

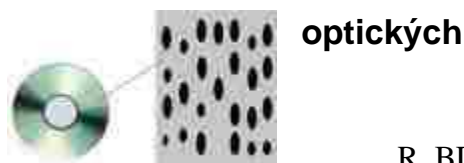
12. Optické mechaniky a formáty

Optické mechaniky (ODD - optical disc drive) v PC využívají ke čtení a zápisu na optická média laserové světlo. Některé mechaniky mohou jen číst z disku, ale většina mechanik umí čtení i zápis. Rekordéry se někdy nazývají vypalovací mechanika nebo zapisovací mechanika. Některé vypalovací mechaniky podporují také LightScribe - vypálení potisku na nezapisovatelnou stranu disku.

Nejdůležitější část optické mechaniky je optická hlava skládající se z polovodičového laseru, čočky pro usměrnění laserového paprsku a fotodiody, která přijímá odražené světlo z povrchu disku.

Laser pro práci s CD má vlnovou délku 780 nm, DVD 650 nm a Blu-ray i HD DVD 405 nm. Čím menší vlnová délka, tím „užší“ paprsek laseru, menší „pit“ a tím pádem vyšší hustota záznamu.

Základní princip vypalování je pro všechny typy mechanik stejný:



- V případě jednou zapisovatelných (CD-R, DVD+R, DVD-R): Jednou zapisovatelný disk má na vrstvě zlata nanesenou organickou vrstvu krytou polykarbonátovým základem. Laserový paprsek projde polykarbonátem a propálí organickou vrstvu až k vrstvě zlata a tím vzniká důlek (pit), tam, kde není polykarbonát propálen, zůstává povrch „nepoškozen“ (land).
- Pro přepisovatelná (CD-RW, DVD-RW, DVD+RW, DVD-RAM, BD-RE): je zápis složitější. U nich je možné předešlý záznam smazat a nahradit novým. Základem je použití materiálů, které mohou měnit svoji strukturu z krystalické na amorfni a zpět. Jestliže se tento materiál místně ohřeje laserovým paprskem na teplotu přes 600°C, změní se struktura v tomto místě po ochlazení na amorfni. Pokud se ohřeje méně (kolem 200°C), vrátí se do původního stavu. Paprsek čtecího laseru se od místa s amorfni strukturou odráží méně než od místa s fází krystalickou, jsou tedy rozlišeny dva stavy - nula a jednička.

Rozlišujeme ještě jedno a dvouvrstvá média (ta mají dvojnásobnou kapacitu)

- Dvouvrstvá média (DL = dual layer) mají dvě nezávislé vrstvy oddělené polopropustnou vrstvou. Obě vrstvy jsou přístupné z jedné strany, ale optika musí změnit vzdálenost laserového ohniska. U dvouvrstvých je první vrstva s mělkou rýhou a polopropustnou vrstvou a druhá vrstva s hlubokou rýhou.
- Na jednovrstvých médiích (SL = single layer) je vyrobena spirálová rýha v ochranné polykarbonátové vrstvě, která zavede záznamovou hlavu na začátek stopy. U dvouvrstvých je první vrstva s mělkou rýhou a polopropustnou vrstvou a druhá vrstva s hlubokou rýhou.

Rychlost čtení/zápisu

U kompaktních disků byla jako základní rychlost 1x určena rychlost čtení dat 150 kB/s. To znamená, že rychlost otáčení musela být zvolena tak, aby i u středu média bylo možné této rychlosti čtení dosáhnout. Při zachování rychlosti otáčení (a hustoty záznamu) je logicky možné (a vlastně i nutné) číst informace z okraje média rychleji. Tuto metodu čtení, při níž je konstantní rychlost otáčení zachována při čtení u středu i u obvodu média, označujeme jako CAV (anglicky Constant Angular Velocity).

Se zvyšováním rychlosti čtení (a tím i zvyšování rychlosti otáčení média) bylo zhruba u rychlosti 8x dosaženo bodu, kdy potřebná rychlost čtení byla u obvodu již příliš vysoká, aby nedocházelo k chybám. Proto byl použit motor, který dokázal měnit plynule rychlost otáčení (500 otáček za minutu pro čtení u

středu média až 200 otáček pro čtení u okraje média) a přizpůsobit ji aktuálním podmínkám. Tyto mechaniky označujeme jako CLV (anglicky Constant Linear Velocity).

U mechanik CLV však jmenovitý násobek základní čtecí rychlosti (např. 16x, 52x apod.) již neoznačuje maximální dosažitelnou rychlost čtení po celém médiu, ale jen maximální dosažitelnou rychlost čtení, které se dosáhne jen u vnějšího okraje média. Použitím CLV mechanik však bylo možné dále navyšovat rychlost čtení, což uživatelé přivítali.

Například rychlosti čtení 4x je dosaženo při otáčkách 800-2000 za minutu (což je $4 \times 150 = 600$ kB/s). Rychlosti otáčení jsou samozřejmě limitovány. Při rychlostech kolem 10000 ot./min., což umožňuje rychlost čtení 52x, už může dojít k deformaci média, nebo i jeho roztříštění. Mechaniky s rychlostí čtení 52x jí dosahují jen na obvodu, uvnitř média je rychlost čtení pouze 20x.

Pro DVD média je základní rychlost čtení 1x stanovena na 1,385 MB/s, u Blu-ray se 1x rychlost čtení rovná přenosové rychlosti 6,74 MB/s.

1. CD

Kompaktní disk (obvykle nazývaný prostě CD podle zkratky anglického názvu compact disc; hovorově cédéčko, řídce podle anglického hláskování [sídý]) je optický disk určený pro ukládání digitálních dat.

Kompaktní disk vyvinuly roku 1979 firmy Sony a Philips jako způsob věrného uchování a reprodukce hudby. Původně se na ně měl vejít zvukový záznam v délce 60 minut (délka analogového dlouhohrajícího „elpíčka“), ale firma Sony trvala na 74 minutách, aby se na jedno CD vešla celá Beethovenova Devátá symfonie. Dnes jsou CD nejčastěji osmdesátiminutová, ale existují i varianty s délkou devadesát devět minut. Disky delší než 80 minut však nemusí být čitelné na všech přehrávačích.

Historicky první album vyrobené ve formě kompaktního disku bylo The Visitors od skupiny ABBA, a to 17. srpna 1982. Na přelomu 80. a 90. let spolu s klesající cenou přehrávačů a disků kompaktní disk zcela vytlačil předtím rozšířené dlouhohrající gramofonové desky s analogovým záznamem zvuku tzv. „elpíčka“ (z anglické zkratky LP, long play).

Data jsou uložena ve stopách na jedné dlouhé spirále začínající ve středu média, která se postupně rozvíjí až k jeho okraji. Každá stopa může obsahovat digitální zvukovou nahrávku (tzv. audio CD) nebo (počítačem čitelná) data (CD-ROM). Příčný odstup stop je 1,6 μm . Pro čtení kompaktních disků se používá laserové světlo s vlnovou délkou 785 nm.

Běžné CD má průměr 12 cm, existuje ale i menší varianta o průměru 8 cm (občas se vyskytují i verze seříznuté na formát vizitky). Disk má tloušťku 1,2 mm. Avšak na disk se zapisuje pouze od 23 mm do 58 mm poloměru.

Důležité typy, formáty CD (standards, označované anglicky jako „knihy“ různých barev):

- žlutá kniha (yellow book) - CD-ROM - pro záznam dat, pouze pro čtení
- červená kniha (red book) - Audio CD
- oranžová kniha (orange book) - CD-R („zapisovatelné CD“; vyrábějí se prázdná, lze zapsat jednou na každé místo, tzn. je možné např. nejdříve zapsat jen jednu stopu a dopsat další později, pokud je médium ponecháno „otevřené“) a CD-RW („přepisovatelné CD“; lze zapisovat opakovaně)

2. DVD

DVD (anglicky Digital Versatile Disc nebo Digital Video Disc) je formát digitálního optického datového nosiče, který může obsahovat filmy ve vysoké obrazové a zvukové kvalitě nebo jiná data. Při vývoji DVD byl kladen důraz na zpětnou kompatibilitu s CD, takže se mu DVD disk velmi podobá.

DVD bylo uvedeno na trh v Japonsku roku 1996, ve zbytku světa o rok později. Oficiální standard zapisovatelných/přepisovatelných disků DVD-R(W) vytvořilo DVD Fórum, které bylo založeno v dubnu roku 1997. Ceny licencí na tuto technologii však byly tak vysoké, že vznikla jiná skupina - DVD+RW Alliance, která vytvořila standard DVD+R(W), jehož licence byly levnější. Proto dva vzájemně si konkurující formáty DVD + a -.

Média DVD jsou plastové disky, navenek stejná jako média CD. Disky DVD mají průměr 120 mm a jsou 1,2 mm silná. Data se ukládají pod povrch do jedné nebo dvou vrstev ve stopě tvaru spirály (jako CD). Pro čtení dat se používá laserové světlo s vlnovou délkou 660 nm, tedy kratší než v případě CD; to je jeden z důvodů jejich vyšší kapacity. Stejně tak příčný odstup stop je menší - 0,74 μm oproti 1,6 μm u CD.

Kapacita jednostranných DVD (dvoustranné si nebudeme říkat)

- DVD-5: jedna strana, jedna vrstva, kapacita 4,7 GB (4,38 GiB)
- DVD-9: jedna strana, dvě vrstvy, 8,5 GB (7,92 GiB)

Typy DVD disků

- DVD-ROM – disk pouze pro čtení

Existují tři typy zapisovatelných a přepisovatelných DVD disků: DVD-R/RW, DVD+R/RW (plus), DVD-RAM.

