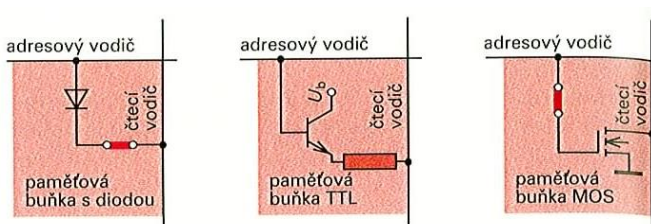


Paměti ROM

- pouze pro čtení, zápis dat je obtížný a trvá mnohem déle než čtení
- paměti s libovolným přístupem, ale označení ROM – RAM se nepoužívá
- energeticky nezávislé - schopny trvale /téměř trvale/ uchovávat data
- vhodné pro uložení programů a dat, které není třeba měnit např. pro BIOS, tabulky symbolů pro generátor znaků,....

ROM programovatelná maskou

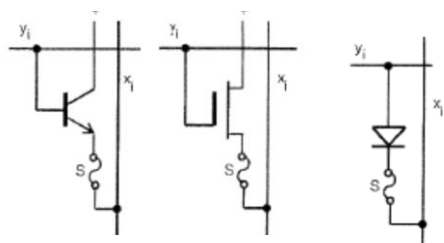
Paměťová buňka je tvořena diodou, bipolárním nebo unipolárním tranzistorem a přepalovací propojkou nebo pojistkou. Stav paměťové buňky, tj. hodnota paměťového bitu, je dána přítomností nebo nepřítomností přepalovací spojky nebo pojistky. Neporušené prvky vedou proud, přepálené buňky proud nevedou.



Stav uvedených propojek - naprogramování ROM - je dán poslední maskou při výrobě čipu.

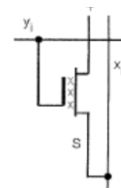
PROM - Programmable ROM – programovatelná ROM

Paměťová buňka je tvořena bipolárním či unipolárním tranzistorem nebo diodou, připojenou na bitový vodič přepalování NiCr spojkou (fusible link).



Naprogramování se uskuteční přepálením požadovaných spojek v programovacím přístroji proudovými impulsy při vyšším napětí dle požadavku zákazníka.

Unipolární tranzistor je možné programovat také přerušením vodivého kanálu mezi drainem a sourcem.

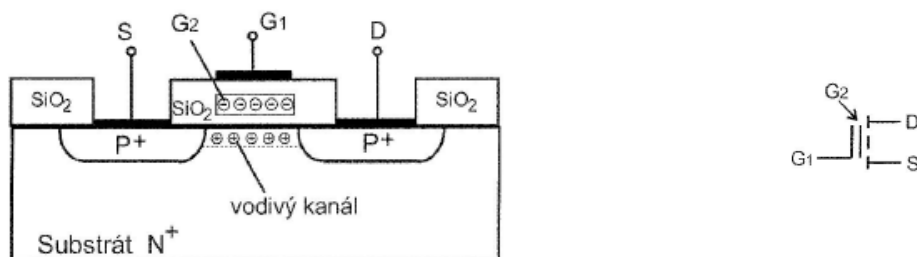


Je-li paměť jednou naprogramovaná, není možné ji znovu programovat.

EPROM – Erasable PROM nebo REEPROM – Re-programable PROM

Paměťový element je tvořen MOSFET tranzistorem s plovoucím hradlem (floating gate). Nositelem informace je elektrický náboj plovoucího hradla, které je umístěno v izolační vrstvě SiO₂.

Princip paměťové buňky s plovoucím hradlem je označován jako FAMOS



Programování se provádí na programovacím přístroji:

Pro dané polarizace polovodičů: mezi hradlo G₁ a kolektor D se přivede napěťový impuls -50V, část elektronů pronikne přes vrstvu SiO₂ k plovoucímu hradlu, hradlo se nabije zápornými náboji - náboj je velký, dobře izolovaný, může vydržet i 10 let. Je-li hradlo nabito, vytváří se pod ním, vodivý kanál s nosiči náboje typu P, po přivedení provozního napětí mezi kolektor D a emitor S tranzistor vede. Pokud hradlo G₂ není nabito, nevytvoří se vodivý kanál, tranzistor nevede, je ve stavu log0.

Náboj plovoucího hradla jde vymazat pomocí UV záření přes křemíkové okénko a paměť lze znovu naprogramovat. Výmaz UV zářením trvá asi 20 min a provádí se také v programovacím přístroji.

EEPROM – Elektrically Erasable PROM

Mohou být znovu naprogramovány, lze je vymazat elektrickým napěťovým impulzem. Při přeprogramování není nutné paměti vyjmout ze stávajícího zařízení, zdroj napětí pro generování programových napěťových úrovní je umístěn na čipu EEPROM.

