

平成18年度科学研究費補助金（基盤研究（S））研究状況報告書

◆ 記入に当たっては、「平成18年度科学研究費補助金（基盤研究（S））研究状況報告書記入要領」を参照してください。

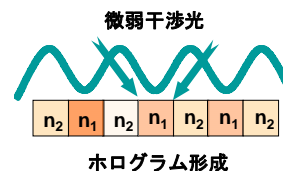
ローマ字	IKEDA TOMIKI					
① 研究代表者氏名	池田 富樹		②所属研究機関・部局・職		東京工業大学・資源化学研究所・教授	
③研究課題名	和文	巨大屈折率変化型高分子液晶を基盤とする超薄型高性能ホログラム材料の創製				
	英文	Creation of High-Performance Thin Holograms based on Polymer Liquid Crystals with Giant Change in Refractive Index				
④研究経費	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	総合計
18年度以降は内約額 金額単位：千円	24,800	18,000	15,300	12,800	10,200	81,100
⑤研究組織	（研究代表者及び研究分担者） *平成18年3月31日現在					
氏名	所属研究機関・部局・職	現在の専門	役割分担（研究実施計画に対する分担事項）			
池田 富樹	東京工業大学・資源化学研究所・教授	高分子化学・光化学・材料化学	分子設計・総合評価			
宍戸 厚	東京工業大学・資源化学研究所・講師	高分子機能化学	微粒子規則構造体を用いた光変調			
木下 基	東京工業大学・資源化学研究所・助手	光化学・高分子合成	位相の揃った自発光薄膜光源の開発			
塩野 毅	広島大学・大学院工学研究科・教授	高分子化学・触媒化学	フレキシブル光学基板材料を目指したポリオレフィンの精密合成			
栗原 清二	熊本大学・工学部・助教授	高分子合成・光化学	液晶テロマーを用いた高速屈折率変調材料の創製			
川月 喜弘	兵庫県立大学・大学院工学研究科・助教授	光機能性材料・高分子液晶	トラン基を有する高複屈折率光架橋性高分子液晶の創製			
⑥当初の研究目的	（交付申請書に記載した研究目的を簡潔に記入してください。）					
<p>近年、次世代の情報記録である青色光記録の容量を原理的に遙かに上回る方式として、光の干渉を用いた立体画像情報記録（ホログラム）が次々世代記録方式として大きな注目を集めている。しかしながら、記録の書き換えができない・応答が遅い・画像明度が足りない・光感度が低い・薄膜化ができないなど克服すべき課題はあまりにも多く、新規高性能ホログラム材料の開発が強く望まれている。原理的には、屈折率変化が十分に大きければ薄膜においても明るいホログラムが可能であるが、その取り組みは十分になされていないのが現状である。本研究では、光によって巨大な屈折率変化(>0.5)を誘起できる高分子液晶材料を新たに創出し基材に用いることで、従来ではなし得なかった超薄型高性能ホログラムの創製を提案する。具体的には、可逆かつ高速応答を示す光応答部位と屈折率変化および画像明度に関わる液晶形成部位を直接結合した光応答性液晶を開発する。結合の相乗効果により巨大屈折率変化が引き起こされ、薄膜においても十分な高性能ホログラムが得られる。巨大な屈折率変化を光誘起できれば、記録書き換え・高速応答・高感度・明画像をすべて満足する超薄型ホログラムが実現する。本材料は原理的に安価小型化が可能であり、ユビキタス社会の進歩に大きく貢献する。</p>						

⑦これまでの研究経過

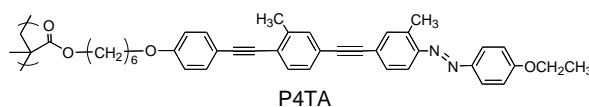
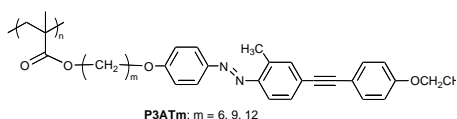
(研究の進捗状況について、必要に応じて図表等を用いながら、具体的に記入してください。)

本研究では、光によって巨大な屈折率変化を誘起できる液晶高分子材料を新たに創出し基材に用いることで、従来ではなし得なかった超薄型高性能ホログラムの創製を目的としている。これまでに得られた研究成果の概要を以下に示す。

