



Title	超高純度シリコン単結晶を用いた放射線検出器の開発と応用に関する研究
Author(s)	白石, 文夫
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/38467">https://hdl.handle.net/11094/38467</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> >大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">&lt;/a&gt;</a> をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 白 石 文 夫

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 1 0 7 3 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 6 年 2 月 1 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第4条第2項該当

学 位 論 文 名 超高純度シリコン単結晶を用いた放射線検出器の開発と応用に関する研究

論文審査委員 (主査)  
教 授 住 田 健 二

教 授 高 橋 亮 人 教 授 志 水 隆 一

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、リチウム・ドリフト型シリコン検出器相当の比抵抗をもつ超高純度シリコン単結晶を用い、非常に安定な放射線検出器の製作法を開発し、それを放射線モニタリング用と高感度検出器用に応用した研究をまとめたものである。

第1章では、シリコン単結晶と、それを用いる放射線検出器について概説し、本研究の位置付け、目的および課題を明確にしている。

第2章では、超高純度P型シリコン単結晶を用い、表面障壁型検出器を開発した成果について述べている。表面化学処理法や電極金属の選択さらに電極周辺の表面保護法について、実験的検討を行っている。エッチング後の溶液による表面化学処理法として重クロム酸カリ溶液による処理を、また電極金属には、整流性と抵抗性を考慮してアルミニウム、金、パラジウムを選択し、良い電荷収集特性を得ている。検出器の表面保護法としては、室温用では反転層を形成させるエポキシ樹脂の使用、低温用には二重に化学処理を行う方法を開発して、漏洩電流や耐圧特性を改善するとともに、それらを安定化させて用いることに成功している。

第3章では、開発した検出器を、放射線モニタリングに応用した研究の成果をのべている。この検出器は上記の改善に加えて、アルミニウム蒸着膜の入射窓を使用することで、強度と遮光性を大きく向上させ、かつ厚い空乏層を実現しているので、作業現場で使われるモニターに適している。またこの検出器は、低レベルのアルファ線、ベータ線の選別が可能で、核種別定量や天然放射能の弁別等にも有効に利用できるもので、環境汚染、集塵試料、核廃棄物、さらには表面汚染等の計測にも適している。なお、放射線量計としての利用可能性も実証されている。

第4章では、厚型検出器製作の可能性を、超高純度P型シリコン単結晶を用いる方法と、中性子核変換ドーピングによるN型結晶を用いる方法について実験的に比較検討した成果を述べている。前者では第2章で述べたように化学処理法を適切に行うことで良好な電荷収集特性が得られる。その結果リチウム・ドリフト型シリコン検出器の厚さを上回る10mm以上の全空乏層型の検出器の製作が可能となっている。後者では放射線損傷に対する早期回復を赤外線加熱炉中でのアニールで行うことで安定な検出器特性が得られるが、漏洩電流が若干多いので、低エネルギー粒子

の測定には冷却が必要となる。

第5章では、本研究で得られた結果を総括し、さらに今後の課題を述べている。

## 論文審査の結果の要旨

本研究は、いわゆる半導体を使用した放射線検出器の一般的な弱点とされている、低い感度と不安定性の二つの面を克服した多方面での応用を目指したもので、検出器には超高純度シリコン単結晶を用い、製作段階での改善によって非常に安定な放射線検出器の製作法を開発し、それを放射線モニタリング用と高感度検出器用に応用した研究をまとめたものである。

その主な成果は次の通りである。

- (1) 一般に製作困難とされてきた安定に動作する超高純度 P 型シリコン単結晶の表面障壁型検出器の開発に成功し、再現性の高い確実な工程と使用法を確立している。
- (2) 上記検出器に、アルミニウム蒸着膜の入射窓をつけた高感度のものは強度と遮光性に優れ、また低レベルでのアルファ線、ベータ線の選別が容易になり、核種別定量や天然放射能の弁別等にも有効に利用できることから、広範な放射線計測場でモニターとして利用が可能となり、多くの現場での利用を可能としている。
- (3) 検出器用のシリコン結晶の選択において、超高純度 P 型シリコン単結晶と、中性子核変換ドーピングにより製作された N 型結晶と実験的に比較検討している。特筆すべき成果は、つぎの2点である。すなわち、前者では化学処理法を適切に行うことで良好な電荷収集特性が得られ、リチウム・ドリフト型検出器の厚さを上回る10mm以上の全空乏層型の検出器を製作している。後者の N 型結晶を用いる方法では、放射線損傷の回復手段としてのアニーリングの重要性、特に漏洩電流抑制のためには、低エネルギー粒子の測定のためには冷却が必要なことを確認している。

以上のように本論文は、超高純度シリコン単結晶を用いた放射線検出器の開発と応用に関して、製作と利用の両面において、多くの新しい知見をもたらす原子力工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。