

I ナノ構造形成技術

Nanostructure Fabrication

松井真二・春山雄一
Matsui, S., Haruyama, Y.

原料ガス中に集束イオンビームを照射することにより、任意の3次元ナノ構造物を作製可能である。この技術を用いることで10nmオーダーのナノ構造物を作製でき、原料ガス種によって様々な物性を付与させることが可能である。また、微細構造を有する金型をレジストに押し付けることで微細パターン転写可能なナノインプリントリソグラフィーに関する研究も行っている。このような技術と電子ビームリソグラフィーを加えた微細加工技術を駆使し、ナノ構造物の機械特性・物性評価や新規現象探索を行っている。

II ニュースバル・ビームライン7Bを用いた物性研究

Studies of Materials Physics using synchrotron radiation

春山雄一・松井真二
Haruyama, Y., Matsui, S.

ニュースバル・ビームライン7Bでは、短尺アンジュレータから発生する軟X線を利用し、様々な物質の物性研究を行っている。ビームラインの改良によりエネルギー範囲が拡大され、40 - 800 eVの励起光が利用できるようになった。分析手法は、主に光電子分光法や吸収分光である。光電子分光法では、占有状態に関する情報（価電子帯、内殻準位）、吸収分光では、非占有状態に関する情報を得ることができる。これらの手法を用いて、機能性分子材料、炭素材料および遷移金属合金の物性評価研究、シリコン表面や酸化物表面と金原子との相互作用およびめっき鋼板上における酸化膜等の研究を行っている。

発表論文 List of Publications

- I-1 M. Okada, T. Kishiro(Horon), K. Yanagihara(Horon), M. Ataka (Horon), N. Anazawa (Horon), and S. Matsui : Newly developed electron beam stepper for nanoimprint mold fabrication, J. Vac. Sci. Technol B 28 (2010) 740-743, (DOI: 10.1116/1.3449270)
- I-2 M. Okada, M. Maeda(Tokyo Ohka Kogyo), S. Shimatani(Tokyo Ohka Kogyo), S.

- Otaka(Tokyo Ohka Kogyo), and S. Matsui : Fabrication of Replica Mold by Room Temperature Nanoimprinting using Organic Spin-on-glass, *J. Photopolym. Sci. Tech.* 23 (2010) 65-68 (DOI: 10.2494/photopolymer.23.65)
- I -3 M. Okada, T. Kishiro(Horon), K. Yanagihara(Horon), M. Ataka (Horon), N. Anazawa (Horon), and S. Matsui : Large Area Nanoimprint Mold Fabricated by Electron Beam Stepper, *J. Photopolym. Sci. Tech.* 23 (2010) 75-78 (DOI: 10.2494/photopolymer.23.75)
- I -4 Y. Kang, M. Okada, Y. Haruyama, K. Kanda, and S. Matsui : UV irradiation Effect on Pattern Size Shrinkage of Sol-gel Indium Tin Oxide Replicated by Nanoimprint Lithography, *J. Photopolym. Sci. Technol.*, 23, pp.39-43, 2010 (DOI: 10.2494/photopolymer.23.39)
- I -5 Y. Nakai, S. Omoto, Y. Kang, M. Okada, K. Kanda, Y. Haruyama, and S. Matsui : Evaluation of Heat Durability of Fluorinated Antisticking Layers, *J. photopolym. Sci. Technol.*, 23, pp55-58, 2010 (DOI: 10.2494/photopolymer.23.55)
- I -6 S. Omoto, M. Okada, Y. Kang, K. Kanda, Y. Haruyama, S. Tono(Tokuyama) and S. Matsui : Comparison of EB Exposure Characteristics between HSQ and Calix Arene of High Resolution Negative Resist, *J. photopolym. Sci. Technol.*, 23, pp97-100, 2010 (DOI: 10.2494/photopolymer.23.97)
- I -7 S. Matsui, H. Hiroshima(AIST), Y. Hirai(Osaka Pref Univ), and M. Nakagawa(Tohoku University) : Research and Development on Process Science and CD Control in High-Throughput UV Nanoimprint, 54th International Conference on Electron, Ion and Photon Beam Technology and Nanofabrication 2010 (Anchorage, 2010)
- I -8 S. Matsui, H. Hiroshima(AIST), Y. Hirai(Osaka Pref Univ), and M. Nakagawa(Tohoku University) : Research and Development on Process Science and CD Control in High-Throughput UV Nanoimprint, International Microprocess and Nanotechnology Conference (Kokura, 2010)
- I -9 Y. Kang, S. Omoto, Y. Nakai, M. Okada, Y. Haruyama, K. Kanda, and S. Matsui : Nanoimprint replication of three-dimensional structure fabricated by FIB-CVD, 54th International Conference on Electron, Ion and Photon Beam Technology and Nanofabrication 2010 (Anchorage, 2010)
- I -10 M. Okada, M. Maeda(Tokyo Ohka Kogyo), S. Shimatani(Tokyo Ohka Kogyo), S. Otaka(Tokyo Ohka Kogyo), and S. Matsui : Fabrication of Replica Mold by Room Temperature Nanoimprinting using Organic Spin-on-glass, International Conference of Photopolymer Science and Technology (Chiba, 2010)
- I -11 M. Okada, T. Kishiro(Horon), K. Yanagihara(Horon), M. Ataka (Horon), N. Anazawa (Horon), and S. Matsui : Large Area Nanoimprint Mold Fabricated by Electron Beam Stepper, International Conference of Photopolymer Science and Technology (Chiba, 2010)
- I -12 Y. Kang, M. Okada, Y. Haruyama, K. Kanda, and S. Matsui : UV irradiation Effect on Pattern Size Shrinkage of Sol-gel Indium Tin Oxide Replicated by Nanoimprint Lithography, International Conference of Photopolymer Science and Technology (Chiba, 2010)