- DVD+R/RW (R = Recordable, jen pro jeden zápis, RW = ReWritable, pro přepisování). Formát DVD+R je mezi široce rozšířenými formáty nejmladší, kupodivu mladší než formát DVD+RW. Disky DVD+R lze v současnosti běžně zapisovat 16x rychlostí oproti standardní rychlosti DVD, tedy 21 600 kiB za sekundu. Touto rychlostí trvá zápis na disk přibližně 10 minut. DVD+RW je přepisovatelná verze formátu DVD+. Standardní rychlost pro zápis na toto médium je čtyřnásobná oproti základní rychlosti čtení DVD. DVD+R DL (R = Recordable, jen pro jeden zápis, DL = Double Layer, dvě vrstvy) je typ dvouvrstvého DVD disku.

První mechaniky, které byly schopny zapisovat DVD-R, DVD-RW, CD-R a CD-RW, vyráběla firma Pioneer v roce 2001. Kompatibilita však nebyla nejlepší, docházelo k chybné identifikaci medií s nižší odrazivostí.

- DVD-R/RW (R = Recordable, jen pro jeden zápis, RW = ReWritable, na přepisování, DVD-R DL Dual Layer). Formát DVD-R vychází z technologie klasického kompaktního disku, existuje tedy ve dvou verzích – verze R, na kterou lze pouze zapisovat, a verze RW, kterou lze přepisovat. Tento formát byl navržen tak, aby byl co nejkompatibilnější s lisovanými disky DVD (DVD-ROM). Z toho plyne výhoda tohoto formátu, kterou je kompatibilita se staršími mechanikami a přehrávači, které vznikly dříve, než se dalo na DVD zapisovat. Tato výhoda se však v dnešní době ztrácí, protože téměř všechny vyráběné přehrávače a mechaniky dokáží přehrávat jak DVD-R, tak DVD+R formáty.
- DVD-RAM – libovolně přepisovatelné médium - dá se s ním pracovat stejným způsobem jako s pevným diskem. Příliš se neujalo...

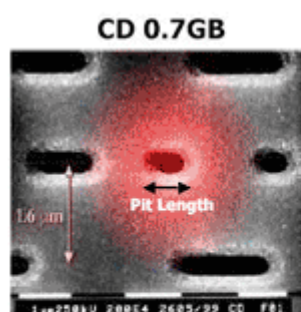
3. Blu-ray

Blu-ray disk patří k třetí generaci optických disků, určených pro ukládání digitálních dat. Data se ukládají ve stopě tvaru spirály 0,1 mm pod povrch disku, příčný odstup stop je $0,35 \mu\text{m} = 0,00035\text{mm}$!. Pro čtení disků Blu-ray se používá laserové světlo s vlnovou délkou 405 nm. Technologii vyvinula japonská firma Sony, podílí se na ní také např. firma Philips. Název disku pochází z anglického Blue ray, tj. modrý paprsek, označení související s barvou světla používaného ke čtení.

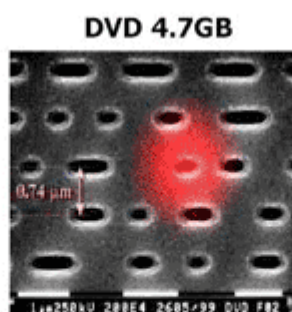
Tak jako CD, má i blu-ray disk průměr 12 cm (v menší variantě 8 cm) a tloušťku 1,2 mm. Disky umožňují záznam dat s celkovou kapacitou až 25 GB u jednovrstvého disku, 50 GB u dvouvrstvého disku až po 80 GB u oboustranné dvouvrstvé varianty. Díky umístění záznamu 0,1 mm pod povrch je možné vyrobit hybridní disk s DVD i Blu-ray záznamem na jedné straně disku. Čtecí zařízení pro disky blu-ray jsou vyvíjena s ohledem na kompatibilitu s CD a DVD, tj. mají umožňovat čtení všech tří typů disků.

Typy Blu-ray disků

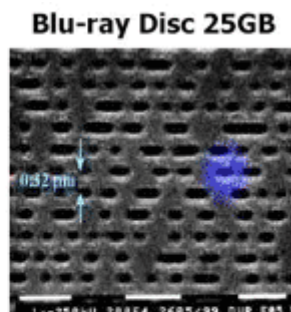
- BD-ROM – disk pouze pro čtení
- BD-R – disk k jednorázovému zápisu
- BD-RE – přepisovatelný disk



Rozestup stop: $1,6 \mu\text{m}$
 Minimální délka pitu: $0,8 \mu\text{m}$
 Hustota zápisu: $0,41 \text{ Gb / čt. palec}$



Rozestup stop: $0,74 \mu\text{m}$
 Minimální délka pitu: $0,4 \mu\text{m}$
 Hustota zápisu: $2,77 \text{ Gb / čt. palec}$



Rozestup stop: $0,32 \mu\text{m}$
 Minimální délka pitu: $0,1 \mu\text{m}$
 Hustota zápisu: $14,73 \text{ Gb / čt. palec}$

Konstrukce DVD a Blu-Ray média

