

Продукция компании Spectrum Control для подавления электромагнитных помех

Основанная в 1968 году компания Spectrum Control Inc., США, направила свою деятельность на комплексное решение проблемы электромагнитной совместимости (ЭМС) путем подавления электромагнитных помех. Продукция этой фирмы: фильтры нижних частот, фильтрующие соединители и сборки, фильтры для поверхностного монтажа и др. — нашла широкое применение в системах связи и телекоммуникаций, в авиационной аппаратуре, в промышленной электронике, медицинской аппаратуре. Компания не только производит широкую номенклатуру изделий для подавления электромагнитных помех, но также является аккредитованным центром по ЭМС и осуществляет диагностику и тестирование в этой области. Обзору продукции компании Spectrum Control посвящена настоящая работа.

Кива ДЖУРИНСКИЙ,
к. т. н.
Андрей ФИЛИППОВ
phil@ranet.ru

Основные направления работ Spectrum Control

Основные виды продукции Spectrum Control представлены на рис. 1.

Керамические конденсаторы

Spectrum Control в своем производстве использует конденсаторы двух типов: трубчатые и дисковые многослойные. Они являются основными элементами помехоподавляющих фильтров нижних частот и предназначены для шунтирования «на землю» электромагнитных помех. Основные параметры конденсаторов представлены в таблице 1.

Spectrum Control выпускает 55 типоразмеров трубчатых конденсаторов: 31 — С-типа, в том числе и многослойных, 24 — P_i-типа, а также 35 типоразмеров многослойных дисковых конденсаторов. Достоинство этих конденсаторов по сравнению со стандартными конденсаторами с проволочными выводами — малая величина собственной индуктивности.

Наиболее простой конденсатор С-типа представляет собой трубку с металлизированными обкладками из одного из керамических материалов (NPO, X7R, VX, Z5U и др.) с различной диэлектрической проницаемостью. Покрытие обкладок конденсаторов — износостойкое серебро с никелевым барьерным слоем. Трубчатые конденсаторы P_i-типа представляют собой сочетание двух конденсаторов, соединенных параллельно.

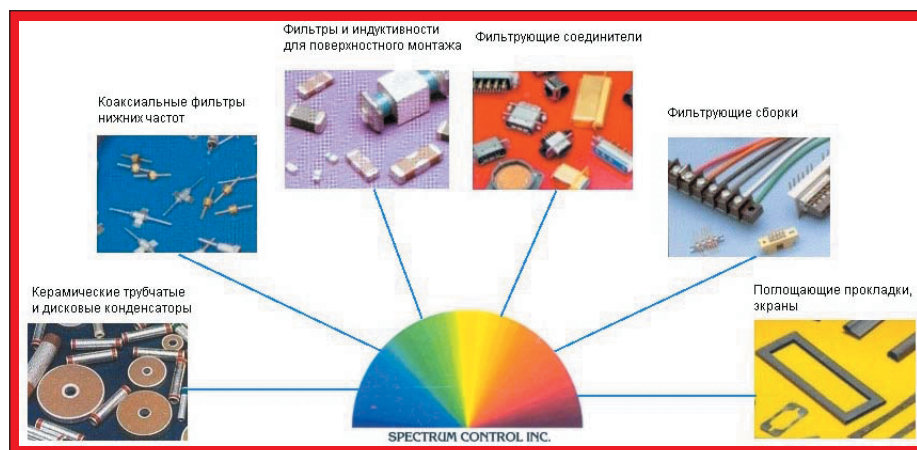


Рис. 1. Продукция Spectrum Control

Таблица 1. Основные параметры керамических конденсаторов

Тип конденсатора	Размеры, мм			Электрическая емкость	Рабочее напряжение, В
	Наружный диаметр	Внутренний диаметр	Длина (толщина)		
Трубчатый С-типа	1,6; 1,83; 2,06; 2,11; 2,41; 2,67 и 2,79	0,94; 1,14; 1,19 и 1,75	4,39; 8,38; 10,1; 10,8 и 11,43	от 270 пФ до 0,82 мкФ	50, 100 и 200
Трубчатый P _i -типа	1,55; 1,6; 1,85; 1,91; 2,49; 3,18 и 3,86	0,51; 0,66; 0,81; 0,86; 1,14 и 1,73	7,62; 7,75; 1,57; 9,4; 10,8 и 11,3	от 4700 до 30 000 пФ	
Многослойный дисковый С-типа	2,54; 3,35; 4,95; 6,3; 8,58; 11,04 и 15,04	1,01; 1,4; 1,57; 1,93 и 2,41	1,0; 1,5; 1,78; 1,9; 2,79; 3,05 и 3,81	от 50 пФ до 3,8 мкФ	50, 100, 150, 200, 300, 400

