

平成 21 年 5 月 28 日現在

研究種目：若手研究(B)  
 研究期間：2007 ～ 2008  
 課題番号：19760463  
 研究課題名（和文） レーザー誘起位置選択結晶化ガラスにおける二次光非線形性の定量評価  
 研究課題名（英文） Quantitative measurement of second ordered optical nonlinearity in spatial selected crystallized glass by laser irradiation  
 研究代表者  
 本間 剛 ( HONMA TSUYOSHI )  
 長岡技術科学大学・工学部・助教  
 研究者番号：70447647

研究成果の概要：本研究は、申請者らが独自に見いだしたレーザー誘起局所加熱によりガラス基板上に位置選択的に形成した結晶ラインパターンについて、その局所的な光非線形性（第二高調波発生）の定量的評価をすることを目的とし、高い光変換機能を有する Fresnoit 型結晶、ニオブ酸リチウムラインパターンのガラスへの形成と形態の評価、そして二次光非線形性の定量的評価を実施し、得られたラインパターンはいずれも単結晶的な成長を示し、導波路として機能することを見いだした。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,400,000	0	2,400,000
2008 年度	1,000,000	300,000	1,000,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	300,000	3,700,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：材料工学，無機材料・物性

キーワード：結晶化ガラス，レーザー結晶化，ニオブ酸リチウム，第二高調波，光変調器，  
光導波路，結晶成長，顕微ラマン散乱

## 1. 研究開始当初の背景

ガラス材料は光ファイバーに代表されるように光機能／制御デバイス創製の中心的役割を担う機能性物質、材料としてますますその重要性が増している。一方、ガラスにレーザー光を照射して局所的あるいは周期的に構造変化を起こさせ、自在に形態変化、形態制御を行う研究が次世代の光制御デバイス創製に必須の技術として期待されている。我々は、ガラス基板上の任意の部位に単結晶パターンニングを実現することに初めて成功しており、本手法を“レーザー誘起希土類・遷移金属原子加熱法”と呼んでいる。

このレーザー原子加熱法においては、レーザー励起された希土類 ( $\text{Sm}^{3+}$ ,  $\text{Dy}^{3+}$ )・遷移金属イオン ( $\text{V}^{4+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ) が熱源となり、原子・分子移動によるガラス構造の規則化再構築、すなわち機能性を有する結晶化をガラスの局所に効率的に生じさせることが出来る。さらに、レーザー走査によって、ガラス上の単結晶成長（ラインパターンニング）も可能であることがすでに確認・実証されている。本手法による応用例として、ガラス本来の優れた特性（高い透明性・賦形性）と半永久的で高い光非線形性を有する、レーザーにより空間選択的に構造制御された、全く新規な

光スイッチング・変調素子の開発が挙げられる。ガラス基板上にレーザーパターンニングにより干渉計構造を作製した単結晶パターンを導波路に用いて、光ファイバーからの入力光に外部変調信号を印加することにより出力光を高速にスイッチングできる素子である。外部変調型の光デバイスの研究開発はこれまでも  $\text{LiNbO}_3$  を基材とする結晶材料で活発に行われている。しかしながら結晶材料と光ファイバーとの接合にはきわめて大きな技術的な困難が伴うことから信頼性・コストの観点から多くの問題を抱えている。

これまでの研究を通して、単結晶ラインパターンに可視レーザー光を導入するとラインパターン自体が導波路として機能することが実証されている。光変調素子の動作原理に関連して、電気光学効果に基づく光変調性能は材料の持つ光非線形性の大きさに依存するため、導波路に好適な結晶材料は  $\text{LiNbO}_3$  のような電気光学定数の大きな材料が有望とされる。フレズノイト構造を有する  $\text{Ba}_2\text{TiGe}_2\text{O}_8$  (以下 BTG) 結晶が  $\text{LiNbO}_3$  に匹敵する光非線形性 ( $d_{\text{eff}} \sim 22 \text{ pm/V}$ ) を有する結晶化ガラスが見いだされている。これらの新規非線形光学結晶はガラスファイバーの母材である  $\text{GeO}_2\text{-SiO}_2$  から構成されているため光ファイバーとの接続は容易である。この材料に注目し、つい最近レーザー照射による BTG および同じフレズノイト構造をもつ  $\text{Ba}_2\text{TiSi}_2\text{O}_8$  (BTS) の単結晶パターン化にも成功している。これらのガラス中の微小パターンの光非線形性の評価は、光変調素子の設計 (サイズ・電極形成) に必要不可欠な情報である。そこでラインパターン自体の光非線形性を評価することは有意義である。

## 2. 研究の目的

レーザー集光照射 (原子加熱法) によってガラス上に作製した強誘電体微細パターン ( $\text{Ba}_2\text{TiGe}_2\text{O}_8$ ,  $\text{LiNbO}_3$ ) における非線形光学定数の定量と、結晶パターンの高機能化を本研究の目的とする。

## 3. 研究の方法

ガラス試料は  $\text{Ba}_2\text{TiGe}_2\text{O}_8$  (以後 BTG),  $\text{Ba}_2\text{TiSi}_2\text{O}_8$  (以後 BTS),  $\text{LiNbO}_3$  (以後 LN) 結晶化パターンを形成するために、 $1\text{CuO-}33.3\text{BaO-}16.7\text{TiO}_2\text{-}50\text{GeO}_2$ ,  $1\text{CuO-}33.3\text{BaO-}16.7\text{TiO}_2\text{-}50\text{SiO}_2$ ,  $0.5\text{-}40\text{Li}_2\text{O-}32\text{Nb}_2\text{O}_5\text{-}28\text{SiO}_2$  ガラスを通常の熔融急冷法により作製した。研磨を施し、厚さ 1mm のガラス基板を作製し、レーザー照射による結晶化を実施した。レーザー照射には図 1 に示す構成の照射装置を用いて波長 1.08mm のレーザー光を集光照射し、レーザー誘起結晶化パターンを作製した。結晶パターンの形態評価には顕微ラマン散乱分光法、電子線後方散乱回折 (EBSD)、第二高調

波発生の評価には第二高調波顕微鏡を用い

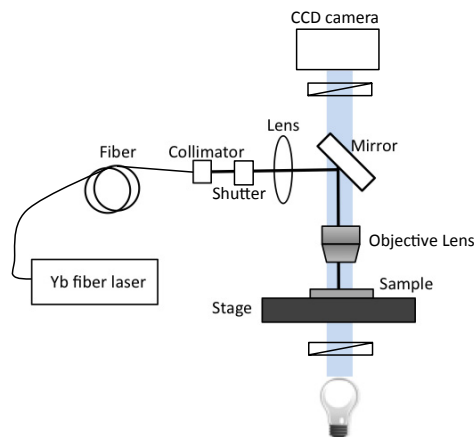


図 1 レーザー照射装置の概要

た。

## 4. 研究成果

$\text{BaO-TiO}_2\text{-GeO}_2\text{-SiO}_2$  ガラスへのフレズノイト型  $\text{Ba}_2\text{TiX}_2\text{O}_8$  ( $\text{X} = \text{Ge, Si}$ ) 結晶ラインの形成と第二高調波発生の評価を実施し、以下の結果を得た。

- (1) 1mol%CuO 添加  $33.3\text{BaO-}16.7\text{TiO}_2\text{-}50\text{GeO}_2$  ( $\text{SiO}_2$ ) ガラスへ、波長 1080 nm の Yb ファイバレーザを集光照射し、幅  $5 \mu\text{m}$  の均一な結晶ラインパターンを形成した。顕微ラマン散乱測定より、結晶ラインは BTG および BTS 単相より構成されることが明らかとなった。
- (2) レーザー照射により形成した結晶ラインはレーザーの走査方向に対して c 軸に自己成長することが分かった。
- (3) ラインの第二高調波発生について、第二高調波顕微鏡を用いて評価したところ主要なテンソル成分は  $d_{31}$ ,  $d_{15}$ ,  $d_{24}$  であることが明らかとなった。

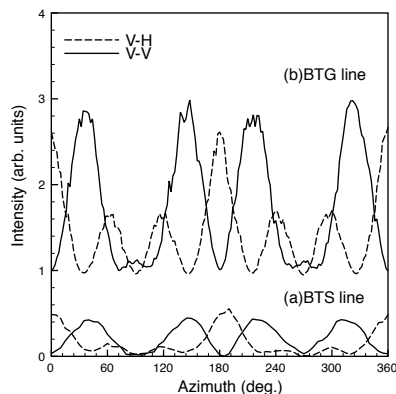


図 2 BTG, BTS 結晶化パターンの第二高調波強度の方位依存性

Cu 添加  $\text{Li}_2\text{O-Nb}_2\text{O}_5\text{-SiO}_2$  (LNS) ガラスへの LN 結晶化パターン形成について実施し、以下に挙げる成果を得た。

- (1) 微量の CuO あるいは  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  添加 LNS ガラスへ、波長 1080 nm の Yb ファイバレーザを集光照射し、照射位置を連続的に走査したと

ころ、幅  $2\mu\text{m}$  の均一な LN 結晶ラインパターンを形成した。

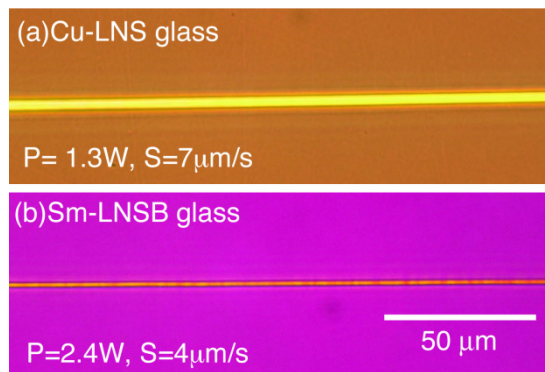


図3 (a)  $\text{Cu}^{2+}$ , (b)  $\text{Sm}^{3+}$  添加 LNS ガラスへ作製した LN 結晶ラインパターン

(2) EBSD (後方散乱電子線回折) により LN ラインパターンの成長方位を調査したところ、レーザーの走査方向に対して a あるいは c 軸に自己成長することが明らかとなった。2 つ優位成長方向が存在する例は初めてであり、LN 結晶における原子充填面の異方性が、これまで c 軸成長のみを示す  $\beta$ - $\text{BaB}_2\text{O}_4$ , BTG, BTS 等に比較して小さいものと考えられる。

(3) ガラス中の銅イオンは水素アルゴン雰囲気中でアニールすることにより表面に拡散し、銅金属膜を形成することが明らかとなった。結果としてガラス中の銅イオンの価数状態は +2 から +1 あるいは 0 に変化し、 $\text{Cu}^{2+}$  特有の光吸収体は消滅し、レーザー書き込みによる透明な  $\text{LiNbO}_3$  位置選択結晶化ガラスの創製に成功した。

## 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 20 件)

- (1) T. Honma, T. Komatsu, D. Zhao, H. Jain, Writing of rare-earth ion doped lithium niobate line patterns in glass by laser scanning, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1, 2009, 012006, 査読有
- (2) Y. Tsukada, T. Honma, T. Komatsu, Self-organized periodic domain structure for second harmonic generations in ferroelastic  $\beta'$ - $(\text{Sm}, \text{Gd})_2(\text{MoO}_4)_3$  crystal lines on glass surfaces, Applied Physics Letters, 94, 2009, 059901, 査読有
- (3) T. Honma, N. Ito, V. Dimitrov, T. Komatsu, Temperature dependence of refractive index and electronic polarizability of  $\text{KNbGeO}_5$  glass and its nanocrystallized glasses, Journal

of Applied Physics, 105, 2009, 053105, 査読有

- (4) N. Maruyama, T. Honma, T. Komatsu, Enhanced quantum yield of yellow photoluminescence of  $\text{Dy}^{3+}$  ions in nonlinear optical  $\text{Ba}_2\text{TiSi}_2\text{O}_8$  nanocrystals formed in glass, Journal of Solid State Chemistry, 182, 2009, 246-252, 査読有
- (5) T. Honma, M. Kusatsugu, T. Komatsu, Synthesis of  $\text{LaF}_3$  nanocrystals by laser-induced  $\text{Nd}^{3+}$  atom heat processing in oxyfluoride glasses, Materials Chemistry and Physics, 113, 2009, 124-129, 査読有
- (6) T. Honma, P. T. Nguyen, T. Komatsu, Crystal growth behavior in  $\text{CuO}$ -doped lithium disilicate glasses by continuous-wave fiber laser irradiation, Journal of the Ceramic Society of Japan, 116, 2008, 1314-1318, 査読有
- (7) T. Oikawa, T. Honma, T. Komatsu, Laser-induced crystal growth of nonlinear optical  $\text{Ba}_3\text{Ti}_3\text{O}_6(\text{BO}_3)_2$  on glass surface, Crystal Research and Technology, 43, 2008, 1253-1257, 査読有
- (8) T. Honma, N. Hirokawa, T. Komatsu, Micro-architecture of nonlinear optical  $\text{Ba}_2\text{TiGe}_2\text{O}_8$  crystal dots and lines on the surface of laser-induced crystallized glasses by chemical etching, Applied Surface Science, 255, 2008, 3126-3131, 査読有
- (9) T. Komatsu, T. Honma, Laser-induced line patterning of nonlinear optical crystals in glass, IEEE Journal on Selected Topics in Quantum Electronics, 14, 2008, 1289-1297, 査読有
- (10) N. Maruyama, T. Honma, T. Komatsu, Electronic polarizability and Judd-Ofelt parameters of  $\text{Nd}^{3+}$  and  $\text{Er}^{3+}$  ions in transparent crystallized glasses with nonlinear optical  $\text{Ba}_2\text{TiSi}_2\text{O}_8$  nanocrystals, Journal of Chemical Physics, 128, 2008, 184706, 査読有
- (11) N. V. Golubev, V. N. Sigaev, S. Yu. Stefanovich, T. Honma, T. Komatsu, Nanosized structural transformation and nonlinear optical properties of lithium niobium germanate glasses, Journal of Non-Crystalline Solids, 354, 2008, 1909-1914, 査読有
- (13) T. Honma, K. Koshiba, Y. Benino, T.

- Komatsu, Writing of crystal lines and its optical properties of rare-earth ion ( $\text{Er}^{3+}$  and  $\text{Sm}^{3+}$ ) doped lithium niobate crystal on glass surface formed by laser irradiation, *Optical Materials*, 31, 2008, 315-319, 査読有
- (14) 本間剛, レーザー誘起結晶化パターンニング技術の現状と展望, *セラミックス*, 43, 2008, 1042-1045, 査読無
- (15) T. Honma, Y. Benino, T. Komatsu, Patterning of c-axis-oriented  $\text{Ba}_2\text{TiX}_2\text{O}_8$  ( $X = \text{Si}, \text{Ge}$ ) crystal lines in glass by laser irradiation and their second-order optical nonlinearities, *J. Mater. Res.*, 23, 2008, 885-888, 査読有
- (16) T. Honma, R. Ihara, Y. Benino, R. Sato, T. Fujiwara, T. Komatsu, Writing of crystal line patterns in glass by laser irradiation, *J. Non-Cryst. Solids*, 354, 2008, 468-471, 査読有
- (17) T. Honma, N. Hirokawa, T. Komatsu, Micro-architecture of nonlinear optical  $\text{Ba}_2\text{TiGe}_2\text{O}_8$  crystal dots and lines on the surface of laser-induced crystallized glasses by chemical etching, *Applied Surface Science*, 255, 2008, 3126-3131, 査読有
- (18) P. Gupta, H. Jain, D.B. Williams, T. Honma, Y. Benino, T. Komatsu, Creation of Ferroelectric, Single-Crystal Architecture in  $\text{Sm}_{0.5}\text{La}_{0.5}\text{BGeO}_5$  Glass, *Journal of the American Ceramic Society*, 91, 2008, 110-114, 査読有
- (19) K. Koshiba, T. Honma, T. Komatsu, Patterning and morphology of nonlinear optical  $\text{Gd}_x\text{Bi}_{1-x}\text{BO}_3$  crystals in CuO-doped glass by Laser irradiation, *Appl. Phys. A*, 89, 2007, 981-986, 査読有
- (20) K. Hirose, T. Honma, T. Komatsu, Glass-ceramics with  $\text{LiFePO}_4$  crystals and crystal line patterning in glass by YAG laser irradiation, *Solid State Ionics*, 178, 2007, 801-807, 査読有

[学会発表] (計 47 件)

- (1) 山澤朋也, 本間剛, 小松高行, 新規強誘電性ナノ結晶化ガラスの創製と電気光学効果, 日本セラミックス協会 2009 年年会 2009 年 3 月 17 日, 東京理科大野田キャンパス
- (2) 永井玲央, 本間剛, 小松高行,  $\text{La}_2\text{O}_3\text{-ZnO-B}_2\text{O}_3$  ガラスの結晶化挙動, 日本セラミックス協会 2009 年年会, 2009 年 3 月 17 日, 東京理科大野田キャンパス
- (3) 鈴木太志, 本間剛, 石橋隆幸, 小松高行,

- YIG 結晶化ガラスの創製とレーザーによる結晶パターンの形成, 日本セラミックス協会 2009 年年会, 2009 年 3 月 18 日, 東京理科大野田キャンパス
- (4) 及川貴司, 本間剛, 小松高行, レーザー誘起結晶化によるガラス表面へのチタン酸バリウム系結晶ラインパターンニング, 第 47 回セラミックス基礎科学討論会, 2009 年 1 月 9 日, グランキューブ大阪
- (5) 丸山直紀, 本間剛, 小松高行, フレスノイト系透明結晶化ガラスの結晶化挙動及び光学特性に対する雰囲気制御効果, 第 47 回セラミックス基礎科学討論会, 2009 年 1 月 9 日, グランキューブ大阪
- (6) 菅野正輝, 本間剛, 小松高行, 酸フッ化物ガラスへの希土類含有フッ化物結晶パターンニングと発光特性, 第 47 回セラミックス基礎科学討論会, 2009 年 1 月 9 日, グランキューブ大阪
- (7) T. Honma, T. Komatsu, D. Zhao, H. Jain, Writing of Rare-earth Ion Doped Lithium Niobate Line Patterns in Glass by Laser Scanning, IUMRS-ICA2008, 2008 年 12 月 10 日, 名古屋国際会議場
- (8) 塚田雄太, 本間剛, 小松高行, 希土類モリブデン系ガラスにおける特異なレーザー誘起結晶化挙動, 第 49 回ガラスおよびフォトニクス材料討論会, 2008 年 11 月 27 日, 東北大学 青葉記念会館
- (9) 本間剛, 小松高行, 双方向レーザー照射によるガラスへの二次元結晶化パターンニングの形成, 第 49 回ガラスおよびフォトニクス材料討論会, 2008 年 11 月 27 日, 東北大学 青葉記念会館
- (10) 奥大輔, 本間剛, 小松高行, 熱処理による Cu 含有ケイ酸塩ガラスからの金属拡散, 第 49 回ガラスおよびフォトニクス材料討論会, 2008 年 11 月 28 日, 東北大学 青葉記念会館
- (11) 山澤朋也, 本間剛, 小松高行, 新規強誘電性ナノ結晶化ガラスの創生と光学機能, 平成 20 年度日本セラミックス協会東北北海道支部研究発表会, 2008 年 11 月 6 日, 伝国の杜(置賜文化ホール)
- (12) 永井玲央, 本間剛, 小松高行 ZnO を多量に含む新規ガラスの物性と結晶化挙動, 平成 20 年度日本セラミックス協会東北北海道支部研究発表会, 2008 年 11 月 6 日, 伝国の杜(置賜文化ホール)
- (13) 鈴木太志, 本間剛, 石橋隆幸, 小松高行, 磁気光学効果を示す新規結晶化ガラスの創製, 平成 20 年度日本セラミックス協会東北北海道支部研究発表会, 2008 年 11 月 6 日, 伝国の杜(置賜文化ホール)
- (14) 木岡桂太郎, 本間剛, 石橋隆幸, 小松高行, レーザー誘起結晶化による電子伝導性結晶パターンニング, 平成 20 年度日本

