

испытуемой инъекционной иглой. На одну из стальных упругих пластин с двух ее противоположных сторон симметрично относительно друг друга наклеены фольговые тензотрические датчики 12 с сопротивлением 100 Ом, включенные полумостовую схему. Усилие, возникающее при прокалывании пленки, вызывает упругую деформацию пластин с наклеенными на ней тензодатчиками, сигнал с которых поступает на усилитель и далее на цифровой запоминающий осциллограф ALEX2102СЕХ.

Для тарировки измерительной системы, т. е. установления количественной зависимости между показаниями осциллографа и величиной усилия прокалывания, устройство оснащено специальным приспособлением.

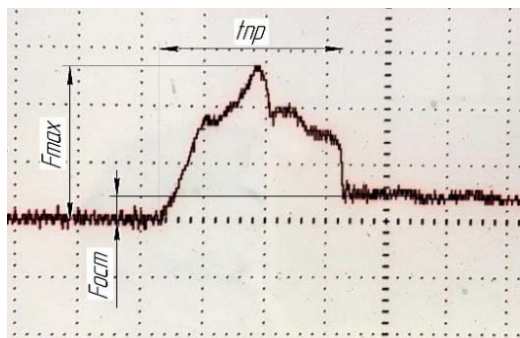


Рисунок 3 – Осциллограмма, полученная в ходе проведения экспериментов

Испытанию подвергались одноразовые инъекционные иглы различного диаметра $D = 0,6-0,9$ мм в состоянии поставки. На рисунке 3 показана осциллограмма измерения усилия, действующей на иглу за время прокалывания ею полиэтиленовой пленки, где F_{max} – максимальное значение силы, при которой происходит разрыв полиэтиленовой пленки острием иглы (нормируемое показание), $F_{остп}$ – сила обусловленная трением тела иглы о поверхность пленки, $t_{пр}$ – время прокола, т. е. время с момента когда острие иглы касается, разрывает полиэтилен и прохождение кривой через отверстие до момента полного разрыва пленки до диаметра испытуемой иглы и появления $F_{остп}$.

Результаты испытаний четырех инъекционных игл различного диаметра представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Экспериментальные и нормируемые значения усилия прокалывания полиэтиленовой пленки инъекционными иглами различного диаметра

Диаметр иглы, мм	Экспериментальное значение усилия прокалывания полиэтиленовой пленки инъекционной иглой, Н	Нормируемое значение усилия прокалывания, Н, не более
0,6	0,48	0,70
0,7	0,55	0,80
0,8	0,63	0,90
0,9	0,63	1,0

Приведённые в таблицы 1 экспериментальное значение усилия прокалывания представляют собой среднеарифметическое результатов пяти испытаний одной иглой. Из сопоставления экспериментально полученных и нормируемых значений усилия прокалывания следует, что все испытываемые инъекционные иглы по остроте острия соответствуют требованиям указанного стандарта.

Выводы.

1. Создано оригинальное устройство, позволяющее осуществлять проверку остроты острия инъекционных игл в соответствии с требованиями международных стандартов ГОСТ 25046-2005.

2. Разработана методика проверки остроты острия инъекционных игл с использованием созданного устройства.

3. Результатами выполненных экспериментов по проверке остроты острия инъекционных игл различного диаметра в состоянии поставки подтверждена правомерность практического применения созданного устройства и разработанной методики для проведения соответствующих испытаний инъекционных игл.

4. Получаемые с помощью созданного устройства осциллограммы измерения усилия за время однократного акта прокалывания пленки инъекционной иглой обладают высокой информативностью и позволяют детально исследовать особенности протекания всех стадий изучаемого процесса.

Литература

- ГОСТ 25725-83. «Инструменты медицинские. Термины и определения».
- ГОСТ 25046. «Иглы инъекционные одноразового применения. Основные размеры. Технические требования. Методы испытаний».

УДК 624.94

ПРИНЦИПЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ СВОТТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ГОЛОВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Сернов С.П., Балохонов Д.В.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Современные транспортные средства нуждаются в принципиально-новом светотехническом оборудовании на основе полупроводниковых источников света (светодиодов), так как скорость

движения и сложность дорожной обстановки все время возрастают, а водители вынуждены тратить все больше времени на принятие верных решений при управлении транспортным средством.

