

## 16. 기억장치



### ① 중앙처리장치(CPU)

- CPU는 기계어로 기록된 컴퓨터 프로그램의 명령어를 해석하여 실행한다.
- CPU는 컴퓨터를 구성하는 부품과 정보를 교환하면서 컴퓨터 전체 동작을 제어한다.
- CPU는 컴퓨터 두뇌에 해당한다.

### ② 캐시메모리(cache memory)

- 중앙처리장치(cpu)와 주기억장치 사이에 위치한 고속 메모리
- 주기억장치의 느린 속도를 보완하기 위해 사용한다.

### ③ 주기억장치(main memory)

- 컴퓨터 실행 중에 필요한 프로그램이나 데이터를 기억하는 메모리이다.



주기억장치 RAM

### ④ 보조기억장치(auxiliary memory)

- 주기억장치를 보조하는 기억장치
- 프로그램이나 데이터를 저장했다가 필요시에는 주기억장치로 보내 처리할 수 있도록 한다.



보조기억장치 하드디스크(자기디스크)

## 1. RAM(Random Access Memory)과 ROM(Read Only Memory)

RAM 특성	① RAM은 <b>휘발성</b> 기억장치(volatile memory)이다. → 전원 공급이 끊기면 자료는 소멸(전원 공급 동안만 자료 기억) ② 자료의 읽기/쓰기가 자유롭다.(일명 Read Write Memory)
ROM 특성	① ROM은 <b>비휘발성</b> 기억장치(non_volatile memory)이다. → 전원 공급이 끊겨도 기억된 정보는 계속 그대로 유지된다. ② ROM은 기억된 내용을 읽을 수만 있다. → 보통, 컴퓨터 내에 영구적으로 유지하려는 내용을 저장한다.

### (1) RAM의 종류

SRAM(정적 RAM) Static RAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flip-Flop 조합으로 구성되며, CPU에 근접하는 고속 메모리이다.</li> <li>• 집적도가 낮아 소용량으로 만들어진다.</li> <li>• DRAM에 비해 고가이며, 전력 소비가 많다.</li> </ul>
DRAM(동적 RAM) Dynamic RAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 콘덴서(축전기)에 전하 형태로 자료가 기억된다.</li> <li>• DRAM은 주기적으로 재생(refresh)을 해야 자료가 유지된다.</li> <li>• 집적도가 높아 대용량으로 생산된다.</li> <li>• SRAM에 비해 저가이며, 전력 소비가 적다.</li> </ul>

#### // 재생(refresh)

- 콘덴서(축전기)의 전하는 시간이 지나면 방전하는 성질이 있어서 주기적으로 전기를 재충전 해 주어야 기억된 자료가 유지된다.
- 전기를 재충전하는 작업을 Refresh라 한다.

### (2) ROM의 종류

Mask ROM	• 공장에서 제조할 때, 특정 내용을 기억시켜둔 ROM
PROM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmable PROM 약어이다.</li> <li>• PROM 라이터를 이용하여 내용을 한 번만 기록할 수 있는 롬 → 한 번 기록된 내용은 바꾸거나 지울 수 없다.</li> <li>• PROM은 전자사전이나 비디오 게임기 등에 이용된다.</li> </ul>
UV-EPROM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ultra Violet-Erasable PROM 약어이다.</li> <li>• <b>자외선</b>을 쬐어 내용을 삭제한다.(기록은 전기를 이용)</li> <li>• 보통, UV-EPROM에는 석영유리창이 있어 다른 롬과 구분된다.</li> </ul>
E-EPROM (Electric EPROM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E-EPROM은 <b>높은 전압</b>을 이용하여 내용을 삭제한다.</li> <li>• 전기를 이용하여 기록 및 삭제가 가능하다.</li> </ul>

## 2. 시스템 버스(bus)

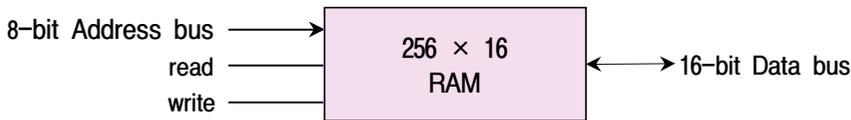
버스는 컴퓨터 내부에서 정보가 이동되는 통로이며, 여러 개의 전선 형태로 되어 있다.

주소버스	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CPU가 데이터를 읽기/쓰기 위한 기억장치의 주소를 전달하는 통로이다.</li> <li>• CPU에서 주소만 보내므로 <b>단방향</b>으로 구성된다.</li> </ul>
자료버스	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CPU와 기억장치 사이에 데이터를 전달하는 통로이다.(데이터버스)</li> <li>• 서로 데이터를 주고받아야 하므로 <b>양방향</b>으로 구성된다.</li> </ul>
제어버스	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CPU가 시스템 장치들의 동작을 제어하기 위한 신호를 전달하는 통로이다.</li> <li>• 신호 : 버스 제어신호, 읽기/쓰기 신호, 인터럽트 신호, 입출력 신호 등</li> <li>• CPU가 제어신호를 보내기만 하므로 <b>단방향</b>으로 구성된다.</li> </ul>

[Tip] 주소버스가 8개의 선으로 구성되어 있으면, 256개의 주소를 지정할 수 있다.( $2^8=256$ )

## 3. RAM의 용량

다음 RAM 칩의 블록도를 분석하면서 용량을 계산해 보자.



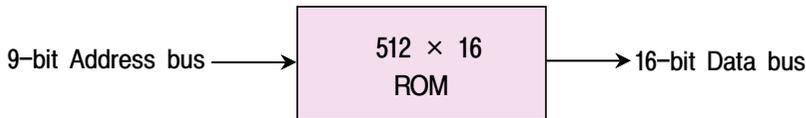
- ① 주소버스는 8비트, 데이터버스는 16비트 크기를 가진다.
- ② RAM의 데이터버스는 **양방향성**이어야 CPU와 자료를 주고받을 수 있다.
- ③ 워드크기는 16비트이다. → 데이터버스 크기가 16비트이므로
- ④ 워드 수는  $2^8$ 개이다. → 주소버스가 8비트이므로
- ⑤ 따라서, RAM의 용량은  $2^8 \times 16\text{bit}$ 이다. 즉,  $256 \times 16\text{bit}$ 가 된다.

[예제] RAM 용량이 4096워드이고 1워드가 8비트일 때 PC, MAR, MBR의 각 비트수는?

- (풀이)
- ① 메모리 용량 =  $4096 \times 8 = 2^{12} \times 8$ 로 나타낼 수 있다.
  - ② 따라서, 주소버스는 12비트이고, 데이터버스는 8비트가 된다.
  - ③ PC와 MAR은 메모리 주소를 기억하는 레지스터이므로  
비트수는 PC = MAR = 12bit
  - ④ MBR은 데이터를 기억하는 레지스터이므로 비트수는 MBR = 8bit

#### 4. ROM의 용량

ROM 칩도 RAM과 비슷하게 구성된다, 용량을 계산하는 방법은 서로 같다.  
다음의 ROM 칩 블록도를 분석하면서 ROM 용량을 계산해 본다.



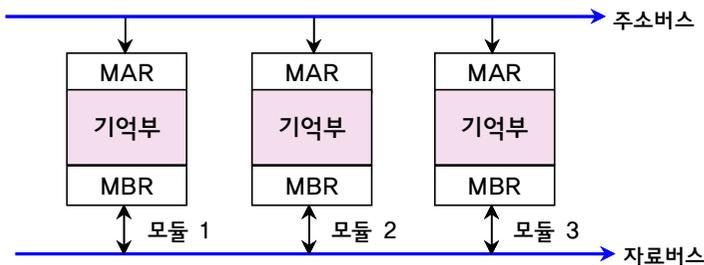
- ① 주소버스는 9비트, 데이터버스는 16비트 크기를 가진다.
- ② ROM의 데이터버스는 단방향성이어도 상관없다. ROM은 읽을 수만 있으므로
- ③ 워드크기는 16비트이다. → 데이터버스 크기가 16비트이므로
- ④ 워드 수는  $2^9$ 개이다. → 주소버스가 9비트이므로
- ⑤ 따라서, ROM의 용량은  $2^9 \times 16\text{bit}$ 이다. 즉,  $512 \times 16\text{bit}$ 가 된다.

[예제] 자료출력선이 32비트이고, 주소선이 10비트일 때 ROM의 용량은?

