


課題名	微小真空冷陰極アレイを用いた高い放射線耐性を持つ 小型軽量撮像素子の開発			
参画機関	京都大学 産業技術総合研究所 静岡大学 木更津工業高等専門学校			
事業規模	期間	平成25～27年度	総額	94百万円
<p><b>【研究代表者】</b> 後藤 康仁 京都大学 准教授 (大学院工学研究科電子工学専攻)</p>				
<p><b>【研究概要】</b> 福島第一原子力発電所の廃炉作業において、燃料デブリを取り出すために、高い線量率の放射線が存在する場所で動作できる撮像素子が必要となっています。高い耐放射線性能を持つ真空管方式の撮像素子における電子銃の代わりに、面状に配置した微小真空冷陰極(FEA)を用いることで、撮像素子を小型軽量化することを試みました。従来難しかった FEA から放出される電子ビームの集束を新しい構造の静電レンズを用いて実現するとともに、テルル化カドミウムを用いた光ダイオードに二次電子放出比抑制膜を形成した光電変換膜も開発しました。 これまで FEA や光電変換膜の耐放射線性能は詳しく調べられていなかったため、今回のプロジェクトにおいてこれらの耐放射線性能を調べました。FEA と光電変換膜については 1.2 MGy 程度までガンマ線照射を行っても素子の特性に変化が見られないことを確認しました。また、FEA とメッシュ、光電変換膜からなる模擬撮像管を試作し、ガンマ線照射前後において、光信号の検出が可能であることを示しました。 このほかガンマ線照射下においても微小真空冷陰極が 1 kGy/h 程度の線量率までであれば問題なく動作することを示すとともに、ガンマ線照射に伴う光電変換膜で生成する光電流の測定等、ガンマ線照射下における撮像のために必要なデータの蓄積を行いました。</p>				
<p><b>【その後の取り組み】</b> このプロジェクトで開発した面状の微細な真空冷陰極をさらに小型化し、上記で述べた静電レンズのみの電子ビーム集束で像を得ることができることを確認しました。今後はガンマ線照射下における撮像特性を確認する予定です。カメラに仕上げるための駆動回路の開発を行うことにしています。</p>				

