

Юрий Дорожкин | Игорь Матешев | Андрей Туркин

Светодиодные модули серии СХА компании Cree:

характеристики и применение

В статье приведен обзор светодиодных модулей Cree.

Введение

В современных системах освещения все большее распространение получают светодиодные источники света. Особенно часто находят применение светильники, сделанные на основе мощных светодиодов и светодиодных модулей.

Светодиодные модули являются промежуточным звеном между отдельными светодиодами и светодиодными светильниками со встроенным драйвером. Основным их преимуществом является экономия времени и средств, требуемых для разработки и создания систем освещения.

LED-модули начали появляться на рынке в 2000-х годах. Одним из первых известных мировых производителей, которые стали уделять особое внимание их разработке и развитию, была компания Sharp [1, 2]. Световой поток данных модулей составлял порядка 500 лм. Сейчас данные показатели светодиодных модулей, выпускаемых многими компаниями, значительно выросли, а цена стала более привлекательной. Для сборки светодиодных модулей используют технологию chip-on-board (COB), при которой кристаллы (чипы) монтируются в многокристальной сборке непосредственно на плату-подложку, что обеспечивает хороший отвод тепла, высокую надежность, миниатюрность, а также увеличивает экономическую целесообразность. Выпуск светодиодных модулей chip-on-board освоили и развивают и другие производители, такие как Bridgelux и Citizen.

Светодиодные модули СХА производства компании Cree были выпущены относительно недавно, но их рекордная световая отдача, компактные размеры и простота монтажа позволяют утверждать, что они прочно займут высокие позиции на рынке (таблица).

Новые поколения многокристальных сборок и модулей

Переход на технологию SC³ позволил компании Cree создать новое семейство

модулей, разработанных на основе технологии chip-on-board, — СХА1507, СХА1512, СХА2520 и СХА2530, обладающих рекордной световой отдачей и закрывающих диапазон мощностей 5–50 Вт на модуль и диапазон световых потоков 800–5500 лм [3, 4]. Cree планирует расширять это семейство, в том числе и в сторону увеличения светового потока (и мощности).

Светодиодные модули представляют собой сборку из многих кристаллов, соединенных в последовательно-параллельные цепочки на одной плате. Выпускаются они в виде плат с контактами для пайки, а также могут иметь отверстия для крепления. Основным применением таких модулей является осветительное оборудование.

Стоит отметить, что важным преимуществом светодиодных модулей является относительная простота работы с ними. В отличие от светодиодов, для монтажа таких модулей не нужно использовать специальное технологическое оборудование. Светодиодные модули могут монтироваться непосредственно на поверхность отводящего тепло элемента при помощи теплопроводящего клея. Другой вариант монтажа — использование специальных монтажных панелек-держателей, которые прикручиваются к радиатору с помощью винтов, обеспечивая механическое крепление модуля и соединение электрических контактов проводов питания с выводами модуля с помощью специальных контактов. Данный метод монтажа существенно упрощает сборку устройств. Плотный контакт основания модуля с теплоотводом (возможно использование теплопроводящих паст), а также достаточно большая его площадь позволяют получить хорошие значения теплового сопротивления изделия, что также является существенным преимуществом использования светодиодных модулей.

Светодиодные модули СХА2011

В апреле 2011 г. Cree выпустила первый модуль семейства СХА — СХА2011 (рис. 1). Он отличается высокой световой отдачей, стабильностью светового потока и цвета излучения при температурах окружающего воздуха до +85 °С. Удобство монтажа,

высокое качество передачи цветов, а также небольшие размеры обеспечили новинке большую популярность. Модуль изготавливается на алюминиевом основании и имеет два отверстия в корпусе, что позволяет осуществлять монтаж непосредственно на радиатор с помощью винтов, без дополнительных держателей.

