

抄 録

Adsorption of 4-Nonylphenol Ethoxylates onto Insoluble Chitosan Beads Bearing Cyclodextrin Moieties

シクロデキストリン残基を有する不溶性キトサンビーズに対する4-ノニルフェノールエトキシレートの吸着

企 画 部	企画調整室	青 木 信 義
東京工芸大学大学院	工学研究科	木 下 賢 史
(株)横浜国際バイオ研究所		三 国 勝 彦
(株)横浜国際バイオ研究所		中 西 勝 良
東京工芸大学	工学部	服 部 憲治郎

掲載誌：Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry, Vol.57, pp.237-241 (2007).

シクロデキストリン(CD)を担持したキトサンを吸着材として、水中から非イオン性界面活性剤を選択的に除去する技術を開発するため、非イオン性界面活性剤である4-ノニルフェノールエトキシレート(NPE)の吸着を検討した。分子内の空孔の大きさの異なる α -CD, β -CD, γ -CDを原料として合成した吸着材を比較すると、フェノール化合物の吸着には β -CDが最も適していた。NPE分子中のエトキシ鎖長が長くなると、吸着量は小さくなった。また、エタノール等、種々のアルコール水溶液で処理することにより、吸着したNPEを脱離させることができた。吸着-脱離の繰り返し実験を行ったところ、大きな吸着量の低下なしに20回以上繰り返すことが出来た。吸着材をガラス管に充填した吸着管による連続的な吸着実験を行ったところ、適切な流速であれば、吸着材中のCD含有量とよく一致する飽和吸着量を示した。

On the Turbulent Structures of Flows over Traveling Wave Train

進行波列上の流れの乱流構造について

電力中央研究所		木 原 直 人
京都大学大学院	工学研究科	花 崎 秀 史
機械制御技術部	生産システムチーム	水 矢 亨
酸性雨研究センター		植 田 洋 匡

掲載誌：JSME International Journal Series B, Vol. 49, No. 4, pp.1181-1189 (2006)

直接数値シミュレーションにより、一定速度で移動する進行波面上の気流について調べた。風波の位相速度 c と気流の壁面摩擦速度 u の比である波齢(clu)の値には、0, 4, 8, 10, 12, 16 および 20 を用いた。その結果、波齢は平均流速および乱流統計量に大きな影響を与えることが分かった。例えば、波齢が小さい場合、対数領域での平均速度は減少し、波の発達率が正の値となる。また、平均流速と風波の位相速度が等しくなる臨界高さの近傍では、流れ場の鉛直分布に大きな変化がみられた。風波に起因する運動量の鉛直方向のフラックスについては、臨界高さ以下では正の値をとり、臨界高さの近傍で急激に減少し、臨界高さより上では負の値となることが確認された。

Relationship between Airflow at the Critical Height and Momentum Transfer to the Traveling Waves

臨界高さでの気流と進行波への運動量輸送との関係

電力中央研究所		木 原 直 人
京都大学大学院	工学研究科	花 崎 秀 史
機械制御技術部	生産システムチーム	水 矢 亨
酸性雨研究センター		植 田 洋 匡

掲載誌：Physics of Fluids, Vol.19, No.1, 015102 (2007)

周期的な進行波上の気流について直接数値シミュレーションを行い、運動量輸送に関する二つのメカニズム(臨界層および非剥離シェルタリング)の適用性について検討した。その結果、風波の位相速度 c と気流の壁面摩擦速度 u の比である波齢(clu)の値により、3つの場合に分類できることが分かった。低波齢($2 < clu < 4$)域では、臨界高さは薄い inner region 内に位置し、非剥離シェルタリングが作用する。中波齢($4 < clu < 12$)域では、臨界層は、厚い inner region 内に存在し、界面波での運動量輸送に強く関連する。

この領域では、界面波の成長率は臨界層の考え方によって予測できる。高波齢($16 < clu$)域では、臨界高さが outer region に位置し、臨界層が作用するための仮定が

よく満足される。しかし、運動量輸送は主に inner region 中の流れによって決まり、臨界高さでの流れは弱い影響を与えているに過ぎない。よって、この高波齢域でも非剥離シェルタリングが作用していることが分かる。

電子技術部 電子デバイスチーム 伊藤 健
大屋 誠志郎
電子材料チーム 金子 智
資源生活技術部資源エネルギーチーム 国松 昌幸
慶應義塾大学 理工学部 鈴木 孝治

掲載誌：Analytical Chemistry, Vol.79, pp.1725-1730 (2007)