И если для светосигнального оборудования в настоящее время существует множество отработанных конструкций с применением светодиодов, то для головного освещения (фары дальнего и ближнего света, дневные ходовые огни, противотуманные фары и т. п.) не существует надежных конструкций с применением новых эффективных источников света, несмотря на появление светодиодов со световым потоком 1000 лм и более. Это связано с необходимостью формировать четкую светотеневую границу (чтобы не ослеплять встречных водителей), а также с существенной зависимостью светового потока полупроводниковых источников света от температуры.

Разнообразие серийных конструкций фар автомобилей с применением полупроводниковых источников света, производимых в Европе, Америке и Азии, можно свести к следующей классификации:

1. Конструкции, применяющие светодиод как прямую замену лампы накаливания (или галогенной). В этих конструкциях светотеневая граница создается проекционной системой из массивной асферической линзы и шторки, изображение которой и создает четкую границу света и тени. Так как световой поток светодиода используется не полностью из-за шторки, то светодиод обычно работает при повышенном токе инжекции, перегревается и имеет малый срок службы. Для снижения температуры могут применяться активные системы охлаждения, что снижает надежность конструкции.

2. Конструкции на основе лазерной проекции, где луч полупроводникового лазера падает на люминофор, производящий белый свет. Форма слоя люминофора может быть произвольной, что делает шторку ненужной и улучшает КПД фары. Полупроводниковые лазеры меньше зависят от температуры, и системы охлаждения можно сделать менее сложными. Недостатки данной конструкции связаны с выгоранием люминофора (что уменьшает срок службы фары), а также с риском повреждения люминофора и последующего лазерного поражения глаз участников дорожного движения. Кроме того, оптическая система лазерной фары может быть подвержена вибрации и ударам.

3. Конструкции на основе матричных многокристалльных светодиодов с произвольно управляемыми кристаллами. В данных конструкциях светодиодные матрицы служат для генерации «изображения» заданного распределения силы света, которое затем проецируется на проезжую часть с помощью проекционной системы на основе линзы с поверхностями второго-четвертого порядка [1]. Такие конструкции позволяют в режиме реального времени создать практически любое распределение освещенности на проезжей части, включая уменьшение освещенности в направлении препят-

ствий и встречных автомобилей или пешеходов, а также дополнительного освещения обочин дороги при повороте рулевого колеса. Недостатком данной конструкции является малая надежность составной многокристалльной светодиодной матрицы, которая может потерять работоспособность при выходе из строя нескольких светодиодов. Кроме того, матричная фара нуждается в дополнительном процессоре для управления исключительно матрицей светодиодов, что затрудняет ее применение на транспортных средствах с бортовым компьютером недостаточной мощности.

4. Конструкции, состоящие из поворачиваемых механически направленных источников света. Эти конструкции способны дополнительно концентрировать свет на обочине или отводить его от встречных объектов, однако механические детали ненадежны, и срок службы таких фар по сравнению с фарами со стационарным источником света меньше [2]. Кроме того, поворачивать необходимо не отдельный светодиод, а светодиод вместе со вторичной оптикой, что не позволяет создать одну деталь вторичной оптики на все светодиоды и добиться экономии массы и материала.

Таким образом, после анализа основных конструкций светодиодных фар, можно сформулировать следующие рекомендации принципы конструирования светотехнических изделий головного освещения транспортных средств с использованием светодиодов:

1. Для улучшения надежности и увеличения срока службы фары в качестве главного источника света необходимо использовать единичный мощный (со световым потоком не менее 1000 лм) светодиод.

2. Для снижения влияния температуры на изделие ток инжекции этого светодиода должен выбираться так, чтобы при любой температуре из диапазона рабочих температур изделия световой поток не уменьшался ниже необходимой величины.

3. Для экономии светового потока светодиода (что позволит использовать меньшие токи инжекции) необходимо применять металлические рефлекторы и детали вторичной оптики типа асферических неизображающих охватывающих линз или рефлекторов полного внутреннего отражения. Правильно расположив светодиод относительно направления движения транспортного средства, можно вообще отказаться от средств формирования четкой светотеневой границы за счет совмещения рефлектора и шторки заданной формы. Металлические рефлекторы можно дополнительно использовать как пассивную систему охлаждения.

Конструкция светодиодной фары, построенная с применением указанных принципов, будет иметь следующие достоинства:

- Практически весь световой поток светодиода будет использоваться при освещении дороги,

так как в конструкции отсутствует шторка, блокирующая часть светового потока.

