

課題番号 : F-15-NM-0048
利用形態 : 技術補助
利用課題名 (日本語) : 電気二重層と超伝導 Nb との接合
Program Title (English) : Junction between superconducting Nb and electric double layer transistor
利用者名 (日本語) : 成田 智絵
Username (English) : T. Narita
所属名 (日本語) : 日本女子大学理学部数物科学科
Affiliation (English) : Department of Mathematical and Physical Sciences, Japan Women's University

1. 概要 (Summary)

近年、半導体や絶縁体表面のキャリア制御の手法として電気二重層トランジスタ(Electric Double Layer Transistor:EDLT)が注目されている。電気二重層トランジスタとは、電界効果トランジスタのゲート絶縁層をイオン液体で置換したものである。EDLT ではイオン液体に電界をかけることによって形成される厚さ 1nm 程度の電気二重層が極薄のコンデンサーとして働くため、従来の 10 倍以上のキャリア誘起が可能である。これにより、絶縁体表面の金属化や超伝導化が報告されている。一方で電気二重層と異種物質間の接合に焦点を当てた研究はあまりなく、電気二重層と超伝導との接合は未だ報告されていない。

そこで、本研究ではワイドギャップ半導体である酸化亜鉛(ZnO)と超伝導体であるニオブ(Nb)の接合を作製し、EDLT によって金属化した ZnO 表面と超伝導接合の実現を目指した。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ ダイシングソー
- ・ 全自動スパッタ装置
- ・ レーザー露光装置
- ・ 多目的ドライエッチング装置
- ・ 化合物ドライエッチング装置
- ・ 100kV 電子ビーム描画装置
- ・ 12 連電子銃型蒸着装置

【実験方法】

1cm 角、厚さ 0.5mm のサファイア基板に ZnO を 500nm エピタキシャル成長させた基板を購入し、ダイシングソーで 5cm 角×4 枚に切断した。

この ZnO にドライエッチングを施し、数十 μm サイズのパターン化を行った。そして、その ZnO の周りに電極を形成した。ZnO に直接繋がる電極の中心部に

は Nb を、中心部以外は化学的に安定な金(Au)を蒸着した。中心部の電極形成の際はジョセフソン接合用の 100nm のギャップを形成するために電子線リソグラフィを、中心部以外はレーザーリソグラフィを行った。

また、Nb のスパッタは東京理科大学で行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

作製したサンプルにイオン液体を載せ、本学で測定を行った。ゲート電圧 V_G を印加することで ZnO 表面のキャリア密度を制御することができ、作製したサンプルが EDLT として動作することを確認できた。また、抵抗の温度変化から EDLT を用いたキャリア制御による ZnO 表面の金属化を確認することができた。

ジョセフソン接合にも EDLT は動作したが、3K における I - V 特性はリニアであり、超伝導電流は観測されなかった。

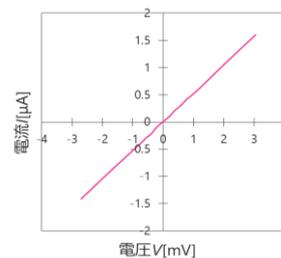


Fig.1 I - V curve at 3K

接合界面の問題でジョセフソン接合になっていなかった場合でも Nb の超伝導ギャップに起因する構造は観測されるはずである。超伝導電流が観測されなかった原因として、現時点では本学の測定環境の問題であると考えている。

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