

課題番号 : F-21-NM-0056
利用形態 : 技術補助
利用課題名(日本語) : 電子線描画装置を駆使したトポロジカル物質微細素子の作製
Program Title (English) : Electron beam lithography of topological material nano-devices
利用者名(日本語) : 井上悠
Username (English) : Hisashi Inoue
所属名(日本語) : 国立研究開発法人産業技術総合研究所
Affiliation (English) : National institute of advanced industrial science and technology
キーワード/Keyword : ナノエレクトロニクス、リソグラフィ・露光・描画装置、電気輸送特性

1. 概要(Summary)

トポロジカル物質の、表面に現れるスピン偏極した電流や、超伝導体との界面に形成される準粒子状態を次世代のエレクトロニクスに応用することが期待されている。トポロジカル物質のこのような特異な性質を電氣的に観測するためには、物質上に微細な素子を作製することが必要である。そこで本研究課題では、電子線描画装置を駆使して、その微細素子加工技術を開発することを目的にする。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

100kV 電子ビーム描画装置、6連自動蒸着装置

【実験方法】

まず、インデックス付きの Si/SiO_x 基板上に、トポロジカル物質を付着させた粘着テープを押し付けることで、トポロジカル物質の薄片を作製した。その後、顕微鏡と原子間力顕微鏡で薄片の位置、大きさ、厚さの評価を行った。大きさ数十 μm 、厚さ数百 nm 程度の、薄片、5 個について、100kV 電子ビーム描画装置で電子線リソグラフィを行って、電気輸送特性評価のための電極を作製した。使用した条件は以下である。

1. レジスト PMMA
2. ビーム電流 3.9 nA
3. フィールドサイズ 500 μm
4. 現像液 MIBK+IPA

6連自動蒸着装置を用いて、Ti/Au 電極の蒸着を行った。作製した試料は、超音波ワイヤボンダで配線をしたうえで、ヘリウムクライオスタット中で 4 端子抵抗測定を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製したデバイスの写真を Fig. 1 に示す。ほぼ CAD 図面通りに電極が作製されている。作製した 5 個のデ

バイスのうち、1 個のデバイスでは、6 個ある電極のうち、2 個の電極がリフトオフの際にはがれてしまった。試料と電極の接着が悪かったためと考えられる。

電気輸送特性の評価では、温度とともに抵抗が減少していく振る舞いが見えたことから、このトポロジカル物質は金属伝導を示すことが分かった。5 個のデバイスのうち 4 個では、接触抵抗の大きさが 10 M Ω 以上と非常に大きく、測定が出来なかった。トポロジカル物質表面と Ti/Au 電極の間にレジストの残渣等、絶縁体が残っており、接触抵抗が大きくなってしまったと考えられる。今後は接触抵抗を減少させるために、トポロジカル物質表面の清浄化が必要になると考える。

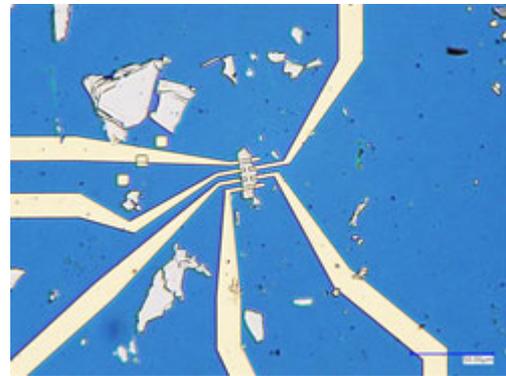


Fig. 1 Optical micrograph of the fabricated device and electrical contacts. Scale bar is 50 μm .

4. その他・特記事項(Others)

技術支援をくださった、渡辺 英一郎様、簗原 郁乃様、津谷 大樹様に感謝いたします。他利用機関: 東北大学 ナノテク融合技術支援センター(F-21-TU-0092)、産業技術総合研究所 AIST ナノプロセッシング施設。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。