

اندازه گیری جذب اپتیکی سیلیکان متخلخل بر پایه ی مستقل

ظفری ، راضیه ؛ ثابت داریانی ، رضا

گروه فیزیک ، دانشگاه الزهرا ، تهران

چکیده

سیلیکان متخلخل از ویفر سیلیکان نوع p به روش الکتروشیمیایی در زمان های خوردگی ۱۰ و ۲۰ و ۳۰ و ۴۰ دقیقه ساخته شدند. SEM نمونه ها از بالا و سطح مقطع اندازه گیری شد و نشان داد که با افزایش زمان خوردگی، ضخامت لایه ی متخلخل و میزان تخلخل افزایش می یابد. جذب اپتیکی نمونه ها نیز نشان داد که با افزایش زمان خوردگی کاهش می یابد.

Absorbance Measurement of Free Standing Porous Silicon

Zafari, Razieh; Sabet Dariani, Reza

Department of Physics, Alzahra University, Tehran

Abstract

Porous Silicon are prepared from p-type Si wafer by electrochemical method with etching times of 10, 20, 30, 40 min. SEM top and cross section views are measured and showed that with increasing etching time, thickness of porous layer and porosity increases. Also, absorbance of samples is decreased with increasing etching time.

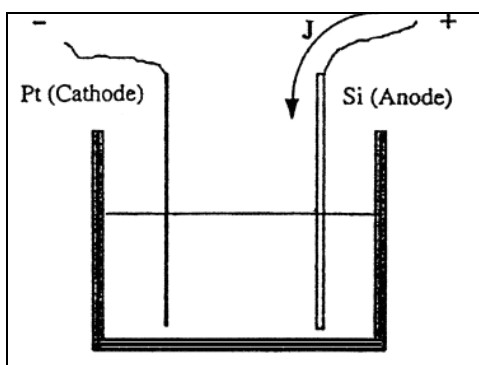
PACS No: 78

متخلخل، سادگی و راحتی ساخت آن می باشد. سیلیکان متخلخل به دلیل فوتولومینسانس مرئی در دمای اتاق، توجه زیادی نیز به خود جلب کرده است. زیرا طیف فوتولومینسانس یکی از تکنیک های طیف سنجی است که می توان آن را در جهت فهمیدن ساختار و خواص اپتیکی سیلیکان متخلخل مورد استفاده قرار داد [۳]. در سال های اخیر، تلاش های علمی فراوانی برای درک سازوکار تابش نور مرئی سیلیکان متخلخل انجام شده است. فوتو لومینسانس سیلیکان متخلخل به دلیل کاهش ابعاد و نانوساختارهای بدست آمده به وسیله ی حل الکتروشیمیایی سیلیکان بالکی می باشد. شکل و ابعاد ساختارهای متخلخل

مقدمه

کشف نیمه رساناها زندگی انسان را کاملا تغییر دادند. در حال حاضر، یکی از محورهای مهم پژوهش در علم مواد و فیزیک حالت جامد، مطالعه ی نیم رساناهای متخلخل می باشد. امروزه، مواد فوتونیک متخلخل کاربردهای بالقوه ای در تکنولوژی نمایش، ذخیره سازی داده های نوری و سنسورهای شیمیایی پیدا کرده اند. [۱] سیلیکان متخلخل در سال ۱۹۵۰ بوسیله ی خوردگی الکتروشیمیایی سیلیکان در محلول های آبی اسید هیدروفلوئوریک (HF) کشف شد. این ماده به عنوان دربرگیرنده ی شبکه ای از حفره ها شناخته شده است [۲]. یکی از مهم ترین مزایای سیلیکان

عبور می دهیم. در طی این فرآیند یک لایه نازک از حفره ها بر روی سیلیکان تشکیل می شود. نمونه های سیلیکان متخلخل پس از ساخت با آب مقطر شستشو داده و بعد از خشک کردن در محفظه ی شامل سیلیکاژل در دمای اتاق نگهداری می شوند. پس از ساخت نمونه ها و تایید آنها بوسیله ی عکسبرداری SEM، به کمک نرم افزار measurement ضخامت لایه ی متخلخل و درصد تخلخل محاسبه می شود. جدول شماره ۱ زمان خوردگی، میزان تخلخل و ضخامت لایه ی متخلخل نمونه ها را نشان می دهد.



