

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 22 日現在

機関番号：12401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25410219

研究課題名(和文) 高修飾率有機化アルミノシリケートによる耐熱型“結晶性”透明ナノハイブリッドの創製

研究課題名(英文) Fabrication of Transparent Nanohybrids with Heat Resistance Using High-Density Amorphous Formation and Uniform Dispersion of Nanodiamond

研究代表者

藤森 厚裕 (FUJIMORI, Atsuhiko)

埼玉大学・理工学研究科・准教授

研究者番号：00361270

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：機能性ナノフィラーと部分フッ素化結晶性樹脂のナノ複合材料を創出した。無機ナノ粒子の表面に有機鎖による修飾を行うことにより、有機/高分子材料への濡れ性を向上させ、高分子マトリックス中に良分散性を示す、ナノハイブリッド材を得るに至った。このナノ複合材料は、その力学物性を革新的に向上させ、また精密構造解析による構造/機能相関性の解明に至った。機能性ナノフィラーは高分子鎖末端に吸着し、結晶核剤として作用することで、混和性と物性向上を誘起することが判明した。

研究成果の概要(英文)：A new technology for the production of transparent material using a “crystalline” polymer is proposed in the present study. Further, transparent and flexible crystalline polymer nanohybrid film containing well-dispersed nanodiamond filler was fabricated. Partially fluorinated crystalline polymer with switchboard-type lamellae results in high transparency as a consequence of the formation of a high-density amorphous structure based on high-temperature drawing just below the melting point at 110 °C. Although the formation of nanohybrid materials composed of fluorinated-polymer/organo-modified nanocarbon is generally difficult, we confirmed the formation, via melt-compounding, using atomic force microscopy and wide-angle X-ray diffraction. Even though the polymer matrix/nanodiamond hybrid has remarkable aggregation properties, a well-dispersed state was achieved because of improvement in wettability obtained through surface modification of filler.

研究分野：高分子固体構造

キーワード：機能性ナノフィラー 結晶性透明高分子材料 表面改質 ナノ分散 耐熱性透明フィルム

### 1. 研究開始当初の背景

高分子材料において"透明性"を発現する物質は、その殆どが非晶性材料に限られていた。結晶性高分子は100%が結晶というケースは殆ど有り得ず、結晶/非晶の界面における透過光屈折による透過光 loss が顕著であるためである。唯一の例外は、「球晶」と呼ばれる結晶性高分子の高次構造組織を可視光の波長以下に微細化する技術であったが、この手法では厳然と結晶/非晶の界面が存在するため、光伝送材料などへの適用は困難であり、また適用できる波長サイズも限られる。

加えて、透明高分子材料に対する、付加価値の供与は、透明性発現のメカニズムを考えるとかなり難しい技術であると考えられ、ブレンドや複合化等では、光の散乱構造を如何にして発生させないかが問題になっていた。

### 2. 研究の目的

全く新しい高分子結晶化技術の提案として、結晶性高分子を、融点直下の高温延伸により非晶部を結晶部程度まで密度上昇させて、透過光の屈折 loss を低減させる手法の確立を目指した。

更に、透明度を維持したまま、機能向上に至らせる方策として、ナノフィラーの複合化を目指した。この際、フィラーが相分離したり、可視光の波長サイズ以上に凝集すれば、透明性は失われることになる。従って高分子中に均一分散させ、可視光の波長以下までの凝集サイズに抑えることを目的とした。

### 3. 研究の方法

非晶鎖が剛直で、高温延伸加工の結果非晶部の高密度化が図れる結晶性フッ素樹脂群に対し、融点直下の高温延伸による透明性発現をモニターした。この際の微細構造変化を広角X線回折(WAXD)、小角X線散乱(SAXS)、透過型電子顕微鏡(TEM)、原子間力顕微鏡(AFM)、示唆走査熱量測定(DSC)などで検討した。

