



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-18-0550

Tlačené senzorické prvky pre monitorovanie ľudského zdravia pomocou internetu vecí

Zodpovedný riešiteľ **Ing. Anton Kuzma, PhD.**

Príjemca **POWERTEC s.r.o.**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Spoločnosť Powertec s.r.o. a Slovenská technická univerzita v Bratislave, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Ústav elektroniky a fotoniky.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Molecular and Organic Semiconductor Technology, Microelectronic Group - University of Padova, Taliansko

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

- 1) Nositeľný teplomer, Patentová prihláška číslo 91-2021, Powertec s.r.o., STU v Bratislave
- 2) Teplotný senzor na báze PEDOT:PSS - UV 9559.

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

- 1) KOTRADYOVÁ, Veronika - VAVRINSKÝ, Erik - KALIŇÁKOVÁ, Barbora - PETRO, Dominik - JANŠÁKOVÁ, Katarína - BOLEŠ, Martin - SVOBODOVÁ, Helena. Wood and its impact on humans and environment quality in health care facilities. In International Journal of Environmental Research and Public Health. Vol. 16, Iss. 18 (2019), art. no. 3496 [20 s.].
- 2) VAVRINSKÝ, Erik - ŠUBJAK, Ján - DONOVAL, Martin - WAGNER, Alexandra - ZÁVODNÍK, Tomáš - SVOBODOVÁ, Helena. Application of modern multi-sensor holter in diagnosis and treatment. In Sensors. Vol. 20, Iss. 9 (2020), Art. no. 2663 [21] s. ISSN 1424-8220 (2019: 3.275 - IF, Q1 - JCR Best Q, 0.653 - SJR, Q1 - SJR Best Q).
- 3) VAVRINSKÝ, Erik - STOPJAKOVÁ, Viera - KOPÁNI, Martin - KOSNÁČOVÁ, Helena. The concept of advanced multi-sensor monitoring of human stress. In Sensors. Vol. 21, Iss. 10 (2021), Art. no. 3499 [27] s. ISSN 1424-8220 (2020: 3.576 - IF, Q1 - JCR Best Q, 0.636 - SJR, Q2 - SJR Best Q).
- 4) PUDIŠ, Dušan - URBANCOVÁ, Petra - NOVÁK, Jozef - KUZMA, Anton - LETTRICHOVÁ, Ivana - GORAUS, Matej - ELIÁŠ, Peter - LAURENČÍKOVÁ, Agáta - JANDURA, Daniel - ŠUŠLIK, Ľuboš - HASENÖHRL, Stanislav. Near-field analysis of GaP nanocones. In Applied Surface Science. Vol. 539, (2021), Art. no. 148213 [6] s. ISSN 0169-4332 (2020: 6.707 - IF, Q1 - JCR Best Q, 1.295 - SJR, Q1 - SJR Best Q).
- 5) MIZERA, Tomáš - GAŠO, Peter - PUDIŠ, Dušan - ZIMAN, Martin - KUZMA, Anton - GORAUS, Matej. 3D polymer-based 1 × 4 MMI splitter. In Nanomaterials. Vol. 12, iss. 10 (2022), Art. no. 1749 [10] s. ISSN 2079-4991 (2020: 5.076 - IF, Q1 - JCR Best Q, 0.919 - SJR, Q1 - SJR Best Q).
- 6) ZIMAN, M., FEILER, M., MIZERA, T., KUZMA, A., PUDIS, D., & UHEREK, F. Design of a

Power Splitter Based on a 3D MMI Coupler at the Fibre-Tip. In Electronics, 11(18), 2815. (2022).

7) VAVRINSKÝ, Erik - SVOBODOVÁ, Helena - KOPÁNI, Martin - STOPJAKOVÁ, Viera. The novel concept of a portable human stress-meter. In ASDAM 2020 : 13th International conference on advanced semiconductor devices and microsystems. Smolenice, Slovakia. November 11-14, 2020. 1. ed. Danvers : IEEE, 2020, S. 83-87. ISSN 2474-9737. ISBN 978-1-7281-9776-0.

8) NEVRELA, Juraj – VARDZAK, Adam – MICJAN, Michal – WEIS, Martin. Flexible inkjet sensor fabricated by inkjet printing. In ASDAM 2020 : 13th International conference on advanced semiconductor devices and microsystems. Smolenice, Slovakia. November 11-14, 2020. 1. ed. Danvers : IEEE, 2020, ISSN 2474-9737. ISBN 978-1-7281-9776-0.

9) SKRINIAROVA, Jaroslava – ANDOK, Robert – KADLEČIKOVA, Magdaléna – NEVRELA, Juraj. Problems Concerning the Demolding Process of Nano Imprint Lithography, In APCOM 2022 : 27th international conference, Štrbské Pleso, Slovakia. June 20-24, 2022.

Uplatnenie výsledkov projektu

Za celé obdobie projektu bolo publikovaných 6 karentovaných článkov, 5 príspevkov na zahraničných konferenciách a 10 príspevkov (z toho 3 kategórie SCOPUS) na domácich konferenciách s medzinárodnou účasťou. Navyše karentované publikácie publikované v rámci projektu dosiahli už počas riešenia projektu celkovo 34 citácií, z toho 23 v karentovaných časopisoch a 11 v ostatných publikáciách. V roku 2020 bol podaný 1 úžitkový vzor s názvom "Teplotný senzor na báze PEDOT:PSS", ktorý bol už prijatý a zapísaný. Na základe výsledkov nadobudnutých počas riešenia projektu bola v roku 2021 podaná patentová prihláška s názvom "Nositeľný teplomer". Počas riešenia projektu boli taktiež vytvorené partnerstvá medzi akademickým a podnikateľským sektorom. S potešením môžeme konštatovať, že vďaka výsledkom projektu a vytvoreným partnerstvám sa bolo možné zapojiť aj do ďalších národných alebo európskych projektov. Za spomenutie stoja hlavne medzinárodné projekty Healthcare at Home, HORIZON-KDT alebo projekt SAFEMILK, MSCA-RISE-2020. Nezanedbateľným uplatnením výsledkov projektu bolo aj prenesenie problematiky riešenej v tomto projekte do študijných materiálov, prednášok a cvičení pre študentov hlavného partnera FEI STU, kde prednášajú viacerí členovia riešiteľského kolektívu hlavného partnera.

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

Projekt IoTprint bol zameraný na návrh senzorických prvkov kompatibilných s technológiou tlače kovových atramentov a vodivých polymérov. Výskumné etapy projektu sa zameriavali najmä na prípravu organických gélových bioelektród, ako aj na výrobu flexibilných elektród s využitím technológie atramentovej tlače. Vývoj sa zameriaval taktiež na návrh bezdrôtovej komunikácie na báze IoT sietí (z angl. Internet of Things) pre pripravované senzory, s požiadavkou na nízku spotrebu energie. V priebehu uplynulých rokov trvania tohto projektu boli postupne riešené a napĺňané všetky definované ciele projektu. Z výsledkov výskumu sa preukázalo, že atramentová tlač sa javí ako perspektívna technológia prípravy elektronických prvkov a zariadení s veľkým potenciálom aplikovateľnosti do priemyslu. Ponúka biologicky odbúrateľné a recyklovateľné riešenia so zníženým množstvom vyprodukovaného odpadu z hľadiska dokončenia výroby bez potreby použitia leptania či maskovania. Taktiež ponúka možnosť použitia rôznych organických materiálov, pri ktorých sú maximálne dosahujúce teploty počas technologického procesu výroby kompatibilné s plastovými substrátmi. S organickými materiálmi prichádza mechanická flexibilita a biokompatibilita, ktorá predurčuje aplikovať technológiu tlačenej elektroniky pre nositeľnú elektroniku so zapojením IoT. Projekt bol teda zameraný na dosiahnutie aplikačných výstupov tlačenej elektroniky s cieľom monitorovania ľudského zdravia. Finálnym cieľom projektu bol demonštrátor senzorickej aplikácie tlačenej elektroniky, ktorý tvoril funkčnú súčasť navrhnutej siete IoT. Môžeme s radosťou konštatovať, že všetky vopred stanovené merateľné ukazovatele boli splnené a niektoré dokonca prekročili vopred stanovené očakávania. Taktiež možno konštatovať, že projekt splnil svoje stanovené ciele, výsledky výskumu sú a budú využívané vo veľkom rozsahu pri ďalšom rozvíjaní problematiky organickej a tlačenej elektroniky na Slovensku.

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

The IoTprint project was focused on the design of sensory devices compatible with inkjet printing technology, using inks with metal nanoparticles and conductive polymers. The research stages of the project focused mainly on the preparation of organic gel bioelectrodes, as well as the production of flexible electrodes using ink-jet printing technology. The development focused on the design of wireless communication based on Internet of Things (IoT) networks for the developed sensors, with a requirement for low energy consumption. In the past years of the duration of this project, all the defined goals of the project were gradually solved and fulfilled. The results of the research showed that inkjet printing technology appears to be a promising technology for the preparation of electronic elements and devices, with great potential for industrial applicability. It offers biodegradable and recyclable solutions with a reduced amount of produced waste, in terms of completing the production without the need for etching or masking. It also offers the possibility of using various organic materials that can withstand high temperatures during the technological process of device production and are very well compatible with plastic substrates. Organic materials bring properties such as mechanical flexibility and biocompatibility, which predetermines the application of printed electronics technology for wearable electronics connectable to the IoT. The project was thus aimed at achieving application outputs of printed electronics, with the aim of monitoring human health. The final goal of the project was the development of a sensory demonstrator by the application of printed electronics, which formed a functional part of the proposed IoT network. We are happy to state that all pre-established measurable indicators were met and some even exceeded pre-established expectations. We can also state that the project has fulfilled its set goals, while the results of this research will continue to be widely used in the further development of the issue of organic and printed electronics in Slovakia.