

**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23年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	シリコンインクを用いた低コスト量子ドット太陽電池の開発
研究機関・ 部局・職名	東京工業大学・大学院理工学研究科・特任准教授
氏名	野崎 智洋

• 当該年度の研究目的

平成23年度は、①シリコン量子ドットの大量合成、②安定なシリコンインクの開発、③ショットキ・バリア太陽電池、の開発を目的に研究を実施した。①シリコン量子ドット大量合成に関する研究では、現有のプラズマ装置のスケールアップに対応したプラズマ反応システムを新たに設計・製作する。②シリコンインクの製作及び評価では、原子間力顕微鏡を使って粒径分布及び成膜特性を簡便かつ精緻に評価する手法を確立する。③太陽電池の開発では、新たにグローブボックスシステムを導入し、太陽電池の製作から評価まで一貫して実施するための基盤技術を確立する。

• 研究の実施状況

- これまでの収率(100mg/h)に対し、少なくとも1桁以上大きい、2000 mg/hを達成するために、大容量化に対応した新しいプラズマ反応システムを立ち上げた。これにより、粒径 3nm~15nm, 結晶/アモルファスの Si ナノ粒子を作り分け、シリコンインクを製作することに成功した。
- 粒径分布の計測には、従来から透過型電子顕微鏡(TME)を用いていたが(学内共通設備)、利用制限が大きいこと、また精緻な分析が難しいことから、原子間力顕微鏡を使って粒径分布を簡便かつ高い精度で評価する手法を確立した。
- シリコンインクをスピコートすることでシリコン量子ドットのモノレイヤー(1層の薄膜)を制作し、粒径分布を原子間力顕微鏡で評価するための手法を確立した。さらに、量子ドットを積層した(1層~5層)薄膜に対してラマン分光分析を適用し、結晶性を評価することを可能にした。
- 窒素置換したガス循環精製機付きグローブボックス、真空蒸着装置、ソーラーシミュレーター(模擬太陽光)一式を導入し、太陽電池の開発及び発電特性評価を一貫して実施するためのシステムを立ち上げた。さらに、ショットキ・バリア型太陽電池の開発と発電特性評価を実施した。
- 結晶サイズに依存した光吸収波長依存性を調べた。400 nm 以下の短波長領域では結晶サイズに依存して光吸収量が顕著に変化することを明らかにした。可視~近赤外領域でもサイズ依存性は見られたが、その影響は小さい。
- 平成24年度に実施予定である「インパクト法によるシリコン量子ドットの薄膜化」について基礎的な実験を行い、合成条件の最適化、プラズマ反応器の改良、今後必要となる機器の選定を行った。

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計2件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計1件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. R Gresback, T Nozaki, K Okazaki: Synthesis of luminescent silicon nanocrystals from silicon tetrachloride by very-high-frequency plasma, <i>Nanotechnology</i>, 22 (2011) 305605(7pp). <p>(掲載済み一査読無し) 計0件</p> <p>(未掲載) 計1件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. T Nozaki, S Yoshida, K Okazaki: Plasma-induced damage and surface functionalization of carbon nanotubes using atmospheric pressure RF discharge, <i>Plasma Processes and Polymers</i>, in press, (2012).
<p>会議発表 計18件</p>	<p><u>専門家向け</u> 計14件</p> <p>招待講演</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. T Nozaki: Plasma synthesis of silicon inks applied to single junction Schottky photovoltaics, The 14th International Workshop on Advanced Plasma Processing and Diagnostics, Kyushu Unniversity, 7-8 January, 2012. 2. 野崎智洋: シリコン量子ドットによる太陽電池研究, 東北大学通研共同プロジェクト微粒子研究会, 仙台市, 2011年9月3-4日. 3. 野崎智洋, Ryan Gresback, 山田陸, 岡崎健: 次世代太陽電池の早期実現に向けたシリコンインクの開発, 第24回プラズマ材料科学シンポジウム, 大阪大学, 2011年7月19-20日. <p>国際会議</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. R Gresback, R Yamada, T Nozaki, K Okazaki: Optical Properties of Silicon Quantum Dots Photovoltaic and Light-emitting Applications, The 4th International Forum on Multidisciplinary Education and Research for Energy Science, Honolulu, Hawaii, 17-21 December 2011. (oral) 5. R Gresback, Y Murakami, R Yamada, K Okazaki, T Nozaki: Single Particle Spectroscopy of Silicon Nanoparticles, Asian Doctral Innovation Conference, Zhejiang University, Hangzhou, China, November 9-12, 2011. (oral) 6. R Gresback, S Kanegae, T Nozaki, K Okazaki: Nonthermal Plasma Synthesis and Oxidation Mechanisms of Photoluminescent Silicon Nanocrystals from Silicon Tetrachloride, 20th Int. Symp. on Plasma Chemistry, Philadelphia, USA, 24-29 July 2011. (poster) <p>国内学会</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. R Yamada, R Gresback, K Okazaki, T Nozaki: プラズマCVDによるシリコン量子ドット及びシリコンインクの合成, 2012年春季第59回応用物理学関係連合講演会, 早稲田大学, 2012年3月15-18日. 8. R Gresback, R Yamada, K Okazaki, T Nozaki: Silicon Nanocrystal Thin-Films: Fabrication and Modification of Transport Properties, 2012年春季第59回応用物理学関係連合講演会, 早稲田大学, 2012年3月15-18日. 9. 山田陸, Ryan Gresback, 野崎智洋, 岡崎健: プラズマCVDによるシリコンインクの合成と物性評価, 第32回日本熱物性シンポジウム, 慶応大学, 2011年11月21日-23日. 10. 野崎智洋, グレスバック ライアン, 岡崎健: インフライトプラズマCVDによるシリコン量子ドット大量合成, 2011年日本機械学会年次大会, 東京工業大学, 2011年9月11-14日. 11. R Gresback, R Yamada, K Okazaki, T Nozaki: Optical Properties of Silicon Quantum Dots Synthesized with a Nonthermal Plasma, 2011年秋季第72回 応用物理学学会学術講演会, 山形大学, 2011年8月29-9月2日. 12. 山田陸, Ryan Gresback, 岡崎健, 野崎智洋: インフライト・プラズマCVDによるシリコン量子ドット合成, 第24回プラズマ材料科学シンポジウム, 大阪大学, 2011年7月19-20日. 13. 野崎智洋, グレスバック ライアン, 鐘ヶ江俊輔, 岡崎健: インフライト・プラズマCVDによるシリコン量子ドット合成: 太陽電池への応用, 第48回日本伝熱シンポジウム, 岡山コンベンションセンター, 2011年6月1-3日. 14. R Gresback, S Kanegae, K Okazaki, T Nozaki: Synthesis of Silicon Quantum Dots from Silicon Tetrachloride via Very High Frequency Plasma, 2011年春季 第58回 応用物理学関係連合講演会, 神奈川工科大学 (厚木), 2011年3月24-27日.

様式19 別紙1

	<p>一般向け 計4件</p> <p>15. 野崎智洋: 大気圧プラズマを基盤とする環境・エネルギー研究, 第10回プラズマ技術研究会(産総研九州センター主催), 福岡, 2012年3月13日.</p> <p>16. T. Nozaki: Silicon nanocrystal based next-generation photovoltaics: impact on global energy and environment, Asian Doctoral Innovation Conference, Zhejiang University, Hangzhou, China, 9-11 November, 2011.</p> <p>17. T. Nozaki: Plasma synthesis of size-tunable silicon nanocrystals towards next generation photovoltaics, The 8th Asian-European Int Conf on Plasma Surface Engineering, Dalian, China, 18-21 September, 2011.</p> <p>18. T. Nozaki: Silicon inks towards next generation photovoltaics, Invited lecture at Key Lab Green Chemistry, Tianjin University, China, 30 June, 2011.</p>
図書 計0件	
産業財産権 出願・取得状況 計0件	<p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計0件</p>
Webページ (URL)	<ul style="list-style-type: none"> 本プロジェクトのページ : http://www.nano-silicon.com/
国民との科学・技術対話の実施状況	<p>1. 「高専から世界へ: 世界最先端の太陽電池開発を目指して」, 香川高専(スーパー高専), 機械系2学科(80名)を対象に出張講義(2011年9月6日)。</p> <p>2. 「太陽電池とこれからの環境・エネルギー問題」, 東京工業大学が主催する国民との科学・技術対話, 一般の85名(うち9人が女性, 25名が中高大学生)を対象に研究の位置づけと主な成果をわかりやすく紹介(2011年11月5日)。</p> <p>3. 「シリコンインク及び低コスト量子ドット太陽電池の開発」, イノベーションジャパンに出展。企業とのマッチングを目的とした研究成果の公開。参加者多数。(2011年9月21-22日)。</p> <p>4. 「Plasma synthesis of silicon inks applied to single junction Schottky Photovoltaics」, 日中韓, タイ, ベトナム, マレーシア, 台湾などアジア諸国の研究者及び大学院生を対象(参加者約50名)に本プロジェクトの概要及び成果を英語で紹介(於・九州大学, 2012年1月8日)。</p> <p>※アンケート結果など詳細はホームページに掲載 : http://www.nano-silicon.com/jpn/activities/</p>
新聞・一般雑誌等掲載 計4件	<p>新聞</p> <p>1. 環境新聞「太陽電池低コスト化競う」: 2011年9月28日。</p> <p>一般紙</p> <p>2. 野崎智洋: シリコンインクを用いた低コスト量子ドット太陽電池の開発, 化学工学, 76(4) (2012) 201-202.</p> <p>3. 野崎智洋: シリコン量子ドット次世代太陽電池の早期実現に向けてー工業材料, 60(1) (2012) 60-61.</p> <p>4. 野崎智洋: 大気圧プラズマ環境保全からナノマテリアル創生まで, 機械の研究, 63(2) (2011) 100-106.</p>
その他	<ul style="list-style-type: none"> 学会誌「化学工学(Vol.76, No.4, 2012)」の表紙で研究成果の一部が紹介。 島津製作所ホームページで研究成果の一部が紹介: http://www.an.shimadzu.co.jp/surface/spm/sol/data/8-11.htm 東京工業大学・国民との科学・技術対話: http://www.rpd.titech.ac.jp/ken.sien/taiwa/ ハピ★テク「女子高生のための理工系大学・学部の進学情報サイト」: http://hapiteku.com/topics/archive/post.php

4. その他特記事項

該当なし

実施状況報告書(平成23年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されず

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	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	130,000,000	46,000,000	0	84,000,000	0
間接経費	39,000,000	13,800,000	0	25,200,000	0
合計	169,000,000	59,800,000	0	109,200,000	0

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 (未取利息を除 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	当該年度返還 額
直接経費	45,599,950	0	0	45,599,950	41,222,597	4,377,353	0
間接経費	13,679,985	0	0	13,679,985	13,679,985	0	0
合計	59,279,935	0	0	59,279,935	54,902,582	4,377,353	0

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	36,961,253	シリコンインク及びシリコン量子ドット太陽電池開発システム一式等
旅費	1,741,351	研究に係る旅費
謝金・人件費等	1,246,108	研究に係る事務員の人件費
その他	1,273,885	学会参加費、学内分析機器利用料等
直接経費計	41,222,597	
間接経費計	13,679,985	
合計	54,902,582	

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
シリコンインク及び シリコン量子ドット 太陽電池開発シス テム一式	美和製作所製	1	22,942,500	22,942,500	2011/7/11	東京工業大学
スピコーター	押鐘社製	1	808,500	808,500	2011/7/13	東京工業大学
プラズマ発生装置	北野精機株式会 社	1	2,075,850	2,075,850	2011/10/11	東京工業大学
I-Vカーブトレーサ	英弘精機社製	1	1,928,850	1,928,850	2011/10/14	東京工業大学
ソーラシミュレータ	朝日分光社製	1	2,182,950	2,182,950	2011/10/28	東京工業大学
モノクロメーター	朝日分光社製	1	997,668	997,668	2012/2/24	東京工業大学