

ERAF projekta Nr. 1.1.1.1/16/A/259 "Jaunu čukstošās galerijas modu mikrorezonatoru izstrāde optisko frekvenču standartu un biosensoru pielietojumiem, un to raksturošana ar femtosekunžu optisko frekvenču ķemmi" rezultāti

I. Brice, K. Draguns, K. Grundšteins, A. Atvars, R. Viter, A. Ramanavičius, J. Alnis
Atomfizikas un spektroskopijas institūts, Latvijas Universitāte, Rīga, Latvija

Par projektu

ERAF projekts Nr. 1.1.1.1/16/A/259

Projekta mērķis: jaunu zināšanu-zinātnības iegūšana ČGM rezonatoru izstrādē, stabilizēšanā un modelēšanā, un rezonatoru izmantošanā biomolekulu detektēšanai, tādējādi atbalstot Latvijas Viedās specializācijas mērķu sasniegšanu, zinātnes un tehnoloģiju cilvēkkapitāla attīstību un jaunu zināšanu radīšanu tautsaimniecības konkurētspējas uzlabošanai.

Projekta īstenošanas laiks:
01.03.2017. - 29.02.2020. (3 gadi)



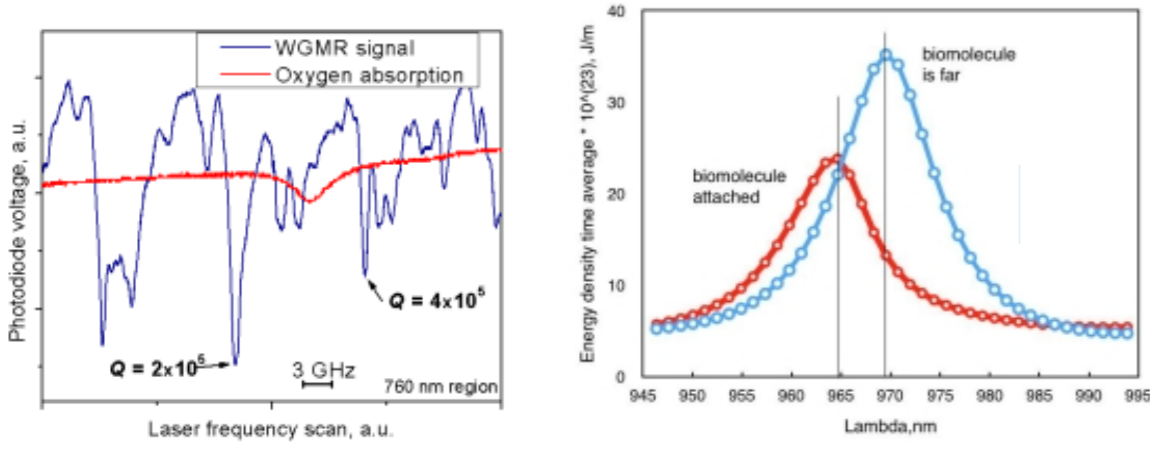
Plānotie galvenie rezultāti:

- 5 publikācijas
- 4 publikācijas žurnālos vai konferenču rakstu krājumos, kuru citēšanas indekss sasniedz vismaz 50 procentus no nozares vidējā citēšanas indeksa
- 3 zinātnības aprakstīšana
- 1 licences līgums

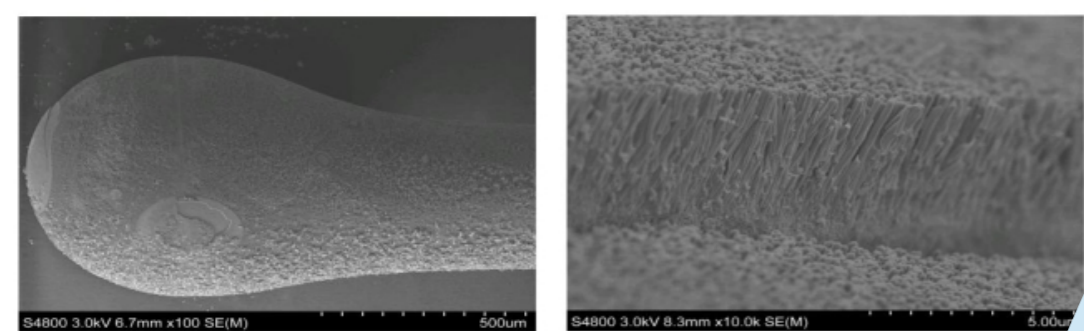
Citi rezultāti:

- 32412.63 EUR Privātās investīcijas
- 3 prototipi
- 42 citi
- 3 ziņas LU mājaslapā
- 4 datu komplekti
- 10 konferences
- 6 vizītes
- u.c.

Publikācija par Biosensoru izstrādi, izmantojot ČGM rezonatorus



Dalīja, pieķeroties pie ČGMR virsmas maina gaismas efektīvo optiskā ceļa garumu un izmaina rezonanses frekvenci, nobīdot ČGM spektru.



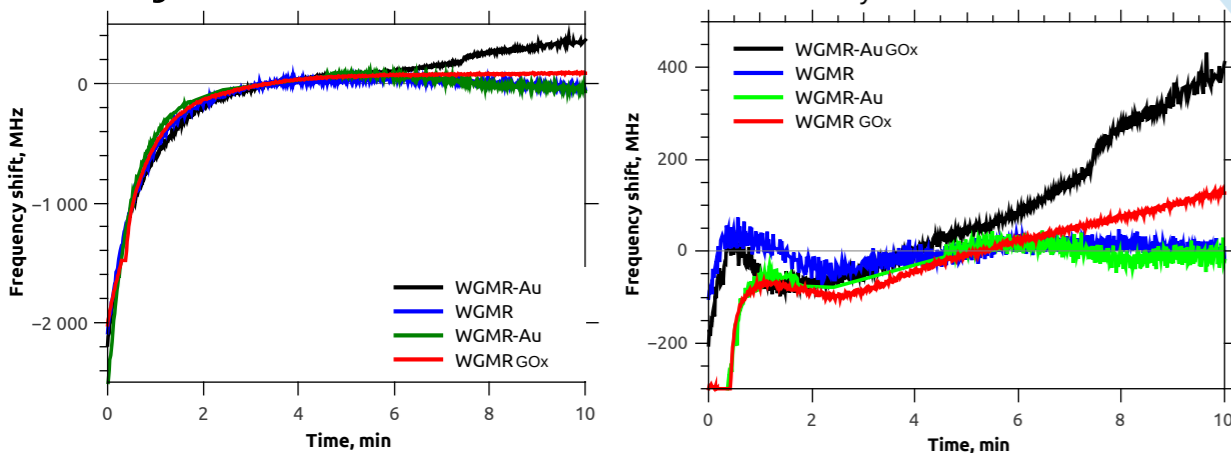
ZnO nanonubijņas palielina ČGMR virsmu, kuru iespējams funkcionalizēt, taču samazina Q faktoru

I. Brice, A. Pirkina, A. Ubele, K. Grundšteins, A. Atvars, R. Viter, J. Alnis, "Development of optical WGM resonators for biosensors," Proc. SPIE 10592, Biophotonics—Riga 2017, 105920B (7 December 2017); doi: 10.1117/12.2297551

Publikācija par Au nanodaļiņām

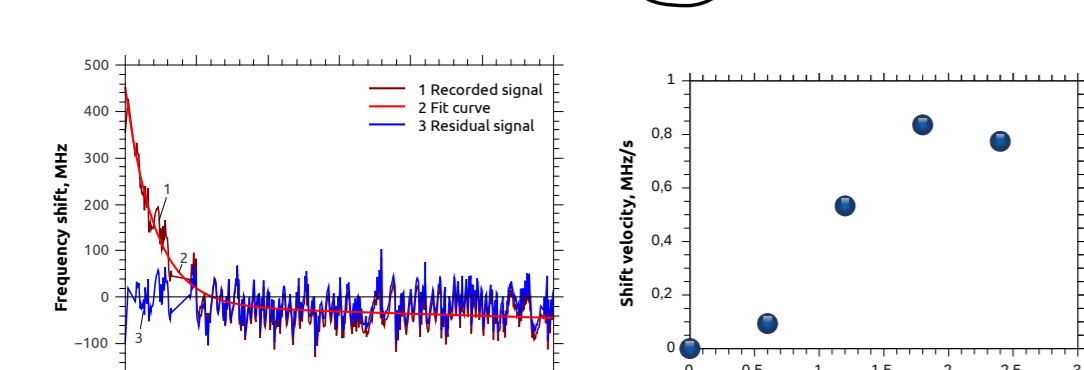
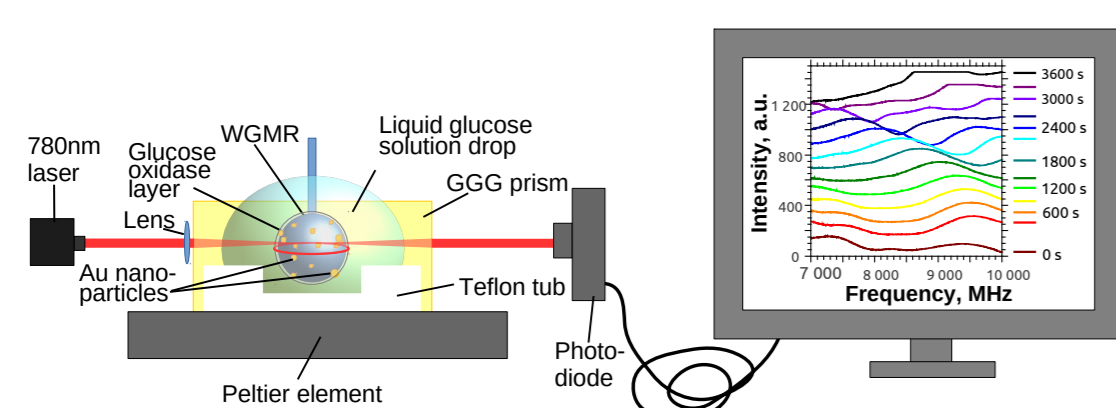
Inga Brice, Karlis Grundšteins, Aigars Atvars, Janis Alnis, Roman Viter, "Whispering gallery mode resonators coated with Au nanoparticles," Proc. SPIE 11089, Nanoengineering: Fabrication, Properties, Optics, Thin Films, and Devices XVI, 110891T (3 September 2019); doi: 10.1117/12.2528677

