

機関番号：33924

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20760039

研究課題名(和文) 高効率太陽光励起ファイバレーザ用の新規なガラス媒質の研究

研究課題名(英文) Study on novel glass media for efficient solar pumped fiber lasers

研究代表者

鈴木 健伸 (SUZUKI TAKENOBU)

豊田工業大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：60367828

研究成果の概要(和文):高い効率を持つ太陽光励起ファイバレーザを実現することを目的とし、太陽光照射下でのネオジウム添加ガラスレーザ媒質の特性を調査した。ホストガラスとしては可視域に吸収を持たず、フォノンエネルギーの小さなものを選択することが重要であり、フッ化物ガラスが優れていることを明らかにした。さらに、ファイバレーザのシミュレーションから既存の太陽光励起バルクレーザと同程度以上の効率が得られることを明らかにした。

研究成果の概要(英文): The properties under sunlight of Nd-doped glass laser media have been studied to realize efficient solar pumped fiber lasers. It was clarified that fluoride host glass is one of the most efficient media for solar pumping because of the low phonon energy and wide transparency window. In addition, it is confirmed from numerical simulation of fiber lasers that solar-pumped fiber lasers can be as efficient as conventional solar-pumped bulk lasers.

交付決定額

(金額単位:円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：応用物理学・工学基礎／応用光学・量子光工学

キーワード：光学素子・装置・材料

1. 研究開始当初の背景

太陽光励起レーザは1960年代に実証され、化石燃料に代わるクリーンで永続的に利用可能なエネルギーを得る手法の一つとして期待され、高エネルギー密度である点を利用したマグネシウム酸化還元エネルギーサイクル、単色性を太陽電池による高効率発電などへの応用が考えられる。太陽光励起レーザの研究例の多くでは、固体レーザ結晶として非常に優れているネオジウム(Nd)を単独添加あるいはクロムとネオジウムを共添加したバ

ルク結晶が用いられている。太陽光励起レーザ実用化に向けた課題として(1)太陽光からレーザへの光-光変換効率、(2)レーザ媒質の冷却、(3)ビーム品質、(4)複雑なシステム構成などがある。

2. 研究の目的

上記の課題は、以下の特徴を有するガラスをレーザ媒質とするファイバレーザを用いることで一気に解決できるものと期待される。

- 低損失であるため、低しきい値、高効率の

レーザ発振を行うことが可能

- アスペクト比が高い形状なので、比表面積が大きく、冷却能力が高い
- 導波路内でレーザ光が発生するため、きわめて高ビーム品質であり、取り扱いが容易
- 構造が簡素なため、安定してレーザ発振が起こり、メンテナンスが不要
- 安価で大量生産が可能である

これらの特徴はファイバレーザが太陽光励起レーザを実現する手法としてきわめて優れた利点となる。本研究では、太陽を励起光としたときのガラスレーザ媒質の特性を明らかにし、太陽光励起ファイバレーザの実現性を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

本研究では種々のガラスに対して添加した Nd イオンの吸収断面積、蛍光断面積、蛍光寿命、イオン間でのエネルギー移動率、Judd-Ofelt 解析、Nd の蛍光量子効率などの分光特性評価を行い、太陽光励起レーザ媒質としてのポテンシャルを明らかにする。加えて、熱的な性質を詳細に調査し、ファイバ化過程での熱履歴に耐えうるガラス組成を明らかにする。

特に候補材料のうちで太陽光励起レーザガラス媒質として優れていると考えられるもののいくつかについて、得られた物性値を元にファイバレーザを構成した場合の数値シミュレーションを実施し、太陽光励起ファイバレーザの実現性を検証する。

4. 研究成果

(1) ホストガラスの検討

ファイバ化が可能なホストガラス材料の候補としてテルライト、ボロシリケート、フッ化物ガラスについて検討した。フッ化物ガラスがもっとも優れた材料の候補であるため以下では、フッ化物の結果のみを述べる。

図 1 に太陽光を照射したときの (a) 試料無し、およびフッ化物ガラスを積分球内に置いたときのスペクトル強度、および (b) それらの差スペクトルを示す。Nd による離散的な吸収とともに、わずかではあるがホストガラスによる吸収が見られる。 ${}^4F_{3/2}$ から ${}^4I_{11/2}$ の約 1060nm の発光はきわめて強い。

