

課題番号	GR103
------	-------

**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	単電子・少数電荷制御によるシリコン低消費電力ナノデバイス
研究機関・ 部局・職名	NTT 物性科学基礎研究所・ 量子電子物性研究部・グループリーダー 主幹研究員
氏名	藤原 聡

1. 当該年度の研究目的

デバイスの特性評価により、以下を推進する。

- (1)単電子転送技術:単電子転送のエラー率の絶対評価技術の確立。
- (2)単電子検出技術:単電子ショット雑音の評価とその利用技術の開発。
- (3)光電子融合技術:薄層シリコン発光ダイオードの特性評価と発光機構の解明。

2. 研究の実施状況

H22年度については、上記各項目について以下の進捗があった。

(1) 単電子操作に基づくデバイス応用のためには、転送に伴うエラーを定量的に把握する必要がある。電子1個の転送について、転送電子数が2個または0個になってしまう確率をエラー率と呼ぶ。今年度は、特別に設計されたデバイス(図1)を用いて単電子転送のエラー率の絶対評価を行った。電子溜めとなるノードに単電子を出し入れすると同時に、ノードのすぐ近傍に設けられた高感度電荷計でノード内の電子数の変化をモニターし、転送エラーを計測する。適切な転送パルスシーケンスを採用することにより、絶対温度 17Kで  $10^{-2} \sim 10^{-3}$  のエラー率の測定に成功し、単電子転送の精度評価の基礎技術を確立した。

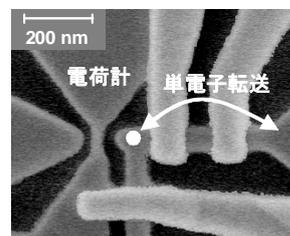


図1. 単電子転送エラー測定用デバイス

(2) 電流を構成する電子のランダムな振舞いに起因する雑音は、ショット雑音と呼ばれる。単電子応用の一つの方向として、単電子の制御を敢えて行わず、ランダムに流れる単電子の振舞いを乱数として利用する技術の開発を進めている。今年度は、雑音を利用した信号処理の手法として知られている確率共鳴現象(信号処理の S/N 比が雑音強度を大きくすることにより改善される現象)に着目し、室温単電子検出技術によるショット雑音の観測と、単電子ショット雑音を利用した確率共鳴の実証実験に成功した。

(3) 薄層シリコン発光ダイオードについては、ゲート電極からの電子トンネル注入の方式を採用し、SOI 基板上の薄層シリコンからの発光について評価を行った。その結果、ゲート電界効果により発光波長を大きく変調できることを確認した。これは、量子閉じ込め効果とシリコン層に存在する不純物の電子局在状態の効果で、通常の電界効果では不可避となる発光強度減少が抑制されているためであり、電氣的に発光波長を制御する簡便な方法として有効であることを確認した。

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計2件</p>	<p>(掲載済-査読有り) 1件 Y. Takahashi, M.Jo, T.Kaizawa, Y. Kato, M.Arita, A.Fujiwara, Y.Ono, H.Inokawa, and J.-B.Choi: Si nanodot device fabricated by thermal oxidation and their applications, Key Engineering Materials <b>479</b> pp.175-183 (2011). (未掲載-アクセプト) 1件 K. Nishiguchi and A. Fujiwara: Single-electron stochastic resonance using Si nano-wire transistors, Jpn. J. Appl. Phys. (accepted).</p>
<p>会議発表 計9件</p>	<p>専門家向け 計9件 [1] T. Thorbeck, A. Fujiwara, and N. Zimmerman: Gate Capacitance Reproducibility and Modeling in Silicon Double Quantum Dots, 2011 APS March meeting (2011.3.21-3.25, Dallas). [2] 西口克彦、藤原聡、“シリコン・ナノ細線トランジスタを利用した確率共鳴”、第58回応用物理学学会学術講演会、神奈川工科大学、2011. 3.24-27. [3] 小野行徳、藤原聡“低ドーピング注入領域におけるシリコン中砒素のESR観察”、第58回応用物理学学会学術講演会、神奈川工科大学、2011. 3.24-27. [4] 山端元音、西口克彦、藤原聡“シリコン細線 MOSFET におけるシャトル単電子転送”、第58回応用物理学学会学術講演会、神奈川工科大学、2011. 3.24-27. [5] 篠原迪人、三上圭、加藤勇樹、有田正志、藤原聡、高橋庸夫、“Si 単電子トランジスタにおける光照射による単一正孔トラップと電気伝導特性の変化”、第58回応用物理学学会学術講演会、神奈川工科大学、2011. 3.24-27. [6] 西口克彦、藤原聡、“単一電子を利用した確率共鳴”、第58回応用物理学学会学術講演会(シンポジウム)、神奈川工科大学、2011. 3.24-27. [7] 新井田佳孝、高品圭、小野行徳、藤原聡、平山祥郎、“シリコン二次元電子系における谷偏極状態での金属絶縁体相転移”、第66回日本物理学会年次大会、新潟大学、2011.3.25-28 [8] 篠原迪人、三上圭、加藤勇樹、有田正志、藤原聡、高橋庸夫、“Si 単電子トランジスタにおける光照射による単一キャリアトラップ生成と電気伝導特性”、電子情報通信学会技術研究報告 電子デバイス研究会、北海道大学、2011. 2.23-25. [9] 西口克彦、藤原聡、“単一電子を利用した確率共鳴”、電子情報通信学会技術研究報告 電子デバイス研究会、北海道大学、2011. 2.23-25.</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>Webページ (URL)</p>	<p><a href="http://www.brl.ntt.co.jp/group/sendeg/">http://www.brl.ntt.co.jp/group/sendeg/</a></p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<p>H23年度に実施予定。</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

特になし。

## 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	122,000,000	0	115,000,000	7,000,000
間接経費	36,600,000	0	34,500,000	2,100,000
合計	158,600,000	0	149,500,000	9,100,000

## 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	115,000,000	0	115,000,000	85,806	114,914,194
間接経費	0	34,500,000	0	34,500,000	25,741	34,474,259
合計	0	149,500,000	0	149,500,000	111,547	149,388,453

## 3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	85,806	測定用フレキケーブル
旅費		
謝金・人件費等		
その他		
直接経費計	85,806	
間接経費計	25,741	
合計	111,547	

## 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		