Au nanodaļiņas palielina rezonansu spektru nobīdi glikozes - glikozes oksidāzes reakcijas rezultātā



Bez glikozes oksidāzes ČGM rezonanses spektrs nebīdās glikozes pilienā

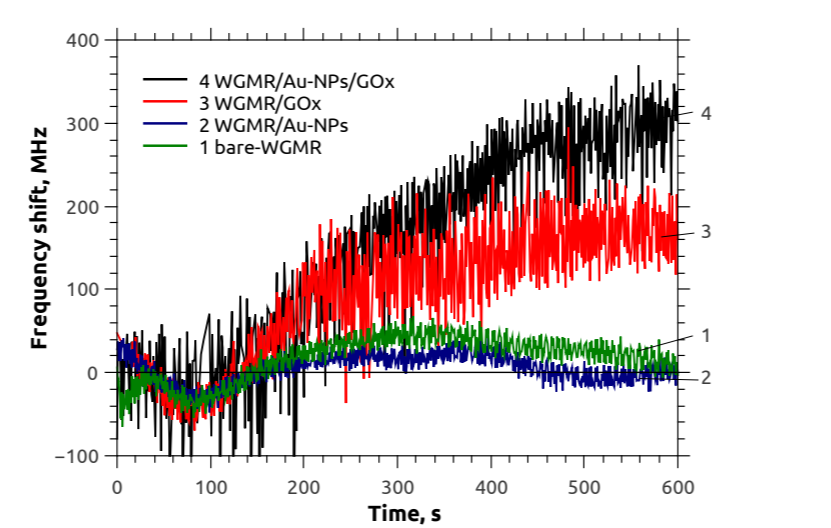
Publikācija par ČGMR glikozes sensoru



Bez glikozes pilienā, nobīdes nav.

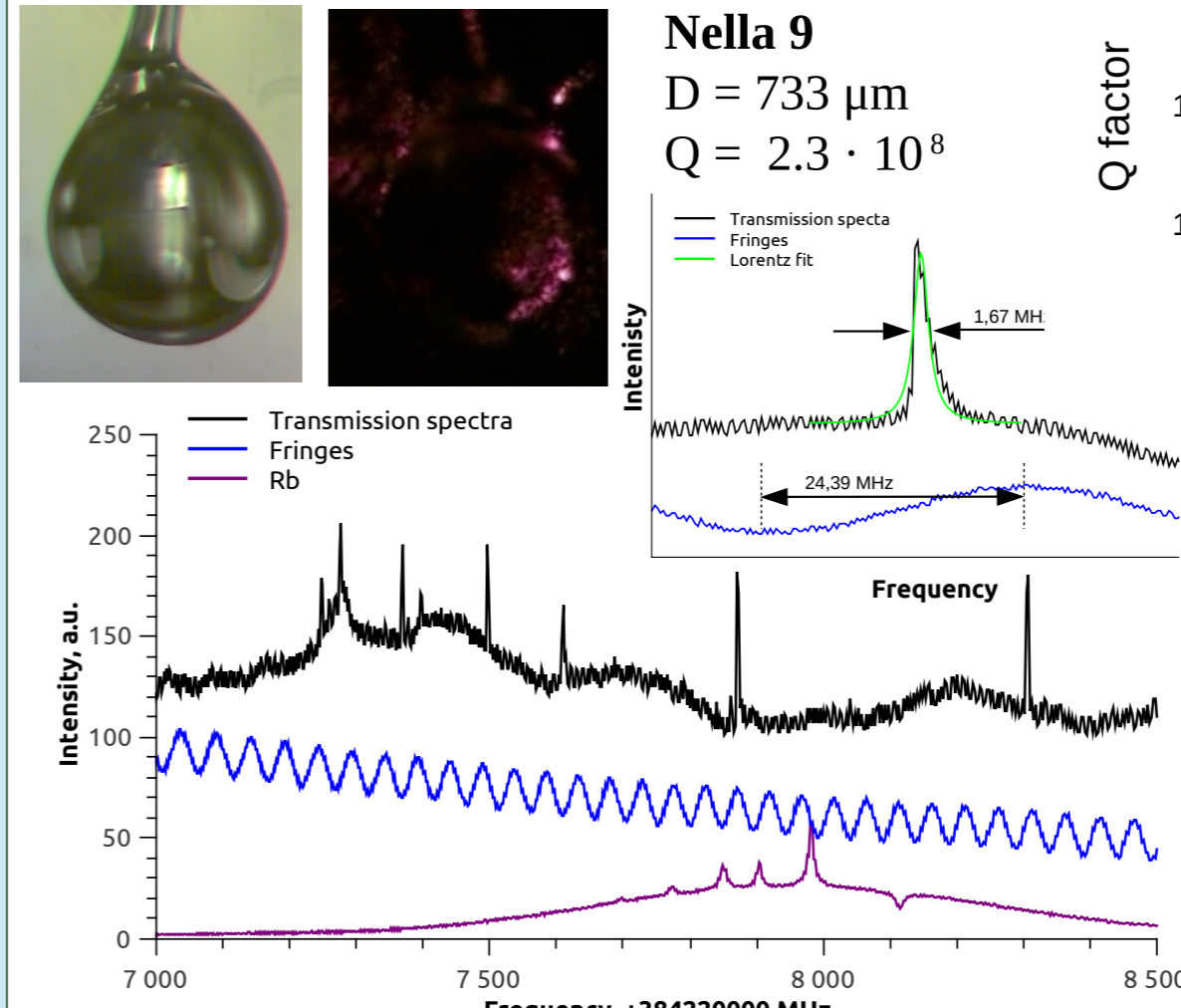
Pieaugot glikozes koncentrācijai, ČGM rezonanses nobīdās straujāk.

Glikozes pilienā glikozes - glikozes oksidāzes reakcijas rezultātā ČGM rezonanses bīdās laikā



Inga Brice, Karlis Grundšteins, Aigars Atvars, Janis Alnis, Roman Viter, Arunas Ramanavičius
Whispering gallery mode resonator based glucose sensor
Raksts ir iesniegts žurnālā Sensors & Actuators: B. Chemical
Notiek raksta recenzēšana

Prototips 1 ČGM rezonators ar vislabāko sniegumu



Nella 9
D = 733 μm
Q = 2.3 · 10⁸

Nella 9 ir ERAF projekta 1.1.1.1/16/A/259 1.1. darbības rezultāts.

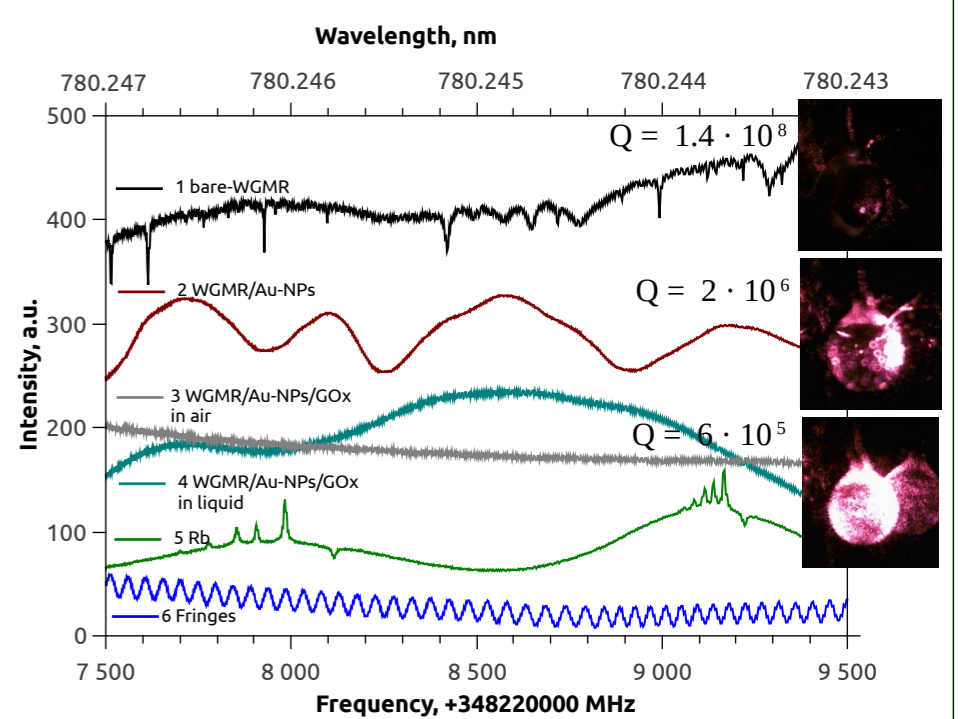
Nella 6
D = 634 μm
Q = 1.4 · 10⁸



Nella 6 ir ČGMR, kas pārklāts ar Au NPs, un GOx, ir ERAF projekta 1.1.1.1/16/A/259 3.3. darbības rezultāts.

ČGMR izgatavošanas atkārtamības rezonatoriem ar Q faktoru 10⁸ ir 47%.

Prototips 3 ČGM rezonatoru biosensoru prototips ar vislabāko sniegumu



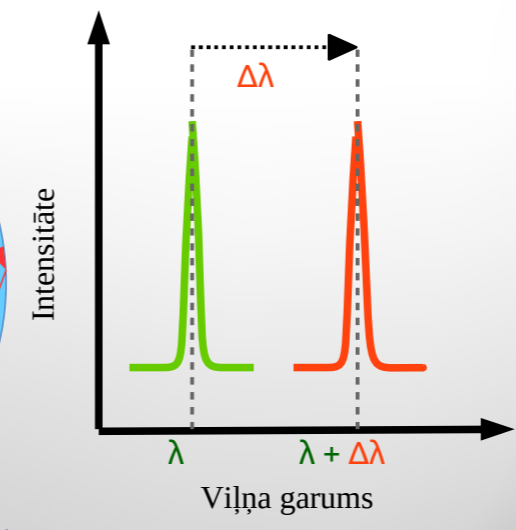
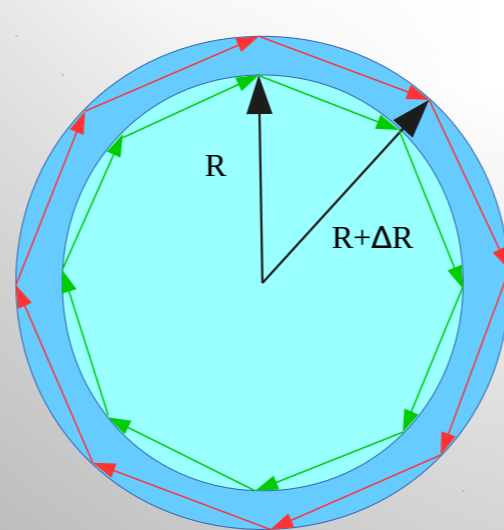
Prototips 2 Optisko frekvenču standarta tehnoloģijas prototips ERAF projekta 1.1.1.1/16/A/259 2.2. darbības rezultāts

Ja rezonatora rādiuss ir ievērojami lielāks par viļņu garumu ($R \gg \lambda$), tad, lai notiktu konstruktīva interferenču pēc tam, gaismas staram atstarojoties no rezonatora virsmas vienu pilnu apriņķojumu pilnīgas iekšējās atstarošanās dēļ, optiskā ceļa garumam jābūt vienādam veseram skaitlim viļņu garumu vidē:

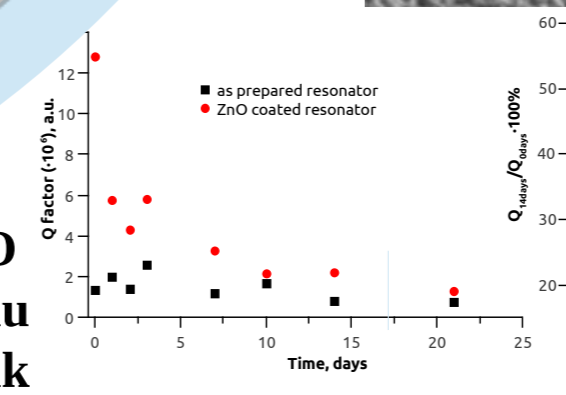
$$l \approx \frac{2\pi RN}{\lambda}$$

ir rezonanses nosacījums, kur N ir refrakcijas koeficients, R ir rādiuss, λ ir viļņa garums un l ir vesels skaitlis, kas saistīts ar cirkulējošā fotona leņķisko momentu sfēriskajā mikroresonatorā.

Sensori ir instrumenti, kurus izmanto, lai iegūtu informāciju par apkārtnējo vidi. ČGM rezonanses viļņa garums ir atkarīgs no ģeometriskām īpašībām - izmēra, formas un sastāva. Jebkuras rezonatora rādiusa ΔR vai refrakcijas indeksa Δn izmaiņas radīs ievērojamu izmaiņas rezonanses viļņa garumam $\Delta \lambda$ [1]. ČGMR rezonatori ļauj ievērojami palielināt efektīvo gaismas ceļa garumu, ļaujot detektēt molekulas piestiprināšanai pie virsmas [2].

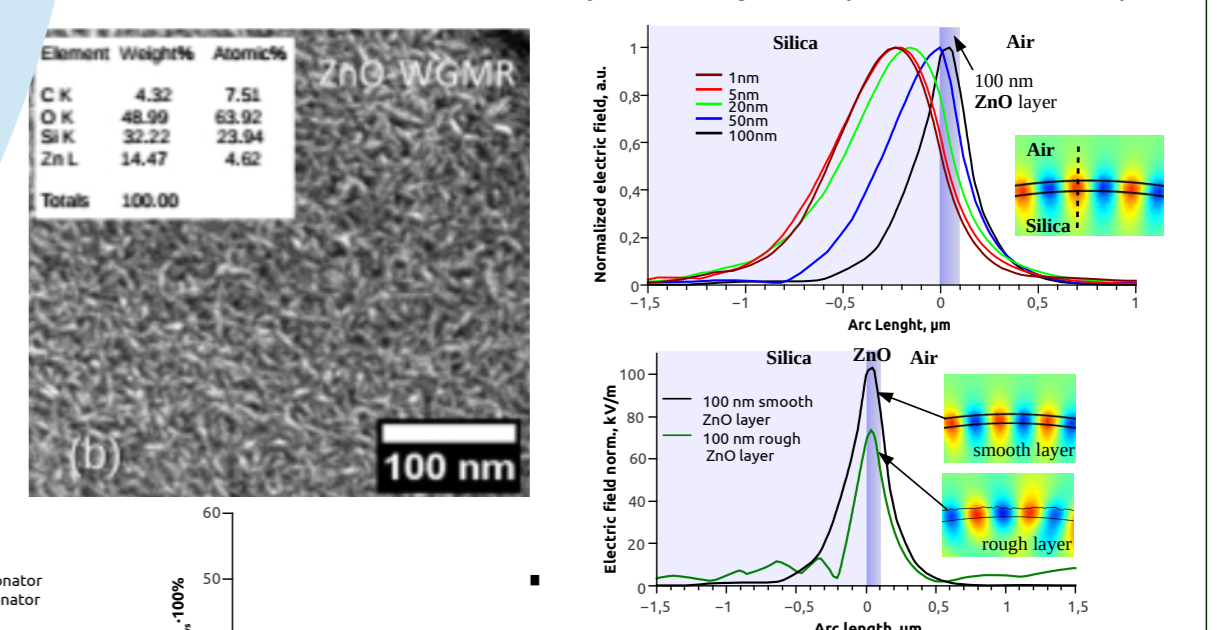


Ar ZnO pārklājumu ČGMR degradējas lēnāk



Publikācija par ZnO ALD

Inga Brice, Roman Viter, Kristians Draguns, Karlis Grundšteins, Aigars Atvars, Janis Alnis, Emerson Coy and Igor Iatsunskiy
Whispering gallery mode resonators covered by ZnO nanolayer
Publikācija ir iesniegšanas procesā žurnālā "Optik"



Modelēšanas rezultāti parāda, ka ČGM moda tiek iesprostota ZnO slānī.