پنجمین کنفرانس ملی خلأ ایران
پژوهشکده علوم و صنایع غذایی
مشهد مقدس ۱۰ و ۱۱ اسفند ۹۰
Archive of SID

اثر کاشت یون نیتروژن بر ساختار و رفتار خوردگی لایه مولیبدن انباشته شده بر استیل زنگ نزن ۳۱۶

بافنده ، نسترن[۱] ؛ مجتهدزاده لاریجانی ، مجید [۲]؛ قرآن نویس ، محمود [۱]؛ یاری، مهدی[۳]

[۱] دانشگاه آزاد اسلامی، واحدعلوم و تحقیقات تهران، مرکزتحقیقات فیزیک پلاسما، تهران، ایران

[۲] پژوهشکده کشاورزی ، پزشکی و صنعتی _ پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای ، کرج

[۳] دانشگاه آزاد اسلامی، واحدعلوم و تحقیقات تهران، دانشکده مهندسی مواد، تهران، ایران

چکیده

در این پژوهش ، پوشش نیترید مولیبدن با روش کاشت یون نیتروژن برروی لایه مولیبدن ساخته شده است. ابتدا مولیبدن روی فولاد ضدزنگ ۳۱۶ به روش کندوپاش پرتو یونی ، لایه نشانی شد. ضخامت لایه مولیبدن انباشته شده روی فولاد در مدت ۱۲ دقیقه ۵۰۰ نانومتر بدست آمد. سپس یون های نیتروژن با انرژی ۳۰keV و با دزهای $۱۰^{۱۷} \times ۱$ ، $۱۰^{۱۷} \times ۸$ و $۱۰^{۱۷} \times ۱۲$ ions $cm^{-۲}$ در نمونه های مولیبدن کاشته شد . برای بررسی ساختار کریستالی و همچنین ریخت شناسی سطح پوشش های ساخته شده به ترتیب از آنالیز های الگوی پراش اشعه ایکس خراشی (GIXRD) و میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) استفاده شد.در آخر تاثیر کاشت یون نیتروژن بر روی مقاومت به خوردگی سطح مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان دهنده بهبود مقاومت به خوردگی مولیبدن با کاشت یون نیتروژن و همچنین افزایش مقاومت به خوردگی با افزایش دز بوده است.

Effect of nitrogen ion implantation on the structural and corrosion behavior of molybdenum layer deposited on stainless steel 316

Bafandeh,Nastaran [1]; Mojtahedzadeh Larijani, Majid [2];Ghoranneviss , Mahmood [1];Yari,Mahdi[3]

[1] Plasma Physics Research Center, Science and research Branch, Islamic Azad University, Tehran,Iran

[2] Agricultural Medical and Industrial Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute ,Karaj

[3]Department of Materials engineering, Science and research Branch, Islamic Azad University , Tehran, Iran

Abstract

The molybdenum nitride coating was produced by nitrogen ion implantation into molybdenum layer deposited on the stainless steel 316. At first, molybdenum is deposited on the stainless steel by ion beam sputtering method. The thickness of as-deposited Mo films for the substrates prepared at 12 min was 500 nm.Then nitrogen ions of 30 k eV with the dose of 1×10^{17},8×10^{17} and 12×10^{17} N^{+} ions cm^{-2} were implanted in as-deposited films. Crystalline structure and topography of the surface are investigated by Glancing incident X-ray diffraction (GI XRD) and Atomic Force Microscopy (AFM) respectively., Corrosion tests showed considerable improvement of corrosion performance of molybdenum layer by nitrogen ion implantation and also with increase of ion doses

PACS No. 81.15.Ef

مقدمه

فولاد زنگ نزن بدلیل کاربردهای فراوانی که در صنعت دارد ، بسیار مورد توجه است[۱و۲]. یکی از مشکلاتی که در مورد این ماده وجود دارد ، خوردگی آن در اثر واکنش های شیمیایی است. از روش های متداول برای بهبود مقاومت خوردگی فولاد روش

www.SID.ir

Archive of SID

کاشت یون می باشد. کاشت یون روشی است که منجر به شکل گیری فازهای جدید و بهبود خصوصیات سطح می شود[۳].

نیترید فلزات واسطه، به دلیل خصوصیات مکانیکی برجسته ای که دارند، از جمله نقطه ذوب بالا،سختی و مقاومت بالا و غیره ، در سال های اخیر، بسیار مورد توجه قرارگرفته انـد[٤] . یکـی از ایـن نیترید ها، نیترید مولیبدن با خصوصیات منحصر به فرد الکترونیکی، مکانیکی و شیمیایی است که از آن به عنوان پوشش محافظ سایش استفاده می کنند. این ماده با روش های مختلف از جملـه رسـوب گذاری بخار شیمیایی ،کندوپاش مغناطیسی فعـال ،کاشـت یـون و غیره بدست می آید[۹-۵] . در این گزارش نتایج حاصل ازبررسـی کاشت یون نیتروژن روی لایه ی مولیبدن انباشته شـده روی فـولاد از لحـاظ سـاختاری و ریخـت شناسـی سـطح ارائـه شـده اسـت. همچنین اثر کاشت یون نیتروژن بر رفتار خـوردگی لایـه مولیبـدن مورد بررسی قرارگرفته است .لازم بذکر است که تمام مراحل کـار در شرایط خلاء انجام شده است.

جزئیات آزمایش

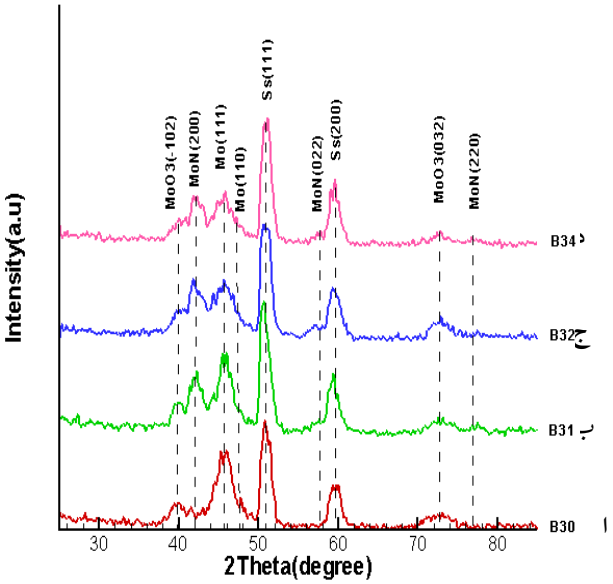
ابتدا فولاد ضـد زنـگ ۳۱٦ را بـه عنـوان زیرلایـه در قطعـات $۱۰\times۱۰mm^{۲}$ تهیه کـردیم. بـرای رفـع آلـودگی و چربـی از روی سطح نمونه ها هر یک به مدت ۱۵دقیقه بوسیله الکـل و ۱۵ دقیقـه بوسیله آستون در دستگاه آلتراسونیک تمیز شدند. سپس عمل لایه نشانی به روش کندوپاش پرتو یونی بـه مـدت۱٤ دقیقـه بـا ولتـاژ ۲/۲ keV انجام شد.

فشار اولیه $۳/۲\times۱۰^{-۵}Torr$ ، فشار و دمای حین لایـه نشـانی به ترتیب $۷/۱\times۱۰^{-۵}Torr$ و ٤۰۰ C درنظرگرفته شد. تحت این شرایط، ضخامت مولیبدن لایه نشانی شده ۵۰۰ نانومتر بدست آمد. پس از آن یک نمونه به عنوان نمونه خام و ۳ نمونه ی دیگر تحـت بمباران یونی نیتروژن با انرژی ثابـت ۳۰keV و دز هـای ۱×۱۰^{۱۷}، ۸×۱۰^{۱۷} و ۱۲×۱۰^{۱۷} $ions.cm^{-2}$ قرارگرفتند . به منظور بررسـی ریخت شناسی سطح لایه ها در ابعـاد نـانومتری از آنـالیز AFM و برای بررسی خواص بلوری و تعیـین فازهـای کریسـتالی تشـکیل شده قبل و بعد از کاشت، از آنالیز GIXRD با زاویه ثابت ۱درجه، لامپ آندی کبالت ، طول مـوج ۱ ،۷۸۷۹A° و Step time=۱ s Step Size[2Θ]= ۰/ ۰۸ ° استفاده شد.

بـرای بررسـی مقاومـت بـه خـوردگی نمونـه هـا از تسـت پلاریزاسیون به روش پتانسیودینامیک و از دستگاه Potentiostat EG&Gمدل A ۲۷۳ اسـتفاده کـردیم. در آزمـون الکتروشـیمیایی مذکور محلول مورد استفاده ، اسید سولفوریک (H_2SO_4) ۱مـولار ، نرخ روبش $۱\ mVS^{-1}$ ، الکترود مرجع از نوع کالومل اشباع و الکترود شمارشگر از جنس پلاتین بوده است .

نتایج و بحث

در شکل ۱ الگوی پراش XRD مربوط به مولیبدن قبل و بعد از کاشت نشان داده شده است. تشکیل فازهای نیترید مولیبدن MoN(هگزاگونال) (شماره کارت ۱۹۹۹-۰۷۷-۰۱) حتی در کمترین دز مورد بررسی در شکل ۱ به خوبی قابل مشاهده است . علاوه بر فازهای نیترید مولیبدن، پیک های اکسید مولیبدن و مولیبدن نیز در الگوی پراش پرتو ایکس قابل مشاهده است .



شکل ۱. الگوی پراش XRD مربوط به نمونه مولیبدن الف) کاشت نشده و نمونه های مولیبدن پس از کاشت یون نیتروژن با دز (ب) ۱×۱۰^{۱۷} (ج) ۸×۱۰^{۱۷} (د) ۱۲×۱۰^{۱۷} $ions.cm^{-2}$

شکل ۲ مربوط به تصاویر AFM است که ریخت شناسی سطح نمونه ها در دو حالت پیش از کاشت و پس از کاشت را نشان می دهد. با توجه به شکل ۲در نمونه کاشت نشده ، دانه ها

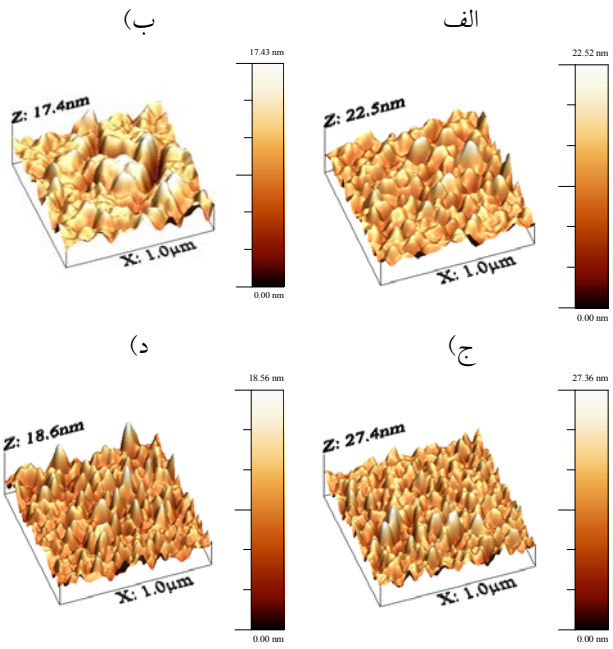
www.SID.ir

Archive of SID

بهم فشرده و توزیع شکل و اندازه آن ها بصورت غیر یکنواخت بر روی سطح می باشد .

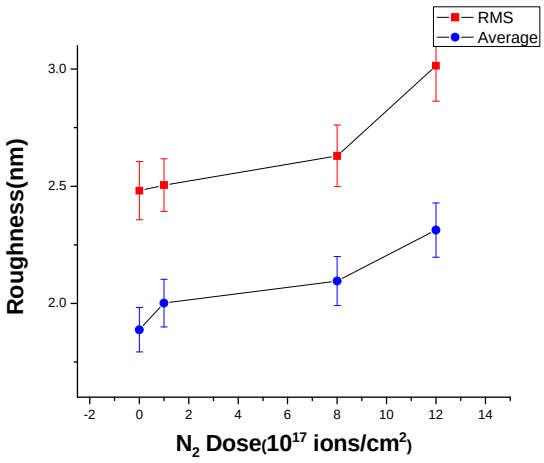
پس از کاشت با افزایش دز ، از نظر شکل و اندازه ، توزیع یکنواخت تر بوده و رشد دانه ها به صورت هرمی شکل است. تغییرات میزان زبری rms و زبری میانگین برای تمام نمونه ها در شکل ۳ نشان داده شده است. با توجه به شکل مشاهده می کنیم که این دو کمیت نسبت به دز کاشت روند یکسان داشته همچنین با افزایش دز نیتروژن ، مقدار زبری سطح افزایش نا محسوسی می یابد.

شکل ٤ ، نمودار پلاریزاسیون نمونه ی قبل از کاشت و نمونه های پس از کاشت را نمایش می دهد .

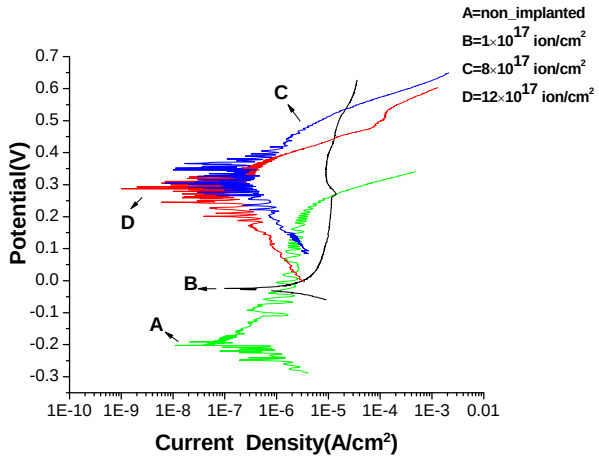


شکل۲. تصاویر AFM (الف) نمونه کاشت نشده مولیبدن و نمونه های مولیبدن پس از کاشت یون نیتروژن (ب) با دز ۱×۱۰^{۱۷} (ج) با دز ۸×۱۰^{۱۷} (د) با دز ۱۲×۱۰^{۱۷} ions.cm^{-2}