- Потери света на отражение будут несколько уменьшены путем применения полного внутреннего отражения в деталях вторичной оптики.

- За счет более полного использования светового потока можно будет уменьшить ток инжекции светодиода и таким образом понизить его температуру, что позволит не использовать принудительное активное охлаждение и улучшить надежность изделия.

- Масса изделия будет меньше за счет отказа от активного охлаждения и массивной проекционной линзы из стекла.

Литература

1. Ulrich, L. Audi Pixelated Laser Headlights Light the Road and Paint It Too / L. Ulrich // IEEE Spectrum [Electronic resource]. – 2015.

2. Bhardwaj, Ju. Advanced LED technology for automotive applications / Ju Bhardwaj, R. Peddada, B. Spinger // SPIE [Electronic resource]. – 2017.

УДК 621.382.002

ФОРМИРОВАНИЕ ПЛЕНОК SiOC ИОННО–ЛУЧЕВЫМ РАСПЫЛЕНИЕМ СОСТАВНОЙ МИШЕНИ SiO₂/C

Телеш Е.В., Дуксин М.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь

Бурное развитие различных областей радиоэлектроники, характерное для последних десятилетий, связаны с поиском новых материалов и разработкой технологии получения изделий на их основе. Это касается и диэлектриков – требуется применения для межуровневой изоляции диэлектрических слоёв с низким значением диэлектрической проницаемости. Это необходимо для уменьшения потребляемой мощности и увеличения быстродействия в сверхбольших интегральных схемах с размерами элементов менее 0,1 мкм [1]. Для снижения диэлектрической проницаемости плёнок диоксида кремния применяют насыщение их углеродом [2]. Углеродсодержащие диэлектрические покрытия чаще всего получают методом химического осаждения из газовой фазы, однако это связано с определёнными трудностями. Такие плёнки сильно адсорбируют воду, что является недопустимым для межуровневого диэлектрика.

В данной работе плёнки SiOC формировались ионно–лучевым распылением составной мишени SiO₂/12,5 %C. Распыляемая мишень представляла собой диск из кварца высокой чистоты (ТУ0284409–108–85) диаметром 60 мм и толщиной 4 мм. В кварце был вырезан сегмент, вместо которого был помещен одинаковый по площади фрагмент из плотного графита высокой чистоты марки МПГ-7 ТУ 1915-051-00200851-2005 (рисунок 1).

Нанесение пленок осуществлялось в модернизированной установке вакуумного напыления УРМ 3.279.017, оснащённой ионно–лучевым источником на основе ускорителя с анодным слоем. Остаточный вакуум не превышал $4,2 \cdot 10^{-3}$ Па. Рабочими газами служили аргон и кислород. Плёнки формировались на подложках из стекла К8, кремния и кремния, покрытого пленкой никеля. Толщина покрытий определялась с помо-

щью микроскопа-интерферометра МИИ-4. Компенсация положительного заряда на мишени осуществлялась термоэлектронами. Электрофизические характеристики покрытий исследовались с применением МДМ–структур. Емкость и тангенс угла диэлектрических потерь измерялись на частоте 1 МГц с помощью прибора Е7-20, а пробивное напряжение с применением характеристики графа TR-4805.



Рисунок 1 – Внешний вид составной мишени SiO₂/12,5 %C

Толщина пленок составляла 270–300 нм, скорость нанесения – 0,77 нм/с, ускоряющее напряжение – 3,0 кВ, ток термокомпенсатора – 12 А. Режимы нанесения покрытий и результаты измерений электрофизических характеристик пленок представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Режимы нанесения покрытий и результаты измерений электрофизических характеристик пленок SiOC

Po ₂ , Па	T _н , К	ρ _v , Ом·м	tgδ	ε	E _{пр} , В/см
–	343	37·10 ³	0,031	4,0	8,13·10 ⁶
8,0·10 ⁻³	343	70·10 ³	0,025	3,8	6,86·10 ⁶
1,4·10 ⁻²	343	83·10 ³	0,034	3,8	9,43·10 ⁶
–	403	64·10 ³	0,025	4,0	6,50·10 ⁶
–	493	50·10 ³	0,029	4,1	7,26·10 ⁶
–	583	37·10 ³	0,032	4,2	6,29·10 ⁶