Дисковые многослойные конденсаторы имеют более высокий уровень электрической емкости (до 10 мкФ) по сравнению с однослойными конденсаторами. Их применяют в конструкциях помехоподавляющих фильтров с рабочим напряжением до 400 В

и с малой переходной областью частотной зависимости вносимого затухания. Следует отметить, что создание многослойной керамики позволило разработать не только конденсаторы, но и индуктивности, дроссели, керамику с низкой температурой спекания,

микрополосковые выводы СВЧ и другие компоненты с высоким уровнем параметров.

Рабочий диапазон конденсаторов всех типов от -55 до $+125$ °С.

Коаксиальные фильтры нижних частот

Конструкция, принцип действия, электрические схемы коаксиальных фильтров нижних частот рассмотрены в [1]. Spectrum Control выпускает несколько сотен типоразмеров проходных помехоподавляющих фильтров с С-, L-C-, P_i- и Т-электрической схемой (рис. 2).

По конструктивному исполнению эти фильтры можно отнести к одной из четырех типовых групп.

1. Миниатюрные, герметизированные металлоглазным спаем, безрезьбовые, впаиваемые в корпуса устройств фильтры (Miniature Solder-in Filters);
2. Герметизированные компаундом, безрезьбовые, впаиваемые в корпуса устройств (Solder-in Filters);
3. Герметизированные компаундом, резьбовые, в том числе и для цепей с высокими напряжениями и токами (Resin Sealed Bolt-in Filters);
4. Герметизированные металлоглазным спаем, резьбовые (Bolt-in Style Hermetic Filters or Glass Seal Filters).



Рис. 2. Помехоподавляющие фильтры Spectrum Control

Фильтры всех типов выпускаются как для гражданского, так и для военного применения (в соответствии со стандартами MIL-F-15733 и MIL-F-28861). Основные параметры фильтров всех групп приведены в таблице 2.

Фильтры первой группы представляют собой конденсатор, помещенный в металлическую втулку с фланцем, герметизированную на одном из концов металлоглазным спаем. Противоположный конец втулки герметизируют эпоксидным компаундом. Обозначение фильтров, в которых спай расположен со стороны фланца, дополняется в конце буквой «R» (Reverse). Для обозначения емкости фильтров применяется цветовая маркировка. Красный цвет компаунда соответствует емкости 2700 пФ, белый — 1200 пФ, коричневый — 500 пФ и т. д. Металлические поверхности филь-

ров покрыты золотом. Фильтры этой группы имеют повышенную надежность и выдерживают нагрев до температуры 260 °С при впаивании в корпуса изделий.

Разработана также новая серия SCI-9925 фильтров С-типа, монтируемых в корпуса изделий запрессовкой. Фланцевая втулка таких фильтров снабжена накаткой, а металлоглазный спай выполнен со стороны, противоположной фланцу. Фильтры запрессовывают в отверстия диаметром 3,5–3,8 мм в корпусе изделия при помощи специального инструмента SCI-9925-200.

Фильтры С-типа применяют в цепях с высоким импедансом, если не требуется очень большая величина электрической емкости.

Вторая большая группа фильтров — герметизированные компаундом безрезьбовые фильтры разнообразного конструктивного

Таблица 2. Основные параметры фильтров

Номера серий фильтров	Число типоразмеров/ конструктивных вариантов	Электрическая схема	Электрическая емкость	Рабочее напряжение, В	Рабочий ток, А	Особенности конструкции
I. Миниатюрные герметичные безрезьбовые фильтры						
SCI-9900, SCI-9910, SCI-9920	16/2	C	10 – 30000 пФ	50; 100; 200	5	Диаметр втулки 3,25 мм. Диаметр центрального проводника 0,76 мм. Длина втулки 2,79 мм.
SCI-9925 (new)	7/1					То же, длина накатки 1,02 мм
II. Герметизированные компаундом безрезьбовые фильтры						
54803004X5R 54-785, 54-786 и др.	12/5	C	100 пФ – 0,3 мкФ	10; 25	50; 100; 250; 750	Диаметр втулки 3,18; 3,96; 4,83 и 5,59 мм. Диаметр центрального проводника 0,81; 1,02; 1,12 и 1,59 мм.
51-703, 51-704, 51-713, 51-723, 51-750 и др.	29/8	P _i	1300 пФ – 0,022 мкФ	10; 15; 25	50; 70; 200; 500	Диаметр втулки 3,56; 3,97; 4,95 и 5,94 мм. Диаметр центрального проводника 0,81 и 1,02 мм
III. Герметизированные компаундом резьбовые фильтры						
SCI-9110, SCI-9112, SCI-9120, SCI-9122 и др.	31/4	C	10 пФ – 0,056 мкФ	50; 100; 200	3; 10	Резьба 4-40 UNC-2A. Длина резьбы 3,56 и 5,59 мм. Диаметр центрального проводника 0,41; 0,46; 0,51; 0,64 и 0,81 мм.
SCI-3102, SCI-3112, SCI-3122 и др.	16/1	L-C, P _i	1500 пФ – 0,075 мкФ		3; 5; 10	Резьба 4-40 UNC-2A. Длина резьбы 5,59 мм. Диаметр центрального проводника 0,41; 0,46 и 0,64 мм.
54-874 (new)	18/2	C	10–10000 пФ	50	5	Резьба 2-56 UNC-2A. Диаметр безрезьбовой части втулки 2,67 мм, длина втулки 5,63 мм. Диаметр центрального проводника 0,61 мм.
51-726, 54-779 и др.	14/3	C, L-C, P _i	10 пФ – 0,05 мкФ	50; 100; 200	3; 10	Резьба 6-32 UNC-2A, 6-40 UNF-2A. Длина резьбы 5,59 и 5,72 мм. Диаметр центрального проводника 0,46 и 0,81 мм
SCI-9210, SCI-9220 и др.	17/4	C	80 пФ – 0,21 мкФ	50; 70; 100; 150; 200	10	Резьба 8-32 UNC-2A. Длина резьбы 5,94 и 6,77 мм. Диаметр центрального проводника 0,81; 1,02 и 1,3 мм.
51-712, 1250 и др.	22/6	L-C, P _i	65 пФ – 0,031 мкФ	50; 70; 100; 125; 200	10; 15; 20	Резьба 8-32 UNC-2A. Длина резьбы 4,15; 6,17; 6,77 и 8,0 мм. Диаметр центрального проводника 0,81 и 1,02 мм
54-761, 54-786 и др.	6/2	C, P _i	0,01 – 0,8 мкФ	50; 100; 200	10	Резьба 10-32 UNF-2A. Длина резьбы 5,94 и 8,33 мм. Диаметр центрального проводника 0,81 и 1,02 мм.
9910-381, 54804002X5R	8/4	C	100 пФ – 1 мкФ	35; 50; 100; 250	10; 15	Резьба 12-28 UNF-2A; 12-32 UNEF-2A. Длина резьбы 5,54; 7,14; 7,9 и 10,31 мм. Диаметр центрального проводника 0,81; 1,02 и 1,3 мм.
51-714, 51-719 и др.	33/6	P _i	1300 пФ – 0,15 мкФ	50; 70; 100; 200; 300 и 350	10	Резьба 5/16-24 UNC-2A; 5/16-32 UNC-2A; 5/16-32 UNEF-2A. Диаметр центрального проводника 1,45 мм.
SCI-9550, 51-702 и др.	12/3	C, P _i	1000 пФ – 0,1 мкФ	100; 200; 400; 500 и 700	25	Фильтры для больших напряжений и токов. Резьба 7/16-28 UNEF-2A, 5/8-24 UNEF-2A, 5/16-24 UNEF-2A и др. Диаметр центрального проводника 1,3; 1,45; 1,58 мм
54-844, 54-763, 54-853 и др.	9/5	C	1000 пФ – 0,22 мкФ	60; 200; 600; 750 и 1250	25; 50; 100	Резьба 3/8-32 UNEF-2A. Длина резьбы 9,53 мм.
1280-060	1/1	P _i	1500 пФ	2500	25	
IV. Герметичные резьбовые фильтры						
51-359	96/2	L-C	0,15–1,4 мкФ	80; 100; 150; 200; 250 и 300	0,06; 0,15; 0,45; 0,5; 1; 2; 5; 10; 15 и 25	Резьба на корпусе фильтра 1/4-28 UNEF-2A

исполнения. Они нашли применение в устройствах с плотной компоновкой составных частей, в которых ограничена возможность применения инструмента для монтажа фильтров.