<b>풀이</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자료출력선은 데이터버스를 의미한다.</li> <li>∴ ROM 용량 = <math>2^{10} \times 32\text{bit} = K \times 32\text{bit} = 32 \times K\text{bit} = 4 \times 8K\text{bit} = 4K\text{byte}</math></li> </ul>
-----------	---

#### 5. 복수 모듈 기억장치(interleaving memory)

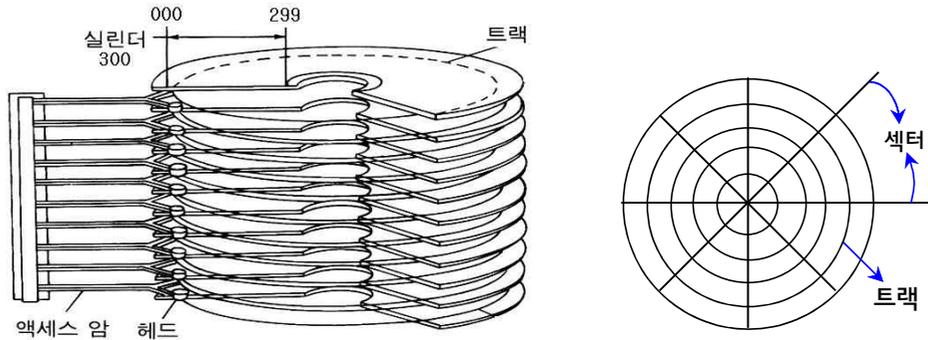
① 기억장치를 여러 개의 모듈을 가지는 형태로 구현하는 것이다.



- ② 각 모듈은 공통의 버스에 연결되어 있어서, 한번 접근에 여러 번의 접근 효과를 얻을 수 있게 된다.  
→ 따라서, CPU와의 속도 차이를 개선할 수 있다.
- ③ 기억장치를 여러 개의 모듈로 구성하여  
모듈을 번갈아 가면서 접근하는 것을 메모리 인터리빙(memory interleaving)이라 한다.
- ④ 버스는 각 모듈간에 시분할(time sharing) 방식으로 사용된다.

## 6. 자기디스크(magnetic disk)

다음은 임의접근이 가능한 자기디스크의 개략적인 구조이다.



- ① 디스크 팩(disk pack) : 디스크 원판이 여러 개 모여 있는 집단이다.
- ② 읽기/쓰기 헤드(read/write head) : 디스크 표면에서 자료 읽기/쓰기를 수행한다.
- ③ 액세스 암(access arm) : 헤드를 디스크 표면으로 이동시켜 준다.
- ④ 트랙 : 디스크 표면에 있는 여러 개의 동심원이다. 각 동심원을 트랙이라 한다.
- ⑤ 실린더 : 디스크 중심축에서 같은 거리에 있는 트랙 모임(트랙 수와 실린더 수는 같다)
- ⑥ 섹터 : 하나의 트랙은 여러 구역으로 나누어지며, 이 각 구역을 섹터라 한다.

### ● 자기디스크 접근시간

접근시간(access time) = 탐색시간 + 헤드기동시간 + 회전대기시간 + 전송시간

탐색시간 (seek time)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 입출력할 자료가 있는 트랙까지 헤드가 이동하는데 걸리는 시간</li> <li>• 탐색시간의 비중은 약 75%이상이 된다.(가장 큰 비중)</li> </ul>
헤드기동시간	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Read/Write 헤드의 선택시간이라고도 한다.</li> <li>• 읽기/쓰기를 수행할 헤드 활성화를 위해 전기적인 신호를 넣는 시간</li> <li>• 소요되는 시간은 거의 0(zero)이다.</li> </ul>
회전대기시간	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotational Delay Time → Search Time이라고도 한다.</li> <li>• 해당 트랙에서 헤드와 자료를 입출력할 디스크의 표면 위치가 일치하도록 디스크를 회전시키는데 필요한 시간</li> </ul>
전송시간 (transfer time)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자료 전송이 시작되는 순간부터 완료되는 순간까지의 시간</li> <li>• 디스크의 기록밀도와 회전속도에 의존한다.</li> </ul>

- 유동 헤드 디스크 : 탐색시간이 필요한 디스크(헤드 수 < 트랙 수)
- 고정 헤드 디스크 : 각 트랙마다 하나의 헤드를 둠(탐색시간 = 0)

## 7. 플래시(flash) 메모리

- ① 플래시 메모리는 전기적으로 데이터를 쓰고, 지울 수 있는 **비휘발성** 기억장치이다.
- ② 플래시 메모리는 칩을 연결 방식에 따라 노어(Not OR)형과 낸드(Not AND)형이 있다.
- ③ 플래시 메모리는 블록 내에서 특정 단위로 읽고 쓸 수 있다.  
→ 하지만, 삭제는 블록 단위로 지워야 한다.
- ④ 플래시 메모리는 덮어 쓸 수 없다.(**overwrite는 불가능**)  
→ 블록의 내용을 모두 지우기 전까지는 해당 자료를 변경할 수 없다.
- ⑤ 플래시 메모리는 **지우기 횟수가 제한**되어 있다.  
→ 현재, 상업용인 SLC 제품은 십만 번까지 보증한다.  
→ 지우기가 불가능한 시점에서 읽기는 가능하다.
- ⑥ 하드디스크 대신 플래시 메모리로 만든 솔리드 스테이트 드라이브(SSD)가 사용됨

nor 플래시	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 읽기/쓰기 동작은 임의접근방식으로 <b>바이트 또는 워드 단위로 가능하다.</b> → 하지만, 덮어쓰기와 지우기 동작은 임의로 접근할 수 없다.</li> <li>• 읽기는 빠르지만 쓰기는 느리다.</li> </ul>
nand 플래시	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NAND 플래시는 블록을 여러 <b>페이지로 나누어 사용한다.</b></li> <li>• NAND 플래시의 <b>읽기/쓰기 동작은 페이지 단위로 동작한다.</b></li> <li>• 하지만, 페이지를 덮어쓰거나 지우려면 해당 블록 전체를 지워야 한다. → 덮어쓰기(overwrite)를 위해서는 삭제(erase)가 선행되어야 한다.</li> <li>• read, write, erase에 소요되는 시간이 서로 다르다. → read(0.025ms) &lt; write(0.2ms) &lt; erase(1.5ms)</li> <li>• 입출력 인터페이스는 자료에 대한 순차 접근만을 지원한다.</li> <li>• NOR 플래시에 비해 지우기와 쓰기 시간이 좀 더 빠르다.</li> <li>• NOR 플래시에 비해 집적도가 높고, 비트 당 제작비가 낮다.(<b>대용량 가능</b>)</li> <li>• NOR 플래시에 비해 내구성도 10배정도 우수하다.</li> <li>• USB 인터페이스 저장 장치에서 사용되고 있다.</li> <li>• <b>SSD에는 NAND 플래시가 사용된다.</b></li> </ul>

- 낸드 플래시는 쓰기 속도가 빠르고, 노어 플래시는 읽기 속도가 빠르다.
- 낸드 플래시는 데이터를 순차적으로 찾아가 읽으므로 노어 플래시보다 읽기 속도는 느리지만,
- 별도로 셀의 주소를 기억할 필요가 없어 쓰기속도는 훨씬 빠르다.

### // 낸드(NAND) 플래시 제품별 특징 비교 - 현재 기준

	SLC	MLC	TLC
저장 방식	1 bit/cell	2 bit/cell	3 bit/cell
read time	25 $\mu$ s	50 $\mu$ s	75 $\mu$ s
write time	200 $\mu$ s~300 $\mu$ s	600 $\mu$ s~900 $\mu$ s	900 $\mu$ s~1350 $\mu$ s
erase time	1.5ms~2ms	3ms	4.5ms
수명(write/erase)	50,000~100,000회	3,000~10,000회	500~1,000회

**기출문제 분석**

1. 자기디스크 장치에서 헤더를 원하는 데이터가 기록된 트랙(실린더)까지 위치시키는데 걸리는 시간은? [2009년 지방 9급]

- ① Seek time                      ② Latency time
- ③ Access time                    ④ Data Transfer time

☞ Seek time(탐색시간)

- 입출력할 자료가 있는 트랙까지 헤드가 이동하는데 걸리는 시간
- 탐색시간의 비중은 약 75%이상이 된다.

◆ 회전대기시간(rotational delay time)

- 디스크를 회전시키는데 필요한 시간(헤드와 자료 입출력 위치가 일치하도록)
- 일명, search time 또는 latency time이라고도 한다.

정답 : ①

2. <보기>와 같은 특성을 갖는 하드디스크의 최대 저장 용량은? [2016년 계리직]

-----<보기>-----

- 실린더(cylinder) 개수 : 32,768 개
- 면(surface) 개수 : 4개
- 트랙(track) 당 섹터(sector) 개수 : 256 개
- 섹터크기(sector size) : 512 bytes

- ① 4GB                              ② 16GB
- ③ 64GB                            ④ 1TB

☞ 하드디스크의 최대 저장 용량

- 실린더(cylinder) 개수가 트랙(track) 개수이다.
- 최대 저장 용량 =  $\frac{32768 \times 4 \times 256 \times 512}{1024 \times 1024 \times 1024} = 16GB$

정답 : ②

3. 주기억장치로 사용될 수 없는 기억장치는? [2017년 경기 추가 9급]

- ① EPROM
- ② 블루레이(Blu-ray) 디스크
- ③ SRAM
- ④ DRAM

☞ 블루레이 디스크(Blu-ray Disc) → 상표 등록을 위해 'e'자가 없다.

- 블루레이 디스크는 광 기록 방식의 보조 저장 매체이다.
- 레이저 디스크는 CD, DVD, BD(블루레이 디스크) 순으로 개발되었다.
- 블루레이 디스크는 DVD 디스크에 비해 대용량의 데이터를 저장할 수 있다.(128GB)
- 블루레이 디스크는 DVD 디스크에 비해 훨씬 짧은 푸른색 파장의 레이저를 적용한다.
- 블루레이 디스크는 영화 등 고화질 비디오를 저장하는 데 이용되고 있다.

정답 : ②

4. SRAM(Static Random Access Memory)과 DRAM(Dynamic Static Random Access Memory)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? [2021년 군무원 9급]

- ① SRAM은 캐시(cache)메모리로 사용된다.
- ② DRAM은 메인(main)메모리로 사용된다.
- ③ SRAM은 DRAM에 비해 속도가 느리다.
- ④ 동일 크기의 메모리인 경우, SRAM이 DRAM에 비해 가격이 비싸다.

☞ SRAM과 DRAM

SRAM(정적 RAM) Static RAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flip-Flop 조합으로 구성되며, CPU에 근접하는 고속 메모리이다.</li> <li>• 집적도가 낮아 소용량으로 만들어진다.</li> <li>• 캐시메모리로 사용된다.</li> <li>• DRAM에 비해 고가이며, 전력 소비가 많다.</li> </ul>
DRAM(동적 RAM) Dynamic RAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 콘덴서(축전기)에 전하 형태로 자료가 기억된다.</li> <li>• DRAM은 주기적으로 재생(refresh)을 해야 자료가 유지된다.</li> <li>• 집적도가 높아 대용량으로 생산된다.</li> <li>• 메인메모리로 사용된다.</li> <li>• SRAM에 비해 저가이며, 전력 소비가 적다.</li> </ul>

정답 : ③

5. 대표적인 반도체 메모리인 DRAM과 SRAM에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? [2022년 국가 9급]

- ① DRAM은 휘발성이지만 SRAM은 비휘발성이어서 전원이 공급되지 않아도 기억을 유지할 수 있다.
- ② DRAM은 축전기(capacitor)의 충전상태로 비트를 저장한다.
- ③ SRAM은 주로 캐시 메모리로 사용된다.
- ④ 일반적으로 SRAM의 접근속도가 DRAM보다 빠르다.

☞ 반도체 메모리

// RAM 종류

SRAM(정적 RAM) Static RAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flip-Flop 조합으로 구성되며, CPU에 근접하는 고속 메모리이다.</li> <li>• 집적도가 낮아 소용량으로 만들어진다.</li> <li>• DRAM에 비해 고가이며, 전력 소비가 많다.</li> </ul>
DRAM(동적 RAM) Dynamic RAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 콘덴서(축전기)에 전하 형태로 자료가 기억된다.</li> <li>• DRAM은 주기적으로 재생(refresh)을 해야 자료가 유지된다.</li> <li>• 집적도가 높아 대용량으로 생산된다.</li> <li>• SRAM에 비해 저가이며, 전력 소비가 적다.</li> </ul>

RAM 특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>① RAM은 <b>휘발성</b> 기억장치(volatile memory)이다. → 전원 공급이 끊기면 자료는 소멸(전원 공급 동안만 자료 기억)</li> <li>② 자료의 읽기/쓰기가 자유롭다.(일명 Read Write Memory)</li> </ul>
ROM 특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>① ROM은 <b>비휘발성</b> 기억장치(non_volatile memory)이다. → 전원 공급이 끊겨도 기억된 정보는 계속 그대로 유지된다.</li> <li>② ROM은 기억된 내용을 읽을 수만 있다. → 보통, 컴퓨터 내에 영구적으로 유지하려는 내용을 저장한다.</li> </ul>

// 재생(refresh)

- 콘덴서(축전기)의 전하는 시간이 지나면 방전하는 성질이 있어서 주기적으로 전기를 재충전해 주어야 기억된 자료가 유지된다.
- 전기를 재충전하는 작업을 Refresh라 한다.



8. 32K×8비트 ROM 칩에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? [2017년 지방 9급]

- ① 이 ROM 칩 4개와 디코더(decoder)를 이용하여 128K×8비트 ROM 모듈을 구현할 수 있다.
- ② 데이터 핀은 8개이다.
- ③ 워드 크기가 8비트인 컴퓨터 시스템에서만 사용된다.
- ④ 32,768개의 주소로 이루어진 주소공간(address space)을 갖게 된다.

☞ 32K × 8비트 ROM 칩

- 워드 크기가 8비트인 컴퓨터 시스템에서만 사용된다.(×)  
 → 워드 크기는 기본적으로 CPU의 레지스터 크기에 의해 결정된다.  
 → 다른 관점으로 보면, 8비트를 2개 묶어서 16비트 워드 크기를 취급할 수도 있다.

// 32K × 8비트 ROM 칩 구조



• 주소공간 = 32K = 32 × 1024 = **32,768** = 2<sup>15</sup>

정답 : ③

9. RAM 칩을 사용하여 8K × 64비트 기억장치 모듈을 구성하는 방법으로 옳지 않은 것은? [2014년 지방 9급]

- ① 4개의 2K × 64비트 RAM 칩 사용
- ② 32개의 1K × 16비트 RAM 칩 사용
- ③ 8개의 4K × 8비트 RAM 칩 사용
- ④ 4개의 8K × 16비트 RAM 칩 사용

☞ 기억장치 모듈

- ① 4개의 2K × 64비트 RAM 칩 사용 = 4 × 2K × 64 = 8K × 64
- ② 32개의 1K × 16비트 RAM 칩 사용 = 32 × 1K × 16 = 8K × 64
- ③ 8개의 4K × 8비트 RAM 칩 사용 = 8 × 4K × 8 = **8K × 32**
- ④ 4개의 8K × 16비트 RAM 칩 사용 = 4 × 8K × 16 = 8K × 64

정답 : ③

10. 최근 NAND 플래시 메모리를 이용한 저장장치가 모바일 기기를 중심으로 확산되고 있다. 다음 중 NAND 플래시 메모리의 특징이 아닌 것은? [2015년 국회 9급]

- ① NAND 플래시 메모리는 페이지(page) 단위로 읽기/쓰기가 행해지며, 페이지의 크기는 보통 섹터 크기의 배수로 정해져 있다.
- ② 데이터를 많이 쓸수록 셀의 수명이 단축된다.
- ③ 한 번 쓴 페이지에 새로운 데이터를 쓰기 위해서는 이전의 데이터를 먼저 지운 후에만 가능하다.
- ④ DRAM과 같이 데이터의 내용을 보존하기 위해 주기적인 리프레시(refresh)가 필요하다.
- ⑤ 읽기/쓰기 연산을 하지 않을 때에는 거의 전력을 소모하지 않는다.

☞ NAND 플래시 메모리

- 플래시 메모리는 전기적으로 데이터를 쓰고, 지울 수 있는 비휘발성 기억장치이다.  
→ 리프레시(refresh)가 필요 없다.

정답 : ④

11. NAND flash 메모리에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? [2014년 국회 9급]

- ① read와 write가 page 단위로 수행된다.
- ② erase가 block 단위로 수행된다.
- ③ overwrite를 하기 위해서는 erase가 선행되어야 한다.
- ④ erase 속도가 read보다 빠르다.
- ⑤ 전원 공급이 끊겨도 데이터를 잃어버리지 않는다.

☞ 낸드(NAND) 플래시 제품별 특징 비교 - 현재 기준(삼성전자 사이트 참조)

	SLC	MLC	TLC
저장 방식	1 bit/cell	2 bit/cell	3 bit/cell
read time	25 $\mu$ s	50 $\mu$ s	75 $\mu$ s
write time	200 $\mu$ s~300 $\mu$ s	600 $\mu$ s~900 $\mu$ s	900 $\mu$ s~1350 $\mu$ s
erase time	1.5ms~2ms	3ms	4.5ms
수명(write/erase)	50,000~100,000회	3,000~10,000회	500~1,000회

- erase 속도가 read보다 느리다.

정답 : ④