

Zobrazovací jednotky

1

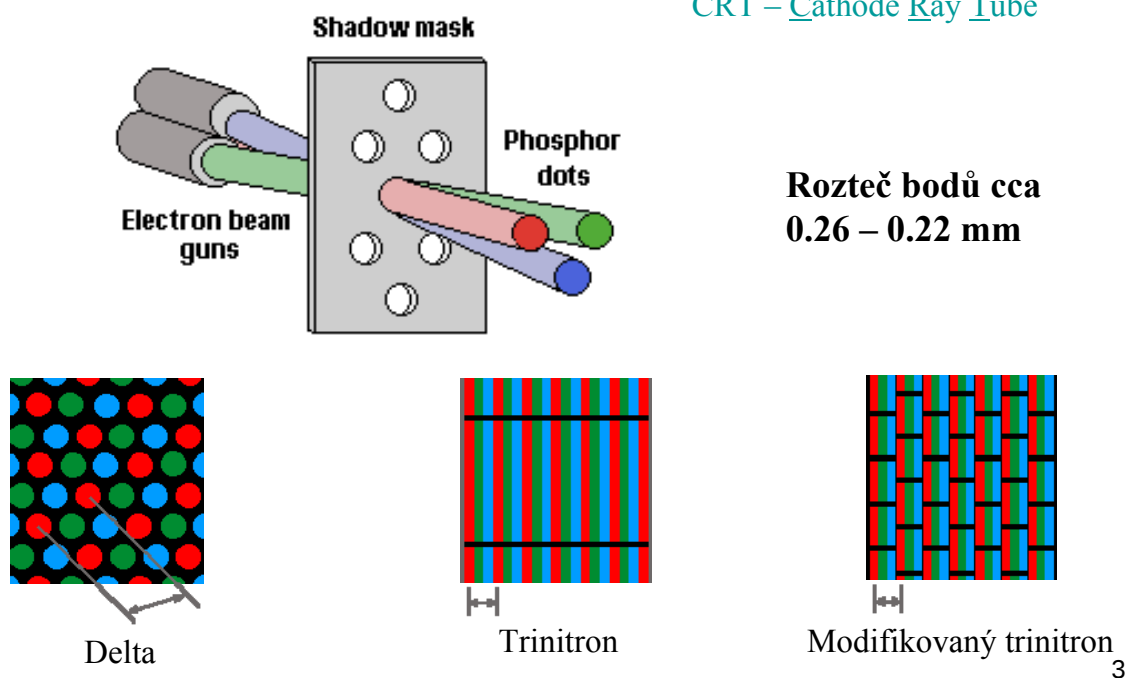
Základní dělení

- Podle principu zobrazování:
 - S katodovou obrazovkou,
 - LCD,
 - Plazmové,
 - Elektroluminiscenční,
 - Elektrochemické,
 - ...
- Podle způsobu činnosti:
 - Rastrové,
 - Vektorové.

2

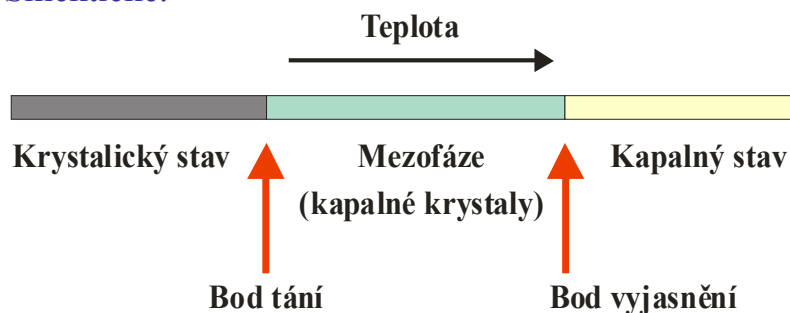
Katodová obrazovka

CRT – Cathode Ray Tube



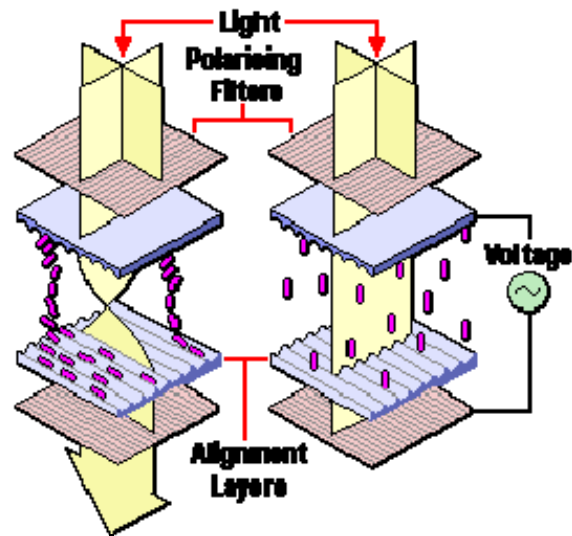
Kapalné krystaly

- Kapalné krystaly:
 - Organické látky s tyčinkovitým tvarem molekul.
 - Přejchod z krystalického do kapalného stavu přes mezofázi.
 - V mezofázi jsou krystaly volně pohyblivé.
- Několik různých uspořádání:
 - Cholesterické.
 - **Nematické.**
 - Smectické.



Princip LCD displeje

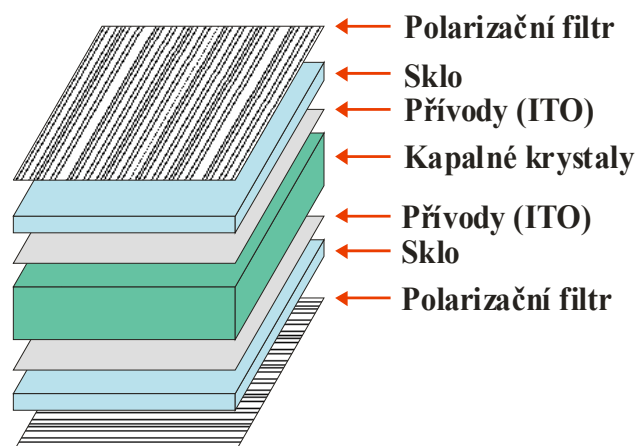
- Princip LCD displeje:
 - Nematická struktura stáčí rovinu polarizace procházejícího světla.
 - V elektrickém poli se změni orientace molekul $\Rightarrow$ změni se rovina polarizace.



5

Konstrukce LCD displeje (1)

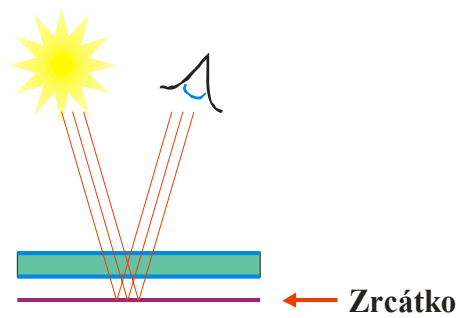
- Konstrukce LCD displeje:
 - Tenká vrstva krystalů mezi dvěma elektrodami.
 - Materiál elektrod ITO (Indium Tin Oxide = $\text{In}_2\text{O}_3 + \text{SnO}_2$).



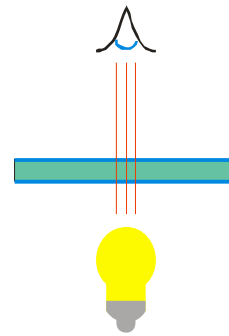
6

Konstrukce LCD displeje (2)

- Reflexní provedení – využívá okolní světlo.
- Transmisní provedení – potřebuje zadní osvětlení (LED, CCF (Cold Cathode Fluorescent lamp), EL (Electro Luminiscent lamp)).



Reflexní provedení

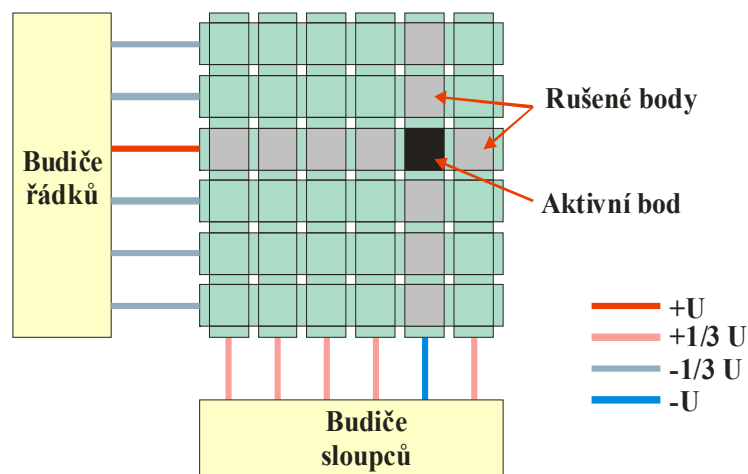


Transmisní provedení

7

Konstrukce LCD displeje (3)

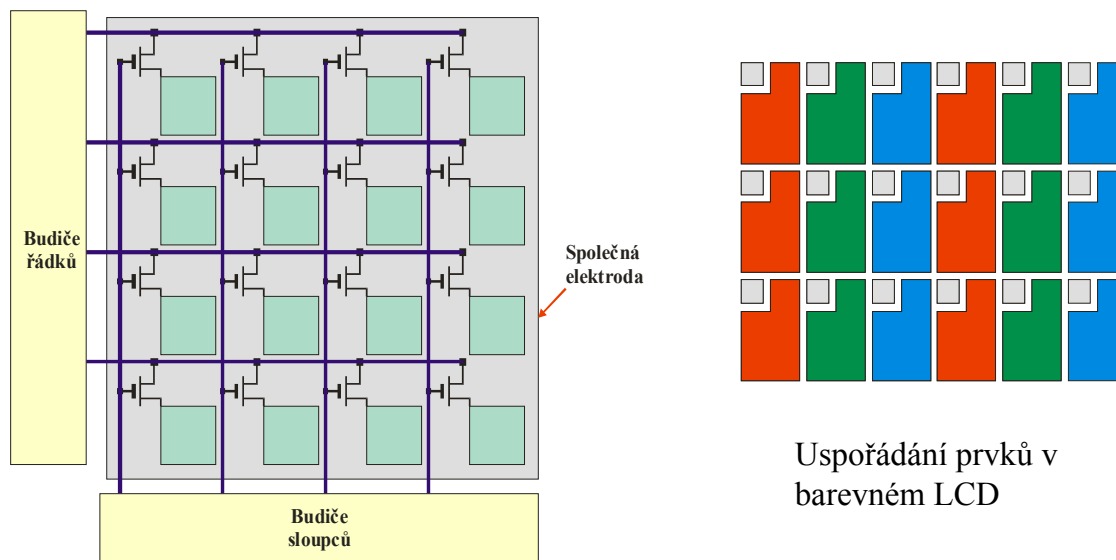
- Maticové buzení pixelů
 - LCD mají malou strmost $\Rightarrow$ nízký kontrast.



8

Konstrukce LCD displeje (3)

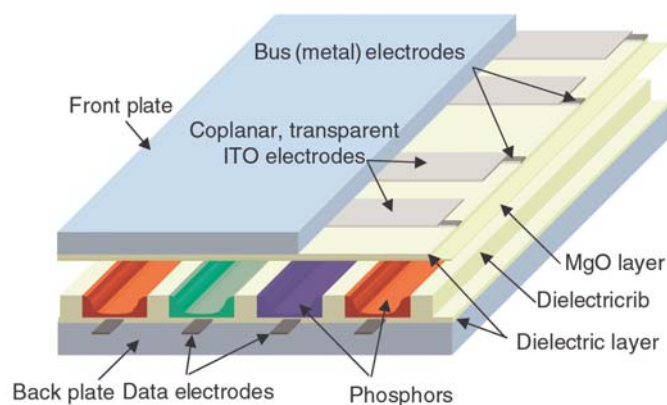
- TFT (Thin Film Transistor)
 - Každý bod má samostatný spínací tranzistor.



9

Plazmové displeje (1)

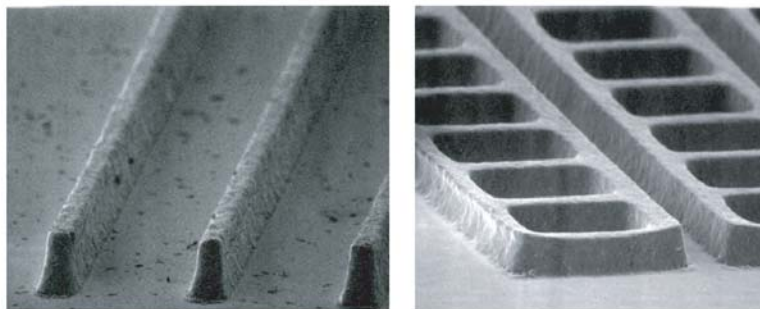
- Obvykle v provedení AC.
- Elektrody jsou kryté izolační vrstvou (20 – 40 μm) a vrstvou MgO (0.5 μm) (podporuje vznik sekundárních iontů).
- Vrstva plynu mezi elektrodami je cca 100 μm .
- Náplň: Xe + Ne, Xe + Ne + He produkuje UV záření.



10

Plazmové displeje (1)

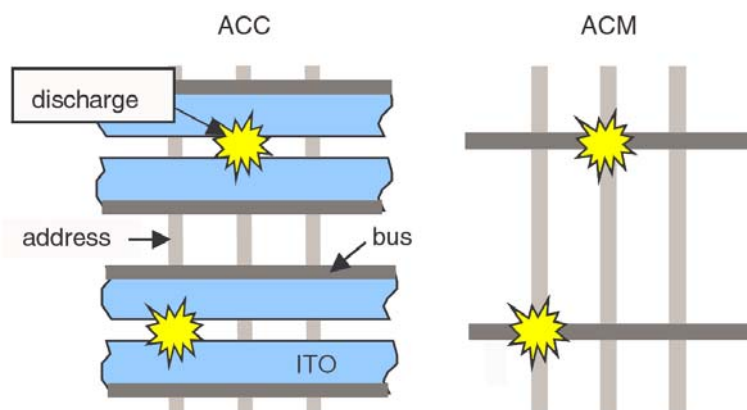
- Obvykle v provedení AC.
- Elektrody jsou kryté izolační vrstvou (20 – 40 μm) a vrstvou MgO (0.5 μm) (podporuje vznik sekundárních iontů).
- Vrstva plynu mezi elektrodami je cca 100 μm .
- Náplň: Xe + Ne, Xe + Ne + He produkuje UV záření.



11

Plazmové displeje (2)

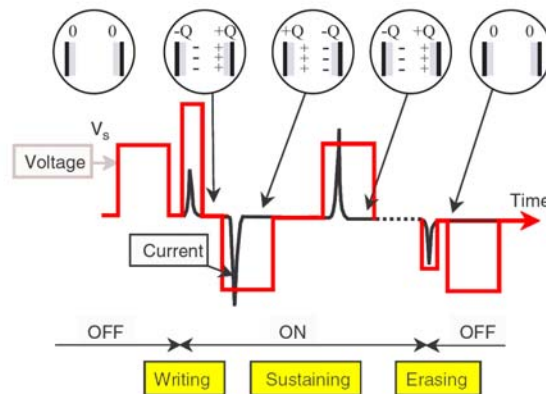
- Adresování pixelů:
 - ACC – (AC Coplanar) – používá 2 „provozní“ a 1 zapalovací elektrodu.
 - ACM – (AC Matrix) – používá 2 elektrody.



12

Plazmové displeje (3)

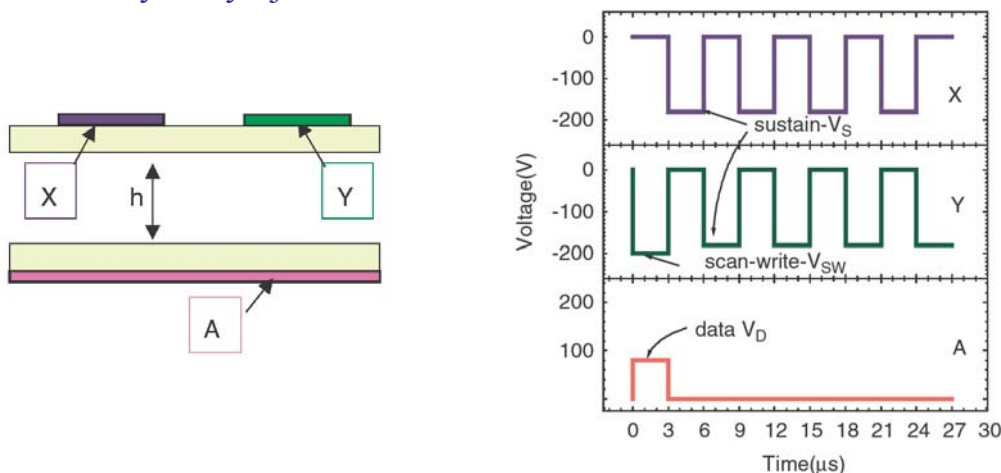
- Řízení displeje ACM:
 - Pro zapálení se připojí na elektrodu zápalné napětí. Elektrody se nabijí nábojem $\pm Q$.
 - Ustálený provoz: na elektrody se připojuje střídavé napětí – proudový impuls převede náboj $2Q$ mezi elektrodami.
 - Zhasnutí: na elektrody se připojí menší napětí – převede se náboj $1Q \Rightarrow$ elektrody se vybijí.



13

Plazmové displeje (4)

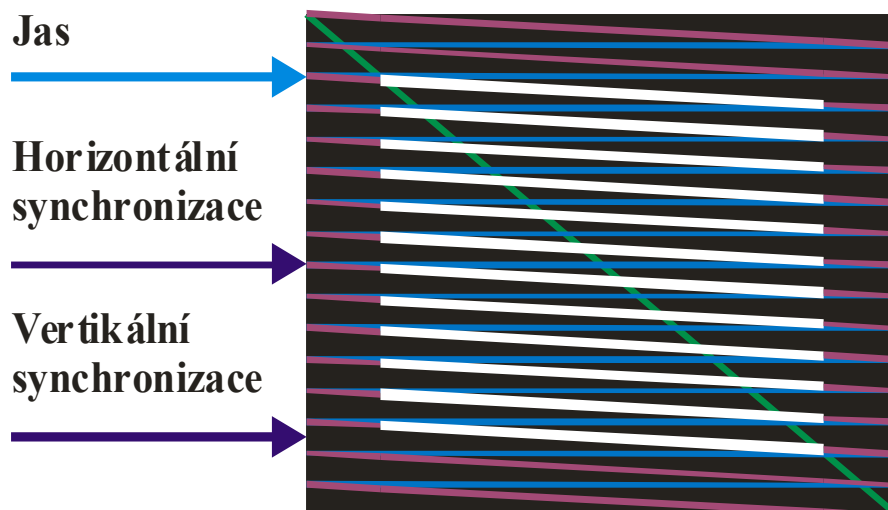
- Řízení displeje ACC:
 - Pro zapálení se připojí napětí na zapalovací elektrodu.
 - Ustálený provoz: na elektrody se připojuje střídavé napětí – proudový impuls převede náboj $2Q$ mezi elektrodami.
 - Zhasnutí: na elektrody se připojí menší napětí – převede se náboj $1Q \Rightarrow$ elektrody se vybijí.



14

Grafická zobrazovací jednotka (s CRT)

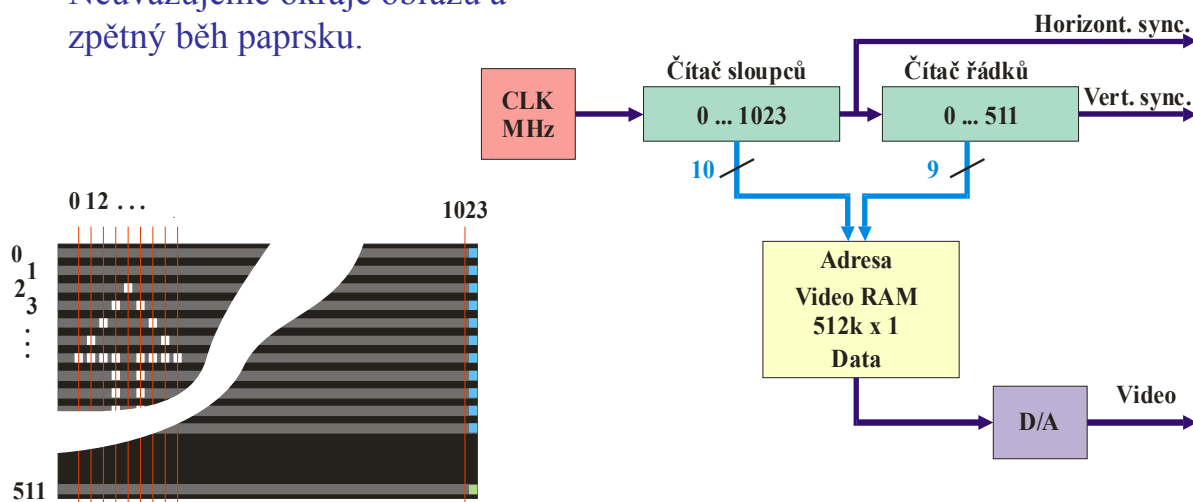
- Vychylování paprsku je řízeno monitorem.
- Elektronika zobrazovací jednotky určuje začátek zpětného běhu paprsku.



15

Zjednodušené schéma (1)

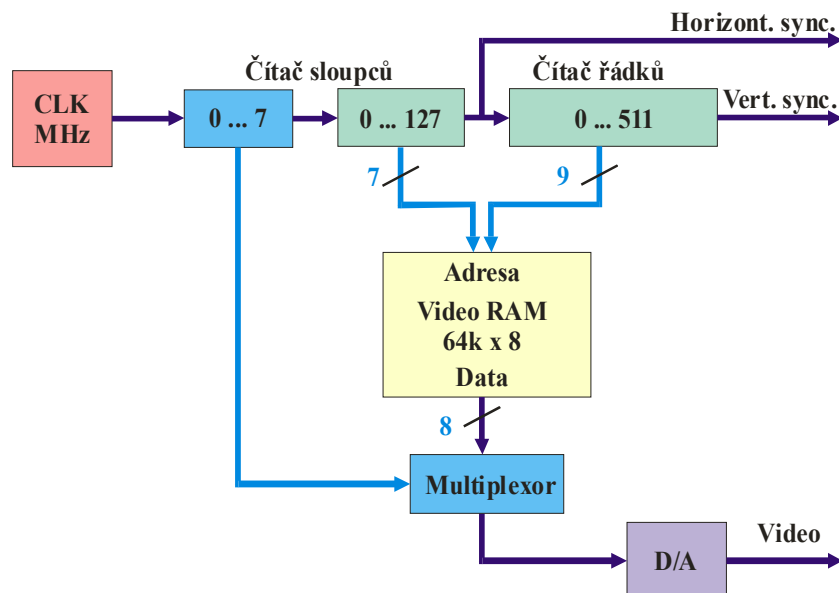
- Příklad:
 - Zobrazení 1024×512 bodů.
 - Monochromatické zobrazení.
 - Neuvažujeme okraje obrazu a zpětný běh paprsku.



16

Zjednodušené schéma (2)

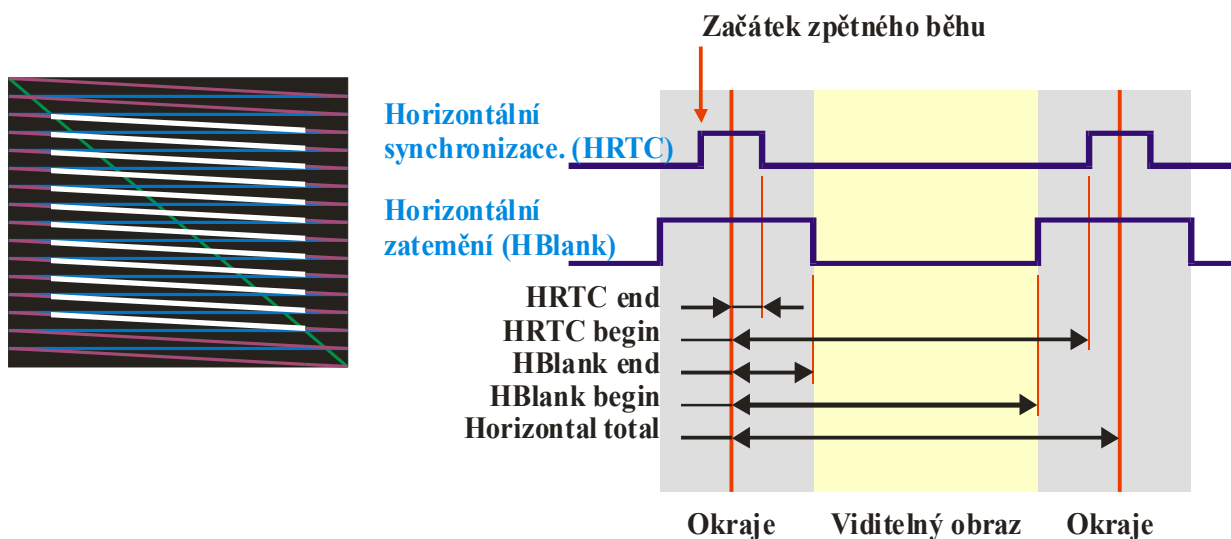
- Čtení po více (8) pixelech $\Rightarrow$ snížení nároků na rychlost paměti.



17

Skutečná situace

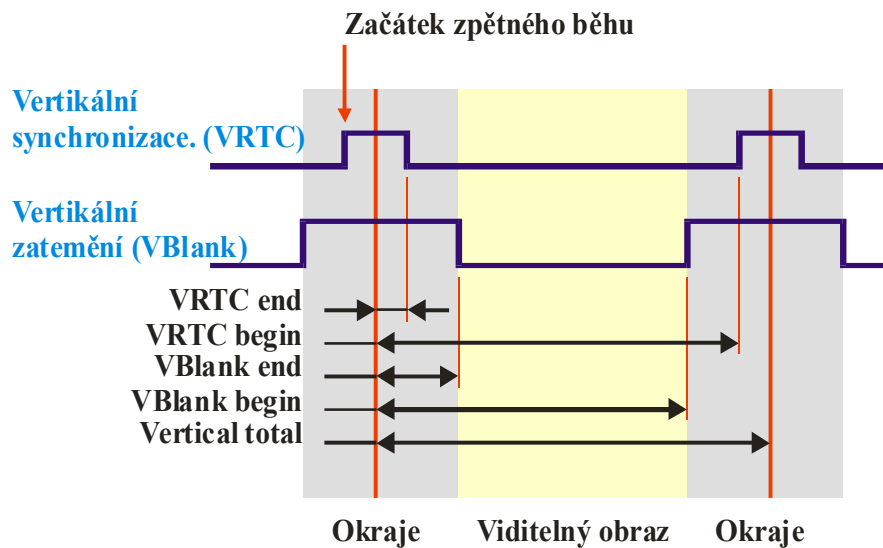
- Musí se uvažovat okraje obrazu a zpětný běh paprsku.
 - HRTC = Horizontal Retrace.



18

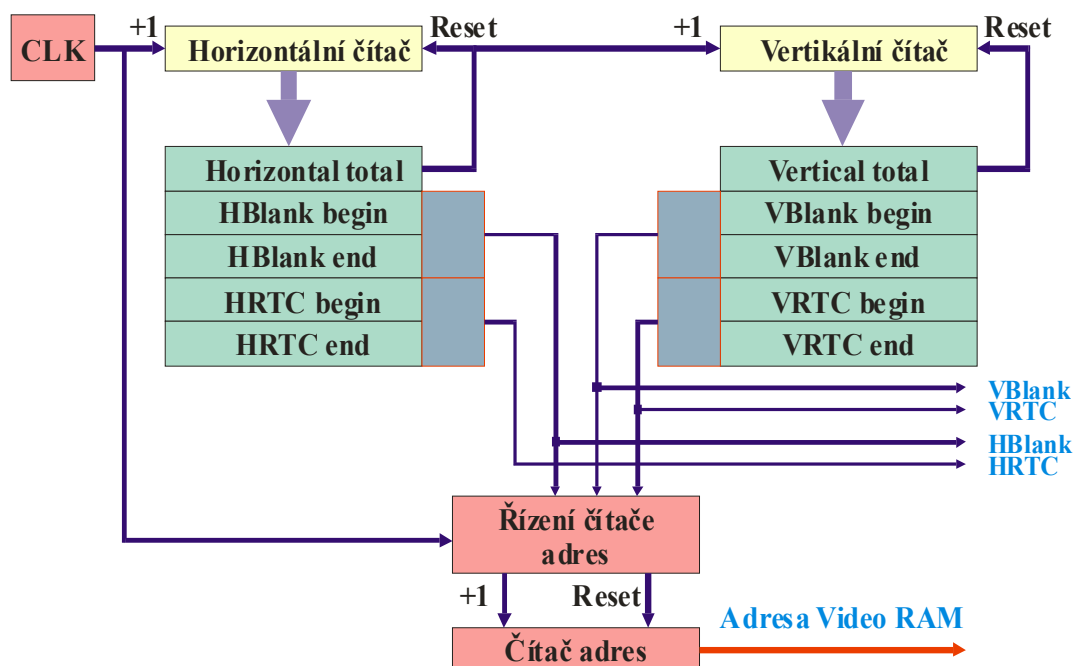
Skutečná situace

- Vertikální řízení displeje je podobné jako horizontální.



19

Upravené zapojení



20

Zjednodušený příklad časování

- Displej 1280×1024 bodů:
 - **Snímková frekvence** = 75 snímků/s $\Rightarrow$ 1 snímek $\approx$ 13.3 ms.
 - **Vertikální zpětný běh** = 0.6 ms $\Rightarrow$ aktivní část $\approx$ 12.7 ms.
 - **1 řádka** = $12.7 / 1024 = 0.0124$ [ms] = 12.4 [μs].
 - **Řádková frekvence** $\approx$ 81 kHz.
 - **Horizontální zpětný běh** = 4 μs $\Rightarrow$ aktivní běh vodorovně $\approx$ 8.4 μs.
 - **Zobrazení 1 bodu**: $8.4 / 1280 = 0.0066$ [μs] = 6.6 [ns].
 - **Frekvence zobrazení bodů** $\approx$ 152 MHz.

21

Zjednodušený příklad časování

- Displej 1280×1024 bodů:
 - Trvání 1 snímku = 13.3 ms.
 - Paprsek v aktivní části obrazu $\approx$ 8.6 ms.

↓

Aktivní doba $\approx$ 65% celkového času.

22

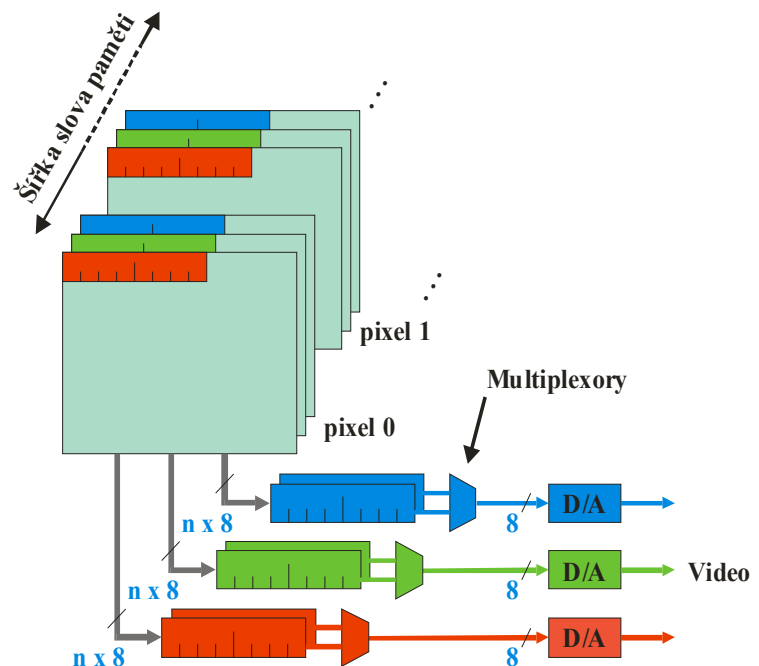
Zobrazení barev

- 2 základní uspořádání:
 - Přímé zobrazení – v RAM je přímo uložena RGB informace.
 - Indexové barvy – v RAM je index barvy, skutečná barva bodu je dána paletou.

