

Memórias Não Voláteis

- Dados são preservados independentemente da tensão de alimentação
- Principais tipos:
 - ROM: *Read Only Memory*
 - PROM: *Programmable Read Only Memory*
 - EPROM: *Erasable Programmable Read Only Memory*
 - EEPROM: *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*
 - Memória *Flash*

ROM

- *Read Only Memory*
 - memória de acesso aleatório gravada uma única vez no processo de fabricação, através de uma máscara de conexões.
 - A máscara de conexões gera a matriz de células que contém apenas metal/isolante
 - Usada na implementação de *firmware* não evolutivo em sistemas eletrônicos de baixo custo
 - Baixo custo, baixa densidade, altamente robusta

PROM

- *Programmable Read Only Memory*
 - Também chamadas de FEPROM (*Field PROM*)
 - memória de acesso aleatório cuja matriz é formada por micro-fusíveis
 - gravada uma única vez através da queima seletiva dos elementos fusíveis usando-se módulo de programação controlado via software
 - Quando virgem, todos os dados são "1"
 - Usada na implementação de *firmware* em sistemas eletrônicos de baixo custo
 - Baixo custo, baixa densidade, robusta

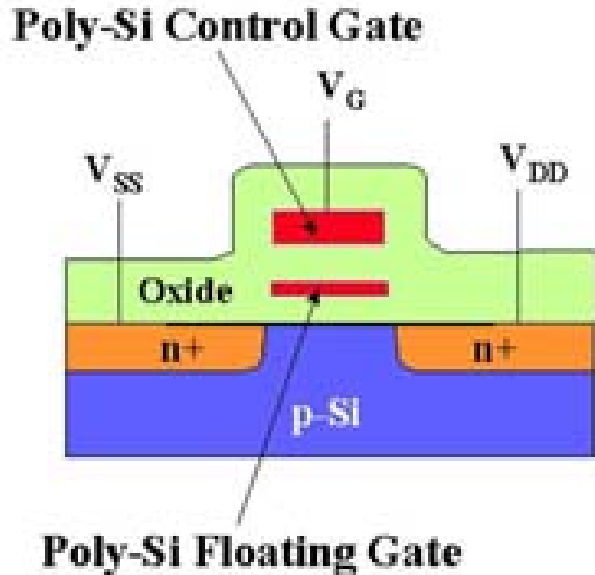
EPROM

- *Erasable Programmable Read Only Memory*
 - memória de acesso aleatório cuja matriz é formada por transistores MOSFET de porta flutuante
 - Gravação por de pulsos de "alta tensão" através de módulo de programação controlado via software
 - Apagada por processo ópto-eletrônico com incidência de luz ultra-violeta

EPROM

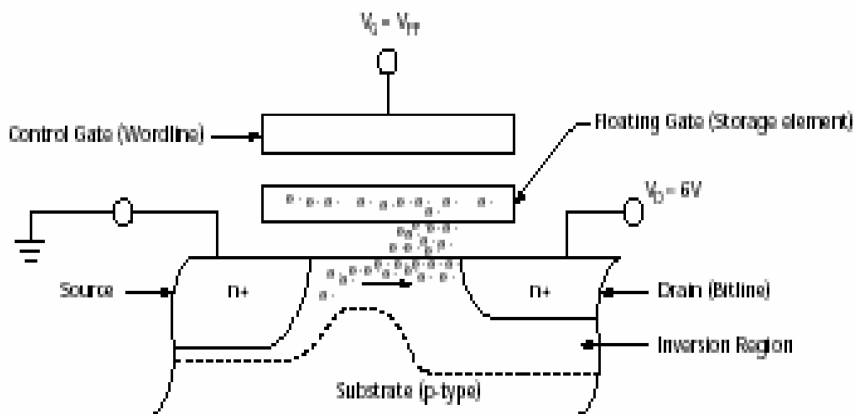
- MOSFET com porta flutuante

- Cargas injetadas na porta flutuante através de "alta tensão" aplicada à porta de controle
- Efeito de tunelamento de elétrons através do óxido
- Elétrons na porta flutuante alteram V_T do MOSFET



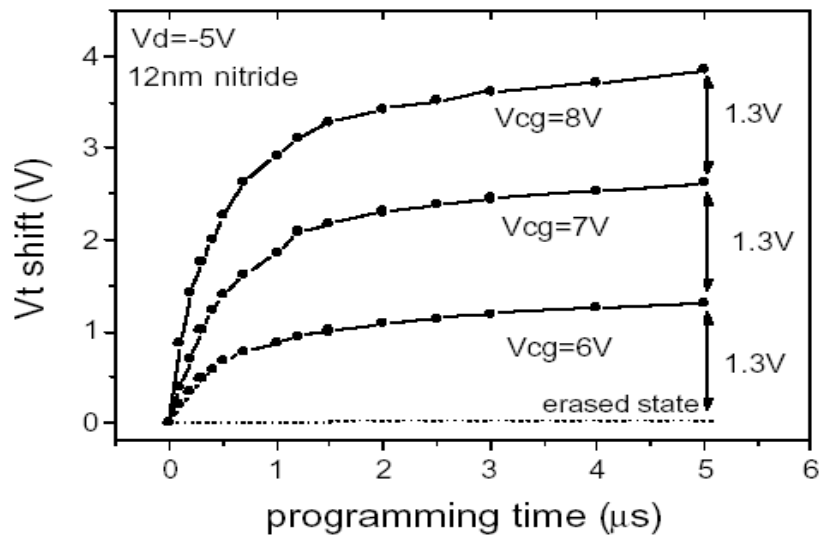
EPROM

- Processo de injeção remoção (gravação)



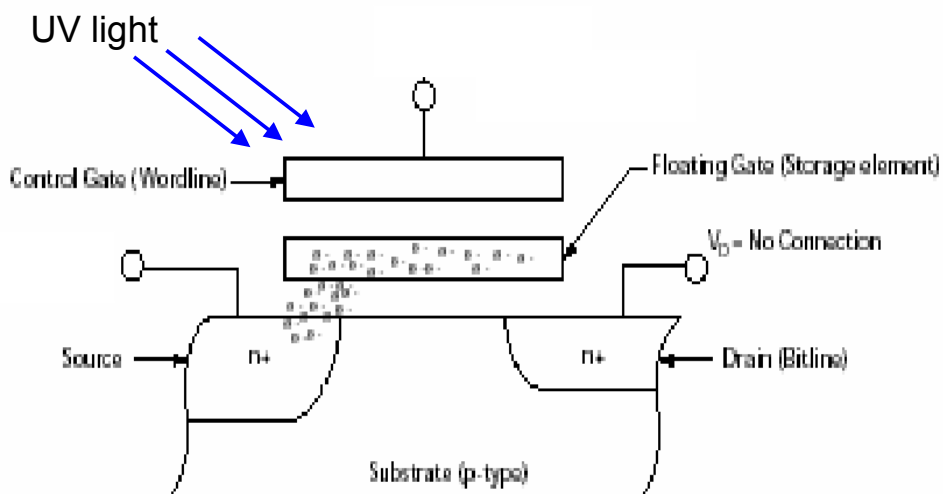
EPROM

- Deslocamento do V_T do MOSFET



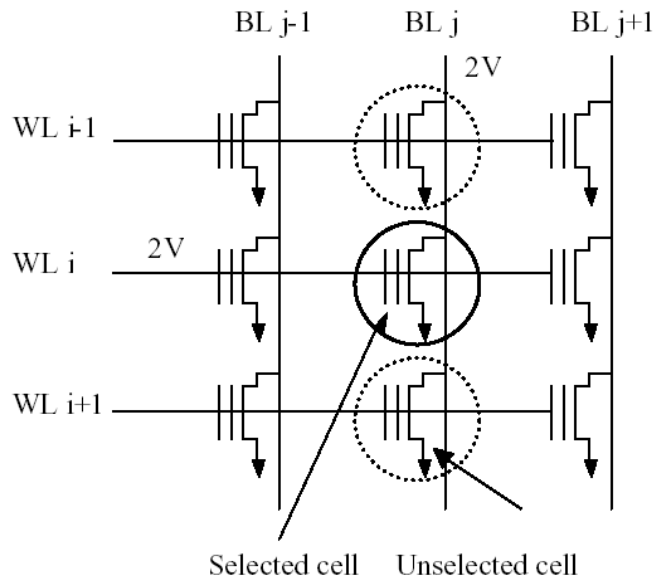
EPROM

- Processo de remoção de cargas (apagar)



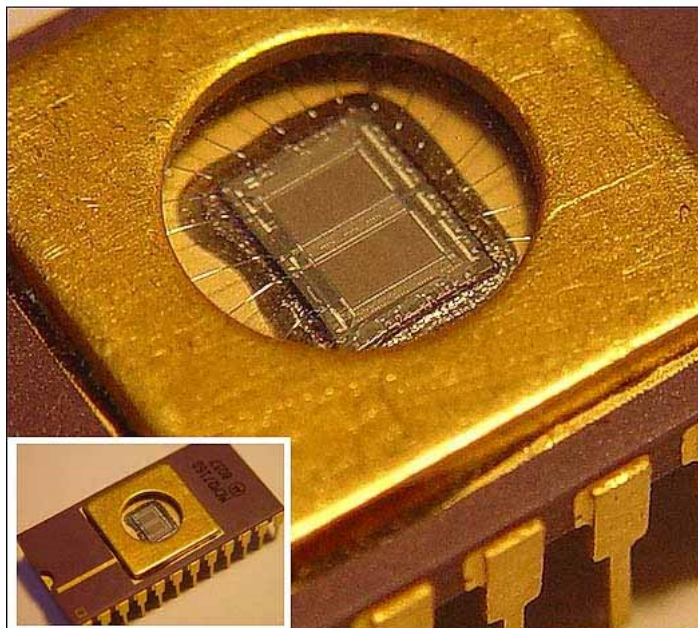
EPROM

- Matriz de células



EPROM

- Detalhe da janela de quartzo para incidência da luz UV



EPROM

- Características

- Suporta algumas centenas de ciclos gravar/apagar (danos ao dielétrico de porta)
- tempo de gravação de cada endereço é da ordem de μs
- tempo de retenção dos dados da ordem de 10-20 anos
- tempo de exposição à luz UV para apagar os dados da ordem de dezenas de minutos
- Só podem ser apagadas integralmente pela aplicação de luz ultra-violeta através de uma janela transparente no encapsulamento que expõe o *chip*

EPROM

- Estado atual

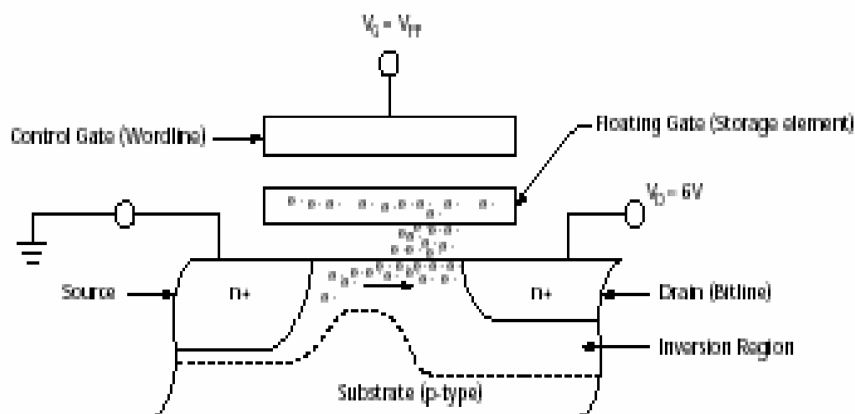
- Capacidade máxima ~8 MBytes
- OTP EPROM: encapsulamento sem janela (menor custo), programável apenas uma vez
- Fim de vida das EPROM's: novas tecnologias com maior capacidade e versatilidade

EEPROM

- *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*
 - Também chamada de E²PROM
 - memória de acesso aleatório cuja matriz é formada por transistores MOSFET de porta flutuante
 - Gravação por de pulsos de "alta tensão" através de módulo de programação controlado via software
 - Apagada também por pulsos de "alta tensão" aplicados entre S e G do MOSFET

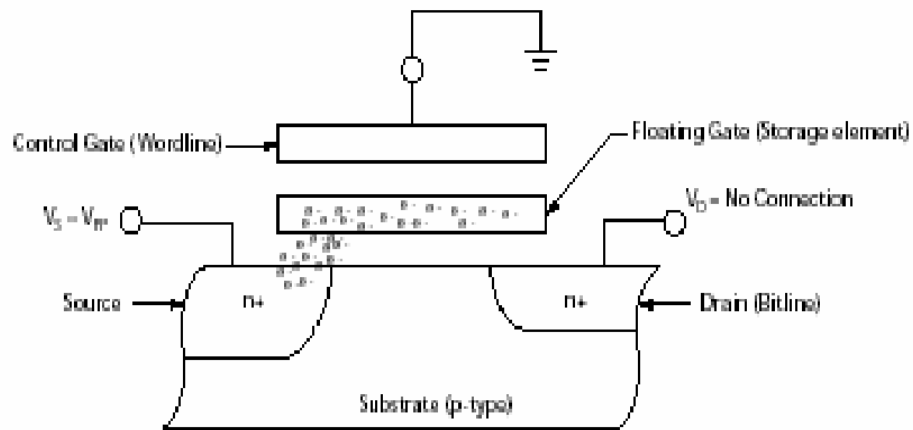
EEPROM

- Processo de injeção de cargas (gravação)
(Fowler-Nordheim tunneling)



EEPROM

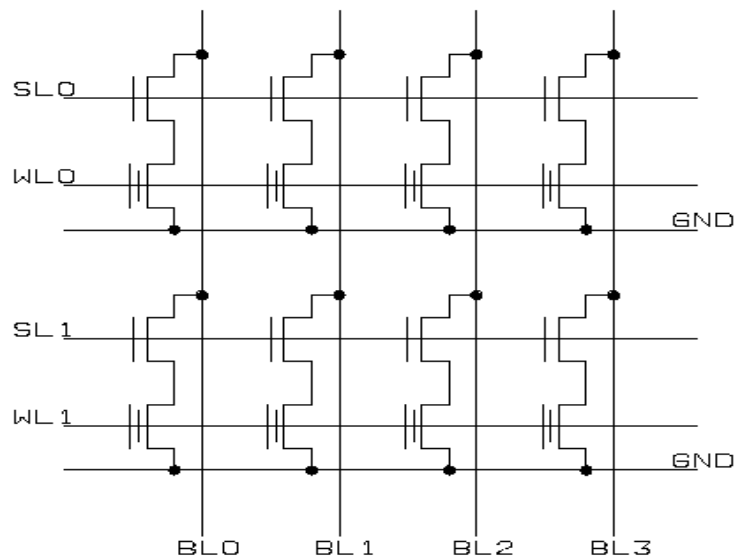
- Processo de remoção de cargas (apagar)
(Fowler-Nordheim tunneling)



EEPROM

- Matriz de células

- Usa 2 transistores para cada bit
- Possibilita apagar individualmente cada endereço



EPROM

- Características
 - Suporta milhares de ciclos gravar/apagar (danos ao dielétrico de porta)
 - tempo de gravação de cada endereço é da ordem de μs
 - tempo de retenção dos dados da ordem de 10-20 anos
 - tempo para apagar os dados da ordem de μs
 - podem ser apagadas parcialmente byte a byte

EPROM

- Estado atual
 - Capacidade atual ~64 MBytes
 - Para altas capacidades preferência pela Flash EPROM