加えて、機能性ナノフィラーとして、天然ナノクレイ、ナノダイヤモンドを選定し、その表面の有機化修飾による改質に取り組んだ。機能性フィラーの最外層表面の官能基を活用し、長鎖四級アンモニウムカチオンや長鎖カルボン酸による静電相互作用による化学修飾を実施した。この結果得られた有機化ナノフィラーを、高分子の融点以上で熔融混練し、得られたナノ複合体を高温延伸することにより、「透明な」高分子ナノ複合材料の創出を試みた。

### 4. 研究成果

結晶性フッ素樹脂である、PFA、更には部分フッ素化結晶性樹脂である ETFE、並びに P(VDF-TeFE)に対し、融点直下の高温延伸を行ったところ、いずれも高度な透明性が得られ、フィルム状に加工した試料は透過率 95%(500 μm 厚み)、光ファイバー状加工品な

らば伝送損失 500 db/km の値を得るに至った。加えて、長鎖四級アンモニウム修飾ナノクレイ、長鎖脂肪酸修飾ナノダイヤモンドの合成に成功し、それぞれ ETFE 樹脂と PVDF 誘導体の融点以上で有機修飾を行ったところ、ナノ複合体形成に至った。形成直後は半透明であった複合体フィルムは、融点直下の高温修飾により透明化に至った。

AFM 観察により、表面はほぼ単粒子分散状態が達成されており、TEM による内部の分散状態も、最大粒子サイズとして 50~100 nm 程度であった。WAXD の結果、結晶化度の上昇が確認され、DSC における結晶化温度上昇の傾向から、造核材添加効果の発現が示唆された。ETFE/有機化ナノクレイ複合体では、力学物性の向上と共に、ガスバリア能の発現も見出され、新規の透明性ナノ複合材料としての可能性をあらたにした。

### 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 42 件)

- 1) Q. Meng, S. Honda, Y. Tezuka, T. Yamamoto, A. Fujimori,\* "Topological "Interfacial" Polymer Chemistry -Dependency of Polymer "Shape" on Surface Morphology and Stability of Layer Structures when Heating Organized Molecular Films of Cyclic and Linear Block Copolymers of n-Butyl Acrylate-Ethylene Oxide-", *J. Polym. Sci. B, Polym. Phys.*, 54(4), 486-498, **2016**. 査読有
- 2) T. Kotaki, N. Nishimura, M. Ozawa, A. Fujimori, H. Muraoka, S. Ogawa, T. Korenaga, E. Suzuki, Y. Oishi, Y. Shibasaki, "Synthesis of Highly Refractive and Highly Fluorescent Rigid Cyanuryl Polyimines with Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Pendants.", *Polym. Chem.*, 7, 1297-1308, **2016**. 査読有
- 3) K. Kamishima\*, R. Tajima, K. Kakizaki, A. Fujimori, M. Sakai, K. Watanabe, H. Abe, "Crystallographic and Magnetic Properties of Cu<sub>2</sub> U-type Hexaferrite", *J. Magn. Magn. Mater.*, 375, 54-60, **2015**. 査読有
- 4) S. Masukawa, T. Kikkawa, A. Fujimori, Y. Oishi, Y. Shibasaki,\* "Synthesis of a A2B3-Type Hyperbranched Copolymer Based on 3-Armed Unimolecular 4-N-Methylbenzamide Pentamer and Poly(propylene oxide).", *Chem. Lett.*, 44(4), 536-538, **2015**. 査読有
- 5) A. Fujimori,\* R. Yamato, T. Kikkawa, Y. Tatewaki,\* "Morphological Transition of a Conductive Molecular Organization with Non-covalent from Nanonetwork to Nanofiber.", *J. Colloid Interf. Sci.*, 448, 180-188, **2015**. 査読有
- 6) A. Fujimori,\* Y. Kasahara, N. Honda, S. Akasaka, "The Role of Modifying Molecular Chains in the Formation of Organized Molecular Films of Organo-modified Nanodiamond. -Construction of a Highly-Ordered Low Defect Particle Layer,

