

УДК 621.3

## СВЕТОДИОДЫ

Шукель В.Р.

Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В. В.

Интерес к светодиодам растет быстрее, чем территория их применения в светотехнике. Производители и потребители, продавцы и покупатели – все как будто замерли на старте, боясь отстать от других. И только дизайнеры уже в полной мере пользуются уникальными возможностями светодиодов. Давно прошло то время, когда светодиоды были интересны одним лишь ученым. Теперь светодиодная тема у всех на слуху. Говорят. За ними будущее!

Олег Лосев, создатель одного из первых светодиодов в середине 1920-гг. Хотя люминесценцию в карбиде кремния впервые наблюдал Раунд в 1907 г.

Дисплеи из органических светодиодов широко применяются в сотовых телефонах, GPS-навигаторах, для создания приборов ночного видения.

Понятие, виды и структура светодиодов

Светодиод – это полупроводниковый прибор, преобразующий электрический ток непосредственно в световое излучение.

Так как светодиод является полупроводниковым прибором, то при включении в цепь необходимо соблюдать полярность. Светодиод имеет два вывода, один из которых катод («минус»), а другой – анод («плюс»).

Принцип работы светодиода заключается в следующем: свечение возникает при рекомбинации электронов и дырок в области *p-n*-перехода. Значит, прежде всего нужен *p-n*-переход, то есть контакт двух полупроводников с разными типами проводимости. Для этого приконтактные слои полупроводникового кристалла легируют разными примесями: по одну сторону акцепторными, по другую — донорскими.

Но не всякий *p-n*-переход излучает свет. Почему? Во-первых, ширина запрещенной зоны в активной области светодиода должна быть близка к энергии квантов света видимого диапазона. Во-вторых, вероятность излучения при рекомбинации электронно-дырочных пар должна быть высокой, для чего полупроводниковый кристалл должен содержать мало дефектов, из-за которых рекомбинация происходит без излучения. Эти условия в той или иной степени противоречат друг другу.

Чем больший ток проходит через светодиод, тем он светит ярче. Ведь чем больше ток, тем больше электронов и дырок поступают в зону рекомбинации в единицу времени. Но ток нельзя увеличивать до бесконечности. Из-за внутреннего сопротивления полупроводника и *p-n*-перехода диод перегреется и выйдет из строя.

Существует три способа получения белого света от светодиодов. Первый - смешивание цветов по технологии *RGB*. На одной матрице плотно размещаются красные, голубые и зеленые светодиоды, излучение которых смешивается при помощи оптической системы, например линзы. В результате получается белый свет. Второй способ заключается в том, что на поверхность светодиода, излучающего в ультрафиолетовом диапазоне (есть и такие), наносится три люминофора, излучающих, соответственно, голубой, зеленый и красный свет. Это похоже на то, как светит люминесцентная лампа. И, наконец, в третьем способе желто-зеленый или зеленый плюс красный люминофор наносится на голубой светодиод, так что два или три излучения смешиваются, образуя белый или близкий к белому свету.

Возможности, применение и недостатки светодиодов

Появление сверх ярких, а также синих (в середине 1990-х годов) и белых диодов (в начале XXI века) и постоянное снижение их рыночной стоимости привлекли внимание многих производителей к данным источникам света. Светодиоды стали использовать в качестве индикаторов режимов работы электронных устройств, в подсветке жидкокристаллических экранов различных приборов, в том числе - мобильных телефонов и пр. Впоследствии применение светодиодов основных цветов (красного, синего и зеленого)

позволило получать цвета вывесок фактически любых оттенков, а также конструировать из них дисплеи с выводом полноцветной графики и анимации.

Применение светодиодов: все виды световой рекламы (вывески, щиты, световые короба и др.), замена неона, дизайн помещений, дизайн мебели, архитектурная и ландшафтная подсветка, одноцветные дисплеи с бегущей строкой, магистральные информационные табло, полноцветные дисплеи для больших видео экранов, внутреннее и внешнее освещение в автомобилях, грузовиках и автобусах, дорожные знаки и светофоры.

Преимущество: экономично, удобно, надежно, красиво и представительно.

Поверхностный взгляд на использование светодиодов сразу отмечает их высокую стоимость – главный недостаток по сравнению с лампами накаливания и неоновыми трубками различных типов. Если говорить о цене изделия как таковой, то *LED*-изделия действительно «не каждому по карману». До сих пор затраты на светодиодные модули - два раза выше стоимости неоновой изделия аналогичной яркости. Однако производители по всему миру продолжают наращивать мощности по изготовлению светодиодов, и цены на данные источники света неуклонно понижаются. Практика показывает, что совокупные затраты на приобретение и эксплуатацию светодиодных изделий, в конечном итоге оказываются в 2 - 2,5 раза ниже затрат на обычные светильники.

Также недостатком при использовании светодиодов в конструировании объемных букв средних и крупных размеров можно считать их миниатюрность, из-за которой требуется объединять многочисленные отдельные светодиоды в группы. Чтобы обеспечить яркий и красочный свет, мгновенно привлекающий внимание, требуется большое количество светодиодов.

#### Заключение

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 синиегодились для применения 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 Philips последнего периода, 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, уже намного более эффективны, чем лампы накаливания.

Очень важно! При продолжении увеличения эффективности светодиодных ламп возникнут большие возможности 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 нужен.

#### Литература

- 1) Алфёров Ж. И. // Физика и техника полупроводников. 1998. Т.32. №1. С.3-18.
- 2) Берг А., Дин П. Светодиоды / Пер. с англ. под ред. А.Э.Юновича. М., 1979.
- 3) Коган Л. М. Полупроводниковые светоизлучающие диоды. М., 1983.
- 4) Лосев О. В. У истоков полупроводниковой техники: Избранные труды. Л., 1972.
- 5) Неменов Л. Л., Соминский М.С. Основы физики и техники полупроводников. Л., 1974.
- 6) Носов Ю. Р. Оптоэлектроника. Физические основы, приборы и устройства. М., 1978.