

НОВЫЕ СВЕРХЪЯРКИЕ СВЕТОДИОДЫ КОМПАНИИ AVAGO TECHNOLOGIES

В последние годы светодиоды (светоизлучающие диоды СИД) – твердотельные полупроводниковые источники света – стремительно развиваются и совершенствуются. Еще недавно светодиоды были всего лишь устройствами индикации, а сегодня это уже высокоэффективные источники света, которые в ближайшие 10–15 лет преобразят мир искусственного освещения и, возможно, заменят лампы накаливания и люминесцентные лампы.

Систематические исследования в области СИД начались только со второй половины XX века, хотя создание светодиодов имеет почти столетнюю историю. Исследования и разработки в области материалов и изготовления светодиодов в 1960–1990-е годы дали мощнейший импульс развитию этой области электроники. Основатели этого направления – Н.Холоньяк (N.Holonyak), Ж.И.Алферов, И.Акасаки (I.Akasaki), Х.Аmano (H.Amano), С.Накамура (Sh.Nakamura) и, конечно, их соавторы и помощники. Исследования показали, что германий (Ge) и кремний (Si), основные материалы для транзисторов, бесперспективны для СИД из-за слишком большой «работы выхода». Успех же сопутствовал многокомпонентным гетероструктурам (МКГ) соединений галлия (Ga), мышьяка (As), фосфора (P), индия (In) и алюминия (Al). Идеи создания светодиодов были реализованы после обнаружения эффективной люминесценции полупроводниковых соединений типа фосфида (GaP) и арсенида (GaAs) галлия и их твердых растворов. На их основе были созданы СИД, и таким образом был заложен фундамент новой отрасли техники – оптоэлектроники.

Первые светодиоды выпускались всего в трех цветовых гаммах: желтой, красной и оранжевой. И лишь позднее стали выпускаться также белые, зеленые и синие светодиоды. Именно с расширением цветовой гаммы светодиоды и стали более популярными.

И. Кокорева

Первые имеющие промышленное значение СИД с красным и желто-зеленым цветами свечения были созданы в начале 1960-х годов на основе структур GaAsP/GaP Ником Холоньяком (США) и его соавторами. Внешний квантовый выход диодов не превышал 0,1%. Длина волны излучения находилась в пределах 500–600 нм – области наивысшей чувствительности человеческого глаза, т.е. яркость их желто-зеленого излучения была достаточной для индикаторных устройств. Световая отдача СИД при этом составляла приблизительно 1–2 лм/Вт.

В 1960-х годах советский ученый Ж.И.Алферов с соавторами из Физико-технического института им. Иоффе предложил использовать четырехкомпонентные гетероструктуры AlAsGaP для получения мощных СИД, за это он в 2000 году был удостоен Нобелевской премии в области физики.

Первый коммерческий СИД синего цвета свечения был сделан Накамурой в начале 1994 года на основе МКГ InGaN/AlGaIn с активным слоем InGaIn, легированным Zn. Выходная мощность составляла 3 мВт при прямом токе 20 мА, квантовый выход – 5,4% на длине волны излучения 450 нм. Вскоре после этого был изготовлен зеленый СИД, излучавший с силой света 2 кд.

В последние годы были разработаны яркие светодиоды в широком диапазоне цветов, который теперь включает белый. Это в свою очередь открыло массу новых применений для СИД в качестве источника света со своей собственной нишей рынка, известной как «СИД высокой яркости» (HB LEDs). Для определения таких СИД также используют термины «суперъяркие» и «ультраяркие». Различают два типа СИД высокой яркости: на основе AlInGaP создают диоды красного, оранжевого, желтого и зеленого цветов свечения, а на материале InGaIn – СИД синего, зеленого и белого цветов свечения. Интенсивность света простейшего СИД высокой яркости составляет несколько сотен милликандел.

Область применений сверхъярких светодиодов можно условно разделить на два сегмента – использование прямого света и освещение. Прямой светодиодный свет применя-



ют для передачи информации, например, в алфавитно-цифровых табло и полноцветных видеодисплеях. В сигнальных устройствах (дорожные сигналы – светофоры и знаки, стоп-сигналы и индикаторы поворота транспортных средств) также используется прямой свет. В освещении светодиоды применяются, например, для интерьерной подсветки, освещения фасадов зданий, подсветки дисплеев и клавиш мобильных телефонов, освещения в автомобилях и т.д.

Можно выделить следующие области применения ультраярких светодиодов.

Световая реклама. Все больше и больше компаний используют СИД во всех видах световой рекламы – объемных буквах, объемных и ультратонких световых коробах, световых рекламных вывесках. Если рассматривать качественные СИД, то их преимущества – это малые размеры, низкое питающее напряжение и энергопотребление, высокая надежность, безопасность в работе и срок службы до 100 тыс. ч. Кроме того, они просты в установке и позволяют снизить стоимость и время производства рекламной продукции. СИД зарекомендовали себя как уникальные и мощные источники света и изменили рекламный рынок, некогда пребывавший во власти неона. Этот факт будет иметь далекие последствия для всей индустрии световой рекламы.

Освещение в интерьере, архитектуре и ландшафте. В этой области мощные ультраяркие СИД создают образы ландшафтов, мостов, фасадов и других архитектурных поверхностей. По сравнению с лампами накаливания они безвредны для окружающей среды, обладают длительным ресурсом работы и более рентабельны. Сегодня такое применение СИД является мощным стимулом развития светодиодной промышленности.

Мобильные устройства. Сверхъяркие СИД широко применяют в сотовых телефонах и коммуникаторах. Они используются как лампы подсветки для дисплеев на жидких кристаллах, монохромные СИД (синий или зеленый) – для одноцветных дисплеев и клавиатуры, в то время как белые СИД – для подсветки полноцветных дисплеев.

Алфавитно-цифровые табло и дисплеи. Другая область применения ультраярких светодиодов – алфавитно-цифровые табло и полноцветные видеодисплеи на стадионах и в торговых центрах, а также одноцветные информационные табло. Эта область приблизительно эквивалентна по масштабам применению СИД в транспортных средствах. Отличительная особенность качественных светодиодных экранов – точная цветопередача оттенков, яркость и сочность красок на всей поверхности. Последние тенденции в области светодиодных экранов – они становятся все более и более компактными. Развивается направление так называемых экранов-сеток или экранов-жалюзи, устроенных так, что с фронтальной стороны транслируются картинки или видеоматериалы, а с внутренней стороны поступает

дневной свет в здания, на фасадах которых они располагаются. Экраны на светодиодах почти невесомые и их легко транспортировать (они сворачиваются в рулоны).

Транспортные средства. Благодаря компактным размерам, малым расходам энергии и малому времени включения светодиоды широко применяются в транспортных средствах как для внешних сигнальных функций (стоп-сигналы и индикаторы поворота), так и в интерьере автомобилей – чаще всего для освещения приборной панели и салона. Будучи впервые примененными в дополнительных (центральных) стоп-сигналах, светодиоды стали обычным явлением во всех типах транспортных средств – легковых автомобилях, автобусах, грузовиках, мотоциклах, а также поездах и самолетах.

Активные дорожные знаки, уличные указатели. Впервые светодиоды применили в светофорах, и сегодня их активно используют в дорожных сигнальных устройствах и уличных указателях, что значительно улучшает дорожную инфраструктуру. Фактически не требующие обслуживания светодиоды имеют многочисленные преимущества по сравнению с другими источниками света, доступными сегодня.

Перспективные применения. Эффективность работы светодиодов растет – они становятся дешевле, а благодаря новым технологическим усовершенствованиям – ярче. Они не только будут насыщать уже имеющиеся сегменты рынка, но и найдут новые области применения.

