

환경용 정전식(전기 및 정전필터) 집진장치

한국과학기술연구원
(공조·환경제어연구실)
선임연구원 명현국

1. 서론

현재 지구촌은 환경오염으로 인한 피해로 매우 심각한 상태에 있다. 더우기 우리나라의 경우 70년대부터의 고도 성장과 함께 공장 및 빌딩으로부터의 배연, 배가스와 자동차로부터 발생하는 배기가스등에 의해 대기오염은 날로 심각한 사회 문제로 대두되고 있다. 또한 실내공기 오염도 대기오염 못지 않은 문제점으로 대두되고 있으며 환경오염과 더불어 시급히 개선되어야 할 과제이다.

실내 공간으로는 노동 작업환경인 공장이나 사무실, 사람이 모이는 장소인 백화점, 점포, 다방, 극장등 및 거주 환경인 주택, 승용차, 객차등이 있다. 이와같은 실내 공간의 공기중 부유미립자상 물질, 에어로졸은 발생원에 따라 분진, 흙, 미스트, 연기, 대기오염하의 대기진, 알레르기성 분진등 여러 가지 종류가 있으며 이들 에어로졸은 안전, 능률, 건강, 쾌적함을 추구하는 보건 위생상 유해할 뿐만 아니라 제품의 품질 저하, 기계기구의 손상, 건물 또는 가구 조도품의 오염을 일으키는 주요한 원인이 되고 있다.

에어로졸의 집진작용으로는 중력, 관성력, 확산, 정전력등이 있다. 환경용 집진기(공기청정기)는 이들 집진작용을 적절히 이용해서 집진하는 장치로 기계식 집진장치(중력, 관성력 및 원심력 집진장치), 필터 집진장

치, 정전식 집진장치, 세정 집진장치 등이 있으며 보건위생을 위한 생활, 노동환경의 공기정화 및 산업에 있어서 제품의 품질 확보를 위한 공기정화등 여러분야에서 사용되고 있다.

본고에서는 환경용 공기청정기 중에서도 정전기를 이용하는 정전식 집진장치의 개요와 실용화되고 있는 장치들의 특징을 기술한다.

2. 정전식 집진장치의 개요

일반적으로 집진해야 할 대상 에어로졸은 그 성상이 고체, 액체 및 이들 혼합물로 직경이 서브 마이크론($1\mu\text{m}$ 이하)부터 수 $10\mu\text{m}$ 까지 광범위하며 물질의 가연성 정도도 다르다. 특히 최근에는 대상 에어로졸이 점차 서브 마이크론 입자로 변하고 있다.

한편 종래의 기계식 집진장치(중력, 관성력 및 원심력 집진장치) 및 필터 집진장치는 일반적으로 $1\mu\text{m}$ 이상의 비교적 큰 입자에 대해서는 집진효율이 좋다. 그러나 공장 등에서 발생하는 오일 미스트, 흙 및 건축물 실내에서 발생하는 담배 연기, 바이러스 등과 같은 서브 마이크론의 입자에 대해서는 기계식은 적합하지 못하며 필터 방식도 집진효과가 낮으며 집진율을 높이기 위해서는 통풍 압력손실을 크게해야 하므로 송풍기의 운전비용이 증대하고 운전소음의 문제가 발

생한다. 이에 반해 정전식 집진장치는 미세한 분진에 대해서 높은 집진효율을 나타내며 또한 저압력손실이며 보수가 간단하며 운전비용이 낮아 산업용 및 환경용 집진장치로 널리 보급되고 있다.

보통 정전식 집진장치 내에서 집진부와 입자와의 사이에는 다음과 같은 정전기력이 작용한다.

- (1) 집진부, 입자 모두 대전되어 있는 경우 : 쿨롱(Coulomb)력
- (2) 입자만이 대전되어 있는 경우 : 영상(Image)력 또는 응집력
- (3) 집진부만이 대전되어 있는 경우 : 유전력

입자를 대전시키는 수단으로서는 보통 코로나(Corona) 방전이 이용되며 이것을 발생시키기 위해 10kV 이상의 고전압 전원을 필요로 하므로 일반적으로 장치가 크게 된다. 정전식 집진장치는 위의 3가지 방법을 적절히 이용해서 행하여지며 크게 정전기력만을 이용하는 전기 집진기와 필터에 정전력을 부가한 정전필터 집진기로 나눌 수 있다. 또한 후자에는 최근 상품화된 '대전(Electret) 필터'라고 하는 필터 자체에 정전기를 가지면서 반감기가 길어 저압력 손실이며 높은 집진효율을 가지는 것도 있다.

3. 전기집진장치

3.1 전기집진 장치의 원리

전기집진 장치의 원리는 코로나 방전에 의해 기류중의 분진 입자에 전하를 하전시켜 이 대전입자를 쿨롱력에 의해 집진 극판 상에 이동시켜 제진하는 것이다. 입자의 하전과 집진을 동일 공간에서 행하는 전기집진 장치를 일단(단상)형이라 하고 집진극형 상에는 평판형과 원통형이 있다. 이것은 발명자의 이름을 따서 코트렐(Cottrel) 장치라 불리우며 일반 산업용으로 많이 이용되고 있다. 산업용 집진에서는 입자 하전예전류 밀도를 높게해 부(-)극성 코로나 방전을 이용하는 것이 보통이며 복수의 방전극이 기류에 따라 존재하므로 집진부로부터 재비산한 입자들도 다시 집진시킬 가능성을 가지고 있다.

한편 그림 1과 같이 분진에 전하를 부여하는 하전부(방전부)와 집진부를 별도로 한 이단식 전기집진 장치는 주로 합진기류속에 분진농도가 비교적 낮은 공조용 전기 집진 장치에 이용된다. 일반적으로 부(-)극방전은 오존의 발생량이 많고 정(+)극 경우의 약 10배까지 달하므로 공조용 집진기로는 부적합해 공조용 집진기에서는 판상의 정(+)극을 이용해서 산업용 전기 집진기와 같이 심한 코로나 방전을 행하지 않고 10kV부터 12kV의 전압으로 사용된다. 즉 제1단의 하전부(전리부)에서 방전선에 10-12kV의 직류전압을 인가해서 방전시켜 공기중의 분진을 (+)로 하전한다. 제2단은 집진부로 여기서는 극판에 5-6kV의 직류전압이 인가되며 (+)로 하전된 분진은 음

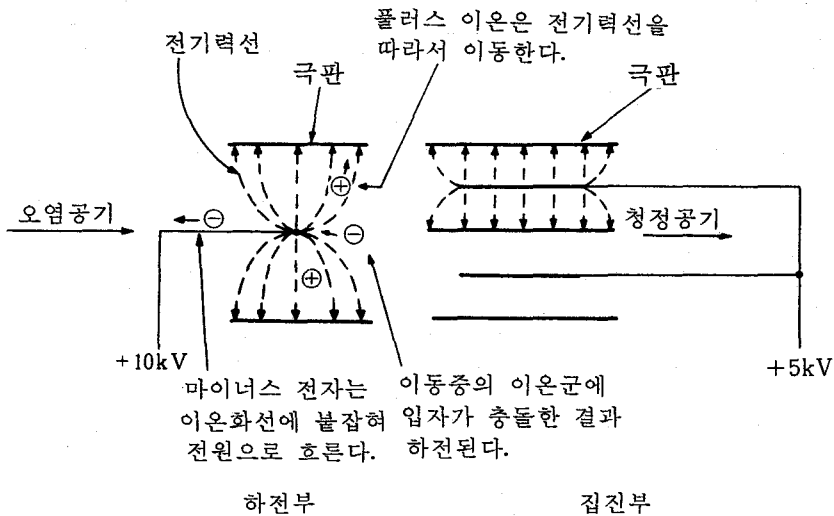


그림 1. 일반적인 전기집진

극판에 집진된다. 이 형식에서는 집진극으로부터 재비산한 입자는 재집진되지 않는다. 일반적으로 극판간격은 2.5cm-3.0cm가 많다.

한편 분진의 분리 집진이 진행하면 집진극상에 분진이 부착해 퇴적되므로 기계적 추타법등에 의해 가끔 분진층을 박리시킬 필요가 있다. 그러나 추타시에는 분진이 일시적으로 비산해서 집진성능을 저하시키는 경우가 있으며 이 재비산을 방지하기 위해 집진극판의 형상에 여러가지 고안이 시도되고 있다. 또한 극판을 연속적으로 물로 세정하는 자동 세정 방법이 이용되는 경우도 있다.

3.1.2 전기집진 장치의 이론

에어로졸이 정전기력을 받을 때, 쿨롱력에 의해 집진극상에 침강하는 하전입자의 이동속도(평형상태)는 Stokes 영역에서는 다음과 같이 된다.

$$v = \frac{C_m q E}{6\pi\eta a} \quad (1)$$

v=이동속도, q=입자의 전하량

E=집진부의 전계 강도

a=에어로졸의 반경

η =공기의 점성계수

C_m =커밍햄 보정계수

입자의 하전과 집진을 동일 전계에서 행하는 일단형에서는 하전공간의 전계강도가 집진부의 전계강도와 같게 된다. 실제의 장

치에서는 전극표면에 생기는 이온풍등으로 윗 식의 이동속도와는 다소 차이를 나타낸다.

한편 에어로졸은 발생, 부유하는 과정에 있어서 약간의 전하를 보유하는 경우가 많으나 코로나방전등에 의한 강제 하전에 있어서는 이온의 충돌에 의한 전계하전과 이온 농도차에 따른 열확산(브라운 운동) 하전에 의해 에어로졸을 대전시킬 수 있다.

(1) 전계하전

$$q_t = q_s \frac{t/\tau_c}{1+t\tau_c} \quad (2)$$

$$q_s = 4\pi\epsilon_0 \frac{3\epsilon_s}{2+\epsilon_s} a^2 E_c : \text{포화 대전양} \quad (3)$$

$$\tau_c = \frac{4\epsilon_0}{\mu\rho_i} = \frac{4\epsilon_0 E_c}{i_c} : \text{하전 시정수} \quad (4)$$

ϵ_0 =진공의 유전율

ϵ_s =입자의 비유전율

E_c =하전부의 전계강도

μ =이온 이동도

ρ_i =이온의 공간 전하밀도

i_c =이온의 전류밀도

t=하전 시간

통상의 전기집진 장치의 운전시 조건을 이용해서 하전 시정수를 산출하면 $\tau_c=0.09$ [s]로 되어, 1초 이하의 시간에서 하전 평형에 도달된다고 생각되므로, 식 (2)의 시간항을 생략할 수 있다.

(2) 열확산하전

$$q_{th} = q_c \ln(1+t/\tau_i) \quad (5)$$

$$q_c = \frac{4\pi\epsilon_0akT}{e} \quad : \text{전하 정수} \quad (6)$$

$$\tau_i = \frac{4\pi\epsilon_0kT}{aC_i n_i e^2} \quad : \text{하전 시정수} \quad (7)$$

$C_i = \sqrt{3kT/m_i}$ = 이온의 열운동 속도의 자승 평균치

k = Boltzman 상수, e = 전자 전하량

m_i = 이온 질량, n_i = 이온의 개수 농도

입자의 전하량은 위의 두 하전기구에 의해 근사적으로 다음과 같이 간주된다.

$$q = q_i + q_{th} \quad (8)$$

그림 2에 입자의 이동속도의 계산 예를

보이고 표 1에 입자의 전하량과 이동속도의 수치 예를 보인다. 강제하전에 있어서 입자의 하전량은 입경이 큰 범위에서는 전계하전 효과가, 작은 범위에서는 확산하전 효과가 지배적인 것을 알 수 있다. 또 입자의 이동속도는 하전조건에도 의존하나 입자경이 약 $0.2-0.3\mu\text{m}$ 부근에서 최소치를 보인다.

또한 하전에 따른 입자의 이동속도와 중력에 따른 자유낙하속도 $v_g = C_m mg / 6\pi\eta a$ 의 비, ζ 는

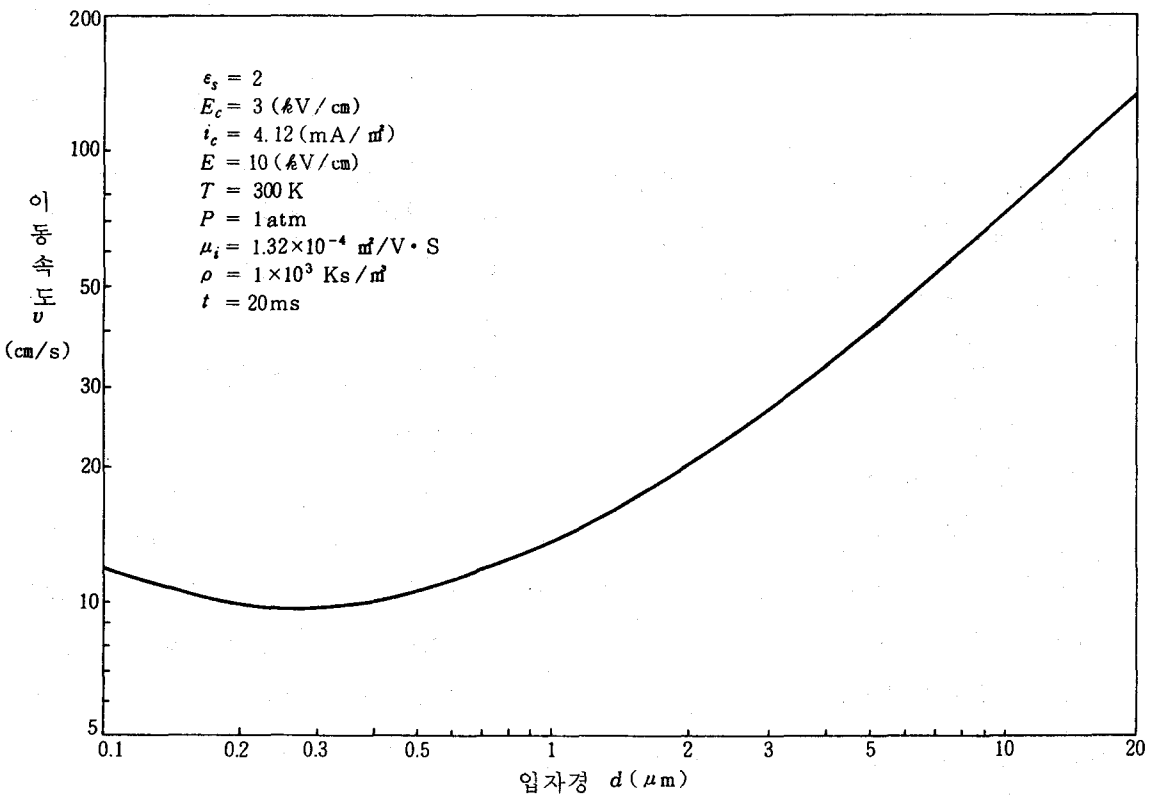


그림 2. 입자의 이동속도

표 1. 입자의 하전량과 이동속도

입자경 (μm)	전계하전에 따른 전하량 (e)	확산하전에 따른 전하량 (e)	전 하 량 (e)	이동속도 (cm/s)	ζ
0.1	0.69	3.6	4.3	11.7	1.36×10^5
0.3	6.2	13.9	20.1	9.7	2.3×10^4
1	69	57	126	13.6	3.9×10^3
3	622	200	822	27	9.5×10^2
10	6,914	776	7,690	72	2.4×10^2
30	62,222	2,624	64,846	201	75
100	691,358	9,828	701,186	648	22

하전전계강도 $E_c = 3(\text{KV/cm})$

집진전계강도 $E = 10(\text{KV/cm})$

하전시간 $t = 20(\text{ms})$

입자밀도 $\rho = 10^3(\text{kg/m}^3)$

입자비유전율 $\epsilon_s = 2$

이온전류밀도 $i_c = 4.12(\text{mA/m}^2)$

온도 $T = 300(\text{K})$

이온이동속도 $\mu = 1.32 \times 10^{-4}(\text{m}^2/\text{V.S})$

공기압 $\rho = 1(\text{atm})$

$$\zeta = \frac{qE}{mg} \quad (9)$$

m = 입자의 질량, g = 중력 가속도

로 되며 계산 예를 표 1에 보인다. 입자가 $10\mu\text{m}$ 이하로 되면 정전력이 지배적이며, 서브 마이크론의 제어에서는 정전력이 매우 유효한 것을 알 수 있다.

3.1.3 전기집진 장치의 효율

일반적으로 전기 집진기의 집진율은 아래의 Deutsch-Anderson의 식이 많이 이용된다.

$$\eta_c = 1 - \exp\left(-v \frac{A}{Q}\right) \quad (10)$$

η_c = 전기집진 효율, A = 집진 면적

Q = 장치 처리 풍량

즉, 집진장치의 크기는 이동속도와 집진부의 전극면적과 처리량에 의해 설계됨을 알 수 있다.

3.2 정전필터 집진장치

보통의 필터집진에 정전력을 또는 전기집진에 필터를 부과한 집진이 정전필터 집진이다. 그림 4에 보인 정전 필터는 에어로졸을 대전시켜 필터부에 전계를 부과한 조합형이다. 정전 필터에는 하전부만을 가지는

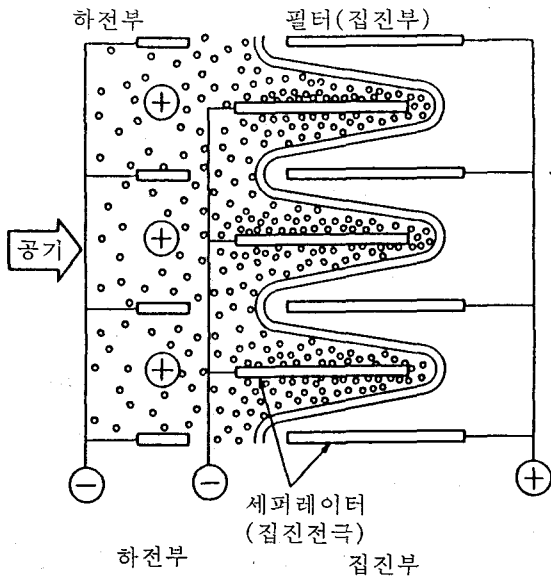


그림 3. 정전 필터

것, 또는 하전부를 갖지 않고 필터부에 전계를 갖는 것이 있다. 후자에는 전계형성을 외부로부터 행하는 것과 필터자체에 미리 유전화한 것이 있다.

정전필터에 있어서 입자에 작용하는 정전력은 다음과 같이 된다.

$$F = qE + \pi a^2 \left(\frac{\epsilon_s + 1}{\epsilon_s + 2} \right) \epsilon_0 \text{grad } E^2 \quad (11)$$

$$+ \left(\frac{\epsilon_s - 1}{\epsilon_s + 1} \right) \frac{q^2}{2\pi\epsilon_0 a l} \left(\frac{a^2}{a_1^2} - 1 \right)^2$$

제1항은 쿨롱력으로 강제적인 하전에 있어서 지배적이다. 필터 집진부에 전압을 인가하지 않는 경우, 제3항의 영상력만이 작용하고 전압을 인가하였을 때는 입자의 전하에 의존하지 않는 제2의 열확산(구배)력

도 작용한다. 그림 5의 세퍼레이타 사이에서는 위에서 기술한 쿨롱력에 의한 집진작용도 이용되고 있다.

집진효율은 일반적인 필터집진에 비해 입자하전만으로도 상당히 향상되며 입자하전과 필터부의 전계형성(고전압 인가)을 한 경우 최고로 된다. 따라서 서브 마이크론 에어로졸의 집진에 있어서, 요구되는 진집효율과 압력손실이 정해졌을 때 정전적 작용을 가장 유효하게 하기 위해서는 강제적인 입자하전과 포집을 위한 전계를 이용하는 것이다. 또한, 정전적 효과는 환경용 집진기의 압력손실을 작게할 수 있기 때문에 송풍기 소음을 저감할 수 있다.

4. 각종 정전식 집진기의 특징

4.1 전기 집진기

(1) 코트렐형 일단식

코트렐형 전기 집진장치는 일단형으로 부(-)극축이 철사나 바늘로 되어 있어 이것으로부터의 방전에 의해 분진에 전하를 하전시킴과 동시에 판상 또는 파이프상의 정(+)극에 흡인시키는 것이다(그림 4). 방전극을 음극으로 한 이유로는 불꽃에 따른 단락의 발생 방지 및 기계적 강도의 필요성 때문이다. 방전극과 집진극판 사이의 거리는 10cm 내지 20cm 정도로 전압은 일반적으로 높아 20KV 이상이다.

극판 또는 파이프에 흡착된 분진은 하부에 있는 호퍼에 모아진다. 일반적으로 높은 성능을 가지며 특히 분진이 전기 전도성을 가질 때 효율이 높다. 이 장치는 주로 공장이나 연소장치 등으로부터 나오는 폐가스의 정화에 이용된다.

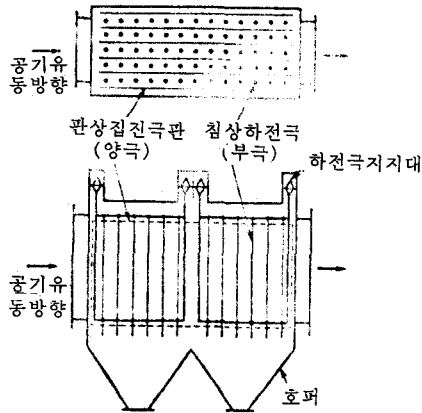


그림 4. 코트렐형 전기 집진장치

(2) 이단식 주름(Corrugated)전극 방식

주름전극 방식은 그림 1에 보인 집진부를 그림 5와 같이 한쪽면에 도전층을 설치한 플라스틱 시트의 전극을 사용해 상호 적층시킨 구조이다. 플라스틱을 사용하므로서 대폭적인 경량화가 가능하며 또한 단락 발생없이 전극의 간격을 2mm까지 단축할 수 있으므로 집진면적의 대폭적인 증대를 도모할 수 있다. 따라서 고집진 효율 및 집진부의 소형화와 함께 비용(코스트)저감과 양산화 가능하게 되었다.

이 방식은 소형이고 가격이 저렴한 전기 집진 장치로서 승용차, 열차, 사무실, 회의실, 응접실, 휴식실, 점포등에 이용되고 있다. 그러나 이 장치에서는 집진부의 집진물이나 하전부의 오염이 퇴적되기 때문에 교환 또는 세정이 필요하다. 교환 사이클은 2주간으로부터 1개월 정도가 적당하다.

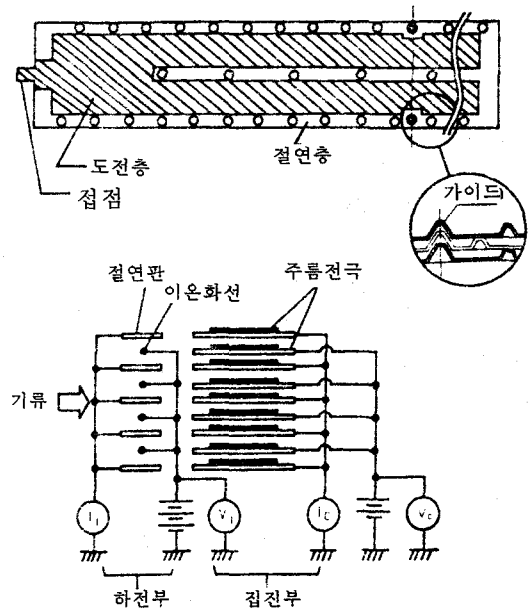


그림 5. 주름 전극 방식

(3) 이단식 알루미늄 전극방식

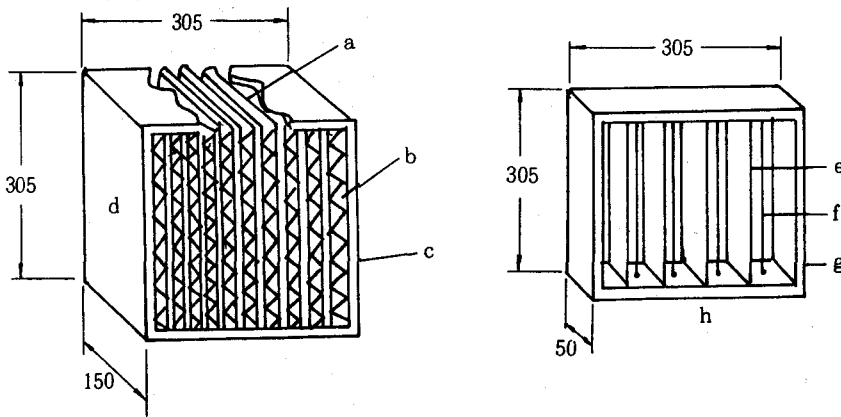
그림 1의 집진부를 알루미늄 전극으로 한 집진기는 일반 공조 설비에 널리 사용되고 있다. 집진물은 통상 건조된 고체이나 공장내의 기계가공 공정등에서 다량으로 발생해 공장 건물내에 확산되는 오일 미스트인 경우도 있다. 오일 미스트는 서브 마이크

론 입자가 다량으로 함유되어 있기 때문에 눈이 거친 금속 필터 방식으로는 충분한 집진이 불가능하며 전기집진하는 방법이 가장 효과적이다. 공정에 따라 발생원에 대한 직접적인 국소집진이나 건물내 공기를 집진기로 순환시키면서 공기청정을 행한다. 또한 집진기 앞에 충돌(impinging) 필터를 설치해 자연충돌에 의해 비교적 큰 치수의 에어졸을 1차로 제진하는 경우도 있다.

한편 오일 미스트의 전기 집진에서는 집진오일의 착화, 연소, 화염에 충분히 주의하여야 한다. 즉 입자 농도, 착화 에너지, 인화점, 유지관리의 불비등 여러 조건을 충분히 고려해야만 한다. 입자농도 면에서는 폭발적인 분진 농도한계가 수 g/m^3 의 값인데

비해 실제 사용되고 있는 전기 집진기의 농도는 높아야 $200mg/m^3$ 이므로 별로 문제가 되지 않는다. 착화 에너지, 인화점에서는 인화점이 낮고 휘발성이 높은 제1, 제2석유류 등은 고전압의 화염방전에 의해 착화→연소→화염발생 및 확대가 용이하게 생긴다. 그러나 인화점이 $150C^{\circ}$ 정도로 되면 전기 집진부내의 화염방전 및 누전전류의 지속을 허용하는 경우에만 국소적인 가열에 의해 착화한다. 따라서 사용시 이같은 착화를 방지하기 위해서는 오일의 인화성을 조사해 과대한 방전 및 누전전류를 억제함과 동시에 지속시키지 않아야 한다.

4.2 정전 필터 집진기



- | | |
|------------|------------|
| a : 여재 | e : 접지극판 |
| b : 금속세퍼레타 | f : 방전선 |
| c : 틀 | g : 틀 |
| d : 집진부분체 | h : 하전부 본체 |

그림 6. 유전식 필터 방식

(1) 유전식 필터 방식

유전식 필터 방식은 앞의 그림 3에 보인 바와 같이 에어로졸을 코로나 방전에 의해 강제적으로 하전을 시키고 또한 여재부의 세퍼레이터를 전극으로서 설치해 외부로 부터 고전압 인가에 의해 여재를 유전화하는 방식이다. 이 경우 세퍼레이터도 집진전극으로서의 역할을 한다.

이 방식의 구조는 그림 6과 같으며 전형적인 정전 필터의 집진특성을 가진다. 유전식 필터는 중성능, 고성능, 초고성능과 집진효율의 크기로 나누어져 있으며 여재가 다를 뿐이다. 또한 이 방식은 기계적 필터에 비해 동일효율에서 압력손실을 적게 할 수 있으며 보유용량이 크므로 필터 교환 사이클을 약 3배까지 늘릴 수 있어 유지비면에서도 대폭적인 비용절감을 기대할 수 있다.

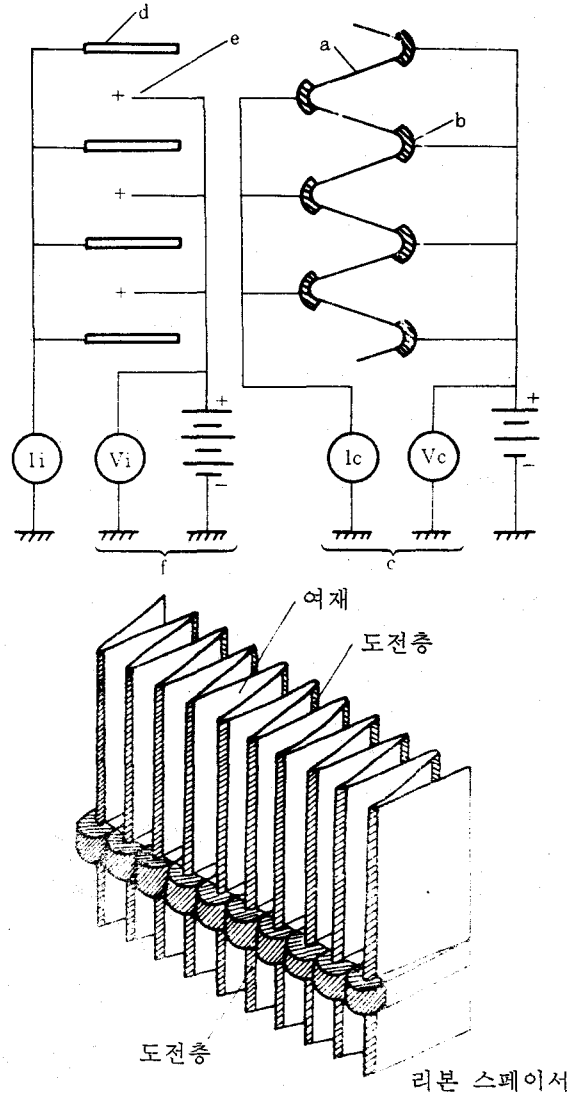
용도로서는 공조용의 고성능, 중성능 필터로서 이용되고 있으며 초고성능 필터는 클린룸용으로 사용된다.

(2) 도전층 도착(미니 브리지) 필터 방식

이 필터 방식은 유전식 필터 방식과 같이 그림 7에 보인 바와 같이 에어로졸의 하전부와 필터부로 구성되며 필터부가 도전층을 도착시킨 전극을 가지는 집진부로 된다. 이 방식에서는 유전식 필터방식과 달리 세퍼레이터가 없고 필터의 절곡부분을 도전층 전극으로해 여재 섬유에 직접 고전압을 인가해

서 유전화한다.

이 필터방식은 입자하전과 필터부의 고전압 인가의 조합에 의해 대폭적인 집진효율의 증대를 도모할 수 있다. 즉 고성능 필터



- a : 여재
- b : 도전성 도장
- c : 집진부
- d : 접지극판
- e : 방전선
- f : 하전부
- Vi : 하전 전압
- Ii : 하전 전류
- Vc : 집진 전압
- Ic : 집진 전류

그림 7. 도전층 도착 필터 방식

에 있어서 99.99%의 효율이 중성능 필터에서는 98% 이상의 효율이 얻어진다. 또 면풍속을 낮추면 효율은 대수적으로 향상된다. 또한 필터의 압력손실은 통상의 HEPA 필터의 약 1/10까지 저하될 수 있어서 공기 청정기로서 초저소음화를 도모할 수 있다. 용도로서는 일반공조, 의료용 공기 청정기 및 클린룸용에 크게 기대된다.

(3) 정전 응집식 필터 방식

정전 응집식 필터 방식은 필터부에 고전압 인가에 의한 전계를 이용하지 않고 입자를 코로나 방전에 의해 방전시켜 집진을 행한다. 즉 부유분진은 2단식 전기집진과 같이 정전기에 의해 극판에 유인되어 집진 극

판상에 응집된 먼지가 성장하여 공기유동에 의해 극판으로 부터 이탈된다. 이 이탈된 먼지가 최종적으로 하류의 여재에서 집진된다. 이 경우의 필터 여재는 자동 롤링 방식(그림 8 참조)이며, 실제 장치에서는 전면 에 전치 필터를 설치하는 경우가 많다. 이 방식은 빌딩용 공기 청정기의 주류를 이루고 있다. 일반적으로 필터 여재로는 응집된 먼지의 포집은 물론이고 먼지의 보유용량이 큰 것이 요구되므로 종래부터 유리섬유 매트나 화학섬유 부직포가 많이 사용되어 왔다. 유리섬유 매트는 두께 50mm로 필터상류측 절반은 충전밀도가 낮고 남은 절반은 충전밀도를 많게하여 포집먼지의 보수용량

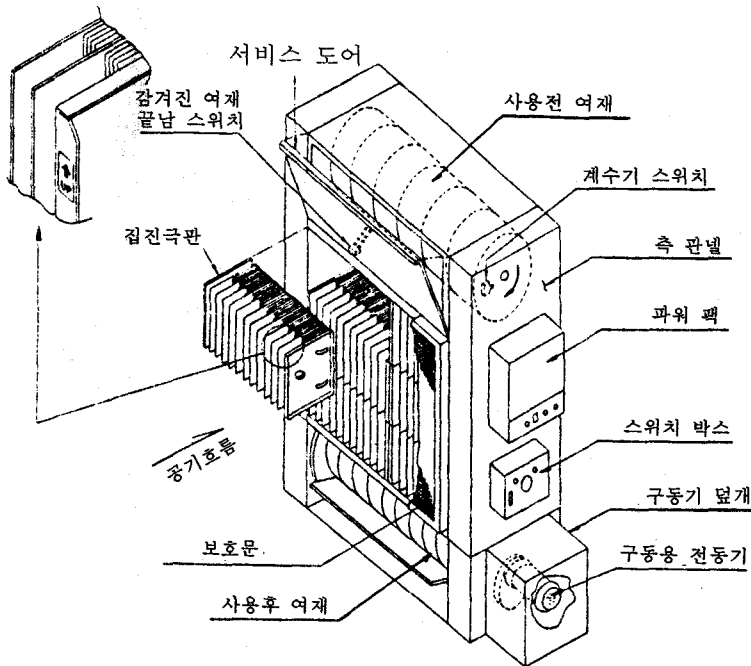


그림 8. 정전 응집식 필터 방식(자동 롤링형)

이 크게 되도록 고안되어 있다. 필터 길이는 약 20m가 표준으로 롤상으로 감아져 있고 물의 직경은 신폴시에 250mm, 먼지 포집후에도 약 400mm 정도로 매우 신축성이 있는 것이 특징이다.

이와는 다른 장치로 그림 9와 같이 하전부를 통과할 때 대전함과 동시에 조대화되어, 집진부의 백 필터(bag filter)에서 제거되는 방식도 있으며 이 방식은 주로 발생원의 발생이 대량이고 입경이 서브 마이크론 입자인 용접 흠등에 이용되고 있다. 이 방식

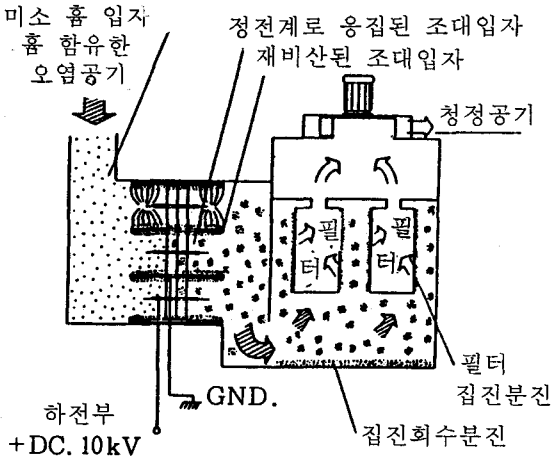


그림 9. 정전 응집식 필터 방식(백필터형)

의 정전적 효과는 다음과 같다. 대전 또는 조대화된 흠에 의해 필터 표면에 더스트층이 형성된다. 입자의 하전은 더스트층 및 그 표면에 전계를 형성한다. 이 전계에 의해 새로운 대전 입자의 유입에 대해서 정전적인 반발작용이 생긴다. 그 결과 하전부의

입자응집 조대화와 상응해서 더스트층의 입자간격을 크게하는 효과가 생긴다. 이와 같은 정전적 효과는 더스트의 전기저항 $10^{12} - 10^{13} \Omega - cm$ 로 충분히 높을 수록 좋게 된다. 이와 같이 되어서 필터 섬유내부에의 눈막힘이 생기기 어렵고 서브 마이크론 입자가 대량으로 포함된 집진이 발휘된다. 덧붙여 압력손실의 저감과 추타 사이클을 연장시킬 수 있다.

(4) 대전(Electret) 필터 방식

이 필터는 최근에 상품화된 것으로 필터 자체가 항구적인 전기 분극을 보유해 정전기를 가지는 것으로 필터를 집진체로 하면 대전을 위한 전원을 필요로 하지 않고 유전력에 의해 입자의 집진이 가능하게 된다.

대전 필터의 재질로서는 비금속중 고성능 필터에 사용되는 무기섬유는 분극시키기 어렵기 때문에 전기 저항이 높고 용점이 비교적 낮은 합성 섬유가 적합하다. 또한 합성 섬유는 비교적 염가이며 높은 제조기술이 확립되어 있어 대전 필터로 최적이다.

제조법으로는 합성섬유를 대전필터로 하는 방법과 필름을 정전기화한 후 섬유로 절단하는 방법이 있다. 전자는 고전압 전극간의 공기층의 절연 파괴에 따른 단락을 방지하기 위한 고안이 취해져 있으며 Turnhout 등은 후자를 제안하고 있다. 후자의 생산공정을 소개하면 아래와 같다(그림 10).

- 1) 얇은 열가소성 합성수지 필름을 연

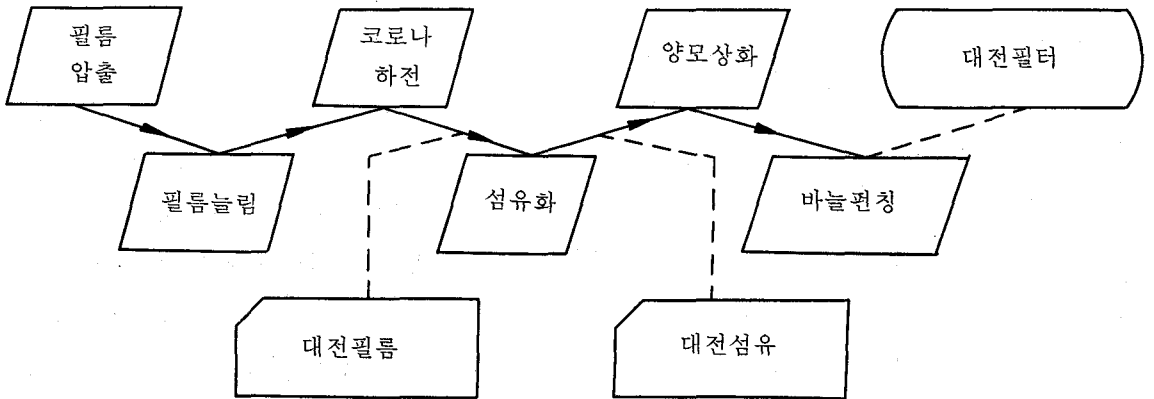


그림10. 대전 필터 생산 공정

속적으로 압출한다.

- 2) 가열된 공기 오븐속에서 필름을 원래의 형상 범위내에서 단일 방향으로 늘인다.
- 3) 코로나 하전으로 하전시킨다.
- 4) 하전된 필름 즉 대전 필름을 고속 회전하는 핀롤러를 사용해 섬유화시킨다.
- 5) 대전 섬유를 참빛에 의해 양모 상태로 만든다.
- 6) 바늘 편칭에 의해 부직포상으로 결속시켜 두께 5mm 정도의 대전 필름으로 만든다.

즉 1)~2)에 의해 필름을 제조한 뒤 잡아 늘임으로서 수지의 결정화가 진행되고 기계강도는 증가하나 이것은 대전의 안정화에 기여한다. 5)~6)에서는 부직포화의 공정으로 필터 형상화에 있어 가장 중요한 부

분이다. 종래는 일부 접착제를 이용해서 행하였으나 바늘 편칭에 의해 접착제를 사용하지 않고 균일한 형상을 가질 수 있게 되었다.

이 필터 방식은 종래의 필터만의 방식에 비해 압력 손실에는 변화없이 매우 우수한 집진효율을 나타내고 있으며 Package형의 가정용 공기 청정기로 이미 상품화되어 있고 앞으로도 수요가 늘 것으로 여겨진다.

5. 정전식 집진장치의 보수

다른 공기 청정기와 같이 정전식 집진장치도 제 성능을 충분히 발휘시키기 위해서는 보수 관리가 매우 중요하며 일반적으로 다음과 같은 보수가 필요하다.

- 1) 분진 농도가 높을 때에는 반드시 전치 필터를 사용해 린트류 및 입자등의 유입

에 의한 전극간의 단락방전을 방지한다. 더스트에 의해 단락이 생기면 집진 극판간의 전압이 급격히 떨어져서 분진 포집율이 저하함과 동시에 부착 더스트가 재비산하게 된다. 따라서 전치 필터는 정기적으로 점검해 세정 또는 교환한다. 또한 금속분이나 물방울 같은 도전성 미립자를 많이 포함한 진애의 집진에서도 이들 도전성 물질이 고압에자에 부착해서 절연성능을 저하시켜 그 결과 단락 현상을 일으키므로 전치 필터를 설치할 필요가 있다.

2) 집진 극판을 분진 응집부로서 사용해 응집 더스트를 하류측의 여재에서 포집하는 집진장치는 압력손실에 충분히 유의해야 하며 여재를 정기적으로 교환 또는 세정할 필요가 있다.

3) 집진 극판 세정형의 경우는 더스트의 부착 상황에 따라 다르나 점착제 사용의 경우는 적어도 주 1회, 점착제를 사용하지 않는 경우는 2-3일마다 세정한다. 세정용 스프레이는 충분한 압력을 가진 것을 사용한다. 세정후에는 충분한 건조 운전을 행하며 점착제 사용의 경우는 지정된 것을 설치한 후 고압전원을 넣는다. 수분이 남아 있으면 단락의 원인이 되므로 주의를 요한다.

4) 점검은 위험 방지를 위해서도 송풍기를 정지 시킨뒤 안전 창을 통해서 행한다. 창에는 보통 지연 스위치가 이용되고 있으며 전원을 끈 뒤 30초 정도 경과 후 잔류

전하가 완전히 없어진 것을 확인한 후 내부를 점검한다.

6. 맺음말

앞으로 환경용 정전식 집진기의 수요는 자동차 및 사무실용 공기청정기 수요의 급격한 증대와 함께 급속히 늘어날 전망이다. 수요자측에서는 성능이 좋고 염가이며 유지관리가 용이한 것을 추구할 것으로 여겨진다. 현재 국내에는 정전식 집진장치를 직접 생산하는 곳은 3-4개 업체뿐이며 10여개의 중소기업들이 일본이나 미국으로부터 수입하여 판매하고 있는 실정으로 위에서 기술한 각종 정전식 집진장치의 국산화를 위한 연구개발이 시급히 요청되고 있다. 또한 집진장치의 능력을 충분히 발휘 시키기 위해서는 선정시에 외기와 환기에 존재하는 오염물질의 크기, 농도 및 성질을 파악하고 집진장치로 제거할 수 있는 효율, 설치 및 운전비등을 종합적으로 고려해야 하며 특히 정전식 집진장치는 이론적으로 완전히 해석되지 않고 경험에 의존하는 것이 많으므로 앞으로 각종 집진장치에 대한 특성 파악을 위한 연구실에서의 실험 이상으로 현장에서의 보수, 관리등을 포함한 실상을 파악하는 것이 중요하다.