Characterization of the Microfluidic Device Fabricated by Using Photosensitive Sheet

感光性シートを用いた微小流体デバイスの特性評価

電子技術部 電子デバイスチーム 伊藤 健
大屋 誠志郎
電子材料チーム 金子 智
日立化成工業株 川口 卓
三好 裕子
慶應義塾大学 理工学部 鈴木 孝治
NTT Microsystem Integration研究所 岩崎 弦
(独)産業技術総合研究所 丹羽 修

掲載誌：Journal of Micromechanics and Microengineering, Vol.17, pp.432-438(2007)

医療や環境分析では使い捨て可能な微小流体素子のニーズが高いため、低コストを意識した微小流体素子作製技術が検討されている。従来は基板に溝を加工して微小流路を作製してきたが、本研究では感光性シートを流路層かつ上部基板との接合層として使用する手法を提案した。作製した微小流体デバイスに様々な液体を導入した際の特性について評価を行った結果、アルカリ溶媒には弱い、酸、有機溶媒には耐性があることが分かった。また、絶縁性に優れ、接合強度も問題ないことが明らかになった。

Microfluidic Device for Detection of Glucose Using Micro Direct Methanol Fuel Cell as Amperometric Detection Power Source

マイクロ燃料電池を電源として利用したグルコース測定用微小流体デバイス

マイクロ燃料電池は小型機器の電源として注目されており、微細加工技術を用いて作り出されたマイクロデバイスとの融合化が期待されている。本研究では、グルコース測定用微小流体デバイスに内蔵された電気化学検出器に電圧を印加するための素子としてマイクロ燃料電池を使用した。グルコースはグルコース酸化酵素と酸素の存在下でグルコノラクトンと過酸化水素を生成する。この過酸化水素を電極上で分解する際に流れる電流を測定した。その結果、電気化学検出器（ポテンシオスタット）を用いた場合と同等の測定を行うことができ、グルコース濃度 0.1 から 10mM の範囲で直線性の高い検量線が得られた。

Characterization of Micro DMFCs on Flexible Polymeric Substrate

フレキシブル基板に作製したマイクロ DMFC の特性評価

電子技術部 電子デバイスチーム 伊藤 健
資源生活技術部資源エネルギーチーム 国松 昌幸
木村 皓一

掲載誌：Electrochemistry Communications, Vol.8, pp.973-976(2006)

小型機器に搭載するための新しい電源としてマイクロ燃料電池が期待されている。従来の燃料電池はセル型電池を何層にも積層（スタック）することで高電圧を得ていたが、小型燃料電池ではスタックが困難であった。本報告では、1枚のプラスチック基板に貫通穴を作製し、その穴の中に電池構造を埋め込み、各々を薄膜導体により配線させることで高電圧化を行った。その結果、15mm × 40mm × 0.3mm の基板に電池を 10 個直列に配線し、開回路電圧 5.6V、単位面積当たりの出力 3mW/cm² を達成した。基板厚みが非常に薄いため、折り曲げて使うことが可能であり、実際に

1000 回の折り曲げに対しても耐久性があることが示された。

吉 本 護

掲載誌： Jpn. J. Appl. Phys., Vol.45, pp.L328-L330 (2006)

High Tc Superconductor

多層膜歪みが結晶構造へ与える影響

電子技術部 電子材料チーム 金子 智
秋山 賢 輔
東京工業大学大学院総合理工学研究科 舟窪 浩
吉本 護

掲載誌： Phys. Rev. B, Vol.74, pp.054503-1-4(2006)

薄膜の特性はひずみのためにバルク材料に劣ることが多い。本発表では、多層膜構造による歪みを積極的に導入し、歪みが結晶構造に与える影響を調べた。通常では X 線回折で測定不可能な非常に薄い膜厚でも、多層膜（超格子）化することで測定可能となる。単層膜との比較により、ひずみによる結晶構造のゆがみの度合いを詳しく調べた。現在まで、ピスマス系酸化物ではイオン半径の違う陽イオン置換によりひずみの導入が行われていたが、イオン価数の違いにより酸素の導入が同時に行われている可能性があった。多層膜での評価では、ひずみの影響のみが測定可能であった。

Si 基板の最表面は結晶性を持たない「自然酸化シリコン」で覆われている。結晶性のない基板には高品質な結晶は成長しないため、表面の自然酸化膜を除去した後に「素早く」製膜を始めている。本発表ではスパッター法での製膜において、自然酸化膜を除去することなく金属元素と反応させる「メタルモード」を用いた YSZ 作製を試みた。通常は Si(111)基板上にダブル・ドメインとして成長する YSZ(111)薄膜が低成長速度、低基板温度においてシングル・ドメイン成長することを初めて明らかにした。

Structural modulation in bismuth cuprate superconductor observed by X-ray reciprocal space mapping

X 線逆格子測定によるピスマス系酸化物の構造評価

電子技術部 電子材料チーム 金子 智
秋山 賢 輔
平林 康 男
電子デバイスチーム 大屋 誠志郎
資源生活技術部 環境安全チーム 清水 芳 忠
東京工業大学大学院総合理工学研究科 舟窪 浩
吉本 護

Twin-Free Epitaxial Films Lateral Relation between YSZ(111) and Si(111)

シリコン基板上に成長したドメインフリー-YSZ 薄膜

電子技術部 電子材料チーム 金子 智
秋山 賢 輔
平林 康 男
電子デバイスチーム 伊藤 健
大屋 誠志郎
パナリディカル(株) 瀬尾 公 一
東京工芸大学 小国 琢
澤田 豊
東京工業大学大学院総合理工学研究科 舟窪 浩

掲載誌： Journal of Crystal Growth, Vol.287, pp.483-485(2006)

薄膜 X 線回折を用いた評価技術の一例として、酸化物薄膜の超構造を対象としたものである。これまで超構造は中性子回折などの大型装置で評価していた。本発表では X 線逆格子マッピング法を用いることで 2 次元として超構造を通常の実験室レベルで捉えたものである。また、結晶モデルの提案により、逆格子マッピングのシミュレーションを行っている。バルク材を用いた評価の報告はあるが薄膜での報告は過去になく、X 線逆格子マッピング法による新しい応用例として紹介した。

法を用いて成功した。高密度を有する -FeSi_2 テンプレート層が MOCVD 法での均一なエピタキシャル成長を実現させるキーであることが明らかとなった。50nm 厚の -FeSi_2 テンプレート層上に形成したエピタキシャル薄膜のロッキングカーブ半価幅および、平均表面粗さはそれぞれ 0.59° , 1.6nm であった。

Production of light material with granulated waste glass powder

造粒廃ガラス粉末からの軽量材の製造

材料技術部 構造材料チーム 富田 正一
岸本国際技術研究所 小野 素子

掲載紙：ニューガラス, Vol.21, No.4, pp.25-30(2006)

廃ガラス粉末の板状発泡体から得られる破砕粒製品は、埋めもどし材、コンクリート骨材、土壌改良材など、安価な土木資材にしかかり得ない。廃ガラス製品の用途拡大のためには粒状発泡体を作製し、その集合体としての活用を目指すのも有効な一策と考えられる。そこで廃ガラス粉末を造粒し、粒のまま連続焼成する製法を試みた。すなわち、廃ガラス粉末を細かく造粒し、手製の回転炉により焼成して多数の粒状発泡体を得た。これら粒状発泡体を集め、水ガラスを結合剤として板状に固化成形し、その密度、熱伝導率を測定した。密度は、 $0.4 \sim 0.5 \text{Mg/m}^3$ 、熱伝導率は、木材より低く、グラスウール、フェルトより少し高めであった。

微粒子ピーニングによる SCr420 浸炭焼入鋼表面でのナノ結晶化

Surface Nanocrystallization of Carburized Steel JIS-SCr420 by Fine Particle Peening

材料技術部 構造材料チーム 高木 真一
材料技術部 熊谷 正夫
(財)神奈川科学技術アカデミー 小沼 誠司
伊藤 裕子

(株)不二ダブリューピーシー 下平 英二

掲載誌：鉄と鋼, Vol.92, No.5, pp.318-326 (2006)

微粒子ピーニングによる SCr420 浸炭焼入鋼表面でのミクロ組織変化について、他の鋼種と比較して評価した。走査型電子顕微鏡による観察では、浸炭焼入鋼の表面から約 $2 \mu\text{m}$ の深さに亘って塑性流動した様子が観察された。さらに、透過型電子顕微鏡による観察では、表面から $0.5 \mu\text{m}$ の深さに亘ってナノ結晶組織が均質かつ連続的に生成していた。一方、硬さが HV 3.72GPa 以下の軟質の鋼では、ナノ結晶組織は折り畳まれた層状の加工組織として表面に沿って不連続に観察された。このようなナノ結晶組織の形態の差は材料表面での变形様式と関連する。すなわち、軟質の鋼では微粒子衝突の初期に顕著な凹凸が形成され、この凸部分が後続の微粒子衝突により折り曲げられて材料内部に侵入しながら塑性変形を繰り返してナノ結晶組織へと至る。一方、浸炭焼入鋼のような硬質の鋼では、微粒子衝突によってこのような凹凸が形成されず表面に沿って均一に塑性変形するのでナノ結晶組織も均質に形成される。

