

ZnTe 基板上への ZnMgSeTe 四元混晶の MBE 成長

MBE Growth of ZnMgSeTe quaternary alloys on ZnTe substrates

佐賀大院工¹, JSTさきがけ² ○長尾康弘¹, 溝口耕輔¹, 田中徹^{1,2}, 齊藤勝彦¹, 郭其新¹, 西尾光弘¹

Saga Univ.¹, JST PRESTO² ○Y. Nagao¹, K. Mizoguchi¹, T. Tanaka^{1,2}, K. Saito¹, Q. Guo¹, M. Nishio¹

E-mail: nagao@sc.ec.saga-u.ac.jp

はじめに ZnTe は直接遷移型のバンド構造を有し、室温でのバンドギャップが 2.26eV であることから、緑色発光素子、太陽電池等への応用が期待されている [1]. 各種光デバイスの高効率化のためには高品質なヘテロ接合の形成が不可欠であるため、本研究では ZnTe 基板上に格子整合下でワイドギャップ化が可能な ZnMgSeTe 四元混晶に着目した. ZnMgSeTe は格子定数 5.67~6.37 Å, バンドギャップ 2.2~3.6eV の広い領域をカバーできる材料であるが、高い Mg, Se 組成における各種特性についての報告はまだ多くない[2]. 本研究では、ZnTe 基板上に格子整合する ZnMgSeTe 薄膜の成長条件を確立し、組成比とバンドギャップの関係、フォトルミネッセンス特性など各種特性を明らかにした.

実験方法 ZnTe(001)基板を有機洗浄しウェットエッチングにより表面酸化膜を取り除いた後、MBE 装置内にセットした. 基板温度 250℃にて ZnTe バッファ層を 3min 間成長させた後、基板温度を 400℃に昇温し、ZnMgSeTe 層を 60min 間成長させた. II 族原料のフラックス比 $f_{\text{Mg}}(=[\text{Mg}]/([\text{Zn}]+[\text{Mg}]))$ を 0.07-0.13 の範囲で変化させ、VI 族原料のフラックス比 $f_{\text{Se}}(=[\text{Se}]/([\text{Se}]+[\text{Te}]))$ を 0.24-0.28 の範囲で変化させた. VI 族元素に対する II 族元素のフラックス比は、ZnTe 成長で良好な結晶性の膜が得られる 2 とした. ZnMgSeTe 薄膜の評価は、高分解能 X 線回折(XRD), エネルギー分散型 X 線分光法(EDX), フォトルミネッセンス等を用いた.

結果と考察 Fig.1 に、成長時の VI 族フラックス比 f_{Se} を 0.26 で一定とし、II 族フラックス比 f_{Mg} を変化させ成長した ZnMgSeTe 薄膜の(004)面付近の XRD-2 θ / ω スキャンの結果を示す. ZnTe 基板からの回折ピークと共に検出されている ZnMgSeTe(004)面からの回折ピークは、 f_{Mg} が大きくなるにつれ、低角度側に連続的にシフトしており、 $f_{\text{Mg}}=0.081(\text{c})$ のとき ZnTe のピークと重なっていることがわかる. このことから f_{Mg} の増加により格子定数が増加し、 $f_{\text{Mg}}=0.081$ のとき格子整合しているものと推測できる. これらの薄膜について、EDX より Se 組成を求め、ベガード則を仮定することで Mg 組成を決定した結果を Fig.2 に示す. 図中、実線で示した直線は ZnMgSeTe 層が ZnTe 基板に対して格子整合する組成を示している[2]. II 族フラックス比 f_{Mg} が 0.081 (Fig.2 (c))の時に実線に最も近くなっており、Fig.1 の XRD の結果とよく一致していることが分かる. 詳細は当日報告する.

[1] T. Tanaka et al. Appl. Phys. Express 2 (2009) 122101. [2] J.H.Chang et al. J. Cryst. Growth 214/215 (2000) 373-377.

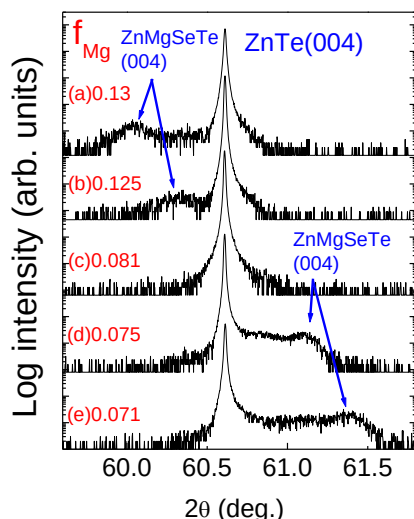


Fig.1 XRD profiles of ZnMgSeTe epilayers.

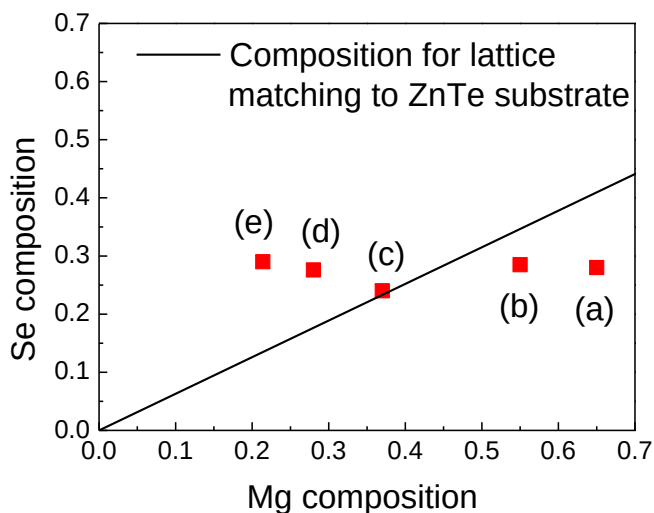


Fig.2 Composition ratio of Se and Mg of epilayers.