

ナノファセットを持つサファイア m 面基板上 ZnTe 薄膜の成長過程解析

The growth process analysis of ZnTe on m -plane sapphire with nano-facet structure

○中須 大蔵¹, 服部 翔太¹, 木津 健¹, 橋本 勇輝¹, 孫 惟哲¹, 風見 落乃¹, 王 兢¹, 山本 洋輔¹, 玉川 陽菜¹, 小高 圭佑¹, 小林 正和^{1,2}, 朝日 聡明³ (1. 早大先進理工, 2. 早大材研, 3. JX 金属)

[○]T.Nakasu¹, S.Hattori¹, T.Kizu¹, Y.Hashimoto¹, W.Sun¹, F.Kazami¹, J.Wang¹, Y.Yamamoto¹, H.Tamagawa¹, K.Odaka¹, M.Kobayashi^{1,2}, T.Asahi³
(Waseda Univ. 1. Dept. of Elec. Eng. and Biosci., 2. Lab. for Mat. Sci. & Tech., 3. JX Nippon Mining & Metals Corp.)

E-mail: n-taizo.nakasu@asagi.waseda.jp

【はじめに】我々は ZnTe を用いたテラヘルツ波検出素子応用に向け、サファイア基板/ZnTe 薄膜構造に注目している。以前の応用物理学会において、 $m(1-100)$ 面基板を熱処理すると、基板に縞状の構造が現れること、その上に作製した ZnTe 薄膜の結晶性は改善されることを報告した。 m 面を熱処理することで現れる構造は m 面のステップ-テラス構造ではなく、 r 面{1-102}と S 面{10-11}からなるナノファセット構造であると報告されている[1]。ナノファセット構造の基板を成長に用いると、結晶性の改善の他にもナノファセットの方位に沿った結晶成長が期待できることから、ELO に応用することが可能ではないかと考えた。そこで m 面ナノファセット基板上に ZnTe 薄膜を作製し、その成長過程の解析を行うことで ELO への適応性について検討した。更に X 線回折の極点図法を使い、ナノファセットの方位と ZnTe の成長方位の関連性を詳細に評価した。

【実験方法】ZnTe 薄膜の成長は MBE 法で行なった。ナノファセットが形成されることが知られている大気下 1300°C で 5 時間の熱処理を行った m 面基板を用いた(Fig.1(a))。ナノファセットが形成された基板上に 100°C で 3.5nm の ZnTe バッファ層を堆積し、300°C 10 分間のアニールを行った後、340°C で 2 時間 1 μ m の成長を行った[2]。結晶成長の各段階における表面の状態を AFM で観察した。極点図測定には ZnTe 111 の回折を用いた。

【実験結果】 m 面ナノファセット基板上に作製した ZnTe バッファ層や 5 分間成長後の ZnTe の表面 AFM 像を Fig.1(b), (c)に示す。バッファ層表面(Fig.1(b))はナノファセット基板上に様に堆積し、その上に粒子が確認された。一方、5 分成長(40nm 相当の膜厚)した ZnTe 表面(Fig.1(c))はナノファセット上に大きな粒子が成長し、ナノファセットを覆っていた。但し、縞状に堆積しているナノファセットの本数が 17 本/ μ m から 12 本/ μ m に減少していた。100nm 相当まで成長させると、粒上の ZnTe が更に大きくなった。同時にナノファセット構造も確認出来なくなった。成長をさらに続けると粒同士が結合し合い、膜を形成していくものと考えられる。また、 m 面ナノファセット基板上 ZnTe 薄膜の ZnTe 111 極点図を検討した結果、表面から c 軸方向に 18 度傾いた ZnTe(111)が配向していることが明らかになった。このことより ZnTe(331)が配向したと考えられる。2 個の ZnTe(331)の単位格子と 3 個の m 面の単位格子で格子整合すると考えられるため、ナノファセットの本数は ZnTe 薄膜が成長することで約 2/3 に減少したと思われる。熱処理を行っていない m 面基板には m 面の原子配列と格子整合する ZnTe(211)が配向することを報告してきた[2]。しかし、今回は m 面とのなす角が 17.6 度である S 面に ZnTe(111)が配向したものと考えられ、以前の結果と比較してもナノファセットの S 面が m 面ナノファセット基板上の ZnTe 薄膜の結晶方位に影響を与えていることが明らかになった。

本研究の一部は JSPS 特別研究奨励費、早稲田大学特定研究課題、三菱マテリアル株式会社-早稲田大学理工術院包括協定、一般財団法人安藤研究所の援助により行われた。

[1] J. R. Heffelfinger et al., Surface Science. **389**, 188 (1997). [2] T. Nakasu et al., Jpn. J. Appl. Phys. **53**, 015502 (2014).

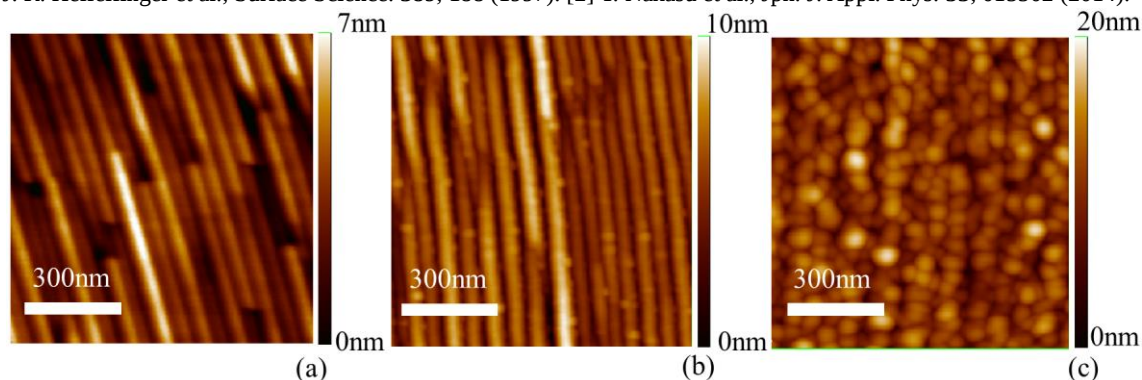


Fig.1. サファイア m 面ナノファセット基板上 ZnTe 薄膜の成長過程:(a)サファイア m 面ナノファセット基板, (b)ZnTe バッファ層表面, (c) 5 分成長(40nm 相当の膜厚)した ZnTe 層表面