



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-0443-12

Výskum a vývoj technológií prípravy tenkých vrstiev karbidu kremíka pre aplikácie v solárnych článkoch a v tenkovrstvových súčiastkách

Zodpovedný riešiteľ **Ing. Jozef Huran, CSc**

Príjemca

Elektrotechnický ústav, Slovenská akadémia vied

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Elektrotechnický ústav, SAV
2. Fakulta elektrotechniky a informatiky, STU
3. Chemický ústav, SAV
4. Ústav polymérov, SAV
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. Spojený ústav jadrových výskumov, Dubna, Ruská federácia
2. Ústav fotoniky, TU Wien, Rakúsko
- 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. Kleinová, A., Huran, J., Sasinková, V., Perný, M., Šály, V., Packa, J., : FTIR spectroscopy of silicon carbide thin films prepared by PECVD technology for solar cell application, Proc. SPIE 9563, Reliability of Photovoltaic Cells, Modules, Components, and Systems VIII, 95630U (September 23, 2015); doi:10.1117/12.2186748.
2. Huran, J., Hrubčín, L., Boháček, P., Borzakov, S., Skuratov, V., Kobzev, A., Kleinová, A., Sasinková, V., : The effect of Xe ion and neutron irradiation on the properties of SiC and SiC(N) film prepared by PECVD technology, Rad. Applic., 1 (2016) 14-19.
<http://www.rad-journal.org>

3. Huran, J., Balalykin, N., Haščík, Š., Feshchenko, A., Kobzev, A., Sasinková, V., Kleinová, A., Arbet, J., : Dry etching of phosphorus doped SiC thin films prepared by PECVD technology for transmission photocathode In: Proc. ADEPT. 4st Inter. Conf. on Advan. in Electronic and Photonic Technol. Eds. J. Kováč,jr. et al. Žilina: Univ. Žilina 2016. ISBN 978-80-554-1226-9. P. 35-38.
4. Mikolášek, M., Harmatha, L., Perný, M., Šály, V., Huran, J., : Development of silicon heterojunction solar cells with IZO and ITO antireflection coatings In: Proc. 6th Inter. Sci Conf. OZE 2016 „Renewable Energy Sources 2016“. Eds. J. Cirák et al. Bratislava: STU 2016. ISBN 978-80-89402-82-3. P. 104-109.
5. Huran, J., Perný, M., Hrubčín, L., Skuratov, V., Šály, V., Mikolášek, M., Kobzev, A., Arbet, J., : Xe ion irradiation of heterojunction solar cell structures with ITO antireflection film In: Proc. ADEPT. 4st Inter. Conf. on Advan. in Electronic and Photonic Technol. Eds. J. Kováč,jr. et al. Žilina: Univ. Žilina 2016. ISBN 978-80-554-1226-9. P. 151-154.

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky projektu sa uplatnia hlavne pri výskume a vývoji radiačne odolných heteroštruktúrnych solárnych článkov a tiež transmisných fotokatód pre lineárne urýchlovače.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

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

Vrstvy karbidu kremíka sa pripravovali depozičnými technikami RFPECVD, ECRPECVD, HWCVD a magnetronové naprašovanie. Na štruktúrnú charakterizáciu deponovaných vrstiev sa sa využili hlavne metódy RBS, ERD, FTIR a Raman. Výsledky RBS a ERD ukázali, že vrstvy karbidu kremíka obsahujú prednostne Si, C a H. FTIR výsledky ukazovali predovšetkým na prítomnosť Si-C, Si-H a C-H väzieb. V Ramanových spektrách bolo prítomné zaujímavé pásmo medzi 930 cm⁻¹ a 990 cm⁻¹, ktoré sa vytváralo od akustických a optických fonónových módov buď v kubickom alebo v jednom z hexagonálnych polytypov karbidu kremíka. Merané prúdy štruktúr Al/SiC /Si/Al po ožiarení iónmi Xe alebo neutrónmi sú väčšie ako prúdy pred ožiareníím a prúdy sa zvyšujú s väčšou fluenciou pre obe polarizácie napätia. Pripravili sa a skúmali sa kremíkové heteroprechodové solárne články s vrchnou vrstvou amorfného karbidu kremíka ako emitore so širokým zakázaným pásmom. Analyzoval sa proces starnutia štruktúr solárnych článkov s amorfným karbidom kremíka ako emitore. Impedančné merania a analýzy v komplexnej rovine pred a po ožiarení Xe iónmi ukázali vplyv radiácie na elektrické parametre experimentálnych heteroprechodových solárnych článkov s antireflexnými vrstvami ITO alebo IZO. Zvýšenie paralelnej kapacity a zníženie parametra „n“ zodpovedá tvorbe štruktúrnych defektov v amorfnej tenkej vrstve SiC. Plazmové leptanie SiC vrstiev sa použilo na vytvorenie sieťky z fosforom dopovanej vrstvy SiC pre nový typ transmisnej fotokatódy. Vypočítaná maximálna QE bola $QE (\%) = 8.3 \times 10^{-4}$ pri vlnovej dĺžke lasera 266 nm. Absorpčná kapacita vrstiev SiC (1000 nm) pre elektromagnetické vlnenie (0.2-1.8 THz) rástla s frekvenciou. Pri frekvencii signálu okolo 200 GHz najvyššiu relatívnu absorpciu vykazuje vzorka s SiC vrstvou dopovanou fosforom.

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

Silicon carbide films were prepared by RFPECVD, ECRPECVD, HWCVD and magnetron sputtering deposition techniques. Structural characterization of the deposited films were made mainly by RBS, ERD, FTIR and RAMAN methods. The RBS and ERD results showed main concentrations of Si, C and H in the SiC films. The FTIR results showed mainly the presence of the Si-C, Si-H and C-H bonds. Raman spectroscopy results showed interesting band between 930 cm⁻¹ and 990 cm⁻¹ which was created by the acoustical and optical phonon modes of cubic or one of the hexagonal polytypes of SiC. The measured currents of structures Al/SiC/Si/Al after irradiation with Xe ions and neutron are greater than the current

before irradiation and rose up with a higher fluence for both polarities of the bias voltage. The silicon heterojunction solar cells with a front high band gap amorphous silicon carbide emitter were prepared and investigated. The process of the aging of solar cell structures with an amorphous silicon carbide emitter was analyzed. Impedance measurements and analysis in complex plane before and after irradiation by Xe ions showed influence of radiation on the electrical parameters of experimental solar cell heterojunction with ITO or IZO antireflection film. Increasing of parallel conductivity due to the irradiation was observed. Increase of parallel capacitance and reduction of parameter „n“ indicates creation of structural defects in amorphous SiC thin film. Plasma etching of SiC films was used for preparation of new transmission-type photocathode with phosphorus doped SiC film mesh. Calculated maximum QE was $QE(\%)=8.3 \times 10^{-4}$ at laser wavelength 266 nm. Electromagnetic wave (0.2-1.8 THz) absorption capacity of SiC films (1000 nm) rose up with frequency. The highest relative absorption at frequency 200 GHz showed sample with phosphorus doped SiC film.

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 27. 01. 2017

Štatutárny zástupca príjemcu

RNDr. Vladimír Cambel, DrSc

V Bratislave 27. 01. 2017

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu