

لایه نشانی Zn در حضور میدان های الکتریکی و مغناطیسی استاتیک به روش PVD و رشد نانو ساختار های آن

جهانشاه راد ، زهرا سادات^۱؛ افضل زاده، رضا^۲

^۱گروه فیزیک دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی ، سیدخندان ، تهران

چکیده

لایه های نازک Zn با روشی نوین در حضور میدان الکتریکی و نیز در حضور میدان الکتریکی و مغناطیسی استاتیک به روش تبخیر حرارتی در خلأ بر روی زیرآیند شیشه لایه نشانی شد. لایه های نازک Zn تولید شده توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی گسیل میدانی (FESEM) مورد بررسی قرار گرفت. تصاویر حاصل از FESEM نشان داد که نانو ساختار های رشد کرده در هر دو حالت لایه نشانی، برای لایه های Zn به صورت نانو شیت و نانو گوه و دارای ساختار شش ضلعی می باشد. اعمال میدان مغناطیسی، باعث کاهش طول و ضخامت نانو گوه های Zn و افزایش رشد نانو ساختار های شش ضلعی شده است.

Zn coating in presence of static electric and magnetic fields utilizing PVD method and Growth of Zn Nano structures

Jahanshah Rad, Zahra Sadat^۱; Afzalzadeh, Reza^۲

^{۱,۲} Department of Physics, K.N.Toosi University of Technology, Tehran

Abstract

Zn thin films were deposited on glass substrate with an innovative method by vacuum thermal evaporation in presence of static electric and magnetic fields. Zn thin films were studied using Field Emission Scanning Electron Microscopy (FESEM) micrographs. FESEM images show that Zn thin film grows with Nano structures in both conditions which are Nano sheets and Nano wedges which are hexagon in structure. Applying magnetic field, caused reduction of the length and the thickness of Zn Nano wedges, and increase in hexagon shape Nano structures.

PACS No ۸۱

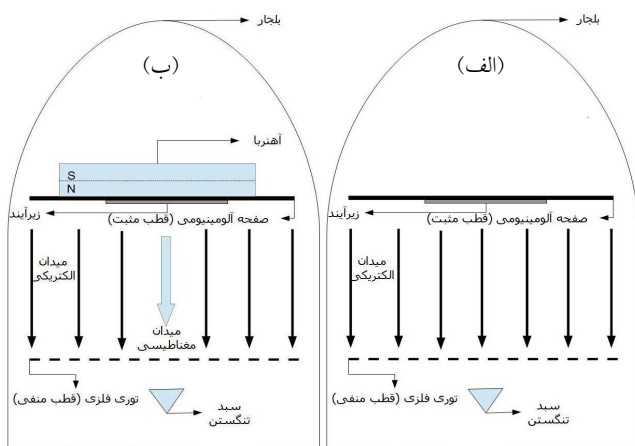
مقدمه

مگنترونی شناخته می شود. در این پژوهش، از روشی منحصر به فرد و نوین استفاده شده است که در آن، لایه های نازک روی در حضور میدان های الکتریکی و مغناطیسی استاتیک به روش تبخیر حرارتی در خلأ لایه نشانی می شوند. از تفاوت های این روش با روش کندوپاش مگنترونی می توان به سه مورد اشاره کرد؛ اول اینکه پس از ایجاد خلأ در محفظه تبخیر، گاز خشتی وارد محفظه نمی شود و تبخیر و لایه نشانی در خلأ انجام می شود؛ دوم اینکه در این روش لایه

یکی از روش های شناخته شده جهت لایه نشانی لایه های نازک روی، روش کند و پاش است. در این روش پس از ایجاد خلأ در محفظه، گاز خشتی وارد محفظه میشود تا فشار محفظه به حدود ۱۰۰ میلی تور برسد و سپس لایه نشانی با هدفگاه Zn انجام می شود. به منظور افزایش مسیر حرکت ذرات باردار در محیط پلاسمای ایجاد شده در روش کند و پاش، از میدان های الکتریکی و مغناطیسی استفاده می شود که این روش با نام کندوپاش

