

# 論文審査の結果の要旨

氏名 舘野功太

比較的短距離の光通信用光源として近年注目されている面発光レーザ (VCSEL: vertical-cavity surface-emitting laser) は GaAs 系化合物半導体の多層膜構造を有している。その結晶成長においては、(1) Al 組成の高い AlGaAs への高効率かつ急峻なドーピング、(2) 面方位の異なる基板上への成長、(3) 埋込成長、が解決すべき課題とされている。本論文は、VCSEL への適用を目的とした GaAs 系化合物半導体の MOCVD 結晶成長における C、Si、Zn のドーピングの基本特性と反応および成長機構について述べたものであり、8章よりなる。

1章は本研究の背景と目的について述べている。

2章では MOCVD 法および成長装置を詳細に述べている。

3章では、先駆的に検討した GaAs と AlAs への  $\text{CBr}_4$  による C ドーピング反応の次数、活性化エネルギーなど速度論的パラメータを検討している速度論的検討の途中で通常の Vegard 則では説明できない高濃度 C による格子定数の変化を見だし、独自のエッチング反応モデルを提出した。

4章は AlGaAs の  $\text{SiH}_4$  による Si ドーピング特性を検討したものである。キャリア濃度の Al 組成依存性、温度効果などを調べ、 $\text{SiH}_4$  の流量を上げるにつれて p 型から n 型に変化することを明らかにした。

5章は GaAs に格子整合する  $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$  の  $\text{CBr}_4$  による C ドーピングを論じている。熱力学的な解析から GaBr と InBr の分圧とエッチング反応速度との関係を明らかにしている。

6章では、GaAs(311)面上の GaAs 及び AlAs への C 及び Si ドーピングの結果をまとめている。A 面と B 面でドーピング特性が異なり、C ドーピングではホール濃度は(311)A>(100)>(311)B の順に高くなること、(311)B 面上の AlAs は  $\text{CBr}_4$  の流量を上げることで2次元成長モードが促進されることを見いだした。一方、Si ドーピングでは電子濃度は(311)B>(100)>(311)A の順に高く、(311)A 面上の AlAs は p 型を示すことを見いだした。

7章は p/n-GaInP による埋込成長に関してまとめている。Zn 及び Si によりドーピングされた  $10^{18} \text{ cm}^{-3}$  のキャリア濃度の 200 nm 繰り返し層により、 $\text{SiO}_2$  のマスクで覆われた p 型 GaAs 体を埋込成長し、 $\text{SiO}_2$  のマスクを除去した後 n-AlGaAs を成長させることで、初めて室温 CW に成功した。

8章は本論文全体を通しての結論を述べている。

以上、本論文では先駆的に検討した  $\text{CBr}_4$  を用いた C ドーピング特性及びドーピングに関連した反応や成長機構について検討し、埋込型 VCSEL 構造を提案し、それを実証したもので、物理化学に貢献するところ大である。また、本論文の研究は、本著者が主体となって考え実験を行い解析したもので、本著者の寄与は極めて大きいと判断する。

従って、博士（理学）の学位を授与できるものと認める。