- セラミックス協会東北北海道支部研究発表会，2008年11月7日，伝国の杜(置賜文化ホール)
- (15) T. Komatsu, T. Honma, Laser-induced Growth of Nonlinear Optical Crystals on the Glass Surface, Fourth Balkan Conference on Glass Science and Ceramics, 2008年10月27日, International House of Scientists Varna, Bulgaria
- (16) 本間 剛, 小松高行, Donghui Zhao, Himanshu Jain, ガラスへのレーザー誘起 LiNbO<sub>3</sub> 結晶パターンニング形成と吸収イオンの低濃度化, 第69回応用物理学学会学術講演会, 2008年9月4日, 中部大学
- (17) T. Honma, Y. Tsukada, T. Oikawa and T. Komatsu, Patterning of Ferro-Electric Crystals in Glass by Laser Irradiation, The 6th International Conference on Borate Glasses, Crystals and Melts, 2008年9月22日, イーグレひめじ
- (18) T. Komatsu and T. Honma, Laser Patterning of Nonlinear Optical Single Crystal Lines in Glasses, Third International Conference on Optical, Optoelectronic and Photonic Materials and Applications (ICOOPMA), 2008年7月20日, Edmonton, AB, Canada
- (19) T. Komatsu, T. Honma, Laser Patterning of Nonlinear Optical Crystal Lines in Glass, The 15th meeting on Lightwave synthesis -International Workshop on "Nonlinear wave-mixing for laser technology and biomedical photonics, 2008年7月17日, 千葉大
- (20) T. Honma, K. Koshiba, Y. Benino and T. Komatsu, Writing of c-axis Oriented Lithium Niobate Crystal Line on Glass Surface by Laser Irradiation, ACerS 2008 Glass & Optical Materials Division Meeting, 2008年5月20日, Marriott Unicersity Park Hotel Tucson, Arizona, USA
- (21) 小松高行, 塚田雄太, 本間剛, 希土類モリブデン系結晶化ガラスにおける自己微粉化現象と二次光非線形性, 粉体粉末冶金協会平成20年度春期大会, 2008年5月27日, 早稲田大学国際会議場
- (22) 小松高行, 丸山直紀, 菅野正輝, 本間剛, レーザー誘起結晶化ラインにおける希土類イオンの発光特性, 第25回希土類討論会, 2008年5月29日, タワーホール船橋
- (23) 奥大輔, 本間剛, 小松高行, 青木薫, 小田耕平, 金属窒化物添加によるホウ酸塩系ガラスからの金属分離, 日本セラミックス協会 2008年年会, 2008年3月20日, 長岡技科大
- (24) 菅野 正輝, 本間 剛, 小松 高行, レーザー誘起結晶化による酸フッ化物ガラス上への Er<sup>3+</sup> ドープ CaF<sub>2</sub> 結晶のパターンニング, 日本セラミックス協会 2008年年会, 2008年3月20日, 長岡技科大
- (25) 及川貴司, 本間剛, 小松高行, レーザー照射による BaO-TiO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 系ガラスでの光非線形結晶ラインの書き込み, 日本セラミックス協会 2008年年会, 2008年3月20日, 長岡技科大
- (26) 丸山直紀, 本間剛, 小松高行, 光非線形性 Ba<sub>2</sub>TiSi<sub>2</sub>O<sub>8</sub> ナノ結晶化ガラスにおける希土類イオンの発光特性, 日本セラミックス協会 2008年年会, 2008年3月20日, 長岡技科大
- (27) 本間剛, 小松高行, ガラスへの希土類添加 LiNbO<sub>3</sub> 結晶ラインパターン形成, 日本セラミックス協会 2008年年会, 2008年3月20日, 長岡技科大
- (28) 塚田雄太, 本間剛, 小松高行, 希土類モリブデン系ガラスの結晶化における自己微粉化現象, 日本セラミックス協会 2008年年会, 2008年3月20日, 長岡技科大
- (29) 本間剛, 小柴佳子, 紅野安彦, 小松高行, レーザー局所加熱によるガラスへのニオブ酸リチウムの位置選択結晶化, 日本セラミックス協会 ガラス部会 フォトニクス分科会 The 18th Meeting on Glasses for Photonics, 2008年1月28日, 東京工業大学 百年記念会館
- (30) 廣川奈緒美, 本間剛, 小松高行, レーザー誘起構造変化と化学エッチングによるガラスの微細加工, 第46回セラミックス基礎科学討論会, 2008年1月10日, 名古屋国際会議場
- (31) 草次将典, 本間剛, 紅野安彦, 小松高行, レーザーによる酸フッ化物ガラス上へのフッ化物ラインの書き込みと蛍光特性, 第46回セラミックス基礎科学討論会, 2008年1月10日, 名古屋国際会議場
- (32) 本間剛, 小柴佳子, 紅野安彦, 小松高行, レーザー照射によるガラスへのニオブ酸リチウム結晶パターンニング, 第48回ガラスおよびフォトニクス材料討論会, 2007年11月29日, 豊橋技術科学大学
- (33) B. H. Venkataraman, T. Honma, T. Fujiwara, K. B. R. Varma, T. Komatsu, Nanocrystallization behavior and optical properties of samarium doped SrBi<sub>2</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>9</sub>-Li<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> glass system, 第48回ガラスおよびフォトニクス材料討論会, 2007年11月29日, 豊橋技術科学大学
- (34) 本間剛, 小松高行, 機能性結晶化ガラスとレーザー加工技術の研究開発, ガラス産業連合会 第3回ガラス技術シンポジ

