

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ
СВЕРХПРОВОДНИКОВ $\text{Bi}(\text{Pb})\text{-Sr-Ca-Cu-O}$

Ф.А.АЛИЕВА, М.А.НИЗАМЕТДИНОВА, Ф.КАЛИЕВ, Я.М.ЗЕЙНИЕВА

Инженерно-Строительный Университет,
Баку, ул.А.Султановой 5.

Сверхпроводники на основе Bi составом $\text{Bi}_{1.1}\text{Pb}_{0.2}\text{Sr}_7\text{Ca}_2\text{Cu}_2\text{O}_{10}$ были изготовлены из порошков Bi_2O_3 , PbO , SrCO_3 , CaO и CuO , в качестве растворителя использовался жидкий нитрат аммония. Полученная керамика имела гранулярную структуру типа пчелиных сот. Температура сверхпроводящего перехода материала равнялась 110 К. Определены фазы, существующие в этом сверхпроводнике нового типа. Исследованы состав и температурная зависимость характеристик фазового перехода, изменение сопротивления и индуктивности.

За последнее время бум получения новых сверхпроводников и изучение их свойств несколько уменьшился, но внимание к ним не ослабевает. Работы по исследованию сверхпроводников нацелены, в основном, на увеличение критических параметров T_c , I_c и H_c , уменьшению чувствительности к внешним эффектам, а также к усовершенствованию технологии получения сверхпроводников. В многофазной системе Bi-Sr-Ca-Cu-O были проведены обширные исследования с целью увеличения высокотемпературной фазы, улучшения связи между сверхпроводящими зернами и регулирования формы диаметра зерен, что изменяет свойства сверхпроводящей керамики [1-5]. Большинство исследований сконцентрированы на получении образцов с плотностями близкими к теоретическому значению значению и нечувствительных к внешним условиям [6-10].

В данной работе получены сверхпроводящие образцы состава $\text{Bi}_{1.1}\text{Pb}_{0.2}\text{Sr}_7\text{Ca}_2\text{Cu}_2\text{O}_{10}$ с плотностями в 1,5-1,7 раз меньше, чем теоретическое значение, и чувствительными к внешним эффектам.

Для получения образцов использовались порошки, содержащие активированные бинарные и тройные оксиды. Хотя наши образцы имели такую же температуру перехода $T_c=110$ К, как и полученные обычным методом, их критическая плотность тока была существенно меньше.

Определение фаз в образцах было выполнено на дифрактометре с использованием α -излучения Cu и K . Объемная плотность была измерена гидростатическим методом с жидким диэтилфталатом (15° С, 1,118 г/см³).

Электрическое сопротивление измерялось четырехзондовым методом. В качестве контакта использовался индий. Магнитные свойства измерялись в температурном интервале 10-300 К, частота применяемого генератора 1 кГц. Критическая плотность тока при 77 К измерялась четырехзондовым методом при напряжении 5 мВ.

На рис. 1 приведены зависимости сопротивления $\rho(T)$ и индуктивности $\Delta L(T)/L$. Темпера-

тура сверхпроводящего перехода оказалась равной 110 К. Это есть температура, при которой $d\rho/dT$ имеют максимальное значение. Существование сопротивления ниже критической температуры и его исчезновение при 85 К указывает на присутствие в образце более чем одной фазы. Существование этих фаз можно увидеть также на кривой изменения индуктивности.

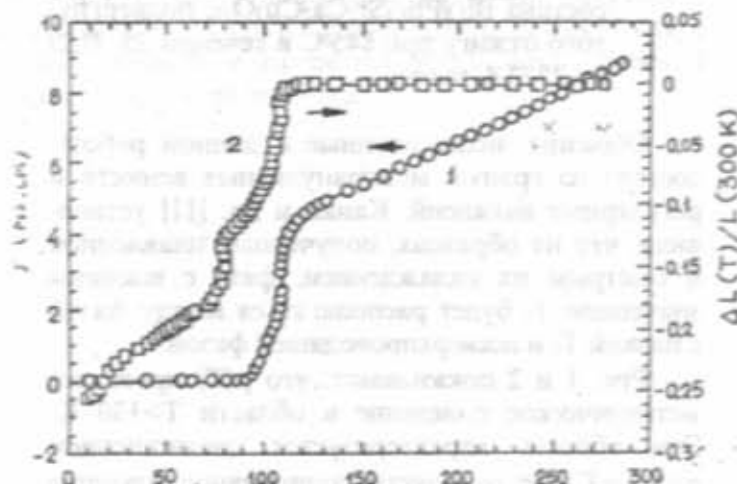


Рис. 1. Температурные зависимости сопротивления /1/ и индуктивности /2/ образца состава $\text{Bi}_{1.1}\text{Pb}_{0.2}\text{Sr}_7\text{Ca}_2\text{Cu}_2\text{O}_{10}$, подвергнутого отжигу при 845°С в течении 75 часов.

Они были приписаны к сверхпроводящим фазам. Присутствие этих фаз было также обнаружено на рентгеновской дифракционной картине. При анализе рентгеновского спектра были обнаружены несколько слабых пиков, принадлежащих таким оксидам, как CuO и Ca_2CuO_2 . Количество пиков и сверхпроводящих фаз меняется при изменении условий приготовления образцов, а именно, времени отжига и температуры.

На рис.2 представлены кривые зависимости сопротивления и индуктивности от температуры образцов, подвергшихся отжигу при 845°С на 25 и 125 часов. На кривых зависимости замечаем, что с увеличением времени отжига увеличивается температура, при которой сопротивление обращается в нуль и возрастает количество фаз

с высоким значением T_c . Увеличение сверхпроводящей фазы может быть результатом продолжения реакции.

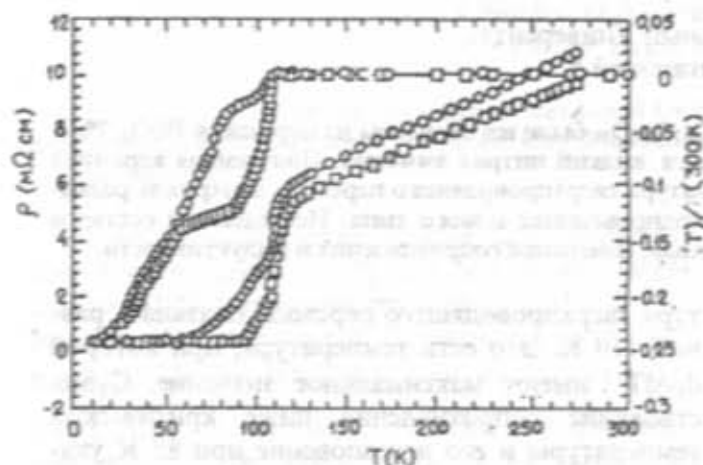


Рис. 2. Температурные зависимости сопротивления /1,2/ и индуктивности /3,4/ образца состава $Bi_{1.13}Pb_{0.2}Sr_2Ca_2Cu_3O_{10}$, подвергнутого отжигу при $845^{\circ}C$ в течении 25 /1,2/ и 125 /3,4/ часов.

Образцы, исследованные в данной работе, состоят из гранул, межгранулярных веществ и регулярных вакансий. Канаи и др. [11] установили, что на образцах, полученных плавлением и быстрым их охлаждением, фаза с высоким значением T_c будет располагаться между фазой с низкой T_c и несверхпроводящей фазой.

Рис. 1 и 2 показывают, что $\rho(T)$ проявляет металлическое поведение в области $T > 130$ К. Эта область характеризуется соотношением $\rho = \rho_0 + \alpha T$, где ρ_0 - экстраполированное значение сопротивления при $T = 0$ К, а α - наклон линейной части кривой сопротивления.

Сопротивление отклоняется от линейности, т.е. оно имеет "хвост" до перехода из нормального состояния в сверхпроводящее состояние. Можем сделать предположение о наличии в

этих образцах энергетического барьера ΔE , связанного с локальным метастабильным сверхпроводящим кластером. На рис. 3 видно, что изменение сопротивления до перехода зависит в виде $\Delta\rho(T) \sim \exp(-\Delta E/kT)$. Здесь $\Delta\rho(T) = \rho_n(T) - \rho(T)$, где $\rho_n(T)$ - сопротивление при температуре T нормального состояния, найденное экстраполяцией. Значения ΔE , рассчитанные для образцов, подвергнутых отжигу, изменяются от 0,3 до 0,16 эВ с увеличением времени отжига. Уменьшение ΔE связано с отношением фазы с высоким T_c к несверхпроводящей фазе.

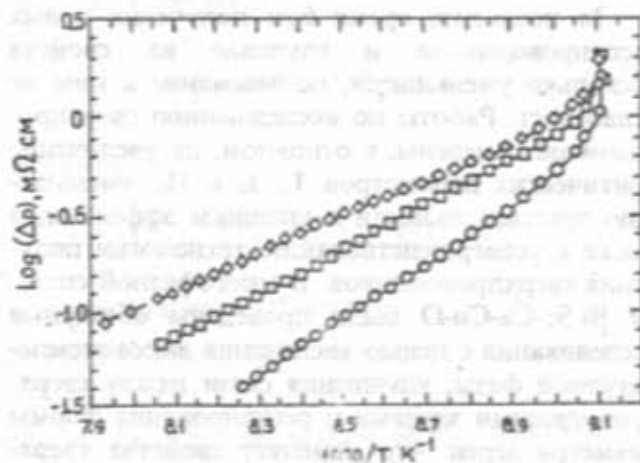


Рис. 3. Температурная зависимость $\Delta\rho(T) = \rho_n(T) - \rho(T)$ образца, подвергнутого отжигу при $845^{\circ}C$ в течении 25, 75 и 125 часов.

Преимуществом нашей технологии над стандартным порошковым методом, в котором используются непосредственно металлические оксиды, является значительное сокращение длительности времени, необходимого для приготовления мелких порошков, однородных в молекулярном масштабе. Другим отличием является существование дисперсных порошков, содержащих двойные и тройные оксиды, активированные в результате экзотермической реакции.

1. P.J.Kung, M.P.Maley, J.O.Willis, M.E.McHenry, M.Murakami, and S.Tanaka, IEEE Trans. Appl. Supercond., 3 (1) (1993) 1382.
2. L.Civale, A.D.Marwick, R.Wheeler IV, M.A.Kirk, W.I.Carter, G.N.Riley Jr., and A.P.Molozemoff, Physica C, 208 (1993) 137.
3. X.W.Wang, K.Donnely, M.McLoughlin, J.Lunney, and J.M.D. Coey, Physica C, 153-155 (1) (1988) 405.
4. B.Hensel, J.C.Grivel, A.Jeremie, A.Perin, A.Pollini and R.Flukiger, Physica C, 205 (1993) 329.
5. F.Zhanquo and J.Chunlin, J.Less-Common Met., 152 (1989) 45.
6. B.Morosin, E.L.Venturini, R.A.Graham and D.S.Ginle, Synth. Met., 33 (2) (1989) 185.
7. L.E.Murr and N.G.Erore, Mater.Manuf.Process, 4(2) (1989) 177.
8. Z.Igbal, N.Thadhani, K.A.Johnson, V.V.Rao, B.Ramakrishna, R.Sharma, F.Reidinger, and H.Eckhardt, Physica C, 162-164 (1989) 885.
9. C.L.Seaman, S.T.Weir, E.A.Earle, M.B.Maple, W.J.Nellis, P.C. McCardless, and W.F. Brocius, Appl. Phys. Lett., 57(1) (1990) 98.
10. P.S.Mukherjee, A.Simon, J.Koshy, Guruswamy, and A.D.Damodaran, Solid State Commun., 76(5) (1990) 659
11. T.Kanai, T.Kamo, and S.P.Matsieda, Jpn.J.Appl.Phys., 28(12) (1989) L2188.

F.A.ƏLİYEV, M.Ə.NİZAMƏTDİNOVA, F.K.ƏLİYEV, Ə.M.ZEYNYEVA

**Bi(Pb)-Sr-Ca-Cu-P İFRATKEÇİRİCİLƏRİN
MÜQAVİMƏTİNİN TEMPERATURDAN ASILILIĞI**

Maye ammonium nitratda həll olunmuş Bi_2O_3 , PbO , SrCO_3 , CaO və CuO tozlardan əsasını Bi təşkil edən $\text{Bi}_{1-x}\text{Pb}_x\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$ tərkibli ifratkeçirici hazırlanmışdır. Bi-un konsentrasiyası ilə fərqlənən iki cür ifratkeçirici alınmışdır. Müşahidələr göstərmişdir ki, keramik nümunələr arı şanına oxşayan dənəvər struktura malikdir. Onların keçid temperaturu 110 K-dir. Bu yeni tip ifratkeçirici keramikada mövcud olan fazalar müəyyən edilmişdir. Nümunələrin tərkibi, müqaviməti və induktivliyin dəyişməsi faza keçidi xarakteristikalarının temperaturdan asılılığın tədqiq olunmuşdur.

F.A.ALIYEVA, M.A.NIZAMETDINOVA, F.K.ALIYEVA, YA.M.ZEYNIIEVA

**TEMPERATURE DEPENDENCE OF THE RESISTANCE OF
Bi(Pb)-Sr-Ca-Cu-P superconductors**

$\text{Bi}_{1-x}\text{Pb}_x\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$ - based semiconductors were prepared from Bi_2O_3 , PbO , SrCO_3 , CaO and CuO powders with liquid ammonium nitrate as a solvent. The ceramics obtained had a granular honeycomb structure. The temperature of superconducting transition was equal to 110 K. Phases existing in this new type of superconductor were determined. The composition and temperature dependence of the characteristics of phase transition, as well as the change of resistance and inductivity were investigated.