

氏名	Geng ZhongMin
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第7675号
学位授与年月日	平成28年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	数理物質科学研究科
学位論文題目	

Syntheses and Characterizations of Carbazole-Based Conjugated Polymers for Blue-light Emitting and Photovoltaic Applications

(青色発光と太陽電池への応用を目的とするカルバゾール構造を有する共役系高分子の合成と性質)

主査	筑波大学教授	理学博士	木島正志
副査	筑波大学准教授	博士(工学)	後藤博正
副査	筑波大学准教授	博士(理学)	丸本一弘
副査	筑波大学講師	博士(理学)	桑原純平
副査	物質材料研究機構主任研究員	博士(工学)	安田剛

論文の要旨

本博士論文は、光電変換機能を備えた新しいカルバゾール骨格をもつ共役系高分子を合成開発することを目的に行った研究成果をまとめたものである。その光電変換機能に関しては、(1)電気エネルギーを光に変換する電界ならび電気化学青色発光に関する研究(第2章)と(2)光を吸収して電気エネルギーに変換する太陽電池に関する研究(第3章)の両面から検討された。本論文で新たに合成開発されたポリマーの特徴は、ベンゾカルバゾールを重合ユニットとして用いていることとドナー-アクセプター構造を利用したことである。なお第1章は、研究背景、目的ならび意義、論文概要を示し、第4章を結論としている。

第2章では青色発光を実現する新規カルバゾールポリマーを合成開発した結果を「Syntheses and characterizations of blue-light emitting π -conjugated polymers」としてまとめ、その内容は3部から構成されている。(1)「N-Substituted poly(4H-benzo[def]carbazole)s for blue photoluminescence」では、ベンゾカルバゾールの2, 6位、ならび1, 7位での重合により新規ホモポリマーを合成し、それらの基本的な性質を明らかにした。2, 6-ポリベンゾカルバゾールは、2, 7-ポリカルバゾールと同様の効率の高い青色発光性ポリマーであったが、固体状態では凝集しやすく青色純度が低減する傾向が認められた。(2)「Synthesis and characterization of D-A polymers having azine unit for blue light emission」では、従来の青色発光性ポリマーの基本ユニットである2, 7-カルバゾールやフルオレンにアクセプター性の電子注入サイトとなるトリアジンやテトラジン構造を導入し、青色EL (electroluminescence) の効率化を可能にするコポリマーを設計合成している。実際にOLED (organic light emitting diode) 素子を作製し、素

子評価を行った。トリアジンを導入したコポリマーではOLED発光を確認できたが、カルバゾールコポリマーの青色発光は純度の低いものとなった。(3)「Efficient blue luminescence D- π -A type copolymers having sulfone/phosphine oxide unit」では、(2)と同様、青色ELをめざした分子設計とポリマー合成を行った。ドナーユニットとしてフルオレン、カルバゾール、ベンゾカルバゾールを、またアクセプターユニットとしてスルフォンならびホスフィンオキシドを組み合わせることで新規青色発光性ポリマーの合成を行っている。これらのポリマーはOLEDより電気化学発光(LEC)の発光材料として機能することを明らかにした。またその発光色は純度の高い青色を実現している。

第3章では、「Synthesis and photovoltaic performance of D-A structure narrow bandgap copolymers based on benzo[def]carbazole」と題し、新たに開発したベンゾカルバゾールドナーユニットと狭バンドギャップポリマーを構成するうえでの代表的なアクセプターユニットを組み合わせることで3種類の有機薄膜太陽電池用ポリマーを合成した。それぞれ太陽電池素子を作製して評価をおこない、基礎的な結果を得ることに成功している。

審 査 の 要 旨

[批評] カルバゾール構造を基本骨格とする種々の新しい共役系を制御したポリマーを合成開発して、それらの基礎物性を明らかにした。分子設計に従い新物質を精力的に合成し、それらの基礎物性を明らかにしたことは物質科学分野にとって学術的意義が十分にあることが認められた。ただし物質の構造同定に関して、論文に詳細データを正確に表記することと物質同定が不明確にならないよう可能な分析をできる限り試みるべきであるとの批評が提出された。この批評に対してデータの再確認と再考が行われ、検討点は今後公表予定する論文に反映することになった。また、それぞれのポリマーについて発光素子、太陽電池素子を作製し、応用の可能性を探求して素子基礎評価を行ったことは、本研究の工学的意義を高めていると判断された。ただし現状、素子の基礎評価初期段階であることから、今後、本研究を基礎にしたより実用性を見据えた実験データが加わることを望ましいと意見が提出された。

[最終試験結果]

平成 28年 2月 15日、数理物質科学研究科学学位論文審査委員会において審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって、合格と判定された。

[結論]

上記の論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。