

利用課題番号 : F-13-NM-0048  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名 (日本語) : リソグラフィ装置を用いた量子ナノ構造の超伝導輸送特性  
 Program Title (English) : Superconductivity transport property of quantum nano structure using of the lithography equipment  
 利用者名 (日本語) : 日暮 優<sup>1)</sup>, 津村 公平<sup>1)</sup>, 高柳 英明<sup>1)2)</sup>  
 Username (English) : Y. Higure<sup>1)</sup>, K. Tsumura<sup>1)</sup>, H. Takayanagi<sup>1)2)</sup>  
 所属名 (日本語) : 1) 東京理科大学大学院理学研究科応用物理学専攻, 2) 物質・材料研究機構 MANA  
 Affiliation (English) : 1) Tokyo University of Science, 2) NIMS-MANA

### 1. 概要 (Summary) :

自己形成 InAs 量子リングの伝導特性を調査するために、原子間力顕微鏡や電子ビーム描画装置、超高真空蒸着装置を用いて超伝導体で量子リングを挟んだ接合を作製し、電気輸送特性の評価を行った。その結果、自己形成 InAs 量子リングを用いた接合におけるマイクロ波応答や温度依存性などの観測に成功した。

### 2. 実験 (Experimental) :

#### 【利用した主な装置】

- ・電子ビーム描画装置
- ・超高真空電子銃型蒸着装置
- ・レーザー露光装置
- ・12連電子銃型蒸着装置
- ・原子間力顕微鏡
- ・原子層堆積装置
- ・走査電子顕微鏡
- ・室温プローブシステム
- ・ワイヤーボンダー

#### 【実験方法】

液滴エピタキシー法によって形成された In 添加量 3 モノレイヤー(以後 ml と記す)と 4ml の 2 種類の自己形成 InAs 量子リングにおいて、微細加工装置を使用してそれぞれ超伝導体/量子リング/超伝導体の接合を作製した。測定は無冷媒希釈冷凍機を用いて 20mK まで冷却し、電流バイアスの 4 端子法を用いて行った。試料の作製方法は、まず原子間力顕微鏡を用いて自己形成 InAs 量子リングの位置を計測する。その位置情報を元に電子ビーム描画を行い、真空蒸着、リフトオフ法によって量子リングを用いた接合を作製した。その後、ワイヤーボンダーを用いて、サンプルをチップキャリアにボンディングした。

### 3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

3ml、4ml の両方のサンプルで極低温における電流-電圧測定を行い、超伝導電流の観測に成功した。ま

た温度依存性の測定では、3ml サンプルは 1K 付近で超伝導電流が消失したのに対し、4ml サンプルでは 3.5K 付近で完全に超伝導電流が消失した。これは Al の超伝導臨界温度(~1.2 K)とは考えられず、In の超伝導性による影響であると考えられる。液滴エピタキシー法における液滴の結晶化については未だ不明な点も多く、In を多く含む InAs が形成された可能性がある。また 4ml サンプルにおけるマイクロ波応答の測定では、半整数項のシャピロステップを観測した(図 1)。

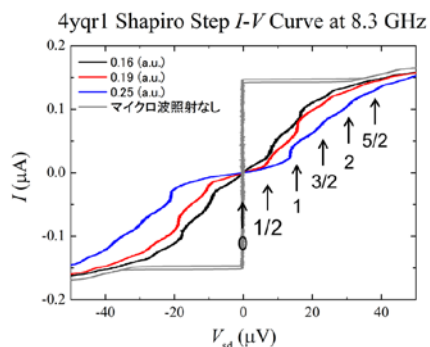


図 1 : 4ml サンプルにおけるマイクロ波応答

### 4. その他・特記事項 (Others) :

なし

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

(1) H. Ito, S. Kim, K. Tsumura, Y. Higure, S. Honma, T. Noda, M. Jo, H. Osato, E. Watanabe, D. Tsuya and H. Takayanagi “Transport properties of self-assembled quantum nanostructures in superconducting circuits.” FIRST 超伝導量子コンピュータ サブテーマミーティング, 平成 25 年 10 月 8 日

### 6. 関連特許 (Patent) :

なし