بیست و پنجمین کنفرانس اپتیک و
فوتونیک ایران و یازدهمین کنفرانس
مهندسی و فناوری فوتونیک ایران،
دانشگاه شیراز،
شیراز، ایران.
۹-۱۱ بهمن ۱۳۹۷

تأثیر نوع زیرلایه (شیشه و FTO) بر خواص ساختاری و اپتیکی لایه‌های نازک CdS تهیه شده به روش رسوب‌گذاری حمام شیمیایی (CBD)

ملیحه، معقولی ؛ حسین، عشقی

دانشکده فیزیک، دانشگاه صنعتی شاهرود

malihe_maghouli@yahoo.com

h_eshghi@shahroodut.ac.ir

چکیده- در این تحقیق، لایه‌های نانوساختار CdS بر روی زیرلایه‌های شیشه و FTO به روش حمام شیمیایی لایه نشانی شدند. تصاویر FESEM نشانگر تاثیر نوع زیرلایه بر مورفولوژی و تغییر اندازه دانه‌ها بوده به طوری که ابعاد میانگین آنها در این نمونه‌ها، به ترتیب، از حدود ۷۰ به ۱۰۰ nm تغییر یافته است. نتایج حاصل از الگوی XRD حاکی از تأثیر زیرلایه بر بهبود بلورینگی لایه CdS رشد یافته بر روی FTO است. تحلیل خواص اپتیکی نشان داد که با تغییر نوع زیرلایه گاف نواری لایه‌ها از حدود ۲/۴۱ به ۲/۳۶ eV کاهش یافته است.

کلید واژه- حمام شیمیایی، لایه نازک، نانوساختار

Influence of substrate on structural and optical properties of CdS thin films growth using chemical bath deposition (CBD)

Malihe, Maghouli; Hosein, Eshghi

Faculty of Physics, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran

Abstract- In this study, cadmium sulphide (CdS) thin layers are deposited on glass and FTO substrates by chemical bath deposition technique. The FESEM images showed the influence of substrate on morphology and variations of nano-grain sizes in such a way that their average sizes are changed from about 70 to 100 nm, respectively. The results of XRD spectra indicated the effect of substrate on the improvement of the crystallinity of the CdS layer grown on FTO. Analysis of optical properties revealed that with variation in substrate, the optical band gaps of the layers are reduced from about 2.41 to 2.36 eV.

Keywords: chemical bath deposition, thin film, nanostructure

[Downloaded from opsi.ir on 2026-02-05]

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

مقدمه

CdS یک نیمرسانای ترکیبی از گروه دوم و ششم جدول تناوبی است که دارای گاف نواری مستقیم با پهنای eV ۲/۴ است. اهمیت این لایه به خواص اپتوالکترونیکی آن به‌ویژه در کاربردهای فتوولتاییک مربوط می‌شود [۱]. روش‌های مختلفی جهت ساخت این لایه وجود دارد که از میان آن‌ها می‌توان به رسوب‌گذاری حمام شیمیایی (CBD)، تبخیر حرارتی، اسپری پایرولیز و کندوپاش اشاره نمود [۲ و ۳]. از میان این روش‌ها CBD به عنوان یک روش آسان و کم‌هزینه شناخته شده که قابلیت ساخت لایه با کیفیت مناسب را دارد [۴]. لایه CdS با توجه به نوع کاربرد می‌تواند بر روی زیرلایه‌های مختلف لایه‌نشانی شود. گزارشاتی از بررسی لایه‌نشانی CdS بر روی زیرلایه-های مختلف وجود دارد. محققین اثر زیرلایه‌های مختلف از جمله ITO را بر روی لایه CdS بررسی کرده و مشاهده کردند که خواص اپتیکی لایه بهبود یافته است [۵ و۶]. ما در این تحقیق لایه نازک سولفید کادمیم را به روش حمام شیمیایی بر روی زیرلایه‌های شیشه و FTO (SnO_2:F) با مقاومت ویژه ۱۵ Ω.cm تهیه نموده و خواص ساختاری و اپتیکی آنها را با هم مقایسه کرده‌ایم.

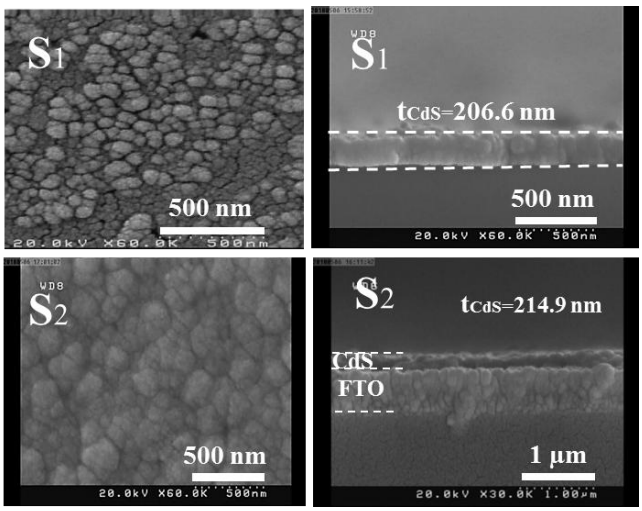
روش انجام آزمایش

برای تهیه لایه نازک CdS از یک محلول حمام شیمیایی شامل ۰/۰۳۳M کادمیم استات ($Cd(OOCCH_3)_2.2H_2O$)، ۰/۱ M آمونیوم استات (CH_3CO_2NH4)، ۰/۰۶۷ M تیوره (H_2NCSNH_2) و آمونیوم هیدروکسید (NH_4OH) استفاده شده است. زیرلایه‌ها در دمای ۹۰ °C و pH= ۱۱ در محلول به طور عمودی و به مدت ۳۰min غوطه‌ور بوده‌اند. در این تحقیق به بررسی تأثیر نوع زیرلایه‌های مختلف شامل: شیشه و FTO (بترتیب نمونه های S_1 و S_2) به عنوان پارامتر متغیر پرداخته‌ایم. طیف XRD لایه‌ها با استفاده از دستگاه پراش پرتو X مدل Bruker/d8advanced ، تهیه شدند. الگوهای پراش پرتو X با استفاده از پرتو CuKα با طول موج ۰/۱۵۴۰۵۶ nm و زاویه 2θ در گستره ۲۰ تا۷۰ درجه ثبت شد. از دستگاه FESEM مدل HITACHI S-4160 جهت بررسی مورفولوژی سطح نمونه‌ها و از دستگاه اسپکتروفوتومتر UV.Vis., Shimadzo – 1800 برای سنجش طیف‌های عبور و جذب نوری نمونه‌ها در گستره طول موجی ۳۰۰-۸۰۰ nm استفاده شده است.

نتایج و بحث

مورفولوژی سطح

تصاویر FESEM (شکل ۱) نشانگر رشد دانه‌ای لایه‌ها می-باشد. چنانچه پیداست سطح نمونه S_2 از ضخامت بیشتر و تراکم یکنواخت‌تری در مقایسه با نمونه S_1 برخوردار است. ابعاد دانه‌ها در نمونه ی S_1 در گستره ۵۰ تا ۱۰۰ nm و در نمونه ی S_2 در گستره ۷۰ تا ۱۲۰ nm هستند، به طوری که این افزایش می‌تواند ناشی از حضور یک زیرلایه بلورین در نمونه‌ی S_2 با لایه واسط FTO، که در بخش "خواص ساختاری" بدان پرداخته‌ایم، در مقایسه با زیرلایه شیشه با ساختار آمورف باشد.



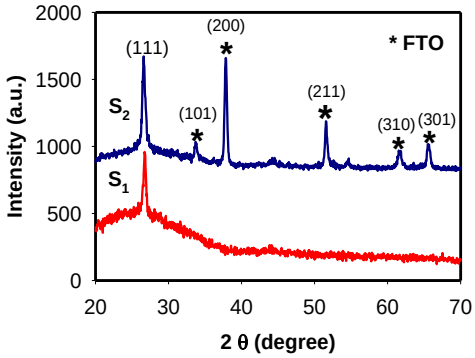
شکل ۱: تصاویر FESEM نمونه‌های مورد مطالعه.

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

[Downloaded from opsi.ir on 2026-02-05]

ویژگی‌های ساختاری

برای بررسی ویژگی‌های ساختاری نمونه‌ها از الگوهای پراش پرتو X استفاده شده است. شکل ۲ طیف XRD لایه‌های نازک CdS سنتز شده بر روی زیرلایه‌های شیشه و FTO را نشان می‌دهد. قله واقع در موقعیت $2\theta=26/7^\circ$ متناظر با جهت‌گیری بلوری (۱۱۱) وابسته به ساختار مکعبی CdS می‌باشد. چنانچه پیداست در طیف XRD نمونه‌ی S_2 علاوه بر این قله، قله‌های دیگری نیز مشاهده می‌شوند که با علامت ستاره (*) مشخص شده‌اند. این قله ها تماما وابسته به جهتگیری‌های بلوری مختلف در زیرلایه FTO می باشد.



شکل۲: الگوی پراش XRD نمونه‌های مورد مطالعه.

به منظور بررسی دقیق‌تر خواص ساختاری به محاسبه‌ی اندازه بلوک‌ها (D)، چگالی در رفتگی‌ها (δ) و کرنش‌های بلوری (ε) طبق روابط نظری ذیل پرداخته‌ایم: [۷، ۸ و ۹]:

$$\frac{1}{d_{hkl}^2}=\frac{h^2+k^2+l^2}{a^2} \quad (۱)$$

$$D=0.9\lambda/\beta\cos\theta \quad (۲)$$

$$\varepsilon=\frac{1}{4}\beta\cos\theta \quad (۳)$$

$$\delta=1/D^2 \quad (۴)$$

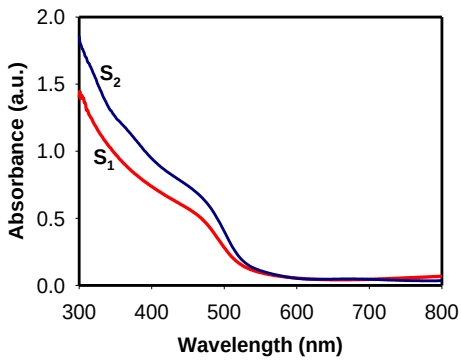
که در آن d فاصله بین صفحات بلوری، a ثابت شبکه، β نیم پهنا در شدت بیشینه، D اندازه بلورک‌ها، θ زاویه براگ و λ طول موج پرتو X است. نتایج حاصل از این محاسبات در جدول ۱ ارائه شده‌اند. از این نتایج می‌توان نتیجه گرفت که لایه S_2 نسبت به S_1 دارای اندازه بلورکی بزرگتر و همچنین از میزان کرنش و دررفتگی بلوری کمتری برخوردار می باشد.

جدول ۱: اندازه بلورک ها، میکروکرنش ها ، چگالی دررفتگی ها و فاصله بین صفحات بلوری در لایه‌های نازک CdS سنتز شده.

نمونه	D (nm)	ε ($\times۱۰^{-۳}$)	δ ($\times۱۰^{۱۱}$)(cm^{-2})	d (Å)	a (Å)
S_1	۱۹/۵	۱/۷۷	۲/۳۳	۳/۳۳	۵/۷۷
S_2	۲۱	۱/۶۵	۲/۲۵	۳/۳۵	۵/۸۰

ویژگی‌های اپتیکی

شکل ۳ طیف جذب لایه‌های S_1 و S_2 با حذف اثر زیرلایه را نشان می‌دهد. با توجه به این نتایج ملاحظه می‌شود که در ناحیه مرئی (۴۰۰- ۷۰۰nm) نمونه‌ی S_2 از جذب بیشتری نسبت به نمونه‌ی S_1 برخوردار است.



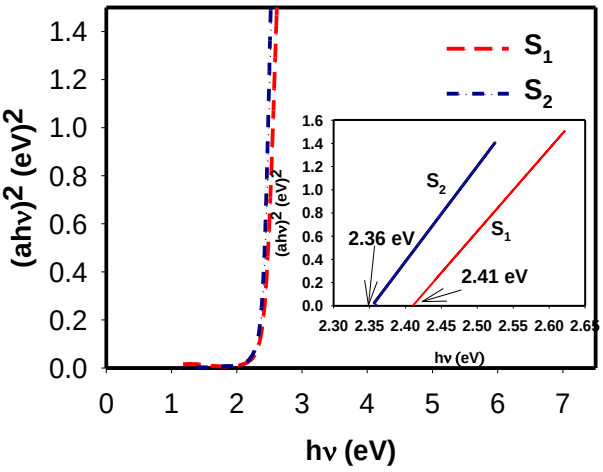
شکل ۳: طیف جذب نمونه‌های مورد مطالعه.

این موضوع می‌تواند متاثر از ضخامت بیشتر لایه در نمونه‌ی S_2 در مقایسه با نمونه‌ی S_1 باشد.

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

[Downloaded from opsi.ir on 2026-02-05]

به منظور محاسبه‌ی گاف نواری مستقیم (E_g) لایه‌های نازک از رابطه تاک: $(ah\upsilon)^2= A(h\upsilon-E_g)$ استفاده شده است که در آن a جذب نور، E_g انرژی گاف نواری $h\vartheta$ انرژی فوتون و A مقداری ثابت می‌باشد. با رسم منحنی $(ah\upsilon)^2$ بر حسب ($h\upsilon$) و تعیین محل برونیابی داده‌ها در ناحیه انرژی بالا با محور افقی به ازای a=۰ می‌توان گاف نواری را بدست آورد (شکل ۴). بر اساس این تحلیل که در نمودار ضمیمه شکل ۴ ارائه شده است گاف نواری در نمونه S_2 نسبت به S_1 کاهش داشته است (از ۲/۴۱ به eV ۲/۳۶). این تغییرات می تواند ناشی از تغییر نوع زیرلایه بر خواص فیزیکی لایه رشد یافته CdS باشد.



شکل ۴: تغییرات $(ah\nu)^2$ بر حسب hν در نمونه های مورد مطالعه. نمودار ضمیمه خط برازشی داده ها را در گستره انرژی های بالا نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

در این کار پژوهشی، لایه‌های نانوساختار CdS بر روی زیر لایه‌های شیشه و FTO به روش حمام شیمیایی لایه نشانی شدند. تصاویر FESEM نشانگر رشد دانه‌ای لایه‌ها می‌باشد. طیف‌های XRD نمونه‌ها حاکی از آن است که لایه‌های رشد یافته بر روی هر دو زیر لایه دارای ساختار بلورین مکعبی بوده و نمونه‌ی سنتز شده بر روی FTO از کیفیت بلوری بهتری برخوردار است. تحلیل داده‌های اپتیکی نمونه‌ها بیانگر کاهش گاف نواری در نمونه S_2 نسبت به S_1 است (۲/۴۱ به eV ۲/۳۶).

مرجع‌ها

[1] T. Sivaraman, V. Narasimman, V.S. Nagarethinam, AR. Balu, "Effect of chlorin doping on the structural, morphological, optical and electrical properties of spray deposited CdS thin films", Prog Nat Sci Mater, Vol. 25, pp. 392-398, 2015.

[2] M. Shaban, M. Mustafa, A.M. El Sayed, "Structural, optical, and photocatalytic properties of the spray deposited nanoporous CdS thin films; influence of copper doping, annealing, and deposition parameters", Materials Science in Semiconductor Processing, Vol. 56, pp. 329-343, 2016.

[3] D. Kim, Y. Park, M. Kim, Y. Choi, Y. Seob, J. Lee, "Optical and structural properties of sputtered CdS films for thin film solar cell applications", Materials Research Bulletin, Vol. 69, pp. 78-83, 2015.

[4] H. Metin and R. Esen, "Annealing studies on CBD grown CdS thin films", Journal of Crystal Growth, Vol. 258, pp.141-148, 2003.

[5] Hong Zhana, Jian kang Lib, Ya fei Chenga, "Preparation and properties of CdS thin films deposited by chemical bath deposition", Optik, Vol. 126, pp.1411-1414, 2015.

[6] Lee, J.H. "Influence of substrates on the structural and optical properties of chemically deposited CdS films", Thin Solid Films, Vol. 515, pp.6089-6093, 2007.

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

[8] E.Yücel & O. Şahin, "Effect of pH on the structural, optical and nanomechanical properties of CdS thin films grown by chemical bath deposition", Ceramics International, Vol. 42, pp.6399-6407-2016.

[9] S.A. Vanalakar, S.S. Mali, E.A. Jo, J. Y.Kim, J.H. Kim & P.S. Patil, "Triton-X mediated interconnected nanowalls network of cadmium sulfide thin films via chemical bath deposition and their photoelectrochemical performance" Solid State Sciences, Vol. 36, pp. 41-46, 2014.

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

[Downloaded from opsi.ir on 2026-02-05]