



Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-0655-07**

Pokročilé MEMS chemické senzory pre extrémne podmienky

Zodpovedný riešiteľ **Ing. Tibor Lalinský, DrSc.**

Príjemca **Elektrotechnický ústav SAV**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Elektrotechnický ústav, SAV - koordinujúce pracovisko
2. Ústav Informatiky, SAV - spoluriešiteľské pracovisko
3. Fakulta informatiky a elektrotechniky, STU - spoluriešiteľské pracovisko
4. Medzinárodné laserové centrum - spoluriešiteľské pracovisko
5. Applied Precision s.r.o.- spoluriešiteľské pracovisko

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická
2. Techniques of Informatics and Microelectronics for Computer Architecture-TIMA, Grenoble
- 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. T. Lalinský, G. Vanko, A. Vincze, Š. Haščík, J. Osvald, D. Donoval, M. Tomáška, I. Kostič.: Effect of fluorine interface redistribution on performance of AlGaIn/GaN HEMTs, Microelectr. Engr. 88 (2011) 166-169 I
2. T. Lalinský, I. Rýger, G. Vanko, M. Tomáška, I. Kostič, Š. Haščík, M. Vallo.: AlGaIn/GaN based SAW-HEMT structures for chemical gas sensors In.: Proceedings of EUROSENSORS XXIV Conference, Linz, Austria on September 5 - 8, 2010 (CD-ROM)
3. Rýger, I., Lalinský, T., Vanko, G., Tomaska, M., Kostic, I., Haščík, Š., and Vallo, M.: HEMT-SAW structures for chemical gas sensors in harsh environment. In: ASDAM '10. Ed. J. Breza et al. Piscataway: IEEE 2010. ISBN: 978-1-4244-8572-7. P. 131-134.

4. T. Lalinský, M. Držík, G. Vanko, M. Vallo, V. Kutiš, J. Bruncko, Š. Haščík, J. Jakovenko, M. Husák.: Piezoelectric response of AlGaIn/GaN circular HEMT structures, Microelectr. Engn. (2011) in press
5. Gabriel Vanko, Milan Držík, Martin Vallo, Tibor Lalinský, Vladimír Kutiš, Stanislav Stančík Ivan Rýger, Ivan Kostič.: AlGaIn/GaN C-HEMT structures for dynamic strain detection, Sensors and Actuators A, 2011, in press.

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky získané riešením projektu nachádzajú viaceré možnosti uplatnenia. Výsledky môžu byť uplatnené v nasledovných oblastiach:

Oblasť vedy a vedeckého poznania

- projekt predstavil nové koncepty návrhu multifunkčných chemických senzorov na báze nových materiálov, nové metodológie snímania a metodické prístupy v modelovaní a simulácií MEMS senzorov

Oblasť novej priamej aplikácie výsledkov

- Realizovaný prototyp SAW-HEMT senzora s integrovanou signálnou a detekčnou elektronikou (po overení princípu snímania na báze HEMT) svojou multifunkčnou a vysokoteplotnou schopnosťou snímania môže byť využitý vo všetkých tých priemyselných odvetviach, v ktorých sa vyžaduje kontinuálne monitorovanie a kontrola škodlivých emisií z vysokoteplotných procesov spracovania a spaľovania. Sensory tohoto konstrukčného typu môžu byť zvlášť dôležité tiež z pohľadu obrany a bezpečnosti (detekcia chemických bojových látok, nervových a výbušných plynov).

Oblasť vyvolaných nových projektov spolupáce

- Riešená tematika projektu bude mať kontinuálne pokračovanie v dvoch nových (vyvolaných) projektoch APVV (APVV-0199-10, "Multidetek" a APVV-0450-10, "PiezoMEMS"). V rámci zmienenej projektu "Multidetek" bude snaha vyvinuté prototypy SAW-HEMT chemických senzorov (cieľový výstup hodnotiaceho projektu APVV-0655-07, "CHEMISEC") integrovať už do senzorických polí spolu s monoliticky integrovanou signálnou a detekčnou elektronikou s následnou možnosťou priameho diaľkového (bezdrôtového) monitorovania chemicky agresívneho prostredia - predpovedaná vysoko atraktívna oblasť aplikácií s komerčným uplatnením v praxi. Vyvolaný projekt "PiezoMEMS" otvára možnosti využitia získaných pôvodných (know-how) poznatkov riešiteľov pri návrhu atraktívnych vysokotlakových senzorov na báze nových princípov snímania. Nové technológie založené na vysokotlakovom spracovaní materiálov, pri ktorom výsledný produkt získava niekoľkonásobne vyššiu pevnosť v porovnaní s pôvodným materiálom, naftové motory založené na vysokotlakom vstrekaní paliva („common rail system), rezacie stroje využívajúce vysokotlaký vodný prúd a sterilizácia potravín pomocou vysokého tlaku predstavujú niektoré hlavné aplikácie, pri ktorých od presného merania vysokého tlaku závisí kvalita produkcie.

Oblasť výchovy a vzdelávania

- Poznatky získané v oblasti návrhu, procesnej technológie, charakterizácie a modelovania reálnych MEMS senzorických systémov budú využité v pedagogickom procese v rámci predmetov novootvoreného a akreditovaného študijného programu Aplikovaná mechatronika, konkrétne v prednáškach a cvičeniach predmetov Metóda konečných prvkov (MKP) v mechatronike a Multifyzikálne procesy v mechatronike. Vzhľadom na atraktívnosť novootvoreného študijného programu so zameraním na "automobilovú mechatroniku" sa očakáva nárast študentov tiež najmä v nasledujúcich školských rokoch už aj z dôvodu, že sa majú otvoriť ďalšie 2 zamerania programu, a to "nanomechatronika" a "biomechatronika". Preto počas prednášok a cvičení bude možné študentom tieto získané poznatky a skúsenosti priamo odovzdať. Budú mať možnosť sa prakticky oboznámiť s navrhnutými a realizovanými MEMS senzorickými systémami, ktoré boli a budú priamym výstupom tohto ako aj ďalších dvoch vyvolaných projektov APVV.

Oblasť medzinárodnej spolupráce

- Vyvolané nové APVV projekty (Multidetek, PiezoMEMS) svojimi atraktívnymi výstupmi budú stimulovať viacerých zahraničných partnerov k ďalšiemu návrhu nových spoločných projektov v rámci rámcových programov Európskej únie.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

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

Riešiteľský tím v súlade s hlavným cieľným výstupom projektu navrhol, technologicky realizoval a funkčne overil prototyp multifunkčného chemického senzora na báze materiálového systému AlGaIn/GaN. Originalitou návrhu je vzájomná integrácia snímacích prvkov SAW (Surface Acoustic Wave) a HEMT (High Electron Mobility Transistor) na spoločnej AlGaIn/GaN polovodičovej heteroštruktúre za účelom využitia dvoch navzájom odlišných mechanizmov (princípov) snímania. Snímací tranzistor HEMT môže zároveň plniť tiež funkciu selektívneho mikrožiariča pre potreby ohrevu špecificky navrhutej hradlovej chemicky adsorpčnej vrstvy. Riešiteľský tím predstavil novú metódu excitácie SAW v prítomnosti vodivého 2DEG kanála heteroštruktúry AlGaIn/GaN. Vypracoval vlastnú procesnú technológiu AlGaIn/GaN HEMT a SAW štruktúr so submikrometrovými rozmermi IDTs s pracovnou frekvenciou v GHz-oblasti. Navrhol, simuloval a realizoval signálnu a detekčnú elektroniku na báze SAW oscilátora. Funkčne overil princíp snímania na báze SAW, snímaním dynamických zmien vlhkosti. Navrhol nové priblíženie vo formovaní vodivých kovových oxidov priamo v hradlovej oblasti HEMT, ktoré môžu plniť funkciu hradlovej elektródy ako aj chemicky adsorpčnej vrstvy. Výrazne prispel k návrhu nového polovodičového sensorického prvku, ktorý umožňuje snímať dynamické zmeny tlaku a mechanického napätia s vysokou citlivosťou, lineárnou odozvou a frekvenčnou nezávislosťou. Sensorický prvok využíva topológiu kruhového AlGaIn/GaN tranzistora s vysokou pohyblivosťou elektrónov (C-HEMT). Tematika SAW-HEMT senzorov pre svoju atraktivnosť pokračuje v novom vyvolanom projekte APVV-0199-10.

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

In accordance with the main aim of this project the project team was involved into design, process technology and verification of the first prototype of multifunctional chemical sensor based on material system AlGaIn/GaN. The originality of sensor design consists of mutual integration of both sensing devices the SAW (Surface Acoustic Wave) and HEMT (High Electron Mobility) on the same AlGaIn/GaN heterostructure in order to use two different sensing principles. HEMT sensing device in this design concept should also be able to control the temperature of the chemical adsorption layer by the principle of electro-thermal conversion (HEMT to be used as microheater). The research team introduced a new approach for SAW excitation on AlGaIn/GaN heterostructure with a highly conductive 2DEG channel of HEMT. An original process technology of both AlGaIn/GaN HEMT and submicron based SAW devices operating in GHz-range was established. Finally, we designed simple microwave oscillator employing SAW device for sensing applications. The oscillator parameters were analyzed using computer transient and AC domain simulations and the functionality was tested on real fabricated prototype. A new approach in forming of conductive metal oxides fully compatible with gate electrode of HEMT operating as chemical adsorption layers was introduced. We have proposed a new GaN based sensor device to be potentially applied for dynamic high-pressure sensing. The sensor device uses the topology of circular AlGaIn/GaN based HEMT (C-HEMT). It is based on the piezoelectric principle of sensing. Due to a high attractivity, the SAW-HEMT chemical sensors are proposed to be continue in the new accepted project APVV-0199-10.

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

Zodpovedný riešiteľ

Ing. Tibor Lalinský, DrSc.,
V Bratislave 30. 05. 2011

Štatutárny zástupca príjemcu

Ing. Karol Fröhlich, DrSc.,
V Bratislave 30. 05. 2011

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu