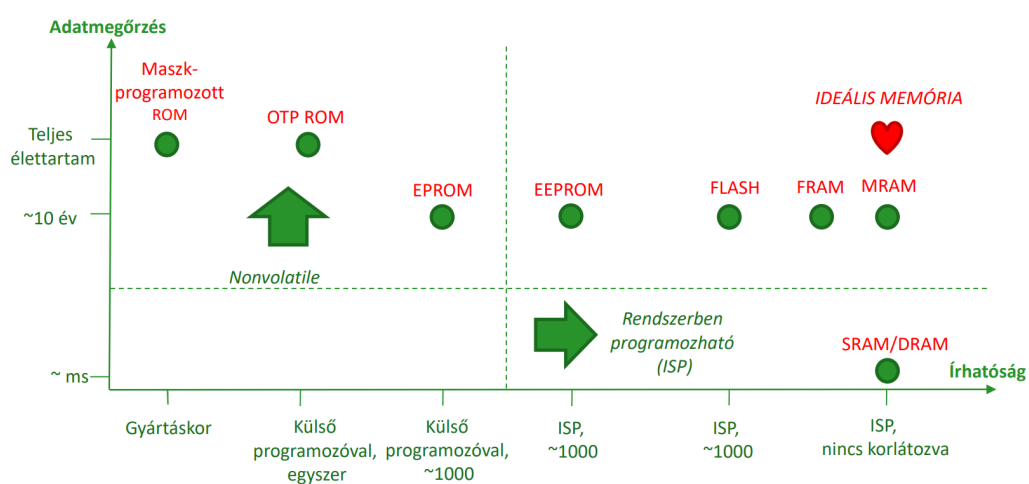


IT eszközök technológiája - 5. előadás

Memóriák

Áttekintés

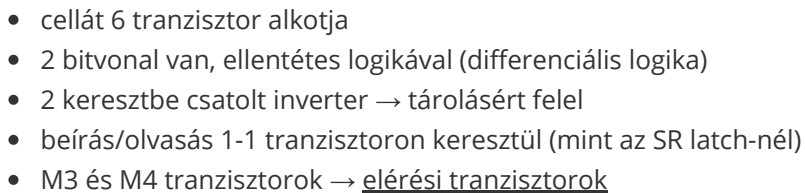
- Félvezető memóriák alapfogalmai
 - M x N memória
 - M db N bit széles memóriaszó
 - M általában 2 hatvány, N = 1, 2, 4, 8, ...
 - Tradicionális felosztás
 - **ROM** (csak olvasható) vs **RAM** (írható-olvasható)
 - mostanra elmosódtak a határok
 - Új fajta csoportosítás
 - írhatóság és adatmegőrzési idő szerint (így jobb!)



- Tipikus memória struktúra
 - memória mátrix
 - 1 sorban → **szóvonallal** aktiváljuk
 - aktivált cellák → **bitvonalra** másolják tartalmukat
 - cím másik részével a bitvonalak közül választunk
- néhány 100mV a logikai szint távolsága → érzékelő erősítő állítja helyre a rail-to-rail jelet
- még 2 hierarchiai szint → **blokk csoport** és azon belül **blokk**
 - hozzáférés hierarchikus
 - kívülről **banknak** látszik

RAM memóriák

Statikus RAM

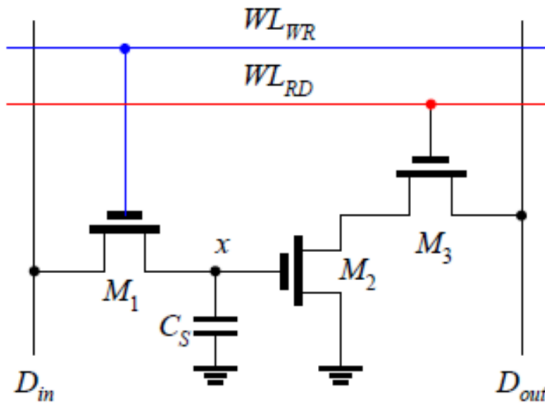


- 2 szóvonál van (wordA, wordB)
- olvasásnál egy időben két cellából is lehetséges
- íráshoz viszont mindkettő szóvonál kell (továbbra is csak 1 írás lehet egyszerre)

- nagyobb kapacitású, jóval lassabb a statikus ramnál
- 3 dimenziós struktúra
 - **Stack** kapacitás → tranzisztor felett készül el egy vékonyréteg kapacitás
 - **Árok** kapacitás → tranzisztor mellett árkot marnak a szilíciumba, ebbe alakítják ki a tároló kapacitást
- információt a C_s kapacitás tárolja, M_1 kapcsol a bitvonalra
- tároló kapacitás nagyon kicsi
- **írás**
 - bitvonalra logikai értéket rakunk
 - szóvonallal aktiváljuk → tároló kapacitás vagy kisül vagy feltölt
- **olvasás**
 - bitvonalat a tápfeszültség felére előtöltjük
 - szóvonal aktiválódik → rákapcsolódik a bitvonalra a tároló kapacitás töltése
 - $$\Delta V = \frac{C_s}{C_{BL} + C_s} V_{DD} / 2$$
 - az érzékelő ezt állítja helyre

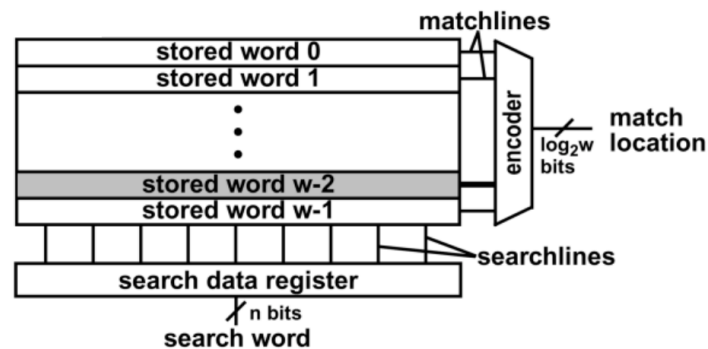
- olvasás destruktív, a kiolvasott értéket vissza kell írni!
- **frissítés** → erre van szükség, mert a töltés szivárog
 - +30 fok hőmérséklet → 10x-es szivárgás
 - egyszerre 1 sort frissítenek → $t_{RC} = 100\text{-}200\text{ns}$
 - **burst refresh**: összes sort egyszerre frissíti (csökkenti a memória sávszélességét :())
 - **distributed (hidden) refresh**: számláló figyeli az utolsó frissített sort, mindig a soron következő kerül frissítésre

Beágyazott DRAM

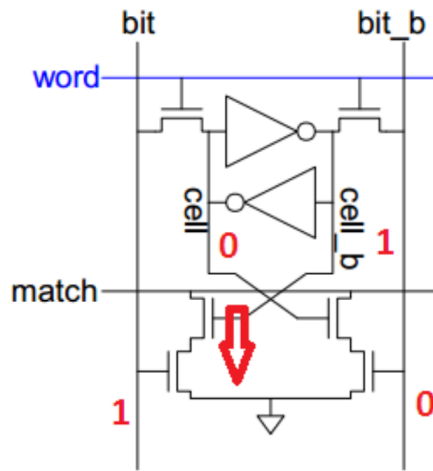


- 3 tranzisztoros dinamikus RAM technológia
 - M1-M2 tranzisztor szórt kapacitása tárol
 - M1 szolgál a beírásra

Tartalommal címezhető memóriák (CAM)



- fordított feladat → adathoz milyen cím tartozik
- 1 órajel alatt a keresett információ címének előállításá
 - *search data register* -t hasonlítja össze a párhuzamosan tárolt információval
 - 1 match vonal lesz csak aktív → innen van meg a cím
- használat pl: virtuális page cím - fizikai page cím párosítása
-



- megvalósítás
 - SRAM kiegészítése 10 tranzisztoros CAM cellává
 - keresett bit a bitvonalra
 - ha megegyezik a tárolt bittel → nincs áramút a match line és a föld között
 - ha nem egyezik meg a tárolt bittel → áramút alakul ki
 - keresés teljes soron egyszerre
 - negatívum: nagy fogyasztású

ROM memóriák

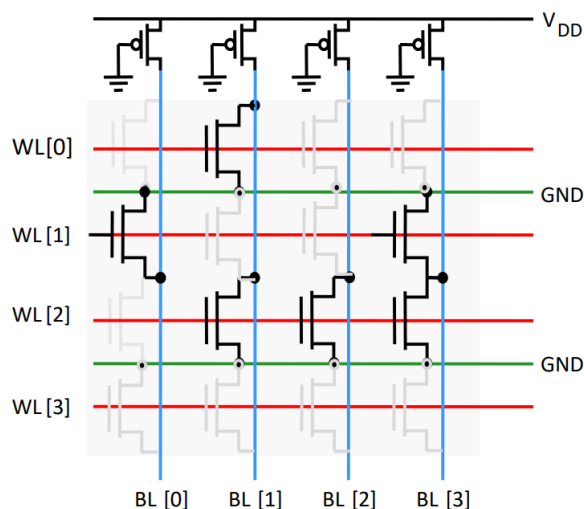
A maszk programozott ROM

- információ a gyártáskor belekerül (maszk programozott)
- nagy sorozatú gyártásnál éri csak meg → egy bit kis területet foglal → bitre vetített ár kedvező

