

## CdSe/ZnS ナノ粒子を用いた単電子デバイスの光応答特性

## Photoresponses of a CdSe/ZnS nanoparticle single-electron device

○山下 竜司, 山本 真人, 野口 裕 (明治大理工)

○Ryuji Yamashita, Makoto Yamamoto, Yutaka Noguchi (Meiji Univ.)

E-mail: ee21111@meiji.ac.jp

近年、金属ナノ粒子をクーロン島に用いて作製された単電子トランジスタ(SET)において、安定した SET 動作が報告されている[1,2]。一方、半導体ナノ粒子を用いた SET の報告例はわずかである[3]。半導体ナノ粒子は、優れた光学的特性から、ナノオプトエレクトロニクス材料として注目されている。半導体ナノ粒子をクーロン島に利用することで、単一粒子レベルで電気伝導特性と光学特性の相関関係を解析できる。また、半導体ナノ粒子の光学特性を活かした機能性 SET への応用が期待される。そこで、本研究では、CdSe/ZnS ナノ粒子をクーロン島に用いて SET を作製し、少数粒子間の電気特性、および光応答特性について解析を行った。

電子線リソグラフィによって SiO<sub>2</sub> 基板上に電極パターンを描画し、エレクトロマイグレーション法によりナノギャップ電極を作製した。作製したナノギャップ電極基板を、ヘキサチオール溶液(1 mM、トルエン溶媒)、オクタンジチオール溶液(1 mM、トルエン溶媒)、CdSe/ZnS 分散溶液(粒径 6.3 nm、トルエン溶媒)に順次浸漬(各 12 h)させ、CdSe/ZnS-SET を作製した。測定は真空下、 $T = 15 \text{ K}$  で行った。光源は Xe ランプを使用し、波長選択はバンドパスフィルターを使用した。

Fig.1 はドレイン電圧( $V_D$ )を 0.06 V、0.1 V とした時の CdSe/ZnS-SET のドレイン電流-時間( $I_D-t$ )特性である。700 nm の照射下において、 $V_D=0.06 \text{ V}$  では電流値が減少し、 $V_D=0.1 \text{ V}$  では増加する様子が観測された。Fig.2 は暗状態および照射下の  $I_D-V_D$  特性である。Fig.1 で観測された電流変化の  $V_D$  依存性は、Fig.2 における  $I_D-V_D$  特性の変化とよく一致していることが分かる。また、暗状態と照射下の  $I_D-V_D$  特性は、ゲート電圧  $V_G = -0.02 \text{ V}$ 、 $-0.5 \text{ V}$  印加時 (Fig.2 青線、赤線) の特性とそれぞれ一致している。従って、ここで観測された光応答特性はゲートオフセット変化( $\sim +0.48 \text{ V}$ )によるものと考えられる。正のゲートオフセット変化は、クーロン島周辺が負に帯電したことに相当する。CdSe/ZnS は表面準位を持つことが知られており[4]、照射によるクーロン島周辺の電荷分布変化の起源は、表面準位への電子トラップが考えられる。講演では、光応答の光波長依存性、光強度依存性についても議論する。

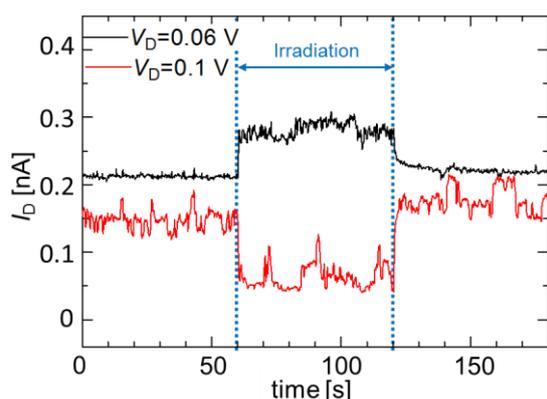


Fig.1  $I_D-t$  characteristics of CdSe/ZnS-SET at  $V_D=0.06$  and  $0.1 \text{ V}$ . The device was illuminated at a wavelength of 700 nm from 60 to 120 s.

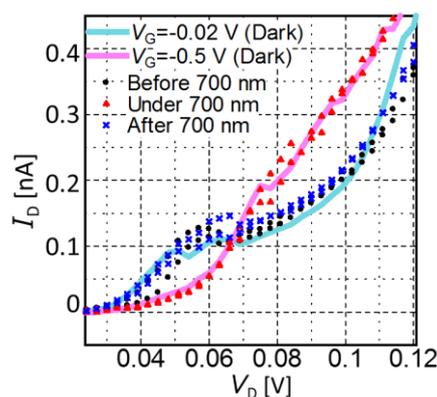


Fig.2  $I_D-V_D$  characteristics of CdSe/ZnS-SET with/without light irradiation.

- [1] N.Okabayashi, et al., *Appl.Phys.Lett.*, **100**, 033101 (2012)
- [2] Y. Noguchi, et al., *Jpn. J. Appl. Phys.*, **52**, 110102 (2013)
- [3] D. L. Klein, et al, *Nature*, **389**, 6652 (1997)
- [4] M. R. Hummon, et al, *Phys. Rev. B.*, **81**, 115439 (2010)