

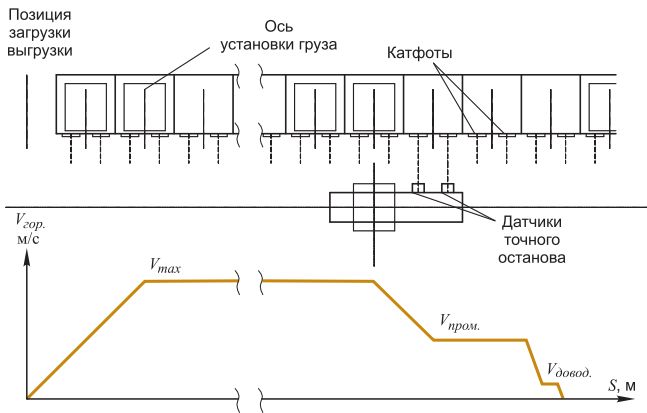


Рис. 2. Схема передвижения крана-штабелера

ваным источником света. То есть излучение датчика представляет множество пространственных световых колебаний с различными плоскостями поляризации. Если на пути луча установить специальный поляризационный фильтр, то через него пройдут только те волны, плоскость поляризации которых совпадает с плоскостью поляризации фильтра. Плоскость поляризации меняется на 90° при отражении от катафотов. Если такой катафот поместить на пути поляризованной луча, то луч, отразившись от него, изменит плоскость поляризации и свободно пройдет через входной поляризационный фильтр фотоприемника, повернутый на 90° по отношению к поляризационному фильтру излучателя. Работая с поляризованным излучением, датчик воспринимает только излучение от катафота, который поворачивает плоскость поляризации на 90° . Таким образом, датчик видит только свои "родные" волны света. Это позволяет исключить посторонние влияния других излучателей. Система

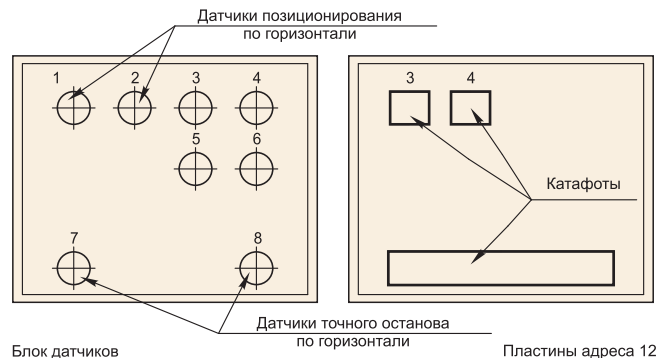


Рис. 3. Схема позиционирования и адресации по горизонтали

Таблица 2

Номер датчика	6	5	4	3	2	1
Активность катафота	0	0	1	1	0	0

адресации и позиционирования реализована в виде блока датчиков пластин адреса (рис. 3).

При перемещении К-Ш, например к 12 адресу, комбинация сигналов от этих датчиков будет соответствовать табл. 2.

Высокие темпы развития в промышленности сопровождаются изменениями в методах и средствах организации производства. Изделия современных промышленных предприятий отличаются сложностью конструкции и большим числом деталей. Автоматизация погрузочно-разгрузочных работ — является одним из средств повышения эффективности функционирования промышленного предприятия, увеличения производительности труда, ликвидации тяжелых ручных работ.

Бахтияров Ринат Асфандович — аспирант ГОУ ВПО УлГТУ.

E-mail: Bahtijaro@yandex.ru

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ СВЕТОДИОДОВ КОМПАНИИ CREE ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ

А.Г. Полищук, А.Н. Туркин (Компания ПРОСОФТ)

Показаны преимущества использования и области применения мощных светодиодов компании Cree для освещения в различных областях народного хозяйства.

Введение

Вот уже несколько лет идут дискуссии о применении мощных светодиодов (СД) в освещении. Однако все попытки разработки и внедрения светильников со СД, предпринимаемые многими ведущими компаниями мира, пока так и не привели к их массовому внедрению. Это происходит по нескольким причинам.