- ウム, 2007年11月29日, 豊橋技術科学  
大学
- (35)丸山直紀, 本間剛, 小松高行, 希土  
類ドーブ光非線形性ナノ結晶化ガラスの  
発光特性, 平成19年度日本セラミックス  
協会東北北海道支部研究発表会, 2007年  
11月1日, 秋田県生涯学習センター分  
館・ジョイナス
- (36)及川貴司, 本間剛, 小松高行, レーザ  
ー照射によるBaO-TiO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系ガラスでの  
光非線形結晶ラインの書きこみ, 平成19  
年度日本セラミックス協会東北北海道支  
部研究発表会, 2007年11月1日, 秋田県  
生涯学習センター分館・ジョイナス
- (37)菅野正輝, 本間剛, 小松高行, レーザ  
ー誘起結晶化による酸フッ化物ガラス上  
へのフッ化物結晶のパターニング, 平成  
19年度日本セラミックス協会東北北海道  
支部研究発表会, 2007年11月1日, 秋田  
県生涯学習センター分館・ジョイナス
- (38)奥大輔, 本間剛, 小松高行, 低融点オ  
キシナイトライドガラスの創製と光学的  
特性, 平成19年度日本セラミックス協会  
東北北海道支部研究発表会, 2007年11月  
1日, 秋田県生涯学習センター分館・ジョ  
イナス
- (39)塚田雄太, 本間剛, 小松高行, 新規  
Gd<sub>2</sub>(MoO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>系ガラスの創製と結晶化挙動,  
平成19年度日本セラミックス協会東北北  
海道支部研究発表会, 2007年11月1日,  
秋田県生涯学習センター分館・ジョイナス
- (40)小柴佳子, 本間剛, 小松高行, 遷移金  
属原子加熱法によるLi<sub>2</sub>O-Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-SiO<sub>2</sub>ガラ  
スへのLiNbO<sub>3</sub>結晶パターニング, 日本セ  
ラミックス協会第20回秋季シンポジウム,  
2007年9月12日, 名古屋工業大学
- (41)本間剛, 小松高行, ガラスへのレーザ  
ー誘起によるフレスノイト型結晶パター  
ンの成長挙動, 2007年秋季第68回応用物  
理学会学術講演会, 2007年9月6日, 北  
海道工業大学
- (42)P. N. Gupta, H. Jain, D. B. Williams, T.  
Honma, Y. Benino and T. Komatsu,  
Fabrication of transparent  
ferroelectric glass-ceramics: A unique  
problem of glass devitrification, XXIst  
International Congress on Glass, 2007  
年7月1日, Le Palais de la Musique et  
des Congrès, Strasbourg France
- (43)T. Komatsu, R. Ihara, T. Honma, Y.  
Benino, Recent advances in  
laser-induced patterning of functional  
crystal lines in glasses, XXIst  
International Congress on Glass, 2007  
年7月1日, Le Palais de la Musique et  
des Congrès, Strasbourg France
- (44)T. Honma, Y. Benino, R. Sato, T.

