

課題番号 : F-21-WS-0227
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 金属酸化膜の光学特性の評価
 Program Title (English) : Characterization of metal oxide thin films
 利用者名(日本語) : 白井肇、横山工純、佐藤亮汰、徳田大鷹
 Username (English) : H. SHIRAI, K. YOKOYAMA, R. SATO, H. TOKUTA
 所属名(日本語) : 埼玉大学理工学研究科
 Affiliation (English) : Saitama University, Graduate School of Science and Engineering
 キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、合成、表面処理

1. 概要(Summary)

金属アセチルアセトナートを出発原料としたミスト CVD 法により MOSFET の基盤材料として Al₂O₃, TiO₂ および AlTiO₃ 系薄膜を各種条件で作製し、光学定数、膜厚および Si 界面特性を評価することで high- κ 材料としてのポテンシャルを検証した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高分解能分光膜厚測定装置

【実験方法】

溶液原料からの気相成長法であるミスト CVD 法により、金属アセチルアセトナート[M(acac)]・CH₃OH 希釈溶液を出発原料として Al₂O₃, TiO₂ および Al_{1-x}Ti_xO₃ 系合金薄膜を作製した (Fig. 1)。特にミスト平均粒径、流速を制御し、管状炉温度、ミスト生成用・希釈ガス流を変数として最適化した条件で、ミスト輸送経路に設けたメッシュ電極に電圧を印加することで、上流側のメッシュ電極に印加した負電圧 V_m が膜厚、表面粗さ、屈折率に与える影響について分光エリプソメトリーで評価した。測定は入射角 70° , 0.6–6eV 領域で行い、2.3 層光学モデルを利用して TL+DL モデルにより解析した。また C-V、電流-電圧特性から Si 界面欠陥および固定電荷密度を評価した。

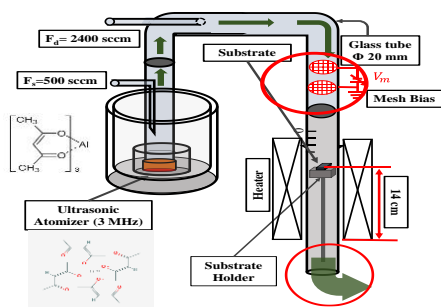


Fig. 1 Schematic of Mist-CVD apparatus

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 2 は TiO₂ の成膜速度, RMS 値, 屈折率(挿入図)の V_m に対する変化を示す。V_m の増大とともに AlO_x 膜同様に成膜速度は減少し、屈折率は増加した。また AFM 観察から決定した RMS 値も同様に 0.46 から 0.18 nm まで減少した。更に管状炉出口で計測した粒度分布から平均粒径は減少し、数密度は増大した。40nm 厚 TiO₂ MOS キャパシターの評価から決定した誘電率は 48 から 57 まで増大し、V_m 印加が膜質の向上に有効であることがわかった。以上の結果は、負の帯電ミストが主な前駆体であることを示唆する。

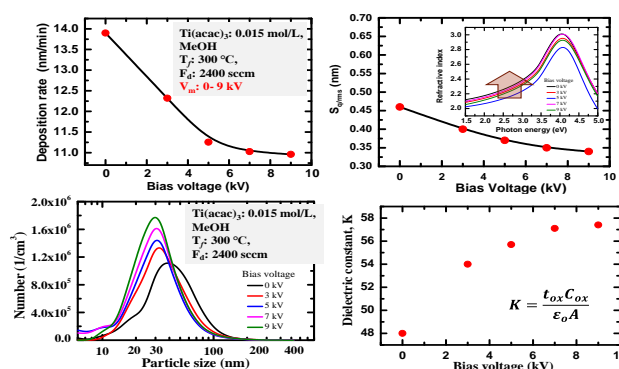


Fig.2 Film deposition rate, surface roughness, size distribution of mist particle monitored by the outlet position of the furnace, dielectric constant of mist-CVD TiO₂ thin films for varied V_m.

4. その他・特記事項 (Others)

科学研究費補助金 基盤研究 C

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

A. Rajib, A. Kuddus, T. Shida, K. Ueno, and H. Shirai, "Mist Chemical Vapor Deposition of AlO_x Thin Films Monitored by a Scanning Mobility Particle Analyzer and its Application to the Gate Insulating Layer of Field-effect Transistors" *ACS Applied Electronic Materials* **3**, 658-667 (2021) .

6. 関連特許 (Patent)

なし