

MBE 成長による ZnTe 薄膜への P ドーピング

Phosphorus doping of ZnTe grown by MBE

佐賀大院工¹, 京大院工², 松尾 健斗¹, 渡辺 裕介¹, 堤 修治¹, 田中 徹¹, 齊藤 勝彦¹,
郭 其新¹, 野瀬 嘉太郎²Saga Univ.¹ Kyoto Univ.² K. Matsuo¹, Y. Watanabe¹, S. Tsutsumi, T. Tanaka¹, K. Saito¹,
Q. Guo¹, Y. Nose²

E-mail: 17576023@edu.cc.saga-u.ac.jp

1. はじめに

ZnTe は室温で 2.26eV のバンドギャップを有する直接遷移型半導体である。近年、ZnTe 系高不整合材料である ZnTeO を用いた中間バンド型太陽電池が期待されているが[1], 太陽電池の高効率化のためには光吸収層のみならず周辺技術の確立も必要であり、中でも p 型 ZnTe エピタキシャル膜の伝導制御は重要な課題の一つである。分子線エピタキシー(MBE)法による p 型ドーピングは窒素ラジカルを用いたものが知られており、ホール濃度 10^{20}cm^{-3} を超える高濃度ドーピングは容易であるが、低濃度域での制御は容易ではない。ZnTe の有機金属気相成長においては、燐(P)ドーピングにより $1.3 \times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ の高いホール濃度[2]が制御性よく得られており、かつ、アクセプタ準位が比較的浅いことから P は ZnTe に適した p 型ドープドであると考えられる。そこで本研究では、MBE 法により p 型 ZnTe を得ることを目的として、P ドーピングに関する研究を行った。

2. 実験方法

ZnTe 薄膜は分子線エピタキシー (MBE) 法により、高抵抗 ZnTe(001)基板上に成長した。P 源には 250°C 程度で適度な P 蒸気圧を有する Sn-P 化合物を用いた。基板温度は 300~400°C とし、Sn-P セル温度を 220~271°C の範囲で変化させて成長を行った。また、Zn と Te のフラックス比を 0.5~2 で変化させて成長を行った。評価方法としてはフォトルミネッセンス (PL) 測定、ホール効果測定等を行った。また、窒素雰囲気中で 200, 300°C の温度でアニールを行い、これらの薄膜についても評価を行った。

3. 結果と考察

Fig. 1 に基板温度を変化させて成長した薄膜の 9K での PL スペクトルを示す。いずれの基板温度でも 2.32eV 付近と 2.38eV 付近にピークがみられる。2.38eV 付近のピークは自由励起子(FE)およびアクセプタ束縛励起子(I_a)による発光であり、2.32eV 付近の発光は P に関連するドナーアクセプタペア発光の可能性が考えられる。Fig. 2 に Sn-P セル温度を変化させて成長した薄膜の低温での PL スペクトルを示す。Fig. 1 と同様に 2.32eV 付近と 2.38eV 付近にピークがみられる。また、Sn-P セル温度が高くなるとアクセプタ束縛励起子発光が強くなる傾向がみられる。詳細については当日報告する。

[1] K. M. Yu et al. Phys. Rev. Lett. 91 (2003) 246403. [2] T. Tanaka et al. J. Cryst. Growth 298 (2007) 437.

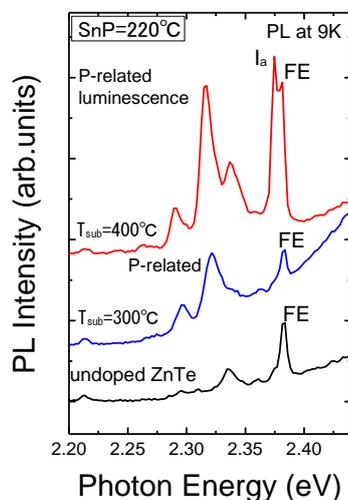


Fig 1. Low temperature photoluminescence spectra for thin films grown at various substrate temperatures.

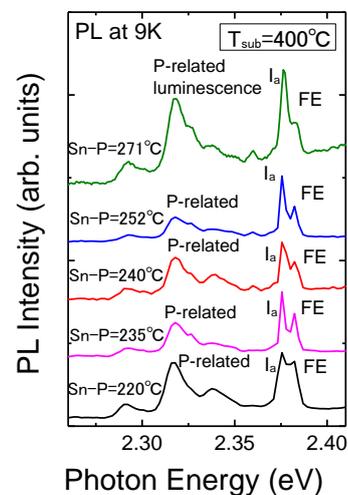


Fig 2. Low temperature photoluminescence spectra for thin films grown at 400°C under various Sn-P cell temperatures.