

МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА МОЩНОГО БЕСКОРПУСНОГО СВЕТОДИОДА

Кушнарёв Александр Сергеевич

Студент магистр

Воронежский государственный технический университет, г.Воронеж

Аннотация. В данной статье изучается влияние диэлектрического слоя печатной платы на температуру мощных бескорпусных компонентов, таких как светодиоды. Была изготовлена печатная плата на алюминиевом основании с различными диэлектриками для проведения практических замеров температуры.

Ключевые слова: светодиод, диэлектрик, печатная плата.

В настоящее время происходит минимизация и удешевление радиоэлектронных устройств в связи с этим производители электронных компонентов применяют различные методы изменения габаритов. Один из таких методов – это частичный или полный отказ от корпуса. В связи с этим конструкция светодиода вносит сложности в применении устройств теплоотвода, что связано с обеспечением открытого доступа к поверхности и коммутации светодиодов на плате. Особенностью применения таких компонентов являются жесткие требования к обеспечению теплового режима, т.к. основные параметры, такие как световой поток и спектр излучения и другие имеют выраженную температурную зависимость. Для улучшения тепловых режимов при изготовлении печатных плат используются специальные теплопроводные подложки, такие как металлические платы с изоляцией.

Между металлическим основанием и медной фольгой находится слой диэлектрика толщиной от 18 до 350 мкм. На практике чаще всего используются материалы с толщиной 75-100 мкм. В качестве диэлектрика могут быть использованы:

- препреги FR4 (стеклоткань с эпоксидным связующим);
- препреги на основе стеклоткани и эпоксидной смолы с теплопроводящим наполнителем;
- теплопроводящие композитные материалы;
- полиамид.

Свойства готового материала и, соответственно, печатной платы в значительной мере зависят от свойств диэлектрика. Наиболее экономичным и доступным решением являются препреги FR4, однако они обладают низкой теплопроводностью. Толщина такого диэлектрика составляет 75 мкм, а тепловое сопротивление около 1,42 К/Вт.

Для решения проблемы отвода тепла применяют специальные теплопроводящие материалы из полимеров на основе керамики, толщина такого слоя диэлектрика находится в пределах от 75 мкм до 150 мкм, а тепловое сопротивление равняется от 0,45 К/Вт до 1,0 К/Вт.

Компания «Резонит» изготавливает платы с теплопроводящим материалом T111 и T112 компании Totking, а также HA50-Type3 и HA50-Type4 от компании Zhejiang Huazheng. В таблице 1 указаны основные характеристики материалов [1].

Таблица 1. Основные параметры диэлектриков

Тип	Толщина основания, мм	Толщина диэлектрика, мкм	Теплопроводность диэлектрика, Вт/м·К	Толщина фольги, мкм
T111	0,5-3,2	50-150	1,8-3,0	18-343
T112	0,5-3,2	50-150	2,5-5,0	18-343
HA50-Type3	0,8-2,0	75-150	2,2	18-105
HA50-Type4	0,8-2,0	75-150	2,7	18-105

Необходимость быстрого и эффективного отвода тепла — одна из основных проблем полупроводниковых приборов. Один из методов решения проблемы — использование при производстве плат процесса селективного ступенчатого оксидирования алюминия. Подложки, произведенные по алюмооксидной технологии, состоят из двух основных частей: проводящих слоев алюминия и/или меди и диэлектрического материала, имеющего нанопористую структуру (рисунок 1).

На данный момент одним из главных направлений применения технологии — светодиодное освещение с использованием мощных, теплоемких компонентов.

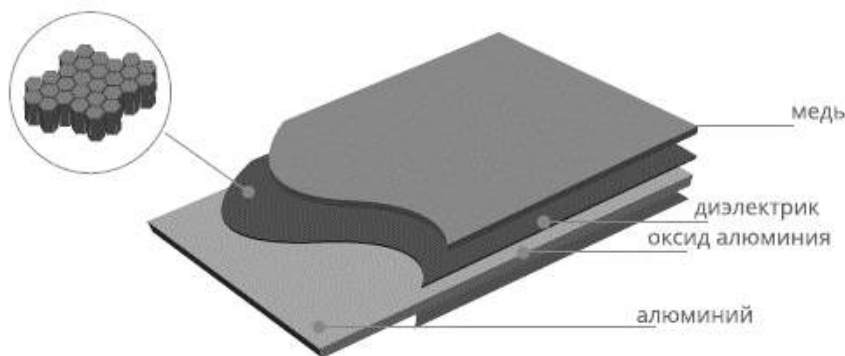


Рисунок 1. Структура печатной платы с оксидированием алюминия

Именно благодаря этому слою диэлектрика удалось достигнуть высокой теплопроводности более 120 Вт/(м·К), что значительно превышает показатели стандартных печатных плат с металлическим основанием (MCPCB), где теплопроводность, как правило, составляет 1-2 Вт/(м·К). Благодаря высокой теплопроводности возможно увеличение плотности монтажа компонентов при сохранении требуемой температуры и производительности [2].

Южнокорейская компания Seoul Semiconductor запустила производство светодиодов семейства WICOP (Wafer Level Integrated Chip on PCB), производимого по бескорпусной

технологии. Новая технология позволяет избавиться от целого ряда компонентов: кристаллодержателя, золотой проволоки, самого корпуса, а также значительно ускорить и удешевить технологический процесс производства светодиода [3].

Революционность нового решения заключается в технологических особенностях изготовления кристалла, создания на его поверхности контактных площадок и нанесения люминофора, благодаря чему отпадает необходимость использования корпуса.

Развитие полупроводниковых технологий позволило выращивать структуру светодиода на прозрачной основе из искусственного сапфира. Благодаря этому появилась возможность уменьшить толщину p-слоя и разместить оба электрода на стороне, обращенной к монтажной плате. В итоге излучение идет главным образом через лицевую поверхность чипа, хотя свечение боковых поверхностей также присутствует, но отражателя для него не предусмотрено. В том случае, если светодиод белого свечения, чип покрывается с лицевой стороны и по бокам слоем люминофора. Именно так и устроены CSP-светодиоды.

Так как светодиоды имеют небольшие габариты, целесообразно использовать их группами, производитель рекомендует устанавливать 4 светодиода с расстоянием между ними 0,8 мм для более эффективной работы.

Конечно, дистанция также влияет на температуру светодиодов, так как вся поверхность является излучателем света, который падает и на соседние компоненты. Ниже приведен пример, печатная плата на алюминиевом основании с теплопроводностью диэлектрика 2 Вт/м·К и толщиной медной фольги 35 и 70 мкм (рисунок 2) [4].

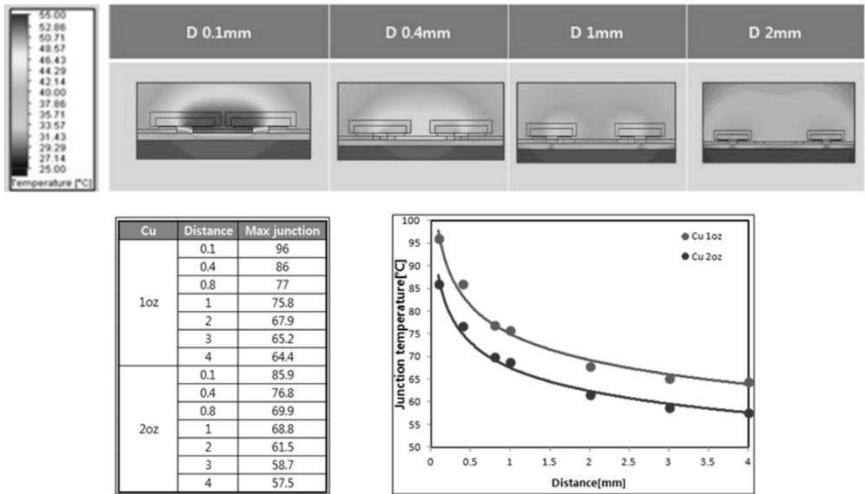


Рисунок 2. Зависимость температуры светодиода от расстояния между ними

Для измерения температуры были изготовлены печатные платы на алюминиевом основании. Всего используется 48 светодиодов WICOP, подключенных последовательно. Мощность одного светодиода равняется 1,8 Вт, таким образом общая мощность составляет около 90 Вт. Основанием печатной платы является алюминий, а диэлектрический слой – оксид алюминия. Данные печатные платы показали оптимальные тепловые характеристики (рисунки

3 и 4), температура на светодиодах не поднималась выше 101 °С, а температура печатной платы составляла около светодиодов составила в среднем 58 °С.

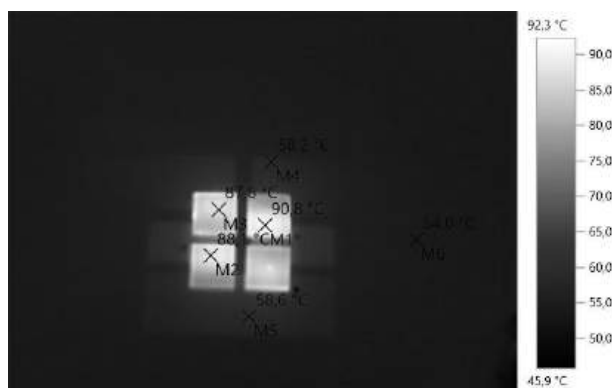


Рисунок 3. Температура на светодиодах на покупных печатных платах

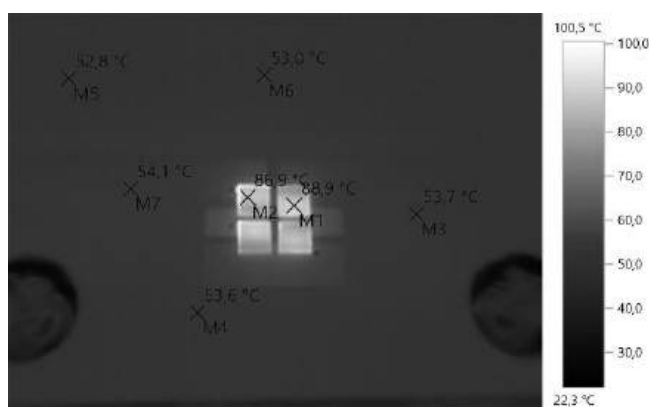


Рисунок 4. Температура самой печатной платы

Заключение

По полученным результатам замеренной температуры можно сделать вывод, что использование мощных бескорпусных светодиодов требует наличие хорошей теплопроводной платы с высоко теплопроводящим диэлектриком иначе светодиоды, могут не выдержать большой тепловой нагрузки и сгорят.

В итоге получается, что за счет правильного выбора материала диэлектрика, можно снизить температуру и таким образом продлить срок службы как светодиодов, так и всего устройства.

Список литературы:

1. Справочник инженера конструктора. – М: ООО «Резонит», 2001. – 44 с.
2. Алюмооксидная технология производства печатных плат – Электр. Дан. – Режим доступа: <http://rusalox.ru/>
3. Георгий Королев, WICOP2 – революционная технология бескорпусных светодиодов//Lumen&ExpertUnion, 2015, №7
4. Seoul Semiconductor, Wicor application Brief Rev.4.2 (на английском языке).-2016.-Р.33.