

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	Zhifang Tan
学位授与の要件	学位規則第4条第①・2項該当		
論 文 題 目			
Synthesis of novel π -conjugated oligomers and D-A type copolymers for optoelectronic applications (光電子デバイスへの応用を目指した π -共役オリゴマーおよびD-A型コポリマーの合成)			
論文審査担当者			
主 査	教授	播磨 裕	
審査委員	教授	大下 浄治	
審査委員	准教授	今栄 一郎	
審査委員	准教授	大山 陽介	
審査委員	准教授	駒口 健治	
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文は5章から構成されている。第1章は序説であり、本研究で用いる導電性π共役材料の歴史や応用例、さらに基礎的物性について述べている。第2章では、電子受容性の(E)-2,3-bis-(2-thienyl)acrylonitrile (BTA)と電子供与性のbenzo[1,2-b;4,5-b'] dithiophene (BDT) からなる二種類のD-A型ポリマー (PM1, PM2) の合成を行い、それらの光物性や電気化学的性質、耐熱性を調査している。その結果、得られたポリマーは熱的に十分安定であり、そのエネルギー構造は薄膜型太陽電池用のポリマーとして適切であることを見出した。実際にPM1あるいはPM2をドナーに、フラーレン(PCBM)をアクセプターとするbulk-hetero-junction型有機薄膜太陽電池を作製し、様々な条件下で機能評価を行い、素子作製の最適化を行った。その結果、ポリマー活性層に3%のDIOを添加し、窒素雰囲気下で素子を作製することにより、100 mW cm⁻²の擬似太陽光照射下で、短絡光電流 10.71 mA cm⁻²、開放光起電圧 600 mV、フィルファクター 65%、エネルギー変換効率 4.17%を示す有機薄膜太陽電池の作製に成功した。第3章では、ポリマー主鎖への置換基導入の効果を調査することを目途に、三種類のポリマー (PS0, PS1, PS2) をデザインし、合成した。Poly[(benzodithiophene-2,6-diyl)(2,5-thienylene)] (PS0) とπ-共役側鎖を有する誘導体(PS1: thienylethenyl, PS2: thienyl-cyanoethenyl) の光物性や電気化学的性質、熱物性を比較・検討した。電子吸引性のCN基を側鎖に有するPS2は主鎖型のPM2に比べて広い波長領域で光吸収を示すことを明らかにした。さらに、三種類のポリマーとPCBMを用いて有機薄膜太陽電池の作製を行った。三種類のポリマーのエネルギー変換効率はPS0, PS1, PS2の順番で増加した。作製条件の最適化後、PS2は以下のような太陽電池特性を示した：短絡光電流 11.49 mA cm⁻²、開放光起電圧 700 mV、フィルファクター 53%、エネルギー変換効率 4.49%。以上の実験結果より、電子吸引基を有する置換基を主鎖に導入することによって光吸収帯の拡張が可能となり、太陽光補足率の向上によって太陽電池特性が改善されることを見出した。第4章では、5種類のoligothiophene (E3T, E6T, E7T, E9T,</p>			

E11T) を合成し, それらの光学的小よび電気化学的性質を系統的に調査した。主鎖にEDOTを導入したoligothiopheneは, 同じ長さの対oligothiopheneに比べて光吸収帯が赤色シフトすることや酸化電位が負側シフトすることを見出した。また, E7Tをドロップキャストした膜が極めてユニークな形状を示すことを見出した。最も長鎖のE11Tにおいては, スピンコート法でスムーズな薄膜が容易に得られたのでエレクトロクロミック特性を調査した。印加電位による色の変化を観測すると共に, in-situ電気伝導度測定からドーパ率に伴う移動度評価を行った。E11T膜中の電荷担体の移動度はドーパ率の増加に伴う化学種の変化を反映して4桁増加することを見出した。第5章では, 導電性 π 共役材料の合成と物性研究から得られた知見を総括しており, 高機能光電子デバイスの作製への π -共役オリゴマーおよびD-A型コポリマーの分子設計指針を与えている。本研究で得られた成果は, 高機能光電子デバイスに向けて新規機能性分子材料を設計する上で重要なものであり, 高く評価できる。

以上, 審査の結果, 本論文の著者は博士(工学)の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。