

平成 30 年 6 月 19 日現在

機関番号：82626

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K18233

研究課題名(和文) ガラス構造と内部応力を利用した結晶化ガラスエンジニアリングの構築

研究課題名(英文) Engineering of crystallization of glasses using control of glass structure and induction of large stress

研究代表者

篠崎 健二 (Shinozaki, Kenji)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・無機機能材料研究部門・研究員

研究者番号：10723489

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：ガラスの結晶化により誘起される応力や欠陥、またはガラスの構造を利用することで、析出結晶相や形態、機能を制御することを目的に研究を行った。例えば典型的な蛍光結晶や蓄光結晶をガラス状態を経由して合成することで、蛍光シフトや高温相析出に成功した。また、ガラス構造の設計に基づき、ホウ酸塩をベースとする新規のBaF<sub>2</sub>ナノ結晶化ガラスを開発した。ナノ結晶の粒子径を8nmに低減することで、ガラスと同等の高い透明性が得られた。また、熱処理結晶化によりBaF<sub>2</sub>の低フォノンエネルギーに由来して、優れたアップコンバージョン特性が得られた。

研究成果の概要(英文)：This study was carried out to control precipitated crystalline phase, morphology and function by utilizing stress and defect induced by crystallization of glass or glass structure. For example, by synthesizing typical fluorescent crystals and afterglow crystals via the glass state, we succeeded in fluorescence shift and high temperature phase precipitation. In addition, based on the design of the glass structure, a novel borate-based BaF<sub>2</sub> nanocrystallized glass was developed. By reducing the particle size of the nanocrystal to 8 nm, high transparency comparable to glass was obtained. In addition, excellent up-conversion characteristics were obtained due to low phonon energy of BaF<sub>2</sub> by heat treatment crystallization.

研究分野：無機工業材料

キーワード：ガラス 結晶化 ガラスセラミックス 応力誘起 格子欠陥 ナノ結晶 蛍光 長残光

## 1. 研究開始当初の背景

結晶化ガラスはガラスを母材として、熱処理等によってガラス全体、または一部を結晶化させた材料で、形状の自由度や結晶形態の自由度が高く、粒径制御によって透明性の保持も可能である。これまでに、様々な機能を持った結晶化ガラスが提案されてきたが、他の結晶合成法と比較した時の生成する結晶自体の構造的・特性的な差異はほとんど注目されてこなかった。しかし、結晶合成法としてガラスの結晶化を考えた時、以下の3点が安定融液からの結晶合成と大きく異なると考えた。

## (1). 巨大な過冷却度からの相転移

融液の相転移の駆動力となる化学ポテンシャルの差 $\Delta\mu$ は融液相の過冷却度 $\Delta T$ と融点 $T_m$ 、融解の潜熱 $l$ より、 $\Delta\mu=l\cdot\Delta T/T_m$ として与えられる。化学ポテンシャルの差 $\Delta\mu$ を小さくすれば、欠陥が少なく結晶性の高い結晶が得られる。一方、ガラスは大きな過冷却度を持ったまま構造が凍結されているので、ガラスの結晶化の駆動力は巨大である。安定な結晶状態よりも自由エネルギーが大きい結晶の状態(準安定相、欠陥や固溶)であっても、元の過冷却融液状態よりは自由エネルギーが小さく、生成可能である。つまり、多くの結晶は前駆体となるガラスに比べ熱力学的に安定であり、多数の相が析出し得る。必ずしも熱力学的に最安定な相が析出するのではなく、速度論的に転移しやすいもの、例えば構造的に再配列が小さく済むものが優先的に析出すると考えられる。すなわち、析出結晶相や欠陥、固溶などはガラス構造の影響を強く受けると考えられる。

## (2). 巨大な内部応力の発生

巨大な相転移の駆動力のため、ガラス結晶化法では低温相ではなく高温相が析出することは珍しくない。我々が注目したのは、相転移温度以上で結晶を析出させ除冷しているにもかかわらず、得られた試料は低温相には全く相転移せずに、高温相の単相として存在する場合があることである。この理由として、結晶化により生じる巨大な応力(圧力)に注目した。我々の試算では、ガラス中に存在する結晶には巨大な応力(圧力)が加わり得るが、結晶相や特性に与える効果の報告はほとんどない。

