

様 式 C - 7 - 1

令和 2 年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）実績報告書（研究実績報告書）

所属研究機関名称		奈良先端科学技術大学院大学	機関番号	1 4 6 0 3
研究 代表者	部局	先端科学技術研究科		
	職	特別研究員(DC1)		
	氏名	福嶋 宏之		

1．研究種目名

特別研究員奨励費

2．課題番号

20J23226

3．研究課題名

新規酸化ハフニウム系単結晶シンチレータの開発

4．研究期間

令和 2 年度～令和 4 年度

5．領域番号・区分

-

6．研究実績の概要

本研究では酸化ハフニウム系材料の1つであるCaHfO3の単結晶育成を行い、そのシンチレーション特性評価を行った。CaHfO3の密度は高く、実効原子番号も大きい
ためX・γ線検出用シンチレータとして有力な候補であるが、一方で融点が2400度程度と非常に高いため、これまで単結晶育成報告が無かった。通常の単結晶育成
装置では最高温度2100度程度までしか上昇できないが、高出力のキセノンアークランプを4基搭載したフローティングゾーン法では最高温度3000度まで上昇可能で
あるため、高融点材料であるCaHfO3の単結晶育成が可能となった。初めに育成条件の確立のために無添加サンプルを作製した。その結果原料粉末として使用する
酸化カルシウムを化学量論組成から10%増加させることで安定して単結晶が得られることが判明した。これは酸化カルシウムが高温で揮発するためであると考えら
れる。この育成条件の元で発光中心としてCeを0.3、1、3%添加したサンプルを作製した。いずれも無色透明なサンプルが得られ、粉末X線回折（XRD）の測定結果
でも単相のCaHfO3が得られたことを確認した。Ce添加CaHfO3単結晶では430 nm付近にブロードなピークが観測され、その減衰時定数は25 ns程度であったため、こ
れはCe3+の5d-4f遷移由来の発光であると考えられる。シンチレーション発光量を定量的に算出した結果では、3%Ce添加サンプルがおよそ8900 photons/MeV程度と
高い発光量を示した。この値は現在実用化されているBi4Ge3O12（BGO）単結晶よりも高い値である。加えて減衰時定数も25 ns程度とBGO単結晶の減衰時定数であ
る300 nsよりも高速であるため、BGO単結晶のシンチレーション特性を凌駕する結果が得られた。

7．キーワード

シンチレータ 単結晶 酸化ハフニウム フォトルミネッセンス

8．現在までの進捗状況

区分

(2) おおむね順調に進展している。

理由

本研究ではCe添加CaHfO3単結晶は実用されているBGO単結晶よりも発光量が高く、蛍光寿命も短いため、新規X・γ線検出用シンチレータの候補として有望である
ことを見出したため。

2 版

9. 今後の研究の推進方策

CaHfO₃よりも密度が高いSrHfO₃やBaHfO₃は更なるX・γ線検出効率の向上が期待される。Ce添加SrHfO₃及びBaHfO₃に関しては透明セラミックスにおけるシンチレーション特性報告が行われているが、単結晶における評価はまだない。初めに無添加材料において育成条件を確立し、その後Ceなどの発光中心元素を添加して単結晶育成を行う。現在は発光中心元素としてCeのみを添加しているが、今後は他の発光中心元素も検討し、高発光量を示す材料を探索する予定である。

10. 研究発表（令和2年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著論文 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Fukushima Hiroyuki, Nakauchi Daisuke, Kato Takumi, Kawaguchi Noriaki, Yanagida Takayuki	4. 巻 133
2. 論文標題 Scintillation and thermally-stimulated luminescence properties of Tm-doped CaHfO ₃ crystals	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Radiation Measurements	6. 最初と最後の頁 106280 ~ 106280
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.radmeas.2020.106280	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukushima Hiroyuki, Nakauchi Daisuke, Kato Takumi, Kawaguchi Noriaki, Yanagida Takayuki	4. 巻 223
2. 論文標題 Scintillation and luminescence properties of undoped and europium-doped CaZrO ₃ crystals	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Luminescence	6. 最初と最後の頁 117231 ~ 117231
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jlumin.2020.117231	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukushima Hiroyuki, Nakauchi Daisuke, Kato Takumi, Koshimizu Masanori, Kawaguchi Noriaki, Yanagida Takayuki	4. 巻 110
2. 論文標題 Photoluminescence and scintillation properties of Ce-doped SrLu ₂ O ₄ single crystals	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Solid State Sciences	6. 最初と最後の頁 106471 ~ 106471
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.solidstatesciences.2020.106471	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukushima Hiroyuki、Nakauchi Daisuke、Kato Takumi、Kawaguchi Noriaki、Yanagida Takayuki	4. 巻 238
2. 論文標題 Photoluminescence and scintillation properties of Ce-doped SrY2O4 single crystals	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Optik	6. 最初と最後の頁 166789 ~ 166789
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijleo.2021.166789	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 福島宏之, 中内大介, 加藤匠, 河口範明, 柳田健之
2. 発表標題 CaHfO3の単結晶育成及びシンチレーション特性評価
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

1 1. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

計0件 (うち出願0件 / うち取得0件)

1 2. 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

1 3. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

-

1 4. 備考

-