

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБКИХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ В ЭЛЕКТРОНИКЕ

Маханьков Д.Д.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Ларькин А.Д. – ассистент кафедры ПИКС

Аннотация. В статье рассматривается внедрение новых технологий в электронные устройства на примере гибкой печатной платы. Дается оценка ее характеристик и параметров, на основе которой выявляются основные преимущества и недостатки конструкции и применения данного технического решения.

Ключевые слова: гибкая печатная плата, устройство, прибор, компоненты, технология.

Введение. Современная электронная промышленность постоянно развивается, предлагая новые решения для улучшения функциональности и компактности, повышения эффективности и надежности устройств. Это требует разработки новых технологий для внутренних компонентов этих устройств, удовлетворяющих всем техническим и эргономическим требованиям.

Основная часть. Одним из таких решений являются гибкие печатные платы, основа которой представляет собой диэлектрик из полиимидной пленки толщиной 12,5-200 мкм, обладающей высокой эластичностью (способностью деформировать без разрушения). На нее электрохимическим способом или напылением наносится слой токопроводящего металла (олово, серебро, золото) [1].

В зависимости от числа и порядка расположения слоев гибкие печатные платы подразделяются следующим образом:

- односторонние: проводящий слой присутствует только на одной стороне.
- двусторонние: проводящие слои расположены с обеих сторон основания;
- многослойные: структура включает несколько чередующихся слоев изоляционного материала и проводящих сплавов.

Также между слоями могут быть предусмотрены воздушные прослойки для обеспечения лучшего теплоотвода.

К основным достоинствам гибких печатных плат можно отнести следующее.

1 Небольшая масса. Малая толщина гибких плат способствует уменьшению массы. Некоторые из них легче своих аналогов из жестких плат примерно на 75%. Это делает портативные приборы более мобильными.

2 Малые габариты. Для изготовления плат применяют очень тонкое диэлектрическое основание, позволяющее добиваться толщины гибких плат менее 50 мкм. Благодаря этому можно уменьшать в несколько раз габариты устройств, делая их более компактными и универсальными для установки в различные системы. Особенно эффективны многослойные печатные платы, так как они имеют наиболее высокую плотность элементов и позволяют размещать более сложные схемы на меньших площадях, благодаря чему идеально подходят для миниатюрных носимых гаджетов.

3 Гибкость. Печатные платы рассматриваемого типа способны к многократным динамическим изгибам, приспосабливаясь к разным формам и конструкциям устройств, сохраняя при этом целостность электронной схемы. Так, например, возможна объемная компоновка кристаллов микросхем. Способность выдерживать изгибы является одним из ключевых свойств. Это делает возможным разработку компактных или специализированных электронных устройств, адаптированных к специфическим требованиям, а также дает свободу дизайнерским решениям и обеспечивает удобство при их монтаже.

4 Надежность. Использование гибких плат позволяет исключить промежуточные соединения, такие как разъёмы и кабели, что повышает устойчивость к деформациям межсоединений. Отсутствие лишних механических соединений снижает риск отказов и повышает долговечность устройства.

5 Экономичность. Уменьшение стоимости при производстве достигается за счет меньшего количества используемых материалов и упрощённой сборки по сравнению с жесткими печатными платами, что также облегчает контроль за соблюдением технологического процесса.

6 Повышенная целостность сигнала. Гибкие печатные платы могут быть разработаны с заданным импедансом, чтобы поддерживать целостность сигнала в устройствах, работающих на высоких частотах.

7 Снижение электромагнитных помех и перекрестных помех. Сложные и повторяемые схемы маршрутизации на гибких печатных платах помогают снизить электромагнитные помехи и перекрестные помехи [2].

8 Улучшенное управление теплом. Гибкие печатные платы обеспечивают улучшенный тепловой режим работы компонентов, что объясняется конструктивными особенностями плоских проводников, которые обладают значительно большей поверхностью по сравнению с круглыми проводами, благодаря чему обеспечивается более эффективное рассеивание тепла. Если проводить сравнение между гибкими и жесткими платами, становится очевидным, что длина пути передачи тепла через жесткую плату больше, чем через тонкое гибкое основание. Более того, тепло отводится с обеих сторон гибкой платы, что существенно повышает общую эффективность охлаждения, предотвращая перегрев чувствительных элементов.

9 Высокоскоростная передача между микросхемами. Быстродействие гибкой платы в отличие от жесткой осуществляется за счет отсутствия различных неоднородностей, например, металлизированных отверстий, выводов корпуса микросхемы, препятствующих быстрой передаче сигнала вследствие отражений от них. В итоге скорость передачи данных при использовании гибкой печатной платы достигает до 25 Гбит/с.

10 Сниженное сопротивление воздушному потоку при охлаждении. Равномерная плоская структура гибких плат дает возможность расположить их внутри устройства таким образом, чтобы минимизировать сопротивление потоку охлаждающего воздуха, что дает преимущество перед большими сплетениями проводов, которые препятствуют воздушному потоку, тем самым затрудняя эффективное охлаждение системы.

11 Совместимость с поверхностным монтажом. Факт о том, что материалы оснований гибких печатных плат имеют меньший коэффициент температурного расширения, позволяет применять их при поверхностном монтаже.

Также следует отметить определенные недостатки гибких печатных плат.

1 Относительно небольшая прочность. Значительные механические нагрузки вызывают чрезмерную деформацию, что приводит к разрушению основы и/или токопроводящего слоя. Помимо этого, такие платы не обеспечивают достаточной жесткости схемы при установке на ней большого количества элементов.

2 Ограниченный срок службы. Несмотря на свою гибкость, эти платы подвержены усталости материала при частых сгибаниях и деформациях. Со временем это может приводить к разрушению проводящих дорожек и выходу платы из строя.

3 Сложность ремонта и обслуживания. Ремонт и замена гибких плат могут представлять серьёзные трудности. Из-за их тонкой структуры и плотной компоновки доступ к повреждённым участкам бывает затруднён, что увеличивает затраты на обслуживание.

4 Ограниченность теплоотвода. Стоит учитывать, что в жестких платах, в отличие от гибких, возможен монтаж толстого внутреннего слоя для улучшения отвода тепла.

5 Высокая технологичность производства. Для создания гибких плат необходимо специальное оборудование и технологии, вследствие чего уменьшается скорость производства и увеличиваются затраты при оснащении и модернизации фабрик.

6 Затраты на разработку. Проектирование гибких плат сложнее, чем проектирование обычных жёстких плат. Требуется учесть специфические аспекты, такие как механические напряжения, термическое расширение и устойчивость к деформации.

В общем случае технологический процесс создания гибкой печатной платы состоит из нескольких этапов:

- подготовка исходного материала, состоящего из диэлектрического основания, ламинированного медной фольгой;
- сверление отверстий для монтажа компонентов;
- химическое и предварительное гальваническое осаждение меди, необходимое для того, чтобы стенки отверстий стали проводящими;
- нанесение жидкого либо пленочного фоторезиста;
- экспонирование фоторезиста;
- проявление фоторезиста;
- электрохимическое осаждение меди, т.е. нанесение на поверхности стенок отверстий и все проводящие элементы;
- электрохимическое осаждение металлорезиста;
- удаление фоторезиста;
- травление меди, в ходе которого незащищенные участки меди удаляются, формируя на плате изображение будущей схемы;
- удаление металлорезиста;
- наклеивание защитной пленки, которая предотвращает внешнее воздействие на проводящие слои;
- нанесение финального покрытия.

Вид гибкой печатной платы в разрезе показан на рисунке 1.

