

Будет ли светодиодная лампа стоить 5 долларов?

Том Гриффитс (Tom Griffiths),
редактор Solid State Lighting Design

Один из часто задаваемых вопросов представителями промышленности — «почему светодиоды (и солнечные батареи) не делаются дешевле? Ведь они не так сложны в изготовлении». Отчасти это действительно так, однако львиную долю стоимости определяет экономика, включающая в себя все известные экономии за счет масштабов производства. Исключив путь проб и ошибок, мы смогли бы это осуществить, однако инновационный процесс идет путем эволюции, поддерживаемый некоторыми случайными открытиями. В самом начале мы рассмотрим, что получится, если снизить расходы до минимально возможной величины.

МАТЕРИАЛЫ И РЕАКТОРЫ

Все начинается, как это ни удивительно, с основания. По аналогии с пищевой промышленностью, производство полупроводников сравнимо с изготовлением пиццы. Берется твердая основа, называемая подложкой, на которую будут наноситься все последующие слои. Затем готовится соус из основных ингредиентов, добавляются специи, придающие пицце неповторимый вкус. Этот соус называется эпитаксиальные слои. В нашем случае приготовление означает добавку секретных ингредиентов, из которых и состоит соус, и в конце получается нечто вроде слоеной вафли. В состав смеси, вместе с другими ингредиентами входят так называемые исходные металлы — галлий, индий и мышьяк, которые разогреваются до испарения, а затем аккуратно напыляются на подложку из сапфира или карбида кремния в больших устройствах, называемых эпитаксиальными реакторами. Наиболее распространенная технология производства называется MOCVD или осаждение металлоорганических соединений из газовой фазы. Название составляют первые буквы каждого слова.

Эти реакторы довольно сложны и недешевы — их стоимость варьируется от 1,5 до 2 млн. долларов за установку. Для качественного изготовления всех слоев им требуется изрядное количество времени и много электроэнергии. Чрезвычайная сложность здесь кроется в высокой точности распыления смеси на каждую из множества подложек с допустимым отклонением в сотые доли миллиметра. Дело в том, что равномерное покрытие сводит к минимуму появление различных дефектов, таких как трещины, дыры, излишек или недостаток того или иного элемента. От того, насколько хорошо будет сделано это покрытие, зависит будущее качество конечного продукта. Более того, решив все трудные задачи этого этапа, хочется использовать каждый миллиметр с наибольшей эффективностью. Работа реакторов требует временных затрат, нужно время чтобы закончить одно действие и запустить другое, кроме того, реакторы необходимо обслуживать (сами понимаете, расплавленный металл и высокое давление не лучшим образом сказываются на их самочувствии). Помимо этого реактор необходимо очистить от материалов, оставшихся после предыдущих операций. Например, чтобы изготовить светодиод другого цвета или солнечную батарею.

Реакторы постоянно совершенствуются. Как только улучшение достигает определенной величины, оно становится заметным.

Два года назад на одной из конференций в Тайване второй по величине производитель реакторов фирма Акстрон наметила путь к увеличению размеров пластин подложек. Говоря простыми словами, края пластин бесполезны, а с увеличением размеров самой пластины, коэффициент полезного действия увеличивается за счет ее внутренней площади. Изменение размера пластины с 2-дюймовой до 4-х и 6 дюймов

может обеспечить существенное увеличение производительности с каждого миллиметра рабочего пространства при каждом запуске реактора, при условии сохранения единообразия. Компания Виеко пообещала снизить затраты на весь производственный цикл в 4 раза к 2015 году. По словам Джима Дженсона, начальника отдела маркетинга компании Виеко, затраты на реакторы и их комплектующие составляют 50% стоимости производимых ими светодиодов. Представленная в январе текущего года модель K465i, оснащенная новым осадочным соплом, внесла улучшение в весь производственный процесс. Дженсен утверждает, что благодаря этому усовершенствованию, их клиенты заметили увеличение производительности реакторов на 70%.

Улучшения коснулись всего процесса изготовления светодиодов, поскольку высокий процент качественной продукции означает большее количество произведенных светодиодов на каждом этапе производства. Они так же уменьшили время ввода в строй новых реакторов, и на данный момент для их запуска и наладки качественной работы заказчику требуется всего 2, 5 месяца.

СВЕТОДИОДЫ И ДРУГАЯ КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

Не так давно, обычные светодиоды яркостью 100 люменов стоили 10 долларов, то есть, 10 центов за каждый люмен (а как вы помните, светодиоды других цветов, например бело-голубые не были доступны для продажи примерно до 2002/2003 годов). В последние несколько месяцев можно увидеть объявления, в которых стоимость каждого люмена снизилась до 2 центов (компания «Cree»), потом до 1,5 (компания Bridgelux), и в настоящий момент — менее одного цента. Уже достоверно известно, что такие производители как Osram, Philips,

Nichia и другие не стали искусственно поддерживать стоимость люмена в районе 10 центов, и специально не повышали цены. Возможно, этот фактор и позволит снизить стоимость люмена в 10 раз за какие-то 5 лет. Как это возможно мы рассмотрим в следующей части комментария.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Достаточно сказать, что можно внести улучшения в оба прибора, которые питают и управляют светодиодом, а также улучшить энергообеспечение питающее сами эти приборы. Надежные и с большим потенциалом они стоят немало, особенно если дело касается энергообеспечения.

