

Formulár ZK - Záverečná karta projektu

Riešiteľ: Ing. Karol Fröhlich, DrSc.	Evidenčné číslo projektu: APVT-51-017004
Názov projektu: Tenké vrstvy oxidov pre pokročilé MOS štruktúry	

Na ktorých pracoviskách bol projekt riešený:	Elektrotechnický ústav SAV
	Katedra mikroelektroniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, STU
	Medzinárodné laserové centrum
Ktoré zahraničné pracoviská spolupracovali pri riešení (názov, štát):	Univerzita Vilnius, Lithuania,
	Institute of Physics, University Tartu, Estonia
	IBM, Zurich, Switzerland

Udelené patenty alebo podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory vychádzajúce z výsledkov projektu:	
Publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu (uved'te i publikácie prijaté do tlače alebo pripravované): <i>Uvádzajte maximálne päť najvýznamnejších publikácií.</i>	K. Fröhlich, R. Luptak, E. Dobrocka, K. Husekova, K. Cico, A. Rosova, M. Lukosius, A. Abrutis, P. Pisecky, J.P. Espinos, Characterization of rare earth oxides based MOSFET gate stacks prepared by metal-organic chemical vapour deposition, Mat. Sci. in Semicond. Proc. 9 (2006) 2412.
	K. Fröhlich, R. Lupták, K. Huseková, K. Cico, M. Tapajna, U. Weber, P. K. Baumann, J. Lindner, J. P. Espinós, Properties of Ru/Hf _x Si _{1-x} O _y /Si Metal Oxide Semiconductor Gate Stack Structures Grown by Atomic Vapor Deposition, J. Electrochem. Soc. 153 (2006) F176.
	C. Rossel, A. Rosová, K. Hušeková, D. Machajdík, K. Fröhlich, Phase stability of La _{0.5} Sr _{0.5} CoO _{3-y} films upon annealing in hydrogen atmosphere, J. Appl. Phys. 100 (2006) 044501.
	M. Ľapajna, K. Hušeková, J. P. Espinos, L. Harmatha, K. Fröhlich, Precise determination of metal effective work function and fixed oxide charge in MOS capacitors with high-κ dielectric, Mat. Sci. in Semicond. 9 (2006) 969.
	M. Ľapajna, A. Rosová, K. Hušeková, F. Roozeboom, E. Dobročka, K. Fröhlich, Evidence of hafnia oxygen vacancy defects in MOCVD grown Hf _x Si _{1-x} O _y ultrathin gate dielectrics gated with Ru electrode, Microel. Eng. 84 (2007) 2366.
V čom vidíte uplatnenie výsledkov tohto projektu:	Rozvoj technológií pre uplatnenie oxidových vrstiev v mikroelektronike. Aplikácia MOS štruktúr pre nové polovodičové materiály na báze GaN.

Podpisom záverečnej karty riešiteľ vyjadruje svoj súhlas ku zverejneniu údajov v nej uvedených.

Podpis riešiteľa:

Dátum:

Charakteristika výsledkov

Evidenčné číslo: APVT-51-017004

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu (max. 20 riadkov) - slovensky:

V rámci projektu sme pripravili a analyzovali viacero MOS štruktúr s dielektrickými vrstvami s vysokou permitivitou. Prispeli sme k určeniu tepelnej stability a k mechanizmu zvodových prúdov pre tenké vrstvy HfSiO₂, ktoré sú uvádzané v súčasnosti do produkcie.

Pripravili sme a analyzovali sme vlastnosti tenkých dielektrických vrstiev oxidov prvkov vzácnych zemín, ktoré sú považované za potenciálnych kandidátov pre dielektrické vrstvy v MOS štruktúrach v budúcej generácii kremíkovej CMOS technológie. Ukázali sme, že veľmi tenké vrstvy Gd₂O₃, La₂O₃, Nd₂O₃ a Pr₆O₁₁ pripravené MOCVD technológiou majú permitivitu v rozsahu 12 – 14. Pripraviť veľmi tenké vrstvy oxidov vzácnych zemín s vyššou permitivitou (~ 18) alebo nízkou hodnotou ekvivalentnej hrúbky oxidu (~ 1 nm) je možné v prípade zlúčenín GdScO₃, LaLuO₃, alebo v prípade La₂O₃ špeciálnym technologickým postupom.

Určili sme efektívnu výstupnú prácu Ru v MOS štruktúrach obsahujúcich dielektrické vrstvy s vysokou permitivitou. Efektívna výstupná práca Ru je 4,7 eV. Ukázali sme, že vrstvy Ru-Si-O sú charakterizované vysokou výstupnou prácou (5,2 eV) a túto si zachovávajú aj po spracovaní vo formovacom plyne a po rýchlom tepelnom spracovaní až do teploty 900 °C.

V prípade MOS štruktúr na GaN sme úspešne pripravili vrstvy Al₂O₃. Ukázali sme, že pre MOS štruktúry (Au/Ni)/Al₂O₃/GaN je možné znížiť hustotu zvodových prúdov hradla oproti štandardnému Schottkyho hradlu až o 6 rádov.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu (max. 20 riadkov) - anglicky:

We have prepared and analysed several MOS structures with high dielectric constant layers. We have contributed to determination of thermal stability and to mechanism of leakage currents for thin films HfSiO₂, which are actually introduced into the production.

We have prepared and analysed properties of thin dielectric films of rare earth oxides, that are considered as potential candidates for dielectric layers in MOS structures in the next generation of CMOS technology. We have shown, that thin films Gd₂O₃, La₂O₃, Nd₂O₃ and Pr₆O₁₁ grown by MOCVD technology have dielectric constant in the range 12 – 14. Preparation of ultrathin films of rare earth oxides with high dielectric constant (~ 18) or with low equivalent oxide thickness (~ 1 nm) is feasible based on GdScO₃, LaLuO₃ compounds, or using special technology in the case of La₂O₃ thin films.

We have determined effective workfunction of Ru in MOS structures with high dielectric films. Effective workfunction of Ru is 4.7 eV. We have shown that Ru-Si-O layers have high effective workfunction (5.2 eV) which is preserved during the treatment in forming gas and during rapid thermal annealing up to temperature 900 °C.

In the case of MOS structures on GaN we have successfully prepared Al₂O₃ films. We have shown, that for the MOS structure (Au/Ni)/Al₂O₃/GaN it is possible to decrease leakage currents through the gate by 6 orders of magnitude in comparison with standard Schottky gate.

Podpis riešiteľa: