

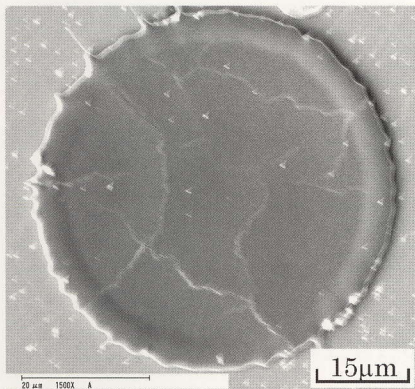
JWRI, Osaka University Smart Processing Research Center

News Letter

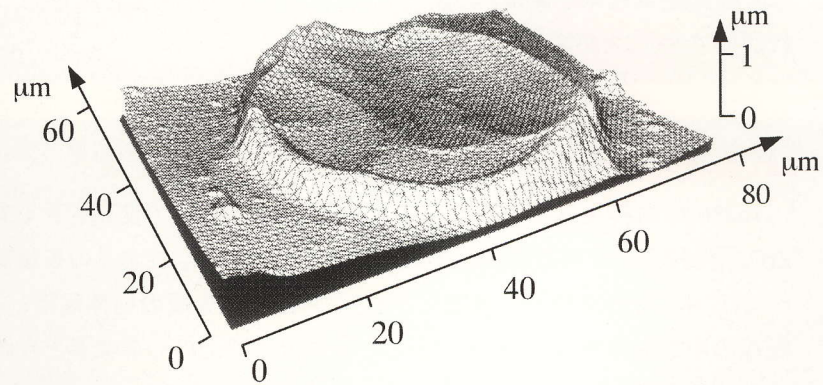


大阪大学接合科学研究所 スマート プロセス研究センター

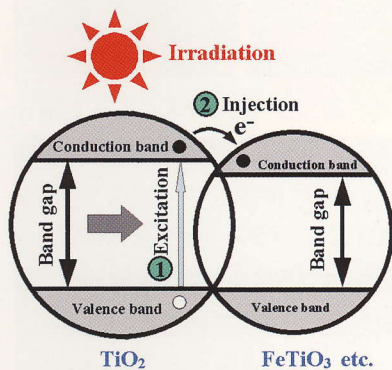
溶射法を用いて高機能 TiO₂ 光触媒皮膜の作製に成功！



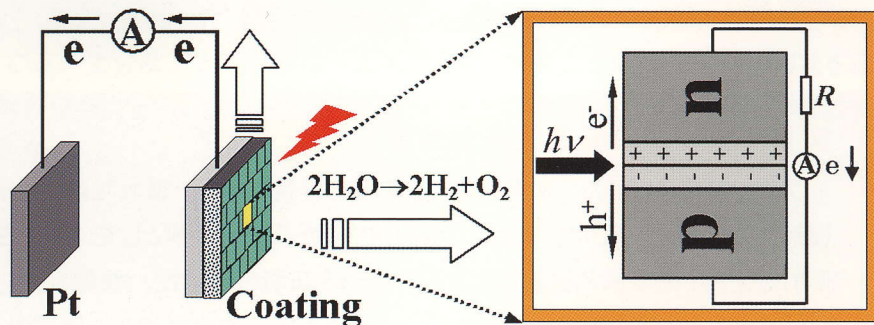
溶射皮膜の基本単位 (スプラット)



FE-SEM による溶射スプラットの三次元構造解析結果



電子の二段階移動モデル



P-N ジャンクション形成モデルによるマイクロ電池の生成の解明

地球規模での環境悪化に伴い、従来型の化学工業技術から環境に優しいクリーンな化学工業技術・プロセスへの見直しが大きな課題になっている。中でもクリーンで無尽蔵な太陽光エネルギーの利用を視野に入れた光触媒の開発とそれによる光触媒反応は「環境調和型触媒」の最も有力な候補であり、TiO₂ 光触媒が注目されている。スマートコーティングプロセス学分野では溶射法を用いて高機能複合 TiO₂-FeTiO₃ 光触媒皮膜の作製に成功し、提案した電子の二段階移動モデル及びP-N ジャンクション形成モデルなどにより高活性複合 TiO₂ 光触媒皮膜のメカニズムの解明が進んでいる。

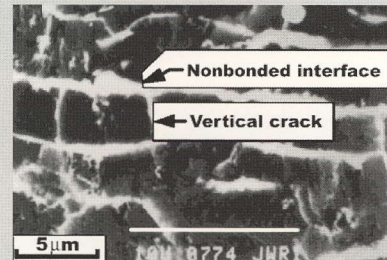
研究分野の紹介：スマートコーティングプロセス学分野

(大森 明教授、小林 明助教授、叶 福興研究員)

