



Title	有機V族原料を用いた有機金属気相成長法の開発と光半導体素子作製への適用に関する研究
Author(s)	堀田, 昌克
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/41144">https://hdl.handle.net/11094/41144</a>
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。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名	堀 田 昌 克
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 4 2 8 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 11 年 2 月 25 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	有機 V 族原料を用いた有機金属気相成長法の開発と光半導体素子作製への適用に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 西 原 浩 (副査) 教 授 濱 口 智 尋    教 授 吉 野 勝 美    教 授 尾 浦 憲 治 郎 教 授 森 田 清 三    教 授 福 西 宏 有

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、有機 V 族原料を用いた有機金属気相成長法の開発と光半導体素子作製への適用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 章の序論では、有機金属気相成長 (MOVPE) 法の現状と有機 V 族原料の意義について述べ、ターシャリブチルアルシン (TBAs) およびターシャリブチルフォスフィン (TBP) が InGaAsP 系結晶の MOVPE 成長における V 族原料として有力な候補であることを示している。さらに、全有機化合物原料による MOVPE 法の提案と本研究の目的について述べている。

第 2 章では、TBAs 及び TBP を用いた InP, InGaAs 及び InGaAsP 結晶の MOVPE 成長について述べており、得られた結晶の光学的、電気的特性の成長条件依存性を示し、低 V/III 比で成長した結晶の特性を初めて明らかにしている。

第 3 章では、有機ドーピング原料を用いた InP 結晶への不純物ドーピング技術について述べている。p 型ドーピング原料にジエチル亜鉛を、n 型有機ドーピング原料としてジエチルセレンを用いて、光素子作製に必要十分な範囲で InP 結晶の電気伝導性が制御できることを示している。

第 4 章では、全有機化合物原料 MOVPE 法による InGaAsP/InP ダブルヘテロレーザ及び多重量子井戸レーザの成長とその特性について述べている。InGaAs/InGaAsP ヘテロ構造に関しては、成長条件を最適化することにより TBP を用いた場合でも急峻なヘテロ界面が形成可能なことを示している。また、全有機化合物原料 MOVPE 法によっても、低しきい値電流で高効率な特性を持つ半導体レーザが作製可能なことを明らかにしている。

第 5 章では、加工された GaAs 基板上への InGaP 結晶の選択再成長技術の確立とその半導体レーザの電流ブロック層形成への応用について述べている。作製した埋め込み構造ひずみ量子井戸レーザの特性を明らかにし、成長した電流ブロック層が電流狭窄機能を果たしていることから、全有機原料 MOVPE 法が InGaP 結晶の埋め込み再成長に適用可能であることを示している。

第 6 章では、将来の高密度 WDM システムで要求される狭帯域な波長選択特性と選択波長可変特性を有する光

ADM 素子として、薄膜ストライプヒータを装荷した逆方向結合垂直積層導波路型アッド・ドロップ波長多重素子を提案し、その特長を明らかにしている。試作した素子の特性評価を詳細に行い、将来の高密度 WDM システムで要求される狭帯域な波長選択特性と光学特性の安定な広範囲にわたる選択波長可変特性を有することを示している。

第7章では、本研究で得られた研究結果を総括して結論を述べている。

## 論文審査の結果の要旨

光ファイバ通信技術の今後の発展には、種々の光半導体素子の一層の高性能化、高品質化、低廉化が要求される。そのためには、光半導体素子の特性を最も左右する結晶成長技術を確立することが肝要である。III-V 族の InGaAsP 系化合物半導体の結晶成長に現在利用されている有機金属気相成長法においては、アルシン ( $\text{AsH}_3$ ) およびフォスフィン ( $\text{PH}_3$ ) という水素化合物が使用されており、これらは極めて毒性の強いガスであり、安全面で問題があり、代替原料が望まれている。

本論文は、代替原料として、ターシャリブチルアルシン (TBAs) とターシャリブチルフォスフィン (TBP) を使用した新しい結晶成長法を開発し、それを光半導体素子作製に適用し、その優れた特徴を明らかにしたものである。得られた成果を要約すると、次のとおりである。

- (1) TBAs および TBP を用いて、InP 基板上への InP, InGaAs および InGaAsP 結晶の有機金属気相成長 (MOVPE) 技術を開発し、それらの結晶がハイドライド原料を用いて成長した結晶と同等の純度や光学的特性を有すること、およびその成長法が光半導体素子作製に適用可能であることを明らかにしている。
- (2) p 型および n 型の有機ドーピング原料としてジエチル亜鉛 (DEZn) およびジエチルセレン (DESe) を用いた InP 結晶への不純物ドーピング技術を確立している。
- (3) この全有機原料 MOVPE 法によって、急峻なヘテロ界面が形成可能なこと、そして高性能な InGaAsP/InP 止系多重量子井戸レーザが作製可能なことをはじめて実証している。
- (4) また、この方法によって、GaAs 基板上に InGaP 結晶の選択成長の可能なこと、および埋め込み構造半導体レーザの電流ブロック層形成の可能なことを実証している。
- (5) 狭帯域選択波長可変な薄膜ストライプヒータ装荷型半導体アッド・ドロップ波長多重素子作製にこの方法を適用し、複数回の MOVPE 法と導波路加工プロセスが必要な大面積半導体光導波路素子が作製可能であることを示している。

以上のように、本論文は、将来の光ファイバ通信システムに必要な光半導体素子の新しい結晶成長技術につき、多くの知見を含んでおり、光電子工学の発展に寄与するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。