Самые востребованные сверхъяркие светодиоды – белого светоизлучения, они составляют более половины всех потребляемых сверхъярких светодиодов и обладают рядом преимуществ по сравнению с обычными и галогеновыми лампами:

- не имеют нитей накаливания и хрупких стеклянных колб, что в разы повышает их прочность;
- не разогреваются и не нуждаются в высоком напряжении, что обеспечивает безопасность их применения;
- на порядки превосходят своих конкурентов в быстродействии, так как имеют низкую инерционность;

- малые размеры и компактность позволяют устанавливать светодиоды, в том числе сверхъяркие, в самые разнообразные по форме и размеру устройства – источники света.

Световые или фотометрические параметры светодиодов характеризуются световым потоком и силой света. Световой поток – количество излучаемой энергии, протекающей через единицу площади за единицу времени, измеряется в люменах (лм). Величина светового потока характеризует излучающий источник, и ее нельзя увеличить никакими оптическими системами. Эти системы применяются для перераспределения светового потока в пространстве, например, для большей концентрации его по некоторым избранным направлениям. Люкс (лк) – это отношение количества люменов к освещаемой площади. Сила света – световой поток, приходящийся на единицу телесного угла, в пределах которого он распространяется, т.е. сила света характеризует восприятие источника света наблюдателем. Таким образом, для тех светодиодов, которые выполняют в основном индикаторные функции, главной потребительской характеристикой является именно сила света. Для мощных светодиодов более подходящей характеристикой при сравнении различных источников света будет световой поток.

Эффективность применения мощных светодиодов характеризуется светоотдачей, т.е. отношением светового потока к входной мощности (лм/Вт). Например, для ламп накаливания этот показатель равен 10–15 лм/Вт, для люминесцентных – 70–100 лм/Вт. Для белых светодиодов эффективность лежит в пределах от 30 до 70 лм/Вт, хотя у отдельных производителей данное соотношение достигает значения 100 и более.

Основные производители сверхъярких светодиодов – Nichia Corporation, Osram Opto Semiconductors, Toyoda Gosei, Cree, Avago Technologies, Lumileds Lighting, Osram Opto Semiconductors и Toshiba.

О КОМПАНИИ AVAGO TECHNOLOGIES

Avago Technologies – одна из крупнейших в мире независимых частных полупроводниковых компаний. Была основана в 1961 году как подразделение по производству электронных и полупроводниковых компонентов компании Hewlett-Packard. В 1999 году полупроводниковое подразделение (Semiconductor Product Group – SPG) вместе с подразделением по выпуску измерительной аппаратуры было выделено в компанию Agilent Technologies. В декабре 2005 года подразделение SPG было куплено финансово-инвестиционными компаниями Kohlberg, Kravis Roberts (KKR) и Silver Lake Partners и преобразовано в новую независимую компанию – Avago Technologies.

Avago Technologies – быстро развивающаяся компания, которая специализируется на разработке и выпуске современных полупроводниковых приборов, производит свою продукцию на фабриках, сертифицированных по стандарту ISO-9001, и располагает собственными производственными мощностями в Форт-Коллинсе (Колорадо), Пинанге (Малайзия) и Сингапуре. Строгие испытания на надежность продукции Avago Technologies обеспечивают длительный срок службы и высокие качественные характеристики изделий.

Компания Avago Technologies предоставляет инновационные технологии, решения, услуги и электронные компоненты широкому кругу производителей в области телекоммуникаций, электроники, приборостроения и в других областях.

Компания – технологический лидер в области материалов группы A³B⁵ и продолжает расширять свой ассортимент светодиодов различных цветов и интенсивностей свечения как общего, так и специального назначения. Avago предлагает также разнообразные типы корпусов светодиодов (в том числе для поверхностного монтажа).

Светодиоды высокой световой отдачи на структурах AlInGaP и InGaN обеспечивают силу света, достаточную для создания световых приборов, хорошо видимых даже при яр-

Таблица 1. Параметры светодиодов серии ASMT-Jx32 (Т 25°С)

Модель	Цвет	Световой поток, лм			Ток управления, мА	Материал
		мин.	тип.	макс.		
ASMT-JW32-NUV01	Белый холодный	87,4	100,0	113,6	350	InGaN
ASMT-JW32-NVV01		99,6	105,0	113,6		
ASMT-JN32-NUV01	Белый нейтральный	87,4	100,0	113,6	350	InGaN
ASMT-JN32-NVV01		99,6	105,0	113,6		
ASMT-JY32-NTV01	Белый теплый	67,2	85,0	113,6	350	InGaN

Таблица 2. Параметры светодиодов серии ASMT-Jx33 (Т 25°С)

Модель	Цвет	Световой поток, лм			Ток управления, мА	Материал
		мин.	тип.	макс.		
ASMT-JW33-NSU01	Белый холодный	51,7	70,0	99,6	350	InGaN
ASMT-JN33-NSU01	Белый нейтральный	51,7	70,0	99,6	350	InGaN
ASMT-JY33-NQS01	Белый теплый	30,6	45,0	67,2	350	InGaN



Табл.3. Параметры светодиодов серии ASMT-Jx3x (T 25°C)

Модель	Цвет	Световой поток, лм			Ток управления, мА	Материал
		мин.	тип.	макс.		
ASMT-JR30-ARS01	Красный	39,8	45,0	67,2	350	AllnGaP
ASMT-JH30-ARS01	Красно-оранжевый	39,8	45,0	67,2	350	AllnGaP
ASMT-JA30-ARS01	Янтарный	39,8	45,0	67,2	350	AllnGaP
ASMT-JG31-NST01	Зеленый	51,7	70,0	87,4	350	InGaN
ASMT-JB31-NMP01	Синий	13,9	20,0	30,6	350	InGaN
ASMT-JL31-NPQ01	Глубокий синий	355 мВ	435 мВ	515 мВ	350	InGaN
ASMT-JW31-NTV01	Белый холодный	67,2	85,0	113,6	350	InGaN
ASMT-JW31-NUV01		87,4	95,0	113,6	350	InGaN
ASMT-JN31-NTV01	Белый нейтральный	67,2	85,0	113,6	350	InGaN
ASMT-JN31-NUV01		87,4	95,0	113,6	350	InGaN
ASMT-JY31-NSU01	Белый теплый	51,7	70,0	99,6	350	InGaN



Рис. 1. Ультраяркие светодиоды серии ASMT-Jx33

ком солнечном свете и могут быть применены для изготовления дорожных знаков, светофоров и табло.

В начале 2010 года компания Avago Technologies представила несколько новых серий суперъярких светодиодов.

Светодиоды серии ASMT-Jx32. Серия включает пять моделей (табл.1). Поставляются изделия с холодным белым, нейтральным белым и теплым белым цветами свечения. Компактные светодиоды мощностью 3 Вт фирмы Avago размещены в шестивыводных малогабаритных корпусах (SOP) размерами 5x4x1,85 мм и могут работать с током управления до 700 мА, обеспечивая выход светового потока до 180 лм. Кроме того, эти конкурентоспособные по стоимости светодиоды имеют широкий угол излучения 140 град. и высокие надежность и долговечность. Обеспечивая выход светового потока минимум в 100 лм при токе управления 350 мА, эти новые 3-Вт СИД будут применяться в указателях запасных и пожарных выходов, в портативных осветительных системах, для освещения улиц и жилых помещений, рабочих мест и в других твердотельных осветительных решениях, требующих света высокой яркости.

Максимальная допустимая температура перехода составляет 135°C, диапазон рабочих температур – от -40 до 120°C при управляющем токе 350 мА и от -40 до 105°C при управляющем токе 700 мА. Эти СИД устойчивы к воздействию ESD (электростатические поля) с уровнем 16 кВ, поэтому в процессе монтажа не требуется специальное оборудование,

обеспечивающее защиту от ESD. Кроме того, эти 3-Вт светодиоды совместимы со стандартными процессами SMT-пайки оплавлением.

