

капилляре с $2r_0 = 154$ мкм. Эффекты поперечного перераспределения в потоке достаточно крупных в масштабе канала частиц наблюдались и ранее [4]. Однако их регистрация традиционными методами чрезвычайно длительна и трудоемка, что затруднило детальные исследования. В методе ИДА спектр, напротив, регистрируется всего за несколько десятков секунд. Это дает также и дополнительную возможность – исследования динамики профилей концентраций и скоростей.

Авторы признательны С.Н. Семенову за плодотворные обсуждения.

Л и т е р а т у р а

- [1] Д у б н и щ е в Ю.Н., Р и н к е в и ч ю с Б.С. Методы лазерной доплеровской анемометрии. М.: Наука, 1982. 303 с.
- [2] К о н о н е н к о В.Л., С е м е н о в С.Н. – Журнал физической химии, 1986, т. 60, с. 2553–2556.
- [3] С е м е н о в С.Н., К о н о н е н к о В.Л. – Журнал физической химии, 1986, т. 60, с. 3117–3118.
- [4] S e g r e G., S i l b e r b e r g A. – J. of Fluid Mechanics, 1962, v. 14, p. 115–157.

Поступило в Редакцию
18 июля 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 22

22 ноября 1988 г.

ТЕКСТУРИРОВАННЫЕ СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ $Y-Ba-Cu-O$ ПЛЕНКИ НА ПОДЛОЖКАХ ИЗ САПФИРА

Ю.Д. В а р л а м о в, В.Ф. В р а ц к и х,
М.Р. П р е д т е ч е н с к и й, А.И. Р ы к о в,
А.В. Т у р б и н

Известно, что наибольшие значения плотности критического тока $J_c = 10^6$ А/см² пленочных высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) достигнуты при использовании монокристаллических подложек из $SrTiO_3$ [1]. Однако этот материал имеет относительно высокую диэлектрическую проницаемость, что накладывает ограничения на исследование и использование пленочных ВТСП, приготовленных на подложках из $SrTiO_3$. Проблема получения пленочных ВТСП на подложках из сапфира – материала, имеющего низкое значение диэлектрической проницаемости и широко распространенного в микроэлектронике, обусловлена взаимодиффузией материала пленки и подложки в процессе синтеза [2]. Тем не менее в работе [3] достигнуто значение $J_c = 2800$ А/см² при 78 К, что указывает на возмож-

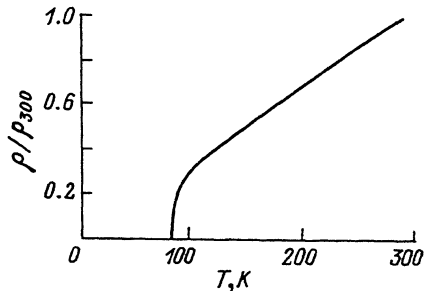


Рис. 1.

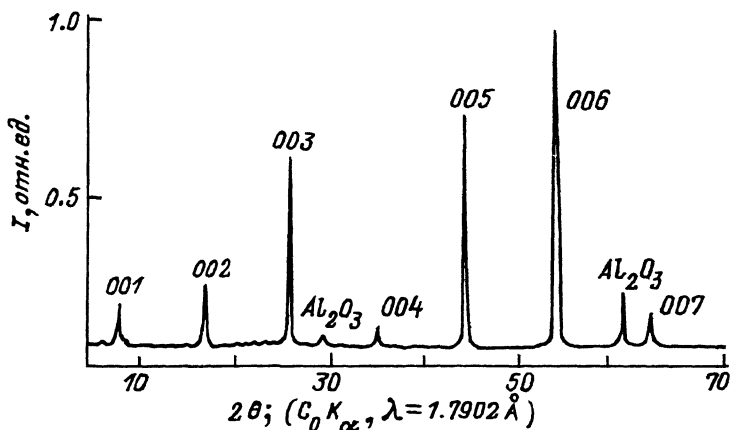


Рис. 2.

ность улучшения критических параметров пленочных ВТСП на подложках из сапфира.

В настоящей работе проведены исследования с целью повышения плотности критического тока ВТСП пленок на подложках из сапфира до значений, близких к полученным на подложках из $SrTiO_3$.

Пленки приготавливались методом лазерного напыления в атмосфере кислорода [4].

Для напыления использовался импульсный лазер (длина волны 1,06 мкм, длительность импульса 10 нс, энергия в импульсе 0,2 Дж, частота следования импульсов 10 Гц). Мишень изготавливалась из $Y-Ba-Cu-O$ керамики. В качестве подложек использовался сапфир с ориентацией 1012. Подложка прогревалась до температуры 700–850 °С.

Свойства пленок исследовались на сканирующем электронном микроскопе, рентгеновском дифрактометре и установке для измерения температурной зависимости электросопротивления четырехзондовым методом. Толщина пленок измерялась интерферометрическим методом.

Исследовались пленки толщиной 50–500 нм. Они имели зернистую структуру с размерами зерна ~ 1 мкм. Типичная температурная зависимость электросопротивления пленок $\rho(T)$ представлена на рис. 1. Температура начала перехода $T_C = 89\text{--}92$ К. Полный переход в сверхпроводящее состояние наблюдался при $86\text{--}89$ К. При понижении температуры от 300 К до T_C сопротивление пленок уменьшалось в 3–5 раз. Ширина перехода на уровне 10–90% от значения $\rho(T_C)$ составила 1–2 К.

На рис. 2 представлена характерная рентгенограмма пленок. Наличие ярковыраженных рефлексов с индексами (001) свидетельствует об ориентации оси c перпендикулярно плоскости подложки.

Плотность критического тока, измеренная на пленках с сужением 0,4 мм для лучших образцов, составила 10^6 А/см², и была меньше в образцах с разориентацией зерен.

Следует отметить, что в большинстве случаев при уменьшении толщины пленок от 300 до 50 нм наблюдалось увеличение ширины перехода в сверхпроводящее состояние на 1–2 К с одновременным увеличением плотности критического тока.

Таким образом, продемонстрирована возможность получения на сапфировых подложках текстурированных ВТСП пленок, с плотностью критического тока 10^6 А/см² при температуре 77 К.

Л и т е р а т у р а

- [1] Головашкин А.И., Екимов Е.В., Красносвободцев С.И., Печень Е.В. – Письма в ЖЭТФ, 1988, т. 47, в. 3, с. 157–159.
- [2] Gurvitch M., Fiory A.T. – Appl. Phys. Lett., 1987, v. 51, NB, p. 1027–1029.
- [3] Li H.C., Geerl K.J., Lihner G. – International Conference of High – Temperature Superconductors and Materials and Mechanisms of Superconductivity, Interlakeñ, Zwitterland, february 29–march, 1988, p. 194.
- [4] Головашкин А.И., Екимов Е.В., Красносвободцев С.И., Печень Е.В., Родин В.В. – Письма в ЖЭТФ, 1987, т. 46, Приложение, с. 200–203.

Институт теплофизики
СО АН СССР,
Новосибирск

Поступило в Редакцию
9 августа 1988 г.