

不純物添加スパッタリング法による 高移動度・ナノ結晶フリー a-In₂O₃:Sn 薄膜の作製

Fabrication of High-Mobility Nanocrystal-Free a-In₂O₃:Sn Films by Magnetron
Sputtering with Impurity-Mediated Amorphization Method

九大シス情 ○板垣奈穂, 山下 大輔, 徐 鉉雄, 古閑 一憲, 白谷 正治

Kyushu Univ., °N. Itagaki, D. Yamashita, H. Seo, K. Koga, M. Shiratani

E-mail: itagaki@ed.kyushu-u.ac.jp

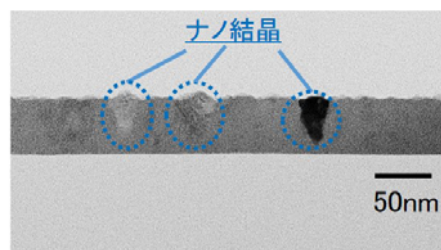
高い表面平坦性や高いエッチング速度といった優位性から、アモルファス In₂O₃:Sn (a-ITO) 膜が注目されている。しかし、これまで報告されている a-ITO 膜は結晶 ITO 膜と比較して、1) キャリア移動度が低い、2) 熱安定性が低い (100-150°C 以上で結晶化) という課題がある。また a-ITO 膜は従来、基板温度を In₂O₃ の結晶化温度よりも低い温度に設定することで作製されていたが、最近の我々の研究により、上記手法により作製された a-ITO 膜は、粒径が数十 nm のナノ結晶粒を含有していることが分かった。本研究では、温度ではなく「不純物」を新たな制御パラメータとし結晶成長を抑制することで [1], a-ITO 膜の i) 高移動度化, ii) 熱安定性の向上, iii) ナノ結晶粒の発生抑制, を同時に達成したので報告する。

ITO 膜の成膜は RF マグネトロンスパッタ法により行った。基板には石英ガラスを用い、基板温度は室温-450°C とした。ターゲットには ITO (5wt.% SnO₂) 焼結体を用いた。スパッタリングガスには Ar/N₂ を使用した (N₂ ガスは不純物源として使用)。ITO 膜の膜厚は約 50 nm とした。

室温にて作製した ITO 膜の断面 TEM 像を図 1 に示す、窒素添加有りの ITO 膜では観察した全ての領域においてアモルファス構造を有していたのに対し、窒素添加無しの ITO 膜には粒径約 30 nm のナノ結晶が含まれていることが分かった。窒素添加により膜構造が変化した要因としては、膜成長表面に吸着した窒素原子が結晶核生成を抑制するとともに、膜中に取り込まれた窒素が、In₂O₃ のピクスパイト構造を乱したことが考えられる。次に In₂O₃ の結晶化温度 (～150°C) 以上での a-ITO 膜作製を試みた。その結果、窒素添加により成膜温度 300°C での a-ITO 膜の作製に成功し、このとき 50 cm²/Vs を超える高い移動度を観測した。上記 a-ITO 膜は 300°C でのアニール後もアモルファス構造を保っており、熱安定性が高いことが分かった。本提案の手法は、従来に無い方法論での高品質アモルファス膜の形成を実現するものと期待される。

[1] T. Takasaki et al, Proc. 68th GEC, 60, GT1.150 (2015).

a) 窒素添加無し



b) 窒素添加有り

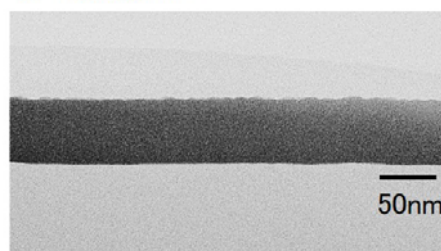


図 1. 室温にて作製した ITO 薄膜の断面 TEM 像。(a) N₂ 流量比 0%, (b) N₂ 流量比 5%。