

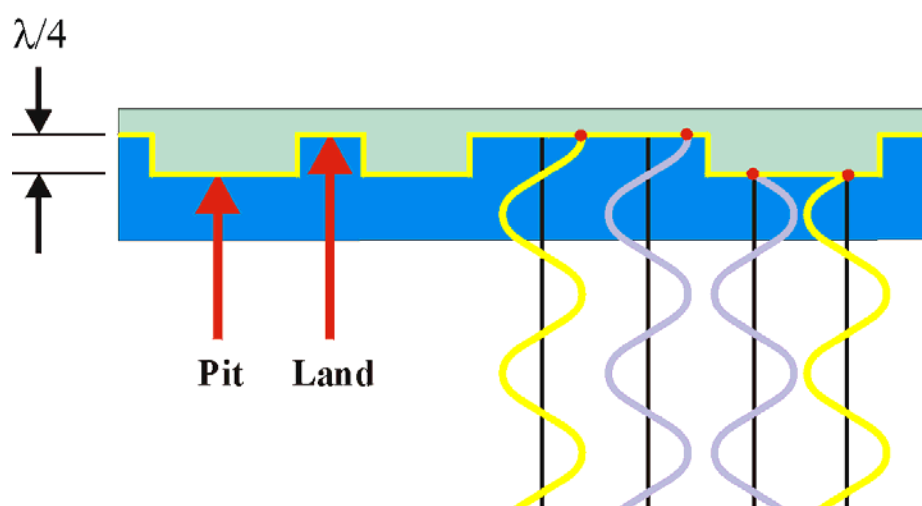
CD



1

Princip – lisované CD

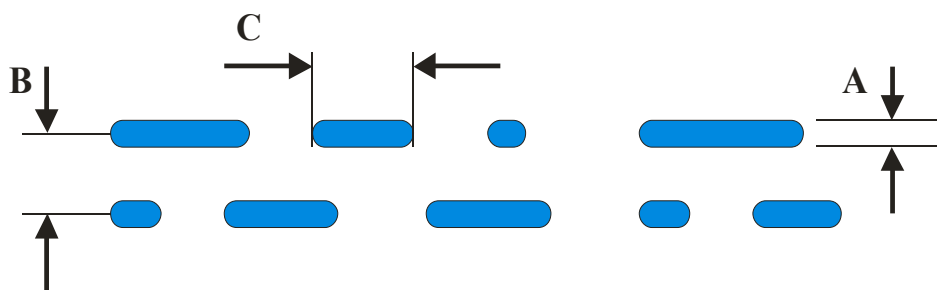
- Laser AlGaAs - $\lambda = 780 \text{ nm}$
- $n = 1.55$



2

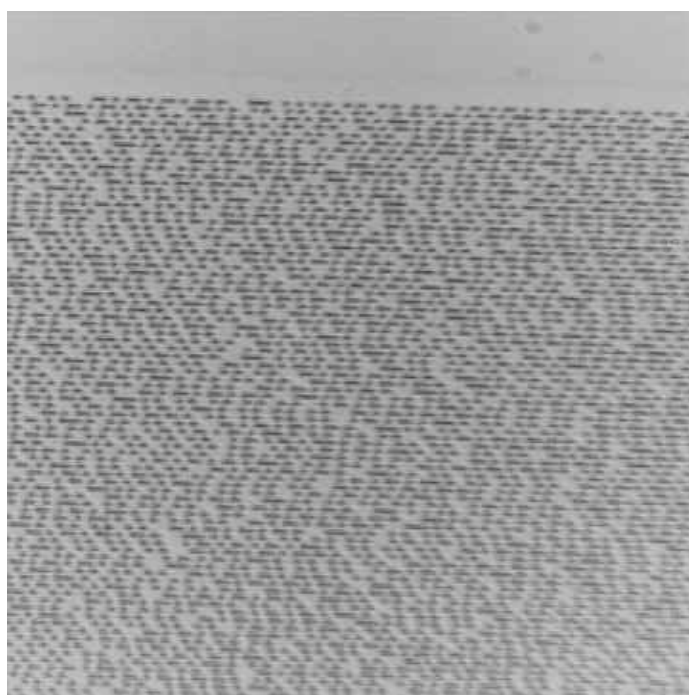
Rozměry stopy

- $A = 0.6 \text{ } \mu\text{m}$
- $B = 1.6 \text{ } \mu\text{m}$ (15875 tpi)
- $C = 0.83 - 3.3 \text{ } \mu\text{m}$



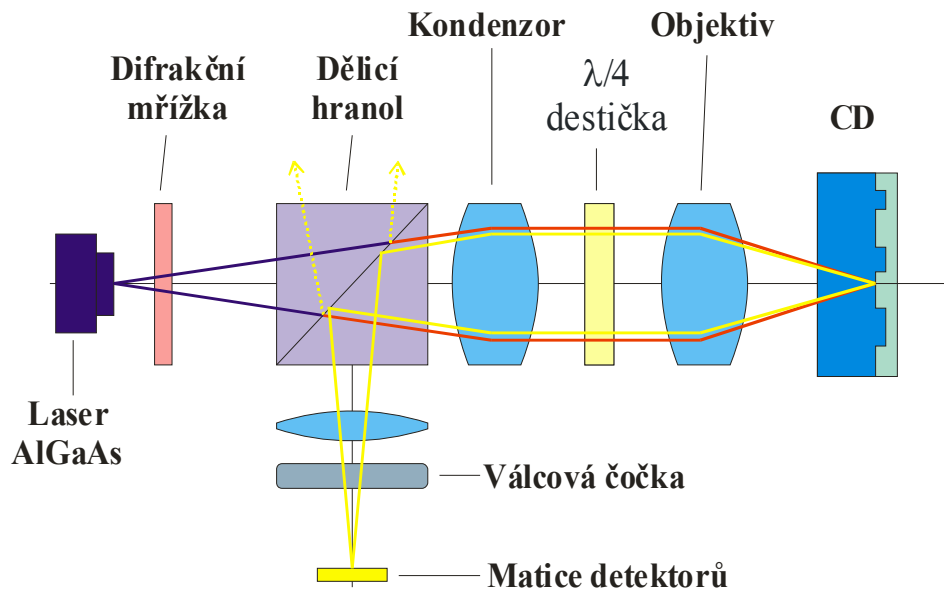
3

Povrch CD



4

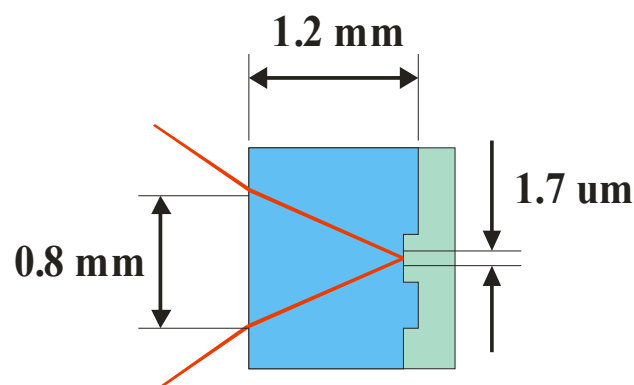
Optická hlava



5

Detail povrchu CD

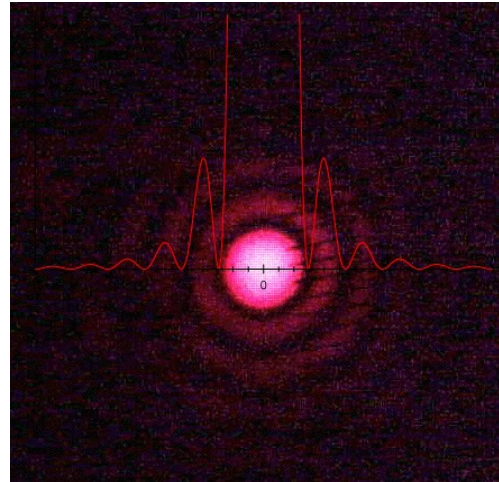
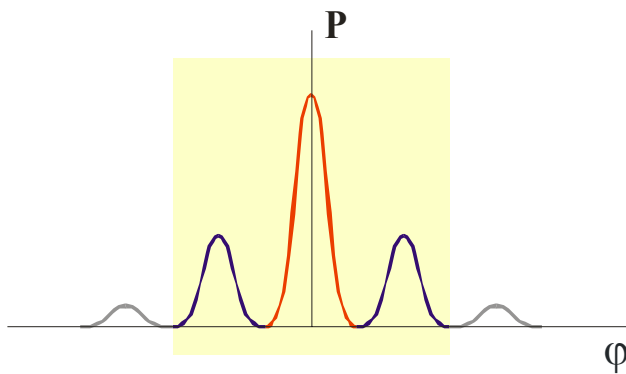
- Paprsky dopadají pod úhlem $\pm 27^\circ$.
- Průměr vstupní plochy na povrchu CD = 0.8 mm
 $\Rightarrow$ odolnost proti prachu atd.



6

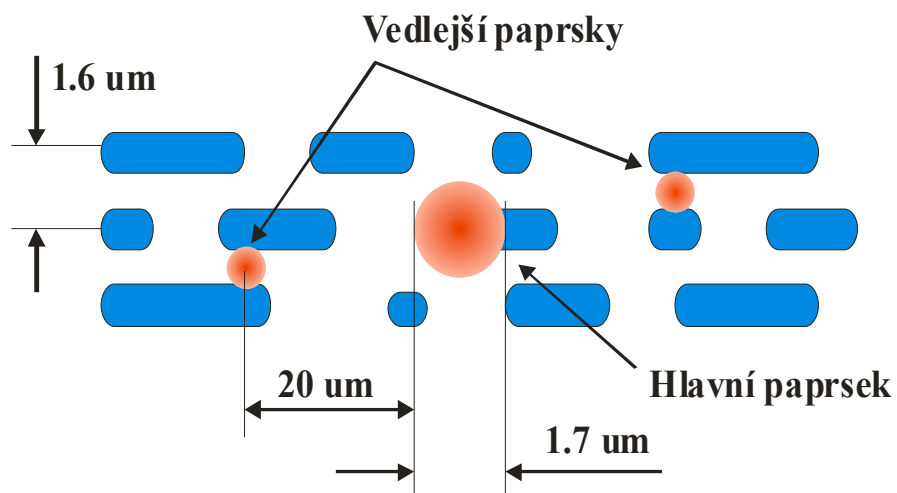
Formování paprsku

- Použije se hlavní a dva postranní paprsky:
 - Hlavní – čtení dat.
 - Postranní – vedení hlavy.



7

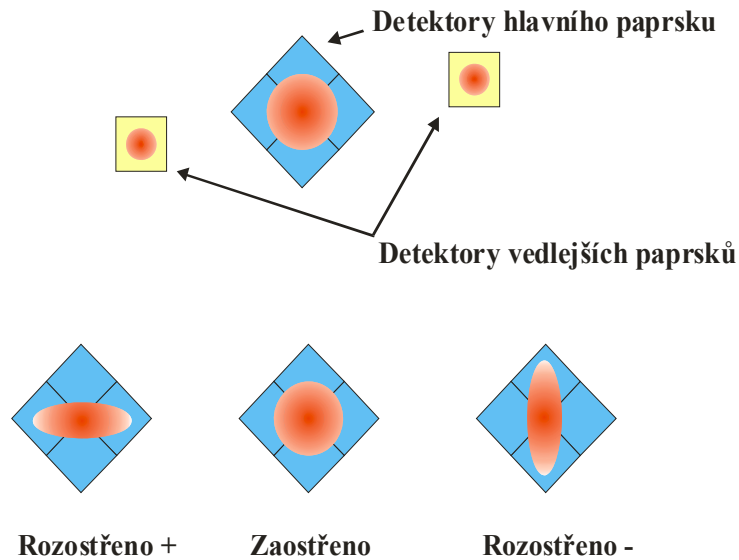
Projekce paprsků na CD



8

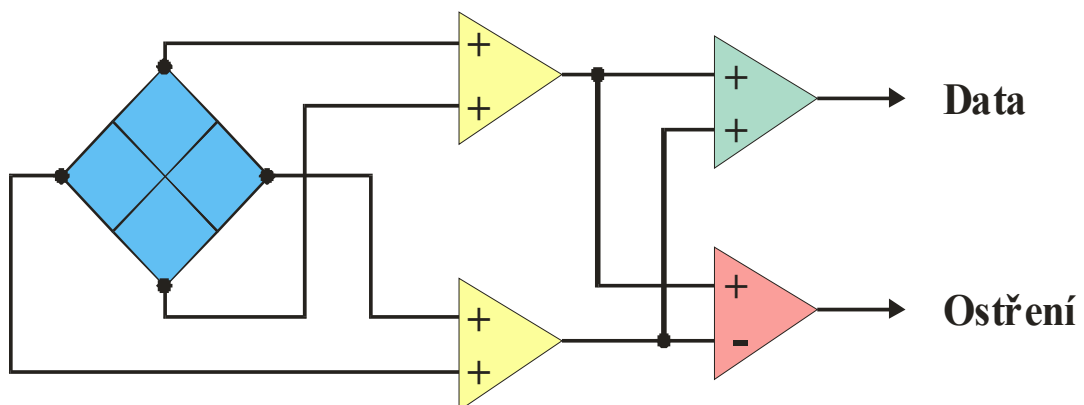
Matice detektorů

- Kromě datového signálu generuje zaostřovací a naváděcí signál.



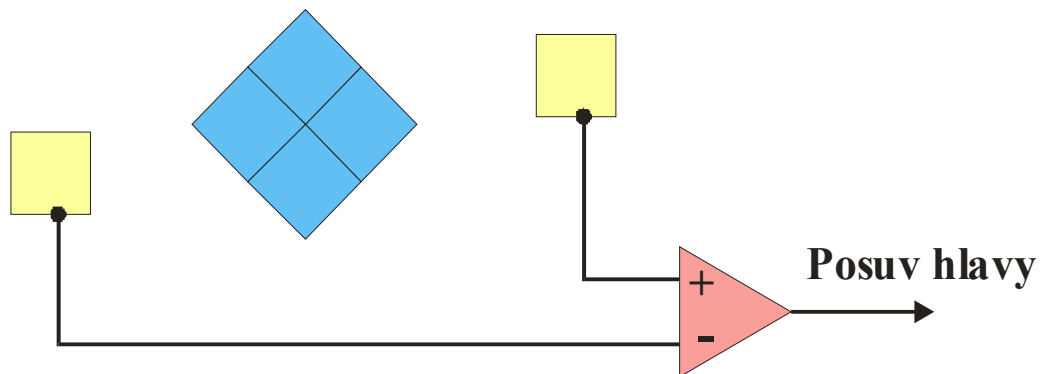
9

Propojení fotodiód v matici detektorů – data a ostření



10

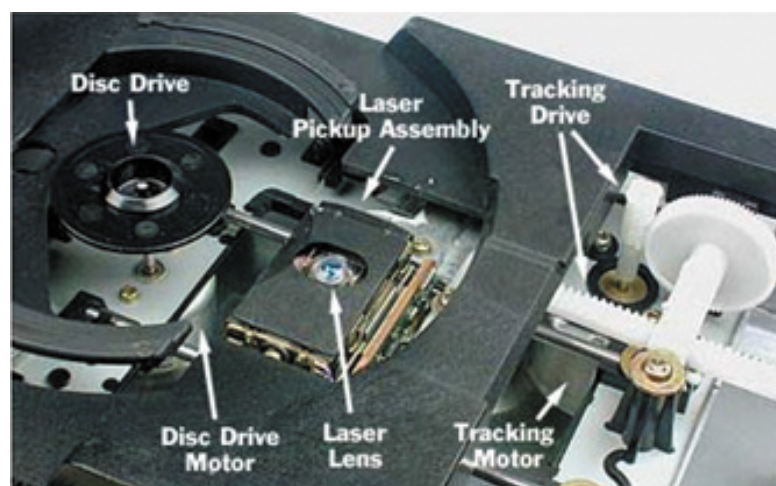
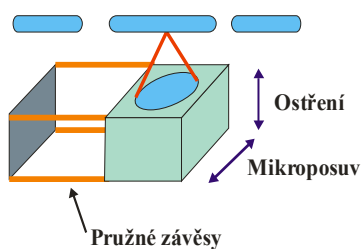
Propojení fotodiod v matici detektorů – vedení hlavy



11

Mechanická konstrukce

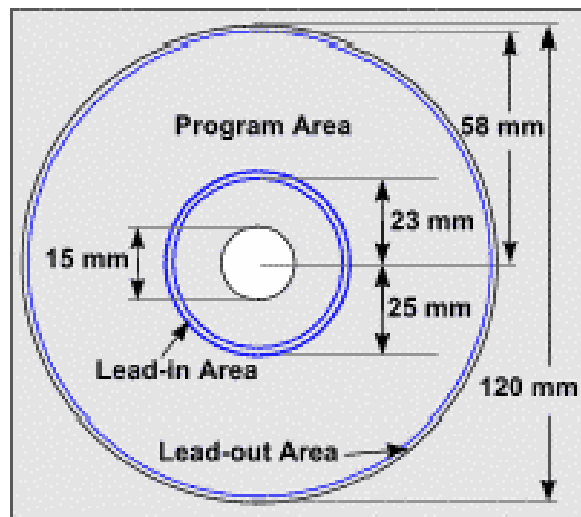
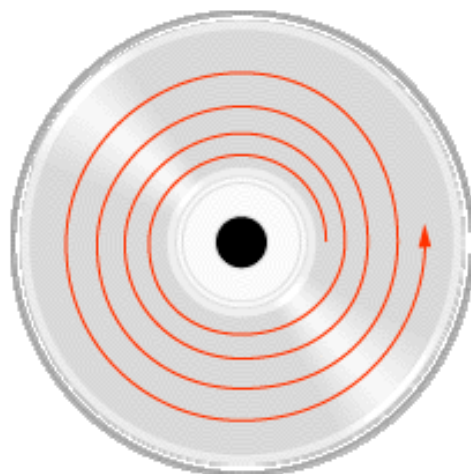
- Hrubý posuv hlavy – krokový nebo ss. motor + pohybový šroub nebo ozubená tyč.
- Jemný posuv hlavy a posuv pro ostření – sada cívek + permanentní magnety.



12

Formát dat na CD - stopa

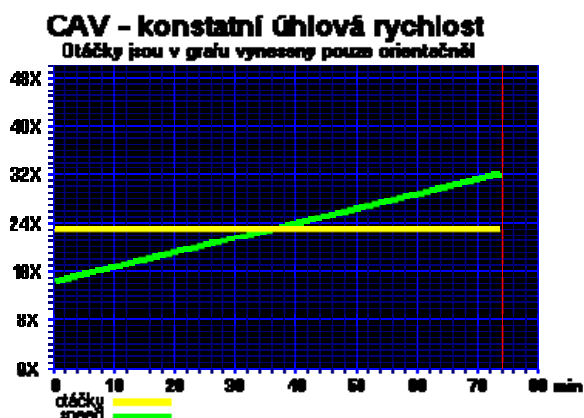
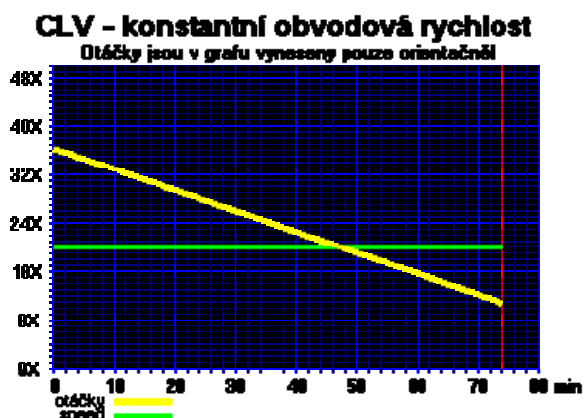
- Rychlost otáčení (1×) – 500 – 200 ot/min.



13

Rychlost otáčení CD (1)

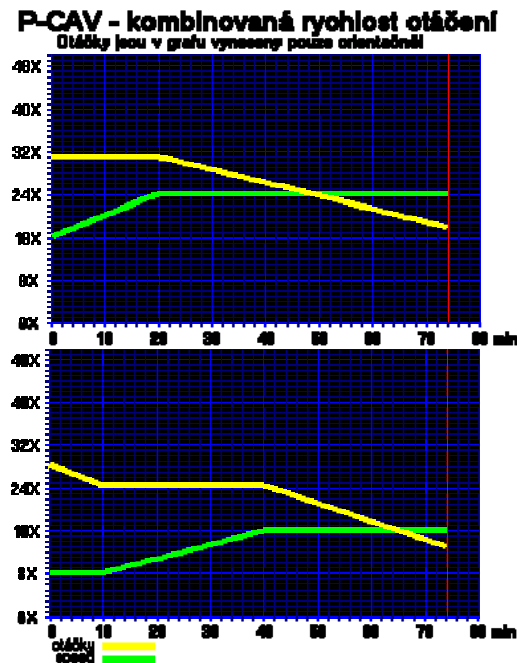
- Základní metoda je CLV (otáčky cca 200 – 500/min pro rychlost 1×).
- Pro velké rychlosti CAV $\Rightarrow$ u středu malá přenosová rychlost.



14

Rychlost otáčení CD (2)

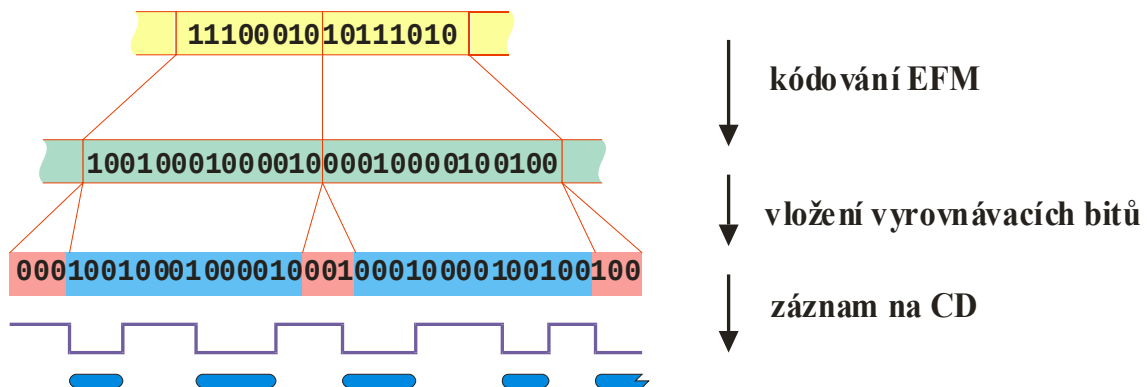
- Některé vypalovačky kombinují CAV a CLV.



15

Formát dat na CD – kódování dat

- Kód EFM (Eight to Fourteen Modulation).
- Mezi zakódované byty se vkládají 3bitové výplně.



16

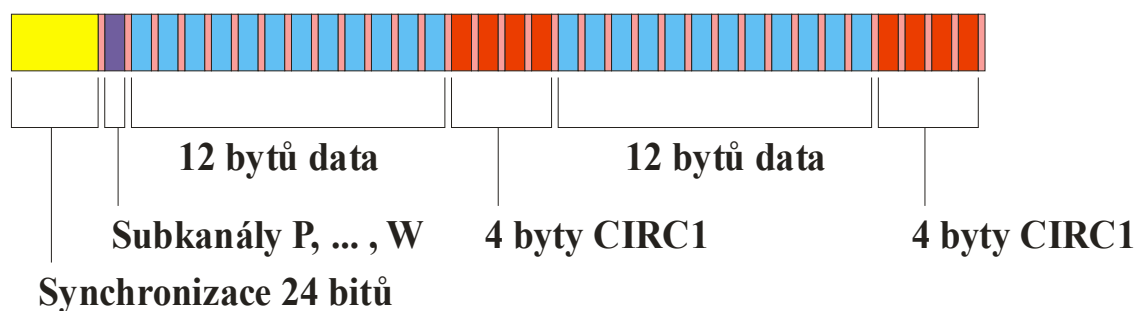
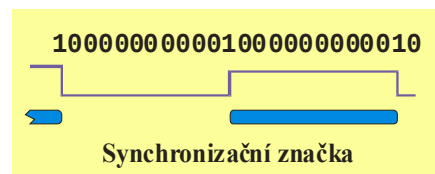
Tabulka EFM

0 :	00000000	01001000100000	64 :	01000000	01001000100100
1 :	00000001	10000100000000	65 :	01000001	10000100100100
2 :	00000010	10010000100000	66 :	01000010	10010000100100
3 :	00000011	10001000100000	67 :	01000011	10001000100100
4 :	00000100	01000100000000	68 :	01000100	01000100100100
5 :	00000101	00000100010000	69 :	01000101	00000000100100
6 :	00000110	00010000100000	70 :	01000110	00010000100100
7 :	00000111	00100100000000	71 :	01000111	00100100100100
8 :	00001000	01001001000000	72 :	01001000	01001001000100
9 :	00001001	10000001000000	73 :	01001001	10000001000100
10 :	00001010	10010001000000	74 :	01001010	10010001000100
11 :	00001011	10001001000000	75 :	01001011	10001001000100
12 :	00001100	01000001000000	76 :	01001100	01000001000100
13 :	00001101	00000001000000	77 :	01001101	00000001000100
14 :	00001110	00010001000000	78 :	01001110	00010001000100
15 :	00001111	00100001000000	79 :	01001111	00100001000100
16 :	00010000	10000001000000	80 :	01010000	10000001000100
17 :	00010001	10000010000000	81 :	01010001	10000010000100
18 :	00010010	10010010000000	82 :	01010010	10010010000100
19 :	00010011	00100000100000	83 :	01010011	00100000100100
20 :	00010100	01000010000000	84 :	01010100	01000010000100
21 :	00010101	00000010000000	85 :	01010101	00000010000100
22 :	00010110	00010010000000	86 :	01010110	00010010000100

17

Formát dat na CD – rámce

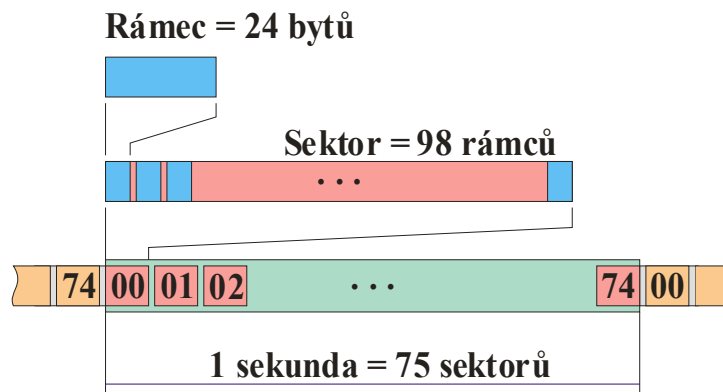
- Synchronizační značka,
- 8×1 bit subkanálů P, Q, R, S, T, U, V, W,
- 24 datových bytů,
- 8 bytů ECC (CIRC1).



18

Formát dat na CD - Sektory

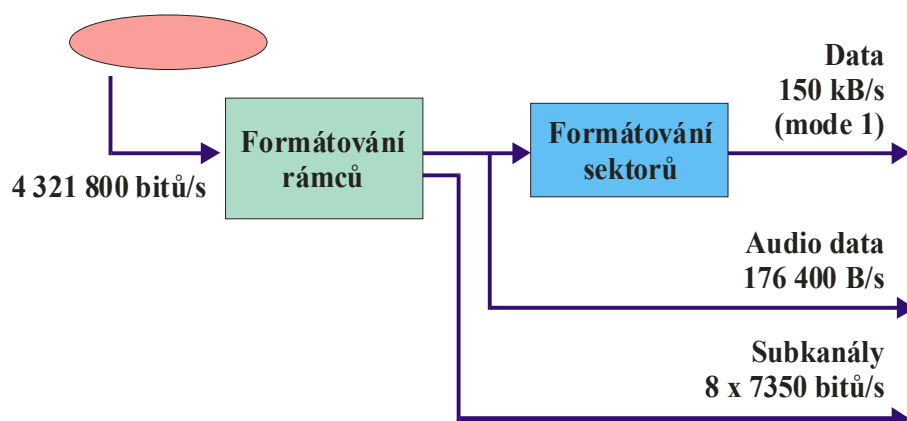
- Sektory se používají jen u datových CD.
 - 98 rámců = 1 sektor.
 - 75 sektorů = 1 sekunda.



19

Datový tok Audio CD / Datové CD

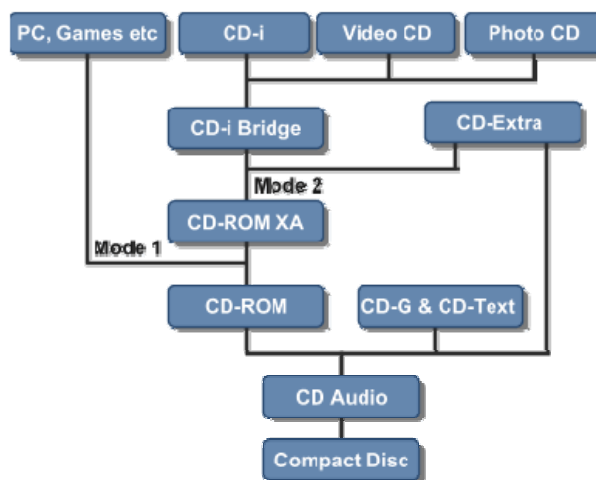
- Audio CD – nemá (explicitní) formátování sektorů.
 - Základní přenosová rychlost je $44\,100 \times 2 \times 2 = 176\,400$ B/s (= cca 172.2 kB/s).
- Datové CD – 98 rámců = sektor.



20

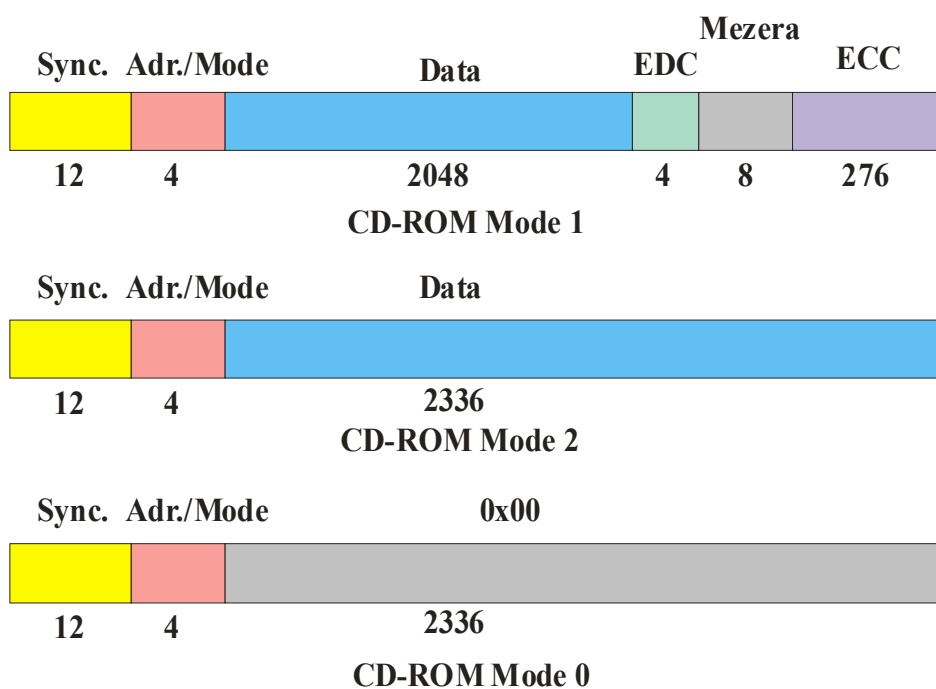
Hlavní formáty datových CD

- **CD-DA** – audio CD.
- **CD-ROM** – lze kombinovat audio (CD-DA) a datové (CD-ROM) stopy (track), nelze kombinovat data/audio v 1 stopě.
- **CD-XA** – lze kombinovat data/audio sektory v 1 stopě (audio má jiný formát než Audio CD).



21

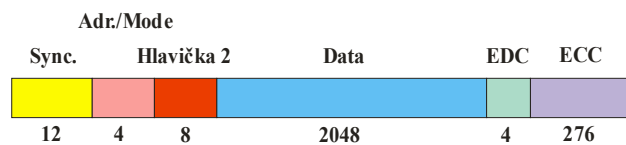
Formáty sektorů CD-ROM



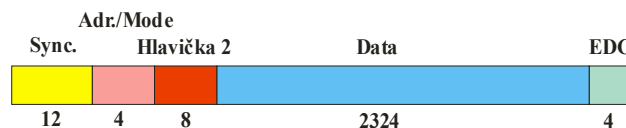
22

Formáty sektorů CD-XA

- CD-XA dovoluje míchat v 1 stopě sektory několika souborů a logických kanálů.
- Z disku může být „paralelně“ čteno několik kanálů.
- Formát hlavičky 2 (4 byty, v hlavičce se 2 × opakují):
 1. identifikace souboru,
 2. identifikace logického kanálu,
 3. typ sektoru (data, ADPCM audio, video, ...),
 4. detailnější specifikace typu sektoru (typ kódování ADPCM, ...).



