

| | |
|------|-------|
| 課題番号 | GR093 |
|------|-------|

**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 | 機能性シリコンナノ複合材料を利用した次世代高効率太陽電池の開発 |
| 研究機関・ 部局・職名 | 独立行政法人物質・材料研究機構・国際ナノアーキテクトニクス研究拠点・グループ リーダー |
| 氏名 | 深田 直樹 |

1. 当該年度の研究目的

本研究課題で最も重要な材料となると Si ナノワイヤの成長とpn接合形成において不可欠な不純物ドーピングに関して研究を行い、Si ナノワイヤでの制御技術を確立する。Si ナノワイヤの成長は、表面・界面制御に優れた高真空 CVD 装置を用いて行い、成長温度、ガス圧力、ガス流量、成長基板および触媒の影響について詳細に調べる。更に Si ナノワイヤとは逆のナノ構造として、Si ナノホールを利用した新規太陽電池セル材料の作製法についても調べる。この構造では、Si の使用量低減に対しては効果的ではないが、Si ナノワイヤを利用したセルよりも丈夫で扱いやすく、ナノホールによる光閉じ込めを利用した変換効率の向上が期待できる。

2. 研究の実施状況

1次元 Si ナノワイヤの成長制御と pn 制御のための不純物ドーピングに関する研究を行った。1次元状の成長を実現するために、金のナノコロイドを成長触媒として利用する VLS(Vapor-Liquid-Solid: 気相-液相-固相)成長機構を利用した。Si ナノワイヤの成長は、表面・界面制御に優れた高真空化学気相堆積(CVD)装置を用いて行い、成長温度、ガス圧、ガス流量、成長基板および触媒の影響について調べた。その結果、直径 10-60nm の範囲での制御は可能になった。成長基板の方位に依存して、ナノワイヤの配向(基板からの成長角度)は変化するが、何れの Si 基板においても成長は可能になった。

不純物ドーピングに関しては、成長時にジボラン(B₂H₆)およびホスフィン(PH₃)ガスをシラン(SH₄)ガスに添加することで行った。pn接合の形成には、ドーピングレベル(10¹⁸cm⁻³以上)の制御が重要となるため、ドーパントガスの流量比について詳細に調べた。特に、Si 中で p 型不純物となる B のドーピングの場合は、成長時の表面堆積が促進され、ナノワイヤ表面からも B がドーピングされることが分かった。ドーピングされた不純物の結合・電子状態に関して、ラマン分光法により、B の局在振動ピークおよび B の電気的活性の証拠となる Fano 効果、電子スピン共鳴法により P の伝導電子シグナルを観測することに成功し、pn制御のための不純物ドーピングを達成することができた。

Si 基板の上にパターニングした銀ナノドット(4 μm 径, 10 μm ピッチ)を触媒として利用し、Si ナノホールの形成を行った。試験的に、作製の容易な構造として、ナノホールの Si を p 層とし、n 層としては、バンドギャップの大きく、透明材料である ZnO 膜をまず用いて太陽電池セルの作製を行った。

様式19 別紙1

3. 研究発表等

| | |
|----------------------------------|---|
| <p>雑誌論文 計1件</p> | <p>(掲載済み一査読有り) 計1件 N. Fukata, S. Ishida, S. Yokono, R. Takiguchi, J. Chen, T. Sekiguchi, and K. Murakami, Segregation behaviors and radial distribution of dopant atoms in silicon nanowires, Nano Lett. 11, 651 (2011). (掲載済み一査読無し) 計0件 (未掲載) 計0件</p> |
| <p>会議発表 計1件</p> | <p>専門家向け 計1件 N. Fukata, Doping and characterization of boron and phosphorus atoms in germanium nanowires, Tsukuba city, 2011/3/2-3/4, NIMS, MANA Symposium 一般向け 計0件</p> |
| <p>図書 計0件</p> | |
| <p>産業財産権 出願・取得状況 計0件</p> | <p>(取得済み) 計0件 (出願中) 計0件</p> |
| <p>Webページ (URL)</p> | <p>http://www.nims.go.jp/mana/people/mana_scientist/n_fukata/index.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 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 | 87,000,000 | 0 | 40,560,000 | 46,440,000 |
| 間接経費 | 26,100,000 | 0 | 12,168,000 | 13,932,000 |
| 合計 | 113,100,000 | 0 | 52,728,000 | 60,372,000 |

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 | 40,560,000 | 0 | 40,560,000 | 149,625 | 40,410,375 |
| 間接経費 | 0 | 12,168,000 | 0 | 12,168,000 | 45,000 | 12,123,000 |
| 合計 | 0 | 52,728,000 | 0 | 52,728,000 | 194,625 | 52,533,375 |

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

| | 金額 | 備考 |
|---------|---------|------------|
| 物品費 | 149,625 | 石英アダプタV 75 |
| 旅費 | | |
| 謝金・人件費等 | | |
| その他 | | |
| 直接経費計 | 149,625 | |
| 間接経費計 | 45,000 | |
| 合計 | 194,625 | |

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 |
|-----|--------------|----|--------------|--------------|-----------|-------------|
| | | | | 0 | | |
| | | | | 0 | | |
| | | | | 0 | | |