図 2 にフッ化物ガラスの太陽光 (η_{ns})、疑似太陽光 (η_{ss}) および 800 nm のレーザ光 (η_{800}) を用いたときの量子効率および輻射遷移量子効率 (η_r) の Nd_2O_3 添加量依存性。ここで、 η_r は発光の強度から直接的に得たものではなく、発光寿命の測定と Judd-Ofelt 解析から得たもので、 η_{ns} 、 η_{ss} および η_{800} が吸収と発光の強度比から得たもので、励起光源の種類が異なる。誤差の範囲内で $x=0.5$ mol% 以下で誤差の範囲内で 100 % であり、非輻射の影響は小さい。一般にフッ化物の有効フォ

ノンエネルギーは 600 cm^{-1} 程度であるため、酸化物より低く非輻射緩和が起こりにくいことが知られている。 η_{800} は最大で 87 % であった。 η_{ns} は $x=0.5$ mol.% で最大を示し 70 % であった。各種の材料の太陽光に対する量子効率の報告はないが、808 nm 励起による Nd:YAG 結晶の効率は製法や Nd 濃度によって変化し、40-90% と報告されており、フッ化物ガラスの量子効率は極めて高いと言える。

太陽光を励起光源とした場合には、フノンエネルギーが低く、ホストによる吸収が小さなホスト材料であるフッ化物ガラスが有

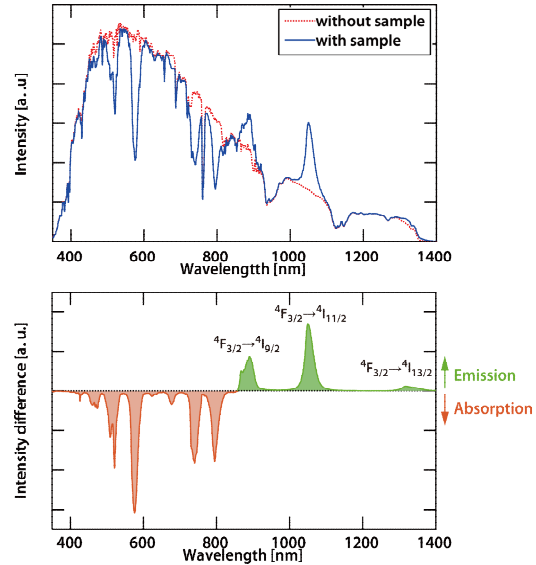


図 1. 太陽光を照射したときの (a) 試料無し、およびフッ化物ガラス ($x=0.1$ mol.%) を積分球内に置いたときのスペクトル強度、(b) それらの差スペクトル。

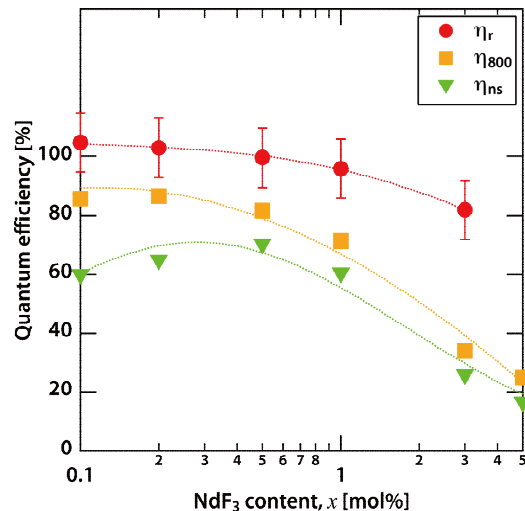


図 2. フッ化物ガラスの太陽光 (η_{ns}) および 800 nm のレーザ光 (η_{800}) を用いたときの発光量子効率と蛍光寿命から求めた輻射遷移量子効率 (η_r) の NdF_3 添加量依存

利であると言える。データはここでは示さないが、テルライトガラスはフッ化物ガラスよりもNdによる吸収の積分強度が大きいのに、ホストガラスの吸収を低減することができれば量子効率の向上が期待できる。

(2) 数値計算による太陽光励起ファイバレーザの実現性の検討

数値計算に用いる太陽光のスペクトルはASTMによるAir Mass 1.5を用いた。励起光の波長範囲はNd³⁺の主な吸収帯がある400–900 nmの領域を2 nm毎に250の領域に区切った。光ファイバにはダブルクラッド構造を採用した。光ファイバを長手方向に100分割し、各要素についてNd³⁺のレート方程式をたて、両端のミラー反射率で決まる境界条件の下で、250波長の励起光、前方および後方に伝搬する信号光について双方向伝搬方程式を数値的に解いた。

図3に第一クラッド径を200, 400, 600 μmのフッ化物ファイバの入射光と出力光の強度の計算結果を示す。ファイバ長およびミラーの反射率はそれぞれのクラッド径についてもっとも効率が高い条件について示している。これらの図から出力高強度は、明瞭にしきい値を持つ非線形な増加がみられ、レーザ発振していることが分かる。集光倍率で表すと、第一クラッド径が小さいほどレーザ発振に必要な集光倍率が高い。第一クラッド径が600 μmのファイバでは約250倍の集光倍率でレーザ発振する。このような集光倍率は、レンズや楕円ミラーなどの一般的な集光光学系で容易に得られる倍率である。一方で、入射光強度に対するレーザ出力光強

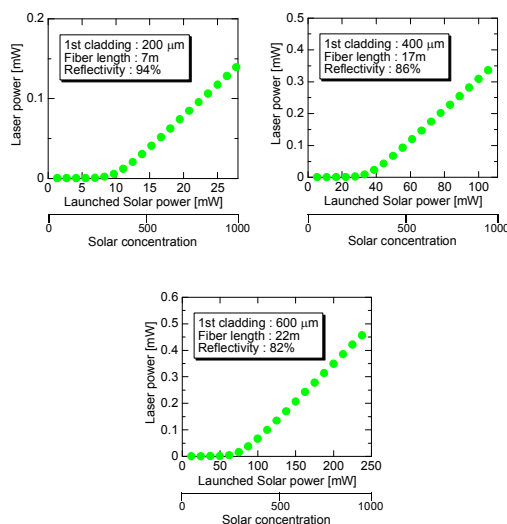


図3. 数値計算によるフッ化物ファイバの励起光強度(太陽光集光倍率)と出力の関係。

度の傾きを表すスロープ効率は、第一クラッド径が小さいほど高くなる。200 μmのファイバでは図から、およそ0.8%のスロープ効率であると分かる。実際にはファイバレーザの両端からレーザ光が出てくるので、この2倍の1.6%程度のスロープ効率を得られる。この値は既存のバルク太陽光励起レーザと同程度である。

以上から、太陽光励起ファイバレーザは既往の光学系で容易にレーザ発振が実現でき、太陽光励起バルクレザと同程度の効率を得られることが分かった。ファイバのパラメータや励起方法に関する検討の余地があるので、これらを最適化することで、さらに効率を向上させることができる。

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7件)

1. T. Suzuki, H. Nasu, M. Hughes, S. Mizuno, K. Hasegawa, H. Ito and Y. Ohishi, “Quantum Efficiency Measurements on Nd-Doped Glasses for Solar Pumped Lasers”, J. Non-Cryst. Solids 356 (2010) 2344-2349, 査読有.
2. T. Suzuki, S. Masaki, K. Mizuno and Y. Ohishi, “Synthesis and Luminescent Properties of Transparent Oxyfluoride Glass-Ceramics Containing Er³⁺:YLiF₄ Nanocrystals”, Appl. Phys. Express 3 (2010) 0726010-1 – 0726010-3, 査読有.
3. M. A. Hughes, T. Suzuki and Y. Ohishi, “Spectroscopy of Bismuth-Doped Lead-Aluminum-Germanate Glass and Yttrium-Aluminum-Silicate Glass”, J. Non-Cryst. Solids 356 (2010) 2302-2309, 査読有.
4. T. Suzuki, M. Hughes and Y. Ohishi, “Optical Properties of Ni-Doped MgGa₂O₄ Single Crystals Grown by Floating Zone Method”, J. Lumin. 130 (2010) 121-126, 査読有.
5. M. Hughes, T. Suzuki and Y. Ohishi, “Towards a High-Performance Optical Gain Medium Based on Bismuth and Aluminum Co-Doped Germanate Glass”, J. Non-Cryst. Solids 356 (2010) 407, 査読有.
6. M. A. Hughes, T. Akada, T. Suzuki, Y. Ohishi and D.W. Hewak, “Ultrabroad Emission from a Bismuth Doped Chalcogenide Glass”, Opt. Express 17 (2009) 19345-19355, 査読有.
7. M. A. Hughes, T. Suzuki and Y. Ohishi,

“Compositional Optimization of Bismuth-Doped Yttria-Alumina-Silica Glass”, Opt. Mater. 32 (2009) 368-373, 査読有.

[学会発表] (計 49 件)

1. 鈴木健伸, 那須寛之, 水野真太郎, 長谷川和男, 伊藤博, 大石泰丈, “太陽光励起 Nd³⁺添加 ZBLAN ファイバレーザの実現性(I): 太陽光照射下での量子効率”, 2011年3月27日, 第58回応用物理学会関係連合講演会, 神奈川工業大学, 神奈川県.
2. 鈴木健伸, 那須寛之, 水野真太郎, 長谷川和男, 伊藤博, 大石泰丈, “太陽光励起 Nd³⁺添加 ZBLAN ファイバレーザの実現性(II): 太陽光励起ファイバレーザの数値設計”, 第58回応用物理学会関係連合講演会, 2011年3月27日, 神奈川工業大学, 神奈川県.
3. 水野真太郎, 伊藤博, 長谷川和男, 那須寛之, 鈴木健伸, 大石泰丈, “太陽光励起 Nd³⁺添加 ZBLAN ファイバレーザの実現性(III): Nd³⁺添加 ZBLAN ダブルクラッドファイバの光学特性”, 2011年3月27日, 第58回応用物理学会関係連合講演会, 神奈川工業大学, 神奈川県.
4. 水野真太郎, 伊藤博, 長谷川和男, 河井優幸, 那須寛之, 鈴木健伸, 大石泰丈, “Er³⁺添加フッ化物ガラスの疑似太陽光照射下の発光特性”, 2011年3月25日, 第58回応用物理学会関係連合講演会, 神奈川工業大学, 神奈川.
5. 望月賢太, 那須寛之, 河井優幸, 鈴木健伸, 水野真太郎, 長谷川和男, 伊藤博, 大石泰丈, “Er³⁺の Nd³⁺添加 ZBLAN ガラスにおける増感作用”, 先端フォトンテクノロジー研究センター第12回シンポジウム, 2011年3月4日, 豊田工業大学, 名古屋.
6. 那須寛之, 河井優幸, 鈴木健伸, 水野真太郎, 長谷川和男, 伊藤博, 大石泰丈, “フッ化物およびテルライトガラスを用いた太陽光励起ファイバレーザの数値解析”, 先端フォトンテクノロジー研究センター第12回シンポジウム, 2011年3月4日, 豊田工業大学, 名古屋.
7. 水野真太郎, 長谷川和男, 伊藤博, 那須寛之, 鈴木健伸, 大石泰丈, “Nd 添加 ZBLAN ファイバのダイオード励起レーザ発振特性”, 先端フォトンテクノロジー研究センター第12回シンポジウム, 2011年3月4日, 豊田工業大学, 名古屋.
8. 鈴木健伸, 河井優幸, 那須寛之, 水野真太郎, 伊藤博, 長谷川和男, 大石泰丈, “Nd 添加 ZBLAN ガラスの太陽光照射下の高発光量子効率”, 2011年2月9日 The 21st Meeting on Glasses for Photonics 講演予稿集, 東京工業大学, 東京.
9. T. Suzuki, S. Masaki, K. Mizuno, S. Mizuno and Y. Ohishi, “Synthesis of Novel Transparent Glass-Ceramics Containing Rare Earth Ion-Doped YLF Nanocrystals for Fiber Amplifiers and Fiber Lasers”, Photonics West 2011, 2011年1月26日 San Francisco, USA.
10. S. Mizuno, H. Ito, K. Hasegawa, H. Kawai, H. Nasu, M. A. Hughes and T. Suzuki and Y. Ohishi, “Synthesis of Novel Transparent Glass-Ceramics Containing Rare Earth Ion-Doped YLF Nanocrystals for Fiber Amplifiers and Fiber Lasers”, Photonics West 2011, 2011年1月26日 San Francisco, USA.
11. M. A. Hughes, T. Suzuki and Y. Ohishi, “Emission from a Bismuth Doped Chalcogenide Glass Spanning from 1 μm to 2.7 μm”, Photonics West 2011, 2011年1月25日, San Francisco, USA.
12. 水野賢人, 正木進一朗, 鈴木健伸, 大石泰丈, “YLF 含有透明結晶化ガラスの創製”, 2010年12月18日, 日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会講演要旨集, 名城大学, 名古屋.
13. 那須寛之, 望月賢太, 河井優幸, 鈴木健伸, 大石泰丈, 水野真太郎, 伊藤博, 長谷川和男, “Nd³⁺添加テルライトガラスを用いた太陽光励起ファイバレーザの発振シミュレーション”, 2010年12月18日, 日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会講演要旨集, 名城大学, 名古屋.
14. 望月賢太, 那須寛之, 鈴木健伸, 大石泰丈, 水野真太郎, 伊藤博, 長谷川和男, “Er の Nd 添加 ZBLAN ガラスにおける増感作用に関する研究”, 2010年12月18日, 日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会, 名城大学, 名古屋.
15. T. Suzuki, H. Kawai, H. Nasu, M. A. Hughes, S. Mizuno, K. Hasegawa, H. Ito and Y. Ohishi, “Quantum Efficiency of Nd³⁺-doped ZBLAN Glass under Sunlight Excitation”, 4th EPS-QEOD Europhoton Conference, 2010年9月1日, Hamburg, Germany.
16. T. Suzuki, H. Kawai, H. Nasu, M. Hughes, S. Mizuno, H. Ito, K. Hasegawa and Y. Ohishi, “(Invited) Quantum Efficiencies of Nd³⁺-doped Glasses under Sunlight: Towards Solar Pumped Fiber Lasers”, 2010年7月22日, Fourth International Conference on Science and Technology of Advanced Ceramics, メルパルク横浜, 横浜.
17. T. Suzuki, H. Kawai, H. Nasu, M. Hughes,

- Y. Ohishi, S. Mizuno, H. Ito and K. Hasegawa, "High Quantum Efficiency of Nd³⁺-Doped ZBLAN Glass under Sunlight Excitation", 2010年5月18日, Conference on Lasers and Electro-Optics, San Jose, USA.
18. T. Suzuki, S. Masaki, K. Mizuno and Y. Ohishi, "Novel oxyfluoride glass and transparent glass-ceramics for fiber lasers and fiber amplifiers", 2010年4月14日, Photonics Europe 2010, Brussels, Belgium.
 19. T. Suzuki, S. Masaki, K. Mizuno and Y. Ohishi, "Spectroscopic properties of Nd³⁺ in tellurite glasses for solar pumped fiber laser", 2010年4月14日, Photonics Europe 2010, Brussels, Belgium.
 20. 那須寛之, 河井優幸, 鈴木健伸, 大石泰丈, 水野真太郎, 長谷川和男, 伊藤博, 鹿野弘二, "太陽光励起 Nd³⁺添加テルライトガラスの量子効率", 2010年3月17日, 第57回応用物理学関係連合講演会, 東海大学, 神奈川.
 21. 水野真太郎, 長谷川和男, 伊藤博, 河井優幸, 那須寛之, 鈴木健伸, 大石泰丈, "Nd, Cr 共添加ケイ酸塩ガラス中の Cr から Nd へのエネルギー移動効率", 2010年3月17日, 第57回応用物理学関係連合講演会, 東海大学, 神奈川.
 22. 水野賢人, 正木進一朗, 鈴木健伸, 大石泰丈, "YLF 含有透明結晶化ガラスの作製", 2010年3月17日, 第57回応用物理学関係連合講演会, 東海大学, 神奈川.
 23. 那須寛之, 河井優幸, 鈴木健伸, 大石泰丈, 水野真太郎, 長谷川和男, 伊藤博, "太陽光励起における Nd 添加テルライトガラスの量子効率向上", 2010年3月5日, 先端フotonテクノロジー研究センター第11回シンポジウム, 豊田工業大学, 名古屋.
 24. 正木進一朗, 水野賢人, 鈴木健伸, 大石泰丈, "YLiF₄ 含有結晶化ガラスレーザー媒体の作製", 先2010年3月5日, 先端フotonテクノロジー研究センター第11回シンポジウム, 豊田工業大学, 名古屋.
 25. 水野真太郎, 伊藤博, 長谷川和男, 鈴木健伸, 大石泰丈, "Cr, Nd 共添加ガラスにおける Cr→Nd エネルギー移動効率", 2010年3月5日, 先端フotonテクノロジー研究センター第11回シンポジウム, 豊田工業大学, 名古屋.
 26. 水野賢人, 正木進一朗, 鈴木健伸, 大石泰丈, "Tb³⁺-Yb³⁺共添加 NaYF₄ 結晶化ガラスの光学特性評価", 2010年3月5日, 先端フotonテクノロジー研究センター第11回シンポジウム, 豊田工業大学, 名古屋.
