

# МОЩНЫЕ СВЕРХЪЯРКИЕ СВЕТОДИОДЫ КОМПАНИИ CREE НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ

И.Романова

Компания Cree Inc. была основана в 1987 году в штате Северная Каролина (США). Основным направлением деятельности компании была и остается разработка и производство полупроводниковых материалов на основе карбида кремния. В начале 1990-х годов Cree начала интенсивные исследования в области светоизлучающих структур нитрида галлия и твердых растворов на его основе на подложках из карбида кремния. Благодаря уникальным технологиям производства полупроводниковых материалов продукция Cree отличается высокими надежностью и электрическими характеристиками, что делает возможным ее применение как в бытовой и промышленной, так и в военной и космической аппаратуре.

Сегодня компания Cree является мировым лидером в производстве монокристаллов из карбида кремния и полупроводниковых приборов на основе нитрида галлия и карбида кремния. Сферы применения светодиодов CREE – внутреннее и наружное освещение, подсветка архитектурных элементов и ландшафтов, декоративная подсветка помещений, портативные источники света, информационные панели и наружная реклама, фары и прожекторы, автомобильные фонари и сигналы, подсветка приборных панелей и торгового оборудования.

В компании Cree сформировались следующие основные подразделения (направления): Materials – производство SiC-пластин и эпитаксиальных структур; LED Chips – светодиодные кристаллы; XLamp LEDs – светодиодные лампы; Power Devices – силовые полупроводниковые приборы на SiC, включая высоковольтные диоды Шоттки, и Wireless Devices – СВЧ-приборы на основе SiC и GaN.

Новое направление компании – Cree Lighting – это настоящая революция в мире приборов и устройств освещения, основанных на применении твердотельных источников света. Будучи пионером в области разработки

и производства новых полупроводниковых материалов, Cree создала самые яркие в мире светодиодные лампы голубого, зеленого, красного и белого цветов свечения.

Все светодиоды Cree можно разделить на две большие группы: мощные светодиоды (под общим названием XLamp) и сверхъяркие светодиоды (High-Brightness). Разделение на группы (рис.1) определяется допустимой величиной тока через кристалл светодиода. У мощных светодиодов эта величина тока составляет 350 мА и выше. Сверхъяркие светодиоды рассчитаны на меньший рабочий ток – 20–50 мА. Все светодиоды Cree характеризуются высокой яркостью, эффективностью и экономичностью, имеют хроматические показатели, отвечающие самым высоким требованиям.

Каждая из групп делится на подгруппы (см. рис.1) в зависимости от типа корпуса и параметров. Серии светодиодов XLamp обозначаются буквами С и Е в зависимости от типа кристалла. Семейства сверхъярких светодиодов отличаются вариантами исполнения. STD-светодиоды – в стандартных выводных корпусах овального или круглого исполнения (диаметр 3–5 мм). Р4(пиранья)-светодиоды – в корпусе квадратного сечения с четырьмя выводами для монтажа в отверстия.

PLCC-светодиоды для поверхностного монтажа – в корпусах типа PLCC.

Осветительные приборы с твердотельными источниками света многократно превосходят традиционные, такие как лампы накаливания и люминесцентные лампы благодаря своим неоспоримым преимуществам:

- обеспечивают большую светоотдачу при малых габаритах;
- потребление энергии уменьшается более чем на 90%;
- высокая устойчивость к механическим воздействиям, отсутствие элементов с высокой температурой;
- высокая надежность: наработка на отказ более 100000 ч;
- широкая цветовая гамма и квазикогерентное излучение;
- отсутствие токсичных веществ, таких как ртуть и свинец.

Семейство мощных светодиодов XLamp быстро развивается и пополняется. Компания непрерывно ведет работы по повышению светоотдачи и надежности. За последнее время оно пополнилось сериями: XL7090 (7×9 мм) с током 350 и 700 мА, XR7090 с током 350–700 мА, XL4550 (4,5×5 мм) с током 125 мА, XR-E7090 с током 1000 мА и XR-C7090 с током до 500 мА.

Светодиодные лампы XLamp выпускаются в экономичных корпусах для поверхностного монтажа (рис.2), что позволяет



Рис.2. Светодиоды выпускаются в различных корпусах

использовать высокоэффективные технологии производства готовых изделий на печатных платах и стандартных технологических процессов пайки без применения клеев и дополнительных приспособлений.

### Серия MC-E

XLamp MC-E – это линейка сверхмощных многокристальных светодиодов белого свечения. В каждом корпусе размещено четыре кристалла (рис.3), которые создают общий световой поток, сравнимый по величине с излучением четырех светодиодов типа XR-E. Каждый чип имеет свои выводы, что позволяет управлять ими независимо друг от друга. Корпус сравним по размерам с другими корпусами светодиодами XLamp и имеет очень низкое тепловое сопротивление. Световой поток до 490 лм при рабочем токе 350 мА. При токе 700 мА светодиоды серии MC-E достигают светоотдачи 790 лм в холодном и 605 лм в теплом белом цвете свечения.

Назначение – создание на их основе высокоэффективных источников света для всех видов освещения (общего, промышленного, уличного и т.д.), когда требуется обеспечить высокий световой поток при небольших размерах изделия.

Цвет свечения – белый, перекрывается весь диапазон цветовых температур белого цвета – от 2600 до 10000К. По оттенкам белого цвета светодиоды делятся на три группы: теплый (2600–3700К), естественный (3700–5000К) и холодный (5000–10000К).



Рис.3. Сверхъяркий светодиод серии MC-E

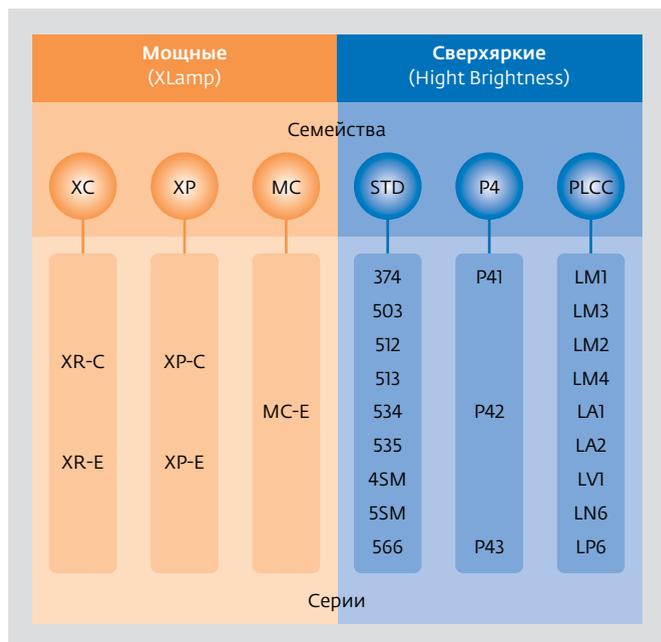


Рис.1. Классификация светодиодной продукции Cree

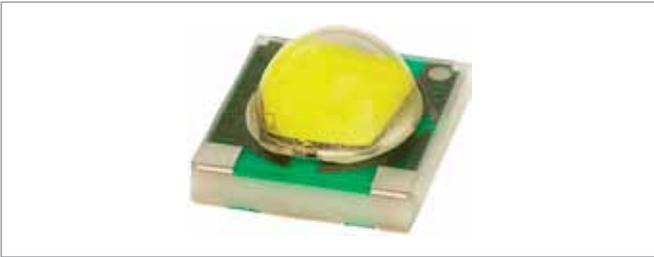


Рис.4. Светодиод серии XP-G

В светодиодах этой серии используются кристаллы новой серии EZBright. Размер кристаллов 1000×1000 мкм. Сборка светодиода осуществляется в корпусе с улучшенными тепловыми свойствами.

#### Основные свойства диодов серии MC-E

- Высокое значение плотности светового потока
- Возможность включать каждый кристалл индивидуально
- Все оттенки белого цвета (цветовая температура от 2600 до 10000K)
- Рабочий диапазон токов для каждого кристалла .....до 700 мА
- Видимый угол .....110 град.
- Максимальное обратное напряжение ..... 5 В
- Типовое прямое напряжение при токе 350 мА ..... 3,2 В
- Низкое тепловое сопротивление..... 3°C/Вт
- Максимальная температура р-п-перехода..... 150°C
- Электрически нейтральное теплоотводящее основание
- Кварцевая линза
- Малые размеры основания .....7×9 мм

#### Серия XP-C

Назначение – создание на их основе компактных высокоэффективных источников света для всех видов освещения: общего, аварийного, промышленного и уличного.

