

Решение задачи охлаждения SMD-компонентов с помощью тепловой перемычки ТПИ

Илья Малышев (min@erkon-nn.ru), к. т. н., Юрий Еремеев (eremeev@erkon-nn.ru)

В статье описаны новый чип-компонент и технические решения на его базе, обеспечивающие распределение тепла от теплонагруженных SMD активных и пассивных компонентов печатного узла. Снижение тепловыделения активных и пассивных компонентов на печатной плате при высокой плотности монтажа повышает надежность электронной техники.

Повышение доли электронной техники, использующей технологию поверхностного монтажа, требует снижения мощности компонентов и тепловыделения печатных узлов, а там, где это невозможно в полной мере, – новых подходов в обеспечении тепловых режимов. Охлаждение SMD-компонентов затруднено конструктивно из-за их малых пространственных объёмов.

Теплораспределение печатного узла в целом возможно увеличить общей принудительной конвекцией (обдувом вентилятором). При этом точечные перегревы компонентов снизить затруднительно. Относительно большие компоненты (например, микросхемы процессоров, памяти и т.п.) охлаждают дополнительными низкопрофильными радиаторами или тепловыми трубками [1]. Подобные решения широко применяют в ноутбуках. Но что делать при точечных перегревах компонентов размерами 0,5...1,0 мм? Необходимо распределить и рассеять тепловые потоки в менее нагруженные зоны печатного узла. Такие решения в самом простом случае реализуемы топологическими методами – достаточно увеличить монтажную площадку, чтобы рассеять лишнюю тепловую энергию. Однако при плотном монтаже площадь для рассеяния мощности ограничена, ужесточается требование электрической изоляции, в том числе от теплоотвода.

Электрическая прочность изоляции важна, в частности, в медицинской,

автомобильной и другой технике, связанной с безопасностью персонала из-за возможных утечек, которые могут иметь место при повышенной плотности монтажа. В медицинской, автомобильной технике и различных отраслях промышленности также необходимо выполнение критерия взрывозащищённости при работе с кислородом, горючими газами и легковоспламеняющимися жидкостями, т.е. работа без искры и дугообразования. Для контроля электрической прочности изоляции оборудования проводят соответствующие испытания [2], и используемые электронные компоненты должны обладать заведомо большей стойкостью.

Для решения обеих проблем одновременно (распределения тепла и обеспечения электрической изоляции) и разработан новый пассивный чип-компонент, передающий тепловой поток и имеющий заданную электрическую прочность изоляции – тепловая перемычка типа ТПИ.

Разработка тепловой перемычки обусловлена требованиями новых технологий сборки и основана на достижениях современного материаловедения. Теплопроводность керамического основания тепловой перемычки λ_T сопоставима с теплопроводностью металлов и составляет 170...200 Вт/(м·К). При этом электрическая прочность материала составляет величину порядка 15 кВ/мм, что и обеспечивает отличную элек-

трическую изоляцию при сохранении передачи теплового потока.

На рисунке 1 схематично показан принцип функционирования тепловой перемычки. Тепловой поток от источника тепла (например, тепловыделяющей микросхемы) через керамическое тело и монтажные контакты тепловой перемычки поступает к приёмнику тепла (например, площадке с металлизированными отверстиями, заполненными припоем, или общей шине). Распределённый таким образом тепловой поток может рассеяться естественной конвекцией и/или перейти в дополнительный теплоотвод.

На рисунке 2 представлена типовая ситуация с ограниченным теплоотводом тепловыделяющего компонента на плате, приводящим к перегреву. Рисунок 3 иллюстрирует ту же ситуацию, но с установленной тепловой перемычкой для распределения тепла от тепловыделяющего компонента. Конечный теплоприёмник на рисунке не показан. Тепловой режим компонента в данном случае улучшается.

Рисунок 4 иллюстрирует возможность повышения плотности монтажа, когда за счёт высокой электрической прочности ($U_{пр} \geq 1,5$ кВ) и высокого сопротивления изоляции ($R_{из} \geq 999$ МОм) тепловых перемычек возможно использование единого электропроводного теплоотвода. Кроме того, подобным способом возможно поддерживать в едином температурном режиме активные компоненты, которые должны работать в паре, но не могут при этом быть соединёнными электрически (например, комплементарная пара транзисторов и др.).

Тепловые перемычки, ввиду нормированного переходного теплового сопротивления и электрической изоля-

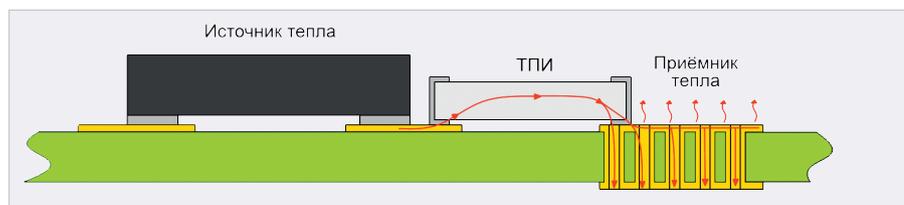


Рис. 1. Принцип функционирования тепловой перемычки

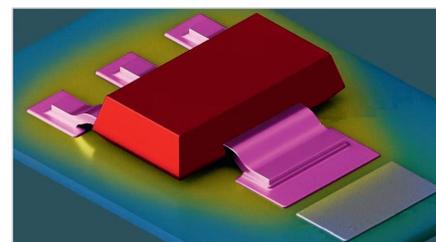


Рис. 2. Тепловыделяющий компонент без использования тепловой перемычки

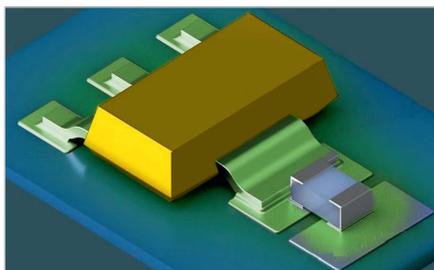


Рис. 3. Тепловыделяющий компонент с использованием тепловой перемычки

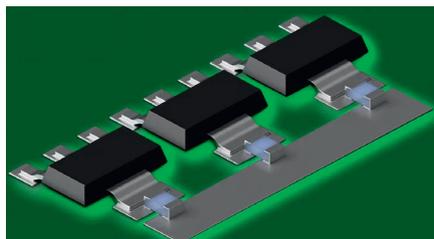


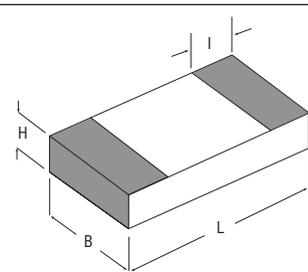
Рис. 4. Использование тепловых перемычек для организации единого теплоотвода с гальванической развязкой

Таблица 1. Характеристики тепловых перемычек типа ТПИ

Основные характеристики	Значение параметра
Материал основания	AlN
Сопротивление изоляции, не менее	999 МОм
Электрическая прочность, не менее	1,5 кВ
Ёмкость, не более	0,2 пФ
Финишное покрытие контактных площадок	SnPb

Таблица 2. Характеристики тепловых перемычек типа ТПИ

Типоразмер в дюймах	Тепловое сопротивление, °С/Вт	Размеры, мм				Масса, не более, г
		L	B	H	I	
0505	24	1,25±0,1	1,25±0,1	0,25 ^{+0,10} _{-0,05}	0,2	0,006
0505-1	10			0,64 ^{+0,10} _{-0,05}		0,011
0603	31	1,6±0,2	0,8±0,15	0,38 ^{+0,10} _{-0,05}	0,2	0,004
0603-1	19			0,64 ^{+0,10} _{-0,05}		0,008
0805	25	2,0±0,2	1,25±0,2	0,38 ^{+0,10} _{-0,05}	0,2	0,008
0805-1	10			1,00 ^{+0,10} _{-0,05}		0,021



ции, возможно использовать для термостатирования режимов компонентов, требующих гальванической развязки с соответствующими датчиками, или иных аналогичных приложений.

Основным функциональным параметром тепловой перемычки является тепловое сопротивление, R_t [°С/Вт], в практически требуемых случаях определяемое геометрическими размерами [3]:

$$R_t = \frac{L}{\lambda_t HB}$$

где L, H, B – длина, высота и ширина тепловой перемычки; $\lambda_t = 170$ Вт/(м·К) –



Акционерное общество
ЭРКОН
Научно-производственное объединение

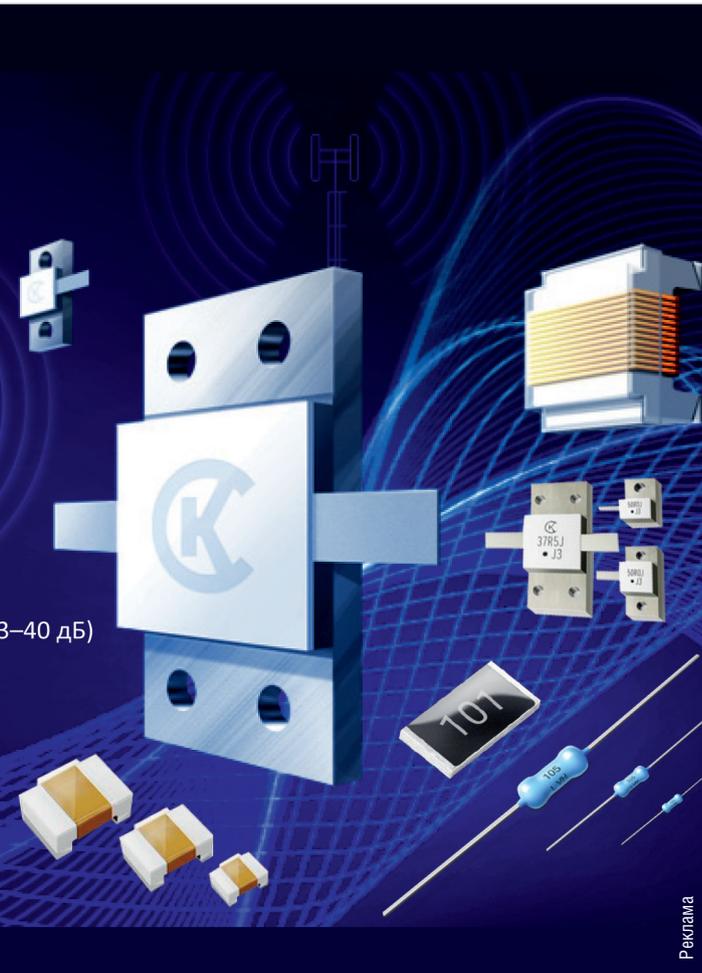
ПРОИЗВОДСТВО, РАЗРАБОТКА И ПОСТАВКА ПОСТОЯННЫХ РЕЗИСТОРОВ, АТТЕНУАТОРОВ И ЧИП-ИНДУКТИВНОСТЕЙ

- Современная производственная база
- Высокое качество
- Индивидуальный подход к потребителю

НОВИНКИ

Аттенуатор (поглотитель) ПР1-25 (150 Вт, 500 Вт от 3–40 дБ)
Резистор сверхвысокочастотный Р1-160 (до 40 ГГц)
Мощный резистор Р1-170 (до 1000 Вт)

603104, г. Нижний Новгород, ул. Нартова, д. 6
тел.: (831) 202-24-34 (многоканальный),
(831) 202-25-52 (отдел продаж)
e-mail: info@erkon-nn.com
www.erkon-nn.ru



Реклама

теплопроводность керамики на основе нитрида алюминия.

Характеристики тепловых перемычек типа ТПИ приведены в таблицах 1 и 2.

Заключение

Тепловая перемычка ТПИ позволяет разработчикам:

- отвести и распределить тепловые потоки от перегретых участков и компонентов печатного узла;
- обеспечить электрическую изоляцию между источником и приёмником тепла;

- обеспечить увеличение плотности монтажа за счёт гальванической развязки различных цепей при использовании единого теплоотвода;
- обеспечить выравнивание температуры между компонентами, работающими в совместном режиме;
- обеспечить гальваническую развязку датчиков при термостатировании компонентов, а также решать иные задачи.

Литература

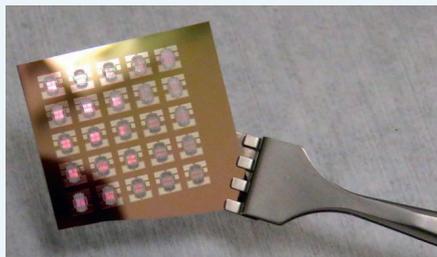
1. Дутьнев Г. Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре: Учебник для вузов по спец. «Конструир. и произв. радиоаппаратуры». – М.: Высш. шк., 1984. – 247 с. ил., с. 146–150.
2. ГОСТ ИЕС 60950-1-2011 Оборудование информационных технологий. Требования безопасности. Часть 1. Общие требования
3. Уонг Х. Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров / Пер. с англ. // Справочник. – М.: Атомиздат, 1979. – 216 с., ил.



НОВОСТИ МИРА

Тепловой диод – первый шаг к компьютерам, работающим на тепле вместо электричества

В Intel научились отводить избыточное тепло в дата-центрах при помощи тёплой воды, в Lockheed Martin осваивают микрокапельное охлаждение микросхем изнутри, а Microsoft просто призывает на помощь Мировой океан. По некоторым данным, 60 % всей энергии для работы вычислительных систем пропадает напрасно, превращаясь в паразитное тепло, от которого нужно избавляться.



Команда ученых из Университета Небраски-Линкольна попробовала создать термодиод, который не только сам избавляется от лишнего тепла, но и использует его в качестве основного принципа работы.

Тепло – враг компьютера, ведь физические процессы функционирования диодов сбоят при повышении температуры. А растёт она из-за активной работы самих диодов, что приводит к парадоксальной ситуации. Мы тратим энергию, чтобы разогнать и невольно разогреть систему, а потом ищем способы её охладить, снова расходуем ресурсы.

Новый элемент состоит из фиксированной пластины-охладителя и подвижной – нагревателя. Система саморегулируемая – чем больше нагревается одна часть, тем ближе она подходит к другой, чтобы максимизировать передачу тепла. И наоборот, что позволяет отводить избытки без примене-

ния активных внешних устройств. Пока что коэффициент невелик, теплопередача достигает всего 11%, но зато система успешно работает при температуре в 257 °С.

Расчёты указывают, что термодиодам под силу выдержать и 327 °С, и даже 700 °С. Вот и готовая основа для микросхемы, которую можно ставить на исследовательский корабль для изучения атмосферы Венеры с её перегретой и плотной атмосферой. Для горячих недр нашей Земли, правда, нужно ещё адаптировать для такого пекла прочие части компьютера, помимо чипов. Поэтому более перспективной выглядит идея рекуперации энергии, когда тепло от ПК поступает сразу в общий контур «умного дома» без монтажа дополнительных систем.

Термодиоды – технология экспериментальная, пока что учёные создали лишь один из элементов, для которых существенный нагрев не является принципиальной помехой в работе. Предстоит ещё масса усилий, прежде чем удастся разработать полноценный компьютер, работающий на другом физическом принципе, используя тепло вместо электричества.

www.techcult.ru

Получена рекордная мощность на частоте 0,5 ТГц в непрерывном режиме генерации

В ИПФ РАН в гиротроне на второй циклотронной гармонике на частоте 527 ГГц получена мощность излучения 250 Вт в непрерывном режиме генерации. Указанное значение мощности почти на порядок превосходит предыдущие мировые достижения.

Созданный гиротрон был разработан на основе хорошо зарекомендовавшего себя гиротрона с частотой 263 ГГц, работающего на основной гармонике гирочастоты. Катодно-анодный узел претерпел незначительные изменения, поскольку эксперимен-

тально было подтверждено высокое качество электронного потока, а пространство взаимодействия и квазиоптический преобразователь были оптимизированы под выбранную для нового гиротрона рабочую моду ТЕ6,5. После выполнения аналитических оценок и численного моделирования, подтвердивших возможность достижения заявленной мощности, главной задачей стало изготовление основных узлов прибора, в том числе, самого важного из них – резонатора, поскольку для таких частот требуемые точности изготовления составляют доли микрона. Достигнутые в экспериментах рекордные параметры, соответствующие результатам расчётов, свидетельствуют как об адекватности используемых моделей и корректности расчетов, так и о высокой культуре производства гироприборов.



Полученный результат открывает возможность для дальнейшего освоения гиротронами терагерцового диапазона частот – для преодоления «терагерцового провала». На этих частотах традиционные электровакуумные приборы и лазеры, в силу физических ограничений, не способны генерировать большие мощности, которые необходимы для ряда приложений, спектроскопии и диагностики различных сред, в устройствах ядерного магнитного резонанса.

Работа была выполнена в рамках программы «Развитие техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии в РФ на период до 2024 года» (КП РТТН).

ipfran.ru



Простой выбор источника питания

Компания XP Power предлагает широкий ряд стандартных и конфигурируемых устройств электропитания AC/DC и DC/DC. Источники питания сочетают подтверждённую надёжность с габаритами и ценой, соответствующими практически любому требованию.



Источники питания открытого типа

- от 5 до 350 Вт
- Компактная конструкция
- Сертифицированы для медицинского и ИТ-оборудования



Конфигурируемые источники питания

- от 25 до 5000 Вт
- Высокоэффективная конструкция
- Работа от одно- и трёхфазной сети
- Сертифицированы для медицинского и ИТ-оборудования



Для монтажа на DIN-рейку

- от 5 до 960 Вт
- Сверхкомпактные
- AC/DC- и DC/DC-преобразователи



Корпусированные источники питания

- от 25 до 5000 Вт
- Высокоэффективная конструкция
- Сертифицированы для медицинского и ИТ-оборудования



DC/DC-преобразователи

- от 0,25 до 750 Вт
- Монтаж в отверстия печатной платы и поверхностный монтаж
- Для железнодорожного и медицинского оборудования



Высоковольтные источники питания

- До 500 кВ и 200 кВт
- Конструкция модульного типа и для монтажа в стойку
- Входное напряжение переменное и постоянное

