SSD(Solid State Drive)

- Semiconductor 기반 보조저장장치의 필요성
 - 1 MM의 속도 >> 보조저장장치의 속도
 - 2 기계장치 기반 보조저장장치의 한계



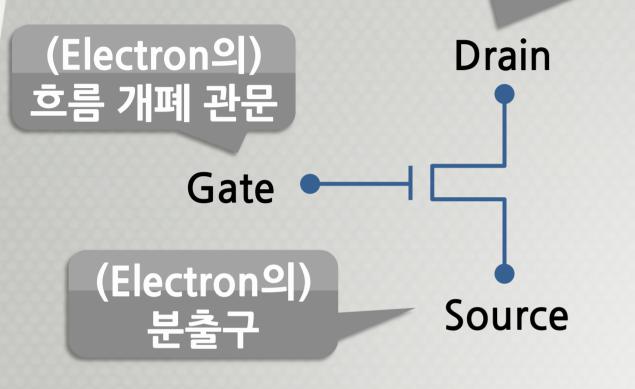
- O Non-volatile Flash Memory의 개발
 - 1 영구 저장 능력 보유
 - 2 빠른 Access 속도, 낮은 전력소모, 높은 저장밀도, 높은 신뢰성
 - 3 높은 가격, 낮은 내구성(갱신 횟수 제한)



- SSD의 출현
 - 1 Flash Memory기반 휴대용 Backup 저장장치 용도
 - 2 대용량 저장 장치인 SSD로 발전

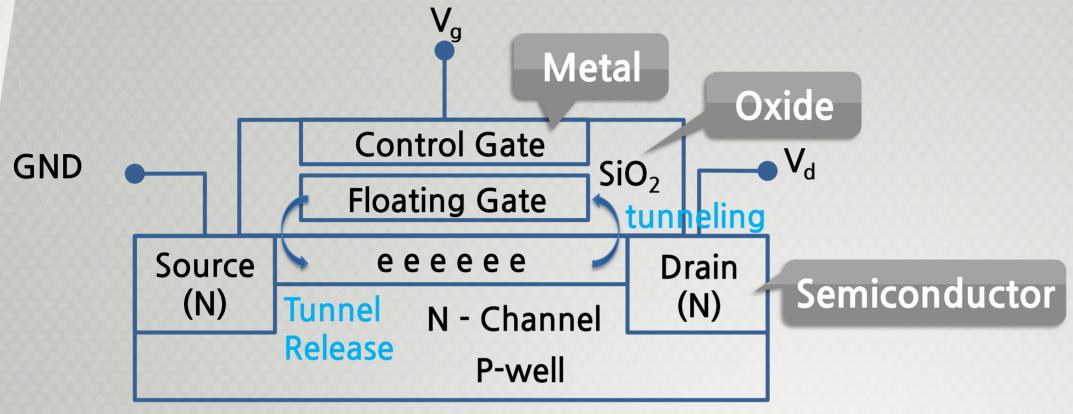
Flash Memory: NMOS Field Effect Transistor 기반 Cell

(Electron의)배수구



[N MOSFET 기호]

Flash Memory: NMOS Field Effect Transistor 기반 Cell



[N MOSFET기반 Flash Memory Cell 내부 모식도]

