

05.4

О НАБЛЮДЕНИИ НЕСТАЦИОНАРНОГО ЭФФЕКТА ДЖОЗЕФСОНА НА ПЛЕНОЧНЫХ МОСТИКАХ ИЗ $Y-Ba-Cu-O$ ДО ТЕМПЕРАТУРЫ 83 КС.И. Веденеев, С.Н. Максимовский,
И.Б. Молчанов, М.М. Рзаев

Недавно [1-4] появился ряд работ о наблюдении нестационарного эффекта Джозефсона на пленочных „мостиках“ из высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) при 77 К. Поскольку создание пленочных мостиков с размерами порядка длины когерентности из ВТСП пока представляется весьма проблематичным, то джозефсоновские эффекты в [1-4] наблюдались на широких „мостиках“ из мелкозернистых поликристаллических пленок, где слабыми осязьями служили границы гранул. Это подтверждается видом температурной зависимости $I_c(T)$ [2]. Но очевидно, что для достижения воспроизводимости свойств таких структур необходимо изготавливать мостики субмикронных размеров с небольшим количеством зерен.

Наши попытки изготовить такие мостики из мелкозернистых поликристаллических пленок ВТСП травлением пока не увенчались успехом. С уменьшением размеров мостиков их сверхпроводящие параметры существенно ухудшались. Поэтому нами были получены пленки $Y-Ba-Cu-O$ с крупными монокристаллическими зернами, из которых уже не представляло труда изготовить джозефсоновские структуры простым „царапанием“.

Пленки $Y-Ba-Cu-O$ изготавливались по методике, включающей в себя импульсное лазерное испарение соединения $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-y}$, кристаллизацию напыленного слоя из расплава и отжиг в кислороде. В качестве подложек использовался фиацит, ориентированный в направлении (100). Мишени имели температуру перехода в сверхпроводящее состояние $T_c = 93$ К. Распыление мишени производилось в атмосфере кислорода при давлении $10^{-1}-10^{-2}$ мм рт.ст. За несколько минут на подложку, имеющую комнатную температуру, осаждался слой материала $Y-Ba-Cu-O$ толщиной 0.5-1 мкм, затем он расплавлялся излучением ксеноновой лампы с последующей кристаллизацией из расплава. Последний процесс занимал несколько секунд. Наконец, для повышения T_c полученные пленки несколько минут отжигались в потоке кислорода при 900°C с последующим охлаждением со скоростью $100^\circ\text{C}/\text{час}$. Величина T_c таких пленок, измеренная резистивным методом, составляла 92 K с шириной перехода $T_c = 3$ К. Монокристаллические зерна в наших пленках имели размер 25-100 мкм, поэтому изготовленные „мостики“ размером $100 \times 100\text{ мкм}^2$ состояли из двух-трех зерен. T_c „мостиков“ равнялась 89 K с $T_c = 5\text{ K}$.

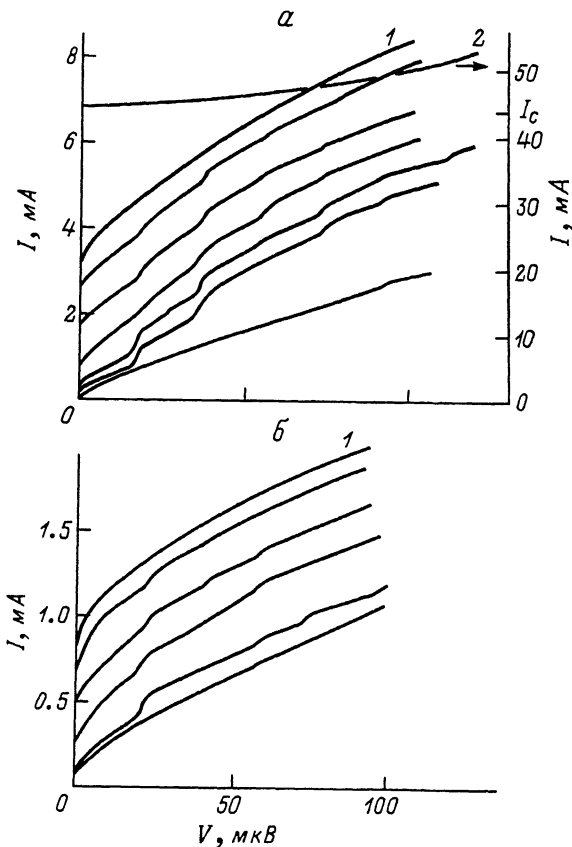


Рис. 1. $I - V$ характеристики „мостика“ при $T = 77$ (а) и $T = 83$ К (б) в поле СВЧ излучения разной мощности.

На рис. 1 показаны вольт-амперные ($I - V$) характеристики „мостика“ при $T = 77$ К (а) и $T = 83$ К (б) в поле СВЧ излучения разной мощности. Кривые (1) на рис. 1, а, б записаны при нулевой СВЧ мощности, а последующие — при возрастающей мощности. Кривая (2) на рис. 1, а получена при $T = 4.2$ К без СВЧ облучения. Частота СВЧ излучения $\omega_{кп}$ составляла 9 ГГц, и, несмотря на наклон индуцированных ступенек тока, видно, что их положение описывается соотношением Джозефсона $2eV = \hbar\omega_{кп}$. При $T = 83$ К на рис. 1, б положение ступенек тока на кривых по оси напряжений несколько смещено вправо, что указывает на появление в „мостике“ резистивных участков, т.е. о начале его перехода в нормальное состояние.

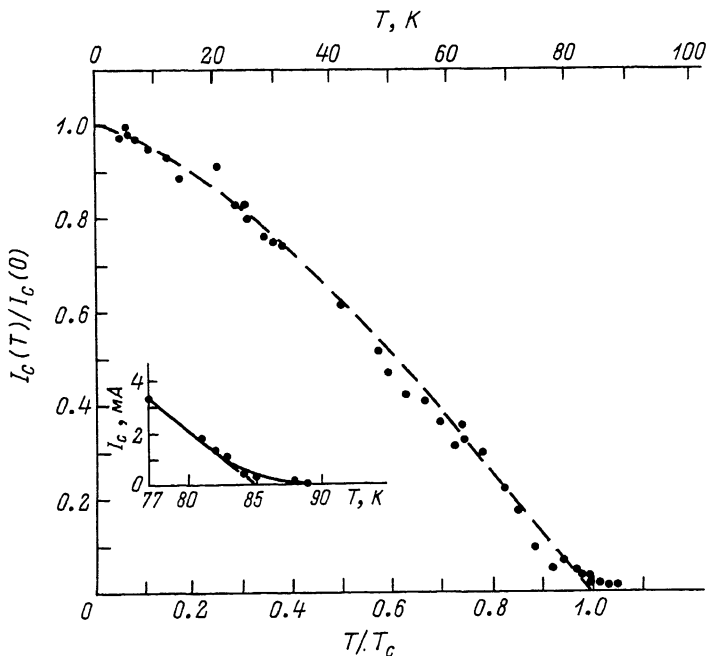


Рис. 2. Температурная зависимость критического тока „мостика“ без СВЧ поля. Пунктир - зависимость $I_c(T)$ для сверхпроводящих мостиков в чистом пределе [5].

На рис. 2. приведена температурная зависимость $I_c(T)$ критического тока „мостика“ без СВЧ поля в области температур 4.2-90 К и на вставке - зависимость $I_c(T)$ в области $T = 77-90$ К, снятая отдельно. Скорее всего, вид зависимости $I_c(T)$ вблизи T_c определяется размытостью сверхпроводящего перехода „мостика“. Ближе всего к экспериментальным данным в области 4.2-90 К, как это ни странно для ВТСП, подходит зависимость $I_c(T)/I_c(0)$ от T/T_c для сверхпроводящих мостиков в чистом пределе [5] (пунктирная кривая), если для нашего „мостика“ считать $T_c = 85$ К, что разумно, учитывая $T_c = 5$ К. За величину $I_c(0)$ выбиралось значение $I_c(4.2\text{ К})$. В чистом пределе [6] размер мостика должен быть много меньше длины свободного пробега электронов и длины когерентности, поэтому в наших структурах слабыми связями, по всей вероятности, служат естественные микромостики между зёрнами, выросшие в процессе кристаллизации. Их, по-видимому, много, и это обуславливает малые величины $R_N = 0.03$ Ом и $V_c = 1.5$ мВ. Приведенные результаты, по нашему мнению, могут указывать на возможность получения сверхпроводящих слабых связей из ВТСП с хорошими джозефсоновскими свойствами, что делает их весьма перспективными для прикладной радиофизики.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Changxin F., Lin S., Bosai M., Jun L. // Sol. St. Comm. 1987. N 64. P. 689.
- [2] Tanabe H., Kita S., Yoshizako Y., Tonauchi M., Kobayashi T. // Japan. J. Appl. Phys. 1987. N 26. P. 1961.
- [3] Yamashite T., Kawakami A., Noge S. et al. // Japan. J. Appl. Phys. 1988. N 27. P. 1107.
- [4] Lin A.Z., Li H.Q., Liu F.W., Tang L. // Japan. J. Appl. Phys. 1988. N 27. P. 1204.
- [5] Бароне А., Патерно Дж. Эффект Джозефсона. Физика и применение, 1984. М.: Мир.
- [6] Кулик И.О., Омелянчук А.Н. // ФНТ. 1977. № 3. С. 945.

Физический институт
им. П.Н. Лебедева
АН СССР, Москва

Поступило в Редакцию
26 января 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 7

12 апреля 1989 г.

05.4

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ИОННОЕ ОБЛУЧЕНИЕ
МЕТАЛЛОКСИДНОГО СОЕДИНЕНИЯ $\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$

С.В. Антоненко, А.И. Головашкин,
В.Ф. Елесин, И.А. Есин,
П.Б. Жилин, В.Е. Жучков,
С.И. Красносвободцев, А.С. Молчанов,
Е.В. Печень, Б.М. Попов,
И.А. Руднев

Сверхпроводящая пленка $\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ была облучена ионами He^{++} с энергией $E = 3.6$ МэВ при температуре $T_{\text{обл}} < 35$ К.

Установлено, что эта пленка гораздо менее чувствительна к облучению, чем пленка $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$. В процессе динамического воздействия ионного пучка получена зависимость критического тока от интенсивности пучка.

До настоящего времени подавляющее большинство экспериментальных работ по воздействию как нейтронного, так и ионного облучения на свойства ВТСП были выполнены на соединениях типа $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$, иногда облучали $\text{La}_{1.8}\text{Sr}_{0.2}\text{CuO}_4$ [1-3]. Однако существует боль-