

Title	III-V化合物半導体表面への電極形成の研究
Author(s)	小川, 正毅
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3070501
DOI	10.11501/3070501
rights	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏 名 小 川 正 毅

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 0 8 9 1 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 5 年 7 月 26 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 III-V 化 合 物 半 導 体 表 面 へ の 電 極 形 成 の 研 究

論 文 審 査 委 員 (主査)
教 授 平 木 昭 夫

教 授 白 藤 純 嗣 教 授 青 木 亮 三 教 授 中 島 尚 男

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、III-V 化合物半導体表面への電極形成の研究結果をまとめたものであり、8章から構成されている。

第1章では、III-V 化合物への電極形成研究の意義及びこれまでの研究に対する概観を与え、本研究の目的を明らかにし、さらに、本研究で用いた実験手段について述べている。

第2章では、n型GaAsへのPt, NiおよびAlショットキ電極特性に関する研究結果を示している。ここでは、PtおよびNiとGaAsとの固相反応を初めて明らかにし、合金化に伴うGaAs界面の自然酸化膜の除去過程を検討しその機構を熱力学的に考察している。また、サイドエッチング現象を利用したAl微細電極形成法を開発し、これを用いて実現したサブミクロンゲート低雑音MESFETの特性について述べている。

第3章では、n型InPに対するAu, Pt, Alの電極反応及びショットキ特性に関する研究結果を示している。InP上のAuはGaAs上と異なり、界面での自然酸化膜の存在に妨げられずInPと反応することを示し、その理由をAuとAsおよびPとの反応物の生成エネルギーの違いによって説明している。

第4章では、Ni/Au-Ge/GaAsオーミック電極の反応及びAu-Ge/GaAs系電極構造の高温保管による構造変化を明らかにし、これらをもとに実現した高信頼性オーミック電極について述べている。また、低接触抵抗を得るために高濃度SnドープGaAsの選択成長技術を開発し、GaAsMESFETに適用している。更に、合金化反応におけるドーピング機構を理解するために、MBE法によるGaAsへのSiドーピングの研究を行い、低温成長により従来より3倍の高電子濃度が得られることを示し、Siペア形成モデルによりその機構を説明している。

第5章では、AnZn/p-InP電極の特性と合金反応、信頼性について明らかにしている。ここでは、InPとの界面の不均一合金化について詳細に検討し、Au-PがAuとInの拡散のバリア層として働き、部分的に拡散パスの形成された場所で不均一合金化することを明らかにしている。

第6章では、2～5章の結果をもとに、III-V化合物半導体へのショットキ電極およびオーミック電極形成の指針を示している。とくに、表面自然酸化膜の存在に影響を受けない電極形成方法について議論している。

第7章では、自然酸化膜形成過程解明のために行った $Al_xGa_{1-x}As$ (100) 表面への酸素吸着実験結果を示してい

る。また、GaAs 及び InP の光促進酸化について検討し、光促進効果の違いを酸化により誘起される表面単位のエネルギー位置の違いによって解釈している。

第 8 章は結論であり、本研究で得られた結果を総括している。

論文の審査の結果の要旨

本論文は自然酸化膜に覆われた III-V 化合物半導体表面への電極形成の研究結果をまとめたものであり、その主な成果を要約すると次のとおりである。

- (1) 電極構造変化を 3 次元的に解析する方法として、斜め研磨法を用いたマイクロプローブ AES 分析法を開発し、深さ方向元素分布に関する測定限界について明らかにしている。
- (2) 自然酸化膜が介在するショットキ電極の電気的特性を解析的に示すとともに、熱処理による Pt/GaAs ショットキ特性の改善が、Pt と GaAs との固相合金化反応に伴う界面の自然酸化膜除去によることを、電気的測定および金属学的測定結果から明らかにしている。
- (3) GaAs 上の Pt, Ni, Al および InP 上の Au, Pt, Al の電極反応をマイクロプローブ AES, XPS, X 線回析によって検討し、各々に対して電極反応生成物を同定するとともに、合金化反応による自然酸化膜除去機構を熱力学的に考察している。
- (4) 上記ショットキ電極技術を応用して GaAsMESFET を開発し、ゲート長 $2.6\ \mu\text{m}$ で $f_{MAX}25\text{GHz}$, ゲート長 $0.5\ \mu\text{m}$ で $f_{MAX}90\text{GHz}$ を実現している。
- (5) デバイス応用上重要な Ni/Au-Ge/GaAs オーミック電極反応機構をマイクロプローブ AES, X線回析によって検討し、合金化反応における Ni の役割および合金化反応に伴う Ge のドーピング機構を解明している。
- (6) Ni/Au-Ge/GaAs, Pt/Au-Ge/GaAs オーミック電極の信頼性を検討し、特性劣化と電極構造変化との対応を明らかにするとともに、Ni および Pt の膜厚の最適化により高信頼性オーミック電極を実現している。
- (7) 合金化反応における高濃度ドーピング機構を解明するために、MBE 法による GaAs への Si ドーピング実験を行い、高濃度ドーピングと Si ペア形成制御との相関について考察している。
- (8) 以上の結果をもとに、自然酸化膜の存在に影響を受けない化合物半導体表面への電極形成方法について考察し、電極金属の選定指針を導出している。
- (9) 清浄な GaAs, AlGaAs 表面への酸素吸着を XPS により検討し、自然酸化膜形成の初期過程を考察している。

以上のように、本論文は、III-V 化合物半導体表面への電極形成に付随する問題解明のため、自然酸化膜除去の効果、電極界面反応機構等について詳細な実験と解析を行い、オーミック電極形成に関して多くの新しい知見を得ており、半導体工学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。