

Ультрафиолетизлучающие диоды

Р. ГАСКА, ДЖ. ЖАНГ, М.С. ШУР, ДЖ. ЯНГ¹

Компания «Sensor Electronic Technology, Inc.», Коламбия, Южная Каролина, США

Последние разработки в области УФизлучающих диодов (УФД) делают возможным их использование во многих приложениях, начиная от УФ обеззараживания воды, воздуха, поверхностей, до обнаружения биопасностей, осуществления связи вне зоны прямой видимости, применения в медицине, стоматологии и производственных процессах. Миниатюрность, малое потребление энергии, быстрота включения и выключения с постоянной времени до нескольких наносекунд делают УФД прекрасной и экологически безопасной альтернативой громоздким, дорогим и опасным ртутным лампам – традиционным УФ источникам излучения.

УФ излучение ртутных ламп используется несколько десятков лет в различных областях, включая стерилизацию воздуха и поверхностей в больницах, лабораториях и на предприятиях, производящих продукты питания. Излучение в УФ-С области спектра (100–290 нм) очень эффективно для уничтожения бактерий, вирусов, дрожжей, грибков с максимумом бактерицидной эффективности на длине волны около 265 нм. При этом обычно для достижения бактерицидного эффекта используется линия ртути 254 нм, генерируемая ртутными лампами низкого давления. Существует несколько очевидных недостатков использования УФ ртутных ламп. Во-первых, обычно они довольно громоздки, хрупки и работают лишь при высоком напряжении. Во-вторых, содержат ртуть и, следовательно, небезопасны для окружающей среды. В-третьих, дают неконцентрированное излучение. Для сравнения, УФД – миниатюрны, прочны, энергоэффективны и экологически безопасны.

УФД могут изготавляться из AlInGaN материалов, используя современные методы эпитаксиального

выращивания полупроводников, типа метода химического осаждения из газовой (паровой) фазы металлоорганических соединений (MOCVD), например. Сплавы элементов III группы могут, в зависимости от содержания Al, менять ширину запрещенной зоны в пределах, соответствующих излучениям в видимой и УФ областях спектра. Ширина запрещенной зоны AlN при комнатной температуре 6,1 эВ (что соответствует длине волны 203 нм).

Компания Sensor Electronic Technology, Inc. (SET) презентовала свои УФД в 2001 г., использовав в производстве их собственную патентованную 4-этапную технологию. В 2004 г. SET впервые продемонстрировала УФД с потоком излучения на длине волны 280 нм выше 1 мВт при токе менее 30 мА. После этого УФД дальнего УФ диапазона, производимые SET, стали коммерческими продуктами (серия UVTOP™). После этого SET были разработаны УФД с милливаттными потоками излучения на длинах волн от 365 нм до 232 нм. Этот успех определялся запатентованной SET технологией MEMOCVD™. Использование указанной 4-этапной технологии и патентуемого фононного метода, позволило значительно увеличить энергоэффективность и поток излучения УФД.

Современные УФД дальнего УФ диапазона производятся с использованием послойного осаждения на прозрачные для УФ излучения сапфировые плоские подложки двойной полировки. Основными методами выращивания были уже отмеченные MOCVD и MEMOCVD™. Материалы, используемые в изготовлении излучающих тел, – аммиак (для элементов V группы), триметилалюминий, триметилгаллий и триметилиндиум (для элементов III группы), а также силан и Cr2-Mg для легирования с целью получения слоев *n*- и *p*-типов. Метод MEMOCVD™ особенно хорош для выращивания пленок AlGaN с высоким содержанием

Al. Он позволяет разделять NH₃ и металлоорганику для ингибиования газофазной реакции и усиления поверхности миграции адсорбированных атомов. Он также способен к оптимизации формы волны излучения.

Типичные структуры УФД дальнего УФ диапазона отличаются наличием высокотемпературного буферного слоя AlN и сверхрешетки AlN/AlGaN, выращенной методом MEMOCVD™. За этими слоями следуют слои AlGaN толщиной 3–4 мкм, легированные Si, активная область с множественными квантовыми ямами, легированный Mg обедненный слой *p*-AlGaN и размещененный на нескольких уровнях контактный слой *p*-типа на основе *p*-AlInGaN. Было обнаружено, что сверхрешетка AlN/AlGaN расширяет размеры мозаичной структуры, что, в свою очередь, уменьшает деформацию растяжения, приводя к формированию мелкозернистой структуры.

Структуры меза-типа были подвергнуты травлению посредством химически активных ионов хлорной плазмы. Металлы – Ti, Al, Ti, Au – омического контакта *n*-типа были отожжены при температуре 850–950 °C, в зависимости от состава Al в *n*-AlGaN, в проточном формирующем газе. Для metallизации *p*-контактов использовались металлы Ni и Au. На следующем этапе нарезались излучающие кристаллы, которые устанавливались посредством флип-чип технологии в коммерческие головки TO39 с керамическими AlN терморадиаторами.

Спектры излучения, показанные на рис. 1, соответствуют нашим новейшим УФД. Все они обладают единственным пиком излучения полушириной около 10–12 нм. На рис. 2 демонстрируется прогресс по потоку излучения УФД производства SET, которые грубо подразделяются на две группы по длинам волн: «325–365 нм» и «265–300 нм». Как видно, за предшествующие 5 лет поток излучения УФД вырос более чем на три порядка. Одно из преимуществ УФД – то, что они могут переключаться (из включенного состояния в выключенное и обратно) очень быстро (с частотой до 200 МГц и выше, демонстрируя возможность работы в наносекундном диапазоне), что обеспечивает воз-

¹ E-mail: Gaska@s-et.com
Перевод с англ. Е.Т. Алиева.

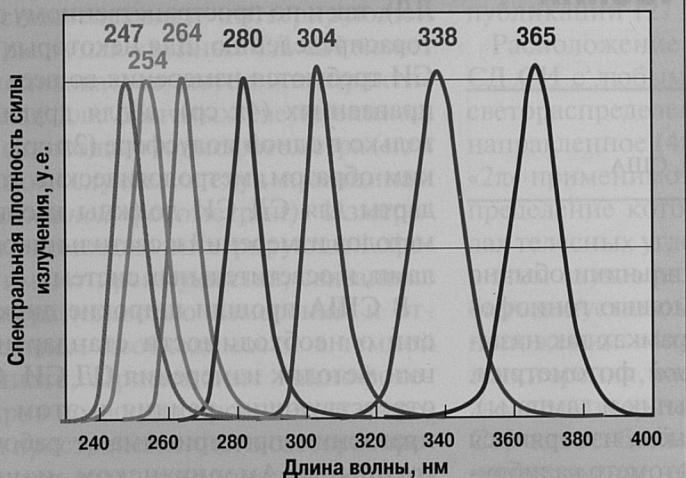


Рис. 1. Спектры излучения УФ диодов компании SET

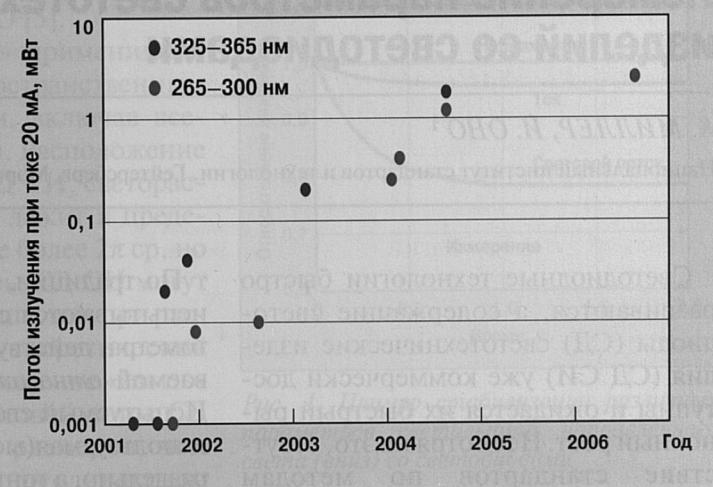


Рис. 2. Динамика роста потока излучения УФ диодов компании SET ближнего и дальнего УФ диапазонов

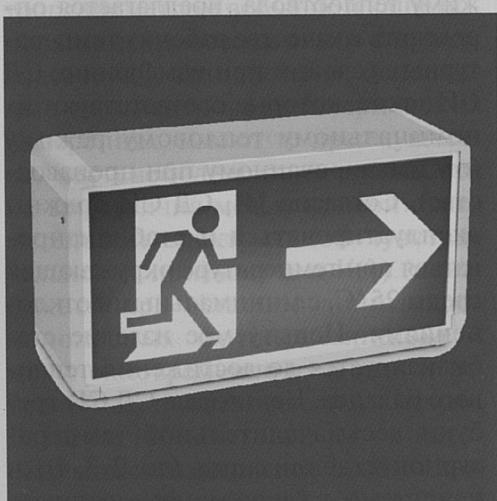
можность проведения частотных измерений по идентификации био-веществ.

УФД компании SET создают также возможность использования их в одной упаковке, что позволяет управлять спектром УФ излучения. Например, SET может упаковать несколько УФД со спектрами излуче-

ния в области 250–365 нм, и потребитель может сам выбирать ту или иную спектральную полосу или создавать сложные спектры, настраивая интенсивности всех таких имеющихся полос.

Современные УФД, излучающие на длинах волн выше 295 нм, демонстрируют стабильную работу.

Ускоренные испытания их на срок службы показывают, что время стабильной работы этих устройств более 1000 ч. А поток излучения большинства УФД, излучающих на длинах волн около 280 нм, после 500 ч непрерывной работы при токе 20 мА спадает на 70 % от начального.



Производство светильников аварийного освещения, аккумуляторных батарей и блоков аварийного питания

 Белый свет™

С нами Вы всегда найдете выход

ООО "Белый свет 2000"

125080, г. Москва,
Факультетский пер., д.12
Тел./факс:(495) 785-17-67
www.belysvet.ru

