

北大 工学シリーズ集 vol.1



発刊にあたって

2004 年に創立 80 周年を迎えた北大工学研究科では、研究成果を広く産業界に生かしていただくことを目的として、本学知的財産本部、北海道経済産業局の御支援も頂き、いま御覧頂いているシーズ集を発刊しました。

このパンフレットを作製するにあたって心がけたことは、(1) **教員の自発的参加**であること、(2) **軽くて見やすいこと**、そして (3) **必要な情報がすぐにわかること**、です。

もしここに、御社に必要な情報がありましたら、**すぐにご連絡ください**。北大工学研究科ではそのための**専門担当デスク**を設けました（連絡先は裏面をご覧ください）。担当者が、適切な橋渡しを致します。

もちろん、ここに掲載されているものが北大工学研究科のすべてではありません。パンフレット vol.2 も近く発刊しお届けいたしますが、皆様の必要とされる情報やニーズ、課題などを担当デスクにお伝えください。

北大工学研究科では、皆様からのご連絡をお待ちいたしております。

2004 年 3 月 工学研究科副研究科長 研究企画室室長 繪内 正道

#05-01-01 自発的浸透現象による金属焼結体中のマイクロチャンネル形成

材料科学専攻・エコマテリアル講座・大参達也

<http://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/MSESC/>

焼結金属中に直径数十マイクロメートルの微細なトンネル（マイクロチャンネル）を走らせる。このトンネルの経路は U 字型でもらせん型でも自由自在な上、化学的にとても安定な金属間化合物層で覆われているため、酸などの腐食性流体を流すことも可能である。図 2 に、この材料の一端から空気を流すともう一端から微細な気孔が出てきたところを示す。応用例：マイクロ冷却モジュールなど。

図 1

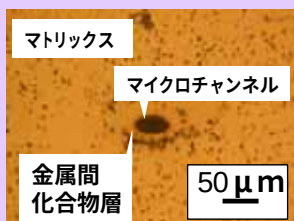


図 2

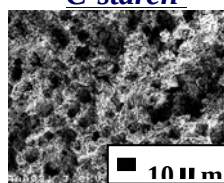


#05-01-03 ゲルキャスト法とスターチ粉末の組み合わせによる細孔構造の制御

物質化学専攻・無機材料化学講座・高橋順一

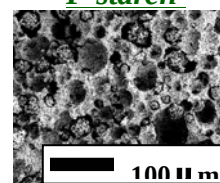
少量の有機モノマーを用いたゲルキャスト法によりその場合固化させて均質な粉体の成型体を得る。さらに、植物由来の種々のスターチ粉末と組み合わせて二次的な細孔径や細孔体積量を制御し、化学的および熱的に安定なセラミック多孔体を作製する。

C-starch



Porosity 67.7%

P-starch



Porosity 67.7%

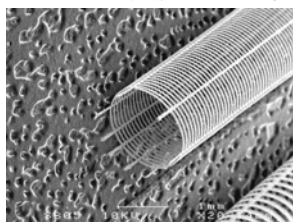
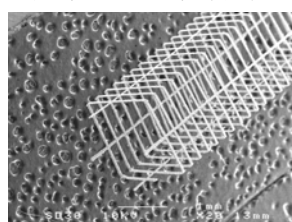
#05-01-02 三次元網目構造体作製プロセス

材料科学専攻・マテリアル設計講座・高橋英明

<http://elechem1-mc.eng.hokudai.ac.jp/>

MicroLabo/MicroPage.html

アルミニウムをアノード酸化・封孔処理して形成した酸化皮膜にレーザー照射、原子間力顕微鏡(AFM)プローブ加工による微細表面パターンニングを施し、さらに Ni めっきと素地金属溶解除去の連続プロセスにより、光リソグラフィーでは困難な「三次元構造体」を作製できる。微細電子機械システム(MEMS)、バイオ・ナノテクノロジー、微細反応分析器(μ-TAS)の分野において、本方法が標準となることを目指している。



