

ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОЙ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА ТИТАНА, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНОЙ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ*

Ж.П. Федорович¹, М.А. Герасимова², Е.Д. Фахрутдинова¹, В.А. Светличный¹

¹ *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

² *Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия*

Наноматериалы на основе диоксида титана вызывают значительный интерес как перспективные фотокатализаторы для очистки воды и воздуха, генерации водорода. Для повышения эффективности работы TiO_2 необходимо расширение спектрального диапазона его поглощения в видимую область. В данной работе исходно полученные методом импульсной лазерной абляции (Nd:YAG-лазер, 1064 нм, 7 нс) в воде нанокolloиды темного диоксида титана были подвергнуты дополнительному лазерному облучению тем же источником. Дисперсии высушивались, полученные порошки TiO_2 отжигались на воздухе. Проведен сравнительный анализ оптических свойств материалов, полученных с использованием дополнительного облучения и без такового, методами спектроскопии диффузного отражения, флуоресценции и комбинационного рассеяния. Оценена оптическая ширина запрещенной зоны полупроводника, определена природа дефектных состояний, отвечающая за интенсивное поглощение в видимой области спектра.

Ключевые слова: диоксид титана, импульсная лазерная абляция, лазерная обработка, дефекты структуры, фотолюминесценция, наночастицы.

Введение

Для повышения эффективности использования естественного солнечного излучения при решении задач энергетики с использованием возобновляемых источников, в том числе для фото- и фотоэлектрокаталитических приложений, требуются материалы, поглощающие свет в широком спектральном диапазоне. Среди различных наноматериалов, используемых в фотокатализе, в том числе для получения водорода, диоксид титана считается одним из наиболее перспективных [1]. Интерес к нему обусловлен хорошими фотокаталитическими свойствами, стойкостью к электрохимической коррозии, нетоксичностью, стабильностью и относительно низкой стоимостью. Однако из-за большой ширины запрещенной зоны (~ 3.2 эВ) практическое применение TiO_2 как фотокатализатора ограничено только использованием источников ультрафиолетовой области спектра, на долю которой, например, приходится около 5% солнечной энергии.

Для расширения спектрального диапазона поглощения TiO_2 используются различные способы. Активно применяется допирование структуры TiO_2 ионами металлов и неметаллов (N, C, Au, Cu и т.д.) [1, 2], развиваются способы создания композиционных материалов на основе TiO_2 [2, 3], а также создаются дефекты структуры, которые «сужают» ширину запрещенной зоны полупроводника и тем самым сенсibiliзируют диоксид титана к видимому диапазону излучения [4, 5]. Перспективным объектом исследования является так называемый темный диоксид титана, который поглощает во всем видимом и даже ближнем инфракрасном диапазоне спектра за счет наличия различных дефектов структуры [6–9].

Темный диоксид титана получают путем восстановления белого TiO_2 водородом, аргоном, азотом, а также электрохимическим восстановлением [6]. Полученные материалы эффективно поглощают в видимом диапазоне, однако эти методы достаточно сложны, либо требуют длительного времени обработки. Кроме того, темный TiO_2 , полученный посредством гидрирования, обладает слабо пористой структурой и ограниченной удельной поверхностью, что снижает его фотокаталитические характеристики. Поэтому развитие методов получения темного TiO_2 с высокими функциональными свойствами остается актуальной задачей.

Перспективным методом получения темного диоксида титана в высокодефектном и высокодисперсном состоянии является метод импульсной лазерной абляции (ИЛА) в жидкости [10]. Преимущества метода ИЛА заключаются в простоте, возможности получать наночастицы (НЧ) в чистых растворителях без использования прекурсоров и способности управлять составом частиц, из-

* Работа поддержана Российским научным фондом, проект № 19-73-30026.

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>