

修士論文の和文要旨

研究科・専攻	大学院 電気通信学研究科 電子工学専攻 博士前期課程		
氏名	岩本 直也	学籍番号	0732016
論文題目	放射線照射による SiC ダイオードの粒子検出特性の変化		
要旨	<p>近年、素粒子物理学では、実験に使用する高エネルギー粒子加速器のアップグレード（高加速エネルギー化、高粒子フルエンス化）が進められている。研究者は、この粒子加速器を用いて実験を行うことで、宇宙を支配する普遍的法則の発見を目指している。このような実験に使用される粒子検出器は、厳しい放射線環境に曝されるため、優れた耐放射線性が要求される。ところが、これまで使用されてきたシリコン（Si）半導体粒子検出器の耐放射線性は、このアップグレードに対して不十分であることが指摘され、より耐放射線性の高い粒子検出器の開発が望まれている。</p> <p>本研究では、粒子検出器の材料として、Si 半導体より耐放射線性に優れると考えられる炭化ケイ素（SiC）半導体に着目した。SiC を用いて粒子検出器の基本構造であるダイオードを作製し、その粒子検出特性と耐放射線性の評価を行った。</p> <p>p 型 6H-SiC エピタキシャル基板上にダイオードを作製し、電流電圧特性や容量電圧特性、エピタキシャル層のキャリア濃度等の基本特性を評価した。続いてダイオードの粒子検出特性を評価した。逆バイアス電圧を印加したダイオードに、エネルギー15 MeV の単一酸素イオンを入射させ、発生する過渡電流を観測した。得られた過渡電流波形から電荷収集量を求め、電荷収集効率（Charge Collection Efficiency: CCE）を評価した。CCE は逆バイアス電圧の増加に伴い上昇し、やがて飽和する。CCE の飽和値は約 93 % であり、粒子検出器として必要な高い値が得られた。また、「ドリフト-拡散モデル」を用いて CCE の逆バイアス電圧依存性を解析することで、エピタキシャル層中の少数キャリアの拡散長を評価した。</p> <p>続いて、ダイオードに対して電子線照射を行い、放射線損傷を導入した。電子線のエネルギーは 1 MeV、最大照射量は $\Phi = 6 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ である。電子線照射の前後において、ダイオードの電流電圧特性および粒子検出特性、エピタキシャル層のキャリア濃度等を評価した。電子線の照射量が $\Phi = 1 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ では、CCE の飽和値に変化は見られなかった。しかし、順方向電流および少数キャリアの拡散長、エピタキシャル層のキャリア濃度の低下が観測された。これらの低下現象は、電子線照射によってダイオードの基板結晶中に格子欠陥が生成され、それらがキャリアの再結合中心として働くためであると考えられる。CCE の飽和値は、$\Phi = 5 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ 以上で低下した。しかし、$\Phi = 6 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ の大量の電子線を照射した後も、約 68% の CCE が保持されることが明らかになった。</p>		