

Одеський національний університет імені І.І Мечникова
Факультет математики, фізики та інформаційних технологій
Кафедра експериментальної фізики

Дипломна робота

магістра

на тему: **«Дослідження впливу домішок Fe та Cu на оптичні властивості
нанокристалів ZnS»**

«Investigation of Fe and Cu impurities influence on the optical properties of ZnS nanocrystals»

Виконала студентка денної форми навчання
спеціальність: 104-Фізика та астрономія

Рудніцька Анастасія Володимирівна

Керівник д.ф.-м.н.,проф. Ніцук Ю.А._____

Рецензент к.ф.-м.н.,с.н.с. Малушин М.В.

Рекомендовано до захисту

Протокол засідання кафедри

№____від____.____2019 р.

Захищено на засіданні ЕК №____

протокол №____від____.____2019 р.

Оцінка _____/_____/_____

Завідувач кафедри

Сминтина В.А.

Голова ЕК

Шевчук В.Г

Одеса – 2019

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. СИНТЕЗ ТА ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАНОКРИСТАЛІВ ZnS.....	4
1.1.Синтез нанокристалів ZnS.....	4
1.1.1 Синтез нанокристалів напівпровідників A_2B_6 золь/гель методами.....	4
1.1.2 Метод швидкого термічного розкладання прекурсорів розчині (RTDS).....	5
1.1.3. Тіосульфатний метод синтеза нанокристалів ZnS.....	6
1.1.4. Хімічне осадження.....	7
1.1.5. Ультразвукове диспергування макроскопічних частинок в розчинах.....	8
1.1.6. Гідротермальний метод.....	9
1.2. Оптичне поглинання нанокристалів ZnS.....	10
1.3. Фотолюмінесценція наночастинок ZnS.....	13
2. ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОКРИСТАЛІВ ZnS, ОТРИМАНИХ МЕТОДОМ КОЛОЇДНОГО СИНТЕЗУ.....	18
2.1 Дослідження оптичних властивостей наночастинок ZnS:Fe	18
2.1.1 Спектри поглинання наночастинок ZnS:Fe	18
2.1.2 Спектри фотолюмінесценції наночастинок ZnS:Fe.....	23
2.2 Дослідження оптичних властивостей наночастинок ZnS:Cu.....	24
2.2.1 Спектри поглинання наночастинок ZnS:Cu.....	24
2.2.2 Спектри фотолюмінесценції наночастинок ZnS:Cu.....	25
3. Висновки.....	27
4. Література.....	28

ВСТУП

З'єднання типу A_2B_6 давно привертають увагу дослідників у зв'язку з широкими можливостями їх практичного застосування в якості випромінюючих структур, фотоприймачів, газових сенсорів, варисторів, оптоелектронних функціональних елементів і т.п. особливе місце серед сполук цього типу займає сульфід цинку. Цей матеріал має високу радіаційну, хімічну та термічну стійкість, широке вікно прозорості. Легування сульфиду цинку різними домішками дозволяє отримати матеріали, випромінюючих в різних областях видимого спектру.

Відомо, що кристали $ZnS: Cu$ є ефективними люмінофорами в синьо-зеленій області спектра [1], $ZnS: Mn$ - у помаранчевій [2], а $ZnS: Al$ - в блакитний [3].

Додатковий інтерес до сполук A_2B_6 , і до сульфиду цинку зокрема, обумовлює використання цього матеріалу в оптоелектронних наноструктурах. Застосування квантових плівок, квантових точок, це дозволяє істотно підвищити ефективність лазерів, світодіодов, розробити джерела білого світла [4]. Саме ці результати стимулюють розробку технологій, що дозволяє отримати нанорозмірні матеріали з відтвореними і контрольованими характеристиками при низькій собівартості.

Перспективою використання нанокристалів $ZnS:Cu$ є те, що в об'ємних кристалах $ZnS:Cu$ мідь виступає сенсibilізатором зеленого випромінювання, найбільш чутливим оком людини. Тому синтез і дослідження люмінесцентних властивостей нанокристалів $ZnS:Cu$ є актуальним.

ВИСНОВКИ

1. Одержані нанокристали сульфїду цинку, леговані залїзом. Проведено порівняний аналіз спектрів оптичного поглинання і фотолюмінесценції нано- і монокристалів сульфїду цинку легованих залїзом.
2. Встановлено природу внутрішньоцентрових оптичних переходів, що визначають оптичні властивості нанокристалів ZnS:Fe. Підтверджено теорію кристалічного поля, що розщеплення енергетичних станів іонів Fe^{2+} відбувається під дією найближчого тетраедричного оточення.
3. Нанокристали ZnS:Fe мають спектр фотолюмінесценції, що відповідає області прозорості живих тканин. Це дозволяє використовувати нанокристали ZnS:Fe в якості люмінесцентних маркерів в медичній діагностиці.
4. Одержані нанокристали сульфїду цинку, леговані міддю. Проведено порівняний аналіз спектрів оптичного поглинання і фотолюмінесценції нано- і монокристалів сульфїду цинку легованих міддю.
5. Встановлено природу випромінювальних переходів, що визначають люмінесцентні властивості нанокристалів ZnS:Cu.
6. Нанокристали ZnS:Cu мають розмір порядку 3 нм та ефективне зелене випромінювання, що дозволяє їх використовувати в якості маркерів при дослідженнях внутріклітинних структур.

Автор

Рудніцька А.В

ЛІТЕРАТУРА

1. S.S. Kumar, M.A. Khadar, K.G.M. Nair, J. Lumin.2011. - 131 с.
2. Д.В. Корбутяк, О.В. Коваленко, С.І. Будзуляк, С.М. Калитчук, І.М. Купчак, Укр. фіз. журн. Огляди 7, No 1, 48 (2012) No 1, 48 (2012)).
3. Гусев А.И. Нанометриалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М: ФИЗМТЛИТ, 2005. – 416 с.
4. М.Ф. Буланый, А.В. Коваленко, А.С. Морозов, О.В. Хмеленко Получение нанокристаллов ZnS методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза Том 9 № 2, 02007(4сс) (2017)
- 5.проф. Е. В. Шляхто. Нанотехнологии в биологии и медицине. Коллективная монография под ред. чл.- корр. РАМН2009 г – 116 с
- 6 Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 192 с.
7. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. – М.: Техносфера, 2005. –336 с.
8. И.П.Суздаев. Нанотехнология: физикохимия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: КомКнига, 2006. 592 с.
9. Липатова Ж.О., Колобкова Е.В., Бабкина А.Н. //Опт. и спектр. 2016. Т. 121. № 5. С. 77.
- 10.Ж. О. Липатова, Е. В. Колобкова, А. О. Трофимов, Н. В. Никоноров. Спектрально-люминесцентні характеристики фторофосфатніх стекол с нанокристаллами сульфида цинка. Университет ИТМО, 197101 Санкт-Петербург, Россия. 2017.
11. Флуоресцентные наночастицы ZnS как нанозонды локального рН в диагностике онкологических заболеваний © И.Г. Мотевич 1 , Н.Д.Стрекаль 1 А.В. Шульга 2 , С.А. Маскевич 3 Оптика и спектроскопия, 2018, том 124, вып. 5, с 516
12. Ж. О. Липатова, Е. В. Колобкова, А. О. Трофимов, Н. В. Никоноров. Спектрально-люминесцентні характеристики фторофосфатніх стекол с

нанокристаллами сульфида цинка. Университет ИТМО, 197101 Санкт-Петербург, Россия. 2017, с 345

13. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы.- М:Физматлит.-2000.-С.224

14. C. Corrado, M. Hawker, G. Livingston, S. Medling, F. Bridges and J-Z. Zhang. Enhanced Cu emission in ZnS: Cu,Cl/ZnS core-shell nanocrystals//Nanoscale, 7, (2010), P 125-131

15. Rosdi I., Saleh M-H., Norsal K., Malek M. Z.- A., Sulaiman M. - A. and Baharom M. -A. Synthesis of Fe²⁺ ion Doped ZnS Nanoparticles // Advanced Materials Research. – 2014. – V. 879. – P.155-163.

17. Nitsuk Yu.A., Vaksman Yu.F., Yatsun V.V., Purtov Yu.N. Optical absorption and diffusion of iron in ZnS single crystals// Functional Materials. -- 2012. -V.19, No.2.- P.182-186.