FPB 処理による表面ナノ結晶化

Formation of Nanocrystalline Structure by Fine particle Bomberding

材料技術部 構造材料チーム 高木 真一
材料技術部 熊谷 正夫

掲載誌：精密工学会誌, Vol.72, No.9, pp.1079-1082 (2006)

微粒子ピーニング処理は、単に従来のショットピーニングと比較して強い圧縮残留応力を材料表面に付与できるだけでなく、微粒子を用いるために表面粗さをより細かく制御できること、あるいは微粒子の材質を選択することによって材料表面に異種物質を機械的にコーティングできること、さらに材料表面近傍がナノ結晶化することなどが報告されており、新しいタイプの複合表面改質法として注目されている。特に最近報告されたショットピーニングによるナノ結晶化は、低コストかつ簡単な手法で複雑形状の部品等にも適用可能であることから、ナノ結晶組織の実用化プロセスとして有力である。実用化のためにはナノ結晶化

の機構を理解することに加えて、様々な被加工材に対して所望のナノ結晶組織を付与するための最適処理条件を把握することが不可欠であるが、現状では必ずしも十分に解明されていない。本稿では、微粒子ピーニングによって付与されるナノ結晶組織の形態上の特徴について解説する。

粉体の付着力と破壊断面に関する研究

Crack Patterns of Adhesive Powder Solids

化学技術部 高分子物性チーム	津留崎 恭一
横浜国立大学工学府	古川 雄一
	河村 篤
横浜国立大学大学院	白崎 良演

掲載誌：粉体工学会誌, Vol.44, No.3, pp.54-58 (2007)

粉体粒子が固まった固形粉体の破壊パターンについて、粉体の付着力を考慮したDEMシミュレーションによって調べた。破壊したときの亀裂のパターンは、慣性半径法とボックスカウント法によってもとめたフラクタル次元によって定量的に評価した。この結果、粉体の付着性の強さを現すパラメタ(付着パラメタ)を変えると、ある特定の付着力パラメタでフラクタル次元が大きく変化し、破壊のメカニズムが変わることが分かった。

Removal of phenolic compounds from aqueous solution by β -cyclodextrin polymer

β -シクロデキストリンポリマーによる水溶液からのフェノール化合物の除去

資源・生活技術部	村井省二
企画部 企画調整室	青木信義
東京工芸大学 工学部	木下賢史
東京工芸大学 工学部	石井進
東京工芸大学 工学部	服部憲治郎

掲載誌：Transactions of the Materials Research Society of Japan, Vol.31, No.4, pp.977-980 (2006)

β -シクロデキストリンポリマー(CDP)を用いて、フェノール系の環境汚染物質であるノニルフェノール(NP)、ノニルフェノールエトキシレート(NPE)、ビスフェノールA(BPA)の除去について検討した。その結果、NPEのCDPへの吸着はLangmuirの等温式で処理でき、吸着速度はエトキシレート鎖に依存することが明らかになった。これに対し、NP及びBPAの吸着は同等温式では処理できず、吸着挙動が異なることもわかった。また、各汚染物質のバッチ処置、カラム処理による処理特性と、吸着材からの回収法及び吸着材の再生法を提案し、CDPによる処理の有効性を示した。

酸素必要量(OR)に基づいたOD法自動エアレーション制御技術の開発

An automatic aeration control method for oxidation ditch process based on the amount of oxygen requirement

日本ヘルス工業(株)	湛記先
資源・生活技術部	村井省二

掲載誌：水処理技術, Vol.47, No.12, pp.501-505 (2006)

下水の高度処理により窒素、リンを効率的に除去する技術について検討した。下水処理の効率的かつ安定した自動運転を実現するために、流入負荷量及びMLSS濃度から酸素必要量(OR)を算出し、それに合わせたエアレーションを行う制御方法を開発した。実験プラント及び実処理場でこの制御方法の効果について検討した。その結果、実験プラント及び実処理場のいずれにおいても、負荷変動に対応して窒素、リンを効率的に除去できることが明らかになった。また、実処理場では、良好な水質を得ながら、従来のパターン運転より約13%の電力量の削減ができ、低コストで長期間の自動制御が可能であることを実証した。