

05.4; 11

СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ В ПЛЕНКАХ $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$
НА МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОДЛОЖКАХ ИЗ КРЕМНИЯВ.Н. Андреев, С.Е. Никитин,
Ф.А. Чудновский, Э.М. Шер,
С.Л. Шохор, А.Н. Янута

В настоящее время является актуальной задача непосредственно-го совмещения традиционных материалов, применяемых в современной микроэлектронике, с уникальными свойствами ВТСП-материалов. В данном сообщении приведено описание разработанного процесса получения пленок $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$ на подложках из кремния.

Для изготовления подложек использовались ориентированные в направлении 100 пластины монокристаллического кремния. Перед напылением подложки из Si размером 5 x 7 x 0.3 мм подвергались тщательному обезжириванию и травлению последовательно в 2 смесях перекиси водорода: с аммиаком и с соляной кислотой. Пленки состава $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$ получались путем лазерного распыления керамической мишени такого же состава. В лазерной установке использовались излучатели с кристаллами из алюминиево-иттриевого граната с добавкой неодима. Применялась пассивная модуляция добротности. Отметим, что на кремниевых подложках предварительно не напылялись никакие буферные слои, способствующие росту ВТСП-пленок и предохраняющие ее от химического взаимодействия с кремнием.

В процессе лазерного напыления в вакуумную камеру подавался кислород при парциальном давлении 10^{-4} мм рт. ст. Кремниевая подложка нагревалась при напылении до 200 °С. После напыления пленки подогрев подложки отключался, а давление O_2 повышалось до 10^{-1} мм рт. ст. Полученные пленки имели весьма большое удельное сопротивление, что, по-видимому, обусловлено недостатком кислорода в ВТСП материале пленки. Для насыщения пленки кислородом и образования нужной орторомбической структуры пленки подвергались отжигу в кислородной среде.

Как известно [1], заметное взаимодействие пленки состава $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$ с кремнием начинается при температуре больше 500 °С, поэтому отжиг проводился при температуре не выше 400 °С. Атмосфера кислорода в реакторе создавалась путем продувания сухого кислорода через реактор при атмосферном давлении.

Мы применили методику окисления пленки состава $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$, в которой (в отличие от работы [2]) в процессе отжига в реакторе зажигался слабый разряд в атмосфере кислорода, причем кремниевая подложка с нанесенной на нее пленкой $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$ находилась под положительным потенциалом. Такая организация разряда способствовала образованию химически активного атомарного

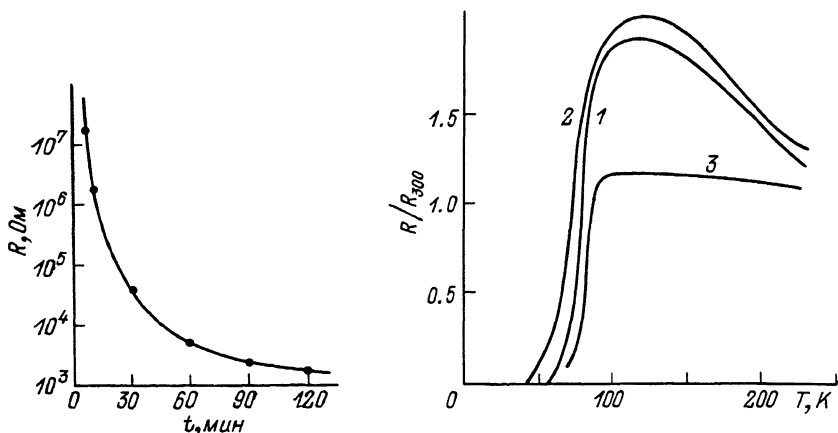


Рис. 1. Изменение сопротивления ВТСП-пленки при ее окислении в коронном разряде.

Рис. 2. Температурные зависимости сопротивления пленок состава $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$: 1 - на Si-подложке при окислении в коронном разряде, 2 - на подложке из SiC по данным работы [4], 3 - на подложке из Si по данным работы [3].

кислорода и окислению ВТСП пленки с образованием нужной кристаллической структуры.

Температурная зависимость сопротивления пленок измерялась с помощью обычной четырехконтактной методики. Использовались серебряные электроды, нанесенные на пленку путем термического испарения в вакууме. Отметим, что полученные образцы имели достаточно большое сопротивление контактов между серебром и пленкой, которое возрастало с понижением температуры. Большое контактное сопротивление связано с наличием на поверхности пленки слоев нестехиометрического состава, что подтверждается данными Оже-спектроскопии.

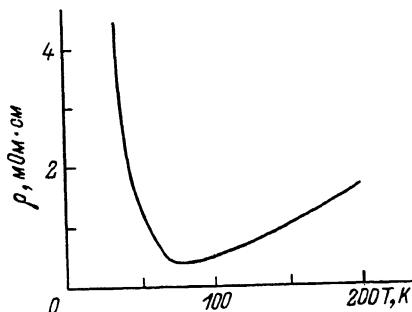
На рис. 1 показано изменение сопротивления ВТСП-пленки на кремниевой подложке в процессе ее окисления в коронном разряде.

Температурная зависимость сопротивления пленок состава $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$, полученных на кремниевых подложках, показана на рис. 2 (кривая 1). Во всех полученных пленках со сверхпроводимостью при понижении температуры от комнатной до $\sim 100 \text{ K}$ наблюдался рост их сопротивления. При $\sim 100 \text{ K}$ начинался спад сопротивления. Приблизительный ноль сопротивления для разных пленок находился в интервале от 65 до 54 K. На этом же рис. 2 приведена характеристика $R(T)$ пленок, полученных в работе [3] с помощью высокотемпературного отжига короткой длительности и характеристика $R(T)$ из работы [4] для пленок со сверхпроводимостью

Рис. 3. Зависимость $R(T)$ в пленках без сверхпроводимости

на полупроводниковой подложке из карбида кремния SiC .

Интересно отметить, что большинство пленок состава $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$ на SiC подложке, в которых не наблюдалась сверхпроводимость, имели „аномальную“ зависимость $R(T)$; после незначительного спада сопротивления при температурах 20–40 К наблюдался резкий рост сопротивления (рис. 3). Характер зависимости сопротивления от температуры таких пленок был весьма схож с характеристиками пленок, в которых наблюдается фазовый переход металл-изолятор [5].



С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Venkatesan T., Chase E.W., Wu X.D., Inam A., Chang C.C., Shokoohi F.K. // Appl. Phys. Lett. 1988. V. 53. N 3. P. 243.
- [2] Yoshida A., Tamura H., Morohashi S., Hasuo S. // Appl. Phys. Lett. 1988. V. 53. N 9. P. 811.
- [3] Aslam M., Soltis R.E., Logothetis E.M., Ager R., Mikkor M., Win W., Chen J.T., Wenger L.E. // Appl. Phys. Lett. 1988. V. 53. N 2. P. 153.
- [4] Андреев В.Н., Баранов И.М., Дмитриев В.А., Суворов А.В., Челноков В.Е., Чудновский Ф.А., Шер Э.М., Шумилов А.В., Януга А.Н. // Письма в ЖТФ. 1988. Т. 14. № 19. С. 1779.
- [5] Мотт Н.Ф. Переходы металл-изолятор. М.: Наука, 1979. 342 с.

Поступило в Редакцию
6 марта 1989 г.