



Elektronická verze sborníku příspěvků
multioborové konference

LASER50



AKADEMIE VĚD
ČESKÉ REPUBLIKY



© 2010, Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i.

ISBN 978-80-87441-03-9

Zámecký hotel Třešť, 4. - 6. října 2010

© 2010, Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i.

ISBN 978-80-87441-03-9

ÚVODNÍ SLOVO

V letošním roce oslavuje světový vynález laseru 50 let. V České republice, resp. tehdejším Československu, se jeho historie začala psát jen o tři roky později. Ačkoliv na to neměl mnoho času, laser za dobu své existence urazil již velmi dlouhou cestu. Od všeobecné počáteční nedůvěry a takřka pouťového využití se stal všestranným nástrojem nezbytným pro řadu rozmanitých oborů. Je využíván k provádění náročných operací či přehrávání hudby, stejně tak dobře jej však lze použít třeba k přesnému obrábění materiálů nebo navádění raket. Jak laser proniká do dalších nových oblastí a rozšiřují se způsoby jeho využití, vznikají i nové příležitosti ke spolupráci odborníků ze zdánlivě nesouvisejících oborů. Takováto spolupráce často s úspěchem přináší nezvyklé možnosti a aplikace tradičně používaných přístrojů či metod, nebo alespoň inspiraci k řešení vlastních úkolů. Bohužel, pracovníkům, kteří se věnují své profesi, se v praxi nabízí příležitost nahlédnout do kuchyně odborníků z odlišného pracovního prostředí jen velmi zřídka.

Konference LASER50 je setkáním profesionálů z nejrůznějších oborů se společným jmenovatelem, kterým je laser. Toto setkání si klade za cíl vytvořit podmínky pro úspěšné navázání osobních i odborných vztahů.

Děkujeme za vaši podporu a nashledanou na konferenci LASER51.

V Brně dne 27. září 2010

Bohdan Růžička

OBSAH – JMENNÝ SEZNAM

Ambrož	Petr	Lasery vysokých výkonov	58
Bachárová	Ljuba	LASERLAB Europe - integrovaná iniciativa evropských laserových laboratoří	34
Bartl	Ján	Laserové snímače parametrov strojářských súčiastok	7
Blažej	Josef	Účast ČVUT v Praze na globálním programu laserových družicových radarů od roku 1970	8
Brzobohatý	Oto	Vícesvazkové optické manipulace s mikroobjekty a nanoobjekty	9
Buchta	Zdeněk	Výkonové lasery s redukováným emisním spektrem	10
Buchta	Zdeněk	Interferometrie nízké koherence v průmyslové metrologii	11
Bulušek	Petr	Centrum výzkumných kontraktů	54
Cvachovec	Drahomír	Laserové systémy využívané v průmyslu	12
Číp	Ondřej	Laserová interferometrie pro přesná měření	13
Čížek	Martin	Řídící elektronika pro laserové systémy	14
Dušek	Jiří	Lasery pro průmyslový popis a gravuru	15
Dušek	Martin	Laserová a optovláknová technika	16
Haltuf	Roman	Lasery od firmy TRUMPF	17
Halva	Tomáš	Komericializace nových produktů	18
Helán	Radek	Návrh pokročilých vláknových difrakčních struktur	19
Honzátko	Pavel	Lasery a vysokorychlostní internet	20
Hrabina	Jan	Absorpční kyvety - etalony optických frekvencí	21
Chmelíčková	Hana	Pulsní Nd:YAG laser pro výzkum, výuku i aplikace	22
Chmelík	Radim	Aplikace digitálního holografického mikroskopu: Dynamika suché hmoty strádajících rakovinných buněk	71
Chromý	Josef	Bystronic Improves the Cutting of Thick Metal Sheets with Fiber Laser	23
Jákl	Petr	Optické třídění mikročástic	24
Jandík	Aleš	Trendy v oblasti pevnolátkových diodových laserů	25
Janečka	Martin	Značení VBD	26
Jedlička	Petr	Výzkum dynamiky laserového svařovacího procesu a jeho řízení	27
Jelínková	Helena	Lasery na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT v Praze	28
Ježek	Jan	Laserové fotopolymerace mikrostruktur	29

Karásek	Vítězslav	Opticky vázaná hmota	30
Klečka	Martin	OPSL a Ultrafast lasery	31
Klufová	Pavla	Návrh technologie laserového povrchového kalení oceli C45	32
Kmetík	Viliam	SWIR dignoatika s křemíkovými CCD a CMOS prvky pro TW jódový fotodisociační laser PALS	33
Kmetík	Viliam	LASERLAB Europe - integrovaná iniciativa evropských laserových laboratoří	34
Knedlová	Jana	Mikroobrábění polymerních materiálů CO2 laserem	61
Korkisch	Milan	Lasery pro gravírování a řezání v průmyslu	35
Kořán	Pavel	Průmyslové lasery – přehled a trendy	36
Kozubek	Michal	Využití laseru ve světelné mikroskopii při studiu prostorového uspořádání a dynamiky buněčných struktur	37
Krejzlík	Václav	Průmyslové lasery – přehled a trendy	36
Lapšanská	Hana	Kontrola procesu laserového svařování	39
Lazar	Josef	Lasery v metrologii optických frekvencí	40
Lédl	Vít	Možnosti vývoje ultrapřesných optických prvků pro lasery ve výzkumném centru ÚFP AVČR - TOPTEC	41
Mikel	Břetislav	Optická vlákna a vláknové mřížky v laserové interferometrii	42
Moser	Martin	MIT - Lasery, fotonika a jemná mechanika	43
Mrňa	Libor	Dendera - zpracování plechu	44
Mrňa	Libor	Využití laseru v průmyslu	45
Nejezchleb	Karel	Vývoj monokrystalů pro pevnolátkové lasery	48
Němeček	Stanislav	Laserový paprsek pro kalení i svařování	49
Novák	Miroslav	Průmyslové lasery – přehled a trendy	36
Onderka	Roman	Optické spoje pro TELCO a ISP	50
Oulehla	Jindra	Interferenční vrstvy na krystalech pro optické zesilovače	51
Pala	Jan	Laserové zdroje v konfokální laserové skenovací mikroskopii v biologii a medicíně	52
Plešinger	Aleš	Lasery od firmy TRUMPF	17
Pokorný	Pavel	Tenké vrstvy pro laserovou optiku	53
Procházková	Jana	Centrum výzkumných kontraktů	54
Randula	Antonín	Nové metody v lékařských vědách	55
Remlová	Eva	Využití pulsního barvivového laseru (PDL) v medicíně	56

Řeřucha	Šimon	Výzkum dynamiky laserového svařovacího procesu a jeho řízení	27
Sahul	Miroslav	Výskum v oblasti zvarovania lasermi	57
Sahul	Miroslav	Lasery vysokých výkonov	58
Samek	Ota	Ramanovska mikrospektroskopie živých buněk	59
Senderáková	Dagmar	Lasery na matfyzie v Bratislave	60
Stoklasa	Bohumil	Využití laserů při výrobě optoelektronických systémů v Meoptě	72
Sýkorová	Libuše	Mikroobrábění polymerních materiálů CO2 laserem	61
Šerý	Mojmír	Optická pinzeta a její využití	62
Šmíd	Radek	Generování přesných délek optickým hřebem	63
Štefl	Jiří	Zařízení pro vývoj a výrobu vláknových laserů	64
Švábek	Roman	Laserové technologie ve VCSVT, ČVUT v Praze	65
Tománek	Pavel	Rastrovací sondová mikroskopie jako charakterizační nástroj optoelektronických součástek	66
Trkal	Viktor	Historie vědeckého výzkumu v kvantové elektronice v ÚŘE ČSAV v letech 1958 - 1972	67
Turňa	Milan	História technologického spracovania kovových materiálov lasermi na Slovensku	69
Turňová	Zuzana	Bezpečnosť při práci s lasermi	70
Uhlířová	Hana	Aplikace digitálního holografického mikroskopu: Dynamika suché hmoty strádajících rakovinných buněk	71
Úlehla	Libor	Využití laserů při výrobě optoelektronických systémů v Meoptě	72
Valenta	Jan	Integrovaný laser na křemíku	73
Vanacký	Tomáš	Bystronic Improves the Cutting of Thick Metal Sheets with Fiber Laser	23
Volejník	Jan	Lasery pro gravírování a řezání v průmyslu	35
Vyšín	Luděk	Stolní repetiční kapilární laser na 46,9 nm	74
Wilfert	Otakar	Atmosférické optické spoje	75
Zemánek	Pavel	Co je laser a jak funguje	76
Zubík	Pavel	Měření rychlosti proudění tekutin	77
		ALISI - Aplikační laboratoře Ústavu přístrojové techniky AVČR	78
		Československý časopis pro fyziku	79

LASEROVÉ SNÍMAČE PARAMETROV STROJÁRSKÝCH SÚČIASTOK

Ján Bartl

Ústav merania SAV

Dúbravská cesta 9, 841 04 Bratislava, tel: +421 2/59104516, E-mail: umerbart@savba.sk

Obor: Fyzika- Optika, Optoelektronika

Oblasti v ktorých je a bola využitá laserová technika:

Laserová interferometria, v súčasnosti sa rekonštruje 1 m interferometer na kalibráciu dlhých koncových mier v Slovenskom metrologickom ústave (SMÚ). Spolupracovali sme na rekonštrukcii elektroniky pre Národný etalón dĺžky HeNe/I₂ laser SMÚ.

Vyvinuli sme napr.

- Laserové snímače parametrov strojárskeho súčiastok pre Mesing Brno,
- Laserový merací systém na rýchle meranie parametrov komutátorových teliesok elektromotorov pre Mesing Brno,
- Laserové vytyčovanie polohy rebier lodí pre Slovenské lodenice Komárno,
- Interferenčný mikroskop na kontrolu povrchových vád ložiskových guliek ZVL VÚVL Brno, Zariadenie na určovanie polohy objektov AÚ SAV Tatranská Lomnica.

Publikácia vznikla v rámci riešenia vedeckého projektu VEGA č. 2/0201/10 a realizáciou projektu „Vytvorenie CE na výskum a vývoj konštrukčných kompozitných materiálov pre strojárske, stavebné a medicínske aplikácie“, na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja. Autori ďakujú Slovenskej grantovej agentúre pre vedu VEGA za finančnú podporu tohto projektu.

ÚČAST ČVUT V PRAZE NA GLOBÁLNÍM PROGRAMU LASEROVÝCH DRUŽICOVÝCH RADARŮ OD ROKU 1970

Josef Blažej, Ivan Procházka

České vysoké učení technické v Praze – Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
Břehová 7, 115 19 Praha 1, blazej@jfifi.cvut.cz, prochazk@cesnet.cz, <http://blazej.cz>

Obor: laserové družicové dálkoměry a detektory jednotlivých fotonů

Čtyři roky po odzkoušení prvního rubínového laserového systému na katedře fyzikální elektroniky Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské Českého vysokého učení technického v Praze (ČVUT) v roce 1964 se na naše pracoviště obrátili pracovníci Výzkumného ústavu geodetického, zda by bylo možné využít laseru generujícího gigantické impulsy k radarovým účelům – k měření vzdálenosti umělých družic Země. Již od roku 1964 byly totiž postupně vynášeny na oběžnou dráhu družice vybavené, kromě jiného i koutovými odražeči, optickými hranoly umožňují odraz dopadajících kvant ve viditelné oblasti spektra ve stejném směru zpět k vysílači. Princip laserového družicového dálkoměru – optického radaru je změření času, který uplyne mezi vysláním krátkého laserového impulsu z pozemní stanice a přijetím (detekcí) odraženého impulsu od družice. Smyslem těchto měření bylo pomocí zpřesněných vzdáleností umělé družice Země vytvořit triangulační síť (kde družice tvoří jeden bod v triangulačním trojúhelníku), s jejichž pomocí bude možné upřesnit vzdálenost na Zemi.

První laserový družicový vysílač byl instalován skupinou pod vedením Karla Hamala v létě roku 1970 na observatoři VÚGTK na vrchu Pecný, nedaleko astronomické observatoře AV na Ondřejově. Základem laserového vysílače byl rubínový laser – oscilátor, zesilovač a teleskop. Oscilátor pracoval v Q-spínaném režimu a generoval záření s energií 2 J v jednom impulsu dlouhém 30 ns. Úlohy kosmické geodézie jsou ale v principu globální, proto byla vytvořena celosvětová síť laserových radarů, která už v té době propojila vědce ze západního i východního bloku. Po úspěšném odzkoušení prvního čs. laserového vysílače byly postupně tyto laserové vysílače instalovány na mezinárodních stanicích v rámci programu Interkosmos v Egyptě, Bolívii, Polsku, Indii, na Kubě, v Ekvádoru, SSSR, Bulharsku, a ve Vietnamu. Naměřená data byla vyhodnocována v SAO Cambridge, MS, USA a zařazována do výsledkové databáze NASA. Skupina se zařadila mezi v té době pět nejlepších institucí na světě v oboru.

Od poloviny 80. let se skupina soustředila na technologii polovodičových detektorů jednotlivých fotonů s vysokým (pikosekundovým) časovým rozlišením na bázi lavinových fotodiod. Ty v laserovém družicovém dálkoměru představují výhodnou alternativu jinak používaných fotonásobičů. Dnes jsme špičku v tomto oboru detekce a naše detektory pracují na dálkoměrných stanicích na všech kontinentech s výjimkou Antarktidy a také na družicích tří kosmických agentur, které realizují laserový přenos času na oběžnou dráhu. Od devadesátých let je pozornost věnována také rozvoji technologie přesného měření času, skupina dodala na řadu stanic přesné měřiče časových intervalů a vyvinula ve spolupráci s ÚFE AV ČR světově unikátní měřič časových intervalů s rozlišením 1 pikosekunda.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Časově rozlišená detekce slabých optických signálů (TCPC)
- Ramanovské lasery pro synchronní optická měření na více vlnových délkách současně v pikosekundové oblasti
- Měření časových intervalů napětových impulsů s rozlišením 1 pikosekunda a dlouhodobou stabilitou na úrovni několika femtosekund
- Aplikace laseru v kosmických technologiích – laserové planetární výškoměry, lidar, laserová synchronizace časových stupnic na Zemi a na oběžné dráze

VÍCESVAZKOVÉ OPTICKÉ MANIPULACE S MIKROOBJEKTY A NANOOBJEKTY

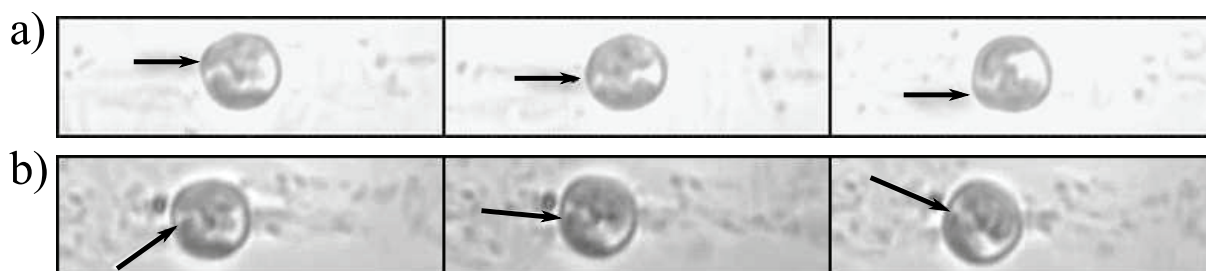
Oto Brzobohatý, Tomáš Čížmár, Martin Šiler, Pavel Zemánek

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

(tel: 541514283, e-mail: otobrzo@isibrno.cz, webové stránky: <http://www.isibrno.cz/omitec>)

Obor: Optické manipulace s mikroobjekty

Vícesvazkové optické mikromanipulace jsou založeny na protiběžných laserových svazcích, které nejsou tak ostře fokusované jako v případě optické pinzety. Dochází tak ke snížení optické intenzity dopadající na zachycovaný mikroobjekt a následně i ke snížení rizika poškození objektu absorbovaným zářením. S výhodou lze zachytávat i větší objekty a pozorovat je kolmo ke směru šíření laserových svazků. Konfigurace se dvěma protiběžnými laserovými svazky představuje nejstarší příklad prostorového zachycení mikroobjektů ve světelných svazcích. Klasické realizace využívají protiběžných gaussovských svazků tvarovaných volnou optikou nebo emitovaných optickými vlákny. Pokročilejší aplikace zajišťují manipulace na milimetrové vzdálenosti protiběžnými nedifrakčními besselovskými svazky; povrchové mikromanipulace jsou založeny na nezářivých evanescentních vlnách. Žádná z doposud realizovaných metod však neumožňovala dynamicky měnit parametry laserových svazků. Z tohoto důvodu jsme realizovali dynamickou optickou mikromanipulační sestavu, která využívá prostorový modulátor světla. Vhodnou difrakční strukturou vytvořenou na modulátoru lze modifikovat prostorové rozložení intenzity v laserových svazcích a tím i měnit směr jejich šíření, intenzitu, šířku a tvar svazků. Takto flexibilní bezkontaktní mikromanipulační nástroj umožňuje jednou sestavou realizovat všechny známé konfigurace protiběžných svazků. Otevírá tak prostor nejen k řadě unikátních studií chování mikročástic v komplikovaných světelných polích, ale také k řadě mikromanipulačních úkonů vyžadovaných mikrotomografickými aplikacemi.



Ukázka zachycení živé řasy Trachydiscus Minutus a manipulace s ní prostřednictvím třech párů protiběžných gaussovských svazků šířících se zleva a zprava. Změna polohy trojice svazků způsobí rotaci řasy kolem osy svazků (a), změna poměru optických intenzit ve svazcích vede k naklápění řasy kolem osy kolmé ke směru šíření svazků (b).

Poděkování: Tyto výzkumné aktivity jsou podpořeny projekty: GA202/09/0348 (GAČR) a OC08034 (MŠMT).

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- tvarování laserového svazku
- manipulace s biologickými vzorky včetně otáčení – tomografie jediné buňky
- manipulace s mikroskopickými částicemi ve vodě i ve vzduchu

VÝKONOVÉ LASERY S REDUKOVANÝM EMISNÍM SPEKTRÉM

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, Výkonové polovodičové lasery

V minulých letech byl na ÚPT prováděn výzkum zaměřený na produkci polarizovaných plynů, jmenovitě Xenonu, pro účely zobrazování magnetickou rezonancí (MR). V rámci tohoto projektu byly vyvíjeny výkonové polovodičové lasery optimalizované pro optické čerpání atomů rubidia na vlnové délce 794,76 nm.

Prvním ze dvou navržených a realizovaných typů je laser, jehož základem byla výkonová laserová dioda. Z důvodu maximalizace efektivity procesu optického čerpání byla pomocí difrakční mřížky v Littrowově uspořádání zúžena emisní čára laserové diody z původních 732 GHz na 69 GHz. Výkonová ztráta byla 49% a úpravou bylo dosaženo téměř čtyřnásobného zvýšení spektrální výkonové hustoty na vlnové délce odpovídající vybrané absorpční čáře rubidia (794.76 nm). Následně byla tato experimentální sestava přepracována do podoby kompaktního ECL systému, optimalizovaného pro optické čerpání atomů rubidia, jehož vlastnosti byly ověřeny úspěšnými NMR experimenty s polarizací xenonu. Pro ladění a stabilizaci vlnové délky zkonstruovaného laseru byla navržena zpětnovazební smyčka a řídicí software.

Základem druhého z navržených systémů je pole výkonových LD. Emisní spektrum pole LD bylo zúženo metodou injection locking pomocí cw Ti:Sa laseru. Tímto způsobem bylo dosaženo 9.1 násobku nárůstu spektrální výkonové hustoty na dané vlnové délce s výkonovou ztrátou pouze 10%.

INTERFEROMETRIE NÍZKÉ KOHERENCE V PRŮMYSLOVÉ METROLOGII

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, Výkonové polovodičové lasery

Autor příspěvku zaměřuje v současné době své úsilí do oblasti interferometrie nízké koherence. V rámci řešení aktuálních grantových projektů byl navržen a sestaven systém pro bezkontaktní kalibraci a 3D diagnostiku koncových měrek. Tento systém zavádí do praxe zcela nový 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, je u tohoto přístroje měření provedeno bezdotykově pomocí dopadu světelného záření na oba konce měrky v jeden okamžik. Zároveň je délka měrky určena s přímou návazností na definici jednotky jeden metr, neboť odměření probíhá s využitím laserového záření s přesně známou délkou vlny. Díky snímání povrchu čel měrky prostřednictvím kamery, lze zároveň přesně zmapovat struktury obou povrchů měrky s rozlišením několika 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, s.r.o..

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Programování v prostředí LabVIEW

LASEROVÉ POPISOVACÍ SYSTÉMY V PRŮMYSLU

Drahomír Cvachovec

Lintech, spol. s r.o.

Chrastavice 3, 344 01 Domažlice

E-mail: info@lintech.cz

Tel. : (+420) 379 410 201

Web: www.lintech.cz

Obor: Laserové značení a gravírování, laserové svařování a navařování, výroba razníků a razidel, výroba identifikačních štítků . Vývoj laserových značících systémů

Firma Lintech spol. s r.o. se od roku 1993 zaměřuje na vývoj, výrobu, prodej a servis značících systémů, automatizačních systémů a jednoúčelových strojů za účelem optimalizace výrobního procesu.

Zaměřujeme se na značící technologie bez nutnosti používání spotřebního materiálu – převážně na laserové značící a svařovací systémy a mikroúderové technologie. Zkušenosti našich zákazníků potvrzují, že tato technologie (laserová a mikrobodová) výrazným způsobem snížily náklady na spotřební materiál a zefektivnily výrobu. Díky širokému záběru naší společnosti v oboru průmyslového značení rovněž nabízíme také službu zakázkového značení výrobků a dílů - laserové značení a gravírování, výrobu razníků a razidel, výrobu identifikačních a výrobních štítků, laserové svařování a navařování.



Nabízíme:

- Poradenství v oblasti značících systémů
- Snížení provozních nákladů
- Vývoj a výzkum laserových technologií



LASEROVÁ INTERFEROMETRIE PRO PŘESNÁ MĚŘENÍ

Ondřej Číp

Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i., Oddělení Koherenční optiky
Královopolská 147, 612 64 Brno (541514254, ocip@isibrno.cz, www.isibrno.cz)

Obor: Laserová interferometrie, laserová spektroskopie, speciální elektronika

Přesné měření délek a vzdáleností je v současnosti založeno na principu interference dvou či více laserových vln, jejichž vlnová délka je známa s přesností v řádu nejméně $1\text{exp}(-12)$. V příspěvku budou především zmíněny přístroje - laserové interferometry, které tento princip využívají.

Budou představeny interferometry od jednoduchých optických sestav až po speciální systémy, které umožňují měřit vzdálenosti se subnanometrovým rozlišením.

Další skupinou optických přístrojů jsou optické soustavy pro přímé měření indexu lomu plyných prostředí - tzv. refraktometrů, které umožňují zjištění hodnoty indexu v řádech až $1\text{exp}(-9)$.

Významnou skupinu přístrojů jsou i tzv. laserové komparátory, které umožňují přenos přesně stanovené vlnové délky laserů na mechanická měřidla jako jsou např. délkové úchytkoměry, optická pravítka či elektronické délkové snímače. V příspěvku bude představen přehled a princip činnosti těchto unikátních přístrojů.

V závěru budou představeny možnosti využití pulsních laserů, které v současnosti zažívají nebyvalý rozvoj a jsou slibnou technologií pro nové metody měření délek,

Poděkování: Výzkum, jehož výsledky jsou prezentovány v tomto příspěvku, byl podpořen projektem Ministerstva průmyslu a obchodu č. ČR 2A-1TP1/127.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Přesné měření délek pomocí laserů
- Měření indexu lomu prostředí
- Detekce tvarových změn předmětů pomocí laserů
- Využití stabilních pulsních laserů
- Návrh a realizace měřicí a řídicí elektroniky
- Programování v prostředí C++, LabVIEW

ŘÍDÍCÍ ELEKTRONIKA PRO LASEROVÉ SYSTÉMY

Martin Čížek

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

Královopolská 147, Brno, 621 64

Tel.: +420 541 514 249

E-mail: cizek@isibrno.cz

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

Prezentace seznámí s řídicí elektronikou vyvíjenou a zároveň používanou v experimentálních sestavách v laboratořích oddělení koherenční optiky na ÚPT AV ČR. Obsahem přednášky bude popis specializovaných detekčních a regulačních karet 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.

Tato práce je podporována grantem MPO ČR č. FR-TI1/241.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Digitální zpracování signálu
- Vývoj softwaru v C/C++
- Mikroprocesorová technika
- Laserová interferometrie

LASERY PRO PRŮMYSLOVÝ POPIS A GRAVURU

Jiří Dušek

Megaflex, spol. s r.o.,
Osiková 2644/3
130 00 Praha 3

Obor: Výroba a prodej průmyslových galvolaserů SHINE, distribuce laserových zařízení TROTEC v České a Slovenské republice

Společnost Megaflex Praha se laserovými technologiemi zabývá od roku 1993. V roli generálního distributora razítek TRODAT představila první plošné laserové CO2 gravírky jako moderní technologii pro rychlou a efektivní výrobu razítkových štočků. Uživatelé brzy objevili i další možnosti jejího použití, např. pro výrobu orientačních systémů, značení reklamních předmětů, ale i některé speciální aplikace. První gravírky pro TROTEC vyráběla americká společnost ULS a překvapivě byly nekompatibilní s počítači Apple MacIntosh, které byly naopak standardem na našem trhu. Proto Megaflex urychleně vyvinul vlastní laserovou gravírku, která tento nedostatek odstranila.

Počátkem roku 1999 TROTEC uvedl na trh laserové gravírky nové generace. Modely Power Laser Pro, Speedy a Professional se staly pojmem a například Speedy 300 je se svými 350 mm/s stále nejrychlejším laserem s pohyblivou hlavou na světě.

Převzetím technologie SHINE Fiber od společnosti LAO Praha v roce 2007 se Megaflex stal i výrobcem nejmodernějších vláknových galvolaserů pro průmyslové značení a popis. V současné době má Megaflex nainstalovaných více než 250 laserových systémů v České republice a Slovensku. Průmyslové lasery dodáváme včetně integrace do výrobních linek. Samozřejmostí našich služeb je instalace a odladění zařízení u zákazníka, stejně tak i záruční i pozáruční smluvní servis Premium.

Nabídka spolupráce:

- Nejčastějšími problémy, se kterými se setkáváme, jsou relativně dlouhá doba laserového značení kovů ve srovnání např. s inkoustovým tiskem, a problematické značení některých plastů.
- Přivítáme možnost spolupráce při vývoji aditiv do plastů, které zlepšují laserový popis.

