

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 4 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2013

課題番号：22550198

研究課題名(和文)革新的有機デバイスを目指した新規オリゴチオフエン含有ケイ素ポリマーの開発

研究課題名(英文)Development of Novel Silicon Polymers Containing Oligothiophenes for the Innovative Organic Devices

研究代表者

今榮 一郎 (Imae, Ichiro)

広島大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：90293399

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円、(間接経費) 990,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、優れた電子物性が期待できるオリゴチオフエンを含むポリマーを、ケイ素化合物特有の反応性を利用して合成した。また、得られるポリマーは三次元ネットワーク状であるため機械的強度に優れているうえ、ガラスやITO(インジウム錫酸化物)のような金属酸化物基板表面と強固に密着できることも見出した。

また、導入するオリゴチオフエンの鎖長や置換基を制御することにより、導電性やイオン化ポテンシャルなどの物性を自在に制御することに成功した。

研究成果の概要(英文)：In this study, oligothiophene-containing polymers were synthesized using the reactivity of silicon compounds. It was found that the resulting polymers showed the high mechanical strength due to their three-dimensional network structures, and the excellent adhesiveness with the metal oxide substrates such as silica glass and ITO (Indium Tin Oxide).

It was also found that the electrical conductivities and ionization potentials of the polymer films could be tuned by the chain length and substituents of oligothiophenes.

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：オリゴチオフエン ポリシルセスキオキサン 重縮合 金属酸化物 電気化学的ドーピング 電気伝導度

1. 研究開始当初の背景

近年、有機ELディスプレイや有機薄膜太陽電池といった有機エレクトロニクスデバイスが基礎・応用の両面から高い関心を集めている。これらのデバイスでは、ITO電極と有機活性層(有機ELディスプレイにおける発光層や電荷輸送層、有機薄膜太陽電池における電荷発生層や電荷輸送層)の間での効率的な電荷の受け渡しを目的として、導電性高分子であるポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)-ポリ(スチレンスルホン酸)(PEDOT-PSS)が用いられることがある。このPEDOT-PSSは、水分散液が市販品として容易に入手でき、スピコート法によりITO電極上に簡単に塗布できるうえ、得られた膜は比較的高い導電性を示すとともに、可視光領域の透明性に優れるといった特徴を有するため、上述のような役割を果たすことができる。しかしながら、PEDOT-PSSはITO電極との密着性が低いため、長期間使用すると電極表面から剥離するというデバイス寿命という観点から深刻な問題点を抱えていた。

2. 研究の目的

申請者はこの問題点を克服する目的で、ポリシルセスキオキサン(PSQ)の反応性に着目した。PSQはポリマー末端にシラノール基が残存し、これがITO表面に存在する水酸基と脱水縮合し、共有結合を介して強固にITO表面に固定できる。また、PSQはケイ素原子上に有機置換基を1つ有することができるため、この有機置換基として導電性を示す化合物であるオリゴチオフェンを導入すれば、ポリマーを塗布するだけでオリゴチオフェンがPSQネットワークを介してITO表面に強固に固定できる。この特徴を利用すればポリマー膜の剥離を抑制できるため、デバイスの長寿命化が期待できる。また導入したオリゴチオフェンも膜内で相分離せず均一分散するため電荷移動も円滑に行える。

そこで本研究では申請者が最近見出したオリゴチオフェンを有するPSQの優れた機能を、有機エレクトロニクスデバイス用修飾電極として応用し、革新的機能を有するデバイス開発設計指針の確立を目指す。本目的を達成するために本研究では、現時点ではまだ実用レベルに達していない様々な課題として、ポリマーの密着性、透明性、導電性の向上、仕事関数の制御について検討する。具体的には重合条件の最適化、酸化状態(ドーピング率)の制御、鎖長や置換基の異なるオリゴチオフェンのポリマーへの導入について検討する。