#05-01-04 分子篩能を有するゼオライトの単分散ナノクリスタルの合成

有機プロセス工学専攻・化学工学講座・増田隆夫、多湖輝興

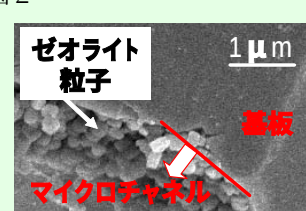
<http://cp1-ms.eng.hokudai.ac.jp/>

分子篩能を有するゼオライトを水/有機エマルジョンを利用してナノサイズの単分散粒子として合成する方法を開発した。粒子サイズがナノオーダーのため、細孔内の拡散抵抗が無視小である。生成粒子の写真を図 1 に示す。この粒子を積層させた膜は、分離膜として濃酢酸や濃アセトンからの水の選択的高速度分離や、触媒膜としてメタノールのオレフィン選択生成が可能である。また、マイクロチャンネル壁に膜化することでマイクロリアクターの反応部を形成できる(図 2)。

図 1



図 2



#05-01-05 ピコ秒レーザーパルスによる超音波を用いた薄膜評価

応用物理学専攻・量子物性工学講座・オリバ・ライト

<http://kino-ap.eng.hokudai.ac.jp/j-index>

我々の開発した干渉光学系を用いたポンププローブ測定技術により、金属多層薄膜の各層膜厚(サブミクロン領域)を超短光パルスによって測定することができる(図1)。水平空間分解能は $1\mu\text{m}$ の程度である。更に表面波イメージングの手法(図2)を併用することにより、膜厚測定に必要な音速を独立に測定可能となる。

応用例：半導体プロセスにおけるオンライン膜厚測定。

図1

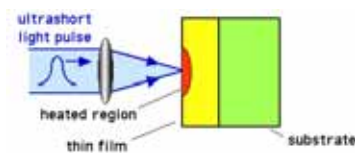
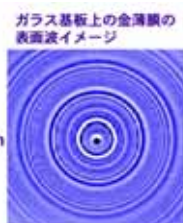


図2

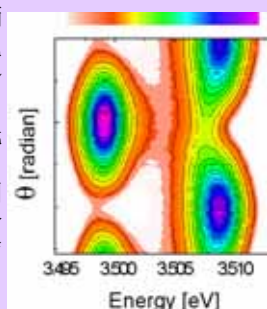


#05-01-06 光回折分光による薄膜歪の超高感度計測

応用物理学専攻・光波動量子物理工学講座・戸田泰則

<http://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/MSESC/>

光デバイスで用いられるヘテロエピタキシャル薄膜には、基板との熱膨張係数差や格子不整合のために歪や欠陥が生じやすい。歪や欠陥をもたらす光学異方性の大きさ、方向を高感度に測定することにより、期待されるデバイス性能を得るための知見を得ることができる。本手法によれば、電子分極の3次非線形性を利用することにより、従来の線形分光手法の4乗倍の感度をもつ光計測評価が実現される。図は一軸歪を内包したGa_{0.9}N薄膜の光回折スペクトルマップである。横軸はエネルギー、縦軸は結晶方向に対する偏光角度である。これは、あたかもX線回折を光で実現したことに対応する。本手法は放射性物質を含まないため安全であり、さらに簡便な装置で実現される。



#05-01-07 気相法で成長した高品質 GaN 結晶

物質化学専攻・無機材料化学講座・嶋田志郎

<http://www.kotai4-ms.eng.hokudai.ac.jp/kotai/engindex.html>

Ga₂O₃とカーボンとの反応で発生する一定量のGa₂Oガスを不活性キャリアガスで輸送し、このGa₂Oガスと他経路から導入するNH₃ガスとの新規な気相反応によるGaN結晶成長を各種基板上で行い、反応・成長を制御することで、薄膜状・針状・ナノワイヤーなど多彩な形態を有するGaNの高品質結晶を成長する。

応用例：紫外領域における発光ダイオード、ELによる殺菌処理

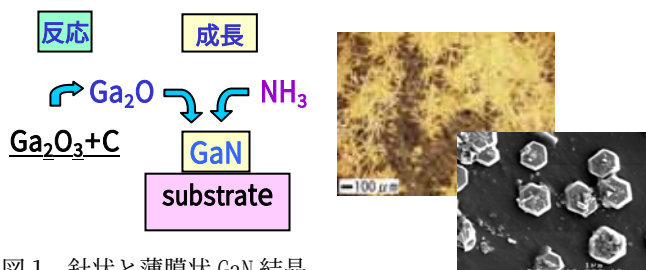


図1 針状と薄膜状 GaN 結晶

#05-01-08 窒化鉄によりナノ組織制御した高磁気特性材料

p.2

物質化学専攻・無機材料化学講座・吉川信一

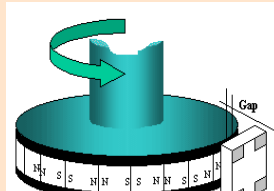
<http://rose.hucc.hokudai.ac.jp/~q16641/>

220emu/gに及ぶ大きな飽和磁化をもつ窒化鉄Fe₁₆N₂微粉体を、130℃程度の低温窒化により合成できた。また(Fe,Al)Nなどの薄膜を熱分解すると、図1のような位置センサーを始めとする各種の磁気センサーに利用できる図2のような磁気抵抗効果があらわれた。

応用例：磁気センサー、磁気再生ヘッド、磁気記録など

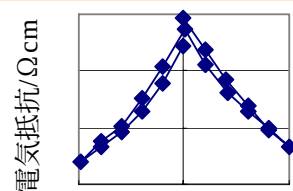
図1

図2



磁気ドラム

GMR センサー



磁場/mT

#05-01-09 シリコン／膨張黒鉛多機能複合材料

物質化学専攻・機能材料化学講座・金野英隆

<http://ina0-ms.eng.hokudai.ac.jp/index.htm>

膨張黒鉛にシリコン被覆を施した材料で、これを不活性雰囲気中で加熱処理すると様々な機能材料に転換できる。

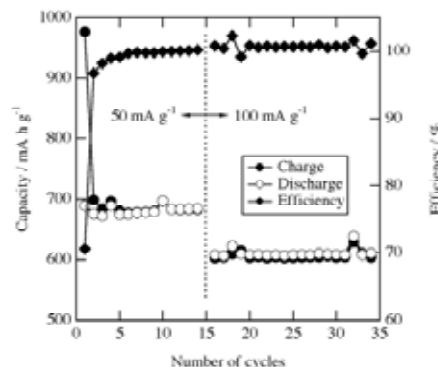
1) 1300℃処理：高性能リチウムイオン二次電池負極材料(下図のように、黒鉛より高容量)。

2) 1000～1400℃処理：耐高温酸化性黒鉛材料。

3) 1500℃以上処理：β-SiC微粒子

(粉碎等の後処理をせずに熱分解のみで数100nm以下の微粒子を合成できる)。

[以上、特許有]



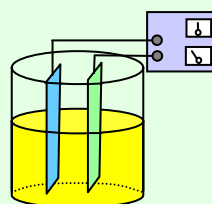
#05-01-10 高温耐酸化性に優れるアルミニウム合金による表面処理

材料科学専攻・エコマテリアル講座・上田幹人

<http://elechem1-mc.eng.hokudai.ac.jp/CorrLabo/CorrPage.html>

高温耐酸化性に優れるアルミニウム合金は、耐酸化性の乏しい材料の表面処理材料として用いられている。電解によってアルミニウム合金を材料にめっきするには水溶液は使用できないため、熔融塩電解液中に各種合金元素を溶解し、アルミニウムとの共電析によって被覆膜を作製する。