LASEROVÁ A OPTOVLÁKNOVÁ TECHNIKA

Martin Dušek

Safibra, s.r.o.

Černokostelecká 1621, 251 01 Říčany, T/F: +420 323 601 615,

E-mail: safibra@safibra.cz,

Web: www.safibra.cz

Obor: Laserová a optovláknová technika, optovláknové senzory

Firma Safibra, s.r.o. je inženýrskou společností se zaměřením na špičkové optické technologie a produkty, zejména optovláknové senzory a systémy, lasery a příslušenství. Safibra poskytuje svým zákazníkům plnou podporu pro projektování a návrh optických systémů a sensorových systémů pro specifické aplikace, instalaci a nastavení systémů, řešení speciálních požadavků a díky získaným zkušenostem a znalostem v oblasti optovláknové techniky poskytuje konzultační a školicí činnosti.

V regionu České republiky, Slovenska a ostatních zemí střední a východní Evropy reprezentuje Safibra společnosti působící v oblasti laserové a optovláknové techniky a distribuuje jejich produkty a zajišťuje jejich záruční a pozáruční servis. Příkladem firmy: Keopsys (vláknové lasery a zesilovače), Thorlabs, Standa (optické stoly, laserové příslušenství, manipulátory,...) , Ocean Optics (Spektrometry a systémy), Oxixius (DPSS lasery), RSoft Design (návrhový SW), IDIL (výukové soubory vláknové optiky), Optoacoustics (optické mikrofony, akcelerometry) a mnoho dalších v oblasti vláknových senzorů.

Vývojový tým firmy navrhuje a vyrábí individuální optoelektronické a laserové systémy, sensorické systémy pro laboratoře výzkumných a univerzitních center i pro průmyslové využití.

Díky mnohaleté spolupráci s celou řadou vědeckých a průmyslových pracovišť z ČR i ze světa, které se problematikou laserové a optovláknové techniky zabývají, jsme Vám schopni nabídnout podporu při nalezení optimálního řešení Vašich vědeckých nebo průmyslových úkolů.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Výroba optických a laserových zdrojů
- Návrh a výroba speciálních optovláknových měřících systémů pro univerzity
- Návrh a výroba speciálních optických systémů pro výuku
- Vývoj a aplikace speciálních laserových a optovláknových systémů a senzor
- Optovláknové senzory - teploty, mechanického namáhání, vibrací,...

LASERY OD FIRMY TRUMPF

Roman Haltuf, Aleš Plešinger

TRUMPF Praha, spol. s r. o.

K Hájům 1355 / 2a

CZ-155 00 Praha 5

Tel.: +420 251 106 200

Fax: +420 251 106 201

E-mail: info@cz.trumpf.com

Web: www.cz.trumpf.com, www.trumpf-laser.com

Obor: laserové obrábění, laserové řezání, laserové značení

Laser je univerzálním nástrojem pro řezání, svařování, popisování, vrtání a formování. Pracuje bez dotyku s materiálem, bez opotřebení. Četné výhody laserového opracování materiálů jsou využívány v mnoha naprosto odlišných oblastech. V popředí stojí vždy vysoká flexibilita, rychlost zpracování a kvalita spolu se zjednodušením celého výrobního řetězce.

V oblasti průmyslových laserů a laserových systémů je TRUMPF firmou s nejpokrokovější technologií a největším podílem na trhu. Paleta produktů laserové techniky a laserů zahrnuje laserové řezací a svařovací zařízení pro ploché a 3D díly, vysoce výkonné CO₂ lasery, světelné lasery i pevnolátkové lasery a popisovací laserové systémy.

Vývoj nových postupů a výkonných laserových systémů a zdrojů paprsku, rychlý přenos nových technických řešení do uživatelsky orientovaných inovací, vysoké kvalitativní nároky a spolehlivá zákaznická podpora, to je TRUMPF.

KOMERCIALIZACE NOVÝCH PRODUKTŮ

Tomáš Halva

JIC, zájmové sdružení právnických osob

U Vodárny 2, 616 00 Brno

Tel.: +420 541 142 056

E-mail: halva@jic.cz

Web: www.jic.cz

Odbor: Transfer technologií

Jihomoravské inovační centrum (JIC) se zaměřuje na podporu inovačního podnikání a komerčního využití výzkumu a vývoje. JIC zprostředkovává propojení univerzit a vědeckovýzkumných institucí s podnikatelskou sférou s cílem maximalizovat přínos výzkumu a vývoje na regionální a národní úrovni.

Kdo jsou naši klienti:

- Inovační firmy
- Studenti s originálními nápady
- Výzkumní pracovníci
- Firmy, které chtějí pomoci s transferem technologií

NÁVRH POKROČILÝCH VLÁKNOVÝCH DIFRAKČNÍCH STRUKTUR

Radek Helán, František Urban

NETWORK GROUP, s.r.o., Obchodně-technické oddělení

Turgeněvova 5, 618 00 Brno, e-mail: r.helan@nwg.cz, web: <http://www.nwg.cz>

Obor: Vývoj v oblasti návrhu a výroby vláknových mřížek a mřížkových senzorů

Firma NETWORK GROUP, s.r.o. se primárně zabývá distribucí optických a metalických systémů pro strukturované kabeláže a osazováním desek plošných spojů. Díky bohatým zkušenostem a know-how pracovníků firmy v oblasti optických komunikačních systémů a senzorové techniky začíná firma rozšiřovat oblast svojí působnosti také do vývoje optických prvků.

V současné době umíme návrh vláknových mřížek, mřížkových polí a složitějších vláknových difrakčních struktur s ohledem na současné možnosti jejich výroby. K tomuto účelu byl vyvinut software založený na nových metodách výpočtu výrobních parametrů mřížek z požadovaných spektrálních vlastností. Jedná se o unikátní algoritmus pro syntézu parametrů difrakční struktury s ohledem na materiálové vlastnosti použitého vlákna a omezeními vyplývajících ze současných technologických možností jejich výroby.

Výpočet je rozdělen do tří fází. V první fázi je mřížková struktura rozdělena na několik sekcí, pro každou sekci jsou jednoduchou analýzou vypočteny počáteční parametry mřížkové struktury příslušné sekce. V druhé fázi výpočtu probíhá upřesnění parametrů mřížkových sekcí za pomoci metody MTFS (multiple thin-film stack) a TMM (transfer matrix method). Druhá fáze probíhá v několika krocích, dokud není struktura vypočtena s požadovanou přesností. V závěrečné, třetí, fázi je optimalizována struktura jako celek z pohledu amplitudy spektrální charakteristiky, jsou optimalizovány vzdálenosti mezimřížkových prostor mezi jednotlivými mřížkami v poli. Výsledkem jsou vypočtené spektrální charakteristiky (amplitudová a fázová), tabulky a grafy výrobních parametrů navržené difrakční struktury. Tímto způsobem je možné navrhovat a optimalizovat i velice složité vláknové difrakční struktury s požadovanou spektrální charakteristikou odrazivosti. Využití takových struktur je možné např. v oblasti optických komunikací jako optické filtry se specifickými vlastnostmi nebo v optické senzorové technice.

Kromě pouhého návrhu vláknových difrakčních struktur firma NETWORK GROUP, s.r.o. připravuje také pracoviště pro malosériovou výrobu vláknových mřížek a mřížkových polí. V této fázi přípravy vidíme možnost spolupráce s firmami nabízejícími laboratorní vybavení (lasery pro výrobu vláknových mřížek, optické lavice a další laboratorní vybavení). Následně budeme nabízet možnost spolupráce spojenou nejen s návrhem a výrobou vláknových mřížek, ale také v oblasti jejich aplikace v optických komunikačních a senzorových systémech.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Návrh a výroba vláknových mřížek a mřížkových polí
- Návrh a dodání pasivní vrstvy optických komunikačních systémů
- Návrh a dodání v oblasti strukturovaných kabelážních systémů

LASERY A VYSOKORYCHLOSTNÍ INTERNET

Pavel Honzátka, Miroslav Karásek, Pavel Peterka

Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v.v.i.

Oddělení vlnovodné fotoniky

Chaberká 57, 182 51 Praha 8

www.ufe.cz, honzatko@ufe.cz

Obor: Nelineární a vláknová optika

Vývoj laserů spolu s rozvojem vláknové optiky a internetu předznamenal přerod komunikačních systémů. Moderní komunikační systémy jsou zaměřené na přenos datových paketů vysokými přenosovými rychlostmi po optických vláknech. Jednovidové vlákno o průměru lidského vlasu umožňuje současný přenos až 25 terabitů za sekundu. Pro využití přenosové kapacity vlákna se navrhuje mnohokanálové systémy s malou spektrální roztečí mezi sousedními kanály a každým kanálem se data přenášejí rychlostí do 100 Gb/s. Při přenosu dat se využívá vysoké koherence záření laserů, kterých je v takových systémech několik desítek až stovek. Mnohokanálové přenosové systémy jsou složité a nacházejí uplatnění jen na nejvytíženějších páteřních sítích.

Alternativou k mnohokanálovým systémům s velkou přenosovou kapacitou jsou jednokanálové vysokorychlostní optické paketové sítě. Data se přenášejí formou datových paketů opatřených hlavičkou s adresou. V současné době se datové pakety přenášejí rychlostí do 40 Gb/s a pracuje se na vývoji koncových zařízení a síťových prvků pro 100 Gb/s ethernet. Dalšímu rozvoji brání rychlost elektronických obvodů a jejich spotřeba. Mezní kmitočet vysokofrekvenčních tranzistorů je kolem 300 GHz.

Další rozvoj vysokorychlostních přenosových systémů může být umožněn plně optickým zpracováním signálů. V koncovém zařízení se připraví rychlý datový tok časovým multiplexováním. K datovému paketu se připojí hlavička s adresou. Hlavička se může přenášet nižší rychlostí a zpracovávat v konvenčních elektronických obvodech. Samotná datová část paketu se přenáší vysokou přenosovou rychlostí (100-640 Gb/s). Paket se směřuje k přijímači pomocí plně optických směrovačů a o zachování jeho kvality se při přenosu starají plně optické opakovače. Ve směrovačích se podle hlavičky určí další cesta paketu, ale datová část paketu se na elektrických signál nepřevádí. V přijímači se datový paket demultiplexuje a zpracuje konvenčními elektronickými obvody při nižších rychlostech. Takový systém, který dokáže objem dat z jednoho DVD přenést ve zlomku sekundy by umožnil rychlý přenos velkých objemů dat v nemocnicích mezi výpočetním centrem a tomografem, v rozlehlých měřicích systémech, např. z radioastronomických anténních soustav apod.

V rámci přehledu výsledků oddělení vlnovodné fotoniky Ústavu fotoniky a elektroniky v oblasti plně optického zpracování signálů představíme původní metody konverze vlnových délek pro přenosové rychlosti do 160 Gb/s a plně optické převodníky modulačního formátu. Tyto převodníky využívají přirozené ultrarychlé nelinearity optického vlákna.

Výsledky představené v přednášce vznikly v letech 2005-2010 za laskavé podpory AV ČR (program Informační společnost, 1ET300670502, výzkumný záměr AV0Z20670512) a GAČR (projekt P102/10/0120).

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Výkonové vláknové lasery – kontinuální i pulzní s excelentní kvalitou výstupního svazku a vlnovou délkou 1080nm a 2000 nm.

ABSORPČNÍ KYVETY - ETALONY OPTICKÝCH FREKVENCÍ

Jan Hrabina

Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i.,
Oddělení koherenční optiky
Královopolská 147
61264 Brno
Česká republika

Tel.: +420 541 514 127

Fax: +420 541 514 402

Email: hrabina@isibrno.cz

WWW: <http://www.isibrno.cz>

Obor: frekvenční stabilizace laserů, laserová metrologie délky

Na Ústavu přístrojové techniky pracuji od roku 2001, kdy jsem nastoupil jako technolog plynových laserů do Oddělení koherenční optiky. Podílel jsem se na kompletaci, vylepšení konstrukce a měření parametrů He-Ne-I2 stabilizovaných laserů, což později profilovalo mé současné oborové zaměření - frekvenční stabilizaci laserů.

Předmětem mého doktorského studia se stala evaluace a měření čistoty absorpčních jodových kyvet, tedy etalonů optických frekvencí sloužících k frekvenční stabilizaci laserových normálů délky pracujících v oblasti 532 a 633 nm. Během studia jsem zkonstruoval a postupně zdokonalil dvě nezávislé měřicí aparatury pro ověřování čistoty jodu v absorpčních kyvetách, která má zásadní vliv na výslednou absolutní přesnost optické frekvence stabilizovaných laserů. Využití těchto aparatur mělo přínos pro technologii výroby absorpčních kyvet na našem ústavu a vedlo i ke konstrukci Nd:YAG 532 nm laserového stabilizovaného normálu optické frekvence / vlnové délky. Výroba absorpčních kyvet plněných různými médii (molekulární jod, acetylen, rubidium, krypton, ...) má na našem oddělení dlouholetou historii a tyto kyvety dodáváme do metrologických laboratoří po celém světě.

V současné době spolupracuji se svými kolegy na vývoji nanopolohovacího odměřovacího stolku pro mikroskop atomárních sil (AFM). Účelem zařízení je rozšířit zobrazovací schopnosti AFM mikroskopu o délková měření zobrazovaných vzorků, a to s metrologickou návazností na národní etalon délky. Zařízení využívá laserová interferometrická měření ve všech šesti osách volnosti a dosahuje rozlišení měřené vzdálenosti pod 1 nm.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Frekvenční stabilizace laserů
- Měření stability a frekvenčních posuvů laserových zdrojů
- Laserová interferometrie
- Výroba a ověřování čistoty absorpčních kyvet plněných izotopicky čistými plyny
- Programování v prostředí LabVIEW

PULSNÍ ND:YAG LASER PRO VÝUKU I APLIKACE

Hana Chmelíčková

Společná laboratoř optiky Univerzity Palackého a Fyzikálního ústavu Akademie věd České republiky

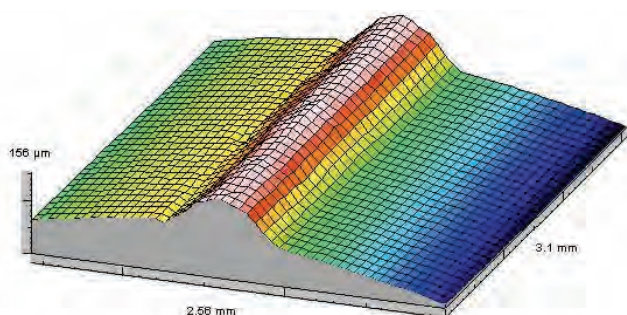
17. listopadu 50 a, 772 07 Olomouc, tel. 585 631 516, hana.chmelickova@upol.cz,
http://jointlab.upol.cz/slo/

Obor: laserové technologie

Laserová laboratoř našeho pracoviště je vybavena pulsním pevnolátkovým Nd:YAG laserem o průměrném výkonu 150 W švýcarské firmy LASAG AG. Konstrukce rezonátoru s pohyblivým držákem koncového zrcátka a vyměnitelnou clonkou dovoluje nastavit pět různých konfigurací s kvalitou svazku od 88 mm.mrad do 20 mm.mrad. Tímto jsou vytvořeny předpoklady pro demonstraci nejvýznamnějších laserových technologií (řezání, vrtání, svařování, povrchové zpracování) v laboratorních cvičeních předmětu Základy laserových technologií. Zkoumání struktury povrchu laserových stop a příčných řezů je možné provést na laserovém konfokálním mikroskopu LEXT (obr.1), topologii laserových svarů kontrolujeme na kontaktním profilometru TALYSURF s rozlišením ve vertikální ose až 0,6 nm. Získaná data jsou poté zpracována softwarovým nástrojem TALYMAP, který umožňuje mnoho variant zobrazení v rovině nebo prostoru (obr.2). Na vybraná témata byly vypracovány úspěšné diplomové a disertační práce, bylo řešeno několik výzkumných projektů. Aplikační oblastí využití laseru na našem pracovišti je optimalizace pracovních parametrů pro úpravu rozměrů keramiky, CVD diamantů, polykrystalického křemíku, sintrovaných materiálů apod. metodou vrtání nebo orýsování. Dále pohyblivý pracovní stůl řízený servomotory s krokem 0,01 mm umožňuje řezání přesných prototypů z kovových fólií 0,1 mm - 1 mm. Zajišťujeme tak pro firmy výrobu malých sérií nově navržených a testovaných tvarů z pružinové a korozi-vzdorné oceli, hliníku, mosazi a bronzu. Výhody malého tepelného ovlivnění materiálu při laserovém svařování je využito spojování drobných součástek.



Obr.1: Příčný řez svarem



Obr.2: 3D axonometrie povrchu svaru

Tento výsledek byl získán za finančního přispění Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR v rámci podpory projektu výzkumu a vývoje 1M06002.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Analýza profilu laserového svazku pomocí LBA Spiricon
- Volné kapacity pro zakázkové měření (kontaktní profilometrie, laserová mikroskopie)
- Konstrukce, vývoj a výroba prototypů přístrojů a zařízení
- Návrhy, výpočty a realizace optických a opto-elektrických soustav a systémů

BYSTRONIC IMPROVES THE CUTTING OF THICK METAL SHEETS WITH FIBER LASER

Josef Chromý

Bystronic Czech Republic s.r.o.,
Tuřanka 115, 627 00 Brno,
Tel: +420 541 514 252,
E-mail: josef.chromy@bystronic.com
Web: www.bystronic.cz

Obor: laserové obrábění, řezání

Right on time for the 50th anniversary of the laser, Bystronic presents its first series production model of a laser cutting system equipped with a fiber laser. It is for the company a milestone in the development, since the advantages when compared with CO₂ lasers that have been used until now are immediately obvious: Fiber lasers are more energy efficient, compact, simple to operate, and need virtually no maintenance. Furthermore, thanks to the shorter wavelength the focusability is improved and the fiber guide permits longer working distances. Fiber laser cutting with sheet metal thicknesses up to 4 mm is considerably faster than with comparable CO₂ lasers and delivers a very good cutting quality.

With thicker metal sheets, on the other hand, the picture is different. In particular fusion cutting, which is primarily used for stainless steel, delivers an unsatisfactory quality of cut with thicknesses greater than 5 mm: Burs are formed on the underside of the cut, the cutting edge is rough. For many users this is a too great a limitation and when purchasing they prefer to decide in favor of a more flexible CO₂ machine.

In recent years, Bystronic has investigated a number of solutions to permit thicker metal sheets also to be cut cleanly using the fiber laser. For example the following approach: At the wavelength of a fiber laser (approx. 1 μm) steel exhibits a different absorption characteristic than it does with a CO₂ laser (10.6 μm). The basic principle is: The more power that is absorbed, the less that will be reflected – reflected rays can hit the side walls of the cut and roughen the cutting edges. In order to increase the degree of absorption, the angle of incidence must be decreased; this means the angle between the direction of propagation of the laser beam and the perpendiculars of the cutting front. This can be achieved, for example, using line focus. Through the use of a cylindrical lens, the beam along the direction of cut is less focused or hardly focused at all, which leads to a long drawn-out focus.

As a result of this, however, a new problem arises: The cutting front becomes flatter and longer, which makes the expulsion of the molten metal more difficult. In order to keep the cutting front steep, extreme focus positions are used: The focal point no longer lies within the sheet but several millimeters below it, whereby the absorption in the lower sheet area becomes higher than in the upper area – the cutting front curves and is steeper in the lower part of the sheet than in the upper part. The expulsion of the molten metal becomes significantly easier. Additionally, the tendency for increased absorption in the lower area of the sheet generally leads to a more stable cutting process.

The experiments presented with extreme focal positions are only laboratory tests and not an industrial solution. However, they show that it is absolutely possible to use fiber lasers also to cut thicker metal sheets with a good quality.

OPTICKÉ TRÍDĚNÍ MIKROČÁSTIC

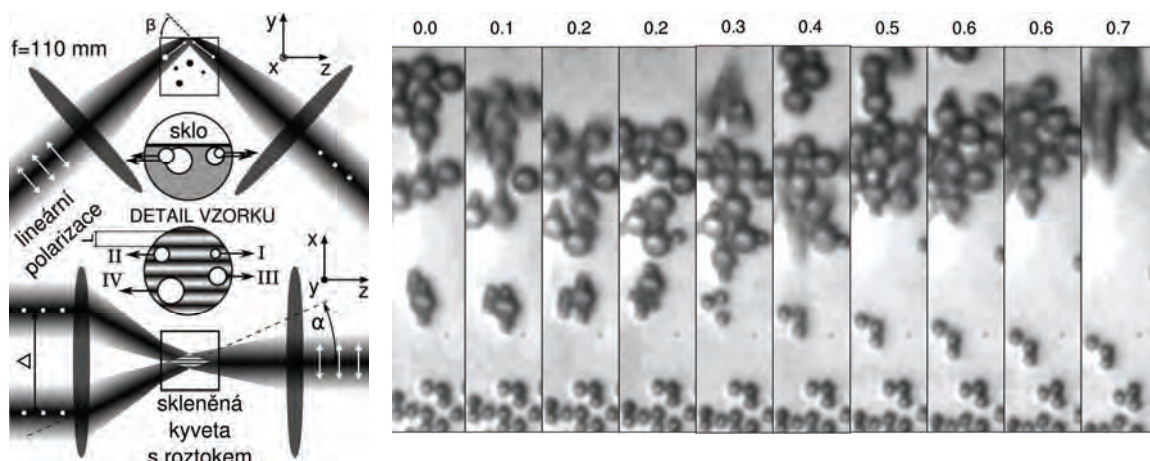
Petr Jákl, Martin Šiler, Pavel Zemánek

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

(tel: 541 514 284, e-mail: jakl@isibrno.cz, webové stránky: <http://www.isibrno.cz/omitec>)

Obor: Optické mikromanipulační techniky, prostorové modulátory světla

Za dobu své existence již optické mikromanipulace pronikly do podvědomí vědecké veřejnosti. Ze základní varianty optické pinzety (částice je bezkontaktně držena v ostře fokusovaném laserovém svazku) se vyvinuly techniky mnohem komplexnější, ve kterých se využívá nedifrakčních svazků, časově sdílených pastí pro vázání více částic najednou či světelných polí tvořených interferencí více laserových svazků. A právě interferenční pole jsou vhodná k separaci více typů částic, ať již dielektrických mikroobjektů či živých buněk. Nastavením vhodných parametrů struktury (šířka proužků, mřížková konstanta hexagonální struktury) lze např. vázat pouze některé částice z různorodé směsi a proudem média odstranit ostatní či oddělit různé složky čistě radiačním tlakem (viz obrázek). Třídícím kritériem pak může být velikost či optické vlastnosti objektu (např. třídění poškozených a zdravých buněk).



Ukázka třídění polymerových mikročástic podle velikosti ($5\ \mu\text{m}$ a $2\ \mu\text{m}$ v průměru) ve struktuře dvou interferujících souběžných svazků (vlevo) a jednoho neinterferujícího protiběžného svazku. Poměr šířky interferenčních proužků a velikosti částic určuje směr třídění částic (vpravo záznam v délce 0,7 s).

Literatura:

P. Jákl, T. Čižmár, M. Šerý, Zemánek (2008) Static optical sorting in a laser interference field. Appl. Phys. Lett. 92, 161110.

K. Dholakia, M. P. MacDonald, P. Zemánek, T. Čižmár (2007) Cellular and colloidal separation using optical forces. Methods in Cell Biology 82, 467- 495.

Poděkování: Tyto výzkumné aktivity jsou podpořeny projekty: LC06007 a OC08034 (MŠMT), ALISI No. CZ.1.05/2.1.00/01.0017 (EC, MŠMT).

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- vytváření světelných struktur prostorovým modulátorem světla a interferencí více laserových svazků
- analýza videozáznamu, trasování a vyhodnocení pohybu mikročástic (MATLAB)

TRENDY V OBLASTI PEVNOLÁTKOVÝCH A DIODOVÝCH LASERŮ

Aleš Jandík, Martin Klečka

LAO průmyslové systémy, s.r.o.

Na Floře 1328/4 143 00 Praha 4

Tel.: +420 241 046 800

Fax: +420 241 046 850

e-mail: laser@lao.cz

<http://www.lao.cz>

Obor: Lasery pro průmysl i vědecké aplikace

Bude prezentován aktuální vývoj a trendy v oblasti kontinuálních laserů od tradičních a rozšířených plynových laserů (HeNe, HeCd, Argon a Krypton), přes diodové a diodama čerpané pevnolátkové lasery (DPSS) až po nejnovější trendy jako je technologie OPSL (opticky čerpané polovodičové lasery). Kromě základního popisu technologie jednotlivých typů laserů bude provedeno jejich srovnání. Kromě samotných laserů bude zmíněn stručný přehled nejběžnějších aplikací a jejich požadavků na parametry laseru. Na závěr bude nastíněn další možný vývoj v této oblasti.

ZNAČENÍ VBD

Martin Janečka

PRAMET

Uničovská 2, Šumperk, 787 53

Tel.: +420 606 732 485,

e-mail: martin.janecka@pramet.com,

web: <http://www.pramet.com/>



Obor: Značení výrobků laserem

Naše firma je světovým výrobcem VBD (vyměnitelné břitové destičky).

Moje oborové zaměření je značení VBD laserem.

Používáme typ laseru YAG - diodové buzení s vlnovou délkou 1 064 nm.

Značíme tři typy povrchů:

1/ CVD povlak

2/ PVD povlak

3/ broušený a leštěný povrch

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

Programování v prostředí ŐSTLING - Lasonall marker - CREATOR PRO IV -

<http://www.oestling-markingsystems.com/>

VÝZKUM DYNAMIKY LASEROVÉHO SVAŘOVACÍHO PROCESU A JEHO ŘÍZENÍ

Petr Jedlička, Šimon Řeřucha

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

Královopolská 147, 612 64 Brno

Oddělení koherenční optiky

Tel.: +420 541 514

E-mail: jedla@isibrno.cz, res@isibrno.cz

Web: www.isibrno.cz

Obor: Výkonové lasery

Díky vysoké hustotě energie laserového svazku je možnost svařovat díly podstatně vyššími rychlostmi oproti ostatním svařovacím technologiím nebo mohou vznikat svary jinými technologiemi neproveditelné. Laserové svařování je komplexem fyzikálně odlišných jevů ovlivňujících se navzájem. Pochopení těchto jevů nám dává možnost aktivně řídit svařovací proces.