3. 研究の方法

(1)チオフェン8量体を含むPSQの合成

本研究課題の妥当性を検討する目的で、まずはチオフェン8量体(オクチチオフェン)を含むPSQ膜を作製し、その機械的、光学的、電気化学的、電気的性質を調査する。

(2)異なる共役鎖長を有するオリゴチオフェンを含むPSQの合成

共役鎖長の異なるオリゴチオフェン(具体的にはチオフェン8、10、12量体)を合成し、その光学的、電気化学的、電気的性質を評価する。また、膜と金属酸化物基板との密着性を評価する目的で、これらのポリマーをガラス基板上にスピコートして得た膜の引っかかり硬度試験も行う。

(3)導入するオリゴチオフェンの広範化

導入するオリゴチオフェンの広範化を目指し、異なる種類の置換基を有するオリゴチオフェンを合成し、その分子特性を分子構造と関連付けて解明する。

4. 研究成果

(1)チオフェン8量体を含むPSQの合成

オクチチオフェンを有するPSQを合成し、その膜の電気化学的ドーピングを行ったところ、ドーピング時に印加する電圧に依存して生成する酸化種が一電子酸化種から二電子酸化種へと変化し、最終的には膜内のオリゴチオフェンがすべて二電子酸化されていることを明らかにした。その際、ドーピング率に依存して電気伝導度が 10^6 S cm^{-1} から 10^3 S cm^{-1} まで劇的に変化することも見出した。以上の結果は、王立化学協会誌“*Polymer Chemistry*”誌に高い評価を得て掲載された(*Polymer Chemistry*, vol.2, pp. 868-872 (2011))。

(2)異なる共役鎖長を有するオリゴチオフェンを含むPSQの合成

オリゴチオフェンユニットとして、チオフェン10量体ならびに12量体を有するポリシルセスキオキサンを合成し、その諸物性についてオリゴチオフェン骨格と関連付けて検討した。その結果、得られたポリマーの電気伝導度はオリゴチオフェン部分の共役鎖長が長くなるにつれて高くなる傾向があることが分かった。また、これらの物性には両末端に導入したシルセスキオキサンのネットワーク構造が大きく影響していることも分かった。

(3)導入するオリゴチオフェンの広範化

導入するオリゴチオフェンユニットの広範化を求めて、アルコキシ基を有するチオフェン環を部分的に含むオリゴチオフェンの合成にも着手した。得られたオリゴチオフェンはドナー性置換基の影響により酸化電位が劇的に低下することが分かった。

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28件)

1. Imae, Ichiro; Imabayashi, Saki; Komaguchi, Kenji; Tan, Zhifang; Ooyama, Yousuke; Harima, Yutaka, “Synthesis and electrical properties of novel oligothiophenes partially containing 3,4-ethylenedioxythiophenes”, *RSC Advances*, **4**(5), 2501-2508 (2014). (査

読有)