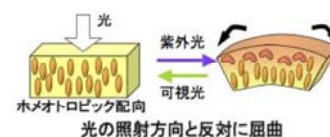
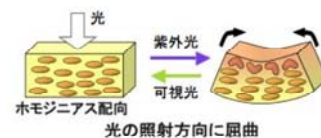
1. **高複屈折液晶高分子の開発**：巨大な屈折率変化の誘起には高複屈折材料の開発が欠かせない。可逆的な光応答を示すアゾベンゼンと屈折率変化に関わる液晶形成部位であるトランを直接結合したアゾトラン骨格を側鎖に有する液晶高分子を合成し、複屈折および光応答性について検討した。アゾトラン液晶高分子P3ATm（下左図）は極めて広い温度範囲で液晶相を示し、一軸配向フィルムが高い複屈折(0.4)を示すことがわかった。このフィルムに、光強度 3 mW/cm^2 の微弱な干渉光を照射することで



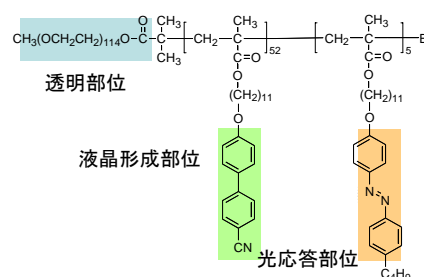
回折効率 20% のホログラムを作製できることが明らかとなった（右図）。さらに高い複屈折の実現を目指して、より長いメソゲンコアを有する 4 環アゾトラン液晶高分子P4TA（下右図）の合成を検討した。得られた 4 環アゾトラン液晶高分子も極めて広い温度範囲で安定なネマチック液晶相を示し、一軸配向フィルムは 0.7 もの高複屈折を示すことが明らかとなった。さらに、光照射を行うことで、0.5 もの高い複屈折変化を誘起できることがわかった。（*J. Mater. Chem., Adv. Mater., Macromolecules*）



2. **架橋液晶高分子の開発**：架橋液晶高分子は熱的安定性を有するため、光学材料として魅力的である。そこで、アゾベンゼンを側鎖に含む架橋性液晶高分子を合成し、一軸配向性の架橋高分子フィルムを調製した。このフィルムに光照射を行ったところ、分子配向モードを選択することによって異なる方向へ屈曲することが明らかとなった。（*Angew. Chem. Int. Ed.*）また、高複屈折の架橋液晶高分子の開発を目的として、側鎖末端に架橋部位である 4-メトキシ桂皮酸基と高複屈折メソゲンであるトラン基を有する光架橋性液晶高分子を合成したところ、0.27 の高い複屈折を示した。



3. **光応答性液晶ブロックコポリマーの開発**：ナノ構造を制御可能なブロックコポリマーは、高性能ホログラム材料として高い潜在能力を秘めている。光応答部位であるアゾベンゼンのブロック、液晶形成部位であるメソゲンのブロック、および透明部位のブロックからなる新規ブロックコポリマーの合成に成功した。



4. **フレキシブル透明基板の開発**：環状オレフィンとオレフィン

との共重合体は高透明性、低複屈折、高耐熱性、および低吸湿性を兼ね備えた光学材料として期待されている。新規なチタン錯体からなる触媒系によりノルボルネンと 1-アルケンの共重合を検討した結果、従来の触媒では困難であった共重合体を高活性で合成できることを見いだした。また、光学物性を調べたところ、厚膜において 90% 以上の高い透過率を示し、フレキシブル基板として好適であることが明らかになった。

⑧特記事項 (これまでの研究において得られた、独創性・新規性を格段に発展させる結果あるいは可能性、新たな知見、学問的・学術的なインパクト等特記すべき事項があれば記入してください。)

1. 高複屈折液晶高分子

広い液晶温度範囲・高い製膜性・高複屈折・大きな屈折率変化・高感度

これまでに数多くの液晶高分子が提案されているが、一つの骨格に光応答性と高複屈折性を付与した例はない。今回開発した高分子では新しい分子骨格であるアゾトラン部位を組み込むことで、光応答性と高複屈折性の両立に成功した。さらに、従来の一般的なアゾベンゼン液晶高分子と比較して、アゾトラン液晶高分子では液晶温度範囲が 100 °C以上広がるとともに、製膜性も著しく向上することが明らかとなった。3 環アゾトラン系では、高い複屈折 0.4 により効率良く屈折率変化が誘起される結果、強度 3 mW/cm²の微弱な干渉光で 20 %の回折効率が得られた。これは書き換え型ホログラム記録において最高感度である。骨格のより長い 4 環アゾトラン系では、0.7 もの複屈折が得られ、光照射を行うことで 0.5 の複屈折変化を誘起できた。

2. 架橋液晶高分子の開発

分子配向の熱的安定性・光屈曲・高複屈折

架橋液晶高分子は通常の液晶高分子と比較して高い耐熱性を有し、分子配向が安定である。この架橋高分子に光を照射することで、フィルムの屈曲が誘起された。さらに、初期の固定された分子配向方向によって屈曲方向が全く異なることを明らかにした。架橋液晶高分子では、アゾベンゼンの光応答性が分子配向変化に伝搬し、最終的には運動エネルギーへ変換できることを示している。学術的にも極めて新しく、ホログラムを超えた幅広い光デバイスへの応用を予感させる成果である。Angew. Chem. Int. Ed.の Inner cover に採択された。また、高複屈折部位であるトランを側鎖に含む架橋性液晶高分子を合成し、一軸配向性フィルムを調製したところ、従来の最大値を上回る 0.27 の複屈折が得られた。

3. 光応答性液晶ブロックコポリマー

透明性・吸光度の制御・機能部位の分離・ナノ構造の利用

高性能ホログラムにおいてはフィルムの透明性が極めて重要になる。また、異なる膜厚によって最適な吸光度を任意に制御できることが望ましい。開発した光応答性液晶ブロックコポリマーでは、光応答部位であるアゾベンゼンブロック、液晶形成部位であるメソゲンブロック、透明部位ブロックを分離することで、各ブロックの配置および比率を原子移動ラジカル重合法により自在に制御できる点が新しい。また AFM 測定の結果、極めて安定なナノ相分離構造を形成することが明らかとなった。巨視的には透明でありながら、微視的には光応答部位と液晶部位の協同的分子配向変化を利用することで高効率な屈折率変化を期待できる。

4. フレキシブル透明基板

新規シクロオレフィン共重合体・高透明性

環状オレフィンとオレフィンとの共重合体は高透明性、低複屈折、高耐熱性、および低吸湿性を兼ね備えた光学材料として期待されているが、これまでエチレン以外のオレフィンと効率的に共重合させる触媒系はなかった。本研究では錯体触媒の配位空間を設計することにより、ノルボルネンとさまざまな長鎖 1-アルケンとを高活性でランダム共重合させる新規な触媒系の開発に成功した。得られたポリマーは高い透明性を示し、フレキシブル基板として好適である。

⑨研究成果の発表状況 (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(掲載が確定しているものを含む。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会等における発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。)

論文発表

○How Does the Initial Alignment of Mesogens Affect the Photoinduced Bending Behavior of the Azobenzene Liquid-Crystalline Elastomers?

M. Kondo, Y. Yu and T. Ikeda

Angew. Chem. Int. Ed., **45**, 1378-1382 (2006)

○Photochemical Phase Transition Behavior of Highly Birefringent Azo-Tolane Liquid-Crystalline Polymer Films: Effects of the Position of the Tolane Group and the Donor-Acceptor Substituent in the Mesogen

K. Okano, A. Shishido and T. Ikeda

Macromolecules, **39**, 145-152 (2006)

○An Azotolane Liquid-Crystalline Polymer Exhibiting Extremely Large Birefringence and Its Photoresponsive Behavior

K. Okano, A. Shishido and T. Ikeda

Adv. Mater., **18**, 523-527 (2006)

One- and Two-Photon Induced Phase Transition Behavior of Nematic Liquid Crystals Containing Bis-Styryl Benzene as a Photoresponsive Chromophore

O. Tsutsumi, A. Ohashi, T. Ikeda, S. R. Marder, and J. W. Perry

Thin Solid Films, in press

Novel Amphiphilic Diblock and Triblock Liquid-Crystalline Copolymers with Well-Defined Structures Prepared by Atom Transfer Radical Polymerization

H. Yu, A. Shishido, T. Ikeda and T. Iyoda

Macromol. Rapid Commun., **26**, 1594-1598 (2005)

Evaluation of Photoinduced Change in Refractive Index of a Polymer Film Doped with an Azobenzene Liquid Crystal by Means of a Prism Coupling Method

H. Kurihara, A. Shishido and T. Ikeda

J. Appl. Phys., **98**, 083510 (2005)

Photodeformable Polymers: A New kind of Promising Smart Material for Micro- and Nano-Applications