CD-XA Mode 1 Form 1



CD-XA Mode 2 Form 2

23

Formát hlavičky sektorů CD-ROM a CD-XA

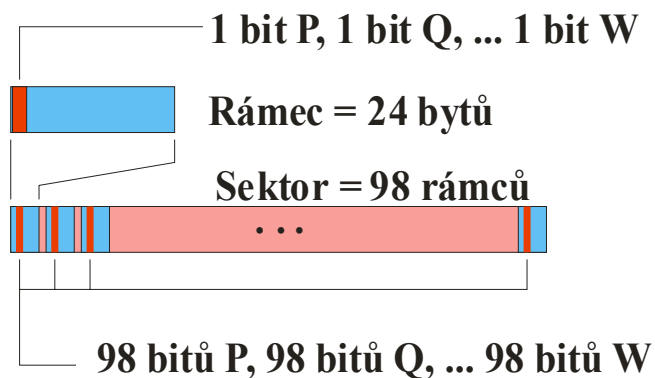
- Minuta, Sekunda, Frame (= sektor !) – adresa sektoru (BCD číslice).
 - Minuta = 00 – 73 (79, ...),
 - Sekunda = 00 – 59,
 - Frame = 00 – 74.
- Mode – formát sektoru.



24

Subkanály

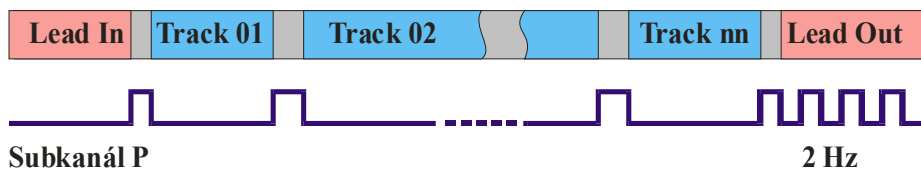
- Využívají se jen subkanály P a Q.



25

Formát subkanálu P

- Obsahuje pouze informaci pro ovládání audio výstupu (track – mezera).



26

Formát subkanálu Q

- Má několik různých formátů (mode):
 - Mode 1 – adresování (min. 90% bloků):
 - CTRL – copy prot./unprot.,
 - TNO – číslo stopy (Track No.),
 - Index – adresa „Index“,
 - Min, Sec, Frame – relativní adresa sektoru,
 - AMin, ASec, AFrame – absolutní adresa sektoru.
 - Mode 2 – UPC/EAN číslo disku,
 - Mode 3 – ISRC – International Standard Recording Code (kódové číslo tracku).
- Subkanál Q v Lead In obsahuje TOC (Table Of Content) – adresy začátku jednotlivých stop (track).

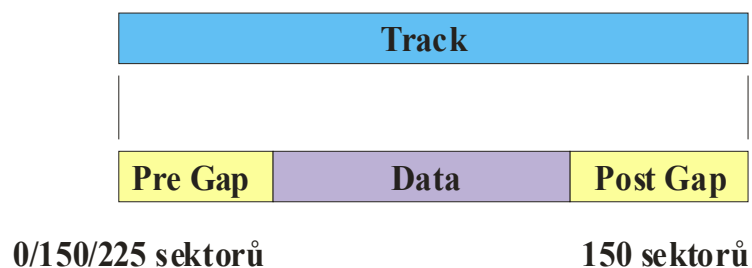
S0	S1	CTRL	Mode	TNO	Index	Min	Sec	Frame	00	AMin	ASec	AFrame	CRC
----	----	------	------	-----	-------	-----	-----	-------	----	------	------	--------	-----

Subkanál Q Mode 1

27

Formát stopy (track)

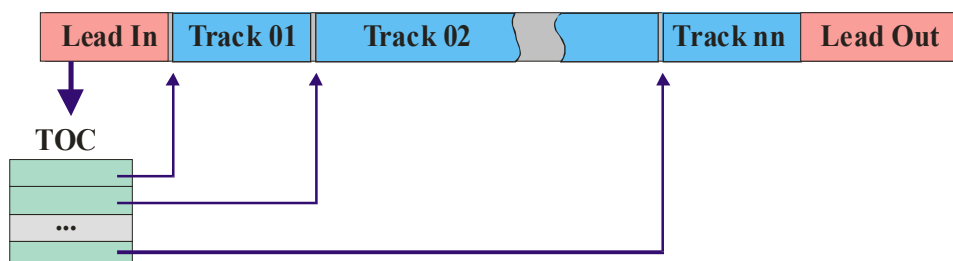
- Na disku 1 nebo více stop:
 - na začátku je Pre Gap různé délky,
 - na konci Post Gap.



28

Formát disku

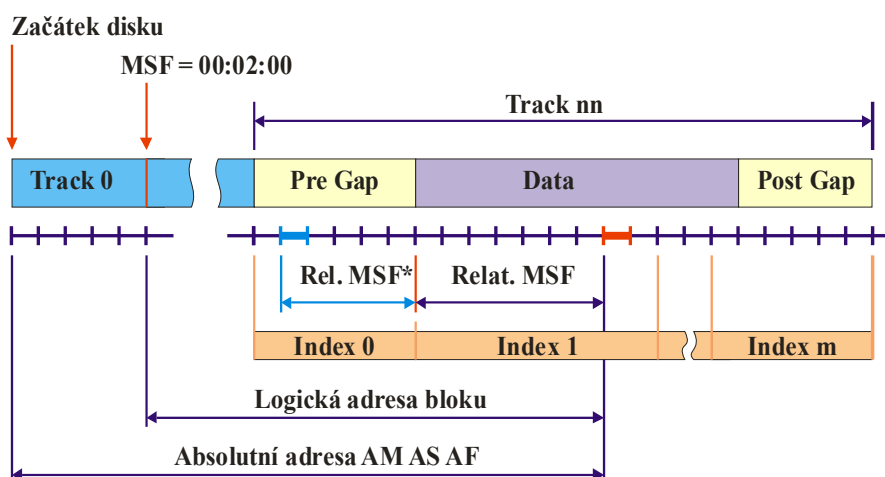
- Na disku 1 nebo více (max. 99) stop.
 - Na začátku je Lead In (Track 00), v subkanálu Q je TOC.
 - Na konci Lead Out (Track AA).



29

Adresování sektorů na CD

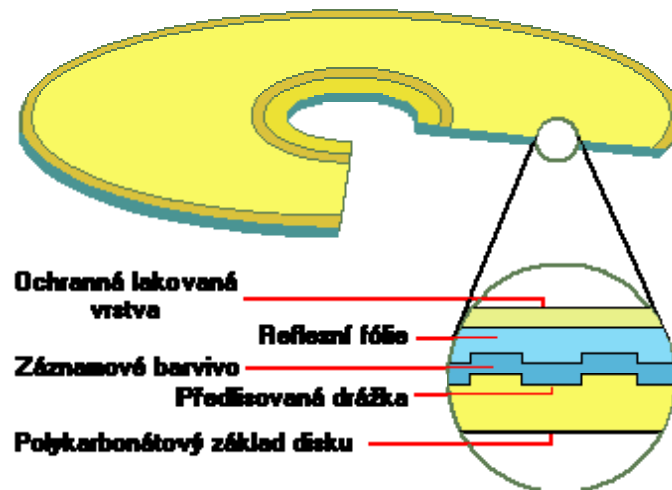
- V subkanálu Q a v hlavičce disku je několik typů adresy:
 - Absolutní MSF (Minute, Second, Frame) adresa.
 - Relativní MSF adresa (v Pre Gap je záporná).
 - Index – Pre Gap je Index 0, jinak je libovolný.
- Na vyšší úrovni se používá logická adresa sektoru, případně adresa bloku (velikost 0.5 kB).



30

CD-R – technologie zápisu (1)

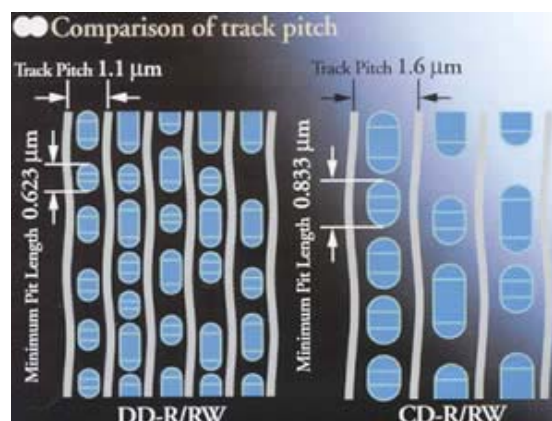
- K záznamu se používá změna vlastností organického barviva (cyanine, phthalocyanine) při ohřevu laserem.



