

Mist CVD 法により成長した α - In_2O_3 薄膜の 低キャリア濃度化と MOSFET 製作

Reduction of carrier concentration in α - In_2O_3 films grown by Mist CVD and fabrication of MOSFET

工学院大学¹, 立命館大学², 京都大学³, [○]田口義士¹, 山寺真理¹, 山本拓実¹, 林佑哉¹, 村山衛¹,
小川広太郎¹, 本田徹¹, 尾沼猛儀¹, 金子健太郎², 相川真也¹, 藤田静雄³, 山口智広¹

Kogakuin Univ.¹, Ritsumeikan Univ.², Kyoto Univ.³, [○]A. Taguchi¹, S. Yamadera¹, T. Yamamoto¹,

Y. Hayashi¹, M. Murayama¹, K. Ogawa¹, T. Honda¹, T. Onuma¹,

K. Kaneko², S. Aikawa¹, S. Fujita³, and T. Yamaguchi¹

E-mail: cm21033@ns.kogakuin.ac.jp

準安定相コランダム構造酸化インジウム(α - In_2O_3)は 3.7 eV のバンドギャップを有することが報告されており[1], α - In_2O_3 は Mist CVD 法により成長が可能である. その原料溶液には $\text{In}(\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2)_3$: $\text{In}(\text{acac})_3$ と塩酸, 超純水で調製されたものが広く用いられる[2,3]. 我々は, 原料溶液中の塩酸濃度を制御することで α - Al_2O_3 基板上への α - In_2O_3 直接成長に成功している[3]. また, 炭素を含まない In_2O_3 パウダーを出発原料にすることで, as-grown でキャリア濃度を 10^{17} cm^{-3} 台まで減少させることに成功している[4]. 本研究では, Mist CVD 法により成長した α - In_2O_3 薄膜の低キャリア濃度化と, 低キャリア濃度 α - In_2O_3 薄膜を用いた MOSFET 製作について報告する.

Mist CVD 法を用いて(0001) α - Al_2O_3 基板上に In_2O_3 を直接成長させた. 実験に使用した原料溶液は In_2O_3 パウダーおよび $\text{In}(\text{acac})_3$ を塩酸で溶解させ, 超純水を加え調製した. この原料溶液を超音波振動子にて霧状にし, キャリアガスによって基板のある反応炉へ輸送した. 成長は, 成長温度 550°C , キャリア(O_2)ガス流量 5.0 L/min. , 希釈(O_2)ガス流量 0.5 L/min. で行った. また, 得られた α - In_2O_3 薄膜を用いて MOSFET を製作した.

図 1 に α - In_2O_3 の室温でのキャリア濃度とホール移動度の関係を示す. 原料溶液中の塩酸や出発原料の濃度を調整することで, キャリア濃度を 10^{17} cm^{-3} 台前半まで減少させることに成功した. また, ホール移動度は $200 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ を超える試料が再現性良く得られた. このことから, 原料溶液の調製条件が α - In_2O_3 の高品質化における重要なパラメータであることが示された. この結果から, 最もキャリア濃度が低い条件で成長した α - In_2O_3 を用いて, チャネル膜厚が 100 nm , 絶縁層の膜厚が 900 nm のトップゲート型 MOSFET を製作した. 図 2 に α - In_2O_3 を用いて製作した MOSFET の伝達特性およびデバイス構造の模式図を示す. 伝達特性から 10^5 以上の ON/OFF 比が得られたことが分かり, α - Al_2O_3 基板上に直接成長した α - In_2O_3 薄膜でトランジスタ動作を実現した.

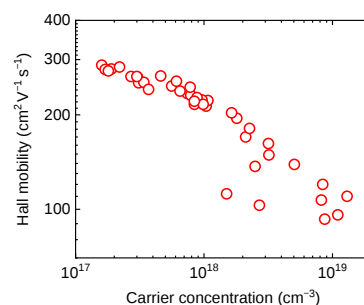


Fig. 1. Hall mobility as function of carrier concentration for α - In_2O_3 films.

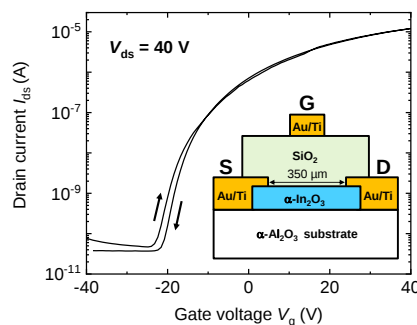


Fig. 2. Transfer characteristics and device structure of α - In_2O_3 MOSFET.

[1] N. Suzuki *et al.*, J. Cryst. Growth **401**, 670 (2014).

[2] K. Kaneko *et al.*, MRS Advances **2**, 301 (2017).

[3] T. Yamaguchi *et al.*, Appl. Phys. Express **13**, 075504 (2020).

[4] A. Taguchi *et al.*, Phys. Status Solidi B **259**, 2100414 (2021).