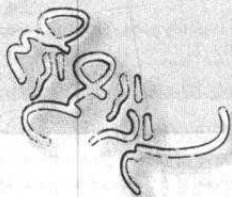


کد پیگیری: ۲۱۲۹ ۱۹۸



توهر و واتانابه

آبکاری در مقیاس نانو

جلد اول

www.ketab.ir

مترجمین:

فرزاد کارگر - مجید لاله

سیرشناسه : واتانابه، توهر و

Watanabe, Tohru

عنوان و نام پدیدآور : آبرکاری در مقیاس نانو/توهر و واتانابه : مترجمین فرزاد کارگر، مجید لاله.

مشخصات نشر : تهران: استادکار، ۱۳۹۹.

مشخصات ظاهری : ۳ ج.: مصور، جدول، نمودار.

شابک : 978-622-7165-07-4 ج. ۱ ؛ 978-622-7165-07-4 ج. ۲

وضعیت فهرست نویسی : فیبا

پادداشت : Nano-plating : microstructure control theory of plated film and data

base of plated film microstructure.

پادداشت : کتاب حاضر توسط چرنکه، ۱۳۹۰ فیبا دریافت کرده است.

پادداشت : کتابنامه.

پادداشت : نمایه.

موضوع : آبرکاری

موضوع : Plating

موضوع : مواد نانو ساختار

موضوع : Nanostructured materials

شناسه افزوده : کارگر، فرزاد، ۱۳۴۲ - مترجم

شناسه افزوده : لاله، مجید، ۱۳۴۳ - مترجم

رده بندی کنگره : TS۶۷۰

رده بندی دیویی : ۶۷۱/۷۳

شماره تابشناسی ملی : ۶۲۳۲۷۶۱



انتشارات استادکار

نام کتاب: آبرکاری در مقیاس نانو (جلد اول)

ناشر: انتشارات استادکار

مؤلف: توهر و واتانابه

مترجمین: فرزاد کارگر، مجید لاله

صفحه آرای: هفت رنگ گرافیک

لیتوگرافی: امیدگرافیک

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۹

چاپ و صحافی: نوبخت

تیراژ: ۳۰ جلد

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۱۶۵-۰۶-۷

www.simorghedaneh.com

مراکز پخش:

- کتابفروشی هنر: خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، ابتدای خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۳۲۴، تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۹۲۲۴۲
- کتابفروشی عصر دانش: خیابان انقلاب، مقابل دبیرخانه دانشگاه تهران، پلاک ۱۳۳۲، تلفن: ۰۲۱-۶۶۹۷۱۲۵۱
- کتابفروشی سیمای دانش: تهران، خیابان انقلاب، ابتدای خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۳۱۸، تلفن: ۰۲۱-۶۶۹۶۶۱
- برای تهیهی دیگر محصولات این مؤسسه در تهران یا شهرستان ها، با شماره ۰۹۳۷-۵۰۵۷۸۷۷ تماس حاصل فرمائید.



پیش‌گفتار مترجمان

تکنولوژی آبرکاری فلزات در سال‌های اخیر به سرعت مورد توجه اساتید و دانشجویان رشته مهندسی مواد قرار گرفته است. با این وجود، عدم وجود مرجعی که مکانیسم‌های رسوب‌نشانی و سیستم‌های گوناگون آن را پوشش داده باشد احساس می‌شد. در همین راستا کتاب حاضر که به جد یکی از جامع‌ترین کتاب‌ها در زمینه تکنولوژی آبرکاری است، به بررسی ترجمه شد. امید است کتاب پیش رو مقبول نظر استادان و دانشجویان قرار گیرد. سهم خود را در پیشبرد مهندسی سطح به خوبی ایفا کند. مسلماً نظرات و پیشنهادهای خوانندگان، مترجمان را در بازاندیشی مجدد پیرامون مطالب مطرح شده، رفع اشکالات، و بهبود کیفیت کتاب کمک خواهد کرد.

در نهایت مترجمان بر خود لازم می‌دانند تا از انتشارات چرتکه و شخص آقای دکتر محسن پور حسین که زمینه چاپ این کتاب را فراهم کردند سپاسگزاری کنند.

