

三段階法による単結晶基板上 Cu(In, Ga)Se₂ 結晶成長

Epitaxial growth of Cu(In,Ga)Se₂ thin layers on single crystals by a three-stage process

産総研太陽光発電研究センター °西永 慈郎, 菅谷 武芳, 柴田 肇

AIST Research Center for Photovoltaics, °Jiro Nishinaga, Takeyoshi Sugaya, Hajime Shibata

E-mail: jiro.nishinaga@aist.go.jp

はじめに: CIGS 太陽電池は光吸収係数・変換効率が共に高く、低コスト・高効率太陽電池として期待されている。一般的な CIGS 太陽電池は青板ガラス基板上に作製され、多結晶 CIGS 薄膜を光吸収層として利用している。そのため、結晶粒界・界面等の再結合中心により、変換効率の向上が抑制されている。そこで高効率 CIGS 太陽電池作製を目指し、単結晶基板上に三段階法にて CIGS 薄膜を成長させ、結晶学・光学的物性を評価し、太陽電池を作製した。

実験結果と考察: 三段階法により GaAs (001)基板上に CIGS 薄膜を成長させた。第一段階は基板温度 350°C、第二、第三段階は基板温度 500°Cとした。図 1 に第一段階である InGaSe 成膜中の RHEED 像を示す。GaAs 基板の対称性と同様な四回対称の InGaSe が成長し、第三段階後も四回対称の回折像を示す。この RHEED 像は chevron pattern であり、第一段階よりファセットが形成されていることを示している。図 2 に CIGS 層表面の SEM 像を示す。[110]方向に沿ったファセットが形成されており、双晶は確認されなかった。このファセットは{112}B であり、Se 極性面であることがわかった。図 3 に断面 SEM 像を示す。SEM 像より CIGS 層内に結晶粒界がないことがわかる。特に表面付近の CIGS 層の結晶品質が高いことがわかった。この結果は、Cu rich 後の CIGS 結晶成長は結晶品質が高いことを示唆している。X 線回折により CIGS 薄膜は(001)配向であることを確認した。以上より GaAs(001)基板上 CIGS 薄膜は単結晶薄膜である。

単結晶 CIGS 薄膜に、Al 電極 / Al-doped ZnO / CdS を堆積させ、変換効率を測定した。図 4 に IV 特性を示す。短絡電流 31.8 mA/cm², 開放電圧 0.55 V, 曲線因子 0.61, 変換効率 10.8%であった。この IV 特性は CIGS / GaAs 基板の界面がオーミック接触であることを示している。今後は Ga 勾配最適化、アルカリ金属添加、寄生抵抗減少等により、高効率化を図る。

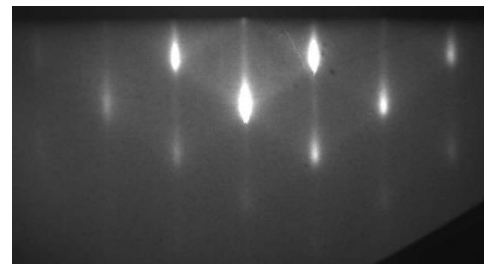


図 1. InGaSe 成膜中の RHEED 像

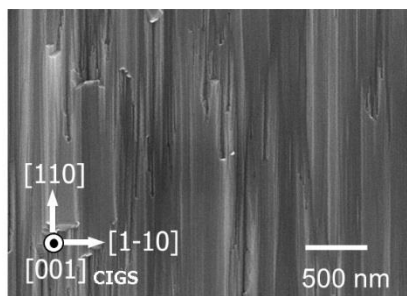


図 2. CIGS 表面の SEM 像

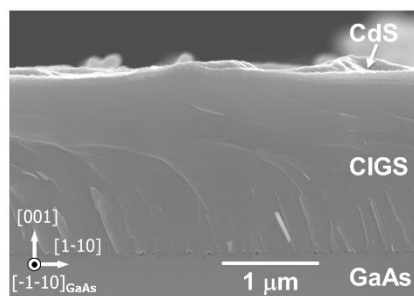


図 3. CIGS 断面の SEM 像

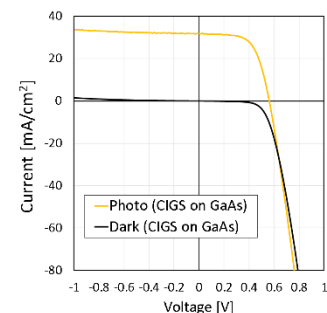


図 4. IV 特性