

ние длительного срока службы, надежности и эффективности играют тепловые свойства платы-носителя, используемой для матрицы сверхярких светодиодов.

Исследовались тепловые процессы в матрицах сверхярких светодиодов изготовленных на монтажных платах с различной теплопроводностью: стеклотекстолит, стеклотканевое покрытие на алюминии, анодированный алюминий и проведен сравнительный анализ полученных результатов. Для исследования тепловых процессов использовался тепловизионный подход, основанный на анализе цифрового изображения объекта, получаемого в ИК-диапазоне собственного теплового излучения. Регистрация теплового излучения проводилась с помощью тепловизионной камеры MobIR M4 со встроенной камерой визуального контроля. Особое внимание было уделено исследованию работы матриц сверхярких светодиодов, изготовленных на теплопроводящих основаниях из алюминия с нанопористым анодным оксидом и имеющих высокую эффективность отвода тепла.

Таблица 1. Результаты распределения температуры по поверхности плат

№ п/п	Ток, А	T_{\max} кристалла, °С	T , край наименьшей стороны, °С	материал платы
1	0,2	28,8	20,9	стеклотканевое тонкое покрытие на пластине алюминия (Китай)
2	0,4	33,8	20,7	
3	0,6	41,7	23,0	
4	0,8	52,8	25,8	
5	1,0	54,9	26,7	
1	0,2	30,8	18,8	стеклотекстолит
2	0,4	45,2	19,5	
3	0,6	78,9	20,1	
1	0,2	25,0	21,8	алюминий с нанопористым оксидом
2	0,4	29,5	23,8	
3	0,6	36,8	25,7	
4	0,8	48,2	31,9	
5	1,0	55,5	39,1	

Был исследован и проанализирован эффект силы рабочего тока через сверхяркий светодиод на тепловое рассеивание и формируемое температурное поле на поверхности различных типов плат. Таблица 1 представляет результаты распределения температуры по поверхности исследованных плат. Как видно из таблицы, температура на краю алюминиевого основания с нанопористым оксидом при рабочем токе 200 мА на 3°С больше, чем на стеклотекстолите. В тоже время, температура кристалла светодиода на такой плате на 5,8°С меньше. Увеличение рабочего тока до 0,6 А ведет к более значительному различию в температуре кристаллов светодиодов.

Проведенные исследования показывают высокую эффективность использования оснований из алюминия с нанопористым анодным оксидом, как матриц сверхярких светодиодов, для снижения рабочей температуры, повышения надежности и срока эксплуатации сверхярких светодиодов.

Список использованных источников:

1. Евгений Горелик (Санкт Петербург), Йозеф Шмидл (Германия), Дэн Эванс (США). Технологические особенности производства мощных светодиодов и светодиодных матриц // Современная Электроника. – 2010. – № 1.
2. Бойко М.П., Вербицкий В.Г., Завалишин В.А., Ляхова Н.Н., Николаенко Ю.Е., Осинский В.И., Рубанчук А.Н., Радкевич А.И.. Тепловые процессы при динамическом питании матриц сверхярких светодиодов. Электроника и связь. – № 2. – 2006. – С. 8–10.
3. В.И. Осинский, В.Г. Вербицкий, В.М. Мацкевич, И.А. Тучинский, Д.С. Мурченко, В.Г. Салюта, Н.О. Ляхова. Мощные светодиодные матрицы на анодированной алюминиевой подложке // Электроника и связь Тематический выпуск «Проблемы электроники». – 2008. – Часть 1. – С. 92-96.

РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАТЫ СО СВЕРХЯРКИМИ СВЕТОДИОДАМИ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Себровский А. С., Белятко А. В.

Дик С. К. – канд. физ.-мат. наук, доцент

Термическое сопротивление от полупроводникового перехода к "точке пайки" указывается в технической документации и для светодиода PG1N-1LWE фирмы ProLight равно 10 °С/W. Максимальная температура перехода указанная в документации составляет 135 °С. Отсюда:

$$T_j = T_a + T_d \cdot \left(\frac{R_{\theta j-p}}{6}\right) + R_{\theta s-h} + R_{\theta s-a} \quad (1)$$

Термическое сопротивление между полупроводниковым переходом и "точкой пайки" к радиатору, $R_{\theta s-h}$, зависит от чистоты обработки поверхности радиатора, приложенного давления при установке на радиатор светодиода, площадью контакта, от типа материала радиатора, его толщины и пр [5]. При хорошем расчете и изготовлении оно может быть минимизировано до 1°C/W . Максимальное термическое сопротивление от радиатора в окружающую среду, рассчитывается так:

$$R_{\theta s-a} = (135^\circ\text{C} - 55^\circ\text{C} - 10^\circ\text{W} \cdot 6,825\text{W} \cdot 1^\circ\text{C/W} \cdot 6,825\text{W}) / 6,825^\circ\text{W} \quad (2)$$

Откуда получаем, что:

$$R_{\theta s-a} = 9,06^\circ\text{C/W}$$

То есть для того, чтобы поддержать температуру кристалла ниже 135°C , в худшем случае, термическое сопротивление внешнего радиатора для светодиода PG1N-1LWE фирмы ProLight к окружающей среде должно выбираться меньше чем $9,06^\circ\text{C/W}$. Ну а радиатор с таким термическим сопротивлением выбирается по документации производителей радиаторов или путем моделирование и тестирования. Исходя из того, что в настоящей работе в качестве радиатора будет использоваться сама алюминиевая подложка, то при экспериментальных измерениях будет установлена безопасная (рабочая) температура эксплуатации светодиодного модуля в условиях определенных условий окружающей среды.

Для того, чтобы рассчитать термическое сопротивление от кристалла до окружающей среды, необходимо измерить температуру на обратной стороне платы или в «точке пайке» с помощью тепловизионной камеры MobilR M4 со встроенной камерой визуального контроля. На рисунке 1 показана температура платы для различных токов светодиода (температура в помещении поддерживалась около 23°C).

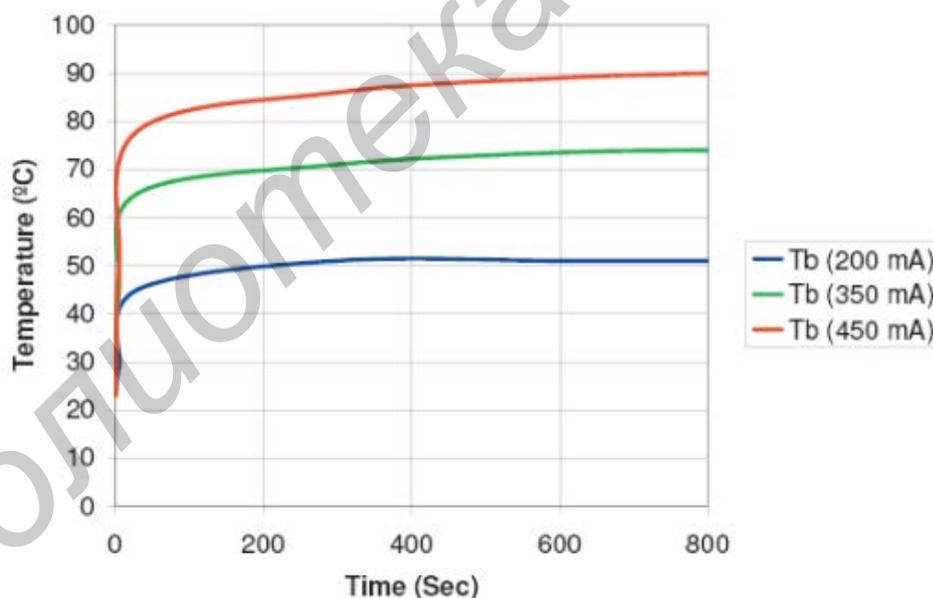


Рисунок 2 – Температура платы для различных токов светодиода

Вследствие низкой теплопроводности плата – окружающая среда, температура быстро достигает стабильного состояния. Температура измерялась для различных прямых токов светодиода. Так как $R_{\theta j-p} = 10^\circ\text{C/W}$ и принимая термическое сопротивление $R_{\theta s-h} = 1^\circ\text{C/W}$, температура кристалла на различных токах рассчитывается по следующим образом:

$$T_j = T_a + (R_{\theta j-a} \cdot P_d), \quad (3)$$

где:

$$R_{\theta j-a} = R_{\theta j-h} + R_{\theta h-a} \quad (4)$$

$$R_{\theta j-h} = R_{\theta j-p} + R_{\theta p-h} = 10^\circ\text{C/W} + 1^\circ\text{C/W} \quad (5)$$

$$R_{\theta h-a} = \frac{(T_h - T_a)}{P_d}, \quad (6)$$

где: $P_d = V_f \cdot I_f$, $T_a = 23^\circ\text{C}$.

Результаты показаны в таблице 1.

Таблица 1 — Результаты измерений температурных составляющих

I_f , A	V_f (V)	P_d (W)	T_h ($^\circ\text{C}$)	$R_{\theta h-a}$ ($^\circ\text{C/W}$)	$R_{\theta h-a}$ ($^\circ\text{C/W}$)	T_j ($^\circ\text{C}$)
0,200	2,95	0,59	51	47,5	58,5	57,5
0,350	3,11	1,09	74	46,9	57,9	86,1
0,450	3,21	1,45	90	46,2	57,2	106,0

Из данных результатов, можно сделать вывод, что светодиод PGIN-1LWE на данной плате с алюминиевой подложкой может нормально (безопасно) работать при комнатной температуре при токе 350 мА. При этом максимально допустимая температура окружающей среды равна:

$$T_a = T_h - (P_d \cdot R_{\theta h-a}) = 105 - 1,09 \cdot 46,9 = 54^\circ\text{C}, \quad (7)$$

где T_h находим из документации — значение равно 105°C .

На рисунке 2 показана топология платы для матрицы шести сверхярких светодиодов на основании из алюминия с нанопористым анодным оксидом.



Рисунок 2 – Вид на матрицу 6 сверхярких светодиодов на основании из алюминия с нанопористым анодным оксидом.

Тем не менее, в условиях нормальной комнатной температуры, светодиодный кристалл быстро достигнет температуры $86,1$, что является достаточно не плохим результатом. Однако в дальнейшем работа при такой температуре приведет к уменьшению яркости и времени жизни светодиода.

Список использованных источников:

1. Pselectro [Электронный ресурс]. – Печатные платы для мощных ультраярких светодиодов. – Режим доступа: <http://www.pselectro.ru/>.
2. Radiodetali. [Электронный ресурс]. – Рабочие условия для светодиодов и световых индикаторов. – Режим доступа: <http://www.Radiodetali.com>.
3. Староверов К. Системы охлаждения для светодиодов // Новости Электроники. – 2008 .– № 17.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ СВЕТОДИОДНОЙ МАТРИЦЫ И ОТРАБОТКА РЕЖИМОВ РАБОТЫ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Беялько А. В., Себровский А. С.

Дик С. К. – канд. физ.-мат. наук, доцент

Для изготовления светодиодных модулей с шестью светодиодами мощностью 1 Вт, использовалась плата алюминия размерами $195 \times 25 \times 1,5$ мм с нанопористым анодным оксидом размером. В качестве диэлектрической изоляции использовался слой анодного оксида алюминия толщиной 75 мкм, сформированный ме-