

専攻	システム情報工学	学籍番号	833339	指導教官氏名	吉田 明
申請者氏名	若原 昭 浩				

論 文 要 旨

論文題目	In系化合物半導体のヘテロエピタキシャル成長に関する研究
------	------------------------------

(要旨 1,200字以内)

インジウム (In) 系化合物半導体は、直接遷移型のバンド構造を有し、バンドギャップの大きさが InN の 1.9 eV から InSb の 0.18 eV まで変化する。また、大きな電子移動度を有することから、可視域から赤外域にいたる発光デバイス並びに変調ドーピング構造を用いた超高速電子デバイスへの応用が期待されている。さらに、In系化合物半導体混晶では、転位の発生及び伝搬が少ないという特徴を有する。この特徴は、半導体レーザーの信頼性向上のみならず、OEIC (Opto-electronic IC) のマルチバンド化に不可欠とされる格子不整合ヘテロエピタキシャル成長層の結晶性向上にも大きな役割を果たすと思われる。本研究では、In系光電子素子と GaAs IC とを組み合わせたマルチバンド OEIC 実現の基礎技術の確立を目的とした。

InN は可視光発光素子用材料として期待されているが、解離温度が低いことからエピタキシャル成長層を得ることが困難である。本研究では、マイクロ波励起 N_2 とトリメチルインジウム (TMI) を用いたマイクロ波励起有機金属気相成長法 (ME-MOVPE) により、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 基板上に InN エピタキシャル成長層が得られることを示すとともに、その特性の成長条件依存性を明かにし、ME-MOVPE法の有効性について示した。また、エピタキシャル成長層の各種基礎物性定数についても測定を行ない、詳細な検討を

加えた。InNのエネルギーバンドに関して、誘電関数、吸収端、有効質量及び価電子帯の状態密度分布を調べ、経験的擬ポテンシャル法により計算されたバンド構造との比較検討を行なった。また、ラマン散乱測定により、格子振動数を求めた。

一方、有機金属気相成長法(MOVPE)によるGaAs基板上へのInPエピタキシャル成長層の高品質化について検討を行なった結果、二段階成長法が結晶性改善に有効であることを明らかにした。しかし、成長層はモザイク状結晶となりやすく、低温成長バッファ層の固相凝集に起因することを示した。また、ヘテロエピタキシャル成長初期過程に影響を与える要因を検討し、二段階成長法に於ける低温成長バッファ層の安定性の向上には、界面エネルギーのコントロールが重要であることを明らかにし、InAsを界面エネルギーコントロールバッファ層として用いることにより結晶性の改善が可能であることを示した。

次に、実際のOEIC作製プロセスに於いて重要となるMOVPE法によるInPの選択成長について検討を行なった。マスク上へ成長を行わない場合には、成長温度及びV/III比の増加にともない選択性が増大することを示した。選択成長層の平坦性は、成長種の不均一な拡散によるものであることを明かにし、低温にてマスク上に多結晶核形成を行なうことにより均一な高抵抗多結晶層が得られ、平坦性の改善とともに実際の素子間分離に対して有効であることを示した。