

FPC/FCC-РАЗЪЕМЫ КОМПАНИИ OMRON: НАДЕЖНОСТЬ, ПРОСТОТА И ДОСТУПНОСТЬ



О компании Omron

Компания Omron (www.components.omron.eu) была основана в 1933 г. Ее подразделения расположены в 35 странах мира, число сотрудников составляет около 25 000 человек, а производственные мощности находятся в Японии, Малайзии, Индонезии и Китае. Omron производит широкую номенклатуру реле, механических переключателей, датчиков, а также различных типов соединителей (FPC/FFC, D-sub, PCB). Подразделение Omron Electronic Components является признанным мировым лидером в секторе электронных компонентов и обеспечивает около 25% от общего оборота компании.

Надежность любого прибора в значительной степени определяется надежностью соединения между отдельными модулями, платами, блоками. В современных портативных устройствах для соединения отдельных печатных плат и функциональных блоков (дисплеев, сенсоров, печатных клавиатур и других устройств ввода) используется технология гибких печатных шлейфов и печатных плат FFC/FPC. В настоящее время соединители FPC/FFC выпускают многие производители, в частности, японская компания Omron.

Технология FFC/FPC-соединений

Технология гибких печатных шлейфов (Flat Flexible Cable, FFC), а также гибких печатных плат (Flat Printed Circuit, FPC) была разработана в 70-х годах в качестве альтернативы проволочным межплатным соединениям и традиционной технологии печатных плат. Внедрение прогрессивных технологий FFC/FPC способствовало значительному прогрессу в деле миниатюризации конструкции приборов, уменьшения стоимости, а также улучшения технологичности монтажа соединений электронных устройств, в первую очередь в секторе портативных и мобильных устройств, таких как ноутбуки, калькуляторы и т.п. Именно в тот период началась разработка многими компаниями технологии компактных надежных соединителей для FFC/FPC шлейфов и плат.

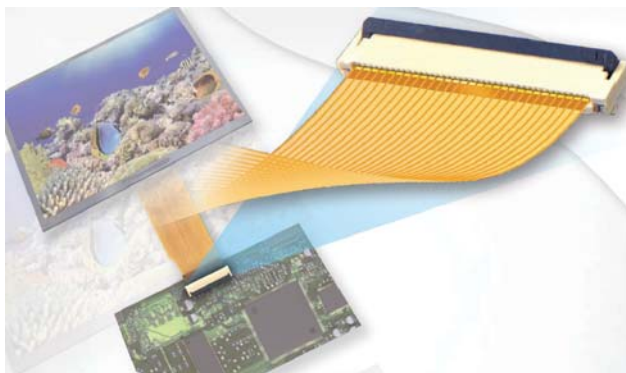


Рис. 1. Соединение дисплея с процессорной платой посредством FFC

FFC – гибкий плоский шлейф, состоящий из множества медных проводников, ламинированных между двумя слоями диэлектрической пленки (полиэстера или полиимида). Гибкие шлейфы используются для создания компактных соединений между печатными платами устройств. Для соединения проводников шлейфа с проводниками на печатной плате используются пайка или же разъемы с зажимными контактами. На рис. 1 показан пример использования FFC-шлейфа для соединения дисплейного модуля с процессорной платой.

В основном гибкие шлейфы применяются для подключения к процессорной плате прибора устройств получения данных или сигналов от ПЗС- и КМОП- матриц, микрофонов, а также устройств ввода информации (сенсорные панели) и вывода (дисплеи, видеоискатели). Токи через эти соединения, как правило, невелики – не более нескольких сотен миллиампер, а часто гораздо меньше. Основными требованиями к подобным разъемам являются надежность фиксации, простота монтажа, легкость подключения шлейфа, небольшие габариты (в частности, высота).

FPC-технология похожа на технологию FFC, но в этом случае на гибкой пленке-носителе монтируются электронные компоненты схемы (SMD-резисторы, конденсаторы, микросхемы и другие компоненты). Для соединения с остальными сборочными единицами портативного устройства могут использоваться паяные соединения или же зажимные разъемы. FPC-плата может иметь многослойную структуру и сложную топологию (рис. 2).



Рис. 2. Образец многослойной гибкой печатной платы (FPC) с паяными и разъемными соединениями



Базовая технология FFC/FPC-шлейфов

Гибкий шлейф представляет собой систему медных проводников, сформированных на гибкой диэлектрической пленке. Наиболее широкое использование в качестве оснований шлейфов получили полиимидные пленки, которые, наряду с хорошими электрофизическими и прочностными свойствами, характеризуются высокой устойчивостью к термовоздействиям (гибкость пленок сохраняется в широком диапазоне), отсутствием существенных газовыделений в вакууме, а также высокой радиационной стойкостью. Конструкция FFC/FPC-шлейфов показана на рис. 3.

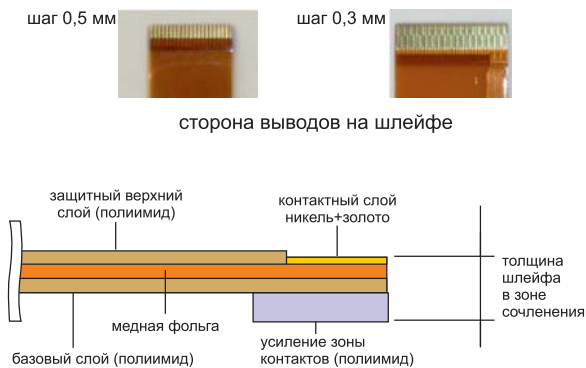


Рис. 3. Конструкция FFC/FPC-шлейфов

В качестве материала-носителя проводников используется стандартный полиимид или же полиэстер. Толщина шлейфа 0,12–0,3 мм. Исходным материалом для шлейфа служит фольгированный полиимид или полиэстер. Медные проводники формируются фотолитографией и травлением. На рис. 4 показаны различные топологии контактных площадок для FPC-шлейфов.

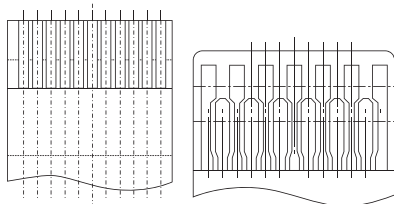


Рис. 4. Типичное расположение контактных площадок на гибких шлейфах: а) однорядное; б) двухрядное шахматное

Соединения, реализованные на FFC/FPC-шлейфах, обеспечивают высокую полосу пропускания сигналов, в частности передачу сигналов LVDS-шин с частотами несколько сотен мегагерц. Для удешевления технологии в ряде применений вместо медных проводников в шлейфах используются проводники на основе серебряно-углеродной проводящей пасты.

Ключевые характеристики FPC/FFC-разъемов

Для реализации разъемных соединений с FFC/FPC-шлейфами применяются низкопрофильные соединители (розетки). Их базовые параметры:

- число контактов;
- шаг проводников шлейфа в зоне контакта с розеткой;
- шаг контактных площадок розетки;
- толщина шлейфа;

- габариты и футпринт розетки;
- тип, конструкция фиксатора шлейфа в розетке (non-ZIF, ZIF, LIF);
- ориентация шлейфа по отношению к плоскости монтажа розетки на плате (вертикальная или горизонтальная (right-angle));
- технология монтажа розеток FFC/FPC на несущей плате (пайка выводов в отверстия (through hole) или поверхностный монтаж);
- технология и расположение фиксатора (передний поворотный (rotary frontlock), задний поворотный, боковой поворотный или слайдерный фиксатор);
- расположение контактов FPC-шлейфа по отношению к плоскости контактов розетки (нижнее (bottom, lower), верхнее (top, upper), двустороннее (double sided)).

Конструкция контактов и усилие сочленения

В качестве материала пружинящих контактов используется фосфористая бронза с NiAu контактным слоем. В розетках может использоваться различная конструкция контактов, обеспечивающая соединение с проводниками шлейфов, расположенных в различных слоях (сверху, снизу или двусторонний контакт). На рис. 5 показаны сечения для одностороннего контакта к нижней поверхности шлейфа и сечение при двустороннем контакте.

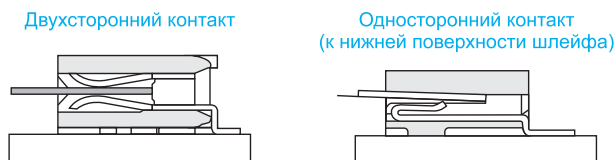


Рис. 5. Сечение FFC/FPC-розеток для контактирования со шлейфами с рабочими контактами, расположенными сверху (upper) и снизу (lower)

Существует несколько исполнений FPC-розеток: без фиксатора шлейфа (non-ZIF) или LIF (Light Insertion Force), а также с фиксатором, обеспечивающим нулевое усилие сочленения (Zero Insertion Force, ZIF). В конструкции розетки без фиксатора удержание шлейфа в гнезде корпуса розетки обеспечивается исключительно за счет трения материала шлейфа в зоне контактов с пружинящими контактами розетки. Фиксатор обеспечивает более надежное удержание шлейфа в гнезде за счет прижима пружинящих контактов к контактам шлейфа. Фиксаторы могут располагаться с фронтальной стороны разъема (со стороны вставки шлейфа) или с задней стороны. Также фиксатор может быть движкового (slider) типа или поворотного (rotary). В обоих случаях используется передача усилия подвижного рычага на пружинящие контакты розетки.



Рис. 6. FFC/FPC-разъем с фронтальной поворотной защелкой шлейфа

При выборе подходящего соединения для FPC-шлейфа нужно учитывать расположение контактов на самом шлейфе (сверху/снизу), ориентацию соединяемых шлейфом плат и разъемов. Двусторонний тип контактов в разьеме позволяет облегчить задачу выбора, гарантируя соединение дорожек шлейфов с расположением контактов в обеих плоскостях.

Разъемы серии XFxx компании Omron

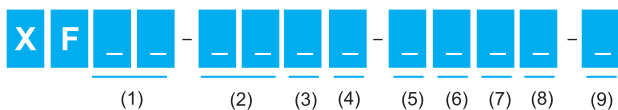
Компания Omron предлагает широкую номенклатуру соединителей для гибких шлейфов и гибких печатных плат, представленных сериями XFxx.

Разъемы Omron для гибких шлейфов имеют малые размеры и широкую номенклатуру для различных применений (множество типов с различным числом и шагом контактов, типами монтажа, ориентации шлейфа, типа фиксации шлейфа). Модификации ZIF и LIF обеспечивают до нескольких десятков подключений/отключений шлейфа (например, для замены блока модуля при ремонте). Конструкция разъемов обеспечивает надежную фиксацию шлейфа с малым контактным сопротивлением менее 100 мОм. От окисления контакты разъемов предохраняет слой золота толщиной порядка 0,12–0,15 мкм поверх никелевого покрытия 2 мкм. В семействе представлены серии разъемов для поверхностного монтажа с вертикальным или горизонтальным подключением шлейфа, а также с различным количеством и расположением контактов.

Система обозначений для FFC/FPC-разъемов Omron

Система обозначений, принятая для семейства FFC/FPC-разъемов Omron, представлена на рис. 7.

Основные технические характеристики разъемов семейства XFxx представлены в таблице 1.



- (1) - классификатор серии
2B, 2J, 2L, 2M, 2U, 2W
3A, 3B, 3C, 3E, 3H
- (2) - число сигнальных контактов
- (3) - расположение контактов
1 - в один ряд, двустороннее;
2 - в один ряд, одностороннее (включая верхние контакты и вертикальное подключение);
3 - в один ряд, нижние контакты;
4 - двухрядное шахматное расположение, двустороннее;
5 - двухрядное шахматное расположение, одностороннее.
- (4) - форма терминала
4 - SMT, вертикальное подключение;
5 - SMT, боковое подключение.
- (5) - толщина подключаемого шлейфа
1 - 0,3 мм;
2 - 0,2 мм;
3 - 0,12 мм;
4 - 0,15 мм.
- (6) - расположение терминала
_ - стандартное;
1 - в шахматном порядке (переднее расположение);
2 - в шахматном порядке (расположение назад);
- (7) - покрытие контактов
A - золото (Au).
- (8) - фиксатор
E - тип Easy Lock.
H - для нескольких выводов
- (9) - дополнительные примечания
R100 - 100 шт. в упаковке

Рис. 7. Система обозначений разъемов семейства XFxx

Таблица 1. Основные характеристики разъемов семейства XFxx

Серия	Шаг, мм	Расположение контактов	Тип фиксатора шлейфа
XF3M	0,5; 1,0	Двухрядное, двустороннее	Задний поворотный
XF3C	0,25		
XF3A	0,3		
XF3B			
XF3E			
XF2B			
XF2U	0,5		
XF2W			
XF2M		Однорядное, верхнее	
XF2L			
XF2J			

Для примера рассмотрим характеристики популярной серии соединителей XF2M.

XF2M – серия разъемов Omron для FPC-шлейфов

Разъемы компании Omron серии XF2M для гибких шлейфов имеют от 10 до 60 контактов с шагом 0,5 мм. XF2M отличается двустороннее расположение контактов, что позволяет соединять прямым шлейфом (без перекручивания) узлы, расположенные на верхнем и нижнем слоях печатной платы (рис. 8).

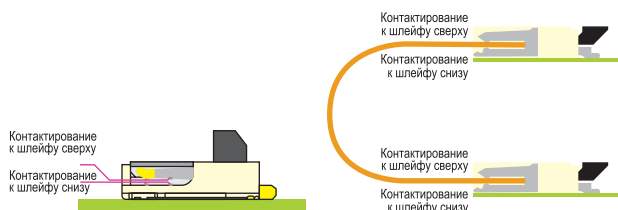


Рис. 8. Разъем с двойными контактами позволяет соединять печатные платы с двусторонней пайкой, не перекручивая шлейф

Серия разъемов XF2M предназначена для соединения сигнальных слаботоковых цепей посредством гибкого плоского шлейфа (FPC) толщиной 0,3 мм. Контактная группа допускает протекание постоянного или переменного тока силой до 500 мА.

FPC-разъемы XF2M имеют задний фиксатор шлейфа рычажного типа (рис. 9), конструкция которого обеспечивает более высокую надежность и эффективность по сравнению с другими типами разъемов, у которых фиксатор шлейфа расположен спереди, со стороны ввода шлейфа. Обеспечивается большее удобство монтажа/демонтажа шлейфа и снижается риск повреждения при повороте фиксатора.

Контакт со шлейфом сохраняется и в случае открытого фиксатора. Конструкция разъема исключает боковые смещения шлейфа.

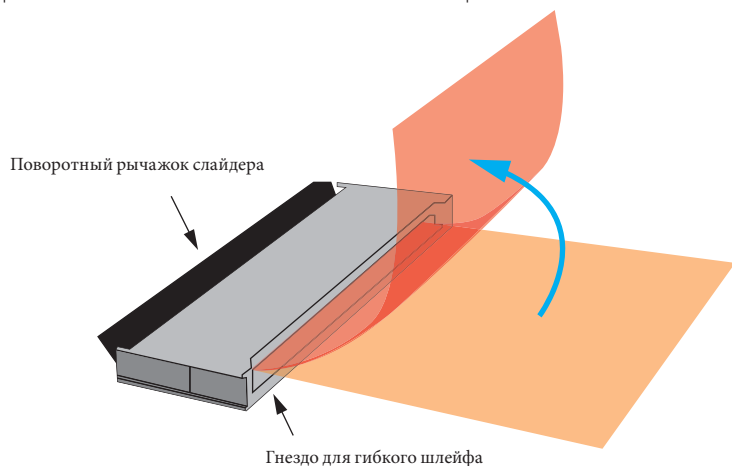


Рис. 9. Конструкция фиксатора шлейфа в разъемах серии XF2M

На рис. 10 приведено сравнение разных конструкций фиксаторов FFC/FFC-шлейфа.

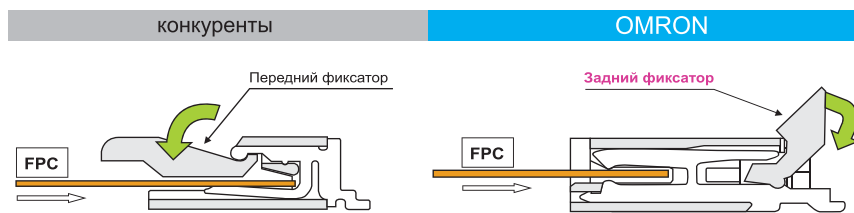


Рис. 10. Сравнение конструкции переднего фиксатора шлейфа и заднего фиксатора фирмы Omron

На рис. 11 приведены сравнительные характеристики FFC/FFC-разъемов Omron и разъемов других производителей.

	OMRON XF2M	FCI 6284 OPU	HIROSE FH12	MOLEX 54104 Upper 51296 Lower
Шаг контактов	0,5 мм			
Толщина шлейфа	0,3 мм			
Высота розетки	2 мм			
Число контактов	10–60	Верхний 32–57 Нижний 40–57	Верхний 10–50 Нижний 6–53	Верхний 30–50 Нижний 8–50
Тип контакта	Двухсторонний контакт ○	Верхний или нижний △	Верхний или нижний △	Верхний или нижний △
Механизм фиксатора	Поворотный задний фиксатор ○	Ползунковый (скользящий) фиксатор △	Передний поворотный фиксатор △	Верхний ползунок Нижний фронтальный фиксатор △

Рис. 11. Сравнительные характеристики FFC-разъемов Omron и конкурирующих производителей

Двусторонний контакт в разъемах Omron позволяет сократить номенклатуру FFC-разъемов в устройстве. Вместо применения разъемов upper/lower можно использовать double sided. Гарантируется отсутствие риска при неправильной ориентации контактов на шлейфах по отношению к плоскости контактов в разъемах. Применение заднего фиксатора позволяет облегчить сочленение шлейфа и увеличить надежность фиксации шлейфа по сравнению с фиксаторами слайдерного типа, а также фронтальными фиксаторами. Конструкция, предназначенная для поверхностного монтажа, а также малые габариты (ширина и высота не превышают 5,9 и 2 мм соответственно) приводят к существенной экономии площади печатной платы и позволяют использовать разъемы XF2M в самых миниатюрных приложениях (рис. 12).



Мобильные телефоны



Персональные компьютеры (ноутбуки)

FFC/FFC-разъемы серии XF3M

В обычных FFC/FFC-соединителях замок расположен на FFC/FFC-гнезде. Недостаток заключается в том, что применение чрезмерной силы или поворот плоского шлейфа может привести к расцеплению защелки замка

(фиксатора). В конструкции разъема OMRON XF3M этот недостаток устраняется путем использования поворотного фиксатора, расположенного на противоположной стороне гнезда, что обеспечивает повышенную прочность соединения. В разъеме серии XF3M поворотный слайдер, фиксирующий FPC/FFC-кабель в гнезде, устанавливается независимо от самого разъема. Это приводит к повышению эффективности соединения и более надежной фиксации плоского шлейфа. Соединитель имеет высоту 2,0 мм и глубину 6,4 мм (в закрытом состоянии).

