



## Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

**LPP-0195-09**

**Charakterizácia elektrických vlastností HEMT a MOSHFET tranzistorov na báze AlGaN(InAlN)/GaN heteroštruktúr podporená 2/3-D modelovaním a simuláciou**

Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Daniel Donoval, DrSc.**

Príjemca **Ing. Aleš Chvála, PhD**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Ústav elektroniky a fotoniky, FEI STU Bratislava
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

### Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. III-V lab (Alcatel-Thales), Francúzsko
2. TU Vienna, Rakúsko
3. ON Semiconductor, Belgicko

### 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. Donoval, Daniel - Chvála, Aleš - Šramatý, Roman - Kováč, Jaroslav - Carlin, J.F. - Grandjean, N. - Pozzovivo, G. - Kuzmik, J. - Pogany, A. - Strasser, G. - Kordoš, Peter: Current Transport and Barrier Height Evaluation in Ni/InAlN/GaN Schottky Diodes. In: Applied Physics Letters. - ISSN 0003-6951. - Vol. 96, Iss. 18 (2010), art. no. 223501.
2. Kováč, Jaroslav - Šramatý, Roman - Chvála, Aleš - Sibboni, H. - Morvan, E. - DiForte-Poisson, M.A. - Donoval, Daniel - Kordoš, Peter: Schottky Barrier Height on Thermally Oxidized InAlN Surface Evaluated by Electrical and Optical Measurements. In: Applied Physics Letters. - ISSN 0003-6951. - Vol. 98 (2011), Art. No. 162111
3. Donoval, Daniel - Chvála, Aleš - Šramatý, Roman - Kováč, Jaroslav - Morvan, E. - Dua,

Ch. - DiForte-Poisson, M.A. - Kordoš, Peter: Transport Properties and Barrier Height Evaluation in Ni/InAlN/GaN. In: Journal of Applied Physics. - ISSN 0021-8979. - Vol. 109, Iss. 5 (2011), Art.No. 063711

4. Chvála, Aleš - Donoval, Daniel - Marek, Juraj - Molnár, Marián - Príbytný, Patrik - Kováč, Jaroslav - Kordoš, Peter: Analysis of the Leakage Current of AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> Schottky Diode Dependent on Ohmic Contact PAD Electrode Position. In: WOCSDICE 2011 : 35th Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits. Catania, Italy, May 29 - June 1, 2011. - Catania : CNR-IMM, 2011. - S. 127-128

5. Chvála, Aleš - Donoval, Daniel - Šramatý, Roman - Marek, Juraj - Kováč, Jaroslav - Kordoš, Peter - Škriniarová, Jaroslava: Characterisation of electrical properties of AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> Schottky diode at very high temperature. In: ASDAM 2010. The Eighth International Conference on Advanced Semiconductor Devices and Microsystems. Smolenice, 25 - 27 October 2010. - Piscataway : Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2010. - ISBN 978-1-4244-8572-7

### **Uplatnenie výsledkov projektu**

Nová vyvinutá metodika vyhodnocovania elektrofyzikálnych parametrov Schottkyho štruktúr a HEMT tranzistorov bola použitá pri charakterizácii elektrických vlastností polovodičových prvkov na báze heteroštruktúr na GaN. Analýza a optimalizácia geometrie hradlovej elektródy HEMT tranzistorov podporená 2-D TCAD simuláciami viedli k návrhu tranzistorov s výrazne menším zvodovým prúdom cez hradlovú elektródu.

### **CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV**

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

Práca bola zameraná na tvorbu fyzikálno-matematického modelu charakterizujúceho celkový prúd cez rozhranie kov – polovodič na širokopásmových polovodičoch na báze GaN a pomocou neho identifikovať termoemisnú zložku prúdu, z ktorej sa určuje výška Schottkyho potenciálnej bariéry. Nami navrhnutý model zahŕňa všetky zložky podieľajúce sa na celkovom prúde Schottkyho kontaktom (termoemisný prúd, tunelovací prúd, generačno-rekombinačný prúd a zvodový prúd). Správnosť nami navrhutej metódy bola verifikovaná pomocou nezávislých fotoelektrických meraní. Ďalšie analýzy I-V charakteristík ukázali väčšie záverné prúdy tečúce cez Schottkyho kontakt hradlovej elektródy HEMT tranzistorov zapríčinené zvodovým prúdom tečúcim medzi kontaktnými plochami ohmického a Schottkyho kontaktu umiestneného priamo na GaN vrstve. Novo navrhnutý typ štruktúry HEMT tranzistora s kontaktnými plochami umiestnenými na hornej MESA vrstve vykazuje výrazné zníženie záverného prúdu Schottkyho hradlovej elektródy. Vzhľadom na prezentované výsledky môžeme konštatovať, že stanovené ciele riešenia projektu boli úspešne splnené.

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

The work was focused on the design of the physical-mathematic model which characterizes the total current through metal - semiconductor interface based on wide band gap GaN semiconductors. Using our model pure thermionic current part can be identified and the Schottky barrier high can be determined. Our designed model covered all current mechanisms flow through Schottky contacts (thermionic current, tunneling current, generation-recombination current and leakage current). The results were verified by independent photoelectric measurements. Further analyses of the I-V curves show higher reverse currents of the Schottky gate electrode of the HEMT transistors. The current is created by high leakage current of the expanded contacts through GaN buffer. New designed HEMT transistors with the expanded contacts located on the top of the MESA layer show strong decrease of the reverse gate current. Finally we can conclude referring to the presented results that the specified objectives of the project were successfully executed.

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

**Zodpovedný riešiteľ**

prof. Ing. Daniel Donoval DrSc

V Bratislave, 27. 09. 2012

**Štatutárny zástupca príjemcu**

prof. RNDr. Gabriel Juhás, PhD

V Bratislave, 28. 09. 2012

.....  
podpis zodpovedného riešiteľa

.....  
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu