

ANDREJ FOLTA

Ukladanie údajov – USB a pamäťové karty

UCM FPV UPTI

Obsah

1

Princíp funkčnosti USB a SD karty

2

Delenie flash diskov podľa buniek

3

Historické medzníky

4

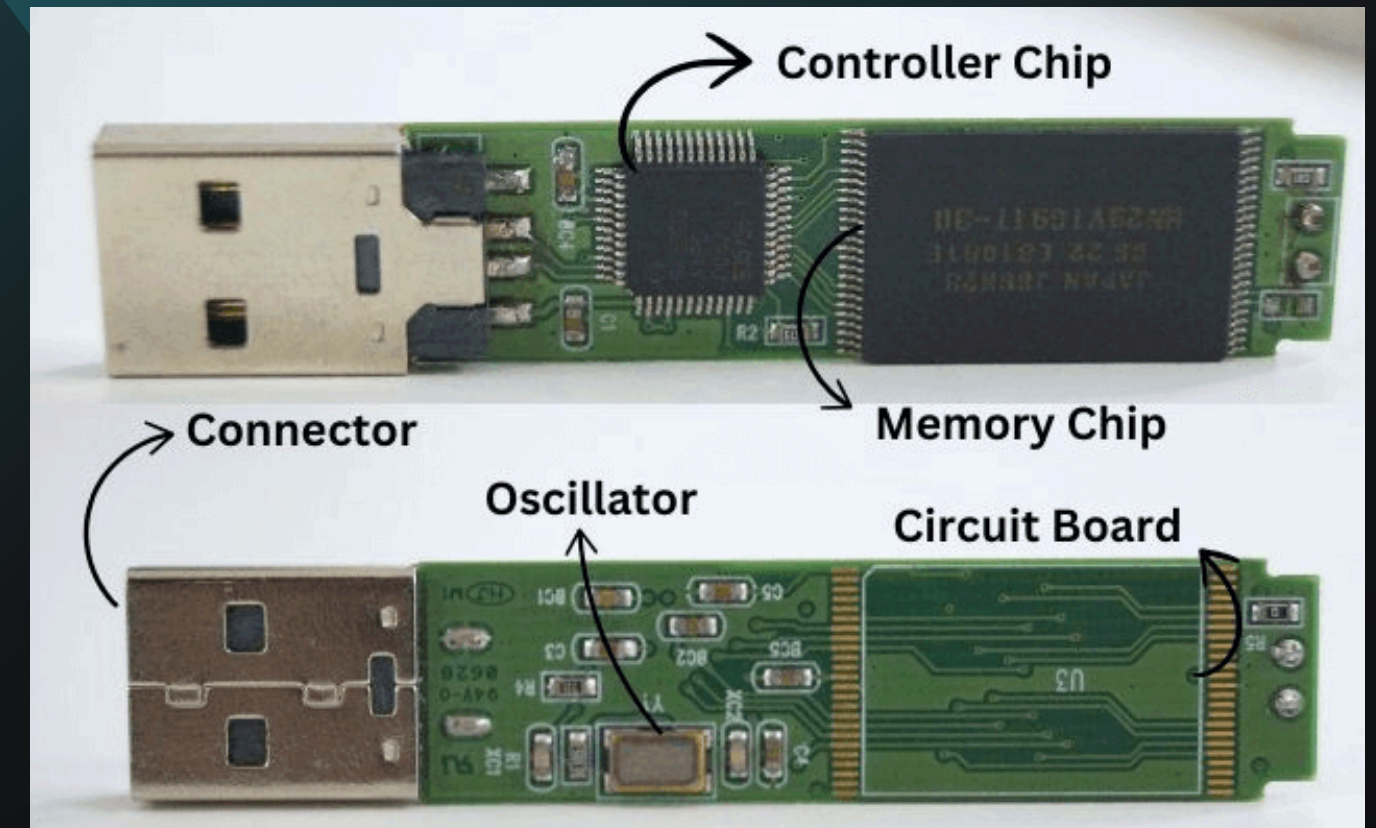
Súčasná komponenty

5

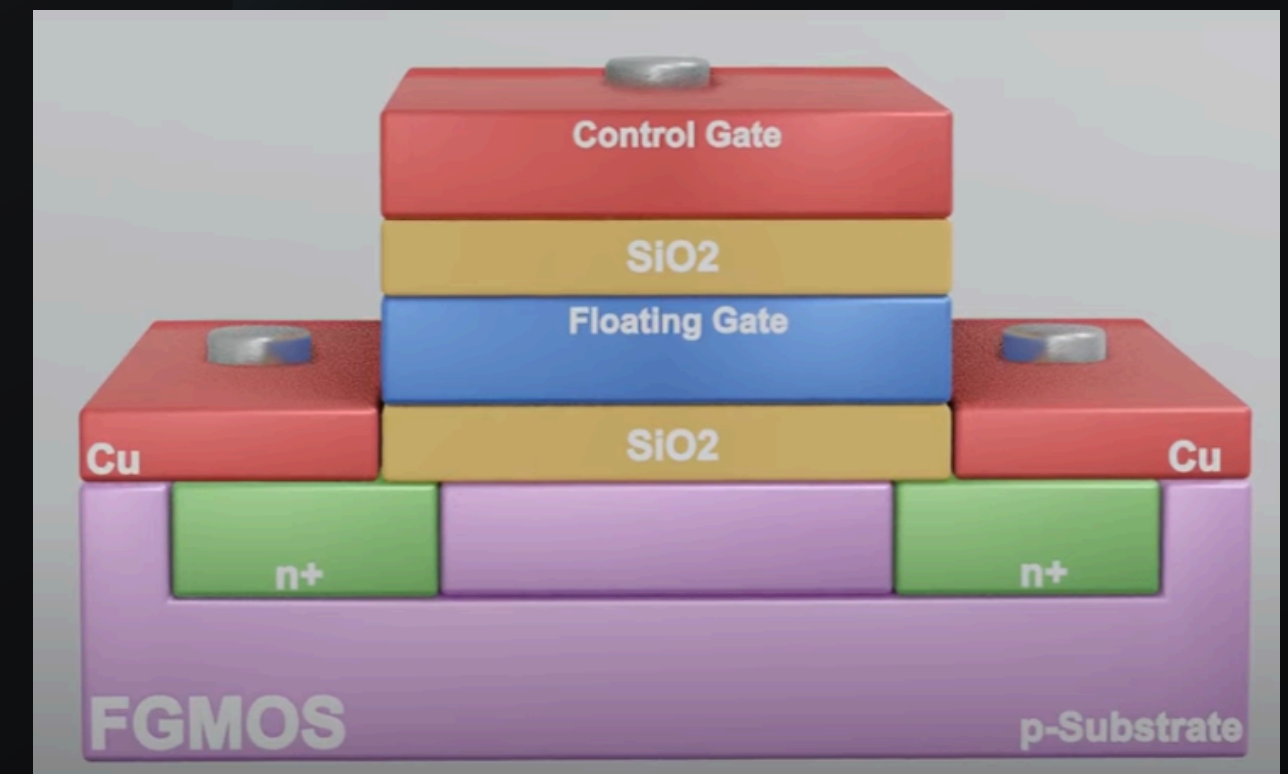
Vízie do budúcnosti

Princíp funkčnosti USB a SD karty

- **nevolatilná pamäť** = uchováva dáta aj po odpojení od napájania
- **FLASH** pamäť typu **NAND** (logický “Not AND”)
- Dáta sa ukladajú elektrickým nabíjaním a vybíjaním buniek (tzv. **floating gate tranzistor**).
- Nevyžadujú pohyblivé časti = odolné voči nárazom, kompaktné.



- **Štruktúra pamäťovej bunky – Floating Gate MOSFET**
- Control gate (CG) – riadi zápis/čítanie
- Floating gate (FG) – uchováva elektróny
- Oxidové vrstvy – izolácia medzi CG a FG
- Substrát (kanál) – základ kremíkového tranzistora



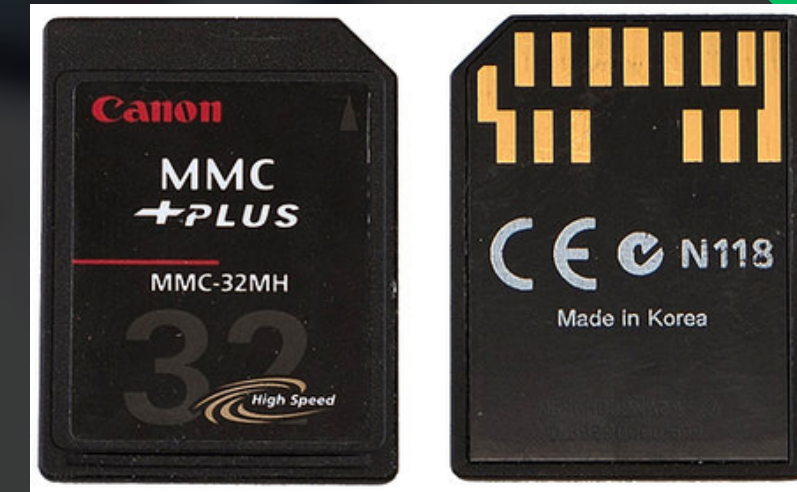
Typy buniek podľa počtu bitov v 1 bunke:



Typ	Bity/bunka	Rýchlosť	Životnosť (počet zápisov)	Cena	Použitie
SLC (Single-Level Cell)	1	★★★★★	★★★★★ (~100 000 cyklov)	💰💰💰	Servery, priemysel
MLC (Multi-Level Cell)	2	★★★★	★★★ (~10 000 cyklov)	💰💰	SSD, notebooky
TLC (Triple-Level Cell)	3	★★★	★ (~3 000 cyklov)	💰	USB, SD karty
QLC (Quad-Level Cell)	4	★	⚠️ (~1 000 cyklov)	💰🗑️	Archívne dáta

Historické medzníky

1997 MMC (MultiMediaCard) – SanDisk & Siemens
4–64 MB



1999 SD karta – Panasonic, SanDisk, Toshiba
do 512 MB

- typy SDHC, SDXC a SDUC - podpora aj pre TB uložiska

2000 Prvý USB kľúč (Trek, IBM – 8 MB)

- alternatíva k disketám



2005 microSD karta (pre mobily - 32 MB)

- verzie microSDHC (do 32 GB), microSDXC (do 2 TB) a microSDUC (do 128 TB – teoreticky)

2010 USB 3.0/3.1/3.2 – umožnilo výrazne vyššie rýchlosti

- USB 3.0 (2008): 5 Gbps
- USB 3.1 (2013): 10 Gbps
- USB 3.2 (2017): 20 Gbps
- USB-C



