

K čemu vede rozladění laserového rezonátoru

J. Klinkovský* J. Jarolímek† T. Malinský‡

Abstrakt

V teoretickém úvodu jsme se seznámili s principy a využitím různých typů laserů. Podrobněji jsme se zabývali příčnými módy, které jsme zkoumali pomocí Nd:YAG laseru pracujícího na vlnové délce 1064 nm. Příčné rozložení intenzity výstupního laserového svazku jsme zkoumali pomocí CCD kamery snímající vlnové délky větší než 1000 nm. Příčné módy jsme ovlivňovali mechanickým rozladěním rezonátoru.

1 Úvod

Cílem tohoto miniprojektu bylo seznámit se s fyzikálním principem laserů a experimentálně ověřit existenci a vlastnosti příčných módů.

2 Popis experimentu

2.1 Princip Nd:YAG laseru

Hlavní částí laseru je aktivní prostředí, kde probíhá stimulovaná emise. Aktivní prostředí Nd:YAG laseru tvoří izotropní krystal Yttrium Aluminium Granátu ($Y_3Al_5O_{12}$) dopovaný ionty neodymu. Použitý krystal má průměr 3 mm a délku 6 mm. Emitované záření má vlnovou délku 1064 nm.

Aby mohla probíhat stimulovaná emise, musí se v aktivním prostředí vyskytovat více částic v excitovaném stavu než částic v základním stavu, do aktivního prostředí tedy musíme dodávat energii. Buzení Nd:YAG laseru je zajištěno jiným laserem emitujícím záření o vlnové délce 808 nm, které je v aktivním prostředí pohlceno.

Rezonátor zajišťuje zesílení stimulované emise, aby bylo dosaženo požadovaného výstupního výkonu. Rezonátor je realizován dvěma zrcadly, zadní rovinné zrcadlo je napařené přímo na krystalu Nd:YAG, přední vypuklé zrcadlo o poloměru křivosti 100 mm je umístěno několik centimetrů před krystalem na optické lavici. Zadní zrcadlo propouští budící záření o vlnové délce 808 nm a odráží záření o vlnové délce 1064 nm, přední zrcadlo

*Gymnázium Blansko, kuba.klinkovsky@gmail.com

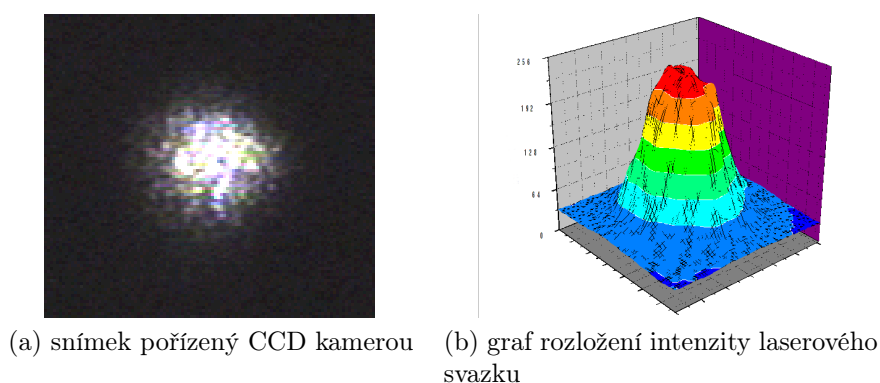
†Gymnázium Turnov, jarolimekjoef@seznam.cz

‡Gymnázium Elišky Krásnohorské, t.malinsky@mujmail.cz

odráží 99.98 % záření o vlnové délce 1064 nm zpět do rezonátoru a pouze 0.02 % záření propustí mimo laser.