- and Evaluation of Desorption Behavior of Organic Chains—”, *Langmuir*, 31(9), 2895-2904, **2015**. 査読有
- 7) A. Fujimori\*, K. Ohmura, N. Honda, K. Kakizaki, “Creation of High-density and Low-defect Single-layer Film of Magnetic Nanoparticles by Method of Interfacial Molecular Films.”, *Langmuir*, 31(10), 3254-3261, **2015**. 査読有
  - 8) A. Fujimori\*, S. Miura, T. Kikkawa, Y. Shibasaki, “Elucidation of Ability of Various Regular Structural Formation of Polyguanamine Derivatives with a High Refractive Index.”, *J. Polym. Sci. B, Polym. Phys.*, 53(14), 999-1009, **2015**. 査読有
  - 9) Q. Meng, N. Honda, S. Uchida, K. Hashimoto, H. Shibata, A. Fujimori\*, “Giant Two-dimensional Zinc Oxide Nanodisc Crystal Creation Using Single-Particle Layer of Organo-modified Inorganic Fine Particles.”, *J. Colloid Interf. Sci.*, 453, 90-99, **2015**. 査読有
  - 10) M. A. A. Mamun, Y. Soutome, Y. Kasahara, Q. Meng, S. Akasaka, A. Fujimori\*, “Fabrication of Transparent Nanohybrids with Heat Resistance using High-density Amorphous Formation and Uniform Dispersion of Nanodiamond.”, *ACS Appl. Mater. Interf.*, 7(32), 17792-17801, **2015**. 査読有
  - 11) M. A. A. Mamun, Y. Soutome, Q. Meng, A. Fujimori\*, “Flexible Transparent Fluorinated Nanohybrid with Innovative Heat-resistance Property -New Technology Proposal for Fabrication of Transparent Materials using “Crystalline” Polymer-”, *J. Polym. Sci. B, Polym. Phys.*, 53(23), 1674-1690, **2015**. 査読有
  - 12) A. Fujimori\*, T. Kikkawa, Q. Meng, Y. Shibasaki, “Control of Fine Structure in “Polymer Nanosphere Multilayered Organization” and Enhancement of Its Optical Property.”, *Langmuir*, 31(33), 9177-9187, **2015**. 査読有
  - 13) 藤森厚裕, “結晶性高分子透明化技術の新提案”, *Material Stage*, 技術情報協会, 15(2), 39-42, **2015**. 査読無
  - 14) 孟起, 藤森厚裕\*, “Dependency of Polymer “Shape” on Morphology and Stability of Layer Structures of Organized Molecular Films of Cyclic and Linear Block Copolymers of Butyl Acrylate-Ethylene Oxide”(高分子トポロジー“界面”化学の提案), *Annual Report, The 120<sup>th</sup> Committee, Japan Society for the Promotion of Science*, 66, 65-68, **2015**. 査読無
  - 15) 藤森厚裕, “高分子学会とコロイド・界面化学部会の立ち位置に関する「個人的見解」”, *Colloid Interf. Comm.*, 40(3), 7, **2015**. 査読無
  - 16) K. Kamishima\*, T. Imakubo, K. Watanabe, H. A. Katori, A. Fujimori, M. Sakai, K. V. Kamenev, “Small ordered magnetic moment in a weak itinerant electron ferromagnet Sc<sub>3</sub>In.”, *J. Alloys Compounds*, 389, 37-41, **2014**. 査読有
  - 17) A. Fujimori\*, M. Taguchi, S. Arai, “Formation of Aggregates of DNA Molecules Chemisorbed on the Organized Films of Comb Copolymers Containing *s*-Triazine.”, *Colloids Surf. A*, 443, 432-438, **2014**. 査読有
  - 18) A. Fujimori\*, Y. Kaneko, T. Kikkawa, S. Chiba, Y. Shibasaki, “Fabrication and Structure of “Polymer Nanosphere Multilayered Organization”.”, *J. Colloid Interf. Sci.*, 418, 338-349, **2014**. 査読有
  - 19) Y. Kaneko, T. Kikkawa, A. Fujimori\*, “Transition of Morphology between Nanosheet and Nanosphere of Ternary Comb Copolymers with Hydrophobic Carbazole Ring Induced by Changes in Surface Pressure.”, *Global J. Sci. Fron. Res.*, 14(1-B), 1-5, **2014**. 査読有
  - 20) A. Fujimori\*, N. Honda, H. Iwashia, Y. Kaneko, S. Arai, M. Sumita, S. Akasaka, “Formation and Structure of Fine Multi-particle Layered Organo-Modified Zirconium Dioxides Fabricated by Langmuir-Blodgett Technique.”, *Colloids Surf. A*, 446, 109-117, **2014**. 査読有
  - 21) A. Fujimori\*, S. Arai, Y. Soutome, M. Hashimoto, “Improvement of thermal stability of enzyme *via* immobilization on Langmuir-Blodgett films of organo-modified aluminosilicate with high coverage.”, *Colloids Surf. A*, 448, 45-52, **2014**. 査読有
  - 22) Y. Kaneko, T. Kikkawa, Y. Shibasaki, A. Fujimori\*, “Construction and Structural Estimation of Multilayered Organization of Polymer Nanosphere.”, *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.*, 39(1), 75-78, **2014**. 査読有
  - 23) S. Arai, A. Fujimori\*, “Ultimate Physical Characterization of Biocomposites Constituted by Enzymes on Template of Organized Molecular Films of Organo-modified Aluminosilicate with High Surface Coverage”, *Sen-i Gakkaishi*, 70(6), 109-113, **2014**. 査読有
  - 24) M. Hashimoto, Q. Meng, S. Honda, Y. Tezuka, T. Yamamoto, A. Fujimori\*, “Dependency of the Molecular “Shape” on Surface Morphology of Organized Molecular Films of Cyclic and Linear Block Copolymer of Polyethylene Oxide – Butyl Acrylate.”, *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.*, 39(1), 83-86, **2014**. 査読有
  - 25) Q. Meng, M. Hashimoto, S. Honda, Y. Tezuka, T. Yamamoto, A. Fujimori\*, “Molecular Arrangement of Organized Molecular Films of Linear and Cyclic Amphiphilic Block Copolymers with Different Shapes.”, *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.*, 39(1), 79-82, **2014**. 査読有
  - 26) N. Honda, K. Hashimoto, H. Shibata, A. Fujimori\*, “Formation and Structure of Single Particle Layer Induced to Construction of New

- Type Two-dimensional Organic / Inorganic Nanohybrids.”, *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.*, 39(1), 91-94, **2014**. 査読有
- 27) S. Arai, S. A. bt Che Azmi, M. Kubota, K. Kurosaka, A. Fujimori\*, “Extreme Physical Property of the Enzyme Layered Organization. –The Functional Innovation by Using a Template of Layered Organization of Heat-Resistant and Low-Defect Organic / Inorganic Two-Dimensional Nano-Hybrid–”, *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.*, 39(1), 87-90, **2014**. 査読有
- 28) S. A. bt Che Azmi, S. Arai, M. Kubota, K. Kurosaka, A. Fujimori\*, “Nanostructural Control of Luciferase Chemisorbed on the Interfacial Monolayer of Organo-modified Aluminosilicate as a Template.”, *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.*, 39(1), 95-98, **2014**. 査読有
- 29) M. Taguchi, A. Fujimori\*, “Morphological Control for Aggregates of DNA Molecules Chemisorbed on the Organized Films of Ternary Comb Copolymers Containing *s*-Triazine Rings.”, *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.*, 39(2), 141-144, **2014**. 査読有
- 30) T. Kikkawa, Y. Kaneko, A. Fujimori\*, “Elucidation of Internal Fine Structure of “Polymer Nanosphere” in the Interfacial Particle Film.”, *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.*, 39(2), 133-136, **2014**. 査読有
- 31) Y. Soutome, T. Kanehira, S. Arai, M. Kubota, K. Kurosaka, A. Fujimori\*, “Study on Crystalline Transparent Films of Perfluorinated Copolymer / Heat-resistant Organo-aluminosilicate Nano-composite.”, *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.*, 39(2), 189-192, **2014**. 査読有
- 32) T. Kanehira, Y. Soutome, N. Honda, S. Akasaka, A. Fujimori\*, “Mono-“particle” Dispersion of Organo-modified Nanodiamond in Fluoropolymer Matrix of Crystalline Transparent Films of Semifluorinated Polymer / Filler Nanocomposite.”, *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.*, 39(2), 231-234, **2014**. 査読有
- 33) T. Kikkawa, S. Arai, M. Hashimoto, A. Fujimori\*, “Material Innovation of Organo-aluminosilicate —Development of Heat-resistant Powder with High Coverage, and Organized Film with High Regularity—”, *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.*, 39(2), 243-246, **2014**. 査読有
- 34) 藤森厚裕, “ナノの世界の名探偵!?”, 埼玉新聞 5月10日朝刊 第5面「サイ・テクこらむ」, **2014**. 査読無
- 35) 本多七海, 藤森厚裕\*, ”Formation and Structure of Fine Multi-particle Layered Organo-modified Inorganic Nanoparticle Fabricated by Langmuir-Blodgett Technique”(表面修飾技術を駆使した無機ナノ微粒子の界面集積化と層状積層化), *Annual Report, The 120<sup>th</sup> Committee, Japan Society for the Promotion of Science*, 65, 68-71, **2014**. 査読無
- 36) K. Kamishima\*, T. Noshiro, R. Awata, K. Kakizaki, A. Fujimori, M. Sakai, K. Watanabe, “Simple Process Synthesis and Magnetoresistance of BaTiO<sub>3</sub>-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Ceramic Composite.”, *Proceedings of the 12th Asia Pacific Physics Conference, JPS Conf. Proc.*, 012007-1-012007-4, **2014**. 査読無
- 37) Y. Shibasaki, S. Masukawa, Y. Oishi, A. Fujimori, “Synthesis and the properties of an ABA type terpolymer based on poly(N-substituted *p*-benzamide) and polypropyleneglycol” , *Abstracts of Papers of the Am. Chem. Soc.*, 248, 132-Poly, **2014**. 査読無
- 38) S. Arai, A. Fujimori\*, “Structural Estimation of Functional Organized Molecular Films by Using Polarized Near-Edge X-ray Absorption Fine Structure Spectroscopy.”, *Bunseki Kagaku*, 62(7), 611-625, **2013**. 査読有
- 39) R. Tajima, K. Kamishima\*, K. Kakizaki, N. Hiratsuka, A. Fujimori, M. Sakai, K. Watanabe, “Synthesis of a new U-type hexaferrite Ba<sub>4</sub>Cu<sub>2</sub>Fe<sub>36</sub>O<sub>60</sub>.”, *Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.*, 38(3), 451-454, **2013**. 査読有
- 40) Q. Liu, I. Khatri, R. Ishikawa, A. Fujimori, K. Ueno, K. Manabe, H. Nishino, H. Shirai\*, “Improved photovoltaic performance of crystalline-Si/organic Schottky junction solar cells using ferroelectric polymers.”, *Appl. Phys. Lett.*, 103, 163503, **2013**. 査読有
- 41) 藤森厚裕\*, 吉川貴弘, 金子洋平, “Formation and Structure of “Polymer Nanosphere Multilayered Organization”. (“ポリマーナノスフィア積層粒子層状組織体”の創製とその機能探求)”, *Annual Report, The 120<sup>th</sup> Committee, Japan Society for the Promotion of Science*, 64, 63-66, **2013**. 査読無
- 42) A. Fujimori, “Fabrication and Structural Estimation of “Polymer Nanosphere Multilayered Organization”.”, *MATEC Web of Conferences*, 4, **2013**, 03002-p.1 – 03002-p.4: *Proceedings of ICOMF-14 (14th International Conference on Organized Molecular Films-LB14, 2012)*, Paris, France, July, B-045. 査読無
- [学会発表] (計 92 件)
1. 笠原 裕佑, Muhammad Abdullah Al Mamun, 藤森 厚裕, 「結晶性フッ素系共重合体の高次構造制御による結晶化挙動」, 日本化学会第96春季大会, 同志社大学 京田辺キャンパス(京都府京田辺市), 2016年3月24日
  2. 笠原 裕佑, 藤森 厚裕, 「粒径、並びに最外層制御ナノダイヤモンドの結晶性透明マトリックス中への“透明性維持ナノ分散”」, スーパーコンポジット研究会第7回討論会, 東工大 大岡山キャンパス(東京都目黒区), 2016年3月11日
  3. 藤森 厚裕, 「有機修飾ナノダイヤモンド組織化膜における修飾分子鎖の役割」,

- 第25回 MRS-Japan, 横浜情報文化センター(神奈川県横浜市), 2015年12月10日
4. Atsuhiko Fujimori, "New Proposal of Transparent Technology of "Crystalline" Polymer and Expansion into Its Nano-hybrid with Functional Filler", *International S & T Cooperation Program (invited)*, Zhejiang University of Technology, Zhejiang (China), 2015.9.22
  5. 大村 京平, 鈴木 真奈美, 藤森 厚裕, 「磁性ナノ粒子の表面修飾による二次元ハイブリッド組織化膜の創製とバイオコンジュゲート材料創出の試み」, 第64回高分子討論会, 東北大学 川内キャンパス(宮城県仙台市), 2015年9月16日
  6. 三浦 俊太郎, 設楽 雄作, 芝崎 祐二, 藤森 厚裕, 「結晶性ならびに非晶性ポリグアミン誘導体を用いたポリマーナノスフィア積層粒子組織体の構造制御」, 第66回コロイドおよび界面化学討論会, 鹿児島大学 郡元キャンパス(鹿児島県郡元市), 2015年9月10日
  7. A. Fujimori, "The Role of Modifying Molecular Chains in the Formation of Organized Molecular Films of Organo-modified Nanodiamond. -Construction of a Highly-Ordered Low Defect Particle Layer, and Evaluation of Desorption Behavior of Organic Chains-", *5<sup>th</sup> International Colloids Conference - Surface Design and Engineering -*, Amsterdam (Nederland), 21, June, 2015.
  8. 孟 起, 手塚 育志, 山本 拓矢, 藤森 厚裕, 「トポロジカル高分子の組織膜における層状秩序の熱変化」, 第64回高分子学会年次大会, 札幌コンベンションセンター(北海道札幌市), 2015年5月28日
  9. 孟 起, 手塚 育志, 山本 拓矢, 藤森 厚裕, 「直鎖状、並びに環状両親媒性ブロック共重合体組織化膜の層状秩序に対する疎水鎖長依存性」, 日本化学会 第95春季大会, 日本大学理工学部 船橋キャンパス(千葉県船橋市), 2015年3月26日
  10. 吉川 貴弘, 三浦 俊太郎, 芝崎 祐二, 帯刀 陽子, 藤森 厚裕, 「二次元分子膜中における機能性分子団のメゾスコピック形態制御とサブ・ナノ配列評価」, 長崎大学 文教キャンパス(長崎県長崎市), 2014年9月26日
  11. 五月女 陽一, 張 曉, 笠原 裕祐, 兼平 卓摩, 赤坂 修一, 藤森 厚裕, 「耐熱性有機化クレイ、ならびに有機修飾ナノダイヤモンドを用いた結晶性透明フレキシブルハイブリッドの創製」, 長崎大学 文教キャンパス(長崎県長崎市), 2014年9月25日
  12. 飯塚 佳延, 柴田 裕史, 藤森 厚裕, 橋本 和明, 「アニオン界面活性剤存在下で得られる酸化亜鉛粒子の形状に前駆体濃度が与える影響」, 第65回コロイドおよび界面化学討論会, 東京理科大学 神楽坂キャンパス(東京都新宿区), 2014年9月5日
  13. 五月女 陽一, 兼平 卓摩, 赤坂 修一, 藤森 厚裕, 「Study on Particle Dispersion of Organo-modified Nanodiamond in Transparent Thin Film of Fluorinated Polymer」, IUMRS-ICA2014, 福岡大学 七隈キャンパス(福岡県福岡市), 2014年8月27日
  14. Y. Shibasaki, S. Masukawa, Y. Oishi, A. Fujimori, "Synthesis and the properties of an ABA type terpolymer based on poly(N-substituted *p*-benzamide) and poly(propyleneglycol)." , 248<sup>th</sup> ACS National Meeting, San Francisco (USA), 11, August, 2014.
  15. 五月女 陽一, 藤森 厚裕, 「全フッ素化結晶性高分子を用いた耐熱型透明フィルムの創製」, 第4回 フッ素化学若手の会, 浜名湖かんざんじ温泉 開華亭(静岡県浜松市), 2014年8月7日
  16. K. Kamishima, T. Noshiro, R. Awata, K. Kakizaki, A. Fujimori, M. Sakai, K. Watanabe, "Simple Process Synthesis and Magnetoresistance of BaTiO<sub>3</sub>-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Ceramic Composite.", *The 12th Asia Pacific Physics Conference (APPC12), International Conference Halls, Makuhari Messe* (千葉県幕張市), July, 2013.
  17. A. Fujimori, "Fine Structure and Optical Property of "Polymer Nanosphere Multilayered Organization".", *4<sup>th</sup> International Colloids Conference - Surface Design and Engineering -*, Madrid(Spain), 15, June, 2014.
  18. 増川 真也, 佐々木 茂子, 大石 好行, 藤森 厚裕, 芝崎 祐二, 「分子量制御されたN置換アラミドとポリエーテルからなるマルチブロック共重合体の配列と物性」, 第63回 高分子学会年次大会, 名古屋国際会議場(愛知県名古屋市), 2014年5月29日
  19. 五月女 陽一, 兼平 卓摩, 本多 七海, 赤坂 修一, 藤森 厚裕, 「結晶性延伸透明フィルムの新展開-ナノダイヤモンドコンポジット-」, 第63回 高分子学会年次大会, 名古屋国際会議場(愛知県名古屋市), 2014年5月28日
  20. 五月女 陽一, 兼平 卓摩, 本多 七海, 赤坂 修一, 藤森 厚裕, 「新規結晶性ポリマー/均一分散性有機修飾ダイヤモンドナノコンポジットの構築」, 日本化学会 第94春季年会, 名古屋大学 東山キャンパス(愛知県名古屋市), 2014年3月29日
  21. 「耐熱性有機/無機二次元ナノハイブリッド鋳型を用いた新規バイオコンジュゲート材料の極限物性」, 第23回 日本MRS年次大会, 波止場会館(神奈川県横浜市), 2013年12月10日
  22. 本多 七海, 橋本 和明, 柴田 裕史, 藤森 厚裕, 「無機ナノ粒子に対する二次元集積・層状積層化テクノロジーの確立」, 第23回 日本MRS年次大会, 波止場会館(神奈川県横浜市), 2013年12月9日

