OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	レーザ照射 MOMBE法によるIII-V族化合物半導体の選択成長に関する研究
Author(s)	伊賀, 龍三
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3106817
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【 47 】

氏名	伊賀龍三（いがりゅうぞう）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 12060 号
学位授与年月日	平成7年8月8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	レーザ照射MOMBE法による Ⅲ－Ⅴ 族化合物半導体の選択成長に関する研究
論文審査委員	（主査） 教授 権田 俊一 教授 西川 雅弘　教授 青木 亮三　教授 井澤 靖和 教授 西原 功修　教授 中井 貞雄　教授 三間 圀興 教授 桂 正弘　教授 中塚 正大

論文内容の要旨

本論文は，レーザ照射MOMBE法による Ⅲ－Ⅴ 族化合物半導体の選択成長に関する研究の成果をまとめたもので，6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，半導体光・電子素子の集積化技術の発展に対して本研究が果たす役割を概観すると共に，本論文の構成を述べている。

第2章では，本研究で開発したレーザ照射MOMBE装置の構成と選択成長法を示すと共に，MOMBE成長過程の概略とレーザ照射効果について簡単に述べている。

第3章では，2元系膜（GaAs，InP）の選択成長を試み，基板温度500℃以下の低温側の成長においてレーザ照射により成長速度が増加することを示し，そのメカニズムを検討している。そして干渉縞状の光をGaAs膜成長中に照射し，サブミクロンサイズの微細な膜形成に成功している。また，レーザ照射により選択成長した膜の特性を調べ，レーザ照射により膜中への炭素混入が抑制されること，膜の光学特性が向上することを明らかにしている。

第4章では，$In_{1-x}Ga_xAs$膜の選択成長を初めて試み，レーザ照射により基板温度500℃以下で成長速度は増加し，500℃以上では逆に減少すること，その成長速度の増減はGaAs成分の成長速度の増減に起因することを明らかにしている。成長速度減少の要因は，照射による基板温度上昇が成長表面をAs欠乏状態とし，それが有機ガリウムの再蒸発を促進してGaAs成分の成長速度を減少させるためであることを示している。

第5章では，$In_{1-x}Ga_xAs_{1-y}P_y$膜の選択成長を初めて試み，基板温度500℃以上の成長で，照射による基板温度上昇が成長速度とGa組成を減少させることを明らかにしている。また，成長中のレーザ照射のオン，オフで良好な超格子構造の形成を達成し，この技術を多重量子井戸（MQW）成長に適用している。その結果，井戸層成長中のレーザ照射により同一基板上の照射領域と非照射領域にバンドギャップ波長の異なるMQWを成長し，この方法をさらに非対称MQWの成長に発展させ，4波長レーザアレイの作製を実現している。

第6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要約して述べている。

論文審査の結果の要旨

高機能の新しい光半導体デバイスの開発にあたっては，結晶成長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レーザ照射MOMBE法に用いた Ⅲ－Ⅴ 族化合物半導体の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，InPのレーザ照射MOMBE成長において，基板温度500℃以下の低温成長ではレーザ照射により成長速度が増加することを見い出し，この現象が光照射による有機Ⅲ族原料の分解促進によって説明できることを示している。レーザ照射により選択成長した膜の光学的特性が向上することを示し，これがレーザ照射による膜中への炭素混入の減少に起因することを明らかにしている。

(2) 三元混晶$In_{1-x}Ga_xAs$膜の選択成長を行い，レーザ照射により，成長速度は基板温度500℃を境として，それ以下では増加し，それ以上では減少すること，その増減はGaAs成分の成長速度の増減によることを見い出している。GaAs成分の成長速度減少の原因が，レーザ照射による基板温度の上昇により成長表面がAs欠乏状態となり，これが有機ガリウムの再蒸発を促進するためであることを示している。

(3) 四元混晶$In_{1-x}Ga_xAs_{1-y}P_y$膜の選択成長を試み，基板温度500℃以上の成長で，レーザ照射による基板温度の上昇が，成長速度とGa組成を減少させることを明らかにしている。さらに混晶成長中にレーザ照射をオンオフすることにより組成変化を生じさせ，良好な超格子構造が作製できることを示している。

(4) 光を用いた微細パターンの形成に関連して，干渉縞状の光をGaAs膜成長中に照射し，サブミクロンレベルの線状パターンを形成できることを示している。四元混晶成長中のレーザ照射オンオフにより，同一基板上の照射領域と非照射領域にバンドギャップの異なる多重量子井戸を作製し，この方法をさらに発展させて非対称多重量子井戸を実現し，4波長半導体レーザアレイの作製に成功している。

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レーザ照射MOMBE法について，詳細な実験と解析を行い，成長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の選択成長を可能にすること，実際の光デバイス作製に有効であることを実証したもので，電子材料工学および光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。