 27. 河井優幸, 那須寛之, 鈴木健伸, 大石泰丈, 水野真太郎, 長谷川和男, 伊藤博, "太陽光励起レーザー用 Nd 添加 ZBLAN ガラスの量子効率", 2010年3月5日, 先端フotonテクノロジー研究センター第11回シンポジウム, 豊田工業大学, 名古屋.
 28. 鈴木健伸, "太陽光励起レーザーの実現に向けたガラスレーザー媒体の開発", 2010年3月5日, 先端フotonテクノロジー研究センター第11回シンポジウム, 豊田工業大学, 名古屋.
 29. 鈴木健伸, 那須寛之, M. Hughes, 水野真太郎, 長谷川和男, 伊藤博, 大石泰丈, "高効率太陽光励起ファイバレーザーの実現に向けた Nd 添加ガラスの量子効率測定", 2010年2月4日, The 20th Meeting on Glasses for Photonics 講演予稿集, 東京工業大学, 東京.
 30. T. Suzuki, H. Kawai, H. Nasu, M. Hughes, S. Mizuno, K. Hasegawa, H. Ito and Y. Ohishi, "Excitation wavelength dependence of quantum efficiencies of Nd-doped glasses for solar pumped fiber lasers", 2010年1月27日, Photonics West 2010, San Francisco, CA, USA.
 31. S. Mizuno, H. Ito, K. Hasegawa, H. Nasu, M. Hughes, T. Suzuki and Y. Ohishi, "The efficiencies of energy transfer from Cr to Nd ions in silicate glasses", 2010年1月26日, Photonics West 2010, San Francisco, CA, USA.
 32. S. Mizuno, H. Nasu, H. Hasegawa, H. Ito, T. Suzuki and Y. Ohishi, "Quantum efficiency of NIR emission in Nd-doped tellurite glasses for solar pumped laser", 2010年1月12日, 第48回セラミックス基礎科学討論会, 沖縄コンベンションセンター, 沖縄県.
 33. 鈴木健伸, 正木進一朗, 水野賢人, 大石泰丈, "新規なフッ化物結晶を析出させた透明結晶化ガラスの創製", 2010年1月12日, 第48回セラミックス基礎科学討論会, 沖縄コンベンションセンター, 沖縄県.
 34. 鈴木健伸, M. Hughes, 大石泰丈, "ビスマス添加 Y₂O₃-Al₂O₃-SiO₂ ガラスの組成最適化", 2009年9月17日, 日本セラミックス協会第22回秋季シンポジウム講演予稿集, 愛媛大学, 愛媛.
 35. 鈴木健伸, 那須寛之, M. Hughes, 水野真太郎, 長谷川和男, 伊藤博, 大石泰丈, "太陽光励起レーザー用ガラス媒体の量

