

КОНДЕНСАТОРЫ StackiCap – НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

А. Филиппов¹

УДК 621.319.4
ВАК 05.27.00

Knowles – новое имя на рынке конденсаторов. Однако эта компания объединяет возможности, компетенции и многолетний опыт исследований, разработок и производства широко известных брендов Novacap, Syfer Technology, Dielectric Laboratories и Voltronics. Ежегодно появляется несколько новых и зачастую уникальных разработок в области керамических конденсаторов. В частности, компания Knowles выпустила серию многослойных керамических конденсаторов (МКК) для поверхностного монтажа StackiCap. О преимуществах и возможных вариантах применения этих устройств рассказывается в статье.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ МКК

Керамический конденсатор – один из важнейших компонентов радиоэлектронной аппаратуры, и его некорректное применение (выбор, монтаж, эксплуатация) может вывести из строя устройство, в котором он расположен. Для каждой технологии характерны свои конструктивные ограничения. Не являются исключением и МКК. Конструктивными ограничениями обусловлены некоторые виды отказов. Условно причины отказов можно разделить на внешние и внутренние. Внешние причины, такие как механический и термический удары, полностью выводят конденсатор из строя, что может повлечь отказ всего устройства.

К внутренним причинам относятся качество и чистота материала, технология его предварительной подготовки, уровень технологического процесса, свойства материала. Производители МКК стремятся минимизировать негативное влияние этих факторов в процессе разработки и производства. На протяжении ряда лет снижение массога-

баритных показателей керамических конденсаторов достигалось путем улучшения диэлектрических свойств материала, уменьшения толщины диэлектрика, увеличения количества слоев. Однако снижение толщины диэлектрика предъявляет все более высокие требования к качеству материала. Он не должен иметь точечные дефекты и загрязнения, наличие которых будет способствовать возникновению электрического пробоя. На рис.1 видно, что частица, соизмеримая по размеру с толщиной диэлектрика (35–50 мкм), фактически может замкнуть внутренние электроды.

Помимо обеспечения чистоты материала, необходимо учитывать и другой фактор – снижение электри-

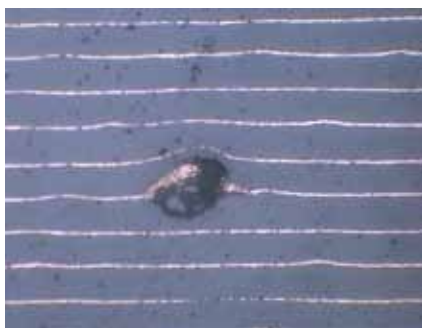


Рис.1. Точечный дефект керамики



Рис.2. Электрический пробой диэлектрика

¹ Компания "Радиант", руководитель отдела развития, phil@ranet.ru.



Рис.3. Внутреннее растрескивание диэлектрика

ческой прочности из-за уменьшения расстояния между электродами, что может привести к электрическому пробое диэлектрика (рис.2). После того как устранены факторы риска, связанные с чистотой и толщиной диэлектрика, необходимо уделить внимание явлению, источником которого является сам материал. Это механические напряжения, которые возникают внутри керамического конденсатора при приложении электрического поля (электрострикция). Основой материала диэлектрика X7R, используемого в МКК, является титанат бария ($BaTiO_3$), который обладает пьезоэлектрическим эффектом. Негативное влияние электрострикции в керамических конденсаторах проявляется при напряжениях более 200/250 В.

Следствие электрострикции – внутреннее растрескивание диэлектрика. Трещина, как правило, проходит через центр МКК, вдоль одного или двух диэлектрических слоев (рис.3). Явление свойственно МКК типоразмерами 1210 и больше. В качестве альтернативы, свободной от влияния электрострикции, возможно применение так называемых стекловых конденсаторов (сборка от двух до пяти чип-конденсаторов). Однако изготовление стеков трудоемко, увеличивается площадь и объем монтажа, масса и снижается надежность.

