

Обеспечение теплового режима мощных светодиодных ламп при разработке светотехнических устройств

Александр Полищук (Москва)

В статье рассмотрены вопросы обеспечения теплового режима твердотельных источников света. Приведена методика тепловых расчётов с практическими примерами и экспериментальными результатами. Особое внимание уделено проблеме минимизации теплового сопротивления при использовании различных материалов печатных плат.

ВВЕДЕНИЕ

Как было отмечено в предыдущей статье [1], при разработке светотехнических устройств с использованием мощных светодиодных ламп одним из важнейших требований является обеспечение адекватного отвода тепла от кристалла светодиода. Высокая рабочая температура р–п-перехода со временем приводит к деградации световых характеристик светодиодной лампы: снижается светоотдача кристалла, изменяются характеристики люминофора, у приборов ряда производителей дополнительно падает показатель светопропускания оптической системы. В результате уменьшается долговечность светодиодной лампы – один из основных показателей, выгодно отличающий её от традиционных источников света.

В данной статье рассмотрим основные подходы к проектированию светотехнического устройства по критерию обеспечения требуемого теплового режима светодиодной лампы.

Основным параметром при тепловых расчётах светотехнического устройства является так называемая температура р–п-перехода (T_j). При этом имеется в виду непосредственно температура области р–п-перехода полупроводниковой структуры InGaN, в которой формируется и излучается поток фотонов с энергией $E = h\nu$, соответствующей основной частоте излучения ν . Максимальное значение температуры T_j обычно приводится в технической документации на светодиод.

Температура р–п-перехода в общем случае определяется тремя параметрами:

- температурой окружающей среды;
- теплопроводностью между р–п-переходом и теплоотводящим основанием корпуса светодиода;
- рассеиваемой электрической мощностью светодиода.

При разработке светотехнического устройства необходимо руководствоваться следующими основными положениями:

- минимизация плотности распределения тепла на плате с установленным светодиодом или группой светодиодов;
- минимизация температуры внутри объёма устройства. Именно эта температура будет являться температурой окружающей среды для светодиода;
- увеличение теплопроводности между радиатором и теплоотводящим основанием корпуса светодиода. Её величина непосредственно влияет на перепад температуры и эффективность отвода тепла, а следовательно, и размер радиатора;
- расположение радиатора должно обеспечивать беспрепятственную естественную конвекцию воздуха, в противном случае эффективность теплосъёма будет недостаточной.

Несмотря на всю очевидность рассмотренных положений, разработчики светотехнических устройств зачастую пренебрегают элементарными правилами конструирования систем обеспечения теплового режима. Например, автору демонстрировалась конструк-

ция головного взрывобезопасного светильника, в котором светодиодная лампа была установлена на радиаторе внутри герметичного пластмассового корпуса. При этом отвод тепла был возможен только за счёт теплопередачи от нагретого воздуха внутри светильника через пластмассовые стенки, имеющие весьма низкую теплопроводность. Об эффективности такого решения, конечно же, не может быть и речи.

ТЕПЛОВАЯ МОДЕЛЬ

В основе любой тепловой модели лежит понятие теплового сопротивления. Если осуществляется передача тепла от тела с большей температурой T_1 телу с меньшей температурой T_2 , то тепловое сопротивление $R\theta$ определяется как отношение разности температур тел к мощности P_d , рассеиваемой нагретым телом, в °С/Вт:

$$R\theta = \frac{T_1 - T_2}{P_d}. \quad (1)$$

Такая модель удобна тем, что тепловыми сопротивлениями можно оперировать аналогично электрическим сопротивлениям. Это повышает наглядность модели и упрощает расчёты.

Для светодиодных ламп наиболее важной характеристикой является тепловое сопротивление между р–п-переходом и теплоотводящим основанием корпуса $R\theta_{j-p}$. Его величина всегда указывается в технической документации на прибор. Если светодиод устанавливается на теплоотвод, то в тепловой модели последовательно с $R\theta_{j-p}$ включаются тепловые сопротивления между светодиодом и теплоотводом $R\theta_{p-h}$ и теплоотводом и окружающей средой $R\theta_{h-a}$ (рис. 1), а результирующее тепловое сопротивление имеет вид:

$$R\theta_{h-a} = R\theta_{j-p} + R\theta_{p-h} + R\theta_{h-a}. \quad (2)$$

Если на теплоотводе установлены несколько светодиодов, то эквивалент-

ная тепловая схема будет иметь вид, показанный на рис. 2. При этом результирующее тепловое сопротивление будет вычисляться по формуле для параллельного соединения резисторов:

$$\frac{1}{R\theta_{(j-b)\Sigma}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R\theta_{(j-b)i}} \quad (3)$$

В случае эквивалентных условий теплопередачи каждого светодиода формула (3) может быть упрощена:

$$R\theta_{(j-b)\Sigma} = \frac{R\theta_{(j-b)1}}{n} \quad (4)$$

Ориентировочные величины тепловых сопротивлений $R\theta_{p-h}$ и $R\theta_{h-a}$ в ряде случаев можно найти в Data Sheet производителей светодиодов. Однако на практике достоверные значения можно получить лишь в результате натурального моделирования, измеряя температуры теплоотводящего основания светодиода и всех остальных компонентов системы обеспечения теплового режима. Зная температуру окружающей среды и рассеиваемую прибором мощность, по формуле (1) можно вычислить соответствующие тепловые сопротивления. Несмотря на трудоёмкость такого моделирования, его результатами можно пользоваться в дальнейшем для тепловых расчётов любых светотехнических систем, в которых используется аналогичная технология монтажа светодиодов, материалы и конфигурация элементов теплоотвода.

Последовательность теплового расчёта

Исходными данными для расчётов являются максимальные температуры р-п-перехода T_{j_max} и окружающей среды T_{a_max} . Если тепловая система находится в замкнутом объёме, то в качестве T_{a_max} необходимо брать температуру внутри этого объёма. Для её определения можно воспользоваться методиками, которые приводятся во многих справочниках конструкторов РЭА. В качестве T_{j_max} рекомендуется взять максимальную температуру р-п-перехода из технической документации на светодиодную лампу, умноженную на коэффициент запаса K_T . Это позволит в реальных условиях снизить вероятность перегрева кристалла и обеспечить требуемый ресурс работы светодиодной лампы. Значение коэффициента K_T обычно выбирают в пределах 0,7...0,8.

По заданным значениям температуры р-п-перехода T_{j_max} и окружаю-

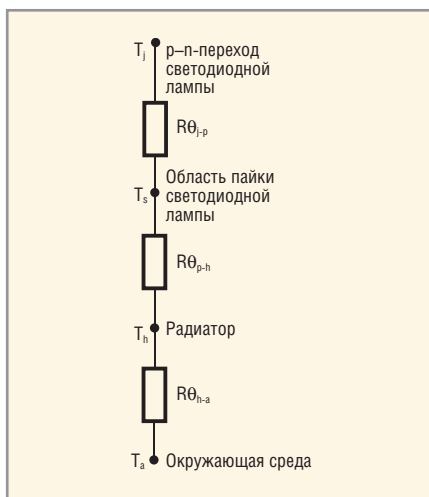


Рис. 1. Тепловая модель твердотельного источника света, в котором на теплоотвод (радиатор) установлен один светодиод

щей среды T_{a_max} определяется максимально допустимое результирующее тепловое сопротивление р-п-переход – окружающая среда:

$$R\theta_{(j-a)\Sigma} = \frac{T_{j_max} - T_{a_max}}{P_d} \quad (5)$$

где P_d – мощность, рассеиваемая светодиодной лампой или кластером. Её значение можно определить по формуле:

$$P_d = I_f U_f \quad (6)$$

где I_f и U_f – номинальный прямой ток и прямое напряжение на светодиодной лампе соответственно. Формула (6) не учитывает коэффициент полезного действия (КПД) по излучению светового потока, поэтому значение P_d получается с небольшим запасом.

