

## ミスト CVD 法による AlTiO 絶縁膜の作製と評価

### Growth and characterization of AlTiO insulating films by mist CVD method

○西山 光士<sup>1</sup>, 西村 和樹<sup>1</sup>, 津田 貴昭<sup>1</sup>, 尹 強<sup>2</sup>, 谷田部 然治<sup>3</sup>, 須恵 耕二<sup>2</sup>, 中村 有水<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup>熊大院自然科学, <sup>2</sup>熊大工, <sup>3</sup>熊大院先端機構, <sup>4</sup>熊大院先端科学, <sup>5</sup>くまもと有機薄膜センター

○K. Nishiyama<sup>1</sup>, K. Nishimura<sup>1</sup>, T. Tsuda<sup>1</sup>, Q. Yin<sup>2</sup>, Z. Yatabe<sup>3</sup>, K. Sue<sup>2</sup>, Y. Nakamura<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup>GSST, Kumamoto Univ., <sup>2</sup>Fac. of Eng. Kumamoto Univ., <sup>3</sup>POIE Kumamoto Univ.,

<sup>4</sup>FAST, Kumamoto Univ., <sup>5</sup>Phoenics

E-mail: nishiyama@st.cs.kumamoto-u.ac.jp; yusui@cs.kumamoto-u.ac.jp

#### 1.はじめに

酸化アルミニウム( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )は広いバンドギャップ( $E_g \sim 7$  eV)と比較的高い比誘電率( $\epsilon_r \sim 9$ )を示し、良好な  $\text{Al}_2\text{O}_3$ /窒化物半導体界面の形成も可能であるため、窒化物半導体デバイスのゲート絶縁膜材料として期待されている[1]。また、近年ではゲート絶縁膜のさらなる高誘電率化を目指して  $\text{Al}_2\text{O}_3$  より高い誘電率を持つ二酸化チタン( $\text{TiO}_2$ )を  $\text{Al}_2\text{O}_3$  と混合させたチタン酸アルミニウム(AlTiO)に関する研究も進められている[2]。しかし、AlTiO 薄膜の形成手法としては高コストな真空装置を必要とする原子層堆積法が主流となっているのが現状である。そこで、本研究では真空装置を必要とせず大気圧下で酸化物薄膜が形成可能であるミスト化学気相成長(ミスト CVD)法[3]を用いて AlTiO 絶縁膜の形成を目指した。

#### 2.実験方法

AlTiO 薄膜の原料溶液には Al 供給源としてアルミニウムアセチルアセトナート( $\text{Al}(\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2)_3$ )、Ti 供給源としてチタンテトライソプロポキシド( $\text{Ti}(\text{C}_3\text{H}_7\text{O})_4$ )、溶媒としてメタノールを使用し、溶液中の Al と Ti 原料濃度比を変更することで様々な Al/Ti 組成比の AlTiO 薄膜及び  $\text{Al}_2\text{O}_3$  薄膜、 $\text{TiO}_2$  薄膜の形成をおこなった。成膜温度は  $400^\circ\text{C}$  とし、基板には Si とサファイアを用いた。

#### 3.実験結果及び考察

Fig.1 に蛍光 X 線分析より求めた AlTiO 薄膜中の Al と Ti の組成比と原料溶液中の Al と Ti の組成比の関係を示す。両者の関係は線形関係となっており、原料溶液中の Al と Ti の組成比を調整することで AlTiO 薄膜の組成比を制御できることが確認された。Fig.2 に作製した AlTiO 薄膜の X 線回折測定( $2\theta - \theta$ )の測定結果を示す。溶液中の Ti 量を 100%とした試料では  $\text{TiO}_2$  のアナターゼ構造に由来する  $\text{TiO}_2(101)$ 面のピークが見られ、結晶性  $\text{TiO}_2$  薄膜が形成したことが考えられる。その他の試料では基板である Si に由来するピークのみが確認され、前述の蛍光 X 線分析結果と併せて周期的な結晶構造を持たないアモルファスの AlTiO 薄膜及び  $\text{Al}_2\text{O}_3$  薄膜が形成したと考えられる。Fig.3 には分光光度計により測定した光学的バンドギャップ  $E_g$  の結果を示す。作製した  $\text{Al}_2\text{O}_3$  薄膜と  $\text{TiO}_2$  薄膜では従来法で作製された試料と同等の  $E_g$  を得ることができ、AlTiO 薄膜では Al と Ti の組成比の変化に伴う系統的な  $E_g$  の変化を確認できた。

#### 参考文献

[1] Z. Yatabe, *et al*, J. Phys. D: Appl. Phys. **49**, 393001 (2016), [2] S. P. Le, *et al*, J. Appl. Phys. **123**, 034504 (2018), [3] T. Uchida *et al*, Appl. Phys. Express **7**, 021303 (2014)

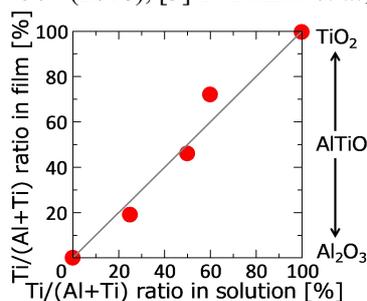


Fig.1 Ti/(Ti+Al) ratio in the film and solution.

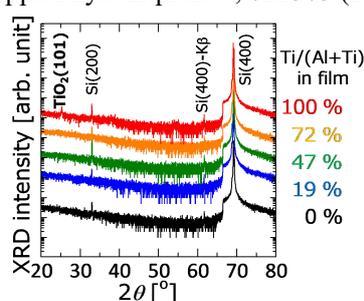


Fig.2 XRD  $2\theta - \theta$  scan spectra.

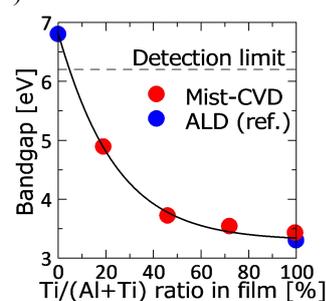


Fig. 3 Optical bandgap of AlTiO films.