応用例：自動車等の内燃機関におけるタービンの表面処理



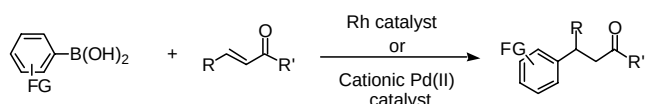
飛行機や自動車部品の表面処理に！

#05-01-11 水反応場における不斉共役1,4-付加反応

有機プロセス工学専攻・有機工業化学講座・宮浦憲夫

<http://om-mc.eng.hokudai.ac.jp/indexj.html>

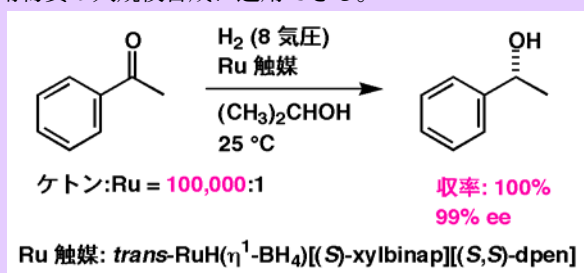
1,4-付加反応は最も基本的かつ応用範囲の広い炭素-炭素結合形成反応である。我々は、ロジウムおよびカチオン性二価パラジウム触媒存在下有機ボロン酸が、 α 、 β 不飽和ケトン、エステル、アミドのようなマイケル受容体に対して1,4-付加する反応を開発した(式)。反応は含水溶媒中で効率的に進行し、付加生成物を短時間・高収率で与える。触媒と光学活性配位子と組み合わせると光学活性 β -アリアルカルボニル化合物を効率よく合成できる。



#05-01-12 ルテニウム錯体触媒を用いるケトン類の不斉水素化

有機プロセス工学専攻・有機工業化学講座・大熊 毅

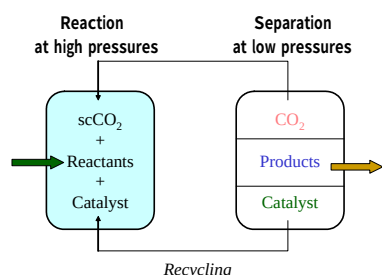
光学活性ジホスフィン XylBINAP と 1,2-ジアミンを配位子とするルテニウム触媒を用いると、種々のケトン類を水素化して対応する光学活性第二級アルコールを合成できる。ケトンの 10 万分の 1 当量の触媒を用いるだけで、最高 100% の光学純度で定量的に生成物が得られる。医薬、農薬、香料などの有用物質の大規模合成に適用できる。



#05-01-13 超臨界二酸化炭素を用いたグリーン有機合成プロセス

有機プロセス工学専攻・化学工学講座・荒井正彦

超臨界二酸化炭素には有機物質等が溶解するので通常の有害有機溶媒に替わる反応溶媒として利用することが出来る。圧力により、反応物の反応性や触媒の活性を調節し、反応を制御することも可能であり、反応後に減圧することにより容易に“溶媒”を分離できる。また、反応液体を二酸化炭素で加圧し溶解した二酸化炭素分子に反応を制御させる可能性もある(無溶媒有機合成)。



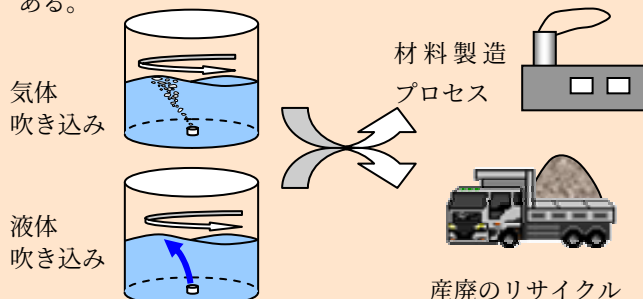
超臨界二酸化炭素
(scCO₂)を反応場とする化学プロセス

copyright 2005 Hokkaido University. 著作権者の許諾をなくして、複写、改変すること、また検索システムへの蓄積などいかなる手段であれ送信を行うことを禁じます。

#05-01-14 空気・液体を吹き込むだけで旋回・攪拌する「旋回噴流攪拌」

材料科学専攻・エコマテリアル講座・井口 学

容器底部の中心から空気・液体を噴流状態で吹き込むと、特定の条件で噴流が旋回する「旋回噴流攪拌」が起きる。これを用いることにより、各種プロセスの効率化が期待できる。原理が単純であるために既存の装置に組み込むことが容易であり、構造がシンプルで洗浄がしやすく、導入コストも低廉である。



#05-01-15 下水汚泥等の石油関連製品への迅速転換化学プロセス

有機プロセス工学専攻・化学工学講座・増田隆夫、多湖輝興

<http://cp1-ms.eng.hokudai.ac.jp/>

下水汚泥に水熱処理を施して可溶性有機物とした後、開発した触媒により常圧・数 100°C 以下でアセトンを生成分とするケトンとフェノールに転換する。これらは種々のエンブラの原料となる。さらに、ケトンは別途開発した触媒により常圧でトルエン、キシレンを生成分とするハイオクガソリンに転換できる。実際の下水汚泥に適用した際の収率の関係を図 1 に、生成ガソリンで草刈り機を作動させた様子を図 2 に示す。応用例：下水汚泥、糞尿等、各種バイオマス廃棄物の資源化



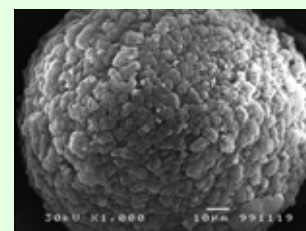
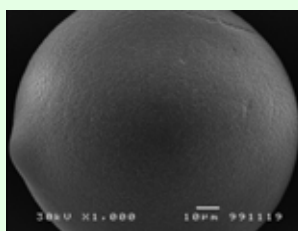
#05-01-16 酵素触媒重合による生分解性プラスチックの合成

生物機能高分子専攻・生物学講座・棟方正信、

田島健次、佐藤康治

<http://dove-mc.eng.hokudai.ac.jp/biomacro/BM-home.htm>

合成酵素を用いた生分解性プラスチック(ポリヒドロキシアルカン酸(PHA))の *in vitro* 合成。様々な構造・機能を有する生分解性プラスチックを合成する。また、モノマー合成とモノマー重合を 2 段階に分け、さらに合成酵素を固定化したバイオリクターを用いることによって、連続的な PHA の合成を行う。図に固定化酵素担体上における PHA の合成の様子を示す(左:反応前、右:後)。応用例:生分解性材料

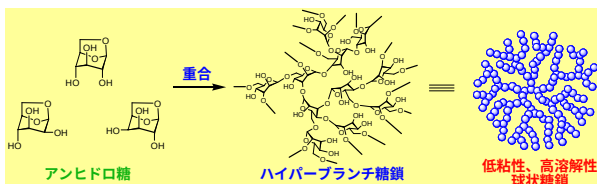


#05-01-17 新しい糖鎖材料の開発 ～ハイパーブランチ糖鎖の調製～

生物機能高分子専攻・分子機能化学講座・佐藤敏文

<http://wwwpoly.eng.hokudai.ac.jp/pfc/>

糖鎖高分子を精密合成し、高機能性材料として応用、実用化する研究が盛んに行われていますが、それらのほとんどは直鎖状糖鎖です。複雑に分岐した構造を有する糖鎖（ハイパーブランチ糖鎖）の精密合成が可能となれば、生体適合性材料として各分野での幅広い応用が期待されます。そこで我々は、アンヒドロ糖とジアンヒドロ糖を用いたハイパーブランチ糖鎖の合成と生成糖鎖の実用化を目指して研究を進めています。ハイパーブランチ糖鎖は水に対する高溶解性と低粘性を有する生体適合性材料ですので、医用基盤材料や環境調和型材料などへの展開が期待できます



#05-01-18 微小流体ネットワークを用いたオンチップバイオアッセイ

生物機能高分子専攻・分子機能化学講座・上館民夫

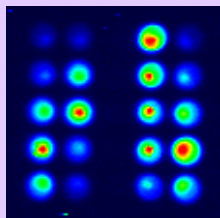
多数の微細貫通孔を空けたシリコン基板（図 1）に、これを挟み込むように 2 枚のマイクロ流路チップを貼り合わせて、一方の流路チップから、その貫通孔内部に複数種のセンサ微生物を導入・固定化する。別の流路チップから試料を導入することにより、複数の試料と複数種のセンサ微生物を掛け合わせた全ての組み合わせのバイオアッセイを一組のチップで行うことが可能となる（図 2）。

応用例：環境中の変異原物質の簡便なスクリーニングなど。

図 1



図 2



#05-01-19 生体適合性ポリマーの製造 ～より安全な医用材料を目指して～

生物機能高分子専攻・分子機能化学講座・覚知豊次

<http://wwwpoly.eng.hokudai.ac.jp/pfc/>

現在、外科用止血剤などに用いられている医用ゲル材料のほとんどは、人・動物由来原料を用いて製造されていますが、それらからの未知感染症に対する懸念から、安全で性能の良い医用ゲル材料の製品化が望まれています。このような状況をふまえ、我々は、これら人・動物由来医用材料の代替品として植物由来の原料から作られた糖鎖高分子に注目し、この糖鎖高分子を用いた新しい医用ゲル材料の実用化を目指しています。

