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	14603
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	白鳥 大毅		

1. 研究種目名 特別研究員奨励費 2. 課題番号 20J23225

3. 研究課題名 フローティングゾーン炉を用いた新規高融点ガラスの作製とその放射線誘起蛍光特性評価

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

母材レベルでHfO₂を含有したSiO₂系ガラスを溶融プロセスを経て作製することに成功した。ランタノイドや第6周期元素等からなる重元素酸化物を多量に含有したガラスは作製難易度の高さから研究例が少なく、特にHfO₂を高濃度に含むガラスの報告例はゾルゲル法によるものみに留まる。我々は単結晶育成に用いられるフローティングゾーン炉をガラス作製に応用することで幅広い材料探索の実現可能性を見出した。本ガラス作製技術は新規ガラス材料探索を行う上で重要な技術となり得る。

・ガラス形成範囲の探索 3元系組成HfO₂-Al₂O₃-SiO₂についてガラス形成範囲の探索を行った。ガラス化は10HfO₂-xAl₂O₃-(90-x)SiO₂ (x = 10 - 30)の一部組成でのみ認められた。また、HfO₂-SiO₂系においてはガラス化しないことがわかった。本組成において、中間酸化物に分類されるAl₂O₃の存在はガラス化に重要な要素であることが示唆された。

・発光特性 一般に蛍光体材料には発光中心となり得る元素が微量添加されている。ここではガラス化した組成にCeとSnを発光中心として添加し、その発光特性を評価した。Snを添加した試料では特に、蛍光量子収率が80%を上回る高い発光効率を示し、ガラス蛍光体として有望であることが明らかとなった。X線照射時のシンチレーション特性においては、²⁴¹Amのアルファ線を用いたパルス波高スペクトル解析により、2700 ph/5.5MeV程度の発光量を示すことがわかった。本研究で開発されたガラスは、Xおよび線に対して高感度な新規放射線検出ガラスとして有望である一方、発光量に関しては未だ改良の余地が残る。

7. キーワード

ガラスシンチレータ 酸化物ガラス フローティングゾーン炉 蛍光体 重元素ガラス ガラス化範囲

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
当初検討予定であった2元系ではガラス化が認められなかったが、Al₂O₃を含む3元系での検討により一部の組成でガラス化することがわかった。これを踏まえ、現在までにHfO₂-Al₂O₃-SiO₂系についてのガラス化検討および物性評価の一通りを行った。発光特性としては特にSnを添加した試料が優れた特性を示した。放射線照射時の発光特性では、本系はアルファ線を用いたパルスカウンティングにおいて明瞭な全吸収ピークを示し、発光量は2700 ph/5.5MeV程度と良好な値であった。一方で、線を用いた際には明瞭な全吸収ピークを得られず、発光量の算出ができなかったため、さらなる組成改良の余地がある。

2 版

9. 今後の研究の推進方策

溶融によるHfO₂を多量に含有したガラスの作製に成功したことにより、これをランタノイドや他の重元素に置き換えた場合でも十分にガラス化する可能性が示唆され、ガラス材料の探索の幅が広がったと言える。今後の方針としては、まずLu₂O₃-Al₂O₃-SiO₂系のガラス化範囲の探索を行う予定である。具体的には各構成酸化物の比率を10%刻みでガラス化する組成比を探索していく。ガラス化しているか否かはXRDによって解析を行い、正確な組成をXRFによって測定、記録する。ガラス化した試料には前年度と同様にSnまたはCeを添加し、その光学特性及び放射線応答特性を評価する。発光効率の良い添加元素に対してはその添加濃度を変更し、各種物性を評価しつつ最適濃度を割り出す。

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 Shiratori Daiki, Nakauchi Daisuke, Fukushima Hiroyuki, Kato Takumi, Kawaguchi Noriaki, Yanagida Takayuki	4. 巻 105
2. 論文標題 Photoluminescence and scintillation properties of Ce-doped barium silicate glasses synthesized by the FZ method	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Optical Materials	6. 最初と最後の頁 109895 ~ 109895
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.optmat.2020.109895	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 Shiratori Daiki, Masai Hirokazu, Kato Takumi, Okada Go, Nakauchi Daisuke, Kawaguchi Noriaki, Yanagida Takayuki	4. 巻 10
2. 論文標題 Oxidation suppression of Cu in alkaline aluminophosphate glass and the effects for radiation-induced luminescence characteristics	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 21403
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-020-78510-z	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5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 白鳥大毅、加藤匠、中内大介、河口範明、柳田健之
2. 発表標題 高融点酸化物を含む珪酸塩ガラスの放射線誘起蛍光特性
3. 学会等名 公益社団法人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 白鳥大毅、福嶋宏之、中内大介、加藤匠、河口範明、柳田健之
2. 発表標題 集光型加熱炉により作製した高融点酸化物ガラスの放射線誘起蛍光特性
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 白鳥大毅、中内大介、加藤匠、河口範明、柳田健之
2. 発表標題 水中滴下急冷法を導入したFZ法による $x\text{SnO}-10\text{HfO}_2-y\text{Al}_2\text{O}_3-(90-y)\text{SiO}_2$ ガラスの作製とその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 白鳥大毅、加藤匠、中内大介、河口範明、柳田健之
2. 発表標題 Eu:KMP04 (M = Mg, Ca, Sr, Ba) セラミックスのラジオフォトルミネッセンス特性評価
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

1. 発表者名 白鳥大毅、中内大介、加藤匠、河口範明、柳田健之
2. 発表標題 金添加塩化物ガラスが示すX線照射による発光強度の変化
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

【研究代表者・所属研究機関控】

日本学術振興会に紙媒体で提出する必要はありません。

2 版

〔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

-