

高機能ナノマテリアルの開発

KATAYAMA, Hirotake / 丸山, 有成 / 守吉, 佑介 / 中村, 暢男 / 浜中, 廣見 / 西海, 英雄 / 片山, 寛武 / 緒方, 啓典 / 西村, 允 / 高山, 新司 / MARUYAMA, Yusei / MORIYOSHI, Yusuke / NAKAMURA, Nobuo / HAMANAKA, Hiromi / NISHIUMI, Hideo / OGATA, Hironori / NISHIMURA, Makoto / TAKAYAMA, Shinji

(出版者 / Publisher)

法政大学マイクロ・ナノテクノロジー研究センター

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学マイクロ・ナノテクノロジー研究センター年報

(巻 / Volume)

2004

(開始ページ / Start Page)

4

(終了ページ / End Page)

17

(発行年 / Year)

2006-03-10

研究成果報告概要

高機能ナノマテリアルの開発

本研究の目的は、ナノメートルサイズのさまざまな新規ナノマテリアルあるいはナノ構造体を創製し、その特異な構造・物性に基づく新高機能の発現を達成することで、9名のメンバーの個々の研究を総合的に進展させることによって目的の達成を図っている。以下に「プロジェクトメンバー」とそれぞれの「研究テーマ」を示す。

- 丸山 有成 (物質化学科) 「炭素系新ナノ物質、有機伝導体素子」
- 守吉 佑介 (物質化学科) 「ダイヤモンドの液相焼結、BN ナノチューブ」
- 中村 暢男 (物質化学科) 「ナノサイズ制御による有機強磁性体構築」
- 浜中 廣見 (物質化学科) 「PIXE 法による雲母中の Al ナノ構造の解析」
- 西海 英雄 (物質化学科) 「ナノ構造光触媒の開発」
- 片山 寛武 (物質化学科) 「ナノ物質の分離・分析技術の開発」
- 緒方 啓典 (物質化学科) 「フラーレン・ナノチューブ新複合材料の開発」
- 西村 允 (機械工学科) 「MoS₂/ナノ炭素固体潤滑薄膜の開発」
- 高山 新司 (システム制御工学科) 「液晶ディスプレイ用薄膜半導体材料の開発」

主な研究成果の概要

(丸山グループ)

1. DNA/カーボンナノチューブ複合体の合成と STM/STS による評価

標記の課題について、前年度の成果をうけて、本年度はまず STM 像のより詳細な解析 (section-profile line-analysis) を行って、DNA がナノチューブに内包されていることをより確実に示した (図1、図2)。さらに、STS による電子状態密度スペクトルの位置依存性を、ナノチューブの入り口付近で詳細に測定することによっても、DNA@CNT を支持する結果を得た (図3、図4、図5)。

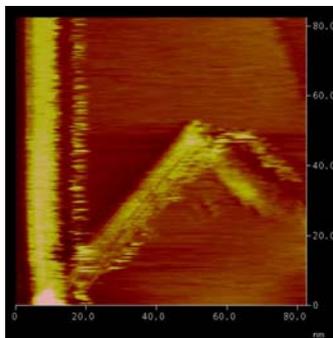


図1

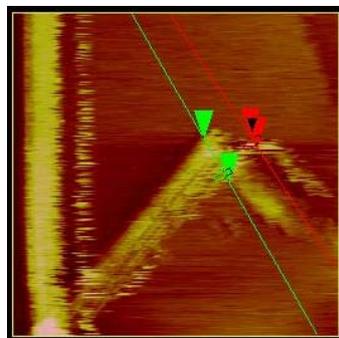
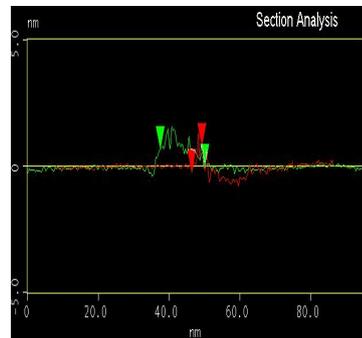


図2



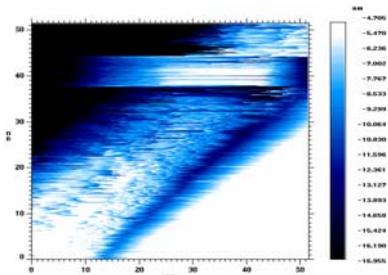


図 3

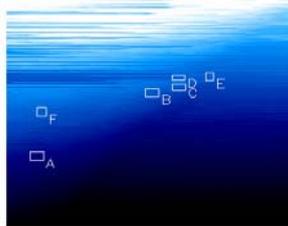
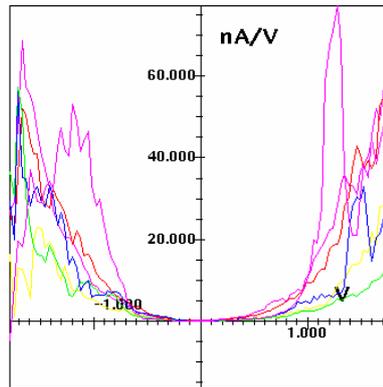


図 4



A B C D E F

図 5

2. DNA/カーボンナノチューブ複合体の新しい合成法 (フィルター強制注入法)

標記新複合体合成の全く新しい方法として、ナノチューブをフィルターとして用い DNA 分散液を強制濾過して、チューブに DNA を内包させる方法を導入した。20~200nm の細孔をもつアルミニウム陽極酸化膜の細孔に、アルコール CCVD 法により CNT を成長させ、それをフィルターとして DNA 分散液を注射器中で押し出して注入させるものである (図 6 : イメージ、図 7 : 途中経過の SEM 像)。最後にチューブの上下の開口端を金を蒸着して塞ぎ、弗酸でアルミナを溶かしてチューブを取り出した。その TEM 像 (図 8)。DNA 像は認められなかったが、EDS を測定したところチューブ位にリン元素の存在が検出されたので (図 9)、DNA 内包を示唆する結果が得られたと考えられる。

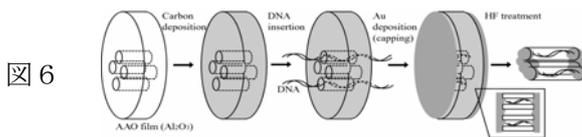


図 6

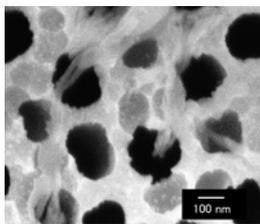


図 7

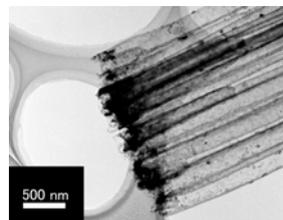


図 8

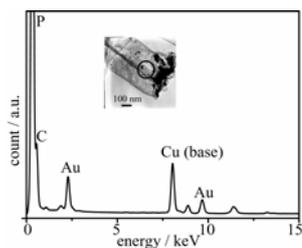


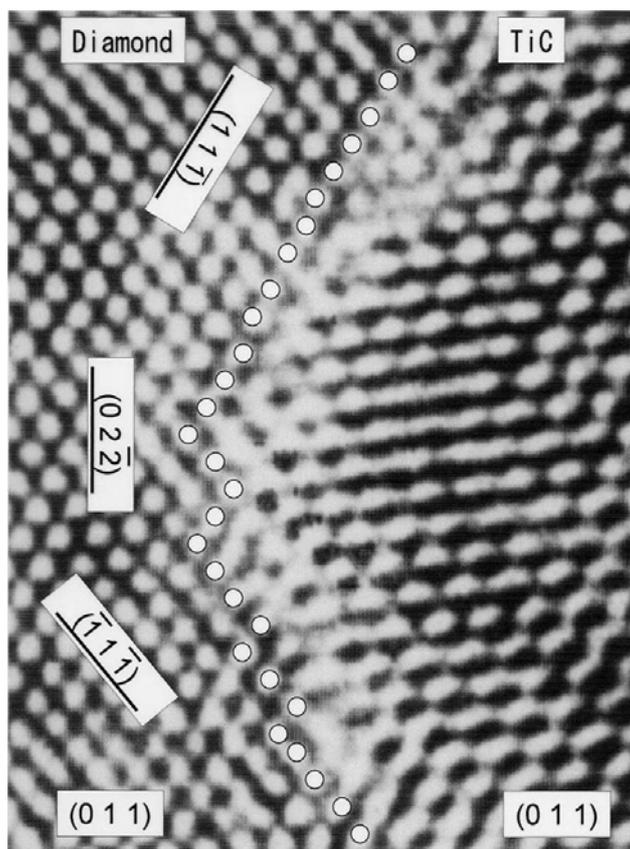
図 9

(守吉グループ)

前年度は、ナノメートルスケールで物性を制御することを目指して、対象物質としてダイヤモンド焼結体を取り上げて、ダイヤモンドにさまざまな金属を添加することによって、優れた機械的性質や特異な物性を引き出すことを試みた。ダイヤモンドチタン・スズ・銅系の液相焼結を還元雰囲気中 760°Cから 920°Cの温度範囲で、5-30分、液相焼結した。焼結体の粒界構造を中心に透過電子顕微鏡と分析電子顕微鏡で調べた。その結果、次のことが明らかになった。

- 1) チタンはダイヤモンドの金属の濡れ性に重要な役割を果たし、ダイヤモンドを濡らす。
- 2) 銅とスズは融剤として働く。
- 3) チタンとダイヤモンドは焼結過程で反応し、炭化チタンをダイヤモンド粒子の表面に生成する。
- 4) 炭化チタンはダイヤモンドとエピタキシャルな関係を保持しながら生成する。

本年度は、ダイヤモンドと炭化チタンの化学結合が、ダイヤモンドと炭化チタンのチタンと直接結合するのか、あるいはダイヤモンドと炭化チタンの炭素が結合するのか、を調べるために、粒界構造のシミュレーションを行った。その結果、前者が 0.22nm で後者が 0.15nm であることを明らかにした。得られたデータをダイヤモンドと炭化チタンの粒界の分解透過電子顕微鏡観察結果と比較した結果は、前者の 0.22nm と極めてよく一致することを示した。すなわち、ダイヤモンドと炭化チタンは、炭化チタンのチタンとダイヤモンドが結合していると結論した。



ダイヤモンドと炭化チタンの粒界の高分解透過電子顕微鏡写真。黒丸の部分は粒界で、ダイヤモンドと炭化チタンの {1 1 1} 面が結合面である。

(中村グループ)

有機強磁性体の開発研究の一環として、分子間 π スタッキング相互作用に注目し、トリフェニレン誘導体・アントラセン誘導体・エチニルアントラセン誘導体およびこれらの遷移金属錯体を合成し、SQUID 磁束計やX線構造解析装置により得られた結果と理論的考察により解析・評価を行った。(1) トリフェニレントリスアミノキシル誘導体およびその遷移金属錯体では、Mn 錯体が強磁性的挙動を示すこと、錯体では二量体構造がさらに一次的に連結された興味ある構造となることを明らかにした(図 1)。(2) アントラセンのニトロニルニトロキシド誘導体では、Mn 錯体やNi 錯体とくに後者が著しい強磁性的挙動を示すこと、その原因が分子間距離の縮小にある可能性を明らかにした(図 2)。(3) エチニルアントラセン誘導体とその遷移金属錯体では常時性的挙動が主となることを明らかにし、三重結合がその原因である可能性を解明するために、新たな類似構造化合物をデザインした。



図1 トリフェニレントリスアミノキシル誘導体のMn(hfac)₂錯体の結晶構造

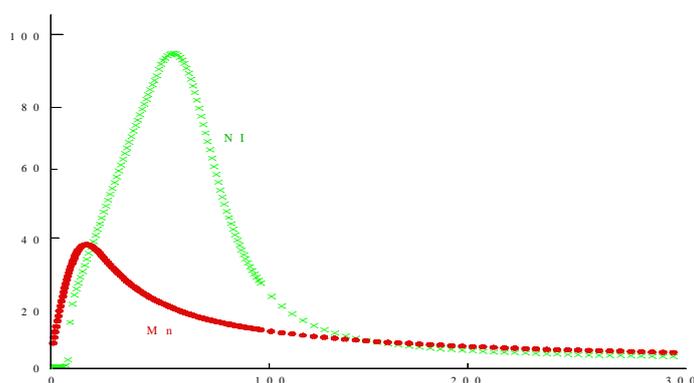


図2 アントラセンのニトロニルニトロキシド誘導体 (Mn および Ni 錯体) の χT プロット

(浜中グループ)

チタン (Ti) ターゲット上 (直径 50mm) にSiO₂(二酸化シリコン 10-15mm角 3枚)を載せ、スパッタすることにより作製した膜のフォトルミネッセンスの測定を行なった。電力 100W(13.56MHz)で 2×10^{-2} TorrのAr中で室温のガラス板上に4時間製膜し、その後400°Cで1時間熱処理した。励起光にArイオンレーザー (488nm)を、検出器には光電子増倍管(R2658)を用い、分光器の前 55nmシャープカットフィルタを置き、試料は冷却 (約-200°C) した。下図のようにスパッタしたものPLのピーク波長は約570nmであり、イオン注入Si超微粒子の試料の780nmより短波長側にピークがあることが分かった。これより、スパッタ膜ではTiが発光になんらかの寄与をしていると考えられる。

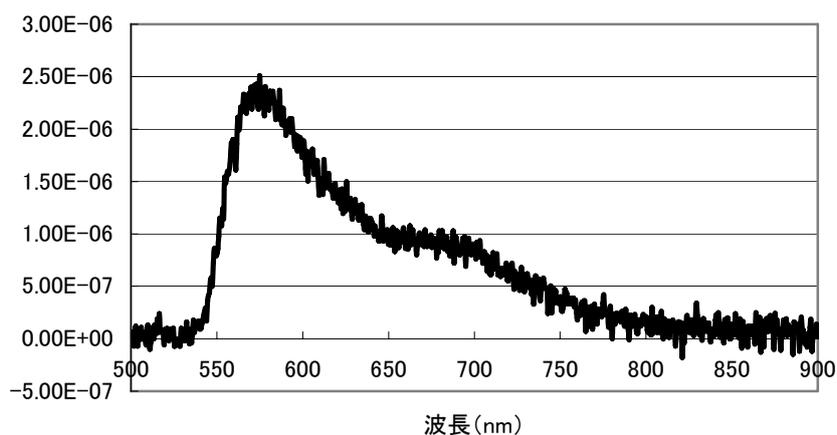


図1 スパッタ膜のフォトルミネッセンス

(西海グループ)

ナノ構造体を活用して環境問題の一つを解決することを目指して、有機溶剤の光分解触媒としてのフラーレンの有用性について検討した。本実験によると、フラーレン (C₆₀, C₇₀) 存在下では、フェノールが可視光によって分解されることが明らかとなった(下図)。これは、可視光によってフラーレンのスピリン三重項状態が効率よく生成され、それが三重項酸素と反応して一重項酸素を発生し、それがフェノールを分解すると考えられることがわかった。

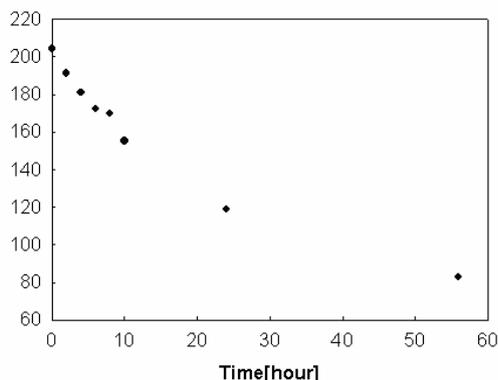


図1 反応槽中のフェノール溶液濃度の時間変化

(片山グループ)

マイクロ精留塔を作成して、その精留性能を調べた。この精留塔は内径 3.4mmのガラス管に、外径 3mm X内径 2mmのテフロン製の中空膜を挿入したものである。この中空膜は 1 μ mの孔のある多孔質の材料で、この膜の毛管作用により還流液の目詰まりをなくすことが出来る。

実験は、ヘキサン-シクロヘキサン系で、大気圧、全還流で行なった。そして蒸気流束 $G_M = 5 \sim 70 \text{ kmol/m}^2 \cdot \text{h}$ で $H_{OG} = 0.1 \sim 0.2 \text{ m}$ の値を得た。以前の内径 15mm 濡壁塔の実験との比較から、今回製作した装置は内径 2mm の濡壁塔とみなしてよいことが分かった。現時点で世界最小の精留塔の試作に成功した。

