

課題番号 : F-19-IT-0011
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : 天文観測用の接合型 Ge 遠赤外線検出器の高感度化への挑戦
Program Title (English) : Challenge to high-sensitive far-infrared Ge detectors for astronomical observations
利用者名(日本語) : 鈴木仁研
Username (English) : Toyoaki Suzuki
所属名(日本語) : 名古屋大学 理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻
Affiliation (English) : Graduate School of Science, Nagoya University
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、半導体、遠赤外線検出器

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。波長 $\sim 30\text{--}200\ \mu\text{m}$ 帯に高い光感度を有するために、Ge にボロンを添加した Ge:B 層と、高純度 Ge 層の 2 層構造を形成する必要がある。微細加工技術を用いて、高純度 Ge 基板上に 2 層構造をパターンニングすることで実現させた。本課題では、検出器の一連の製作のうち、ボロンを添加する領域とそうでない領域のパターン形成のためのハードマスク (SiO_2 膜) をプラズマ CVD 装置にて成膜した。 SiO_2 膜にパーティクルが混入していたが、同遠赤外線検出器の製作は成功し、期待通りの高い光感度を有することを実証した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

プラズマ CVD 装置

【実験方法】

高純度 Ge ウエハ(2 インチ, 2 枚)を支給し、東京工業大学の微細加工 PF の技術代行支援によって、以下の工程で Ge ウエハ上に SiO_2 膜を成膜した。

A. 表面洗浄

- a. 脱脂洗浄: アセトン・エタノール浸漬
- b. 酸洗浄: 希フッ酸浸漬

B. 窒素ガスによるウエハの乾燥

C. プラズマ CVD による SiO_2 膜の形成 (3 μm 厚)

成膜条件は、同装置の標準レシピを適用。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

2 枚の Ge ウエハともに、 SiO_2 膜の成膜に成功した。しかし、膜中に直径 10–100 μm 程度のパーティクルが多数混入していることが明らかになった(Fig. 1)。1 枚目のウエハには 7 か所, 2 枚目のウエハには 17 か所にパーティクルの存在を確認した。なお、パーティクルの

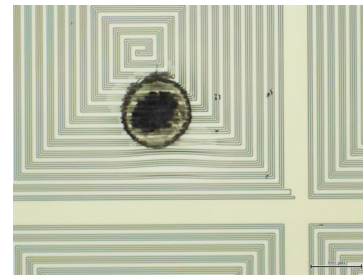


Fig 1: Close-up view of a particle buried in the patterned SiO_2 film on a Ge wafer.

混入源や経路は特定できていない。パーティクル混入は、 SiO_2 膜のパターン形成ができないため、混入箇所における検出器の正常な動作は望めない。そのため、パーティクル混入箇所が少ない 1 枚目のウエハに対して、検出器製作の工程を進めた。結果、遠赤外線検出器の製作に成功し、波長 $\sim 30\text{--}200\ \mu\text{m}$ 帯に高い光感度を有することを実証した。

4. その他・特記事項(Others)

急な技術代行の依頼にも関わらず、お引き受けいただきました、東京工業大学 宮本 恭幸 教授をはじめとする東工大微細加工 PF に厚く御礼申し上げます。本課題は、JSPS 科研費 JP18K18773 の助成を受けたものです。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

藤原 有「平面構造 Blocked-Impurity-Band 型 Ge 検出器による未開拓波長 30–60 μm 帯高感度化の原理実証」2019 年度 修士論文。

齋藤 太志「気球望遠鏡を用いたマッピング観測のための高空間分解能 Blocked-Impurity-Band 型遠赤外線アレイ検出器の開発」2019 年度 修士論文。

齋藤 太志他、「気球望遠鏡を用いた高解像度・高波長分解 [CII] マッピング観測のための Blocked-Impurity-Band 型遠赤外線アレイ検出器の開発」日本天文学会 2020 年春季年会, 3 月, 筑波大学。

6. 関連特許(Patent): なし。