مجید لاله - فرزاد کارگر

پاییز ۱۳۹۰

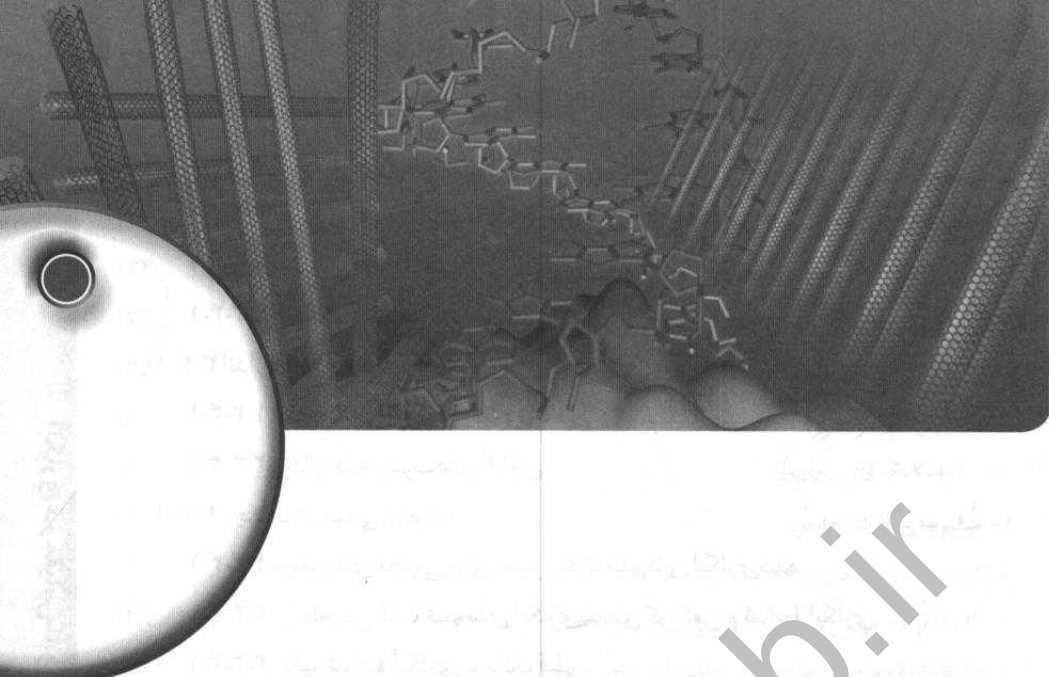
هدف از انتشار کتاب

تکنولوژی آبکاری بیش از ۲۰۰۰ سال است که وجود دارد و در طول دو هزاره گذشته به طور پیوسته مورد استفاده قرار گرفته است. تکنولوژی آبکاری مدرن بسیار پیشرفته است و به منظور در بر گرفتن محدوده وسیعی از کاربردها گسترش داده شده است؛ یعنی علاوه بر کاربرد صنعتی از آن برای تمامکاری سطحی، تکنولوژی آبکاری هم اکنون می تواند برای فرایندهای جدید به منظور ساخت فیلم هایی با کارایی زیاد یا بدنه هایی با ریز ساختار ریز در صنایع الکترونیک مورد استفاده واقع شود. این پیشرفت سریع نشان دهنده پتانسیل روش آبکاری برای تبدیل شدن به یکی از تکنیک های پیشرو امروزی است.

با این وجود، سرعت توسعه تکنولوژی آبکاری به دلیل فقدان اصول نظری عمیق کند است و عموماً بر پایه روش سعی و خطا برای حصول فیلم هایی با خصوصیات مورد نظر استوار است. علی رغم تلاش های فراوان، هنوز یک تئوری واحد برقرار نشده است که این کنترل را به یک روش مناسب فراهم کند. این کتاب مجموعه های از نتایج آزمایشگاهی متعددی است که در طول ۳۴ سال گذشته به دست آمده اند. در اینجا مفهوم "نظریه کنترل ریز ساختار" برای فیلم های آبکاری شده معرفی خواهد شد که متفاوت از تئوری های پیشین است. سپس نتایج آزمایشگاهی متعددی که تأیید کننده صحت این تئوری هستند توصیف خواهند شد. در نهایت، مجموعه عظیمی از

داده‌های تجربی در مورد سیستم‌های فلزی/آلیاژی آبکاری شده با تأکید بر ریزساختار آنها آورده شده‌اند.

