

公益財団法人富山第一銀行奨学財団

理事長 横田 格 殿

助成研究成果概要報告書

教育機関名 : 富山大学	助成金額 :	750 千円
研究代表者 : 中 茂樹	所属 : 学術研究部工学系	職位 : 教授
研究題目 : 発電・発光機能を有する半透明有機光デバイスの開発		

研究概要

太陽光を大きく赤、緑、青色光に分類すると、植物の成長には主に赤色光が光合成に、青色光が葉の正常な形態形成に必要とされており、植物工場の光源として赤および青色 LED が利用されている。我々は受光・発光の両機能を備えた有機光デバイスの開発を進めており、青色光または緑色光により発電と、電圧印加による緑色または黄色の発光を実現している。これは有機材料の特異な吸収・発光特性によりもたらされる。一方、植物の成長には特に青色、赤色光が必要とされている。本研究は、日中の太陽光のうち植物の成長に必要な青色、赤色光を透過、植物の成長に影響が少ない緑色光により発電し、夜間には植物に必要な赤色光を放出することで植物の成長を促進することが単一デバイスで実現可能な新しい有機光デバイスの実現を目的とし研究を行った。

成果要約

単一の有機デバイスで発光と受光（太陽電池）の機能を有するマルチファンクションダイオード (MFD) の検討にあたり、光吸収波長と発光波長のオーバーラップが発光効率低下の原因となっている。太陽電池特性の評価として、波長感度特性の評価が重要となるが、本助成により入手したデジタルエレクトロメータと既存の紫外可視近赤外分光光度計を組み合わせ、自動測定系を構築することで評価可能となった。そこで、まず赤色発光機能を有する有機太陽電池のデバイスを作製し、特性評価を行った。チオフェン系材料とフラレン系材料からなるバルクヘテロジャンクション型有機太陽電池を基本構造とし、赤色蛍光を示すピラン誘導体を発光材料としたデバイス構造の検討を行った。太陽電池層と発光層を分離したデバイス構造において、吸収ピーク 500 nm に対し、発光ピークが 650 nm となり、150 nm シフトした吸収と発光のオーバーラップの少ない赤色発光を得た。

また、一般に有機材料を用いた光デバイスでは陽極には透明な電極である酸化インジウム錫(ITO)、陰極にはアルミニウムやアルカリ金属などが使用される。陰極に仕事関数が低い金属電極を使用することで特性の向上が期待できるが、活性の高い材料であり大気安定性が悪く、デバイスの寿命が短くなる原因となる。ITO は仕事関数が高く陽極としては適しているが、陰極に用いる場合、高電圧化が懸念される。陰極である ITO から有機層へ効率的に電子を注入するためには、それに適した電子注入層が必要となる。そこで電子注入層にエトキシ化ポリエチレンイミンを用いた逆構造 MFD を作製し、従来型 MFD と比較した。ここでは光吸収層兼電子輸送層としてペリレン系材料、発光層兼光吸収層兼正孔輸送層としてルブレンを用いた。その結果、ルブレンの蛍光スペクトルに一致する黄色発光と主にルブレンの吸収に起因する光応答を示した。電気・光学的特性として、従来のデバイスと比較し、発光特性において、100 cd/m² 時の印加電圧が 2.7 V から 2.2 V になり低電圧化した。太陽電池特性は短絡電流が 2 倍に増加したことに伴い、変換効率も 2 倍に増加した。

<p>研究成果 発表状況</p>	<p>【雑誌論文、学会発表、図書、新聞掲載、作成 Web ページ、特許権等の出願・取得状況】</p> <p>学会発表</p> <p>1) <u>中 茂樹</u>、森本勝大、岡田裕之、「半透明有機薄膜太陽電池と多機能化の検討」、第 80 回応用物理学会秋季学術講演会、20p-E307-6、(2019 年 9 月、北海道大学) (招待講演)</p> <p>2) 新村優介、森本勝大、<u>中 茂樹</u>、「赤色発光機能を有する有機太陽電池のデバイス構造の検討」、電子情報通信学会技術研究報告、OME2019-62 (2020 年 1 月、金沢)</p> <p>3) R. Imaeda, M. Morimoto, and <u>S. Naka</u>, “Organic multifunction diodes with inverted structure (tentative)”, 11th International Symposium on Organic Molecular Electronics (ISOME 2020), (August 2020, Nagoya), 投稿準備中</p>		
<p>経費の 執行状況</p>	<p style="text-align: center;">区 分</p> <p>【物品費】</p> <p>デジタルエレクトロメータ</p> <p>ITO パターン電極</p> <p>ガラス基板</p> <p>有機材料</p> <p>波長感度特性測定治具用部材</p> <p>その他、実験消耗品</p> <p>【旅費】</p> <p>応用物理学会 (北海道大学)</p> <p>【謝金】</p> <p>実験研究補助</p> <p>【その他】</p> <p>機械工場依頼加工費</p> <p style="text-align: center;">合計</p>	<p style="text-align: center;">執行額 (円)</p> <p style="text-align: right;">223,560</p> <p style="text-align: right;">113,400</p> <p style="text-align: right;">145,419</p> <p style="text-align: right;">3,272</p> <p style="text-align: right;">7,277</p> <p style="text-align: right;">108,432</p> <p style="text-align: right;">90,540</p> <p style="text-align: right;">44,100</p> <p style="text-align: right;">14,000</p> <p style="text-align: right;">750,000 円</p>	<p style="text-align: center;">備 考</p> <p>波長感度特性測定用</p> <p>デバイス作製用</p> <p>デバイス作製用</p> <p>デバイス作製用</p> <p>波長感度特性測定用</p> <p>デバイス作製、評価用</p> <p>研究発表、情報収集</p> <p>波長感度特性治具設計</p> <p>波長感度特性治具作製</p>