- 子効率の励起波長依存性”，2009年9月17日，日本セラミックス協会第22回秋季シンポジウム講演予稿集，愛媛大学，愛媛。
36. 水野真太郎，那須寛之，M. Hughes，伊藤博，長谷川和男，鈴木健伸，大石泰丈，“太陽光励起レーザー媒体の開発-テルライトガラスにおける量子効率の励起波長依存性-”，2009年9月10日，第70回応用物理学会学術講演会講演予稿集，富山大学，富山。
37. 水野真太郎，那須寛之，M. Hughes，伊藤博，長谷川和男，鈴木健伸，大石泰丈，“太陽光励起レーザー媒体の開発-Nd添加テルライトガラスの量子効率評価-”，2009年9月10日，第70回応用物理学会学術講演会講演予稿集，富山大学，富山。
38. T. Suzuki，H. Nasu，M. Hughes，S. Mizuno，K. Hasegawa，H. Ito and Y. Ohishi，“Quantum Efficiency Measurements on Nd-Doped Glasses for Solar Pumped Lasers”，2009年9月8日，XII International Conference on the Physics of Non-Crystalline Solids，Iguassu Falls，Brazil。
39. S. Mizuno，K. Hasegawa，H. Ito，H. Nasu，M. Hughes，T. Suzuki and Y. Ohishi，“Improvement of quantum efficiencies on Nd,Cr-codoped glasses by crystallization for solar pumped lasers”，2009年9月8日，XII International Conference on the Physics of Non-Crystalline Solids，Iguassu Falls，Brazil。
40. 水野賢人，鈴木健伸，大石泰丈，“ Tb^{3+} - Yb^{3+} 共添加透明結晶化ガラスの作製”，2009年7月9日，第38回東海若手セラミスト懇話会2009年夏期セミナー予稿集，鳥羽シーサイドホテル，三重。
41. 那須寛之，M. Hughes，鈴木健伸，大石泰丈，水野真太郎，長谷川和男，伊藤博，“太陽光励起レーザー媒体の研究”，2009年7月9日，第38回東海若手セラミスト懇話会2009年夏期セミナー予稿集，鳥羽シーサイドホテル，三重。
42. 鈴木健伸，那須寛之，大石泰丈，水野真太郎，伊藤博，長谷川和男，“太陽光励起によるNd添加ガラスの発光量子効率測定”，2009年4月1日，第56回応用物理学関係連合講演会予稿集，筑波大学，茨城。
43. 水野真太郎，長谷川和男，伊藤博，那須寛之，鈴木健伸，大石泰丈，“Nd，Cr共添加結晶化ガラスの発光特性”，2009年3月17日，日本セラミックス協会2009年年会講演予稿集，東京理科大学，千葉。
44. 鈴木健伸，重本雅也，水野賢人，大石泰丈，“ $NaYF_4$ 含有オキシフロライド透明結晶化ガラスの作製”，2009年3月17日，日本セラミックス協会2009年年会講演予稿集，東京理科大学，千葉。
45. 水野賢人，鈴木健伸，大石泰丈，“ Tb^{3+} - Yb^{3+} 共添加透明結晶化ガラスの作製”，2009年3月6日，先端フotonテックノロジー研究センター第10回シンポジウム，豊田工業大学，名古屋。
46. 水野真太郎，長谷川和男，伊藤博，那須寛之，鈴木健伸，大石泰丈，“Nd，Cr共添加 Y_2O_3 - Al_2O_3 - B_2O_3 結晶化ガラスの発光特性”，2009年3月6日，先端フotonテックノロジー研究センター第10回シンポジウム，豊田工業大学，名古屋。
47. 鈴木健伸，“新しい光増幅・レーザー媒体の開発”，2009年3月6日，先端フotonテックノロジー研究センター第10回シンポジウム，豊田工業大学，名古屋。
48. M. Hughes，T. Suzuki and Y. Ohishi，“Spectroscopy Cr^{3+} and Nd^{3+} co-doped borosilicate glass: Towards a solar-energy-pumped laser gain medium”，2009年3月6日，先端フotonテックノロジー研究センター第10回シンポジウム，豊田工業大学，名古屋。
49. 鈴木健伸，水野賢人，重本雅也，大石泰丈，“ NaF - YF_3 - Al_2O_3 - SiO_2 オキシフロライド透明結晶化ガラスの創製”，2009年2月3日，The 19th Meeting on Glasses for Photonics 講演予稿集，東京工業大学，東京。

〔図書〕(計1件)

1. T. Suzuki，G. S. Murugan and Y. Ohishi，in: “Photonics Glasses and Glass-Ceramics”，Ed. by G. S. Murugan，(Research Singpost，Kerala，India，2010) pp. 195-222.

〔その他〕

ホームページ等

<http://ttiweb.toyota-ti.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 健伸 (SUZUKI TAKENOBU)

豊田工業大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：60367828