従来、ガラスの結晶化において、高温相や準安定相は基本的に偶然の発見、あるいはトライアル&エラーによる組成探索・熱処理条件探索によって合成されてきた。申請研究では、ガラスの結晶化において発生する巨大な内部応力によって結晶構造を、相転移の駆動力とガラス構造によって欠陥形成や固溶などの結晶サイト設計の指針を明らかにし、他の結晶合成では得られないような高機能な結晶をガラス結晶化により実現することを目標とし研究を行っている。

## 2. 研究の目的

結晶化ガラスはセラミックスに比べ大面積を容易に生産可能であり、例えば蛍光や蓄光などの機能性を持った結晶化ガラスは、フォトニクス材料や照明などへの応用も期待される。このような応用を考えたとき、ガラスから合成した結晶と他の方法で合成した材料との違い、特に背景に述べたような欠陥や固溶、応力などが及ぼす機能への影響を検討する必要がある。これらの影響を本研究では材料の機能設計として積極的に活用し、特性の向上と材料の高機能化を目標とし研究を行った。注目したのは現在最もよく用いられている長残光を示す結晶  $\text{SrAl}_2\text{O}_4$  や代表的な蛍光結晶  $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$  などのアルミネート系結晶のガラスからの合成と、蛍光体として期待されているフッ化物を導入したガラスの構造と結晶化の相関について検討した。

## 3. 研究の方法

現象の解明のために、核形成を抑制しながら過冷却融液を冷却可能なガス浮遊法による非接触溶融を併用した。特に、アルミネート系は高融点であること、融液が結晶化しやすくガラスを得ることが難しいことから、ガス浮遊法が必要であった。酸フッ化物ガラスは溶融急冷法によって合成した。得られたガラスを熱処理結晶化することにより結晶化させた。得られたガラスの構造を放射光 X 線による X 線回折や X 線吸収分光法、NMR, Raman, その他のガラス構造解析法を用いて評価した。また、熱処理結晶化させた試料についても XRD 等で評価した。得られた試料の蛍光特性、残光特性等も評価した。

## 4. 研究成果

## 1) 新規長残光結晶化ガラスの開発

$\text{Eu}^{2+}, \text{Dy}^{3+}$  を共添加した単斜晶  $\text{SrAl}_2\text{O}_4$  は明るく数時間にわたって光り続ける長残光を示すため、夜光塗料等として広く用いられている。ガラスの結晶化や過冷却融液の固化のプロセスは、他の結晶合成方に比べ大きな非平衡を持つ相転移であり、準安定相や高温相など通常の合成方では合成されない結晶相を得られる場合があることが知られている。ガス浮遊法(無容器法)を用い、 $\text{SrO}-\text{Al}_2\text{O}_3$  試料( $\text{Eu}_{0.01}\text{Dy}_{0.02}\text{SrAl}_2\text{O}_4$ ) を非接触のまま溶融し核形成を抑制しながら冷却することで過冷却融液を得たのち、これを急冷してガラス化させた後に熱処理結晶化させた試料と、過冷却融液からの相転移により結晶を析出させた試料を作製した。このような合成法の違いが及ぼす結晶構造と発光特性や残光特性への効果を調査した。

冷却過程で結晶化する場合は結晶化に伴う急激な発熱がみられる。冷却過程で結晶化する場合、この急激な発熱は  $1300^\circ\text{C}$  まで冷却した時に開始した。結晶の融点は

$T_m=1790^{\circ}\text{C}$  であることが知られているから、巨大な過冷却状態からの結晶析出であることがわかる。得られた結晶化ガラスの XRD パターンを図 1 に示す。いずれも安定相の単斜晶相ではなく、高温相である六方晶の  $\beta\text{-SrAl}_2\text{O}_4$  が単相析出したことが明らかになった。またこれらの結晶化ガラスの PL-PLE 曲線を図 2 に示すが、固相法により合成された  $\alpha\text{-SrAl}_2\text{O}_4$  に比べ、可視域に大きな励起帯が現れた。 $\lambda=380\text{nm}$  の紫外および  $\lambda=420\text{nm}$  の青色光で励起した場合いずれでも典型的な長残光結晶と同等の長残光特性が発現した。このような高温相の形成の原因として、巨大な引張応力が結晶化に伴い誘起されたことを提案した。

