

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	ZHANG LU
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目 Development of conducting polymer based organic thermoelectric materials and their applications (導電性高分子系有機熱電材料の開発と応用)			
論文審査担当者			
主 査	准教授	今 榮 一 郎	印
審査委員	教 授	大 下 浄 治	印
審査委員	教 授	大 山 陽 介	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文は、有機材料である導電性高分子を用いて熱エネルギーを電気エネルギーへと変換できる、有機熱電変換材料の開発に関する研究成果をまとめたものであり、序論を含めた5つの章から構成されている。</p> <p>第1章では、序論として熱電変換材料の原理、有機熱電変換材料の位置づけ、有機熱電変換材料の高性能化のための本研究における研究方針について述べている。</p> <p>第2章では、導電性高分子単独の材料としてポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン) (PEDOT) を研究対象として選び、熱電変換特性を評価するために自立性に優れる PEDOT 膜の作製方法について調査した。その結果、スルホン化したエポキシ系高分子を高分子電解質として用い、PEDOT のモノマーである 3,4-エチレンジオキシチオフェン (EDOT) を電解酸化重合することで、自立性に優れる PEDOT 膜を得ることに成功し、その熱電変換特性の調査も可能にした。</p> <p>第3章では、有機熱電変換材料の課題の1つである電気伝導性の低さを改善することを目的として、導電性高分子に炭素材料であるグラフェンを複合化させる技術の開発に取り組んだ。具体的には水溶性のモノマーとしてアニリンを選び、グラフェンの前駆体である水分散性に優れる酸化グラフェンを用いて電気分解を行うと、酸化時に導電性高分子であるポリアニリン、還元時に酸化グラフェンが還元されてグラフェンを生じるため、ポリアニリンとグラフェンの複合体を簡便に合成することに成功した。</p> <p>第4章では、第3章で確立した手法を応用し、電解酸化および電解還元を交互に行うことで、PEDOT とグラフェンを交互に作製する手法を確立した。この方法により EDOT と酸化グラフェンだけを含む1つの水溶液から電極電位を正と負に変換するだけで簡便に交互積層膜を作製することに成功した。</p> <p>第5章では、グラフェンではなく水分散性に優れる単層カーボンナノチューブ (SWNT) を用い、市販の PEDOT 水分散液との複合化を試みた。その結果、PEDOT に対する SWCNT の混合比が上昇するにつれてゼーベック係数は一様に上昇したが、電気伝導度については SWCNT の混合比が 74 wt%において最高値を示した。さらに、この膜をジメチルスルホキシド (DMSO) に2分間浸漬しただけで、膜の電気伝導度が飛躍的に上昇した。これは膜内に取り込まれていた絶縁性の界面活性剤 (SWCNT を水に分散させるときに用いられている) が DMSO に溶出することで電気伝導性が向上したと説明できる。こうして得られた膜の電気伝導度は最高で $3,800 \text{ S cm}^{-1}$ であり、パワーファクター (PF) 値も $300 \mu\text{W m}^{-1}$ と有機熱電変換材料では最高レベルであることを明らかにした。</p> <p>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。</p>			

備考：審査の要旨は、1,500字以内とする。