

論文審査の結果の要旨

氏名 ラッヒャー セバスチャン

本論文は六章から構成されており、自己集合単分子膜および導電性ポリマーを用いた有機電子素子における界面最適化について論じている。

第一章では、研究背景として、有機薄膜太陽電池等の有機薄膜電子素子における有機-電極界面制御の重要性とその設計指針について述べられている。そして、有機-電極界面の電子状態の一般的理解について述べ、その本質的な問題点、および、本研究において達成した具体的な解決策を述べ、本研究の意義を明確にしている。

第二章では、まず本研究の要となる光電子収量分光法（PYS: Photoelectron Yield Spectroscopy）による有機被覆電極の仕事関数の決定について論じられている。PYSは有機半導体分子のイオン化ポテンシャルを決める手段として最近広まりつつあるが、有機薄膜および自己集合単分子膜で被覆された金属や金属酸化物の仕事関数を決定する手段としてはまだ信頼性が確立されていなかった。Lacher氏は数十種類の化合物を用いてこの新しい手法を系統的に評価し、これまで真空紫外可視分光法やケルビンプローブ法で決められて報告されていた仕事関数とよい一致を与える評価方法を確立した。自ら確立した本手法は本論文において重要かつ基礎的な技術的背景となっている。

第三章では、フラレンチオール化合物の自己集合単分子膜の形成について述べられている。アルカンチオールなどチオール化合物は金電極の被覆剤として一般的なものであるが、電子機能部位としてフラレンを含有するフラレンチオールの自己集合単分子膜の形成は、フラレンとチオールが共に金表面と相互作用をもつため、これまで困難であった。Lacher氏は、新規に設計・合成した「Umbrella (傘)」型のフラレンチオールを用いることにより、均質で安定なフラレンチオール自己集合単分子膜を与える手法を見いだした。また、フラレンチオール自己集合単分子膜の光電流発生機能を詳細に調べ、自己集合単分子膜の形態と光電変換機能の相関関係に関わる知見を得た。これらの光機能性

新規フラーレンチオール誘導体を用いた新しい表面修飾剤・保護剤の開発は、ナノ科学・ナノ技術の発展に資する成果として評価できる。

第四章においては、主に自己集合単分子膜を用いたインジウムスズ酸化物 (ITO) 電極の表面修飾による、ITO の仕事関数制御について述べられている。仕事関数のシフトは理論的にヘルムホルツの式で与えられ、表面被覆率、分子の双極子モーメント、被覆分子の傾き角に依存することが知られている。Lacher 氏は傾き角が不変の Umbrella 型フラーレン誘導体、および、PYS による仕事関数決定法を駆使して、極性分子が電極表面上で電極との電子的な相互作用によりその双極子モーメントを低下させるという理論的に提唱されていたことを初めて実験的に実証することに成功した。また、それにより仕事関数のシフトは双極子モーメントの大小より、被覆率に依存するという学術的に価値の高い結論を導き出した。

第五章では、導電性高分子による表面被覆により、電極仕事関数の制御が素子特性に及ぼす影響を評価している。

第六章は本研究の総括である。フラーレン誘導体を用いた電極表面修飾による仕事関数制御の意義を総括するとともに、今後の展望について述べている。

なお、本論文第二～五章は中村栄一博士および松尾豊博士との共同研究であり、第三章においてはその二名に加え坂本和子博士および松尾敬子博士との共同研究であるが、研究計画および検討の主体は論文提出者であり、論文提出者の寄与が十分であると認められる。

本研究は五重付加型フラーレン誘導体の特徴的な骨格と電子および光機能を巧みに利用し、電極の仕事関数制御の学術的理解を著しく増進し、新しい解釈をも示している。有機材料化学、表面科学、ナノ科学、および、応用物理学において多くの重要な知見を与えた。したがって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値のあるものと認める。