

陽子線照射による Cu(In, Ga)Se<sub>2</sub> 太陽電池の劣化および回復Improvements by heat-light soaking on proton irradiated Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub> solar cells産総研<sup>1</sup>, KEK<sup>2</sup>, 筑波大学<sup>3</sup>, NIMS<sup>4</sup> ○西永慈郎<sup>1</sup>, 外川学<sup>2</sup>,奥村宏典<sup>3</sup>, 井村将隆<sup>4</sup>, 宮原正也<sup>2</sup>, 石塚尚吾<sup>1</sup>AIST<sup>1</sup>, KEK<sup>2</sup>, Univ. of Tsukuba<sup>3</sup>, NIMS<sup>4</sup>, °Jiro Nishinaga<sup>1</sup>, Manabu Togawa<sup>2</sup>,Hironori Okumura<sup>3</sup>, Masataka Imura<sup>4</sup>, Masaya Miyahara<sup>2</sup>, Shogo Ishizuka<sup>1</sup>

E-mail: jiro.nishinaga@aist.go.jp

**はじめに**：福島第一原子力発電所(1F)の原子炉内燃料デブリ取り出しに向けて、放射線耐性の高い小型撮像素子の開発が急務となっている。CCD や CMOS などのシリコン撮像素子は放射線耐性が低く、1kGy 程度の積算線量で画質劣化が生じる。そのため、原子炉内にて利用される遠隔ロボットの利用時間はシリコン撮像素子によって大幅に制限されている。Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub> (CIGS)太陽電池は高い放射線耐性を持ち、宇宙環境下において劣化が少ないことが報告されている[1]。そこで本研究は高放射線耐性 CIGS 撮像素子の開発を目指し、1F 原子炉内 1 年間程度の積算線量 (7MGy) の陽子線照射を CIGS 太陽電池に行い、劣化および熱・光処理による回復を検証した。

**実験と結果**：青板ガラス基板上 CIGS 太陽電池 (変換効率 21%) に、70 MeV の陽子線を積算線量 2MGy ( $3 \times 10^{15}$  MeV n<sub>eq</sub>/cm<sup>2</sup>)、7 MGy ( $1 \times 10^{16}$  MeV n<sub>eq</sub>/cm<sup>2</sup>)照射した後、-15°Cにて保存し、25°Cにて太陽電池特性を評価した。その後、1 Sun の光照射下にて 95°Cの熱・光処理を 80 時間行った。CIGS 太陽電池の変換効率および短絡電流密度の保存率を図 1 に示す。陽子線照射後、変換効率は保存率 0.2 以下となるが、熱・光処理により変換効率は保存率 0.4 以上に回復する。陽子線照射後、直列抵抗の増大による FF の低下、開放電圧の低下が発生する。アクセプタ濃度を測定したところ  $10^{16}$ cm<sup>-3</sup> 程度であり、初期値と変化はないことから、報告されているように[1]、陽子線照射により CIGS 層内に再結合中心が発生し、短絡電流密度、開放電圧、FF の低下が発生すると考えられる。しかし、この再結合中心は、熱・光処理による CIGS 層内のアルカリ金属、Cu イオンの拡散によって失活し、変換効率が回復する。短絡電流密度に関して、陽子線照射後の短時間の熱・光処理によって保存率 0.8 まで回復しており、

1F 原子炉内において劣化と回復が同時に起きることが期待される。以上より CIGS は光検出器としての長期信頼性は高いといえる。

**謝辞**：本研究は TIA 連携プログラム探索推進事業「かけはし」により実施されたものである。関係各位に感謝致します。

**引用文献**：[1] S. Kawakita, M. Imaizumi, M. Yamaguchi, K. Kushiya, T. Ohshima, H. Itoh, S. Matsuda, Jpn. J. Appl. Phys. **41**, L797-L799 (2002).

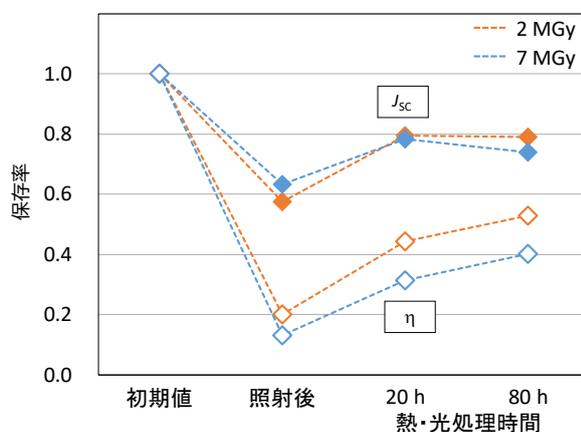


図 1. CIGS 太陽電池の変換効率・短絡電流密度