

平成 27 年 6 月 15 日現在

機関番号：12701

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24360013

研究課題名(和文) 固体表面構造制御を用いた生体分子識別の素過程解明

研究課題名(英文) Study on elementary processes of biomolecule recognition based on control of solid surfaces

研究代表者

荻野 俊郎(Ogino, Toshio)

横浜国立大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：70361871

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,800,000円

研究成果の概要(和文)：生体分子が基板表面に吸着されるまでの素過程を解明し、生体分子の検出を固体表面の性質からアプローチする新技術の確立を図った。生体分子の識別を行う新しい基板として強誘電体基板を導入し、その有用性を示した。グラフェンを貼り合わせた下地の基板表面を自己組織化単分子膜で修飾することにより、生体分子に対するグラフェン表面の化学的性質の制御が可能であることを示した。エクソソームの基板表面への吸着様態を原子間力顕微鏡により観察し、エクソソームの特徴抽出に適用した。溶液中での生体分子の特徴抽出を行う手段としてナノポアデバイス基板技術を開発した。

研究成果の概要(英文)：Elementary processes of biomolecule and biomaterial recognition on solid surfaces were studied based on structural and chemical control of the substrate surfaces. Ferroelectric materials have been introduced as a new substrate for selective adsorption of protein molecules and found to be promising for new biosensor platforms. We have also found that chemical properties of graphene films can be modulated by modification of the substrate surfaces that immobilize the graphene films. Adsorption properties of exosomes to solid surfaces have been studied by atomic force microscopy, and it has been demonstrated that adsorption types are classified into four modes according to the shapes of the adsorbed exosomes. Ion current drops in the nanopore devices have been successfully observed using polymer beads.

研究分野：総合理工

キーワード：表面・界面物性 吸着 生体分子 グラフェン エクソソーム タンパク質

様式 C - 19、F - 19、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

バイオテクノロジーにおいて、固体表面と生体分子の界面の制御は、タンパク質分子やDNAを検出するバイオセンサ、体内デバイス(インプラント)、固体を足場として用いる再生医療などの分野で重要性を増している。バイオセンサでは、微量サンプルで解析する手法への要求が高まっている。一般に行われている生体分子の検出は、標的分子を蛍光標識する方法であるが、固体表面へ固定するとき、タンパク質分子の非特異吸着や蛍光の劣化、標的分子の失活などによる誤りが生ずることが問題となっている。また、生体内デバイスにおいても、タンパク質の非特異吸着抑制は重要な課題である。しかし、無機固体表面とタンパク質などの生体分子とは全く異なる構造と性質をもち、その相互作用は複雑である。さらに、溶液中の分子間相互作用と固体表面で起こっている現象とが、しばしば混在して観察されることも理解を困難にしている。固体と生体の界面の性質を明らかにするためには、分子が固体表面へアプローチする間の現象と、固体表面で近距離力によって起こっている現象とを素過程に分けて解明する必要があった。

2. 研究の目的

本研究では、申請者が発見したタンパク質分子を識別できる酸化単結晶表面を出発点とし、グラフェンや様々な機能材料を用いることにより高度な選別機能を付与することを目的とした。また、溶液中での長距離相互作用とタンパク質間相互作用を分離する目的で分子ゲート効果を付与したデバイスの開発も合わせて目的とした。これらの独創技術を用いて、生体分子が基板表面に吸着されるまでの素過程を解明し、生体分子の検出や細胞が固定される初期過程解明を固体表面の性質からアプローチする新技術の確立を図った。

3. 研究の方法

- 研究方法として以下の3項目を用いた。
 - 新しい固体表面を用いたタンパク質分子の検出
 - 生体分子とグラフェン表面の相互作用の制御
 - 固体表面を用いたエクソソームの検出
 - ナノポアデバイスの基盤技術の確立
- 各々の詳細については、研究成果で述べる。

4. 研究成果

新しい固体表面を用いたタンパク質分子の検出

タンパク質の選択的吸着については、これまで疎水性と親水性によって特徴づけられるドメイン構造をもつサファイアを用いてきた。しかし、このドメインが明瞭なパターンで分離されるためには、特定の方位に傾いた基板が必要であり、安価で大量に供給することは困難であった。サファイアにおける選択的吸着の基本的な相互作用は静電相互作用である。そこで、静電相互作用が基板自体の性質として現れるはずの強誘電体に注目した。基板として分極ドメイン構造をもつLiTaO₃を選び、アビジン(タンパク質のひとつ)の吸着実験を行った。図1(a)は溶液中のアビジン濃度を変えた時のLiTaO₃表面の原子間力顕微鏡(AFM)観察結果である。濃度の高い時に表面に凹凸パターンが観察されている。アビジン分子は実験を行っているpH7付近では正に帯電しているため、負電荷の現れる分極ドメインに静電相互作用によって選択的に吸着したと考えられる。アビジンの吸着については、AFM探針のスクラッチによって傍証を得た。図1(b)に示すように、タンパク質の選択的吸着が現れていると考えられる付近をAFM探針でスクラッチすると吸着物が掃き出され、基板の平坦表面が露出している。このことは、吸着パターンは柔らかい層であり、この場合はタンパク質吸着によって現れたパターンであることを示唆する。静電相互作用が関わっていることは、塩の添加によって相互作用の及ぶ距離を制御することによって確認できる。

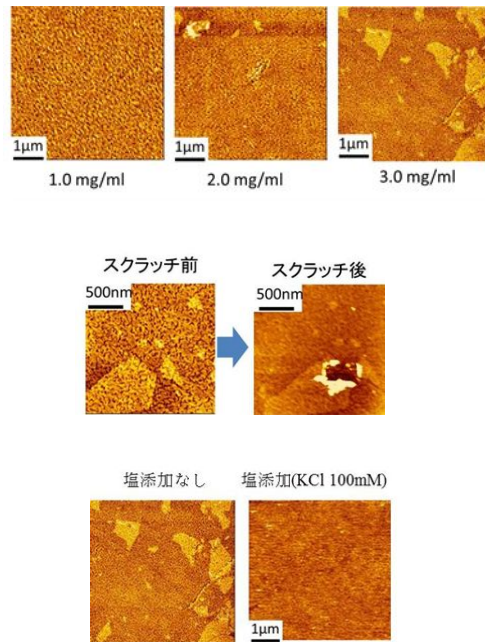
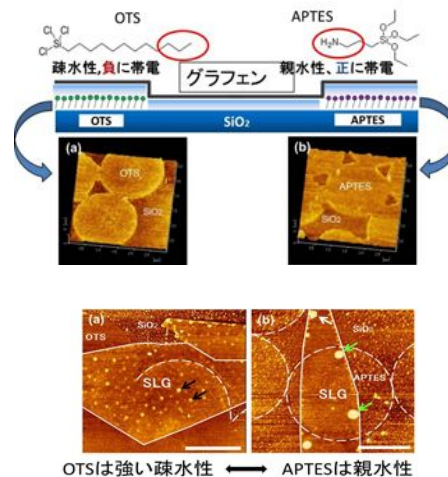
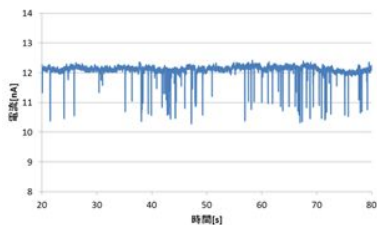
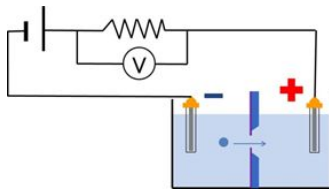
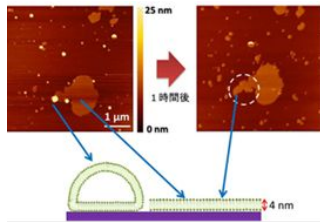
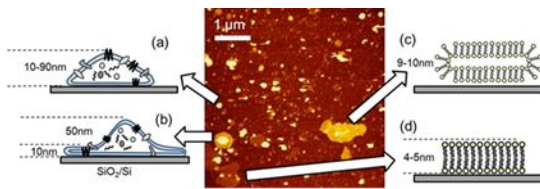


図1(c)は塩を添加していないときと、100mMの塩(KCl)を添加したときの吸着パターンの違いを示す。塩の添加により吸着パターンが消滅しており、この吸着選択性には静電相互作用の及ぶ距離が関係していることが示唆される。このように、特殊な基板を用いなくても安価な基板によりタンパク質吸着選択性が得られることを見出した。

生体分子とグラフェン表面の相互作用の制御

グラフェンは原子一層の2次元物質であり、様々な性質をもつ表面パターン形成が可能な物質として注目される。本研究では、グラフェンが接する基板表面の性質によってグラフェン表面の化学的性質を制御し、タンパク質吸着様態を制御することを試みた。図2(a)は、基板表面を2種類の自己組織単分子膜(self-assembled monolayer, SAM)によってパターン化し、異なる化学的性質を付与した基板を示す。ここで、OTSと略記した分子は先端に疎





水性メチル基をもち、APTESは先端に正電荷をもつ親水性のアミノ基をもつ。図2(b)は下地によって化学的性質が制御されたグラフェン表面へのアビジン吸着パターンである。APTES上には吸着されにくく、グラフェンの端部だけに凝集した非常に大きなクラスタが形成されるのに対し、OTS上では小さなクラスタが全面に形成されている。本研究により、グラフェン表面とタンパク質の界面が基板表面の修飾によって制御できることが示された。

固体表面を用いたエクソソームの検出

近年、エクソソーム(exosome)がガンの早期発見や転移抑制に重要な生体物質であることが認識されてきた。エクソソームは細胞から放出された30-150nm程度の直径により定義される脂質二重膜で覆われた小胞(以下、ベシクル)である。液中に存在する小胞であるため観測手段が乏しく、細胞内の不要物質を放出しているという程度の認識しかなかった。しかし、放出元の宿主細胞に特有の生体物質を含み、ガン化した細胞であればガン特有のマイクロDNAやタンパク質を内包するため、ガンの早期発見に有力であることが分かり、急速に注目を集めるようになってきた。本研究でも、固体基板を用いたエクソソームの特徴抽出を重要な課題と位置づけ、研究計画に取り込んだ。

本研究で用いたエクソソームは、がん研究所・蛋白創製

研究部で作製されたヒト結腸ガン由来の細胞(HT-29)の培養細胞から抽出し精製したものである。図3(A)に、SiO₂/Si基板に吸着させたエクソソームのAFM観察結果を示す。吸着は4種類の型に分類できる。

(a) 半球状の吸着

基板に吸着したのち、変形のみを伴っているものであり、破裂・展開していない。

(b) 目玉焼き状の吸着

周辺は基板に強く吸着してつぶれており、高さは脂質二重膜の高さ(4-5nm)のおよそ2倍(10nm)程度である。中央付近は内包物質が凝集して半球状である。

(c) 脂質二重膜の2倍の厚さの平坦膜形成

均一な高さの膜となっており、破裂・展開はしていないが内包物質は流出したと思われる吸着である。

(d) 脂質二重膜の本来の高さの均一膜

破裂・展開を伴って形成された膜である。

以上を図3(B)に示す人工ベシクルの吸着形態と比較すると、人工ベシクルは変形のみ単純な吸着と、破裂・展開して形成された単層の二重膜のみが観察され、さらに時間経過とともにすべて展開して単層脂質二重膜となる。(A)と(B)の比較から、(b)目玉焼き状と(c)2層脂質二重膜がエクソソーム特有の吸着形態であるといえる。特に、目玉焼き状は人工ベシクルの吸着では観察されなかったものであり、エクソソームの性質を簡便に識別する手段となることが期待される。ベシクルの展開は曲率の大きい周辺で脂質疎水鎖が水との界面に露出し、不安定化することによる。

ナノポアデバイスの基盤技術の確立[4]

固体基板による生体分子識別は基板に固定されて初めて観測可能になる。溶液中での振る舞いを観測する手段としてナノポアデバイスの基盤技術の確立も本研究で合わせて進めた。図4(a)はナノポアを用いた生体分子の特徴抽出の測定系であり、生体物質の大きさや移動速度などの特徴を抽出するものである。生体物質がナノポアを通過するとナノポアを塞ぐことになり、溶液中のイオン電流が減少して電流ドロップが観測される。原理の検証には高分子ビーズを用い、図4(b)に示すようなイオン電流ドロップを観測した。これより、エクソソームなどの生体物質の溶液中での特徴を抽出しつつ、固体基板上でその特徴をさらに詳細に観察する方法が原理的に可能であることを示した。

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15件)

1. D. Mashiyama, T. Tobe, T. Ogino, Nano-patterning of suspended graphene films by local catalytic etching using atomic force microscopy equipped with an Ag-coated probe, *J. Phys. Chem.*2015 DOI: 10.1021/acs.jpcc.5b00884
2. D. Yamaura, K. Takeuchi, Z. Lu, Y. Arai, T. Ogino, Height reversal of Si micro-dot and well patterns during Si nanowire formation by Ag-assisted chemical etching, *Jpn. J. Appl. Phys.* 54 (2015) 055203-1-5. DOI: 10.7567/JJAP.54.055203
3. T. Uehara, M. Yoshihara, T. Ogino, Morphological evolution from a rough to biphased surface on TiO₂(100)", *Appl. Surf. Sci.* 324 (2015) 499-504.
4. F. Nakamura, K. Kumeta, T. Hida, T. Isono, Y. Nakayama, E. Kuramata-Matsuoka, N. Yamashita, Y. Uchida, K. Ogura, K. Gengyo-Ando, S. Mitani, T. Ogino, Y. Goshima, Amino and carboxyl terminal domains of Filamin-A interact with CRMP1 to mediate Sema3A-signaling, *Nat. Commun.* 5, 5325 (2014) 1-14. DOI: 10.1038/ncomms6325
5. Y. Kamiya, K. Yamazaki, T. Ogino, Protein Adsorption to Graphene Surfaces Controlled by Chemical Modification of the Substrate Surfaces, *J. Colloid and Interface Science*, 431 (2014) 77-81. DOI: 10.1016/j.jcis.2014.06.023
6. K. Yokota, A. Toyoki, K. Yamazaki, T. Ogino, Behavior of raft-like domain in stacked structures of ternary lipid bilayers prepared by self-spreading method, *Jpn. J. Appl. Phys.* 53 (2014)05FA11(1-5)5pp. DOI:

- 10.7567/JJAP.53.05FA11
7. T. Takami, T. Ito, T. Ogino, Self-Assembly of a Monolayer Graphene Oxide Film Based on Surface-Modification of Substrates and its Vapor-Phase Reduction, *J. Phys. Chem. C*, 118 (2014) 9009-9017. DOI: 10.1021/jp500797x
 8. K. Saito, T. Ogino, Direct Growth of Graphene Films on Sapphire (0001) and (11-20) Surfaces by Self-Catalytic Chemical Vapor Deposition, *J. Phys. Chem. C*, 118 (2014) 5523-5529. dx.doi.org/10.1021/jp408126e
 9. T. Takami, R. Seino, K. Yamazaki, T. Ogino, Graphene film formation on insulating substrates using polymer films as carbon source, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 47 (2014) 094015 (7pp) DOI: 10.1088/0022-3727/47/9/094015
 10. K. Yamazaki, S. Kunii, T. Ogino, Characterization of Interfaces between Graphene Films and Support Substrates by Observation of Lipid Membrane Formation, *J. Phys. Chem. C* 117 (2013) 18913-18918. DOI: 10.1021/jp404458g
 11. K. Yamazaki, K. Shinke, T. Ogino, Selective adsorption of bilirubin against albumin to oxidized single-wall carbon nanohorns” *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 112 (2013) 103-107. DOI: 10.1016/j.colsurfb.2013.07.064
 12. T. Kase, T. Ogino, Periodic strain in graphene sheets attached to a porous alumina membrane *J. Phys. Chem. C* 117 (2013) 15991-15995. DOI: 10.1021/jp4013834
 13. Y. Iida, K. Yamazaki, T. Ogino, Graphene nano-cutting using biologically derived metal nanoparticles, *CARBON*, 63 (2013)133-139. DOI: 10.1016/j.carbon.2013.06.050
 14. H. Komurasaki, T. Tsukamoto, K. Yamazaki, T. Ogino, Layered structures of interfacial water and their effects on Raman spectra in grapheme-on-sapphire systems, *J. Phys. Chem. C*, 116 (2012) 10084-10089. *J. Phys. Chem. C* DOI: 10.1021/jp301402u
 15. H. Komurasaki, T. Isono, T. Tsukamoto, T. Ogino: Evolution of step morphology on vicinal sapphire (1-102) surfaces accompanied with self-assembly of comb-shaped chemical domains, *Appl. Surf. Sci.*, 258 (2012) 5666-5671. DOI:10.1016/j.apsusc.2012.02.052

[学会発表](計 88 件)内招待講演 8 件、国際会議 40 件
国際会議招待講演

1. T. Ogino, Growth and Assembly of Graphene Thin Films on Insulating Substrates, 2nd Int. Conf. on Nanojoining and Microjoining, Dec. 7-10, 2014, Emmetten, Switzerland, [招待講演] 発表 Dec. 9, 2014.
2. T. Ogino, “Surface Engineering of the Substrates for Graphene Film Fabrication and Applications”, The 4th International Symposium on Graphene Devices (ISGD-4) (2014, Velleuve, 米国) [招待講演] 発表 August 23, 2014
3. T. Ogino, T. Takami, Self-Shaping Deposition of Monolayer Graphene Oxide Flakes on Chemically Modified Surfaces, The Joint Symposium of 8th International Symposium on Medical, Bio- and Nano-Electronics, and 5th International Workshop on Nanostructures & Nanoelectronics, p. 15, Sendai, [招待講演]発表 March 5-2014
4. T. Ogino, T. Takami, Self-Assembly of a Monolayer Graphene Oxide Film Based on Surface-Modification of Substrates, 7th Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics and JSPS Core-to-Core Program Joint Seminar "Atomically Controlled Processing for Ultralarge Scale Integration", Jan. 27-28, 2014, Sendai.[招待講演]
5. T. Ogino, K. Saito, Y. Iida, T. Kase, K. Yamazaki, Characterization of the Interfaces of Graphene Films on Sapphire Substrates and its Application to Bioelectronics, Symposium on Medical, Bio- and Nano-Electronics 2013 Feb., Sendai [招待講演]発表 2013-2-28
6. T. Ogino, K. Saito, Y. Iida, T. Kase, K. Yamazaki, Characterization of the Interfaces, Direct Growth and Patterning of Graphene Films on Sapphire Substrates, 6th Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, 2013, Sendai. [招待講演]発表 2013-2-22
7. T. Ogino: “Structural control of single-crystalline metal oxide surfaces toward bioapplications” KVS-JVS-SSSJ joint symposium on 19 February, The 44th Winter Conference of The Korean Vacuum Society, 2013 Pyongchang, Korea [招待講演]発表 2013-2-19

8. T. Ogino, K. Saito, Y. Iida, T. Kase and K. Yamazaki, Graphene on Sapphire -- Characterization of the Interfaces, Direct Growth, and Patterning, 3rd Int. Symp. on Graphene Devices, ISGD-2012, Synchrotron SOLEIL, Saint-Aubin, France, IT-14. [招待講演]発表 2012-11-8

国際会議一般講演

9. T. Ogino, K. Yokota, Type Classification of Exosome Adsorption to Solid Surfaces by Atomic Force Microscopy in Aqueous Environment, The Joint Symposium of 9th International Symposium on Medical, Bio- and Nano-Electronics, and 6th International Workshop on Nanostructures & Nanoelectronics, March 2-4 (2015, Sendai, Japan) 発表3-2-2015.
10. D. Mashiyama, T. Ogino, Nanopatterning of Suspended Graphene Films by Local Catalytic Etching Using an Ag-Coated Atomic Force Microscopy Probe, The 22nd International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (ICSPM22), (2014) S4-48, 発表 12-11-2014.
11. T. Nakayama, A. Isobe, T. Ogino, Observation of selective adsorption of bio-molecules on polarization domain patterns on ferroelectric crystal surfaces, The 22nd International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (ICSPM22), (2014) S7-3, 口頭発表 12-12-2014.
12. B.D. Muhammad Zikri, H. Imai, R. Seino, T. Takami, T. Ogino, Control of Graphene Oxide Film Formation by Surface Modification of Substrates and the Morphological Changes during Methane-assisted Thermal Reduction, The 22nd International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (ICSPM22), Atagawa, Shizuoka, (2014) S1-4, 口頭発表 12-11-2014.
13. R. Seino, M. Zikri, D. Mashiyama, T. Ogino, Agglomeration Control of Catalyst Films by Patterned Substrate in Graphene Chemical Vapor Deposition, 7th Int. Symp. on Surface Science (ISSS-7) (Matsue, Shimane, Japan, 2014) 6PN-34, 発表11-6-2014.
14. K. Ito, D. Yamaura, Z. Lu, T. Ogino, Fabrication of germanium nanostructures by wet chemical etching for lithium ion batteries, 7th Int. Symp. on Surface Science (ISSS-7) (Matsue, Shimane, Japan, 2014) 4PN-32, 発表 11-4-2014.
15. D. Mashiyama, K. Yokota, R. Seino, M. Zikri, T. Ogino, Fabrication of Nanopores on Suspended Graphene Films Using Catalyst Nanoparticles Deposited by Atomic Force Microscopy, 7th Int. Symp. on Surface Science (ISSS-7) (Matsue, Shimane, Japan, 2014) 3pE1-4, 発表11-3-2014.
16. D. Yamaura, K. Ito, T. Ogino, Fabrication of Si nanostructures for anode material of lithium ion battery, 7th Int. Symp. on Surface Science (ISSS-7) (Matsue, Shimane, Japan, 2014) 3PN-57, 発表11-3-2014.
17. T. Nakayama, A. Isobe, T. Ogino, Observation of spontaneous polarization domains on LiTaO₃ surfaces, 7th Int. Symp. on Surface Science (ISSS-7) (Matsue, Shimane, Japan, 2014) 3PN-29, 発表11-3-2014.
18. K. Yokota, S. Matsumura, K. Suga, K. Shiba, T. Ogino, Observation of Exosomes Adsorbed to Solid Surfaces using Atomic Force Microscopy, 7th Int. Symp. on Surface Science (ISSS-7) (Matsue, Shimane, Japan, 2014) 3PN-28, 発表11-3-2014.
19. K. Yamazaki, T. Ogino, Selective Formation of Lipid Membranes on Graphene Films by Surface Engineering of Supported Substrates, 2013 MRS Fall Meeting, Boston, USA, 2013/12/4, RR15.38
20. S. Kajigaya and T. Ogino, “Electric-field-assisted AFM deposition of Au nanofilm on graphene surfaces”, ACSIN-12 & ICSPM21, Tsukuba, Japan (2013) 8PN-9 発表2013/11/8
21. K. Takeuchi, K. Yamazaki, Z. Lu, D. Yamaura, Y. Arai T. Ogino, Robust structure of Porous Silicon Nanowires by Carbon Nanotube Binder for Li-ion battery electrode, ACSIN-12 & ICSPM21, Tsukuba, Japan (2013) 8PN-9 発表2013/11/8
22. K. Yokota, K. Yamazaki and T. Ogino, Direct observation of phase separation in a lipid bilayer by self-spreading method, ACSIN-12 & ICSPM21, Tsukuba, Japan (2013) 7PN-74 発表2013/11/7
23. Y. Kamiya, K. Yamazaki, T. Ogino, Protein Adsorption and Agglomeration on Graphene Surfaces Attached to

Chemically Modified Substrates, ACSIN-12 & ICSPM21, Tsukuba, Japan (2013) 7PN-73 発表2013/11/7

24. T. Uehara, M. Yoshihara, T. Ogino, Morphological Evolution from a rough to biphasic surface of TiO₂(100), ACSIN-12 & ICSPM21, Tsukuba, Japan (2013) 6pA2-4 発表2013/11/6

25. K. Yamazaki, T. Ogino, Characterization of Graphene Films in Liquid Environment by Observation of Lipid Membrane Formation, ACSIN-12 & ICSPM21, Tsukuba, Japan (2013) 5PN-68 発表2013/11/5

26. T. Takami, T. Ito and T. Ogino, Control of Graphene Oxide Film Formation on Surface-Modified Substrates and its Morphological Changes during Reduction ACSIN-12 & ICSPM21, Tsukuba, Japan (2013) 5pD2-7 発表2013/11/5

27. K. Yokota, A. Toyoki, K. Yamazaki, T. Ogino, Difference in morphology of lipid-raft-like domains between lamellar and multilamellar membranes, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia (2013, Kyoto) 19p-PM5-7 発表2013/9/19

28. K. Yamazaki, T. Ogino, Characterization of graphene films in liquid environment for bio-applications, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia (2013, Kyoto) 19p-M8-12 発表2013/9/19

29. T. Takami, R. Seino, T. Ogino, Direct growth of graphene films on insulating substrates using metal catalyst overcoated with a SOG layer, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia (2013, Kyoto) 18p-M8-10 発表2013/9/18

30. D. Mashiyama, T. Ogino, Fabrication of controlled catalyst nanoparticles on graphene films using AFM equipped with an Ag-coated probe, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia (2013, Kyoto) 18p-M8-7 発表2013/9/18

31. K. Yokota, S. Kunii, A. Toyoki, K. Yamazaki, T. Ogino, Study on morphology of three-component lipid membranes formed by self-spreading method, Int. Conf. on Molecular Electronics and Bioelectronics (2013, Fukuoka) C-16, p. 217. 発表2013/3/19

32. T. Kase, T. Ogino, Strain Engineering of Graphene by Porous Alumina Membrane, Mat. Res. Soc. Fall Meeting, Boston (2012) W10.62. 発表2012/11/27

33. Y. Iida, K. Yamazaki, T. Ogino, Fabrication of Graphene Nanoribbons Using Biologically Synthesized Metal Nanoparticles, Mat. Res. Soc. Fall Meeting, Boston (2012) W10.70. 発表2012/11/27

34. K. Yamazaki, T. Ogino, Characterization of Graphene Surface in Aqueous Environment by Protein Adsorption and AFM Force Measurements Mat. Res. Soc. Fall Meeting, Boston (2012) W10.36. 発表2012/11/27

35. K. Saito, Y. Iida, K. Yamazaki, T. Ogino, Evolution of Graphene Growth on Sapphire (0001) and (11-20) Surfaces by Self-catalytic Chemical Vapor Deposition, Mat. Res. Soc. Fall Meeting, Boston (2012) W7.25. 発表2012/11/27

36. K. Yamazaki, T. Ogino, Characterization of Interfaces between Graphene Flakes, Support Substrates, and Biomolecules in Aqueous Environment, 3rd International Symposium on Graphene Devices, Saint-Aubin, France (2012) PO-25. 発表2012/11/8

37. K. Yamazaki, T. Ogino "Effects of an interfacial water layer on protein adsorption to graphene sheets on solid substrates" AVS 59th Int. Symp. & Exhibition 2012 Oct. 28 - Nov. 2, Tampa, Florida 発表2012/10/8

38. K. Yamazaki, T. Ogino, Effect of chemical doping from support substrate to graphene in aqueous environment, The 10th Japan-Russia Seminar on Semiconductor Surfaces (JRSSS10), Tokyo, P25, Sep. 26-28, 2012. 発表 2012-9-26

39. T. Takami, R. Seino, T. Ogino, Graphene Growth on insulating substrates from solid sources with a metal catalyst overlayer, The 10th Japan-Russia Seminar on Semiconductor Surfaces (JRSSS10), Tokyo, P19, Sep. 26-28, 2012. 発表2012-9-26

40. S. Kajigaya, H. Komurasaki, T. Tsukamoto, T. Ogino, Effects of Interfacial Water on Raman Spectra of Graphene Films Deposited on the Substrates under Various Relative Humidities, The 10th Japan-Russia Seminar on Semiconductor Surfaces (JRSSS10), Tokyo, P8, Sep. 26-28, 2012. 発表2012-9-26

国内会議

41. 茂木俊憲、山崎憲慈、荻野俊郎、手老龍吾、人工脂

質膜内分子拡散への支持基板効果による非対称性と異方性の発見、Asymmetry and Anisotropy on Molecular Diffusion in Artificial Lipid Membrane Emerged by Supported Substrate, 日本化学会 第95春季年会 (2015)

42. 大和田永作、横田圭司、仲山智明、坂口直駿、荻野俊郎、垂直磁気ドメインを有する強磁性体表面へのタンパク質の吸着、応用物理学会春季学術講演会(神奈川県、2015) 11p-D5-8 発表3月11日

43. 磯部亜紀子、仲山智明、荻野俊郎、バイオセンサへ向けたLiTaO₃表面における自発分極ドメインの観察、応用物理学会春季学術講演会(神奈川県、2015) 11p-D5-7 発表3月11日

44. 仲山智明、磯部亜紀子、荻野俊郎、強誘電体基板上的タンパク質の選択的吸着の観察、応用物理学会春季学術講演会(神奈川県、2015) 12a-P10-6 発表3月12日

45. 伊藤和希、呂志強、山浦大地、荻野俊郎、リチウムイオン電池負極材料に向けたゲルマニウムナノワイヤ形成法へのウェットエッチング法の導入、応用物理学会春季学術講演会(神奈川県、2015) 13p-P12-9 発表3月13日

46. 山浦大地、荻野俊郎、マイクロ構造とナノ構造が融合したリチウムイオン電池負極、応用物理学会春季学術講演会(神奈川県、2015) 12a-D12-5 発表3月12日