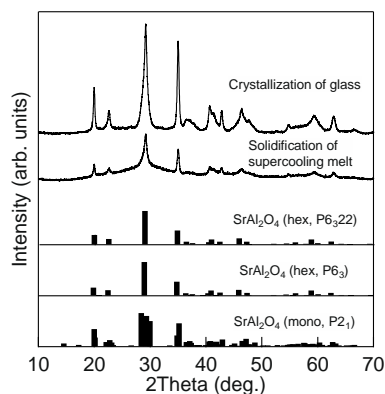


図 1.  $\text{Eu}_{0.01}\text{Dy}_{0.02}\text{Sr}_{0.97}\text{Al}_2\text{O}_4$  となる組成で過冷却状態から結晶析出させた場合及びガラスの熱処理結晶化により結晶析出させたときの XRD パターン。

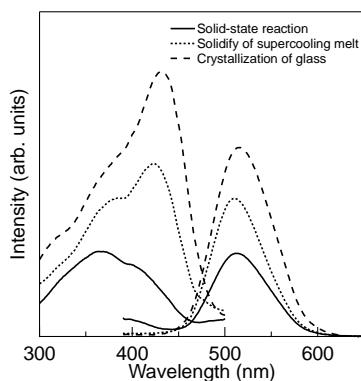


図 2.  $\text{Eu}_{0.01}\text{Dy}_{0.02}\text{Sr}_{0.97}\text{Al}_2\text{O}_4$  結晶を固相法、熱処理結晶化、過冷却融液の結晶化によって合成したときの励起-蛍光スペクトル ( $\lambda_{\text{ex}}=380\text{nm}$ ,  $\lambda_{\text{em}}=511\text{-}517\text{nm}$ )。

## 2) 新規酸フッ化物結晶化ガラスの開発

フッ化物の環境に着目してガラス構造を制御し、フッ化物ナノクラスタを公的に発生させつつ分相を形成しない新規のホウ酸塩をベースとする  $\text{BaF}_2$  ナノ結晶化ガラスの開発に成功した。従来組成では発光中心である希土類イオンを添加すると分相を形成し失透すること、フッ化物が熔融時に揮発するた

め屈折率ムラを作りやすいなどの課題があった。これに対して、本研究で開発したホウ酸ベース結晶化ガラスは、希土類イオンが核形成中心となり、希土類イオン添加による失透を起こさない。ナノ結晶の粒子径を  $8\text{nm}$  以下に低減することができ、ガラスと同等の高い透明性が得られた。透過電子顕微鏡像を図 3 に示す。また、熱処理結晶化により  $\text{BaF}_2$  の低フォノンエネルギーに由来して、優れたアップコンバージョン特性が得られた。また、結晶化させない場合でも高フォノンエネルギーのホウ酸ベースにもかかわらず、良好なアップコンバージョン特性を示した (図 4)。熱処理を施す前のガラスにおいても既にフッ化物結晶のような局所構造が  $\text{Er}^{3+}$  周囲に形成していることを提案し、ガラスの局所構造が結晶化挙動に大きく影響することを明らかにした。

