

Юрий Дорожкин | Андрей Туркин | Михаил Червинский

Новые семейства светодиодных модулей

серии CXA компании Cree

В статье приведен обзор новых продуктов в линейке светодиодных модулей серии CXA компании Cree. Известная на рынке мощных светодиодов с начала 2000-х компания, впервые выпустившая серию светодиодных модулей лишь в 2011-м, за прошедшие два года сумела успешно занять ведущие позиции и на этом направлении, предлагая новые, высококачественные изделия.

Введение

Светодиодные модули (СДМ), собираемые по технологии chip-on-board (COB) [1–3], за последние несколько лет приобрели достаточную популярность, и можно даже утверждать, что успешно заняли определенный сегмент рынка светотехнических изделий.

СДМ — это своеобразное промежуточное звено между компонентами (отдельными светодиодами) и законченными решениями со встроенными схемами управления (светодиодными светильниками и лампами) [1–3]. Как уже отмечалось в публикациях [1–3], основным преимуществом СДМ является экономия времени и средств, необходимых для разработки и создания на их основе светотехнических изделий и даже осветительных систем.

Развитие СДМ идет достаточно стремительно. Если характеристики первых СДМ, появившихся на рынке в начале 2000-х годов [1, 2], особо не выделялись среди прочей светодиодной продукции, то современные показатели значительно выросли, а себестоимость люмена, получаемого с помощью такого изделия, стала более привлекательной.

Светодиодные модули серии CXA производства компании Cree, вышедшие на рынок в 2011 году [3], уже достаточно прочно обосновались в линейке продукции компании. Высокие характеристики, компактные размеры и простота монтажа позволили им занять достойные позиции на рынке, а специалисты компании продолжают развивать данное направление, разрабатывая новые СДМ данной серии.

Платформа светодиодных модулей CXA компании Cree

Первые СДМ серии CXA компания Cree выпустила в апреле 2011 года. Это было семейство СДМ CXA2011 [3]. Как и все светодиоды компании Cree, модуль отличается относительно высокой световой отдачей, стабильностью светового потока и цвета излучения при значении окружающей температуры до 85 °С, максимальная температура *p-n*-перехода кристаллов составляет 150 °С,

а тепловое сопротивление от *p-n*-перехода до точки пайки равно 0,4 °С/Вт, что является достаточно низким значением [3]. Данный СДМ перекрывает диапазон цветовой температуры от 2700 до 5000 К, удовлетворяя практически всем запросам современной светотехнической промышленности [3].

Переход на технологию SC³ позволил компании Cree увеличить световую отдачу своих изделий [3–6]. На основе этой технологии компании Cree удалось в 2012 году создать несколько новых семейств модулей серии CXA — CXA1507, CXA1512, CXA2520 и CXA2530. Устройства обладают высокой световой отдачей, диапазон мощностей 5–50 Вт на модуль, а значения их световых потоков составляют 800–5500 лм [3, 4].

Эти СДМ 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. Основная область применения — осветительное оборудование.

Как уже отмечалось [1–3], важным преимуществом СДМ является относительная простота работы с ними. В отличие от светодиодов для их монтажа не требуется специальное технологическое оборудование, в частности, линии поверхностного монтажа электронных компонентов. СДМ могут монтироваться, например, непосредственно на поверхность теплоотвода, или для их крепления можно использовать специальные держатели [3], которые прикручиваются к радиатору с помощью винтов, обеспечивая механическое крепление СДМ и электрические контакты проводов питания с выводами модуля с помощью специальных контактов. Подобный метод монтажа существенно упрощает технологию сборки источников света и светотехнических устройств на основе таких модулей. Плотный контакт основания модуля с теплоотводом (возможно применение теплопроводящих паст), а также достаточно большая площадь основания СДМ позволяют получить хорошие значения теплового сопротивления конечного изделия, что также становится существенным преимуществом светодиодных модулей [1–3].

В 2013 году компания Cree создала несколько новых СДМ, относящихся к существующим семействам серии CXA, а также впервые представила и другие семейства данной серии.

Светодиодные модули CXA1520

СДМ CXA1520 продолжают семейство модулей CXA1507 и CXA1512. Так же как и предшественники, они отличаются компактными размерами основания, которые составляют 15,85×15,85 мм. Диаметр непосредственно источника света — излучающей области — 9 мм. Внешний вид модулей показан на рис. 1.

Как видно на рис. 1, по аналогии с СДМ предыдущих моделей данного семейства излучающая область имеет форму круга. Она представляет собой последовательно-параллельную сборку синих кристаллов, покрытую гель-люминофорной пленкой, преобразующей свечение кристаллов в длинноволновое, максимум спектра которого лежит в желто-зеленой области [1–3]. Для получения теплого белого цвета в данную композицию добавляют люминофор, чей спектральный максимум расположен ближе к красной области спектра. Суперпозиция свечения кристалла и люминофора позволяет получить белый цвет.

Световой поток этих СДМ составляет более 2000 лм, световая отдача превышает 115 лм/Вт при рабочей температуре кристаллов $T_j = 85$ °С (именно при такой температуре Cree указывает параметры своих изделий в спецификациях).



Рис. 1. Внешний вид СДМ CXA1520

Благодаря своим светотехническим характеристикам данные модули находят применение в различных системах освещения — в светильниках типа Downlight, акцентных светильниках, в освещении интерьеров, наружном освещении и т. д. Как и предыдущие модули семейства, СХА1520 создают 2000 «горячих» люмен от оптического источника диаметром 9 мм при световой отдаче выше 100 лм/Вт. Относительно малый диаметр источника света позволяет использовать рефлекторы меньшего размера, снижая габариты и себестоимость изделий.

При номинальном токе 500 мА типовое значение прямого напряжения СХА1520 составляет 35 В. Таким образом среднее значение потребляемой мощности в данном режиме равно примерно 17,5 Вт. При максимально допустимом токе в 900 мА максимальное значение прямого напряжения достигает 42 В и потребляемая мощность составляет 38 Вт. До этого значения, учитывая рекомендации производителей [7], можно «разгонять» СДМ с сохранением длительного срока службы и относительно высокой световой отдачей.

Светодиодные модули СХА2540

СДМ СХА2540 продолжают линейку светодиодных модулей Cree СХА2520 и СХА2530. Внешний вид модулей СХА2540 представлен на рис. 2. Устройства характеризуются высоким световым потоком, значение которого может превышать 5200 лм, а также большой световой отдачей — до 130 лм/Вт. Характеристики, как и для предыдущих семейств СДМ серии СХА компании Cree, даются при $T_j = 85^\circ\text{C}$, то есть речь идет о так называемых «горячих» значениях, максимально близко соответствующих рабочему режиму.

Размеры алюминиевого основания СДМ СХА2540 составляют 23,85×23,85 мм, диаметр области излучения равен 19 мм. Модули предназначены для замены высокоинтенсивных разрядных ламп, применяющихся в уличных и архитектурных системах освещения, а также во многих системах, где требуются компактные, но мощные источники света. Они пригодны и для интерьерной подсветки, в том числе в светильниках типа Downlight и акцентных



Рис. 2. Внешний вид СДМ СХА2540

светильниках для торговых залов. Важно отметить наличие широкой номенклатуры вторичной оптики для данной серии, в том числе линз для уличных применений [8].

Диапазоны рабочих токов модуля СХА2540: от 1100 мА (средняя потребляемая мощность составляет около 40 Вт) в номинальном режиме до 2100 мА (потребляемая мощность превышает 80 Вт) в максимальном [9].

Светодиодные модули СХА1304

СДМ СХА1304 — новое семейство в серии СХА компании Cree. Внешний вид модулей СХА1304 представлен на рис. 3. Они отличаются высокими световым потоком и световой отдачей. Значение светового потока данных СДМ превышает 400 лм, а световая отдача — 120 лм/Вт. Аналогично предыдущим семействам серии СХА, речь идет о «горячих» значениях светотехнических характеристик, то есть они даются при $T_j = 85^\circ\text{C}$, что максимально приближено к рабочему режиму.

Размеры алюминиевого основания СДМ СХА1304 составляют 13,35×13,35 мм, а диаметр области излучения равен 6 мм. Такой диаметр источника света позволяет использовать рефлекторы меньшего размера, снижая габариты и себестоимость изделий.

Преимущественно модули предназначены для компактных осветительных приборов, в частности, светильников типа Downlight и акцентных светильников.

В зависимости от количества последовательно и параллельно соединенных кристаллов СДМ СХА1304 могут быть рассчитаны под значения напряжения 9, 18 и 37 В. В первом случае номинальный ток составляет 400, во втором — 200, в третьем — 100 мА. Потребляемая мощность для всех вариантов устройств не превышает 4 Вт [10].

Светодиодные модули СХА1816, СХА1820 и СХА1830

Модули принадлежат к новым семействам серии СХА компании Cree. Размеры основания указанных СДМ составляют 17,85×17,85 мм.



Рис. 3. Внешний вид СДМ СХА1304

Диаметр непосредственно источника света — излучающей области — равен 12 мм. Внешний вид устройств представлен на рис. 4а–в соответственно.

Световой поток СХА1816 составляет более 2000 лм, световая отдача превышает 125 лм/Вт. Потребляемая мощность в номинальном режиме в среднем равна 16 Вт [11]. Световой поток СХА1820 превышает 2500 лм, световая отдача достигает 125 лм/Вт. Средняя потребляемая мощность в номинальном режиме —



Рис. 4. Внешний вид: а) СДМ СХА1816; б) СДМ СХА1820; в) СДМ СХА1830

20 Вт [12]. Световой поток СХА1830 более 3400 лм, световая отдача достигает 115 лм/Вт. Потребляемая мощность в номинальном режиме не превышает 30 Вт [13]. Все характеристики даны при рабочей температуре кристаллов $T_j = 85^\circ\text{C}$ (именно при этой температуре Cree указывает параметры своих изделий в спецификациях), то есть речь идет об их «горячих» значениях [11–13].

Такие светотехнические характеристики позволяют применять данные модули в различных системах — в наружном освещении, в светильниках типа Downlight, акцентных светильниках, освещении интерьеров и т. д.

Светодиодные модули СХА3050, СХА3070 и СХА3590

Устройства также относятся к новым семействам серии СХА компании Cree. Размеры основания СДМ СХА3050 и СХА3070 составляют 27,35×27,35 мм. Диаметр непосредственно источника света — излучающей области — равен 23 мм. Внешний вид СДМ СХА3050 и СХА3070 показан на рис. 5а, б.

Размеры основания СДМ СХА3590 составляют 34,85×34,85 мм. Диаметр непосредственно источника света — излучающей области —

равен 30 мм. Внешний вид СДМ СХА3590 представлен на рис. 6.

Световой поток СХА 3050 превышает 6000 лм, а световая отдача — 115 лм/Вт. Потребляемая мощность в номинальном режиме в среднем равна 50 Вт [14]. Световой поток СХА3070 более 8500 лм, световая отдача достигает 115 лм/Вт. Средняя потребляемая мощность в номинальном режиме — 74 Вт [15]. Световой поток СХА3590 составляет более 10 000 лм, световая отдача превышает 110 лм/Вт. Средняя потребляемая мощность в номинальном режиме — 92,5 Вт [16]. Как и в случае других СДМ, все характеристики даются при рабочей температуре кристаллов $T_j = 85^\circ\text{C}$ и соответствуют значениям, максимально близким к рабочему режиму СДМ [14–16].

Светотехнические характеристики данных модулей позволяют находить им различное применение — в уличном, ландшафтном, архитектурном освещении, а также в мощных прожекторах, светильниках типа Downlight, акцентных светильниках и др.

Выбор оптимального режима работы светодиодного модуля

Поскольку изделия Cree могут использоваться в широком диапазоне токов и мощностей, перед разработчиками светотехнических изделий и систем освещения встает задача выбора оптимального типа модуля и режима его работы. Как неоднократно было описано ранее [3–6], задача выбора рабочего тока — это поиск компромисса между себестоимостью люмена и световой отдачей изделия. Инструмент, помогающий 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 находится по адресу: pct.cree.com.

