



AKADEMIE VĚD
ČESKÉ REPUBLIKY



Lasery, fotonika
a jemná mechanika



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Sborník příspěvků multioborové konference

LASER52

elektronická verze



© 2012, Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i.

ISBN 978-80-87441-09-1

Zámecký hotel Třešť, 31. října - 2. listopadu 2012



Sborník příspěvků multioborové konference

LASER52

elektronická verze

Zámecký hotel Třešť, 31. října – 2. listopadu 2012

© 2012, Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i.

ISBN 978-80-87441-09-1

ÚVODNÍ SLOVO

Laser je relativně moderní nástroj, bez kterého by velká skupina vědeckých experimentů, moderních technologií a lékařských zákroků nebyla vůbec možná. Vynález laseru však není zase až tak nový, před dvěma lety oslavil padesát let. V době svého vzniku sloužil spíše jako poutová atrakce, za půlstoletí své existence však stačil urazit dlouhou cestu.

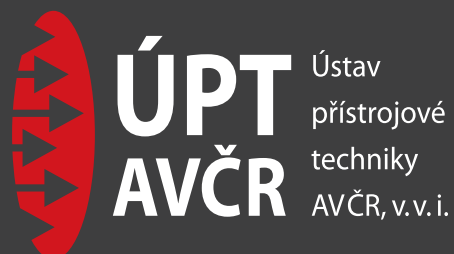
V roce 1962 v laboratořích společnosti General Electric, představil Robert N. Hall světu emisi koherentního světla z polovodičového přechodu. Letos tedy oslavuje 50 let od narození první polovodičový laser.

Konference LASER52 navazuje na první ročník, který připomněl 50 let od vynálezu laseru. Cílem je, podobně jako minule, setkání profesionálů z nejrůznějších oborů, kteří ke své práci využívají laser. Pokud se toto podaří, budeme šťastni.

Děkujeme za vaši podporu.

V Brně dne 26. října 2012

Bohdan Růžička
za organizační tým



**ÚPT
AVČR** Ústav
přístrojové
techniky
AVČR, v.v.i.



Aplikační laboratoře
mikrotechnologií
a nanotechnologií



Laserové svazky zaostřené do makrosvěta i mikrosvěta

Speciální technologie

Elektronová mikroskopie

Kryogenika a supravodivost

Lasery pro měření a metrologii

Elektronová litografie

Pokročilé výkonové laserové technologie

Měření a zpracování signálů v medicíně - MediSIG

Jaderná magnetická rezonance



OBSAH

Beran Josef	LASERY V OPTICKÝCH KOMUNIKACÍCH	9
Bernatová Silvie	RAMANOVSKÁ PINZETA	10
Brajer Jan	NÁVRH A OPTIMALIZACE LASEROVÝCH TECHNOLOGIÍ VE VCSVT	11
Brzobohatý Oto	JEDNOSVAZKOVÁ OPTICKÁ TŘÍDIČKA MIKROOBJEKTŮ	12
Březina Petr	ŠIROKOSPEKTRÁLNÍ LASEROVÉ ZDROJE - GENERACE SUPERKONTINUA	13
Buchta Zdeněk	AUTOMAT NA KALIBRACI KONCOVÝCH MĚREK	14
Čech Radim	LASEROVÉ TECHNOLOGIE V OFTALMOLOGICKÉ PRAXI – AKTUÁLNÍ STAV A VÝHLED	15
Číp Ondřej	METODA MĚŘENÍ LINEARITY STUPNICE LASEROVÉHO INTERFEROMETRU POMOCÍ FEMTOSEKUNDOVÉHO HŘEBENE OPTICKÝCH FREKVENCÍ	16
Čížek Martin	STABILIZACE FEMTOSEKUNDOVÉHO LASERU POMOCÍ SOFTWARE DEFINOVANÉHO RÁDIA	17
Dvořáček Pavel	INOVACE A VÝVOJ PRODUKTŮ VE FIRMĚ LAO	18
Hála Aleš	TRANSFER TECHNOLOGIÍ A KOMERCIALIZACE VÝSTUPŮ LASEROVÝCH PROJEKTŮ	19
Helán Radek	NÁVRH A VÝROBA VLÁKNOVÝCH DIFRAKČNÍCH STRUKTUR	20
Holá Miroslava	INTERFEROMETR KOMPENZUJÍCÍ FLUKTUACE INDEXU LOMU VZDUCHU V OSE MĚŘENÍ	21
Holík Milan	STIMULOVANÝ BRILLOUINŮV ROZPTYL A JEHO VYUŽITÍ	22
Hrabina Jan	ETALONY OPTICKÝCH FREKVENCÍ	23
Hucl Václav	JEDNOTKA PRO MONITOROVÁNÍ INDEXU LOMU VZDUCHU PRO KOREKCE PŘI LASEROVÉM MĚŘENÍ DÉLKY	24
Chmelíčková Hana	MĚŘENÍ VLASTNOSTÍ POVRCHU LASEREM NATAVENÉHO DENTINU	25
Jákl Petr	VYUŽITÍ PROSTOROVÉHO MODULÁTORU SVĚTLA KE TVAROVÁNÍ LASEROVÝCH SVAZKŮ	26
Jedlička Petr	ELEKTRONIKA PRO LASEROVÉ SYSTÉMY A PŘÍKLAD JEJÍHO NESTANDARDNÍHO POUŽITÍ	27
Ježek Jan	MIKROKAPÉNKOVÉ LASERY	28
Kaňka Jan	AUTOMATICKÉ TŘÍDĚNÍ MIKROOBJEKTŮ NA ZÁKLADĚ RAMANOVSKÉ PINZETY	29
Klečka Martin	FIRMA LAO - PRŮMYSLOVÉ SYSTÉMY, S.R.O.	30
Kolařík Vladimír	POČÍTAČEM GENEROVANÉ HOLOGRAMY - CGH	31
Lazar Josef	LASEROVÉ MĚŘICÍ SYSTÉMY V NANOMETROLOGII	32
Lešundák Adam	INSTRUMENTACE PRO SPEKTRÁLNÍ ANALÝZU MOLEKULÁRNÍ ABSORPCE PLYNŮ POMOCÍ FEMTOSEKUNDOVÉHO HŘEBENE OPTICKÝCH FREKVENCÍ	33
Mikel Břetislav	SPECIÁLNÍ OPTICKÁ VLÁKNA A VLÁKNOVÉ BRAGGOVY MŘÍŽKY	34
Moser Martin	MIT - LASERY, FOTONIKA A JEMNÁ MECHANIKA	35
Mrňa Libor	AKTIVNÍ ŘÍZENÍ A OPTIMALIZACE LASEROVÉHO SVAŘOVACÍHO PROCESU	36
Němeček Stanislav	LASEREM MODIFIKOVANÉ VLASTNOSTI POVRCHŮ	37
Novák Jiří	APLIKACE LASEROVÝCH MĚŘICÍCH METOD PŘI KONTROLE KVALITY OPTICKÝCH SOUSTAV A TVARU POVRCHŮ	38

Oulehla Jindřich	LIDT TESTY OPTICKÝCH KOMPONENTŮ PŘI KRYOGENNÍCH TEPLOTÁCH	39
Pilát Zdeněk	OPTICKÉ CHYTÁNÍ JEDNOBUNĚČNÝCH ŘAS NA 735-1064 NM: HODNOCENÍ OPTICKÉHO POŠKOZENÍ	40
Plasgura Petr	VYUŽITÍ LASERU V UROLOGII	41
Randula Antonín	KLINICKÉ VYUŽITÍ PULZNÍHO LASERU V LÉČBĚ ISCHEMICKÉ CHOROBY DOLNÍCH KONČETIN	42
Růžička Bohdan	ALISI - APLIKAČNÍ LABORATOŘE ÚPT AV ČR	43
Řeháček Jaroslav	ANALÝZA LASEROVÝCH SVAZKŮ - INFORMACE UKRYTÁ V KOHERENCI	44
Šebestová Hana	DETEKCE PENETRACE LASEROVÝCH SVARŮ V REÁLNÉM ČASE	45
Šiler Martin	ROZPTYL LASEROVÉHO ZÁŘENÍ NA NEHOMOGENNÍ MIKROČÁSTICI: MODELOVÁNÍ METODOU KONEČNÝCH PRVKŮ	46
Šmíd Radek	STUDIUM MATERIÁLŮ S NÍZKOU TEPLOTNÍ ROZTAŽNOSTÍ ZA POMOCÍ OPTICKÉHO HŘEBENE	47
Švábek Roman	HILASE – NOVÉ LASERY PRO PRŮMYSL A VÝZKUM	48
Vondrouš Petr	STAVBA JEDNODUCHÉHO CNC LASERU PRO VÝUKU	49
Jmenný rejstřík		50
Sponzoři		54

LASERY V OPTICKÝCH KOMUNIKACÍCH

Josef Beran

PROFiber Networking CZ s.r.o.

Mezi Vodami 205/29, 143 00 Praha 4

Tel. 733 532 226

e-mail: josef.beran@profiber.cz

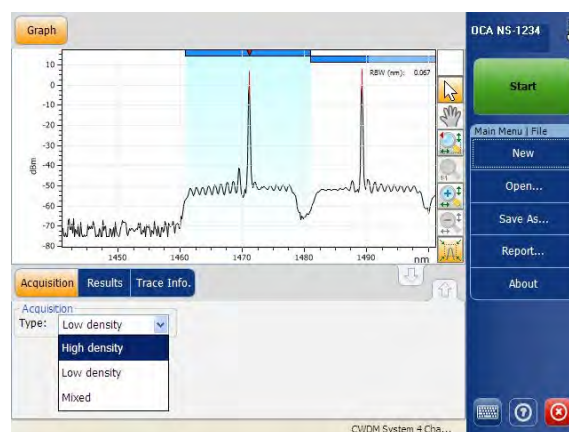
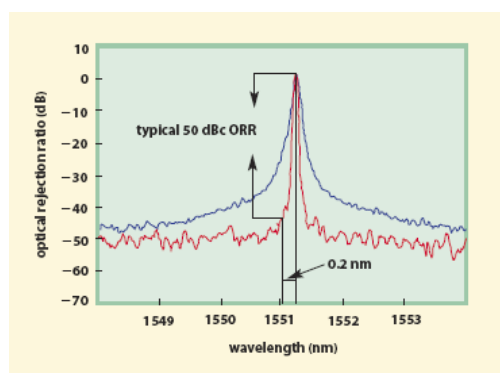
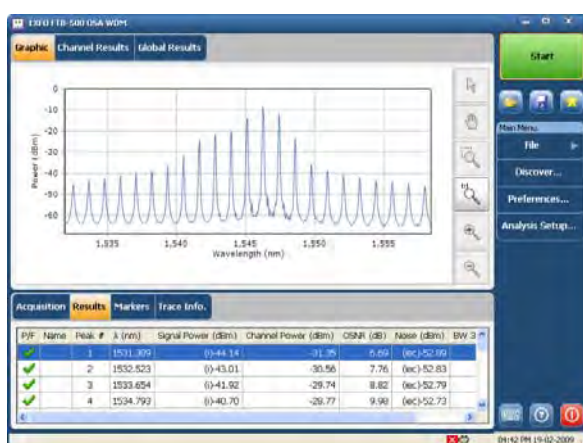
www.profiber.eu

Obor: technický specialista prodeje

Zkoumání parametrů polovodičových laserů z pohledu jejich použitelnosti a nasazení do optických přenosových systémů. Možnosti modulace laserů pro zvyšování přenosové kapacity optických přenosových systémů.

Spektrum optických přenosových systémů a prvky optických přenosových tras. Optické přenosové technologie a systémy nové generace (WDM-PON, koherentní systémy, ...).

Zdroje optického koherentního záření – DFB lasery pro systémy s vysokou hustotou přenášené informace – high speed (100Gbit/s, 400Gbit/s atd.).



Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Měření parametrů laserů (spektrální, výkonové, polarizační)
- Konzultace parametrů laserů pro použití v optických komunikacích
- Školení Akademie vláknové optiky
- Měřicí technika pro optické komunikace a vláknovou optiku

RAMANOVSKÁ PINZETA

**Silvie Bernatová, Mojmír Šerý, Jan Ježek, Zdeněk Pilát,
Ota Samek, Filip Růžička* a Pavel Zemánek**

Optické mikromanipulační techniky, Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i.
Královopolská 147, 612 64 Brno

email: berns@isibrno.cz, <http://www.isibrno.cz/omitec>

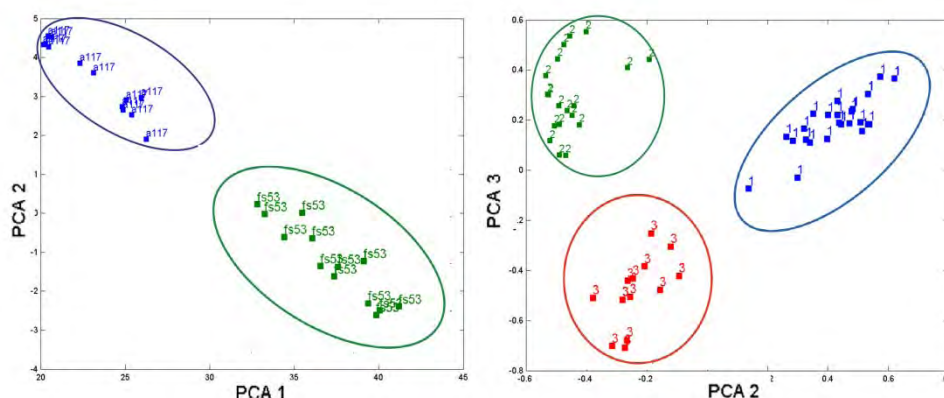
* Lékařská fakulta MU a Fakultní nemocnice u Sv. Anny v Brně.

Obor: Ramanovská spektroskopie v kombinaci s optickým chytáním

Optické mikromanipulační techniky využívající optické pinzety nabízí mnoho unikátních aplikací a metod, které umožňují prostorovou lokalizaci mikroobjektů (živé buňky), manipulaci s objekty, bezkontaktní a sterilní separaci objektů. Silně fokusovaný laserový vytváří tzv. optickou past, do které lze prostorově zachytit objekt. Kombinace optické pinzety s Ramanovou spektroskopií (tzv. ramanovská pinzeta) poskytuje neinvazivní prostorové mapování molekulárního složení vzorku. V poslední době se ukazuje, že technika Ramanovy spektroskopie je extrémně výhodná pro mnohé studie mikroorganismů a biologických vzorků. Zachycený organismus je bezkontaktně izolován/přesunut do mikrofluidního kanálu/komory, kde je vystaven stresovému prostředí (nutriční stres, působení antibiotik, ozařován krátkovlnným zářením atd.) a současně je v reálném čase snímána jeho reakce na molekulární úrovni.

Vlnové délky laserů jsou zvoleny tak, aby nebyly absorbovány zachyceným objektem a nepoškozovaly chycený objekt. Díky tomu je tato metoda neinvazivní a sterilní, což umožňuje i dlouhodobé snímání (např. snímání změn DNA pro více generací jedinců). Popsaný koncept experimentu je zaměřen na jednu buňku což je výhodné zvláště u patogenů (např. kontaminace vody -- *Enterococcus Faecalis*, *Escherichia Eoli*). V současnosti užíváme ramanovskou pinzetu ke studiu zástupců kmenů *Staphylococcus* (*Aureus*, *Hominis*, *Epidermidis* atd) a *Escherichia Coli*. Některé z těchto kmenů jsou schopny ve svém okolí vytvářet biofilm, který způsobuje zvýšenou odolnost k působení antibiotik, a jejich rychlé rozpoznání významně urychluje úspěšnou léčbu. Obrázek 1 ukazuje rozlišení jednotlivých bakteriálních kmenů Ramanovou spektroskopií včetně

těch, které tvoří biofilm.



Obr. 1: Nalevo: Analýza vzorku *St. Epidermidis* biofilm pozitivní (a117) a biofilm negativní (fs53). Napravo: Analýza různých kmenů bakterií *Staphylococcus* (1-*Hominis*, 2- *Aureus*, 3- *Epidermidis*).

Autoři děkují za podporu projektům TA ČR (TE01020233) a GA ČR (GA P205/11/1687).

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Detekce dynamických procesů v reálném čase, vyhodnocení experimentu.
- Návrh experimentu, tvorba experimentální sestavy.

NÁVRH A OPTIMALIZACE LASEROVÝCH TECHNOLOGIÍ VE VCSVTT

Jan Brajer, Radka Bičíšková, Roman Švábek

VCSVTT, Fakulta strojní, ČVUT v Praze

Horská 3, 128 00 Praha 2; tel: 224 359 224;

e-mail: J.Brajer@rcmt.cvut.cz;

tel.: 736 288 646

web: www.rcmt.cvut.cz

Obor: Výzkum, vývoj a aplikace laserových technologií

VCSVTT - Výzkumné centrum pro strojírenskou výrobní techniku a technologii bylo založeno v roce 2000. Je samostatným pracovištěm Fakulty strojní ČVUT v Praze a je podporováno z prostředků MŠMT ČR. Hlavním cílem VCSVTT je vytvářet profesionální a dobře vybavené výzkumné, vzdělávací a školící pracoviště. Dalšími důležitými cíly jsou výzkum nových řešení a perspektivních technologií, které jsou následně uplatnitelné v průmyslové sféře, a výchova mladých profesionálních odborníků. Ti jsou schopni konzultovat technické problémy a pomáhají průmyslu vyvinout novou generaci výrobků pro tuzemský i zahraniční trh.

Skupina Laserových technologií ve VCSVTT se zabývá výzkumem, vývojem a praktickým uplatněním laserových technologií pro konkrétní strojírenské aplikace.

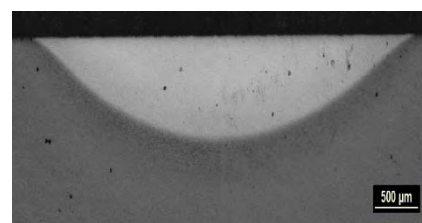
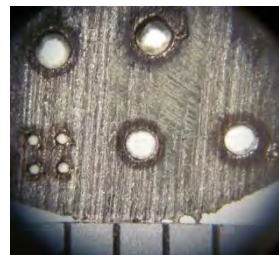
Jedná se zejména o následující technologie:

- popisování - kovy, plasty, sklo, keramika
- mikrofrézování, gravírování a leštění povrchu kovů a keramiky

- řezání přesných tvarů a dílů
- vrtání malých otvorů

- svařování ocelí, vybraných druhů plastů a obtížně svažitelných materiálů

- tepelné zpracování slitin železa a hliníku
- povlakování laserem - tvrdonávary



VCSVTT má pro výše uvedené technologie ve svých laboratořích k dispozici dva pevnolátkové Nd:YAG lasery s maximálními výstupními výkony 50 W a 550 W.

Zájemcům z průmyslu dále nabízíme služby metalografické laboratoře, měření tvrdosti a mikrotvrdosti a zkoušky opotřebení třením v tribologické laboratoři.

JEDNOSVAZKOVÁ OPTICKÁ TŘÍDIČKA MIKROOBJEKTŮ

Oto Brzobohatý, Vítězslav Karásek, Matin Šiler, Lukáš Chvátal, Tomáš Čížmár* a Pavel Zemánek

Optické mikromanipulační techniky, Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i.

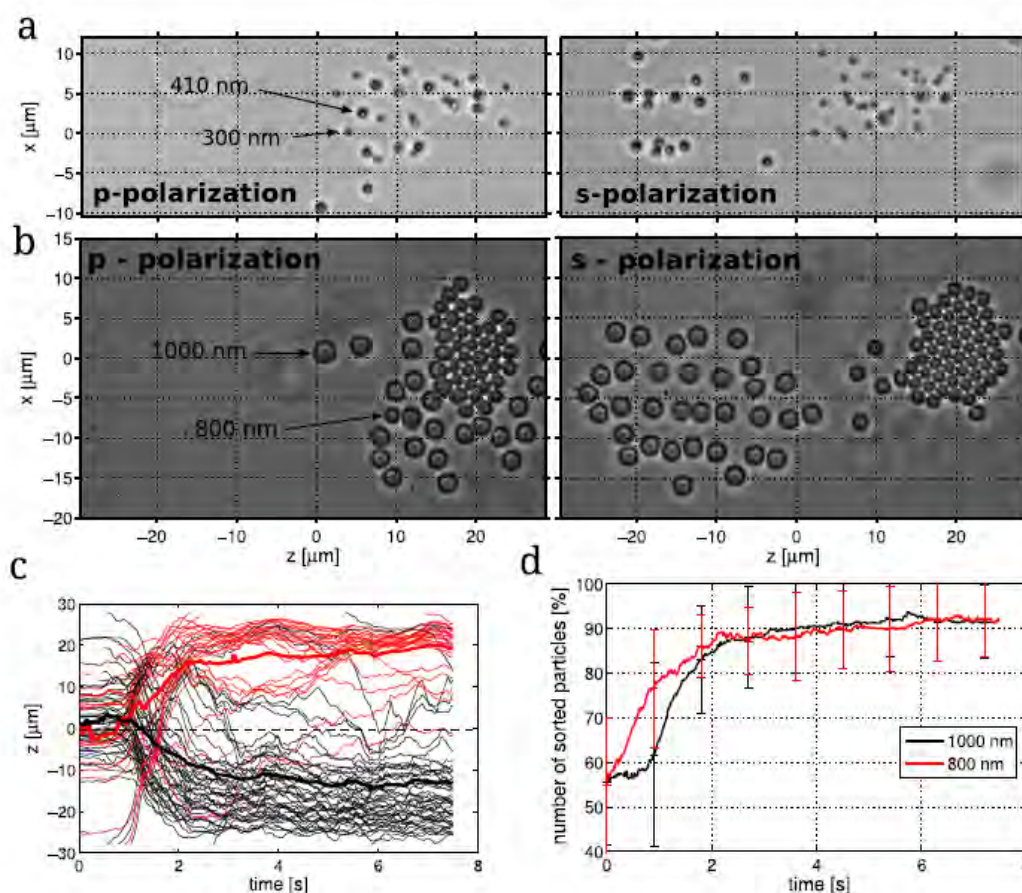
Královopolská 147, 612 64 Brno

tel. 541 514 284, email: jakl@isibrno.cz, <http://www.isibrno.cz/omitec>

*School of Medicine, University of St. Andrews, Scotland

Obor: Optické mikromanipulace

Optické síly, které vznikají v důsledku rozptylu laserového svazku na částicích, lze kromě prostorové lokalizace částice světlem využít i k separaci částic různých vlastností nebo k uspořádání částic do koloidních struktur poutaných světlem. Prezentovaná jednosvazková třídička kombinuje všechny tři zmíněné aplikace. Využívá speciální konfigurace širokého laserového svazku, který se odráží zrcadlem zpět pod malým úhlem vzhledem ke svazku dopadajícímu. Navržená geometrie umožňuje ovlivňovat pohyb částic v rovině rovnoběžné se zrcadlem polarizací dopadajícího svazku. Lze tak dosáhnout usměrněného pohybu částic napříč svazkem, vytvoření opticky vázaných útvarů, které se samovolně roztřídí podle jejich velikosti či uspořádání



Obrázek 1. Části a) a b) ukazují třídění heterogenní suspenze polystyrenových částic změnou polarizace dopadajícího svazku. Část c) ukazuje trajektorie jednotlivých částic v průběhu třídění, d) pak procentuální vytríděnost suspenze.

Autoři děkují za podporu projektům GAČR (GA202/09/0348) a TA ČR (TE01020233).

ŠIROKOSPEKTRÁLNÍ LASEROVÉ ZDROJE – GENERACE SUPERKONTINUA

Petr Březina

Obchodník

LAO - průmyslové systémy, s.r.o.

Na Floře 1328/4, 143 00 Praha 4

Tel: +420 241 046 821

Mob.: +420 603 194 037

E-mail: brezina@lao.cz

Skype: lao.p.brezina

web: www.lao.cz



Obor: lasery, optika, optomechanika, detektory a další přístroje (obchodník)

Lasery s generací superkontinua vytvářejí na výstupu bílé světlo s vlastnostmi laserového svazku a spektrální šířkou lampy v rozsahu od 400 do 2400nm.



AUTOMAT NA KALIBRACI KONCOVÝCH MĚREK

Zdeněk Buchta

Ústav přístrojové techniky AVČR, v.v.i., Oddělení koherenční optiky

Královopolská 147, Brno

tel: 541 514 255, e-mail: buchta@isibrno.cz, web: www.isibrno.cz

Obor: Laserová interferometrie, Interferometrie nízké koherence, Základní a průmyslová metrologie

Týmem vědeckých pracovníků a techniků z ÚPT AVČR v.v.i. a brněnské firmy Mesing spol. s r.o. byl navržen a sestaven systém pro bezkontaktní kalibraci a 3D diagnostiku koncových měrek. Tento systém zavádí do praxe zcela nový, dnes již patentově chráněný, princip kalibrace délky koncové měrky pomocí kombinace bílého a laserového záření.

Na rozdíl od současných kalibračních mostů, kde je měrka podrobena dotykovému měření a následnému srovnání s tzv. referenční měrkou, případně systémů, kdy je koncová měrka přisáta na referenční ploše a jako délka měrky je prezentována opticky měřená vzdálenost mezi referenční plochou a volným čelem koncové měrky, je u tohoto přístroje měření provedeno bezdotykově pouze pomocí bílého světla a záření Helium-Neonového laseru. Délka měrky je tak určena bezkontaktně a s přímou návazností na definici jednotky délky jeden metr. Díky důmyslnému systému na manipulaci s koncovými měrkami je měření plně automatické.

Díky snímání povrchu čel měrky prostřednictvím kamery, lze zároveň přesně zmapovat struktury obou povrchů měrky s rozlišením několika desítek nanometrů, což je další přidaná hodnota tohoto exponátu vůči stávajícím systémům. Zařízení vzniklo za podpory společného projektu MPO 2A-1TP1/127 „Výzkum metod diagnostiky koncových měrek pro přesné strojírenství, Českého metrologického institutu a firmy MESING, spol. s r.o.

Prezentované zařízení bylo na Mezinárodním strojírenském veletrhu v Brně 2012 oceněno zlatou medailí pro nejlepší inovační exponát vzniklý prokazatelně ve smluvní spolupráci firem s tuzemskou výzkumnou organizací.

Projekt byl řešen za podpory Grantové agentury České republiky, projekt GP102/09/P293, GAP102/11/P819 a GP102/10/1813, Ministerstva průmyslu a obchodu, projekt č. 2A-1TP1/127 a Evropské komise a Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, projekt č. CZ.1.05/2.1.00/01.0017, CZ.1.07/2.4.00/31.0016 a LC06007.



LASEROVÉ TECHNOLOGIE V OFTALMOLOGICKÉ PRAXI – AKTUÁLNÍ STAV A VÝHLED

Radim Čech¹, Miroslav Prádka²

Nemocnice ve Frýdku – Místku, p. o., Beskydské oční centrum

El. Krásnohorské 321, 738 18 Frýdek – Místek 1

(+420-558-415-000, cech@nemfm.cz, pradka@nemfm.cz, www.nemfm.cz)

Obor: oftalmologie ¹, management ^{1,2}, patologie ².

Oční lasery se běžně používají v klinické praxi již od 80-tých let minulého století. Také v rámci Nemocnice ve Frýdku – Místku, p. o., a to v Beskydském očním centru (BOC), již řadu let rutinně používáme k léčbě pacientů laserové přístroje. S ohledem na spád našeho pracoviště, který je představován takřka celou jižní polovinou Moravskoslezského kraje s cca půlmilionem obyvatel, jsou zákroky s využitím laserové technologie v BOC četné. Každý týden provádíme několik desítek laserových ošetření **koagulačním laserem**, který se používá k léčení sítnice u diabetické retinopatie, cévních očních příhod, degenerativních onemocnění sítnice, glaukomu, trhlín sítnice, aj. Tento laser užíváme v kombinaci s NdYAG laserem dále k léčbě akutního záchvatu glaukomu nebo jako prevenci takového záchvatu. **NdYAG laser**, který má charakter fotodysruptivního laseru, se rovněž velmi úspěšně používá k léčbě sekundárního šedého zákalu.

V BOC jako v jednom z mála očních pracovišť v České republice máme od roku 2007 k dispozici **SLT laser**. Léčí se s ním tzv. selektivní trabekuloplastikou řada forem glaukomu s otevřeným úhlem. Jedná se o velmi moderní způsob léčby zeleného zákalu. Takto ošetření pacienti nemusí každodenně kapat oční kapky nebo se sníží frekvence jejich užití, benefitem je také zvýšení pacientova pohodlí při léčbě a snížení nákladů za léky.

Od začátku 90-tých let 20. století se běžně užívají tzv. **excimerové lasery** k provádění komerčních refrakčních výkonů na rohovce. Těmito výkony se ruší nebo razantně snižují refrakční úchyly jako je krátkozrakost (myopie), dalekozrakost (hypermetropie), vadné zakřivení rohovky (astigmatismus). Pacienti pak vidí ostře bez dosavadní nezbytnosti nosit brýle. Uvedený laserový operační výkon se v posledních letech zdokonalil užitím další novinky v oční laserové technologii, tzv. **femtosekundového laseru**. Tento laser se chová jako velmi přesný nůž, který na mikronové úrovni vytvoří rohovkovou lamelu. Ta se dříve, před používáním excimerového laseru, musela na povrchu rohovky seříznout mechanicky - podstatně méně přesně a hlavně riskantněji.

Vývoj dalších variant femtosekundového laseru přináší zřejmě revoluční změnu u operace šedého zákalu očního (katarakty) - zkalené oční čočky. Femtosekundový laser již dnes tuto nitrooční mikrochirurgickou operaci významně zpřesňuje a zjemňuje s tím, že dokáže nahradit operační nástroje zatím u tří podstatných činností v postupu operace:

- 1) velmi přesně a jemně vytvoří nutné vstupní rohovkové otvory;
- 2/ do předního čočkového pouzdra „vyřeže“ přesně velký a přesně centrovaný cirkulární otvor;
- 3/ velmi bezpečně „nakrájí“ zkalené tvrdé jádro čočky tak, že se vytvořené velmi drobné fragmenty mohou z oka mikrootvory odsát. Částečně, ale významně tak nahrazuje energii ultrazvuku, tzv. fakoemulzifikaci, kterou se dosud jádro drtí.

Femtosekundový laser pro operaci katarakty se v České republice testuje od jara letošního roku na několika vybraných klinikách a privátních pracovištích. My v BOC, kde rovněž provádíme velkokapacitní operativu šedého zákalu již řadu let na špičkové úrovni, plánujeme v nejbližší době nákup a instalaci tohoto typu laseru. Výhodou pak může být jeho případné další technické zdokonalení a ověřování v klinické praxi **včetně možnosti kombinace jeho funkcí s operativou laserových refrakčních výkonů na rohovce**.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Využití laserové technologie ve zdravotnických provozech

METODA MĚŘENÍ LINEARITY STUPNICE LASEROVÉHO INTERFEROMETRU POMOCÍ FEMTOSEKUNDOVÉHO HŘEBENE OPTICKÝCH FREKVENCÍ

Ondřej Číp

Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i., Koherenční optika

Královopolská 147, 612 64 Brno, 541514253, ocip@isibrno.cz, www.isibrno.cz

Obor: Koherentní lasery a interferometrie, pulsní lasery

V současnosti se přesouvá metrologická kvantifikace geometrických rozměrů z makrosvěta, tedy našeho okolí, které vnímáme naším zrakem, do oblasti miniaturních objektů. K tomu nám slouží především elektronové mikroskopy a v poslední době i mikroskopy atomárních sil, tzv. AFM (Atomic Force Microscopes), do nichž je vložen zkoumaný vzorek a přesným polohováním měřicí sondy se zjišťuje profil povrchu či struktura složení vzorku. Pokud však má být obraz vzorku v souřadném systému popsán s tzv. metrologickou návazností, musí být polohovací stůl opatřen laserovými interferometry, které využívají záření stabilizovaného laseru o přesně dané vlnové délce. Zároveň však musí být zajištěno, aby tyto interferometry pracovaly s vynikající linearitou stupnice, tj. byly schopny v požadovaném rozsahu měření sdělit věrný údaj o aktuální vzdálenosti v řádu jednotek či desetin nanometrů. Pro tyto účely slouží linearizační metody, které odstraňují nedostatky, jak v optické, tak i signálové části zpracování těchto interferometrů.

V našem příspěvku představujeme metodu měření linearity stupnice inkrementálního interferometru pomocí komparace s tzv. optickým rezonátorem. Optický rezonátor patří mezi nejcitlivější měřicí systémy pro zjišťování délky a proto je tento rezonátor v našem experimentu navázán na úzkopásmový laditelný laser, který je dále směřován s femtosekundovým hřebenem optických frekvencí s cílem získat přesnou hodnotu optické frekvence laditelného laseru. Díky speciální konfiguraci optického rezonátoru a inkrementálního interferometru jsme schopni proměřit linearitu jeho dvou interferenčních proužků. Naše měření prokazuje, že pokud se použije naše linearizační metoda pro inkrementální interferometr, pak je tento interferometr schopen pracovat s linearitou stupnice lepší než několik desetin nanometru.

Práce vznikla za podpory GAČR GP102/10/1813 a MŠMT CZ.1.07/2.4.00/31.0016.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Přesné měření délek pomocí laserů
- Využití stabilních pulsních laserů

STABILIZACE FEMTOSEKUNDOVÉHO LASERU POMOCÍ SOFTWAREVĚ DEFINOVANÉHO RÁDIA

Martin Čížek

ÚPT AV ČR, v.v.i., oddělení koherenční optiky

Královopolská 147, Brno, 621 64

+420 541 514 249

cizek@isibrno.cz

Obor: Analogová a digitální elektronika, zpracování signálů, femtosekundové lasery, syntezátory optických frekvencí

Příspěvek se zabývá stabilizací femtosekundového laseru systémem založeným na softwarově definovaném rádiu. V případech, kdy chceme optické frekvence generované optickým frekvenčním hřebenem navázat na přesný radiofrekvenční (RF) normál (GPS, H-maser, apod.), se využívá k tomuto účelu RF výstup tzv. f-2f interferometru připojeného k optickému výstupu fs-laseru. Výstupem f-2f interferometru jsou 2 hlavní produkty nelineárního směšování komponent optického hřebene. Frekvence prvního zázněje vzniklého vzájemným směšováním od sebe stejně vzdálených komponent odpovídá repetiční frekvenci fs-laseru f_{rep} . Druhý zázněj pak vzniká směšováním 1. a 2. harmonických složek jednotlivých komponent výstupního optického spektra fs-laseru, jeho frekvence pak odpovídá offsetové frekvenci optického frekvenčního hřebene f_{ceo} . Jak f_{rep} tak f_{ceo} jsou laditelné elektricky, lze tak realizovat elektronické regulační smyčky pro jejich stabilizaci. Frekvenci f_{rep} lze ladit změnou napětí na piezoelektrickém elementu ovládajícím délku kavity fs laseru, změny f_{ceo} lze docílit laděním čerpacího proudu laserové diody.

Tradiční přístupy ke stabilizaci těchto frekvencí podle přesných RF normálů využívají fázové závěsy realizované pomocí analogových obvodů jako jsou směšovače, fázové detektory, integrátory apod. Na oddělení koherenční optiky ÚPT byl vyvinut systém pro digitální stabilizaci fs-laseru. Elektronika části zpracovávající RF výstup f-2f interferometru a regulující offsetovou a repetiční frekvenci je realizována pomocí přímo vzorkujícího softwarově definovaného rádia. Jedním z hlavních přínosů tohoto řešení je velké zjednodušení celého stabilizačního řetězce. V prezentované konfiguraci je stabilizační hardware tvořen pouze počítačem vybaveným vysokorychlostní digitalizační kartou, jejíž vzorkovací kmitočet je odvozen od přesného RF normálu, a kartou s D/A převodníkem. Samotné zpracování vysokofrekvenčního signálu a regulace offsetové a repetiční frekvence je řešeno softwarově. Realizovaný systém je schopen současně v reálném čase zpracovávat 2 nosné frekvence v pásmu 0 – 250 MHz. Kmitočtový rozsah regulace je 0 – 100 Hz. Dlouhodobé standardní odchylky offsetové frekvence stabilizované digitálním systémem jsou v řádu 10^4 Hz, odchylky repetiční frekvence jsou v řádu 10^{-3} Hz.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce: Digitální zpracování signálu, vývoj softwaru v C/C++/C# a Matlab, mikroprocesorová technika, laserová interferometrie

Poděkování: Tato práce je podporována projekty GAČR č. GAP102/11/P819 a GPP102/12/P962. Pilotní experimentální sestava byla podpořena projekty GAČR č. GP102/10/1813, projekty MPO č. FR-TI2/705 a FR-TI1/241 a projektem TAČR č. TA01010995. Práce je rovněž podporována projektem Evropské komise a MŠMT č. CZ.1.05/2.1.00/01. Prezentace výsledků je podporována projektem Evropské komise a MŠMT č. CZ.1.07/2.4.00/31.0016.

INOVACE A VÝVOJ PRODUKTŮ VE FIRMĚ LAO

Pavel Dvořáček

Manager Servisu

LAO - průmyslové systémy, s.r.o.

Na Floře 1328/4, 143 00 Praha 4

Tel: +420 241 046 820

Mob.: +420 603 410 944

E-mail: dvoracek@lao.cz

web: www.lao.cz



Obor: servis laserů a přístrojů pro vědecké i průmyslové aplikace, technická podpora, instalace, uživatelská a bezpečnostní školení (manager servisu)

- Nové produkty firmy LAO vyvíjené na zakázku pro konkrétní aplikaci a zákazníka.
- Inovace stávajících produktů a jejich zlepšení či snížení pořizovací ceny při zachování nebo zvýšení kvality.

Aktuálně se jedná o 3 projekty: Optický nůž, Laser combiner, Řezací 2D plotr



TRANSFER TECHNOLOGIÍ A KOMERCIALIZACE VÝSTUPŮ LASEROVÝCH PROJEKTŮ

Aleš Hála

Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.

Vedoucí CITT

Na Slovance 2, 182 21 Praha 8,

Tel: +420 266 051 288,

Mob.: +420 702 004 931,

Email: ales.hala@eli-beams.eu,

Web: www.isibrno.cz

Centrum pro inovace a transfer technologii



Fyzikální ústav
Akademie věd ČR, v. v. i.

Obor: transfer technologií, lasery

- **Registrace a správa IPR** (patenty, užité vzory)
- **Komercializace** (zakázkový výzkum, licencování, prodej, pronájem přístrojů)
- **Legislativně-právní podpora** (NDA, obchodní smlouvy)
- **Autorské právo, ochranné známky** (konzultace, praktická aplikace)
- **Spin-off** (právní poradenství, tvorba business plánu, tržní potenciál)
- **Marketing a propagace**
 - ✓ **Externí** (přímá jednání a zastupování, veletrhy, konference, road show)
 - ✓ **Interní** (osvěta, informace)



NÁVRH A VÝROBA VLÁKNOVÝCH DIFRAKČNÍCH STRUKTUR

Radek Helán

NETWORK GROUP, s.r.o.
Olomoucká 91, 627 00 Brno
GSM: 736625363
mail: r.helan@nwg.cz
http://www.nwg.cz

Obor: Výzkum a vývoj optických prvků a senzorů

Optické vláknové mřížky jsou jedním ze základních prvků mnoha sensorových a telekomunikačních systémů. Jednou z činností firmy NETWORK GROUP je návrh, vývoj a výroba v oblasti vláknových difrakčních struktur a jejich následných aplikací. Pro návrh jednoduchých i složitých difrakčních struktur firma využívá vlastní vyvinutý software, který je schopen postupnou analýzou určit optimální výrobní parametry složité difrakční struktury v optickém vlákne na základě zadaného požadovaného spektra odrazivosti.

V současné době také firma disponuje zařízením pro výrobu jednodušších vláknových difrakčních struktur (FBG, tilted FBG, chirped, FBG, atd.). K zápisu vláknových mřížek je použita metoda bočního osvětlení UV laserem přes fázovou masku. Zdrojem zapisovacího svazku je excimerový KrF laser Coherent CompexPro 110 s nestabilním rezonátorem. Samotný zápis mřížek je realizován v zapisovací stanici LML-FBG-100, která zaručuje vysoce přesné a opakovatelné prostorové uspořádání výrobních součástí, monitorování vlastností UV svazku a kontrolu výrobního procesu. Kromě samotné výrobní stanice také firma disponuje dalšími potřebnými zařízeními pro přípravu výrobního procesu a následného zpracování. Pro zvyšování fotocitlivosti vláken je výrobní laboratoř vybavena dvojicí hydrogenačních komor, zařízením pro stripování vláken nemechanickou cestou garantující maximální zachování pevnostních parametrů připraveného vlákna, svářečkou umožňující sváření i PM vláken a zařízením pro recoating vyrobených mřížek a svárů. Do budoucna se připravuje rozšíření systému také pro výrobu LPFG a složitějších difrakčních struktur.

Vedle návrhu a výroby vláknových difrakčních struktur se firma NETWORK GROUP zabývá dalšími vývojovými aktivitami, především v oblasti optických sensorových systémů. Aktuálně běží projekt TA01030859 „Vývoj nového typu senzoru na bázi změny vlastností optických vláken pro aplikaci v systémech vysokorychlostního dynamického vážení vozidel na silniční síti“ spolufinancovaný Technologickou agenturou ČR v rámci programu Alfa a projekt OPPI „Zavedení inovace produktu a procesu v oblasti elektronických bloků a optických senzorů“.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Nabízíme spolupráci při vývoji a výrobě senzorů založených na vláknových mřížkách a systémů pro jejich vyhodnocování
- Nabízíme spolupráci ve vývoji aplikací využívající FBG a TFBG
- Nabízíme zakázkovou výrobu FBG a TFBG
- Hledáme spolupráci v oblasti výroby fázových masek pro výrobu FBG
- Hledáme know-how v oblasti zápisu FBG interferenční metodou

INTERFEROMETR KOMPENZUJÍCÍ FLUKTUACE INDEXU LOMU VZDUCHU V OSE MĚŘENÍ

Miroslava Holá

Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i.

Královopolská 147, 612 64 Brno, tel.: +420 541 514 127, email: hola@isibrno.cz

Obor: Interferometrie

Tato interferometrická technika je založena na diferenciální uspořádání pro měření v atmosférických podmínkách. Hlavní důvod rozvoje této velmi přesné techniky vychází z oblasti nanometrologie. Klíčovým zdrojem nejistot při optickém měření jsou fluktuace indexu lomu vzduchu. Hodnota této nejistoty se pohybuje na úrovni 10^{-6} při nepřímém vyhodnocení z fyzikálních parametrů atmosféry. Naše technika je založena na principu, kdy referenční délka interferometrické sestavy je odvozena od mechanické základny, která je vyrobena s materiálu s velmi nízkým koeficientem teplotní roztažnosti pohybujícím se na úrovni 10^{-8} . Tato technika umožňuje sledovat změny indexu lomu vzduchu přímo v ose měřicího svazku a zároveň je kompenzovat.

Optická sestava se skládá ze tří interferometrických jednotek, které mají stejnou dráhu laserového svazku. Dvě měří diferenciální posunutí, zatímco třetí vyhodnocuje změny v celém rozsahu měření, představuje refraktometr.

Autorka děkuje za podporu projektu TA ČR: TE01020233.

STIMULOVANÝ BRILLOUINŮV ROZPTYL A JEHO VYUŽITÍ

Milan Holík

PROFComms s.r.o.

Olomoucká 91, 627 00 Brno

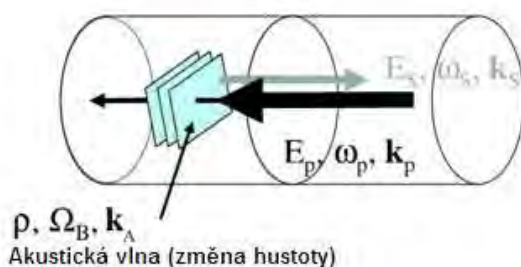
777192168

xholik02@stud.feec.vutbr.cz

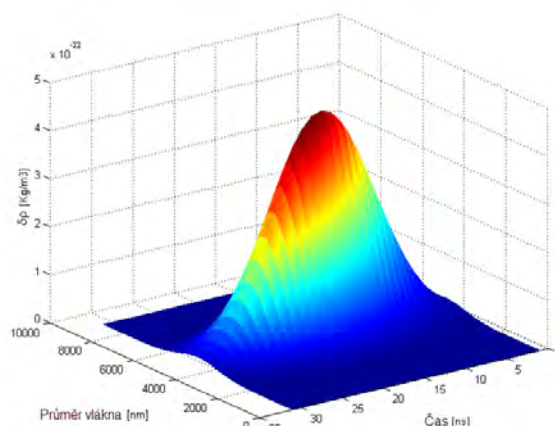
<http://www.proficomms.cz>

Obor: Vývoj optických a elektronických prvků a jednotek.

Při šíření světla v optickém vlákně dochází nejen k vedení světla, ale i k jeho rozptylu a disperzi. Z důvodu těchto ztrát energie vykazují i ty modernější single-mode (SM) vlákna jistý útlum laserového svazku, který jimi prochází. V roce 1922 Léon Brillouin ve své disertační práci poprvé popsal jev dnes známý jako Brillouinův rozptyl. S rozšířením optických komunikačních tras se stále častěji výzkum zaměřuje na odstranění ztrát při šíření světla v optických vláknech způsobených nelineárními jevy. Nelineární jevy mezi, které patří Ramanův a Brillouinův rozptyl a samofázová modulace je možné využít ve vláknových zesilovačích. Pro zesilování optických signálů přímo ve vlákně se využívá Ramanův rozptyl. Tyto zesilovače jsou známy jako EDFA pro C-pásmo (1550nm) nebo C+L pásmo (1550nm a 1600nm), PDFA pro O-pásmo (1310nm), TDFA pro S-pásmo (1480nm). Brillouinův rozptyl má využitelný význam až jako stimulovaný Brillouinův rozptyl (SBS). Při SBS dochází díky vlivu elektrostriktce k přeměně energie fotonů procházejících vláknem na změnu hustoty materiálu vlákna tzv. fonon. Tímto způsobem je možné vytvářet ve standardních komunikačních vláknech dynamické braggovy vláknové mřížky s dlouhou periodou (DFBG). Základní simulace ukázala velikost změny hustoty materiálu vlákna při SBS. Se změnou hustoty přímo souvisí změna indexu lomu. Situace způsobená SBS v materiálu je na Obrázek 1. SBS nastane při interakci dvou proti sobě jdoucích laserových svazků. Jedná se o pumpovací a tzv. Stokesův laserový svazek, přičemž akustická vlna se šíří ve směru vlny Stokesovy. Na Obrázek 2 je průběh změny hustoty materiálu při SBS. Vytvoření DFBG naráží na dva základní problémy. První je výkon optických svazků, který se pohybuje v řádech 100mW a druhý je frekvence optického modulátoru, který by měl mít ideálně 100GHz a vyšší modulační frekvenci. Motivací pro vývoj DFBG je možnost jejich využití jako základního prvku pro spektrální analyzátoři. Kde by DFBG sloužila jako laditelný vláknový filtr a nahradila tak stávající spektrální filtry založené na Fabry-Perotově rezonátoru.



Obrázek 1 Schematické znázornění stimulovaného Brillouinova rozptylu v optickém vlákně



Obrázek 2 Výsledek simulace změny hustoty materiálu vlákna při stimulovaném Brillouinově rozptylu

Poděkování:

Realizováno s podporou TAČR z projektů TA01030859, TA01010995.

ETALONY OPTICKÝCH FREKVENCÍ

Jan Hrabina

Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i.

Královopolská 147, 612 64 Brno, tel.: +420 541 514 127, email: hrabina@isibrno.cz

Obor: Frekvenční stabilizace laserů, absorpční kyvety

Návrh a zakázková výroba absorpčních kyvet – etalonů optických frekvencí používaných především k laserové spektroskopii a k frekvenční stabilizaci laserů – patří k tradičnímu a stále rozvíjenému oboru na oddělení Koherenční optiky ÚPT AV ČR, v.v.i. Původní technologie vyvinutá pro plnění kyvet superčistým molekulárním jodem byla dále rozvíjena a aplikována na celou řadu dalších absorpčních médií pokrývajících značnou část spektra optických kmitočtů současných laserů – acetylen pro telekomunikační pásma, rubidium pro aplikace v oboru magnetické rezonance (generace hyperpolarizovaného xenonu), metan, cesium a další. Na přání je možno navrhnout a vyrobit i kyvety plněné jinými izotopy plynů a to včetně kontroly tlaku média uvnitř kyvety a přípravy antireflexních vrstev na optických okénkách.

Hlavní skupinou stále zůstávají kyvety plněné molekulárním jodem, sloužící především pro stabilizaci laserů pracujících ve viditelné části spektra – vlnových délkách 515, 532 a 633 nm. S ohledem na unikátní technologické postupy umožňující dosáhnout čistoty absorpčního média na špičkové úrovni v kombinaci s možností evaluace čistoty média přímo v naší laboratoři nachází tyto kyvety uplatnění na vědeckých a metrologických pracovištích po celém světě.

Současný výzkum v oblasti absorpčních kyvet na našem ústavu představují práce na nových materiálech použitelných pro jejich výrobu a rovněž technikách zjednodušujících uplatnění kyvet v experimentech. Jako velmi perspektivní se jeví použití fotonických vláken plněných absorpčními médii. Tento přístup dovoluje především dosáhnout téměř libovolných interakčních délek laserového záření s absorpčním plynem.

