

ساخت نوارهای نانویی تلوریوم با روش تبخیر فیزیکی در خلأ

پارسافر، ناهید؛ ابراهیم زاد، اکبر

گروه فیزیک پژوهشکده علوم پایه کاربردی جهاد دانشگاهی شهید بهشتی، اوین ، تهران

چکیدہ

رشد موفقیت آمیز نوارهای نانویی تلوریوم با روش تبخیر فیزیکی در خلاً، در یک کوره لوله ای به انجام رسید. پودر تلوریوم در فشار mbar ۲۰^{-۳} ا در بوته ای با دمای ۲۳۰°C ، تبخیر شد و روی زیرلایه هایی در دمای ۲۲۱°C تا ۲۵°۲۲ در جهت جریان گاز آرگون نشست نمود. سپس نمونه ها با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی گسیل میدانی (FESEM)، مشخصه یابی گردیدند. تصاویر بدست آمده نشان می دهد که در دماهای پایین ساختارهای به دست آمده بشکر نانو میله و روبی زیرلایه هایی در دان می در مای ۲۵°۲۲ تا ۲۰ مور برید جهت جریان گاز آرگون نشست نمود. سپس نمونه ها با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی گسیل میدانی (FESEM)، مشخصه یابی گردیدند. تصاویر بدست آمده نشان می دهد که در دماهای پایین ساختارهای به دست آمده بیشتر به شکل نانو میله و نانو سیله و یا قطری بین Mor الی ۲۰۰۱ الی ۲۰۰۱ هستند در حالی که در دمای بالاتر ساختارهای دو بعدی و نواری شکل با ضخانت بسیار کم نیز قابل مشاهده ان سیم هایی با قطری بین Mor الی ۲۰۰ الی که در دمای که در دمای بالاتر ساختارهای دو بعدی و نواری شکل با ضخانت بسیار کم نیز قابل مشاهده انو سیم هایی با قطری بین ۲۰۰ الی که در حالی که در دمای بالاتر ساختارهای دو بعدی و نواری شکل با ضخانت بسیار کم نیز قابل مشاهده است.

Fabrication of Tellurium Nanobelts by physical vapor deposition

Parsafar, Nahid; Ebrahimzad, Akbar

Research Institute of Applied Sciences, Academic Center of Education, Culture and Research (ACECR), Shahid Beheshti University, Tehran.

Abstract

Nanobelts have been successfully grown by physical vapor deposition method in a tube furnace. Tellurium powder was evaporated at a temperature of 360 °C and a pressure of 10^{2} mbar, and was condensed on substrates at 212–231°C, in the downstream of argon gas flow. The products were characterized by field emission scanning electron microscopy (FESEM). The FESEM images revealed that in lower temperatures the surface is mostly covered with nanorods and nanowires with diameters ranging from 100 to 150 nm, while in higher temperatures some 2D structures and nanobelts have grown on the surface as well.

PACS No. 81.15.Ef Vacuum deposition

نانویی از جمله نانوساختارهای یکبعدی هستند که تاکنون با استفاده از روش های گوناگون فیزیکی و شیمیایی رشد داده شده اند [۱و۲].

تلوریوم، عنصری نیمههادی با گاف انرژی ۷۳۷۴' است. تلوریوم و آلیاژهای این عنصر، نیمههادیهای نوع p هستند. هدایت تلوریوم مربوط به نقصهای شبکهای است که به عنوان پذیرنده عمل میکنند[۳]. این ماده خواص جالبی مانند نوررسانایی، اثر ترموالکتریک، فعالیت کاتالیتیک و اثر قوی پیزوالکتریک از خود مقدمه

در سالهای اخیر رشد مواد نانوساختار با خواص شیمیایی، الکتریکی، مغناطیسی و اپتیکی تغییریافته، موضوع بسیاری از تحقیقات بوده است. نانوساختارهای یک بعدی به دلیل اهمیت آنها در فهم آثار کوانتومی و همچنین پتانسیل کاربردی آنها به عنوان اجزای نانویی ادوات اپتیکی، الکترونیکی، اپتوالکترونیکی، الکتروشیمیایی و الکترومکانیکی توجه زیادی را به خود جلب کرده است. نانولولهها، نانومیلهها، نانوسیمها و نوارها یا روبانهای

نشان میدهد و در دستگاههای مختلفی مانند محیطهای ضبط اپتیکی، ترانزیستورهای لایه نازک، گیجهای کششی، آشکارسازهای مادونقرمز، بیوسنسورها و حسگرهای گاز کاربرد دارد[٤].

خاصیت پیزوالکتریسیته عنصر تلوریوم قابل توجه است و خواص الکتریکی آن، وابستگیهای دمایی غیر معمول از خود نشان میدهد. خواص الکتریکی جالب تلوریوم و ترکیبات آن، که مورفولوژیهای متنوعی از آنها مشاهده شده است، نویدبخش ساخت ادوات کاربردی بسیاری، به ویژه در مقیاس نانو، می باشد. تلوریوم دارای ساختار بلوری شش گوشی است. در این ساختار اتمهای تلوریوم در زنجیرههایی مارپیچی مرتب میشوند که اتمهای همسایه در آن نسبت به هم به اندازه زاویه ۱۲۰ درجه پیوندهای کووالانسی شرکت دارد. زنجیرهها در طول محور ۲ چرخیدهاند، به گونه ای که هر اتم با دو همسایه نزدیکش در پیوندهای کووالانسی شرکت دارد. زنجیرهها در طول محور ۲ مرکز و یک زنجیره در هر شش گوشه شش ضلعی حاصل میشود. این زنجیرهها بهوسیله نیروهای ضعیف واندروالس کنار یکدیگر نگهداشته میشوند[۵].

یکی از روش هایی که برای سنتز نانوساختارهای تلوریومی مورد استفاده قرار می گیرد و در آن به هیچ نوع قالب یا کاتالیستی نیاز نیست، روش تبخیر فیزیکی می باشد[٦و٧]. به علاوه، این روش به فرآیندهای خالص سازی بعدی که در سنتزهای شیمیایی مرطوب لازم است نیازی ندارد. همچنین در سنتزهای شیمیایی مرطوب زمان واکنشی نسبتاً طولانی لازم می باشد که در روش تبخیر حرارتی نیاز نیست[۸و ۹و ۱۰].

روش آزمایش

به منظور سنتز ساختارهای نانویی تلوریوم، از یک کوره لولهای تحت خلأ استفاده شد. این کوره دارای یک لوله آلومینای افقی با طول ۲۰۵ دو قطر ۷/۲ cm میباشد که به منظور جلوگیری از آلودگی لوله آلومینا در حین آزمایشها یک لوله کوارتز با طول cm دا و قطر ۷cm داخل لوله آلومینا قرار داده میشود.

در این آزمایش برای رشد ساختارها از زیرلایه های شیشه ای استفاده شد. زیرلایه ها به مدت ۵ دقیقه در اسید کلریدریک ۰/۱ مولار قرار داده شدند و سپس به مدت ۱۰ دقیقه در آب مقطر با سیستم اولتراسونیک تمیز و نهایتاً با جریان هوای گرم خشک شدند.

بوته حاوی ۰/۰۳۵ گرم پودر تلوریوم مرک با خلوص ۹۹/۹۹ درصد در منطقه گرم کوره و زیرلایه های تمیز شده در فواصل مختلف نسبت به بوته قرار داده شد. سپس محفظه تا فشار mbar ⁷⁻ ۱۰ تخلیه گردید. در این آزمایش برای تزریق گاز آرگون به درون محفظه از mass flow controller استفاده شد. با تزریق به درون محفظه از ۳ mbar استفاده شد. با فرایش دمای کوره، دمای بوته که در گرمترین جای کوره قرار داشت به مقدار گرفته شد.

شکل ۱ تصویر طرحواری از فرآیند تبخیر حرارتی در کوره را نشان میدهد.



شکل ۱- تصویر طرحواری از فرآیند تبخیر حرارتی در کوره لولهای

بحث و نتايج

ساختارهای متفاوتی روی زیرلایههای قرار گرفته در نواحی دمایی مختلف کوره شکل گرفتند. شکل ۲(الف و ب) تصاویر FESEM ساختارهای رشد یافته روی زیرلایه در فاصله۲٥/٥cm از مرکز بوته در جهت جریان گاز را نشان میدهد که در دمای ۲۱۲[°]C قرار داشتند. در این تصاویر مشاهده میشود که اکثر ساختارها نانومیله و نانوسیم هستند. قطر یک میله در شکل ۲(الف)

Archive of SID

تقریباً ۱٤۱ nm و قطر یک سـیم در شـکل ۲(ب) تقریبـاً ۱۰۰nm نشان داده شده است.

شکل ۲(ج و د) تصاویر FESEM ساختارهای رشد یافته در فاصله ۲٤/۵ cm از مرکز بوته در جهت جریان گاز که به دمای ۲۲۲^oC رسیده را نشان میدهد. همانگونه که در این دوتصویر مشاهده می شود، قطر ساختارها با افزایش دما افزایش یافته است. شکل ۳(د) قطر یک سیم را روی زیرلایهای که به دمای بیشینه ۲۲۲^oC رسیده است، تقریباً ۲۰۸ mk نشان میدهد.



