

Зайцев А. Д.

ПРОГРЕССИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Работа выполнена под руководством д.т.н. Грошева В. Н.

ТГТУ, Кафедра «КРЭМС»

Одним из наиболее перспективных и динамичных направлений развития науки и техники является микроэлектроника, темпы совершенствования которой существенно превышают темпы прогресса в других научно-технических направлениях. Однако можно заметить, что в последнее время в ней все больше и больше сказывается диспропорция между развитием собственно интегральных микросхем и техникой и технологией их объединения в конечную продукцию – электронную аппаратуру различных видов и назначений.

Основными методами производства в настоящее время являются субтрактивный и аддитивный.

Субтрактивные методы (рисунок ПП получается травлением меди с пробельных мест), широко применяемые в настоящее время, имеют ограничение по разрешающей способности рисунка схемы, т.е. по минимально воспроизводимой ширине проводников и расстояний между ними, размеры которых связаны с толщиной проводников.

Основным недостатком субтрактивных методов является повышенный расход меди.

Аддитивным методом изготавливают прецизионные ДПП на нефольгированном основании по 5-му классу точности. В отличие от субтрактивных методов в аддитивном методе применяют нефольгированный диэлектрик, на который селективно осаждают медь. Толщина химически осажденной на диэлектрик медь составляет порядка 25...35 мкм, удельное электрическое сопротивление – $2,8 \cdot 10^{-8}$ Ом·м (выше, чем у гальванической – $1,72 \cdot 10^{-8}$ Ом·м) относительное удлинение – 4...6%, прочность сцепления с диэлектриком – не менее 0,4 Н/3 мм.

При аддитивном методе в качестве материала основания ДПП применяется нефольгированный стеклотекстолит:

- с клеевыми пленками (адгезионными) на поверхности типа СТЭФ;
- с введенным в объем диэлектрика катализатором, который способствует осаждению меди на диэлектрик – типа СТАМ;
- с эмалью.

Преимуществом аддитивного метода являются сокращение количества оборудования по сравнению с субтрактивными методами и снижение расхода меди, так как ее осаждают селективно в соответствии с рисунком платы.

К недостатками аддитивного метода можно отнести высокие удельные электрические сопротивления химической меди и недостаточную адгезию рисунка платы к диэлектрику.

Для получения логических слоев и ДПП с металлизированными переходами с более плотным печатным рисунком, с шириной проводников 125 мкм и менее, например 100 мкм, при толщине 50 мкм, применяют прогрессивные SMOBS-процессы с использованием диэлектрика с тонкомерной фольгой, толщиной 5...9 мкм. В этом случае ТП имеет ряд особенностей:

- предварительная металлизация стенок отверстий и поверхности фольги заготовок диэлектрика выполняется на минимально возможную толщину 8...10 мкм;
- для получения изображений используют тонкие СПФ с более высокой разрешающей способностью и гальваностойкостью;
- подготовка поверхности подложки перед нанесением СПФ из-за небольшой толщины фольги и металлизированного основания и во избежание их повреждения, проводится химическим способом;
- СПФ наносят при низкой скорости 0,5 м/мин валковым методом, при температуре нагрева валков $(115 \pm 5)^\circ\text{C}$, на подогретые до температуры 60...80°C заготовки;
- при экспонировании используют установки с точечным источником света, обеспечивающие высококоллинированный интенсивный световой поток на рабочую поверхность копировальной рамы с автоматическим дозированием и контролем световой энергии;
- фотошаблоны-позитивы должны иметь резкость края изображения 3...4 мкм;
- проявление изображений проводят в установках проявления – процессорах в стабилизированном трихлорэтане;
- травление меди с пробельных мест схемы суммарной толщиной 10...15 мкм осуществляют в травильной установке с медноаммиачным травильным раствором;
- в качестве металлорезиста применяют сплав олова – свинец (ПОС-61) толщиной 9...12 мкм с последующим его удалением или никель толщиной 3...5 мкм.

Рельефные двусторонние и многослойные печатные платы выполняются на пластинах из обычных нефольгированных диэлектриков

толщиной 0,3...1,5 мм, размером до 200 · 400 мм любой формы (включая гибкие), на которые наносится рельефный проводящий рисунок.

Проводники размещаются в металлизированных углублениях в виде канавок. Это позволяет при том же сечении проводника сделать его более узким.

Разработанные технологии позволяют наращивать проводящий слой одновременно и на трассах проводников, и в межслойных отверстиях. При этом обеспечивается однородность материала проводника и заполненного межслойного отверстия. В результате улучшается адгезия, что существенно повышает надежность. У РПП появляется новое качество: платы допускают многократную перепайку устанавливаемых на них микросхем.

К настоящему времени отработаны РПП с шагом проводников 0,254 мм, с шириной проводника 0,125 мм. Диаметр металлизированных отверстий межслойных переходов - 0,1...0,12 мм, т.е. меньше ширины проводника. Это дало возможность не образовывать контактных площадок вокруг отверстия и, следовательно, размещать отверстия в любой точке пересечения трасс. Тем самым удалось резко повысить плотность печатного монтажа двусторонней РПП, что соответствует 6 - 14 слоям обычных многослойных плат.

Таким образом, двусторонние РПП, при одинаковых площадях, по своим коммутационным возможностям не уступают многослойным, а по функциональным - существенно их превосходят. В частности, РПП позволяют на одной плате с неразрывным печатным монтажом размещать схему, содержащую любые корпуса СБИС, обычные компоненты и элементы СВЧ. Для последних относительно легко обеспечивается требуемое волновое сопротивление проводников. Для этого вводится дополнительный экранирующий слой, что делает РПП незаменимыми при переходах на сверхвысокие гигагерцовые тактовые частоты.

Конструкция и технология изготовления рельефных плат (РП) существенно отличаются от традиционных двухсторонних и многослойных плат.

Малый шаг трассировки в сочетании с переходными отверстиями в шаге трассировки обеспечивает высокие трассировочные возможности РП

Плотность размещения элементов на РП эквивалентна 6-8 слоям МПП. Например, между выводами стандартного DIP корпуса можно проводить до 5 проводников. Высокая трассировочная способность объясняется, в частности тем, что переходные отверстия могут быть расположены в шаге проводников.

Так как поперечное сечение проводника РП имеет форму трапеции, то по постоянному току его сопротивление в 1,5 раза меньше, чем у

плоских проводников. Характеристики по переменному току у РП и МПП существенно не отличаются.

РП - принципиально тонкая плата (0,8 мм). Поэтому для установки массивных элементов или для плат большого размера требуется механическая арматура. Но, с другой стороны, РП очень устойчивы к изгибу. Для РП не страшны прогибы до 40-50%.

Преимущества РП:

- сверхвысокая плотность монтажа ЭРИ на ПП, габариты и функциональные возможности которой эквивалентны МПП при уплотненной компоновки;
- высокий класс точности (4 или 5);
- возможность применения как традиционной элементной базы, так и ПМК;
- низкая трудоемкость проектирования РП за счет применения простого алгоритма трассировки;
- высокая эксплуатационная надежность РП;
- возможность замены фольгированных стекловолоконистых диэлектриков лучшими по качеству полимерными нефольгированными материалами, имеющими более низкую стоимость;
- отсутствие экологически вредных фотохимических процессов нанесения защитного рельефа, процессов изготовления оригиналов, фотошаблонов и соответствующего оборудования;
- возможность наиболее полной механизации и автоматизации ТП изготовления и контроля РП;
- общее число операций ТП изготовления РП примерно в 10 раз меньше, чем при изготовлении МПП;
- электрическое сопротивление проводника по постоянному току в 1,5 раза меньше, чем у МПП;
- высокая устойчивость к изгибам (возможен прогиб РП до 40...50% относительно длины).

Для получения микроминиатюрной радиоаппаратуры считаем целесообразным применять при производстве печатных плат SMOPS-процессы и рельефные технологии, что на данном этапе является самым прогрессивным направлением.

Список литературы:

1. Пирогова Е. В. Проектирование и технология печатных плат. М.: Форум - Интра-М, 2005.
2. Цыгин Н. Конференция по печатным платам в С.-Петербурге // Электронные компоненты. 2001. №5. С. 81-85.
3. Галецкий Ф. П. Характеристика современных технологий печатных плат // Технологическое оборудование и материалы. 2000. №12.