

Title	半導体表面上における電界イオン化と電解電子放出に関する研究
Author(s)	大野, 洋一
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/1127
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	大野 洋一
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 5024 号
学位授与の日付	昭和 55年 2月 30日
学位授与の要件	学位規則第 5条第 2項該当
学位論文題目	半導体表面上における電界イオン化と電界電子放出に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 中村 勝吾 (副査) 教授 中井 順吉 教授 埴 輝雄 教授 稔野 宗次

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、半導体表面上での電界イオン化（電界蒸発を含む）と半導体からの電界電子放出に関する研究をまとめたものであり、7章から構成されている。

第1章では、本研究を行なうに至った背景と本研究において用いられる手段の基本的な動作機構と特徴について述べるとともに、半導体表面上での電界イオン化と半導体からの電界電子放出に関する研究の歴史と現状について概観し、本研究の目的と本研究の占める位置とを明らかにしている。

第2章では、本研究の試料として用いられたガリウム砒素とガリウム燐のホイスカーの成長と成長した結晶の性質について述べ、本研究におけるこれらの試料の有用性について指摘している。

第3章では、半導体表面上での電界イオン化と電界蒸発過程、さらには半導体からの電界電子放出過程について理論的に考察している。自由キャリア密度の小さな半導体においては、外部電界を完全に遮蔽することが困難となり、半導体中への電界のしみ込みが起こる。それ故本章では特に、従来金属表面上でのこれらの現象においてほとんど無視されてきた電界のしみ込みが半導体表面上でのこれらの現象にどのような影響を及ぼすかを検討し、これらの過程において現われる半導体特有の現象について明らかにしている。

第4章では、電界イオン顕微鏡を用いてⅢ－Ⅴ族化合物半導体であるガリウム砒素とガリウム燐に対し実験を行ない、イオン像から得られるそれらの結晶の表面原子配列に関する情報について述べるとともに、イオン電流対電圧特性と結像電界を測定することにより、これらの表面上での電界イオン化過程を明らかにしている。

第5章では、原子プローブ電界イオン顕微鏡を用いてガリウム砒素とガリウム燐試料について実験

を行ない、これらの材料の電界蒸発過程を明らかにしている。また、これらの表面酸化層から得られたイオン・スペクトルの解析から電界蒸発過程がイオン・スペクトルに対してどのような影響を及ぼしているかを検討している。

第6章では、電界電子顕微鏡を用いて、ガリウム砒素とガリウム燐に対して実験を行ない、電子像の観察から、これらの清浄なチップ表面上への酸素と金の吸着過程とそれらの電界脱離過程を明らかにするとともに、電界電子放出電流対電圧特性の温度と光照射依存性、アニール効果、酸素と金の吸着効果等を調べることにより、これらの材料からの電界電子放出過程を明らかにしている。

第7章では、第2章から第6章までに得られた研究結果を総括し、結論をまとめている。

論文の審査結果の要旨

従来、電界イオン顕微鏡は金属表面の結晶構造の観察に用いられ、その高い分解能により多くの知見を提供して来たが、化合物半導体の表面観察には利用された前例がなく、その結像機構も十分明らかではなかった。

本論文はこれらの問題に関して実施された研究成果をまとめたもので、まず実験に必要なガリウム砒素やガリウム燐のホイスキーを作製し、表面を清浄にする為に必要な電界蒸発の方法や条件を明らかにし、鮮明な電界イオン顕微鏡像を得ることに成功している。イオン像を結像するための電界強度が金属の約50%であることを見出し、その原因を解明する為、種々の条件でイオン電流、電圧特性を測定し、その結果の理論的考察から試料表面に作用する電界が半導体表面近傍に侵入することを明らかにしている。

また原子プローブ電界イオン顕微鏡を用いて、ガリウム砒素およびガリウム燐の表面の組成分析を行なうと共に、表面では酸素や水素ガスが砒素または燐に選択的に化学吸着し、それぞれの複合体となって電界蒸発することを明らかにしている。

さらにこれらの化合物半導体の表面に金を蒸着し、蒸着の過程および電界脱離の過程を電界電子顕微鏡を用いて観察すると共に、その電流電圧特性の変化から界面における原子間の結合状態を考察している。

以上の様に本論文は化合物半導体表面研究の新しい手法を確立すると共に表面物性に関する多くの知見を与え学術上ならびに工学上貢献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。