RF マグネトロンスパッタリング法による ITO 薄膜の作製

日大生産工(院) ○小野里 誠 日大生産工 新妻 清純 日大生産工 蒔田 鐵夫

1はじめに

可視光領域において透明でかつ電気導電性 を有する,いわゆる透明導電膜は各種ディス プレイや太陽電池の透明電極として用いられ る。

透明導電膜はより薄く,電気抵抗率が低い ことが望まれるが,膜厚を薄くすると透過率 が向上するのに対して電気抵抗率は増加して しまうため工業的には,膜厚が 100~200[nm] であり,波長 550[nm]での透過率が 80[%]以上, 電気抵抗率が 1.4×10<sup>4</sup>[Ω・m]以下であること が理想とされている。<sup>1)2)</sup>

そこで本研究では,基礎研究として RF マグ ネトロンスパッタリング法による ITO 薄膜 の作製を行い,諸物性への膜厚の影響につ いて評価及び検討する。

2 実験方法

2.1 作製方法

本実験に用いた ITO 薄膜試料は RF マグネ トロンスパッタリング法により作製した。 装置の概略図を図1に示す。成膜時におい てターゲットには In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub>(90:10wt%)を 用いた。まず,チャンバー内を真空度 8.0×10<sup>4</sup>[Pa]以下まで高真空排気した後,ITO 薄膜を作製する際には,スパッタガスとし て Ar+40%O<sub>2</sub> 混合ガスを使用し成膜ガス圧 を 3.0[Pa]一定とし,ターゲットと被成膜基 板との距離を 55[mm]とした上で高周波電 源により投入電力を 130[W]一定として放 電を行い,ITO 薄膜を作製した。また,成膜し た直後に大気中に取り出さずに チャンバー内で40分間保持した。



装置の概略図

2.2 試料評価方法

作製した試料の評価方法として, 膜厚の測 定については繰り返し反射干渉計,結晶構造 解析については X 線回折装置(XRD)を用い, Cu-K<sub>α</sub>(波長 λ=0.154[nm])線を線源とした。ま た,組成分析については電子線マイクロアナ ライザ(EPMA), 吸収スペクトル及びバンドギ ャップの測定には紫外可視分光光度計 (UV-Vis)をそれぞれ用いた。

3 実験結果

3.1X線回折による結晶構造解析

測定角度 20=20~80[deg.]における X 線回折 図形を図 2 に示す。 膜厚 140,160[nm]の作製試 料において 20=21.4,30.7,51.1[deg.]付近に In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の(211),(222),(440),(622)面がそれぞれ認 められた。一方,SnO<sub>2</sub>の回折ピークが認められ なかった理由として使用したターゲットの組 成比が 10wt%SnO<sub>2</sub> であり,SnO<sub>2</sub>の組成比が低 いためであると考えられる。また,回折ピーク が認められることから,

Preparation of Indium Tin Oxide Thin Film by RF Magnetron sputtering Makoto ONOZATO, Kiyozumi NIIZUMA and Tetsuo MAKITA 作製した試料はアモルファス化していないと 考えられる。



図2 作製薄膜のX線回折図形

3.2 透過スペクトルの波長依存性及びバンド ギャップの測定

作製した試料の透過スペクトルを図3に示 す。図より吸収端波長 $\lambda_g$ 及びバンドギャップ Eg はそれぞれ膜厚160[nm]では $\lambda_g$ =384[nm], $E_g$ =3.23[eV],膜厚140[nm]では $\lambda_g$ =380[nm], $E_g$ =3.26[eV]を示した。また,可視 光領域では波長550[nm]において膜厚 160[nm]では透過率T=96[%],膜厚140[nm]では T=92[%]を示し,可視光領域においては,ほぼ 透明であると考えられる。

膜厚 160[nm]での結果において波長 450[nm](黄色)付近において透過率が減少し ているため本実験での作製条件において膜厚 160[nm]では工業的理想に対して膜が厚い可 能性が考えられる。<sup>1)2)</sup>



図3 透過スペクトルの波長依存性

4まとめ

RFマグネトロンスパッタリング法によ り ITO 薄膜を作製し,結晶構造解析,透過ス ペクトルの波長依存性,バンドギャップに ついて評価し,膜厚の影響について検討し た。本実験結果をまとめると以下の通りで ある。

1) X 線回折による結晶構造解析

測定角度 20=21.4,30.7,51.1[deg.]に In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の (211),(222),(440),(622)面がそれぞれ認められ た。一方,SnO<sub>2</sub>の回折ピークは認められなかっ た。また,回折ピークが認められるため,作製し た試料はアモルファス化していないと考えら れる。

2) 透過スペクトルの波長依存性及びバンド ギャップの測定

吸収端波長はそれぞれ膜厚 160[nm]では波 長  $\lambda_g$ =384[nm],膜厚 140[nm]では  $\lambda_g$ =380[nm]を 示し、バンドギャップ  $E_g$ はそれぞれ膜厚 160[nm]では  $E_g$ =3.23[eV],膜厚 140[nm]では  $E_g$ =3.26[eV]を示した。また,可視光領域では波 長 550[nm]において膜厚 160[nm]では透過率 T=96[%],膜厚 140[nm]では T=92[%]を示し,可 視光領域においては,ほぼ透明であると考え られる。

膜厚 160[nm]での結果より波長 450[nm](黄 色)付近において透過率が減少しているため 理想的な膜厚よりも膜が厚い可能性が考えら れる。

参考文献

 1) 權田 俊一,21 世紀版 薄膜作製応用ハン ドブック,エヌ・ティー・エス,(2003)p.972-976.
2)応用物理学会,応用物理ハンドブック 第2 版,丸善,(2002)p.388.

3)応用物理学会,薄膜作製ハンドブック,共立 出版,(1991)p.211-212.