

抄 録

シクロデキストリンポリマーによる環境汚染物質の処理技術

Treatment of Environmental Pollutants by Cyclodextrin Polymer

企 画 部 企画調整室 村 井 省 二
化学技術部 化学材料チーム 青 木 信 義

掲載誌：科学と工業, Vol.79, No.2, pp.59-64 (2005).

シクロデキストリン(CD)を用いて、ビスフェノールAや非イオン界面活性剤などの環境汚染物質を選択的に回収する水処理技術について検討した。CDを架橋して作製したポリマー(CDP)による環境汚染物質の吸着特性と、吸着した環境汚染物質の回収法及びCDPの繰り返し利用の可能性を明らかにした。また、環境汚染物質の選択的吸着材の開発を目的として、不溶性CD担持キトサンの合成方法についても検討した。スクシニルキトサンとアミノ化 β -CDの水溶液中での反応に適切な縮合剤を用いることにより、CDを50 wt%含むキトサン誘導体を容易に合成できることを見出した。

進行する風波上の流れにおける乱流構造

Turbulence Structure in the Airflow Over Progressive Wind Waves

機械制御技術部 生産システムチーム 水 矢 亨
京都大学大学院 理学研究科 木 原 直 人
京都大学大学院 工学研究科 花 崎 秀 史
京都大学 防災研究所 植 田 洋 匡

掲載誌：日本機械学会論文集(B編), Vol.71, No.712, pp.2914-2921 (2005).

3次元直接数値計算により一定速度で移動する進行波面上の気流の計算を行い、進行波(風波)による気流の平均流場および乱流場への影響を議論した。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(c/u_*)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。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フラックスについては、臨界高さ以下では正の値をとるが、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。

Fabrication of High Performance Polymeric Microfluidic Device by a Simple Imprinting Method Using a Photosensitive Sheet

感光性シートを用いた簡便なインプリント技術による高性能ポリマー製マイクロ流体デバイスの作製

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 丸 山 健 一
鈴木 孝 治
(独)科学技術振興機構 CREST 本 田 垂 希
(独)産業技術総合研究所 丹 羽 修

掲載誌：Japanese Journal of Applied Physics, Vol.45, No.2, pp.L64-L67 (2006).

マイクロ流体デバイスは分析化学や生化学分野で注目されている。医療や環境分析では使い捨てタイプのデバイスを安価に作製できる技術が求められている。プラスチック製マイクロ流体デバイスは一部商品化されているが、シリコンをドライエッチングすることで母型を作製するため高額になってしまう。我々は、感光性シートを用いて母型を作製し、その母型にメッキを行うことで金型を作製する手法を開発した。この手法を用いると非常に低コストで高精度の母型を作製することができた。この金型を利用してDNA電気泳動用デバイスを作製し、実際にDNAの分離を行ったところ既製品と変わらない性能を示した。

Fabrication of a Micro DMFCs Array Made of Photosensitive Glass

感光性ガラスを用いたマイクロDMFCアレイの作製

電子技術部 電子デバイスチーム 伊藤 健
資源・生活技術部 環境エネルギーチーム
国松 昌幸

掲載誌：Electrochemistry Communications, Vol.8, pp.91-94 (2006).

微細加工技術を用いたマイクロ燃料電池の開発は様々な研究機関で行われているが、そこで使われている作製技術は高価な装置を用い複雑な工程を経て作製していることが多い。感光性ガラスは耐薬品性及び耐熱性に優れ、しかもウエットエッチングにより高アスペクト比加工を行うことができるため安価なプロセスを提供することが可能である。我々は、感光性ガラスに貫通穴（直径50～200 μm ）を作製し、その穴の中に燃料極触媒-電解質膜-空気極触媒を埋め込む新しい燃料電池の構造を提案した。個々の電池は小さいが、同一基板上にアレイ状に配置させ、それぞれを配線することで小さいながらも高電圧を取り出せる燃料電池が作製できる。また、燃料には水素ではなくメタノールを採用し、パッシブタイプの電池の開発を行った。実際にこの手法を用いて直径50 μm の電池を3個直列に接続させると、開回路電圧が1.1Vを得ることが可能となった。

感光性シートを用いたマイクロ流路と一体化電極の評価

Evaluation of a Microfluidic Device with an Electrochemical Detector Using Photosensitive Sheet as a Microchannel Structure

電子技術部 電子デバイスチーム 伊藤 健
大屋 誠志郎
日立化成工業(株) 川口 卓
三好 裕子

掲載誌：電気学会E部門誌（センサ・マイクロマシン準部門）IEEJ Trans. SM, Vol.126, No.3, pp.101-106 (2006).

従来、プラスチック製マイクロ流体デバイスは金型を作製し、射出成型やインプリント技術により作製されてきたが、いずれの場合にも金型を必要とする。現在、この金型を作製するコストが非常に高い。我々は、感光性シートをプラスチックやガラス基板に接合し、紫外線露光によりパターンニングを行うことでマイクロ流路構造を作製し、さらにフタをラミネートする手法により簡便かつ高精度にマイクロ流体デバイスを作製する手法を提案した。しかしながら、感光性シートを流体と接する部分に使うために、その基礎特性を評価しなければ実際に使用することができない。そこで、耐薬品性、電気的絶縁性、不純物の吸着について評価を行った。その結果、使い捨てタイプのデバイスとして使用するには問題ないと考えられる。また、実際に電気化学検出器を内蔵させたデバイスを作製し、電気化学特性を評価したところ理論値と一致する結果が得られた。

Structural Modulation in Bismuth Cuprate Superconductor Observed by X-ray Reciprocal Space Mapping

X線逆格子マッピングを用いたBi系酸化物超構造の評価

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
東京工業大学総合理工学部 舟窪 浩
東京工業大学応用セラミックス研究所 吉本 護

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

ビスマス系酸化物には複数の単位格子が集まり、より大きな周期構造である超構造を形成する材料がある。これまでは、バルクにおける超構造評価の報告が多数されてきた。本研究はデバイス作製には必須となる薄膜での構造評価をX線逆格子マッピング手法により行ったものである。薄膜単結晶から得られる複数の超構造ピークを観察し、シミュレーションと比較することで超構造を形成する歪みについて見積もった。

Effect of Oxygen Pressure on Structural Modulation Observed by X-ray Reciprocal Space Mapping in Epitaxial Bismuth Cuprate Superconducting Film

ビスマス系酸化物超構造における製膜時酸素圧力の影響

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 三橋 雅 彦
大屋 誠志郎
スペクトリス(株)パナリティカル事業部 瀬尾 公 一
東京工業大学総合理工学部 舟 窪 浩
東京工業大学応用セラミックス研究所 吉 本 護

掲載誌：Europhysics Letters, Vol.71, pp.686-691 (2005).

ビスマス系酸化物に特有な超構造は酸素との強い相関が指摘されている。従来、バルク材料を用いた数時間の酸素アニール等により評価されていた。本研究では、酸素の影響が顕著に現れる薄膜の作製を行い、その結晶性をX線回折で評価した。製膜時の酸素分圧を変えたビスマス系酸化物薄膜において、基本格子定数と超構造周期の相関について報告した。

Epitaxial Pt Film with Different Orientations Grown on (100) Si Substrate by RF Magnetron Sputtering

RFスパッター法によるSi基板上へのPt電極の作製

東京工業大学総合理工学部 岡本 庄 司
渡部 隆 之
舟 窪 浩
電子技術部 電子材料チーム 金子 智
秋山 賢 輔
北陸先端科学技術大学院大学 堀 田 将

掲載誌：Japanese Journal of Applied Physics, Vol.44, pp.5102-5106 (2005).

シリコン基板上に機能性酸化膜を作製する際に必須となるPt電極の配向制御を試みた。基板には緩衝膜付き

シリコン(100)基板を用いて、電極として一般的であるPt製膜を行った。製膜後は、Pt薄膜の結晶性を主にX線回折法で評価した。その結果、基板温度の最適化によりPt電極の(111)及び(100)エピタキシャル成長をシリコン(100)基板上で確認できた。

Metalorganic Chemical Vapor Deposition of Epitaxial Perovskite SrIrO₃ Films on (100)SrTiO₃ Substrate

MOCVD法によるSTO基板上へのSrIrO₃薄膜の作製

東京工業大学総合理工学部 金 容 寛
角 章 弘
高橋 健 治
横山 信太郎
渡部 隆 之
舟 窪 浩
電子技術部 電子材料チーム 金子 智
秋山 賢 輔
ブルカー・AXS(株) 芥 藤 啓 介

掲載誌：Japanese Journal of Applied Physics, Vol.45, pp.L36-L38 (2006).

