

2000年 3月 30日

電子・情報工学専攻		紹介教官氏名	吉田 明 教授
申請者氏名	土谷 徹		

論 文 要 旨(博士)

論文題目	窒化インジウムの結晶成長と評価に関する研究
------	-----------------------

(要旨 1200字程度)

近年、Ⅲ族窒化物半導体は赤色から紫外発光素子までカバーできる発光素子材料として注目を集めている。その中でも Ga 系の窒化物半導体によって青色・緑色 LED が製品化され、短波長 LD の開発も成功している。しかしながら、赤色発光材料として期待される InN や In モル分率の大きなものに関しては、良質な薄膜を得ることが困難であり、その研究は殆ど進んでいない。

本研究においては、良質な InN 成長層を得る為に基板表面の窒化処理、及び成長用基板の選択問題に着目した。また、新しい評価ツールとして高感度・定量性・デジタル処理可能なイメージング・プレート(IP)を用い、より詳細な解析を行った。InN 成長には、比較的低温にて活性窒素を供給することのできるマイクロ波励起有機金属気相成長(ME-MOVPE)法を用いて行った。

窒化の検討に用いた基板は、青・緑の発光素子で実績があり従来の InN 成長にも用いられてきた α -Al₂O₃ (00・1)基板を用い、チェンバ内にてマイクロ波プラズマにより励起された窒素を基板表面に照射し窒化を行った。光電子分光法(XPS)測定及び新規に開発した反射高速電子線回折(RHEED)の詳細な解析により単結晶 AlN を確認することができ、またこれにより窒化のメカニズムが明らかになった。また、窒化条件及び成長条件を最適化することにより、X線ロッキングカーブ(XRC)で半値幅 144arcsec の比較的良好な InN 成長層を得ることができた。

成長用基板として、従来の α -Al₂O₃ (00・1)基板と比較的良好な GaN 薄膜が得られている MgAl₂O₄(111)に着目し、これら基板上への InN の成長初期過程を明らかにすることにより、InN 成長に適した基板の選択を行った。その結果、 α -Al₂O₃ (00・1)上で成長初期の InN は多結晶で成長と共に結晶性が改善されることがわかった。更に、同基板上では核形成密度が小さく、三次元的な成長が起きていることがわかった。これに対し MgAl₂O₄(111)上の InN は、成長の初期の段階から単結晶が得られ、成長を続けても状態に変化は見られない。また、同基板上では核形成密度が大きく、二次元的に成長していくことがわかった。成長初期における特性を考えると InN 成長用基板としては MgAl₂O₄(111)が適しているものと思われる。

また、上記両基板に InN 厚膜を形成したところ、成長初期同様、結晶性、表面平坦性共 MgAl₂O₄(111)基板上の成長層の方が優れた特性を示した。また、MgAl₂O₄(111)基板上の InN 成長層のフォトルミネセンスを測定したところ、試料温度 10K にて中心波長約 670nm、半値幅約 110nm の発光を初めて確認することができた。

MgAl₂O₄(111)基板上においては、窒化条件や成長条件の最適化により、更なる結晶性の向上が期待できる。