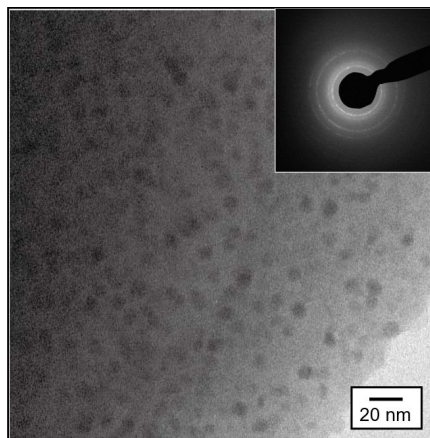


図 3.  $\text{BaF}_2$  ナノ結晶化ガラスの透過電子顕微鏡像

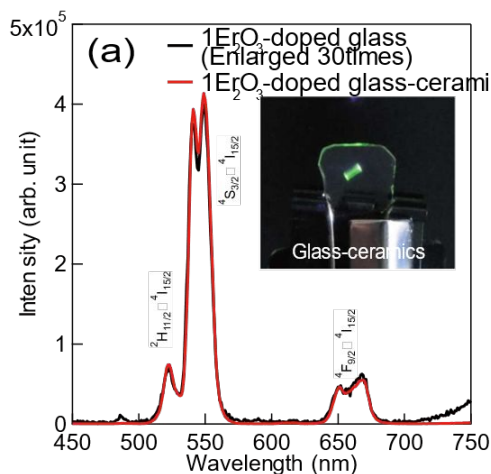


図 4.  $\text{BaF}_2$  ナノ結晶化ガラスとその前駆体ガラスのアップコンバージョンスペクトル。図内は赤外光を照射したときの緑色アップコンバージョンのデモンストレーション。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

〔雑誌論文〕(計 13 件)

- [1] Kenji Shinozaki, Yutaka Fujimoto, Go Okada, Noriaki Kawaguchi, Takayuki Yanagida, Tomoko Akai, Masanori Koshimizu, Keisuke Asai  
Scintillation and VUV-excited photoluminescence of europium-doped BaF<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> glasses  
Journal of Materials Science: Materials in Electronics (in press).
- [2] Keisuke Shimamura, Tsuyoshi Honma, Kenji Shinozaki, Takayuki Komatsu  
Simultaneous surface and bulk crystallization of Bi<sub>1.5</sub>ZnNb<sub>1.5</sub>O<sub>7</sub>□ type pyrochlores and related crystals in glasses  
International Journal of Applied Glass Science 9 (2), 296-304 (2018).
- [3] Yasuki Yoshida, Kenji Shinozaki, Takuya Igashira, Naoki Kawano, Go Okada, Noriaki Kawaguchi, Takayuki Yanagida  
Characterizations of Pr-doped Yb<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub> single crystals for scintillator applications  
Solid State Sciences 78, 1-6 (2018).
- [4] Hirokazu Masai, Kenji Shinozaki, Go Okada, Noriaki Kawaguchi, Toshiaki Ina, Takayuki Yanagida  
Luminescence of Ce<sup>3+</sup> in aluminophosphate glasses prepared in air  
Journal of Luminescence 195, 413-419 (2018).
- [5] Go Okada, Kenji Shinozaki, Takayuki Komatsu, Naoki Kawano, Noriaki Kawaguchi, Takayuki Yanagida  
Tb<sup>3+</sup>-doped BaF<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> glass and glass-ceramic for radiation measurements  
Journal of Non-Crystalline Solids (2018).
- [6] Mikiya Kotaka, Tsuyoshi Honma, Takayuki Komatsu, Kenji Shinozaki, Mario Affatigato, Ralf Müller  
Control of self-powdering phenomenon in ferroelastic β'-Gd<sub>2</sub>(MoO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> crystallization in boro-tellurite glasses  
Journal of Non-Crystalline Solids (2017).
- [7] Go Okada, Kenji Shinozaki, Takayuki Komatsu, Safa Kasap, Takayuki Yanagida  
Radio-photoluminescence in Sm-doped BaF<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> glass-ceramics  
Radiation Measurements 106, 73-78 (2017).
- [8] Kenji Shinozaki, Ryosuke Kamakura, Shunsuke Murai, Toshiyuki Mihara, Naoyuki Kitamura, Yuki Kawachiya, Katsuhisa Tanaka, Tomoko Akai  
Enhancement of photoluminescence of glass phosphor by nanoimprint of moth-eye structure  
Journal of the Ceramic Society of Japan 125 (10), 766-769 (2017)
- [9] Kenji Shinozaki, Tomoko Akai  
Highly efficient red-emitting BaMgBO<sub>3</sub>F: Eu<sup>3+</sup>, R<sup>+</sup> (R: Li, Na, K, Rb) phosphor for near-UV excitation synthesized via glass precursor

solid-state reaction

Japanese Journal of Applied Physics 56 (9), 092601 (2017).