Poděkování

Tento výzkum je podpořen granty GAČR: GPP102/11/P820 a GA102/09/1276, AV ČR KAN311610701, MŠMT CZ.1.05/2.1.00/01.0017 a LC06007, Evropským sociálním fondem a národním rozpočtem ČR CZ.1.07/2.4.00/31.0016, TAČR TA02010711 a TE01020233.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Výroba kyvet plněných izotopicky čistými plyny
- Frekvenční stabilizace laserů
- Laserová interferometrie
- Laserová spektroskopie

JEDNOTKA PRO MONITOROVÁNÍ INDEXU LOMU VZDUCHU PRO KOREKCE PŘI LASEROVÉM MĚŘENÍ DÉLKY

Václav Hucl

Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i., Koherenční optika

Královopolská 147, 612 64 Brno, 541514249, treak@isibrno.cz, www.isibrno.cz

Obor: Koherentní lasery a interferometrie

Index lomu vzduchu je významná veličina, která má vliv na přesné laserové měření délky v oblasti nanometrologie. Jelikož laserová měření jsou často prováděna při podmínkách běžné atmosféry, je nutné změny indexu lomu vzduchu sledovat a provádět korekce laserového měření. Prezentovaná práce popisuje jednotku pro monitorování indexu lomu vzduchu určenou k použití v laserových měřicích soustavách. Jednotka pracuje na principu měření teploty, tlaku a vlhkosti, ze kterých se v reálném čase počítá aktuální hodnota indexu lomu vzduchu pomocí upravené Edlenovy formule pro vlnovou délku 633 nm. Jednotka dále obsahuje tři teplotní čidla pro monitorování teploty objektů v důležitých místech měřicí soustavy.

Při návrhu jednotky byl kladen důraz na malé rozměry měřicí jednotky za účelem snadné montáže do měřicí soustavy a na velmi nízký výkonový odběr elektroniky, takže jednotka velmi málo tepelně ovlivňuje laserové měření.

V rámci práce proběhlo také ověření činnosti pomocí přímé metody detekce hodnoty indexu lomu vzduchu pomocí laserového refraktometru s evakuovatelnou kyvetou.

Práce vznikla za podpory MPO FR-TI2/705 a MŠMT CZ.1.07/2.4.00/31.0016.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Návrh a konstrukce elektroniky pro zpracování signálů
- Programování mikrokontrolérů a signálových procesorů
- Přesné měření délek pomocí laserů

MĚŘENÍ VLASTNOSTÍ POVRCHU LASEREM NATAVENÉHO DENTINU

**Hana Chmelíčková^a, Hana Šebestová^a, Helena Hiklová^a,
Lenka Řiháková^b**

^aFyzikální Ústav AV ČR, Společná laboratoř optiky UP a FZÚ AV ČR, 17. listopadu 50a, 772 07 Olomouc, tel.: 585631516, e-mail: hana.chmelickova@upol.cz

^bUniverzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, RCPTM, SLO UP a FZÚ AVČR, 17. listopadu 50a, 772 07 Olomouc, tel.: 585631677, e-mail: lenka.rihakova@upol.cz

Obor: aplikovaný výzkum laserových technologií

Interakce laserového záření o vlnové délce $\lambda = 1064$ nm se zubními tkáněmi a její využití pro terapeutické účely je studována na mnoha výzkumných pracovištích. Jednou z možných aplikací je léčba zvýšené citlivosti odhalených zubních krčků uzavřením dentinových tubulů taveninou, generovanou po ovlivnění povrchu dentinu zářením pulsního Nd:YAG laseru s optimální hustotou energie. Pro experiment in vitro jsou připravovány vzorky z extrahovaných lidských zubů řezáním nebo broušením v horizontálních či vertikálních rovinách zubu s cílem získat maximální plochu obnažené zuboviny. Přítomnost vyústění tubulů a nové vlastnosti povrchu po ovlivnění laserem jsou zjišťovány mikroskopickými metodami, nejčastěji SEM (skenovací elektronovou mikroskopií), pro kterou je nutné připravit velmi malé vzorky a následně je pokrýt vodivou vrstvou.

V laboratoři laserových technologií SLO UP a FZÚ AV ČR byla provedena simulace natavování dentinu na obroušených bočních plochách celých zubů, zalitých v epoxidové pryskyřici. Byla zjišťována závislost vlastností natavené tkáně na počáteční drsnosti vzorků, druhu antireflexních barviv a energii laserového pulsu. Pro zobrazení povrchu a měření natavených stop byl použit laserový skenovací konfokální mikroskop LEXT OLS 3100, drsnosti povrchu vzorků před a po ovlivnění byly změřeny pomocí kontaktního profilometru TALYSURF. Softwarové vybavení obou přístrojů umožňuje dále získat příčné a podélné profily, 3D rekonstrukce povrchu, a další zobrazení. Na snímcích se zvětšením 1200x byla zjištěna typická hrudkovitá tavenina, pokrývající celý povrch vzorku, drsnosti přetaveného povrchu se pohybovaly v závislosti na rostoucí energii pulsu od $R_a = 1,37 \mu\text{m}$ do $3,89 \mu\text{m}$, což řádově odpovídá drsnosti povrchu vzorku neopracovaného zubu $R_a = 1,94 \mu\text{m}$. Výhodou obou metod je flexibilita a rychlost zpracování výsledků experimentu.

Poděkování

Tato práce byla vytvořena za podpory projektu TAČR č. TA01010517 “Moderní multivrstvé optické systémy”.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Analýza profilu laserového svazku pomocí LBA SPIRICON
- Volné kapacity pro vývoj a výrobu prototypů z kovových fólií
- Spolupráce na řešení diplomových prací z oblasti laserových technologií

VYUŽITÍ PROSTOROVÉHO MODULÁTORU SVĚTLA KE TVAROVÁNÍ LASEROVÝCH SVAZKŮ

Petr Jákl, Martin Šiler, Pavel Zemánek

Optické mikromanipulační techniky, Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i.

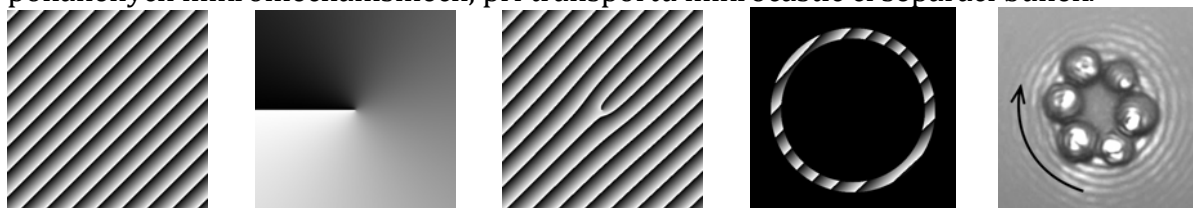
Královopolská 147, 612 64 Brno

tel. 541 514 284, email: jakl@isibrno.cz, <http://www.isibrno.cz/omitec>

Obor: Optické chytání – příprava, automatizace a zpracování experimentů

Prostorový modulátor světla (PMS) se skládá z vrstvy tekutých krystalů, jejichž orientaci je možno dynamicky měnit pomocí plošně definovaného elektrického napětí. Při použití nematických tekutých krystalů orientovaných paralelně s polarizací dopadajícího laserového svazku vytváří PMS čistě fázovou difrakční strukturu, jejíž fázový posun v jednotlivých pixelech je řízen ovládacím softwarem. Široká škála využití tohoto přístroje zahrnuje kompenzaci optických vad experimentální aparatury, vytváření více svazků v prvním difrakčním řádu či tvorbu speciálních nedifrakčních struktur.

V našem případě je PMS využito pro optické zachytávání živých i neživých objektů o rozměrech od stovek nanometrů až po desítky mikrometrů. Nejčastěji využívanou variantou mikromanipulačních technik je jednosvazková optická pinzeta, která vznikne zaostřením laserového svazku objektivem s velkou numerickou aperturou. PMS tuto metodu povyšuje a umožňuje vytvořit velké množství optických pinzet s polohami definovanými uživatelem, které je možné navíc dynamicky měnit. Důležitým aspektem využití PMS je rovněž tvorba netradičních optických pastí. Pokud do prvního difrakčního řádu odkloníme mezikruží, vzniklý svazek kolimujeme a zaostříme objektivem mikroskopu, vznikne besselovský svazek. Mezi jeho typické vlastnosti patří zejména nedifrakční charakter – průměr jádra určený velikostí tvořícího mezikruží se podél svazku nemění. Jestliže je fázová mřížka modulována šroubovicí se stoupáním $N \cdot 2\pi$, vzniká tzv. optický vír s topologickým nábojem N . Optické víry se vyznačují minimem optické intenzity v optické ose a orbitální hybností, která způsobí rotaci částic vázaných v prstenci optického víru. Směr rotace částic je dán znaménkem topologického náboje. Tohoto mechanismu je možné využít například v opticky poháněných mikromechanismech, při transportu mikročástic či separaci buněk.



Obr. 1: Způsob vytvoření optického vortexu pomocí PMS. Fázové masky zleva doprava: mřížka tvořící svazek prvního řádu, fázová spirála s topologickým nábojem 1, mřížka modulovaná fázovou spirálou, vyčlenění mezikruží tvořícího optický vír. Černá barva – fáze 0, bílá barva – fáze 2π . Vpravo – soubor polymerových částic o průměru $5\ \mu\text{m}$ vázaných v prvním maximu optického víru s topologickým nábojem -3 rotuje vlivem orbitální hybnosti.

Autoři by chtěli poděkovat za podporu TA ČR (TE01020233).

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Návrh a sestavení experimentální aparatury pro optické mikromanipulace
- Automatizace experimentů – programování v prostředí LabVIEW
- Zpracování experimentů – trasování pohybu částic z videozáznamu, analýza Brownova pohybu či analýza rotace částic – programování v prostředí Matlab

ELEKTRONIKA PRO LASEROVÉ SYSTÉMY A PŘÍKLAD JEJÍHO NESTANDARDNÍHO POUŽITÍ

Petr Jedlička

ÚPT AV ČR, v.v.i., oddělení koherenční optiky

Královopolská 147, Brno, 621 64

+420 541 514 327

jedla@isibrno.cz

Obor: Analogová a digitální elektronika, mikroprocesorová technika, laserové systémy

Prezentace seznámí s elektronikou vyvíjenou a používanou v experimentálních sestavách v laboratořích oddělení koherenční optiky na ÚPT AV ČR. Budou popsány detekčních a regulačních karty pro aplikace z oboru laserové interferometrie, využití průmyslové sběrnice CAN a ethernetové sítě pro přenos dat v laboratorním prostředí a vývoj specializovaného uživatelského softwaru pro laboratorní aplikace.

Univerzálnost a modularita bude demonstrována na použití v zařízení BAARA, které slouží k terénnímu monitorování pohybu drobných obratlovců a bylo vyvinuto ve společném projektu s pracovištěm katedry zoologie PřF UK a pracovištěm katedry zoologie a botaniky PřF MU.

Autor děkuje za podporu projektu TA ČR: TE01020233 a GAV: IAA601110905.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Návrh elektronických obvodů
- Řídicí systémy
- Měření elektrických i neelektrických veličin
- VF obvody
- Radiové antény, zaměřovací systémy

MIKROKAPÉNKOVÉ LASERY

**Jan Ježek, Zdeněk Pilát, Alexandr Jonáš*, Mehdi Aas*,
Alper Kiraz* a Pavel Zemánek**

Optické mikromanipulační techniky, Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i.

Královopolská 147, Brno 612 64

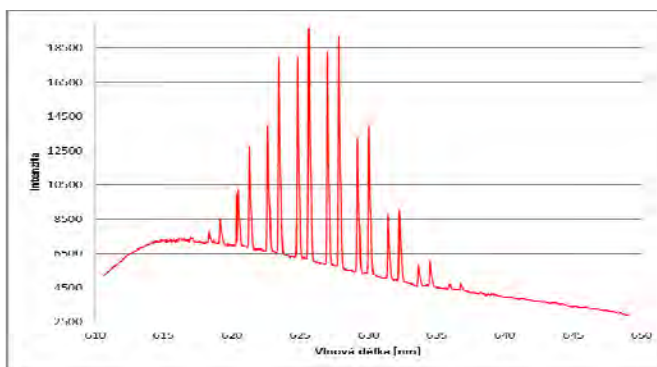
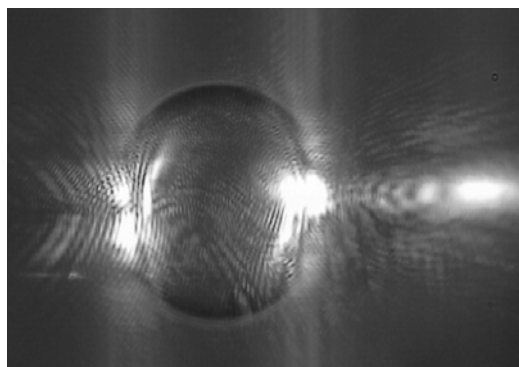
Tel.: +420 541 514 282, E-mail: jezek@isibrno.cz, WWW: <http://www.isibrno.cz/omitec/>

*Koc University, Rumelifeneri Yolu, 34450 Sariyer Istanbul, Turkey

Obor: Optická pinzeta, mikrofluidní čipy, Ramanovská spektroskopie

Současným trendem je neustálá miniaturizace elektronických ale i optických elementů, příkladem jsou optická vlákna, integrované optické obvody, polovodičové lasery, fotonické krystaly, atd. V oblasti optiky začínají stále významnější roli hrát optické elementy (např. čočky), které obsahují kapalná optická rozhraní vyznačující se téměř dokonalým optickým povrchem s minimální drsností. Emulzní mikrokapénky nesené v kapalině, se kterou se nemísí, proto představují dokonalé kulové mikroobjekty s ideálním optickým povrchem. Navíc fungují jako optické rezonátory, ve kterých lze vybudit speciální mody (anglicky nazývané Whispering Gallery Modes (WGM)) s extrémně vysokým činitelem jakosti a následně úzkou spektrální odezvou.

Zaměřili jsme se na sestavení mikrolaseru na bázi emulzní kapénky dopované vhodným barvivem, které je vázáno na kapalně rozhraní. Kapénky jsme generovali v mikrofluidním čipu a vzniklý funkční laser o průměru cca 15 μm jsme zachytili do optické pinzety a získali tak unikátní zdroj koherentního záření mikrometrových rozměrů s možností jej polohovat s mikrometrovou přesností.



Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Tvorba PDMS mikrofluidních systémů „soft litografií“
- Optická pinzeta a její využití
- Laserový skalpel
- Návrh a konstrukce mechanických komponent pro optické systémy
- Ramanovská spektroskopie
- Fotopolymerace mikrostruktur

AUTOMATICKÉ TŘÍDĚNÍ MIKROOBJEKTŮ NA ZÁKLADĚ RAMANOVSKÉ PINZETY

Jan Kaňka, Silvie Bernatová, Mojmír Šerý, Jan Ježek, Petr Jákl, Zdeněk Pilát, Martin Trtílek*, Ota Samek a Pavel Zemánek

Optické mikromanipulační techniky, Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i.

Královopolská 147, 612 64 Brno

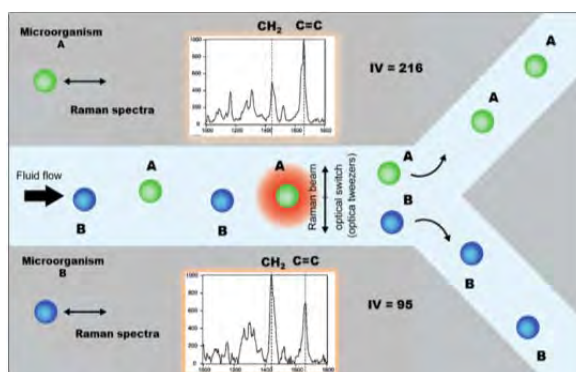
Tel.: 541 514 127, email: kanka@isibrno.cz, <http://www.isibrno.cz/omitec>

*Photon Systems Instruments, Drásov 470, 664 24 Drásov

Obor: Ramanovská optická pinzeta – automatizace experimentů a zpracování dat

Analytické metody užívané moderní biologií se rozšiřují i do oblasti studia fungování organismů na úrovni jednotlivých buněk. Udržení studovaného mikroorganismu životaschopného je zásadní v mnoha oblastech biologie či technologií, ať už se jedná o studium buněčného vývoje, či kultivaci vhodné populace pro paliva III. generace. Pro tyto účely se jeví vhodné užití laserových svazků vhodné vlnové délky. Po fokusaci tento svazek interaguje s jednotlivým mikroobjektem a umožňuje jeho studium bez poškození. Méně známou skutečností je, že světlo má i mechanické účinky a vhodně tvarovaný laserový svazek umožňuje bezkontaktní zachycení mikroobjektu do tzv. optické pasti a jeho přemísťování v prostoru. Spojením těchto metod získáme optimální analytickou platformu, kterou dokážeme mikroorganismy spektroskopicky identifikovat, a na základě definovaných pravidel s nimi manipulovat při zachování jejich životaschopnosti.

Zaměřili jsme se na specifické druhy řas (*Trachydiscus minutus*, *Botryococcus sudeticus*, *Chlamydomas* sp.) které si vytvářejí zásoby ve formě lipidových kapének s různým stupněm nenasycenosti mastných kyselin a které jsou následně využitelné k rafinování biopaliv nebo potravním doplňkům. Jednotlivé buňky jsou identifikovány CCD kamerou, optickou pinzetou zachyceny a přeneseny do oblasti snímání ramanovského spektra z lipidických kapének. Spektrum je v reálném čase vyhodnoceno a podle výsledku je živá buňka přenesena optickou pinzetou do příslušného výstupního kanálu.



