



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. B03C 3/14 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년07월03일 10-0734504 2007년06월26일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-2001-7013002	(65) 공개번호	10-2002-0002425
(22) 출원일자	2001년10월12일	(43) 공개일자	2002년01월09일
심사청구일자	2005년03월22일		
번역문 제출일자	2001년10월12일		
(86) 국제출원번호	PCT/GB2000/001329	(87) 국제공개번호	WO 2000/61293
국제출원일자	2000년04월12일	국제공개일자	2000년10월19일

(81) 지정국

국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 일본, 케냐, 키르기스스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크멘, 터키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 미국, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 아랍에미리트, 코스타리카, 도미니카, 모로코, 남아프리카, 그라나다, 가나, 감비아, 크로아티아, 인도네시아, 인도, 시에라리온, 세르비아 앤 몬테네그로, 짐바브웨, 탄자니아,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 시에라리온, 가나, 감비아, 짐바브웨, 탄자니아,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기스스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스,

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고, 기니 비사우,

(30) 우선권주장 9908099.6 1999년04월12일 영국(GB)

(73) 특허권자 다윈 테크놀로지 리미티드  
영국 랭커셔주 스켈머스데일 로우크로프트 23

(72) 발명자 그리피스조지  
영국랭커셔주스켈머스데일에쉬어스트레드번53

게이지오프리노만월터  
영국랭커셔주스켈머스데일로우크로프트23

(74) 대리인 유미특허법인

(56) 선행기술조사문헌  
US04234324  
JP56010314

KR100027642

심사관 : 조준배

전체 청구항 수 : 총 63 항

## (54) 공기 청정 장치

### (57) 요약

플라스틱 벽 사이에 형성되며 기류가 비교적 자유롭게 통과할 수 있는 상기 통로의 어레이로서, 플라스틱 벽은 자신과 접촉하고 있으며 통로의 외부에 존재하는 도전 재료(1, 2)의 영역을 가지는 상기 통로의 어레이(10), 기류를 상기 통로의 어레이로 통과하도록 하는 수단, 그리고 도전 재료의 격리된 영역에 교대로 고전위와 저전위를 가하여 상기 통로의 어레이에 기류로부터 입자를 침전하기 위한 하전된 영역을 제공하는 수단을 포함하는 기류에 포함된 입자를 제거하는 입자 침전 장치.

### 대표도

도 4

### 특허청구의 범위

#### 청구항 1.

기류(gas stream)에 포함된 입자를 제거하는 입자 침전 장치(particle precipitation device)에서,

하나 이상의 고전위 판과 하나 이상의 저전위 판으로 구성되는 플라스틱 벽들의 사이에 형성되고, 상기 기류가 비교적 자유롭게 통과할 수 있는 통로의 어레이,

상기 기류를 상기 통로의 어레이로 통과하도록 하는 수단, 그리고

상기 플라스틱 벽은 상기 통로의 외부에서 도전 재료와 접촉하는 영역을 가지며, 분리된 상기 도전 재료의 영역에 교대로 고전위와 저전위를 인가하여 상기 상기 통로의 어레이에 상기 기류로부터 입자를 침전시키기 위한 하전된 영역을 제공하는 수단

을 포함하는 입자 침전 장치.

#### 청구항 2.

제1항에서,

상기 통로는 양측의 외부면 위에 도전 재료를 가지는 골이 처진(fluted) 플라스틱 시트를 구비하는, 입자 침전 장치.

#### 청구항 3.

제2항에서,

상기 골이 처진 플라스틱 시트는 하나의 시트가 다른 시트의 윗면에 놓여서 형성되는, 입자 침전 장치.

#### 청구항 4.

제2항에서,

상기 골이 처진 플라스틱 시트재는 콘서티나(concertina) 형태로 접혀서 형성되는, 입자 침전 장치.

#### 청구항 5.

제2항에서,

상기 골이 처진 플라스틱 시트재는 나선형으로 형성된, 입자 침전 장치.

#### 청구항 6.

제2항에서,

상기 플라스틱 시트재는 동심형 어레이인, 입자 침전 장치.

#### 청구항 7.

제1항에서,

상기 통로는 나란히 배열된 플라스틱 관으로 형성되는, 입자 침전 장치.

#### 청구항 8.

제7항에서,

상기 플라스틱 관은 직사각형의 단면을 가지는, 입자 침전 장치.

#### 청구항 9.

제7항에서,

상기 플라스틱 관은 원형의 단면을 가지는, 입자 침전 장치.

#### 청구항 10.

제1항에서,

상기 통로는 주름진 플라스틱 시트의 벽 사이에 형성되는, 입자 침전 장치.

### 청구항 11.

제1항에서,

상기 통로는 주름진 전극 물질과 평평한 플라스틱 시트 사이에 형성되는, 입자 침전 장치.

### 청구항 12.

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에서,

상기 도전 재료의 영역은 제곱미터당  $10^9$ 에서  $10^{11}\Omega$  범위의 박막 저항을 가지는 고저항 물질인, 입자 침전 장치.

### 청구항 13.

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에서,

상기 도전 재료의 영역은  $50\mu\text{m}$  두께의 금속에 대해서는 제곱미터당 0.1 내지  $1.0\Omega$ 의 그리고  $50\mu\text{m}$  두께의 탄소 페인트막에 대해서는 제곱미터당 10 내지  $1000\Omega$ 의 박막 저항을 가지는 저저항 물질인, 입자 침전 장치.

### 청구항 14.

제2항 또는 제3항에서,

교대로 있는 플라스틱 시트는 각각 제곱미터당  $10^9$ 에서  $10^{11}\Omega$  범위의 박막 저항을 가지는 고저항 물질 및  $50\mu\text{m}$  두께의 금속에 대해서는 제곱미터당 0.1 내지  $1.0\Omega$ 의 그리고  $50\mu\text{m}$  두께의 탄소 페인트막에 대해서는 제곱미터당 10 내지  $1000\Omega$ 의 박막 저항을 가지는 저저항 물질의 영역을 가지는, 입자 침전 장치.

### 청구항 15.

제12항에서,

상기 고저항 물질은 셀룰로오스 기반 물질인, 입자 침전 장치.

### 청구항 16.

제15항에서,

상기 셀룰로오스 기반 물질은 폐이퍼인, 입자 침전 장치.

### 청구항 17.

제12항에서,

상기 고저항 물질은 페인트 또는 잉크인, 입자 침전 장치.

### 청구항 18.

제12항에서,

상기 고저항 물질은 반정전기(anti-static) 코팅이 된, 입자 침전 장치.

### 청구항 19.

제13항에서,

상기 저저항 물질은 금속 시트, 금속 막, 탄소 기반 막 및 탄소 기반 페인트에서 선택되는, 입자 침전 장치.

### 청구항 20.

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에서,

상기 도전 재료는 전위를 인가하는 수단에 연결된 경우를 제외하고 상기 플라스틱 벽의 가장자리로부터 안쪽으로 떨어진, 입자 침전 장치.

### 청구항 21.

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에서,

상기 플라스틱 물질은 폴리프로필렌, 폴리에틸렌이나 이것의 공중합체(copolymer), 폴리비닐 염화물, PET, PTFE 또는 폴리카보네이트인, 입자 침전 장치.

### 청구항 22.

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에서,

상기 상기 통로의 어레이 앞에 상기 기류의 입자를 전기적으로 하전시키는 수단을 추가로 포함하는 입자 침전 장치.

### 청구항 23.

제22항에서,

상기 기류의 상기 입자를 전기적으로 하전시키기 위한 수단으로서 코로나 방전 수단을 포함하는, 입자 침전 장치.

### 청구항 24.

제22항에서,

상기 기류의 상기 입자를 전기적으로 하전시키기 위한 수단으로서 방사능 이온화 수단을 포함하는, 입자 침전 장치.

## 청구항 25.

제22항에서,

코이 처진 플라스틱 시트 및 도전 재료가 교대로 된 층(alternate layer)을 포함하며,

상기 도전 재료의 층은 선택적인 고전위 및 저전위를 가지며,

상기 도전 재료는 상기 플라스틱 시트의 가장자리로부터 안쪽으로 떨어져서 상기 장치로 들어가는 입자를 하전시키기 위해 고전압의 누설 및 이온 누설을 일으키는, 입자 침전 장치.

## 청구항 26.

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에서,

상기 저전위 영역은 접지 전위인, 입자 침전 장치.

## 청구항 27.

제12항에서,

상기 고저항 물질은 제곱미터당  $10^9$ 에서  $10^{11}\Omega$  범위에 있는 박막 저항을 가지는, 입자 침전 장치.

## 청구항 28.

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에서,

상기 고전위 영역에 전력을 공급하는 고전압 전원, 그리고

상기 전원과 제곱미터당  $10^9$ 에서  $10^{11}\Omega$  범위에 있는 박막 저항을 가지는 절연된 고저항 물질로 만들어지는 영역 사이의 연결 도전

을 추가로 포함하는 입자 침전 장치.

## 청구항 29.

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에서,

상기 기류가 상기 상기 통로의 어레이를 떠날 때 상기 기류를 이온화하는 수단을 추가로 포함하는 입자 침전 장치.

## 청구항 30.

제29항에서,

상기 기류가 상기 상기 통로의 어레이를 떠날 때 상기 기류를 이온화하는 상기 수단은 1차 코로나 방전 방사체 및 상기 1차 방사체보다 낮은 전위의 2차 코로나 방전 방사체를 포함하는, 입자 침전 장치.

### 청구항 31.

제30항에서,

상기 1차 방사체는 높은 음전위에 연결되고 상기 2차 방사체는 접지되는, 입자 침전 장치.

### 청구항 32.

제30항에서,

상기 1차 방사체는 0.1mm보다 작은 곡률 반경을 가진 뾰족한 끝을 가지는 침(needle)이고 상기 2차 방사체는 0.5 내지 2.0 mm의 곡률 반경을 가진 비교적 무딘 끝을 가지는, 침인 입자 침전 장치.

### 청구항 33.

기류에 포함된 입자를 제거하는 입자 침전 장치에서,

플라스틱 벽들로 둘러싸여 형성되어 상기 기류가 비교적 자유롭게 통과할 수 있는 통로의 어레이, 그리고

상기 기류를 상기 통로의 어레이로 통과하도록 하여 상기 통로 내에서 상기 기류로부터 입자를 집진하는 수단

을 포함하고,

상기 통로가 형성된 후에 상기 플라스틱 벽들 중 외측의 벽들에 일렉트릿(electret) 특성이 부여되고,

상기 통로에는 골이 쳐진 플라스틱 시트재가 구비되며,

상기 통로의 형성 후에 상기 플라스틱 벽들을 하전시키는 것에 의해 상기 골 내에서의 전계가 균일하게 형성되는, 입자 침전 장치.

### 청구항 34.

삭제

### 청구항 35.

제33항에서,

상기 골이 쳐진 플라스틱 시트는 한 시트가 다른 시트의 윗면에 놓여서 형성되는, 입자 침전 장치.

### 청구항 36.

제33항에서,

상기 골이 쳐진 플라스틱 시트재는 콘서티나(concertina) 형태로 접혀서 형성되는, 입자 침전 장치.

**청구항 37.**

제33항에서,

상기 골이 쳐진 플라스틱 시트재는 나선형으로 형성된, 입자 침전 장치.

**청구항 38.**

제33항에서,

상기 플라스틱 시트재는 동심형 어레이인, 입자 침전 장치.

**청구항 39.**

제33항에서,

상기 통로는 나란히 배치된 플라스틱 관으로 형성되는, 입자 침전 장치.

**청구항 40.**

제39항에서,

상기 플라스틱 관은 직사각형의 단면을 가지는, 입자 침전 장치.

**청구항 41.**

제39항에서,

상기 플라스틱 관은 원형의 단면을 가지는, 입자 침전 장치.

**청구항 42.**

제33항에서,

상기 통로는 주름진 플라스틱 시트의 벽 사이에 형성되는, 입자 침전 장치.

**청구항 43.**

제33항에서,

상기 통로는 주름진 전극 물질과 평평한 플라스틱 물질 시트 사이에 형성되는, 입자 침전 장치.

**청구항 44.**



제33항, 제35항, 제36항, 제37항, 제38항, 제39항, 제40항, 제41항, 제42항, 또는 제43항 중 어느 한 항에서,

상기 플라스틱 물질은 폴리프로필렌, 폴리에틸렌이나 이것의 공중합체(copolymer), 폴리비닐 염화물, PET, PTFE 또는 폴리카보네이트인, 입자 침전 장치.

#### 청구항 45.

제33항, 제35항, 제36항, 제37항, 제38항, 제39항, 제40항, 제41항, 제42항, 또는 제43항 중 어느 한 항에서,

상기 상기 통로의 어레이 앞에 상기 기류의 입자를 전기적으로 하전시키는 수단을 추가로 포함하는 입자 침전 장치.

#### 청구항 46.

제45항에서,

상기 기류의 상기 입자를 전기적으로 하전시키는 수단으로서 코로나 방전 수단을 포함하는, 입자 침전 장치.

#### 청구항 47.

제45항에서,

상기 기류의 상기 입자를 전기적으로 하전시키는 수단으로서 방사능 이온화 수단을 포함하는, 입자 침전 장치.

#### 청구항 48.

제33항, 제35항, 제36항, 제37항, 제38항, 제39항, 제40항, 제41항, 제42항, 또는 제43항 중 어느 한 항에서,

상기 기류가 상기 상기 통로의 어레이를 떠날 때 상기 기류를 이온화하는 수단을 추가로 포함하는 입자 침전 장치.

#### 청구항 49.

제48항에서,

상기 기류가 상기 상기 통로의 어레이를 떠날 때 상기 기류를 이온화하는 상기 수단은 1차 코로나 방전 방사체 및 상기 1차 방사체보다 낮은 전위의 2차 코로나 방전 방사체를 포함하는, 입자 침전 장치.

#### 청구항 50.

제49항에서,

상기 1차 방사체는 높은 음전위에 연결되고 상기 2차 방사체는 접지되는, 입자 침전 장치.

#### 청구항 51.

제49항에서,

상기 1차 방사체는 0.1mm보다 작은 곡률 반경을 가진 뾰족한 끝을 가지는 침이고 상기 2차 방사체는 0.5 내지 2.0mm의 곡률 반경을 가진 비교적 무딘 끝을 가지는 침인, 입자 침전 장치.

**청구항 52.**

삭제

**청구항 53.**

제33항에서,

상기 플라스틱 벽은 높은 전압차가 인가되는 상기 벽의 양측에 가해진 전극에 의해 하전되는, 입자 침전 장치.

**청구항 54.**

제33항에서,

상기 플라스틱 벽은 고온에서 전계를 인가한 후에 상기 전계가 존재할 때 저온으로 냉각함으로써 하전되는, 입자 침전 장치.

