

無加熱成膜によるスパッタ Cu₂O 薄膜の配向制御

Orientation Control of Cu₂O Thin Films Sputtered without Heating

島根大自然[○](M2)吉田 朱里, 阿部 秀悟, 舟木 啓真, 山田 容士, 船木 修平

Shimane Univ. [○]Akari Yoshida, Shugo Abe, Keima Funagi, Yasuji Yamada, Shuhei Funaki

E-mail: n21m219@matsu.shimane-u.ac.jp

【背景】Cu₂O はバンドギャップ 2.1 eV の透明な直接遷移型半導体であり、安価で無毒な太陽電池材料として注目されている。また、薄膜形状にすることで、タンデム型太陽電池のトップセルとして利用することができる。Cu₂O 薄膜の作製手法の 1 つにスパッタ法があるが、膜への Cu や CuO 等の異相の混入を防ぐため、高温での成膜と緻密な酸素流量の制御が必要である。我々は Cu₂O に Cu を混合した粉末ターゲットを用いることで、加熱及び、酸素制御を行うことなく Cu₂O 単相膜が得られることを見出した^[1]。そこで本研究では、Cu 添加量及びスパッタ圧力に伴う結晶相及び配向の変化を詳細に調べた。

【実験方法】高周波マグネトロンスパッタリング法により、ガラス基板上に Cu₂O 膜を作製した。ターゲットには Cu₂O に Cu を金属モル比で 5, 10, 15, 20 at% 添加した粉末を用いた。スパッタガスに Ar を使い、圧力を 0.3~3 Pa まで変化させ、室温(意図的に加熱しない)で成膜した。膜の結晶性は XRD 測定により、電気特性は Van der Pauw 法を用いた Hall 効果測定により、光学特性は透過率測定によりそれぞれ評価した。

【結果】図 1 に、スパッタ圧力 0.3 Pa において(a) 15 at%, (b) 10 at% Cu 添加ターゲットを用いて作製した膜の XRD パターンを示す。15 at% Cu 添加ターゲットでは Cu₂O と Cu が確認されたが、10 at% Cu 添加ターゲットでは Cu₂O の強いピークのみであり、Cu 添加量によって結晶相が変化することが分かった。図 2 に、より広い範囲での Cu 添加量とスパッタ圧力において XRD より確認された結晶相と配向を示す。Cu₂O のみの回折(●)は Cu 添加量の少ないターゲット、または、高圧力スパッタで確認された。一方、Cu₂O と Cu の回折(▲)は Cu 添加量が多いターゲットを用いた低圧力スパッタの条件で確認された。これらの結果から、15, 20 at% Cu 添加ターゲットでは Cu 添加量が過剰であり、ターゲットから弾き出された Cu が膜に混入したと考えられる。10 at% Cu 添加ターゲットで作製した膜は Cu₂O (200) に強く配向しており、特に低圧力スパッタで作製した膜の X 線回折強度が高く、半値幅が小さいことから、完全性が良い膜であるといえる。

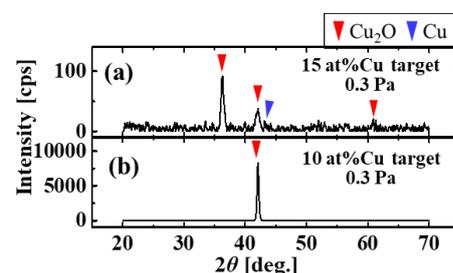


Fig. 1 XRD patterns of obtained films at Ar pressure of 0.3 Pa using (a) Cu₂O+15 at% Cu, (b) Cu₂O+10 at% Cu target.

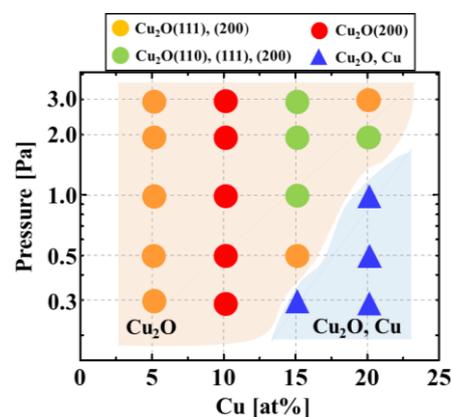


Fig. 2 Crystalline phase and orientation of addition amount of Cu and Ar pressure.

[1] 吉田 他, 2022 年 第 68 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集 23p-P12-12