

自己評価報告書

平成 23 年 5 月 10 日現在

機関番号：14301

研究種目：新学術領域研究

研究期間：2008～2012

課題番号：20111006

研究課題名（和文） 電気化学プログラム自己組織化の学理と応用

研究課題名（英文） Electrochemical programmable self-assembling of molecules

研究代表者

坂口 浩司 (SAKAGUCHI HIROSHI)

京都大学・エネルギー理工学研究所・教授

研究者番号：30211931

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：ナノ・マイクロ科学、ナノ材料・ナノバイオサイエンス

キーワード：ナノ材料、自己組織化、表面・界面物性

1. 研究計画の概要

本研究提案では、「揺らぎ」（熱、電子線、電気パルス等）を表面上の有機分子に与えることにより、これまでに無い新しい構造や機能を“創発”することを目的とする。具体的には、金属単結晶表面上に配列させた有機分子に揺らぎ（刺激）を与え、従来実現できなかった(1)新しい機能性高分子材料（ナノ炭素高分子）の分子レベルでの表面合成、(2)これら新規に表面合成した材料の電子的高機能性（大きなキャリア移動度等）を目指す。

2. 研究の進捗状況

電気化学エピタキシャル重合も用いて作成した分子細線を絶縁性基板上に転写して電界効果トランジスタを作成し、非常に大きなホール移動度を示すことを見出した。ヨウ素一金(111)基板上に形成させた分子細線（ポリチオフェン）単分子層を鋳型にして、その上に分子細線の成長を引き起こし1軸配向を維持したままの分子ワイヤーの1軸配列積層構造を得ることに成功した。更に金属表面上の分子細線の構造を維持したまま絶縁性基板への転写に成功した。転写した分子細線は、スピコートフィルムに比べ約 200nm もの長波長シフトを示し高度に配列していることが確かめられた。絶縁基板上に転写した分子細線にソース、ドレイン電極を 10 μ m のギャップを介して金蒸着し、ゲート電極を接触させたイオン液体を誘電層として用い電気二重層型 FET を作成した。従来報告されているポリチオフェンのスピコート膜に比べて非常に大きな値を示した。

また表面を反応場に用いる表面ビルドアップ重合による不溶不融なグラフェンナノリボン材料のその場調製・デバイス作成を目

的として予備的研究を行った。低分子縮環芳香族化合物を原料パーツ分子としてペリレン、トリベンゾチオフェン、ペンタフェニレンなどの誘導体の合成を行った。これらの分子を基板上に塗布し、外部から熱や電気化学パルス等の揺らぎを与えることで表面重合の可能性を検討した。表面合成した基板をラマン分光測定したところある原料分子においてグラフェンナノリボンに相当するスペクトルを得た。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している

これまでにない導電性高分子の高い結晶性（大きな長波長シフト）や大きなホール移動度を達成することができた。またグラフェンナノリボン材料の表面合成を確認することができた。よって当初計画は順調に進展していると判断される。

4. 今後の研究の推進方策

合成したパーツ分子を様々な金属表面上（Au, Pt, Pd, Rh, Cu など）に有機真空蒸着装置及び申請した CVD 装置（気相法）を用いて配列させ、基板を数百度に加熱して表面拡散を起こさせ、分子間での重合反応を行う。作成したナノ炭素高分子の構造や電子物性を検討する。様々な金属表面と可溶性前駆体の組み合わせについて詳細な検討を行う。表面合成に適したパーツ分子の選択とナノ炭素高分子と原子整合する金属表面の選択が鍵となることが予想されるので、計測班（坂口）での実験結果を合成班（中江）にフィードバックすることにより最適な組み合わせを探索する。

5. 代表的な研究成果

(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 3 件)

1. “Control of Self Organization in Conjugated Polymer Fibers”, S. Chuangchote, M. Fujita, T. Sagawa, H. Sakaguchi, S. Yoshikawa, ACS Appl. Mater. Interfaces, 2 (11), 2995–2997 (2010). 査読有
2. “Nanohole Arrays Fabricated on Gold Surfaces by Total Wet Nanopatterning through Block Copolymer Masks”, R. Watanabe, K. Ito, T. Iyoda, H. Sakaguchi, Jpn. J. Appl. Phys., 48(6), 06FE08 (2009). 査読有
3. “Nanoprint Lithography of Gold Nanopatterns on Polyethylene terephthalate”, J. Taniguchi, S. Ide, N. Unno, H. Sakaguchi, Microelectronic Engineering, 86 590–595 (2009). 査読有

[学会発表] (計 15 件)

1. T. Nakae, H. Sakaguchi, “Growth of Single-Molecular Wires on a Metal Surface”, Pacificchem 2010, Hawaii, USA (2010.12.19).
2. H. Sakaguchi, “Electrochemical Epitaxial Polymerization of Single Molecular Wires for Devices”, The 4th International Symposium on Integrated Molecular Materials Engineering, Chengdu, China (2009.9.20).
3. 坂口浩司, “電気化学エピタキシャル重合による1分子細線の形成と機能”, 第58回高分子討論会, 熊本(2009.9.17).
4. H. Sakaguchi, “Electrochemical Epitaxial Polymerization of Single Conjugated-Polymer Wires on Surface”, 8th International Conference on Nano-Molecular Electronics, Kobe, (2008.12.16).
5. H. Sakaguchi, “Electrochemical Epitaxial Polymerization of Single-Molecular Wires”, International Symposium on Engineering Micro/Nano-Materials based on Self-Assembling and Self-Organization”, Tokyo, (2008.12.8).

[図書] (計 3 件)

1. 坂口浩司, “単一分子ワイヤーの超階層制御”, 「次世代共役ポリマーの超階層制御と革新機能」 シーエムシー出版 pp. 218–224 (2009).
2. 坂口浩司, “電気化学エピタキシャル重合によるポリチオフェン単一分子細線の作製”, 「有機薄膜太陽電池の最新技術 II」シーエム

シー出版 pp.153–161 (2009).

3. 坂口浩司, “導電性高分子ワイア”, 「超分子サイエンス&テクノロジー」エヌ・ティエー・エス出版, pp.612–617 (2009).

[産業財産権]

- 出願状況 (計 0 件)
- 取得状況 (計 0 件)

[その他] なし。