

Typy laserů

Existuje mnoho typů laserů a také mnoho kritérií, podle kterých je můžeme rozdělovat. Nejčastěji je dělíme podle **aktivního prostředí** a to na:

- pevnolátkové
- polovodičové
- plynové
- kapalinové
- plazmové
- lasery s volnými elektrony

V dalším způsobu rozdělení může být zohledněn **časový režim** jeho provozu. V takovém případě rozlišujeme:

- kontinuální
- impulzní
- kvazikontinuální

K dalším typům způsobů dělení pak patří například dělení podle počtu energetických hladin (2, 3 a více hladinové), vlnové délky vydávaného záření (infračervené lasery, lasery v oblasti viditelného světla, ultrafialové lasery a rentgenové lasery) nebo podle způsobu čerpání energie (opticky, elektricky, chemicky, termodynamicky či jadernou energií).

Dělení dle aktivního prostředí

Pevnolátkové lasery

Aktivním prostředím jsou krystalické nebo amorfní izolanty s příměsí vhodných iontů. Excitace je obvykle optická. Tyto lasery mohou pracovat v různých režimech a za různých provozních podmínek, jsou stabilní a mají malé nároky na údržbu. Jejich záření má vlnové délky v oboru infračerveného a viditelného světla. Nejznámějším představitelem je laser rubínový, jehož aktivním prostředím je krystal syntetického rubínu. Právě z rubínové tyčinky se Maimanovi podařilo získat první laserový paprsek červeného světla.

^[1] Nejrozšířenější je dnes laser neodymový. Vyzářuje infračervené záření nebo zelené světlo a má uplatnění v nejrůznějších oborech, zejména v medicíně. Je využíván v léčbě '*vaskulárních nervů*', protože jeho záření se ve tkáni rozptyluje jen málo a tak proniká hlouběji, až do hloubky 2 až 6 mm, kde vyvolává koagulační nekrózu. Laser může koagulovat artérie do průměru 2 mm a veny do průměru 3 mm. ^[2] Značně rozšířený je i typ s neodymovým sklem, který může být vyroben prakticky v libovolných rozměrech a může produkovat velmi silné záření. V pulzním režimu je schopen během 10–12 s dosáhnout výkonu až 106 MW, proto se s ním počítá jako se zdrojem laserového vybuzení termonukleární reakce.



Pevnolátkový laser (Nd-YAG)

Polovodičové lasery

Princip činnosti tohoto typu laseru je podobný jako u jiných zejména vytvoření populační inverze, která zajistí převahu stimulované emise nad absorpcí. Inverze se obvykle realizuje injekčním elektrickým proudem, v diodě, napětí v propustném směru vyvolává injekci pár nosičů do oblasti přechodu, kde rekombinují při stimulované emisi. Polovodičový injekční laser se rovněž nazývá **laserová dioda (LD)**, která je podobná **luminiscenční diodě (LED)**. V obou diodách je zdrojem energie elektrický proud injektovaný do přechodu PN. ^[2]

Záření emitované LED je však generováno spontánní emisí, zatímco záření LD vzniká stimulovanou emisí. Jeho výhodou jsou malé rozměry, vysoká účinnost a integrovatelnost s elektronickými součástkami. Polovodičové lasery pracují na vlnových délkách od blízké ultrafialové do vzdálené infračervené oblasti. Výstupné výkony dosahují 2 W. Všeobecně patří mezi nejpoužívanější lasery, uplatnění mají zejména v **telekomunikacích**, ve **výpočetní technice** ale i v **medicíně**.



Laserová dioda v pouzdře, pro srovnání velikosti s dolarovým centem

Plynové lasery

Aktivní plynné prostředí může být tvořeno atomy, ionty nebo molekulami. Plynové lasery pracují ve velmi širokém rozsahu vlnových délek v kontinuálním nebo pulzním režimu. Jejich excitace je většinou pomocí elektrického výboje ve zředěném plynu, optická excitace se používá jen zřídka. Plynové lasery mají homogenní aktivní prostředí, které zajišťuje jejich výborné parametry. Nevýhodou je poměrně malý výkon. K nejrozšířenějším typům patří červeně zářící **helium-neonový laser**, **argonový** nebo **helium-kadmiový** (červenooranžové, zelené a modré záření). V průmyslu a medicíně se nejvíce používá infračervený laser CO₂.

Molekulární plynové lasery

Do této kategorie patří například infračervený laser CO₂. Tyto lasery vykazují vysokou účinnost a mohou vyzařovat velkou energii. Navíc mohou pracovat na většině molekulárních přechodech v infračervené oblasti. Užitím vysokých energií a fokusací paprsků lze získat **“laserový skalpel”** k bezdotykovému řezání tkání.

Excimerové lasery

Excimerové lasery jsou nejdůležitějšími plynovými lasery pro ultrafialovou oblast. Existují pouze v excitovaných elektronových stavech (v základním stavu se jejich složky vzájemně odpuzují). Jejich záření má minimální absorpční hloubku ve tkáni, proto umožňují odstraňování mikroskopických vrstev tkáně. Tato skutečnost se využívá zejména při provádění precizních mikrochirurgických výkonů s minimálním poškozením okolí. V oftalmologii se nejčastěji používá ArF laser k fotorefraktivní keratektomii. Interakce záření excimeru s cílovou tkání se děje na principu fotodekompozice. Při tomto procesu dochází k vytrhávání molekul/ jejich shluků z cílové tkáně. ^[2]



Laserová operace diabetické retinopatie

Kapalinové lasery

Kapalinové lasery pracují s cheláty a jejich výhodou je bezesporu možnost zabírat neomezeně velký objem a dokonalá homogenita. Nejčastěji je aktivním prostředím vodný či alkoholový roztok organického barviva. Tyto lasery označujeme jako **barvivové lasery** a využívají se ve spektroskopii a v informační technice. Jsou totiž přeladitelné a vlnovou délku laserového záření u nich můžeme plynule měnit. Zvolené barvivo ovlivňuje spektrum vyzařovaného světla, proto uvádíme několik příkladů: Polymethinová barviva generují záření červené až infračervené oblasti (700–1500 nm), xanthenová barviva pracují ve viditelném spektru (400–500 nm) a scintilátorová barviva v ultrafialové části spektra (< 400 nm). Velký význam mají pulzní barvivové lasery zářící na vlnové délce 540–577 nm, která odpovídá absorpčním maximům hemoglobinu, vedou totiž k selektivní destrukci cév bez poškození okolních tkání. ^[2]

Plazmové rentgenové lasery

Dosažení laserové činnosti v rentgenové části elektromagnetického spektra je velmi obtížné, proto začaly lasery tohoto typu vznikat až poměrně nedávno. Aktivním prostředím může být například uhlíkový terč ozařovaný CO₂ laserem v pulzním režimu. Tyto lasery mají obrovskou energii, která se může využít ke vzniku plazmy či k odpařování těžko tavitelných kovů (wolfram, tantal). Uplatnění najdou také v holografii buněčných struktur, přípravě polovodičových čipů a rentgenové mikrolitografii. ^[2]

Lasery s volnými elektrony

Lasery s volnými elektrony, neboli FEL (free electron laser) využívají magnetického pole, které je tvořeno periodickou soustavou magnetů střídavé polarity. Aktivním prostředím je svazek relativistických elektronů, které se pohybují v magnetickém poli. Elektrony nejsou vázané na atomy, ale nejsou ani úplně volné, protože jejich pohyb je ovlivňovaný magnetickým polem. Vlnovou délku emise lze v širokém oboru ladit změnou energie elektronů ve svazku a změnou periody magnetického pole. V závislosti na konkrétním provedení mohou FEL emitovat záření o vlnových délkách od ultrafialové až po dalekou infračervenou oblast elektromagnetického spektra. ^[2]

Lasery v medicíně

 *Podrobnější informace naleznete na stránce [Využití laserů v medicíně](#).*

Laserové systémy využitelné pro medicínské účely prodělaly v posledním desetiletí intenzivní rozvoj. V současné době je většina moderních přístrojů vybavena řídicím počítačem, což velmi usnadňuje a zefektivňuje terapeutické zákroky. Převážná většina laserových přístrojů používaných v medicíně pracuje v optické oblasti elektromagnetického spektra. Optimální využití laserového záření vyžaduje objasnění mechanismů působení záření různých vlnových délek na biologickou tkáň. Obecně při interakci záření a tkáně nutno zvažovat jednak parametry záření – vlnovou délku a výkon zdroje, jednak velikost ozařené plochy a dobu expozice. Neméně významné jsou parametry ozařované tkáně. Výběr laseru pro určité aplikace v medicíně souvisí s požadavky na výsledný terapeutický efekt a s rozdílnými mechanismy účinku jednotlivých typů laserů na biologickou tkáň. ^[2]

Odkazy

Související články

- Laser
- Laserová dioda
- Fototerapie

Reference

1. KUSALA, Jaroslav. *Typy laserů* [online]. ©2004. [cit. 2013-11-30]. <<https://www.cez.cz/edee/content/microsites/laser/k23.htm>>.

2. NAVRÁTIL, L. a J. ROSINA, et al. *Medicínská biofyzika*. 2. vydání. Praha : Grada, 2005. Kapitola 5.2.5 Lasery. s. 232–237. ISBN 978-80-247-1152-2.

Použitá literatura

- AMLER, Evžen. *Prezentace akustika*, 2013
- NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA, et al. *Medicínská biofyzika*. 1 (dotisk 2013) vydání. Grada Publishing, 2005. 524 s. s. 230-237. ISBN 978-80-247-1152-2.