УДК 628.9

DOI: 10.17223/00213411/64/2/10

*А.А. ВЕЛИЧКО, В.А. ИЛЮШИН, А.Ю. КРУПИН, Н.И. ФИЛИМОНОВА***ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО Si В СТРУКТУРАХ (Si+CaF₂)/CaF₂ В ВИДИМОМ ДИАПАЗОНЕ СПЕКТРА**

Продемонстрирована фотолюминесценция нанокристаллов Si, встроенных в диэлектрическую матрицу CaF₂ в структурах (Si+CaF₂)/CaF₂/Si(111). Люминесценция наблюдалась при комнатной температуре в видимом диапазоне спектра. Максимум длины волны спектра отмечался на 664 нм, ширина на полувысоте – 134 нм. При пониженной температуре (77 К) фотолюминесценция не наблюдалась.

Ключевые слова: фотолюминесценция, нанокристаллический кремний, фторид кальция, молекулярно-лучевая эпитаксия.

Введение

До сегодняшнего дня кремний остается базовым материалом, определяющим современный уровень развития технологии и элементной базы микро- и нанoeлектроники, что обусловлено как развитой технологией его получения и обработки, так и коммерческой доступностью и неограниченными запасами исходного сырья. Современное развитие микроэлектроники диктует необходимость создания интегральных оптоэлектронных компонентов и устройств, совместимых с кремниевой технологией. Но вследствие того, что кремний является непрямозонным полупроводником, из него невозможно изготовить светоизлучающие элементы из-за низкой излучательной способности.

Создание источника излучения, технология которого полностью была бы совместима с промышленной планарной кремниевой, позволило бы создать монолитные интегральные оптоэлектронные устройства [1]. Поэтому после обнаружения фотолюминесценции в пористом кремнии люминесцентные свойства данного материала исследуются очень интенсивно [2]. За последнее двадцатилетие были предложены различные способы создания структур на основе кремния, способных люминесцировать как в ИК-, так и в видимой области спектра.

Ключевым подходом к увеличению квантового выхода люминесценции является модификация зонной структуры кремния либо вследствие квантово-размерного эффекта, либо путем создания в его зонной структуре энергетических уровней, между которыми велика вероятность прямых оптических переходов.

Эффективным способом являются различные методы получения кремния в форме наноразмерных структур, таких, как например, пористый кремний, при условии, что толщина стенок пор находится в нанометровом диапазоне, или формирование нанокластеров кремния в широкозонной матрице, такой, как SiO₂ [3, 4].

Известны также структуры из чередующихся слоев кремния нанометровой толщины и диэлектрика [5, 6]. В таких структурах может наблюдаться не только фото-, но и электролюминесценция при поперечном пропускании электрического тока. В качестве диэлектрика в большинстве структур был использован фторид кальция. Фторид кальция является широкозонным диэлектриком, хорошо согласованным с кремнием по параметру решетки, что позволяет получать эпитаксиальные структуры Si/CaF₂/Si.

Другой подход заключается в формировании нанокристаллов кремния в широкозонной матрице фторида кальция, разделенных слоем диэлектрика для предотвращения образования крупных кристаллитов кремния, с последующей термообработкой для стимуляции образования нанокристаллов кремния [7, 8].

Цель данной работы – исследование возможности фотолюминесценции в наноструктурах, содержащих нанокристаллы кремния, внедренного в диэлектрическую матрицу CaF₂.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>