

ダイヤモンド電極の特性と溶液計測への応用

メタデータ	言語: ja 出版者: 静岡大学 公開日: 2014-11-13 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 細井, 太郎 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00007972

本論文は、ボロンをドーピングしたダイヤモンド電極の電気化学特性を明らかにするとともに、溶液計測への応用として、水溶液中の色素の検出におけるダイヤモンド電極の有用性を示したものである。以下に本研究の成果の概略を述べる。

ダイヤモンド電極/溶液界面のキャパスタンス測定から得られる Mott-Schottky プロットは、p 型半導体電極としてのダイヤモンド電極の特性を示した。プロットから求めたダイヤモンド電極表面のフラットバンド電位は表面状態に強く依存した。すなわち、電解還元処理（電流：-10 mA、時間：30 分間）を施した水素終端ダイヤモンド電極のフラットバンド電位は 2.38 V vs. Ag/AgCl、電解酸化処理（電流：+10 mA、時間：15 分間）を行った電極のそれは 3.88 V となった。表面をアルミナパウダーで研磨したのみの電極のフラットバンド電位は 2.64 V であった。また、プロットの傾きから見積もったダイヤモンド電極のキャリア密度は $5.5 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ となり、薄膜形成時のボロン含有量の 1/4 の値であった。

ダイヤモンド電極は、水溶液中の 10 μM 以下の低濃度メチレンブルーに対し、明瞭な酸化還元電流応答を示した。メチレンブルーからロイコメチレンブルーへの還元電流ピーク(-0.16 V)と濃度には直線関係が見られ、0-10 μM の濃度検出が可能であった。カーボン電極や白金電極では大きなバックグラウンド電流のために、この濃度域での検出は困難であり、ダイヤモンド電極の有用性が確かめられた。還元電流ピークは電解還元処理した電極上で明瞭に現れるが、電解酸化処理した電極上ではブロードとなり、水素が吸着したダイヤモンド電極表面とロイコメチレンブルーとの相互作用が示唆された。メチレンブルーとブリリアントブルーFCF が共存した場合、吸収スペクトル測定からの濃度決定は容易ではないが、ダイヤモンド電極を用いた電流測定により、迅速なメチレンブルーの濃度検出が可能であった。また、これまでに測定が困難であった 10 μM 以下の低濃度におけるメチレンブルーの拡散係数の見積もりが、ダイヤモンド電極により可能となった。

ダイヤモンド電極は水溶液中のエオシン Y に対して、0.88 V で酸化電流ピークを示し、4-100 μM の範囲で電流ピーク値と濃度との間に直線関係を与えた。また、ローダミン B に対して、-1.10 V での還元電流ピークと濃度 (0-10 μM) には直線関係が見られた。メチレンブルーの光退色過程での濃度変化も追跡可能であった。

本論文の研究を通して、これまで検討されていなかった電気化学手法による水溶液中の色素類の計測において、ダイヤモンド電極が極めて有用であることが分かった。色素は様々なところで使用されており、水環境への影響が懸念されるので、ダイヤモンド電極によるモニタリングの重要性は今後ますます高くなっていくと思われる。本成果は新規性が高く、学術的にもまた応用面においても多くの重要な知見を示しており、研究の更なる進展が期待される。よって審査委員会は、申請者が博士(工学)の学位を授与されるに相応しい実力を有していると認定した。