

PE-PLD法を用いたタングステン成膜に関する研究 Growth of films of tungsten by Plasma-Enhanced Pulsed Laser Deposition (PE-PLD)

上畑憲夫¹, 伊庭野健造¹, エリックワフナー², リハンテ¹, 上田良夫¹
Kenya Uehata¹, Kenzo Ibano¹, Erik Wagenaars², Heun Tae Lee¹, Yoshio Ueda¹

¹ 大阪大学大学院工学研究科 ² ヨーク大学プラズマ研究所

¹ Graduate School of Engineering, Osaka University,

² York Plasma Institute, University of York

1. Introduction

現在、金属酸化膜はガスセンサーなどの半導体デバイスに用いられており、その中でもタングステン酸化薄膜は広く用いられている材料の一つである。

[1]

また、このような金属薄膜を生成する手法として、パルスレーザー堆積(PLD)法が広く知られているが、発展させた技術として、プラズマ中でPLDを行うPE-PLD (Plasma-Enhanced PLD) 法が近年研究されている。この手法においては、PLD法で高品質薄膜を得るために必要であった基板加熱が不要であり、また、アブレーションルームと背景プラズマの反応に由来して酸素欠損のない高品質な酸化膜が生成できるといった利点を持つ可能性があることが期待されている。[2] しかしながら、本手法を用いてのタングステン成膜に関しては十分な研究がなされていない。

そこで、本研究では以上の背景を基にPE-PLD法を用いてタングステン薄膜の生成を試みた。更に、生成された膜の評価を表面構造や化学組成といった観点から行い、酸化タングステン薄膜生成手法としてのPE-PLD法の有用性や利点を検討することを目的とした。

2. Experiment

本研究における生成膜は、いずれも1cm角の石英基板上に堆積された。また、用いたターゲット試料は1cm角の純タングステン試料であった。このターゲットに対して、波長532nm、パルス幅5ns、繰り返し周波数10HzのNd:YAGレーザーを用いてレーザー照射を行った。レーザーのパワーは29.7-33.6mJであり、これは各実験の前に測定された。成膜時間はいずれも90分であった。PE-PLDにおいて用いられた背景プラズマは誘導結合プラズマ(ICP)であり、ガスは酸素を用いた。圧力は4Pa,13Pa,20Pa下でそれぞれ実験を行った。また、比較のためにプラズマを用いない通常のPLD法も行った。ここで導入されたガスはO₂とArであり、前者は2Paと13Paで、後者は2Pa

下で実験を行った。また、ガスを導入しない状態でのPLD成膜も行った。以上の実験によって得られた薄膜をSEM/EDXなどを用いて観察した。

3. Results

以下に酸素プラズマ下でのPE-PLDによって得られた石英基板上薄膜を示す。いずれの酸素プラズマ下のPE-PLDによってもこのような黄色い薄膜が石英基板上に成長することが確認できた。また、通常のPLD実験においてはこのような色を有した膜は得られず金属光沢を有した膜が生成された。これらの結果比較から、酸素プラズマ下でのPE-PLDによって石英基板上に酸化タングステンが生成されたことが示された。更にその薄膜をSEM観察した結果から、いずれの薄膜においても平滑な膜が生成していることが確認された。以上から、PE-PLD法はタングステン酸化膜生成においても有用な手法である可能性が示唆された。

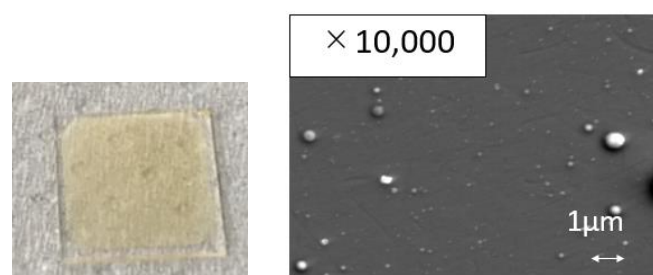


図1. O₂プラズマ下PE-PLDによって得られた薄膜とそのSEM画像 (13Pa)

参考文献

- [1] [1] H. Kawasaki, T. Ueda, Y. Suda, T. Ohshima, Sens. Actuators B, 100, 266-269 (2004)
- [2] S. Rajendiran, D. Meehan, and E. Wagenaars, Plasma-Enhanced Pulsed Laser Deposition of copper oxide and zinc oxide thin films, AIP Advances 10 (6), 065323 (2020)