

RF-DC 結合電源を用いたハイブリッド対向スパッタによる ITO 薄膜作製 II -スパッタ電圧の可動棒磁石移動距離依存性-

ITO thin films fabricated by hybrid facing cathode sputtering using rf-dc coupled power supply II

山口大学 諸橋 信一

Yamaguchi Univ. Shinichi Morohashi

E-mail: shinhideaya@gmail.com

1. はじめに

低ダメージスパッタ技術の一つの方法として、マグネトロンスパッタで、DC 電源に RF 電源を重乗させた RF-DC 結合電源を用いると、低ダメージに有効な低電圧化が可能であることが報告されている¹⁾。しかしながら、マグネトロンスパッタより低ダメージに有効な対向ターゲット式スパッタ²⁾での RF-DC 結合電源によるスパッタ電圧の低電圧化はこれまで報告されていなかった。

ハイブリッド対向スパッタ (HFTS)³⁻⁷⁾は真空を破らずに容易にプラズマ状態・スパッタ電圧をその材料に最適な状態に設定・制御しかつ、高エネルギー粒子の基板衝撃効果の抑制ができるという特徴をもつ。前回、ハイブリッド対向スパッタに RF-DC 結合電源を適用した ITO 薄膜作製で、可動棒磁石移動距離 $L=0$ mm, DC 電流 (I_{dc}) 0.7 A で、1) RF 電力 50~300 W 重乗の範囲で、スパッタ電圧 (V_{dc}) が通常の -260 V から -100 V 程度と絶対値で 160 V も低い超低電圧スパッタが可能、2) RF 電力 75 W 重乗 ($V_{dc}=-100$ V) で Ar ガスのみ基板加熱無し As-depo 成膜で、室温抵抗率 $\rho=5.2 \times 10^{-4} \Omega \text{ cm}$ と低抵抗率化、の実現を初めて報告した⁸⁾。今回、ハイブリッド対向スパッタで、RF-DC 結合電源を用いた V_{dc} の可動棒磁石移動距離 (L) 依存性について調べた。

2. 実験

前回と同じ $\text{In}_2\text{O}_3=90\text{wt.}\%$, $\text{SnO}_2=10\text{wt.}\%$, 純度 3N の ITO ターゲットで、 $\text{Ar} + \text{O}_2$ 流量 30 sccm 一定で、スパッタ圧力 0.6 Pa, $I_{dc}=0.7$ A に RF 電力 100 W 重乗して、ターゲット-基板間距離 10 cm 一定で、無アルカリガラス基板上に基板加熱無しの as-depo 成膜を行った。表 1 に、この条件での成膜時の V_{dc} の L 依存性を示す。

表 1 RF-DC 結合電源と L 及び V_{dc} の関係

L (mm)	I_{dc} (A)	RF (W)	V_{dc} (V)
0	0.7	0	-260
0	0.7	100	-100
33	0.7	0	-350
33	0.7	100	-480

3. まとめ

ITO 薄膜の成膜時のスパッタ条件を同一にしても、ハイブリッド対向スパッタのカソード間の磁場分布状態要素が、平衡マグネトロン状態(可動棒磁石移動距離 $L=0$ mm 近傍で実現)か、非平衡マグネトロン状態 ($L=33$ mm 近傍及びそれ以上の距離で実現)かで RF 重乗が真逆の効果をもたらしかつ、 V_{dc} 値が絶対値で 380 V も違う事が判った。ハイブリッド対向スパッタと RF-DC 結合電源の組み合わせが、高エネルギー粒子の基板衝撃効果の抑制を促進し低ダメージ成膜に有効であると共に、いろいろな成膜方法に対応可能なことが明らかとなった。

謝辞 諸橋研究室で実験を行ってくれた山口大学大学院理工学研究科に在籍していた学生諸氏に感謝します。

参考文献

- 1) T. Ohmi, et al.: *Appl. Phys. Lett.*, 53 (1988) 451
- 2) S. Ono and M. Naoe: *Suppl. Trans. JIM.*, 29 (1988) 57
- 3) 特許第 5555848 号, 商標第 5584466 号
- 4) 日本真空工業会真空ジャーナル 2010 年 1 月 128 号, pp. 26-27, 第 9 回日本真空工業会表彰イノベーション賞受賞記念
- 5) S. Morohashi, et al.: *J. Vac. Soc. Jpn.*, 54 (2011) 181
- 6) 諸橋信一, 先端 LSI 大系, pp. 143-153 (2012)
- 7) *Journal of Physics: Conference Series* 417 (2013) 012018, (15th International Conference on Thin Films (ICTF-15))
- 8) 諸橋 他, 第 76 回応物秋季学術講演会, 16a-2Q-12