

## Natančni Fizikalni Modeli 3D Simulatorjev Proizvodnje Mikroelektronskih Naprav

**Vito Šimonka**

Christian Doppler Laboratory for HPTCAD,  
Institute for Microelectronics, TU Wien, Austria

[www.iue.tuwien.ac.at/hptcad/](http://www.iue.tuwien.ac.at/hptcad/)  
[simonka@iue.tuwien.ac.at](mailto:simonka@iue.tuwien.ac.at)

Računalniške simulacije in matematični ter fizikalni modeli že desetletja dopolnjujejo industrijo polprevodnikov, t.j., skupina podjetij in inštitutov, ki se ukvarja s proizvodnjo, projektiranjem in zasnovanjem električnih naprav iz elementov 4. skupine periodnega sistema. Sodobne elektronike si ne moremo zamišljati brez polprevodnikov med katerimi je v elektroniki najbolj znan silicij. Današnjim elektronskim in informacijskim sistemom, kot npr., računalniki, pametni telefoni, avtomobili, ki temeljijo na siliciju, se v današnjem času približujemo limiti zmogljivosti. Zato se potreba po izboljšavah in inovacijah na področju proizvodnje elektronskih naprav vedno bolj povečuje. Ena izmed alternativ je uporaba silicijevega karbonita (SiC) kot osnovnega gradnika elektronskih naprav namesto čistega silicija, saj ima le ta boljše fizikalne in elektro-magnetne lastnosti. Kljub temu je proizvodnja naprav iz SiC zahtevna, zato je ključnega pomena, da so modeli, algoritmi in metode, ki napovedujejo in simulirajo izdelavo električnih naprav, natančni in relativno hitri.

Na predavanju bomo obravnavali:

- Uvod v industrijo polprevodnikov.
- Kaj je TCAD.
- Kaj je tranzistor in kako ga proizvedemo.
- Atraktivne simulacije izdelave tranzistorja.
- Kaj se trenutno raziskuje na področju znanosti.



Za konec bodo predstavljene možnosti študija ali nadaljevanja študija na Tehnični univerzi na Dunaju, trenutne razpisane diplomske in magistrske naloge ter trenutna razpisana mesta za doktorske študente in mlade doktorante na Inštitutu za mikroelektroniko TU Wien. Vljudno vabljeni vsi študentje iz vseh področij, saj se na tem področju zaposlujejo fiziki, računalničarji, matematiki, kemiki, elektrotehniki, in drugi. Predavanje bo primerno za strokovnjake in tudi za novince na področju modeliranja in simulacij.

## O avtorju



Vito Šimonka je magistriral na Fakulteti za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru in je trenutno doktorski študent Fakultete za elektrotehniko Univerze na Dunaju ter hkrati asistent raziskovalec na Inštitutu za mikroelektroniko. Iz področja znanosti je najbolj zainteresiran v modeliranje in simulacije kompleksnih sistemov na aplikativnem področju in prav tako zainteresiran v znanost računalništva in visoko zmogljivih računalnikov. V prostem času si Vito vzame največ časa za nogomet, avtomobile in TV serije.

## Ključne publikacije

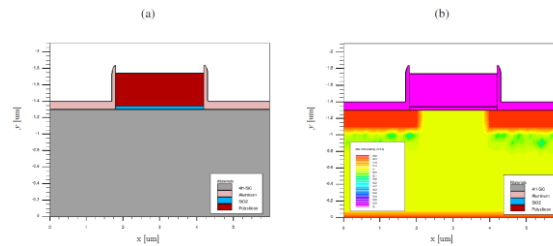
V. Šimonka, A. Hössinger, J. Weinbub, and S. Selberherr, “Growth Rates of Dry Thermal Oxidation of 4H-Silicon Carbide,” *Journal of Applied Physics*, vol. 120, no. 13, p. 135705, 2016. DOI: 10.1063/1.4964688

V. Šimonka, G. Nawratil, A. Hössinger, J. Weinbub, and S. Selberherr, “Anisotropic Interpolation Method of Silicon Carbide Oxidation Growth Rates for Three-Dimensional Simulation,” *Solid-State Electronics*, vol. 128, no. 2, pp. 135-140, 2017. DOI: 10.1016/j.sse.2016.10.032

