咲、齋藤太志、金山健也
Username (English) : T. Suzuki, M. Hanaoki, F. Saito, T. Kanayama
所属名(日本語) : 名古屋大学大学院理学研究科
Affiliation (English) : Graduate School of Science, Nagoya University
キーワード/Keyword : 形状・形態観察、切削、半導体

1. 概要(Summary)

天文観測のために、Ge を用いた遠赤外線検出器の開発を進めている。高い光感度を獲得するためには、Ge 層を $2\ \mu\text{m}$ 以下に超薄層化する必要がある。Si で確立されているスマートカット技術を Ge へ応用し、Ge 層の超薄層化に挑戦する。用意した試料は、Ge に Ga を添加した (Ge:Ga) ウエハと高純度 Ge ウエハとを常温で接合したウエハ ($\Phi 2$ インチ) である。試料を熱アニーリング処理した結果、高純度 Ge 層のスマートカットに成功した。薄層化された高純度 Ge 層の厚さを測定するため、走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いた。結果、接合面から期待通りの厚さ ($1.6\ \mu\text{m}$) で、高純度 Ge 層の超薄層化を確認した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】原子間力顕微鏡、ダイシングソー装置、走査型電子顕微鏡

【実験方法】

スマートカットを用いて高純度 Ge 層を超薄層化するため、水素イオン注入 (エネルギー: $180\ \text{keV}$ 、フラックス: $6 \times 10^{16}\ \text{cm}^{-2}$) した高純度 Ge ウエハと、Ge:Ga ウエハとを常温で接合させたウエハを製作した。その後、ダイシングソーで接合ウエハを適切な大きさに切り出した後、窒素ガス雰囲気中で熱アニーリング処理 (昇温率 $1^\circ\text{C}/\text{min}$) を実施した。SEM は接合ウエハの断面、原子間力顕微鏡 (AFM) は表面粗さの観察に用いた。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

試料の温度が約 380°C に達した時、接合ウエハの破断が起きた。SEM と AFM による観察から、接合面から $1.6 \pm 0.1\ \mu\text{m}$ の厚さ、カット面の粗さ $\sim 0.1\ \mu\text{m}$ (PV) と期待通りに高純度 Ge の超薄層化に成功した (Fig. 1)。得られた厚さは、注入した水素原子の濃度プロファイルのピーク位置での厚さと一致している。このことは、厚さの高い制御性が保証されていることを意味し、スマートカットによる超薄層化の実現により、遠赤外線検出器の高感度化に

加え、ピクセル間の感度の高い一様性を確保できる。

スマートカット後の高純度 Ge 層は、結晶性が損なわれる。高純度 Ge 層の電気特性を確保するには、熱処理による結晶性の回復が必要不可欠である。今後は、熱アニーリング処理によって結晶性を回復させ、遠赤外線検出素子を製作し、高い光感度を有することを実証する。

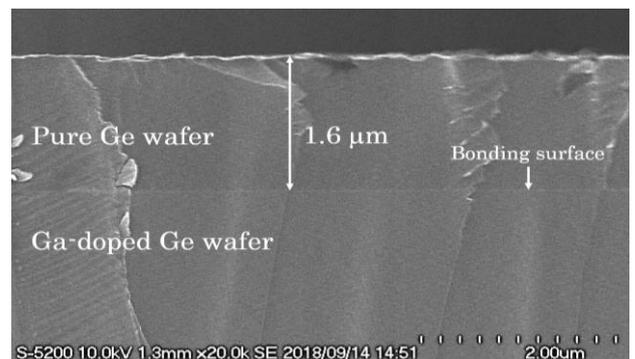


Fig. 1: SEM image for the cross-sectional view of the Ge/Ge:Ga interface after the smart-cut process.

4. その他・特記事項 (Others)

・共同研究者の宇宙科学研究所 和田武彦助教、石丸貴博様に感謝致します。常温ウエハ接合にご協力頂きました三菱重工工作機械株式会社殿に感謝致します。イオン注入にご協力頂きました神奈川大学の星野靖特別助教に感謝致します。スマートカット技術をご教示頂きました東京大学の竹中充准教授に感謝致します。熱処理装置を利用させて頂きました、名古屋大学 工学研究科 物質科学専攻 財満・中塚研究室に感謝致します。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

・金山健也「イオンカット法を用いた超薄層化による高純度 Blocked-Impurity-Band 型遠赤外線 Ge 検出器の開発」2018 年度 学士論文

6. 関連特許 (Patent)

なし。