Третья, самая большая группа включает резьбовые фильтры, герметизированные компаундом. В нее входят фильтры с резьбой на корпусе 4-40 UNC-2A, 6-32 UNC-2A, 6-40 UNF-2A, 8-32 UNC-2A, 10-32 UNF-2A, 12-28 UNF-2A, 12-32 UNEF-2A, 5/16-24 UNEF-2A и др., а также фильтры для больших токов и напряжений. Spectrum Control выпускает резьбовые фильтры с С-, L-С- и P_i-электрическими схемами. Резьбовые фильтры либо вкручивают и затем впаивают в корпус изделия, либо пропускают в гладкое отверстие в стенке корпуса и закрепляют с обратной стороны при помощи гайки и стопорной шайбы.

К настоящему времени разработана и выпускается огромная номенклатура фильтров этой группы. Обращает на себя внимание новая серия 54-874 миниатюрных фильтров с резьбой 2-56 UNC-2A без шестигранной головки. Эти фильтры вворачивают в корпуса изделий подобно штопору (Spec Spin Filters) при помощи специальной отвертки 54-874-020. Фильтры удобны для изделий, в которых требуется одновременная установка и быстрая замена многих фильтров, расположенных близко друг от друга.

Кроме того, Spectrum Control выпускает многочисленную серию фильтров, рассчитанных на большие токи (до 100 А) и напряжения (до 2,5 кВ).

Резьбовые фильтры этой группы широко применяют в СВЧ-технике, телекоммуникационной аппаратуре, устройствах управления.

К последней, четвертой, группе относятся резьбовые фильтры, герметизированные металлоглазным спаем. Они рассчитаны на большие величины токов и напряжений, имеют высокую электрическую емкость и обеспечивают подавление электромагнитных помех на частотах, начиная с единиц килогерц. Фильтры выпускают в вариантах с С-, L-С-, P_i- и Т-электрической схемой. Их номенклатура чрезвычайно разнообразна — более 250 наименований. Типичные диаметры корпусов фильтров — 9,78 мм (группа 0,375'Ø) и 17,45 мм (группа 0,690'Ø). В качестве примера в таблице 2 приведены параметры L-С-фильтров самой многочисленной 0,375'Ø группы. Величина вносимого затухания этих фильтров на частотах более 1 ГГц превышает 70 дБ.

Фильтры этой группы применяют в источниках питания, системах зажигания, в оборудовании для угольной и нефтяной промышленности, в медицинской технике.

Фильтры для поверхностного монтажа

Ускоренное развитие систем мобильной, беспроводной связи и телекоммуникаций,

Таблица 3. Параметры чип-фильтров С и L-С-типов

Группа чипов	Размеры, мм					Номинальная емкость, пФ
	L	W	T	LE	LM	
С-тип						
SF 0805	2 ±0,2	1,25 ±0,2	0,8 ±0,2	0,3 ±0,2	0,6 ±0,2	22–22000
SF 1205	3,2 ±0,2		0,7 ±0,2	0,4 ±0,3	1,1 ±0,3	22–47000
SF 1806	4,5 ±0,3		1,0 ±0,3	0,5 ±0,3	1,4 ±0,3	22–220000
L-С-тип						
LC 0805	2 ±0,2	1,25 ±0,2	0,8 ±0,2	0,3 ±0,2	0,6 ±0,2	–
LC 1206	3,2 ±0,2	1,6 ±0,3	1,0 ±0,3	0,4 ±0,3	1,1 ±0,3	–

компьютеров, периферийных устройств, аэрокосмических систем и других областей техники привело к микроминиатюризации, высокой плотности монтажа микроэлектронных 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 в чип-исполнении.

Spectrum Control разработала и выпускает керамические трехвыводные чипы — фильтры С-, L-С- и P_i-типов (рис. 3).



