

常温大気圧下でのコプラナー型沿面放電による SnO₂ 薄膜の形成における磁場印加の効果

SnO₂ thin films prepared by coplanar type surface discharge technique under magnetic field

静岡大院工 °金指翔大, 花井利通, 丹祐人, 奥谷昌之

Shizuoka Univ., °Syota Kanezashi, Toshimichi Hanai, Masato Tan, and Masayuki Okuya

E-mail: tcmokuy@ipc.shizuoka.ac.jp

[緒言] 一般的な製膜法の多くは、製膜時に高温や減圧条件を要するものが多い。そこで、本研究では非熱平衡プラズマを利用した沿面放電に焦点を当てた。平面状にプラズマを発生する沿面放電を利用することで、低融点基板への製膜だけでなく、従来法に比べ製膜プロセスの簡略化が可能となる。これまでに本研究グループは、沿面放電による ZnO 薄膜の単相化を報告しており¹⁾、本研究ではこの技術を SnO₂ 透明導電膜の製膜へ応用した。前回の大会において、正方晶 SnO₂ 相の形成を確認できたが、単相化には至らなかった²⁾。これは前駆体へのプラズマエネルギーの供給不足が原因と考えられる。そこで今回は、製膜時に磁場を印加してプラズマの空間的広がりを促進させ、前駆体にプラズマエネルギーを効率的供給することにより SnO₂ 相の単相化を試みた。

[実験] 本研究グループでは、対向型とコプラナー型の 2 種類の放電形式の利用が可能であるが、ここでは放電パターンの微細加工が容易で、製膜時のダイレクトパターンニングへの応用が期待されるコプラナー型を採用した。Fig. 1 にコプラナー型電極の断面図を示す。市販のエポキシ感光基板にフォトリソにより電極パターンを印刷後、厚さ 1 mm のジルコニア板をシリコン接着剤で接着して電極を作製した。

次に、スピコート法にて 0.1 mol/l の di-n-butyltin diacetate 2-ブタノール溶液をガラス基板上に塗布・乾燥させた。このガラス基板と放電用電極間の距離を 0.1 mm に固定し、ネオジム磁石により電極面内に磁場を印加した。さらに電圧 13 kV、周波数 6 kHz のバイアスを電極に印加して、プラズマを発生させ、これを基板上の前駆体に 10 分間照射して製膜を行った。以上の工程を 1 サイクルとし、合計 15 サイクル繰り返し、所定の膜厚の製膜を行った。

[結果と考察] 形成された膜の XRD 測定結果を Fig. 2 に示す。全般的に単相化に至らず、前駆体や中間生成物が多く残留した。しかし、磁場の印加に伴い結晶化が促進され、正方晶 SnO₂ の(110)、(101)の 2 本のピークに加え、(200)ピークが新たに観測された。これはローレンツ力によって平面プラズマの空間的広がりが促進され、効率的にエネルギーが基板へ提供されたためと考えられる。印加磁場 0.44 T 形成された膜の格子定数は $a=4.77\pm0.06$ Å、 $c=3.08\pm0.13$ Å となり、c 軸が収縮した結晶となった。

1) M. Okuya et al., *Applied Physics Express* 7, 015501 (2014).

2) 金指翔大 他, 2013 年秋季第 74 回応用物理学関係連合講演会 19p-C7-4.

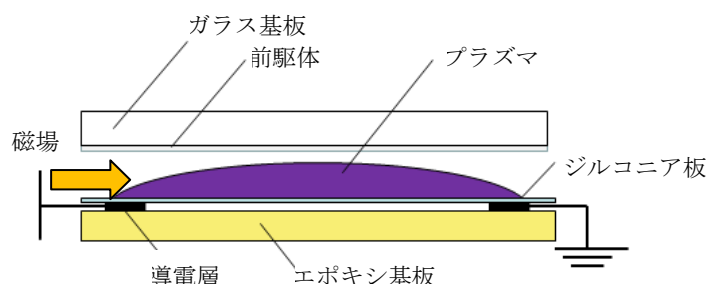


Fig. 1 コプラナー型沿面放電による製膜の構図.

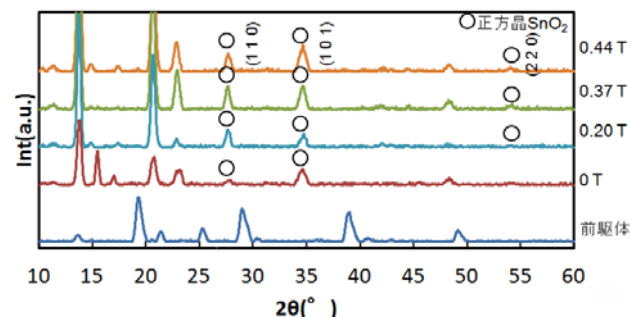


Fig. 2 各磁場下で作製された膜の XRD 測定結果.