

Инновационный конденсатор для широкозонных полупроводников

В последние годы в мире обозначился тренд на замену обычных полупроводников на основе кремния приборами широкозонной (WBG) технологии на основе нитрида галлия (GaN) и карбида кремния (SiC). Новое поколение силовых приборов требует очень много и от пассивных компонентов, в частности от конденсаторов звена постоянного тока.

Благодаря высочайшей компетентности в применении материалов и конструкция компонентов TDK предлагает новаторские решения, обеспечивающие преимущества новых полупроводников.

**Фернандо Родригез
(Fernando Rodriguez)**

**Перевод и комментарии:
Олег Гнеушев**

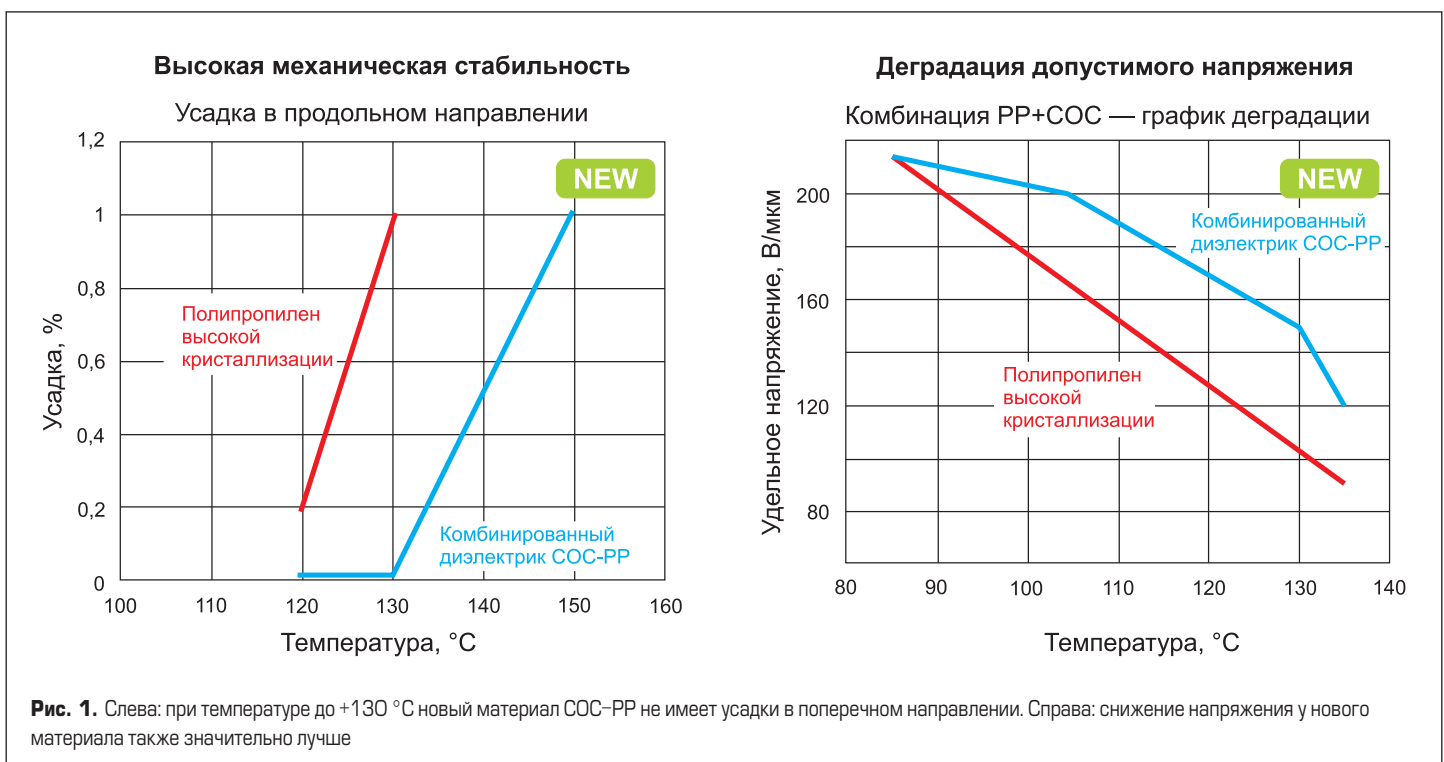
oleg.gneushev@eu.tdk.com

Широкозонные полупроводники в таких приложениях, как мощные источники питания и частотные преобразователи, позволяют достигать частоты переключения свыше 100 кГц. В то же самое время импульсы обладают очень крутыми фронтами, что способствует получению высокой энергоэффективности. Благодаря этим характеристикам пленочные конденсаторы все

чаще находят применение в качестве конденсаторов звена постоянного тока (DC-Link).

