



ÚSPĚŠNÉ A NEÚSPĚŠNÉ INOVACE

LED – MODRÁ DIODA

Hana Šourková

15.10.2013

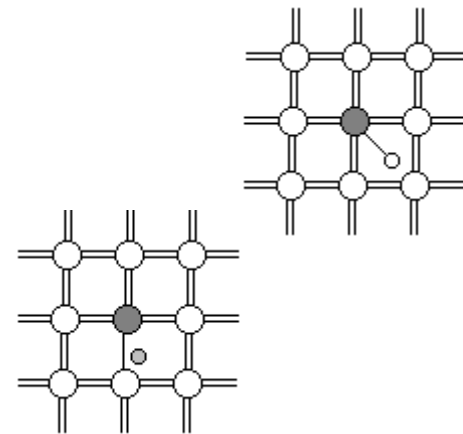
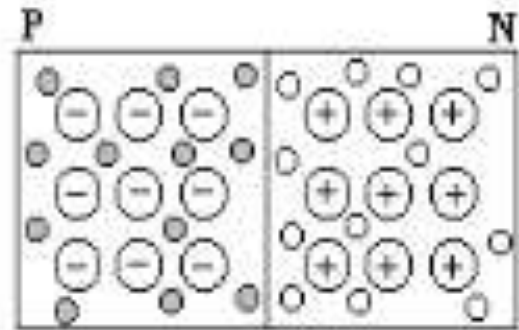
Osnova

- LED dioda
- Stavba LED
- Historie + komerční vývoj
- Bílé světlo
- Využití modré LED
 - zobrazovací technika
 - osvětlení + ekonomické srovnání



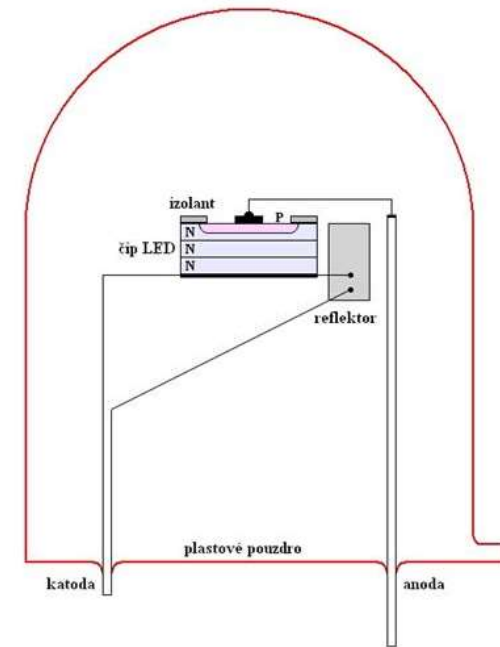
LED DIODA

- LED - Light Emitting Diode (světlo emitující dioda)
- Polovodičový prvek – PN přechod
 - typ N = elektronovou vodivostí, donor e^-
 - typ P = děrová vodivost, akceptor e^-
- Rekombinace (v E) – uvolnění energie – světlo (speciální materiály ~ barva)
- **červené** světlo nižší en. X **modré** vyšší en.



Stavba LED

- čip LED - vrstva polovodičů – 1 PN přechod
 dle druhu LED - počet vrstev, složení (Si, Ge,
 safír(Al_2O_3)) + typ N - P, As
 typ P - B, Al, Ga, In)
- Modrá LED – např. SiC + GaN (spol. Cree)

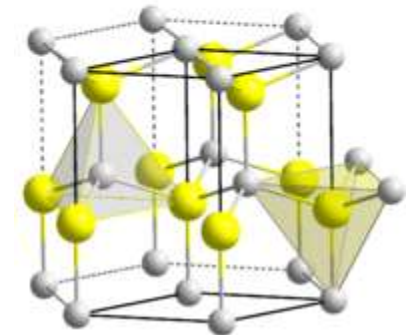


Materiál	Druh elektromagnetického záření	λ nm
SiC, GaN	modrá barva	450
GaP	zelená barva	565
$\text{GaAs}_{0,15}\text{P}_{0,85}\text{N}$	žlutá barva	580
$\text{GaAs}_{0,35}\text{P}_{0,65}\text{N}$, GaPZnO	červená barva	635
SiC, GaN, luminofor na povrchu	bílá barva	450 - 650
GaAsSi	infračervené záření	820 - 950

Historie

- 1907 - 1. LED - náhoda, (H. Round) práce – usměrňování
- 1927- hlášeno vytvoření LED (IR),(O. Losev)
- 1962 - 1. červená LED (Nick Holonyak)
- 1972 - 1. žlutá LED (M. George Craford, žák Holonyaka)
- 1976 - 1. supersvítivá LED (T. P. Pearsall) – telekomunikace (speciální vlnová délka)
- 80.léta – zelená, oranžová LED

- 1971 - 1. modrá LED – účinnost 0,03%, princip Schottkyho dioda (spojení kov-polovodič)
- 1994 - modrá LED (Shuji Nakamura) – InGaN
- 2001 - princip přípravy GaN na Si
- 2012 - Osram - využití komerčně → snížení o 90% nákladů X safír



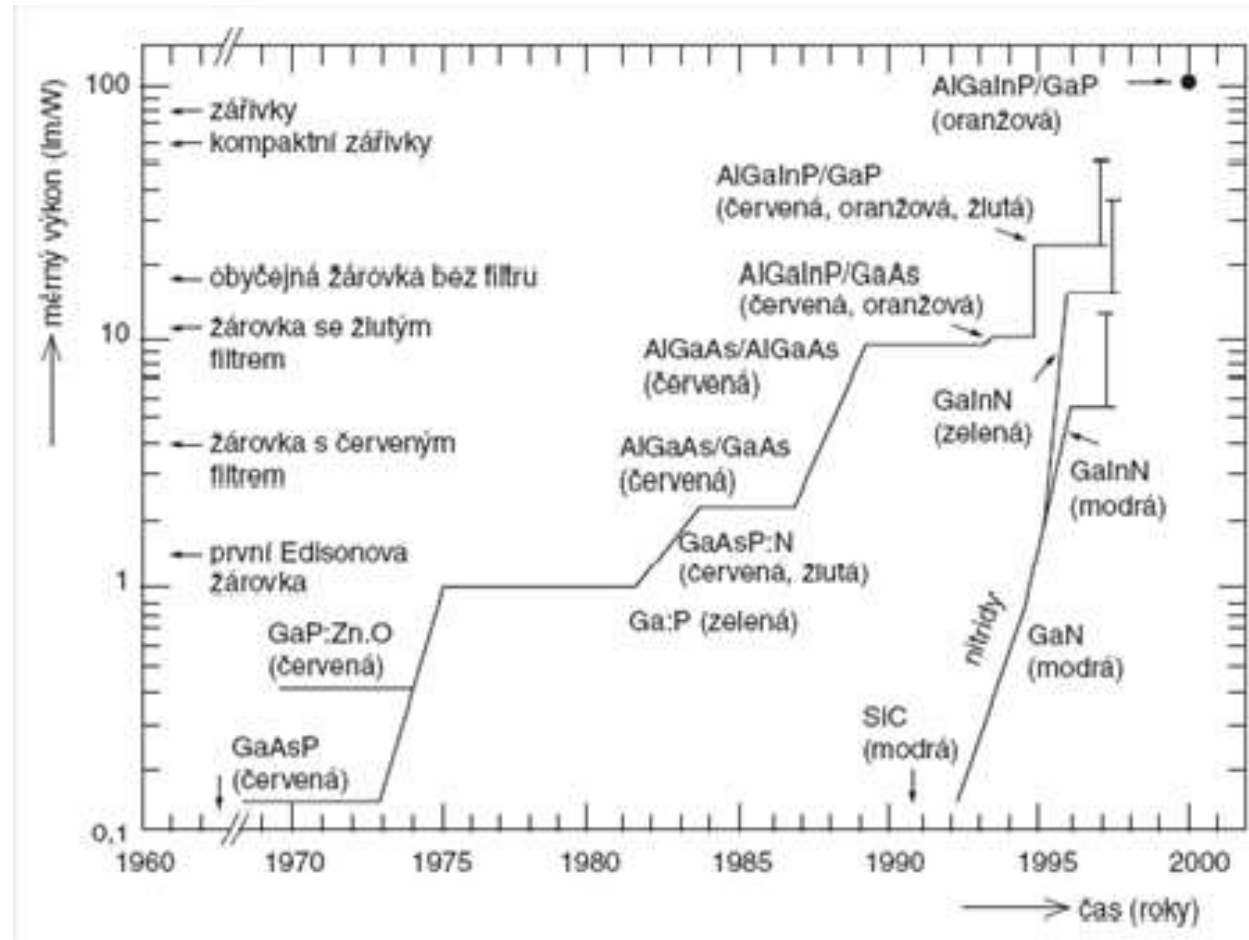
Komerční vývoj

- Před 1968 - laboratorní technika (cena 200 \$)
- 1968 - první masová produkce (Monsanto)
 1. komerční využití - indikace (HP)
- 80. léta 20. st – inovace ve výrobě (Fairchild Optoelectronics) – rovinné zpracování (0,05 \$)
 - sedmi segmentové displeje (televize, rádia, kalkulačky)



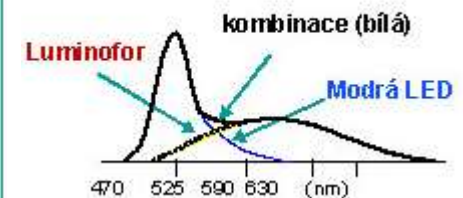
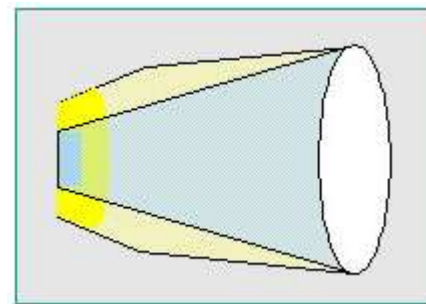
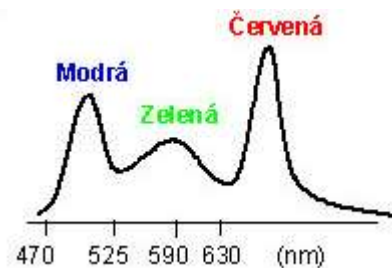
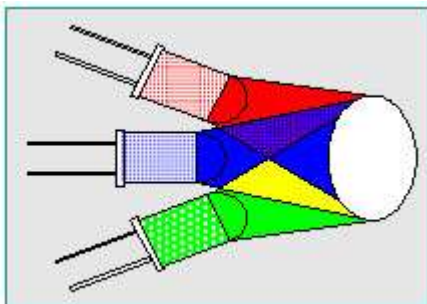
Výkon

- Počátek –
 - 10^{-1} lm/W
 - 2010 - 120 lm/W
→ osvětlení
- (100 W žárovka ~15 lm/W)
- Budoucnost –
590 lm/W u zelené LED (čistota materiálu)



Bílé světlo

- Nelze sestavit bílou led diodu
- Modrá led dioda → bílé světlo:
 - RGB
 - Luminofor
- RGB - přímé míšení světla (červená, modrá a zelená)
- Luminofor – modrá LED + luminofor ~ princip zářivky





Využití LED

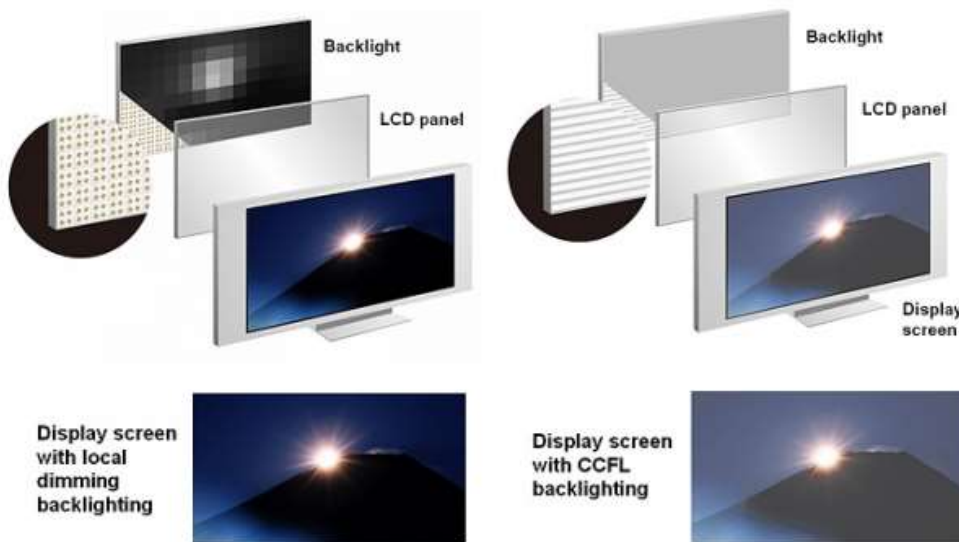


- Signalizace, indikátory, svítilny, hračky, silniční signalizace, informační tabule, osvětlování přístrojů
- Dálkové ovládaní, optické kabely, automobilový průmysl,
- Textilie- Lumalive
- Podpora růstu rostlin
- BlueTrack- Modrá LED myš – mramor, koberec, sklo atd.