Цвет свечения – белый, перекрывается весь диапазон цветовых температур белого



Рис.5. Светодиодная матрица (24 кристалла)

цвета – от 2600 до 10000K. По оттенкам белого цвета светодиоды делятся на три группы: теплый (2600–3700K), естественный (3700–5000K) и холодный (5000–10000K).

В светодиодах этой серии используются кристаллы EZBright. Размер кристаллов 700×700 мкм. При сборке светодиода кристалл монтируется на кремниевую плату, что улучшает тепловые характеристики изделия.

#### Серия XP-E

Основное назначение такое же, как и серии MC-E.

Цвет свечения – белый, перекрывается весь диапазон цветовых температур белого цвета – от 2600 до 10000K. По оттенкам белого цвета светодиоды делятся на три группы: теплый, естественный и холодный.

В светодиодах этой серии используются кристаллы EZBright размером 1000×1000 мкм. При сборке светодиода кристалл монтируется на кремниевую плату, что улучшает тепловые характеристики изделия.

#### Основные свойства светодиодов серий XP-C и XP-E

- Все оттенки белого цвета (цветовая температура от 2600 до 10000K)
- Рабочий диапазон токов .....до 700 мА
- Низкое тепловое сопротивление..... 9°C/Вт
- Максимальная температура р-п-перехода..... 150°C
- Видимый угол .....115 град.
- Максимальное обратное напряжение ..... 5 В
- Типовое прямое напряжение при токе 350 мА ..... 3,2 В
- Тестирование по стандартам JEDEC
- Пайка согласно технологии JEDEC J-STD-020C
- Электрически нейтральное теплоотводящее основание
- Бессвинцовая технология (соответствует RoHS)
- Низкое прямое напряжение
- Силиконовая линза
- Ультрамалые размеры основания 3,45×3,45 мм



Рис.6. Мощный кобальтовый светодиод

## Серия XR-E7090

В полупроводниковых лампах Cree XLamp™ TMXR-E7090 используются самые яркие в мире кристаллы на основе InGaN-структур на SiC-подложке. Световой поток составляет до 100 лм при токе 350 мА. Выпускаются в уникальных корпусах для поверхностного монтажа с рассеиваемой мощностью более 3 Вт. Применение новейших кристаллов позволило снизить потребляемую полупроводниковой лампой мощность в сравнении с предыдущими сериями на 30%: до 1,05 Вт при токе 350 мА и до 2 Вт при токе 700 мА. Полупроводниковые лампы серии XR-E7090 имеют цвета свечения: голубой, зеленый, глубокий голубой, естественный белый, теплый белый и холодный белый.

## Семейство XR-C7090

Основное применение полупроводниковых ламп XLamp™ XR-C7090 – это бюджетные приложения, когда фактор цены является определяющим. Выпускаются всех оттенков белого цвета, аналогичных серии XR-E, а также красного, оранжевого, зеленого, голубого и синего. В светодиодах используются кристаллы серии EZBright, сборка осуществляется по технологии, аналогичной сборке светодиодов семейства XR-E. Размер кристаллов 700×700 мкм.

Корпус светодиодов серий XR-C7090 и XR-E7090 имеет очень низкое тепловое сопротивление между переходом и теплоотводом – 8°C/Вт и равномерный градиент температуры поверхности теплоотводящего основания. Применение в качестве первичной оптики линзы из кварцевого стекла с автофокусировкой обеспечивает высокую температурную стабильность и долговечность оптической системы. Малая эквивалентная площадь излучающей поверхности позволяет получить малые углы рассеивания светового потока при использовании вторичной оптики.

Полупроводниковые лампы XLamp™ XR-C7090 и XLamp™ XR-E7090 предназначены только для автоматизированного монтажа и пайки с использованием стандартных технологических процессов, что обеспечивает низкую себестоимость готовых изделий и упрощает решение проблем по обеспечению теплового режима приборов.

