

# 太陽電池講座 (第2講)

J. Jpn. Soc. Colour Mater., 96 [8], 275-279 (2023)

## Ⅲ-V族化合物半導体多接合太陽電池の現状とその低コスト製造法

菅谷 武芳\*†

\* (国研) 産業技術総合研究所ゼロエミッション国際共同研究センター 茨城県つくば市梅園1-1-1 (〒305-8568)

† Corresponding Author, E-mail: t.sugaya@aist.go.jp

(2023年4月28日受付, 2023年5月16日受理)

### 要 旨

現在, 世界で最も高性能な太陽電池はⅢ-V族化合物半導体多接合太陽電池である。その高性能性からとくに宇宙用として利用されているが, 高性能・高機能である代わりに製造コストが大変高いという問題があり, 市場規模は小さいものとなっている。本稿では, Ⅲ-V化合物多接合太陽電池の開発状況やその問題点と, われわれが現在進めている低コスト製造技術について述べる。Siなどの汎用の太陽電池とⅢ-V族を簡便に接合できるスマートスタック技術と, 低コストでⅢ-V化合物半導体を結晶成長できるハイドライド気相成長法について述べ, Ⅲ-V化合物多接合太陽電池の今後の応用展開などについても言及する。

キーワード: Ⅲ-V族化合物半導体, 多接合太陽電池, スマートスタック, ハイドライド気相成長法

### 1. はじめに

現在普及している太陽電池はSiの単接合太陽電池が主流であるが, その変換効率の世界最高記録は研究室レベルで26.8%が達成されており<sup>1)</sup>, 理論的な限界効率の~30%に近付いている。太陽電池の変換効率を飛躍的に向上させる技術として, 現状で最も技術開発が進んでいるのが多接合太陽電池である。多接合太陽電池は, 種類の異なる半導体をバンドギャップの大きい順に直列に接続し, それぞれの太陽電池が得意な波長を吸収することで太陽光スペクトルを広範囲に利用し, 高い変換効率を得る太陽電池である。また各太陽電池を直列に繋げるため出力電圧がそれらの和となり, 高電圧であることも特徴の一つである。本稿では, Ⅲ-V族化合物半導体を使用する多接合太陽電池について, その製法や問題点, その他SiやCuInGaSe (CIGS) と接合した異種材料の多接合太陽電池の開発状況について述べる。また, 近年われわれのグループで開発している多接合太陽電池の低コスト作製法についても言及する。

### 2. 多接合太陽電池

図-1に, 現在宇宙用や集光施設用として実用化されているInGaP/GaAs/Geを材料とした3接合太陽電池の模式図を示す。InGaP (1.89 eV) のトップセルが短波長域を吸収し, GaAs (1.42 eV)

ミドルセルは中波長, Ge (0.67 eV) ボトムセルが長波長域を吸収する。宇宙用としては, たとえば「はやぶさ」や各種人工衛星などに搭載されている。これらは, 高性能というだけではなく, 軽量でフレキシブルという特徴ももっている。現状, 1 sunでの変換効率30%, 集光では40%を超える高効率を実現されている。構成している3種の材料は格子整合するため, モノリシックな結晶成長法を用いてGe基板上に比較的容易に作製が可能である。しかしながら, 3種のバンドギャップの組み合わせが最適ではなく, それぞれのサブセルが生成する電流にミスマッチが存在し, さらなる高効率化は難しい。電流整合させるためには最適なバンドギャップをもつ材料を接合する必要があるが, モノリシック成長法を用いる場合は, 格子整合の制約があり, 高度な成長技術が必要である。シャープ株式会社は, 有機金属気相成長 (MOVPE) 法を用いて高度な逆積み歪緩和成長技術を開発し, モノリシック3接合太陽電池を作製している。Geと比較してトップセルに電流整合可能なInGaAsボトムセルを採用することで, InGaP (1.89 eV)/GaAs (1.42 eV)/



【氏名】 すがや たけよし  
【現職】 (国研) 産業技術総合研究所ゼロエミッション国際共同研究センター 多接合太陽電池研究チーム長  
【趣味】 釣り, ゴルフ  
【経歴】 1994年筑波大学大学院博士課程工学研究科修了。電子技術総合研究所研究員, 米国アリゾナ州立大学客員研究員, 2001年産業技術総合研究所主任研究員。

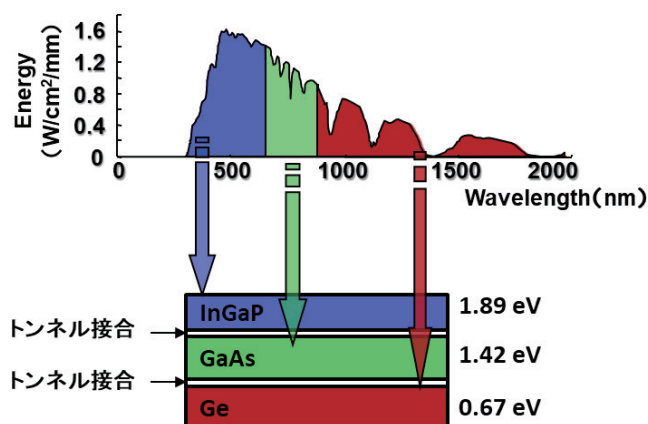


図-1 InGaP/GaAs/Ge3接合太陽電池

【図表について】 電子ジャーナルサイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。 <https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai-char/ja/>