

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

303 566

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

C23C 20/02 (2006.01)

B82B 3/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2010-881**
(22) Přihlášeno: **30.11.2010**
(40) Zveřejněno: **12.12.2012**
(Věstník č. 50/2012)
(47) Uděleno: **31.10.2012**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **12.12.2012**
(Věstník č. 50/2012)

(56) Relevantní dokumenty:
WO 2007088199 A2; WO 2005037418 A2.

(73) Majitel patentu:
Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, CZ

(72) Původce:
Šišková Karolína RNDr. Ph.D., Jihlava, CZ
Šafářová Klára Mgr. Ph.D., Jablonné nad Orlicí, CZ
Mašláň Miroslav Prof. RNDr. CSc., Těšetice, CZ

(54) Název vynálezu:
**Způsob depozice nanočástic kovů na povrch
substrátu**

(57) Anotace:
Způsob depozice nanočástic kovů na povrch substrátu je založen na aktivaci povrchu substrátu předem opracovaného nízkoteplotním plazmatem za pokojové teploty na vzduchu za atmosférického tlaku s následnou depozicí nanočástic kovů ponořením substrátu do vodné nebo nevodné suspenze nanočástic kovů a odpařením kapaliny po vyjmutí substrátu ze suspenze.

CZ 303566 B6

Způsob depozice nanočástic kovů na povrch substrátu

Oblast techniky

5

Vynález spadá do oblasti vytváření nanočásticových struktur kovů na povrchu různých substrátů.

Dosavadní stav techniky

10

Povrchové plazmony a vysoká elektrická vodivost nanočástic kovů deponovaných v 2D (dvourozměrné) struktury na aktivní elektrodě (např. vodivá „indium–tin–oxide“ vrstva na opticky transparentním substrátu) jsou úspěšně využívány v organických solárních článkách a v organických diodových zdrojích světla ke zvýšení jejich účinnosti [Park H. J., Vak D., Noh Y. Y.; Lim B., Kim D. Y.: *Applied Physics Letters* 2007, 90, 161107; Morfa A., Rowlen K. L., Reilly, T. H., Romero M. J., van de Lagemaat J.: *Applied Physics Letters* 2008, 92, 013504; Kim S. S., Na S. I., Jo J., Kim D. Y., Nah Y. CH.: *Applied Physic Letters* 2008, 93, 073307; Lee J. H., Park J. H., Kim J. S., Lee D. Y., Cho K.: *Organic Electronics* 2009, 10, 416].

15

20

K depozici nanočástic kovů na různých substrátech jsou využívány různé techniky jako jsou: a) termická evaporace [Park H. J., Vak D., Noh Y. Y.; Lim B., Kim D. Y.: *Applied Physics Letters* 2007, 90, 161107; Morfa A., Rowlen K. L., Reilly, T. H., Romero M. J., van de Langemaat J.: *Applied Physics Letters* 2008, 92, 013504], b) magnetronové pokovování rozprašováním [Qiu T., Jiang J., Zhang, W., Lang X., Yu, X., Chu P. K.: *ACS Applied Materials and Interfaces* 2010, 2, 2465], c) elektrodepozice [Kim S. S., Na S. I., Jo J., Kim D. Y., Nah Y. Ch.: *Applied Physics Letters* 2008, 93, 073307], d) chemická depozice [Lee J. H., Park J. H., Kim J. S., Lee D. Y., Cho K.: *Organic Electronics* 2009, 10, 416; Cheng W., Dong S., Wang E.: *Journal of Physical Chemistry B* 2004, 108, 19146].

25

30

Nedostatkem termické evaporace, magnetronového pokovování rozprašováním a elektrodepozice je potřeba použití vysokých teplot, vysokého vakua a vysokých elektrických proudů. Nedostatkem použití chemické depozice pro vytváření nanočásticových struktur na substrátech je vysoká cena a použití environmentálně nepříjemných chemických sloučenin.

35

Jiným způsobem zvýšení účinnosti elektrod organických solárních článků a diodových zdrojů světla je opracování vodivé vrstvy deponované na transparentním substrátu plazmatem [Ishii M., Mori T., Fujikawa H., Tokio S., Taga Y.: *Journal of Luminiscence* 2000, 87 až 89, 1165; Chan I. M., Cheng W. Ch. Hong F. C.: *Applied Physics Letters* 2002, 80, DOI: 10.1063/1.1428624]. Využití tzv. nízkoteplotního plazmatu pro povrchovou modifikaci řady materiálů jako jsou polymery, textilní vlákna, membrány, adsorbenty a elektrody je sumarizováno v [Kogelschatz U.: *Plasma Chemistry and Plasma Processes* 2003, 23, 1].

