

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 25 日現在

機関番号： 24506

研究種目： 基盤研究 (B)

研究期間： 2009 ～2011

課題番号： 21350129

研究課題名（和文） 水素結合性の光架橋性高分子液晶の光配向を基盤とする機能性分子の光配向制御

研究課題名（英文） photoinduced manipulation for molecular alignment of functional materials based on photoalignment of hydrogen bonded photo-crosslinkable liquid-crystalline polymers

研究代表者 川月喜弘

(KAWATSUKI Nobuhiro)

兵庫県立大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号： 60271201

研究成果の概要（和文）：

本課題では水素結合部を共役系に具備する発光性色素を設計・合成し、これらと水素結合部位を有するポリマーを複合化・製膜することにより発光特性や分子配向を制御した複合フィルムを作成した。また、このような水素結合性の PLCP の研究を進める過程で、これまでと異なる配向メカニズムを用いた PLCP の開発に成功した。すなわち、新規メソゲンとして、フェニルエステルを有する高分子液晶を合成し、その光配向去度について研究を開始した。この材料は光 Fries 転位反応によってフェニルケトンを生成し、それを不純物として分子の再配向を誘起でき、これまでの材料よりも安価で溶解性・製膜性にすぐれた配向性材料であることを見いだした。また、発光性材料としてはフルオレンの他にもアントラセンやチオフェンを用いた発光性材料を合成し、これらの堂田特性や光メカニカル機能の測定も行った。今後はこれらの材料を用いて発光特性・電子特性の制御などの実験も行う。

これらの研究を通して新しい液晶フォトンクス材料、液晶ディスプレイや光学デバイス分野の研究発展によりいっそう寄与したい

研究成果の概要（英文）：

We prepared low weight π -conjugated compounds containing basic aromatic unit and explored their molecular orientation behavior and such optical property as dichroic ratio and polarized photoluminescent property on hydrogen bonding photocrosslinkable liquid-crystalline polymer films. In addition, we developed novel method to prepare photoinduced uniaxially aligned polymer films driven by photo-fried rearrangement reaction.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	3,500,000	1,050,000	4,550,000
2010 年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2011 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
総計	6,600,000	1,980,000	8,580,000

研究分野： 化学

科研費の分科・細目： 材料化学・高分子・繊維材料

キーワード： 高分子構造・物性， 高分子合成， 光物性， 高分子機能材料

1. 研究開始当初の背景

光反応によって分子配向を制御できる高分子材料は入射光波の偏光状態を変換・制御する光機能性フィルム、液晶光配向膜や光メモリー材料として利用される。本研究者はこれまでに偏光によって異方的に光反応できる高分子液晶(PLCP)を開発し、そのフィルムの配向制御と配向機構の解明および応用展開に関する研究を行ってきた。一方、この研究を進める過程で、側鎖末端に水素結合部位を有する高分子液晶を新たに開発した。この材料は高効率、高感度に光配向可能であり、複屈折フィルムや液晶光配向膜として有用できることを報告してきた。水素結合では、異種分子と可逆的に結合させることが可能である為、新たな機能を有する複合材料を構築することが可能である。例えば、発光性や光導電性などの機能性を有する低分子を、水素結合を利用して高分子に導入する研究がある。これらの機能を分子配向することができれば、異方的な発光や導電性が実現できる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、これまでの偏光を用いた水素結合性の PLCP の光配向制御技術に関する成果を元に、水素結合部（もしくはイオン結合部）を有する機能性分子を、光分解、反応すること無く効率的に複合化して新たな機能が付加された光電子材料を創出する。特に、機能性材料の光配向制御を詳細に検討し、水素結合性と機能性材料の分子構造と光配向性、発光波長の制御、発光特性の詳細な解明に焦点を絞り、さらに分子配向がパターン化された新たな光機能デバイスの実現を目指す

3. 研究の方法

水素結合部を共役系に具備する発光性色素を設計・合成し、これらと水素結合部位を有するポリマーを複合化・製膜する。発光部位としてはフルオレンやチオフェン、アントラセンなどを用いた。また、配向を制御する為の高分子液晶にはこれまでに研究してきたカルボン酸を側鎖末端に有する PLCP の他に、イオン結合部を有するポリスチレンスルホン酸やポリメタクリル酸、さらに水素結合部と疎水部が相分離することを目指したブロック共重合体などを用いた。これらを組み合わせることで機能性分子の光配向を実現し、新規な光・電子材料の実現を目指した。

4. 研究成果

3年間の研究で分子末端に水素結合部位を有する種々の発光性色素を合成すると主に、それらと PLCP を複合化したフィルムの光学特性（二色性、偏光発光性能）に検討した。

(1) 偏光発光素子

液晶性を示す低分子フルオレンを合成し、PLCP 上での配向挙動を調べた。用いた PLCP は直線偏光紫外光の露光量を調節することにより、偏光方向と平行・垂直いずれの方向にも配向でき、フルオレンの配向もこれに追従させることができた。さらに、PLCP とフルオレンを有機 EL デバイス中に組み込むことで偏光発光方向が制御された発光デバイスを作成することに成功した。

(2) 水素結合による偏光発光と発光波長のチューニング

水素結合型光反応性高分子液晶(H-PLCP)を配向膜として用いて、液晶性を示さず、水素結合部位を有する発光材料の配向を行った。発光材料は分子両末端に 4-ピリジン、4-フェニルピリジンもしくは 2-ピリジンを具備するフルオレンを新規に合成した。その結果、H-PLCP 中でのフルオレンの発光特性は分子両末端の構造に大きく影響を誘起できることがわかった。また、H-PLCP 配向膜は光反応率によって酸性度および架橋度が増えるため、紫外光の露光量に依存して発光波長や偏光発光方向のパターニングが可能であることを見いだした。

(3) プロトン化を用いた発光波長の制御

より長波長における発光を目指し、分子末端に水素結合部位を有するターチオフェンを合成した。このチオフェンはカルボン酸とは相互作用せず、スルホン酸をはじめとする強酸に対してプロトン化のみを示すことが明らかとなった。また、このチオフェンをポリスチレンスルホン酸(PSS)水溶液と複合化することにより、プロトン化した状態でポリマーフィルムに分散できた。これらの溶液をガラス基板にキャストすることにより、チオフェンを凝集させることなく様々な発光色を示すフィルムを作成できた。さらに、キャストした PSS フィルムを直接アンモニア水溶液の蒸気にさらすことによりターチオフェンの電子状態を可逆的に変化させることができ、オレンジ色と緑色に発光色を可逆的に制御することがわかった。

(4) ブロック共重合体を用いた発光波長のチューニング

RAFT 重合を用いて水素結合部と疎水部からなるブロック共重合体を合成した。これに水素結合部を有する低分子フルオレンを製膜し、フルオレンの発光波長を緑・青と可逆的に変化できることを明らかにした。フルオレンは複合状態では水素結合により緑色であるが、加熱によって解離して青色発光を示し、溶媒上記により再び緑色発光に変化することがわかった。一方、ブロック共重合体と同じ組成のランダム共重合体では可逆性が見られなかった。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 46 件)

1. **Surface Relief Formation in Azobenzene-Containing Polymers using 325 nm Holography** E. Nishioka, M. Kondo, A. Emoto, and H. Ono, N. Kawatsuki, *Jpn. J. Appl. Phys.* Vol. 51, 021601 (6 Pages) (2012) DOI: 10.1143/JJAP.51.021601
2. **Polarization imaging screen using vector gratings fabricated by photocrosslinkable polymer liquid crystals** H. Ono, T. Wada, N. Kawatsuki *Jpn. J. Appl. Phys.* Vol. 51, 030202 (3 pages) (2012) DOI:10.1143/JJAP.51.030202
3. **Fabrication of twisted nematic structure and vector grating cells by one-step exposure on photocrosslinkable polymer liquid crystals** M. Kuzusata, T. Sasaki, N. Kawatsuki, H. Ono *Opt. Lett.* Vol. 37, pp1115-1117 (2012) DOI: 10.1364/OL.37.001115
4. **Photomobile Polymers from Commercially Available Compounds: Photoinduced Deformation of Side-Chain Polymers Containing Hydrogen-Bonded Photoreactive Compounds** M. Kondo, M. Takemoto, T. Matsuda, R. Fukae, N. Kawatsuki *Polymer*, J. 44: 410-414 (2012) DOI: 10.1038/pj.2011.148
5. **Photoluminescent Color Tuning in Fluorene Derivative/Copolymer Composite Films Based on H-Bonds** N. Kawatsuki, H. Miki, M. Kondo, M. Nakamura *Langmuir*, 2012, 28 (9), 4534-4542 DOI: 10.1021/la205035s
6. **Blazed Surface Relief Formation in Azobenzene-Containing Polymeric Films by Asymmetric Polarization Holography** N. Kawatsuki, E. Nishioka, A. Emoto, H. Ono, M. Kondo *App. Phys. Express* Vol. 5 041601(2012) DOI: 10.1143/APEX.5.041601
7. **Photoinduced cooperative orientation and pattern formation in copolymer films with 4-methoxyazobenzene and benzoic acid side groups** H. Shoji, K. Tsubaki, M. Kondo, N. Kawatsuki *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* Accepted , DOI: 10.1080/15421406.2012.689146
8. **Photoreaction and Photoalignment Behavior of Novel Polyamic-Ester Derivative Containing a Photo-Crosslinkable Group** K. Goto, O. Takeuchi, M. Kondo, H. Endo, N. Kawatsuki *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* Accepted DOI:10.1080/15421406.2012.689147
9. **Synthesis of side-chain liquid-crystalline cinnamide polymers based on post polymer reaction** M. Kondo, Y. Dozono, K. Goto, N. Kawatsuki *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* Accepted DOI: 10.1080/1521406.2012.689142
10. **Tuning Photoluminescent Wavelength of Water-Soluble Oligothiophene/Polymer**

- Complex Film by Proton Bonding** M. Kondo, J. Miyake, K. Tada, N. Kawatsuki *Chem. Lett.*, Vol. 40, pp. 264-265 (2011) DOI: 10.1246/cl.2011.264
11. **Vector gratings fabricated by polarizer rotation exposure to hydrogen-bonded liquid crystalline polymers** A. Emoto, T. Wada, T. Shioda, T. Sasaki, S. Manabe, N. Kawatsuki, H. Ono *Jpn. J. Appl. Phys.* Vol. 50, 032502 (5 pages) (2011) DOI:10.1143/JJAP.50.032502
 12. **(Highlight Review) Photoalignment and photoinduced molecular reorientation of photosensitive materials** N. Kawatsuki *Chem. Lett.* Vol. 40, 548-554 (2011)
 13. **Axis-Selective Photo-Fries Rearrangement and Photoinduced Molecular Reorientation in Liquid Crystalline Polymer Films** N. Kawatsuki, T. Neko, M. Kurita, A. Nishiyama, M. Kondo *Macromolecules* Vol. 44, 5736-5742 (2011) DOI: 10.1021/ma200557k
 14. **Evaluation of imprinting characteristics of photoinduced liquid crystalline polymer** M. Okada, S. Manabe, M. Kurita, M. Kondo, Y. Haruyama, K. Kanda, N. Kawatsuki, S. Matsui *Microelectro. Eng.* (2011) Vol. 88, pp. 2079-2083 (2011) DOI: 10.1016/j.mee.2011.02.051
 15. **Control of the molecularly reoriented direction in surface relief holographic gratings using photoreactive liquid crystalline copolymers** N. Kawatsuki, A. Tashima, A. Emoto, H. Ono, M. Kondo, M. Okada, S. Matsui *Jpn. J. Appl. Phys.* Vol. 50 081608 (4pages)(2011) DOI:10.1143/JJAP.50.081608
 16. **Photoinduced molecular reorientation in photoreactive liquid crystalline copolymers in a phase retarder application** N. Kawatsuki, H. Shoji, K. Yamaguchi, M. Kondo, K. Tsubaki *Polymer* Vol.52, pp. 5788 - 5794 (2011) DOI: 10.1016/j.polymer.2011.10.013
 17. **Preparation and Macroscopic Deformation of Liquid-Crystalline Polymer Fibers Crosslinked with Anthracene Side Chains** M. Kondo, M. Takemoto, T. Matsuda, R. Fukae, N. Kawatsuki *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* Vol.550, pp. 98 - 104 (2011) DOI: 10.1080/15421406.2011.600568
 18. **Photoinduced Deformation of Polymer Fibers with Anthracene Side Groups** M. Kondo, T. Matsuda, R. Fukae, N. Kawatsuki *Chem. Lett.*, Vol. 39, No. 3, pp. 234-235 (2010) DOI: 10.1246/cl.2010.234
 19. **Diffraction Properties in Polarization Holography Written by Elliptical Polarized Light** H. Ono, M. Nakamura, A. Emoto, N. Kawatsuki *Jpn. J. Appl. Phys.* Vol. 49, pp. 032502 (4 pages) (2010) DOI: 10.1143/JJAP.49.032502

20. **Photoinduced Reorientation and Polarization Holography in Photo-Cross-Linkable Liquid Crystalline Polymer Films with Large Birefringence** N. Kawatsuki, A. Yamashita, M. Kondo, T. Matsumoto, T. Shioda, A. Emoto, H. Ono *Polymer*, Vol. 51, pp. 2849-2856 (2010)
21. **Photoinduced Reorientation and Polarization Holography of Photoreactive Polymer Liquid Crystals with Bistolane Side Groups** N. Kawatsuki, A. Yamashita, M. Kondo, H. Ono, A. Emoto *J. Photopolym. Sci. Technol.* Vol. 23, No.3, pp. 343-348 (2010) DOI: 10.1016/j.polymer.2010.04.043
22. **Orientalional photoreactive effects in nematic liquid crystals on silver sulfide thin films** A. Emoto, K. Maeda, K. Tanaka, N. Kawatsuki, H. Ono *Appl. Phys. Lett.* Vol 97, pp. 041919 (3 pages) (2010) DOI: 10.1063/1.3475019
23. **Form birefringence in intrinsic birefringent media possessing subwavelength structure** A. Emoto, K. Nishi, M. Okada, S. Manabe, S. Matsui, N. Kawatsuki, H. Ono *Appl. Opt.* Vol. 49, Issue 23, pp. 4355-4361 (2010) DOI: 10.1364/AO.49.004355
24. **Surface relief formation in photo-cross-linkable polymer/benzophenone composite films using 325 nm laser** N. Kawatsuki, M. Kondo, M. Okada, S. Matsui, H. Ono, A. Emoto *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol.49, 080207 (3 pages) (2010) DOI: 10.1143/JJAP.49.080207
25. **Photoluminescent color and polarized light emission tuning of fluorene derivatives using a photoreactive H-bonded liquid crystalline polymer** N. Kawatsuki, R. Ando, R. Ishida, M. Kondo, Y. Minami *Macromol. Chem. Phys.*, Vol. 211, No. 16, pp.1741-1749 (2010) DOI: 10.1002/macp.201000183
26. **Holographic recording in a photo-cross-linkable liquid crystalline copolymer using a 325-nm laser with various polarizations** N. Kawatsuki, A. Tashima, S. Manabe, M. Kondo, M. Okada, S. Matsui, A. Emoto, H. Ono *React. Funct. Polym.*, Vol. 70, No. 12 pp. 980-985 (2010) DOI: 10.1016/j.reactfunctpolym.2010.10.006
27. **Photoinduced Change in Mechanical Properties of Anthracene Polymers Containing Flexible Side Chains** M. Kondo, M. Takemoto, T. Matsuda, R. Fukae, N. Kawatsuki *Bull. Chem. Soc. Jpn.* Vol. 83, No. 11, pp. 1333-1337 (2010) DOI: 10.1246/bcsj.20100206
28. **Photoinduced orientation of liquid crystalline copolymers films with cinnamic acid side groups synthesized by RAFT polymerization** N. Kawatsuki, T. Matsuda, M. Kondo *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* Vol. 529, pp. 20-24 (2010) DOI: 10.1080/15421406.2010.495647
29. **Polarized Light Emission in a Liquid Crystalline Copolymer Film Comprised of Fluorenevinylene and Photo-Cross-Linkable Mesogenic Side Groups** J. Lee, S. Matsuda, N. Kawatsuki *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* Vol. 529, pp. 10-19 (2010) DOI 10.1080/15421400802612326
30. **Thermal nanoimprinting on pre-aligned photoreactive polymer liquid crystal for molecular reorientation** M. Okada, S. Manabe, M. Kurita, M. Kondo, Y. Haruyama, K. Kanda, A. Emoto, H. Ono, N. Kawatsuki, S. Matsui *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 49 128004(3pages) (2010) DOI: 10.1143/JJAP.49.128004
31. **Effects of Recording Wavelength on Three-dimensional Vector Holograms in Photoreactive Liquid Crystal Composites** T. Sasaki, O. Hashizume, T. Iwato, A. Emoto, N. Kawatsuki, H. Ono *Opt. Commun.* Vol. 283, No. 4 (2010), pp.528-531 DOI: 10.1016/j.optcom.2009.10.113
32. **Effects of phase shift between two photo-alignment substrates on diffraction properties in liquid crystalline grating cells** H. Ono, T. Shinmachi, A. Emoto, T. Shioda, N. Kawatsuki *Appl. Opt.*, Vol. 48, No. 2, pp. 309-315 (2009) DOI: 10.1364/AO.48.000309
33. **Photoluminescence Wavelength Control of Fluorene Derivatives Through H-bonding and Protonation** N. Kawatsuki, Y. Minami, J. Lee *Chem. Lett.* Vol. 38, No.3, pp.298-299 (2009) DOI: 10.1246/cl.2009.298
34. **Vector holograms using radially polarized light** H. Ono, H. Wakabayashi, T. Sasaki, A. Emoto, T. Shioda, N. Kawatsuki *Appl. Phys. Lett.*, Vol. 94, pp. 071114 (2009) DOI: 10.1063/1.3089236
35. **Effect of Spacer Length on Photoinduced Reorientation Behavior of Photocrosslinkable Liquid Crystalline Polymer Films Comprising 4-(4-Methoxycinnamoyloxy)biphenyl Side Groups** N. Kawatsuki, J. Horii *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, Vol. 498, pp. 49-58 (2009) DOI: 10.1080/15421400802612136
36. **Synthesis and Properties of Photo-cross-linkable polymer Liquid Crystal Containing Fluorene Unit** J. Lee, N. Kawatsuki *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, Vol. 498, pp. 59-64 (2009)DOI: 10.1080/15421400802612326
37. **Elastic continuum analysis and diffraction properties of two-dimensional liquid crystalline grating cells** H. Ono, M. Hishida, A. Emoto, T. Shioda, N. Kawatsuki *J. Opt. Soc. Am. B*, Vol. 26, No. 6, pp. 1151-1156

