

Strategies Proposal for Dust Explosion Prevention

PCI Pulverizer Mill for Blast Furnace Plant

-Pneucon Dept.-

Content

1. Basis for an dust explosion
2. Pulverized Coal의 특성
3. Consideration for Explosibility
4. Explosion Protection
 - 1) By Preventative Strategies
 - 2) By Responsive Strategies
5. Selected Parts' Lay-Out
6. Selected Parts' Samples
 - 1) Sparks Detecting Unit(1)
 - 2) Sparks Detecting Unit(2)
 - 3) Water Mist Spray Extinguishing Unit
 - 4) Thermal Detector
 - 5) By-Pass Duct Chute & Flameless Relief Valve
7. Flow Diagram for Explosion Protection
8. Concept of Control System
9. Automatic Self-Testing System

1. Basis for an dust explosion

Dispersion of
Dust Particles

연료
(Flammable Dust)

Concentration
of Dust Cloud



점화원
(Ignition Source)

산소
(Oxygen)

- 분진폭발의 3요소 -

폭발하기 위해선 연료와 산소는 특정공간에 충분한 량이 있어야 하며 점화원은 불을 불일 수 있는 충분한 에너지를 가져야 한다.

-분진폭발의 5요소-

3요소에 분진입자들이 균일하게 분산된 상태와 분진구름의 농도 등 연속적인 연소조건이 되는 2개 요소를 포함.

2. Pulverized Coal의 특성

- 1) 최저폭발농도(LEL) : $60\text{g}/\text{m}^3$
- 2) 먼지구름의 자동점화 최저온도(MAIT) : 610°C
- 3) Dust Layer의 MAIT : 170°C
- 4) 최대폭발압력(P_{max}) : Avg. 9.8 Bar ($=10.0\text{kg}/\text{cm}^2$)
- 5) 폭발성 지수(K_{st}) : 114 bar.m/sec.
- 6) 먼지구름의 자동점화 최저에너지(MAIE) : 60mJ
- 7) 산소의 한계농도(LOC) : 14% Vol.

3. Consideration for Explosibility

- 1) Coal Dust Concentration: **493g/m³**
- 2) Coal Particle's Size : **80% <74μm=200mesh**
- 3) Ignition Sources :
 - ① Coal Mill : **Frictional & Mechanical Sparks**
(Tramp metal, Hot Bearings, Moving Vanes & Belts)
 - ② Conveying Duct : **Frictional & Electrostatic Discharge Sparks**
- 4) Dust Cloud : Bag Filter(**덕트에서 유입되는 sparks에 점화되기 쉬운 Dust Cloud가 상존**)
- 5) LOC보다 낮은 산소농도 : **1.8%(O² Content of Primary Gas)**
- 6) 수분함량 : **9.0%(정전기 방전에 의한 스파크 발생감소)**

4. Explosion Protection

4-1. By Preventative Strategies

폭발을 100%방지할 수 없지만, 폭발가능성을 최소화하기 위해 취하는 예방적 방법들

1) 점화원(Ignition Sources) 관리

- ① 설비별 충분한 성능의 접지시공(10 ohms이하)
- ② Magnetic Filter 설치(Tramp Metals Removing @Law Coal Hopper)
- ③ Sparks Detecting

2) 산화제(Oxidant) 관리

Inerting-N2 Gas Purging (Sparks Detecting에 의한 Alarm시에만 작동)

