

Adaptivní zrcadlo pro výkonové lasery

Úvod

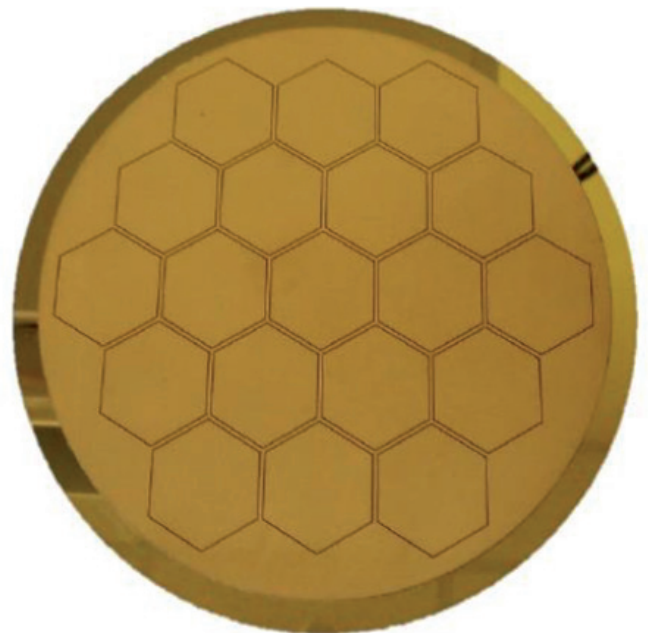
Cílem projektu je vyvinout a vyrobit zrcadlo, které bude sloužit k úpravě tvaru vlnoplochy výkonových laserů s velkou aperturou (300 mm – 600 mm). Základním požadavkem je zkoncentrování laserového paprsku do požadovaného místa a jeho depozice do malého prostoru s co nejvyšší hustotou energie. Bez zvláštní péče však lasery produkují paprsek amplitudově modulovaný a deformovaný fázovými chybami. Těžko registrovatelné parametry a nepředvídatelné ojedinělé nebo v čase měnící se procesy vedou k nežádoucí degradaci laserového paprsku. Zachování vysoké kvality svazku a korekce narušeného svazku pomocí modifikace vlnoplochy svazku mohou být dnes užitečné ve vědě a výzkumu, u výroby energie, obraně a dalších odvětvích jako biologie, lékařství, v dopravě, pro nové speciální a vesmírné technologie a též pro průmysl. Pro udržení vysoké kvality laserového svazku je rozhodující formování vlnoplochy, neboli řízení fáze. Jako vhodný prostorový fázový korektor je považované řízené deformovatelné zrcadlo.

Popis

Pro realizaci deformovatelného zrcadla pro výkonové lasery s velkou aperturou byl zvolen postup založený na bimorfnní architektuře se speciálním kompozitním jádrem, jehož struktura umožní vyšší dynamický rozsah a větší rozlišení než dosud používaná adaptivní zrcadla s jednotlivými aktuátory. Struktura zrcadla je tedy (od středu symetricky na obě strany): flexibilní jádro (nosná vrstva) na bázi optimalizovaného uhlíkového kompozitu – společná elektroda – souvislá vrstva piezokeramiky – pole adresovatelných elektrod (zatím navrženy jako šestiúhelníkové) – zrcadlicí plocha (pouze z jedné strany).

