

19a-D7-4

## 透過電子顕微鏡法による Cu(In, Ga)Se<sub>2</sub> 薄膜の粒界評価 Transmission Electron Microscopy Analysis of Grain Boundary in Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub> Thin Films

立命館グローバル・イノベーション研究機構<sup>1</sup>, 立命館大理工<sup>2</sup>○青柳 健大<sup>1</sup>, 峯元 高志<sup>2</sup>Ritsumeikan Global Innovation Research Organization<sup>1</sup>, Ritsumeikan Univ.<sup>2</sup>,○Kenta Aoyagi<sup>1</sup>, Takashi Minemoto<sup>2</sup>

E-mail: k-aoyagi@fc.ritsumei.ac.jp

一般的に結晶粒界では欠陥密度が大きく光生成キャリアの再結合が生じるため、光吸収層の粒界を少なくすることによって高い変換効率を有した太陽電池を作製できる。しかし、Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub> (CIGS)系薄膜太陽電池は結晶粒径が数百 nm と小さいにも関わらず 20 %を超える高い変換効率を得られている。このことは、CIGS 系薄膜太陽電池では結晶粒界での再結合がほとんど生じていないことを意味している。この原因として、結晶粒界でのホールバリアの形成が考えられており、ケルビンフォース顕微鏡による表面電位測定によってもホールバリアの存在が明らかにされている[1]。しかし、ホールバリアの起源に関しては明らかにされていない。そこで、本研究では CIGS 薄膜の結晶粒界を透過電子顕微鏡(TEM)で解析し、ホールバリア形成機構の解明を試みた。

実験には Mo/ソーダライムガラス (SLG)基板上に蒸着法で成膜された CIGS を用いた。このサンプルを Mo/SLG 基板から剥離後、Ar イオンミリングで Plan-view 観察用試料を作製した。また、CBD 法で CdS を CIGS 上に成膜したサンプルから断面 TEM 試料を作製した。断面試料作製は、CdS/CIGS/Mo/SLG の貼り合わせ → 切り出し → 機械研磨 (片面鏡面, 膜厚 100 μm 以下) → ディンプリング加工 (10 μm 以下) → Ar イオンミリング という手順で行った。TEM 観察には JEOL 社製 JEM-2010 (加速電圧 200 kV)を用いた。

図 1 に CIGS 薄膜の双晶界面近傍の高分解能電子顕微鏡(HREM)像を示す。図中に矢印で示したように双晶界面には ledge が観察されることもあるが、基本的に欠陥密度の小さな界面である。CIGS の粒界の効果を明らかにするには、双晶界面だけではなく、ランダム粒界を解析する必要がある。そこで、ランダム粒界の解析も行った。その結果、CIGS のランダム粒界への Cd と S の拡散が確認された。この結果は粒界での CdS の形成を示唆している。これまで提案されているメカニズムに加えて、この CdS 形成がホールバリア形成機構の一つとして考えられる。

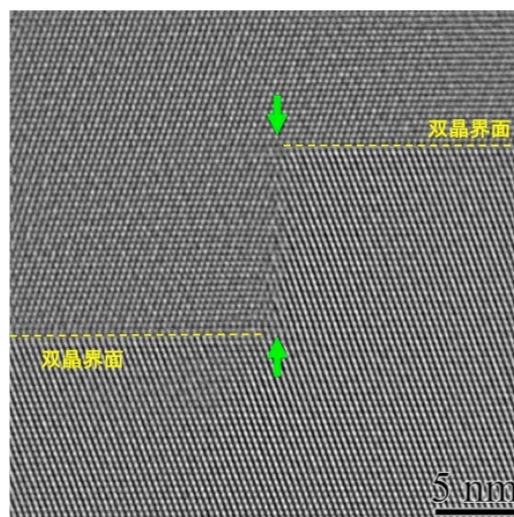


図 1 双晶界面近傍の HREM 像

[1] M. Takihara *et al.*, Prog. Photovolt: Res. Appl., **21**, 595 (2013).