Светодиоды герметизированы устойчивым к высокой температуре и ультрафиолетовому излучению кремнийорганическим материалом и, кроме того, имеют низкое тепловое сопротивление 9°C/Вт, что гарантирует хороший теплоотвод. Более того, электрически нейтральная поверхность теплоотвода позволяет формировать матрицы СИД на единой теплоотводящей поверхности, что упрощает всю тепловую схему.

Светодиоды серии ASMT-Jx33. Серия включает три модели (табл.2, рис.1). Светодиоды этой серии имеют высокую светоотдачу при высоком значении индекса цветопередачи.

Размеры светодиода – 5x4x1,85 мм. При токе питания 700 мА (3-Вт режим) максимальный световой поток составляет 130 лм. Для получения максимальной светоотдачи рекомендовано питание током 350 мА (1-Вт режим). Светодиоды обеспечивают высокий индекс цветопередачи (CRI): для холодного белого света – 80, для теплого белого света – 90. Световой поток составляет 70 лм для холодного и нейтрального белого света.

ASMT-Jx33 имеет широкий угол обзора 140 град. Допустимая температура р-п-перехода – 135°C. Светодиод устойчив

Таблица 4. Параметры светодиодов серии ASMT-Ax3x (T 25°C)

Модель	Цвет	Световой поток, лм			Ток управления, мА	Материал
		мин.	тип.	макс.		
ASMT-AR30-ARR00	Красный	39,8	45,0	51,7	350	AlInGaP
ASMT-AH30-ARR00	Красно-оранжевый	39,8	45,0	51,7	350	AlInGaP
ASMT-AR30-ARS00	Янтарный	39,8	48,0	67,2	350	AlInGaP
ASMT-AB31-NMP00	Синий	13,9	18,0	30,6	350	InGaN
ASMT-AL31-NPQ00	Глубокий синий	355 мВ	435 мВ	515 мВ	350	InGaN
ASMT-AW31-NUV00	Белый холодный	87,4	100,0	113,6	350	InGaN
ASMT-AN31-NUV00	Белый нейтральный	87,4	100,0	113,6	350	InGaN
ASMT-AY31-NTU00	Белый теплый	67,2	80,0	99,6	350	InGaN



Рис.2. Светодиоды серии ASMT-Ax3x

к электростатическим полям, выдерживает до 16 кВ. Первичная оптика выполнена из силикона, стойкого к ультрафиолету. Тепловое сопротивление составляет не более 9°C/Вт, светодиод имеет изолированный теплоотвод.

Светодиод предназначен для освещения торговых площадей, музеев, жилых помещений, медицинских объектов и для других применений.

Светодиоды серии ASMT-Jx3x. Имеют размеры 5x4x1,85 мм и выдерживают рабочий ток до 700 мА, обеспечивая при этом высокое значение светового потока до 160 лм. При управлении током 350 мА и напряжении 3,5 В световой поток для холодного и нейтрального белого составляет 95 лм, а для теплого белого – 70 лм (табл.3). Светодиоды отличаются широким углом излучения 165 град., первым уровнем чувствительности к влажности (MSL 1) и высокой надежностью. Они имеют максимально допустимую температуру кристалла 135°C и высокую степень защиты от электростатического

Таблица 5. Параметры светодиодов серии ASMT-Jx1x (T 25°C)

Модель	Цвет	Световой поток, лм			Ток управления, мА	Материал
		мин.	тип.	макс.		
ASMT-JR10-ARS01	Красный	39,8	45	67,2	350	AlInGaP
ASMT-JA10-ARS01	Янтарный	39,8	45	67,2	350	AlInGaP
ASMT-JB11-NLN01	Синий	10,7	15	23,5	350	InGaN
ASMT-JG11-NST01	Зеленый	51,7	70	87,4	350	InGaN
ASMT-JW11-NTT01	Белый холодный	67,2	70	87,4	350	InGaN
ASMT-JN11-NST01	Белый нейтральный	51,7	65	87,4	350	InGaN
ASMT-JY11-NST01	Белый теплый	51,7	60	87,4	350	InGaN

разряда до 16 кВ. Таким образом, при установке и пайке светодиодов отпадает необходимость в антистатическом оборудовании. В серии ASMT-Jx3x Avago Technologies предлагает полный набор цветов. Новые 3-Вт светодиоды не особенно дороги и идеальны для применения в осветительных устройствах, где важны минимальные размеры и долгий срок службы изделий.

