

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 4 月 17 日現在

機関番号：17104

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2011～2014

課題番号：23686135

研究課題名(和文) エックス、ガンマ線用透明多結晶シンチレータの開発

研究課題名(英文) Development of transparent ceramic scintillators for X and gamma-ray detectors

研究代表者

柳田 健之 (Yanagida, Takayuki)

九州工業大学・若手研究者フロンティア研究アカデミー・准教授

研究者番号：20517669

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 15,600,000円

研究成果の概要(和文)：ガーネット、セスキオキサイド、複合ペロブスカイト型ガーネット透明セラミックスシンチレータを開発した。それら中で特に、自身の修士論文時に開発した物質を改良した、Ce 添加 $Gd_3(Al,Ga)_5O_{12}$ が最も特性が良かった。発光量は約 70000 ph/MeV であり、蛍光減衰時定数も約 100 ns、662 keV におけるエネルギー分解能も約 10% であった。異相を一部存在させることにより、ホストから発光中心へのエネルギー輸送効率が向上が観測され、今後のシンチレータ研究に対し、新たな指針を得た。

研究成果の概要(英文)：Some garnet, sesquioxide, and perovskite transparent scintillators were developed. Based on results of my master thesis, Ce-doped $Gd_3(Al,Ga)_5O_{12}$ showed the highest scintillation performance, such as high light yield of 70000 ph/MeV, fast decay time of 100 ns, and medium energy resolution of 10% at 662 keV. I found new knowledge that the energy migration efficiency can be improved by introducing impurity phase.

研究分野：放射線物理学

キーワード：シンチレータ 透明セラミックス ガンマ線 放射線 放射線検出器

1. 研究開始当初の背景

核医学、資源探査、素粒子物理、セキュリティ、物流計測など広汎な応用範囲を持つ放射線検出器は、一般にシンチレータと、蛍光を受ける受光素子(光電子増倍管:PMT、Si半導体検出器:Si-PD)とから構成されており、最終製品の性能を決定する部位となっている。近年では、医療用、セキュリティ用に X・線用シンチレータの開発競争が盛んであり、X線用では GE 社の多結晶シンチレータが、線用ではサンゴバン社の Ce:LSO 単結晶シンチレータが最も広く用いられている。特に GE 社はこれまで透光性(透過率 1-60%程度) GOS シンチレータを用いていたが、ごく最近では透明(透過率 60%以上)多結晶ガーネットを利用するようになってきている。また線用途においても米国 RMD 社等が精力的に Ce:LSO を超える透明多結晶シンチレータを探索中である。

多結晶は単結晶に比べて透明性を高めることが難しくなるが、機械的強度が強い、大型サンプルを作製しやすい、均一性が高い、歩留まりが良くニアネット製造が可能のためにコスト低減が図れる、高融点物質開発に適するため、単結晶では不可能な化学的新組成が試せる等、単結晶と相補的な特徴を有している。透明多結晶シンチレータの研究は、1990年代に欧米(CERN、GE社)を中心に盛んに行われ、透光性多結晶を得ることに成功した。2000年代に入り、ファインセラミックスセンターの池末らはレーザー材料として透明 Nd:YAG、Ce:YAG 多結晶(透過率~85%)を得ることに世界で初めて成功し、その後申請者らは世界で初めて Ce:YAG 多結晶シンチレータと APD を組み合わせた次世代型放射線検出器の研究を行い、従来の単結晶 Ce:YAG+PMT よりもエネルギー分解能、応答時間共に凌駕する結果を得た。Ce:YAG での成功を元に、申請者は、 γ 線に対する阻止能を高めることを目的とし、Y を Gd に置換した Ce:GYAG 多結晶シンチレータの開発に世界で初めて成功した。化学組成に加え、透明多結晶化における利点は、単結晶では避けがたい欠陥の形成や賦活剤の添加濃度制御等、エネルギー輸送経路の最適化にも表れる。

現状の透明多結晶シンチレータ研究は、国内外ともガーネットが中心であり、セスキオキサイド系、複合ペロブスカイト系、パイロクロア系はほとんど手つかずな領域であり、未開拓な部分が多い。

2. 研究の目的

本研究では、ガーネット系、セスキオキサイド系、複合ペロブスカイト系、パイロクロア系など全ての系に対し、系統的に材料設計から組成分析、光物性評価、放射線応答評価を申請者が行うことで、線用 Ce:LSO の発光量 30000 ph/MeV、応答速度 100 ns 以内を持つシンチレータ開発を目的とする。

3. 研究の方法

本研究の目的は PET 用で実用化されている Ce:LSO を凌駕する透明多結晶シンチレータを開発し、幅広く X・線検出器を用いた応用現場に展開を図る基礎と成すことである。多結晶の合成は放電プラズマ焼結炉を用いて行う。サンプルが得られた後には、材料の XRD・SEM イメージ(BEI)・EPMA といったミクロな結晶性・組成評価を行い、作製過程へのフィードバックをかける。その後、透過率・反射率・屈折率評価装置および PL 装置を用い、光物性の評価を行う。光物性評価にて発光波長を把握した後は、PMT、Si-APD 等感度特性の相性が良い受光素子と組み合わせ、放射線応答の評価を行う。良い特性が得られたサンプルに関しては協力研究者に依頼し、製品グレードのサンプル合成を行う。

4. 研究成果

当該研究の目的は、PET 用標準結晶シンチレータである Ce:LSO を超える 30000 ph/MeV 以上の発光量を有し、かつ 100 ns 以内の蛍光寿命を持つ透明多結晶シンチレータを開発することであったが、研究開始初年度に目標を達成し(56000 ph/MeV、80 ns)、さらに最終的には 70000 ph/MeV、80 ns と当初の倍以上の性能目標を達成することができた。この研究と過去の成果を合わせ、合成条件や化学組成を熟慮し、ミクロスケールのグレインの大きさ・均一性を制御することで、マクロなシンチレーション光の伝搬を効率化し、同一の化学組成を有する単結晶よりも、多結晶シンチレータの方が特性を上げられることを実験的に確認できた。こういった経過を踏まえ、研究期間を一年残し、研究計画最終年度前年度制度を利用し研究の再構築を行った。

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44件)]

1) T. Yanagida, Study of rare-earth-doped scintillators, Opt. Mat., 査読有, 35 1987-1992 (2013)

2) T. Yanagida, Y. Fujimoto, A. Yamaji, N. Kawaguchi, K. Kamada, D. Totsuka, K. Fukuda, K. Yamanoi, R. Nishi, S. Kurosawa, T. Shimizu, N. Sarukura Study of the correlation of scintillation decay and emission wavelength, Rad. Meas., 査読有, 55 99-102 (2013)

3) T. Yanagida, K. Kamada, Y. Fujimoto, H. Yagi, T. Yanagitani, Comparative study of ceramic and single crystal Ce:GAGG scintillator, Opt. Mat., 査読有, 35 2480-2485 (2013)

4) T. Yanagida, Y. Fujimoto, S. Kurosawa, K. Kamada, H. Takahashi, Y. Fukazawa, M. Nikl, V. Chani, Temperature dependence of

