

В фокусе внимания на конференции SIL — регулирование тепловых режимов

Тепло по-прежнему остается врагом надежности полупроводниковой светотехники. Охлаждать светодиоды необходимо не только для того, чтобы они проработали долго, но и чтобы обеспечить стабильность светового потока и цветности полупроводниковых ламп и светильников на протяжении срока их службы. Регулирование тепловых режимов в полупроводниковом светотехническом изделии может включать в себя множество составляющих — прежде всего обыкновенные радиаторы, но также теплопроводящие материалы, печатные платы с высоким тепловым КПД, активные устройства охлаждения и другие технологии, материалы и изделия. Чтобы дать представление обо всем многообразии подходов к тепловому расчету, мы подготовили обзор продукции для регулирования тепловых режимов, которая демонстрировалась на недавней конференции Strategies in Light (SIL).

Вентилятор и радиатор Protechnic

Радиаторы относятся к числу простейших средств для отвода тепла, выделяющегося на *p-n*-переходе светодиода. Обычно радиаторы снабжаются ребрами или штырями для более эффективного рассеивания тепла воздушным потоком. Компания Protechnic производит по размерам заказчика вентиляторы для полупроводниковых светотехнических изделий, которые могут использоваться вместе с радиаторами для повышения интенсивности воздушного потока, а значит, и количества

тепла, отводимого от светодиода. Это зачастую позволяет повысить рабочий ток и светоотдачу светодиодов или, например, применить радиатор меньшего размера, чем допускала бы чисто пассивная схема охлаждения. На рис. 1 показан вентилятор Protechnic, смонтированный позади радиатора на задней части светодиодного генератора света (light engine).

Теплопроводящие составы RTP

Перманентный прогресс в материаловедении служит одним из ключевых факторов развития светодиодного освещения. Например,

компания RTP производит теплопроводящие пластмассы, или термопластики, из которых можно методом формования изготавливать элементы, специально оптимизированные для применения в полупроводниковой светотехнике — в частности, в лампах прямой замены. Теплопроводящие элементы могут как непосредственно встраиваться в светодиодное изделие, так и составлять часть его корпуса или кожуха, что позволяет увеличить площадь теплообмена и эффективность рассеяния тепла. На рис. 2 показана лампа, внешняя структура которой (черный материал) изготовлена из термопластиков RTP и одновременно является составной частью системы терморегулирования.

Тепловые трубки Thermo Cool

Есть множество способов повысить эффективность радиаторов, и один из таких методов, набирающий сейчас популярность, — использование тепловых трубок. Принцип их работы основан на теплопроводности в сочетании с испарением. Жидкость, протекающая внутри тепловой трубки, отводит тепло от светодиода, поглощая энергию за счет испарения. Охлаждаясь,



Рис. 1. Вентилятор Protechnic, смонтированный позади радиатора на задней части светодиодного генератора света



Рис. 2. Лампа с внешней структурой из термопластиков RTP

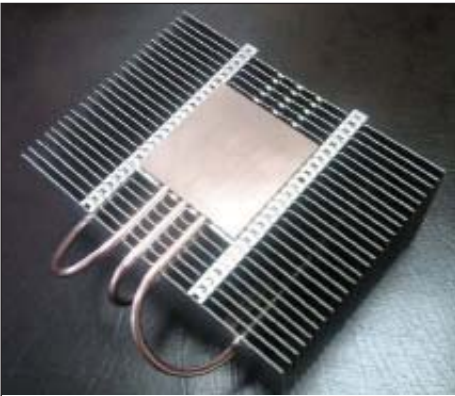


Рис. 3. Радиатор и тепловая трубка для охлаждения светодиодного генератора света мощностью 200 Вт

пар конденсируется в жидкость и возвращается к источнику тепла, после чего начинается следующий цикл. Компания Thermo Cool Corp разработала радиатор и тепловую трубку для охлаждения светодиодного генератора света мощностью 200 Вт (рис. 3). Компания предлагает ряд услуг, включая тепловой анализ проектов полупроводниковых светотехнических изделий, а также проектирование и изготовление на заказ систем терморегулирования для таких изделий.

Теплопроводящие полимеры Cool Polymers

Cool Polymers — еще одна компания, занимающаяся производством материалов. Она предлагает гранулированные полимеры, которые хорошо проводят тепло и при этом являются проводниками электричества (серия E) или изоляторами (серия D). Производители полупроводниковой светотехники могут методом формования изготавливать из этих полимеров различные детали, которые можно применять как в лампах прямой замены, так и в светильниках. Материал серии E имеет теплопроводность в диапазоне 14–20 Вт/м·К,



Рис. 5. Звездообразные печатные платы Sinkpad



Рис. 4. Детали из гранулированных полимеров

а материал серии D — 2–6 Вт/м·К. По словам Cool Polymers, детали из этих материалов весят на 50% меньше, чем аналоги из алюминиевых сплавов (рис. 4).

Технология печатных плат Sinkpad

Светодиоды часто монтируются на печатных платах на металлической основе, в которых есть металлический слой, помогающий отводить тепло от устройства. Разумеется, контакты светодиода необходимо изолировать диэлектрическим слоем от металлической основы, чтобы не было короткого замыкания, ведь обычно основа изготавливается из меди или алюминия. Этот диэлектрик ограничивает теплопроводность печатной платы. В технологии Sinkpad это ограничение устраняется за счет того, что под каждым светодиодом на части его посадочного места создается теплопроводящая площадка, напрямую соединенная с металлической основой через отверстие в диэлектрическом слое. Компанией документально зафиксировано, что при монтаже на печатных платах Sinkpad рабочая температура светодиодов снижается на величину до 20 °С по сравнению с другими печатными платами на металлической основе. На рис. 5 показаны звездообразные печатные платы Sinkpad для популярных моделей светодиодов различных поставщиков.

Теплопроводящие кремнийорганические компаунды Lord

Материаловедческую часть нашего обзора продолжают компаунды для герметизации компонентов в полупроводниковых светотехнических изделиях. Герметизация позволяет повысить надежность продукции, особенно в таких видах схем, как электронные драйверы светодиодов. Но электроника также выделяет тепло, которое необходимо рассеивать вместе с теплом от близлежащих светодиодов. Компания Lord производит ряд теплопроводящих гелей, адгезивных составов и компаундов, которые могут применяться при проектировании светодиодной светотехники. На рис. 6 показана плата драйвера, герметизированная теплопроводящим кремнийорганическим компаундом Thermoset.

Гибкий графитовый теплораспределитель Graftech International

Компания Graftech использовала материал на основе графита для разработки гибкого теплораспределителя eGraf Spreadershield, который равномерно распределяет тепло в двух направлениях (в плоскости и сквозь толщу материала). По словам компании, теплопроводность данного материала в плоскости составляет 1500 Вт/м·К — выше, чем у алюми-



Рис. 6. Плата драйвера, герметизированная теплопроводящим кремнийорганическим компаундом Thermoset



Рис. 7. Теплораспределитель Spreadershield под светодиодным генератором света в составе потолочного светильника EyeLED

ния или меди при меньшей на 30–80% массе. Распределение тепла в плоскости позволяет повысить КПД расположенного позади радиатора. Более того, этому материалу можно придавать самые разнообразие формы для применения в светильниках. На рис. 7 показан теплораспределитель Spreadershield под светодиодным генератором света в составе потолочного светильника EyeLED, производимого компанией Phoster Industries.

Устройство активного охлаждения светодиодов воздушной струей Nuventix

Вентиляторы — не единственный способ создания воздушного потока для повышения эффективности или уменьшения размеров радиатора. В технологии Synjet компании Nuventix воздушная струя создается при помощи колеблющейся диафрагмы. По словам компании, эта технология отличается от традиционных вентиляторов более высокой надежностью и меньшим уровнем шума, а также повышенной эффективностью отвода тепла за счет направленности векторов скорости воздушного потока. На конференции SIL компания Nuventix анонсировала серию изделий R150-170 (рис. 8), которая специально предназначена для аппаратуры освещения помещений с высокими потолками и позволяет охлаждать генераторы света со световым потоком 20 000 лм.



Рис. 8. Изделия серии R150-170

Штампованные радиаторы и устройства активного охлаждения Cooliance

По убеждению специалистов Cooliance, в светодиодных изделиях лучше применять радиаторы круглой и другой нелинейной формы (рис. 9). Компания разработала метод штамповки таких конструкций и предлагает их изготовление на заказ с размерами от 5 до 100 мм. В сочетании с устройством активного охлаждения эти радиаторы образуют семейство изделий Coolstrate. По словам представителей Cooliance, вентилятор такого устройства может питаться от светодиодного драйвера, не издает шума на звуковых частотах и имеет срок службы 50 000 ч.

Устройства активного охлаждения светодиодов EBM-Papst

Компания EBM-Papst, специализирующаяся на разработке вентиляторов и обдувателей, разработала ряд изделий специально для применения в светодиодной светотехнике. В ассортименте компании появились также модули, объединяющие в себе вентилятор



Рис. 9. Радиаторы семейства Coolstrate



Рис. 10. Модуль, объединяющий вентилятор и радиатор

и радиатор (рис. 10). В технической части усилия компании сосредоточены на повышении КПД вентиляторов за счет совершенствования их аэродинамических характеристик. Недавно компания представила технологию AxITop, в которой используется диффузор для регенерации энергии, которая зачастую теряется на выходе вентилятора.

Толстопленочный теплопроводящий материал Heraeus

Вместо использования печатных плат на металлической основе компания Heraeus предлагает монтировать светодиоды непосредственно на алюминиевой подложке, изолируя их электрические контакты толстопленочным материалом Celcion (рис. 11). По словам компании, при монтаже с использованием Celcion рабочая температура светодиодов снижается на 10 °С по сравнению с печатными платами на металлической основе благодаря устранению теплового интерфейса. Материал Celcion наносится только на некоторые места алюминиевой подложки, где он необходим для электрической изоляции. В итоге, как уверяют специалисты компании, снижается себестоимость светодиодных светотехнических изделий, поскольку можно повысить рабочий ток светодиодов, получив при этом больший световой поток, и уменьшить размеры радиаторов.



Рис. 11. Алюминиевая подложка с изоляцией контактов материалом Celcion

Интерфейсные теплопроводящие материалы и компаунды Dow Corning

Интерфейсные теплопроводящие материалы широко применяются в светодиодных изделиях. Часто они используются в качестве теплопроводящего слоя между светодиодным генератором света и радиатором. Такой материал может обеспечить более равномерный и эффективный отвод тепла от светодиода на радиатор, чем при прямом контакте. Компания Dow Corning производит целый ряд интерфейсных теплопроводящих материалов, включая пленки, гели, адгезивные вещества, заполнители зазоров и другие составы. На рис. 12 показаны некоторые варианты использования этой продукции, а также теплопроводящий компаунд для герметизации электроники драйвера.

На конференции SII было продемонстрировано еще несколько заслуживающих упоминания продуктов для регулирования тепловых режимов. Компания Bergquist представила теплопроводящие материалы и подложки для печатных плат, вентиляторы и обдуватели. Одной из ключевых для компании является технология T-Clad, предназначенная специально для устройств поверхностного монтажа, таких как светодиоды на печатных платах. Компания Cofan USA продемонстрировала радиаторы для ряда конкретных типов ламп прямой замены. Компания Dupont Electronics предлагает печатные платы для популярных светодиодов, выполненные по технологии CoolLam. Теплопроводящие подложки для печатных плат были также представлены компанией Laird.

Подводя итоги, мы рекомендуем разработчикам светодиодной светотехники относиться

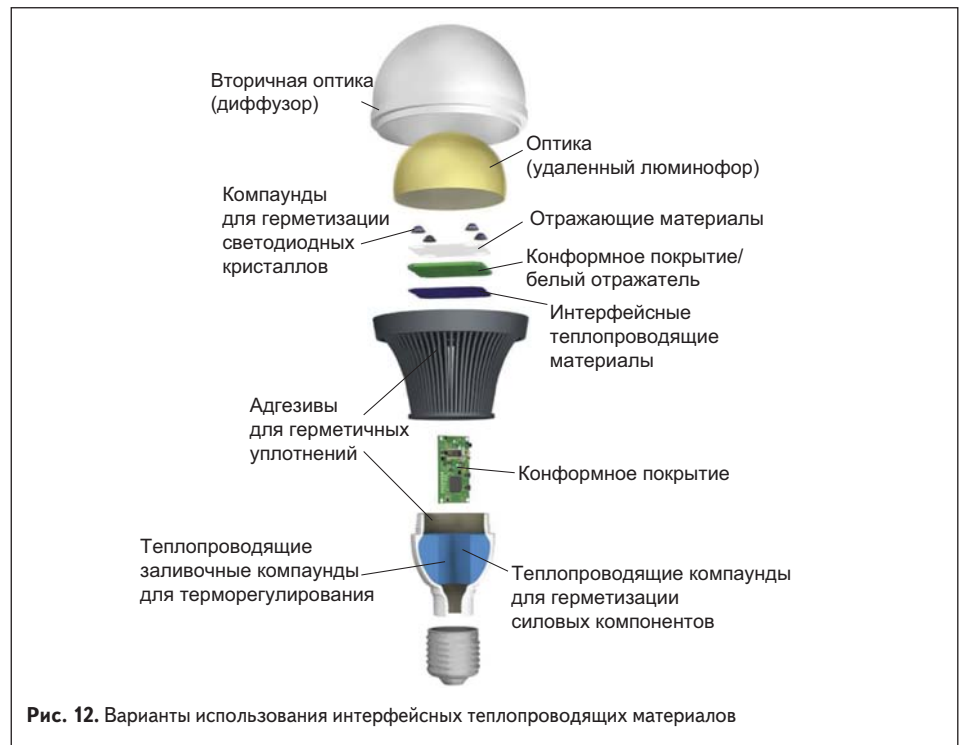


Рис. 12. Варианты использования интерфейсных теплопроводящих материалов

к каждому аспекту новой конструкции как к возможности улучшить тепловые характеристики, а следовательно, и надежность изделия. Следует также расширить круг технологий, потенциально рассматриваемых для применения в проектах, с учетом постоянно появляющихся новых материалов и подходов. Наилучшие продукты являются

результатом комплексного теплового, механического и оптического расчета, а также правильного выбора комплектующих и технологий для конкретного применения. ●

Оригинал статьи опубликован
в LEDs Magazine

<http://ledsmagazine.com/magazine/toc/1303>