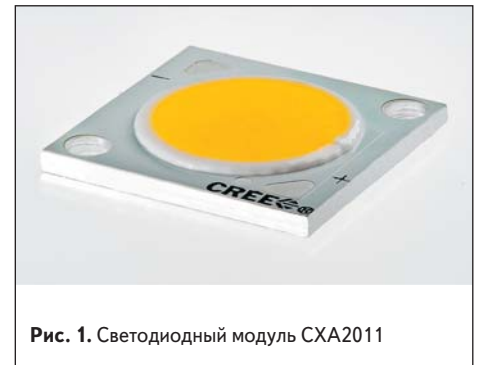


Рис. 1. Светодиодный модуль СХА2011

Широкий диапазон цветовой температуры (2700–5000 К) удовлетворяет практически всем запросам современной светотехнической индустрии. В сочетании с высоким световым потоком до 3500 лм, СХА2011 является отличным решением для применения во встраиваемых светильниках для внутреннего освещения, фонарях и системах подсветки. Благодаря малым размерам основания (22×22 мм) возможно создание компактных ламп, состоящих из одиночного модуля, что также расширяет область применения. Светодиодный модуль характеризуется максимальной температурой *p-n*-перехода включенных в его состав светодиодов +150 °С и низким сопротивлением от *p-n*-перехода до точки пайки в 0,4 °С/Вт. Дополнительным плюсом выступает высокая долговечность — интенсивность светового потока остается выше 70% от начального значения даже после 50 000 ч работы.

Светодиодные модули СХА1507 и СХА1512

В октябре 2012 г. Cree объявила о выпуске новых продуктов серии СХА — СХА1507/1512/2520/2530.

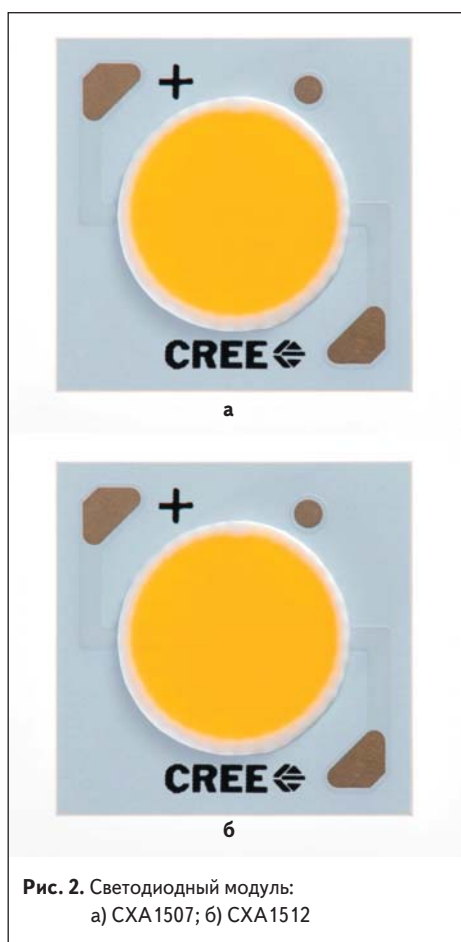


Рис. 2. Светодиодный модуль:
а) CXA1507; б) CXA1512

Модули CXA1507 и CXA1512 отличаются более компактными габаритами: размер основания 15,85×15,85 мм, источника излучения — 9 мм. Внешний вид данных модулей представлен на рис. 2.

Высокий световой поток (1400 и 2100 лм соответственно) и светоотдача до 115 лм/Вт при рабочей температуре кристаллов $T_j = +85^\circ\text{C}$ (именно при такой температуре Cree указывает параметры своих изделий в спецификациях)

позволяют применять данные сборки в различных системах освещения — светильниках типа Downlight, акцентных светильниках для торговли, освещении интерьеров, наружном освещении и в качестве замены стандартных ламп накаливания. Модуль CXA1512 является единственным изделием на рынке, дающим 2000 «горячих» люмен от источника излучения диаметром всего 9 мм при световой отдаче 100 лм/Вт. Уменьшенный размер источника света позволяет использовать рефлекторы меньшего размера, снижая габариты и себестоимость изделий.

Диапазон рабочих токов (и мощностей), в соответствии с традициями Cree, достаточно широк. Модуль CXA1507, потребляющий при номинальном токе 200 мА чуть больше 7 Вт, может использоваться на токах до 375 мА (примерно 15 Вт), а модуль CXA1512, потребляющий чуть более 12 Вт при номинальном токе 350 мА, можно «разгонять» до 20 Вт (500 мА) с сохранением длительного срока службы и относительно высокой световой отдачи.

Светодиодные модули CXA2520 и CXA2530

Модули CXA2520 и CXA2530 продолжают линейку светодиодных модулей Cree (рис. 3). Модули характеризуются высоким значением светового потока — до 5950 лм, большей эффективностью — до 125 «горячих» лм/Вт (при $T_j = +85^\circ\text{C}$) и низким тепловым сопротивлением от *p-n*-перехода до точки пайки — 0,8 °C/Вт. Максимальная температура *p-n*-перехода кристаллов в данных модулях составляет +150 °C. Размер алюминиевого основания для модулей CXA2520/2530 — 23,85×23,85 мм, размер источника излучения — 19 мм.

Данные модули предназначены для замены высокоинтенсивных разрядных ламп, использования в уличных системах освещения, подсветки архитектурных комплексов и многих других применений, где требуются компактные,



Рис. 3. Светодиодные модули 2520 и 2530:
а) вид сверху; б) вид сбоку

но мощные источники освещения, а также для внутреннего освещения, включая светильники типа Downlight и акцентные светильники для освещения торговых залов.

Диапазоны рабочих токов у модуля CXA2520 — от 550 мА (20 Вт) в номинальном режиме до 1250 мА (~50 Вт) в максимальном, а у CXA2530 — от 800 мА (30 Вт) в номинальном режиме до 1500 мА (~60 Вт) в максимальном (таблица).

Т а б л и ц а . Сравнительные характеристики светодиодных модулей CXA компании Cree

	CXA2011	CXA1507	CXA1512	CXA2520	CXA 2530
Год выпуска	2011			2012	
Диапазон цветовых температур, К	2700–5000				
Диапазон рабочих токов, мА/мощностей, Вт		200/7 – 375/~15	350/12–500/20	550/20–1250/~50	800/30–1500/~60
Световой поток, лм	до 3500	1400	2100	до 5950	
Размеры, мм	основания	22×22		15,85×15,85	
	источника излучения			9	
Максимальная температура <i>p-n</i> -перехода кристаллов, °C	+150				
Тепловое сопротивление от <i>p-n</i> -перехода до точки пайки, °C/Вт	0,4			0,8	
Эффективность, лм/Вт		100	до 115	до 125	
Рабочая температура кристаллов, T_j , °C	до +85				
Способы монтажа	На радиатор с помощью винтов, без дополнительных держателей		Монтаж на радиатор с помощью специальных держателей либо с помощью термоклея		
Области применения	Встраиваемые светильники для внутреннего освещения, фонари и системы подсветки		Светильники типа Downlight, акцентные светильники для торговли, освещение интерьеров, наружное освещение, замена стандартных ламп накаливания	Замена высокоинтенсивных разрядных ламп, уличные системы освещения, подсветка архитектурных комплексов и др., внутреннее освещение, включая светильники типа Downlight и акцентные светильники для торговых залов	

Выбор оптимального режима работы светодиодного модуля

Поскольку изделия Cree могут использоваться в широком диапазоне токов и мощностей (что делает их достаточно универсальными), перед разработчиками светильников встает задача выбора оптимального типа модуля (а также одного из доступных бинов по световому потоку) и режима его работы. Как было сказано в [2], задача выбора рабочего тока — это поиск компромисса между удельной ценой люмена (чем выше и ближе к максимальному ток, тем ниже себестоимость получаемого светового потока) и световой отдачей изделия (чем ниже ток, тем больше лм/Вт мы получим). Инструмент, позволяющий рассчитать параметры светильника и выбрать оптимальный режим работы модулей Cree, — программа PCT (Product Characterization Tool), которая содержит параметры светодиодов и модулей Cree в полном диапазоне рабочих токов и температур. Бесплатную копию PCT в формате XLS можно получить у официальных партнеров Cree, online-версия программы-калькулятора доступна по адресу pctzcree.com.

Выбор цветовой температуры, индекс цветопередачи и технология EasyWhite

Все светодиодные модули семейства CXA доступны в пяти вариантах цветовой температуры: 5000, 4000, 3500, 3000 и 2700 К. Разбивка сделана по стандартам ANSI White и Easy White, что позволяет подобрать наиболее подходящий оттенок.

В зависимости от требований к цветопередаче можно выбирать между стандартным и повышенным индексами цветопередачи:

- CRI>80 в теплом белом 3500, 3000 и 2700 К;
- CRI>70, типовой CRI 75 в нейтральном белом 5000, 4000 К;
- CRI>90 в теплом белом 3000 и 2700 К;
- CRI>70 в нейтральном белом 5000 и 4000 К.

Технология Cree EasyWhite позволяет полностью забыть о «бинах» светодиодных модулей. Кристаллы, устанавливаемые в один модуль, подбираются по параметрам таким образом, чтобы все модули с одной цветовой температурой (например, 3000 К) имели узкий разброс по цветовым координатам (укладывались в два или четыре шага по МакАдаму). Это гораздо уже, чем разброс в пределах стандартного бина ГОСТ (или ANSI), примерно соответствующего семи шагам по МакАдаму (что сравнимо с разбросом цвета, наблюдаемым, например, у КЛЛ). Таким образом, опции EasyWhite, доступные к заказу как стандартные у всех многокристальных сборок Cree, включая модули CXA, позволяют получить отличную повторяемость цвета от светильника к светильнику на протяжении всего срока выпуска изделий, не прилагая к этому особых усилий.

Стабильность параметров изделий и срок службы

Отличительными особенностями модулей Cree, помимо рекордно высокой световой отдачи и хорошей повторяемости цвета, является высокая стабильность параметров изделий как в диапазоне рабочих температур, так и на протяжении срока службы. Известно, что при изменении температуры (в процессе разогрева светодиодного модуля после включения светильника) от комнатной до рабочей температуры светодиодного источника света меняются — как световой поток, так и координаты цветности. Именно по этой причине в последнее время компания Cree указывает параметры своих изделий не при температуре $p-n$ -перехода $T_j = +25^\circ\text{C}$, которая носит лишь теоретический характер, поскольку показывает параметры источника света в момент включения светильника, а приводит спецификации при температуре $T_j = +85^\circ\text{C}$, что гораздо ближе к значению типовой рабочей температуры светодиодного модуля в обычных режимах эксплуатации.

Кроме того, для светодиодов компании Cree характерен относительно незначительный сдвиг координат цветности в зависимости от температуры и на протяжении срока службы [5]. Данные тенденции распространяются и на светодиодные модули CXA.

Измерения деградации светового потока, также проводимые при различных токах и температурах, показывают длительный срок службы новых модулей Cree CXA [6]. Все осветительные светодиодные компоненты Cree проходят комплекс измерений по стандартной методике LM-80 и после 6000 ч (и более) измерений имеют свод данных, позволяющий надежно предсказывать срок службы путем экстраполяции по стандартизованному методу TM-21.

Монтаж модулей CXA и использование вторичной оптики

Новое семейство модулей CXA15xx и CXA25xx выпускается не на алюминиевом (как в случае с CXA2011), а на керамическом основании-подложке, что позволило достичь рекордных показателей по световой отдаче и световому потоку с единицы поверхности и сохранить низкое тепловое сопротивление. Поэтому новые модули не имеют отверстий и предусматривают монтаж на радиатор (или на часть корпуса светильника, выполняющую функцию отвода тепла) либо с помощью специальных держателей, либо с помощью термоклея.

Держатели для модулей CXA выпускают различные фирмы (рис. 4). К примеру, продукция Mekoda обеспечивает только механическое крепление, подключение проводов от источника питания к модулю осуществляется с помощью пайки, как и в случае монтажа на термоклею. Держатели TE Connectivity, Molex, VJB и Ideal Industries обеспечивают механическое крепление и электрическое подключение. Особо следует отметить новый держатель для CXA25 под

названием Chip-Lok фирмы Ideal Industries (рис. 5), выполненный из металла, а не из пластмассы, что позволяет получить более высокую надежность в широком диапазоне температур.



Рис. 4. Держатели для светодиодных модулей CXA различных производителей: а) Mekoda; б) TE Connectivity; в) Molex



Рис. 5. Держатель Chip-Lok фирмы Ideal Industries для CXA25

Трехминутный видеоролик, иллюстрирующий различные варианты монтажа модулей CXA, можно посмотреть на канале Cree на YouTube по ссылке [7].

Производители вторичной оптики (такие компании, как Ledil, Carclo и Khatod) разрабатывают и производят рефлекторы для модулей CXA с разными углами излучения. Это позволяет быстро разработать конструкцию и начать серийный выпуск светильников с требуемыми параметрами: применение модулей позволяет сократить срок от постановки задачи до внедрения проекта в массовое производство, что особенно важно сегодня, на динамично развивающемся рынке светодиодной светотехники.

Более подробную информацию по модулям CXA можно найти на сайте компании Cree [8].

Заключение

Светодиоды компании Cree известны в разных странах мира. Они используются разработчиками и производителями в системах, предназначенных для освещения городских улиц, автомобильных парковок, в туннелях, на промышленных предприятиях и ж/д объектах, в офисах и торговых помещениях. Их применение гарантирует конечным потребителям

высокое качество освещения и достаточно быструю окупаемость начальных вложений, которые для светодиодных светильников пока еще достаточно высоки.

Новые светодиодные модули серии СХА компании Cree позволят производителям расширить линейку светотехнической продукции, так как использовать их возможно в широком диапазоне приборов: от прожекторов с узким углом светораспределения до светильников с широкой и полуширокой КСС, требуемых для уличного освещения.

Можно сделать вывод, что направление светодиодных модулей, выпускаемых по технологии chip-on-board, является для Cree весьма перспективным, и вполне вероятно, что его

развитие позволит компании еще больше укрепить свои позиции на рынке, равно как и увеличить долю светодиодных источников света в светотехнических изделиях в целом. ●

Литература

1. Смирнов В., Туркин А. Sharp LED — и мощно, и ярко // Полупроводниковая светотехника. 2010. № 2.
2. Смирнов В., Туркин А. Вопросы применения светодиодных модулей Sharp в светотехнических изделиях // Полупроводниковая светотехника. 2010. № 3.
3. Туркин А. Н., Дорожкин Ю. Б. Новое поколение мощных светодиодов Cree: особенности,

преимущества и перспективы // Полупроводниковая светотехника. 2012. № 4.

4. Туркин А., Дорожкин Ю., Щерба А., Матешев И. Характеристики и особенности применения светодиодов Cree нового поколения // Современная электроника. 2013. № 1.
5. www.cree.com/~media/Files/Cree/LED%20Components%20and%20Modules/XLamp/XLamp%20Application%20Notes/XLamp_Reliability.pdf
6. www.cree.com/~media/Files/Cree/LED%20Components%20and%20Modules/XLamp/XLamp%20Application%20Notes/XLamp_lumen_maintenance.pdf
7. <http://youtu.be/U2jtqJHhN8>
8. www.cree.com/cxa