

05.4

© 1993

ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЛЕНОК $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ В НОРМАЛЬНОМ СОСТОЯНИИ

М.В. Павловская

Как известно, при нагреве соединений $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ происходит изменение стехиометрии по кислороду. Изменение стехиометрии является причиной отклонения температурной зависимости удельного электрического сопротивления $\rho(T)$ в области высоких температур от линейного вида. До температур $\sim 300^\circ\text{C}$ наблюдается линейный характер зависимости, далее, с увеличением температуры вплоть до $T_{\text{плав}}$, монотонный рост сопротивления, что связывается с десорбцией кислорода [1, 2]. В большинстве работ объектами исследований являются объемные керамические образцы. Цель настоящей работы – получение экспериментальной информации об электрических свойствах сверхпроводящих пленок $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ при нагреве.

В качестве объектов исследования использовались пленки, полученные магнетронным и лазерным распылением керамических мишеней на подогретую подложку. Толщина пленок – 0.3–0.8 мкм. Материал подложек – монокристаллы $SrTiO_3$ и MgO с подслоем $(Ba, Sr)TiO_3$. Параметры пленок: $\rho(300\text{ K}) = 1\text{--}20\text{ мкОм}\cdot\text{см}$; $\rho(300\text{ K})/\rho(100\text{ K}) = 2$; $T_c = (82\text{--}89)\text{ K}$ и ширина перехода $\Delta T_c = (1\text{--}3)\text{ K}$ (определены по дифференциальной кривой $(d\rho/dT)$). Измерения $\rho(T)$ в диапазоне температур 20–650 °C выполнены на десяти образцах четырехзондовым методом, измерительный ток – 0.1 мА. В режиме нагрева скорость подъема температуры в рабочей камере составляла 15 °C/мин. Рабочая камера объемом $\sim 190\text{ см}^3$ заполнена воздухом. Использовался как прижимной контакт с серебрянным контактным площадкам, так и сварка Ag микропровода к контактным площадкам (контакты омические). Контрольные измерения выполнялись на пленочных образцах из серебра и золота двух- и четырехзондовым способами. На рис. 1 (кривые 1, 2) представлены типичные температурные зависимости нормированного удельного сопротивления $\rho(T)/\rho(20^\circ\text{C})$ пленок $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$. Линейный участок наблюдается только до температуры 200 °C. Зависимость имеет немонотонный характер с максимумом в интервале температур 400–500 °C. При этом изменение сопротивления относительно значения при $T_{\text{ком}}$ ($\rho(T)/\rho(20^\circ\text{C})$) для разных образцов различно. Участок резкого роста сопротивления начинается с температуры 600 °C. Значение сопротивления достигает десятков КОм и более, и увеличивается в цикле охлаждения. При уменьшении скорости нагрева до 5 °C/мин максимум

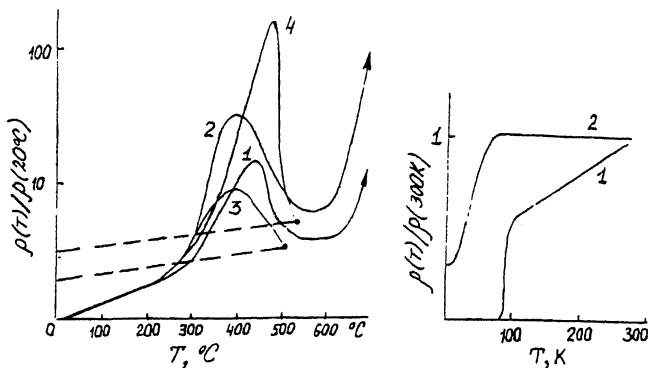


Рис. 1. Температурная зависимость нормированного удельного электрического сопротивления пленок $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ при нагреве.

Рис. 2. Температурная зависимость нормированного удельного электрического сопротивления пленок $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ в области низких температур.

на кривой $\rho(T)$ уширяется и сдвигается в область меньших температур. В предыдущей нашей работе [3] были представлены эксперименты по влиянию термоциклирования в диапазоне температур от комнатной до 400°C на СП свойства эпитаксиальных $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ пленок. Показано, что нагрев до 400°C (охлаждение – закалка на воздухе) приводит к потере образцами СП свойств, что связывается с процессами перераспределения и ухода кислорода из структуры. Температурная зависимость сопротивления для таких образцов имеет П/П характер в диапазоне температур 4.2–300 К. В настоящей работе расширен диапазон цикла нагрева до 500°C , т.е. до температуры, соответствующей участку зависимости $\rho(T)$ после максимума (рис. 1, кривые 3, 4). Пунктирные линии – охлаждение до $T_{\text{ком}}$. Кривые охлаждения линейны и для всех образцов практически параллельны. Видно, что процедура заковки на воздухе позволяет фиксировать высокотемпературные значения сопротивления. После охлаждения значение сопротивления больше первоначального (до цикла нагрев–охлаждение) в 2–4 раза. На рис. 2 представлены температурные зависимости сопротивления в диапазоне температур 4.2–300 К для пленок в исходном состоянии (кривая 1) и после цикла нагрев–охлаждение (кривая 2). После указанного термоцикла крутизна температурного хода сопротивления ($\rho(300\text{ K})/\rho(100\text{ K})$) снижается от первоначального значения 2 до 1; падение сопротивления происходит только на один–два порядка; размытие перехода составляет (30–40 К). По-видимому, в образцах присутствует лишь небольшой процент сверхпроводящей фазы. Можно предположить, что происходит поглощение

кислорода пленкой из воздуха. Способность кислорододефицитной керамики поглощать кислород при нагревании была установлена в ряде термических исследований [4, 5].

Таким образом, выявлены особенности поведения электросопротивления пленок $\gamma\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ в нормальном состоянии при нагреве. О связи этих особенностей с геометрическими характеристиками решетки предполагается сообщить в дальнейшей публикации.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] F i o r y A.T. et al. // Phys. Rev. B. 1987. V. 36. N 13. P. 7262-7266.
- [2] T u K.N., Y e h N.C., P a r k S.L, T s u e i C.C. // Phys. Rev. B. 1989. V. 39. N 1. P. 304-313.
- [3] Л о о с Г.Д., П а в л о в с к а я М.В. // СФХТ. 1991. Т. 4. № 11. С. 2238-2241.
- [4] Б е л о п о л ь с к а я Т.В., Ц е р е т е л и Г.И., Ф и л а т о в С.К. и др. // Вестник ЛГУ. 1991. Сер. 4. В. 1. С. 99-102.
- [5] Ш а т а л о в а Г.Е., Х о х л о в а С.И., С у х а р е в с к и й Б.Я. и др. // Кристаллография. 1990. В. 3. Т. 35. С. 727-731.

Поступило в Редакцию
1 октября 1992 г.