23

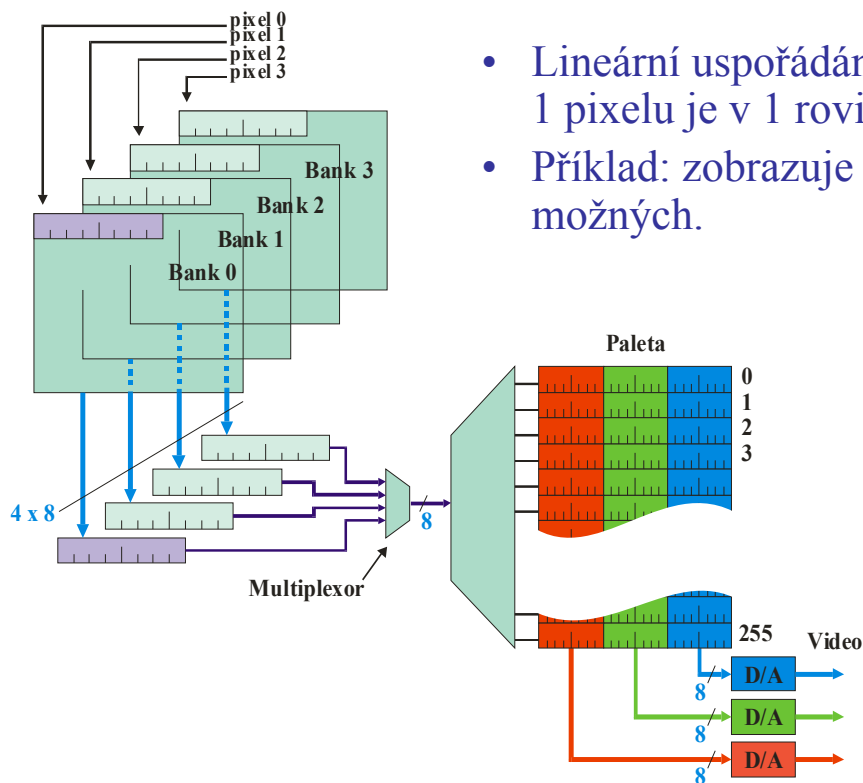
Přímé zobrazení barev

- Paralelní čtení více pixelů
 - **Zobrazení 1 bodu:** $8.4 / 1280 = 0.0066 \text{ } [\mu\text{s}] = 6.6 \text{ } [\text{ns}]$.
 - **Frekvence zobrazení bodů** $\approx 152 \text{ MHz}$.



24

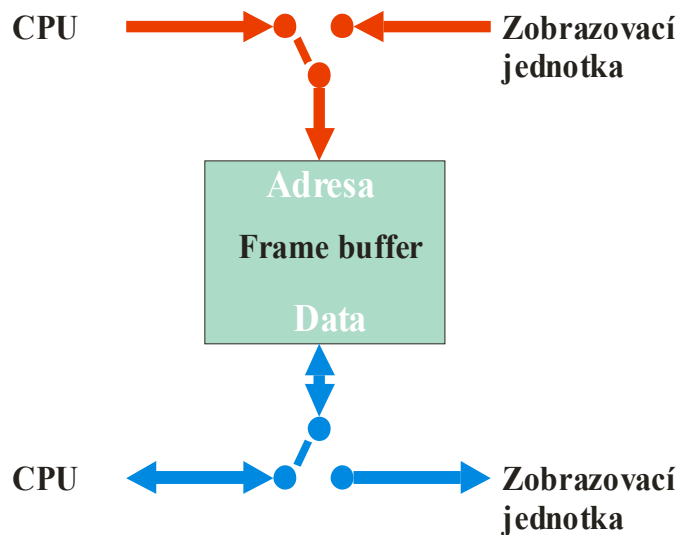
Indexová barva



25

Zápis obrazu do video RAM (1)

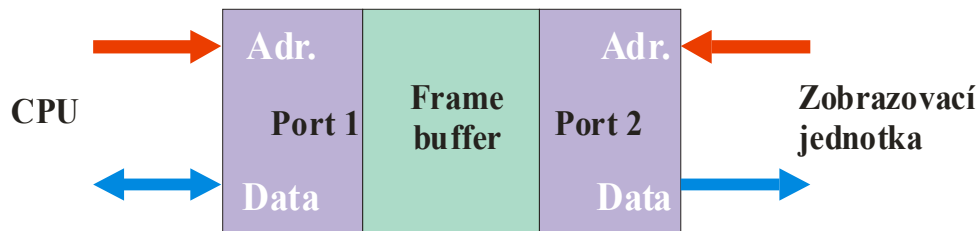
- Zápis s vyšší prioritou než zobrazení.
 - Důsledek: rušení obrazu při zápisu.



26

Zápis obrazu do video RAM (2)

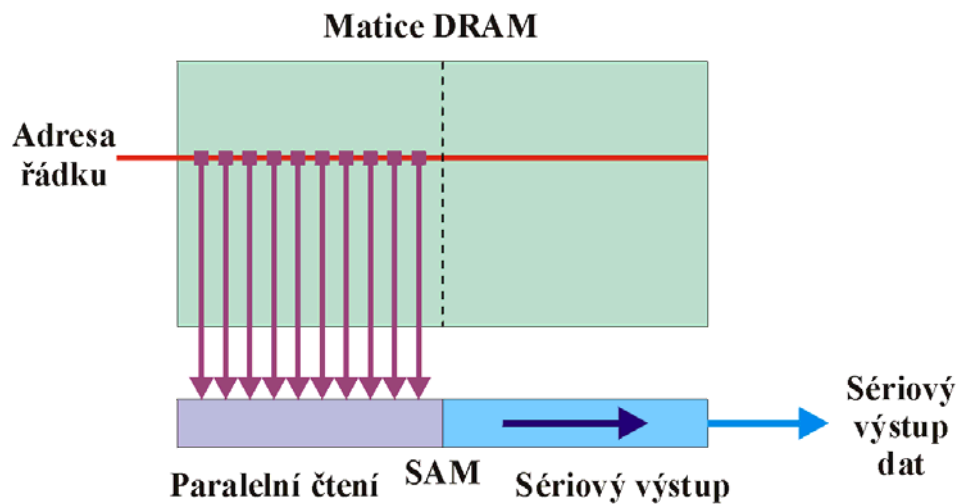
- Použití dvoubránové paměti.
 - Vyžaduje použití speciální paměti $\Rightarrow$ Dokonalé ale drahé řešení.



27

Zápis obrazu do video RAM (3)

- Speciální dvoubránová Video RAM (VRAM).



„Zobrazovací“ port VRAM

28

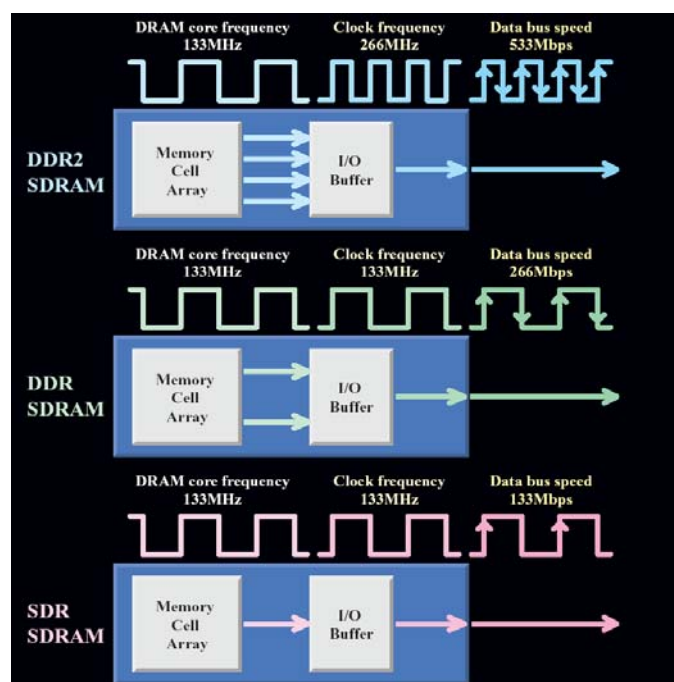
Zápis obrazu do video RAM (4)

- Prokládání cyklů zápis – čtení.
 - Vyžaduje dostatečně rychlou paměť.
 - Pro 1280×1024 bodů a snímkovou frekvenci 75 Hz:
 - Frekvence zobrazení bodů ≈ 152 MHz (6.6 ns).
 - Aktivní doba běhu paprsku $\approx 65\%$ celkového času.

29

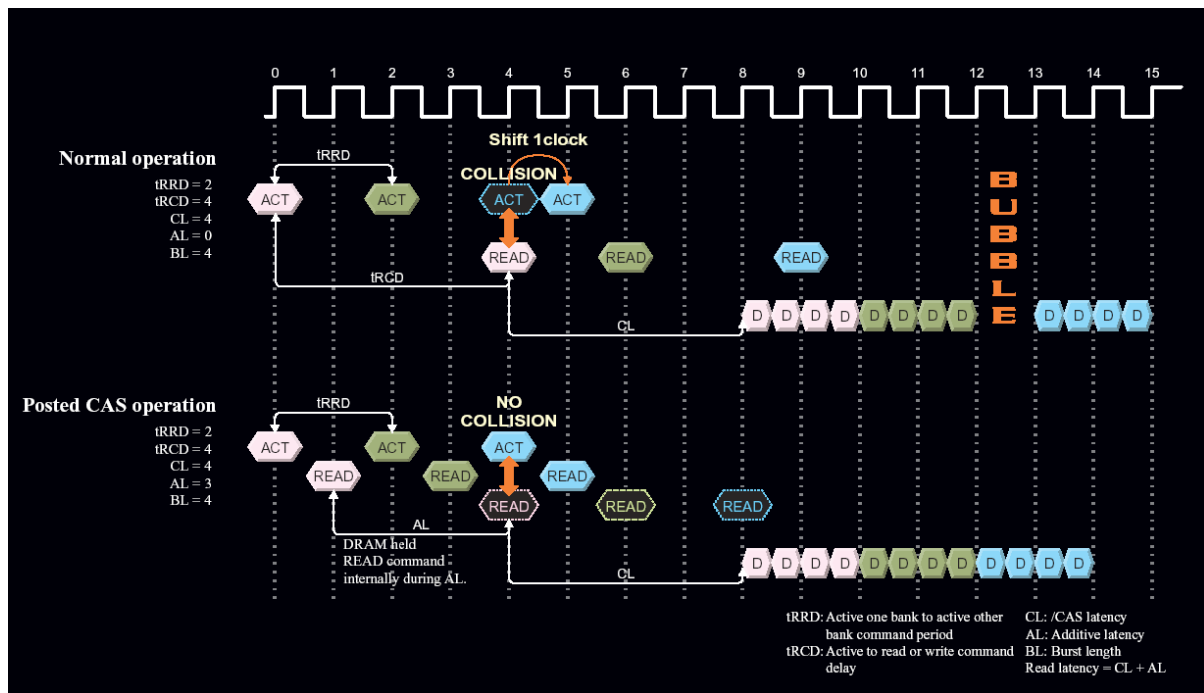
Rychlé paměti DDR2 SDRAM (1)

- Používají interně paralelní čtení více banků.
- Výstup dat po slovech $4 \times$ větší rychlostí než CLK.
- Rychlost až cca 533Mb/s na pin
(při blokovém přenosu).
- GDDR2 pro grafické aplikace – možnost maskování části slova při zápisu.



