

平成 21年 6月 3日現在

研究種目：特定領域研究

研究期間：2005～2008

課題番号：17067014

研究課題名（和文） 共役ポリマーの階層ナノ界面における新規電子機能の創成

研究課題名（英文） Development of novel functions created at hierarchical nano-interface with conjugated polymers

研究代表者

金藤 敬一 (KANETO KEIICHI)

九州工業大学・大学院生命体工学研究科・生体機能専攻

研究者番号：70124766

研究成果の概要：発達した二重結合構造を有する導電性高分子の半導体特性や光学的特性、電気化学特性について下記の新しい機能応用の開発を行った。

- (1) 溶媒に可能な二つの有機半導体材料の混合や積層化を行い、素子性能評価やC-MOSインバーターの試作を行った。
- (2) 接合の電気特性と光発光特性の相関性を明らかにした。
- (3) 光メモリー型有機FET素子を試作した。
- (4) ソフトアクチュエータのトレーニング効果を明らかにした。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	6,500,000	0	6,500,000
2006年度	8,100,000	0	8,100,000
2007年度	8,400,000	0	8,400,000
2008年度	8,000,000	0	8,000,000
総計	23,800,000	0	23,800,000

研究分野：

科研費の分科・細目：

キーワード：有機半導体、トランジスタ、ホトルミネッセンス、メモリー、アクチュエータ

1. 研究開始当初の背景

昨今のシリコン半導体テクノロジーの躍進の一方で、ムーアの法則に沿った更なる半導体素子群の微細化、高速化の可能性について懐疑的意見が寄せられている。いわゆる「イノベーションのジレンマ」を半導体産業全般への視点で見ると、半導体性能の面では大きく溝をあけられている有機エレクトロニクスは、一方で半導体産業に破壊的イノベーションを与えるポテンシャルを有している。高分子素材に特有の「やわらかさ」や、有機材料群により可能となる可溶性半導体が提供するプロセス的特長は、これまでに無

い全く新しい電子素子群を π 共役系材料で構築できる可能性を示している。

2. 研究の目的

本研究は、共役系ポリマーの有する「やわらかさ」や、可溶性から与えられる「ウェット性」に着目し、 π 電子共役系材料群或いは他の材料群とで容易に形成される積層構造体、ナノ分散接合界面から創成される新規な界面機能を開拓し、デバイス化による評価と、新規機能の可能性について評価検討を行った。

3. 研究の方法

(1) 典型的なp型半導体特性を示す導電性高分子ポリ-3-ヘキシルチオフェン(P3HT)は、n型半導体特性を示す可溶性フラレン(PCBM)との間で、共溶媒中から形成した複合膜は両キャリア輸送性(アンバイポーラ性)が発現することが予測される。ここでは各キャリア輸送特性を電界効果法やタイムオブフライト法等で評価した。また、輸送特性の向上を目指して積層構造薄膜を形成し、輸送特性の変化について調査した。更に、アンバイポーラ型電界効果トランジスタ(OFET)は有機半導体材料による特異な特性を有しており、その応用性が検討されている。一方、この材料では両キャリアとも輸送に貢献するため、アンバイポーラOFETの入力インピーダンスを低下させることは難しい。本研究では、無機半導体で形成する反転層スイッチングに類似した構造を当該素子に導入する手法を導入し、インピーダンス向上を図った。

(2) P3HTは浅い仕事関数を有する金属との間でショットキー接合を形成すると考えられている。P3HTの半導体性能を明示する意味で、ショットキー接合部の空乏層厚み変動を明確に観測することは、一連の π 電子共役系材料群の半導体物性が、無機半導体材料のそれと類似した接合部での電子構造の変調効果を証明付けるために、きわめて重要な実験的証拠を提供する。本研究では、P3HTのフォトルミネッセンス(PL)消光に着目し、光学的手法を用いて、バイアスによる空乏層厚み変動を直接観察した。

(3) P3HTとアルミニウム薄膜との間で形成される空乏層は、光キャリア形成に貢献する。空乏層はアルミ-P3HTのフェルミ順位の違いで創成されるが、これに光キャリアを注入した場合、アルミ部への電荷充電が生じ、光メモリー性が生じることが考えられる。ここでは、P3HT/Alをチャンネルに有する有機電界効果トランジスタ(OFET)について、光メモリー特性を評価検討した。

(4) 共役系ポリマーの電気化学活性を用いたアクチュエータについて、生じるフィルム変形として、特に高加重の負荷印加に伴うクリープ現象を電気化学アクチュエータへのトレーニング効果として位置づけ、その機能性を検討した。

4. 研究成果

(1) 【溶液プロセスで形成する両極性輸送電界効果トランジスタ】P3HTとPCBM混合膜によるOFETは、明瞭なアンバイポーラ特性を示すことがわかった。また、P3HT、PCBMの混合比で計測されるホール、電子各移動度は、混合比に明確に依存し、その強度は約2桁以上の変動を示すことがわかった[3]。

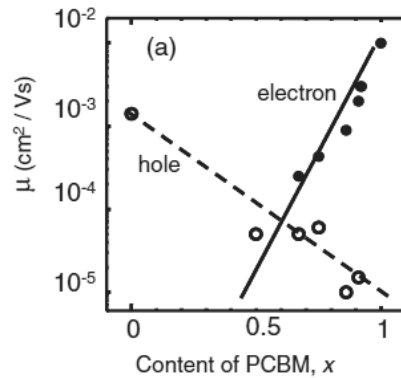


図1 P3HT対PCBM混合率と移動度の関係[3]
移動度低下を抑制する手法として、溶液プロセスから作成する積層型アンバイポーラOFETの作成法を提案した[7]。混合膜型アンバイポーラOFETは一見、補償型インバータ回路(C-MOS)として駆動することが報告されているが、本手法では入力インピーダンスが極めて低く、C-MOSとしての価値が無い事を示すと共に、電極注入層にアクセプター性、若しくはドナー性有機層を挿入することで、明確にキャリア輸送が単一化することを示した。本手法で試作したC-MOSが高い入力インピーダンスを有することを例示した[11]。

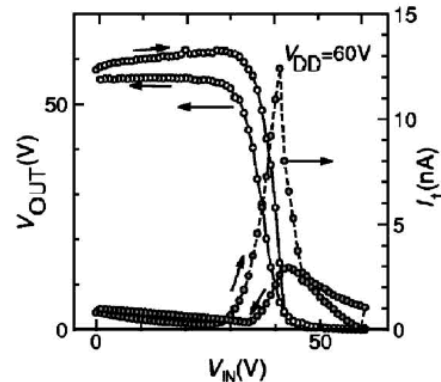


図2 注入層による両キャリアOFET型C-MOSインバータの出力特性とリーク抑制[11]
(2) 【フォトルミネッセンス消光を用いた金属/高分子半導体界面の特性解析】

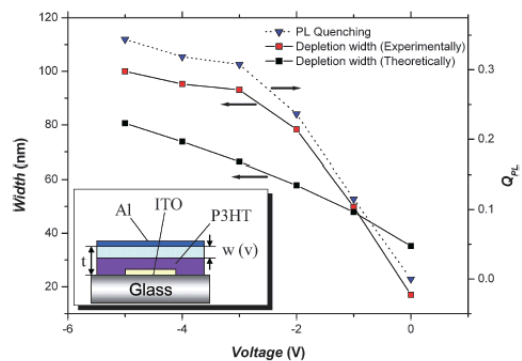
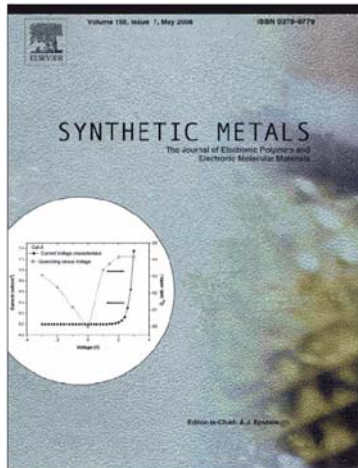


図3 PL消光とモット-ショットキープロットの相関性[12]

P3HT は比較的乱れた凝集構造体で比較的明瞭なホトルミネッセンス(PL)発光を示す。一方 π 電子共役系の PL は外部電場印加により、容易に PL 消光を示す。即ち、 π 電子共役系材料の PL 消光の強度は、分子が配置された場所での電場強度に高感度に相関する。この原理を用いることで、P3HT 薄膜内に形成された空乏層厚みの外部電場変調効果を観察する手法を提案した。

本手法は従来、モットーショットキープロットを用いた空乏層厚み変動の見積りに対し、PL も空乏層厚み変動に応じた消光変動を示し、光学的手法でも空乏層変調効果を確認出来ることを示しており、有機半導体中の空乏層形成とその厚み変動が、無機半導体と同様にバイアス変調していることを光学的に検証できた点で高く評価される。本論文は、2007年3月期の *Applied Physics Express* の月間ダウンロード数の中で第8位となった。更に本手法を用いて、キャリア流入による PL 消光の可能性についても議論した。本論文の評価データは、*Synthetic Metals* Vol.158 Issue 7 の表紙に掲載された。



(3) 【光メモリー機能の創成】Al/P3HT 接合界面での空乏層形成による電子構造変調を利用した光メモリー機能を有する OFET を提案した。メモリー性能は優れなかったものの、比較的明確なメモリー効果を例示した。本検討は今後 OFET を用いたメモリー素子を構築する上で、素子構造の指針を与える点で評価できる。

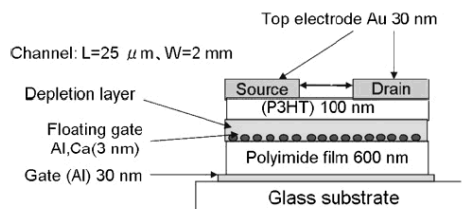


図 4 提案されたショットキーフローティングゲートを有する光メモリーOFET の素子構造[13]

(4) 【ソフトアクチュエータのトレーニン

グ効果】 π 電子共役系ポリマーもまた高分子物性の特性を有した力学物性を呈する。電気化学アクチュエータに過剰な負荷を印加した場合、基本長が著しく変調する「電気化学クリープ」を呈する。過剰負荷印加下での繰り返し変形の後負荷を開放した場合、変形量に変動する現象が見られた。これは、荷重印加により電気化学刺激を印加した結果、電気化学的に現れた変形の変調効果であることから、電気化学トレーニング効果として位置づけられ、今後の本機能活用が期待される。

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 17 件)

[1] W. Takashima, K. Kanamori, S.S. Pandey, K. Kaneto, "Patternable bi-ionic actuator: an example of new functionality of actuation, folding and unfolding of electrochemical spring", *Sens. Actuators B* 110:120-124. (2005) 査読有

[2] T. Morita, W. Takashima, K. Kaneto, "Characteristics of field effect transistors based on fullerene derivatives", *Jpn. J. Appl. Phys.*, 46:L256-258. (2007) 査読有

[3] M. Shibao, T. Morita, W. Takashima, K. Kaneto, "Ambipolar transport in field-effect transistors based on composite films of poly(3-hexylthiophene) and fullerene derivative", *Jpn. J. Appl. Phys.*, 46: L123-L125. (2007) 査読有

[4] A. K. Mukherjee, A. K. Thakur, W. Takashima, K. Kaneto, "Minimization of contact resistance between metal and polymer by surface doping", *J. Phys.D: Appl. Phys.*, 40:1789-1793 (2007) 査読有

[5] D. M. G. Preethichandra, A. K. Thankur, W. Takashima, K. Kaneto "A combined bi-ionic polymer actuator with unidirectional extension against bipolar excitations", *Sens. Actuators B*, 122:587-590 (2007) 査読有

[6] K. Kaneto, H. Fujisue, M. Kunifusa, W. Takashima, "Conducting polymer soft actuators based on polypyrrole films-energy conversion efficiency", *Smart Mater. Struct.*, 16:S250-255 (2007) 査読有

[7] K. Kaneto, M. Yano, M. Shibao, T. Morita, W. Takashima, "Ambipolar field-effect transistors based on poly(3-hexylthiophene)/fullerene derivative bilayer films", *Jpn. J. Appl. Phys.*, 46:1736-1738. (2007) 査読有

[8] A. K. Thakur, A. K. Mukherjee, D. M. G. Preethichandra, W. Takashima, K. Kaneto,

“Charge injection mechanism across the Au-poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl) interface”, *J. Appl. Phys.* 101:104508 5pages (2007) 査読有

[9] H. Fujisue, T. Sendai, K. Yamato, W. Takashima, K. Kaneto, “Work behaviors of artificial muscle based on cation driven polypyrrole”, *Bioinsp. Biomim.*, 2:S1-S5 (2007) 査読有

[10] W. Takashima, K. Hayashi, K. Kaneto, “Force Detection with Donnan equilibrium in polypyrrole film”, *Electrochem. Commun.* 9:2056-2061 (2007) 査読有

[11] W. Takashima, T. Murasaki, S. Nagamatsu, T. Morita, K. Kaneto, “Unipolarization of ambipolar organic field effect transistors toward high-impedance complementary metal-oxide-semiconductor circuits”, *Appl. Phys. Lett.* 91(7):071905 (2007) 査読有

[12] V. Singh, A.K. Thakur, S.S. Pandey, W. Takashima, K. Kaneto “Characterization of depletion layer using photoluminescence technique” *Appl. Phys. Express* 1:021801 (2008) 査読有

[13] K. Kaneto, K. Mori, T. Morita, W. Takashima, “Memory effects in poly(3-hexylthiophene) field-effect transistors with floating gate,” *Jpn. J. Appl. Phys.*, 47:1382-1384 (2008) 査読有

[14] K. Kaneto, H. Fujisue, K. Yamato, W. Takashima, “Load dependence of soft actuators based on polypyrrole tubes”, *Thin Solid Films* 516:2808-2812 (2008) 査読有

[15] M. Shibao, T. Morita, W. Takashima, K. Kaneto “Light illumination effects in ambipolar FETs based on poly(3-hexylthiophene) and fullerene derivative composite films”, *Thin Solid Films* 516:2607-2610 (2008) 査読有

[16] V. Singh, A.K. Thakur, S.S. Pandey, W. Takashima, K. Kaneto, “Evidence of photoluminescence quenching in poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl) due to injected charge carriers” *Synth. Met.* 158:283-286 (2008) 査読有

[17] V. Singh, A.K. Thakur, S.S. Pandey, W. Takashima, K. Kaneto, “A comparative study of Al and LiF:Al interfaces with poly(3-hexylthiophene) using bias dependent photoluminescence technique”, *Org. Elect.* 9:790-796 (2008) 査読有
[学会発表] (計 67 件)

[1] 高嶋 授, 金藤敬一, オーレ インガナス “ウェット有機FET” 第55回高分子学会年会

[2] 大和 健太郎, 高嶋 授, 金藤敬一, “導電性高分子を用いたソフトアクチュエータの性能改善” 第55回高分子学会年会

[3] 金藤 敬一, 国房 正克, 大和 健太郎, 高嶋 授, “導電性高分子アクチュエータのエネルギー効率” 第55回高分子学会年会

[4] 川添晋敏, 森田壮臣, 矢野 誠, 高嶋 授, 金藤敬一, “ポリヘキシルチオフェン・カーボンナノチューブ複合膜の電界効果移動度” 第53回応用物理学関係連合講演会

[5] 森 圭子, 森田壮臣, 矢野 誠, 高嶋 授, 金藤敬一, “有機材料を用いたメモリデバイスに関する研究” 第53回応用物理学関係連合講演会

[6] Preethichandra D. M. G., 国房正克, 高嶋 授, 金藤敬一, “導電性高分子の電解重合における電場効果” 第53回応用物理学関係連合講演会

[7] 藤末久志, 高嶋 授, 金藤敬一, “導電性高分子アクチュエータにおける電解伸縮率の負荷依存性” 第53回応用物理学関係連合講演会

[8] 大和健太郎, 高嶋 授, 金藤敬一, “多孔質ポリアニリン膜の作成とその電解伸縮特性” 第53回応用物理学関係連合講演会

[9] 森田壮臣, 矢野 誠, 岡内辰夫, 高嶋 授, 金藤敬一, “オリゴチオフェン誘導体の電気的特性” 第53回応用物理学関係連合講演会

[10] 川添 晋敏, 高嶋 授, 金藤 敬一, “ポリ3ヘキシルチオフェン/カーボンナノチューブ複合膜を用いたFETの電気特性”, 第43回化学関連合同支部九州大会

[11] 芝尾 美穂, 高嶋 授, 金藤 敬一, “オールポリマーランジスタの作成”, 第43回化学関連合同支部九州大会

[12] 藤末 久志, 高嶋 授, 金藤 敬一, “導電性高分子アクチュエータの伸縮率負荷依存性”, 第43回化学関連合同支部九州大会

[13] 森 圭子, 高嶋 授, 金藤 敬一, “有機材料を用いたメモリーデバイスの作成と評価”, 第43回化学関連合同支部九州大会

[14] 森田 壮臣, 高嶋 授, 金藤 敬一, “新規な有機半導体によるFET特性”, 第43回化学関連合同支部九州大会

[15] 渡邊 賢明, アニール クマール, 高嶋 授, 金藤 敬一, “P3HT・TTF混合膜によるFETの作成及び評価”, 第43回化学関連合同支部九州大会

[16] 梶元 直靖, 高嶋 授, 金藤 敬一, “有機電界効果ランジスタの周波数応答”, 第43回化学関連合同支部九州大会

[17] 田畑 健司, 高嶋 授, 金藤 敬一, “カチオン駆動型ポリマーアクチュエータの特性評価”, 第43回化学関連合同支部九州大会

[18] 石崎 祐次, 田中 幹政, 高嶋 授, 金藤

敬一,” 導電性高分子FETのポテンシャルプロファイル”, IEICE OME2006-62 11-14

[19] 渡邊 賢明, 高嶋 授, 金藤 敬一,” 導電性高分子と金属電極間の接触抵抗に関する研究”, IEICE OME2006-64 19-22

[20] 高嶋 授, M. Andersson, 金藤 敬一, O. Inganas,” 液体ゲート型有機電界効果トランジスタ”, 第67回応用物理学学会学術講演会 31p-ZH-5

[21] 藤末久志, 千代智一, 大和健太郎, 高嶋 授, 金藤敬一,” カチオン駆動形導電性高分子アクチュエータの負荷特性”, 第67回応用物理学学会学術講演会 30p-P-3

[22] 芝尾 美穂, 森田壮臣, 森 圭子, 高嶋 授, 金藤敬一,” ポリヘキシルチオフェンとフラーレン誘導体の複合膜による両極性FETの特性”, 第67回応用物理学学会学術講演会 29p-ZH-12

[23] K. Kaneto, H. Fujisue, T. Sendai, K. Yamato, M. Kunifusa, and W. Takashima,” Load Dependence of Soft Actuators based on Polypyrrole/DBS Films, ICNME2007 SV-3 (2007/12/15)

[24] M. Shiba, T. Morita, W. Takashima, and K. Kaneto,” Ambipolar Transport in FET Based on Poly(3-hexylthiophene) and Fullerene Derivatives (PCBM) Composite Films”, ICNME2007 PSII-38

[25] 森田壮臣, 奥 慎也, 高嶋 授, 金藤敬一,” ポリイミド絶縁膜を用いた有機FETの特性”, 28a-W-11: 第54回応用物理学関係連合講演会

[26] 榎元直靖, 森田壮臣, 高嶋 授, 金藤敬一,” 有機電界効果トランジスタの周波数特性”, 28a-W-04: 第54回応用物理学関係連合講演会

[27] 村崎 勉, 高嶋 授, 永松秀一, 金藤敬一,” 有機電界効果トランジスタのキャリア注入制御”, 28a-W-03: 第54回応用物理学関係連合講演会

[28] 森田壮臣, 田中幹政, 石崎祐次, 高嶋 授, 金藤敬一,” ポリ(3-ヘキシルチオフェン)による電界効果トランジスタの雰囲気効果”, 27a-W-32: 第54回応用物理学関係連合講演会

[29] 金藤敬一, 芝尾美穂, 森田壮臣, 高嶋 授,” P3HT/PCBM複合膜FETにおける両極性輸送と照射効果”, 27a-W-20: 第54回応用物理学関係連合講演会

[30] 大和健太郎, 末松浩崇, 藤末久志, 高嶋 授, 金藤敬一,” 導電性高分子製アクチュエータのエネルギー効率の測定”, 27p-SJ-08: 第54回応用物理学関係連合講演会

[31] 金藤敬一, 川村俊介, 高嶋 授,” 電解液の違いによる導電性高分子ソフトアクチュエータの電解伸縮特性”, 27p-SJ-07: 第54回応用物理学関係連合講演会

[32] 高嶋 授, 田畑健司, 金藤敬一,” カチオン駆動型ポリマーアクチュエータの特性評価”, 27p-SJ-06: 第54回応用物理学関係連合講演会

[33] 大和健太郎, 高嶋 授, 金藤敬一,” 触媒を用いて作製した導電性高分子ポリピロール膜とその電解伸縮特性”, 27p-SJ-05: 第54回応用物理学関係連合講演会

[34] 大和健太郎, 大川 真, 高嶋 授, 金藤敬一,” ポリアニリンフィルムの厚さ方向の電解伸縮”, 27p-SJ-04: 第54回応用物理学関係連合講演会

[35] 高嶋 授, 山田紀子, 大和健太郎, 金藤敬一,” 導電性高分子のドーブ/脱ドーブによる親/疎水性の変化”, 27a-SJ-07: 第54回応用物理学関係連合講演会

[36] 加藤 慶一, 高嶋 授, 金藤 敬一,” 新規ドーパントにおけるポリピロール膜の電解伸縮”, 信学技報 OME2007 36 pp41

[37] 高嶋 授, 山田 紀子, 大和 健太郎, 金藤 敬一,” 表面処理と印刷によるポリアニリンのパターンニング”, 4p-H-2: 第68回応用物理学学会学術講演会

[38] 花田 敬弘, 森田 壮臣, 高嶋 授, 金藤 敬一,” ポリ(3-ヘキシルチオフェン)を使った光スイッチングデバイス”, 4a-D-14: 第68回応用物理学学会学術講演会

[39] 奥 慎也, 高嶋 授, 金藤 敬一,” オールポリマー型FETの特性”, 4a-D-25: 第68回応用物理学学会学術講演会

[40] 永松 秀一, 高嶋 授, 吉田郵司, 阿澄 怜子, 八瀬 清志, 金藤 敬一,” α, ω -bis(2-ethylhexyl)sexithiophene のFET特性”, 5a-D-9: 第68回応用物理学学会学術講演会

[41] 森田 壮臣, 奥 慎也, 永松 秀一, 高嶋 授, 金藤 敬一,” 溶液プロセスを用いた積層型FETの電気的特性”, 5p-D-3: 第68回応用物理学学会学術講演会

[42] 奥 慎也, 榎元 直靖, 高嶋 授, 金藤 敬一,” 有機絶縁膜を用いた有機電界効果トランジスタの周波数特性”, 6a-D-5: 第68回応用物理学学会学術講演会

[43] 田中 幹政, 森田 壮臣, 高嶋 授, 金藤 敬一,” ポリ(3-ヘキシルチオフェン)およびPCBMによる両極性電界効果トランジスタ”, 6a-D-6: 第68回応用物理学学会学術講演会

[44] 金藤 敬一, 末松 浩嵩, 高嶋 授,” 導電性高分子によるソフトアクチュエータの仕事振り”, 5p-H-7: 第68回応用物理学学会学術講演会

[45] S. Kawamura, W. Takashima, K. Kaneto,” Mechanochemical effects in polypyrrole film for tensile sensing”, 2007 Pusan-Kyushu Joint Symposium on High Polymer(13th) and Fibers(11th) (Poster

Award)

[46]高嶋 授, ”有機電界効果トランジスタの界面エンジニアリング” 2007 年応用物理学九州支部講演会 Sp-2 特別共通セミナー

[47]高嶋 授, ”界面制御で見る有機トランジスタの特性変調”, 高分子学会九州支部フォーラム

[48]高嶋 授, ”有機FETのキャリア注入とキャリア生成”, 高機能有機分子デバイス研究会

[49]大和 健太郎、高嶋 授、金藤 敬一, ”イオン液体による導電性高分子アクチュエータのカチオン駆動特性”, 30p-ZS-3: 第55回応用物理学関係連合講演会

[50]高嶋 授、川村 俊介、金藤 敬一, ”ポリピロールフィルムにおける張力誘起電解電流”, 30p-ZS-4: 第55回応用物理学関係連合講演会

[51]富永 和生、大川 真、加藤 慶一、高嶋 授、金藤 敬一, ”可塑剤をドーパントに用いた導電性高分子アクチュエータ”, 30p-ZS-5: 第55回応用物理学関係連合講演会

[52]森田 壮臣、奥 慎也、永松 秀一、高嶋 授、金藤 敬一, ”溶液プロセスを用いた積層型FETのアンバイポーラ特性”, 28p-ZE-1: 第55回応用物理学関係連合講演会

