

## 石英ガラス基板上に成膜した $\text{Cu}_2\text{O}$ 薄膜の配向変化

### Crystalline Orientation Variation of $\text{Cu}_2\text{O}$ Films Deposited on Quartz Glass Substrates

島根大自然<sup>1</sup>, 島根大総理工<sup>2</sup> 吉田 朱里<sup>1</sup>, 松木 修平<sup>2</sup>, <sup>○</sup>山田 容士<sup>2</sup>

Shimane Univ.<sup>1</sup>, Akari Yoshida<sup>1</sup>, Shuhei Funaki<sup>1</sup>, <sup>○</sup>Yasuji Yamada<sup>1</sup>

E-mail: yamadaya@riko.shimane-u.ac.jp

【はじめに】 2.1 eV のバンドギャップを有した立方晶の  $\text{Cu}_2\text{O}$  は、可視光を有効利用できる太陽電池に適用でき、さらに赤色より長波長の光を透過することから、タンデム型太陽電池のトップセルとして使用可能である。 $\text{Cu}_2\text{O}$  系太陽電池では、金沢工大の南らが結晶性の良好な  $\text{Cu}_2\text{O}$  シートを用いて先駆的な研究を行い<sup>[1]</sup>、変換効率8%を超えるデバイスを報告している。また、ガラス基板上にスパッタリング成膜した  $\text{Cu}_2\text{O}$  膜を用いたタンデム型太陽電池では、近年東芝（株）が良好な特性を報告している<sup>[2]</sup>。しかしながら、 $\text{Cu}_2\text{O}$  薄膜を用いた多くの報告では、変換効率がとても低い。これは、p 型  $\text{Cu}_2\text{O}$  層と n 型層との pn 接合界面の欠陥が最小化されていないだけでなく、単相の  $\text{Cu}_2\text{O}$  膜を真空成膜する条件ウインドウが非常に狭く、しばしば  $\text{CuO}$  や  $\text{Cu}$  が混在するなど、 $\text{Cu}_2\text{O}$  膜の結晶性の悪さも要因と考えられる。

私たちの研究グループでは、スパッタリング成膜において  $\text{Cu}$  を添加した  $\text{Cu}_2\text{O}$  ターゲットを用いると、無加熱成膜での  $\text{Cu}_2\text{O}$  薄膜の成膜ウインドウが広がること、および石英ガラス基板上で結晶が (200) 配向し結晶性も向上することを見出した<sup>[3]</sup>。そこで、さらなる結晶性の向上を期待して、加熱成膜での  $\text{Cu}$  添加  $\text{Cu}_2\text{O}$  ターゲットが結晶性に及ぼす効果を調べた。

【実験方法・結果・考察】  $\text{Cu}_2\text{O}$  粉末に 10at% の  $\text{Cu}$  を添加した粉体をターゲットとして、0.5 Pa (Ar) の圧力と 150 W の出力で石英ガラス基板上にスパッタリング成膜を行なった。成膜温度は無加熱から 470°C 程度まで変化させた。

得られた膜の X 線回折 (XRD) パターンを図 1 に示す。無加熱時には (200) 配向した結晶膜であったが、基板温度の上昇につれて、無配向的パターン (200°C)、(111) 配向 (360°C)、(200) 的配向 (470°C) へと変化した。比較として成膜した  $\text{Cu}$  無添加の  $\text{Cu}_2\text{O}$  粉末ターゲットでの成膜では、成膜温度によらず  $\text{Cu}_2\text{O}$  の XRD 回折強度が  $\text{Cu}$  添加ターゲットのものよりかなり低く、一部の膜には  $\text{CuO}$  の回折が見られた。これらのことより、 $\text{Cu}$  添加  $\text{Cu}_2\text{O}$  ターゲットによる成膜では、加熱成膜によっても結晶性の優れた  $\text{Cu}_2\text{O}$  膜が得られると分かった。結晶配向方位の変化は、ガラス基板上での核発生時に決まると考えられることから、 $\text{Cu}$  の添加と基板加熱は結晶核とガラス表面との界面相互作用を変化させていることを示している。

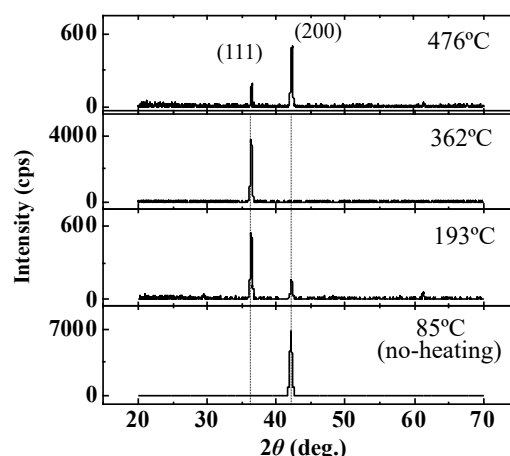


Fig. 1 XRD patterns of  $\text{Cu}_2\text{O}$  films sputtered with a Zn-added  $\text{Cu}_2\text{O}$  target at various temperatures.

参考文献：[1] T. Minami et al., Appl. Phys. Express 9 (2016) 052301 [2] S. Shibasaki, et al., Appl. Phys. Lett. 119 (2021) 242102 [3] 吉田朱里他, 第 69 回 (2022) 応物春季講演 23p-P12-12