

Андрей Туркин

Новинки на рынке светодиодной продукции от компании SemiLEDs

➔ В статье приводится обзор новых серий светодиодов тайваньской компании SemiLEDs, а также нового светодиодного изделия, предлагаемого ее специалистами для автомобильной светотехники. За несколько последних лет данная компания сумела выйти в лидеры рынка светодиодной продукции и сейчас активно разрабатывает новые серии изделий в выбранных ею сегментах.



Введение

Использование светодиодов (СД) в качестве источников света для систем освещения и светотехнических изделий в настоящее время перестало быть чем-то особенным. Сегодня они применяются практически везде: от светофоров и информационных табло до систем освещения. Характеристики современных СД и СД-модулей достигли достаточно высоких значений, что позволяет успешно применять их не только в индикаторах, как это было, можно сказать, на заре их появления — в 60–70-х гг. прошлого века, но и в различных других областях, включая светосигнальную аппаратуру, освещение и т. д.

Светодиодный рынок стремительно развивается, и лидерами на нем, как уже отмечалось [1–3], являются компании, которые внесли в разработки собственное know-how. К ним последние несколько лет относится и тайваньская компания SemiLEDs, основанная в 2004 г., которая имеет в своем активе также собственную технологию производства кристаллов, основанную на разработанном ее специалистами методе отсоединения структуры нитрида галлия (GaN) от сапфировой (Al_2O_3) подложки [1–4].

Эта технология получила название lift-off [1–5]. С ее помощью компании SemiLEDs удалось существенно снизить концентрацию дефектов в структурах GaN, выращенных на подложках из сапфира (Al_2O_3) [1–3], и, как следствие, уменьшить безызлучательную рекомбинацию, тем самым увеличив квантовый выход излучения [1–3]. А разработанный компанией собственный метод монтажа структуры на проводящую подложку позволил изготавливать кристаллы с контактами на противоположных гранях, тем самым обеспечивая вертикальное протекание тока, что позволяет снизить внутреннее сопротивление структуры и, как следствие, уменьшить прямое напряжение и потребляемую мощность при номинальном токе [1–3]. Кроме того, стоит отметить, что данная технология позволяет использовать подложки Al_2O_3 несколько раз в процессе роста, что снижает себестоимость кристаллов [1–3].

Отдельно нужно сказать, что при разработке новых изделий компания SemiLEDs внимательно изучает ситуацию на рынке светодиодных изделий и тщательным образом проводит поиск областей применения, где данные новинки могут быть

Таблица 1. Параметры светодиодов семейства C3535L

Диапазон цветовой температуры, К	Холодный белый	Естественный белый	Теплый белый
	4750–10 000	3700–4750	2600–3700
Значения светового потока при токе 350 мА, лм, не менее	139	122	114
Типичное значение индекса цветопередачи (CRI)	70	75	80 (минимально)
Максимальный рабочий ток, мА	1000		
Угол кривой светораспределения, град.	135	130	
Тепловое сопротивление, °С/Вт, не более	8		

востребованы. Например, изучив тенденции на светодиодном рынке в 2014 г. и приняв во внимание достаточно жесткую конкуренцию среди производителей светодиодов для светотехнических изделий общего освещения, специалисты компании SemiLEDs определили собственный путь развития в нескольких направлениях. Во-первых, они доработали существующую серию мощных СД видимого диапазона оптического спектра, выпустив обновленные серии. Во-вторых, расширили линейку продуктов для специальных применений, где требуются источники света ультрафиолетовой (УФ) и инфракрасной (ИК) областей спектра. Причем последние стали абсолютно новым для компании направлением, в котором, как будет показано далее, им удалось сразу добиться серьезных успехов [3]. В-третьих, решили сосредоточить усилия на разработке источников для еще одной специфической области — автомобильной светотехники. Представим краткий обзор инновационных решений компании SemiLEDs.

Мощные светодиоды видимого диапазона

Прежде всего, стоит отметить обновление серии мощных светодиодов C35, о предыдущих моделях которой было достаточно подробно сказано в [1, 2]. В качестве обновления специалисты SemiLEDs выпустили серию C3535x (рис. 1). В нее входят два семейства: C3535L (СД белого

цвета свечения) и C3535M (цветные СД). Параметры приборов этих семейств представлены в таблицах 1 и 2.

При сравнении C3535x с предыдущей серией C35 компании SemiLEDs [1, 2] можно заметить, что значения светового потока или мощности оптического излучения большинства СД не снизились, а у теплого белого и синего увеличились. Кроме того, в линейке цветных СД появился темно-красный, который расширил диапазон видимого спектра, перекрываемый данной серией, расширив тем самым область применений СД SemiLEDs [3].

