

УДК 537.315.70

**ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ
ВИСМУТОВОЙ (2223) СВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ ТОЛСТОЙ ПЛЕНКИ****РАГИМОВ С.С., АЛИЕВ С.А., ТАИРОВ Б.А., АЛИЕВ В.М.***Институт Физики НАН Азербайджана*

Проведено исследование температурной зависимости удельного сопротивления (R) толстой сверхпроводящей пленки висмутовой системы в 77-300 К температурном интервале. Зависимость $R(T)$ имеет полупроводниковый ход с двумя максимумами при температурах 80 и 105 К. Полученные результаты объясняются влиянием дополнительных фаз на электропроводность.

Известно, что один из путей экономии энергии - это уменьшение потерь на нагревание, сопровождающее передачу электроэнергии по проводам. Радикальное решение этой задачи состоит в использовании сверхпроводников, по которым постоянный ток протекает без всяких потерь. Одним из критических параметров, который ограничивает существование сверхпроводимости, является критическая плотность тока (j_c). Поэтому изготовление сверхпроводящих материалов для достижения высоких значений j_c является актуальной задачей физики и технологии производства высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП). Следует отметить, что плотность критического тока в тонких пленках купратных ВТСП, как правило, гораздо выше, чем в кристаллах [1,2]. Известно, что во внешнем магнитном поле критический ток в сверхпроводниках второго рода определяется силой пиннинга вихревой решетки на дефектах и неоднородностях кристаллической решетки [1,3]. Поэтому исследование материалов со сверхпроводящими (СП) включениями представляет как научный, так и практический интерес.

Данная работа посвящена исследованию температурной зависимости удельного сопротивления в висмутовой (2224) СП толстой пленке в температурном интервале 77-300К.

Экспериментальные результаты и обсуждение

Методика получения ВТСП керамик и кристаллов подробно описана в работах [4,5]. На основе синтезированных ВТСП материалов были получены толстослойные пленки на сапфировой подложке. Для этого образцы Bi-Sr-Ca-Cu-O перетирались в агатовой ступке и помещались на сапфировой подложке, после чего нагревались до температуры плавления ВТСП. При этой температуре образцы выдерживались в течении одного часа, а затем температура понижалась до 830-840⁰ С и при этом режиме выдерживались дополнительно 5-10 часов, далее медленно охлаждались до комнатной температуры. Измерения удельного сопротивления проводились четырех зондовым методом на постоянном токе. Плотность тока не превышала предельного значения критического тока для сверхпроводника. Полученные экспериментальные данные приведены на рис.1. Как видно, для керамического образца температурная зависимость имеет металлический ход в нормальном состоянии с температурой перехода в сверхпроводящее (СП) состояние в среднем при 85К. А температурная зависимость удельного сопротивления в случае пленки имеет полупроводниковый ход в нормальном состоянии с двумя ярко выраженными максимумами при температурах 80 и 105 К.

Известно, что ВТСП купраты относятся к квазидвумерным сверхпроводникам со слабым взаимодействием между медь-кислородными плоскостями и сильной анизотропией сопротивления ($\rho_c/\rho_{ab} \sim 10^5$ для Bi 2212). Зависимость сопротивления $\rho_c(T)$ таких сверхпроводников в нормальном состоянии имеет полупроводниковый характер, что свидетельствует о некогерентности переноса заряда вдоль оси c [6]. Причина изменения характера зависимости $\rho_c(T)$ в квазидвумерных ВТСП от металлического хода к полупроводниковому в настоящее время не установлена. В литературе обсуждается гипотеза о флуктуационной природе полупроводникового хода зависимости $\rho_c(T)$, обусловленной сильными двумерными флуктуациями, связанными со СП переходом и зарядовым упорядочением (страйп-флуктуациями, сильными антиферромагнитными и сверхпроводящими флуктуациями) [6]. В работе [7] в рамках флуктуационной модели межслоевого туннелирования описывается температурная зависимость сопротивления в нормальном состоянии. Однако следует отметить, что авторы не учитывают межфазное рассеяние, порог протекания и влияние

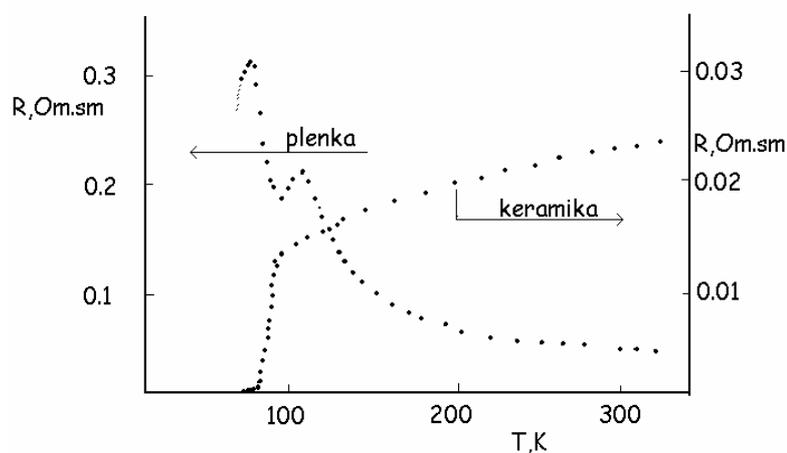


Рис.1. Температурная зависимость удельного сопротивления висмутовой СП керамики и пленки

дополнительных фаз на проводимость. Известно, что в ВТСП купратах имеет место температура двумерного СП перехода, ниже которого в CuO_2 плоскости появляются области с сильными СП флуктуациями. При температурах ниже зарядового упорядочения (с наблюдением псевдощели) в плоскости CuO_2 образуются металлические и диэлектрические полосы с сильными спиновыми флуктуациями. Появляемые таким образом страйп-флуктуации (областей малого размера с металлическими и диэлектрическими полосами) можно рассматривать как сосуществование нескольких фаз с различными проводимостями. Для расчета проводимости системы с несколькими включениями следует воспользоваться методом эффективной среды [8, 9]. При этом следует иметь в виду, что общий объем, занимаемый включениями, должен быть меньше объема, необходимого для появления протекания. Нам кажется, что наблюдаемый максимум при температуре ~ 80 К обусловлен началом сверхпроводящего перехода для фазы 2212 [5]. Известно, что получить в чистом виде конкретный состав ВТСП купратов почти невозможно [4, 10]. Поэтому, второй максимум (соответствует основному переходу), наблюдаемый при температуре ~ 105 К, по мнению авторов, обусловлен присутствием основной высокотемпературной фазы 2223.

1. Пашицкий Э.А., Вакарюк В.И. Пиннинг вихрей Абрикосова на дислокациях и критический ток в высокотемпературных сверхпроводниках, ФНТ, 2002, т.28, №1, с.16-23.

2. *Lan M.D., Lui J.Z., Jia Y.X., Zhang L., Nagata Y., Klavins P., Shelton R.*, Resistivity and upper critical field of $\text{YBa}_2\text{Cu}_{3-x}\text{Fe}_x\text{O}_{7-x}$ single crystals, *Phys. Rev. B*, 1993, v.476, №1, p.457-462.
3. *Laguna M., Dominguez D., Balseiro C.* Transport properties and structures of vortex matter in layered superconductors, *Phys. Rev. B*, 2000, v.62, №10, p.6692-6697.
4. *Алиев С.А., Алиев В.М., Мехмиев А.Ш., Рагимов С.С.* и др. Разрушение сверхпроводимости в висмутовых керамиках магнитным полем, препринт 102, Института Физики АН Азербайджанской ССР, Баку-1990.
5. *Aliev S.A., Ragimov S.S., Bagirov D.A.* The thermal power and magnetothermal power in Superconducting Bi-Sr-Ca-Cu-O systems, *Turkish J.of Phys.*1994, v.18, №10, p.1051-1057.
6. *Сергеева Г.Г.* Зарядовое упорядочение в квазидвумерных ВТСП, ФНТ, 2000, т.26, №5, с.453-456.
7. *Сергеева Г.Г., Гончар В.Ю., Войцены А.В.*, Спиновое и сверхпроводящие флуктуации в медь-кислородных плоскостях квазидвумерного ВТСП, ФНТ, 2001, т.27, №6, с.634-641
8. *Фокин А.Г.* Макроскопическая проводимость случайно-неоднородных сред. Методы расчета. УФН, 1996, т.166, №10, с.1069-1097
9. *Алиев С.А., Рагимов С.С.*, Термоэлектрические свойства образцов системы Ag-Sb-Te, *Известия РАН "Неорганические материалы"*, 1992, т.28, №2, с.329-334
10. *Петрашко В.В., Новыш Б.В., Прыткова Н.А., Гололобов Е.М., Курочкин Л.А.*, Влияние условий синтеза на фазовый состав и плотность критического тока $\text{Bi}_{1,6}\text{Pb}_{0,4}\text{Sr}_{2-x}\text{K}_x\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{F}_{0,8}\text{O}_y$ Письма в ЖТФ, 2000, т.26, в.8, с.88-93

VİSMUT ƏSASLI (2223) İFRATKEÇİRİCİ QALIN TƏBƏQƏDƏ XÜSUSİ MÜQAVİMƏTİN TEMPERATUR ASILILIĞI

RƏHİMOV S.S., ƏLİYEV S.A., TAIROV B.A., ƏLİYEV V.M.

77-300K temperatur intervalında vismut əsasında qalın ifratkeçirici təbəqədə xüsusi elektrikkeçiriciliyi $R(T)$ tədqiq edilmişdir. $R(T)$ asılılığı yarımkeçiriciyə xas olub, 80 və 105K-də iki maksimuma malikdir. Alınan nəticələr elektrikkeçiriciliyə əlavə fazaların təsiri ilə izah olunur

THE TEMPERATURE DEPENDENCE OF SPECIFIC RESISTIVITY OF BISMUT-BASED (2223) SUPERCONDUCTING THICK FILM

RAGIMOV S.S., ALIEV S.A., TAIROV B.A., ALIEV V.M.

It was investigated the temperature dependence of specific resistance (R) of thick superconducting film of bismuth system in 77-300K temperature interval. The $R(T)$ dependence have a semiconducting behavior with two maximums at 80 and 105 K. The obtained results are explain by the additional phase influence on electrical conductivity