

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین مقاله نویسی IEEE و ISI ویژه فنی و مهندسی

مطالعه ارتباط تغییرات مقاومت در برابر خوردگی و اندازه دانه‌های تیتانیوم بر اثر کاشت نیتروژن

حمید سلطانی^۱، علی شکوهی^۲، سید حسن حاج حسینی گزستانی^۲، محمود قرآن نویس^۲، مهدی یاری^۳

^۱ دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نور، گروه فیزیک، نور، ایران

^۲ دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، مرکز تحقیقات فیزیک پلاسما، تهران، ایران

^۳ دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشکده مهندسی مواد، تهران، ایران

چکیده

در این پژوهش تاثیر بمباران یونی بر روی دانه‌بندی و ریخت شناسی سطح فلز تیتانیوم و مطالعه تغییرات مقاومت در برابر خوردگی بر اثر تغییر این مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایشات از یونهای نیتروژن با انرژی 30keV در دزهای بین $5 \times 10^{17} \text{ ion/cm}^2$ تا $1 \times 10^{18} \text{ ion/cm}^2$ استفاده گردید. از دستگاه XRD برای آنالیز فازی و همچنین اندازه گیری تغییر اندازه دانه‌های تیتانیوم بر اثر بمباران یونی نیتروژن و از دستگاه AFM نیز برای مشاهده تغییرات زبری در سطح قبل و بعد از کاشت استفاده گردیده است. همچنین از دستگاه آنالیز خوردگی برای مقایسه مقاومت در برابر خوردگی فلز تیتانیوم قبل و بعد از بمباران یونی استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که بمباران یونی نیتروژن با ایجاد تغییرات در اندازه دانه‌ها تاثیر قابل توجهی در بهبود مقاومت در برابر خوردگی تیتانیوم دارد.

Study of relation between crystallite size and corrosion resistance in titanium because of ion implantation

Soltani. Hamid¹, Shokouhy. Ali², Haji Hosseini. Seed. Hassan², Ghoraneviss. Mahmood², Yari. Mehdi³

¹ Department of Physics, Noor Branch, Islamic Azad University, Noor, Iran

² Plasma Physics Research Center, Science and Research branch, Islamic Azad University, 14665-678 Tehran, Iran

³ Department of Materials Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

In the present study the effect of nitrogen bombardment on the structure of titanium surface and corrosion resistance have been investigated. In this experiment 30 keV nitrogen ion beam of 5×10^{17} to $1 \times 10^{18} \text{ ions/cm}^2$ fluence was used. Crystalline structure and crystalline size of the different samples was studied by X-ray diffraction analysis. The roughness variations before and after bombardment were observed by atomic force microscopy. The corrosion test was used to compare the corrosion resistance of titanium before and after bombardment. The surface morphology of the samples was investigated by scanning electron microscopy. The results showed that crystalline size changes because of ion bombardment has a substantial effect on the improvement of titanium resistance against corrosion.

PACS No. 82.45 Bb, 71.20.-b, 68.55.-a

مقدمه

خوردگی جایگاه ویژه‌ای در صنایع دارد. همچنین سازگاری بسیار خوب این فلز با بدن باعث شده است که در صنایع پزشکی نیز مورد توجه ویژه قرار بگیرد [۲]. با این وجود بهبود هر چه بیشتر خواص این فلز از علاقه مندیهای تعداد بیشماری از محققین در زمینه فیزیک سطح می‌باشد. یکی از روشهای بهبود خواص فلزات کاشت یون می‌باشد. تا کنون از

امروزه از تیتانیوم در کاربردهای که وزن کم به همراه خواص مکانیکی مناسب قطعات مورد نظر است، بطور گسترده‌ای استفاده می‌شود [۱]. فلز تیتانیوم بعلاوه داشتن خواص منحصر بفردی چون جرم حجمی کم، مدول الاستیسیته پایین، مقاومت کششی بالا، و مقاومت در برابر

