

ドロップ光化学堆積法による Cu 添加 p 型 AlO_x 薄膜の作製

Fabrication of Cu doped p type AlO_x thin films by drop photochemical deposition

名工大¹, °(B)梅村 将成¹, 市村 正也¹

Nagoya Inst. of Tech¹, °Masanari Umemura¹, Masaya Ichimura¹

E-mail: 29413039@stn.nitech.ac.jp

1. はじめに

酸化アルミニウム(AlO_x)は広い禁制帯(8.8 eV)を有する事から可視光に対して透明であり、化学的、熱的に非常に安定な物質である。本研究室より、基板に溶液を滴下し、上部から光を照射する事で、安易かつ常温で堆積が可能なドロップ光化学堆積(d-PCD)法による AlO_x 堆積を報告しており[1]、薄膜は微小ながら n 型の導電性を示した[2]。そこで本研究では、薄膜に Cu を添加する事で p 型 AlO_x 薄膜の作製を試みた。その結果、高い透過率を示しながらガラス基板上で導電性を持つ、p 型 AlO_x 薄膜の作製に成功した。

2. 実験方法

堆積溶液として、純水 50 mL に $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ を 10 mM、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ を 50 mM 溶かした堆積溶液と、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ を 1~20 mM、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ を 50 mM 溶かした堆積溶液を作製した。これらの溶液を交互に $1.8 \times 1.8 \text{ cm}^2$ の堆積領域を持つ FTO 基板、又はガラス基板上に 0.2 mL 滴下し、超高压水銀ランプによって約 500 mW/cm^2 の光を照射して Cu 添加 AlO_x 薄膜を堆積した。滴下した溶液は光照射によって反応が進み白濁する為、5 分毎に純水洗浄、乾燥させ、再び溶液を滴下する作業を、それぞれの溶液で 5 回ずつ、計 10 回繰り返した。薄膜堆積後、空气中で 400°C アニールを施した。その後、光透過率測定、オージェ電子分光(AES)測定、電流電圧(I-V)測定を行い、薄膜の光学、組成、電気的特性を調査した。また、光電気化学(PEC)測定によって伝導型を判別した。PEC 測定では、疑似太陽光を 5 秒間隔で断続的に照射した。

3. 結果と考察

Cu を 10 mM 添加した際の AlO_x 薄膜の透過率を Fig 1 に示す。Cu 添加 AlO_x 薄膜は可視赤外領域で約 60~90 %、アニール後は約 70~90 %となり、高い透明度を示した。Cu を 10 mM 添加した際の PEC 測定結果を Fig 2 に示す。PEC 測定では、薄膜が p 型なら負の光電流、n 型なら正の光電流の光応答性が観測される。Fig 2 より負電圧掃引時に負の光電流を生じている為、Cu 添加 AlO_x は p 型である事が判明した。ガラス基板上に Cu 添加 AlO_x を堆積し、I-V 測定を行った結果、アニール前は $1.5 \times 10^7 \Omega \text{ cm}$ 、アニール後は $1.1 \times 10^7 \Omega \text{ cm}$ の抵抗率を示した。AES 深さ方向プロファイル測定結果より、Cu/Al 比はアニール前の試料で 0.09~0.27、アニール後は 0.04~0.08 であった。以上より、p 型 AlO_x 系透明薄膜の作製に成功したと考えられる。

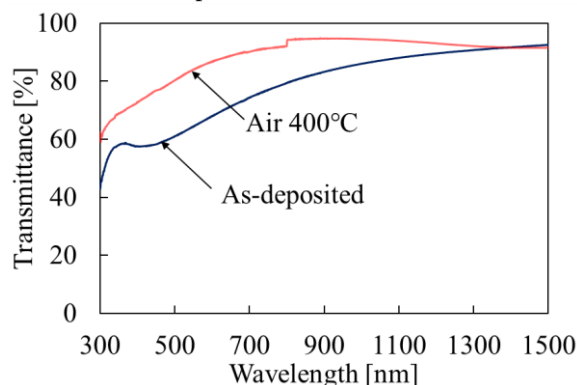


Fig 1. Transmittance of Cu- AlO_x (Cu : 10 mM)

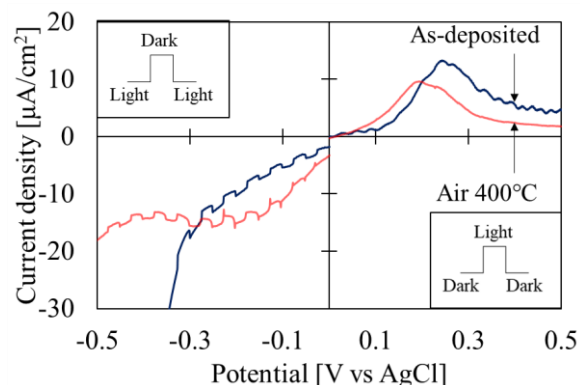


Fig 2. PEC measurement of Cu- AlO_x (Cu : 10 mM)

[1] S. Sato, M. Ichimura, Mater. Res. Exp, 4, 046405 (2017)

[2] 梅村将成、市村正也 第 64 回春季応用物理講演会, 17p-419-4 (2017)