

酸化バナジウム系アモルファス薄膜の PLD 作製と電気特性評価

Fabrication of vanadium oxide-based amorphous thin film and electrical characterization

東工大物質理工¹, 神奈川産総研² °(M2)藤元 勇希¹, 金子 智^{1,2}, 木村 好里¹, 松田 晃史¹, 吉本 護¹

Tokyo Tech. Materials¹, KISTEC², °Y. Fujimoto¹, S. Kaneko^{1,2}, Y. Kimura¹, A. Matsuda¹, M. Yoshimoto¹

E-mail: fujimoto.y.af@m.titech.ac.jp

【緒言】 アモルファス半導体、たとえば酸化インジウムスズ (ITO) やインジウム-ガリウム-亜鉛系 (IGZO) など長距離秩序を持たないアモルファスでありながら $10^{-4} \Omega \text{cm}$ オーダーの抵抗率を示し、その薄膜はエレクトロニクスやエネルギー分野で重要な役割を担っている。我々のグループはアモルファスであるガラスベースの酸化バナジウム系半導体について報告してきた^[1]。酸化バナジウムは強相関電子系であり金属-絶縁体相転移や、電子価状態制御によるスモールポーラロンホッピング伝導も知られている^[2]。一方で、 $V^{2+} \sim V^{5+}$ の広い酸化状態をとる遷移金属酸化物である酸化バナジウム系アモルファス薄膜による n 型、p 型など伝導キャリアの制御は、フレキシブル基板や大面積基板上の接合形成などデバイス応用に貢献できる。本研究では、 V_2O_5 を主成分とし、導電性酸化物ガラス成分 WO_3 、および低熱伝導成分 Bi_2O_3 を含む V_2O_5 - Bi_2O_3 - WO_3 系アモルファス薄膜を作製し、雰囲気や温度等の条件と組成比が構造変化ならびに電気特性へ及ぼす影響を評価した。

【実験と結果】 本研究では組成ずれ低減のためにパルスレーザー堆積 (PLD) 法によりアモルファス薄膜を作製した。薄膜の基板として、超平坦サファイア r 面 (1-102) 基板を用いた^[3]。 V_2O_5 - Bi_2O_3 - WO_3 混合焼結体ターゲットに KrF エキシマレーザー (波長 248 nm、パルス幅 20 ns) を集光照射し、室温 (基板非加熱)、酸素圧 $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^0 \text{ Pa}$ で V_2O_5 - Bi_2O_3 - WO_3 系薄膜を堆積した。続いて、得られた薄膜を雰囲気制御下において $300 - 350^\circ\text{C}$ で熱処理した。Fig. 1 に堆積直後の R 面サファイア基板上 $70V_2O_5$ - $20Bi_2O_3$ - $10WO_3$ 薄膜の XRD 測定結果を示した。図より堆積直後の薄膜はアモルファスであることが確認された。また、Fig. 2 に示した基板表面および堆積直後の薄膜の AFM 像より、アモルファス薄膜は膜状成長し基板のステップ構造を反映していることが確認された。得られた薄膜は、四端子法により室温付近で $10^2 \Omega \text{cm}$ 程度の抵抗率となった。当日は薄膜作製条件や熱処理条件がアモルファス薄膜の電気特性へ及ぼす影響について報告する。

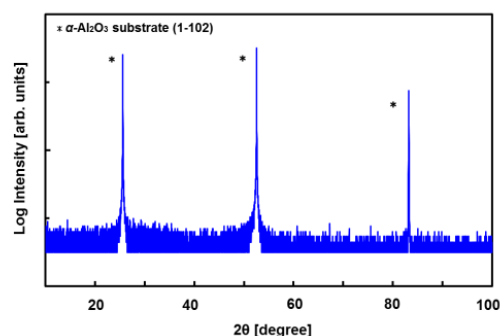


Fig. 1 XRD pattern ($2\theta/\theta$) of as-grown V_2O_5 - Bi_2O_3 - WO_3 thin film on r-sapphire deposited at room-temperature.

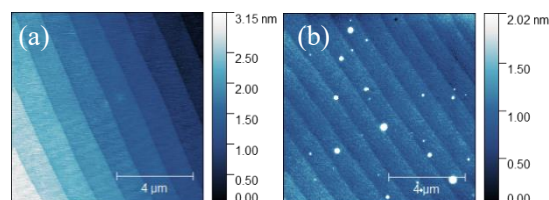


Fig. 2 AFM topographies ($10 \times 10 \mu\text{m}^2$) of (a) sapphire r-plane (1-102) substrate and (b) $70V_2O_5$ - $20Bi_2O_3$ - $10WO_3$ thin film grown at room-temperature.

[1] A. Matsuda *et al.*, *J. Ceram. Soc. Jpn.*, **123** [7], 618-622 (2015).

[2] N. F. Mott, *J. Non. Cryst. Solids*, **1**, 1-17 (1968).

[3] M. Yoshimoto *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **67**, 2615 (1995).