



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iran National Standardization Organization



استاندارد ملی
ایران - ایزو
۸-۸۰۰۰۴
تجدید نظر اول
۱۴۰۱

INSO-ISO

80004-8

1st Revision

2022

Identical with
ISO/ TS 80004-8:
2020

فناوری نانو - واژه نامه -
قسمت ۸: فرایندهای نانوساخت

Nanotechnologies – Vocabulary-
Part 8: Nanomanufacturing processes

ICS:01.040.07; 07. 30; 07.120

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، وظیفه تعیین، تدوین، به روزرسانی و نشر استانداردهای ملی را برعهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که براساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به‌عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به‌منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را براساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«فناوری نانو - واژه‌نامه - قسمت ۸ - فرایندهای نانوساخت»

رئیس:

آقابزرگ، حمیدرضا

(دکتری شیمی - معدنی)

سمت و/یا محل اشتغال:

عضو هیئت علمی - پژوهشگاه صنعت نفت

دبیر:

سهرابی جهرمی، ابوذر

(دکتری فناوری نانو)

مدیر عامل - شرکت راصد توسعه فناوری‌های پیشرفته

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اسلامی‌پور، الهه

(کارشناسی ارشد زیست‌شناسی سلولی و مولکولی)

کارشناس - گروه استاندارد و ارزیابی محصولات ستاد نانو

تکاسی، ثمین

(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

کارشناس فنی - شرکت راصد توسعه فناوری‌های پیشرفته

ستوده تبار، حامد

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

کارشناس فنی - شرکت راصد توسعه فناوری‌های پیشرفته

سیفی، مهوش

(کارشناسی ارشد مدیریت دولتی)

نایب رئیس - کمیته فنی متناظر فناوری نانو ISIRI/TC 229

سینائیان، کیمیا

(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

کارشناس فنی - شرکت راصد توسعه فناوری‌های پیشرفته

کارشناس - سازمان ملی استاندارد ایران

شاکری، روشنک

(کارشناسی ارشد فیزیک اتمی - مولکولی)

سمت و/یا محل اشتغال:

کارشناس ارشد فنی - شرکت راصد توسعه فناوری های پیشرفته

عضو هیئت علمی - پژوهشگاه صنعت نفت

پژوهشگر ارشد - فرهنگستان زبان و ادب فارسی

کارشناس - گروه استاندارد و ارزیابی ، ستاد ویژه توسعه فناوری
نانو

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

شعیب، ابوالفضل

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

صادق حسنی، صدیقه

(دکتری شیمی تجزیه - الکتروشیمی)

ظریف، محمود

(کارشناسی ارشد زبان و ادبیات فارسی)

گل زردی، سمیرا

(کارشناسی ارشد مهندسی مواد)

ویراستار:

سیفی، مهوش

(کارشناسی ارشد مدیریت دولتی)

نایب رئیس - کمیته فنی متناظر فناوری نانو ISIRI/TC 229

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ح	پیش‌گفتار
ط	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ منابع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۴	۴ اصطلاحات مربوط به جنبه‌های عمومی
۶	۵ اصطلاحات مربوط به چیدمان هدفمند
۷	۶ اصطلاحات مربوط به فرایندهای خودآرایی
۱۰	۷ اصطلاحات مربوط به سنتز
۱۰	۱-۷ فرایندهای فاز گازی- روش‌های فیزیکی
۱۲	۲-۷ فرایندهای فاز گازی- روش‌های شیمیایی
۱۲	۱-۲-۷ فرایندهای سنتز شعله
۱۳	۲-۲-۷ سایر اصطلاحات
۱۴	۳-۷ فرایندهای فاز مایع- روش‌های فیزیکی
۱۵	۴-۷ فرایندهای فاز مایع- روش‌های شیمیایی
۱۷	۵-۷ فرایندهای فاز جامد- روش‌های فیزیکی
۲۱	۶-۷ فرایندهای فاز جامد- روش‌های شیمیایی
۲۲	۸ اصطلاحات مربوط به ساخت
۲۲	۱-۸ لیتوگرافی نانوالگویی
۲۸	۲-۸ فرایندهای نهشت
۳۳	۳-۸ فرایندهای حکاکی
۳۸	۴-۸ چاپ و پوشش‌دهی

صفحه	عنوان
۴۰	پیوست الف (آگاهی دهنده) تشخیص خروجی حاصل از فرایندهای سنتز تعریف شده
۴۳	کتابنامه
۴۴	نمایه

پیش‌گفتار

استاندارد «فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۸: فرایندهای نانوساخت» که نخستین بار در سال ۱۳۹۶ تدوین و منتشر شد، براساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره‌شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرارگرفت و در صد و هفدهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد فناوری نانو مورخ ۱۴۰۱/۰۵/۱۱ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ‌شده در دی ماه ۱۳۹۶، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران براساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۸-۸۰۰۰۴ : سال ۱۳۹۶ می‌شود.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

ISO/TS 80004-8: 2020, Nanotechnologies - Vocabulary - Part 8: Nanomanufacturing processes

مقدمه

نانوساخت پلی اساسی میان اکتشافات علوم نانو و محصولات فناوری نانو در دنیای واقعی است.

پیشرفت فناوری نانو از آزمایشگاه به تولید انبوه، مستلزم مطالعه دقیق مسائل مربوط به فرایند ساخت، از جمله طراحی محصول، قابلیت اطمینان و کیفیت، طراحی و کنترل فرایند، عملیات فروش، مدیریت زنجیره تامین، فعالیت‌های در ارتباط با ایمنی و سلامتی در محیط کار در طول تولید، استفاده و مدیریت نانومواد است. نانوساخت شامل روش‌های هدفمند خودآرایی و مجموعه روش‌های مصنوعی و فرایندهای ساخت مانند لیتوگرافی و فرایندهای زیستی است. نانوساخت شامل چیدمان هدفمند پایین به بالا، فرایند بالا به پایین با وضوح بسیار، مهندسی سامانه‌های مولکولی، یکپارچه‌سازی سلسله‌مراتبی با سامانه‌های مقیاس بزرگتر نیز می‌شود. وقتی ابعاد مواد و سامانه‌های مولکولی به مقیاس نانو می‌رسد، قوانین متعارف حاکم بر رفتارهای آن‌ها تغییر می‌کند. به همین ترتیب، رفتار یک محصول نهایی در نتیجه حاصل عملکرد جمعی قطعات نانویی سازنده آن، بهبود پیدا می‌کند.

اصطلاحات فرایند زیست‌شناختی از اصطلاحات مربوط به تولید نانوساخت در این نسخه ارائه نشده‌است، اما باتوجه به توسعه سریع این موضوع، انتظار می‌رود اصطلاحات مربوط به این زمینه مهم در به‌روزرسانی‌های آینده به این استاندارد یا در مجموعه استانداردهای ISO/TS 80004 اضافه شود که می‌تواند شامل فرایندهای تولید نانومواد زیست‌شناختی و نیز استفاده از فرایندهای زیست‌شناختی برای ساخت مواد در مقیاس نانو باشد.

همچنین، اصطلاحات دیگری از سایر زمینه‌های در حال توسعه نانوساخت، از جمله ساخت مواد چندسازه، ساخت غلتکی و غیره در استانداردهای آینده گنجانده خواهد شد.

بین دو اصطلاح «نانوساخت» و «نانوتولید» تمایز وجود دارد. نانوساخت گستره وسیع‌تری از فرایندها را در مقایسه با نانوتولید پوشش می‌دهد. نانوساخت تمام فنون نانوتولید و همچنین فنون مربوط به فرآوری مواد و سنتز شیمیایی را شامل می‌شود.

این استاندارد مقدمه‌ای بر فرآوری‌های مراحل اولیه زنجیره ارزش نانوساخت یعنی سنتز آگاهانه، تولید یا کنترل نانومواد، از جمله مراحل تولید در مقیاس نانو است. نانوموادى که از این فرایندهای نانوساخت حاصل می‌شوند، در بازار توزیع می‌شوند، برای مثال ممکن است بیشتر خالص‌سازی شوند، قابل تجمیع در مخلوط یا زمینه‌های مواد چندسازه پراکنده باشند یا به‌عنوان اجزای یکپارچه سامانه‌ها و افزارها استفاده شوند. زنجیره ارزش نانوساخت در واقع یک گروه بزرگ و متنوع از یک زنجیره ارزش تجاری است که در بخش‌های زیر گسترش می‌یابد:

- صنعت نیم‌رسانا (که در آن تلاش برای تولید ریزپردازنده‌های کوچکتر، سریع‌تر و کارآمدتر و تولید مدار در اندازه کمتر از ۱۰۰ nm است)؛
- الکترونیک و مخابرات راه‌دور؛
- هوافضا، دفاع و امنیت ملی؛
- انرژی و خودرو؛
- پلاستیک و سرامیک؛
- محصولات جنگلی و کاغذی؛
- مواد غذایی و بسته‌بندی مواد غذایی؛
- داروسازی، زیست‌دارو و زیست‌فناوری؛
- اصلاح محیط‌زیست؛
- پوشاک و مراقبت شخصی.

هزاران تن از نانومواد موجود در بازار با کاربردهای نهایی در بخش‌های ذکر شده وجود دارد، از جمله، کربن‌سیاه و سیلیکای دژدود^۱. انتظار می‌رود تا نانومواد که با هدف خاص و منطقی طراحی شده‌اند، چشم‌انداز زمینه‌هایی مانند زیست‌فناوری، تصفیه آب و توسعه انرژی را به نحو مطلوبی تغییر دهند.

بیشتر بندها در این استاندارد براساس نوع فرایند سازماندهی شده‌اند. در بند ۶، منطق جانمایی به شرح زیر است: مرحله قبل از ساخت ذره، ماده در یک فاز گاز، مایع یا جامد است. فاز بسته^۲ یا حامل، در رده‌بندی فرایند لحاظ نمی‌شود. به‌عنوان مثال، ذرات آهن را در فرایندی که کاتالیزور بوده و به‌وسیله آن روغن را آغشته می‌کنید در نظر بگیرید، روغن تبخیر و چگالش شده و ذرات کربن روی ذرات آهن تشکیل می‌شوند. آن‌چه تبخیر شده، روغن است و به‌همین دلیل این یک فرایند فاز گازی است. نانولوله‌هایی که از فاز گاز رشد می‌کنند، از ذرات کاتالیستی شروع می‌شوند و با فاز گاز واکنش می‌دهند تا نانولوله‌ها رشد کنند، لذا این یک فرایند به‌عنوان یک فرایندگازی مشخصه‌یابی می‌شود. نشانه‌هایی از این‌که چه فرایندهای سنتزی برای ساخت نانوشیاء، نانوذرات یا هر دو، استفاده می‌شوند در پیوست الف ارائه شده‌است.

علاوه‌براین، پیوست الف فرایندهایی را که برای مواد ماکروسکوپی نیز قابل‌اجرا هستند، شناسایی می‌کند و به‌همین دلیل منحصر به نانساخت نیست.

1- Fumed silica
2- Substrate

درک مشترک از اصطلاحات استفاده شده در کاربردهای عملی، موجب توانمندی جوامع ذی‌نفع و دست‌اندرکار نانساخت می‌شود که پیشرفت نانساخت در سطح جهانی را در پی خواهد داشت. گسترش فهم اصطلاحات در زمینه‌های زیرسازی ساخت، موجب ایجاد پلی میان نوآوری‌های آزمایشگاه‌های پژوهشی و پویایی اقتصادی فناوری نانو می‌شود.

برای اطلاعاتی که از اصطلاحات نانومواد حمایت می‌کنند، به استاندارد BSI PAS 135 مراجعه شود [11].

این استاندارد یک قسمت از یک مجموعه اصطلاحات چندقسمتی است که جنبه‌های مختلف فناوری نانو را پوشش می‌دهد.

فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۸: فرایندهای نانوساخت

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعریف اصطلاحات مربوط به فرایندهای نانوساخت در زمینه فناوری نانو است. تمام اصطلاحات فرایندی در این استاندارد مربوط به نانوساخت است، اگرچه بسیاری از فرایندهای فهرست شده منحصر به مقیاس نانو نیستند. اصطلاحاتی که کاربرد انحصاری ندارند در داخل تعاریف مشخص شده‌اند. چنین فرایندهایی می‌توانند با توجه به شرایط کنترل شده منجر به موادی با خصیصه‌هایی در مقیاس نانو یا مقیاس‌های بزرگتر شود.

اصطلاحات بسیار دیگری وجود دارد، همچون ابزار، اجزاء، مواد، روش‌های کنترل سامانه و یا روش‌های اندازه‌گیری مربوط به نانوساخت که خارج از دامنه کاربرد این استاندارد است.

اصطلاحات و تعاریف سایر قسمت‌های مجموعه استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۸۰۰۰۴ در بند ۳ برای محتوا و درک بهتر بازنویسی شده‌اند.

۲ مراجع الزامی

هیچ مرجع الزامی در این استاندارد وجود ندارد.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات با تعاریف زیر به کار می‌رود^۱.

۱-۳

نانولوله کربنی

carbon nanotube

CNT

نانولوله‌ای (۳-۹) که از کربن تشکیل شده است.

۱- اصطلاحات و تعاریف به کار رفته در استانداردهای ISO و IEC در وبگاه‌های <https://www.iso.org/obp> و <http://www.electropedia.org> قابل دسترس است.

یادآوری - نانولوله‌های کربنی معمولاً از لایه‌های گرافنی منحنی خمیده تشکیل می‌شوند که شامل نانولوله‌های کربنی تک‌جداره و نانولوله‌های کربنی چندجداره هستند.

[منبع: زیربند ۳-۴، استاندارد ملی ایران- ایزو ۳-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۴]

۲-۳

نانوچندسازه

nanocomposite

جامدی شامل مخلوطی از دو یا چند ماده که از نظر فازی جدا شده‌اند و دارای یک یا چند نانوفاز است.

یادآوری ۱ - نانوفازهای گازی مستثناء می‌شوند (آن‌ها زیر عنوان ماده نانومتخلخل مطرح می‌شوند).

یادآوری ۲ - مواد با فازهای نانومقیاس (۳-۷) که فقط به‌وسیله رسوب‌گیری تشکیل می‌شوند، مواد نانوچندسازه به‌شمار نمی‌آیند.

[منبع: زیربند ۲-۴، استاندارد ملی ایران- ایزو ۴-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۳]

۳-۳

نانولیف

nanofibre

نانوشیئی (۳-۵) با دو بعد خارجی در **نانومقیاس** (۳-۷) و بعد سوم که به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بزرگتر است.

یادآوری ۱ - بزرگترین بعد خارجی لزوماً در نانومقیاس نیست.

یادآوری ۲ - اصطلاحات «نانولیفچه» و «نانوفیلامان» نیز می‌تواند استفاده شوند.

یادآوری ۳ - به یادآوری ۱ در زیربند ۴-۴، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۲-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵ مراجعه شود.

[منبع: زیربند ۴-۵، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۲-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

۴-۳

نانوماده

nanomaterial

ماده‌ای که بعد خارجی آن یا ساختار داخلی یا ساختار سطحی آن **نانومقیاس** (۳-۷) است.

یادآوری ۱ - این اصطلاح عمومی شامل نانوشیئی (۳-۵) و ماده **نانوساختار** (۳-۸) می‌شود.

یادآوری ۲ - نانوماده مهندسی‌شده، نانوماده ساخته‌شده و نانوماده تصادفی نیز مشاهده شوند.

[منبع: زیربند ۲-۴، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

۵-۳

نانوشیء

nano-object

هر قطعه مجزا از ماده با یک، دو و یا سه بعد خارجی در *نانومقیاس* (۷-۳) است. یادآوری- این یک اصطلاح عمومی برای تمامی اشیاء است.

[منبع: زیربند ۲-۵، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵، تغییر یافته- یادآوری جدید جایگزین شده است.]

۶-۳

نانوذره

nanoparticle

نانوشیئی (۵-۳) با تمام ابعاد خارجی در *نانومقیاس* (۷-۳) که در آن طول بلندترین و کوچکترین محورهای نانوشیء به طور قابل ملاحظه‌ای با یکدیگر تفاوت نداشته باشد.

یادآوری- چنانچه ابعاد به طور قابل ملاحظه‌ای با یکدیگر تفاوت داشته باشند (معمولاً بیش از سه برابر)، ممکن است اصطلاحاتی مانند *نانولیف* (۳-۳) یا *نانوصفحه* بر نانوذره ترجیح داده شود.

[منبع: زیربند ۴-۴، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۲-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

۷-۳

نانومقیاس

nanoscale

گستره اندازه بین تقریباً ۱ nm تا ۱۰۰ nm است.

یادآوری- خواصی را که از اندازه‌های بزرگتر، برون‌یابی نمی‌شوند غالباً در این گستره اندازه نشان داده می‌شوند.

[منبع: زیربند ۲-۱، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

۸-۳

ماده نانساختار یافته

nanostuctured material

موادی که ساختار داخلی یا سطحی آن‌ها *نانومقیاس* (۷-۳) است.

یادآوری ۱- چنانچه ابعاد خارجی *نانومقیاس* باشند، اصطلاح *نانوشیئی* (۵-۳) توصیه می‌شود.

یادآوری ۲- برگرفته از زیربند ۲-۷، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵.

[منبع: زیربند ۳-۱۱، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۴-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۳]

۹-۳

نانولوله

nanotube

نانولیف (۳-۳) توخالی است.

[منبع: زیربند ۴-۸، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۲-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

۴ اصطلاحات مربوط به جنبه‌های عمومی

۱-۴

نانوساخت پایین به بالا

bottom up nanomanufacturing

فرایندهایی هستند که از واحدهای بنیادین کوچک در نانومقیاس (۳-۷) برای ایجاد ساختارها یا چیدمان‌هایی با کارکرد قوی و بزرگتر استفاده می‌کنند.

۲-۴

هم‌نهشتی

co-deposition

نهشت هم‌زمان دو یا چند ماده اولیه است.

یادآوری- روش‌های رایج عبارتند از: روش‌های مبتنی بر خلاء، افشانش گرمایی (۸-۲-۱۶)، الکترونهشت (۸-۲-۷) و روش‌های هم‌نهشتی تعلیقه مایع.

۳-۴

پودرکردن

comminution

شکستن یا خرد/یش (۶-۵-۷)، برای کاهش اندازه ذرات است.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۴-۴

چیدمان هدفمند

directed assembly

تشکیل هدایت‌شده یک ساختار با استفاده از اجزاء نانومقیاس (۲-۷) خارجی که در اصل می‌تواند الگوی تعریف‌شده‌ای داشته باشد.

۵-۴

خودآرایی هدفمند

directed self-assembly

خودآرایی (۴-۱۱) متاثر از مداخله عامل خارجی برای تولید یک ساختار، جهت‌گیری یا الگو است. یادآوری - مثال‌هایی از مداخله عامل خارجی شامل: میدان اعمالی، یک قالب شیمیایی یا ساختاری، گرادیان (شیو) شیمیایی و جریان سیال هستند.

۶-۴

لیتوگرافی

lithography

ایجاد تکرارپذیری یک الگو است.

یادآوری - الگو می‌تواند در یک ماده حساس به تابش و یا با انتقال ماده روی یک زیرلایه با یکی از روش‌های انتقال، چاپ و یا نگاشت مستقیم تشکیل شود.

۷-۴

نهشت چندلایه‌ای

multilayer deposition

نهشت متناوبی از دو یا چند ماده اولیه برای تولید لایه‌ای با ساختار چندسازه‌ای است.

۸-۴

نانوتولید

nanofabrication

مجموعه‌ای از فعالیت‌ها برای ساخت آگاهانه نانواشیاء (۳-۵) یا مواد نانو ساختاری (۳-۸) است.

۹-۴

نانوساخت

nanomanufacturing

سنتز آگاهانه، ایجاد و یا کنترل نانومواد (۳-۴) و یا مراحل ساخت در نانومقیاس (۳-۷) به منظور دستیابی به اهداف تجاری است.

[منبع: زیربند ۲-۱۱، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

۱۰-۴

فرایند نانوساخت

nanomanufacturing process

مجموعه‌ای از فعالیت‌ها به منظور سنتز آگاهانه، ایجاد یا کنترل نانومواد (۳-۴) و یا مراحل ساخت در نانومقیاس (۳-۷) برای اهداف تجاری است.

[منبع: زیربند ۲-۱۲، استاندارد ملی ایران - ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

۱۱-۴

خودآرایی

self-assembly

عملی خودبه‌خود که در آن اجزاء، خود را با الگوها یا ساختارهایی ساماندهی می‌کنند.

۱۲-۴

عامل دار کردن سطح

surface functionalization

فرایندی شیمیایی است که بر روی یک سطح اعمال می‌شود تا از یک کارکرد شیمیایی یا فیزیکی انتخابی بهره‌مند شود.

۱۳-۴

نانوساخت بالا به پایین

top-down nanomanufacturing

فرایندهایی هستند که از اشیاء بزرگ مقیاس، ساختارهای نانومقیاس (۳-۷) را ایجاد می‌کنند.

۵ اصطلاحات مربوط به چیدمان هدفمند

۱-۵

چیدمان با نیروی الکترواستاتیکی

electrostatic driven assembly

استفاده از نیروی الکترواستاتیک به منظور جهت‌دهی یا قرار دادن عناصر نانومقیاس (۳-۷) در یک افزاره یا ماده است.

۲-۵

هم‌ترازی سیالی

fluidic alignment

استفاده از جریان سیال برای جهت‌دهی عناصر نانومقیاس (۳-۷) در یک افزاره یا ماده است.

۳-۵

چیدمان سلسله مراتبی

hierarchical assembly

استفاده بیش از یک نوع فرایند نانوساخت (۴-۹) برای کنترل یک ساختار در مقیاس‌های طولی چندگانه است.

۴-۵

چیدمان با نیروی مغناطیسی

magnetic driven assembly

استفاده از نیروی مغناطیسی برای چیدمان عناصر/ذرات در نانومقیاس (۳-۷) در یک الگو یا پیکربندی موردنظر است.

۵-۵

چیدمان مبتنی بر شکل

shape-based assembly

استفاده از شکل هندسی نانوذرات (۳-۶) برای دستیابی به الگو یا پیکربندی موردنظر است.

۶-۵

چیدمان آبرمولکولی

supramolecular assembly

استفاده از پیوند شیمیایی غیرکووالانسی برای چیدمان مولکول‌ها یا نانوذرات (۳-۶) با لیگاندهای سطحی است.

۷-۵

انتقال سطح به سطح

surface-to-surface transfer

انتقال نانوذرات یا ساختارها از سطح یک زیرلایه‌ای که نانوذرات (۳-۶) بر روی آن نهشت‌یافته، رشد کرده و یا چیدمان یافته، به روی یک زیرلایه دیگر است.

۶ اصطلاحات مربوط به فرایندهای خودآرایی

۱-۶

تبلور کلونیدی

colloidal crystallization

ته‌نشینی نانوذرات (۳-۶) از یک محلول حاوی نانوشیاء (۳-۵) و انبوهه‌ها و کلوخه‌های آن‌ها (NOAAs)^۱، برای تشکیل جامدی که شامل مجموعه‌ای از ذرات برای تشکیل آرایه‌ای از واحدهای تکرارشونده است. یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست اما برای کاربرد در فرایندهای نانوساخت پذیرفته شده است.

۲-۶

رونشانی مکانی

graphioepitaxy

خودآرایی هدفمند (۴-۵) با استفاده از خصیصه‌های مکان‌نگاری^۲ نانومقیاس (۳-۷) است. یادآوری ۱- این روش شامل رشد یک لایه نازک روی سطح و رشد یک لایه اضافی در بالای یک زیرلایه است که ساختار مشابه یا متفاوت با بلور زیرین دارد. یادآوری ۲- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست اما برای کاربرد در فرایندهای نانوساخت پذیرفته شده است.

۳-۶

بازسازی سطح با باریکه یونی

ion beam surface reconstruction

استفاده از یک باریکه یونی شتاب‌دهی شده برای ایجاد اصلاح سطحی است که می‌تواند در نانومقیاس (۳-۷) باشد.

1- Nano-Objects and their Agregates and Agglomerates
2- Topographical

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست اما برای کاربرد در فرایندهای نانوساخت پذیرفته شده است.

۴-۶

تشکیل لایه نازک لانگمویر- بلاجت

Langmuir-Blodgett film formation

ایجاد یک لایه نازک در یک میانای^۱ هوا- مایع است.

۵-۶

انتقال لایه لانگمویر- بلاجت

Langmuir-Blodgett film transfer

انتقال یک لایه نازک مولکولی لانگمویر- بلاجت تشکیل شده در یک میانای مایع هوا- مایع، بر روی سطح یک جامد، با فرو بردن یک بستره جامد در مایع پشتیبان است.

۶-۶

نهشت لایه به لایه

layer-by-layer deposition

LbL deposition

فرایند الکترواستاتیک نهشت پلی الکترولیت‌هایی با بار مخالف که هر یک بر روی لایه زیرین دیگری قرار گرفته‌اند.

۷-۶

روش کنشگر شیمیایی عنصری مدوله شده

modulated elemental reactant method

استفاده از پیش‌ساز نهشت یافته از بخار با نواحی از ترکیبات کنترل شده، به‌عنوان الگویی برای تشکیل لایه‌های تعویض شده از دو یا چند ساختار است.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۸-۶

تشکیل تک‌لایه خودآرا

self-assembled monolayer formation

SAM formation

تشکیل غیرارادی (خودبه‌خودی) تک‌لایه مولکولی سازمان‌یافته روی یک سطح جامد از فاز بخار یا محلول، مشتق‌شده از یک پیوند مولکول به سطح و برهم‌کنش بین مولکولی ضعیف است.

۹-۶

رشد استرانسکی - کراستانوو

Stranski-Krastanow growth

حالت رشد لایه نازک که با حالت رشد دوبعدی فرانک-وندرو مرو (۱۰-۶) شروع می‌شود و ادامه آن به صورت رشد سه‌بعدی ولمر-وبر (۱۱-۶) است.

۱۰-۶

رشد فرانک - وندرو مرو

Frank-van der Merve growth

رشد لایه‌به‌لایه، لایه نازک است.

یادآوری ۱- رشد فرانک-وندرو مرو متناظر با وضعیتی است که اتم‌های یک لایه نازک با بستره ارتباط قوی‌تری نسبت با یکدیگر دارند. به‌همین دلیل، رشد لایه بعدی هنگامی شروع می‌شود که لایه قبلی کامل شده‌باشد.

یادآوری ۲- رشد فرانک-وندرو مرو یک حالت رشد کاملاً دوبعدی است.

۱۱-۶

رشد ولمر - وبر

Volmer-Weber growth

رشد جزیره‌ای لایه نازک است.

یادآوری ۱- رشد ولمر-وبر متناظر با وضعیتی است که در آن، اتم‌های یک لایه نازک با یکدیگر ارتباط قوی‌تری نسبت به بستر دارند.

یادآوری ۲- رشد ولمر-وبر (۱۱-۶) یک حالت رشد سه‌بعدی است.

۷ اصطلاحات مربوط به سنتز

۱-۷ فرایندهای فاز گازی - روش‌های فیزیکی

۱-۱-۷

افشانش پویای گاز سرد

cold gas dynamic spraying

فرایندی است که در آن پودرهای بلورین *نانومقیاس* (۳-۷) یا پودرهای متعارف سیال شده‌اند و پس از آن بر یک سطح پوشش تحت دمش سریع یک گاز بی‌اثر، متراکم می‌شوند.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست، اما برای کاربرد در فرایندهای نانوساخت پذیرفته شده‌است.

۲-۱-۷ فرایندهای نهشت با جرقه الکتریکی

نهشت با جرقه الکتریکی

electro-spark deposition

فرآیند ریزجوشکاری قوسی تپی^۱ با استفاده از تپ‌های الکتریکی کوتاه مدت و با جریان بالا است که برای نهشت ماده الکتروود روی یک بستره استفاده می‌شود.

۳-۱-۷

تبخیر باریکه الکترونی

electron-beam evaporation

فرایندی است که در آن، یک ماده با برخورد با الکترون‌های پر انرژی در شرایط خلاء بالا و یا خلاء بسیار بالا برای نهشت روی بستره تبخیر می‌شود.

۴-۱-۷

انفجار الکتریکی سیم

wire electric explosion

تشکیل *نانوذرات* (۳-۶) با اعمال تپی الکتریکی با چگالی جریان بالا از طریق یک سیم است که باعث تبخیر و چگالش بعدی می‌شود.

۵-۱-۷

خشک کردن انجمادی

freeze drying

حذف حلال‌زدایی یا آب‌زدایی با استفاده از سرمایش سریع، بلافاصله پس از تصعید در خلاء است.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

1- Pulsed-arc micro-welding

۶-۱-۷

خشک کردن افشانه‌ای

spray drying

روشی که در آن یک پودر خشک از یک مایع یا دوغاب با تبخیر (۸-۲-۱۰) سریع مایع از قطراتی که با مه‌پاشی تشکیل شده‌اند از طریق تماس با یک گاز داغ یا مشابه آن، تولید می‌شود.

۷-۱-۷

انبساط فوق بحرانی

supercritical expansion

رسوب *نانوشیاء* (۳-۵) در اثر انبساط محلول در بالاتر از دمای اَبَر بحرانی و فشار بحرانی با یک افزاره افشانه‌ای به وسیله یک دستگاه افشانش است.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست، اما برای کاربرد در فرایندهای نانوساخت پذیرفته شده است.

۸-۱-۷

افشانش گرمایی احتراقی تعلیقه

suspension combustion thermal spray

نوعی *افشانش گرمایی* (۸-۲-۱۶) که در آن پیش‌ساز به شکل تعلیقه مایع به یک جت پلاسما وارد می‌شود.

۹-۱-۷

تبخیر

vaporization

فرایند تغییر فاز از فاز جامد یا مایع به فازهای گاز یا پلاسما است.

یادآوری ۱- فرایند تبخیر اغلب به منظور نهشت مواد بخار شده بر روی یک بستر هدف مورد استفاده قرار می‌گیرد. این فرایند در مجموع به عنوان نهشت فیزیکی بخار (PVD)^۱ شناخته می‌شود.

یادآوری ۲- روش PVD با خلاء بالا به طور معمول در فشارهای 10^{-9} تور^۲ تا 10^{-6} تور انجام می‌شود. روش PVD با خلاء بسیار بالا نیز انجام نهشت در فشار کمتر از 10^{-9} تور است.

یادآوری ۳- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

1- Physical Vapour Deposition

2- Torr

۲-۷ فرایندهای فاز گازی- روش‌های شیمیایی

۱-۲-۷ فرایندهای سنتز شعله‌ای

۱-۱-۲-۷

احتراق پیش‌ساز مایع

liquid precursor combustion

ایجاد محصولی جامد، به‌طور معمول یک نانوماده (۳-۴) به شکل انبوهه، از طریق واکنش گرماده یک محلول اولیه با یک اکسیدکننده است.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست، اما برای کاربرد در فرایندهای نانوساخت پذیرفته شده است.

۲-۱-۲-۷

افشانش پلاسمایی

plasma spray

ایجاد جتی از محصول جامد، به‌طور معمول یک نانوماده (۲-۴) به شکل انبوهه، از یک منبع گازی یونیده است.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست، اما برای کاربرد در فرایندهای نانوساخت پذیرفته شده است.

۳-۱-۲-۷

تفزایشی

pyrogenesis

روشی که با استفاده از احتراق یا سایر منابع گرمایی برای تولید محصول جامد، به‌طور معمول یک نانوماده (۲-۴) به شکل انبوهه، به کمک یک افشانش، هواسل شده است.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست، اما برای کاربرد در فرایندهای نانوساخت پذیرفته شده است.

۴-۱-۲-۷

افشانش پلاسمایی پیش‌ساز محلولی

solution precursor plasma spray

یک فرایند فاز گازی است که در آن پلاسمای گرمایی (تعادلی) در محلولی تشکیل می‌شود و حاوی پیش‌سازهایی است که منجر به تولید گونه‌های گازی می‌شود که در حین خنک‌کردن، یک محصول جامد، به‌طور معمول یک نانوماده (۳-۴) به شکل انبوهه، ایجاد می‌شود.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست، اما برای کاربرد در فرایندهای نانوساخت پذیرفته شده است.

۵-۱-۲-۷

تفکافت افشانش گرمایی

thermal spray pyrolysis

ایجاد یک محصول جامد، به طور معمول یک نانوماده (۳-۴) به شکل انبوهه، از پیش‌سازهای مایع، از طریق ریزافشانی کردن مایع و واکنش با استفاده از یک منبع گرمایی است. یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست، اما برای کاربرد در فرایندهای نانوساخت پذیرفته شده است.

۲-۲-۷ سایر اصطلاحات

۱-۲-۲-۷

واکنش دیواره لوله‌ای داغ

hot wall tubular reaction

نهشت شیمیایی بخار (۸-۲-۴)، انجام‌شده در یک کوره لوله‌ای که در آن سطح واکنش در دمایی بالا و کنترل‌شده نگه داشته می‌شود. یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۲-۲-۲-۷

سنتز فوتوگرمایی

photothermal synthesis

فرایند فاز گازی که در آن یک پیش‌ساز یا سایر گونه‌های گازی با جذب تابش فرسرخ گرم شده و این امر منجر به گرم‌شدن گاز و تجزیه گرمایی پیش‌ساز و تولید محصولی جامد، معمولاً یک نانوذره (۳-۶)، می‌شود.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست، اما برای کاربرد در فرایندهای نانوساخت پذیرفته شده است.

۳-۲-۲-۷

سنتز نانوالیاف بخار- مایع- جامد

vapour-liquid-solid nanofibre synthesis

VLS

رشد نانوالیاف (۳-۳) بر روی یک بستره، از مواد خوراک در شکل گازی و در حضور کاتالیزور مایع است.

یادآوری- در روش VLS برای الیاف، از فاز مایع در انتهای لیف استفاده می‌شود که می‌تواند به سرعت بخاری با سطوح اشباع بالا را بر جذب کند و سپس رشد بلور رخ دهد.

۳-۷ فرایندهای فاز مایع- روش‌های فیزیکی

۱-۳-۷

الکتروریسی

electrospinning

استفاده از پتانسیل الکتریکی برای ایجاد الیاف ریز از یک فاز مایع است. یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۲-۳-۷

بسپارش میان لایه‌ای درجا

in-situ intercalative polymerization

قرار دادن تک‌پارها^۱ در مواد معدنی لایه‌ای و به دنبال آن بسپارش است که موجب تشکیل نانوچندسازه‌ها (۲-۳) می‌شود.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست، اما برای کاربرد در فرایندهای نانوساخت پذیرفته شده است.

۳-۳-۷

پراکنه نانوذرات

nanoparticle dispersion

ایجاد تعلیق‌های از نانوذرات (۳-۶) در یک مایع به وسیله لیگاندهای مولکولی اضافه شده، بارهای سطحی و یا دیگر برهم‌کنش‌ها که برای جلوگیری یا کاهش سرعت ته‌نشینی است.

۴-۳-۷

ریخته‌گری نواری

tape casting

نهشت یک ماکرولایه با پخش دوغابی از خمیر سرامیکی بر روی یک سطح صاف است. یادآوری ۱- ممکن است نانوذرات (۳-۶) بخشی از ترکیب این لایه باشند.

1- Monomers

یادآوری ۲- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست، اما برای کاربرد در فرایندهای نانوساخت پذیرفته شده است.

۵-۳-۷

آسیاکاری گلوله‌ای تر

wet ball milling

فرایند خرد/ایش (۶-۵-۷) در مایع از طریق غلتش مواد خوراک با گلوله‌هایی خردکننده با سختی بیشتر (از مواد) است تا نیروی موثری برای کاهش اندازه اجزای موردنظر را ایجاد کند.

یادآوری ۱- محصول این فرایند به عنوان «دوغاب» شناخته می‌شود.

یادآوری ۲- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست، اما برای کاربرد در فرایندهای نانوساخت پذیرفته شده است.

۴-۷ فرایند فاز مایع - روش‌های شیمیایی

۱-۴-۷

آبکافت اسیدی زی‌توده سلولزی

acid hydrolysis of cellulose biomass

فرایندی که در آن از اسیدهای معدنی قوی تحت شرایط واکنش کنترل‌شده برای هضم مناطق سلولزی بی‌شکل و رهاسازی نانوبلورهای سلولزی از زی‌توده سلولزی که به‌صورت مناسبی پیش‌فرآوری شده‌اند، استفاده می‌شود (به‌عنوان مثال حذف لیگنین یا پروتئین).

یادآوری ۱- با توجه به استاندارد ISO/TR 19716: 2016، نانوبلورهای سلولزی می‌توانند از منابع مختلف سلولزی که به‌طور طبیعی به‌وجود می‌آیند (یا «بومی») مانند چوب، گیاهان یک‌ساله، جلبک‌ها، باکتری‌ها و تونیکات‌ها استخراج شوند. این منابع در مجموع «زی‌توده سلولزی» نامیده می‌شوند.

یادآوری ۲- لازم به ذکر است که سلولز ریزبلوری (همچنین به نام «ریزبلورهای سلولز»، با توجه به استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۶۰۲: سال ۱۳۹۸، در پیوست الف) می‌تواند از زی‌توده سلولزی با استفاده از اسیدهای معدنی آزاد شود. اسیدها و شرایط واکنش عموماً برای تولید ریزبلورهای سلولز با شرایطی که برای تولید نانوبلورهای سلولز استفاده می‌شود، متفاوت است.

۲-۴-۷

رسوب نانوذره‌ای

nanoparticle precipitation

تشکیل نانوذرات (۳-۶) از واکنش‌های محلولی که در آن، اندازه ذرات با عوامل سینتیکی^۱ کنترل می‌شود.

1- Kinetic

۳-۴-۷

چگالش معدنی سریع

prompt inorganic condensation

شکل‌گیری خودکار لایه‌های نازک صاف و متراکم اتمی با روش پوشش‌دهی چرخشی (۸-۲-۱۷) و عمل‌آوری در دمای پایین محلول‌های آبی عاری از مواد آلی با دمای پایین، براساس پیش‌ماده‌های مولکولی آلی-فلزی است.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۴-۴-۷

فرایند سل‌ژل

sol-gel processing

تبدیل یک محلول شیمیایی یا تعلیق کلوئیدی (سل) به یک شبکه یکپارچه (ژل)، که می‌تواند متراکم‌تر شود.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۵-۴-۷

فرایند استوبر

Stober process

تولید ذرات سیلیکات با استفاده از یک تترا آلکیل اورتوسیلیکات و ترکیبی از الکل و آمونیاک با وزن مولکولی کم، با استفاده و یا بدون استفاده از آب است.

یادآوری ۱- این روش، یک فرایند سل‌ژل (۴-۴-۷) برای سنتز سیلیس است.

یادآوری ۲- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۶-۴-۷

قالب‌گیری مواد سطح‌فعال

surfactant templating

استفاده از مواد سطح‌فعال برای گونه‌های مولکولی خودآرا، به‌طوری که پس از آن در پیکربندی ساختاریافته در نانومقیاس (۳-۷) جامد شوند.

مثال: MCM-41^۱

۷-۵ فرایند فاز جامد- روش‌های فیزیکی

۷-۵-۱ جدایش فاز هم‌بسیار بلوکی

block copolymer phase segregation

تشکیل ساختارهای تکرارشونده دوبعدی و سه‌بعدی از جدایش بخش‌های زنجیره‌ای بسپاری غیرقابل انعطاف است.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۷-۵-۲

قالب‌گیری هم‌بسیار بلوکی

block copolymer templating

تلفیق یک ماده در فاز هم‌بسیار بلوکی توده‌ای برای رسیدن به ساختار نانومقیاس (۲-۷) است.

یادآوری ۱- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست، اما برای کاربرد در فرایندهای نانوساخت پذیرفته شده است.

یادآوری ۲- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۷-۵-۳

پرس کاری سرد

cold pressing

پرس ذرات نانومقیاس (۳-۷)، معمولاً در دمای اتاق، برای اتصال و افزایش تراکم آن‌ها است.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۷-۵-۴

تغییر شکل برشی پیوسته نوار محدود

conshearing continuous confined strip shearing

C2S2

استفاده از کرنش مومسان^۲ بسیار زیاد برای ایجاد دانه‌ها در یک فلز توده بدون تغییر قابل توجه در ابعاد کلی است.

1- Mobil Composition of Matter No. 41

2- Plastic strain

یادآوری ۱- هدف اصلی، تولید قطعات سبک وزن با خواص مکانیکی بسیار بهبودیافته است.

یادآوری ۲- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۵-۵-۷

واشیشه‌ای شدن

devitrification

تغییر ساختار از حالت شیشه‌ای به حالت بلوری که حفره یا ساختار نانومقیاس (۳-۷) ایجاد می‌کند.

۶-۵-۷

خردایش

grinding

ایجاد نانوذرات (۳-۶) از طریق برش مکانیکی آن‌ها در تماس با یک ماده با سختی بیشتر است. یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست، اما برای کاربرد در فرایندهای نانوساخت پذیرفته شده است.

۷-۵-۷

ریزماشین کاری سرعت بالا

high-speed micromachining

ایجاد قطعات دقیق دوبعدی و سه‌بعدی از یک جسم توده و یا ایجاد آن‌ها روی سطح یک جسم یا ماده، به‌وسیله برش با استفاده از ابزارهای برش با هندسه معین است.

یادآوری ۱- دقت، با سرعت بالای برش ماهک^۱ (معمولاً بین ۳۰,۰۰۰ r/min تا ۱۰۰,۰۰۰ r/min) حاصل می‌شود.

یادآوری ۲- می‌توان از لیزر، باریکه الکترونی، باریکه یونی، فراصوت، فرزکاری و «ماشین کاری عددی کنترل‌شده با رایانه»^۲ استفاده کرد.

یادآوری ۳- تعریف سرعت بالا با توجه به هر فناوری خاص، متفاوت است.

یادآوری ۴- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۸-۵-۷

کاشت یونی

ion implantation

1- Spindle

2- Computer Numbering Controlled Machining

استفاده از یون‌های پراثرژی شار برخوردی برای اصلاح ماده سازنده سطح با تخریب و تبلور مجدد است. یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانساخت نیست.

۹-۵-۷

آسیاکاری زمزایشی

cryogenic milling

خرد/یش (۶-۵-۷) تحت دمای زمزایشی یا کمتر (کمتر از 150°C ، 238°F یا 123 K) است. یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانساخت نیست.

۱۰-۵-۷

آسیاکاری گلوله‌ای خشک

dry ball milling

ایجاد نانوذرات (۶-۳) از طریق غلتش مواد، به‌وسیله گلوله‌های خردکننده با سختی بیشتر از آن‌ها، برای مخلوط‌کردن دو یا چند نانوذره ناسازگار که پس از آن گرم می‌شوند تا تفجوشی شوند. یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانساخت نیست، اما برای کاربرد در فرایندهای نانساخت پذیرفته شده است.

۱۱-۵-۷

آهنگری سکه‌ای چندمرحله‌ای

multi-pass coin forging

تولید ساختارهایی با دانه‌های نانومقیاس (۷-۳) با استفاده از تغییر شکل مومسان شدید و به‌وسیله پرس مکانیکی است. در این فرایند ابتدا ورق از بین دو قالب سینوسی شکل عبور کرده و به دنبال آن چرخاندن قطعه کار پس از آهنگری یا نورد مسطح، اتفاق می‌افتد. یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانساخت نیست، اما برای کاربرد در فرایندهای نانساخت پذیرفته شده است.

۱۲-۵-۷

رشد نانوقالبی

nanotemplated growth

نهشت مواد از فاز بخار یا محلول در نانومقیاس (۷-۳) و در فضای محدود برای تشکیل نانوذرات (۶-۳) یا مواد نانساختار (۸-۳) است.

۱۳-۵-۷

پراکنه بسپار نانوذره‌ای

polymer nanoparticle dispersion

مخلوط کردن نانوذرات (۳-۶) در یک بستر بسپار مایع که برای تولید نانوذرات چندسازه‌ای با زمینه بسپاری جامد شده‌اند.

۱۴-۵-۷

پرس کاری گرم

hot pressing

فرایند متالورژی پودر با فشار بالا برای ساخت مواد سخت و شکننده در دمای بالا است. یادآوری ۱- ممکن است از فشارهای تا ۵۰ MPa (۷۳۰۰ psi) و دمای معمول 2400°C (4350°F) استفاده شود. یادآوری ۲- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۱۵-۵-۷

تف جوشی نانوذره‌ای

nanoparticle sintering

اتصال نانوذرات (۳-۶) و افزایش میانای تماسی آن‌ها به وسیله حرکت اتمی داخل و بین ذرات در اثر اعمال گرما است.

[منبع: زیربند ۲-۱۲۰، استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۰۱۶: سال ۱۳۹۷، تغییر یافته- «نانوذرات» اضافه شده و به جای «ذرات»، «نانوذرات» در تعریف جایگزین شده است.]

۱۶-۵-۷

تف جوشی پلاسمایی جرقه‌ای

spark plasma sintering

متراکم‌سازی پودرها تحت فشار مکانیکی و با استفاده از اعمال جریان‌های DC تپی برای هدایت پودرها در گرمایش یا سرمایشی با سرعت بسیار بالا (تا 1000 K/min) و جلوگیری از درشت‌شدن ساختار داخلی است.

۶-۷ فرایندهای جامد-روش‌های شیمیایی

۱-۶-۷

شکافت شیمیایی هم‌بسپار بلوکی

block copolymer chemical derivatization

اصلاح هم‌بسپار بلوکی جامد از طریق اضافه کردن اتم‌ها یا مولکول‌هایی است که به‌طور انتخابی اتصال داشته یا فقط به یک فاز جدایش می‌یابند.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۲-۶-۷

آندایز الکتروشیمیایی

electrochemical anodization

فرایندی است که در آن، آند به‌طور هم‌زمان اکسید و حکاکی می‌شود و در نتیجه، منافذی نانومقیاس (۷-۳) معمولاً با درجه نظم و کنترل‌پذیری بالا ایجاد می‌شود.

یادآوری- این فرایند همچنین ممکن است به عنوان حکاکی آندی نیز نامیده شود.

۳-۶-۷

فراورش میان‌لایه‌ای

intercalation

فرایندی که ماده ناهمگن (اتم، مولکول‌های کوچک) را به یک ساختار میزبان (بلور شبکه یا سایر ساختارهای بزرگ مولکولی) وارد می‌کند.

۴-۶-۷

روش‌های دوفازی

two-phase methods

روشی که مخلوط دوتایی از مواد، گرما داده‌شده و سپس سریع سرد می‌شوند تا یک چندسازه جامد با خصیصه‌های نانومقیاس (۷-۳) تولید شود.

۸ اصطلاحات مربوط به ساخت

۱-۸

لیتوگرافی نانوالگویی

nanopatterning lithography

۱-۱-۸

لیتوگرافی سه‌بعدی

3D lithography

فرایندی که در آن می‌توان به الگوها یا ساختارهای نانومقیاس (۳-۷) در سه بعد دست‌یافت. یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست، اما برای کاربرد در فرایندهای نانوساخت پذیرفته شده‌است.

۲-۱-۸

فرایند افزایشی

additive processing

فرایندی که در آن اضافه‌کردن یک لایه از یک ماده جدید برای ایجاد الگویی از ماده نهشت‌یافته روی بستره استفاده می‌شود.

یادآوری ۱- برای توصیف فرایند افزایشی لایه‌مقاوم دو عبارت «بلندکردن» و «شابلون» مورد استفاده قرار می‌گیرند. در بلندکردن، لایه ماده جدید روی تمام سطح اعمال شده و الگو پس از برداشتن عامل مقاوم غیرتماسی در برابر مواد پوشش داده شده، ظاهر می‌شود. در شابلون، مواد جدید فقط در محلی اضافه می‌شود که سطح، به‌وسیله عامل مقاومی محافظت نشده‌است. [مانند/کترونهشت (۸-۲-۷) با یک لایه‌مقاوم در آن محل]

یادآوری ۲- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۳-۱-۸

لیتوگرافی هم‌بسپار بلوکی

block copolymer lithography

فرایندی که در آن از جدایش میکروفاز در هم‌بسپار بلوکی استفاده می‌شود تا قالب‌های بسپاری با الگوی نانومقیاس (۳-۷) ایجاد شوند.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست، اما برای کاربرد در فرایندهای نانوساخت پذیرفته شده‌است.

۴-۱-۸

لیتوگرافی قالبی بلور کلونیدی

colloidal crystal template lithography

فرایندی که در آن ذرات کلونیدی بلورین برای ایجاد چارچوب دوبعدی یا سه‌بعدی برای نهشت یا حکاکی استفاده می‌شود.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۵-۱-۸

لیتوگرافی فرابنفش عمیق

deep ultraviolet lithography

DUV

مواجهه الگویی یک بسپار نورفعال^۱ با استفاده از یک نور فرابنفش در گستره طول موج ۱۰۰ nm تا ۲۸۰ nm است.

یادآوری - این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۸-۱-۶

نانولیتوگرافی نوک قلمی

dip-pen nanolithography

روشی است که در آن از یک سوزن روبشگر برای انتقال مواد مشخص از یک حلال با سطح هلالی، بر سطح بستره و برای الگودهی به بستره در مقیاس طولی زیر ۱۰۰ nm استفاده می‌شود.

