

氏名(本籍)	魏 龍 (中国)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第1,245号
学位授与年月日	平成6年3月25日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	Characterization of Defects near Surface/Interfaces by a Monoenergetic Positron Beam (単色陽電子線による表面・界面近傍の欠陥の評価)
主査	筑波大学教授 工学博士 谷川 庄一郎
副査	筑波大学教授 工学博士 奥田 重雄
副査	筑波大学教授 工学博士 升田 公三
副査	筑波大学助教授 工学博士 水林 博

論 文 の 要 旨

陽電子は電子の反粒子であり、電子と同じ質量・スピンを持つが、電子とは逆の正の電荷を持っている。陽電子は固体中では急速に熱化され、数100ピコ秒の寿命で電子と対消滅し、主として2本の γ 線を放出する。陽電子が正電荷を有するために、原子核から強い斥力を受け、原子の欠如した原子空孔型の格子欠陥に極めて敏感に捕獲され、格子欠陥位置に特有な消滅特性を以て消滅する。特に、消滅 γ 線のエネルギーは、消滅前の電子の運動量によってドップラー効果を受ける。したがって、消滅 γ 線のトッパー拡がりを精密に測定することにより、格子欠陥の情報を得ることができる。

一方、物質の極限的利用の進展に伴い、不純物原子や格子欠陥の性質の理解およびそれらの制御が、基礎科学の側面からのみならず工学技術の側面からも重要な課題となってきている。不純物原子の検出には種々の方法が開発され実用に供せられているが、格子欠陥、特に、原子空孔型の欠陥の検出には、陽電子消滅の方法がほぼ唯一の方法と認識されてきている。しかし、従来は、放射性同位元素からのエネルギーが不揃いの白色陽電子線をそのまま利用していたことから、バルク物質中の欠陥の検出に限定されていた。

本研究では、著者は放射性同位元素から白色陽電子線を低速かつ単色とし、これをエネルギー可変とすることにより、表面・界面近傍の欠陥評価の方法としての利用へ展開し、半導体材料を主たる対象として、種々の新しい知見を抽出し、体系的な結論を導いている。

主な結果は以下の通りである。

(1)化合物半導体への不純物添加に伴う欠陥導入：GaAs, ZnSe, InP, SiC への不純物添加に伴い、n

型不純物の場合には空孔型欠陥が導入され、p型不純物の場合には格子間原子型欠陥が導入され、マクロ的にはフェルミ準位効果が、ミクロ的には電気的中性条件を保つような欠陥導入機構が存在することを実験的に解明し、体系的な整理に成功し、化合物半導体中への不純物添加の制御法の基礎的指針を提示している。

(2)Si中の酸素原子、SiO₂膜中の欠陥、SiO₂/Si界面の評価：Si中の酸素原子の挙動、特に、応力による再配列を見出し、酸化膜の成長と欠陥との関連および膜界面の欠陥構造について、全く新しい視点からの実験結果を提示することにより、酸素原子と原子空孔型欠陥の相互作用の体系的な整理に成功している。

(3)金属/Siの界面反応によるシリサイド形成機構の微視的観察：金属/Si界面反応を残留する原子空孔型欠陥の検出により、ミクロなカーケンドール効果の存在を明らかにした。

その他の豊富な実験結果に基づいて、表面・界面近傍の欠陥評価の新しい研究法の確立に成功している。

審 査 の 要 旨

従来の白色陽電子線による欠陥研究を、低速かつ単色のエネルギー可変陽電子線による欠陥研究へと発展させ、主として半導体材料中の表面・界面近傍の欠陥評価を展開したものである。多くの実験例の蓄積の上に、系統的な成果を得ており、博士(工学)学位論文として高く評価できる。

よって、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。