Светодиоды серии ASMT-Ax3x. Компания Avago Technologies представила новый высокоэффективный 3-Вт (1-Вт) светодиод (табл.4) для светодиодного освещения. Светодиод выполнен в популярном корпусе типа Luxeon (рис.2). По цветовой температуре различают следующие разновидности: холодный, нейтральный и теплый белые, а также синий, желтый, оранжевый и красный.

ASMT-Ax3x имеет широкий угол обзора 140 град., оптимальный для рекламных табло и дисплеев. Световой поток при токе 350 мА (1-Вт режим) составляет свыше 113 лм. Допустимая температура р-п-перехода – 135°C. Высокая стойкость к электростатическим полям (выдерживает более 16 кВ), позволяет при монтаже обходиться без специального антистатического оборудования. Первичная оптика выполнена из силикона, стойкого к ультрафиолету. Светодиоды этой серии имеют низкое тепловое сопротивление, не превышающее 10°C/Вт, а мощные светодиоды белого и синего света имеют изолированный теплоотвод. Светодиод применяется в архитектурной подсветке, рекламе, декоративном освещении.

Светодиоды серии ASMT-Jx1x. Отличаются миниатюрными размерами (5x4x1,85 мм), широким углом излучения 165 град., возможностью работы при повышенных температурах



Таблица 6. Параметры светодиодов серии ALMD-Lx36 (Т 25°С)

Модель	Цвет, длина волны, нм	Интенсивность света, мкд		Угол зрения, град
		мин.	макс.	
ALMD-LG36-WZ002	Красный, 625	1380	2900	40–100
ALMD-LL36-WZ002	Янтарный, 590	1380	2900	40–100
ALMD-LM36-14002	Зеленый, 525	2900	6050	40–100
ALMD-LB36-SV002	Синий, 470	660	1380	40–100



Рис.3. Светодиоды серий ALMD-xx3D и ALMD-Lx36

и высокой надежностью. Доступные цвета свечения: красный, янтарный, зеленый, голубой, холодный белый, нейтральный белый и теплый белый.

Серия светодиодов ASMT-Jx1x (табл.5) отвечает самым строгим требованиям разработчиков к качеству цвета и однородности свечения, обеспечивая стабильную работу изделия при высоких температурах и большом токе управления. Световой поток достигает 87 лм при токе 350 мА, максимальная температура перехода составляет 150°С, защита от электростатического разряда – до 16 кВ. Как следствие, отпадает необходимость в специализированном антистатическом оборудовании при установке и пайке светодиодов. Более того, данная серия 1-Вт светодиодов выдерживает стандартную технологию пайки поверхностных компонентов методом оплавления припоя и позволяет заметно снизить стоимость разработки, поскольку предоставляет разработчику значительную свободу и гибкость в выборе решения.

Новые 1-Вт светодиодные излучатели, обладая конкурентоспособной ценой, идеальны для применения в осветительных устройствах, где очень важны минимальные размеры. К типовым областям применений новых светодиодов можно отнести портативные осветительные устройства, системы уличного освещения и архитектурной подсветки, декоративная подсветка витрин.

