

別紙1 (博士論文の審査結果の要旨)

専攻名 システム創成科学

氏名 秋山 肇

ZnTe は、閃亜鉛鉱構造を有し、室温でのバンドギャップは 2.26 eV であり、発光ダイオードやレーザダイオード、太陽電池、テラヘルツ検出器のような光電子デバイスへの応用が期待されている材料である。ZnTe のホモエピタキシャル成長に比べると、ヘテロ構造に関する研究はまだ初期段階であり、デバイス応用に必要な高品質な ZnTe 膜を得るためには更なる研究が求められている。本論文では、有機金属気相成長法を用いて GaAs 及び ZnO 基板上に ZnTe のヘテロエピタキシャル成長を行い、成長速度等の特性、得られた膜の結晶性、光学特性及び電気特性などを明らかにしている。また、ZnTe 基板と ZnO 基板を用いた常温直接接合法についてのプロセス技術の探索を行い、ヘテロ接合の作製が可能であることを見出している。

本論文は、第1章から第6章で構成されている。

第1章では、本研究の背景と目的を述べている。

第2章では、GaAs 基板を下地とした ZnTe エピタキシャル成長を行い、X線回折法、フォトルミネッセンス法、ラマン分光法及びホール測定等の手法を用いて評価することにより、ZnTe ヘテロ構造作製に必要な結晶成長の最適なプロセス条件を見出している。シンクロトロン光光電子分光法を用いて、ZnTe/GaAs 界面のバンドオフセット評価を行い、ZnTe/GaAs ヘテロ構造が Type-I であることを明らかにしている。

第3章では、有機金属気相成長法を用いて、ZnO 基板上に ZnTe エピタキシャル成長に成功している。また、ZnTe/ZnO ヘテロダイオード構造としての電気特性に着目し、各種比抵抗を有する n 形 ZnO

基板上に p 形 ZnTe エピタキシャル膜と金電極を形成した後、電流電圧特性や接合容量特性の評価を行い、整流特性が認められることを明らかにしている。

第4章では、テラヘルツデバイスへの応用展開を念頭に ZnO 下地基板の配向性と ZnTe エピタキシャル膜の配向性の関係について調べ、ZnO (m 面、 a 面) 基板を下地とした場合に得られる ZnTe エピタキシャル膜の配向性と結晶性を評価し、非線形光学結晶としての優位性を発揮する面方位 (211) ZnTe が実現できることを示している。

第5章では、常温直接接合法を用いて ZnTe 基板と ZnO 基板とのヘテロ接合作製に試みている。作製したサンプルの透過型電子顕微鏡観察を行い、厚さ 10nm 前後の接合層を介して原子レベルでの接合が形成されていることを見出している。また、ヘテロダイオード構造としての電気特性を評価して整流特性であることを確認し、熱処理することで順方向電流の立ち上がりが増加して理想的な電流電圧特性に近づくことを明らかにしている。

第6章では、本研究で得られた成果についてまとめられている。

以上のように、本論文の研究内容は工学的に貴重な知見が多く含み、工学の進展に寄与するところが大きいと認められる。また、これまで、4本の査読付論文が学術論文誌に掲載され、3件の著名な国際学会での発表など国際的にも評価されている。平成26年8月1日に実施した学位論文公聴会においても種々の質問がなされ、いずれも著者の説明により質問者の理解が得られた。以上の審査結果に基づき、本論文は博士(工学)の学位を授与するに値すると判断され、審査委員全員一致で合格と判定した。