جریان خوردگی هر نمونه با استفاده از نرم افزار CView و به روش تقریب خطی(E_{corr}±10mV) بدست آمد. با استفاده اطلاعات بدست آمده از شکل ٤ ، نحوه تغییرات جریان خوردگی نمونه ها قبل و بعد از کاشت یون نیتروژن در جدول۱ آورده شده است . با توجه به جدول ۱ مشاهده می کنیم که کاشت یون نیتروژن باعث کاهش جریان خوردگی و درنتیجه افزایش مقاومت مولیبدن نسبت به خودگی می شود.افزایش دز کاشت یون نیتروژن موجب افزایش مقاومت به خوردگی مولیبدن می شود. همچنین مشاهده می کنیم که جریان خوردگی فولاد نسبت به تمام نمونه های قبل و بعد از کاشت بیشتر است.



شکل ۳. تغییرات زبری سطح مولیبدن با ضخامت ۵۰۰نانومتر نسبت به دز کاشت یون نیتروژن



شکل ٤.نمودار پلاریزاسیون نمونه ها

. علت را می توان تشکیل فازهای مقاوم نیترید مولیبدن و افزایش میزان نیتروژن موجود در لایه با افزایش دز کاشت یون

www.SID.ir

Archive of SID

نیتروژن و همچنین تغییر و اصلاح ریز ساختار با افزایش دز یون های نیتروژن دانست. بنابراین در دز ۱۲×۱۰^{۱۷} ions/cm^2 بهترین مقاومت در برابر خوردگی حاصل شد.

جدول۱ : مقادیر جریان خوردگی نمونه ها

جریان خوردگی (μAcm^{-2})	دز کاشت یون نیتروژن($\times۱۰^{۱۷}$ ions.cm^{-2})
۷٤	*۰
۰.۸	**۰
۵	۱
۰.۲	۸
۰.۱	۱۲

(*نمونه فولاد زنگ نزن ۳۱٦ قبل از لایه نشانی_مولیبدن قبل از کاشت)**

نتیجه گیری:

در این تحقیق نیترید مولیبدن به روش کاشت یون نیتروژن در لایه مولیبدن با ضخامت ۵۰۰ نانومتر تهیه شد. نتایج حاصل از آنالیز XRD پس از کاشت یون نیتروژن ، در تمام دز های مورد آزمایش تشکیل بلورهای نیترید مولیبدن MoN با ساختار هگزاگونال را تأیید می کند. تصاویر به دست آمده از آنالیز AFM ، نشانگر رشد دانه ها بصورت هرمی است ، همچنین با افزایش دز یون نیتروژن میزان زبری به دلیل کندوپاش، افزایش جزئی می یابد. تست خوردگی نشان داد که پس از کاشت یون نیتروژن مقاومت سطح نسبت به خوردگی افزایش می یابد . همچنین افزایش دز یون نیتروژن باعث بهبود مقاومت به خوردگی سطح مولیبدن می شود . در نتیجه در نمونه کاشت شده با دز$\times۱۰^{۱۷}$ ions.cm^{-2} بهترین مقاومت در برابر خوردگی بدست آمده است .

مرجع‌ها

[۱] M.K. Lei, X.M. Zhu, *Biomaterials* **22** (2001) 641.

[۲]M.E. Chabica, D.L. Williamson, R. Wei, P.J. Wilbur, *Surf. Coat.Techno*l. **51** (1992) 24.

[۳]D. Manova ,Y.Bohneet , Nucl. Instr. and Meth. in *Phys. Res. B* **240** (2005) 208–213.

[٤] L.E. Toth, "*Transition Metal Carbides and Nitrides*", Academic Press.New York,1971 .

[۵]Y.G.Shen, ,"Strucural Material:Properties , Microstructure and Processing" *Materials Science&Engineering.A* **359** (2003) 158.

[٦] H. Kattelus, *Microelectronic Engineering* **60** (2002) 97.

[۷] C. Sarioglu ,Ugur Demirler ,*Surface & Coatings Technology* **190** (2005) 238–243.

[۸] H. Savaloni, M. Motmaen-Dadgar ,*Applied Surface Science* **253** (2006) 2915–2923.

[۹] S.Song,Y.Liu,D.Mao,H.Ling,M.Li.*Thin Solid Films*(2005)142–147.

www.SID.ir