

Title	導電性高分子の電子・光物性と接合素子に関する研究
Author(s)	多田, 和也
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3144014
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	多田和也
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第13900号
学位授与年月日	平成10年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電子工学専攻
学位論文名	導電性高分子の電子・光物性と接合素子に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 吉野 勝美 (副査) 教授 濱口 智尋 教授 尾浦憲治郎 教授 西原 浩 教授 森田 清三

論文内容の要旨

本論文は導電性高分子の電子・光物性と接合素子に関する研究結果をまとめたものであり、6章からなっている。

第1章では、導電性高分子の一般的性質及びその複合体の電子・光物性と、これらを用いた光起電力素子や電界発光素子等の接合素子に関するこれまでの研究を概観し、本研究の目的と意義を明らかにしている。

第2章では新規な可溶性導電性高分子である、ポリ(フェニレンエチニレン)系導電性高分子、ポリ(フェニレン-*co*-チエニレン)系導電性高分子及び二置換型ポリアセチレン系導電性高分子の電子帯構造等の基礎的な電子・光物性を電気的、光学的及び電気化学的手法を用いて明らかにしている。

第3章では導電性高分子を用いたドナー/アクセプター・ヘテロ接合型素子の光起電力特性について調べている。特に、導電性高分子/C₆₀ヘテロ接合型素子、及び導電性高分子/導電性高分子ヘテロ接合型素子において、光起電力特性の著しい改善と光電流の極性効果を見出し、これをヘテロ接合界面における光誘起電荷移動に基づいて説明している。

第4章では、ドナー型分子、高分子と、アクセプター型分子、高分子を分子レベルで混合したドナー-アクセプター複合体の電子・光物性について検討している。ドナー型、アクセプター型の導電性高分子の複合体における光誘起電荷移動と、これを用いた単層型接合素子の光起電力特性について調べ、大幅な蛍光の消光と光起電力特性の著しい改善を見出ししている。また、ドナー-アクセプター複合体における電荷輸送特性がパーコレーション・モデルで説明可能なことを、電界効果トランジスタの試作と評価などから明らかにしている。更に、導電性高分子を用いた単層型光起電力素子における光電流スペクトルの膜厚依存性を調べ、これに基づく色センサ素子を提案し、実証している。

第5章では、第2章で基礎的物性を調べた新規な可溶性導電性高分子を用いた単層型電界発光素子を試作し、その発光特性とメカニズムを明らかにしている。また、ポラスシリコン/導電性高分子ヘテロ接合型素子を作製し、ポラスシリコンに起因すると考えられる電界発光を見出し、新しい機能素子の可能性を示している。

第6章では、研究結果を総括し、本論文の結論としている。

論文審査の結果の要旨

共役系の発達した主鎖を有する導電性高分子は任意に制御できる比較的高い導電率と可視光のエネルギーに相当する禁止帯幅を有し興味深い光学特性を示すことから電子・光機能材料として注目されており、導電性高分子の電子・光物性と分子構造との相関関係を明らかにする事が重要で、これによって新規な機能デバイスも可能となると考えられている。本論文は種々の構造の導電性高分子を新たに作製し、その電子・光物性を明らかにすると共に、その特徴的な物性を生かした新しいタイプの接合素子を提案し、それを実証している。本論文で得られた主要な成果を要約すると次の通りである。

- (1) 3種類のポリ(フェニレンエチニレン)系導電性高分子を合成し、それらの電子帯構造を明らかにすると共に、青緑色及び赤色の強い蛍光を示す事を見出し、これを主鎖中への三重結合等の導入による効果として説明している。
- (2) 主鎖がフェニル基とチエニル基の交互構造から成るポリ(フェニレン-co-チエニレン)系導電性高分子を新規に合成し、その電子帯構造を明らかにすると共に、黄緑色の強い蛍光を見出し、共役系の平面性を考慮して説明している。
- (3) 二置換型ポリアセチレン誘導体の置換基と電子帯構造の関係を明らかにし、置換基の種類、数によって強い緑色または青色の蛍光を示す事を見出し、そのメカニズムを明らかにしている。
- (4) ポリアルキルチオフェン(PAT)/C₆₀ヘテロ接合型素子において、大きな光電流の極性効果と顕著な光起電力効果を見出し、PATをドナー、C₆₀をアクセプターとする光誘起電荷移動に基づく電荷分離に起因する事を明らかにしている。さらにC₆₀をドーピングしたPATとC₆₀とのヘテロ接合素子を作製した場合、著しく光起電力特性が向上することを見出し、そのメカニズムを明らかにしている。
- (5) PATとポリピリジルピニレン(PPyV)を積層構造とする事で蛍光の消光効果があり、また、Al/PPyV/PAT/Auヘテロ接合型素子がPAT単層型の接合素子に比べて接合特性が著しく向上することを見出し、その機構を明らかにしている。
- (6) PATとシアノ置換ポリ(p-フェニレンビニレン)(CNPPV)との複合体において、PAT及びCNPPV、いずれの蛍光も消光される事、また、この複合体を用いた単層型光起電力素子においては、夫々の導電性高分子を単体で用いた素子に比べて光起電力特性が著しく向上する事を見出し、PATをドナー、CNPPVをアクセプターとする光誘起電荷移動により説明している。
- (7) PATと電子輸送性分子BPPCの複合体を用いてMIS型FETを作製し、その特性が複合体の混合比に著しく依存する事からこの様なドナー-アクセプター型導電性高分子複合体における電荷輸送がパーコレーション過程に支配されることを明らかにしている。
- (8) ポリ(フェニレンエチニレン)系導電性高分子、ポリ(フェニレン-co-チエニレン)系導電性高分子、二置換型ポリアセチレン誘導体等を用いてEL素子を作製し、赤〜青の可視域すべてをカバーする強いELが可能である事を示している。
- (9) 導電性高分子を用いた単層型光起電力素子の短絡光電流がその膜厚に大きく依存する事を見出し、これを利用した色センサを提案し実証している。
- (10) ポーラスシリコンと導電性高分子とのヘテロ接合素子を作製し、電流に強く依存するELを見出し、この発光がポーラスシリコンに由来している事を示すと共に、そのメカニズムを考察している。

この様に、本論文は種々の分子構造の導電性高分子を新規に作製し、その電子物性とメカニズムを明らかにすると共に、種々の新しいタイプの接合素子を提案し、優れた特性を有することを実証しており、電子工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。