[10] C. Yang, K. Shinozaki, T. Honma, T. Komatsu

Nano-crystallization and highly oriented crystal line patterning of Sm<sup>3+</sup>-doped Bi<sub>2</sub>GeO<sub>5</sub> and Bi<sub>4</sub>Ge<sub>3</sub>O<sub>12</sub> in bismuth germanate-based glasses  
Journal of Non-Crystalline Solids 459, 116-122 (2017).

[11] Motohiro Tagaya, Kenji Shinozaki, Yuri Maruko

A simple incorporation route of tris (8-hydroxyquinoline) aluminum (III) into transparent mesoporous silica films and their photofunctions

Journal of Applied Chemistry 2017 (2017).

[12] S. Hasegawa, K. Shinozaki, T. Honma, V. Dimitrov, H.G. Kim, T. Komatsu

Dielectric properties of glass-ceramics with Ba<sub>1-x</sub>Y<sub>2x/3</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> nanocrystals and laser patterning of highly oriented crystal lines  
Journal of Non-Crystalline Solids 452, 74-81 (2016).

[13] Kenji Shinozaki, Tsuyoshi Honma, Mario Affatigato, Takayuki Komatsu

Long afterglow in hexagonal SrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>: Eu<sup>2+</sup>, Dy<sup>3+</sup> synthesized by crystallization of glass and solidification of supercooled melts  
Journal of Luminescence 177, 286-289 (2016).

〔学会発表〕(計 28 件)

1) Kenji Shinozaki, Tomoko Akai, Mario Affatigato, Takayuki Komatsu

“Impact of stress formation on crystal structure and luminescence in glass-ceramics synthesized by crystallization of glass and supercooled melt”  
12th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PACRIM 12), including Glass & Optical Materials Division Meeting (GOMD 2017), ハワイ、2017/05/25. (招待講演)

2) Akihiko Sakamoto, Kenji Shinozaki, Tsuyoshi Honma, Takayuki Komatsu

“Tin-phosphate glass with crystal-like open structure”

12th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PACRIM 12), including Glass & Optical Materials Division Meeting (GOMD 2017), ハワイ (アメリカ), 2017/05/25. (招待講演)

3) Kenji Shinozaki, Mikiya Kotaka, Mario Affatigato, Takayuki Komatsu

“Long Afterglow in Hexagonal SrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Eu<sup>2+</sup>, Dy<sup>3+</sup> Glass-ceramics Synthesized Using Levitation Melting Technique” ,

International Symposium on the Science of Engineering Ceramics ,新潟市、2016/05/12. (招待講演)

4) 篠崎 健二

フッ化物導入によるガラスの構造制御と発

光特性,  
日本セラミックス協会 第 30 回秋季シンポジウム, 神戸、2017/09/19. (招待講演)

5) 篠崎 健二  
(2018 年度進歩賞受賞講演) ガラス構造と結合性に基づき設計された新規光機能ガラス及び結晶化ガラスの創成,  
日本セラミックス協会 2018 年年会, 仙台、2018/03/15. (招待講演)

6) 篠崎 健二,  
高い発光量子効率を示す新規希土類含有フッホウ酸ガラスおよび結晶化ガラスの開発,  
第 10 回 次世代先端光科学研究会, 金沢、2016/09/01. (招待講演)

7) Kenji Shinozaki, Mario Affatigato, Takayuki Komatsu, Tomoko Akai,  
“Stress Formation by Crystallization and PL Shift in YAG Glass-Ceramics”  
2017 the “12th International Symposium on Crystallization in Glasses and Liquids, セゴビア (スペイン) 2017/09/12

8) Kenji Shinozaki, Mario Affatigato, Takayuki Komatsu, Tomoko Akai,  
“Long-Persistent Luminescence of High Temperature Phase of SrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Synthesized by Crystallization of Glass”  
The 34th International Japan-Korea Seminar on Ceramics, Hamamatsu, 2017/11/24

9) Kenji Shinozaki  
Radiation-Induced Luminescence of Rare-Earth-Doped High Silica Glasses and Impact of Codopants  
the 12th International Workshop on Ionizing Radiation Monitoring, Oh-arai (Japan), 2017/12/02

