

Производство гибких и гибко-жестких печатных плат.

Часть 5. Специальные виды обработки

Эта статья — продолжение описания технологий гибких печатных плат, начатое публикациями «Часть 1. Производство гибких печатных плат без металлизированных отверстий» [1], «Часть 2. Производство гибких печатных плат с металлизированными отверстиями» [2], «Часть 3. Производство гибких и гибко-жестких плат. Нанесение покровного слоя» [3], «Часть 4. Изготовление гибких и гибко-жестких многослойных печатных плат» [4].
Материалы статьи — результат плодотворного сотрудничества науки и производства: инженеринговой компании «Электрон-Сервис-Технология» и ФГУП «Государственный Рязанский приборный завод» [5].

Аркадий Медведев,
д. т. н., проф. МАИ
Геннадий Мылов
Валентина Люлина
Юрий Набатов
Петр Семенов
Аркадий Сержантов
Светлана Шкундина

Выполнение отверстий

После прессования иногда возникает необходимость выполнить отверстия через покровный слой и акриловое связующее до медных площадок. Существует несколько способов удаления покровного слоя.

Механические методы

Метод фрезерования с контролируемым углублением применяется не часто. Но это весьма эффективный способ удаления покровной пленки и акри-

лового связующего. При снятии последних следов акрила нужно действовать осторожно, чтобы не срезать слишком много меди. Чтобы иметь больший допуск на глубину фрезерования, иногда используют основание с утолщенным слоем меди.

Химические методы

Некоторые компании избирательно удаляют покровную пленку и адгезив химическими способами. Эта технология требует использования жидкого фоторезиста, стойкого к воздействию сильных щелочей. Этим не обеспечивается полное удаление адгезива, он просто разрыхляется, и для полного удаления деградировавшего адгезива необходимо тщательно промыть заготовку и механически удалить его щетками.

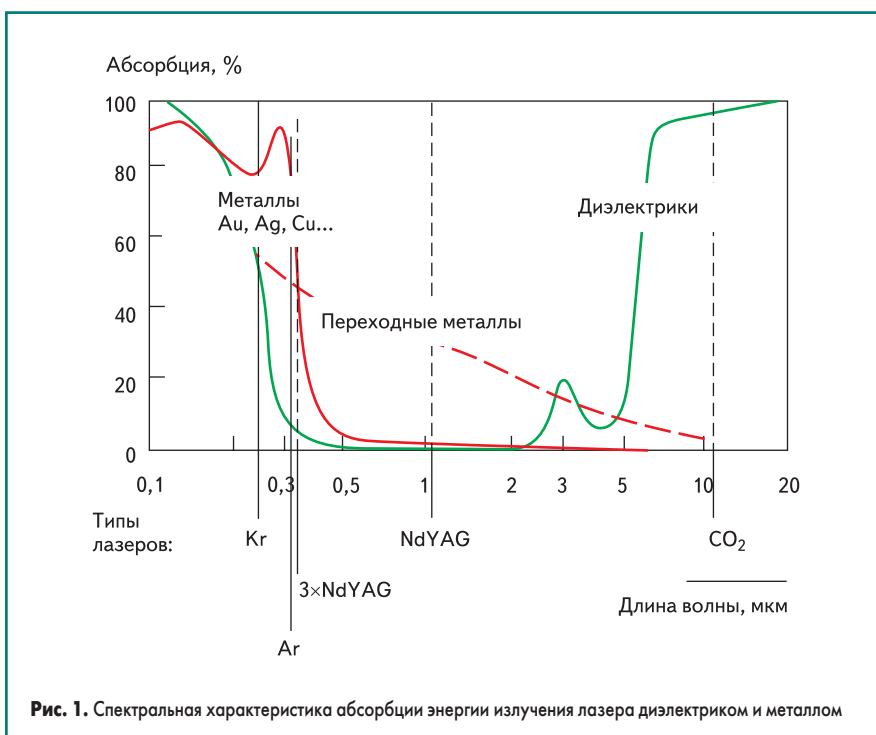
Перенасыщенный раствор хромовой кислоты при высоких температурах успешно удаляет весь адгезив, но применение этой весьма агрессивной смеси вызывает ряд проблем по утилизации отходов.

Лазерные методы

CO₂-лазеры и эксимерные лазеры эффективно используются для локального удаления как полиимида, так и адгезива (рис. 1). Поставщики лазерных установок приводят в документации оптимальные параметры процесса [6]. Остатки удаляются легкой обработкой щеткой со спиртом.

Плазменное травление

Рекомендуемым способом удаления адгезива с выбранных участков или удаления и покровной пленки, и адгезива является плазменное травление. Чтобы газовая плазма воздействовала только на выбранные места платы, нужно сделать соответствующие алюминиевые шаблоны. Правильное сочетание таких параметров, как состав газовой смеси, мощность, время и температура обработки, устанавливают экспериментально.



Платы с двусторонним доступом к меди

Часто требуется обеспечить доступ к меди с двух сторон односторонней платы. Для этого нужно выполнить отверстия в полиимиде и адгезиве основания платы. Наиболее распространенный метод предусматривает высверливание или вырубку в покровном слое соответствующих перфораций с последующим напрессовыванием медной фольги на эту перфорированную пленку. Для двустороннего доступа к меди можно воспользоваться и описанными механическими, химическими, плазменными или лазерными методами.

Выполнение элементов жесткости

Элементы жесткости выполняют из жесткого или полужесткого материала. Обычно это стеклоэпоксидный нефольгированный диэлектрик, который напрессовывают на нужные участки гибкой платы. Элементы жесткости часто используют в односторонних и двусторонних схемах (рис. 2) по следующим соображениям:

- для монтажа компонентов;
- для крепления схемы к шасси или другим жестким деталям;
- для снижения напряжений при сочленении/расчленении разъемов;
- в качестве носителей при пайке волной припоя.



Рис. 2. Элементы жесткости на гибкой плате

Элемент жесткости должен иметь гладкую поверхность. Рисунок ткани не должен быть слишком явным. В спецификации поставщику нужно указать, по крайней мере, какая сторона должна быть гладкой для приклеивания.

Другой метод — приобрести односторонний жесткий диэлектрик с медной фольгой и stráвить медь. Вскрытая из-под фольги поверхность будет шероховатой. Можно применить и метод механической зачистки поверхности жесткого диэлектрика с помощью пемзы и шлифовальных подушек. Во всех случаях приклеиваемая сторона диэлектрика должна быть чистой и свободной от любых загрязнений.

Адгезив на жесткий лист диэлектрика обычно наносят целиком на весь лист. Разделительную бумагу оставляют на месте. Напрессовывают адгезив на лист в течение 5–10 минут при температуре 110...120 °С. На этой стадии нельзя допустить полного отверждения адгезива. Независимо от применяемой системы прессовых подушек нужно обеспечить плотный контакт адгезива с элементом жесткости.

Сверлить и обрезать элемент жесткости нужно, не снимая защитную разделительную бумагу.

Поверхность полиимидного основания, к которой приклеивают элемент жесткости, часто обрабатывают чисто-кислородной плаз-

мой, чтобы усилить прочность сцепления. В некоторых местах склеиваемые места обрабатывают пемзой через шаблон, чтобы не затронуть гибкое основание в тех местах, где приклейка не требуется. При обработке пемзой весьма важно обеспечить полное удаление абразива со склеиваемой поверхности. После тщательной промывки изделия необходимо протереть его изопропиловым спиртом. Если на пленке останутся частицы пемзы, то они будут видны на протирочной ткани.

Многие производители говорят, что они получают хорошие результаты, просто протирая поверхность пленки чистым изопропиловым спиртом.

После размещения адгезива по месту с элемента жесткости снимают защитную разделительную бумагу и производят совмещение схемы с помощью соответствующей оснастки.

Прессование проводят при давлении 1700–2400 кПа и температуре 160...190 °С в зависимости от конфигурации схемы. При этом часто используют жесткую систему прессовых подушек. Наилучшие результаты получают, когда углубления на склеиваемой стороне гибкой схемы вдавливаются в стеклоэпоксидный элемент жесткости.

Если в гибкой плате имеются пропаянные сквозные металлизированные отверстия, то температуру прессования нужно устанавливать на нижнем пределе разрешенного диапазона, а давление необходимо снизить до 600–900 кПа. Важно, чтобы отверстия в элементе жесткости были достаточно большими, для того чтобы приподнятые поверхности контактной площадки с припоем могли бы свободно в них помещаться, что обеспечит повсюду хорошую плотность контакта.

Вместо жестких материалов для элементов жесткости часто используются полиимидные пленки, особенно там, где нужно избежать образования складок платы при малом радиусе изгиба во время монтажа или эксплуатации. Для склеивания полиимидных пленок лучше всего обработать их поверхность чисто-кислородной плазмой, а затем напрессовать элемент жесткости, выполненный из покровной пленки, соблюдая условия прессования, указанные ранее.

Экранирование

Экран представляет собой электропроводящий барьер, предназначенный для уменьше-

ния воздействия электрических или магнитных полей на схему.

Экранирование необходимо во многих конструкциях и областях. Его можно выполнить путем заворачивания одно- или двусторонней схемы в тонкую медную фольгу или напрессовкой сплошной меди на внешние слои схемы. В МПП экраны обычно помещают внутрь платы. Вместо сплошной меди для обеспечения большей степени гибкости иногда делают экраны сетчатыми.

На одно- и двусторонних платах, как правило, используют наполненные серебром (в виде порошка) эпоксидные пасты. Серебросодержащую пасту в качестве экрана наносят на покровную пленку или на полиимидную пленку основания односторонней платы. Затем экраны обычно герметизируют покровной пленкой.

При дальнейшей мокрой обработке гибких слоев после нанесения металлонаполненной пасты нужно соблюдать особую осторожность. Щелочные растворы могут воздействовать на полиимид и на границу раздела полиимидов с пастой: влага может проникнуть под пасту. Для предотвращения поглощения щелочи нужно сократить время пребывания изделий в горячих щелочных растворах очистки и кондиционирования, а также в растворах для удаления резиста.

Установка теплоотводов

Теплоотвод — это лист металла на поверхности или внутри печатной платы, который отводит тепло от компонентов, чувствительных к температурам (рис. 3). Для установки алюминиевых теплоотводов в нужных местах жестких печатных плат используется листовая адгезив. Сам теплоотвод может иметь весьма замысловатую форму, которую ему придают химическим или механическим фрезерованием. Из-за некоторой эластичности адгезива с ним иногда трудно работать на сложных формах, когда снята разделительная бумага. Поэтому часто используют пропитанные связующим стеклоткани, поскольку стеклоткань повышает жесткость и облегчает работу.

Алюминий готовят для склеивания абразивной обработкой, пемзой, анодированием. Теплоотвод и адгезив, вырезанный по форме теплоотвода, с помощью подходящих приспособлений совмещают с платой, а затем спрессовывают. Условия прессования

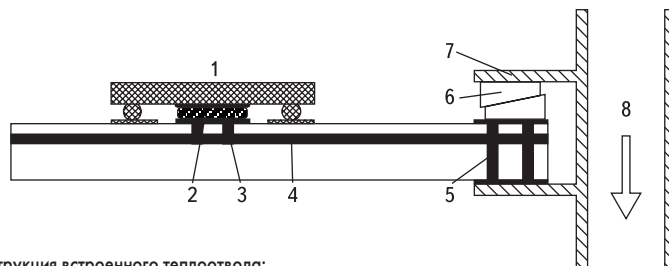


Рис. 3. Конструкция встроенного теплоотвода:

- 1 — микросхема, 2 — теплопроводный клей, 3 — металлизированное отверстие теплостока,
- 4 — теплоотводящий слой, 5 — металлизированное отверстие периферийного теплостока, 6 — тепловой клин,
- 7 — теплоотводящая направляющая, 8 — полость корпуса, охлаждаемая проточным воздухом

определяются степенью сложности готового изделия. Рекомендуемый диапазон параметров составляет 160...190 °С, 1700–2400 кПа, 30–60 минут. Если на плате имеется припой, нужно работать на нижнем пределе температурного диапазона.

Большое значение имеет плотный контакт между всеми поверхностями. Слабое сцепление можно поправить, регулируя параметры пресования и подготовки поверхности. Начинать следует с увеличения давления.

Подготовка поверхности массивов теплоотводящих слоев

Для цепей «земли» и питания в многослойных структурах часто применяют разрядку массивов фольги сеткой проводников. Тем самым избавляются от необходимости специальной обработки поверхности меди. Для теплоотводящих токонагруженных слоев такая конструкция не приемлема (рис. 4), поскольку существенно



Рис. 4. Силовой блок со встроенным планарным трансформатором (NCAB)

снижает теплопроводность и электропроводность слоя. Тем не менее, термомеханические напряжения, возникающие при групповом нагреве монтажного основания, настолько велики, что могут привести к неизбежному расслоению гибко-жесткой платы. Это можно предотвратить обеспечением гарантированной адгезии медной (или ее сплавов) поверхности теплоотводящих слоев с полиимидом, акриловым и эпоксидным связующим. Необходимость высокой прочности склейки слоев с медью обуславливает и необходимость тщательной подготовки медных поверхностей, состоящей в создании развитой поверхности, модифицированной прочным конформным адгезионным слоем.