2. Tan, Zhifang; Imae, Ichiro; Komaguchi, Kenji; Ooyama, Yousuke; Ohshita, Joji; Harima, Yutaka, "Effects of π -conjugated side chains on properties and performances of photovoltaic copolymers", *Synthetic Metals*, **187**, 30-36 (2014). (査読有)
3. Jiang, Xiaoqing; Setodoi, Sunao; Fukumoto, Saki; Imae, Ichiro; Komaguchi, Kenji; Yano, Jun; Mizota, Haruo; Harima, Yutaka, "An easy one-step electrosynthesis of graphene/polyaniline composites and electrochemical capacitor", *Carbon*, **67**, 662-672 (2014). (査読有)
4. Harima, Yutaka; Fujita, Takuya; Kano, Yuta; Imae, Ichiro; Komaguchi, Kenji; Ooyama, Yousuke; Ohshita, Joji, "Lewis-acid sites of TiO₂ surface for adsorption of organic dye having pyridyl group as anchoring unit", *Journal of Physical Chemistry C*, **117**(32), 16364-16370 (2013). (査読有)
5. Tan, Zhifang; Imae, Ichiro; Ooyama, Yousuke; Komaguchi, Kenji; Ohshita, Joji; Harima, Yutaka, "Low bandgap polymers with benzodithiophene and bisthiénylacrylonitrile units for photovoltaic applications", *European Polymer Journal*, **49**(6), 1634-1641 (2013). (査読有)
6. Ooyama, Yousuke; Yamaguchi, Naoya; Imae, Ichiro; Komaguchi, Kenji; Ohshita, Joji; Harima, Yutaka, "Dye-sensitized solar cells based on D- π -A fluorescent dyes with two pyridyl groups as an electron-withdrawing-injecting anchoring group", *Chemical Communications*, **49**(25), 2548-2550 (2013). (査読有)
7. 矢野 潤; 今栄 一郎; 播磨 裕, "グラフェン/ポリアニリン膜の「電気二重層キャパシタ」としての応用", *月刊マテリアルステージ*, **13**(7), 51-55 (2013). (査読無)
8. Imae, Ichiro; Takayama, Shotaro; Tokita, Daisuke; Ooyama, Yousuke; Komaguchi, Kenji; Ohshita, Joji; Harima, Yutaka, "Synthesis of a novel family of polysilsesquioxanes having oligothiophenes with well-defined structures", *International Journal of Polymer Science*, **2012**, 484523 (10 pp.) (2012). (査読有)
9. Kano, Yuta; Kushimoto, Kohei; Komaguchi, Kenji; Ooyama, Yousuke; Imae, Ichiro; Ohshita, Joji; Harima, Yutaka, "Intermolecular distances of carboxylated TEMPO derivatives on TiO₂ evaluated by spin-probe ESR", *Physical Chemistry Chemical Physics*, **14**(46), 15988-15990 (2012). (査読有)
10. Imae, Ichiro; Nakamura, Yuto; Komaguchi, Kenji; Ooyama, Yousuke; Ohshita, Joji; Harima, Yutaka, "Development of a simple method for fabrication of transparent conductive films with high mechanical strength", *Science and Technology of Advanced Materials*, **13**(4), 045005 (5 pp.) (2012). (査読有)
11. Imae, Ichiro; Tokita, Daisuke; Ooyama, Yousuke; Komaguchi, Kenji; Ohshita, Joji; Harima, Yutaka, "Oligothiophenes incorporated in a polysilsesquioxane network: application to tunable transparent conductive films", *Journal of Materials Chemistry*, **22**(32), 16407-16415 (2012). (査読有)
12. Ide, Yusuke; Kagawa, Noriko; Itakura, Masaya; Imae, Ichiro; Sadakane, Masahiro; Sano, Tsuneji, "Effective and selective bisphenol A synthesis on a layered silicate with spatially arranged sulfonic acid", *ACS Applied Materials & Interfaces*, **4**(4), 2186-2191 (2012). (査読有)
13. Imae, Ichiro; Imabayashi, Saki; Korai, Keisuke; Mashima, Takahiro; Ooyama, Yousuke; Komaguchi, Kenji; Harima, Yutaka, "Electrosynthesis and charge-transport properties of poly(3',4'-ethylenedioxy-2,2':5',2"-terthiophene)", *Materials Chemistry and Physics*, **131**(3), 752-756 (2012). (査読有)
14. Ooyama, Yousuke; Yamaguchi, Naoya; Inoue, Shogo; Nagano, Tomoya; Miyazaki, Eigo; Fukuoka, Hiroshi; Imae, Ichiro; Komaguchi, Kenji; Ohshita, Joji; Harima, Yutaka, "Mechanofluorochromism of carbazole-type D- π -A fluorescent dyes", *Tetrahedron*, **68**(2), 529-533 (2012). (査読有)
15. Ooyama, Yousuke; Nagano, Tomoya; Inoue, Shogo; Imae, Ichiro; Komaguchi, Kenji; Ohshita, Joji; Harima, Yutaka, "Dye-sensitized solar cells based on donor- π -acceptor fluorescent dyes with a pyridine ring as an electron-withdrawing-injecting anchoring group", *Chemistry - A European Journal*, **17**(52), 14837-14843 (2011). (査読有)
16. Ooyama, Yousuke; Matsugasako, Ai; Nagano, Tomoya; Oka, Kazuyuki; Kushimoto, Kohei; Komaguchi, Kenji; Imae, Ichiro; Harima, Yutaka, "Fluorescence PET (photo-induced electron transfer) sensor for water based on anthracene-amino acid", *Journal of Photochemistry and Photobiology, A:*

