

## 耐放射線性カメラ用撮像素子のガンマ線照射効果

### Gamma Irradiation Effects of Image Sensor for Radiation-resistant Camera

武内 伴照<sup>1</sup>, 大塚 紀彰<sup>1</sup>, \*上柳 智裕<sup>2</sup>, 渡辺 恭志<sup>3</sup>, 駒野目 裕久<sup>2</sup>, 上野 俊二<sup>4</sup>, 土谷 邦彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>原子力機構, <sup>2</sup>池上通信機, <sup>3</sup>ブルックマンテクノロジー, <sup>4</sup>東京ニュークリア・サービス

耐放射線性カメラの開発の一環として、照射による画質劣化の主因と考えられる暗電流を抑制するため、構造の異なったカメラ用撮像素子を試作し、光電変換特性への影響を明らかにした。

**キーワード**：耐放射線性カメラ， $\gamma$ 線，撮像素子，トランジスタ，フォトゲート，フォトダイオード，界面準位，暗電流

### 1. 緒言

原子力発電所における監視システムの高度化の一環として、過酷事故が発生した際にも監視機能を失わない耐放射線性カメラの開発を行っている。既存カメラに対する $\gamma$ 線照射試験結果から、照射による画像劣化の主因は撮像素子内の暗電流増加であることが明らかとなった[1]。本研究では、暗電流を抑制するため、構造の異なるカメラ用撮像素子を試作し、 $\gamma$ 線環境下における暗電流及び光電変換特性を調べた。

### 2. 実験

撮像素子のトランジスタ及び光電変換部について、3トランジスタ型(3T型)でフィールドプレートを有する素子(3TPD)、同型でフォトゲートを有する素子(3TPG)及び4トランジスタ型(4T型)でフォトゲートを有する素子(4TPG)を試作した。図1に試作した撮像素子の外観例を示す。これらに対して $\gamma$ 線照射施設で70kGyまで照射し、暗電流と光電変換感度を測定した。

### 3. 結果・考察

図2に暗電流及び光電変換感度の照射量依存性を示す。照射前は、4TPGの暗電流が3TPD及び3TPGに比べて一桁小さかった。また、光電変換感度は4TPG及び3TPGが3TPDよりも2倍程度大きかった。一方、照射後は、4TPGの暗電流は急激に増加し、50kGyまでに3T型を上回るとともに、50kGy以上では飽和レベルに達した。暗電流の照射前に対する50kGy時の増加率で比較すると、4TPGは、3TPG及び3TPDよりもそれぞれ約70倍及び60倍であった。光電変換感度は、4TPGは上述の暗電流の急増によって50kGy以上では光電変換感度がほとんど無くなったが、3T型では70kGy照射後も感度をもち、3TPGのほうが3TPDよりもわずかに高かった。

これらの結果、照射前はトランジスタ構造の多い4T型が有利であるものの、照射下では、トランジスタ構造の少ない3T型のほうが、照射による暗電流の発生個所が少ないことから有利であり、厚い酸化膜を持つフィールドプレート型よりも、酸化膜の薄いフォトゲート型のほうが、照射による界面準位増大を抑制でき、暗電流を軽減できることが分かった。その結果、最も耐放性の高い3TPGでは、70kGy照射後も十分な性能が維持された。

なお、本研究は、経済産業省資源エネルギー庁からの受託事業として実施している「発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業(特殊環境下で使用可能な監視システム高度化)」の成果である。

### 参考文献

[1] T. Takeuchi et al., Proc. 6th International Symp. on Material Testing Reactors (2013).

Tomoaki Takeuchi<sup>1</sup>, Noriaki Otsuka<sup>1</sup>, \*Tomohiro Kamiyanagi<sup>2</sup>, Takashi Watanabe<sup>3</sup>, Hirohisa Komanome<sup>2</sup>, Shunji Ueno<sup>4</sup>, Kunihiro Tsuchiya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency, <sup>2</sup>Brookman Technology, Inc., <sup>3</sup>Ikegami Tsushinki Co., Ltd., <sup>4</sup>Tokyo Nuclear Services Co., Ltd.

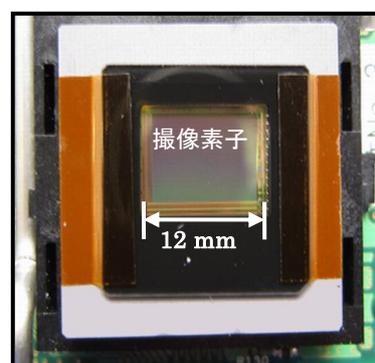


図1. 試作した撮像素子の外観

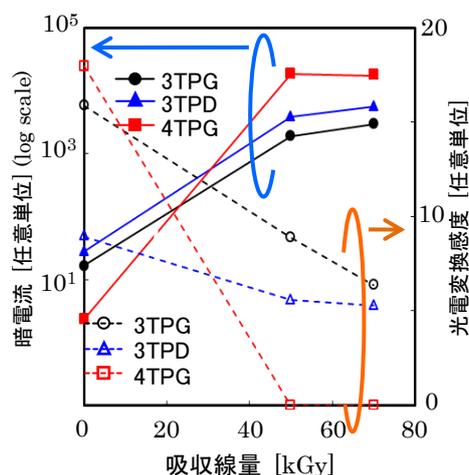


図2. (a)暗電流と(b)光電変換感度の吸収線量依存性。