Obr. 1: Schématické znázornění procesu třídění

Tato práce byla vypracována za podpory MPO ČR (FTR -T11/443), MŠMT ČR (ALISI No.CZ1.05/2.1.0/01.0017) a GA ČR (GA P205/11/1687).

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Automatizace experimentů zpracování signálů a obrazu – v prostředí LabVIEW
- Řízení externího HW pomocí PC (LabVIEW) a Mikrokontrolerů (ATMega)

FIRMA LAO - PRŮMYSLOVÉ SYSTÉMY, S.R.O.

Martin Klečka

LAO - průmyslové systémy, s.r.o.

Na Floře 1328/4, 143 00 Praha 4

Tel: +420 241 046 810

Mob.: +420 604 278 308

E-mail: klecka@lao.cz

Skype: lao.m.klecka

web: www.lao.cz



Obor: lasery, optika, optomechanika, detektory a další přístroje

*„Váš spolehlivý partner ve světě **fotoniky** a **technických inovací** již od r. 1992!“*

Firma LAO se zabývá řešeními v oblasti laserových systémů, optiky a optomechaniky, optoelektronických a měřících zařízení, kompletních technologických laserových systémů, pro vědecké i průmyslové aplikace. A to včetně servisu a dodávek náhradních dílů a spotřebního materiálu.

Její zaměstnanci si dokáží poradit s řešením dané aplikace, navržením vhodné sestavy, či zvolením optimální technologie. Nabízí kvalitní a prověřené produkty od světových dodavatelů. Dále firma LAO nabízí zakázkové značení a gravírování ve vlastní aplikační laboratoři. Kontinuitu kvalitních služeb firmy LAO vždy zaručovali její pracovníci, kteří mají několikaleté zkušenosti s laserovými a optickými aplikacemi. Zárukou kvality služeb je rovněž certifikace ISO 9001-2001, kterou firma získala v roce 2005.

Základní oblasti naší činnosti:

Vědecké aplikace - dodávky komponent a zařízení pro vědu a výzkum

Průmyslové aplikace - komplexní technologické řešení v oblasti průmyslových laserových aplikací –řezání, svařování, značení, vrtání, atd.

Prodej náhradních dílů - prodej náhradních dílů a spotřebního materiálu (optika, lampy, trysky,...) pro laserové aplikace do průmyslu i vědy

Servis - servis a služby v oblasti školení, technické podpory a pravidelných prohlídek

JobShop - zakázkové značení a gravírování

Mottem firmy LAO je:

„Neprodáváme pouze zboží, ale nabízíme komplexní a kompetentní řešení Vašich potřeb s následným servisem a technickou podporou!“



λ is our $\alpha \Omega$
[překlad: všechno kolem světla]

POČÍTAČEM GENEROVANÉ HOLOGRAMY — CGH

Vladimír Kolařík, Milan Matějka

Ústav přístrojové techniky AV ČR, v. v. i.

Královopolská 147, 612 64 Brno, email: kolariq | mmatejka @isibrno.cz,

web: EBL.isibrno.cz

Obor: Elektronová litografie a průmyslová holografie

Technologie elektronové litografie (EBL) umožňuje přípravu planárních mikrostruktur v submikronovém rozlišení. Jedním z typů připravovaných struktur jsou fázové difrakční struktury (phase DOE), které tvarují monochromatický svazek světla, resp. počítačem generované hologramy (Computer Generated Holograms – CGH).

Přípravou a realizací těchto struktur se zabýváme již řadu let: počínaje jednoduchými binárními strukturami (se symetrickou odezvou) po víceúrovňové struktury (s potlačením jednoho ze symetrických difrakčních řádů) s optimalizovaným obrazem (potlačení šumu v promítaném obraze). Dosud připravované CGH byly poměrně jednoduché: nízké rozlišení obrazu (512×512 bodů), monochromatická projekce, malý promítací úhel (~ 10 stupňů), jednotlivé obrázky. V poslední době jsme však začali uvažovat o přípravě struktur nebo jejich sad, které by mohly být vylepšeny v jednom nebo v několika z následujících směrů.

rozlišení obrazu	Vysoké rozlišení obrazu v řádu tisíce až desetitisíce bodů. Výpočetně náročná optimalizace struktury. Nezbytný je široký (nerozbíhavý) svazek světla.
barva	Polychromatický obraz. Jako zdroj světla použít tři lasery základních aditivních barev (RGB). Optimalizace obrazu z hlediska minimálního šumu, věrnosti barev, soukrytu barevných složek.
úhel projekce	Projekce do (téměř) celého poloprostoru. Korekce zkreslení geometrie. Homogenita intenzity obrazu v celé ploše projekce.
animace	Sada jednotlivých snímků CGH promítaných jako krátká animace. Konstrukce projektoru bez závěrky. Minimalizace zkreslení při pohybu během promítání.
výkonový laser	Tvarování standardního profilu (gaussovského) laserového svazku do profilu požadovaného, např. top hat.

Náš příspěvek v této problematice se zaměřuje na návrh a výpočet optimalizovaných struktur, dále přesnou a robustní technologii jejich realizace a techniky pro replikaci struktur. V aplikačních oblastech uvítáme spolupráci: laserová ukazovátka, optické sestavy a konstrukce projektoru, osvětlování, případně příprava složitějších grafických dat apod.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce: aplikace CGH.



Víceúrovňová struktura CGH



Projekce hologramu

LASEROVÉ MĚŘICÍ SYSTÉMY V NANOMETROLOGII

Josef Lazar, Jan Hrabina, Mojmír Šerý, Martin Čížek a Ondřej Číp

Ústav přístrojové techniky, AV ČR, v.v.i.

Královopolská 147, 612 64 Brno (joe@isibrno.cz, <http://www.isibrno.cz>)

Obor: Koherentní lasery a interferometrie

Naše účast ve vývoji systémů pro nanometrologii byla iniciována účastí v projektu podpořeného v rámci výzvy „Nanotechnologie pro společnost“, jejímž poskytovatelem byla Akademie věd ČR. Na projektu jsme spolupracovali s Českým metrologickým ústavem (ČMI) v Brně. Jedním z cílů projektu bylo vytvořit národní nanometrologický etalon, který by sloužil metrologické praxi v Oddělení nanometrologie v ČMI. Toto úsilí bylo zasazeno do širšího mezinárodního kontextu. Obdobná zařízení vznikají v metrologických laboratořích světa.

Volba kombinace odměřovacího systému a sondového mikroskopu je obvyklou volbou. Představuje ve srovnání s elektronovým mikroskopem instrumentálně jednodušší a levnější řešení. Vzorek nanostruktury může být měřen na vzduchu, vakuum není nutné a rozlišení je až na atomární úrovni. Sondové mikroskopy určené k zobrazování topografie povrchu mají vlastní polohovací systém sondy (hrotu) prostřednictvím piezoelementů, který pokrývá rozsah typicky několika μm . To, co stačí pro zobrazování, je ale nepoužitelné pro měření. Sondový mikroskop s odměřováním polohy sondy je konstruován inverzně s pevným hrotem a polohovatelným vzorkem.

Náš konstrukční návrh předpokládá měření ve všech šesti stupních volnosti samostatnými interferometry. Zásady interferometrického měření aplikované pro souřadnicové odměřování polohy vzorku vůči sondě kladou nároky zvláště na eliminaci Abbého chyby, tj. rozdílu os měření a posuvu. Zachování Abbého principu vyžaduje přesné sesouhlasení průsečíku měřících os v bodě hrotu. Dále zachování ortogonalit souřadnic vyžaduje měření, lépe regulaci úhlů souřadnicového stolu. Měření úhlových odchylek více samostatnými interferometry představuje nejpřesnější možné vyhodnocení úhlů díky velké bázi ve srovnání např. s autokolimátory, nebo interferometry kombinujícími měření délky a úhlu. Interferometrické jednotky byly koncipovány jako samostatné prvky, spojující optiku interferometru s detekční jednotkou pro homodynní detekci interferenčního signálu, přičemž rozvod světla je v plně optovláknové verzi. Úhlové chyby posuvu jsou kompenzovány aktivně, v regulačních zpětnovazebních smyčkách prostřednictvím piezoelementů s vertikálním zdvihem a horizontálním střížným posuvem.

Koncept, který se podařilo realizovat, může být východiskem pro návrh dalších víceosých měřících systémů jak pro nanometrologii s mikroskopií s lokální sondou a s velkým rozsahem polohování („long-range“), nebo také pro nanometrologické systémy kombinující elektronovou mikroskopii s interferometrickým odměřováním. Elektronový mikroskop představuje sice systém úplně jiné třídy komplexity a také ceny, ale pro nanometrologii nabízí řadu vlastností a předností nedosažitelných mikroskopem atomárních sil. Každopádně se jedná do budoucnosti o velkou výzvu.

Poděkování: Autoři děkují za podporu projektům: TA ČR: TE01020233, TA02010711, GAČR: GA102/09/1276, dlouhodobému koncepčnímu rozvoji 2012 – 2017 č.: RVO: 68081731 a Evropské komise a MŠMT (projekt. č. CZ.1.05/2.1.00/01.0017, ALISI).

INSTRUMENTACE PRO SPEKTRÁLNÍ ANALÝZU MOLEKULÁRNÍ ABSORPCE PLYNŮ POMOCÍ FEMTOSEKUNDOVÉHO HŘEBENE OPTICKÝCH FREKVENCÍ

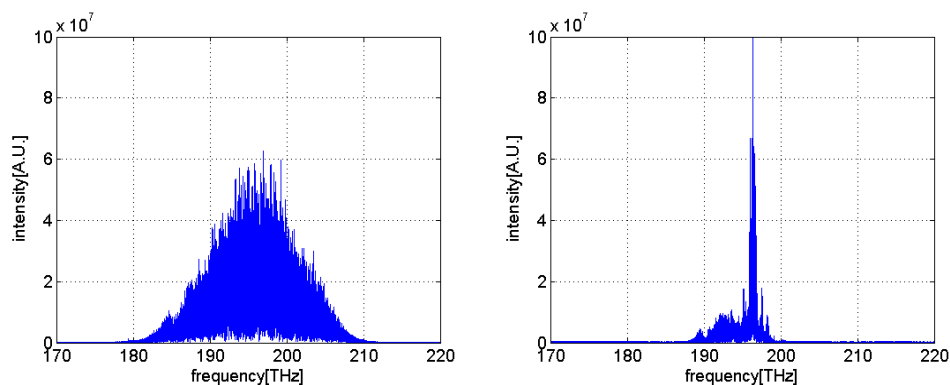
Adam Lešundák

Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i., Koherenční optika

Královopolská 147, 612 64 Brno, 541514253, lesundak@isibrno.cz, www.isibrno.cz

Obor: Koherentní lasery a interferometrie, pulsní lasery

Spektrální analýza absorpce molekulárních plynů patří k velice účinným metodám detekce jejich koncentrací v testovaných vzorcích. Prezentovaná práce popisuje pilotní optickou sestavu, ve které se pomocí autokorelace femtosekundových pulsů testovacího laseru a detekčního řetězce analyzuje spektrum hřebene optických frekvencí. Detekční jednotka se skládá z Michelsonova interferometru s motorizovaným pohyblivým měřicím zrcadlem. Zachycený optický signál – interferogram je digitálně zpracováván ve dvou krocích. Nejdříve se na naměřená data aplikuje námi vyvinutý algoritmus, který kompenzuje nestabilitu rychlosti měřicího zrcadla. Dále se takto upravená data filtrují a následně se převedou z časové do frekvenční domény pomocí Fourierovy transformace. Hlavní část práce je věnována korekci nerovnoměrné rychlosti zrcadla. K tomuto účelu jsme implementovali do sestavy pomocný inkrementální interferometr, který identifikuje polohu zrcadla v průběhu vlastní autokorelace. Naši metodu korekce rychlosti zrcadla jsme ověřili při měření spektra pulsního laseru v kombinaci s kontinuálně pracujícím DFB laserem na vlnové délce 1541 nm. Při neupravených datech se spektrum jeví jako rozmazané bez možnosti rozlišit spektrum optického hřebene a spektrální čáry DFB diody, naopak při použití naší metody se spektrum zaostří a je vidět spektrální čára DFB diody i optického hřebene, viz Obr. 1.



Obr.1: Vlevo: Spektrum DFB laseru a optického hřebene bez kompenzace. Vpravo: Spektrum po provedení naší metody kompenzace rychlosti měřicího zrcadla.

Práce vznikla za podpory GAČR GP102/10/1813 a MŠMT CZ.1.07/2.4.00/31.0016.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Přesné měření délek pomocí laserů
- Využití stabilních pulsních laserů

SPECIÁLNÍ OPTICKÁ VLÁKNA A VLÁKNOVÉ BRAGGOVY MŘÍŽKY

Břetislav Mikel

Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i., Oddělení Koherenční optika
Královopolská 147, 612 64 Brno, email: mikel@isibrno.cz, tel: +420 541 514 252

Obor: Laserová interferometrie, vláknová technika, Braggovy vláknové mřížky.

V oddělení Koherenční optiky ÚPT AV ČR v.v.i. se v současnosti využívají různé typy optických vláken ve většině experimentů. Naše aplikace jsou však v mnohých požadavcích na vláknovou optiku specifické. V experimentech využíváme vlnové délky světla od blízké UV oblasti (350 nm) až po IR oblast (1550 nm). Ve většině experimentů, zejména v experimentech vláknové interferometrie je pak využíváme optická vlákna typu PM (polarization maintaining) a PP (polarization preserving). Většina těchto dostupných PP a PM vláken však nezajistí konstantní polarizaci záření na výstupu z optického vlákna při změně okolních podmínek nebo mechanickém namáhání vlákna. Podařilo se nám najít a prakticky ověřit v současnosti nejlepší typy PM optických vláken pro různé vlnové délky od 630 nm do 1600 nm, které fungují s odchylkou polarizace do 5 % při mechanickém i teplotním namáhání vyhovujícím většině běžných provozů. Naše technika pak umožňuje i výrazné zlepšení polarizačních vlastností stávajících optických vedení jejich fixací, prodloužením apod. Postupným laděním svařovacích parametrů vláknové svářečky a zajištěním kolmého zalomení všech typů optických vláken jsme dosáhli možnosti svařovat většinu využívaných optických vláken. Zlepšení útlumu zpětných odrazů a vložného útlumu spoje ve srovnání s běžně dosahovanými hodnotami je patrné zejména u optických vláken typu PM. V současnosti máme dokončen nebo dokončujeme nastavení svařovacího procesu pro optická vlákna typu PM Nufern pro vlnové délky 1550, 760 a 630 nm.

Vláknové Braggovy mřížky se dnes již objevují v mnoha aplikacích napříč mnoha obory. Využívají se jako optické senzory tahu, teploty, tlaku a mnoha jiných. Současně se nejvíce používají jako optické filtry např. v telekomunikacích. V našich experimentech a zařízeních využíváme vláknové mřížky s centrální vlnovou délkou 760 nm a 1540 nm jako frekvenční filtry, příp. v laserových interferometrech na zlepšení frekvenčních parametrů laserových diod. V současnosti máme v přípravě několik projektů na využití vláknových mřížek v oblasti měření mechanického namáhání, teploty a vibrací.

Oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Optická měření délky
- Vláknové optické senzory s vláknovými Braggovými mřížkami
- Monitorování délky, teploty atd. založené na principu laserového interferometru s optickými vlákny
- Svařování PM optických vláken

Poděkování

Tento výzkum je podpořen z projektu aplikovaného výzkumu Technologické Agentury České republiky TA01010995.

MIT – LASERY, FOTONIKA A JEMNÁ MECHANIKA

Martin Moser

MIT s.r.o.

Klánova 56, 147 00 Praha 4

Tel. : 241 712 548,

Email: moser@mit-laser.cz

web: www.mit-laser.cz



Obor: Obchodní, poradenská a servisní činnost v oblasti laserové techniky, fotoniky a jemné mechaniky

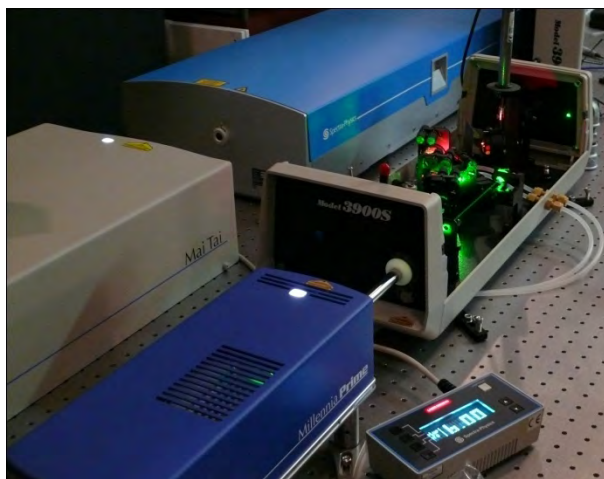
Firma MIT, s.r.o. se zabývá obchodem, poradenstvím a servisem v oblasti laserové techniky, fotoniky a jemné mechaniky. Dodáváme s následnou záruční a pozáruční podporou výrobky od největších a nejrenomovanějších světových výrobců.

