

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の電子線と陽子線 に対する放射線耐性の比較

Comparison of Radiation Response of Component Subcells in IMM Triple-Junction

Solar Cells Irradiated with Electrons and Protons

宇宙機構¹, 原子力機構² ○今泉 充¹, 中村徹哉¹, 大島 武²

JAXA¹, JAEA² Mitsuru Imaizumi¹, Tetsuya Nakamura¹, and Takeshi Ohshima²

E-mail: imaizumi.mitsuru@jaxa.jp

1. 背景

現在, 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 接合太陽電池を開発中である. この太陽電池は, 現在主流の InGaP/GaAs/Ge 型格子整合系 3 接合太陽電池 (変換効率 30% 程度) よりも高効率が期待されるほか, 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も可能という特長を持つ. この太陽電池を設計するにあたり, 各構成サブセルすなわち InGaP, GaAs, InGaAs 太陽電池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 接合太陽電池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されていない. 加えて, InGaAs は陽子線と比較して電子線に弱いと言われているが, 根拠となるデータは殆ど示されていない. そこで我々は, 前記 3 種類の太陽電池の放射線耐性の比較を行った.

2. 実験

InGaP (In 混晶比 50%), GaAs, InGaAs (In 混晶比 20%) の単純 p/n 構造単一接合太陽電池を作製し, それぞれに 10MeV 陽子線および 1MeV 電子線を照射した. これら照射試験は原子力機構高崎量子応用研究所にて実施している. 光 IV 特性は, 照射試験中に放射線照射を中断し, 照射チャンバ中で AM0 光を照射しその場測定を行って取得し, 後に温度補正を加えた. 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 10MeV 陽子線と 1MeV 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試みた.

3. 結果と考察

図 1 に, 3 種類の単一接合太陽電池の短絡電流 (I_{sc}) の保存率 (初期値に対する比) で表した, 10MeV 陽子線および 1MeV 電子線による劣化の DDD プロットを示す. InGaP は最も優れた耐放射線性を示している. GaAs が次に耐性に優れるが, 低照射量領域 ($DDD < 1 \times 10^{11}$ MeV/g) では InGaP と同等の耐性が認められる. InGaAs の耐性は最も低い. 10MeV 陽子線と 1MeV 電子線に対する劣化を比較すると, InGaP は若干だがより電子線に強く, GaAs は有意差がない. しかし, InGaAs では電子線における劣化の方が明らかに大きい. 一方, 開放電圧の劣化においては, InGaAs は陽子線, 電子線ではほとんど差がなかったのに対し, InGaP および GaAs では陽子線での劣化が電子線より大きい傾向が確認された.

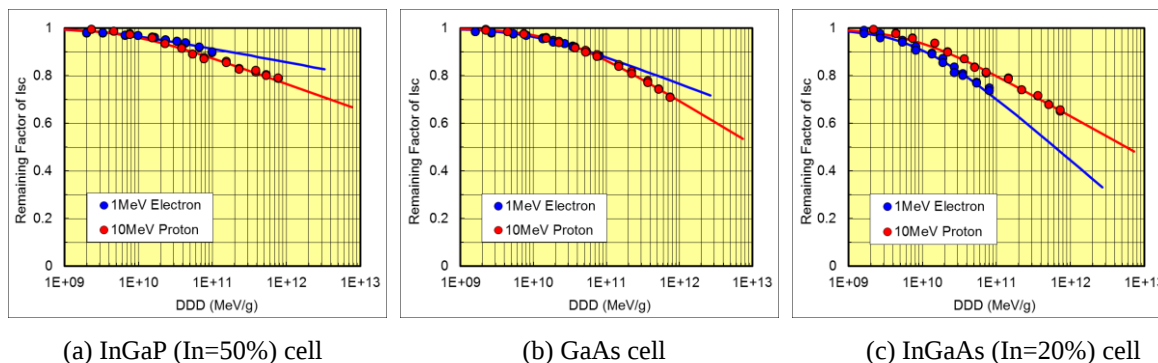


Fig. 1. Degradation characteristics of short-circuit current of 1J cells with subcell materials in IMM3J cell irradiated with 1MeV-electrons and 10MeV-protons.