شکل (۱): سلول عمودی جهت فرآیند آندیزاسیون سیلیکان متخلخل.

داده های موجود در جدول شماره ۱ نشان می دهند که با افزایش زمان خوردگی، درصد تخلخل و ضخامت لایه ی متخلخل افزایش می یابد.

جدول شماره (۱): میزان تخلخل و ضخامت لایه ی متخلخل بر حسب زمان خوردگی

شماره نمونه	چگالی جریان mA.cm ⁻²	زمان خوردگی (min)	ضخامت لایه متخلخل (μm)	میزان تخلخل (%)
۱	۲۰	۱۰	۴	۷
۲	۲۰	۲۰	۷/۵	۱۲
۳	۲۰	۳۰	۱۴	۱۸
۴	۲۰	۴۰	۱۸	۲۵

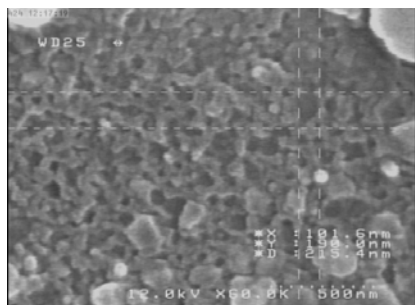
بوسیله ی خواص فیزیکی ویفرهای Si و پارامترهای فرآیند الکتروشیمیایی (غلظت HF، چگالی جریان، زمان خوردگی) تعیین می شوند. با تغییر یکی از این پارامترها امکان تغییر در تخلخل و ابعاد نانو ساختارها، طول موج نور گسیل شده که نوعاً از محدوده ی مادون قرمز تا منطقه ی سبز-آبی می باشد، وجود دارد [۴].

در این مقاله روش به دست آوردن طیف جذب اپتیکی سیلیکان متخلخل بر پایه ی مستقل بررسی می شود. در حقیقت این امکان وجود دارد که از نظر تئوری، از روی طیف جذب اپتیکی، طیف عبور را استخراج کنیم.

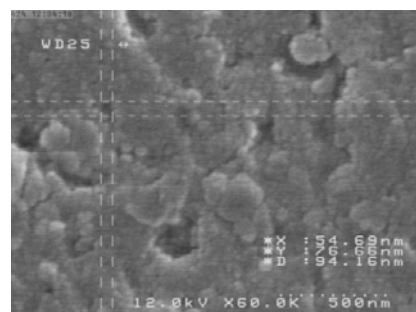
شرح آزمایش

برای ساختن نمونه های سیلیکان متخلخل از ویفر سیلیکان نوع p با جهت بلوری (۱۰۰) و مقاومت ورقه ای Ωcm^{-1} استفاده کرده ایم. با لایه نشانی آلومینیوم به روش تبخیر خلا در پشت نمونه ها یک اتصال اهمی یکنواخت تولید می کنیم. با استفاده از چسب نقره یک سیم را برای برقراری اتصال اهمی به پشت نمونه، طرفی که لایه آلومینیوم قرار دارد متصل می کنیم و سپس به وسیله چسب آکواریوم سطح پشت نمونه و سیم را برای حفاظت از خوردگی در جریان آندیزاسیون کاملاً می پوشانیم. فرآیند آندیزاسیون در داخل یک سلول انجام می گیرد که جنس آن از پلیمر مقاوم در برابر اسید می باشد. ساده ترین سلولی که در ساخت سیلیکان متخلخل مورد استفاده قرار می گیرد سلول عمودی است که در شکل (۱) نشان داده شده است. برای متخلخل کردن سیلیکان، نمونه ها را در داخل محلول الکترولیت که شامل اسید (۴٪ HF) و C₂H₅OH با نسبت حجمی (۱:۱) می باشد، قرار می دهیم. قطب مثبت این سلول الکتروشیمیایی به Si و قطب منفی به یک صفحه ی پلاتینی به سطح مقطع ۴ cm² متصل می گردد. مساحت نمونه ها ۱/۵ × ۱/۵ cm² است. چگالی جریان ۲۰ mA.cm⁻² را با مدت زمان های ۱۰ min و ۲۰ min و ۳۰ min و ۴۰ min از مدار الکتریکی در دمای محیط آزمایشگاه

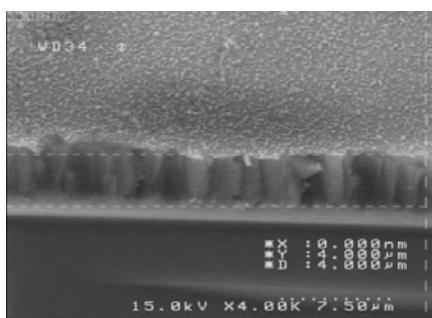
شکل های (۲) و (۳) و (۴) و (۵) و (۶) و (۷) و (۸) و (۹) تصاویر SEM گرفته شده از نمونه های سیلیکان متخلخل می باشند. همان طور که در شکل ها نیز دیده می شود، با افزایش زمان خوردگی میزان تخلخل و ضخامت لایه ی متخلخل افزایش می یابند.



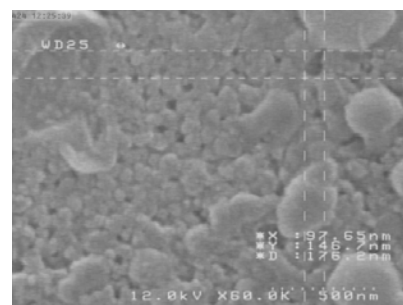
شکل (۵): تصویر SEM از سطح نمونه شماره (۴).



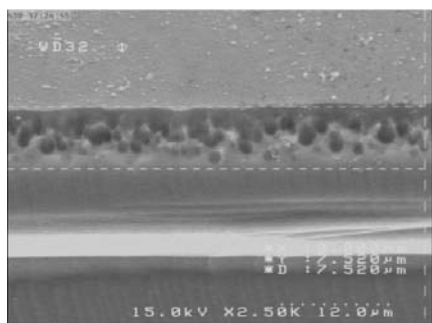
شکل (۲): تصویر SEM از بالا از نمونه شماره (۱).



شکل (۶): تصویر SEM از سطح مقطع نمونه شماره (۱).



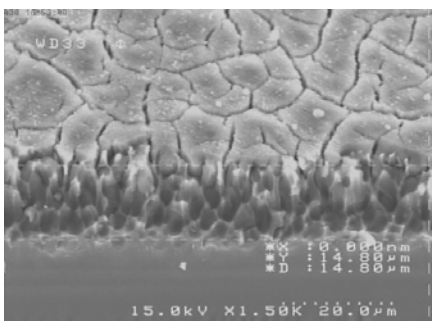
شکل (۳): تصویر SEM از بالا از نمونه شماره (۲).



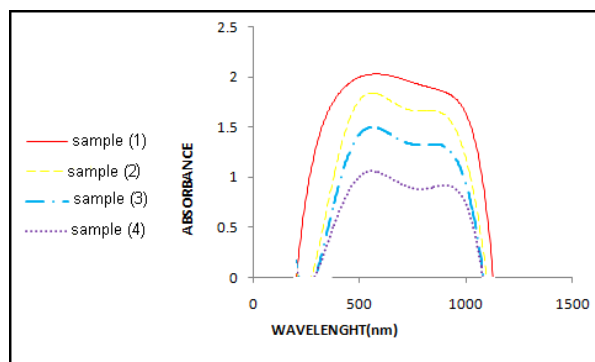
شکل (۷): تصویر SEM از سطح مقطع نمونه شماره (۲).



شکل (۴): تصویر SEM از بالا از نمونه شماره (۳).



شکل (۸): تصویر SEM از سطح مقطع نمونه شماره (۳).



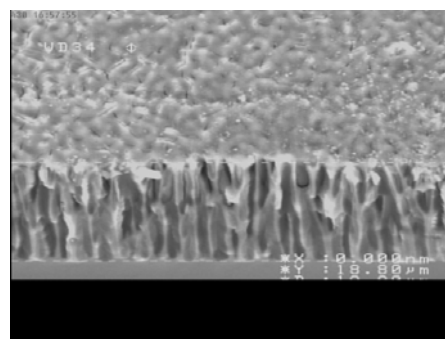
شکل (۱۰): طیف جذب اپتیکی چهار نمونه.

نتیجه گیری

در این مقاله طیف جذب اپتیکی سیلیکان متخلخل بر پایه ی مستقل در بازه ی ۲۰۰ الی ۱۱۰۰ نانومتر اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که با افزایش زمان خوردگی، ضخامت لایه ی متخلخل و درصد تخلخل افزایش می یابند. با توجه به اینکه با افزایش زمان خوردگی درصد تخلخل افزایش می یابد و از آنجا که با افزایش تخلخل مقدار ماده کم می شود، لذا جذب اپتیکی کاهش می یابد که این کاهش در طیف جذب اپتیکی نمونه ها مشاهده می شود. نتایج حاصله در توافق خوبی با کارهای قبلی می باشند .

مرجع ها

- [۱] Chan Kok Sheng, W.Mahmood Mat Yunus, Wan Md. Zin Wan Yunus, Zainal Abidin Talib, and Anuar Kassim, *Physica B*, **403** (2008) 2634-2638.
- [۲] A. Mortezaali, S. Ramezani Sani, F. Javani Jooni, *Journal of Non-Oxide Glasses*, **1(3)** (2009) 293-299.
- [۳] رحمانی، ندا، خواص نوری سیلیکان متخلخل بر پایه ی مستقل، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه الزهراء، ۱۳۸۸.
- [۴] G.Dalba, N. Daldosso, P. Fornasini, M.Grimaldi, and R. Grisenti, *Phys. Rev. B*, **62** (2000) 9911.
- [۵] H. M. Cheong, P. Wickboldt, D. Pang, J. H. Chen, and W. Paul, *Phys. Rev. B*, **52** (1995) R11577.
- [۶] Heinrich Diesinger, Ahmad Bsiesy, Roland He' rino, Bernard Gelloz, *Materials Science and Engineering B69-70*(2000)167-170.



شکل (۹): تصاویر SEM از سطح مقطع نمونه شماره (۴).

برای جدا کردن سیلیکان متخلخل از زیر لایه ی سیلیکان از روش مکانیکی استفاده می کنیم [۵]. در این روش لایه ی متخلخل به وسیله ی یک تیغه ی تمیز از زیر لایه جدا شده و به شکل پودر درمی آید. پودر حاصله را روی یک لامل شیشه ای قرار می دهیم و از آنجاییکه سیلیکان متخلخلی که از زیر لایه جدا شده، خشک می باشد و بر راحتی می تواند از روی لامل جدا شود، لذا به وسیله ی یک لایه چسب نواری روی لامل محافظت می شود. طیف جذب اپتیکی نمونه ها را بوسیله ی یک دستگاه اسپکتروفوتومتر از شرکت Oceans Optic با مدل HR4000CG-UV-NIR اندازه گیری کردیم. طیف جذب یک نمونه جذب اندازه گیری از میزان نوری است که به وسیله ی یک نمونه جذب می شود. برای اکثر نمونه ها، جذب به صورت خطی با تراکم سطح نمونه رابطه دارد. اسپکتروفوتومتر، جذب اپتیکی (A_λ) را با استفاده از رابطه ی زیر محاسبه می کند.

$$A_\lambda = -\log_{10} \left(\frac{S_\lambda - D_\lambda}{R_\lambda - D_\lambda} \right) \quad (1)$$

که S_λ : شدت عبوری از نمونه در طول موج λ و D_λ : مرجع تاریک در طول موج λ می باشد و R_λ : مرجع روشن در طول موج λ می باشد. از آنجاییکه نمونه ها روی لامل قرار دارند، برای گرفتن مرجع روشن، شدت نور عبوری از لاملی که یک لایه نوار چسب روی آن قرار داد نیز محاسبه گردید. طیف های جذب اپتیکی هر چهار نمونه در شکل (۱۰) جهت مقایسه آورده شده است.