

Новые светодиоды ML-E компании Cree

В статье рассматриваются возможности применения новых светодиодов ML-E компании Cree в качестве источника света для производства линейных светильников (на замену люминесцентных ламп) и в функциональном освещении (подсветке).

16 сентября 2010 г. компания Cree анонсировала выпуск новых 0,5-Вт светодиодов — XLamp ML-E (рис. 1). Ожидается, что в России они поступят в продажу в ноябре этого года. Светодиоды разработаны для использования в качестве источника света. Основные преимущества новинки:

- высокая эффективность;
- высокий световой поток (до 55 лм в холодном белом свете);
- низкое тепловое сопротивление корпуса;
- электрически изолированный теплоотвод;
- стандартная для Xlamps сортировка по цветности (биновка), аналогичная остальным светодиодам этой группы.

В таблице 1 представлены основные характеристики светодиодов ML-E.

Светодиоды ML-E как источник света для производства линейных светильников

Люминесцентные лампы T5 и T8 являются стандартом де-факто на рынке по яркости и равномерности свечения, обладая при этом высокой эффективностью и низкой стоимостью.

С 2008 г. десятки светодиодных аналогов ламп T8 были выпущены на рынок. И хотя ни один из них не добился значительного объема продаж, существует постоянный интерес в таких продуктах. Рыночный потенциал достаточно велик, что подтверждают аналитики [1].

В ответ на большую заинтересованность в светодиодной замене линейных люминесцентных ламп, министерство энергетики США весной

2010 г. выпустило два бюллетеня. В этих документах утверждается, что светодиодные линейные светильники не являются реальными коммерческими продуктами и что они фактически отталкивают потенциальных потребителей данной технологии: «Светодиодные линейные лампы на сегодня не конкурируют с линейными люминесцентными по световому потоку, качеству цвета, распределению света или экономической эффективности. Министерство энергетики не рекомендует заменять линейные люминесцентные лампы на светодиодные» [2, 3].

Далее рекомендуются следующие характеристики светодиодных линейных светильников (аналогов T8 длиной 1200 мм) для адекватной конкуренции:

- начальный минимальный световой поток — 2700 люмен;
- минимальный срок жизни лампы, L70 — 35 000 часов;
- минимальный индекс цветопередачи, CRI — 80.

Эта задача может быть решена путем использования массива (группы) светодиодов Cree ML-E. Для уточнения необходимого количества светодиодов используется Cree Product Characterization Tool (PCT), программа, в которой рассчитываются электрические, тепловые

и световые характеристики светодиодов Cree Xlamps при различных заданных параметрах.

На рис. 2 показаны базовые параметры расчета: световой поток, 90%-ная оптическая эффективность, 90%-ная эффективность энергопотребления, температура точки пайки светодиода.

Выбирая несколько рангов по световому потоку из набора ML-E, можно создавать различные конфигурации по потребляемой мощности, световой температуре и эффективности (лм/Вт) при применении этих светодиодов в линейных светильниках в качестве замены ламп T8.

Использование драйверов с типовым током 150 мА позволит создать системы с количеством светодиодов от 60 до 80, обеспечивая эффективность 60–80 лм/Вт при потреблении 33–43 Вт на светильник. Шаг размещения светодиодов на плате при этом будет 1,5–2 см (общая длина лампы — 120 см). Расчеты свидетельствуют, что возможно создание светильников, равных по эффективности люминесцентным лампам.

На рис. 3 показаны платы со светодиодами Cree ML-E Warm White (теплый белый), размещенными с шагом 2,54, 1,27 и 0,95 см.

На рис. 4 показано использование рассеивателя с диаметром 1", углом рассеивания 180°. К сожалению, на фотографии это не очень заметно, но при шаге 0,95 см свечение равномерное и отдельные светодиоды неразличимы.

Таблица 1. Основные характеристики светодиода Cree XLamp ML-E

Характеристика	Холодный белый	Теплый белый
Типовой световой поток при $V_f @ 150$ мА, лм	53	42
Тепловое сопротивление, °C/Вт	11	11
Угол обзора, град.	120	120
Типовое напряжение $V_f @ 150$ мА, В	3,2	3,2
ССТ, К	4300–8300	2600–4300



Рис. 1. Внешний вид светодиода Cree XLamp ML-E

Current (A)	LED 1				LED 2				LED 3						
	SYS #	LED	SYS lm tot	SYS W	SYS lm/W	SYS #	LED	SYS lm tot	SYS W	SYS lm/W	SYS #	LED	SYS lm tot	SYS W	SYS lm/W
0.100	100	2700	33.33	81	118	2714	39.33	69	88	2728	29.33	93			
0.110	94	2726	34.47	79.1	108	2700	39.6	68.2	82	2706	30.07	90			
0.120	85	2720	34	80	100	2700	40	67.5	78	2730	31.2	87.5			
0.130	82	2706	36.44	74.3	90	2700	40	67.5	72	2736	32	85.5			
0.140	75	2700	35.83	75.4	85	2720	40.61	67	66	2706	31.53	85.8			
0.150	70	2730	36.56	74.7	82	2706	42.82	63.2	63	2709	32.9	82.3			
0.160	66	2706	36.67	73.8	78	2730	43.33	63	59	2714	32.78	82.8			
0.170	65	2730	39	70	73	2701	43.8	61.7	56	2744	33.6	81.7			

Рис. 2. Расчет количества светодиодов ML-E для аналога лампы T8 (1200 мм) [4]



Рис. 3. Платы со светодиодами Xlamps ML-E



Рис. 4. Платы со светодиодами Xlamps ML-E при 150 мА с рассеивателем

Использование светодиодов в подсветке (функциональное освещение)

В мебели часто используется скрытая подсветка. Светильники с люминесцентными лампами длиной 30–60 см и световым потоком 656–853 лм/м дают освещенность 100–500 лк при высоте размещения 45–60 см над объектом.

Компания Cree провела фотометрические измерения нескольких возможных конфигураций светильников на основе своих светодиодов MX-6 и ML-E (табл. 2).

Таким образом, мы получаем достаточно высокую эффективность (около 60 лм/Вт) при теплом белом свете и можем использовать корпус намного тоньше (меньше), чем у светильников с люминесцентными лампами.

Одной из важных проблем, с которыми сталкиваются производители светильников для подсветки, являются множественные тени от точечных источников света (рис. 5). У люминесцентных светильников такой проблемы нет.

Применение рассеивателя, расположенного близко к светодиодам, позволяет несколько сгладить этот недостаток (рис. 6), но не избавиться от него полностью. Использование в линейных светильниках широкого шага между светодиодами требует нетривиальной (и дорогостоящей) оптической системы.

Снизить эффект множественных теней в подсветке можно путем использования большего количества светодиодов с меньшим световым потоком, высокой эффективностью (лм/Вт) и компактными размерами, таких как Cree ML-E. Это позволяет установить

более прозрачный рассеиватель и/или соблюсти меньшее расстояние между светодиодами и рассеивателем, что приводит к большей оптической эффективности. В данной сфере применения задача состоит в том, чтобы снизить до приемлемого минимума количество теней, а не достичь совершенной равномерности линейной люминесцентной лампы. Пример мы можем увидеть на рис. 7 и 8.

Есть все основания полагать, что светодиодные источники света со временем вытеснят люминесцентные лампы из этого сегмента рынка (подсветка рабочей зоны), позволяя производителям светотехники создавать тонкие, элегантные светильники с характеристиками, удовлетворяющими все требования потребителей.

Литература

1. LED Linear Tube Lamps, Global Market Forecast and Analysis, 2009-2016 // Electronicast Consultants. 2010.
2. LED APPLICATION SERIES: LINEAR FLUORESCENT REPLACEMENT LAMPS. Department Of Energy, EERE. 2010. [http:// apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/led-t8-flourescent-replacement.pdf](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/led-t8-flourescent-replacement.pdf)
3. LED PERFORMANCE SPECIFICATION SERIES: T8 REPLACEMENT LAMPS. US Department of Energy, EERE. 2010. http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/t8_replacement-lamps.pdf
4. Cree CLD-AP43. Rev. 0.

Таблица 2. Сравнение различных конфигураций светодиодов Cree для светильника подсветки

Светильник (прототип Cree)	Световой поток, лм	ССТ, К	Индекс цветопередачи, CRI	Ток, мА	Потребляемая мощность, Вт	Фактор мощности	лм/Вт
6 светодиодов MX-6, прозрачные линзы	395,1	3468	76,9	350	7,05	0,94	56,04
6 светодиодов MX-6, диффузные линзы	359,1	3448	77,1	350	7	0,93	51,3
12 светодиодов ML-E, прозрачные линзы	405,3	2679	81,6	150	6,17	0,9	65,65
12 светодиодов ML-E, диффузные линзы	368,6	2661	81,3	150	6,17	0,9	59,71



Рис. 5. Тени от светильника с 5 светодиодами MX-6, размещенными с шагом 8,9 см



Рис. 6. Тени от светильника с 5 светодиодами MX-6, размещенными с шагом 8,9 см, и рассеивателем



Рис. 7. 12 светодиодов XLamp ML-E уменьшают множественность теней (multiple shadows)



Рис. 8. 12 светодиодов XLamp ML-E при близко расположенном рассеивателе эффект множественных теней исчез