Во-первых, с 2003–2006 гг. световая отдача мощных СД возросла хотя и значительно (с 20 лм/Вт до 47 лм/Вт), но недостаточно для конкуренции с традиционными эффективными источниками света (ИС), применяемыми в освещении. Это лишало их основного преимущества — низкого потребления электроэнергии.

Во-вторых, стоимость одного люмена такого ИС оставалась слишком высокой, что не позволяло оку-

пать капитальные затраты при широком внедрении светильников на основе СД. Снижение же эксплуатационных расходов за счет высокого заявленного ресурса было неочевидным, поскольку данный ресурс не был подтвержден практикой эксплуатации.

В-третьих, почти все производители не стремились разрабатывать СД, специально адаптированные к жестким условиям эксплуатации, например, в системах уличного освещения, что создавало дополнительные трудности, связанные с низкой эксплуатационной надежностью светильников на основе СД, разработчикам светотехнических устройств.

Несмотря на это, многие ведущие производители продолжают интенсивные исследования, направленные на повышение эффективности и надежности полупроводниковых ИС.

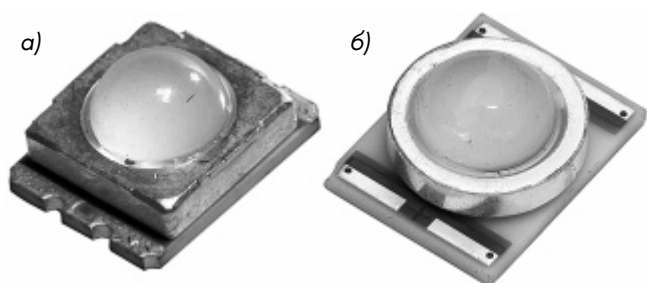


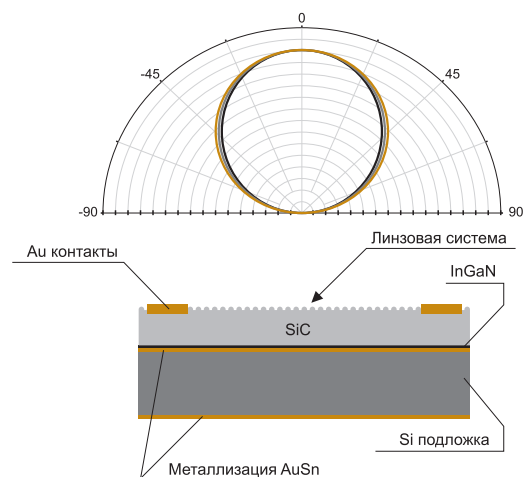
Рис. 1. Внешний вид белого СД Cree семейств XL7090 (а) и XR7090 (б)

Светодиоды компании Cree

Компания Cree, основанная в 1987 г. как производитель полупроводниковых материалов на основе карбида кремния (SiC), начала активные исследования по разработке светоизлучающих структур нитрида галлия (GaN) и его твердых растворов на SiC подложках в начале 90-х гг. прошлого века. С 2005 г. компании Nichia Corporation и Cree обеспечивают более 80 % мирового производства кристаллов синего и зеленого излучений. При этом Cree традиционно использует технологию эпитаксиального выращивания GaN на SiC подложках, а Nichia Corporation — на подложках из сапфира. Технология выращивания GaN на SiC обладает рядом принципиальных преимуществ перед технологией InGaN на сапфире. Во-первых, SiC обладает на порядок большей теплопроводностью (3,8 Вт/см·К у SiC против 0,3 Вт/см·К у сапфира). Это упрощает решение проблемы отвода тепла от активной области кристалла (p-n — перехода), являющейся ключевой для кристаллов с токами более 100 мА. Во-вторых, кристаллическая решетка 6H-SiC обладает лучшим по сравнению с сапфиром родством с GaN, что принципиально снижает концентрацию дефектов и дислокаций в структуре GaN и повышает квантовый выход кристаллов.

Основной отличительной особенностью СД производства компании Cree явился корпус (рис. 1, а). Впервые в массовом производстве СД применяется металлокерамический корпус с плавающей линзой из кварцевого стекла, что позволяет получить сразу несколько важных преимуществ. Во-первых, электрически изолированное теплоотводящее основание упрощает конструирование кластеров на основе СД. Во-вторых, эвтектическая посадка кристалла на металлизированную керамическую подложку снимает проблему механических напряжений, возникающих за счет большой разницы в температурных коэффициентах расширения при эксплуатации СД в широком диапазоне температур, и особенно при отрицательных температурах [1].

В-третьих, корпус не содержит никаких пластмассовых деталей, не требует предварительного приклеивания, что позволяет использовать для монтажа стандартные автоматизированные линии, значительно снижая себестоимость конечных изделий. Линза из кварцевого стекла устойчива к воздействию УФ



Кристалл семейства EZ1000:

Ризл = 300...380 мВт (460 нм)
Равномерное растекание тока по кристаллу
Подключение кристалла приваркой двух параллельных проволочных перемычек (Au)
Высокая теплопроводимость и плотность мощности
Ламбертовское распределение излучения

Рис. 2. Схема кристалла Cree EZ1000 семейства EZBright™

излучения, что гарантирует длительный срок эксплуатации СД при прямом солнечном свете. Подвижность линзы не только защищает от напряжений контактную систему, но и позволяет сохранять фокусировку в широком температурном диапазоне.

Дальнейшее усовершенствование корпуса СД, воплощенное в семействе XR7090 (рис. 1, б) в основном коснулось конструкции отражателя и, самое главное, снижения теплового сопротивления "p-n — переход — теплоотводящее основание" до 8 С/Вт.

СД нового семейства XR-C7090 используют кристалл серии EZ700 (700x700 мкм). Световая отдача таких СД при токе 350 мА соответствует приблизительно СД семейства XR7090 (с кристаллом предыдущего поколения XB900). Однако из-за меньшей площади кристалла стоимость его в массовом производстве намного ниже, соответственно ниже и стоимость СД на его основе. Поэтому СД семейства XR-C7090 позиционируется Cree как эффективное решение для бюджетных приложений, когда фактор цены определяющий: цена этих СД на 35 % ниже даже по сравнению с СД семейства XR7090.

Рассмотрим подробнее СД семейства XR-E7090 для систем общего освещения.

Семейство XR-E7090:

первые полупроводниковые лампы для систем освещения

Семейства СД XR-E7090 и XR-C7090 изготавливаются на основе новых кристаллов EZ1000 (рис. 2) и EZ700 семейства EZBright™ соответственно. Это семейство кристаллов компания Cree разрабатывала с 2004 г., а для их массового производства потребовалось строительство новой фабрики, переход на SiC подложки диаметром 100 мм со сверхнизкой плотностью дефектов, разработка новых ТП. В результате удалось добиться рекордных показателей эффективности. Так, кристаллы типа EZR260 обеспечивают

квантовый выход 55...75%, а у самых больших кристаллов (EZ1000) типичный квантовый выход равен 40...55 %. Кроме того, за счет улучшения контактной системы, удалось получить прямое падение напряжения на кристалле при номинальном токе на 20% ниже, чем у семейства кристаллов XB900 и кристаллов других производителей.

Семейство кристаллов EZBright™ имеет ряд принципиальных технологических отличий. Как и раньше, используется процесс эпитаксиального выращивания слоев GaN и его твердых растворов на SiC подложке толщиной 100 мкм. Однако после формирования излучающей структуры SiC подложка стравливается через маску до 35 мкм с образованием линзовой системы, которая обеспечивает сбор светового потока с поверхности структуры и формирует стандартную кривую силы света. Это позволяет упростить решение проблемы однородности нанесения люминофора на кристалл при производстве СД белого цвета свечения.

