

Gd₂Si₂O₇:Ce 多結晶における粒成長とその対 α 線シンチレーション特性Grain growth in Gd₂Si₂O₇:Ce polycrystals and their scintillation properties for α -particles

北大院工¹, 日立化成² 西方 真美¹, °樋口 幹雄¹, 植田 あき¹, 坪田 陽一¹,
金子 純一¹, 石橋 浩之², 忠永 清治¹

Hokkaido Univ.¹, Hitachi Chemical Co., Ltd.², Mami Nishikata¹, °Mikio Higuchi¹, Aki Ueda¹,
Youichi Tsubota¹, Junichi H. Kaneko¹, Hiroyuki Ishibashi², Kiyoharu Tadanaga¹

E-mail: hig@eng.hokudai.ac.jp

【はじめに】 α 線ダストモニタ用材料として, エネルギー分解能が高く, 耐久性もある Gd₂Si₂O₇:Ce (GPS:Ce) シンチレータが期待されている. このデバイスには大面積の材料が必要であるが, GPS は分解溶解するため大型単結晶の育成技術は確立していない. 本研究では, SiO₂をセルフフラックスとした液相焼結により粒成長させた GPS 多結晶体を 100 μ m の厚さに研削することにより透光性を発現させた薄板を作製し, その対 α 線シンチレーション特性を評価した.

【実験方法】Gd₂O₃, SiO₂, CeO₂の各酸化物粉末を出発原料として(Gd_{0.975}Ce_{0.025})₂Si₂O₇となるように秤量し, 遊星型ボールミル(ポットおよびボール:メノウまたは PSZ 製)を用いて湿式混合した. PSZ を用いた場合には GPS:Ce に対して 8 mol%過剰の SiO₂を添加した. 一方, メノウの場合には同程度の過剰 SiO₂が粉碎媒体の摩耗により混入する. 空气中 1700 °C で 10 h 仮焼した焼成体を粉碎し, <40 μ m にふるい分け後, ペレット状に成形した. 焼結は空气中 1690 °C で 100 h おこなった. 焼結体を窒素中でアニールした後, エポキシ樹脂に含浸し, 硬化体を 100 μ m まで研削した. このように作製した薄板について, ²⁴¹Am を線源とした対 α 線シンチレーション特性を測定した.

【結果と考察】得られた焼結体の微構造を Fig. 1 に示す. メノウ製のポットとボールを用いた遊星型ボールミル混合によって作製した焼結体は 20 μ m から 100 μ m 程度の粒子で構成されており, 粒成長は進行しているが粒度分布は不均一であった. 一方, 混合に PSZ 製のポットとボールを用いた場合には, 焼結において顕著な粒成長は見られなかったが, 粒径は 10-20 μ m で比較的均一であった. これらの焼結体を用いて作製した透光性薄板の対 α 線シンチレーション特性を Fig. 2 に示す. 混合にメノウ製のボールとポットを用いた薄板の 400 nm での全透過率は 53 %, エネルギー分解能は 15.3 %, 集光強度は GPS 単結晶の 78 %であり, PSZ 製のボールとポットを用いた場合には, 全透過率(@400 nm)は 50 %, エネルギー分解能は 14.5 %, 集光強度は GPS 単結晶の 48 %となった. PSZ 製のポットとボールを用いて混合した試料は全透過率がメノウを用いた場合とほぼ同等であるにもかかわらず, 集光強度は小さくなっている. Zr の GPS:Ce 結晶相への固溶は EDS 分析および格子定数の測定結果からも確かめられており, 混合の段階で混入する Zr が発光量を低下させる可能性を示唆している. しかしながら, エネルギー分解能は優れており, 焼結体組織の均一性がエネルギー分解能の向上に寄与すると考えられる.

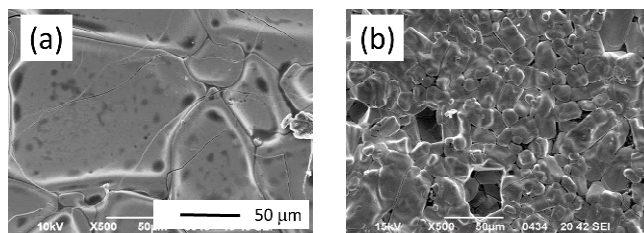


Fig. 1. Microstructures of the GPS:Ce sintered compacts mixed by using an agate pot and balls made of agate (a) and PSZ (b).

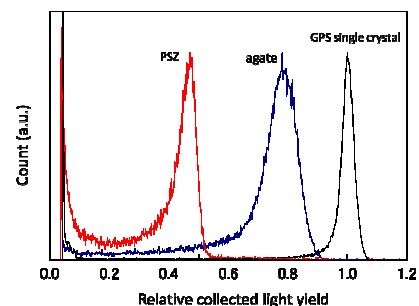


Fig. 2. Pulse height spectra of the translucent polycrystalline GPS:Ce thin plates for 5.5 MeV α -particle irradiation using ²⁴¹Am source.