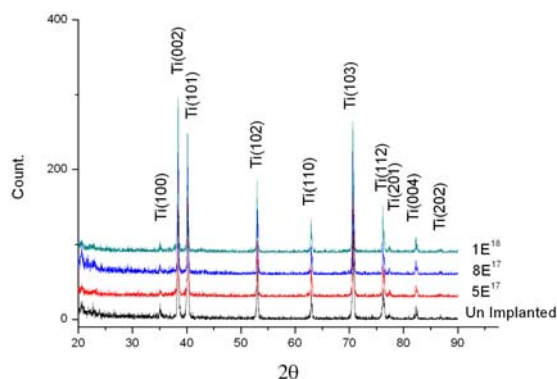
دستگاه EG&G model 273A potentiostat و در محلول ۰/۵ مولار اسید سولفوریک انجام شد [۵].

جدول ۱: پارامترهای کاشت برای نمونه های مختلف

نمونه ها	۱	۲	۳
انرژی (keV)	۳۰	۳۰	۳۰
جریان یونی ($\mu\text{A}\cdot\text{cm}^{-2}$)	۱۴۰	۱۴۰	۱۴۰
دز ($\text{ions}\cdot\text{cm}^{-2}$)	5×10^{17}	8×10^{17}	1×10^{18}
زمان (s)	۶۰۰	۹۲۰	۱۱۵۰
دما ($^{\circ}\text{C}$)	۳۸۰	۳۸۰	۳۸۰

نتایج و بحث

نتایج حاصل از آنالیز XRD برای نمونه های کاشت شده و کاشت نشده در شکل ۱ آورده شده است. همانطور که در شکل مشخص می باشد برای نمونه های کاشت شده در مقایسه با نمونه کاشت نشده هیچ تغییری در آنالیزهای XRD مشاهده نمی شود که این مطلب می تواند در تحلیل نتایج مربوط به خوردگی این سوال را پیش بیاورد که تغییرات در آنالیزهای خوردگی می تواند نتیجه چه تغییراتی باشد



شکل ۱ نتایج حاصل از آنالیز XRD برای نمونه کاشت نشده و نمونه های کاشت شده.

به همین منظور ما مجبور به استخراج اطلاعات دیگری از آنالیزهای XRD می باشیم یکی از مهمترین اطلاعاتی که آنالیزهای XRD به ما میدهد اندازه کریستالهای تیتانیوم می باشد که ما این اندازه ها را با استفاده از رابطه شرر

$$D = (0.9\lambda) \cdot (B \cos\theta)^{-1} \quad (1)$$

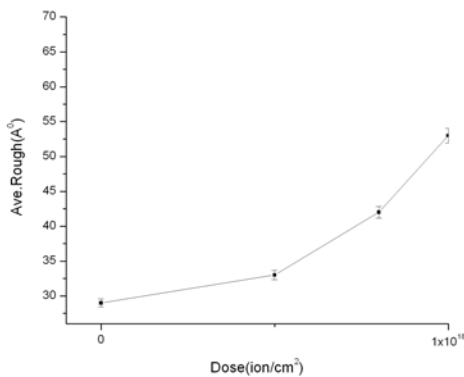
یونهای کربن نیتروژن و اکسیژن برای بهبود سطح این فلز استفاده شده است که در این بین کاشت یون نیتروژن بهترین نتایج را در بهبود خواص سطحی تیتانیوم داشته است [۳]. برخورد یون با سطح فلزات بخودی خود می تواند موجب تغییرات سطحی فلزات شود. زیرا بر اثر برخورد یونها به سطح جامد تغییراتی در دانه بندی و ریخت شناسی سطح به وجود می آید که این تغییرات می تواند در بهبود خصوصیات مانند سختی و مقاومت در برابر خوردگی سطح فلز نقش مهمی ایفا می کند [۴]. ما در این تحقیق قصد داریم تاثیر بمباران سطح فلز تیتانیوم توسط یونهای نیتروژن بر روی دانه بندی و ریخت شناسی سطح این فلز را بررسی کرده و ارتباط آنها را با بهبود خواص خوردگی سطح تیتانیوم بررسی کنیم.

روش تحقیق

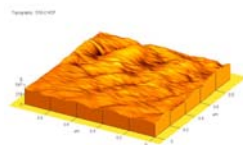
در این آزمایش از نمونه های استیل ۳۰۴ در ابعاد $6 \times 18 \times 0.3$ mm استفاده شده و سطح نمونه ها توسط دستگاه پولیش بطور کامل صیقلی گردیده و توسط دستگاه تراسونیک در محلول الکل واستن تمیز شده اند. سپس چهار عدد از نمونه ها را به مساحت های تقریبی 1 cm^2 برای کاشت انتخاب می کنیم. خلا دستگاه در شروع عملیات یون سازی (Torr) 2×10^{-5} که در حین عملیات کاشت با توجه به ایجاد باریکه یونی به (Torr) 2×10^{-4} تغییر می کند. شرایط کاشت بر روی نمونه های استیل برای تمام نمونه ها در جدول یک آورده شده است. در ضمن دمای در مورد تمام نمونه ها در حین کاشت ۵۰۰ درجه سانتیگراد بوده است برای آنالیز فازی و بررسی ترکیبات ایجاد شده در نمونه های بعد از بمباران یونی از دستگاه XRD (X'Pert) ساخت شرکت Philips و برای اندازه گیری زبری سطح و مطالعات ریخت شناسی از دستگاه AFM (Auto Prob CP) ساخت شرکت Park Scientific Instrument استفاده گردید.

برای آنالیز XRD در کلیه نمونه ها گام زمانی ۱s ، گام اندازه 0.02° و چشمه اشعه ایکس از نوع $\text{Cu}(K\alpha)$ در نظر گرفته شد. همچنین برای آنالیز AFM نیز از مد کاری تماسی و دامنه روبشی $1 \mu\text{m}^2$ برای تمام نمونه ها استفاده شد. آزمایشات خوردگی توسط

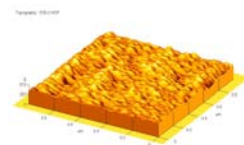
AFM به صورت منحنی تغییرات زبری در شکل ۳ آورده شده است. همانطور که در نمودار شکل ۳ مشخص می‌باشد زبری سطح بر اثر بمباران یون نیتروژن روند افزایشی داشته و تا آخرین دز نیز این روند ادامه پیدا می‌کند. افزایش زبری سطح در اکثر موارد می‌تواند باعث پایین آمدن مقاومت در برابر خوردگی سطح می‌شود.



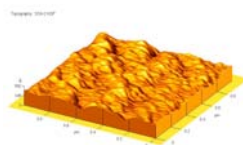
شکل ۳ نمودار تغییرات زبری سطح تیتانیوم با افزایش دز بمباران یونی نیتروژن دهند. شکل ۴ عکسهای ریخت شناسی AFM سطح تیتانیوم در نمونه بمباران نشده و نمونه‌های تحت بمباران یونی قرار گرفته را نشان می‌دهد. در نمونه کاشت نشده شکل دانه‌ها کاملاً مشخص نبوده و روی سطح برآمدگی‌هایی بصورت تپه‌هایی موازی و با ارتفاع تا ۵۵۰ آنگستروم بر روی سطح قابل تشخیص می‌باشد. در نمونه بمباران شده با دز $5 \times 10^{17} \text{ ion.cm}^{-2}$ تغییرات زیادی بر روی سطح مشاهده می‌شود از تپه‌های موازی دیگر خبری نیست دانه‌هایی با مرزهای مشخص و ارتفاع تا ۵۷۰ آنگستروم به صورت



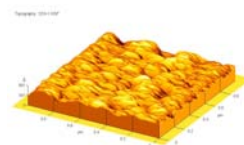
(الف)



(ب)



