INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název projektu: **Automatizace výrobních procesů ve strojírenství a řemeslech**
Registrační číslo: **CZ.1.07/1.1.30/01.0038**
Příjemce: SPŠ strojnická a SOŠ profesora Švejcara Plzeň
Monitorovací indikátor: **06.43.10 Počet nově vytvořených/inovovaných produktů**
Akce: **Přednáška, KA 5** Číslo přednášky: **12**
Téma: **LASEROVÉ TECHNOLOGIE**
Lektor: **Mgr. Jakub Dosoudil**
Třída/y: **3ST, 4ST, 2MSB, 3MS, 4MS**

Datum konání: **24. 10. 2013**
Místo konání: **velká aula**
Čas: **4. a 5. hodina**; od 10:55 do 12:35

Firma Lintech spol. s r.o. byla založena v roce 1993 za účelem vývoje v oblasti laserové technologie, automatizace, stavby jednoúčelových strojů a zakázkové výroby. Od konce roku 1993 společnost Lintech nabízí také službu zakázkového značení výrobků a dílů, výrobu razidel, identifikačních a výrobních štítků včetně výroby ovládacích panelů.
K portfoliu nabízených služeb patří také montáž elektrotechnických dílů např. pro automobilový průmysl, telekomunikační průmysl, se kterou máme již více než desetileté zkušenosti.
Od založení firma pracuje v oblasti laserového popisování, mechanického značení a automatizační techniky.
V současné době pracuje ve firmě ca 130 zaměstnanců.
Od roku 2004 jsme držiteli certifikátu kvality podle normy EN ISO 9001:2008.

LASER A JEHO FYZIKÁLNÍ PODSTATA

- LASER = Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
- Laser = 'zesilování světla stimulovanou emisí záření,
- Je to optický zdroj elektromagnetického záření tj. světla v širším smyslu. Světlo je z laseru vyzařováno ve formě úzkého svazku; na rozdíl od světla přirozených zdrojů je koherentní a monochromatické, z toho tedy vyplývá že laser je optický zdroj emitující fotony v koherentní paprsek.
- Spontánní a stimulovaná emise záření
- Zdrojem energie, který může představovat například výbojka, je do aktivního média dodávána ("pumpována") energie. Ta energeticky vybudí elektrony aktivního prostředí ze základní energetické hladiny do vyšší energetické hladiny, dojde k tzv. excitaci. Takto je do vyšších

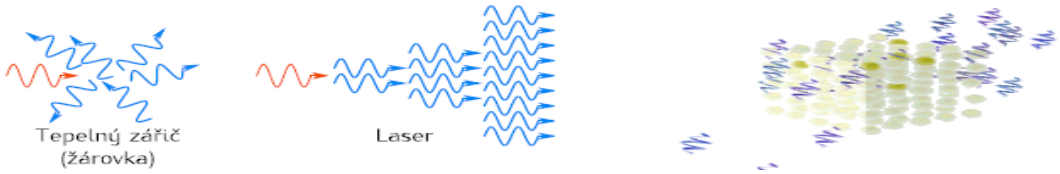
energetických stavů vybuzena většina elektronů aktivního prostředí a vzniká tak tzv. inverze populace.

- Při opětném přestupu elektronu na nižší energetickou hladinu dojde k vyzáření (emisi) kvanta energie ve formě fotonů. Tyto fotony následně interagují s dalšími elektrony inverzní populace, čímž spouštějí tzv. stimulovanou emisi fotonů, se stejnou frekvencí a fází, i u nich.

- Díky umístění aktivní části laseru do rezonátoru, tvořeného například zrcadly, dochází k odrazu paprsku fotonů a jeho opětovnému průchodu prostředím. To dále podporuje stimulovanou emisi, a tím dochází k exponenciálnímu zesilování toku fotonů. Výsledný světelný svazek pak opouští rezonátor průchodem skrze výstupní polopropustné zrcadlo.

VLASTNOSTI LASEROVÉHO SVAZKU

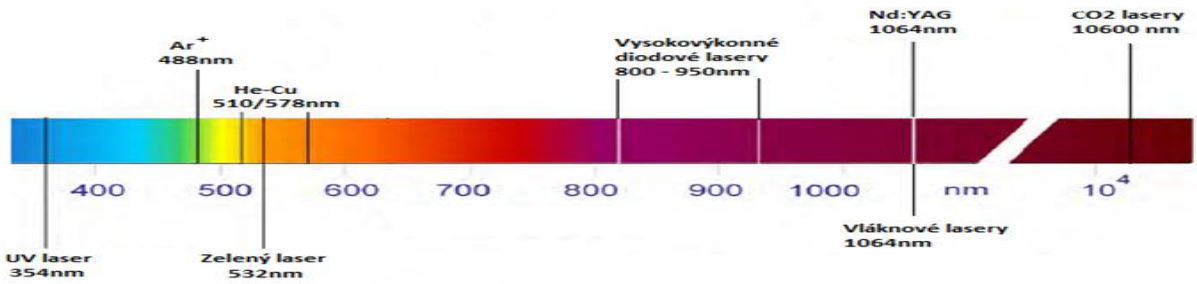
- Monochromatičnost (stejná vlnová délka)
- Stejný fázový posuv
- Stejný směr

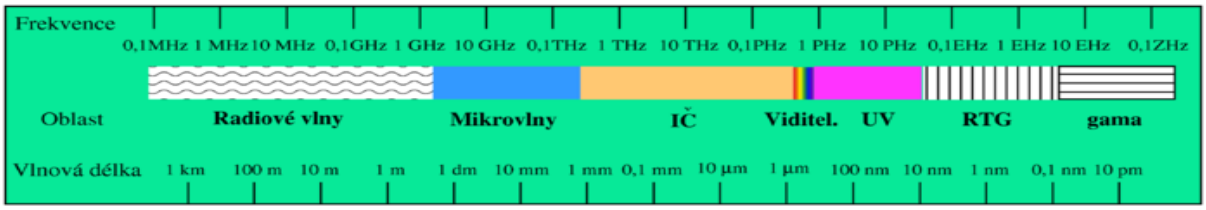


- Laserové záření je koherentní elektromagnetické záření

PARAMETRY PAPRSKU

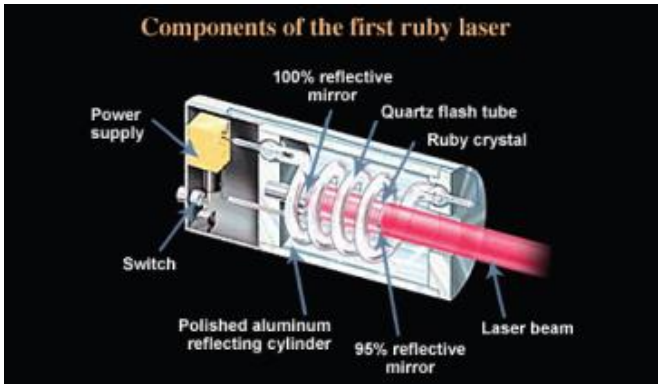
- VLNOVÁ DÉLKA ZÁŘENÍ
- VIDITELNÉ 400 – 700 NM

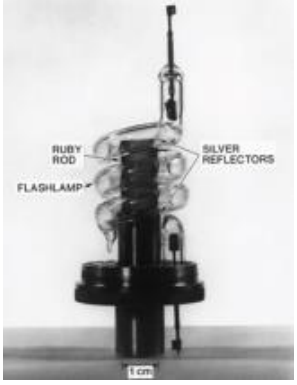




HISTORIE LASERU

- 1960, T.H.Mainman: 1. funkční rubínový laser (pouze pulsní)





- 1964, Basov, Prochorov, Townes: použití aktivní oblasti s více energetickými hladinami – kontinuální režim

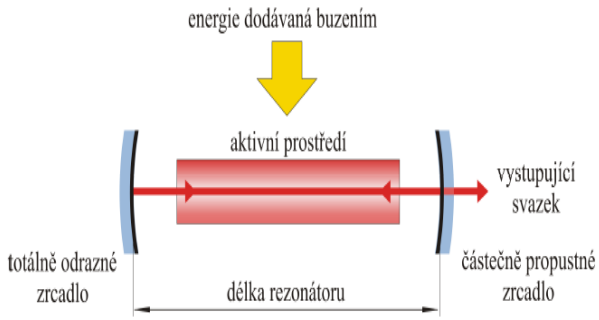
ZÁKLADNÍ ČÁSTI LASERU

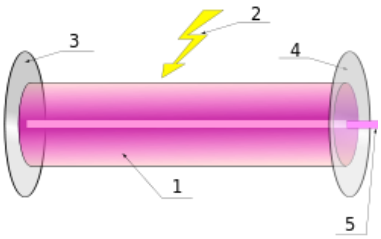
- dodávání energie aktivnímu prostředí
- zajišťování přebytku částic s vyšší energetickou hodnotou
- Různé možnosti čerpání v závislosti na konstrukci laserového systému:

Elektrická energie, výbojky, laserové diody

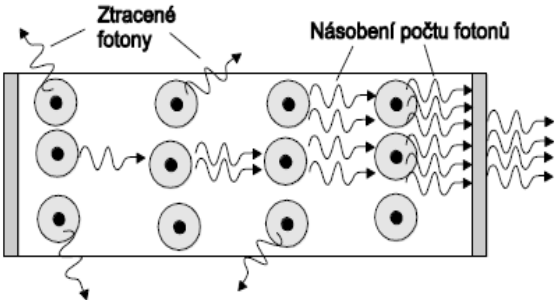
ČÁSTI LASERU – OPTICKÝ REZONÁTOR

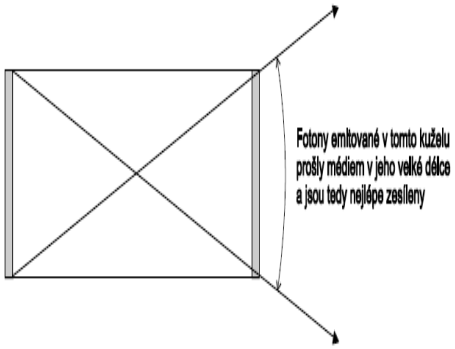
- aktivní prostředí s pomocnou optikou pro kumulaci energie před výstupem paprsku





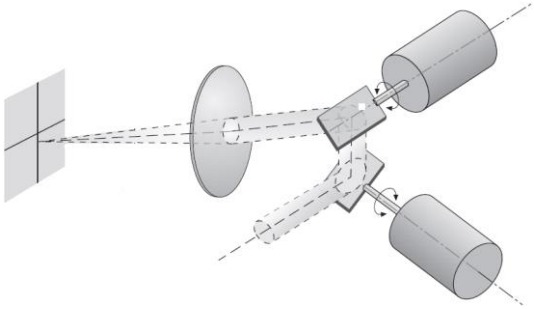
- geometrie rezonátoru s velkým poměrem stran – stimulovaná emise se stává dominantní ve směru největší délky rezonátoru

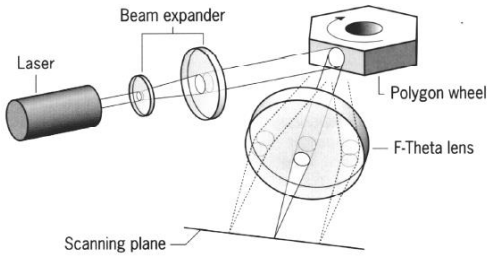




ČÁSTI LASERU – EXPANDER

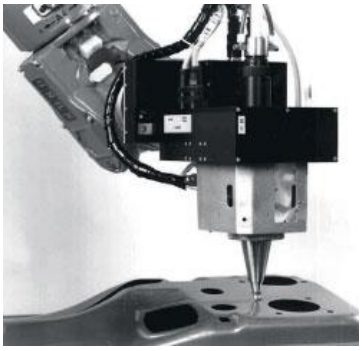
- Optický systém čoček a clon pro zvýšení kvality a úpravu výstupního paprsku





ČÁSTI LASERU – HLAVA A OBJEKTIV

- Pracovní hlavy: vychylovací (pro výkonově náročnější aplikace), řezací, kalící…
- Objektiv – fokusace paprsku do správné velikosti laserového spotu (F-theta objektive)



ČÁSTI LASERU – CHLADÍCÍ ZAŘÍZENÍ

- Vytváření laserové energie a její přenos doprovázen ztrátami – nutné odvádět chlazením
- Odvod ztrátové energie za pomoci chladicího zařízení (vzduch, voda, hybridní chlazení)
- Dnešní vláknové lasery jsou až 10 krát účinnější než starší lampové lasery. Dříve byl příkon až 5kW s výkonem 100W, nyní je příkon 400W a výkon 20W.
- Proto je nutné méně výkonné chlazení a není třeba chladit vodou – ztrátový výkon (teplo) je minimální

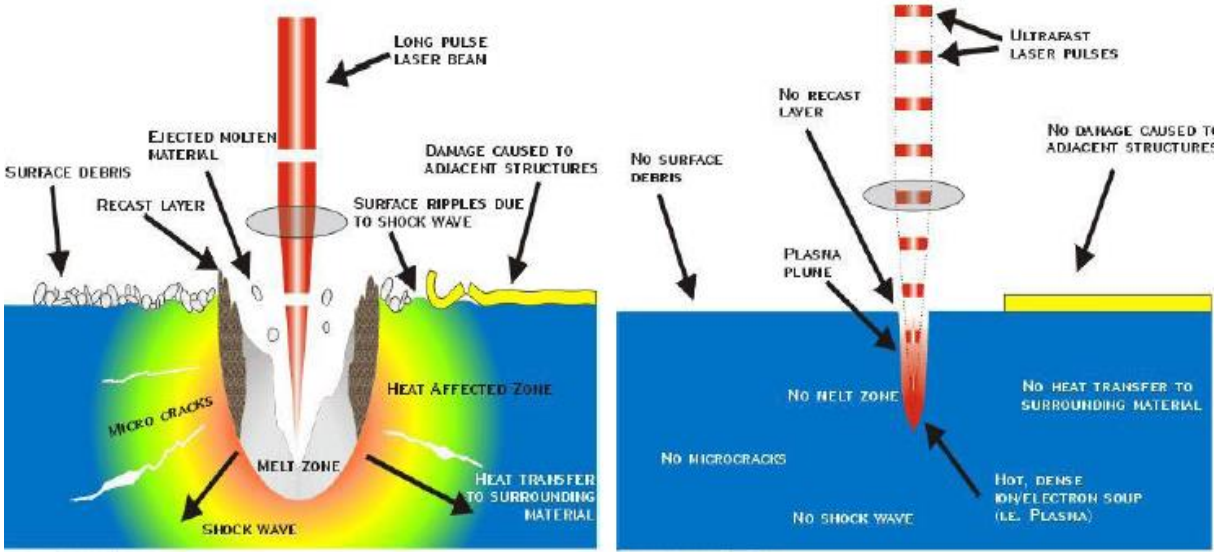
ČÁSTI LASERU – ŘÍDICÍ SYSTÉM

- Počítač a ovládací software (SAMLight)
- Nastavování parametrů laserové systému, editace
- Řízení robotického ramena v případě vysokovýkonových robotizovaných systémů

KLASIFIKACE LASEROVÝCH SYSTÉMŮ

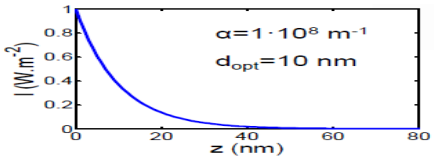
- Dle aktivního prostředí (plynové, pevnolátkové, kapalinové,…)
- Dle způsobu čerpání (světlo, výboj v plynu, elektrický proud, chemická reakce)
- Dle vlnové délky laserového záření (infračervené, viditelné spektrum 360-780nm, ultrafialové 10-360nm)
- Dle bezpečnostní třídy (I, II, IIIA, IIIB, IV)
- Dle režimu práce: kontinuální, pulsní

- 1J dodaný za 1s = 1W
- 1J dodaný za 1ns = 100MW



VLASTNOSTI MATERIÁLŮ VZHLEDEM K LASEROVÉMU ZÁŘENÍ

- Odrazivost



- Propustnost
- Absorpce
- Optické vlastnosti závislé na:

1) složení a struktuře materiálu

2) stavu povrchu materiálu

3) teplotě materiálu

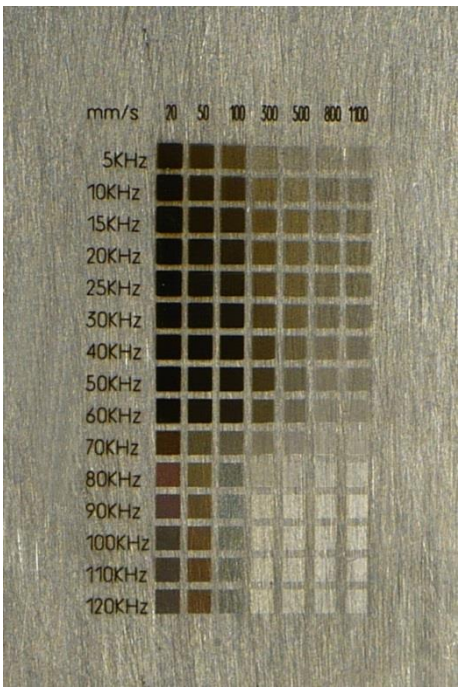
4) úhlu dopadu las. paprsku

5) intenzitě laserového svazku

- Laserový ohřev, vypařování, tvorba plasmatu

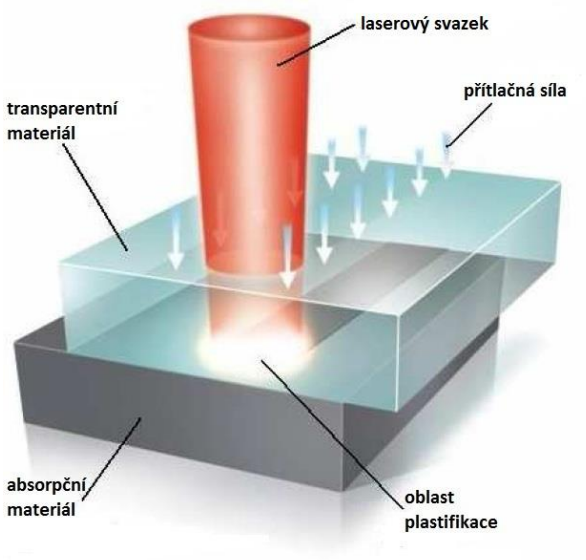
POUŽITÍ LASERU – POPIS A GRAVÍROVANÍ

- Použití laserů o nižších výkonech (10-50W) s typem laseru dle popisovaného materiálu
- Tvorba popisu rozmítáním laserového paprsku po popisovaném materiálu, možnost vytváření složitých grafik
- Popis dosažen místním odpařením (gravírování) a změnou struktury popisovaného materiálu (kontrastní popis)



POUŽITÍ LASERU – SVAŘOVÁNÍ KOVŮ A PLASTŮ

- Rychlý lokální ohřev bez mechanismů vedení a sálání tepla
- Spojení natavených částí a jejich spojení po rychlém ochlazení
- Rychlé, čisté a pevné spojení materiálů
- Možnost spojovat materiály s různou teplotou tavení



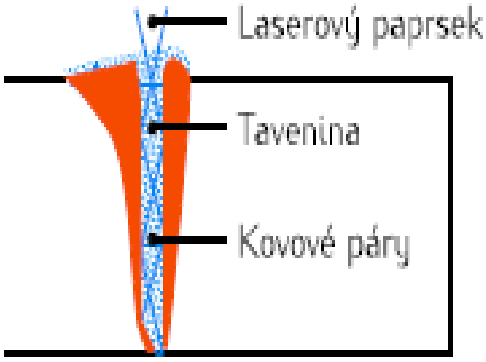
POUŽITÍ LASERU – VRTÁNÍ A ŘEZÁNÍ

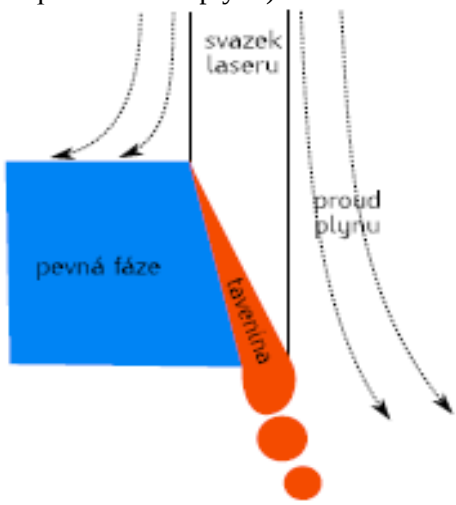
- Vrtání založeno na odpařování materiálu – nutná vysoká hodnota výkonu laserového svazku

- Lokální ohřev materiálu na teplotu varu,

  částečné odpaření materiálu
  → vytvoření dutiny („keyhole“)
  → zvýšení absorpce
- Řezání:

  - tavné (postupné vrtání děr vedle sebe)
  - odpařovací (natavení materiálu a jeho odstranění pomocí tlaku plynu)

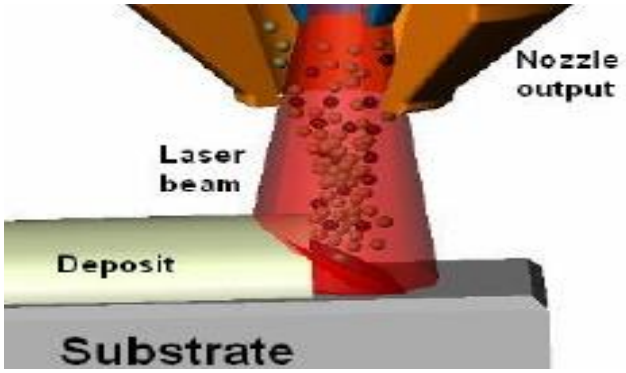




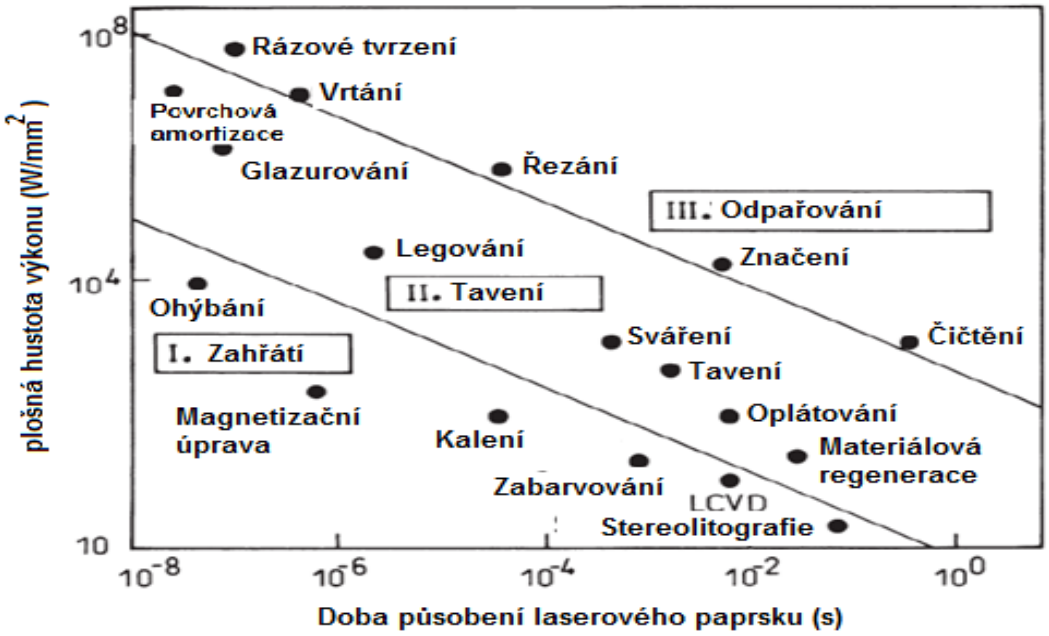
POUŽITÍ LASERU – POVRCHOVÉ KALENÍ

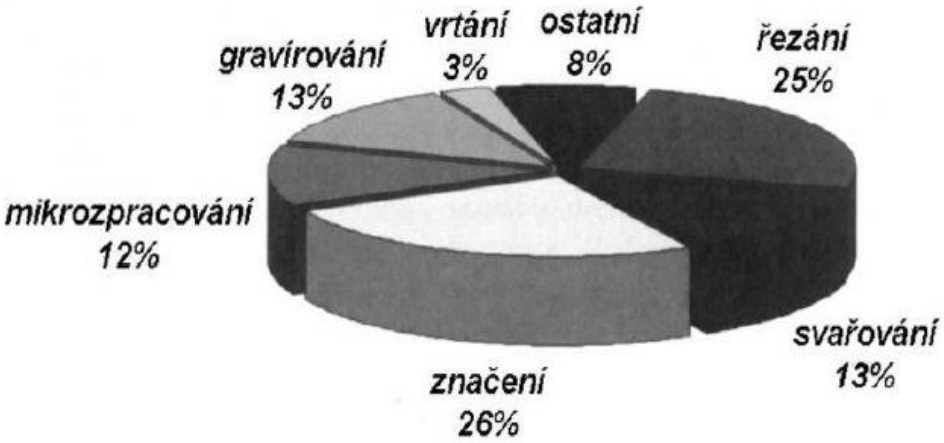
- Kalení = rychlý ohřev materiálu na tavnou teplotu a následné ochlazení → změna struktury materiálu

- Povlakování materiálů



POUŽITÍ LASERU – GRAF





VÝHODY A VLASTNOSTI LASERŮ

- Výhody laseru:

- Bezkontaktní aplikace

- Absence spotřebního materiálu
- Jednoduchá integrace do výroby
- Špičková kvalita a přesnost
- Vysoká produktivita
- Životnost
- Jednoduchá modifikace a změna v dané aplikaci

• Nenáročnost systému:

- Napájení
- Chlazení
- Výdrž komponent
- Čisté pracovní prostředí
- Údržba

• vyšší pořizovací náklady X nízké provozní náklady

DRUHY LASERŮ – POLOVODIČOVÝ LASER

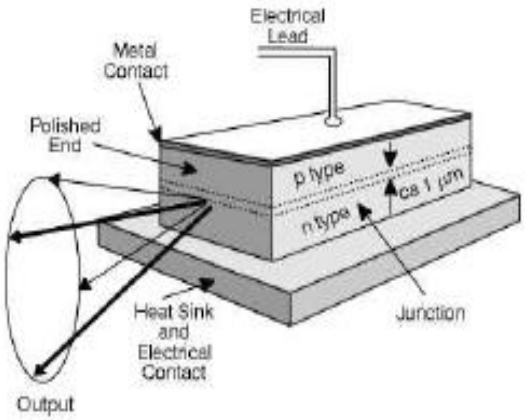
• Krystal obsahující PN přechod

• Čerpání elektrickým proudem

• Vlnová délka ve viditelné červené a IR oblasti

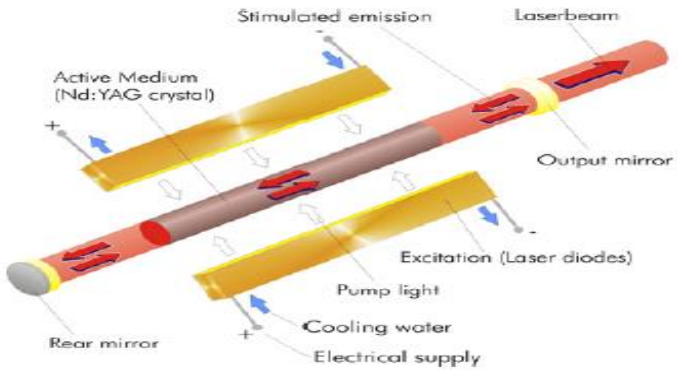
• Výkon několik mW

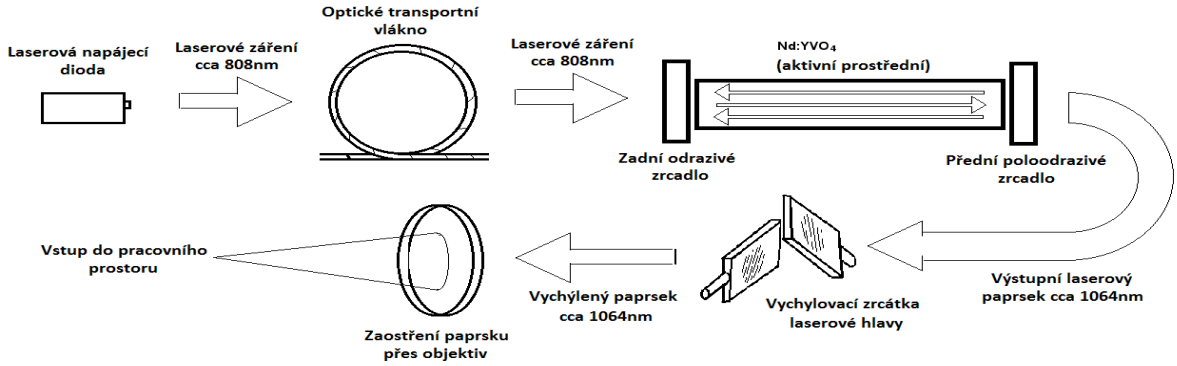
• Možnost spojení laserových diod do řad a bloků



DRUHY LASERŮ – DIODOU ČERPANÉ LASERY

- Pevnolátkové krystaly čerpané bloky laserových diod (dříve pomocí výbojek)
- Vlnová délka záření v Infračervené oblasti





DRUHY LASERŮ – DISKOVÉ LASERY

- Aktivní prostředí Yb:YAG ve tvaru disku
- Odstranění problému „thermal lensing efect“
- Zadní stěna jako zrcadlo, krystal uchycen na chladicím prstu
- Výborná kvalita svazku i při vyšších výkonech

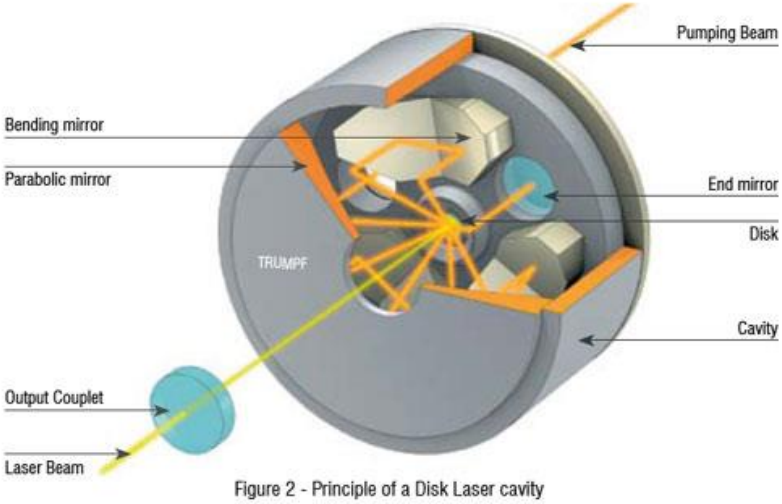
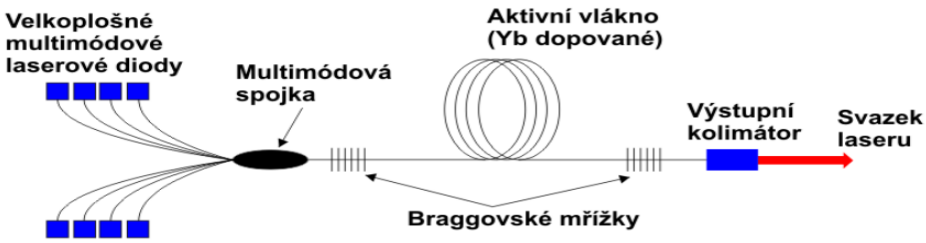


Figure 2 - Principle of a Disk Laser cavity

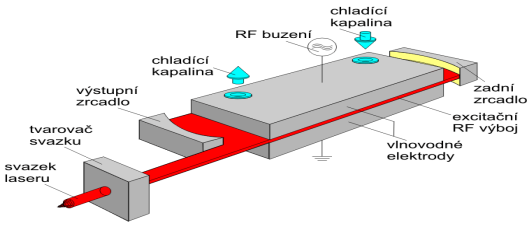
DRUHY LASERŮ – VLÁKNOVÉ LASERY

- Aktivním prostředím křemíkové vlákno s průměrem několika µm dopované ionty
- Čerpání laserovými diodami vysoce účinné – menší zahřívání, vysoká a stabilní kvalita svazku
- Aktivní vlákno napojeno přímo na výstupní vlákno
- Možnost spojovat jednotlivá vlákna pro navýšení výkonu



DRUHY LASERŮ – CO2 LASERY

- Aktivním prostředím trubice s plynem (hlavně CO2)
- Horší kvalita svazku, vlnová délka cca 10x vyšší než u pevnolátkových laserů



DRUHY LASERŮ – ZELENÉ LASERY

- Diodový laser s jinou vlnovou délkou, která dovoluje popsat různé materiály, které ostatními diod. lasery nelze popsat
- Vhodné např. pro popis skla a jiných transparentních materiálů

Přednosti zeleného laseru:

- vynikající stabilita výkonu
- výborná integrace do výrobních linek
- vhodný pro popis širšího spektra
- optimální rozložení energie ve výstupním laserovém paprsku
- vynikající kvalita paprsku
- vysoká výkonnost 532 nm v plném rozsahu frekvencí Q-switche

Ochrana před laserovým zářením

- Kvůli ochraně obsluhy mohou obsahovat dveře koncový spínač, který zastaví laser v případě otevřených dveří během pracovního procesu. Stanice obsahuje speciální ochranné sklo, které dovoluje obsluze bezpečně kontrolovat průběh pracovního procesu.
- Jelikož se jedná o záření škodlivé pro oko, jsou nutné různé ochranné pomůcky a krytí
- **Laserové brýle** jsou základní pomůckou pro ochranu před laserovým zářením, zvláště pak laserového záření vyšších tříd, které mohou mít značně škodlivé účinky na lidský zrak.

Děkuji za pozornost
Vypracoval Mgr. Jakub Dosoudil