Для того чтобы минимизировать паразитную индуктивность и уменьшить длину проводников, пленочные конденсаторы соединяются с WBG-ключами непосредственно с помощью шин.

В таких ситуациях появляется дополнительная проблема: полупроводники, которые работают



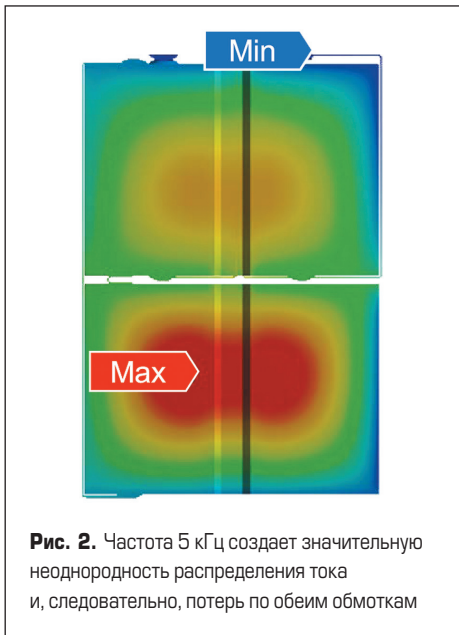


Рис. 2. Частота 5 кГц создает значительную неоднородность распределения тока и, следовательно, потерь по обеим обмоткам

на высокой частоте, сильно нагреваются и передают тепло через шины в конденсаторы DC-link. При этом температурный лимит традиционных полипропиленовых конденсаторов (диэлектрик ВОРР) составляет лишь +105 °С.

Высокотемпературное применение нового диэлектрика

Компания TDK успешно разработала диэлектрик, который может длительно работать при высокой температуре и представляет собой комбинацию двух основных материалов. Один компонент — это полукристаллизованный полипропилен, обеспечивающий основные преимущества полипропиленовой пленки, а второй — аморфный циклический олефиновый сополимер (СОС), отвечающий за термостойкость.

В результате комбинированный диэлектрик (СОС-PP) может не только эксплуатироваться при температуре выше +125 °С со значительно меньшим де-рейтингом, при этом сохраняя свойство самовосстановления, как и стандартный полипропилен (ВОРР), но и показывать значительно меньшую усадку по сравнению с ВОРР (рис. 1). Из нового материала можно изготавливать очень тонкую пленку, вплоть до 3 мкм.

Высококачественное исполнение

Как и все конденсаторы, пленочные конденсаторы имеют комплексное сопротивление ESR, состоящее из последовательного омического и емкостного сопротивления. Соответственно, это создает частотно-зависимое сопротивление, которое резко возрастает по мере увеличения частот. Такое повышение сопротивления в первую очередь вызвано разницей импедансов, скин-эффектом и геометрией намотки, приводящими к нежелательному резонансу и электромагнитным помехам. Вследствие этих эффектов конденсаторы нагреваются. Известно, что внутренняя конструкция конденсаторов представляет собой систему из нескольких намоток. Различные длины внутренних проводников и другие факторы приводят к неравномерному распределению токов по индивидуальным намоткам в зависимости от частоты (рис. 2).

С помощью программного обеспечения моделирования САД и FEA (анализ конечных элементов) компанией TDK разработаны в настоящее время высокочастотные ВЧ (HF) силовые конденсаторы с оптимизированным внутренним дизайном. Даже при высоких частотах и температурах, при которых работают полупроводники WBG, эти конденсаторы обеспечивают низкие потери и высокую производительность, которая достигается благодаря минимизированной ESR (рис. 3).

