РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОСВЕЩЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Алиакбар Хамидуллайевич РАСУЛЕВ
доцент
Ташкентский государственный технический университет
Ташкент, Узбекистан
akb-81@mail.ru
Мадина Ёнгин кизи КУЛДАШЕВА
студентка
Ташкентский государственный технический университет
Ташкент, Узбекистан
madinaqoldasheva0304@gmail.com
Шахризода Жамолиддин кизи УРАЗКУЛОВА
студентка
Ташкентский государственный технический университет
Ташкент, Узбекистан
shahrizodaorozqulova@gmail.com

Аннотация

В статье сделан подробный анализ развития светотехники и ключевых этапов создания источников света, приведена их классификация. На основе сравнения сроков службы, светоотдачи, индекса цветопередачи основных видов ламп, использующихся для освещения, обоснованы эффективность, экономичность и перспективность светодиодных ламп.

Ключевые слова: светораспределительные диодные модули, токопроводящий клей, люминофор, варка при кипячении, запретная зона, белый свет, световые дизайнеры, воздушный цветной светораспределительный диод, формование силикона, тепловыделение, энергосбережение.

ЁРИТИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИНГ РИВОЖЛАНИШИ ВА ЁРУҒЛИК МАНБАЛАРИНИ ЯРАТИШНИНГ АСОСИЙ БОСҚИЧЛАРИ

Алиакбар Хамидуллайевич РАСУЛЕВ
доцент
Тошкент давлат техника университети
Тошкент, Ўзбекистон
akb-81@mail.ru
Мадина Ёнғин қизи Кулдашева
талаба
Тошкент давлат техника университети
Тошкент, Ўзбекистон
madinaqoldasheva0304@gmail.com
Шахризода Жамолиддин қизи Уразкулова
талаба

Тошкент давлат техника университети
Тошкент, Ўзбекистон
shahrizodaorozqulova@gmail.com

Аннотация

Мақолада ёритиш технологиясининг ривожланиши ва ёруғлик манбаларини яратишнинг асосий босқичлари батафсил таҳлил қилинган, уларнинг таснифи берилган. Ёритиш учун ишлатиладиган лампаларнинг асосий турларининг хизмат қилиш муддати, ёруғлик чиқиши, самарадорлиги, рангларни кўрсатиш индексини таққослаш асосида ЛЕД лампаларнинг самарадорлиги, тежамкорлиги ва истиқболлари таҳлил қилинган.

Таянч сўзлар: ёруғлик тарқатиш диодли модуллар, ток ўтказувчи елим, люминофор, қайнатиб пишириш, ман этилган зона, оқ ёруғлик, ёруғлик дизайнерлари, ҳаво ранг ёруғлик тарқатиш диоди, силикон ташкил этувчи, иссиқлик ажратиш, энергия тежамкорлик.

Производство современных светодиодных модулей и источников света на их основе прочно укрепилось в числе самых успешно развивающихся отраслей мировой электроники. Трудности и технологические особенности производства светодиодных модулей и светильников на основе светодиодов многократно компенсируются их энергоэффективностью.

Существует несколько базовых технологий изготовления светодиодных модулей. Они разделяются по:

исполнению кристалла – flip-chip, сэндвич;

интерфейсу кристалл-корпус – с подкристальной платой и без нее;

исполнению линзы – монтируемая, формованная, без линзы.

Основной этап в технологии производства светодиодного модуля – это процесс металлоорганической эпитаксии – ориентированное выращивание кристалла на поверхности подложки другого кристалла. Для выращивания композиционных полупроводников используется термическое разложение металлоорганических соединений, которые содержат в себе все нужные химические элементы. Подобный процесс требует особо чистых газов. В ходе

выращивания кристаллов тщательно контролируются толщина слоя и однородность структуры. Корпуса современных светодиодных модулей производятся под технологию поверхностного монтажа и могут быть выполнены в металлопластиковом или металлокерамическом исполнениях. Существуют конструкции светоизлучающих приборов, в которых светодиодные модули выполнены по технологии Chip-On-Board, чип на плате.

Основная проблема, которая стоит перед всеми конструкторами светодиодов и светодиодных светильников, это организация теплоотвода модуля. Дело в том, что светодиод выделяет, но не излучает тепло, поэтому нуждается в эффективном кондуктивном теплоотводе.

Охлаждение модуля напрямую влияет на эффективность светового потока. Операция монтажа кристаллов светодиода производится на тепло и токопроводящий клей с последующим отверждением. Далее выполняется визуальный контроль и механический контроль кристаллов на сдвиг. Наиболее технологичным является монтаж перевернутых кристаллов flip-chip, позволяющий избавиться от операции разварки проволочных выводов. При крупносерийном и массовом производстве кристаллы в виде разрезанных пластин на липком носителе поступают в кассетах непосредственно на автомат монтажа, который получает карту годных кристаллов с участка входного контроля.

