

ガンマ線検出器応用 InGaP 太陽電池における電子線誘起電流劣化の評価

Study on Radiation Degradation of Electron-Induced Current in an InGaP Solar Cell

Type Gamma-ray Dosimeter

三条市大¹, 宇宙機構², 理研³ ○今泉 充¹, 中村徹哉², 奥野泰希³

Sanjo City Univ.¹, JAXA², RIKEN³

○Mitsuru Imaizumi¹, Tetsuya Nakamura², Yasuki Okuno³

E-mail: imaizumi.mitsuru@sanjo-u.ac.jp

1. 緒 言

InGaP 太陽電池は耐放射線性に優れ, 宇宙用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, γ 線入射で生ずるコンプトン電子による誘起電流を信号として用いることで, InGaP 太陽電池を γ 線検出器に応用することを提案している. 用途として, 福島第1原発の廃炉作業に向けた損壊原子炉施設内における γ 線検出を検討している. しかし, この電子は電流を誘起すると同時に放射線損傷を起し, 誘起電流は劣化/低下する. 従って劣化率に応じた電流値の較正が必要となると考えられる. 一方で, この検出器を高線量施設内に常設すると, 劣化率把握・較正のための取外し作業は不可能となる. そこで, この状態で唯一測定可能である暗状態電流-電圧 (DIV) 特性により, InGaP 太陽電池素子の劣化を推定する方法を確立すべく, まず電子線損傷による電子線誘起電流 (EIC) および DIV 特性の変化を実験的に確認した.

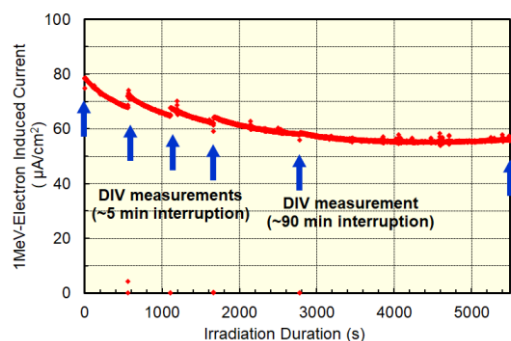
2. 実 験

試料はベース層厚 $1\ \mu\text{m}$ の InGaP 太陽電池 (サイズ: $1\ \text{cm} \times 1\ \text{cm}$) である. この太陽電池に対し, QST 高崎研にて $1\ \text{MeV}$ 電子線 (電流密度: $2.9 \times 10^{-7}\ \text{A/cm}^2$) を暗状態で照射した. 試料温度は室温成行である. 電子線照射中に EIC のその場測定を行い, その途中所定フルエンス (① 1.0×10^{15} , ② 2.0×10^{15} , ③ 3.0×10^{15} , ④ $5.0 \times 10^{15}\ \text{e}^-/\text{cm}^2$) 到達時に照射を止めて DIV 特性をその場測定した. DIV 測定+照射再開の時間は①~③が約 5 min, ④が約 90 min, 最終フルエンスは $1.0 \times 10^{16}\ \text{e}^-/\text{cm}^2$ である.

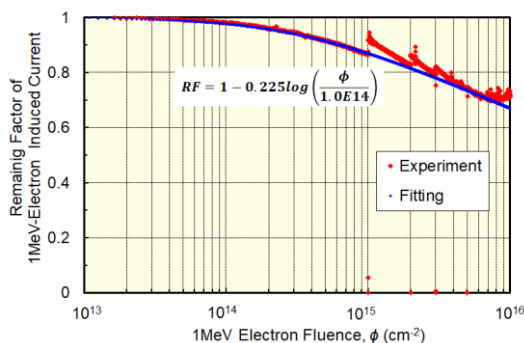
3. 結 果

図 1(a)に $1\ \text{MeV}$ 電子線照射中の EIC の時間的变化を示す. 低照射量領域 (フルエンス $\leq 3.0 \times 10^{15}\ \text{e}^-/\text{cm}^2$) にて DIV 測定のための照射中断中 (青矢印, その時間は横軸に含まず) に EIC の回復が観察された. よってこの劣化傾向には劣化と回復の両者が含まれていると考えられる. 図 1(b)は EIC の保存率 (初期値で規格化) をフルエンスでプロットしたものである. 前記回復分を無視すると, 劣化傾向は太陽電池出力の放射線劣化を表す関係式 (図中に示す) でフィッティングできる (青線) ことがわかった. 一方, 取得した DIV 特性のダイオード因子 n , 逆方向飽和電流値 I_0 には EIC の劣化との明確な関係が見られなかった. 電子線による試料温度上昇と回復がその主因と考えられる. DIV と EIC の相関化には, EIC の回復特性の把握および試料温度制御下での EIC 取得が必要と判断した.

※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) Induced current as a function of irradiation duration



(b) Remaining factor as a function of irradiation fluence

Fig. 1. Degradation tendency of $1\ \text{MeV}$ electron induced current (EIC) of the InGaP solar cell device. Figs. 1 (a) and (b) exhibit the change of EIC as a function of irradiation duration and the remaining factor of EIC as a function of fluence, respectively.