

05.4; 12

© 1991

МЕТОДИКА НАНЕСЕНИЯ МИКРОКОНТАКТОВ
В УСТРОЙСТВАХ НА ОСНОВЕ ВТСПШ.М. Д у г у ж е в, Л.С. П а р ф е н ь е в а,
И.А. С м и р н о в

Поскольку оксидные ВТСП в последнее время начинают находить практическое применение в ряде электронных устройств, становится актуальным вопрос о создании на них электрических микроконтактов, обладающих достаточно низким электросопротивлением, механической прочностью, а также высокой технологичностью, необходимой для нанесения их в промышленных условиях.

В качестве материалов для создания низкоомных контактов к оксидным ВТСП сейчас широко используются благородные металлы: серебро и золото (и в меньшей степени платина) [1]. Эти металлы наносятся на поверхность ВТСП в виде пасты, напылением, электроискровой сваркой, имплантацией, наплавлением [1-5]. Величины контактных сопротивлений, полученных этими методами, лежат в пределах 10^{-10} Ом·см² и определяются в значительной степени состоянием поверхности материала.

Наибольшие контактные сопротивления образуются при нанесении серебряной пасты (10^{-10} Ом·см²), наименьшие ($< 10^{-9}$ Ом·см²) получаются при напылении в вакууме серебра (или золота) на свежие сколы монокристаллов [6].

Достаточно хорошие результаты дает метод напыления (или наплавления) серебра или золота на предварительно очищенную поверхность с последующим отжигом в потоке кислорода при высоких температурах (10^{-4} - 10^{-8} Ом·см²) [1].

В [7] нами был предложен простой способ нанесения контакта на керамику $Y-Va-CuO$ путем припрессовывания к торцам таблетки (в процессе прессования порошка) слоя мелкодисперсного (~3 мкм) сплава 70% Ag + 30% Pd , нанесенного на тонкую (~6 мкм) органическую пленку. Полученное при этом сопротивление контакта составляло $\sim 10^{-3}$ Ом·см².

Цель настоящей работы состояла в разработке простой методики нанесения по заданной программе достаточно низкоомных, механически прочных электрических микроконтактов (площадью ~100-200 мкм) на поверхность оксидных ВТСП ($Y-Va-CuO$, висмутовые ВТСП): керамику, тонкие пленки, монокристаллы. В качестве материалов для контактов, как и в [7], использовалась достаточно дешевая, широко доступная органическая пленка с мелкодисперсным покрытием 70% Ag + 30% Pd . Контакты наносились с помощью установки У-1, изготовленной нами на базе микротвердомера ПМЗ-3. Упрощенная схема установки представлена на рисунке.

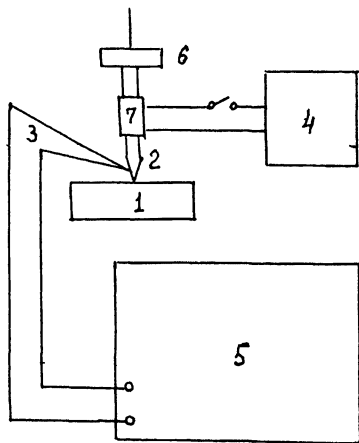


Схема установки для нанесения контактной площадки и термокомпрессионной сварки токопроводов. 1 - образец, 2 - стержень-пресс, 3 - термопара, 4 - источник тока, 5 - потенциометр (или вольтметр), 6 - груз, 7 - нагреватель.

Процесс формирования контакта разбивался на три стадии:

Первая стадия. Получение на поверхности ВТСП „отпечатка” контакта из $Ag-Pd$ размером 100–200 мкм.

Для этого на поверхность образца 1 (рисунок) накладывается органическая пленка с покрытием из $Ag-Pd$ (поверхность пленки с металлическим сплавом соприкасается с ВТСП). Стержень 2, имеющий форму усеченного конуса, под действием груза 6 прижимает пленку к образцу. Давление на контактную площадку изменялось в пределах $(8-20) \cdot 10^7$ Н/м². При помощи микропечи 7 проводился регулируемый нагрев стержня 2. Температура его острия контролировалась термопарой 3. Под действием нагрева под стержнем происходило размягчение органической основы пленки. После снятия нагрузки и выключения нагрева на поверхности образца оставалась контактная площадка из $Ag-Pd$ диаметром ~100–200 мкм без органической основы. Оптическая система твердомера позволяла визуально выбирать нужный участок образца для нанесения контакта. Контакты можно было наносить близко друг к другу, вплоть до нескольких десятков мкм, что давало возможность работать с монокристаллами ВТСП малых размеров. Для получения любого числа „отпечатков” из $Ag-Pd$, расположенных на поверхности ВТСП по заданной программе, можно вместо одного острия использовать специальное клише с набором острий, что позволит получить серию микроконтактов за один процесс прессовки.

Вторая стадия. Вжигание „отпечатка” из $Ag-Pd$, в результате которого осуществляется диффузия и электроперенос Ag и Pd в ВТСП.

Вжигание контактов происходит с помощью сфокусированного до 5–10 мкм электронного луча (с энергией электронов 30–35 кэВ)

с разверткой по поверхности в камере микроанализатора "Сатеса". Величина тока зонда выбиралась не выше 1.5 мкА, чтобы не допустить распыления материала контакта. Время отжига составляло 15–20 мин. Важной особенностью такого метода вжигания контактов является возможность осуществления непрерывного контроля с помощью микроанализатора за сохранением состава материала контакта.

Третья стадия. Присоединение с помощью термокомпрессионной сварки к контактам из *Ag-Pd* тонких золотых или серебряных проволочек.

Эта процедура осуществлялась в установке У-1. Золотые (или серебряные) проволочки диаметром ~50 мкм с заранее припаянными измерительными проводами прижимались на несколько десятков секунд нагретым до 200 °С острием 2. Замена пайки индием термокомпрессией позволило исключить нежелательное замещение при этом процессе серебра на индий, которое было обнаружено нами ранее [7].

Без специальной предварительной обработки поверхности ВТСП с помощью описанной выше процедуры были получены следующие значения для сопротивления контактов:

- ~ 10^{-3} Ом·см² (для составов 1-2-3 керамики и тонких пленок);
- ~ 10^{-5} Ом·см² (для монокристаллов висмутовых ВТСП).

Таким образом, полученные на данном этапе результаты позволяют заключить, что рекомендованные в работе технологические приемы получения микроконтактов на ВТСП просты, надежны и технологичны. С их помощью можно создавать микро- и (и макро-) контакты с любой плотностью размещения в любой наперед выбранной точке образца.

При доработке метода с его помощью можно получать серию микроконтактов на ВТСП с заданным распределением за один процесс „прессовки“ пленки с *Ag-Pd*.

Работа выполнена в рамках проекта № 624 государственной программы по высокотемпературной сверхпроводимости.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] T a l v a s c h i o J. IEEE Transactions on components, Hybrids, and Manufacturing Technology. 1989. P. 21-31.
- [2] K u s a k a T., Y o t a n u y a T., S u z u k i Y., O g a v a S., A o y a m a T., I m o k a w a H. In Proc. 5th Int. Workshop on Future Electron Devices. 1988. P. 205-208.
- [3] T z e n g Y. // J. Electrochem. Soc. 1988. V. 135. P. 1309-1310.

- [4] Ekin J.W., Larson T.M., Bergren N.F., Nelson A.J., Swartzlander A.B., Karmerski L.L., Panson A.J., Blankenship B.A. // Appl. Phys. Lett. 1988. V. 52. P. 1819-1821.
- [5] Iye Y., Tamegai I., Takeya H., Takei H. // Jap. J. Appl. Phys. 1988. V. 27. P. L658-660.
- [6] Tsai J.S., Takeuchi I., Tsuge H., Matsukura N., Miura S. // Physica B. 1990. V. 165-166. P. 1627-1628.
- [7] Гарцман К.Г., Дугужев Ш.М., Парфеньева Л.С., Смирнов И.А. // Письма в ЖТФ. 1991. Т. 17. В. 2. С. 40-42.

Физико-технический
институт им. А.Ф. Иоффе
АН СССР,
С.-Петербург

Поступило в Редакцию
28 ноября 1991 г.