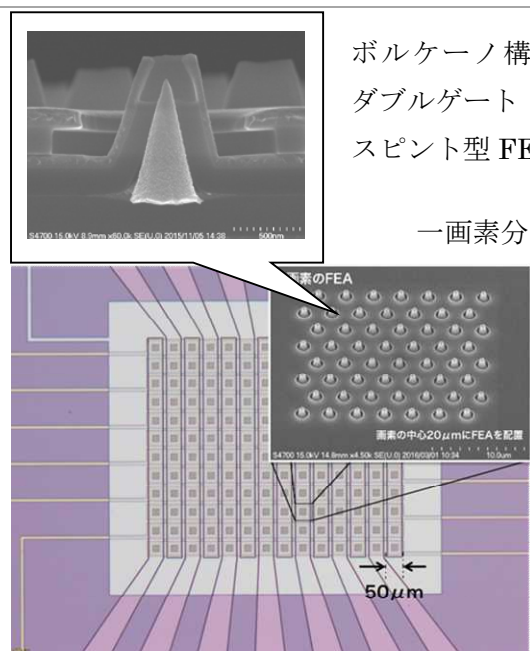


図1 電子ビームの静電集束を可能にしたマトリックス駆動 FEA 新しい構造のフォーカス電極の導入により、発散電子ビームの集束が可能となりました。



図3 開発した FEA・光電変換膜を用いた模擬撮像管  
真空封止した模擬撮像素子を用いてガンマ線照射前後の光検出特性の評価を行いました。

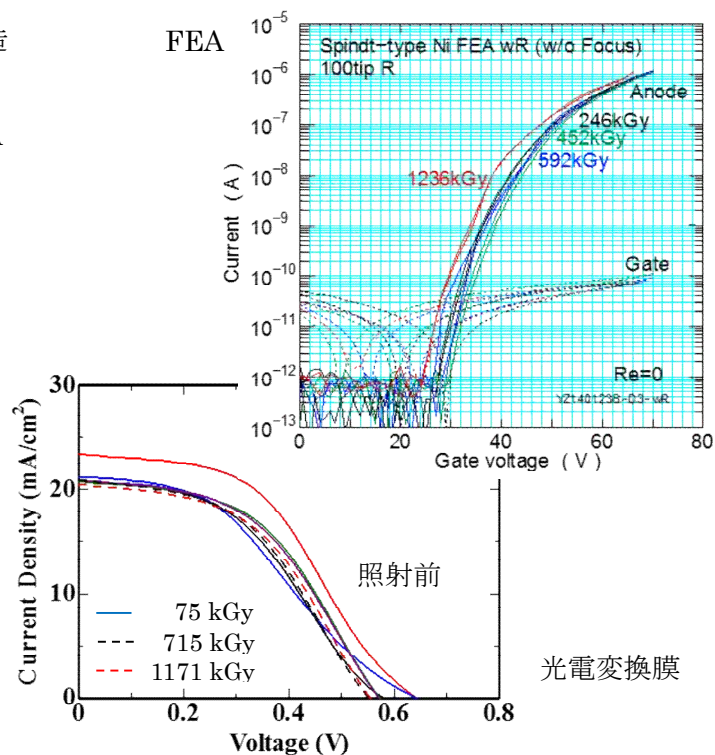


図2 FEA および光電変換膜耐放射線性能  
1.2 MGy を超える線量の  $^{60}\text{Co}$  照射においても素子の特性劣化は見られませんでした。

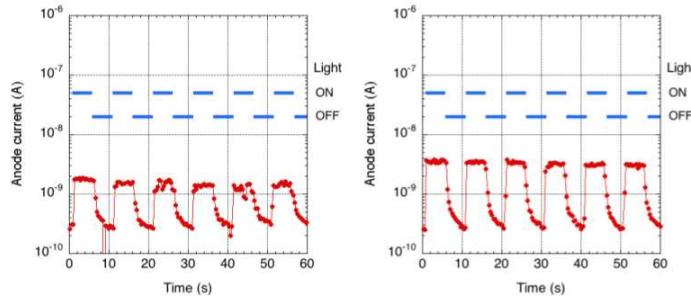


図4 模擬撮像管へのガンマ線照射前後の光検出特性  
1 MGy の  $^{60}\text{Co}$  ガンマ線照射前後においても光信号検出が可能なことを示しました。

代表的な  
特許、論文  
受賞など

【出願特許】

1. 特願 2016-095617, 「撮像素子およびカメラ」、出願人 国立大学法人京都大学
2. 特願 2016-071332, 「電界放出素子および電界放出素子を備える装置」、出願人 国立研究開発法人産業技術総合研究所

【発表論文等】

1. Y. Gotoh, H. Tsuji, M. Nagao, T. Masuzawa, Y. Neo, H. Mimura, T. Okamoto, N. Sato, M. Akiyoshi, I. Takagi, The 29th International Vacuum Nanoelectronics Conference, IVNC2016, Vancouver, Canada, 2016, pp.20-21.
2. T. Masuzawa, Y. Neo, T. Okamoto, M. Nagao, Y. Gotoh, M. Akiyoshi, N. Sato, I. Takagi, H. Mimura, The 29th International Vacuum Nanoelectronics Conference, IVNC2016, Vancouver, Canada, 2016, pp.115-116.
3. M. Nagao, Y. Gotoh, Y. Neo and H. Mimura, J. Vac. Sci. Technol. B **34** (2016) 02G108/1-6.
4. T. Okamoto, T. Igari, Y. Gotoh, N. Sato, M. Akiyoshi, and I. Takagi, Physica Status Solidi C **13** (2016) 635-638.

【受賞】

1. M. Nagao, Best Poster Award, The 28th International Vacuum Nanoelectronics Conference, IVNC2015, Guangzhou, P. R. China, 2015.