

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 21 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25410236

研究課題名(和文) 無容器法による希土類酸化物を主成分とする超高屈折率低分散ガラスの合成と構造解析

研究課題名(英文) Synthesis and structural analysis of high refractive index and low wavelength dispersion rare-earth oxide glasses prepared by containerless processing

研究代表者

増野 敦信 (Masuno, Atsunobu)

東京大学・生産技術研究所・助教

研究者番号：00378879

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、これまでガラス化しないとされていた希土類酸化物を主成分とした組成のガラスを合成し、その光学特性の評価と構造解析を行った。

無容器法を用いることで、La₂O₃を主成分としたLa₂O₃-Nb₂O₅系ガラス、La₂O₃-B₂O₃系ガラスの合成に成功した。いずれのガラスも屈折率が1.9以上の高い値を有しており、かつ非常に小さな波長分散特性を示していた。物性データから得られた光学的パラメータやNMRなどの構造解析から得られた構造情報から、これらの希土類酸化物を主成分とするガラスは、その特性の起源や形成メカニズムにおいて、ネットワークといった従来の考えでは捉えられないことを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：In this project, we have successfully synthesized rare-earth oxides glasses that were regarded glass-forming compositions, obtained optical properties, and performed structural analyses of the glasses.

By using containerless processing, we have obtained La₂O₃-rich La₂O₃-Nb₂O₅ glass systems and La₂O₃-B₂O₃ glass systems. Both of the glasses showed excellent optical properties such as refractive index greater than 1.9 with very low wavelength dispersion. Optical parameters and structural information obtained from physical data and structural analysis indicated that the rare-earth rich glasses were totally different from conventional network-forming glasses in the origin of the properties.

研究分野：固体化学

キーワード：ニューガラス ホウ酸ガラス アッベ数

1. 研究開始当初の背景

様々な種類、用途がある光学ガラスの中で、高屈折率低分散ガラスは、レンズや非線形光学材料として応用できるため、その開発競争は熾烈である。可視域で無色透明を保ったままガラスを高屈折率化するには、母体となる網目形成酸化物 (SiO_2 や B_2O_3 , P_2O_5 など) に、 TiO_2 や Nb_2O_5 , La_2O_3 などの添加が効果的とされている。しかし、これらの酸化物のガラス形成能はかなり低いため、大量に含有させることができないという問題があった。それに対してこれまでに我々は、無容器法によって、網目形成酸化物を必要としない、中間酸化物を主成分とする TiO_2 系、 Nb_2O_5 系、 Ta_2O_5 系、 WO_3 系、 Al_2O_3 系バルクガラスの合成に成功した。中でも TiO_2 系や Nb_2O_5 系ガラスの屈折率は 2.3 にまで達し、レンズ等への応用の観点から大きな注目を集めている。構造解析の結果からは、カチオン-酸素多面体の結合状態が従来の常識 (Zachariasen や Sun らのガラス形成則) から逸脱し、かつ、酸素イオンの充填密度が非常に高いことがわかった。さらに、これらのガラスのイオン性の高さは、共有結合的網目形成という従来のガラスの描像とは相容れないことから、ガラスの本質 (なぜガラスになるのか) という基礎科学的観点からも解き明かすべき課題である。

2. 研究の目的

我々は無容器法によるニューガラス合成の研究の過程で、 $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Nb}_2\text{O}_5$ と $\text{La}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ において、 La_2O_3 を主成分とする組成域でガラス化することを見出した。屈折率は 2 を超え、かつ、より小さな波長依存性を示すことから、レンズ材料としてさらに有望である。また、古典的ガラス形成則に基づくと、希土類酸化物は修飾酸化物に分類されるため、 La_2O_3 を主成分とする組成でのガラス化は驚きである。イオン半径にそれほど大きな差のない酸化物イオンと希土類イオンとの組み合わせでもガラス化したことは、これまでの常識に反することではあるが、新しいガラス形成メカニズムの存在を示唆しており興味深い。最近の研究から、その構造はこれまで我々が明らかにしてきた中間酸化物を主成分とするガラスとはさらに異なることが分かってきた。本研究では、希土類酸化物ガラスについて、その特性の起源、ガラス形成メカニズムを解明することを目的とする。得られた結果は、希土類酸化物ガラスの設計指針を確立させるだけでなく、ガラス科学の進展に大きく寄与することになり、応用的にも基礎科学的にも極めて重要である。

3. 研究の方法

本研究で行う実験は、その内容から 3 つステップ (ガラス合成、物性測定、構造解析) に分けられる。これらを平行して行い、互いにその結果をフィードバックさせることで

より効率的な研究の進展を目指した。

ガラス合成はガス浮遊炉を利用した無容器法によって行った。ノズルに乗せた試料を下から吹き付けるガスで浮かせ、 CO_2 レーザーを照射して溶融した。 CO_2 レーザーの波長は $10.6 \mu\text{m}$ であり、ほとんどの酸化物は良く吸収するため、熱源として適している。ガスの種類は問わないが、我々は主に酸化物を研究対象としているので、酸素を用いた。試料の温度は放射温度計で測定した。CCD カメラで試料の拡大映像を見ながら、レーザーパワーやガス流量を微調整し、安定した浮遊を保つ。適当な時間融液のまま保持した後、レーザーパワーを弱めて冷却し、凝固させた。一連の操作は制御用 PC 上で行うことができる。試料のセット、浮遊、溶融、凝固、そして取り出しまで、最短 1 分弱で行うことができる。

熱物性に関しては、TG-DTA によりガラス転移温度、結晶化温度を決定し、ガラスの安定性を評価した。

屈折率や透過率などの光学特性の測定のために、ガラス球を研磨した。振動物性用には研磨せずにそのまま用いた。

構造解析には、放射光 X 線や中性子による回折実験に加えて、NMR などの分光法、そしてリバースモンテカルロ法や分子動力学法による計算機実験も併用した。

4. 研究成果

希土類酸化物を主成分とするガラス系として、 $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Nb}_2\text{O}_5$ 二元系、 $\text{La}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ 二元系そして $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Nb}_2\text{O}_5\text{-MO}_x$ 多元系に関する熱物性、光学特性、振動物性、構造物性を調べた。

(1) $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Nb}_2\text{O}_5$ 二元系ガラス

$25 < x < 40$, $59 < x < 62$ においてガラス化する $x\text{La}_2\text{O}_3\text{-(100-x)}\text{Nb}_2\text{O}_5$ ガラスについて、放射光 X 線回折、中性子回折のデータを元に計算機シミュレーションにより構造モデルを導いた。その結果、La-rich ガラスと Nb-rich がらすとで、Nb-O 多面体の結合状態に大きな違いがある一方で、La-O 多面体にはそれほど違いが無いことを明らかにした。ガラス化範囲が 2 つに分かれ、熱物性、光学特性、密度にも違いがあることから、 La^{3+} の局所構造にも違いがあると考えられたが、実際にはその差は小さかった。このことは、 $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Nb}_2\text{O}_5$ 二元系ガラスでは、Nb-O のつながりの有無によって、物性が大きく異なったということの意味する。ただし、それでも La-rich 組成がガラス化したということは、 La^{3+} と O^{2-} とである程度ランダムな原子配列をすることさえできれば、La-O 多面体を主成分としたガラスが形成されうると推察できる。

(2) $\text{La}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ 二元系ガラス

$\text{La}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ 二元系においても、La-rich 組成と B-rich 組成でガラス化範囲が見つかったが、本研究においてガラス化範囲を確定

した． $x\text{La}_2\text{O}_3-(100-x)\text{B}_2\text{O}_3$ 組成において， $25 < x < 35$ ， $50 < x < 63$ であった．いずれの組成域でも無色透明でかつ La 量増大に伴い，線形に屈折率は増大した．また，La-rich ガラスの波長分散特性は特に低く，1.9 程度の屈折率と合わせると，可視域でのレンズ用途に適した特性であった．物性データから得られた光学的パラメータや，NMR や Raman 散乱などの構造解析から得られた構造情報を利用して，La-rich ガラスと B-rich ガラスを比較した．その結果，B-rich ガラスでは従来型ホウ酸系ネットワークガラスと同様の，修飾酸化物の増大に伴う 4 配位ホウ素の増大から減少が観察された．一方で La-rich ガラスではもはや 4 配位ホウ素は存在しておらず，かつ平面 3 配位ホウ素は完全に孤立していることがわかった．このことは La^{3+} と平面 BO_3 ユニットがネットワークを組むのではなく，ランダムに分布することで非晶質状態を形成しているといえる． $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Nb}_2\text{O}_5$ 系ガラスで見られた特異な構造を考慮に入れると，本研究で対象としたガラスの構造は，もはやネットワークではなく，各イオン同士のランダムパッキングで形成されていると見なすことができると思われる．希土類酸化物を主成分とするガラスは，高屈折率低分散という光学応用上重要な特性だけで無く，従来のガラス形成則から大きく逸脱している点で，ガラス科学の幅を広げるものである．

(3) $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Nb}_2\text{O}_5\text{-MO}_x$ 多元系ガラス

$\text{La}_2\text{O}_3\text{-Nb}_2\text{O}_5$ 二元系ガラスに添加できる成分を網目形成酸化物以外で数多く見出した．特に Al_2O_3 ， Ta_2O_5 ， ZrO_2 などが光学特性，熱特性，安定性等を向上させる働きを示すことがわかった．網目形成酸化物を含まずにガラス化しうるガラス組成が数多く見つかりつつある．

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 25 件)

大過冷却融液から結晶化した準安定相六方晶鉄酸化物，増野敦信，馬込栄輔，森吉千佳子，日本結晶学会誌 Vol. 58 No. 3 (2016)．(査読有)(掲載決定)

Crack-resistant $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ glasses, G. A. Rosales-Sosa, A. Masuno, Y. Higo, H. Inoue, Scientific Reports 6, 23620 (2016). DOI: 10.1038/srep23620 (査読有)

Synchrotron X-ray scattering measurements of disordered materials, S. Kohara, K. Ohara, H. Tajiri, C. H. Song, O. Sakata, T. Usuki, Y. Benino, A. Mizuno, A. Masuno, J. T. Okada, T. Ishikawa, S. Hosokawa, Zeitschrift für Physikalische Chemie 230[3], 339–368 (2016). DOI: 10.1515/zpch-2015-0654

(査読有)

Er^{3+} infrared fluorescence affected by spatial distribution synchronicity of Ba^{2+} and Er^{3+} in Er^{3+} -doped BaO-SiO_2 glasses, A. Masuno, H. Inoue, Y. Saito, AIP Advances 6, 025220 (2016). DOI: 10.1063/1.4942978 (査読有)

Higher refractive index and lower wavelength dispersion of SiO_2 glass by structural ordering evolution via densification at a higher temperature, A. Masuno, N. Nishiyama, F. Sato, N. Kitamura, T. Taniguchi, H. Inoue, RSC Advances 6, 19144–19149 (2016). DOI: 10.1039/C5RA25106K (査読有)

ガラスにならない ZrO_2 融体の原子・電子構造，小原真司，増野敦信，水野章敏，岡田純平，石川毅彦，NEW GLASS Vol. 30 No. 116, 28–31 (2015)．(査読有)

High elastic moduli $54\text{Al}_2\text{O}_3\text{-}46\text{Ta}_2\text{O}_5$ glass fabricated via containerless processing, G. A. Rosales-Sosa, A. Masuno, Y. Higo, H. Inoue, Y. Yanaba, T. Mizoguchi, T. Umada, K. Okamura, K. Kato, Y. Watanabe, Scientific Reports 5, 15233 (2015). DOI: 10.1038/srep15233 (査読有)

無容器法による超高屈折率ガラスの開発，増野敦信，化学と教育 Vol. 63 No. 1, 8–11 (2015)．(査読無)

A complete solid solution with rutile-type structure in $\text{SiO}_2\text{-GeO}_2$ system at 12GPa and 1600°C, E. Kulik, N. Nishiyama, A. Masuno, Y. Zubravichus, V. Murzin, E. Khramov, A. Yamada, H. Ohfuji, H.-C. Wille, T. Irifune, T. Katsura, Journal of the American Ceramic Society 98 [12], 4111–4116 (2015). DOI: 10.1111/jace.13859 (査読有)

Expansion of the Hexagonal Phase-Forming Region of $\text{Lu}_{1-x}\text{Sc}_x\text{FeO}_3$ by Containerless Processing, A. Masuno, A. Ishimoto, C. Moriyoshi, H. Kawaji, Y. Kuroiwa, H. Inoue, Inorganic Chemistry 54 [19], 9432–9437 (2015). DOI: 10.1021/acs.inorgchem.5b01225 (査読有)

Containerless solidification of undercooled $\text{SrO-Al}_2\text{O}_3$ binary melts, K. Kato, A. Masuno, H. Inoue, Physical Chemistry Chemical Physics 17, 6495–6500 (2015). DOI: 10.1039/C4CP05861E (査読有)

Thermal stability, optical transmittance and refractive index dispersion of $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Nb}_2\text{O}_5\text{-Al}_2\text{O}_3$ glasses, K. Yoshimoto, A. Masuno, H. Inoue, Y. Watanabe, Journal of the

- American Ceramic Society 98 [2], 402–407 (2015). DOI: 10.1111/jace.13310 (査読有)
- Topological Engineering of Glass for Modulating Chemical State of Dopants, S. Zhou, Q. Guo, H. Inoue, Q. Ye, B. Xu, A. Masuno, B. Zheng, Y. Yu, J. Qiu, *Advanced Materials* 26, 7966–7972 (2014). DOI: 10.1002/adma.201403256 (査読有)
- Atomic and electronic structure of an extremely fragile liquid, S. Kohara, J. Akola, L. Patrikeev, M. Ropo, K. Ohara, M. Ito, A. Fujiwara, J. Yahiro, J. T. Okada, T. Ishikawa, A. Mizuno, A. Masuno, Y. Watanabe, T. Usuki, *Nature Communications* 5, 5892 (2014). DOI:10.1038/ncomms6892 (査読有)
- 無容器浮遊法による超高屈折率ガラスの開発, 増野敦信, 粉体および粉末冶金 Vol. 61 No. 1, 11–17 (2014). (査読有)
- 無容器プロセスの新しい展開, 井上博之, 増野敦信, 化学 Vol. 69 No. 9, 70–71 (2014). (査読無)
- Thermal and optical properties of $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Nb}_2\text{O}_5$ high refractive index glasses, A. Masuno, H. Inoue, K. Yoshimoto, Y. Watanabe, *Optical Materials Express* 4, 710–718 (2014). DOI: 10.1364/OME.4.000710 (査読有)
- 超高屈折率ガラス, 増野敦信, 工業材料 Vol. 62 No. 1, 70–71 (2014). (査読無)
- Adiabatic small polaron hopping in $\text{K}_2\text{O-WO}_3\text{-Nb}_2\text{O}_5\text{-P}_2\text{O}_5$ glasses, I. Oliva, A. Masuno, H. Inoue, *Solid State Ionics* 255, 56–59 (2014). DOI: 10.1016/j.ssi.2013.12.002 (査読有)
- アルミン酸カルシウムガラスにおける溶媒和電子の形成を促すかご状構造, 小原真司, 尾原幸治, 増野敦信, 臼杵毅, *日本結晶学会誌* 55, 356–361 (2013). (査読有)
- Surface characterization of silica glass substrates treated by atomic hydrogen, H. Inoue, A. Masuno, Y. Zhang, F. Utsuno, K. Koya, A. Fujinoki, H. Kawazoe, *Materials Characterization* 86, 283–289 (2013). DOI: 10.1016/j.matchar.2013.10.002 (査読有)
- Stabilization of metastable ferroelectric $\text{Ba}_{1-x}\text{Ca}_x\text{Ti}_2\text{O}_5$ by breaking Ca-site selectivity via crystallization from glass, A. Masuno, C. Moriyoshi, T. Mizoguchi, T. Okajima, Y. Kuroiwa, Y. Arai, J. Yu, H. Inoue, Y. Watanabe, *Scientific Reports* 3, 3010 (2013). DOI: 10.1038/srep03010 (査読有)
- 21 Weak ferromagnetic transition with dielectric anomaly in hexagonal $\text{Lu}_{0.5}\text{Sc}_{0.5}\text{FeO}_3$, A. Masuno, A. Ishimoto, C. Moriyoshi, N. Hayashi, H. Kawaji, Y. Kuroiwa, H. Inoue, *Inorganic Chemistry* 52 [20], 11889–11894 (2013). DOI: 10.1021/ic401482h (査読有)
- 22 Drastic connectivity change in high refractive index lanthanum niobate glasses, A. Masuno, S. Kohara, A. C. Hannon, E. Bychkov, H. Inoue, *Chemistry of Materials* 25 [15], 3056–3061 (2013). DOI: 10.1021/cm401236s (査読有)
- 23 The local structure and vibrational properties of BaTi_2O_5 glass revealed by a molecular dynamics simulation, H. Inoue, A. Masuno, S. Kohara, Y. Watanabe, *The Journal of Physical Chemistry B* 117 [22], 6823–6829 (2013). DOI: 10.1021/jp401730f (査読有)
- 24 Atomic scale identification of individual lanthanide dopants in optical glass fiber, T. Mizoguchi, S. Findlay, A. Masuno, Y. Saito, H. Inoue, Y. Ikuhara, *ACS Nano* 7 [6], 5058–5063 (2013). DOI: 10.1021/nn400605z (査読有)
- 25 Network topology for the formation of solvated electrons in binary $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$ composition glasses, J. Akola, S. Kohara, K. Ohara, A. Fujiwara, Y. Watanabe, A. Masuno, T. Usuki, T. Kubo, A. Nakahira, K. Nitta, T. Uruga, J. K. R. Weber, C. J. Benmore, *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* 110, 10129–10134 (2013). DOI:10.1073/pnas.1300908110 (査読有)
- [学会発表](計 30 件)
- 修飾酸化物を多く含む二元系ホウ酸ガラスの物性と構造, 増野敦信, 井上博之, 第 56 回ガラスおよびフォトニクス材料討論会, 2015 年 11 月 12 日–13 日, ウィンク愛知 (愛知県名古屋市)
- 無容器法による新規酸化物の合成とその機能 (協会賞受賞講演), 増野敦信, 粉体粉末冶金協会平成 27 年度秋季大会, 2015 年 11 月 12 日, 京都大学 (京都府京都市)
- 無容器プロセッシングにより合成した新規機能性ガラスの物性と構造, 増野敦信, 日本鉄鋼協会高温プロセス部会ノーベルプロセッシングフォーラム, 2015 年 11 月 2 日, 東北大学 (宮城県仙台市)

Local structure around Er atoms in oxide glasses investigated by EXAFS and MD simulation, A. Masuno, STAC-9 (The 9th International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics), 2015年10月19-21日,エポカルつくば(茨城県つくば市)

Containerless Solidification of Undercooled SrO-Al₂O₃ Binary Melts, A. Masuno, K. Kato, H. Inoue, ICG annual meeting, Bangkok, Thai, Sep. 20-23, 2015

無容器法により作製したガラスおよび高密度ガラスの物性と構造, 増野敦信, SPRUC 地球惑星科学研究会・高圧物質科学研究会・機能性材料ナノスケール原子相関研究会合同研究会, 2015年9月12日,九州大学(福岡県春日市)

Optical and structural properties of densified silica glasses, A. Masuno, Workshop on Advanced Glasses with New Functionalities, 2015年8月4日, 愛媛大学(愛媛県松山市)

無容器法が拓く新しいガラスの科学, 増野敦信, 日本セラミックス協会ガラス部会夏季若手セミナー, 2015年8月2日,メルパルク松山(愛媛県松山市)

無容器法によるガラスの合成とその機能, 増野敦信, ニューガラスフォーラム第113回ニューガラスセミナー「新プロセスによる材料創製技術」, 2015年7月7日, 日本ガラス工業センター(東京都新宿区)

Optical properties of permanently densified silica glass, A. Masuno, N. Nishiyama, F. Sato, T. Taniguchi, H. Inoue, The 2015 Joint Meeting of DGG - ACerS GOMD, Miami, FL, May 17-21, 2015

浮遊させた SrO-Al₂O₃ 大過冷却液体からの凝固過程, 増野敦信, 加藤克佳, 井上博之, 日本セラミックス協会 2015 年年会, 2015年3月18日, 岡山大学(岡山県岡山市)

Functional metastable phase formation from undercooled melt by containerless processing, A. Masuno, the EMN/Ceramics Meeting, 2015年1月28日, Orlando FL(アメリカ)

浮かせて作る新しいガラスの世界, 増野敦信, 大阪教育大学附属高等学校平野校舎セミナー, 2014年11月29日, 大阪教育大学附属高等学校平野校舎(大阪府大阪市)

Functional oxide glasses prepared by a levitation technique, A. Masuno, The 31st International Korea-Japan Seminar on Ceramics (KJ-Ceramics31), 2014年11月27日,

釜山(韓国)

高密度シリカガラスの光学特性, 増野敦信, 西山宜正, 佐藤史雄, 谷口尚, 井上博之, 第55回ガラスおよびフォトニクス材料討論会, 2014年11月, 東京工業大学(東京都目黒区)

無容器法が広げるガラスの世界, 増野敦信, ニューガラスフォーラム若手懇談会, 2014年10月9日, 日本ガラス工業センター(東京都新宿区)

Er³⁺を添加した BaO-SiO₂ ガラスにおける Er³⁺周囲の局所構造, 増野敦信, 井上博之, 日本セラミックス協会第27回秋季シンポジウム, 2014年9月, 鹿児島大学(鹿児島県鹿児島市)

Glass formation and physical properties of La₂O₃-Nb₂O₅-B₂O₃ high refractive index glasses prepared by containerless processing, A. Masuno and H. Inoue, 12th ESG Conference, Parma, Italy, September 21-24, 2014

Optical properties of La₂O₃-B₂O₃ binary glasses prepared by containerless processing, A. Masuno, T. Iwata, H. Inoue, The 1st Joint Meeting of DGG - ACerS GOMD, Aachen, Germany, May 25-30, 2014

ガス浮遊炉を用いたガラスの作製と高温ラマン散乱スペクトル, 井上博之, 加藤克佳, 増野敦信, 資源・素材学会平成26年度春季大会, 2014年3月26日, 東京大学(東京都目黒区)

21 無容器法で合成した高充填密度ガラスの機械的性質, 増野敦信, グスターボ ロサレス, 井上博之, 金 兌現, 松本和也, 小島誠治, 応用物理学会 2014 春季講演会シンポジウム「割れないガラス」の最先端研究動向と新たな展開, 2014年3月20日, 青山学院大学(神奈川県相模原市)

22 無容器法による機能性準安定酸化物の合成, 増野敦信, JAIST-Spring-8 連携講座シンポジウム「量子ビームを用いたマテリアルサイエンスの最前線」, 2014年3月5日, 北陸先端科学技術大学院大学(石川県能美市)

23 無容器法により合成した機能性酸化物ガラスの構造と物性の相関, 増野敦信, SPRUC 拡大研究会・Spring-8 利用ワークショップ, 2014年2月1日, Spring-8(兵庫県佐用郡)

24 高温対応可能なセラミックスコンデンサー用素材の開発, 増野敦信, &Tech セミナー『MLCC 向けチタン酸バリウムおよび酸化チタン粉体の粒子の超微粉化、粒径調整、高誘電率化』～各種合成法・分級技術と誘電率向上法・高温強誘電体の開発～, 2013年12月4日, 川崎市国際交流センター(神奈川県川崎市)

25 無容器浮遊法により合成した機能性酸

- 化物の特性と構造, 増野敦信, セントラル硝子株式会社社内セミナー, 2013年11月8日, セントラル硝子(三重県松阪市)
- 26 XAFSによる非晶質相と準安定結晶相の局所構造解析, 増野敦信, 第16回XAFS討論会, 2013年9月7日, 東京大学(東京都文京区)
- 27 Transparent and high refractive index $\text{La}_2\text{O}_3\text{-WO}_3$ glasses prepared by containerless processing, A. Masuno, K. Yoshimoto, H. Inoue, Y. Watanabe, the 23rd International Congress on Glass, Prague, the Czech Republic, June 30 - July 5, 2013
- 28 無容器浮遊法による機能性酸化物の合成, 増野敦信, 日本電気硝子株式会社社内セミナー, 2013年6月20日, 日本電気硝子(滋賀県大津市)
- 29 Structure of high refractive index $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Nb}_2\text{O}_5$ glasses prepared by containerless processing, A. Masuno, S. Kohara, H. Inoue, 10th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology, San Diego, CA, June 2-7, 2013
- 30 無容器浮遊法による超高屈折率ガラスの開発, 増野敦信, 粉体粉末冶金協会平成25年度春季講演大会, 2013年5月27日, 早稲田大学(東京都新宿区)

〔図書〕(計1件)

高・低屈折率材料の開発と屈折率制御, 第4章第3節 超高屈折率ガラスの組成調整・光学特性とレンズへの応用, 増野敦信(分担執筆), 技術情報協会 2014年9月, A4判 491ページ(執筆: 362-372ページ)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称: シリカガラスの製造方法
発明者: 佐藤史雄, 増野敦信, 谷口尚, 西山宜正, 権利者: 佐藤史雄, 増野敦信, 谷口尚, 西山宜正
権利者: 同上
種類: 特許
番号: 特願 2014-229446
出願年月日: 2014年11月12日
国内外の別: 日本
名称: ガラス材及びその製造方法
発明者: 増野敦信, ロサレス ソーサ グスターボ アルベルト, 井上博之, 佐藤史雄
権利者: 同上
種類: 特許
番号: 特開 2016-050155
出願日: 2014年9月1日
国内外の別: 日本
名称: 光学ガラス

発明者: 佐藤史雄, 井上博之, 増野敦信
権利者: 同上
種類: 特許
番号: 特開 2015-147720
出願年月日: 2014年6月25日
国内外の別: 日本
名称: 光学ガラス
発明者: 佐藤史雄, 井上博之, 増野敦信
権利者: 同上
種類: 特許
番号: 特開 2015-147719
出願年月日: 2014年6月25日
国内外の別: 日本

〔その他〕

ホームページ

<http://www.vitreous.iis.u-tokyo.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

増野 敦信 (MASUNO, Atsunobu)

東京大学・生産技術研究所・助教

研究者番号: 00378879