

専攻	システム 情報工学	学籍番号	897952	指導教官氏名	米津宏雄
申請者氏名	ロペズロペス マキシモ				朴康司

論文要旨

論文題目	分子線エピタキシーによるSi-GaAsへテロ構造の初期成長過程と界面形成に関する研究
------	--

(要旨 1,200字以内)

ガリウム砒素 (GaAs) は光通信・情報処理用の光デバイスやマイクロ波通信・超高速演算の電子デバイスに不可欠な材料である。一方、シリコン (Si) は LSI として用いられ、この分野では他の材料を凌駕している。将来、両者の優れた特徴を一体化した新しいデバイスが実現でき
5
れば、従来技術の延長では得られない高度な機能を期待することができる。光回路と電子回路を一体化した光電子集積回路はその一例である。

このようなデバイスを実現するためには Si 基板上に良質な GaAs 薄膜エピ層を成長することが重要である。しかし、Si 基板上への GaAs 成長は大きな格子不整合差、アンチフェーズバウンダリー (APBs) および界面電荷問題があり、これらの影響によって GaAs/Si 界面で欠陥が発生し、
10
エピ層内に伝搬する。Si 基板上に良質な GaAs エピ層を得るためには、GaAs-Si 界面形成の研究が必要である。そこで、本研究では分子線エピタキシー (MBE) 法を用いて
15
GaAs-Si 系へテロ構造の初期成長過程と界面形成について調べた。

最初に Si(110) 基板上の GaAs へテロ成長を行い、界面電荷の問題がない場合の GaAs-Si 界面形成について研究
20
を行った。また、[110] 方向へのエピタキシャル成長は殆ど報告されていないため、GaAs ホモエピタキシャル成
22

長についても調べた。そこではMBE法で成長した試料表面に多くのファセットが発生した($\sim 10^6 \text{ cm}^{-2}$)。これに対してマイグレーション・エンハンスド・エピタキシ(MEE)法で成長した試料では約3桁低いファセット密度が得られた。Si(110)基板上のGaAs成長では初期に二次元(2D)成長が観察された。しかし、約20Å成長で双晶が発生した。その理由として以下の二つが考えられる。① Si(110)表面ではAsとGaに対して特定の原子位置が存在しない。そのため、界面でAPBsを形成し、ここから双晶が発生する。② (110)面では完全転位のすべり系の数が(100)面より50%少ないので、格子緩和をするために双晶が発生する。

次にAPBsの問題がないGaAs(100)基板へのSiへテロ構造について研究を行った。その結果、界面では露出しているGa原子とSi原子が入れ換わることがわかった。また、3原子層成長まで界面に平行な方向に格子整合をしたコヒーレント成長することが観察された。

上記の結果より、GaAs/Si/GaAs(100)構造ではAPBsと格子不整合差のないGaAs-Si界面研究が可能となった。しかし、Si中間層は熱的に不安定である。そのため高温MBE法($\geq 580^\circ\text{C}$)では2D成長モードが得られたが、GaAs層に多数のSi原子が偏析し、急峻なへテロ界面が得られなかった。一方成長温度 500°C 以下では偏析は抑えられたが、初期に三次元成長モードが観察された。そこでMEE法を用いた結果、成長温度 480°C で2D成長モードが得られ、偏析も防ぐことができた。