

Difrakciniai optiniai komponentai skaidriose medžiagose ir jų formavimas femtosekundiniais lazerio impulsais

Prof. dr. Domas Paipulas

Šioje temoje siekiama gilintis į skaidrių medžiagų paviršinių ir tūrinių mikroadpirbimą turint tikslą realizuoti aukšto difrakcinio efektyvumo fotoninius komponentus (DOE) bei testuoti jų pritaikomumą fotonikoje. Pastaraisiais metais, įvaldžius tikslią dielektrikų abliaciją naudojant UV bangos ilgių femtosekundinius lazerio impulsus, atsirado galimybė kontroliuoti abliacinio kraterio matmenis submikrometriniu tikslumu, o kraterio gyli valdyti pasiekiant net iki 50 nm tikslumą, kas atveria kelius formuoti DOE medžiagos paviršiuje ir juos optimizuoti siekiant užtikrinti efektyvų veikimą. Vienas iš perspektyviausių tokių elementų pritaikymų galimas saugumo technologijose: optimizavus paviršinių diskrečių lygių skaitmeninių hologramų įrašymą realu pasiekti aukštą difrakcinio efektyvumo veikimą (> 30 %) su itin sparčiu įrašymu (< 100 ms), kas leistų atlikti „slaptą“ ženklimą ar sparčiai gaminti vienetinius identifikavimo lustus. Tokiu principu būtų galima realizuoti ir mikrooptinius elementus, tokius kaip Frenelio lęšiai, pluošto dalikliai ir t.t. Nors efektyvumo požiūriu tokie elementai nusileis tradicinėmis (litografija) gamybos technologija suformuotais DOE, tačiau lazerinis metodas yra gerokai lankstesnis ir turi didelę perspektyvą, be to sąlyginai mažai tyrinėtus. Tyrimo metu pagrindinis dėmesys bus siejamas su DOE dizaino ir optimizavimo algoritmo paieškai bei realizavimui taikant femtosekundines apdirbimo technologijas.

Diffraction optic elements in transparent materials and their formation using femtosecond laser pulses

This topic explores the surface and bulk micromachining of transparent materials for realisation of high diffraction efficiency photonic components (DOE) and testing their applicability in photonics. In recent years, the ablation precision has been enhanced with the introduction of UV femtosecond laser processing and, in certain cases, achieving precise control of the crater's depth with an accuracy of up to 50 nm has become feasible. This opens the possibility of fabricating DOEs on the surface by means of the direct laser writing technique and allows to include optimisation strategies for efficient operation. One of the notable applications of such elements is in security technologies: optimising the recording of surface discrete-level digital holograms is a realistic way to achieve high diffraction efficiency performance (>30%) with rapid recording (<100 ms), which would allow for 'stealth' marking or the rapid fabrication of one-off identification chips. This principle could additionally apply to micro-optical elements such as Fresnel lenses, beam splitters, etc. Although laser-made components will be inferior in terms of performance to DOEs formed by traditional (lithography) manufacturing techniques, the laser approach is much more flexible and promising, with limited exploration. The research will focus on the search for optimization algorithms for DOE design and its realisation using femtosecond machining technologies.