Súčasné komponenty

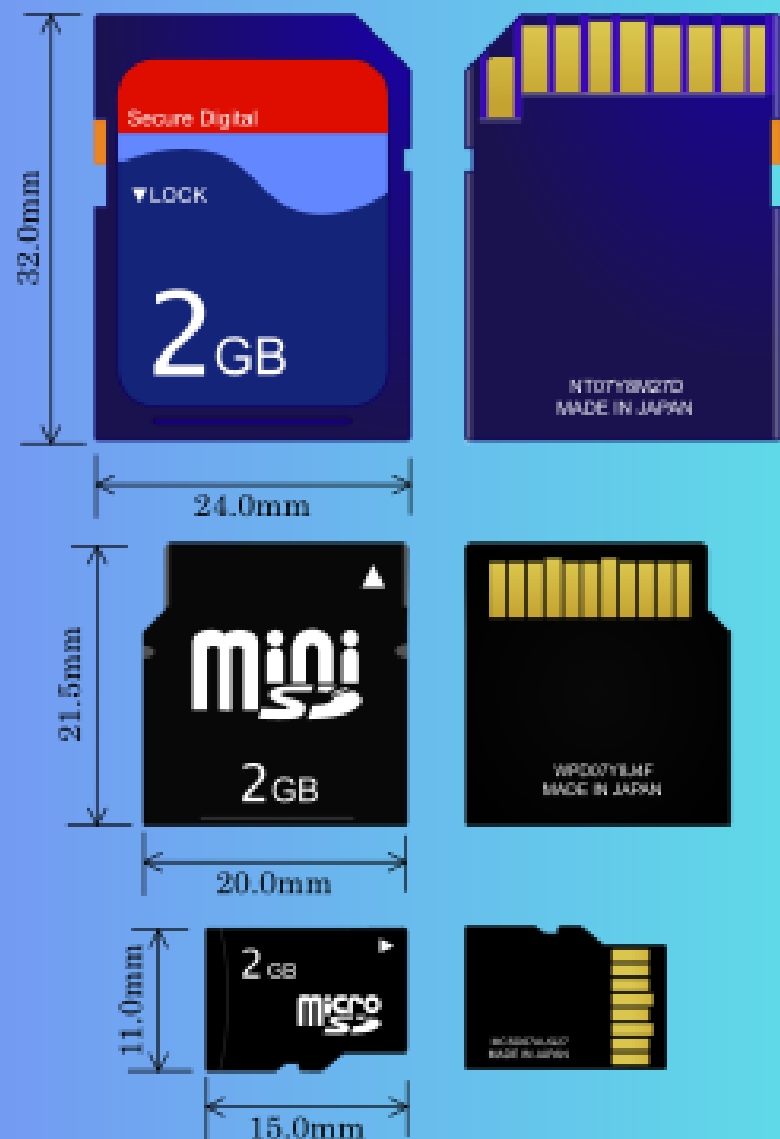
- **USB flash disky (USB kľúče)**

- Kapacita: od 4 GB až po 2 TB
- Rozhrania:
 - USB 2.0 – max. 480 Mbps (~60 MB/s)
 - USB 3.0 / 3.1 / 3.2 – 5 až 20 Gbps
 - USB-C konektor – obojstranný, rýchlejší a univerzálny



- **Pamäťové karty**

- SD, microSD, miniSD (už sa nepoužíva)
 - SD: do 2 GB
 - SDHC: 4–32 GB
 - SDXC: 64 GB – 2 TB
 - SDUC: až 128 TB (nový štandard)
- Rýchlostné triedy:
- Class 10, UHS-I / II / III, V30/V60/V90 (Video speed class)
- Použitie: Mobilné zariadenia, kamery, fotoaparáty, drony, Nintendo Switch
- Výhody: Malé rozmery, nízka spotreba, výmennosť



Vyvoj a budúcnosť

1

Zvyšovanie kapacity pri znižovaní fyzických rozmerov

3D NAND flash:

vrstvenie pamäťových buniek nad seba
(aktuálne bežne 96–176 vrstiev, cieľ > 500 vrstiev)

2

Posun k QLC a PLC flash pamätiam

Typ	Bitov na bunku	Poznámka
TLC (Triple-Level Cell)	3	Dnes najpoužívannejšia
QLC (Quad-Level Cell)	4	Vyššia kapacita, nižšia výdrž
PLC (Penta-Level Cell)	5	Budúcnosť, veľmi vysoká hustota, ale problém s chybovosťou a rýchlosťou

- PLC model predstavuje určité riziko v chybovosti
- rozdiel medzi jednotlivými stavmi často len **desiatky milivoltov**
- **malý únik = veľká chyba**

Riešenie:

- **ECC (Error Correction Code)** - oprava bitových chýb
- **SLC Cache pamäť**
 - dočasné uloženie v SLC → PLC
- **AI**

Ďakujem za pozornosť

zdroje:

- https://www.youtube.com/watch?v=r2KaVfSH884&ab_channel=BLITZ
- https://www.youtube.com/watch?v=zQYlcxYXafc&t=207s&ab_channel=Techquicke
- https://www.youtube.com/watch?v=hy7_XC8hZ5c&t=9s&ab_channel=chrvoje_engineering
- https://en.wikipedia.org/wiki/Floating-gate_MOSFET
- https://en.wikipedia.org/wiki/SD_card
- https://en.wikipedia.org/wiki/USB_flash_drive
-