

## Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

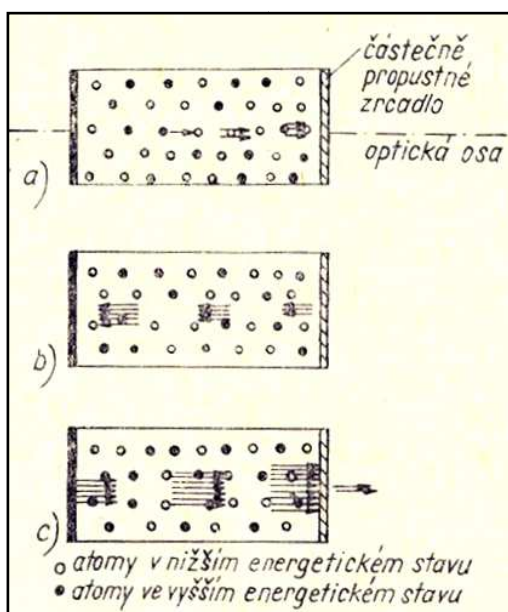
Anglický název v doslovném překladu znamená „zesílení světla pomocí stimulované emise záření“. Ani domácí termín pro zařízení poskytující zmíněný efekt, který zní



„kvantový generátor světla“, laikovi mnoho neřekne. Podíváme-li se však na počáteční písmena názvu, přečteme LASER... A zde už naopak i laikovi svítne, že se jedná o technologii, jejíž podstata je mu pravděpodobně zcela neznámá, ale s níž se setkává v běžném životě. Ejhle, paradoxon moderní techniky.

Na přelomu 19. a 20. století přišel jeden z největších fyziků všech dob, Němec Max Karl Ernst Ludwig Planck (1858-1947) s myšlenkou, kterou matematicky podložil, že světlo se může šířit v násobcích kvanta, jakési nejmenší „cihličky“ energie; je tedy proudem fotonů. Na to, že kdysi Planckovi jeho učitel fyziky vysvětloval, že nemá smysl zabývat se teoretickou fyzikou, neboť se jedná o již uzavřený obor, docela slušný převrat v našem chápání přírody. Jedním z mála těch, kdo tuto teorii akceptovali, byl Albert Einstein. V letech 1916-1917 rozpracoval myšlenku, že při vzájemném působení atomů látky a elektromagnetického záření (jímž je i světlo), může dojít k jevu, při němž vznikne neobyčejně silný impuls záření (stimulovaná emise). Nový objev

vstoupil do experimentálního stadia. Po druhé světové válce, která mimo hrůz přinesla například vynález radaru, pracujícího pomocí mikrovln, začali vědci studovat možnosti zlepšení parametrů těchto aparátů. Na myšlenku stimulované emise mikrovlnného záření se pracovalo současně jak v USA, tak v SSSR. Téměř současně byl v obou zemích propracován princip maseru (místo prvního slova v názvu článku si doplňte microwaves – mikrovlny). Jako vynálezci maseru jsou běžně uváděni Američané Charles Townes a Arthur Schawlow (1954, pat. 1959), ale Nobelovu cenu získali i sovětsí vědci Basov a Prochorov. Základem maseru byla komora s amoniakem vložená do silného elektromagnetického pole. Molekuly amoniaku získaly energii a díky rezonanci byla tato energie v podobě mikrovln mnohonásobně zesílena. Odtud

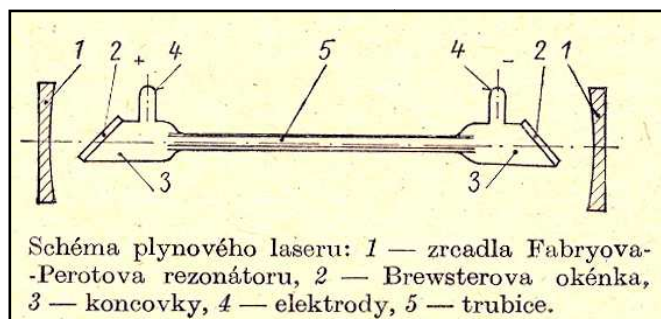


už nebylo daleko k vynálezu laseru pracujícímu s částí spektra elektromagnetického záření, jehož vlnová délka sahá od viditelného světla po infračervené (IR) záření.

Jak tedy vlastně probíhá stimulovaná emise (věnujme se už pouze laseru)? Přechod atomu látky z jednoho energetického stavu do druhého je provázen zářením. Jedním z možných dalších „osudů“ tohoto záření je právě stimulovaná emise. Potřebujeme k ní aktivní prostředí a rezonátor. Aktivní prostředí (pevná, kapalná nebo plynná látka) obsahuje atomy, které poskytnou záření vhodné vlnové délky. Energie z vnějšího zdroje (např. světelný záblesk výbojky s monochromatickým světlem, tj. světlem jediné vlnové délky) je nejprve absorbována, atomy se dostanou do vybuzeného energetického stavu. Následně začnou vyzařovat spontánní emisi. Nyní přijde ke slovu Fabryův-Perotův rezonátor. Při pravidelném přívodu energie začne složku záření ve směru své optické osy zesilovat (odrazem od zrcadel). Je-li přívod energie takový, aby pokryl ztráty rezonátoru, vznikne stimulovaná emise, tj. část záření pronikne ven polopropustným zrcadlem. Vznikne laserový paprsek. Na rozdíl od

běžného (např. slunečního) světla se jedná o světlo monochromatické (jediná vlnová délka), koherentní (pravidelná vlnová délka i fáze) a směrové (minimální rozbíhavost).

Historie laseru je provázena sporem o prvenství. Dlouho byl jako konstruktér laseru (klíčovým problémem bylo nalezení vhodného aktivního prostředí) uváděn Theodore Mainman, který sestrojil v roce 1960 laser pracující s rubínovým monokrystalem opatřeným na vyleštěných stěnách vrstvičkou stříbra (zrcadla rezonátoru). V roce 1977 byl ovšem



ukončen patentový spor ve prospěch Richarda Gordona Goulda, mj. autora termínu laser. R. G. Gould (1920-2005), který v mládí obdivoval Edisona a marxismus, byl postgraduálním studentem zmíněného Ch. Townese, vynálezce maseru. Podílel se za války na projektu Manhattan, jehož náplní byl vývoj prvních jaderných zbraní (zkoumal separaci izotopů uranu), ale odtud byl

odvolán právě pro své marxistické názory. Na optickém laseru pracoval od roku 1958, první patent mu byl zamítnut a technologii rozvíjeli jiní. První rubínový laser byl laserem pulsním, laser vyzářující kontinuálně sestrojil též v roce 1960 Ali Javan (plynový laser s héliem a neonem). Polovodičový laser, vhodný právě pro mikroelektroniku, je dílem Roberta Halla z roku 1962.

Jako aktivního prostředí se používá více druhů látek, než je možné uvést v tomto krátkém přehledu. Podívejme se spíš na využití laserové technologie. Běžně se setkáváme s lasery menších výkonů (ukazovátka, kopírky, tiskárny, CD/DVD mechaniky počítačů a přehrávačů). V průmyslu se běžně pomocí laseru svařuje (intenzivní přívod energie, malé tepelné ovlivnění okolí svaru), obrábí (výroba složitých tvarů z plechu, mimořádná přesnost), gravíruje, popisuje, dekoruje sklo, také se laserovým paprskem přesně měří. V medicíně se operují oči („přivaření“ sítnice aj.), provádějí se operace kosmetické, onkologické, stomatologické a další. V astronomii se měří vzdálenosti a komunikuje, v oblasti jaderné energetiky je známa perspektivní možnost vyvolání termojaderné syntézy v kuličce zmrzlého deuteria pomocí silných pulsních laserů. Zmíněná laserová tiskárna pracuje tak, že laserový paprsek vytvoří elektrostatický obraz na světlocitlivém fotoválci, na něj se pak nanese toner a ten se „zapeče“ do papíru. Kompaktní disk má zase na svém povrchu informace uložené prostřednictvím soustavy lesklých plošek a prohlubní (pitů), které paprsek neodrážejí, zatímco lesklé plošky ano (digitální systém „nul a jedniček“). Podobně fungují snímače čárového kódu, u nichž odrážejí laserový paprsek bílé plošky, černé naopak ne.

Samostatnou a zajímavou, byť nepříliš člověka šlechtící kapitolou by bylo využití laseru ve vojenství.

*Použito:*

*Technický naučný slovník.* 2. vyd. Praha : SNTL, 1982.

REED, CH. *Gordon Gould.* [online]. [cit. 2008-01-01]. Dostupné na WWW: <http://www.guardian.co.uk/obituaries/story/0,,1579619,00.html>.

Podklady ze serveru [www.inventors.about.com](http://www.inventors.about.com).

Archiv autora.

Publikováno ve Zpravodaji SPŠ strojnické, Plzeň v prosinci 2007.

Josef Gruber