یادآوری ۱- این سوزن معمولاً یک نوک میکروسکوپی نیروی اتمی (AFM)^۲ پوشش‌دهی شده از مولکول‌های مخصوصی است که روی لایه‌ای از سطح نهشت داده شده است این لایه می‌تواند تک‌لایه باشد). در موارد دیگر، مواد پوشش‌دهی شده می‌توانند نانوذره (۳-۶) باشند.

یادآوری ۲- Dip Pen Nanolithography نام تجاری محصولی بود که توسط شرکت NanoInk تهیه شد. این اطلاعات برای راحتی کاربران این استاندارد ارائه شده است و به منزله تایید این محصول از طرف سازمان استاندارد نیست. اگر بتوان نشان داد که محصولات مشابه به نتایج یکسانی منجر می‌شوند، ممکن است از این محصولات استفاده شود.

[منبع: زیربند 5.40، استاندارد ISO 18115-2: 2013]

۸-۱-۷

لیتوگرافی باریکه الکترونی

electron-beam lithography

فرایند الگودهی نوشتاری مستقیمی که از یک جریان کانونی شده و متمرکز الکترونی برای اصلاح حلالیت یک لایه مقاوم استفاده می‌شود.

۸-۱-۸

لیتوگرافی فرابنفش شدید

extreme ultraviolet lithography

EUV

1- Photoactive

2- Atomic-Force Microscopy

فرایند قرارگرفتن ماده مقاوم در معرض تابش الکترومغناطیسی با طول موجی در حدود ۱۰ nm تا ۲۰ nm است.

یادآوری- برای کانونی کردن تابش معمولاً از تجهیزات نوری انعکاسی استفاده می‌شود.

۹-۱-۸

لیتوگرافی باریکه یونی کانونی شده

focused ion-beam lithography

FIB lithography

فرایند الگودهی نوشتاری مستقیمی است که از یک باریکه یونی کانونی شده برای اصلاح حلالیت یک لایه مقاوم استفاده می‌شود.

۱۰-۱-۸

اپتیک غوطه‌وری

immersion optics

فرایند فوتولیتوگرافی (۸-۱-۲۱) که عدسی چشمی را غوطه‌ور کرده و مقاومت می‌کند تا تطابق ضریب شکست در یک مایع فراهم شود.

۱۱-۱-۸

لیتوگرافی تداخلی

interference lithography

استفاده از شبکه‌های پراش برای ایجاد الگوی تداخل تابش و الگوهای ظاهرشدنی نانومقیاس (۳-۷) در لایه مقاوم است.

۱۲-۱-۸

نهیشت یون القایی

ion-induced deposition

استفاده از جریانی کانونی شده و متمرکز از یونها برای ایجاد یا تسریع واکنش موضعی یک مولکول بر جذب شده با مواد نهشته است.

۱۳-۱-۸

حکاکای یون القایی

ion-induced etching

استفاده از باریکه یونی کانونی شده و متمرکز برای ایجاد واکنش موضعی یک مولکول برجذب شده برای حکاکی ماده بستره است.

۱۴-۱-۸

لیتوگرافی یون افکنش

ion projection lithography

استفاده از یون های شتاب یافته در تماس با ماسک برای ایجاد الگوهای نانومقیاس (۲-۷) در مواجهه با لایه مقاوم است.

۱۵-۱-۸

چاپ ریز تماسی

micro-contact printing

شکلی از لیتوگرافی نرم (۸-۱-۲۵) که در آن یک قالب نرم در یک جوهر فرو برده شده و الگو به وسیله فشار دادن به یک بستره منتقل می شود.

یادآوری- برای مواد خاصی که به عنوان جوهر استفاده می شوند، درستی انتقال به شدت به ویژگی های سطحی موضعی بستره وابسته است.

۱۶-۱-۸

نهشت ریزشاره ای

microfluidic deposition

استفاده از کانال هایی با مقیاس میکرومتری یا نانومتری در یک جامد چندجزئی برای آسان کردن انتقال ماده از حالت مایع یا محلول به حالت جامد بر سطح بستره است.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نوساخت نیست، اما برای کاربرد در فرایندهای نوساخت پذیرفته شده است.

۱۷-۱-۸

برجسته سازی نانویی

nano-embossing

انتقال یک الگو به یک ماده توده به جای انتقال به لایه نازک با استفاده از یک قالب است.

یادآوری ۱- این تعریف شامل الگوهای سه بعدی نیز می شود.

یادآوری ۲- در برجسته سازی (۸-۴-۱)، جریان مواد جایگزین شده با قالب، محدود نیست. نقش برجسته ایجاد شده، معمولاً محصول نهایی است. در حالی که در منقوش کردن، لایه مقاوم الگودار، در فرآوری بعدی استفاده می شود.

لیتوگرافی منقوش کردن نانویی

nano-imprint lithography

NIL

فرایندی است که در آن، یک الگو با پرس یک قالب نانومقیاس (۷-۳) (که معمولاً «قالب، مهر، ماسک، یا قالب الگو» نامیده می‌شود) به الگوی موردنظر با یک ماده مقاوم قابل تغییر شکل به‌همراه پخت‌گرمایی یا نوری متعاقب، تبدیل می‌شود.

یادآوری ۱- به‌دلیل اینکه الگو با توپوگرافی قالب تعریف شده‌است، این یک فرایند چاپ بوده و یک لیتوگرافی (۴-۶) اولیه به شمار نمی‌رود.

یادآوری ۲- معمولاً انواع لیتوگرافی منقوش کردن نانومقیاس (۷-۳) با استفاده از نوع خاصی از لایه‌مقاوم در برابر منقوش کردن، تقسیم‌بندی می‌شوند. در مواد بسیاری گرمومسانی^۱، این لایه مقاوم حرارت داده‌شده به طوری که بتواند هنگام اعمال فشار به قالب، شارش می‌کند. در لایه‌های گرم و سخت، گرمادهی بعد از جابه‌جایی مقاومت اولیه مایع به قالب اعمال می‌شود. لایه مقاوم حساس در برابر نور می‌تواند با استفاده از نور در قالب تنظیم شود (شفاف در این مورد). فرایندهایی که از لایه مقاوم حساس به نور استفاده می‌کنند، توسط کارگران مختلف، «منقوش کردن نوری، منقوش کردن نوری نانومقیاس (۷-۳) یا گام و فلاش» نامیده می‌شود.

لیتوگرافی طبیعی

natural lithography

فرایندی است که در آن الگوی اولیه با تکرار الگوهای اولیه‌ای که در طبیعت رخ می‌دهند، تعریف شده‌است. مثال: رشته‌هایی که روی الیاف کلاژن یا الگوی تشکیل شده به‌وسیله رشته‌های RNA رخ می‌دهد. این اصطلاح، اشاره به استفاده از یک ماسک یا قالبی دارد که برای تعریف الگو نیازی به استفاده از یک باریکه کانونی شده از یک تابش ندارد [12].

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانساخت نیست.

فوتولیتوگرافی نوری تباین فازی

phase-contrast photolithography

1- Thermoplastic

قرارگرفتن مواد مقاوم در معرض تورک^۱ های تغییر فازی برای افزایش تفکیک پذیری الگوهای نانومقیاس (۷-۳) است.

۲۱-۱-۸

فوتولیتوگرافی

photolithography

لیتوگرافی اپتیکی

optical lithography

فرایندی است که در آن از تابش الکترومغناطیسی برای انتقال یک ماسک از طریق یک تورک برای ایجاد الگو استفاده می شود.

یادآوری ۱- برای ایجاد ماسک معمولاً از یک ماده مقاوم استفاده می شود.

یادآوری ۲- این اصطلاح منحصر به نانساخت نیست.

۲۲-۱-۸

لیتوگرافی پلاسمونی

plasmonic lithography

استفاده از الگوهای فلزی نانومقیاس (۷-۳) برای هدایت تابش نوری میدان نزدیک برای ایجاد الگوهای نانومقیاس (۷-۳) در لایه مقاوم مواجهه فوتولیتوگرافی است.

۲۳-۱-۸

نوشتن پروبی (کاوند) با نیروی روبشی

scanning force probe writing

استفاده از سوزن میکروسکوپ پروب روبشی (SPM)^۲ برای علامت زنی، جوهرزنی و یا در غیر این صورت اصلاح موضعی سطح یک بستره است.

۲۴-۱-۸

میکروسکوپ تونل زنی روبشی نهشت شیمیایی بخار

scanning tunnelling microscope chemical vapour deposition

STM CVD

1- Reticle

2- Scanning Probe Microscope

اعمال یک ولتاژ به سوزن STM برای تسهیل فرایند CVD (۸-۲-۴) در حد نانومقیاس (۳-۷) در نزدیکی سوزن واقع بر روی بستره است.

۲۵-۱-۸

لیتوگرافی نرم

soft lithography

فرایندهای چاپ مکانیکی که در آن برای انتقال الگو، از قالب الاستومر (یا نرم) استفاده می‌شود.

۲۶-۱-۸

فرایند تفریقی

subtractive processing

حذف ماده به‌جز در محلی از سطح که به‌وسیله عامل مقاوم در برابر الگو محافظت می‌شود.

۲۷-۱-۸

لیتوگرافی پرتو ایکس

x-ray lithography

فرآیندی است که در آن تابش پرتو ایکس برای ظهور ماسک و ایجاد الگوی لیتوگرافی استفاده می‌شود.

یادآوری- متمرکز کردن پرتو ایکس در باریکه‌ای با ابعاد نانومقیاس (۳-۷) دشوار است [ولی لیتوگرافی فرابنفش شدید ملاحظه شود) (EUV) (۸-۱-۸)]، لیتوگرافی پرتو ایکس برای ارجاع به فرایند چاپ با استفاده از یک ماسک با الگویی شامل مناطق شفاف و مات نسبت به پرتو ایکس استفاده می‌شود. این ماسک معمولاً شامل غشایی از یک ماده با جذب پرتو ایکس کم به همراه الگویی از مواد با جذب بالا (مانند یک فلز) است. برای تولید یک ماسک معمولاً از مواد مقاوم استفاده می‌شود.

۲-۸ فرایندهای نهشت

۱-۲-۸

برجذب^۱

adsorption

۱- این واژه در بعضی موارد «جذب سطحی» یا «جذب سطح» نیز ترجمه می‌شود.

ماندن مولکول‌های گازی، مواد حل‌شده یا مایع در سطوح جامدات و یا مایعات در تماس با آن‌ها با نیروهای فیزیکی و شیمیایی است.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

[منبع: زیربند 2.2.2.7، استاندارد ISO 14532: 2014، تغییر یافته- یادآوری جایگزین شده است.]

۲-۲-۸

نهشت لایه اتمی

atomic layer deposition

ALD

فرایند ساخت لایه‌های نازک یکپارچه و یکنواخت از طریق نهشت چرخه‌ای مواد با واکنش‌های خودتخریب سطحی که کنترل ضخامت در مقیاس اتمی را ممکن می‌کنند.

یادآوری- این فرایند اغلب شامل استفاده از حداقل دو واکنش متوالی برای تکمیل یک چرخه است که می‌تواند برای ایجاد ضخامت موردنظر چندین بار تکرار شود.

۳-۲-۸

نهشت کاتالیزوری شیمیایی بخار

catalytic chemical vapour deposition

CCVD

نهشت شیمیایی بخار (۴-۲-۸) بر پایه تجزیه مولکول‌های گازی در حضور یک کاتالیزور است.

یادآوری ۱- CCVD برای سنتز نانولوله‌های کربنی (۱-۳) بر روی یک بستره از پیش‌سازهای گازی مانند هیدروکربن‌ها (به‌عنوان مثال متان) با کاتالیزورهایی مانند Ni، Fe، یا Co انجام می‌شود.

یادآوری ۲- اصطلاح CCVD در فرایند کاتالیزوری نامربوط است.

۴-۲-۸

نهشت شیمیایی بخار

chemical vapour deposition

CVD

نهشت یک ماده جامد روی یک بستره به‌وسیله واکنش شیمیایی، ترکیبی از چند پیش‌ماده گازی یا مخلوطی از پیش‌ماده‌ها است که معمولاً به‌وسیله گرما آغاز می‌شود.

۵-۲-۸

پوشش دهی باریکه خوشه‌ای

cluster beam coating

نهشت نانوذرات (۳-۶) برای ساخت یک لایه نازک با ساختار جامد با استفاده از یک باریکه منبع است.

۶-۲-۸

پوشش دهی غوطه‌وری

dip coating

ایجاد یک لایه نازک با فرو بردن یک بستره در یک محلول حاوی ماده موردنظر است.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۷-۲-۸

الکترونهشت

electrodeposition

آبکاری

electroplating

نهشت مواد در اثر کاهش الکتروشیمیایی یون‌های موجود در محلول بر روی سطح یک الکتروود است.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۸-۲-۸

نهشت الکترولس

electroless deposition

نهشت خودکاتالیز مواد از یون‌های موجود در محلول و در حضور عامل کاهنده قابل‌حل، روی یک سطح جامد است.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۹-۲-۸

الکترو افشانش

electro-spray

نهشت مواد بر روی یک سطح با افزایش فشار از طریق یک نازل نگهداری‌شده در یک ولتاژ اعمالی است.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۱۰-۲-۸

تبخیر

evaporation

فرایندی است که در آن ماده‌ای با گرمادهی در شرایط خلاء بالا یا بسیار بالا برای نهشت بعدی روی بستره تبخیر می‌شود.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۱۱-۲-۸

نهشت باریکه الکترونی متمرکز

focused electron-beam deposition

نهشت شیمیایی بخار (۴-۲-۸) با استفاده از یک جریان هم‌کانون و متمرکز از الکترون‌ها برای ایجاد واکنش موضعی القایی مولکول‌های یک گاز پیش‌ساز روی یک سطح است.

۱۲-۲-۸

نهشت باریکه یونی کانونی شده

focused ion-beam deposition

FIB deposition

تشکیل و انتقال القایی از یون یک ماده به سطح بستره است.

یادآوری- نهشت شیمیایی بخار (۴-۲-۸) با کمک FIB زمانی رخ می‌دهد که گازی مانند تنگستن هگزاکربونیل (W (CO) 6) به محفظه خلاء وارد شده و امکان جذب شیمیایی به نمونه داده‌شود. با روبش یک منطقه به‌وسیله باریکه، گاز پیش‌ساز به اجزای فرار و غیرفرار تجزیه می‌شود. جزء غیرفرار، مانند تنگستن، به‌عنوان یک نهشته در سطح باقی می‌ماند. هرچه فلز نهشته برای محافظت نمونه پایه از کندوپاش مخرب باریکه، به‌عنوان یک لایه فداشونده^۱ استفاده شود، مفیدتر خواهد بود. مواد دیگر مانند پلاتین نیز می‌توانند نهشته شوند.

۱۳-۲-۸

روشنایی باریکه مولکولی

molecular beam epitaxy

MBE

1-Sacrificial

فرایند رشد تک‌بلورها که در آن باریکه‌ای از اتم‌ها یا مولکول‌ها در خلاء روی یک بستره تک‌بلور نهشت می‌کنند که باعث ایجاد بلورهایی با جهت‌گیری بلورشناختی منطبق با آن بستره می‌شود.

یادآوری ۱- باریکه با فراهم کردن امکان فرار بخار از طریق یک روزنه کوچک، از منطقه تبخیر (۸-۲-۱۰) به منطقه‌ای با خلاء بالا تعریف شده است.

یادآوری ۲- ساختارهایی با خصیصه‌های نانومقیاس (۳-۷) به عنوان مثال نقاط InAs بر روی بستره GaAs می‌توانند در این روش و با بکارگیری کرنش رشد کنند.

یادآوری ۳- از مرجع [13] اقتباس شده است.

۱۴-۲-۸

نهشت فیزیکی بخار

physical vapour deposition

PVD

فرایند نهشت یک پوشش با تبخیر و سپس چگالش یک عنصر یا ترکیب (معمولا در یک خلاء بالا) است.

[منبع: زیربند 2.12، استاندارد ISO 2080: 2008]

۱۵-۲-۸

نهشت لایه به لایه پلی‌الکترولیتی

polyelectrolyte layer-by-layer

لایه به لایه

LbL

نهشت متناوب تکرارشونده بسپارها با بار مخالف بر روی یک سطح است.

۱۶-۲-۸

افشانش گرمایی

thermal spray

نهشت *نانوذرات* (۳-۶) برای تشکیل یک لایه نازک جامد از یک منبع نانوذرات مبتنی بر احتراق یا پلاسما است.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست، اما برای کاربرد در فرایندهای نانوساخت پذیرفته شده است.

۱۷-۲-۸

پوشش دهی چرخشی

spin coating

ایجاد لایه نازک از نهشت یک ماده موجود در محلول بر روی یک بستره در حال چرخش با استفاده از نیروی گریزازمرکز است.

یادآوری- این اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۱۸-۲-۸

نهشت افشانه‌ای

spray deposition

فرایندی برای نهشت مواد روی لایه خارجی یا زیرین یک بستره با فشار شدید یک مایع از یک نازل برای ایجاد قطرات یا هواسل‌ها است.

یادآوری- اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۱۹-۲-۸

نهشت کندوپاشی

sputter deposition

نهشت فیزیکی بخار (۸-۲-۱۴) با استفاده از ذرات پرانرژی برای انتقال اتم‌های یک ماده هدف به یک بستره است.

۲۰-۲-۸

بسپارش سطحی

surface polymerization

ایجاد یک فیلم بسپاری از تک‌پارهای فاز بخار یا مایع بر روی سطح است.

یادآوری- اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۳-۸ فرایندهای حکاکی

Etching processes

۱-۳-۸

حکاکی ناهمسانگرد

anisotropic etching

فرایندی که در آن سرعت حکاکی در جهت عمود به سطح، بسیار بیشتر از جهت موازی با سطح است.

یادآوری- اصطلاح منحصر به نانوساخت نیست.

۲-۳-۸

حکاکای بوش

Bosch etching

فرآیندی متناوب بین حالت حکاکای و حالت رویین^۱ است تا دسترسی به حکاکای ساختارهای تقریباً عمودی را ممکن سازد.

یادآوری- اصطلاح منحصر به نانساخت نیست.

۳-۳-۸

حکاکای شیمیایی

chemical etching

فرایند استفاده از اسیدها، بازها یا سایر مواد شیمیایی برای انحلال مواد ناخواسته از یک بستره است.

یادآوری ۱- محصولات یک حکاکای شیمیایی یا در محلول حکاکای قابل حل بوده [مانند حکاکای تر (۸-۳-۲۲)] و یا در فشار پایین فرار هستند [مانند حکاکای خشک (۸-۳-۹)].

یادآوری ۲- اصطلاح منحصر به نانساخت نیست.

۴-۳-۸

حکاکای باریکه یونی تقویت شده شیمیایی

chemically assisted ion beam etching

روش حکاکای که در آن گازهای واکنش دهنده فعال در حین فرایند حکاکای از طریق سوزن یا حلقه های گازی بالای بستره وارد واکنش حکاکای می شوند.

۵-۳-۸

حکاکای زمزایشی

cryogenic etching

فرآیندی است که در آن بستره تقریباً تا دمای ۱۶۳ K خنک می شود تا ساختارهای جانبی تقریباً عمودی ایجاد شود.

یادآوری- درجه حرارت کم، سرعت واکنش شیمیایی ایجادکننده حکاکای همسانگرد (۸-۳-۱۴) را کاهش می دهد. یونها همچنان به بمباران سطوح بالایی ادامه داده و از ایجاد دیوارهای جانبی شیب دار جلوگیری می کنند.

1-Passivation

۶-۳-۸

حکّاکي بلورشناختي

crystallographic etching

فرایندی است که در آن سرعت حکّاکي در جهت‌های بلورشناختي مختلف، متفاوت است.

۷-۳-۸

حکّاکي يوني واکنشي عميق

deep reactive ion etching

DRIE

فرایند حکّاکي به شدت ناهمسانگرد (۱-۳-۸) که برای ایجاد ساختارهایی با نسبت منظري بزرگ استفاده می‌شود.

مثال: سوراخ‌های جانبي شیب‌دار و حفره‌ها.

یادآوری - دو فناوری اصلي برای DRIE وجود دارد: حکّاکي زم‌زایشی (۵-۳-۸) و حکّاکي بوش (۲-۳-۸).

۸-۳-۸

خاکسترسازی خشک

dry-ashing

نوعي حکّاکي شیمیایی (۳-۳-۸) که در آن ماده سطح به‌طور لحظه‌ای به‌وسیله یک گاز خنثي یا فعال، حک شده و محصولات حکّاکي فرّاری را تشکیل می‌دهد.

مثال: حذف ماسک نورمقاوم در یک محیط پلاسمای اکسیژن.

یادآوری - اصطلاح منحصر به نانساخت نیست.

۹-۳-۸

حکّاکي خشک

dry-etching

فرایندی که از گازهای جزئی یونیزه‌شده برای حذف ماده از یک بستره استفاده می‌کند.

۱۰-۳-۸

حکّاکي باریکه يوني کانوني شده

focused ion-beam etching

FIB etching

آسیاکاری باریکه یونی کانونی شده

FIB milling

باریکه یون‌ها (معمولا گالیم) از طریق مجموعه‌ای از عدسی‌های الکترواستاتیک متمرکز شده تا یک نقطه کوچک روی بستره ایجاد شود.

یادآوری- باریکه از طریق کندوپاش فیزیکی، مواد را از بستره حذف می‌کند. نقطه باریکه می‌تواند برای ایجاد الگو، در سراسر سطح رویش شود. در این فرایند می‌توان به تفکیک‌پذیری نانومقیاس (۳-۷) دست‌یافت.

۱۱-۳-۸

حکّاکي پلاسما با چگالي بالا

high-density plasma etching

نوعی حکّاکي پلاسمایی (۸-۳-۱۸) که به دلیل اینکه از روش‌هایی مانند تشدید سایکلوترون الکترونی، هلیکان، مگنترون یا القایی ایجاد شده‌است، از باریکه یونی با چگالی بالا (معمولا 10^{11} یون تا 10^{12} یون در هر سانتی متر مکعب) استفاده می‌کند.

یادآوری- بسته به محل بستره، می‌توان از پلاسما برای حکّاکي و یا نهشت استفاده کرد.

۱۲-۳-۸

پلاسمای جفت شده القایی

inductive coupled plasma

ICP

روشی است که در آن انرژی، به وسیله یک حلقه حامل جریان و در اطراف محفظه، به صورت مغناطیسی با یک پلاسما جفت می‌شود.

یادآوری- اصطلاح منحصر به نانو ساخت نیست.

۱۳-۳-۸

حکّاکي باریکه یونی

ion beam etching

آسیاکاری باریکه یونی

ion beam milling

استفاده از یک منبع پلاسما برای تولید یک باریکه یونی برای حذف مواد از بستره است.

۱۴-۳-۸

حکّاکي همسانگرد

isotropic etching

فرایندی (معمولا مرطوب) که در آن سرعت حکاکی در جهت افقی و عمودی یکسان است.
یادآوری - اصطلاح منحصر به نانساخت نیست.

۱۵-۳-۸

برسایش لیزری

laser ablation

فرایندی که با استفاده از انرژی یک لیزر تپی برای برسایش مواد از سطح یک هدف است.
یادآوری - این یک روش برای تولید خصیصه‌های نانومقیاس (۳-۷) بر روی یک سطح است.

۱۶-۳-۸

حکاکی با کمک نور

light-assisted etching

حکاکی فوتوشیمیایی

photochemical etching

فرایندی که در آن از نور برای کنترل یا تأثیر بر فرایند حکاکی استفاده می‌شود.
یادآوری ۱- حکاکی با کمک نور مبتنی بر حساسیت به نور حکاکی شیمیایی (۳-۳-۸) تحت شرایطی معین است. یک ساختار جانبی دلخواه می‌تواند بسته به الگوی تابندگی تعریف شده با تصویربرداری نوری در طی فرایند حکاکی، ایجاد شود. این فرایند برای تهیه ساختارهای جانبی مانند سیلیکون متخلخل درخشا استفاده شده است.
یادآوری ۲- اصطلاح منحصر به نانساخت نیست.

۱۷-۳-۸

حکاکی فیزیکی

physical etching

حکاکی کندوپاشی

sputter etching

فرایند حکاکی از طریق برهم‌کنش‌های فیزیکی (انتقال تکانه) بین یون‌های بی‌اثر شیمیایی شتاب‌دار (مانند آرگون) و جامد حک شده است.
یادآوری - این فرایند ناهمسانگرد و غیرانتخابی است.

۱۸-۳-۸

حکاکی پلاسمایی

plasma etching

فرآیندی است که در سامانه‌گازی شامل یون‌ها و الکترون‌های تشکیل‌شده از تخلیه‌الکتریکی برای حذف مواد از بستره، رخ می‌دهد.

یادآوری ۱- اصطلاح «دستگاه حکاکی پلاسمایی» معمولاً محدود به دستگاهی با دو الکتروود خازنی است که در آن موادی که باید حذف شوند، در پلاسما غوطه‌ور می‌شوند.

یادآوری ۲- چون یونی‌شدن گاز به‌ندرت کامل است، گونه‌هایی خنثی نیز وجود دارند که برخی از آن‌ها در حالت برانگیخته (رادیکال‌ها) می‌توانند در حکاکی شرکت کنند.

۱۹-۳-۸

حکاکی مسیر تابش

radiation track etching

تشکیل ساختاری با حکاکی، در مسیرهایی که از طریق آسیب تابشی در یک جامد تشکیل شده‌است.

مثال: بسیاری متخلخل که در آن مسیرها با استفاده از یک حلال انتخابی که فقط زنجیره‌های کوتاه را حل می‌کند، حکاکی می‌شوند.

۲۰-۳-۸

حکاکی یون واکنشی

reactive ion etching

RIE

نوعی از حکاکی پلاسمایی (۱۸-۳-۸) که در آن ویفر بر روی یک الکتروود با بسامد رادیویی قرار گرفته و الکتروود شمارنده، سطحی بزرگتر از الکتروود (با بسامد رادیویی) دارد.

یادآوری- باریکه پلاسمایی تحت فشار کم به‌وسیله یک میدان الکترومغناطیسی تولید می‌شود. یون‌های پرانرژی عمدتاً سطح را بمباران کرده و رادیکال‌هایی ایجاد می‌کنند که با سطح واکنش می‌دهند. RIE می‌تواند در مقایسه با پروفیل‌های ناهمسانگرد تولیدشده به‌وسیله حکاکی تر (۸-۳-۲۲)، پروفیل‌های بسیار همسانگرد تولید کند.

۲۱-۳-۸

حکاکی انتخابی

selective etching

فرآیندی که در آن یک ماده سطحی به‌سرعت حذف می‌شود، درحالی‌که مواد دیگر بسیار آهسته حذف شده و یا اصلاً حذف نمی‌شوند.

مثال: محلول آبی HF، SiO₂ را بسیار سریع حک می‌کند، در حالی‌که سیلیکون را حکاکی نمی‌کند.

یادآوری- اصطلاح منحصر به نانو ساخت نیست.

۲۲-۳-۸

حکاکی تر

wet etching

حذف شیمیایی یک ماده سطحی با استفاده از یک عامل حکاکی مایع است.
یادآوری - اصطلاح منحصر به نانساخت نیست.

۴-۸ چاپ و پوشش دهی

Printing and coating

۱-۴-۸

برجسته سازی

embossing

منقوش کردن

imprinting

انتقال یک الگو به یک ماده توده شکل پذیر با فشار دادن یک قالب اصلی غلتان است.
یادآوری - اصطلاح منحصر به نانساخت نیست.

۲-۴-۸

فرایند فیلم چندلایه

multilayer film process

ایجاد یک چندلایه با پیوند دادن فیلم های مجزا به یکدیگر در یک فرایند غلتکی است.
یادآوری - اصطلاح منحصر به نانساخت نیست.

۳-۴-۸

رسوب نانوالیاف

nanofibre precipitation

رسوب کردن نانوالیاف (۳-۳) از محلول بر روی یک بستره است.

۴-۴-۸

پوشش دهی افشانه ای نانوذرات

nanoparticle spray coating

نهشت نانوذرات (۳-۶) از یک حلال، یک پلاسما، یک باریکه خوشه ای یا از منبعی دیگر از نانوذرات است.

پیوست الف
(آگاهی دهنده)

جدول الف-۱- تشخیص خروجی حاصل از فرایندهای سنتز تعریف شده

کاربردی برای مواد ماکروسکوپی	فرایند ماده نانوساختار	فرایند نانوشیء	اصطلاحاتی از فرایند ساخت نانومواد که باید تعریف شود	سرفصل‌ها	فاز فرایند
√	√		افشانش پویای گاز سرد		فرایندهای فاز گازی- روش‌های فیزیکی
		√	تبخیر باریکه الکترونی		
		√	فرایندهای نهشت با جرقه الکتریکی	فرایندهای نهشت با جرقه الکتریکی	
√		√	سنتز نور گرمایی		
√	√		افشانش پلاسمای محلول پیش‌ساز		
		√	نهشت فیزیکی بخار (PVD)		
√		√	خشک کردن انجمادی	فرایندهای خشک کردن افشانه‌ای	
√		√	خشک کردن افشانه‌ای	فرایندهای خشک کردن افشانه‌ای	
√		√	انبساط فوق بحرانی		
√		√	افشانش گرمایی احتراقی تعلیق		
		√	انفجار الکتریکی سیمی		
√		√	تبخیر		
	√		نهشت لایه اتمی (ALD)		
	√	√	نهشت شیمیایی بخار (CVD)		
	√	√	نهشت کاتالیزوری شیمیایی بخار (CCVD)		
√	√	√	احتراق پیش‌ساز مایع	فرایندهای سنتز شعله‌ای	
√		√	افشانش پلاسمایی	فرایندهای سنتز شعله‌ای	
√	√	√	تف‌زایی	فرایندهای سنتز شعله‌ای	

جدول الف-۱ (ادامه)

کاربردی برای مواد ماکروسکوپی	فرایند ماده نانوساختار	فرایند نانوشیء	اصطلاحاتی از فرایند ساخت نانومواد که باید تعریف شود	سرفصل‌ها	فاز فرایند
√	√	√	تفکافت افشانش گرمایی	فرایندهای سنتز شعله‌ای	فرایندهای گازی- روش‌های شیمیایی
	√		رونشانی مکانی		
√	√	√	واکنش دیواره لوله‌ای داغ		
√		√	سنتز فوتوگرمایی		
		√	سنتز نانولیف بخار- مایع- جامد (VLS)		
√	√	√	پودر کردن		فرایندهای فاز مایع- روش‌های فیزیکی
√	√	√	الکترورسی		
√	√	√	بسپارش میان‌لایه‌ای درجا	فرایندهای کاهش اندازه در مایع (پودر کردن)	
		√	پراکنش نانوذرات		
√	√		ریخته‌گری نواری		
√	√	√	آسیاکاری گلوله‌ای تر		فرایند مایع- روش‌های شیمیایی
√		√	آبکافت اسیدی زی‌توده سلولزی		
		√	رسوب نانوذرات		
√		√	چگالش معدنی سریع		
√	√	√	فرایند سل‌ژل		
√		√	قالب‌گیری مواد سطح‌فعال		فرایند جامد- روش‌های فیزیکی
√	√	√	فرایند استوبر		
√	√		شکافت شیمیایی هم‌بسپار بلوکی		
√	√		جدایش فاز هم‌بسپار بلوکی	فرایندهای هم‌بسپار بلوکی	
√	√		قالب‌گیری هم‌بسپار بلوکی	فرایندهای هم‌بسپار بلوکی	

جدول الف-۱ (ادامه)

کاربردی برای مواد ماکروسکوپی	فرایند ماده نانوساختار	فرایند نانوشیء	اصطلاحاتی از فرایند ساخت نانومواد که باید تعریف شود	سرفصلها	فاز فرایند
√	√		پرس کاری سرد	فرایندهای جفت‌بسیارهای توده‌ای	فرایند جامد- روش‌های فیزیکی
√	√		تغییر شکل برشی پیوسته نوار محدود (C2S2)		
√	√		واشیشه‌ای شدن		
√		√	خردایش		
√	√		ریزماسین کاری سرعت بالا		
√	√		کاشت یونی		
√		√	آسیاکاری زم‌زایشی		
√		√	آسیاکاری گلوله‌ای خشک	فرایندهای آسیاکاری	
√		√	آهنگری سکه‌ای چندمرحله‌ای		
	√	√	رشد نانوقالبی		
√	√		پرس کاری گرم		
		√	تف‌جوشی نانوذره‌ای	فرایندهای تف‌جوشی	
√	√	√	تف‌جوشی پلاسمایی جرقه‌ای		
√	√		آندایز الکتروشیمیایی		فرایندهای جامد- روش‌های شیمیایی
√	√	√	فراورش میان‌لایه‌ای		
	√		پراکنه بسیار نانوذره‌ای		
√	√		روش‌های دو فازی		

کتابنامه

- [۱] استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۰۱۶: سال ۱۳۹۷، دیرگذاها - واژه نامه
- [2] ISO 2080:2008, Metallic and other inorganic coatings — Surface treatment, metallic and other inorganic coatings — Vocabulary
- [3] ISO 14532:2014, Natural gas — Vocabulary
- [4] ISO 18115-2:2013, Surface chemical analysis — Vocabulary — Part 2: Terms used in scanningprobe microscopy
- [5] ISO/TR 19716:2016, Nanotechnologies — Characterization of cellulose nanocrystals
- [۶] استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۶۰۲: سال ۱۳۹۸، فناوری نانو- اصطلاحات استاندارد و تعاریف آن برای نانومواد سلولزی
- [۷] استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵، فناوری نانو- واژهنامه- قسمت ۱: اصطلاحات اصلی
- [۸] استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۲-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵، فناوری نانو- واژهنامه- قسمت ۲: نانواشیاء
- [۹] استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۸۳۹۲: سال ۱۳۹۴، فناوری نانو- واژهنامه - قسمت ۳: نانواشیای کربنی
- [۱۰] استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۸۳۹۲: سال ۱۳۹۳، فناوری نانو- واژهنامه قسمت ۴: مواد نانوساختاریافته
- [۱۱] استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۰۹۸: سال ۱۳۸۸، فناوری نانو- واژهها، اصطلاحات و تعاریف اصلی
- [12] Deckman H.W., Dunsmuir J.H. Natural lithography. Appl. Phys. Lett. 1982, 41, pp. 377-378
- [13] McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms. Sixth edition. McGraw-Hill Education, 2002

نمایه

شماره زیربند	نمایه فارسی	نمایه انگلیسی
۱-۱-۸	لیتوگرافی سه بعدی	3D lithography
۱-۴-۷	آبکافت اسیدی سلولز	acid hydrolysis of cellulose
۲-۱-۸	فرایند افزایشی	additive processing
۱-۲-۸	برجذب	adsorption
۲-۲-۸	نهشت لایه اتمی	ALD
۱-۳-۸	حکاکای ناهمسانگرد	anisotropic etching
۲-۲-۸	نهشت لایه اتمی	atomic layer deposition
۱-۶-۷	شکافت شیمیایی هم‌بسیار بلوکی	block copolymer chemical derivatization
۱-۱-۵-۷	جدایش فاز هم‌بسیار بلوکی	block copolymer phase segregation
۲-۱-۵-۷	قالب‌گیری هم‌بسیار بلوکی	block copolymer templating
۳-۱-۸	لیتوگرافی هم‌بسیار بلوکی	block copolymer lithography
۲-۳-۸	حکاکای بوش	Bosch etching
۱-۴	نانوساخت پایین به بالا	bottom up nanomanufacturing
۴-۵-۷	تغییر شکل برشی پیوسته نوار محدود	C2S2
۱-۳	نانولوله کربنی	carbon nanotube
۳-۲-۸	نهشت کاتالیزوری شیمیایی بخار	catalytic chemical vapour deposition
۳-۲-۸	نهشت کاتالیزوری شیمیایی بخار	CCVD
۳-۳-۸	حکاکای شیمیایی	chemical etching
۳-۲-۸	نهشت شیمیایی بخار	chemical vapour deposition
۴-۳-۸	حکاکای باریکه‌یونی تقویت‌شده شیمیایی	chemically assisted ion beam etching
۵-۲-۸	پوشش‌دهی باریکه‌خوشه‌ای	cluster beam coating
۱-۳	نانولوله کربنی	CNT
۲-۴	هم‌نهشتی	co-deposition
۱-۱-۷	افشانش پویای گاز سرد	cold gas dynamic spraying

