مقاله نامه ششمین کنفرانس ملّی خلأ ایران
دانشگاه شهید چمران اهواز
۱۶ و ۱۷ بهمن ماه ۱۳۹۲

نانو کامپوزیت Ag / TiO_2 تحت پلاسمای هیدروژن

نگهبان ده چشمه، خاطره [۱و۲]؛ عبدی، یاسر[۱]؛ کیمیاگر ، سلیمه[۱و۲]

[۱] دانشکده فیزیک، آزمایشگاه تحقیقاتی نانو فیزیک، دانشگاه تهران ، تهران

[۲] دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران

چکیده

لایه های نازک TiO_2 به روش CVD روی زیر لایه ی شیشه تهیه شد. سپس لایه نقره به روش PVD به ضخامت ۱۰۰ نانومتر انباشته شد. ازاین ساختار دو نمونه در مدت زمانهای ۱۰و ۲۰ دقیقه تحت پلاسمای هیدروژن و در دمای ۲۵۰ درجه سانتی گراد بمباران شد. آنالیز SEM روی نمونه ها انجام شد. طیف جذب هر دو نمونه مورد بررسی قرار گرفته شد. تغییرات ولتاژ برحسب جریان برای هر دو نمونه در حالتهای تاریکی، نور مرئی وماورای بنفش مورد بررسی قرار گرفت.

Fabrication of Ag/TiO_2 nanocomposite under Hydrogen plasma

Negahban Dehcheshmeh, Khatereh[1,2]; Abdi, Yaser[1] ; Kimiagar, Salimeh[1,2]

[1] Department of Physics, nano-physics research Lab, University of Tehran, Tehran
[2] Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran

Abstract

TiO_2 thin films were prepared by CVD method on glass substrate. Ag thin films were deposited by PVD method with 100 nm thickness. Then two samples was bombardment with hydrogen plasma for 10 and 20 minutes at temperature 250^o. SEM analysis was performed on the samples. Absorption spectra of both samples were investigated. Variation of voltage by current of both samples were examined in Dark conditions, under radiation of visible and UV light.

Archive of SID

مقدمه

نیمه رسانا ها گروهی از مواد هستند که می توانند به وسیله نور با انرژی بیشتر از گاف انرژی شان برانگیخته شده و یک زوج الکترون- حفره را ایجاد کنند. این انرژی می تواند به صورت الکتریکی(سلولهای خورشیدی)، شیمیایی یا برای سطح کاتالیست مورد استفاده قرار گیرد. اما این زوج الکترون- حفره در کسری از ثانیه باز ترکیب می شوند. بنابر این تلاش هایی صورت می گیرد تا این باز ترکیب به تاخیر افتد. دی اکسید تیتانیوم نیمه رسانایی است که به دلیل خواص الکتریکی ویژه، غیر سمی بودن، ثبات شیمیایی، آبدوستی و فوتو کاتالیستی بالایی که دارد بسیار مورد توجه قرار گرفته است[۱]. بنابر این می توان از آن به عنوان پوشش اپتیکی[۲] و فوتوکاتالیست [۳] استفاده کرد. علی رغم این

