

放射線検出器応用のための InGaP 太陽電池のアルファ線劣化評価 - II

Study on Radiation Degradation of an InGaP Solar Cell by Alpha-Particles -II

宇宙機構¹, 東北大金研², 量研³ ○今泉 充¹, 奥野泰希², 佐藤真一郎³, 大島 武³JAXA¹, Tohoku Univ.², QST³○Mitsuru Imaizumi¹, Yasuki Okuno² Shin-ichiro Sato³ and Takeshi Ohshima³

E-mail: imaizumi.mitsuru@jaxa.jp

1. 緒言

InGaP 太陽電池は現在宇宙用太陽電池の主流である InGaP/GaAs/Ge 構造3接合太陽電池, および次世代宇宙用として開発された InGaP/GaAs/InGaAs 構造薄膜3接合太陽電池のトップサブセルとして用いられている. 我々はこの InGaP 太陽電池の原子炉内などの過酷放射線環境下における放射線検出器としての応用を提案し, 入力放射線による起電流により検出することを検討している. このような応用では, 使用中に放射線による損傷で起電流が劣化/低下し, 従って被曝量に応じた電流値の較正が必要となると予測される. この検証には, 各種放射線粒子による定量的な劣化特性の把握が重要である. そこで, 核燃料からの放射線の代表種である α 線に対する劣化率を把握するため, InGaP 太陽電池に対して複数のエネルギーの He イオンの照射を行い, その劣化特性を β 線模擬の電子線および陽子線の劣化特性と比較し, 変位損傷線量 (Displacement Damage Dose: DDD) を用いて解析を行った.

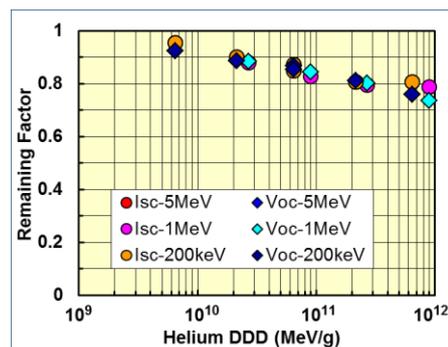
2. 実験

試料は GaAs 基板上に作製したベース層厚 1 μm の InGaP 太陽電池 (サイズ: 1 cm \times 1 cm) である. この太陽電池に対し, QST 高崎研にて α 線模擬の He イオンを照射した. エネルギーは先回報告の 5 MeV に 200 keV, 1 MeV を加えた. 劣化量の評価として, 照射前後で太陽電池としての光電流-電圧 (LIV) 特性 (AM0, 1-sun) を測定し, その変化から劣化特性を得た. また同一試料に対し, 1 および 2 MeV の電子線, 200 keV および 3 MeV の陽子線 (H イオン) 照射し, 同様に劣化特性を取得した.

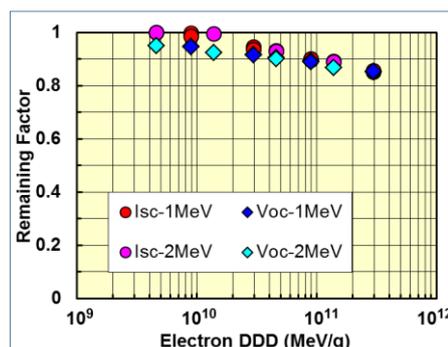
3. 結果

図 1(a)に, He イオン照射前後の LIV 特性から得た短絡電流 (Isc) および開放電圧 (Voc) の保存率 (初期値に対する比) の DDD プロットを示す. 図 1(b)および(c)はそれぞれ電子線, 陽子線による保存率の DDD プロットである. (a), (b), (c)のいずれにおいても Isc, Voc の劣化は粒子エネルギーに依らずひとつの曲線上に重なっており, DDD の有効性が確認される. 次に, これら3種の劣化曲線を, 宇宙用太陽電池に適用される統一したひとつの劣化式で表すことを試みた. その結果, 陽子の劣化を基準としてヘリウム, 電子のエネルギー補正係数 n および換算係数 R を求めることができた. これは, 出力劣化に対する較正曲線が取得されたことを意味する.

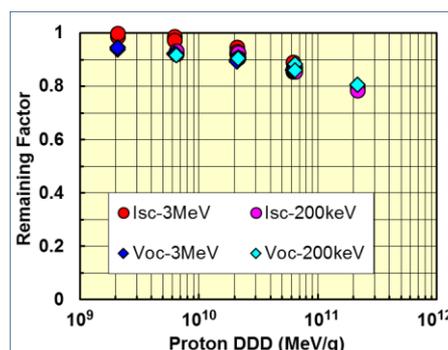
※本研究は, 文科省「英知を結集した原子力科学技術・人材育成事業」の一部として実施した.



(a) Helium ion



(b) Electron



(c) Proton (hydrogen ion)

Fig. 1. Degradation characteristics of an InGaP single-junction solar cell due to (a) helium ions, (b) electrons and (c) protons (hydrogen ions). The remaining factors of short-circuit current (Isc) and open-circuit voltage (Voc) are plotted as a function of displacement damage dose (DDD).