

УДК 621.315.592

Р.А.Гадлевский (6 курс, СПбГЭТУ), А.Е.Гамарц (асп., СПбГЭТУ), Ю.М.Канагеева (асп., СПбГЭТУ), Т.В.Хамова (асп., ИХС РАН), О.А.Шилова (к.т.н., ИХС РАН)

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ИСТОЧНИКОВ ИК-ИЗЛУЧЕНИЯ

Ухудшение экологического состояния окружающей среды в больших городах, особенно вблизи крупных промышленных предприятий, а также необходимость предотвращения аварийных ситуаций на производстве в угольной, нефтяной, нефтеперерабатывающей, нефтехимической и газовой промышленности, при складировании и перевозке токсичных и взрывоопасных грузов, особенно остро ставят проблему детектирования различных газов.

Для этих целей во всем мире используется огромное количество средств измерений и контроля, в том числе, малогабаритных, портативных и стационарных газоанализаторов, основанных на различных принципах действия – термокаталитических, термокондуктометрических, полупроводниковых, и др. Все эти приборы, наряду с достоинствами, обладают существенными недостатками, ограничивающими сферу их использования. Кардинальным решением проблемы измерения концентрации различных газов является создание нового поколения газоанализаторов на базе бесконтактных неразрушающих методов измерений, в числе которых самым перспективным является ИК-абсорбционный метод. До недавнего времени ИК абсорбционные газоанализаторы использовались только для лабораторных исследований, так как были громоздки, требовали большого энергопотребления и имели высокую стоимость.

Новое поколение ИК-абсорбционных газоанализаторов (малогабаритных, долговечных, дешевых, с низким энергопотреблением) возможно только после создания полупроводниковых источников и приемников света (светодиодов, фоторезисторов) в диапазоне длин волн 2–5 мкм. Такой именно диапазон длин волн связан с тем, что здесь расположены спектры поглощения всех углеводородов и окислов углерода, а это – основные газы топливно-энергетического комплекса

Многочисленные результаты исследований, проведенных как в России, так и за рубежом, показывают, что наиболее приемлемые материалы для создания источников света в области спектра 2...5 мкм являются соединения $A^{IV}B^{VI}$ (PbS, PbSe, PbTe и др.).

Известно также, что не удастся создать светодиоды хорошего качества из этих материалов с использованием стандартной технологии изготовления р-п переходов, как в случае светодиодов на базе материалов $A^{III}B^V$ (GaAs, InP, GaP, $Ga_xAl_{1-x}As$ и др). Поэтому используются светодиоды специальной конструкции (рис. 1). Светодиод состоит из базового элемента, который излучает на длине волны 0.9 мкм. Это излучение используется для возбуждения фотолюминесценции специального полупроводникового материала группы $A^{IV}B^{VI}$ (PbSe) в спектральной области 3.0...4.0 мкм. Такой источник света имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с общепринятыми источниками, излучающими в диапазоне около 3 мкм:

Спектр излучения представляет собой «плато», а интенсивность достаточно высока для проведения измерений.

Временные характеристики такого светодиода являются достаточно стабильными по сравнению со светодиодами, построенными на базе р-п перехода. Это связано с тем, что в случае р-п перехода через переход проходит большой ток (примерно 1 А), а для указанных

проводников это слишком много, ибо начинается процесс деградации самого полупроводникового материала. В нашем же случае светодиод работает по принципу фотокомпенсации. Эффекты переизлучения еще остаются на линейном участке, а это способствует достаточно хорошей временной стабильности. Малая потребляемая мощность (менее 30 мВт).

В данной работе были проведены исследования фотолюминесценции слоев на основе PbSe на кремниевых подложках, покрытых стекловидной пленкой.

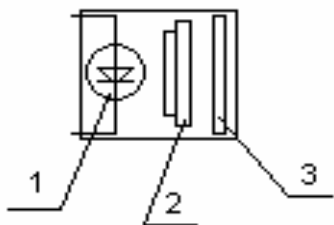


Рис. 1. Схема источника.

1 – возбуждающий светодиод, 2 – подложка с люминесцирующей пленкой, интерференционный фильтр.

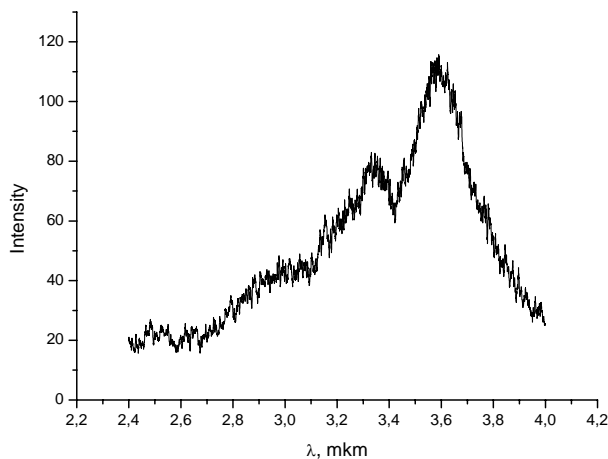


Рис. 2. Спектр фотолюминесценции.

Применение кремниевых подложек для излучающих структур позволит упростить технологию получения таких элементов, так как интерференционный фильтр может наноситься непосредственно на кремневую подложку, что позволит увеличить светосилу источника (благодаря уменьшению количества отражающих поверхностей). Стекловидная пленка на поверхности PbSe была сформирована для защиты излучающего слоя и улучшения его люминесцентных свойств.

Поликристаллические слои селенида свинца были сформированы на кремниевых подложках термическим вакуумным напылением методом горячей стенки. Стекловидная пленка наносилась на поверхность слоя PbSe методом центрифугирования из золь на основе водно-спиртового раствора тетраэтоксисилана, легированного солями ряда металлов. Далее такая структура подвергалась термообработке при $T \approx 873-1073\text{K}$.

По данным ИК-спектроскопии установлено, что в результате термообработки концентрация носителей заряда в пленке селенида свинца значительно снизилась. В результате структура обретает люминесцирующие свойства. Спектр фотолюминесценции исследуемых элементов представлен на рисунке 2.

Работа выполнена при финансовой поддержке ОАО «РНИИ «Электронстандарт».