www.SID.ir

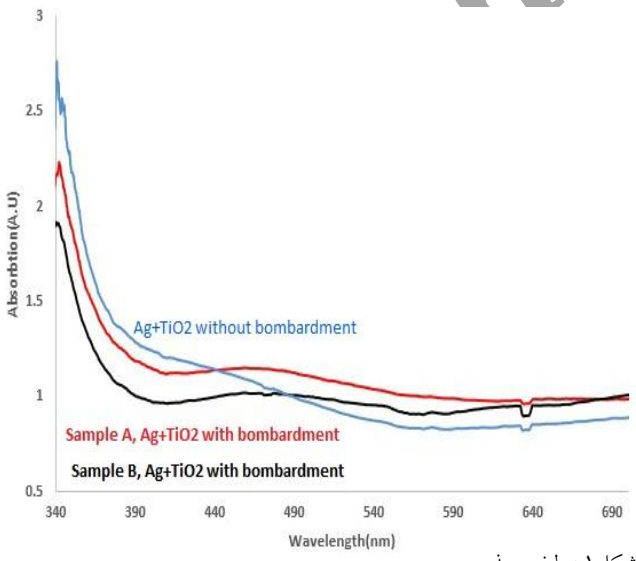
ویژگی ها دی اکسید تیتانیم گاف انرژی بزرگی دارد که کاربرد آن را در نور مرئی محدود می کندو زمان باز ترکیب حامل های بار نیز در آن بسیار سریع است. بنابراین بیشتر تلاش ها در جهت کاهش گاف انرژی است. در این راستا آلایش لایه های TiO_2 با عناصر فلزی Fe ، Zn ، Cu، Ni و V [۴] و غیر فلزی N , C , F وP [۵] صورت می گیرد تا با ایجاد یک تراز میانی، گاف انرژی کوتاه شود. لایه های نازک دی اکسید تیتانیوم را می توان به روش های مختلف از جمله سل-ژل [٦]، انباشت تبخیر شیمیایی[۷] و انباشت تبخیر فیزیکی [۸] تهیه کرد. آلایش TiO_2 با نقره باعث کوچک شدن گاف انرژی و به تاخیر افتادن باز ترکیب زوج الکترون- حفره می شود. نقره خواص کاتالیستی قابل ملاحظه ای دارد[۹]. نقره بالاترین رسانایی را داشته و علاوه بر آن قله جذبش نسبت به دیگر فلزات نوبل قوی تر و مشخص تر است. نقره به راحتی با مولکول های زیستی ترکیب شده و برای کاربردهای حسگری مورد استفاده قرار میگیرد [۱۰]. تکنولوژی نانو به دلیل کوچک بودن اندازه ذرات، سطح تماس بیشتر می شود. این ویژگی باعث می شود واکنش پذیری ذرات افزایش پیدا کند[۱۱]. بنابراین نانو دی اکسید تیتانیم فعالیت فوتوکاتالیستی بیشتری از خود نشان می دهد. نانو ذرات فلزی با الکترون های آزاد (طلا و نقره) در طیف مرئی پلاسمون های تشدیدی دارند. این خاصیت طیف وسیعی از رنگ ها را ایجاد می کند. این خاصیت اپتیکی به شکل و اندازه ذره بستگی دارد[۱۲]. مکان وپهنای قله پلاسمونی به چگالی الکترون های آزاد بر سطح نانو ذرات وابسته است و افزایش چگالی الکترون ها بر سطح نانو ذره، باعث حرکت قله به سمت انرژی های بالاتر می شود [۱۳]. وجود نانوذرات نقره باعث کاهش گاف انرژی [١٤] و جذب نور مرئی به دلیل پلاسمون ها [١٥] می شود و جایگاهی برای گیرانداختن الکترون ها است [١٦].

آزمایش

ابتدا لایه ی TiO_2 به روش CVD روی زیر لایه شیشه ای در دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱ ساعت و تقریبا در ضخامت ۳٦۰ نانومتر آماده شد. سپس لایه نقره به ضخامت ۱۰۰ نانومتر به روش PVD روی آن انباشته شد. این ضخامت ها با استفاده از پروفالومتر KIthely اندازه گیری شد. سپس از این ساختار دو نمونه به مدت زمان ۱۰دقیقه (نمونه A)و ۲۰ دقیقه(نمونهB)، در دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد تحت پلاسمای هیدروژن با شار ۰/۲ لیتر بر دقیقه و فشار$^{-۲}$۱۰ تور قرار گرفت. در اثر بمباران نمونه ها، نانو ذرات نقره در بستر TiO_2 شکل گرفت. سپس با استفاده از دستگاه طیف سنجی Avantes ، طیف جذب نمونه ها مورد بررسی قرار گرفت. سپس ولتاژهایی در گستره مثبت و منفی به نمونه ها اعمال گردید و جریان عبوری از نمونه ها محاسبه شد. منحنی تغییرات ولتاژ بر حسب جریان در سه شرایط مختلف، تاریکی، نور مرئی و فرابنفش مورد بررسی قرار داده شد. همچنین ساختار نانو ذرات با دستگاه FE- SEM (۴۱۶۰HITACHI) تحت ولتاژ ۱۵ کیلو ولت مطالعه شد.