40

45

Je známo, že pozitivní efekt zvýšení účinnosti elektrod solárních článků a diodových zdrojů světla může být dosažen jednak využitím opracování povrchu elektrod nízkoteplotním plazmatem a jednak přítomností nanočástic kovů deponovaných ve 2D (dvourozměrné) struktury na povrchu elektrod. Kombinace těchto dvou možností však nebyla doposud nikdy využita.

50

Způsob depozice nanočástic kovů na povrch substrátu, který odstraňuje nedostatky používaných metod depozice nanočástic na povrch substrátu a současně umožňuje využití pozitivního vlivu nízkoteplotního plazmatu na vlastnosti povrchu substrátu a vzniku plazmonů ve 2D (dvourozměrných) nanočásticových strukturách kovů na povrchu substrátu je předmětem a cílem tohoto vynálezu.

55

Způsob depozice nanočástic kovů na povrchu elektrod solárních článků a diodových zdrojů světla s využitím nízkoteplotního plazmatu kombinující pozitivní vliv opracování povrchu elektrod

nízkoteplotním plazmatem a depozice nanočástic kovů na povrchu substrátu na zvýšení účinnosti elektrod solárních článků a diodových zdrojů světla je také předmětem a cílem tohoto vynálezu.

5 Podstata vynálezu

Uvedeného cíle je dosaženo vynálezem, kterým je způsob depozice nanočástic kovů na povrch substrátu, spočívající v tom, že nanočástice kovů jsou na povrch substrátu předem opracovaného nízkoteplotním plazmatem při pokojové teplotě a za atmosférického tlaku nanášeny jejich ponořením do vodné nebo nevodné suspenze nanočástic kovů s následným odpařením kapaliny.

Dále je podstatou vynálezu, že nanočástice kovů deponované na povrchu substrátu předem opracovaného nízkoteplotním plazmatem jsou organizovány do 2D (dvourozměrné) struktury.

15 Je rovněž podstatou vynálezu, že doba opracování povrchu substrátu nízkoteplotním plazmatem prostřednictvím změny smáčivosti tohoto povrchu ovlivňuje míru depozice nanočástic kovů na tomto povrchu a samoorganizaci nanočástic do 2D (dvourozměrné) struktury.

20 Také je podstatou vynálezu, že výběrem kapaliny, ve které je vytvořena suspenze nanočástic kovů, je ovlivněna homogenita depozice nanočástic kovů na povrchu substrátu a agregace těchto částic a jejich samoorganizace do 2D (dvourozměrné) struktury.

25 Také je podstatou vynálezu, že řízením rychlosti odpařování kapaliny, ve které je vytvořena suspenze nanočástic kovů, změnou teploty nebo tlaku, je ovlivněna homogenita depozice nanočástic kovů na povrchu substrátu a agregace těchto částic a jejich samoorganizace do 2D (dvourozměrné) struktury.

30 Přehled obrázků na výkresech

Obr. 1 porovnává, prostřednictvím snímků ze skenujícího elektronového mikroskopu, (A) 3D (trojrozměrné) agregáty nanočástic Ag na povrchu substrátu neaktivovaného nízkoteplotním plazmatem a (B) 2D (dvourozměrné) pokrytí ITO (tj. In-Sn-O) povrchu, který byl aktivován plazmatem, nanočásticemi stříbra.

35 Obr. 2 ukazuje snímky ze skenovacího elektronového mikroskopu, kde Ag nanočástice jsou deponované na povrch substrátu za použití vodné (A, B) a etanolové (C, D) suspenze. Obrázky (A, C) jsou z povrchu substrátu neaktivovaného, zatímco (B, D) z povrchu substrátu aktivovaného nízkoteplotním plazmatem.

40 Obr. 3 je snímek z transmisního elektronového mikroskopu ukazující velikosti nanočástic stříbra, které byly použity pro depozice.

45 Obr. 4 tvoří snímky ze skenovacího elektronového mikroskopu prokazující tvorbu: (A) 3D (trojrozměrných) struktur z Ag nanočástic deponovaných na povrch substrátu neaktivovaného nízkoteplotním plazmatem; (B) 2D (dvourozměrných) struktur z Ag nanočástic deponovaných na povrch substrátu aktivovaného nízkoteplotním plazmatem.

50 Příklady provedení vynálezu

Vzorek tvořený 100nm vodivou vrstvou ITO (indium-tin-oxide = oxid india a cínu) nanosenou na polyester byl očištěn pomocí isopropylalkoholu a vysušen v proudu dusíku. Následně byla vodivá ITO vrstva vzorku aktivována nízkoteplotním plazmatem po dobu dvou minut za pokojové teploty na vzduchu. Bezprostředně po aktivaci plazmatem byl vzorek ponořen do vodné nebo

etanolové suspenze nanočástic stříbra o středním průměru 4 ± 3 nm (obr. 3) na dobu dvou minut a následně byla odpařena kapalina. Obr. 2B a 2D ukazuje nanočástice stříbra deponované na ITO povrchu, přičemž byla použita vodná (obr. 2B) a etanolová suspenze (obr. 2D). Pro srovnání jsou na obr. 2A a 2C ukázány nanočástice stříbra deponované z vodné (obr. 2A) a z etanolové (obr. 2C) suspenze na plazmatem neaktivovaném povrchu. Je možné konstatovat, že nanočástice stříbra dispergované ve vodě nebo etanolu preferenčně interagují se substrátem aktivovaným nízkoteplotním plazmatem (obr. 2B a 2D). Současně je z obr. 2B a 2D vidět vliv rychlosti odpařování na strukturu deponovaných nanočástic. Při použití vodné suspenze nanočástic stříbra jsou tvořeny relativně velké agregáty nanočástic stříbra (obr. 2B). Při použití etanolové suspenze dostáváme na povrchu substrátu náhodně rozdělené nanočástice stříbra nebo ultramale kompaktní agregáty stříbra (obr. 2D). Je zřejmé, že pomalejší odpařování kapaliny vede ke vzniku větších agregátů nanočástic stříbra.

Detailní vliv depoziční techniky demonstruje obr. 4, kde obr. 4A ukazuje nanočástice stříbra deponované na substrátu neaktivovaném plazmatem. Je zřejmé, že částice se organizují do 3D (trojrozměrných) agregátů. V případě depozice nanočástic stříbra na substrátu aktivovaném plazmatem se nanočástice stříbra organizují do 2D (dvourozměrných) struktur (obr. 4B).

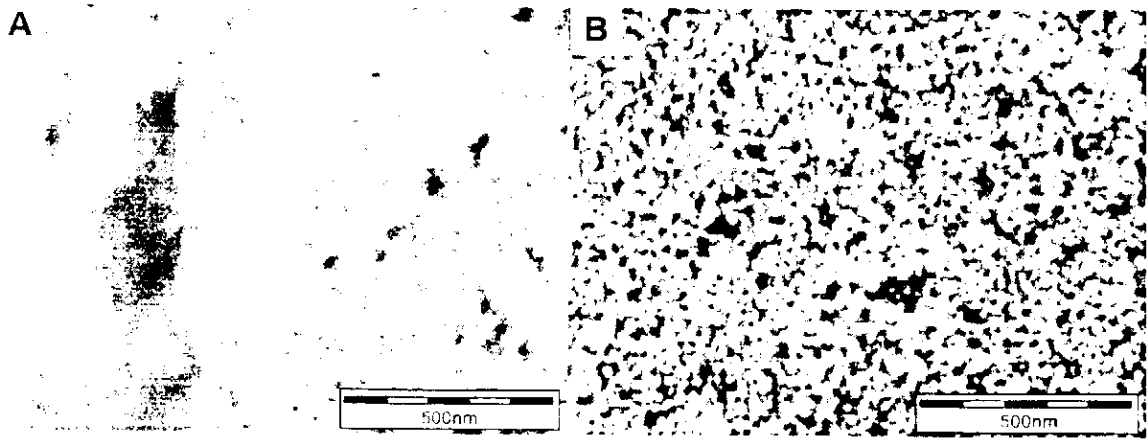
Na obr. 1B je ukázáno pravidelné 2D (dvourozměrné) pokrytí ITO povrchu aktivovaného plazmatem nanočásticemi stříbra při optimálních podmínkách. Za stejných podmínek na substrátu neaktivovaném plazmatem vznikají 3D (trojrozměrné) agregáty (obr. 1A).

Průmyslová využitelnost

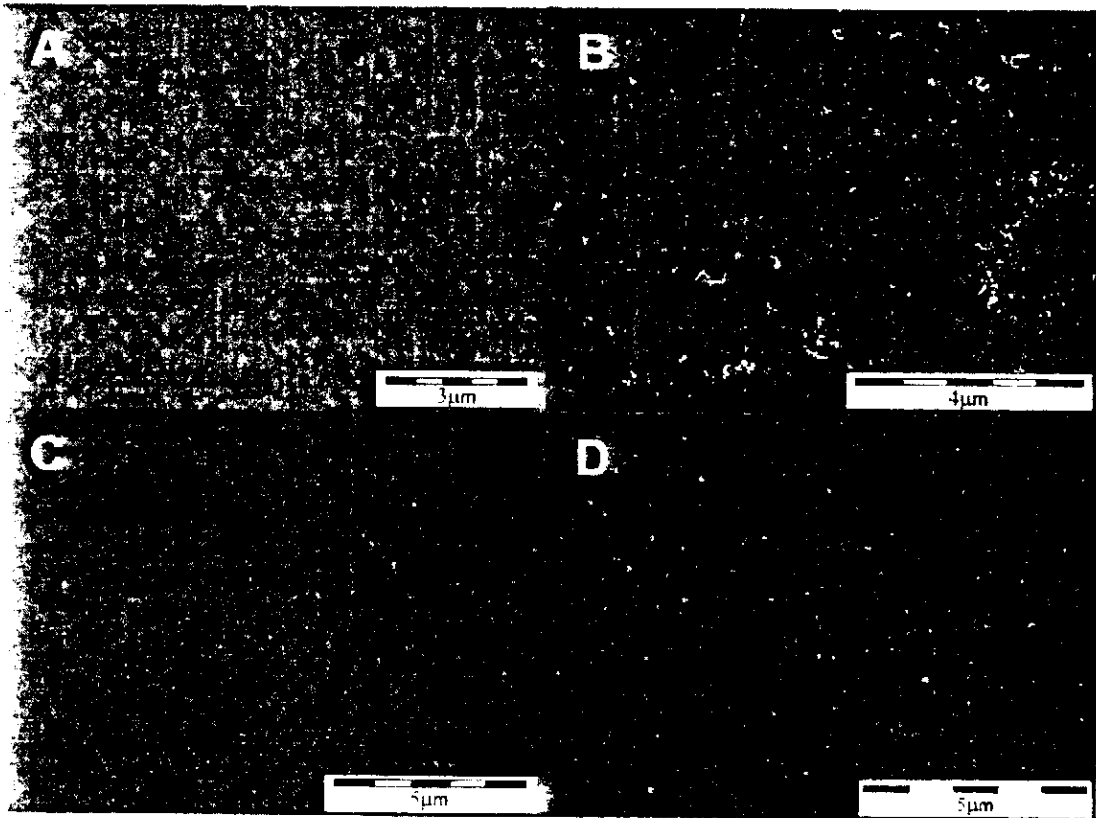
Uvedený způsob depozice nanočástic kovů je využitelný pro depozici nanočástic kovů (např. stříbra, zlata) na povrch elektrod solárních článků a diodových zdrojů světla. Uvedený způsob depozice vede k současnému využití pozitivního vlivu povrchových plazmonů a opracování povrchu elektrod plazmatem.

PATENTOVÉ NÁROKY

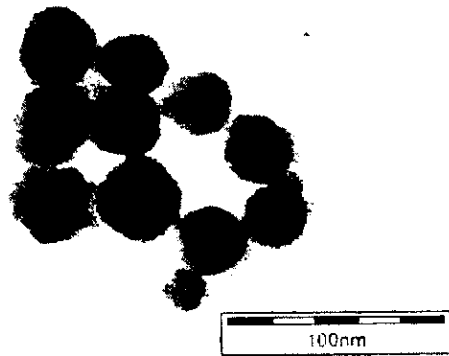
1. Způsob depozice nanočástic kovů na povrch substrátu, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že nanočástice kovů jsou na povrch substrátu předem opracovaného nízkoteplotním plazmatem při pokojové teplotě a za atmosférického tlaku nanášeny jejich ponořením do vodné nebo nevodné suspenze nanočástic kovů s následným odpařením kapaliny po vyjmutí substrátu ze suspenze.
2. Způsob depozice nanočástic kovů na povrch substrátu podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že nanočástice kovů jsou na povrchu substrátu organizovány do 2D struktury.
3. Způsob depozice nanočástic kovů na povrch substrátu podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že jeho použití k úpravě elektrod solárních článků vede ke tvorbě samovolně uspořádaných 2D struktur nanočástic na povrchu těchto elektrod.



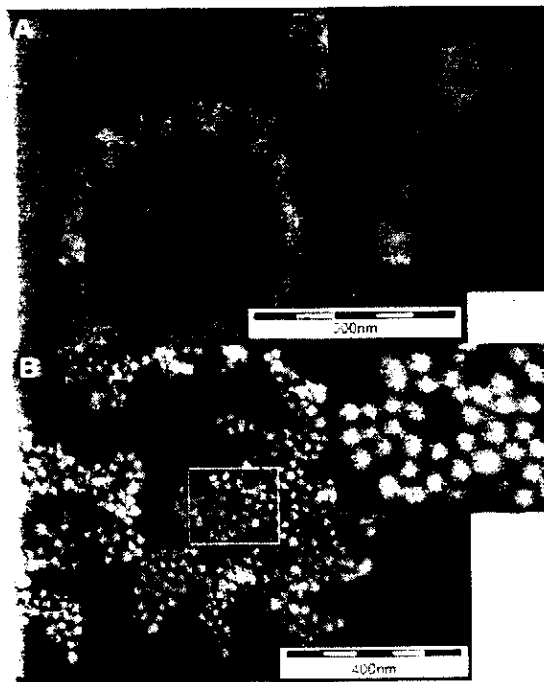
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4

Konec dokumentu