

- [5] K v a r i l J., K v a r i l J o s., P e r n e k B., M a n e k B., B l a z e k K. // Cryst. Res. Tech -
 nol. 1985. V. 20. Ser. 4. P. 474-478.
- [6] Головач Д.Г., Куземченко Т.А., Манен-
 ков А.А., Михайлова Г.Н., Сеферов А.С.
 Тез. докл. Ш Всесоюз. конф. по взаимодействию оптич. излуче-
 ния с веществом. Л., 1988.
- [7] Валиев Р.А., Гуреев Д.М., Романов Е.С.,
 Чистяков В.А., Ялдин Ю.А. // Квантовая электро-
 ника. 1987. Т. 14. № 8. С. 1711-1713.
- [8] Жеков В.И., Мурина Т.М., Попов А.В.,
 Прохоров А.М. // Письма в ЖЭТФ. 1987. Т. 45. № 6.
 С. 271-279.
- [9] Багдасаров Х.С., Жеков В.И., Мурина Т.М.,
 Попов А.В., Тарасова Н.В., Федоров Е.А.
 Тез. докл. 7 Всесоюз. конф. по росту кристаллов. М., 1988.
 Т. Ш. С.386-387.

Институт общей физики
 АН СССР, Москва

Поступило в Редакцию
 12 июня 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 16

26 августа 1990 г.

05.4

© 1990

РЕНТГЕНОДИФРАКЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ ПЛЕНОК $Y-Ba-Cu-O$ НА САПФИРОВЫХ ПОДЛОЖКАХ

Б.М. А т а е в, И.К. К а м и л о в,
 М.Х. Р а б а д а н о в

Сообщается о получении монокристаллических ВТСП - пленок на широко используемых в практике подложках $\alpha-Al_2O_3$. Эти подложки считаются мало подходящими для выращивания на них сверхпроводящих пленок $Y-Ba-Cu-O$ по двум причинам: а) большого различия параметров решеток материалов подложки и пленки; б) диффузии атомов Al в ВТСП-слои из-за активного взаимодействия $Al_2O_3 - Y-Ba-Cu-O$. Пленки, выращенные на подложках $SrTiO_3$, ZrO_2 , MgO , более совершенны и имеют более высокие критические параметры перехода в сверхпроводящее состояние (см., например, [1-3]). Однако сапфировые подложки предпочтительнее в СВЧ-применениях из-за их меньшей диэлектрической проницаемости, поэтому остается актуальной задача получения более совершенных ВТСП-пленок на этих подложках как непосредственно, так и с предваритель-

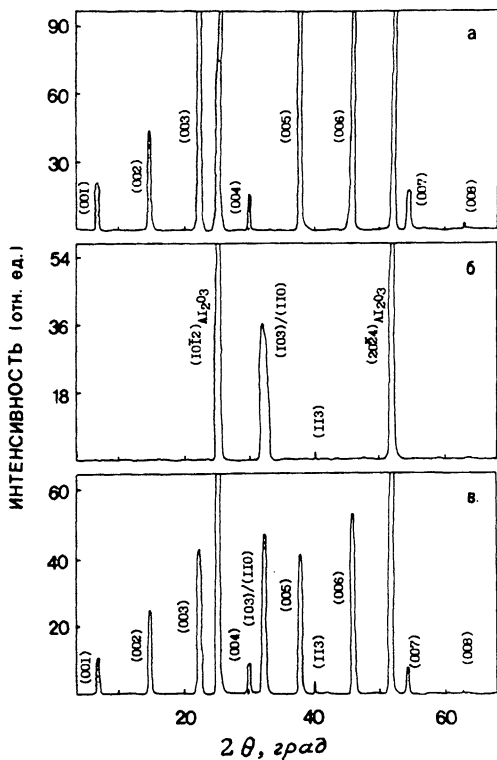


Рис. 1. Дебаеграммы для $Y-Ba-Cu-O$ -пленок на $\alpha-Al_2O_3$ (1012) (для групп пленок а(а), б(б), г(г)).

ным осаждением различных буферных слоев. В данной работе представлены результаты рентгенодифракционных исследований $Y-Ba-Cu-O$ -пленок, в том числе монокристаллических, на подложках $\alpha-Al_2O_3$ (1012), полученных методом магнетронного распыления.

Рентгенодифракционные исследования были проведены на дифрактометре ДРОН-2 с использованием $CuK\alpha$ -излучения, монохроматизированного с помощью кристалла пирографита. Инструментальную ширину оценивали по рефлексам (111) и (222) для кремния.

Исследованные пленки в зависимости от условий получения можно разделить на четыре группы: а) пленки с базисной ориентацией (001); б) пленки с преобладанием ориентации (103)/(110); в) пленки, имеющие обе эти ориентации; г) пленки, имеющие кроме указанных и ряд других ориентаций. Наилучшие критические параметры сверхпроводящего состояния имели пленки первой группы. Лучшие пленки этой группы имели температуру перехода не ниже $T_c = 80$ К при ширине перехода $\Delta T_c = 2$ К. Температура перехода остальных пленок была ниже в среднем на 5 К.

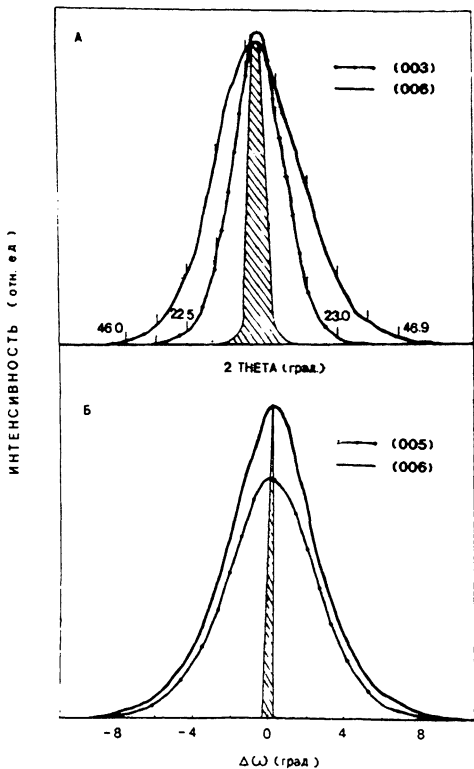


Рис. 2. Профили рефлексов (003) и (006) (а) и кривые качания вокруг пиков (005) и (006) (б) для пленок группы а. Заштрихованная область соответствует инструментальному уширению.

Дебаеграммы, полученные для пленок групп а), б) и г), представлены на рис. 1. Присутствие только отражений ряда (00 l) на диаграмме (а) не позволяет еще сделать вывод о монокристалличности этих пленок, поскольку в использованном методе фокусировки по Бреггу-Брентано отражения появляются только от блоков, параллельных поверхности пленки. Поэтому пленки дополнительно исследовали на электронографе ЭМР-100. Только на основе этих совместных исследований и делали конечный вывод о монокристалличности пленки. Монокристаллические пленки удавалось получить так же с ориентацией (103)/(013)/(110). Но критические параметры сверхпроводимости этих пленок были хуже, что и следует ожидать, поскольку хорошо известно, что в $Y-Ba-Cu-O$ сверхпроводимость осуществляется в $a-b$ -плоскостях.

Для первой группы пленок профили рефлексов (003) и (006) ($\theta/2\theta$ - сканирование) представлены на рис. 2, а. Разделение $K_{\alpha_1}-K_{\alpha_2}$ компонент не происходило. По полуширинам профилей, соглас-

но методике [4], были оценены размеры блоков мозаики и микроискажения $\varepsilon = \frac{\Delta d}{d}$. Блоки мозаики имеют размеры $\sim 1000 \text{ \AA}$, а величина микроискажений составляет $\sim 2.7 \cdot 10^{-3}$. Отметим, что полученные величины являются усредненными по всей толщине пленки. Для параметра решетки c получено значение $11.735(2) \text{ \AA}$.

Кривые качания (ω - сканирование) вокруг пиков (005) и (006) для тех же пленок представлены на рис. 2, б (детектор устанавливался на углах $2\theta : 38.35^\circ$ и 46.43° соответственно). Разориентация блоков мозаики очень высокая и составляет $\sim 5^\circ$. Все описанные в литературе ВТСП-пленки на сапфировых подложках имеют разброс c -осей не меньший. Для получения более совершенных пленок, по-видимому, необходимо все же использование различных буферных слоев, которые кроме уменьшения диффузии атомов Al в ВТСП-слой позволили бы уменьшить и эффекты, связанные с большей разницей в параметрах ячеек и с разницей симметрии материалов подложки и пленки. Введение буферного слоя из серебра не улучшило структурное совершенство пленок и их критические параметры, тогда как буферные слои ZrO_2 и MgO позволили получить более совершенные пленки и слегка улучшить их критические параметры [5, 6]. Кроме того, открытым остается вопрос о "критической толщине" ВТСП-пленок на $\alpha-Al_2O_3$. Ясно только, что при использовании этих подложек она будет гораздо больше, чем для остальных перечисленных в начале. По оценкам [3] сверхпроводимость выше 4.2 К в $Y-Ba-Cu-O$ -пленках на подложках $SrTiO_3$ (на этих подложках удается получить наиболее совершенные ВТСП-пленки) наблюдается только для пленок с толщиной больше 30 \AA . Толщина исследованных пленок составляла $\sim 1 \text{ мкм}$, и мы планируем проведение исследований зависимости структурного совершенства ВТСП-пленок от их толщины, а также от наличия различных буферных слоев.

В заключение отметим, что полученные монокристаллические ВТСП-пленки имели в большинстве своем зеркальную поверхность и их критические параметры сверхпроводящего состояния практически не деградировали с течением времени.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Oh B., Naitio M., Arnason S., Rosenthal P., Barton R., Beasley M.R., Geballe T.H., Hammond R.H., Kapitulnik A. // Appl. Phys. Lett. 1987. V. 51. N 11. P. 852-854.
- [2] Lee W.Y., Salem J., Lee V., Rettnner C.T., Gorman G., Savoy R., Deline V., Huang T. // Thin Solid Films, 1988. V. 166. P. 181-189.
- [3] Geerk J., Linker G., Meyer O. // Material Science Reports. 1989. V. 4. P. 193-260.

- [4] Созин Ю.И., Крючкова А.Р., Черепинина Е.С. // АМРА. 1971. В. 8. С. 44-51.
- [5] Simon R.W., Platt C.E., Daly R.P., Lee A.E., Wagner M.K. // IEEE Transactions on Magnetics. 1989. V. 25. N 2. P. 2433-2436.
- [6] Witnachschi S., Patel S., Shaw D.D., Kwok H.S. // Material letters. 1989. V. 8. N 1, 2. P. 53-56.

Институт физики
Дагестанского филиала
АН СССР

Поступило в Редакцию
3 мая 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 16

26 августа 1990 г.

04; 09

© 1990

НЧ ВОЗМУЩЕНИЯ В ИОНОСФЕРНОЙ ПЛАЗМЕ, СТИМУЛИРОВАННЫЕ БОРТОВЫМ ВЧ ИСТОЧНИКОМ

Ю.Н. Агафонов, В.С. Бажанов,
Ю.И. Гальперин, Н.В. Джорджо,
В.Я. Исякаев, Г.А. Марков,

А.А. Мартинсон, М.М. Могилевский,

А.А. Похунков, Ю.В. Чугунов

Исследовано влияние поля излучения бортового ВЧ источника на возбуждение электромагнитных НЧ неустойчивостей в полярной ионосфере. Обнаружены сильные шумовые возмущения электромагнитных полей в ионосфере и возбуждение спорадических альвеновских резонансов в окрестности гирочастоты протонов при работе дипольного ВЧ источника мощностью ≤ 1 кВт на высотах $H \geq 140$ км в режиме телеграфной модуляции с частотами 240 и 960 Гц.

Эксперимент был реализован запуском метеоракеты МР-12 на широте $68^\circ N$ и 0° долготы в 22.44.57 УТ. Для диагностики использовалась аппаратура на ракете и комплекс научной аппаратуры (КИА) на спутнике „Ореол-3“ советско-французского проекта АРКАД-3 [1]. В качестве ВЧ источника была использована антенна плазменных волн в виде проволочного кольца диаметром 2 м, поднятого штангой-держателем на 1,5 м над головной частью ракеты. ВЧ напряжение амплитудой 1 кВ на частоте $f = 480$ кГц подводилось между корпусом и возбуждающим кольцом. ВЧ сигнал модули-