

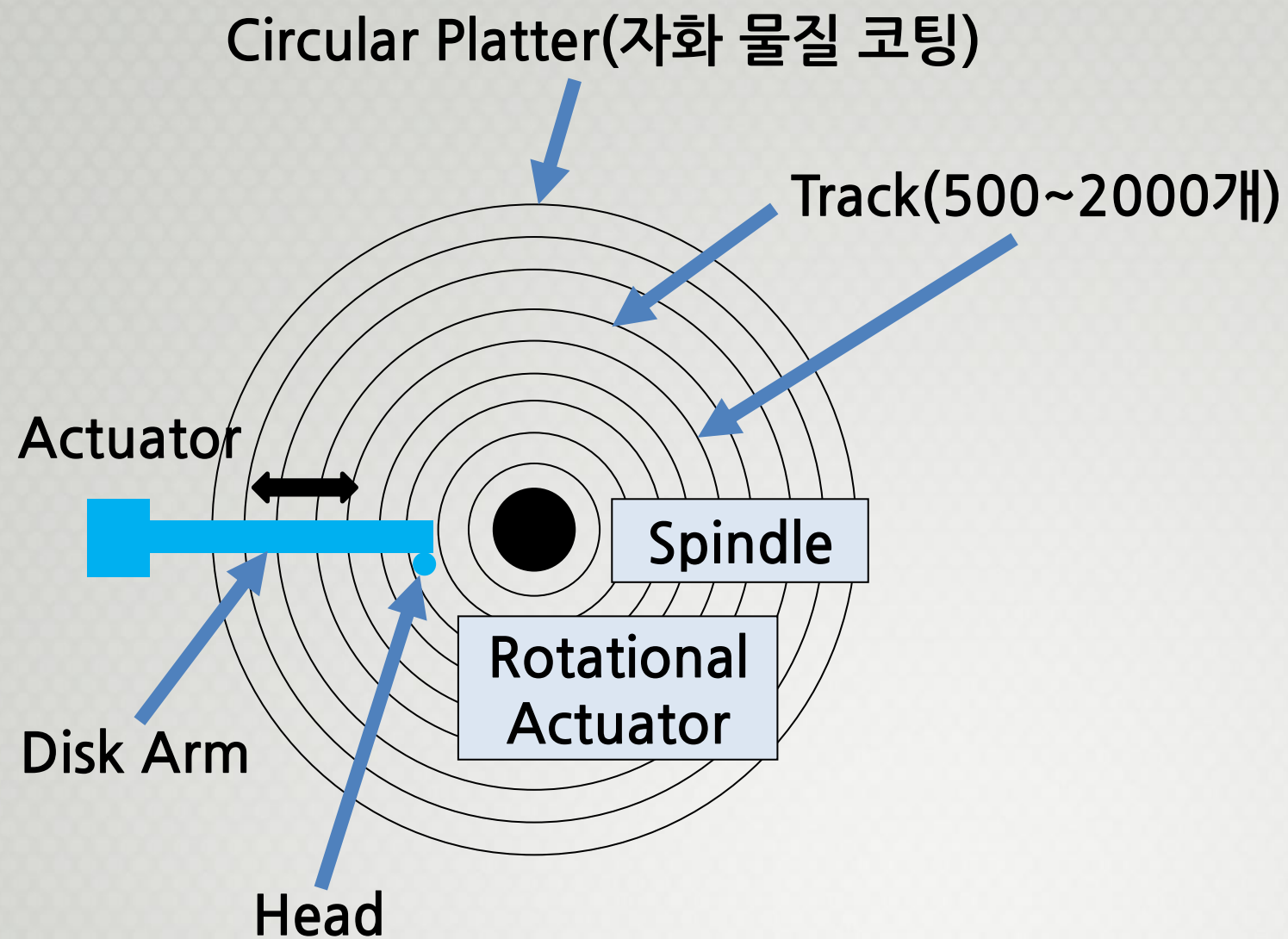
## 학습목표

- » 보조저장장치로 쓰이는 하드디스크, Solid State Drive, 광 디스크 등을 개념적으로 설명할 수 있다.

## 학습내용

- » Magnetic Disk 및 RAID
- » Flash Memory 및 SSD
- » Optical Disk

# ■ Magnetic Disk(= Hard Disk = Disk)의 물리적 구조



## 종류

- Single Head / Multiple Head
- Double-sided / Single-sided
- Single Circular Platter / Multiple Circular Platter
- Non-removable(Hard Disk) / Removable(Floppy Disk)



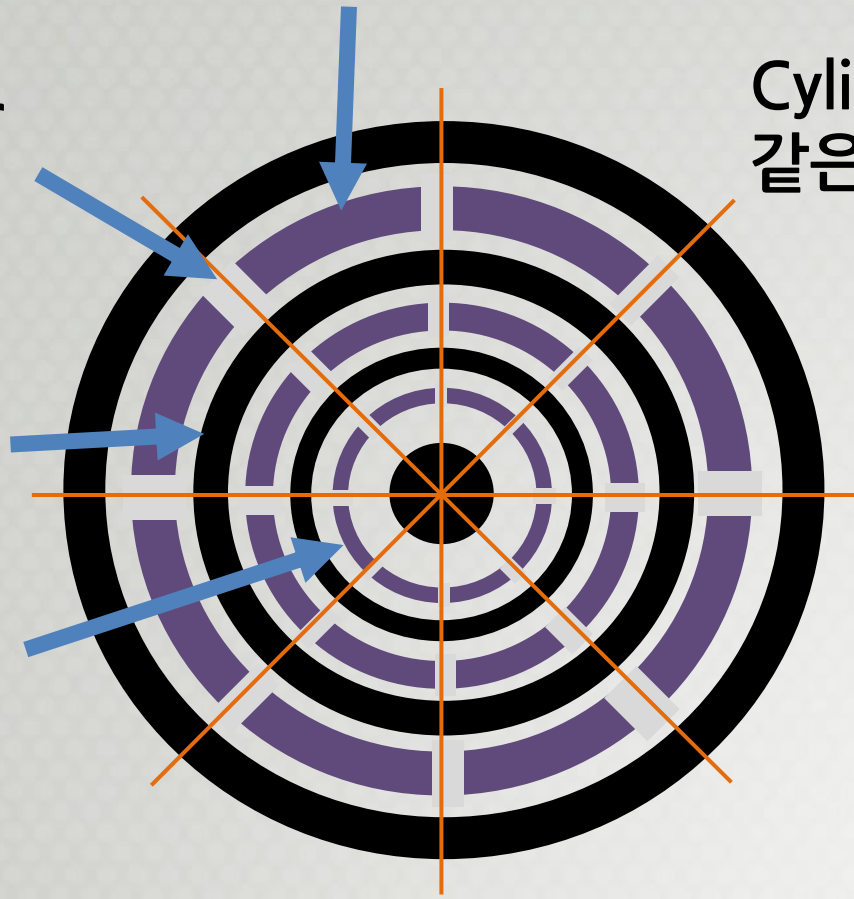
# Magnetic Disk(= Hard Disk = Disk)의 논리적 구조

Sector(Track 당 32개, Disk에  
한번에 쓰거나 읽는 최소 단위)

Intersector  
Gap

Intertrack  
Gap

0번 Track,  
0번 Sector



Cylinder: Multiple Circular Track에서  
같은 Sector들의 모음

## ● CAV(Constant Angular Velocity) 방식의 Disk Access

간단한 Disk Read/Write 장치

바깥쪽 Track의 저장공간 낭비

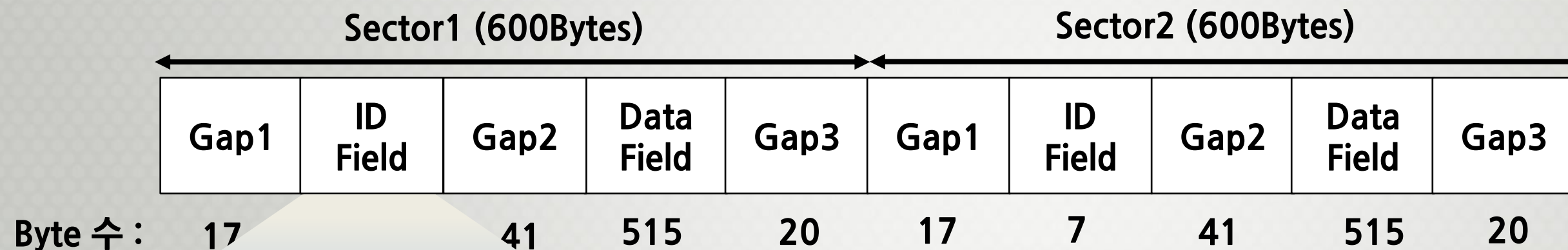
## ● Disk Access Time

Average Seek Time + Rotational Latency + Data Transfer Time + Controller Latency

# Magnetic Disk Formatting

- Sector를 구분하는 데 필요한 Identifier 및 Address Information, Control Information 등을 Disk상의 특정 위치에 저장하는 과정

**Sector 크기** : 600Bytes(512Bytes Data+ 88Bytes Control Information)



SYNCH BYTE	Track #	Head #	Sector #	CRC
---------------	---------	--------	-------------	-----

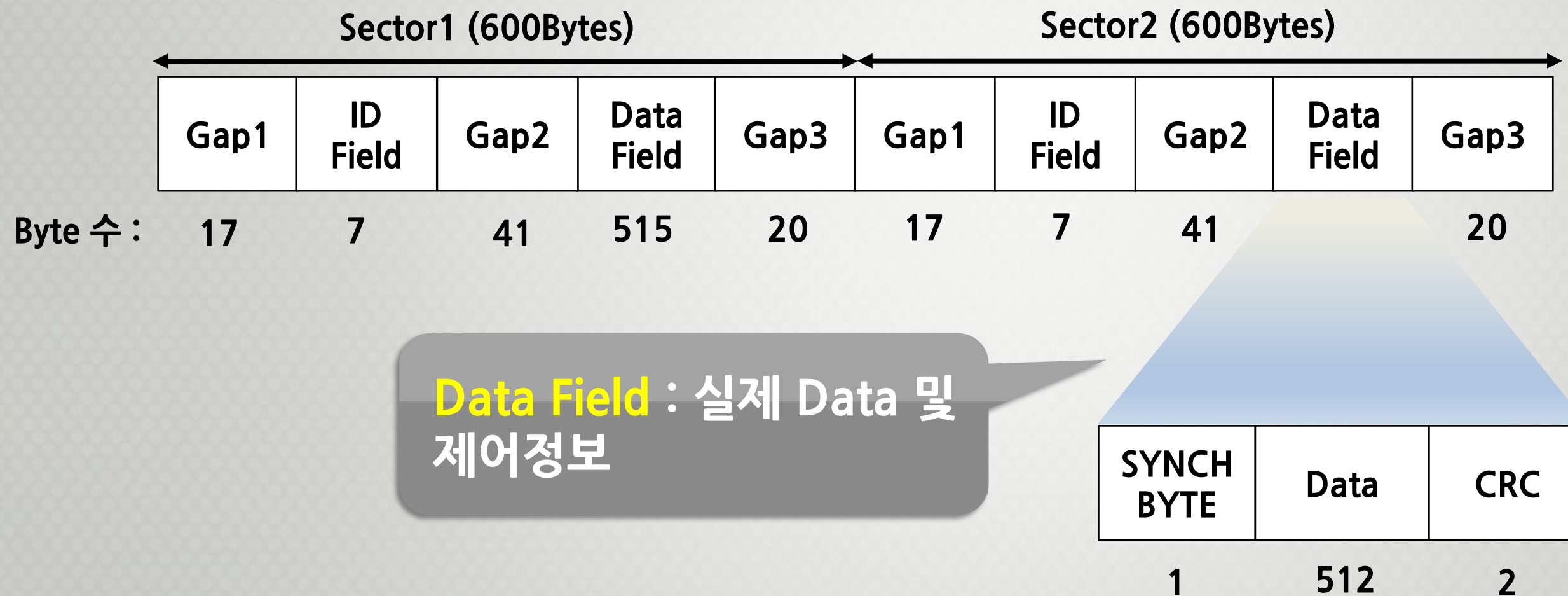
Byte 수 : 1      2      1      1      2

**ID Field** : Sector를 구분하는데 필요한 Address, Control 정보



# Magnetic Disk Formatting

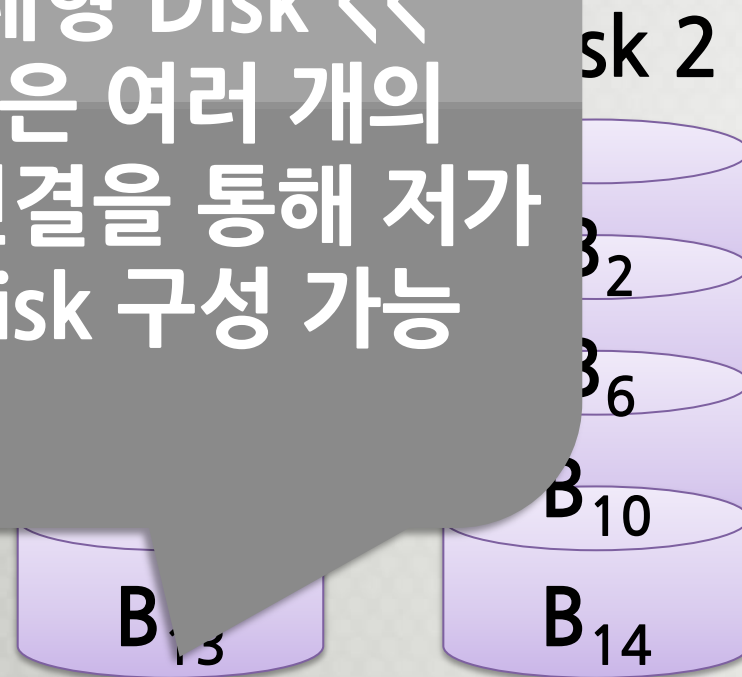
- Sector를 구분하는 데 필요한 Identifier 및 Address Information, Control Information 등을 Disk상의 특정 위치에 저장하는 과정



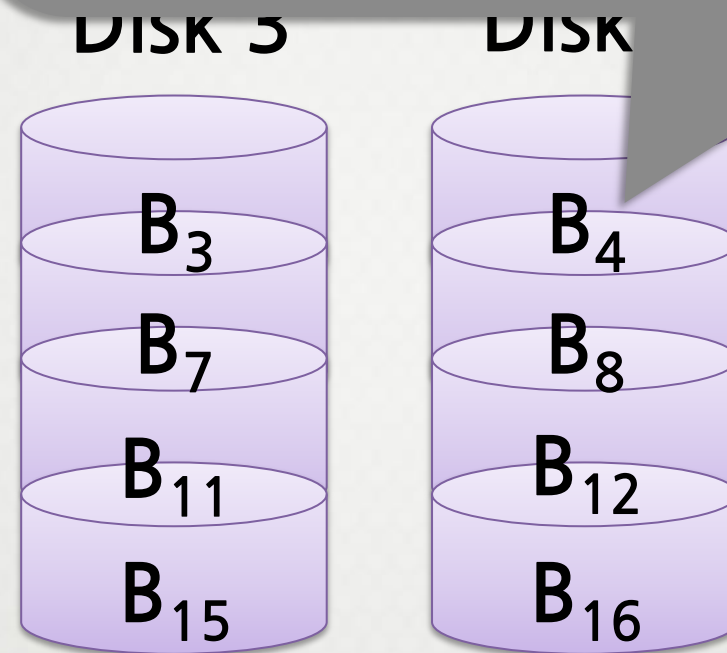
## Disk Array

- Disk의 용량 문제 : Disk Array
- Disk의 속도 문제 : Disk Array + Block/Bit Interleaving & 병렬 전송

한 개의 대형 Disk <<  
크기가 작은 여러 개의  
Disk들의 연결을 통해 저가  
대용량 Disk 구성 가능



Data 분산 저장(Round-  
Robin기반 Disk  
Interleaving), 동시  
Access, 병렬 전송을 통해  
Data 전송속도 증대





## Disk Array

- Disk의 신뢰성 문제 : Disk Array + Block/Bit Interleaving & 병렬전송 + Disk Mirroring or CRC = RAID(Redundant Array of Inexpensive Disks)로 해결

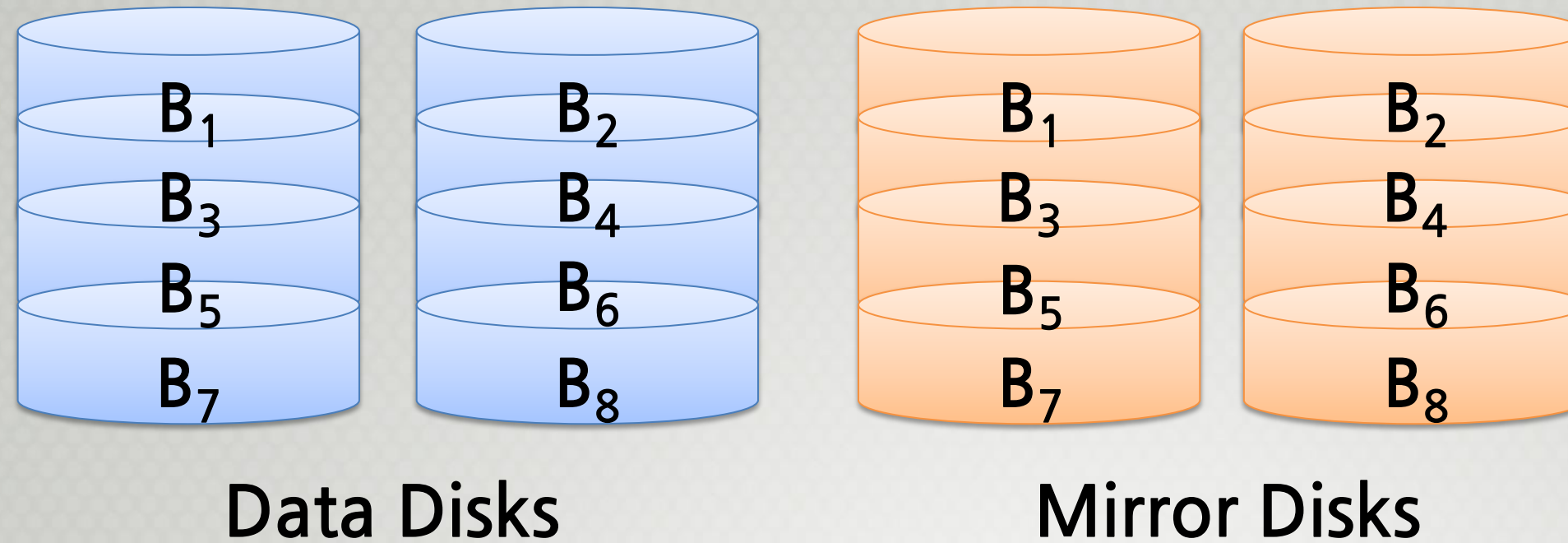
**Fault Tolerance(MTTF : Mean Time To Failure) 저하**

**[예] MTTF=30000 시간인 Disk 100개를 이용한 Disk Array의  
 $MTTF = 30000/100 = 300$ 시간**

한 Disk에 Fault 발생 → 해당 Disk 사용 중단 → 검사 Disk에 저장된 Information를 이용해 원래 Information 재구성

Check Disk들을 추가하여 Error Detection 및 Correction기능을 추가하는 방식도 있음

## ■ RAID의 종류(RAID-1): Block Interleaving + Disk Mirroring



### 방식

Data Disk에 저장된 모든 Data들은 Pair를 이루고 있는 Mirror Disk에 복사

### 장점

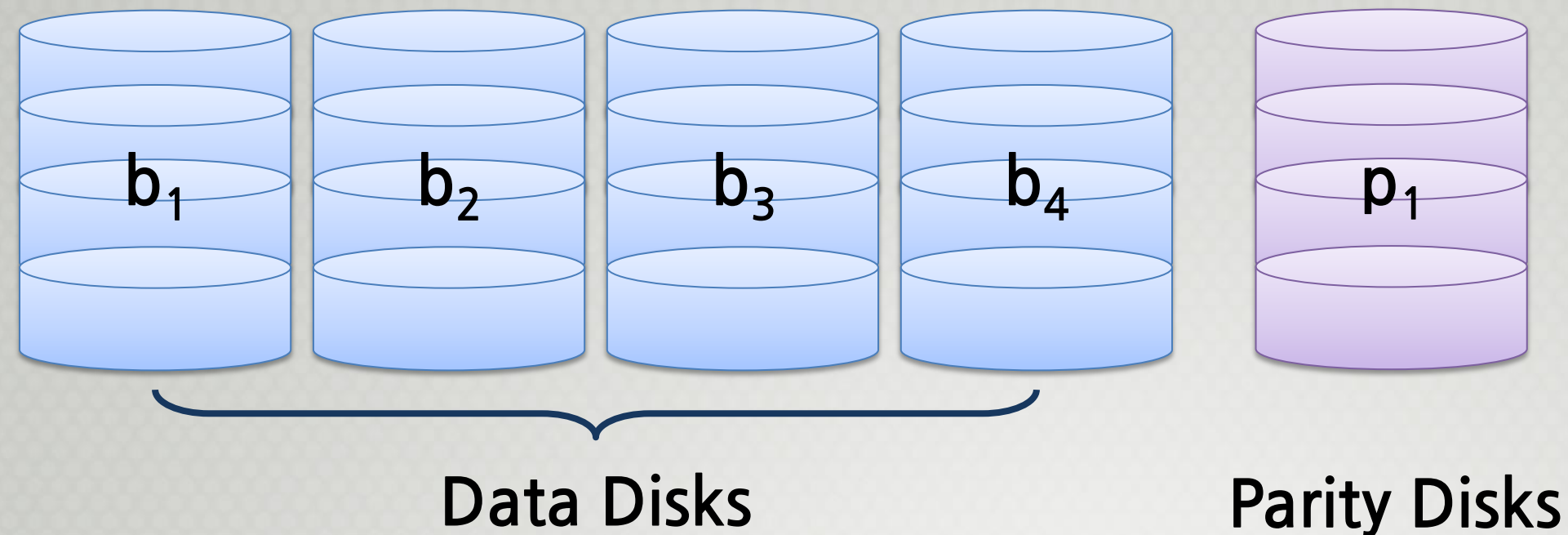
거의 완전한 Fault Tolerance 제공 → 높은 신뢰도를 요구하는 Fault Tolerance System에 사용

### 단점

Mirror Disk의 수가 많아 고가, Write 동작 때마다 두 번의 Data Write 동작 필요



## RAID의 종류(RAID-3): Bit Interleaving + Parity



### 방식

- Error Detection 및 Correction 기능 제공
- Parity Bits 발생:  $p = b_1 \oplus b_2 \oplus b_3 \oplus b_4 \rightarrow b_2$ 가 저장된 Disk에 Fault가 발생한 경우의 Data 복구  $b_2 = p \oplus b_1 \oplus b_3 \oplus b_4$

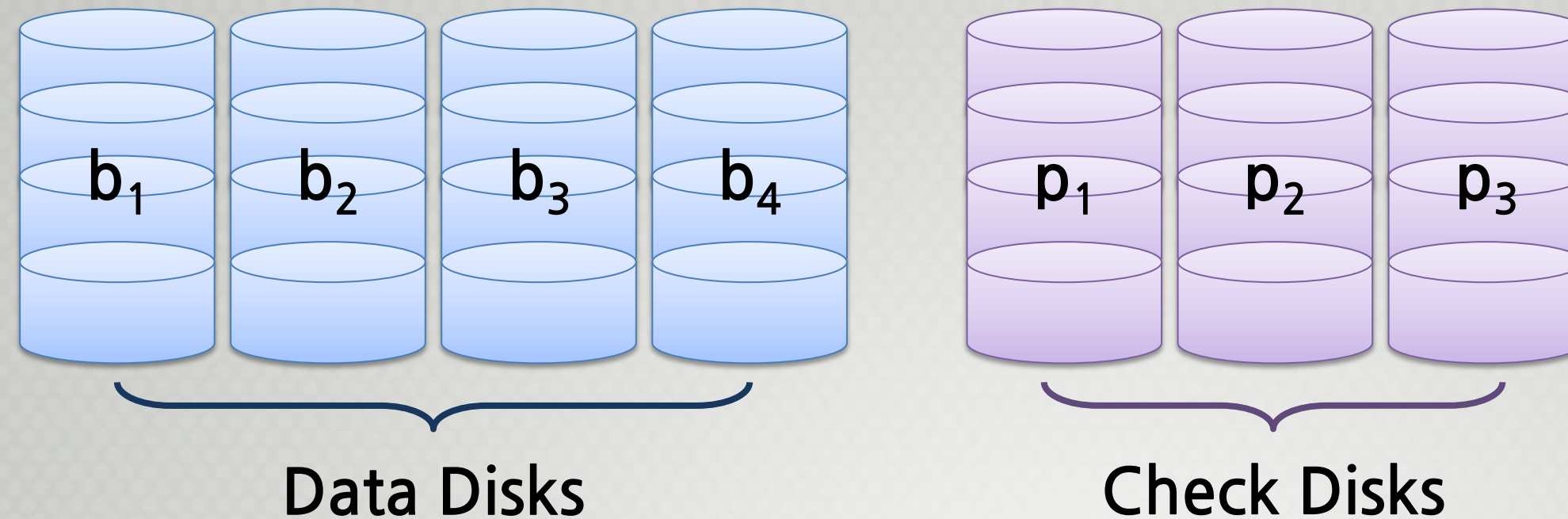
### 장점

Error Correction 방식을 통해 적은 수의 Parity Disk로도 일정 수준의 Fault Tolerance 제공

### 단점

Write 동작 때마다 여러 번의 Disk Access 동작 필요

## ■ RAID의 종류(RAID-2): Bit Interleaving + Hamming Code



### [방식]

- Detection/Correction 기능 제공
- $2^C - 1 \geq G + C$  ( $G$ : Data Disk의 수,  $C$ : 필요한 Check Disk들의 수)
- $G=8$ : 검사 Disk  $C=4$ , Overhead=50%  
 $G=16$ : 검사 Disk  $C=5$ , Overhead=31%

### 장점

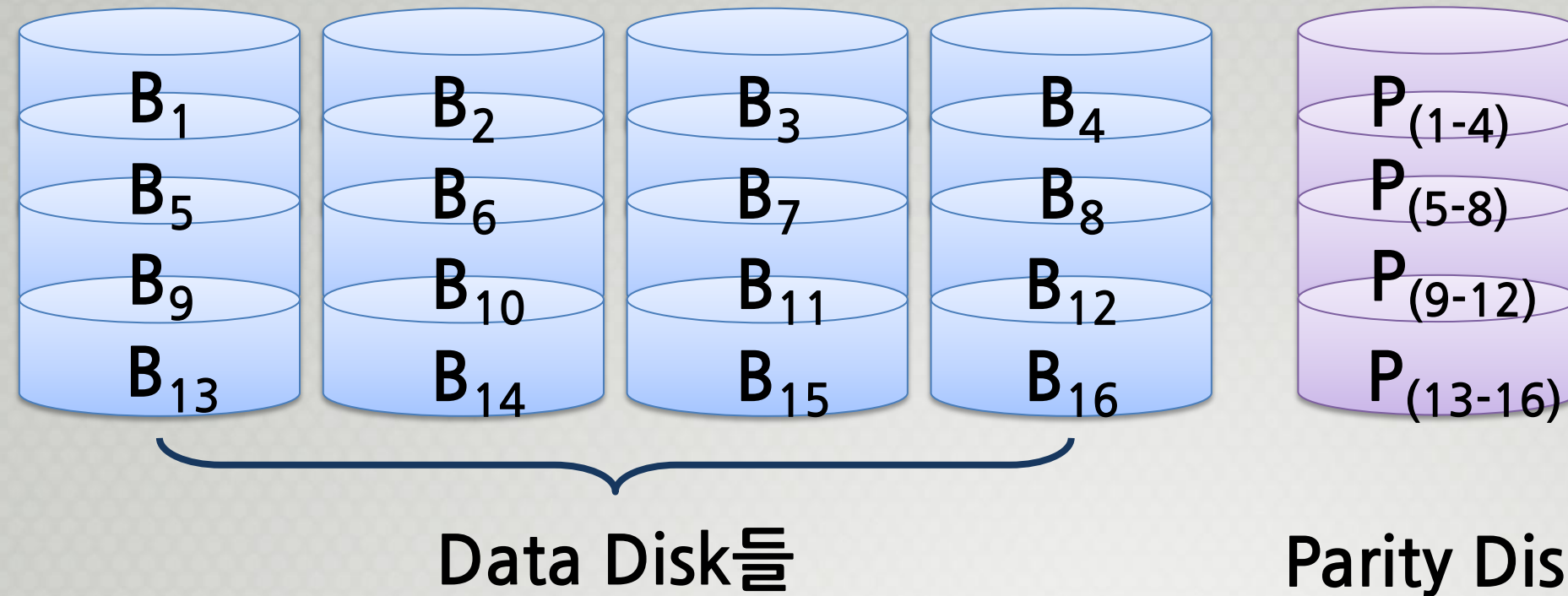
상당한 수준의 Fault Tolerance 제공

### 단점

필요한 Check Disk들의 수가 많아서 고가임,  
많은 횟수의 Read/Write 필요



## RAID의 종류(RAID-4): Block Interleaving + Parity



### 방식

Block 단위로 저장  
두 번째 Disk에 저장된 Block B2를 B2'로 Update하는 경우  
새로운 Parity Block  $P' = B1 \oplus B2' \oplus B3 \oplus B4$ : 세 번의 Disk Read(B1, B3 및 B4 Read) 와 두 번의 Disk Write(새로운 Data 및 Parity Write) 동작이 필요 → Overhead

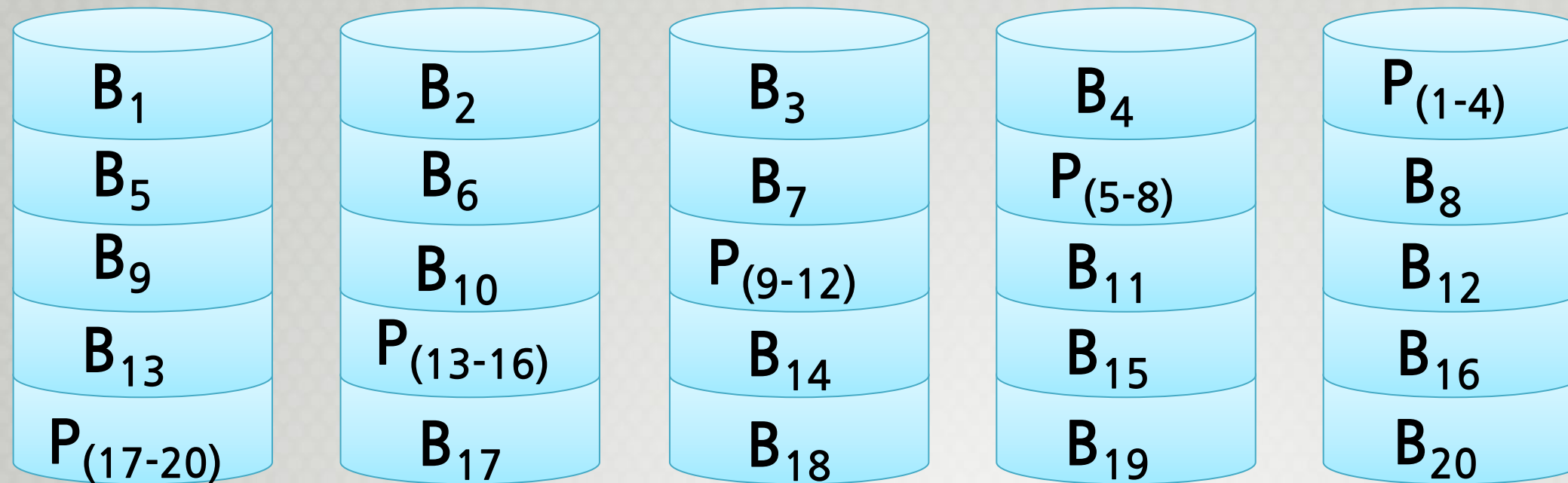
### 장점

Block 단위로 저장되므로 Write를 할 때 하나의 Disk에 집중되어 Latency가 줄어듦

### 단점

Write 동작 때마다 여러 번의 Disk Access 동작 필요

## ■ RAID의 종류(RAID-5): Block Interleaving + Round-Robin 방식의 Parity 분산 저장



방식

RAID-4의 문제점을 보완

장점

Parity Disk에 대한 Bottleneck 현상 해소,  
Write 동작들의 병렬수행 가능

단점

Small Write Problem : 어느 한 Block만  
Update하는 'Small Write'의 경우에 여러 번의  
Disk Access가 필요하기 때문에 성능이 저하됨