

Вы все еще используете танталовые конденсаторы? Мы уже идем к вам...

Применение полимерных конденсаторов Panasonic, и в частности полимерно-танталовых конденсаторов семейства POSCAP, дает безусловное преимущество в сравнении с классическими танталовыми конденсаторами. Позволяет создавать высокоэффективные, высококачественные, компактные и надежные устройства, по более привлекательной цене.

Компания MT-Систем предлагает своим клиентам полимерные конденсаторы [Panasonic](#) со склада и под заказ.

Классические танталовые конденсаторы, как правило, изготавливаются на основе пентаоксида тантала (Ta_2O_5), а в качестве электролита используется диоксид марганца (MnO_2).

Использование диоксида марганца влечет за собой ряд недостатков и ограничений для применения танталовых конденсаторов. Чувствительность к пробое диэлектрика и возгоранию может привести к выходу конденсатора из строя, высокий уровень ESR, низкий уровень токов пульсаций, деградация структуры, приводят к существенному сокращению срока службы, а применение танталовых конденсаторов на частотах выше 100-150 kHz становится малоэффективным из-за существенного снижения емкости конденсатора.

Вопросы и процессы при которых происходит пробой танталовых конденсаторов хорошо изучены и приведены в различных источниках.

Недостатки танталовых конденсаторов связаны с проблемой использования в их структуре диоксида марганца MnO_2 . Высокое содержание кислорода, непременно присутствующего в структуре, приводит к образованию потенциальных локальных очагов возгорания, и при определенных условиях может происходить пробой диэлектрика с выделением тепла.

Пробой танталовых конденсаторов (breakdown) связан с резким возрастанием токов утечки (leakage current). Возрастание тока утечки связано с пробоем диэлектрика Ta_2O_5 . Диэлектрик, изначально имеющий аморфную структуру, на отдельных участках поверхности кристаллизуется под действием различных факторов (температура, высокое напряжение). Кристаллический пентаоксид тантала является проводящим материалом, что приводит к резкому возрастанию токов утечки.

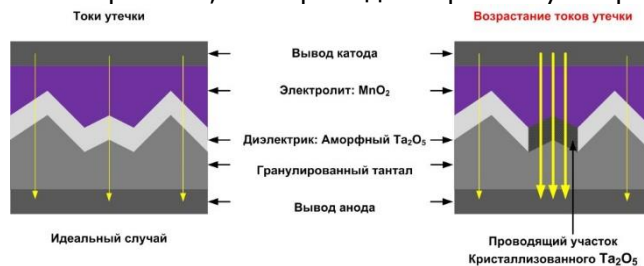


Рисунок 1. Возрастание токов утечки танталового конденсатора

Если площадь кристаллизации диэлектрика не велика, может проявиться эффект самовосстановления («healing effect»). В этом случае ток, протекающий через кристаллизованный диэлектрик, вызывает его перегрев. Уровень перегрева определяется разными степенями преобразования диоксида марганца, при этом нагрев может достигать 1000°C.

Если пробой произошел при приложении высокого напряжения и высоких температур, то реакция может быстро распространиться на всю поверхность диэлектрика – лавинообразный эффект («avalanche effect»). Степень распространения лавинообразного эффекта может быть различной. Поэтому и степень повреждений варьируется от относительно маленьких «выгоревших» точек до зигзагообразных выжженных участков на поверхности диэлектрика, при этом возможно даже повреждение танталовой основы и металлических контактов.

Кроме того, твердотельные танталовые конденсаторы сильно подвержены внешним факторам, так например при монтаже конденсаторов на плату, необходимо очень строго выполнять температурный режим пайки, иначе перегрев конденсатора может существенно ухудшить его характеристики или вывести из строя.

Выделим основные недостатки танталовых конденсаторов:

- Наличие дерейтинга (небольшой запас прочности по напряжению). Как правило, производители танталовых конденсаторов для увеличения запаса прочности, рекомендуют использовать конденсаторы на более высокое напряжение 30-200 % и более от рабочего напряжения в цепи;

- Зависимость емкости от частоты, с повышением частоты выше 100 kHz емкость падает;
- Зависимость емкости от температуры;
- Высокий ESR;
- Низкая устойчивость к токам пульсации Irp (сокращает срок жизни);

- Опасность выхода из строя при перегреве;
- Пожароопасный.

