

سنتز و مشخصه یابی نقاط کوانتومی CdS/ZnS برای طیف نور پهن و بررسی اثرات پوسته بر خواص فوتوفیزیکی آنها

صابر محمدی^۱، محمد صادق ذاکر حمیدی^۲ و اصغر عسگری^۲

۱- پژوهشکده فیزیک کاربردی و ستاره شناسی، دانشگاه تبریز

۲- پژوهشکده فیزیک کاربردی و ستاره شناسی، دانشگاه تبریز

چکیده - در این مقاله که به صورت تجربی انجام شده است. هدف سنتز و مشخصه یابی نقاط کوانتومی CdS/ZnS و بررسی اثر تغییرات پوسته بر خواص فوتوفیزیکی آنها است. که با سنتز این نقاط کوانتومی میتوان طیف نور پهن را تولید کرد. روش سنتز این نقاط کوانتومی به صورت رسوب دهی شیمیایی (مایسل معکوس) می باشد. که این نقاط کوانتومی به صورت کلونیدی رشد می کنند. و هدف ما بررسی اثر تغییرات پوسته در تولید طیف نور سفید با استفاده از این نقاط کوانتومی است. و با استفاده از این طیف ها میتوان کاربرد های این نقاط کوانتومی را در موارد مختلف از سلول های خورشیدی LED. و بیولوژیکی مورد بررسی قرار داد. و مشخصه یابی این نقاط کوانتومی به وسیله طیف های جذبی و فلورسانس. FT-IR- XRD-SEM می باشد.

کلید واژه- سنتز، نقاط کوانتومی، فوتوفیزیکی، کلونیدی، مایسل

Synthesis and characterization of CdS/ZnS quantum dots fore wide light spectrum and the effects on photophysical properties of their shell

Saber mohammadi¹, Mohammad sadeg zakerhamidi², Asghar Asgari²

1-University of Tabriz- Research Institute for Applied Physics and Astronomy

2- University of Tabriz- Research Institute for Applied Physics and Astronomy

Abstract- In this paper that is experimental the purpose synthesis and characterization of CdS/ZnS quantum dot and study the effect of changes the shell on Properties their photophysical. The synthesis of the quantum dots can be produced wide spectrum. The synthesis of the quantum dots is chemical deposition method (reverse micelle). The colloidal quantum dots grow. Our purpose reviews effect shell size in the production spectrum white light using quantum dots. Using this spectrum can be Application of the quantum dots any of a variety of solar cells, biological and LED examined. and characterized of the quantum dots by the absorption, Fluorescence spectra, FT-IR, XRD, SEM.

Keywords: Synthesis, Quantum dot, Photophysical, colloidal, micelle

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

مقدمه

نانوبلور های نیمه هادی که به آن ها نقاط کوانتومی (Quantum Dot - QD) نیز گفته می شود، اندازه آن ها کمتر از ۱۰ نانومتر می باشد، و امروزه با پیشرفت علم و تکنولوژی نقاط کوانتومی جایگاه ویژه ای را در صنعت و فناوری به خصوص در صنایع اپتیکی و ادوات اپتو الکترونیکی پیدا کرده است. و علت اهمیت بیشتر نقاط کوانتومی به خاطر اندازه کوچکتر و قابلیت های تنظیم پذیری برای کاربرد های مورد نظر می باشد، همانطور که می دانیم بیشتر نقاط کوانتومی از مواد نیم رسانا تشکیل می شوند، که این یک عامل مهم برای مهندسی کردن آن ها برای کاربرد های مورد استفاده است. از طرفی با توجه به اینکه انواع مختلف نقاط کوانتومی وجود دارد، ولی نقاط کوانتومی که به صورت هسته و پوسته ساخته می شوند بیشتر مورد توجه قرار می گیرند. با توجه به اینکه در این نوع ساختار ها هسته و پوسته هر کدام از مواد نیم رسانایی با گاف انرژی مختلف می باشند. که هسته دارای موادی با گاف انرژی کمتر توسط پوسته که دارای گاف انرژی بیشتری می باشد احاطه می شود. که در این کار نیز CdS به عنوان هسته و ZnS به عنوان پوسته است، [۵] و برای ساخت این نوع ساختار های نقاط کوانتومی از روش های مختلفی استفاده می شود که یکی از آن ها نیز می توان به روش رسوب دهی شیمیایی اشاره کرد. و در این کار نیز هدف ما سنتز نقاط کوانتومی هسته - پوسته با استفاده از روش شیمیایی می باشد، که با استفاده از تغییر اندازه پوسته این نوع نقاط کوانتومی می توان به طیف وسیعی از نور دست یافت که مهمترین این طیف، نور سفید یا مرئی می باشد. و با تولید این طیف از نور می توان به کاربرد های آن در LED ها، سلول های خورشیدی و بیولوژیکی و پزشکی و حسگرها اشاره کرد. [۱]

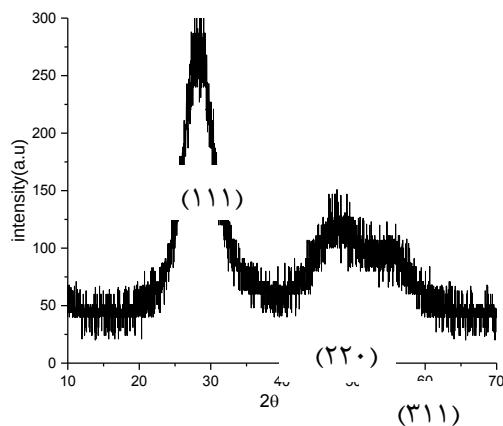
روش تجربی

در این کار با توجه به اینکه قبلا اشاره شد، نقاط کوانتومی CdS/ZnS به روش رسوب دهی شیمیایی سنتز شده و بعد برای مشخصه یابی آماده می شود. در سنتز این نقاط کوانتومی از مواد با درصد خلوص زیر استفاده

می شود. روی استات دی هیدرات (سیگما آلد ریج ۹۸٪)، کادمیم استات دی هیدرات (مرک ۹۸٪)، سدیم سولفید هیدراته (مرک ۳۵٪)، دی اکتیل سولفوسینیت سدیم سالت (AOT) (اکراس ارگانیک ۹۶٪)، هپتان (مرک ۹۹٪)، متانول (مرک ۹۹.۹٪)، که در اینجا AOT به عنوان سورفکتانت استفاده می شود، که این ماده عنوان پایدارکننده و نقش به سزائی در اندازه و شکل نقاط کوانتومی دارد. از طرفی دیگر با تهیه کردن یون های Cd^{2+} ، Zn^{2+} و S^{2-} در ظرف های جداگانه ای با غلظت های Cd^{2+} ، ۰.۱ مولار و Zn^{2+} ، ۰.۲۶ مولار و سپس AOT را با غلظت ۰.۱ مولار در هپتان حل می کنیم. سپس ۳۵۰ میلی لیتر از یون S^{2-} و ۶۰ میلی لیتر از Cd^{2+} را در محلول سورفکتانت ترکیب کرده و به مدت ۱۵ دقیقه به هم می زنیم، که در این حالت هسته نقاط کوانتومی که شامل CdS می باشد تشکیل می شود. و بعد دوباره با اضافه کردن ۱۰۰ میلی لیتر از Zn^{2+} ، ۶۰ میلی لیتر Cd^{2+} و ۲۵۰ میلی لیتر Zn^{2+} به صورت خیلی آهسته و با استفاده از میکرو پمپ بر روی هسته نانو کریستال های CdS پوسته نقاط کوانتومی تشکیل می شوند. که بعد از تشکیل نقاط کوانتومی CdS/ZnS در ته ظرف رسوب کرده، که بعد از صافی کردن با هپتان و متانول شستو شو کرده و بعد در دمای اتاق خشک می کنیم. [۲]

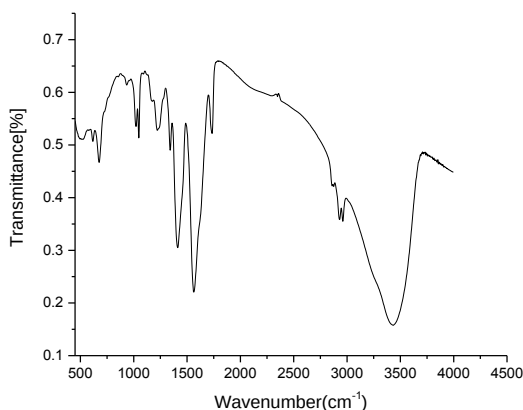
مشخصه یابی و بحث

برای اثبات تشکیل نقاط کوانتومی از روش های مشخصه یابی که قبلا اشاره شده استفاده می کنیم. که یکی از آن ها میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) با مشخصات MIRA₃TESCAN با اعمال ولتاژ ۱۵ کیلو ولت و بزرگنمایی ۵۰۰۰۰ برابر و در مقیاس ۵۰۰ نانومتر می باشد، که در این تصویر متوسط اندازه نقاط کوانتومی برابر ۲۵ نانومتر مشاهده می شود. که این تصویر در شکل ۱-۱ نشان داده شده است.



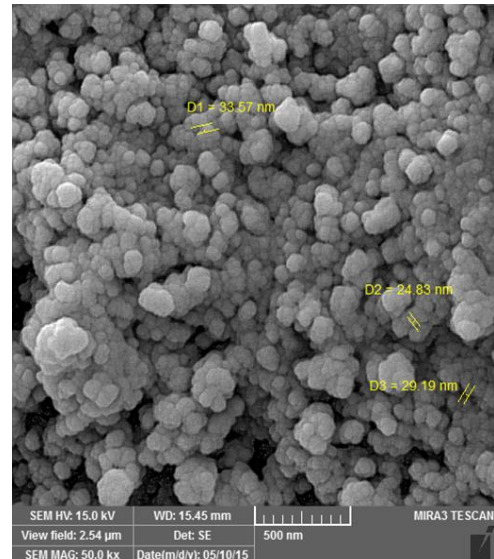
شکل ۲-۱: پراش اشعه ایکس (XRD) نقاط کوانتومی CdS/ZnS

یکی دیگر از روش‌ها استفاده از طیف مادون قرمز (IR) می‌باشد. که طیف سنجی IR اطلاعاتی در مورد ساختار سطحی مواد می‌دهد. که طیف IR $\text{C}=\text{O}$ متگاه VIRTEX 70 انجام شده است، همان طور که در روش سنتز بیان شد استفاده از سورفکتانت‌ها در ساخت نقاط کوانتومی باعث می‌شود که در این روش می‌تواند یک لایه از مواد آلی تشکیل شود. $\text{C}-\text{O}$ در این روش می‌خواهیم اطلاعاتی از اندازه مواد آلی در $\text{C}-\text{Br}$ قاط کوانتومی $\text{O}-\text{H}$ و $\text{C}-\text{H}$ را بدست آوریم. $\text{C}-\text{C}$ بودار طیف مادون قرمز مربوط به نقاط کوانتومی CdS/ZnS نشان داده میشود.



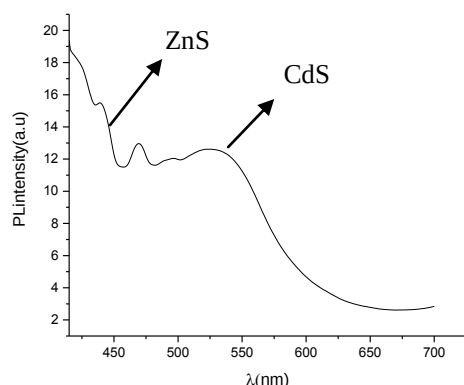
شکل ۳-۱: طیف IR نقاط کوانتومی CdS/ZnS

با توجه به شکل ۳-۱ که مربوط به نمودار طیف IR نقاط کوانتومی CdS/ZnS است، پیک‌ها را در (cm^{-1}) ۱۰۴۵، ۱۲۱۷، ۱۴۰۷، ۱۵۶۰، ۱۷۳۲، ۲۹۳۵، ۳۴۱۱، ۶۷۱، ۶۲۱



شکل ۱-۱: تصویر SEM نقاط کوانتومی CdS/ZnS

از طرفی برای ادامه مشخصه یابی از پراش پرتو ایکس استفاده می‌کنیم. که این روش اطلاعاتی در مورد ساختار شبکه، کریستالی شدن، جهت رشد بلور و مواد تشکیل دهنده نقاط کوانتومی می‌دهد. که با استفاده از دستگاه پراش اشعه ایکس با مشخصه طول موجی ۰.۱۵۴ نانومتر انجام می‌شود. همانطور که می‌دانیم ساختار کریستالی CdS به صورت مکعبی می‌باشد، که پیک در $28/218^\circ$ درجه بیشترین شدت را دارد و شاخص های میلر آن زاویه نیز برابر (111) می‌باشد. و در زوایای $32/779^\circ$ و $42/046^\circ$ که مربوط به شاخص های میلر صفحات (200) و (220) می‌باشد شدت پیک‌ها بیشتر برای ساختار CdS بیشتر می‌باشد، همچنین در مورد ساختار نقاط کوانتومی ZnS که شدت پیک‌های استاندارد آن‌ها در زاویه $28/910^\circ$ که مربوط به شاخص میلر صفحه (111) می‌باشد و بقیه پیک‌ها نیز در زوایای $48/111^\circ$ و $57/107^\circ$ که مربوط به شاخص های میلر صفحات (220) و (311) می‌باشد. از طرفی دیگر چون در ساختار های نقاط کوانتومی CdS/ZnS به صورت هسته و پوسته هستند، احتمالاً در پراش اشعه ایکس از ساختار آن‌ها در بعضی زوایا پیک‌ها از بین بروند و در بعضی از زوایا تشدید می‌یابد، از آنجائیکه در شکل ۲-۱ پراش اشعه ایکس (XRD) مربوط به نقاط کوانتومی CdS/ZnS نشان داده می‌شود. [۳]



شکل ۵-۱: طیف فلورسانس نقاط کوانتومی CdS/ZnS

نتیجه‌گیری

وابستگی خواص فوتوفیزیکی نقاط کوانتومی به اندازه آن‌ها می‌باشد، و همچنین نقاط کوانتومی که ساختار آن به صورت هسته و پوسته می‌باشد، را مورد بررسی قرار می‌دهیم. با توجه به روش ساخت و سنتز نقاط کوانتومی می‌توان شکل و اندازه آن‌ها را برای کاربرد های مورد نیاز انجام داد.

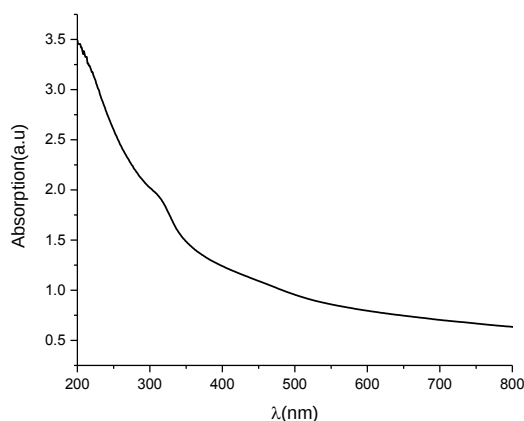
که در کار با توجه به روش سنتز نقاط کوانتومی CdS/ZnS که CdS به عنوان هسته و ZnS به عنوان پوسته می‌باشد، می‌توان گاف انرژی نقاط کوانتومی CdS/ZnS را طوری مهندسی کرد، که می‌توان از این نقاط کوانتومی برای تولید نور سفید استفاده کرد. و در پایان برای اثبات تشکیل نقاط کوانتومی CdS/ZnS از روش‌ها مشخصه‌یابی میکروسکوپ الکترونی (SEM)، پراش پرتو اشعه ایکس (XRD) و طیف اشعه مادون قرمز (IR) و برای تولید طیف نور سفید از طیف سنجی جذبی و فلورسانس استفاده می‌کنیم.

مراجع

- [1] M. S. shur, Quantum dot, VOL. 25, ISBN 981- 02- 4918-7
- [2] Lixin Cao, Shihua Huang and Shulin E, ZnS/CdS/ZnS quantum dot quantum well produced in inverted micelles, Journal of Colloid and Interface Science 273 (2004) 478-482
- [3] Yeh, C., Lu, Z.W., Froyen, S., Zunger, A., Phys. Rev. B: Condens. Matter, 46, 10086, (1992)
- [4] دونالد پاویا، گری لمپن، جورج کریز، نگرشی بر طیف سنجی، چاپ نهم ویرایش دوم، ترجمه دکتر برهمن موثق، انتشارات علمی و فنی، ۱۳۸۰
- [5] Bimberg, D., Grundmann, M., Ledentsov, NN., 1998, Quantum dot Heterostructures, Gohn Wiley, pp.328

مشاهده می‌شود که پیک ۶۲۱ و ۶۷۱ (cm^{-1}) مربوط به پیوند C-Br و پیک ۱۰۴۵ و ۱۲۱۷ (cm^{-1}) مربوط به پیوند C-O و پیک ۱۴۰۷، ۱۵۶۰ (cm^{-1}) مربوط به پیوند C-C و پیک ۱۷۳۲ (cm^{-1}) مربوط به پیوند C=O و پیک ۲۹۳۵ (cm^{-1}) مربوط به پیوند C-H و پیک ۳۴۱۱ (cm^{-1}) مربوط به پیوند O-H می‌باشد. [۴]

با توجه به اینکه پارامتر جذب یکی از خواص اپتیکی دستگاه طیف سنجی جذبی (اسپکتروفوتومتر) با مشخصات UV-240- SHIMADZU با ضریب خطای ۰.۱ نانومتر استفاده می‌شود. در شکل ۴-۱ طیف جذبی نقاط کوانتومی CdS/ZnS نشان داده شده است.



شکل ۴-۱: طیف جذبی نقاط کوانتومی CdS/ZnS

طیف سنجی فلورسانس از پارامترهای مهم در نقاط کوانتومی CdS/ZnS می‌باشد. و مهم‌ترین هدف ما هم در این کار دست یافتن به طیف فلورسانس پهن از نقاط کوانتومی CdS/ZnS می‌باشد، که این طیف پهن در ناحیه نور سفید قرار دارد. و در این طیف ناحیه اول یعنی از ۴۰۰ تا ۴۸۰ نانومتر مربوط به پوسته (ZnS) و از ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر مربوط به هسته (CdS) می‌باشد، که این نوع ساختار های نقاط کوانتومی باعث تولید طیف پهن می‌شود. برای انجام طیف فلورسانس از دستگاه با مشخصات FP-6200- JASCO استفاده می‌شود، که لامپ این دستگاه از جنس زنون و دارای ۳ نانومتر ضریب خطا می‌باشد. در شکل ۵-۱ طیف فلورسانس این نقاط کوانتومی نشان داده می‌شود.