

自己評価報告書

平成 23 年 5 月 9 日現在

機関番号：14401

研究種目：新学術領域研究

研究期間：2008～2012

課題番号：20111014

研究課題名（和文） 金属電極／分子ナノシステム界面制御による電子・発光デバイスの構築

研究課題名（英文） Development of electro- and luminescence devices by controlling of metal/molecular-nano-system interface.

研究代表者

赤井 恵 (AKAI MEGUMI)

大阪大学・工学研究科・助教

研究者番号：50437373

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：ナノ・マイクロ科学 ナノ材料・ナノバイオサイエンス

キーワード：分子ナノシステム、非線形素子、平坦ナノギャップ電極、有機EL素子、金属微粒子、有機金属界面

1. 研究計画の概要

研究開始当初の研究目的は制御されたナノ界面において発現する新規な物理・化学現象をデバイス機能として取り込んで外部からの信号の入出力により機能発現を具現化し、有機/金属界面制御による機能創発を行うことにあり、以下の四つの研究計画に沿って研究を進めた。

(1) 分子ナノシステム素子構造の構築と電気伝導特性の評価。階層的分子適応システムとして期待される分子システムをナノギャップ電極上に孤立させ、分子ナノ集団としての物理特性を評価する。

(2) 高性能ナノサイズ有機デバイスの開発。既に存在する有機デバイスを、ナノギャップ電極を用いて微細化し、その高性能化を図る。

(3) 有機/金属及び有機/絶縁体界面の効果の解明と界面機能創発。上記の研究によって得られた有機材料/金属及び有機材料/絶縁体界面の効果を統合し、より安定かつ効果的な界面の選択を行う。

(4) 新機能を持つ分子ナノシステム素子の開発。有機材料/金属の局所電場増強効果を利用した有機ELデバイス等、新機能を有する階層的分子適応システムを素子化する。

2. 研究の進捗状況

平坦電極にリンクした高配向導電性高分子超薄膜内での電荷輸送特性において分子内電子反発効果を示す特性を見出した。またこれらの分子アレーを伝達する電荷毎の経路独立性を利用した確率共鳴分子素子開発を開始した。有機/金属界面効果の解明研究では固体表面に吸着した芳香族分子からのSTM発光を確認し、表面プラズモン共鳴による分

子発光メカニズムを明らかにした。また有機EL素子開発研究において有機半導体内に金属微粒子を埋め込み、著しい発光増強を確認し、素子応用に成功した。また誘電体表面のアルカリ金属修飾によるペンタセン分子の凝集形状制御を行い、ロッド状ペンタセン結晶の作製に成功した。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

研究過程において学術的に興味深い非線形電気伝導を計測出来、論文として発表予定である。また確率共鳴素子という新たな概念を分子素子で実現することに成功した。ただしこの素子は物理的には非常に興味深い現象であるが、実用の観点からは大幅な改善が求められる。また、計画していた微細加工実験が思うような結果を出せず、研究計画の大幅な見直しを迫られているテーマもある。

4. 今後の研究の推進方策

(1) 分子ナノシステムを利用した確率共鳴素子の開発を行う。有機薄膜内の電子相関効果に着目し、クーロンブロケイド (CB) 効果を計測する。またそれらを基に有機分子内電気伝導システムの特性に対する新たなモデルを構築する。また有機超薄膜内の多経路電荷輸送のシステムを利用した有機分子ナノシステム確率共鳴素子を開発する。

(2) ナノ分子キラリティシステムによる偏光発光制御を行う。単一分子のキラリティに由来する発光特性を解析するための円偏光フォトン STM 手法を用いて円偏光発光計測を行うことによりそのキラリティを単一分子レベルで解析する。

5. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計7件)

- ① T. Tanaka, Y. Totoki, A. Fujiki, N. Zettsu, Y. Miyake, M. Akai-Kasaya, A. Saito, T. Ogawa, Y. Kuwahara, Enhanced Red-Light Emission by Local Plasmon Coupling of Au Nanorods in an Organic Light-Emitting Diode, **Appl. Phys. Exp.**, 4, 32105-032107 (2011) (査読あり)
- ② M. Akai-Kasaya, C. Ohmori, T. Kawanishi, M. Nashiki, A. Saito, M. Aono and Y. Kuwahara, “Formation and electrical transport properties of pentacene nanorod crystal”, **Nanotechnology** 21(2010)365601-365609. (査読あり)
- ③ A. Fujiki, T. Uemura, N. Zettsu, M. Akai-Kasaya, A. Saito, and Y. Kuwahara, “Enhanced fluorescence by surface plasmon coupling of Au nanoparticles in an organic electroluminescence diode”, **Appl. Phys. Lett.** 96 (2010) 43307-43309. (査読あり)
- ④ M. Akai-Kasaya, N. Shimada, A. Saito and Y. Kuwahara, “Charge-carrier injection into pentacene thin film formed on Si(111) probed by STM spectroscopy”, **J. Nanosci. Nanotechnol.** 11, 2867-2872 (2010) (査読あり)
- ⑤ A. Saito, M. Yonezawa, J. Murase, S. Juodkazis, V. Mizeikis, M. Akai-Kasaya, and Y. Kuwahara, “Numerical analysis on the optical role of nano-randomness on the Morpho butterfly’s scale” **J. Nanosci. Nanotechnol.** 11, 2785-2792 (2010) (査読あり)

[学会発表] (計9件)

- ① A. Saito, J. Murase, M. Yonezawa, M. Akai-Kasaya, Y. Kuwahara, “Advances in Theoretical & Application Studies on the Specific Photonic Properties of Morpho-butterfly’s Color” The 11th International Symposium. on biomimetic Materials Processing, Nagoya Univ., Nagoya, Japan, Jan.25-28 (2011) Jan.25-28 (2011)
- ② M. Akai-Kasaya, S. Nagano, A. Saito and Y. Kuwahara, “Detecting of carrier transport properties along and across the highly ordered conducting polymer chains” **Electromol.** 10, Dec. 8 (2010) Grnoble, France
- ③ 赤井恵, 「分子ナノシステムの物性探索と素子応用」日本物理学会2010年秋季大会2010年9月23-27日、大阪府立大学 (招待講演)
- ④ Y. Kuwahara, M. Akai-Kasaya, A. Saito, “Optical and transport properties in molecular nanosystems observed by STM-based techniques”, **Trends in**

Nanotechnology (TNT), Sep. 6-10, (2010), International Iberian Nanotechnology Laboratory, Braga, Portugal (招待講演)

⑤ M. Akai-Kasaya, S. Nagano, A. Saito and Y. Kuwahara, “Detecting of carrier transport properties along individual conducting polymer chain”, International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals (**ISCM**), 2010 Jul. 5-8, (2010), Kyoto International Conference Centre, Japan

[産業財産権]

○出願状況 (計2件)

名称:有機電界発光素子、および有機電界発光素子の製造方法

発明者:是津信行, 桑原裕司, 植村隆文, 藤喜彩,

田中琢也, 赤井恵

権利者:是津信行, 桑原裕司, 植村隆文, 藤喜彩,

田中琢也, 赤井恵

種類:特願2010-119300

番号:119300

取得年月日:2010/5/25

国内外の別:国内

名称:有機電界発光素子、および有機電界発光素子の製造方法

発明者:是津信行, 桑原裕司, 植村隆文, 藤喜彩, 赤井恵

権利者:是津信行, 桑原裕司, 植村隆文, 藤喜彩, 赤井恵

種類:特願2009-270714

番号:270714

出願年月日:2009/11/27

国内外の別:国内