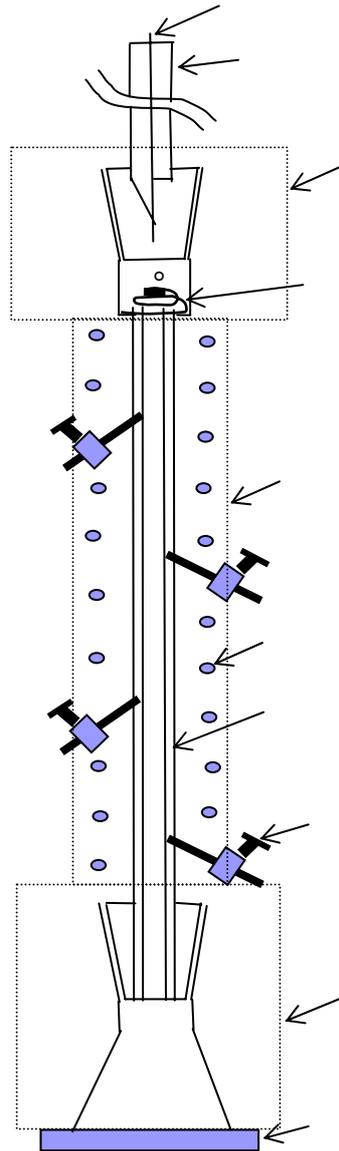


図1 世界最小の精留塔

(緒方グループ)

新規ナノマテリアルの創製とその局所構造をNMR法などを用いて解明することを目指している。単層カーボンナノチューブの強い一次元性を持ったナノ細孔を用いた新規物質開発として、数種類のイオン性結晶を内包した単層カーボンナノチューブの高収率合成に成功した。直径制御された単層カーボンナノチューブを合成することを目的として、細孔径の異なるメソポーラスシリカ (MCM 4 1) を触媒支持物質として用いてアルコールCCVD法により単層カーボンナノチューブの合成に成功し、支持物質の細孔径と得られたチューブ直系との間に相関があることを見出した。また、種々の常磁性分子 (O_2 , NO) を単層カーボンナノチューブのナノ細孔中に配列させた場合の磁氣的相互作用を定量的に解明し、低次元ナノ磁性体の可能性を示した。

C_{60} 分子と同じ 60π 電子系を有する各種フレロイドを用いて数種類の新規電荷移動型フレロイド化合物を合成し、その構造と電子状態を解明した。

ナノ分子素子の配線材料として現在注目を集めている C_{60} および C_{70} ナノウィスカーの結晶構造およ

び結晶内における分子ダイナミクスをシンクロトロン軌道放射光を用いたX線回折実験および固体NMR分光法を用いて解明した。

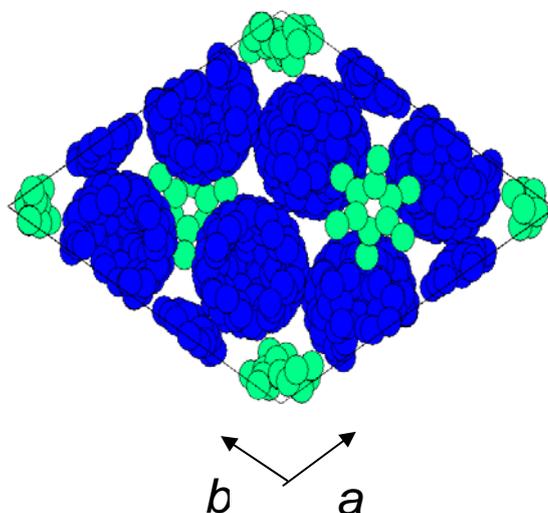
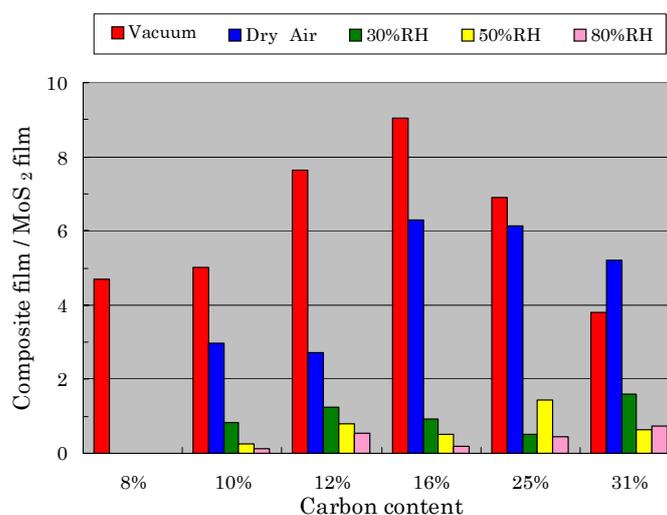


図1 C₆₀ナノウィスカーの結晶構造

(西村グループ)

極限環境下で低摩擦、長寿命の固体潤滑膜を創成することを目指している。宇宙空間で最も多く使用される固体潤滑剤MoS₂は、湿度雰囲気中では摩擦の上昇があるため、新たな潤滑剤が求められている。そこで本研究では、湿度雰囲気中に強く、構造的特性から潤滑剤として注目されているグラファイトをMoS₂に混入することにより、真空中のトライボ特性を維持しつつ湿度雰囲気中の特性を改善することを目的としている。

固体潤滑膜は、複合ターゲットスパッタリング法により製膜した。繰り返し摩擦で評価した真空、乾燥、湿度雰囲気（30、50、80%RH）中における、MoS₂単体膜に対する複合膜の寿命比とグラファイト含有率の関係を下図に示す。寿命はグラファイト添加により大幅に向上し、グラファイト含有率16%において真空中で9倍、乾燥雰囲気中で6倍となった。しかしながら、湿度雰囲気中でのトライボ特性改善は認められなかった。



MoS₂単体膜に対する複合膜の寿命比とグラファイト含有率の関係

(高山グループ)

ナノテクノロジーの応用に向けて、液晶ディスプレイ用薄膜半導体材料の開発を目指している。低抵抗・低内部応力透明導電膜の開発として、酸素中で熱処理することによって低抵抗 ($5 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$)・低内部応力 (内部応力ゼロ) ITO膜をつくることに成功した (下図1)。また、ITO膜に代わる透明導電膜としてZnO系の研究開発を行い、Al及びTi添加により比抵抗が $5 \sim 9 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ の低内部応力透明導電膜を開発した(図2)。さらに抵抗・高熱安定性電極配線膜の開発に向けて、膜断面での内部応力分布およびその温度変化を初めて測定することに成功した。