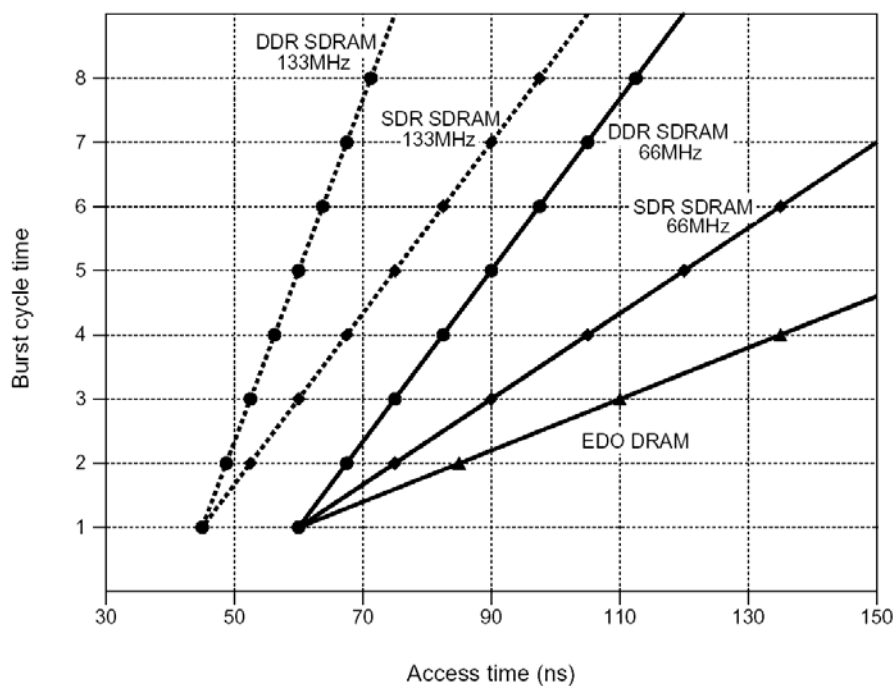
30

Rychlé paměti DDR SDRAM (2)



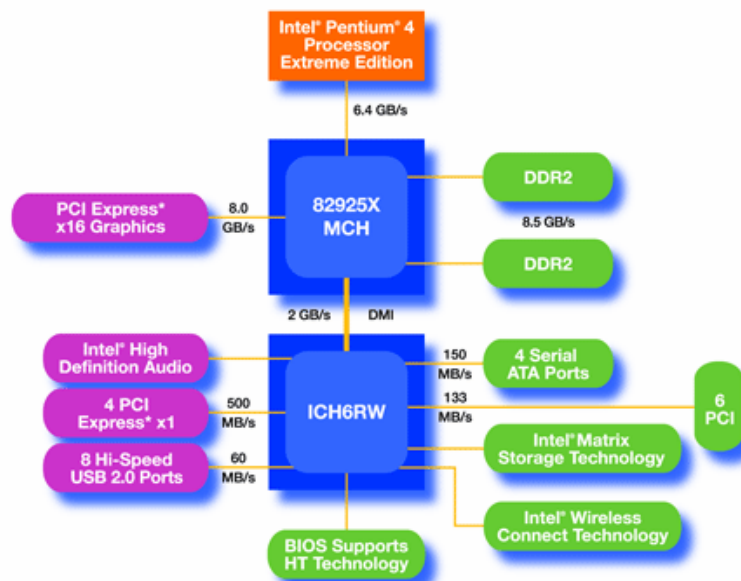
31

Rychlost pamětí DRAM, SDRAM, DDRAM



32

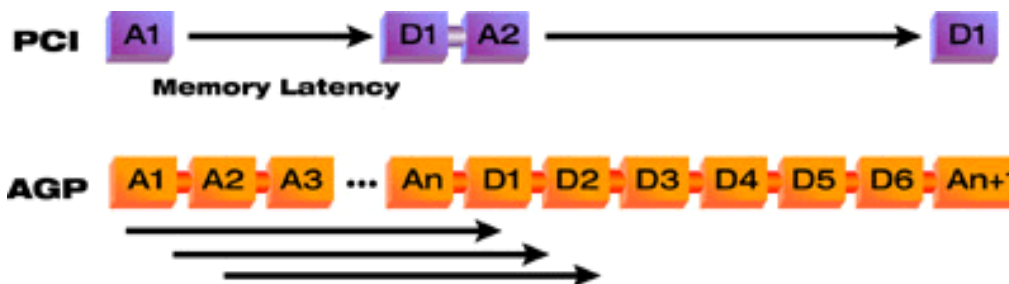
Datové toky



33

AGP (1)

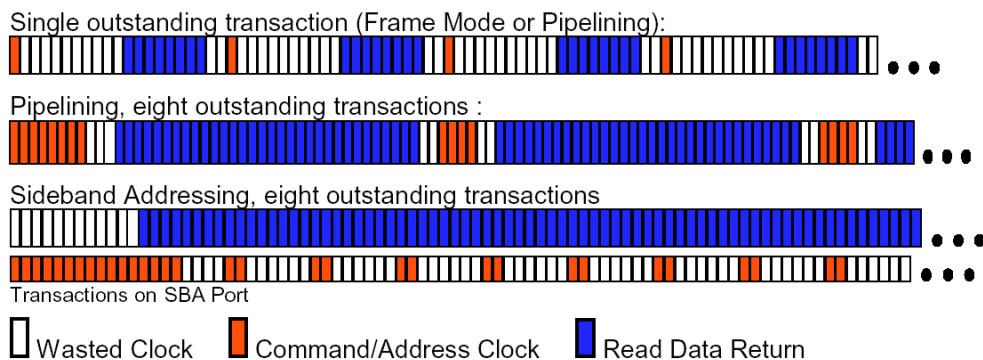
- AGP dovoluje řetězení operací.
 - Lze zadat několik požadavků bezprostředně za sebou.
 - (PCI Express pracuje podobně).



34

AGP (2)

- „Postranní kanál“ AGP umožňuje přenos adresy pro další operaci současně s přenosem dat.



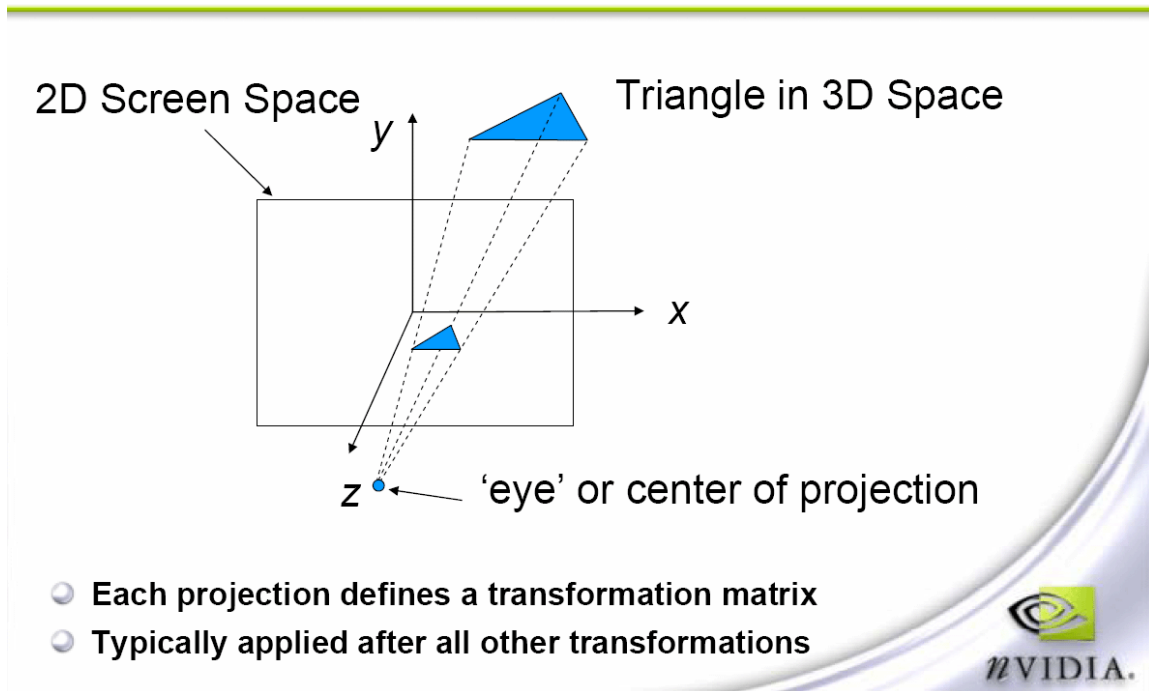
35

Postup při generování obrazu (1)



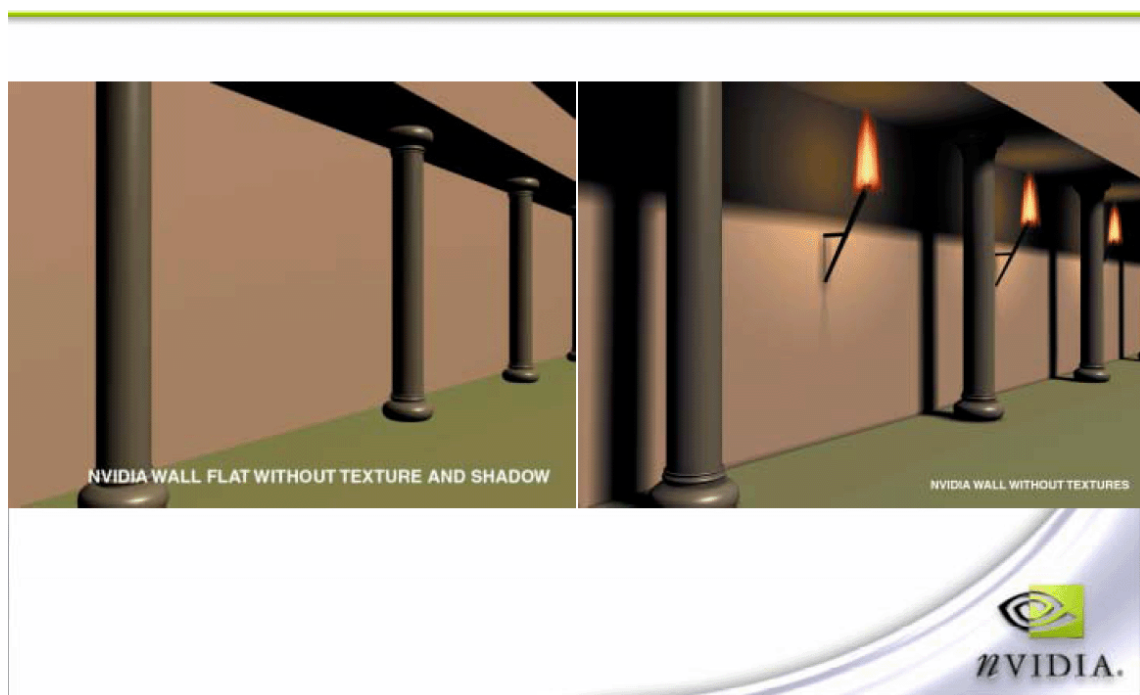
36

Postup při generování obrazu (2)



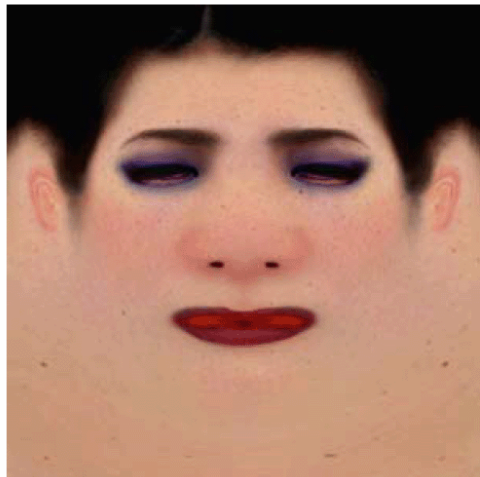
37

Postup při generování obrazu (3)



38

Postup při generování obrazu (4)



Image, a.k.a. *Texture*

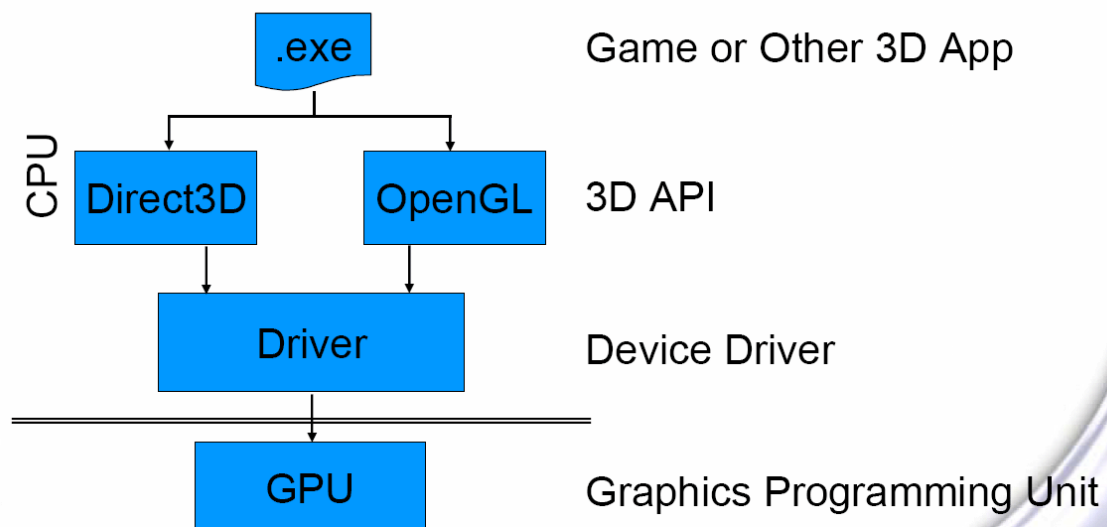


Mesh



39

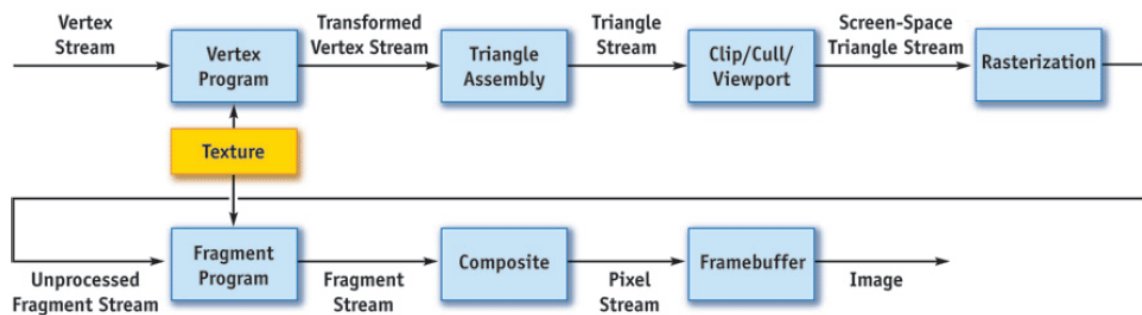
Postup při generování obrazu (5)



40

Postup při generování obrazu v GPU

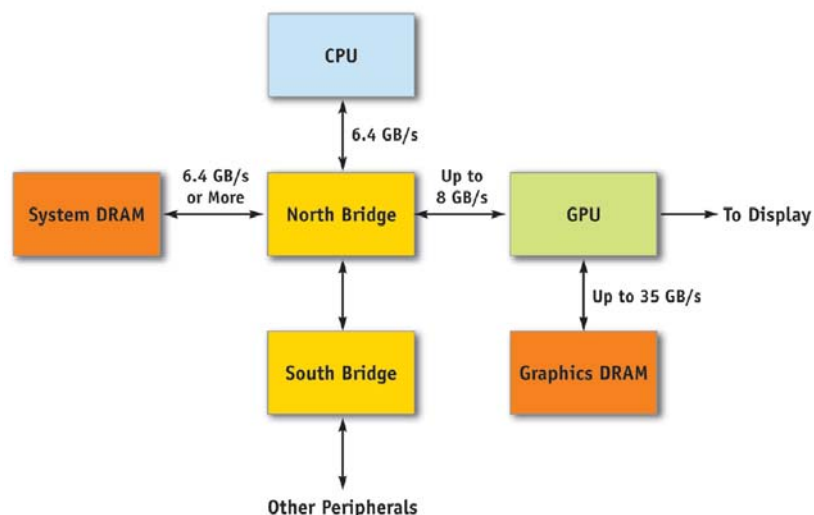
- Jednotlivé kroky se v GPU provádí postupně v několika funkčních jednotkách (pipeline).



41

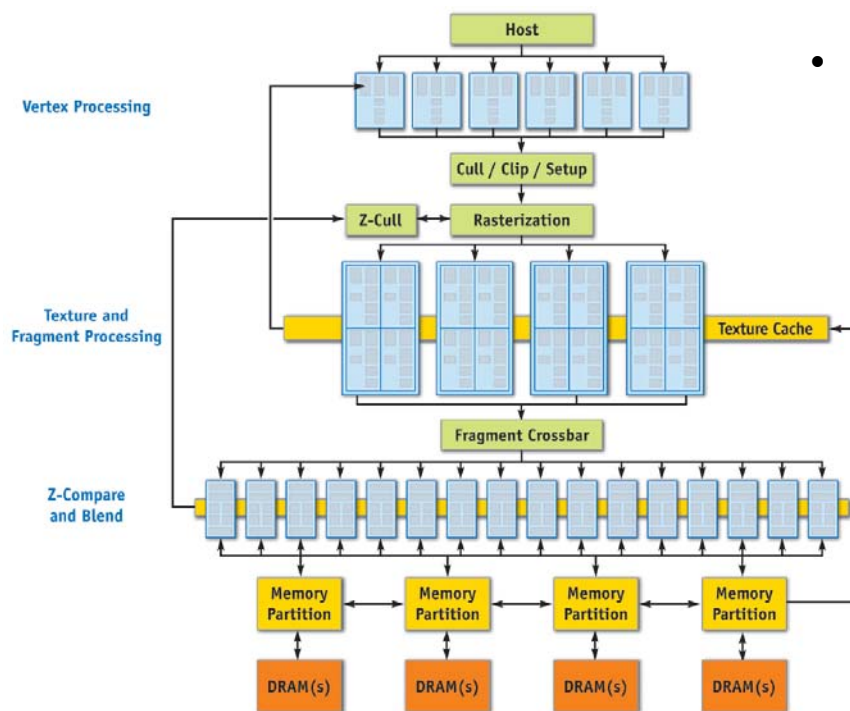
Celkové uspořádání zobrazovací jednotky

- CPU uloží do systémové paměti nebo do grafické paměti:
 - Program pro GPU,
 - Informace o objektech (souřadnice vrcholů trojúhelníků, ...),
 - Textury.



42

Proudová architektura GPU (GeForce 6)



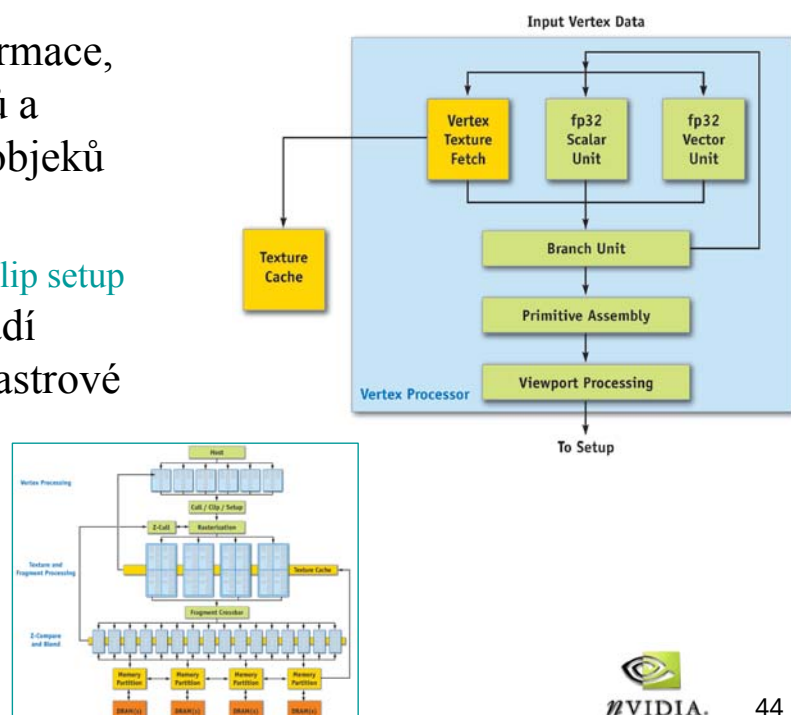
- V každém stupni pracuje paralelně několik stejných funkčních jednotek.