本研究分野では循環型社会における重要な課題：環境・エネルギー問題を解決するため、先進コーティングプロセスを用いて材料界面を高精度制御し、ナノ・マイクロ高機能環境材料の創製、低環境負荷コーティングプロセス、知的表面改質プロセスの設計・開発に関する研究を推進する。

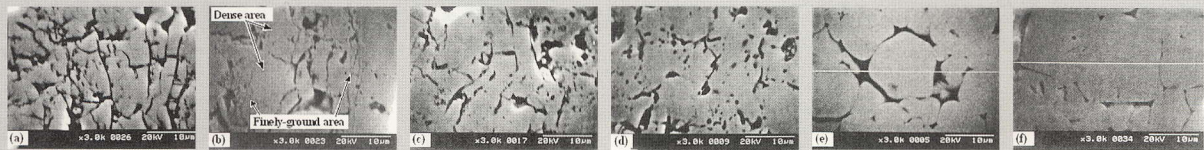
セラミックス溶射皮膜のマイクロ構造

右図に示したように電気銅めっきをセラミックス溶射皮膜に適用し、皮膜中の気孔、き裂、粒子間未結合部などの空隙中への銅の充填特性を明らかにした上で、セラミックス溶射皮膜の構造に対して、新たにスプラット平均厚さ、粒子内垂直き裂密度、粒子間平均結合率と皮膜貫通気孔率を構造パラメータなどによる皮膜の構造を定量的に評価できることが明らかにされた。



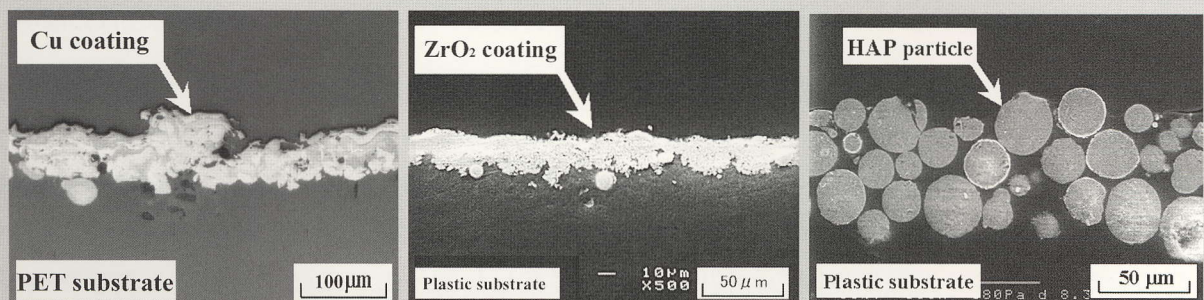
Mn 金属融体の浸透処理における ZrO₂ 皮膜の七変化

1573K の保持温度で保持時間を 0.3~10.8ks の範囲で変化させて Mn 浸透処理した ZrO₂ 皮膜 (b~f) と ZrO₂ 溶射皮膜 (a) の断面組織の典型例を下図に示す。これらの皮膜組織の変化から、皮膜の緻密化は (a)~(c) に示した皮膜粒子の微細化と小さな密領域形成の初期段階、(c)~(e) に示した皮膜粒子の球形化転換の中期段階及び (e)~(f) に示した球形粒子同士の粒界成長と合体の終期段階からなることが分かる。多孔質 ZrO₂ 皮膜はち密な焼結体 ZrO₂ に変化する。



プラスチックの高機能表面改質

プラスチック材料は、金属材料に比較して軽量であり、優れた耐食性を有する。プラスチック表面に高機能性を付与し、新しい材料として再利用するための一手段として、PET、生分解性プラスチックを基材とし、溶射法を用いた表面改質法によるプラスチック表面の導電性、耐摩耗性、耐熱性、光触媒特性及び生体活性などの付与を確立している。



(a) 導電性の付与の一例

(b) 耐摩耗性の付与の一例

(c) 生体活性の付与の一例

スマートコーティングプロセス豆知識

1. 溶射技術

溶射技術は表面改質の一つであり、粉末状、線状又は棒状の固体にガスの燃焼、アーク或はプラズマジェット、レーザービームなどの何らかの方法で熱を与え、熔融し液体微粒子にして、又は超高速ガスを用いて加速し運動エネルギーを有効に与え素地表面に溶射粒子を高速に吹き付けて、皮膜を形成する技術である。溶射法はフレイム溶射、爆発溶射、アーク溶射、プラズマ溶射、線爆溶射、コールド溶射などがある。

