



Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-0199-10**
Multifunkčné detektorové polia na báze mikromechanických štruktúr

Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Ivan Hotový, DrSc.**
Príjemca **Fakulta elektrotechniky a informatiky STU Bratislava**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Fakulta elektrotechniky a informatiky STU Bratislava
2. Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, UK Bratislava
3. Elektrotechnický ústav SAV Bratislava
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. Technical University of Ilmenau, Nemecko
- 2.
- 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. Hotovy, I., Spiess, L., Predanocy, M., Rehacek, V., Racko, J., Vacuum 107 (2014), 129-131.
2. Řeháček, V., Hotový, I., Vojs, M., Kups, T., Spiess, L.: Electrochimica Acta 63 (2012), 192-196.
3. Haidry, A.A., Vargová, M., Ďurina, P., Greguš, J., Truchly, M., Roch, T., Plecenik, T., Zahoran, M., Puškelová, J., Kuš, P., Plecenik, A., Plesch, G., Applied Surface Science 259 (2012), 270-275.
4. Plecenik, T., Moško, M., Haidry, A.A., Ďurina, P., Truchlý, M., Grančič, B., Gregor, M., Roch, T., Satrapinsky, L., Mošková, A., Mikula, M., Kúš, P., Plecenik, A., Sensors and Actuators B doi:10.1016/j.snb.2014.10.003.

Uplatnenie výsledkov projektu

Dosiahnuté a publikované vedecké výsledky v oblasti hľadania nových plynovocitlivých materiálov našli uplatnenie a kvalifikovali nás do projektu 7. RP ENIAC JU č. 621272/2014: Sensor technologies enhanced safety and security of buildings and its occupants. V rámci tohto projektu intenzívne spolupracujeme s firmou AppliedSensor GmbH Reutlingen, Nemecko, na vývoji nového sensorového prvku na detekciu plynov, kde sa v súčasnosti testujú nami vyvinuté NiO tenké vrstvy.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

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

Boli vyvinuté, pripravené a charakterizované plynovocitlivé prvky na báze NiO vrstiev spolu s Ti/Pt mikrovyhrievačmi umiestnenými na polyimidovej membráne uchytenej na Si substráte, ktoré predstavujú perspektívne prvky pre MEMS sensorové polia. Zavesená membrána štvorcového tvaru s dĺžkou strany 150 μm a štyri mikromostíky boli vyrobené z 3 μm hrubého polyimidu. Zistili sme, že teplota vyhrievača na PI membráne môže rásť až do 350°C pri spotrebe okolo 40 mW. Boli zmerané odozvy NiO senzora na prítomnosť veľmi nízkych koncentrácií vodíka (10-100 ppm). Naš výskum potvrdil potenciál použitia naprašovaných nanokryštalických NiO vrstiev na detekciu 5 ppm etanolovej koncentrácie pri pracovnej teplote 250°C.

Bol experimentálne pripravený a teoreticky opísaný vysokocitlivý senzor na vodík pracujúci pri izbovej teplote, ktorý je založený na vertikálnej štruktúre Pt-TiO₂-Pt. Senzor pozostáva z 30 nm hrubej TiO₂ nanokryštalickej vrstvy obsahujúcej zrná veľkosti okolo 10 nm, ktorá je umiestnená medzi spodnú Pt a vrchnú elektródu vytvarovanú do dlhého úzkeho Pt pásika. Ak šírku vrchnej elektródy zmenšíme pod 100 nm a menej, môžeme zaznamenať zmenu hodnoty elektrického odporu pri detekcii vodíka o 7 rádov za čas kratší ako niekoľko sekúnd pri izbovej teplote.

Bol vyvinutý a vyšetrovaný senzor vodíka pracujúci ako Schottkyho dióda s Pt/NiO absorpčnou hradlovou vrstvou. Bolo dokázané, že parametre Schottkyho rozhrania (výška bariéry, idealizačný koeficient) ako aj parametre senzora (citlivosť, čas odozvy) je možné ladiť pomocou hrúbky NiO vrstvy na rozhraní. Meraná dióda vykazovala až 60 násobný nárast citlivosti senzora pri optimálnej 20 nm NiO vrstve v porovnaní s konvenčnou štruktúrou Schottkyho diódy na báze Pt/AlGaIn/GaN.

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

NiO gas sensing element and Ti/Pt microheater prepared on a polyimide membrane on silicon as a prospective device for MEMS sensor arrays has been developed, fabricated and characterized. Both the suspended membrane (150x150 μm^2) and four microbridges were made of 3 μm of polyimide. It was found that the temperature of the heater on the PI membrane could be raised to 350°C at very low power consumption of about 40 mW. NiO sensor behaviour towards very low (10-100 ppm) hydrogen was measured. Our results also demonstrated the potential of sputtered nanocrystalline NiO films to detect 5 ppm of ethanol vapour concentration in air and to operate at temperature of 250°C.

The fast highly-sensitive room-temperature hydrogen gas sensor based on the nanoscale Pt-TiO₂-Pt sandwich has been realized experimentally and described theoretically. The sensor consists of a thin (~30 nm) nanocrystalline TiO₂ layer with ~10 nm grains, placed between the bottom Pt electrode layer and top Pt electrode shaped as a long narrow stripe. Specifically, the sensor response as high as $\sim 10 \times 10^7$ and the response time as short as a few seconds

are observed at room temperature if the width of the top Pt electrode is reduced down to ~100 nm and below.

A hydrogen sensor based on a Schottky gate diode equipped with a Pt/NiO gate absorption layer has been developed and investigated. It was shown that the parameters of the gate interface (barrier height, ideality factor) and the hydrogen sensory performance (sensitivity, time response) can be tuned with the thickness of the NiO interfacial layer. The diode exhibited a 60-fold increase in sensitivity for an optimized 20 nm thick oxide interlayer compared with that of a conventional Pt/AlGaIn/GaN gate diode sensor.

μ

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

Zodpovedný riešiteľ

prof. Ing. Ivan Hotový, DrSc.

V Bratislave 26.11.2014

Štatutárny zástupca príjemcu

prof. RNDr. Gabriel Juhás, PhD.

V Bratislave 27.11.2014r

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu