

平成 22 年 6 月 7 日現在

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2008～2009

課題番号：20750171

研究課題名（和文）耐熱性・高光伝送効率“結晶性”プラスチック光ファイバー，及び透明フィルム構築

研究課題名（英文）Construction of “Crystalline” Heat Resistant Plastic Optical Fiber and Their Transparent Film with Excellent Light Conductivity

研究代表者

藤森 厚裕 (ATSUHIRO FUJIMORI)

山形大学・大学院理工学研究科・助教

研究者番号：00361270

研究成果の概要（和文）：高結晶性のフッ素系共重合体に高温延伸を行い，透明ファイバー，ならびにフィルムを形成させて，初めての“結晶性”プラスチック光ファイバー，ならびに光導波路材としての提案を行った．得られたフッ素樹脂透明材料は共に，5倍延伸で最も透明性が高くなり，ラメラ配列が“ニシンの骨状構造”となった．物性値としては，既存のポリメチルメタクリレート製光ファイバーと比べて，1 kmあたり5倍の光伝送損失となり，むしろ200 m以内の適用距離であるのならば，より高い光伝送値を示すことが明らかになった．

研究成果の概要（英文）： We developed a “crystalline” plastic optical fiber with excellent heat resistance and dimensional stability. For the practical use of this crystalline optical fiber in the near future, an accurate control of the solid-state structure is indispensable because of the necessity of reducing light refraction at the crystalline/amorphous interface. In the present study, changes in the fine structure and lamella arrangement upon drawing poly[tetrafluoroethylene-co-(perfluoroethylvinylether)] (*abbrev.* EFA) transparent crystalline fibers were investigated by using wide-angle X-ray diffraction (WAXD) and small-angle X-ray scattering (SAXS) methods. The EFA was crystallized as a lamella crystal in the fibers and formed a thicker lamella (thickness: at least 27 nm). This polymer might form a “switchboard-type” lamella. Upon the drawing of the EFA fibers, four-point SAXS diagrams developed in the photograph, which implied that a particular type of layer structure, an alternately tilted lamella arrangement known as the herringbone, was formed. Moreover, the previously proposed packing mode of general fluorinated polymers was required to be modified from quasi-hexagonal to orthorhombic in a reciprocal lattice in order to assign all reflective indexes.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

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：繊維材料

1. 研究開始当初の背景

結晶性高分子は本質的に結晶領域と非晶領域の混在状態であり，多くの場合，100 %の結晶化度は得られ難い．故に現存するプラスチック光ファイバー(POF)は，

完全非晶性試料であり，結晶領域と非晶領域界面での光の屈折による光伝送の著しい損失を避けている．しかし，これが現存するPOFの耐熱性・寸法安定性の乏しさの原因ともなっており，既製品の最大耐熱温度は

105 °C とされ、試作段階のものでも 125 °C が最大といわれる。

2. 研究の目的

我々は、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) に代表される高結晶性のフッ素樹脂を用いることにより、初めての“結晶性”POF を構築することで、260 °C 以上の連続使用温度を誇りつつ、光伝送損失の少ない耐熱性の POF を提案することを考えた。POF の次世代における新規用途として期待されるのは、自家用車や航空機における車内 LAN であるが、耐熱性に乏しい非晶性 POF はエンジン周りの制御系等、高温にさらされる部分への適用は困難である。もし、耐熱性 POF がこの用途に使用されれば、ノイズ対策が必要なくなるので、車が軽量化され、現代の燃料高の時代に低燃費化が実現され、更に事故によって失われる命が守られるかもしれない。加えて、結晶性フッ素樹脂を用いることで、C-H 結合の存在により吸収される赤外領域の波長も伝送することが可能になるので、より広範囲な波長領域における情報通信の高度化も期待できる。

我々はこれまで、フッ素系共重合体である poly[tetrafluoroethylene-co-(perfluoroethylvinylether)] (以下 PFA) を繊維化し、高温延伸を施すことで、結晶性でありながら透明なプラスチックファイバーを形成させることに成功してきた。この試料は延伸倍率に依存して、その透明性、結晶性を系統的に変化させる材料であった。そこで本研究では、各種延伸倍率における PFA “結晶性”透明ファイバーのラメラ配列変化、結晶構造変化を解明することで、光学機能の向上につながる有用な情報の獲得を目指した。

3. 研究の方法

用いた結晶性フッ素樹脂 PFA は、テトラフルオロエチレンと 7 wt% のパーフルオロエチルビニルエーテルのランダム共重合体である。この試料の繊維化後、280 °C の高温条件で延伸を施し、水中急冷して測定に使用した。延伸倍率は延伸前にファイバーにマーキングした点の間隔の変化から算出した。延伸に伴う構造変化は広角 X 線回折(CuK α , 45 kV, 200 mA)、並びに小角 X 線散乱法(CuK α , 50 kV, 300 mA)により検討を行った。

4. 研究成果

Figure 1 に示す PFA 樹脂による結晶性透明ファイバー(未延伸)に対する小角 X 線散乱の結果から、等方的配列を示す円環状散乱が確認され、27 nm に比較的長い長周期値を有することが示されていた。長周期値を持つことからラメラ界面の存在が示唆され、ラメラ重心間の距離が炭化水素系汎用ポリマー約 10 nm の距離と比較すると、かなり大きい値であることが考えられる。剛直な分子鎖を形成する PTFE ホモポリマーは伸び切り鎖結晶を形成し、ラメラ界面を有さないことが知られているが、この僅



Figure 1 Changes in transparency of several processed materials of ‘crystalline’ fluorinated copolymers. (a) bulk PFA, (b) pressed-processing sheet, (c) crystalline fiber with drawn ratio = 3, (d) crystalline fiber with drawn ratio = 5.

か 7% の側鎖ユニットを有する PFA 樹脂はその部位が機軸となって比較的大きなラメラ結晶間の非晶領域を形成し、スイッチボード型のラメラを形成していると推察される。Figure 2 は延伸に伴う SAXS 像の変化とそこから推測されるラメラモデルを示している。Figure 2(a') に示す様に円環状の SAXS 像からは等方的なラメラ配列が推察され、3 倍延伸のファイバーから得られる 2 点像からは、延伸方向に対して垂直配列したラメラの存在が考えられる。更に透明性が最も向上し、光

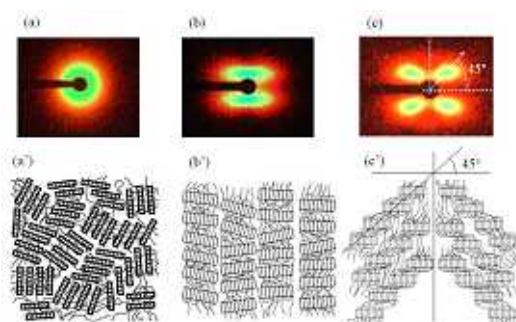


Figure 2 Changes in SAXS patterns and corresponding lamella arrangement models of PFA transparent ‘crystalline’ fiber with drawing; (a), (a’) undrawn, (b), (b’) 3 times, and (c), (c’) 5 times drawing.

ファイバーとしての透過光伝送効率が最も向上する 5 倍延伸の透明ファイバーでは、4 点像が確認され、左右 45° の傾きを持ったラメラの積層構造である“ヘリングボーン配列”が形成していることが分かった。

PFA “結晶性”透明ファイバーの延伸に伴う構造変化について WAXD による検討を行うと、ファイバーが破断する寸前の 8 倍延伸までの像を並べると、徐々に赤道線上の反射が明瞭に確認されてくることが分かる。そこで赤道方向の強度曲線を延伸倍率に従って並べ、更に最大強度を示す(110)反射強度を、遠心倍率に対し plot して検討を行った。ここではこのフッ素系共重合体の結晶構造が Burnら報告した擬六方晶で、この反射が(100)反射であるという報告には従わず、我々の前報の様に斜方晶の(110)と判断することが妥当として解析を進めた。この(110)強度は延伸

倍率に対してほぼ linear な増加を示し、結晶化度の constant な向上を予測させた。しかし、その peak 幅から Scherrer の式を用いて行った微結晶の直径サイズは変化しておらず、延伸に伴って、ラメラ厚の向上が起っていることが推察され、これは SAXS による追試の結果とも一致した。

ここで Hermans らが提案した微結晶の配向関数 f_{ϕ} を斜方晶であるということから、(110)並びに(120)反射を用いて、Wilchinskyh 法により延伸倍率に対して plot を行くと、約 2.5 倍延伸で配向性は 0.8 で飽和し、延伸方向に対して微結晶が完全には平行配列していないことが分かった。微結晶は 2.5 倍で延伸方向に対して 80 % 平行配列し、5 倍延伸ほどで左右方向へのラメラのズレが生じてヘリングボーン配列を形成し、このときに(非晶部の密度が最大になって)試料中の結晶/非晶密度差が最低になって、光伝送効率が最大に向上し、その後の延伸ではラメラの厚化が起って非晶部が結晶部に転移してしまい、非晶部の密度が減少するので、結晶化度は増加するが光伝送効率は低下してしまうものと考えられる。

以上の結果をまとめると、斜方晶の結晶格子を形成する”結晶性”フッ素樹脂 PFA の透明ファイバーは、スイッチボード型のラメラを形成し、延伸に伴ってその配列状態を変化させる。最も光伝送効率の向上する 5 倍延伸時にはヘリングボーン状の構造形成を達成することが明らかになった。ここでは非晶領域の高密度化が考えられ、更なる伝送効率の向上には”房状ミセル”状の形態形成が要求されると推察される。

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 35 件)

藤森 厚裕、沼倉 和也、早坂 雄一郎、論文名 Changes in Lamellar Arrangement of Crystalline and Flexible Fluorinated Transparent Films with Drawing、掲載誌名 *Polym. Eng. Sci.*、巻数、ページ数(印刷中)(published online [Early View in Journal Web Page])、発表年(2010)、査読有り。

沼倉 和也、藤森 厚裕、論文名 Lamella and Fine Crystallite Arrangement in “Crystalline”, Flexible, Heat-Resistant, and Transparent Films of Fluorinated Copolymers、掲載誌名 *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.*、巻数 35、ページ数(印刷中)、発表年(2010)、査読有り。

藤森 厚裕、論文名 Changes in Lamella Arrangement and Fine Structure of “Crystalline” Fluorinated Plastic Optical Fibers with Drawing (“結晶性”フッ素樹脂透明ファイバーの延伸に伴うラメラ配列と微細構造変化)、掲載誌名 *Annual Report, The 120th Committee, Japan Society*

for the Promotion of Science、巻数 59、ページ数 54-57、年数(2010)、査読無し。

早坂 雄一郎、田村 匡志、藤森 厚裕、論文名 Fine Structure of Fluorinated Copolymer / Nono-filler Composites、掲載誌名 *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.*、巻数 33(1)、ページ数 137-140、発表年(2010)、査読有り。

藤森 厚裕、星沢 裕子、小林 智史、佐藤 夏樹、金井 要、大内 幸雄、論文名 Highly Ordered and Stable Layered “Polymer Nanosheets” Constructed with Amorphous Side-Chains and π - π Stacking of Functional Groups in Ternary Comb Copolymers、掲載誌名 *J. Phys. Chem. B*、巻数 114(6)、ページ数 2100-2110、発表年(2010)、査読有り。

藤森 厚裕、佐藤 夏樹、千葉 聡、阿部 陽子、芝崎 祐二、論文名 Surface Morphological Changes in Monolayers of Aromatic Polyamides Containing Various N-alkyl Side-Chains、掲載誌名 *J. Phys. Chem. B*、巻数 114(5)、ページ数 1822-1835、発表年(2010)、査読有り。

帯刀 陽子、岡田 修司、板垣 亮祐、中村 孝義、藤森 厚裕、論文名 Study of Molecular Arrangement of Organized Molecular Films of Charge-Transfer Complexes Containing 1, 3-Dithiole-2-Thione-4, 5-Dithiolate by In-plane and Out-of-plane X-ray Diffractions、掲載誌名 *J. Colloid Interf. Sci.*、巻数 343(1)、ページ数 281-290、発表年(2010)、査読有り。

芝崎 祐二、阿部 陽子、佐藤 夏樹、藤森 厚裕、大石 好行、論文名 Direct condensation polymerization of N-alkylated p-aminobenzoic acid and packing of the rigid-rod main chains with flexible side chains、掲載誌名 *Polym. J.*、巻数 42(1) ページ数 72-80、発表年(2010)、査読有り。

佐藤 夏樹、藤森 厚裕、論文名 Control of Arrangement for Functionalized Group in Ternary Comb Copolymers by Langmuir-Blodgett Method、掲載誌名 *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.*、巻数 35 ページ数(印刷中)、発表年(2010)、査読有り。

日下 潤一、野村 倫太郎、藤森 厚裕、論文名 Monolayer Behavior and Surface Morphology of Mixed Films for Organo-modified Montmorillonite and Poly(L-lactide)、掲載誌名 *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.*、巻数 35 ページ数(印刷中)、発表年(2010)、査読有り。

千葉 聡、佐藤 夏樹、阿部 陽子、芝崎 祐二、藤森 厚裕、論文名 Solid-state Structure and Formation of Organized Molecular Films for Poly-(N-alkylated benzamides) Containing Various Chain Lengths、掲載誌名 *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.*、巻数 35 ページ数(印刷中)、発表年(2010)、査読有り。

佐藤 夏樹、千葉 聡、阿部 陽子、芝崎 祐二、藤森 厚裕、論文名 Surface Morphology and Molecular Arrangement of Organized Films of Poly-(N-alkylated benzamides) Containing Various Chain Lengths、掲載誌名 *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.*、巻数 35 ページ数(印刷中)、発表年(2010)、査読有り。

板垣 亮祐、帯刀 陽子、藤森 厚裕、論文名 Study of Molecular Arrangement and Surface Morphology of Organized Molecular Films of

- Charge-Transfer Complexes Containing Metal(dmit)₂ Unit、掲載誌名 *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.*、巻数 35 ページ数(印刷中)、発表年(2010)、査読有り。
- 日下 潤一、野村 倫太郎、藤森 厚裕、論文名 Formation and Structure of Organized Molecular Films of Organo-modified Montmorillonite、掲載誌名 *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.*、巻数 35 ページ数(印刷中)、発表年(2010)、査読有り。
- 藤森 厚裕、論文名 Molecular Arrangement and Surface Morphology of Organized Films of Comb Copolymers Containing Functionalized Groups(機能性原子団を含む櫛型共重合体組織化膜の分子配列と形態形成)、掲載誌名 *表面*、巻数 47(10)、ページ数 349-372、発表年(2010)、査読無し。
- 藤森 厚裕、論文名 The departure of a self-supporting young researcher's ship. (独立助教の船出)、掲載誌名 *高分子*、巻数 59(2)、71 ページ、発表年(2010)、査読無し。
- 藤森 厚裕、佐藤 夏樹、金井 要、大内幸雄、関 一彦、論文名 Control of Arrangement for s-Triazine Group in Comb Copolymers by Langmuir-Blodgett Method and Its Structural Estimation by NEXAFS Spectroscopy、掲載誌名 *Langmuir*、巻数 25(2) ページ数 1112-1121、発表年(2009)、査読有り。
- 野々村 美宗、中山、青木、藤森 厚裕、論文名 Phase behavior of bile acid/lipid/water systems containing model dietary lipids、掲載誌名 *J. Colloid Interf. Sci.*、巻数 339、ページ数 222-229、発表年(2009)、査読有り。
- 堀 照夫、山本 由江、堀口 智之、久田 研次、藤森 厚裕、山崎 睦生、斉藤 雅春、武野 明義、土田 亮、論文名 報告 平成 21 年度 第 40 回繊維学会夏季セミナー、掲載誌名 *Sen-i Gakkaishi*、巻数 65(10)、ページ数 394-399、発表年(2009)、査読無し。
- 藤森 厚裕、芝崎 祐二、論文名 Surface Morphological Changes in Monolayers of Aromatic Polyamides Containing Various N-alkyl Side-chains (側鎖に鎖長の異なるアルキル基を有する芳香族ポリアミド単分子膜の表面形態変化)、掲載誌名 *Annual Report, The 120th Committee, Japan Society for the Promotion of Science*、巻数 60、ページ数 57-60、発表年(2009)、査読無し。
- 21 藤森 厚裕、論文名 Control of Arrangement for s-Triazine Group in Comb Copolymers by Langmuir-Blodgett Method and Its Structural Estimation by NEXAFS Spectroscopy、掲載誌名 *高分子*、巻数 58(7) ページ数 452、発表年(2009)、査読無し。
- 22 佐藤 夏樹、千葉 聡、阿部 陽子、芝崎祐二、藤森 厚裕、論文名 Molecular Arrangement and Surface Morphology of Organized Molecular Films for Aromatic Polyamides Containing Alkyl Groups as the Side-chains、掲載誌名 *Proceedings of ATC-10 (the 10th Asian Textile Conference)* 巻数 10、ページ数 G1-P-09、発表年(2009)、査読無し。
- 23 藤森 厚裕、論文名 Changes in Fine Structure and Lamellae Arrangement of Fluorinated "Crystalline" Optical Fiber Caditate with Drawing、掲載誌名 *Proceedings of ATC-10 (the 10th Asian Textile Conference)*、巻数 10、ページ数 G1-O-09、発表年(2009)、査読無し。
- 24 藤森 厚裕、二宮 直哉、増子 徹、論文名 Structure and mechanical properties in drawn poly(L-lactide)/clay hybrid films、掲載誌名 *Polym. Adv. Technol.*、巻数 19(12)、ページ数 1735-1744、発表年(2008)、査読有り。
- 25 星沢 裕子、藤森 厚裕、論文名 Control of Orientation for Carbazole Group in Fluorinated Comb Copolymers Arranged by Method of Organized Films、掲載誌名 *Colloids Surf. A*、巻数 322、ページ数 239-242、発表年(2008)、査読有り。
- 26 藤森 厚裕、星沢 裕子、小林 智史、金井 要、大内 幸雄、関 一彦、論文名 Layer Structure Estimation of Three-dimensional Crystal and Two-dimensional Molecular Film for Fluorinated Comb Copolymers、掲載誌名 *J. Polym. Sci. B, Polym. Phys.*、巻数 46(5)、ページ数、534-546、発表年(2008)、査読有り。
- 27 藤森 厚裕、二宮 直哉、増子 徹、論文名 Influence of dispersed organophilic montmorillonite at nanometer-scale on crystallization of poly(L-lactide)、掲載誌名 *Polym. Eng. Sci.*、巻数 48(6) ページ数 1103-1111、発表年(2008)、査読有り。
- 28 藤森 厚裕、星沢 裕子、小林 涼子、佐藤 夏樹、論文名 Structural Control of Functionalized Groups in Organized Molecular Films of Comb Copolymers、掲載誌名 *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.* 巻数 33(1)、ページ数 75-78、発表年(2008)、査読有り。
- 29 小林 智史、神藤 翔平、星沢 裕子、藤森 厚裕、論文名 Solid-state Structure and Molecular Orientation in Organized Films of Ternary Comb Copolymers Containing N-vinylcarbazole、掲載誌名 *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.* 巻数 33(1)、ページ数 79-82、発表年(2008)、査読有り。
- 30 佐藤 夏樹、小林 涼子、藤森 厚裕、論文名 Structures in the Solid-state and in the Organized Molecular Films for Comb Copolymer Containing s-Triazine Ring、掲載誌名 *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.*、巻数 33(1)、ページ数 87-90、発表年(2008)、査読有り。
- 31 高原 吉敬、二宮 直哉、藤森 厚裕、論文名 Fabrication and Structural Control of PLLA/clay Two-dimensional Nanocomposite by Method of Organized Molecular Films、掲載誌名 *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.*、巻数 33(1)、ページ数 91-94、発表年(2008)、査読有り。
- 32 藤森 厚裕、論文名 Structural control of functionalized groups in organized molecular films of comb copolymers (組織分子膜の手法による櫛型共重合体組織分子膜における機能性原子団の配列制御)、掲載誌名 *Annual Report, The 120th Committee, Japan Society for the Promotion of Science*、巻数 58 ページ数 44-47、発表年(2008)、査読無し。
- 33 藤森 厚裕、早坂 雄一郎、論文名 Changes

in Arrangement of Lamella and Fine Crystallite in Fluorinated “Crystalline” Transparent Fibers with Drawing、掲載誌名 *Macromolecules*、巻数 41(20)、ページ数 7606-7615、発表年(2008)、査読有り。

- 34 早坂 雄一郎、藤森 厚裕、論文名 Fine Structure of “Crystalline” Fluorinated Transparent Films and Fibers、掲載誌名 *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.*、巻数 33(1)、ページ数 83-86、発表年(2008)、査読有り。
- 35 藤森 厚裕、長谷川 将宏、増子 徹、論文名 Spherulitic Structures of Poly(tetrafluoroethylene-co-[perfluoroalkyl vinyl ether])、掲載誌名 *Polym. Int.*、巻数 56 ページ数 1281-1287、発表年(2007)、査読有。

[学会発表](計 48 件)

千葉 聡、藤森 厚裕、N-アルキル化ポリベンズアミド Langmuir-Blodgett 膜の分子配列と表面形態、日本化学会第 90 春季年会、2010 年 3 月 26 日、近畿大学本部キャンパス

日下 潤一、野村 倫太郎、藤森 厚裕、表面修飾クレイ LB 膜の分子配列と生分解性ポリマーとの混合単分子膜挙動、日本化学会第 90 春季年会、2010 年 3 月 26 日、近畿大学本部キャンパス

板垣 亮祐、帯刀陽子、藤森 厚裕、Dmit 期を含む電荷移動錯体組織分子膜の構造制御と分子配列評価、日本化学会第 90 春季年会、2010 年 3 月 26 日、近畿大学本部キャンパス
沼倉 和也、藤森 厚裕、“結晶性”フッ素樹脂フレキシブル透明フィルムの延伸に伴うラメラ配列変化、第 19 回日本 MRS 学術シンポジウム、2009 年 12 月 9 日、横浜開港記念会館

千葉 聡、佐藤 夏樹、阿部 陽子、芝崎 祐二、藤森 厚裕、芳香族ポリアミド LB 膜における表面形態と分子配列形成に対する下層水温度依存性、第 19 回日本 MRS 学術シンポジウム、2009 年 12 月 9 日、横浜開港記念会館

日下 潤一、野村 倫太郎、藤森 厚裕、新規有機化処理法を適用した表面処理クレイと生分解性ポリマーとの混合単分子膜形態、第 19 回日本 MRS 学術シンポジウム、2009 年 12 月 9 日、横浜開港記念会館

佐藤 夏樹、根本 祐介、藤森 厚裕、Langmuir-Blodgett 法による三元櫛形共重合体中における機能性原子団の配列制御、第 19 回日本 MRS 学術シンポジウム、2009 年 12 月 9 日、横浜開港記念会館

日下 潤一、野村 倫太郎、藤森 厚裕、有機化処理モンモリロナイト組織化膜の形成と構造、ならびにポリ(L-乳酸)との混合単分子膜形態、第 19 回日本 MRS 学術シンポジウム、2009 年 12 月 9 日、横浜開港記念会館

板垣 亮祐、藤森 厚裕、Dmit 基を有する電荷移動錯体組織化膜の分子配向と表面形態、第 19 回日本 MRS 学術シンポジウム、2009 年 12 月 9 日、横浜開港記念会館

佐藤 夏樹、千葉 聡、阿部 陽子、芝崎 祐二、藤森 厚裕、N-アルキル化ポリベンズアミド単分子膜の表面形態変化、2009 年 12 月 9 日、横浜開港記念会館

板垣 亮祐、帯刀 陽子、藤森 厚裕、Dmit 基を含む電荷移動錯体組織化膜の分子配向と表面形態、2009 年高分子学会東北支部研究発表会、2009 年 11 月 20 日、弘前大学創立 60 周年記念会館

日下 潤一・野村 倫太郎・藤森 厚裕、新規有機化処理法を適用した表面修飾クレイとポリ(L-乳酸)との混合単分子膜形態、2009 年高分子学会東北支部研究発表会、2009 年 11 月 20 日、弘前大学創立 60 周年記念会館

阿部 陽子、芝崎 祐二、大石 好行、佐藤 夏樹、藤森 厚裕、櫛型ポリベンズアミドのパッキング挙動、第 17 回日本ポリイミド・芳香族系高分子会議、2009 年 10 月 16 日、神戸国際会議場・神戸国際展示場

藤森 厚裕、機能性原子団を含む櫛形共重合体組織膜の分子配列と表面形態、平成 21 年度化学教育研究協議会東北大会、2009 年 9 月 21 日、日本大学工学部

佐藤 夏樹、千葉 聡、阿部 陽子、芝崎 祐二、藤森 厚裕、側鎖に長鎖アルキル基を有する芳香族ポリアミド Langmuir-Blodgett 膜の形成と分子配列、第 58 回高分子討論会、2009 年 9 月 18 日、熊本大学工学部 黒髪キャンパス

佐藤 夏樹、千葉 聡、阿部 陽子、芝崎 祐二、藤森 厚裕、長鎖アルキル芳香族ポリアミド Langmuir-Blodgett 膜の分子配列と表面形態、第 62 回コロイドおよび界面化学討論会、2009 年 9 月 17 日、岡山理科大学

野村 倫太郎、日下 潤一、藤森 厚裕、新規有機化処理法を適用した表面処理クレイとポリ(L-乳酸)との混合単分子膜形態、第 62 回コロイドおよび界面化学討論会、2009 年 9 月 17 日、岡山理科大学

根本 祐介、佐藤 夏樹、藤森 厚裕、機能性原子団を含む櫛形共重合体 Langmuir-Blodgett 膜の形成と構造、第 62 回コロイドおよび界面化学討論会、2009 年 9 月 17 日、岡山理科大学

佐藤 夏樹、千葉 聡、阿部 陽子、芝崎 祐二、藤森 厚裕、Molecular Arrangement and Surface Morphology of Organized Molecular Films for Aromatic Polyamides Containing Alkyl Groups as the side-chains、The 10th Asian Textile Conference (ATC-10)、2009 年 9 月 8 日、信州大学

藤森 厚裕、Changes in Fine Structure and Lamellae Arrangement of Fluorinated “Crystalline” Optical Fiber Candidate with Drawing、The 10th Asian Textile Conference (ATC-10)、2009 年 9 月 8 日、信州大学

- 21 根本 祐介、藤森 厚裕、s-トリアジン環を含む三元櫛形共重合体の分子膜形態、平成 21 年度繊維学会年次大会、2009 年 6 月 12 日、タワーホール船堀

- 22 野村 倫太郎、藤森 厚裕、ポリ(L-乳酸)/有機化処理クレイ混合膜の形成とその構造、平成 21 年度繊維学会年次大会、2009 年 6 月 12 日、タワーホール船堀

- 23 佐藤 夏樹、藤森 厚裕、機能性原子団を有する櫛形共重合体組織分子膜の分子配向評価、平成

- 21 年度繊維学会年次大会、2009年6月12日、タワーホール船堀
- 24 根本 祐介、藤森 厚裕、*s*-トリアジン環を含む三元櫛型共重合体の固体構造と分子膜形成、第58回高分子学会年次大会、2009年5月27日、神戸国際会議場
- 25 野村 倫太郎、藤森 厚裕、有機化処理クレイ LB 膜の形成とポリ(L-乳酸)との混合単分子膜挙動、第58回高分子学会年次大会、2009年5月27日、神戸国際会議場
- 26 佐藤 夏樹、藤森 厚裕、機能性原子団を含む櫛形共重合体組織分子膜の分子配向評価、第58回高分子学会年次大会、2009年5月27日、神戸国際会議場
- 27 藤森 厚裕、Structural control of organized molecular films for comb copolymers containing functionalized groups and its structural estimation、日本化学会春季年会併設アジア国際シンポジウム、2009年3月29日、日本大学理工学部
- 28 佐藤 夏樹、藤森 厚裕、偏光 NEXAFS 分光法による機能性原子団を含む櫛型共重合体 LB 膜の分子配向解析、第89日本化学会春季年会、2009年3月27日、日本大学理工学部
- 29 根本 祐介、藤森 厚裕、*s*-トリアジン環を含む三元櫛型共重合体の固体構造と分子膜形成、2009年3月27日、日本大学理工学部
- 30 野村 倫太郎、藤森 厚裕、有機化処理クレイ LB 膜の形成とその構造、2009年3月27日、日本大学理工学部
- 31 早坂 雄一郎、藤森 厚裕、結晶性フッ素樹脂透明ファイバーの変形に伴う微細構造評価、2008年高分子学会東北支部秋季研究発表会、2008年11月13日、東北大学工学部総合研究棟
- 32 伊澤 理、藤森 厚裕、結晶性フッ素樹脂の球晶形成と造核剤添加効果、2008年高分子学会東北支部秋季研究発表会、2008年11月13日、東北大学工学部総合研究棟
- 33 佐藤 夏樹、藤森 厚裕、N-ビニルカルバゾールを含む三元櫛型共重合体 LB 膜の構造と表面形態、2008年高分子学会東北支部秋季研究発表会、2008年11月14日、東北大学工学部総合研究棟
- 34 根本 祐介、藤森 厚裕、*s*-トリアジン環を含む三元櫛型共重合体の固体構造と分子膜形成、2008年高分子学会東北支部秋季研究発表会、2008年11月14日、東北大学工学部総合研究棟
- 35 野村 倫太郎、藤森 厚裕、有機化処理クレイ LB 膜の形成とポリ(L-乳酸)との混合単分子膜挙動、2008年高分子学会東北支部秋季研究発表会、2008年11月14日、東北大学工学部総合研究棟
- 36 伊澤 理、山名 哲史、藤森 厚裕、生分解性ポリマー、並びに結晶性フッ素樹脂に対する造核剤添加効果の構造学的解析、第44回熱測定討論会、2008年10月17日、つくば国際会議場
- 37 佐藤 夏樹、根本 祐介、藤森 厚裕、*s*-トリアジン環を含む三元櫛型共重合体組織化膜の分子配列と表面形態、第57回高分子討論会、2008年9月25日、大阪市立大
- 38 早坂 雄一郎、藤森 厚裕、延伸配向結晶性フッ素樹脂の熱挙動と力学物性、第57回高分子討論会、2008年9月25日、大阪市立大学
- 39 藤森 厚裕、野村倫太郎、組織化膜の手法によるポリ(L-乳酸)/有機化クレイ二次元ハイブリッドの形成と構造、第57回高分子討論会、2008年9月25日、大阪市立大
- 40 藤森 厚裕、結晶性フッ素樹脂ファイバーの微細構造評価、第57回高分子討論会、2008年9月25日、大阪市立大学
- 41 藤森厚裕、野村倫太郎、組織分子膜の手法によるポリ(L-乳酸)/クレイ二次元ナノコンポジット超薄膜の形成と構造、第61回コロイドおよび界面化学討論会、2008年9月7日、九州大学六本松キャンパス
- 42 佐藤夏樹、根本祐介、藤森厚裕、*s*-トリアジン環を含む櫛型共重合体 LB 膜の形成とその構造評価、第61回コロイドおよび界面化学討論会、2008年9月7日、九州大学六本松キャンパス
- 43 早坂雄一郎、金井要、大内幸雄、関一彦、藤森厚裕、偏光 NEXAFS 分光法による機能性原子団を含む櫛型共重合体組織分子膜の構造評価、第61回コロイドおよび界面化学討論会、2008年9月7日、九州大学六本松キャンパス
- 44 早坂 雄一郎、藤森 厚裕、結晶性フッ素樹脂の変形に伴う微細構造評価、平成20年度繊維学会年次大会、2008年6月19日、タワーホール船堀
- 45 佐藤 夏樹、藤森 厚裕、機能性原子団を含む櫛型共重合体の固体構造と組織化膜形成、2008年6月19日、タワーホール船堀
- 46 早坂 雄一郎、藤森 厚裕、結晶性フッ素系共重合体の延伸に伴う微細構造評価、第57回高分子年次大会、2008年5月30日、パシフィコ横浜
- 47 佐藤 夏樹、小林 涼子、藤森 厚裕、*s*-トリアジン環を含む櫛型共重合体の Langmuir-Blodgett 膜中における分子配列、第57回高分子年次大会、2008年5月30日、パシフィコ横浜
- 48 藤森 厚裕、星沢裕子、小林智史、機能性原子団を含む三元櫛型共重合体の組織分子膜中における構造と形態、第57回高分子年次大会、2008年5月30日、パシフィコ横浜

〔産業財産権〕

出願状況(計1件)

名称：有機化ペントナイトの製造方法及びこれにより得られる有機化ペントナイト
 発明者：黒坂恵一、窪田宗弘、藤森厚裕
 権利者：クニミネ工業株式会社 国立大学法人山形大学
 種類：物質特許
 番号：PT2009018
 出願年月日：2009年9月16日
 国内外の別：国内

〔その他〕

ホームページ等
<http://masuko.yz.yamagata-u.ac.jp/>
http://masuko.yz.yamagata-u.ac.jp/XRD_yamagata.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤森 厚裕 (FUJIMORI ATSUHIRO)

山形大学・大学院理工学研究科・助教

研究者番号：00361270