

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-14-0613**

Širokopásmový MEMS detektor terahertzového žiarenia

Zodpovedný riešiteľ **Ing. Gabriel Vanko, PhD.**

Príjemca **Elektrotechnický ústav SAV**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

- Elektrotechnický ústav Slovenskej akadémie vied
- Ústav informatiky Slovenskej akadémie vied
- Slovenská technická univerzita v Bratislave – Fakulta elektrotechniky a informatiky

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

- The Physikalisch -Technische Bundesanstalt, Berlin, Nemecko – PTB
- Fachhochschule Vorarlberg, Dornbirn, Rakúsko – FHV
- Institute of Physics, Polish Academy of Science, Warsaw, Poľsko
- Beijing National laboratory for Condensed Matter Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, Čína

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

Patentová prihláška PP50079-2016 s názvom „Spôsob prípravy manganitových La-Sr-Mn-O vrstiev s vysokou onsetovou teplotou prechodu do feromagnetického stavu“ (Š. Chromik, V. Štrbík, M. Španková)

Podacie číslo: 1000018850

Číslo prihlášky: PP50079-2016

Dátum podania: 18 november 2016

Vaša značka: EIU_vrstvy

Prihlasovateľ: Elektrotechnický ústav SAV, Bratislava

Počet prihlasovateľov: 1

Štát: SK

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

- 1. Lalinský, T., Chromik, Š., Lobotka, P., Rýger, I., Zehetner, J., Dzuba, J., and Vanko, G.: Uncooled MEMS detector of terahertz radiation. In: 41st Inter. Conf. on Micro-and Nano-Engn. - MNE 2015. Hague 2015.
- 2. M. Španková, V. Štrbík, E. Dobročka, S. Chromik, M. Sojková, D.N. Zheng, J. Li Characterization of epitaxial LSMO thin films with high Curie temperature prepared on different substrates, Vacuum 126 (2016) 24-28
- 3. T. Lalinský, G. Vanko, J. Dzuba, V. Kutiš, G. Gálik, J. Paulech, M. Držík, Š. Chromík, P. Lobotka, Thermo-mechanical analysis of uncooled La_{0.67}Sr_{0.33}MnO₃ microbolometer made on circular SOI membrane, 30th Eurosensors Conference, EUROSENSORS 2016, Procedia Engineering 168 (2016) 733 – 736

- 4. V. Štrbík, Š. Beňačka, Š. Gaži, M. Španková, V. Šmatko, J. Knoška, N. Gál, Š. Chromik, M. Sojková, M. Pisarčík, Superconductor-ferromagnet-superconductor nanojunctions from perovskite materials, Applied Surface Science 395 (2017) 237.
- 5. Lalinský, T., Dzuba, J., Vanko, G., Kutíš, V., Paulech, J., Gálik, G., Držík, M., Chromik, Š., Lobotka, P., Thermo-mechanical analysis of uncooled La_{0.67}Sr_{0.33}MnO₃ microbolometer made on circular SOI membrane, Sensors Actuators A 265 (2017) 321.
- 6. Š.Chromik, M.Španková, M.Talacko, E.Dobročka,T.Lalinský: Some peculiarities at preparation of Bi₄Ti₃O₁₂ films for bolometric applications, Applied Surf. Sci. 461 (2018) 39.

Uplatnenie výsledkov projektu

---Senzorika - nedeštruktívne testovanie a tomografia materiálov, ktoré sú pre viditeľné svetlo nepriehľadné (napr. plastové fľaše s chemickou náplňou, betónové murivo, šatstvo a podobne).

---Spektroskopia - Terahertzové frekvencie sú zaujímavé zo zobrazovacieho ale aj spektroskopického hľadiska, pretože mnohé zložité organické zlúčeniny majú energie rotačno-vibračných stavov molekúl práve v tejto oblasti. Vďaka tejto vlastnosti je možné analyzovať alebo jednoznačne detegovať mnohé toxické, výbušné látky alebo drogy bez otvorenia ochranných obalov.

