

SID



ابزارهای
پژوهش



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری
STES



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی
در تدوین و چاپ مقالات ISI



روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word
برای پژوهشگران

بررسی تأثیر چگالی جریان بر مورفولوژی سطح آبکاری شده‌ی مس

صالحی، سمیرا؛ گشتاسبی‌راد، محمد؛ رشیدی‌هویه، مجید

گروه فیزیک، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان

چکیده

در این تحقیق، آبکاری مس با استفاده از محلول سولفات مس-اسید سولفوریک انجام شده است. با تغییر چگالی جریان، مورفولوژی‌های گوناگون ایجاد شده که به وسیله میکروسکوپ نیروی اتمی مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج حاصل از آبکاری با چگالی جریان مستقیم حاکی از این است که با افزایش چگالی جریان از $5 \frac{mA}{cm^2}$ به $10 \frac{mA}{cm^2}$ ، میزان پستی و بلندی‌های سطح کاهش، و با افزایش چگالی جریان، میزان پستی و بلندی سطح افزایش پیدا کرده است. همچنین در چگالی جریان $50 \frac{mA}{cm^2}$ پوشش متخلخل گل کلمی را می‌توان مشاهده کرد.

The Effect of Current Density on the Morphology of the Copper Electroplating Surface

Salehi, Samira; Goshtasbirad, Mohammad; Rashidi hovie, Majid

Department of Physics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan

Abstract

In this research, copper was electroplated from cupric sulfate- sulfuric acid solutions. With the change in current density, a variety of surface morphologies obtained that have been studied by atomic force microscopy (AFM). The results of electroplating with direct current indicate that with increasing of current density from $5 \frac{mA}{cm^2}$ to $10 \frac{mA}{cm^2}$, the surface roughness is reduced and with further increasing of current density, the surface roughness has been increased. Also, in current density $50 \frac{mA}{cm^2}$ the cauliflower porous structure has been observed.

PACS No. 71

مقدمه

خصوصیات لایه تأثیر می‌گذارند. با کنترل پارامترهایی از قبیل چگالی جریان، دما، ترکیب حمام و غیره در روش آبکاری الکتریکی، می‌توان پوشش‌هایی با مورفولوژی و ویژگی‌های بسیار متنوع ایجاد نمود. این پوشش‌ها برای اهداف تزئینی، حفاظتی، مقاومت حرارتی، مقاومت مکانیکی، سختی و یا برای اهداف پایداری شیمیایی بکار می‌رود [۲،۳،۴].

چگالی جریان، نقش قابل ملاحظه‌ای در دانه‌بندی و مورفولوژی پوشش در فرآیند آبکاری دارد. با اعمال چگالی جریان پایین، روند

آبکاری الکتریکی فرآیندی است که باعث تولید یک پوشش لایه‌ای روی سطح فلز کاتد، از طریق واکنش اکسایش / کاهش در الکترولیت می‌شود. از مزایای حمام‌های آبکاری اسیدی سولفات مس، سرعت رسوب نسبتاً بالا، هزینه پایین، یکنواختی در مقاومت و شکل‌پذیری خوب است که موجب شده این حمام به‌طور گسترده مورد مطالعه قرار گیرد [۱].

غالباً در فرآیند آبکاری پارامترهای متعددی دخالت دارد که بر

جدول ۱: شرایط حمام برای آبکاری مس

۲۴	دما (درجه سانتی گراد)
۰/۷۵	PH
۳	فاصله الکترودها (سانتی متر)
۵-۵۰	چگالی جریان (میلی آمپر بر سانتی متر مربع)
۱۱-۱۰۸	زمان (ثانیه)
۱:۱	نسبت آند به کاتد

نتایج و بحث

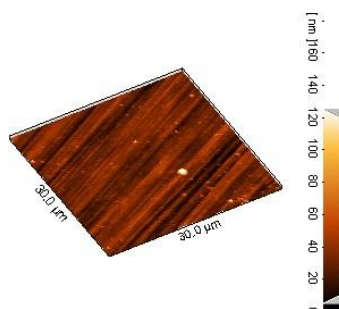
در این آزمایش اثر پارامتر چگالی جریان بر مورفولوژی سطحی لایه مس مورد بررسی قرار گرفته است. باید توجه داشت که زمان آبکاری مستقیماً در ضخامت فیلم‌های مس ایجاد شده، مؤثر می‌باشد.