Náš program obsahuje:

- Lasery téměř všech typů a velikostí pro vědecké a průmyslové aplikace
- Přístroje pro měření a diagnostiku svazku, monochromátory, solární simulátory, světelné zdroje, spektrometry, atd.
- Polohovací systémy pro polohování s přesností až několika nanometrů
- Optomechanické prvky
- Optické stoly a antivibrační pracoviště
- Detektory všech typů s následným zpracováním signálu
- Optické prvky a optické filtry pro biologické i fyzikální laboratoře a pro průmysl
- Aktivní i pasivní prvky pro optické komunikace



Optické stoly Newport pro čisté prostředí (projekt ALISI)



Široce laditelný femtosekundový laserový systém Newport/Spectra-Physics (Společná laboratoř FzÚ AV ČR a MFF UK)

AKTIVNÍ ŘÍZENÍ A OPTIMALIZACE LASEROVÉHO SVAŘOVACÍHO PROCESU

Libor Mrňa

mrna@isibrno.cz, mobil: 731 462 192

Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i

Královopolská 147, 612 64 Brno

Obor: Výkonové laserové technologie

Doposud je laserový svařovací proces předurčen svými předem nastavenými svařovacími parametry. Jako výhodnější se jeví řídit parametry dynamicky během svařovacího procesu. To ovšem vyžaduje průběžné snímání charakteristik doprovázejících laserový svařovací proces, jejich zpracování a vyhodnocení a nakonec aktivní řízení svařovacích parametrů. Všemi těmito aspekty se zabývá skupina s názvem „Laserové technologie“.

Z hlediska snímání svařovacích charakteristik se využívá záření obláčku plazmatu doprovázejícího laserový svařovací proces, obraz vstupní části key hole. Při zpracování vstupních signálů se používá FFT i obrazová analýza. Pro vlastní řízení se používá tvarování a polohování zaostřeného laserového svazku, čímž se ovlivňuje vazba záření do stěn key hole.

Pracoviště je vybaveno vláknovým laserem IPG o výkonu 2 kW, svařovací hlavou Precitec YW30 a řeznou hlavou Precitec YRC (s vlastním řízením odstupu. Tyto hlavy jsou nesené průmyslovým robotem IRB2400 s a přídatným dvouosým manipulátorem IRBP.



Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Vývoj laserových svařovacích hlav
- Vývoj výkonové adaptivní optiky
- Svařitelnost heterogenních materiálů
- Studium vlivu ochranné svařovací atmosféry
- Zakázkové svařování materiálů a dílů
- Laserové řezání materiálů
- Poradenství v oblasti výkonových laserových technologií.

Poděkování: Autoři děkují za podporu projektům: TA ČR: TE01020233, TA02010711, GAČR: GA102/09/1276, dlouhodobému koncepčnímu rozvoji 2012 – 2017 č.: RVO: 68081731 a Evropské komise a MŠMT (projekt. č. CZ.1.05/2.1.00/01.0017, ALISI).

LASEREM MODIFIKOVANÉ VLASTNOSTI POVRCHŮ

Stanislav Němeček

MATEX PM s.r.o.,

Morseova 5, 301 00 Plzeň, 737424542, nemecek@matexpm.com, www.matexpm.com

Obor: Materiálové inženýrství v oblastech laserového zpracování materiálů

Současné diodové a vláknové lasery s kontinuálním výkonem několika kW jsou vhodným zdrojem tepelného výkonu, kterým je možné řídit mechanické vlastnosti povrchů. Při nižší intenzitě výkonu laserového paprsku nastává uvnitř kovových materiálů, jako jsou např. oceli, ke změnám a přeuspořádání na úrovni krystalové mřížky. Výsledkem je většinou zpevnění a vytvrzení povrchu do hloubky několika milimetrů, což zvyšuje odolnost povrchu proti vnikání cizích tvrdých částic a tím i omezení otěru. Taková technologie se používá pro zvýšení životnosti řady strojních dílů, jako jsou ozubená kola, hřídele, nástroje atd. Další zvýšení energie paprsku vede k natavení kovových dílů, typickým příkladem využití je svařování – nerozebíratelné spojování dvou nebo více dílů do jednoho celku. Hlavní předností laserů oproti ostatním metodám je vysoká rychlost a snadná robotizovatelnost procesu, což vede k minimálním deformacím po svaření. Proto se laserové svařování uplatňuje zejména při svařování dlouhých svarů nebo hromadné výrobě. Do paprsku lze přivést přídavný drát nebo prášek se specifickým chemickým složením, dochází k natavení přídavného materiálu i navařovaného povrchu laserem a vzniká kovová vrstva s dokonalým přilnutím. Podle volby přídavného materiálu vznikají vrstvy s vysokou odolností proti korozi, otěru, zvýšené teplotě apod. Výše uvedené technologie provádíme na zakázku v našich provozovnách pro řadu strojírenských firem.



Připravujeme výzkumné a grantové projekty podporované ČR a EU, vypisujeme diplomové a dizertační práce atd. Za tím účelem hledáme partnery pro spolupráci v oblastech:

- Výzkum a vývoj technologií laserového zpracování materiálů
- Navařování vrstev pomocí prášků
- Vytvrzování povrchů kalením
- Svařování laserovým paprskem
- Simulace tepelných polí, strukturní rozbory, mechanické vlastnosti

APLIKACE LASEROVÝCH MĚŘICÍCH METOD PŘI KONTROLE KVALITY OPTICKÝCH SOUSTAV A TVARU POVRCHŮ

Jiří Novák, Pavel Novák, Antonín Mikš

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, katedra fyziky

Thákurova 7, 166 29 Praha 6, tel.224354435, e-mail: novakji@fsv.cvut.cz,

WWW: <http://departments.fsv.cvut.cz/aog/>

Obor: optická metrologie, interferometrie

Hlavními vědeckovýzkumnými tématy našeho pracoviště jsou aplikace metod optické metrologie a laserové měřicí techniky v průmyslu, analýza a syntéza optických soustav, teorie optického zobrazení a metody vyhodnocování fáze v optice. V rámci řešených projektů jsou zkoumány aplikace různých optických měřicích technik (interferometrie, detekce tvaru vlnoplochy, metod rekonstrukce fáze v optice) pro testování zobrazovací kvality optických soustav a tvaru povrchů a možnosti implementace adaptivních optických prvků a systémů do zobrazovacích a laserových měřicích optických systémů. Nejčastěji jsou využívány frekvenčně stabilizované lasery pro interferometrická měření. Současné směry výzkumu, ve kterých je možno spolupracovat, je možné charakterizovat do následujících kategorií:

- **měření asférických ploch v optice** (laserová interferometrie, deflektometrie skenováním povrchu laserovým svazkem, laserové a chromatické konfokální skenovací systémy)
- **aplikace adaptivní a aktivní optiky v laserové interferometrii** a dalších optických měřicích metodách
- **aplikace adaptivní a aktivní optiky v zobrazovacích optických metodách**, zejména optické mikroskopii
- **analýza a syntéza optických soustav s prvky s proměnnými charakteristikami** (využití čoček s proměnnou ohniskovou vzdáleností, fázových modulátorů a dalších prvků aktivní optiky pro návrh a konstrukci nekonvenčních optických soustav s proměnnými optickými charakteristikami)
- **metody vyhodnocování fáze v optice** (gradientní senzory, metoda rekonstrukce vlnoplochy pomocí rovnic pro transport intenzity, klasická a stříhová interferometrie) **s využitím koherentního i nekoherentního optického záření**
- **měření kvality zobrazení optických soustav** (měření tvaru vlnoplochy – Shack-Hartmannova metoda, stříhová interferometrie, fázová interferometrie, měření optické funkce přenosu OTF a funkce přenosu kontrastu MTF)
- **analýza a návrh optických systémů pro laserové skenování** v geodézii

Naše skupina též spolupracuje na různých projektech aplikovaného výzkumu a vývoje společně s významným světovým výrobcem optiky Meopta-optika (www.meopta.com) a firmou Control System International (<http://www.controlsystem.cz/>), zaměřenou na laserové skenování u pozemních a podzemních staveb .

LIDT TESTY OPTICKÝCH KOMPONENTŮ PŘI KRYOGENNÍCH TEPLOTÁCH

Jindřich Oulehla

Ústav přístrojové techniky AV ČR v.v.i.

Královopolská 147, 612 64, Brno, oulehla@isibrno.cz

Obor: Optika tenkých vrstev

Na Ústavu přístrojové techniky jsme se začali zabývat přípravou optických komponentů pro vysokovýkonová laserová zařízení, jako jsou např. ELI nebo HiLASE. V těchto zařízeních budou instalovány diodami čerpané pevnolátkové pulsní lasery (DPSSL) vyžadující použití různých optických komponentů schopných odolat poměrně vysokým hodnotám plošné hustoty energie. Při provozu takovýchto laserů vzniká velké množství odpadního tepla a je tedy nutné použít kryogenní chlazení. Cílem naší snahy je zkompletování experimentální sestavy schopné testovat různé typy vzorků jak za pokojové, tak za kryogenní teploty. Pro tyto účely byla sestavena vakuová komora, uvnitř které je umístěn testovaný vzorek a je tak chráněn před kontaminací. Jako zdroj laserového záření používáme Nd:YAG laser o vlnové délce 1064nm a maximální energii v pulsu cca 650mJ.

Tyto experimenty jsou doplňkem k naší hlavní činnosti, jíž jsou návrh a výroba optických filtrů pomocí vakuového napařování interferenčních vrstev. Jsme schopni deponovat různé materiály v závislosti na aplikaci. Nejběžnější kombinací je TiO₂/SiO₂, dále používáme například Ta₂O₅, Al₂O₃, MgF₂ a jiné. Aplikacemi jsou interferenční filtry pro viditelnou, blízkou UV a blízkou IR oblast světelného spektra. Jako příklady námi navrstvených filtrů lze uvést antireflexní vrstvy, barevné (dichroické) filtry, hradící a pásmové filtry, děliče světla, tepelné filtry, polarizátory, nepolarizující děliče, apod. Momentálně se nacházíme těsně před instalací nové aparatury, která značně rozšíří naše stávající výrobní možnosti. Budeme schopni deponovat například zrcadla s řízenou dispersí, monochromatické filtry nebo hradící filtry s velmi ostrou hranou.

Poděkování:

Tento výzkum je podporován projektem Aplikační a vývojové laboratoře pokročilých mikrotechnologií a nanotechnologií (ALISI), reg. číslo: CZ.1.05/2.1.00/01.0017. Autor dále děkuje za podporu projektu TA ČR: TE01020233.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Návrhy systémů interferenčních vrstev
- Depozice na různé substráty dle aplikace
- V budoucnu testy vrstev na LIDT

OPTICKÉ CHYTÁNÍ JEDNOBUNĚČNÝCH ŘAS NA 735-1064 NM: HODNOCENÍ OPTICKÉHO POŠKOZENÍ

Zdeněk Pilát

Optické mikromanipulační techniky, Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i.

Královopolská 147, Brno 612 64

Tel.: +420 541 514 282, E-mail: pilat@isibrno.cz, WWW: <http://www.isibrno.cz/omitec/>

Obor: Optická pinzeta, fluorescenční a Ramanovská spektroskopie, mikrofluidní čipy.

Zachycovali jsme jednotlivé buňky živých řas v optické pinzetě v rozsahu vlnových délek od 735 nm do 1064 nm a hodnotili jsme poškození buněk laserem pomocí pulsní amplitudově modulované (PAM) fluorimetrie chlorofylu. Pozorovali jsme pokles fluorescence chlorofylu v jednobuněčné řase *Trachydiscus minutus* při optickém chytání vlnovými délkami od 735 nm do 885 nm. Vlnové délky přesahující 935 nm nezpůsobily pozorovatelné změny fluorescence chlorofylu, což poukazuje na zanedbatelné poškození fotosyntetického aparátu zkoumaných buněk. Na vlnové délce 1064 nm jsme použili výkon až 218 mW v rovině vzorku a nezaznamenali jsme žádné světlem způsobené poškození zkoumaných buněk. Tato práce si klade za cíl nalezení optimálních podmínek pro šetrnou manipulaci živých fotosyntetických buněk pomocí laserového záření.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Ramanova spektroskopie biomolekul
- Optické chytání živých buněk
- Třídění buněk v mikrofluidním prostředí

VYUŽITÍ LASERU V UROLOGII

Petr Plasgura; Miroslav Přádka

Nemocnice ve Frýdku-Místku, p.o., urologické oddělení; ředitel nemocnice

El. Krásnohorské 321, 738 18 Frýdek-Místek

+420558415785, plasgura@nemfm.cz, www.nemfm.cz

Obor: urologie

Laser se v urologii využívá od poloviny 80. let 20.století. V dnešní době má široké využití a mnohočetné indikace:

- konkrementy močových cest
- benigní hyperplazie prostaty
- povrchové tumory močového měchýře
- tumory ledvin
- uroteliální tumory horních močových cest
- striktury močové trubice nebo močovodu

V některých indikacích je použití laseru jako metoda první volby, v jiných indikacích je alternativní metodou nebo zatím pouze experimentální metodou léčby.

V urologii se používají typy laserů, které mají různý kvalitativní i kvantitativní efekt na operovanou tkáň. Podle toho potom rozlišujeme, zda se jedná o koagulaci, vaporizaci, resekci, enukleaci nebo litotripsi.

Největší rozvoj laserové techniky v urologii je při léčbě benigní hyperplasie prostaty. Neustále se vyvíjejí nové techniky, které by překonaly zatím nejúčinnější metodu léčby benigní hyperplazie prostaty – transuretrální resekci.

Dnes se používají 4 laserové systémy:

- 1) Potassium titanyl fosfát (KTP): neodymium (Nd):yttrium-aluminium-garnet (YAG) a LBO (lithium borate): Nd:YAG laser
- 2) Diodový laser
- 3) Holmium (Ho):YAG laser
- 4) Thulium (Tm):YAG laser

Využití laseru při léčbě urolitiázy je velmi rozšířeno na urologických pracovištích v České republice. Používá se Ho:YAG laser jako kontaktní, intrakorporální laser při endoskopických operacích. Úspěšnost fragmentace konkrementů je až 90%. Jeho použití je velmi bezpečné. Zavedení laserové litotripse téměř úplně nahradilo jiné litotripty, jako ultrazvukový nebo elektrokinetický litotriptor.

Stimulem k dalšímu využití laseru v urologii a medicíně vůbec je snaha o další miniinvazivitu operačních zákroků. Velmi tenká laserová vlákna mohou být použita i ve flexibilních nástrojích. Poškození okolních tkání se tím minimalizuje. Nevýhodou však je zatím vysoká cena laserových přístrojů.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

Napište, pokud existují, oblasti, ve kterých hledáte partnery pro spolupráci nebo nabízíte své know-how. Např.:

- Detekce vibrací s amplitudou pod 10 nm
- Výroba kyvet plněných izotopicky čistými plyny
- Programování v prostředí LabVIEW
- Magnetická měření toroidních jader
- ... apod.

KLINICKÉ VYUŽITÍ PULZNÍHO LASERU V LÉČBĚ ISCHEMICKÉ CHOROBY DOLNÍCH KONČETIN

Antonín Randula, M.Thieme, M.Schwenk

Vaskulární centrum Nemocnice Sonneberg
Neustadter Str. 61, 69515 Sonneberg, Německo,
www.medinos-kliniken.de

Obor: cévní chirurgie

Abstrakt:

Ischemická choroba dolních končetin (ICHDKK) se v hospodářsky vyspělých zemích svým výskytem řadí na jedno z prvních míst v příčině nemoci a úmrtnosti populace.

U pacientů ve stadiu kritické končetinové ischemie (stadium III a IV) jsou často významně ateroskleroticky postiženy i tepny srdeční, tepny zásobující mozek a tepny mozkové. Operační riziko je u tohoto typu pacientů vysoké a jsou proto upřednostňovány metody nechirurgické, jež jsou prováděny jen v místní anestezii.

Mezi výše zmíněné postupy patří nejčastěji perkutánní balonková angioplastika, rotační mechanická aterektomie a aterektomie laserem.

Laserová atherektomie představuje relativně novou metodu, kdy do tepny punkčně zavedený optický katetr přivádí do místa tepenného zúžení laserové pulsy, jejichž účinkem dochází k evaporaci ateromatozních hmot a obnovení lumentepny.

