

SICORP 終了報告書 (三浦・Ramponi・Serpengüzel 課題)

戦略的国際共同研究プログラム(SICORP) 日本-イタリア・トルコ共同研究
終了報告書 概要

1. 研究課題名: 「量子情報デバイス応用のためのフェムト秒レーザーによるダイヤモンド光回路の微細加工」
2. 研究期間: 2014年10月~2017年3月
3. 主な参加研究者名:
日本側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	三浦清貴	教授	京都大学大学院工学研究科	日本側チームの研究統括
主たる共同研究者	坂倉政明	特定准教授	京都大学産官学連携本部	日本側の研究の管理、レーザー実験、レーザー加工装置の作製
主たる共同研究者	下間靖彦	准教授	京都大学大学院工学研究科	レーザー実験、解析
研究参加者	岡田拓郎	修士課程学生	京都大学大学院工学研究科	レーザー実験
研究参加者	今若宏亮	修士課程学生	京都大学大学院工学研究科	レーザー実験
研究期間中の全参加研究者数 5名				

相手側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	Roberta Ramponi	Director	Institute for photonics and nanotechnologies -Italian National Research Council (INF-CNR), Milano	イタリアチームの研究統括
主たる共同研究者	Shane M. Eaton	Researcher	INF-CNR, Milano	研究管理、ダイヤモンドへの導波路描画
主たる共同研究者	Bellen Sotillo	Postdoc	INF-CNR, Milano	ダイヤモンドへの導波路描画と評価
研究参加者	Vibhav Bharadwaj	Doctor course student	INF-CNR, Milano	ダイヤモンドへの導波路描画
研究期間中の全参加研究者数 4名				

相手側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	Ali Serpengüzel	Professor	Koç University, Turkey	トルコチームの研究統括
主たる共同研究者	Ulas S. Gokay	Postdoc researcher	Koç University, Turkey	導波路からの光取り出し実験
研究期間中の全参加研究者数 2名				

4. 共同研究の概要

本共同研究は、イタリア・トルコ・日本の三カ国の研究チームが、それぞれの持つ、光導波路レーザー描画、光導波路の評価、レーザー微細加工のダイナミクスの観測という技術の強みを生かすことにより、ダイヤモンド内部への光導波路のフェムト秒レーザー直接描画法の実現を目指したものである。研究期間内に、ダイヤモンド内部への光導波路描画に世界で初めて成功し、さらに、高効率にダイヤモンド内部で相変化が起こるレーザー照射方法を見出し、超高速イメージングにより相変化時の物理過程を明らかにした。

5. 共同研究の成果

5-1 共同研究の学術成果

フェムト秒レーザー集光照射によりダイヤモンド内部に局所的にアモルファスカーボンを形成することで、ダイヤモンド内部への光導波路のレーザー直接描画に世界で初めて成功した。ダイヤモンドは量子情報通信の有力な材料であるため、光導波路直接描画は、ダイヤモンド量子通信デバイスの有力な作製技術となる。同時に、レーザー照射法の探索とレーザー照射後の構造変化の高速観測を行い、ダイヤモンド内部に確実に相変化を誘起するレーザー照射方法と相変化時の応力ダイナミクスを明らかにした。

5-2 国際連携による相乗効果

プロジェクトを進める中で、相補的な協力だけでなく、各チームが協力して現場で研究を行い、研究のノウハウを提供し合いながら、レーザー加工装置の改良や新しい光導波路評価方法の開発を行った。また、共同実験により、実験での問題点の指摘や解決法の提案により、各研究チームが直面した問題を解決し、研究成果につなげることが可能になった。

5-3 共同研究成果から期待される波及効果

本共同研究で、レーザー直接描画法を用いてダイヤモンド内部に光導波路を作製することに成功し、同時に行った基礎現象の解明の研究によりダイヤモンド内部への相変化を高効率で誘起できる方法を見出した。ダイヤモンドは量子通信デバイスや微小磁気検出デバイスの有力な材料として期待されており、それらのデバイスを実現するための基礎的な加工技術を実現した点で、将来への波及効果がある。今後、光導波路のさらなる低損失化の研究および、様々な光学要素の作製、ダイヤモンド内の欠陥制御などに研究を展開していく。

Strategic International Collaborative Research Program (SICORP)
Japan—Italy, Turkey Joint Research Program
Executive Summary of Final Report

1. Project Title : 「Femtosecond laser microfabrication of diamond photonic circuits for quantum information」
2. Project Period : October 1st, 2014 ~ March 31th, 2017
3. Main Participants :

Japan-side (up to 6 people including Principal Investigator)

	Name	Title	Affiliation	Role
PI	Kiyotaka Miura	Professor	Graduate School of Engineering, Kyoto University	Leader of Japan-side
Co-PI	Masaaki Sakakura	Associate professor	Office of Society-Academia Collaboration for Innovation, Kyoto University	Management of researches, Laser experiment
Co-PI	Yasuhiko Shimotsuma	Associate professor	Graduate School of Engineering, Kyoto University	Laser experiment, Data analysis
Collaborator	Takuro Okada	MS student	Graduate School of Engineering, Kyoto University	Laser experiment
Collaborator	Kosuke Imawaka	MS student	Graduate School of Engineering, Kyoto University	Laser experiment
Total number of participating researchers in the project: 5				

Partner-side (up to 6 people including Principal Investigator)

	Name	Title	Affiliation	Role
PI	Robert Ramponi	Director	Institute for photonics and nanotechnologies-Italian National Research Council (IFN-CNR), Milano	Project leader
Co-PI	Shane M. Eaton	Researcher	IFN-CNR, Milano	Project manager, Laser experiment
Co-PI	Bellen Sotillo	Researcher	IFN-CNR, Milano	Laser experiment, Material characterization
Collaborator	Vibhav Bharadwaj	Doctor course student	IFN-CNR, Milano	Laser experiment
Total number of participating researchers in the project: 4				

Partner-side (up to 6 people including Principal Investigator)

	Name	Title	Affiliation	Role
PI	Ali Serpengüzel	Professor	Koç University, Turkey	Project leader and management
Co-PI	Ulas S. Gokay	Researcher	Koç University, Turkey	Characterization of optical waveguide
Total number of participating researchers in the project: 2				

4. Scope of the joint project

In this joint project, three research teams from IFN Milano (Italy), Koc University (Turkey) and Kyoto University (Japan) developed laser processing techniques to realize direct inscribing of optical waveguide in the bulk of diamond by assembling diverse but complementally skills of three teams; laser writing of low-loss optical waveguides (Italy), characterization of optical waveguides (Turkey), and ultrafast imaging of laser processing (Japan). During the period of the project, we demonstrated laser writing of three dimensional buried optical waveguide in diamond, which is the main goal of the project, for the first time. In addition, we found a laser irradiation method that can induce phase transition inside diamond with a high efficiency, and elucidated physical processes when phase change occurs in the laser irradiated region through the observation by ultrafast imaging.

5. Outcomes of the joint project

5 – 1 Intellectual Merit

The first intellectual merit of this project is that we demonstrated laser writing of optical waveguides buried in the bulk of diamond by producing amorphous carbon phase by focusing femtosecond at a high repetition rate. Because diamond has been considered as a key material for quantum computing, the technique of optical waveguide writing will be a promising method for realization of integrated magnetometer or quantum information devices on a diamond chip.

The second intellectual merit is that we found a laser irradiation method that can induce phase change with a high efficiency and observed stress dynamics during phase change in diamond. Because this method make it possible to produce amorphous carbon phase in diamond with laser pulses of known numbers, it will realize precise laser processing in diamond.

5 – 2 Synergy from the Collaboration

Members from three research teams conducted collaborative experiments to improve laser processing system and develop a new optical system for evaluation of optical waveguides by providing each other with technical and research know-how. In addition, the collaborative experiments enabled us to find some problems that only the members in one team could not find and to suggest possible solutions. Therefore, without the collaboration, it would be difficult to achieve the goal of our project.

5 – 3 Potential Impacts on Society

After several decades, our society will need computers of much higher performance and much more secure communication system. Therefore, quantum information technology will be essential in the future. Diamond is one of promising materials for quantum information. Therefore, it is expected that the outcome of this joint project, laser writing of waveguides in diamond and elucidation of the mechanism, will enable fabrication of compact quantum devices of diamond.

別紙2_共同研究における研究成果リスト (三浦・Ramponi・Serpengüzel 課題)

1. 論文発表等

- 相手側チームとの共著論文
 - 1) M. Sakakura, T. Okada, V. Bharadwaj, B. Sotillo, S. M. Eaton, R. Ramponi, A. Serpengüzel, U. S. Gökay, Y. Shimotsuma, and K. Miura, "Modification and Dynamics inside Diamond by Femtosecond Laser Double-Pulse Irradiation" *Journal of Laser Micro/Nanoengineering*, Vol. 11, pp. 346-351. 2016
 - 2) B. Sotillo, V. Bharadwaj, J. P. Hadden, M. Sakakura, A. Chiappini, T. T. Fernandez, S. Longhi, O. Jedrkiewicz, Y. Shimotsuma, L. Criante, R. Osellame, G. Galzerano, M. Ferrari, K. Miura, R. Ramponi, P. E. Barclay, and S. M. Eaton "Diamond photonics platform enabled by femtosecond laser writing" *Scientific Reports*, Vol. 6, Article number: 35566. 2016
- 相手側チームを含まない日本側チームの論文・著作物
 - 1) Masaaki Sakakura, Yasuhiko Shimotsuma, Naoaki Fukuda, Kiyotaka Miura, "Transient strain distributions during femtosecond laser-induced deformation inside LiF and MgO single crystals", *Journal of Applied Physics*, Vol. 118, Article ID: 023106, 2015
 - 2) Masaaki Sakakura, Takuro Okada, Yasuhiko Shimotsuma, Naoaki Fukuda, Kiyotaka Miura, "Fast and Slow Dynamics in Femtosecond Laser-induced Crack Propagation inside a LiF Single Crystal" *Journal of Laser Micro/Nanoengineering*, Vol. 10, pp.320-324, 2015
 - 3) Yasuhiko Shimotsuma, Tomoaki Sei, Masaaki Sakakura, Kiyotaka Miura, Haruhiko Udono, "Nanostructuring in Indirect Band-gap Semiconductor Using IR Femtosecond Double Pulses" *Journal of Laser Micro/Nanoengineering*, Vol. 11, pp.35-40, 2016
 - 4) Y. Shimotsuma, T. Sei, M. Mori, M. Sakakura, and K. Miura, "Self-organization of polarization-dependent periodic nanostructures embedded in III-V semiconductor materials" *Applied Physics A*, Vol. 122, Article ID: 159, 2016
 - 5) 坂倉政明 「フェムト秒レーザー加工での過渡応力分布の観測と多点同時照射による応力変調」 *応用物理*, 第 84 号, pp. 997-1001, 2015 年
 - 6) 坂倉政明, 三浦清貴 「超短パルスレーザーによるガラス内部の局所熔融技術」 *NEW GLASS Vol.32 No.1 (2017 年) p. 24-28.*
- 日本側チームを含まない相手側チームの論文・著作物
 - 1) U. S. Gokay, M. Zakwan, A. Demir and A. Serpenguzel, "Optical Fiber Excitation of Fano Resonances in a Silicon Microsphere" *Fiber and Integrated Optics* Vol. 35, pp. 38-46, 2016.
 - 2) Belén Sotillo, Vibhav Bharadwaj, John Patrick Hadden, Stefano Rampini, Andrea Chiappini, Toney T. Fernandez, Cristina Armellini, Ali Serpengüzel, Maurizio Ferrari, Paul E. Barclay, Roberta Ramponi and Shane M. Eaton, "Visible to Infrared Diamond Photonics Enabled by Focused Femtosecond Laser Pulses" *Micromachines* Vol. 8, Article Number: 60, 2017
 - 3) J. P. Hadden, V. Bharadwaj, S. Rampini, R. Osellame, J. Witmer, H. Jayakumar, T. T. Fernandez, A. Chiappini, C. Armellini, M. Ferrari, R. Ramponi, P. E. Barclay, S. M. Eaton, "Waveguide-coupled single NV in diamond enabled by femtosecond laser writing." *arXiv preprint arXiv:1701.05885*, 2017
 - 4) U. S. Gökay, M. Zakwan, A. Demir and A. Serpengüzel, "Optical Fiber Excitation of Fano Resonances in a Silicon Microsphere," *Fiber and Integrated Optics* Vol. 35, pp. 38-46, 2016
 - 5) H. Yılmaz, H. Yılmaz, M. S. Murib, and A. Serpengüzel, "Fiber Optic Excitation of Silicon Microspheres in Amorphous and Crystalline Fluids," *Fiber and Integrated Optics* Vol. 35, pp. 60–71, 2016.
 - 6) S. Anand, M. Eryürek, Y. Karadag, A. Erten, A. Serpengüzel, A. Jonáš, and A. Kiraz,

“Observation of Whispering Gallery Modes in Elastic Light Scattering from Microdroplets Optically Trapped in a Microfluidic Channel,” J. Opt. Soc. Am. B, Vol. 33, pp. 1349-1354, 2016

- 7) M. H. Humayun, F. Azeem, I. Khan, U. S. Gokay, and A. Serpenguzel, "Silicon Microspheres in Metrology" in Proc. of Progress In Electromagnetics Research Symposium, published by The Electromagnetic Academy, Cambridge, MA, USA, pp. 108-111, 2015. ISBN: 978-1-934142-30-1.
- 8) M. R. Chaudhry, Z. Rashid, Y. Uysall, A. Kurt, U. S. Gokay, and A. Serpenguzel, "Electromagnetic Simulation of Coupled Silicon and Diamond Microdisks and Slab Waveguides in the Mid-infrared" in Proc. of Progress In Electromagnetics Research Symposium, published by The Electromagnetic Academy, Cambridge, MA, USA, pp. 95-98, 2015. ISBN: 978-1-934142-30-1.
- 9) M. Zakwan, M. S. Anwar, S. S. S. Bukhari, U. S. Gokay, and A. Serpenguzel, "Optoelectronic Applications of Sapphire Microspheres" in Proc. of Progress In Electromagnetics Research Symposium, published by The Electromagnetic Academy, Cambridge, MA, USA, pp. 104-107, 2015. ISBN: 978-1-934142-30-1.

2. 学会発表

- 相手側チームとの学会発表
 - 1) 坂倉政明, 岡田拓郎, Vibhav Bharadwaj, Belén Sotillo, Shane M. Eaton, Roberta Ramponi, Ali Serpengüzel, Ulaş S. Gökay, 下間靖彦, 三浦 清貴 「単結晶ダイヤモンドへの超短パルスレーザー加工とダイナミクス」、第63回応用物理学会春季学術講演会、東京、(March 20, 2016) (口頭発表)
 - 2) M. Sakakura, T. Okada, V. Bharadwaj, B. Sotillo, S. M. Eaton, R. Ramponi, A. Serpengüzel, U. S. Gökay, Y. Shimotsuma, and K. Miura, "Modification and Dynamics inside Diamond by Femtosecond Laser Double-Pulse Irradiation" LPM2016, 中国・西安市, (May 24, 2016) (ポスター発表)
 - 3) S. M. Eaton, B. Sotillo, V. Bharadwaj, M. Sakakura, Y. Shimotsuma, A. Chiappini, M. Ferrari, J. P. E. Hadden, P. E. Barclay, K. Miura, R. Ramponi, "Femtosecond laser written photonic circuits in diamond for quantum information" ICTON 2016, Trento, Italy, (June 13, 2016) (招待講演)
 - 4) Masaaki Sakakura, Takuro Okada, Vibhav Bharadwaj, Belen Sotillo, Shane Eaton, Roberta Ramponi, Toney Fernandez, Ali Serpenguzel, Ulas Gokay, Yasuhiko Shimotsuma, Kiyotaka Miura "Observation of stress dynamics after fs laser irradiation inside diamond" JSAP-OSA Joint Symposia, Niigata, (September 13, 2016) (口頭発表)
 - 5) Toney Teddy Fernandez, Vibhav Bharadwaj, Belen Sotillo, J.P. Hadden, Masaaki Sakakura, Andrea Chiappini, Stefano Longhi, Roberto Osellame, Gianluca Galzerano, Yasuhiko Shimotsuma, Maurizio Ferrari, Kiyotaka Miura, Roberta Ramponi, Paul E Barclay, Shane M Eaton "Diamond quantum photonics platform enabled by femtosecond laser processing" JSAP-OSA Joint Symposia, Niigata, (September 13, 2016) (招待講演)
 - 6) S. M. Eaton, J. P. Hadden, B. Sotillo, V. Bharadwaj, F. Bosia, F. Picollo, T. T. Fernandez, M. Sakakura, A. Chiappini, M. Ferrari, R. Osellame, K. Miura, R. Ramponi, P. Olivero, P. E. Barclay, "Bulk diamond optical waveguides fabricated by focused femtosecond laser pulses" SPIE Photonics West 2017, San Francisco, USA, (February 2, 2017) (招待講演)
- 相手側チームを含まない日本側チームの学会発表
 - 1) Masaaki Sakakura, Torataro Kurita, Kouhei Yoshimura, Naoaki Fukuda, Yasuhiko Shimotsuma, and Kiyotaka Miura "Modification of flow of glass melt and elemental distributions by parallel irradiation with femtosecond laser pulses," SPIE Photonics West 2015, San Francisco, USA, (February 7-12, 2015). (口頭発表)
 - 2) Masaaki Sakakura, Takuro Okada, Yasuhiko Shimotsuma, Naoaki Fukuda, Kiyotaka Miura, "Fast and slow dynamics in femtosecond laser-induced crack propagation inside

- a LiF single crystal" LPM/LAMP2015, 北九州市, 2015 年 5 月 26-29 日 (口頭発表)
- 3) 岡田拓郎, 坂倉政明, 下間靖彦, 福田直晃, 三浦清貴 「単結晶内部の亀裂や転位バンドに影響を受けるフェムト秒レーザー誘起構造変化の時間分解観測」 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会、名古屋、2015 年 9 月 13-16 日 (口頭発表)
 - 4) 坂倉政明, 福田直晃, 岡田拓郎, 下間靖彦, 三浦清貴 「多点同時レーザー照射による単結晶内部の亀裂進展過程の観測と亀裂阻害応力の消失」 第 17 回破壊力学シンポジウム、京都市、2015 年 10 月 13,14 日 (口頭発表)
 - 5) Masaaki Sakakura, Takuro Okada, Yasuhiko Shimotsuma, Naoaki Fukuda, Kiyotaka Miura, "Strain and stress dynamics of femtosecond laser bulk processing of transparent fcc crystals" ICALEO2015, 米国アトランタ市、2015 年 10 月 18-22 日 (口頭発表)
 - 6) Masaaki Sakakura, Takuro Okada, Yasuhiko Shimotsuma, Naoaki Fukuda, Kiyotaka Miura, "Spatially modulated beam for investigation of femtosecond laser-induced modification in transparent materials" LPM2016, Xian, China, (May 25, 2016) (口頭発表)
 - 7) Eunho Kim, Yasuhiko Shimotsuma, Masaaki Sakakura, Kiyotaka Miura "Ultrashort pulse laser slicing of semiconductor crystal" Pacific Rim Laser Damage 2016, (May 20, 2016) (ポスター発表)
 - 8) Y. Shimotsuma, "Self - assembled nanostructure inside various materials" Progress on Ultrafast Laser Modifications of Materials (PULMM) 2016, Neuchatel, Switzerland, (June 16, 2016) (Invited). (招待講演)
 - 9) M. Sakakura, Y. Shimotsuma, N. Fukuda, and K. Miura, "Applications of parallel femtosecond laser writing inside glasses and observation of the dynamics" Bragg Gratings, Photosensitivity, and Poling in Glass Waveguides (BGPP) Australia, Sydney, (September 8, 2016) (招待講演)
 - 10) Yasuhiko Shimotsuma, Masaaki Sakakura, Kiyotaka Miura "Photoinduced self-assembly of nanostructure" JSAP-OSA Joint Symposia, Niigata, (September 13, 2016) (招待講演)
 - 11) Eunho Kim, Yasuhiko Shimotsuma, Masaaki Sakakura, Kiyotaka Miura "Ultrashort pulse laser slicing of wide bandgap 4H-SiC crystal" JSAP-OSA Joint Symposia, Niigata, (September 13, 2016) (口頭発表)
 - 12) Masaaki Sakakura, Takuro Okada, Yasuhiko Shimotsuma, Kiyotaka Miura "Impact of multiple stress and heat sources in parallel laser bulk processing inside transparent materials", CerSJ-GOMD Joint Symposium on Glass Science and Technologies, Kyoto, (November 15, 2016) (口頭発表)
 - 13) 今若 宏亮, 坂倉 政明, 下間 靖彦, 三浦 清貴「水中レーザー誘起衝撃波の楕円面反射による局所バブル発生」レーザー学会学術講演会 第 36 回年次大会講演, 徳島, 2017 年 1 月 8 日 (口頭発表)
- 日本側チームを含まない相手側チームの学会発表
- 1) S. M. Eaton, R. Osellame, R. Ramponi, "Femtosecond laser micromachining of fully integrated photonic and microfluidic devices," SPIE Photonics West 2015, San Francisco, USA, (February 7-12, 2015). (招待講演)
 - 2) S. M. Eaton, "Femtosecond laser nanofabrication in transparent materials," GoPhoton.eu European Project workshop, Milano, Italy, (October 1, 2015) (招待講演)
 - 3) S. M. Eaton, V. Bharadwaj, R. Ramponi, "Femtosecond laser inscription of 3D optical waveguides in glasses, polymers and crystals," Progress In Electromagnetics Research Symposium 2015, Prague, Czech Republic, (July 6-9, 2015) (招待講演)
 - 4) M. H. Humayun, F. Azeem, I. Khan, U. S. Gokay, and A. Serpenguzel, "Silicon Microspheres in Metrology," Progress In Electromagnetics Research Symposium 2015, Prague, Czech Republic, (July 6-9, 2015) (口頭発表)
 - 5) M. R. Chaudhry, Z. Rashid, Y. Uysall, A. Kurt, U. S. Gokay, and A. Serpenguzel, "Electromagnetic Simulation of Coupled Silicon and Diamond Microdisks and Slab

- Waveguides in the Mid-infrared," Progress In Electromagnetics Research Symposium 2015, Prague, Czech Republic, (July 6-9, 2015) (口頭発表)
- 6) M. Zakwan, M. S. Anwar, S. S. S. Bukhari, U. S. Gokay, and A. Serpenguzel, "Optoelectronic Applications of Sapphire Microspheres," Progress In Electromagnetics Research Symposium 2015, Prague, Czech Republic, (July 6-9, 2015) (口頭発表)
 - 7) A. Serpengüzel, "Lightwave Circuit Elements: An EPIC Journey from Microsphere Resonators to Meandering Waveguides," Koç University, Istanbul, Turkey (February 13, 2016). (招待講演)
 - 8) A. Serpengüzel, "Photonics: Science and Technology for a Productive Economy," Middle East Technical University, LIGHT talks: the Power of Photonics, Ankara, Turkey (March 28, 2016). (招待講演)
 - 9) A. Serpengüzel, "Novel Photonic Lightwave Circuit Elements: Microsphere Resonators and Meandering Waveguides," Middle East Technical University, LIGHT talks: the Power of Photonics, Ankara, Turkey (March 28, 2016). (招待講演)
 - 10) A. Serpengüzel, "Novel Photonic Lightwave Circuit Elements: Microsphere Resonators and Meandering Waveguides," Leibniz Institute of Photonic Technology, Jena, Germany (April 19, 2016) (招待講演)
 - 11) A. Serpengüzel, "UNIV 101 know-ledge, know-how, know-what," Koç University, Istanbul, Turkey (May 11, 2016). (招待講演)
 - 12) A. Serpengüzel, "Novel Photonic Lightwave Circuit Elements: Microsphere Resonators and Meandering Waveguides," Gent University, Gent, Belgium (June 1, 2016) (招待講演)
 - 13) F. Azeem, M. H. Humayun, and A. Serpengüzel, "Elastic light scattering from a germanium microsphere in the far-IR region", 18th International Conference on Transparent Optical Networks, Trento, Italy (July 10-14, 2016). (口頭発表)
 - 14) S. S. S. Bukhari, M. R. Chaudhry, and A. Serpengüzel, "Elastic scattering from germanium microspheres in the terahertz region", 18th International Conference on Transparent Optical Networks, Trento, Italy (July 10-14, 2016). (ポスター発表)
 - 15) M. Zakwan, M. M. Bayer, M. S. Anwar, U. S. Gökay, and A. Serpengüzel, "Mid-infrared elastic scattering from germanium microspheres", 18th International Conference on Transparent Optical Networks, Trento, Italy (July 10-14, 2016). (ポスター発表)
 - 16) H. O. Çirkinoğlu, I. Khan, and A. Serpengüzel, "Simulation of elastic scattering from a germanium microsphere in the near-IR", 18th International Conference on Transparent Optical Networks, Trento, Italy (July 10-14, 2016). (ポスター発表)
 - 17) Hüseyin Ozan Çirkinoğlu, Ulaş Sabahattin Gökay, Ali Serpengüzel Belén Sotillo, Vibhav Bharadwaj, Shane M. Eaton, Roberta Ramponi, "Excitation of Silicon Microspheres Resonances with Femtosecond Laser Fabricated Glass Waveguides," SPIE Optics and Photonics 2016, San Diego, USA, (August 31, 2016) (ポスター発表)
 - 18) A. Serpengüzel, "Lightwave circuit elements based on microsphere resonators and meandering waveguides," 18th International Conference on Transparent Optical Networks, Trento, Italy (July 10-14, 2016) (招待講演)
 - 19) A. Serpengüzel, "Guided Waves and Optical Microcavities for Integrated Photonics: Meandering Waveguides and Silicon Spheres," Koç University, Istanbul, Turkey (September 27, 2016) (招待講演)
 - 20) A. Serpengüzel, "Silicon Microspheres and Meandering Waveguides for Integrated Photonics," EPIC Photonics Tech Watch, Micro-photonics International Congress Expo, Berlin, Germany (October 11-13, 2016) (招待講演)
 - 21) S. S. S. Bukhari, M. R. Chaudhry, M. M. Bayer, and A. Serpengüzel, "Elastic Scattering from a Sapphire Microsphere in the THz Region", Frontiers in Optics: 100th Annual Meeting of the OSA, Rochester, NY, USA (October 17-21, 2016). (ポスター発表)
 - 22) B. Sotillo, V. Bharadwaj, R. Ramponi, S. M. Eaton, "Photonics platforms inscribed in diamond with femtosecond laser" Progress on Ultrafast Laser Modifications of Materials (PULMM) 2016, Neuchatel, Switzerland, (June 15, 2016) (招待講演)