2. コールド溶射

コールド溶射 (Gold gas dynamic spray の略) とは溶射材料の融点または軟化温度より低い温度に加熱 (300 ~ 500°C程度) したガスを先細末広ノズルにより超音速流にして、その流れの中に溶射粒子を投入にて加速させ、固相状態のまま基材に超高速で衝突させて皮膜を形成する技術である。その方法の特徴は酸化、熱変質がほとんど少ない、ち密で密着力が高い、溶射効率が高い、厚膜の作製が可能である。

3. スプラット (Splat)

溶射皮膜は扁平粒子が積み上げて出来た積層構造である。スプラット (Splat) は基材表面に凝固した扁平粒子であり、溶射皮膜の積層構造の基本単位とも言える。

4. TBC 溶射皮膜

TBC (Thermal barrier coatings) 溶射皮膜は熱遮蔽皮膜であり、ガスタービンやジェットエンジンなどの断熱部材として多く利用されている。TBC 皮膜の溶射材料としてプラズマ溶射 $ZrO_2-8\%Y_2O_3$ 皮膜が主として採用されている。セラミックス溶射皮膜の多孔質性が断熱材として利用されている。

5. 生分解性プラスチック

ISO によれば生分解性プラスチックは「バクテリア、カビ及び藻類など自然の微生物により低分子量化合物に分解するプラスチック」と定義されている。生分解プラスチックは一次的生分解と究極生分解の二段階の過程を経て低分子量化合物に分解される。溶射技術により、生分解性プラスチック表面に高機能性が付与され、複合材料として表面改質が有効手段として利用される。

6. 光触媒

光触媒と言われる物質はある反応系に存在させて光照射すると、その反応系が進行するようになり、反応速度が上昇したりする触媒である。代表的な光触媒は二酸化チタンである。アナターゼ型二酸化チタンに一定波長以上のエネルギーの光が当たると、その表面から電子が励起される。このとき、電子が抜け出た穴は正孔 (ホール) と呼ばれており、プラスの電荷を帯びている。正孔は強い酸化力を持ち、水中にある OH^- (水酸化物イオン) などから電子を奪う。このとき、電子を奪われた OH^- は非常に不安定な高活性状態の OH ラジカルになる。 OH ラジカルは強力な酸化力を持つために近くの有機物から電子を奪い、自分自身が安定になろうとする。このようにして電子を奪われた有機物は結合を切れ、最終的には二酸化炭素や水などの小分子になり大気中に発散する。

7. ガストンネル型プラズマ溶射

特殊な高速渦流の中に発生させた高温・高エネルギーのプラズマジェットを用いた軸供給型のプラズマ溶射方法で、大阪大学で独自に開発された技術である。

行事予告

第2回スマートプロセス研究センターシンポジウム

日時：平成17年6月8日（水）

場所：荒田記念館

スケジュール案：

- 1)スマートプロセス研究センタープロジェクト報告
タイトル：機能性金属構造体の創製について
- 2)スマートプロセス研究センター各分野研究報告
- 3)新設備の開放（マイクロ光造形装置 / テラヘルツ分光システム、超高温 in-situ 観察システム、フェムト秒レーザ加工システム、ナノインデンテーションシステム）
- 4)懇親会

行事報告

第1回日タイ国際シンポジウム「Smart Processing of Materials and their Applications」開催報告

平成16年度の国際行事として、日タイシンポジウムが、昨年12月20日にバンコクのチュラルンコン大学にて開催された。会議の主題はスマートプロセスとその応用であり、双方より8件の口頭発表、並びに7件のポスター発表が行われた。開催に先立ち、チュラルンコン大学の副学長、工学部長、並びに当センター長の宮本教授らより挨拶が行われ、本シンポジウムが両国の更なる国際共同研究に発展する旨の期待が述べられた。シンポジウムの本センターからの参加者は11名であり、それぞれの発表に対して、専門的な立場から、活発な議論が行われた。なお、関連行事として、21日には、本シンポジウムに共催頂いた独立行政法人の研究所（NSTDA）の見学などが行われた。

First Japan-Thailand International Symposium
Date: December 20-22 2004 Place: Chulalongkorn University



表彰

西川 宏（スマートグリーンプロセス学分野）

Lead-Free Solder Award 2004（Soldertec global） 平成17年1月

研究発表優秀賞（（社）軽金属学会関西支部） 平成17年1月7日

人事

昇進 平成17年1月1日 ナノ・マイクロ構造制御プロセス学分野 助教授 桐原聡秀

着任 平成17年1月1日 スマートグリーンプロセス学分野 助手 西川 宏