

05.4

ТОЛСТЫЕ ПЛЕНКИ ИЗ $Y-Ba-Cu-O$
НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ОКСИДНЫХ ПОДЛОЖКАХ
БОЛЬШОЙ ПЛОЩАДИ ИЗ МАТЕРИАЛОВ С ВЫСОКИМ
СОДЕРЖАНИЕМ Al_2O_3 И SiO_2 , ОБЛАДАЮЩИЕ
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СВЕРХПРОВОДИМОСТЬЮ

В.Н. Алфеев, В.Н. Беликов,
А.И. Бройдо, В.В. Мощалков,
Е.В. Соколова

Созданные различными методами пленки высокотемпературных сверхпроводников с высокими значениями T_K [1-3] имеют несколько особенностей: они получены на монокристаллических подложках; площадь их мала (менее 10×10 мм²) для многих применений; толщина менее 1 мкм.

В данной работе сообщается о первых сверхбольших пленках из $Y-Ba-Cu-O$, обладающих высокотемпературной сверхпроводимостью, изготовленных на диэлектрических подложках размерами 60×80 мм с малыми потерями на СВЧ с толщиной более 10 мкм. Пленки изготавливались методами толсто пленочной микроэлектронной технологии из мелкодисперсных компонентов, в качестве подложек были использованы ситалл и вакуум-плотная керамика на основе Al_2O_3 (94.4%) с малой величиной $tg \delta$ на высоких частотах (порядка 10^{-4} на частоте 10 Гц).

Для интегральных сверхпроводниковых схем и приборов криогенной микроэлектроники, представляющих собой сверхпроводниковые пленочные структуры, нанесенные на диэлектрические или полупроводниковые подложки, покрытые слоем SiO_2 или Al_2O_3 требуются большие по площади сверхпроводящие пленки (48×64 мм и больше) с относительно большой толщиной, в несколько раз превышающей толщину скин-слоя при прохождении по ним СВЧ сигналов.

Процесс формирования высокотемпературной сверхпроводящей фазы проводился при однастадийном отжиге в атмосфере кислорода в течение 24 часов и остывания после отжига в течение 10 часов. Характерная зависимость $R(T)$ для пленок $Y-Ba-Cu-O$ представлена на рис. 1, из которого видно, что температура начала перехода в сверхпроводящее состояние составляет ≈ 90 К, сопротивление R в интервале температур 100-200 К слабо зависит от температуры T , имея небольшой максимум перед температурой перехода в сверхпроводящее состояние. Для создания многослойных интегральных сверхпроводниковых структур исследовались различные методы нанесения тонких диэлектрических слоев на поверхность $Y-Ba-Cu-O$ пленки.

Сильное влияние на свойства ВТСП-пленки оказывает нанесение пленки Al_2O_3 (рис. 2), полученное путем химического анодирования

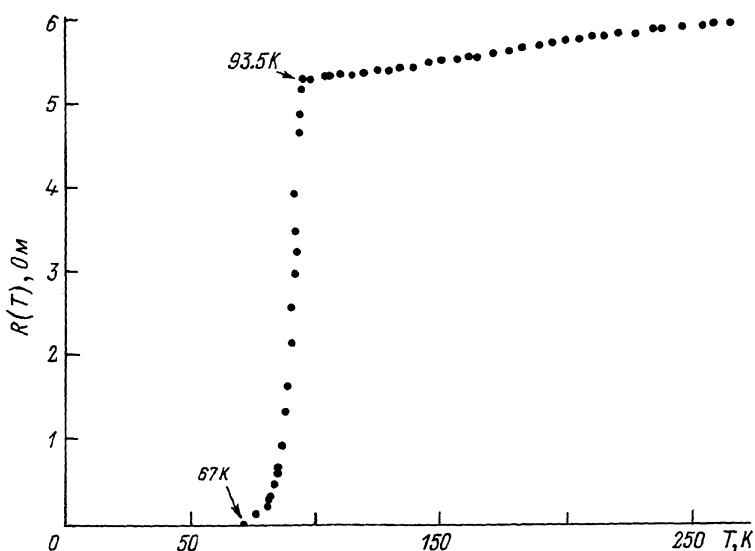


Рис. 1. Зависимость сопротивления пленок $Y-Ba-Cu-O$, нанесенных на диэлектрическую подложку с 95% содержанием Al_2O_3 .

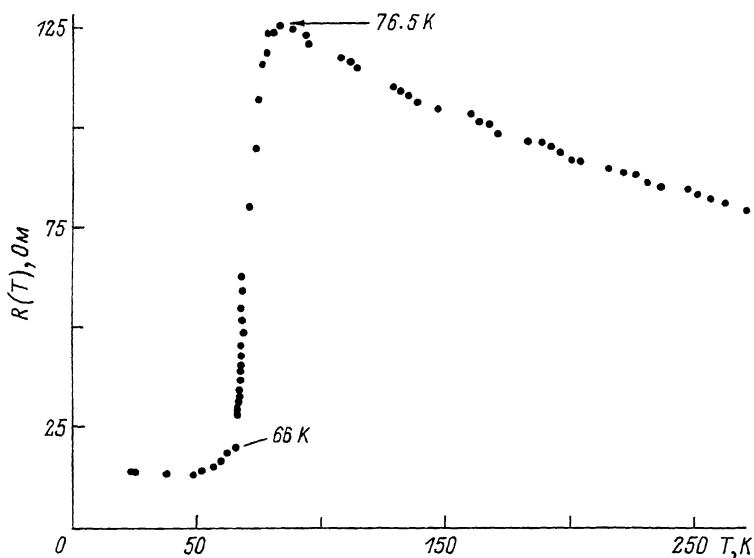


Рис. 2. Зависимость $R(T)$ для пленки $Y-Ba-Cu-O$, покрытой диэлектрическим слоем Al_2O_3 .

пленки Al на поверхности ВТСП-пленки. Здесь показано наиболее ярко выраженное изменение хода зависимости $R(T)$ до точки максимума сопротивления – он приобрел полупроводниковый характер. Затем этот характер сменился резким падением сопротивления до температуры $T=50$ К, после чего сопротивление пленки перестает зависеть от температуры, либо даже слегка возрастает.

Для увеличения содержания сверхпроводящей фазы $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$ и увеличения T_K проводился лазерный отжиг поверхности сверхпроводящей пленки на длине волны 1.06 мкм с плотностью энергии около 0.5 Дж/см² в атмосфере кислорода.

Температура T_K образовавшегося слоя с повышенным содержанием сверхпроводящей фазы увеличилась до 95 К, а ширина сверхпроводящего перехода уменьшилась до 5 К. В качестве омических контактов использовались сплавы Al либо In .

Таким образом, впервые на диэлектрических подложках из поликристаллических материалов на основе Al_2O_3 и SiO_2 удалось получить пленки $Y-Ba-Cu-O$, обладающие высокотемпературной сверхпроводимостью, большой площади, необходимой для криогенной микроэлектроники, с толщиной, значительно превышающей толщину слоя при прохождении сверхкоротких импульсов тока или СВЧ энергии по микрополосковым линиям на этой пленке.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Головашкин А.И. и др. В кн.: „Проблемы высокотемпературной сверхпроводимости. Информационные материалы.“ 1987. Ч. 2. С. 216.
- [2] D i j k a m p D., V e n k a t e s a n T., W u X.D. et al. // Appl. Phys. Lett. 1987. V. O. 51. N 14. P. 1115-1118.
- [3] G u r v i t c h M., F o r y A.T. // Appl. Phys. Lett. 1987. V. O. 51. N 13. P. 1027-1029.

Поступило в Редакцию
28 февраля 1989 г.
В окончательной редакции
29 мая 1989 г.