

減圧有機金属気相成長法により作製された As-grown とアニール処理後の 燐ドーピング ZnTe 膜の電氣的・光學的性質

庄野 智瑛, 中鶴 悠太, 松尾 友誠, 友田 晃宏, 齊藤 勝彦, 田中 徹, 郭 其新, 西尾 光弘
 (佐賀大学大学院工学系研究科)

1 はじめに

ZnTe は 2.26eV のバンドギャップをもつ直接遷移型半導体であり、緑色 LED の有望な材料である。ZnTe の *p* 型ドープメントとしては窒素、ヒ素、燐等が挙げられるが、ZnTe の緑色 LED の作製の際には燐が用いられた例が多い[1]。これまで、膜厚制御に有利で量産化に適した成長法として減圧有機金属化学気相法に注目して、高品質な ZnTe 膜の作製条件を探ると共に一部燐ドーピング ZnTe エピ膜の特性を評価してきた。そこで、本研究では減圧有機金属化学気相法により幅広い成長条件下で作製された燐ドーピング ZnTe エピ膜について、As-grown とアニール処理後の燐ドーピング ZnTe エピ膜の電氣的性質と光學的性質の特徴や両者の対応関係などを探った。

2 実験方法

有機金属原料として $(\text{CH}_3)_2\text{Zn}$, $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Te}$, さらにドープメントとして $(\text{C}_2\text{H}_6\text{N})_3\text{P}$ (以下, TDMAP と略す) を用いて、ガリウムドープ ZnTe 基板に燐ドーピング ZnTe エピ膜のホモエピタキシャル成長を行った。反応室圧力 500Torr と一定の下で TDMAP 供給量を 0~1.5 $\mu\text{mol}/\text{min}$ に変えたものと、TDMAP 供給量 0.5 $\mu\text{mol}/\text{min}$ と一定の下で反応室圧力を 100~760Torr に変えたものについて、アニール処理の有無双方に対する電氣的・光學的性質を評価した。電氣的性質は、パウ法にて室温のキャリア密度等を評価し、オーミック電極としては Pd を用いた、光學的性質は低温のフォトルミネッセンススペクトルにて評価した。

3 実験結果と考察

図 1 はアニール処理後の燐ドーピング ZnTe の低温フォトルミネッセンススペクトルの一例を示したものである。このサンプルのキャリア密度は $1.87 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ であった。フォトルミネッセンススペクトルには 2.365eV 付近と 2.33eV 付近にピークを有する 2 つの発光帯によって特徴づけられる。後者のエネルギーにピークをもつ発光帯は伝導帯と燐アクセプタ準位間の遷移によるもの (FB) であり、前者のエネルギーにピークをもつ発光帯は燐アクセプタに関係したエキシトン発光 (I_a) である。図 2 は I_a のピークエネルギーとキャリア密度との関係を示したものである。TDMAP 供給量を変えたものと反応室圧力を変えたものをプロットしているが、成長条件によらず I_a のピークエネルギーとキャリア密度に強い相関があり、キャリア密度 $3 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ を境に I_a のピークエネルギーのキャリア密度依存性が大きく変化していることが分かる。これはキャリア密度が高くなるとエキシトンが複数個の燐アクセプタに束縛されるためであり、今回求められた I_a のピーク

エネルギーとキャリア密度の関係は、他の燐ドーピング ZnTe の電氣的・光學的性質の評価により、両特性の相関関係を明らかにした。更に、 I_a ピークは見られず、FB によってスペクトルが特徴づけられる膜では 10^{19}cm^{-3} に近い高キャリア密度を有する *p* 型 ZnTe 膜が得られた。

4 まとめ

減圧有機金属化学気相法により作製された燐ドーピング ZnTe の電氣的・光學的性質の評価により、両特性の相関関係を明らかにした。また、低い反応室圧力にてアニール処理により 10^{19}cm^{-3} に近いキャリア密度が達成された。

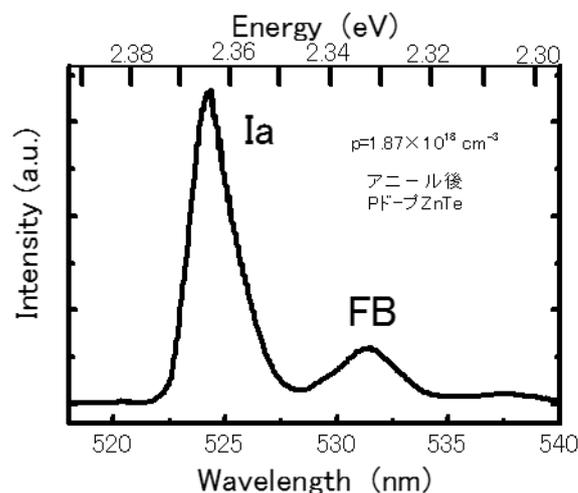


Fig.1 Typical PL spectrum at 8.4K of P-doped ZnTe layer.

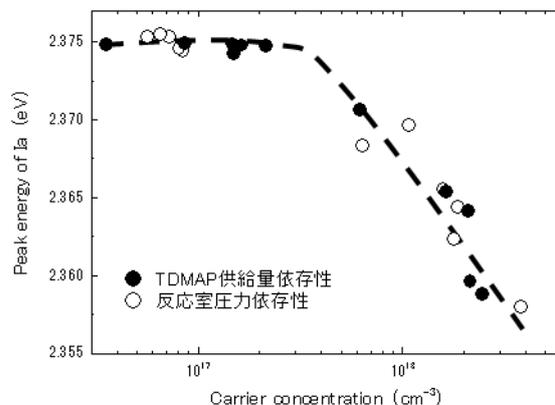


Fig.2 Relationship between I_a peak energy and carrier concentration.

参考文献

- [1] T.Tanaka et al., Applied Physics Express 2 (2009) 122101.