



Beynəlxalq Konfrans "Fizika-2005" International Conference "Fizika-2005" Международная Конференция "Fizika-2005"

7 - 9
İyun
June 2005
Июнь

№62
səhifə
page 232-234
стр.

Bakı, Azərbaycan

Baku, Azerbaijan

Баку, Азербайджан

ВЛИЯНИЕ ЗАМЕЩЕНИЙ ЦИНКА НА СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ СВОЙСТВА ВИСМУТОВЫХ ВТСП

РАГИМОВ С.С., АЛИЕВ В.М.

*Институт Физики НАН Азербайджана,
Баку-1143, пр.Г.Джавида, 33
e-mail: Sadiyar@mail.ru*

Проведено исследование температурных зависимостей удельного сопротивления, термоэда и теплопроводности сверхпроводящих образцов на основе висмута в интервале температур 65-320К. Установлено, что при замещении атомов кальция цинком, образцы не теряют сверхпроводящих свойств. На температурных зависимостях удельного сопротивления в интервале 100-240К наблюдаются характерные минимумы, обусловленные существованием несообразной фазы.

Влияние различных примесей на сверхпроводящие свойства высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) широко обсуждается в литературе [1-3]. Известно, что для практического применения сверхпроводников (СП) необходимы высокие значения критических магнитных полей H_c и сила тока J_c , что в свою очередь определяется микроструктурой исследуемого сверхпроводящего материала. Микроструктурные особенности, связанные с фазовым составом, доменной структурой, кристаллографическими свойствами, наличием структурных дефектов, включений и т.д. непосредственно определяют полезные свойства ВТСП материалов. С целью повышения значений H_c и J_c необходимо синтезировать СП материалы с высоким пиннингом. Поэтому для создания микроструктурных особенностей – центров пиннинга в системах Bi-Sr-Ca-Cu-O используется метод введения дефектов, связанных с легирующими добавками или изменением технологии, предполагающих введение частиц примеси в фазу Bi-2212.

С другой стороны, примесный элемент, введенный в решетку СП-шей фазы, представляет собой эффективное средство для исследования природы СП-ти. Вместе с тем многие легирующие добавки оказываются одновременно и химическими активаторами процесса роста СП материалов, т.к. они способны изменять через механизм и кинетику этого процесса фазовый состав синтезируемых образцов и пространственное распределение фаз в них [4].

Целью данной работы является исследование поведения кинетических коэффициентов в СП

соединении Bi-Sr-Ca-Cu-O при легировании и замещении элемента кальция Ca цинком Zn и выявление характера и механизма влияния цинка на транспортные и СП-ие свойства висмутовых ВТСП.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

В данной работе приводятся экспериментальные результаты, проведенные на трех образцах. Исследованные образцы получены в следующих соотношениях: обр.70-Bi_{1.7}Sr₂Pb_{0.3}Zn₂Cu₄O_x, с заменой элемента кальция на элемент цинк, обр.109-Bi₂Sr₂Zn₂Cu₃O_x с заменой кальция на цинк и обр.110-Bi₂Sr₂Zn₃Cu₃O_x с избытком цинка.

На рис.1 приведена температурная зависимость удельного сопротивления ρ исследованных образцов в температурном интервале 65-320К. Как видно из рис.1, ρ для обр.109 имеет полупроводниковый ход зависимости в нормальном состоянии с последующим переходом в СП состояние при 82К; обр.70 – переходит в СП состояние при 72К, а ρ для обр.110-имея слегка полупроводниковый ход, не имеет переход в СП-ее состояние в исследованном температурном интервале. Ширина перехода в СП-ее состояние составляла 8К (обр.109) и 12К (обр.70). На температурных зависимостях удельного сопротивления $\rho(T)$ исследованных образцов в температурном интервале 110-240К наблюдаются характерные особенности. На $\rho(T)$ образца 110 при температуре 110К и 180К наблюдаются характерные минимумы, а для обр.109 такая картина на $\rho(T)$ наблюдается при 140К и 220К.

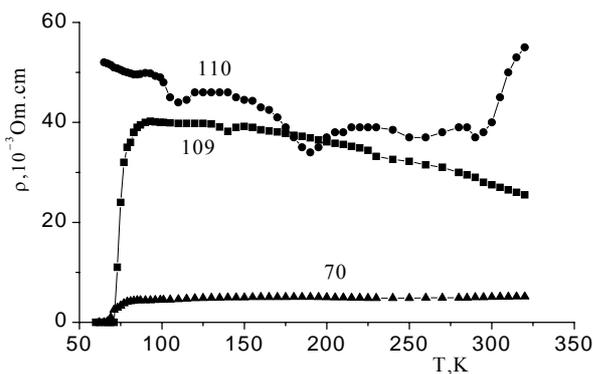


Рис.1. Температурные зависимости удельного сопротивления Bi-образцов:
70- $\text{Bi}_{1.7}\text{Sr}_2\text{Pb}_{0.3}\text{Zn}_2\text{Cu}_4\text{O}_x$,
109- $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Zn}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$, 110- $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Zn}_3\text{Cu}_3\text{O}_x$

Как видно из рис.1, значения удельного сопротивления в нормальном состоянии для обр.109 и 110 относительно высоки, чем для образца 70. Как известно из литературы [3,5] меньшие значения ρ в нормальном состоянии обусловлены обогащением кислорода и относительно хорошим качеством образца. На температурной зависимости $\rho(T)$ обр.70 не наблюдается никаких особенностей, что указывает на относительно хорошее качество образца. Особенности, полученные на зависимости $\rho(T)$ образцов 109 и 110 могут быть связаны со структурными переходами, обусловленными перераспределением атомов кислорода. Действительно, в ВТСП образцах висмутовой системы всегда присутствуют другие фазы (типа 2212,2223,2201) [6,7,8]. В указанном температурном интервале возможно имеет место переходы в более высокотемпературных метастабильных состояниях. Такие переходы можно связать с переходом в несоразмерную фазу.

Особое внимание необходимо уделить температурной зависимости термоэдс. Как известно, многие купратные ВТСП имеют p-тип проводимости, основными носителями заряда в которых являются дырки. В данном случае замена кальция на элемент цинка приводит к n-типу проводимости. На рис.2 приведены температурные зависимости термоэдс этих образцов. Следует отметить, что все исследованные образцы имели p-тип проводимости. Температурная зависимость термоэдс имеет линейный ход и увеличивается с ростом температуры. СП переход по термоэдс имеет место при 75K(обр.70) и 85K(обр.109). Это вероятно связано с методикой измерения термоэдс, т.к. при наличии градиента температуры имеет место смещения средней температуры перехода в СП состояние, с учетом того, что концы термопар находятся при различных температурах. Согласно принятым в настоящее время представлениям, величина и знак термоэдс в Y-, Ta-, Bi- и Hg-купратах определяются в основном не числом CuO_2 – плоскостей, а концентрацией носителей заряда в этих

плоскостях, которая может меняться путем замещения атомов основного вещества разными элементами, либо допированием кислородом [8].

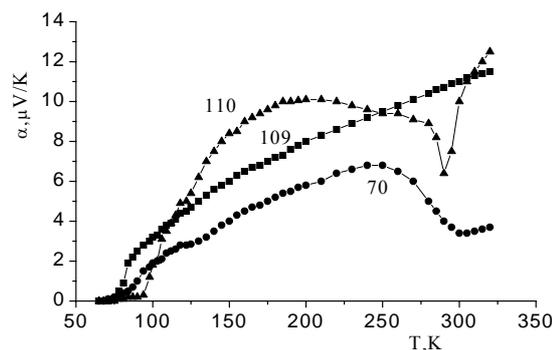


Рис.2. Температурные зависимости термоэдс Bi-образцов: Обозначения те же, что и на рис.1

В данном случае имеет место, наиболее вероятно, создание мелких донорных уровней атомами цинка, что и сказывается на температурной зависимости термоэдс.