cold pressing	پرس کاری سرد	۳-۵-۷
نمایه انگلیسی	نمایه فارسی	شماره زیربند
colloidal crystal template lithography	لیتوگرافی قالبی بلور کلونیدی	۴-۱-۸
colloidal crystallization	تبلور کلونیدی	۱-۶
comminution	پودر کردن	۳-۴
conshearing continuous confined strip shearing	تغییر شکل برشی پیوسته نوار محدود	۴-۵-۷
cryogenic etching	حکاکی زم‌زایشی	۵-۳-۸
cryogenic milling	آسیاکاری زم‌زایشی	۱-۹-۵-۷
crystallographic etching	حکاکی بلورشناختی	۶-۳-۸
CVD	نهشت شیمیایی بخار	۳-۲-۸
deep reactive ion etching	حکاکی یونی واکنشی عمیق	۷-۳-۸
deep ultraviolet lithography	لیتوگرافی فرابنفش عمیق	۵-۱-۸
devitrification	واشیشه‌ای شدن	۵-۵-۷
dip coating	پوشش‌دهی غوطه‌وری	۶-۲-۸
dip-pen nanolithography	نانولیتوگرافی نوک قلمی	۶-۱-۸
directed assembly	چیدمان هدفمند	۴-۴
directed self-assembly	خودآرایی هدفمند	۵-۴
DRIE	حکاکی یونی واکنشی عمیق	۷-۳-۸
dry-ashing	خاکسترسازی خشک	۸-۳-۸
dry ball milling	آسیاکاری گلوله‌ای خشک	۱۰-۵-۷
dry-etching	حکاکی خشک	۹-۳-۸
DUV	لیتوگرافی فرابنفش عمیق	۵-۱-۸
electro-spark deposition	نهشت با جرقه‌الکتریکی	۲-۱-۷
electro-spray	الکترو افشانش	۹-۲-۸
electrochemical anodization	آندایز الکتروشیمیایی	۲-۶-۷
electrodeposition	الکترونهشت	۷-۲-۸

electroless deposition	نهشت الکترولس	۸-۲-۸
electron-beam evaporation	تبخیر باریکه الکترونی	۳-۱-۷
	نمایه فارسی	شماره زیربند
electroplating	آبکاری	۷-۲-۸
electrospinning	الکترورسی	۱-۳-۷
electrostatic driven assembly	چیدمان با نیروی الکترواستاتیکی	۱-۵
Embossing	برجسته سازی	۱-۴-۸
evaporation	تبخیر	۱۰-۲-۸
EUV	لیتوگرافی فرابنفش شدید	۸-۱-۸
extreme ultraviolet lithography	لیتوگرافی فرابنفش شدید	۸-۱-۸
FIB deposition	نهشت باریکه یونی کانونی شده	۱۲-۲-۸
FIB etching	حکاکی باریکه یونی کانونی شده	۱۰-۳-۸
FIB lithography	لیتوگرافی باریکه یونی کانونی شده	۹-۱-۸
FIB milling	آسیابکاری باریکه یونی کانونی شده	۱۰-۳-۸
fluidic alignment	هم تراز سیالی	۲-۵
focused electron-beam deposition	نهشت باریکه الکترونی کانونی شده	۱۱-۲-۸
focused ion-beam deposition	نهشت باریکه یونی کانونی شده	۱۲-۲-۸
focused ion-beam etching	حکاکی باریکه یونی کانونی شده	۱۰-۳-۸
focused ion-beam lithography	لیتوگرافی باریکه یونی کانونی شده	۹-۱-۸
freeze drying	خشک کردن انجمادی	۵-۱-۷
graphioepitaxy	رونشانی مکانی	۲-۶
grinding	خردایش	۶-۵-۷
hierarchical assembly	چیدمان سلسله مراتبی	۳-۵
high-density plasma etching	حکاکی پلاسما با چگالی بالا	۱۱-۳-۸
high-speed micromachining	ریزمایشین کاری سرعت بالا	۷-۵-۷
hot pressing	پرس کاری گرم	۱۴-۵-۷

hot wall tubular reaction	واکنش دیواره لوله‌ای داغ	۱-۲-۲-۷
ICP	پلاسمای جفت‌شده القایی	۱۲-۳-۸
immersion optics	اپتیک غوطه‌وری	۱۰-۱-۸
نمایه انگلیسی	نمایه فارسی	شماره زیربند
imprinting	منقوش کردن	۱-۴-۸
<i>in-situ</i> intercalative polymerization	بسپارش میان‌لایه‌ای درجا	۲-۳-۷
intercalation	فراورش میان‌لایه‌ای	۳-۶-۷
inductive coupled plasma	پلاسمای جفت‌شده القایی	۱۲-۳-۸
interference lithography	لیتوگرافی تداخلی	۱۱-۱-۸
ion beam etching	حکاکی باریکه‌یونی	۱۳-۳-۸
ion beam milling	آسیابکاری باریکه‌یونی	۱۳-۳-۸
ion beam surface reconstruction	بازسازی سطحی با باریکه‌یونی	۳-۶
ion implantation	کاشت یونی	۸-۵-۷
ion-induced deposition	نهشت یون‌القایی	۱۲-۱-۸
ion-induced etching	حکاکی یون‌القایی	۱۳-۱-۸
ion projection lithography	لیتوگرافی یون افکنش	۱۴-۱-۸
isotropic etching	حکاکی همسانگرد	۱۴-۳-۸
Langmuir-Blodgett film formation	تشکیل لایه نازک لانگمویر-بلاجت	۴-۶
Langmuir-Blodgett film transfer	انتقال لایه لانگمویر-بلاجت	۵-۶
laser ablation	برسایش لیزری	۱۵-۳-۸
layer-by-layer deposition	نهشت لایه‌به‌لایه	۶-۶
LbL	لایه‌به‌لایه	۱۵-۲-۸
LbL deposition	نهشت لایه‌به‌لایه	۶-۶
light-assisted etching	حکاکی با کمک نور	۱۶-۳-۸
liquid precursor combustion	احتراق پیش‌ساز مایع	۱-۱-۲-۷
lithography	لیتوگرافی	۶-۴

magnetic driven assembly	چیدمان با نیروی مغناطیسی	۴-۵
MBE	روشنانی باریکه مولکولی	۱۳-۲-۸
modulated elemental reactant method	روش کنشگر شیمیایی مدوله شده	۷-۶
micro-contact printing	چاپ ریزتماسی	۱۵-۱-۸
نمایه انگلیسی	نمایه فارسی	شماره زیربند
microfluidic deposition	نهشت ریزشاره‌ای	۱۶-۱-۸
molecular beam epitaxy	روشنانی باریکه مولکولی	۱۳-۲-۸
multi-pass coin forging	آهنگری سکه‌ای چندمرحله	۱۱-۵-۷
multilayer deposition	نهشت چندلایه‌ای	۷-۴
multilayer film process	فرایند فیلم چندلایه	۲-۴-۸
nanocomposite	نانوچندسازه	۲-۳
nano-embossing	برجسته‌سازی نانویی	۱۷-۱-۸
nanofabrication	نانتولید	۸-۴
nanofibre	نانولیف	۳-۳
nanofibre precipitation	رسوب نانوالیاف	۳-۴-۸
NIL	لیتوگرافی منقوش کردن نانویی	۱۸-۱-۸
nano-imprint lithography	لیتوگرافی منقوش کردن نانویی	۱۸-۱-۸
nanomanufacturing	نانوساخت	۹-۴
nanomanufacturing process	فرایند نانساخت	۱۰-۴
Nanomaterial	نانوماده	۴-۳
nano-object	نانوشیء	۵-۳
Nanoparticle	نانوذره	۶-۳
nanoparticle dispersion	پراکنه نانوذرات	۳-۳-۷
nanoparticle precipitation	رسوب نانوذرات	۲-۴-۷
nanoparticle sintering	تفجوشی نانوذره‌ای	۱۵-۵-۷
nanoparticle spray coating	پوشش‌دهی افشانه‌ای نانوذرات	۴-۴-۸

Nano-scale	نانومقیاس	۷-۳
nanostructured material	ماده نانو ساختاریافته	۸-۳
nanotemplated growth	رشد نانوقالبی	۱۲-۵-۷
nanotube	نانولوله	۹-۳
natural lithography	لیتوگرافی طبیعی	۱۹-۱-۸
	نمایه فارسی	شماره زیربند
	نمایه انگلیسی	
optical lithography	لیتوگرافی اپتیکی	۲۱-۱-۸
phase-contrast photolithography	فوتولیتوگرافی نوری تباین فازی	۲۰-۱-۸
photochemical etching	حکاکی فتوشیمیایی	۱۶-۳-۸
photolithography	فوتولیتوگرافی	۲۱-۱-۸
photothermal synthesis	سنتز فوتوگرمایی	۲-۲-۲-۷
physical etching	حکاکی فیزیکی	۱۷-۳-۸
physical vapour deposition	نهیشت فیزیکی بخار	۱۴-۲-۸
plasma etching	حکاکی پلاسمایی	۱۸-۳-۸
plasma spray	افشانش پلاسمایی	۲-۱-۲-۷
plasmonic lithography	لیتوگرافی پلاسمونی	۲۲-۱-۸
polyelectrolyte layer-by-layer	نهیشت لایه به لایه پلی الکترولیتی	۱۵-۲-۸
polymer nanoparticle dispersion	پراکنش بسپار نانوذره‌ای	۱۳-۵-۷
prompt inorganic condensation	چگالش معدنی سریع	۳-۴-۷
PVD	نهیشت فیزیکی بخار	۱۴-۲-۸
Pyrogenesis	تفزایشی	۳-۱-۲-۷
radiation track etching	حکاکی مسیر تابش	۱۹-۳-۸
reactive ion etching	حکاکی یون واکنشی	۲۰-۳-۸
RIE	حکاکی یون واکنشی	۲۰-۳-۸
SAM formation	تشکیل تک لایه خودآرا	۸-۶
scanning force probe writing	نوشتن پروبی (کاوند) با نیروی روبشی	۲۳-۱-۸

scanning tunnelling microscope chemical vapour deposition	میکروسکوپ تونل زنی روبشی نهشت شیمیایی بخار	۲۴-۱-۸
selective etching	حکاکی انتخابی	۲۱-۳-۸
self-assembly	خودآرایی	۱۱-۴
self-assembled monolayer formation	تشکیل تک لایه خودآرا	۸-۶
shape-based assembly	چیدمان مبتنی بر شکل	۵-۵
	نمایه فارسی	شماره زیربند
soft lithography	لیتوگرافی نرم	۲۵-۱-۸
sol-gel processing	فرایند سل ژل	۴-۴-۷
solution precursor plasma spray	افشانش پلاسمایی پیش ساز محلولی	۴-۱-۲-۷
spark plasma sintering	تف جوشی پلاسمایی جرقه‌ای	۱۶-۵-۷
spin coating	پوشش دهی چرخشی	۱۷-۲-۸
spray drying	خشک کردن افشانه‌ای	۶-۱-۷
spray deposition	نهشت افشانه‌ای	۱۸-۲-۸
sputter deposition	نهشت کندوپاشی	۱۹-۲-۸
sputter etching	حکاکی کندوپاشی	۱۷-۳-۸
STM CVD	میکروسکوپ تونل زنی روبشی نهشت شیمیایی بخار	۲۴-۱-۸
Stober process	فرایند استوبر	۵-۴-۷
subtractive processing	فرایند تفریقی	۲۶-۱-۸
supercritical expansion	انبساط فوق بحرانی	۷-۱-۷
supramolecular assembly	چیدمان ابرمولکولی	۶-۵
surface functionalization	عامل دار کردن سطح	۱۲-۴
surface polymerization	بسپارش سطحی	۲۰-۲-۸
surface-to-surface transfer	انتقال سطح به سطح	۷-۵
surfactant templating	قالب گیری مواد سطح فعال	۶-۴-۷
	نمایه انگلیسی	

suspension combustion thermal spray	افشانش گرمایی احتراقی تعلیقه	۸-۱-۷
top-down nanomanufacturing	نانوساخت بالا به پایین	۱۳-۴
tape casting	ریخته‌گری نواری	۴-۳-۷
two-phase methods	روش‌های دو فازی	۴-۶-۷
thermal spray	افشانش گرمایی	۱۶-۲-۸
thermal spray pyrolysis	تفکافت افشانش گرمایی	۵-۱-۲-۷
Vaporization	تبخیر	۹-۱-۷
نمایه انگلیسی	نمایه فارسی	شماره زیربند
vapour-liquid-solid nanofibre synthesis	سنتز نانوالیاف بخار-مایع-جامد	۳-۲-۲-۷
VLS	سنتز نانوالیاف بخار-مایع-جامد	۳-۲-۲-۷
Volmer-Weber growth	رشد ولمر-ووبر	۱۱-۶
wet ball milling	آسیاکاری گلوله‌ای تر	۵-۳-۷
wet etching	حکاکی تر	۲۲-۳-۸
wire electric explosion	انفجار الکتریکی سیم	۴-۱-۷
X-ray lithography	لیتوگرافی پرتو ایکس	۲۷-۱-۸