- (2009) DOI: 10.1364/JOSAB.26.001151
38. **Influence of alkylene spacer length on photoinduced molecular reorientation and LC alignment behavior in photo-cross-linkable liquid crystalline polymeric films with H-bonded cinnamic acid side groups** N. Kawatsuki, Y. Koezuka *Polymer*, Vol. 50, pp. 2349-2356 (2009) DOI: 10.1016/j.polymer.2009.03.033
39. **One- and two-dimensional anisotropic diffractive gratings formed by periodic orthogonal molecular alignment in a hydrogen-bonded liquid crystalline polymer** A. Emoto, S. Manabe, T. Shioda, H. Ono, N. Kawatsuki *J. Appl. Phys.*, Vol. 105, pp. 103514-1-5 (2009) DOI: 10.1063/1.3129522
40. **Three-Dimensional Vector Holograms in Photoreactive Polymer Dissolved Liquid Crystal Composite** T. Sasaki, H. Ono, N. Kawatsuki *Opt. Rev.*, Vol. 16, No. 3, pp. 338-341 (2009) DOI: 10.1007/s10043-009-0063-y
41. **Two-dimensional patterning of colloidal crystals by means of lateral autocloning in edge-patterned cells** A. Emoto, T. Kamei, T. Shioda, N. Kawatsuki, H. Ono, *J. Appl. Phys.* Vol. 105, 123506-1-5 (2009) DOI: 10.1063/1.3151710
42. **Photoinduced cooperative reorientation in polymer blend films with hydrogen-bonded mesogenic side groups** N. Kawatsuki, S. Unisuga, T. Neko, E. Uchida, M. Kondo *Reactive&Functional Polym.*, Vol. 69, pp. 836-842 (2009) DOI: 10.1016/j.reactfunctpolym.2009.08.003
43. **Large birefringence and polarization holographic gratings formed in photo-cross-linkable polymer liquid crystals comprising bistolane mesogenic side groups** A. Emoto, T. Matsumoto, A. Yamashita, T. Shiota, H. Ono, N. Kawatsuki *J. Appl. Phys.* Vol. 106 pp. 073505-1-5 (2009) DOI: 10.1063/1.3234385
44. **Reconstruction of polarized optical images in two- and three-dimensional vector holograms** H. Ono, K. Suzuki, T. Sasaki, T. Iwato, A. Emoto, T. Shioda, N. Kawatsuki *J. Appl. Phys.* Vol. 106, pp. 083109 (2009) DOI: 10.1063/1.3247974
45. **Photoinduced Orientation of Photo-Cross-Linkable Liquid Crystalline Copolymer Films Comprised of H-Bonded and Non-H-Bonded Mesogenic Side Groups** N. Kawatsuki, M. Nobutani, M. Kondo *Polym. J.*, Vol. 41, No. 11, pp. 968-972 (2009) DOI: 10.1295/polymj.PJ2009146
46. **Patterned Polarized Light Emission of Fluorene Derivative Based on Photoalignment**

N. Kawatsuki, A. Hiraiwa, K. Tada, M. Kondo, H. Ono *Jpn. J. Appl. Phys.* Vol. 48, No. 12, pp. 120208-1-3 (2009) DOI: 10.1143/JJAP.48.120208

[学会発表] (計 106 件)

1. **分子末端に窒素原子を有する非対称性液晶オリゴチオフェンの光配向膜による分子配向制御** □ 近藤瑞穂・宮宅潤一・庄治寛・川月喜弘 □ 日本化学会第 92 春季年会 神奈川 (慶應義塾大学), 3PB-131 2012 年 3 月 27 日, 12:30-14:00
2. **非対称偏光ホログラムによるアズベンゼンポリマーフィルムの非対称 SRG の形成** □ 西岡江美・近藤瑞穂・川月喜弘・小野浩・江本顕雄 □ 第 92 回日本化学会春季年会 (慶應義塾大学), 3PB-125 2012 年 3 月 27 日, 12:30-14:00
3. **光配向された微細周期構造の光学基本特性解析** □ 西勝也, 岡田真, 松井真二, 川月喜弘, 小野浩司 □ 第 59 回応用物理学関係連合講演会 東京 (早稲田大学), 15a-B9-3 2012 年 3 月 15 日, 9:30-9:45
4. **水素結合性高分子液晶への偏光変調描画系による交叉型ベクトル回折格子形成** □ 和田巧, 佐々木友之, 川月喜弘, 小野浩司 □ 第 59 回応用物理学関係連合講演会 東京 (早稲田大学), 15p-GP4-6 2012 年 3 月 15 日, 15:30-17:30
5. **アズベンゼンを含む高分子フィルムの非対称偏光変調ホログラムによるブレイズ型回折格子の作製** □ 西岡江美, 近藤瑞穂, 川月喜弘, 小野浩司, 江本顕雄 第 59 回応用物理学関係連合講演会 東京 (早稲田大学), 16a-F4-3 2012 年 3 月 16 日, 9:30-9:45
6. **アズベンゼン含有高分子への表面レリーフ異方性ホログラム形成の実時間観察** □ 伊沢昌浩, 佐々木友之, 川月喜弘, 小野浩司 □ 第 59 回応用物理学関係連合講演会 東京 (早稲田大学), 17p-GP14-1 2012 年 3 月 17 日, 9:00-14:15
7. **偏光多重高密度ホログラム記録に向けた種々軸対称ベクトルホログラム** □ 松本大朗, 佐々木友之, 川月喜弘, 小野浩司 □ 第 59 回応用物理学関係連合講演会 東京 (早稲田大学), 18a-F9-4 2012 年 3 月 18 日, 9:45-10:00
8. **フラーレンドープ高分子複合体液晶の高効率フォトリフラクティブ効果** □ 長谷部涼也, 川月喜弘, 小野浩司 □ 第 59 回応用物理学関係連合講演会 東京 (早稲田大学), 18a-F8-3 2012 年 3 月 18 日, 9:30-9:45
9. **光架橋性高分子液晶の高度光配向特性を応用した TN 構造及びベクトル回折格子液晶セル形成** □ 葛綿充, 小野浩司, 佐々木友之, 川月喜弘 □ 第 59 回応用物理学関係連合講演会 東京 (早稲田大学), 18p-F8-3 2012 年 3 月

18 日, 13:45-14:00

10. **Pattern size dependence of reorientation of photoinduced liquid crystalline polymer by thermal nanoimprinting** □○Makoto Okada, Mami

Kurita, Mizuho Kondo, Yuichi Haruyama, Nobuhiro Kawatsuki, Shinji Matsui □IEEE-NEMS 2012 Kyoto(Kyoto University), Japan, T4C-3, March, 6, 2012, 16:30-18:00

11. **ポリ 4-ビニルピリジン骨格とする水素結合型アントラセン複合液晶繊維の作製と光運動材料への加工** □○竹本雅彦・近藤瑞穂・深江亮平・川月喜弘 □第 60 回高分子討論会 岡山 (岡山大学), 3J05 2011 年 9 月 30 日, 10:50-11:15

