

УДК 621.321

УСТРОЙСТВО, ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП

Лойкуц Е.А., Сташкевич О.С, Аниськова В. А.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г. А.

Светодиодное освещение все шире используется на производстве и в быту. В светодиодной лампе устанавливается несколько светодиодов для получения требуемой яркости свечения.

Светодиод – это полупроводниковый прибор, преобразующий электрический ток в световое излучение. Так как светодиод является полупроводниковым прибором, то при включении его в цепь необходимо соблюдать полярность.

Светодиод состоит из полупроводникового кристалла, подложки, корпуса с контактными выводами и оптической системы.

Принцип работы светодиода:

• при рекомбинации электронов и дырок в области *p-n*-перехода возникает свечение. Чем больший ток проходит через светодиод, тем он светит ярче и тем больше электронов и дырок поступают в зону рекомбинации в единицу времени;

• происходит контакт двух полупроводников с разными типами проводимости;

• слои полупроводникового кристалла легируют разными примесями: по одну сторону акцепторными, по другую – донорскими;

• после того, как через прямо смещённый *p-n* переход пошёл ток, выделяется энергия в виде излучения кванта света – фотона.

Яркость светодиода характеризуется световым потоком и осевой силой света, а также диаграммой направленности. Светодиоды разных конструкций излучают обычно от 4 до 140 градусов.

С повышением температуры *p-n*-перехода яркость светодиода падает, потому что уменьшается внутренний квантовый выход из-за влияния колебаний кристаллической решетки. Поэтому очень важно наличие хорошего теплоотвода *p-n*-перехода. Падение яркости с повышением температуры не одинаково у светодиодов разных цветов. Поэтому, ток через светодиод нужно стабилизировать. Если ток превысит допустимый предел, то перегрев светодиода может привести к его ускоренному старению.

Цвет свечения светодиода зависит от внесенных в полупроводник легирующих примесей. Так, например, примеси алюминия, гелия, индия и фосфора заставляют светиться светодиод от красного до желтого цвета. Индий, галлий и азот заставляют светиться светодиод от голубого до зеленого цвета.

Суммарный цвет определяется координатами цветности и цветовой температурой, а также длиной волны излучения.

Существуют три способа получения белого цвета от светодиодов. Первый – смешивание цветов по системе *RGB*. На одной матрице плотно располагаются красные, голубые и зеленые светодиоды, излучение которых смешивается с помощью оптической системы, например линзы. Таким образом, получается белый цвет.

Второй способ – за основу берутся три светодиода, которые излучают ультрафиолетовый цвет. На поверхность каждого из светодиодов наносится покрытие из люминофора синего, зеленого и красного цвета. Так получается белое свечение.

Третий способ – за основу берется синий светодиод, на его поверхность наносится зеленый и красный люминофор. Таким образом, люминофор начинает светиться тремя цветами, а при смешивании этого свечения линзой получается белый цвет.

Основная технология выращивания кристаллов и впоследствии изготовления светодиодных модулей – металлоорганическая эпитаксия. Разные слои легируются примесями, донорами или акцепторами, чтобы создать *p-n*-переход с большой

концентрацией электронов в n -области и дырок – в p -области. Пленка, выращенная на одной подложке, разрезается на несколько тысяч чипов.

Для увеличения светового потока используется СОВ-технология. Она позволяет максимально приблизить чип к поверхности. Светодиод, изготовленный по СОВ-технологии, изображен на рисунке 2.

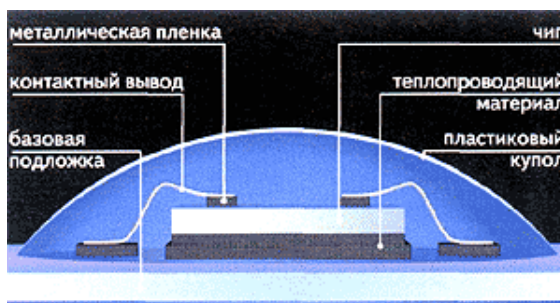


Рисунок 2 Светодиод, изготовленный по СОВ-технологии

Светодиоды, монтируются (приклеиваются) на общую подложку. Затем эта структура становится светодиодным модулем.

Использование мощных светодиодов совместно с полупроводниковыми преобразователями привело к созданию источников света, выдерживающих конкуренцию с лампами накаливания. Такие приборы достаточно просты и содержат небольшое количество деталей.

На рисунке 3 изображена схема импульсного блока питания для питания светодиодной лампы на микросхеме *LT3799* мощностью 20 Вт.

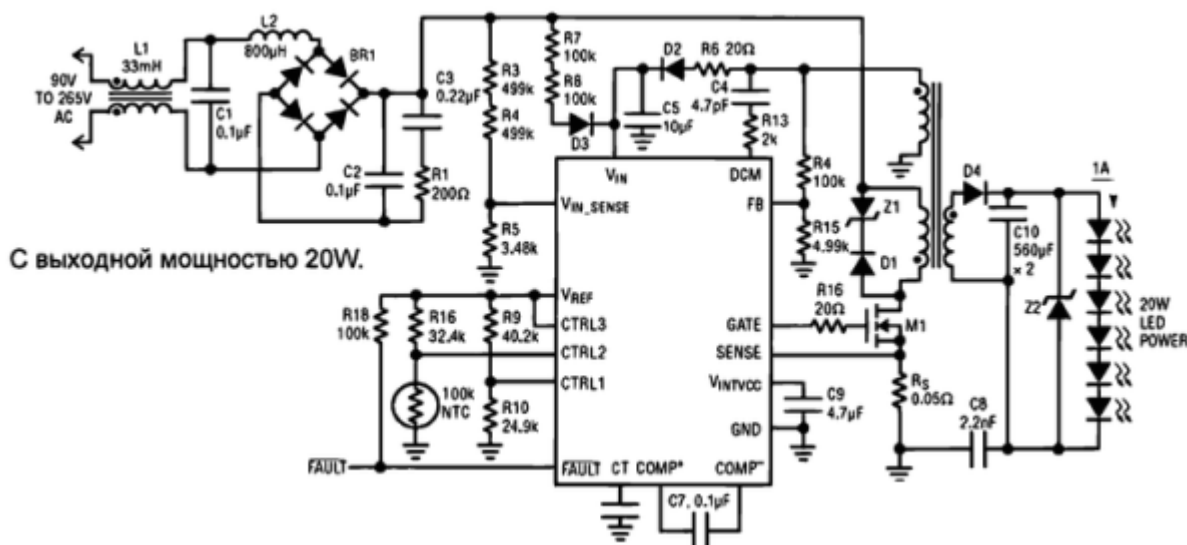


Рисунок 3 – Схема импульсного преобразователя для питания светодиодной лампы

Преобразователь, подключенный к осветительной сети 90÷263 В, обеспечивает на выходе заданное напряжение при токе нагрузки 1 ампер.

Использование данного преобразователя позволяет отказаться от применения понижающего низкочастотного трансформатора, что значительно уменьшает габариты всего устройства в целом.

Для питания светодиодов может использоваться мостовой выпрямитель с емкостным балластом, который ограничивает выходной ток. Такие источники питания экономичны и просты, не боятся коротких замыканий, их выходной ток ограничивается емкостным сопротивлением конденсатора. Подобные выпрямители часто называют стабилизаторами тока.

Типичная схема такого выпрямителя изображена на рисунке 4 [1].

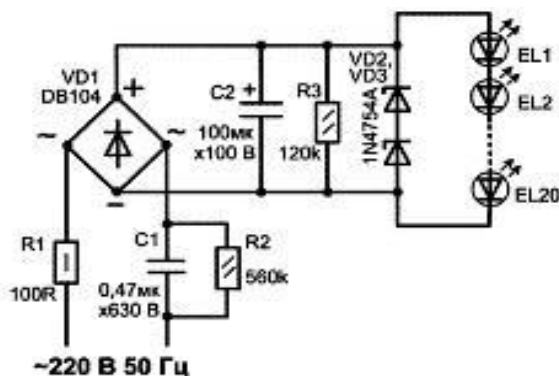


Рисунок 4 Схема блока питания светодиодной лампы с емкостным балластом

На многих упаковочных коробках и инструкциях по применению сетевых светодиодных ламп написано, что их нельзя подключать к обычным сетевым фазоимпульсным регуляторам, предназначенных для ламп накаливания. Это связано с особенностью работы их блоков питания.

Для регулировки яркости светодиодной лампы необходимо использовать специальный управляющий блок, предназначенный для нее, основанный на методе широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Метод ШИМ основывается на изменении импульсно-модулированного тока, чья частота должна изменяться в тысячах герц. За счет изменения ширины импульсов и создания паузы между постоянным током можно регулировать яркость светодиодной лампы в широких пределах, не доводя ее до полного погасания.

Преимущества светодиодных ламп заключаются в том, что в отличие от лампы накаливания или люминесцентной лампы, электрический ток преобразуется непосредственно в световое излучение, и происходит это с очень малыми потерями, т.е. у них высокая световая отдача. Так же, у светодиодных ламп высокая механическая прочность из-за отсутствия нити накаливания и нечувствительность к низким температурам. Они экологичны и безопасны в использовании – в них нет ртути, фосфора и ультрафиолетового излучения при работе и нет необходимости в высоком напряжении питания. Имеют различный угол излучения – от 15 до 180 градусов. Электропотребление светодиодных ламп в 9-12 раз меньше, чем у ламп накаливания и в среднем в 3 раза меньше, чем у люминесцентных ламп.

Самый существенный **недостаток** светодиодных ламп такого типа – это их высокая цена. Так же, практика показывает, что срок службы таких ламп далеко не 100000 часов, как часто обещает производитель. При частом использовании (в среднем 8 часов в день) светодиодные лампы быстро (за 3-6 лет) теряют яркость, так как существует такое явление как деградация, т.е. постепенное умирание кристаллов светодиодов. Особенно это характерно для ламп с повышенным током потребления. Для освещения нужно довольно большое количество ламп, чтобы получить привычную освещенность. Для стабильной и долговечной работы таких светильников нужно применять сравнительно дорогие источники питания и системы охлаждения. Так как часто используются импульсные источники питания, из-за больших перепадов напряжения они могут выходить из строя. Недорогие светодиодные лампы питающиеся от сетевого напряжения и не имеющие импульсного высокочастотного блока питания могут создавать эффект мерцания, из-за отсутствия инерционности в работе, который может негативно проявиться при фотосъемке или при рассмотрении мелких вещей на рабочем столе.

Литература

1. <http://elektrik.info/main/praktika/>