СД серии C3535x изготавливаются в корпусе, аналогичном серии C35, размер основания составляет 3,45×3,45 мм. Основания такого же размера и типа используются многими известными производителями, например Cree (XP-серии или серия XT-E) или Philips Lumileds (Luxeon Q) [3]. Кривая светораспределения СД серии C3535x также аналогична кривой светораспределения указанных СД, что позволяет разработчикам использовать СД данной серии в существующих изделиях без каких-либо изменений и доработок, используя существующие печатные платы и оптику. Это предоставляет производителям светотехнических изделий на основе СД определенные преимущества, такие как сокращение цикла разработки приборов и оптимизация времени вывода нового изделия на рынок.

Таблица 2. Параметры цветных светодиодов семейства C3535M

Области видимого спектра	Темно-красная	Красная	Желтая	Зеленая	Изумрудная	Голубая	Синяя
Диапазон длин волн, нм	650–670	620–635	580–600	520–535	500–520	455–470	440–460
Значение светового потока при токе 350 мА, лм, не менее		56	56	87	80	30	
Мощность оптического излучения, мВт	>280						>520
Максимальный рабочий ток, мА	700			1000			
Угол кривой светораспределения, град.	125						
Тепловое сопротивление, °С/Вт, не более	10			8			



Рис. 1. Мощные светодиоды серии C3535x компании SemiLEDs

Мощные светодиоды УФ-диапазона

Ранее SemiLEDs выпускала СД УФ-диапазона серии C35 — C35L-U-A (рис. 2) [3]. С конца 2014 — начала 2015 гг. компания доработала данные приборы, выпустив серию C3535U-UNx1. В ней, например, есть модели с двумя значениями углов светораспределения — 125° (рис. 3а) и 55° (рис. 3б), что существенно облегчает работу разработчикам, позволяя использовать соответствующие типы СД серии C3535U-UNx1 в случаях, когда требуется более широкая или более узкая кривая светораспределения конечного прибора даже без использования вторичной оптики. Это является неоспоримым преимуществом данной серии, так как большинство линз для СД изготавливаются из полимерного материала, который может деградировать при длительном воздействии УФ-излучения.

СД серии C35L-U и новой серии C3535U-UNx1 изготавливаются на одинаковом основании. Как уже отмечалось ранее, основания такого же размера и формы используются многими известными производителями. Это означает, что при разработке приборов для УФ-области спектра могут использоваться стандартные печатные платы.

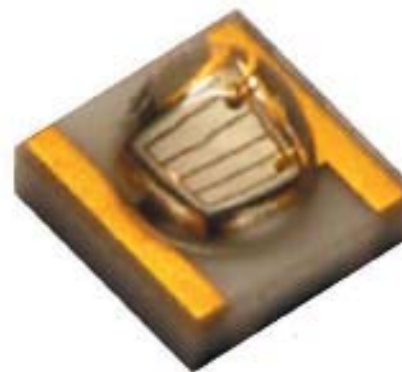


Рис. 2. Мощные УФ-светодиоды C35L-U-A компании SemiLEDs

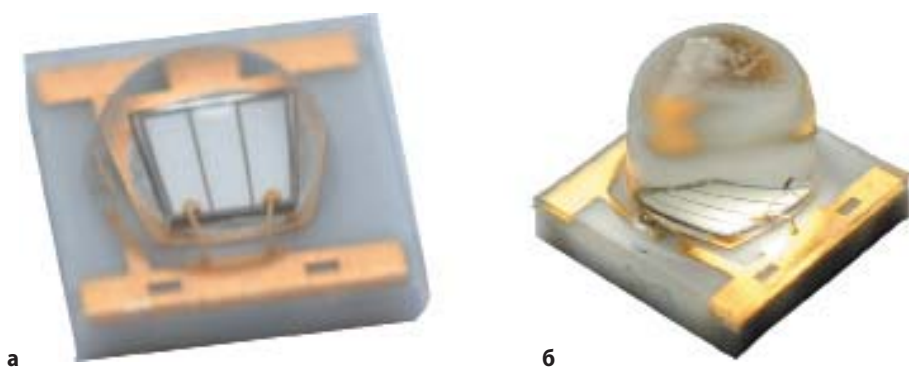


Рис. 3. Мощные УФ-светодиоды серии C3535U-UNx1 компании SemiLEDs с углами распределения: а) 125°; б) 55°

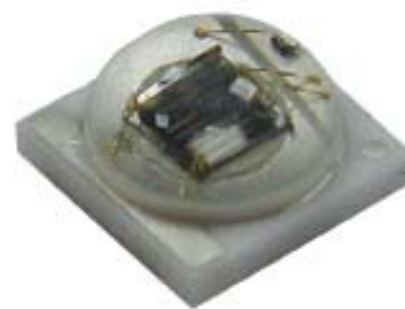


Рис. 4. Мощные УФ-светодиоды серии BC3535U-VNL1 компании SemiLEDs

Еще одна новая серия УФ СД SemiLEDs — BC3535U-VNL1 (рис. 4) [3]. Она также начала выпускаться компанией в конце 2014 – начале 2015 г. Из приведенных в таблице 3 характеристик видно, что эта серия перекрывает достаточно коротковолновый диапазон, тем самым позволяя расширить область применения УФ СД.

СД, длина волны излучения которых, повторим еще раз, лежит в диапазоне 365–375 нм, являются наиболее подходящими для применения в приборах и системах проверки денежных знаков, в системах очистки и обеззараживания воды, например для бассейнов и аквариумов. Также они могут

применяться в различных специальных решениях, требующих источников света УФ-диапазона, в том числе и в осветительных системах, где предполагается использовать несколько люминофоров, максимум спектра возбуждения которых лежит в УФ-области.

Мощные светодиоды ИК-диапазона

В начале 2015 г. SemiLEDs стала разрабатывать и производить СД в ИК-диапазоне спектра, где требуются кристаллы уже на основе арсенидных структур [3–5]. Если до этого времени компания спе-

циализировалась на структурах на основе GaN и его твердых растворов, освоив инновационную технологию lift-off [1–5] и используя структуры на основе фосфида алюминия–индия–галлия (AlInGaP) для производства желтых и красных кристаллов, то теперь можно утверждать, что компания также освоила технологию арсенида галлия (GaAs) и структур на его основе. Вывод этот может быть обоснован тем фактом, что в линейке продукции появились отмеченные ранее в данной статье темно-красные СД серии C3535M, для которых требуются структуры на основе арсенида алюминия–галлия (AlGaAs), а также появившаяся новая серия ИК СД N3535X-INx1 (табл. 4).

Модели с различными значениями углов светораспределения представлены на рис. 5. ИК СД серии N3535X-INx1 имеют новый тип корпуса, в котором используется основание на основе нитрида алюминия (AlN), что позволяет ему обеспечивать, как показано в таблице 4, низкое тепловое сопротивление и хороший отвод тепла от кристалла при высоком рабочем токе, значение которого может достигать 1 А. Двойная эпитаксиальная структура, лежащая в основе кристаллов СД данной серии, позволяет получить высокие значения мощности излучения, которые могут достигать 1 Вт при токе 700 мА. Такие характеристики делают СД данной серии незаменимыми, например, для источников излучения в системах безопасности.

Также важным фактом является то, что СД серии N3535X-INx1 по размерам основания идентичны представителям всех описанных выше серий. Следовательно, разработчики светотехнических изделий

Таблица 3. Параметры светодиодов УФ-диапазона компании SemiLEDs

Серия		C35	C3535U-UNx1	BC3535U-VNL1
Модель		C35L-U-A		
Диапазон длин волн, нм		390–400; 400–410; 410–420	380–390; 390–400; 400–410; 410–420	365–370; 370–375
Мощность излучения, мВт		320; 440; 480; 520	560–750 для диапазона 380–390 нм; 650–850 для диапазонов 390–400 и 400–410 нм; 700–900 для диапазона 410–420 нм	60–120
Рабочий ток, мА	номинальный	350	500	350
	максимальный		800	500
Тепловое сопротивление, °С/Вт, не более			8	20–22
Угол светораспределения, град.		125	125; 55	145
Размеры основания, мм			3,45×3,45	

Таблица 4. Параметры ИК-светодиодов серии N3535X-INx1

Диапазон длин волн, нм		840–870
Рабочий ток, мА	номинальный	700
	максимальный	1000
Угол светораспределения, град.		140; 90; 65
Мощность излучения, мВт		700–1000; 650–950; 600–900 (в зависимости от угла светораспределения)
Тепловое сопротивление, °С/Вт, не более		4,4
Размеры основания, мм		3,45×3,45

могут использовать стандартные печатные платы и при разработке изделий для ИК-применений, которыми являются, например, источники излучения и камеры для систем безопасности, наблюдения, а также систем машинного зрения, меняя только светодиоды.

Таким образом, можно констатировать, что, развивая линейку мощных СД, компания SemiLEDs, кроме видимого, успешно проникла в УФ- и ИК-диапазоны, и ее продукция в корпусе форм-фактора 3535 перекрывает сейчас широкий диапазон длин волн 365–960 нм. При этом одинаковые платы, корпуса и некоторые оптические элементы могут использоваться для изделий различного назначения, что позволит существенно снизить их себестоимость.

Источники света для автомобильной светотехники

Стоит сказать несколько слов и о новом продукте компании SemiLEDs для рынка автомобильной светотехники — светодиодной лампе H4/H7, предназначенной для фары головного света автомобиля и мотоцикла. Компания разработала данную новинку на основе собственного патента и представила ее на рынок в феврале 2015 г.

Ключевой особенностью новой СД-лампы является конструкция излучателя на основе множества СД-кристаллов (рис. 6). Такой излучатель обеспечивает светораспределение, аналогичное тому, что дает нить накала галогенной лампы, при этом его световая отдача существенно выше. Благодаря этому КСС СД-лампы H4/H7 и стандартной галогенной лампы практически одинаковы, однако световые характеристики фары при использовании H4/H7 возрастают примерно на 35% по сравнению с использованием стандартной галогенной лампы. Также стоит отметить, что H4/H7 легче монтировать в корпус фары, чем стандартную галогенную лампу.

СД-фара H4/H7 соответствует требованиям, предъявляемым к головному свету регламентирующими документами в области дорожного движения. Оптическая система данной фары позволяет получить равномерное светораспределение при меньшей яркости и таким образом значительно снизить эффект ослепления водителей встречного транспорта.

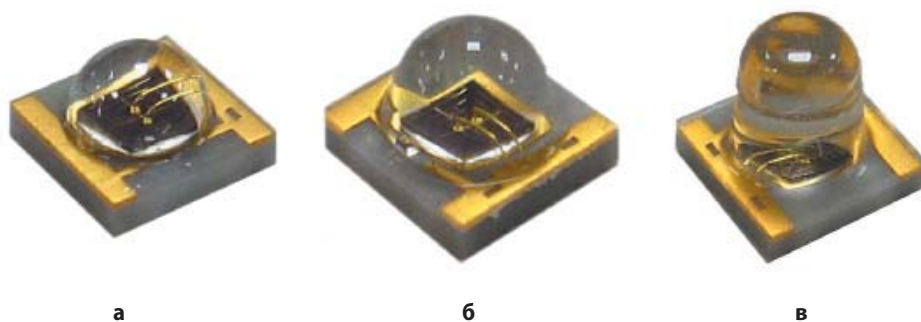


Рис. 5. Мощные ИК-светодиоды серии N3535X-INx1 компании SemiLEDs с углами светораспределения: а) 140°; б) 90°; в) 65°

Поэтому свет новой СД-фары является более комфортным для глаз водителя, он делает лучше освещение дорожного покрытия и обзор дороги в ночное время, улучшая тем самым состояние водителя, снижая его утомляемость и увеличивая работоспособность.

Система отвода тепла, разработанная компанией SemiLEDs для H4/H7, гарантирует ей срок службы до 30 000 ч.

Заключение

Подводя итоги сказанному, стоит отметить, что описанные в данной статье новые СД компании SemiLEDs имеют высокую световую отдачу и эффективность, следовательно, на их основе можно строить экономически более выгодные светотехнические изделия. Кроме того, применение данных СД, имеющих при высокой световой отдаче достаточно хорошую цену люмена, позволит сократить срок окупаемости изделий. Применение белых СД SemiLEDs может позволить существенно снизить себестоимость люмена готового изделия, а также повысить эффективность их использования в промышленности.

Расширение линейки СД как в УФ-, так и в ИК-область свидетельствует о существенном научно-техническом и инженерно-технологическом потенциале компании. Расширение линейки УФ СД в более коротковолновую область свидетельствует об освоении технологии GaN-структур на более высоком уровне, а появление в цветной линейке темно-красных СД, использующих кристаллы на основе AlGaAs-структур, а также принципиально новых ИК СД, в которых используются кристаллы на основе GaAs-структур, говорит об освоении специалистами новых

технологических процессов в промышленном масштабе.

Указанные успехи компании SemiLEDs, достигнутые за несколько последних лет, должны позволить ей существенно укрепить позиции в числе лидеров рынка производителей светодиодов.

Литература

1. Туркин А. Характеристики и особенности светодиодов компании SemiLEDs // Современная электроника. 2014. № 3.
2. Матешев И., Туркин А. Светодиоды SemiLEDs — новые технологии, новые возможности // Полупроводниковая светотехника. 2014. № 3.
3. Туркин А. Новые продукты в линейке светодиодов компании SemiLEDs // Современная электроника. 2015. № 4.
4. Шуберт Ф. Е. Светодиоды. М.: Физ-МатЛит. 2008.
5. Туркин А. Н. Полупроводниковые светодиоды: история, факты, перспективы // Полупроводниковая светотехника. 2011. № 5.



Рис. 6. Конструкция излучателя на основе множества светодиодных кристаллов новой светодиодной лампы H4/H7 компании SemiLEDs