Cíle projektu:

Z hlediska základního výzkumu lépe pochopit vzájemné souvztažnosti mezi jevy tvořícími laserový svařovací proces a jejich vliv na výsledný svar. Na základě definice vazeb navrhnout teoretický model.

Zjistit korelace mezi optickými parametry plazmového obláčku jakožto jednoho z jevů a parametry výsledného svaru.

Z hlediska průmyslové praxe využít navrženého modelu a plazmové diagnostiky pro aktivní (a zpětnovazební) řízení laserového svařovacího procesu s cílem udržování požadovaných parametrů výsledného svaru.

Výzkum je financován grantem MPO č. 2A-3TP1/113

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

Petr Jedlička

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

Šimon Řeřucha

- Analýza, návrh a implementace:
- embedded aplikace (mikrokontrolery, FPGA),
- databázové a informační systémy,
- systémy pro hromadné zpracování dat, automatizované konverze, dávkové výpočty.
- Technická a produktová fotografie.
- (Dedikované serverové systémy, počítačové sítě a zabezpečení.)

LASERY NA FAKULTĚ JADERNÉ A FYZIKÁLNĚ INŽENÝRSKÉ ČVUT V PRAZE

Helena Jelínková

České vysoké učení technické v Praze – Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
Břehová 7, 115 19 Praha1, tel. 224 358 538, helena.jelinkova@fjfi.cvut.cz

Obor: vývoj laserových systémů

Na katedře fyzikální elektroniky (KFE) Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské Českého vysokého učení technického v Praze (ČVUT) byl první laserový systém – rubínový – úspěšně odzkoušen v roce 1964, tedy pouhé 4 roky po uvedení prvního rubínového laseru na světě do provozu. Pracovníci katedry brzy rozpoznali, že laserové záření má naději být v budoucnu úžasným nástrojem vhodným pro další výzkumné i aplikační účely. Generace gigantického impulsu na KFE pomocí mechanicko-optické uzávěrky byla realizována již v roce 1965. Na základě takto generovaného vysokovýkonového impulsu bylo už možné studovat i nelineární jevy. Nd:skleněný laser s pasivní synchronizací módů byl uveden do provozu v roce 1969. Rozsáhlé úsilí pak představovalo také měření délky takto generovaných krátkých impulsů. V roce 1972 byl vyvinut kontinuálně běžící Nd:YAG laser a rozvíjela se součástková laserová základna. Od 70. let minulého století se činnost laserové laboratoře rozrůstala jak po vědecké, tak i po aplikační stránce. Byly konstruovány a uvedeny do provozu nové lasery – pevnolátkové Nd:YAP, Er:YAG a Ti:safír, plynové CO₂, barvivové Rhodamin. Rovněž byly lasery užity pro generaci plasmatu, pro rozvoj holografie, pro spektroskopická měření atmosféry pomocí Ramanova jevu, značkování a pro laserové měření vzdáleností umělých družic Země. Současně byly vyvíjeny vhodné metody detekce a diagnostiky generovaného laserového záření. Některé z těchto směrů výzkumu zůstaly zachovány až do dnešní doby a jsou nadále na KFE rozvíjeny.

Od roku 1980 se zájem soustředil na aplikace laserů v medicíně. Za všechny je možné jmenovat laserový skalpel MEDICALAS FJFI, nabízející výběr dvou vlnových délek 1.06 μm a 1.3 μm , z nichž každá jinak interaguje s lidskou tkání; laser pro oftalmologii OFTALAS FJFI, unikátní Nd:YAG pulsní laser-oscilátor/zesilovač umožňující generaci buď sledu pikosekundových impulsů, nebo jednoho impulsu s délkou desítek nanosekund; DERMATOLAS FJFI; Er:YAG laserovou zubní vrtačku DENTALAS FJFI, zkonstruovanou, uvedenou do provozu a testovanou jako jednu z prvních v Evropě a později předanou do výroby. V současné době je prováděn další výzkum interakce laserového záření s tkání (v oftalmologii, stomatologii, urologii a kardiologii) a v mnoha oblastech základního výzkumu (dvoufotonová absorpce v polovodičích, nelineární zrcadlo s generací druhé harmonické frekvence, synchronně buzené parametrické oscilátory, diodově buzené laserové systémy, mikročipové lasery, nové pevnolátkové materiály pro generaci koherentního záření ve střední infračervené oblasti). Na všech uvedených tématech výzkumu se podílejí i studenti katedry.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- interakce laserového záření s tkání
- laserové systémy generující ve viditelné až střední infračervené oblasti (různé režimy generace)
- koherentně buzené laserové systémy
- nové aktivní pevnolátkové laserové materiály
- mikročipové lasery
- možnost vzdělávání v oboru laserové techniky

LASEROVÉ FOTOPOLYMERACE MIKROSTRUKTUR

Jan Ježek, Pavel Zemánek

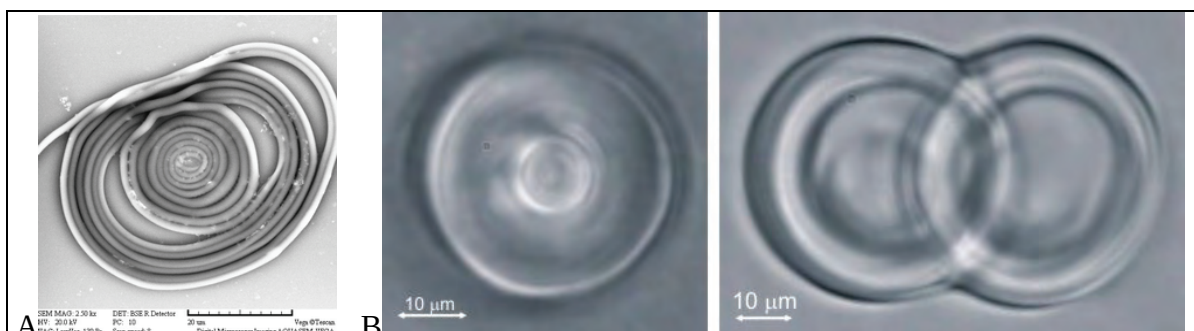
Ústav přístrojové techniky AV ČR, v. v. i., Královopolská 147, 612 64 Brno

(tel: 541 514 282, e-mail: jezek@isibrno.cz, webové stránky: <http://www.isibrno.cz/omitec>)

Obor: Fotopolymerace, optická pinzeta, nedifrakční laserové svazky

Fotopolymerace je proces, během kterého je chemická reakce (polymerace) iniciována světelným zářením vhodné vlnové délky a intenzity. Výchozí surovinou je roztok monomeru, který se působením světla převážně z UV oblasti změní na pevnou látku. Kromě běžných aplikací, jako např. lepidla na sklo nebo zubní plomby, nachází fotopolymerace využití i při vytváření trojdimenzionálních mikrostruktur. Využívá se UV laserového svazku fokusovaného do stopy o průměru přibližně 1 μm . Přesným polohováním ohniska v monomeru lze postupně vytvořit **jakoukoliv 3D strukturu**. Novější přístup používá intenzivní svazek pulsního laseru na viditelné vlnové délce, který dvoufotonovým procesem absorpce vytvrdí monomer a vytvoří až submikrometrové detaily struktury.

Vhodným tvarováním prostorového rozložení intenzity laserového svazku lze vytvořit celou strukturu i bez rastrování ohniska svazku. Polymerní vlákna vytvořená v ose nedifrakčního besselovského svazku měla průměr od 1,5 μm do 3 μm . Jejich délka přesahovala 1,5 cm a byla způsobena vedením světla vláknem a polymerací monomeru na konci již vytvořeného vlákna. Rotací besselovského svazku byly vytvořeny i do sebe vnořené válcové útvary o poloměrech od 10 μm do 35 μm , tloušťce stěny 2 μm a délce okolo 150 μm .



Obrázky polymerovaného vlákna získané z elektronového mikroskopu (A) a polymerovaných do sebe vnořených a protínajících se válců z optického mikroskopu (B).

Literatura:

J. Ježek, T. Čižmár, V. Neděla, P. Zemánek (2006) Formation of long and thin polymer fiber using nondiffracting beam. Opt. Express 14, 8506-8515.

Poděkování: Tyto výzkumné aktivity jsou podpořeny projekty: FR-TI1/433 (MPO), OC08034 (MŠMT) a ALISI No. CZ.1.05/2.1.00/01.0017 (EC, MŠMT).

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

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

OPTICKY VÁZANÁ HMOTA

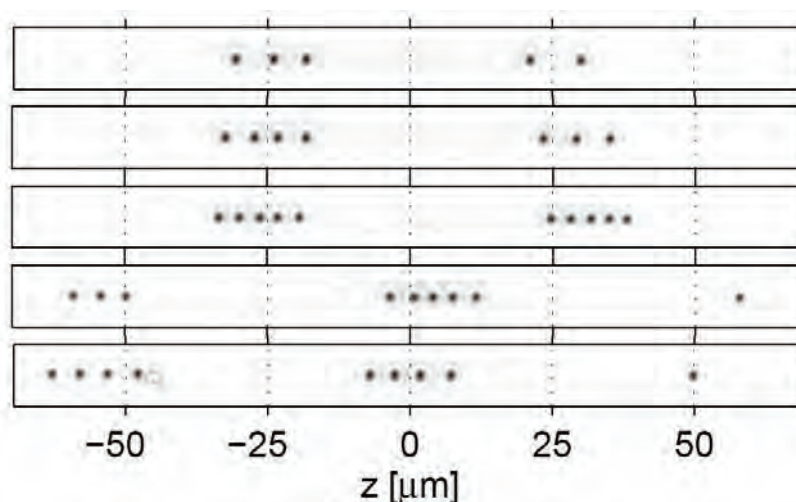
**Vítězslav Karásek, Oto Brzobohatý, Martin Šiler, Lukáš Chvátal,
Jan Trojek, Pavel Zemánek**

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

(tel. 541 514 240 e-mail: vitakar@isibrno.cz, webové stránky: <http://www.isibrno.cz/omitec>)

Obor: silové působení světla, optická pinzeta, optická vazba

Využití laserového světla pro manipulaci s hmotnými objekty představuje v mikrosvětě již zcela běžnou metodu. Při interakci laserových svazků s mikroobjekty dochází k rozptylu světla, který je doprovázen změnou hybností fotonů a výsledkem jsou silové účinky světla na rozptylující dielektrické či kovové částice. Je-li ozářeno více mikroobjektů, dochází k vzájemnému rozptylu mezi nimi a výsledkem je velmi komplexní silové působení, které za vhodných podmínek může vést až k samouspořádávání vzájemně interagujících mikročástic a vytvoření tzv. opticky vázané hmoty. Jsme jednou z mála skupin na světě, která se tomuto problému věnuje teoreticky i experimentálně. K teoretickým simulacím silových interakcí, rovnovážných poloh mikročástic a dynamiky systému mikročástic používáme metody vázaných dipólů a konečných prvků. Experimentálně jsme pozorovali samouspořádávání mikročástic v protiběžných gaussovských a nedifrakčních besselovských svazcích, v blízkosti povrchů ozářených evanescentní vlnou nebo odraženým gaussovským svazkem.



Ukázka jednodimenzionální opticky vázané hmoty z polystyrénových částic o průměru 802 nm v protiběžných nekoherentních besselovských svazcích. Světlem jsou samouspořádávány částice v rámci každé skupiny a také skupiny mezi sebou.

Literatura:

K. Dholakia, P. Zemánek (2010) *Colloquium: Gripped by light: Optical binding*, Rev. Mod. Phys. 82, 1767-1791.

V. Karásek, T. Čižmár, O. Brzobohatý, P. Zemánek, V. Garcés-Chávez, K. Dholakia (2008) Long-range one-dimensional longitudinal optical binding, Phys. Rev. Lett. 101, 143601.

Poděkování: Tyto výzkumné aktivity jsou podpořeny projekty: GA202/09/0348 (GAČR) a LC06007 (MŠMT).

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- numerické simulace rozptylu a silového působení světla

OPSL A ULTRAFast LASERY

Martin Klečka, Aleš Jandík

LAO průmyslové systémy, s.r.o.

Na Floře 1328/4

143 00 Praha 4

Tel.: 241 046 800, 604 278 308

Fax: 241 046 850

e-mail: klecka@lao.cz, jandik@lao.cz

<http://www.lao.cz>

Obor: vědecké aplikace laserů

Naše společnost poskytuje ve sféře vědeckých aplikací komplexní řešení zahrnující dodávky produktů z následujících pěti oblastí:

- Optické komponenty
- Optomechanické prvky a hardware pro vybavení laboratoří
- Lasery, laserové systémy a příslušenství
- Optoelektronické komponenty a systémy pro detekci záření
- Měřicí přístroje a systémy pro fyzikální i materiálovou analýzu

Ve spolupráci s našimi zahraničními dodavateli se snažíme pokrýt široké spektrum produktů a služeb tak, abychom byli schopni nabídnout ucelené řešení pro danou aplikaci či požadovaný experiment. Dokážeme vybavit laboratoř nejen jednotlivými komponenty, ale udělat návrh celé sestavy, pomoci s výběrem vhodných prvků a poradit uživateli s řešením dané aplikace, doporučit vhodnou sestavu. To vše díky dlouholetým zkušenostem našich pracovníků z této oblasti.

Aktuální témata:

OPSL – opticky čerpané polovodičové lasery (Optically Pumped Semiconductor Lasers)

Ultrafast lasery – Do skupiny ultrafast laserů zahrnujeme lasery, které generují femtosekundové (*fs*) či pikosekundové (*ps*) pulsy. Zpravidla jde o lasery na bázi Ti:safír laserů. Existují ale i femtosekundové vláknové lasery nebo Nd:YAG modelockované (modelock) lasery, které dokáží generovat pikosekundové pulsy.

NÁVRH TECHNOLOGIE LASEROVÉHO POVRCHOVÉHO KALENÍ OCELI C45

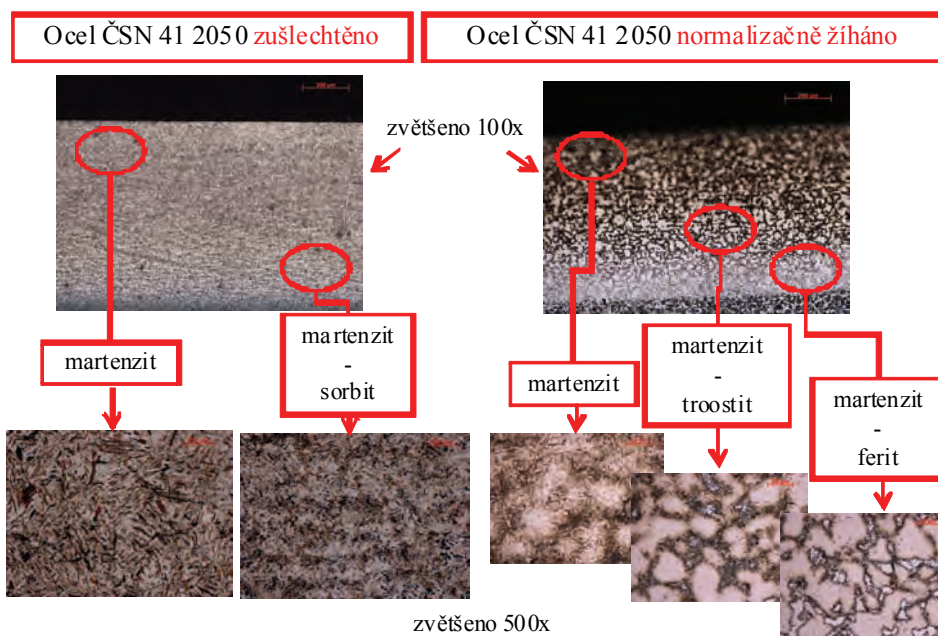
Klufová, P., Kříž, A., Hájek, J., Soukup, O.

Západočeská Univerzita v Plzni, fakulta Strojní, Katedra materiálu a strojírenské metalurgie
Univerzitní 22, 306 14 Plzeň,

e-mail: pklufova@kmm.zcu.cz, tel.: 377 638131

Obor: Povrchové kalení laserem, laserové svařování

Pro technologii povrchového kalení HPDD laserem je charakteristické použití vysoké intenzity světelného záření, které má za následek velmi rychlý ohřev povrchových vrstev materiálu a jejich následné ochlazení. Právě rychlost průběhu procesu, vznik vysokého teplotního gradientu a následné zakalení bez přítomnosti kapalného chladicího média patří mezi základní výhody tohoto procesu. Praktické poznatky a zkušenosti uveřejněné v tomto příspěvku vycházejí z diplomové práce řešené v roce 2010 na ZČU v Plzni ve spolupráci s NTC ZČU Plzeň (Klufová, P., *Návrh technologie laserového povrchového zpracování konstrukčních ocelí, ZČU Plzeň 2010*). Výsledky hodnocení povrchově zakalené vrstvy (metalografie, povrchová tvrdost, mikrotvrdost) vytvořené při různých procesních parametrech (příkon laseru a rychlost pohybu laserového paprsku) HPDD laserem a při různých stavech tepelného zpracování výchozí struktury oceli C45 (ČSN 41 2050) budou uvedeny v rámci ústního příspěvku na konferenci. Cílem příspěvku je především poukázat na závislost mezi stavem tepelného zpracování výchozí struktury, průběhem procesu laserového povrchového kalení a finálními vlastnostmi zakalené vrstvy.



Obr. 1 Srovnání metalografických struktur povrchově zakalené oceli ČSN 41 2050.1 a ČSN 41 2050.7 vytvořené při stejných procesních parametrech $v = 100 \text{ cm/min}$ a $P = 2,5 \text{ kW}$

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

Katedra materiálu a strojírenské metalurgie ZČU v Plzni hledá partnery pro spolupráci v oblasti **povrchového kalení HPDD laserem a laserového svařování**.

SWIR DIAGNOSTIKA S KŘEMÍKOVÝMI CCD A CMOS PRVKY PRO TW JÓDOVÝ FOTODISOCIAČNÍ LASER PALS

Viliam Kmetík

Ústav fyziky plazmatu AVČR v.v.i., PALS

Za Slovankou 1782/3, Praha 8, 182 00

Tel.: (+420) 266 052 857

Fax: (+420) 286 586 142

E-mail: kmetik@pals.cas.cz

<http://www.ipp.cas.cz/cz>

<http://www.pals.cas.cz/pals/indexcz.html>

Obor: Diagnostika výkonových laserů a laserových systémů.

Vyspělá CCD a CMOS křemíková technologie dovoluje dokonalou diagnostiku intensity a fáze laserového paprsku ve viditelné a blízké infračervené oblasti. Pro SWIR (Short Wave InfraRed) lasery, zvláště iódové lasery pracující na vlnové délce 1315 nm jako COIL nebo TW jódový fotodisociační laser PALS - Prague Asterix Laser System se běžně používají jiné technologie s menším rozlišením, dynamikou a spolehlivostí ale podstatně vyšší cenou.

Experimentálně jsme prokázali, že vhodné křemíkové CCD a CMOS prvky jsou i vzhledem k velice malé citlivosti na 1,3 micronu schopny spolehlivě detekovat toto záření a jsou vhodné pro vizualizaci a měření SWIR laserových svazků a také byly prozkoumány základní vlastnosti detektorů a jejich limity. Rozlišovací schopnost zkoumaných detektorů několikrát převyšovala parametry nám dostupných SWIR detektorů.

Vybrané průmyslové megapixelové CCD a CMOS prvky byly modifikovány pro měření laserového svazku na vlnové délce 1,3 micronu s velkým rozlišením. Tyto prvky byly testovány s kontinuálním diodovým laserem na 1310 nm a Nd:YAG laserem na vedlejším laserovém přechodu 1321 nm a použity pro měření svazku impulsního jódovým fotodisociačním laserem PALS na 1315 nm s rozlišením 1390x1040 bodů.

Další oblasti zájmu:

- Výkonové lasery a jejich aplikace, NL a výkonová adaptivní optika.
- Vysoko energetické výkonové laserové systémy (zkušenosti z GOLEM, GEKKO IIX, PALS/Asterix IV),
- Energetické CPA laserové systémy ($>1\text{J}/<1\text{ps}$),
- Repetiční pulsní lasery s velkým středním výkonem,
- Kontinuální lasery s ultravysokým výkonem MW - GW,
- Nelineární optika (SHG, THG, w-mixing, SRS, SBS, spectra broadening, XPM, etc.),
- Vysoko odolné média pro SBS a BFWM a jejich aplikace,
- Vysoko-energetická optická fázová konjugace a korekce svazků,
- Koherentní kombinace energetických laserových paprsků,
- Kompresi laserových impulsů,
- Laserová ablace a odpovídající laserové technologie,
- Přenos energie a momentu pomocí laseru,
- Laserový pohon,
- Šíření laseru v atmosféře, navádění výkonových svazků (power beaming),
- Adaptivní optika pro lasery,
- Inicializace chemických reakcí laserem (zážeh paliva, propelantu, výbušnin, etc.),
- Laserová diagnostika.

LASERLAB EUROPE - INTEGROVANÁ INICIATIVA EVROPSKÝCH LASEROVÝCH LABORATOŘÍ

Viliam Kmetík¹, Ljuba Bachárová²

¹PALS - společná laboratoř Fyzikálního ústavu a Ústavu fyziky plazmatu AVČR

²MLC - Medzinárodné laserové centrum

E-mail: kmetik@pals.cas.cz, bacharova@ilc.sk

<http://www.pals.cas.cz/pals/indexcz.html>

<http://www.ipp.cas.cz/cz>

<http://www.ipp.cas.cz/Lp/>

<http://www.fzu.cz/>

<http://www.fzu.cz/sekce/sekce-vykonovych-systemu>

<http://www.ilc.sk/sk/about/>

<http://www.laserlab-europe.net>

<http://www.laserlab-europe.eu>

Obor: LASERLAB Europe

PALS - Prague Asterix Laser System je zakládajícím člen LASERLAB Europe z roku 2004, původně konsorciu 17 laserových laboratoří z 9 EU zemí. LASERLAB EU je od počátku zaměřený na spolupráci vynikajících laserových výzkumných zařízení za účelem podpory vědy zapojením v ERA - European Research Activities. V 6. Rámcovém Programu EU LASERLAB úspěšně naplnil všechny své cíle a pokračující projekt je zahrnut též v 7. Rámcovém Programu EU. V současnosti LASERLAB EU II zahrnuje 26 laserových infrastruktur, 13 subkontraktorů a 6 přidružených laboratoří z 19ti Evropských zemí včetně Medzinárodního laserového centra v Bratislavě, které se na projektu účastní budováním infrastruktury v oblasti biofotoniky a je zodpovědné za výuku uživatelů.

Primárním cílem LASERLAB Europe je posílení evropského laserového výzkumu via:

- Transnational Access / Transnárodní přístup - zajištění přístupu k nejlepším laserovým výzkumným zařízením pro vědce z celé Evropy, alespoň 1100 dní za rok. Přihlášky na webu <http://www.laserlab-europe.eu/transnational-access>

- JRA - Joint Research Activities / Společné Výzkumné Aktivitě - detaily na stránkách:

<http://www.laserlab-europe.eu/joint-research-activities>

- **ALADIN:** Attosecond Laser sources and Applications; Design and INnovation

- **HAPPIE:** High Average and Peak Power lasers for Interaction Experiments

- **LAPTECH:** LAsER Plasma Acceleration TECHniques

- **OPTBIO:** Advanced OPTical Techniques in BIO-imaging and Bio-processing

- **SFINX:** Sources of Femtosecond ultra-INtense X-rays

- Networking Activities / Propojovací Aktivitě - podpora spolupráce, nejlepší praxe a výměn, zaměření odvětví do budoucnosti, výuka uživatelů a dosah na veřejnost.

LASERY PRO GRAVÍROVÁNÍ A ŘEZÁNÍ V PRŮMYSLU

Milan Korkisch

Plastika a.s. Kroměříž, TPV - technolog
Kaplanova 2830, Kroměříž
Tel.: 602 793 751,
E-mail: korkisch@plastika.cz

Jan Volejník

Plastika a.s. Kroměříž, Výroba - technolog
Kaplanova 2830, Kroměříž
Tel.: 602 351 660,
E-mail: volejnik@plastika.cz

Obor: Řezání a popis plastů laserem (Plastikářský průmysl)

- Laserový popis plastových výrobků (ABS, PS) v aplikacích pro PC klávesnice a el. součástky. Princip degradace materiálu nebo chemické reakce vypěnění (YAG)

- Laserový popis polakovaných plastových nebo kovových dílů na principu odpalování laku laserem. (YAG)

- Řezání plastových dílů CO2 laserem (50W).

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Řezání plastů CO2 laserem
- Laserový popis (Plasty, lakované i bez laku)

PRŮMYSLOVÉ LASERY – PŘEHLED A TRENDY

Pavel Kořán, Miroslav Novák, Václav Krejzlík

LAO průmyslové systémy, s.r.o.

Na Floře 1328/4

143 00 Praha 4

Tel.: +420 241 046 800

Fax: +420 241 046 850

e-mail: laser@lao.cz

<http://www.lao.cz>



Obor: Lasery pro průmysl i vědecké aplikace

Kromě vlastního stručného přehledu používaných průmyslových laserů jsou zmíněny i některé praktické a komerční aspekty. Dále je pojednáno o jednotlivých položkách komplexního laserového systému s důrazem na vedení laserového svazku pro různé typy laserů a aplikace (optické dráhy, vlákna, procesní hlavy,...). Na závěr jsou zmíněny trendy ve vývoji průmyslových laserů s důrazem na vláknové lasery. Přehledově jsou též uvedeny některé speciální aplikace při použití laserů s krátkými pulsy.

Další témata a možnosti spolupráce:

Laserpedia.org (cz) - návrh na vytvoření webu zaměřeného na aplikace a využití laserů. Nebude obsahovat příliš teorie (dnes již zpracováno jinde, např. Wikipedia atd.), ale spíše možnost sdílet informace o aplikacích. Myšlenka je taková, aby uživatel mohl např. pro svoji aplikaci/výzkum získat informace o tom zda lze, a příp. jak, využít laser. Jazyk webu ANJ.

VYUŽITÍ LASERU VE SVĚTELNÉ MIKROSKOPII PŘI STUDIU PROSTOROVÉHO USPOŘÁDÁNÍ A DYNAMIKY BUNĚČNÝCH STRUKTUR

Michal Kozubek

Masarykova univerzita, Fakulta informatiky

Centrum analýzy biomedicínského obrazu

Botanická 68a, 60200, Brno

tel/fax: +420 549494023

e-mail: kozubek@fi.muni.cz

web: <http://cbia.fi.muni.cz>

Obor: Automatizace počítačového snímání a analýzy obrazů buněk ve světelné mikroskopii

Centrum analýzy biomedicínského obrazu (CBIA) se zabývá především výzkumem a vývojem metod pro automatické počítačem řízené pořizování a zpracování obrazových dat ve světelné fluorescenční mikroskopii. Fluorescenční mikroskopie je v dnešní době hlavním nástrojem pro studium prostorového uspořádání a dynamiky buněčných struktur. Pro kvalitní prostorové (3D) pozorování buněk se standardně využívá konfokálního režimu, jenž je úzce svázán s použitím laseru jakožto světelného zdroje.

Konfokální režim pozorování ve světelné mikroskopii je zhruba stejně starý jako laser – vynalezl ho Američan Marvin Minsky (patentová přihláška podána v roce 1957, patent udělen v roce 1961, viz [1,2]). Je založen na principu skenování obrazu bod po bodu ve spojení s blokadí mimo-fokální informace pomocí malé štěrbinu umístěné před detektorem. Takto lze snímat pouze zaostřenou informaci z oblasti ohniskové roviny a postupným přestřováním (nejlépe s pravidelným krokem) získat sérii kvalitních 2D obrazů tvořících dohromady jeden 3D obraz vhodný pro následnou počítačovou analýzu a prostorovou vizualizaci.

Tento princip dále zdokonalili o několik let později plzeňští vynálezci Mojmír Petráň a Milan Hadravský tak, že navrhli paralelní skenování tisíců bodů zároveň za pomoci speciálně upraveného rotujícího disku s otvory umístěnými ve spirále, což odpovídá tisícům klasických konfokálních mikroskopů pracujících zároveň [3,4].

Bohužel oba tyto konfokální mikroskopy (jak jednobodový, tak vícebodový) trpěly citelným nedostatkem intenzity světelného zdroje. A byl to právě vynález laseru, který umožnil těmto dvěma technikám se uplatnit i v biomedicínském výzkumu a komerčně se prosadit na trhu. Nasazení laseru v konfokální mikroskopii však zabralo dlouhá desetiletí. Kombinace laseru s jednobodovým skenováním (tzv. confocal laser scanning microscopy, CLSM) se začala uplatňovat až začátkem 80-tých let a kombinace s vícebodovým skenováním až koncem 90-tých let (uviedla na trh japonská firma Yokogawa v roce 1997 a vyrábí dodnes).

Se zdokonalením laserů a dostupností pulsních laserů umožňujících přivést do velmi malého prostoru světlo o velmi vysoké intenzitě, byť jen na krátkou dobu, si tento druh laseru našel v 90-tých letech své uplatnění i ve světelné mikroskopii, kde slouží jako zdroj pro tzv. vícefotonový mikroskop, jenž dosahuje konfokálního efektu i bez použití štěrbinu u detektoru a bez vysvěcování mimo-ohniskových částí vzorku [5]. Dvoufotonová verze je běžně komerčně dostupná.

Lasery se při sledování buněk hojně používají i pro úmyslné vysvěcování určitého místa vzorku a sledování obnovy fluorescence v této oblasti (tzv. fluorescence recovery after

photobleaching, FRAP). To umožňuje sledovat dynamiku obarvených částí buňky. Další použití je pro manipulaci s buňkami na sklíčku (optická pinzeta) a pro "stříhání" preparátu (optický skalpel).

Trendem poslední doby pak je cíleně řídit aktivitu jednotlivých fluorescenčních molekul tak, aby v daný okamžik vždy svítila (byla "zapnuta") jen malá podmnožina všech takovýchto značek. Při postupném rozsvěcování ("zapínání" a "vypínání") takovýchto podmnožin a kombinací všech těchto záznamů dohromady v počítači lze získat obraz s lepším optickým rozlišením než při jednom snímání obrazu, kdy jsou všechny značky rozsvíceny zároveň. Střídání rozsvícených značek je pak buď náhodné (stochastické) nebo programovatelné (deterministické). Příkladem druhého typu mikroskopu je hit poslední doby – tzv. STED mikroskop (Stimulated Emission Depletion microscopy), jeden z vynálezů Stefana Hella [6]. Tento mikroskop byl nedávno komerčně uveden na trh firmou Leica.

Všechny zmíněné techniky se používají dodnes, byť prošly postupně inovací. Nejvíce citelný byl v konfokální fluorescenční mikroskopii postupný přechod od velkých, těžkých, hlučných, poruchových, nestabilních a energeticky náročných plynových laserů (zejména Ar nebo Ar/Kr) vyžadujících složité aktivní chlazení (odtah ven z budovy nebo dokonce chlazení vodou) k malým, lehkým, tichým, spolehlivým, stabilním a energeticky nenáročným pevnolátkovým laserům bez nutnosti speciálního chlazení.

Zájemcům o detailnější informace z oblasti využití laseru v konfokální mikroskopii pro studium prostorového uspořádání a dynamiky buněčných struktur lze doporučit třetí vydání známé "Bible" od Jamese Pawleyho [7]. Ukázky aplikací výše uvedených mikroskopických technik na buněčných preparátech budou součástí přednášky. Vícebodová konfokální mikroskopie na bázi rotujících disků (plně řízená počítačem) je k dispozici v CBIA i pro externí zájemce. Výzkum je financován Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy (projekty 2B06052, LC535 a MSM0021622419).

- [1] M. Minsky: "Microscopy Apparatus", United States Patent US3013467, 1961
<http://www.freepatentsonline.com/3013467.pdf>
- [2] M. Minsky: "Memoir on Inventing the Confocal Scanning Microscope", Scanning, vol. 10, pp. 128-138, 1988
<http://web.media.mit.edu/~minsky/papers/ConfocalMemoir.html>
- [3] M. Petrář & M. Hadravský: "Method and Arrangement for Improving the Resolving Power and Contrast", United States Patent US3517980, 1970
<http://www.freepatentsonline.com/3517980.pdf>
- [4] Česká Televize: "Mikroskop, který předběhl dobu", Zaslapané projekty, 2009
<http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/409235100061018-zaslapané-projekty/>
- [5] W. Denk, J. H. Strickler, and W. W. Webb: "Two-photon laser scanning fluorescence microscopy", Science, vol. 248, pp. 73-76, 1990.
- [6] S. W. Hell, J. Wichmann: "Breaking the diffraction resolution limit by stimulated emission: stimulated-emission-depletion fluorescence microscopy", Optics Letters, vol. 19, issue 11, pp. 780-782, 1994.
- [7] J. B. Pawley (Editor): "Handbook of Biological Confocal Microscopy", 3rd edition, Springer, 2006

KONTROLA PROCESU LASEROVÉHO SVAŘOVÁNÍ

Hana Lapšanská

Společná laboratoř optiky Univerzity Palackého a Fyzikálního ústavu AV ČR
17. listopadu 50a, 772 07 Olomouc, tel.: 585 631 579, email: hana.lapsanska@upol.cz

Obor: Laserové zpracování materiálů

Naše pracoviště je vybaveno pulsním Nd:YAG laserem LASAG KLS 246-102 s výkonem 150 W. Díky možnosti měnit délku optického rezonátoru, a tím i vlastnosti výstupního svazku, lze tento laser použít pro celou řadu aplikací jako jsou vrtání, dělení, povrchové úpravy nebo svařování materiálů.

V roce 2008 jsme se stali partnery mezinárodního projektu 7. RP EU č. 222279 nesoucího název "Closed Loop Control of the Laser Welding Process through the Measurement of Plasma". Hlavním cílem projektu je identifikace defektů v laserových svarech a vývoj kontroloru, který by v reálném čase na základě analýzy parametrů emisního spektra plazmatu vznikajícího při vysokovýkonovém svařování vyhodnocoval vhodnost aplikovaných pracovních parametrů s ohledem na požadovanou kvalitu svaru. Každá změna sledovaného spektra může být způsobena nežádoucím výkyvem pracovních parametrů laseru, především výkonu nebo tlaku ochranného plynu, nebo změnou související se svařovaným materiálem, kterou může být například lokální změna jeho tloušťky nebo změna absorpce záření z důvodu přítomnosti nehomogenit či znečištění materiálu. Tyto příčiny obvykle úzce souvisí s formací defektů ve svarovém kovu, z nichž nejsledovanějšími jsou póry, díry a nedostatečná penetrace. Navrhovaný systém nejen zaznamená odchylky od charakteristického spektra, ale na základě porovnání detekovaného spektra s rozsáhlou databází rovněž vyhodnotí druh a rozsah defektu, a navíc navrhne opatření k jeho dalšímu zamezení. Tím je vhodné přenastavení hodnot sledovaných pracovních parametrů, anebo v případě detekce závažného defektu, který by touto změnou nebylo možné odstranit, zajistí kontrolor přivolání obsluhy, případně přeruší operaci pro snížení objemu zmetkové produkce.

V současné době probíhá vývoj samotného kontroloru a testování navrženého detekčního systému při svařování korozivzdorné oceli AISI 304 pulsním i kontinuálním Nd:YAG laserem a kontinuálním CO₂ laserem. Tento materiál byl zvolen s ohledem na požadavky partnerů projektu, kterými jsou mimo jiné malé firmy produkující laserem svařované součásti určené především pro automobilový průmysl. Tyto součásti musí splňovat vysoké jakostní požadavky. Detekce defektů ve svarovém kovu a kontrola jejich rozsahu jsou tedy přirozeným požadavkem těchto společností, kterým je vyvíjený systém určen.

Více informací naleznete na webových stránkách projektu <http://clet.cartif.com.es/>.

Tento příspěvek byl připraven za přispění AV ČR v rámci podpory projektu č. KAN301370701 a EU v rámci podpory projektu 7. RP č. 222279.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Materiálové inženýrství
- Laserová konfokální mikroskopie

LASERY V METROLOGII OPTICKÝCH FREKVENCÍ

Josef Lazar

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

Královopolská 147, 612 64 Brno

tel.: +420 541 514 253

e-mail: joe@isibrno.cz

<http://www.isibrno.cz>

Obor: Lasery & interferometrie

S platností definice délky prostřednictvím rychlosti šíření světla ve vakuu je metrologie délky doménou optiky, především koherenční optiky a laserové techniky. Základem etalonáže délky jsou vysoce stabilní lasery představující primárně etalony optických frekvencí, ve vakuovém prostředí bez vlivu indexu lomu atmosféry lze říci, že tím i etalony vlnových délek. Výzkum na poli primární metrologie délky je tedy zaměřen na optické frekvence, jejich laserové zdroje a hledání vhodných referencí a metod pro jejich stabilizaci. Souvisí značně se spektroskopií, i když spíše v inverzním pojetí, kdy není cílem studium složení vzorku na základě měřených spekter, ale naopak využití známých a změřených spekter vhodných absorbérů, jako referencí pro stabilizaci.

Významným novým oborem v metrologii optických frekvencí představuje technika generování ultrakrátkých (femtosekundových) pulzů v režimu synchronizace pulzů. Tato metoda umožňuje překlenout obrovský rozsah kmitočtů od radiofrekvenčních až po optické se zachováním relativní nejistoty. Otevírá tak cestu ke sjednocení etalonů délky a času (radiofrekvenčních a optických oscilátorů), případně k optickým hodinám - etalonu času odvozenému od stabilního laserového oscilátoru.

Poděkování: Toto snažení je podpořeno projekty: MŠMT, projekt: LC06007, AV ČR, projekt: KAN311610701 a GA ČR, projekt: GA102/09/1276.

MOŽNOSTI VÝVOJE ULTRAPŘESNÝCH OPTICKÝCH PRVKŮ PRO LASERY VE VÝZKUMNÉM CENTRU ÚFP AVČR - TOPTEC

Vít Lédl

Ústav fyziky plazmatu AVČR, v.v.i.

Za Slovankou 1782/3

182 00 Praha 8

Česká Republika,

Tel: 00420721315314, 00420481 549 456

E-mail: ledl@ipp.cas.cz, www.toptec.eu

Obor: Vývoj speciálních optických systémů, optická koherentní měření

Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i. pro své optické pracoviště v Turnově v roce 2009 připravil a podal projekt do OP VaVpI s cílem vybudovat, dlouhodobě udržet v provozu a rozvíjet moderní výzkumné centrum zaměřené na oblast speciální optiky a optoelektronických systémů. Projekt „**TOPTEC**“ byl schválen k financování na jaře 2010 a podpis příslušné smlouvy je očekáván v krátké době.

Výzkumné zaměření Centra „**TOPTEC**“ navazuje na dosavadní aktivity optického pracoviště ÚFP AV ČR, v.v.i. v Turnově (dříve VOD) a rozšiřuje je o nejmodernější směry ve výzkumu, vývoji a ultrapřesné výrobě speciálních optických prvků. Vytvořené optické prvky naleznou uplatnění např. ve výkonových laserech, v kosmickém výzkumu, medicíně nebo v přesných měřicích zařízeních. Výzkumný program „Speciální optika a optoelektronické systémy“ Centra **TOPTEC** je dělen do šesti podoborů, z nichž každý má svého „garanta“. Těmito podoborů jsou:

- 1) asférická optika,
- 2) tenké vrstvy pro optické systémy,
- 3) adaptivní optika, difrakční optické elementy, ultrapřesné měřicí metody, optoelektronické systémy,
- 4) krystalová a rentgenová optika,
- 5) optické systémy a metody pro detektory částic,
- 6) jemná mechanika.

Centrum **TOPTEC** bude disponovat mezi jiným např. následujícími „Hi –Tech“ přístroji: Leštící centrum s možností leštit asférické povrchy s přesností tvaru plochy $> \lambda/20$, vysokou odchylkou plochy od sféry, vynikající mikrodrsností a minimální kontaminací. Dále ultrapřesným obráběcím centrem, dosahujícím přesnosti obrobení povrchu v řádech nanometrů, nebo naprašovacím zařízením s iontovou asistencí. Úspěšný výzkum a vývoj v této oblasti je podmíněn i schopností přesného měření. Mezi plánovaná měřicí zařízení patří např. AFM mikroskop, „white light“ interferometr pro měření drsnosti povrchu, interferometr pro měření asférických ploch, moderní elipsometr, RTG goniometr, 3D měřicí souřadnicový stroj apod.

Centrum **TOPTEC** se bude podílet na řešení např. projektu ELI. Jsou připravovány projekty s firmou Crytur zaměřené na leštění tvrdých krystalů pro laserové tyče nebo na korekci nehomogenit velkých laserových tyčí vytvářením obecných tvarů optických ploch. ÚFP AV ČR, v.v.i. předpokládá, že v nově vznikajícím Centru „**TOPTEC**“ bude možno realizovat první úkoly smluvního výzkumu již v průběhu roku 2011. Proto již dnes jsme otevření připomínkám a námětům a vítáme nabídky spolupráce.

OPTICKÁ VLÁKNA A VLÁKNOVÉ MŘÍŽKY V LASEROVÉ INTERFEROMETRII

Břetislav Mikel

Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i., Královopolská 147, 612 64 Brno, tel: +420 541 514 252, e-mail: mikel@isibrno.cz

Obor: laserová interferometrie, optická vlákna

Laserová interferometrie, tj. odměřování vzdálenosti pomocí laserového záření, patří mezi stále častěji aplikované měřicí technologie nejen v průmyslu. Ve většině aplikací však není možné zajistit požadovanou úroveň stability prostředí a velmi často není možné umístit laserový zdroj až k místu měření. Zde pak nastupují optická vlákna. V mnoha laserových interferometrech je však důležitá stabilita polarizace laserového svazku. V této oblasti mnoho výrobců nabízí 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 16000 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 a prodloužením apod.

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. Realizovali jsme vláknový laserový interferometr, který umožňuje měřit vzdálenost v inkrementálním i absolutním režimu a lze v něm snadno využít Braggovy mřížky.

Literatura

B. Mikel, O. Cip, and J. Lazar, "Absolute distance measurements with tunable semiconductor laser," *Physica Scripta*, T118, 41-44 (2005).

B. Mikel, Z. Buchta, O. Cip, and J. Lazar, "High frequency stability semiconductor laser sources at 760 nm wavelength" *WSEAS Transactions on circuits and systems*, 10 (9), 650-659 (2010).

Poděkování

Tento výzkum je podpořen granty Grantové agentury České republiky GP102/09/P293 a GP102/09/P630, Ministerstva průmyslu a obchodu 2A-1TP1/127 a Ministerstva školství mládeže a tělovýchovy LC06007.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Laserová interferometrie
- PM optická vlákna
- Vláknové Braggovy mřížky

MIT – LASERY, FOTONIKA A JEMNÁ MECHANIKA

Martin Moser

MIT s.r.o.

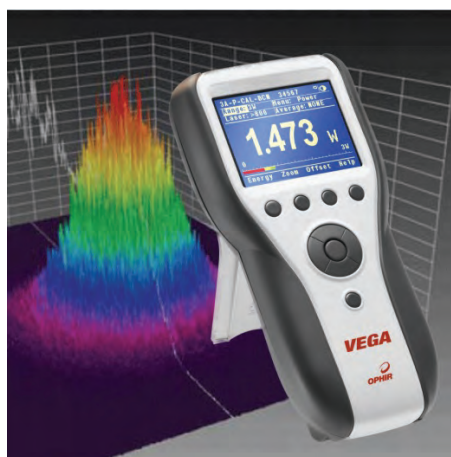
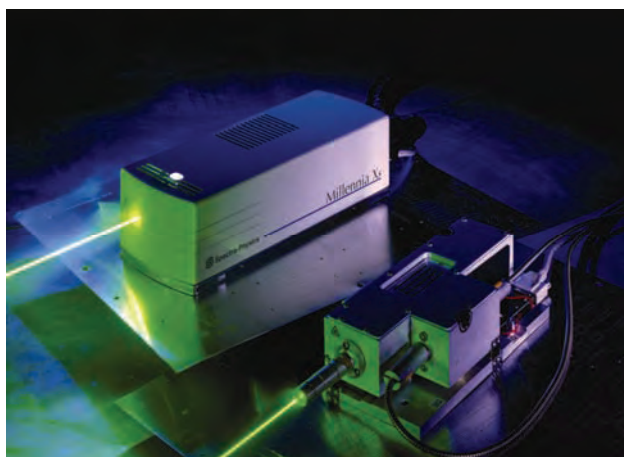
Klánova 56, 147 00 Praha 4

Tel.: 241 712 548, moser@mit-laser.cz , www.mit-laser.cz

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

Naše firma MIT se již 18 let zabývá obchodem, poradenstvím a servisní činností 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



DENDERA – ZPRACOVÁNÍ PLECHU

Libor Mrňa

Dendera, a.s.

Kanice 104

664 01 Bílovice nad Svitavou

E-mail: dendera@dendera.cz

Web: www.dendera.cz



Petr Zatloukal, ředitel: 603 474 561, petr@dendera.cz

Zdeněk Honek, obchodní oddělení (cenové nabídky): 731 419 248, honek@dendera.cz

Libor Mrňa, technologie: 731 462 192, lim@dendera.cz

Obor: laserové obrábění, řezání laserem

Firma je organizována jako JOB SHOP, nabízí tedy k využití ostatním firmám technologie v oblasti zpracování plechu. Pro tento účel je vybavena následujícím technologickým vybavením:

- 4 lasery (CO₂ s výkonem každý 4kW - AMADA) pro 2 D dělení plechů. Konstrukční oceli lze dělit do síly 20 mm, nerezové oceli do síly 10 mm, další barevné kovy a slitiny do síly cca 6 mm. Přesnost řezu je cca 0,1 mm/1m. Maximální rozměr plechu je 3000x1500 mm.
- 3 CNC ohraňovací lisy (jeden ohýbací síla 2200 kN, dva 1000 kN, AMADA), šestiosé zadní dorazy. Ohraňovaná délka 3000 mm, maximální tloušťka 15 mm (ne v plné délce).
- 4 MIG/MAG svářecí poloautomaty (ESAB) pro ruční sváření uhlíkových i nerezových materiálů.
- 1 TIG (ESAB) pro ruční svařování uhlíkových i nerezových materiálů.
- 1 bodová svářečka
- laserové 2D svařování (rozměr do 3500x1500 mm, síla do 5 mm)
- výbava pro vrtání, zahlubování a závitování, lisování matic, nastřelování svorníků.
- zajišťujeme galvanické úpravy vyrobených dílů (zinkování, černění)
- zajišťujeme povrchové úpravy mokřím nástřikem, kataforézou i práškovou barvou
- jsme schopni nabídnout i díly vyráběné třískovými technologiemi

Pracujeme na základě výkresové dokumentace dodané zákazníkem (náčrtky od ruky, technické výkresy, elektronická dokumentace ve formátech *DXF* a *DWG*). Jsme schopni vyrábět díly od jednoho kusu až do tisícikusových sérií.

Kromě prosté výroby jsme schopni zákazníkovi pomoci při návrhu a vývoji jeho výrobku s ohledem na instalované technologie, zajistíme výrobu prototypů.

VYUŽITÍ LASERU V PRŮMYSLU

Libor Mrňa

Dendera, a.s.

Kanice 104

664 01 Bílovice nad Svitavou

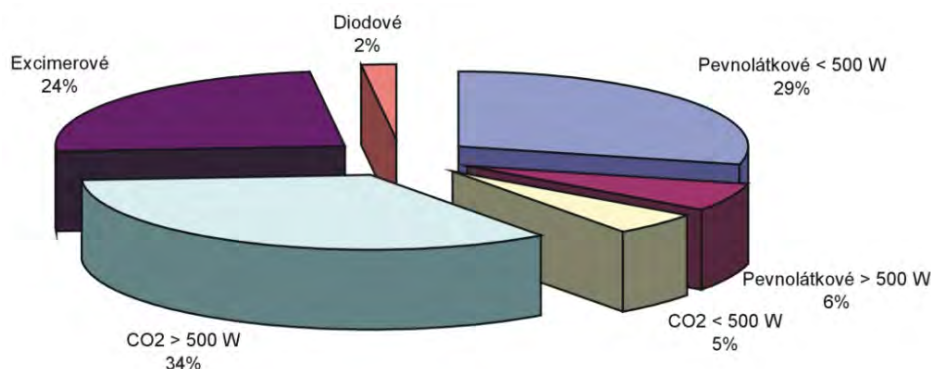
E-mail: lim@dendera.cz

Obor: průmyslové lasery

Jakmile se rozzářil první laser (v roce 1960), v krátké době začalo být jasné, že tento unikátní zdroj nebude jen fyzikální hříčkou, ale bude možné jej využít pro průmyslové technologické aplikace jako je vrtání, řezání a svařování. Aby bylo možno laser používat, bylo nutné vyřešit řadu technologických i praktických problémů. Lasery v průmyslu totiž musí vyhovět požadavkům, mezi které se řadí:

- snášet prostředí výrobních hal (někdy velmi drsné – prach, teplo, vibrace, kolísání a rušení z napájecí sítě apod.)
- být schopny pracovat ve vícesměnném provozu
- zajištění servisu a dostupnost náhradních dílů
- rozumná technická životnost zařízení

Přesto od roku 1965 se začalo provádět například vrtání otvorů v diamantech pomocí rubínového laseru. V USA v té době již existovalo několik stovek firem zabývajících se vývojem laserů. Většinou se jednalo o lasery slabších výkonů, nicméně vzniká již první CO₂ laser. Právě na tomto typu laseru byl založen rozmach technologií v letech sedmdesátých a osmdesátých. Během devadesátých minulého století však technologický rozvoj umožnil nasazování i některých typů pevnolátkových laserů, u kterých lze s úspěchem předpokládat, že CO₂ lasery postupně nahradí.



Na obrázku je rozšíření laserů v průmyslu. Je zřejmé, že CO₂ lasery jsou stále dominantními zdroji zvláště v rozsahu více než 500W, nicméně pevnolátkové lasery již tento náskok dohánějí.

CO₂ laser. Jde o plynový laser buzený doutnavým elektrickým výbojem. Aktivní prostředí je tvořeno molekulou CO₂, umožňující provoz na vlnové délce 10,6 μm , tedy v oblasti infračerveného záření. Jde o poměrně složité zařízení obsahující vakuový, plynový, cirkulační a chladicí systém, vlastní optický rezonátor a zdroje vysokého napětí. Účinnost dosahuje asi 7%. V současnosti je to jeden z nejpoužívanějších typů laserů, rozsah výkonů je 0,5 – 20 kW. Lasery vyrábí celosvětově několik výrobců (např. Trumpf, Rofin-Sinar, Bystronic, Fanuc) a např. v ČR je nasazeno cca 500 těchto laserů převážně pro dělení materiálů.

Nd-YAG laser. Je to pevnolátkový laser, jehož aktivní prostředí je tvořeno tyčkou Yttrium-hlinitého granátu s ionty Nd^{3+} . Je buzen optickým zářením, jeho vlnová délka 1,06 μm (blízká infračervená oblast). Účinnost dosahuje 3%. Snaha zlepšit vlastnosti vedla k zavedení laserových diod pro buzení a nakonec vznikl tzv. **diskový laser** (Trumpf) s vysokou účinností a dobrou stabilitou laserového modu.

Vláknový laser. Druhou cestou jak potlačit nevýhody základní konfigurace pevnolátkového laseru je vytvořit z aktivního prostředí *optické vlákno*, kterým se bude souběžně šířit budící záření s vytvářeným laserovým paprskem (IPG). Tento laser má vysokou účinnost, jednoduchou konstrukci a rozšiřující se nasazení v průmyslu dokazuje úspěšnost této konstrukce.

Polovodičový laser. V podstatě jde o velmi speciální typ svítivé diody (LED) opatřené navíc optickým rezonátorem. Účinnost laseru je v rozmezí 30 – 40 %, vlnová délka záleží na typech použitých polovodičů a pohybuje se kolem 1 μm . Pro výkonové technologické operace jsou však potřebné výkony jednotek kilowattů, proto se jednotlivé polovodičové lasery sdružují do tzv. stacků. Výhodu tohoto typu je jeho kompaktnost, nevýhodu obdélníkový výstupní mód (Laser Line, Rofin-Sinar..)

Využití laseru ve strojírenských technologiích

Řezání laserem je v současnosti nejrozšířenější aplikace výkonových laserů ve strojírenství. Vysoká koncentrace energie umožňuje dělit všechny technické materiály, převážně však kovy. Zaostrěný laserový svazek při dopadu na materiál mžikově ohřeje místo dopadu na teplotu tavení, přičemž okolní materiál je v úzké zóně nataven. Tekutý kov v úzké spáře však drží kapilární síly a proto musí být tento vypuzen procesním plynem proudícím z trsky souběžně s dopadajícím laserovým svazkem. Podle plynu sloužícího k vypuzení kovu ze spáry rozlišujeme *tavné*, *oxidační* a *sublimační*. Nejčastěji se technologie využívá na dělení plechů – 2D řezání. Další možností je 3D řezání do výlisků plechu. Posledním zařízením jsou účelové stroje pro řezání otvorů a úhlových řezů do trubek a profilů.

Svařování laserem. Při této technologii se opět využívá vysoké hustoty záření v ohnisku. Při nejčastějším typu – *penetračním* svařování dochází k efektu tzv. „klíčové dírky“ (key hole): vzniká dutina naplněná parami odpařeného materiálu, jejíž stěny jsou tvořeny materiálem roztaveným. Díky tomuto efektu může laserový paprsek vytvářet svary s dobrým poměrem mezi šířkou a hloubkou v porovnání s ostatními metodami. Do oblasti svaru se přivádí ochranná atmosféra (Ar, He apod.). Svařuje se bez přídavného materiálu, svary se provádějí *natupo*, *koutové*, ale hlavně *přeplátováním*, což ostatní svařovací metody většinou nedokáží. Lze svařovat materiály s vysokou tepelnou vodivostí – Cu, Ag, Al i materiály s vysokou teplotou tavení W, Mo, Ta, Zr, Ti atd. Protože v strojírenské praxi je nutné provádět prostorové svary, svařovací hlava je umístěná na víceosém robotickém rameni. Při použití svařovacích výkonů desítek kilowattů je možné provádět svary s průvarem přes 25 mm.

Remote welding. Kromě výše popsaného svařování se svařovací hlavou se v posledních letech začíná prosazovat varianta nazývaná *remote welding* nebo *scanner welding*, která začíná nahrazovat bodové svařování tenkých plechů. Zde se paprsek promítá na plech pomocí počítačově řízených zrcadel.

Hybridní svařování. Takto je nazývána kombinace metody laserového svařování kombinované z některou z metod obloukového svařování (MIG, WIG).

Laserové pájení. Je podobné laserovému svařování s tím, že v místě spoje je již přítomen pájecí kov nebo se tento přidává v podobě pásku či drátu (v tomto případě defokusace nevádí, neboť se netvoří key hole). Oproti ostatním metodám pájení vyniká rychlost pájení a tedy i vysoká produktivita práce.

Laserové kalení, naplavování. Při těchto metodách hustoty výkony nedosahují hodnot nutných pro řezání a svařování, ale vhodným tvarováním paprsku se vytvoří *ploška*,

aby v daném místě došlo k lokálnímu ohřevu nad transformační teplotu s následným zakalením. Lze provádět **naplavování**, kdy se na povrch dopravuje přídavný materiál schopný vytvořit vrstvu s požadovanými vlastnostmi a laserový paprsek zaručuje roztavení této vrstvy a její spojení se základním materiálem. Takto vytvořená vrstva je odolnější než vrstvy vytvářené jen žárovými nástřiky.

Laserové gravírování. Princip je založen na lokálním odpaření povrchové vrstvičky materiálu (běžně do 0,1 mm) a tím vytvoření viditelné stopy.

Mikroobrábění

Do této kategorie lze zařadit některé ze speciálnějších technologií využívající další unikátní možnosti laserového svazku.

Mikronavařování. Slouží například k opravám lisovacích forem v plastikářském průmyslu. Tyto formy jsou ocelové vytvrzené obrobky, u kterých používáním dochází k nežádoucímu zaoblování ostrých hran. Při klasické renovaci navařováním dochází k tepelnému znehodnocení celé formy (s nutným následným překalením). Při laserovém navařování se sadou pulzů laseru navařuje tenoučký drátek nástrojové oceli jen na poškozené místo bez tepelného ovlivnění, což výrazně snižuje technologickou, ekonomickou a časovou náročnost opravy.

Mikrořezání. Dělení materiálů v rozměrech pod 1 mm má svoji vlastní filosofii, konstrukci a odlišné zdroje laserového záření. Příkladem je výroba tzv. stentů pro chirurgii, které vznikají vyřezáním systému drážek do tenké kovové trubičky o průměru menším než 1 mm. Navíc mikrořezání se používá i při dělení nekovových materiálů, hlavně při výrobě polovodičů. Většinou se používá pulzní režim, který minimalizuje tepelné namáhání řezaného dílu.

Řezání s podporou vodního paprsku. Nejmodernější způsob řezání laserem současně s vodním paprskem využívá paprsek vody o tlaku až 500 barů, který je kombinován s pevnolátkovým Nd-YAG laserem o optickém výkonu 200W. Do paprsku vody vytvořeném výstupním průměrem trysky 50 až 100 μm je fokusováno záření laseru o vlnové délce 1064 nm. Rozhraní voda vzduch se chová jako ideální zrcadlo a tím je zabráněno divergenci záření laseru. Vlastní řezný proces je zajištěn laserem. Paprsek tlakové vody, který se chová jako optické vlákno, zajišťuje intenzivní chlazení děleného materiálu a vynášení natavených částic materiálu mimo řeznou spáru. Dosahuje se vysokých přesností řezu - až 3 μm se získáním paralelních a velmi úzkých řezných spár. Tento kombinovaný systém využívaný na zpracování materiálů v oblasti elektroniky, medicíny, automobilového průmyslu, polovodičů, nástrojů a energetiky.

Budoucnost

Lze očekávat další zvyšování podílu pevnolátkových laserů na úkor CO₂ laserů. Jednak jsou tyto účinnější, proto se vyznačují nižšími náklady. Dále jsou jednodušší, což vede ke snižování počtu poruch a tím pádem i nákladů na údržbu. Kromě toho, většina CO₂ laserů potřebuje ke své činnosti stále vzácnější plyn helium.

1. A. Mayer: Strong Market Growth in 2006, *Laser Technik Journal*, June 2007, no.3, p. 11, ISSN 1613-7728
2. Před 50 lety se zrodil zázrak, *Technický týdeník*, č.5, ročník 58, 2010, ISSN 0040-1064
3. J. Thieme: Fiber Laser, *Laser Technik Journal*, June 2007, no.3, p. 58 – 61, ISSN 1613-7728

VÝVOJ MONOKRYSTALŮ PRO PEVNOLÁTKOVÉ LASERY

Karel Nejezchleb

Palackého 175
51101 Turnov
Tel: 481 319511
Fax: 481 322323
nejezchleb@crytur.cz
www.crytur.cz



CRYTUR spol. s r.o.

Obor: Optické komponenty pro pevnolátkové lasery

Firma CRYTUR spol. s r.o. byla založena v roce 1998. Svou činností navazuje na tradici vývoje a výroby syntetických monokrystalů trvající v Turnově již od roku 1943. V rámci společnosti CRYTUR jsou integrovány technologie pěstování monokrystalů, jejich opracování i napařování a naprašování dielektrických a kovových vrstev. Významnou součástí výrobního programu jsou laserové tyče, zrcadla, čočky a další optické elementy převážně pro pevnolátkové lasery generující ve vlnové oblasti VIS – 3 μm .

CRYTUR nabízí výrobu optických elementů dle specifikace zákazníka:

Laserové tyče: Nd:YAG, Nd:YAP, Er:YAG, Er:YAP, Tm:YAP, Tm:YAG, Yb:YAG

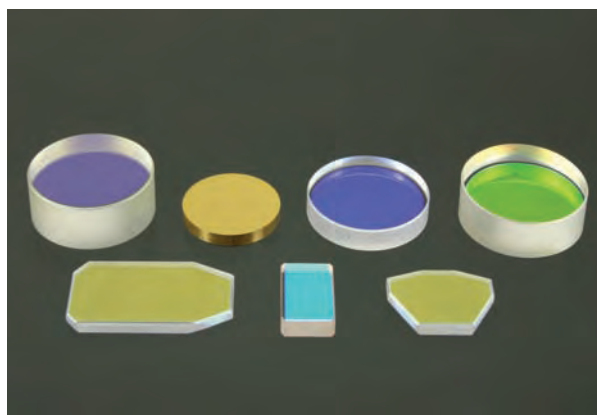
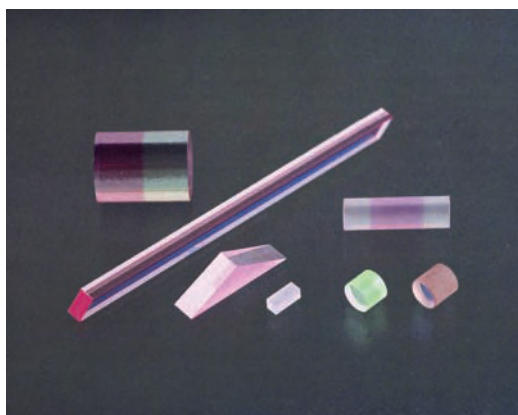
Pasivní závěrky: V:YAG, Cr:YAG

Dielektrická zrcadla pro VIS – NIR lasery

Kovová zrcadla pro Er:YAG a CO₂ lasery

Čočky, děliče svazku, okénka

Optické filtry



Obrázek (vlevo) Laserové tyče a (vpravo) zrcadla z produkce CRYTUR

LASEROVÝ PAPERSEK PRO KALENÍ I SVAŘOVÁNÍ

Stanislav Němeček

Matex PM s.r.o.,

Morseova 5, 301 00 Pzeň, telefon 737424542, e-mail: nemecek@matexpm.com, www.matexpm.com

Obor: Materiálové inženýrství, laserové technologie, mikroskopie a strukturní analýza

Firma MATEX PM byla založena v roce 2005 s orientací na kompletní strukturní, chemické a mechanické rozborů materiálů. Za tím účelem byla přístrojově vybavena také laserovým zařízením - nejprve laserovým konfokálním mikroskopem a následně spektrometrem s laserovou ablací. Fascinace možnostmi laseru ještě stoupla rozvojem diodových a vláknových laserů. V roce 2008 následovalo vybudování pracoviště laserového zpracování materiálů. Od té doby je firma orientována na kalení a svařování laserovým paprskem.

Vlastními silami bylo postaveno multifunkční robotizované pracoviště osazené diodovým výkonovým laserem 3,6kW. Díky kompletním laboratorům jsou všechny postupy svařování a kalení optimalizovány přímo ve firmě na konkrétní požadavky zákazníka. Firma si tak zároveň vytváří silné know-how, které může dále předávat např. při budování výrobních linek s laserovým svařováním u zákazníků nebo pro realizaci nestandardních zakázek.

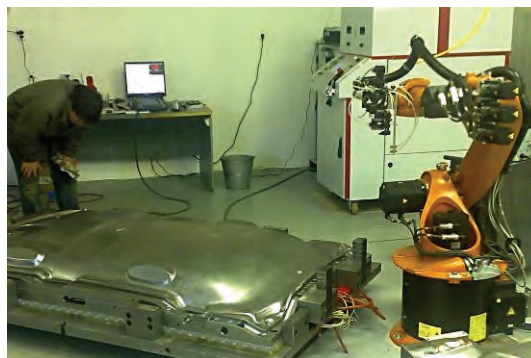
V oblasti kalení laserem má firma MATEX PM v České republice dominantní postavení. Spolupracujeme s většinou významných nástrojářen především z automobilového průmyslu. Další významná oblast je kalení funkčních ploch obráběcích strojů a strojních dílů všeobecně. Laserové kalení je stále více vytíženo nahrazováním indukčního kalení při výrobě ozubených kol a převodovek.

Také laserové svařování na našem zařízení nachází uplatnění v širokém spektru činností a materiálů. Velkou oblast pokrývá svařování speciálních profilů a nerezových prvků pro stavebnictví v délkách do 6 metrů. Vyvíjíme svařovací postupy pro speciální oceli používané v jaderném strojírenství a dopravní technice a provádíme i vlastní svařování. Dále se zabýváme svařováním ultrapevných a vícefázových ocelí, případně heterogenních spojů. Takové materiály jsou stále častěji využívány v automobilovém průmyslu. Svařujeme slitiny na bázi Ni, Cu, Al nebo Ti.

Veškeré finance jsou reinvestovány do rozšiřování pracoviště a výzkumu dalších možností využití laseru. Výsledky, poznatky a možnosti prezentujeme na mezinárodních vědeckých konferencích, při výuce na univerzitách, přednášíme na specializovaných kurzech (tepelného zpracování, svařečů apod.) nebo po domluvě školíme přímo personál zákazníka. Spolupracujeme s řadou univerzit a výzkumných pracovišť nejen v Čechách, ale i v zahraničí.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- zakázkové kalení laserovým paprskem
- zakázkové svařování laserovým paprskem
- stavba laserových zařízení na klíč
- optimalizace postupů zpracování materiálu laserem
- spolupráce ve výzkumu a vývoji v oblasti laserových technologií a moderních materiálů



OPTICKÉ SPOJE PRO TELCO A ISP

Roman K. Onderka, František Urban

PROFicomms s.r.o.

Turgeněvova 5, 618 00 Brno,

E-mail: onderka@proficomms.cz,

Tel.: +420 548 210 406

Web: www.proficomms.cz

Obor: Návrh designu a prodej zařízení pro optické transportní sítě

Společnost PROFicomms s.r.o. je distributor aktivních prvků, specializující se na oblasti podnikových, metropolitních, telekomunikačních sítí a kamerových systémů. Součástí služeb poskytovaných našim partnerům je technická, aplikační a obchodní podpora při návrhu a realizaci projektů.



Laserové technologie využíváme pro FSO (Free Space Optics), tedy optické bezdrátové přenosy signálů na přenosových rychlostech od 1 Mb/s do 10 Gb/s. Laserové spoje hojně nasazují poskytovatelé internetového připojení pro budování optických páteřních tras nebo jejich zálohu, pro výstavbu mesh sítí nebo pro flexibilní budování tras na předposlední míli.

Druhou stěžejní součástí nasazování laserových technologií jsou návrhy topologií a dodávka systémů pro DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) a CWDM (Coarse WDM) optické sítě. V těchto technologiích, které využívají zákazníci od velkých telekomunikačních operátorů až po korporátní klientelu, je laser užíván pro přenos signálů optickým vláknem až na vzdálenosti stovek či tisíců kilometrů v multiplexu až 160 signálů v jednom páru optických vláken. V těchto aplikacích jsou nasazovány zdroje laserového paprsku od nejjednodušších v SFP optických transceiverech až po sofistikované s laserem laditelným po 50 GHz (v DWDM pásmu od cca 1530 do 1550 nm) a podporou FEC (Forward Error Correction) nebo EFEC (Enhanced FEC) protokolu.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Systémová integrace pro platformy FSO a WDM přenosových systémů
- Návrh a dodávka systémů pro počítačové a transportní sítě různých protokolů (SDH, PDH, Ethernet, Fiber Channel, SDI, sériové komunikace)
- Přenosy videosignálů v analogové a digitální podobě po optických vláknech

INTERFERENČNÍ VRSTVY NA KRYSTALECH PRO OPTICKÉ ZESILOVAČE

Jindřich Oulehla

Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i., Královopolská 147, 61264, Brno
tel.: 541514226, mail: oulehla@isibrno.cz

Obor: Optika tenkých vrstev

Zabýváme se depozicí interferenčních vrstev vakuovým napařováním elektronovým svazkem a spektrofotometrickým měřením jejich spektrální odrazivosti a propustnosti. Tenké vrstvy připravujeme vakuovým napařováním elektronovým svazkem na zařízení Balzers BAK550 vybaveném dvěma elektronovými děly. Zařízení umožňuje produkovat malé série substrátů s maximálním průměrem 180 mm nebo obdélníky 170 mm x 120 mm. Jsme schopni deponovat různé materiály v závislosti na aplikaci. Nejběžnější kombinací je $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$, dále používáme například Ta_2O_5 , Al_2O_3 , MgF_2 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.

Od roku 2009 se účastníme projektu HiPER. Jedná se o evropský projekt, jehož cílem je postavit nejprve experimentální a poté komerční fúzní reaktor. Jaderná fúze by měla být spouštěna intenzivními laserovými pulsy. Takovéto zařízení bude vyžadovat velké množství optických zesilovačů vyrobených z materiálů jako je například Yb:YAG, jejichž aktivní plochy je třeba navrstvit antireflexními nebo naopak vysoce odraznými vrstvami za účelem minimalizace ztrát. Vrstvy musí v tomto případě splňovat nejen optické parametry (odrazivost, propustnost), ale musí být schopné odolat nízkým teplotám chladicího media, stejně jako plošné hustotě energie dopadajícího záření alespoň $20\text{J}/\text{cm}^2$. Snažíme se takovéto vrstvy navrhovat, deponovat a experimentálně ověřovat jejich vlastnosti.

V budoucnu se s nákupem nové aparatury naše aplikační možnosti ještě rozšíří. Budeme schopni deponovat například zrcadla s řízenou dispersí, monochromatické filtry nebo hradící filtry s velmi ostrou hranou.

Poděkování:

Tento výzkum je podporován projektem HiPER, projektem Aplikační a vývojové laboratoře pokročilých mikrotechnologií a nanotechnologií (ALISI), reg. číslo: CZ.1.05/2.1.00/01.0017 a projektem Centrum moderní optiky.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Návrhy systémů interferenčních vrstev
- Depozice na různé substráty dle aplikace

LASEROVÉ ZDROJE V KONFOKÁLNÍ LASEROVÉ SKENOVACÍ MIKROSKOPII V BIOLOGII A MEDICÍNĚ

Jan Pala

MIKRO, spol. s r.o. a Leica Microsystems GmbH

Dolnokrčská 54, Praha 4 – Krč, tel.: +420 737 287 848, e-mail: pala@mikro.cz,

www.mikro.cz, www.confocal-microscopy.com

Obor: Konfokální laserová skenovací mikroskopie

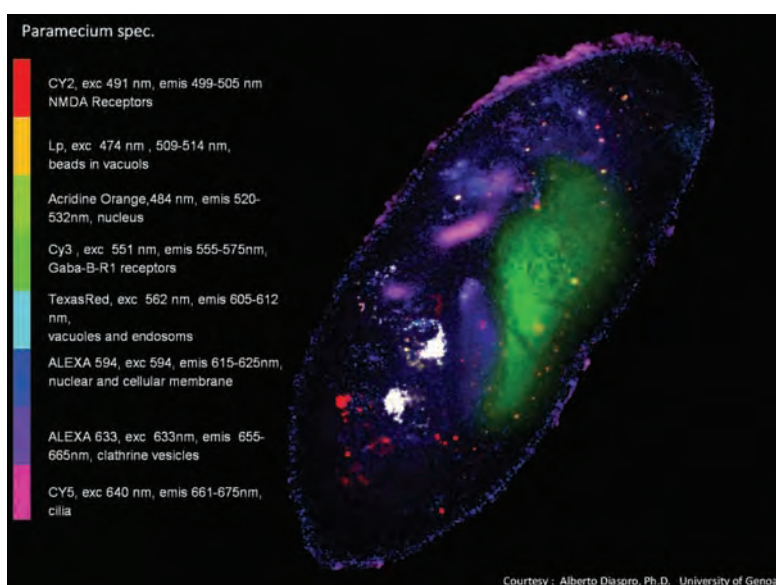
Lasery se v konfokální mikroskopii používají jako primární zdroje k excitaci fluorescence z biologických vzorků. Detekuje se autofluorescence nebo cíleně barvené části buněk, např. fluochrom DAPI na jádra. Používají se různé typy laserů od plynových, diodových, přes pevnolátkové a laditelné infračervené, až po širokospektrální laserové zdroje ve viditelné oblasti spektra založené na vlákněch z fotonických krystalů.

Excitační vlnové délky jsou v UV a blízké UV oblasti 355 a 405 nm, a ve viditelné oblasti spektra obvykle v rozmezí od 442 po 635 nm. Ve viditelné oblasti je také možné použít tzv. bílý laser v plynule laditelném rozsahu od 470 do 670 nm s možností výběru jakékoliv vlnové délky a libovolné kombinace až osmi různých vlnových délek pro excitaci fluorescence z tohoto intervalu. V infračervené oblasti spektra jsou standardem lasery v rozsahu 700-1000 nm, k nimž nově přibyl laser Coherent OPO pracující na vlnových délkách od 1020 do 1300 nm. OPO laser je možné použít k dvoufotoné konfokální mikroskopii v červené oblasti viditelného spektra a k třífotonové konfokální mikroskopii v modré oblasti viditelného a blízkého UV spektra. Výstupní výkony používaných laserů jsou od 1 mW pro HeNe 543 nm až po 4 W na 800 nm pro infračervené lasery Coherent Chameleon Ultra II.

V aplikacích konfokální mikroskopii jde o přizpůsobení nastavení celého systému od zdrojů, přes děliče svazků, objektivy a detekční část konfokální hlavy pro jednotlivé vzorky tak, aby došlo k co nejmenšímu poškození vzorků fotovypálením při skenování, a v případě živých vzorků k jejich co nejdelší době života. K tomu je nutné mít celý systém co nejcitlivější, aby se dosáhlo co nejnižších výkonů používaných laserů v ohniskové rovině objektivu.

V současné době se nejrychleji rozvíjejí experimenty v oblasti dlouhodobého sledování procesů v živých buňkách, u nichž je potřeba zajistit dokonalou stabilitu celého systému od zdrojů, přes imerzi na objektivě až po detekční část systému. Základním předpokladem je konstantní výstupní výkon laserů po celou dobu experimentu.

Obr. 1. Použití bílého laseru na fixním vzorku s excitačními čarami nedosažitelnými klasickými lasery



TENKÉ VRSTVY PRO LASEROVOU OPTIKU

Pavel Pokorný

Ústav přístrojové techniky, v.v.i., oddělení koherenční optiky

612 64 Brno, Královopolská 147 (telefon 541514257, e-mail pok@isibrno.cz)

Obor: Optika tenkých vrstev

Lasery jsou zdrojem světla pro optická zařízení, sestávající z optických prvků. Každý z těchto prvků má mít určité spektrální charakteristiky odrazivosti, propustnosti, fází odraženého a prošlého světla, případně dalších veličin. Vytvarování těchto spektrálních křivek je úkolem soustav tenkých (interferenčních) vrstev. U interferenčních vrstev hraje velkou roli úhel dopadu světla, takže při šikmém dopadu je každou ze zmíněných spektrálních veličin nutno uvažovat dvakrát - pro obě základní polarizace světla.

Naším úkolem je k požadované spektrální křivce některé z uvedených veličin zkonstruovat - vypočítat a vyrobit sestavu tenkých vrstev, tj. určit počet vrstev, kombinaci jejich indexů lomu a tloušťek a tuto sestavu vakuově napařit.

Omezení jsou zejména technologická - existuje jen několik vrstvtvorných materiálů, jejichž depoziční technologie je zvládnuta na daném pracovišti s daným zařízením, takže k dispozici je jen několik hodnot indexu lomu a jen určitá spektrální oblast, kde příslušný materiál neabsorbuje světlo. U nás se technologicky jedná o napařování dielektrických materiálů (především kysličníků) elektronovým paprskem ve vakuové aparatuře Balzers BAK550 na definované předehtřáté substráty, přičemž tloušťky vrstev jsou v průběhu napařování měřeny krystalovým oscilátorem. Pro zajištění nulové absorpce je při depozici kysličníků během napařování definované připouštěn kyslík. Pro aplikace ve viditelné oblasti spektra se nejčastěji používají alternující systémy vrstev s odolnými a dobře odpařitelnými vrstvtvornými materiály TiO_2 / SiO_2 . Technologický interval indexů lomu existujících dielektrických vrstvtvorných materiálů (pro střed viditelného spektra) jde od nejnižšího 1,33 (kryolit) po nejvyšší 2,4 (TiO_2) - to je nutno při konstrukci respektovat.

Propustnost, případně odrazivost hotových filtrů měříme spektrofotometrem Varian Cary 5E UV-VIS-NIR.

Nejčastějšími aplikacemi jsou:

Antireflexní vrstvy pro jednu nebo více vlnových délek, různé úhly dopadu, polarizaci

Laserová zrcadla s případným potlačením odrazivosti konkurenčních vlnových délek

Studená zrcadla

Tepelné filtry

Hradicí a pásmové filtry - barevné (dichroické) filtry

Děliče světla s různým poměrem propustnosti a odrazivosti

Polarizátory

Nepolarizující odražeče

Monochromatické filtry

Depolarizace koutových odražečů

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Možnost konstrukce a depozice filtrů dle konkrétních požadavků zákazníka

CENTRUM VÝZKUMNÝCH KONTRAKTŮ

Jana Procházková, Petr Bulušek

Magdalény Rettigové 79/8

110 00 Praha 1

Česká republika

Tel.: (+420) 222 717 370

IČ: 27020827

DIČ: CZ27020827

E-mail: prochazkova@cvk.cz, bulusek@cvk.cz

Web: www.cvk.cz



Obor: Transfer technologií

Centrum výzkumných kontraktů

Centrum výzkumných kontraktů (CVK - <http://www.cvk.cz>) je odborným pracovištěm, které svým klientům zajišťuje komplexní poradenství vztahující se k transferu znalostí a technologií a při této činnosti poskytuje službu „technology scouting“. Tato služba pomáhá firmám šetřit náklady na vlastní výzkum a vývoj. Představuje jakési externí zlepšovatelství – technology scout vyhledává pro svého klienta zajímavé náměty na technické a technologické inovace a pomáhá mu příslušné know-how získat (ve formě konzultací s nositeli know-how, nákupu licencí či dokonce akvizic podniků dané know-how vlastníci) a aplikovat. Vyhledává také řešení technických a technologických problémů, se kterými se klient potýká. Pomáhá mu tak nejen šetřit finanční náklady, ale také lépe využít personální kapacity a zkrátit čas potřebný na řešení konkrétního problému. CVK pomáhá také při přenosu znalostí a technologií z výzkumu a vývoje do praxe a při hledání vhodného způsobu jejich komerčního využití.

Během své existence vytvořilo rozsáhlou síť kontaktů, která využívá kvalitní technické poradenství CVK a zejména schopnost CVK nalézt komplexní řešení technických nebo technologických problémů. CVK pomáhá také při přenosu znalostí a technologií z výzkumu a vývoje do praxe a při hledání vhodného způsobu jejich komerčního využití, dále vypracovává výsledné technologické projekty a investiční studie včetně studií proveditelnosti. Nabízené služby využívají nejen výrobní podniky, ale i vědecké instituce včetně univerzitních pracovišť.

CVK je v České republice jediným centrem, které poskytuje komplexní technické a technologické poradenství včetně souvisejícího poradenství v oblasti duševního vlastnictví. Tyto služby jsou současně prostřednictvím partnerů CVK doplněny o finanční, manažerské, projektové a vzdělávací poradenství.

Poradenské služby poskytujeme na celém území České republiky a k tomu využíváme informační zdroje z celého světa. Místo, čas a formu konzultací přizpůsobujeme klientovi.



NOVÉ METODY V LEKAŘSKÝCH VĚDÁCH

Antonín Randula

Chirurgické oddělení, Nemocnice Vyškov, Purkyňova 36, Vyškov

E-mail: randula.ant@tiscali.cz

Obor: všeobecná a úrazová chirurgie, optická koherenční tomografie, laserová ablace

Od posledních dekád 20 století obsazuje první místo v příčinách nemoci a úmrtnosti populace hospodářsky vyspělých zemí ischemická choroba srdce a cév, hned následována zhoubnými novotvarami, chronickými chorobami dýchacího ústrojí a úrazy.

V současné době disponujeme moderními diagnostickými a léčebnými metodami, nicméně přes pocity vyspělosti medicíny a úspěchy v léčbě nejsou naše možnosti vždy takové, abychom mohli pomoci všem, kteří naši pomoc potřebují. Chceme nastínit problematiku v několika oblastech chirurgie, kde se využití laseru jeví jako nadějně.

Současné možnosti terapie ischemických cévních onemocnění jsou mimo medikamentózní léčbu buď operační, nebo endovaskulární. Endovaskulární terapie představuje přes vodič zavedený balonek do místa zúžení cévy, který nafouknutím na tlak několika atmosfér roztlačí aterosklerotický plát a rozšíří průsvit cévy. Metoda je však limitována délkou a průsvitem tepny, pokud dojde k uzavření celého periferního řečiště, není možná ani chirurgická intervence pro malý průsvit cév. Jako nadějná metoda se nám jeví použití pulzního laseru s vláknovou optikou, kdy je tenké optické vlákno zavedeno do lumina cévy a ablačním účinkem dochází k rekanalizaci, metoda tzv. aterektomie.

Využití laseru vidíme přínosné při **diagnostice a léčbě nemocí zažívacího traktu**. Naše země drží celosvětové prvenství ve výskytu nádorového onemocnění tlustého střeva a konečníku. Časná a přesná diagnostika je nezbytná pro léčbu a uzdravení pacienta. Do konvenčních vyšetřovacích metod patří flexibilní endoskopie, považována za zlatý standart současnosti a endoskopická ultrasonografie. Endoskopicky je možno posoudit reliéf a zbarvení sliznice, nástěnné změny, není však schopna detekovat změny pod sliznicí. Endosonograf sice vidí do hloubky stěny, jeho rozlišovací schopnost není příliš velká. Při použití optické koherenční tomografie (OCT) je průnik do hloubky cca 2 mm a zobrazovací schopnost současných přístrojů je v řádu desetin mikrometrů a postupně se zvyšuje. Sondy přístroje jsou miniaturizované natolik, že je možno je vsunout do optického kanálu endoskopu. Přístroj je schopen pracovat v 2D a 3D módu, který téměř nahrazuje histologický vzorek tkáně. V návaznosti OCT na ablační zařízení (laser, RFA) je možno velmi precizně odstranit pouze patologickou tkáň a zdravou ponechat intaktní. Využití při odstraňování polypů, nádorů, nepřesahujících stěnu zažívacího traktu, ablaci zánětlivě změněné sliznice při chronických zánětech tlustého střeva nebo jícnu, detekce nádorů šířících se podslizničně atd... OCT přístroj lze použít i endovaskulárně jako angioskop s možností detekce ateromatozních plátů nebo porušení stěny cévy.

Tématem v oblasti úrazové medicíny, na kterém plánujeme spolupráci s Masarykovou univerzitou je **laserové "svařování" tkání** při ošetření poranění paranechymatozních orgánů jako játra, slezina, ledviny při polytraumatismech. Jako doplnění základní práce chceme laserem provádět anastomozy (spojování) konců trávicí trubice a v chirurgicky delikátních oblastech se zhoršenou hojivostí, spojovat porušené žlučové cesty a močovody.

VYUŽITÍ PULSNÍHO BARVIVOVÉHO LASERU /PDL/ V MEDICÍNĚ

Eva Remlová

AVE LASER CENTRUM s.r.o.

Ibsenova 17, 77900 OLOMOUC

Tel: +420 777 002 467, +420 585 207 159

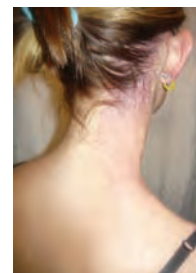
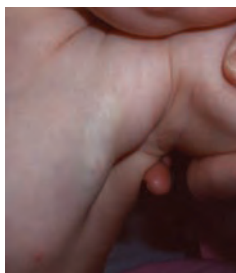
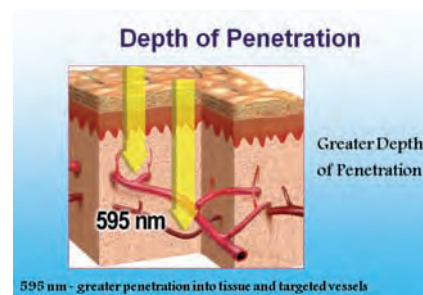
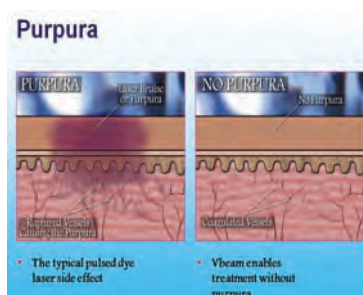
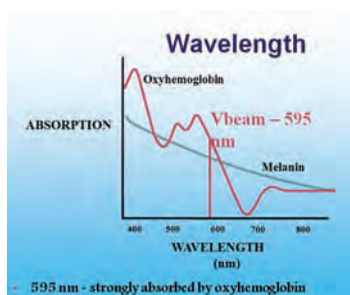
Email: evareml@centrum.cz

Web: www.avelaser.cz, www.laserolomouc.cz, www.remlova.cz



Obor: Laserová medicína, laserové zákroky a kosmetika v rámci odbornosti chirurgie

- Nestátní soukromé medicínské zařízení-9 let působící,
- využití 13-ti letých bohatých klinických zkušeností s použitím nejrozumnějších laserových /monochromatických/ technologií: od LLLT (Low Level Laser Therapy) /biostimulační/ po HLLT (High Level Laser Therapy), jak invazivních /ERB- YAG, CO2/, tak neinvazivních /Rubi, alexandritový, pulsní barvivový laser/, i polychromatických - IPL (Intensive Pulse Light)/.
- Léčba: laserové odstraňování cévních anomálií, pavoučků, ohňů, hemangiomů, zarudnutí a rosacey, komplikace akné, žilek v obličeji a na končetinách, jizev, popálenin, pigmentací, tetovází, výrůstků, nerovností, bradavic, znamének, chloupků, zpevnění kůže a podkoží - v obličeji - rejuvenace, na těle - strie, celulitida apod.
- Nabízíme v nových luxusních prostorech s nejmodernějším vybavením možnost spolupráce ve zkoušení a zaškolování nových léčebných laserových zařízení s využitím našich 13-letých klinických zkušeností, viz výše.
- Největší možnosti vidíme v rozšiřování aplikace cévních laserů do lékařských praxí.
- Příklady ošetření a výsledků cévním laserem (595 nm).



VÝSKUM V OBLASTI ZVÁRANIA LASERMI

Miroslav Sahul, Martina Nerádová, Milan Turňa

Materiálovotechnologická fakulta STU, Katedra zvarovania, Bottova 25, 917 24 Trnava, SR

Tel.: +421 910 135 972,

E-mail: miroslav.sahul@stuba.sk,

Web: www.mtf.stuba.sk

Odbor: Strojárske technológie a materiály; technológie zvarovania a tepelného delenia lasermi

V rámci výskumu sa na Katedre zvarovania využívajú lasery na technologické spracovanie kovových materiálov. Konkrétne sa jedná o technológiu zvarovania, ktorej veľkou výhodou je úzka tepelne ovplyvnená oblasť (TOO). Z viacerých riešených úloh možno konkrétne spomenúť zvarovanie:

- zvarovanie konštrukčných uhlíkových ocelí CO₂ laserom,
- zvarovanie Al, zliatin Al, Cu a zliatin Cu tenkých plechov pre solárne kolektory Nd:YAG laserom,
- zvarovanie Al a zliatin Al vláknovým laserom,
- zvarovanie farebných kovov diodovým laserom,
- zvarovanie ocelí AKV pre jadrovú energetiku,
- zvarovanie CrNi austenitických ocelí CO₂ laserom, Nd:YAG a vláknovým laserom,
- tepelné delenie CrNi austenitických ocelí CO₂ laserom s rôznymi druhmi dýz a rôznymi plynmi,
- zvarovanie Ti a zliatin Ti s ochrannou inertnou atmosférou,
- Zvarovanie dvojfázových (FM) ocelí. V súčasnosti sa týmto vysokopevným materiálom venuje vo výskume veľká pozornosť. Spĺňajú požiadavky zvyšovania bezpečnosti posádky motorového vozidla, pri súčasnom znížení jeho celkovej hmotnosti. V rámci spolupráce s firmou Trumpf boli zvarové spoje vyhotovené dvoma rôznymi lasermi. Okrem CO₂ lasera sa použil aj jeden z najmodernejších laserov v súčasnosti - diskový laser, ktorého výhodou je vysoká kvalita lúča,
- z ďalších ocelí pre automobilový priemysel sú skúsenosti so zvarovaním tzv. TRIP ocelí,
- v budúcnosti sa uvažuje so zvarovaním horčíkových zliatin typu AZ. Ako je známe Mg zliatiny sa momentálne čoraz viac používajú tak v automobilovom, ako aj leteckom priemysle. Zvarovanie Mg a jeho zliatin elektrónovým lúčom do určitej miery odskúšané. Z uvedeného dôvodu je potrebné sa zamerať aj na zvarovanie laserovým lúčom,
- zvarovanie horčíka s hliníkom by bol taktiež jedným z problémov, ktorý bude potrebné v budúcnosti riešiť.

Kvalita zvarových spojov sa na fakulte bežne hodnotí nedeštruktívnymi skúškami, mechanickými skúškami, ako aj optickou mikroskopiou podporenou meraním mikrotvrdosti.

Detailnejšie preskúmanie oblasti rozhrania najmä zvarov z kombinovaných kovov sa hodnotí EDX mikroanalýzou, EBSD analýzou, prípadne elektrónovou mikroskopiou.

Veľmi dobré výsledky sa dosiahli pri prognózovaní štruktúrnej stability zvarových a spájkovaných spojov.

Hlavnou oblasťou možnej spolupráce je **zvarovanie na externých pracoviskách**, kde majú najmodernejšie druhy laserov požadovaných výkonov a vlnových dĺžok.

LASERY VYSOKÝCH VÝKONOV

Miroslav Sahul¹, Petr Ambrož²

¹ Materiálovotechnologická fakulta STU, Katedra zvarania, Bottova 25, 917 24 Trnava, SR (+421 910 135 972, miroslav.sahul@stuba.sk, www.mtf.stuba.sk)

² Výzkumné centrum pro stroj. výr. techniku a technologii, FS ČVUT Praha

Supervisors: Prof. Ing. Milan Turňa, PhD., IWE - Prof. RNDr. Milan Ožvold, PhD. - Prof. Ing. Jiří Dunovský, PhD., IWE.

Odbor: Strojárske technológie a materiály (technológia zvarania a delenia laserom)

Pokiaľ sa hovorí o inováciách, ktoré skutočne ovplyvnili ľudskú činnosť je potrebné spomenúť kvantové generátory, lasery. V roku 1964 získali Nobelovu cenu za fyziku za vynález MASER-a a LASER-a N. G. Basov, A. M. Prochorov a Ch. H. Townes.

Kilowattové lasery. V priemysle najpoužívanéjšie CO₂ lasery sú dostupné s výkonmi niekoľko desiatok kW. Nové komerčne dostupné lasery, ako je napr. diskový laser od firmy TRUMPF dosahuje v súčasnosti výkon cca. 16 kW. Výpočty realizované na Univerzite v Stuttgarte (Universität Stuttgart) naznačujú, že v skutočnosti by mohol byť z jedného tenkého disku získaný výkon až 30 kW. V súčasnosti sa často používajú Nd:YAG lasery.

Terawattové lasery. Obmedzením energetických pulzov lasera na ultrakrátké časy sa môžu produkovať pulzy oveľa vyšších výkonov. Príkladom je laser PALS (Prague Asterix Laser System) výkonu 3 TW (TW = 10¹² W), ktorý je umiestnený vo FÚ ČAV Praha. Asterix IV/PALS je jódový laser, ktorý generuje žiarenie v infračervenej oblasti o vlnovej dĺžke 1,315 μm. PALS je jednolúčový systém pozostávajúci zo sekcie oscilátorov, ktoré generujú počiatočný slabý svetelný pulz a 5 zosilňovačov, ktoré tento pulz postupne zosilňujú.

Petawattové lasery. Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) sa stalo priekopníkom v danej oblasti úpravou svojho lasera NOVA s cieľom dosiahnuť výkon pulzu vyšší ako 10¹⁵ W. Jeho výstupný výkon je 2 000 násobne vyšší ako je výkon všetkých elektrární v USA. Ide o extrémne výkonný laser, ktorý dosiahol hodnotu 1,25 PW (PW = 10¹⁵ W), približne o 25 % viac ako sa očakávalo.

Exawattové lasery. Univerzita v Texase má vo svojom programe modifikáciou súčasného petawattového lasera, ktorý produkuje pulzy výkonu 10¹⁵ W, dosiahnuť výkon až 10¹⁸ W (exawatt - EW) použitím hybridnej technológie CPA.

Fokusáciou, napr. PW pulzov na malé plochy možno dosiahnuť extrémne vysoké hustoty energie. Vytvára to nové možnosti v oblasti výskumu interakcie žiarenie - hmota. Európsky program nazvaný HiPER (High Power Laser Energy Research) je zameraný na vývoj technológie na princípe laserom vyvolanej termonukleárnej reakcie. V programe sa vedci snažia vyvinúť termonukleárny proces tzv. „fast ignition“. Hlavnou výzvou je iniciovať a preštudovať „nuclear-fusion reactions“ pomocou laserového ohrevu guľôčky naplnenej zmesou deutéria a trítia (izotopy vodíka) na teploty vyššie ako 100 miliónov K.

Príspevok poukazuje na skutočnosť, že výskum, vývoj a implementácia v oblasti laserov vysokých výkonov sa neustále veľmi dynamicky rozvíja. Úroveň výkonu v PW bola už prekonaná. Perspektívne možno počítať s exawattovými systémami. Tieto zariadenia umožnia úplne nový základný výskum v oblasti fyziky.

RAMANOVSKÁ MIKROSPEKTROSKOPIE ŽIVÝCH BUNĚK

Ota Samek, Zdeněk Pilát, Alexandr Jonáš, Pavel Zemánek

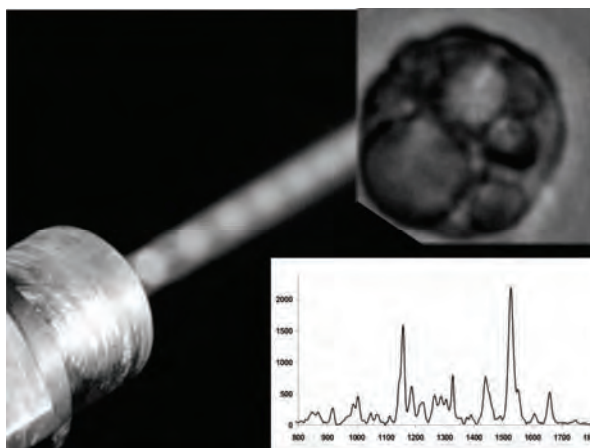
Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i., Královopolská 147, 612 64 Brno,

(tel: 541514127, e-mail: osamek@isibrno.cz, webové stránky: <http://www.isibrno.cz/omitec>)

Obor: Ramanovská spektroskopie

Využití laserů k diagnostice vzorků nalézá v poslední době řadu nových biologických aplikací. Výhodou je bezkontaktní měření a rychlá analýza výsledků v reálném čase. Jednou z velmi nadějně se rozvíjejících nedestruktivních technik je ramanovská mikrospektroskopie, jejíž výsledné spektrum obsahuje informace o chemických vazbách zastoupených ve vzorku o miniaturním (femtolitrovém) objemu.

Po provedené spektrální analýze v řádu sekund/minut lze identifikovat chemické vazby zastoupené ve vzorku – DNA, RNA, tuky, cukry, pigmenty, sacharidy, amidy atd. Naše pracoviště se specializuje na řadu unikátních aplikací jako například rozpoznávání jednotlivých druhů mikroorganismů a určení jejich metabolického stavu (bakterie a řasy). Ramanovskou spektroskopií je možné kombinovat s optickou pinzetou a aplikovat i na mikroorganismy volně plovoucí v kapalině.



Schematické znázornění bezkontaktního měření řasové buňky pomocí laseru. V pravém dolním rohu je příklad ramanovského spektra lipidů a karotenů obsažených v buňce.

Literatura:

Samek, O.; Jonáš, A.; Pilát, Z.; Zemánek, P.; Nedbal, L.; Tříška, J.; Kotas, P.; Trtílek, M. „Raman Microspectroscopy of Individual Algal Cells: Sensing Unsaturation of Storage Lipids *in vivo*“. *Sensors* 2010, **10**, 8635-8651.

Poděkování: Tento výzkum je podpořen projekty: PERG 06-GA-2009-256526 (Marie Curie Reintegration Grant), ALISI No. CZ.1.05/2.1.00/01.0017 (EC, MŠMT), OC 08034 (MŠMT) a FR-TI1/433 (MPO).

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- charakterizace a rozpoznávání bakteriálních biofilmů
- laserová spektroskopie LIBS (laser induced breakdown spectroscopy)

LASERY NA MATFYZE V BRATISLAVE

Dagmar Senderáková

UK Bratislava, FMFI, Katedra experimentálnej fyziky

Mlynská dolina F2, 842 48 Bratislava, senderakova@fmph.uniba.sk

Obor: Kvantová elektronika a optika

Cieľom tohoto príspevku je zanechať aspoň symbolickú „stopu“ o využívaní laserov na našom pracovisku, ktoré za tých uplynulých 50 rokov existencie lasera menilo svoje zaradenie od Katedry experimentálnej fyziky na Prírodovedeckej fakulte UK, cez KEF a neskôr Katedru optiky na Matematicko-fyzikálnej fakulte UK až po súčasné oddelenie optiky na KEF na Fakulte matematiky, fyziky a informatiky UK.

Koncom 60-tych rokov minulého storočia patrila vtedajšia KEF PFUK medzi prvé pracoviská s laserom. Mali sme tu dokonca He-Ne laser s z MEOPTY Přerov, s výrobným číslom „1“ (s konfokálnym usporiadaním zrkadiel v rezonátore). Ďalšími lasermi čs. produkcie na našom pracovisku boli kontinuálny CO₂ laser a 3 impulzné rubínové lasery. V 80-tych rokoch pribudli He-Ne lasery z podniku METRA Blansko.

Spolupráca s Jerevanskou štátnou Univerzitou a Moskovskou štátnou Univerzitou rozšírila naše experimentálne vybavenie o impulzné ps Nd:YAG lasery, dusíkový laser a nelineárne farbivo, vhodné na Q-moduláciu rubínových laserov.

Účel využitia laserov nebol nikdy striktné vymedzený. Vedecko-výskumná, aj pedagogická práca sa vždy navzájom prelínali. Podieľali sme sa na výskumných úlohách štátneho plánu a rozvoja, koordinovaných profesorom Peřinom z UP v Olomouci. Úlohy boli zamerané na interakciu intenzívneho laserového žiarenia s hmotou. V pedagogickej oblasti sa vytvoril odbor *Optika a optoelektronika*, ktorý sa vývojom pretransformoval postupne do súčasného smeru magisterského štúdia *Optika, lasery a optická spektroskopia*. Vznikali aj vedecké práce vo vednom odbore *Kvantová elektronika a optika*.

Ciele výskumných úloh vždy nachádzali odozvu aj v témach diplomových prác našich študentov, resp. v odborných prednáškach. Prešli sme cez javy nelineárnej optiky (samopôsobenie laserových zväzkov pri prechode kvapalným a kvapalno-kryštálickým prostredím, generácia druhej harmonickej, parametrická generácia, laser s rozdelenou spätnou väzbou, nelineárna absorpcia, laserom indukovaná iskra, vynútený Mandelštam-Brillouenov rozptyl, CARS spektroskopia, korelačné javy). Koncom 70-tych a v 80-tych rokoch sa náš záujem rozšíril o holografiiu a neskôr holografickú interferometriu, ktorá našla uplatnenie v spolupráci zo SAV – pri analýze profilu indexu lomu vo vlákne.

Pre pedagogickú prácu mala veľký význam aj naša spolupráca s Univerzitou v Princetone prostredníctvom profesora I. Gleska v oblasti novej generácie prvkov pre ultrarýchle optické siete na báze NO javov.

Posledné roky prinášajú na trh masový vstup polovodičových laserov. Laserové diódové moduly sú ponúkané ako rovnocenná náhrada pre potreby koherentnej optiky, čo nás prinútilo overovať koherentnosť týchto zdrojov a svojpomocne ju zlepšovať. Prínosom pre vybavenie laboratórií je aj spolupráca s našimi absolventami, dnes vo fy KVANT s.r.o.

V súčasnosti existuje intenzívnejšia vedecká aj pedagogická spolupráca s Medzinárodným laserovým centrom v Bratislave, kde je dostupné súčasné experimentálne vybavenie. Smer výskumu je zameraný na

- Difrakčné javy na sub-difrakčných periodických štruktúrach a ich využitie v nanometrologických aplikáciách (drzik@ilc.sk)
- Optické vlastnosti PCF vlákien (bugar@ilc.sk)

Za spomienky ďakujem kolegom A. Štrbovi, V. Mesárošovi, P. Vojtekovi.

MIKROOBRÁBĚNÍ POLYMERNÍCH MATERIÁLŮ CO₂ LASEREM

**Libuše Sýkorová,
Jana Knedlová**

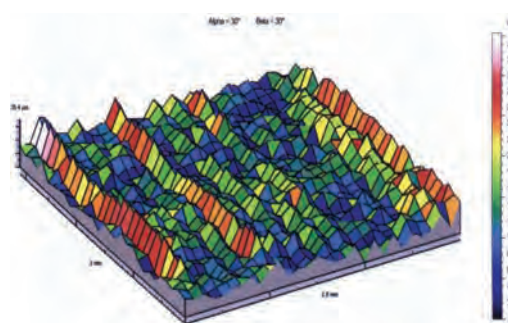
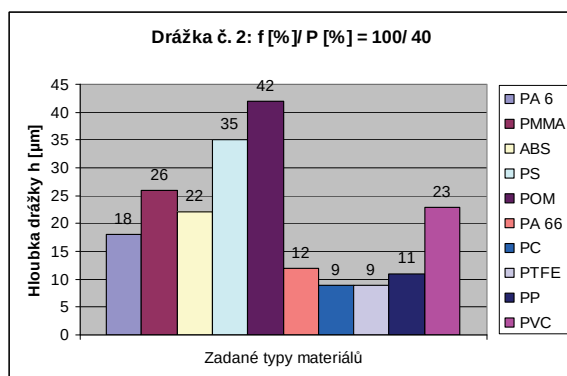
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická, Ústav výrobního inženýrství
Nám. T.G.Masaryka 275, 762 72 Zlín
tel. +420 576 035 169, mob. +420 606 567 371, sykorova@ft.utb.cz
tel. +420 576 035 163, mob. +420 608 304 862, knedlova@ft.utb.cz

Obor: pedagogové v oboru konstrukce a strojírenská technologie

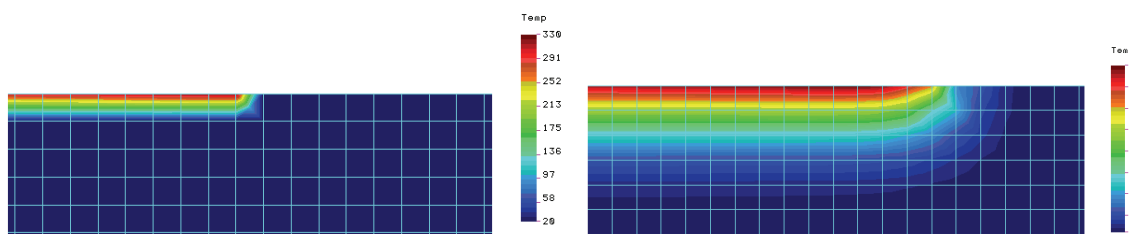
Vědecko-výzkumná činnost na univerzitě se zaměřením do oblasti nekonvenčních technologií, především zkoumána problematika mikroobrábění polymerních materiálů laserem. Hlavním výstupem řešené problematiky je nalezení kompromisu mezi kombinací vstupních a výstupních parametrů, který by zaručil výslednou kvalitu obrobených struktur pro danou aplikaci a vymezení možnosti nahrazení UV a excimerového laseru CO₂ laserem.

Možnost spolupráce v těchto oblastech:

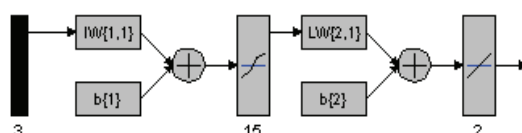
1. Provedení experimentálních zkoušek pro různé polymerní materiály na CO₂ laseru při změně technologických podmínek, posouzení jejich vlivu na kvalitu obráběných ploch.



2. Rozbor struktury a vlivu koncentrované energie pro různé materiály - parametrické studie charakteru teplotního pole v okolí řezu konečně prvkovou simulací.



