

# KVANTOVÉ BODY V HD TELEVIZORECH



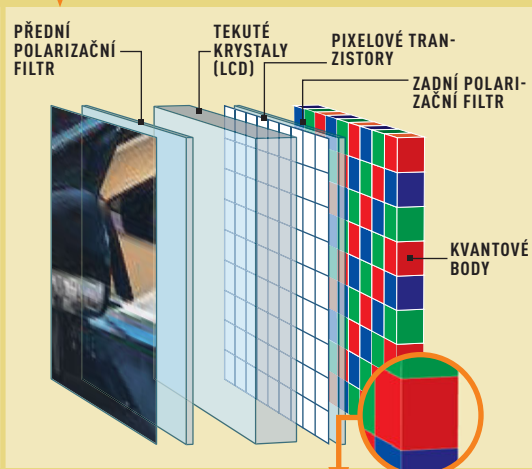
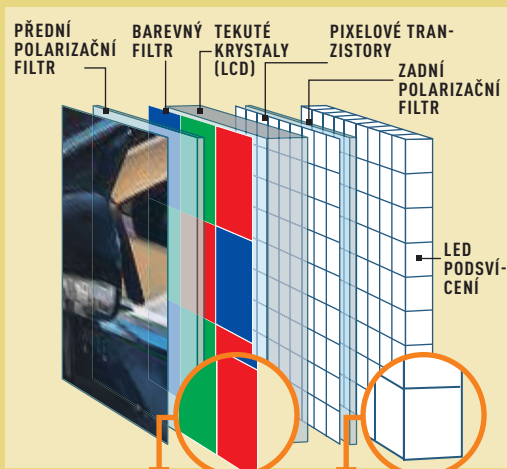
Lidské oči dokážou rozpoznat více barev, než kolik jich zvládnou zobrazit televizory. Televizory s kvantovými body by to ale měly změnit, a to díky použití superjemných krystalů (kvantových bodů) o průměru pouhých několika nanometrů. Tyto krystaly vydávají světlo s pečlivě kalibrovanou vlnovou délkou, která zajistí konstantní barevnou kvalitu světla. V porovnání s nimi produkují barevné filtry současných televizorů pouze vybledlé napodobeniny reálných barev.

**LED**

**KVANTOVÉ BODY**

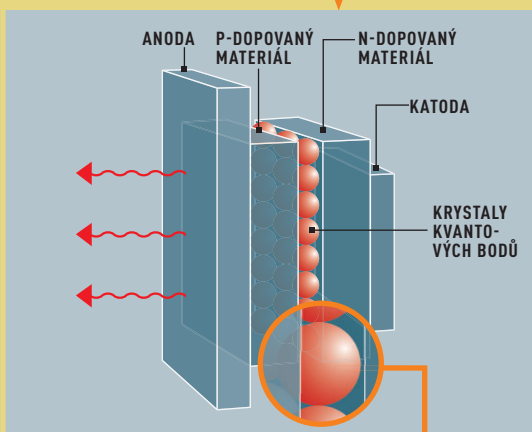
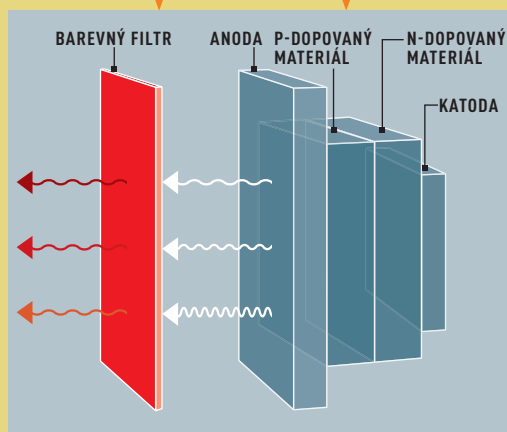
## DISPLEJ BEZ BAREVNÝCH FILTRŮ

Moderní televizory vytváří barvu z bílého podsvícení světelných LED diod pomocí barevných filtrů. Displeje s kvantovými body (QD-LCD) používají krystaly, které vytvářejí světlo přímo a bez pomoci filtru. Regulace jasu je ale stejná jako u dnešních televizorů zajištěna pomocí LCD polarizace.



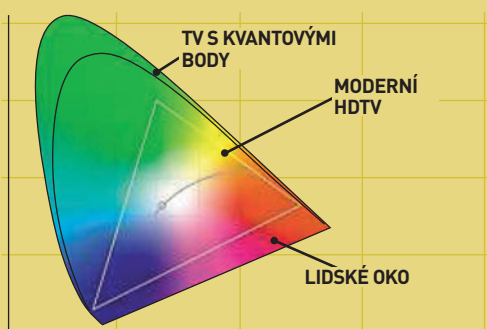
## POROVNÁNÍ TECHNOLOGIE TVORBY BAREV

V LED diodách se elektrony pohybují směrem od n-dopovaného materiálu k p-dopovanému materiálu a vydávají přitom energii v podobě bílého světla s různou vlnovou délkou. Požadovanou barvu pak vytváří barevný filtr. U LCD kvantových bodů vytváří krystaly světlo s přesně danou vlnovou délkou, a tedy i přesně danou barvou.



## VĚTŠÍ BAREVNÝ PROSTOR

Displeje používající technologii kvantových bodů dokážou zobrazit mnohem čistší barvy (červená, zelená, modrá) než současné televizory. Díky tomu pokrývají širší barevnou škálu, která se více blíží škále lidského oka.



## BARVA ZÁVISÍ NA VELIKOSTI A MATERIÁLU

Při vstupu elektronu  $e^-$  do krystalu kvantového bodu se uvolní energie v podobě fotonu  $\text{P}$ . Množství této energie, a tedy i vlnová délka vytvořeného světla, závisí na velikosti a materiálu, z kterého je krystal vyroben.

KADMÍUM-ZINEK-SELEN, VELIKOST 10 NM



KADMÍUM-SELEN, VELIKOST 6 NM



ZINEK-SÍRA, VELIKOST 3 NM



# KVANTOVÉ BODY přinášejí více barev

Krystaly vyzařující světlo s přesně danou vlnovou délkou přinášejí vyšší kvalitu obrazu bez nutnosti zvyšování výrobních nákladů a ceny displejů.

MARKUS MANDAU

Někteří výrobci televizorů, jako například Samsung a LG, nám již řadu let slibují dramatické zvýšení kvality obrazu prostřednictvím OLED displejů. Organické elektroluminiscenční diody dokážou vytvořit větší barevnou škálu, a přinášejí tedy i lepší obraz. Moderní LCD televizory jsou schopny zobrazit pouze 20 až 30 procent barevného prostoru, který dokáže vnímat lidský zrak. Technologie OLED displejů může opravdu přinést slibovanou vyšší kvalitu barevného gamutu, není však vhodná pro masovou výrobu velkých televizních panelů. Zdá se ale, že tuto mezeru lze zaplnit technologií kvantových bodů (Quantum Dots, QD), která dokáže skloubit cenově dosažitelnou výrobu velkých panelů s vysokou kvalitou barevné reprodukce. Na začátku roku uvedla společnost Sony první komerčně dostupný model (KD-65X9000A), který využívá technologii kvantových bodů a zároveň je osazen panelem s ultravysokým rozlišením 4K. Během letošního roku by se měla na trhu objevit řada dostupnějších televizorů s QD technologií, která při sériové výrobě vyžaduje přibližně stejné náklady jako na výrobu běžných LCD televizorů a je řádově levnější než výroba velkých OLED panelů. Technologie kvantových bodů využívá extrémně malé krystaly s poloměrem několika nanometrů. Pokud je k nim přivedeno elektrické napětí, vydávají světlo o pevné vlnové délce, kterou lidské oko vnímá jako čistý barevný odstín. Teoreticky lze kombinací přesných odstínů vytvářet dokonce i ty barvy, které běžné LCD displeje nezvládnou.

