

LHC detector

201053031

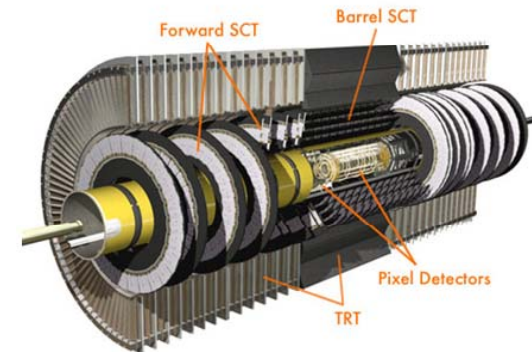
정인영

순서

- **ATRAS Detector**
- **CSM Detector**
- **ALICE Detector**
- **LHCb Detector**

ATLAS detector [1]

- **A Toroidal LHC ApparatuS**
- **LHC의 2개의 범용 입자 물리 검출기 중 하나**
 - **4개의 주요 부분으로 구성**
 - Inner detector : 각 대전 입자의 momentum을 측정
 - Calorimeter : 입자에 의한 에너지를 측정
 - Muon spectrometer : Muon을 분별하고 측정
 - Magnet system : momentum 측정을 위해 대전입자를 휘어지게 만드는 역할
- **ATLAS detector의 구성**
 - **Inner detector 내부 검출기**
 - 내부의 고해상도 검출기와 외부의 tracking 요소가 결합
 - 2T의 자기장을 공급하는 솔레노이드가 감싸고 있는 구조
 - 반도체 픽셀 센서를 이용하여 꼭지점 부근에서 가장 큰 입상을 만들 수 있음
 - 중심 원통 영역에 beam 축 주위를 따라 고정밀 검출기가 위치
 - Beam 축에 수직으로 마개 검출기가 위치



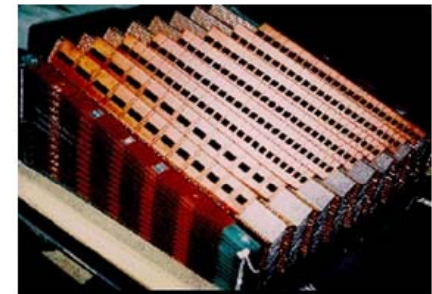
내부 검출기

ATLAS detector [2]

- **ATLAS detector의 구성**

- **Calorimeter 열량계**

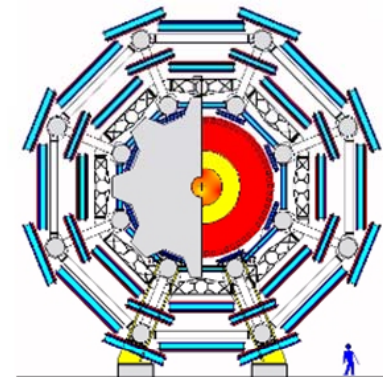
- 대전 입자 및 중성 입자의 에너지를 측정
- 금속판(흡수)과 센싱 요소로 구성
 - 금속판 : 상호작용을 통해 입사된 에너지를 입자의 shower로 바꾸어 주는 역할
 - 센싱 요소 : 변환된 shower를 검출하는 역할
- 열량계의 내부
 - 센싱 요소가 액체 아르곤(Ar)으로, 수집 및 검출되는 Ar의 shower는 전자를 자유롭게 한다.
- 열량계의 외부
 - 센서가 scintillating 플라스틱 타일로, 수집 및 검출되는 shower는 플라스틱으로부터 빛을 방출하게 한다.



열량계

- **Muon Spectrometer 뮤온 분광계**

- Muon은 전자와 비슷한 입자지만, 전자보다 약 200배 무거운 입자
- Muon 검출을 위해서는 모든 열량계의 흡수 장치들을 가로질러야 함
→ Muon spectrometer는 열량계를 감싸고 있는 형태
- 높은 정밀도를 갖고 Muon의 momentum을 결정하기 위해 Muon path를 측정
- 큰 초전도 도넛형태의 코일에서 생성되는 자기장에 위치한 수천 개의 대전입자 센서로 구성



뮤온 분광계

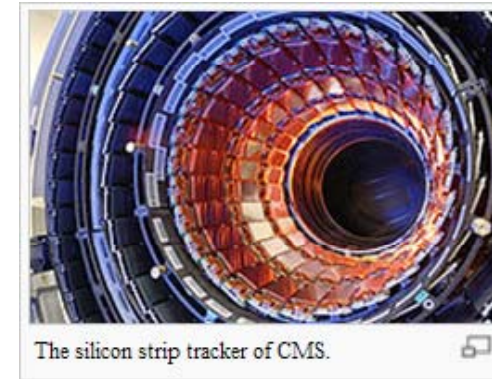
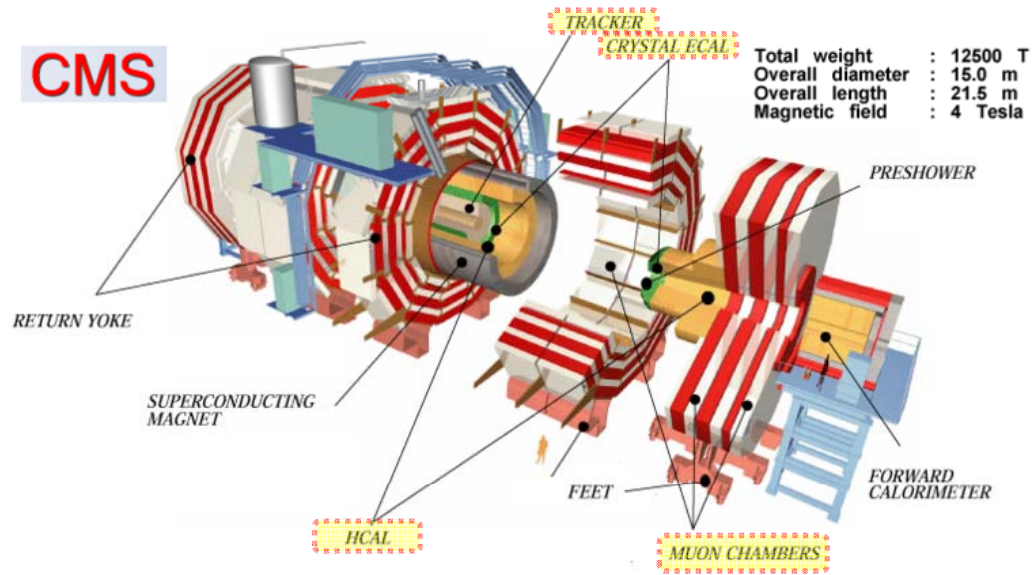
- **Magnet system**

- 대전 입자를 휘어지게 만드는 자석으로 두 가지 타입이 사용

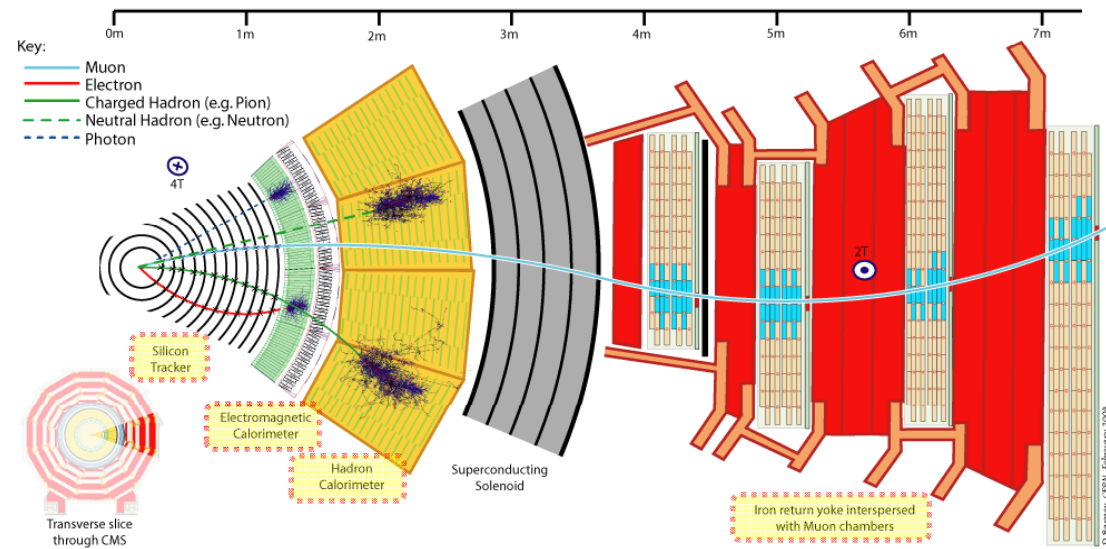
CMS detector [1]

- **LHC의 2개의 범용 입자 물리 검출기 중 하나**
 - 14 TeV에서 양성자 충돌의 여러 현상 및 LHC 입자 가속기의 질량 중심을 연구
 - Heavy ion 및 양성자 간 충돌로 발생하는 양성자, 전자, 중간자 및 부산물들의 에너지와 momentum을 측정
- **CMS detector의 구성**
 - **Layer 1. Tracker**
 - 개별 입자의 궤도를 측정. 이후 자기장 속 대전 입자 궤도의 곡률을 통해 입자의 charge와 momentum을 측정
 - **Layer 2. ECAL (The Electromagnetic Calorimeter 전자기 열량계)**
 - 전자과 양성자의 에너지를 높은 정확도를 갖고 측정
 - **Layer 3. HCAL (The Hadronic Calorimeter)**
 - Quark로부터 생성되는 입자를 검출 가능하도록 제작
 - 각 event 시 발생하는 hadron의 에너지 측정. 또한 에너지를 잃고 반응할 수 있는 영역 범위를 알아낼 수 있다.
 - **Layer 4. The magnet**
 - Tracker와 열량계를 감싸고 있고, 4T의 자기장을 발생 (실제 사용은 3.8T)
 - **Layer 5. Muon detector and return yoke (뮤온 검출기)**
 - Muon을 찾아내고, muon의 momentum을 측정
 - Drift tube(DT), Cathode strip chamber(CSC), Resistive plate chamber(RPC)의 세 검출기로 구성
 - DT : 중앙 원통 영역의 정확한 궤도 측정 장비로 사용
 - CSC : 끝 부분의 마개 역할
 - RPC : 검출기에 Muon이 도달했을 때 빠르게 신호를 생성하여 공급하는 역할

CMS detector [2]



CMS 검출기의 구성



ALICE detector [1]

- **A Large Ion Collider Experiment**
- **Heavy ion 충돌을 연구하기 위해 최적화된 검출기**
 - 핵당 2.76 TeV의 에너지에서 Pb-Pb 핵 충돌에 대해 연구
 - 온도와 에너지 밀도가 quark-gluon 플라즈마를 생성하는데 충분 → quark와 gluon에서의 물질은 이동이 자유로운 상태
- **ALICE의 구성 (1)**
 - **Inner tracking system**
 - 6개의 원통형 실리콘 검출기로 구성
 - 생성된 입자의 특성 측정 및 mm 단위 이하의 정확한 위치 측정이 가능
 - Heavy quark 안의 입자들을 반감기에서의 위치를 확인함으로써 인식
 - **Time projection chamber (TPC)**
 - ALICE의 주요 입자 tracking 장치
 - TPC의 gas를 지나가는 대전 입자가 궤적을 따라 gas 원자들을 이온화시키고, 이때 전자는 drift하여 검출기의 끝판에 도달
 - 판독기에 묶인 anode 근처에서 avalanche가 일어나 양이온을 생성하고, 전류 신호를 유발하여 증폭하는 역할을 한다.
 - **Transition Radiation Detector**
 - 전자와 양성자들은 전이 복사 방출을 이용한 대전 입자들로부터 식별해 낼 수 있다.
 - ALICE에서는 다양한 pion과 electron을 섞은 beam을 이용한 검출기를 실험해 보고 있다.

ALICE detector [2]

- **ALICE의 구성(2)**

- **Time of Flight**

- 입자의 도달 속도를 측정함으로써 대전 입자를 판별하는 역할
- Multigap Resistive Plate Chamber(MRPC)라는 검출기를 이용

- **Photon Spectrometer**

- 충돌 시 광자를 관찰함으로써 충돌 시의 온도를 측정하는 역할

- **High momentum particle identification detector**

- Momentum 영역 밖의 입자의 속력을 결정하는 세계 최대의 RICH detector

- **Muon Spectrometer**

- J/ψ 과 Upsilon 입자의 붕괴에서 발생하는 Muon 쌍을 측정하는 역할
- Chamber를 따라 Muon을 찾아내고, 특정 물질에 대한 궤적을 재구성

- **Forward Multiplicity Detector**

- Beam과 관련된 작은 각도에서 방출된 대전 입자를 측정하는 역할
- 타이밍 T0와 충돌 중심 V0를 위한 트리거 검출기를 구성
- Photon Multiplicity Detector 포함 : 충돌 시 생성되는 광자의 공간적 분포와 다양성을 측정

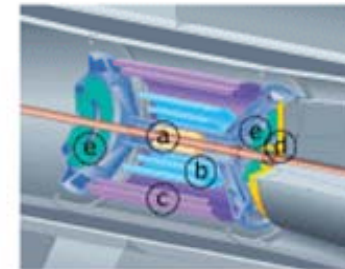
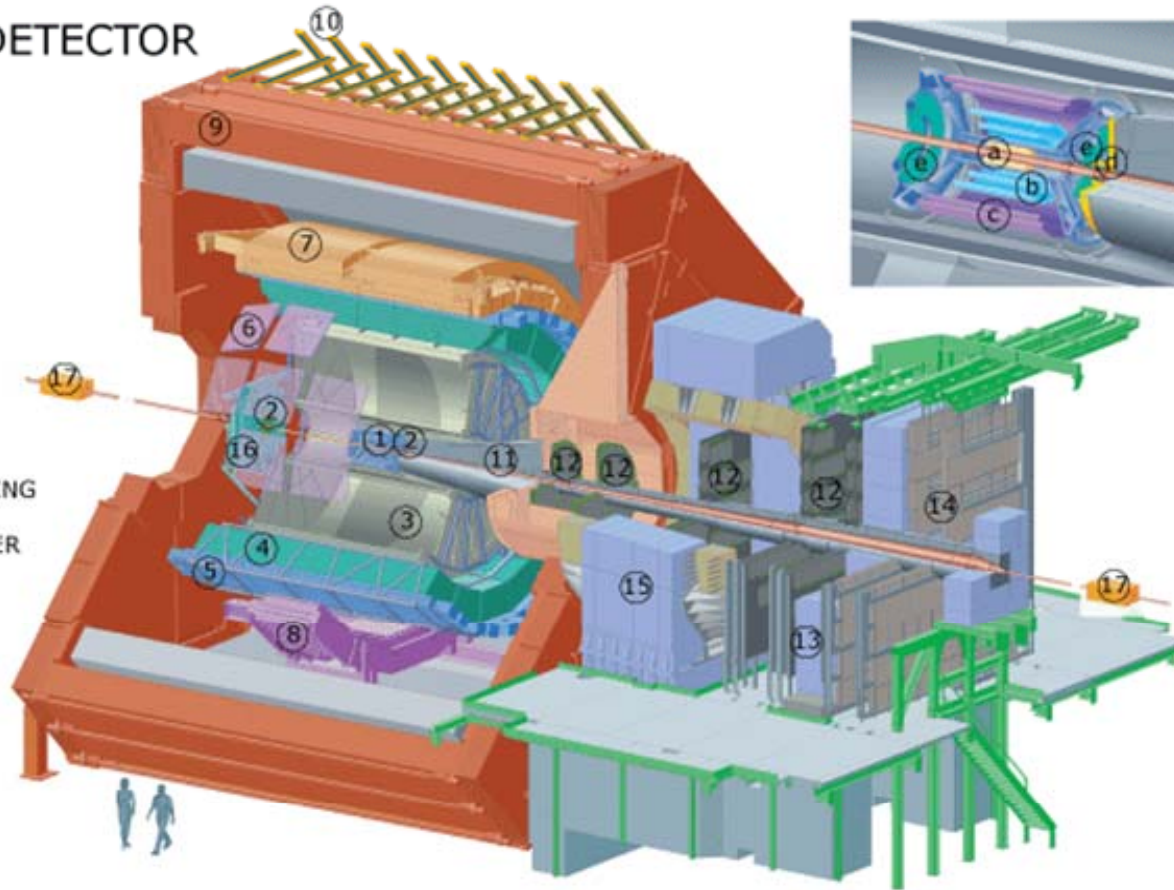
- **Electro-magnetic Calorimeter**

- 높은 momentum을 가진 입자 측정 용량을 증대

ALICE detector [3]

THE ALICE DETECTOR

1. ITS
2. FMD , T0, V0
3. TPC
4. TRD
5. TOF
6. HMPID
7. EMCAL
8. PHOS CPV
9. MAGNET
10. ACORDE
11. ABSORBER
12. MUON TRACKING
13. MUON WALL
14. MUON TRIGGER
15. DIPOLE
16. PMD
17. ZDC



- a. ITS SPD Pixel
- b. ITS SDD Drift
- c. ITS SSD Strip
- d. V0 and T0
- e. FMD

LHCb detector[1]

- **Large Hadron Collider beauty**
 - beauty는 bottom quark를 의미
- **b-hadron의 상호작용 중 CP violation의 파라미터를 측정하는데 특화된 검출기**
- **LHCb detector의 구성**
 - **Vertex detector (VELO)**
 - 광자 반응 영역에 위치. 첫 번째와 두 번째 꼭지점을 이용하여 반응 영역에 가까운 입자 궤적을 측정.
 - **RICH-1 detector (Ring Imaging Cherenkov detector)**
 - Vertex detector 이후에 위치. 작은 momentum을 가진 궤도의 입자를 찾는 역할.
 - **Main tracking system**
 - 쌍극자 자석 전후로 위치. 대전 입자의 궤적을 재구성하고 momentum을 측정하는 역할
 - **RICH-2 tracker**
 - 큰 momentum을 가진 궤도의 입자의 종류를 규명하는 역할
 - **ECAL & HCAL**
 - 전자, 양성자, hadron의 에너지를 측정.
 - **Muon system**
 - Muon을 검출하고, event를 muon에 동기화시키는 역할.

LHCb detector[2]