[53]奥 慎也、森田 壮臣、永松 秀一、高嶋 授、金藤 敬一, ”ポリイミドゲート絶縁膜を用いた有機FETの評価”, 28p-ZE-2: 第55回応用物理学関係連合講演会 日本大学

[54]森田 壮臣、永松 秀一、奥 慎也、高嶋 授、金藤 敬一, ”溶液プロセスを用いた積層型FETのアンバイポーラ特性”, 第57回高分子討論会 2N18

[55]永松 秀一、高嶋 授、奥 慎也、森田 壮臣、金藤 敬一, ”完全空乏層型高分子電界効果型トランジスタ”, 第69回応用物理学学会学術講演会 2a-CG-2

[56]兼武 昭徳、高嶋 授、金藤 敬一, ”高伸縮誘電性エラストマーアクチュエータの開発”, 第69回応用物理学学会学術講演会 3a-T-6

[57]富永 和生、中村 優、高嶋 授、アダム プローン、金藤 敬一 “高pH溶液におけるポリアニリンの電解活性”, 第69回応用物理学学会学術講演会 3a-T-7

[58]金藤 敬一、大和 健太郎、高嶋 授, ”導電性高分子ソフトアクチュエータのトレーニング効果と疲労”, 第69回応用物理学学会学術講演会 3a-T-8

[59]大和 健太郎、高嶋 授、金藤 敬一, ”イオン液体を用いた高伸縮カチオン駆動型導電性高分子アクチュエータの開発”, 第69回応用物理学学会学術講演会 3a-T-10

[60]森田 壮臣、奥 慎也、永松 秀一、高嶋 授、金藤 敬一, ”溶液プロセスを用いた積層型FETの構造評価”, 第69回応用物理学学会学術講演会 5p-X-6

[61]永松秀一、高嶋 授、奥 慎也、森田 壮臣、金藤敬一, ”ポリチオフェンナノフィブリルを用いた空乏型高分子トランジスタ”, 第56回応用物理学関係連合講演会 2a-C-9

[62]富永和生、橋本 光、高嶋 授、金藤敬二, ”ポリアニリンの高いpH水溶液中での電気化学的活性”, 第56回応用物理学関係連合講演会 1a-DZ-3

[63]橋本 光、富永和生、高嶋 授、金藤敬二, ”導電性高分子アクチュエータにおける電気化学クリープ現象”, 第56回応用物理学関係連合講演会 1a-DZ-4

[64]浜地孝輔、森田 壮臣、永松秀一、高嶋 授、金藤敬一, ”[6.6]-Phenyl C61-Butyric acid Methyl (PCBM) の溶液処理と薄膜電導特性”, 第56回応用物理学関係連合講演会 31a-W-9

[65]森田 壮臣、奥 慎也、永松秀一、高嶋 授、金藤敬一, ”P3HTの転写薄膜を用いた積層型アンバイポーラFETの電気的特性”, 第56回応用物理学関係連合講演会 31a-W-10

[66]長瀬敏也、奥 慎也、永松秀一、高嶋 授、森口哲次、金藤敬一, ”チオフェン側鎖を有する新規半導体化合物”, 第56回応用物理学関係連合講演会 31a-W-12

[67]奥 慎也、長瀬敏也、永松秀一、高嶋 授、金藤敬二, ”フレキシブル有機p型及びn型FETの作製評価”, 第56回応用物理学関係連合講演会 31a-C-7

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 4 件)

① 永松秀一、高嶋 授、岡内辰夫、森口哲次、溝口勝大、金藤敬一、早瀬修二, ”有機半導体材料および有機薄膜トランジスタ”, 特願 2009-053759

② 森口哲次、高嶋 授、永松秀一、岡内辰夫、溝口勝大、金藤敬一、早瀬修二, ”有機半導体および有機薄膜トランジスタ”, 特願 2009-077398

③ 高嶋 授、金藤敬一, ”分子検出素子及びシステム”, 特願 2008-332025

④ 高嶋 授、金藤敬一, ”有機電界効果トランジスタ”, 特開 2008-182088

6. 研究組織

(1) 研究代表者

金藤 敬一 (KANETO KEIICHI)

九州工業大学・大学院生命体工学研究科・教授

研究者番号: 70124766

(2) 研究分担者

高嶋 授 (TAKASHIMA WATARU)

九州工業大学・先端エコフィッシング技術研究開発センター・准教授

研究者番号 : 10226772