

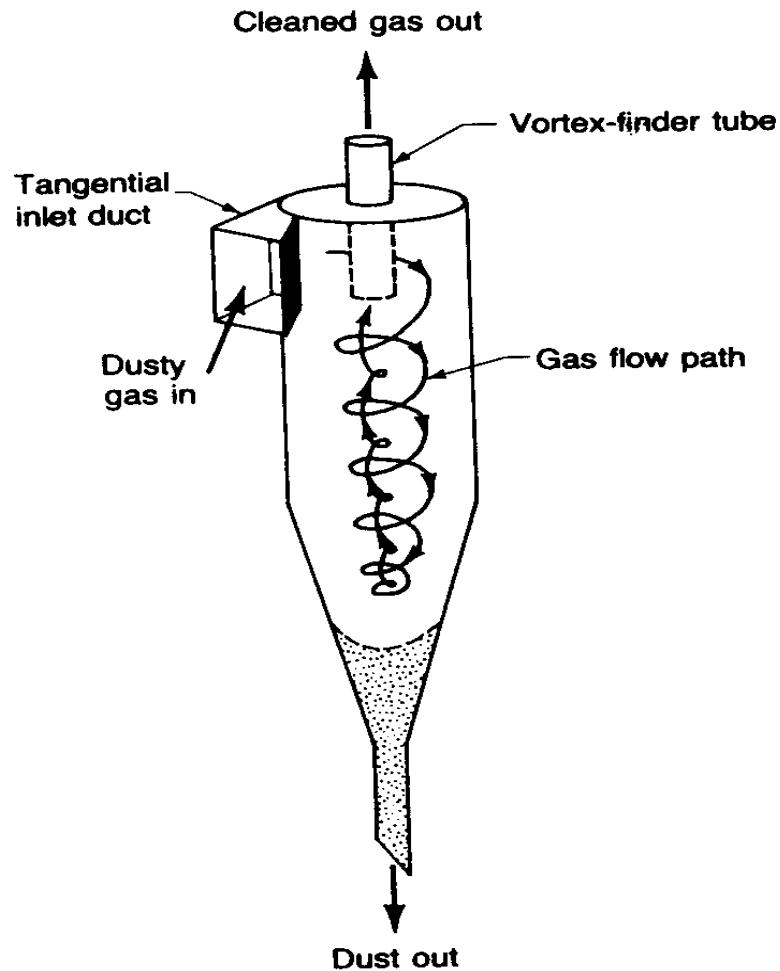


# 고온고압 배가스 정제용 세라믹필터 개발현황

- 석탄가스화 복합발전 ( IGCC ) :
    - 운전온도 450~500 , 운전압력 20~30 bar
  - 가압유동층연소 ( PFBC ) :
    - 운전온도 800~900 , 운전압력 10~15bar
- 
- ➔ 에너지 절약차원으로써 열효율을 향상
  - ➔ 가스터빈의 보호
    - ✧ (입경 5 $\mu$ m이하, 전체농도 10ppm이하)
  - ➔ 환경규제치 만족

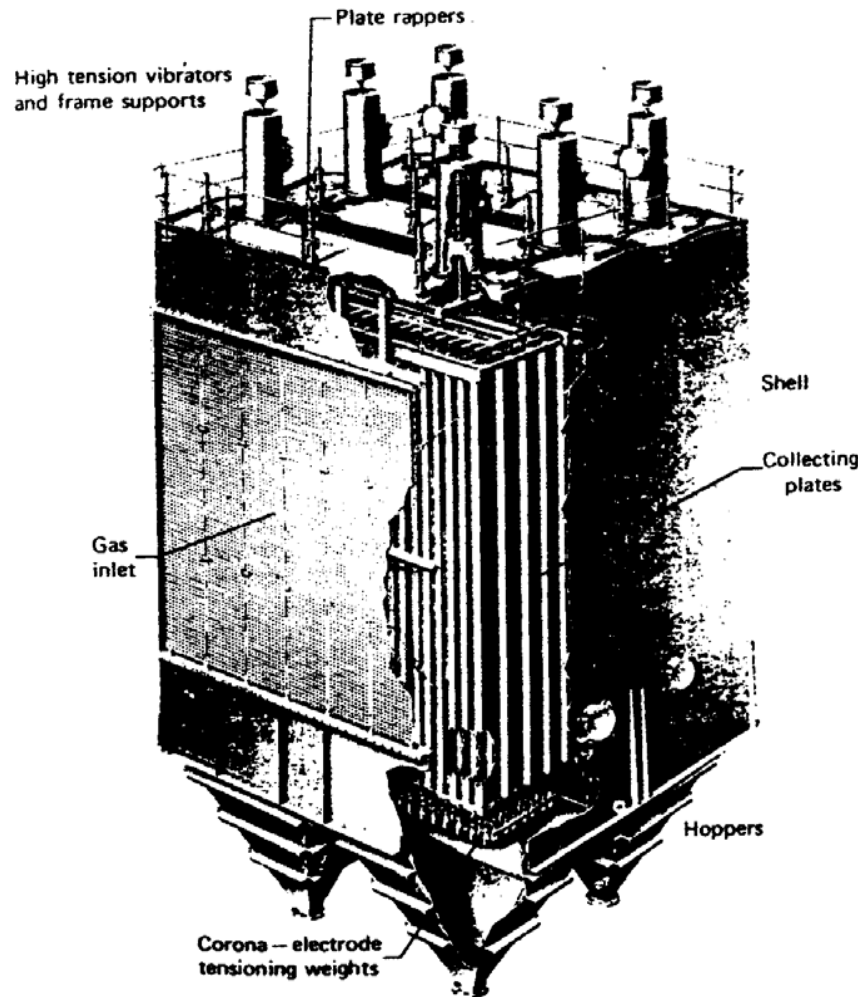
- 싸이크론 (cyclone)
- 전기집진기 (electrostatic precipitation)
- 입자층 여과기 (granular bed filter)
- 세라믹 필터 (ceramic filter)
  - Tube filter
  - Parallel flow filter
  - Cross flow filter
  - Candle filter - 최적시스템

# 싸이크론 (cyclone)



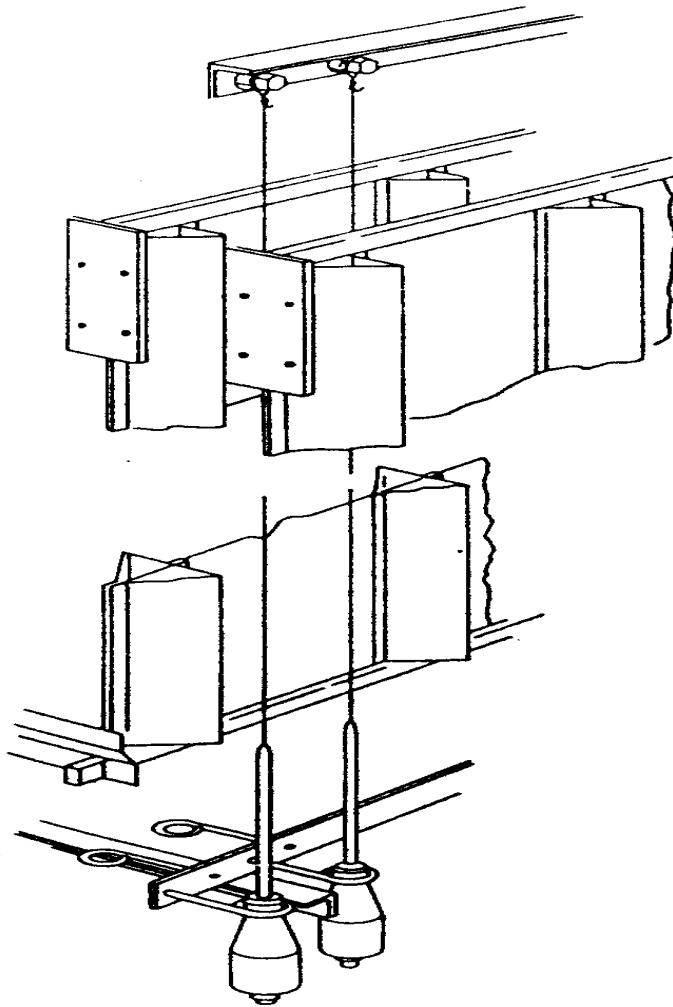
- 먼지포집기구 : 원심력
- 내벽에 내화물 도포 : 1000 , 수백 기압 까지 운전이 가능
- 집진 효율 : 5 $\mu$ m의 입자를 50%이상 포집하기가 쉽지 않음
- 5 - 10  $\mu$ m 이상의 입자를 분리 ( 전처리용 사용)
- 입자응집기술 개발 : 효율증가