- Fujiwara, T. Komatsu, Writing of  
fresnoite-type crystal lines at the  
surface of glass by laser induced atom  
heat processing, XXIst International  
Congress on Glass 2007年7月1日,  
Le Palais de la Musique et des Congrès,  
Strasbourg France
- (45)K. Koshiba, T. Honma, Y. Benino, T.  
Komatsu, Laser-induced crystallization  
in rare-earth bismuth borate glasses by  
transition metal atom heat processing,  
XXIst International Congress on Glass  
2007年7月1日 Le Palais de la  
Musique et des Congrès, Strasbourg  
France
- (46)Y. Benino, R. Ihara, T. Honma, T.  
Fujiwara, T. Komatsu, Local temperature  
profiling during laser focused heating  
process, XXIst International Congress on  
Glass, 2007年7月1日, Le Palais de  
la Musique et des Congrès, Strasbourg  
France
- (47)N. Hirokawa, T. Honma, Y. Benino, T.  
Komatsu, Chemical etching behavior of  
laser-irradiated region with  
refractive index change and  
crystallization in glasses, XXIst  
International Congress on Glass, 2007  
年7月1日, Le Palais de la Musique  
et des Congrès, Strasbourg France

〔産業財産権〕

○出願状況 (計1件)

名称: 光変調材料および  
発明者: 本間剛, 山澤朋也, 小松高行  
権利者: 国立大学法人 長岡技術科学大学  
種類: 特許  
番号: 特願 2009-047374  
出願年月日: 平成21年2月27日  
国内外の別: 国内

〔その他〕

ホームページ等

<http://mst.nagaokaut.ac.jp/amorph/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

本間 剛 (HONMA TSUYOSHI)

研究者番号: 70447647