Для производства светодиодных светильников используются светодиодные кристаллы высокой мощности, как правило, изготовленные на основе GaN-структур на сапфировых подложках. Свет, испускаемый такими кристаллами, находится в области синего участка спектра, поэтому для получения белого цвета на кристалл наносится слой люминофора. Люминофор может быть как пленочным, предварительно нанесенным на пластину, так и в виде компонента, в котором основой является оптически прозрачный силиконовый компонент, а люминофор добавляется в смесь в виде порошка. Изготовлению линз уделяется особое внимание, они выполняются из пластика,

силикона или эпоксидной смолы. Оптическая система создает точный телесный угол освещения и должна обеспечивать:

максимальную прозрачность;

длительный срок службы;

устойчивость к перепадам температур;

стойкость к химическому воздействию люминофора;

хорошую пропускную способность к световому излучению во всем оптическом диапазоне.

Готовые светодиоды отправляют на тестирование и сортируют, далее они поступают на участок поверхностного монтажа, где светодиоды, элементы схемы управления и электропитания устанавливаются на плату.

На основе светодиодов сегодня создаются самые разнообразные источники света: прожекторы, лампы, линейные светильники, светодиодные линейки, светосигнальные приборы и многие другие.

Цвет светодиода зависит исключительно от ширины запрещенной зоны, в которой комбинируются электроны и дырки, то есть от материала полупроводника и от легирующих примесей. Чем «синее» светодиод, тем выше энергия квантов, а значит, тем больше должна быть ширина запрещенной зоны. Голубые светодиоды можно сделать на основе полупроводников с большой шириной запрещенной зоны – карбида кремния, соединений элементов II и IV группы либо нитридов элементов III группы. У светодиодов на основе SiC оказался слишком мал коэффициент полезного действия и низок квантовый выход излучения (то есть число излученных квантов на одну некомбинировавшую пару). У светодиодов на основе твердых растворов селенида цинка ZnSe квантовый выход был выше, но они перегревались из-за

большого сопротивления и служили недолго. Оставалась надежда на нитриды. Нитрид галлия GaN плавится при 2000°С, при этом равновесное давление паров азота составляет 40 атмосфер; ясно, что растить такие кристаллы непросто. Аналогичные соединения – нитрилы алюминия и индия – тоже полупроводники. Их соединения образуют слойные твердые растворы с шириной запрещенной зоны, зависящей от состава, который можно подобрать так, чтобы генерировать свет нужной длины волны, в том числе и синий. Но... проблему не удавалось решить до конца 80-х годов.

Первым, еще в 70-х, голубой светодиод на основе пленок нитрида галлия на сапфировой подложке удалось получить профессору Жаку Панкову из фирмы IBM (США). Квантовый выход был достаточен для практических применений, но работы Панкова не поддержали. Декоративная светодиодная подсветка в основном применяется для праздничной иллюминации. Для чего используется новогоднее украшение – светодиодная гирлянда. В период праздников (в большей степени новогодних) ее можно увидеть на улицах городов, она украшает деревья, фасады зданий и другие уличные объекты.

В Европе светодиодное освещение к 2014 году стремительно вытеснило прочие. Крупнейший строительный торговый центр сети K-Rauta был сразу построен со 100% светодиодным освещением внутри и снаружи. Инвестиции в такое освещение составили в два раза больше, чем в обычное освещение, расходы на эксплуатацию ожидаются меньше, всего 60%. Еще большую выгоду можно получить от замены ртутных ламп высокого давления – до 70%. Поэтому многие города планируют полный переход на светодиодное уличное освещение. Например, в Финляндии лидером является город Турку, где полностью заменили свыше 8000 светильников. Целью является достичь экономии, причем света станет больше. Для города такого размера экономия составит 1 386 000 кВт/ч, что сравнимо с потреблением 600-700 двухэтажных зданий за год.

Благодаря небольшим размерам светодиодных ламп светодизайнеры

могут создавать компактные блоки ламп, с тем чтобы можно было легко направлять свет туда, где он действительно нужен. Традиционные лампы накаливания относительно неуправляемы и излучают свет во все стороны.