Zobrazovací technika

- LED Televize – k podsvícení použito LED oproti CCFL trubicím (klasické LCD)
 - + jasný obraz, hluboká černá, tenčí panel, širší barevné spektrum, menší spotřebu, okamžitý start
- LED Obrazovky – (pixel: 3-4 LED) sportovní akce, koncerty



Možnosti LED osvětlení

- Dlouhá životnost - až 100 000h
 - Úspora energie - malý vstupní proud $\sim 10^1$ mA, resp. příkon
 - Okamžitý start – brzdová světla
 - Možnost regulace – stmívání
 - Široký rozsah teploty chromatičnosti
 - K 2500 -8000
 - odolnost proti nárazům
 - nízké provozní napětí – bezpečnost
 - okamžitý start a restart – možnost blikání
 - neobsahují rtuť – ekologické
 - vyzařované spektrum neobsahuje podíl IR ani UV záření
- Mezní teploty 85 -100 °C



Možnosti LED osvětlení

- Kompaktnost - libovolné aplikace, design
- polovodičový čip - velmi malé rozměry a hmotnost



LED Klasická žárovka



LED Bodová žárovka



LED Zářivková trubice



LED Halové světlo



LED Reflektor



LED Podhledová světla



LED „Street“ komplet

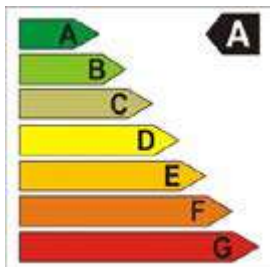


LED Svička



LED „Kukuřice“

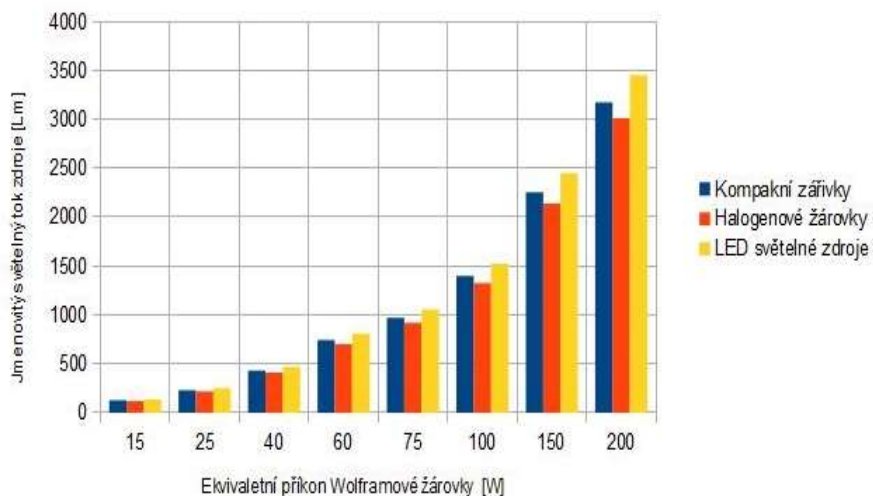
Ekonomické porovnání LED s ostatními svítkami



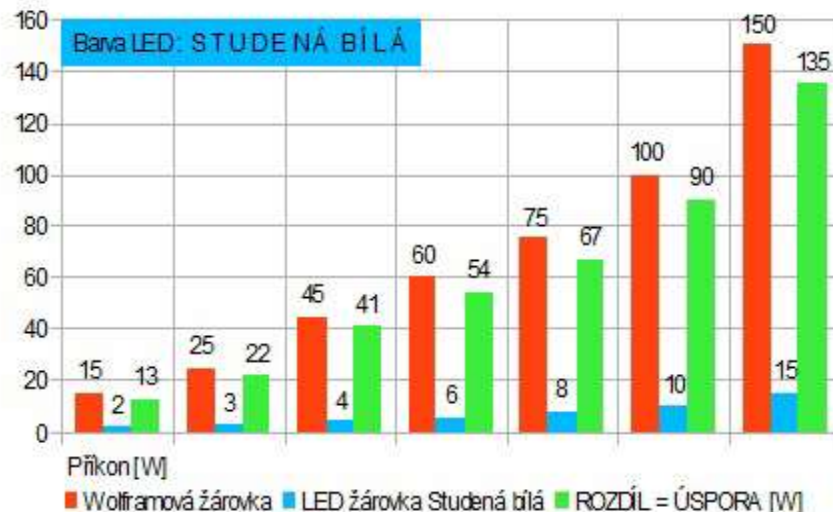
- Třída A: LED zdroje světla a efektivní Kompaktní zářivky(úsporné +Hg)
- Třída B: neefektivní Kompaktní zářivky a efektivní Halogenové zářivky
- Třída C: průměrné Halogenové žárovky
- Třída D: neefektivní Halogenové žárovky
- Třída E-G: klasické Wolframové žárovky



Porovnání Jmenovitého toku světelného zdroje [Lm] vs. Ekvivalentní příkon Wolframové žárovky [W]



Náhrada a porovnání Příkonů běžné Wolframové žárovky a LED žárovky



Wolfram. Žárovka : 100 W = 1150 lm



Ekonomické porovnání LED s ostatními svítidly

- 3–5 násobek životnosti zářivek
- Nevýhoda LED - vysoká pořizovací cena
- Lze předpokládat snížení ceny (substrát z Si)
- Další technologický vývoj (závazek podpory USA, Japonsko, Korea, Čína ...) – osvětlení měst
- OSN (2009) – stáhnutí výrobků s Hg = kompaktní zářivky

Zdroje

- <http://www.robomat.ro/img/produse/video-display-led/semafor-pietoni.jpg>
- <http://ledstudio.cz/sites/default/files/imagecache/640s-Scale/novinky/festivalova-prezentace-led-obrazovek-360.jpg>
- <http://www.hifionline.cz/photos/original/cambridge-audio-dvd89-dalkove-ovladani.jpg>
- https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRyDxhSCdQF_X-datXcSDVLDqS4FaWanajF18uuhVBwKVf8yZuFhg
- http://www.multimedialnikostky.cz/_public/upload3/860x402-1/led-obrazovky-sportovni-kostky-multimedialni-kostky-hokejove-kostky-40.jpg
- <http://img.digitaltrends.com/image/backlighting-comparison-625x1000.png>
- <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/39810.pdf>
- <http://www.ledmania.cz/>
- https://dip.felk.cvut.cz/browse/pdfcache/slovaf1_2009dipl.pdf
- http://cs.wikipedia.org/wiki/LED_dioda
- <http://www.elkovo-cepelik.cz/led-svetelne-diody-light-emitting-diodes>
- http://bydleni.idnes.cz/evropsky-nesmysl-se-zarovkami-je-logicky-navod-jak-mu-porozumet-pxy-/usporj-energii.aspx?c=A100905_152227_usporj-energii_web
- <http://www.ecosvit.cz/content/10-precete-si-o-led>
- [sdeleni.aspx?c=A101109_110933_rea-sdeleni_ahr](http://sdeleni.idnes.cz/jak-na-stmivani-po-zruseni-klasicke-zarovky-pomohou-usporne-zarivky-12m-/rea-sdeleni.aspx?c=A101109_110933_rea-sdeleni_ahr)
- <http://www.premiergardien.com/led-osvetleni/>
- <http://diit.cz/clanek/revoluce-v-modrych-laserech>
- <http://www.elkovo-cepelik.cz/led-svetelne-diody-light-emitting-diodes>
- <http://www.microdesignum.cz/clanky/Polovodicove-lasery-a-LED-ky.html>
- <http://www.modding.cz/?p=202>
- <http://www.nasli.net/cz-technologie>
- <http://www.odbornecasopisy.cz/svetelne-zdroje---svetelne-diody-39810.html>
- <http://www.aliot.cz/led-technologie.htm>
- <http://cs.wikipedia.org/wiki/LED>
- <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/276-led>
- <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/276-led>
- <http://www.proelektrotechniky.cz/vzdelavani/15.php>
- http://www.tron.cz/led_diody/
- <http://electroiq.com/blog/2012/05/beyond-sapphire-led-substrates-gan-zno-sic-si/>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting_diode
- <http://www.czc.cz/microsoft-arc-touch-stylova-mys-na-cesty/clanek>
- <http://www.prodomov.eu/jak-spravne-vybrat-zarovku-led-osvetleni/>

DĚKUJI ZA POZORNOST