**청구항 55.**

제33항에서,

상기 플라스틱 벽은 한쪽의 고전위 코로나 방전과 다른 쪽의 접지된 도전성 판 사이로 상기 플라스틱 벽을 움직임으로써 하전되는, 입자 침전 장치.

**청구항 56.**

제33항에서,

상기 플라스틱 벽은 골이 처진 플라스틱 시트재의 표면으로 형성되어 골을 도전성 액체로 채우고 골 내부를 그라운드 전위에 연결하고 상기 시트재의 다른 면들을 각각 높은 양전위 및 음전위에 연결하여 하전되는, 입자 침전 장치.

**청구항 57.**

제33항에서,

상기 플라스틱 벽은 각각 고전위 및 저전위로 유지되는 도전성 또는 반도체 재료의 롤러 사이로 상기 플라스틱 벽을 공급함으로써 하전되는, 입자 침전 장치.

**청구항 58.**

제53항 내지 제57항 중 어느 한 항에서,

상기 벽의 양측은 도전성으로 되고 전기적으로 연결되는, 입자 침전 장치.

#### 청구항 59.

제58항에서,

상기 벽의 양측은 접지되는, 입자 침전 장치.

#### 청구항 60.

제58항에서,

상기 플라스틱 벽은 도전성 코팅이나 도전성 시트재를 적용하여 도전성으로 되는, 입자 침전 장치.

#### 청구항 61.

제33항, 제35항, 제36항, 제37항, 제38항, 제39항, 제40항, 제41항, 제42항, 또는 제43항 중 어느 한 항에서,

오염 모니터의 형태로, 상기 플라스틱 벽은 집진된 입자에 의해 발생하는 전류를 측정하는 전류계를 거쳐 접지되는, 입자 침전 장치.

#### 청구항 62.

제14항에서,

상기 고저항 물질은 셀룰로오스 기반 물질인, 입자 침전 장치.

#### 청구항 63.

제14항에서,

상기 고저항 물질은 페인트 또는 잉크인, 입자 침전 장치.

#### 청구항 64.

제14항에서,

상기 고저항 물질은 반정전기(anti-static) 코팅이 된, 입자 침전 장치.

#### 청구항 65.

제14항에서,

상기 고저항 물질은 제곱미터당  $10^9$ 에서  $10^{11}\Omega$  범위에 있는 박막 저항을 가지는, 입자 침전 장치.

## 명세서

### 기술분야

본 발명은 공장, 창고, 온실, 홀, 쇼핑몰 또는 방 등의 갇힌 공간의 에어로졸 농도를 줄이는 공기 청정 장치에 관한 것이다.

### 배경기술

높은 에어로졸 농도로 인해 부유하는 분자들을 호흡하여 건강이 위험해질 수 있다.

농업에서는 가축 창고 및 집중식 돼지 사육장 등의 장소에서 발생하는 높은 에어로졸 농도로 인해, 일꾼 및 동물의 건강이 위험하다.

산업 현장의 갇힌 공간에서는 용접, 연마, 용융 및 내연 기관을 사용하는 것과 같은 다양한 공정으로 인해 밀폐 공간의 오염된 에어로졸 농도가 높아진다.

직장 및 가정에서는 담배 연기로 인해 에어로졸 오염이 일어난다. 재채기를 통해서도 박테리아 및 바이러스의 에어로졸이 생긴다. 알레르기를 일으키는 꽃가루는 연중 다양한 시기에 높은 농도로 발견된다. 먼지 진드기 알레르겐 분자는 침대를 정리할 때 생성되어 에어로졸로서 공기에 혼합된다.

종래의 공기 청정기는 입자를 필터로 걸러 내거나[여과 공기 청정기(filtration air cleaner, FAC)] 판(plate) 위에 집진함으로써[정전 침전 공기 청정기(electrostatic precipitation air cleaner, ESPAC)] 공기에서 입자를 제거한다. 필터나 판은 사용한 것을 세척하거나 새 것으로 교체할 수 있다.

US 4234324는 가장자리에서 물결 모양의 스페이서로 분리되는 근접하여 떨어진 도전 재료의 평면 전극을 포함하는 정전식 공기 필터를 제시한다.

FAC의 단점은 다음과 같다:

1. 필터의 효율이 종종 시간에 따라 현저하게 떨어진다.
2. 필터 사이의 압력 강하가 종종 커서 강력한 팬(fan)을 필요로 한다.
3. 강력한 팬은 종종 시끄럽고 상당한 양의 전력을 소비한다.
4. 필터를 규칙적으로 교체할 필요가 있다.

ESPAC의 이점은 다음과 같다:

1. 낮은 압력 강하
2. 적은 소음 및 낮은 파워
3. 세척 가능한 집진판

ESPAC의 단점은 다음과 같다.

1. 고전압 금속 집진판의 비싼 실딩. 사용자를 고전압 전원(통상 몇 킬로볼트)으로 인한 전기 쇼크의 가능성으로부터 보호할 필요가 있다. 전원이 차단될 때도, 판 위에 저장된 전하로 인한 쇼크 위험이 있다. 판을 세척하려면 꺼내야 하므로 판에 접근하기 전에 판을 자동으로 방전하기 위한 안전한 인터록이 필요하다.
2. 금속 판 사이의 항복 현상과 누설로 효율이 감소하고 오존이 발생함.
3. 공기 중에서 판 사이의 항복 현상을 줄이기 위해 판을 비교적 넓게 띄워야 한다. 이는 효율을 감소시킨다.

## 발명의 상세한 설명

본 발명의 과제는 ESPAC의 단점을 실질적으로 없애고 공기나 기체 흐름(gas stream)에서 입자를 제거하는데 유용한 실용적인 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 제1 특징에 따르면, 플라스틱 벽으로 둘러싸여 있으며 기류(gas stream)가 비교적 자유롭게 통과할 수 있는 상기 통로의 어레이, 기류를 상기 통로의 어레이로 통과하도록 하는 수단, 그리고 도전 재료의 격리된 영역에 교대로 고전위와 저전위를 가하여 상기 통로의 어레이에 기류로부터 입자를 침전하기 위한 하전된 영역을 제공하는 수단을 포함하며, 상기 플라스틱 벽은 상기 통로의 외부에 존재하며 벽 자체와 접촉되는 도전 재료의 영역을 가지는 기류에 포함된 입자를 제거하는 입자 침전 장치(particle precipitation device)가 제공된다.

본 발명의 제2 특징에 따르면, 일렉트릿(electret) 특성을 가지는 플라스틱 벽으로 둘러싸여 있으며 기류가 비교적 자유롭게 통과할 수 있는 상기 통로의 어레이, 그리고 기류를 상기 통로의 어레이로 통과하도록 하여 통로의 기류로부터 입자를 침전하는 수단을 포함하는 기류에 포함된 입자를 제거하는 입자 침전 장치가 제공된다.

통로는 양측 표면 위에 도전 재료를 가지는 골이 처진(fluted) 플라스틱 시트로 형성되는 것이 바람직하다. 골이 처진 플라스틱 시트는 예를 들면 한 시트가 다른 시트의 윗면에 놓이거나 콘서트나(concertina) 형태로 접히거나 나선형으로 형성되거나 동심형 어레이이다.

다른 방법으로, 통로는 나란히 배열된 플라스틱 관으로 형성될 수 있다. 플라스틱 관은 직사각형의 단면 또는 원형의 단면을 가질 수 있다.

또한 통로는 주름진 플라스틱 시트의 벽 사이에 형성되거나 평평한 플라스틱 시트와 주름진 전극 재료 사이에 형성될 수 있다.

플라스틱 물질은 폴리프로필렌, 폴리에틸렌이나 이것의 공중합체(copolymer)인 것이 바람직하다 또한 폴리비닐 염화물, PET, PTFE 또는 폴리카보네이트 등의 다른 플라스틱 물질도 적합할 수 있다.

본 발명의 제1 특징에 따른 실시예에서, 도전 재료의 영역은 고저항 물질인 것이 바람직하지만 저저항 물질일 수도 있다. 교류 플라스틱 시트는 각각 그 위에 고저항 물질 및 저저항 물질의 영역을 가질 수 있다.

고저항 물질은 페이퍼와 같은 셀룰로오스 기반 물질인 것이 바람직하다. 고저항 물질은 페인트나 잉크 또는 반정전기(anti-static) 코팅을 포함한다.

저저항 물질은 금속 시트, 금속 막, 탄소 기반 막 및 탄소 기반 페인트에서 선택될 수 있다.

도전 재료는 전위를 인가하는 수단에 연결된 경우를 제외하고 플라스틱 벽의 가장자리로부터 안쪽으로 떨어지는 것이 바람직하다.

본 발명의 바람직한 실시예는 상기 통로의 어레이 앞에 기류의 입자를 전기적으로 하전시키는 수단을 추가로 포함한다. 이러한 수단은 코로나 방전 수단 또는 방사능 이온화 수단일 수 있다.

본 발명의 제1 특징에 따른 바람직한 실시예는 골이 처진 플라스틱 시트 도전 재료의 상호층(alternate layer)을 포함하며, 도전 재료는 플라스틱 시트의 가장자리로부터 안쪽으로 떨어져서 장치로 들어가는 입자를 하전시키기 위해 고전압의 누설 및 이온 누설을 일으킨다. 저전위 영역은 접지 전위인 것이 바람직하다.

고저항 물질은 제곱미터당  $10^9$ 에서  $10^{11}\Omega$  범위에 있는 박막 저항을 가지는 것이 바람직하다.

본 발명의 제1 특징에 따른 장치는 고전위 영역에 전력을 공급하는 고전압 전원, 그리고 전원과 절연된 고저항 물질로 이루어진 영역 사이에 연결 도선을 포함하는 것이 바람직하다.

