

Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-0713-07**Technológia a charakterizácia tenkých vrstiev moderných polovodičov pre mikroelektroniku a optoelektroniku**Zodpovedný riešiteľ **Ing. Jozef Huran, CSc**Príjemca **Elektrotechnický ústav, Slovenská akadémia vied**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Elektrotechnický ústav, Slovenská akadémia vied
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. Spojený ústav jadrových výskumov, Dubna, Rusko
- 2.
- 3.

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

- 1.
- 2.
- 3.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. Huran, J., Balalykin, N. I., Shirkov, G.D., Kobzev, A. P., and Valovič, A.: Nanocrystalline diamond/amorphous composite carbon films prepared by plasma chemical vapor deposition, Acta Technica 56 (2011) T278-T283.
2. Valovič, A., Huran, J., Kobzev, A. P., Balalykin, N. I., Kučera, M., and Haščík, Š.: Nanocrystalline silicon carbide thin films prepared by plasma enhanced chemical vapor deposition, Acta Technica 56 (2011) T291-T298.
3. Huran, J., Zaťko, B., Boháček, P., Kobzev, A.P., Vincze, A., Malinovský, L., and Valovič, A.: Properties of hydrogenated amorphous/nanocrystalline carbon films prepared by plasma enhanced chemical vapour deposition, Inst. Phys. Conf. Series: Mater. Sci Engn. 12 (2010)

012005.

4. J. Huran, B. Zait'ko, P. Boháček, V.N. Shvetsov and A.P. Kobzev; Study of wide band gap nanocrystalline silicon carbide films for radiation imaging detectors; Article in Press in Nucl. Instr. Meth. Phys Res. A; doi:10.1016/j.nima.2010.06.127

5. Jozef Huran, Pavol Bohacek, Valery N. Shvetsov, Alexander P. Kobzev, Albin Valovic; Silicon Carbon Nitrid Thin Films Prepared by PECVD Technology; In: 7th ICRP and 63rd GEC, Ed. M. Hori and W.G. Graham; Published by Japan Society of Applied Physics 2010; ISBN: 978-4-86348-101-5, LW4-003

Uplatnenie výsledkov projektu

Fotokatódy pre lineárny urýchlovač, Technológia fotovoltaiických článkov, UV fotodetektory

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Pripravil sa depozičný systém pre plazmou podporovanú chemickú depozíciu z pár (PECVD) tenkých polovodičových vrstiev zlúčenín uhlíka. Modifikácia spočívala vo výmene starého čerpaceho systému za nový- Rootsova výveva. PECVD technológiou sa pripravili tenké vrstvy amorfného uhlíka. Výsledky RBS ukazujú, že koncentrácia uhlíka vo vrstvách málo závisí od teploty substrátu počas depozície. Najdôležitejší výsledok je ten, že sp³ hybridizácia je silnejšia pri vyšších teplotách substrátu počas depozície. PECVD technológiou sa pripravili tenké vrstvy karbidu kremíka a nitridu karbidu kremíka. Vlastnosti vrstiev sa študovali metódami RBS, ERD, IR, SIMS, SEM, AFM, I-V, C-V. Magnetronovým naprašovaním sa pripravila séria vzoriek na báze uhlíka. Vlastnosti vrstiev sa analyzovali metódami RBS, ERD. Z výsledkov vyplýva, že vo vrstvách okrem uhlíka sa nachádza v malých koncentráciách do 2 at.% kyslík, dusík avšak koncentrácia vodíka je do 10 at.%. Reaktívnym magnetronovým naprašovaním sa pripravili dve série vzoriek karbidu kremíka. Rýchlosť rastu vrstiev sa s rastom teploty znižovala až trojnásobne, keď porovnáme rýchlosť rastu pri izbovej teplote substrátu s teplotou substrátu 300 °C. Fotoluminiscenčné merania vybraných typov vzoriek boli merané pri teplotách 7 K a izbovej teplote (RT). Vo všeobecnosti je PL pri teplote 7 K intenzívnejšia ako pri izbovej teplote. PL spektrum merané pri 7 K je posunuté k vyšším energiám, v porovnaní s izbovou teplotou. To je pre väčšinu polovodičov typické. Výskum v oblasti uhlíkových vrstiev a-C:H(DLC, NCD) bol nasmerovaný na využitie týchto vrstiev vo fotokatódach pre lineárne urýchlovače. V prípade parametrov lasera I = 0,85 A; λ = 266 nm; P = 0,4 MW ; nameraná kvantová účinnosť pri energii FH 6 mJ bola 1x 10⁻³ %. Výskum vrstiev SiC(N) bol nasmerovaný na využitie pre technológiu fotovoltaiických článkov a tiež pre technológiu detektorov UV žiarenia. Prvé výsledky ukázali, že fotoprúdy sú rádovo v piko-nanoampéroch pri predpätiach do 30 V.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

Deposition system for plasma enhanced chemical vapour deposition (PECVD) was prepared for deposition of semiconductor thin layers of carbon compounds. Modification consist of replacement old vaccum pump system with new Roots vaccum pump. With PECVD technology was prepared thin amorphous carbon layers. RBS results show that the carbon concentration in the layers weakly depend on the substrate temperature during deposition. The most important result is that sp³ hybridization is stronger at higher substrate temperature during deposition. PECVD technology was used for preparation of thin silicon carbide and silicon carbon nitride films. Properties of films was studied with methods RBS, ERD, IR, SIMS, SEM, AFM, IV, CV. Magnetron sputtering technology was used for preparation series of carbon-based samples. Properties layers are analyzed using methods RBS, ERD. The results show that in carbon layers can be found small concentrations up to 2 at.% oxygen, nitrogen, but the hydrogen concentration is up to 10 at.%. With reactive magnetron sputtering was prepared two series samples of silicon carbide. Growth rate with the higher temperature

decreased up to threetimes, when comparing the growth rate of the samples at room temperature with a substrate temperature 300 ° C. Photoluminescent measurements of selected types of samples were measured at 7 K and room temperature (RT). In general, the PL at 7 K are intense than at room temperature. PL spectrum measured at 7 K is shifted to higher energies compared with room temperature. This is typical in most semiconductors. Research in carbon layers a-C:H (DLC, NCD) was directed to use these layers in the photocathode for linear accelerators. In the case of laser parameters $I = 0.85 \text{ A}$, $\lambda = 266 \text{ nm}$, $P = 0.4 \text{ MW}$, the measured quantum efficiency at energy 6 mJ FH was $1 \times 10^{-3} \%$. Research of SiC(N) layers was directed to the use for photovoltaic technology as well as technology for UV irradiation detectors. First results show that the photocurrents are in pico- nanoampere region up to 30 V bias.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

Zodpovedný riešiteľ

Ing. Jozef Huran, CSc

V Bratislave 29. 06. 2011

Štatutárny zástupca príjemcu

Ing. Karol Fröhlich, DrSc

V Bratislave 29. 06. 2011

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu