

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-0450-10****Pokročilé piezoelektrické MEMS senzory tlaku**Zodpovedný riešiteľ **Ing. Tibor Lalinský, DrSc.**Príjemca **Elektrotechnický ústav SAV Bratislava**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Elektrotechnický ústav SAV Bratislava
2. Ústav informatiky SAV Bratislava
3. Slovenská technická univerzita Bratislava
4. Medzinárodné laserové centrum Bratislava
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. Fachhochschule Vorarlberg, Rakúsko
- 2.
- 3.

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

1. MEMS tlakový senzor s tranzistorom s vysokou pohyblivosťou elektrónov a spôsob jeho výroby, prihláška vynálezu v SR (číslo prihlášky: pp 94-2013) ako aj v zahraničí (číslo: PCT/IB2014/063665)
- 2.
- 3.

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

1. T. Lalinský, G. Vanko, M. Vallo, M. Držík, J. Bruncko, J. Jakovenko, V. Kutiš, I. Rýger, Š. Haščík, M. Husák: Impact of ZnO gate interfacial layer on piezoelectric response of AlGaIn/GaN C-HEMT based ring gate capacitor, Sens. Actuators A: Phys. 172 (2011) 386–391
2. Lalinský, T., Vallo, M., Vanko, G., Dobročka, E., Vincze, A., Osvald, J., Rýger, I., Dzuba, J., : Iridium oxides based gate interface of AlGaIn/GaN high electron mobility transistors formed by high temperature oxidation. Applied Surface Sci 283 (2013) 160-167.
3. Lalinský, T., Hudek, P., Vanko, G., Dzuba, J., Kutiš, V., Srnánek, R., Choleva, P., Vallo, M.,

Držík, M., Matay, L., Kostič, I., : Micromachined membrane structures for pressure sensors based on AlGaIn/GaN circular HEMT sensing device. *Microelectron. Engn.* 98 (2012) 578–581.

4. Lalinský, T., Vanko, G., Vallo, M., Dobročka, E., Rýger, I., Vincze, A., : AlGaIn/GaN high electron mobility transistors with nickel oxide based gates formed by high temperature oxidation. *Applied Phys. Lett.* 100 (2012) 092105.

5. Dzuba, J., Vanko, G., Držík, M., Rýger, I., Vallo, M., Kutiš, V., Haško, D., Choleva, P., Lalinský, T., : Stress investigation in the AlGaIn/GaN micromachined circular diaphragms of pressure sensor, *J. Micromech. Microeng.*, In Press, Corrected Proof, 7pp, (2014).

Uplatnenie výsledkov projektu

Možnosti využitia

- Automobilový priemysel - snímanie tlaku v dieselových motoroch automobilov s priamym vstrekaním.
- Letecký a kozmický priemysel – monitorovanie tlaku na krídlach lietadiel a kozmických lodí.
- Metrológia vysokých tlakov v potravinárskom a strojárskom priemysle – vysokotlaková sterilizácia potravín a vysokotlakové rezanie vodným lúčom.
- Geotechnika – hĺbkové monitorovanie zmien tlaku vo vrtoch

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

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

Riešiteľský tím projektu naplnil hlavný cieleň výstup projektu. Navrhol nový koncept membránových MEMS senzorov tlaku, pozostávajúci z kruhových tranzistorov s vysokou pohyblivosťou elektrónov (C-HEMT) ako snímacích prvkov, integrovaných na kruhových AlGaIn/GaN membránach. Realizoval dva alternatívne prototypy MEMS senzorov sofistikovaným procesným vývojom, v ktorom modelovanie a simulácia senzora prebiehala v priamej iterácii s jeho experimentálnou funkčnou analýzou. Za účelom naplnenia tohto cieľa bol vytvorený mechanický a piezoelektrický model senzora, bola vypracovaná metodológia merania a určovania reziduálnych napätí membrán, vypracovaná metodológia snímania tlaku na báze nového princípu a implementovaná nová vysokoteplotná konštrukcia senzora.

Navrhnuté a realizované MEMS senzory tlaku v oboch technologických modifikáciách (cieleň výstupy projektu), spĺňajú viaceré atribúty originality v samotnom návrhu (kruhový tranzistor ako snímací prvok na kruhovej a prstencovej AlGaIn/GaN membráne, presné polohovanie prstencových zberných elektród na membráne), technológii (použitá nová vysokoteplotná konštrukcia snímacích prstencových hradiel na báze IrO₂, dosiahnutá vysoká selektivita v tvarovaní membrán), operačnej funkčnosti (použitý nový princíp snímania tlaku, ladenie pracovnej oblasti snímaných tlakov), ako aj aplikácii (meranie tlakov v extrémnom prostredí vysokých teplôt a chemicky agresívneho prostredia). Zmienené originálne prístupy v návrhu, technológii, funkčnom princípe snímania ako aj aplikácii rozhodli o jeho patentovej ochrane doma ako aj v zahraničí.

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

The research team of this project has fulfilled the main aimed project output. It has designed a new concept of membrane MEMS pressure sensors consisting of circular high electron mobility transistors (C-HEMTs) as sensing devices integrated on circular AlGaIn/GaN membranes. It processed two alternative prototypes of MEMS sensors by sophisticated process development in which the modeling and simulation is made in a direct iteration with the experimental functional analysis of the sensors. To fulfil the main project aims the research team created real mechanical and piezoelectric model of the sensors, it elaborated methodology of determination of membrane residual stresses, it elaborated the methodology

of pressure sensing based on new principle, and it implemented a new high temperature construction of the sensors.

New designed and processed MEMS pressure sensors in both alternative design constructions showed several aspect of originality in design (circular HEMT as sensing device on circular and ring AlGaIn/GaN membrane, precise position of ring collected gate electrodes on membrane), in technology (adopted new high temperature design construction of ring gate collected electrodes based on IrO₂ conductive metal oxides, high etching selectivity and anisotropy in membrane patterning), in sensing functionality (adopted new pressure sensing principle, tuning of operated pressure sensing range) as well as in application (pressure measuring and sensing in harsh conditions of high temperature and high chemical aggressive environment. Originalities as mentioned in sensor design, technology, functionality and application has decided to cover the sensors by the patent application.

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

Zodpovedný riešiteľ

Štatutárny zástupca príjemcu

V dd. mm. rrrr

V dd. mm. rrrr

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu