

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 13115 号
------	---------------

氏 名 TIPLOOK Mongkol

### 論 文 題 目

Nanostructure-Regulated Surface Treatment by Self-Assembled Monolayers and the Applications  
(自己組織化単分子膜によるナノ構造制御表面処理とその応用)

### 論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	齋藤 永宏
委員	名古屋大学	教授	市野 良一
委員	名古屋大学	教授	後藤 元信
委員	名古屋大学	准教授	神本 祐樹

## 論文審査の結果の要旨

TIPPLook Mongkol君提出の論文「Nanostructure-Regulated Surface Treatment by Self-Assembled Monolayers and the Applications (自己組織化単分子膜によるナノ構造制御表面処理とその応用)」は、有機シラン分子を用いた自己組織化単分子膜表面処理技術による材料特性強化について焦点を絞り、その製造プロセス及び合成された材料特性を明らかにしている。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、自己組織化プロセスおよびその応用に関する基本的知見を述べている。この技術の主な原理は、オルガノシランの化学構造および表面処理中に進行する化学反応により説明が可能である。その特徴的な機能としては、数ナノメートルの膜厚と機能発現を担う末端官能基により、その特性を大きく変えることができる点にある。本博士論文では、自己組織化オルガノシランは表面の官能基を調節し、化学的親和性及び濡れ性を誘導することにより、各デバイスでの性能向上を目的としている。以下、応用分野毎に、2章、3章、4章で表面処理を実施し、そのデバイスとしての効果を検証している。

第2章では、アミノシランにより基板を修飾し、その基板上での自己組織化ポルフィリン超薄膜の光学吸収バンドの応答性を制御し、ガスセンサー感度の向上を試みた研究を報告している。アミノシランにより表面修飾した基板上では、ある一定濃度以上のポルフィリン分子はスタック構造を形成し、環境ガスの濃度とともに、そのスタック構造に変化があった。そのスタック構造の変化を可視光吸収の変化でとらえ、アンモニア、エタノール、アセトンに対するガスの検出を実現している。その検出感度は、アミノシランにより修飾した基板を用いることで、それぞれ、2.7倍、6.5倍、4.5倍に増強できている。

第3章では、カーボンの合成とアミノシランによる表面修飾を同時に進めることにより、金属イオン吸着剤の性能向上を行っている。元素分析の結果から、このカーボン材料の窒素/炭素比は0.15であった。これは、従来のプロセスで調整された吸着剤の窒素濃度(0.09)に対して大きく、炭素材料により効率的にアミノ基が修飾されたことを示唆している。また、このカーボン材料の金属イオンに対する吸着除去効率を評価している。アミノ修飾されたカーボン材料の吸着能力は、未修飾サンプルと比較して $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Cd}^{2+}$ に対してそれぞれ7.6倍、11.3倍、11.46倍といずれも増加した。更に10回の脱吸着実験を行い、この材料の吸着能力低下は5%未満であり、その再利用性が高いと報告している。

第4章では、スルホンシランによりプロトン交換膜燃料電池用白金担持カーボン(Pt/C)を修飾し、水とガスの流路を制御することによる、燃料電池性能の向上を検討している。スルホン基部分は水の流路となり、カーボン由来のメチル基部分はガス流路となっている。修飾したPt/Cをナフィオンをバインダーとして電極を作製し、燃料電池単一セル試験を行っている。0.6 Vにおける電流密度の比較で、修飾されたPt/Cは未修飾のPt/Cおよび市販のPt/Cに対し、それぞれ4.8倍、2.4倍の電流密度を示している。

第5章では、本博士論文の総括をしている。各材料の特性は、シラン自己組織化単分子膜の表面処理により、デバイス性能において大幅に向上が実現しており、表面に関わるデバイスの機能向上手法として有用であることを述べている。

以上、本博士論文では、シランを用いた自己組織化単分子膜を、ガスセンサー部表面、金属イオン吸着表面、燃料電池電極表面に処理することにより、化学的親和性あるいは濡れ性を制御することができ、結果として、デバイス性能の向上に寄与することを明らかにしている。これらの表面処理技術は、本博士論文で取り扱ったデバイス以外にも、共通して使用できる技術であり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者であるTIPPLook Mongkol君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。