# 전기집진기 (ESP)



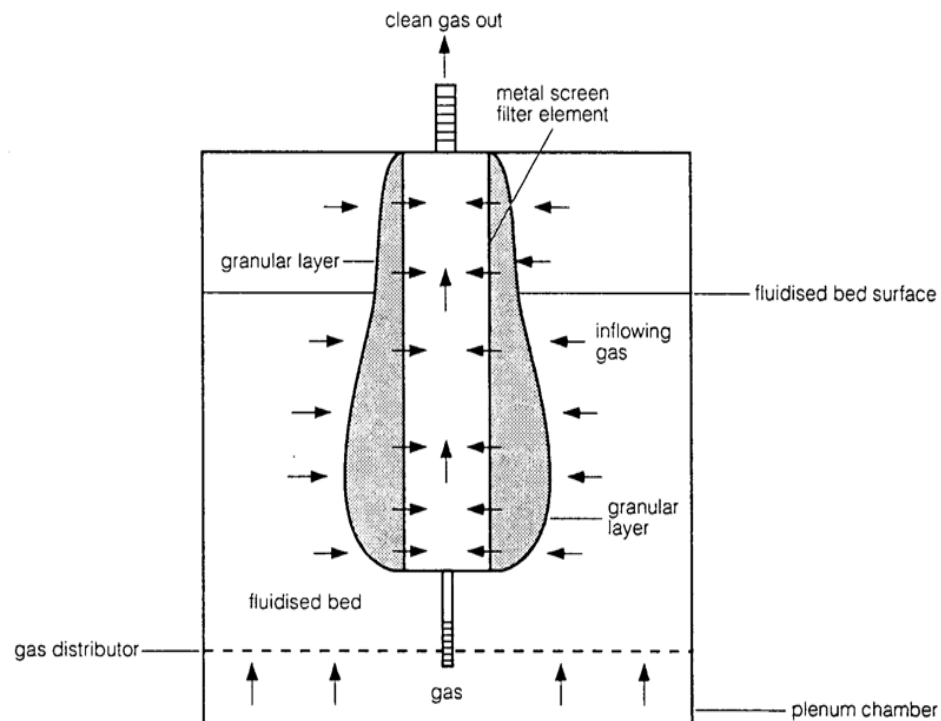
- 장 점 : 높은 집진 효율 (99.5%)  
낮은압력손실 (20~50mmH<sub>2</sub>O)
- 단 점 : 먼지의 전기저항, 연소조건에 변화에 민감하게 반응
- 운전조건 : 120 -450
- 고온고압에서 전극의 재질 선택, 운전상의 기술문제로 아직 그 개발 상태가 저조

# 전기집진기 (ESP)



- 방전극, 집진극, 고압전원 공급장치 그리고 전극세정 장치로 크게 구성
- 기체 중에 함유된 먼지 입자들이 코로나 방전에 의해 하전된 후에 한 방향의 전기장에서 집진극으로 이동하여 포집
- 압력손실 : 대개 방전극에서 일어나고 집진극 사이의 간격이 10cm 이상이므로 흐름에 있어서 큰 저항을 받지 않아 20~50mmH<sub>2</sub>O범위

# 입자층여과기 (GBF)



- Filter medium :
  - 1 -3mm alumina( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )
  - 6mm mullite( $\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$ )
- 크게 5 가지 유형의 시스템이 개발
- 층입자의 세척과 입자순환에 근본적인 문제
- 재비산에 의한 집진효율의 저조와 고온에서의 입자순환이 기술개발의 큰 장벽
- 미국의 Westinghouse와 일본의 KHI에서 개발을 선도적으로 주도하고 있으나 아직까지 파이롯트급 수준



- 고온고압에서 물리적 내구성
- 반응성 가스에 대한 화학적 안전성
- 역세시에 형성되는 열 및 기계적 충격
- 필터고정에 따른 스트레스(stress) 등에 대한 저항성을 만족
- 적당한 크기의 기공을 발달시켜 고온고압에서 요구되는 절대 효율을 추구



