

平成 22 年 5 月 1 日現在

研究種目： 特定領域研究
研究期間： 2007 ~ 2010
課題番号： 19050005
研究課題名（和文） 2次元の分子自己集合に基づく光メカニカル機能発現と応用

研究課題名（英文） Photomechanical functions and their applications based on the molecular assembly in two dimensions

研究代表者

関 隆広 (SEKI TAKAHIRO)

名古屋大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号： 40163084

研究分野： 化学

科研費の分科・細目： 複合化学・機能物質科学、材料化学・有機工業材料

キーワード： フォトメカニカル効果、アゾベンゼン、LB膜、高分子薄膜、光誘起物質移動、AFM測定

1. 研究計画の概要

二次元形態は物質の状態変化の詳細を観測しやすいことから、光メカニカル機構の解明を分子レベルで行うのに最適な系である。本研究は、単分子膜および薄膜で観測される光メカニカル効果の解明とその応用展開、特に nm \sim μ m \sim mm の広域レンジにわたる構造形成やその形態チューニングの手段の追求と実証、さらにはこの現象の応用に関する研究を行う。

(1) 単分子膜の光メカニカル効果を利用したマイクロ相分離構造の光チューニングによって、偏光照射による異方的な分子配向操作により二次元マイクロ相分離構造の配向制御と方位スイッチングの可能性を追求する。

(2) 薄膜系でのブロック共重合体の相分離パターンの光制御も行う。

(3) 薄膜系については、液晶性物質を統的に合成し、膜の熱物性と物質移動特性の相関を把握することにより、移動メカニズムの詳細について把握する。

2. 研究の進捗状況

片方のブロックが光応答性アゾベンゼン高分子である共重合体の薄膜におけるマイクロ相分離パターンの二次元形態の光制御が可能であり、さらに再配向も可能であることを示した。すなわち、数 10nm レベルのマイクロ相分離によるアモルファス高分子のシリンダー配列を直線偏光照射と熱処理により面外、面内ともに自由に配向させることができた。アゾベンゼンの分子レベルでの光配向現象がどのように高分子のマイクロ相分離構造の配向変化をもたらすかについては、全く知見が無い。そのために、つくばフォトンフ

ァクトリーの放射光施設において、液晶構造の再配向挙動と相分離シリンダー構造の変化との時間的相関をリアルタイムで観測することを試みた。アモルファス成分の高分子として、ガラス転移温度が比較的低いものを用いることで、偏光照射しながら配向変化するプロセスを観測することに成功した。

薄膜の光誘起物質移動において、当グループは光照射で誘起される液晶相-等方相の相転移に基づく高感度の系を提案し系統的な研究を進めている。特にブロック共重合体を用いた新たな階層的なレリーフ構造の構築と、アゾベンゼンを容易に除去するための超分子的なシステムの提案を行った。さらに、チタニア系無機材料とアゾベンゼンとの液晶性ハイブリッド材料を開発し、その光誘起物質移動に挙動について検討を進めた。適切な温度に加熱することでこのハイブリッド材料においても有機高分子系と同等に効率的な移動が観測されレリーフが形成されることがわかった。

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。

理由：ブロック共重合体のマイクロ相分離の光再配向のリアルタイム観測に世界に先駆けて成功するとともに、光誘起物質移動においては無機系材料のプロセッシングという独自の提案を行うに至った。これらは当初の計画時には想定できなかった進展である。

4. 今後の研究の推進方策

(1) 単分子膜系のフォトメカニカル効果についてはほぼ当初の計画の内容を遂行し、現象の総括を行う。

(2) ブロック共重合体薄膜の相分離パターンの光配向制御については、その機構解明が未解決である。今後の努力を要する。

(3) 薄膜の光誘起物質移動現象については、無機系材料についてプロセスの高度化を行う。

5. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計 10 件)

- 1) J. Isayama, S. Nagano, T. Seki, Photo-triggered Mass Migrating Motions in Liquid Crystalline Azobenzene Polymer Films with Systematically Varied Thermal Properties, *Macromolecules*, in press (2010). [査読有]
- 2) K. Nishizawa, S. Nagano, T. Seki, Novel Liquid Crystalline Organic-Inorganic Hybrid for Highly Sensitive Photoinscriptions, *Chem. Mater.*, **21**(13), 2624-2631 (2009). [査読有]
- 3) W. Li, S. Nagano, T. Seki, Photocrosslinkable liquid-crystalline azo-polymer for surface relief gratings and persistent fixation, *New J. Chem.*, **33**, 1343-1348 (2009).[査読有]
- 4) K. Nishizawa, S. Nagano, T. Seki, Micropatterning of Titanium Oxide via Phototactic Motions, *J. Mater. Chem.*, **19**(39), 7191 - 7194 (2009). [査読有]
- 5) N. Zettsu, T. Ogasawara, N. Mizoshita, S. Nagano, T. Ubukata, T. Seki, Photo-triggered Surface Relief Gratings in Supramolecular Liquid Crystalline Polymer System with Detachable Azobenzene unit, *Adv. Mater.*, **20**(3), 516-531 (2008). [査読有]

[学会発表] (計 5 件)

- 1) T. Seki, "Photoresponsive liquid crystals for tuning and aligning nanostructures," 22nd International Liquid Crystal Conference (ILCC 2008), 2008/6/29-7/4, Jeju Korea
- 2) T. Seki, "Photoreactive polymer thin films for controlling nanostructures," RadTech UV&EB Expo and Conference 2008, 2008/5/5-7, Chicago McCormic Place USA

[図書] (計 3 件)

- 1) T. Seki, Light-responsive 2D Motions and manipulations in Azobenzene-containing Liquid Crystalline Polymer Materials, *Smart Light-Responsive Materials* (Y. Zhao and T. Ikeda eds.), Wiley, chapter 8, pp. 273-302 (2009).
- 2) 原 光生, 永野 修作, 関 隆広, 有機無機メソ組織体の光配向制御, 光配向テクノロジーの開発動向 (市村國宏監修) 第 4 編 第 2 章, シーエムシー出版, pp.102-115.
- 3) 永野 修作, 関 隆広, 高分子超薄膜とナノ構造の光配向制御, 光配向テクノロジーの開発動向 (市村國宏監修) 第 3 編第

2 章, シーエムシー出版, pp. 68-77.

[その他]

ホームページ URL: <http://www.apchem.nagoya-u.ac.jp/06-BS-2/sekilabo/index-j.html>