Впервые влияние света на электричество (это явление называется фотоэффект – вырывание электронов из вещества, при воздействии на него светом) обнаружил немецкий физик Генрих Герц в 1887 году. Он подробно описал свои наблюдения, но объяснить это явление так и не сумел. В феврале 1888 года русский ученый Александр Столетов провел опыт, наглядно демонстрирующий влияние света на электричество. Столетову удалось выявить несколько закономерностей этого явления. Им же был разработан прообраз современных фотоэлементов, так называемый «электрический глаз». Позднее подобными исследованиями занимались и многие другие великие ученые, в том числе Ф.Ленард, Дж.Томпсон, О.Ричардсон, К.Комптон, Р.Милликен, Ф.Иоффе, П.Лукирский и С.Прилежаев. Но полностью объяснить природу фотоэффекта смог лишь Альберт Эйнштейн в 1905 году.

Параллельно этим исследованиям происходило и множество других, сыгравших в итоге не менее важную роль в истории создания телевизоров. К примеру, в 1879 году английским физиком Уильямом Круксом была создана первая в истории катодно-лучевая трубка. Он же и открыл вещества, способные светиться при воздействии на них катодными лучами – люминофоры. Позднее было установлено, что яркость свечения люминофоров напрямую зависит от силы их облучения.

Один за другим выдвигаются проекты телевизионных систем, по большей части неосуществимые с точки зрения физики. Главные же принципы работы телевидения были созданы французским ученым Морисом Лебланом. Независимо от него подобные труды создает и американский ученый Е. Сойер. Они описали принцип, согласно которому для передачи изображения требуется его быстрое покадровое сканирование, с дальнейшим превращением его в электрический сигнал. Так как радио тогда уже существовало и успешно

использовалось, вопрос с передачей электрического сигнала решился сам собой.

До недавнего времени светодиодные лампы являлись всего лишь электроприборами, сообщающими о том, что принтер включен или что на автоответчике есть сообщение. Однако за последние годы компания Philips через свое участие в деятельности компании Lumileds (совместное предприятие с компанией Agilent Technologies) искала пути увеличения размеров и яркости светодиодных ламп. Стояла задача заменить ими большую часть обычных ламп накаливания и люминесцентных ламп. В то время, как все цветные светодиоды, включая красные, желтые, зеленые и синие, применялись в автомобилях, светофорах и компьютерных мониторах, начиная с середины 90-х годов основная ценность светодиодного освещения – белый свет – оставалась более сложной проблемой. Даже при технологических прорывах последнего периода компании Philips, вероятно, понадобится около пяти лет для того, чтобы замена обычных ламп накаливания и люминесцентных ламп стала в достаточной мере доступной и рентабельной. При существующей технологии лучшие светодиодные лампы, дающие белый свет, намного более эффективны, чем лампы накаливания.

Способность давать белый свет очень важна для любой осветительной технологии, если необходимо совершить серьезный прорыв на общий рынок. Однако технология производства светодиодов, дающих белый свет, довольно-таки сложна. Существуют два пути создания белого света светодиодами. Первый заключается в смешивании красного, зеленого и синего света, второй – в использовании фосфора для превращения синего или ультрафиолетового излучения светодиода в белый свет. Работа в команде и глубокие знания сложной технологии позволили компаниям Lumileds и Philips Research создать светодиод, дающий белый свет. Технология еще находится на ранней стадии развития, но все признаки говорят о хороших перспективах.

Светодиодные лампы обладают невероятно долгим по сравнению с

обычными лампами сроком службы – от 50 000 до 100 000 часов (около 1000 часов для ламп накаливания и 7500 часов для люминесцентных ламп).

Очень важно! При продолжении увеличения эффективности светодиодных ламп возникнут большие перспективы для экономии энергии. Создание белого света с помощью этой технологии будет означать возможность изменения цвета и интенсивности света в помещении одним щелчком переключателя. Другими словами, это возможность уменьшения яркости белого освещения в гостиной до успокаивающего синего и романтического красного света без замены ламп.

Еще одна дополнительная выгода заключается в том, что благодаря небольшим размерам светодиодных ламп светодизайнеры могут создавать компактные блоки ламп, с тем чтобы можно было легко направлять свет туда, где он действительно необходим (в то время, как традиционные лампы накаливания относительно неуправляемы и излучают свет во все стороны.)

И, наконец, об использовании светодиодов вне интерьера. Сегодня до 8% всех светофоров США работают на светодиодных лампах. А так как местные власти все больше убеждаются в том, что сокращение расходов на электроэнергию и техобслуживание светофоров со светодиодными лампами по сравнению с таковыми, оснащаемыми обычными лампами накаливания, налицо, можно ожидать, что очень скоро эта доля сильно возрастет.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Алферов Ж. И. Физика и техника полупроводников. – Москва, 2008. – 102 с.
2. Кашкаров А. П. Устройства на светодиодах и не только. – Москва: ДМК Пресс, 2012. – 208 с.
3. Шуберт Ф.Е. Светодиоды. – Москва: Физматиздат, 2008. – 76 с.