Второе важное отличие заключается в применении новой контактной системы в кристаллах EZ1000. Она имеет две контактные площадки для приваривания проводников и выполнена таким образом, чтобы минимизировать площадь контактов на поверхности кристалла. Это позволило увеличить площадь поверхности излучения до 90%, а параллельное соединение перемычек контактов катода дополнительно вдвое снизило потери проводимости при токах свыше 350 мА.

Претерпела изменение и технология нанесения люминофора. В предыдущих семействах XL7090 и XR7090 весь объем внутри отражателя между кристаллом и первичной линзой заполнялся взвесью люминофора в геле (рис. 1, б). Это упрощало ТП, но при этом обнаруживались два серьезных недостатка. Во-первых, наблюдалась существенная цветовая неоднородность свечения, а во-вторых, практически отсутствовала возможность создания вторичной оптики с углами излучения <20° из-за слишком большой площади излучателя. В новых семействах СД люминофор наносится непосредственно на кристалл (рис. 3), что позволяет практически полностью устранить указанные недостатки.

В результате компании Cree удалось получить изделие, среднее значение световой отдачи которого превышает 90 лм/Вт при токе 350 мА в диапазоне цветковых температур 5500...6500 К, а средняя потребляемая мощность в этом режиме составляет 1,07Вт [1]. Отдельные приборы обеспечивают световой поток до 120 лм при 350 мА.

Достиженные компанией Cree показатели эффективности впервые позволили говорить о конкуренции полупроводниковых ИС с большинством традицион-

*Не то чтобы мир стал гораздо хуже,
но светодиодное освещение стало гораздо лучше...*

Журнал "Автоматизация в промышленности"

ных ламп. В таблице приведено сравнение характеристик большинства традиционных ИС с двумя семействами СД — XR7090, как представителя предыдущих поколений СД, и XR-E7090. Под реальной световой отдачей в таблице понимается отношение светового потока светильника к суммарной мощности ИС в нем. Из таблицы видно, что белые СД семейства XR-E7090 уже превосходят многие традиционные ИС.

Применение светодиодов в освещении

Несмотря на все успехи технологии разработки и производства СД в последнее время, применение полупроводниковых ИС в освещении пока что не носит массового характера. Из открытых источников информации можно получить лишь примерную картину внедрения СД в освещение за рубежом. Так, около 60% проектов освещения со СД касаются освещения торговых площадей и ресторанов, 30% — частных подземных гаражей, 7 % — освещения офисов и лишь около 3% (единичные проекты) — уличного освещения [1].

В 2007 г. был начат ряд серьезных проектов по применению полупроводниковых ИС в уличном освещении. Так, в феврале 2007 г. был анонсирован совместный проект компаний Cree, Lighting Science Group Corporation и правительства штата Северная Каролина под названием LED City (Светодиодный город). Проект предусматривает перевод муниципального освещения столицы штата г. Роли на полупроводниковое, включая уличное

освещение, освещение подземных гаражей, пешеходных переходов, парков, архитектурной и акцентной подсветки. Экономические расчеты, проведенные по заказу муниципалитета г. Роли показали, что экономия электроэнергии после реализации этого масштабного проекта составит около 40%, а срок окупаемости капитальных затрат — около 3-х лет. Проект будет выполнен полностью на белых СД семейства XR-E7090 (в светильниках общего освещения) и



Рис. 3. Внешний вид белого СД семейства XR-E7090

XR7090 (в светильниках архитектурного и акцентного освещения). Помимо замены традиционных светильников на светильники с СД будет применена система интеллектуального управления освещением ODL® (Optimized Digital Lighting), позволяющая управлять потреблением электроэнергии в зависимости от изменения внешних условий (уровня освещенности, наличия людей в зоне освещения и т.п.). Уже в течение последующих 18 месяцев планируется полностью переоборудовать систему освещения делового центра с населением более 350000 человек. Сказан-

ное выше показывает, что когда есть четкое обоснование предложения и инициатива исходит непосредственно от заказчика, находятся компании, готовые реализовать проект любой степени сложности.