図3にCu膜の膜断面での応力分布を示す。

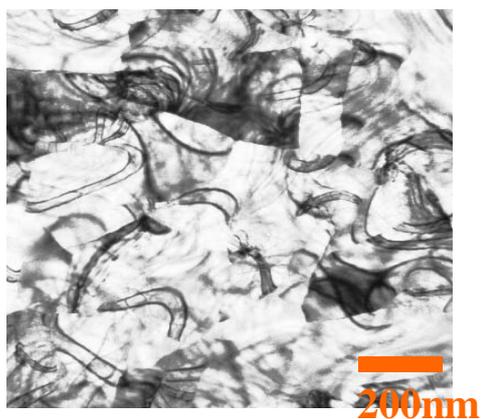


図1 300°C酸素中熱処理後 ITO 膜の組織

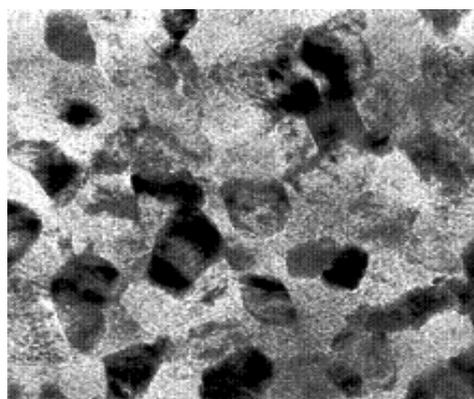


図2. 300°C酸素中熱処理後 Ti-ZnO 膜の組織

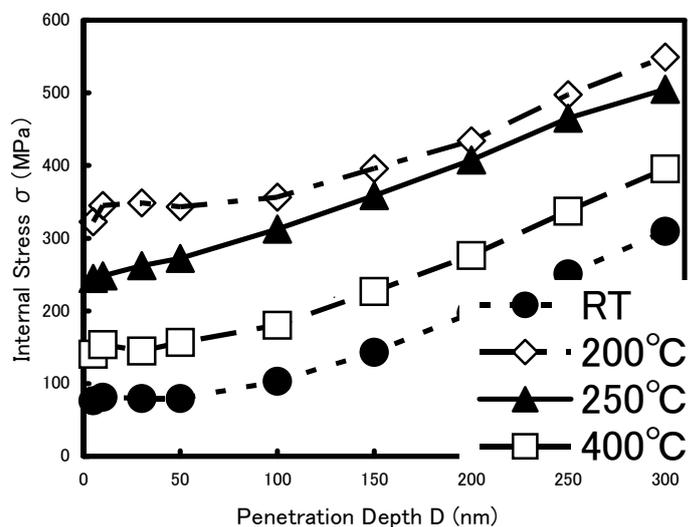


図3. Cu膜(111)面での膜厚さ方向の内部応力分布とその温度依存性

次に、Ag合金系及びCu合金系でも低抵抗、高熱安定性の配線材料の研究開発を行いその成果を、日本金属学会(春季大会)及び応用物理学会(春季大会)講演会に発表した。

2004年度業績リスト（高機能ナノマテリアルの開発）

西村 允

<学会発表>

- 1) 井上亮、西村允、” 複合センサーによる固体潤滑膜の健全性評価”
トライボロジー会議鳥取 2004 予稿集 p.549-550、日本トライボロジー学会(2004年11月)
- 2) 久恒克人、西村允、” 紫外線照射による固体潤滑膜のトライボ特性変化”
トライボロジー会議鳥取 2004 予稿集 p.535-536、日本トライボロジー学会(2004年11月)
- 3) 相良和仁、西村允、” フッ化炭素混入ガスで製膜した二硫化モリブデンスパッタ膜のトライボロジー特性” トライボロジー会議鳥取 2004 予稿集 p.557-558、日本トライボロジー学会(2004年11月)
- 4) Kazuhito Sagara & Makoto Nishimura, " Tribological Properties of MoS₂ Sputtered films Improved by Argon and Fluorocarbon Mixture", Extended Abstracts of the 1st International Conference on Advanced Tribology"p.B-27, Singapore(2004年12月)

片山 寛武

<学会発表>

- 1) 片山寛武、広畑美雪、”シクロヘキサベンゼン-N-メチルホルムアミドの液液平衡の測定とその応用”、化学工学会第17年会、2005年3月、名古屋大学にて
- 2) 片山寛武、渡邊純、”マイクロ蒸留塔の製作とその分離性能”、分離技術会2005年会、2005年6月、大阪市立大学にて

西海 英雄

<著書>

- 1) 化学工学会, 化学工学物性定数, Vol.25, 化学工業社(2004) [共著]

<学会発表>

- 1) H.Nishiumi, T.Hirashima, Reaction Rate of CFC12 Photo-Dechlorination to Fluoroether under UV Irradiation, 10th APCChE2004, Kitakyushu, Japan, Oct. 17-21 (2004)
- 2) H.Nishiumi, C.Sato, F.Amano, M.Narita, Water Treatment Application of C60-C70 Fullerene as Visible Light Sensitizer, 10th APCChE2004, Kitakyushu, Japan, Oct. 17-21 (2004)
- 3) H.Nishiumi, T.Saigusa, F.Amano, Effects of NaOH on Solubility of CFC12 and HCFC22 in Methanol, 10th APCChE2004, Kitakyushu, Japan, Oct. 17-21 (2004)
- 4) 天野文貴、西海英雄、”フロン-メタノール系気液平衡に及ぼす NaOH の影響”、分離技術会年会2004、東京(2004年6月)

