

Высоконадежные подстроечные конденсаторы Temex-Ceramics

Ксения ВАСИЛЬЕВА
k.vasilyeva@ferrite.ru

За последнее десятилетие развитие радиоэлектронной отрасли привело к появлению широкого ряда СВЧ-устройств как специального, так и бытового назначения. Сегодня спрос на высоконадежные и многофункциональные системы связи и телевидения, радиолокационную аппаратуру, аэрокосмические комплексы и медицинское оборудование постоянно увеличивается, и потому основное внимание разработчиков оборудования направлено на усовершенствование производственного процесса и выбор электронных компонентов с заданными характеристиками.

Одним из ведущих мировых производителей ВЧ и СВЧ пассивной элементной базы является Temex-Ceramics. Деятельность компании начала свой отсчет с 1971 года (Бордо, Франция) и была направлена на получение ряда материалов (титанатов, элементных соединений) и керамики заданного состава для создания электронных компонентов с улучшенными характеристиками. Начиная с 1988 года компания освоила выпуск ферритов со структурой граната и шпинели. Активному росту Temex-Ceramics способствовали как изучение потребностей заказчиков и специалистов, работающих с радиотехникой специального назначения, так и развитие направлений R&D (в области исследований и разработки). Кроме того, Temex-Ceramics делает особый акцент на систему качества — вся продукция сертифицирована по стандартам ISO 9000, 9001, ISO 14000 и соответствует директиве RoHS. На протяжении многих лет выпуск и реализация готовых изделий осуществляется по всему миру через официальных дистрибьюторов в Италии, Испании, странах Восточной Европы, России, Индии, Южной Корее.

В июне 2012 года Temex-Ceramics вошла в состав Ecxelia Group — группы компаний, осуществляющих поставку электронных компонентов для различных областей промышленности. В настоящее время усовершенствование технологий и развитие потенциала Temex-Ceramics ведется в одном из перспективных направлений — производстве многослойных керамических (высоковольтных, высокотемпературных, высокочастотных) и подстроечных конденсаторов (рис. 1) с воздушным, керамическим или сапфировым диэлектриком, а также регулирующих элементов для резонаторных фильтров.



Рис. 1. Подстроечные конденсаторы с воздушным и твердым диэлектриком [1]

Среди отмеченных компонентов особый интерес представляет достаточно широкий ряд подстроечных конденсаторов (trimmer capacitors) с различными техническими параметрами, характеризующихся высокой добротностью, как в выводном исполнении, так и предназначенных для поверхностного монтажа (SMD). Особенность триммеров заключается в том, что емкость устанавливается только в ходе настройки изделия при выпуске и остается неизменной при эксплуатации, что приводит к упрощению конструкции и снижению количества циклов регулировки в сравнении с переменными конденсаторами. Такое техническое исполнение позволяет использовать подстроечные конденсаторы в схемах с плавным изменением частоты для компенсации разброса начальной емкости схемы, для установки необходимой величины емкостной связи, для настройки контуров на требуемые фиксированные частоты и компенсации отклонений параметров элементов схемы и в других областях [2].

К основным электрическим параметрам триммеров можно отнести:

- C_{\min}/C_{\max} — границы диапазона регулировки: минимальная, максимальная емкости (Ф);
- U — допустимое напряжение (В). Величина допустимого и рабочего напряжения определяется свойствами и толщиной диэлектрического слоя, а также расстоянием между выводами;
- ТКЕ — температурный коэффициент емкости (ppm/°C), является характеристикой температурной стабильности емкости;
- Q — добротность в заданном диапазоне частот при максимальной емкости.

Temex-Ceramics выпускает серии компонентов как с воздушным, так и с твердым диэлектриком.

Подстроечные конденсаторы с керамическим диэлектриком обладают улучшенными удельными характеристиками (табл. 1). Герметизированная серия триммеров с алюминиевым корпусом доступна в SMD-исполнении (рис. 2) и отличается устойчивостью к жестким воздействиям окружающей среды, а также механической и электрической прочностью. Конструктив корпуса конденсатора обе-

Таблица 1. Характеристики подстроечных SMD-конденсаторов серии AT 23XXG с керамическим диэлектриком

Серия	Диапазон емкостей, пФ	Номинальное напряжение, В DC	Допустимое напряжение, В DC	Диапазон рабочих температур, °C	ТКЕ, ppm/°C	Q при 100 МГц C_{\max}	
AT2320G-0	0,6–2,5	250	500	–55...+125	100±200	>3000	
AT2320G-1	1–5					>1000	
AT2320G-2	2,5–10					>1000	
AT2320G-3	7,5–18					–450 ±300	>500
AT2340G-4	8,5–22					–1100 ±300	>300

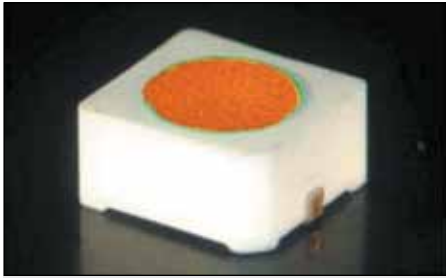


Рис. 2. SMD-триммер с керамическим диэлектриком Temex-Ceramics [3]

спечивает защиту от проникновения флюса во внутреннюю часть изделия при пайке.