23. 五月女 陽一, 兼平 卓摩, 新井 俊太郎, 窪田 宗弘, 黒坂 恵一, 藤森 厚裕, 「初めて結晶性高分子から作られたIR透過性・耐熱型フレキシブル"透明"撥水性フィルム」の科学, 第64回 コロイドおよび界面化学討論会, 名古屋工業大学 鶴舞キャンパス(愛知県名古屋市), 2013年 9月 20日
24. 金子 洋平, 吉川 貴弘, 芝崎 祐二, 藤森 厚裕, 「新規"ハイブリッド"ポリマーナノスフィア積層粒子層状組織体の創製」, 第64回 コロイドおよび界面化学討論会, 名古屋工業大学 鶴舞キャンパス(愛知県名古屋市), 2013年 9月 19日
25. 新井 俊太郎, Siti Amirah bt Che Azmi, 窪田 宗弘, 黒坂 恵一, 藤森 厚裕, 「耐熱性有機化アルミノシリケート組織化膜をテンプレートとした新規バイオコンジュゲート材料の極限物性」, 第64回 コロイドおよび界面化学討論会, 名古屋工業大学 鶴舞キャンパス(愛知県名古屋市), 2013年 9月 18日
26. 五月女 陽一, 兼平 卓摩, 新井 俊太郎, 窪田 宗弘, 黒坂 恵一, 藤森 厚裕, 「結晶性樹脂による耐熱型フレキシブル透明材と耐熱性有機化アルミノシリケートからなる新規ナノ複合体の機能探求」, 第62回 高分子討論会, 金沢大学 角間キャンパス(石川県金沢市), 2013年 9月 13日
27. 新井 俊太郎, Siti Amirah bt Che Azmi, 窪田 宗弘, 黒坂 恵一, 藤森 厚裕, 「酵素活性の高温維持技術-耐熱型・低欠陥有機/無機二次元ナノハイブリッド鋳型を用いた層状組織による機能革新-」, 第62回 高分子討論会, 金沢大学 角間キャンパス(石川県金沢市), 2013年 9月 12日
28. 吉川 貴弘, 金子 洋平, 藤森 厚裕, 「粒子の寄せ木細工テクノロジー-ポリマーナノスフィア積層粒子層状組織体-」, 第62回 高分子学会年次大会, 京都国際会議場(京都府京都市), 2013年5月31日
29. 田口 真, 藤森 厚裕, 「相分離性楕型コポリマーテンプレート上の会合DNAを用いた光リソグラフィの試み」, 第62回 高分子学会年次大会, 京都国際会議場(京都府京都市), 2013年5月31日
30. 金子 洋平, 吉川 貴弘, 藤森 厚裕, 「光機能性"ポリマーナノスフィア積層粒子層状組織体"が創出するフロンティア・ナノマテリアル」, 第62回 高分子学会年次大会, 京都国際会議場(京都府京都市), 2013年5月30日
31. 五月女 陽一, 橋本 真道, 新井 俊太郎, 乳井 樹, 窪田 宗弘, 黒坂 恵一, 藤森 厚裕, 「高融点結晶性高分子に対する新規透明化法の確立とナノ複合化技術の提案」, 第62回 高分子学会年次大会, 京都国際会議場(京都府京都市), 2013年5月29日