## Серия XM-L

Новый мощный белый светодиод XLamp™ XM-L положил начало новой линейке и новому направлению в области развития твердотельной

осветительной техники. Светодиод XLamp™ XM-L вобрал в себя все научно-производственные достижения компании и является лучшим осветительным прибором. Эта разработка – важный этап в развитии следующих поколений мощных светодиодов, используемых для освещения. Светодиоды XLamp™ XM-L обладают самой высокой светоотдачей в данной линейке продукции – 160 лм/Вт при потребляемом токе 350 мА. При увеличении тока до 700 мА световой поток достигает 280 лм (холодного белого свечения), тепловое сопротивление при этом составляет 2,5°C/Вт. Светодиоды XLamp™ XM-L отличаются широким диапазоном рабочих токов и повышенным максимальным током (3000 мА). Сегодня использование светодиодов XLamp™ XM-L не ограничивается только бытовыми осветительными приборами. Они вполне конкурентоспособны в сравнении с металлогалогеновыми и натриевыми лампами, применяемыми для уличного и промышленного освещения.

## Серия XP-G

Это новое направление в осветительной технике было представлено компанией в октябре 2011 года (рис.4). Светодиоды серии XP-G имеют рекордные показатели эффективности – 140 лм/Вт при большом световом потоке, который составляет 335 лм (при токе 1 А). В сравнении с предыдущими разработками световой поток увеличился на 35%, а световая эффективность – на 44%. Использование устройств с подобными характеристиками открывает широкие возможности по уменьшению габаритов конечных приборов за счет сокращения количества источников света и элементов вторичной оптики.

XLamp™ XP-G позиционируются компанией как светодиоды направленного света, которые можно использовать в самых разнообразных устройствах, начиная от фонариков и заканчивая системами уличного освещения. Заявленное время жизни светодиодов составляет 10000 ч.

Светодиоды XLamp™ XP-G цвета холодного белого обеспечивают эффективность 141-148 лм/Вт, белого цвета (4000K) – 132-139 лм/Вт и теплого белого (3000K) – 116-122 лм/Вт при токе потребления 350 мА.

Параметры современных светодиодов производства компании Cree приведены в табл.1.

Помимо серии светодиодов XP-G в 2011 году компания Cree представила еще две новинки светодиодной продукции.

Таблица 1. Современные мощные светодиоды компании Cree

Серия	Размер корпуса, мм	Цвет свечения	Световой поток	Максимальный ток, mA
XLamp CXA	22×22×2,4	Белый нейтральный Белый теплый	1040 лм при 270 mA 900 лм при 270 mA	1000 1000
XLamp MT-G	9,113×9,113×4,65	Белый нейтральный Белый теплый	560 лм при 1100 mA 520 лм при 1100 mA	4000 4000
XLamp XM-L	5,00×5,00×3,02	Белый холодный Белый нейтральный Белый теплый	280 лм при 700 mA 280 лм при 700 mA 240 лм при 700 mA	3000 3000 3000
XLamp ML-B	5,00×5,00×3,02	Белый холодный Белый нейтральный Белый теплый	30,6 лм при 80 mA 23,5 лм при 80 mA 23,5 лм при 80 mA	175 175 175
XLamp ML-E	6,5×5×1,35	Белый холодный Белый нейтральный Белый теплый	56,8 лм при 150 mA 51,7 лм при 150 mA 45,7 лм при 150 mA	500 500 500
XLamp MX-3	6,5×5×1,35	Белый холодный Белый нейтральный Белый теплый	100 лм при 350 mA 87,4 лм при 350 mA 73,9 лм при 350 mA	400 400 400
XLamp MX-3S	6,5×5×1,35	Белый холодный Белый нейтральный Белый теплый	100 лм при 115 mA 107 лм при 115 mA 114 лм при 115 mA	150 150 150
XLamp MPL-EZW (три кристалла)	12,15×13,5×6,1	Белый нейтральный Белый теплый	900 лм при 3×150 mA 800 лм при 3×150 mA	3×250 3×250
XLamp MC-E (четыре кристалла)	7,0×9,0×4,5	Белый холодный Белый нейтральный Белый теплый RGB+белый холодный RGB+белый нейтральный	430 лм при 4×350 mA 370 лм при 4×350 mA 370 лм при 4×350 mA 30,6/67,2/8,2/100 лм 30,6/67,2/8,2/80 лм	4×700 4×700 4×700 4×700 4×700
XLamp XP-G	3,45×3,45×2	Белый холодный Белый уличный Белый нейтральный Белый теплый	139 лм при 350 mA 130 лм при 350 mA 130 лм при 350 mA 114 лм при 350 mA	1500 1500 1500 1500
XLamp MX-6	6,5×5×1,35	Белый холодный Белый нейтральный Белый теплый	114 лм при 300 mA 107 лм при 300 mA 93,9 лм при 300 mA	1000 1000 1000

### Многокристалльная сборка CXA2011

Светодиоды (рис.5) обладают высокой эффективностью до 95 лм/Вт ( $T_{кр.}=85^{\circ}\text{C}$ , 5000K) и широким диапазоном мощности до 48 Вт. Световой поток при подводимой мощности 48 Вт составляет более 3000 лм ( $T_{кр.}=85^{\circ}\text{C}$ , 5000K). Сборка CXA2011 изготавливается на алюминиевом основании 22×22 мм и не требует пайки в печи. Алюминиевое основание более устойчиво к возникающим

при креплении механическим напряжениям по сравнению с керамическим основанием, которое используется в аналогичных сборках других производителей.

Особенность CXA2011 – параметры приводятся при температуре кристалла не  $25^{\circ}\text{C}$ , как обычно для светодиодов, а при  $85^{\circ}\text{C}$ , что наиболее точно отражает характеристики, которые будут получены в реальном изделии.

Таблица 1. Современные мощные светодиоды компании Cree (продолжение)

Серия	Размер корпуса, мм	Цвет свечения	Световой поток	Максимальный ток, мА
XLamp MX-6S	6,5×5×1,35	Белый холодный	130 лм при 60 мА	175
		Белый нейтральный	122 лм при 60 мА	175
		Белый теплый	107 лм при 60 мА	175
XLamp XP-E	3,45×3,45×2	Белый холодный	122 лм при 350 мА	1000
		Белый уличный	122 лм при 350 мА	1000
		Белый нейтральный	107 лм при 350 мА	1000
		Белый теплый	100 лм при 350 мА	1000
		Красный	62,0 лм при 350 мА	700
		Красно-оранжевый	73,9 лм при 350 мА	700
		Желтый	67,2 лм при 350 мА	500
		Зеленый	107 лм при 350 мА	1000
		Синий	39,8 лм при 350 мА	1000
XLamp XP-E-HEW	3,45×3,45×2	Белый холодный	139 лм при 350 мА	1000
		Белый уличный	130 лм при 350 мА	1000
		Белый нейтральный	130 лм при 350 мА	1000
		Белый теплый	114 лм при 350 мА	1000
XLamp XP-C	3,45×3,45×2	Белый холодный	100 лм при 350 мА	500 мА
		Белый нейтральный	87,4 лм при 350 мА	500 мА
		Белый теплый	80,6 лм при 350 мА	500 мА
		Красный	51,7 лм при 350 мА	350 мА
		Красно-оранжевый	62,0 лм при 350 мА	350 мА
		Желтый	56,8 лм при 350 мА	350 мА
		Зеленый	73,9 лм при 350 мА	500 мА
		Синий	23,5 лм при 350 мА	500 мА
		Насыщенный синий	350 мВт при 350 мА	500 мА
XLamp XP-C	3,45×3,45×2	Белый холодный	100 лм при 350 мА	500 мА
		Белый нейтральный	87,4 лм при 350 мА	500 мА
		Белый теплый	80,6 лм при 350 мА	500 мА
		Красный	51,7 лм при 350 мА	350 мА
		Красно-оранжевый	62,0 лм при 350 мА	350 мА
		Желтый	56,8 лм при 350 мА	350 мА
		Зеленый	73,9 лм при 350 мА	500 мА
		Синий	23,5 лм при 350 мА	500 мА
		Насыщенный синий	350 мВт при 350 мА	500 мА

Под достигнутой эффективности – 95 лм/Вт – при  $T_{кр.} = 85^{\circ}\text{C}$  сборка превосходит изделия других производителей. Выпускается CXA2011 на пять фиксированных значений цветовой температуры: 2700, 3000, 3500, 4000, 5000K по стандарту ANSI.

### Новые высокомощные кобальтовые светодиоды

В октябре 2011 года компания представила новые светодиоды кобальтового цвета XLamp XT-E,

изготовленные по технологии "дистанционного фосфора" (рис.6). Эта новая технология основана на небольшом удалении флуоресцентной составляющей с микросхемы, благодаря чему при стандартном энергопотреблении достигаются лучшие результаты по светоотдаче. Новые XLamp XT-E – необычайно яркие и производительные, что упрощает управление и обслуживание светильников и снижает операционные затраты.

Таблица 2. Светодиодные линейки и модули на светодиодах компании Cree

Серия	$P_{\text{потр}}$ , Вт	Число светодиодов	Марка светодиода	Световой поток, лм	Срок службы, тыс. ч	Питание, мА	Размеры, мм
DL-500×5XP-E	6	5	XP-E	600	70	350	500×9×1,5
DL-500×7MX-6	7	7	MX-6	600	70	350	500×9×1,5
DL-500×7XP-E	7–18	7	XP-E	800–1400	70	350–700	500×9×1,5
DL-250×3MX-6	3–7	3	MX-6	360–600	70	360–600	250×12×1,5
DL-250×4MX-6	4–10	4	MX-6	450–800	70	350–700	250×12×1,5
DMD-10MX-6	11–12	10	MX-6	1100–1200	70	300–350	95×30×1,5
DMD-6MX-6	6–8	6	MX-6	700	70	300–350	80×35×1,5
DMD-3XM-L	13–14	3	XM-L	800–1400	70	350–1500	100×30×1,5
DMD-8XP-E	8–20	8	XP-E	1050–1900	70	350–700	100×30×1,5
DMD-8XP-G	8–25	8	XP-G	1050–2400	70	350–1000	100×30×1,5

После создания новых XLamp XT-E компания Cree начинает процедуру лицензирования технологии, что делает ее доступной для потребителей и выведет рынок светотехники на новый уровень за счет усовершенствованных светодиодных светильников. Лицензионная программа даст многим производителям светотехники доступ к ряду запатентованных Cree технологий, в том числе и к технологиям создания кобальтовых светодиодов.

Светодиодная продукция компании Cree широко применяется в светодиодных линейках и модулях высокого качества (табл.2).

### Кристаллы светодиодов InGaN на SiC

Компания Cree – мировой лидер в производстве высокоэффективных кристаллов для полупроводниковых приборов. Высокие характеристики светодиодов обусловлены использованием уникальных технологий InGaN эпитаксии на подложках из карбида кремния. Кроме того, эта технология обеспечивает самые высокие показатели соотношения стоимость–эффективность для светодиодных источников света.

Основные достоинства кристаллов Cree: электрические соединения одним проводником, низкое прямое напряжение, сверхнизкая концентрация дефектов кристалла, низкое тепловыделение, высокая устойчивость к электростатическим напряжениям, высокая надежность.

Выпускаются следующие семейства кристаллов – EZBright700, EZBright1000, EZBright290, EZR260. Кристаллы EZBright сочетают в себе

высокую эффективность InGaN-материалов и уникальный оптический дизайн, позволяющий получить максимальной эффективности концентрации светового потока и обеспечить ламбертовское распределение излучения.

Стандартное распределение светового потока по поверхности кристалла достигается применением уникальной технологии. Суть ее заключается в образовании на поверхности оптически прозрачной SiC-подложки системы линз путем травления SiC через специальную маску. Система линз позволяет эффективно собрать световой поток с поверхности кристалла и обеспечить независимость его плотности распределения от временных флюктуаций светового потока по поверхности p-n-перехода. Это, в частности, позволяет решить проблему достижения максимальной эффективности при получении белого света с помощью нанесения на кристалл люминофора: плотность распределения фосфора в геле может быть оптимально подобрана в соответствии с плотностью распределения светового потока по площади кристалла и будет оставаться инвариантной к деградационным процессам излучающего перехода. Основные характеристики кристаллов: максимальный ток 1000 мА, обратное напряжение 5 В, температура кристалла 125°C. Диапазон рабочих температур -40–100°C.

Ссылки по теме: [www.cree.com](http://www.cree.com), [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru), [www.light.rtcs.ru](http://www.light.rtcs.ru).