

ПОЛУЧЕНИЕ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ ПЛЕНОК  
СОСТАВА  $Y-Ba-Cu-O$ 

Е.И. Г и в а р г и з о в, И.С. Л ю б у т и н,  
А.И. П а н к р а ш о в, М.К. Г у б к и н,  
Е.М. С м и р н о в с к а я, Л.Н. О б о л е н с к а я,  
А.А. В о л о б у е в

На настоящий момент опубликован ряд работ, посвященных выращиванию пленок высокотемпературного сверхпроводника  $Y-Ba-Cu-O$ . В этих работах пленки наносились методом электронно-лучевого испарения из трех источников [1, 2], магнетронного распыления [3] и лазерного испарения.

Целью настоящей работы являлось исследование возможности получения пленок высокотемпературного сверхпроводника  $Y-Ba-Cu-O$  иными методами, а именно пульверизацией с пиролизом [4] и зонной перекристаллизацией [5].

В качестве подложек применяли монокристаллы  $BaF_2$ ,  $MgO$ ,  $\alpha-Al_2O_3$ , керамики  $MgO$  и  $Al_2O_3$ .

Для рентгеновских исследований использовали дифрактометр „Дрон-2“. При фазовом анализе применяли таблицу межплоскостных расстояний для орторомбической сверхпроводящей фазы (т.н. фазы 1-2-3) из работы [6] и картотеку *ASTM*. Измерения электросопротивления проводились четырехзондовым методом в интервале температур 4.2 - 300 К при токе  $\approx 0.3$  мА.

В первом методе водный раствор нитратов  $Y$ ,  $Ba$  и  $Cu$  при помощи форсунки разбрызгивали на горячую подложку. Свежевыращенные пленки сверхпроводящими свойствами не обладали. Поэтому все образцы подвергались отжигу в атмосфере кислорода, в течение времени от 10 минут до 2 часов при температуре 850-950 °С [2, 7]. По данным дифрактометрии, синтез фазы 1-2-3 происходил на стадии отжига. В результате образовывались поликристаллические пленки.

Наблюдалась сильная взаимосвязь вида температурных зависимостей электросопротивления пленок с материалом подложек. Наиболее резкий переход в сверхпроводящее состояние происходил на подложке  $BaF_2$  (рис. 1, кривая а). На  $MgO$  переход был затянут в область низких температур (рис. 1, кривая б), а на  $Al_2O_3$  отсутствовал.

Было выявлено ориентирующее действие, оказываемое на растущую пленку монокристаллической подложкой  $BaF_2$ . Это следует диспропорции в относительной высоте дифракционных максимумов на рентгенограмме, снятой с пленки (рис. 2, б), по сравнению с полностью разориентированной сверхпроводящей таблеткой (рис. 2, а). В данном случае большинство кристаллитов пленки имеют плоскость (001), параллельную подложке.

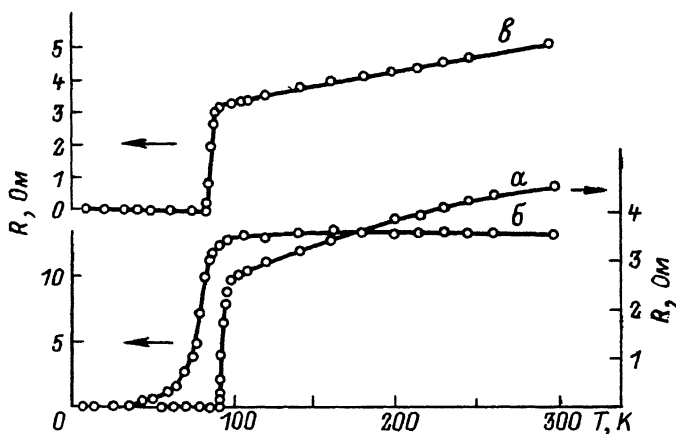


Рис. 1. Зависимость сопротивления пленок от температуры: а - пленки получены методом пульверизации с пиролизом на подложках  $BaF_2$ , б - на подложках  $MgO$ , в - пленки получены осаждением из взвеси с последующей зонной перекристаллизацией.

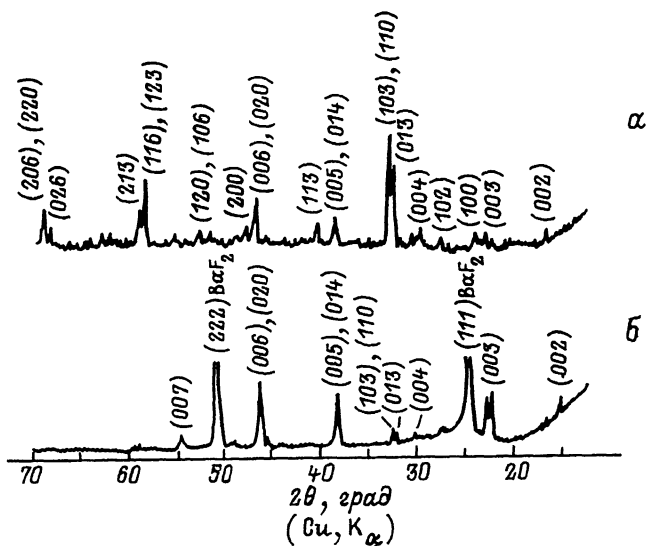


Рис. 2. Рентген-дифрактограммы сверхпроводящей таблетки (а) и пленки, полученной пульверизацией с пиролизом на подложке  $BaF_2$  (б).

Предварительное нанесение пленок на подложки из  $MgO$  и  $Al_2O_3$  для зонной перекристаллизации осуществлялось посредством осаждения из взвеси в ацетоне синтезированного порошка  $Y-Ba-Cu-O$ . После зонной перекристаллизации пленки имели сильно растянутый переход в сверхпроводящее состояние (на подложках из  $MgO$ ), либо

вовсе не обладали сверхпроводимостью (на подложках из  $Al_2O_3$ ). После отжига в условиях, аналогичных описанным выше, область сверхпроводящего перехода для подложек из  $MgO$  становилась более узкой (рис. 1, кривая в). На подложках из  $Al_2O_3$  переход по-прежнему отсутствовал.

#### В ы в о ы

Методом пульверизации с пиролизом можно выращивать стехиометрические пленки  $Y-Ba-Cu-O$  с фазой типа 1-2-3, обладающие сверхпроводимостью при температурах ниже 92 К;

Наличие сверхпроводящих свойств у пленок и температуры перехода их в сверхпроводящее состояние зависят от материала подложки. Лучшими характеристиками обладают пленки на подложках из  $BaF_2$ .

Метод зонной перекристаллизации можно применять для выращивания сверхпроводящих пленок с фазой 1-2-3.

#### Л и т е р а т у р а

- [1] L a i b o w i t z R.B. et al. - Phys. Rev., 1987, В 35, р. 8821; - Phys. Rev. Lett., 1987, v. 51, р. 852.
- [2] O h B., G e b a l l e T.H. et al (Stanford). - Appl. Phys. Lett., 1987, v. 51, р. 852.
- [3] H o n g M. et al (ATT/BLL). - Appl. Phys. Lett., 1987, v. 51, р. 694.
- [4] Ч о п р а К., Д а с С. Тонкопленочные солнечные элементы. М.: Мир, 1986.
- [5] Г и в а р г и з о в Е.И., Л и м а н о в А.Б. В сб.: Рост кристаллов, М.: Наука, 1986, т. 15, с. 5-13.
- [6] S u o n o Y. et al. - Japan. J. Appl. Phys., 1987, v. 26, N 4, р. L498-L501.
- [7] W u X.D. et al. - Appl. Phys. Lett., 1987, v. 51, р. 861.

Институт кристаллографии  
АН СССР, Москва

Поступило в Редакцию  
19 января 1988 г.