守吉 祐介

<雑誌論文>

- 1) S. Komatsu, K. Kurashima, Y. Shimizu, Y. Moriyoshi, M. Shiratani, and K. Okada, Condensation of sp³-Bonded Boron Nitride through a Highly Nonequilibrium Fluid

- State, Phys. Chem. B, 108, No. 1, 205-211(2004).
- 2) 田中秀樹, 栗原雅人, 丸山哲, 大澤達也, 守吉佑介, 石垣隆正、熱プラズマ法と機械的粉碎法により処理した MCMB 粉末のリチウムイオン二次電池用負極材料特性、粉体および粉末冶金、51(2)、71-80(2004).
 - 3) S. Komatsu, A. Okudo, D. Kazami, D. Golberg, Y. Moriyoshi, M. Shiratani, and K. Electron Field Emission from Self-Organized Micro-Emitters of sp^3 -Bonded 5H Boron Nitride with Very High Current Density at Low Electric Field, J. Phys. Chem, 108(17), 5182-5184(2004).
 - 4) H. Tanaka, T. Osawa, Y. Moriyoshi, M. Kurihara, S. Maruyama, and T. Ishigaki, Improvement of the anode performance of graphite particles through surface modification in RF thermal plasma, Thin Solid Films, 457, 209-216(2004).
 - 5) Jiayan Xu, Hideki Tanaka, Masato Kurihara, Satoshi Maruyama, Yusuke Moriyoshi, and Takamasa Ishigaki, Influence of active surface on electrochemical properties of mesocarbon microbeads powders, J. Power Sources, 133, 260-262(2004).
 - 6) Yujiro WATANABE, Yusuke Moriyoshi, Yasushi Suetsugu, Toshiyuki Ikoma, Takeshi Kasama, Tadashi Hashimoto, Hirohisa YAMADA, and Junzo TANAKA, Hydrothermal Formation of Hydroxyapatite Layers on the Surface of Type-A Zeolite, J. Am. Ceram. Soc., 87, 1305-1307(2004).
 - 7) 佐藤仁俊、石垣隆正、神谷秀博、守吉佑介、ZrC-Al₂O₃ 複合セラミックスの常圧焼結挙動、粉体および粉末冶金、51、741-748(2004).
 - 8) Hideki Monma, Yusuke Moriyoshi, Kazuhiro Miyamoto, Satoshi Takahashi, and Toshinori Okura, Characterization of Stalacite, Hanging from Old Concrete Bridge, Trans. Mater. Research Soc. Japan, 29, 2285-2288(2004).
 - 9) H. Tanaka, J.Y.Xu, M. Kurihara, S. Maruyama, N. Ohashi, Y. Moriyoshi, and T. Ishigaki, Anomalous improvement of the electrochemical properties of mesocarbon microbeads by Ar-H₂-SF₆ thermal plasma treatment, Carbon, 42, 3229 - 3235(2004)
 - 10) J.Y.Xu, H. Tanaka, M. Kurihara, S. Maruyama, N. Ohashi, Y. Moriyoshi, and T. Ishigaki, Influence of Ar-H₂-SF₆ plasma on the surface structure and electrochemical properties of mesocarbon microbeads, Solid State Ionics, 172, 231-233(2004).
 - 11) Y. Sakka, T. S. Suzuki, T. Matsumoto, K. Morita, K. Hiraga, and Y. Moriyoshi, Effect of titania and magnesia addition to 3 mol% yttria doped tetragonal zirconia on some diffusion related phenomena, Solid State Ionics, 172, 499-503(2004).
 - 12) Y. Sakka, A. Honda, T. S. Suzuki, and Y. Moriyoshi, Fabrication of oriented α -alumina from porous bodies by slip casting in a high magnetic fields, Solid State Ionics, 172, 341-347(2004).
 - 13) H. Tanaka, Y. Moriyoshi, M. Kurihara, S. Maruyama, and T. Ishigaki, Influence of Water Adsorption on Electrochemical Performance of Plasma Modified MCMB Powders, Trans. Mater. Res. Soc. Japan, 29[8], 3395-3398 (2004).
 - 14) Yujiro WATANABE, Hirohisa YAMADA, Junzo TANAKA, Yu KOMATSU, and Yusuke MORIYOSHI, AMMONIUM ION EXCHANGE OF SYNTHETIC ZEOLITES: THE EFFECT OF THEIR OPEN-WINDOW SIZES, PORE STRUCTURES AND CATION EXCHANGE

CAPACITIES, Separation Science and Technology. 39, 2091-2104(2004).

15) Yujiro Watanabe, Toshiyuki Ikoma, Hirohisa Yamada, Kennji Tamura, Yu Komatsu, Junzo Tanaka, and Yusuke Moriyoshi, Synthesis of Nano-apatite Crystals on the Surface of Phillipsite, Phosphorous Research Bulletin, 17, 174-179(2004).

<著 書>

1) 掛川一幸、山村博、守吉佑介、門間英毅、植松敬三、松田元秀共著、“機能性セラミックス化学”、朝倉書店（2004）。

<学会発表>

1) 横山譲、池上隆康、鈴木真、守吉佑介、微量添加物による Nd の YAG に対する固溶量の増加、第42回セラミックス基礎科学討論会、1月23日、長岡(2004)。

2) H. Yamada, Y. Watanabe, T. Hashimoto, K. Tamura, T. Ikoma, J. Tanaka and Y. Moriyoshi, Synthesis and characterization of LDH-coated zeolite-LTA, Oct., Eindhoven, Netherlands(2004).

3) T. Ishigaki, Ji-Guang Li, H. Kamiyama, Seung-Min OH, and Yusuke Moriyoshi, Synthesis of N-doped TiO₂ Nano-Particles through Thermal Plasma Processing, Oct., Eindhoven, Netherlands(2004).

4) Y. Watanabe, T. Ikoma, Y. Suetsugu, H. Yamada, J. Tanaka, and Y. Moriyoshi, Type-A zeolites with hydroxyapatite surface layer utilizing ion exchange reaction: Adsorption of harmful ions, Oct., Eindhoven, Netherlands(2004).

