

## 自己評価報告書

平成 23年 3月 18日現在

機関番号：14401  
研究種目：基盤研究 (A)  
研究期間：2008～2012  
課題番号：20246058  
研究課題名 (和文) 有機界面のキャリア輸送現象と有機電子光デバイス的高速化に関する基礎的研究  
研究課題名 (英文) Basic Research on Carrier Transport in Organic Interface and High Speed Operation of Organic Electrical and Optical Devices  
研究代表者  
大森 裕 (Ohmori Yutaka)  
大阪大学 先端科学イノベーションセンター・教授  
研究者番号：50223970

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・電子・電気材料工学

キーワード：有機導体、分子性固体、有機発光素子、有機受光素子

## 1. 研究計画の概要

## (1) 高速動作有機電子光デバイスの検討

①有機電子光デバイスとして有機発光素子、有機トランジスタ、有機受光素子を取り上げ高速動作に関する要因の抽出とキャリアダイナミクスに関する検討

②溶液プロセスによる有機デバイスの作製を目標とし、真空プロセスで作製した素子との比較検討と素子特性の向上

## (2) 有機薄膜界面状態の検討

①有機-有機半導体薄膜界面における電気伝導機構の解明

②有機半導体-電極界面における電気伝導機構の解明とキャリア注入のための超薄膜の挿入に関する検討

(3)有機半導体薄膜の物性解明と高速動作有機デバイスの基盤技術の確立

## 2. 研究の進捗状況

(1) 真空プロセスと溶液プロセスの両方の成膜プロセスが可能で、高移動度正孔輸送性アモルファス材料を用いた有機発光素子の作製と特性評価を行った。高移動度の電子輸送材料を用い真空プロセスで作製した素子で、発光輝度  $12,400 \text{ cd/m}^2$ 、繰り返し周波数  $100\text{MHz}$  の高輝度、高速動作の素子を実現した。

(2) ポリフルオレン系のポリマー材料を本研究の成果である熱転写法による分子の配列制御を行い、薄膜層が制御された有機発光素子では、従来のアモルファス相の素子に比べて、発光効率は1桁向上し、高輝度、高速動作の素子を実現した。

また、ポリマー層への電子注入過程を解明するために、電子注入層としてフッ化物薄膜の挿入効果を検討した。素子動作の解析を行

った結果、電極材料と電子注入層との間で積層の順番が異なることで特性が大きく異なることが明らかになった。

また、インターレイヤーを有する積層型ポリマー発光素子を電気-光変換素子として用い、ポリマー光ファイバを通して動画信号をオールポリマーのデバイスで光伝送することができた。

(3) 有機発光素子的高速化を検討するために、高移動度を示す電子輸送材料を導入した素子を作製して、素子パラメータの解析を行い、過渡応答特性との関係について詳細な解析を行った結果、キャリア輸送層の抵抗と素子容量などのパラメータが大きく影響していることが判明した。

(4) ポリフルオレン系のポリマー材料を用いて溶液プロセスにより有機トランジスタを作製し、6種類のポリマー材料で、両極性の電気伝導特性を見出した。電子と正孔がバランスよく注入される駆動条件において発光トランジスタを実現した。また、発光色の異なるポリマー材料を混合することにより白色発光有機トランジスタを実現した。

(5) 有機受光素子に関してはポリフルオレン系材料とフラーレン誘導体を用いて、溶液プロセスにより素子を作製した。主にホスト材料の光吸収波長に対応して受光波長の選択ができ、青色から紫色の波長域に受光感度を持ち、 $80\text{MHz}$  の光信号が受光できることを確認した。

## 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由)

有機デバイス的高速化を目指して、研究を行っているが、今まで高速化が難しかった溶液

プロセスを用いて作製したポリマー材料による光素子において、真空プロセスと同程度の100MHzの光信号の発生が可能となった。

#### 4. 今後の研究の推進方策

(1) 印刷プロセスによる有機電子・光デバイスの作製

①有機発光素子、有機トランジスタ、有機受光素子を取り上げ、印刷プロセスによる素子作製と高速応答特性の実現

②印刷プロセスによる電極の形成

(2) 有機電子・光デバイスの動作解析

①過渡応答特性の解析による、キャリアダイナミクスの解析と素子動作の解析

②有機半導体薄膜および有機半導体薄膜－有機薄膜界面、有機半導体－電極界面の評価と素子特性との関連性の解明

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 23 件)

① H. Kageyama, H. Kajii, Y. Ohmori, Y. Shirota, “MoO<sub>3</sub> as a Cathode Buffer Layer Material for the Improvement of Planar pn-Heterojunction Organic Solar Cell Performance”, Appl. Phys. Express Vol.4 032301 (2011) (査読あり)

② H. Kajii, T. Kojima, Y. Ohmori, “Multi-layer polyfluorene-based light-emitting diodes for frequency response up to 100 MHz”, IEICE Trans. Electron., Vol. 94-C, pp. 190-192 (2011) (査読あり)

③ H. Kajii, K. Koiwai, Y. Hirose, Y. Ohmori, “Top-Gate-Type Ambipolar Organic Field-Effect Transistors with Indium-Tin-Oxide Drain/Source Electrodes Using Polyfluorene Derivatives”, Organic Electronics, Vol. 11, pp. 509-513 (2010) (査読あり)

④ T. Hamasaki, T. Morimune, H. Kajii, S. Minakata, R. Tsuruoka, T. Nagamachi, Y. Ohmori, “Fabrication and characteristics of polyfluorene based organic photodetectors using fullerene derivatives”, Thin Solid Films, Vol.518 pp.548-550(2009) (査読あり)

⑤ Y. Ohmori, H. Kajii, “Organic Devices for Integrated Photonics”, Proceedings of IEEE, Vol. 97, pp. 1627-1636 (2009) (招待論文) (査読あり)

⑥ H. Kajii, D. Kasama, Y. Ohmori, “Polymer Light-Emitting Diodes Using Poly(9,9-dioctylfluorene) Gel by Thermal Printing Method”, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 47, pp. 3152-3155 (2008) (査読あり)

[学会発表] (計 120 件)

① Y. Ohmori, “Polymer Light Emitting Diodes Utilizing Poly(alkylfluorene) Derivatives”, SPIE Annual Meeting, the International Symposium on Optics & Photonics 2010, サンディエゴ, 米国 (7776-2, 2010年8月1日) (招待講演)

② Y. Ohmori, T. Hamasaki, H. Kajii, T. Morimune, S. Minakata, R. Tsuruoka, T. Nagamachi, “Polymeric High Speed Photodetectors Utilizing Poly(alkylfluorene) and Fullerene Derivatives”, International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2010, 京都, (7E-13, 2010年7月7日) (招待講演)

③ Y. Ohmori, H. Kajii, T. Tamura, H. Kageyama, Y. Shirota, “Fast and Intense Blue Emission from OLEDs utilizing an Amorphous Molecular Material with High Hole Drift Mobility”, International Conference on Organic Electronics, ICOE 2010, パリ第7大学, フランス (2010年6月24日)

④ Y. Ohmori, “Solution Processed Organic Light Emitting Diodes and Photodetectors for Optical Signal Transmission”, Japan-Europe Joint Workshop on Organic Photonics and Electronics (ISAOP-9), ブンラティ, アイルランド, (I-2, 2009年9月3日) (招待講演)

⑤ Y. Ohmori, T. Hamasaki, T. Morimune, H. Kajii, “Printable Photodiodes Utilizing Conducting Polymers and Fullerene Derivative”, 14th Microoptics Conference, ブリュッセル, ベルギー (H-1, 2008年9月26日) (最優秀論文賞)

[図書] (計 7 件)

① 大森 裕, “溶液プロセスが可能な導電性有機材料と受発光素子への応用”, プリントドエレクトロニクス技術最前線, 株式会社シー・エム・シー出版, pp. 259-266 (2010) (分担執筆)

② Y. Ohmori, “Organic Light Emitting Diodes and Photo-detectors for Optical Communications”, Organic Electronics: Materials, Physics, Processing and Device Applications, CRC Press, pp. 511-528 (2009) (分担執筆)

③ 大森 裕, “有機薄膜技術総論”, 有機薄膜形成とデバイス応用展開, 株式会社シー・エム・シー出版, pp. 1-12 (2008) (分担執筆)

④ 大森 裕, “有機EL”, 蛍光材料の基礎と新展開－固体照明・ディスプレイ材料－, 株式会社オーム社, pp. 153-172 (2008) (分担執筆)

[その他]

ホームページ

<http://www22.casi.osaka-u.ac.jp/>