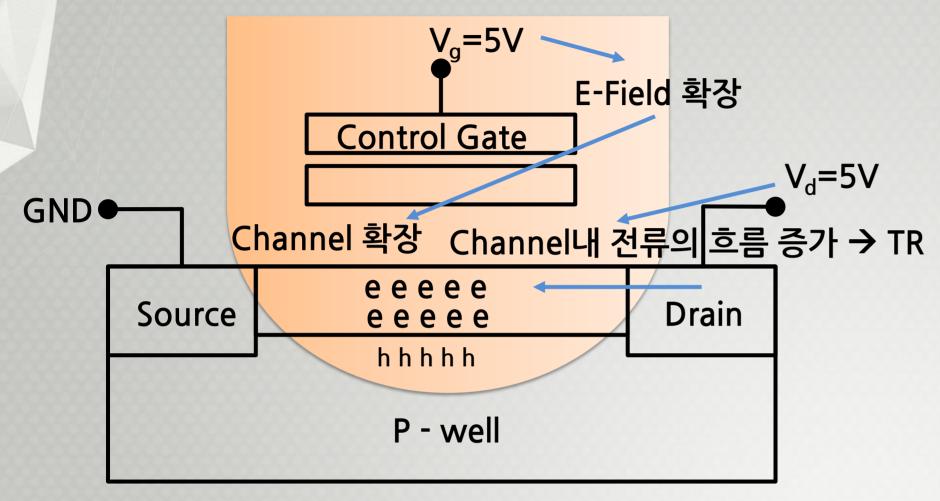
Write동작

- > V_g= +12V 인가 → N-Channel의 Electron들이 Floating Gate로 Tunneling되어 Electron이 참 → 0 저장
- > Vg= 0V 인가 → Floating Gate의 Electron들이 N-Channel로 Tunnel Release되어 Electron이 빔 → 1 저장

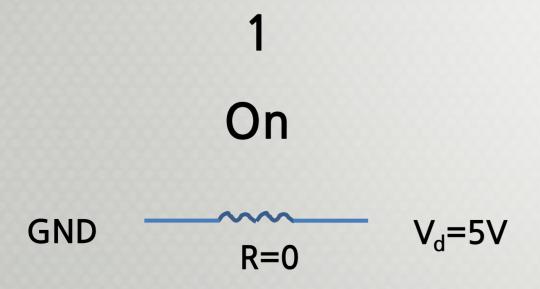
Data 삭제 동작

p-well에 고전압(V_p) 인가: Floating Gate에 갇힌 Electron들이 N-Channel로 빠져 나옴 (Tunnel Release) → 초기값 1 저장

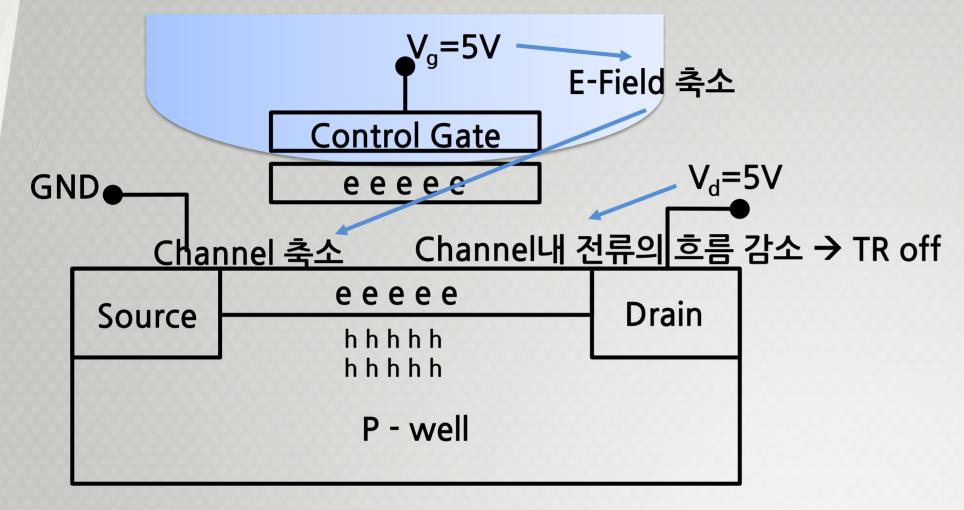
Flash Memory: Cell에서 1 Read 동작



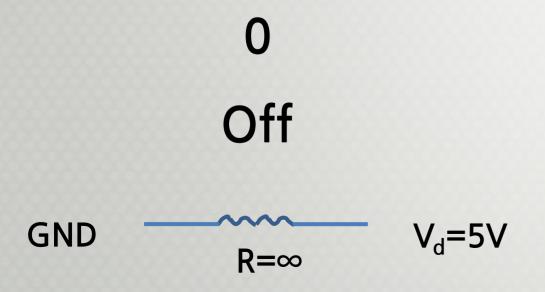
[Floating Gate가 비어 있는 상태('1'이 저장된 상태)]



