

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	赤塚 雅紀		

1. 研究種目名

特別研究員奨励費

2. 課題番号

19J22402

3. 研究課題名

高線量場計測を目指した近赤外発光シンチレータの開発

4. 研究期間

令和元年度～令和 3 年度

5. 領域番号・区分

—

6. 研究実績の概要

本研究では高線量場計測応用を想定した新規近赤外発光シンチレータの開発を目的とする。今年度は以下の二点について研究を行った。

- ・近赤外発光シンチレータの放射線検出器特性を評価する測定システムの組み立て
- ・これまで直接サンプルに照射した放射線量と発光強度の関係を1 mGyから10 Gyの範囲で測定していた。この測定系では最大で10分間サンプルに放射線を当て続ける必要があり、高線量場計測を想定すると数秒という短時間で計測を完了させる必要がある。そこで1時間辺りの線量率を10秒で計測できる測定システムを立ち上げた。サンプルに放射線を照射した際のシンチレーション光を、光ファイバを経由してInGaAsフォトダイオードで検出し、その際に流れる電流値を測定する。各々の照射線量に対する電流値を測定することで線量率応答特性の評価を行う。この測定系はシンチレーション光を分光しないため、より多くの近赤外光子がInGaAsフォトダイオードに届くため、感度が既存の計測系より高いことが期待できる。
- ・近赤外発光シンチレータの作製と評価

作製するサンプルは光学的バンドギャップが低く、励起される電子の数が増え、発光効率が高くなることが期待できるバナジウム複合酸化物単結晶に着目した。GdVO4をホストとして、近赤外域で高い発光効率が期待できる発光中心として様々な濃度でNdを添加した単結晶を作製し近赤外発光シンチレータとしての特性を測定した。放射線検出器としてのデバイス特性は6 mGy/hから60 Gy/hの線量率範囲で良好な線形性を確認した。

7. キーワード

シンチレータ 近赤外 単結晶 高線量

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

本研究は高線量場計測を想定した新規近赤外発光シンチレータの開発を目的としている。これまでレーザー分野などで盛んに研究が行われているペロブスカイト複合酸化物やバナジウム複合酸化物に着目し、近赤外域で高い発光効率を有する単結晶シンチレータの材料探索を行ってきた。また実際の高線量場計測を想定して1時間辺りの線量率を10秒で計測できる測定システムを立ち上げた。この計測系を用いてこれまでに作製したサンプルの近赤外シンチレータとしてのデバイス特性を測定したところ6 mGy/h~60 Gy/hの範囲で線量率の計測に成功した。

3 版

9. 今後の研究の推進方策

技術面における当初の目標は1 mGy~10 Gy/hの範囲で線量率が計測可能な近赤外発光シンチレータの開発なので、更に低い線量率まで測定可能にするため、引き続きホストとなる単結晶の材料探索や発光中心の最適化、測定システムの改良を行っていく。また学術的な観点からは、三年間における研究を通じ、実際に作製した化合物数分の科学・物理的データを蓄積し、化学組成と光物性及び放射線応答特性についての相関性や規則性を考察する。これまで複合ペロブスカイト構造を持つ単結晶やバナジウム酸化物単結晶を母材とした近赤外発光シンチレータを作製してきたので、それらのシンチレーション特性の傾向をまとめ、今後の近赤外シンチレータの設計において参考になるような指標の可能性までを示し、自身の論文としてまとめる。

10. 研究発表（令和2年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件／うち国際共著論文 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 M. Akatsuka, G. Okada, D. Nakauchi, T. Kato, N. Kawaguchi, T. Yanagida	4. 巻 94
2. 論文標題 Scintillation properties of GdAlO ₃ crystals doped with different concentrations of tm	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Luminescence	6. 最初と最後の頁 117610
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jlumin.2020.117610	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 M. Akatsuka, H. Kimura, D. Onoda, D. Shiratori, D. Nakauchi, T. Kato, N. Kawaguchi, T. Yanagida	4. 巻 -
2. 論文標題 X-ray-induced luminescence properties of Nd-doped GdVO ₄	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 —

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 赤塚雅紀, Kantupim Prom, 中内大介, 加藤匠, 河口範明, 柳田健之
2. 発表標題 近赤外光を発するNd 添加Gd ₂ O ₃ -CaO-SiO ₂ -B ₂ O ₃ ガラスシンチレータの開発
3. 学会等名 第81回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 赤塚雅紀, Kantupim Prom, 中内大介, 加藤匠, 河口範明, 柳田健之
2. 発表標題 Ndを添加したケイ酸塩ガラスの放射線検出特性
3. 学会等名 第40回電子材料研究討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 赤塚雅紀, Kantupim Prom, 中内大介, 加藤匠, 河口範明, 柳田健之
2. 発表標題 Nd添加Gd203-CaO-SiO2-B2O3ガラスの近赤外シンチレーション特性
3. 学会等名 日本セラミックス協会 第33回秋季シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 赤塚雅紀, 中内大介, 加藤匠, 河口範明, 柳田健之
2. 発表標題 Floating Zone 法により作製したNd添加GdV04単結晶の近赤外シンチレーション特性
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

1. 発表者名 赤塚雅紀, 中内大介, 加藤匠, 河口範明, 柳田健之
2. 発表標題 Nd添加LaV04単結晶のシンチレーション特性におけるNd濃度依存性
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

3 版

1. 発表者名 赤塚雅紀, 中内大介, 加藤匠, 河口範明, 柳田健之
2. 発表標題 Ce添加Gd203-Ga203-SiO2-B203ガラスの光学及びシンチレーション特性
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

—