

# Přesné měření Figure of Merit safíru dopovaného titanem

Vojtěch Miller<sup>1</sup> <vojtech.miller@tul.cz>, Karel Žídek<sup>2</sup>

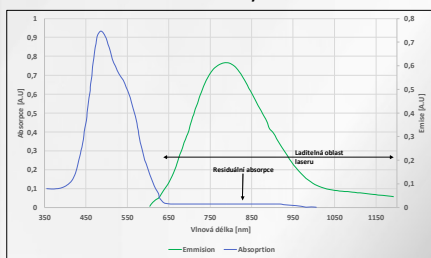
<sup>1</sup>Technická Univerzita v Liberci, Fakulta Mechatroniky, Aplikované vědy v inženýrství; <sup>2</sup>Ústav fyziky plazmatu AV ČR, výzkumné centrum TOPTeC

## ABSTRAKT

Na poli laserových elementů v infračervené oblasti v poslední době začíná hrát stále významnější roli safír dopovaný titanem. Tento materiál se vyznačuje výbornými vlastnostmi – absorpce ve viditelné oblasti kolem 532 nm a minimální residuální absorpce v oblasti laserování. Tento příspěvek se zabývá sestavením měřicí aparatury, která by byla schopná určit Figure of Merit safíru dopovaného ionty Ti<sup>3+</sup> v dostatečné přesnosti, aby šlo spolehlivě určit kvalitu materiálu.

## ÚVOD

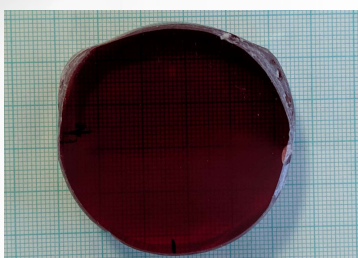
Při určování kvality materiálu pro laserové elementy, v tomto případě konkrétně pro materiál safír dopovaný titanem (Ti:Saf), jde primárně o určení takzvaného Figure of Merit (FoM). Čím vyšší je FoM, tím kvalitnější je materiál, tedy vhodnější pro laserování. Přesné určení tohoto parametru závisí na residuální absorpci materiálu, která má velmi nízké hodnoty, jejichž změření s dostatečnou přesností je značně problematické. Cílem tohoto příspěvku je uvést měřicí aparaturu, která by byla schopna určit tento parametr s dostatečně malou odchylkou měření.



Spektrální vlastnosti Ti:Saf

## SAFÍR:TI

Částečně leštěný Ti:Saf disk, připravený pro měření absorpčního koeficientu a parametru FoM.



## EXPERIMENT

Měřicí set-up byl nejprve z praktických důvodů postaven na zeleném laseru (532 nm). Laserový svazek ve viditelném spektru jde daleko lépe korigovat než v IR. Aparatura se skládá z následujících elementů: laserové záření je generováno v Nd:YAG laseru, které je následně převedeno na druhou harmonickou frekvenci. Tento svazek je pomocí beam-splitteru rozdělen na měřicí a referenční větev. Měřicí větev obsahuje půlvlnnou destičku pro korekci orientace p-polarizace, dále Rochonův hranol pro získání polarizace v poměru lepším než 1:100 000 (při uvažovaných přesnostech hraje roli i zbytkové s-polarizované světlo). Následně svazek prochází přes chopper s dvojitou frekvencí – 4:7. Chopper moduluje jednou frekvencí měřicí svazek a druhou frekvencí referenční svazek, což umožňuje sběr obou signálů na jednu fotodiodu, ve které jsou pak následnou frekvenční analýzou získána potřebná data. Takovýto svazek pak prochází vzorkem a následně je tento svazek veden do integrační koule, která zajišťuje, že je svazek nezávislý na místě dopadu. Referenční větev je taktéž modulována a přivedena do integrační koule. Signál z integrační koule je sbírán fotodiodou, která převádí optický signál do digitální podoby.

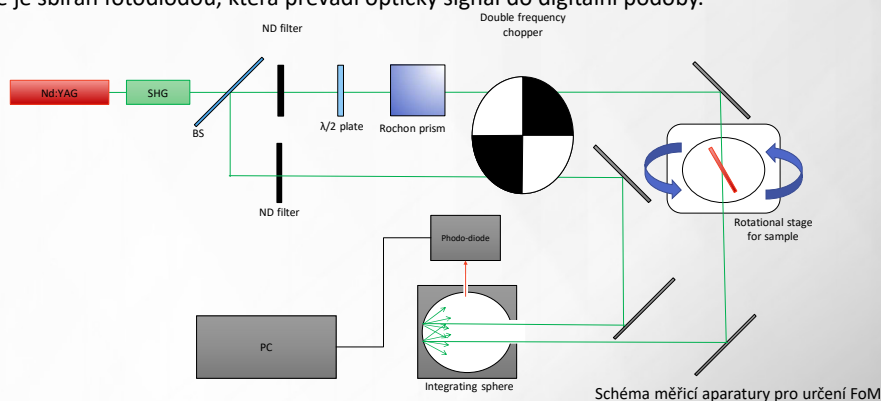
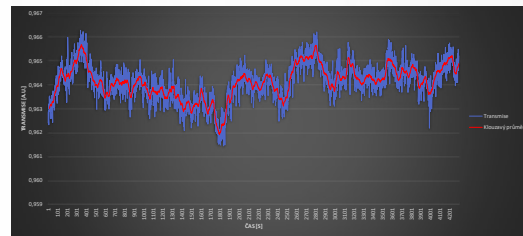


Schéma měřicí aparatury pro určení FoM

## VÝSLEDKY

Naměřená dlouhodobá statistika (cca 1 hodina) na jednom vzorku dosahovala odchylky menší než 0,07%. Při krátkodobé statistice tato hodnota dosahuje přesnosti pod 0,04 %. V následujících krocích bude analyzováno, jak zlepšit dlouhodobou stabilitu a případně zlepšit celkovou odchylku měření, tak aby bylo dosaženo vytyčené cílové hodnoty odchylky pod 0,01 %, jež umožní dostatečně přesné určení parametru FoM.



Dlouhodobá statistika (1 hodina) dosažené přesnosti měření

$$FoM = \frac{\lambda_{532 \text{ nm}}}{\lambda_{800 \text{ nm}}}$$

## ZÁVĚR

Byla sestavena první část měřicí aparatury, která umožňuje měření transmise (potřebné pro určení FoM) na vlnové délce 532 nm s přesností pod 0,07 %. Tato aparatura bude dále rozšířena o měření v IR oblasti pomocí erbiového laseru a dále bude zkoumáno, jak zlepšit přesnost měření, tak aby bylo dosaženo hodnot odchylky, co nejbližší vytyčenému cíli 0,01 %. Cílem této práce je postavit komplexní aparaturu umožňující měření FoM na Ti:Saf vzorcích o různých koncentracích s velkou přesností.