3. Predikce vstupních parametrů při laserovém mikroobrábění polymerních materiálů využitím ANN.



OPTICKÁ PINZETA A JEJÍ VYUŽITÍ

Mojmír Šerý, Jan Ježek, Petr Jákl, Alexandr Jonáš, Pavel Zemánek

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

(tel: 541 514 284, e-mail sery@isibrno.cz, <http://www.isibrno.omitec>)

Obor: návrh opto-mechanických systémů, optická pinzeta

Princip optické pinzety je založen na silových účincích fotonů na mikroobjekty vložené do silně fokusovaných laserových svazků. K fokusaci svazků jsou s výhodou používány mikroskopové objektivy s vysokou numerickou aperturou s vodní nebo olejovou imerzí uchycené přímo na optickém mikroskopu, který zajišťuje pozorování mikroobjektů. V blízkosti ohniska svazku se vytvoří tzv. optickou past, která umožňuje prostorové zachycení objektů o velikostech od desítek nanometrů po desítky mikrometrů suspendovaných v kapalině. Optická pinzeta za dobu své třicetileté existence našla řadu rozmanitých využití. Její jedinečnou vlastností je schopnost zachytit objekty za překážkou propouštějící záření z použitého laseru a představuje **unikátní bezkontaktní a současně sterilní mikromanipulační nástroj**. Za klasické použití se dnes považuje bezkontaktní zachycení živých buněk, virů, bakterií a celé řady neživých objektů, které mají index lomu větší než je index lomu okolní kapaliny. Sofistikovanější systémy kombinují optické zachycení mikroobjektu s detekcí jeho polohy a umožňují monitorovat až nanometrové výchylky mikroobjektu z rovnovážné polohy. Následně lze přesně určit velikost sil působících na zachycený objekt až v řádu jednotek pikonewtonů. Takto doplněná optická pinzeta představuje unikátní nástroj ke studiu silových interakcí na molekulární úrovni a je používána k měření vyvíjené síly a délky kroku různých molekulárních motorů, enzymů zpracovávajících nukleové kyseliny, mechanických vlastností mikrotubulů, aktinových vláken, DNA a dalších biopolymerů. Moderní systémy umožňují vytvoření až několika stovek vzájemně nezávislých prostorově polohovatelných optických pastí s využitím akustooptických modulátorů, galvanooptických zrcadel nebo prostorových modulátorů světla. Současné trendy v oblasti optických mikromanipulací se soustřeďují zejména na kombinace optického zachytávání s komplementárními experimentálními technikami, které umožňují značné rozšíření jejich aplikačních možností. Kombinace optické pinzety s laserovými spektroskopickými technikami, zejména ramanovskou mikrospektroskopií, vytváří nejen bezkontaktní mikromanipulační ale i mikrodiagnostický nástroj ke studiu a separaci živých mikroorganismů. Následná implementace mikrofluidních systémů pak otevírá prostor pro analytické a separační aplikace typu „lab-on-a-chip“.

Literatura:

A. Jonáš, P. Zemánek (2008) Light at work: The use of optical forces for particle manipulation, sorting, and analysis, *Electrophoresis* 29, 4813-4851

P. Zemánek, A. Jonáš, J. Ježek, P. Jákl, M. Šerý, T. Čižmár, V. Karásek, M. Šiler, O.

Brzobohatý, J. Trojek (2008) Laboratoř optických mikromanipulačních technik – nové výzkumné směry, *Jemná mechanika a optika* 53, 6-10,

Poděkování: Tyto výzkumné aktivity jsou podpořeny projekty FR-TI1/433 (MPO) a ALISI No. CZ.1.05/2.1.00/01.0017 (EC, MŠMT).

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- návrh a výroba specializovaných opto-mechanických systémů
- návrhy laserových mikromanipulačních a mikrospektroskopických sestav

GENEROVÁNÍ PŘESNÝCH DÉLEK OPTICKÝM HŘEBENEM

Radek Šmíd

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

Akademie Věd České republiky

Královopolská 147, 612 64 Brno

tel.: +420 541 514 249

e-mail: smid@isibrno.cz

Obor: Stabilizované pulsní lasery, laserová interferometrie

Definice jednotky délky je svázána s přesnou dráhou, kterou urazí světlo za jednotku času. Ta je definována v současné době jako 9 192 631 770 period záření, odpovídající přechodu mezi dvěma hladinami velmi jemné struktury základního stavu atomu cesia 133 (13. CGPM, 1967). V reálné technické praxi je třeba vytvořit délkovou referenci v podobě např. koncových měrek. Prakticky se takovéto měřky vytvářejí z kovů s nízkou teplotní roztažností. K přesnému odměřování takovýchto měrek se používá laserové interferometrie s lasery s vysokou koherencí. Prakticky se nejčastěji používají He-Ne lasery s krátkodobou stabilitou okolo 10^{-12} definující přesnost měření interferometrické délky. Stability až do 10^{-15} dosahují optické syntezátory na bázi femtosekundových pulzních laserů neboli optické hřebeny. Optické hřebeny lze stabilizovat pomocí autoreferenční techniky na atomové standardy času jakými jsou právě césiové hodiny a převádět tak stabilitu atomových hodin do optické oblasti využitelnou k měření vzdálenosti. K definici přesné délky byl sestrojen Fabry-Perotův rezonátor v konfokálním uspořádání ze Zeroduru - materiálu s nízkou teplotní roztažností. Umístěním rezonátoru do vakuové komory jsme schopni měřit „přesnou“ vzdálenost mezi zrcadly v rezonátoru. Tuto vzdálenost lze využít jako referenční pro měření indexu lomu vzduchu pomocí laserů.

Poděkování:

Tato práce je podporována z projektu MŠMT ČR, č. LC06007.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Měření indexu lomu vzduchu včetně disperze pomocí optického hřebene
- Optická emisní spektroskopie
- Metody laserové spektroskopie

ZAŘÍZENÍ PRO VÝVOJ A VÝROBU VLÁKNOVÝCH LASERŮ

Jiří Štefl

OPTOKON Co., Ltd., spol. s r.o.

Červený Kříž 250

586 02 Jihlava

tel.: +420 564 040 111

fax: +420 564 040 134

http: www.optokon.cz

e-mail: tragan@optokon.cz

Obor: Svařování a práce s optickými vlákny o průměru od 125 μm do 1.5mm

Zařízení GPX-3000 představuje unikátní, víceúčelovou platformu pro práci s optickými vlákny, která umožňuje optická vlákna svařovat, vyrábět z nich optické komponenty ('combiners', 'tapers', 'couplers', 'end-caps') a dále zpracovávat optická vlákna o průměru od 125 μm do 1.5mm. Systém GPX-3000 je založen na speciálním žhavicím prvku - stabilní, intenzivní tepelný zdroj s přesným řízením teploty ve velkém teplotním rozsahu - který zaručuje optimální podmínky pro práci s optickými vlákny. GPX-3000 je ideální pro výzkum, vývoj a výrobu v oblasti vláknové optiky vyžadující přesnost, všestrannost a opakovatelnost jako jsou výroba vláknových laserů nebo zařízení pro medicínu.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Konektorování optických vláken
- Měření v oblasti vláknové optiky
- Vývoj a výroba aktivních a pasivních optických komponent
- Kalibrace měřidel pro vláknovou optiku
- Mechanické a klimatické testování aktivních a pasivních optických komponent (např. dle EN 61300)

LASEROVÉ TECHNOLOGIE VE VCSVTT, ČVUT V PRAZE

Roman Švábek, Radka Bičíš'ová, Petr Ambrož

VCSVTT, Fakulta strojní, ČVUT v Praze

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

r.svabek@rcmt.cvut.cz;

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 školicí 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.

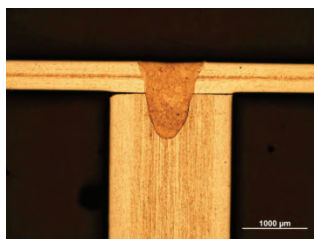
Skupina Laserových technologií ve VCSVTT se zabývá výzkumem, vývojem a praktickým uplatněním laserových technologií pro konkrétní strojírenské aplikace.

Jedná se zejména o následující technologie:

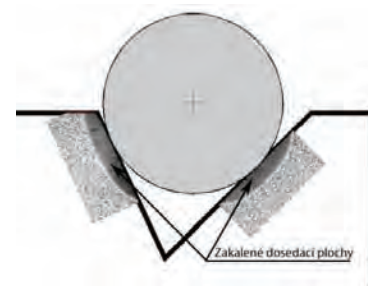
- popisování - kovy, plasty, sklo, keramika
- mikrofrézování, gravírování a leštění povrchu
- řezání přesných tvarů a dílů
- vrtání malých otvorů
- svařování obtížně svařitelných materiálů
- tepelné zpracování slitin železa a hliníku
- povlakování laserem - tvrdonávary
- vývoj a realizace hybridních strojů - kombinace laseru s obráběcím strojem



3D gravírování laserem



Svařování laserem



Kalení laserem

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** a **zkoušky opotřebení třením v tribologické laboratoři**.

RASTROVACÍ SONDOVÁ MIKROSKOPIE JAKO CHARAKTERIZAČNÍ NÁSTROJ OPTOELEKTRONICKÝCH SOUČÁSTEK

Pavel Tománek

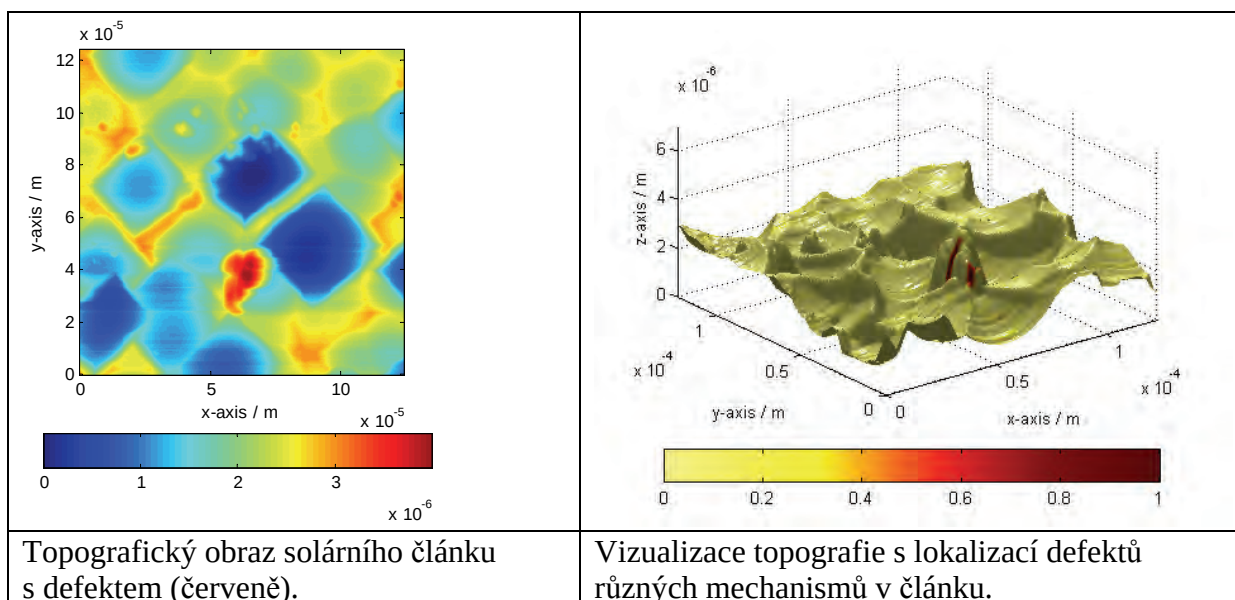
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií,
Ústav fyziky,
Technická 8, 616 00 Brno (telefon: 541 143 278, e-mail: tomanek@feec.vutbr.cz)

Obor: Fyzikální elektronika a nanotechnologie

Naše Laboratoř optické nanometrologie zahájila skromně svou činnost před 18 lety. Nejprve se zabývala teoretickými aspekty optického blízkého pole - tj. snížením hranice rozlišení mikroskopů pod difrakční mez. K tomu bylo nutné vyrobit a použít ostrou sondu z optického vlákna. Souběžně s tím probíhaly experimenty hledající aplikační oblasti tohoto sofistikovaného mikroskopu.

Vzhledem k působišti Laboratoře se činnost stále více orientuje do charakterizace elektronických a optoelektronických součástek a zařízení, kde můžeme spolupracovat s Českou laboratoří pro elektronický šum. V posledních 3 letech jsme se zaměřili na výzkum charakteristik solárních článků - hledání korelace mezi výsledky topografie, odrazivosti, indukovaného fotoproudu, materiálových a kompozičních defektů, přičemž vše probíhá v lokálním měřítku s rozlišením pod 250 nm.

Pomocí tohoto zařízení je možné studovat jak laserem indukovaný fotoproud či elektroluminiscenci na defektech (objemových, hranových či plošných) v případě solárního křemíkového článku zapojeného v závěrném směru, který se chová jako velmi výrazný zdroj šumu. Zjistili jsme několik různých mechanismů průrazů článků a dosáhli rozlišení, které o 1 až 3 řády překonává výsledky dosahované v současnosti ve světě.



V letošním roce jsme navíc začali i se studiem defektů v malých keramických a elektrolytických kondenzátorech - snažíme se lokalizovat místa, v nichž by mohlo dojít k průrazu a následnému vyhoření součástky.

- Nabízíme spolupráci firmám, které by měly zájem o lokální optickou a elektrickou charakterizaci svých elektrických, optoelektrických a fotonických součástek a zařízení.

HISTORIE VĚDECKÉHO VÝZKUMU V KVANTOVÉ ELEKTRONICE V ÚŘE ČSAV V LETECH 1958 - 1972

Viktor Trkal

Emeritní věd. pracovník ÚFE AV ČR

Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v.v.i.

Chaberská 57, 182 51 Praha 8

Web: www.ufe.cz

Obor: Lasery, masery

Vážené auditorium, kolegyně a kolegové!

Dovolte, abych na začátku připomenul některá všeobecně známá fakta. Co historie lidstva pamatuje bylo jedním ze základních potřeb lidstva měření času. Dělo se tak na základě střídání dne a noci, tedy zdánlivého pohybu slunce po obloze. Pokročilejším způsobem určení času byly sluneční hodiny. Postupem doby to však potřebám lidstva nestačilo. Ne vždy svítilo totiž slunce na obloze. Proto se přešlo k jiným periodickým dějům a tak vznikly přesýpací, později pak kyvadlové či pérové hodiny. Přesnost však stále zaostávala za potřebou a tak po objevu piezoelektrického jevu se tento začal využívat k měření v tzv. křemenných hodinách, které umožňovaly již velmi přesná měření času.

Náš ústav se tímto problémem zabýval od samého počátku a tak v odd., které se tomu věnovalo, změřil Jiří Tolman 18. října 1957 let sovětského Sputniku I, ale také změřil na něm i tzv. Dopplerův jev. To vyvolalo nesmírný úžas, že malé Československo je schopné zachytit a změřit na obloze tak rychle letící objekt. Mělo to následně mnoho i politických důsledků.

Ve dvacátých letech profesor experimentální fyziky UK Augustin Žáček realizoval tzv. magnetron, zdroj decimetrových vln. Ten byl využit při prvním radaru. Postupné zdokonalování radaru vedlo k potřebě vytvářet kratší, tedy cm a mm vlnové zdroje, které se pak po 2.světové válce využily k výzkumu mikrovlnné spektroskopie i paramagnetických jevů. Zde je třeba připomenout že E.K.Zavojskij (6) objevil elektronovou spinovou rezonanci v Kazani již v roce 1945.

Mikrovlnná spektroskopie pak pomohla rozluštit záhadu dvou konfigurací amoniaku změřeném v infračervených spektrech D.M.Dennisonem a J.D. Hardym (3) již v roce 1932, což se dalo vysvětlit předpokladem dvou chemicky totožných ale energeticky rozdílných molekul NH₃. Energetický rozdíl ležel v pásmu cm vln a ty byly po roce 1945 již běžně k dispozici. Trvalo to však ještě 9 let než se nezávisle na sobě podařilo

J.P.Gordonovi, H.J.Zeigerovi a C.H.Townesovi v USA (4) a N.G. Basovovi spolu A.M.Prochorovem (5) v Moskvě vyvolat stimulovanou emisi na molekulách NH₃ v pásmu cm vln. Tak vznikl MASER. To byl rozhodující krok ke vzniku oboru kvantové elektroniky ve světě.

NH₃ MASER byl ihned použit na.př. ve švýcarském Neuchatelu J.Bonanomim jako časový standart a proto J.Tolman požadoval, abychom se i v ÚŘE tomuto úkolu věnovali. Spustit náš MASER se zdařilo v březnu 1963. Další cesta vedla k přípravě realizace cesiového rezonátoru zejména, když 13. valné shromáždění pro míry a váhy v Paříži v říjnu 1967 přijalo definici sekundy na základě kvantového přechodu mezi hyperjemnými podstavami F₄,MF₀ – F₃,MF₀ základního stavu 6S atomu cesia. Komerční cesiový rezonátor firmy HP tvoří základ i naší současné časoměrné laboratoře. Bez těchto přístrojů by nebylo navigace GPS a vlastně ani kosmického výzkumu.

Světová věda pokročila dále, a to co se podařilo na NH₃ Maseru tedy stimulovaná emise v mikrovlnné oblasti, se v optické oblasti zdařilo T.H. Maimanovi(1,2) v USA na bázi krystalu rubínu, tedy iontech Cr⁺³ v roce 1960. My jsme toto dění bedlivě sledovali tak

s využitím krystalů rubínu od kolegy Ivana Šolce z Monokrystalů Turnov kolega Jan Blabla s spolu Alenou Jelínkovou v první polovině května 1963 realizovali náš první rubínový laser a předvedli jej v pražském planetáriu široké občanské veřejnosti. Tím okamžikem se výzkum na laserech stal jednou z rozhodujících náplní našeho oddělení kvantové elektroniky.

Práce na NH₃ maserech pokračovaly však intenzivně dále. Podařilo se nám postavit celkem 6 variant NH₃ maseru, dvě pak na izotopu ¹⁵NH₃. Shodou okolností při porovnávání kmitočtu dvou našich maserů jsme objevili na NH₃ maseru Starkův jev a překvapili tím účastníky mezinárodního chronometrického kongresu v Lausanne (7) již červnu 1964.

Prakticky v téže době se podařilo v laboratorních podmínkách našeho ústavu kolegovi Blablovi ve spolupráci s MUDr. J. Johnem z Institutu pro další vzdělávání lékařů a farmaceutů na Bulovce uskutečnit první oční operaci laserem (8,9) v naší republice. Při ověřovacích testech padlo za oběť velké množství králíků. Pracovali jsme pravidelně více než 12 hodin denně. Realizovali jsme čtyři kvantové koagulatory v profesionálním provedení, které využívali na očních klinikách na Bulovce, ve Všeobecné FN na Karlově nám., v Bratislavě a Mostu. Jen na Bulovce bylo naším koagulátorem provedeno více než 2000 zdařilých očních operací. Sám jsem byl v roce 1972 úspěšně operován.

V průběhu let byla námi realizována celá řada laserů jak na bázi krystalů tak plynů ale i na bázi organických barviv. Měly různé výkony od mW po kW. To vše je podrobně popsáno v našem příspěvku s kolegou Blablou v právě vyšlém dvojčísle Československého časopisu pro fyziku (16). Na závěr je třeba připomenout i námi organizovaný postgraduální kurz kvantové elektroniky a řadu publikací včetně knižních (11,12,13,14), které jsme této problematice v šedesátých letech věnovali. Pro úplnost je třeba se zmínit o aplikacích laserů v dalších odd. našeho ústavu. Byli to zejména kolegové Hoff a Miller. Snad někdo mladší najde odvahu a sílu v tomto směru bádání pokračovat a nepřehlédne i námi objevené kvantové vlastnosti dusíku (14,15), zejména ve vztahu k aminokyselinám a to i v genetice.

V současnosti je v ÚFE díky řediteli Vlastmilu Matějcevi rozvíjen výzkum vláknových laserů a zesilovačů. Jen s lítostí mohu konstatovat, že politicko-administrativní ukončení programu kvantové elektroniky v ÚRE v roce 1972 bylo ke škodě rozvoje české a možná i světové vědy.

LITERATURA

- (1) T.H. Maiman: Nature **187**,493(1960)
- (2) T.H. Maiman: Phys Rev. **123** ,1145(1961)
- (3) D.M.Dennison,J.D.Hardy:Phys.Rev.**39**,313(1932)
- (4) J.D. Gordon,H.J.Zeiger C.H.Townes:Phys.Rev.**95**,282(1954)
- (5) N.G.Basov,A.M.Prochrov:ŽETF **27**,282(1954)
- (6) E.K. Zavojskij:J.Phys.SSSR **9**,211(1945)
- (7) V.Trkal: „Versuchsergebnisse mit zwei Ammoniaklasern“
Act.Congr.Inter.Crnomét.,Lausanne, 365(1964)
- (8) J.Blabla,J.John,A.Jelínková,V.Vendl Čs.oftalmol.**23**,281(1965)
- (9) J.John, J.Blabla:Am.J.Ophtal.**62**,659(1966)
- (10) J.Blabla,T.Šimeček,V.Trkal: Kvantové generátory, SNTL,Praha 1968
- (11) V.Trkal: Stavba atomů a molekul, SNTL Praha 1968 1980
- (12) V.Trkal:Electronic structure of Atoms and Molecules.ILIFE BOOKS,London 1969
- (13) Kolektiv: Kvantová elektronika,Academia, Praha, 1968
- (14) V.Trkal: Čs.čas.fyz. **47**,313(1997)
- (15) V.Trkal: Biochem.Bioenerg. **48**,321(1999)
- (16) J.Blabla, V.Trkal: Čs.čas.fyz. **60**, 221(2010)

HISTÓRIA TECHNOLOGICKÉHO SPRACOVANIA KOVOVÝCH MATERIÁLOV LASERMI NA SLOVENSKU

Milan Turňa

Katedra zvarania, Ústav výrobných technológií, Materiálovotechnologická fakulta STU Bratislava so sídlom v Trnave,
J. Bottu 25, 917 24 Trnava
E-mail: milan.turna@stuba.sk

Odbor: Strojárske technológie a materiály (technológie zvarania a príbuzné procesy)

Výskum v oblasti technologického spracovania kovov sa na Slovensku datuje do obdobia okolo roku 1970. Už v roku 1976 boli na Strojníckej fakulte SVŠT u prof. Čabelku vydané skriptá Turňa, M. a kol.: *Nekonvenčné spôsoby zvarania* – Návod na cvičenia a v nich staťou participovala *RNDr. Trefilová* o zvaraní Rubínovým laserom. Tento laser bol skonštruovaný vo VÚZ Bratislava. Naši študenti už vtedy na tomto zariadení cvičili. Zvárali sa pod mikroskopom kovy (napr. drôtky hrúbky ľudských vlasov).

V roku 1985 boli vydané Ďalšie skriptá *Turňa, M. a kol.: Špeciálna technológia I. Špeciálne metódy zvarania – Návod na cvičenia*, kde už participovali s jednotlivými staťami okrem RNDr. Trefilovej aj *Ing. Kleskeňová* (Výskumný ústav drevársky) a prof. Dunovský (FS ČVUT Praha).

Výskumný ústav drevársky (VÚD) už vtedy vlastnil laser F 400-CO₂ s výstupným výkonom 500 W (*zrejme prvý v rámci Slovenska*). Na tomto laserovom zariadení sme spoločne vykonali predovšetkým experimentálne práce z oblasti tepelného delenia CrNi austenitických ocelí s použitím rôznych ochranných a pomocných plynov (Ar, N, vzduch, He) a rôznymi (nami vyrobenými) dýzami, vrátane Lavalovej dýzy. Tiež sa odskúšal vplyv fókusovania nad povrch, na povrch a pod povrch deleného materiálu.

Prof. Dunovský prispel staťou „mikro zvaranie pulzačným pevným laserom LAX-3 (pracovná vlnová dĺžka 694,3 nm, výstupná energia v základnom režime 5,0 J). Príklady zvarania ocelí 17 246 + Ni, Cu + Cu, Cu + Fe, Ni + NiCr, Cu + Pt, W + Cu, Au + Ag.

Naváranie laserom (práškových prídavných kovov) sa vykonalo v roku 1982 na zariadení SYLVANIA GTL 971 (CO₂ laser) v spolupráci s Výskumným ústavom mechanizácie a automatizácie (VUMA) v Novom Meste n/V. Výstupný výkon lasera (USA) bol 1200 W. Naváralo sa s výkonom 750 W kovovými práškami produkcie VÚZ Bratislava. Na tomto pracovisku bol vyvinutý aj CO₂ laser výkonu 1000 W.

V roku 1989 bola vydaná kniha *Turňa, M.: Špeciálne metódy zvarania, ktorá získala 1. cenu Slovenského literárneho fondu za odbornú technickú literatúru*. Boli tam zastúpené aj lasery. Katedra fyzikálnej metalurgie, zvarania a zlievania Sjf SVŠT pod vedením prof. J. Čabelku a neskôr prof. J. Adamku spolupracovala v rámci výskumných úloh a diplomových prác s VÚZ Bratislava (Ing. Fodrek a kol.), ktorý disponoval CO₂ laserom výkonu 5 kW.

Významné výsledky Katedra zvarania MTF STU dosiahla pri zvaraní ocelí diskovým laserom v spolupráci s firmou TRUMPF (SRN) a pri zvaraní neželezných kovov diodovými lasermi s TU München.

Posledné roky MTF STU úzko spolupracuje v danej oblasti s Prvou zvaračskou, a.s. Bratislava a Medzinárodným laserovým centrom Bratislava.

BEZPEČNOST PRI PRÁCI S LASERMI

Zuzana Turňová, Gabriel Lošák, Martina Nerádová

ÚVTE, Katedra zvarania, Materiálovotechnologická fakulta STU, Trnava, J.Bottu 25 , 917 24 Trnava,

E-mail: martina.neradova@stuba.sk,

Tel.: 00421 904262117

Odbor: Strojárske technológie a materiály (zváranie, naváranie a tepelné delenie kovov)

Laserové žiarenie

spôsobuje zranenie tepelným účinkom. Už laser s malým výkonom môže spôsobiť zranenie oka. Vysoko výkonové lasery môžu spáliť pokožku. Niektoré lasery sú tak silné, že aj odrazený lúč môže byť nebezpečný ako taký.

Hygienické zásady pre prácu s kvantovými generátormi elektromagnetického žiarenia, ktorých vlnová dĺžka žiarenia sa pohybuje v rozmedzí od 200 do 13000 nm upravujú normy:

- č. 20/1982 Vestník MZ SR o hygienických zásadách pre prácu s lasermi registrovanou v čiaske 25/1982 Zb. s účinnosťou od 1.1.1983,
- STN IEC 825-1, 1996
- STN EN 60825-1/A2, 2002

Úprava sa vzťahuje tak na samostatné zariadenia, ako aj na lasery zabudované ako zdroj žiarenia do iných zariadení.

Laserové zariadenia sú zariadenia v ktorých je zabudovaný laser ako zdroj elektromagnetického žiarenia rôznych vlnových dĺžok.

Charakteristické vlastnosti laserového žiarenia:

- vysoká hustota energie
- monochromatickosť
- typická šírka spektrálnej čiary lasera je $< 1 \text{ nm}$
- vysoká smerovosť laserového lúča (divergencia lúča $\leq 1 \text{ mrad}$)

Možné riziká pri práci s lasermi

- možnosť úrazu elektrickým prúdom,
- riziko styku s nebezpečnými chemickými a kryogénnymi látkami,
- nebezpečenstvo styku so splodinami, ktoré vznikajú pri prevádzke LASER-a,
- pôsobenie laserového žiarenia na ľudský organizmus (výkon, čas pôsobenia, režim),
- pôsobenie na zrak , pôsobenie na pokožku,
- najviac je ohrozená sietnica žiarením od 400nm do 1400nm,
- laserový lúč je fokusovaný na plochu o priemere 10 až 20 μm ,

Príklad: LASER o výkone 1 mW s priemerom lúča $\varnothing 2 \text{ mm}$ po sfokusovaní šošovkou na sietnicu vytvorí intenzitu $2,5 \cdot 10^7 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ na plochu o priemere $\varnothing 20 \mu\text{m}$.

Žiarenie s vlnovou dĺžkou $< 400 \text{ nm}$ a $> 1400 \text{ nm}$ môže poškodzovať najmä rohovku oka.

Klasifikácia laserov

- trieda I.,
- trieda II.,
- trieda III.A, III.B,
- trieda IV.

APLIKACE DIGITÁLNÍHO HOLOGRAFICKÉHO MIKROSKOPU: DYNAMIKA SUCHÉ HMOTY STRÁDAJÍCÍCH RAKOVINNÝCH BUNĚK

Hana Uhlířová¹, Pavel Veselý², Radim Chmelík¹

¹ Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav fyzikálního inženýrství, Laboratoř optické mikroskopie

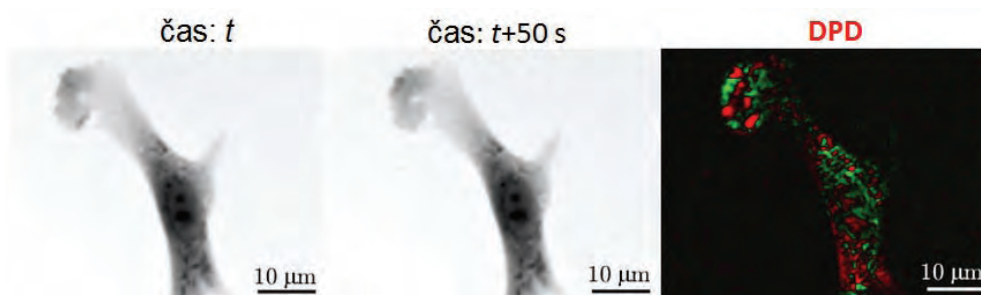
Technická 2896/2, 616 69 Brno

² Ústav molekulární genetiky, AV ČR, Vídeňská 1083, 142 20 Praha 4

tel.: 541142833, uhlirova@fme.vutbr.cz

Obor: mikroskopické aplikace v biologii

Optická mikroskopie je jedním z hlavních prostředků pro zkoumání mikrosvěta. Transmisní digitální holografická mikroskopie (DHM) je vhodným prostředkem pro zobrazování transparentních preparátů. Jedná se o neinvazivní techniku, tudíž jednou z hlavních oblastí jejího uplatnění je biologie. V tomto příspěvku prezentujeme aplikaci tohoto mikroskopu na zkoumání rakovinných buněk. Vybrali jsme řadu buněk s odlišným metastatickým potenciálem a zkoumali dlouhodobý i okamžitý účinek deprivačního prostředí na jejich chování v závislosti na tomto faktoru. Buňky byly nejdříve zobrazeny v klasickém (Zernikově) fázovém kontrastu pro vyhodnocení celkové doby přežití. Dále byly zobrazeny v kvantitativním fázovém kontrastu z DHM, jemuž je přiřazen význam plošné hustoty suché hmoty buňky. Kvantitativní fázový kontrast byl využit pro evaluaci okamžitých reakcí buněk metodou Dynamických fázových diferencí (DPD - obr. 1). Touto metodou se podařilo odhalit různé reakce buněk na stresové podmínky v závislosti na jejich metastatickém potenciálu. U dvou typů buněk byla také zkoumána schopnost zotavení po návratu ze stresových podmínek opět do standardních. Ukazuje se, že buňky s vyšším metastatickým potenciálem mají schopnost rychlejší reakce na změnu prostředí a odolávají nepříznivým podmínkám déle než buňky s nižším metastatickým potenciálem.



Obr. 1: Fázové zobrazení buňky v čase t , o 50 sekund později a dynamická fázová diference ukazující přírůstky (červená) a úbytky (zelená) její suché hmoty v tomto časovém intervalu.

Oblast použití mikroskopu: Kvantitativní fázový kontrast v DHM umožňuje zobrazit suchou hmotu buňky, tedy látky, jako jsou cukry, tuky, bílkoviny a jejich komplexy, aminokyseliny a nukleové kyseliny. Je možné tedy tento mikroskop využít pro neinvazivní zobrazení těchto komponent (např. zobrazení vakuol v buňkách - obr. 1).

Oblasti spolupráce: biologie, medicína

VYUŽITÍ LASERŮ PŘI VÝROBĚ OPTOELEKTRONICKÝCH SYSTÉMŮ V MEOPTĚ

Libor Úlehla, Bohumil Stoklasa

Meopta – optika, s.r.o.

Kabelíkova 1, Přerov

Tel: +420 581 242642, +420 739 244531

Web: www.meopta.com

Email: libor.ulehla@meopta.com , bohumil.stoklasa@meopta.com

Obor: Justáž a měření optických soustav určených pro laserovou techniku

Meopta-optika, s.r.o. je mimo jiné oblasti významným výrobcem optických a optoelektronických soustav určených pro laserovou techniku. Právě v této komoditě očekáváme v letošním roce dosažení vzrůstajících obrátů (okolo 250 mil. Kč). Ve velké většině případů se jedná o výrobu a částečně i o vývoj vysoce specializovaných zákaznických optoelektronických modulů a podsestav pracujících ve viditelných a zejména v DUV vlnových délkách. Určeny jsou zejména pro optoelektronický průmysl, specificky pro přístroje určené ke hledání defektů při výrobě mikroelektronických prvků (mikroprocesorů, pamětí, aj.). Skenování těchto tzv. waferů probíhá optickou cestou, kde je využito parametrů a vlastností laserového záření jako prostředku k hledání těchto defektů.

Moduly vyvíjené a vyráběné v Meoptě se zákazníkům dodávají jako turn-key systémy, tzn. jako plně funkční, najustované a připravené k integraci do vyšších celků. K justáži a měření se využívá laserů stejných parametrů jako na straně zákazníka. Měření zahrnuje energetické, geometrické, polarizační a kvalitativní parametry laserových svazků vystupujících z optických soustav při definovaných vstupních parametrech. Všechny práce se provádí na pracovištích s vysokou mírou řízené čistoty (třída 5 -6 dle ČSN ISO 14644-1).

K justáži a měření parametrů těchto systémů používáme lasery firem Spectra-Physics, Melles Griot, CrystaLaser, JDS Uniphase. Většinou jde o diodami čerpané pevnolátkové pulsní lasery s různými typy nelineárních prostředí (např. LBO, CLBO, Nd:YLF, Nd:YAG).

Na následujícím obrázku je příklad jednoho z přístrojů v procesu justáže a měření.



INTEGROVANÝ LASER NA KŘEMÍKU

Jan Valenta

Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta, katedra chemické fyziky a optiky
Ke Karlovu 3, Praha 2 (tel: 22191 1272, e-mail: jan.valenta@mff.cuni.cz)

Obor: Optické vlastnosti polovodičových nanostruktur, spektroskopie, nanotechnologie

První polovodičové injekční lasery byly vyrobeny již v roce 1962. Mnoho let pak trvalo než rozvoj polovodičových technologií umožnil vylepšit tyto lasery natolik, aby fungovaly při pokojové teplotě a poskytovaly dostatečný výkon (zásadní bylo využití heterostruktur, později nanostruktur a fotonických struktur). Většina těchto laserů je založena na polovodičích skupiny III-V a III-nitridech. Ovšem mikroelektronika, technologie integrovaných obvodů, je téměř výhradně založena na křemíku. Z mnoha důvodů (snížení disipované energie, zvýšení přenosové rychlosti atd.) je žádoucí nalézt způsob jak integrovat optoelektronické prvky (zdroje světla, modulátory, vlnovody a detektory) přímo na křemíkové čipy a vyrábět je pomocí CMOS technologie. Zatím bylo demonstrováno řešení spočívající v „nalepení“ III-V diodových laserů na Si čip a v tomto roce také germaniový injekční laser. Výhodnější by bylo změnit nevhodné vlastnosti křemíku tak, aby se z něj stal účinný světlo-emitující materiál. Zatím byl demonstrován „křemíkový“ laser založený na stimulovaném Ramanově rozptylu a na dotování křemíku ionty vzácných zemin (zejména erbiem). Největší naděje v posledních dvou desítkách let vyvolávají křemíkové nanostruktury, kvantové jámy, drátky a nanokrystaly, které mohou účinně emitovat světlo.

Těmito křemíkovými nanostrukturami se zabývá i naše skupina (ve spolupráci s Fyzikálním ústavem AV ČR v Praze a mnoha dalšími domácími a zahraničními pracovišti). Kromě vlastní přípravy některých typů Si nanokrystalů (leptáním nebo laserovou ablací), pochází většina zkoumaných vzorků ze zahraničních laboratoří. Naší specialitou je (laserem buzená) luminiscenční mikro-spektroskopie jednotlivých nanostrukturních objektů (a to i při kryogenních teplotách), dále měření optického zisku a kvantových výtěžků luminiscence.

Literatura

J. Valenta: *Křemíkový laser nebo laser na křemíku*, Čs. čas. pro fyziku, č. 4-5, 2010.

I. Pelant a J. Valenta: *Luminiscenční spektroskopie - I. Objemové krystalické polovodiče*, Academia, Praha 2006.

I. Pelant a J. Valenta: *Luminiscenční spektroskopie - II. Nanostruktury, elektroluminiscence, stimulovaná emise*, Academia, Praha 2010.

Poděkování: Tento výzkum je podpořen projektem výzkumného centra LC510 (MŠMT) a programem *Nanotechnologie pro společnost*, projekt FUNS KAN400100701 (GAAPV).

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- luminiscenční mikro-spektroskopie (VIS-NIR oblast, teploty 10-300 K)
- výroba polovodičových nanokrystalů (laserová ablace)
- měření kvantových výtěžků luminiscence
- biologické aplikace nanomateriálů
- laserová spektroskopie
- vědecká fotografie
- historie maserů a laserů
- lasery ve fyzikálním praktiku, středoškolské zájmové činnosti a popularizaci vědy

STOLNÍ REPETIČNÍ KAPILÁRNÍ LASER NA 46,9 NM

Luděk Vysín

Oddělení radiační a chemické fyziky, Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Na Slovance 2, 182 21 Praha 8 a Katedra fyziky, Fakulta elektrotechnická ČVUT, Technická 2, 166 27 Praha 6 (tel.: 266053635; e-mail: vysin@fzu.cz)

Obor: XUV/rtg. lasery; interakce krátkovlnného záření s hmotou; fyzika laserového plazmatu

Cílem tohoto příspěvku je informovat pracovníky působící mimo úzký obor vývoje a výzkumu krátkovlnných laserů o možnostech využití fokusovaného a plně charakterizovaného svazku stolního repetičního XUV laseru v tuzemské laboratoři. Experimenty s rentgenovými lasery se dlouho odehrávaly jen na velkých laserových systémech. To značně omezovalo možnosti jejich využití. Situaci změnily krátkovlnné lasery s přechodovým ziskem, které lze čerpat menšími laserovými systémy produkujícími s vyšší opakovací frekvencí ultrakrátké pulzy, a XUV (extrémní ultrafialová oblast; $\lambda < 100$ nm) lasery využívající kapilárního výboje. V pinčujícím plazmatu kapilárního výboje v Ar dochází excitací srážkami s volnými elektrony k vytvoření inverze populace mezi hladinami $2p^5 3s-2p^5 3p$ neonu podobných iontů argonu (Ar^{8+}) a následně k zářivé laserové deexcitaci na vlnové délce 46,9 nm. Prof. Jorge J. Rocca z Coloradské státní univerzity zkonstruoval se svými spolupracovníky stolní repetiční



variantu tohoto laseru, jehož druhý exemplář poskytl na FZÚ AV ČR, v.v.i. Výstupní energie laseru se s vysokou stabilitou výstřelu od výstřelu (*shot to-shot stability*) pohybuje kolem $10 \mu\text{J}$ ($\sim 10^{12}$ fotonů) v jednom pulzu délky 1,5 ns (FWHM) při optimální pracovní opakovací frekvenci 5 Hz (maximální možná je 12 Hz). Stolní repetiční kapilární XUV laser byl pořízen, uveden do provozu a je v Praze využíván na základě dvojstranné dohody mezi Fyzikálním ústavem AV ČR, v. v. i., a Coloradskou státní univerzitou.

Přestože je základní výzkumný program touto dohodou rámcově vymezen, zůstává značný prostor pro další témata přinesená do vznikající laboratoře z různých segmentů české a slovenské výzkumné komunity. Za klíčovou výhodu laseru pokládáme možnost jeho dočasného přenesení do prakticky libovolné laboratoře, kde je již postaveno a odzkoušeno určité experimentální uspořádání pracující s konvenčními laserovými nebo částicovými svazky. Tak můžeme poměrně jednoduše realizovat experimenty věnované srovnání konvenčních a XUV laserových svazků. Více viz J. Chalupský a kol.: Fokusovaný svazek repetičního kapilárního laseru na 46,9 nm, *Čs. čas. fyz.* **58**, 234 (2008).

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Fokusace a charakterizace svazků krátkovlnných laserů.
- Využití intenzivního rtg./XUV záření k povrchové modifikaci (např. nano-strukturování) technicky významných materiálů; studium a využití radiačního poškození pevných látek (např. testování odolnosti XUV/rtg. optiky).
- Generace hustého, relativně chladného plazmatu (WDM – Warm Dense Matter).

ATMOSFÉRICKÉ OPTICKÉ SPOJE

Otakar Wilfert

Ústav radioelektroniky FEKT VUT v Brně

Purkyňova 118, Brno 612 00

E-mail: wilfert@feec.vutbr.cz

Tel.: +420 541 149 130

<http://www.urel.feec.vutbr.cz/>

Obor: optické komunikace, optické spoje

Optickým bezkabelovým spojem se rozumí plně duplexní spoj, který k přenosu informace v atmosférickém přenosovém prostředí využívá optickou nosnou vlnu obsahující jeden nebo více vlnově dělených kanálů, jejichž optický výkon je soustředěn do jednoho nebo více úzkých svazků, a jejichž příjem probíhá jedním nebo více přijímači.

Oproti optickým kabelovým spojmům nebo rádiovým směrovým spojmům mají optické bezkabelové spoje následující výhody:

- vysoce směrový optický svazek zaručuje vysokou prostorovou selektivitu přenosového kanálu, proto nehrozí interference s jinými spoji;
- vysoká přenosová rychlost (až 10 Gbit/s) umožňuje jejich plnohodnotné nasazení ve všech typech telekomunikačních sítí;
- v současné době nehrozí legislativní překážky při instalaci a provozu spoje.

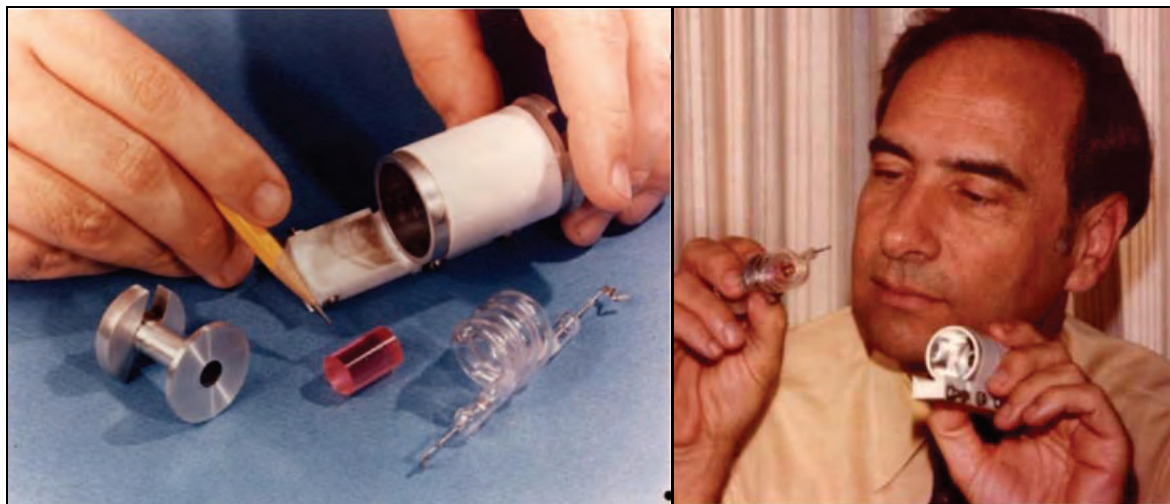
CO JE LASER A JAK FUNGUJE

Pavel Zemánek

Ústav přístrojové techniky AV ČR, v. v. i., Královopolská 147, 612 64 Brno
(tel: 541 514 202, e-mail zemanek@isibrno.cz, <http://alisi.isibrno.cz/>)

Obor: lasery a jejich aplikace

V tomto roce oslavil laser úctyhodných 50 let a podle stále rostoucího počtu jeho nejrůznějších variant a využití se zdá, že je stále ve výborné kondici a vítězně si nachází cestu do každé domácnosti. Má však většina obyvatel těchto domácností alespoň matnou představu o významu slova laser a fyzikálním pozadí jeho činnosti? Příspěvek se pokusí zodpovědět tuto otázku způsobem přístupným širokému odbornému spektru posluchačů. Bude názorně popsán fyzikální princip činnosti laseru, základní části laseru a posluchači budou seznámeni s nejznámějšími zástupci laserových „klanů“.



První laser rozložený na jednotlivé díly a jeho konstruktér Dr. Theodor Maiman.

Literatura:

A. E. Siegman, Lasers, Univ. Sci. Books, Sausalito, Kalifornie, 1986.
<http://phet.colorado.edu/en/simulation/lasers>

Poděkování:

Aktivity jsou podpořeny projekty ALISI No. CZ.1.05/2.1.00/01.0017 (EC, MŠMT) a LC06007 (MŠMT).

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- laserové mikromanipulace, laserová mikrospektroskopie, využití laserů v mikrosvětě

MĚŘENÍ RYCHLOSTI PROUDĚNÍ TEKUTIN

Pavel Zubík

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb - Laboratoř vodohospodářského výzkumu
602 00 Brno, Veverí 331/95, 541 147 296, zubik.p@fce.vutbr.cz, www.LVV.cz

Obor: Měření rychlosti proudění tekutin

Laboratoř vodohospodářského výzkumu (LVV) je pracoviště s nejdelší nepřetržitou praxí v České republice v oblasti laserových bezkontaktních měření rychlostí proudění tekutin.

Laserová Dopplerovská anemometrie (LDA) (na pracovišti používána od roku 1972) je metoda bezkontaktního optického měření jedné nebo dvou (případně i tří) složek vektoru rychlosti v měrném bodě. Rychlost pohybu měřené tekutiny je odvozována ze změřené rychlosti unášených mikročástic.

Výhody LDA: Bezkontaktnost procesu a malá velikost "měrného bodu" – vysoká prostorová rozlišovací schopnost, možnost měřit rychlosti i záporné a dokonce i nulové, horní hranice měřitelných rychlostí činí desítky až stovky m/s, možnost měření fluktuací rychlosti v řádu desítek až stovek Hz, do přepočtu změřené frekvence na velikost složky vektoru rychlosti vstupují pouze dvě dobře definovatelné konstanty – frekvence užitého laserového světla a úhel proniku dvojice laserových svazků – velmi vysoká přesnost měření bez nutnosti kalibrace měřicí techniky.

Nevýhody LDA: Podmínka průhlednosti tekutiny a přípravy kvalitních vstupních oken do objektu, nutnost výskytu vhodných odrazných částic, vysoká cena měřicí techniky.

Příklady úspěšné aplikace LDA: Časový vývoj rychlostního pole uvnitř plastové hadice na výstupu z krevního čerpadla pro dialýzu, rozložení rychlostí na výstupu z oběžného kola vodní turbíny v podmínkách časové proměnlivosti proudění, stanovení průtoku v tlakovém přivaděči malé vodní elektrárny v reálných podmínkách na díle, kalibrace vodoměrných vrtulí, detailní analýza rychlostních polí pro verifikaci numerických modelů proudění.

Rovinná laserová anemometrie (Particle Image Velocimetry) (PIV) (na pracovišti používána od roku 1995) je metoda bezkontaktního optického měření průmětu vektoru rychlosti do měrné roviny. Jedná se v zásadě o 2D měření řezu prostorem s proudící tekutinou a to celého v jediném okamžiku (existuje také varianta 3D PIV měření).

Výhody PIV: Bezkontaktnost měřicího procesu, možnost sledovat časový vývoj celého rychlostního pole současně, vysoká efektivnost měřicího procesu – v poměrně krátkém čase získáme obrovské množství informací o měřeném proudu.

Nevýhody PIV: Podmínka průhlednosti tekutiny a přípravy velkých vstupních oken do objektu (mnohem větších než pro LDA), nutnost výskytu vhodných odrazných částic (částice pro PIV se na rozdíl od LDA přirozeně vyskytují výjimečně – je nutno je do měřeného média většinou přidávat), vysoká cena měřicí techniky.

Příklady úspěšné aplikace PIV: Časový vývoj rychlostního pole v okolí ostrohranné překážky, sledování časové proměnlivosti rychlostního pole při obtékání lopatek v mříži hydroenergetických strojů, měření rychlostního pole v mezilopatkovém prostoru oběžného kola čerpadla, měření rychlostního pole uvnitř oscilační vlny, měření proudění v okolí modelu budovy v aerodynamickém tunelu, měření rozložení rychlosti chladicí kapaliny uvnitř hlavy a bloku motoru pro osobní automobil, verifikace numerických modelů proudění.

Další oblasti zájmu s nabídkou spolupráce:

- Úřední měření průtoků
- Modelový výzkum v oboru vodních staveb.

ALISI - Aplikační laboratoře Ústavu přístrojové techniky

Bohdan Růžicka, Lucie Oprchalová

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

Královopolská 147, 612 64 Brno

Tel.: +420 541 514 249, 250

E-mail: ruzicka@isibrno.cz

Web: <http://alisi.isibrno.cz>



ÚPT se již více než 50 let věnuje výzkumným aktivitám zaměřeným na hledání fyzikálních metod a na konstrukci přístrojových prvků pro měření, zobrazování, diagnostiku a technologie od makrosvěta až po nanosvět. Současně se také jedná o instituci, která úspěšně spolupracuje s průmyslovou sférou. Výsledkem této spolupráce byla řada unikátních přístrojů, často prvních svého druhu v České republice nebo i ve světě - např. elektronové mikroskopy a později i elektronový litograf, lasery a celé interferometrické systémy pro přesné odměřování, NMR spektrometry a kryogenní systémy.

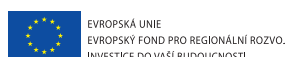


Obrázek: Vizualizace architektonického návrhu budovy ALISI

V posledních dvaceti letech se ÚPT orientuje zejména na hledání a zdokonalování nových fyzikálních metod v tradičních oblastech svého působení a pokrývá celou šíři problému od jeho teoretického popisu po realizaci unikátních přístrojových prvků i celků. 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.

ÚPT uspěl v náročné konkurenci a získal v roce 2010 dotaci ve výši 432 mil. Kč na realizaci projektu Aplikačních a vývojových laboratoří pokročilých mikrotechnologií a nanotechnologií (ve zkratce ALISI), které významně rozšíří a zmodernizují výzkumné zázemí mateřské organizace (Projekt ALISI – CZ.1.05/2.1.00/01.0017).



ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS PRO FYZIKU

Československý časopis pro fyziku je tradiční český populárně-vědecký časopis vydávaný Fyzikálním ústavem Akademie věd ČR, v. v. i. a je určen nejen pro odbornou fyzikální veřejnost, ale i pro nefyziky.

tradiční vědecko-populární časopis české a slovenské fyzikální obce



Téma dvojčísla 4-5/2010:

Lasery, fotonika a optika

Speciální číslo věnované laserům a jejich využití ve vědě a technice vyjde 29. září 2010.

Objednat si jej můžete přímo v redakci nebo si jej můžete koupit v prodejnách Academia v Praze, Brně a Ostravě a i v odborných prodejnách ČVUT v Praze-Dejvicích, UP v Olomouci a UK – Knihkupectví Karolinum v Praze.

Staňte se předplatitelem fyzikálního vědecko-populárního časopisu české a slovenské fyzikální obce s dlouhou tradicí.

Zvolte si formu předplatného, která vám bude nejlépe vyhovovat:

- ◆ Tištěný Československý časopis pro fyziku: 456 Kč/rok
- ◆ Rozšířená elektronická verze na internetu: 390 Kč/rok
- ◆ Kombinované předplatné (tištěný časopis + rozšířená elektr. verze): 550 Kč/rok
- ◆ Sponzorské předplatné (kombinované): libovolná částka vyšší než 550 Kč/rok

Objednávkový formulář předplatného vyplňte na **www.cscasfyz.fzu.cz**, objednávky též přijímáme v naší redakci (tel. 266 052 152, e-mail: **cscasfyz@fzu.cz**, adresa: Na Slovance 2, 182 21 Praha 8).

www.cscasfyz.fzu.cz



SPONZOŘI:



Lasery a Optika

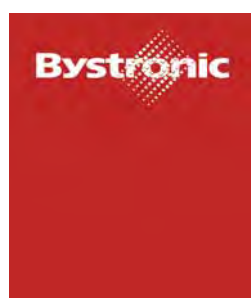
www.lao.cz



www.lintech.cz



www.mit-laser.cz



www.bystronic.cz



tetur.moraviavitis.cz



www.pivovarpoutnik.cz



havlíčkovobrodské pivo

www.hbrebel.cz

MEDIÁLNÍ PARTNEŘI:

Jemná mechnika a optika

<http://jmo.opto.cz/>



Československý časopis pro fyziku

<http://www.cscasfyz.fzu.cz>





AKADEMIE VĚD
ČESKÉ REPUBLIKY

Název: Elektronická verze sborníku příspěvků multioborové konference LASER50

Editor: Bohdan Růžička, Lucie Oprchalová

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

Vydáno v roce: 2010

Vydání: první

Za obsahovou a jazykovou úpravu odpovídají autoři příspěvků.

ISBN 978-80-87441-03-9