

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСИ Mg НА СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ МЕТАЛЛОКСИДОВ СИСТЕМЫ Bi – Sr – Ca – Cu

Е.М.Гололобов, Н.А.Прыткова, Ж.М.Томило,
Д.М.Турцевич, Н.М.Шиманская

Обнаружено, что в металлооксидных системах $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaMg}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$ и $\text{BiSrCaMg}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$ температура сверхпроводящего перехода T_k не зависит от содержания магния. В системе $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Mg}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$ наблюдается сильная деградация T_k с увеличением содержания Mg.

Открытие высокотемпературной сверхпроводимости в системе Bi–Sr – Ca – Cu – O^{1,2} в состав которой не входят редкоземельные элементы, вызвало большой интерес к ней. В работах^{1,3} исследована также более сложная система Bi–Al–Sr–Ca–Cu–O, в результате чего показано, что добавление алюминия существенно не изменяет T_k .

Нами синтезирована и исследована высокотемпературная сверхпроводящая система Bi–Sr–Mg–Ca–Cu–O. Получены составы $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaMg}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$, $\text{BiSrCaMg}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$ и $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Mg}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$, где $0 \leq x \leq 1,0$. Синтез образцов проводился методом твердофазной реакции при температуре 800 – 870°С на воздухе. Для приготовления соответствующих составов использовались хорошо просушенные мелкодисперсные порошки окислов Bi_2O_3 , MgO, CuO и карбонатов SrCO_3 , CaCO_3 . Рентгенофазовый анализ синтезированных порошковых образцов проводился в CuK_α -излучении на дифрактометре ДРОН-3. На рис. 1 представлены типичные дифрактограммы образцов разных составов.

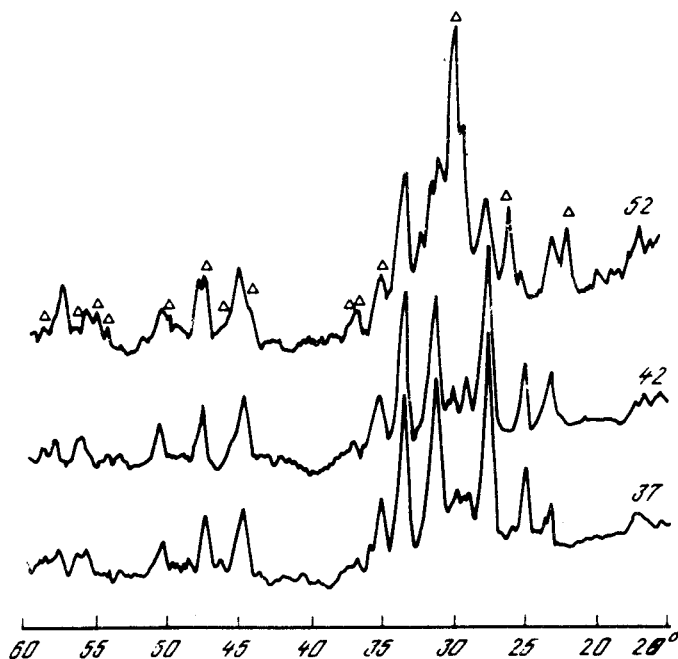


Рис. 1. Дифрактограммы образцов: 37 – $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$;

42 – $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaMg}_{0,5}\text{Cu}_2\text{O}_y$ и 52 – $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{0,5}\text{Mg}_{0,5}\text{Cu}_2\text{O}_y$

Температурная зависимость электросопротивления $R(T)$ определялась четырехточечным методом в интервале температур 4,2 – 300 К при постоянном токе 0,5 – 2 мА. На рис. 2 приведены зависимости $R(T)/R(300\text{ К})$ для некоторых образцов разных составов. Определенные из этих зависимостей значения температур начала перехода в сверхпроводящее состоя-

ние T_k^H и окончания перехода T_k^0 представлены на рис. 3а. Как видно, введение магния в количестве до $x = 0,3$ в сверхпроводящий металлооксид $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaMg}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$, практически не оказывает влияния на значения T_k^H и T_k^0 . Дальнейшее увеличение количества магния до $x = 1,0$ приводит к незначительному изменению T_k^H и T_k^0 . Аналогичная зависимость температур начала и окончания сверхпроводящего перехода от количества введенного магния наблюдается и для составов $\text{BiSrCaMg}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$. Электросопротивление исследованных образцов при температуре 300 К изменялось в пределах 12 – 100 мОм·см.

Замена кальция магнием в составе $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Mg}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$ приводит к сильной деградации T_k^H и еще большей деградации T_k^0 . При полной замене кальция состав $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{MgCu}_2\text{O}_y$ остается сверхпроводником с $T_k^H = 10$ К и $T_k^0 < 4,2$ К.

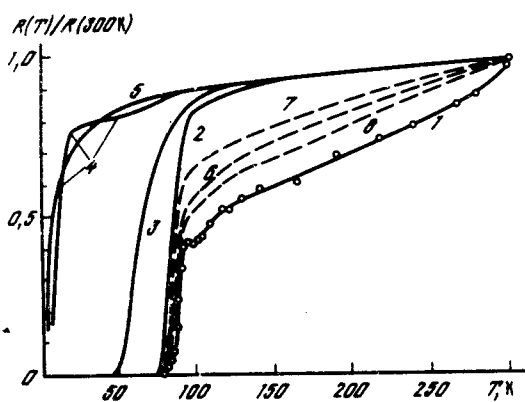


Рис. 1

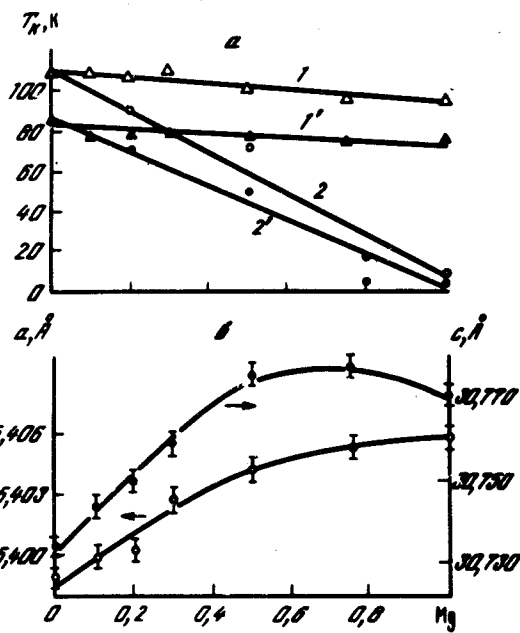


Рис. 2

Рис. 2. Зависимости $R(T)/R(300\text{ К})$ для образцов системы Bi–Sr–Ca–Mg–Cu–O: 1 – $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$; 2 – $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{0,8}\text{Mg}_{0,2}\text{Cu}_2\text{O}_y$; 3 – $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{0,5}\text{Mg}_{0,5}\text{Cu}_2\text{O}_y$; 4 – $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{0,2}\text{Mg}_{0,8}\text{Cu}_2\text{O}_y$; 5 – $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Mg}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$; 6 – $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaMg}_{0,3}\text{Cu}_2\text{O}_y$; 7 – $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaMg}_{0,8}\text{Cu}_2\text{O}_y$; и 8 – $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaMgCu}_2\text{O}_y$

Рис. 3. Зависимости от содержания магния: а – T_k^H и T_k^0 системы $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaMg}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$ (1 и 1') и системы $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Mg}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$ (2 и 2'); б – параметров решетки а и с системы $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaMg}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$

Исследование рентгеновских дифрактограмм показало, что кристаллическая решетка сверхпроводящих металлооксидов составов $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaMg}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$ и $\text{BiSrCaMg}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$ имеет тетрагональную или псевдотетрагональную структуру с параметрами, близкими $a \approx b \approx 5,4 \text{ \AA}$, $c \approx 30,7 \text{ \AA}$, как сообщалось в работах ^{4, 5}. Определенные нами значения параметров решетки $a(x)$ и $c(x)$ в зависимости от содержания магния для состава $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaMg}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$ приведены на рис. 3б. Согласно проведенным исследованиям можно принять, что фазы на основе Mg в указанных сверхпроводящих металлооксидах не образуются, а магний входит в решетку исследованных составов.

В некоторых образцах составов $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ и $\text{BiSrCaCu}_2\text{O}_y$ присутствовало небольшое количество высокотемпературной сверхпроводящей фазы с $T_k^H \approx 117$ К, что отчетливо видно на зависимостях $R(T)/R(300\text{ К})$.

Исследование фазового состава образцов системы $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Mg}_x\text{Cu}_2\text{O}_y$ выявило образование наряду с высокотемпературной сверхпроводящей фазой, характерной для $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$

($x = 0$), еще одной (или более) фазы, содержание которой увеличивается с увеличением количества магния.

Литература

1. *Chy C.W., Bechtold J., Gao I. et al.* Phys. Rev. Lett., 1988, 60, 941.
2. *Maeda H., Tanaka Y., Fukutomi M., Asano F.* Jap. J. Appl. Phys., 1988, 27, L209.
3. *Александров И.С., Васильев А.Д., Звезгинцев С.А. и др.* Письма в ЖЭТФ, 1988, 47, 478.
4. *Takayama Miromachy E., Uchida Y., Ono A. et al.* Jap. J. Appl. Phys., 1988, 27, L365.
5. *Hazen R.M., Prewitt C.T., Angel R.J. et al.* Phys. Rev. Lett., 1988, 60, 1174.

Институт физики твердого тела и полупроводников
Академии наук Белорусской ССР

Поступила в редакцию
2 августа 1988 г.