به منظور ایجاد میدان مغناطیسی، از یک آهنربای قوی تخت نئودیمیم به ابعاد ۱۰ در ۳۰ در ۱۰۰ میلی متر با جهت قطبش در راستای Z استفاده شد که دقیقاً بالای زیرآیند قرار گرفت. میدان مغناطیسی در سطح آهنربا به طور متوسط ۰/۳ تسلا بود که با افزایش فاصله از سطح آهنربا کاهش می یافت؛ محل قرارگیری چشمه و آهنربا به گونه ای بود که ذرات تبخیر شونده پس از جدا شدن از چشمه، در میدان مغناطیسی آهنربا قرار می گرفتند و هرچه به زیرآیند نزدیکتر می شدند، شدت میدان مغناطیسی بیشتر می شد.

به منظور بررسی خواص لایه های نازک Zn تولید شده از میکروسکوپ الکترونی روبشی گسیل میدانی (ساخت شرکت فیلیپس مدل ۴۱۶۰) استفاده شد.



شکل ۱: تصویر شماتیک شرایط لایه نشانی. الف) در حضور میدان الکتریکی، ب) در حضور میدان الکتریکی و مغناطیسی

تحلیل نتایج

لایه نازک Zn که در میدان الکتریکی ۱۰,۰۰۰ ولت بر متر لایه نشانی شد در شکل ۲-الف نشان داده شده است. این تصویر نشان می دهد که نانو شیت های شش گوشه و نیز نانو گوه ها در لایه نازک رشد کرده اند. با دقت بیشتر در این تصاویر، مشاهده می شود که طول و ضخامت نانو شیت ها بطور متوسط به ترتیب برابر ۳۸۳ nm و ۱۰ nm می باشد. همچنین طول و ضخامت متوسط نانو گوه ها به ترتیب برابر ۴۷۶ nm و ۱۷۴ nm می باشد.

شکل ۲-ب مربوط به لایه های نازک Zn می باشد که در حضور میدان الکتریکی ۱۰,۰۰۰ ولت بر متر و نیز میدان مغناطیسی

نشانی، تبخیر حرارتی با استفاده از چشمه است و از الکتروود و هدفگاه استفاده نمی شود؛ سوم اینکه میدان الکتریکی و مغناطیسی، موازی یکدیگر بوده و در فاصله ی زیرآیند تا چشمه و موازی با خط واصل زیرآیند تا چشمه تبخیر اعمال می شود.

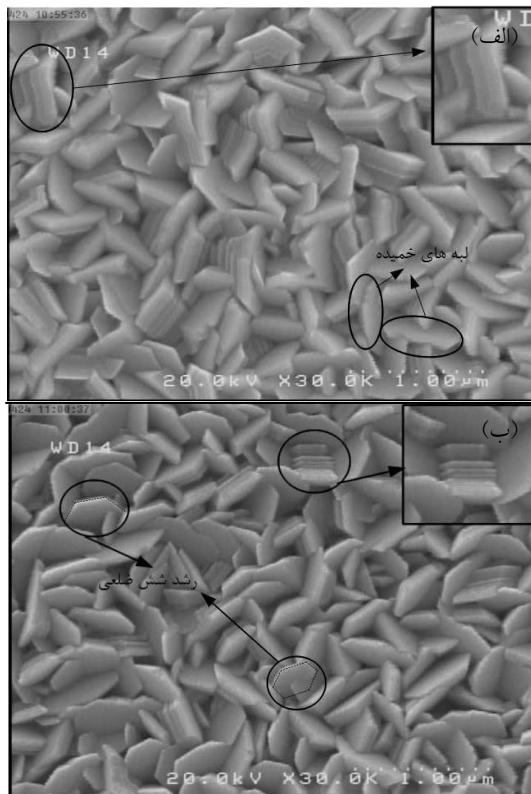
لایه های نازک Zn تولید شده در این روش، توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی گسیل میدانی (FESEM) مورد بررسی قرار گرفت و تفاوت لایه هایی که تنها در حضور میدان الکتریکی لایه نشانی شدند با لایه هایی که همزمان در حضور میدان الکتریکی و مغناطیسی موازی لایه نشانی شدند، مورد بررسی قرار گرفت.

بخش تجربی

به منظور تولید لایه های نازک Zn، این لایه ها به روش تبخیر حرارتی در خلأ بر روی زیرآیند لام و در حضور میدان الکتریکی و مغناطیسی لایه نشانی شد. بدین منظور ابتدا محفظه به خلأ 10^{-5} میلی بار رسید و سپس با کمک چشمه ی به شکل سبد و از جنس تنگستن، قرص روی با خلوص ۹۹/۹۹٪ به روش حرارتی تبخیر گردید و بر روی زیرآیند، لایه نازک Zn ایجاد شد.

لایه نشانی Zn بر روی زیرآیند لام، در دو حالت انجام شد. در حالت اول، میدان الکتریکی خارجی با بزرگی ۱۰,۰۰۰ ولت بر متر و در راستای خط واصل چشمه تا زیرآیند اعمال شد. در حالت دوم علاوه بر میدان الکتریکی دقیقاً مشابه حالت اول، میدان مغناطیسی نیز بر ذرات تبخیر شونده در فاصله ی چشمه تا زیرآیند اعمال گردید. شکل ۱ تصویری شماتیک از این دو حالت لایه نشانی را نشان می دهند.

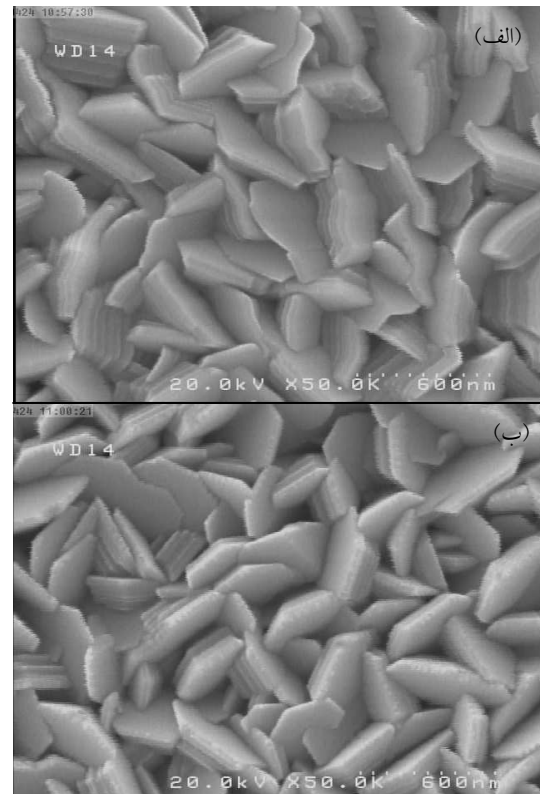
به منظور ایجاد میدان الکتریکی، از یک توری فلزی به عنوان کاتد و یک صفحه آلومینیومی به عنوان آند استفاده شد. توری فلزی بالای چشمه قرار گرفته و به ولتاژ منفی متصل شد. صفحه آلومینیومی بالای چشمه قرار گرفت و به ولتاژ مثبت متصل گردید. سپس زیرآیند ها در زیر صفحه آلومینیومی نصب گردید. بدین ترتیب خوشه های Zn تصعید شده از چشمه، از لایه لای توری عبور کرده و بعضاً بر اثر تماس با آن، بار دار شده و سپس وارد میدان الکتریکی تقریباً یکنواخت ۱۰,۰۰۰ ولت بر متر می شوند و در حضور این میدان، به طرف زیرآیند شتاب می گیرند.



شکل ۳ تصویر FESEM نانو ساختار های Zn تولید شده با بزرگنمایی ۳۰,۰۰۰ برابر. (الف) در حضور میدان الکتریکی، (ب) در حضور میدان الکتریکی و مغناطیسی

همچنین این تصاویر نشان می دهد در حالتی که فقط میدان الکتریکی در حین لایه نشانی اعمال شده، نانو گوه ها و نانو شیت ها غالباً دارای لبه های خمیده می باشند، اما در حالتی که میدان الکتریکی و مغناطیسی اعمال شده، لبه های نانو ساختار ها تیز تر و دانه دانه دیده می شود و در ضمن تمایل به رشد شش ضلعی بیشتر شده است (شکل ۳-ب).

به نظر می رسد علت تشکیل نانو گوه ها، کنار هم قرار گرفتن نانو شیت ها و فشردگی لایه باشد که به علت اعمال میدان الکتریکی است. اعمال میدان الکتریکی باعث می شود که خوشه های تبخیر شده ی Zn که پس از عبور از توری فلزی، یونیزه یا قطبیده شده اند، با سرعت بیشتری به سمت زیرآیند حرکت کنند. این سرعت زیاد و برخوردهای پرانرژی به سطح زیرآیند باعث می شود ذرات فرصتی برای تشکیل ساختارهای شش ضلعی نداشته باشند. در نتیجه نانو ساختارهای رشد یافته، فشرده و خمیده بوده و دارای لبه های خمیده می باشد و نانو شیت ها و در نتیجه نانو گوه ها تمایل کمتری به رشد شش ضلعی دارند.



شکل ۲ تصویر FESEM نانو ساختار های Zn تولید شده با بزرگنمایی ۵۰,۰۰۰ برابر. (الف) در حضور میدان الکتریکی، (ب) در حضور میدان الکتریکی و مغناطیسی

رشد کرده اند. در این تصویر رشد نانوشیت ها و نانو گوه ها مشاهده می شود، به طوری که نانو گوه ها و نانو شیت هایی که به شکل شش ضلعی رشد کرده اند، بیشتر از حالتی که تنها میدان الکتریکی اعمال شده بود می باشد. با دقت بیشتر در تصاویر، مشاهده می شود که میانگین طول و ضخامت نانو شیت ها برابر 376 nm و 14 nm می باشد و میانگین طول و ضخامت نانو گوه ها برابر 370 nm و 108 nm می باشد.

شکل ۳-الف و ۳-ب به ترتیب، تصویر لایه های نازک Zn رشد کرده در حضور میدان الکتریکی، و میدان های الکتریکی و مغناطیسی را با بزرگنمایی کمتر نشان می دهد. از مقایسه ی دقیق تر این تصاویر، مشخص می شود لایه هایی که در حضور میدان الکتریکی لایه نشانی شده اند، دارای تراکم زیادی می باشند و لذا نانو گوه ها دچار خمیدگی شده اند. نمونه ای از این ساختار خمیده در گوشه بالا سمت راست شکل ۳-الف مشخص شده است، اما در حالتی که علاوه بر میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی هم اعمال می شود؛ خمیدگی در نانو گوه ها از بین رفته است.

نانو گوه ها و نیز ضخامت نانو گوه های Zn و افزایش رشد ساختار شش ضلعی خصوصاً در نانوگوه ها گشته است.

مرجع ها

[۱] شمسه، المیرا؛ «پایان نامه کارشناسی ارشد»؛ دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی؛ ۱۳۹۰.

[۲] افضل زاده، رضا؛ «فیزیک و فناوری لایه های نازک»؛ انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی؛ ۱۳۸۸.

