

Фотонные кристаллы на основе электрохромного оксида вольфрама (VI)

Вера Владимировна Абрамова
3 курс ФНМ МГУ

Научный руководитель:
асп. 1 г/о ФНМ МГУ А.С. Синицкий

В последнее время все большее внимание исследователей привлекают оптические материалы с искусственными периодическими структурами субмикронного масштаба – *фотонные кристаллы*. Пространственная модуляция коэффициента преломления обуславливает запрет на распространение в объеме материала излучения с длиной волны, сопоставимой с периодом структуры фотонного кристалла вследствие брэгговской дифракции. Указанное явление приводит к появлению в фотонном энергетическом спектре материала т.н. *фотонных запрещенных зон*, в результате чего фотонные кристаллы часто рассматриваются в качестве оптических аналогов электронных полупроводников. Наличие фотонной запрещенной зоны обуславливает эффект локализации света, что позволяет осуществлять контроль спонтанного излучения внутри фотонного кристалла и открывает путь к созданию низкопороговых лазерных излучателей для видимого и ближнего инфракрасного диапазонов. Кроме того, использование фотонных кристаллов при конструировании телекоммуникационных систем может привести к снижению коэффициента затухания оптических волокон и созданию сверхбыстрых полностью оптических переключателей потоков информации, не имеющие мировых аналогов.

Для получения необходимых фотонно-кристаллических свойств, весьма перспективными считаются *синтетические опалы* и материалы на их основе. Это обусловлено как отсутствием фундаментальных ограничений на размеры образцов, так и возможностью контролируемого изменения их оптических свойств. С точки зрения материаловедения, опаловые матрицы представляют собой материалы, образованные сферическими частицами, упакованными в виде плотнейшей шаровой упаковки. Важно отметить, что для создания реальных устройств на основе фотонных кристаллов особый интерес представляют опалы, в которых уникальные оптические характеристики совмещены с другими полезными свойствами (люминесцентными, магнитными, электрическими и др.). В этой связи опаловые матрицы привлекают внимание возможностью их легкой химической модификации с целью создания новых функциональных материалов.

Целью настоящей работы был синтез и изучение многофункциональных фотонных кристаллов. Основным объектом исследования были материалы на основе электрохромного оксида вольфрама (IV), хотя в работе также рассмотрена возможность получения фотонных кристаллов на основе других веществ.

Работа состояла из нескольких этапов. Сначала были получены покрытия на основе гидратированного мезопористого оксида вольфрама с различным содержанием воды и различной пористостью поверхности, исследованы их электрохромные свойства и подобран оптимальный метод синтеза покрытий – из водно-спиртового коллоидного раствора WO_3 с последующим отжигом в течение 3 ч при $450\text{ }^\circ\text{C}$ (эффективность окрашивания – $24,3\text{ см}^2/\text{Кл}$).

Затем были созданы фотонные кристаллы TiO_2 (анатаз), на которых была отработана методика синтеза инвертированных опалов. Были исследованы оптические свойства фотонных кристаллов TiO_2 – показано наличие фотонной запрещенной зоны, соответствующей дифракции на семействе плоскостей (111), в широком диапазоне углов. Из полученных зависимостей было рассчитано значение коэффициента преломления вещества, образующего фотонный кристалл, совпавшее с литературными данными для анатаза.

Наконец, были синтезированы инвертированные фотонные кристаллы WO_3 , исследованы их оптические свойства (фотонная запрещенная зона (111)), показана возможность характеристики качества структуры при помощи лазерной дифракции, рассмотрено электрохромное переключение – смещение положения фотонной запрещенной зоны при интеркаляции – деинтеркаляции протонов при приложении напряжения.