واضح است که در سال‌های اخیر تحقیقات بسیاری در مورد کنترل ریزساختار فیلم‌های آبکاری شده انجام شده است. پس از ده‌ها سال تحقیق در مورد تکنولوژی آبکاری، نویسندگان احساس کردند که نیاز ضروری به یک کتاب در مورد نظریه کنترل ریزساختار در صنعت آبکاری وجود دارد. بنابراین کتاب حاضر تألیف شد، اگرچه مباحث مطرح شده در آن هنوز کامل نیستند. برای توصیف یک روش مؤثر برای تحقیق در مورد فرایند آبکاری، روش‌های تحقیقاتی و تجربی آبکاری توضیح داده شده‌اند. ریزساختار ۵۳ نوع از فلزات خالص و آلیاژهای آبکاری شده گردآوری شده‌اند، که یک مجموعه داده مفید را برای فیلم‌های آبکاری شده فراهم می‌کند. ویژگی‌ها، خصوصاً به فرد این مجموعه داده‌ها این است که حمام‌های آبکاری انتخاب شده ساده بوده و اغلب بدون افزودنی هستند. علاوه بر این، مواد آمورف به عنوان زیرلایه انتخاب شدند تا اینکه از تأثیر ساختار زیرلایه بویگیری بعمل آید. همچنین، زیرلایه‌های تک بلوری به منظور مطالعه پدیده رشد اپیتاکسی مورد استفاده قرار گرفتند. همانطور که در بالا اشاره شد، کتاب حاضر هنوز کامل نیست. بنابراین، وظیفه ما ادامه جمع‌آوری داده‌های تجربی برای پر کردن شکاف‌های موجود در این کتاب است. از این رو، در آینده این کتاب به روز رسانی خواهد شد.



فهرست مطالب

فصل ۱

نظریه کنترل ریز ساختار فیلم آبکاری

۱۵	۱-۱- مقدمه
۱۸	۲-۱- روند پژوهش تکنولوژی آبکاری
۲۱	۳-۱- مروری بر فیلم‌های آبکاری‌شده و TMC در گذشته
۲۴	۴-۱- نظریه کنترل ریز ساختار فیلم‌های آبکاری‌شده
۲۵	۱-۴-۱- ساختار متالورژیکی
۲۹	۲-۴-۱- مورفولوژی سطح
۲۹	۱-۲-۴-۱- تغییرات مورفولوژی سطح با افزایش ضخامت فیلم
۴۰	۲-۲-۴-۱- تغییرات مورفولوژی سطح با چگالی جریان (ولتاژ اضافی)
۴۵	۳-۲-۴-۱- تغییر مورفولوژی سطح با نوع آنیون‌ها
۴۸	۴-۲-۴-۱- تغییرات مورفولوژی سطح با دمای محلول
۴۹	۵-۲-۴-۱- تغییرات مورفولوژی سطح با هم زدن محلول

