

課題番号 : F-15-NM-0110  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 自己形成 In 量子ドットの輸送特性  
 Program Title (English) : Transport properties of self-assembled of In quantum dots  
 利用者名(日本語) : 本間 心人  
 Username (English) : S. Honma  
 所属名(日本語) : 東京理科大学大学院理学研究科応用物理学専攻  
 Affiliation (English) : Graduate School of Science, Tokyo University of Science

### 1. 概要(Summary)

これまでに self-assembled quantum rings (SAQR) の伝導特性について研究を行い、SAQR 内の超伝導状態に起因する位相スリップ現象を観測した。しかし、その超伝導状態が何に由来するのかは未だに明らかになっていないが、おそらく SAQR 中に析出した In によるのではないかと考えている。これは、SAQR が In 量子ドット(QR) をもとに成長されているためである。そこで、本研究ではその In QD 自体の伝導特性を測定し、SANR の輸送特性と比較検討することで、SANR における超伝導状態の起源特定を目指した。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

- ・ 12 連電子銃型蒸着装置(E-gun 蒸着)
- ・ 原子間力顕微鏡(AFM)
- ・ 100kV 電子ビーム描画装置(EB 描画装置)
- ・ レーザー露光装置
- ・ 超高真空電子銃型蒸着装置 等

#### 【実験方法】

まずレーザー露光と E-gun 蒸着によってボンディングパッドとレジストレーションマークを作製し、EB 描画と E-gun 蒸着によってアドレスマークを作製した。そして AFM 装置を用いて基板上的 In QD 位置を確認し、電極配置を決定した。そして EB 描画と E-gun 蒸着によって In QD に Au 電極を接続した。本試料を希釈冷凍機中に設置し、試料の微分抵抗-バイアス電圧特性を測定した。

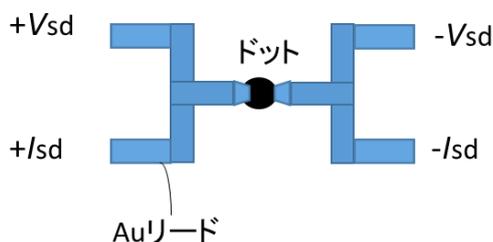


Fig. 1. Schematic of the Au/In QD/Au junction.

### 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

$T = 40\text{m}, 4\text{K}$  での微分抵抗-バイアス電圧( $dV/dI$ - $V_{sd}$ )特性を Fig. 2 に示す。いずれの  $dV/dI$ - $V_{sd}$  特性においても、 $dV/dI$  変化は  $V_{sd} < 10\text{mV}$  の範囲内でのみ見られる。これは In の超伝導ギャップエネルギー  $\Delta_{\text{In}} \sim 0.5\text{ meV}$  よりも一桁以上大きい。さらに、予想される In の臨界温度  $T_c \sim 3.4\text{ K}$  以上でも  $dV/dI$ - $V_{sd}$  に顕著な変化は見られない。つまり、In の超伝導状態が起因する結果は得られなかった。本研究で用いた In QD は、作製されてから測定されるまでに 1 年近くの月日が経過していた。その為、QR の外側に多くの酸化膜が形成された事で試料のエッチングが不足していた事や、QD 全体が酸化される事で In QD 自体の性質に変化が起きた可能性等も考えられる。

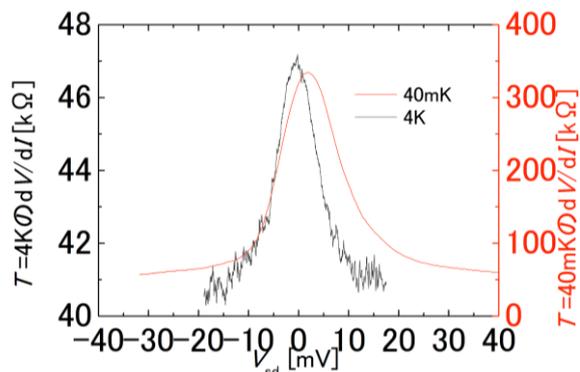


Fig. 2.  $dV/dI$  characteristics as a function of  $V_{sd}$  at  $T = 40\text{ mK}$  and  $4\text{ K}$ .

### 4. その他・特記事項(Others)

なし

### 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 本間心人, “自己形成ナノリングの輸送特性”東京理科大学大学院修士論文、平成 27 年 2 月 22 日

### 6. 関連特許(Patent)

なし