본 발명의 바람직한 실시예에 따른 장치는 기류가 상기 통로의 어레이를 떠날 때 기류를 이온화하는 수단을 추가로 포함한다. 기류가 상기 통로의 어레이를 떠날 때 기류를 이온화하는 수단은 1차 코로나 방전 방사체 및 1차 방사체보다 낮은 전위의 2차 코로나 방전 방사체를 포함하는 것이 바람직하다. 1차 방사체는 높은 음전위에 연결되고 상기 2차 방사체는 접지되는 것이 바람직하다. 1차 방사체는 뾰족한 끝을 가지는 침(needle)이고 상기 2차 방사체는 비교적 무딘 끝을 가지는 침인 것이 바람직하다.

본 발명의 제2 특징에 따른 바람직한 실시예에서, 플라스틱 벽은 장치에 포함되기 전에 전기적으로 하전된다. 플라스틱 벽은 높은 전압차가 인가되는 벽의 양측에 가해진 전극에 의해 하전될 수 있다. 다른 방법으로, 플라스틱 벽은 고온에서 전계를 인가한 후에 전계가 존재할 때 저온으로 냉각함으로써 하전될 수 있다. 또한 플라스틱 벽은 한쪽의 고전위 코로나 방전과 다른 쪽의 접지된 도전성 판 사이로 상기 플라스틱 벽을 움직임으로써 하전될 수 있다.

본 발명의 제2 특징에 따른 다른 바람직한 실시예에서, 플라스틱 벽은 골이 처진 플라스틱 시트재의 표면으로 형성될 수 있으며, 골을 도전성 액체로 채우고 골 내부를 그라운드 전위에 연결하고 상기 시트재의 다른 면들을 각각 높은 양전위 및 음전위에 연결하여 하전될 수 있다.

플라스틱 벽은 각각 고전위 및 저전위로 유지되는 도전성 또는 반도체 재료의 롤러 사이로 플라스틱 벽을 공급함으로써 하전될 수 있다.

또한 벽의 양측은 도전성으로 되고 전기적으로 함께 연결되는 것이 바람직하다. 플라스틱 벽은 도전성 코팅이나 도전성 시트재를 적용하여 도전성으로 될 수 있다.

본 발명에 따른 장치는 일반적으로 교대로 고전위 및 저전위를 가지는 일련의 떨어진 판을 포함한다. 고전위 판은 저전위 판으로부터 전기적으로 격리되어 있다. 고전위 판은 저전위 판에 대하여 양 또는 음일 수 있다. 저전위 판은 선형의 떨어진 판 어레이, 원형의 떨어진 판 어레이 또는 나선형의 떨어진 판 어레이 또는 다른 적당하게 떨어진 어레이를 형성할 수 있다. 고전위 판은 특별한 고저항 물질로 제작되고 (저저항 물질(LIM)인) 금속으로 제작되지 않는다. 고전위 판의 고저항 물질(HIM)로 인해 판은 완전한 작동 전위까지 상승할 수 있으며 쇼크 위험이 없어진다. 고저항 물질(HIM) 고전위 판을 사람 예를 들면 사용자가 건들었을 때, 전류는 쇼크 및 건강에 위험을 초래하지 않을 정도의 낮은 값으로 제한된다. 따라서 보호를 위해 일련의 떨어진 집진판을 공기 청정기 내에 감출 필요가 없으며, 대신 필요하다면 판을 세척하기 위해서 쉽게 접근하고 제거할 수 있도록 외부에 장착할 수 있다.

고전위 판은 고전압 전원으로부터 전력을 공급받아야 한다. 또한 본 발명에 따르면, 고저항 물질(HIM)로 이루어진 고전위 판에 연결하기 위해 특수 도선이 제공된다. HIM 도선을 종래의 방법과 같이 플라스틱으로 절연할 것이지만, 절연이 깨졌어도 도선 내부로부터의 전류가 낮게 제한되므로 쇼크 위험이 없을 것이다.

일련의 떨어진 판으로 들어오는 공기는 통상 전기로 구동되는 팬에 의해 판의 어레이를 통하여 출입하게 된다. 판을 통과할 때, 하전된 입자(양 또는 음으로 하전된) 및 임의의 전기적으로 중성인 입자는 이를 끌어 당겨서 판에 집진하는 강한 전계의 영향을 받는다. 판을 자유롭게 사용 또는 세척할 수 있도록 설계할 수 있다.

바람직한 실시예에서, 판의 고전위 및 저전위 세트는 HIM으로 이루어진다.

본 발명의 다른 바람직한 실시예에서, 고전위 HIM 판은 절연막으로 덮여 있다.

본 발명의 또 다른 바람직한 실시예에서, 고전위 HIM 판 및 저전위 판 모두 절연막으로 덮여 있다.

다른 바람직한 실시예에서, 고전위와 저전위 판 사이의 간격은 공기가 통과하는 절연 플라스틱 이중벽의 골이 처진 시트재로 채워져 있다.