図 1. 糖鎖高分子の水溶液（左）に生体適合性の架橋剤を加



えると瞬時にゲル材料（右）が生成する。使用用途に応じて、硬度、弾性などの性質を変えることができる。

#05-01-20 CAMUI 型ロケットによる 低価格ロケット実験市場の創出

機械宇宙工学専攻・宇宙システム工学講座・永田晴紀

<http://mech-me.eng.hokudai.ac.jp/~spacesystem/>

到達高度 50～100 km 級の小型ロケットを開発する。無火薬式・再使用機体の採用により、実験単価を 1/10 に削減する。

応用例：地球温暖化等の気候変動に強く影響している成層圏微量化学成分を採取する気象観測、新薬開発における蛋白成長過程を観測するための分オーダーの微小重力環境提供等。

図 1



図 2



#05-01-21 限界飽水度法を用いた耐凍害性の評価方法

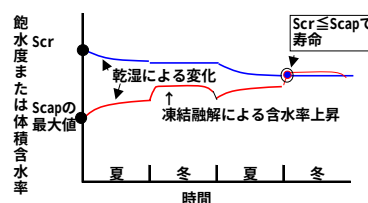
空間性能システム専攻・空間システム講座・千歩 修

<http://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/sanko/index.htm>

コンクリート、外装材等の耐凍害性の評価には促進凍結融解試験が用いられている。しかしながら、試験結果と実際の使用環境における凍害劣化とは対応しておらず、正しく評価が行われていない。凍害が起こるためには劣化の生ずる限界の含水状態があり、実際の使用環境でこの限界値に達するかどうかで耐凍害性を評価する方法（限界飽水度法）がある。さらにこの方法に乾湿繰返し等の他の影響を加えることにより、簡単に実用的な耐凍害性評価が可能となる（図 1）

応用：コンクリート・各種外装材料等の耐凍害性評価

図 1



#05-01-22 土壌熱源ヒートポンプシステムの設計・性能予測ツール

空間性能システム専攻・空間性能講座・長野克則

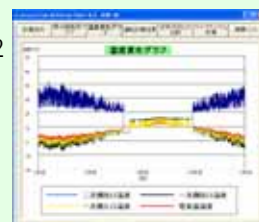
<http://crab.hucc.hokudai.ac.jp:8080/keng/finddata.cgi?USERID=497d4f455c6a607a8>

大地の膨大な熱容量を利用した土壌熱源ヒートポンプシステム (GSHP) は寒冷地のみならず、全国的に適用可能な高効率暖冷房システムであり、従来型の燃焼型のシステムに比べて CO2 排出量は半分以下に低減出来るものです。本設計・性能予測支援ツールは、パソコン上で誰でも簡単な条件を入力すれば、GSHP の年間の動作状況と消費電力量やランニングコスト、他システムに比した性能比較などの計算結果を 2 分程度で得られるものです。

図 1



図 2

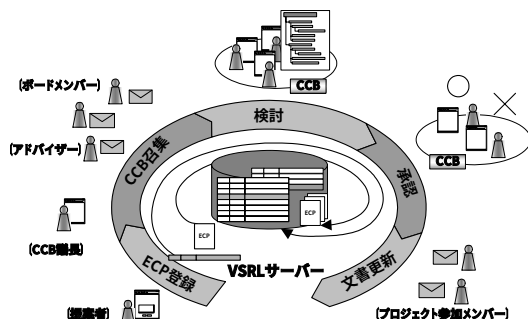


#05-01-23 オンラインコンフィギュレーション管理

機械宇宙工学専攻・宇宙システム工学講座・工藤 勲

<http://mech-me.eng.hokudai.ac.jp/~spacesystem/>

宇宙機器の低コスト化への取り組みは従来トレーサブルであったプロジェクト管理の軽視を生み、不具合の間接的な原因となっている。この管理をオンラインで実現し、CCBの負担を軽くし、コンフィギュレーション管理の形骸化を防ぐ。