2.2 Módy

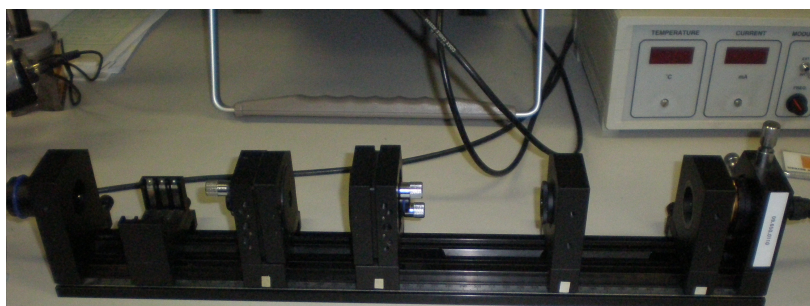
Elektromagnetické vlnění uvnitř rezonátoru má charakter stojatých vln. Podobně jako rozechvěním napnuté struny mohou vznikat vyšší harmonické frekvence, tak analogicky v laserovém rezonátoru mohou vznikat tzv. podélné módy, které jsou tím výraznější, čím kratší je délka pulsu. Kromě podélných módů rezonátor vynucuje také příčné módy, které určují příčný profil emitovaného svazku. V základním módu (viz obr. 1) je intenzita koncentrována uprostřed svazku a směrem k okraji klesá. Rozladěním laserového rezonátoru začnou převažovat vyšší módy.



Obrázek 1: Základní mód

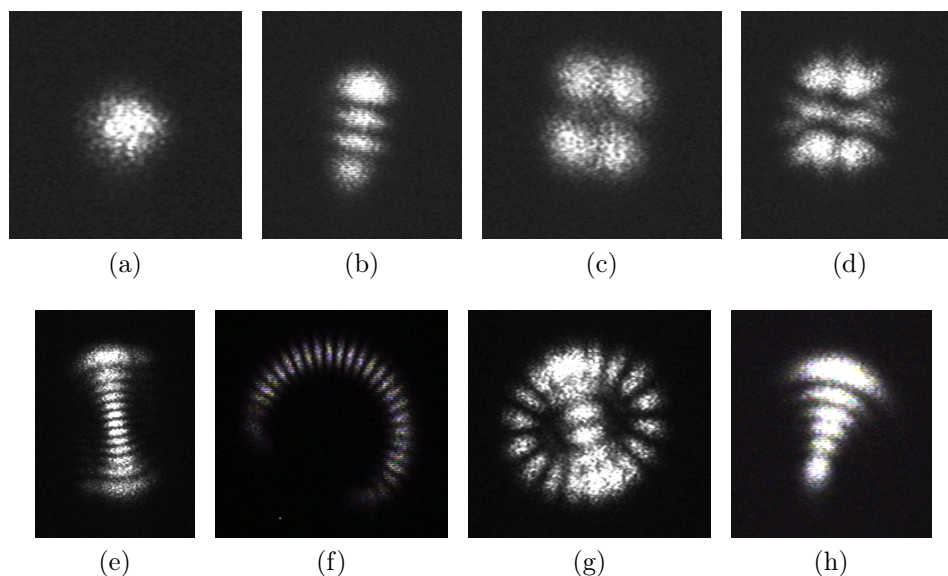
2.3 Výsledky měření

Pomocí šesti stavěcích šroubů a nastavení budící laserové diody jsme měnili vlastnosti rezonátoru (viz obr. 2). Čtyři šrouby sloužily k nastavení zrcadel rezonátoru, zbývající dva šrouby sloužily k nastavení budící diody.



Obrázek 2: Použitá aparatura

Naměřili jsme profily základních a vyšších příčných módů (viz obr. 3) a jejich superpozice.



Obrázek 3: Snímky příčných módů: (a) - základní; (b), (c), (d), (e) - Gauss-Hermitovské; (f), (g), (h) - kombinace Gauss-Laguerreových

3 Závěr

V tomto projektu jsme se seznámili s fyzikálním principem laserů, jejich různými typy, historií a aplikací. Pomocí rozladění rezonátoru jsme získali základní příčné módy, příčné módy vyšších řádů a jejich kombinace.

Poděkování

Děkujeme FJFI ČVUT v Praze za organizaci Týdne vědy na Jaderce. Dále děkujeme našemu supervizorovi Ing. Josefu Blažejovi, Ph.D. za poskytnutí vyčerpávajících informací ohledně laserů a za pomoc při měření.

Reference

- [1] Prof. Dr.-Ing. Dickman, *Manuál ke stavbě MEOS – Diodelaser Pumped Nd:YAG Laser*, MEOS GmbH, 1992