

エネルギー応用プロセス学講座 材料プロセス科学分野

平成21年度より分野名を高温プロセスから材料プロセス科学に変更しました。これまでの研究室の伝統を守りつつも、幅広く材料プロセッシングに関する研究を進めています。今後ともよろしくお願いたします。

ダイレクトメタノール型燃料電池の触媒の開発

ダイレクトメタノール型燃料電池はモバイル装置の電源として期待されているが、100℃以下の温度での作動性の向上、小型化には、電極材料の高機能化が不可欠である。炭素粉末表面に白金合金を担持した触媒の新しい製造プロセスの研究に取り組んでいる。

電解を利用する新しい炭素担持白金触媒作製法に関する研究

本研究では、電解を用いて従来とは異なる方法で炭素担持白金触媒を作製する方法を開発することを目的とする。もしこの方法が確立すれば、カーボンファイバー電極やグラッシーカーボン電極上にPtを電析する際よりも担持量および表面積が大きくなり、また電極作製法としては担持量や担持状態、粒子径を電気化学的に調整することができる等の利点があり、魅力的な電極触媒作製法となる。電解装置の開発に当たっては、粉末をペースト状にし、それをPt板に接触させて濾紙で包むことによって作用極とし、対極および参照極にPt線を使い電解すれば粉末炭素上にPt微粒子が担持されることが確認できた。こうして得られた電解装置を用いて定電流電解を行い、得られた試料を担持量や電流効率、担持状態、結晶子径の測定および評価を行った。得られた実験結果から、電流値が小さい方がより多くの担持量が得られ、通電量が多くなるにつれ電流効率が下がることがわかった。また多少のばらつきはあるものの、結晶粒径に関しては電流値、通電量にかかわらず、ほぼ一定の値をとることがわかった。

ポリオール法による燃料電池用PtRu触媒作製における前駆体溶液について

ダイレクトメタノール型燃料電池に用いる白金・ルテニウム合金触媒の作製として、コロイド法を行う前駆体の保存状態を調べるために、NaOH添加後のRuCl₃-エチレングリコール(EG)溶液について紫外・可視吸光度計を用いて経時変化を測定した本研究において以下の知見を得た。水溶液中においてRu³⁺はNaOHと反応して黒色沈殿を生成する。黒色沈殿は水酸化ルテニウムと考えられる。1-プロパノールまたはEGを溶媒とした場合、水酸化ナトリウムを添加すると初期のピークは徐々に高波長側にシフトし、さらに時間を経ると全域に渡る吸光度の減衰が生じる。水酸化ナトリウムの添加量が、物質質量にしてルテニウムの5倍未満であれば、RuCl₃-EG溶液は照射下においても長時間安定である。水酸化ナトリウムの添加量が、物質質量にしてルテ

ニウムの5倍以上になると、RuCl₃-EG溶液は変化する。その変化速度は水酸化ナトリウムの添加量が多いほど早い。EGは水酸化物イオンによってその酸化力が増加し、常温下であってもルテニウムを還元したと推測される。

新しい機能性表面処理法および機能性薄膜作製法の研究

鉄鋼材料の表面処理には亜鉛めっきが広く用いられているが、亜鉛資源の枯渇の問題から“脱亜鉛めっき法”の開発が望まれている。この候補として、独自の非水溶媒を用いるあたらしいAl合金電気めっき法の開発を行っている。太陽電池用の化合物半導体薄膜の電析や金属とセラミック微粒子との共析を利用する複合電析による機能性複合材料薄膜の作製に関する研究も行っている。

電析法によるAl-Zn合金薄膜の作製

Alは非常に卑であるため、水溶液からの電析が困難であり、非水溶媒の電解質が必要となる。本研究では溶媒にジメチルスルホン(DMSO₂)を用い、電析物の形態や組成を制御することを目指して、定電位電解によるAl-Zn合金電析を行った。組成DMSO₂:ZnCl₂ = 10:0.3 ~ 10:1の電解浴に純Zn線を浸漬して作製したZn/ZnCl₂-DMSO₂電極が参照電極として使用できることを見いだした。

Zn/ZnCl₂-DMSO₂ (DMSO₂:ZnCl₂ = 10:1) 参照電極を用いてCVの測定を行った。その結果、-1.0V ~ -2.0Vで電解を行えばAlの析出が期待できることがわかり、これに従って電解を行った結果、Al含有量1-90at%の幅広い組成の電析物が得られた。また、得られた試料はAlとZnが分離することなく非常に均等に混ざっており、X線回折の結果においてAlを10%程度含む試料からAlの回折ピークが確認されなかったことから通常の溶融めっきで得られるものと異なる構造を持っていると考えられる。

電析Cd-Teの熱処理による結晶化

電析によるCdTe薄膜製膜の高速化を目指して、Te-richなアモルファスCd-Te電析と電析物の熱処理を組み合わせることによる電析物の再結晶化過程について調べた。ITOガラス基板にCdS薄膜を形成し、その上にアモルファスCd-Teを析出し、温度400℃のもとで空气中で熱処理を行うことにより、粒径約50nmの結晶性CdTeが得られた。過剰に存在するTeは、酸化され針状の酸化物となるが、アンモニア-硫酸アンモニウム溶液に浸漬することにより溶解除去できた。

金属-シリコン系の熱力学関数の測定およびシリコン化合物の合成

液体電解質を使用してシリコンの活量を測定して種々の熱力学関数を導出する。合成が困難な化合物の新しい合成方法を開発し、その機構を解明する。

教授 平藤 哲司
助教 植田 幸富