# 세라믹 필터 소재



재 질	선팽창율	내열충격성	내산화성	화학적 안정성	내충격성
알루미나	8.8	×	○	○	○
물라이트	5.3	△	○	○	△
지르코니아	10.0	×	○	×	○
탄화규소	4.7	○	△	○	○
샤모트	5.5	△	○	○	×
실리카	0.5	○	○	×	×
타이탄알루미나	1.2	○	○	×	○
코디어라이트	1.8	○	○	○	△

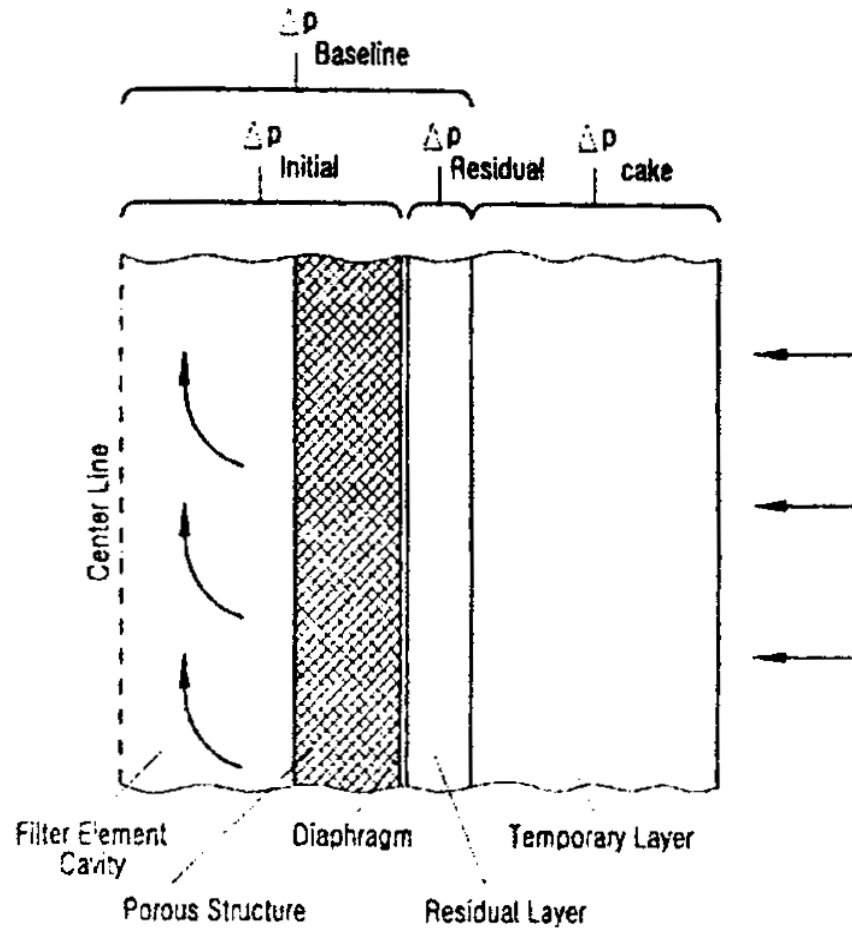


# 세라믹 필터 복합소재



- 알루미나/물라이트
- 코디어라이트
- 알루미노 실리케이트
- 코디어라이트 실리콘 나이트라이드
- 소결 실리콘 나이트라이드 등
- ☼ 상용 캔들 필터의 소재로는 탄화규소가 가장 많이 사용되고 있지만 코디어라이트, 알루미노 실리케이트 섬유 그리고 알루미나/물라이트 등의 산소계 소재도 이용