Y. Yu and T. Ikeda

Macromol. Chem. Phys., **206**, 1705-1708 (2005)

Highly Birefringent Liquid-Crystalline Polymers for Photonic Applications: Synthesis of Liquid-Crystalline Polymers with Side-Chain Azo-Tolane Mesogens and Their Holographic Properties

K. Okano, A. Shishido, O. Tsutsumi, T. Shiono and T. Ikeda

J. Mater. Chem., **15**, 3395-3401 (2005)

Enhancement of Surface-Relief Gratings Recorded on Amphiphilic Liquid-Crystalline Diblock Copolymer by Nano-Scaled Phase Separation

H. F. Yu, K. Okano, A. Shishido, T. Ikeda, K. Kamata, M. Komura, T. Iyoda

Adv. Mater., **17**, 2184-2188 (2005)

Random Copolymerization of Propene and Norbornene with *ansa*-Fluorenylamidodimethyltitanium-MAO Catalyst

T. Hasan, T. Ikeda and T. Shiono

Macromolecules, **38**, 1071-1074 (2005)

Precisely Direction-Controllable Bending of Cross-Linked Liquid-Crystalline Polymer Films by Light

Y. Yu, M. Nakano, T. Maeda, M. Kondo and T. Ikeda

Mol. Cryst. Liq. Cryst., **436**, 1235-1244 (2005)

Preparation and Characterization of Azobenzene Liquid-Crystalline Elastomer Films with Homeotropic Alignment

M. Kondo, Y. Yu, M. Nakano, T. Maeda, A. Shishido, T. Shiono and T. Ikeda

Mol. Cryst. Liq. Cryst., **441**, 297-305 (2005)

⑨研究成果の発表状況(続き) (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(掲載が確定しているものを含む。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会等における発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。)

Synthesis and Properties of Highly Birefringent Azo-Tolane Liquid-Crystalline Polymers: Effect of the Position of the Tolane Moiety in the Side Chain

K. Okano, A. Shishido, T. Shiono and T. Ikeda

Mol. Cryst. Liq. Cryst., **441**, 275-285 (2005)

Photoinduced Alignment Behavior of Poly(alkyl methacrylates) Containing Azobenzene Moiety in the Side Chain

H.-B. Cha, A. Shishido, T. Shiono and T. Ikeda

Mol. Cryst. Liq. Cryst., **443**, 201-209 (2005)

Effect of Intensity of Actinic Light and Temperature on Photochemical Phase Transition of Azobenzene Liquid Crystals Probed by a Near-Infrared Laser Beam

H. Kurihara, A. Shishido, O. Tsutsumi, T. Shiono and T. Ikeda

Mol. Cryst. Liq. Cryst., **443**, 229-238 (2005)

Photoresponsive Behavior and Photochemical Phase Transition of Amphiphilic Diblock Liquid-Crystalline Copolymer

H. Yu, K. Okano, A. Shishido, T. Ikeda, K. Watanabe and T. Iyoda

Mol. Cryst. Liq. Cryst., **443**, 191-199 (2005)

ナノインテリジェント(液晶)材料

池田 富樹

日本化学会編第5版実験化学講座28「ナノテクノロジーの化学」3 デバイス・応用「新機能ナノ材料」, 丸善, 357-377 (2005)

高分子液晶

木下 基, 池田 富樹

国武豊喜監修「ナノマテリアルハンドブック」, N T S, 第8章第3節, 609-615 (2005)

Optically Switchable Bragg Reflectors

A. Urbas, J. Klosterman, V. Tondiglia, L. Natarajan, R. Sutherland, O. Tsutsumi, T. Ikeda and T. Bunning

Adv. Mater., **16**, 1453-1456 (2004)

Alignment Modulation of Azobenzene-Containing Liquid Crystal Systems by Photochemical Reactions

Y. Yu and T. Ikeda

J. Photochem. Photobiol. C: Photochem. Rev., **5**, 247-265 (2004)

Highly Efficient Ti-based Catalyst Systems for Vinyl Addition Polymerization of Norbornene

T. Hasan, T. Ikeda and T. Shiono

Macromolecules, **37**, 7432-7436 (2004)

Ethene-Norbornene Copolymer with High Norbornene Content Produced by *ansa*-Fluorenylamidodimethyltitanium Complex Using a Suitable Activator

T. Hasan, T. Ikeda and T. Shiono

Macromolecules, **37**, 8503-8509 (2004)

Living Random Copolymerization of Ethene and Norbornene Using *ansa*-Fluorenylamidodimethyltitanium Complex

T. Hasan, T. Shiono and T. Ikeda

Macromol. Symp., **213**, 123-129 (2004)

Effect of Cross-Linking Density on Photoinduced Bending Behavior of Oriented Liquid-Crystalline Network Films Containing Azobenzene

Y. Yu, M. Nakano, A. Shishido, T. Shiono and T. Ikeda

Chem. Mater., **16**, 1637-1643 (2004)

⑨研究成果の発表状況(続き) (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(掲載が確定しているものを含む。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会等における発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。)

フォトクロミズムを利用する光応答性高分子液晶材料

堤 治, 中野 誠, 池田 富樹

吉野勝美監修「ナノ・IT時代の分子機能材料と素子開発」, N T S, 第2編第3章第2節, 159-169 (2004)

高分子アゾベンゼン液晶のフォトニクス- ホログラムと光アクチュエータへの応用

宍戸 厚, 池田 富樹

吉野勝美監修「ナノ・IT時代の分子機能材料と素子開発」, N T S, 第1編第6章第2節, 513-519 (2004)

協同現象を利用した高分子光機能材料

池田 富樹

高分子, **53**, 276-282 (2004)

高分子アゾベンゼン液晶フィルムのブラッグ型高回折効率ホログラム

宍戸 厚, 池田 富樹

機能材料, **24**, 5-9 (2004)

Reversible-photon-mode Full-color Display by Means of Photochemical Modulation of a Helically Cholesteric Structure

T. Yoshioka, T. Ogata, T. Nonaka, M. Moritsugu, S.-N. Kim, S. Kurihara

Adv. Mater., **17**, 1226-1229 (2005)

Surface Relief Gratings on Azobenzene Functionalized Polymer Films by Using Photomask

M. Z. Alam, T. Ohmachi, T. Ogata, T. Nonaka, S. Kurihara

Opt. Mater., in press

Studies on Synthesis, Thermal and Photochemical Properties of Liquid Crystalline Telomers

M. Z. Alam, T. Ohmachi, T. Ogata, T. Nonaka, S. Kurihara

Mol. Cryst. Liq. Cryst., **443**, 151-160 (2005)

Photon Mode Color Display Device by means of Isomerization of Chiral Azobenzene

S. Kurihara, T. Yoshioka, M. Moritsugu, T. Ogata, T. Nonaka

Mol. Cryst. Liq. Cryst., **443**, 69-78 (2005)

Photochemical Modulation of the Wavelength of Lasing from a Dye-doped Cholesteric Liquid Crystal

Y. Hatae, T. Yoshioka, M. Moritsugu, S.-N. Kim, T. Ogata, S. Kurihara

Mol. Cryst. Liq. Cryst., **443**, 87-94 (2005)

Control of Uniaxial Orientation and Fabrication of a Submicrometer-Sized, Oriented Structure in a Photocrosslinkable-Polymer Liquid-Crystalline Film

N. Kawatsuki, T. Tachibana, K. Kamada

Adv. Mater., **17**, 1886-1890 (2005)

Extremely Large Degree Photoinduced In-Plane Reorientation in Azobenzene-Containing Polymer Liquid Crystal Film Using 633nm Light

E. Uchida, N. Kawatsuki, H. Ono, A. Emoto

Jpn. J. Appl. Phys., **44**, 570-574 (2005)

Cooperative Reorientation of Dichroic Dyes Dispersed in Photo-Cross-Linkable Polymer Liquid Crystal and Application to Linear Polarizer

N. Kawatsuki, K. Fujio

Chem. Lett., **34**, 558-559 (2005)

⑨研究成果の発表状況(続き) (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(掲載が確定しているものを含む。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会等における発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。)

Photoinduced Optical Anisotropy Based on Axis-Selective Triplet Energy Transfer and Thermally Enhanced Reorientation in a Photo-Cross-Linkable Liquid Crystalline Polymer Film

N. Kawatsuki, T. Tachibana, M. X. An, K. Kato

Macromolecules, **38**, 3903-3908 (2005)

Photoalignment Control of Liquid Crystals on Photo-Cross-Linkable Polymer Liquid Crystal Film

N. Kawatsuki, M. Kuwabara, Y. Matsuura, T. Sasaki, H. Ono

J. Photopolym. Sci. Technol., **18**, 17-22 (2005)

Synthesis and Photoinduced Reorientation of Polymethacrylates Comprising Photocrosslinkable Phenylbenzoate Mesogenic Side Groups

N. Kawatsuki, Y. Kitani, A. Oda

Mol. Cryst. Liq. Cryst., **441**, 153-161 (2005).