Полимерные конденсаторы и их преимущества

Танталовый с токопроводящим полимером твердотельный конденсатор (Conductive Polymer Tantalum Solid Capacitor) – POSCAP, одно из семейств полимерных конденсаторов Panasonic, идеально вписывающаяся для применения в приложениях, где ранее использовались танталовые конденсаторы.

Структура анода конденсаторов POSCAP представляет собой симбиоз порошкового тантала, пентаоксида тантала (Ta_2O_5), «приправленного» электролитом в виде токопроводящего твердотельного полимера.

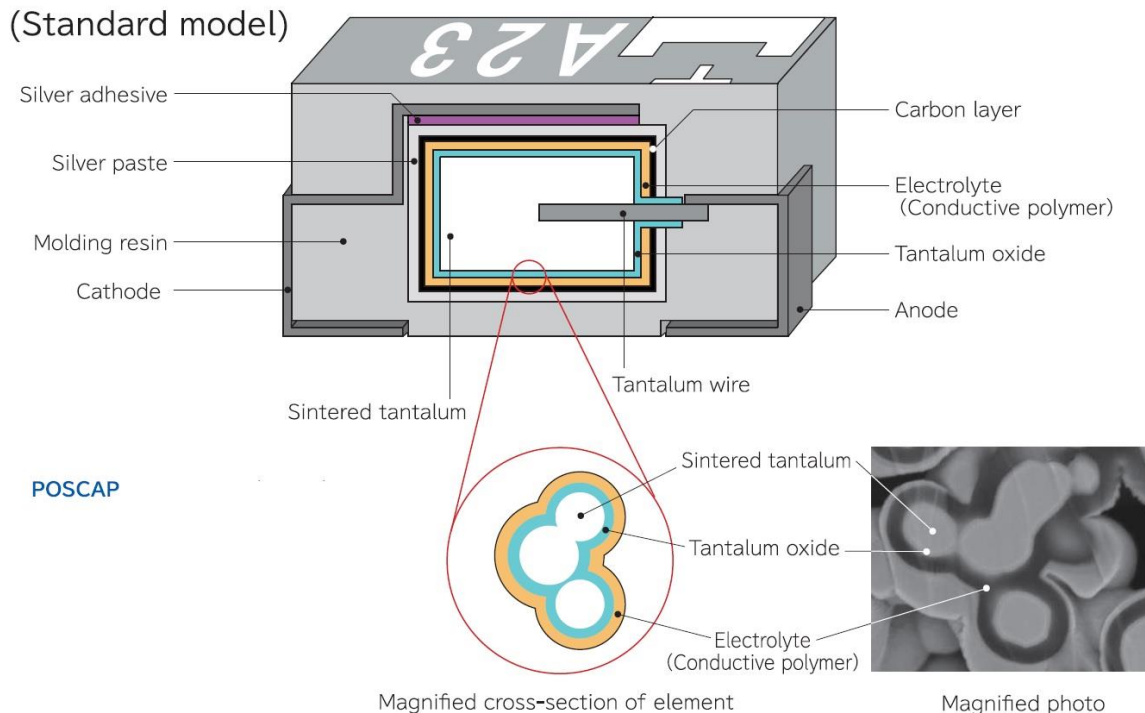


Рисунок 2. Структура полимерно-танталового конденсатора

Порошковый тантал используемый в POSCAP имеет пористую структуру, что позволяет обеспечить максимальную площадь и соответственно максимальную емкость конденсатора при минимальном габарите корпуса конденсатора. Полимерно-танталовые конденсаторы Panasonic имеют один из самых высоких показателей емкости на площадь поверхности.

Применение твердотельного токопроводящего полимера обеспечивает минимальный ESR конденсатора, который фактически не достижим для классических танталовых конденсаторов, т.к. диоксид марганца (MnO_2) обладает невысокой проводимостью.

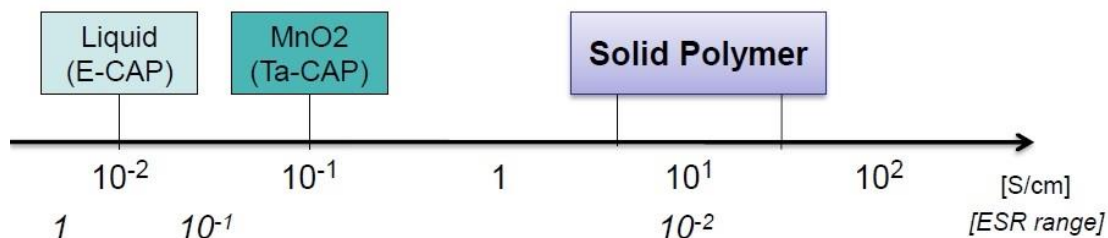


Рисунок 3. Проводимость жидкого электролита, диоксида марганца и твердотельного полимера, и их ESR

Способность твердотельного полимера обеспечить низкий ESR, определяет его возможность пропускать высокие токи, измеряемые в разы большими значениями, чем у танталовых конденсаторов. Этот параметр особенно важен при выборе сглаживающего конденсатора для источников питания и преобразователей напряжения. Низкий ESR так же определяет емкость конденсатора, т.к. рабочие частоты современных импульсных преобразователей составляют сотни кГц и единицы МГц, а эффективность емкостного фильтра определяется его значением ESR на рабочей частоте.

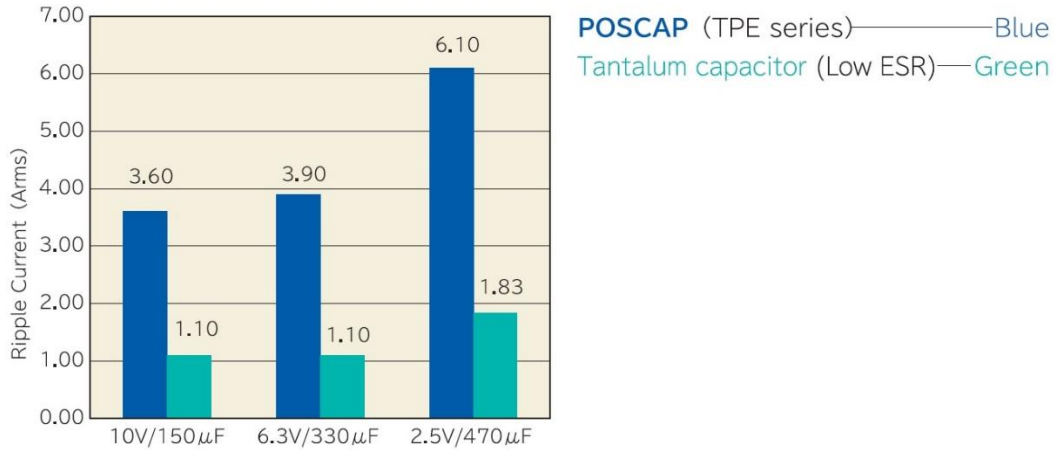


Рисунок 4. Примеры соотношения токов пульсации танталового-полимерного конденсатора и классического танталового конденсатора

Стабильность характеристик ESR во всем рабочем диапазоне температур и в широком диапазоне частот, порядка 10 кГц...1 МГц, с максимальной эффективностью позволяет использовать полимерно-танталовые конденсаторы семейства POSCAP в схемах с высокими токами пульсации и схемах с применением высокочастотных DC/DC преобразователей.

