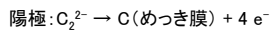


緻密質炭素めっき技術

被処理材をめっきで炭素コーティング

特許第5112010号

産業技術の幅広い分野で、材料表面に高い耐食性と電気伝導性を兼ね備える表面処理技術が強く求められています。これに対する候補技術として「炭素コーティング」が考えられています。従来の炭素コーティングは、炭素ペーストを塗布し、焼成して炭素膜を形成する方法が一般的でしたが、炭素膜の緻密性が低く、耐食性に欠けていました。そこで、溶融塩中での電解により処理対象表面に緻密で密着性の高い炭素膜を形成させる「革新的炭素めっき技術」を開発しました。一例として、右図の方法では、溶融塩中のカーバイドイオン(C₂²⁻)の陽極酸化反応を利用することで、被処理材である陽極表面に非常に緻密な炭素膜が得られます。



上述した方法により形成させた炭素めっき膜の断面写真を右図に示します(試料を激しく変形させた際に、一部破断した箇所を観察しています)。この炭素めっき膜は、sp²炭素の割合が多く、非晶質でグラッシーカーボンに近い構造をしており、SEM観察や、TEM観察からも非常に緻密な膜であることが確認されました。また、膜の硬さとしては、低硬度DLC膜と同程度の値を示しており、導電性の炭素膜としては十分な硬度が得られているものと考えられます。

優れた耐食性、導電性と密着性

※H21年度 経済産業省戦略的基盤技術高度化支援事業

<耐食性>

この緻密質炭素膜は非常に耐食性が高く、例えば腐食液を滴下しても全く変化は見られません。また、アノード分極測定による電気化学的な耐食性を行った結果、本炭素めっき膜の耐食性は、ステンレス表面上で形成される酸化皮膜の耐食性を上回っていることが分かりました。

<導電性>

本炭素めっき膜の接触抵抗の値は、炭素めっきを施していない基材(ステンレス)と比較して一桁以上小さい値を示しています。さらに、腐食試験後でも接触抵抗の値に目立った変化は見られず、腐食環境におかれても高い導電性(低い接触抵抗)を保っていることが示されました。

<密着性>

スクラッチ試験においては、完全剥離荷重が約30Nとなり、従来法であるPVD法で得られた炭素膜の値(5~10N、DLC、膜厚:1μm程度、基板:ハイス鋼、中間層なし)と比較して明らかに大きく、高い密着性を有していることが確認されました。

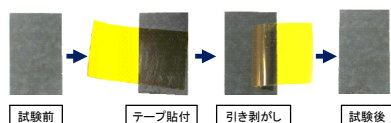
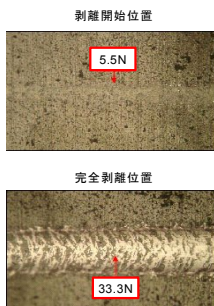
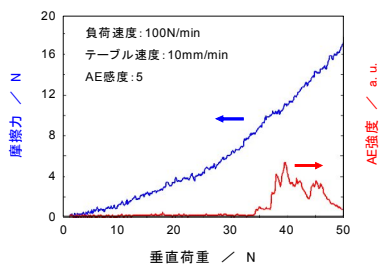


図 (左) テープ試験、及び(下)スクラッチ試験による密着性の評価



剥離開始荷重: 5~6 N
完全剥離荷重: 33~36 N

→ PVD法によるDLC膜*よりも密着性は高い

*膜厚: 1μm程度、基板: ハイス鋼、中間層なしの完全剥離荷重報告値(5~10 N)と比較

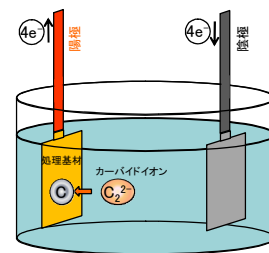


図 溶融塩中での炭素めっき反応の一例。

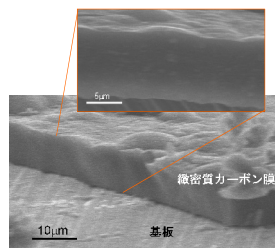
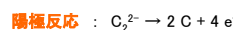
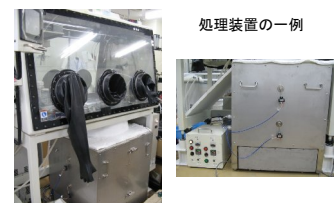


図 (左) 緻密質炭素膜の強制破断面のSEM写真。(右) 緻密質炭素膜の腐食試験の一例(塩化第二鉄試験、基材はSUS304)。



処理装置の一例

複雑形状基材にも均一にめっきが可能

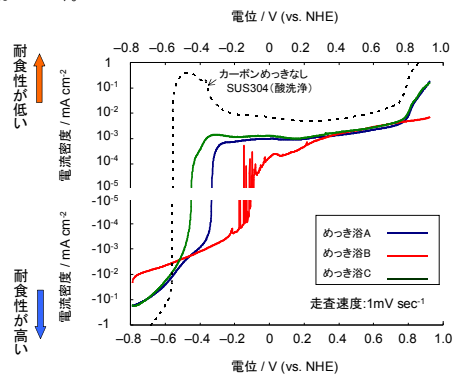
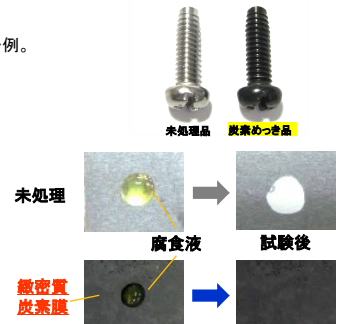


図 アノード分極測定による耐食性の検討(基材: SUS304)。0.5 mol/L 硫酸水溶液、室温。縦軸の電流密度は、上半分が酸化電流、下半分が還元電流。

表 様々な条件で作製した炭素めっき膜の、腐食試験前後の接触抵抗の値

めっき浴 (前処理)	接触抵抗 mΩ cm ²	
	腐食試験前	腐食試験後
SUS304基板 (酸洗浄)	110	220
めっき浴A (酸洗浄)	15	7
めっき浴B (アセトン脱脂のみ)	10	8
(機械研磨)	9	9
(酸洗浄)	10	10
めっき浴C (酸洗浄)	7	6

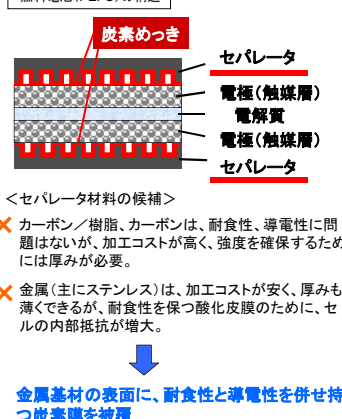
エネルギー分野への応用と展開

このような高い耐食性と導電性(低接触抵抗)を兼ね備えた高機能性膜は、固体高分子形燃料電池の高耐食性金属セパレータに適用が可能です。

また、リチウムイオン電池電極の集電体に適用すれば、集電体表面に耐食性を付与するとともに、電極活物質との間の接触抵抗を大幅に低減できるので、近年普及が加速しているハイブリッド自動車や電気自動車用途のリチウム電池の大幅なハイレート化(急速充放電)にも有効と考えられます。

この「緻密質炭素めっき技術」については、現在大手自動車部品メーカーとの共同開発を進めており、2011年度には、共同開発先での本格的な事業化(量産プラントの立ち上げ)が開始される予定となっています。

燃料電池(PEFC)の構造



リチウムイオン電池の構造