43

Vertex processing

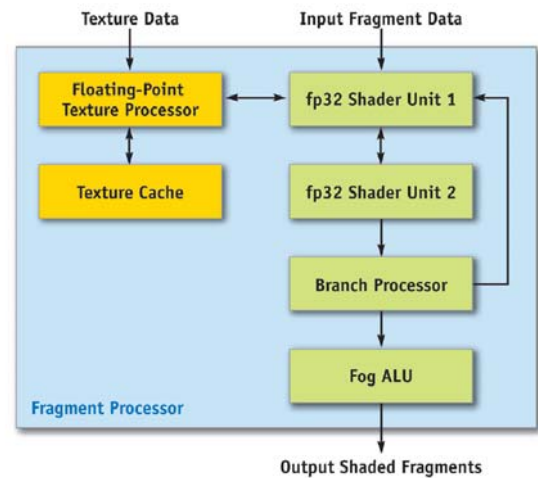
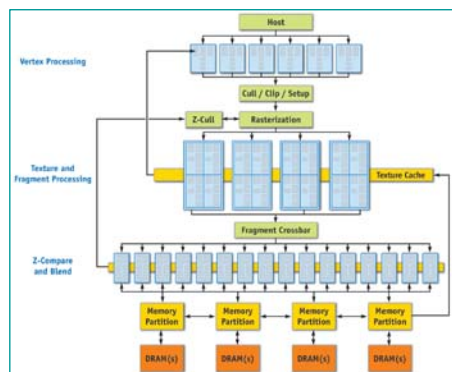
- Provádí 3D transformace, sestavování objektů a řešení viditelnosti objektů + ořiznutí obrazu.
- Další stupně (**Cull/Clip setup** a **Rasterization**) provádí převod objektů do rastrové podoby.



44

Texture and fragment processing

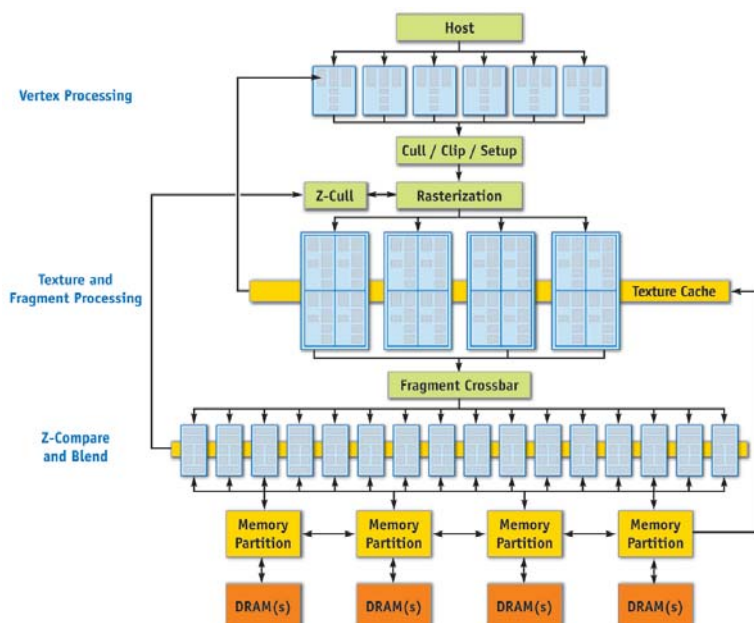
- Natažení textury na jednotlivé objekty, stínování.
(Fragment = pixel před sestavením výsledného obrazu, obsahuje více informací).



45

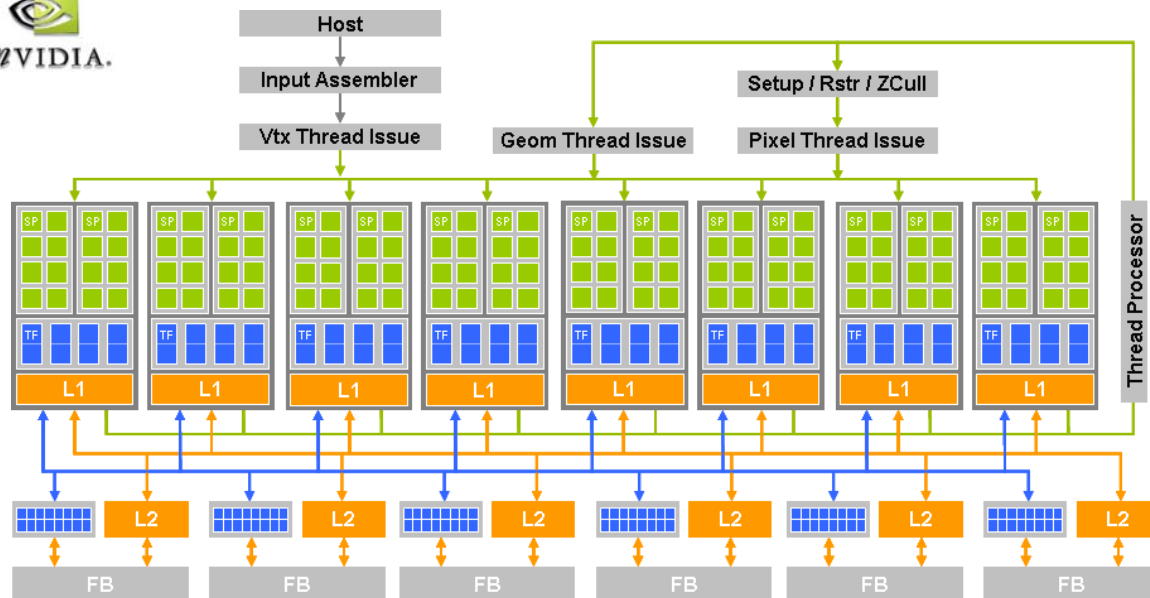
Z-Compare and Blend

- Sestavení výsledného obrazu, řešení viditelnosti pixelů, dodatečné úpravy (antialiasing, fog, ...).
- Zápis obrazu do Frame Bufferu.



46

Jiná architektura GPU (1)



nVIDIA GeForce 8

47

Jiná architektura GPU

- Řada paralelně pracujících procesorů, každý je SIMD.
- Každý je schopen řešit všechny úrovně zpracování.
- V systému jsou lokální a sdílené paměti + příslušné cache.

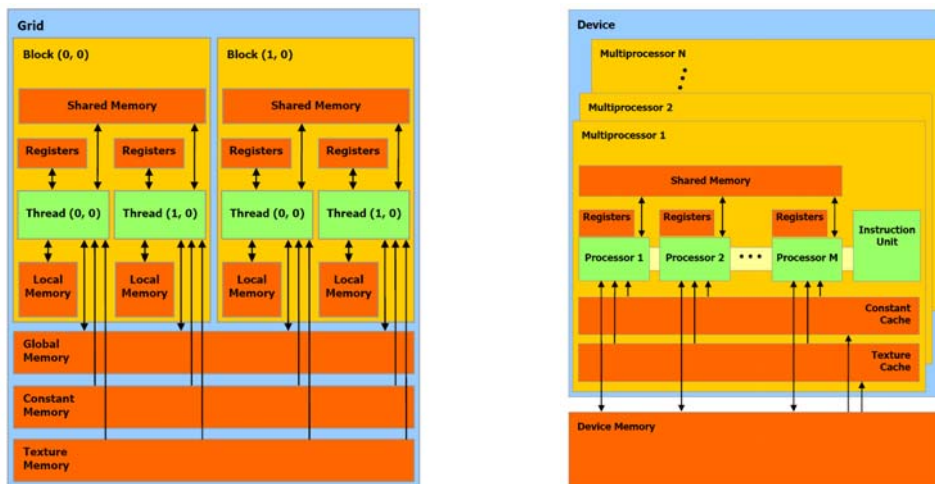


48

Jiná architektura GPU



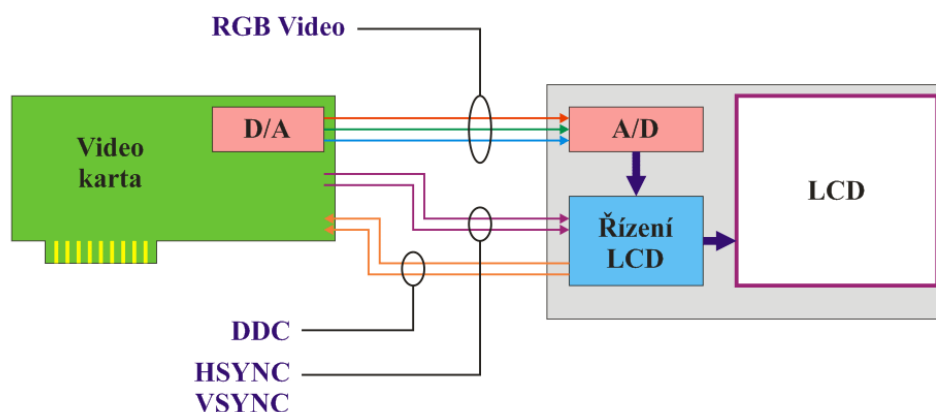
- Řada paralelně pracujících procesorů (Thread), každý je SIMD.
- Každý je schopen řešit všechny úrovně zpracování.
- V systému jsou lokální a sdílené paměti + příslušné cache.



49

Rozhraní monitoru

- LCD monitor připojený přes analogové rozhraní musí obsahovat A/D převodník.
 - HSYNC, VSYNC = synchronizační pulsy
 - DDC = detekce monitoru pro PnP (formát EDID).

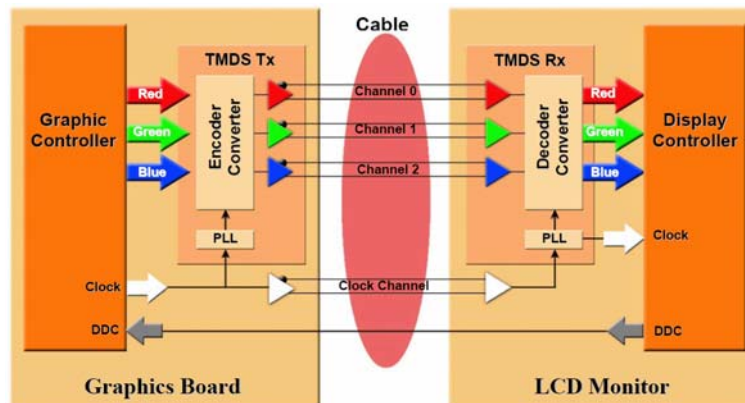


50

DVI (1)



- DVI má několik digitálních kanálů.
- Maximální frekvence přenášených pixelů je 165 MHz (1650 MHz na lince).
- Každý kanál má samostatné kódování 8 → 10 (TMDS = Transition Minimized Differential Signaling).
- CLK určují frekvenci pixelů (bez kódování).
- Kromě dat se přenáší řízení (2 bity / kanál).

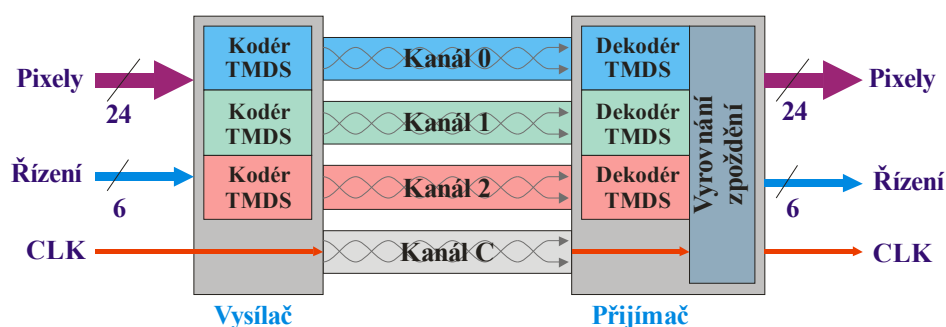


51

DVI (1)



- DVI má několik digitálních kanálů.
- Maximální frekvence přenášených pixelů je 165 MHz (1650 MHz na lince).
- Každý kanál má samostatné kódování 8 → 10 (TMDS = Transition Minimized Differential Signaling).
- CLK určují frekvenci pixelů (bez kódování).
- Kromě dat se přenáší řízení (2 bity / kanál).

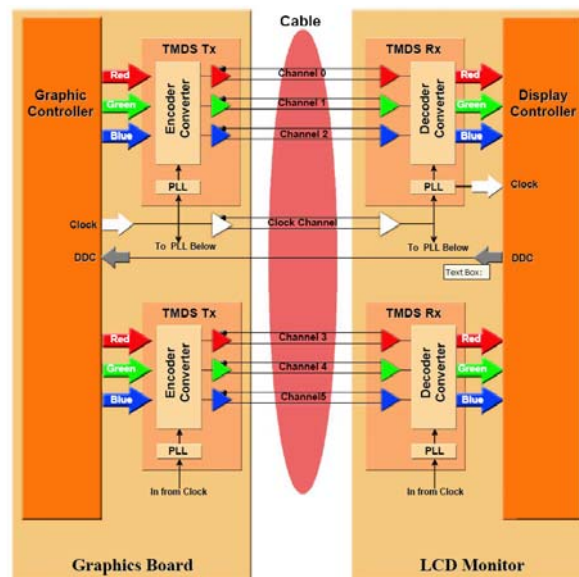


52

DVI (2)



- Rychlost přenosu lze zvýšit použitím více kanálů:
 - Buď pro přenos 16 bitů/barvu nebo pro velké rozlišení monitoru.
- Všechny kanály pracují stejnou rychlostí.

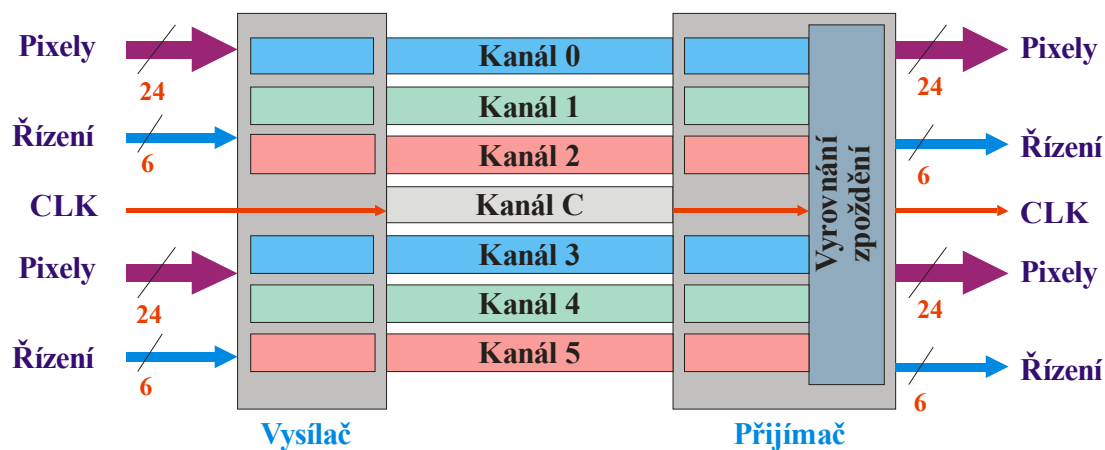


53

DVI (2)



- Rychlost přenosu lze zvýšit použitím více kanálů:
 - Buď pro přenos 16 bitů/barvu nebo pro velké rozlišení monitoru.
- Všechny kanály pracují stejnou rychlostí.

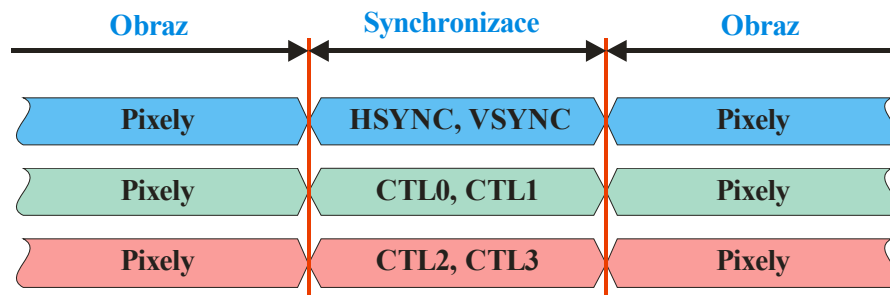


54

DVI (3)



- Přenos obrazu je prokládán přenosem řídicích signálů.
 - Normálně se řídicí signály přenášejí v době zatměného obrazu (okraje).
- Řídicí signály přenáší HSYNC a VSYNC a další případně informace.

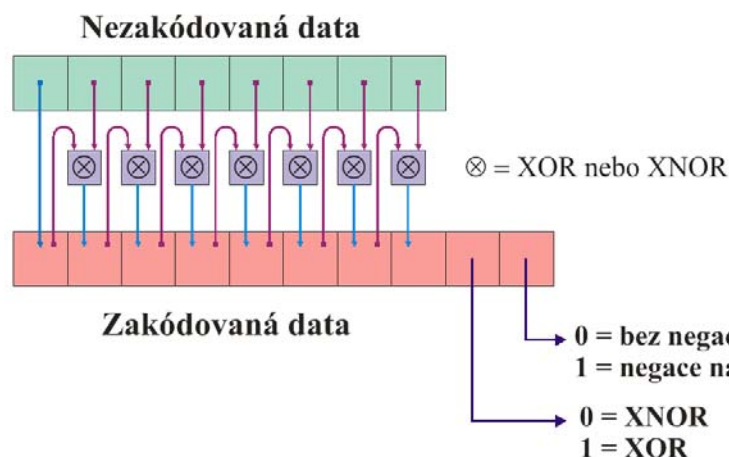


55

Kódování TMDS (1)



- Kóduje se 8 → 10 bitů (viz obr.).
- Podle počtu změn 0 → 1 a 1 → 0 se použije XOR nebo XNOR tak, aby se snížil počet přechodů, indikace je v 8. bitu.
- V 9. bitu je indikace případné negace celého bytu pro vyrovnaní DC úrovně.



Příklad:

11110101 ⇒
 XOR: 10100110|1
 XNOR: 11110011|0

10101000 ⇒
 XOR: 11001111|1
 XNOR: 10011010|0

56

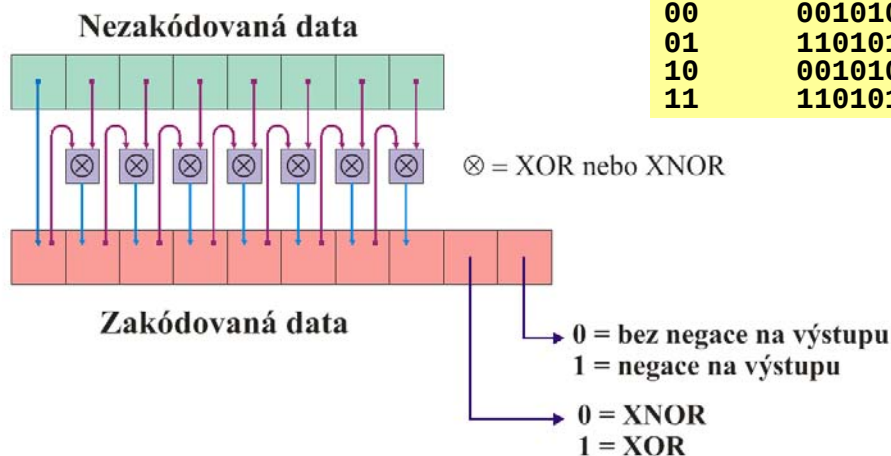
Kódování TMDS (2)



- Řídicí signály mají speciální kódování (4 samostatné kódové složky).
 - Řídicí signály mají > 4 přechody $0 \rightarrow 1$ a $1 \rightarrow 0$ ve složce, data mají ≤ 4 přechody.
- Řídicí signály slouží i k bytové synchronizaci.

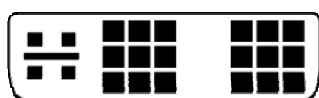
Zakódované řídicí signály:

CTL	kód
00	0010101011
01	1101010100
10	0010101010
11	1101010101

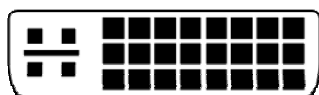


57

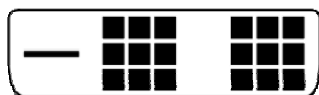
Konektory



DVI-I (Single Link)



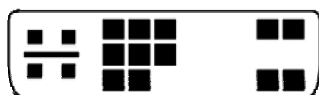
DVI-I (Dual Link)



DVI-D (Single Link)



DVI-D (Dual Link)



DVI-A

- DVI-I** = digitální + analogový signál.
- DVI-D** = pouze digitální signál.
- DVI-A** = pouze analogový signál.

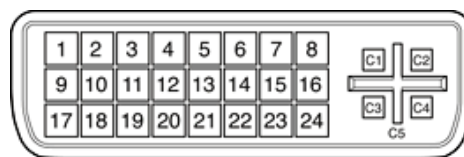


58

Konektory



Pin	Signal name	Pin	Signal name
1	TMDS Data2-	13	TMDS Data3+
2	TMDS Data2+	14	+5V Power
3	TMDS Data2/4 Shield	15	Ground for +5V Power
4	TMDS Data4-	16	Hot Plug Detect
5	TMDS Data4+	17	TMDS Data0-
6	DDC Clock	18	TMDS Data0+
7	DDC Data	19	TMDS Data0/5 Shield
8	Analog Vertical Sync	20	TMDS Data5-
9	TMDS Data1-	21	TMDS Data5+
10	TMDS Data1+	22	TMDS Clock Shield
11	TMDS Data1/3 Shield	23	TMDS Clock+
12	TMDS Data3-	24	TMDS Clock-



Pin	Signal name
C1	Analog Red Video
C2	Analog Green Video
C3	Analog Blue Video
C4	Analog Horizontal Sync
C5	Analog Common Ground Return

59

HDMI (1)

- Podobné rozhraní jako DVI.
- Přenáší i audio data.



60

HDMI (2)