- I -13 Y. Nakai, S. Omoto, Y. Kang, M. Okada, K. Kanda, Y. Haruyama, and S. Matsui : Evaluation of Heat Durability of Fluorinated Antisticking Layers, International Conference of Photopolymer Science and Technology (Chiba, 2010)
- I -14 S. Omoto, M. Okada, Y. Kang, K. Kanda, Y. Haruyama, S. Tono(Tokuyama), and S. Matsui : Comparison of EB Exposure Characteristics between HSQ and Calix Arene of High Resolution Negative Resist, International Conference of Photopolymer Science and Technology (Chiba, 2010)
- I -15 M. Okada, M. Maeda(Tokyo Ohka Kogyo), S. Shimatani(Tokyo Ohka Kogyo), S. Otaka(Tokyo Ohka Kogyo), and S. Matsui : Organic Spin on Glass Replica Mold Fabricated by Room Temperature Nanoimprinting, 3rd Asian Symposium on Nano Imprint Lithography (Tsukuba, 2010)
- I -16 D. Yamashita, M. Okada, Y. Kang, Y. Haruyama, K. Kanda, and S. Matsui : Bilayer Resist Method using Si containing photoresist in UV Nanoimprint Lithography, 3rd Asian Symposium on Nano Imprint Lithography (Tsukuba, 2010)
- I -17 Y. Sawada, M. Okada, H. Miyake(Daicel Chemical Industries), T. Ohsaki (Toyo Gosei), Y. Hirai(Osaka Pref Univ), Y. Haruyama K. Kanda, and S. Matsui : Evaluation of radical- and cationic- UV-curable resins for studying UV-nanoimprint, 3rd Asian Symposium on Nanoimprint Lithography (Tsukuba, 2010)
- I -18 岡田 真・松井真二 : フッ素含有自己組織化膜の評価、第 71 回応用物理学会学術講演会 (長崎、2010)
- I -19 岡田 真・岩佐真行・春山雄一・神田一浩・倉本 圭・中川 勝 (東北大)・松井真二 : 走査型プローブ顕微鏡による離型膜と UV ナノインプリントレジストとの付着力評価、第 71 回応用物理学会学術講演会 (長崎、2010)
- I -20 姜 有志・岡田 真・神田一浩・春山雄一・松井真二 : PDMS モールドを用いたスピンコート HSQ 膜への低圧室温ナノインプリント、第 71 回応用物理学会学術講演会 (長崎、2010)
- I -21 大本慎也・岡田 真・姜 有志・神田一浩・春山雄一・東野誠司 (トクヤマ)・松井真二 : 高解像度ネガ型レジスト CalixArene を用いた EB リソグラフィーによるナノインプリントモールドの作製、第 71 回応用物理学会学術講演会 (長崎、2010)
- I -22 山下大輔・岡田 真・姜 有志・神田一浩・春山雄一・松井真二 : Si 含有 UV 硬化レジストパターンをマスクとして用いた二層構造の作製、第 71 回応用物理学会学術講演会 (長崎、2010)
- I -23 知念美佳・岡田 真・春山雄一・神田一浩・廣島 洋 (産総研)・松井真二 : 接触角測定によるペンタフルオロプロパンガス雰囲気下における離型効果の評価、第 71 回応用物理学会 学術講演会 (長崎、2010)
- I -24 澤田陽平・岡田 真・三宅弘人 (ダイセル化学工業)・大幸武司 (東洋合成工業)・平井義彦 (大府大)・春山雄一・神田一浩・松井真二 : UV ナノインプリントにおけるラジカル系及びカチオン系 UV 硬化性樹脂の評価、第 71 回応用物理学会学術講演会 (長崎、2010)
- I -25 S. Matsui : Research and Development on Process Science and CD Control in High-Throughput UV Nanoimprint, 2010 International Symposium on Lithography Extensions (Kobe, 2010)
- I -26 S. Matsui : Research and Development on High-Throughput UV Nanoimprint, (Jeju Island,