Это позволяет устанавливать шину независимо от расположения FPC/FFC-гнезда, предотвратить ее смещение, а также избежать самопроизвольного отсоединения при изгибе. Резкий «клик» при защелкивании механизма позволяет убе-

диться, что шина надежно зафиксирована. Все разъемы имеют двусторонние контакты, что актуально для конструкций, подверженных вибрации, и кроме того, упрощается монтаж, так как нет необходимости различать «верхний» и «нижний» контакты.

LCP (Liquid Crystal Polymer) – жидкокристаллический полимер, относится к классу высококристаллических термопластов. Благодаря низкой вязкости расплава LCP пластмасса легко заполняет очень тонкие стенки, что позволяет изготавливать изделия сложных форм методом литья под давлением. Точность размеров обеспечивается малой (или даже нулевой) усадкой, а также низким коэффициентом теплового расширения. Относительно высокая температура плавления (около +300 °С) позволяет делать термостойкие изделия, обеспечивая возможность поверхностного монтажа пайкой без деформации корпуса. Это дает возможность уменьшать толщину стенок корпуса разъемов, сохраняя прочность.

Основные конструктивные характеристики разъемов серии XF3M

Шаг выводов, мм	0,5; 1,0
Высота профиля разъема, мм	2,0
Глубина фиксации шлейфа, мм	6,4 (в закрытом состоянии)
Толщина FPC/FFC-шлейфа, мм	0,3±0,05
Тип контактов	Двойной (верхний и нижний)

Электрические параметры разъемов серии XF3M

Номинальный ток через контакт, А	0,5 (AC/DC)
Номинальное напряжение на контактах (не более), В	50 (AC/DC)
Сопротивление контактов, МОм	50 макс. (на 20 мВ DC макс., 100 мА макс.)
Предельное напряжение на контактах разъема, В	250 AC на 1 мин. (ток утечки – 1 мА макс.)
Число циклов сочленения, не менее	20
Диапазон рабочих температур, °С	-30...+85 (без инея и конденсата)

Материалы разъема

Материал корпуса	Пластик LCP (UL94V-0)
Материал слайдера	
Контакты	Пружинные контакты медного сплава/никелевая подложка (1,5 мкм) + золочение контактов
Прижимные клипсы	Медный сплав/луженая медь (1 мкм)

Области применения FPC/FFC-разъемов Omron:

- бытовая электроника;
- персональные компьютеры;
- мобильные телефоны и смартфоны;
- цифровые камеры;
- GPS-навигаторы;
- спутниковые ресиверы и декодеры кабельного телевидения;
- игровые консоли;
- интерфейсы ЖК-дисплеев;
- дисковые приводы;
- принтеры, сканеры и копиры;
- медицинское оборудование.

Заключение

Использование FPC/FFC-разъемов компании Omron серий XF2x и XF3M обеспечивает следующие преимущества по сравнению с аналогичной продукцией других производителей:

- широкую номенклатуру разъемов для различных секторов применения;
- упрощение фиксации шлейфа в разъеме (конструкция фиксатора);
- увеличение надежности фиксации шлейфа в разъеме (конструкция фиксатора);
- уменьшение площади и объема, занимаемого разъемом в конструкции устройства (уменьшение размеров корпуса разъема и конструкции выводов);
- возможности сокращения номенклатуры используемых типов разъемов (за счет использования двусторонних контактов) и оптимизации цены устройства.



Иван Некрасов,
Инженер по внедрению холдинга PT Electronics,
ivan.nekrasov@ptelectronics.ru

Компания Omron всем известна прежде всего как производитель реле, кнопок и переключателей. При этом рынок разъемов для компании является сравнительно новым. Тем не менее Omron уже отлично зарекомендовал себя и на этом поприще, конкурируя по качеству с ведущими европейскими производителями и предлагая весьма лояльные цены на свою продукцию. Представленные в статье FPC/FCC-разъемы Omron выгодно отличаются от конкурентов и по техническим характеристикам, и по цене, что дает им возможность заслуженно отвоевывать себе солидную долю на рынке.