다른 바람직한 실시예에서, 절연 플라스틱 이중벽의 골이 처진 시트재를 사이에 둔 고전위 및 저전위 판을 처음에 고전압 전원에 연결한 다음 차단한다.

본 발명에 따른 입자 집진 장치는 영구적인 전하를 나타내는 유전 물질인 일렉트릿에 기초하고 있다. 일렉트릿 전하는 표면 전하층, 유전체 내의 전하, 분극 전하 또는 이들의 결합으로 이루어질 수 있다.

분극과 공간 전하가 유전체의 도처에서 서로를 보상하지 못한다면 박막 일렉트릿은 외부 정전계를 나타낸다. 이러한 외부 정전계는 박막 폴리머 일렉트릿에서 제조된 공기 청정 필터 물질에 이용된다. 박막 폴리머는 부직(non-woven) 필터 조직을 생성하도록 전기적으로 하전된다. 부유 입자를 포함하는 공기가 조직을 통과할 때, 입자는 일렉트릿 섬유에 접근할 때 강한 정전계의 영향을 받는다. 이러한 힘은 섬유 위에 입자를 침전시킨다. 이러한 섬유질의 일렉트릿 폴리머 필터 물질은 종래의 섬유질 필터 매체(마이크로파인 유리 섬유 등)에 비해 비교적 낮은 압력 강하에서 높은 효율을 달성할 수 있다는 점에서 이점을 가진다.

그러나, 더 낮은 압력 강하에서 높은 효율을 제공할 수 있는 필터 매체를 또한 요구한다.

플라스틱 시트재, 특히 플라스틱 이중벽의 골이 쳐진 플라스틱 시트재를 일렉트릿 특성을 가지도록 미리 처리할 수 있으며 이러한 물질은 공기 청정 집진 장치에 사용된다. 시트재의 제조에 적합한 플라스틱 물질은 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 에틸렌과 프로필렌의 공중합체(co-polymer), PVC, PET, PTFE, 폴리카보네이트 및 다른 물질을 포함한다. 사용되는 플라스틱 물질은 공기가 골을 통해서 쉽게 통과할 수 있는 통로를 제공하는 것이 바람직하며 이러한 공기 청정 어레이를 통한 압력 강하는 작아진다. 통과하는 기류 내의 입자는 통로 내의 강한 전기장의 영향을 받는다. 하전된 입자는 전기장에서(전기 영동이라는 과정을 거쳐) 인접한 통로 벽을 향해 이동하여 포획된다.

통로 내의 전기장이 비선형이기 때문에, 하전되지 않았거나 중성의 입자도(유전 영동이라는 과정을 거쳐) 벽을 향해 이동하여 포획된다.

대부분의 일렉트릿 공기 청정 물질이 폴리머막의 표면 위에 외부 전계를 드러내도록 제조되는 반면, 본 발명은 플라스틱 물질의 통로 내의 공기 공간 내부의 전계를 최대화도록 처리한다.

## 실시예

도면의 도 1 내지 8에 대한 다음 설명에서, 유사한 부분은 같은 도면 번호를 부여하여 간편하게 하였으며, 주로 실시예들 사이의 차이점에 대해 상세하게 설명할 것이다.

첨부 도면의 도 1을 참고하면, 입자 침전 장치(particle precipitation device)는 분리된 적어도 2개의 판(1, 2)(간단하게 하기 위해 2개의 판만을 도시함)을 포함하므로 공기나 기체(3)가 판 사이로 실질적으로 자유롭게 흐를 수 있다.

고전위 판(1)은 고저항 물질(HIM)로 이루어지거나 덮여 있다. 판은 두꺼울 필요가 없으며, 1mm 이하이면 충분할 것이다. 적절한 고저항 물질은 카드, 판지, 셀룰로오스 테이프를 붙인 페이퍼 및 다른 물질을 포함한다. 다른 방법으로, 판(1)은 HIM막으로 덮인 절연 플라스틱 물질일 수 있다. 이러한 코팅 물질은 임의의 플라스틱, 임의의 특수 페인트 및 임의의 반정전기(anti-static) 코팅을 포함한다. 적절한 고저항 물질(HIM)은 제곱미터당  $10^9$ 에서  $10^{11}$ Ω 범위의 박막 저항을 가지는 것이 바람직하다. 비교해 보면, 저저항 물질(LIM)은 통상 대략  $50\mu\text{m}$  두께의 금속에 대해서는 제곱미터당 0.1 내지 1.0Ω 그리고 대략  $50\mu\text{m}$  두께의 탄소 페인트 막에 대해서는 제곱미터당 10 내지 1000Ω의 박막 저항을 가진다. 절연체 및 절연 물질의 표면 저항은 통상 제곱미터당  $10^{13}$  내지  $10^{16}$ Ω의 범위이다.

고전압 전원(4)은 고전압 판(1)에 특수 도선(5)으로 연결된다. 도선(5)은 절연 물질의 외장으로 둘러싸인 도전 코어로 이루어진다. HIM 도선(5)은 고전위를 유지할 정도로 충분한 전류를 판 어레이에 공급할 만큼 충분히 도전성이 있어야 하지만 절연체가 깨졌을 때 사용자에게 쇼크를 일으킬 정도의 도전성이 있을 필요는 없다.