5) Y. Watanabe, T. Ikoma, Y. Suetsugu, H. Yamada, J. Tanaka, and Y. Moriyoshi, The densification of zeolite/apatites composites using Pulse Electric Current Sintering method: A long-term assurance material for the disposal of radioactive waste, Oct., Eindhoven, Netherlands(2004).

6) Yusuke Moriyoshi, Daisuke Kazami, Takamsa Ishigaki, Takayasu Ikegami, and Tadashi Ikemaoto, TEM observation of AG refractory, Oct., Eindhoven, Netherlands(2004).

7) 小松正二郎、奥戸昭雄、風見大介、守吉佑介、岡田勝行、スレーザープラズマ複合化CVDによる s p³結合性 5H-BN電界電子エミッター薄膜合成と評価、応用物理学会、(2004)。

8) 小松正二郎、倉島啓次、守吉佑介、岡田勝行、紫外パルスレーザー変調プラズマ同期プロセスによる s p³結合性 5H-BNの合成と新機能、応用物理学会、(2004)。

9) 小松正二郎、奥戸昭雄、風見大介、守吉佑介、岡田勝行、スレーザー変調プラズマ同期CVDによる s p³結合性 5H-BNの形態形成、応用物理学会、(2004)。

10) 目義雄、本多敦、打越哲郎、鈴木達、守吉佑介、配向性アルミナの作成と特性、日本セラミックス協会、第17回秋季シンポジウム、9月18日、北陸先端大学、(2004)。

11) 栗原雅人、守吉佑介、石垣隆正、日本セラミックス協会、高周波熱プラズマ処理した炭素粉末の電気化学特性への表面改質の効果、第17回秋季シンポジウム、9月18日、北陸先端大学、(2004)。

12) 神山弘志、田中秀樹、守吉佑介、石垣隆正、熱プラズマ法による酸化チタンナノ粒子への窒素ドーピング、日本セラミックス協会、第17回秋季シンポジウム、9月18日、北陸先端大学、(2004)。

- 13) 井上武志、越智篤、一ノ瀬昇、守吉佑介、羽田肇、高結合圧電材料と高安定絶縁層から構成された圧電トランスの基礎検討、日本セラミックス協会、第17回秋季シンポジウム、9月18日、北陸先端大学、(2004).
- 14) 石垣隆正、田中秀樹、神山弘志、守吉佑介、熱プラズマ法による球状ニッケル粒子上に成長した網目状カーボンナノファイバー、日本セラミックス協会、第17回秋季シンポジウム、9月18日、北陸先端大学、(2004).
- 15) 渡辺雄二郎、生駒俊之、末次寧、山田裕久、田中順三、守吉佑介、イオン交換プロセスを用いた各種ゼオライトのアパタイトコーティング、第20回日本イオン交換学会、2004年9月24日(金)～25日(土)山梨大学。
- 16) 渡辺雄二郎、生駒俊之、末次寧、山田裕久、田中順三、守吉佑介、放射性ヨウ素固定化に関する研究～ヨウ素含有ゼオライトAのアパタイトコーティング効果～、第109回無機マテリアル学会、2004年11月11日(金)～12日(土)東北大学。
- 17) 大澤倫子、渡辺雄二郎、風見大介、守吉佑介、門間英毅、山田裕久、田中順三、複酸化物とリン酸塩の反応によるアパタイトの合成、第109回無機マテリアル学会、2004年11月11日(金)～12日(土)東北大学。
- 18) 渡辺雄二郎、生駒俊之、末次寧、山田裕久、田中順三、守吉佑介、パルス通電加圧焼結法による水酸アパタイト透明配向焼結体の作製とその性能評価、日本バイオマテリアル学会シンポジウム2004年、11月15日(火)～16日(水)つくば

中村 暢男

<学会発表>

- 1) 須藤啓介・小林健佑・中村暢男・今井宏之・秋田素子・井上克也,
ニトロニルニトロキシドを有するアントラセン類とその遷移金属錯体の合成と磁気特性, 第17回基礎有機化学連合討論会(仙台)2004年9月.
- 2) 河合克仁・中村暢男・今井宏之・秋田素子・井上克也,
5-ピリミジル基を有する配位子とその遷移金属錯体の合成および磁気特性,
第17回基礎有機化学連合討論会(仙台)2004年9月.
- 3) 藤谷徳昌・河合克仁・坂口崇洋・中谷 隆・中村暢男・今井宏之・秋田素子・井上克也,
エチニルアントラセンを有するビスアミノキシルラジカルとその遷移金属錯体の合成と磁気特性, 第17回基礎有機化学連合討論会(仙台)2004年9月.
- 4) 市村義貴・山口智子・松山 幹・中村暢男・今井宏之・秋田素子・井上克也,
トリフェニレン骨格を有するトリアミノキシルラジカルとその金属錯体の合成および磁気特性, 第17回基礎有機化学連合討論会(仙台)2004年9月.

丸山 有成

<学会発表>

- 1) Y.Maruyama, M.Iijima, T.Kato, S.Nanishi, H.Watanabe, "Electron density of states spectra at the base sites in DNA alternating copolymers : STM/STS study", The International Conference on the science and technology of Synthetic Metals (ICSM 04), Wollongong, Australia, 28 June to 2 July 2004.