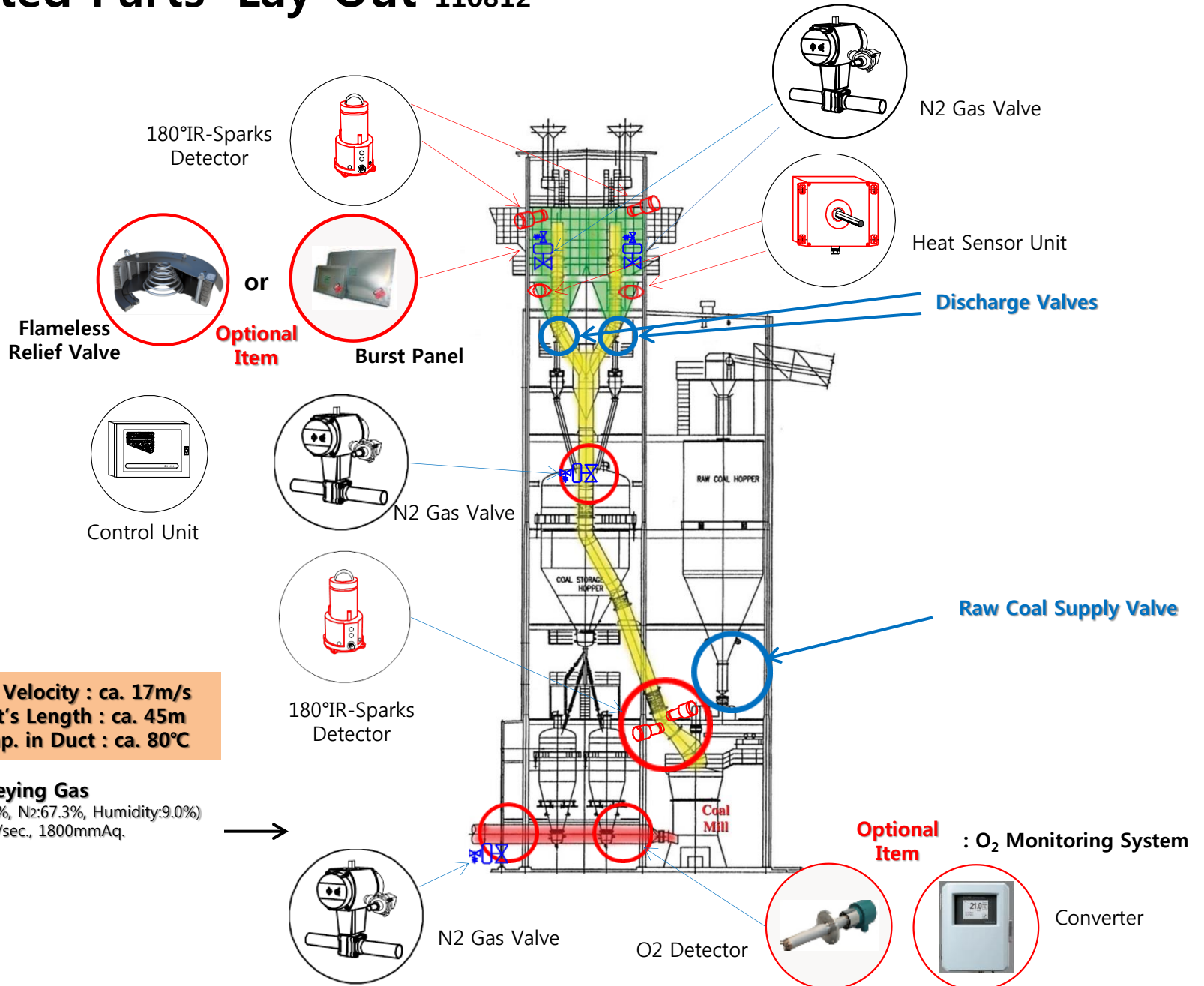
4. Explosion Protection

4-2. By Responsive Strategies

폭발초기단계에서 폭발을 억제하고 제거하거나 폭발피해를 최소화하기 위한 제반 방법들

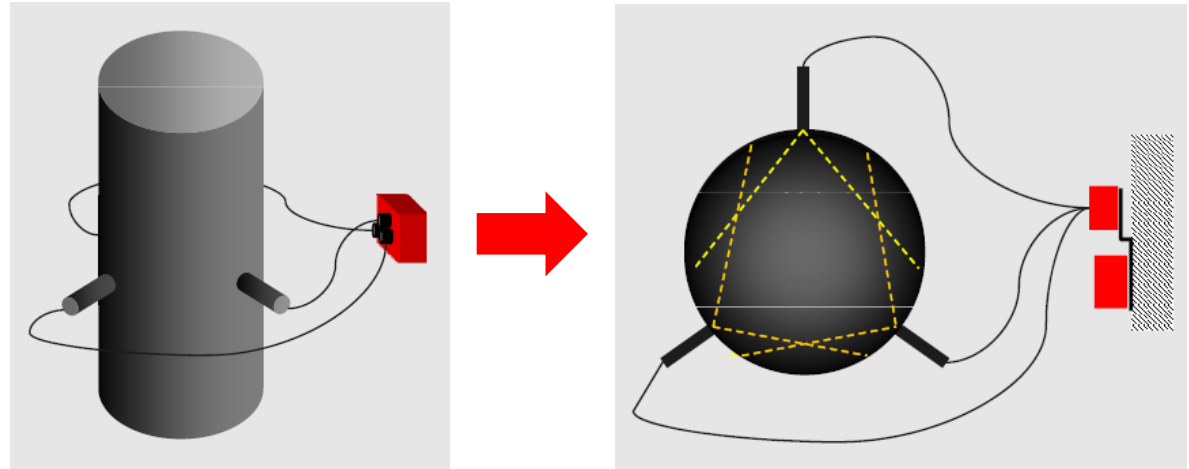
- 1) **Explosion Suppression:** Water Mist Spray Extinguishing
- 2) **Explosion Isolation:** Isolating Valves, By-Pass Chute
- 3) **Explosion Venting:** Flameless Pressure Relief Valve
- 4) **Explosion Containment**(설계반영을 위한 추천)

Selected Parts' Lay-Out-110812



6. Selected Parts' Samples

6-1. Sparks Detecting Unit(1)

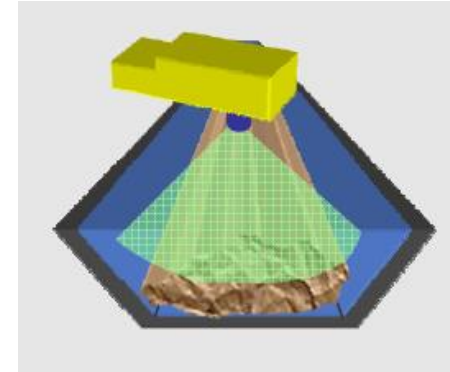
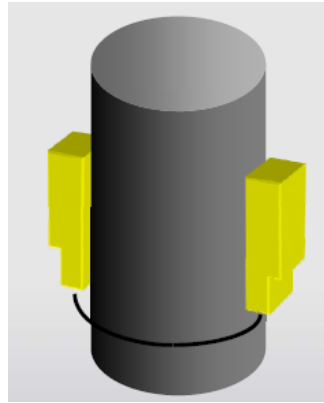


- ❖ Ambient temperature: -40 ... +70°C
- ❖ Medium temperature: -40 ... +350°C
- ❖ Up to 3 light cables connectable
- ❖ Light cable viewing angle: 70°
- ❖ Light cable length: 1m, 2m, 3m

매우 작은 불꽃 또는 타다 남은 잔불 덩이가 방사하는 적외선까지
400~1,200nm 범위를 감지할 수 있는 Photo Optic Diode 타입의 센서 : 덕
트라인상에 1, 2차 감지를 위해 2개소에 설치

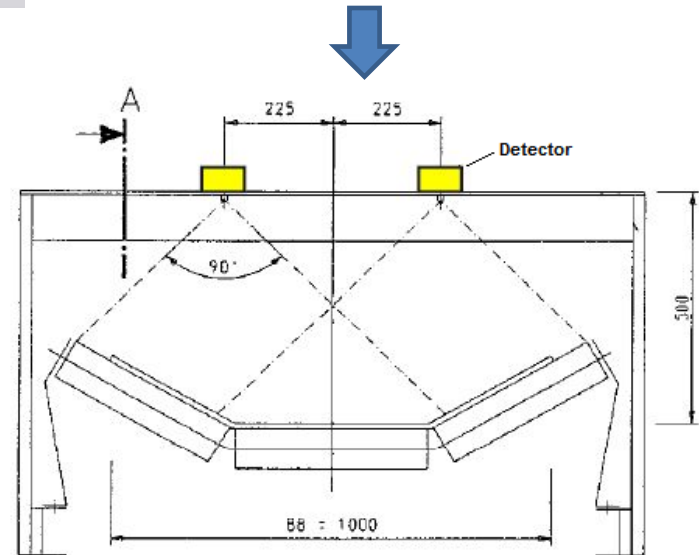
6. Selected Parts' Samples

6-2. Sparks Detecting Unit(2)



- ❖ Ambient temperature: $-40 \dots +60^{\circ}\text{C}$
- ❖ Medium temperature: $-40 \dots +60^{\circ}\text{C}$
- ❖ Viewing angle: 100°

좌측과 같이 벨트 콘베이어와 같이 외부 빛이 들어오는 곳에서도 2,500~5,000nm의 적외선을 방사하는 불꽃을 100도의 광각으로 감지할 수 있는 센서로 각 백필터당 2개소에 설치



6. Selected Parts' Samples

6-3. Water Mist Spray Extinguishing Unit



Spray Nozzle Ass'y

- ❖ **Ambiente temperature: 0 ... +50°C**
- ❖ **1 to 4 nozzles**
- ❖ **Option: flow switch**
- ❖ **Interface: KKLE9/1**
- ❖ **Frost protection**

**Water Pressure
Boosting Pump Ass'y**



Water Pressure Tank

6. Selected Parts' Samples

6-4. Thermal Detector



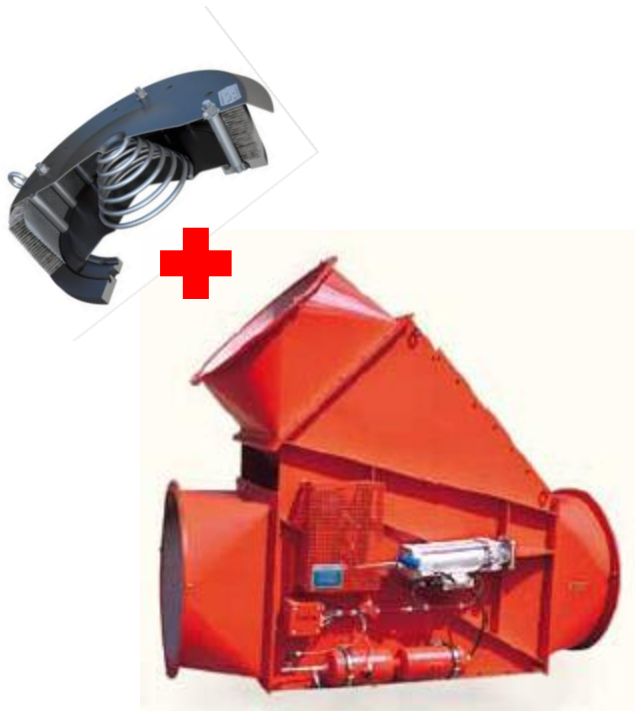
- ❖ Ambiente temperature: -40 ... +65°C
- ❖ Switch point:
60°C, 77°C, 88°C, 107°C, 135°C, 162°C
182°C, 232°C, 260°C, 316°C, 385°C
- ❖ Different interfaces

백필터 내부의 공기온도와 백필터 호퍼부에서의 Coal 온도 측정을 통해 백필터 내부에서의 초기 화재상태를 감지

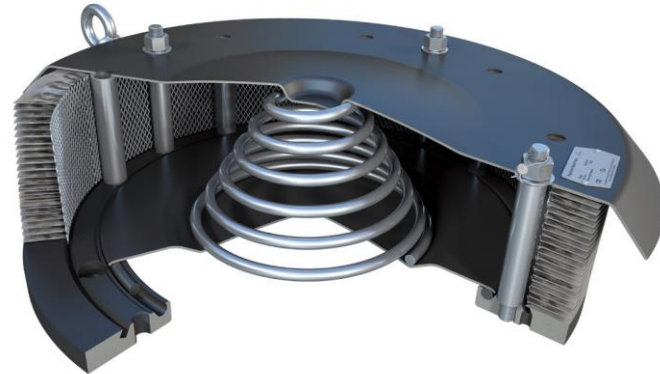


6. Selected Parts' Samples

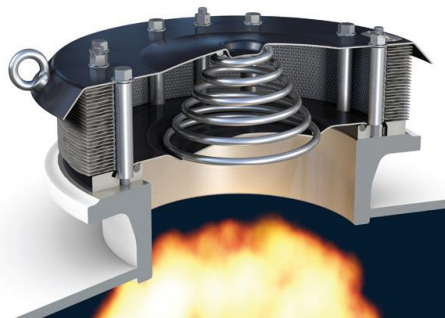
6-5. By-Pass Duct Chute & Flameless Relief Valve



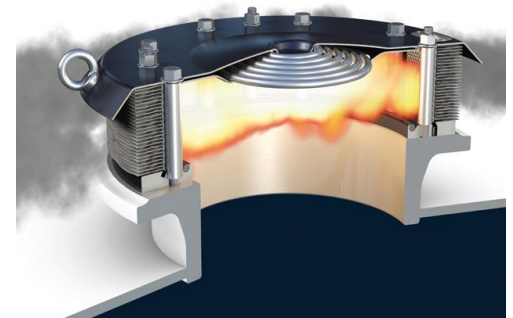
By-Pass Duct Chute + Flameless Valve



Flameless Pressure Relief Valve

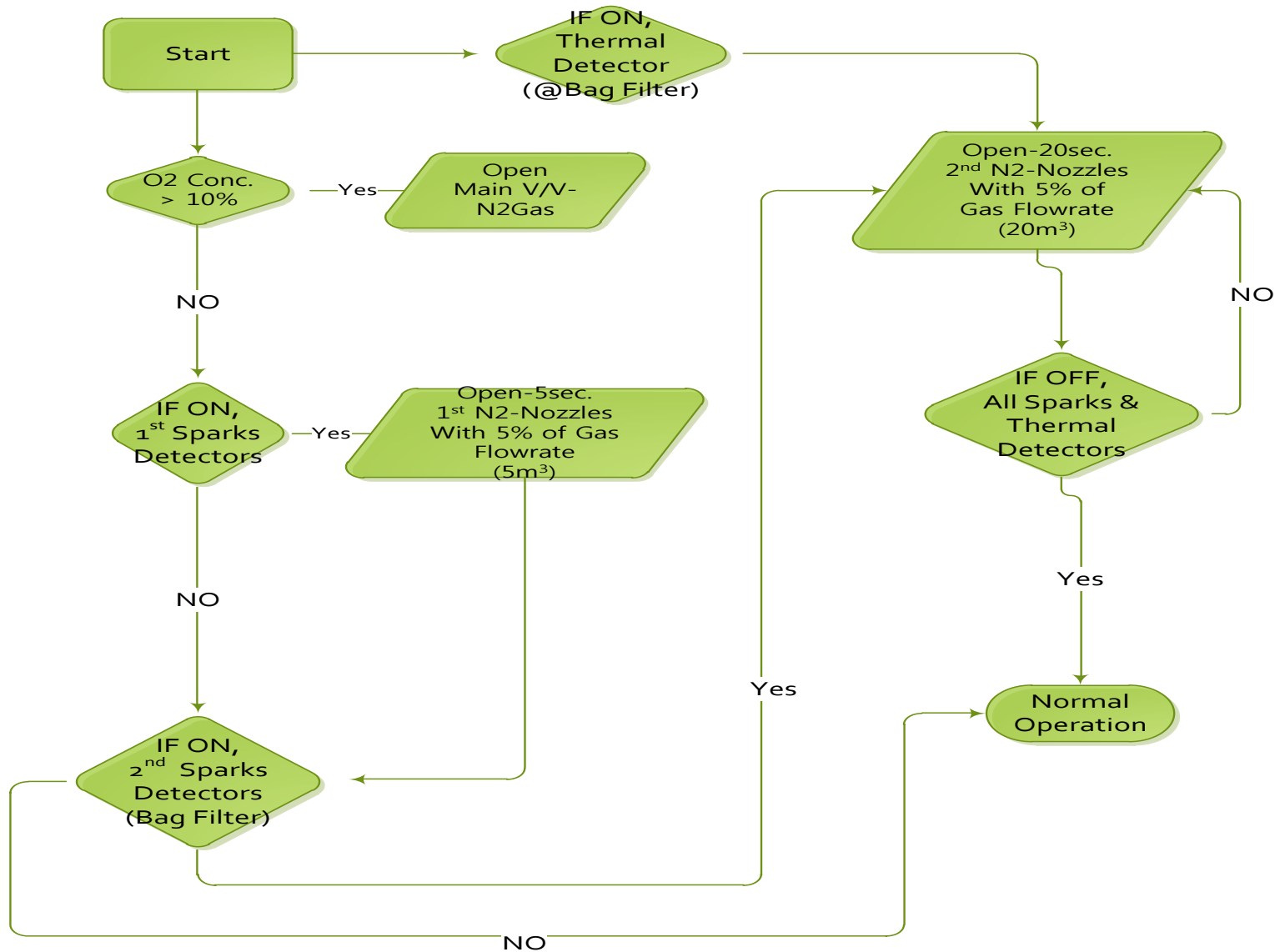


Valve Closed

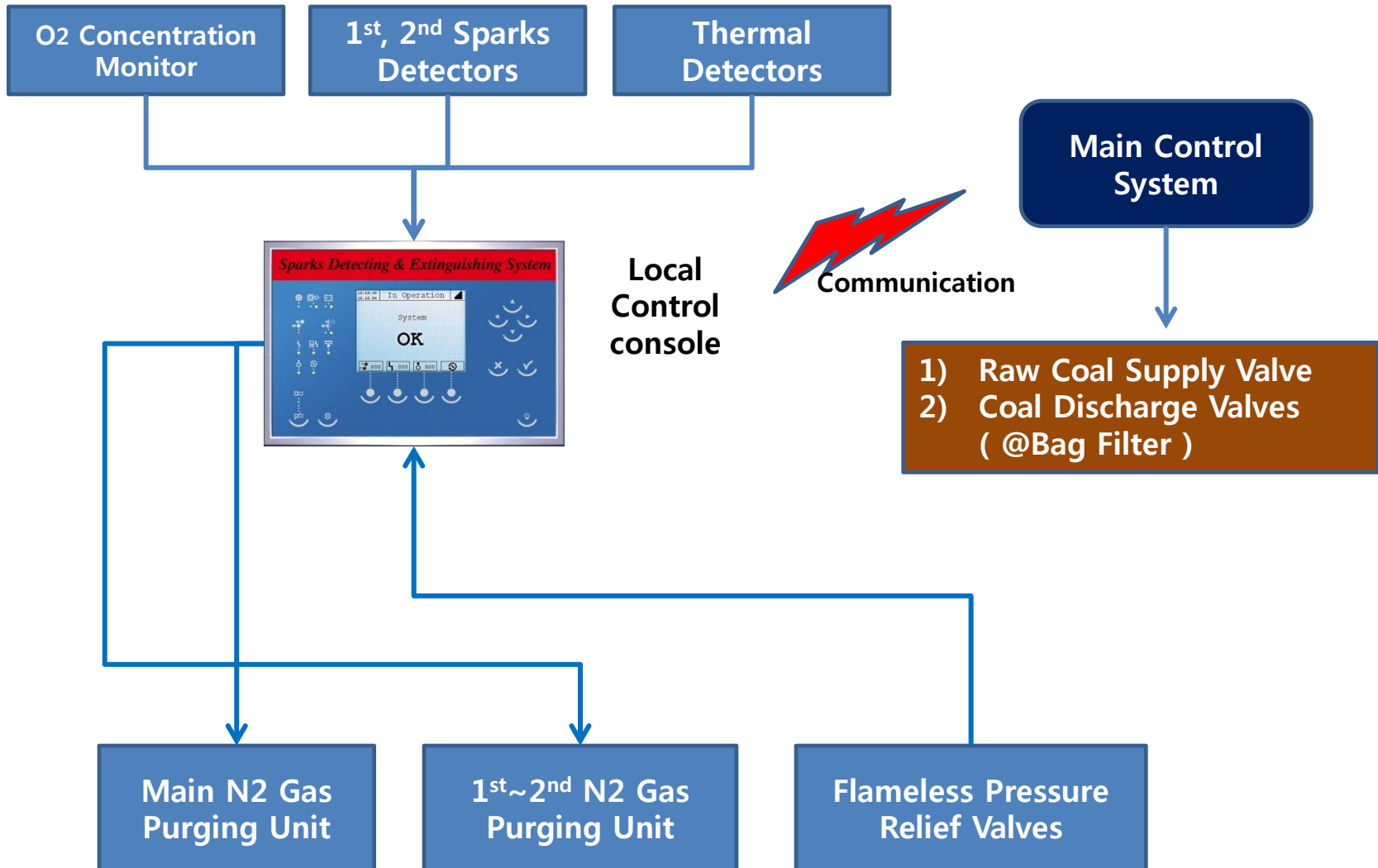


Valve Open

Flow Diagram for Explosion Protection



Concept of Control System



9. Automatic Self-Testing System

모든 Sparks Detectors에 대해 주기적으로 Test Light를 주사하여 감지유무를 자동 확인하며 Water Mist Spray Extinguishing Unit에 대해서는 배관내 물의 흐름이나 Storage Tank내의 압력 등을 정기적으로 점검하여 Control Console의 명령에 따라 즉각적인 작동유무를 시험하여 리포트(옵션) 할 수 있으므로 관리유지작업의 부담을 줄일 수 있다.

10. Examples Comparison

| 항목 | POSCO | 현대제철 | This Project | 비고 |
|--------------------|---|---|--|---------------------------------------|
| Engineering | Fike Corp.(US) | Paul Wruth(룩셈) | Pneucon(한국) | |
| Explosion Strategy | Responsive | Preventative | Predictive & Responsive | 폭발전/후 조치 |
| Symptoms Detection | Explosive Pressure | O ₂ Conc. Monitoring | O ₂ Conc. Monitoring & Sparks and Temperature | 폭발전/후의 징후 감지 |
| Extinguishing | CO ₂ Injection-Partial Suppression | N ₂ Purging-On Primary Gas : Inerting | N ₂ Purging-Each Partial Inerting & Primary Gas Inerting | |
| Explosion Venting | Vent Door | X | Flameless Pressure Relief Valve | By explosion venting area calculation |
| 특징비교 | 높은 초기투자비 높은 관리유지비 폭발후 가스탱크 재장전에 소요되는 상당시간 필요 | 높은 초기투자비 (230m ³ 의 N ₂ Gas Tank) | 낮은 초기투자비 (Only 20m ³ N ₂ Gas Tank) 낮은 관리유지비 (센서부 자동청소 & 보정) | |

기우려 주신 관심에 감사 드립니다!

Pneucon Dept.