

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, авиокосмической аппаратуре, 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.

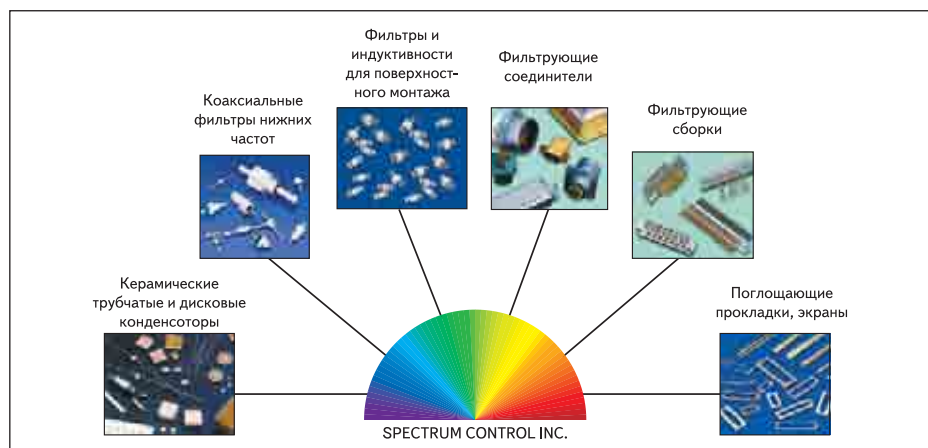


Рис. 1. Продукция Spectrum Control

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; 8,57; 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 спека-

ния, 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-С-, P_i- и Т-электрической схемой (рис. 2).

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

1. Миниатюрные, герметизированные металlostеклянным 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 металlostеклянным 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 металlostеклянным 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 металlostеклянный 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	С	10 – 30 000 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	С	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	С	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
54-874 (new)	18/2	С	10–10 000 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	С, 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	С	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	С, 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	С	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	С, P _i	1000 пФ – 0,1 мкФ	100; 200; 400; 500 и 700	25	Диаметр центрального проводника 1,45 мм
54-844, 54-763, 54-853 и др.	9/5	С	1000 пФ – 0,22 мкФ	60; 200; 600; 750 и 1250	25; 50; 100	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
1280-060	1/1	P _i	1500 пФ	2500	25	Резьба 3/8-32 UNEF-2A Длина резьбы 9,53 мм
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	22–22 000
SF 1205	3,2 ±0,2		0,7 ±0,2	0,4 ±0,3	1,1 ±0,3	22–47 000
SF 1806	4,5 ±0,3	1,6 ±0,3	1,0 ±0,3	0,5 ±0,3	1,4 ±0,3	22–220 000
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 шириной центрального вывода LM. Выпускаются чипы С-типа следующих групп: SF 0805, SF 1205 и SF 1806 и L-С-типа — группы LC 0805 и LC 1206. 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 220 000 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 10 000 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 вносимое 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 рассмотрены 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. [w ww.spectrumcontrol.com](http://www.spectrumcontrol.com)