



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران مرکزی

دانشکده علوم ، گروه فیزیک

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M. SC)

گرایش : حالت جامد

عنوان:

بررسی نانو ساختار لایه های نازک اکسید مس به صورت تابعی از دمای بازپخت

استاد راهنما:

دکتر کیخسرو خجیر

استاد مشاور:

آقای فرهادتوکلی

دانشجو:

زهرا صادقی گلوردی

زمستان ۱۳۹۰



THIS IMAGE OR VIDEO
HAS BEEN
MOVED OR DELETED

MOVED OR DELETED

بسمه تعالی

در تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۳۰

دانشجوی کارشناسی ارشد خانم زهرا صادقی گلوردی از پایان نامه خود دفاع نموده و با نمره ۲۰ و به حروف بیست و با درجه عالی مورد تصویب قرار گرفت.

امضاء استاد راهنما

تقدیم به:

پدر و مادر بزرگوارم؛

همسر فداکارم.

سپاسگزاری:

با سپاس از مادر و پدر عزیزم

با سپاس از علی صادقی

و با سپاس از استاد گرامی:

آقای دکتر کیخسرو خجیر

چکیده

این پایان نامه به بررسی تاثیر دما و محیط بازپخت در نانو ساختار لایه های نازک اکسید مس می پردازد. لایه های نازک مس به روش تبخیر حرارتی در خلاء (PVD) بر روی زیر لایه های شیشه تهیه شده و سپس در محیط های مختلف در اتمسفر (هوا) و در حضور شار ثابت اکسیژن (200 cc/min) در دماهای $200-400^\circ\text{C}$ باز پخت شدند. در مرحله بعد نیز به وسیله آنالیزی های پراش پرتو - X (XRD) و میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) ساختار کریستالو گرافی و مورفولوژی سطح آنها تحلیل شد.

نتایج تحلیل (XRD) نشان داد با نمونه های بازپخت شده در 200 و 250°C در محیط هوا دارای فاز Cu_2O و نمونه های بازپخت شده در 350 و 400°C در محیط هوادارای فاز CuO می باشند، در حالی که نمونه بازپخت شده 300°C دارای فاز مرکبی از CuO , Cu_2O بود. این فاز برحسب دما دقیقاً برای نمونه های بازپخت شده در شار اکسیژن نیز مشاهده شده اما با اندکی تفاوت. در دماهای 200 , 250 , 350 و 400°C شدت پیک ها بیشتر و FWHM پیک ها باریک تر شد. همچنین نمونه ها بازپخت شده در دمای 300°C فقط فاز CuO داشتند. نتایج تحلیل (AFM) نیز نشان داد با افزایش دمای بازپخت اندازه دانه ها افزایش می یابد، اما رفتار زمختی سطح در محیط هوا و شار اکسیژن با دما متفاوت است.

فهرست مطالب

عنوان.....	صفحه
چکیده.....	۱.....
فصل اول : لایه های نازک و روش های ساخت	
مقدمه.....	۲.....
۱ + تعریف لایه نازک و تقسیم بندی آن.....	۴.....
۱ - ۱ - ۱ لایه های رسانا.....	۴.....
۱ - ۱ - ۲ لایه های نیمرسانا.....	۵.....
۱ - ۱ - ۳ لایه های عایق.....	۶.....
۱ - ۱ - ۴ تقسیم بندی لایه ها (از نقطه نظر ضخامت).....	۶.....
۱ - ۲ - ۲ کاربرد لایه های نازک.....	۷.....
۱ - ۲ - ۱ کاربرد های خواص مکانیکی.....	۸.....
۱ - ۲ - ۲ کاربرد های الکتریکی و میکرو الکترونیکی.....	۸.....
۱ - ۲ - ۳ کاربرد های اپتیکی.....	۹.....
۱ - ۲ - ۴ کاربردهای متالورژی.....	۹.....
۱ - ۳ - ۳ روش های تهیه لایه های نازک.....	۱۱.....
۱ - ۳ - ۱ روش های شیمیایی و الکترو شیمیایی.....	۱۱.....
۱ - ۳ - ۱ روشانی الکترولیتی کاتدی.....	۱۱.....
۱ - ۳ - ۲ روشانی بدون کاتدی.....	۱۱.....

- ۱-۳-۳-۱ اکسایش آندی (رونشانی اکترولیتی آندی) ۱۲
- ۱-۳-۴-۱ رونشانی شیمیایی در فاز بخار (CVD) ۱۳
- ۱-۳-۲-۱ روش های فیزیکی ۱۳
- ۱-۲-۳-۱ ۱۳
- پراکنش ۱۳
- ۱-۳-۲-۲ نشست برآراستی ۱۴
- ۱-۳-۲-۳ تبخیر حرارتی ۱۵
- ۱-۴-۴-۱ مراحل مختلف تشکیل لایه نازک ۱۷
- ۱-۵-۵-۱ مراحل مختلف رشد ۱۹
- ۱-۵-۱-۱ جذب فیزیکی ۱۹
- ۱-۵-۲-۱ تشکیل خوشه ۱۹
- ۱-۵-۳-۱ هسته سازی ۲۰
- ۱-۵-۴-۱ تشکیل جزیره ۲۱
- ۱-۵-۵-۱ انعقاد ۲۱
- ۱-۵-۶-۱ تشکیل حفره ها و کانال ۲۱
- ۱-۶-۶-۱ انواع رشد ۲۲
- ۱-۷-۷-۱ ارتباط بین انواع رشد با انرژی سطح ۲۳
- ۱-۸-۸-۱ جهت گیری لایه های نازک ۲۴
- ۱-۹-۹-۱ رشد لایه ها با جهت گیری مشخص ۲۵
- ۱-۱۰-۱۰-۱ لایه های فصل مشترک ۲۵

۲۵	..... ۱ - ۱۰ - ۱ لایه های فصل مشترک ناگهانی
۲۶	..... ۲ - ۱۰ - ۱ فصل مشترک با پیوند شیمیایی
۲۷	..... ۳ - ۱۰ - ۱ لایه های فصل مشترک پخشی
۲۷	..... ۴ - ۱۰ - ۱ لایه های فصل مشترک شبه پخشی
۲۸	..... ۵ - ۱۰ - ۱ فصل مشترک مکانیکی

فصل دوم : روش های بررسی لایه های نازک

۲۹	..... مقدمه
۳۰	..... ۱ - ۲ روش پراش اشعه ایکس (XRD)
۳۳	..... ۲ - ۲ پس پراکندگی رادفورد (RBS)
۳۴	..... ۳ - ۲ میکروسکوپ الکترونی
۳۵	..... ۱ - ۳ - ۲ میکروسکوپ الکترونی عبوری
۳۹	..... ۲ - ۳ - ۲ میکروسکوپ الکترونی روبشی
۴۱	..... ۴ - ۲ آنالیز EDAX
۴۲	..... ۵ - ۲ طیف نمایی فتو الکترونی
۴۵	..... ۶ - ۲ میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)

فصل سوم : شرح فعالیت های تجربی و پیشینه تحقیق

۴۷ مقدمه
----	-------------

۴۷	۳ - ۱ تمیز کردن زیرلایه ها
۴۸	۳ - ۲ فرایند لایه نشانی
۴۸	۳ - ۳ بازپخت لایه ها
۵۰	۳ - ۴ بررسی نانوساختار، کریستالوگرافی و موفولوژی لایه ها
۵۰	۳ - ۵ معرفی اکسید مس و فعالیت های صورت گرفته در این زمینه

فصل چهارم : تحلیل نتایج

۵۲	مقدمه
۵۲	۴ - ۱ تحلیل نتایج پراش پرتو-x (XRD)
۵۴	۴ - ۲ تحلیل نتایج میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)
۵۷	نتیجه گیری
۵۸	پیشنهاد ها

منابع

چکیده انگلیسی

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
	فصل اول
۱۴	شکل ۱-۱ طرح ساده از روش پراکنش
۱۵	شکل ۱-۲ رشد به روش روشنی باریکه مولکولی
۱۷	شکل ۱-۳ طرح ساده از محفظه تبخیر مواد
۲۰	شکل ۱-۴ مراحل مختلف تشکیل لایه
۲۳	شکل ۱-۵ نمایش انواع رشد
۲۴	شکل ۱-۶ رابطه بین کمیت های $\gamma_A, \gamma^*, \gamma_B$
۲۶	شکل ۱-۷ انواع لایه های فصل مشترک
	فصل دوم
۳۰	شکل ۲-۱ برخورد اشعه X با صفحات بلوری و شرط پراش
۳۶	شکل ۲-۲ طرح میکروسکوپ الکترونی عبوری
۳۸	شکل ۲-۳ مرحله های پردازش در تشکیل همانند سازی یک مرحله ای
۳۸	شکل ۲-۴ مرحله های پردازش در تشکیل همانند سازی دو مرحله ای
۳۹	شکل ۲-۵ طرحی از میکروسکوپ الکترونی روبشی
۴۱	شکل ۲-۶ نمونه ای از عکس برداری SEM
۴۳	شکل ۲-۷ برانگیختگی فوتو الکترونها

- شکل ۲-۸ میکروسکوپ نیروی اتمی *AFM* ۴۶
- شکل ۳-۱ خشک کردن زیر لایه ها با سیستم باد فیلتر شده با دستگاه اسپینر ۴۸
- شکل ۳-۲ نمایی از دستگاه تبخیر ۴۹
- شکل ۳-۳ تصویر محفظه ی کوارتزی کوره ی حرارتی ۵۰

فصل چهارم

شکل (۴-۱)، طیف پراش پرتو-X برای نمونه های بازپخت شده در (الف) محیط هوا و

(ب) شار اکسیژن ۵۳

شکل (۴-۲) نضاویر سه بعدی میکروسکوپ نیروی اتمی (*AFM*) برای نمونه های بازپخت شده در محیط هوا و دماهای (الف) 200°C ، (ب) 300°C ، (ج) 400°C ۵۵

شکل (۴-۳) نضاویر دو بعدی میکروسکوپ نیروی اتمی (*AFM*) برای نمونه های بازپخت شده در محیط هوا و دماهای (الف) 200°C ، (ب) 300°C ، (ج) 400°C ۵۶

شکل (۴-۴) نضاویر سه بعدی میکروسکوپ نیروی اتمی (*AFM*) برای نمونه های بازپخت شده در شار اکسیژن و دماهای (الف) 200°C ، (ب) 300°C ، (ج) 400°C ۵۶

شکل (۴-۵) نضاویر دو بعدی میکروسکوپ نیروی اتمی (*AFM*) برای نمونه های بازپخت شده در شار اکسیژن و دماهای (الف) 200°C ، (ب) 300°C ، (ج) 400°C ۵۶

جدول (۱-۴)، اطلاعات مربوط به آنالیز پراش پرتو-X ۵۴

جدول (۲-۴) نتایج مربوط به آنالیز میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) ۵۶

فصل اول : لایه های نازک و روش های ساخت

مقدمه

بررسی خواص فیزیکی ماده در طول صد سال اخیر آن قدر پیشرفت کرده است که امروزه علم فیزیک به گروه بزرگی از شاخه های خاص که اغلب شکاف بزرگی هم بین آنها وجود دارد، تقسیم شده است. یکی از این شاخه های مهم و مستقل که در سال های اخیر توسعه یافته، فیزیک لایه های نازک است. این شاخه از فیزیک با سیستم هایی سروکار دارد که فقط یک ویژگی مشترک دارند، یعنی آنهایی که یکی از ابعادشان بسیار کوچک است، در حالی که م م کن است سایر خواص چنین سیستم هایی و همچنین روش های بررسی آنها متفاوت باشند.

خواص فیزیکی اجسام برای واحد حجم تعریف می شود، یعنی فرض می شود این مشخصه ها به حجم بستگی ندارند. این فرض مادامی که ابعاد «جسم مع مولی» یعنی کم و بیش از حد میکروسکوپی باشد پذیرفتنی است. اما به محض اینکه با کوچک شدن یکی از ابعاد، افزایش قابل ملاحظه ای در نسبت سطح به حجم پدید بیاید دیگر معتبر نیست. در صورت کاهش دو بعد دیگر هم تغییرات بیشتری را می توان مشاهده کرد. مثلاً ذره های بسیار کوچک پخش شده در یک ماتریس یا «لایه های» بسیار نازک مشتمل بر نواحی مجزا، هنجارهای قابل ملاحظه ای را در خواص شان پدید می آورد.

در جسم کپه ای نیروهایی بر یک ذره معین (اتم، الکترون) وارد می آیند. این نیروها در بلورها طبیعت تناوبی دارند. در مواد بی ریخت، که در آن ها حداکثر فقط یک نظم کوتاه برد وجود دارد، چنین تناوبی مشاهده نمی شود. اما در هر دو مورد، ذره ها تحت تاثیر نیروهایی هستند که از همه جهت وارد می آیند. ولی وقتی ناحیه سطح در نظر گرفته شود، انفصالی در این نیروها به وجود می آید. نیروهایی که روی ذرات واقع در سطح وارد می آیند با نیروهایی که روی جسم کپه ای

عمل می کنند، متفاوت اند و این اختلاف عمدتاً به خاطر عدم تقارن نیروهاست. بنابراین حالت های انرژی در سطح جسم مکن است اساساً از حالت های انرژی داخلی متفاوت باشند.

