

Помехоподавляющие фильтры для поверхностного монтажа

Кива ДЖУРИНСКИЙ,
к. т. н.

Ускоренное развитие систем мобильной, беспроводной связи и телекоммуникаций, компьютеров, периферийных устройств, аэрокосмических систем и других областей техники привело к микроминиатюризации, высокой плотности монтажа микросистемных устройств СВЧ и внедрению высокопроизводительной техники поверхностного монтажа. Такой монтаж предполагает групповые методы автоматизированной сборки и пайки компонентов устройств. Но для этого потребовалось создать соответствующие радиокомпоненты, в том числе и помехоподавляющие фильтры.

Введение

Фильтры для поверхностного монтажа выпускают в виде «чипов». Чипы имеют форму параллелепипеда длиной L , шириной W , высотой T , с шириной выводов на концах E и «земляного» вывода M . Чипы одинаковых размеров объединяют в группы. Номер группы образуется в результате сочетания длины и ширины чипов, измеренных в дюймах (табл. 1). Размеры чипов разных компаний могут отличаться друг от друга.

Таблица 1. Размеры чипов разных групп

Группа чипов	Размеры, мм				
	L	W	T	E	M
0603	1,6 ± 0,2	0,8 ± 0,2	0,5 ± 0,15	0,2–0,5	0,5
0805	2 ± 0,2	1,25 ± 0,2	0,8 ± 0,1	0,3 ± 0,2	0,6 ± 0,2
1205 (1206)	3,2 ± 0,2	1,6 ± 0,2	0,7 ± 0,2	0,4 ± 0,3	1,1 ± 0,3
1806 (1812)	4,5 ± 0,3	1,6 ± 0,3	1,0 ± 0,3	0,5 ± 0,3	1,4 ± 0,3

Фильтры для поверхностного монтажа выпускаются с электрическими схемами $C, L-C, P$, реке — T [1]. Эффективность подавления электромагнитных помех в основном определяется электрической емкостью фильтра. Для изготовления емкостных элементов фильтров за рубежом применяют керамические материалы (на основе титаната бария) трех групп:

- COG/NPO — сверхстабильные;
- X7R — стабильные;
- Z5U, Y5V, X7W — общего применения.

При использовании керамики COG/NPO с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = (10-100)$ максимальное изменение электрической емкости не превышает 30 ppm/°C в диапазоне температур от -55 до +125 °C. Для материала X7R ($\epsilon = (2000-4000)$) изменение емкости составляет ±15%, а для материалов общего применения ($\epsilon = (5000-25\ 000)$) — соответственно +22...-56% (Z5U, Y5V) и +40...-90% (X7W) [2].

Простейший фильтр — 3-выводной конденсатор — не является идеальной емкостью. Его электрическую схему можно представить в виде последовательного соединения собственной емкости C , индуктивности выводов L и активного сопротивления r выводов, обкладок конденсатора и активных потерь в диэлектрике [3].

Фильтр имеет минимальное и чисто активное сопротивление на резонансной частоте:

$$f_{рез} = 1/(2\pi\sqrt{LC}).$$

На частотах ниже резонансной полное сопротивление фильтра носит емкостной, а на частотах выше резонансной — индуктивный характер. Таким образом, наличие паразитной индуктивности выводов приводит к появлению резонансов на тем меньших частотах, чем больше величина этой индуктивности. Именно поэтому фильтры для поверхностного монтажа, имеющие малую индуктивность выводов, предпочтительнее фильтров с проволочными выводами.

Существует 2 способа монтажа фильтров на печатные платы: непосредственно на контактные площадки платы (открытый монтаж) и дополнительно еще в стенку или перегородку корпуса изделия (экранированный монтаж). Способ монтажа существенно влияет на величину и частотную зависимость вносимого затухания фильтра. Так, по данным Syfer Technology, на частоте 100 МГц вносимое затухание фильтров с электричес-

кой схемой P , имеющих емкость 4,7 нФ, равно 32 дБ при открытом монтаже и 57 дБ — при экранированном монтаже.

Компании — производители фильтров для поверхностного монтажа

В таблице 2 приведены ведущие компании — производители фильтров для поверхностного монтажа.

Spectrum Control

Для монтажа на поверхность печатных плат компания Spectrum Control разработала и выпускает неполярные трехвыводные монолитные керамические фильтры с $C, L-C$ и P ; электрическими схемами (рис. 1).

Выпускаются фильтры C -типа следующих групп: 0805, 1205 и 1806 и $L-C$ -типа: группы 0805 и 1206. Основные параметры фильтров приведены в таблице 3. Фильтры применяют в сотовых телефонах, базовых станциях,



Рис. 1. C и $L-C$ -фильтры компании Spectrum Control

Таблица 2. Компании — производители фильтров для поверхностного монтажа

№	Компания	Страна	Сайт
1	Spectrum Control, Inc.	США, Германия	www.spectrumcontrol.com
2	Murata Electronics	Япония, США	www.murata.com
3	Syfer Technology, Ltd.	Великобритания	www.syfer.com
4	Corry Micronics, Inc.	США	www.cormic.com
5	Tusonix, Inc.	Франция	www.tusonix.com
6	РУП «Монолит»	Белоруссия	www.monolit.by
7	Advanced Monolithic Ceramics, Inc. A Johanson Comp.	США	www.johansondielectric.com

Таблица 3. Параметры С и L-С-фильтров

№	Группа фильтров	Количество типоразмеров	Номинальная емкость, пФ	Номинальный ток, А	Номинальное напряжение, В
С-фильтры					
1	SF0805	8	22–22 000	0,4–1,0	50
2	SF1205	9	22–47 000	0,3–1,0	50
3	SF1806	10	22–220 000	0,3–2,0	100
L-С-фильтры					
1	LC0805	5	–	0,1	25
2	LC1206	4	–	0,1	25

компьютерах и периферийных устройствах, телекоммуникационных системах и различных цифровых устройствах.

Электрическая емкость С-фильтров изменяется в пределах +50...–20%. Фильтры с емкостью до 220 пФ выполнены на керамическом материале COG/NPO, а с емкостью более 470 пФ — на материале X7R. Сопротивление изоляции фильтров — 10 000 МОм, рабочий диапазон температур: –55...+125 °С.

L-С-фильтры имеют монолитную конструкцию на основе керамики и феррита. Номинальная емкость L-С-фильтров в каталоге Spectrum Control не приведена, но указана их частота среза (частота, на которой вносимое затухание равно 3 дБ и с которой фильтр начинает подавлять электромагнитные помехи). Величину емкости можно оценить, если учесть, что частота среза равна 100 МГц при емкости 100 пФ [1]. L-С-фильтры в зависимости от емкости имеют частоту среза от 10 до 220 МГц с пределами ее изменения ±20%. Сопротивление изоляции фильтров — не менее 100 МОм, рабочий диапазон температур: –25...+85 °С. Уровень вносимого затухания всех фильтров возрастает с повышением их емкости. На частоте 1 ГГц для фильтров с емкостью более 220 пФ величина вносимого затухания приблизительно равна 40 дБ.

Кроме того, компания Spectrum Control одной из первых выпустила две серии высокоемкостных фильтров для поверхностного монтажа — PSM и SSM, они рассчитаны на рабочий ток 10 и 20 А (рис. 2).



Рис. 2. Фильтры серий PSM и SSM

Фильтры PSM и SSM применяют в усилителях мощности, источниках питания, устройствах управления электродвигателями. Фильтры серии PSM (Power Surface Mount) имеют С или P_i электрическую схему. Номинальный рабочий ток емкостных фильтров

20 А, P_i фильтров — 10 А, номинальное напряжение постоянного тока соответственно 200 и 100 В. Емкость PSM-фильтров можно выбрать в следующем ряду: 68, 100, 130, 470, 820, 1000, 1500, 2500, 4000 и 10 000 пФ.

Фильтры серии SSM выполняют только с электрической схемой P_i, они рассчитаны на рабочий ток 10 А и напряжение постоянного тока 100 В. Их электрическая емкость 100, 500, 1500, 2000 и 4000 пФ.

Температура пайки фильтров на печатные платы — 220...240 °С. После пайки необходима ультразвуковая очистка от остатков флюса: частота колебаний не более 28 кГц, мощность 20 Вт на литр моющего раствора, время — не более 5 минут.

Чип-фильтры всех типов поставляют, как правило, большими партиями, упакованными в пластиковую ленту для удобства автоматизированного монтажа. Обозначение фильтров Spectrum Control достаточно сложное. Например, в обозначении фильтра LC1206M223MANAT: L-С — электрическая схема фильтра, 1206 — группа (размеры чипа), M223 — частота среза (22 МГц), M — пределы изменения частоты среза (±20%), А — номинальное напряжение постоянного тока (25 В), N — покрытие выводов под пайку, включающее барьерный слой никеля, А — номинальный ток (0,1 А) и T — способ упаковки.

Murata Electronics

Эта компания — признанный мировой лидер в производстве конденсаторов, индуктивностей и фильтров для поверхностного монтажа. Компания выпускает серии разных типов фильтров (более 150 типов) с электрическими схемами С, L-С, Т и P_i. Рассмотрим некоторые из них.

Серии NFM39/3212/4516 R

Фильтры этих серий — миниатюрные 3-выводные чип-конденсаторы. Размеры чипов NFM39R — 2,0×1,25×0,5 (группа 0805), чипов NFM3212R — 3,2×1,25×0,7 (группа 1205), NFM4516R — 4,5×1,6×1,0 (группа 1806). Пара-

Таблица 4. Параметры фильтров серий NFM39/3212/4516 R

Серия фильтров	Емкость, пФ	Пределы изменения емкости, %	Номинальное напряжение, В	Сопротивление изоляции, МОм
NFM39R	22–22 000	±20	50	1000
NFM3212R	22–22 200	+50...–20	50	10 000
NFM4516R	22–220 470–22 000	+50...–20	100	10 000

Таблица 5. Параметры фильтров серий NFM2012R/40P/4516R/46R

Группа	Обозначение фильтра	Емкость	Номинальные		Сопротивление изоляции, МОм	Рабочий диапазон температур, °С
			напряжение, В	ток, А		
0805	NFM2012P13C104R	0,1 мкФ (±20%)	16	2	1000	–55...+125
	NFM2012P13C474F	0,47 мкФ (+80...–20%)	16	2	1000	–40...+85
	NFM2012P13C105B	1,0 мкФ (±20%)	10	4	500	–40...+85
	NFM2012P13C105F	1,0 мкФ (+80...–20%)	16	2		–40...+85
1205	NFM40P12C223	22 нФ (±20%)	50	2	1000	–55...+85
1806	NFM4516P13C204F	0,2 мкФ (+80...–20%)		2		
2220	NFM46P11C155	1,5 мкФ (+80...–20%)		6		

метры этих фильтров приведены в таблице 4. Номинальный ток фильтров 0,3 А, рабочий диапазон температур: –55...+125 °С.

Величина вносимого затухания фильтров возрастает с увеличением их емкости, достигая максимума 60 дБ в диапазоне частот 100–1000 МГц. С увеличением емкости максимум сдвигается в область более низких частот.

Фильтры применяют в персональных компьютерах, периферийных устройствах и системах телекоммуникации.

Серии NFM2012R/40P/4516R/46R

Эти фильтры также имеют электрическую схему С и выпускаются в виде чипов групп 0805,1205,1806 и 2220. Размеры чипов последней группы — 5,7×5,0×2,2 мм. Фильтры рассчитаны на достаточно большие токи и эффективно подавляют электромагнитные помехи в диапазоне частот от 500 КГц до 1 ГГц (величина вносимого затухания — до 30 дБ). Параметры фильтров приведены в таблице 5.

Серия NFM839R

Фильтры этой серии имеют небольшую емкость (10–100 пФ) и высокое сопротивление выводов (22–100 Ом) и поэтому предназначены для подавления помех в цепях импульсных сигналов без искажения формы импульсов. Их применяют в линиях как с низким, так и с высоким импедансом. Фильтры имеют L-С электрическую схему и выпускаются в виде чипов с размерами 2,0×1,25×0,5 мм. Основные параметры фильтров приведены в таблице 6.

Номинальное напряжение всех фильтров 50 В, сопротивление изоляции — более 1000 МОм, рабочий диапазон температур: –40...+85 °С. Величина вносимого затухания максимальна на частоте приблизительно 500 МГц и равна 30–35 дБ (в зависимости от емкости фильтра).

Таблица 6. Параметры фильтров серии NFM839R

Обозначение фильтра	Емкость, пФ, ±20%	Сопротивление выводов, Ом, ±30%	Номинальный ток, мА
NFM839R02C100R220	10	22	50
NFM839R02C100R470		47	35
NFM839R02C470R220	47	22	50
NFM839R02C470R470		47	35
NFM839R02C470R680		68	30
NFM839R02C470R101		100	25
NFM839R02C101R220	100	22	50
NFM839R02C101R470		47	35
NFM839R02C101R680		68	30
NFM839R02C101R101		100	25

Таблица 7. Параметры C-фильтров компании Syfer Technology

Тип		E01			E07			SBSGC	SBSMC
Размеры чипа		0805	1206	1806	0805	1206	1806	1812	2220
Максимальный ток, А		0,3	0,3	0,3	1	2	2	10	20
Напряжение, В	Диэлектрик	Электрическая емкость, нФ							
		COG/NPO	0,68–0,82	—	—	—	—	—	—
50	X7R	22–47	22–100	100–200	4,7–47	33–100	47–200	220	470
	COG/NPO	0,022–0,56	0,022–1	0,022–2,2	—	—	—	—	—
100	X7R	1–15	1,5–15	3,3–68	1–3,3	10–22	22–33	100–150	220–330
	X7R	—	—	—	—	—	—	68	100–150
200	X7R	—	—	—	—	—	—	1–47	1–68
500	X7R	—	—	—	—	—	—	—	—

Серия NFA

Фильтры этой серии предназначены для подавления помех одновременно в 4, 6 или 8 цепях. Такие сборки фильтров с электрической схемой С, соединенных в одном чипе, целесообразны для устройств с плотной компоновкой компонентов, так как шаг между выводами фильтров равен 1,27 или даже 0,8 мм. неполярные фильтры серии NFA применяются в различных цифровых устройствах, например в ноутбуках и периферийных устройствах. Murata Electronics выпускает 3 типа чип-фильтров: NFA81R, NFA62R и NFA3216D. Размеры чипов соответственно 12,5×4,5×1,2; 6,3×3,2×1,0 и 3,2×1,6×0,8 мм. В фильтрах первого типа количество выводов — 8, шаг между ними — 1,27 мм, емкость — от 22 до 10 000 пФ. В фильтрах второго типа количество выводов — 6, шаг между ними — 0,8 мм, емкость — от 22 до 22 000 пФ. В фильтрах третьего типа количество выводов — 4, шаг между ними — 0,8 мм, емкость — от 22 до 10 000 пФ. Рабочее напряжение фильтров — 50 В (25 В для фильтров третьего типа), номинальный ток 200 мА, сопротивление изоляции — более 1000 МОм, рабочий диапазон температур: –55...+85 °С. Величина вносимого затухания зависит от электрической емкости фильтра. Она максимальна (более 70 дБ) для фильтров с емкостью 10 000 пФ на частоте 50 МГц. Для фильтров с емкостью 100 пФ максимальное вносимое затухание равно 60 дБ на частоте 1,5 ГГц.

Серия NFA3216G

Эта серия состоит из фильтров 9 типов. В одном чипе с размерами 3,2×1,6×0,8 мм объединены 4 фильтра с L-C электрической схемой. В фильтрах всего 2 «земляных» вывода, а шаг между токоведущими выводами равен 0,8 мм. Фильтры имеют небольшую электрическую емкость (10, 22 или 100 пФ с пределами изменения ±20%) и значительное сопротивление выводов (от 6,8 до 100 Ом). Такие сборки эффективно применяют в цифровых устройствах, в которых недопустимо искажение формы сигналов. Номинальный ток фильтров — 15–50 мА, напряжение — 6 В, минимальное сопротивление изоляции — 1000 МОм, рабочий диапазон температур: –40...+85 °С. Величина вносимого затухания фильтров зависит от их емкости и сопротивления выводов. Она максималь-

на для фильтра с емкостью 100 пФ и сопротивлением 100 Ом и равна 32 дБ на частоте около 450 МГц.

Серии NFM616R/RH

В фильтрах этих серий с электрической схемой Т емкостной и два ферритовых индуктивных элемента объединены в одном 3-выводном неполярном чипе с размерами 6,8×1,6×1,6 мм. Фильтры серии NFM616R имеют емкость от 33 до 4700 пФ, номинальное напряжение 50 В, ток 2 А, рабочий диапазон температур: –25...+85 °С.

Электрическую емкость фильтров серии NFM616RH можно выбрать в пределах от 33 до 3300 пФ, их номинальное напряжение — 100 В, ток — 2 А, рабочий диапазон температур: –55...+125 °С.

Syfer Technology

Эта компания выпускает большую серию фильтров с электрическими схемами С и P_i. Параметры фильтров приведены в таблицах 7, 8.

Частотная зависимость вносимого затухания фильтров (для случая их экранированного монтажа) приведена в таблице 9.

Обозначение фильтров компании Syfer Technology содержит сведения об их конструкции и параметрах. Например, 1206J100 0222 МХТЕ01 — это С-фильтр группы 1206, выводы которого покрыты оловом поверх барьерного подслоя никеля, для напряжения постоянного тока 100 В, с емкостью 2200 пФ ±20%, диэлектрик — X7R, упаковка в ленту, тип фильтра — E01. Фильтры типов SBSPP,

Таблица 9. Вносимое затухание фильтров

Величина емкости, пФ	Вносимое затухание, дБ, на частотах, МГц		
	10	100	1000
С-фильтры			
47	—	—	10
470	1	16	35
1000	4	23	41
4700	16	36	55
10 000	22	41	60
22 000	29	46	60
P _i -фильтры			
47	—	3	21
470	2	22	58
1000	5	33	60
4700	19	57	60
10 000	29	60	60
22 000	36	60	60

Таблица 8. Параметры P_i-фильтров компании Syfer Technology

Тип		SBSPP	SBSGP	SBSMP
Размеры чипа		1206	0812	2220
Максимальный ток, А		1	5	10
Напряжение, В	Диэлектрик	Электрическая емкость, нФ		
		COG/NPO	22–470	—
25	X7R	100–150	—	—
	X7R	22–68	220	470
100	X7R	1–15	100–150	220–330
	X7R	—	68	100–150
200	X7R	—	1–47	1–68
500	X7R	—	—	—

SBSGP, SBSMP предназначены для экранированного монтажа.

Расположение и размеры контактных площадок на печатной плате под установку фильтров приведены в технической документации для каждого конкретного типа фильтров.

Во избежание растрескивания фильтров при пайке на печатную плату необходимо не допускать резких перепадов температуры при нагреве и охлаждении. Скорость предварительного нагрева должна быть в среднем 2 °С/с, максимальная температура пайки — 260 °С. При ручной пайке температура жала паяльника должна быть не более 300 °С, а время пайки — 3–5 с. По возможности, при пайке следует применять теплоотвод от корпуса фильтра.

Corry Micronics

Компания Corry Micronics выпускает фильтры для поверхностного монтажа серий SMP с электрической схемой P_i и SMC с электрической схемой С. Фильтры выполнены в виде чипов длиной 8 и 10 мм. Чипы длиной 8 мм имеют электрическую емкость до 4000 пФ, длиной 10 мм — до 8200 пФ. Все выпускаемые фильтры имеют рабочее напряжение 100 В, напряжение пробоя 300 В и сопротивление изоляции — более 10 ГОм. Индуктивность P_i фильтров — 0,1 мГн. Основные параметры фильтров представлены в таблице 10. Величина вносимого затухания приведена для случая экранированного монтажа фильтров.

Таблица 10. Основные параметры фильтров компании Corry Micronics

Обозначение фильтра	Электрическая емкость, пФ	Пределы изменения емкости, %	Вносимое затухание, дБ, на частотах, ГГц		
			0,01	0,1	1,0
SMP серия фильтров с электрической схемой P _i Допустимый ток 10 А					
SMP1-01-101Z	100	+80...–20	—	3	16
SMP1-01-471Z	470	+80...–20	1	16	40
SMP1-01-102P	1000	+100...0	7	40	65
SMP1-01-202P	2000	+100...0	10	45	70
SMP1-01-402Z	4000	+80...–20	13	52	70
SMP2-01-682Z	6800	+80...–20	16	60	70
SMP2-01-822Z	8200	+80...–20	20	65	70
SMC серия фильтров с электрической схемой С. Допустимый ток 20 А					
SMC1-01-101Z	100	+80...–20	—	1	16
SMC1-01-471Z	470	+80...–20	—	12	27
SMC1-01-102Z	1000	+80...–20	3	20	35
SMC1-01-152Z	1500	+80...–20	5	22	37

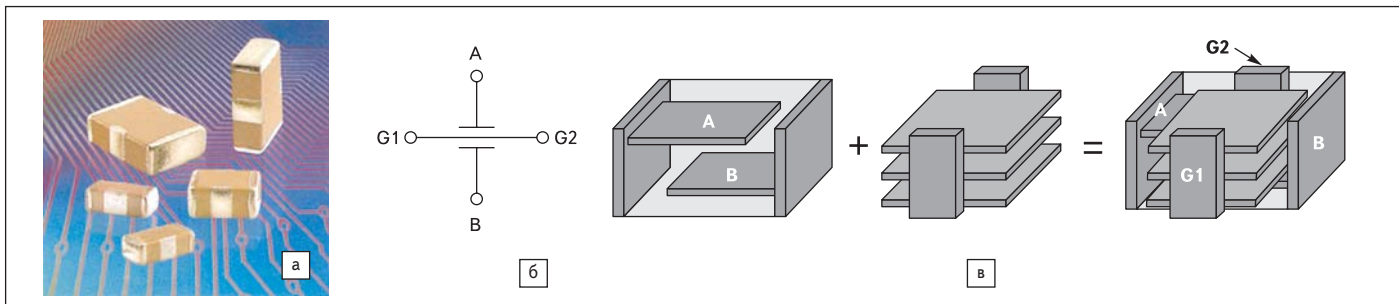


Рис. 3. а) Внешний вид фильтрующего конденсатора X2Y; б) электрическая схема; в) конструкция конденсатора X2Y