Следующий шаг – определение теплового сопротивления радиатора $R\theta_{h-a}$. При этом предполагается, что величины $R\theta_{j-p}$ и $R\theta_{p-h}$ известны ($R\theta_{j-p}$ указано в технической документации на прибор, а $R\theta_{p-h}$ берётся из справочников или определяется экспериментально при моделировании):

$$R\theta_{h-a} = R\theta_{(j-a)\Sigma} - R\theta_{j-p} - R\theta_{p-h} \quad (7)$$

Если предполагается использовать стандартный радиатор, то тепловое сопротивление $R\theta_{h-a}$ можно найти в его технической документации. В случае применения нестандартных теплоотводов, для вычисления $R\theta_{h-a}$ можно воспользоваться методиками, которые приводятся в справочниках конструкторов РЭА, или специализированными программами [2].

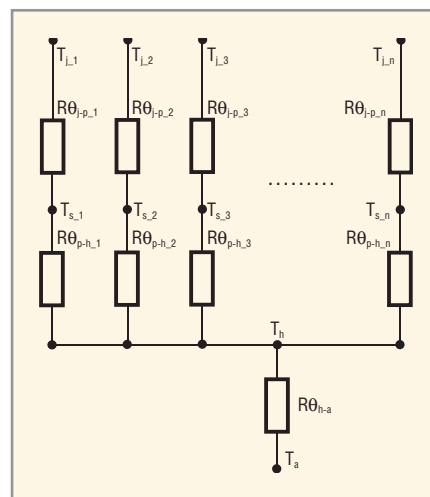


Рис. 2. Тепловая модель твердотельного источника света, в котором на теплоотвод (радиатор) установлено несколько светодиодов

Пример простого теплового расчёта

В качестве примера рассмотрим расчёт теплоотвода для оценочной платы XLD-L-003 светодиодной лампы Cree XLamp™ 7090 (рис. 3). Эта плата включает в себя светодиодную лампу белого цвета свечения типа XL7090WHT-L100 с типовым световым потоком 60...65 лм при токе 350 мА и драйвер, обеспечивающий стабилизацию рабочей точки лампы, защиту от перегрева и неправильной полярности питающего напряжения. Также имеется вход электронного отключающего драйвера, который может использоваться и как вход управления яркостью. Широкий диапазон напряжения питания платы (5...21 В) позволяет использовать любой подходящий источник питания.

Плата изготовлена из фольгированного стеклотекстолита. Компоненты установлены с одной стороны печатной платы, противоположная сторона имеет металлизацию по всей площади для отвода тепла. Передача тепла от светодиодной лампы к металлизации платы осуществляется за счёт переходных отверстий, расположенных непосредственно

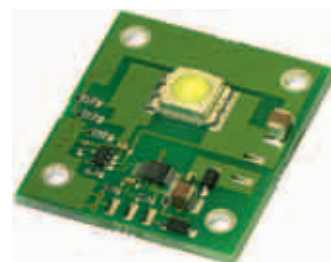


Рис. 3. Внешний вид оценочной платы светодиодной лампы Cree XLamp™ 7090



Рис. 4. Внешний вид стандартного радиатора типа 2519B для корпусов BGA, используемого в качестве теплоотвода светодиодной лампы

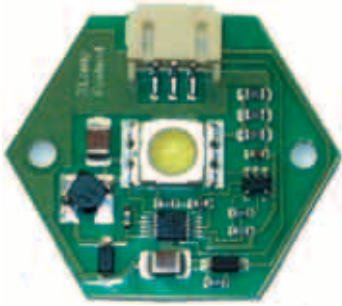


Рис. 5. Оценочная плата светодиодной лампы Cree XLampTM 7090, выполненная на печатной плате с алюминиевым основанием

под теплоотводящим основанием прибора.

Хотя с точки зрения отвода тепла монтаж светодиодной лампы на стеклотекстолитовую печатную плату не является оптимальным, в ряде случаев это допустимо, поскольку позволяет создавать недорогие решения при мелкосерийном производстве.

Рассчитаем максимальную рабочую температуру окружающего воздуха при условии естественного конвекционного охлаждения.

1. Максимальная температура р-п-перехода по технической документации Cree составляет 125°C. С учётом

коэффициента запаса 0,8 выбираем максимальную рабочую температуру р-п-перехода $T_{j_max} = 100^\circ\text{C}$.

- Номинальный прямой ток через светодиодную лампу $I_f = 350$ мА, прямое напряжение $U_f = 3,43$ В. По формуле (6) рассчитываем рассеиваемую мощность ($0,35 \times 3,43 = 1,2$ Вт).
- Тепловое сопротивление $R\theta_{j-p}$ указано в технической документации на прибор, $R\theta_{j-p} = 17^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Тепловое сопротивление $R\theta_{p-h}$ можно определить, измерив температуры теплоотводящего основания светодиодной лампы и металлизации обратной стороны платы. Для XLD-L-003 $R\theta_{p-h} = 5,3^\circ\text{C}/\text{Вт}$.
- В качестве теплоотвода выбираем стандартный для корпусов BGA радиатор, например, 2519B производства компании AAVID Thermalloy (рис. 4). Его размеры $34,5 \times 31,4 \times 15,6$ мм, тепловое сопротивление $R\theta_{h-a} = 19,7^\circ\text{C}/\text{Вт}$ при условии естественной конвекции.
- По формуле (2) определяем результирующее тепловое сопротивление: $R\theta_{j-a} = 17 + 5,3 + 19,7 = 42^\circ\text{C}/\text{Вт}$.
- Максимальная рабочая температура окружающего воздуха в °C определяется из выражения (5):

$$T_{a_max} = T_{j_max} - R\theta_{j-a} P_d = 100 - 42 \times 1,20 = 49,6. \quad (8)$$

Для проверки теплового расчёта были проведены экспериментальные измерения температур теплоотводящего основания светодиодной лампы T_p и рёбер на периферии радиатора T_h . Результаты измерений и расчётов результирующего теплового сопротивления приведены в

Таблица 1. Результаты расчётов тепловых сопротивлений по результатам измерения температуры окружающей среды и теплоотводящего основания светодиодной лампы

$T_a, ^\circ\text{C}$	$T_p, ^\circ\text{C}$	$T_h, ^\circ\text{C}$	$R\theta_{j-p}$	$R\theta_{p-a}, ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	$R\theta_{j-a}, ^\circ\text{C}/\text{Вт}$
19	50	43	17	25,8	42,8

Таблица 2. Тепловые характеристики светодиодных ламп различных производителей

Производитель	Серия	Номинальный прямой ток, мА	Типовая светоотдача, лм/Вт	Тепловое сопротивление переход-корпус, °C/Вт	Максимальная температура перехода, °C
Luxeon®	LXHL-BW02	350	30	15	125
Luxeon®	LXHL-PW09	700	25	13 (17)	125
Nichia Corp.	NCCW023S-P12	350	32	17	100
Nichia Corp.	NCCW023S-P13	350	37	17	100
Cree®	XL7090WHT	350	60	17	125
Cree®	XL7090WHT	350	110	17	125
Cree®	XR7090WHT	350	60	8	145
Cree®	XR7090WHT	350	110	8	145

табл. 1. Из таблицы видно, что результаты измерения теплового сопротивления $R\theta_{j-a}$ хорошо согласуются с расчётным значением.

Использование печатной платы на алюминиевом основании позволяет значительно уменьшить размеры радиатора. На рис. 5 показан источник света XLD-AL-004, аналогичный по функциональным возможностям XLD-L-003, но выполненный на печатной плате с алюминиевым основанием толщиной 1,5 мм. Такая конструкция обеспечивает величину теплового сопротивления $R\theta_{p-h} = 0,9^\circ\text{C}/\text{Вт}$, что позволяет значительно улучшить передачу тепла от светодиодной лампы к радиатору. Тепловое сопротивление плата – окружающая среда без внешнего радиатора составляет около $42^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Если использовать радиатор из приведённого выше примера, то максимальная температура окружающей среды в °C для XLD-AL-004 составит:

$$T_{a_max} = T_{j_max} - R\theta_{j-a} P_d = 100 - 37,6 \times 1,20 = 54,9. \quad (9)$$

На практике часто требуется выбрать радиатор или определить конструкцию корпуса светильника с учётом обеспечения теплового режима при заданной максимальной температуре окружающего воздуха T_{a_max} . В этом случае целью расчёта является определение теплового сопротивления радиатора $R\theta_{h-a}$ по формуле (7). Как следует из уравнения (7), снижение теплового сопротивления радиатора и его размеров возможно только за счёт уменьшения слагаемых $R\theta_{j-p}$ и $R\theta_{p-h}$. Монтаж светодиодной лампы на алюминиевую печатную плату практически исчерпывает возможности снижения $R\theta_{p-h}$. Величина $R\theta_{j-p}$ определяется конструкцией светодиода. В табл. 2 приведены тепловые характеристики светодиодных ламп различных производителей. До недавнего времени конструкции светодиодных ламп не позволяли получать $R\theta_{j-p}$ ниже $13^\circ\text{C}/\text{Вт}$ (LXHL-PW09, Luxeon®). Например, светодиоды серии LXHL-PW09 при монтаже необходимо приклеить с помощью эпоксидного компаунда на печатную плату, обеспечив при этом электрическую изоляцию от теплоотводящего основания. Из-за этого тепловое сопротивление увеличивается до $17^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

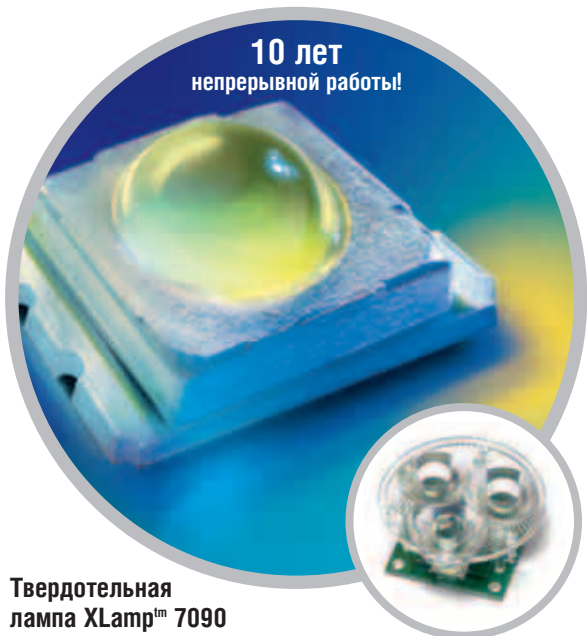
Яркая идея для вашего бизнеса

Самые высокоэффективные светодиодные лампы XLamp™

CREE
LIGHTING

\$ 0.06 за 1 Люмен!

10 лет
непрерывной работы!



Твердотельная
лампа XLamp™ 7090

Области применения

- Автономные источники света
- Взрывобезопасное осветительное оборудование
- Уличные и бытовые светильники
- Ландшафтная подсветка
- Светофоры и сигнальные устройства
- Автомобильное осветительное оборудование

ИКСЛАЙТ
XLight



XLD-C-007
Кластер с драйвером

Технические характеристики ламп XLamp™

	Мощность лампы, Вт		
	0,5	1	3
Габариты, мм	4,5x5	7x9	7x9
Световой поток, лм	до 23,5	до 87	до 113
Рабочий ток, mA	125	350	700
Угол излучения, град	100	100	100

Цвета свечения

Цвет	0,5 Вт	1 Вт	3 Вт
Белый		●	●
Глубокий голубой	●	●	●
Голубой	●	●	●
Бирюзовый	●	●	●
Зелёный	●	●	●
Янтарный	●	●	●
Красно-оранжевый	●	●	●
Красный	●	●	●



XLD-AL-004:
светодиодная лампа
с драйвером
на алюминиевой
печатной плате

Вся номенклатура светодиодных ламп XLamp™ со склада в Москве

Компания ПРОСОФТ совместно с партнером – компанией Фаствел предлагает широкую номенклатуру изделий для светотехнических решений.

- Драйверы светодиодных ламп XLamp™ и кластеров на их основе
- Блоки управления осветительными системами
- Широкая номенклатура оптики для XLamp™ и кластеров на их основе
- Разработка и изготовление светотехнической электроники по требованиям заказчика

ПРОСОФТ — официальный дистрибьютор компании CREE в России и странах СНГ

PROSOFT®

ПРОСОФТ — АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

Телефон: (495) 234-0636 • E-mail: info@prochip.ru • Web: www.prochip.ru

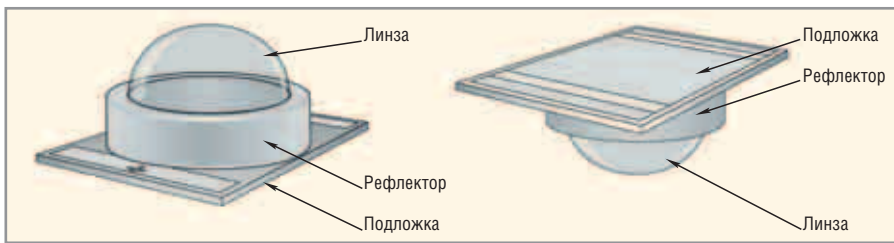


Рис. 6. Конструкция светодиодной лампы серии XR7090

Радикального снижения величины теплового сопротивления и одновременного увеличения максимальной температуры р–n-перехода добилась компания Cree в новой серии светодиодных ламп XR7090 (табл. 2). Конструкция светодиодных ламп серии XR7090 показана на рис. 6. Как и в семействе XL7090 [1], прибор состоит из керамического металлизированного основания, к которому припаивается кристалл на подложке из карбида кремния, медного рефлектора и линзы. Снижение теплового сопротивления светодиодных ламп серии XR7090 было достигнуто благодаря двум факторам: во-первых, использована специальная керамика, обладающая высокой теплопроводностью; во-вторых, кристалл, благодаря применению специальной эвтектики, устанавливается непосредственно на теплоотводящее основание без дополнительной подложки.

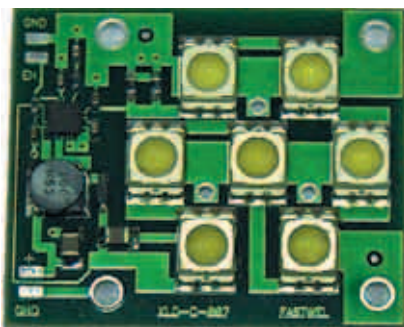


Рис. 7. Светодиодный модуль (кластер) из семи светодиодов XL7090, установленных на стеклотекстолитовой печатной плате



Рис. 8. Светодиодный светильник на базе кластера из 42 светодиодов XL7090, установленных на алюминиевой печатной плате

Столь радикальное снижение теплового сопротивления приводит к ощутимому снижению требований к теплоотводу. Например, перегрев платы XL7090 относительно окружающего воздуха составляет около 50°C без внешнего радиатора (рис. 5). При установке на эту плату лампы XL7090 температура р–n-перехода составляет 92°C или 74% от максимально допустимой температуры (при $T_a = 20^\circ\text{C}$), для XR7090 – 81°C или 56%. Как видим, во втором случае имеется существенный запас по температуре р–n-перехода, что не только снижает требования к теплоотводу, но и повышает эксплуатационную надёжность.

При тепловых расчётах кластеров на основе светодиодных ламп можно использовать рассмотренную выше методику и результаты моделирования тепловых сопротивлений. На рис. 7 показан светодиодный модуль (кластер) из семи светодиодных ламп XL7090 на стеклотекстолитовой печатной плате. На рис. 8 показан светодиодный модуль из 42 светодиодных ламп XL7090 на алюминиевой печатной плате. Для обоих светильников суммарное приведённое тепловое сопротивление $R_{\theta(j-h)\Sigma}$ вычисляется по формуле (4). При этом тепловые сопротивления для одиночных светодиодных ламп можно взять из приведённых выше примеров расчёта. Тогда для кластера, состоящего из n светодиодных ламп, тепловое сопротивление радиатора находится по формуле:

$$R_{\theta(b-a)_{nLED}} = R_{\theta(j-a)\Sigma} - R_{\theta(j-p)\Sigma} - R_{\theta(p-b)\Sigma} = \frac{T_{j_max} - T_{a_max}}{nP_d} - \frac{R_{\theta(j-p)} + R_{\theta(p-b)}}{n} \quad (10)$$

Например, если задана максимальная температура окружающего воздуха 50°C, то для охлаждения рассмат-

риваемых кластеров получаем соответствующие тепловые сопротивления радиаторов (°C/Вт):

$$R_{\theta(b-a)_{7LED}} = \frac{100-50}{7 \times 1,2} - \frac{17+5,3}{7} = 2,76, \quad (11)$$

$$R_{\theta(b-a)_{42LED}} = \frac{100-50}{42 \times 1,2} - \frac{17+0,9}{42} = 0,57. \quad (12)$$

Тепловому сопротивлению (11) соответствует радиатор № 63135 (AAVID THERMALLOY) размерами 54 × 80 × 44 мм с площадью охлаждающей поверхности 629,4 мм². По техническим данным производителя, при рассеиваемой мощности 8,4 Вт перегрев радиатора составляет 30,6°C. Если бы кластер был выполнен на алюминиевой печатной плате, то размеры радиатора можно было бы уменьшить до 54 × 54 × 44 мм.

Стандартные радиаторы, соответствующие тепловому сопротивлению 0,57°C/Вт, имеют размеры меньше, чем размер кластера. Поэтому, исходя из требований конструкции, применён радиатор № 62725 (AAVID THERMALLOY) размерами 247 × 247 × 58 мм с площадью охлаждающей поверхности 2481,6 мм². По техническим данным производителя, при рассеиваемой мощности 50,4 Вт перегрев радиатора составляет 27,7°C (тепловое сопротивление 0,4°C/Вт).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренный в статье общий подход к проектированию систем обеспечения теплового режима светодиодных ламп является тривиальным случаем. На практике часто приходится сталкиваться с более сложными задачами. Это могут быть специфичные конструктивные или тепловые требования, а может быть требование соответствовать одновременно многим факторам. Однако при их решении всегда необходимо помнить, что только правильный выбор тепловых режимов полупроводниковых источников света позволит в полной мере максимально использовать их основные преимущества – долговечность и эффективность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полищук А. Вопросы выбора мощных светодиодных ламп для светотехнических применений. Современная электроника. 2006. № 1.
2. <http://www.aavidthermalloy.com/design/software.shtml>.



Varioptic начала производство «жидких» линз для камерафонов

Французская компания Varioptic сообщила о начале производства «жидких» линз серии Arctic 320. Эти линзы могут использоваться в камерафонах и меняют свою форму автоматически без использования внешних механических сил. По принципу действия они схожи с хрусталиком человеческого глаза. По заявлению представителей Varioptic, её патентованная технология имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными линзами: по цене, качеству и скорости срабатывания.

Varioptic представила технологию в прошлом году и теперь плотно работает с Samsung Electro-Mechanics над доводкой продуктов до массового использования. Новое поколение линз Varioptic Arctic 320 уже может работать в диапазоне температур от -20 до 60°C .

www.itc.ua

Лазер длиной 75 км

Учёные из Университета Эстон (Бирмингем) создали самый длинный лазер в мире. Британские учёные использовали в качестве лазера оптоволоконный кабель длиной 75 км. Необычность нового лазера в том, что сигнал практически не теряет мощности. При традиционной передаче данных мощность сигнала снижается примерно на 5% на каждый километр расстояния. Таким образом, возникает необходимость использования усилителей.

Доктор Хуан Диего Ания Кастаньон вместе с коллегами использовал в лазере т.н. эффект Рамана, который заключается в том, что при закачке мощного оптического сигнала в направлении, обратном основной передаче информации, оптическое волокно превращается в распределённый усилитель основного сигнала. Тем самым длинный оптоволоконный кабель был превращён в лазер. Подача света лазера на оба конца оптоволоконка приводит к тому, что часть атомов кабеля начинает испускать фотоны с большой длиной волны. Они отражаются зеркалами, находящимися на концах кабеля. Такое решение предотвратило потерю мощности и позволило отказаться от усилителей.

itware.com.ua

Процесс охлаждения чипа улучшает мощностные характеристики

Инженеры Технического отделения Калифорнийского университета (г. Лос-Анже-

лес) и Научно-исследовательский и опытно-конструкторский отдел компании Rockwell Scientific (штат Калифорния) разработали метод охлаждения аэрозольной жидкостью. Этот метод обеспечивает большую выходную мощность и повышает КПД малогабаритных электронных устройств, таких как LD-MOSFET-транзисторов и биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT). Дублированная микроаэрозольная технология может повысить выходную мощность устройств с 66 до 84 Вт, при этом повышение КПД по мощности достигнет 34% по сравнению с обычными методами охлаждения (погружение в жидкость или принудительная конвекция).

