

格子不整合系逆成長3接合太陽電池を構成するサブセルにおける電流出力の放射線耐性の比較

Comparison of Radiation Response of Generation Current of Component Subcells in IMM Triple-Junction Solar Cells

宇宙機構¹, シャープ², 原子力機構³ 住田泰史¹, 今泉 充¹, 大島 武²

JAXA¹, SHARP², JAEA³ Taishi Sumita¹, Mitsuru Imaizumi¹ and Takeshi Ohshima³

E-mail: imaizumi.mitsuru@jaxa.jp

1. 背景

シャープとJAXAは、次世代の宇宙用太陽電池として InGaP/GaAs/InGaAs 構造を有する格子不整合型逆方向成長3接合 (IMM3J) 太陽電池を開発した。この太陽電池は、現在の InGaP/GaAs/Ge 型格子整合系宇宙用3接合太陽電池 (変換効率 30%弱) よりも高効率 (同 32%) を実現している。このセルは構造上必然的に基板を取り除くために薄膜型となり、宇宙用として好ましい軽量化とフレキシブル化を可能にした。このセルの放射線劣化特性を理解するにあたり、各構成サブセルすなわち InGaP, GaAs, InGaAs セルの放射線劣化特性が必要となる。InGaP および GaAs については現3接合セルと同一であるため既知であるが、InGaAs についてはこれまで十分明らかにはされていない。そこで我々は、これら3種類のセルの放射線耐性の比較を行った。今回は、電流出力の劣化について解析した結果を報告する。

2. 実験

InGaP (In 混晶比 50%), GaAs, InGaAs (In 混晶比 20%) の3種類のセルについて、IMM3J セル中のサブセルよりも光吸収層厚の厚い単一接合セルを作製した。これは放射線による少数キャリア拡散長減少の影響をより明確にするためである。それぞれのセルに陽子線ないし電子線を原子力機構高崎量子応用研究所にて照射した。照射試験前後に光電流-電圧特性および外部量子効率 (EQE) を測定し、その変化より劣化率を求めた。得られた劣化特性に対し、非イオン化エネルギー損失 (NIEL) を用いて陽子線と電子線の変位損傷ドーズ量 (DDD) を求め、電子と陽子による劣化の直接比較を行った。さらに、EQE の劣化より、電流出力の劣化に対する拡散長減少の影響を3種類のセルについて比較した。

3. 結果

図 1 に、3 種類の単一接合セルの1MeV 電子線照射による EQE の変化を示す。InGaP, GaAs, InGaAs の順に、拡散長の劣化を示す長波長領域の EQE 低下が顕著になっている。EQE より求めた短絡電流値の保存率 (照射前初期値との比) の比較では、3 種のセル間で耐性の差は顕著ではない。しかし、IMM3J のサブセルの感度領域にあたる長波長領域の EQE より求めた出力電流値の保存率の比較においては、InGaAs セルの劣化が最も大きいことが示された。従って、IMM3J セルの耐放射線性向上においては、この劣化率の差を考慮した初期電流出力比の設定が重要である。

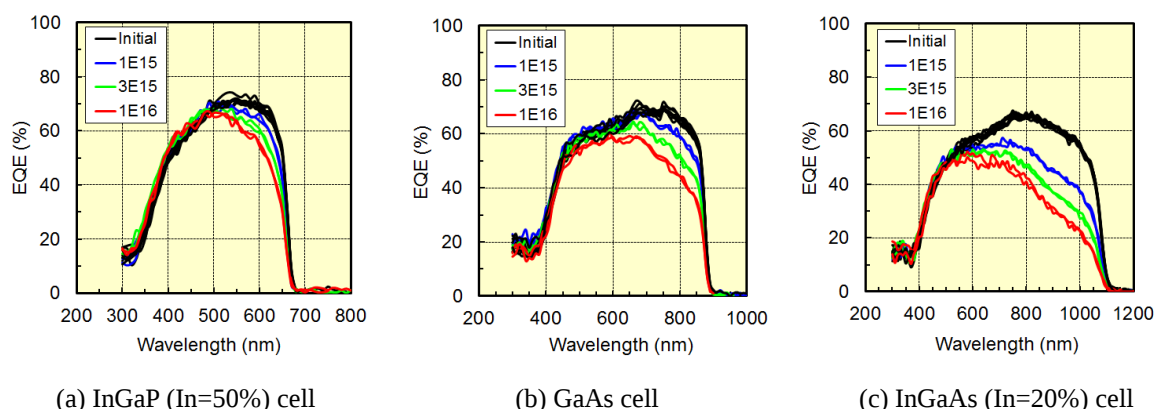


Fig. 1. Degradation characteristics of external quantum efficiency of 1J cells with subcell materials in IMM3J cells irradiated with 1MeV-electrons.