

審査の結果の要旨

氏名 西澤 剛

本論文において、学位請求者（西澤 剛）は、 π 共役系オリゴマー分子を基にした分子設計によって、有機薄膜太陽電池のナノ構造制御の検討、および、ナノ構造と有機薄膜太陽電池の効率との相関を明らかにする事を目的とした研究発表を行った。本論文は以下の7章から構成されている。

第1章では、研究の背景、目的、及び概要が論じられており、近年までの関連論文の成果や問題点などが明確にされ、本論文の研究の意義づけが明確にされた。

第2章では、ドナー分子とアクセプター分子が連結した、新規なオリゴチオフェン—フラーレンダイアドを設計、合成し、ドナーとアクセプターの広い界面の構築が検討された。原子間力顕微鏡による薄膜表面のナノ構造の検討を行った結果、ダイアドを用いた場合には、従来のドナーとアクセプターの混合膜に見られたような、相分離による大きな凝集構造が抑制されることが明らかとされた。また、蛍光消光の測定により、ダイアドにおいてドナー部位からアクセプター部位へと効率的に電子移動が起こることも明らかとされた。その結果、ダイアド分子を用いて太陽電池デバイスを作製した場合には、相分離による電荷分離界面の減少を抑制し、電荷分離の効率化が達成されることが明らかとされた。

第3章では、分子間相互作用による、ダイアド分子の分子配列制御が検討された。ドナー部位、アクセプター部位の相互作用を強めるために、オリゴチオフェン（ドナー）およびフラーレン誘導体（アクセプター）をダイアド分子に混合され、混合物の物性が、原子間力顕微鏡観察、薄膜の吸収スペクトル測定、および示差走査熱量分析により検討された。その結果、ドナー分子をダイアド分子に混合させた場合においては、ダイアド分子のドナー部位の相互作用が強まることが明らかとされた。また、太陽電池デバイスを作製したところ、ドナー分子との混合物において、電荷輸送効率が向上することが明らかとされた。一方、アクセプター分子を混合された場合においては、ドナー部位の相互作用が弱まり、電荷輸送効率が低下することが明らかとされた。以上の結果、ダイアドを用いたデバイスにおいては、電荷輸送を効率化するためにはドナー部位の相互作用を強めることが重要であることが、本研究により初めて明らかにされた。

第4章では、結晶性のオリゴフェニレンビニレン（OPV）を導入した、OPV—フラーレンダイアドを設計、合成し、更なる電荷輸送の効率化が検討された。アルキル側鎖の長さの異なるOPV分子のバルクでの結晶性を粉末XRD測定により検討した結果、アルキル鎖を短くするにつれて分子の π — π 相互作用が強まることが明らかとされた。こ

の強い $\pi-\pi$ 相互作用を持つOPV分子にフラーレンを導入したダイアド分子を合成し、デバイスを作製した結果、分子のアルキル鎖が短くなるにつれ、電荷輸送効率が向上することが明らかとされた。以上の結果、分子の強い $\pi-\pi$ 相互作用が、電荷輸送の効率化に重要であることが明らかとされた。また、本論文においては、ダイアド分子を用いた太陽電池デバイスにおける最高効率も達成されている。

第5章では、第4章で合成された結晶性のOPVドナー分子を用いて、フラーレン誘導体（アクセプター分子）との混合薄膜中における電荷輸送の効率化が検討された。その結果、ダイアド分子の場合と同様に、分子のアルキル側鎖が短くなるにつれ、電荷輸送効率が向上することが明らかとされた。また、アルキル側鎖の最も短い分子においては、混合したフラーレン誘導体の凝集を抑制する効果があることも明らかとされた。

第6章では、ラビング法を用いて、分子の配向制御が検討された。直線偏光を用いた吸収スペクトル測定、面内XRD測定により分子の配向性を検討した結果、両親媒性のOPV分子が、スピコート法による成膜過程において、自発的に高い一軸配向を示すことが明らかとされた。このような湿式成膜過程における簡便な分子配向は、現在までに報告例がなく、新規な配向制御だと言える。また、本論文においては、太陽電池デバイスへの応用も検討され、本配向制御のデバイスへの応用性が確認された。さらに本配向制御は、導電性、絶縁性などの様々な膜上に応用可能であることから、太陽電池デバイスのみならず、電界効果トランジスタ（FET）や有機ELなどの他の有機デバイスへの応用も期待される。

第7章では、本研究の総括、及び、今後の展望を論じられた。

本論文における、分子設計や配向制御は、今後の有機デバイス高効率化に向けた新規材料の設計やナノ構造制御手法に指針を与える、素晴らしい成果であるといえる。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。