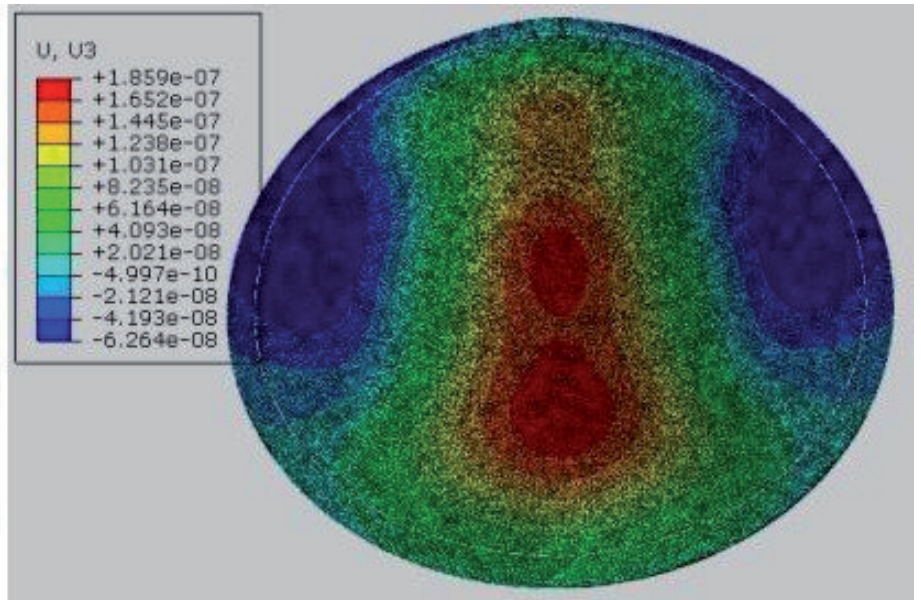
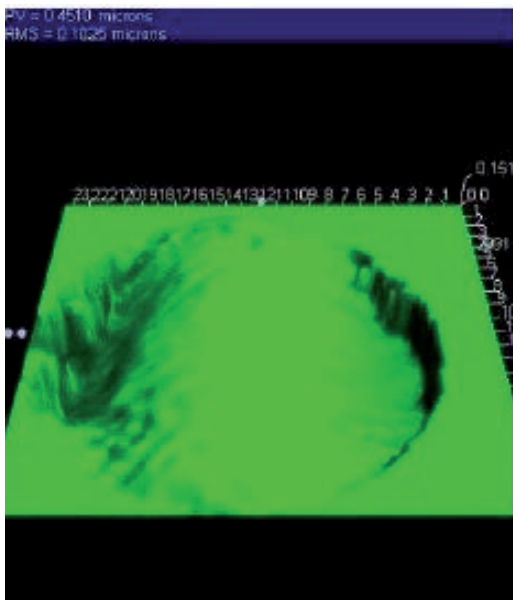


