

А. Н. СМЕРНОВ, Н. С. ПУЧКОВА, к. т. н. Р. Г. СИДОРЦ,
В. Д. ЛЕМЗА

Украина, г. Одесса, Научно-исследовательский технологический институт «Темп»

Дата поступления в редакцию
16.11 2004 г.

Оппонент к. т. н. Л. И. ПАНОВ
(ОНПУ, г. Одесса)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ НИЗКООМНЫХ ТОЛСТОПЛЕНОЧНЫХ РЕЗИСТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Разработанная на основе Ag/Ru/Pd система паст и содержание в этой системе 35—45% стеклосвязки обеспечивают необходимые характеристики резисторов и расширяют возможности толсто пленочной технологии.

Несмотря на бурное развитие полупроводниковой микроэлектроники толсто пленочная технология продолжает удерживать свои традиционные позиции на рынке разработки и производства радиоэлектронной аппаратуры. В последние годы наметилась тенденция применения толсто пленочной технологии в новых областях техники (сенсоры, люминесцентные панели, нагреватели различного типа и т. д.). Такое положение объясняется уникальным сочетанием экономических и технических характеристик технологического процесса: при достаточно низкой стоимости производства достигаются высокие качественные характеристики (стабильность, удельная мощность, диапазон номиналов и т. д.) [1, 2].

Новые схемотехнические решения аппаратуры потребовали решения задачи создания высокостабильных низкоомных переменных резисторов, при этом основное требование к резистивному слою — высокая устойчивость к истиранию и гладкость поверхности.

Существующие в стране резистивные материалы на основе соединений рутения имеют удельное сопротивление 5 Ом/□ и выше. Поверхность резистора шероховатая, что приводит к неравномерности показаний резистора в процессе подстройки и к изменению сопротивления резистора в процессе эксплуатации, поскольку при перемещении токоъемов (металлических щеток из сплава Ni/Ag) по такой поверхности наблюдается «втирание» материала контакта в приповерхностный слой.

Шероховатость поверхности резистора обусловлена снижением количества стеклообразующего наполнителя до 18—20%. Увеличение стеклонеполнителя до 30—40% обеспечивает необходимый вид поверхности, но увеличивает сопротивление до десятков килоом. Таким образом, единственным путем решения проблемы является поиск функционального материала, обеспечивающего требуемое сопротивление при достаточно высоком содержании стеклофазы.

На первом этапе разработки низкоомных паст с хорошими поверхностными свойствами была исследована система паст на основе Ag/Pd с содержанием

связки до 40%, но она в связи с высоким содержанием палладия в пасте (до 20%) не получила дальнейшего развития из-за значительной стоимости.

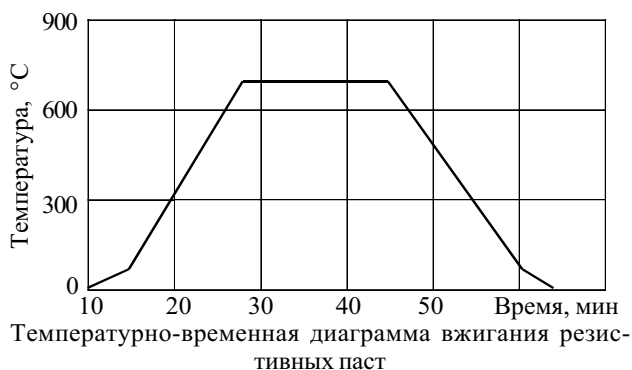
На следующем этапе исследовалась система паст на основе Ag/Ru. Разработанные пасты с номиналом 10—50 Ом/□ ввиду нестабильности резисторов и высокого положительного ТКС также не получили дальнейшего развития.

Наиболее перспективной для получения требуемого результата представляется система паст, разработанная на основе Ag/Ru/Pd. Содержание стеклосвязки в этой системе составляет 35—45 мас.%. Отличные поверхностные свойства и технологические характеристики паст обеспечивают их значительные преимущества по сравнению с существующими резистивными материалами.

Образцы для исследования изготавливались из паст, представляющих собой суспензию мелкодисперсных порошков серебра, палладия, рутения и стеклофазы в органическом связующем. Пасты наносили методом трафаретной печати на керамическое основание (подложки из 96% Al₂O₃). Для печати использовался трафарет из сетки из нержавеющей стали с размером ячейки 40 мкм. Геометрия тестового резистора — длина 18 мм, ширина 3 мм.

После нанесения отпечатки предварительно подсушивали при комнатной температуре в течение 5—10 мин, а затем в течение 10—15 мин при 120°C, и вжигали на воздухе при пиковой температуре 800°C в течение 10 мин. Толщина подсушенного слоя 20—24 мкм.

Для изготовления контактных площадок использовалась проводниковая серебро-палладиевая паста марки 4320, предварительно вожженная при 850°C.



На рисунке представлена температурно-временная диаграмма вжигания резистивных паст. По внешнему виду пасты после вжигания представляют собой блестящий гладкий слой черного цвета без раковин и трещин.

Таблица 1
Свойства разработанных низкоомных резистивных элементов

Параметр	Марка пасты		
	4301	4305	4310
Удельное сопротивление ($\pm 20\%$), Ом/□	1	5	10
ТКС, $10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ ($+25^\circ\text{C} \text{—} +125^\circ\text{C}$)	+200	+150	+100
Условная вязкость, мм	20—24	20—24	20—24

Свойства полученных резистивных элементов приведены в табл. 1. Для получения промежуточных величин удельного сопротивления паста 4305 (5 Ом/□) может смешиваться с пастами соседних номиналов 4301 и 4310. Из-за различного химического состава пасты марок 4301, 4305 и 4310 не смешиваются с пастами серии 5000 и 5300 ТУ У 14314765.002—2000.

При необходимости пленочные резисторы могут защищаться пастой марки 0011 на основе многокомпонентного легкоплавкого стекла. Изменение удельного сопротивления после вжигания защитного слоя составляет 1—3%.

Таблица 2
Характеристики потенциометров с использованием разработанных паст

Параметры контроля	Марка пасты		
	4301	4305	4310
Изменение контактного сопротивления после 100 скольжений, % (контакты из латунной проволоки)	0,8	0,6	0,4
Стабильность при погружении в расплавленный припой ПСр в течение 5 с при 220°C	2,0	1,0	1,5

В табл. 2 представлены характеристики потенциометров с использованием разработанных паст. Аналогичные материалы выпускаются фирмами «Du Pont» (США) [3] и «Элма-пасты» (Россия) [4]. Их характеристики приведены в табл. 3, 4.

Разработанная система низкоомных паст нашла неожиданное применение при изготовлении толстопленочных нагревательных элементов для копировальной техники и лазерных принтеров. Изготовленные

Таблица 3

Свойства низкоомных резистивных элементов из паст фирмы «Du Pont»

Параметр	Марка пасты		
	4662	4663	4664
Удельное сопротивление ($\pm 20\%$), Ом/□	0,5	2,5	10
ТКС, $10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ ($+25^\circ\text{C} \text{—} +125^\circ\text{C}$)	± 100	± 100	± 100
Вязкость пасты (вискозиметр Брукфильда, при 25°C)	120—220	120—220	120—220
Контакты из платино-серебряной пасты марки 9770 фирмы «Du Pont»			

Таблица 4

Свойства низкоомных резистивных элементов из паст фирмы «Элма-пасты»

Параметр	Марка пасты	
	ПСПрУ-0,5	ПСПрУ-10
Удельное сопротивление ($\pm 20\%$), Ом/□	0,35-0,75	7,0-13,0
ТКС, $10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ ($+25^\circ\text{C} \text{—} +125^\circ\text{C}$)	+350	+150
Вязкость пасты (вискозиметр Брукфильда, при 25°C)	20—25	20—25
Контакты из серебро-палладиевой и серебро-платиновой пасты серии ПП		

на алюмооксидной керамике нагревательные элементы не уступают по характеристикам широко применяемым тонкопленочным, но оказываются значительно долговечней, а главное, экономически более выгодны.

Еще одним применением является использование резистивных паст при изготовлении элементов термомпечатающих головок.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Падалко В. Г., Грищенко С. Г., Зубарев В. В. и др. Программа развития конкурентоспособных направлений микроэлектроники в Украине // Технология и конструирование в электронной аппаратуре.—1999.— № 4.— С. 3—8.
2. Падалко В. Г. Состояние, проблемы и перспективы возрождения электроники Украины // Там же.— 1999.— № 2—3.— С. 3—5.
3. Низкоомные резистивные пасты марок 4662, 4663 и 4664 для керметных подстроечных резисторов / Проспект фирмы «Du Pont», 1993.
4. Резистивные серебро-палладиевые пасты серии ПСРУ / Проспект фирмы «Элма-пасты».— Зеленоград, 2003.

НОВЫЕ КНИГИ

НОВЫЕ КНИГИ

Джакония В. Е. (под ред.) Телевидение.— М.: Радио и связь, 2004.— 490 с.— 2-е изд., испр. и доп.

Излагаются теоретические основы телевидения и анализируются физические процессы в важнейших узлах телевизионной аппаратуры — фотоэлектрических и оптоэлектрических преобразователях, модулях ТВ приемников и др. Рассматриваются основные современные ТВ системы: цветного телевидения, спутникового ТВ вещания, кабельного ТВ, стереотелевидения, телевизионного контроля и измерения. Особое внимание уделяется проблемам цифрового ТВ вещания, технологии интерактивного телевидения, передачи телевизионных программ по сети Интернет и — в перспективе — интеграции всех телекоммуникационных служб в единую систему.

Для студентов вузов, обучающихся по направлению «Телекоммуникации» и специальности «Радиосвязь, радиовещание и телевидение». Учебник будет также полезен для инженеров, работающих в области телевизионной техники.