Influence of Molecular Weight on Photoinduced Reorientation of 4-Methoxyazobenzene-Containing Polymethacrylate Films Using 633 nm He-Ne Laser

N. Kawatsuki, T. Shiraku, E. Uchida

Mol. Cryst. Liq. Cryst., **441**, 163-171 (2005)

Synthesis and Photoinduced Alignment of Photo-Cross-Linkable Copolymer Liquid Crystals Containing Tolane Side Groups

Y. Kitani, C. Kitamura, A. Yoneda, N. Kawatsuki

Mol. Cryst. Liq. Cryst., **443**, 181-189 (2005)

Thermally Enhanced Photoinduced Molecular Reorientation in a Photo-crosslinkable Polymer Liquid Crystal based on Polarization Triplet Energy Transfer

N. Kawatsuki, M. X. An and Y. Matsuura

Liq. Cryst., **31**, 55-60 (2004)

Photoinduced Reorientation of Polymethacrylate Film with 4-Methoxyazobenzene Side Groups Using Linearly Polarized He-Ne Laser and Annealing

N. Kawatsuki, E. Uchida and H. Ono

Chem. Lett., **33**, 12-13 (2004)

Influence of Substituents on the Reorientational Behavior in Photocrosslinkable Polymer Liquid Crystal Films with p-Substituted Cinnamoyloxybiphenyl Side Groups by Irradiating with Linearly Polarized Ultraviolet Light and Annealing

N. Kawatsuki, H. Fukumoto, N. Furuso, O. Takeuchi and T. Yamamoto

Polymer, **45**, 2615-2621 (2004)

Pure Polarization Gratings from Photocrosslinkable Polymer Liquid Crystals

N. Kawatsuki, M. Kuwabara, Y. Matsuura, A. Emoto and H. Ono

Trans. Mater. Res. Soc. Jpn., **29**, 781-784 (2004)

Control of Thermally Enhanced Photoinduced Reorientation Direction of Photocrosslinkable Copolymer Liquid Crystals and Application to Polarization Gratings Using Linearly Polarized Ultraviolet Light

N. Kawatsuki, M. Kuwabara, Y. Matsuura and H. Ono

Jpn. J. Appl. Phys., **43**, 5447-5450 (2004)

Control of Thermally Enhanced Photoinduced Reorientation of Polymethacrylate Films with 4-Methoxyazobenzene Side Groups by Irradiating with 365 nm and 633 nm Lights and Annealing

E. Uchida, T. Shiraku, H. Ono and N. Kawatsuki

Macromolecules, **14**, 5282-5291 (2004)

⑨研究成果の発表状況（続き）（この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文（掲載が確定しているものを含む。）の全著者名、論文名、学協会誌名、巻（号）、最初と最後のページ、発表年（西暦）、及び国際会議、学会等における発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。）

高分子液晶

川月喜弘

工業材料, 52 42-43 (2004)

光配向性高分子液晶

川月喜弘

化学工業, 55, 6, 443-447 (2004)

光架橋性高分子液晶による表面レリーフ形成とその応用

川月喜弘、小野浩司

高分子の架橋と分解, 第2編, 第7章, 206-217 (2004) シーエムシー出版

国内学会発表

63 件

国際学会発表

34 件

国際シンポジウム主催

Korea-Japan International Symposium on Advanced Display Materials and Devices 2005 (ADMD '05), GS Plaza Hotel, Daegu, Korea, October 20, 2005.

Japan-Korea International Symposium on Advanced Display Materials and Devices 2004 (ADMD '04), Shosha-Kinen-Kaikan (University of Hyogo), Hyogo, Japan, September 23, 2004.

国際論文誌である*Mol. Cryst. Liq. Cryst.*において、EditorとしてADMD '04の発表成果を論文にまとめSpecial issueを発行した。

成果報告会開催

第1回成果報告会, 東京工業大学すずかけ台キャンパス, 2004年12月18日

第2回成果報告会, 東京工業大学すずかけ台キャンパス, 2005年8月6日

第3回成果報告会, 東京工業大学すずかけ台キャンパス, 2005年12月10日