

課題番号 : F-17-NM-0043
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 酸化亜鉛電気二重層トランジスタにおける近接効果
Program Title (English) : Proximity effect on Zinc Oxide based 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) : 日本女子大学大学院 理学研究科 数理・物性構造科学専攻
Affiliation (English) : Division of Mathematical and Physical Sciences, Graduate School of Science, Japan Women's University
キーワード/Keyword : 電気二重層トランジスタ, 酸化亜鉛, 超伝導, 近接効果, リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要(Summary)

近年、絶縁体や半導体表面の物性制御の手法として、電気二重層トランジスタ (Electric Double Layer Transistor: EDLT) が注目されている。一方、EDLT において、電極とチャネルとの接合に焦点を当てた研究は数少なく、特に超伝導電極との接合の報告は極めて少ない。そこで本研究では、超伝導電極を持つ電気二重層トランジスタを作製し、超伝導電極から EDLT チャネルへ、超伝導電子対の染み出し (超伝導近接効果) が起こるのか検証を行った。ソース・ドレイン電極には超伝導ニオブ (Niobium: Nb) を、チャネル物質には酸化亜鉛 (Zinc Oxide: ZnO) を用いた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ 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】

試料作製は NIMS 微細加工プラットフォームにて行った。まず ZnO 薄膜にドライエッチングを施し、ZnO 薄膜をパターン化した。つぎに、パターン化した 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超伝導ニオブを、中心部以外は金を蒸着した。中心部の電極形成は 100 nm オーダーの精度が必要であったため、電子線リソグラフィを用いた。中心部以外の電極形成の際はレーザーリソグラフィを用いた。

また、Nb 成膜と試料完成後の電気測定は東京理科大学にて行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 にゼロバイアスにおけるコンダクタンスの値の磁場応答を示す。測定温度は $T=3\text{ K}$ である。Fig. 1 より、ゼロバイアスコンダクタンスの値が磁場に応答し、周期的に振動することがわかる。この結果は、ZnO チャネルを介した左右の超伝導電極がコヒーレントに繋がったことを意味しており、ZnO チャネルへの超伝導電子対の染み出し (超伝導近接効果) を確認できた。

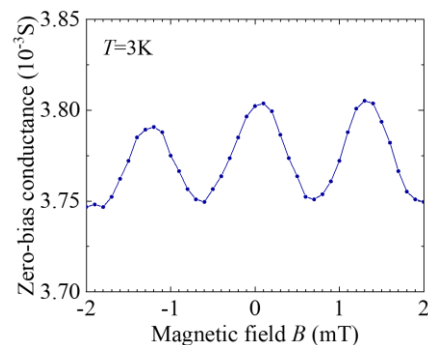


Fig.1 Magnetic field dependence of zero-bias conductance

4. その他・特記事項 (Others)

本研究は、文部科学省科学研究費補助金 基盤研究(C) 17K05551 の一環で行われた。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) 成田智絵 他, 応用物理学会第 78 回秋季学術講演会, 平成 29 年 9 月 7 日
- (2) 成田智絵 他, 応用物理学会第 78 回春季学術講演会, 平成 29 年 9 月 8 日
- (3) 成田智絵 他, Oxide Superspin 2017, 平成 29 年 11 月 25 日
- (4) 成田智絵 他, 日本物理学会第 73 回春季大会, 平成 30 年 3 月 24 日

6. 関連特許 (Patent)

なし。