- 23) M. Zakwan, C. B. Dağ, and A. Serpengüzel, "Fiber and integrated optic elements based on microsphere resonators and meandering waveguides," 6th International Workshop on Fiber Optic Access Networks, part of the 8th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems, Lisbon, Portugal (October 18-20, 2016) (招待講演)
- 24) S. M. Eaton, B. Sotillo, V. Bharadwaj, J. P. Hadden, A. Chiappini, M. Ferrari, P. Olivero, P. E. Barclay, R. Ramponi "Diamond optical waveguides and NV centers formed by focused femtosecond laser pulses" Materials.it 2016, Catania, Italy, (December 14, 2016) (口頭発表)
- 25) O. Jedrkiewicz, S. Kumar, B. Sotillo, M. Bollani, A. Chiappini, S. M. Eaton, P. Di Trapani, R. Ramponi "Pulsed Bessel beam-induced high aspect-ratio microchannels on diamond surface for microfluidics applications" Materials.it 2016, Catania, Italy, (December 15, 2016) (口頭発表)
- 26) S. M. Pietralunga, A. Tagliaferri, B. Sotillo, V. Bharadwaj, S. M. Eaton, O. Jedrkiewicz, R. Ramponi, "Local surface analysis and laser micromachining for integrated dielectric platforms," International conference on Rare-Earth Doped Glass Materials and FibreLasers (EAGLES) Trento, Italy, (October 19, 2016) (口頭発表)

