

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 12766 号
------	---------------

氏 名 東松 真和

論 文 題 目

Study of electrochemical surface reactions on carbon nanowalls synthesized by plasma processes
(プラズマプロセスにより合成したカーボンナノウォール上の電気化学的
表面反応の研究)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	堀 勝
委員	名古屋大学	教授	五十嵐 信行
委員	名古屋大学	教授	豊田 浩孝
委員	名古屋大学	教授	市野 良一

論文審査の結果の要旨

東松真和氏提出の論文「Study of electrochemical surface reactions on carbon nanowalls synthesized by plasma processes (プラズマプロセスにより合成したカーボンナノウォール上の電気化学的 surface 反応の研究)」は、自己組織化された3次元構造や極めて大きな比表面積、グラフェン構造由来の高い化学的安定性や導電性などの優れた特徴を有している、カーボンナノウォールの表面を活用することによって、新たなバイオセンサの実現に向けての基盤を構築のための結果をまとめたものであり、全6章から構成されている。

第1章は、序論で、様々なカーボンナノ材料の構造と特性について概観している。特に、カーボンナノウォールの他のナノカーボンにない特徴を示すとともに、カーボンナノウォールを合成するための装置の原理を示すとともに、カーボンナノウォールのバイオセンサへの応用のための現状と課題を浮き彫りにしている。最後に、本研究で焦点を当てた過酸化水素などの内在関連部室のセンシングの重要性を示している。

第2章では、本研究で用いたカーボンナノウォール合成のためのプラズマ成膜装置とカーボンナノウォールの構造の評価方法について、その原理と特徴について詳述している。

第3章では、白金担持カーボンナノウォールをバイオセンサに応用するために、従来のハード基板ではなく、カーボンファイバーペーパー(CFP)上に合成し、表面に白金微粒子を担持して、その電気化学的特性を調べた結果を述べている。特に、過酸化水素の検出に取り組み、そのために必要なプロセス条件を見出している。その結果、過酸化水素水の検出には、白金微粒子の担持が必要不可欠であり、白金上での過酸化水素の酸化還元電位や検出量の増大にカーボンナノウォールの表面積が寄与していることを明らかにした。最終的には、過酸化水素濃度50nMから1.5mMまでの広い濃度域で検出が可能であり、バイオセンサとしてのプロセス技術基盤を構築するに至っている。

第4章では、過酸化水素の検出において、過酸化水素と白金との分解反応において、非常に強力な酸化力を有するOHラジカルの影響について検討を進めている。その結果、カーボンナノウォールは、サイクルテストにおいて大きく劣化することが判明した。特に、サイクルテストにおける検出電流値の減少は、過酸化水素の分解による過酸化水素の濃度の低下とカーボンナノウォールとOHラジカルとの相互反応による構造変化に起因することを突き止めた。

第5章では、第4章において、過酸化水素の検出には成功したものの、サイクルテストによってデバイス特性が劣化することが明らかになった。この課題を解決するために、高品質のカーボンナノウォールとしてフッ素含有カーボンナノウォールとフッ素を含有しないカーボンナノウォールとの検出特性の比較を行った。その結果、フッ素含有で高品質のカーボンナノウォールは、サイクルテストにおける特性の劣化がほとんど見られないことを見出した。この機構を解明するために、フッ素を含有していないカーボンナノウォールの表面にフッ素ラジカルを導入し、カーボンナノウォールの表面のフッ素終端を行い、その特性を評価したところ、耐久性の顕著な向上が得られなかった。これらの結果を基に、過酸化水素検出のための高信頼性センサを実現するためには、高結晶のカーボンナノウォールを合成することであると結論を得た。

第6章では、本研究の結果を総括し、今後の課題および展望について述べている。

以上のように、本研究では、プラズマ励起化学気相堆積法で合成したカーボンナノウォールをバイオセンサに応用することに着目して、研究を進め、過酸化水素検出デバイスに高結晶のカーボンナノウォールが極めて有効であることを明らかにした。この結果は、生体内のアミノ酸の検出のための指針にもつながり、カーボンナノウォールの高感度バイオセンサ応用に対する基礎的な知見を集積した。これらの成果は、学術上、又工業上寄与するところが極めて大きいと判断できる。よって、本論文提出者である東松真和氏は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。