

05.4
©1993

ПОЛУЧЕНИЕ КВАЗИОДНОМЕРНЫХ ДЖОЗЕФСОНОВСКИХ СТРУКТУР ТИПА ПОЛУПРОВОДНИК-ВТСП

А. В. Приходько, В. Ф. Мастеров

Известны эксперименты, где проявляются свойства трехмерного гранулированного высокотемпературного сверхпроводника (ВТСП) как множественной джозефсоновской среды [1,2]. Можно предположить, что характерный размер наименьшего контура с включенным джозефсоновским контактом определяется линейным размером гранулы. Поэтому наиболее удобным объектом моделирования могут стать структуры, в которых возможна реализация топологически контролируемой джозефсоновской среды от трехмерной до квазиодномерной, представляющей линейную цепочку таких контуров.

В работах [3-5] были получены также структуры на основе полупроводник-ВТСП в виде трехмерной и квазидвумерной сеток сверхпроводящего состояния.

В данной работе представлены результаты по получению квазиодномерных джозефсоновских структур типа полупроводник-ВТСП.

Использовался метод экстракции из расплава заготовки исходного материала на краю быстровращающегося диска [6]. Отличительной существенной особенностью предлагаемого технологического процесса является применение в качестве заготовки смеси полупроводник-ВТСП в соотношении не менее 1 части ВТСП на

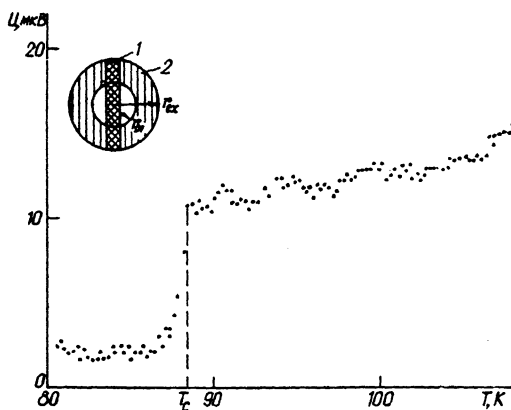


Рис. 1. Температурная зависимость амплитуды U максимума стоячей волны ОДР, нагруженного образцом. На вставке показано расположение образца 1 на торце резонатора 2.

r_{in} , r_{ex} — внутренний и внешний радиусы ОДР.

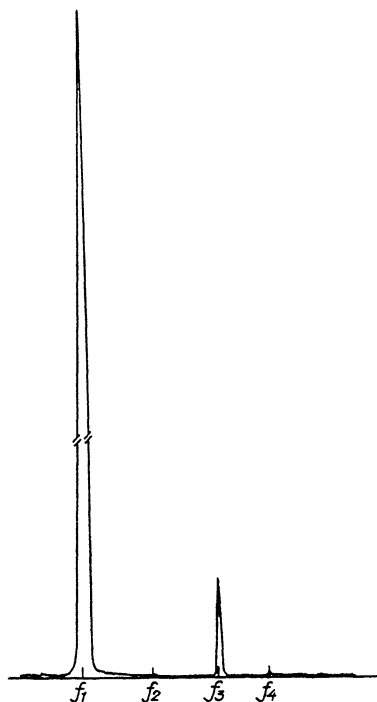


Рис. 2. Генерируемый образцом спектр при 77 К, $f_0 = 1$ кГц.

f_1, f_3 — нечетные гармоники.

2 части полупроводника по весу и расплавление только полупроводника лазерным излучением. Для этого температура плавления полупроводника должна быть меньше температуры декомпозиции состава ВТСП, при которой исчезают сверхпроводящие свойства.

При меньшем чем 2:1 соотношении полупроводника и ВТСП расплав не обеспечивает полного смачивания гранул, а следовательно, не образуется сплошная среда с одномерным распределением гранул по объему [4].

В качестве полупроводника использовался селен марки ОСЧ19-5, ВТСП — состава $YBa_2Cu_3O_7$ с размером зерна 3–5 мкм [4]. Для расплавления использовался аргоновый лазер типа ЛГ106М-1 ($\lambda = 0.5145$ мкм) мощностью 1 Вт, диаметр пятна 3 мм. Скорость вращения диска 10^3 об/с. Изготовленные образцы имели диаметр 10–20 мкм и длину до 10 мм. Операция высокотемпературного отжига в отличие от [6] не производилась.

Для регистрации температуры сверхпроводящего перехода T_c использовался микроволновый метод сканирования профиля стоячей волны открытого диэлектрического резонатора (ОДР), нагруженного на образец [7].

Эксперименты проводились на сканере миллиметрового диапазона длин волн, разработанного в Литовском институте физики полупроводников. Размеры цилиндрического ОДР из тефлона для реализации одномодового режима работы [7] на частоте 142.2 ГГц составляли $r_{in} = 0.36$ мм, $r_{ex} = 0.55$, длина резонатора 4.0 мм (рис. 1).

Образец размещался на торце ОДР и регистрировалось температурное изменение амплитуды U максимума стоячей волны. На рис. 1 представлена зависимость $U(T)$ для образца диаметром 18 мкм и длиной 10 мм, свидетельствующая о существовании сверхпроводящего перехода с $T_c \approx 88$ К, $\Delta T_c \approx 1$ К.

Образцы проверялись на наличие джозефсоновских свойств по генерированию нечетных низкочастотных гармоник при их помещении в максимум магнитной компоненты электромагнитного поля [1] в отсутствие постоянного магнитного поля.

На рис. 2 представлен генерируемый образцом спектр с нечетными гармониками при 77 К, основная частота 1 кГц.

Предлагаемая технология изготовления джозефсоновских структур типа полупроводник-ВТСП дает возможность, по-первых, моделировать топологию джозефсоновской среды от трехмерной [3-5] к квазиодномерной; во-вторых, изменять ее физические параметры, например ориентируя нити во внешнем магнитном поле, приложенном по касательной к вращающемуся диску.

Список литературы

- [1] *Jeffries C., Lam Q.H., Kim Y., Bourne L.C., Zettl A.* // Phys. Rev. B. 1988. V. 37. N 16. P. 9840-9843.
- [2] *Xia T., Stroud D.* // Phys. Rev. B. 1989. V. 39. N 7. P. 4792-4795.
- [3] *Козырев С.В., Мастеров В.Ф., Приходько А.В., Федоров А.В., Хопяев Р.А., Клячко Д.В., Угаров В.В.* // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. Вып. 15. С. 57-60.
- [4] *Приходько А.В., Козырев С.В., Мастеров В.Ф.* // Сверхпроводимость: физика, химия, техника. 1990. Т. 3. Вып. 6. С. 1130-1133.
- [5] *Приходько А.В., Лапкус Л.З., Мастеров В.Ф.* // Письма в ЖТФ. 1993. Т. 19. Вып. 12. С. 34-37.
- [6] *Брандт Н.Б., Данилова Н.П., Генералов Н.А., Зимаков В.П., Митин Б.С., Серов М.М.* // Сверхпроводимость: физика, химия, техника. 1989. Т. 2. Вып. 11. С. 149-151.
- [7] *Kotov M.N., Masterov V.F., Prichodko A.V., Smertin O.V.* // Int. J. of Infrared and Millimeter Waves. 1993. V. 14. N 5.

Институт физики
полупроводников АН Литвы:
Вильнюс

Поступило в Редакцию
21 июня 1993 г.