بیست و ششمین کنفرانس اپتیک و
فوتونیک ایران و دوازدهمین کنفرانس
مهندسی و فناوری فوتونیک ایران،
دانشگاه خوارزمی،
تهران، ایران.
۱۵-۱۶ بهمن ۱۳۹۸

تهیه لایه‌های نازک TeO_2 با روش ساده تبخیر حرارتی پودر Te

پروین حمدی محمد آباد[۱]، توکل توحیدی[۲]، ربابه طالب‌زاده[۳]

[۱]گروه فیزیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد، مهاباد، ایران

[۲]پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده کاربرد پرتوها- مجتمع پژوهشی شمال‌غرب کشور (بناب)، ایران

[۳]گروه فیزیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، تبریز، ایران

چکیده - در این کار، لایه‌های نازک دی اکسید تلوریم TeO_2 روی زیرلایه‌های شیشه‌ای با روش آسان تبخیر حرارتی در کوره مافل در سه دمای مختلف تهیه گردید. زیر لایه با فاصله ۲ mm از پودر فلزی قرار گرفت. ساختار بلوری با روش XRD، مورفولوژی سطح لایه‌ها با روش AFM مورد بررسی قرار گرفت. لایه‌ها دارای ساختار چهارگوشی و سطحی یکنواخت هستند. هم‌چنین خواص اپتیکی شامل طیف جذب اپتیکی و گاف انرژی اندازه‌گیری شد. افزایش در میزان جذب و اندازه گاف انرژی با افزایش دمای تبخیر م شاهده شد.

کلید واژه- دی اکسید تلوریم، لایه نازک، خواص اپتیکی، تبخیر حرارتی.

Preparation of TeO_2 thin film by simple thermal evaporation of Te powder

Parvin Hamdi Mohammadabad [1], Tavakkol Tohidi[2], Robabeh Talebzadeh[3]

[1]Department of Physics, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran
[1]Northwest Research Complex, Radiation Applications Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, Bonab, Iran
[2]Department of Physics, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

Abstract- In this work TeO_2 thin films were prepared on glass substrates by thermal evaporating of Te powder in muffle furnace at three evaporation temperature**. The distance between substrate and Te powder was 2 mm. The crystal structure and** morphology of thin films were investigated **with XRD and** AFM methods, respectively. The layers have a tetragonal structure and a uniform surface. Also, optical properties including absorption and bandgap were measured. An increase in the absorption and band gap value was observed with increasing evaporation temperature.

Keywords: TeO_2, Thin film, optical properties, Thermal evaporation.

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

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-19]

مقدمه

مفید بودن خصوصیات لایه‌های نازک و جالب توجه بودن مطالعه بر روی رفتار جامدهای دو بعدی باعث شده که چه از نظر علمی و چه از نظر تکنولوژی به لایه‌های نازک توجه ویژه‌ای شود. اکسیدهای فلزی بطور گسترده در کاربردهای تکنولوژیکی نظیر پوشش‌دهی، کاتالیزور، الکتروشیمیایی، فیبرهای نوری، سنسورها و غیره استفاده می‌شوند.

خواص مختلف لایه‌های نازک TeO_2 روی زیر لایه‌های مختلف و روش‌های گوناگون توسط محققان بررسی شده است. لایه‌های نازک TeO_2 توسط Siciliano و همکارانش جهت بررسی خواص حسگری آن نسبت به گاز آمونیاک لایه‌نشانی شد [۱]. هم چنین توسط این گروه در سال ۲۰۱۰ اثر زمان بازپخت حرارتی روی خواص اپتیکی و ساختاری لایه‌های نازک TeO_2 بررسی شد [۲]. در سال ۲۰۱۷ نانوساختارهای TeO_2 توسط Jung و همکارانش در شرایط مختلف زیرلایه‌ی سیلیکونی تهیه گردید [۳].

در این کار، روش ساده تبخیر حرارتی در کوره مافل بدون نیاز به خلاء برای تهیه لایه‌های نازک TeO_2 مورد استفاده قرار گرفت. لایه‌ها روی زیر لایه‌های شیشه‌ای در سه دمای مختلف تبخیر پودر Te تهیه و همچنین خواص ساختاری و اپتیکی آن‌ها بررسی شد.

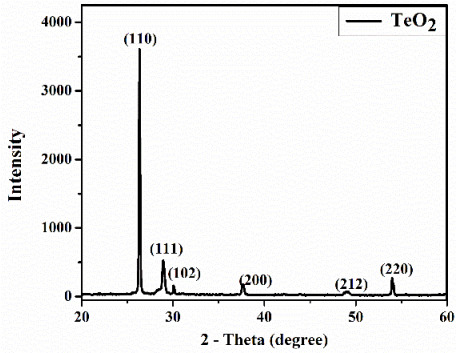
مواد و روش‌ها

زیرلایه‌ایی که برای لایه‌نشانی فیلم نازک مورد استفاده قرار گرفت از نوع شیشه‌های اپتیکی بودند. در ابتدا زیرلایه‌های شیشه‌ای در اسید نیتریک رقیق به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. سپس با آب مقطر شسته شده و همراه با استون به مدت ۱۵ دقیقه در آلتراسونیک قرار گرفتند. در نهایت با آب مقطر شسته شدند.

میزان جذب نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفوتومتر Perkin-Elmer مدل Lambda-45 اندازه‌گیری گردید. بررسی مورفولوژی سطح با دستگاه AFM مدل Nanosurf Mobile S ساخت شرکت Nanosurf سوئیس و ساختار آن‌ها با دستگاه XRD مدل D8-Advance Bruker با طول موج تابشی Cu-Kα (λ=1.5406 Å) بررسی گردید.

نتایج و بحث

در شکل۱، الگوی پراش اشعه X لایه‌های نازک TeO_2 تهیه شده در شرایط دمای ۴۵۰ درجه سلسیوس، زمان ۶۰ دقیقه و فاصله ۲ میلیمتری زیرلایه از پودر تلوریم نشان داده شده است. با توجه به شکل مشاهده می‌شود شش پیک عمده تقریباً در زاویه‌های ۲۶/۲۷، ۲۸/۹، ۳۰/۱، ۳۷/۵۹، ۴۹/۱۵ و ۵۳/۹۷ به ترتیب متناظر با اندیس‌های میلر (۱۱۰)، (۱۱۱)، (۱۰۲)، (۲۰۰)، (۲۱۲) و (۲۲۰) وجود دارد که بر اساس کارت استاندارد شماره 78-1713، لایه TeO_2 دارای ساختار چهار گوشی می‌باشد. رشد ترجیحی در زاویه ۲۶/۲۷ درجه مربوط به صفحه میلر (۱۱۰) می‌باشد.



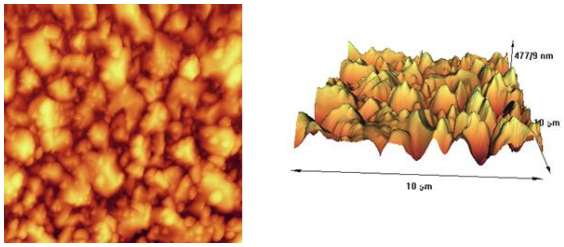
شکل ۱: طیف XRD برای لایه نازک TeO_2

در شکل ۲ تصویر دو بعدی و سه بعدی مربوط به آنالیز AFM برای نمونه نوعی TeO_2 نشان داده شده است. با توجه به شکل مشاهده می‌شود که لایه دارای سطحی یکنواخت می‌باشد.

طیف جذب اپتیکی یکی از پارامترهای مهم در مطالعه خواص اپتیکی لایه‌های نازک است. شکل۳، طیف جذبی لایه های نازک رشد داده شده در دماهای ۴۰۰،۴۵۰،۵۰۰ درجه سلسیوس در مدت زمان ۶۰ دقیقه بر روی زیر لایه

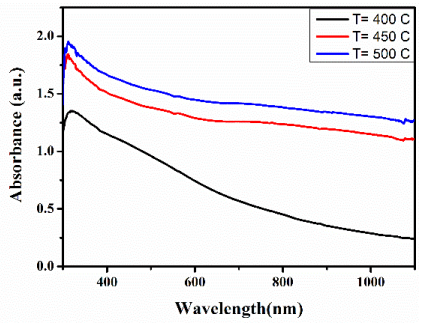
این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-19]



شکل ۲: تصاویر AFM برای لایه نازک نوعی TeO_2

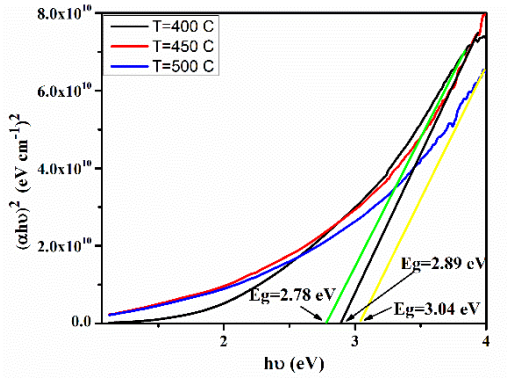
شیشه‌ای که به فاصله‌های یکسان ۲ میلی‌متر از پودر قرار داده شده بود را نشان می‌دهد. مطابق شکل یک جذب گسترده پیوسته که از ناحیه‌ی طول موج‌های بالا شروع شده دیده می‌شود. هم‌چنین با افزایش دمای تبخیر میزان جذب افزایش یافته است که دلیل آن را می‌توان به افزایش ضخامت لایه‌ها مربوط دانست. با افزایش ضخامت اندازه بلورک‌ها بزرگ شده و تعداد حاملها هم افزایش می‌یابد و به این دلیل میزان جذب افزایش می‌یابد.



شکل ۳: طیف جذب لایه‌های نازک TeO_2 تهیه شده در دماهای ۴۰۰ °C، ۴۵۰ °C و ۵۰۰ °C

با استفاده از رابطه‌ی $\alpha = 2.303A/d$ می‌توان ضریب جذب را از روی داده‌های تجربی میزان جذب محاسبه کرد که در آن d ضخامت فیلم و A میزان جذب می‌باشند. گاف انرژی نوری نیمه‌رساناها را می‌توان با استفاده از رابطه تاک، $\alpha h\upsilon = B(h\nu - E_g)^n cm^{-1}$ محاسبه کرد. در این رابطه α ضریب جذب، B ثابت جذب، $h\nu$ انرژی فوتون، Eg گاف انرژی نوری و n برای گذار مستقیم برابر ۰/۵ است. با رسم $(\alpha h\nu)^2$ بر حسب $(h\nu)$ و برون‌یابی بخش خطی نمودار با محور انرژی، گاف انرژی محاسبه گردید.

نمودار مربوط به گاف انرژی لایه‌های نازک TeO_2 در شکل ۴ ارائه شده است. مقدار گاف انرژی نمونه‌ها در دماهای ۴۰۰، ۴۵۰ و ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب برابر با ۲/۷۸، ۲/۸۹ و ۳/۰۴ الکترون ولت می‌باشد. دلیل افزایش گاف انرژی را می‌توان مربوط به بزرگ شدن اندازه بلورک‌ها در اثر افزایش ضخامت لایه‌ها و هم‌چنین بهتر شدن کیفیت بلوری لایه‌ها در اثر افزایش دما دانست.



شکل ۴: گاف انرژی لایه نازک TeO_2 در سه دمای مختلف تبخیر

نتیجه‌گیری

نمونه‌های TeO_2 با روش آسان و ساده تبخیر حرارتی در اتمسفر هوا در سه دمای مختلف تبخیر پودر خالص Te تهیه گردید. نتایج AFM نشان داد که لایه‌های نازک TeO_2 دارای سطحی یکنواخت هستند. نتایج XRD نشان داد که لایه‌ها دارای ساختار چهار گوشی می‌باشند. میزان جذب و اندازه گاف انرژی با افزایش دمای تبخیر افزایش یافتند.

مرجع‌ها

[1] T. Siciliano, et al.; “Ammonia sensitivity of rf sputtered tellurium oxide thin film”, Sensors and Actuators B, 138, pp. 550–555, 2009.

[2] T. Siciliano, et al.; “Effect of thermal annealing time on optical and structural properties of TeO_2 thin films”, Vacuum, 84, pp. 935–939, 2010.

[3] TK. Jung, M. Ryou, JW. Lee, et al., “Comparison of structural and optical properties of TeO_2 nanostructures synthesized using various substrate conditions”, Met. Mater. Int., 23(6) pp. 1133-1138, 2017.

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

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-19]

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-19]

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