Выбор цветовой температуры, индекс цветопередачи и технология EasyWhite

Все светодиодные модули семейства СХА доступны в пяти вариантах цветовой температуры — 5000, 4000, 3500, 3000 и 2700 К. Разбиновка сделана по стандартам ANSI White и EasyWhite, что позволит подобрать производителям наиболее подходящую цветовую температуру.

В зависимости от требований к цветопередаче можно выбирать между стандартным индексом цветопередачи ($\text{CRI} > 80$ в теплом белом 3500, 3000 и 2700 К и $\text{CRI} > 70$, типовой $\text{CRI} 75$ в нейтральном белом 5000, 4000 К) и повышенным ($\text{CRI} > 90$ в теплом белом 3000 и 2700 К и $\text{CRI} > 70$ 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 2 или 4 шага по Макадаму). Это гораздо уже, чем разброс в пределах стандартного бина ГОСТа (или ANSI), примерно соответствующего 7 шагам по Макадаму (сравнимо с разбросом цвета, наблюдаемым, в частности, у КЛЛ). Таким образом, с помощью опций EasyWhite, доступных к заказу как стандартные у всех многокристальных сборок Cree, включая модули СХА, можно получить идеальную повторяемость цвета от светильника к светильнику на протяжении всего срока выпуска изделий, не делая при этом дополнительных усилий.

Стабильность параметров изделий и срок службы

Помимо высоких светотехнических характеристик, эффективности и однородности цветовых показателей, особенностью СДМ серии СХА компании Cree является высокая стабильность их параметров как в диапазоне рабочих температур, так и на протяжении срока службы. Поскольку после включения светильника, в процессе разогрева светодиодного модуля, температура изменяется от комнатной до рабочей, то меняются и параметры светодиодного источника света — как световой поток, так и цветовые координаты. 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, показывая 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 и СДМ компании Cree характерен относительно незначительный сдвиг цветовых координат в зависимости от температуры и на протяжении срока службы [3–6].

Измерения деградации светового потока, также проводимые при различных токах и температурах, показывают длительный срок службы модулей Cree СХА [3]. Все осветительные светодиодные компоненты Cree проходят комплекс измерений по стандартной методике LM-80 и после 6000 (и более) часов измерений

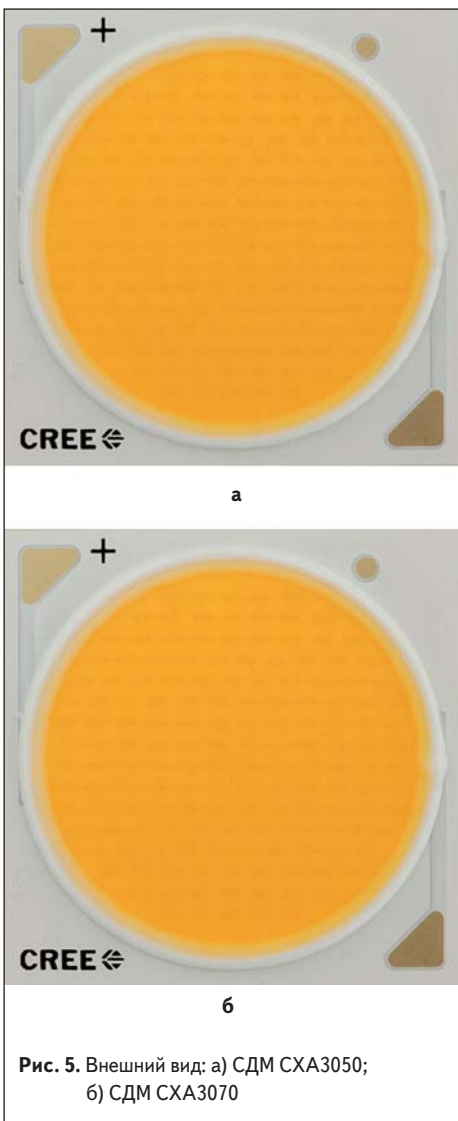


Рис. 5. Внешний вид: а) СДМ СХА3050; б) СДМ СХА3070

Рис. 6. Внешний вид СДМ СХА3590

имеют свод данных, позволяющий надежно предсказывать срок службы путем экстраполяции по стандартизованному методу ТМ-21.

Заключение

В последние годы СДМ серии СХА, а также мощные светодиоды компании Cree стали известны в разных странах мира. Они постепенно начали использоваться разработчиками и производителями в различных осветительных системах, находящих широкое применение для освещения на улицах городов, на автомобильных парковках и в туннелях, на промышленных предприятиях и на железнодорожных 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 позволят производителям увеличить линейку светотехнической продукции, так как использовать их можно в широком диапазоне приборов: от прожекторов с узким углом светораспределения до светильников с широкой и полуширокой кривой силы света, необходимых для уличного освещения.

В ближайшее время компания планирует выпустить модель с рекордной для индустрии плотностью светового потока — СХА2590, которая при аналогичном размере источника света (19 мм) сможет достигать светового потока 13 000 лм.

Сделанное год назад предположение (в качестве одного из выводов статьи по первым семействам СДМ серии СХА компании Cree [3]) о том, что направление светодиодных модулей, выпускаемых по технологии chip-on-board, является для компании Cree весьма перспективным, вполне оправдалось. Уже можно говорить о том, что развитие данного направления не только еще больше укрепило позиции Cree на рынке, но и увеличило долю светодиодных источников света в светотехнических изделиях в целом. ●

Литература

1. В. Смирнов, А. Туркин. Sharp LED — и мощно, и ярко // Полупроводниковая светотехника. 2010. № 2.
2. В. Смирнов, А. Туркин. Вопросы применения светодиодных модулей Sharp в светотехнических изделиях // Полупроводниковая светотехника. 2010. № 3.
3. Ю. Дорожкин, И. Матешев, А. Туркин. Светодиодные модули серии СХА компании Cree: характеристики и применение // Полупроводниковая светотехника. 2013. № 1.
4. А. Н. Туркин, Ю. Б. Дорожкин. Новое поколение мощных светодиодов Cree: особенности, преимущества и перспективы // Полупроводниковая светотехника. 2012. №4.
5. А. Туркин, Ю. Дорожкин, А. Щерба, И. Матешев. Характеристики и особенности применения светодиодов Cree нового поколения // Современная электроника. 2013. № 1.
6. И. С. Матешев, А. Н. Туркин, Ю. Б. Дорожкин. Светодиодные новинки от компании Cree: светодиоды средней мощности на керамическом основании и расширение линейки высоковольтных светодиодов // Полупроводниковая светотехника. 2013. № 4.
7. www.cree.com/LED-Components-and-Modules/Products/XLamp/Arrays-NonDirectional/XLamp-CXA1520
8. www.ledil.com/stella
9. www.cree.com/LED-Components-and-Modules/Products/XLamp/Arrays-NonDirectional/XLamp-CXA2540
10. www.cree.com/LED-Components-and-Modules/Products/XLamp/Arrays-NonDirectional/XLamp-CXA1304
11. www.cree.com/LED-Components-and-Modules/Products/XLamp/Arrays-NonDirectional/XLamp-CXA1816
12. www.cree.com/LED-Components-and-Modules/Products/XLamp/Arrays-NonDirectional/XLamp-CXA1820
13. www.cree.com/LED-Components-and-Modules/Products/XLamp/Arrays-NonDirectional/XLamp-CXA1830
14. www.cree.com/LED-Components-and-Modules/Products/XLamp/Arrays-NonDirectional/XLamp-CXA3050
15. www.cree.com/LED-Components-and-Modules/Products/XLamp/Arrays-NonDirectional/XLamp-CXA3070
16. www.cree.com/LED-Components-and-Modules/Products/XLamp/Arrays-NonDirectional/XLamp-CXA3590