

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成23年 6月15日現在

機関番号：84415

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21550178

研究課題名（和文） 機能性ポリマーコロイドによるマイクロレンズ型有機EL素子の実現

研究課題名（英文） Fabrication of organic light emitting diode with a microlens structure by functional polymer colloid

研究代表者

櫻井 芳昭（SAKURAI YOSHIAKI）

大阪府立産業技術総合研究所・化学環境部・主任研究員

研究者番号：50359387

研究成果の概要（和文）：

ポリマー電着法による有機電界発光(EL)素子作製プロセスの確立を目指し、一層型発光層を構成するホール輸送性化合物及び電子輸送性発光型化合物のコロイドを作製した。作製したコロイドをそれぞれ電気泳動させ、あらかじめレジストを用いて、作製したITO電極上の開口部に付着堆積させること(電着法)により発光層を作製した。さらに、得られた発光層の上部に陰極を作製し、電界を加えたところ、電界発光が認められた。

研究成果の概要（英文）：

We planned to establish the novel fabrication process of organic light emitting diode (OLED) with the use of the polymer electrodeposition method. To make up the light emitting layer of OLED, we prepared two kinds of colloids consist of the hole transporting compounds and the electron transporting luminescent materials. At first, we created numerous circular openings regularly on the ITO electrode by the resist materials. Consecutively, we electrophoresed those fabricated colloids toward the numerous circular openings on the ITO electrode. Those colloids were piled up, then, the light emitting layer was fabricated. Moreover, we prepared the cathode electrode on the light emitting layer. We impressed the electric field upon the light emitting layer, and then we observed the electroluminescence from the light emitting layer.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：有機電子・光機能性材料

科研費の分科・細目：機能材料・デバイス

キーワード：ポリマー電着、有機電界発光素子、ホール輸送性化合物及び電子輸送性発光型化合物のコロイド、マイクロレンズ構造

1. 研究開始当初の背景

光取り出し効率を改善するためにガラス

基板にマイクロレンズやシリカ微小球を形成した検討例があるが、実際の素子へ適用できる技術までには至っていない。そこで、発光

層の形状を従来の平面型からマイクロレンズ型に変更することで、光の取り出し効率の改善を目指す本研究を着想するに至った。

2. 研究の目的

「ポリマー電着法による有機電界発光(EL)素子作製プロセスの確立」と「マイクロレンズ型 EL 素子」を同時に実現するために、一層型発光層からなるポリマーブレンド型 EL 素子に着目し、マイクロレンズ型 EL 素子の概念と作製指針を構築する。

3. 研究の方法

(1) ホール輸送性ポリマー及び電子輸送性発光型化合物のコロイドをそれぞれ電気泳動させ、ITO 電極に付着堆積させること(電着法)で、発光層を作製した。とくに、マイクロレンズ型 EL 素子を作製するため、あらかじめレジストを用いて、ITO 電極上に開口部を作製したのち、ポリマー電着を行った。

(2) 本研究では、電子輸送性発光型分子及びホール輸送性化合物からなるコロイド分散水溶液を用いて、ポリマー電着法により、微小領域に有機層を作製し、有機層からの電界発光について調査した。さらに、その形状が、マイクロレンズ状になっているかどうか、詳細に検討した。

[実験方法]

①コロイドの作製

電子輸送性発光型分子及びホール輸送性化合物からなるコロイド分散水溶液を作製した。

②レジストによるパターンニング

ITO 透明電極付きガラス基板(10Ω/□)にフォトリソグラフィ法により、Φ100μmの円形パターンからなる ITO 露出部分を施した。なお、露出部分以外にはレジストが付与されている。

③ポリマー電着

この円形パターンを持つ ITO 基板をコロイド溶液に浸漬し、電着時間 10 秒に固定し、電着電圧を変化させ(13V、15V 及び 20V)、円形パターン内に有機層を析出させた。

陰極の作製

得られた基板に、電子注入層(1nm)、陰極(200nm)を順次、積層した。

4. 研究成果

[研究の主な成果]

(1) 開口部(円形パターン領域内)のみに有機膜を作製することに成功した。

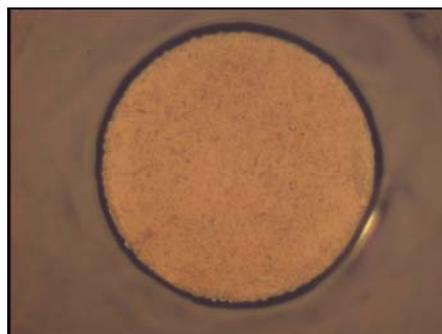


図 1. 作製した有機膜(円の大きさ: 100μm)の光学顕微鏡写真(電着電圧 20V、電着時間 10 秒)

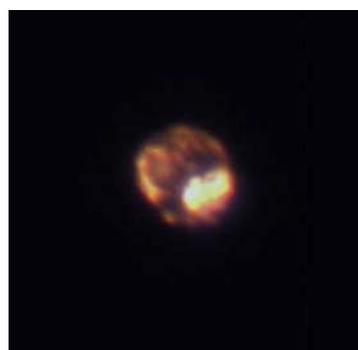


図 2. 微小領域内からの発光

電着電圧(13V、15V 及び 20V)に関係なく、ポリマー電着が起こり、有機膜が作製されていることを確認した。

(2) 得られた有機層の上部に電子注入層(1nm)、陰極(200nm)を作製し、電界を加えたところ、電界発光を確認した。電着電圧 20V で作製した有機膜からのみ、弱い電界発光であるが、確認することに成功した(図 1 および 2)。

[国内外における位置づけとインパクト]

(1) 「ポリマー電着法による有機電界発光(EL)素子作製プロセスの確立」と「革新的構造となるマイクロレンズ型有機 EL 素子」を同時に実現するために、一層型発光層からなるポリマーブレンド型 EL 素子に着目し、マイクロレンズ型 EL 素子の概念と電着法による作製指針を世界で初めて構築した。

(2) ポリマーコロイド溶液から有機 EL 素子を形成することは世界で初めての試みであり、有機電子素子が水溶液から形成される点は、独創性に優れ学術的にも特筆に値し、

産業化においても大きなインパクトを与える。

[今後の展望]

(1) 発光層のキャリアバランスを最適化し、高いキャリア再結合を達成することで、EL性能を最大限に引き出せるポリマーコロイドを作製する。

(2) マイクロレンズ型発光層を持つ有機EL素子の外部量子収率および光取り出し効率による消費電力の低減を明らかにし、有機EL素子の抜本的な性能向上を図り、本質的な材料・素子物性や構造(発光構造)の体系化へ向けたさらなる指針を提供するとともに、有機EL素子のさらなる実用化展開を図る。

(3) ポリマー電着法は、材料効率が高く、環境負荷が少なく、スピンコートやインクジェット法等の従来の湿式法とは比較にならないほど容易に素子が作製できるプロセスである。そのため、有機EL素子のみならず、有機トランジスタ、有機太陽電池等の有機素子の作製にも応用し、全く新しい手法として、学術的にも実応用的にも意義深い研究をスタートさせる。

5. 主な発表論文等

(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 11 件)

- ① K. Satoh, Y. Kakehi, M. Uno, Y. Sakurai, T. Yotsuya, T. Ishida, Electrical Properties of Cr--N Films Deposited by Sputtering: Application to Cryogenic Temperature Sensors, Japanese Journal of Applied Physics, 査読有, 51, 2012, 01AC07 -01AC07-4.
DOI:10.1143/JJAP.51.01AC07
- ② K. Iwata, K. Satoh, K. Moriwaki, Application of generalized grating imaging to pattern projection in three-dimensional profilometry, Applied Optics, 査読有, 50, 2011, 5115-5121.
- ③ K. Iwata, K. Satoh, K. Moriwaki, Compact sensor for measuring two-dimensional tilt using a two-dimensional transmission grating and the Talbot effect, Applied Optics, 査読有, 50, 2011, 261-266.

- ④ K. Arai, Y. Akita, I. Yagai, T. Yotsuya, H. Shimakage, S. Miki, Z. Wang, K. Satoh, M. Uno, T. Ishida, Scanning laser microscopy of an MgB2 superconducting sensor, Physica C, 査読有, 470, 2010, S1023-S1024.
- ⑤ Y. Kakehi, K. Satoh, T. Yoshimura, A. Ashida, N. Fujimura, Control of Carrier Concentration of P-type Transparent Conducting CuScO₂(0001) Epitaxial Films, Thin Solid Films, 査読有, 518, 2010, 3097-3100.
- ⑥ H. Tsujimoto, S. Yagi, H. Asuka, Y. Inui, S. Ikawa, T. Maeda, H. Nakazumi, Y. Sakurai, Pure red electrophosphorescence from polymer light-emitting diodes doped with highly emissive bis-cyclometalated iridium(III) complexes, Journal of Organometallic Chemistry, 査読有, 695, 2010, 1972-1978. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jorganc hem.2010.05.011>.
- ⑦ H. Tsujimoto, Y. Sakurai, S. Yagi, Y. Honda, H. Asuka, H. Terao, T. Maeda, H. Nakazumi, Pure red electroluminescence from novel heteroleptic cyclometalated platinum(II) emitters embedded in polyvinylcarbazole, Synthetic Metals, 査読有, 160, 2010, 615-620. <http://dx.doi.org/10.1016/j.synthmet.2009.12.017>.
- ⑧ S. Nogutchi, A. Kuribayashi, T. Oba, H. Iriuda, Y. Harada, M. Yoshizawa, S. Miki, H. Shimakage, Z. Wang, K. Satoh, T. Yotsuya, T. Ishida, Systematic characterization of upper critical fields for MgB₂ thin films by means of the two-band superconducting theory, Supercond. Sci. Technol., 査読有, 22, 2009, 055004.

[学会発表] (計 18 件)

- ① 櫻井芳昭、2 種のりん光性イリジウム(III)錯体を有する分子分散型高分子電界発光素子からの白色発光、第 59 回応用物理学関係連合講演会、2012. 03. 17、早稲田大学(東京都)。

- ② Y. Sakurai, Efficient White Electroluminescence from Two Phosphorescent Ir(III) Complexes Embedded in Poly(N-vinylcarbazole), 2011.09.27, The 5th East Asia Symposium on Functional Dyes and Advanced Materials, Hangzhou Huagang HNA Resort, Hangzhou, China.
- ③ 櫻井芳昭, ポリビニルカルバゾール薄膜中でのシクロメタル化白金(II)錯体の電界発光特性、2011年度応用物理学会秋季講演会、2011.08.29、山形大学(山形市)。
- ④ 櫻井芳昭, ポリビニルカルバゾール薄膜中でのシクロメタル化白金(II)錯体の発光特性、第58回応用物理学関係連合講演会、2011.03.27、東京工科大学(厚木市)。
- ⑤ K. Satoh, Electrical properties of Cr-N films deposited by sputtering: application to cryogenic temperature sensors, International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, 2011.03.07, 名古屋工業大学(名古屋市)。
- ⑥ 櫻井芳昭, ポリビニルカルバゾール型素子中の新規りん光性白金(II)錯体の電気光学特性、2010.03.20, 第57回応用物理学関係連合講演会、東海大学 湘南キャンパス(神奈川県平塚市)。
- ⑦ 佐藤和郎, スパッタリング法により石英基板上に作製した Cr-N 薄膜の特性評価 応用物理学会、第57回応用物理学関係連合講演会、2010.03.18、東海大学 湘南キャンパス(神奈川県平塚市)。
- ⑧ 櫻井芳昭, 赤色電界発光を指向した π 共役拡張型配位子を有するりん光性白金(II)錯体の開発、2010年度応用物理学会秋季講演会、2009.09.14、長崎大学(長崎市)。

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他] なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

櫻井 芳昭 (SAKURAI YOSHIAKI)
大阪府立産業技術総合研究所・化学環境部・主任研究員
研究者番号：50359387

(2) 研究分担者

佐藤 和郎 (SATO KAZUO)
大阪府立産業技術総合研究所・情報電子部・主任研究員
研究者番号：30315163

(3) 連携研究者 なし