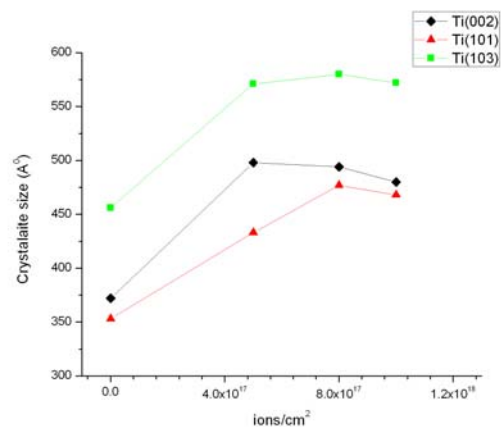
(ج)



(د)

شکل ۴ آنالیز AFM برای نمونه بمباران نشده و نمونه‌های بمباران شده (الف) نمونه بمباران نشده (ب) نمونه بمباران شده با دز $5 \times 10^{17} \text{ ion/cm}^2$ (ج) نمونه

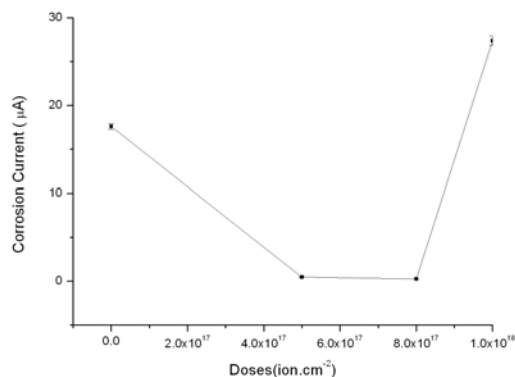
که در آن $\lambda = 1/0.405$ برای $\text{CuK}\alpha 1$ و B میزان نیم حداکثر (FWHM) برای سه پیک اصلی تیتانیوم یعنی پیکهای $\text{Ti}(103)$, $\text{Ti}(101)$, $\text{Ti}(002)$ بدست آوردیم. شکل ۲ نشان دهنده تغییر اندازه کریستالهای تیتانیوم بر اثر بمباران یونی نیتروژن می‌باشد. با اولین دز بمباران $1 \times 10^{17} \text{ ion.cm}^{-2}$ اندازه دانه‌ها در هر سه جهت گیری کریستالی افزایش چشمگیری داشته است. در دومین دز $5 \times 10^{17} \text{ ion.cm}^{-2}$ باشد.



شکل ۲ تغییرات اندازه کریستالها برای نمونه بمباران نشده و نمونه‌های بمباران شده.

دز برای جهت گیری $\text{Ti}(101)$ و $\text{Ti}(103)$ شاهد افزایش اندازه کریستالها و برای جهت گیری $\text{Ti}(002)$ کاهش در اندازه کریستالها داریم ولی کاهش و افزایش اندازه کریستالها قابل توجه نمی‌باشد. در سومین دز نیز $1 \times 10^{18} \text{ ion.cm}^{-2}$ هر سه جهت گیری در اندازه کریستالها از خود کاهش نشان می‌دهند. نتایج آنالیز

شود محیط مناسبی برای جذب بیشتر نیتروژن فراهم شود که بیشترین تغییرات در جریان و پتانسیل خوردگی نیز در این دز ایجاد شده است.



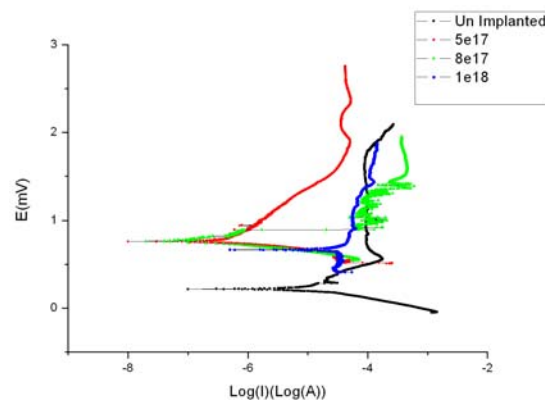
شکل ۶ تغییرات جریان خوردگی بر اثر بمباران یونی در دز های مختلف

تغییرات زبری سطح بر اثر بمباران یونی نیتروژن داری نقطه عطف نبوده و با افزایش دز تا آخرین دز ادامه میابد. تغییرات جریان خوردگی بعد از بمباران یونی نیتروژن در تیتانیوم بسیار قابل توجه بوده (بیش از ۷۰ برابر) ولی این مقدار نیز در اولین دزها ($8 \times 10^{17} \text{ ion.cm}^{-2}$) بدست آمده که این مقدار در بیشترین تغییرات در اندازه کریستالهای تیتانیوم بدست آمده و می توان این فرایند به حجم بیشتر فضای خالی در کریستالها و رسوب نیتروژن در این جاهای خالی مرتبط دانست.

مرجع ها

- [۱] Vershinin, N. Filonov, K., Straumal, B., Gust, W., Dimitriou, R., Kovalev, A. and Camacho, J., *Surface and Coatings Technology*, **125** (2000) 223-228.
- [۲] Hellal, F., Atmani, F., Malki, B., Sedjal, H., Kerkar, M. and Dalard, F., *Passivation of Metals and Semiconductors, and Properties of Thin Oxide Layers*, (2006) 371-376.
- [۳] Saritas, S., Procter, R. P. M. and Grant, W. A. *Mater. Sci. Eng. A.*, **115** (1989) 307-314.
- [۴] E. Leitao, R. A. Silva, M. A. Barbosa. *J. Mater. Sci. Mater. Med.*, **8** (1997) 365.
- [۵] Smaeel, N. AndijanIsi, Shahreer Ahmad, Anees U. Malik, *Desalination* **129** (2000) 45-51.

کنار هم و فشرده مشاهده می شوند. در دومین دز $8 \times 10^{17} \text{ ion.cm}^{-2}$ شکافهای عمیقی روی سطح مشاهده می شود بر روی تپه های پراکنده ایجاد شده بر روی سطح دانه هایی بدون مرزبندی مشخص قابل تشخیص می باشد که ارتفاع تپه ها به ۷۰۰ آنگستروم می رسد و در آخرین دز $1 \times 10^{18} \text{ ion.cm}^{-2}$ دانه های بدون نظم تشکیل شده و اندازه دانه ها افزایش قابل ملاحظه ای داشته است و حد اکثر ارتفاع آنها تقریباً ۶۰۰ آنگستروم می باشد. شکل ۵ نشان دهنده نمودارهای پلارایزاسیون آزمون خوردگی برای نمونه بمباران نشده و بمباران شده تیتانیوم با یون نیتروژن می باشد.



شکل ۵ نمودارهای پلارایزاسیون مربوط به نمونه کاشت نشده و نمونه های بمباران شده تیتانیوم همانطور که در شکل مشخص می باشد تمام نمونه ها رفتار اکتیو پسو از خود نشان می دهند

شکل ۶ تغییرات جریان خوردگی بر اثر کاشت یون نیتروژن در تیتانیوم را نشان می دهد. این نمودار نشان می دهد که جریان خوردگی در نمونه کاشت شده با دز $8 \times 10^{17} \text{ ion.cm}^{-2}$ کمترین جریان و در نتیجه بهترین مقاومت در برابر خوردگی را دارد.

نتیجه گیری

بطور خلاصه می توان نتایج بدست آمده از بمباران سطح فلز تیتانیوم توسط یونهای نیتروژن با انرژی ۳۰keV و در دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد را به شرح زیر اعلام نمود:
در اولین دز بمباران $5 \times 10^{17} \text{ ion.cm}^{-2}$ اندازه کریستالهای در سه جهت کریستالی یعنی پیکهای Ti (103), Ti (101), Ti (002) تیتانیوم افزایش قابل توجهی داشته که می تواند باعث

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین مقاله نویسی IEEE و ISI ویژه فنی و مهندسی