強誘電体等の機能性酸化物薄膜には、結晶性の良い電極が必要となる。酸化物電極としてIrO₃、SrRuO₃やLaNiO₃等の報告は多数あるが、置換型のSrIrO₃についての報告はない。SrIrO₃結晶は、室温でモノクリニック(単斜晶)、高温高圧力でペロブスカイト構造になることが知られている。本研究では、機能性酸化物の成長に最適とされるペロブスカイト構造を持つSrIrO₃薄膜の作製を試みた。有機金属相法(MOCVD法)を用いた製膜により、ペロブスカイト構造を持つ(100)成長したSrIrO₃薄膜の作製に成功した。

Epitaxial Growth of (100)-Oriented β -FeSi₂ Thin Films on Insulating Substrates

絶縁基板上への(100) β -FeSi₂薄膜のエピタキシャル成長

電子技術部 電子材料チーム 秋山 賢輔
金子 智
東京工業大学総合理工学部 木村 武
舟窪 浩

掲載誌: Japanese Journal of Applied Physics, Vol.44,
pp. 2496-2501 (2005).

エピタキシャル β -FeSi₂薄膜をマグネトロンスパッタ法で絶縁基板上に作製した。イットリア安定化ジルコニア(YSZ) (100)基板、サファイア(α -Al₂O₃) (001)基板上に(100)配向エピタキシャル膜の成長が確認された。(100)YSZ基板上の β -FeSi₂薄膜は(100)Si基板の場合と同じエピタキシャル関係であった。(001)Al₂O₃基板上のエピタキシャル β -FeSi₂薄膜は3回対称のドメイン構造を有し、これまでSi基板上では報告されていないエピタキシャル関係であった。

(100)配向の β -FeSi₂薄膜のエピタキシャル成長には、格子定数のミスマッチだけでなく原子あるいはイオンのマッチングも影響を及ぼし、基板表面が単一の原子あるいはイオン種で構成されることが必要なことが明らかとなった。

Bio-based Hydrogels Prepared by Cross-Linking of Microbial Poly (γ -glutamic acid) with Various Saccharides

微生物産生ポリ(γ -グルタミン酸)を種々の糖で架橋することによって得られるバイオベースハイドロゲル

化学技術部 化学材料チーム 村上 小枝子
青木 信義

掲載誌: Biomacromolecules, Vol.7, pp.2122-2127 (2006).

微生物が発酵生産するポリ(γ -グルタミン酸)(PGA)を架橋すると高い吸水性を示すことから、天然物由来の生分解性高吸水性材料として検討が行われてきた。架橋剤

としてエポキシ化合物、アルキルジアミンなどを用いた例があるが、材料の環境負荷低減のためには架橋部分にも天然物を用いることが望ましいと考えられる。そこで、我々はより環境適合性の高い生分解性高吸水性材料の開発を目的として、天然物である糖類を架橋部分に持つPGAゲルについて研究を行った。本論文では、PGAの種々の糖による架橋反応と得られたゲルの吸水性及び加水分解性について報告した。架橋反応は、PGAと糖をジメチルスルホキシドに溶解して水溶性カルボジイミドと塩基を添加することで簡便に行うことができ、適切な条件下では、収率90%以上でPGAゲルを得た。グルコース及び環状オリゴ糖であるシクロデキストリンで架橋した場合に、PGAゲルは最高で乾燥ゲル1gあたり約3000gの吸水量を示した。また、37°Cのアルカリ性緩衝液(pH9)中で、PGAゲルの加水分解性を調べたところ、糖含有量の少ないゲルから順に4~6hで可溶化した。糖の含有量が少ないゲルほど架橋密度が小さく、加水分解に伴うPGAの可溶化が早かったと考えられる。