نتایج و بحث

شکل۱ طیف جذب نانو ذرات نقره را نشان می دهد. این طیف نسبت به مرجع شیشه و TiO_2 به دست آمده است. قله جذبی که در محدوده ی ٤٤۰ تا ٤۹۰ نانومتر مشاهده می شود، مربوط به نانوذرات نقره است. این پیک در مقایسه با پیک نقره که در محدوده طول موج ٤۳۰ نانومتر است به سمت طول موج های بیشتر جابه جا شده است.

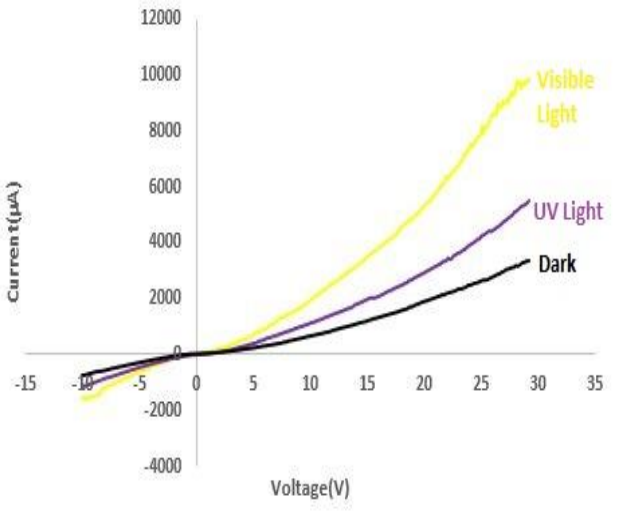


شکل۱ : طیف جذب.

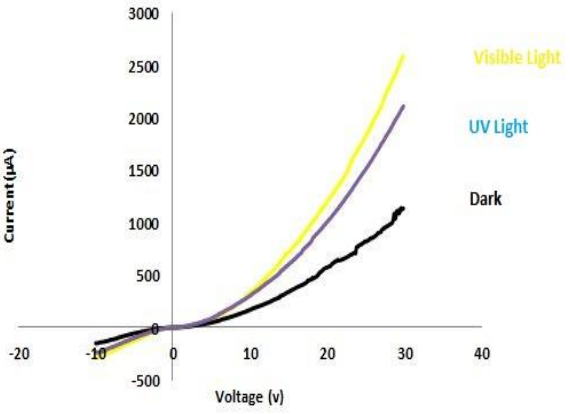
شکلهای ۲ و۳ منحنی جریان بر حسب ولتاژ را برای نمونه های A و B ، تحت نورفرابنفش، مرئی و تاریکی نشان می دهد. انتظار

www.SID.ir

داشتیم با وجود پلاسمون های سطحی نقره تحت نور مرئی، جریان بیشتری نسبت به حالتی که نمونه تحت نور فرابنفش قرار می گیرد، اندازه گیری شود که این انتظار برآورده شد. زیرا پلاسمون های سطحی، تحت نور مرئی تحریک شده اند و باعث عبور جریان بیشتر از نمونه ها شده است. در واقع وجود نانوذرات نقره باعث جذب نور مرئی به دلیل پلاسمون ها می شود وجایگاهی برای گیرانداختن الکترون ها است. همچنین تحت نور فرابنفش انرژی مورد نیاز برای الکترون های دی اکسید تیتانیوم فراهم است که باعث عبور جریان می شود.

