

кое ресурсосбережение и экологическую безопасность. Достаточно сказать, что при травлении печатных плат в отходы уходит до 800 г меди с 1 м<sup>2</sup> поверхности, в то время как при травлении тонкопленочных плат этот показатель не превышает 6 г/м<sup>2</sup> [11]. К тому же при травлении меди образуются вредные вещества. Большая часть растворов для травления меди, являющихся опасными для окружающей среды, сбрасывается вместе со сточными водами. Поэтому при обосновании экономической целесообразности производства печатных плат необходимо учитывать затраты на строительство очистных сооружений и переработку гальванических стоков. Кроме того, в связи с истощением природных ресурсов цены на медь неизбежно будут возрастать (как, впрочем, и экологические требования к производителям печатных плат). Отсюда следует ожидать значительного повышения себестоимости производства печатных плат.

#### Выводы

Наибольшую интеграцию, максимальный теплоотвод и низкую себестоимость изготовления микросборки можно получить путем применения микросборок с подложкой из кремния. Для существенного уменьшения площади тонкопленочных резисторов следует использовать резистивные материалы с  $\rho=5...10$  кОм/□. Вместе с тем уменьшение норм проектирования топологических размеров резисторов до 50 мкм и менее позволяет использовать в качестве резистивного материала адгезионный подслой хрома с величиной  $\rho=250...500$  Ом/□. При этом площадь резистора возрастает незначительно, а себестоимость изготовления микросборки может быть существенно снижена. Кроме того, применение хрома позволяет изготавливать ТПР на кремниевых подложках.

На кремниевые или поликорковые платы возможна установка как бескорпусных кристаллов, так и компонентов в мини-корпусах, предназначенных для поверхностного монтажа. Как следует из проведен-

ного анализа, площадь кремниевой платы может быть в 6—15 раз меньше печатной платы, что значительно сокращает разрыв в себестоимости их изготовления. Кроме того, в отраслях, где приоритетом является минимизация массогабаритных характеристик, преимущества кремниевой платы с бескорпусными кристаллами бесспорны.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Микроэлектронная аппаратура на бескорпусных интегральных микросхемах / И. Н. Воженин, Г. А. Блинов, Л. А. Коледов и др.— М.: Радио и связь, 1985.
2. Гуськов Г. Я., Блинов Г. А., Газаров А. А. Монтаж микроэлектронной аппаратуры.— М.: Радио и связь, 1986.
3. Лаймен Д. Многокристалльные модули — высокоэффективное средство сборки новых поколений СБИС // Электроника.— 1989.— № 6.— С. 10—13.
4. Узбер С. Многокристалльные модули — перспективное направление в области СБИС // Электроника.— 1989.— № 7.— С. 63—71.
5. Дорошевич К., Дорошевич В., Телец В. Многокристалльные модули: конструкция, технология, перспектива // Главный инженер: управление промышленным производством.— 2004.— № 2.— С. 24—27.
6. Спиринов В. Г. Математические модели сопротивления тонкопленочного резистора с размерами 50 мкм // Технология и конструирование в радиоэлектронной аппаратуре.— 2004.— № 2.— С. 14—16.
7. Спиринов В. Г. Расчет стационарного теплового режима тонкопленочной микросборки // Вестник МВВО. Сер.: Высокие технологии в радиоэлектронике, информатике и связи. (Н.-Новгород.)— 2003.— Вып. 1.— С. 15—19.
8. Спиринов В. Г. Оценка влияния сопротивления электродов на погрешность тонкопленочного резистора // Там же.— С. 11—14.
9. Мэнгин Ч.-Г., Маклеланд С. Технология поверхностного монтажа. Будущее технологии сборки в электронике.— М.: Мир, 1990.
10. Елизаров Б. А., Максимов А. В., Шелест В. И., Ширяев Ю. Н. Оценка электромонтажных параметров коммутационных плат на ранних этапах проектирования РЭС // Технология и конструирование в радиоэлектронной аппаратуре.— 2004.— № 2.— С. 3—6.
11. Скубилин М. Д., Письменов А. В., Гусев Б. А. Проблемы ресурсосбережения и экологической безопасности в гальванотехнологии // Там же.— С. 46—51.

#### НОВЫЕ КНИГИ

НОВЫЕ КНИГИ



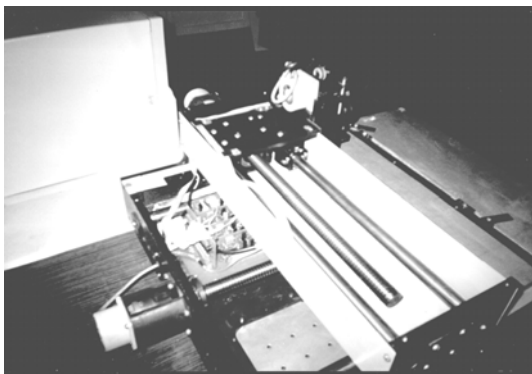
#### **Умняшкин С. В. Математические основы цифровой обработки и кодирования сигналов.— М.: МИЭТ, 2004.— 176 с.**

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям «Информатика и вычислительная техника» и «Прикладная математика». Материал пособия включает в себя в основном наиболее общие теоретические вопросы, связанные с цифровым представлением сигналов и основами анализа линейных дискретных систем, на базе чего в дальнейшем возможно построение специализированных курсов цифровой обработки сигналов, ориентированных на конкретные специальности и направления. По этой причине учебное пособие может быть также рекомендовано для направлений радиотехнического и телекоммуникационного профиля, так как изложение материала опирается лишь на общеобразовательные математические курсы, читаемые в МИЭТ для всех технических специальностей.



участок изготовления плат есть на Смоленском автоагрегатном заводе и Брянском машиностроительном.

Используемый для привода шпинделя асинхронный двигатель — бесколлекторный, что намного увеличивает его ресурс. Скорость вращения шпинделя до 20 тыс. мин<sup>-1</sup>. В комплект поставки входит программное обеспечение и интерфейсный блок сопряжения с компьютером. Программное обеспечение позволяет подготавливать данные для фрезерования и гравирования из таких распространенных систем проектирования как PCAD, OrCAD, SmarWoRK, AutoCAD. Управление плоттером осуществляется от ПЭВМ типа IBM PC/AT. Типовая отечественная элементная база и стандартные конструктивные элементы (например, шарико-винтовые пары) обеспечивают высокую ремонтпригодность. Не критичен отечественный плоттер к применяемым материалам и инструменту. Существенно также, что электроника привода предельно упрощена за счет использования ресурса вычислительной мощности управляющего компьютера.



Смоленское ТОО «Анико» производит фрезероальные плоттеры, цена которых не превышает 6 тыс. дол. США. (Ближайшие функциональные аналоги данного плоттера — изделия германской фирмы LPKF, их стоимость — 20—26 тыс. немецких марок.) В настоящий момент ведется проработка моделей плоттеров следующего поколения с предельной ценой 3 тыс. дол. США (в зависимости от исполнения) с такими примерными характеристиками:

1. Рабочее поле — 600×500 мм.
  2. Скорость вращения шпинделя 20—60—110 тыс. мин<sup>-1</sup>.
  3. Вертикальное расположение печатной платы при всех видах обработки. Это облегчает удаление стружки и пыли, а также снижает на 30% массогабаритные характеристики станка.
  4. Мощность шпинделя 100—150 Вт или 200 Вт в зависимости от исполнения.
  5. Автоматическая смена инструмента.
  6. Возможная замена шарико-винтовых передач на несоосные передачи или высокоточные ленточные.
  7. Замена корпусных элементов на недорогие композитные материалы, и прежде всего, «синтегран» (полимербетон), не уступающий по своим механическим характеристикам граниту (демпфирование, гашение колебаний).
  8. Точность позиционирования от 0,02 до 0,005 мм в зависимости от исполнения.
  9. Специализированные головки, работающие в «вихревом» режиме и выполняющие полный цикл лужения платы и изготовления металлизированных сквозных отверстий с одной установки.
  10. Фрезерование изолирующей дорожки (минимальная ширина 0,15 мм) обеспечивается инструментом и настройкой его вылета, что позволит изготавливать печатные платы с минимальной шириной проводника 0,15 мм и таким же зазором между проводниками в узких местах. В широких местах зазор между проводниками может быть расширен до 3 мм за счет применения многопроходного фрезерования.
  11. Сверление отверстий диаметром 0,1—1,8 мм, автоматическая смена инструмента с помощью револьверной головки.
  12. Максимальная скорость перемещения головки плоттера 50—150 м/мин (в зависимости от мощности двигателя, исполнения и при перемещении под углом, кратным 45°).
- Такие характеристики позволяют изготавливать печатные платы в 1 дм<sup>2</sup> за 10—20 мин.

#### НОВЫЕ КНИГИ

**Пул Ч. П. мл., Оуэнс Ф. Дж. Нанотехнологии.— М.: Техносфера, 2004.— 448 с.**

Первое руководство на русском языке, описывающее структуру и свойства наноматериалов от твердотельных до биологических объектов. Исчерпывающе изложены технологии изготовления и методы исследования наноструктур, разнообразные применения — от оптоэлектроники до катализа и биотехнологий. Монография адресована широкому кругу научных работников, инженеров-электронщиков и технологов-химиков и биологов.

**Грушевский А. М. Сборка и монтаж многокристальных микромодулей.— М.: МИЭТ, 2003.— 196 с.**

Рассмотрены конструктивно-технологические решения основополагающих проблем технологии монтажа высокоинтегрированных многокристальных микромодулей, представляющих наиболее перспективное направление высокоплотного монтажа изделий микроэлектроники. Исследованы особенности технологий: сборки СБИС; сборки многоуровневых плат; автоматизированного монтажа СБИС на платы с обеспечением эффективного теплостока от кристаллов; контроля качества сборочных процессов.

Предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям 551100 и 654300 "Проектирование и технология электронных средств", а также для слушателей курсов повышения квалификации и специалистов, занимающихся созданием высокоинтегрированных изделий современной микроэлектроники.



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 $220^\circ\text{C}$	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, $10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ ( $+25^\circ\text{C} \text{—} +125^\circ\text{C}$ )	$\pm 100$	$\pm 100$	$\pm 100$
Вязкость пасты (вискозиметр Брукфильда, при $25^\circ\text{C}$ )	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 $25^\circ\text{C}$ )	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.