31

CD-R – technologie zápisu (2)

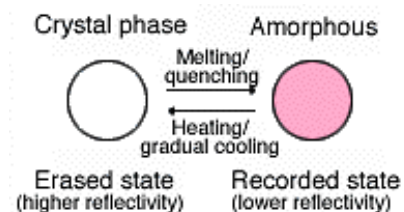
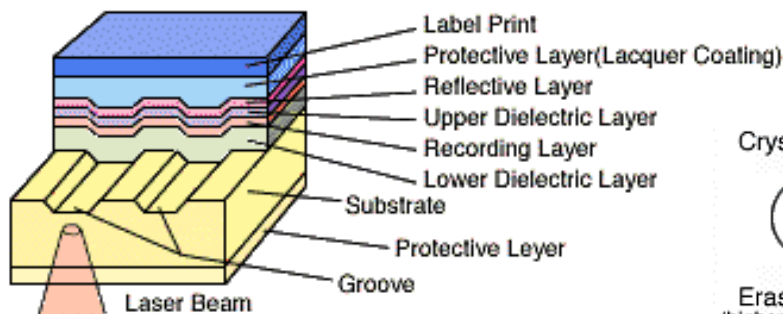
- Čistý (nenahraný) disk má vylisovanou drážku pro vedení hlavy (Pregroove).
- Drážka je zvlněná (wobbled, 22.05 kHz) – zvlnění je použito ke generování hodin pro zápis.
- Zvlnění je frekvenčně modulováno – obsahuje zakódovaný čas ATIP (Absolute Time In Pregroove) a údaje o disku (kapacita, výrobce, ...).



32

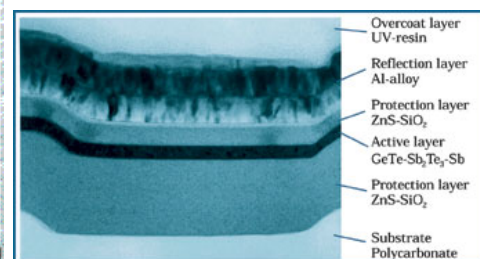
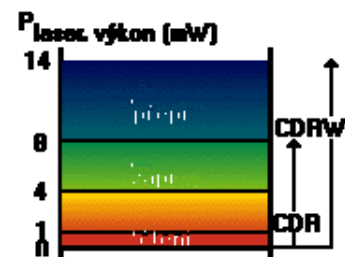
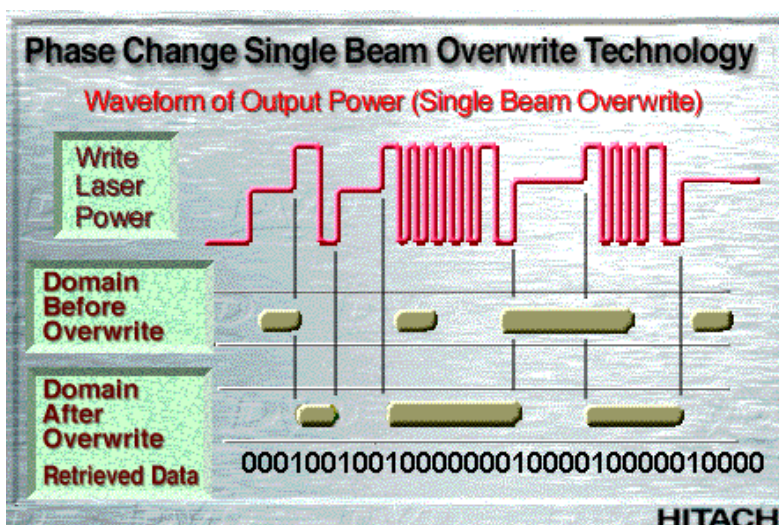
CD-RW – technologie zápisu (1)

- K záznamu se používá změna stavu (krystalický $\leftrightarrow$ amorfní) záznamového materiálu:
 - Rychlý ohřev na vysokou teplotu (cca. 600° C) amorfní stav.
 - Pomalý ohřev na nižší teplotu (cca 200° C) $\rightarrow$ krystalický stav.
- Záznamový materiál: např. Ag-In-Sb-Te nebo GeTe-Sb₂Te₃-Sb.



33

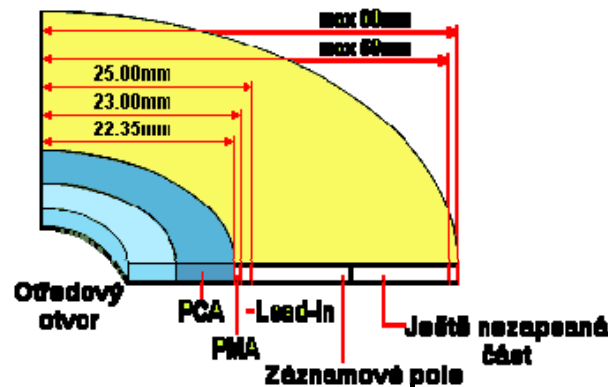
CD-RW – technologie zápisu (2)



34

CD-R – formát

- Formát disku CD-R a CD-RW
 - PCA (Pulse Calibration Area) – před zápisem se na ní zkouší zápis různým výkonem → určí se optimální výkon.
 - PMA (Programm Memory Area) – používá se k dočasnému uložení TOC.



35

CD-R – Single a Multi Session

- **Single Session** – celý disk se nahraje najednou.
- **Multi Session** – nahrává se postupně. Každá session má svůj Lead In a Lead Out. TOC se zapisuje do PMA. Po „zavření“ disku se zapíše definitivní TOC.



Single Session



Session 1

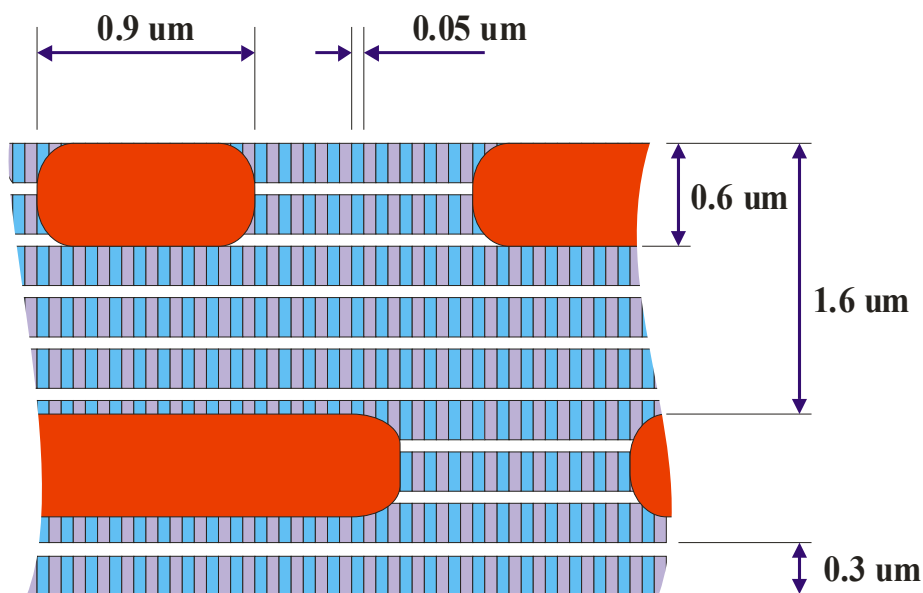
Session 2

Session 3

Multi Session

36

Porovnání hustoty záznamu CD a HD

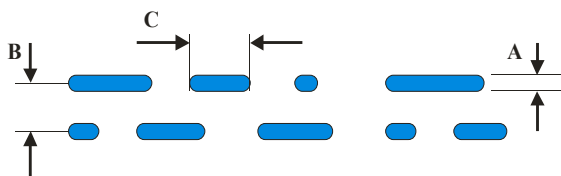


CD vs. HD 80 Gb/in²

37

DVD

- Princip stejný jako CD/CD-R/CD-RW.
- Menší rozměr pitů a rozteč stop.
- Menší λ .



	CD	DVD
B	$1.6 \mu\text{m}$	$0.74 \mu\text{m}$
C	$0.83 \mu\text{m}$	$0.44 \mu\text{m}$
λ	780 nm	650 (635) nm
Základní rychlost	150 kB/s	1375 kB/s
Kódování	EFM	8 → 16
Otáčení	CLV (CAV)	CAV

38

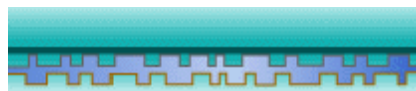
DVD - fyzický formát (1)

- Záznam na jedné nebo dvou stranách.
- Záznam v jedné nebo dvou vrstvách.

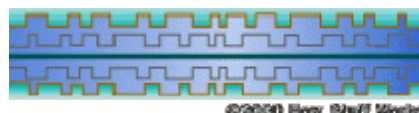
Single-sided, single layer (4.7GB)



Single-sided, double layer (8.5GB)

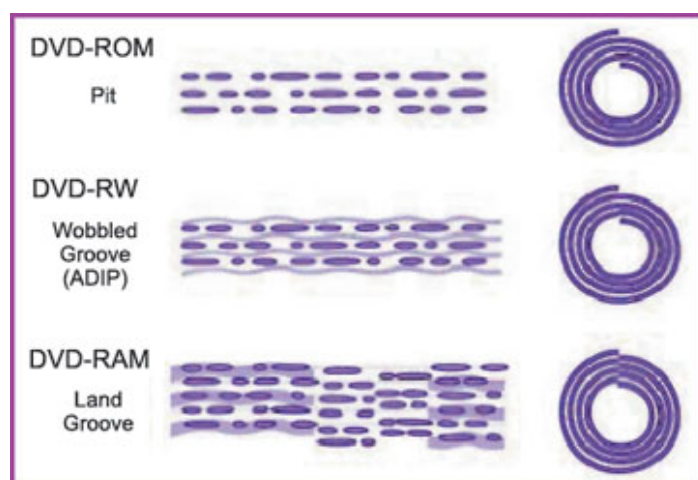


Double-sided, double layer (17GB)



39

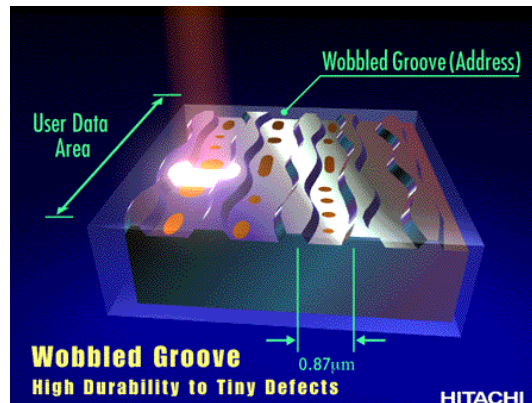
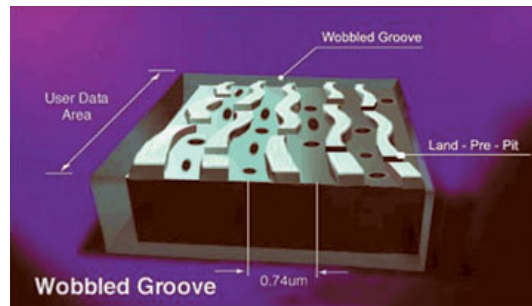
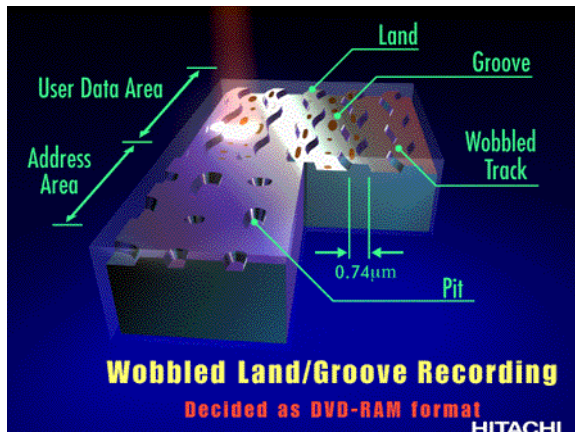
DVD - fyzický formát (2)



40

DVD - fyzický formát (3)

Několik vzájemně
slučitelných i
neslučitelných formátů:



41

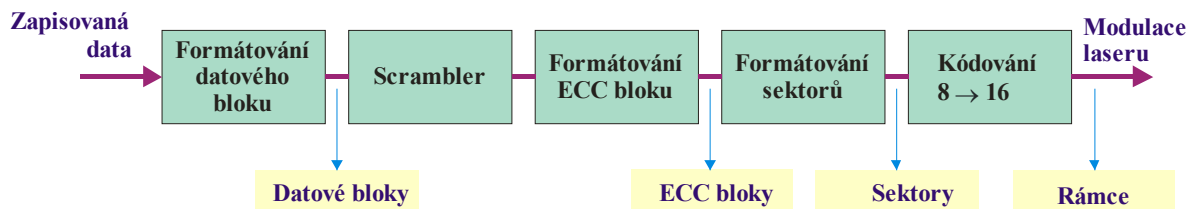
Formáty DVD

Používá se několik obtížně slučitelných (i fyzicky) formátů:

- DVD-Video – může mít 2 strany × 2 vrstvy $\Rightarrow$ 17 GB.
- DVD-Audio
- DVD-ROM – podobný fyzický formát jako Video, navíc File system.
- DVD-RAM – dovoluje náhodný přístup k datům, nepřenosný.
- DVD-R – částečně neslučitelné verze DVD-R(A) a DVD-R(G)
- DVD-R/RW – sekvenční přístup, 4.7 GB.
- DVD+R/RW – 4.7-8.54 GB (jednostr./dvoustr.), záznam podle UDF.

42

Příklad kódování – DVD-R (1)

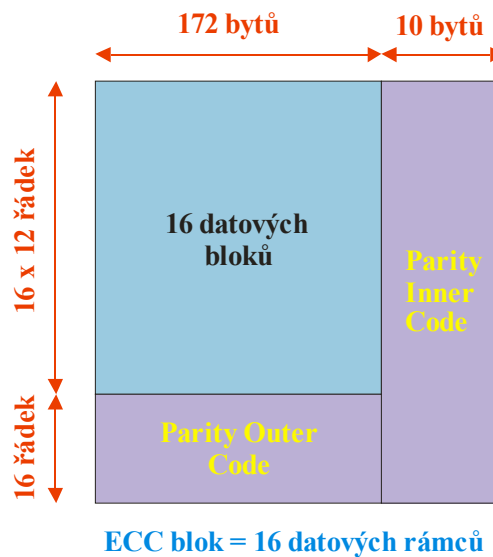
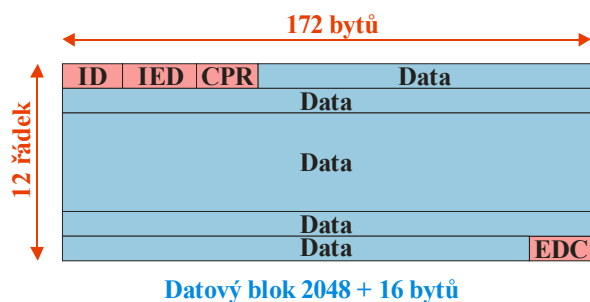


43

Příklad kódování – DVD-R (2)

- 2048 bytů dat + hlavička + EDC se složí do datového bloku.
- 16 datových bloků + ECC se složí do ECC bloku.

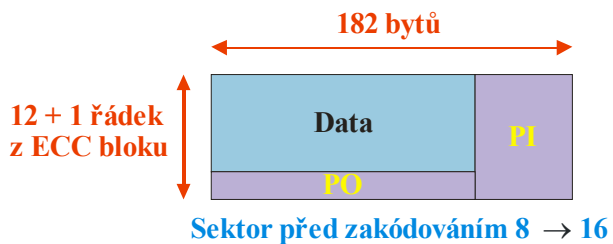
– Data = 12 řádek × 172 bytů.



44

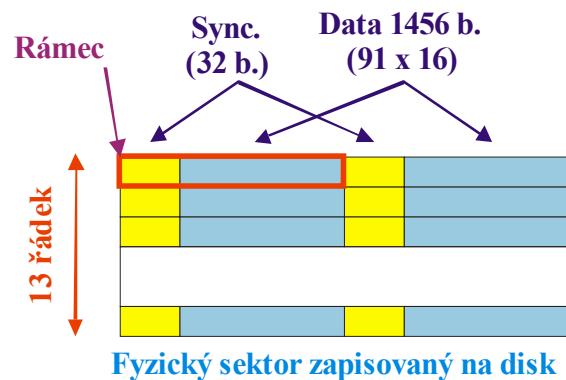
Příklad kódování – DVD–R (3)

- 12 + 1 řádka z ECC bloku = 1 sektor.



- Sektor se po rámcích zakóduje kódem 8 → 16 a doplní 32 bitovou synchronizací.

- Rámec = 91 nezakódovaných bytů.



45

Příklad kódování – DVD–R (4)

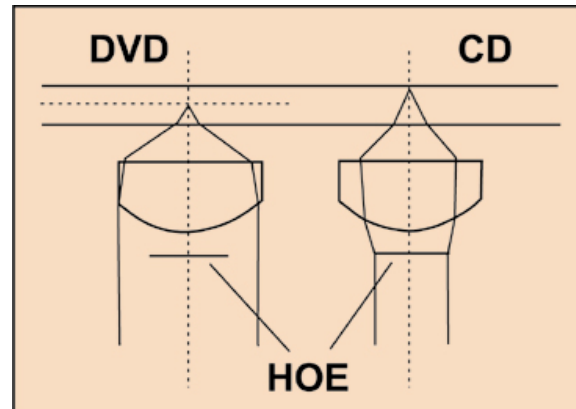
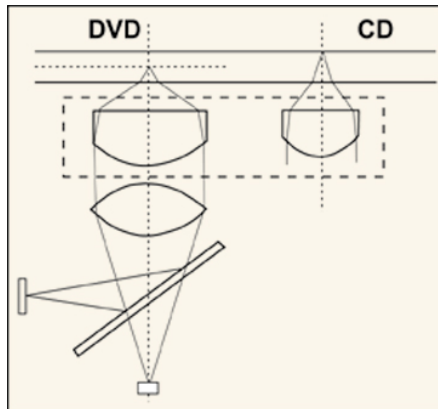
- Základní adresování na DVD –R:
 - Číslo ECC bloku.
 - Číslo sektoru.



46

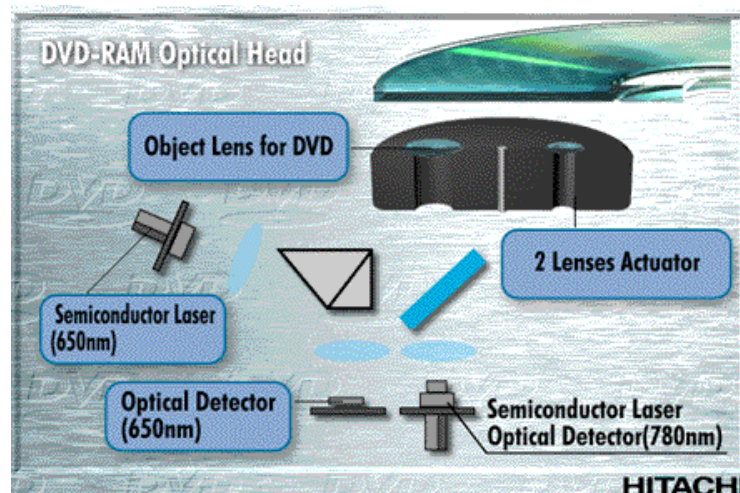
Kombinovaná jednotka CD/DVD (1)

- Dvě možné konstrukce:
 - Samostatný systém pro CD a DVD.
 - Systém s dvouohniskovou optikou.



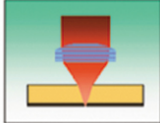
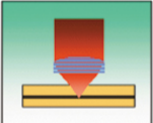
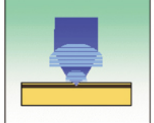
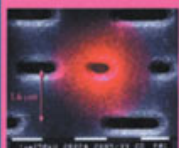
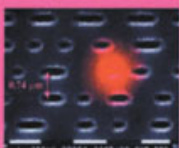
47

Kombinovaná jednotka CD/DVD (2)



48

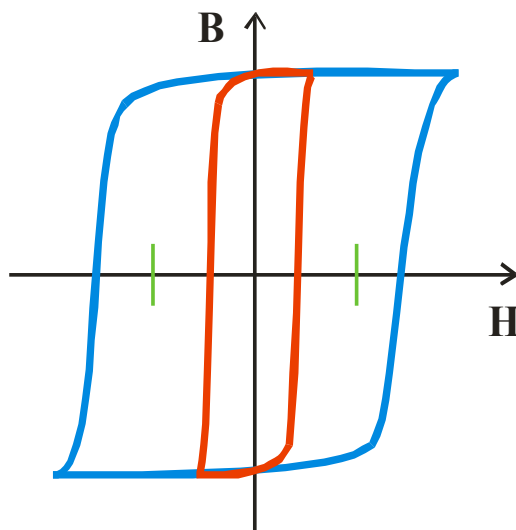
„Modrý disk“

CD	DVD	BD
		
1 st generation Audio 0.7 GB 1X: 1.2 Mb/s $\lambda = 780 \text{ nm}$ NA = 0.45 1.2 mm substrate	2 nd generation SD Video 4.7 GB 1X: 11 Mb/s $\lambda = 650 \text{ nm}$ NA = 0.60 0.6 mm substrate	3 rd generation HD Video 27 GB 1X: 36 Mb/s $\lambda = 405 \text{ nm}$ NA = 0.85 0.1 mm substrate
		

49

Magnetooptický záznam (1)

- Fyzikální princip: Zúžení hysterezní smyčky při ohřátí mag. materiálu (např. Tb-Fe-Co).



50

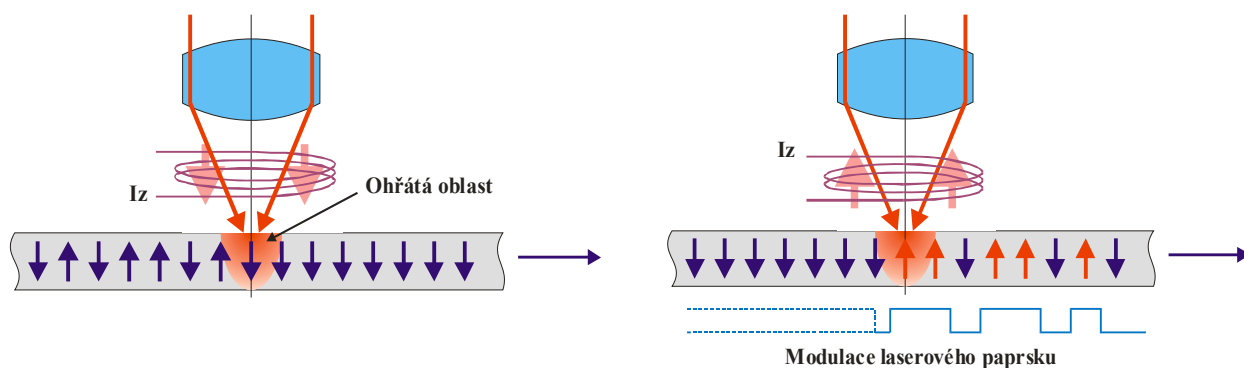
Magnetooptický záznam (2)

lubricant	
Protection layer (10 nm)	Carbon
Recording layer (40 nm)	TbFeCo
Protection layer (5 nm)	Carbon
Underlayer (10 nm)	NiP
Adhesive layer (10 nm)	SiN
Substrate	Glass

51

Magnetooptický záznam - zápis

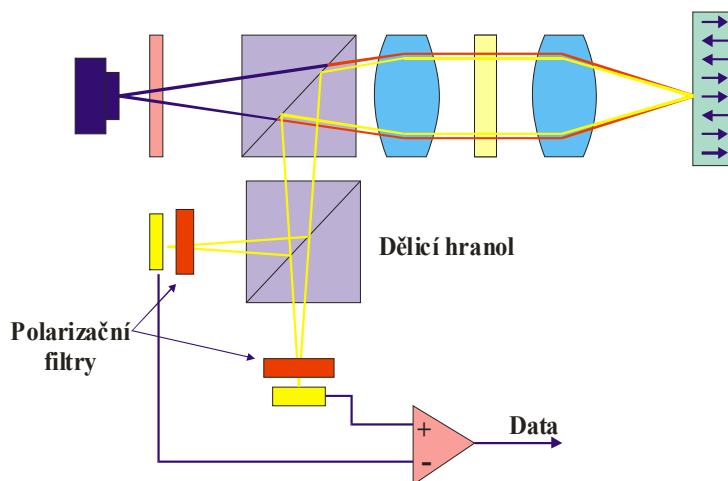
- Zápis dat
 - Mazání – laser není modulován (obr. vlevo).
 - Zápis – laser je modulován podle dat (obr. vpravo).
- Proud cívkou je při mazání opačný než při záznamu, není modulován.



52

Magnetooptický záznam - čtení

- Čtení dat
 - Provádí se opticky.
 - Využívá Kerrův jev.



53

Parametry MO disku

MO disk Fujitsu:

- Zdokonalené vícevrstvé médium – nevyžaduje mazání - zápis,
- bitový interval cca. $0.4 \mu\text{m}$,
- kapacita 3.5" disku cca. 1.3 GB.

54