- 2) Y.Maruyama, K.Kimura, M.Iijima, K.Suzuki, S.Bandow, T.Yamaguchi, S.Iijima, A.Koshio, T.Okazaki, H.Shinohara, “DNA, Fullerene/CNT hybrid materials studied by STM/STS”, The 8th Japan-China Joint Symposium on Conduction and Photoconduction in Organic Solids and related Phenomena, Okazaki, Japan, November 11-14, 2004.
- 3)鈴木伸弘、鳶田浩之、大塔一平、丸山有成、鈴木敏泰、鈴木研二、“ $C_{60}BF_4$ 固体の導電性”、第26回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム、岡崎(2004年1月)。
- 4)飯島 恵、渡部俊昭、小塩 明、坂東俊治、山口貴司、飯島澄男、鈴木研二、丸山有成、“ニ重ラセン DNA@MWNT の作製と評価”、第27回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム、東京(2004年7月)。
- 5)鈴木研二、丸山有成、“DNA-カーボンナノチューブ複合体のSTMによる研究”、第27回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム、東京(2004年7月)。
- 6)西澤 紘、森 裕幸、田中 徹、鈴木研二、鈴木信三、丸山有成、“CCVD法により合成されたSWNTsの直径制御の試み”、第27回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム、東京(2004年7月)。
- 7)田中雅之、宮崎尚久、酒井なつき、丸山有成、“ $C_{6x}C_{60}$ 結晶の導電性をプローブとした反応条件の最適化”、第28回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム、名古屋(2005年1月)。
- 8)飯島 恵、渡部俊昭、石井 瞬、小塩 明、坂東俊治、山口貴司、飯島澄男、鈴木研二、丸山有成、“DNAとカーボンナノチューブの複合材料の作製と評価”、第28回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム、名古屋(2005年1月)。
- 9)森 裕幸、西澤 紘、田中 徹、鈴木研二、丸山有成、“触媒担持体の細孔径制御によるSWNTの直径制御”、第28回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム、名古屋(2005年1月)。
- 10)鈴木研二、西澤 紘、丸山有成、“DNA-CNT複合体の合成”、第28回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム、名古屋(2005年1月)。

緒方 啓典

<学会発表>

- 1) 緒方啓典、向谷地雅人、木野仁志、斎藤弥八、“単層カーボンナノチューブに吸着したNO分子の磁氣的性質”、第26回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム、岡崎(2004年1月)
- 2) 向谷地雅人、木野仁志、緒方啓典、斎藤弥八、“単層カーボンナノチューブに吸着した酸素分子の磁氣的性質”、第26回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム、岡崎(2004年1月)
- 3) 土田諭、磯野直也、山本和寛、緒方啓典、“ハロゲンをドーピングしたフレロイド固体の構造と物性”、第26回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム、岡崎(2004年1月)
- 4) 山本和寛、磯野直也、土田諭、緒方啓典、“新規フレロイド化合物の構造と磁氣的性質(2)”、第26回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム、岡崎(2004年1月)
- 5)磯野直也、山本和寛、土田諭、緒方啓典、“新規フレロイド化合物の構造と磁氣的性質(II)”、日本物理学会第59回年次大会、福岡(2004年3月)。
- 6)緒方啓典、向谷地雅人、木野仁志、斎藤弥八、“単層カーボンナノチューブの磁性分子吸着特性(II)”、日本物理学会第59回年次大会、福岡(2004年3月)。

- 7) 亀村博子、緒方啓典、“白金族触媒を用いたアルコール CCVD 法によるカーボンナノチューブの合成”、第 27 回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム、東京 (2004 年 7 月)。
- 8) 土田諭、緒方啓典“フラーレンナノウィスカーの構造”、第 27 回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム、東京 (2004 年 7 月)。
- 9) 土田諭、緒方啓典、“フラーレン・ナノウィスカーの構造”、日本物理学会 2004 年秋季大会、青森 (2004 年 9 月)。
- 10) 亀村博子、向谷地雅人、緒方啓典、齋藤弥八、“単層カーボンナノチューブの磁性分子吸着特性 (III)”、日本物理学会 2004 年秋季大会、青森 (2004 年 9 月)。
- 11) 緒方啓典、向谷地雅人、齋藤弥八、“分子内包単層カーボンナノチューブの NMR(IV)”、日本物理学会 2004 年秋季大会、青森 (2004 年 9 月)。
- 12) 土田諭、本橋覚、緒方啓典、“フラーレン・ナノウィスカーの構造 (II)”、第 28 回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム、名古屋 (2005 年 1 月)。
- 13) 本橋覚、土田諭、緒方啓典、“フラーレンナノウィスカーの構造(II)”、日本物理学会第 60 回年次大会、千葉(2005 年 3 月)。
- 14) 土田諭、本橋覚、緒方啓典、“フラーレンナノウィスカーの NMR”、日本物理学会第 60 回年次大会、千葉(2005 年 3 月)。
- 15) H.Ogata, M.Mukaiyachi, H.Kamemura, H.Kino, Y.Saito, “Magnetic Properties of O₂ or NO Assembly Confined in SWNT Bundles”, 2005 MRS Spring Meeting, San Francisco, CA, USA, March 28-April 1, (2005).

高山 新司

<雑誌論文>

- 1) Shini Takayama, Makoto Oikawa, and Tokuji Himuro, “Thermal Stability and Internal Stress for Strongly (111) oriented Cu Films”, Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 795 (2004) pp. 235-240
- 2) Shinji Takayama and Makoto Oikawa, “The effects of thickness and underlayer on both grain growth and internal stresses in Cu thin films”, International Conf. on New Frontiers of Process Science and Engineering in Advanced Materials (PSEA'04), Kyoto, Nov. 24-26, 2004 (accepted).
- 3) Himuro Tokuji and Shinji Takayama, “Temperature Dependence of Stress Distribution in Depth for Cu Thin Films”, Mat. Res. Soc. Symp. U, Boston, Nov. 29 – Dec. 3, 2004 (accepted).

<著書>

- 1) THIN FILM TRANSISTORS Materials and Processes, Volume 1, Chapter 8 ; Amorphous Silicon Thin Film Transistors edited by Yue Kuo KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS、(2004) 4 月 Boston/Dordrecht/New York/London