[図書] (計 5 件)

- 1) M. Iizuka, R. Yamato, A. Fujimori, "Control

of Hierarchical Structure of Crystalline Nanofibers Based on the Cooperative Phenomena of Functional Molecular Group as the Target of Expression of New Physical Properties - Creation of Molecular Conductors and Enhancement of Thixotropic Ability -", "Nanofibers", Mohammed Rahman, eds, InTech open access publisher, 2016, in press (印刷中).

- 2) A. Fujimori, "Fabrication of Flexible Transparent Nanohybrid with Heat-resistant Property by Fluorinated Crystalline Polymer", "Fluorinated Polymers", H. Sawada, B. Ameduri eds, RSC, 2016, in press (印刷中).
- 3) 澤田英夫監修, 『フッ素樹脂の最新動向』, 第 14 章 "結晶性フッ素系共重合体による耐熱性透明材料の創製(藤森厚裕著)", (株)シーエムシー出版, 2013, pp.139-148 (総ページ数 229).
- 4) 日本油化学会『界面活性剤評価・試験法 改訂第2版』第2章2節「表面・界面物性」3項(不溶性膜の性質), b. "累積分子膜", (藤森厚裕著), 日本印刷(株), 2015, pp. 116-122 (総ページ数 395).
- 5) A. Fujimori, "Langmuir-Blodgett Films", in "Encyclopedia of Polymeric Nanomaterials", K. Müllen, and S. Kobayashi, eds, Springer, Vol. 2 (H ~ Pi), pp. 1045-1050, 2015 (総ページ数 2672).

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称: 表面修飾ナノダイヤモンドおよびナノダイヤモンド分散液  
 発明者: 梅本浩一, 久米篤史, 伊藤久義, 藤森厚裕  
 権利者: 同上  
 種類: 特許  
 番号: 特願 2016-009668  
 出願年月日: 2016.1.28  
 国内外の別: 国内

[その他]

ホームページ等

<http://www.fms.saitama-u.ac.jp/lab/fujimori/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

埼玉大学・理工学研究科・准教授

藤森 厚裕(FUJIMORI, Atsuhiko)

研究者番号: 0 0 3 6 1 2 7 0