ЛАМПЫ И СВЕТИЛЬНИКИ ДЛЯ ПРЯМОЙ ЗАМЕНЫ

Как получить светодиодные лампочки стоимостью в 5 долларов? Скорее всего, никак, и не потому, что их невозможно сделать, а потому что это нерентабельно. В какой-то момент продукция выходит на массовый рынок, и ее удешевление является наилучшим выходом. Одним из моих любимых и постоянно приводимых примеров, объясняющих происходящее в промышленности, является прогресс на рынке компьютерных технологий.

если в результате повышения эффективности, улучшений и нововведений цена на продукт остается востребованной, зачем тогда ее снижать?

Когда-то в 80-х годах первые электронно-вычислительные машины стоили 2000 долларов, игровые приставки — 1000 долларов. Немногие компании могли позволить себе такую дорогую технику. 2000 за компьютер, плюс еще несколько тысяч за программное обеспечение — гораздо проще было произвести необходимые расчеты на бумаге. Со временем технологии развивались, а цены на компьютерные комплектующие снижались, и вскоре компьютеры стали доступны массам. Однако, дойдя до определенной суммы в 500 долларов, цены на компьютеры и комплектующие, за

редчайшим исключением, остановились. В чем же дело? В рыночной составляющей. Продавать за меньшие деньги невыгодно, повышать цены — неразумно, тем более, что по существующим расценкам они раскупаются охотно.

Примерно такого же развития ситуации можно ожидать и для светодиодов.

СНИЖЕНИЕ СТОИМОСТИ СВЕТОДИОДОВ

Чтобы говорить на одном языке с производителями светодиодов, специалистам, задействованным в области освещения и светотехники, было бы неплохо ознакомиться с базовым техническим материалом по этим технологиям. Не копаясь слишком глубоко (я, поверьте, тоже не специалист в данной области) можно выделить всего два основных элемента, от которых зависит коэффициент полезного действия светодиода. Один производит фотоны, другой их излучает. Когда-то, такого рода взаимодействия описывались устаревшими фразами вроде «внутренней квантовой эффективности».

доказано, что в 1 ватте энергии кроется чуть более 300 люменов

Максимальный предел светового излучения, достигнутый современной наукой, составляет по результатам лабораторных исследований 200 люменов на каждый ватт энергии. Однако, уже известно, что в 1 ватте энергии кроется чуть более 300 люменов (с тех времен, когда люмен стал единицей измерения чувствительности глаза к цветовому спектру и балансу белого, за единицу измерения был принят белый свет, хотя, это и не совсем точно, так как человеческий глаз имеет наибольшую чувствительность в зеленом спектре). Так как вещество способно излучать более 200 люменов, а мы достигли всего лишь 200 из 300

возможных, то дело заключается в неэффективном «извлечении» световой энергии.

Для решения этой проблемы существует ряд выходов — размещение материалов с более высокой отражательной способностью вокруг или под излучающей поверхностью, придание этой поверхности определенной формы, эффективно направляя и встраивая оптику под сам чип светодиода (подобным образом дебютировал производитель светодиодов компания Illumitex). Не стоит на месте и прогресс в области изготовления новых фосфоресцирующих соединений, преобразующих стандартный цвет светодиода в другие цвета спектра. Новые нанофосфорные соединения (квантовые точки) открывают интересные перспективы в использовании наноматериалов, так как они довольно устойчивы к бомбардировке фотонами и увеличивают коэффициент полезного действия светодиода на 15 процентов. Кроме того совершенствуется система охлаждения излучающих поверхностей. До тех пор, пока коэффициент полезного действия светодиода не будет равен 100%, всегда будет оставаться тепловая энергия, которая не лучшим образом влияет на самочувствие полупроводников. Чем больше тепловой энергии удастся рассеять с излучающей поверхности, тем светодиод будет более компактным. Все эти проблемы пока находятся в области научных изысканий.