Аэрозольное охлаждение в настоящее время применяют на схемных платах и более крупных компонентах. Охлаждение для отдельных чипов – новая технология. Исследователи наносили водяной аэрозоль со скоростью 0,14 л/мин из матричных форсунок $4,86 \times 1,53$ мм, состоящих из 28 горизонтальных и 18 вертикальных отверстий, для охлаждения транзистора, находящегося в корпусе 500-ваттного усилителя мощности. Тепло рассеивается из системы посредством тепловой конвекции и испарения.

Испытания LD-MOSFET-транзисторов показали, что выходная мощность транзистора с аэрозольным охлаждением примерно на 27% больше, чем без аэрозольного охлаждения при той же входной мощности.

Исследователи полагают, что технология наиболее приемлема для жёстких условий окружающей среды, и поэтому актуальна для радиолокационного оборудования, самолётной техники, электродвигателей, температуры в которых могут превышать 150°C . Планируется также проведение экспериментов в полупроводниках с широкой запрещённой зоной, которые нагреваются больше транзисторов LD-MOSFET.

www.online-ic.com/

Квантовый компьютер может работать при комнатной температуре

По новым данным, полученным учёными Англии, Австрии и Португалии, квантовая «связанность» может происходить при любой температуре, а не только в системах, охлаждённых до близких к абсолютному нулю температур.

Влатко Ведрал из университета Лидса и учёные из университетов Порто и Виенны рассчитали, что фотоны света самого обычного лазера могут быть квантово-ме-

ханически связаны с колебаниями макроскопического зеркала вне зависимости от его температуры. Открытие показывает, что создать макроскопическое квантовое связывание не так сложно, как думали раньше, из чего следует, что работа квантового компьютера при комнатной температуре вполне возможна.

Связывание – это одно из наиболее таинственных и фундаментальных свойств квантовой механики, позволяющее частицам взаимодействовать более плотно, чем это описано законами классической механики. Если две частицы связаны, то, измерив состояние одной частицы, можно узнать состояние другой. Ранее полагалось, что при превышении определённой температуры связанность пропадает. Этот эффект называется «декогерентность». Теперь же учёные показали, что связанное состояние между фотонами лазерного пучка и фононами (квантово-механическими колебаниями кристаллической решетки) зеркала может существовать при различной высокой температуре. Фотоны и фононы взаимодействуют при помощи механизма «светового давления» при бомбардировке зеркала лазерным светом.

Если расчёты учёных подтвердятся экспериментом, то границы применения законов квантовой механики сильно расширятся, что даст дополнительные направления в исследованиях и развитии этой области науки.

www.terralab.ru55

Микроконтроллер ARM9

Компания Philips предлагает 90-нм микроконтроллер LPC3180 на базе ARM9. 32-разрядный контроллер работает при напряжении питания до 0,9 В и содержит векторный сопроцессор с плавающей точкой и встроенный USB-интерфейс. Тактовая частота – до 208 МГц. Новый микроконтроллер на базе ядра ARM926EJ-S – первый в семействе LPC3000. Встроенный MMU (Memory Management Unit) поддерживает, кроме прочего, ОС Linux. Встроенный Java Bytecode-сoproцессор обеспечивает основную защиту и позволяет реализовать приложения аутентификации.

LPC3180 может непосредственно подключаться как самостоятельный хост к PDA, считывателям Smart-Card и принтерам. Он располагает SPI, IIC, семью UART, часами реального времени с отдельным источником питания, флэш-памятью и контроллером ПДП. Начат выпуск образцов.

www.semiconductors.philips.com