

Двумерные полупроводниковые нанопластины, образующие коллоидные квантовые ямы являются новой платформой для создания светоизлучающих диодов и лазерных генераторов. Использование нанопластинок CdSe/CdS со структурой ядро-оболочка позволит добиться усиленного спонтанного излучения (УСИ) со сверхнизким порогом, при этом демонстрируя высокую стабильность даже при генерации лазерного излучения.

Введение. По сравнению с традиционными полупроводниковыми квантовыми точками, генерация в активных средах на основе нанопластинок CdSe/CdS наблюдается при более низких пороговых значениях, при этом не требуя применения нестандартных методов для формирования светоизлучающего слоя. Эти особенности могут быть использованы в разработке когерентных источников света, и позволят значительно снизить энергопотребление таких устройств.

Основная часть. В начале работы было проведено численное моделирование влияния толщины слоёв создаваемого устройства, в том числе структурированного слоя нанопластинок CdSe/CdS, на его конечные оптические свойства.

Решением, удовлетворяющим требованиям, предъявляемым к создаваемому устройству, оказалось создание многослойной структуры, состоящей из SiO₂ подложки с нанесённым на неё слоем материала с высоким показателем преломления для большей локализации энергии в активном слое – TiO₂, который также может выполнять функции транспортного слоя для носителей зарядов (дырок) в будущих приложениях. Для контроля толщины и оптических характеристик слоя TiO₂, нанесённого методом атомно-слоевого осаждения, были проведены исследования на эллипсометре образцов различной толщины на кремниевой подложке.

Ключевое место в разрабатываемой светоизлучающей структуре занимает активная среда образованная слоем нанопластинок CdSe/CdS. Были применены два подхода к формированию светоизлучающего слоя: создание покрытия методом центрифугирования, и использование метода осаждения самоупорядоченных слоёв (ОСС).

Получение объективных значений показателя преломления сформированного слоя из нанопластинок CdSe/CdS, потребовало создание образца на кремниевой подложке и исследований его методами эллипсометрии.

При этом повышенные требования к снижению пространственной неоднородности поверхности обусловили переход от первоначально применённого метода центрифугирования к более трудоёмкому и менее контролируемому при увеличении толщины, методу осаждения самоупорядоченных слоёв нанопластинок. Снижение пространственной неоднородности поверхности от ± 5 нм при центрифугировании, до ± 1 нм при ОСС, подтверждается исследованиями, проведёнными на атомно-силовом микроскопе.

Проведённые исследования характеристик фотолюминесценции созданной структуры подтвердило сохранение расположения пика полосы фотолюминесценции и начало перехода к усиленному спонтанному излучению. Порог УСИ не был достигнут при толщине слоя в 8 монослоёв (56 нм), а при толщине в 16 монослоёв (112 нм) наблюдался при энергии накачки 116 мкДж/см^2 при длине волны УСИ 690 нм.

Выводы. В представленной работе описано создание светоизлучающих структур на основе нанопластинок CdSe/CdS. Было исследовано влияние толщины активного слоя на люминесцентные свойства создаваемого устройства. Полученные результаты подтвердили

правильность идей, лежащих в основе выбранного подхода. Сочетание последних достижений в области нанотехнологий и применение новых материалов в качестве активных сред позволит создавать устройства с уникально низкими порогами генерации.