10) Kenji Shinozaki, Tsuyoshi Honma, Takayuki Komatsu, Tomoko Akai,  
”Surface deformation and indentation-induced stress in various nanocrystallized glasses”,  
Glass & Optical Materials Division Meeting 2016, Madison, USA, 2016/05/24

11) Kenji Shinozaki, Mikiya Kotaka, Tsuyoshi Honma, Mario Affatigato, Takayuki Komatsu  
“Synthesis of afterglow glass-ceramics with SrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> from SrO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> supercooled melt”,  
Glass & Optical Materials Division Meeting 2016, Madison, USA, 2016/05/26

12) Kenji Shinozaki, Tomoko Akai, Takayuki Komatsu  
Highly Efficient Photoluminescence of Eu<sup>3+</sup> in Fluoroborate Glass with Related Composition of BaMgBO<sub>3</sub>F,  
CerSJ-GOMD Joint Symposium on Glass Science and Technologies, Kyoto, Japan, 2016/11/14

13) Kenji Shinozaki, Tomoko Akai, Takayuki Komatsu  
“High quantum yield and low concentration quenching of Eu<sup>3+</sup> emission in fluoroborate glasses and nanocrystallized glasses”,

2016 MRS Fall Meeting, Boston (USA), 2016/11/29

14) Go Okada, Kenji Shinozaki, Noriaki Kawaguchi, Takayuki Komatsu, Safa Kasap, Takayuki Yanagida  
“Radiation-induced intervalence conversion of Sm in 50BaF<sub>5</sub>-25Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> glass-ceramics for high-resolution X-ray imaging”  
the 12th International Symposium on Crystallization in Glasses and Liquids, セゴビア (スペイン) 2017/09/12

15) Go Okada, Kenji Shinozaki, Noriaki Kawaguchi, Takayuki Komatsu, Takayuki Yanagida  
“Comparative studies of radiation-induced luminescence properties between amorphous and crystallized 50BaF<sub>5</sub>-25Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> systems doped with Tb<sup>3+</sup>”  
the 12th International Symposium on Crystallization in Glasses and Liquids, セゴビア (スペイン) 2017/09/12

16) Mikiya Kotaka, Tsuyoshi Honma, Kenji Shinozaki, Mario Affatigato, Ralf Mueller, Takayuki Komatsu  
“Control of Self-Powdering Phenomenon in Ferroelastic β'-Gd<sub>2</sub>(MoO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> Crystallization in Boro-Tellurite Glasses”  
12th International Symposium on Crystallization in Glasses and Liquids, セゴビア(スペイン) 2017/09/12

17) Go Okada, Kenji Shinozaki, Takayuki Komatsu, Safa Kasap, Naoki Kawano, Noriaki Kawaguchi, Takayuki Yanagida  
Radio-photoluminescence (RPL) in Sm:BaAlBO<sub>3</sub>F<sub>2</sub> Embedded in Glass Matrix,  
2017 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, アトランタ (アメリカ) 2017/10/24

18) Go Okada, Kenji Shinozaki, Takayuki Komatsu, Safa Kasap, Naoki Kawano, Takayuki Yanagida  
RPL in Sm-doped BaF<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> glass ceramics,  
18th International Conference on Solid State Dosimetry, ミュンヘン (ドイツ) 2016/07/03

19) 篠崎 健二  
フッ化物導入によるガラスの構造制御と高効率蛍光  
第 12 回日本セラミックス協会関西支部学術講演会, 京都、2017/07/14

20) 篠崎 健二、助永 壮平、柴田浩幸、赤井 智子  
フッホウ酸ガラス中の F の局所構造と Al および Mg が及ぼすガラス構造への効果  
第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 福岡、2017/09/07

21) 岡田 豪、篠崎 健二、小松 高行、Safa Kasap、河野 直樹、河口 範明、柳田 健之  
放射線マイクロイメージングを目的とした Sm 添加 BaF<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 結晶化ガラス  
日本セラミックス協会 第 30 回秋季シンポ