# 세라믹 필터 압력손실



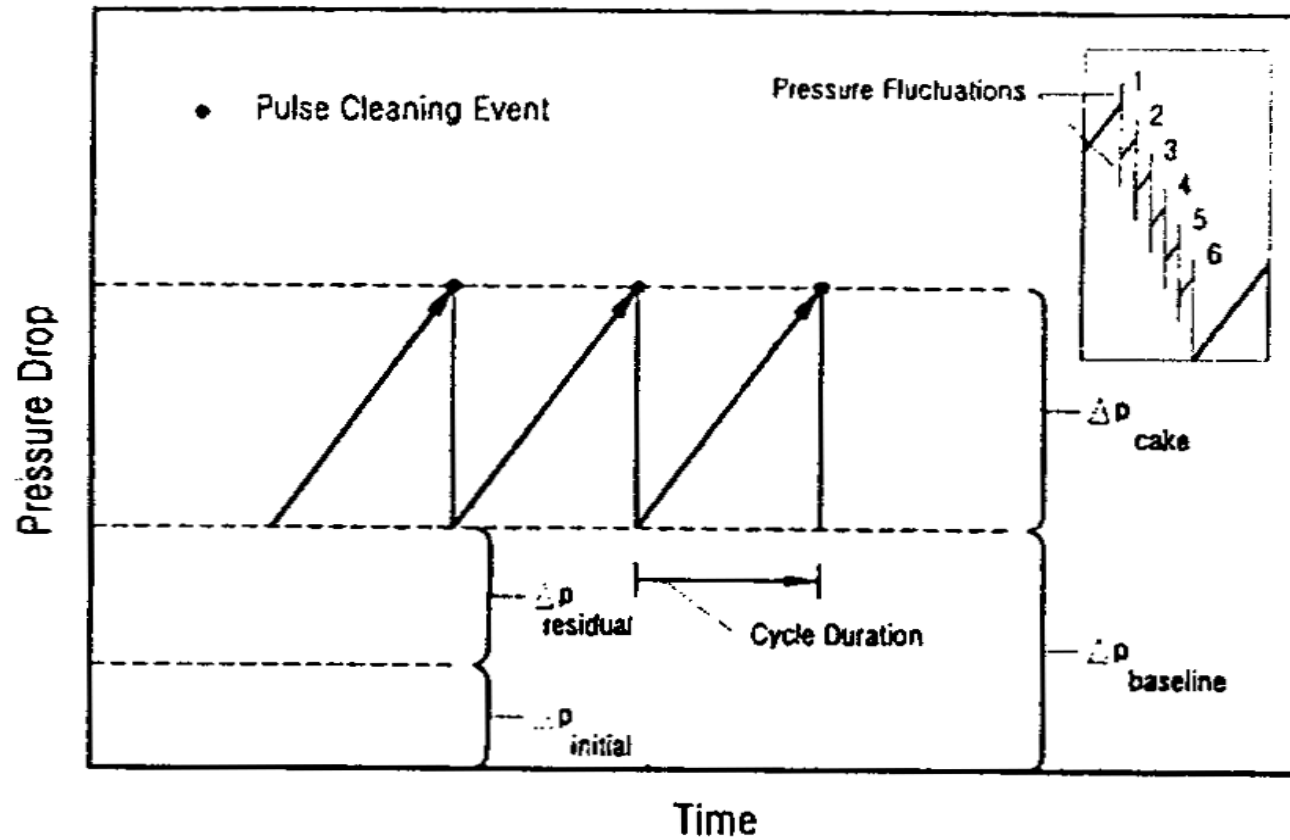
## ■ 압력손실 :

$$P_i + P_r + P_c$$

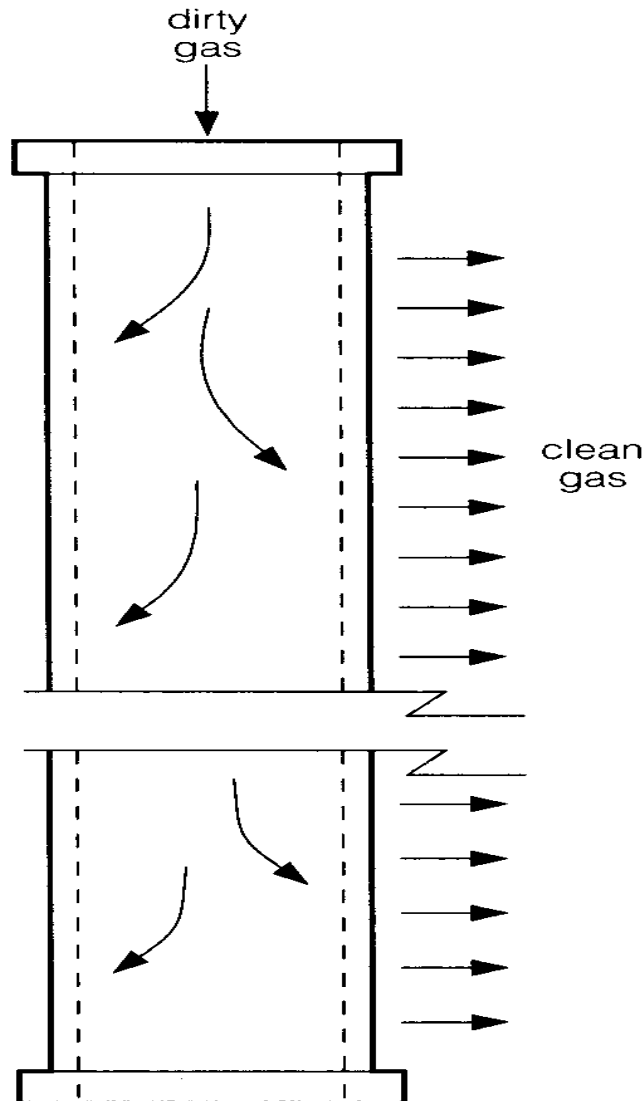
- 필터자체에 의한 것(  $P_i$  )
- 잔류먼지층에 의한 것(  $P_r$  )
- 먼지 cake에 의한 것(  $P_c$  )

