

Ce: Gd₂Si₂O₇ シンチレータ単結晶の高品質化とガンマ線応答

Improving Ce: Gd₂Si₂O₇ scintillator single crystals and gamma-ray response

株式会社オキサイド, [○]長尾勝彦, 竹川俊二, 石橋浩之

Oxide Corporation, [○]Katsuhiko Nagao, Shunji Takekawa, Hiroyuki Ishibashi

E-mail: nagao@opt-oxide.com

シンチレータは放射線を受けて紫外～可視光を発する材料の総称であり、光検出器と組み合わせて放射線検出に用いられる。シンチレータに求められる性能は用途により異なるが、地下資源探査の γ 線検層では、200°Cを超える高温環境下で行われることがあるためその温度領域においても十分な検出効率を示すことが要求される。そのため我々は Ce: GPS (Ce 2.5mol%, gadolinium pyro-silicate, Gd₂Si₂O₇)単結晶の開発を行っている。この結晶は 250°Cにおいても発光量低下がほばないため冷却が不要で、更に Ce: GSO (Ce 1.0mol%, Gd₂SiO₅)の約 3 倍の発光量(室温)を示すことが報告されている^[1]。しかし Ce: GSO は分解溶融化合物であり、SiO₂ 過剰の溶液から育成する必要がある。育成が進むにつれて成長界面の SiO₂ 濃度が大きくなるためそれが結晶内に介在物として入りやすく、5mm x 5mm x 5mm 大程度しか透明な素子を得ることができていなかった。

そこで我々は Ce: GPS 単結晶の育成を Czochralski 法で行う際に、引上軸を 60rpm で高速回転させ、育成界面付近の過剰な SiO₂ を強制的に攪拌することを試みた。原料の仕込組成は希土類酸化物と SiO₂ のモル比が 32.0 : 68.0 になるようにした。Fig.1 に育成した Ce: GPS 単結晶の写真を示す。育成開始直後はフラットな{100}面が見えるが、引上距離 20mm 付近で直径が大きく広がり始め、結晶全体がねじれていった。そのため結晶の外側部分は多結晶化している部分があるものの、中心の 15mm x 20mm x 25mm の部分は介在物やクラックがなく透明であった。この部分から $\phi 0.5'' \times 0.5''$ の円柱を切り出し、N₂ 雰囲気アニールしたのち全面を鏡面研磨して Fig.2 のような Ce: GPS 素子を作製した。Fig.3 に ¹³⁷Cs からの 662keV の γ 線に対するパルス波高スペクトルを示す。今回作製した Ce: GPS 素子は室温では対 Ce: GSO 素子で 5.0 倍の発光量を示した上、エネルギー分解能は 4.4%であった。従来^{[1] [2] [3]}よりも大型の Ce: GPS 透明素子を得ることができただけでなく、発光特性も改善することができた。これにより介在物の抑制が Ce: GPS の性能向上に重要であることがわかった。



Fig.1
Ce: GPS ingot

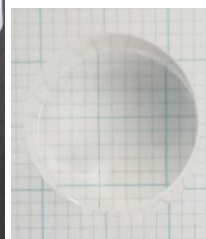


Fig.2
 $\phi 0.5'' \times 0.5''$
Ce: GPS

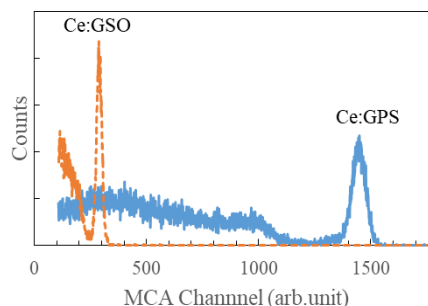


Fig.3 pulse-height spectra
of 662keV γ -rays

[1] 石橋浩之他: 特許第 6303146 号.

[2] S. Kawamura, *et al.*, IEEE Trans. Nucl. Sci., **56** (2009) 328.

[3] Y. Tsubota, *et al.*, Nucl. Sci. Symp. Med. Imag. Conf., (2011)1923.