Покрытие выводов фильтров включает ба-
 рьерный подслои никеля и наружный слой
 олова, что обеспечивает хорошую паяемость.
 Пайку фильтров на поверхность печатной
 платы производят одним из известных спо-
 собов: в парогазовой фазе, волной припоя,
 инфракрасным нагревом, нагревом горячим
 газом или паяльником. Фильтры удовлетво-
 ряют требованиям директивы RoHS [1], и их
 пайку можно производить бессвинцовыми
 припоями SAC305 (олово 96,5%, серебро
 3,0%, медь 0,5%) или SAC387 (олово 95,5%,
 серебро 3,8%, медь 0,7%). Для применений,
 не требующих соблюдения директивы RoHS,
 пайку производят припоями SN60, SN62 или
 SN63, аналогичными отечественному при-
 пюю ПОС-61. При ручной пайке температу-
 ра жала паяльника должна быть не более
 260 °С. Компания выпускает также фильтры,
 допускающие пайку более высокотемпера-
 турным припоем SN10 (свинец 88%, оло-
 во 10%, серебро 2%).

Tusonix, Inc.

Среди огромной номенклатуры продукции
 для подавления электромагнитных помех
 этой компании важное место занимают
 фильтры для поверхностного монтажа серий
 4700, 4701 и 4702. Фильтры серий 4700 и 4701
 имеют электрическую схему P_i, серии 4702 —

Таблица 11. Параметры фильтров компании Tusonix

Обозначение фильтра	Электрическая емкость, пФ (пределы изменения емкости +80...-20%)	Вносимое затухание, дБ, на частотах, ГГц		
		0,01	0,1	1,0
Фильтры квадратного сечения. Электрическая схема P _i				
4700-006	100	—	3	16
4700-009	470	1	16	40
4700-005	1000	7	40	65
4700-003	2000	10	45	70
4700-008	4000	13	52	70
4701-002	6800	16	60	70
4701-001	8200	20	65	70
Фильтры квадратного сечения. Электрическая схема С				
4702-000	100	—	1	19
4702-001	470	—	12	27
4702-002	1000	3	20	35
4702-003	1500	5	22	37
4702-004	2500	10	25	40
4702-005	4000	15	30	45
Фильтры круглого сечения. Электрическая схема С				
4700-059	100	—	3	16
4700-058	1000	7	40	65
4700-053	2000	10	45	70
4700-056	5000	15	55	70

схему С. Фильтры выполнены в виде чи-
 псов прямоугольного сечения с размерами
 2,29×2,29×8 мм и круглого сечения диаме-
 тром 2,2 мм и длиной 8 мм. Параметры филь-
 тров представлены в таблице 11.

Фильтры имеют номинальный ток 10 А,
 номинальное напряжение 100 В, напряжение
 пробоя 300 В, собственную индуктивность
 100 нГн, сопротивление изоляции — не ме-
 нее 10 000 МОм. Пайку фильтров на поверх-
 ность печатной платы производят различны-
 ми способами: нагревом в печи, в парогазо-
 вой фазе, волной припоя, инфракрасным
 нагревом, нагревом горячим газом или па-
 яльником. При пайке необходимо выполнять
 рекомендации Tusonix, которые аналогичны
 рассмотренным ранее рекомендациям дру-
 гих компаний.

РУП «Монолит»

Республиканское унитарное предприятие
 «Монолит» является крупнейшим в СНГ про-
 изводителем многослойных керамических
 конденсаторов, терморезисторов и изделий
 из пьезокерамики. Оно выпускает также се-
 рию фильтров для поверхностного монта-
 жа — МЧП (ТУРБ 300050407.010-2003). Филь-
 тры МЧП представляют собой проходной
 3-выводной конденсатор в виде чипа с раз-
 мерами 4,5×1,6×1,1 мм. Электрическая ем-
 кость конденсаторов — 22, 47, 100, 220, 470,
 1000, 2000, 4700 пФ, а также 0,01 и 0,022 мкФ
 с допустимым отклонением +50...-20%. Номи-
 нальный ток фильтров 0,3 А, напряжение 100 В.
 Контактные площадки выводов фильтров со-
 стоят из серебряно-никелевого барьерного
 слоя и оловянного покрытия под пайку.

Фильтры серии МЧП находят применение
 в компьютерах, цифровых устройствах, а так-
 же в различных цепях постоянного и пере-
 менного токов.

Advanced Monolythic Ceramics

Advanced Monolythic Ceramics — один из
 мировых лидеров в производстве дисковых
 конденсаторов, керамических конденсатор-
 ных сборок, а также ферритовых чип-индук-
 тивностей и конденсаторов для поверхност-
 ного монтажа. Компания разработала серию
 оригинальных фильтрующих конденсаторов
 X2Y с низкой собственной индуктивностью
 (рис. 3).

Конденсаторы X2Y содержат в одном чипе
 две симметричные емкости и выполняют две
 функции: фильтруют электромагнитные по-
 мехи и служат разделительным конденса-
 тором. В одном чипе может быть размещено
 до 7 емкостных элементов. Параметры кон-
 денсаторов X2Y приведены в таблице 12.

Конденсаторы X2Y обеспечивают подавле-
 ние помех в диапазоне частот от 1 до 1000 МГц
 в зависимости от величины их емкости. Так,
 для емкости 400 нФ максимальное вносимое
 затухание 70 дБ приходится на частоту
 12 МГц. При емкости 100 пФ величина вно-
 симого затухания максимальна (35 дБ) на ча-
 стоте 800 МГц. Конденсаторы X2Y сохраня-
 ют свои характеристики при изменении тем-
 пературы и напряжения и не подвержены
 старению.

Advanced Monolythic Ceramics дает подро-
 бные рекомендации по конструкции контакт-
 ных площадок на печатной плате (layout),
 на которые устанавливают конденсаторы
 X2Y. Приведены примеры неправильной ус-

Таблица 12. Параметры конденсаторов X2Y

Группа	Диэлектрик	Электрическая емкость	Номинальное напряжение, В
0402	NPO/COG	1,8–100 пФ	50
	X7R	100 пФ...10 нФ	
0603	X7R	NPO/COG	1,8–47 пФ
		100–220 пФ	50
		47 пФ...4,7 нФ	100
		10 нФ	50
		15–22 пФ	25
		47 нФ	16
		100 нФ	10
		220 нФ	6,3
0805	NPO/COG	10–100 пФ	100
		220–470 пФ	50
	X7R	47 пФ...10 нФ	100
		15–47 пФ	50
1206	X7R	100 нФ	25
		180 нФ	10
		1 нФ	100
1210	X7R	10–100 пФ	100
		100–330 пФ	16
		470 нФ	10
1410	X7R	100–330 пФ	100
		1000 нФ	16
1812	X7R	400 нФ	100
		330 пФ...470 нФ	100

Примечание.

Чипы группы 0402 имеют размеры 1,1×0,6×0,5 мм;
 группы 1210 — 3,2×2,5×1,7 мм;
 группы 1410 — 3,5×2,5×1,7 мм;
 и группы 1812 — 4,4×3,1×2,2 мм.

тановки, в результате которой ухудшаются параметры фильтров.

Конденсаторы X2Y применяют в усилителях, цифровых устройствах и устройствах мобильной связи.

Заключение

Внедрение высокопроизводительной автоматизированной технологии поверхностного монтажа в современные устройства с высокой плот-

ностью компоновки невозможно без применения чип-фильтров для подавления электромагнитных помех. К сожалению, в нашей стране разработке и выпуску таких фильтров до настоящего времени не уделялось должного внимания. Поэтому разработчикам приходится применять в отечественной аппаратуре зарубежные фильтры. Иностранные компании, прежде всего Murata и Spectrum Control, выпускают чип-фильтры, удовлетворяющие всем требованиям современной радиоэлектронной аппаратуры. ■

Литература

1. Джуринский К. Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты для микроэлектроники СВЧ. М.: Техносфера, 2006.
2. Джуринский К. Зарубежные миниатюрные фильтры нижних частот. Ключ к информации о фильтрах // Компоненты и технологии. 2009. № 1.
3. Чанов Л. Конденсаторы. Так ли все просто? // Электронные компоненты. 2005. № 4.