

TEA Laser

Ondřej Sedláček, Samuel Šipikal *, Vojtěch Obhlídal **

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1
sedlaond@fjfi.cvut.cz, sipiksam@fjfi.cvut.cz *, obhlivoj@fjfi.cvut.cz **

Abstrakt

Cílem našeho projektu byl pokus o sestavení funkčního TEA laseru. Dále jsme chtěli provést sadu pozorování a zjistit závislost výbojů při použití rezistorů o různých odporech. Náš experiment bohužel nebyl úspěšný, jelikož se nám nepovedlo detekovat žádné koherentní záření.

1 Úvod

V dnešní době se s různými druhy laserů setkáváme denně. TEA laser se však od všech ostatních výrazně liší, kvůli absenci rezonátoru ani často nebývá považován za laser. Díky tomu je ale poměrně snadné ho zkonstruovat. A právě nadšení z výroby vlastního funkčního laseru vedlo ke vzniku našeho projektu.

2 Laser

2.1 Historie laserů

Jako první popsal princip laseru Albert Einstein v roce 1916, když na základě teoretických úvah předpověděl možnost stimulované emise. Ale až v roce 1960 poprvé předvedl funkční laser Theodore Harold Maiman. Roku 1964 obdrželi Charles Townes, Nikolaj Basov a Alexandr Prochorov Nobelovu cenu za fyziku za zásadní výzkum v oblasti fyzikální elektroniky, který výrazně ovlivnil konstrukci laserů. Dále pak následoval exponenciální nárůst vývoje různých druhů laserů. Dnes již lasery zasahují do každodenního života.

2.2 Princip laseru

Lasery jsou běžně sestaveny ze 4 základních částí: aktivní prostředí, budění, rezonátor (ten je složený ze dvou zrcadel, polopropustného a nepropustného). Budění vybudí elektrony v atomech aktivního prostředí do vyšších excitovaných stavů. Jakmile jsou elektrony v atomech aktivního prostředí v excitovaném stavu, chtějí se co nejrychleji zbavit přebytečné energie a dostat se zpět do původního stavu, a to stavu s nejnižší možnou energií. Tato ztráta energie je způsobena emisí fotonu elektromagnetického záření o

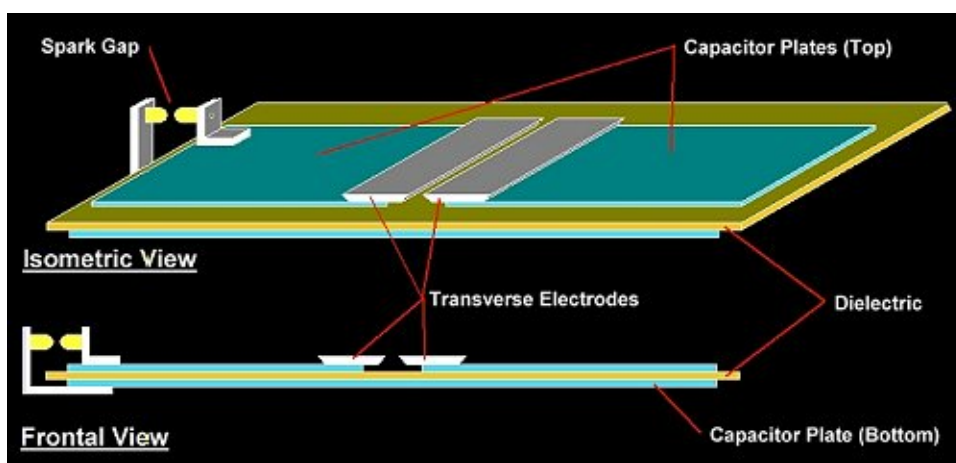
odpovídající vlnové délce. Tato emise se nazývá spontánní. Avšak díky počtu atomů a umístění v rezonátoru dohází nejen ke spontánní emisi, ale také k tzv. stimulované emisi. Stimulovaná emise se vyznačuje tím, že při přechodu elektronů mezi dvěma energetickými stavy, jsou elektrony na okamžik menší než 10^{-5} s v tzv. metastabilní hladině. Jakmile je elektron, který je na metastabilní hladině, zasažen fotonem o stejné energii a frekvenci, dojde ke stimulované emisi. Tím se elektron dostane do stavu s nejnižší energií a vyzáří dva fotony o stejné energii. Vlnová délka a frekvence fotonu je ale shodná se stimulujícím fotonem. O takových fotonech pak říkáme, že jsou koherentní.

2.3 Dělení laserů

Lasery dělíme dle typu aktivního prostředí na pevnolátkové, plynové a polovodičové. Pevnolátkové lasery mají obvykle nižší výkon, uplatňují se obvykle v lékařství a dermatologii. Plynové lasery se vyznačují velmi vysokým výkonem a najdeme je v průmyslu. Používají se například k řezání či sváření kovů. Polovodičové lasery nachází uplatnění zejména v elektronice, například v tiskárnách nebo Blu-ray.

2.4 Bezpečnostní rizika

Lasery lze dělit do čtyř bezpečnostních kategorií. Paprsek laseru 1. třídy není nebezpečný, je možné vystavit oko takovému paprsku bez jakéhokoliv poškození. Paprsek laseru 2. třídy také není nebezpečný, nicméně oko se brání přímému záření mrkacím reflexem. U paprsku třídy 3a hrozí nebezpečí poškození při pohledu skrz optickou soustavu například dalekohled. U laserů vyšší třídy hrozí nebezpečí popálení sítnice při přímém pohledu a je tedy třeba používat ochranné pomůcky. Do kategorie 3b spadají lasery s výkonem nižším než 0,5 W, do kategorie 4 lasery s vyšším výkonem.



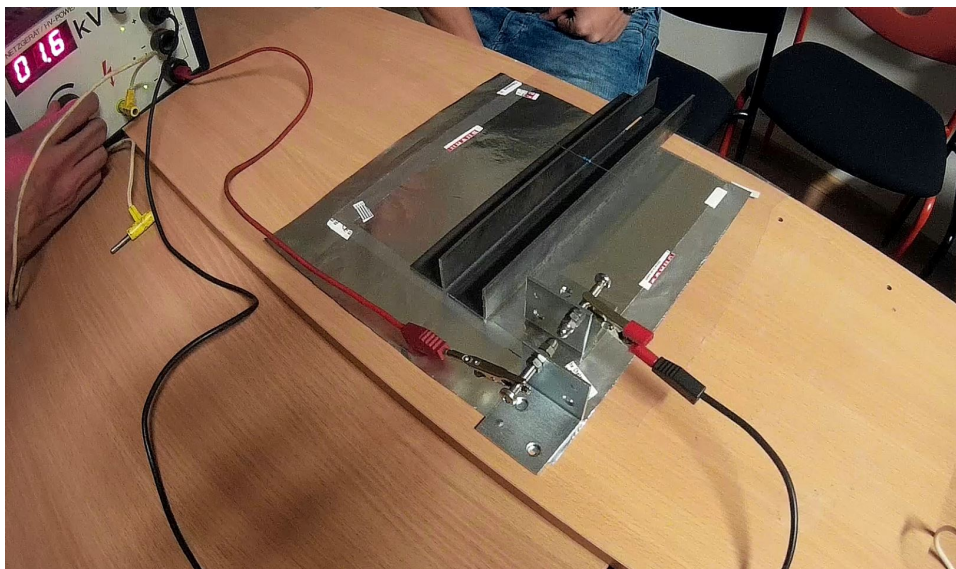
Obrázek 1: Schéma TEA laseru [1]

3 TEA laser

Základní rozdíl mezi obyčejným laserem a TEA laserem je ve způsobu fungování rezonátoru. Jako rezonátor nám v TEA laseru slouží dvě kovové desky umístěné těsně vedle sebe (nejvhodnější profil těchto desek je tzv. Rogovského profil), mezi kterými dochází k podélnému elektrickému výboji. Díky tomuto výboji se zesilují pouze fotony ve směru mezery mezi profily. To má za následek vznik koherentního svazku fotonů, jinak známého jako světelný paprsek.

3.1 Konstrukce

K provedení vlastního měření jsme se rozhodli k sestavení vlastního zařízení. Základ našeho TEA laseru tvořil kondenzátor, tedy dvě aluminiové folie, mezi kterými se jako dielektrikum nacházela polypropylenová fólie. Jako elektrody jsme využili dva podlouhlé kovové úhelníky. Další část našeho laseru tvořilo jiskřiště, v našem případě dva kovové úhelníky se šrouby nastavenými tak, aby po zapojení do obvodu s vysokoproudým zdrojem docházelo k výbojům právě v místě mezi šrouby. Ochranný prvek zajišťoval rezistor připojený k oběma elektrodám. Celý tento systém se pak nacházel na dřevěné desce, která zajišťovala izolaci a stabilitu.



Obrázek 2: Naše vlastní konstrukce TEA laseru

4 Vlastní měření

S laserem jsme uskutečnili celou řadu měření, kýženého výsledku jsme ale nedosáhli. K výbojům docházelo jak v oblasti jiskřiště, tak i mezi elektrodami, žádné podélné výboje

jsme ale nedetekovali.

Pro další měření jsme obrousili elektrody a snažili jsme se nalézt správný poměr napětí a mezery mezi elektrodami. Bohužel jsme ani po dalších pokusech nebyli úspěšní.

5 Shrnutí

Náš experiment nemůžeme považovat za úspěšný, jelikož námi sestrojený laser nefungoval tak, jak měl. Možnou příčinou našeho neúspěchu by mohly být použité části laseru, zejména pak elektrody, které nebyly příliš kvalitní.

V našem projektu bychom chtěli nadále pokračovat. Nejprve bychom se chtěli zaměřit na zprovoznění laseru, s čímž úzce souvisí nákup nových elektrod. Poté bychom se chtěli zaměřit na provedení dalších měření.

6 Poděkování

Zejména bychom chtěli poděkovat ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc. za poskytnutí potřebných pomůcek a odbornou konzultaci.

Reference

- [1] M. Csele, *The TEA Nitrogen Gas Laser*.
<http://technology.niagarac.on.ca/people/mcsele/lasers/LasersTEA.htm>
- [2] kol. autorů, *TEA Laser*.
https://en.wikipedia.org/wiki/TEA_laser
- [3] P. Boulanger, A. Heym, J. M. Mayor, Z. A. Pietrzyk, *A double discharge high power TEA CO2 Laser*.
<https://link.springer.com/article/10.1007/BF01595210>