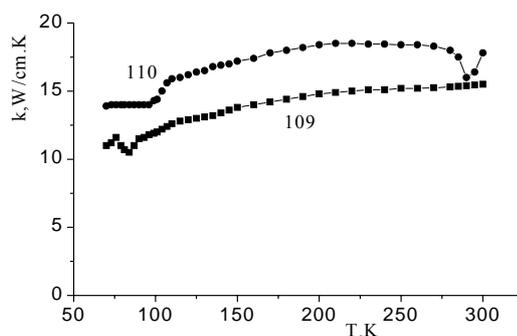


Рис.3. Температурные зависимости теплопроводности Bi-образцов: Обозначения те же, что и на рис.1

На рис.3 представлены температурные зависимости теплопроводности (k) исследованных образцов. На температурной зависимости теплопроводности образца 110, в котором не наблюдается переход в СП состояние, на $k(T)$ наблюдаются некоторые особенности; температурный ход теплопроводности остается постоянным до $\sim 100\text{K}$, далее увеличивается с температурой и при комнатных температурах проходит через минимум. На температурной зависимости k образца 109 явно наблюдается рост значения теплопроводности после перехода образца в СП состояние с понижением температуры. Далее $k(T)$ проходит через максимум при 73K. Отметим, что прохождение $k(T)$ через максимум наблюдается почти во всех ВТСП ($\sim 50\text{K}$ для иттриевых и $\sim 70\text{K}$, для висмутовых) [10,11]. Согласно теории [12], теплопроводность в исследованном температурном интервале должна уменьшаться. Отметим, что в отличие от комнатных температур, где доля потери на излучения высоки, при температурах около 100K эти потери существенно меньше. Здесь, разумеется, имеет место изменения в фонном спектре как указано в работах

[13]. Эти особенности могут быть обусловлены тем, что в образцах имеются области, где возможны фазовые переходы при этих температурах. Как было указано выше при температуре $\sim 120\text{K}$, возможно в образце имеет место переход в несоразмерную фазу, что и сказывается на температурных зависимостях, исследованных транспортных коэффициентов.

-
- [1]. S.A.Aliev, S.S.Ragimov, V.M.Aliev, J. Rare Earths, v.3, 1060 (1991)
- [2]. J.Fink, N.Nucker, H.Ranberg, M.Alexsander, M.Maple, J.Neurmeyer and J.Allen, Phys.Rev.B, 42, p.4823, (1990)
- [3]. Е.В.Владимирская, В.Э. Гасумянц, М.В.Елизарова, Н.В.Агеев, ФТТ, т.40, №12, с.2145, (1998)
- [4]. M.H. Khan, M.Khizar, M.M.Ahmed and B.N. Mukashev, Prosidings of the first Regional conference on magnetic and superconducting materials, MSM-99, Tehran, (1999), p.153
- [5]. R.Liang, M.Itoh, T.Nakamura, R.Aoki, Physika C, 157, 1,83, (1989)
- [6]. W.Zhu and R.Nicholson, J.Appl. Phys.Lett.,61, p.717, (1992)
- [7]. С.С.Рагимов, В.М.Алиев труды меж. конференции “Фазовые переходы, критические и нелинейные явления в конденсированных средах”, Россия, Махачкала-2004, с.113
- [8]. С.С.Рагимов, В.М.Алиев, Г.Г.Гусейнов, Б.А.Таиров, М.З.Зарбалиев, Г.И.Исаков, Альтернативная энергетика и экология, №3, с.30, 2005
- [9]. В.Ф.Крайденов, Е.С.Ицкевич, ФНТ, т.22, №9, с.1028, (1996)
- [10]. В.Б.Ефимов, Л.П.Межов-Деглин, ФНТ, т.23, №3, с.278, (1997)
- [11]. С.С.Рагимов, Izv.NAN of Azerbaijan, ser. Phys, mat.and tech. nauk 5, 80, (1999)
- [12]. Б.Т.Гейликман, В.З.Кресин, Кинетические и нестационарные явления в сверхпроводниках, Наука, Москва, 256с., (1972)
- [13]. В.М.Алиев, С.А.Алиев, Дж.А.Багиров, И.А.Исмаилов, А.Ш.Мехтиев, С.С.Рагимов, А.В.Эйнуллаев, Izv.NAN of Azerbaijan, ser. Phys, mat.and tech. nauk 3-4, 103 (1993)