

МОНТАЖ МИКРОСХЕМ НА ГИБКОМ НОСИТЕЛЕ – ДАНЬ ПРОШЛОМУ ИЛИ ПРИБЛИЖЕНИЕ БУДУЩЕГО?

К началу 1990-х годов конструкторы радиоэлектронной аппаратуры столкнулись с проблемой эффективного монтажа на печатную плату сверхбольших и сверхскоростных интегральных схем с большим количеством близко расположенных выводов.

Решение задачи стали искать в разработке новых комплексных и совершенствовании существующих конструктивно-технологических вариантов сборки и монтажа микросхем.

Наряду с совершенствованием существовавшего проволочного монтажа были разработаны методы автоматической сборки на ленту-носитель и различные варианты метода "кристалл на плате" (chip-on-board). Поверхностный монтаж на плату бескорпусных микросхем с большим количеством выводов в настоящее время осуществляют с использованием методов автоматической сборки на ленту-носитель, монтажа лицевой поверхностью кристалла вниз с соединением под кристаллом (флип-чип) и проволочным монтажом.

Способ автоматической сборки на ленту-носитель начал играть значимую роль в производстве микроэлектронных компонентов с начала 1970-х годов, когда фирма National Semiconductor применила его для повышения надежности 20-выводных DIP-корпусов [1].

Рост потребности в микроэлектронных компонентах для поверхностного монтажа вывел метод автоматической сборки на ленту-носитель на ведущие позиции как в корпусировании кристаллов, так и в области монтажа бескорпусных микросхем непосредственно на плату, превращая сборку и монтаж в высокоскоростные автоматизированные процессы.

Необходимость уменьшения массогабаритных характеристик электронных устройств, увеличения быстродействия путем уплотнения компоновки аппаратуры, использования кристаллов с числом выводов 300 и более, а также контроля работоспособности после сборки компонентов (т.е. перед монтажом

на плату) определила перспективность создания компонентов на гибком носителе с ленточными выводами [2 – 4]. Разработчиками предлагались различные решения этой задачи.

Рассмотрим один из вариантов конструкторских решений и технологических приемов. Это вариант сборки и монтажа бескорпусных микросхем на гибком носителе с ленточными выводами для использования в жестких условиях эксплуатации (большие высоты, тряска, экстремальные температуры, влажность, вибрация, радиация). Сущность метода, являющегося разновидностью техники автоматической сборки на ленту-носитель, заключается в присоединении к алюминиевым контактным площадкам кристалла плоских алюминиевых выводов, сформированных в лакофольговом композите и обеспечивающих соединение кристалла с внешними электрическими цепями. Такой конструктив создается в три этапа. Сначала изготавливают гибкий носитель с ленточными выводами, соответствующими конфигурации контактных площадок на кристалле, затем на него монтируют кристалл, и в заключение, измеряют электрические параметры микросхемы и проводят необходимые испытания. После монтажа на плату гибкий носитель обеспечивает электрическую коммутацию кристалла с платой.

Изготавливают гибкий носитель кристалла из двухслойной лакофольговой ленты (алюминиевая фольга на полиимидной пленке) рулонным фотохимическим способом в автоматическом режиме. Технология изготовления предусматривает последовательное избирательное травление полиимидной основы и алюминиевой фольги (рис.1).

ОБ АВТОРАХ

Баширов Анвар Митиулливич – первый заместитель Генерального директора – главный инженер ОАО "Научно-производственное предприятие "Сапфир".

Морозов Виктор Владимирович – начальник технологического бюро ОАО "Научно-производственное предприятие "Сапфир".

В результате фотохимической и термической обработки лента превращается во множество выводных рамок с балочными выводами, расположенными над "окнами" в полиимидной основе. Термическая обработка проводится в нейтральной газовой среде при температуре 300...320°C с целью стабилизации физико-механических свойств. Далее ленту разделяют на отдельные модули, в каждый из которых монтируется соответствующий кристалл. На эту сборку для защиты от механических повреждений наносится лаковая полимерная пленка, после чего она помещается в специальную антистатическую тару.

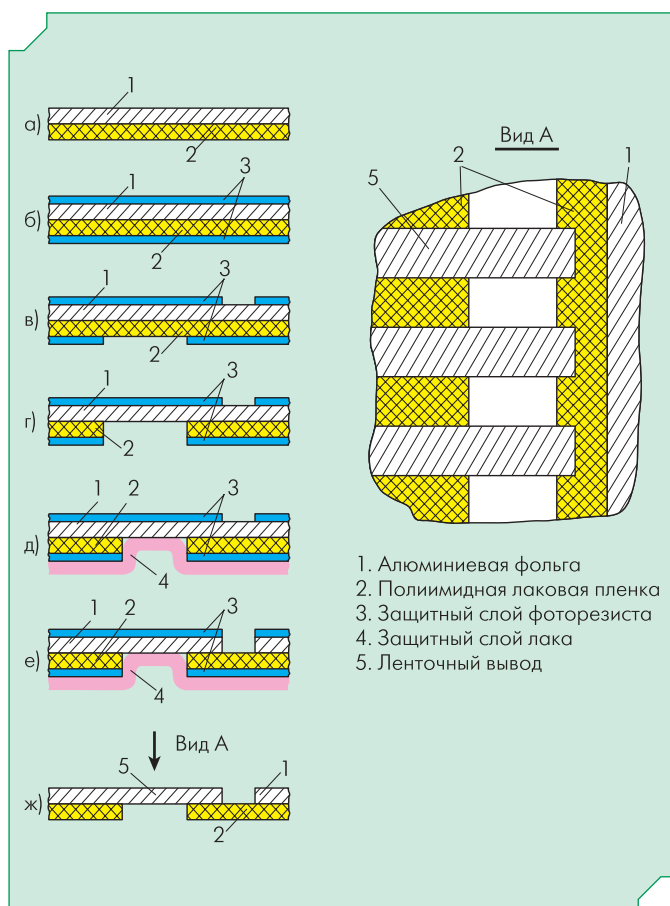


Рис.1 Формирование рельефа гибкого ленточного носителя из двухслойной ленты алюминий-полиимид (а), путем нанесения фоторезиста (б), его экспонирования и проявления (в), травления полиимида (г), нанесения защитного слоя (д), травления алюминиевой фольги (е) и удаления фоторезиста и защитного слоя (ж)

Антистатическая тара обеспечивает жесткость и защищает микросхему на последующих операциях технологического процесса, сохраняя компланарность и целостность выводов при транспортировке, электротермотренировке и измерении электрических параметров. В этой же таре осуществляется транспортировка микросхем потребителям и их входной контроль до монтажа на плату. Перед монтажом на плату производится определенным образом вырубка микросхемы из гибкого носителя (рис.2). Затем микросхема с ленточными выводами позиционируется над соответствующей группой контактных площадок на плате, и выводы поочередно присоединяются к контактным площадкам ультразвуковой сваркой.

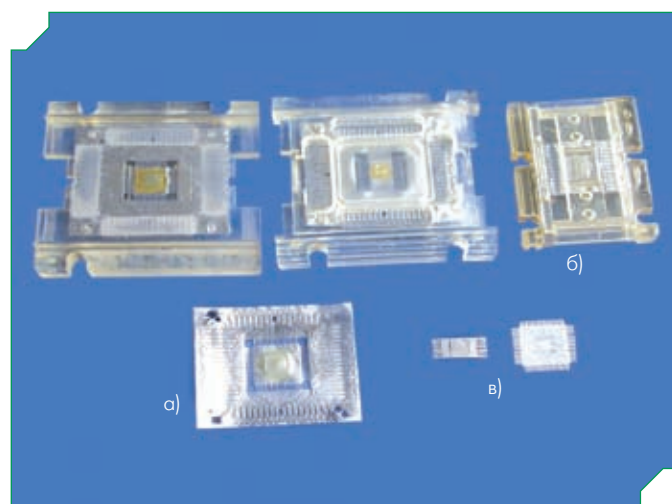


Рис.2 Внешний вид микросхем на гибком носителе с ленточными выводами после сборки на носитель (а), в таре для проверки работоспособности и технологических испытаний (б) и после вырубki перед монтажом на плату (в)

Использование алюминия в качестве материала выводов и применение индивидуальной сварки позволяют получать надежное монометаллическое соединение, стойкое к радиации. Кроме того, невозможны такие неприятности, как закопачивание соседних выводов мостиками припоя, образование интерметаллических соединений, оловянных усиков и не требуется удаления остатков флюса, характерных для паяных соединений. Решена и проблема доставки к месту монтажа на плату в работоспособном состоянии приборов с такими тонкими выводами (толщина вывода 30 мкм при шаге расположения 0,625 мм).

Конструкции многвыводных гибких носителей стандартизованы. Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что существующий уровень технологии обеспечивает получение гибких носителей из двухслойной лакофольевой ленты алюминий-полиимид, отвечающих требованиям автоматизированной сборки. Достоинствами применения гибких носителей в производстве микросхем являются также повышение производительности труда, снижение затрат,

уменьшение брака при монтаже, повышение ремонтпригодности микросборок и функциональных узлов.

На основе КМОП-технологии, использующей структуры "кремний на сапфире", разработан и выпускается комплект интегральных схем для функционально полного специального вычислительного комплекса, дополненный микросхемами быстродействующих аналого-цифровых и цифроаналоговых преобразователей в бескорпусном исполнении на гибком носителе с ленточными выводами [5]. Указанный комплект помимо прямого назначения может быть использован в любой радиоэлектронной аппаратуре, работающей в жестких условиях эксплуатации. Среди областей применения особо выделяется следующие:

- аэрокосмическая и авиационная электроника,
- аппаратура для нефтедобычи,
- автомобильная электроника,
- электроэнергетика.

Бескорпусные микросхемы представляют собой монолитную структуру без внутренних полостей размерами несколько миллиметров и массой 10...200 мг, с выступающими ленточными выводами из алюминия с размерами $0,03 \times 0,3 \times 3$ мм и массой 40 мкг каждый (для приварки к контактным площадкам микросборки или платы). Опыт разработки и производства гибких носителей и сборки микросхем с их использованием проверен многолетней практикой промышленного использования электронных компонентов данного конструктива. Оценка предельных эксплуатационных возможностей микросхем проводится как в период их разработки, так и в процессе серийного производства [5].

Устойчивость бескорпусных микросхем к механическим воздействиям (ударам, вибрациям, ускорениям) в силу их чрезвычайно малой массы в сотни раз превышает требования к ним, установленные в нормативной документации. Расчетное значение резонансной частоты кристалла, как и

выступающего алюминиевого вывода, для поперечных колебаний превышает сотни тысяч герц, тогда как определение этих частот проводят лишь до 20 000 Гц, а испытания на вибропрочность проводят в диапазоне 1...1500 Гц. Поэтому резонансные частоты у бескорпусных микросхем не были обнаружены даже при испытаниях самых больших по размеру кристаллов.

При испытаниях на воздействие одиночных ударов с ускорением 1500 g кристалл испытывает воздействие силы, равной всего 15 г, а алюминиевый вывод – 60 мг. В то же время прочность сапфира равняется 15000 г/мм^2 (запас по прочности превышает в 1000 раз), а прочность алюминия 9200 г/мм^2 (запас по прочности превышает в 750 раз). Наличие таких запасов прочности было подтверждено результатами испытаний бескорпусных микросхем [4, 5].

Технология сборки кристаллов на гибкий носитель обеспечивает высокую прочность соединения выводов носителя с контактными площадками кристалла. Фактическая прочность соединения в 2,5...3 раза превышает усилие отрыва, установленное в нормативной документации [4, 5].

Проектирование гибких носителей осуществляется в соответствии с требованиями ОСТ В 11 1010-2001 "Микросхемы интегральные бескорпусные". Общие технические условия (приложение В и Г).

ЛИТЕРАТУРА

1. Electronic Design, 1986, № 9 и 34.
2. Электроника, пер. амер. изд., 1984, № 19.
3. Электроника, пер. амер. изд., 1990, № 5.
4. Микроэлектронная аппаратура на бескорпусных интегральных схемах / Под ред. И.Н.Воженина. – М.: Радио и связь, 1985.
5. Микроэлектроника бортовых вычислительных комплексов. Стратегия успеха / Под ред. А.Ю.Сметанова. – М.: Логос, 2006.