

**Formulár ZK - Záverečná karta projektu**

Riešiteľ: prof. Ing. Jaroslav Kováč, PhD	Evidenčné číslo projektu: APVV-290-06
Názov projektu: Progresívne opto a mikroelektronické prvky na báze organických materiálov	

Na ktorých pracoviskách bol projekt riešený:	Fakulta Elektrotechniky a Informatiky STU, Bratislava
Ktoré zahraničné pracoviská spolupracovali pri riešení (názov, štát):	Institut für Angewandte Physik Graz University of Technology, Institute of Solid State Physics, Graz, Rakúsko
	Eberhard Karls Universität Tübingen, Institute of Physics, Tübingen, Nemecko
	University of Padova, Department of Information Engineering, Padova, Taliansko

Udelené patenty alebo podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory vychádzajúce z výsledkov projektu:	
Publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu (uvedte i publikácie prijaté do tlače):  <i>Uvádzajte maximálne päť najvýznamnejších publikácií.</i>	<p>Jakabovič, J., Kováč, J., Weis, M., Haško, D., Srnánek, R., Valent, P., Resel, R.: Preparation and properties of thin parylene layers as the gate dielectrics for organic field effect transistors. In: <i>Microelectronics Journal</i>, Vol. 40, No. 3, (2009), pp. 595– 597 (3 cit. SCI)</p> <p>Jakabovič, J., Kováč, J., Srnánek, R., Kováč, J. jr., Sokolský, M., Cirák, J., Haško, D., Resel, R., Zojer, E: Interface modification of pentacene OFET gate dielectrics. In: <i>Interface Controlled Organic Thin Films</i>, Series: Springer Proceedings in Physics, Vol. 129, 2009, XII, pp. 185–188</p> <p>Kytka, M., Gerlach, A., Schreiber, F., Kováč, J.: Real-time observation of oxidation and photo-oxidation of rubrene thin films by spectroscopic ellipsometry, <i>Applied Physics Letters</i>, <b>90</b>, (2007), 131911 (7 cit. SCI)</p> <p>Vincze, A., Jakabovič, J., Srnánek, R., Šatka, A., Kováč, J. jr, Kováč, J.: Surface and interface properties of thin pentacene and parylene layers. In: <i>Central European Journal of Physics</i>, ISSN: 1895-1082 (Print) 1644-3608 (Online), Vol. 7, No. 2, 2009, pp. 270-278</p> <p>Srnánek, R., Jakabovic, J., Dobrocka, E., Irmer, G., Heinemeyer, U., Broch, K., Schreiber, F., Vincze, A., Machovic, V., Kovac, J., Donoval, D., Evidence of pentacene bulk and thin film phase transformation into an orthorhombic phase by iodine diffusion, In: <i>Chemical Physics Letters</i>, Vol. 484, 2010, pp. 299–303</p>
V čom vidíte uplatnenie výsledkov projektu:	<b>Výsledky dosiahnuté pri riešení projektu sú unikátne v rámci SR a prispeli k rozvoju vzdelávania a vývoja prvkov v novej oblasti organickej elektroniky</b>

## Charakteristika výsledkov

### Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu (max. 20 riadkov) - slovensky:

Projekt riešil úlohy vývoja depozičných zariadení tenkých organických polovodičových vrstiev metódami rastu z plynnej fázy (parylén), vákuovej depozície (pentacén, rubrén) a molekulárnych vrstiev (pentacene, diacetylén) a LB metódou pre realizáciu štruktúr OFET a OLED. Optimalizácia procesov depozície na zlepšovanie základných parametrov OFET bola spojená so špičkovými analýzami vrstiev a rozhraní pentacénu pri depozícii na rôzne dielektrické rozhrania najmä metódami SIMS, XRD a mikro-Ramanovskej spektroskopie. Z analýzy dosiahnutých výsledkov vyplynulo, že rozhranie hradlové dielektrikum – pentacén má podstatný vplyv na transport nosičov náboja a prúdu tranzistora. Špeciálnou úpravou aparatury bola dosiahnutá kontrola hrúbky deponovaných parylénových vrstiev v rozsahu 5 nm až niekoľko  $\mu\text{m}$  s vysokou homogenitou a kvalitou pokrytia. Tieto boli použité ako dielektrické vrstvy pod hradlom organického tranzistora (OFET), čo výrazne zlepšilo kvalitu deponovaných pentacénových vrstiev a tým dosahované parametre pripravených tranzistorov. Na základe týchto výsledkov bola optimalizovaná technológia prípravy OFET-ov a reprodukovateľne boli pripravené laboratórne vzorky, ktorých dosahované elektrické parametre sú porovnateľné s publikovanými údajmi. Pre overenie základnej technológie prípravy OLED boli navrhnuté a realizované fotolitografické masky pre leptanie priehľadných elektród ITO a kovové masky pre posuvný držiak vzoriek s výmennými kovovými maskami. Táto umožnila realizovať prvé experimenty prípravy OLED so štruktúrou  $\text{Alq}_3/\text{NPB}$ . Dosiahnuté výsledky v rámci riešenia projektu boli opublikované v 43 publikáciách (9 CC, 3 NC, 29 konf., 2 knižné) a prispeli k rozvoju novej unikátnej problematiky prípravy organických tenkovrstvových štruktúr na Slovensku ako aj vzdelavaní v rámci prednášok a individuálnych projektov študentov a doktorandov a významne prispeli k rozšíreniu medzinárodnej spolupráce s významnými univerzitami v rámci EÚ.

### Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu (max. 20 riadkov) - anglicky:

During the project the development goals of thin and molecular organic semiconductor films deposition technology were met. The vacuum deposition facility for organic layer (pentacene, rubrene), molecular layers by Langmuir – Blodgett technique (pentacene, diacetylene) and vapor deposition system for insulating parylene layers for OFET and OLED structures preparation were established. The optimization of deposition technology and OFET device properties were supported with high-level analysis and characterization of gate dielectric - pentacene interfaces by SIMS, XRD and micro-Raman spectroscopy techniques. The studies revealed the crucial role played by the interface between the dielectric and the organic semiconductor for both the device electronic properties and film formation and morphology. Special design of parylene deposition system enabled deposit a homogenous and high quality parylene layers in the range of 5-200 nm. The parylene layers as a gate dielectric shows markedly better pentacene structure and electrical parameters of realized OFETs. Based on this knowledge the optimized structures of OFETs were designed as well as reproducible technology for laboratory samples were developed. The achieved electrical parameters of measured OFETs are comparable with published data. For verifying the basic OLED technology the vacuum chamber was rearranged and new photolithography mask set was designed for etching of conductive ITO electrodes as well as metal masks for adjustable sample holder. This technology enabled to prepare the first test structures of double layer  $\text{Alq}_3/\text{NPB}$  OLEDs. The scientific results achieved in the frame of the project were published in 43 publications (9 CC, 3 NC, 29 conf. and 2 chapters in books). These results considerably contribute to the development of the new field of organic semiconductor structures in Slovakia as well to the implementation of the experiences in undergraduate and graduate level education. In addition extension of the international bilateral collaboration with significant EC Universities were established.

**Podpisom záverečnej karty riešiteľ vyjadruje svoj súhlas so zverejnením údajov v nej uvedených.**

Podpis zodp. riešiteľa: .....

Dátum: .....

Podpis štatutárneho zástupcu: .....

Pečiatka: