

Al(CH₃)₃凝縮層の低速電子および酸素ラジカル照射による Al₂O₃ 薄膜の低温形成

Low temperature synthesis of Al₂O₃ thin films by low energy electron and oxygen radical irradiation on Al (CH₃)₃ condensed layer

山梨大¹⁾, 諏訪東京理科大²⁾

○(M1)大川 敦輝¹⁾, 山田 大地²⁾, 王谷 洋平²⁾, 佐藤 哲也¹⁾

Univ. of Yamanashi¹⁾, Suwa Univ. of Sci, Suwa²⁾

○Atsuki Okawa¹⁾, Daichi Yamada²⁾, Yohei Otani²⁾, Tetsuya Sato¹⁾

E-mail: g19tz003@yamanashi.ac.jp

1 はじめに

我々は、新世代高速デバイスの高誘電率(high-k)ゲート絶縁膜の一つの Al₂O₃ 薄膜を ECR プラズマやマイクロ波プラズマ支援 ALD 法により成膜し電気特性や物性について調査してきた [1-2]。本研究では、クライオ温度領域(70~190K)において有機金属化合物 (トリメチルアルミニウム: TMA) を Si 基板上に真空蒸着しながら、O₂/He 混合ガスの放電により生じた電子や活性種 (He*, O ラジカル) を照射し、Al₂O₃ 薄膜の連続合成を試みた。本講演では、低温下での酸化反応や薄膜の物性について報告する。

2 実験方法と評価方法

超高真空中にて He 冷凍機により極低温に冷却した Si(100)基板(φ 4inch)上に N₂希釈トリメチルアルミニウム (TMA; Al(CH₃)₃) の混合ガスを照射し、He/O₂-DC 放電により励起した電子, He*, O ラジカルを別のノズルから連続的に同時照射することにより AlO_x 薄膜を連続的に形成した。反応生成物及び揮発性物質を四重極分析計により昇温脱離ガス分析した。分光エリプソメトリー (SE) により膜厚および光学定数 (屈折率 n、消衰係数 k) を求めた。また XPS により化学結合状態や化学組成比について求めた。さらに走査プローブ顕微鏡 (SPM) により表面粗さを測定した。

3 結果と考察

基板温度 70K, 成膜時間 75 分で合成した AlO_x 薄膜の昇温脱離スペクトルを Fig.1.に、XPS 測定結果を Fig.2.に示す。Fig.1 では 70K 付近から C⁺ (12), CO⁺ (28), CH₃OH⁺ (32) の強度が上昇していることから、低温下においても酸化反応が進行していることが分かった。薄膜の組成比は Al: O=1: 1.7 と Al₂O₃ の理論的組成比に近いことが分かった。C1s の波形分離から薄膜表面は O-C=O など酸化物が形成されているが、薄膜内のカーボン不純物濃度は低かった。また膜中の Al および O 組成比は成膜温度にほとんど依存しないことが分かった。In situ-SE から基板温度 70K, 190K において成膜した平均成膜レートは各々 5.8nm/min, 2.5nm/min であった。Cauchy モデルを用いて解析した結果、70K および 190K の膜厚はそれぞれ 400nm, 180nm であり、屈折率 n は各々 1.5 および 1.7 であった。190K で形成した場合には屈折率はアルミナの値 (n=1.7) に近く、緻密性が比較的高いと推測される。

参考文献

- [1] Yukio Fukuda et.al., IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, **57**, p.p.282-286, (2010).
- [2] Yukio Fukuda et.al., App. Phys. Lett. **102**, 132904(2013).

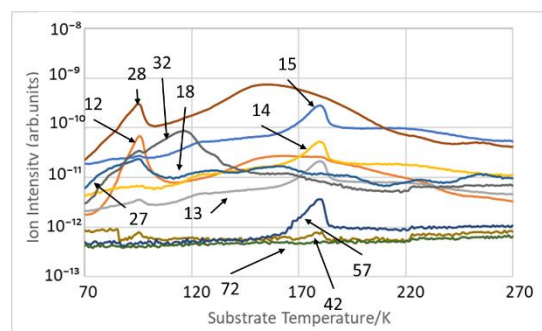


Fig.1. Thermal Desorption Spectra after Al₂O₃ deposition at 70K. The number indicates mass (m/z), of fragment derived from volatile product.

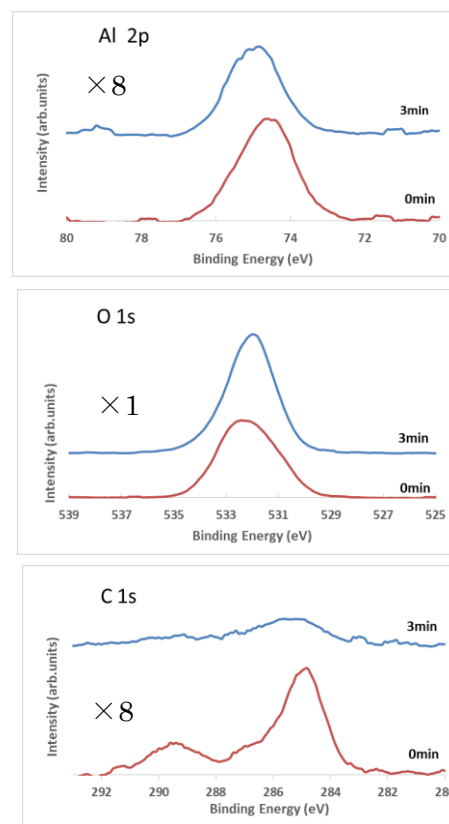


Fig.2. XPS spectra of Al(2p), O(1s) and C(1s) from Al₂O₃ thin film. (Ar⁺ energy: 3keV, etching time: 3min.)