

- CD, DVD a Blu Ray -





Všichni to znáte – malé stříbrné kolečko o průměru 12 cm, které jednou pro vždy změnilo způsob záznamu přenositelných dat. CD se stalo na počátku 80. let minulého století plně digitálním nástupcem magnetického záznamu a během let devadesátých si upevnilo pozici na trhu tak, že je dodnes prakticky nenahraditelné. V oblasti hudby vydrží nejspíš ještě hodně dlouho, ale pro informační technologie přestává být jeho kapacita dostačující.

Nástupcem CD se stal v roce 1996 tzv. Digital Versatile Disk, který všichni známe pod názvem DVD. Jeho primárním úkolem bylo přinést optickou alternativu k VHS, což bylo vzhledem k nedostatečné kapacitě CD do té doby nemožné. Disk se stejnou velikostí jako CD, ovšem o mnohem vyšší hustotě záznamu, přinesl možnost uložit na DVD od 4,7GB až do 17GB dat, a to ve dvou vrstvách na obou stranách.

Specifikace	CD-ROM	DVD-ROM
Průměr disku	120 mm	120 mm
Vzdálenost drah	740 nm	1600 nm
Délka pitů	834 nm	400-440 nm
Šířka pitů	600 nm	320 nm
Hloubka pitů	110 nm	120 nm
Vlnová délka laseru	780 - 790 nm	635 - 650 nm
Numerická apertura	0,45	0,6
Max. datové přenosy při 1x	1,41 Mbps (150 kB/s)	11,08 Mbps (1385 kB/s)
Kapacita	650 / 700 MB	4,7 - 17,0 GB

Velmi důležitým faktorem pro úspěch DVD se stala zpětná kompatibilita s CD. Vzhledem k tomu, že velikost disku je stejná a rozdíl ve vlnové délce laseru není nijak velký, lze prakticky na všech DVD mechanikách a přehrávačích spouštět i CD. Pro jasnější rozdíl mezi CD a DVD jsem přiložil tabulku.

Specifikace DVD určuje celkem 4 možné konfigurace disku v závislosti na počtu záznamových vrstev a na tom, zda se jedná o jednostranné či oboustranné DVD. Zde je přehled rozdílů:

Struktura	Formát	Kapacita
 Jednostranný/jednovrstvý Single Side Single Layer	ss/SL DVD-5	4,7 GB (4,38 GB)
 Jednostranný/dvouvrstvý Single Side Dual Layer	ss/SL DVD-9	8,54 GB (7,92 GB)
 Oboustranný/jednovrstvý Double Side Single Layer	ds/SL DVD-10	9,4 GB (8,75 GB)
 Oboustranný/dvouvrstvý Double Side Dual Layer	ds/SL DVD-18	17,08 GB (15,9 GB)

Když se pájí DVD...

Klíčovým parametrem pro úspěch formátu DVD mezi počítačovými uživateli, je možnost vypalování vlastních (i nevlastních) dat. Aby to nebylo jednoduché, sešly se nám pro vypalování hned dva různé formáty a k tomu jeden černý vzadu. Stručně se na ně podívejme:

- DVD-R/RW (DVD-Recordable, DVD-ReWritable) - první zapisovací formát, se kterým přišlo oficiální konsorcium nazvané DVD Forum. Verze DVD-R 1.0 měla kapacitu 3,95 GB, ta ale poté narostla na současných 4,7 GB, je definován i dvouvrstvý zápis (DVD-R DL). Přepisovatelná média DVD-RW na tom byla zpočátku hůře s kompatibilitou (odlišný logický formát) a s odrazivostí (jen asi 15-30%), ale v současnosti je již vše bezproblémové. Přepis funguje na principu fázové změny, počet cyklů je až 1000.
- DVD+R/RW - druhý formát, označovaný jako "plusový", je založen na podobné technologii jako CD-RW a představila ho DVD+RW Alliance. Jako první byl představen právě formát DVD+RW, jehož kapacita je také 4,7 GB a celkově se od -RW příliš neliší (fázová změna, počet cyklů, občas nižší kompatibilita). DVD+R bylo představeno v roce 2002 a jako první se dočkalo reálného použití dvouvrstvého vypalování. Výrobcům optických mechanik se naštěstí podařilo "minus" a "plus" formáty technologicky sloučit.

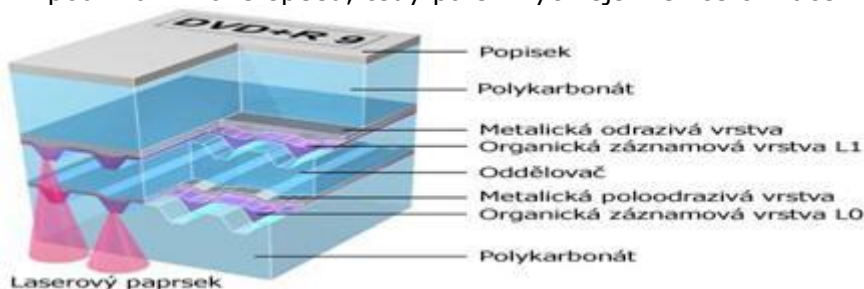
- DVD-RAM (DVD-Random Access Memory)- posledním, ne již tak běžně používaným formátem, je DVD-RAM, který byl taktéž uveden DVD Fórem. První specifikace určovala kapacitu 2,6 GB na jednu stranu média, v současnosti se používají 9,4 GB oboustranné disky. DVD-RAM je přepisovatelný formát, který sice funguje také na principu fázové změny, ale počet přepisovacích cyklů by měl být až 100 000, což z něj činí ideální zálohovací médium. DVD-RAM se prodává v ochranné cartridge, ze které se před vypalováním vyndá.

V současnosti všechny nové DVD vypalovačky podporují oba hlavní formáty, zatímco DVD-RAM vypalovačku dnes prodává jen LG. Přestože jsou na tom +R/RW a -R/RW velmi podobně, má přeci jen DVD+RW Aliance malý náskok - jako první uvedla oficiálně 16x zápis na DVD+R a dvouvrstvá média.

- Píšeme i do druhého patra

- Díky DVD+RW Alianci jsme se krátce po uvedení DVD vypalování jako takového dočkali i možnosti zapisovat dvouvrstvá média. Ve své podstatě to není příliš složité - DVD obsahuje dvě organické záznamové vrstvy (L0 a L1), které jsou odděleny jen cca 60mikronovou průhlednou vrstvou. Každá záznamová vrstva ještě obsahuje odrazivou vrstvu, která musí být u L0 polotransparentní. Zápis probíhá nejdříve do L0 od středu média k okraji, tam se zapíše kontrolní data, laser přestří do L1 a zapisuje dále, tentokrát od okrajů ke středu.

- Protože přestřování laseru není technologicky příliš složité, hlavní pozornost se soustředí na výrobce médií, kteří jsou v dvouvrstvě záznamu klíčoví. V současnosti existuje jediný typ dvouvrstvých médií - DVD+R DL (nebo-li DVD+R9) s certifikovanou rychlostí zápisu 2,4x. Vypalovačky jsou již ale rychlejší a většina známých značek používá 4x overspeed, tedy pálení rychlejší než certifikace.



Protože přestřování laseru není technologicky příliš složité, hlavní pozornost se soustředí na výrobce médií, kteří jsou v dvouvrstvě záznamu klíčoví. V současnosti existuje jediný typ dvouvrstvých médií - DVD+R DL (nebo-li DVD+R9) s certifikovanou rychlostí zápisu 2,4x. Vypalovačky jsou již ale rychlejší a většina známých značek používá 4x overspeed, tedy pálení rychlejší než certifikace.

Proč je potřeba vyšší kapacity?

