

TEMによる Mist CVD 法 (0001) α - Al_2O_3 基板上 α - In_2O_3 の欠陥解析

Defect Analyses Using TEM of α - In_2O_3 Grown by Mist CVD on α - Al_2O_3 Substrate

工学院大学¹, 東北大学² ○(M1)早川 優香¹, (M2)大野 颯一郎¹, 山口 智広¹, 木口 賢紀²,

(M2)高橋 昂¹, 横尾 浩和¹, 尾沼 猛儀¹, 本田 徹¹

Kogakuin Univ.¹, Tohoku Univ.², °Y. Hayakawa¹, S. Ohno¹, T. Yamaguchi¹, T. Kiguchi²,

S.Takahashi¹, H. Yokoo¹, T. Onuma¹, and T. Honda¹

E-mail: cm20043@ns.kogakuin.ac.jp

[はじめに] コランダム構造(α -) In_2O_3 はバンドギャップが約 3.7 eV の III 族酸化物半導体 [1] であり, 金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ(MOSFETs)への応用が期待されている[2]. 非真空ミスト化学気相成長(Mist CVD)法による単結晶 α - In_2O_3 成長は, これまで α - Ga_2O_3 や α - Fe_2O_3 のバッファ層を挿入することで実現されてきた[2][3]. これに対し我々は近年, Mist CVD 法により(0001) α - Al_2O_3 基板上に直接成長に成功した[4]. 本研究では, Mist CVD 法により(0001) α - Al_2O_3 基板上に直接成長した α - In_2O_3 を透過電子顕微鏡(TEM)により $[1\bar{1}20]$ 方向から断面観察を行い, 欠陥解析を行った.

[実験方法] 本研究では, Mist CVD 法により塩酸濃度 1.2mol/L, 成長温度 550°C で成長した(0001) α - Al_2O_3 基板上 α - In_2O_3 薄膜について, 5 kV で動作する走査電子顕微鏡(SEM)(Hitachi TM3000)および 200 kV で動作する TEM(JEOL JEM-2100)を用いて観察を行った. TEM 用薄片試料は集束イオンビーム(FIB)(Hitachi FB-2100)により製作した.

[結果と考察] α - In_2O_3 膜の表面 SEM 像を Fig.1 に示す. この図から α - In_2O_3 は三次元構造を持っていることがわかる. $[1\bar{1}20]$ 晶帯軸入射から $\vec{g} = 0006$ および $\vec{g} = 3030$ の 2 波条件により観察した明視野像を Fig.2, Fig.3 に示す. Fig.2, Fig.3 から, 結晶粒が確認され, 結晶粒内部の数 100 nm の幅においては, 転位のない領域が観察された. また, Fig.2 かららせん転位および混合転位, Fig.3 から刃状転位および混合転位が結晶粒の境界領域で黒い線状のコントラストで観察された. この転位が発生している範囲において, 基板と膜の界面から, コランダム構造の安定的な結晶構造である($1\bar{1}02$)と(0001)の面のなす角(約 54°)と同様の角度を持つ, 積層欠陥と思われる斜めの線状のコントラストが確認された. 以上の結果を踏まえ, α - In_2O_3 膜の欠陥の発生について, 結晶構造の観点から議論を行う.

[謝辞] 本研究の一部は, JSPS 科研費 JP16H06417 の援助を受けて行われた.

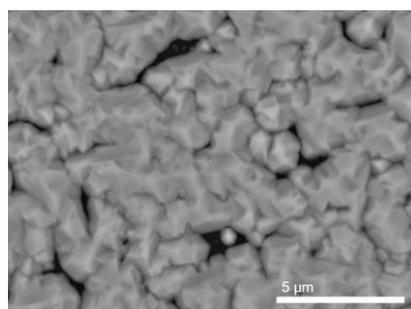


Fig.1. SEM image of α - In_2O_3 film.

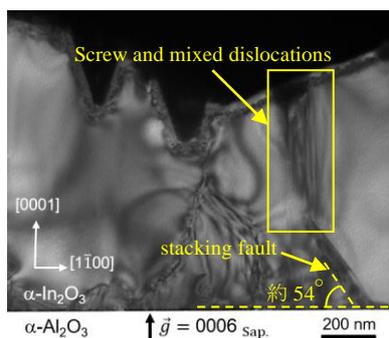


Fig.2. Screw and mixed dislocations in α - In_2O_3 from the bright field image taken under two beam conditions of $\vec{g}=0006$.

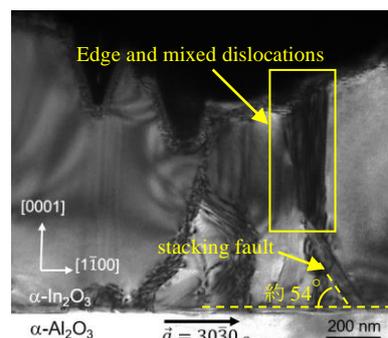


Fig.3. Edge and mixed dislocations in α - In_2O_3 from the bright field image taken under two beam conditions of $\vec{g}=3030$.

参考文献

- [1] K. Kaneko *et al.*, ICEP Proceedings, 156 (2017).
- [2] K. Kaneko *et al.*, Appl. Phys **8**, 095503 (2015).
- [3] N. Suzuki *et al.*, J. Cryst. Growth **364**, 30 (2013).
- [4] T. Yamaguchi *et al.*, Appl. Phys. Express. **13**, 075504 (2020).