

## ВЫРАЩИВАНИЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ ТОПОЛОГИЧЕСКОГО ИЗОЛЯТОРА $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ МЕТОДОМ БРИДЖМЕНА – СТОКБАРГЕРА

Степанов А.<sup>1</sup>, Фоминых Б. М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук  
E-mail: stepanov\_ae\_01@mail.ru

## GROWING SINGLE CRYSTALS OF THE TOPOLOGICAL INSULATOR $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ BY THE BRIDGMAN–STOCKBARGER METHOD

Stepanov A.<sup>1</sup>, Fominykh B. M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) M.N. Mikheev Institute of Metal Physics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences

The paper presents one of the methods of growing a single crystal of a topological insulator  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  with a detailed description of the conditions for the preparation of precursors, as well as the selection of temperatures for its cultivation.

Топологический изолятор, в объеме материала, представляет собой диэлектрик или полупроводник, а на его поверхности возникает особое квантовое состояние электронов, что делает носители заряда «топологически защищенными» от рассеяния. Металлические поверхностные состояния топологического изолятора определяют нетривиальную топологию зонной структуры [1]. Типичным представителем топологического изолятора является соединение  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ .

Монокристаллы топологического изолятора  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  были выращены методом Бриджмена-Стокбаргера. Компоненты Bi, Se брали в стехиометрическом соотношении 2:3, затем эти компоненты смешивали и помещали в кварцевую ампулу. Ампулу вакуумировали до давления  $10^{-4}$  атм. и запаивали. Затем ампулу нагревали до  $850^\circ\text{C}$  и выдерживали в течение 30 часов. На втором этапе полученные компоненты измельчали и снова помещали в кварцевую ампулу с удлинённым острым кончиком, покрытую изнутри слоем графита. Ампулу вакуумировали до остаточного давления  $\sim 10^{-4}$  атм., запаивали и помещали в печь с большим градиентом температуры около 50 град/см. Затем ампулу нагревали до температуры около  $750^\circ\text{C}$  до полного расплавления исходных компонентов. Ампулу выдерживали 2 часа, а затем медленно, со скоростью  $\sim 3$  мм/ч, опускали в холодную зону печи. Выращенные в ходе этого процесса монокристаллы имели цилиндрическую форму с острой вершиной, размеры  $\sim 5\text{--}7$  мм в диаметре и  $\sim 10\text{--}20$  мм в длину (см. фото на вставке Рис. 1). Образцы скалывали из нижней (заостренной) части монокристалла. Кристаллическую структуру и химический состав выращенных монокристаллов изучали методами рентгеноструктурного анализа и сканирующей электронной микроскопии в ЦКП ИФМ УрО РАН «Испытательный центр нанотехнологий и перспективных материалов».

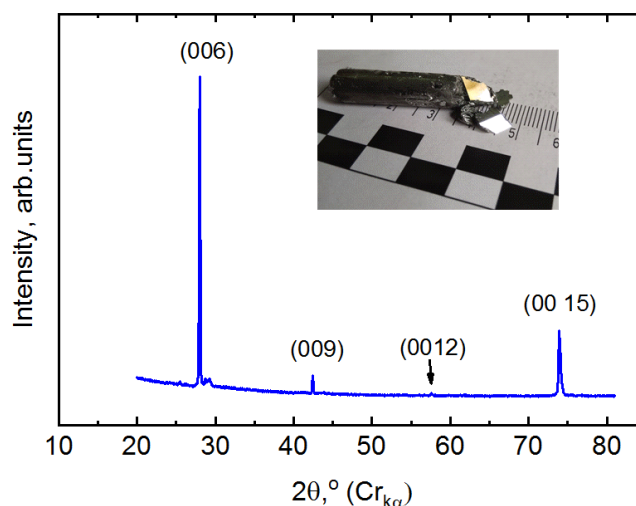


Рис. 1. Фрагмент дифрактограммы естественного скола монокристалла  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ , на вставке – фото монокристалла  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  и его скола

Монокристаллы  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  имеют ромбоэдрическую структуру (пространственная группа  $R\bar{3}m$ ); параметры элементарной ячейки:  $a = 4.134 \text{ \AA}$ ,  $c = 28.68 \text{ \AA}$ . Химический состав монокристалла -  $\text{Bi}_{2.01}\text{Se}_{2.99}$ , близок к стехиометрическому.

После проведения аттестации, на монокристалле были проведены измерения температурных зависимостей электросопротивления и коэффициента Холла.

*Работа выполнена в рамках государственного задания МИНОБРНАУКИ России (тема «Спин» (“Spin”) номер госрегистрации АААА-А18-118020290104-2 и поддержана молодежным проектом ИФМ УрО РАН № м 24-23 «Особенности электронных транспортных свойств монокристалла  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  после облучения высокоэнергетическими ионами аргона».*

1. Vyacheslav V. Marchenkov, Alexey V. Lukoyanov, Semyon T. Baidar, Alexandra N. Perevalova, Bogdan M. Fominykh, Sergey V. Naumov and Elena B. Marchenkova. Electronic Structure and Transport Properties of  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  and  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  Single Crystals Micromachines 14, 1888, 2023.