

Title	Study on Growth and Processing of Antimonide and Related III-V Semiconductors
Author(s)	金, 松康
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38778
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	金 康
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 11391 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4条第1項該当 工学研究科電磁エネルギー工学専攻
学位論文名	Study on Growth and Processing of Antimonide and Related III-V Semiconductors (Sb系III-V族半導体材料の成長とプロセスに関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 権田 俊一 教授 中井 貞雄 教授 西川 雅弘 教授 三間 圀興 教授 青木 亮三 教授 三宅 正宣 教授 井澤 靖和 教授 中塚 正大 教授 西原 功修

論文内容の要旨

本論文は、III-V族Sb系半導体材料のMBE(分子線エピタキシー)成長特性を調べ、その中でも量子効果素子材料として有望なInAs/AlSb超格子のヘテロ界面の制御を行い、界面と物性の関係を明らかにするとともに、Sb系半導体材料にイオン注入を行い、そのダメージの形成及び回復過程をラマン散乱を用いて解明を行った研究をまとめたもので、7章から構成されている。

第1章では、本論文の背景、意義、及び目的に関して述べている。

第2章では、実験装置、実験方法等について述べている。

第3章では、InAs及びAlSbのMBEの成長を試み、その成長特性及び高品質な結晶を作製するためのInAsとAlSbのMBEの成長条件を明らかにしている。また、MEE法を用い、InAs、AlSbの原子層単位での膜厚の制御法と、結晶の高品質化のための条件を明らかにしている。

第4章では、InAs/AlSb超格子の成長と評価について述べている。RHEED観測の結果からInAs/AlSb超格子成長中InとSbが結晶表面に向けて移動することを見い出している。ヘテロ界面のタイプ(In-Sbタイプと、Al-Asタイプ)を区別して、ガスソースMEE法でInAs/AlSb超格子を作製し、ラマン分光による界面評価を行った結果、界面の制御がかなりの程度可能なことを見い出している。この方法で、400°Cの低温成長により作製した量子井戸からのフォトルミネッセンス発光を観測し、界面の違いにより発光強度及び温度依存性が異なることを明らかにしている。

第5章では、ラマン散乱法を用い、Gaイオン注入によるダメージ形成と回復過程をGaSb、InSb、AlSbについて調べている。GaSbでは非晶質になる臨界ドーズ量は $5 \times 10^{13} \text{cm}^{-2}$ であるが、AlSbでは $5 \times 10^{14} \text{cm}^{-2}$ においても完全な非晶質化は生じないことを見い出している。ダメージの程度をcorrelation modelを用い定量的に評価し、GaSb及びAlSbでは、イオン注入する際大きな原子であるSbの選択的なスパッタリングが生じる事を明らかにしている。InSbにおいては、結合力が弱いにも関わらず臨界ドーズ量はGaSbよりも大きいことを示し、この原因について考察している。

第6章では、InAs/AlSb超格子にイオン注入し、その挙動をラマン散乱を用い評価している。また、集束イオンビーム打ち込みによってサブミクロン領域を無秩序化させ高抵抗化させることを試みている。

第7章では、研究結果を総括して本論文の結論を述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、量子効果素子材料やナロウギャップ材料として重要性を増している Sb 系 III-V 族半導体材料に関し、精密な界面制御が可能な結晶成長技術と、イオンを用いたプロセス技術について行った研究をまとめたもので、主な成果は次の通りである。

- (1) 高品質な AlSb と InAs の分子線エピタキシー (MBE) 成長条件を明らかにするとともに、さらに MEE (マイグレーションエンハンスドエピタキシー) 法を適用して、原子層単位で膜厚を制御する成長条件を明らかにしている。
- (2) InAs/AlSb 超格子の MBE 成長では、成長中に In と Sb 原子が結晶表面に向けて移動することを見い出している。これを押さえ、In-Sb と Al-As と原子構成が異なるヘテロ界面を作製するため、ガスソース MEE 法を用いて成長を試み、界面の制御がかなりの程度可能なことを示している。さらに界面の差により発光特性等の物性に差がでることを明らかにしている。
- (3) Sb 系材料に Ga イオン注入を行い、GaSb では $5 \times 10^{13} \text{cm}^{-2}$ のドーズ量で非晶質になるが、AlSb では、 $5 \times 10^{14} \text{cm}^{-2}$ でも完全には非晶質にならないことを示し、これを両者の結合力の差から説明している。InSb は結合力が弱いにもかかわらず臨界ドーズ量が GaSb より大きいことを示し、この原因について明らかにしている。
- (4) イオンによる損傷の程度を定量的に評価するとともに、GaSb, AlSb では Sb の選択的スパッタリングが生じていることを示し、これを Sb の原子半径の大きさから説明している。
- (5) InAs/AlSb 超格子にイオン注入を行い、その構成原子の挙動をラマン散乱を用いて明らかにしている。さらに同超格子に集束イオンビームを打ち込み、サブミクロンの微小領域に電気抵抗変化を与えることができることを示している。

以上のように、本研究は新しい可能性をもつ Sb 系材料、特に InAs/AlSb 材料について、精密に制御された構造作製の条件や機構を調べ、イオンを用いた加工プロセスにおけるこの系の原子の挙動を明らかにしたもので、結晶工学、電子材料工学、電子素子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。