- Korea, 2010)
- II-1 春山雄一・松井真二・出田智也・石垣博行 : 放射光を照射した PTFE 表面に対する加熱効果の光電子分光による観察, IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems, 130-C, 1741-1745, 2010
- II-2 Y. Haruyama, Y. Kang, M. Okada, and S. Matsui : Electronic structure of the fluorinated diamond-like carbon thin films as a function of annealing temperature using photoelectron spectroscopy, 37th International Conference on Vacuum Ultraviolet and X-ray Physics (Vancouver, 2010)
- II-3 新井邦明 (東京大)・奥田太一 (広島大)・福本恵紀(JASRI)・小嗣真人(JASRI)・大河内拓雄(JASRI)・児玉謙司(JASRI)・春山雄一・中村哲也(JASRI)・松下智裕(JASRI)・大沢仁志(JASRI)・室隆桂之(JASRI)・松井真二・柿崎明人 (東京大)・大谷義近 (東京大)・木下豊彦(JASRI) : ミクロンサイズ磁気円盤配列における磁気ダイナミクスの時間分解光電子顕微鏡観測、第 24 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (つくば、2011)
- II-4 春山雄一・岡田 真・中井康喜・石田敬雄(AIST)・松井真二 : フッ素含有分子膜の光電子分光による評価、第 24 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (つくば、2011)

科学研究費補助金等

- 1 科学技術振興機構・戦略的創造研究推進事業 (平成 20~25 年度)

研究課題	超高速ナノインプリントリソグラフィ - 量産離型 -
研究代表者	松井真二
- 2 文部科学省・科学研究費補助金 (新学術領域) (平成 20~24 年度)

研究課題	ナノインプリントによる機能性分子の空間自己組織化制御
研究代表者	松井真二
研究分担者	神田一浩・春山雄一
- 3 文部科学省・科学研究費補助金 (基盤研究(B)) (平成 20~22 年度)

研究課題	集束イオンビーム 3 次元ナノ構造形成によるバイオナノツールの作製と評価
研究代表者	松井真二
研究分担者	神田一浩・八田公平