12. **光フリース転位反応に基づく光配向: 分子量の影響** □○栗田真実・近藤瑞穂・川月喜弘 □第 60 回高分子討論会 岡山(岡山大学), 1Pe063 2011 年 9 月 28 日, 15:20-16:00

13. **水素結合性高分子液晶共重合体フィルムへのマルチパターン形成** □○田島綾香・江本顕雄・近藤瑞穂・岡田真・松井真二・小野浩司・川月喜弘 □第 60 回高分子討論会 岡山 (岡山大学), 1Pf064 2011 年 9 月 28 日, 15:20-16:00

14. **分子末端にピリジン環を有するオリゴチオフェンの分子配向制御** □○宮宅潤一・近藤瑞穂・後藤耕平・川月喜弘 □第 60 回高分子討論会 岡山 (岡山大学), 1Pe065 2011 年 9 月 28 日, 15:20-16:00

15. **アミド基を有する水素結合型光反応性高分子液晶の高分子反応を用いた合成及び光反応** □○堂園哲孝・近藤瑞穂・後藤耕平・川月喜弘 □第 60 回高分子討論会 岡山 (岡山大学), 1Pf066 2011 年 9 月 28 日, 15:20-16:00

16. **ブロック共重合体と機能性色素の複合フィルムにおける可逆的発光波長制御** □○三木尚子・近藤瑞穂・川月喜弘 □第 60 回高分子討論会 岡山 (岡山大学), 1ef067 2011 年 9 月 28 日, 15:20-16:00

17. **Investigation for orientation of photoinduced liquid crystalline polymer imprinted by using mold with various patterns** □○Makoto Okada, Mami Kurita, Mizuho Kondo, Yuichi Haruyama, Nobuhiro Kawatsuki, Shinji Matsui □The 37th International Conference on Micro and Nano Engineering 2011(MNE2011) Berlin(THE BCC BERLINER CONGRESS CENTER), Germany, P-LITH-027, September, 20, 2011, 15:50-18:30

18. **Control of molecularly reoriented direction in surface relief and polarization gratings using photoreactive liquid crystalline copolymer** ○ Nobuhiro Kawatsuki 6th International Conference on Molecular Electronics and Bioelectronics (M&BE6) Miyagi

(Sendai International Center), Japan, , March, 22, 2011 C-Invited1, 2011 年 3 月 17 日, 9:45-10:15
他 27 件(2011) 24 件(2010), 36 件(2009)
[図書] (計 4 件)

1. □**Holograms - Recording Materials and Applications, Chapter 8 "Three-Dimensional Vector Holograms in Photoreactive Anisotropic Media"** □T. Sasaki, A. Emoto, K. Miura, O. Hanaizumi, N. Kawatsuki, H. Ono, InTech, Edited by: Izabela Naydenova pp.179-196 (2011)

2. **フォトクロミズムの新展開と光メカニカル機能材料:第 3 章 第 7 節 光により形態変化するファイバー** □近藤瑞穂, 川月喜弘, 深江亮平, シーエムシー出版 264-273 (2011)

3. **高分子と光が織りなす新機能・新物性: 第 1 5 章; 高分子ファイバーの光運動** □近藤瑞穂, 川月喜弘 CSJ カレントレビュー07、日本化学会編、化学同人 131-137 (2011)

4. **光配向テクノロジーの開発動向:第 3 編 第 1 章 架橋型液晶性高分子の光配向その応用** □川月喜弘, 小野浩司, シーエムシー出版 (2010)

[その他](計 2 件)

□1. **桂皮酸エステルやアントラセンの光二量化反応による光駆動** □近藤瑞穂, 川月喜弘, O plus E Vol. 32, pp.525-532 (2010) □

□2. **液晶で動くプラスチック** □近藤瑞穂, 川月喜弘, 化学 Vol.65, pp. 72-73 (2010)

6. 研究組織

(1)研究代表者

川月 喜弘 (KAWATSUKI Nobuhiro)

兵庫県立大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 60271201

(2)研究分担者

多田 和也 (TADA Kazuya)

兵庫県立大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号: 90305681

近藤 瑞穂 (KONDO Mizuho)

兵庫県立大学・大学院工学研究科・助教
研究者番号: 70447564