

# Křemíkový LASER

Tomáš Crhonek\*

18. února 2005

Zjednodušeně řečeno laserový paprsek vzniká během procesu, při kterém foton dopadne na atom a přiměje jeho elektrony k přechodu do nižšího energetického stavu za vyzáření dalšího fotonu. Původní foton se přitom nemusí pohltit a oba fotony pak letí stejným směrem (mají stejnou vlnovou délku a fázi). Pokud do tohoto systému zavedeme kladnou zpětnou vazbu (například jedním polopropustným a jedním nepropustným zrcadlem), proces se lavinovitě zesiluje a hovoříme o tzv. stimulované emisi.

Křemík je nejpoužívanějším prvkem v elektronice – je levný a má dobré polovodičové vlastnosti. Dnešní „obyčejný“ procesor v osobním počítači obsahuje kolem 100 milionu tranzistorů o rozměrech 100 nm. Polovodič se ale nehodí k přenosu signálu a proto se užívá měděných spojů. Jenže při takovém množství tranzistorů a spojů se čip velmi zahřívá (hustota tepelného výkonu procesoru již překonala hustotu výkonu elektrické plotny – elektrická plotna složená z CPU by měla výkon 9kW!!!). Naproti tomu vedeme-li signál pomocí optického vlákna k teplotním ztrátám nedochází. Optická vlákna by mohla propojovat jednotlivé komponenty počítače a časem možná i jednotlivé tranzistory.

Dnešní polovodičové LASERY se vyrábějí z polovodičů s tzv. přímým zakázaným pásmem (např. GaAs, InP) – minimum energie vodivostního pásu leží nad maximem energie valenčního pásu. Elektron vybuzený do vodivostního pásu, tak padá do volného místa ve valenčním pásmu a vyzáří přitom foton. Tyto materiály se používají v LED, laserech pro ukázořátka až po lasery ve vypalovačkách. Bohužel se nevyrábějí technologií CMOS (jako ostatní polovodičové součástky) a při pokusu je propojit s křemíkovým polovodičem dochází na rozhraní k defektům, které negativně ovlivňují jejich funkčnost.

## Realizace křemíkového laseru

**Inverzní sluneční článek** Sluneční článek je dioda, ke které dopadající sluneční světlo způsobí vznik páru elektron–díra. Následkem toho vznikne elektrické napětí. Opačným postupem (přivedením napětí na tento článek) bylo dosaženo silné emise světla s účinností vyšší než 1%. Tato technologie ovšem není kompatibilní s technologií CMOS.

---

\*autor je studentem Univerzity Palackého v Olomouci

**První křemíkový laser** už existuje a je založen na Ramanově jevu (který se používá v telekomunikační technice). Původní konstrukce vyžadovala 8 m dlouhý optický vlnovod. Ke konci roku 2004 se v laboratoři firmy Intel podařilo tento laser zmenšit a umístit na křemíkový čip. Jeho vlnovod má průřez  $1,6 \mu m^2$  a je 4,3 cm dlouhý. Zásadní nevýhodou této technologie je nutnost čerpání jiným laserem (zde o vlnové délce 1 536 nm). Tento laser není křemíkový a nemůže být umístěn na čip.

## Závěr

Pokud by se podařilo umístit vhodný zdroj světla přímo na křemíkový čip (nebo přímo křemíkový LASER stimulovat pomocí elektrického napětí – teoreticky to možné je, ale napětí 1,3 V běžně užívané v CPU je příliš nízké), znamenalo by to možnost několikanásobně zvýšit rychlost přenosu dat a současně snížit tepelné ztráty. Zkoušejí se také čistě optické obvody – odpadla by tak nutnost převádět světlo na elektrický signál a po úpravě (odstranění šumu, oprava, zesílení) opět převést na světlo. Takovéto „čistě optické“ obvody by pak našli uplatnění například na optických kabelech položených na dně oceánů.

---

V tomto dokumentu jsem použil informace ze serveru aldebaran.cz. Dokument byl zpracován typografickým systémem L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X na operačním systému GNU/LINUX.