یک دلیل دیگر برای رشد سریع فناوری لایه های نازک این است که یک بعد لایه ناپیچ است، و تولید لایه های نازک با نقش های پیچیده و جزییات (خطها) در ابعاد میکرومتری یا حتی ریز میکرو متر (کمتر از میکرو متر) نسبتاً آسان است. این وضعیت لایه های نازک را به خصوص برای کاربرد در میکرو الکترونیک و اپتیک یکپارچه مناسب می سازد. بنابراین نمی توان صریحاً به این سوال پاسخ داد که لایه را در چه حدی باید نازک گرفت؟

این ضخامت برای پدیده های فیزیکی مختلف متفاوت است. بنابراین، عملاً خواص مورد نظر و جزییات فناوری است که این حد تعیین می کند. مطالب اشاره شده از جمله دلایل توجه فیزیکدانها به موضوع لایه های نازک، و اختصاصاً شاخه کاملی از فیزیک به این موضوع، و رشد فناوری مربوط به آن اند.

لایه های سطحی نازک روی مواد مختلف به ویژه فلزها، اعم از طبیعی و مصنوعی یا انباشت شده سالهاست که موضوع پژوهش فناورانی است که به مسائل خوردگی و حفاظت ماده علاقمندند. از ابتدای قرن بیستم ویژگی های الکتریکی لایه های نازک از اندازه گیری رسانایی گرفته تا مطالعه ابر رسانایی و هم چنین گسیل الکترون از آنها، مورد بررسی قرار گرفته است. پیشرفت الکترونیک در طول جنگ جهانی دوم، روندی نزولی در ابعاد دستگاه های الکترونیکی ایجاد کرده است و نیاز به دستگاه های رادیو الکتریک پیچیده قابل اعتماد و کوچک و کم وزن اوج گرفت.

اخیراً هم، پیشرفت قابل ملاحظه ای در شاخه الکترونیک پزشکی به وجود آمده است. این شاخه از الکترونیک به دستگاه هایی نیاز دارد که بتوان آن ها را در سطح بدن جانور یا انسان کار گذاشت یا در صورت لزوم برای اندازه گیری یا تحریک و کنترل فرآیندهای حیاتی مختلف به نحوی در داخل بدن کاشت. پیشرفت کامپیوترها نیز انگیزه دیگری در پیشبرد دستگاه های الکترونیکی ریز ساخت

بوده است، که ضمن پیچیده تر شدن باید از قابلیت اعتماد و کوچکترین ابعاد ممکن نیز بر خوردار باشد. پیشرفت سریع فناوری لایه نازک جهت تولید لایه هایی با کاربرد های الکترونیک، انگیزه های پیشرفت پژوهش های بنیادی در فیزیک لایه های نازک بوده اند و چنانچه دانش ما از قانون های بنیادی تشکیل لایه کافی نباشد و اگر رابطه بین پارامترهای فیزیکی مختلف دخیل در تولید لایه نازک و پارامتر های مکانیکی، الکتریکی و سایر پارامترها، درک نشوند نقضای صنعت را نمی توان پاسخ داد. عامل دیگری که باعث پیشرفت فیزیکی لایه نازک شد توسعه دانش فیزیک و فناوری خلا بود. لایه های نازک باید در شرایط بسیار تمیز تهیه شوند . تحت چنین شرایطی امکان حفظ سطح زیر لایه از جذب سطحی برای مدت طولانی وجود دارد . مفید بودن خصوصیات لایه های نازک و جالب توجه بودن مطالعه بر روی رفتارهای جامد د وبعدی باعث شده که چه از نظر علمی و چه از نظر فناوری به لایه ها نازک توجه ویژه های شود. [۱]

۱ - ۱ تعریف لایه نازک و تقسیم بندی آن

لایه نازک به ماده یا موادی گفته می شود که به صورت پوششی بر روی سطح ماده دیگر سبب ایجاد خواص الکترونیکی، فیزیکی و مکانیکی جدی دی می شود که نه خصوصیات ماده تشکیل دهنده لایه را داشته و نه خصوصیات سطحی که لایه روی آن انباشت شده است. لایه ها را می توان به لایه های رسانا، نپرسانا و عایق تقسیم کرد .

۱ - ۱ - ۱ لایه های رسانا

در این نوع لایه ها، از مواد رسانا بعنوان ماده انباشت استفاده می شود . لایه های رسانا دارای هدایت گرمایی و الکتریکی بالایی هستند و همچنین جلاء و شفافیت خاص خود را دارند.

از این لایه ها در ساخت مقاومت ها، اتصالات الکتریکی، نوارهای نازک در مدارهای میکروویو و بعضی از قطعات الکترونیکی و در صنعت متالورژی و اپتیکی استفاده می شود. [2]

۱ - ۱ - ۲ لایه های نیمرسانا

مواد نیمرسانا بعنوان مواد مفید و دارای خواص بی نظیر وابسته به ساختار الکترونی آنها مورد توجه هستند. آنها می توانند به صورت کپه و لایه نازک باشند. گروه مواد نیمرسانا شامل نیمرساناهای تک عنصری، مرکب و آلیاژها می باشند و بیشترین کاربرد را در صنایع الکترونیک و میکرو الکترونیک دارا می باشند. به طوری که تمام قطعات الکترونیک از چند لایه نیمرسانا با خصوصیات مختلف تشکیل می شود. نیمرسانا ها به نیمرساناهای ذاتی^۱ که نیمرسانای فاقد هر گونه ناخالصی و فاقد نقص بلوری می باشد و نیز غیر ذاتی^۲ که مواد نیمرسانای آلاینده شده با ناخالصی می باشند تقسیم می شوند.

نیمرساناها، گروهی از مواد هستند که رسانندگی الکتریکی آنها بین فلزات و عایق قرار دارد. رسانندگی الکتریکی مواد نیمرسانا به دما و همچنین به میدان مغناطیسی و مقدار ناخالصی و گاف انرژی^۳ بستگی دارد. اضافه کردن ناخالصی به نیمرسانا آرایش^۴ نامیده می شود. نیمرسانای نوع n با اضافه کردن اتم های ناخالصی دهنده بوجود می آید که سبب ایجاد ترازهای دهنده درون شکاف انرژی می گردد. همچنین با اضافه کردن اتم های ناخالصی پذیرنده، نیمرسانای نوع P بوجود می آید که باعث ایجاد تراز انرژی گیرنده درون گاف انرژی می شود. انرژی لازم برای تحریک الکترون از تراز دهنده به نوار رسانش و یا حفره از تراز پذیرنده به نوار ظرفیت به انرژی یونیزاسیون معروف است. این انرژی در مقایسه با گاف انرژی کوچک است. گاف انرژی مواد نیمرسانا در حدود ۱ eV

۱ Intrinsic
۲ Extrinsic
۳ Band gap
۴ Doping

می باشد. بنابراین در دمای اتاق، کسر بزرگی از الکترون های تراز دهنده و حفره های تراز پذیرنده تحریک شده و به ترتیب به نوار رسانش و نوار ظرفیت، گذار می نمایند. این کسر، بزرگتر از کسر الکترون های تحریک شده از نوار ظرفیت به نوار رسانش یا حفره هایی که به وسیله این الکترون ها به خاطر فرآیند ذاتی آفریده شده اند می باشد. در نیمرسانای ذاتی، رسانندگی به خاطر عامل های ذاتی بلور است. الکترون های تحریک شده از نوار ظرفیت به نوار رسانش که یک حفره در نوار ظرفیت باقی می گذارند، مسئول رسانش هستند. نیمرساناهای ذاتی در دماهای بسیار پایین، ساختاری شبیه به عایق ها اما گاف انرژی کوچکتر دارند. [۳]

این حساسیت ویژه در رسانایی، نیمرساناها را به صورت موادی مناسب برای کاربردهای الکترونیکی از جمله رساننده های نوری در آورده است. اگرچه نیمرسانا ها رسانندگی نوری از خود نشان میدهند، فقط در تعداد کمی از این مواد با افزودنی معین، تغییر قابل توجهی در رسانندگی بر اثر تابش نور بوجود می آید که معروف ترین آنها عبارتند از: CdSe , CdS. [۴]

۱ - ۱ - ۳ لایه های عایق

مواد عایق یا نارسانا موادی هستند که در نوار هدایتشان در حالت عادی هیچ الکترونی وجود ندارد. لذا عمل هدایت را انجام نمی دهد. از چنین موادی می توان جهت عایق سازی الکتریکی و جدا کردن فلزات از یکدیگر، یا ساخت نوارهای نازک به صورت عایق استفاده کرد.

۱ - ۱ - ۴ تقسیم بندی لایه ها (از نقطه نظر ضخامت)

الف - لایه های بسیار نازک با ضخامت کمتر از ۵۰ آنگسترم

ب - لایه های نازک با ضخامت بین ۵۰ تا ۵۰۰۰ آنگسترم

ج - لایه های ضخیم با ضخامت بیش از ۵۰۰۰ آنگسترم

۱ - ۲ کاربرد لایه های نازک

لایه های نازک اعم از بلوری و بی ریخت، در فناوری های جدید فوق العاده مهم اند. این لایه ها گاهی خواص ویژه ای دارند که از نازکی و بخصوص ، از بزرگ بودن نسبت مساحت سطح لایه به حجم آن ، ناشی می شود . ساختار و خواص سطح جامدات غالبا با ساختار و خواص درونی آنها کاملا تفاوت دارد . لایه های نازک خواص اپتیکی، الکتریکی، مکانیکی و خواص قابل ملاحظه دیگری از خود نشان می دهند. امروزه هرازان کاربرد در زمینه لایه نازک و پوشش دهی در خلاء وجود دارد. صنعتی شدن روش های ساخت لایه نازک به حدود ۷۸ سال قبل بر می گردد . اولین چشمه های تبخیر کننده مواد تقریبا در سال ۱۹۳۰ با توسعه روش های تبخیر حرارتی در خلاء بوجود آمدند.

کاربرد لایه های نازک تنها به ساخت تک لایه های لژک برای کاربرد در سال ۱۹۵۰ به محافظ های خوردگی سطح نیز کشیده شد . در سال ۱۹۵۰ لایه نشانی روی مواد قابل انعطاف برای بسته بندی، صورت گرفت و پوشش دهی فلزی اشیاء جهت مقاصد تزئینی نیز به شغل و حرفه بزرگی تبدیل شد.

ظهور فناوری نیمرسانا ها و نیاز به رسانا های فلزی انگیزه زیادی برای رشد فناوری لایه نشانی در خلاء ایجاد نمود . بحران انرژی در سال ۱۹۷۰ نیاز به لایه های پوششی بر روی شیشه ها و بافت های پلیمری را جهت حفظ انرژی بوجود آورد . در سال ۱۹۸۰ رساناهای شفاف و در سال ۱۹۹۰ پوشش های سخت و کاربردی های تزئینی، کاربردهای جدید لایه های نازک بودند. [۵]

با توسعه روش های مختلف لایه نشانی در سال های اخیر، کاربردهای خاص الکترونیکی و میکرو الکترونیکی و کاربردهای این فناوری را سبب گردیده است . طی سالیان اخیر به دلیل گستردگی علم و پیشرفت علوم وتوجهات بشر به اقتصاد همراه با علم، روش های مختلف علمی دست به دست هم داده اند تا بتوان به خواص گوناگونی از مواد توجه شود اکثر مواد و ابزارهایی که منجر به

ایجاد تحولات اطلاعاتی، خواص مکانیکی و الکترونیکی جدید شده اند به صورتی از لایه های نازک بهره گرفته اند که در تقسیم بندی زیر به گوشه هایی از این تحولات اشاره می گردد.

۱- ۲- ۱ کاربردهای خواص مکانیکی

لایه های نازک می توانند به صورت لایه هایی برای کاهش اصطکاک، پوشش ضد خوردگی و پوششی که به طور قابل ملاحظه ای بار قسمت های مختلف مکانیکی را کاهش میدهد ساخته شوند.

مثلا مقاومت شیشه ای که بالا یا از تیتانیوم پوشیده شده باشد، افزایش می یابد و همچنین پوشش های کاربید تیتانیوم که بسیار سخت هستند و به منظور کاهش اصطکاک و افزایش عمر وسایل از جنس استیل که در سرعت های بالا کاربرد دارند، استفاده می شود.

۱- ۲- ۲ کاربردهای الکترونیکی و میکروالکترونیکی

کاربردهای لایه نازک در این زمینه در سال های اخیر بسیار پیشرفت داشته است. ساختمان کامپیوترهای دیجیتال و دیگر سیستم های الکترونیکی برای اندازه گیری و کنترل نیز از این فن استفاده نموده است. کاربردهای گوناگون آن به شرح زیر می باشد:

- اتصالات الکتریکی و مقاومت ها
- خازن ها و اتصال ها
- عناصر الکتریکی فعال (دیود $p-n$ ، دیود شاتکی و ...)
- مدارهای مجتمع
- مواد فرو مغناطیسی و ابر رساناها
- عناصر اکوستیکی و استفاده از امواج سطحی
- و ...