47. 坂口直駿、横田圭司、仲山智明、木村僚佑、木村康男、平野愛弓、荻野俊郎、金ナノ粒子を含む脂質二重膜の液におけるAFM評価、応用物理学会春季学術講演会(神奈川県、2015) 11a-D5-5 発表3月11日

48. 茂木俊憲、山崎憲慈、荻野俊郎、手老龍吾、固体基板表面による人工脂質膜内分子拡散への非対称性と異方性の発見、応用物理学会春季学術講演会(神奈川県、2015) 11a-D5-3 発表3月11日

49. 仲山智明、横田圭司、増山大祐、ムハンマドジクリ、村松幸子、菅加奈子、芝清隆、荻野俊郎、エクソソーム検出に向けたグラフェンナノボアデバイスの設計、第34回表面科学学術講演会 (2014, くにびきメッセ) 6P57 発表11月6日

50. 山浦大地、呂志強、伊藤和希、荻野俊郎、リチウムイオン電池負極へのSiナノ構造の導入、第34回表面科学学術講演会 (2014, くにびきメッセ) 6P29 発表11月6日

51. 横田圭司、坂口直駿、村松幸子、菅加奈子、芝清隆、荻野俊郎、固体基板上に吸着させたエクソソームのAFM評価、第75回応用物理学会秋季学術講演会 (2014 北海道) 20a-A3-9 発表9月20日

52. 仲山智明、磯部亜紀子、荻野俊郎、LiTaO₃ 表面における自発分極ドメインの観察、第75回応用物理学会秋季学術講演会 (2014 北海道) 19a-A3-2 発表9月19日

53. 山浦大地、伊藤和希、荻野俊郎、ナノ構造化したSiを負極材料に用いたリチウムイオン電池、第75回応用物理学会秋季学術講演会 (2014 北海道) 19a-A23-4 発表9月19日

54. 増山大祐、横田圭司、清野亮介、Muhammad Zikri、荻野俊郎、井戸型パターン絶縁基板上へのグラフェン転写、第75回応用物理学会秋季学術講演会 (2014 北海道) 18a-PA3-32 発表9月18日

55. 増山大祐、荻野俊郎、銀コートAFM探針を用いた架橋グラフェンへの触媒微粒子形成制御、第75回応用物理学会秋季学術講演会 (2014 北海道) 17p-B1-9 発表9月17日

56. 山崎憲慈、上原知之、荻野俊郎、TiO₂(100)表面における相分離表面の形成、第61回応用物理学会春季学術講演会 (2014 神奈川県) 20a-F7-8 発表3月20日

57. 呂志強、竹内孝二、荻野俊郎、リチウムイオン電池負極に向けたポーラスシリコンナノワイヤの銅薄膜への転写、第61回応用物理学会春季学術講演会 19p-PA3-5 (2014 神奈川県) 発表3月19日

58. 山浦大地、新井勇樹、荻野俊郎、リチウムイオン電池の負極材料に用いるSiナノ構造の作製、第61回応用物理学会春季学術講演会 (2014 神奈川県) 19p-F4-6 発表3月19日