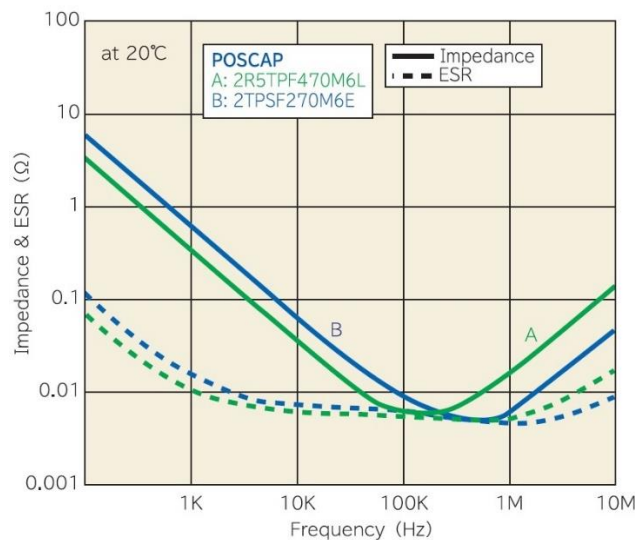


Рисунок 5. Зависимость ESR POSCAP и импеданса от частоты

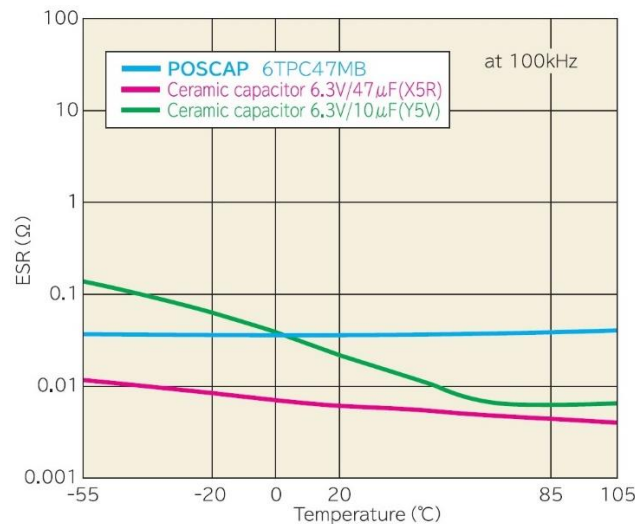


Рисунок 6. Зависимость ESR POSCAP от температуры

Совокупность низкого ESR, со слабой зависимостью импеданса от частоты, близкого к точке резонанса, уменьшают токи пульсации в силовых цепях.

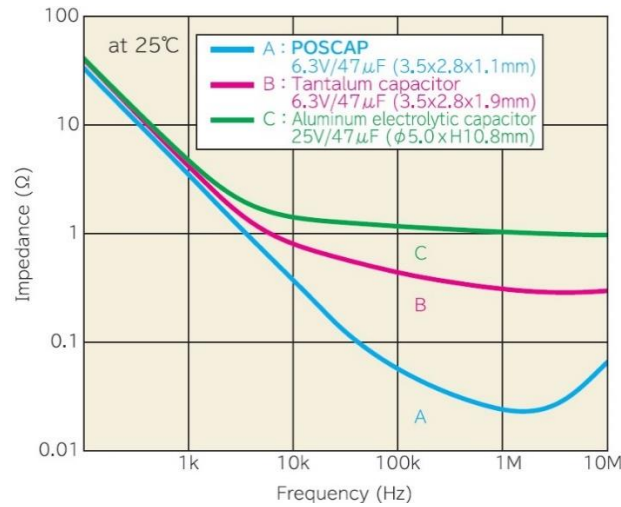


Рисунок 7. Зависимость импеданса POSCAP от частоты

Применение токопроводящего полимера в качестве электролита позволяет обеспечить высокую стабильность емкости в широком температурном и частотном диапазоне, в результате чего эффективная емкость полимерного конденсатора фактически сопоставима с его номинальной емкостью. Этот фактор особенно важен в промышленной, телекоммуникационной и автомобильной электронике, где разброс рабочей температуры может быть очень широким.

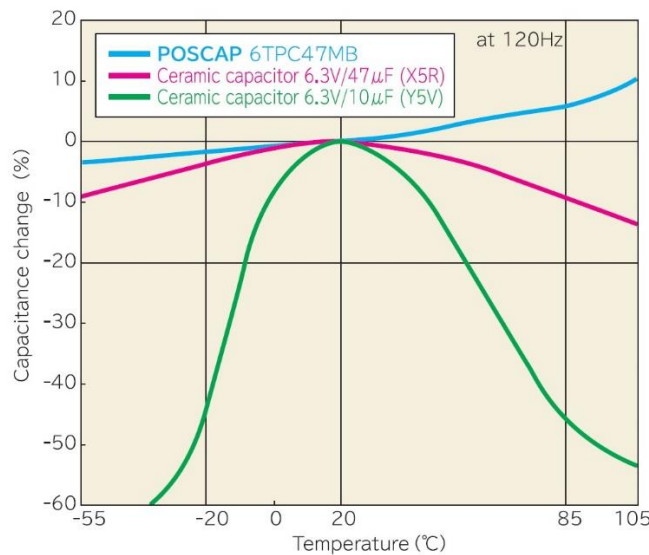


Рисунок 8. Зависимость емкости POSCAP от температуры

Применение твердотельного токопроводящего полимера в конденсаторах POSCAP позволяет применять конденсаторы фактически на номинальном рабочем напряжении в цепи без уменьшения срока службы, это обусловлено в том числе и нечувствительностью конденсаторов к импульсам тока. Рекомендованный производителем запас по напряжению составляет 10% при напряжениях до 10 В, и 20% при более высоких напряжениях.

