

課題番号 : F-14-RO-0011
利用形態 : 機器利用
利用課題名 (日本語) : 原子層膜の表面電気伝導の研究
Program Title (English) : Study of surface electric conduction in atomic layer films
利用者名 (日本語) : 竹川大志, 八木隆多
Username (English) : T. Takegawa, R. Yagi
所属名 (日本語) : 広島大学大学院先端物質科学研究科
Affiliation (English) : ADSM, Hiroshima University

1. 概要 (Summary)

トポロジカル絶縁体は、物質の電子エネルギーバンドでバンドギャップのエネルギーであっても、物質の表面にグラフェンのような電子バンド構造ができる物質群を総称であり、近年発見された新しい概念である。このトポロジカル絶縁体の代表的なものには Bi_2Se_3 がある。この物質のキャリア密度をゲート電極で制御するには、物質を薄膜化する必要がある。薄膜化の方法には種々の方法があるが、私たちは CVD を用いた合成をおこなった。作製された薄膜の移動度は、これまでの方法に比べてもかなり良く、低温の電気抵抗測定では、表面伝導を起因する弱反局在効果を明確に観測することに成功した。

2. 実験 (Experimental)

利用した主な装置: 原子間力顕微鏡 (SPI3800)

熱 CVD 法によって SiO_2/Si 基板上に Bi_2Se_3 薄膜小片を成長する。 Bi_2Se_3 薄膜のキャリア密度制御には、薄い試料が必要であるが、厚みによって電子構造が変調を受ける。原子間力顕微鏡 (SPI3800) を用いて、 Bi_2Se_3 や Bi_2Te_3 の薄膜の厚みを測定した。 Bi_2Se_3 薄膜小片に電子線リソグラフィによって電極を取り付けて、低温 ($T=4.2$ K程度) で電気抵抗測定を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

熱 CVD 法によって Bi_2Se_3 小片が生成できる作製条件を探した。原料温度、トランスポートガスのフローレートおよび、真空度、基板の温度をパラメータとして変化させ、結晶成長に最適な条件を探した。最適条件で結晶成長したものに電極を付けたサンプルの光学顕微鏡写真を Fig. 1 に示す。低温磁気抵抗を詳しく調べたところ、ゼロ磁場近傍、数十ガウス程度のところに大きなディップ構造が観測された。これは、温度に対して極めて敏感にシグナルの大きさが変化することから、電子の古典軌道の効果ではなく量子効果と考えられる。電子波干渉性から導かれる弱反局在の磁気抵抗変化を与える式(氷上・ラーキン・長岡

理論)に極めてよくフィッティングすることができた。機械的剥離方法によって作られたサンプルの場合弱反局在が観測されるサンプルは少数であったが、CVD 法では、測定したすべてのサンプルで弱反局在が観測されたことは、表面状態がうまく形成されていることを示唆していると考えられる。

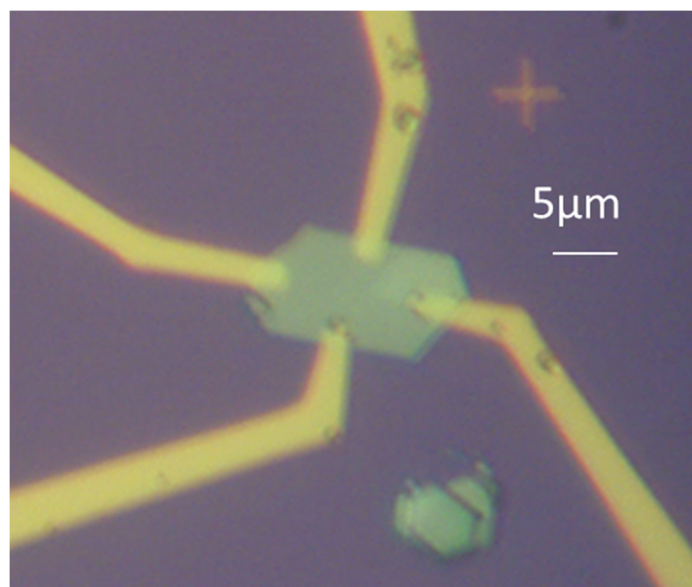


Fig. 1 Optical micrograph of a CVD-grown Bi_2Se_3 device. Thickness of the flake is about 20 nm.

4. その他・特記事項 (Others)

外部資金名: 文部科学省科学研究補助金 新学術領域
原子層科学「原子層の量子物性測定と新規物性探索」

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

竹川大志, 八木隆多, 日本物理学会第 69 回秋季大会、
平成 26 年 9 月 8 日

6. 関連特許 (Patent)

なし。