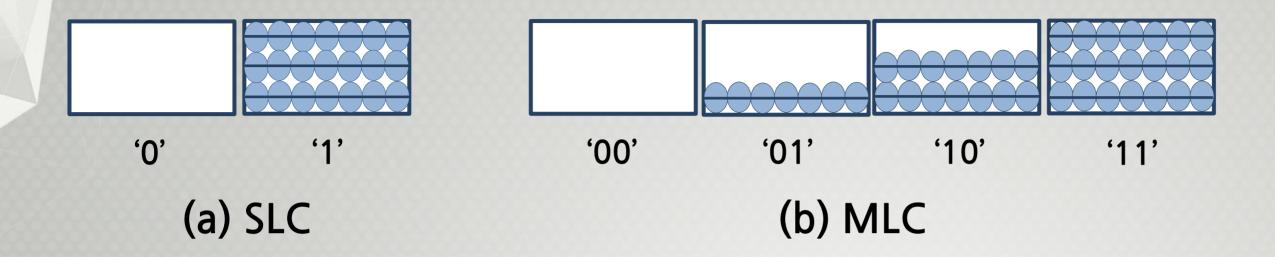
Flash Memory: Cell에서 0 Read 동작



[Floating Gate가 채워진 상태('0'이 저장된 상태)]



Flash Memory: SLC, MLC 및 TLC



Floating Gate로 들어가는 Electron들의 수를 조정하여 각 Cell에 저장되는 상태의 수 증가

- SLC(Single-Level Cell): 두 상태를 가지는 Cell들로 이루어진 Flash Memory Chip(Cell 당 한 Bit씩 저장)
- MLC(Multi-Level Cell): Cell의 상태를 4가지(00, 01,10,11)로 구분 (2Bit씩 저장), 저장용량은 2배 증가
- TLC(Triple-Level Cell): Cell의 상태를 8가지(000, 001, 010, 011, 100, 101,110,111)로 구분 (3Bit씩 저장), 저장용량은 3배 증가

Flash Memory: SLC, MLC 및 TLC

MLC 및 TLC의 문제점

- Electron 수 조정을 위한 세밀한 작업 필요
- Data 구분의 어려움으로 인한 Access 속도 저하
- 오류 발생 빈도 증가
- 수명 단축

SLC, MLC 및 TLC 비교

	SLC	MLC	TLC
Cell당 Bit 수	1	2	3
읽기 시간	25us	x 2	x 3
쓰기 시간	200~300us	x 3	x 4.5
삭제 시간	1.5ms	x 2	x 3
재기록 가능 횟수	100,000	/ 10	/ 100

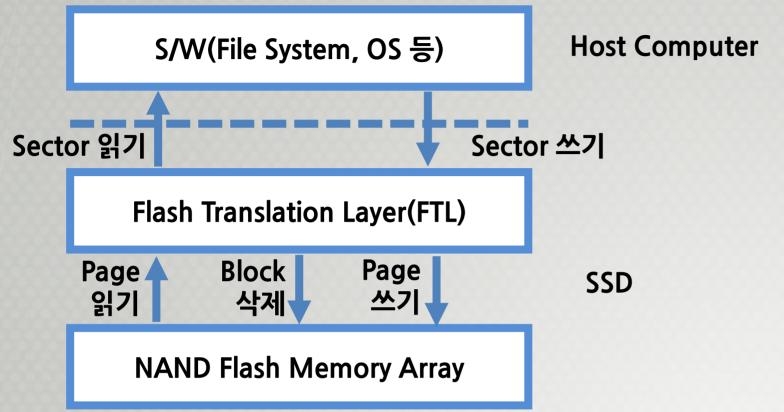
Solid State Drive: Introduction



구성요소

- NAND형 Flash Memory Chip 배열: Interleaving 방식으로 Data 분산 저장, 병렬 입출력 채널 구성
- SSD 제어기: 핵심적 기능(Data 저장과 인출, Chip 관리, Address Mapping)을 수행하는 Firmware Program을 수행하는 Processor
- DRAM Cache: Computer와 Flash Memory 사이의 Data Buffer
- SATA 또는 PCle Interface : Serial 전송

SSD: FTL(Flash Translation Layer)



기존의 File System과 OS가 HDD와 같은 방법으로 SSD를 사용할 수 있도록 지원해주는 Middleware

- Flash Memory의 Block과 Page를 논리적으로 HDD의 Sector와 같은 구조로 변환
- SSD 제어기가 수행

FTL은 Page와 Sector간의 Address Mapping 기능 <u>외에도, SSD의 성능 향상을 위하여 아래의 기능 수행</u>

- Wear Leveling: SSD 수명 향상
- Garbage Collection: Block단위로 삭제되는 특성 때문에 수정된 Page를 다른 위치에 저장 후 (일시적 중복 저장) 쓰레기 Block을 일거에 삭제
- Over-provisioning: garbage collection을 위한 여분의 저장 공간