

Title	MOMBE of III-V Semiconductors on Masked Substrates
Author(s)	劉, 学鋒
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39564
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	劉 學 鋒
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 1 2 1 1 5 号
学位授与年月日	平成 7 年 1 0 月 4 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	MOMBE of III - V Semiconductors on Masked Substrates (マスク基板上的 III - V 族半導体の MOMBE に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 権田 俊一 教授 西川 雅弘 教授 西原 功修 教授 桂 正弘 教授 青木 亮三 教授 中井 貞雄 教授 中塚 正大 教授 井澤 靖和 教授 三間 圀興

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、MOMBE (有機金属分子線エピタキシー) を用いたマスク基板上への GaAs, GaSb 及び AlGaSb の選択成長及びエッチング効果に関する研究の成果をまとめたもので、7章から構成されている。

第1章では、本研究の背景、目的および意義について述べると共に、本論文の構成を示している。

第2章では、本研究で用いた MOMBE 装置の構成と選択成長法を示すと共に、用いた有機金属原料と MOMBE 成長過程の概略について述べている。

第3章では、GaAs, GaSb 及び AlGaSb の選択成長を試み、GaAs, GaSb の選択成長は高い基板温度、低い TEGa 流量で起こりやすいこと、同じ TEGa 流量での GaSb の選択成長可能な温度は、GaAs より低いこと、Al を含む系では選択成長がむずかしいことを明らかにしている。さらに、これらの結果を検討し選択成長のモデルを提案している。

第4章では、マスクエッジ付近の GaSb, AlSb 成長層の形状や AlGaSb の面方向の組成変化を調べ、異なる基板面間の Ga 種、Al 種の移動の状況を明らかにしている。これらから断面構造を決定する要因や、基板面上への入射分子の共存状況が、面上での Ga 種の振舞に影響を与えることを議論している。

第5章では、新しい有機金属 V ソース (TDMASb) の GaSb 基板への照射効果を調べ、エッチング効果が起こることを初めて見出している。TDMASb と TEGa との同時供給による GaSb の MOMBE では、基板温度の変化に対してエッチングと成長が競合していることを明らかにしている。エッチングメカニズムについては、基板表面分解したアミノ基は Ga 原子、Sb 原子と反応し、それらの生成物が再蒸発するとして説明している。

第6章では TDMAAs と TEGa ソースを用い GaAs の成長を試み、成長とエッチングが共存することを明らかにしている。基板温度が高い程、高品質な GaAs の結晶が得られること、エッチング効果のため、TDMAAs, TEGa ソースを用い GaAs の成長では、固体 As ソースの場合より 100 °C 以上低温で選択成長が可能となることを明らかにしている。

第7章では、本研究の総括として、前章までに得られた研究成果をまとめて述べている。

論文審査の結果の要旨

半導体を用いた微細構造デバイスの開発にあたっては、結晶成長などのプロセス技術が重要な役割を演ずる。本論文は、新しい結晶成長技術であるMOMBE法を用いたⅢ-V族化合物半導体のマスク基板上的選択成長に関する研究結果をまとめたものであり、その主な結果を要約すると次の通りである。

- (1) GaAsやGaSbの選択成長はTEG流量が少なく成長温度が高い場合に生じ易いこと、選択成長はSiO₂面上のⅢ族原子やV族原子の表面濃度に依存すること、AlSbの選択成長はむずかしいことを明らかにしている。さらに、核生成理論に基礎をおく選択成長モデルを提案し、このモデルを用いて実験結果を説明することに成功している。
- (2) GaSb, AlSb及びAlGaSbのマスクエッジ付近の形状や三元系における面方向の組成変化を実験的に調べ、成長条件と形状(ファセット)の関係を明らかにしている。ファセット形成機構に関するモデルを提案し、ファセット形成の基板面方位依存性が入射分子の共存状況や入射分子の基板面上での吸着、脱離、拡散の仕方によることを明らかにしている。
- (3) 新しい有機金属Sbソース(TDMASb)のGaSb基板への照射効果を調べ、予め分解していないTDMASbを用いると基板にエッチングが生ずることを初めて見出している。高温にして予め分解したTDMASbを照射し、同時にTEGaを供給することによりGaSbの結晶成長が可能であることを見出している。エッチング機構については、基板表面上で熱的に分解したTDMASbからの生成物とGa原子との表面反応であるとして説明している。
- (4) 新しい有機金属Asソース(TDMAAs)とTEGaを用いてGaAsの成長を試み、条件を選べば結晶成長が可能なこと、基板温度600℃以上ではTDMAAsのエッチング効果が現われてくることを見出している。500℃程度ではGaAsの選択成長が可能で、成長した結晶は不純物が少なく、移動度が高い良質のものであること、したがってTDMAAsは選択成長に適したAsソースであることを明らかにしている。

以上のように、本論文は、化合物半導体の新しい成長法であるMOMBE法を用いて、マスク基板上的選択成長やエッチングについて、詳細な実験と解析を行い、成長やエッチングの現象や機構に関して多くの知見を得るとともに、この方法が微細なパターン状結晶の加工作製を可能にすることを示したもので、電子材料工学及び半導体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。