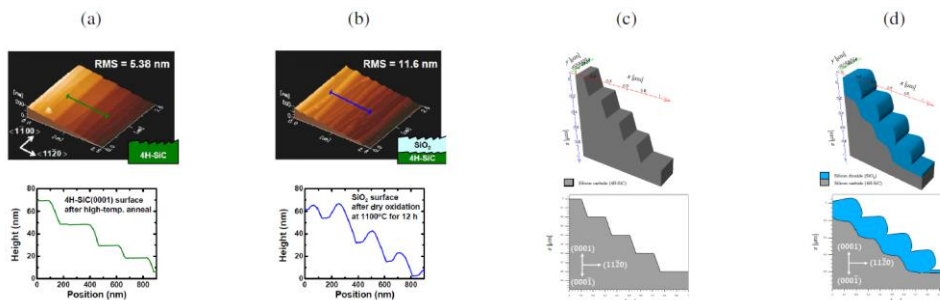
V. Šimonka, G. Nawratil, A. Hössinger, J. Weinbub, and S. Selberherr, “Direction Dependent Three-Dimensional Silicon Carbide Oxidation Growth Rate Calculations,” in *Proceedings of EUROSOCI-ULIS*, pp. 226–229, 2016. DOI: 10.1109/ULIS.2016.7440094

V. Šimonka, A. Hössinger, J. Weinbub, and S. Selberherr, “Three-Dimensional Growth Rate Modeling and Simulation of Silicon Carbide Thermal Oxidation,” in *Proceedings of SISPAD*, pp. 233–237, 2016. DOI: 10.1109/SISPAD.2016.7605190

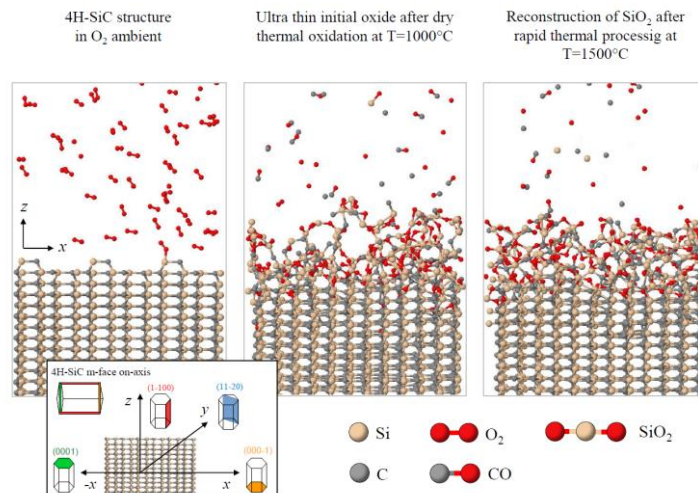
# Nedavni rezultati avtorjevih publikacij



The figure shows the 4H-SiC (0001) Si-face (n-type, 4\_ off axis) double-diffused metal-oxide-semiconductor (DMOS) processed with the Victory Process using the fully physical oxidation process. (a) shows the structure design and (b) shows the doping profile of the processed DMOS.



(a) Atomic force microscopy (AFM) image (top) and cross-sectional profile (bottom) of 4H-SiC (0001) Si-face (n-type, 4\_ off-axis) substrate. (b) AFM image (top) and cross-sectional profile (bottom) of O<sub>2</sub> surface formed by dry thermal oxidation at 1100\_C for 12 h. The images were obtained from Hosoi et al. [12]. (c) 3D image (top) and cross-sectional profile (bottom) of simulation setup of a 4H-SiC (0001) Si-face (n-type, 4\_ off-axis) substrate. (d) 3D image (top) and cross-sectional profile (bottom) of dry thermal oxidation at 1100\_C for 12 h. The simulations were performed using Victory Process including implemented fully physical oxidation process.



Molecular dynamics simulation of dry thermal oxidation and rapid thermal processing of 4H-SiC (11\_20) substrate. First image shows an initial placement of the material and the oxide in dry ambient at the room temperature and pressure. Second image shows a final stage of the initial oxidation process after one microsecond at  $T = 1000_C$ . At this point the oxide SiO<sub>2</sub> is unstructured, therefore, the gate oxide in this state has reduced electrical properties. Third image shows the reconstructed oxide, the so called high-quality oxide, with chemically correct crystal structure and up to the 50% improvement of the electrical conductivity. Bottom image on the left shows the initial setup of the wafer orientation.