

# 컴퓨터 구조

1

## 보조저장장치 (제 11주 차)

서울사이버대학교

오 창 환

# 학습 목표

---

2

- 자기 디스크를 설명할 수 있다.
- RAID를 설명할 수 있다.
- 광 저장장치를 설명할 수 있다.

# 학습 내용

---

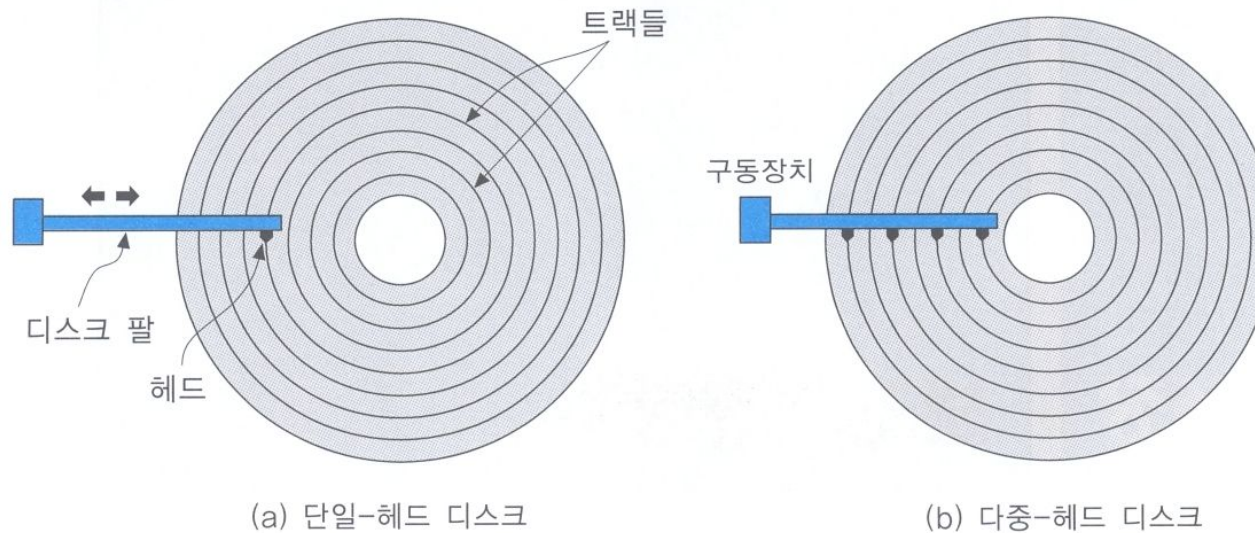
3

- 자기 디스크
- RAID
- 광 저장장치

# 자기 디스크 (1)

4

- 자기 디스크는 하드 디스크(hard disk)라고도 하며, 단순히 디스크라고 부름.
- 디스크는 자화 될 수 있는 물질로 코팅된 플라스틱이나 금속을 이용한 원형 평판으로 만들어지는데, 그 평판 위에 헤드(head)라고 불리는 전도성 코일을 통해 표면을 자화 시킴으로써 데이터를 저장하게 됨.
- 디스크의 표면에는 여러 개의 동심원들이 존재하는데, 이 원들을 트랙(track)이라 하고, 데이터들은 트랙 위에 저장되며, 헤드가 그 트랙을 지나 가는 동안에 데이터가 저장되거나 인출됨.



## 자기 디스크 (2)

5

- 트랙 상에 데이터를 저장하는 동작을 디스크 쓰기(disk write)라고 하는데, 쓰기 동작은 헤드의 코일에 전류가 흐르면 자장이 발생하는 전기적 성질을 이용함. 즉, 전기적 신호가 헤드로 보내지면, 양 전류 또는 음 전류에 따라 다른 형태의 자성 패턴이 표면에 기록됨. 여기서 2진수 1은 양(+) 전류로, 0은 음(-) 전류로 각각 변환되어 헤드로 보내짐.
- 그와 같이 저장된 데이터를 디스크 표면으로부터 감지하여 인출하는 동작을 디스크 읽기(disk read)라고 하는데, 읽기 동작은 자장이 존재하는 곳에 코일이 지나가면 코일에 전류가 발생하는 전기적 성질을 이용함.
- 구동장치와 헤드 사이에는 디스크 팔(disk arm)이 부착되어 있으며, 구동장치는 디스크 팔을 움직여 원하는 트랙으로 헤드를 이동시켜 줌.
- 한 개의 헤드를 이동시키면서 디스크 표면의 데이터를 액세스 하는 디스크를 이동-헤드 디스크(movable-head disk)라고 부름. 헤드 이동시간을 절약하기 위해 하나의 디스크 팔에 여러 개의 헤드들을 부착한 디스크를 다중-헤드 디스크(multiple-head disk)라 하고 각 트랙마다 헤드를 두는 방식을 고정-헤드 디스크라고 함.

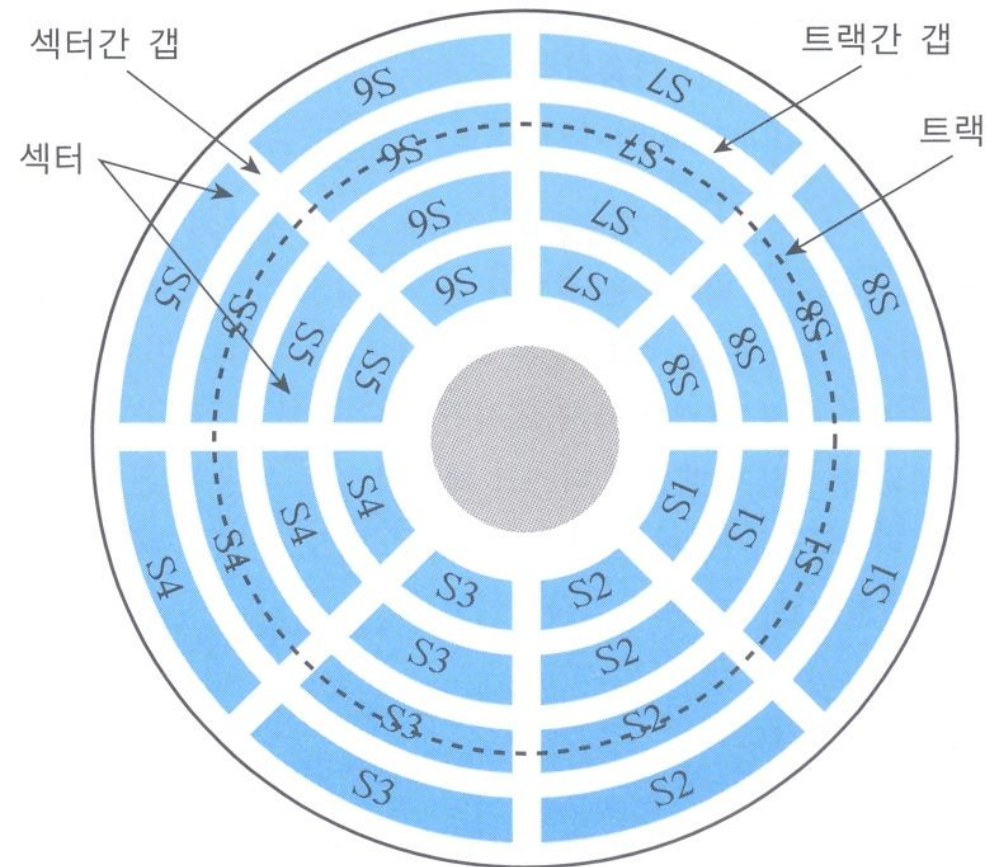
## 자기 디스크 (3)

6

- 동심원을 이루고 있는 트랙은 헤드가 지나갈 수 있도록 연속적인 통로로 만들어져 있지만, 실제로는 여러 개의 섹터(sector)들로 분리되어 있음.  
디스크에 데이터를 저장하거나 읽을 때는 블록 단위로 이루어지는데, 각 섹터에 저장할 수 있는 데이터 용량이 그 블록 크기에 해당하며 대부분이 512바이트임.
- 섹터 사이에는 구분을 위하여 약간의 간격을 두고 있는데, 이것을 섹터간 갭(inter-sector gap)이라고 함.
- 초기의 디스크들에서는 표면 당 트랙의 수가 500개부터 2000개 사이이고, 트랙 당 섹터의 수는 32개 정도였는데, 최근에 개발된 대용량 디스크들은 저장 밀도를 크게 높였기 때문에 표면 당 트랙 수가 수 만개 정도로 증가하였으며, 트랙 당 섹터의 수도 더 많아졌음.

## 자기 디스크 (4)

7



• 디스크 표면의 세부 구조

## 자기 디스크 (5)

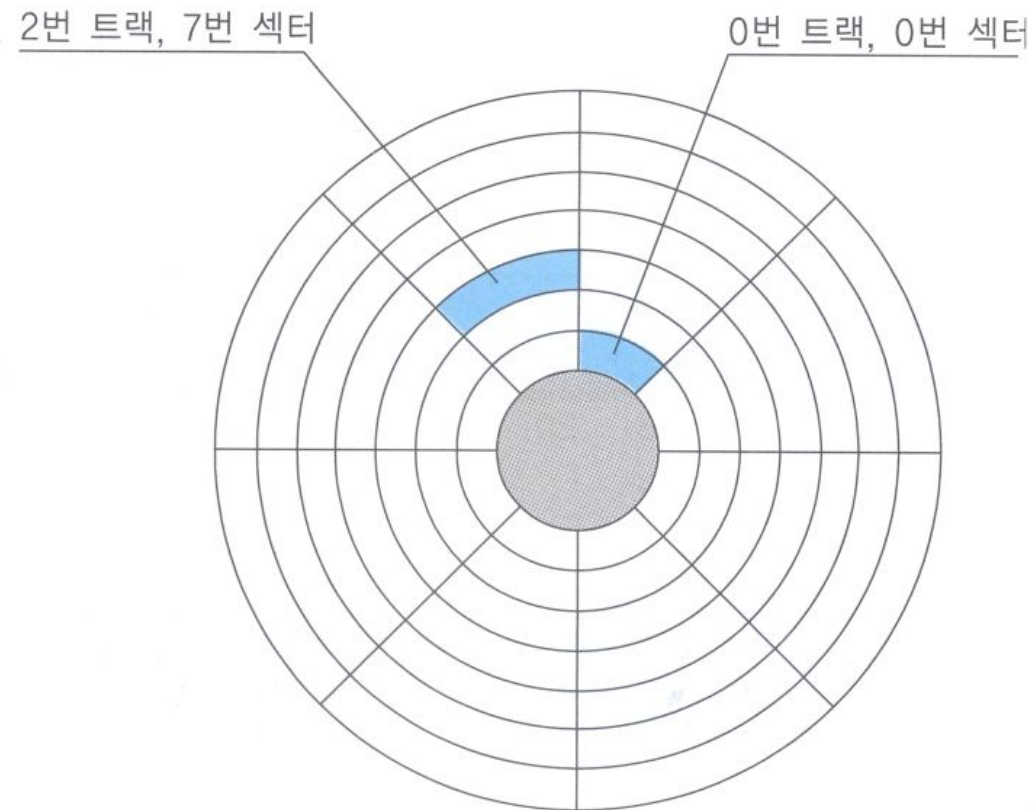
8

- 헤드가 잘못 정렬되거나 자장의 간섭 때문에 발생하는 오류를 방지하기 위해 트랙들 사이에도 약간의 간격을 두는데 이 간격을 트랙간 갭(inter-track gap)이라고 부름.
- 트랙의 길이는 바깥쪽에 위치할수록 안쪽보다 더 길지만, 읽기/쓰기 장치를 간단하게 설계하기 위하여 트랙당 저장되는 데이터 비트들의 수는 같게 함. 결과적으로 저장 밀도는 안쪽의 트랙이 바깥쪽 트랙보다 더 높아지고, 이렇게 함으로써 디스크 평판이 등각속도(constant angular velocity, CAV), 즉 일정한 속도로 회전하는 상태에서도 데이터를 동일한 비율로 액세스할 수 있게 됨.
- CAV 방식을 사용하면 회전 구동장치가 간단해지지만, 길이가 더 긴 바깥 쪽 트랙의 저장 밀도를 더 낮게 해야 하므로, 저장 공간이 낭비된다는 단점이 있음.
- 헤드를 통하여 트랙에 데이터를 쓰거나 읽을 때 트랙 상에서 섹터들을 구분하는 방법이 필요함. 즉, 트랙에는 시작점이 있어야 하고, 각 섹터의 시작과 끝을 구분하는 방법이 있어야 하는데 그러한 정보들을 포함하는 제어 데이터는 디스크 형식화 작업(disk formatting)을 할 때 디스크 상의 특정 위치에 기록됨.



## 자기 디스크 (6)

9

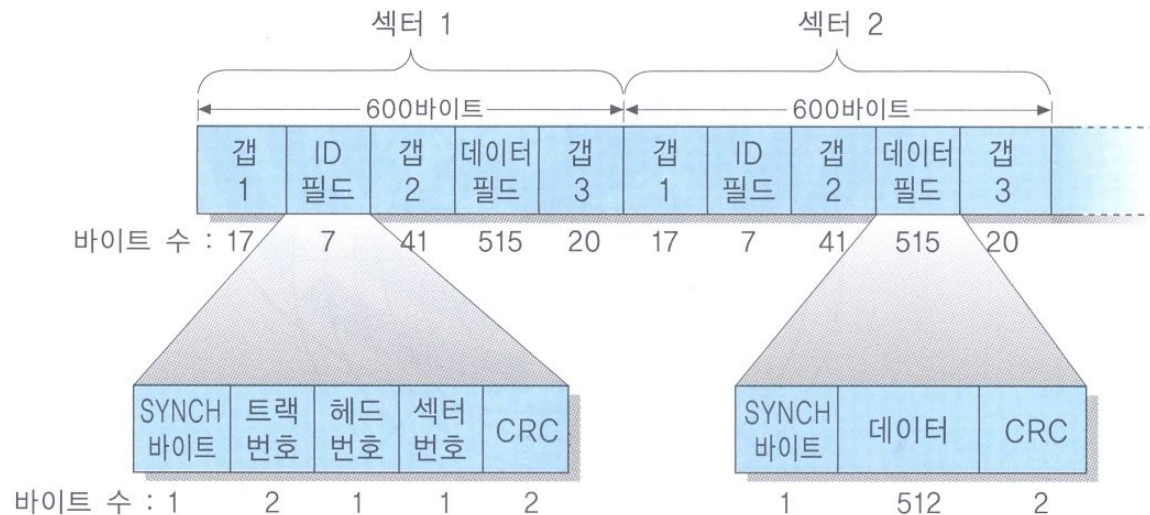


- 등각속도를 이용하는 디스크의 구성도

# 자기 디스크 (7)

10

- 아래 그림은 디스크의 한 트랙을 형식화한 예를 보여주는데, 이 디스크에서 각 트랙은 길이가 600바이트인 섹터들로 구성되어 있고, 각 섹터에는 512바이트의 데이터와 제어 정보가 저장되며, 나머지 공간에는 섹터간 갭 외에 섹터를 식별하기 위한 정보가 저장됨. 즉 ID 필드에는 특정 섹터를 구분하는 데 필요한 식별자 또는 주소가 저장됨.
- ID 필드에서 SYNCH바이트는 필드의 시작점 구별, 트랙 번호는 같은 표면상의 트랙 구분, 디스크는 여러 개의 표면들을 가지며 각 표면당 헤드가 한 개씩 있으므로 헤드 번호로 표면을 구분, 섹터 번호는 각 트랙의 섹터 구분, CRC는 오류 검출 용임.



