

- [1] Г а р а н т и н Н.И. Магнитные статические анализаторы заряженных частиц. Поля и линейная оптика. М.: Энергоатомиздат, 1986. 128 с.
- [2] W o l l n i k Н. // Nucl. Instr. and Meth. 1971. V. 95. N 3. P. 453-460.
- [3] С т э р р о к П.А. Статическая и динамическая электронная оптика. М.: ИЛ, 1958. 286 с.
- [4] К е л ь м а н В.М., Я в о р С.Я. Электронная оптика. Л.: Наука, 1968. 488 с.
- [5] Г л и к м а н Л.Г., С п и в а к - Л а в р о в И.Ф. // Изв. АН КазССР. Сер. физ.-мат. 1985. № 2. С. 75-83.

Поступило в Редакцию
21 ноября 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 13

12 июля 1990 г.

05.4

© 1990

УПРАВЛЯЕМЫЙ ТОЧЕЧНЫЙ КОНТАКТ ВОЛЬФРАМ-ВТСП

А.П. В о л о д и н, И.В. Ф а л ь к о в с к и й

Одним из эффективных средств получения информации о величине энергетической щели сверхпроводников, их фононных спектрах является микроконтактная спектроскопия [1]. Однако интерпретация результатов микроконтактных и туннельных измерений, в особенности относящихся к высокотемпературным сверхпроводникам (ВТСП), является сложной задачей, к тому же традиционная постановка эксперимента требует отбора микроконтакта по многим критериям [1]. Существенное методическое достижение в решении этой задачи представляет возможность тонкого управления туннельным контактом или микроконтактом в процессе измерений.

Известен ряд способов реализации управляемого точечного контакта (УТК) между сверхпроводниками: контакт типа *break-junction* [2], механически настраиваемый точечный контакт [3]. Однако наибольшую плавность и точность регулировки имеет контакт, реализуемый по типу используемого в туннельном микроскопе [4]. Такая реализация позволяет изменять нормальное сопротивление контакта R в широком диапазоне, ограниченном сверху величиной ~ 1 ГОм, причем в любой области указанного диапазона изменение R может быть сделано достаточно малым $\Delta R / R < 0.1$.

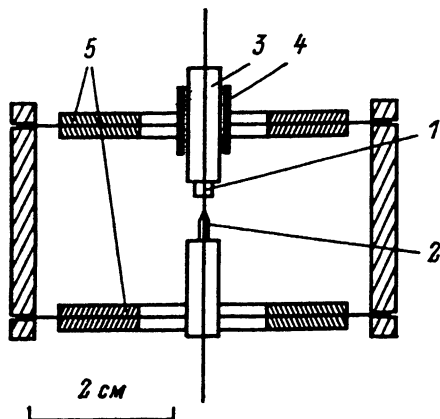


Рис. 1. Схематический чертеж управляемого точечного контакта. 1 - образец, 2 - вольфрамовая игла, 3 - держатель образца, 4 - втулка, 5 - биморфные пьезоэлементы.

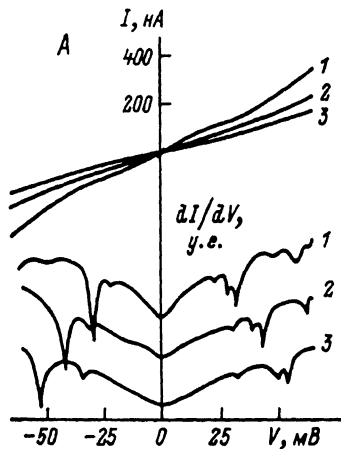
В данной работе приводятся результаты исследований методом УТК характерных особенностей контактной проводимости в $N-S$ системе с ВТСП $Bi_2Sr_2CaCu_2O_x$. Монокристаллы $Bi_2Sr_2CaCu_2O_x$ получены методом бестигель-

ной зонной плавки [5]. Образцы в виде пластинок с размерами $3 \times 3 \times 0.2$ мм³ выкальвывались из слитка и приклеивались проводящей пастой к держателю измерительного устройства с УТК, схема которого показана на рис. 1. УТК образован образцом 1 и вольфрамовой иглой 2. Держатель образца 3 и игла закреплены на биморфных пьезоэлементах 5, которые изгибаются навстречу друг другу при приложении напряжения к их обкладкам. Игла закреплена неподвижно, а держатель, удерживаемый трением во втулке 4, может перемещаться относительно пьезобиморфа. Предварительное грубое перемещение держателя осуществлялось при приложении к верхнему пьезобиморфу пилообразного напряжения с пологим фронтом и крутым спадом. При действии такого напряжения происходит инерционное движение держателя образца во втулке [6]. После прохождения одного импульса напряжения на пьезобиморфе держатель с образцом подвигается к игле на расстояние ~ 100 нм. При приближении образца к игле на расстояние, обеспечивающее появление тока 10^{-12} А, грубое перемещение держателя немедленно прекращается. После этого тонкое управление контактом осуществляется изменением напряжения на обкладках пьезобиморфов.

Измерительное устройство с УТК подвешено на нитях внутри камеры с теплообменным газом гелием при температуре 4.2 К.

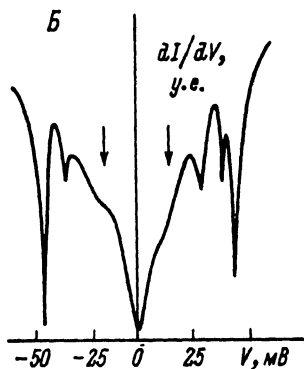
На рис. 2 представлены примеры регистрируемых ВАХ и спектров проводимости $dI/dV(V)$ контакта при разных его сопротивлениях R (измеренных при $V > 200$ мВ), задаваемых посредством тонкого управления контактом. Наблюдаемые интенсивные особенности характерны для микроконтактных $N-S$ спектров и предположительно связываются с разрушением сверхпроводимости вдоль токовых путей [7]. Предположение, однако, основано на косвенных данных, полученных при исследовании традиционных, случайно образуемых микроконтактов. Описываемая в данной работе методика УТК дала возможность изучить влияние на вид регистрируемого спектра такого важного параметра контакта, как его

Рис. 2. а - вольт-амперные характеристики и спектры проводимости, полученные при различных сопротивлениях R управляемого контакта: 1 - $R = 0.11$ МОм, 2 - $R = 0.17$ МОм, 3 - $R = 0.21$ МОм; б - спектр проводимости со щелевой особенностью (показана стрелками). Масштаб по вертикальной оси увеличен в ~ 5 раз.



сопротивление R . Как это следует из рис. 2, а, энергетическое положение особенностей в спектре зависит от R . Зависимость близка к линейной. Это убедительно свидетельствует в пользу того, что причиной возникновения этих особенностей в спектре является разрушение сверхпроводимости вдоль токовых путей. Действительно, ток, разрушающий сверхпроводимость в точке контакта, определяется линейно связанным с ним сопротивлением контакта.

Следует отметить, что слабо выраженная низкоэнергетическая особенность спектра, отвечающая $V \sim 19$ мВ (см. рис. 2, б) практически не зависит от R , и, вероятно, обусловлена энергетической сверхпроводящей щелью $Bi_2Sr_2CaCu_2O_x$ [8].



Таким образом, метод УТК позволил дискриминировать особенности наблюдаемого спектра $dI/dV(V)$ и подтвердить электродинамическую природу интенсивных особенностей. Отметим такое достоинство использованного нами метода УТК, как обусловленную высокой степенью локальности возможность исследования свойств контакта практически в одной точке образца, что особенно важно для ВТСП, характеризующихся значительной пространственной неоднородностью.

Метод прецизионно управляемого контакта позволяет исследовать многие специфические свойства контактов [9]. Его использование представляется весьма перспективным в туннельной и микроконтактной спектроскопии.

Авторы признательны М.С. Хайкину за обсуждения результатов.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Янсон И.К., Рыбальченко Л.Ф., Фисун В.В., Бобров Н.Л., Оболенский М.А., Третьяков Ю.Д., Кауль А.Р., Грабой И.Э. // ФНТ. 1989. Т. 15. №9. С.803.

- [2] Moreland J., Ekin J.W. // J. Appl. Phys. 1985. V. 58. N 10. P. 3888.
- [3] Gonnelli R.S., Andreone D., Lacquaniti V., Abbattista F., Vallino M. // Phys. Rev. B. 1989. V. 39. N 4. P. 2261.
- [4] Hawley M.E., Gray K.E., Terris B.D., Wang H.H., Carlson K.D., Williams J.M. // Phys. Rev. Lett. 1986. V. 57. N 5. P. 629.
- [5] Балбашов А.М., Антонова Е.А., Нигматулин А.С., Карабашев С.Г., Киселева К.В., Александров О.В. // Сверхпроводимость: физика, химия, техника. 1989. Т. 2. № 1. С. 57.
- [6] Володин А.П., Степанян Г.А., Хайкин М.С., Эдельман В.С. // ПТЭ. 1989. № 5. С. 185.
- [7] Емельченко Г.А., Кононович П.А., Тулина Н.А. // ФНТ. 1988. Т. 14. № 7. С. 738.
- [8] Веденеев С.И., Казаков И.П., Максимовский С.Н., Степанов В.А. // Письма в ЖЭТФ. 1988. Т. 47. Вып. 11. С. 585.
- [9] Гантмахер В.Ф., Голубов А.А., Ошеров М.В. // ЖЭТФ. 1989. Т. 96. Вып. 4. С. 1435.

Московский институт
стали и сплавов

Поступило в Редакцию
27 марта 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 13

12 июля 1990 г.

06.3; 07

© 1990

НЕЛИНЕЙНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ В СТЕКЛАХ, ЛЕГИРОВАННЫХ СЕРОСЕЛЕНИДОМ КАДМИЯ

С.Ш. Геворкян, Н.В. Никоноров

Нелинейные оптические свойства стекол с сероселенидом кадмия изучались в [1] и в течение последних лет снова стали предметом интенсивных исследований. В этих стеклах обнаружена высокая оптическая нелинейность третьего порядка ($n_2 = 10^{-12} \text{ м}^2 \cdot \text{Вт}^{-1}$) с пикосекундным откликом [2], связанная с микрокристаллами $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$, распределенными в объеме стекла. Размеры микрокристаллов лежат в пределах $10 \text{ \AA} - 1000 \text{ \AA}$, что открывает возможность исследования таких физических эффектов, как размерное квантование энергетических состояний [3, 4], пикосекундная оптическая нелинейность [2, 5]. Экспериментальные исследования оптической нелинейности указанных стекол производились в основном в коротковолновой области видимого спектра при энергиях $\hbar\omega > E_g$.