Совокупность технических параметров полимерно-танталовых конденсаторов: отсутствие дерейтинга, устойчивость к высоким токам пульсации, устойчивость ко внешним факторам, отсутствие деградации структуры конденсатора, определяет его срок жизни (life time), который у полимерных конденсаторов существенно выше, чем у танталовых конденсаторов.

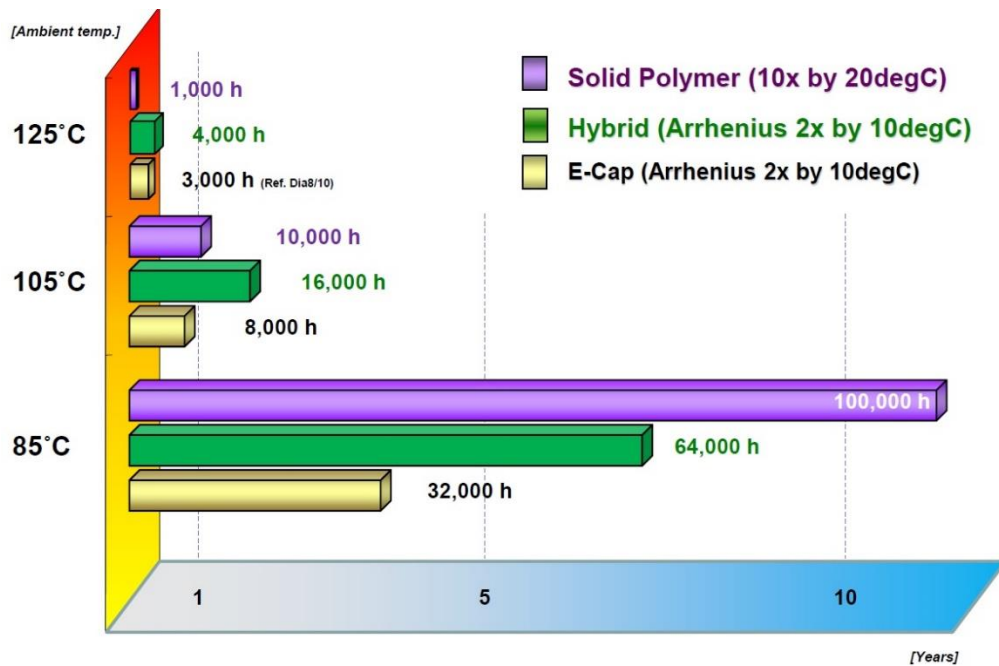


Рисунок 9. Зависимость срока жизни POSCAP от температуры

К сожалению, при разработке инженеры зачастую не учитывают временные интервалы работы конденсаторов и не учитывают надежностный фактор работоспособности устройств, который существенно снижается при длительной эксплуатации устройств. Полимерно-танталовые конденсаторы Panasonic обеспечивают очень большой срок службы, чем повышают надежность устройства.

Зависимость срока жизни полимерно-танталовых конденсаторов семейства POSCAP определяется не уравнением Аррениуса, применимых для других типов конденсаторов, а другой зависимостью, где снижение рабочей температуры окружающей среды на 20°C, увеличивает **срок жизни** конденсатора **в 10 раз!!!** К тому же низкий ESR конденсатора и устойчивость к высоким токам пульсации не вызывает внутренний нагрев элемента, что так же положительно влияет на срок жизни конденсатора.

$$L_x = L_0 \times 10^{\frac{T_0 - T_x}{20}}$$

Lx : Life expectance in actual use (temperature Tx) (h)

L0 : Guaranteed life at maximum temperature in use (h)

T0 : Maximum operating temperature (°C)

Tx : Temperature in actual use (temperature of POSCAP) (°C)

Преимущества полимерно-танталовых конденсаторов семейства POSCAP:

- Отсутствие дерейтинга по напряжению (возможно устанавливать конденсатор, на номинальное напряжение);
- Максимальная емкость в минимальном размере;
- Низкий ESR и устойчивость к высоким токам пульсации - обеспечивают длительный срок жизни (life time);
- Стабильность характеристик (емкость, ESR, импеданс) во всем температурном диапазоне;
- Стабильность характеристик (емкость, ESR, импеданс) во широком частном диапазоне;
- Отсутствие деградации материала (стабильность характеристик с течением времени);
- Большой запас прочности;
- Безопасные;
- Менее зависимы от внешних факторов, например, перегрев;
- Длительный срок службы.