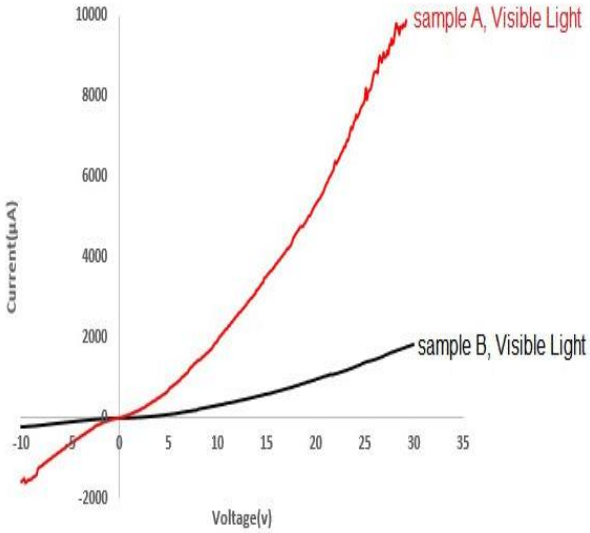


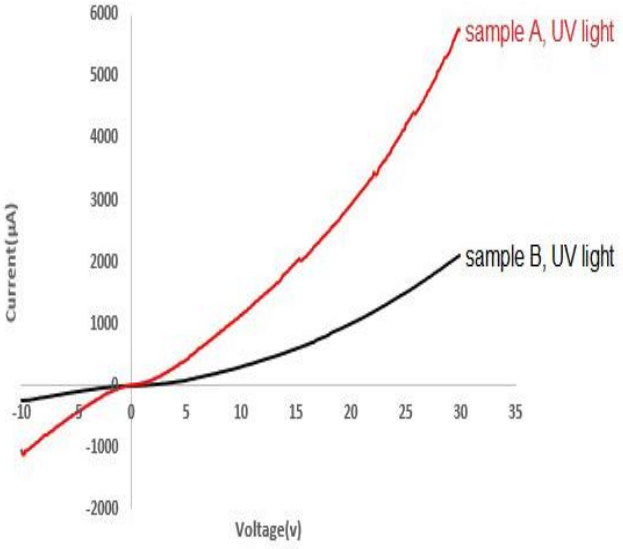
شکل ۲ : نمودار جریان برحسب ولتاژ نمونهA، ۱۰ دقیقه بمباران.



شکل۳ : نمودار جریان بر حسب زمان نمونه B، ۲۰ دقیقه بمباران.

شکل٤ مقایسه ای است بین جریانهای عبوری از هر دو نمونه تحت نور مرئی و فرابنفش. واضح است که جریان عبوری از نمونه A بیشتر از نمونه B است که دلیل آن را می توان به سایز و زمان بمباران نمونه ها نسبت داد. با کاهش زمان بمباران، نقره‌ی کمتری تحت پلاسما از سطح جدا شده و در نتیجه نانو ذرات نقره به هم نزدیکتر خواهند بود. بنابراین جریان بیشتری از آن عبور خواهد کرد. همچنین شکل ۵ تصاویر SEM مربوط به دو نمونه را نشان می دهد. در شکل۵ الف مشاهده می شود که نانو ذرات به هم نزدیکترند. در شکل ۵ ب زمان بمباران دو برابر شده و می توان گفت که نانو ذرات در فاصله های بیشتری نسبت به شکل الف قرار دارند.

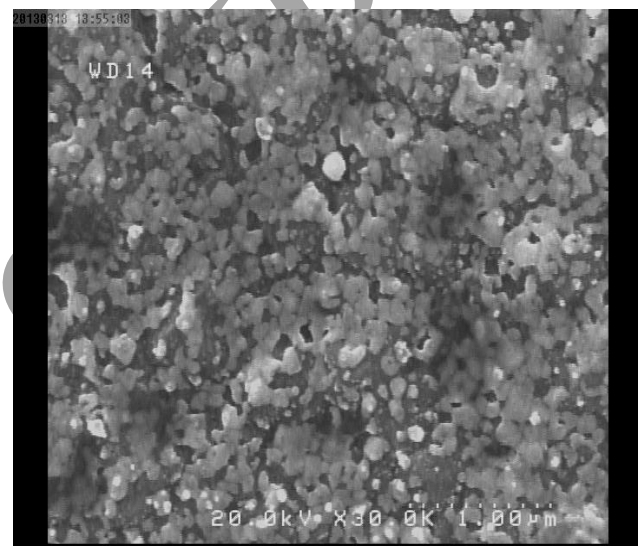




شکل ٤ : جریان بر حسب ولتاژ تحت نور مرئی و فرابنفش.

www.SID.ir

الف



ب

شکل۵ : الف) مربوط به نمونهA و ب) مربوط به نمونهB .

نتیجه گیری

TiO_2 ماده ای است که به دلیل خواص آبدوستی و فوتوکاتالیستی‌اش بسیار مورد توجه است. عمده ترین اشکال آن در بزرگ بودن گاف انرژی است که در محدوده نور فرابنفش است. بررسی نانوکامپوزیت Ag/TiO_2 نشان داد که لبه جذب به سمت طول موج مرئی انتقال یافته است که کاربردهای این ماده را نسبت به گذشته افزایش می دهد. همچنین نمودارهای جریان بر حسب ولتاژ فعالیت قابل ملاحظه ای را در محدوده طول موج مرئی نشان می دهد. این نتایج مفید بودن روش ما را در راستای کاهش گاف انرژی نشان می دهد.

مرجع‌ها

[1] S. Sakthivel, M. Janczarek, H. Kisch, J. Phys. Chem. B, **108** (2004) 19384-19387.
[2] Y. Sawada and Y. Taga, *Thin Solid Films* **116** (1984) 155.
[3] T. Norby, *Solid State Ionics* **125** (1999) 1.
[4] S. S. Penner, *Energy* **31 (**2006) 33.
[5] S. Ekambaram, *Journal of Alloys and Compounds* **448 (**2008) 238.
[6] J. Yu and J. Zhao, *Applied Catalysis B: Environmental* **36** (2002) 31.
[7] J. Lu, J. Wang and R. Raj, *Thin Solid Films* **204** (1991) L13.
[8] S. Miyaki , T. Kobayashi, M. Satou and F. Fijimoto, *Journal of Vacuum Science and Technology* **A9** (1991) 3036.
[9] D. Guin , S. V. Manorama, J. N. L. Latha and S. Singh, *J. Phys. Chem.* C **111** (2007) 13393.
[10]prashant K&Etal,Review of some interesting surface Plasmon resonance-enhanced properties of nobel metal nanoparticles and their application to biosystems, plasmonics 2:107-118-2007.
[11] Marzan, L. M. "Nanometals: formation and color." Mater. Feb. 2004, 26-31.
[12] U. Cernigoj, U. Lavrencic-Stangar, P. Tresbe, U.O. Krasovec, S. Gross, *Thin Solid Films* 495, 327 (2006).
[13]S.Kapoor, Langmuir **14**(1998)1021.
[14] K. Page, R. G. Palgrave, I. P. Parkin, M. Wilson, S. L. P. Savin and A. V. Chadwick, J. Mater. Chem. **17 (**2007) 95.
[15] K. Awazu, M. Fujimaki, C. Rockstuhl, J. Tominaga, H. Murakami, Y. Ohki, N. Yoshida and T. Watanabe, *J. Am. Chem. Soc.* **130** (2008) 1676.
[16] G. Zhao, H. Kozuka and T. Yoko, *Thin Solid Films* **277 (**1996) 147.

Archive of SID

www.SID.ir