۴۹	۶-۲-۴-۱- مورفولوژی سطح فیلم‌های آلایژی
۵۳	۷-۲-۴-۱- جمع بندی اصول شکل گیری ناهمواری‌های سطحی
۵۴	۸-۲-۴-۱- تشکیل دندریت‌ها
۵۵	۹-۲-۴-۱- اثر براق کننده‌ها
۵۷	۳-۴-۱- اندازه دانه
۵۷	۱-۳-۴-۱- اندازه دانه رسوب‌های فلزی خالص
۵۹	۲-۳-۴-۱- اندازه دانه رسوب‌های آلایژی
۶۴	۴-۴-۱- جهات ترجیحی (بافت)
۶۹	۱-۴-۱- روش‌های تجربی برای تعیین بافت فیلم‌های آبکاری شده
۶۹	۲-۴-۴-۱- رابطه بین بافت فیلم‌های آبکاری شده‌ی گوناگون و شرایط آبکاری
۷۷	۱-۴-۴-۱- تاثیر شرایط آبکاری بر بافت فیلم
۸۶	۴-۴-۴-۱- سخت فیلم‌های الکترولس
۸۷	۵-۴-۴-۱- جمع بندی
۸۹	۵-۴-۱- اتصال با زیرلایه و انطباق بلورشناختی (اپیتاکسی)
۹۵	۶-۴-۱- تنش پسماند (تنش‌های فشاری، کششی و ترک‌ها)
۱۰۰	۷-۴-۱- مورفولوژی غیرعادی
۱۰۰	۱-۷-۴-۱- برآمدگی کوچک
۱۰۳	۲-۷-۴-۱- حفره‌ها
۱۰۴	۳-۷-۴-۱- ترک‌ها
۱۰۵	۴-۷-۴-۱- شکل‌گیری ساختار لایه‌ای
۱۰۹	۵-۷-۴-۱- لایه‌ی ابتدایی
۱۱۲	۶-۷-۴-۱- ویسکر
۱۱۴	مراجع

فصل ۲

مکانیزم تشکیل فیلم در رسوب‌نشانی الکتروشیمیایی

۱۲۱	۱-۲- تشکیل فیلم‌های الکترولیتی
۱۲۱	۱-۱-۲- مراحل اولیه‌ی جوانه‌زنی و رشد فیلم‌های فلزی خالص

۱۳۲	۲-۱-۲- ساختار فیلم‌های آلیاژی دوتایی الکترولیتی
۱۳۲	۱-۲-۱-۲- شکل‌گیری از نوع جدایش فازی
۱۳۴	۲-۲-۱-۲- تشکیل آلیاژ محلول جامد
۱۳۵	۳-۲-۱-۲- تشکیل ترکیبات بین فلزی
۱۳۵	۴-۲-۱-۲- فاز نیمه پایدار
۱۳۹	۵-۲-۱-۲- فاز آمورف
۱۴۶	۶-۲-۱-۲- فاز مخلوط
۱۴۷	۲-۲- فیلم‌های الکتروکاتالیز
۱۴۸	۱-۲-۲- روش آنکدینگ الکتروکاتالیز
۱۴۸	۱-۱-۲-۲- روش آبکاری الکتروکاتالیز و ریزساختار
۱۵۰	۲-۱-۲-۲- مکانیسم تشکیل فیلم‌های الکتروکاتالیز
۱۵۵	۳-۱-۲-۲- اتصال بین ریزلایه‌ها و فیلیم‌های الکتروکاتالیز
۱۵۵	۱-۳-۱-۲-۲- زیرلایه‌های فلزی
۱۵۵	۲-۳-۱-۲-۲- زیرلایه‌های غیر فلزی
۱۶۲	۲-۲-۲- پوشش غوطه‌وری
۱۶۲	۱-۲-۲-۲- مکانیسم تشکیل فیلم در پوشش غوطه‌وری (جابجایی)
۱۶۴	۲-۲-۲-۲- اتصال بین پوشش غوطه‌وری و زیرلایه
۱۶۶	۳-۲-۲- آبکاری تماسی
۱۶۸	مراجع

فصل ۳

آبکاری در الکترولیت‌های آلی

۱۷۱	۱-۳- مقدمه
۱۷۲	۲-۳- روش‌های تجربی
۱۷۵	۳-۳- انتخاب الکترولیت آبکاری
۱۷۶	۱-۳-۳- مورفولوژی سطحی فیلم‌های آبکاری‌شده
۱۸۰	۲-۳-۳- ساختار بلوری فیلم‌های آبکاری‌شده
۱۸۳	۴-۳- رسوب کبالت از محلول‌های حلال آلی مختلف

۱۹۲	۳-۴-۱- اثر اندازه دانه
۱۹۳	۳-۴-۲- آخال در فیلم‌های آبکاری شده
۱۹۳	۳-۴-۲-۱- حمام H_2O
۱۹۳	۳-۴-۲-۲- حمام DMSO
۱۹۶	۳-۴-۳- حمام FA
۱۹۷	۳-۴-۳- ارتباط بین محصولات انحلال حلال و اندازه دانه
۱۹۸	۳-۴-۴- مورفولوژی سطحی فیلم‌های کبالت آبکاری شده
۱۹۹	۳-۵- جهت گیری و تشکیل بلور
۲۰۱	مراجع

فصل ۴

تغییرات ریز ساختاری فیلم‌های آبکاری شده در حین عملیات حرارتی

۲۰۵	۴-۱- مقدمه
۲۰۶	۴-۲- تغییر فازهای نیمه پایدار و غیر تعادل به بلورهای پایدار
۲۱۱	۴-۳- تبدیل فاز آمورف به فاز تعادلی
۲۲۴	مراجع

فصل ۵

کنترل ماکروساختار فیلم‌های آبکاری شده و ایجاد ریز ساختار سه بعدی

۲۲۷	۵-۱- مقدمه
۲۲۸	۵-۲- کنترل ماکروساختار در فیلم‌های آبکاری شده
۲۲۸	۵-۲-۱- ساختار ستونی
۲۲۸	۵-۲-۲- ساختار با بلورهای ریز (نانوبلورها)
۲۲۸	۵-۲-۳- ساختار آمورف
۲۳۰	۵-۲-۴- تک بلورها
۲۳۰	۵-۲-۵- فیلم چند لایه (ML)

۲۳۱	۶-۲-۵- فیلم‌های چند لایه‌ی شامل لایه‌های متناوب فازهای بلوری و آمورف
۲۳۱	۷-۲-۵- چند لایه‌های اپتاکسی
۲۳۳	۸-۲-۵- ساختار مدرج بلوری / آمورف
۲۳۳	۹-۲-۵- پوشش‌های کامپوزیتی
۲۳۳	۱۰-۲-۵- پوشش‌های کامپوزیتی مدرج
۲۳۳	۱۱-۲-۵- سایر ساختارها
۲۳۴	۳- ساخت بدنه‌ی ریزساختاری سه بعدی
۲۳۶	مراجع

فصل ۶

روش‌های بررسی ویژگی‌های فیلم‌های آبکاری‌شده

۲۳۹	۱-۶- ساختار زیرلایه‌های فلزی
۲۳۹	۱-۱-۶- تغییر شکل و بافت آنیل
۲۴۰	۲-۱-۶- لایه‌ی تغییر شکل یافته‌ی سطحی
۲۴۳	۳-۱-۶- زیر لایه‌ی تک بلور
۲۴۳	۴-۱-۶- روش‌های پیش عملیات برای زیرلایه‌های چند بلوری
۲۴۳	۱-۴-۱-۶- عملیات آنیل
۲۴۴	۲-۴-۱-۶- پولیش الکتروشیمیایی
۲۴۶	۲-۶- تعیین ساختار فیلم‌های آبکاری‌شده
۲۴۶	۱-۲-۶- روش XRD
۲۴۸	۲-۲-۶- تجزیه تحلیل ساختاری توسط TEM
۲۴۹	۱-۲-۲-۶- مشاهده‌ی مراحل اولیه‌ی فرایند رسوب‌نشانی الکتروشیمیایی
۲۵۵	۲-۲-۲-۶- نمای بالایی فیلم‌های آبکاری‌شده‌ی ضخیم
۲۵۵	۱-۲-۲-۲-۶- روش پولیش الکتروشیمیایی
۲۵۶	۲-۲-۲-۲-۶- روش فرزکاری یونی
۲۵۷	۳-۲-۲-۶- رابطه‌ی انطباقی بلورشناختی بین فیلم‌های آبکاری‌شده و زیرلایه
۲۵۷	۴-۲-۲-۶- آماده‌سازی نمونه‌های TEM مقطع عرضی
۲۵۷	۱-۴-۲-۲-۶- برش افراطی