Инженеры при разработке новых устройств должны оперировать, несколькими, зачастую противоречащими друг другу факторами – уменьшить габариты устройства, увеличить надежность и срок службы устройства, снизить стоимость. Полимерно-танталовые конденсаторы POSCAP позволяют учесть все эти факторы.

Некоторые факторы, которые могут определить выбор инженеров при выборе конденсаторов, в сторону конденсаторов, изготовленных по другим технологиям.

- А. Высокая цена
- Б. Высокий ток утечки

Данная статья, в том числе призвана, развеять сомнения инженеров-конструкторов и призвать к активному применению полимерных конденсаторов Panasonic в своих разработках.

А. Стремительное развитие рынка пользовательской, промышленной, автомобильной электроники и телекоммуникационного оборудования, где предъявляются повышенные требования к надежности устройств и времени их эксплуатации, зачастую в агрессивных условиях, стали катализатором широкого распространения полимерных конденсаторов, в результате чего стоимость последних резко снизилась.

В настоящее время, без учета технического превосходства полимерных конденсаторов, все чаще их стоимость сопоставима и даже ниже классических танталовых конденсаторов.

Даже при более высокой их стоимости, совокупность технических свойств полимерных конденсаторов, дает выигрыш в цене. Например, стойкость к высоким токам пульсации может сократить затраты на увеличение срока службы конденсатора, уменьшение площади текстолита, точек пайки (т.к. зачастую для снижения ESR или увеличения устойчивости к токам пульсации требуется установка 2-5 и более танталовых конденсаторов), повышение гарантийного срока эксплуатации оборудования, отсутствие необходимости сервисного обслуживания оборудования, в последствие суммарно дает существенную экономию средств производителей оборудования.

Б. Ток утечки, заявленный Panasonic в технической документации на конденсаторы, может ужаснуть многих разработчиков, но фактические результаты тестирования конденсаторов семейства POSCAP показали, что ток утечки падает в первые 5 минут до значений сопоставимых с токами утечки танталовых конденсаторов.

Выводы:

Применение полимерных конденсаторов Panasonic, и в частности полимерно-танталовых конденсаторов семейства POSCAP, дает безусловное преимущество в сравнении с классическими танталовыми конденсаторами. Позволяет создавать высокоэффективные, высококачественные, компактные и надежные устройства, по более привлекательной цене.

Краткие технические характеристики конденсаторов семейства POSCAP:

- емкость 2.7...1500 μ F
- рабочее напряжение 2...35 В
- ультранизкое ESR до 5 мOhm (100 kHz@20°C)
- устойчивость к токам пульсации (Irip) до 6100 mA
- рабочий диапазон температур -55...+85/105°C
- популярные типоразмеры 0805 (2.0x1.25 mm), A (3.2x1.6 mm), B (3.5x2.8 mm), D/E (7.3x4.3 mm)

Видеоотчет по результатам тестирования:

Ниже приведены короткие видеоотчеты тестов конденсаторов семейства POSCAP:

1. 12TPC10M (10 μ F, 12.5V, 80 мOhm, 800 mA (Irip), размер B)
3-х кратное превышение номинального напряжения - 35В

2. EEFCX1E220R (22 μ F, 25V, 40 мOhm, 3200 mA (Irip), размер D)*
2-кратное превышение номинального напряжения - 50В

3. В результате тестирования так же выявлено двухкратное уменьшение напряжения пульсации на частоте до 200 кГц, в сравнении с танталовыми конденсаторами серии T491 производства Kemet.

*- Семейство конденсаторов SP-Cap (Conductive Polymer Aluminum Capacitor – твердотельный полимерно-алюминиевый конденсатор).