- Chemistry*, **222**(1), 52-55 (2011). (査読有)
17. Ooyama, Yousuke; Inoue, Shogo; Nagano, Tomoya; Kushimoto, Kohei; Ohshita, Joji; Imae, Ichiro; Komaguchi, Kenji; Harima, Yutaka, "Dye-sensitized solar cells based on donor-acceptor π -conjugated fluorescent dyes with a pyridine ring as an electron-withdrawing anchoring group", *Angewandte Chemie, International Edition*, **50**(32), 7429-7433 (2011). (査読有)
 18. Harima, Yutaka; Setodoi, Sunao; Imae, Ichiro; Komaguchi, Kenji; Ooyama, Yousuke; Ohshita, Joji; Mizota, Haruo; Yano, Jun, "Electrochemical reduction of graphene oxide in organic solvents", *Electrochimica Acta*, **56**(15), 5363-5368 (2011). (査読有)
 19. Imae, Ichiro; Tokita, Daisuke; Ooyama, Yousuke; Komaguchi, Kenji; Ohshita, Joji; Harima, Yutaka, "Charge transport properties of polymer films comprising oligothiophene in silsesquioxane network", *Polymer Chemistry*, **2**(4), 868-872 (2011). (査読有)
 20. Ooyama, Yousuke; Matsugasako, Ai; Oka, Kazuyuki; Nagano, Tomoya; Sumomogi, Minako; Komaguchi, Kenji; Imae, Ichiro; Harima, Yutaka, "Fluorescence PET (photo-induced electron transfer) sensors for water based on anthracene-boronic acid ester", *Chemical Communications*, **47**(15), 4448-4450 (2011). (査読有)
 21. Ooyama, Yousuke; Sumomogi, Minako; Nagano, Tomoya; Kushimoto, Kohei; Komaguchi, Kenji; Imae, Ichiro; Harima, Yutaka, "Detection of water in organic solvents by photo-induced electron transfer method", *Organic & Biomolecular Chemistry*, **9**(5), 1314-1316 (2011). (査読有)
 22. Ooyama, Yousuke; Shimada, Yoshihito; Inoue, Shogo; Nagano, Tomoya; Fujikawa, Youhei; Komaguchi, Kenji; Imae, Ichiro; Harima, Yutaka, "New molecular design of donor- π -acceptor dyes for dye-sensitized solar cells: control of molecular orientation and arrangement on TiO₂ surface", *New Journal of Chemistry*, **35**(1), 111-118 (2011). (査読有)
 23. Ooyama, Yousuke; Nagano, Tomoya; Inoue, Shogo; Imae, Ichiro; Komaguchi, Kenji; Harima, Yutaka, "Dye-sensitized solar cells based on D- π -A fluorescent dyes with pyridine ring forming strong interaction with nanocrystalline TiO₂", *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, **83**(9), 1113-1121 (2010). (査読有)
 24. Ooyama, Yousuke; Ito, Genta; Fukuoka, Hiroshi; Nagano, Tomoya; Kagawa, Yusuke; Imae, Ichiro; Komaguchi, Kenji; Harima, Yutaka, "Mechanofluorochromism of heteropolycyclic donor- π -acceptor type fluorescent dyes", *Tetrahedron*, **66**(36), 7268-7271 (2010). (査読有)
 25. Harima, Yutaka; Ishiguro, Yasushi; Komaguchi, Kenji; Imae, Ichiro; Ooyama, Yousuke, "Optical absorption spectrum of pentacene cation radicals measured by charge-modulation spectroscopy", *Chemical Physics Letters*, **495**(4-6), 228-231 (2010). (査読有)
 26. Ooyama, Yousuke; Ito, Genta; Kushimoto, Kohei; Komaguchi, Kenji; Imae, Ichiro; Harima, Yutaka, "Synthesis and fluorescence and electrochemical properties of D- π -A structural isomers of benzofuro[2,3-*c*]oxazolo[4,5-*a*]carbazole-type and benzofuro[2,3-*c*]oxazolo[5,4-*a*]carbazole-type fluorescent dyes", *Organic & Biomolecular Chemistry*, **8**(12), 2756-2770 (2010). (査読有)
 27. Li, Zongpeng; Guan, Hongtao; Yu, Ning; Xu, Qun; Imae, Ichiro; Wei, Junyu, "Conjugated polymer poly(2-methoxy-5-(3',7'-dimethyloctyloxy)-1,4-phenylenevinylene) modification on carbon nanotubes with assistance of supercritical carbon dioxide: chemical interaction, solubility, and light emission", *Journal of Physical Chemistry C*, **114**(22), 10119-10125 (2010). (査読有)
 28. Harima, Yutaka; Komaguchi, Kenji; Oka, Kazuyuki; Maruoka, Takanori; Imae, Ichiro; Ooyama, Yousuke, "Trapping of atomic hydrogens in cage-shaped silsesquioxanes by electric discharge", *Chemical Communications*, **46**(12), 2076-2078 (2010). (査読有)
- [学会発表](計 37 件)
1. 多田直史, 佐川仁志, 今栄一郎, 駒口健治, 播磨裕, "アルコキシ置換オリゴチオフェンを含む新規 D-A 型高分子の合成と物性", 日本化学会第 94 春季年会, 2014.3.30, 名古屋市.
 2. 今栄一郎, "有機系太陽電池を目指した新規 π 共役系化合物の開発", 平成 25 年度第 2 回環境・エネルギー研究交流会(招待講演), 2014.1.15, 広島市.
 3. 伊藤陽平, 今栄一郎, 駒口健治, 大山陽介, 播磨裕, "ジケトピロロピロール含有新規色素の構造と物性", 2013 年日本化学会中国四国支部大会, 2013.11.16, 東広島市.

4. 荻野亮, 今栄一郎, 駒口健治, 大山陽介, 播磨裕, “部分的に EDOT を含むポリチオフェンの合成と物性”, 2013 年日本化学会中国四国支部大会, 2013.11.17, 東広島市.
5. Tan, Zhifang; Imae, Ichiro; Komaguchi, Kenji; Ooyama, Yousuke; Ohshita, Joji; Harima, Yutaka, “Effect of conjugated side-chain with/without electron-deficient group on the photovoltaic properties”, 2013 年日本化学会中国四国支部大会, 2013.11.17, 東広島市.
6. 佐川仁志, 今栄一郎, 駒口健治, 大山陽介, 播磨裕, “EDOT 含有新規 D-A 型高分子の構造と物性”, 2013 年日本化学会中国四国支部大会, 2013.11.17, 東広島市.
7. 秋山勇貴, 今栄一郎, 駒口健治, 大山陽介, 播磨裕, “アルコキシ基を有する新規オリゴチオフェンの合成と物性”, 2013 年日本化学会中国四国支部大会, 2013.11.17, 東広島市.
8. 今栄一郎, 今林沙樹, 駒口健治, 大山陽介, 播磨裕, “EDOT 含有新規オリゴチオフェンの合成と物性”, 第 62 回高分子討論会, 2013.9.11, 金沢市.
9. 伊藤陽平, 今栄一郎, 大山陽介, 駒口健治, 播磨裕, “EDOT を含む新規 D- π -A 型化合物の色素増感太陽電池への応用”, 第 62 回高分子討論会, 2013.9.11, 金沢市.
10. 佐川仁志, 今栄一郎, 大山陽介, 駒口健治, 播磨裕, “有機薄膜太陽電池を志向した EDOT 含有新規 D-A 型高分子の開発”, 第 62 回高分子討論会, 2013.9.12, 金沢市.
11. 荻野亮, 今栄一郎, 駒口健治, 大山陽介, 播磨裕, “EDOT 含有ポリチオフェンの電気的性質”, 第 62 回高分子討論会, 2013.9.13, 金沢市.
12. Imae, Ichiro; Imabayashi, Saki; Komaguchi, Kenji; Ooyama, Yousuke; Harima, Yutaka, “Synthesis of EDOT-containing oligothiophenes with well-defined structures”, International Symposia on Advancing the Chemical Sciences (ISACS10), 2013.6.19, 京都市.
13. Sagawa, Hitoshi; Imae, Ichiro; Ooyama, Yousuke; Komaguchi, Kenji; Harima, Yutaka, “Synthesis of novel EDOT-containing π -conjugated functional polymers by direct C-H coupling and their properties”, International Symposia on Advancing the Chemical Sciences (ISACS10), 2013.6.19, 京都市.
14. 荻野亮, 今栄一郎, 大山陽介, 駒口健治, 播磨裕, “EDOT-ヘキシルチオフェン交互共重合体の合成と物性”, 第 62 回高分子学会年次大会, 2013.5.30, 京都市.
15. 佐川仁志, 今栄一郎, 大山陽介, 駒口健治, 播磨裕, “直接 C-H カップリングを用いた EDOT 含有新規ポリチオフェンの合成と物性”, 第 62 回高分子学会年次大会, 2013.5.30, 京都市.
16. 伊藤陽平, 今栄一郎, 大山陽介, 駒口健治, 播磨裕, “ジケトピロピロールを含む新規色素の合成と光電変換特性”, 第 62 回高分子学会年次大会, 2013.5.31, 京都市.
17. 今栄一郎, “高性能有機電界効果トランジスタのための新技術開発”, 5 大学連携事業「第 2 回化学分野における大学研究シーズ説明会」(招待講演), 2012.11.30, 岡山市.
18. 今栄一郎, 中村悠人, 駒口健治, 大山陽介, 大下浄治, 播磨裕, “高強度透明導電膜を志向した PEDOT・シリカ複合膜の作製”, 第 31 回無機高分子研究討論会, 2012.11.9, 東京都.
19. Imae, Ichiro, “Poly/oligothiophene-based organic-inorganic hybrid materials”, South-Central University of Nationalities Seminar(招待講演), 2012.9.10, Wuhan (P. R. China).
20. 今栄一郎, 真島隆浩, 駒口健治, 大山陽介, 播磨裕, “エチレンジオキシチオフェンを部分的に含むポリアルキルチオフェンの合成と物性”, 第 61 回高分子学会年次大会, 2012.5.29, 横浜市.
21. 今栄一郎, 中村悠人, 駒口健治, 大下浄治, 森原靖, 杉岡尚, 播磨裕, “PEDOT-SiO₂ 複合膜の作製と高強度透明導電膜への応用”, 日本化学会第 91 春季年会, 2012.3.26, 横浜市.
22. 今栄一郎, 真島隆浩, 駒口健治, 大山陽介, 播磨裕, “EDOT 含有ポリチオフェンの合成と物性”, 日本化学会第 91 春季年会, 2012.3.28, 横浜市.
23. 今栄一郎, “有機系太陽電池を志向した新規 EDOT 含有オリゴチオフェン誘導体の開発”, ちゅうごく産業創造センター「有機太陽電池のための要素材料・要素技術の開発」第 3 回研究会(招待講演), 2012.3.9, 松江市.
24. 今栄一郎, “エチレンジオキシチオフェン含有オリゴチオフェンの合成と誘導体化 ~色素増感太陽電池・有機薄膜太陽電池用材料への応用~”, ~中国地域太陽電池フォーラム~ 産学官ビジネスマッチング交流会, 2011.12.13, 広島市.
25. 築山一樹, 今栄一郎, 大山陽介, 駒口健治, 播磨裕, “チオール基を有する新規液晶性化合物の合成と面内配向制御用単分子膜へ

- の応用”, 2011 年日本化学会西日本大会, 2011.11.12, 徳島市.
26. 今林沙樹, 今栄一郎, 大山陽介, 駒口健治, 播磨裕, “エチレンジオキシチオフェンを有する新規オリゴチオフェンの合成と電気特性”, 2011 年日本化学会西日本大会, 2011.11.12, 徳島市.
27. 高麗敬介, 今栄一郎, 大山陽介, 駒口健治, 播磨裕, “可視光領域に幅広い吸収を有する新規有機色素の合成と色素増感太陽電池への応用”, 2011 年日本化学会西日本大会, 2011.11.12, 徳島市.
28. 真島隆浩, 今栄一郎, 大山陽介, 駒口健治, 播磨裕, “エチレンジオキシチオフェンを有する可溶性ポリチオフェンの合成”, 2011 年日本化学会西日本大会, 2011.11.12, 徳島市.
29. Imae, Ichiro, “Synthesis of lengthy oligothiophenes comprised in polysilsesquioxane network”, The 8th International Symposium on Advanced Materials in Asia-Pacific Rim (ISAMAP-8) (招待講演), 2011.11.3, Busan (Korea).
30. 今栄一郎, 時田大輔, 大山陽介, 駒口健治, 大下浄治, 播磨裕, “構造制御したオリゴチオフェンを有する新規シルセスキオキサンポリマーの合成と電気伝導性”, 第 60 回高分子討論会, 2011.9.28, 岡山市.
31. 今栄一郎, 今林沙樹, 高麗敬介, 真島隆浩, 大山陽介, 駒口健治, 播磨裕, “エチレンジオキシチオフェンを部分的に含むポリチオフェンの電解合成と光電物性”, 第 60 回高分子討論会, 2011.9.29, 岡山市.
32. 今栄一郎, “光・電子機能性シルセスキオキサンポリマーの開発”, 11-1 無機高分子研究会 セミナー (招待講演), 2011.9.23, 熱海市.
33. Imae, Ichiro; Tokita, Daisuke; Ooyama, Yousuke; Komaguchi, Kenji; Ohshita, Joji; Harima, Yutaka; Sugioka, Takashi, “Synthesis of polysilsesquioxane having oligothiophene and its optical, electrochemical, electrical and mechanical properties”, The 2nd International Conference on Multifunctional, Hybrid and Nanomaterials (Hybrid Materials 2011), 2011.3.6, Strasbourg (France).
34. 今栄一郎, 時田大輔, 大山陽介, 駒口健治, 大下浄治, 播磨裕, 杉岡尚, “ π 共役系オリゴチオフェンを含むシルセスキオキサンポリマーの合成と物性”, 第 14 回ケイ素化学協会シンポジウム, 2010.11.19, 静岡市.
35. Imae, Ichiro, “Synthesis and properties of polysilsesquioxanes having oligothiophenes”, The 7th International Symposium on Advanced Materials in Asia-Pacific Rim (ISAMAP-7) (招待講演), 2010.9.30, 能美市.
36. 今栄一郎, “電子物性を自在に制御できる新規透明導電膜材料を目指した材料設計”, 日本学術振興会 情報科学用有機材料 第 142 委員会 C 部会 第 41 回研究会 (招待講演), 2010.9.3, 宇治市.
37. 今栄一郎, “ π 電子系置換基を有するポリシルセスキオキサンの合成と基板表面への機能付与”, 第 52 回中国四国産学連携化学フォーラム (招待講演), 2010.4.9, 東広島市.
- 〔図書〕(計 2 件)
1. 今栄一郎, シーエムシー出版, “シルセスキオキサン材料の最新技術と応用”, 2013, 278.
2. 今栄一郎, 情報機構, “仕事関数 / イオン化ポテンシャルの計測・評価と制御・利用 事例集”, 2010, 353.
- 〔その他〕
ホームページ等
<http://home.hiroshima-u.ac.jp/ima/>
6. 研究組織
- (1) 研究代表者
今栄 一郎 (IMAE ICHIRO)
広島大学・大学院工学研究院・准教授
研究者番号 : 90293399
- 研究者番号 :
- (2) 研究分担者
なし ()
- 研究者番号 :
- (3) 連携研究者
なし ()
- 研究者番号 :