

課題番号 : F-14-NM-0079  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 電子ビーム描画装置を用いた超伝導体/半導体二次元電子系接合作製  
Program Title (English) : Fabrication of superconductor/2-dimensional electron system junction by using E-beam lithography system  
利用者名(日本語) : 山本 陸  
Username (English) : Riku Yamamoto  
所属名(日本語) : 東京理科大学理学部第一部応用物理学科  
Affiliation (English) : Department of Applied Physics, Faculty of Science, Tokyo University of Science

## 1. 概要(Summary)

常伝導金属 (N) と超伝導金属 (S) を用いた SNS 接合では、超伝導近接効果によって N 中に超伝導状態が誘起される。これまでに我々は半導体二次元電子系 (2DES) を N として用いた SNS 接合を作製し、その強磁場中やマイクロ波照射下での輸送特性の解明を目指し研究を行ってきた。本研究では、電子ビーム描画装置を用いてさまざまなサイズの接合を正確に作製し、接合を流れる超伝導臨界電流値で決定されるジョセフソンエネルギー ( $E_J$ ) を制御する。これにより、これまでにマイクロ波照射下で観測された特異な輸送特性の要因等を  $E_J$  の観点から解明を目指す。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

- ・ 100kV 電子ビーム描画装置
- ・ レーザー露光装置
- ・ 12 連電子銃型蒸着装置
- ・ 多目的ドライエッチング装置

### 【実験方法】

InGaAs/InAlAs/InP 高電子移動度トランジスタ構造基板表面に電子線ポジレジスト gL-2000 を塗布し、100kV 電子ビーム描画装置を用いて微細メサ形成用エッチングマスクを作製し、多目的ドライエッチング装置を用いて  $\text{Cl}_2$  プラズマによって微細メサ ( $1 \times 10 \mu\text{m}^2$  と  $2 \times 10 \mu\text{m}^2$ ) を作製した。次に素子分離用大面積エッチングマスクをレーザー露光装置を用いて作製し、上記同様に  $\text{Cl}_2$  プラズマによってエッチングを行った。そして微細メサへの配線のため、電子ビーム描画によって電極パターンを作製し、スパッタ蒸着によって窒化ニオブ (NbN) を成

膜した。これにより、基板中の 2DES をチャンネルとして用いた NbN-2DES-NbN 接合を形成した。なお、NbN スパッタ蒸着のみ、東京理科大学理学部応用物理学科高柳研究室にて実施した。本試料を冷凍機に設置し、 $T = 300 \text{ mK}$  にて輸送測定を行った。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

同一条件で作製した二つの試料の微分抵抗-バイアス電圧 ( $dV/dI$ - $V$ ) 特性を Fig. 1 に示す。試料 A では図中の矢印で示す位置に複数の dip が見られるが、試料 B では見られない。また試料 A では超伝導電流が見られたが、試料 B では見られない。これらの結果は、同一条件で作製した試料であっても NbN/2DES 間のポテンシャル障壁高さが異なることを示している。現状のプロセス条件でも良好な試料作製は可能であるが安定性に欠け、スパッタ条件を中心としてプロセス条件をさらに詰める必要がある。

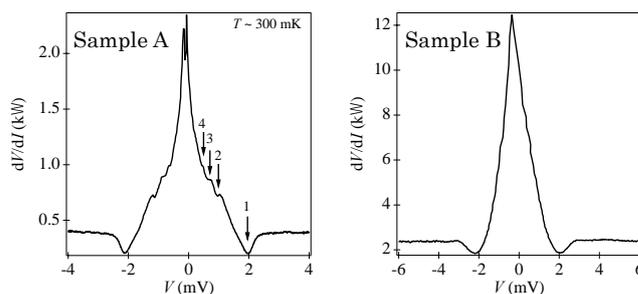


Fig. 1:  $dI/dV$  vs  $V$  for Sample A (left) and B (right).

## 4. その他・特記事項 (Others)

なし。

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

なし。

## 6. 関連特許 (Patent)

なし。