Согласно технической документации [3] рабочий диапазон частот таких компонентов не превышает 2 ГГц, а сопротивление изоляции составляет не менее 10000 МОм.

Миниатюрные триммеры Temex-Ceramics (рис. 3) отличаются высокой добротностью (рис. 4), стабильностью электрических характеристик в течение всего срока службы изделия. Применение таких подстроечных конденсаторов представляет интерес в электрических схемах, где размер и техническое исполнение являются ключевыми параметрами.

Компанией представлены следующие серии таких триммеров: AT 9401G, AT 9402G, AT 9410G.

Основные характеристики миниатюрных компонентов:

- диапазон емкостей: изменяется для разных компонентов от 0,25–0,7 до 10–50 пФ;
- добротность (Q) при 100 МГц и C_{max} варьируется от 200 до 3000 в зависимости от выбранной серии.

Для всех конденсаторов идентичными являются следующие показатели:

- диапазон рабочих температур: $-55...+125^{\circ}\text{C}$;
- номинальное напряжение: 250 В;
- допустимое напряжение: 500 В.

Для увеличения срока службы и снижения уровня шумов при настройке СВЧ-устройств наиболее подходят подстроечники с сапфировым диэлектриком. При небольших габаритных размерах данные триммеры обладают высокими значениями емкости и пробивного

Таблица 2. Характеристики подстроечных конденсаторов с сапфировым диэлектриком стандартной серии AT272

Серия	Диапазон емкостей, пФ	Номинальное напряжение, В DC	Допустимое напряжение, В DC	Диапазон рабочих температур, $^{\circ}\text{C}$	ТКЕ, ppm/ $^{\circ}\text{C}$	Q при C_{max}
AT2726X	0,3–1,2	500	1000	–55...+125	0 \pm 50	> 5000 при 250 МГц
AT SM260X						
AT2727X	0,6–4,5				0 \pm 50	> 3000 при 250 МГц
AT SM270X						
AT2728X	0,4–2,5				0 \pm 50	> 4000 при 250 МГц
AT SM280X						
AT27290X	0,8–8	0 \pm 75	> 3000 при 100 МГц			
AT SM290X						

напряжения, а также малым коэффициентом ТКЕ. Характеристики компонентов приведены в таблице 2.

Наряду с рассмотренными компонентами Temex-Ceramics также выпускает высоковольтные серии подстроечных конденсаторов с твердым диэлектриком, в том числе:

- Серии AT52H, AT55H (рис. 5а) с тефлоновым диэлектриком. Диапазон емкости в данных компонентах соответствует значениям 1,5–15 и 1,5–19 пФ. Номинальное и допустимое напряжения (VDC) составляют 1250 и 2500 В для триммеров AT52H и 1000 и 2000 В — для изделий AT55H [5].
- Серии AT572, TG09 (рис. 5б) с сапфировым диэлектриком со следующими характеристиками [6]. Диапазон емкостей: изменяется от 0,8–1 до 1–13 пФ для компонентов AT572 и от 0,5–0,8 до 0,5–10 пФ — для изделий TG09. Номинальное напряжение варьируется от 500 до 5000 В в зависимости от серии. Допустимое напряжение находится в диапазоне 1000–10000 В.

Наряду с сапфиром и керамикой перспективным является использование в качестве диэлектрика воздуха, который обладает такими преимуществами, как малая проводимость, отсутствие зависимости диэлектрической проницаемости (ϵ) от частоты, малая зависимость ϵ от температуры, давления и влажности. В отличие от сапфира и керамики применение воздуха в качестве диэлектрика позволяет создать наиболее простые конструкции с улучшенными электрическими характеристиками: малым тангенсом угла потерь, невысокими значениями коэффициента ТКЕ, стабильной емкостью — все это позво-

ляет их использовать в кварцевых генераторах и фильтрах, мобильных радиоустройствах, авиационных средствах связи, радиолокаторах, в кабельном телевидении и т. д.

В этой связи компанией Temex-Ceramics были специально разработаны миниатюрные, стандартные и высоковольтные серии триммеров с воздушным диэлектриком (табл. 3).

При анализе приведенных данных становится очевидно, что успехи Temex-Ceramics в усовершенствовании технологии по производству компонентов, применяемых в СВЧ-технике, привели к появлению на рынке электронных компонентов высоконадежных триммеров с керамическим диэлектриком AT 9401G, AT 9402G, AT 9410G, а также воздушных подстроечников AT 5800, AT 5850, AT 5700, AT 5750, характеризующихся исключительно малыми размерами. Использование миниатюрных конденсаторов полупеременной емкости является перспективным при решении столь важных задач, как снижение массы и габаритов современной радиоэлектронной аппаратуры.

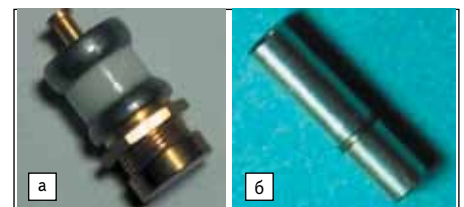


Рис. 5. Высоковольтные триммеры: а) с тефлоновым диэлектриком [5]; б) с сапфировым диэлектриком [6]

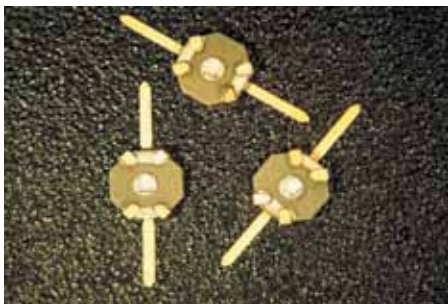


Рис. 3. Миниатюрные триммеры с керамическим диэлектриком Temex-Ceramics [4]

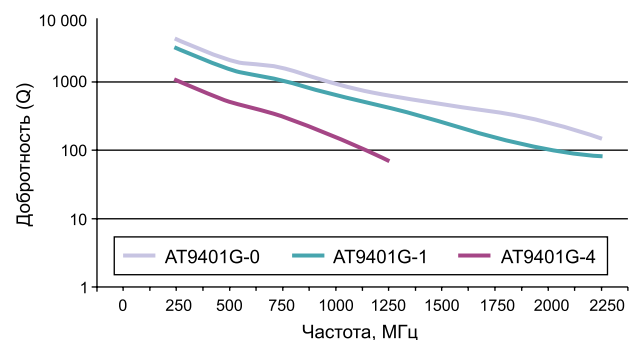


Рис. 4. Зависимость изменения добротности миниатюрных триммеров серии AT 9401G от частоты при максимальном значении емкости [4]

Таблица 3. Характеристики подстроечных конденсаторов с воздушным диэлектриком

Серия	Диапазон емкостей, пФ	Номинальное напряжение, В DC	Допустимое напряжение, В DC	Диапазон рабочих температур, °С	ТКЕ, ppm/°С	Q при 100 МГц и C _{max}
Стандартные триммеры						
AT 5200	0,8–10				0 ±15	>10 000
AT 5201						
AT 5202						
AT 8052						
AT 5400	1–14	250	500	–55...+125	0 ±25	>7500
AT 5401						
AT 5402						
AT 8053						
AT 5450	1–16	250	500	–55...+125	0 ±50	>3000
AT 5451						
AT 5452						
AT 5453						
AT 5500	1–20				0 ±30	>1000
AT 5501						
AT 5502						
AT 8054						
AT 5600	1–30				0 ±30	>800
AT 5601						
AT 5602						
Миниатюрные триммеры						
AT 5800	0,35–3,5				0 ±50	>10 000
AT 5801						
AT 5802						
AT 8051						
AT 5850	0,5–5	250	500	–55...+125	0 ±50	>7500
AT 5851						
AT 5852						
AT 5853						
AT 5750	0,8–10				0 ±15	>10 000
AT 5751						
AT 5752						
AT 5753						
AT 5700	0,8–6				0 ±15	>10 000
AT 5701						
AT 5702						
AT 8050						
Высоковольтные триммеры						
AT 5301	0,8–10	500	1000	–55...+125	0 ±20	>2000
AT 5302						

Кроме того, абсолютно для всех серий выпускаемых Temex-Ceramics триммеров обеспечиваются стабильность электрических параметров в заданном диапазоне, надежность и долговечность работы изделия, что делает их незаменимыми в радиоприемных и передающих устройствах. ■

Литература

1. www.Temex-ceramics.com

2. Фрумкин Г.Д. Расчет и конструирование радиоэлектронной аппаратуры. М.: Высшая школа. 1989.
3. Hermetic Ceramic Trimmer Capacitors AT 23XXG Series. Datasheet. Temex-Ceramics.
4. SMD Thin Ceramic. Trimmer Capacitors AT 9401G ROHS Series. Datasheet. Temex-Ceramics.
5. Non Magnetic, High Voltage PTFE Dielectric Trimmer Capacitors. Datasheet. Temex-Ceramics.
6. Non Magnetic, Sapphire Dielectric Trimmer Capacitors. Datasheet. Temex-Ceramics.