

Светодиодное будущее:

эффективней и дешевле

Рыночные перспективы светодиодов зависят от снижения цен на эти энергоэффективные источники света. Ввиду того что разработки сейчас ведутся высокими темпами, прогнозируется, что через три года светодиоды будут стоить всего четверть от своей нынешней цены.

Сегодня среднестатистический высокоэффективный светодиод имеет светоотдачу порядка 100 лм/Вт (у продуктов высшей категории — до 140 лм/Вт) и стоит около €4,75 за 1000 лм. Если учесть, что всего год назад цена составляла €14, становится очевидным резкое удешевление. И эта тенденция сохранится. В планах Министерства энергетики США достичь к 2015 г. цены около €1,75 за килолюмен, чтобы светодиодные источники света могли по-настоящему конкурировать с энергосберегающими лампами (рисунок).

Для достижения этой ценовой планки производители светодиодов используют различные стратегии. В частности, они все активнее внедряют у себя технологические процессы, заимствованные в сфере полупроводникового производства для массового рынка. Внедрение новых подложечных и полупроводниковых материалов также открывает перспективы повышения светоотдачи и дальнейшего снижения стоимости единицы продукции.

Кремний как способ снизить производственные затраты

Сегодня белые и синие светодиоды обычно изготавливаются на дорогостоящей сапфировой подложке, на которую осаждаются пары столь же дорогостоящего полупроводникового материала — нитрида галлия (GaN). Первая попытка снижения стоимости светодиодов связана с изготовлением светодиодных кристаллов из GaN на кремниевой подложке вместо дорогой сапфировой. Кремний — стандартный материал в полупроводниковой промышленности, он недорог и имеется в изобилии. Это позволяет использовать для изготовления светодиодов кремниевые пластины большого размера, в результате чего производственный процесс должен стать существенно эффективнее. Ряду производителей уже удалось изготовить светодиодные кристаллы с высокой светоотдачей на пластине размером 150 мм (6 дюймов). Теоретически на такой пластине можно разместить 17 000 кристаллов площа-

дью 1 мм² каждый. Ученые уже работают над практической реализацией технологического процесса для 200-мм (8-дюймовых) пластин. Это позволит изготавливать еще больше кристаллов на одной пластине и снизить производственные затраты. Ожидается, что первые светодиодные изделия с кристаллами на кремниевой подложке поступят в продажу примерно через два года.

Нанотехнологии для повышения светоотдачи

Европейские инженеры продвинулись на шаг дальше: в рамках проекта SMASH они намереваются строить наноразмерные светящиеся «небоскребы», невидимые человеческому глазу (1 нм — это одна миллиардная часть метра). Они тоже используют дешевую кремниевую подложку. Уникальная технология производства позволяет выращивать шестиугольные кристаллические колонны диаметром в диапазоне 100–3000 нм. Светодиоды, изготовленные по этой технологии, будут иметь гораздо большую площадь излучающей поверхности, сосредоточенную в том же объеме пространства, что и у сегодняшних светодиодных кристаллов. Но до массового производства этих суперсветодиодов может пройти более пяти лет.



Рисунок. Ценовые тренды на рынке высокоэффективных светодиодов

Больше света благодаря однокристалльным светодиодам

Впрочем, и такие высокотехнологичные диоды имеют одну проблему. Разница в физических и химических свойствах подложки (будь то сапфировой или кремниевой) и полупроводника (GaN) неизбежно будет приводить к многочисленным дефектам в кристаллической структуре полупроводникового слоя. Плотность этих дефектов может превышать один миллиард на квадратный сантиметр. Даже если светодиод сохранит работоспособность, движение электронов будет затруднено. Связанного с этим снижения светоотдачи можно было бы избежать, если бы подложка и полупроводниковый слой были изготовлены из одного и того же материала.

Например, использование кристаллов чистого GaN позволит получить больше света от того же количества материала и повысить максимальную плотность тока. Такие однокристалльные диоды будут давать высококачественный свет и смогут служить отличной энергоэффективной заменой традиционным галогенным лампам.

Уменьшение числа компонентов

Повышение светоотдачи означает также, что на каждую лампу потребуется меньше светодиодов. Уменьшение числа компонентов — еще одна перспективная задача, над решением которой трудятся сейчас производители. И здесь они уже не ограничиваются светодиодами как таковыми, а разрабатывают модули, не требующие драйверов. Драйверы, или преобразователи, нужны, чтобы из 220 В переменного тока (напряжения сети) получить 24 В постоянного тока. Но эти электронные компоненты занимают место, стоят денег и выделяют тепло, которое необходимо рассеивать. Тем временем некоторые производители в настоящее время разрабатывают, например, светодиодные модули, которые можно напрямую питать переменным напряжением сети. Избавление от преобразователей повышает надежность светодиодных модулей и дает большую свободу в проектировании благодаря уменьшенным размерам. Однако при этом модуляция света частотой 50 Гц не всегда и везде применима, а в некоторых случаях может вызвать серьезные проблемы.

Стандарт на светодиодные модули

Динамичное развитие светодиодного сектора имеет и недостаток: до сих пор производителям приходилось изобретать новую конструкцию лампы практически для каждого поколения светодиодов. Чтобы решить эту проблему, около 180 компаний объединили усилия на международном уровне и учредили консорциум под названием Zhaga. Целью этой организации является стандартизация интерфейсов светодиодных модулей и сопутствующей электроники (схем управления).

Здесь учитываются механические, тепловые, фотометрические и электрические интерфейсы. Менн Трефферс (Menno Treffers), генеральный секретарь консорциума Zhaga, комментирует: «Светодиодные источники света стремительно совершенствуются. Новый ультрасовременный светодиодный источник уже примерно через полгода после выхода в свет переходит в разряд посредственных. Это вынуждает производителей постоянно модернизировать светодиоды в своей продукции. Используя источник света со стабильными интерфейсами, они смогут производить усовершенствования,

не меняя конструкцию изделий. Стабильность снижает затраты на разработку. Вдобавок стандартизированные источники света могут производиться в более высоких объемах, что поможет снизить их стоимость. От этого естественным образом выиграет конечный пользователь, так как полученную экономию можно транслировать на него». Таким образом, разработка стандарта Zhaga является еще одним важным шагом к укоренению светодиодного освещения на массовом рынке. ●

Источник "The Quintessence of LED Technology" компании EBV Elektronik. ebv.com/tq