

# VECSEL IR sričiai be priekinio aušinimo

## VECSEL for IR without front cooling

Matas Krivicius<sup>1</sup>, Renata Butkutė<sup>2</sup>, Darius Gailevičius<sup>1</sup>, Gabrielius Kontenis<sup>1</sup>, Gustas Petrusevičius<sup>2</sup>, Aivaras Špokas<sup>2</sup>,  
Andrea Zelioli<sup>2</sup>, Kęstutis Staliūnas<sup>1</sup>

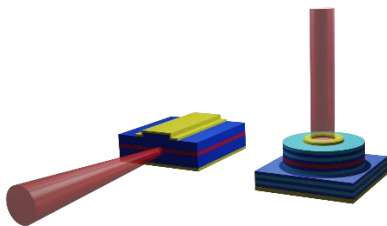
<sup>1</sup>Vilniaus Universitetas, Lazerių tyrimų centras, Saulėtekio al. 10, 10222 Vilnius

<sup>2</sup>Fizinių ir technologijos mokslų centras, Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius  
[matas.krivicius@ff.stud.vu.lt](mailto:matas.krivicius@ff.stud.vu.lt)

Viena iš šiuo metu sparčiausiai besivystančių lazerinės fizikos šakų yra puslaidininkiniai lazeriai. Tokio tipo lazeriai yra paklausūs dėl savo kompaktiškumo, efektyvumo, pigios masinės gamybos metodų, bei galimybės būti kaupinami tiek optiškai, tiek elektriškai.

Devintajame praėjusio amžiaus dešimtmetyje į mokslo tiek rinkos pasaulį išėjo nauja puslaidininkinių lazerių rūšis VCSEL (angl. „Vertical cavity surface emitting laser“). Jų istorija tęsiasi jau virš 30 metų ir per tą laiką dėl savo ypač geros pluošto kokybės, pasiekiamų didelių galių, bei infraraudonos srities spektro jie sugebėjo rasti panaudojimų įvairiose vietose- nuo kompiuterių pelyčių, optinių komunikacijų, bei telefonuose esančių atpažinimo sistemų.

Pagrindinis VCSEL skirtumas nuo įprastų lazerinių diodų (angl. „Edge-emitting diode“) yra tai, kad jų spinduliuotės kryptis yra statmena, o ne lygiagreti aktyviosios terpės paviršiui. Būtent dėl šios priežasties VCSEL pluoštai yra geresnės kokybės ir mažiau diverguojantys nei įprastų diodų. Pačio kaupinimo pluošto kokybę nėra svarbi, todėl VCSEL yra kompaktiškas būdas konvertuoti lazerinį pluoštą iš prastos į aukštą kokybę. Taip pat VCSEL geometrija yra patogi masinei tokių struktūrų gamybai, auginant ploną sluoksnį ir po to jį sudalinant į atskiras dalis, o esant didelių galių poreikiams panaudoti tokių lazerių masyvus.



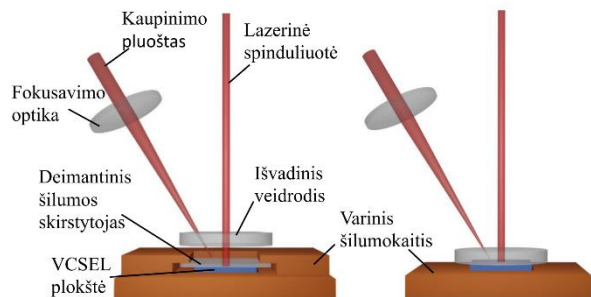
1 pav. Edge- emitting ir VCSEL lazerių spinduliuotės skirtumai

Tipiškai veidrodiniai paviršiai (Brego veidrodžiai) yra integruoti pačioje plokštėje iš abiejų pusių, tačiau VCSEL atveju antrasis veidrodis yra atskiras optinis elementas, kurio padėtį keičiant galima reguliuoti rezonatoriaus ilgį.

Tokia išorinė konfigūracija leidžia gauti dar mažiau diverguojančius ir siauresnius pluoštus, bei suteikia galimybę pasiekti didesnes galias.

Viena iš problemų, įtakojančių VCSEL spinduliuotę ir efektyvią veiką ypač didelės galios režime, yra šiluminiai efektai. Nors ir temperatūros gradientui esant lygiagrečiam lazerinei spinduliuotei yra išvengiama tokių efektų kaip šiluminis lęšis, temperatūrai pakankamai išaugus yra prieinama prie staigaus emisijos galios sumažėjimo, net kai kaupinimo galia yra didinama. Pagrindinė šilumos išsiskyrimo priežastis yra sužadintų elektronų vibracinė (fononinė) rekombinacija, taip pat kylant temperatūrai padėtis tarp kvantinių duobių ir elektrinio lauko maksimumų nebesutampa ir dėl to efektyvumas staigiai mažėja. [1]

VECSEL tipiškai aušinami panaudojant Peltier elementus kartu su variniais ir deimantiniais šilumokaičiais, kurie gali būti pritvirtinti iš vienos arba abiejų pusių. Antruoju atveju atsisakant efektyvesnio aušinimo gaunama galimybė itin arti priartinti išvadinių veidrodį prie plokštės ir taip sumažinus rezonatoriaus ilgį gauti kokybiškesnį pluoštą. [2]



1 pav. Kairėje VCSEL aušinimas vyksta iš abiejų pusių, kairėje tik iš galo

Tyrimo metu InGaAs VCSEL bus optiškai kaupinamas 808nm didelio kokybės parametro  $M^2$  spinduliuote ir vėsintas Peltier elemento ir vandens pagalba. Bus ištirtos reikalingos rezonatoriaus sąlygos bei reikalingas aušinimas, norint gauti stabilią spinduliuotę ir pasiekti efektyvios spinduliuotės sąlygą.

*Reikšminiai žodžiai: VECSEL, optinis kaupinimas.*

### Literatūra

- [1] Heat Management in High-Power Vertical-External-Cavity Surface-Emitting Lasers. Alexej Chernikov, Jens Herrmann, Martin Koch, Et. Al. IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics (Volume: 17, Issue: 6, Nov.-Dec. 2011)
- [2] Optically pumped VECSELs: review of technology and progress. M Guina et al 2017 J. Phys. D: Appl. Phys. 50 383001