Светодиодное освещение это не только сами светодиоды и провода. Для их работы необходимо маленькое напряжение. В настоящее время большинству требуется постоянный ток, хотя встречаются и светодиоды работающие на

СВЕТОДИОДЫ



香港光電
G-NOR



国星光电
NATIONSTAR



PicoLight Opto
Technology Corporation



EVERLIGHT
LIGHTING FOREVER



Macroblock

ДРАЙВЕРЫ

Большой выбор
источников питания для светодиодов

8-800-333-01-73
звонок бесплатный

www.radiodetali.ru

переменном. В качестве улучшения, блоки управления и питания светодиодов можно разместить в одном очень компактном корпусе, а то и в самом светодиоде. Такие требования диктуются потребностью в высоком качестве и минимальных размерах. Надежные электронные чипы, управляющие энергоснабжением, широко применяются и в других областях — военной, медицине и других, где требуются качество, надежность и точность. Видимо, это и меняет необходимые размеры от «больших и дешевых» до «маленьких и жизненно необходимых». Прогресс неизбежен, и мы уже готовы к дееспособным решениям для светодиодных ламп, стоимостью ниже 1 доллара, какие предлагает компания NXP.

Светодиоды — это не только электричество. С точки зрения соотношения цены и возможностей не стоит на месте и прогресс оптики, теплообмена и экологичности. Такие компании как Carclo и Fraen

проделали колоссальную работу, объединив вместе стандартные и заказные оптические решения для SSL производителей. Нужна 60-градусная оптика, разработанная для работы с компанией Luxeon Rebel? Получите. Нужен набор согласованной оптики, соответствующей последним разработкам фирмы Cree? Нет проблем.

объем производства и естественные тенденции повлияют на снижение стоимости светодиодов

Объем производства и естественные тенденции вкупе с некоторыми общими факторами и повлияют на снижение стоимости. Весьма интересный момент представляет собой управление теплообменом, которое может помочь решить два аспекта — проблему компактности светодиодных ламп и экологичность

материалов для LED технологий. Обычно, для рассеивания тепла в светодиодах используют различные металлы, частицы которых вместе с этим самым теплом засоряют воздух.

Проблема в использовании металлических покрытий для теплоотвода заключается в засорении вентиляционных отверстий, что ведет к снижению рассеивания тепла, а это в свою очередь снижает эффективность излучения и сокращает срок службы. Два интересных подхода предложили компании Nuventix и GrafTech International. Первый заключается в том, что ультразвуковые колебания создают определенную направленность воздушного потока, в результате чего тепло «выдувается» из светодиодов. Второй представляет собой использование графитных поверхностей, впитывающих тепло.

Материал перевёл и подготовил Тимур Набиев.

Светодиодная дружба Philips и Cree набирает обороты

Компании Philips и Cree подписали всестороннее взаимное лицензионное соглашение, охватывающее широкий спектр интеллектуальной собственности обеих компаний.

Согласно совместному пресс-релизу, Cree и Philips подписали всеобъемлющее международное патентное соглашение, которое «предназначено для дальнейшего ускорения роста рынка светодиодов освещения». Cree и Philips имеют «обширные и значительные» оптоэлектронные патентные портфели. Заключенное соглашение касается патентов обеих сторон в сфере синих светодиодов, технологии изготовления микросхем,

белых светодиодов и люминофора, системы управления, LED светильников и ламп. Оно также включает светодиодную подсветку жидкокристаллических дисплеев (LCD). Ряд других компаний, в том числе Osram, Zumtobel и Acuity Brands, уже вступили в программу лицензирования Philips. «Это соглашение демонстрирует широту и глубину интеллектуальной собственности обеих компаний, а также фундаментальный характер и значение, внесенных этими патентами на рынок» — сказал Чак Суобода (Chuck Swoboda), президент компании Cree. «Кроме того это свидетельствует о приверженности обеих компаний растущему рынку светодиодов и об

уважении ценности и важности международного законодательства в области интеллектуальной собственности» — добавил он. Руди Провуст (Rudy Provoost), президент Philips Lighting, сказал, что «всесторонние независимые патентные портфели» Philips и Cree отражают «значительные инвестиции в инновации», которые компании сделали в LED освещении. «Мы желаем скорейшего внедрения светодиодного освещения и поэтому рады, что Cree присоединится к нашей Программе Лицензирования LED Светильника» — добавил Провуст.

www.ledsmagazine.com/

Падение стоимости светодиодов в крупносерийном производстве

Совместные усилия участников рынка и финансируемые правительством США научно-исследовательские работы серьезно повлияли на оптимизацию затрат на производство светодиодов.

Если производители реализуют хотя бы часть своих разработок по увеличению экономической эффективности производства, стоимость твердотельных источников света существенно снизится в следующие несколько лет.

Под влиянием растущих возможностей рынка, а также \$23 млн финансирования Министерства энергетики США (DOE) начали появляться проекты, направленные на усовершенствование производства светодиодов. Производители полупроводникового оборудования и их партнеры, производители устройств, планируют достичь 30—50% улучшений в основном цикле производства, производительности и затратах, в частности, путем применения подходов, извлеченных

из крупносерийного полупроводникового производства. Большая цепочка поставок полупроводников заставляет обратить особое внимание на потребности рынка HB-LED (LED повышенной яркости), так как в этом году по данным SEMI's Opto/LED Fab Watch будет вложено почти 1 млрд долларов в строительство и оснащение производств устройств.

www.ledsmagazine.com/