Новая серия высокочастотных силовых конденсаторов В25640* разработана специально для SiC-полупроводников. Номинальное напряжение конденсаторов в диапазоне 700–2200 В постоянного тока, емкость 370–2300 мкФ. Они подходят для нового поколения преобразователей для тяговых, промышленных приводов и возобновляемых источников энергии. Конденсаторы с диэлектриком СОС-PP могут функционировать без снижения напряжения при температурах до +125 °С. Одним из больших преимуществ данных устройств является их чрезвычайно низкий уровень эквивалентной последовательной индуктивности (ESL), значение всего 10 нГн. То есть даже на высоких скоростях переключения токов импульсы перенапряжения остаются очень низкими, так что в большинстве случаев не нужно использовать снабберные конденсаторы.



Рис. 4. Серия высокочастотных силовых конденсаторов — специальная разработка компании TDK для нового поколения полупроводников

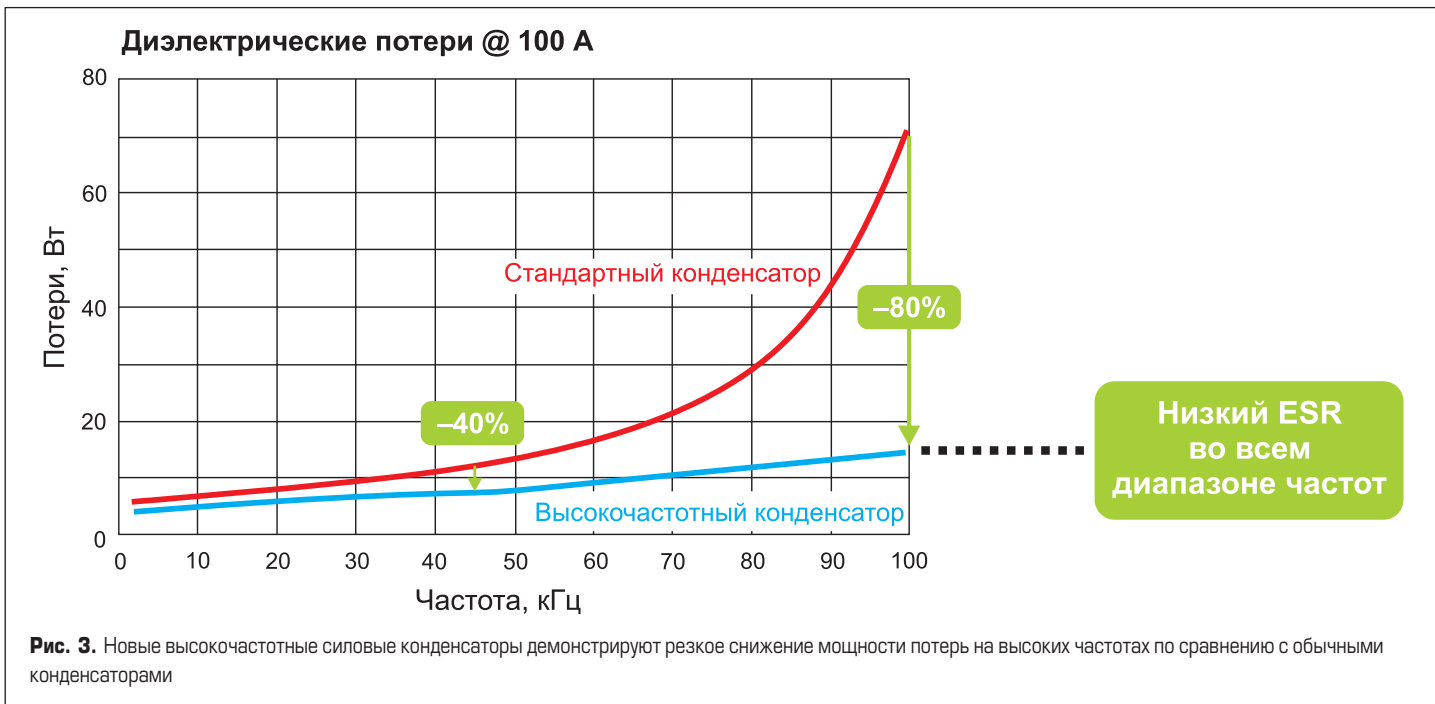


Рис. 3. Новые высокочастотные силовые конденсаторы демонстрируют резкое снижение мощности потерь на высоких частотах по сравнению с обычными конденсаторами