59. M. zikri, 高見俊志, 伊藤智昭, 荻野俊郎, 基板表面修飾による酸化グラフェン薄膜形成と気相還元による変化, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会 19p-E2-13 (2014 神奈川) 発表 3 月 19 日
60. 高見俊志, 清野亮介, 伊藤智昭, 荻野俊郎, 基板表面修飾を用いた酸化グラフェン単層膜パターンニング, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会 18a-E2-7 (2014 神奈川 青山学院) 発表 3 月 18 日
61. 横田圭司, 荻野俊郎, 自発展開法を用いた脂質ラフトモデル生体膜の構築, バイオエレクトロニクス・バイオテクノロジー研究討論会(2013, 東京) (電子情報通信学会) P19 発表 12 月 16 日
62. 山浦大地, 山崎憲慈, 竹内孝二, 新井勇樹, 荻野俊郎, 初期表面マイクロ構造による Si 基板のナノ構造制御, 2013 年真空・表面科学合同講演会 (2013 つくば) 28Dp09 発表 11 月 28 日
63. 山崎憲慈, 荻野俊郎, リンカー分子固定化によるグラフェン表面への緊ぎ止め膜形成, 2013 年真空・表面科学合同講演会 (2013 つくば) 26Dp04 発表 11 月 26 日
64. 高見俊志, 伊藤智昭, 李世奎, 荻野俊郎, 基板表面修飾による酸化グラフェン薄膜形成制御と銅蒸気還元, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演 (2013, 京都) 16p-P7-17 発表 9 月 16 日
65. 神谷 康敬, 山崎 憲慈, 荻野 俊郎, 液中及び大気中におけるグラフェン表面上でのタンパク質吸着評価 第 74 回応用物理学会秋季学術講演 (2013, 京都) 17p-P5-1 発表 9 月 17 日
66. 山崎 憲慈, 荻野 俊郎, グラフェン表面への脂質膜形成に対する構成分子依存性 第 74 回応用物理学会秋季学術講演 (2013, 京都) 17a-C6-4 発表 9 月
67. 荻野俊郎, 応用電子物性の展開 ナノからバイオ・その先, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 (2013, 神奈川) 28p-G14-4 発表 3 月 17 日
68. 荻野俊郎, 飯田 祐介, 加瀬 貴之, 齋藤 昂介, 山崎 憲慈, 単結晶絶縁性基板上のグラフェン, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 (2013, 神奈川) 28p-G12-5
69. 横田圭司, 國井俊佑, 豊城晃彦, 山崎憲慈, 荻野俊郎, 自発展開法による脂質ラフトドメイン形成, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 (2013, 神奈川) 29p-PB8-3
70. 清野亮介, 高見俊志, 荻野俊郎, 絶縁性基板/触媒金属界面におけるグラフェン成長のラマン分光評価, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 (2013, 神奈川) 29p-G12-16
71. 増山大祐, 飯田祐介, 荻野俊郎, 銀コート AFM 探針を用いたグラフェンへの触媒微粒子配置制御, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 (2013, 神奈川) 27a-G12-11
72. 神谷康敬, 山崎憲慈, 荻野俊郎, UV 照射した自己組織化単分子膜上でのタンパク質吸着評価, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 (2013, 神奈川) 29p-PB8-2
73. 井辻 宏章, 梶ヶ谷 晋矢, 荻野俊郎, AFM 電流マッピングによるグラフェンの局所的性質の評価, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 (2013, 神奈川) 27p-G12-28
74. 高見俊志, 清野亮介, 荻野俊郎, SOG 保護膜と金属触媒を用いた絶縁基板上へのグラフェン直接成長, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 (2013, 神奈川) 29p-G12-12
75. 山崎憲慈, 荻野俊郎, グラフェン表面への脂質膜形成における支持表面の効果, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 (2013, 神奈川) 28p-G16-9
76. 上原知之, 荻野俊郎, 原子配列の異なる表面に対するチタン認識フェリチンの吸着特性, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 (2013, 神奈川) 28p-G16-10
77. 清野亮介, 高見俊志, 荻野俊郎, 絶縁性基板/触媒金属界面におけるグラフェン成長のラマン分光評価, 第 32 回表面科学学術講演会(2012, 仙台) 20Da-03.
78. 横田圭司, 國井俊佑, 豊城晃彦, 山崎憲慈, 荻野俊郎, 自発展開による多成分脂質二重膜の AFM 評価, 第 32 回表面科学学術講演会(2012, 仙台) 21P-99.

79. 山崎憲慈, 國井俊佑, 荻野俊郎, 緊ぎ止め法によるグラフェン表面への脂質膜形成, 第 32 回表面科学学術講演会(2012, 仙台) 21P-97.
80. 神谷康敬, 山崎憲慈, 荻野俊郎, 有機および無機表面におけるタンパク質の吸着機構の解明, 第 32 回表面科学学術講演会(2012, 仙台) 21P-96.
81. 荻野俊郎, 表面構造制御のナノ・バイオへの展開, 第 32 回表面科学学術講演会(2012, 仙台) 21Ap-01J.
82. 加瀬貴之, 高見俊志, 荻野 俊郎, ポーラスアルミナ基板によるグラフェンへの周期的歪みの導入, 第 73 回応用物理学会学術講演会 (2012 年 9 月, 愛媛)
83. 飯田祐介, 山崎憲慈, 荻野 俊郎, グラフェン支持基板表面におけるフェリチン配置制御, 第 73 回応用物理学会学術講演会 (2012 年 9 月, 愛媛)
84. 増山大祐, 飯田祐介, 戸邊翼, 荻野俊郎, 銀微粒子を用いた架橋グラフェンへの細孔形成, 第 73 回応用物理学会学術講演会 (2012 年 9 月, 愛媛)
85. 齋藤昂介, 飯田祐介, 山崎憲慈, 荻野俊郎, CVD 法によるサファイア(11-20)面へのグラフェン成長, 第 73 回応用物理学会学術講演会 (2012 年 9 月, 愛媛)
86. 高見俊志, 加瀬貴之, 齋藤昂介, 荻野俊郎, ポリマーを炭素源とする Cu 基板上でのグラフェン成長, 第 73 回応用物理学会学術講演会 (2012 年 9 月, 愛媛)
87. 上原知之, 吉原万莉, 大矢剛嗣, 山下一郎, 荻野俊郎, 単結晶酸化チタン表面におけるチタン認識フェリチンの吸着特性, 第 73 回応用物理学会学術講演会 (2012 年 9 月, 愛媛)
88. 山崎 憲慈, 荻野 俊郎, コロイドプローブによる溶液中でのグラフェン表面の相互作用力測定, 第 73 回応用物理学会学術講演会 (2012 年 9 月, 愛媛)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕出願状況(計 0 件)
取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ <http://oginolab.ynu.ac.jp/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

荻野 俊郎 (Ogino Toshio)
横浜国立大学・工学研究院・教授
研究者番号: 70361871

(3) 連携研究者

宇理須恒雄 (Urisu Tsuneo)
名古屋大学・工学系研究科・教授
研究者番号: 50249950