ジウム,神戸,2017/09/19  
 22) 篠崎 健二、赤井 智子  
 Mg<sup>2+</sup>および Zn<sup>2+</sup>を添加したフツホウ酸ガラスの構造および結晶化と発光特性  
 第 58 回ガラスおよびフォトニクス材料討論会,名古屋,2017/11/03  
 23) 篠崎 健二、尾原 幸治、赤井 智子  
 新規フツホウ酸ガラスの光学特性と放射光 X 線による構造解析  
 The 28th Meeting on Glasses for Photonics ,京都,2018/01/23  
 24) 篠崎 健二、岡田 豪、河口 範明、柳田 健之、赤井 智子  
 Ce<sup>3+</sup>ドープ 50BaF<sub>2</sub>-25Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-25B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ガラスの構造と蛍光およびシンチレーション特性,  
 第 65 回応用物理学会春季学術講演会 ,東京,2018/03/19  
 25) 篠崎 健二、小仲 凌太、赤井 智子  
 フツホウ酸系 BaF<sub>2</sub> 透明ナノ結晶化ガラスの創製と蛍光特性  
 第 65 回応用物理学会春季学術講演会 ,東京,2018/03/19  
 26) 篠崎 健二、赤井 智子、小松 高行  
 ガラス及び過冷却融液からの高温相 SrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Eu<sup>2+</sup>,Dy<sup>3+</sup>合成と長残光特性,  
 日本セラミックス協会関西支部学術講演会,  
 大阪市,2016/07/29  
 27) 篠崎 健二、山下 勝、北村 直之、赤井 智子、本間 剛(長岡技術科学大学)、小松 高行(長岡技術科学大学)、  
 MgF<sub>2</sub>-BaO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 系フツホウ酸ガラスの構造と結晶化挙動及び光学的特性,  
 日本セラミックス協会 第 29 回秋季シンポジウム,東広島市,2016/09/08  
 28) 篠崎 健二、三原 敏行、北村 直之、赤井 智子  
 蛍光ガラスへのナノインプリンティングによる蛍光強度への効果,  
 第 55 回セラミックス基礎科学討論会 岡山、2017/01/12

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 4 件)  
 名称:ガラス蛍光体および照明装置  
 発明者:篠崎 健二、三原 敏行、北村 直之、赤井 智子、村井 俊介、田中 勝久  
 権利者:篠崎 健二、三原 敏行、北村 直之、赤井 智子、村井 俊介、田中 勝久  
 種類:特許  
 番号:特願 2017-250731  
 出願年月日:2017 年 12 月 27 日  
 国内外の別: 国内

名称:積層透明蛍光体および照明装置発明者:篠崎 健二、三原 敏行、北村 直之、赤井 智子  
 権利者:篠崎 健二、三原 敏行、北村 直

之、赤井 智子  
 種類:特許  
 番号:特願 2017-250732  
 出願年月日:2017 年 12 月 27 日  
 国内外の別: 国内

名称:ガラス組成物、その製造方法、ガラス組成物を用いた蛍光体およびガラス組成物を用いた紫外透過光学部材  
 発明者:篠崎 健二、赤井 智子  
 権利者:篠崎 健二、赤井 智子  
 種類:特許  
 番号:特願 2017-116527  
 出願年月日:2017 年 6 月 14 日  
 国内外の別: 国内

名称:化合物、それを用いた蛍光体、および化合物の製造方法  
 発明者:篠崎 健二、赤井 智子  
 権利者:篠崎 健二、赤井 智子  
 種類:特許  
 番号:特願 2017-090952  
 出願年月日:2017 年 5 月 1 日  
 国内外の別: 国内

○取得状況(計 0 件)

〔その他〕  
 ホームページ等  
<https://staff.aist.go.jp/k-shinozaki/>

6. 研究組織  
 (1)研究代表者  
 篠崎 健二 (Kenji Shinozaki)  
 国立研究開発法人 産業技術総合研究所・  
 無機機能材料研究部門・研究員  
 研究者番号: 10723489

(2)研究分担者  
 ( )

研究者番号:

(3)連携研究者  
 ( )

研究者番号:

(4)研究協力者  
 ( )