

(様式 2)

学位論文の概要及び要旨

氏 名 檜 木 利 雄

題 目 RFプラズマアシストDCスパッタリング法により作製したGa添加ZnO透明導電膜に関する研究

学位論文の概要及び要旨

透明導電膜はタッチパネル、液晶ディスプレイ等に多く用いられている。携帯電話において、プラスチックフィルム基板でタッチパネルを作製出来れば、画面の大型化による重量増加を軽減可能である。また太陽電池をプラスチックフィルム基板上に作製することが出来れば、軽量化、設置自由度などの点から太陽電池の普及がさらに促進されると思われる。現在、透明導電膜はインジウム-ズズ酸化物(ITO)を用いたものが主流である。しかし、主な原料であるインジウムは安定的な供給に問題がある。ITOの代替材料としてのZnO透明導電膜は、ガラス基板上においてITOと同等の比抵抗、高い透過率が得られることが報告されている。しかし、基板温度をガラス並に上げることができないプラスチックフィルム基板上的ZnO膜では、温湿度に対する耐久性を満足するものが得られていない。また、ZnO透明導電膜をスパッタ法で作製した場合、エロージョン上の比抵抗が増加し、Roll to Roll(RTR)で連続的に成膜した際、膜全体の特性悪化が懸念される。そこで、本研究ではRFプラズマアシストDCスパッタリング法を用い、PETフィルム上に電氣的・光学的特性、および耐久性に優れたZnO透明導電膜を作製し、プラズマが膜質に及ぼす効果について検討する。最終的には量産を意識したRTR法を用いて、PETフィルム上に実用レベルのZnO透明導電膜を作製することを目的とする。

RFプラズマアシストDCスパッタリング法を用い還元雰囲気中で成膜することで、エロージョン上の比抵抗増加を抑制し、ガラス基板上に比抵抗： $1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 、移動度： $4 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、キャリア密度： $1.4 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ で均一に分布した膜が得られることを確認した。これは、RFプラズマによりエロージョン上の膜に入射する高エネルギーを持つ過剰な酸素の影響を抑制し、結晶粒径の増加ならびに粒界の減少により移動度が増加、酸素空孔の増加によりキャリア密度が増加したためと考えられる。RFプラズマを用いて作製したGZO膜は、温度： 60°C 、湿度：95%の雰囲気下に250時間保持する温湿度耐久性試験において、抵抗変化が通常のDCスパッタの場合には8～16倍であるのに対し、1.17倍と大幅に改善した。また、光学測定およびHall測定から得られた劣化試験前後の電気特性を比較することで、膜の劣化が結晶粒内ではなく粒界の劣化が支配的であることを確認した。これらの検討より、電気特性および耐久性の優れたGZO膜を作製するためには、ターゲットからの酸素を抑制するための還元雰囲気と高いプラズマ密度による反応性の向上が重要であると結論づけた。PETフィルム基板上GZO膜においても、RFプラズマアシストにより電気特性分布の均一性が得られることを示した。有機バッファ層(OBL)を基板とGZO膜の間に用いることで、ガラス並みの温湿度耐久性が得られることを示した。これは柔軟性、密着性があるOBLがGZO膜と基板の膨張係数の差による応力を緩和し、クラックの発生を抑制したためと考えられる。強磁場カソードと短いターゲット-基板間距離を用いることでプラズマ密度を増加させたRTR成膜装置を用い、OBL塗布PET基板上に膜厚200 nmにおいて比抵抗 $1.7 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 、温湿度耐久試験における比抵抗変化が1.7倍のGZO透明導電膜を作製することが出来た。これらの結果を用いタッチパネル用(シート抵抗： $500 \Omega/\text{sq.}$ 、全光線透過率：87%)、太陽電池用電極(シート抵抗： $13 \Omega/\text{sq.}$ 、全光線透過率：77%)を想定した透明導電性Rollフィルムを得た。