

| | |
|------|-------|
| 課題番号 | GR088 |
|------|-------|

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
実施状況報告書(平成 22 年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

| | |
|----------------|---------------------------|
| 研究課題名 | 超高性能インクジェットプリンテッドエレクトロニクス |
| 研究機関・ 部局・職名 | 早稲田大学・先進理工学部・准教授 |
| 氏名 | 竹延 大志 |

1. 当該年度の研究目的

本研究課題においては、高性能なインクジェットエレクトロニクスの基盤構築をめざし、(1) インクジェット(IJ)法に関する基盤技術確立、(2)デバイス自体の高性能化技術確立、の2項目を並行して推進している。平成22年度における両研究項目の研究目的は

(1) IJ法に関する基盤技術確立
基板上に熱酸化膜付シリコン基板を用い、自己組織化単分子膜の作製および部分的除去方法を確立

(2) デバイス自体の高性能化技術確立
SWCNTトランジスタ:有機分子用いたSWCNT薄膜のドーピング
有機単結晶発光トランジスタ:絶縁膜中に含まれる電子トラップの除去
以上の研究項目を目的とし研究を推進した。

2. 研究の実施状況

(1) IJ法に関する基盤技術確立
本研究項目は、大きく分けてIJ法による高性能SWCNT膜作製とIJ法による有機単結晶成長に分割される。両項目において、自己組織化単分子膜を用いた表面処理およびそのパターニングが極めて重要となる。このパターニングにより、必要な個所にのみインクが塗布され、インクジェット技術を超える微細加工や結晶成長位置や大きさを定義する事が可能となる。今年度は、熱酸化膜付シリコン基板を用い、自己組織化単分子膜の作製および紫外線照射による部分的除去方法を確立した。さらに、インクジェット法の液滴サイズ以下のパターンを作製し、インクジェット法によりインクを滴下する事も試みている。

(2) デバイス自体の高性能化技術確立
本研究項目は、大きく分けてSWCNTトランジスタの高性能・高機能化・pnドーピングによる論理回路作製および気相成長した有機単結晶を用いた発光トランジスタの高性能化・レーザー発振の実現に分割される。前者に関しては、今年度は有機分子を用いたSWCNT薄膜へのドーピングを試みた。この技術を、インクジェット法と組み合わせる事による、位置選択的なドーピングが可能となり、様々な論理回路が作製可能となる。今年度は、F4TCNQやポリエチレンイミンをSWCNT薄膜上に滴下し、伝導特性制御に成功した。後者に関しては、大電流の実現が極めて重要である。そのため、トランジスタに用いる絶縁膜中に含まれる電子トラップの除去等を行い、従来を超える大幅な電流量増幅に成功した。

3. 研究発表等

| | |
|------|--|
| 雑誌論文 | (掲載済み一査読有り) 計0件 |
| 計2件 | <p>(掲載済み一査読無し) 計0件</p> <p>(未掲載) 計2件</p> <p>1. S. Z. Bisri, T. Takenobu, K. Sawabe, S. Tsuda, Y. Yomogida, T. Yamao, S. Hotta, C. Adachi, Y. Iwasa, p-i-n Homojunction in Organic Light-Emitting Transistors, <i>Advanced Materials</i>, accepted</p> <p>2. K. Yanagi, R. Moriya, Y. Yomogida, T. Takenobu, Y. Naitoh, T. Ishida, H. Kataura, K. Matsuda, Y. Maniwa, Electrochromic Carbon Electrodes: Controllable Visible Color Changes in Metallic Single-Wall Carbon Nanotubes, <i>Advanced Materials</i>, accepted</p> |
| 会議発表 | 専門家向け 計23件 |
| 計23件 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 竹延大志、カーボンナノチューブを用いたプリントエレクトロニクス、東京、2011/3/8、2011年電子デバイス研究会 特別ワークショップ 2. H. Shimotani, T. Takenobu,他、Continuous Carrier Tuning in Metallic and Semiconducting SWNT Film、名古屋、2011/3/8、第40回記念フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム 3. D. Wen, T. Takenobu,他、Ion-Gel Gating of Single-Walled Carbon Nanotube Films、名古屋、2011/3/8、第40回記念フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム 4. S. Matuzaki, T. Takenobu,他、Inkjet carrier doping to single-walled carbon nanotube film、名古屋、2011/3/8、第40回記念フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム 5. Y. Nobusa, T. Takenobu,他、Fine patterning of single-walled carbon nanotube thin-film by surface modification、名古屋、2011/3/9、第40回記念フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム 6. H. Udoguchi, T. Takenobu,他、Transport Mechanisms in single-wall carbon nanotube networks formed by controlled content-ratio of Metallic and Semiconducting types、名古屋、2011/3/9、第40回記念フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム 7. R. Moriya, T. Takenobu,他、Electrochromic carbon electrodes: controllable visible color changes in metallic single-wall carbon nanotubes、名古屋、2011/3/10、第40回記念フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム 8. Y. Yomogida, T. Takenobu,他、Ambipolar Electric Double Layer Transistors Using Organic Single Crystals、Argonne (USA)、2011/3/15、International School and Symposium on Multifunctional Molecule-based Materials 9. K. Sawabe, T. Takenobu,他、High current densities in a highly photoluminescent organic single-crystal light-emitting transistor、仙台、2011/3/15、Sixth International Conference on Molecular and Bioelectronics (M&BE6) 10. S. Z. Bisri, T. Takenobu,他、Current-driven Spectral Narrowing in Organic-Crystal Directional Coupler、仙台、2011/3/16、Sixth International Conference on Molecular and Bioelectronics (M&BE6) 11. Y. Yomogida, T. Takenobu,他、Ambipolar Electric Double Layer Transistors Using Organic Single Crystals、仙台、2011/3/16、Sixth International Conference on Molecular and Bioelectronics (M&BE6) 12. Y. Yomogida, T. Takenobu,他、Ambipolar Electric Double Layer Transistors Using Organic Single Crystals、Dallas (USA)、2011/3/25、American Physical Society March Meeting 2011 13. ディー ウェン、竹延大志、他、イオンゲルを用いた有機単結晶トランジスタの高性能化、2011/3/25、神奈川、第58回応用物理学関係連合講演会 14. 今川雅貴、竹延大志、他、カルシウム/ルブレ単結晶界面における接触抵抗評価、2011/3/25、神奈川、第58回応用物理学関係連合講演会 15. 守屋理恵子、竹延大志、他、金属型・半導体型単層カーボンナノチューブ薄膜における光電気化学測定、2011/3/25、新潟、日本物理学会 第66回年次大会 16. 辻 大毅、竹延大志、他、イオンゲルを用いたルブレ単結晶電気二重層トランジスタの電子スピニング共鳴、2011/3/26、神奈川、第58回応用物理学関係連合講演会 |

様式19 別紙1

| | |
|---------------------------------------|--|
| | <p>17. 野房勇希,竹延大志,他、表面修飾を利用した単層カーボンナノチューブ薄膜の微細パターンング、2011/3/26、神奈川、第 58 回応用物理学関係連合講演会</p> <p>18. 松崎怜樹,竹延大志,他、インクジェット法によるカーボンナノチューブ薄膜へのキャリアドーピング、2011/3/26、神奈川、第 58 回応用物理学関係連合講演会</p> <p>19. 北村雄太,竹延大志,他、ルブレ単結晶と強磁性金属 Ni との界面におけるショットキー障壁の定量的評価、2011/3/26、神奈川、第 58 回応用物理学関係連合講演会</p> <p>20. 下谷秀和,竹延大志,他、金属・半導体分離単層カーボンナノチューブ薄膜の電気二重層トランジスタ、2011/3/27、新潟、日本物理学会 第 66 回年次大会</p> <p>21. 蓬田陽平,竹延大志,他、有機単結晶を用いた電気二重層発光トランジスタ、2011/3/27、新潟、日本物理学会 第 66 回年次大会</p> <p>22. 丸本一弘,竹延大志,他、イオンゲルを用いたルブレ単結晶トランジスタの電場誘起 ESR、2011/3/27、新潟、日本物理学会 第 66 回年次大会</p> <p>23. Satria Zulkarnaen Bisri, T. Takenobu,他、Organic Light Emitting Transistor with Embedded Optical Resonator、2011/3/27、新潟、日本物理学会 第 66 回年次大会</p> <p>一般向け 計 0 件</p> |
| <p>図書</p> <p>計 0 件</p> | |
| <p>産業財産権 出願・取得状況</p> <p>計 0 件</p> | <p>(取得済み) 計 0 件</p> <p>(出願中) 計 0 件</p> |
| <p>Webページ (URL)</p> | <p>研究プロジェクトに関するホームページを開設 http://www.f.waseda.jp/takenobu/first.html</p> |
| <p>国民との科学・技術対話 の実施状況</p> | |
| <p>新聞・一般雑誌等掲載</p> <p>計 0 件</p> | |
| <p>その他</p> | |

4. その他特記事項

実施状況報告書(平成22年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されます

1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

| | ①交付決定額 | ②既受領額 (前年度迄の 累計) | ③当該年度受 領額 | ④(=①-②- ③)未受領額 |
|------|-------------|------------------------|--------------|-------------------|
| 直接経費 | 126,000,000 | 0 | 56,000,000 | 70,000,000 |
| 間接経費 | 37,800,000 | 0 | 16,800,000 | 21,000,000 |
| 合計 | 163,800,000 | 0 | 72,800,000 | 91,000,000 |

2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

| | ①前年度未執 行額 | ②当該年度受 領額 | ③当該年度受 取利息等額 (未収利息を 除く) | ④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入 | ⑤当該年度 執行額 | ⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額 |
|------|--------------|--------------|----------------------------------|---------------------------|--------------|-------------------------|
| 直接経費 | 0 | 56,000,000 | 0 | 56,000,000 | 537,423 | 55,462,577 |
| 間接経費 | 0 | 16,800,000 | 0 | 16,800,000 | 0 | 16,800,000 |
| 合計 | 0 | 72,800,000 | 0 | 72,800,000 | 537,423 | 72,262,577 |

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

| | 金額 | 備考 |
|---------|---------|-----------------------|
| 物品費 | 537,423 | 油回転真空ポンプ、薬品、実験器具・補助具等 |
| 旅費 | 0 | |
| 謝金・人件費等 | 0 | |
| その他 | 0 | |
| 直接経費計 | 537,423 | |
| 間接経費計 | 0 | |
| 合計 | 537,423 | |

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

| 物品名 | 仕様・型・性能 等 | 数量 | 単価 (単位:円) | 金額 (単位:円) | 納入 年月日 | 設置研究機関 名 |
|--------|--------------|----|--------------|--------------|-----------|-------------|
| ～該当なし～ | | | | 0 | | |
| | | | | 0 | | |
| | | | | 0 | | |