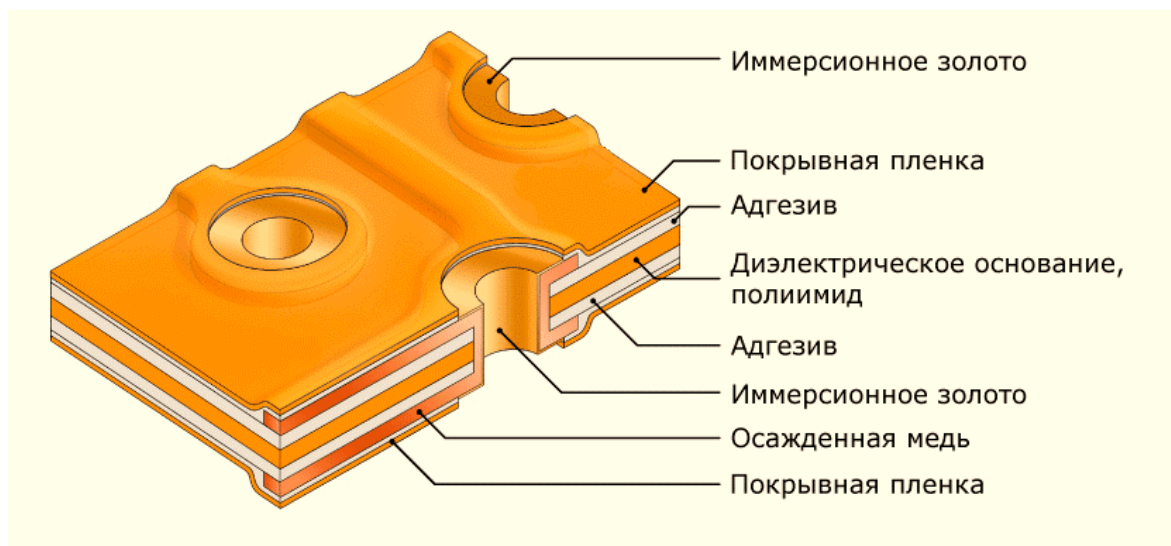


Рисунок 1 – Структура гибкой печатной платы

Применение гибких печатных плат имеет очень обширный ареал. К основным направлениям использования этих плат можно отнести автомобилестроение (приборная панель, схема управления), медицину (слуховой аппарат, дефибриллятор), телекоммуникации (линии передачи, мобильные телефоны), военную промышленность (торпеды, системы наблюдения, радары), аэрокосмическую отрасль (спутники, солнечные панели), контролирующие инструменты (датчики, счетчики, анализаторы), бытовые

приборы (монитор, калькулятор) и др. Один из примеров использования гибкой печатной платы представлен на рисунке 2.

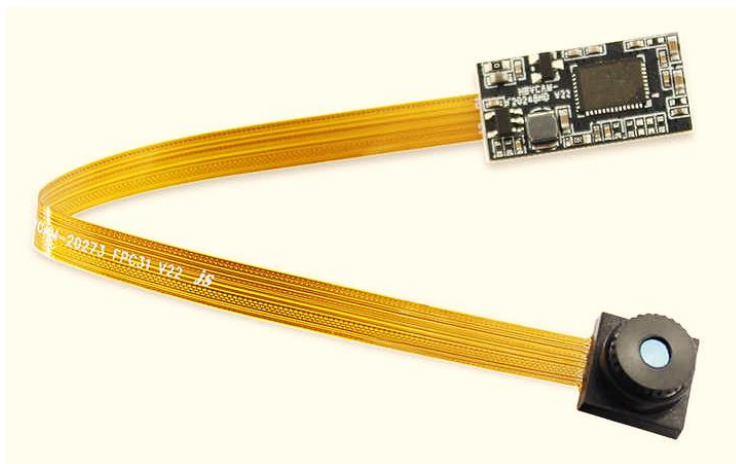


Рисунок 2 – Применение гибкой печатной платы в видеокамере

Заключение. Использование гибких печатных плат дает множество новых возможностей при проектировании и создании компактных, легких и надежных электронных устройств. Данное направление является неотъемлемой частью современной электроники и очень перспективным для разработки, так как с каждым днем открываются все новые и новые свойства этой технологии, позволяющие улучшать качества и увеличивать количество выполняемых функций изготавливаемых приборов.

Список литературы

1. Гибкие печатные платы – что это такое? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.assemrus.ru/info/gibkie-pечатnye-platy-cto-eto-takoe/>. – Дата доступа: 12.03.2025.
2. Комплексное руководство по многослойным гибким схемам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hilelectronic.com/ru/multilayer-flexible-circuits/>. – Дата доступа: 12.03.2025.

UDC 621.3.049.75

USING FLEXIBLE PRINTED CIRCUIT BOARDS IN ELECTRONICS

Makhankov D.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Larkin A.D. – assistant of the department of ICSD

Annotation. The article discusses the introduction of new technologies into electronic devices using the example of a flexible printed circuit board. An assessment of its characteristics and parameters is given, on the basis of which the main advantages and disadvantages of the design and application of this technical solution are identified.

Keywords: flexible printed circuit board, device, instrument, components, technology.