Рис. 3. Трехвыводные керамические фильтры

Они имеют форму параллелепипеда длиной L, шириной W, высотой T с шириной выводов на концах LE и с шириной центрального вывода LM. Выпускаются чипы С-типа следующих групп: SF 0805, SF 1205 и SF1806 и L-С-типа — группы LC 0805 и LC1206. Номер группы образуется сочетанием длины и ширины чипов, измеренных в дюймах. Размеры и номинальная емкость фильтров приведены в таблице 3.

Spectrum Control выпускает 8 наименований чипов группы SF 0805, 9 — SF 1205 и 10 — SF 1806. Можно выбрать чипы с номинальной емкостью от 22 до 220000 пФ. Фильтры первых двух групп рассчитаны на рабочее напряжение 50 В и ток 0,3; 0,4 и 1,0 А, третьей группы — соответственно 100 В и 0,3 А. Фильтры работают в диапазоне температур от –55 до 125 °С. Уровень вносимого затухания всех фильтров возрастает с повышением их емкости. На частоте 1 ГГц для фильтров с емкостью более 220 пФ величина

на вносимого затухания приблизительно равна 40 дБ.

Фильтры L-С-типа для поверхностного монтажа в зависимости от величин емкости и индуктивности имеют частоту среза (частоту, на которой величина вносимого затухания равна 3 дБ) от 10 до 220 МГц с погрешностью 20%. Эти фильтры рассчитаны на рабочее напряжение 25 В и рабочий ток 10 мА. Все чипы монтируют на плату пайкой при температуре 220–240 °С. После пайки необходима ультразвуковая очистка от остатков флюса: частота колебаний — не более 28 кГц, время — не более 5 минут.

Кроме того, Spectrum Control выпускает две серии мощных фильтров для поверхностного монтажа: PSM и SSM, рассчитанных на рабочие токи 10 и 20 А. Фильтры применяют в усилителях мощности, источниках питания, устройствах управления электродвигателями. Внешний вид фильтров показан на рис. 4.

Фильтры серии PSM (Power Surface Mount) могут иметь 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 для схемы P_i и 10000 пФ дополнительно к указанным емкостями для схемы С.

Фильтры серии SSM (Square Surface Mount) имеют только P_i-электрическую схему, рассчитаны на рабочий ток 10 А и напряжение постоянного тока 100 В. Их электрическая емкость может быть 100, 500, 1500, 2000 и 4000 пФ.

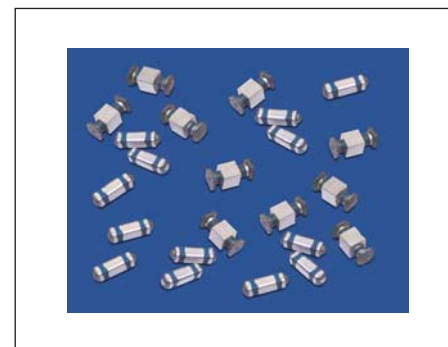


Рис. 4. Фильтры серий PSM и SSM

Чип-фильтры всех типов поставляются, как правило, упакованными в пластиковую ленту для автоматизированного монтажа.

Наконец, Spectrum Control продолжает выпускать высокочастотные трехвыводные керамические фильтры для монтажа в плату — РСВ-фильтры. Фильтры обеспечивают внесимое затухание 20 дБ на частотах от 100 МГц до 1 ГГц, имеют частоту среза 8 МГц. Минимальная электрическая емкость фильтров — 800 пФ, максимальный рабочий ток — 10 А, напряжение — 50 В.

Заключение

Представленная в данном обзоре продукция является только частью всех изделий, выпускаемых Spectrum Control. В нем не рас-

смотрены фильтрующие соединители и многовыводные сборки, номенклатура которых огромна. Кроме того, в обзор не включена большая группа фильтрующих прокладок разного профиля, сечения и защитных экранов. Все эти виды продукции заслуживают отдельного рассмотрения. Более подробную информацию можно найти в каталоге [2] и на сайте Spectrum Control [3]. ■

Литература

1. Джуринский К. Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты для микроэлектроники СВЧ. М.: Техносфера, 2006.
2. EMI Filters and Filtered Interconnects: Каталог Spectrum Control Inc. 10/02 20. М., 2002.
3. www.spectrumcontrol.com