با استفاده از قوانین فارادی، لایه‌های مسی به ضخامت حدود 200nm تخمین زده شده است. و تغییر مورفولوژی سطحی با دمای حمام در چگالی جریان و زمان‌های مختلف را می‌توان در جدول ۲ مشاهده کرد.

جدول ۲: زمان آبکاری برای فیلم مس به‌ازای مقادیر مختلف چگالی جریان

زمان (s)	چگالی جریان (mA/cm^2)
۱۰۸	۵
۵۴	۱۰
۱۸	۳۰
۱۱	۵۰

تصویر میکروسکوپ نیروی اتمی شکل ۱، میزان پستی و بلندی زیرلایه مسی را پس از مراحل آماده‌سازی نشان می‌دهد. با توجه به شکل، میانگین ناهمواری‌های سطحی به میزان 122nm رسیده است.



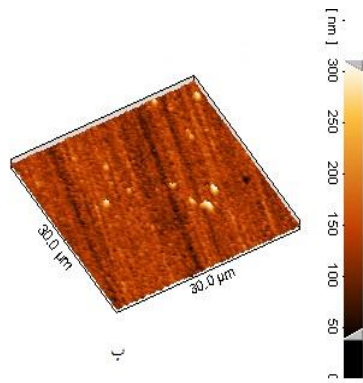
شکل ۱: تصویر زیرلایه مسی پس از مراحل آماده‌سازی.

احیاء یون‌ها در کاتد که موجب تشکیل رسوب می‌شود، آرام است و برای رشد هسته‌های فلزی فرصت کافی وجود دارد. در نتیجه، رسوبی درشت دانه تشکیل می‌شود. با افزایش چگالی جریان از یک سو، یون‌ها در کاتد با سرعت بیشتری رسوب می‌کنند و هسته‌های جدید بیشتری هم تولید می‌کنند و در این حالت رسوبی با دانه‌های ریز تشکیل می‌شود. چنین پوشش‌هایی را می‌توان در صنایع الکترونیک و بردهای مدار چاپی مورد استفاده قرار داد. وقتی چگالی جریان خیلی بالا می‌رود صرف آزاد شدن هیدروژن در کاتد و موجب تولید هیدروکسید شده که بر خواص رسوب اثر گذاشته و باعث ایجاد پوشش نانوساختار متخلخل شده است [۵،۶،۷]. این پوشش‌ها موجب افزایش کارایی الکترودهای مورد استفاده در پیل‌های سوختی، حسگرها و باتری‌ها می‌شود. در این تحقیق از چگالی جریان‌های مختلف برای ایجاد پوشش با مورفولوژی‌های گوناگون بهره گرفته شده است.

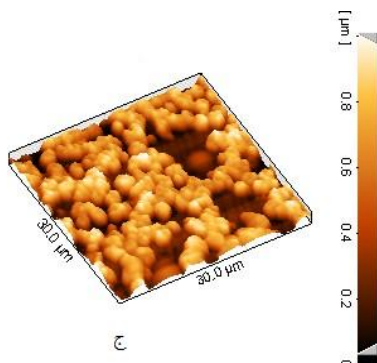
روش آزمایش

سطح مس بوسیله‌ی آبکاری الکتریکی از ترکیبات محلول سولفات مس ۵ آبه $0/8$ مولار (شرکت Scharlau) و اسید سولفوریک $0/4$ مولار (۹۸٪) در دمای آزمایشگاه آماده می‌شود. صفحات مس با خلوص بالا به ضخامت $0/8\text{mm}$ و با ابعاد 1cm در 2cm برای کاتد (زیرلایه) و آند استفاده می‌شوند. در این آزمایش برای آماده‌سازی کاتد از مراحل شامل صیقل دادن سطح با کاغذهای سمباده سیلیسیم کاربید 1000 ، 2500 ، 3000 و 5000 و تمییز کردن با استن، الکل، آب مقطر، اسیدشویی، شستشو، خنثی‌سازی و خشک کردن نمونه با گاز نیتروژن بکار برده شده است. آبکاری الکتریکی در جریان مستقیم و ولتاژ ثابت منبع تغذیه DC انجام می‌شود. شرایط حمام آبکاری مس در جدول ۱ ارائه شده است.