---Meracia technika - S cieľom vysvetliť veľmi dobrú mechanickú stabilitu MEMS mikrobolometra založeného na báze LSMO raste na kruhovej podpornej membráne SOI bolo skúmané reziduálne mechanické napätie v štruktúrach po depozícii každej z vrstiev v jednotlivých procesných krokoch spracovania. Takýto prístup môže viesť k efektívnemu návrhu procesnej technológie MEMS bolometrov pre aplikácie THz detektorov v každodennom živote.

---MEMS – príprava nových typov mikromechanických štruktúr pokrytých funkčnými vrstvami na dosiahnutie vyššej citlivosti alebo principiálne odlišnej funkčnosti

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

---Realizáciou prvých prototypov MEMS detektorov sme overili kompatibilitu medzi procesnou technológiou vysokoteplotného epitaxného rastu LSMO bufferových multivrstiev a navrhnutým finálnym mikrotvarovaním kruhových membrán na báze východiskových SOI substrátov, čo považujeme za významný výsledok z pohľadu ďalšieho vývoja detektora.

---Poznanie kinetiky formovania reziduálnych napätí v jednotlivých sekvenčne rastejších membránových vrstvách detektora považujeme za veľmi dôležité aj z pohľadu ďalšieho progresného návrhu nových konštrukcií MEMS detektora.

---Vypracovali sme experimentálnu metodiku priameho merania a určovania tepelnej konverznej účinnosti bolometrického MEMS detektora, ktorá rozhoduje i o jeho konečnej citlivosti. V navrhutej metóde vyšetrovania konverznej účinnosti, bolometrický LSMO prvok plní nielen funkciu tepelného žiariera ale aj funkciu teplotného senzora, takže dodatočne integrovaný (externý) teplotný senzor nie je potrebný. Navyše, vypracovaný tepelný model môže byť užitočným nástrojom v procesnom návrhu nových konštrukčných modifikácií detektorov vyznačujúcich sa vyššou konverznou účinnosťou v reálnom prostredí.

---Za účelom zvýšenia citlivosti MEMS detektorov pri zachovaní ich mechanickej stability sme pristúpili k ich novým konštrukčným návrhom. Originálnym prístupom je využitie polymérnych membrán na báze polyimidu. Je možné ho ďalej využiť nielen na vysokoúčinnú tepelnú izoláciu bolometrického snímacieho prvku (LSMO disku) ale aj k zamedzeniu vysokofrekvenčných strát spôsobených vybudenými povrchovými elektromagnetickými vlnami, ktoré znižujú účinnosť a deformujú vyžarovací diagram planárnych antén z dôvodu ich interferencie s dopadajúcou vlnou.

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

---Realization of the first prototypes of MEMS bolometer detectors enabled us to verify the compatibility between high-temperature epitaxial growth process of LSMO buffer multilayers and the proposed final micromachining of circular membranes based on SOI substrates, what we consider to be a significant result from the perspective of further detector development.

---Knowledge of the kinetics of residual stress formation in individual sequenced membrane

layers of the detector is also considered to be very important in view of further progressive design of the new MEMS detector structures.

---We have developed an experimental methodology of direct measurement and determination of the thermal conversion efficiency of the bolometric MEMS detector, which determines its final sensitivity. In the proposed conversion efficiency test method, the bolometric LSMO element not only fulfills the function of a thermal heater but also the function of the temperature sensor. Therefore, an additionally integrated (external) temperature sensor is not required. In addition, the developed thermal model can be a useful tool in the design process of modified detectors characterized by higher conversion efficiency in a real environment.

---In order to increase the sensitivity of MEMS detectors while preserving their mechanical stability, we have introduced their new design constructions. An original approach is the use of polymeric membranes based on polyimide. It can be further used not only for highly effective thermal insulation of the bolometer (LSMO) but also to prevent high frequency losses caused by the excited surface electromagnetic waves, that reduce the efficiency and distort the radiating diagram of planar antennas due to their interference with the incident wave.

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

Zodpovedný riešiteľ

Ing. Gabriel Vanko, PhD.

Štatutárny zástupca príjemcu

RNDr. Vladimír Cambel, DrSc.

V dňa

V dňa

.....
Podpis zodpovedného riešiteľa

.....
Podpis štatutárneho zástupcu príjemcu