Pszeudo NMOS kapu

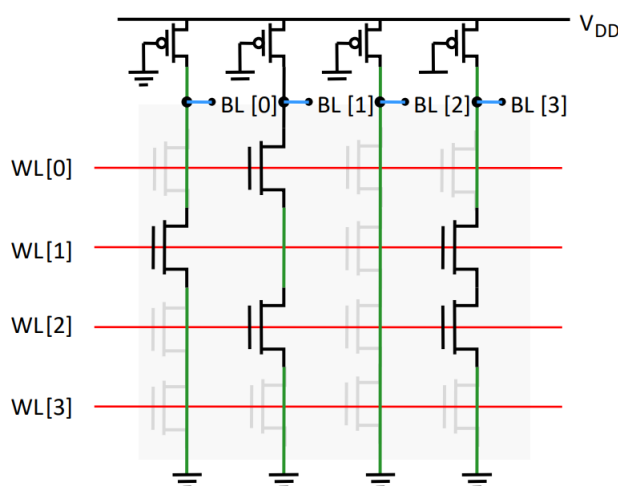
- pMOS mindig nyitott → egy ellenállással modellezhető
- így is működik, csak az alacsony szint nem 0 hanem csak ahhoz közeli kicsi érték
- negatívum: statikus fogyasztása van, ha a kimenet 0
- pozitívum: $2n$ helyett $n+1$ tranzisztor elég

Maszk programozott NOR ROM



- elemi cella egy nMOS tranzisztor
- információ = jelen van e egy adott tranzisztor elektromos szempontból vagy sem
- aktivált tranzisztor → bitvonalat a földre köti
- adott bitvonalra nézve = sokbemenetű pszeudo nMOS NOR kapu
- bemenetek közül egy lehet csak aktív
 - tranzisztort vezet = 0
 - egyébként = 1

Maszk programozott NAND ROM



- tranzisztorokat sorba kapcsoljuk
- információ = adott helyen a tranzisztort rövidre zártuk e fémezéssel vagy sem
- kiolvasáskor → minden szóvonalat aktiválunk, kivéve a kérdéses sort
- adott helyen nincs tranzisztor → kimenet = 0 (NAND összes további tranzisztora vagy vezet vagy rövidzárt)
- adott helyen van tranzisztor → kimenet = 1

OTP ROM

- firmware
- on-chip konfiguráció kialakítása
 - pl kalibrálási konstansok, titkosítási kulcsok, chip azonosítók
- programozható logikai eszközök
- információtároló elem → fuse vagy antifuse
 - **fuse**: rövidzár, kiégetés után nem vezet
 - **antifuse**: kiégetés után vezet, égetés nélkül szakadást okoz.

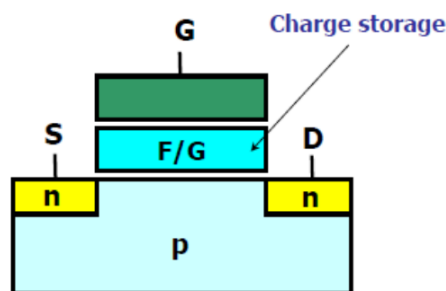
EEPROM

- információt tárolja → MOS tranzisztor küszöbfeszültsége
 - küszöbfeszültség változtatásával programozható
 - kiolvasás
 - adott tranzisztor vezet vagy nem vezet (SLC)
 - adott feszültség mellett jól megkülönböztethető áramok folynak (MLC, TLC, QLC)
- **küszöbfeszültség**: az a gate-source közé kapcsolt feszültség, amikor a vezetőképesség inverziós csatorna létrejön

- függ a szigetelőben lévő töltésektől
- konstrukciók
 - **lebegő gate** → sehova nem kötött poli-Si
 - **többrétegű szigetelő anyagok határfelülete**, töltéscsapdákat tartalmaz
- programozás fizikai elve → elektronok mozgatása töltés-tároló eszközre ami egy vékony szigetelővel van elválasztva
 - **lavina letörés**: nagymennyiségű, nagyenergiájú forró elektron jelenik meg, aminek energiája elég hogy áthaladjon a szigetelőn
 - **alagút jelenség**: megfelelő térerősség hatására egy keskeny szigetelőn biztos valószínűséggel keresztülhalad az elektron
- negatívum: ha az elektron a szigetelőben ragad → nehezebben változtatható küszöbfeszültség → tranzisztor elhasználik
- régi technológiák:
 - **EPROM**: programozás lavinaletöréssel, törlés UV fény segítségével
 - **EEPROM**: programozás-törlés alagútjelenséggel

FLASH EEPROM

- legsikeresebb memóriatípus jelenleg
- programozás: lavinaletöréssel vagy alagútjelenség segítségével
- törlés: alagútjelenség segítségével (nagyobb blokkonként történik)
-



- lebegő gate-et vékony oxid választja el a szubsztráttól
- 2 elrendezés
 - NOR elrendezés
 - nagy teljesítménnyel kell programozni
 - lassú a programozás és törlés
 - gyors az olvasás
 - program memória
 - NAND elrendezés
 - kis cellaméret, nagy sűrűség, kis teljesítménnyel programozható
 - gyorsabb törlés
 - háttértárolás

Új memória architektúrák