بیست و یکمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران
و هفتمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران
۲۳ تا ۲۵ دی ماه ۱۳۹۳، دانشگاه شهید بهشتی

مطالعه برخی از خواص فیزیکی لایه‌های نازک نانوساختار CdS و CdS/SnO_2 تهیه شده با روش اسپری پایرولیز

ملیحه معقولی، رحیم لطفی اوریمی، مسعود بزی جوان

دانشگاه گلستان، دانشکده علوم،گروه فیزیک

چکیده- در این مقاله لایه‌های نازک نانوساختار سولفید کادمیم و اکسیدقلع/سولفیدکادمیم با استفاده از روش اسپری پایرولیز بر روی زیر لایه شیشه‌ای تهیه شده‌اند. بازپخت نمودن لایه نازک CdS به مدت نیم ساعت در هوا منجر به بهبود بلورینگی لایه شده است. خواص اپتیکی و ساختار بلوری نمونه‌ها توسط پراش پرتو ایکس(XRD)، طیف سنج UV-Vis بررسی شدند. نتایج بررسی‌ها نشان داد که لایه‌های نازک CdS دارای ساختارهگزاگونال هستند.همچنین گاف اپتیکی لایه نازک CdS/SnO_2/glass نسبت به لایه CdS/glass افزایش داشته است.

کلیدواژه- لایه نازک، نانوساختار، اسپری پایرولیز

Study of physical properties of nanostructure thin films CdS and CdS/SnO_2 prepared by spray pyrolysis technique

Malihe Maghouli, Rahim Lotfi Orimi, Masood BaziJvan

University of Golestan, Departeman of Physics

Abstract-In this paper, the CdS and CdS/SnO2 thin films are prepared by using spray pyrolysis technique.The structural and optical properties of prepared samples characterized by x-ray diffraction(XRD), UV-Vis spectroscopy .

Structural analysis of the samples by x-ray diffraction spectra show hexagonal phase for CdS. Optical analysis of the samples by UV-Vis spectrometer show that band gap of CdS/SnO_2/glass ratio of the layer of CdS / glass rose.

Keywords- thin film, nanostructure,spray pyrolysis

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

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-01]

۱- مقدمه

سولفید کادمیم یکی از مهم‌ترین نیمرساناهای ترکیبی از گروه دوم و ششم جدول تناوبی است و دارای پهنای گاف مستقیم در حدود ۲/۴۲ الکترون ولت در دمای اتاق می‌باشد. کاربرد لایه نازک CdS به عنوان لایه‌ی پنجره‌ای در سلول‌های خورشیدی به‌دلیل داشتن گاف نواری متوسط و ضریب جذب بالا، پایداری مناسب و قیمت پایین، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است[۱ و۲]. روش‌های متعددی برای ساخت فیلم های نازک سولفید کادمیم وجود دارد که از جمله آنها می توان تبخیر در خلا اسپاترینگ،حمام شیمیایی و اسپری پایرولیز را نام برد که از میان آن‌ها اسپری پایرولیز روشی ساده وکم هزینه است که نیازی هم به محیط خلا ندارد[۳]. در این مقاله، لایه نازکCdS به روش اسپری پایرولیز بر روی زیر لایه شیشه‌ای و بر روی لایه FTO (اکسید قلع دوپ شده با فلوئور) تهیه شده و مقایسه‌ای بین گاف نواری این دولایه صورت گرفته است[۱۰].

۲- روش انجام آزمایش

لایه نازک CdS از اسپری محلول آبی نمک‌های کادمیم کلرید ($CdCl_2$) و تیوره ($(NH_2)_2CS$) با غلظت‌های مساوی ۰/۰۵ مولار و طبق شرایط مندرج درجدول (۱) بر روی زیر لایه شیشه‌ای و بر روی لایه FTO تشکیل شده است.

جدول۱: شرایط لایه نشانی لایه نازک CdS

حجم محلول اسپری(cc)	۷۰۰
فشارگاز حامل(atm)	۳
آهنگ لایه نشانی(ml/min)	۶
ارتفاع نازل تا زیر لایه(cm)	۳۰
دمای زیر لایه(°c)	۴۰۰

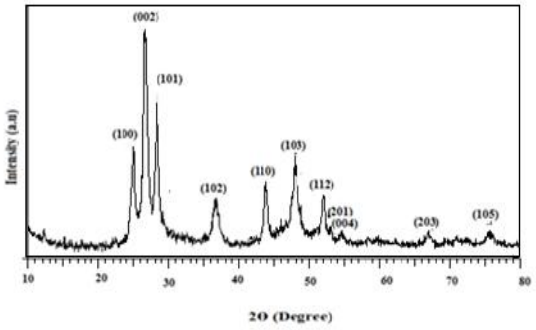
لایه حاصل در دمای ۴۰۰°c به مدت نیم ساعت بازپخت شده است که بررسی نمودار پراش بیانگر افزایش بلورینگی لایه است.

۳- نتاج و بحث

بررسی خواص ساختاری:

تحلیل طیف XRD به منظور بررسی خواص ساختاری نمونه‌ها انجام شده‌است. در این کار پژوهشی، طیف XRD لایه‌ها با استفاده از دستگاه پراش پرتو x مدل Bruker/d8advanced موجود در دانشگاه دامغان، تهیه شدند. طرح‌های پراش اشعه X با استفاده از پرتو CuKα با طول موج ۰/۱۵۴۰۵۶ نانومتر و زاویه 2θ در گستره ی۱۰تا۸۰ درجه ثبت شده است.

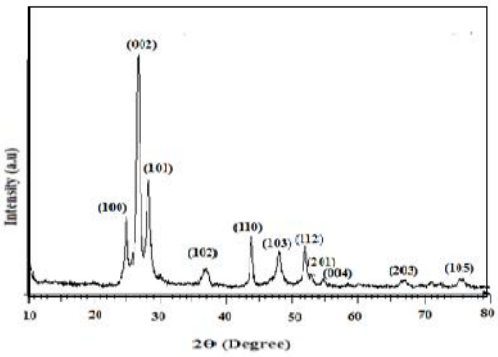
شکل(۱) نمودار پراش حاصل از یک نمونه لایه نازک CdS بازپخت نشده را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود، جهت ترجیحی(۰۰۲) و دارای ساختار هگزاگونال می‌باشد[۴ و۵].



شکل۱: طیف پراش اشعه ایکس لایه نازک CdS به روش اسپری پایرولیز قبل از بازپخت

جهت بررسی اثر بازپخت روی جهت‌گیری صفحات بلوری، لایه نازک CdS در دمای ۴۰۰°c به مدت ۰/۵ ساعت بازپخت شده و نمودار پراش یک نمونه بازپخت شده نیز گرفته شده است (شکل۲). چنانچه در شکل مشاهده می‌شود در نمونه بازپخت شده، شدت نسبی پراش در بعضی از جهات بلوری نسبت به حالت بازپخت نشده کاهش داشته ولی شدت در جهت ترجیحی (۰۰۲) افزایش پیدا کرده است که این بدین معنی است که بلورینگی لایه افزایش یافته است.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-01]



شکل۲: طیف پراش اشعه ایکس لایه نازک CdS به روش اسپری پیرولیز بعد از بازپخت

اندازه متوسط بلورک ها توسط رابطه دبای-شرر[۶]:

$$D = 0.9 * a / \cos(\theta) \quad (۱)$$

که در آن λ طول موج پرتو ایکس(۰/۱۵۴۰۵۶nm)، θ زاویه ی پراکندگی و β نیمه پهنای ماکزیمم (FWHM) است محاسبه شد(جدول ۲).

جدول۲: اندازه بلورک ها در دماهای مختلف بازپخت

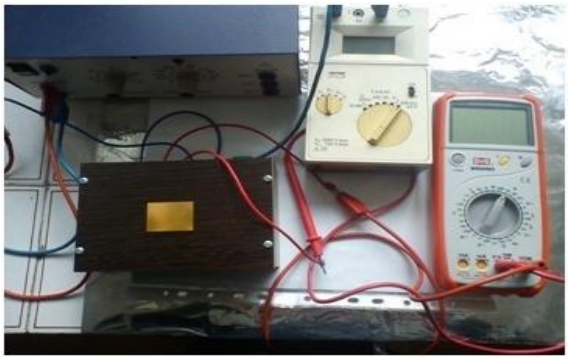
اندازه ذرات (nm)	FWHM (degree)	CdS (°c)
۳۵/۵	۰/۵۸۸	بدون بازپخت
۳۶/۹	۰/۵۵۹	بازپخت در دمای ۴۰۰

بررسی خواص الکتریکی:

مقاومت سطحی لایه نازک CdS باروش چارپروب(شکل۳) در دوحالت تاریکی و در نور معمولی اتاق در هنگام ظهر(تابستان) اندازه گیری شد:

$$R = 4.53 (V / I) \quad (۲)$$

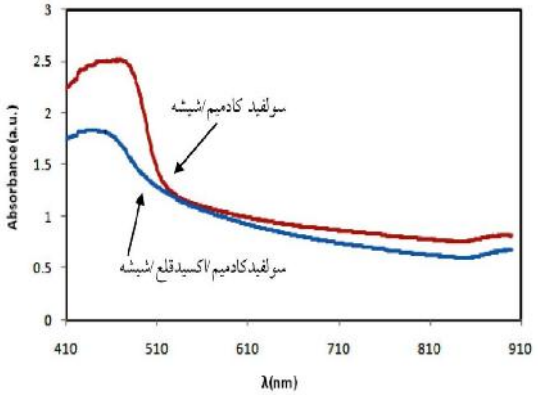
مقاوت سطحی در تاریکی بسیار بالا و در روشنایی برابر با((MΩ/) ۴۹/۸۳ بدست آمدکه این امر ناشی از ویژگی حساسیت نوری لایه سولفید کادمیم است.



شکل۳ : نمایی ازروش کاوشگر چهارنقطه‌ای

بررسی خواص اپتیکی:

بررسی طیف جذب اپتیکی لایه نازک CdS نشان می‌دهد که نمونه در ناحیه مرئی دارای جذب بالایی می باشد که این امر می‌تواند یکی از دلایل استفاده از این لایه در ساخت سلول خورشیدی باشد[۹-۷]. شکل(۴) مقایسه‌ای از طیف جذب لایه نازک CdS تشکیل شده بر روی زیر لایه شیشه‌ای و بر روی لایه FTO را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود آستانه طول موج در طیف جذب $CdS/SnO_2/glass$ به سمت طول موج‌های کوتاه‌تر(انتقال آبی) جابه جا شده است و مقدار گاف انرژی لایه افزایش می‌یابد.



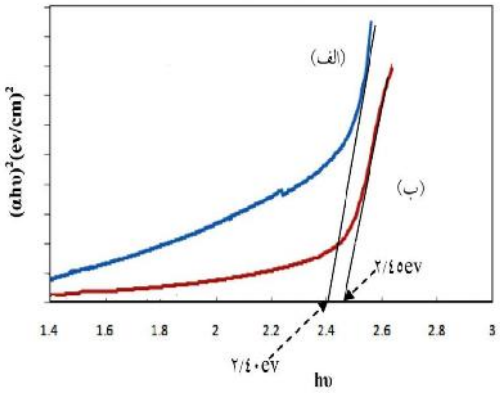
شکل۴: طیف جذب اپتیکی لایه نازک CdS بر روی زیرلایه شیشه‌ای و بر روی لایه اکسید قلع نهشته شده روی شیشه

به منظور محاسبه‌ی گاف انرژی لایه‌های نازک با گاف مستقیم از رابطه ضریب جذب بر حسب گاف انرژی:

$$\alpha hg = A(hg - Eg)^{0.5} \quad (۳)$$

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-01]

استفاده شده است که در آن α ضریب جذب، E_g انرژی گاف نواری $h\vartheta$ انرژی فوتون و A مقداری ثابت می‌باشد. اگرنمودار $(h\vartheta\alpha)^2$ بر حسب $h\vartheta$ رسم کنیم، محل تقاطع امتداد قسمت خطی نمودار با محور انرژی،گاف انرژی را مشخص می‌کند(شکل۵).



شکل۵: نمودار $(h\vartheta\alpha)^2$ برحسب انرژی فوتون $h\vartheta$ اپتیکی لایه نازک CdS الف) بر روی زیرلایه شیشه‌ای و ب) بر روی لایه اکسید قلع نهشته شده روی شیشه

۴- نتیجه‌گیری

در این مقاله لایه نازک CdS بر روی زیرلایه شیشه‌ای و بر روی لایه FTO به روش اسپری پایرولیز تهیه شده است. بررسی ساختاری نمونه‌ها به وسیله طیف XRD نشان داد که لایه نازک CdS ساختارهگزاگونال دارد. اندازه دانه‌های بلوری لایه‌های تشکیل شده، در حد نانومتری می‌باشد و استفاده از لایه‌های نانو ساختار در سلول‌های خورشیدی موجب می‌شود که حامل‌های بار فاصله کمتری را در پیوند طی کنند و برخوردها و در نتیجه بازترکیب کمتر باشد و کارآیی سلول افزایش یابد. بازپخت نمودن لایه نازک CdS به مدت نیم ساعت در دمای $400\ ^{\circ}c$ و در هوا منجر به بهبود جهت‌گیری صفحات بلوری گردید. به طوری که شدت در جهت ترجیحی صفحات(۰۰۲) نسبت به جهت‌های دیگر افزایش یافته و این امر سبب می‌شود که بلورینگی لایه افزایش یابد. با افزایش گاف اپتیکی لایه نازک $CdS/SnO_2/glass$ نسبت به لایه $CdS/glass$ امکان جذب اشعه‌های خورشید با فرکانس بالا نیز فراهم می‌گردد که این امر بیانگر این مطلب است که تشکیل لایه CdS بر روی لایه FTO جهت استفاده در سلول-های خورشیدی مناسب‌تر است.

منابع

[1] Romeo.N, Canevari.V,Sol.Energy Mater Sol. Cell, 58, (1999).

[2] Kumar. A, Mital. S, J. Mol. Catal. A Chem, 65(2004)

[3] Memarian. N, Rozati. S. M, Elangovan. E, Fortunato, J. phys. Status. Solidi C, 2277-2281, (2010)

[4] Ashour A , "Physical Propertises of Spray Pyrolysed CdS Thin films", J. Phys, 27, 551-558, (2003)

[5] A M. Perez Gonzalez and I. Valeriano Arreola, "Structural, optical and electrical properties of CdS thin films obtained by spray pyrolysis", (2008).

[6] Guinier A, " X-Ray Diffraction " , 1963, San Ferancisco, Freeman Press.

[7] P M . Parameshwari, B . Shashidhara, N. K Gopalakrishna, "Structural, electrical and optical studies on spray deposited Cadmium Sulphide and Copper Indium Disulphide thin films", Archives of Physics Research, (2012)

[8] S. Elmas, S. Ozcan, S. Ozder and V. Bilgin, Influence of Annealing Temperature on the Electrical and Optical Properties of CdS Thin Films, J. Applied Physics and Materials Science, (2012)

[9] D. Dipalee, S Shaeed, S Farha, B Ravikiran, G Anil, S Ramphal, "Effect of annealing on structural and optoelectronic properties of CdS thin film by SILAR method", Applied Science Research, (2011)

[۱۰] معقولی، ملیحه، لطفی اوریمی، رحیم، بزی جوان، مسعود، بهمن ۱۳۹۲ مطالعه خواص الکتریکی و اپتیکی لایه نازک نیمرسانای اکسید قلع تهیه شده با روش اسپری پایرولیز، بیستمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-01]