В нашей стране попытки внедрения полупроводниковых ИС в освещение также предпринимаются, хотя носят пока еще нерегулярный характер. Работу в этом направлении ведут несколько компаний. Одним из лидеров здесь выступает компания ПРОСОФТ, долгое время работающая на рынке электронных компонентов с продукцией многих ведущих производителей, в том числе и с изделиями компании Cree. Приблизительно с 2005 г. компания ПРОСОФТ начала заниматься мощными СД серии Xlamp производства компании Cree. Для разработки изделий на основе мощных СД в компании ПРОСОФТ создан отдел светотехники, разрабатывающий и выпускающий продукцию под торговой маркой XLight.

Компания ПРОСОФТ регулярно организует семинары по тематике полупроводниковых ИС и изделий на их основе с приглашением специалистов компании Cree для формирования у клиентов и заказчиков представления о современном состоянии технологии разработки и производства СД. Сотрудниками отдела светотехники компании ПРОСОФТ проведены и опубликованы экономические расчеты, показывающие комплексный экономический эффект внедрения светильников на основе СД в жилищно-коммунальном хозяйстве и возможные сроки окупаемости подобных решений [2, 3].

В Москве уже выполнен ряд проектов установки светодиодных светильников: подсветка здания ОАО "Газпром" на улице Наметкина (рис. 4), где разработчиком и производителем светотехнических изделий на основе светодиодных ламп Cree Xlamp выступила компания XLight, подсветка жилого комплекса "Кутузовская Ривьера", который является совместной разработкой компаний Xlight и Центр Светодизайна, установка светильников ДВУ-25 для освещения подземного перехода около станции метро "Рижская" (рис. 5), разработанная совместно компаниями XLight и Светосервис. Поставщиком полупроводниковых изделий для всех проектов, а также готовых светотехнических решений торговой марки XLight является компания ПРОСОФТ.

Полищук Александр Геннадьевич, Туркин Андрей Николаевич — специалисты компании ПРОСОФТ.

Контактный телефон (495) 234-06-36.

[Http://www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)



Рис. 4



Рис. 5

В последнее время некоторые российские производители традиционного осветительного оборудования для освещения начали осознавать, что СД для них не конкуренты, а возможность выведения своей продукции на новый технологический уровень и, тем самым, получения значительного конкурентного преимущества на рынке. Кроме производителей светотехнических изделий, также во внедрении светильников на основе СД в освещение могут быть заинтересованы энергетики. Ведь экономия электроэнергии при замене ламп накаливания на СД составляет до 80 %, а люминесцентных ламп — свыше 40% [4,5].

Помимо экономической эффективности, осветительные устройства на основе СД являются долговечными, их время жизни превышает время жизни люминесцентных ламп в несколько раз, а ламп накаливания — в десятки раз. Кроме того, светодиоды не являются хрупкими, в отличие от ламп, поэтому устройства на их основе вандалостойкие. Возможность низковольтного питания делает их

безопасными, то есть не являющимися потенциальными источниками возникновения пожара или взрыва. Благодаря этим факторам, а также увеличившейся в последние годы световой отдаче СД стали очень перспективными источниками света уже сейчас, и должны завоевать все большие сферы применения в ближайшем будущем. Это вселяет надежду на то, что ситуация в нашей стране вскоре начнет меняться, и мы не слишком отстанем в применении СД от передовых зарубежных стран.

Список литературы

1. Полищук А. Новая серия светодиодов XR-E7090 компании Cree для общего освещения // Светотехника. 2007. №3.
2. Полищук А., Туркин А. Концепция применения светильников со светодиодами в целях реализации программы энергосберегающего освещения // Компоненты и технологии. 2007. №11.
3. Гужов С., Полищук А., Туркин А. Концепция применения светильников со светодиодами совместно с традиционными источниками света // Современные технологии автоматизации. 2008. №1.
4. Полищук А., Туркин А. Перспективы применения светильников со светодиодами для энергосберегающего освещения // Энергосбережение. 2008. №2.
5. Полищук А., Туркин А. Светодиодные светильники — эффективный метод решения проблемы энергосбережения // Энергосбережение. 2008. №3.