17p-F1-2

ハイブリッド対向スパッタで作製した ITO 透明導電膜

ITO Thin Films Fabricated by Hybrid Facing-target Sputtering

山口大院　°諸橋　信一，高木　史博，荒川 峻也，原田 直幸，村田卓也

Yamaguchi Univ.　°Shinichi Morohashi, Fumihiro Takaki, Shunya Arakawa, Naoyuki Harada and Takuya Murata

E-mail: smoro@yamaguchi-u.ac.jp

1. はじめに

フィルムベースエレクトロニクス・ディスプレイ用途のような多層薄膜構造をもつ素子作製のためには，薄膜作製中に熱に弱い基板自身，及び各層の界面にもダメージを与えないクリアな界面を形成できる，いわゆる低ダメージスパッタ技術がますます必要とされている。このために，低ダメージ性を保持し，プラズマ安定性・均一性及びスループット性に優れているハイブリッド対向スパッタを提案してきた [1-4]。この装置を用いて，フィルム基板上に As-depo 状態で低抵抗率（抵抗率 7.3×10^{-4} Ω・cm）の ITO 薄膜を作製し抵抗率，透過率の評価を行なった [5,6]。今回，ホール効果測定によるキャリア濃度，移動度の評価，及び電子線マイクロアナライザによる In 及び Sn の組成分析を行った。

2.実験

ハイブリッド対向スパッタは，一対の対向するターゲット裏側に，それぞれ外側の固定円筒磁石の内側に可動棒磁石を設置し，対向する磁石の磁極はそれぞれ反対磁極になっている。真空を破らずに可動棒磁石を移動させることで，対向ターゲット間の磁場分布が変化でき，その薄膜作製に最適な磁場分布状態で薄膜作製ができる，という特徴をもつ。

ITO ターゲットは In_2O_3:SnO_2= 90:10 wt.%，純度 3N を用いた。スパッタ圧力 0.6 Pa，ターゲット-基板間距離 10 cm，Ar 流量 29.9 sccm，O_2 流量 0.1 sccm を一定にして，膜厚 200 nm の ITO 薄膜を石英基板上に以下の条件で作製した。

DC 印加電流 0.7 A 一定で，可動棒磁石移動距離を 0～93 mm の間で変化して作製した。表1に電気抵抗率とホール効果測定より求めたキャリア密度及びキャリア移動度の結果を示す。電気抵抗及びホール効果測定は何れも室温で行った。最も低い電気抵抗率を示した可動棒磁石移動距離 33 mm において，キャリア密度，キャリア移動度ともに最も高い値を示した。特にキャリア密度は可動棒磁石移動距離 0 mm の場合に比べて，他の作製条件が同じであるにも関わらず，約 11 倍高くなる結果を示した。

表 2 に DC 印加電流 0.7 A 一定で，可動棒磁石移動距離を 0～93 mm の間で変化して作製した ITO 薄膜を Horiba EMAX-7000 を用いて組成分析した結果を示す。堆積速度が最も大きい可動棒磁石移動距離 21 mm で In/Sn 組成比が最も小さく，可動棒磁石移動距離が大きくなるにつれ In/Sn 組成比が大きくなる傾向を示した。

上記スパッタ条件での成膜において，DC スパッタ電圧及び磁場強度にも顕著な可動棒磁石移動距離依存性が観測された。当日は，これらの関係について考察した結果も併せて発表する。

表1　ITO薄膜のホール効果及び電気抵抗率測定

可動磁石移動距離 (mm)	0	9	21	33	51	72	93
キャリア密度 (10^{-20}/cm^3)	0.12	0.48	1.09	1.37	1.00	0.98	0.77
キャリア移動度 (cm^{-2}/V・sec)	24.1	29.6	28.7	32.6	28.4	27.7	32.5
電気抵抗率 (10^{-3}Ω・cm)	22.2	4.4	2.0	1.4	2.2	2.3	2.5

表2　電子線マイクロアナライザによるITO薄膜の組成分析

可動磁石移動距離 (mm)	0	9	21	33	51	72	93
In 原子数濃度(%)	17.39	17.56	15.33	18.97	18.20	19.30	15.81
Sn 原子数濃度(%)	1.89	1.89	1.74	1.88	1.83	1.92	1.54
組成比(In/Sn)	9.18	9.33	8.83	10.10	9.93	10.08	10.26

3.まとめ

ハイブリッド対向スパッタによる ITO 薄膜作製において，電気抵抗率，キャリア密度，DC スパッタ電圧，磁場強度に顕著な可動棒磁石移動距離依存性がみられた。ハイブリッド対向スパッタでは可動棒磁石移動距離を変えることで，対向ターゲット間の磁場分布・強度，それと関係するプラズマ状態を変えることで，材料に最適な状態を形成できることが判った。

参考文献

1) PCT/JP2008/058621，PCT/JP2009/058976（国際出願）
2) 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
3) S. Morohashi: *J. Vac. Soc. Jpn.*, 128 (2010) 26
4) S. Morohashi, et al.: *J. Vac. Soc. Jpn.*, 54 (2011) 181
5) 諸橋 他，第 60 回応物春季学術講演会，29p-F2-2
6) 諸橋 他，第 73 回応物秋季学術講演会，17a-D3-12

© 2014 年　応用物理学会