



4TH International Conference On Oil, Gas and Petrochemical, Tehran University, Iran

ساخت لایه های نازک سولفید روی به روش سل-ژل و بررسی خصوصیات اپتیکی آنها بوسیله بیضی سنجی

احمدی خانقاهی بتول^۱؛ صدقی حسن^۲

^۱ دانشجوی دکترا دانشگاه ارومیه, ahmadi.b138@yahoo.com

^۲ استاد دانشگاه ارومیه , H.sedghi@urmia.ac.ir

چکیده

فیلم های نازک سولفید روی با روش سل - ژل بر روی زیر لایه شیشه لایه نشانی شدند ، خصوصیات اپتیکی آنها با بیضی نگاری مورد مطالعه قرار گرفتند . ثابت های اپتیکی فیلم های نازک سولفید روی با استفاده از وابستگی آنها به پارامترهای الیپسومتری با استفاده از سیستم مدل تک لایه ای بدست آمدند. ضریب جذب و ضریب خاموشی هم از این روش بدست آمدند. گاف نواری اپتیکی بر حسب (SE) در ناحیه مرئی محاسبه شدند..

کلمات کلیدی

بیضی سنجی ، لایه نازک ، زینک سولفاید ، خصوصیات اپتیکی

Fabrication of ZnS thin films via a sol- gel method and investigation of optical properties by spectroscopic ellipsometry

Ahmadi Khanegahi, Batool¹; Sedghi, Hassan²

¹PH.D. student, Urmia University, ahmadi.b138@yahoo.com

²Professor, Urmia University, H.sedghi@urmia.ac.ir

ABSTRACT

Zinc sulfide thin films were deposited on to glass substrates by the sol-gel technique. Their optical properties were studied by spectroscopic ellipsometry. The optical constants of ZnS thin films were obtained using , was dependent on the ellipsometric parameters obtained by spectroscopic ellipsometry, using one layer model system. The refractive index and extinction coefficient obtained through this method . The optical band gap was calculated in terms of SE in strong absorption region.

Keywords

Spectroscopic ellipsometry , Thin film , Zinc sulfide , optical properties



4TH International Conference On Oil, Gas and Petrochemical, Tehran University, Iran

کوره خشک شدند، بعد از این مرحله فیلم ها در ۵۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱ ساعت بازپخت شدند بعد از باز پخت فیلم ها برای اندازه گیری در دستگاه بیضی نگار آماده شدند.

۳- بحث و نتایج

در این مقاله خواص اپتیکی لایه های نازک سولفید روی با روش اسپکتروسکوپی الیپسومتری بدست آمدند ، لایه های مورد بحث در سرعتهای های متفاوت لایه نشانی شدند تا به یک سرعت بهینه برسیم.

۳-۱- روش اسپکتروسکوپی الیپسومتری

بیضی سنجی یک روش توانمند و غیر مخرب برای آنالیز لایه های بسیار نازک است این روش قادر به اندازه گیری ضریب شکست ، ضریب جذب و ضخامت لایه های نازک است این وسیله بر مبنای این واقعیت ساخته شده است که بازتاب از یک فصل مشترک (سطح) دی الکتریک می تواند قطبش و فاز موج ورودی را تغییر دهد. این تغییرات به ضریب شکست ماده بستگی دارد این روش همچنین خواص نوری و مورفولوژی لایه را نیز مشخص کند.

پارامترهای الیپسومتری برای فیلم های نازک سولفید روی با یک چرخش جبران کننده دستگاه بیضی نگار در طول موج ۳۰۰ تا ۸۵۰ نانومتر اندازه گیری شد . داده ها در زاویه ورودی ۷۰ درجه بدست آمدند همه اندازه گیریها در دمای اتاق بدست آمدند ثابت های اپتیکی فیلم های سولفید روی با فیت کردن مدل برای داده های اندازه گیری شده با برنامه بیضی نگار تعیین شدند. پارامترهای تئوری الیپسومتری وابسته به خصوصیات اپتیکی و ساختاری که با معادله زیر تعیین می شوند بدست آمدند:

$$\rho = \frac{r_p}{r_s} = \operatorname{tg} \Psi \exp(i\Delta) \quad (1)$$

در اینجا r_p و r_s ضرایب انعکاس فرنل نور پلاریزه هستند ، r_p موازی و r_s عمود بر صفحه ورودی هستند. طیف مربوط به Δ و Ψ لایه های نازک سولفید روی با دورهای متفاوت به ترتیب در شکل های ۱ و ۲ نشان داده شده است. در جدول ۱ مشخصات سیستم بکار برده شده آورده شده است.

در سالهای اخیر طراحی و ساخت لایه های نازک رسانای شفاف تک لایه ای و چند لایه ای مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است . سولفید روی یک نیمه رسانای شفاف با گاف نواری مستقیم در حدود ۳/۵۸ eV می باشد. لایه های نازک رسانای شفاف به دلیل دارا بودن خواص الکتریکی، اپتیکی و ساختاری منحصر به فرد کاربردهای فراوانی در صنایع الکترونیکی و الکترونیک نوری دارند. از آنها به عنوان آینه های بازتاب دهنده گرمایی ، سطوح شفاف برای بازتاب گرما در پنجره های ساختمان [۱-۳]، سلولهای خورشیدی معدنی و آلی [۴]، دیودهای نور گسیل آلی [۵]، گرم کن های سطحی برای شیشه های اتومبیل ها و حسگر ها [۳]، استفاده می شود.

به طور کلی سولفید کادمیوم و سولفید تریلیوم به عنوان لایه بافر سلولهای خورشیدی به طور گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرند با این وجود به دلیل خطرات سمی محیط زیستی که با استفاده از لایه های سولفید کادمیوم ایجاد شده ، امروزه به گسترش تولید لایه های بدون کادمیوم توجه ویژه ای می شود [۶] ، یکی از بهترین جایگزین ها سولفید روی است ، سولفید روی خواص فیزیکی بی نظیری همچون ضریب شکست بالا و جذب اپتیکی پایین در محدوده طیف مرئی و مادون قرمز دارد.

برای انباشت لایه های نازک سولفید روی روشهای متعددی وجود دارد از جمله ، کند و پاش مگنترونی ، تبخیر حرارتی ، انباشت شیمیایی و سل - ژل [۷ و ۸]. از میان روشهای لایه نشانی روش سل - ژل به دلیل اینکه انباشت در آن به سادگی در آزمایشگاه برای لایه های نازک نیم رسانا انجام می گیرد بسیار مورد توجه می باشد

۲- ساخت لایه های نازک سولفید روی

فیلم های سولفید روی با استفاده از روش سل - ژل با استات روی و تیواره به عنوان مواد اولیه و دومتوکسی اتانول و مونواتانول آمین به ترتیب به عنوان حلال و تثبیت کننده آماده شدند. نسبت مولی مونواتانول آمین به استات روی یک به یک بوده است ، و نسبت مولی سولفید به روی در محلول مخلوط نیز یک به یک بود . محلول در ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۲۰ دقیقه بر روی همزن مغناطیسی قرار داده شد، تا اینکه یک محلول همگن بدست آمد. برای تولید یک محلول شفاف ، محلول بدست آمده به مدت ۲۴ ساعت نگه داشته شد . لایه نشانی فیلم ها بر روی زیر لایه با روش سل - ژل چرخشی انجام شد ، محلول شفاف قطره قطره بر روی زیر لایه شیشه ریخته شد ، لایه نشانی برای لایه اول ، دوم و سوم به ترتیب در ۴۸۰۰ و ۶۰۰۰ و ۷۲۰۰ دور در دقیقه انجام شد . بعد از لایه نشانی فیلم ها در ۲۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۰ دقیقه در

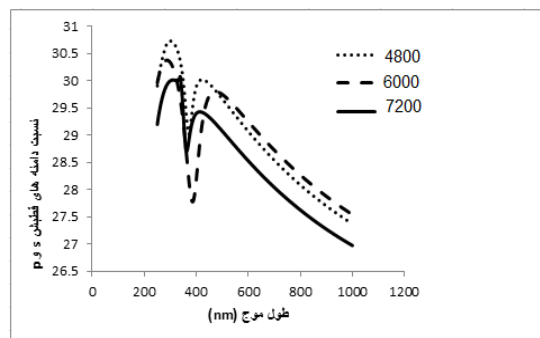
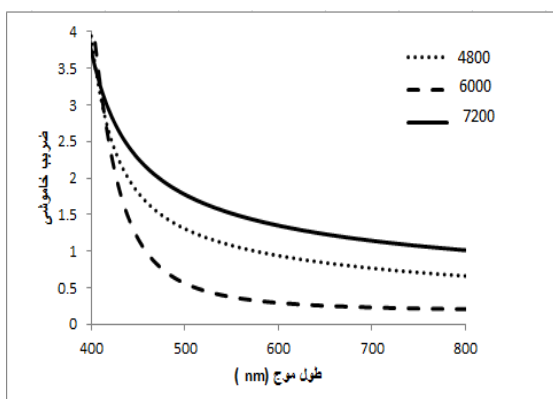


4TH International Conference On Oil, Gas and Petrochemical, Tehran University, Iran

جدول ۱ مشخصات سیستم

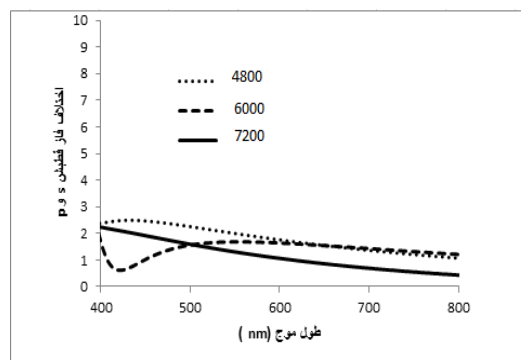
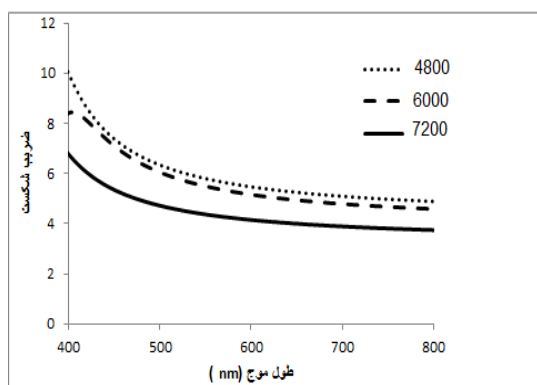
اطلاعات سیستم	
دستگاه	SE800DUV
بازه طول موج اندازه گیری شده	350 تا ۸۰۰ نانومتر
زاویه فرود	70°
نرم افزار	SPECTRARAY

برای بدست آوردن ثابتهای اپتیکی، طیفهای نسبت دامنه هاو اختلاف فاز ما بین قطبش ها با یک مدل مناسب فیت شدند. ثابت های اپتیکی شامل ضریب شکست و ضریب خاموشی می باشند، مطالعه بیضی نگاری بر روی یک مدل سه لایه ای شامل زبری سطح، لایه سولفید روی و زیر لایه انجام شد. در شکل های ۳ و ۴ ضرایب خاموشی و شکست به ترتیب نشان داده شده اند.



شکل ۳ نمایش تغییرات ضریب خاموشی بر حسب طول موج برای سه فیلم نازک سولفید روی

شکل ۱ نمایش تغییرات نسبت دامنه های قطبش ها بر حسب طول موج برای سه نمونه سولفید روی

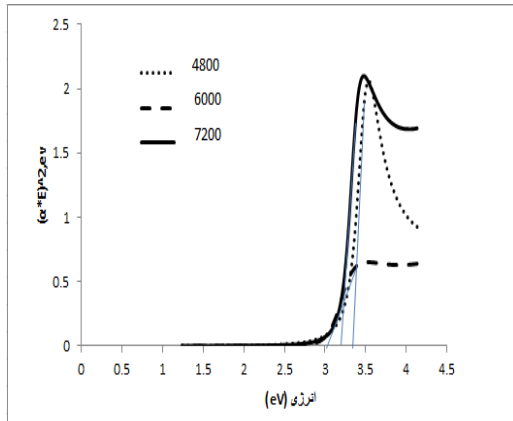


شکل ۴ نمایش تغییرات ضریب شکست بر حسب طول موج برای سه فیلم نازک سولفید روی

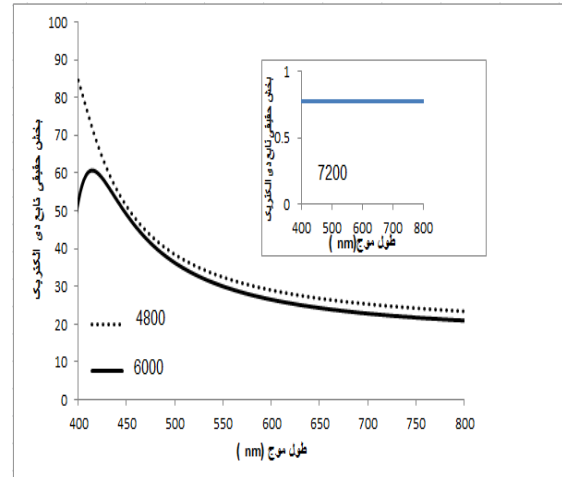
شکل ۲ نمایش تغییرات دلتا بر حسب طول موج برای سه نمونه سولفید روی



4TH International Conference On Oil, Gas and Petrochemical, Tehran University, Iran



شکل ۷ نمایش تغییرات گاف نواری بر حسب انرژی برای سه نمونه سولفید روی در دمای اتاق



شکل ۵ بخش حقیقی تابع دی الکتریک برای سه نمونه فیلم نازک سولفید روی

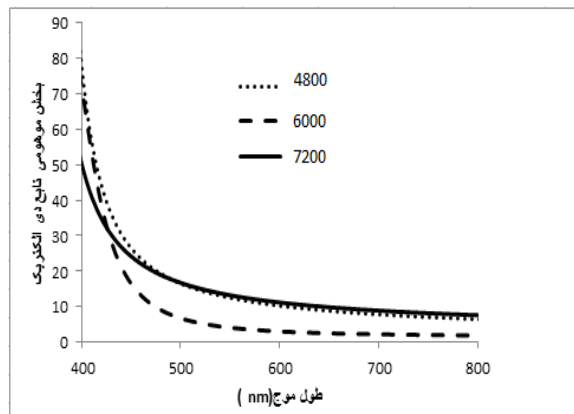
در شکل ۷ تغییرات گاف نواری بر حسب انرژی فوتونها نمایش داده شده است، در این کار ما ضریب جذب را بر حسب انرژی نور ورودی بدست آوردیم. ضریب انعکاس لایه سولفید روی می تواند با استفاده از فرمول زیر بدست آید:

$$\alpha = \frac{4 \times \pi \times K}{\lambda} \quad (1)$$

در جدول ۲ مقادیر گاف انرژی را برای فیلم های نازک سولفید روی با دوره های متفاوت ارائه دادیم.

جدول ۲ مقادیر گاف نواری برای نمونه های سولفید روی در دمای اتاق

دور در دقیقه	۴۸۰۰	۶۰۰۰	۷۲۰۰
گاف نواری	۳/۳۸	۳/۰۶	۳/۱۷



شکل ۶ بخش موهومی تابع دی الکتریک برای سه نمونه فیلم نازک سولفید روی

با توجه به مقادیر بدست آمده می توانیم سرعت بهینه لایه نشانی در روش سل - ژل چرخشی را بدست آوریم چون مقدارگاف نواری بدست آمده در ۴۸۰۰ دور در دقیقه با گزارشهای ارائه شده مشابه تا حدودی نزدیکتر است [۹ و ۱۰].



4TH International Conference On Oil, Gas and Petrochemical, Tehran University, Iran

نتایج

لایه های نازک ZnS با روش سل - ژل چرخشی در دمای اتاق با ۴۸۰۰ و ۶۰۰۰ و ۷۲۰۰ دور در دقیقه لایه نشانی شدند نمونه های آماده شده در دمای ۳۰۰ درجه سانتیگراد پخت و ۵۰۰ درجه باز پخت شدند با آنالیز بیضی نگاری ثابت های اپتیکی و گاف نواری اپتیکی با استفاده از ضریب خاموشی محاسبه شدند با توجه به مقادیر گاف نواری اپتیکی سرعت بهینه لایه نشانی بدست آمد با افزایش تعداد دور در دقیقه مقدار گاف نواری از ۳/۳۸ به ۳/۰۶ کاهش یافته است گاف نواری ۳/۳۸ به گزارشهای مشابه ارائه شده نزدیکتر است [۱۰ و ۹].

مراجع

- [۸] S.Tanaka, S.Morimoto,K.Yamada , H.Kobayashi ,Z.Zhang and X.Jiang , J.Cryst.Growth,117 (1997) 997.
- [۹] P Prathap1,NRevathil,YPVenkata Subbaiah2 andKTRamakrishan Reddy,,J.Phys.Condens.Matter 20(2008)035205.
- [۱۰] YPVenkata Subbaiah,PPrathap,KT Ramakrishna Reddy.Applied Surface Science 253(2006)2409
- [۱] A.M.Al-Shukri,“Thin film coated energy- efficient glass windows for warm climates”,D esalination 209 (2007) 290.
- [۲] S.M.A.Durrani,E.E.Khawaja,A.M.Al-Shukri,M.F.Al Kuhaily,“Dielectric /Ag/dielectric coated energy – efficient glass windows for warm climates”,Energy and building 36(2004)891-898.
- [۳] C.G Granqvist ,”Transparent conductors as solar energy materials :A panoramic review”,Solar Energy Materials&Solar Cell 91 (2007) 1529 -1598.
- [۴] C.G.Granqvist,"Transparent conductors as solar energy materials :A panoramic review”,Solar Energy Materials&Solar Cell 91 (2007) 1529 -1598.
- [۵] H.Pang,Y.Yuan,Y.Zhou,J.Lian,L.Cao,J.Zhang,X.Zhou,“Zns/Ag/zns coating as transparent anode for organic light emitting diodes ”.Journal of luminescence 12-123(2007) 587-589 .
- [۶] M Rusu.W Eisele,R Wiirz,A Ennaoui,M Ch Lux-Steiner,T P Niesen,F Karg,J,Phys.Chem.solids 64(2003)2037.
- [۷] T.E.Varitimos and R.W.Tustioson , Thin Films , 151(1987) 27.