## ■ $P_i + P_r$ : 기저압력차( $P_B$ )

# 세라믹 필터 압력손실

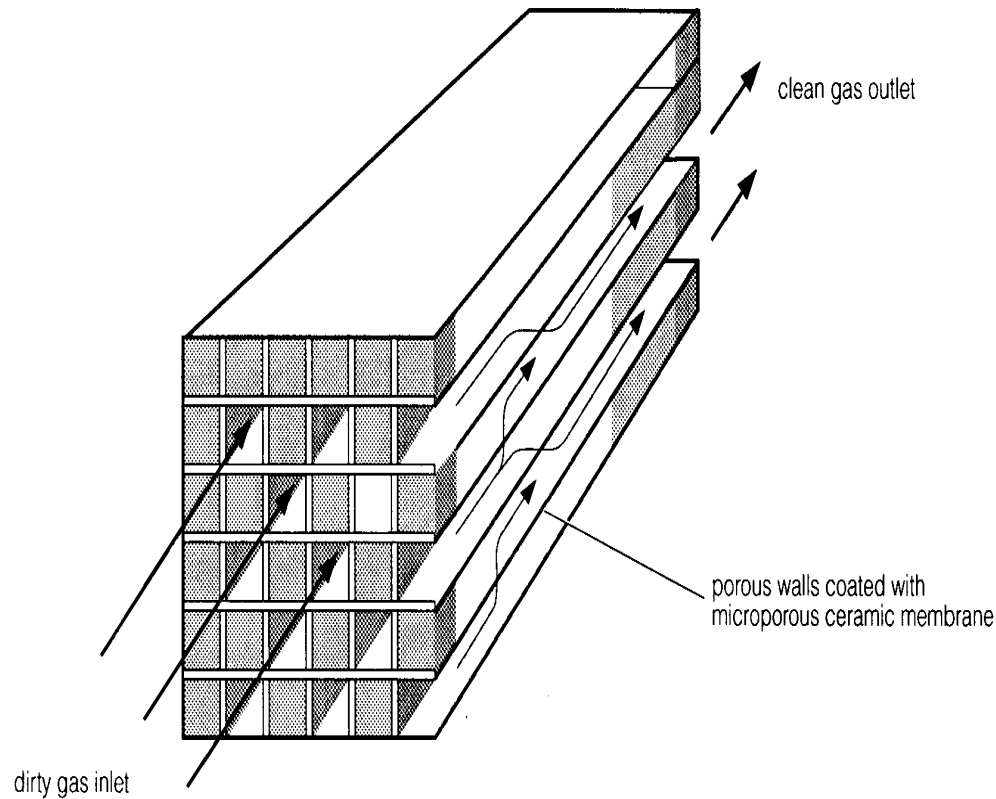


# Tube Filter



- -cordierite( $MgO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  화합물의 결정체)로 만들어짐
- 필터규격 :
  - 내경 : 140mm
  - 두께 : 15mm
  - 길이 : 약 1000mm
- 단점 :
  - 좁은 여과면적을 갖기 때문에 큰 규모의 장치에 설치하기 어려운 점

# Parallel Flow Filter



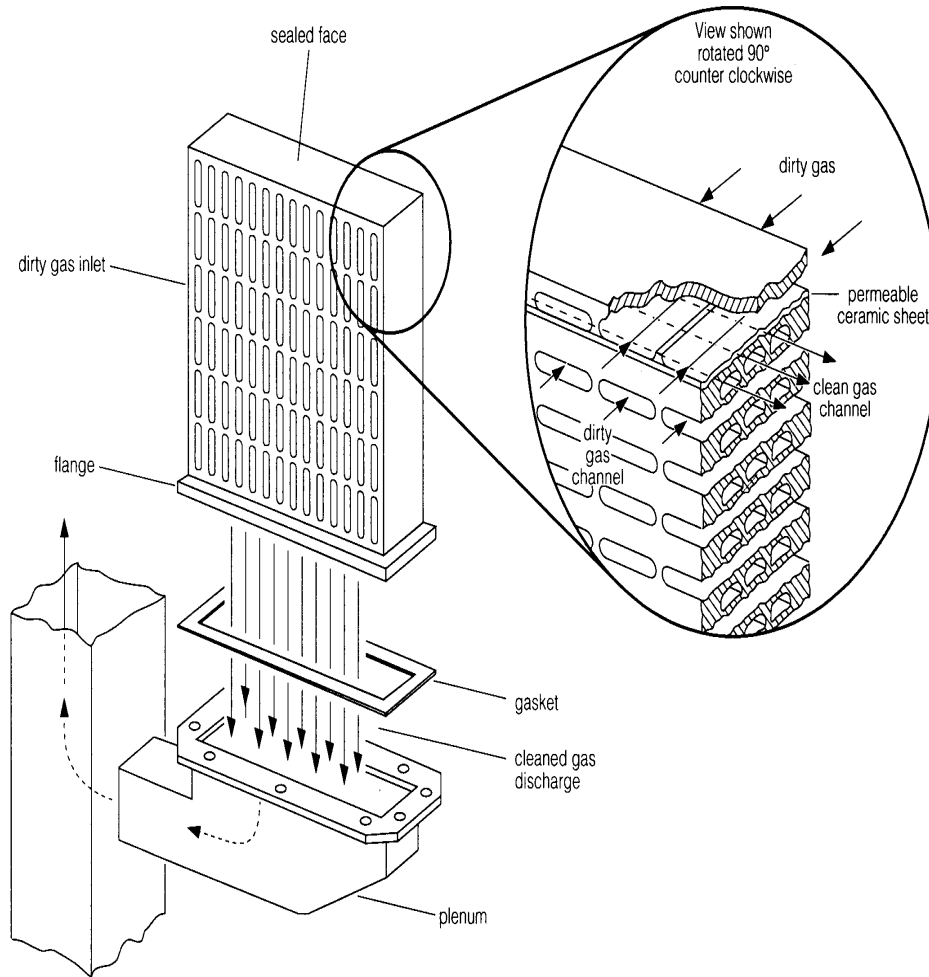
## ■ 장점 :

- 넓은 여과면적 ( $6.78\text{m}^2$ ) 을 갖고 있음
- 직경이 305mm 에 길이가 381mm 로 짧으므로 소형의 장치에 설치가 가능

## ■ 단점 :

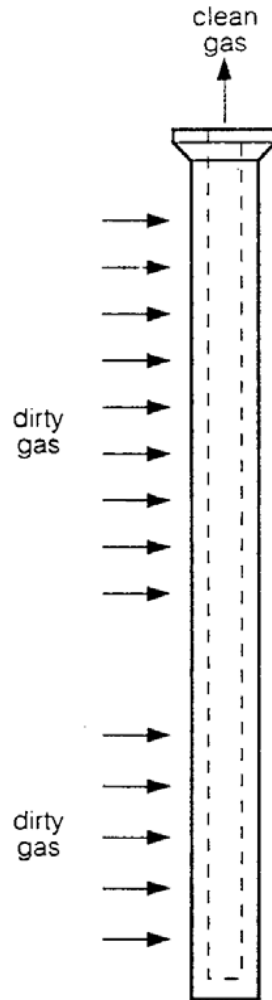
- 고온상태에서 필터의 파손에 의하여 먼지통과가 발생
- 처리기체의 통로가 너무 작아 통로가 막힘
- 제조하기 어려움

