

## СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ В ОБЪЕМНЫХ И ПЛЕНОЧНЫХ КЕРАМИКАХ Bi–Sr–Ca–Cu–O

А.А. Суханов, Х.Р. Озманян, Б.Б. Сандомирский

В объемных и пленочных образцах  $\text{Bi}(\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x)_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ , полученных твердофазной реакцией, наблюдался сверхпроводящий переход с  $T_{c0} = 82 \pm 95 \text{ К}$  и  $T_c(R=0) = 82 \pm 72 \text{ К}$ . Измерены зависимости сопротивления, критического тока и магнитной восприимчивости от температуры.

В связи с актуальной задачей получения широкой номенклатуры составов высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) мы исследовали систему  $\text{Bi}(\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x)_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ . Были получены объемные керамические образцы указанного состава с  $x = 0,0 \div 1,0$ . В качестве исходных компонент использовались порошки  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  (Bi), SrO, CaO, CuO. Смесь этих порошков запрессовывалась в таблетки (высота 3 мм, диаметр 10 мм), которые нагревались в течение  $\approx 2$  часов до температуры  $\approx 850 - 950^\circ \text{C}$  и затем медленно ( $\approx 10-12$  ч) охлаждались до комнатной температуры. В результате такой одноступенчатой процедуры получались черные внешне однородные образцы различной плотности, в процессе спекания диаметр образцов, полученных на основе Bi, увеличивался.

В качестве контактов использовались намазанные In–Ga – площадки и прижимные зонды. Сопротивление  $R(T)$  измерялось четырехзондовым методом на постоянном и переменном токе. Магнитная восприимчивость  $\chi(T)$  измерялась по резонансной мостовой схеме.

На рис. 1 и 2 приведены зависимости  $R(T)$  и  $\chi(T)$  для исследованных составов. В таблице приведены характерные резистивные температурные точки.

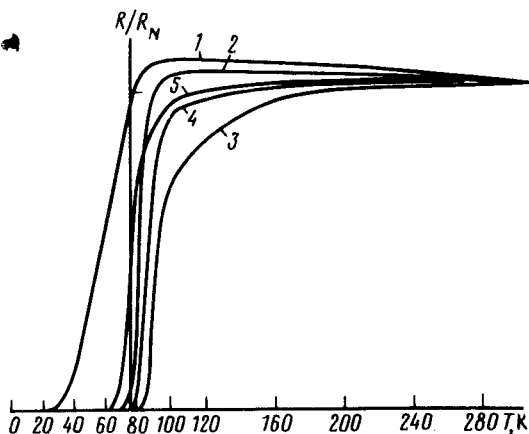


Рис. 1

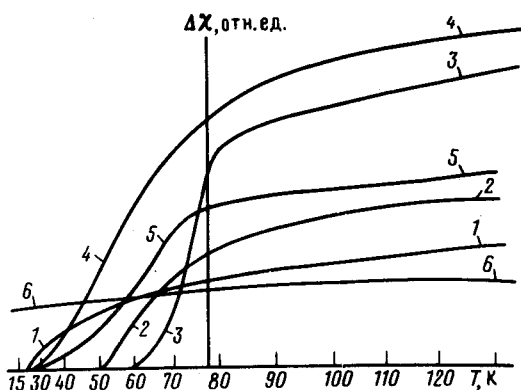


Рис. 2

Рис. 1. Температурные зависимости сопротивления: 1 –  $x = 0$ ,  $R_N = 150 \text{ мОм}$ , 2 –  $x = 0,1$ ,  $R_N = 50 \text{ мОм}$ , 3 –  $x = 0,2$ ,  $R_N = 30 \text{ мОм}$ , 4 –  $x = 0,5$ ,  $R_N = 25 \text{ мОм}$ , 5 –  $x = 0,8$ ,  $R_N = 200 \text{ мОм}$

Рис. 2. Температурные зависимости изменения магнитной восприимчивости: 1 –  $x = 0$ ; 2 –  $x = 0,1$ ; 3 –  $x = 0,2$ ; 4 –  $x = 0,5$ ; 5 –  $x = 0,8$ ; 6 –  $x = 0,9$ ; 1,0

Видно, что удовлетворительные характеристики получаются в широком интервале составов  $x = 0,1 - 0,7$ , наилучший состав с  $x \approx 0,2$ .

Оценка по магнитной восприимчивости дает, что доля сверхпроводящей фазы в массивных керамиках составляет 10 – 20%; максимальное содержание ВТСП фазы при  $x \approx 0,2$ .

начало, середина, конец, ширина (10 – 90 %) перехода

$x$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$T_{c0}$	72	96	96	92	90	90	88	87	82	нет сверхпроводимости	нет сверхпроводимости
$T_{c1/2}$	55	87	90	84	83	86	82	81	76		
$T_{cf}$	35	77	84	77	77	78	76	75	70		
$\Delta T$	28	16	9	12	10	9	10	10	10		

Сверхпроводящие керамические пленки (КП) с  $x = 0,5$  и  $x = 0,25$  были получены на сапфировых подложках. КП получались доведением смеси порошков до температуры, несколько превышающей температуру плавления ( $\approx 900 - 950^\circ\text{C}$ ). КП имели толщину  $\approx 200 - 250$  мкм. Поверхность их была блестящей и имела черный цвет.

Существенно, что медленным охлаждением удается получить на поверхности крупные кристаллиты с размерами  $\gtrsim 1$  мм.

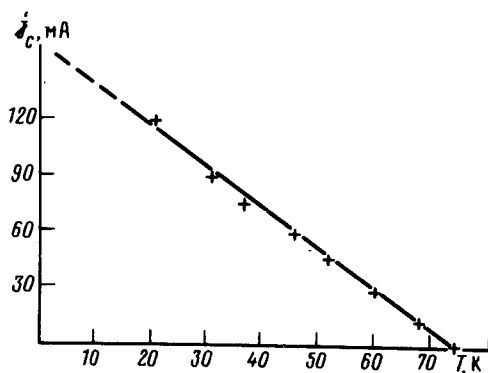


Рис. 3

Измерены температурные зависимости сопротивления КП  $R(T)$  для нескольких значений тока и  $\chi(T)$ . Характерная  $T_{c1/2} = 77$  К. С увеличением тока  $T_c$  понижается. Зависимость критического тока от температуры представлена на рис. 3. Критическая плотность тока  $j_c \approx 25 \text{ A}/\text{cm}^2$  при 4 К. Объем сверхпроводящей фазы (оценка по индуктивному сигналу)  $\approx 40 - 50\%$ .

В дальнейшем предполагается оптимизировать составы, термические режимы получения образцов и расширить номенклатуры подложек КП.

#### Литература

1. Michel C. et al. Z. Phys., B-Condensed Matter, 1987, 68, 420.

Институт радиотехники и электроники  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
4 апреля 1988 г.