

| | |
|--------------|--|
| Title | Studies on the MBE Growth and Characterization of TlInGaAsN Quantum Well Structures |
| Author(s) | 金, 江玟 |
| Citation | 大阪大学, 2011, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/58322 |
| 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。 |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

| | |
|------------|---|
| 氏名 | Kim, Kang Min (金江玟) |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学) |
| 学位記番号 | 第 24594 号 |
| 学位授与年月日 | 平成 23 年 3 月 25 日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科電気電子情報工学専攻 |
| 学位論文名 | Studies on the MBE Growth and Characterization of TlInGaAsN Quantum Well Structures (TlInGaAsN量子井戸構造の成長と評価に関する研究) |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 朝日 一 (副査) 教授 近藤 正彦 准教授 長谷川繁彦 教授 伊藤 利道 教授 森 勇介 教授 片山 光浩 教授 尾崎 雅則 教授 栖原 敏明 教授 谷口 研二 教授 森田 清三 教授 八木 哲也 |

論文内容の要旨

TlInGaAsN quinary semiconductor system was proposed to fabricate the temperature-insensitive both lasing wavelength and threshold current density laser diodes, which are important in the wavelength division multiplexing optical fiber communication system. In this thesis, the optimized growth condition of TlInGaAsN/TlGaAsN triple quantum well (TQW) structures grown by gas-source molecular beam epitaxy was investigated to achieve high Tl incorporation and long wavelength emission without deterioration of crystalline quality. It was found that the addition of nitrogen into the barrier layers and the decrease of the barrier layer thickness significantly improve the crystalline quality and in turn the luminescence properties of the TlInGaAsN TQWs. X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) analysis revealed that the Tl composition in the grown-TlInGaAsN is around 1.5% and that the dominant atomic configuration of the TlInGaAsN changes from the In-As and Ga-N bonds to the In-N and Ga-As bonds by the 700°C rapid thermal annealing for 1 min. The temperature dependence of the photoluminescence (PL) peak energy was found to be the least for the highest Tl containing TQW sample. The incorporation of Tl causes the reduction of the coupling constant of the electron-phonon interaction, leading to the reduced temperature dependence of the PL peak shift. Thermal

activation energies, which are deduced from the Arrhenius plot of PL intensity, are attributed to the delocalization of the excitons at low temperatures and to the escape of carriers from the QWs to the barriers at high temperatures.

論文審査の結果の要旨

本論文では、温度無依存発振波長レーザー用タリウム系 III-V 族新混晶半導体の開発を目指して、分子線エビタクシー成長(MBE)法を用いて GaAs 基板上に TlInGaAsN 量子井戸構造を成長し、その成長条件及び物性を調べ、以下の結果を得ている。

(1) TlInGaAsN/TlGaAs(N)三重量子井戸の構造と光学特性に対する TlGaAs(N)障壁層の組成と膜厚の影響を調べている。その結果、障壁層に窒素を添加し、さらに、障壁層の厚さを薄くした場合に、活性層の Tl 量が増加したサンプルの作製でき、かつ、良い結晶性が得られることを明らかにしている。

(2) TlInGaAsN/TlGaAs(N)三重量子井戸構造に対して高温アニールを施した際に観測される発光波長のブルーシフトの原因を解明するために、X線光電子分光法による解析、高分解X線回折、逆格子マッピング測定による評価を行っている。その結果、高温アニールによる発光ピークのブルーシフトは、ヘテロ界面での構成原子の相互拡散によるものではなく、窒素原子周辺での結合原子の変化によるものであることを明らかにしている。

(3) TlInGaAsN/TlGaAsN 三重量子井戸の成長条件の最適化と活性層の Tl 量の違いによる発光波長の温度変化を調べている。その結果、発光波長を長波長化するためには障壁層より井戸層の窒素量を増やす方が効果的であることが明らかになっている。さらに、Tl 添加による発光波長の温度変化が小さくなる原因は電子格子相互作用定数が減少ためであることを明らかにしている。

以上のように、本論文は、良好な結晶性を保ちながら Tl の取込み量を増加させる障壁層の組成・厚さの条件、高温アニールによる発光ピークのブルーシフトの原因、発光波長を長波長化する方法を明らかにしており、発振波長・しきい値電流が温度安定な半導体レーザー作製のために重要な成果を得ている。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。