Možná se někdo může zeptat, zda potřebujeme ještě více prostoru k ukládání, než máme k dispozici dnes. Odpověď je jasná - potřebujeme. A teď nemluvíme ani tak o prodeji datových nosičů typu DVD-ROM a BD-ROM, ale spíše o možnosti zálohovat a přehrávat filmy. Když si vezmete, že budete moci jeden 100 GB disk zazálohovat na pouhá dvě média, je to představa krásná.

Druhý, mnohem podstatnější bod, se týká filmového průmyslu. S rozmachem HDTV a procesorů pro dekódování HD WMV v reálném čase je potřeba mít média pro nahrávání filmů ve vysokém rozlišení. Např. HD WMV ve formátu 1080i (rozlišení 1920x1080) zkonsumuje obrovskou kapacitu a klasický BD-ROM s kapacitou 25 GB by měl pojmout

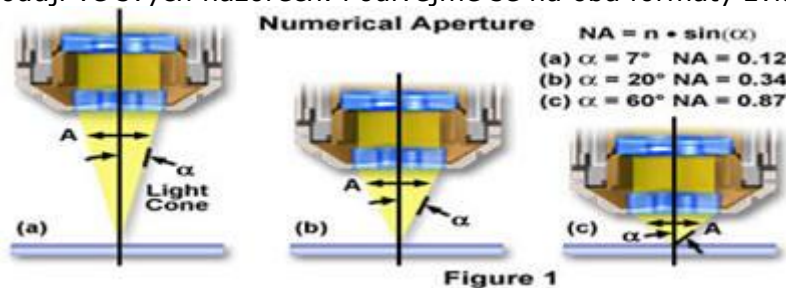
"jen" kolem 135 minut takového videa.



Třetí generace optických disků

Podobně jako tomu bylo u zapisovatelných a přepisovatelných DVD, i v případě budoucí generace optických disků mezi sebou soupeří dva různé standardy - Blu-ray a HD-DVD. Některé vlastnosti mají společné, jiné jsou naopak naprosto odlišné. Cílem jich obou ale je zvýšit kapacitu optických médií tak, aby bylo možné vypalovat desítky GB na jeden disk.

- Blu-ray a HD-DVD (High Definition DVD) se nazývají třetí generací optických médií. Jsou logickým pokračovatelem DVD např. v tom, že stále používají 12cm disk, stále se na ně zapisuje laserem, jen hustota záznamu se radikálně zvyšuje. Nejjednodušším způsobem zvýšení hustoty je zkrácení a zúžení píťů a zmenšení rozteče mezi drahami. Abychom mohli takto "miniaturizovat", potřebujeme za prvé laser o kratší vlnové délce, ale také čočku s větší numerickou aperturou.
- Numerická apertura (NA) je vlastnost týkající se čočky za zapisovacím laserem a je definovaná jako index lomu násoben sinem úhlu, který svírá zužující se laserový paprsek s kolmicí. Jinými slovy, čočka má tu vlastnost, že zaostří laserový paprsek o určité tloušťce do jednoho bodu. "Tvar" laseru je pak kónický a čím je jehlan "nižší", tím je numerická apertura vyšší. Znamená to, že Blu-ray s NA 0,85 musí zaostřovat na mnohem kratší vzdálenost než CD-ROM, jehož apertura je 0,45.
- Vlnová délka laseru u obou formátů třetí generace je 405 nm, což znamená, že má barvu modro-fialovou (zjednodušeně pak modrou). Formáty Blu-ray a HD-DVD také používají stejné médium - 120mm kolečko s dírou uprostřed. Tím ale společné vlastnosti obou formátů končí, protože oba jsou vyvíjeny jinými skupinami, které se ne úplně shodují ve svých názorech. Podívejme se na oba formáty zvlášť.



Blu-ray alias BD-ROM

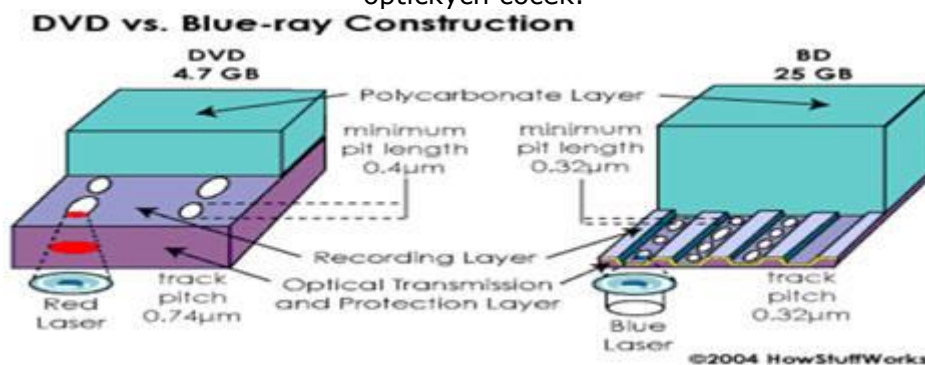
Druhý formát třetí generace se nazývá Blu-ray a byl představen v roce 2001 firmami Matsushita a Sony. Tyto dvě firmy již na začátku roku 2002 zformovaly konsorcium, které bylo nazváno Blu-ray Disk Association a do kterého dnes patří přes 70 společností z oblasti spotřební elektroniky. Hlavními členy, kteří určují směr, jakým se bude Blu-ray ubírat, jsou Dell, HP, Hitachi, LG, Mitsubishi, Panasonic, Pioneer, Philips, Samsung, Sharp, Sony, TDK, Thomson, 20th Century Fox a Walt Disney. Jak bylo již řečeno, Blu-ray používá stejnou vlnovou délku záznamového laseru jako HD-DVD, tedy 405 nm. Blu-ray Disk Association přišla s tímto způsobem zápisu dříve, a proto je formát pojmenovaný právě podle barvy laseru. Pokud se ptáte, proč zní "Blu-ray" a ne "Blue-ray", tak důvod je ten, že běžně používané názvy nelze registrovat jako ochrannou známku (což je případ druhého zmíněného).

Specifikace Blu-ray Disk jsou následující:

- Kapacita: 23,3, 25 nebo 27 GB (jednovrstvý disk)
- Vlnová délka: 405 nm (modro-fialový laser)

- Numerická apertura: 0,85
- Hloubka záznamové vrstvy: 0,1mm
 - Přenosová rychlost: 36 Mbps
 - Vzdálenost drah: 320 nm
- Délka pitu: 138, 149 nebo 160 nm
 - Průměr disku: 120mm
 - Tloušťka disku: 1,2mm
- Záznamová metoda: fázová změna
 - Modulace signálu: 1-7PP
 - Způsob zápisu: on-groove
 - Metoda adresování: wobble
- Formát videa: MPEG-2, MPEG-4 H.264/AVC a VC-1

Zásadním rozdílem oproti DVD je u Blu-ray hloubka záznamové vrstvy, která se nachází jen 0,1 mm pod povrchem média. Tato redukce byla určena z důvodu menšího zkreslení laseru, ke kterému u 0,6 mm polykarbonátu dochází. Aby bylo možné do této úrovně zaostřit, byla upravena numerická apertura na 0,85, čehož je dosaženo použitím dvojice optických čoček.



Pro BD byl dále určen tzv. on-groove způsob zápisu. Abych to vysvětlil podrobněji - celý disk obsahuje po svém obvodu spirálovitou drážku, tzv. land, která určuje dráhu laseru.

Jednotlivé dráhy jsou navzájem odděleny vyvýšeninou, která se nazývá groove (viz obrázek). Groove navíc nemá tvar přesné spirály, ale je zakřivený do sinusoidy, aby bylo možné data lépe adresovat (toto zakřivení se nazývá wobble a slouží jako orientace pro laser).

A to se dostáváme k jádru věci. Již u DVD bylo možné zaznamenávat data dvěma (včetně DVD-RAM de facto třemi) způsoby – je to in-groove, on-groove, příp. kombinace obojího.

Blu-ray využívá on-groove zápis a pitu jsou tedy vytvářeny právě na onu vyvýšeninu mezi jednotlivými drahami. Vzdálenost jednotlivých drah klesla u BD na 320 nm, takže hustota je oproti DVD více než dvojnásobná.

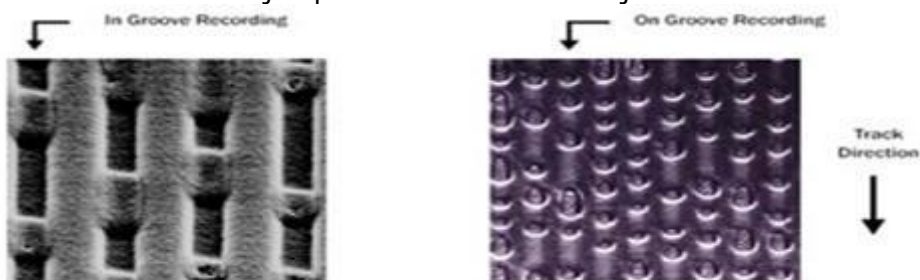


Fig. 2.2.5 SEM Photos of Recording Pits on Organic Dye-Based Optical Discs

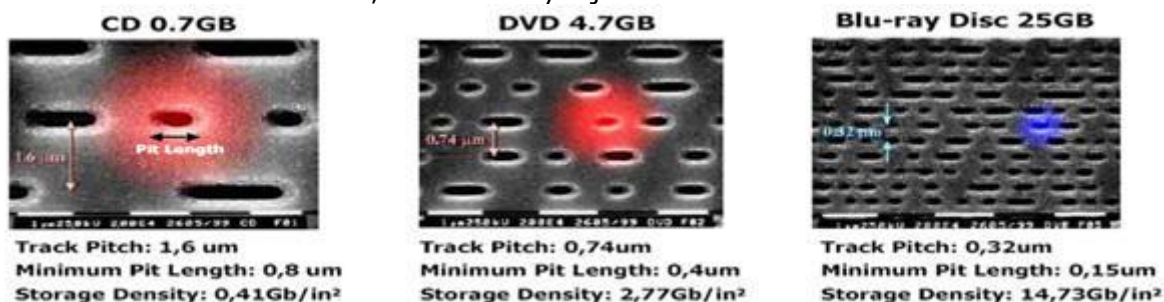
Dvakrát tři kapacity BD

Blu-ray Disk, a to je zajímavé, určuje ještě před svým příchodem na trh tři různé specifikace s rozdílnou kapacitou a délkou pitu. Kromě toho definuje i zápis na dvouvrstvý BD, což je realizováno druhou záznamovou vrstvou nacházející se 0,175 mm pod povrchem média. Znamená to, že se může Blu-ray dostat na trh teoreticky v šesti

kapacitách:

Délka pitu	160 nm	149 nm	138 nm
Délka channel bit	80 nm	74,5 nm	69 nm
Délka data bit	120 nm	111,75 nm	103,5 nm
Referenční rychlost	5,28 m/s	4,92 m/s	4,55 m/s
SL kapacita	23,305 GB	25,025 GB	27,020 GB
DL kapacita	46,610 GB	50,050 GB	54,040 GB

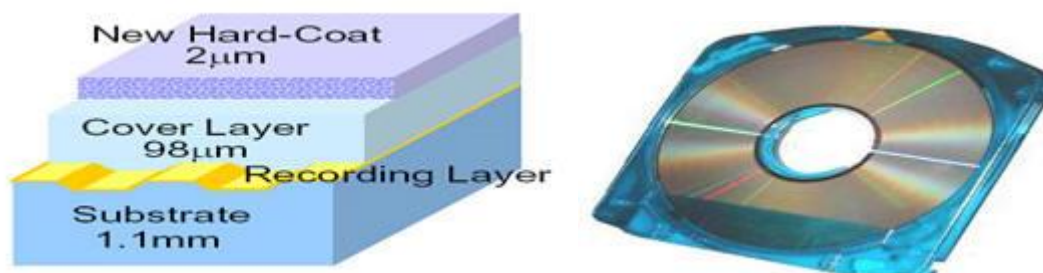
- Dvouvrstvý zápis je podobně jako u DVD+R DL realizován pomocí druhé vrstvy L1, která se nachází 75 mikronů pod první vrstvou (L0). Proto musí být vrstva L0 polopropustná pro záznamový laser, což vidíte na obrázku. Teoreticky je možné zapisovat ještě do více vrstev a již byla představena vize, že Blu-ray dokáže pojmout přes 200 GB dat.
- Okrajem bych ještě zmínil, že jsou definovány tři základní formáty Blu-ray. Je to BD-RE (Blu-ray REwritable), BD-R (Blu-ray Recordable) a BD-ROM (Blu-ray Read Only Memory). Rozdíly mezi nimi jsou ve způsobu záznamu (fázová změna, záznam na organickou vrstvu, resp. lisování), jinak se ve specifikacích neliší. Samozřejmě je jiná intenzita laseru, ale tak to bylo již u CD-R a CD-RW.



Pozor na prach a škrábance

Protože se záznamová vrstva nachází pouze 0,1mm pod povrchem média, je disk mnohem náchylnější na poškrábání a nečistoty. Stačí pak trochu prašnější prostředí nebo otisk prstu a data na daném místě by se mohla stát nečitelná. U původní specifikace BD-RE v1.0 se počítalo s nutností použít pro všechna média cartridge, která je před okolními vlivy ochrání.

Díky snahám Blu-ray Disk Association byla ale vyvinuta technologie hard-coating, která přidává na povrch tenkou, ale velmi odolnou vrstvu, díky níž nebude nutné od BD-RE v1.1, BD-R v1.0 a BD-ROM v1.0 cartridge používat. Největší podíl na této technologii má společnost TDK, která hard-coating oficiálně oznámila přibližně před týdnem.



Video ve vysokém rozlišení pro všechny

Ještě před finálním srovnáním obou formátů se podíváme na jejich hlavní výhodu, kterou je možnost ukládání High Definition videa. Za prvé je podporován klasický kodek MPEG-2, který existuje již od roku 1994 a používá se běžně na ukládání videa na DVD. Datové přenosy původní specifikace se pohybují kolem 10 Mbps a rozlišení nepřekračuje 720 x 576.

Dalším podporovaným formátem je MPEG-4, představený v roce 1998 a zajišťující ještě o něco intenzivnější kompresi než MPEG-2. MPEG-4 zahrnuje dnes známé kodeky jako je

DivX, XviD, novinkou bude komprese videa s kódovým označením H.264, nebo-li MPEG-4/AVC. Tato metoda je již velmi náročná na výkon procesoru, protože reálné dekódování vytíží klidně i 3 GHz CPU. Podporován bude také kodek VC-1.

Ovšem hlavním formáty videa, které budou pro Blu-ray a HD-DVD určeny, jsou HD WMV9 (High Definition Windows Media Video 9) a HDTV. Jejich rozlišení bude sahát až k maximálnímu 1920x1080 (1080i prokládaně nebo 1080p), příp. o něco nižšímu 1280x720 (720p), to vše při 60 snímcích za sekundu. Datový tok dá také optickým mechanikám řádně zabrat a bude se pohybovat v řádu desítek Mbps (mluví se běžně o 28 Mbps, nejvíce kolem 40-54 Mbps).