- scintillation properties of bright oxide scintillators for well-logging, Jpn. J. Appl. Phys., 査読有, 52, 076401 (2013)
- 5) T. Yanagida, Y. Fujimoto, H. Yagi, T. Yanagitani, M. Sugiyama, A. Yamaji, M. Nikl, Scintillation properties of transparent ceramics for Nd doped $(\text{YGd}_2)(\text{Sc}_2\text{Al}_2\text{Ga})\text{O}_{12}$, Opt. Mat., 査読有, 35, 788-792 (2013)
- 6) J. Iwanowska, L. Swiderski, T. Szczesniak, P. Sibczynski, M. Moszynski, M. Grodzicka, K. Kamada, K. Tsutsumi, Y. Usuki, T. Yanagida, A. Yoshikawa, Performance of cerium-doped $\text{Gd}_3\text{Al}_2\text{Ga}_3\text{O}_{12}$ (GAGG:Ce) scintillator in gamma-ray spectrometry, Nucl. Instrum. Methods A, 査読有, 712, 34-40 (2013)
- 7) Y. Futami, T. Yanagida, Y. Fujimoto, J. Pejchal, S. Kurosawa, M. Sugiyama, Y. Yokota, A. Yoshikawa, A. Ito, T. Goto, Optical and scintillation properties of Sc_2O_3 , Y_2O_3 and Lu_2O_3 transparent ceramics synthesized by SPS method, Rad. Meas., 査読有, 55 136-140 (2013)
- 8) Y. Fujimoto, M. Sugiyama, T. Yanagida, S. Wakahara, S. Suzuki, S. Kurosawa, V. Chani, A. Yoshikawa, Comparative Study of Optical and Scintillation Properties of Tm^{3+} :YAG and Tm^{3+} :LuAG Single Crystals, Opt. Mat., 査読有, 35, 2023-2026 (2013)
- 9) A. Yamaji, H. Ogino, Y. Fujimoto, A. Suzuki, T. Yanagida, Y. Yokota, S. Kurosawa, A. Yoshikawa, Scintillation properties of Er-doped $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ single crystals, Rad. Meas., 査読有, 56 116-119 (2013)
- 10) K. Kamada, T. Yanagida, S. Kurosawa, Y. Yokota, T. Endo, K. Tsutsumi, A. Yoshikawa, Read Out Test of Pr:LuAG Scintillator Coupled to Organic Wavelength Shifter Using Si Based Photodetectors, IEEE Trans. Nucl. Sci., 査読有, 61 452-455 (2013)
- 11) Y. Fujimoto, T. Yanagida, H. Yagi, T. Yanagitani, S. Kurosawa, A. Yoshikawa, Scintillation Properties of Yb^{3+} -doped YAG Transparent Ceramics, Opt. Mater., 査読有, 35 778-781 (2013)
- 12) M. Sugiyama, Y. Fujimoto, T. Yanagida, D. Totsuka, V. Chani, Y. Yokota, A. Yoshikawa, Nd-doped $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ single-crystal scintillator for X-ray imaging, Rad. Meas., 査読有, 55 103-107 (2013).
- 13) K. Kamada, T. Yanagida, J. Pejchal, M. Nikl, T. Endo, K. Tsutsumi, Y. Fujimoto, A. Fukabori, A. Yoshikawa, Growth and Scintillation Properties of Pr Doped $(\text{Gd},\text{Y})_3(\text{Ga},\text{Al})_5\text{O}_{12}$ Single Crystals, IEEE Trans. Nucl. Sci., 査読有, 59 2126-2129 (2012).
- 14) K. Kamada, T. Yanagida, J. Pejchal, M. Nikl, T. Endo, K. Tsutsumi, Y. Fujimoto, A. Fukabori, A. Yoshikawa, Crystal Growth and Scintillation Properties of Ce Doped $\text{Gd}_3(\text{Ga},\text{Al})_5\text{O}_{12}$ Single Crystals, IEEE Trans. Nucl. Sci., 査読有, 59 2112-2115 (2012)
- 15) S. Wakahara, T. Yanagida, Y. Yokota, Y. Fujimoto, V. Chani, M. Sugiyama, Y. Futami, A. Yoshikawa, Phosphorescent Luminescence of Pure Magnesium Oxide Transparent Ceramics Produced by Spark Plasma Sintering, Opt. Mater., 査読有, 35 558-562 (2012)
- 16) M. Sugiyama, T. Yanagida, J. Pejchal, M. Nikl, A. Yoshikawa, Basic study of Eu^{2+} -doped garnet ceramic scintillator produced by spark plasma sintering, Opt. Mater., 査読有, in 35 222-226 (2012)
- 17) K. Kamada, T. Yanagida, Y. Fujimoto, Y. Yokota, A. Ito, M. Nikl, T. Goto, A. Yoshikawa, Growth of Ce doped $(\text{Gd},\text{Y})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ single crystals by micro-pulling-down method and their scintillation properties, physica status solidi (c), 査読有, 9 2292-2295 (2012)
- 18) K. Kamada, T. Yanagida, J. Pejchal, M. Nikl, T. Endo, K. Tsutsumi, Y. Fujimoto, A. Fukabori, A. Yoshikawa, Improvement of Scintillation Properties in Pr Doped $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ Scintillator by Ga and Y Substitutions, IEEE Trans. Nucl. Sci., 査読有, 59 2130-2134 (2012)
- 19) K. Kamada, T. Yanagida, J. Pejchal, M. Nikl, T. Endo, K. Tsutsumi, Y. Fujimoto, A. Fukabori, A. Yoshikawa "Improvement of Scintillation Properties in Pr Doped Scintillator by Ga and Y Substitutions" IEEE Trans. Nucl. Sci., 査読有, 59 2130-2134 (2012)
- 20) M. Sugiyama, Y. Fujimoto, T. Yanagida, D. Totsuka, S. Kurosawa, Y. Futami, Y. Yokota, A. Yoshikawa, Crystal Growth and Scintillation Properties of Ho-doped $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ single crystals, IEEE Trans. Nucl. Sci., 査読有, 59 2141-2145 (2012)
- 21) K. Kamada, T. Yanagida, J. Pejchal, M. Nikl, T. Endo, K. Tsutsumi, Y. Usuki, Y. Fujimoto, A. Fukabori, A. Yoshikawa "Growth and Scintillation Properties of Pr-Doped $\text{Gd}_3(\text{Ga},\text{Al})_5\text{O}_{12}$ Single Crystals, J. Cryst. Growth, 査読有, 352 84-87 (2012)
- 22) A. Yamaji, T. Yanagida, Y. Yokota, K. Kamada, A. Yoshikawa, J. Pejchal, Quantitative Research of the Crystallinity of Pr Doped $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$, IEEE Trans. Nucl. Sci., 査読有, 59 2135-2140 (2012)
- 23) K. Kamada, T. Yanagida, J. Pejchal, M. Nikl, T. Endo, K. Tsutsumi, Y. Fujimoto, A. Fukabori, A. Yoshikawa, Crystal Growth and Scintillation Properties of Ce Doped $\text{Gd}(\text{Ga},\text{Al})_5\text{O}_{12}$ Single Crystals" IEEE Trans. Nucl. Sci., 査読有, 59 2112-2115 (2012)
- 24) K. Kamada, T. Yanagida, T. Endo, K.

- Tsutumi, Y. Usuki, M. Nikl, Y. Fujimoto, A. Fukabori, A. Yoshikawa, 2 inch diameter single crystal growth and scintillation properties of Ce:Gd₃Al₂Ga₃O₁₂, J. Cryst. Growth, 査読有, 352 88-90(2012)
- 25) W. Drozdowski, K. Brylew, A. Chruciska, K. Kamada, T. Yanagida, A. Yoshikawa, Scintillation yield enhancement in LuAG:Pr crystals following thermal annealing, Opt. Mater., 査読有, 34 1975-1978 (2012)
- 26) T. Yanagida, Y. Fujimoto, K. Kamada, D. Totsuka, H. Yagi, T. Yanagitani, Y. Futami, S. Yanagida, S. Kurosawa, Y. Yokota, A. Yoshikawa, M. Nikl, Scintillation properties of transparent ceramic Pr:LuAG for different Pr concentration, IEEE Trans. Nucl. Sci., 査読有, 59 2146-2151(2012)
- 27) T. Yanagida, Y. Fujimoto, S. Kurosawa, K. Watanabe, H. Yagi, T. Yanagitani, V. Jary, Y. Futami, Y. Yokota, A. Yoshikawa, A. Uritani, T. Iguchi, M. Nikl, Ultrafast Transparent Ceramic Scintillators Using the Yb³⁺ Charge Transfer Luminescence in RE₂O₃ Host, Appl. Phys. Express 4, 査読有, 126402 (2011)
- 28) T. Yanagida, Y. Fujimoto, Y. Yokota, K. Kamada, S. Yanagida, A. Yoshikawa, H. Yagi, T. Yanagitani, Comparative Study of transparent ceramic and single crystal Ce doped LuAG scintillators, Rad. Meas., 査読有, 46 1503-1505 (2011)
- 29) T. Yanagida, Y. Fujimoto, Y. Yokota, A. Yoshikawa, S. Kuretake, Y. Kintaka, N. Tanaka, K. Kageyama, V. Chani, Evaluations of pure and ytterbium doped transparent ceramic complex perovskite scintillators, Opt. Mater., 査読有, 34 414-418 (2011)
- 30) T. Yanagida, K. Kamada, Y. Fujimoto, Y. Yokota, A. Yoshikawa, H. Yagi, T. Yanagitani, Scintillation properties of transparent ceramic and single crystalline Nd:YAG scintillators, Nucl. Instr. and Meth. A, 査読有, 631, 54-57 (2011)
- 31) T. Yanagida, M. Sato, K. Kamada, Y. Fujimoto, Y. Yokota, A. Yoshikawa, V. Chani, Optical properties and gamma-ray response of Czochralski grown Pr:Lu₃Al₅O₁₂ scintillating garnet crystals with different Pr content, Opt. Mat., 査読有, 33 413-418 (2011)
- 32) T. Yanagida, A. Fukabori, Y. Fujimoto, A. Ikesue, K. Kamada, J. Kataoka, Y. Yokota, A. Yoshikawa, V. Chani, Scintillation properties of transparent Lu₃Al₅O₁₂ (LuAG) ceramics doped with different concentrations of Pr³⁺, Phys. Status. Solidi (c), 査読有, 8 140-143 (2011)
- 33) M. Yoshino, J. Kataoka, T. Nakamori, H. Matsuda, T. Miura, Y. Ishikawa, N. Kawabata, Y. Matsunaga, K. Kamada, Y. Usuki, A. Yoshikawa, T. Yanagida, The development and performance of UV-enhanced APD-arrays for high resolution PET imaging coupled with pixelized Pr:LuAG crystal, Nucl. Instr. and Meth. A, 査読有, 643 57-63 (2011)
- 34) K. Kamada, T. Yanagida, T. Endo, K. Tsutsumi, M. Yoshino, J. Kataoka, Y. Usuki, Y. Fujimoto, A. Fukabori, A. Yoshikawa, Large size single crystal growth of Lu₃Al₅O₁₂: Pr and their uniformity of scintillation properties, J. Cryst. Growth, 査読有, 352 91-94 (2011)
- 35) M. Sugiyama, Y. Fujimoto, T. Yanagida, D. Totsuka, Y. Yokota, A. Yoshikawa, Scintillation properties of Tm-doped Lu₃Al₅O₁₂ single crystals, Opt. Mater., 査読有, 34 439 (2011)
- 36) K. Kamada, T. Yanagida, J. Pejchal, M. Nikl, T. Endo, K. Tsutsumi, Y. Fujimoto, Y. Usuki, A. Fukabori, A. Yoshikawa, Scintillation properties of Ce doped Gd₂Lu₁(Ga,Al)₅O₁₂ single crystal grown by the micro-pulling-down method, J. Cryst. Growth, 査読有, 352 35-38(2011)
- 37) K. Kamada, T. Yanagida, J. Pejchal, M. Nikl, T. Endo, K. Tsutsumi, Y. Fujimoto, A. Fukabori, A. Yoshikawa, Composition engineering in Ce doped (Lu,Gd)₃(Ga,Al)₅O₁₂ single crystal scintillators, J. Phys. D, 査読有, 44 505104 (2011)
- 38) M. Sugiyama, Y. Fujimoto, T. Yanagida, D. Totsuka, S. Kurosawa, Y. futami, Y. Yokota, V. Chani, A. Yoshikawa, Crystal growth and scintillation properties of Er-doped Lu₃Al₅O₁₂ single crystals, Nucl. Instrum. Methods A, 査読有, 664 127-131(2011)
- 39) K. Kamada, T. Yanagida, J. Pejchal, M. Nikl, T. Endo, K. Tsutsumi, Y. Fujimoto, A. Fukabori, A. Yoshikawa, Composition engineering in Ce doped (Lu,Gd)₃(Ga,Al)₅O₁₂ single crystal scintillators, Cryst. Growth and Design, 査読有, 11, 4484-4490 (2011)
- 40) G. Boulon, T. Epicier, W. Zhao, V. I. Chani, T. Yanagida, A. Yoshikawa, Absence of Host Cation Segregation in the (Gd,Y)₃Al₅O₁₂ Mixed Garnet Optical Ceramics, Jpn. J. Appl. Phys., 査読有, 50, 090207-090207-3 (2011)
- 41) Y. Fujimoto, T. Yanagida, Y. Yokota, A. Ikesue, A. Yoshikawa, Evaluation of characterization of rare-earth doped sesquioxide ceramic scintillators, Opt. Mater., 査読有, 34 448-451 (2011)
- 42) Y. Furuya, T. Yanagida, Y. Fujimoto, Y. Yokota, K. Kamada, N. Kawaguchi, S. Ishizu, K. Uchiyama, K. Mori, K. Kitano, M. Nikl, A. Yoshikawa, Time- and wavelength-resolved luminescence

evaluation of several types of scintillators using streak camera system equipped with pulsed X-ray source, Nucl. Instr. and Meth. A, 査読有, 634, 59-63 (2011)

43) M. Sugiyama, Y. Fujimoto, T. Yanagida, Y. Yokota, J. Pejchal, Y. Furuya, H. Tanaka, A. Yoshikawa, Crystal growth and scintillation properties of Nd-doped $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ single crystals with different Nd concentrations, Opt. Mater., 査読有, 33 905-908 (2011)

44) T. Yanagida, K. Kamada, N. Kawaguchi, Y. Yokota, V. Chani, A. Yoshikawa, Basic study of single crystal fiber Pr:LuAG scintillator for gamma-ray imaging applications, Nucl. Instr. and Meth. A, 査読有, 652, 256-259 (2011)

[学会発表](計 28 件)

1) 柳田健之 放射線誘起による即発蛍光と遅発蛍光(招待講演) 先端放射線化学シンポジウム、2014.3.11、東京大学

2) T. Yanagida, Y. Fujimoto, Scintillation of solid state materials, The 9th International Workshop on Ionizing Radiation Monitoring, Oarai, Japan, Nov. 30-Dec. 1 (2013).

3) T. Yanagida, Y. Fujimoto, H. Yagi, T. Yanagitani, Heavy, Ultrafast Scintillator of Yb^{3+} -Doped Transparent Ceramic Lu_2O_3 , IEEE NSS MIC 2013, Seoul, Korea Oct. 27-Nov. 2

4) T. Yanagida, Y. Fujimoto, H. Yagi, T. Yanagitani, K. Kamada, Scintillation Properties of Ceramic Ce-Doped $\text{Gd}_3(\text{Ga},\text{Al})_5\text{O}_{12}$, IEEE NSS MIC 2013, Seoul, Korea Oct. 27-Nov. 2

5) T. Yanagida, Y. Fujimoto, H. Yagi, T. Yanagitani, Heavy, Ultrafast Scintillator of Yb^{3+} -Doped Transparent Ceramic Lu_2O_3 , IEEE NSS MIC 2013, Seoul, Korea Oct. 27-Nov. 2

6) T. Yanagida, Y. Fujimoto, M. Koshimizu, K. Watanabe, K. Kamada, Positive hysteresis of Ce-doped GAGG scintillator, 6th ISLNOM, Shanghai, China, 20-23 Oct. (2013)

7) 柳田健之、藤本裕、八木秀喜、柳谷高公、高輝度なセラミックスシンチレータの開発、2013 年 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会、9/16-20 同志社大学

8) 藤本裕、柳田健之、八木秀喜、柳谷高公、無添加ガーネット透明セラミックス及び単結晶の放射線応答特性、2013 年 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会、9/16-20 同志社大学

9) 柳田健之、藤本裕、八木秀喜、柳谷高公、セラミックス Ce 添加 $\text{Gd}_3(\text{Ga},\text{Al})_5\text{O}_{12}$ のシンチレーション特性、2013 年 セラミックス協会第 26 回秋季シンポジウム、9/4-6 信州大学

10) 藤本裕、柳田健之、八木秀喜、柳谷高公、

無添加 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ 透明セラミックス及び単結晶の格子欠陥に伴うシンチレーション特性、2013 年セラミックス協会第 26 回秋季シンポジウム、9/4-6 信州大学

11) 柳田健之 (招待講演) 2013 年放射線夏の学校、新しいシンチレータの開発について、2013.8.7 (福岡)

12) 平義隆、黒田隆之助、田中真人、大島永康、ブライアンオローク、豊川弘之、鈴木良一、渡辺賢一、柳田健之、八木秀喜、柳谷高公。Yb:Lu₂O₃ と超短パルスガンマ線を用いた欠陥分布イメージングに関する研究、2013 年 第 50 回 アイソトープ・放射線 研究発表会、7/3-5 東京大学

13) T. Yanagida, Y. Fujimoto, H. Yagi, T. Yanagitani, Scintillation properties of transparent ceramic Yb:Lu₂O₃ with different Yb concentration, The 13th Conference of the European Ceramic Society, Limoges, French, June 23-27 (2013).

14) Y. Taira, R. Kuroda, M. Tanaka, N. Oshima, B. E. O'Rourke, R. Suzuki, H. Toyokawa, K. Watanabe, T. Yanagida, H. Yagi, T. Yanagitani, Development of a compact and fast response detector for lifetime measurement positron emission tomography, The International Workshops on Radiation Imaging Detectors (IWORID2013), Paris, French, Jun. 23-27 (2013).

15) Y. Fujimoto, T. Yanagida, K. Kamada, H. Yagi, T. Yanagitani, Intrinsic luminescence properties of undoped garnet transparent ceramic and single crystalline scintillators, The 13th Conference of the European Ceramic Society, Limoges, French, June 23-27 (2013).

16) 柳田健之、藤本裕、八木秀喜、柳谷高公、Nd 添加 Y₃Al₅O₁₂ のシンチレーション特性評価、日本セラミックス協会 2013 年年回、3/17-19 東京工業大学

17) 柳田健之、藤本裕、八木秀喜、柳谷高公、透明セラミックス Nd:YAG シンチレータの基礎特性、2013 年 第 60 回応用物理学会春季学術講演会、3/27-30 神奈川工科大学

18) 柳田健之、(招待講演) シンチレータにおける発光波長と減衰時定数の相関に関する研究、2012 年秋季第 73 回応用物理学会学術講演会 9/11-9/14 愛媛大学

19) 柳田健之、藤本 裕、山路晃広、山ノ井航平、西 亮介、清水俊彦、猿倉信彦、パルス X 線励起型ストリークカメラシステムの開発、2012 年秋季第 73 回応用物理学会学術講演会 9/11-9/14 愛媛大学、12p-PA2-5

20) T. Yanagida (invited talk) 4th International Workshop on PHOTOLUMINESCENCE IN RARE EARTHS: PHOTONIC MATERIALS AND DEVICES (PRE'12), Study of Rare-earth doped scintillators, 2012.3.29 at Kyoto

21) S. Wakahara, T. Yanagida, Y. Fujimoto,

M.Sugiyama, Y.Yokota, A.Ikesue, A.Yoshikawa, Evaluation of the scintillation properties of Yb³⁺ ion doped Lu₂O₃ ceramics, The 7th International Workshop on Ionizing Radiation Monitoring. 12.2-5, Oarai, Japan (2011).

22) T. Yanagida, Y. Fujimoto, K. Kamada, H. Yagi, T. Yanagitani, Y. Yokota, A. Yoshikawa, Evaluation of ceramic Pr:LuAG scintillator with different Pr content, IEEE NSS MIC, 2011. 10.23-30, Valencia, Spain (2011).

23) T. Yanagida, Y. Fujimoto, N. Kawaguchi, K. Kamada, D. Totsuka, Y. Yokota, A. Yoshikawa, Scintillation Properties of Transparent Ceramics for Nd doped (Y₂Gd)₃(ScAl)₅O₁₂, The 7th Laser Ceramic Symposium, 2011. 11.14-18, Singapore (2011).

24) Y. Fujimoto, T. Yanagida, H. Yagi, T. Yanagitani, S. Kurosawa, A. Yoshikawa, Scintillation Properties of Yb³⁺-doped YAG Transparent Ceramics, The 7th Laser Ceramic Symposium, 2011. 11.14-18, Singapore (2011).

25) Y. Fujimoto, T. Yanagida, A. Yamaji, M. Sugiyama, S. Wakahara, Y. Yokota, A. Yoshikawa, Comparative Investigation of Charge Transfer Luminescence of Yb³⁺ in Gd₃Ga₅O₁₂ Crystals with Several Concentrations using the Streak Camera System Equipped with Pulsed X-ray Source, IEEE NSS MIC, 2011. 10.23-30, Valencia, Spain (2011)

26) M. Sugiyama, Y. Fujimoto, T. Yanagida, Y. Yokota, A. Yoshikawa, Growth and Scintillation Properties of Nd-doped Lu₃Al₅O₁₂ Single Crystals by Czochralski and Micro-Pulling-Down Methods, The 5th Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology (CGCT-5), 2011.6.27-7.1, Suntec, Singapore (2011)

27) T. Yanagida, Y. Fujimoto, K. Kamada, D. Totsuka, H. Yagi, T. Yanagitani, Y. Futami, S. Kurosawa, Y. Yokota, A. Yoshikawa, M. Nikl, Scintillation properties of transparent ceramic Pr:LuAG for different Pr concentration, 11th International Conference on Inorganic Scintillators and their Applications (SCINT 2011), 2011. 9.12-16, Giessen, Germany(2011).

28) K. Kamada, T. Yanagida, T. Endo, K. Tsutumi, Y. Usuki, M. Nikl, Y. Fujimoto, A. Fukabori, A. Yoshikawa, Crystal Growth and Scintillation Properties of Ce-Doped Gd₃(Ga, Al)₅O₁₂ Single Crystal, 11th International Conference on Inorganic Scintillators and their Applications (SCINT 2011), 2011. 9.12-16, Giessen, Germany(2011).

29) K. Kamada, T. Yanagida, T. Endo, K.

Tsutumi, Y. Usuki, M. Nikl, Y. Fujimoto, A. Fukabori, A. Yoshikawa, Growth and Scintillation Properties of Pr doped (Gd,Y)₃(Ga,Al)₅O₁₂ Single Crystals, 11th International Conference on Inorganic Scintillators and their Applications (SCINT 2011), 2011. 9.12-16, Giessen, Germany (2011).

〔図書〕(計 3 件)

1) Recent advances in Ceramic Materials Research, Eds. Joan J. Roa Rovira and Merce Segarra Rubi, Nova Science Publishers, Inc. 2013, pp. 127-176.

M. Nikl, T. Yanagida, H. Yagi, T. Yanagitani, E. Mihóková, A. Yoshikawa "Optical ceramics for fast scintillator materials" (Chapter 6)

2) Nuclear Power - Operation, Safety and Environment (ISBN 978-953-307-507-5, Edited by Pavel Tsvetkov, Intech) T. Ogawa, and 39 authors incl. T. Yanagida, "Imaging of Radiation Accidents and Radioactive Contamination Using Scintillators" (Chapter 9) (2011)

3) Advances in Nanocomposite Technology (ISBN 978-953-307-347-7, Edited by Abbas Hashim, Intech) M. Nikl, D. Niznansky, J. Ruzicka, C. Cannas, T. Yanagida "Silicate Glass-Based Nanocomposite Scintillators" (Chapter 9) (2011)

〔産業財産権〕

出願状況(計 1 件)

名称: X線シンチレータ用材料
発明者: 吉川彰、柳田健之、藤本裕、杉山誠、戸塚大輔
権利者: 日本結晶光学
種類: 特開
番号: 2012-149223
出願年月日: 2011.9.1
国内外の別: 国内

〔その他〕

ホームページ等
<http://mswebs.naist.jp/LABs/yanagida/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者
柳田健之 (Yanagida Takayuki)
九州工業大学・若手研究者フロンティア研究アカデミー・准教授
研究者番号: 20517669