Обычно конформные слои на медной поверхности получают окислением. Для этого используют различные окисляющие растворы на основе персульфатов или хлоритов, в которых получают черный или коричневатый оксиды [7].

Очень тонкие слои окислов, сульфитов или гидроокисей, образующиеся почти на всех металлах при их соприкосновении с воздухом или водой, удаляются декапированием.

После каждой химической обработки и тщательной промывки водой необходимо проводить нейтрализацию, так как промывка не обеспечивает удаление обрабатывающих растворов, особенно из отверстий. После нейтра-

лизации вновь необходима интенсивная промывка. Качество воды для промывки необходимо постоянно контролировать, вода не должна содержать примесей, которые могли бы осажаться на поверхности, так как в противном случае ухудшается качество поверхности для последующих операций.

Бархатистый черный цвет обеспечивает адгезию медных слоев, однако оксидная пленка при очистке отверстий многослойных печатных плат не стойка к растворам подтраивания диэлектрика. Эта нестойкость приводит к растворению оксида в полости между слоем меди и связующим. Возникает так называемый эффект «розовых колец». Это приводит к локальному расслоению в результате выхода влаги изнутри при нагреве платы. Кроме того, высокая температура, присущая данным процессам (до 70...90 °С), приводит к существенным изменениям линейных размеров внутренних слоев многослойных плат.

Для устранения эффекта «розовых колец» и уменьшения температур процесса обработки (не более 50 °С) рекомендуется использовать трехступенчатый процесс TOP BOND [8], введенный в стандарт ОСТ 107.460092.028-96 «Печатные платы. Технические требования к технологии изготовления» (извещение об изменении № 4) [9]. Процесс TOP BOND гарантирует большое усилие на разрыв для материалов с высокой температурой стеклования и высокую термическую устойчивость.

Золочение

В связи с химической агрессивностью растворов золочения (высокое значение рН и выделение газообразного водорода) при золочении нужна особая осторожность. Для снижения воздействия на акрил следует:

- снизить температуру;
- увеличить концентрацию золота;
- снизить рН;
- уменьшить время нахождения плат в ванне;
- усилить перемешивание, чтобы усилить подачу свежего раствора к поверхности.

Заключение

Эта часть публикаций о технологиях создания гибких и гибко-жестких печатных плат служит лишь предупреждением об особом отношении к экзотическим материалам, нетрадиционным для технологий ПП. В рамках одной статьи невозможно изложить особенности их обработки. Это должно стать темой отдельных последующих публикаций. ■

Литература

1. Медведев А., Люлина В., Мылов Г., Набатов Ю., Семенов П., Сержантов А. Производство гибких и гибко-жестких печатных плат. Часть 1. Производство гибких плат без металлизированных отверстий // Технологии в электронной промышленности. 2008. № 3.
2. Медведев А., Люлина В., Мылов Г., Набатов Ю., Семенов П., Сержантов А., Шкундина С. Производство гибких и гибко-жестких

печатных плат. Часть 2. Производство гибких плат с металлизированными отверстиями // Технологии в электронной промышленности. 2008. № 4.

3. Медведев А., Люлина В., Мылов Г., Набатов Ю., Семенов П., Сержантов А. Производство гибких и гибко-жестких печатных плат. Часть 3. Нанесение покровного слоя // Технологии в электронной промышленности. 2008. № 5.
4. Медведев А., Люлина В., Мылов Г., Набатов Ю., Семенов П., Сержантов А. Производство гибких и гибко-жестких печатных плат. Часть 4. Изготовление гибких и гибко-жестких многослойных печатных плат // Технологии в электронной промышленности. 2008. № 6 и 7.
5. Технологии в производстве электроники. Часть III. Гибкие печатные платы / Под общ. ред. А. М. Медведева и Г. В. Мылова. М.: Группа ИДТ, 2008.
6. Медведев А., Сержантов А. Лазерная литография в производстве печатных плат // Технологии в электронной промышленности. 2006. № 5.
7. Смертина Т. Подготовка поверхности меди. Механическая или химическая? // Технологии в электронной промышленности. 2005. № 3.
8. Шкундина С., Сержантов А. Подготовка слоев печатной платы к пресованию // Технологии в электронной промышленности. 2008. № 8.
9. ОСТ 107.460092.028-96. «Платы печатные. Технические требования к технологии изготовления». ОАО «ЦНИИРЭС», Москва.