Таблица 7. Параметры светодиодов серии HLMP-ELxx/EGxx (Т 25°С)

Модель	Цвет, длина волны, нм	Интенсивность света, мкд (I=20 мА)		Угол зрения, град
		мин.	макс.	
HLMP-EL1A-Z1KDD	Янтарный, 590	12000	21000	15
HLMP-EL1A-Z1LDD		12000	21000	
HLMP-EG1A-Z10DD	Красный, 626	12000	21000	23
HLMP-EL2A-XYKDD	Янтарный, 590	7200	12000	
HLMP-EL2A-XYLDD		7200	12000	
HLMP-EG2A-XY0DD	Красный, 626	7200	12000	30
HLMP-EL3A-VWKDD	Янтарный, 590	4200	7200	
HLMP-EL3A-VWLDD		4200	7200	
HLMP-EL3A-WXKDD	Красный, 626	5500	9300	
HLMP-EL3A-WXLDD		5500	9300	
HLMP-EG3A-VW0DD	Красный, 626	4200	7200	
HLMP-EG3A-WX0DD		5500	7200	



Рис.4. Светодиоды серии HLMP-ELxx/EGxx

Светодиоды серий ALMD-xx3D (круглые) и ALMD-Lx36 (овальные). Светодиоды янтарного, красного, зеленого и синего цветов предназначены для производителей полноцветных и монохромных бегущих строк, дорожных информационных табло, индикаторов цен на автозаправочных станциях и полноцветных светодиодных видеопанелей, используемых в рекламной деятельности.

Круглые ALMD-xx3D и овальные ALMD-Lx36 (табл.6, рис.3) светодиодные лампы имеют приблизительно такую же интенсивность свечения, что и обычные выводные светодиоды большой яркости, но при этом допускают групповой поверхностный монтаж (SMT, Surface Mounted Technology) в едином цикле. Использование современных оптических эпоксидных материалов обеспечивает отличную работоспособность диодов этой серии в уличных информационных табло.

Для облегчения автоматического монтажа светодиоды поставляются в лентах и катушках, соответствующих EIA-стандарту, каждая катушка поставляется промаркированной единообразным кодом интенсивности и цвета, что обеспечивает унификацию. Угол обзора для серии ALMD-xx3D составляет 30 град., а для ALMD-Lx36 – 40–100 град.

Светодиоды серий HLMP-ELxx/EGxx. Это новые, недорогие, энергоэффективные, суперяркие светодиоды красного и янтарного цветов с улучшенными характеристиками и высокой надежностью (табл.7, рис.4). Выпускаются в корпусе для монтажа в отверстия.

Светодиоды серии HLMP-ELxx/EGxx демонстрируют малое падение прямого напряжения, что обеспечивает эффективное энергопотребление, отличаются превосходным качеством, высокой надежностью, равномерным и однородным световым потоком. Светодиоды будут применяться в дорожных знаках, пассажирских информационных табло, устанавливаемых в аэропортах, на железнодорожных вокзалах и автобусных остановках, а также в электронных знаках на солнечных батареях.

Светодиоды изготавливаются по технологии AlInGaP, которая гарантирует надежность и стабильную светоотдачу в течение длительного времени. Высокая светоотдача обеспечивает хорошую читаемость на солнце. Корпус типа T-1 3/4 выполнен по новой технологии, позволяющей формировать четкие пространственные диаграммы излучения в заданных углах. Материал корпуса обладает высокой тепло- и влагостойкостью, не обходимой для уличного применения, и содержит специальные добавки, уменьшающие последствия длительного воздействия ультрафиолета.

Светодиоды имеют угол излучения 15, 23 и 30 град., диапазон рабочих температур от -40 до 100°С, максимальную температуру перехода 130°С.

В марте 2010 года Avago Technologies анонсировала новую серию 5-мм сверхярких светодиодов синего и зеленого цветов HLMP-Sxxx с выводами. Светодиоды предназначены для систем электронных знаков и сигналов.

Светодиоды этой серии производятся с использованием эпоксидной смолы оптического класса, которая имеет высокий уровень влаго- и термостойкости, а также высокий уровень сопротивления ультрафиолетовому излучению, что позволяет снизить негативное воздействие прямых солнечных лучей.