FLASH – EPROM – Rychle přepisovatelé paměti

Paměti vymazatelné mžikovým elektrickým impulsem /Flash = blesk/ je možno vymazat během 1s. V principu se s ní dá pracovat jako s RAM, ale po odpojení napětí se nevymaže. Její předností je možnost přeprogramování přímo v PC. Flash paměťové karty jsou využívány v oblasti digitální fotografie nebo jako přenosné paměťové médium.

Paměti RAM

- paměť s náhodným přístupem
- paměť pro čtení i zápis dat – označení RWM-RAM se nepoužívá
- energeticky závislá
- jsou rychlejší, mají větší kapacitu
- jsou součástí hlavní /operační/ paměti

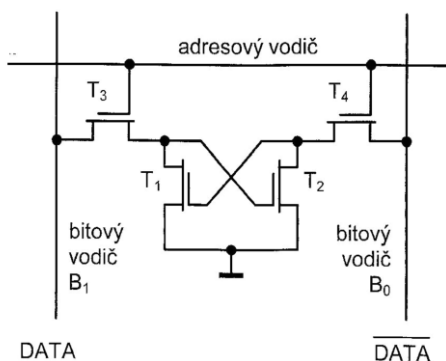
Statické RAM /SRAM/

- paměťová buňka je tvořena bistabilním klopným obvodem
- ve srovnání s DRAM jsou čipy SRAM rychlejší, mají menší kapacitu
- používají se jako vyrovnávací paměti cache

Statická paměťová buňka

Klopný obvod je tvořen tranzistory T_1 a T_2 . Bitové vodiče B_1 a B_0 jsou připojeny na kladné napětí a pomocí tranzistorových spínačů T_3 a T_4 na výstupy klopného obvodu. V klidovém stavu je adresový vodič přibližně na nulovém potenciálu, což způsobí uzavření tranzistorů T_3 a T_4 .

Aktivace buňky se provede připojením napětí na adresový vodič – dojde k otevření tranzistorů T_3 a T_4 .



Čtení: Je-li otevřen tranzistor T_1 , prochází do bitového vodiče B_1 proud - bitový vodič je přes otevřený T_1 připojen na nulový potenciál, což je vyhodnoceno jako log1. Je-li T_1 uzavřen, proud neprochází, je vyhodnocena log0.

Při zápisu se po aktivaci adresového vodiče přivede například bitovým vodičem B_1 přes T_3 na řídicí elektrodu tranzistoru T_2 napětí, které jej otevře. Pokles napětí na kolektoru T_2 se přeneše na řídicí elektrodu T_1 , který se uzavře.

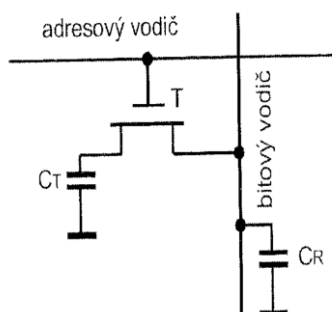
Dynamické RWM-RAM /DRAM/

- paměti s vysokým stupněm integrace, mají velkou kapacitu
- informace je v každé buňce uložena ve formě náboje v parazitním kapacitoru, který je tvořen elektrodami MOS tranzistoru
- paměťová kapacita je malá, náboj je nutné v pravidelných intervalech obnovovat speciálními obvody refresh,

Jednotranzistorová buňka dynamické paměti tvořená N- MOS tranzistorem

Nositelem informace je náboj v parazitním kapacitoru C_T MOS tranzistoru.

V klidovém stavu je adresový vodič na nulovém potenciálu, T je zavřený. Kapacitor je buď nabitý (log1), nebo vybitý (log 0).



Při čtení se přivede na adresový vodič kladné napětí, tranzistor se otevře. Je-li kapacitor nabit, jeho náboj se přeneše do kapacitoru bitového vodiče C_R , je čtena log1, není-li nabit, stav bitového vodiče se nezmění a čtecí zesilovač vyhodnotí stav paměťové buňky jako 0.

Při zápisu se na bitový vodič přivede napětí odpovídající logické 0 nebo 1. Pak se aktivuje adresový vodič, tranzistor se otevře a náboj se uloží do C_T .

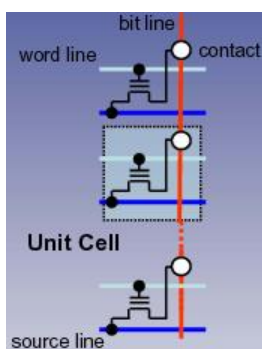
Proces obnovení náboje se provádí automaticky po každém čtení nebo v určitých intervalech, kdy s pamětí nepracujeme

Flash paměti

- nevolatelní – energeticky nezávislé polovodičové ROM paměti
- použití - především paměťové karty různých typů, USB a SSD „disky“

Rozdělení Flash paměti podle způsobu zapojení paměťových buněk

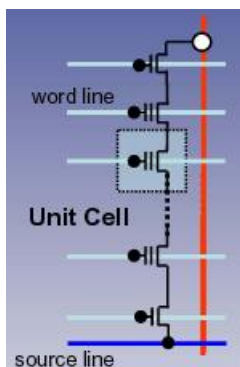
1. Mříčkové paměti typu NOR



Každá buňka se skládá z jednoho unipolárního tranzistoru s izolovaným plovoucím hradlem. Nad izolovaným hradlem je umístěno běžné hradlo, připojené k adresovému vodiči - každou paměťovou buňku je možné adresovat samostatně.

Čtení dat a jejich zápis – každý bit je adresován samostatně, bity jsou na vnější sběrnici paměti sloučeny do bytů či delších slov. Mazání se provádí po větších blocích.

2. Mříčkové paměti typu NAND



Několik paměťových buněk je zapojeno za sebou v „sérii“ - k jednotlivým buňkám není možné přistupovat samostatně, ale je mnohem lépe využita plocha čipu /informační hustota vyšší než u NOR/.

Nejmenší adresovatelná jednotka se nazývá stránka (*page*), několik stránek je sdruženo do bloku (*block*).

Čtení a zápis dat je prováděn po stránkách, mazání po blocích. Vzhledem k tomu, že se nemohou číst či zapisovat jednotlivé bity (popř.byty), je čip vybaven registrem, jehož obsah odpovídá přečtené či zapisované stránce.

Výhodou NAND paměti je **realokace vadných stránek** či bloků – po cca 100 000 až 1 000 000 prepisech může dojít k znefunknění některých paměťových buněk, a celá stránka se stává nepoužitelnou. Realokace spočívá v tom, že se stránka přesune na vyhrazené místo paměti, podobně jako u pevného disku. Chybná buňka se detekuje již při zápisu, nedojde tedy ke ztrátě dat. Díky realokaci se významně zvyšuje životnost paměti.

Rozdělení Flash paměti podle množství bitů uložených v jedné paměťové buňce

1. Technologie SLC (single level cell).

- v jedné paměťové buňce je uložen jeden bit informace, který může nabývat pouze dvou stavů – logické nuly a logické jedničky
- větší stabilita informací a rychlost zápisu než u MLC

2. Technologie MLC (multi level cell)

- v jedné paměťové buňce je uložena informace o dvou či třech bitech
- čtecí zesilovač tedy nerozlišuje pouze dva stavy, ale stavy čtyři či dokonce osm
- větší hustotu informací a nižší cenu než u SLC

SSD disky

Solid-state drive - „disky“ bez pohyblivých částí

datové médium, které neobsahuje pohyblivé mechanické části



Je to v podstatě flash paměť typu NAND s přidaným řadičem a rozhraním.

Lze je použít i ve stávajících počítačích aniž by bylo nutné přidávat další řadič či jakkoli zasahovat do dalších částí počítače – SSD se pouze zapojí jako další pevný disk:

- **rozměrově** odpovídají těm klasickým na šířku, na výšku jsou menší, jsou lehčí.
- jsou **podporována stejná rozhraní** jako u pevných disků

Výhody:

- nejsou zde **žádné pohyblivé součásti**, které zvyšují hlučnost disku (SSD jsou naprosto tiché) a jeho náchylnost na mechanické poškození.
- **blesková přístupová doba**, která je oproti klasickým diskům skutečně znatelně kratší (u klasických disků je čas spotřebovaný na přesunutí čtecích/zápisových hlaviček).
- vyšší **přenosová rychlost a rychlost čtení a zápisu** – téměř trojnásobná- tyto hodnoty jsou ale u jednotlivých výrobců a modelů SSD disků velmi rozdílné.

Nevýhody:

- **cena** – vyšší než u klasických disků
- **malá kapacita**, za jejíž navýšení si velmi připlatíte.
- **rozporuplná životnost** - SSD vydrží jen **omezené množství zápisů** /cca 100 tisíc podle typu buněk/. Díky propracovanému algoritmu pravidelného „vytěžování“ jednotlivých bloků - zápis se automaticky postupně rozkládá na celou dostupnou paměť- by ale nemělo dojít ke vzniku chybných sektorů (obsahujících buňky, do nichž již nelze provádět zápisy) před morálním zastaráním paměťového zařízení.