Realizované zrcadlo - zmenšený prototyp s 19 elektrodami

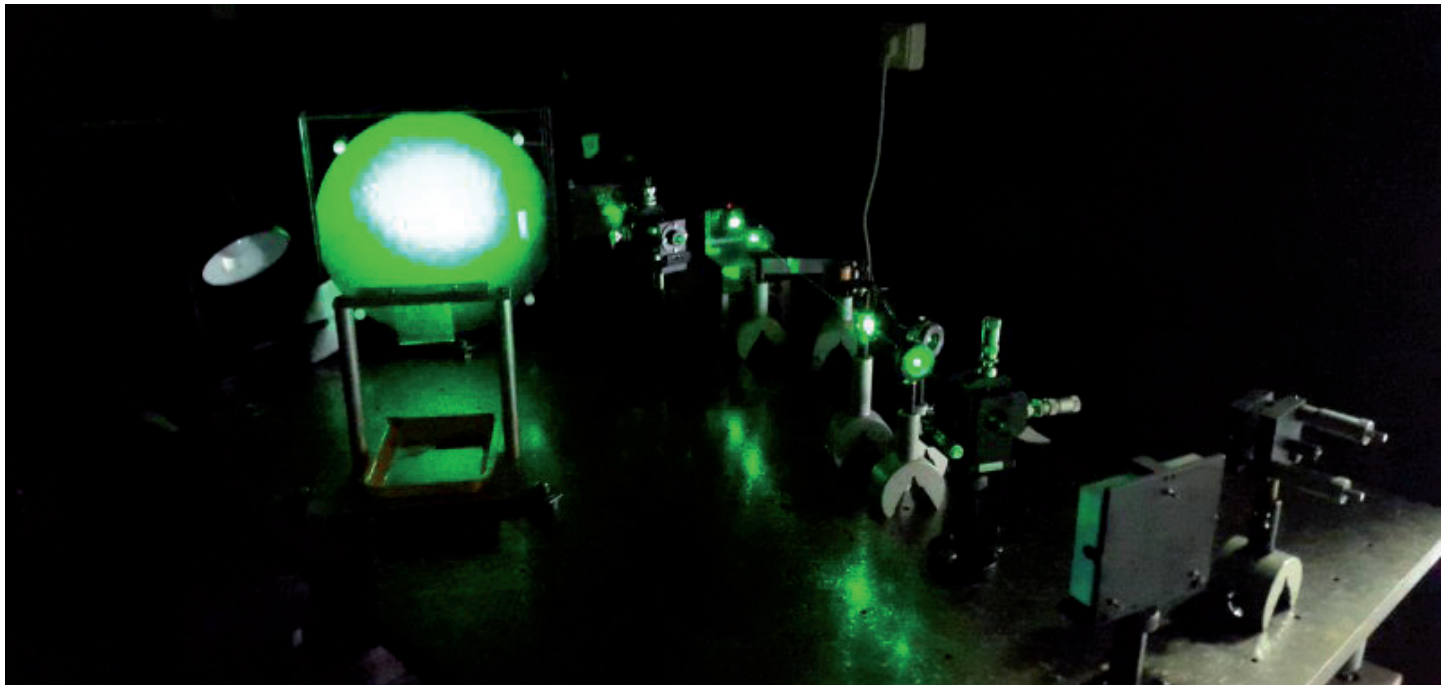


Pro dosažení dostatečně velké apertury deformovatelného zrcadla vyvíjíme nové technologie výroby pružného jádra, keramického aktuátoru a tenkostěnného zrcadla. Připravili jsme kompletní numerickou simulaci struktury deformovatelného zrcadla a ověřili ji souborem měření a testů. Aktivní buzení deformovatelného zrcadla a odezva složité struktury byly zkoumány za účelem přesného řízení adaptivní optiky. Byl vyvinut originální systém řízení adaptivní optiky a unikátní mnohokanálový budič bimorfnního deformovatelného zrcadla. Vyrobili jsme prototyp zrcadla o průměru 300 mm s 64 elektrodami a ověřili jeho správnou odezvu na řízení – zrcadlo kromě jednoduchých ploch (sféra, cylindr) zvládá i komplexnější plochy jako sedlo a "trojlístek".

K experimentální verifikaci simulací průhybů zrcadla používáme optické měření: holografická interferometrie (metoda živých proužků) a měření Shack-Hartmannovým senzorem.



Měření Shack-Hartmannovým senzorem a simulace



Měření holografickou interferometrií

Přínosy

- Zvládnutí nových technologií pro adaptivní optiku a její spin-of do dalších odvětví.
- Realizace prototypu nového výkonového kompozitního deformovatelného zrcadla podstatně vyšší kvality, než jsou v současnosti nabízená technická řešení.

Aplikace

- Velkopřůměrový adaptivní fázový korektor pro výkonové lasery pro vědecké a výzkumné účely, např. PALS.
- Korektor pro lasery budoucích termonukleárních zařízení.
- Korekce šíření laserových svazků v atmosféře.

Reference

- Projekt je podporován grantem TAČR – alfa: TA01010878.
- Na projektu se podílí firma 5M, s.r.o., Ústav fyziky plazmatu AVČR, v.v.i. a odbor Přesné mechaniky a optiky FS ČVUT v Praze.

Kontakt projektu

Ing. Bc. Šárka Němcová, Ph.D.
 e-mail: sarka.nemcova@fs.cvut.cz
 tel.: +420 224 352 585

CONTROL.FS.CVUT.CZ