

Title	GaAs, InPの陽極溶解および陽極酸化とその応用に関する研究
Author(s)	山本, 嵩勇
Citation	大阪大学, 1983, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/2418
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	やまもとあきお 山 本 属 勇
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 6 2 7 1 号
学位授与の日付	昭 和 58 年 12 月 23 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	GaAs, InP の陽極溶解および陽極酸化とその応用に関する研究
論文審査委員	(主査) 教 授 中井 順吉 教 授 田村 英雄 教 授 中村 勝吾

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、GaAs および InP について、電気化学的な陽極溶解および陽極酸化現象の解明とその応用に関する研究をまとめたもので、以下の 7 章から構成されている。

第 1 章では、半導体材料としての GaAs, InP の重要性、ならびに、これらの材料に対する加工技術としての電気化学的陽極反応の特徴を述べ、併せて本研究の目的および意義を明らかにしている。

第 2 章では、GaAs の陽極溶解現象、および、それを利用した GaAs の微細エッチング技術について述べている。定電流パルス電解法を用いて電極反応の安定性、再現性の向上を図るとともに、この方法を用いて p 形および n 形 GaAs の陽極溶解挙動を解明している。その結果に基づいて、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以内のエッチ深さ制御可能な GaAs の微細エッチング技術を確立している。

第 3 章では、著者が新しく見出した光照射下での n 形半導体の陽極溶解における結晶欠陥による溶解速度の低減効果を利用した選択エッチング技術について述べている。この現象が少数キャリア（正孔）寿命の低下によるものであることを明らかにするとともに、イオン注入法を併用した n 形 GaAs 選択エッチング技術、ならびに、結晶欠陥の高感度検出法としての n 形 InP の選択エッチング技術の確立を図っている。

第 4 章では InP の陽極酸化過程における光照射効果を明らかにするとともに、InP 陽極酸化膜の作製条件、特に、電解液 pH、電解電流密度および熱処理温度が InP-酸化膜界面の電気的特性に及ぼす効果について論じている。さらに、作製条件の最適化により、界面準位密度を大幅に低減できることを明らかにしている。

第 5 章では、陽極酸化膜を用いた InP-MOSFET について、製作プロセスの確立を図り、ゲート

絶縁膜としての陽極酸化膜の得失を明らかにしている。ドレイン電流の増加形ドリフトなど陽極酸化膜の絶縁膜としての不完全性に基づく問題が存在する一方、高い実効電子移動度が得られること、さらに、素子の低温（ $\sim 77\text{K}$ ）動作によって、上記問題点の大幅改善に加えて実効電子移動度の増大が図れることを明らかにしている。

第6章では、陽極酸化膜を用いたInPのMOS界面からのフォトルミネッセンス強度の外部バイアスによる変調現象について述べている。 $-2\text{V} \sim +4\text{V}$ のバイアス電圧によって、フォトルミネッセンス強度を約2桁変化できることを実験的に示すとともに、この変調現象は表面空間電荷層が非発光層になるとするモデルによって理論的に説明できることを明らかにしている。

第7章では、本研究の成果を総括し、本論文の結論を述べている。

論文の審査結果の要旨

半導体材料としてのGaAsおよびInPは、高速、高周波素子ならびに光素子用の材料として極めて重要なものとなっている。しかしながら、これらの材料はSiに比べると、熱的安定性や機械的強度に乏しく、素子作製のための加工性の点では多くの問題を有している。本研究は、電気化学的な陽極溶解および陽極酸化現象を、これらの材料に対する常温かつ無歪の加工技術として発展させることをねらいとして行われたものである。得られた主要な成果は次の通りである。

- (1) 定電流パルス電解法が電極反応の安定性の向上ならびに電極反応の解析に適していることを示すとともに、この方法を用いてGaAsの陽極溶解反応における支配的要因を明らかにしている。さらに、これらの結果に基づいて、エッチ深さを $0.1\ \mu\text{m}$ 以内の精度で制御できるGaAsの微細エッチングが可能であることを確認している。
- (2) 光照射下でのn形結晶の陽極溶解速度が結晶欠陥の存在によって大幅に低下するという現象を見出し、この現象が少数キャリア（正孔）拡散長の減少によるものであることを明らかにするとともに、この現象を利用した新しい選択エッチング技術を発展させている。
- (3) InP陽極酸化膜の形成条件の中での支配的要因、すなわち、電解液のpH、電解電流密度および熱処理温度がInP-酸化膜界面の電気的性質に及ぼす効果を明らかにし、これらの条件の最適化によって、界面準位密度の大幅低減が可能であることを示している。
- (4) 陽極酸化膜を用いたInPのMOSFETを作製し、エンハンスメント形のFET動作を実現するとともに、ゲート絶縁膜としての陽極酸化膜の特徴を明らかにしている。さらに、陽極酸化膜の絶縁膜としての不完全性に基づくドレイン電流の増加形ドリフトなどの問題が、素子を低温（ $\sim 77\text{K}$ ）で動作させることにより大幅に改善できることを示している。
- (5) 陽極酸化膜を用いたInPのMOS界面からのフォトルミネッセンス強度がバイアス電圧によって約2桁変化することを見出すとともに、この現象はInP表面の空間電荷層が非発光層になるとするモデルによって説明できることを明らかにしている。

以上のように，本論文で得られた GaAs，InP の陽極溶解および陽極酸化とその応用に関する重要な知見は，単に加工技術の分野にとどまらず，半導体の表面・界面現象の理論と応用に対しても有用な情報を提供するものである。よって，本論文は博士論文として価値あるものと認める。