

Радиочастотные соединители для поверхностного монтажа

Часть 1.

Субминиатюрные соединители. Справочные материалы

Кива ДЖУРИНСКИЙ,
к. т. н.
kbd.istok@mail.ru
Юлия ЧЕРКАШИНА
a.cherkashin@mail.ru

Применение субминиатюрных соединителей для поверхностного монтажа позволяет создавать более миниатюрные изделия микроэлектроники СВЧ, используя высокотехнологичные автоматизированные процессы производства. В нашей стране эти соединители не разработаны и не выпускаются. Обзору зарубежных субминиатюрных соединителей с волновым сопротивлением 50 Ом для поверхностного монтажа посвящена данная статья, написанная по материалам каталогов и сайтов иностранных компаний.

Соединители для монтажа на печатную плату

Важнейшим направлением развития микроэлектроники СВЧ является микроминиатюризация и внедрение автоматизированных высокотехнологичных процессов производства. Это обусловлено все большим применением изделий микроэлектроники в быстро развивающихся системах мобильной и беспроводной связи и телекоммуникаций, компьютерах и периферийных устройствах, военных и аэрокосмических системах, измерительной и медицинской технике.

Для данной цели была разработана технология поверхностного монтажа (SMT — Surface Mount Technology), обеспечивающая групповые методы автоматизированной сборки и пайки (ИК-оплавление, конвекционная пайка, пайка в паровой фазе, двойной волной) [1]. От традиционной технологии монтажа в отверстия (Through-Hole Technology) она отличается монтажом компонентов непосредственно на поверхность печатной платы с использованием паяльных паст.

В настоящее время для монтажа на печатную плату (PCB — Printed Circuit Board) применяют прямые (straight, vertical) и угловые (right angle) соединители розетки (jack, female) или вилки (plug, male) двух типов:

- для поверхностного монтажа — Surface Mount Connector, или PCB Connector SMD (рис. 1а);
- для монтажа в отверстия печатной платы — PCB Connector (рис. 1б).

В рекламных материалах некоторых зарубежных компаний не делают различия между соединителями для поверхностного монтажа и для монтажа в отверстия платы, обозначая соединители обоих типов как соединители для печатных плат (PCB Mount).

PCB-соединители имеют выводы (legs), а для их установки в печатной плате необходимы металлизированные отверстия, в которых выводы за-

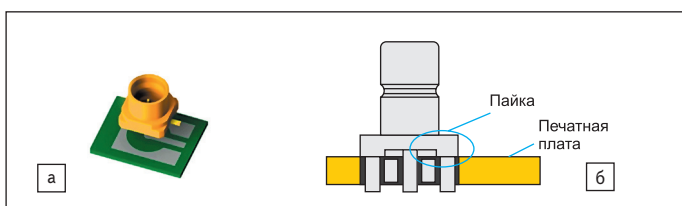


Рис. 1. Монтаж соединителей: а) поверхностный; б) в отверстия печатной платы

крепляются низкотемпературной пайкой. Находит применение и пресовая посадка в отверстия платы специальных соединителей с пружинящими выводами (рис. 2).

Основное преимущество соединителей для поверхностного монтажа в том, что для их установки не требуется сверление отверстий в печатной плате. Для образования наружного и внутреннего проводников на плате формируют систему контактных площадок (Footprint, Land Pattern, Pad Configuration, PCB Layout) с нанесенной на них припойной пастой, к которым припаивают проводники соединителя. Центральный проводник соединителя диаметром около 1 мм припаивают вертикально на контактную площадку. В случае более тонкого центрального проводника в конструкции соединителя предусматривают его изгиб на 90° для соединения с контактной площадкой в горизонтальной плоскости. Вследствие конструктивных особенностей параметры (КСВн и потери) соединителей для поверхностного монтажа хуже, чем у стандартных приборных и кабельных соединителей.

Второе преимущество соединителей для поверхностного монтажа — компактность. Их можно устанавливать по обеим сторонам печатной платы, что позволяет существенно уменьшить ее размеры.

Третье важное преимущество — возможность применения групповых методов высокопроизводительного автоматизированного монтажа на печатные платы.

К тому же соединители для поверхностного монтажа имеют лучшую ремонтпригодность, и их применение позволяет снизить стоимость изделий в серийном производстве.

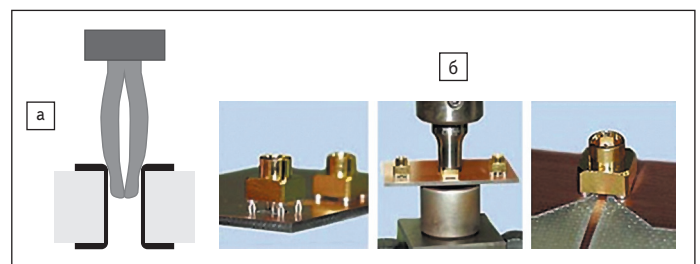


Рис. 2. а) Пружинящий вывод; б) пресовая посадка соединителя компании IMS в отверстия печатной платы

Общие положения

1. Ряд компаний классифицируют соединители каждого типа по серии. Например, компания Rosenberger обозначает соединители SMA всех модификаций как серию 32, соединители SMP — как серию 19. Другие компании в обозначение соединителя вводят его название: CONSMA001 — это прямая розетка SMA компании Linx Technologies. В большинстве же случаев соединителю присваивают цифровое обозначение, и только техническая документация позволит определить его тип.
2. В технической документации ряда компаний (Radiall, Amphenol и других) один и тот же соединитель может иметь несколько обозначений в зависимости от вида упаковки и количества содержащихся в ней соединителей. Так, один и тот же соединитель MCX компании Radiall обозначен как R223 434 00 в случае поставки в пакете по 100 шт. и как R223 434 800, если упакован в ленту по 750 шт.
3. Большие и средние соединители: 7/16, UHF, Mini-UHF, F, N, QN, C, GR, DIN 4, 1/9, 5, 1, 6/5, 6 — и миниатюрные: BNC, TNC, BNO, BNT, MHV, SHV [2] — не предназначены для поверхностного монтажа. Это обусловлено не только занимаемой ими большой площадью на печатной плате, но и опасностью их отрыва от платы при механических воздействиях. Некоторые соединители — F, Mini-UHF и особенно BNC — предназначены только для монтажа в отверстия платы. Например, в номенклатуре компании Tусо имеется 16 прямых и 8 угловых соединителей BNC с разным покрытием корпуса соединителя (никель, серебро, золото, олово-свинец). Компания Amphenol производит 39 типов прямых и более 40 типов угловых соединителей BNC для монтажа в отверстия печатных плат.
4. Прецизионные, миллиметрового диапазона и часть субминиатюрных соединителей также не предназначены для поверхностного монтажа.
5. Основная доля разъемов для поверхностного монтажа приходится на прямые или вертикальные (straight, vertical) и угловые (right angle) соединители вилка (male) или розетка (female), а также микроминиатюрные соединители: MCX, MMCX, SSMB, SMT, MMT, MMS, SMP (GPO), UMP, IMP, U.FL Hirose [2].
6. Для микроминиатюрных соединителей, в которых вилка и розетка соединяются защелкиванием (snap-on, push-on), возникают трудности с определением типа соединителя: вилка или розетка? Законченная конструкция соединителя — это сочетание пары вилка и розетка, при этом вилка — подвижная часть пары, вне зависимости от того, гнездовой (socket) или штыревой (pin) у нее центральный контакт. С этой точки зрения все соединители для поверхностного монтажа являются розетками. В то же время принято считать, что вилка — это соединитель со штыревым центральным контактом, а розетка — с гнездовым контактом. Некоторые компании, например Rosenberger, называют вилками все соединители, в том числе и для поверхностного монтажа, имеющие штыревой центральный контакт. Другие же компании считают вилкой кабельный соединитель, сочленяемый с поверхностным соединителем розетка. Поэтому однотипные соединители для поверхностного монтажа разные компании называют и розетками, и вилками. Но, по нашему мнению, правильнее считать вилкой подвижную часть пары, указывая в названии ее центральный контакт — гнездовой или штыревой. В данной статье использованы обозначения соединителей, данные им компаниями-производителями.
7. Многие компании в data sheet на соединители для поверхностного монтажа не приводят их основные параметры: КСВн и потери, иногда не указывают даже предельную частоту соединителей. Отсутствие данных по КСВн и потерям можно объяснить тем, что эти параметры в значительной степени определяются конструкцией разводки печатной платы и технологией установки на нее соединителя. Немногие данные по величинам КСВн и потерь следует рассматривать в качестве оценочных, так как неизвестны методика их измерения, конструкция и технология изготовления измеряемого образца (DUT — Device Under Test). Многие изготовители рекомендуют обращаться за информацией об этих и других параметрах непосредственно в компанию.

Субминиатюрные соединители для поверхностного монтажа

Соединители SMA

Соединители SMA достаточно велики для поверхностного монтажа, поэтому их номенклатура ограничена. Тем не менее соединители SMA розетки выпускают более десяти компаний. Предельная частота соединителей прямых — 12,4 или 18 ГГц; угловых — 12,4 ГГц. На рис. 3 показаны прямые розетки SMA компании Rosenberger: 32K10A-40ML5 для поверхностного монтажа и 32K101-400L5 для монтажа в отверстия печатной платы (для сравнения), а также угловая розетка 142-0711-301 компании Cinch Connectivity Solutions. Корпуса соединителей изготовлены из латуни с покрытием золотом, никелем, серебром или сплавом олово-свинец, центральные проводники — из бериллиевой бронзы с золотым покрытием, материал изолятора — PTFE (фторопласт).

Зарубежные соединители SMA для поверхностного монтажа представлены в таблице 1.

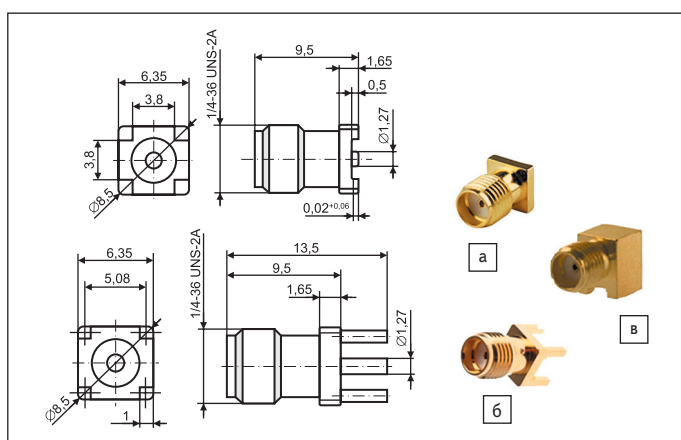


Рис. 3. Соединители SMA: а) 32K10A-40ML5; б) 32K101-400L5; в) 142-0711-301

Таблица 1. Соединители SMA для поверхностного монтажа

Компани	SMA-розетки	Электрические параметры
Rosenberger, США, Германия	32K10A-40ML5, прямая	$f_{\text{пред.}} = 12,4$; $\alpha \leq 0,04\sqrt{f}$; $\text{КСВн} \leq 1,05 + 0,0005f$ (DC — 8 ГГц), $\leq 1,3$ (8–12,4 ГГц); $P_{\text{доп.}} = 200$ (DC — 2 ГГц), 100 (2–10 ГГц)
Linx Technologies, США	CONSMA001, прямая	$f_{\text{пред.}} = 18$; КСВн = 1,23 max
	CONSMA002, угловая	$f_{\text{пред.}} = 12,4$; КСВн = 1,23 max
Molex, США	73251-2630, угловая	$f_{\text{пред.}} = 12,4$
	72251-1350, 73251-1352, 73251-1351, 73251-1355, прямые	$f_{\text{пред.}} = 18$
Cinch Connectivity Solutions Johnson, США	142-0711-301, прямая	$f_{\text{пред.}} = 18$
Pasternack, США	PE4910, прямая	$f_{\text{пред.}} = 18$
	PE4911, угловая	$f_{\text{пред.}} = 12,4$
Multicomp, США	19-46-2TGG, прямая	$f_{\text{пред.}} = 12,4$, $\alpha \leq 0,06\sqrt{f}$
	19-49-2TGG, угловая	$f_{\text{пред.}} = 12,4$, $\alpha \leq 0,06\sqrt{f}$
Lighthouse Technologies, США	LTI-SASF66GT, прямая, золотое покрытие корпуса; LTI-SASF66GTN, прямая, никелевое покрытие корпуса	$\alpha \leq 0,04\sqrt{f}$
	LTI-SASF663GT, угловая, золотое покрытие корпуса; LTI-SASF663GTN, угловая, никелевое покрытие корпуса	$\alpha \leq 0,06\sqrt{f}$
Coax Connectors, Великобритания	30-467-D3, угловая	$f_{\text{пред.}} = 12,5$
Adactus AB, Швеция	ADA-19462, прямая	$f_{\text{пред.}} = 18$; КСВн $\leq 1,23$
	ADA-19492, угловая	$f_{\text{пред.}} = 12,4$; КСВн = 1,23 max
Li Yeu Sheng Industries, Тайвань	SMA 701D-10.4, прямая	—

Примечание. В таблице и далее в тексте приняты следующие обозначения:

DC (Direct Current) — постоянный ток; f — частота, ГГц;

$f_{\text{пред.}}$ — предельная частота, ГГц; α — потери, дБ; $U_{\text{раб.}}$ — рабочее напряжение, В;

$P_{\text{доп.}}$ — допустимая пропускаемая мощность, Вт.

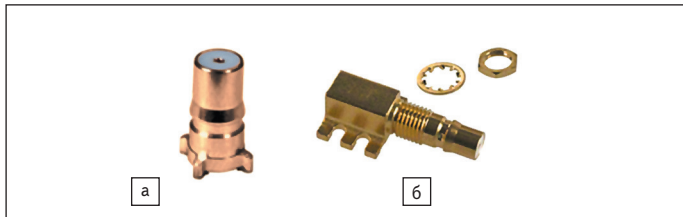


Рис. 4. Розетки QMA: а) 82.QMA-50-0-3/111NH; б) 930-111J-51P



Рис. 5. Соединители SMB: а) 1-1337604-0; б) 131-3711-201; в) SMB R003D00

Таблица 2. Соединители QMA зарубежных компаний

Компани	QMA-розетки	Электрические параметры
Amphenol, США	930-111J-51P, угловая	$f_{\text{пред.}} = 6$; КСВн = 1,05 max (DC — 3 ГГц), 1,08 max (3–6 ГГц)
	QMA 625A1-001-3GT30G-50, угловая	$f_{\text{пред.}} = 6$
Pasternack	PE44510, прямая	$f_{\text{пред.}} = 6$
	PE44511, угловая	
Anolison, США	ANO2612-4032, прямая	$f_{\text{пред.}} = 18$; КСВн $\leq 1,25$
Molex	73254-0020, 73254-0021, угловые	—
Field Components, США	FC14MTY-5, FC14MTY-TR100-59D (лента 100 шт.); FC14MTY-TR300-5 (лента 300 шт.), прямые, покрытие «белая бронза»	$f_{\text{пред.}} = 18$
Huber+Suhner, Швейцария	82.QMA-S50-0-2/111NH, прямая	$f_{\text{пред.}} = 18$
	85.QMA-S50-0-2/111NH, угловая	—
Radiall, Франция	R123.427.803, R123.427.823, прямые R123.682.817, R123.682.827, угловые	$f_{\text{пред.}} = 6$; КСВн = 1,06 max (DC — 3 ГГц), 1,12 max (3–6 ГГц)

Соединители QMA

Соединители QMA (Quick-lock SMA) и SMA имеют одинаковую коаксиальную линию и, следовательно, один и тот же диапазон рабочих частот DC — 18 ГГц. Однако из-за применения в соединителях QMA механизма соединения розетки и вилки quick-lock (вместо резьбового соединения в SMA) большинство компаний-производителей гарантируют оптимальный уровень КСВн на частотах только до 6 ГГц [2]. По сравнению с SMA соединители QMA позволяют увеличить плотность компоновки печатной платы, поскольку не требуют дополнительного места под ключ для соединения и рассоединения розетки и вилки. Минимальное расстояние между осями соединителей QMA при установке в ряд — 12,4 мм (для SMA — 14 мм).

Соединители QMA для поверхностного монтажа — прямая розетка 82.QMA-50-0-3/111NH компании Huber+Suhner и угловая розетка 930-111J-51P компании Amphenol показаны на рис. 4.

Зарубежные компании разработали и выпускают следующие соединители-розетки QMA (табл. 2).

Соединители SMB

Соединитель SMB представляет собой миниатюрный вариант соединителя SMA, но отличается механизмом соединения розетки и вилки: защелкивание (snap-on) вместо резьбового соединения в SMA [2]. Оптимальный КСВн соединителей SMB гарантирован только в диапазоне частот 0–4 ГГц, хотя его коаксиальная линия рассчитана на предельную частоту 11 ГГц. Прямые розетки SMB для поверхностного монтажа компаний: 1-1337604-0 (TE Connectivity), 131-3711-201 (Cinch Connectivity Solutions Johnson) и SMB R003D00 (JAE) — показаны на рис. 5.

Соединители имеют квадратный фланец 6,35×6,35 мм и высоту не более 8,8 мм. Обращает на себя внимание конструкция японского соединителя с горизонтальным расположением центрального проводника, подобная конструкция характерна для более высокочастотных соединителей SMP и других типов.

Зарубежные компании выпускают следующие розетки SMB (все прямые, за исключением угловой розетки PE44121 компании Pasternack), которые представлены в таблице 3.

Таблица 3. Соединители SMB зарубежных компаний

Компани	SMB-розетки	Электрические параметры
Pasternack	PE44119, прямая; PE44121, угловая	$f_{\text{пред.}} = 4$; КСВн $\leq 1,3$
TE Connectivity, США	1-1337604-0, 5166-5006-09	$f_{\text{пред.}} = 4$
Lighthouse Technologies	LTI-SBSF663GT, угловая	—
Huber+Suhner	82SMBS50-0-18/111NH	$f_{\text{пред.}} = 4$
Schmid-M, Германия	SMB-5204-TGG	$\alpha = 0,4\sqrt{f}$
JAE (Japan Aviation Electronics)	SMB R003D00, SMB R004D00	$f_{\text{пред.}} = 4$; КСВн $\leq 1,3$
Chin Nan, Тайвань	24-14-3 TGG	$f_{\text{пред.}} = 4$
Juebao, Тайвань	SMB 84005-000	—

Соединители SMC

Соединитель SMC имеет такую же коаксиальную линию, как и соединитель SMB, но отличается резьбовым механизмом соединения розетки и вилки (резьба 0,190–32UNF). Предельная частота соединителей SMC составляет 10 ГГц, однако на частотах, близких к 10 ГГц, КСВн возрастает до 1,6. Конструкции соединителей SMC и SMA для поверхностного монтажа аналогичны. Номенклатура соединителей SMC ограничена. Это можно объяснить тем, что их не так широко применяют в устройствах микроэлектроники СВЧ, как соединители SMA. К тому же соединитель SMC занимает на печатной плате такую же площадь, как и соединитель SMA (размеры фланца в обоих случаях 6,35×6,35 мм), высота соединителя 13,3 мм.

Соединители SMC розетки прямая и угловая зарубежных компаний представлены в таблице 4.

Таблица 4. Соединители SMC зарубежных компаний

Компани	SMC-розетки	Электрические параметры
Pasternack	PE44120, прямая	$f_{\text{пред.}} = 10$
	PE44122, угловая	
Schmid-M	SMC-5203-TGG, прямая	$\alpha = 0,4 \text{ max}$
	SMC-5204-TGG, угловая	$\alpha = 0,6 \text{ max}$
Chin Nan	26-10-4 TGG, угловая	—
Cinch Connectivity Solutions Johnson	131-6711-201, прямая	$f_{\text{пред.}} = 10$

Микроминиатюрные соединители для поверхностного монтажа

Соединители MCX

Соединители MCX (OSX, Micro-Coax) предназначены для работы в диапазоне частот DC – 6 ГГц и являются более миниатюрными (приблизительно на 30%) аналогами соединителей SMB: в обоих соединителях использована одинаковая коаксиальная линия с фторопластовым заполнением. Соединители MCX компактны, имеют достаточно простую конструкцию и высокую надежность и потому широко применяются в устройствах беспроводной мобильной связи, системах GPS, PS/LAN, радио- и телекоммуникационных системах военного и гражданского назначения.

На рис. 6 показаны прямая розетка 29K101-40ML5, угловая розетка 29K201-40ML5 и кабельный соединитель 29S111-102L5 компании Rosenberger.

Соединители MCX для поверхностного монтажа выпускают многие зарубежные производители (табл. 5).

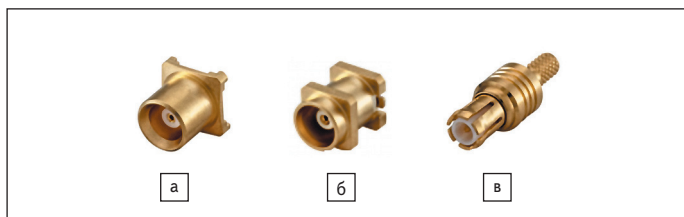


Рис. 6. Соединители MCX: а) 29K101-40ML5; б) 29K201-40ML5; в) 29S111-102L5



Рис. 7. Соединители MMCX: а) MMCX.FSTY.SMT.HT; б) MSX-J-P-X-ST-SM1; в) 908-22101; г) 85.MMCX-S50-0-55/1190M

Таблица 5. Соединители MCX зарубежных компаний

Компании	Соединители MCX	Электрические параметры
Molex	73415-1690...1699, розетка прямая, размеры в плане 6×9,53 мм, 10 модификаций, отличающихся покрытием корпуса — никель или золото и видом упаковки	KCBн = 1,3 (DC – 2 ГГц), 1,35 (2–6 ГГц)
	73415-1110...1104, розетка угловая, размеры в плане 5,9×5,9 мм, 5 модификаций, отличающихся покрытием корпуса: никель или золото и видом упаковки	$f_{\text{пред.}} = 6$
Rosenberger	29K101-40ML5, розетка прямая, 2 модификации, отличающиеся по виду упаковки и количеству соединителей	KCBн = 1,22 max; $\alpha = 0,04\sqrt{f}$
	29K10A-40ML5, 29K201-40ML5, розетки угловые, 3 модификации	KCBн = 1,2 (DC – 6 ГГц)
Hubert+Suhner	82.MCX-50-0-29/111NE, 82.MCX-50-0-29/111NM, 82.MCX-50-0-29/111NH, розетки прямые, размеры в плане 6,1×6 мм, отличаются видом упаковки	$f_{\text{пред.}} = 6$
	85.MCX-S50-0-25/111NH, 85.MCX-S50-0-25/111NM, розетки угловые, размеры в плане 6×9 мм, отличаются видом упаковки	$f_{\text{пред.}} = 6$
Radiall	R113.424.000, R113.424.010, R113.424.020, розетки прямые, отличаются видом упаковки; R113.424.000, розетка прямая, экологическая версия	KCBн = 1,05+0,05f; $\alpha = 0,03\sqrt{f}$; $U_{\text{раб.}} = 335$
	R113.664.000, R113.664.020, розетки угловые, отличаются видом упаковки	KCBн = 1,25 max (DC – 6 ГГц); $\alpha = 0,03\sqrt{f}$
TE Connectivity (серия Micro Min)	1061002-1, розетка прямая (упаковка 200 шт.); 1061092-1, розетка прямая (упаковка в ленту 900 шт.); 1061035-1, розетка угловая (упаковка 200 шт.); 1061094-1 розетка угловая (упаковка в ленту 750 шт.)	KCBн = 1,35 max; $\alpha = 0,1$
Fairview Microwave, США	SC 9483, розетка прямая	$f_{\text{пред.}} = 6$; KCBн = 1,25 max
Amphenol (серия Micro Mate)	919-118J-51P, 919-118J-51PT, розетки прямые	$f_{\text{пред.}} = 2$; KCBн = 1,2 max
Multicomp	27-05-3TGG, розетка прямая; 27-09-1TGG, розетка угловая	$f_{\text{пред.}} = 6$
Pasternack	PE 4889, розетка прямая; PE 4890, розетка угловая; PE 44613, вилка прямая	$f_{\text{пред.}} = 6$
Cinch Connectivity Solutions Johnson	133-3711-201, розетка прямая; 133-3711-301, розетка угловая	$f_{\text{пред.}} = 6$
Schmid-M	MCX-5205-TGG, розетка прямая; MCX-5206-TGG, розетка угловая	—
Jyebao	MCX 3410-0000, вилка прямая	$f_{\text{пред.}} = 6$
	MCX 8401-0000, MCX 8401-0001, MCX 8401-0002, MCX 8401-0003, MCX 8404-0000, MCX 8410-0000, розетки прямые, отличаются наружным диаметром корпуса и видом упаковки	
MCX 8410-9000, MCX 8410A-9000, розетки угловые		
Samtec, США	MCX-J-P-X-ST-SM1, розетка прямая; MCX-J-P-H-RA-SM1, розетка угловая	$f_{\text{пред.}} = 6$; KCBн = 1,5 max
Delta Electronics, США	9867-000-G001-504, розетка прямая	—
Telegartner, Германия	J01271A0031, J01271C0031, розетки прямые	$f_{\text{пред.}} = 6$; KCBн = 1,22 max
Chin Nan	27-13-2 TGG, вилка прямая; 27-09-1 TGG, розетка угловая; 27-19 TGG, вилка угловая	$f_{\text{пред.}} = 6$
IMS, Германия	2017.01.2510.003, 2017.01.2510.003, розетки прямые, покрытие корпуса — золото или «белая бронза»	$f_{\text{пред.}} = 6$
	2046.01.2520.001, розетка угловая	
Micon Precise Corp., Тайвань	X105-000A, розетка прямая	$f_{\text{пред.}} = 4$; KCBн = 1,35 max; $U_{\text{раб.}} = 170$
	28103, 28109, розетки угловые	$f_{\text{пред.}} = 6$; KCBн = 1,35 max; $U_{\text{раб.}} = 170$

Соединители MMCX

Соединитель MMCX — Miniature MCX (его еще называют SSMCX, Micro Mate или MCX Micro-Mini) является более миниатюрным аналогом соединителя MCX (компактнее на 30 и на 45% соединителя SMB). Особенность соединителя MMCX — snap-on-механизм соединения вилки и розетки с применением зашелкиваемого кольца на корпусе вилки и неразрезного (без ламелей) наружного проводника розетки. Соединители MMCX применяют в микросистемных устройствах с высокой плотностью компоновки: в системах телекоммуникации и беспроводной связи, приемниках GPS и т. д.

Таблица 6. Соединители MMCX зарубежных компаний

Компании	Соединители MMCX	Электрические параметры
Molex	73415-2061, 73415-2063, розетки прямые, размеры фланца 2,6×2,6 мм, высота 3,32 мм, отличаются видом упаковки	KCBн ≤ 1,3; $\alpha = 0,04\sqrt{f}$
TE Connectivity	1393757-6, розетка прямая; 1393757-7, розетка угловая	—
Hubert+Suhner	82.MMCX-50-0-8/111OE, розетка прямая; 82.MMCX-50-0-8/111OM, 82.MMCX-50-0-18/111OE, розетки прямые, отличаются видом упаковки; 82.MMCX-50-0-55/1190M, розетка прямая; 85.MMCX-50-0-55/1190M, розетка угловая горизонтальная; 90.MMCX-50-0-55/1190E, 90.MMCX-50-0-55/1190M, розетки как для вертикального, так и для горизонтального расположения	$f_{\text{пред.}} = 6$; $U_{\text{раб.}} = 335$; KCBн ≤ 1,15 (DC – 4 ГГц), ≤ 1,4 (4–6 ГГц)
Radiall	R110.427.810, R110.434.860, розетки прямые	$f_{\text{пред.}} = 6$; $U_{\text{раб.}} = 170$; KCBн = 1,15+0,05f
	R110.427.820, розетка прямая	$f_{\text{пред.}} = 6$
Amphenol	908-2210, розетка прямая	KCBн = 1,15 (DC – 4 ГГц), 1,4 (4–6 ГГц)
Samtec	MMCX-P-P-H-ST-SM1, вилка прямая	—
	MMCXV-J-P-H-ST-SM1, розетка прямая с повышенной вибрационной стойкостью	—
Linx Technologies	CONMMCX001-SMD, розетка прямая	$\alpha = 0,2$ max на $f = 1$ ГГц
	CONMMCX002, розетка угловая	$\alpha = 0,3$ max на $f = 1$ ГГц
Fairview Microwave	SC9574, розетка прямая	KCBн = 1,25 max
Cinch Connectivity Solutions Johnson	135-3711-201, розетка прямая	—
Telegartner	J01341A0071, розетка угловая	—
Lighthouse Technologies	LTI-MCSF66GT, розетка прямая	—
Taoglas, Тайвань, США	MMCX.FSTY.SMT.HT, розетка прямая	$f_{\text{пред.}} = 6$
IMS	2465.09.2020.001, 2466.09.2020.001, 2696.09.2020.001, 2697.09.2020.001, розетки угловые для вертикального расположения; 3780.09.2020.001, розетка угловая с горизонтальным центральным проводником	$f_{\text{пред.}} = 6$
Delta Electronics	9567-000-G001-503, розетка прямая; 9569-000-G001-503, розетка угловая	$f_{\text{пред.}} = 6$
Jyebao	MMCX8410-0000, розетка прямая	$f_{\text{пред.}} = 6$
Micon Precise Corp.	M109-700A, розетка прямая	—
Wellshow, Тайвань	C06AN30P00711, розетка прямая	KCBн ≤ 1,3

Прямые соединители MMCX — розетка MMCX.FSTY.SMT.HT (Taoglas), вилка MMCX-P-P-H-ST-SM1 (Samtec), розетка 908-22101 (Amphenol), комбинированная розетка-вилка 85.MMCX-S50-0-55/1190M (Hubert+Suhner) — показаны на рис. 7.

Соединители MMCX с предельной частотой 6 ГГц и рабочим напряжением 170 В выпускают многие зарубежные производители (табл. 6).

Соединители MMBX

Микроминиатюрный 50-омный соединитель MMBX (Micro-MBX, Micro Miniature Board Connector, SSMB, MMSX-Micro Miniature Spherical Connector, SSMB-Nano) был разработан для использования на частотах до 6 ГГц в телекоммуникационных системах GSM 900/1800/1900, PCS и др. Соединитель MMBX оснащен фиксирующим механизмом с защелкой (snap-on) и является миниатюрной версией стандартного соединителя SMB. Соединители розетки на печатных платах и адаптер вилка-вилка между ними обеспечивают быстрое и надежное соединение плат даже в случае радиального или осевого расхождения до 0,5 мм [2].

Внешний вид соединителей MMBX компании Hubert+Suhner — розеток 82.MMBX-50-0-1/111NM, 82.MMBX-50-0-3/111NM, 82.MMBX-50-0-13/111NM, вилки 81.MMBX-50-0-1/111NM и адаптера вилка-вилка 32.MMBX-50-0-1/111NM — показан на рис. 8.

Число компаний, освоивших производство этих соединителей, сравнительно невелико:

- Huber+Suhner (NE — индивидуальная упаковка, NH — пакет, 100 шт., NM — лента на катушке):

– прямые розетки:

- 82.MMBX-S50-0-1/111NE,
82.MMBX-S50-0-1/111NH,
82.MMBX-S50-0-1/111NM.

Предельная частота — 12,4 ГГц,

КСВн — 1,1 (DC – 2,5 ГГц),

1,12 (2,5–6 ГГц), 2,6 (6–12,4 ГГц),

допустимая пропускаемая мощность на частоте 2,4 ГГц

при температуре 20 °С — 260 Вт.

- 82.MMBX-S50-0-13/111NE,
82.MMBX-S50-0-13/111NH,
82.MMBX-S50-0-13/111NM,
с широкой заходной фаской,
предельная частота 12,4 ГГц.

– прямые вилки:

- 81.MMBX-S50-0-3/111NE,
81.MMBX-S50-0-3/111NH,
81.MMBX-S50-0-3/111NM;
- 81.MMBX-S50-0-3/111NM-1,
предельная частота 12,4 ГГц.

- Radiall:

– прямые вилки:

- R.223.434.000 (пакет, 100 шт.),
R223.434.800 (лента, 750 шт.);

– прямые розетки:

- R223.424.000 (пакет, 100 шт.),
R223.424.800 (лента, 720 шт.);

– КСВн соединителей 1,065,
потери $0,12\sqrt{f}$, дБ.

- Shenzhen Sinrui Technology, Китай:

– прямая розетка MMXX-KTD.

- Morethandall Co., Тайвань:

– прямая розетка MMBX-PVC-50;

– прямая вилка MMBX-JVC-50,
рабочее напряжение — 250 В.

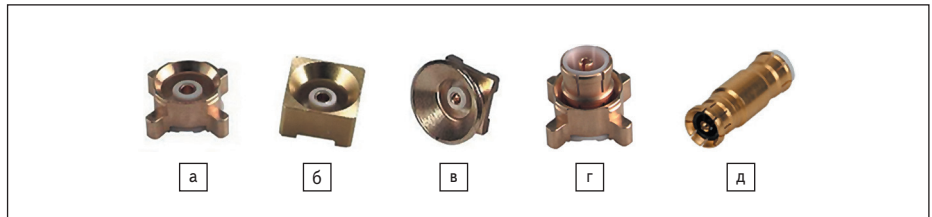


Рис. 8. Соединители MMBX: а) 82.MMBX-50-0-1/111NM; б) 82.MMBX-50-0-3/111NM; в) 82.MMBX-50-0-13/111NM; г) 81.MMBX-50-0-1/111NM; д) 32.MMBX-50-0-1/111NM

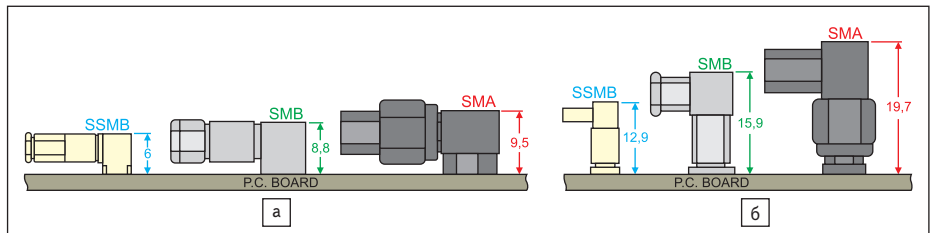


Рис. 9. Сравнение угловых и прямых соединителей SSMB, SMB и SMA в паре с кабельными вилками: а) прямыми; б) угловыми

- AEP (Applied Engineering Products), США:

– прямые розетки
7225-1512-015, 7242-1511-015;

– прямые вилки
7209-1511-015, 7210-1511-015.

Для сравнения на рис. 9 приведены размеры соединителей SSMB, SMB и SMA компании Radiall, установленных на печатную плату, в паре с прямыми и угловыми кабельными вилками.

Похожая картина наблюдается и при сравнении соединителей SSMC, SMC и SMA.

Заключение

При создании отечественных изделий микроэлектроники СВЧ все шире применяют

технологии поверхностного монтажа с использованием зарубежных соединителей. В связи с программой импортозамещения отечественным производителям необходимо в ближайшее время предпринять усилия по созданию необходимых соединителей для поверхностного монтажа. ■

Литература

1. Медведев А. Сборка и монтаж электронных устройств. М.: Техносфера, 2007.
2. Джуринский К. Б. Современные радиочастотные соединители и помехоподавляющие фильтры / Под редакцией д. т. н. Борисова А. А. СПб.: «Медиа Группа Файнстрит», 2014.