3. ワークショップ・セミナー・シンポジウム等の開催

- 1) 「材料化学特論第四」(主催者: 三浦清貴、参加者: 50名)、日本、京都市、京都大学、桂キャンパス、2015年11月13日
- 2) OSA-JSAP Joint symposia "Strong Light Excitation Phenomena Applied to Materials and Bio Engineering" (主催者: 坂倉政明、細川陽一郎、参加者: 50名)、新潟市、朱鷺メッセ、2016年9月13日
- 3) Optoelectronics and Photonics Seminar (主催: コチ大学 Ali Serpenguzel 教授、参加者: 50名)、トルコ、イスタンブール、コチ大学、2017年3月20日

4. 研究交流の実績

● 日本側チームから海外チームへの訪問

- 1) 2014年11月12日~2014年11月18日、Masaaki Sakakura (特定准教授、京都大学) イタリア、ミラノ工科大学、プロジェクトキックオフミーティングへの出席
- 2) 2015年7月26日~2015年8月11日、Masaaki Sakakura (特定准教授、京都大学) イタリア、ミラノ工科大学、レーザー加工実験装置の立ち上げと研究打ち合わせ
- 3) 2015年8月3日~2015年8月11日、Takuro Okada (M1、京都大学) イタリア、ミラノ工科大学、レーザー加工実験と光導波路評価実験
- 4) 2016年1月24日~2016年1月31日、Masaaki Sakakura (特定准教授、京都大学) イタリア、ミラノ工科大学、空間光変調器の調整実験と研究打ち合わせ
- 5) 2017年3月18日~2017年3月26日、Masaaki Sakakura (特定准教授、京都大学) トルコ・コチ大学、イタリア・ミラノ工科大学および英国・サウサンプトン大学、プロジェクト最終会議(トルコ)、ワークショップへの参加と講演(イタリア)、プロジェクトの研究に関する研究相談(英国)

● 相手側国から日本側への訪問

- 1) 2015年11月6日~2015年11月13日、Shane M Eaton (Researcher、IFN-CNR、イタリア)、京都市、京都大学、レーザー加工ダイナミクス観測実験と研究打ち合わせの出席
- 2) 2015年11月7日~2015年11月22日、Vibhav Bharadwaj (博士課程学生、IFN-CNR、イタリア)、京都市、京都大学、レーザー加工実験と研究打ち合わせの出席
- 3) 2015年11月10日~2015年11月16日、Roberta Ramponi (Director、IFN-CNR、イタリア)、京都市、京都大学、レーザー加工実験、研究打ち合わせの出席と「材料化学

特論第四」での講演

- 4) 2015年11月8日～2015年11月18日、Ali Serpengüzel (Professor、コチ大学、トルコ)、京都市、京都大学、レーザー加工実験、研究打ち合わせの出席と「材料化学特論第四」での講演
- 5) 2015年11月8日～2015年11月21日、Ulaş S. Gökay (Researcher、コチ大学、トルコ)、京都市、京都大学、レーザー加工ダイナミクス観測実験と研究打ち合わせの出席

5. 特許出願

特になし

6. 受賞等

- 受賞
 - 1) 受賞者：坂倉政明、賞の名称：レーザー加工学会 2014年度ベストオーサー賞 依頼論文部門、受賞日：2016年1月19日
- 新聞発表・雑誌などでの研究紹介
 - 1) 新聞名、記事のタイトル：Tom's Hardware "Il computer quantistico del futuro è fatto di diamanti" (未来の量子コンピュータはダイヤモンドで創られる)、掲載日：2016年11月4日、掲載者：Purch Group
 - 2) 新聞名、記事のタイトル：Le Scienze (Scientific American Italy) "CNR: I computer del futuro? Saranno di diamanti" (CNR: 未来のコンピュータ？ダイヤモンドが使われるだろう)、掲載日：2016年11月11日、掲載者：Gruppo Editoriale L'Espresso
 - 3) 新聞名、記事のタイトル：Il Giorno (イタリアの新聞) "Arriva il super-computer di diamanti: l'idea di un 'cervello in fuga' al contrario"、掲載日：2016年12月21日、掲載者：Il Giorno
 - 4) 新聞名、記事のタイトル：Panorama (イタリアの週刊誌) "L'uomo che costruisce supercomputer con i diamanti" (ダイヤモンドスーパーコンピュータを創る得男)、掲載日：2017年1月5日、掲載者：Arnoldo Mondadori Editore

7. その他

特になし