

豊橋技術科学大学長 殿





平成 18年 8月 23日

審査委員長 福田 光男



論文審査及び最終試験の結果報告書

このことについて、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	Kim Sung Man	学籍番号	第 039302号
申請学位	博士(工学)	専攻名	電子・情報工学専攻
論文題目	MBE Growth and Optical Properties of Dislocation-Free InGaPN Quaternary Alloy (無転位InGaPN混晶半導体の分子線エピタキシー成長及び光学特性に関する研究)		
公開審査会の日	平成 18年 8月 2日		
論文審査の期間	平成 18年 7月 12日~平成18年 8月 23日	論文審査の結果	合格
最終試験の日	平成 18年 8月 23日	最終試験の結果	合格
論文内容の要旨	<p>本論文は光電子集積回路への適用を目指したInGaPN混晶の結晶成長と光・電子物性に関するものである。第1章では、Si基板上のIII-V族化合物半導体の成長における問題点と解決策について述べ、InGaPNが発光層の候補材料であることを述べている。第2章では、本研究で用いた分子線エピタキシー装置、X線回折装置等の実験装置について、動作原理と実験条件について述べている。第3章では、In組成が10%以下のInGaPNについてGaP基板との格子整合条件を調べ、無転位成長が実現できたことを述べている。また、光学測定結果からバンド構造を調べ、N組成が約5%以上で直接遷移型になることを推察している。第4章では、フォトルミネッセンスのピークエネルギーの温度特性から、GaPNに1%台のInが添加されることによって、バンドギャップの小さい領域が局所的に形成されることを明らかにしている。そこでは、InとNの組成が多い領域が形成されていると推察している。第5章では、In組成が33%と45%のInGaPNの歪量子井戸層をGaP基板上に初めて無転位成長できたことを述べている。このInGaPN/GaPN歪量子井戸構造は、800℃の高速熱処理にも耐えることを明らかにしている。また、この歪量子井戸構造では、伝導帯のバンドオフセットが小さいことを、実験結果と理論計算結果から明らかにしている。Si基板上に成長した場合は、より大きいバンドオフセットが得られることを理論計算結果から推測している。第6章では、本研究を総括している。</p>		
審査結果の要旨	<p>光電子集積回路を実現するためには、Si基板上に発光効率が高い化合物半導体層を成長することが必要である。そのためには、無転位成長が必須の条件であり、その候補結晶としてInGaPN混晶があげられる。本論文は、分子線エピタキシー法を用いてInGaPN層を無転位で成長できる条件を明らかにし、その上で結晶性と光・電子物性を明らかにしている。まず、In組成が1%台のInGaPN成長では、In-N結合が優先的に生じる結果として、局所的にバンドギャップの小さい微小領域が形成されることを明らかにした。これは、低温領域でフォトルミネッセンスのピークエネルギーにS字形領域が見いだされたことによる。このIn組成が少ないInGaPNは間接遷移型であるが、N組成が約5%以上になると直接遷移型になることが、バンド構造の評価から明らかにされた。一方、In組成が27%以上のInGaPNは直接遷移型と考えられ、この高In組成域のInGaPNを無転位で成長できることを初めて示した。さらに、Si基板上に成長した歪量子井戸構造では、発光素子に必要なバンドオフセットが得られることが推察された。この歪量子井戸構造が800℃の高温に耐えることが確認されたことから、発光素子への適用が可能であることが示された。</p> <p>本研究により、InGaPN層の無転位成長条件が明らかにされたと共に、発光素子に適用するための光・電子物性が明らかにされた。これらの結果はN原子を微量含むIII-V-N混晶に広く適用でき、その成果は高く評価される。これにより、高性能な光電子集積回路の研究の出発点が得られたといえる。</p> <p>以上により、本論文は博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。</p>		
審査委員	福田 光男  朴 康司 	若原 昭浩  印	米津 宏雄  印

(注) 論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。