

УДК 62-982

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ СВЕТОДИОДА УФ-СПЕКТРА С-ТИПА ИЗЛУЧЕНИЯСергей Александрович Дубинин⁽¹⁾, Родион Дамирович Латыпов⁽²⁾, Дмитрий Алексеевич Баклыков⁽³⁾*Студент 4 курса бакалавриата^(1,3), студент 3 курса бакалавриата⁽²⁾
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: С. В. Сидорова, Моисеев К.М.
кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в машиностроении» (1,2)*

В настоящее время светодиоды УФ-спектра излучения используются в следующих областях науки и техники: медицина, обеззараживание воды и воздуха, криминалистика, полиграфия, химический анализ веществ, биотехнология. Практически во всех этих областях используются токсичные, хрупкие и крупногабаритные лампы, которые еще и потребляют много энергии. В связи с этим данные области науки и техники требуют появления новых технологий, а именно УФ-светодиодов, которые смогут заменить устаревшие источники ультрафиолета.

На данный момент для производства светодиодов УФ-спектра используются следующие основные материалы:

- нитрид галлия, $\lambda = 370$ [нм]
- нитрид индия-галлия, $\lambda = 400$ [нм]
- нитрид алюминия-галлия, $\lambda = 300-350$ [нм]

В результате проведенного анализа вариантов светодиодов УФ-спектра излучения было выявлено, что на данный момент нет светодиодов, которые могли бы обеспечить излучение, соответствующее ультрафиолету С-типа (200-280 нм), из-за чего в различных областях науки и техники до сих пор возможно использование лишь устаревших и токсичных ламп.

Для обеспечения длин волн УФ-спектра С-типа излучения возможно использование алмаза, нитрида бора, нитрида алюминия и нитрида алюминия-галлия. В таблице 1 приведено сравнение характеристик данных материалов.

Таблица 1. Сравнение характеристик материалов излучающего слоя

Материалы	Длина волны, [нм]	Ширина запрещенной зоны, [эВ]	Теплопроводность, $\left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}\right]$	Коэффициент теплового расширения, $\left[\frac{1}{\text{К}}\right]$
Алмаз	235	5,4	1500	$1,3 \cdot 10^{-6}$
Нитрид бора	215	3,7	180	$4,3 \cdot 10^{-6}$
Нитрид алюминия	210	6,2	200	$6 \cdot 10^{-6}$
Нитрид алюминия-галлия	250	4,2	150	$5,8 \cdot 10^{-6}$

На основании данного анализа было принято решение разработать принципиальную схему формирования чипа светодиода УФ-спектра излучения

на базе AlN, который будет позволять обеспечить излучение с длиной волны $\lambda=210$ [нм], наибольшую ширину запрещенной зоны более чем 6эВ и наибольший коэффициент теплового расширения[1]. Так же данный материал является наиболее простым в изготовлении, что существенно влияет на экономическую составляющую.

В начале этапа изготовления чипа светодиода требуется сформировать тонкопленочные структуры нитрида алюминия и оценить оптические характеристики полученных пленок[2]. В ходе проведения экспериментов были получены пленки нитрида алюминия толщиной 0,7 мкм (рис. 1).



Рисунок 1. Измерение толщины покрытия AlN

Для оценки оптических свойств полученных покрытий были измерены коэффициенты пропускания (рис. 2) и отражения (рис. 3).

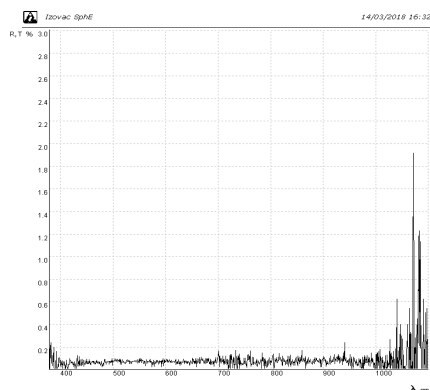


Рисунок 2. Зависимость коэффициента отражения от длины волны

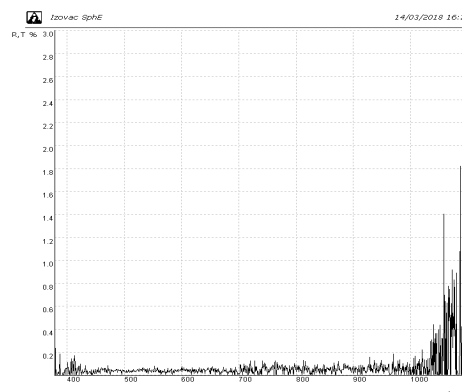


Рисунок 3. Зависимость коэффициента пропускания от длины волны

На основании полученных данных исследования коэффициентов отражения и пропускания, делаем вывод, что при длинах волн 400-900 [нм] покрытие практически не отражает и не пропускает излучение. При длине волны 1000 [нм] коэффициент отражения равен 1,95%, а коэффициент пропускания 1,81%, что соответствует исследованиям других авторов [3].

Литература

1. *Никитушкин И.В., Анненков Ю.М.*, Теплопроводная нанокерамика из нитрида алюминия и сопутствующие материалы, полученные методами высокоинтенсивных технологий. // «Энергетика, электромеханика и энергоэффективные технологии глазами молодежи»
2. *Панфилов Ю.В.* Нанесение тонких пленок в вакууме // Технологии в электронной промышленности. 2007. № 3. С. 76–80.
3. *М.В. Ермоленко, А.П. Достанко, Д.А. Голосов, С.М. Завадский*, Исследование оптических характеристик слоев AlN, полученных методами реактивного магнетронного и ионно-лучевого распыления. // Доклады БГУИР. 2015г.