

Pažangioji mikro- ir nanooptika naudojant daugiafotonį pustonį spausdinimą

Dr. Gordon Zyla

Mikro- ir nanoskalėje struktūruotos medžiagos, formuojamos naudojant itin trumpų impulsų lazerinę spinduliuotę, atveria naujas galimybes optikai, peržengiančias tradicinių elementų, tokių kaip lęšiai, ribas. Tiksliai valdant geometriją ir lūžio rodiklį, galima realizuoti optines funkcijas, pranokstančias įprastą lūžimo optiką itin mažuose masteliuose. Šiame kontekste 3D spausdinta mikro- ir nanooptika leidžia kurti kompaktišką, didelio našumo plokščiąją optiką ir integruotas optines sistemas pažangiam bangos fronto valdymui.

Šis doktorantūros projektas apima pažangių mikro- ir nanooptinių komponentų modeliavimą, projektavimą, gamybą, charakterizavimą, simuliaciją ir optimizavimą praktiniams taikymams. Numatomos struktūros apima daugialygius difrakcinius optinius elementus, metasluoksnius, gradientinio lūžio rodiklio optiką ir architektūras, išnaudojančias tokius reiškinius kaip fotoniniai nanočiurkšliai.

Gamyba bus vykdoma naudojant femtosekundinio lazerio pagrindu veikiančią 3D spausdinimo technologiją, taikant daugiafotonę pustonį litografiją. Šis metodas leidžia pasiekti didelį geometrinį tikslumą ir lokalų lūžio rodiklio valdymą.

Hibridinės fotojautrios medžiagos bus spausdinamos ant įvairių padėklų, įskaitant stiklą, kvarcą, safyrą, silicį, silicio ant izoliatoriaus (SOI) struktūras, optinių skaidulų galus, CMOS jutiklius ir mikrofluidines mikroschemas. Optinėms savybėms įvertinti ir funkcionalumui pagerinti bus taikomi optinės charakterizacijos metodai bei pažangūs postapdorojimo procesai, tokie kaip terminis atkaitinimas ir optinių dangų formavimas. Šis doktorantūros darbas siekia sudaryti prielaidas realaus pasaulio taikymams optinėje mikroskopijoje, biovaizdinime ir telekomunikacijose.

Advanced Micro- and Nano-Optics via Multiphoton Grayscale Printing

Exploring matter structured at the micro- and nanoscale using ultrafast laser radiation opens new possibilities for optics beyond conventional elements such as lenses. By precisely controlling geometry and refractive index, optical functionalities can be achieved that surpass traditional refractive optics at extremely short length scales. In this context, 3D-printed micro- and nano-optics enable compact, high-performance flat optics and integrated optical systems for advanced wavefront control.

This PhD project focuses on the modeling, design, fabrication, characterization, simulation, and optimization of advanced micro- and nano-optical components for practical applications. The structures will include multi-level diffractive optical elements, metasurfaces, gradient-index optics, and architectures exploiting phenomena such as photonic nanojets.

Fabrication will be performed using femtosecond laser-based 3D printing via multiphoton grayscale lithography. This approach enables high geometrical precision and local refractive index control.

Hybrid photosensitive materials will be printed on a wide range of substrates, including glass, quartz, sapphire, silicon, silicon-on-insulator, optical fiber tips, CMOS sensors, and microfluidic chips. Optical characterization techniques and advanced post-processing methods, such as thermal

annealing and optical coatings, will be used to enhance device performance. This PhD work aims to foster the realization of applications with real-world potential in optical microscopy, bio-imaging, and telecommunications.