VHF-DC 重畳マグネトロンスパッタにおける膜表面粗さの制御
Surface Roughness Control of VHF-DC Superimposed Magnetron Sputtering

名大工 [1]，名大プラズマナノ工学研究センター[2]
○福井 崇史 [1]，巣山 拓 [1]，福岡 侑士 [1]，笹井建典 [1]，豊田 浩孝 [1,2]
Nagoya Univ. [1], PLANT, Nagoya Univ. [2],
°Takashi Fukui [1], Taku suyama [1], Yushi Fukuoka [1], Kensuke Sasai [1], Hirotaka Toyoda [1,2]
E-mail: t_fukui@nuee.nagoya-u.ac.jp

はじめに：マグネトロンプラズマはスパッタ成膜において最も使われる手法の一つである。しかし、反跳アルゴン･酸素負イオン等の高エネルギー粒子が膜の表面平坦性に影響すると考えられている[1,2]。これまで我々は、RFプラズマ中において、酸素負イオンエネルギーの空間分布とエネルギー分布を調査してきた[3]。また、DCプラズマにVHFを重畳することによって高エネルギー粒子の発生を抑制できることを示してきた。前回、放電電圧や高エネルギー粒子の制御指標としてDCとVHFの総放電電力に対するVHF電力の比（$R_{\mathrm{VHF\text{-}DC}}$）を導入し、これによりさまざまな条件において統一的に放電電圧制御が可能であること、さらに成膜速度も制御可能であることを示した。今回、堆積した膜の表面粗さと電気抵抗率を調査したので報告する。

実験：円筒型の真空容器(直径 30 cm×28 cm)の上面にITOマグネトロンプラズマ源を設置しArガス(圧力 0.4 Pa)を導入する。整合器を通じて重畳された DC 電力(<75 W)と VHF 電力(<250 W)によりプラズマを生成し、ターゲットに対向して 10 cm に設置したステージ上のガラス基板に成膜を行い、膜厚は 200 nm とした。表面粗さは原子間力顕微鏡(AFM)を用いて測定し、抵抗率は四探針法を用いて測定した。

結果：Fig. 1 に AFM で測定した ITO 膜の画像を示す。R=0 (Fig. 1(a)) においてみられる直径 100 nm 程度の大きな穴は R を増加(Fig. 1 (b))すると消えるが、小さな粒が見え始める。さらに VHF 電力を増加させると(Fig. 1(c))、表面の凹凸が小さくなり平坦性が高くなる。抵抗率は R に対して一旦増加した後再び減少し R=90%では R=0 の値に対して改善した。以上より、VHF 重畳により、膜の平坦性と抵抗率が改善された。

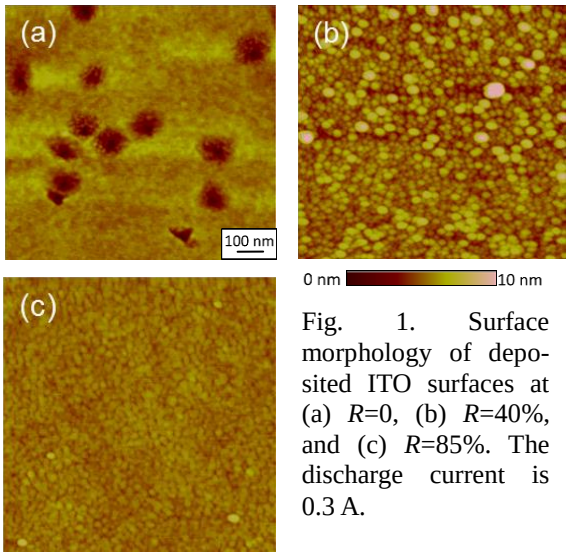

Fig. 1. Surface morphology of deposited ITO surfaces at (a) R=0, (b) R=40%, and (c) R=85%. The discharge current is 0.3 A.

謝辞：本研究の一部は、独立行政法人科学技術振興機構 研究成果展開事業 A-STEP 本格研究開発のもと実施された。

参考文献：

[1] M.Zeuner, H.Neumann, J.Zalman, and H.Biederman: J. Appl. Phys. **83**, 5083 (1998).
[2] E. Stoffels, W. W.Stoffels, V. M. Kroutilina, H.-E. Wagner, and J. Meichsner:J. Vac. Sci. Technol.A **19**, 2109(2001).
[3] T. Ishijima, K. Goto, N.Ohshima, K. Kinoshita, and H. Toyoda: Jpn. J. Appl. Phys. **48**, 116004(2009).

© 2015年 応用物理学会