Materiál a Metody:

Za použití pulzního femtosekundového laseru firmy Spectranetics (UV-308nm) byl v roce 2011 a v průběhu roku 2012 ošetřen v Nemocnici Sonneberg soubor pacientů postižených ICHDKK. V příspěvku jsou prezentovány klinické výsledky, technické možnosti laserové atherektomie a srovnání s ostatními miniinvazivními metodami.

The presentation of the work is supported by the European Commission and Ministry of Education, Youth, and Sports of the Czech Republic project no. CZ.1.07/2.4.00/31.0016.

ALISI - APLIKAČNÍ LABORATOŘE ÚPT AV ČR

Bohdan Růžička, Zoja Tesař Svobodová, Jana Čeledová

Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i.

Královopolská 147, 612 64 Brno

Tel.: +420 541 514 249, 250, 368

E-mail: ruzicka@isibrno.cz

web: alisi.isibrno.cz

Odborné zaměření ALISI vychází z tradice Ústavu přístrojové techniky AV ČR, v.v.i. v Brně (ÚPT), který již více než 50 let s úspěchem rozvíjí diagnostické metody a technologické postupy v oblastech elektronové mikroskopie, nukleární magnetické rezonance, zpracování biosignálů, speciálních technologií a metrologie. Výsledky vědecké práce ÚPT jsou využívány partnery působícími nejen v regionu ale i za hranicemi České republiky.

Svým aplikačním zaměřením je ALISI novým impulsem k rozšíření spolupráce s tuzemskými i zahraničními průmyslovými partnery, vysokými školami, zdravotními ústavy a výzkumnými institucemi.



Nová budova ALISI

Naše aktivity zahrnují:

- využití elektronových svazků k zobrazování, diagnostice, litografii a svařování,
- návrhy nových sekvencí pro magnetickou rezonanční tomografii a jejich využití k detekci chemických změn v živých organismech včetně člověka,
- měření tepelného vyzařování či absorpce materiálů za velmi nízkých teplot, návrhy kryogenních systémů,
- technologie nanášení tenkých vrstev,
- snímání a zpracování biosignálů v lékařství,
- využití laserových svazků ke svařování, spektroskopii, přesnému měření vzdáleností a indexu lomu plynů, k manipulacím s mikrobjekty a nanoobjekty.

ANALÝZA LASEROVÝCH SVAZKŮ – INFORMACE UKRYTÁ V KOHERENCI

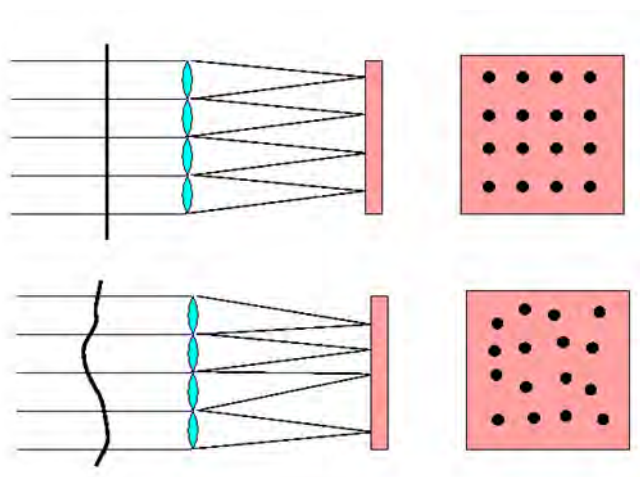
Jaroslav Řeháček, Bohumil Stoklasa, Zdeněk Hradil

katedra optiky a Centrum digitální optiky, Univerzita Palackého, 17. listopadu 12,
77146 Olomouc

rehacek@optics.upol.cz

Obor: singulární optika, optická měření, tomografie

Světlo je hlavním nosičem informace o okolním světě od mikrokosmu po makrokosmos. Současné detekční metody jsou citlivé jak k robustním vlastnostem světla, např. intenzitě a polarizaci, tak k jemnějším efektům, např. korelacím.



Ukážeme, že detekci vlnoplochy na principu měření sklonu vlnoplochy v daném místě (viz obrázek nahoře) lze v kombinaci s pokročilými rekonstrukčními technikami využít pro rekonstrukci funkce vzájemné koherence a tudíž charakterizaci korelačních vlastností měřeného signálu. Bude diskutována experimentální realizace této metody založená na použití Shackova-Hartmannova senzoru.

DETEKCE PENETRACE LASEROVÝCH SVARŮ V REÁLNÉM ČASE

Hana Šebestová¹, Hana Chmelíčková², Libor Nožka²

¹Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, RCPTM, SLO UP a FZÚ AV ČR

²Fyzikální ústav Akademie věd České republiky, SLO UP a FZÚ AV ČR

17. listopadu 50a, 772 07 Olomouc, tel. 585 631 579, e-mail: hana.sebestova@upol.cz

Obor: Laserové zpracování materiálů

Příspěvek představuje vybrané výsledky studia detekce penetrace v reálném čase při svařování tenkých plechů z korozivzdorné oceli AISI 304 pulsním Nd:YAG laserem LASAG KLS 246-102.

Detekce penetrace je zde založena na analýze záření plazmatu generovaného při svařování s vysokou plošnou hustotou výkonu a výpočtu elektronové teploty plazmatu. Emisní spektrum záření je vyhodnocováno pomocí rychlého spektrometru, umožňujícího jeho detailní analýzu v širokém intervalu vlnových délek. Optimální penetraci při dané konfiguraci svaru, tloušťce a druhu svařovaných materiálů, druhu a průtoku použitého ochranného plynu a dalších pracovních parametrech odpovídá určité referenční spektrum, z jehož charakteristik lze vypočítat referenční hodnotu elektronové teploty. Při svařování pak její odchylky mimo povolené meze indikují změny penetrace, které mohou být způsobeny nežádoucími fluktuacemi výkonu, případně geometrickými aspekty.

Provedené experimenty potvrdily možnost využití výpočtu elektronové teploty k identifikaci hloubky penetrace. Byla ověřena reakce elektronové teploty na dynamické změny výkonu laserového svazku a nalezen vzájemný vztah výkonu, elektronové teploty a hloubky penetrace.

Geometrické aspekty zapříčiňující vznik defektu, kterými jsou nestabilní šířka styčné mezery mezi svařovanými díly či lokální změny tloušťky svařovaných dílů, byly odhaleny měřením intenzity vybraných spektrálních emisních čar.

Nedestruktivní detekce defektů v reálném čase svařování je moderním přístupem ke kontrole kvality laserových svarů. Efektivní systém kontroly svarů a optimalizace procesních parametrů svařování zajistí nejen snížení výrobních nákladů, ale rovněž požadovanou kvalitu připravených svarů.

Tento výzkum byl podpořen projekty FP7-SME-2007-1-222279 (EC), TA01010517 (TAČR) a CZ.1.07/2.4.00/17.0014 (EC, MŠMT).

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Měření geometrických vlastností povrchů - laserová rastrovací konfokální mikroskopie, mechanická profilometrie
- Měření mechanických vlastností tenkých vrstev - nanoindentace

ROZPTYL LASEROVÉHO ZÁŘENÍ NA NEHOMOGENNÍ MIKROČÁSTICI: MODELOVÁNÍ METODOU KONEČNÝCH PRVKŮ

Martin Šiler, Lukáš Chvátal, Pavel Zemánek

Optické mikromanipulační techniky, Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i.

Královopolská 147, 612 64 Brno

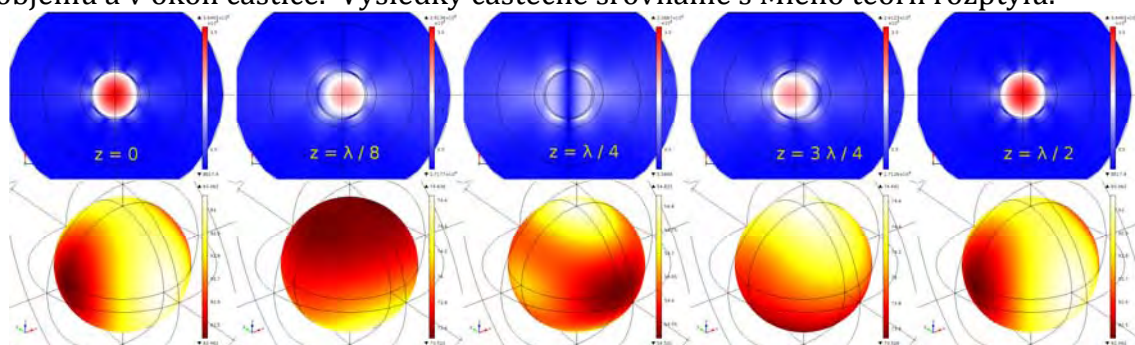
tel. 541 514 284, email: siler@isibrno.cz, <http://www.isibrno.cz/omitec>

Obor: Optické manipulace, výpočty rozptylu světla

Při průchodu světla přes objekty, jejichž velikost je srovnatelná či o jeden řád větší než je vlnová délka, vzniká rozptyl. S ním mohou být spojeny jevy jako je přenos hybnosti světla na objekt a vznik síly v tzv. optické pinzetě, nesymetrické či nehomogenní objekty mohou rotovat a u absorbujících objektů dojde k jejich ohřevu. Obecně může být rozptyl modelován různými přístupy, od analytických (Rayleighova aproximace), přes semi-analytické (Mieho teorie rozptylu, T-matrix), po metody plně numerické (vázané dipóly, FDTD nebo metoda konečných prvků).

Metoda konečných prvků je specifická, neboť se jedná o přístup, kterým lze snadno modelovat libovolný fyzikální problém popsitelný soustavou parciálních diferenciálních rovnic. V případě rozptylu světla se může jednat buď o vlnovou rovnici nebo přímo Maxwellovy rovnice. Nejsou zde kladeny omezující podmínky na tvar objektu (může být libovolný), na složení objektu (kompozitní) nebo na jeho optické vlastnosti (např. dvojlom). Navíc může být získaný výsledek snadno propojen s jinou oblastí fyziky jako např. vedení tepla a proudění kapaliny. Nevýhodou, obzvláště v oblasti elektromagnetického záření, je paměťová a časová náročnost výpočtu.

Obrázek 1 (horní řada) demonstruje amplitudu x-ové komponenty rozptýleného elektrického pole na tzv. core-shell částici (polystyrénové jádro pokryté tenkou zlatou vrstvou), která je umístěna do různých bodů ve stojaté vlně. Spodní řada pak ukazuje rozložení teploty na povrchu zlaté vrstvy získanou vyřešením rovnice vedení tepla. V tomto příspěvku budeme dále studovat silové účinky světla a rozložení teploty v objemu a v okolí částice. Výsledky částečně srovnáme s Mieho teorií rozptylu.



Obr. 1: (horní řada) Amplituda x-ové složky elektrického pole rozptýleného na core-shell částici, která je umístěna v různých bodech stojaté vlny. (spodní řada) Rozložení teploty na povrchu této částice.

Autoři by chtěli poděkovat za podporu TAČR (TE01020233) a GAČR (205/12/P868).

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Výpočty rozptylu světla, ohřevu a sil Mieho teorie rozptylu
- Modelování metodou konečných prvků v programu Comsol Multiphysics
- Programování v prostředí Matlab, včetně grafického rozhraní

STUDIUM MATERIÁLŮ S NÍZKOU TEPLOTNÍ ROZTAŽNOSTÍ ZA POMOCÍ OPTICKÉHO HŘEBENE

Radek Šmíd

Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i., Královopolská 147, 612 64 Brno,
+420541514532
smid@isibrno.cz

Obor: Optické hřebeny a jejich aplikace na interferometrii délky

Materiály s ultra-nízkou roztažností jsou bohatě využívány při stabilizaci laserů a v oblasti optických hodin. Bloky materiálů s ultranízkým koeficientem roztažnosti jsou také využívány jako měřicí báze pro mikroskopy atomových sil (AFM), či mikroskopy elektronové a obecně také při ultrapřesném interferometrickém měření.

V naší práci jsme monitorovali změnu délky Fabry-Perotova rezonátoru (FPR) s jehož délka je určena tyčí vyrobenou ze sklokeramického materiálu Zeroduru s koeficientem roztažnosti $2.8 \times 10^{-8}/\text{K}$.

Fabry-Perotův rezonátor byl umístěn do vakuové komory vyčerpané na tlak 1×10^{-5} Pa. Femtosekundový vláknový laser s vázanými módy o opakovací frekvenci 100 MHz a pracující na základní vlnové délce 1560 nm byl uzamknut na GPS kontrolovaný krystalový oscilátor se stabilitou větší než 1×10^{-12} .

Laditelný laser DFB by uzamknut na rezonanci základního příčného módu rezonátoru TEM_{00} . Záznej mezi DFB laserem a nejbližším módem femtosekundového laseru byl zaznamenáván. Takto byla studována změna délky 187 mm dlouhého FPR během cyklického ohřívání a chlazení od 22 do 35°C .

Koeficient teplotní roztažnosti byl v celém měřeném rozsahu větší než výrobcem udávaná hodnota a dosahovala hodnoty zhruba 0.0690 E-6/K s chybou 0.005 E-6/K . Materiál samotný vykazoval hysterezi až 8 nm během procesu.

Práce vznikla za podpory Grantové agentury České republiky, především projektu GPP102/11/P819 a částečně z projektů GAP102/10/1813 a GPP102/12/P962. Podpůrná část projektu byla financována s přispěním Evropské komise a Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, projekt č. CZ.1.05/2.1.00/01.0017 a s přispěním projektu pro dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace RVO: 68081731.

Za pomoc při výrobě Fabry-Perotova rezonátoru je třeba poděkovat spolupráci vývojově skupině firmy Meopta Optika v Přerově především Stanislavu Michalovi. Dále je třeba poděkovat Pavlu Pokornému, Jindřichu Oulehlovi a Táni Šarlejové z ÚPT AV ČR za přípravu zrcadel pro rezonátor a pomoc při úpravě vakuové komory.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Velmi úzko-spektrální separace vlnových délek
- Lasery s nízkým šumem, úzkou spektrální šířkou a velkým přeladěním
- Výroba ultrastabilních Fabry-Perotových rezonátorů s nízkou tepelnou roztažností
- Širokospektrální analýza plynů pomocí absorpce v širokospektrálního zdroje

HILASE – NOVÉ LASERY PRO PRŮMYSL A VÝZKUM

Roman Švábek

Projekt HiLASE, Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.

Na Slovance 1999/2, 182 21 Praha 8; tel.: 266 052 562;

e-mail: svabek@fzu.cz;

web: www.hilase.cz



Obor: Vývoj a aplikace pevnolátkových diodově čerpaných laserů s vysokou energií a vysokou opakovací frekvencí

HiLASE (High average power pulsed LASERs) je nový projekt Fyzikálního ústavu AV ČR, v.v.i., jehož sídlem budou středočeské Dolní Břežany. Projekt je financován z Operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace a je odpovědí na dlouhodobou poptávku po laserech s vysokou energií a zároveň vysokou opakovací frekvencí.

Hlavním cílem projektu HiLASE je vyvinout nové laserové technologie s průlomovými technickými parametry. Obecně lze říci, že tyto lasery budou podstatně silnější, výkonnější, kompaktnější a stabilnější než zařízení, která jsou v současné době dostupná, navíc nabídnou jednodušší údržbu.

Z technologických výstupů jsou klíčové následující funkční moduly:

- Multi-J laserový systém kW třídy čerpaný diodami na bázi tenkých disků
- Laserový systém v oblasti 100 J / 10 Hz rozšiřitelný na úroveň kJ

Centrum bude unikátní nejen v České republice, ale také v celosvětovém měřítku, neboť přináší nové příležitosti jak pro evropský výzkum, tak pro průmysl a společnosti, které mohou využívat lasery vyvinuté v rámci tohoto unikátního projektu.

HiLASE bude také poskytovat služby formou smluvního výzkumu.



HiLASE nabídne partnerům z aplikační sféry zejména tyto služby:

- Testování odolnosti optických materiálů (laser induced damage threshold)
- Zpevňování povrchu materiálu rázovou vlnou generovanou laserem (laser shock peening)
- Kompaktní zdroje rentgenového záření pro litografii
- Řezání, vrtání a svařování speciálních materiálů pro automobilový a letecký průmysl
- Technologie laserového mikro-obrábění
- Odstraňování povlaků, čištění povrchů

STAVBA JEDNODUCHÉHO CNC LASERU PRO VÝUKU

Petr Vondrouš

Fakulta strojní ČVUT v Praze

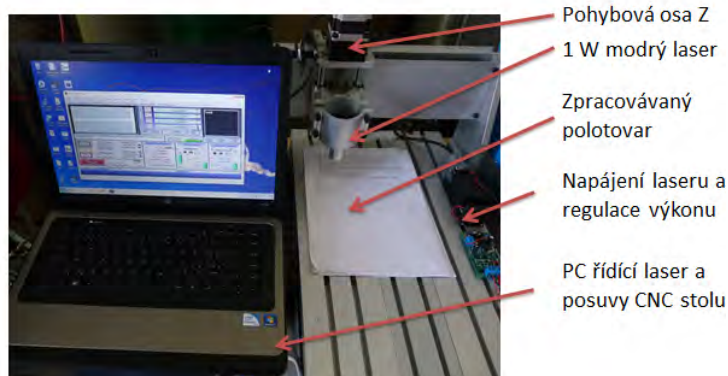
Technická 4, 166 07 Praha

petr.vondrous@fs.cvut.cz

Obor: strojírenská technologie

Činnost skupiny svařování na Ústavu strojírenské technologie se již dlouhou dobu zabývá speciálními metodami svařování využívajícími koncentrované zdroje energie, plazmu, elektronový svazek a samozřejmě také laser. Významnou postavou skupiny byl a stále je prof. Jiří Dunovský, který se významným způsobem zasadil o počátek laserů v Československu, kdy již od konce šedesátých let byly na ČVUT stavěny a provozovány plynové a pevnolátkové lasery pro využití v technologii. I dále se intenzivně pokračovalo v laserových technologiích především díky spolupráci s firmou LAO.