# Cross Flow Filter



- 장점 :
  - 기존의 필터보다 8배 이상의 여과면적을 갖고 있어 설비규모를 축소
  - 퇴적된 먼지는 처리된 배가스 통로로 고압의 압축공기를 주입하여 탈진
  - 넓은 여과면적을 가지고 있어 낮은 압력 손실을 가지므로 기존 집진설비에 비해 설치비를 약 40% 정도 절감
- 단점 :
  - 실증용 규모의 plant에서 처리기체의 통로가 너무 작아 포집된 먼지입자의 탈진 조작 시 막히는 문제가 발생
  - 제조하기가 어려움
- 1983년까지 성능과 경제성 등의 면에서 최적인 시스템으로 평가
- Coors, 3M, 그리고 Westinghouse, EPRI를 중심으로 개발을 위해 많은 노력 파이롯트급 개발 상태

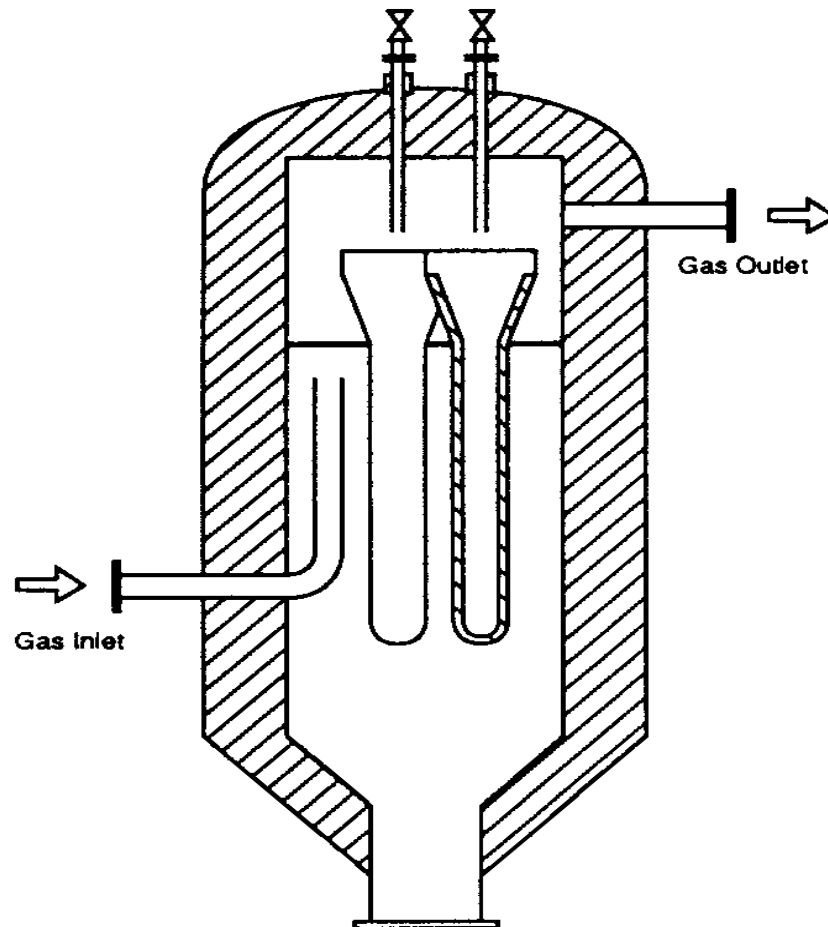
# Candle Filter



- 구조가 간단하고 설치 및 제조가 용이하며 보편적으로 사용
- 유입된 함진 기체가 세라믹 캔들 필터의 표면에 포집되고 청정기체는 필터의 내부를 통하여 외부로 배출
- 필터의 규격 :
  - 직경 : 60mm
  - 두께 : 10~20mm
  - 길이 : 1000~1500mm
- 단 점 :
  - 길이의 한계가 있어 적은 표면적 ( $0.25 - 0.27m^2$ ) 을 가짐
  - 집진시 높은 압력손실을 나타냄



# Candle Filter



- 25년 전부터 독일의 Schumacher사가 SiC 소재로 개발
- Buggenum의 250MWe 급 IGCC에서 상용규모로 시험
- 미국의 Refractron사와 일본의 NGK사 등에서도 개발
- 현재 상용화 도입 단계
- 필터의 설치 기술 :
  - 독일의 LLB사, 미국의 EPRI와 PALL사, 일본의 MHI사 등이 주축이 되어 개발