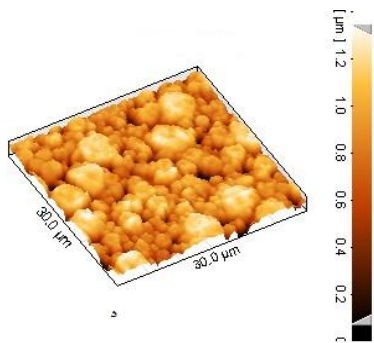
برای مطالعات مورفولوژی سطح‌های بدست آمده از میکروسکوپ نیروی اتمی مدل DS-95-50-E ساخت کمپانی DME در بخش گروه فیزیک دانشگاه سیستان و بلوچستان استفاده شد. تمام تصاویر در ابعاد 30micrometers در 30micrometers می‌باشند.



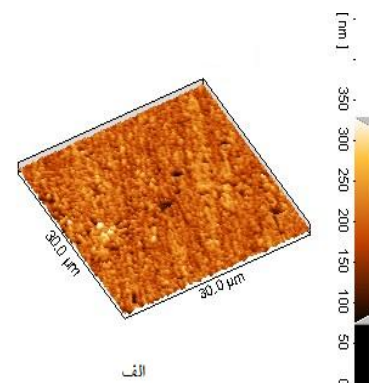
ب



ج



د



الف

اطلاعات کلی در مورد ناهمواری‌های سطحی از قبیل S_y :
 اختلاف ارتفاع پایین‌ترین نقطه با بالاترین نقطه روی سطح، S_z :
 میانگین اختلاف ارتفاع پنج تا از بلندترین نقطه‌ها به عمیق‌ترین
 دره‌های روی سطح، S_q : میزان پراکندگی داده‌ها از مقدار میانگین
 ارتفاع سطح (انحراف از معیار)، sku : میزان کشیدگی منحنی
 توزیع ارتفاع، sdr : نسبت مساحت ناحیه به مساحت ناحیه‌ای
 معادل آن ولی با سطحی کاملاً صاف، sds : تعداد قله‌ها در واحد
 سطح (میکرومتر مربع) را در جدول ۳ می‌توان مشاهده کرد.

جدول ۳: پارامترهای بیانگر میزان ناهمواری سطحی زیرلایه

S_z	S_q	sku	sdr	sds
۱۲۲nm	۱۱/۲nm	۱۶/۲	۰/۱۵٪	۱/۴۷ μm^2

در شکل ۲، میزان پستی و بلندی‌های سطح رسوب‌های مس را با
 افزایش چگالی جریان بوسیله میکروسکوپ نیروی اتمی می‌توان
 مشاهده کرد. در قسمت (الف) و (ب) با افزایش چگالی جریان از
 $5 \frac{mA}{cm^2}$ به $10 \frac{mA}{cm^2}$ ، میزان پستی و بلندی لایه مس کاهش پیدا می‌کند
 ولی با افزایش بیشتر چگالی جریان در قسمت (ج) و (د) میزان
 پستی و بلندی لایه مس افزایش پیدا کرده است و در چگالی
 جریان $50 \frac{mA}{cm^2}$ پوشش متخلخل گل کلمی را می‌توان مشاهده کرد.

شکل ۲: تصاویر میکروسکوپ نیروی اتمی، تأثیر چگالی جریان بر مورفولوژی
 سطح مس بوسیله آبرکاری الکتریکی :

الف. $5 \frac{mA}{cm^2}$ ، ب. $10 \frac{mA}{cm^2}$ ، ج. $30 \frac{mA}{cm^2}$ ، د. $50 \frac{mA}{cm^2}$.

با توجه به جدول ۴ کاهش در میزان ناهمواری‌ها، با افزایش چگالی
 جریان از نمونه (الف) به (ب) مشاهده می‌شود، که علت آن توزیع
 یکنواخت یون‌های فلزی روی سطح زیر لایه می‌باشد. کاهش
 مقدار sdr از نمونه (الف) به (ب) بیانگر این است که بافت سطح
 کم‌تر شده و در نتیجه ناهمواری‌های سطح کاهش یافته‌است و
 تغییر محسوسی در تعداد قله‌ها در واحد سطح مشاهده نمی‌شود.

- [۵] T.Wantanabe; “Nano-Plating”; ۲nd edition, Elsevier, Tokyo, Japan, (۲۰۰۴) ۳-۴.
- [۶] C.Hsiah, N.Aziz, Z.Samad, N.Noordin, M.N.Idris, M.A.Miskam; “A Review of the Fundamentals Studies for the Electroplating Process”; Universiti Sains Malaysia, (۲۰۰۴).
- [۷] A.Calusaru; “Electrodeposition of Metal Powders”; First Edition, Elsevier, (۱۹۷۹) ۳۳۳-۳۴۳.

در نمونه‌های (ج) و (د) با افزایش چگالی جریان، افزایش در میزان ناهمواری‌های سطح مشاهده می‌شود. با توجه به داده‌های sds نمونه‌های (ج) و (د)، با افزایش چگالی جریان، افزایش تعداد قله‌ها در واحد سطح مشاهده شد که این عامل بیانگر ایجاد دانه‌های جدید در سطح زیرلایه می‌باشد.

جدول ۴: پارامترهای بیانگر میزان ناهمواری سطحی

نمونه	S_y	S_q	sku	sdr	sds
الف	۴۵۷nm	۳۸۲nm	۳/۶۵	۲/۸۶٪	۱/۵۳ μm^2
ب	۳۶۱nm	۲۹/۳nm	۷/۹۳	۱/۵۲٪	۱/۶۵ μm^2
ج	۱/۰۷ μm	۲۴۹nm	۱/۸۷	۱۵/۴٪	۵۷۳۳۳ mm^2
د	۱/۴۱ μm	۲۴۴nm	۳/۹۳	۲۲/۳٪	۷۷۶۶۷ mm^2

نتیجه گیری

در این تحقیق لایه‌های رسوبی از جنس مس در حمام سولفات مس-اسید سولفوریک که حمام متداول برای آبکاری مس است، تولید گردید و تأثیر پارامتر چگالی جریان بر مورفولوژی سطحی لایه‌ها بوسیله میکروسکوپ نیروی اتمی مشاهده شد. با افزایش چگالی جریان از $5 \frac{mA}{cm^2}$ به $10 \frac{mA}{cm^2}$ سطوح صاف‌تری ایجاد می‌شود. ولی در چگالی جریان‌های بالا، می‌توان مشاهده کرد که واکنش احیاء هیدروژن شدت گرفته، این عامل ذکر شده روی خواص رسوب اثر گذاشته و باعث ایجاد پوشش متخلخل گل کلمی می‌شود.

مرجع‌ها

- [۱] Chi.Chang Hu, Chi.Ming Wu; “Effects of deposition modes on the microstructure of copper deposits from an acidic sulfate bath”; *Surface and Coatings Technology*. ۱۷۶, (۲۰۰۳) ۷۵-۸۳.
- [۲] N.D. Nikolic, Lj.J. Pavlovic, K.I. Popov; “Morphologies of electrochemically formed copper powder particles and their dependence on the quantity of evolved hydrogen”; *Powder Technology* ۱۸۵ (۲۰۰۸) ۱۹۵-۲۰۱.
- [۳] A. Ibanez, E. Fatas; “Mechanical and Structural properties of electrodeposited copper and their relation with the electrodeposition parameters”; *surface & coating Technology* ۱۹۱, (۲۰۰۵) ۷-۱۶.
- [۴] G.Muller, D.W.Baudrand; “plating on plastic”; ۲nd edition, Robert Draper. Ltd, (۱۹۷۰) ۷۱-۸۷.

SID



ابزارهای
پژوهش



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری
STES



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



کارگاه آموزشی
آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی
در تدوین و چاپ مقالات ISI



کارگاه آموزشی
روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



کارگاه آموزشی
آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word
برای پژوهشگران