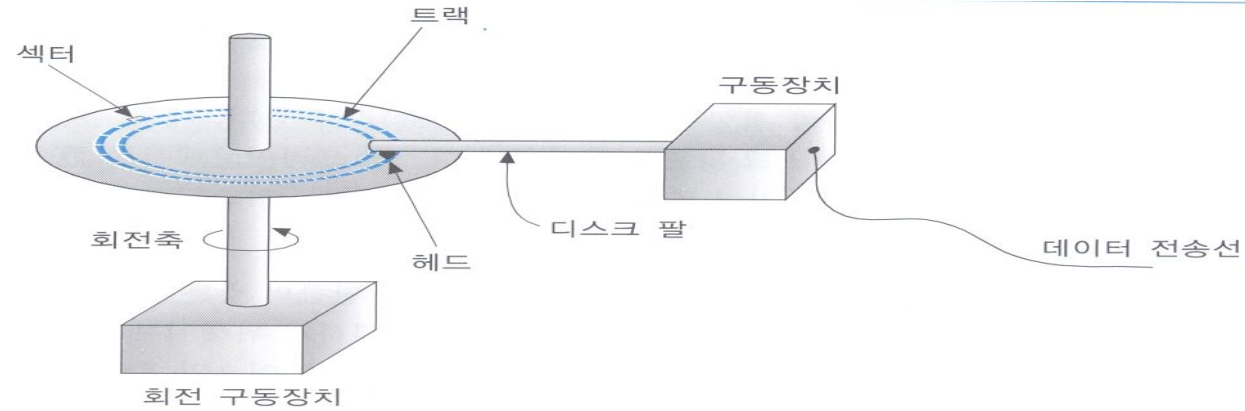
# 자기 디스크 (8)

11

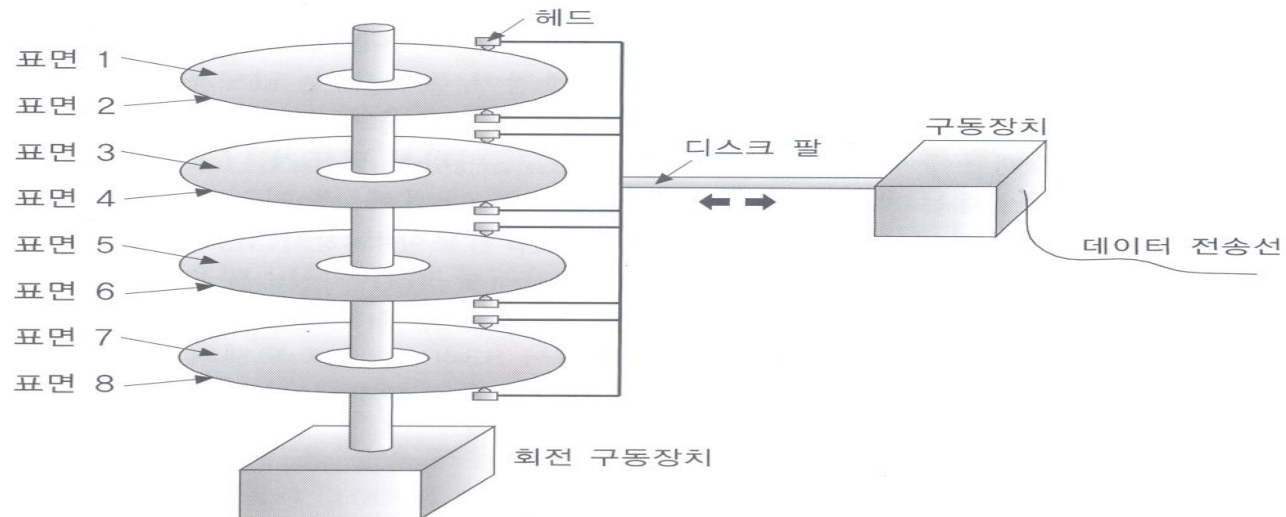
- 디스크는 디스크 드라이브(disk drive) 안에 포함되어 패키지 되는데, 제거 불가능 디스크(non-removable disk)란 디스크 드라이브 안에 영구히 장착되어 있는 형태를 말하며, 하드 디스크가 여기에 속함.  
반면에, 제거가능 디스크(removable disk)는 디스크 드라이브로부터 꺼낼 수 있으며, 다른 디스크 드라이브에 삽입시켜 데이터를 읽거나 쓸 수 있는데 여기에는 플로피 디스크(floppy disk)가 있음.
- 대부분의 디스크들은 평판의 양쪽 면이 모두 자화 물질로 코팅되어 있는데 이것을 양면 디스크(double-sided disk)라고 함.
- 다중-평판 디스크 드라이브에서 디스크 팔들을 동시에 같이 움직이도록 한다면, 여러 표면의 동일한 위치에 저장된 데이터들을 동시에 액세스할 수 있는데, 이와 같이 서로 다른 표면에 있지만 동일한 반경에 위치하고 있어서 디스크 팔을 움직이지 않고도 동시에 액세스할 수 있는 트랙들의 집합을 실린더(cylinder)라고 함.

# 자기 디스크 (9)

12



(a) 단일-평판 디스크 드라이브



(b) 다중-평판 디스크 드라이브

• 디스크 드라이브의 내부 구조

# 자기 디스크 (10)

13

- 가장 보편적으로 사용되고 있는 단일-헤드 디스크에서 어떤 데이터 블록을 읽거나 쓰는 과정은 아래와 같음.

- ① 헤드를 해당 트랙으로 이동시킴.
- ② 원하는 데이터가 저장된 섹터가 헤드 아래로 회전되어 올 때까지 기다림.
- ③ 데이터를 전송함.

위의 과정에 걸리는 전체 시간을 디스크 액세스 시간(disk access time)이라고 하고,

- ①번에 걸리는 시간을 탐색 시간(seek time)이라고 하며,
- ②번에 걸리는 시간을 회전 지연시간(rotational latency)이라고 하고,
- ③번은 데이터 전송 시간(data transfer time)이라고 함.

결과적으로 디스크에 있는 하나의 데이터 블록을 액세스 하는 데 걸리는 시간은 아래와 같음.

디스크 액세스 시간 = 탐색 시간 + 회전 지연 시간 + 데이터 전송 시간

# 자기 디스크 (11)

14

| 파라미터 모델  | Deskstar 120GXP | Ultrastar 36LP | Ultrastar 73LZX | Ultrastar 36Z15 |
|----------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 회전속도     | 3600rpm         | 7200rpm        | 10000rpm        | 15000rpm        |
| 평균지연     | 8.33ms          | 4.17ms         | 3.0ms           | 2.0ms           |
| 탐색시간(평균) | 12ms            | 6.8ms          | 4.9ms           | 4.2ms           |
| “(트랙간)   | 1ms             | 0.6ms          | 0.5ms           | 0.65ms          |
| “(전체 트랙) | 19ms            | 15ms           | 10.5ms          | 8.9ms           |
| 데이터 전송률  | 13.3MBytes/s    | 160MBytes/s    | 160/320MB/s     | 160/320MB/s     |
| 섹터 크기    | 512Byte         | 512Byte        | 512Byte         | 512Byte         |
| 용량       | 1GByte          | 36GByte        | 36/73GByte      | 36GByte         |

• IBM 디스크들의 액세스 속도에 관련된 파라미터들의 비교

---

## 2 교시



# RAID (1)

16

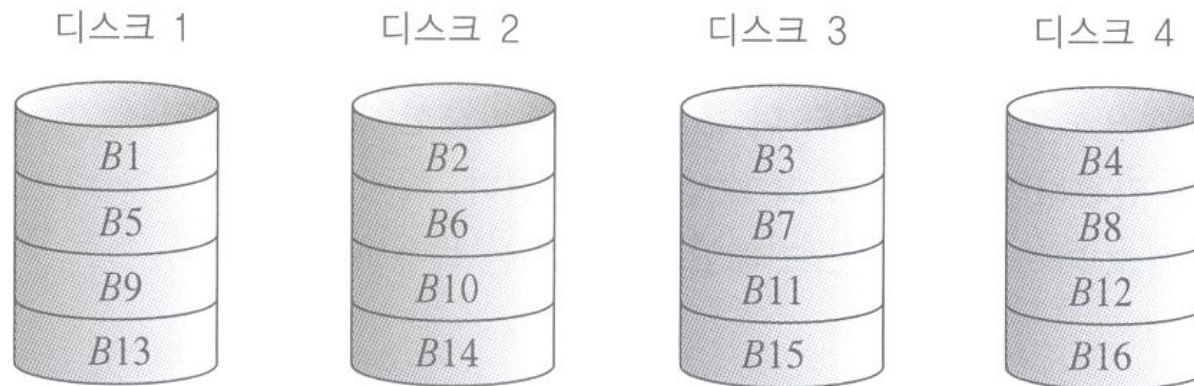
- 컴퓨터시스템의 성능을 높이기 위해서는 프로세서와 기억장치의 속도가 빨라지는 정도만큼 디스크의 성능도 높아져야 하는데 반도체 기억장치와는 달리 디스크는 기계적 장치들이 많이 포함되어 있기 때문에 속도의 개선이 현저히 느리게 발전해 오고 있음.
- RAID(Redundant Array of Inexpensive Disks)는 여러 개의 작은 디스크들을 배열(array) 구조로 연결하고 하나의 유니트로 패키지 함으로써 액세스 속도를 크게 향상시키고 신뢰도도 높이는 것이 그 목적임.
- 데이터 블록들을 여러 개의 디스크들에 분산 저장하는 기술을 디스크 인터리빙(disk interleaving)이라고 부르는데, 어떤 파일이 다수의 데이터 블록들로 이루어져 있을 때 디스크 인터리빙 기술을 이용하면, 블록들을 라운드-로빈(round-robin) 방식으로 서로 다른 디스크들에 균등하게 분산 저장할 수 있음.



# RAID (2)

17

- 예를 들어 네 개의 디스크들로 구성된 디스크 배열에 16개의 블록들로 이루어진 파일을 저장한다고 가정할 때에 아래 그림과 같이 데이터 블록 B1은 첫 번째 디스크에 저장하고, B2, B3 및 B4는 순서대로 다음 디스크들에 저장함.  
결과적으로 데이터 블록들이 네 개의 디스크들에 균등하게 분산 저장되기 때문에 각 블록들을 동시에 쓰거나 읽는 동작이 독립적으로 수행될 수 있고, 어느 한 디스크에 집중되지 않기 때문에 병목 현상도 줄일 수 있음. 그러나 어느 한 디스크에만 결함이 발생해도 전체 데이터 파일이 손상되는 문제가 있음.



- 디스크 인터리빙을 이용한 분산 저장

# RAID (3)

18

## (1) RAID-1

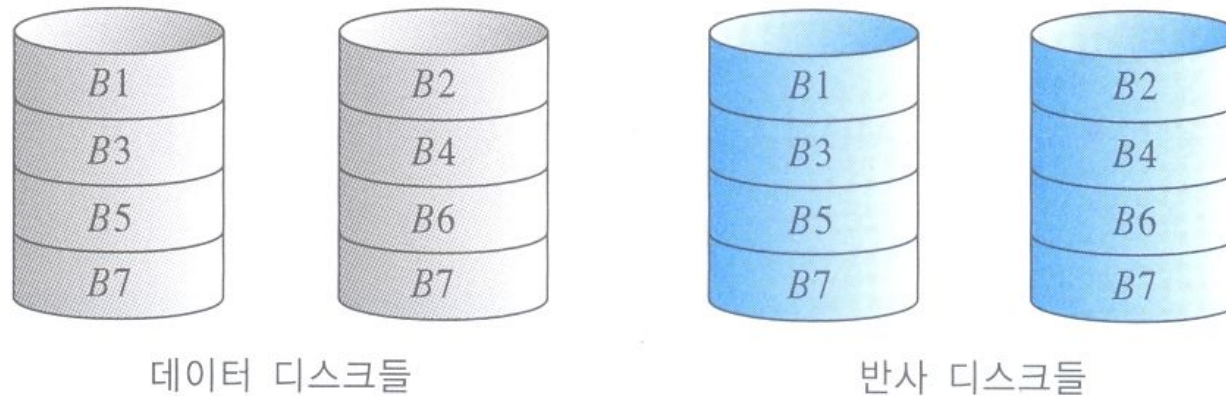
- 이 구조에서는 한 패키지 내에 데이터 디스크들과 반사 디스크들이 존재하며, 데이터 디스크에 저장된 모든 데이터들은 짝(pair)을 이루고 있는 반사 디스크의 동일한 위치에 복사됨.
- 아래 그림에서 네 개의 디스크들 중에서 두 개는 데이터 디스크로 사용되고, 다른 두 개는 반사 디스크로 사용됨.  
데이터 디스크들에는 데이터 블록들이 순서대로 분산 저장되며, 동일한 방법으로 반사 디스크들에도 저장됨.  
만약 첫 번째 데이터 디스크에 결함이 발생해도 그 디스크에 저장되어 있는 모든 데이터들이 세 번째 디스크에도 저장되어 있으므로 데이터를 잃어버릴 염려가 없게 됨에 따라 높은 신뢰도를 얻을 수 있음.
- 이 조직에서 쓰기 동작은 항상 두 디스크들에서 동시에 수행되어야 하는데, 만일 쓰기 동작이 시작되는 순간에 두 디스크에서 헤드의 위치가 서로 다르다면, 탐색 시간에 차이가 발생하므로 쓰기 동작에 걸리는 시간이 서로 달라질 것임.

# RAID (4)

19

그런 경우에 쓰기 동작은 더 오래 걸리는 디스크에서의 쓰기가 완료되어야 끝나는 것임.  
반면에 읽기 동작은 원하는 데이터가 저장되어 있는 두 디스크들 중에서 더 짧은  
탐색 시간과 회전 지연시간이 요구되는 디스크를 선택하여 수행하면 됨.

- RAID-1의 주요 단점은 전체 디스크의 사용 가능한 용량이 절반으로 줄어들기 때문에  
가격이 높다는 것이므로 높은 신뢰도를 요구하는 시스템 소프트웨어  
혹은 중요한 데이터 파일을 저장하는 목적으로만 사용됨.



- RAID-1의 조직

# RAID (5)

20

## (2) RAID-2

- 이 구조에서는 각 디스크에 데이터를 비트-단위로 인터리빙 시키고, 검사 디스크들을 추가하여 해밍 코드(hamming code)를 통해 비트 오류를 검출하고 정정할 수 있음. 이러한 구조에서 데이터 디스크의 수가 G일 때, 필요한 검사 디스크들의 수 C는 해밍 코드의 원리에 따라 아래 식으로 결정됨.

$$2^C - 1 \geq G + C$$

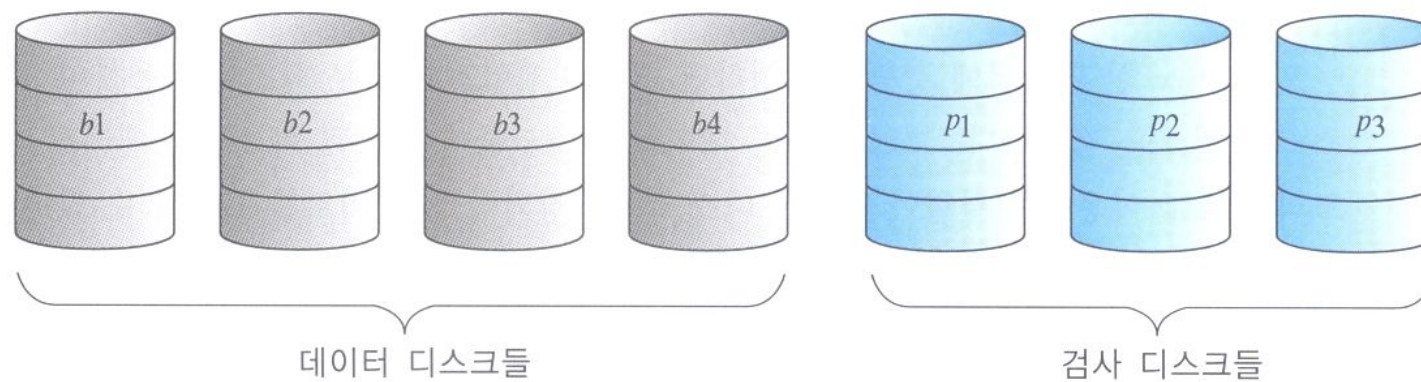
이 식을 적용하면 데이터 디스크가 8개(G=8)인 경우에 검사 디스크 C=4개가 필요하므로 오버헤드가 50%이지만, G=16인 경우에는 C=5가 되어 오버헤드가 31%가 됨.

즉, 검사 디스크에 의한 오버헤드는 전체 디스크들의 수가 증가할수록 감소함.

- RAID-2에서는 RAID-1보다는 적은 수의 디스크들이 필요하지만, 검사 디스크의 수가 데이터 디스크 수의  $\log_2$  값에 비례해서 여전히 가격이 높으므로, RAID-2도 많은 오류가 발생하는 환경에서 사용되는 것이 효과적임.

# RAID (6)

21



- RAID-2의 조직

# RAID (7)

22

## (3) RAID-3

- RAID-2에서 사용된 검사 디스크들은 오류가 발생한 비트의 위치를 검출하기 위한 것인데, 많은 수의 검사 디스크들을 사용해야 하기 때문에 낭비가 매우 큼.

이러한 문제를 보완하기 위해 RAID-3에서는 한 개의 패리티 디스크만 추가하여, 데이터 디스크들의 동일한 위치에 있는 비트들에 대한 패리티 비트가 패리티 디스크의 동일한 위치에 저장됨.

- 만약 어느 한 디스크에 결함이 발생하면, RAID 제어기가 내부 회로를 이용하여 그 디스크의 번호를 검출함.

그러면 다른 데이터 디스크들에 저장된 비트들과 패리티 디스크의 비트를 이용하여 결함이 발생한 디스크에 저장되어 있던 비트를 복구할 수 있음.

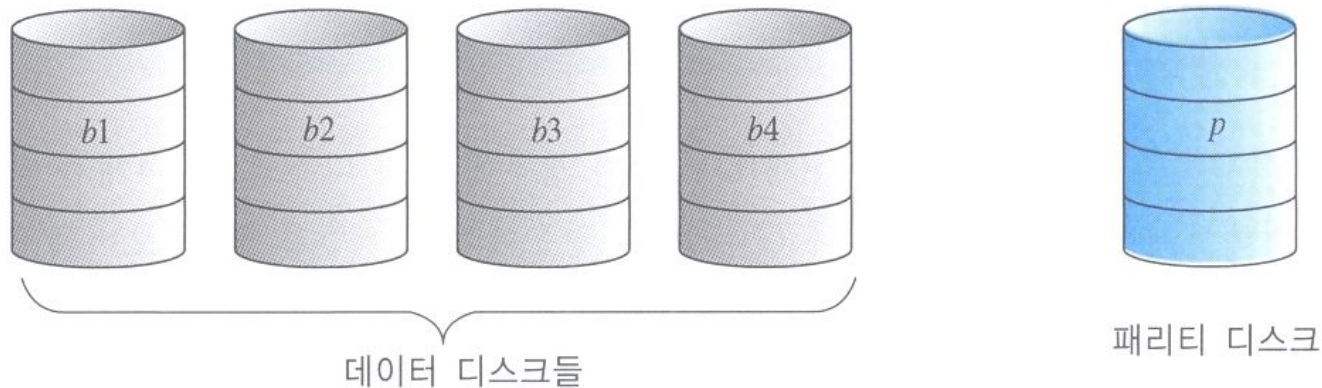
예를 들어 데이터 단어 1001이 4개의 데이터 디스크들에 한 비트씩 저장되어 있다면, 짝수 패리티 비트  $p=0$ 이 패리티 디스크에 저장됨.

만약 두 번째 디스크에 오류가 발생하였다면 나머지 디스크들의 데이터는 정상이므로  $b_2 = 0$ 이 되어야 함.

# RAID (8)

23

- RAID-3에서는 데이터가 비트 단위로 분산 저장되기 때문에 읽기 및 쓰기 동작이 수행될 때 배열 내의 모든 데이터 디스크들이 참여하게 되며, 데이터 디스크들로부터 병렬 데이터 전송도 가능하므로 전체적으로 디스크 액세스 속도가 높아짐.  
이 조직의 문제점은 쓰기 동작 때마다 패리티 비트들을 갱신해야 하므로 시간 지연이 발생함.  
또한 전체 디스크 배열이 액세스 요구를 한 번에 한 개씩만 처리할 수 있음.



- RAID-3의 조직

# RAID (9)

24

## (4) RAID-4

- 이 조직에서는 블록-단위 인터리빙을 이용하여 데이터를 분산 저장하고, 패리티 디스크를 한 개 추가하여 다른 디스크들이 저장된 데이터 블록에 대한 패리티 블록을 저장함.

예를 들어 블록들 B1, B2, B3 및 B4에 대한 패리티 블록 P(1-4)는

다섯 번째 디스크에 저장하고, 다른 블록들에 대하여도 동일한 방식을 적용함.

- RAID-2와 RAID-3에서는 데이터가 비트 단위로 분산 저장되었기 때문에 어떤 데이터를 읽거나 쓰기 위해서는 모든 데이터 디스크들을 동시에 액세스 했으나, RAID-4에서는 필요한 데이터 블록이 어느 한 디스크에 모두 저장되어 있기 때문에 각 액세스 요구가 서로 다른 디스크들에서 독립적으로 처리될 수 있음.
- 그러나 이 조직에서는 어떤 블록의 내용을 변경하게 되면 해당 패리티 블록도 그에 따라 갱신되어야 하는데, 새로운 패리티를 구하기 위해서는 변경되는 블록 외에도 동일한 위치에 있는 다른 데이터 블록들을 사용해야 함.



# RAID (10)

25

예를 들어 두 번째 디스크에 저장된 블록 B2가 새로이 쓰여지면 새로운 패리티 블록을 계산하기 위해 B1, B3, B4가 저장된 블록들을 해당 디스크들로부터 읽어와야 하며 계산한 패리티는 다시 패리티 디스크에 저장해야 함.

따라서 어느 한 데이터를 쓰기 위해서는

세 번의 디스크 읽기와 두 번의 디스크 쓰기(새로운 데이터 및 패리티 쓰기)

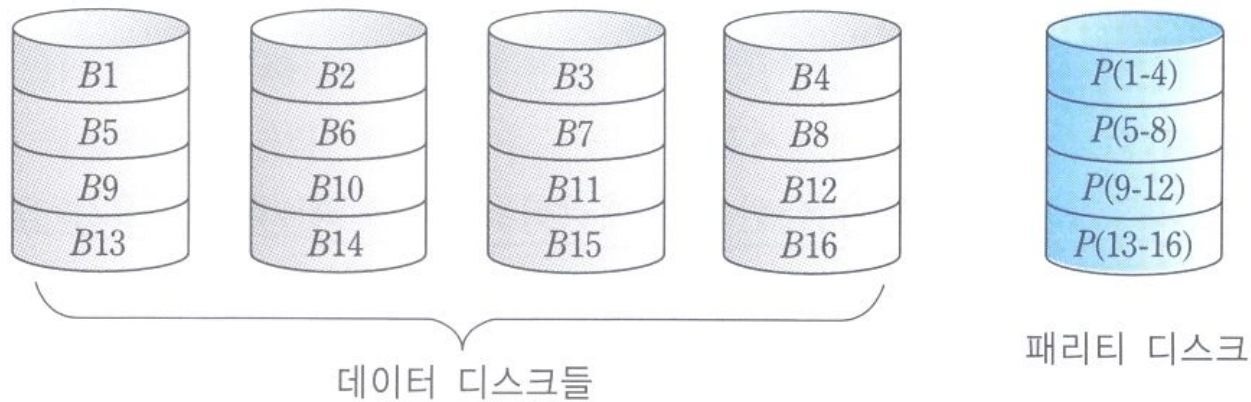
동작이 필요하게 됨.

- 이러한 문제를 해결하기 위해 새로운 패리티 작성 식을 변경함으로써 새로운 방식이 제시되었는데, 이 방식에서는 새로운 패리티를 원래의 패리티(P)와 원래 데이터(B2) 및 새로운 데이터 사이에 exclusive-OR 연산을 통해 구할 수 있음.  
결과적으로 디스크 쓰기 동작을 위해서는 네 번의 디스크 액세스(두 번의 읽기와 두 번의 쓰기)만 필요하게 되며,  
이것은 데이터 디스크들의 수가 몇 개이든 항상 동일 함.

# RAID (11)

26

- 그러나 이 조직에서는 어떤 디스크에든 데이터 블록을 쓸 때마다 패리티 디스크가 반드시 두 번 액세스 되어야 하기 때문에 패리티 디스크에 액세스들이 집중되어 병목 현상이 발생함에 따라 성능이 저하되는 문제가 있음.



- RAID-4의 조직

# RAID (12)

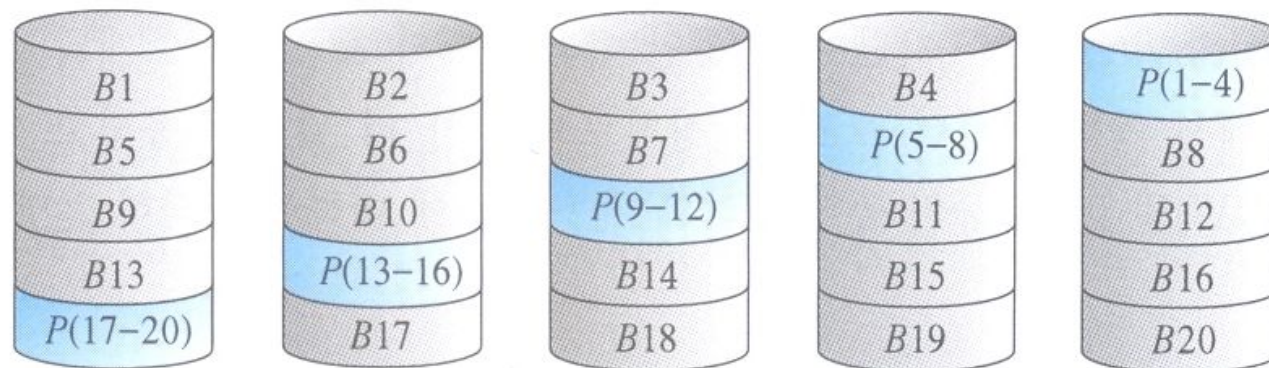
27

## (5) RAID-5

- 이 조직에서는 패리티 블록들을 모든 디스크들에 분산 저장하는 방식을 이용하는데, 아래 그림에서와 같이 RAID-4와는 다르게 B1, B2, B3 및 B4에 대한 패리티 블록 P(1-4)는 다섯 번째 디스크에 저장하고, B5, B6, B7 및 B8에 대한 패리티 블록 P(5-8)은 네 번째 디스크, 그리고 나머지 패리티 블록들도 같은 방법으로 서로 다른 디스크에 저장됨.
- 이와 같이 분산 저장 방식을 사용하면, 패리티 갱신을 위한 디스크 액세스들이 분산되어 패리티 디스크에 대한 병목 현상이 해소되고, 쓰기 동작이 병렬로 수행될 수도 있게 됨. 예를 들어, 아래 그림에서 블록 B1에 대한 쓰기 동작이 수행될 때는 첫 번째 디스크와 (패리티 갱신을 위하여) 다섯 번째 디스크가 액세스 됨. 그 쓰기 동작과 동시에 B7에 대한 쓰기 동작도 요구되었다면, 그 블록에 대한 패리티 블록은 네 번째 디스크에 저장되어 있으므로 세 번째 디스크와 네 번째 디스크를 액세스 하여 쓰기 동작을 수행할 수 있으므로 B1과 B7에 대한 쓰기 동작이 동시에 가능함.

# RAID (13)

28



• RAID-5의 조직

---

## 3 교시

# 광 저장장치 (1)

30

## (1) CD-ROM

- 음향 CD와 CD-ROM(Compact Disk Read-Only Memory)은 유사한 기술을 사용하는데, CD-ROM 플레이어는 보다 더 정교하고, 데이터가 디스크에서 컴퓨터로 오류 없이 전달되는 것을 보장하기 위해 오류-정정 장치를 포함하고 있다는 것이 주요 차이점임.
- 이들은 제조 방법도 동일한데 디스크는 폴리카보네이트(Polycarbonate)와 같은 수지로 만들어진 평판 위에 알루미늄과 같이 반사도가 매우 높은 물질을 코팅한 것임. 디지털 방식으로 기록된 정보는 매끄러운 표면 위에 매우 작은 흠집 형태의 피트(pit)에 저장되며, 이 과정에서 정밀한 초점을 가진 고강도의 레이저가 사용됨. 이렇게 하여 마스터 디스크가 제조되고, 마스터는 다시 복사본을 찍어내기 위한 형판(die)을 만드는 데 사용됨.

## 광 저장장치 (2)

31

- CD-ROM에 저장되어 있는 정보는 광 디스크 플레이어 혹은 드라이브 장치에 포함된 저전력 레이저에 의해 읽혀짐.

모터가 디스크를 회전시키는 동안에 깨끗한 보호막을 통해 레이저가 비춰짐.

피트를 만나면 반사되는 레이저 빛의 강도가 달라지는데 이러한 변화가 광 센서에 의해 검출되어 디지털 신호로 변환됨.

- 아래 그림은 CD-ROM에서의 트랙과 섹터의 구성을 보여주는데, 트랙은 하나의 나선형으로 모두 연결되어 있으며, 같은 길이의 섹터들로 분할되어 있음.

(비교 : 하드 디스크는 분리된 다수의 동심원 트랙들로 이루어져 있고, 트랙의 위치에 따라 섹터의 길이도 서로 다름.)

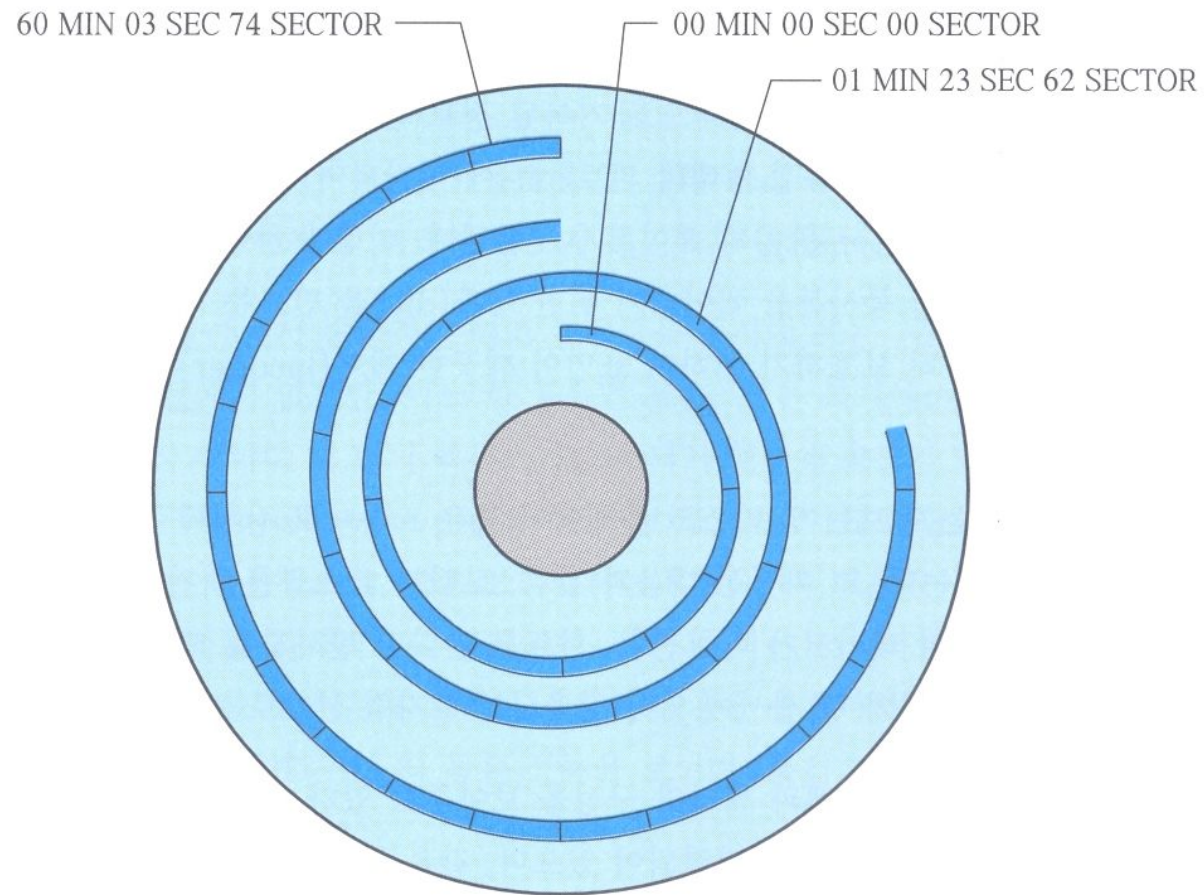
그리고 모든 섹터들의 저장 밀도는 위치에 상관없이 동일하고, 그 대신에

등선 속도(constant linear velocity : CLV) 방식을 이용함으로써, 액세스할 위치에

따라 회전 속도를 계속 변화시켜 데이터 전송률을 일정하게 유지시키고 있음.

## 광 저장장치 (3)

32



- 등선 속도를 이용하는 CD-ROM의 트랙과 섹터



## 광 저장장치 (4)

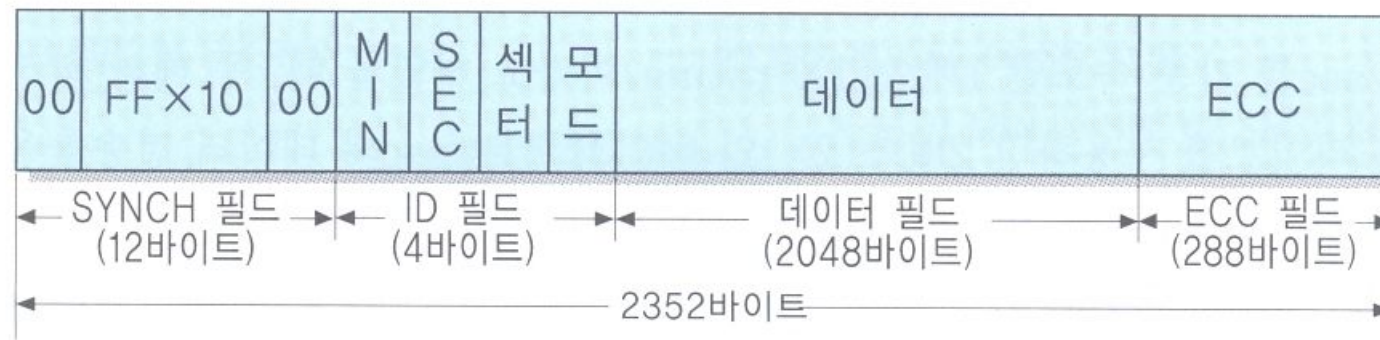
33

- 데이터는 트랙을 따라 순차적으로 저장되지만, 액세스는 순차적이 아닌 직접 액세스 방식을 사용함. 즉 데이터가 저장된 특정 섹터를 찾아가는 과정은 다음과 같음.
  - ① 헤드를 그 섹터 근처의 영역으로 이동시킴.
  - ② 회전 속도를 조정하여 섹터의 주소를 검사함.
  - ③ 미세 조정을 통해 원하는 특정 섹터를 찾음.
  - ④ 데이터를 읽고 전송함.
- CD-ROM에서도 데이터가 섹터 단위로 저장되는데, 섹터는 다음과 같은 필드들로 구성됨.
  - \* SYNC 필드 : 이 필드는 섹터의 시작을 나타냄.  
이 필드는 모든 비트들이 0인 한 개 바이트와 모두 1인 10개의 바이트들,  
그리고 모두 0인 한 개의 바이트로 구성됨.

## 광 저장장치 (5)

34

- \* ID 필드 : 4 바이트의 ID 필드는 섹터 주소와 모드(mode) 바이트를 포함하고 있음.  
섹터 주소는 각각 한 바이트 길이의 MIN, SEC 및 SECTOR 번호로 구성됨.  
모드에는 세 가지가 있는데, 모드 0에서는 데이터 필드가 비어 있고, 모드 1에서는 데이터 필드에 2048 바이트가 포함되고 ECC 필드에 오류 정정 코드가 포함되며  
모드 2에서는 오류 정정 코드가 없고 데이터 필드와 ECC 필드를 합하여 전체 2336 바이트의 데이터가 저장됨.
- \* 데이터 필드 : 데이터 블록이 저장되는 필드로서, 전체 길이는 2048 바이트임.
- \* ECC 필드 : 28 바이트의 오류 정정 코드가 저장되는 필드이며, 모드 2에서는 데이터 필드로 사용됨.



• CD-ROM의 블록 형식

## 광 저장장치 (6)

35

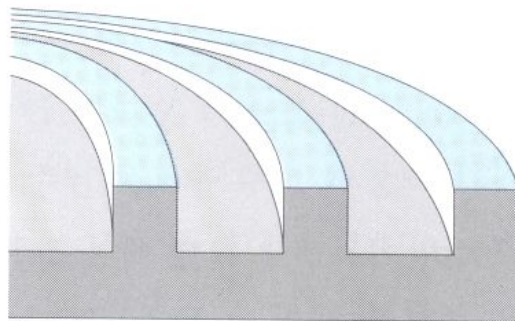
- CD-ROM의 장점은 아래와 같음.
  - \* 정보 저장 용량이 매우 큼.
  - \* 저렴한 가격으로 대량 복제될 수 있음. (비교 : 자기 디스크의 경우에는 두 개의 디스크 드라이브들을 사용하여 한 번에 한 개씩만 복사할 수 있음.)
- C-ROM의 단점은 아래와 같음.
  - \* 읽기만 가능하고 내용을 변경할 수 없음.
  - \* 액세스 시간이 자기 디스크보다 훨씬 길며, 대략 0.5초 정도임.

# 광 저장장치 (7)

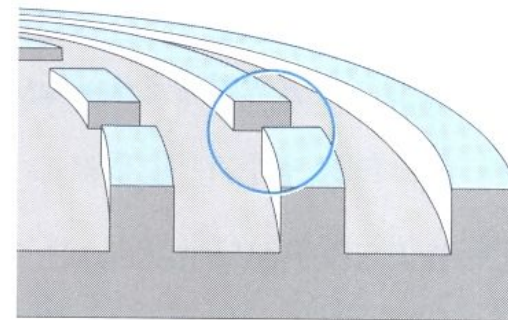
36

## (2) CD-R/RW

- CD-R(CD-Recordable)은 WORM(Write-Once Read-Many)이라고도 부르는데, 사용자가 데이터를 한 번은 기록할 수 있는 CD-ROM임.  
즉, CD-R은 비어있는 디스크 판으로서, 적당한 강도의 레이저 광선을 이용하여 데이터를 한 번 쓸 수 있는 것이라고 할 수 있으며, 일단 데이터를 기록하고 나면, 다른 내용으로 바꿀 수 없음.
- CD-RW(CD-ReWritable)는 기본적인 구조가 CD-R과 동일하지만, 여러 번 쓰기가 가능함.



(a) 초기 상태



(b) 기록된 후의 상태

## 광 저장장치 (8)

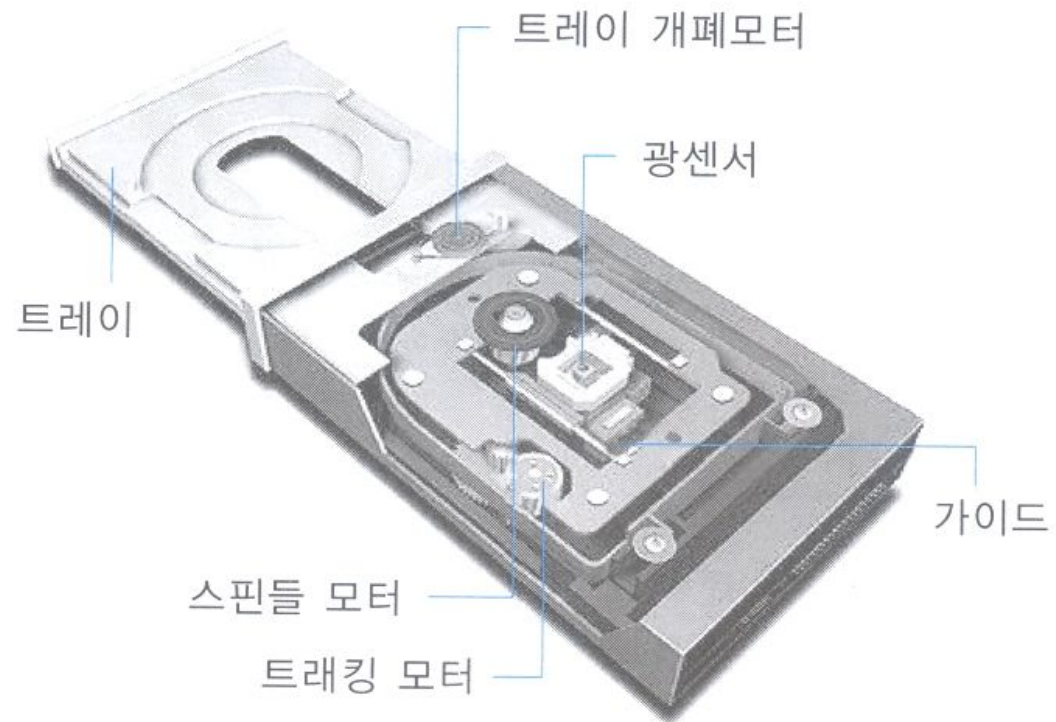
37

### (3) DVD

- DVD는 디지털 비디오 디스크(Digital Video Disc)의 약어로서, 처음에는 ‘비디오 기능의 강화’에 주된 목적을 두고 개발되었으나, 비디오 디스크로서 뿐만 아니라 ‘다기능 디스크’로 발전하여 디지털 다기능 디스크(Digital Versatile Disc)로도 불림.
- DVD 원판의 모습은 CD와 동일하며, 크기와 모양도 같음.
- 아래 그림에서 DVD 디스크는 트레이(tray)에 놓여져 드라이브 내에 장착됨. CPU가 IDE 혹은 SCSI 버스를 통하여 액세스 명령을 보내면 스피들 모터가 회전을 시작함.  
그러면 트래킹 모터가 디스크 주소에 따라 광 센서를 좌우로 이동시키면서 데이터 위치를 찾아냄.  
이때 가이드는 광 센서가 이동할 수 있도록 지지대 역할을 해줌.  
DVD에서도 저장 용량을 극대화하기 위해 액세스 할 섹터의 위치에 따라 회전속도를 변화시키는 등선속도(CLV) 방식이 사용됨.

## 광 저장장치 (9)

38



• DVD 드라이브의 내부 구조

# 셀프 테스트

39

- 서로 다른 표면에 있지만 동일한 반경에 위치하고 있어서 디스크 팔을 움직이지 않고도 동시에 액세스할 수 있는 트랙들의 집합을 무엇이라고 하는가?

- \* 실린더

해설) 디스크 팩에서 동일한 위치의 트랙들을 실린더라고 부르는데 이는 그 형태가 실린더와 비슷하기 때문임.

- 반사 디스크를 사용하는 RAID 기술은 무엇인가?

- \* RAID-1

해설) RAID-1은 하나의 데이터를 두 곳의 디스크에 동시에 저장하는 형태임.

- CD-ROM에서 섹터의 시작을 나타내는 필드는 무엇인가?

- \* SYNC 필드

해설) CD-ROM에서 각 섹터의 시작부분에는 12바이트 크기의 SYNC 필드가 있음.

# 요점 정리

40

- 자기 디스크는 하드 디스크(hard disk)라고도 하며, 단순히 디스크라고 부름.
- 자기 디스크의 표면에는 여러 개의 동심원이 있는데 이를 트랙이라고 하며, 트랙은 여러 개의 섹터로 분리되어 있음.
- 자기 디스크의 액세스 시간은 탐색 시간 + 회전 지연 시간 + 데이터 전송 시간 임.
- RAID(Redundant Array of Inexpensive Disks)는 여러 개의 작은 디스크들을 배열(array) 구조로 연결하고 하나의 유니트로 패키지 함으로써 액세스 속도를 크게 향상시키고 신뢰도도 높이는 것이 그 목적임.
- RAID-1에는 반사 디스크를 사용하고, RAID-2에서는 해밍 코드가 저장되는 검사 디스크들이 사용되며, RAID-3에서는 비트 형태의 패리티 디스크를 사용하고, RAID-4에는 블록 단위의 패리티 디스크를 사용하며 RAID-5에서는 패리티 블록을 데이터 디스크에 분리 저장함.
- 음향 CD와 CD-ROM(Compact Disk Read-Only Memory)은 유사한 기술을 사용함.
- CD-R은 사용자가 데이터를 한 번 기록할 수 있는 CD-ROM이고, CD-RW는 여러 번 쓰기가 가능하며, DVD는 디지털 다기능 디스크로 불림.