Bohužel v současnosti se na půdě Ústavu strojírenské technologie nenachází žádný funkční technologický laser. Za účelem navázání na dlouholetou tradici činnosti profesora Dunovského a celé skupiny a pro vyřešení neradostné situace bez funkčního laseru je v současnosti řešen studentský projekt malého laserového pracoviště podpořený grantem FRVŠ. Cílem projektu je vytvoření laserového pracoviště svépomocí a s maximálním použitím modulární konstrukce z volně dostupných a především finančně nenákladných dílů. Hlavními součástmi jsou především laserová dioda, CNC pohybový stůl a ovládání pomocí CAD/CAM programu na PC. Je využita laserová dioda o vlnové délce 445 nm a výkonu 1 W. O posuvy se stará XYZ pohybový stůl a PC vybavené programem řídícím pohyb os a konstrukčním CAD/CAM software. Regulace výkonu laseru v rozsahu 0-1 W je provedena z řídicího programu přes TTL obvod. Se zakrytím laseru se počítá, tak aby byla možná bezpečná práce studentů při výuce.



Použití tohoto laseru je velmi omezené především z důvodu nízkého výkonu diody a relativně malé kvality výstupního paprsku. Velikost nastaveného ohniska 0,1x0,4 mm a 1 W výkonu umožňuje řezání papíru a velmi tenkých kovových fólií. Parametry ani možnostmi použití tento laser tedy neohromí, ale jako hlavní výhodu této koncepce laserového stroje považujeme jeho modularitu. Protože laserové diody neustále výkonově rostou a brzy budou dobře dostupné i jednomódové laserové diody o vysokém výkonu, počítáme v brzké době s výkonnější laserovou diodou až kolem 10 W.

Oblasti zájmu: Naší snahou je zajistit kvalitní výuku studentů v oblasti technologických možností laserů. Za tímto účelem vítáme každou spolupráci v oblasti výzkumu řezání, svařování, navařování laserem, možnosti diplomových a bakalářských prací. Současně budeme rádi za každou pomoc při řešení našeho laserového projektu.

JMENNÝ REJSTŘÍK

Aas Mehdi	MIKROKAPÉNKOVÉ LASERY	28
Beran Josef	LASERY V OPTICKÝCH KOMUNIKACÍCH	9
Bernatová Silvie	AUTOMATICKÉ TRÍDĚNÍ MIKROOBJEKTŮ NA ZÁKLADĚ RAMANOVSKÉ PINZETY	29
	RAMANOVSKÁ PINZETA	10
Bičišťová Radka	NÁVRH A OPTIMALIZACE LASEROVÝCH TECHNOLOGIÍ VE VCSVT	11
Brajer Jan	NÁVRH A OPTIMALIZACE LASEROVÝCH TECHNOLOGIÍ VE VCSVT	11
Brzobohatý Oto	JEDNOSVAZKOVÁ OPTICKÁ TRÍDIČKA MIKROOBJEKTŮ	12
Březina Petr	ŠIROKOSPEKTRÁLNÍ LASEROVÉ ZDROJE - GENERACE SUPERKONTINUA	13
Buchta Zdeněk	AUTOMAT NA KALIBRACI KONCOVÝCH MĚREK	14
Čech Radim	LASEROVÉ TECHNOLOGIE V OFTALMOLOGICKÉ PRAXI – AKTUÁLNÍ STAV A VÝHLED	15
Čeledová Jana	ALISI - APLIKAČNÍ LABORATOŘE ÚPT AV ČR	43
Číp Ondřej	LASEROVÉ MĚŘICÍ SYSTÉMY V NANOMETROLOGII METODA MĚŘENÍ LINEARITY STUPNICE LASEROVÉHO INTERFEROMETRU POMOCÍ FEMTOSEKUNDOVÉHO HŘEBENE OPTICKÝCH FREKVENCÍ	32
Čížek Martin	LASEROVÉ MĚŘICÍ SYSTÉMY V NANOMETROLOGII STABILIZACE FEMTOSEKUNDOVÉHO LASERU POMOCÍ SOFTWARE DEFIHOVANÉHO RÁDIA	17
Čižmár Tomáš	JEDNOSVAZKOVÁ OPTICKÁ TRÍDIČKA MIKROOBJEKTŮ	12
Dvořáček Pavel	INOVACE A VÝVOJ PRODUKTŮ VE FIRMĚ LAO	18
Hála Aleš	TRANSFER TECHNOLOGIÍ A KOMERCIALIZACE VÝSTUPŮ LASEROVÝCH PROJEKTŮ	19
Helán Radek	NÁVRH A VÝROBA VLÁKNOVÝCH DIFRAKČNÍCH STRUKTUR	20
Hiklová Helena	MĚŘENÍ VLASTNOSTÍ POVRCHU LASEREM NATAVENÉHO DENTINU	25
Holá Miroslava	INTERFEROMETR KOMPENZUJÍCÍ FLUKTUACE INDEXU LOMU VZDUCHU V OSE MĚŘENÍ	21
Holík Milan	STIMULOVANÝ BRILLOUINŮV ROZPTYL A JEHO VYUŽITÍ	22
Hrabina Jan	ETALONY OPTICKÝCH FREKVENCÍ LASEROVÉ MĚŘICÍ SYSTÉMY V NANOMETROLOGII	23
Hradil Zdenek	ANALÝZA LASEROVÝCH SVAZKŮ - INFORMACE UKRYTÁ V KOHERENCI	32
Hucl Václav	JEDNOTKA PRO MONITOROVÁNÍ INDEXU LOMU VZDUCHU PRO KOREKCE PŘI LASEROVÉM MĚŘENÍ DÉLKY	44
Chmelíčková Hana	DETEKCE PENETRACE LASEROVÝCH SVARŮ V REÁLNÉM ČASE MĚŘENÍ VLASTNOSTÍ POVRCHU LASEREM NATAVENÉHO DENTINU	45
Chvátal Lukáš	JEDNOSVAZKOVÁ OPTICKÁ TRÍDIČKA MIKROOBJEKTŮ ROZPTYL LASEROVÉHO ZÁŘENÍ NA NEHOMOGENNÍ MIKROČÁSTICI: MODELOVÁNÍ METODOU KONEČNÝCH PRVKŮ	12
Jákl Petr	AUTOMATICKÉ TRÍDĚNÍ MIKROOBJEKTŮ NA ZÁKLADĚ RAMANOVSKÉ PINZETY	46
		29

	VYUŽITÍ PROSTOROVÉHO MODULÁTORU SVĚTLA KE TVAROVÁNÍ LASEROVÝCH SVAZKŮ	26
Jedlička Petr	ELEKTRONIKA PRO LASEROVÉ SYSTÉMY A PŘÍKLAD JEJÍHO NESTANDARDNÍHO POUŽITÍ	27
Ježek Jan	AUTOMATICKÉ TŘÍDĚNÍ MIKROOBJEKTŮ NA ZÁKLADĚ RAMANOVSKÉ PINZETY	29
	MIKROKAPÉNKOVÉ LASERY	28
	RAMANOVSKÁ PINZETA	10
Jonáš Alexandr	MIKROKAPÉNKOVÉ LASERY	28
Kaňka Jan	AUTOMATICKÉ TŘÍDĚNÍ MIKROOBJEKTŮ NA ZÁKLADĚ RAMANOVSKÉ PINZETY	29
Karásek Vítězslav	JEDNOSVAZKOVÁ OPTICKÁ TŘÍDIČKA MIKROOBJEKTŮ	12
Kiraz Alper	MIKROKAPÉNKOVÉ LASERY	28
Klečka Martin	FIRMA LAO - PRŮMYSLOVÉ SYSTÉMY, S.R.O.	30
Kolařík Vladimír	POČÍTAČEM GENEROVANÉ HOLOGRAMY - CGH	31
Lazar Josef	LASEROVÉ MĚŘICÍ SYSTÉMY V NANOMETROLOGII	32
Lešundák Adam	INSTRUMENTACE PRO SPEKTRÁLNÍ ANALÝZU MOLEKULÁRNÍ ABSORPCE PLYNŮ POMOCÍ FEMTOSEKUNDOVÉHO HŘEBENE OPTICKÝCH FREKVENCÍ	33
Matějka Milan	POČÍTAČEM GENEROVANÉ HOLOGRAMY - CGH	31
Mikel Břetislav	SPECIÁLNÍ OPTICKÁ VLÁKNA A VLÁKNOVÉ BRAGGOVY MŘÍŽKY	34
Mikš Antonín	APLIKACE LASEROVÝCH MĚŘICÍCH METOD PŘI KONTROLE KVALITY OPTICKÝCH SOUSTAV A TVARU POVRCHŮ	38
Moser Martin	MIT - LASERY, FOTONIKA A JEMNÁ MECHANIKA	35
Mrňa Libor	AKTIVNÍ ŘÍZENÍ A OPTIMALIZACE LASEROVÉHO SVAŘOVACÍHO PROCESU	36
Němeček Stanislav	LASEREM MODIFIKOVANÉ VLASTNOSTI POVRCHŮ	37
Novák Jiří	APLIKACE LASEROVÝCH MĚŘICÍCH METOD PŘI KONTROLE KVALITY OPTICKÝCH SOUSTAV A TVARU POVRCHŮ	38
Novák Pavel	APLIKACE LASEROVÝCH MĚŘICÍCH METOD PŘI KONTROLE KVALITY OPTICKÝCH SOUSTAV A TVARU POVRCHŮ	38
Nožka Libor	DETEKCE PENETRACE LASEROVÝCH SVARŮ V REÁLNÉM ČASE	44
Oulehla Jindřich	LIDT TESTY OPTICKÝCH KOMPONENTŮ PŘI KRYOGENNÍCH TEPLOTÁCH	39
Pilát Zdeněk	AUTOMATICKÉ TŘÍDĚNÍ MIKROOBJEKTŮ NA ZÁKLADĚ RAMANOVSKÉ PINZETY	29
	MIKROKAPÉNKOVÉ LASERY	28
	OPTICKÉ CHYTÁNÍ JEDNOBUNĚČNÝCH ŘAS NA 735-1064 NM: HODNOCENÍ OPTICKÉHO POŠKOZENÍ	40
	RAMANOVSKÁ PINZETA	10
Plasgura Petr	VYUŽITÍ LASERU V UROLOGII	41
Přádka Miroslav	VYUŽITÍ LASERU V UROLOGII	41
Randula Antonín	KLINICKÉ VYUŽITÍ PULZNÍHO LASERU V LÉČBĚ ISCHEMICKÉ CHOROBY DOLNÍCH KONČETIN	
Růžička Bohdan	ALISI - APLIKAČNÍ LABORATOŘE ÚPT AV ČR	43
Růžička Filip	RAMANOVSKÁ PINZETA	10
Řeháček Jaroslav	ANALÝZA LASEROVÝCH SVAZKŮ - INFORMACE UKRYTÁ V KOHERENCI	44
Řiháková Lenka	MĚŘENÍ VLASTNOSTÍ POVRCHU LASEREM NATAVENÉHO DENTINU	25

Samek Ota	AUTOMATICKÉ TŘÍDĚNÍ MIKROOBJEKTŮ NA ZÁKLADĚ RAMANOVSKÉ PINZETY	29
	RAMANOVSKÁ PINZETA	10
Schwenk Matthias	KLINICKÉ VYUŽITÍ PULZNÍHO LASERU V LÉČBĚ ISCHEMICKÉ CHOROBY DOLNÍCH KONČETIN	
Stoklasa Bohumil	ANALÝZA LASEROVÝCH SVAZKŮ - INFORMACE UKRYTÁ V KOHERENCI	44
Šebestová Hana	DETEKCE PENETRACE LASEROVÝCH SVARŮ V REÁLNÉM ČASE	45
	MĚŘENÍ VLASTNOSTÍ POVRCHU LASEREM NATAVENÉHO DENTINU	25
Šerý Mojmír	AUTOMATICKÉ TŘÍDĚNÍ MIKROOBJEKTŮ NA ZÁKLADĚ RAMANOVSKÉ PINZETY	29
	LASEROVÉ MĚŘICÍ SYSTÉMY V NANOMETROLOGII	32
	RAMANOVSKÁ PINZETA	10
Šiler Martin	JEDNOSVAZKOVÁ OPTICKÁ TŘÍDIČKA MIKROOBJEKTŮ	12
	ROZPTYL LASEROVÉHO ZÁŘENÍ NA NEHOMOGENNÍ MIKROČÁSTICI: MODELOVÁNÍ METODOU KONEČNÝCH PRVKŮ	46
	VYUŽITÍ PROSTOROVÉHO MODULÁTORU SVĚTLA KE TVAROVÁNÍ LASEROVÝCH SVAZKŮ	26
Šmíd Radek	STUDIUM MATERIÁLŮ S NÍZKOU TEPLOTNÍ ROZTAŽNOSTÍ ZA POMOCÍ OPTICKÉHO HŘEBENE	47
Švábek Roman	HILASE – NOVÉ LASERY PRO PRŮMYSL A VÝZKUM	48
	NÁVRH A OPTIMALIZACE LASEROVÝCH TECHNOLOGIÍ VE VCSVT	11
Tesař Svobodová Zoja	ALISI - APLIKAČNÍ LABORATOŘE ÚPT AV ČR	43
Thieme M	KLINICKÉ VYUŽITÍ PULZNÍHO LASERU V LÉČBĚ ISCHEMICKÉ CHOROBY DOLNÍCH KONČETIN	
Trtílek Martin	AUTOMATICKÉ TŘÍDĚNÍ MIKROOBJEKTŮ NA ZÁKLADĚ RAMANOVSKÉ PINZETY	29
Vondrouš Petr	STAVBA JEDNODUCHÉHO CNC LASERU PRO VÝUKU	49
Zemánek Pavel	AUTOMATICKÉ TŘÍDĚNÍ MIKROOBJEKTŮ NA ZÁKLADĚ RAMANOVSKÉ PINZETY	29
	JEDNOSVAZKOVÁ OPTICKÁ TŘÍDIČKA MIKROOBJEKTŮ	12
	MIKROKAPÉNKOVÉ LASERY	28
	RAMANOVSKÁ PINZETA	10
	ROZPTYL LASEROVÉHO ZÁŘENÍ NA NEHOMOGENNÍ MIKROČÁSTICI: MODELOVÁNÍ METODOU KONEČNÝCH PRVKŮ	46
	VYUŽITÍ PROSTOROVÉHO MODULÁTORU SVĚTLA KE TVAROVÁNÍ LASEROVÝCH SVAZKŮ	26

SPONZOŘI



Lasery a Optika

www.lao.cz



www.mit-laser.cz



tetur.moraviavitis.cz



Aplikační laboratoře
mikrotechnologií
a nanotechnologií



Cílem ALISI je vybudovat a provozovat moderně vybavené výzkumné centrum dosahující aplikovatelných výsledků a přiblížit se tak technologickou úrovní výzkumu a vývoje k světové elitě.

Aplikační a vývojové laboratoře pokročilých mikrotechnologií a nanotechnologií jsou určeny pro výkon výzkumných aktivit zasahujících do oblastí diagnostiky a technologií, které využívají metody magnetické rezonance, laserové interferometrie a spektroskopie, měření a vyhodnocování biosignálů, elektronové mikroskopie a litografie, svařování elektronovým a laserovým paprskem, magnetronového naprašování a kryogeniky ke konstrukci nových přístrojů a systémů.

alisi Aplikační laboratoře
mikrotechnologií
a nanotechnologií



INVESTICE DO ROZVOJE VZDELÁVÁNÍ



AKADEMIE VĚD
ČESKÉ REPUBLIKY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název: Sborníku příspěvků multioborové konference LASER52
(elektronická verze)

Editor: Bohdan Růžička, Jana Čeledová

Vydavatel: Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i.

Vydáno v roce: 2012

Vydání: první

Náklad: ∞

Za obsahovou a jazykovou úpravu odpovídají autoři příspěvků.

ISBN 978-80-87441-09-1