[۳] جهانشاه راد، زهرا سادات؛ «سمینار کارشناسی ارشد»؛ دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی؛ ۱۳۹۱

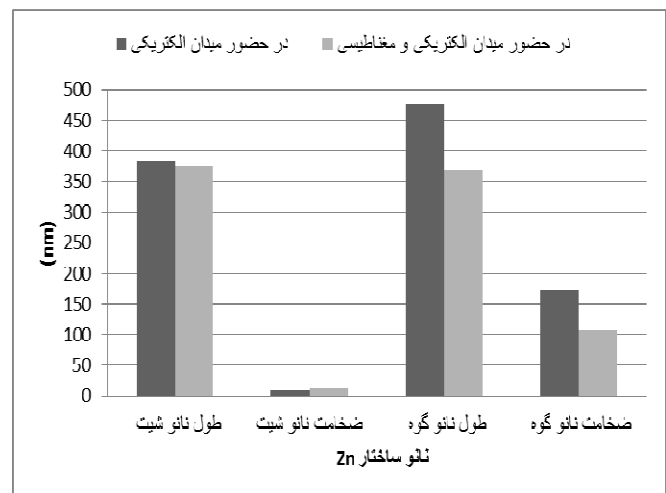
[۴] Hui-qin. Liang, Liu-zhan. Pan, and Zhao-jun. Liu; "Synthesis and photoluminescence properties of ZnO nanowires and nanorods by thermal oxidation of Zn precursors"; *Material Letters* ۶۲, (۲۰۰۸) ۱۷۹۷-۱۸۰۰.

[۵] Fei. Lee, Zhen. Li, and Fujiang. Jin; "Fabrication and characterization of ZnO micro and nanostructures prepared by thermal evaporation"; *Physica B*, ۴۰۳, (۲۰۰۸) ۶۶۴-۶۶۹

در حالتی که علاوه بر میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی هم در حین لایه نشانی اعمال می شود، فشردگی در لایه کمتر شده و افزایش ساختار شش ضلعی در نانو گوه ها و همچنین کاهش ضخامت و طول آنها مشاهده شد. میدان مغناطیسی موازی با راستای چشمه تا زیرآیند، باعث می شود خوشه های تبخیر شونده که پس از عبور از توری رسانا دارای بار منفی شده اند، در حین حرکت به سمت زیرآیند، حرکتی حلزونی در صفحه ی عمود بر میدان مغناطیسی داشته باشند. این حرکت حلزونی باعث می شود ذراتی که به زیرآیند می رسند، فرصت بیشتری برای تشکیل نانو ساختارها، قبل از رسیدن و برخورد خوشه های بعدی به همان محل را داشته باشند. احتمالاً به همین دلیل ساختار شش ضلعی بیشتری رشد کرده است و خمیدگی نانو ساختار ها کاهش یافته و لبه های آن ها تیز تر شده است. همچنین کاهش ضخامت نانو گوه ها، چنانکه در شکل ۳-ب گوشه ی بالا سمت راست مشخص است، به دلیل تمایل نانو شیت های تشکیل دهنده ی نانو گوه به جدا شدن از آن و در نتیجه کاهش فشردگی ساختار است.

شکل ۴ اطلاعات مربوط به نانو ساختارهای Zn را در هر دو

حالت نشان می دهد.



شکل ۴ اطلاعات مربوط به نانو ساختار های رشد کرده ی Zn

نتیجه گیری

لایه های نازک Zn به روش نوین و منحصر به فرد به شکل تبخیر حرارتی در خلأ و در حضور میدان های الکتریکی و مغناطیسی لایه نشانی شدند. تصاویر FESEM حاصل از لایه ها نشان داد که میدان مغناطیسی باعث کاهش طول نانو شیت ها و

Surf and download all data from SID.ir: www.SID.ir

Translate via STRS.ir: www.STRS.ir

Follow our scientific posts via our Blog: www.sid.ir/blog

Use our educational service (Courses, Workshops, Videos and etc.) via Workshop: www.sid.ir/workshop