

近赤外発光を示す希土類添加 $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ 単結晶の X 線誘起蛍光特性

X-ray-induced luminescence properties of rare-earth-doped $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ single crystals emitting near-infrared photons

奈良先端大, °岡崎 魁, 中内 大介, 福嶋 宏之, 加藤 匠, 河口 範明, 柳田 健之

NAIST, °Kai Okazaki, Daisuke Nakauchi, Hiroyuki Fukushima, Takumi Kato,

Noriaki Kawaguchi, Takayuki Yanagida

E-mail: okazaki.kai.of0@ms.naist.jp

シンチレータは電離放射線のエネルギーを吸収し、即時に発光を示す蛍光体である。光検出器と組み合わせて放射線検出器として利用されており、応用先は医療、セキュリティ、石油探査等多岐に渡る。これまで主に母結晶の内在発光や Ti^{4+} の s-p 遷移、 Ce^{3+} の 5d-4f 許容遷移を利用した紫外可視発光シンチレータが開発されてきた [1] が、近年 Pr、Nd、Er、Tm、Yb 等の一部の希土類 (RE) の 4f-4f 禁制遷移を利用した近赤外発光シンチレータの開発が注目を集め始めている。本研究では高い密度と大きい実効原子番号を有し電離放射線との相互作用断面積が大きい $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ (BGO) を母結晶とし、近赤外発光中心となる RE を賦活してそのフォトルミネッセンス (PL) およびシンチレーション特性を評価した。

Figure 1 に 1% の RE を添加した BGO 単結晶の X 線誘起シンチレーションスペクトルを示す。全てのサンプルで 500 nm 付近に母材由来のブロードな発光が観測された [1]。加えて 500–1600 nm にかけてシャープな発光が観測され、これらは賦活した RE イオンに起因すると考えられる。Figure 2 に X 線照射線量率に対する近赤外域の信号強度の関係を示す。全てのサンプルは良好な直線性を示し、Er および Yb 添加サンプルで 6 mGy/h まで線形な応答を示した。これは既報で報告されている線形な応答を保つ最低線量率と同等の値である [2]。本講演では可視-近赤外域の PL およびシンチレーション特性の包括的な評価結果とその添加濃度依存性を報告する。

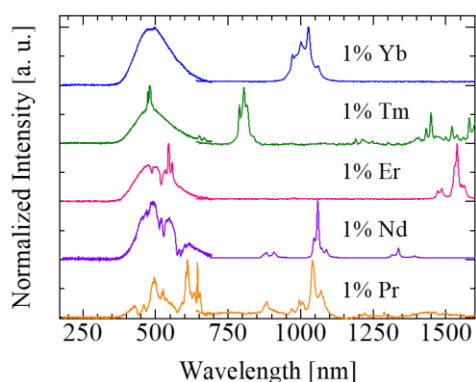


Figure 1. X-ray-induced scintillation spectra of 1% RE-doped BGO.

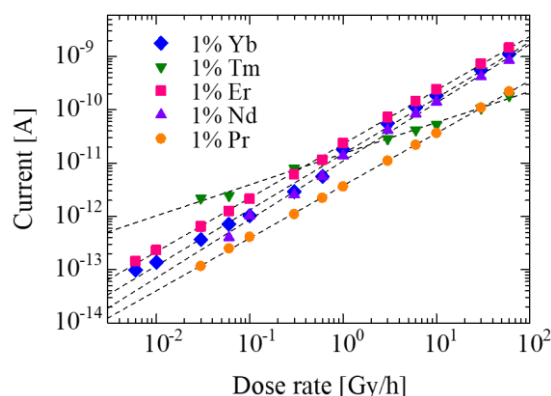


Figure 2. X-ray irradiated dose rate response properties of 1% RE-doped BGO.

[1] C. W. E. van Eijk., Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A. 460 (2001) 1.

[2] M. Akatsuka et al., Sens. Mater. 34 (2022) 619.