شکل ۲- تصاویر FESEM ساختارهای رشد یافته روی زیرلایه هایی با دمای ۲۱۲^oC (الف و ب) و ۲۲۲^oC (ج و د).

در شکل ۳ تصاویر مربوط به ساختارهای رشد یافته روی زیرلایه در فاصله ۲۳/۵ cm از مرکز بوته در جهت جریان گاز که به دمای ۲۳۱°C رسیده ارائه شده است.

در این شرایط اولاً مشاهده می شود که با افزایش دما قطر ساختارهای یک بعدی افزایش یافته است به گونهای که شکل ۳(الف) قطر یکی از این ساختارها را حدوداً nm ٤٣٧ نشان می دهد. ثانیاً تراکم بسیار زیاد ساختارهای ایجاد شده در این نمونه که در شکل ۳(ب) آمده قابل توجه است. ثالثاً شکل گیری ساختارهای نواری و نانوساختارهای دوبعدی در این شرایط به وضوح قابل مشاهده است. نمونه ای از این ساختارهای دو بعدی در تصاویر ۳(ج و د) نشان داده شده اند. از شکل ۳(و) به وضوح دیده می شود ضخامت برخی از این ساختارها به اندازهای کم

است که ساختارهای زیرین آنها کاملاً دیده می شود. شکل ۳(ه) ضخامت یکی از این ساختارها را حدود ۳۳ nm نشان میدهد.



شکل ۳ تصاویر FESEM ساختارهای رشد یافته روی زیرلایه با دمای ۲۳۱°C

نتيجه گيري

در این آزمایش نوارهای نانویی تلوریوم با روش تبخیر فیزیکی در یک کوره لولهای در فشار mbar ^{۲-} ۱۰، تحت جریان گاز آرگون، شکل گرفتند. این نوارها روی زیرلایه شیشهای با دمای ۲۳۱°C در فاصله ۲۳۸ از مرکز بوته در جهت جریان گاز آرگون، ایجاد شدند. برخی از این نوارها تا حدی نازک هستند که تصاویر ساختارهای ایجاد شده در زیر آنها بهخوبی دیده می شود.

مرجع ها

[1] Shashwati Sen, Umananda M. Bhatta, Vivek Kumar, K. P.

Muthe" Synthesis of Tellurium Nanostructures by Physical Vapor Deposition and Their Growth Mechanism"J, *Crystal Growth and Design*, **8**,(2008) 238-242

[r] Qun Wang, Guo-Dong Li, Yun-Ling Liu, Shuang Xu, Ke-Ji

Wang, and Jie-Sheng Chen, "Fabrication and Growth Mechanism of Selenium and Tellurium Nanobelts through a

www.SID.ir

Archive of SID

- [v] Zhu Y-J, Wang W-W, et al "Microwawe-assisted synthesis of single-crystalline tellurium nanorode and nanowires in ionic liquids" *Angew. Chem. Int. Ed.*, **43** (2004) 1410-1414.
- [A] Mayer B, Xia B, "One-dimensional nanostructures of trigonal tellurium with various morphologies can be synthesized using a solution-phase approach" *J. Mater. Chem.*, **12** (2002) 1875-1881.
- [4] Xin-yuan L and Mao-Song M, et al "A rational redox rout for the

synthesis of tellurium nanotubes" *Inorganic chemistry Communication*, **7** (2004) 257-259.

[1.] Wei G, Deng Y, et al "Solvothermal synthesis of porous tellurium nanotubes" *Chem. Phys. Lett.*, 372 (2003) 590-594. Vacuum Vapor Deposition Route" J. Phys. Chem. C, **111** (2007) 12926-12932.

- [r] K. F. Cai, Q. Lei, C. Yan, L. C. Zhang" Self-assembly of Te Nanomaterials" *Solid State Phenomena* Vols. **121-123** (2007) 287-290.
- [£] Paritosh Mohanty, Jeunghee Park, and Bongsoo Kim" Large Scale Synthesis of Highly Pure Single Crystalline Tellurium Nanowires by Thermal Evaporation Method" *J, Nanoscience and Nanotechnology*, 6 (2006) 1–4,
- [o] Xiao-Lin Li,a Guang-Han Cao, Chun-Mu Fengb and Ya-Dong Li" Synthesis and magnetoresistance measurement of tellurium microtubes" J. Mater. Chem, 14 (2004) 244 – 247.
- [7] Liu Z, Hu Z, et al "Size-controlled synthesis and growth mechanism of monodisperse tellurium nanorods by a surfactant-

assisted method " J. Langmuir, 20 (2004), 214-218.