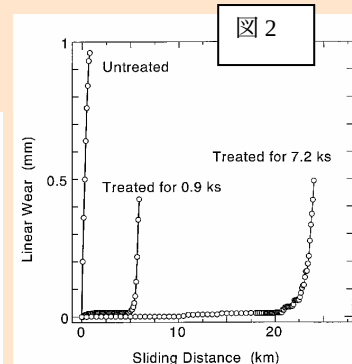
#05-01-26 チタンのTiN被覆

材料科学専攻・マテリアル設計講座・松浦清隆

<http://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/MSESC/>

チタンを窒素雰囲気中で熱処理すると表面に黄金色のTiN層が形成し(図1)、その結果、耐摩耗性が著しく向上した(図2)。硬度は約2000HV。耐食性は驚異的で、硝酸+塩酸+フッ酸の混合液中での溶解損量は純Tiの1/20と極めて少ない。

応用例：装飾品、ゴルフクラブ、金属加工用工具、配管内張



#05-01-24 マテリアルシミュレーション

材料科学専攻・マテリアル設計講座・毛利哲雄

材料科学における基礎原理の多くは既に過去に確立されたものであるが、昨今、



計算機と数値計算法の進展によって、これを計算機上で具体化する試みが著しく発展しつつあり、材料設計・開発に必要な相平衡、組織、付随する物性の予測が、非経験的に行われている。左に示したのはFe-PdにおけるL₁₀相の内部組織を計算機で算出したものである。

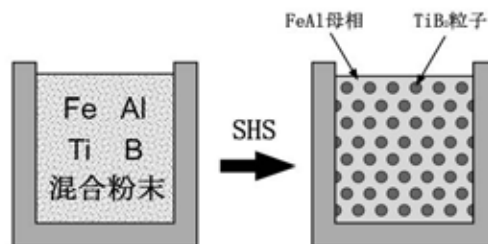
#05-01-27 セラミック粒子分散金属材料の燃焼合成

材料科学専攻・マテリアル設計講座・松浦清隆

<http://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/MSESC/>

元素粉末を混合して加熱すると燃焼合成反応が起こり、セラミック粒子分散金属材料が得られる。下図はFeAl-TiB₂系の例で、混合粉末を700℃程度に加熱するだけで数秒後に右側のような複合組織に変わる。硬度は約1500HV。密度は約5g/cm³。この方法では、合成と同時に接合や被覆もできる。

応用例：金属加工用工具、摺動部への接合および被覆



#05-01-25 コンクリート表面改質剤の浸透性改善と塩害・凍害抵抗性向上

環境循環システム専攻・廃棄物資源工学講座・名和豊春

コンクリート構造物を短命化させる塩害・凍害などの劣化作用に対して、表面に改質剤を塗布し劣化物質の侵入を阻止する方法がある。空隙に浸透し生成物が組織を緻密化するものであるが、従来数ミリ程度であった浸透深さを数十ミリに改善したことで、耐久性向上が可能となった(特許出願済)。図1は改良品の反応生成物、図2は塩害・凍害複合試験の例。

図1

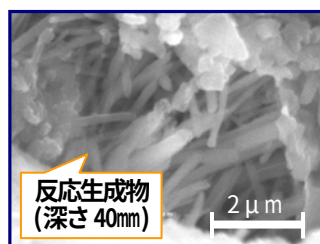
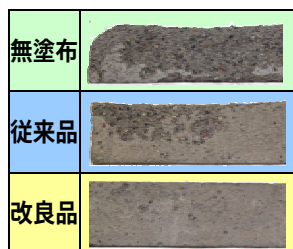


図2



【連絡先】

国立大学法人 北海道大学大学院工学研究科
研究企画事務室

TEL:011-706-7571 (直通、平日 9:00-17:00)

FAX:011-706-7895

e-Mail: kenkyou@eng.hokudai.ac.jp

【おことわり】平成17年4月より工学研究科の組織が改編されます。本パンフレットは3月発行ですが、各教員の所属は新組織での名称で統一しております。本誌記事・写真・イラストなどの無断転載・複製は固くお断りいたします。

【発行】 国立大学法人 北海道大学大学院工学研究科
研究企画室 2005.3.15