## LED displeje nedokážou vytvořit čisté barvy

LCD displeje se skládají z pěti vrstev a barvy vytvářejí pomocí filtrace bílého světla LED diod. Polarizační filtry umístěné na přední a zadní straně panelu spolupracují s tekutými LCD krystaly, které regulují světelný tok, jež jimi prochází. Množství světla procházejícího barevnými filtry jasu je dále nepřímo ovládáno pixelovými tranzistory. Celkovou barvu obrazového bodu vytváří kombinace tří filtrovaných subpixelů (R,G,B). Takto smíchané světlo má dostatečnou kvalitu pro tvorbu barevných odstínů, ale LCD panely nedokážou vytvořit čisté odstíny červené, zelené a modré barvy. Důvodem jsou barevné filtry, které nejsou natolik přesné, aby propouštěly pouze světlo o jediné požadované vlnové délce, a namísto toho jimi proniká světlo o více vlnových délkách. Ve výsledku tak například pronikají fotony oranžových odstínů i skrze červený barevný filtr.


LED diody se rozsvítí, jakmile je k nim přivedeno elektrické napětí. Elektrony postupují z n-dopované vrstvy materiálu do p-dopované vrstvy. N-dopovaná vrstva materiálu obsahuje atomy s přebytečnými elektrony a p-dopovaná vrstva zase ato-

my s menším množstvím elektronů. Elektrony, které se na ni zachytí, pak uvolňují energii ve formě světla. V případě běžných polovodičových krystalů má vyzařovaná světelná energie různou vlnovou délku a tvoří tak bílé světlo. Důvod, proč tomu tak je, spočívá ve schopnostech elektronů přijímat řadu energetických stavů, které se fyzikálně nazývají „pásovou strukturou“. Proto mají také světelné částice různou úroveň energie, a tedy i různou vlnovou délku záření.

## Kvantové body jako stabilní zdroj světla

Zdrojem světla jsou u QD-LCD panelů kvantové body. Displeje, které jimi budou osazeny, již nepotřebují barevné filtry, protože kvantové krystaly vyzařují světlo s pevně danou vlnovou délkou a barevnou hodnotou. Jejich energetický pás je tak tenký, že se vlastně jedná o jediný energetický stav. Tohoto efektu je dosaženo díky minimálním rozměrům krystalů, v nichž se podobně jako v atomech mohou elektrony pohybovat pouze omezeně a mohou nabývat jen některých energetických stavů.

Tyto energetické stavy závisí na typu materiálu, takže optické vlastnosti kvantových bodů lze konfigurovat. Krystaly vyzařující červené světlo bývají vyrobeny ze sloučeniny CdZnSe (kadmium-zinek-selen) a mají průměr 10 až 12 nm. Krystaly tvořené směsicí kadmia a selenu (CdSe) se hodí pro tvorbu žlutého světla, zeleného světa a všech odstínů až po modrý. Modré světlo pak vytvářejí krystaly obsahující zinek a síru (ZnS), které mají velikost 2 až 3 nm. Čím menší jsou použité krystaly, tím větší energii a kratší vlnovou délku mají vyzařované fotony.

Výroba velkého množství miniaturních modrých krystalů je drahá, takže první televizory nebudou vlastně osazeny plnohodnotnou technologií QD-LCD, ale namísto modrých QD krystalů budou používat modré LED diody, jejichž světlo bude procházet skrz červené a zelené kvantové body, které v tomto případě poslouží jako barevné filtry. S ohledem na toto omezení nedosáhnou první QD TV plně škály teoretického barevného rozsahu této technologie, i tak však budou mít o 50 procent vyšší barevný gamut než klasické LCD televizory. Kromě vylepšení barevného podání obrazu přinese QD technologie navíc i výhodu v podobě energeticky úspornějšího provozu. Běžné LCD televizory totiž k oku diváka propustí pouze pět procent světla vytvářeného podsvěcujícími LED diodami, zatímco světlo QD krystalů nebude filtrováno vůbec. Na uvedení televizorů s plnohodnotnými QD panely si bohužel ještě chvíli počkáme, na druhou stranu dostupné OLED televizory jsou ale také stále v nedohlednu. 

AUTOR@CHIP.CZ