

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	SiCパワーデバイスの特性に結晶欠陥や界面準位が与える影響に関する研究
Title(English)	Study of the influence of crystal defects and interface traps on SiC power device characteristics
著者(和文)	長谷川淳一
Author(English)	Junichi Hasegawa
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10478号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:波多野 睦子,小田 俊理,宮本 恭幸,河野 行雄,小寺 哲夫,中田 修平
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10478号, Conferred date:2017/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	長谷川 淳一	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	波多野 陸子	教授	河野 行雄	准教授
	審査員	中田 修平	学外審査員	小寺 哲夫	准教授
		小田 俊理	教授		
宮本 恭幸		教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、“Study of the influence of crystal defects and interface traps on SiC power device characteristics” (SiC パワーデバイスの特性に結晶欠陥や界面準位が与える影響に関する研究) と題し、英文 6 章から構成されている。

第 1 章 “Introduction” (序論) では、SiC パワーデバイスに関して、研究の背景と目的を述べている。SiC パワーデバイスは、電力変換時のロスが少なく、既に試作段階から実用化、市場拡大の段階になっているが、市場規模・適用分野の拡大に向けてさらなる高性能化・高信頼化が必要であると述べている。SiC は化合物であり、多数のポリタイプが存在することから、結晶欠陥が多く、その低減は困難であるという課題について言及している。本論文の目的は、SiC パワーデバイスの高性能・高信頼化に向けて、半導体の結晶欠陥・界面準位がデバイス特性に与える影響を定量的に解明することにあると述べている。

第 2 章 “Theoretical background and previous research” (理論背景と先行研究) では、SiC の物理特性、パワーデバイス応用における SiC の利点、SiC パワーデバイスの動作原理についてまず述べている。次に、SiC パワーデバイスにおける結晶欠陥について分類し、先行研究について述べている。さらに、デバイスシミュレーションにおいて用いられるモデルについて述べている。

第 3 章 “Static characteristic simulation of SiC-junction barrier Schottky diode including stacking faults” (積層欠陥を含む SiC-接合障壁ショットキーダイオードの静特性シミュレーション) では、SiC-接合障壁ショットキーダイオードにおける積層欠陥がリーク電流に与える影響を調べた結果について述べている。発熱解析によるリーク箇所の特長、断面 TEM・AFM・顕微鏡観察による積層欠陥の形状把握、PL・高解像度断面 TEM による積層欠陥の結晶構造の同定を行い、欠陥の形状をシミュレーションに取り込むことで、デバイスの電流電圧特性を概ね再現できたと述べている。

第 4 章 “Clarification and simulation modeling of the influence of interface states in SiC MOSFETs on static characteristics” (SiC-MOSFET 中の界面準位が静特性に与える影響の解明とシミュレーションモデル化) では、SiC-MOSFET において界面準位が静特性に与える影響を調べた結果について述べている。界面準位の測定手法として、Deep Level Transient Spectroscopy (DLTS) 法と Isothermal capacitance transient spectroscopy (ICTS) 法を併用した独自の技術について述べ、従来よりも幅広いエネルギー範囲での界面準位密度を測定した結果について述べている。酸化後の酸化条件が異なると界面準位密度分布が異なることを明らかにしたと述べている。界面準位密度分布をシミュレーションに取り込むことで、デバイスの電流電圧特性におけるしきい値電圧のシフトを再現できたと述べている。

第 5 章 “Dynamic characteristics simulation focusing on lifetime of optically triggered SiC thyristors” (SiC 光サイリスタのライフタイムに着目した動特性シミュレーション) では、光サイリスタにおいてライフタイムと光の波長が動特性に与える影響を調べた結果について述べている。ターンオフ時の電流電圧特性を実測することにより、ライフタイムを推定し、動特性シミュレーションに取り込んだ。波長を 365 nm から 330 nm にする、もしくはライフタイムを 0.4 μ s から 10 μ s にすると、ターンオンの容易さを示す最小光強度は、1/30 に低下できることを明らかにしたと述べている。

第 6 章 “Conclusions” (結論) では、本論文の結論をまとめている。
以上を要するに、本論文では、SiC パワーデバイスの特性に結晶欠陥や界面準位が与える影響について研究を行い、SiC-接合障壁ショットキーダイオードにおける積層欠陥がリーク電流に与える影響の定量評価、MOSFET 中の界面準位が静特性に与える影響の定量評価、光サイリスタにおいてライフタイムと光の波長が動特性に与える影響の定量評価を行った。結晶欠陥・界面準位から特性を予測できるシミュレーションモデルを構築したことにより、SiC パワーデバイスの高性能・高信頼化を目指す設計・作製に貢献することができ、工学上、意義が大きい。よって、我々は本論文が博士 (工学) の学位論文として十分な価値があると認める。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポータル(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。