

Охрана труда при изготовлении и эксплуатации светодиодных источников света

Автушко Г.Л.

Белорусский национальный технический университет

Светодиодные источники света являются весьма многофункциональными, и имеют ряд достоинств, среди которых основными можно выделить экономичность и долговечность. Однако, ввиду их строения, они имеют ряд показателей, негативно влияющих на жизнедеятельность и организм человека.

Составными частями большинства светодиодных ламп являются:

- 1) кристаллы светодиодов, являющиеся источником света и располагающиеся на специальной текстолитовой плате;
- 2) рассеиватель - полусфера для рассеивания света. Напряжение на выходе зависит от числа светодиодов и того, по какой схеме они включены. Для равномерного распределения света по всей площади используется рассеивающая колба, которая также выполняет функцию защиты от различных повреждений;
- 3) драйвер, необходимый для выпрямления напряжения при его перепадах;
- 4) радиатор, который необходим для эффективного отвода тепла от компонентов лампы;
- 5) цоколь, обеспечивающий надежный контакт с патроном и предотвращающий появление коррозии.

Кристалл полупроводника физически способен излучать свет лишь одной определенной длины волны, т.е. - один цвет, но почти любой из видимого диапазона. Люминофор используется в качестве покрытия, которое наносится на кристаллы для получения белого цвета. Также для этих целей используются комбинированные светодиоды, т.е. светодиоды нескольких цветов.

Монокристаллы выращивают из расплава. В тигель из тугоплавкого материала загружают шихту — поликристаллический кремний. Туда же добавляют легирующие присадки: бор, фосфор и другие элементы, которые определяют будущий тип проводимости кремния. Для расплавления шихты используют нагреватели сопротивления. Система экранов обеспечивает заданное распределение температуры в зоне кристаллизации. Над тиглем помещают затравку — небольшой монокристалл кремния с заданной ориентацией. В рабочей камере создают требуемый вакуум. Защитную среду образует инертный газ — аргон. Объем газа контролируют расходомером. В качестве меры безопасности в обязательном порядке используется охлаждающая система. Температура плавления шихты равна 1420 градусов по Цельсию. Тиглю и затравке придают вращательное движение для того, чтобы направить имеющиеся в расплаве примеси от центра к периферии и получить слиток цилиндрической формы. Затравку медленно поднимают, вытягивая из расплава формирующийся монокристалл. Слиток приобретает такую же ориентацию, как и затравка.

Особо чистые монокристаллы кремния получают методом зонной плавки. В этом случае слиток нагревают высокочастотным индуктором. Плавку ведут в вакууме или в атмосфере инертного газа. Узкая зона расплава медленно перемещается вдоль оси слитка, оттесняя примеси к верхнему его концу. Загрязненные примесями участки слитка потом отрезают. Погрешность и формы слитка исправляют калибровкой на круглошлифовальном станке. Слиток при выращивании получает ориентацию с некоторым отклонением от заданного кристаллографического направления. Его уточняют с помощью установки рентгеновского ориентирования. После этого на торце слитка проводят контрольную риску, определяющую положение базовой плоскости. Базовую плоскость слитка получают на плоскошлифовальном станке. Она служит основанием для точной установки слитка для последующей резки.

Светодиодные источники света имеют определенные преимущества по сравнению с другими видами ламп:

- 1) Достаточно высокая светоотдача (около 30%).
- 2) Экономичность.
- 3) Длительный срок службы.
- 4) Возможность включения мгновенно.
- 5) Возможность безопасной эксплуатации и утилизации.

Но, в тоже время, имеются и существенные недостатки:

- 1) Дороговизна.
- 2) Мерцание, оказывающее вредное воздействие на здоровье человека.
- 3) Наличие понижающего преобразователя (это является причиной ещё большего возрастания стоимости изделия).

Одним из негативных факторов является пульсация излучаемого света при переменном напряжении, связанная с постоянными перепадами напряжения. Также пульсации могут возникать при неисправности лампы.

Пульсация светового потока характеризует искусственное освещение и его источники. Частота пульсаций показывает, насколько качественный источник света.

Пульсации в лампах — это изменения потока света с такой частотой, которая вдвое больше, чем частота электрической сети (пульсации возможны также с частотами 50, 200, 300 Гц).

Пульсации света несут два вида опасностей для человека:

- стробоскопический эффект;
- влияние на аппарат зрения.

При стробоскопическом эффекте представляется, что предметы, которые вращаются, кажутся неподвижными. Данный эффект опасен и приводит к травматизму на производстве с тяжелыми последствиями. Для его устранения на производствах близкие друг к другу светильники подключают к различным фазам сети. Фазы сдвигаются на 120 градусов. Минимумы и максимумы потока не совпадают во времени. За счет этого пульсации значительно уменьшаются. Стробоскопический эффект перегружает аппарат зрения. При величине пульсаций 40% и выше достаточно около 1-2 минут, чтобы человек почувствовал его влияние на организм. Мозг уже перестает справляться с поступающей информацией. Зрительный аппарат переутомляется, так как мозг расходует много ресурсов, чтобы исправить информацию, которая поступает в зрительный аппарат.

Доказано, что человеческий мозг и его аппарат зрения также реагирует на изменения зрительной информации до частоты 300 Гц. В этом случае свет, который попал в глаз, проходит к супрахиазматическим клеткам и паравентрикулярным ядрам гипоталамуса, а также к шишковидной железе. Это влияет на наш гормональный фон, циркадные ритмы, работоспособность, энергичность.

Пульсации, превышающие частоту 300 Гц, не производят какого-то заметного влияния на организм человека, так как сетчатка глаза перестает реагировать на слишком интенсивные изменения светового потока.

Если рассматривать светильники с точки зрения создающих ими пульсаций светового потока, то можно выделить:

- светильники с пульсациями менее 5% (высокое качество). Такие светильники не перегружают аппарат зрения (нет стробоскопического эффекта);
- светильники с пульсациями 5% -20% (качество удовлетворительное). Такие светильники немного перегружают аппарат зрения, но это не критично;
- светильники с пульсациями 20%-40% (качество низкое). Такие светильники способны вызывать плохое самочувствие (усталость, головокружение, повышение артериального давления);
- светильники с пульсациями выше 40% (качество недопустимо низкое). Происходит сильное воздействие на зрительный аппарат человека.

В заключении отмечу такое достоинство светодиодных ламп, как безопасность при обращении: при эксплуатации они практически не нагреваются и при падении не разбиваются на мелкие острые осколки как, например, лампы накаливания, исключая, тем самым, ожоги и травмы.

Литература

1. Пульсации освещённости и яркости [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://ekosf.ru/stati/pulsacii/>. – Дата доступа 20.10.2022.
2. Пульсации ламп [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://electromontaj-proekt.ru/nashi-stati/proektirovanie/pulsacii-lamp/>. – Дата доступа 20.10.2022.
3. Естественное и искусственное освещение: СН 2.04.03-2020.
4. Требования при работе с видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами: СанПиН от 28.06.2013 № 59.