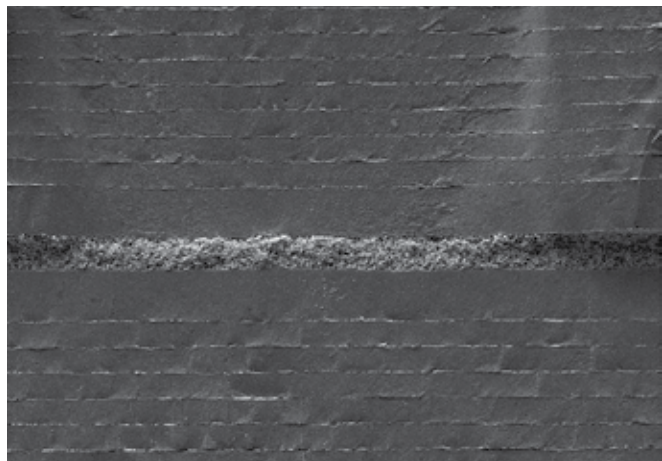


Рис.4. Антистрессовый слой диэлектрика МКК StackiCap

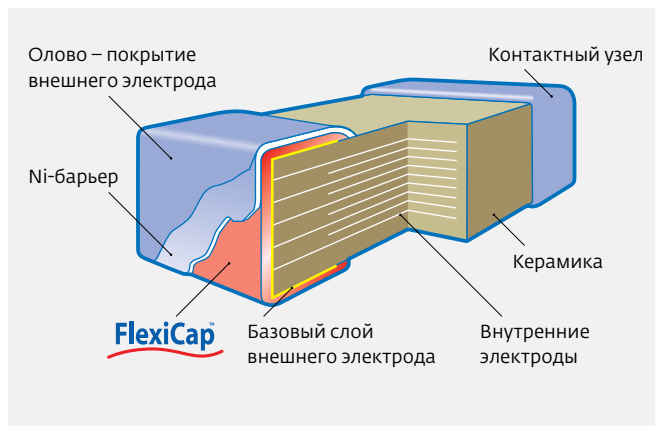


Рис.5. Структура МКК с применением технологии FlexiCap

ТЕХНОЛОГИЯ StackiCap

После серии испытаний и последовательности итераций инженеры компании Knowles разработали единое решение под маркой StackiCap (см. таблицу). Это МКК, защищенный от негативного воздействия явления электрострикции. Разработка защищена патентом GB Pat. Зпр.1210261.2. Проблема электрострикции была решена путем введения в конструкцию конденсатора антистрессового (разгрузочного) слоя (рис.4). Он состоит из комбинации уже используемых в производстве конденсаторов материалов и формируется в ходе стандартного технологического процесса. Слой расположен в месте или местах наибольшего механического напряжения.

Механическую защиту конденсатору придает также применение в конструкции контактного узла технологии FlexiCap. Этот дополнительный полимерный проводящий слой компенсирует влияние ударных, вибрационных и изгибающих сил, действующих на печатную плату (рис.5). Применение FlexiCap позволяет минимизиро-



Рис.6. Отрыв контактного узла

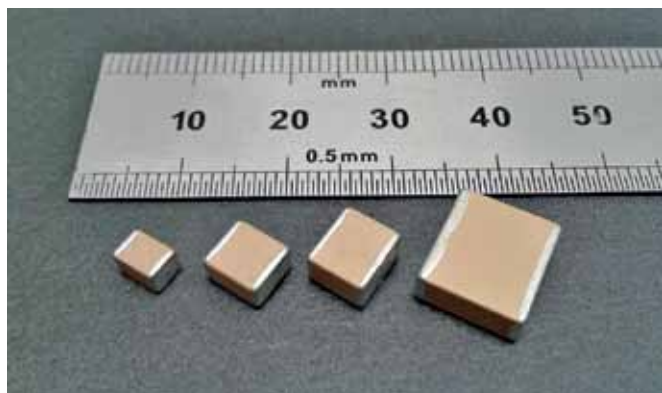


Рис.7. МКК StackiCap типоразмерами 1812, 2220, 2225 и 3640 (слева направо)

вать одну из распространенных причин отказа керамических конденсаторов – отрыв контактного узла (рис.6).

СНИЖЕНИЕ МАССОГАБАРИТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

МКК серии StackiCap отличаются также высокими значениями удельной емкости, что позволяет значительно уменьшить площадь монтажа на печатной плате и снизить массу устройств (рис.7–10). Максимальные показатели снижения площади монтажа конденсатора могут быть достигнуты путем применения следующих наиболее популярных чип-конденсаторов StackiCap:

- стандартный конденсатор типоразмером 8060, с номинальным напряжением 1 кВ и емкостью 0,47 мкФ можно заменить одним МКК StackiCap типоразмером 2220 и с теми же напряжением и емкостью; соотношение площадей монтажа при этом составляет 10:1;

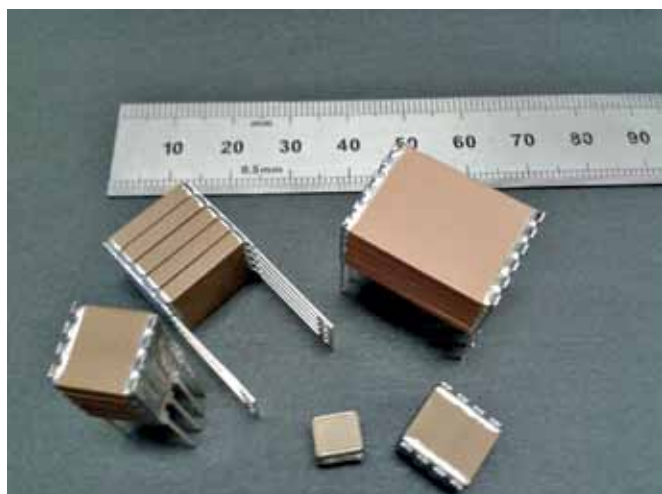


Рис.8. Примеры стековых сборок типоразмерами 2225, 3640, 5550 и 8060, с максимальным числом конденсаторов в стеке до пяти

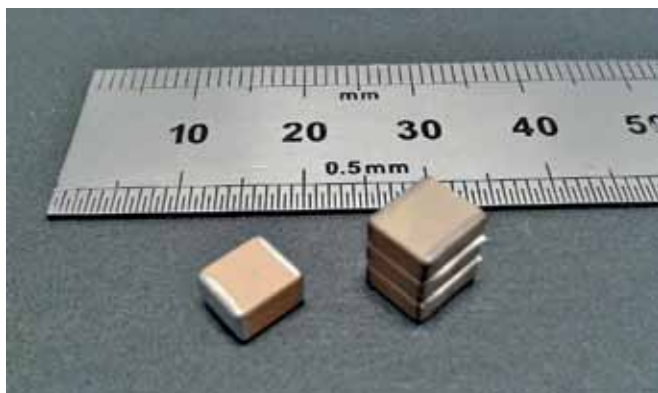


Рис.9. Замена стека типоразмером 2225 (справа) на МКК StackiCap типоразмером 2220 (в обоих случаях емкость 1 мкФ, номинальное напряжение 500 В)

- стандартный конденсатор типоразмером 3640, с номинальным напряжением 1 кВ и емкостью 0,18 мкФ можно заменить одним МКК StackiCap типоразмером 1812 и с такими же напряжением и емкостью; соотношение площадей монтажа в этом случае составит 7:1.

ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ StackiCap

Каждая партия конденсаторов StackiCap, как и другие стандартные серии устройств Knowles, подвергаются 100%-ным электрическим тестам и периодическим испытаниям (на выборке), в ходе которых проверяются:

- срок службы – конденсаторы испытывают в течение 1000 ч при 125 °С под напряжением равным 1,0 или 1,5 номинального, результаты испытаний используются для расчета надежности;

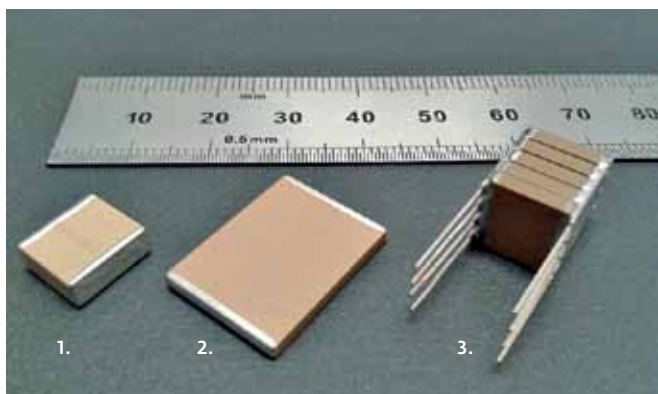


Рис.10. Сравнение различных МКК по массе: 1 – StackiCap, типоразмер 3640 (1,95 г), 2 – стандартная серия, типоразмер 8060 (3,45 г), 3 – стек из пяти конденсаторов, типоразмер 3640 (15,6 г). Во всех вариантах 1-3 емкость составляет 2,7 мкФ, номинальное напряжение – 500 В

Технические характеристики МКК серии StackiCap

Типоразмер конденсатора StackiCap (в скобках размеры в мм)	Номинальное напряжение, В	Макс. емкость StackiCap, мкФ	Макс. емкость конденсатора стандартной серии, мкФ	Типоразмер конденсатора стандартной серии
1812 (4,5×3,2×3,2)	200/250	1,0	0,68	2220
	500	0,47	0,33	2220
	630	0,33	0,18	2220
	1 000	0,18	0,18	3640
	1 200	0,1	0,033	2225
	1 500	0,056	0,022	2225
2220 (5,7×5,0×4,2)	200/250	2,2	1,0	3640
	500	1,0	0,56	3640
	630	1,0	0,33	5550
	1 000	0,47	1,0	8060
	1 200	0,22	0,082	5550
	1 500	0,15	0,047	5550
	2 000	0,1	0,027	8060
3640 (9,2×10,16×4,5)	200/250	5,6	3,3	5550
	500	2,7	1,0	8060
	630	2,2	0,68	8060
	1 000	1,0	0,18	8060
	1 200	0,47	0,15	8060
	1 500	0,33	0,1	8060
	2 000	0,15	0,047	8060

- влажность – конденсаторы испытываются в течение 168 ч, при 85 °С и 85%-ной влажности;
- прочность контактного узла (по IEC60384-1) – конденсаторы монтируются на испытательную плату, которая изгибается для оценки механических характеристик компонентов.

На основании накопленных за время, прошедшее с начала освоения производства, результатов испытаний срок службы конденсаторов серии StackiCap оценивается не менее 2 000 000 ч.

Конденсаторы серии StackiCap подходят для многих областей применения, например, таких как импульсные источники питания, драйверы электродвигателей, AC/DC- и DC/DC-конвертеры, умножители напряжения и др., и обеспечивают значительные преимущества по сравнению со стандартными конденсаторами в тех случаях, когда размер и масса имеют решающее значение. В настоящее

время разрабатываются МКК типоразмерами 5550 и 8060, с появлением которых инженеры получают новые возможности для снижения массогабаритных показателей.

ИСТОЧНИКИ

- MLC Capacitor Catalogue (Reference number 10123/17/MLC). – www.knowlescapacitors.com/syfer/en/gn/technical-info/catalogues.
- AN0039 StackiCap High Voltage MLCC. – www.knowlescapacitors.com/syfer/en/gn/technical-info/application-notes.
- AN0001 FlexiCap Termination, Issue 9. – www.knowlescapacitors.com/syfer/en/gn/technical-info/application-notes.
- www.knowlescapacitors.com/File%20Library/Syfer/English/GlobalNavigation/Technical%20Info/Technical%20Articles/Flexicap_Article.pdf

