

多元系化合物半導体ヘテロ界面の結晶成長とバンド構造

Epitaxial Growth of Multinary Compounds on III-V compound semiconductors

産総研 [○]西永 慈郎, 石塚 尚吾, 菅谷 武芳

AIST, [○]Jiro Nishinaga, Shogo Ishizuka, Takeyoshi Sugaya

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

はじめに：多元系化合物半導体である $\text{Cu}(\text{In}, \text{Ga})\text{Se}_2$ (CIGS)は高い光吸収係数を有し、青板ガラス (SLG)基板上に成膜しても高い変換効率が得られることから、高効率・低コスト太陽電池として利用されている。さらなる高効率化・低コスト化を図るために、低コスト高効率トップセルとのタンデム太陽電池の実現が期待されるが、高 Ga 濃度 CIGS 太陽電池の高効率化は難しく、基礎的物性の評価、新規 n 型バッファー層開発などが必要と考えられる。我々は単結晶 CIGS 層の成膜技術を開発し、p 型 GaAs 基板上に CIGS 層を epitaxial 成長させ、高効率 CIGS 太陽電池の実現に成功した。この太陽電池の直列抵抗は SLG 基板上 CIGS 太陽電池の直列抵抗よりも低く、CIGS / p-type GaAs ヘテロ界面にホールバリアは形成されないといえる。図 1 に多元系・III-V 族化合物半導体のバンド構造を示す。CIGS と GaAs の価電子帯はエネルギー準位が近く、上記の結果をサポートしているといえる。そこで今回、GaAs, InP 基板上に CIGS 層を成膜し、界面構造および電流電圧特性を評価し、多元系化合物半導体ヘテロ界面のバンド構造に関する考察を行った。

実験と考察：MBE 法により GaAs, InP 基板上に CIGS 層を成膜した。Ga 組成(GGI)、Cu/III 族比 (CGI)を制御し、CIGS 成膜中に NaF を添加した。図 2 に GaAs 基板上 CIGS 太陽電池の断面 STEM 像を示す。CGI \geq 1.0 条件では CIGS/GaAs 界面に多くのボイドが形成されるが、CGI<0.95 では急峻なヘテロ界面が形成されることがわかった。これは、組成制御が界面反応の抑制に有効であることを示している。次に n 型 GaAs 基板上に CIGS 層を成膜し、電流電圧特性を評価したところ、高い GGI の場合のみ、CIGS / n-type GaAs 界面に光起電力を確認した。これは CIGS 層内に発生した電子が n 型 GaAs に拡散し、光電流として取り出せることを示している。n 型 InP 基板を用いると、低 GGI においても光電流が確認でき、図 1 のバンド構造によって説明できることがわかった。

謝辞：本研究は経済産業省「革新的なエネルギー技術の国際共同研究開発事業」により実施されたものである。関係各位に感謝致します。

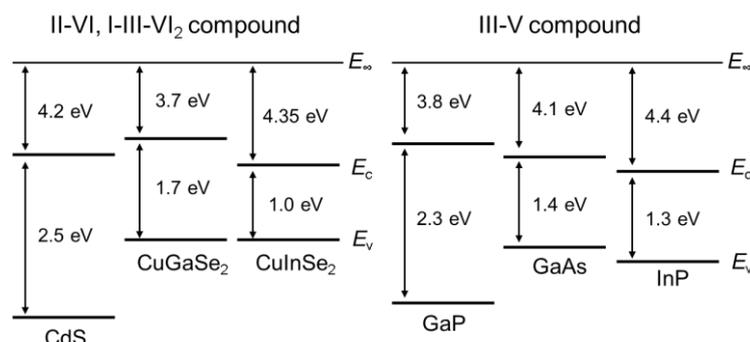


図 1. 多元系・III-V 族化合物半導体のバンド構造

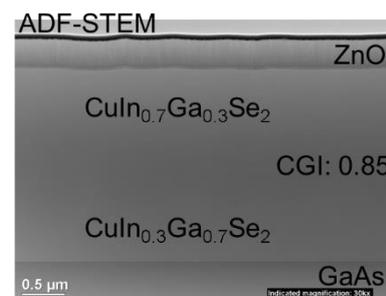


図 2. CIGS/GaAs の断面 STEM 像