판(2)은 저전압 판이며 HIM으로 이루어진다. 판(2)은 통상의 절연된 금속 도체 코어 도선(5)을 거쳐 전원(4)에 연결된다. 판(2)은 낮거나 그라운드 전위를 가지며 전기 쇼크 위험을 주지 않고, 또한 금속, 금속 박 또는 탄소에 덮인 플라스틱 등의 도전 재료로 이루어질 수 있다.

예로서, 13 HIM 판의 어레이는 판 사이의 거리가 4mm인  $0.4\text{mm}$  두께의 셀룰로오스 카드로 이루어졌다. 어레이는 이 어레이를 통과하는 공기 이동 거리로 100mm의 깊이를 가졌다. 공기는 어레이를 2.0m/s로 통과했다. 고전위 HIM 판은 저전위 판에 대하여 DC -13kV에서 유지되었다. 어레이를 통과하는 공기는 음전하를 띠는 평균 직경  $0.5\mu\text{m}$ 의 소금 입자를 대략 제곱미터당  $500\mu\text{g}$  포함하였다. 포획 효율은 93%로 결정되었다.

도 2(전원과 연결부는 도시하지 않음)의 실시예에서, 고전위 HIM 판(1)은 절연체(8)로 덮여 있거나 코팅되어 있다. 이는 고전위 및 저전위 판이 먼지나 외부 물질로 교락할 때 전위의 누설 및 손실을 줄인다.

절연체(8)는 비도전성 페인트의 막이거나 막들, 플라스틱 테이프 막, 열 봉합 플라스틱 막 또는 다른 적당한 절연물질일 수 있다.

저전위 판(7)은 고저항 물질이나 금속성 도전 재료, 도전성 탄소 페인트로 코팅된 물질, 도전성 탄소-도전형 플라스틱 또는 다른 유사한 적절한 물질로 이루어질 수 있다.

도 3의 실시예에서, 상부 고전위 판(1)과 하부 저전위 판(7)은 절연체(8)로 덮여 있거나 코팅되어 있다.

고전위 판은 절연체(8)로 덮인 고저항 물질로 이루어진다.

저전위 판은 어떠한 적절한 고저항 또는 저저항 물질로 이루어질 수 있으며 절연체(8)로 덮여 있다.

절연된 2세트의 판을 가지는 이점은 판이 서로 접촉할 지라도 고전압 전위의 손실이 없으며 다른 기능의 손실도 없다는 점이다.

도 4의 (A) 및 (B)의 실시예에서, 고전위 및 저전위 판은 절연 플라스틱 이중벽의 골이 처진 시트재(9)로 분리되어 있다.

시트재(9)는 폴리프로필렌, 폴레에틸렌, 폴레카보네이트, P.T.F.E 또는 다른 적절한 절연 물질로 만들어질 수 있다. 도 4의 (A)는 골(flute)을 통과하는 공기 이동을 나타낸다. 도 4의 (B)는 공기가 페이지 안으로 흐르고 있는 것처럼 도 4의 (A)를 오른쪽에서 본 도면이다. 공기는 플라스틱 시트재(9)의 골을 자유롭게 통과할 수 있다. 골의 벽(10)은 시트재(9)의 중요한 부분이다. 골이 처진 플라스틱 시트재(9)는 구조가 단단하며 복수의 판 어레이를 간단하게 구현하는 데 적합하다.

고전위 및 저전위 판의 물질은 고저항 물질(HIM)인 것이 바람직하지만, 이중벽의 골이 처진 플라스틱 시트재(9)는 좋은 절연체이므로 저저항 물질이 적합할 수 있다.

도 4의 실시예에서는 연속적인 고전위를 고전위 판(1)과 저전위 판(2) 사이에 인가하여 입자를 침전한다.

예로서, 직경 410mm, 깊이 100mm의 원형 어레이는 HIM으로 이루어진 고전위 및 저전위 판으로 분리된 절연 플라스틱 이중벽의 골이 처진 시트재(insulating plastics twin-wall fluted sheet material, IPTFSM)의 스택을 사용하여 이루어졌다. 폴리프로필렌으로 이루어진 IPTFSM은 4mm의 열린 공기 간격을 가졌다. IPTFSM의 벽 두께는 0.4mm이었다. 사용된 HIM은 두께 0.13mm의 점착성 셀룰로오스 테이프이었다. 고전위 HIM 판은 저전위 판에 대하여 DC -10kV에서 유지되었다. 공기(평균 직경 0.5 $\mu$ m의 소금 입자로 이루어진 대략 세제곱미터당 500 $\mu$ g의 음전하 에어로졸을 포함)가 평균 1.8m/s의 속력으로 어레이를 통과하였다. 청정된 공기의 방출 속도(clear air delivery rate, CADR)는 시간당 717m<sup>3</sup>로 측정되었다.

다른 실시예(다시 도 4를 참조)에서, 처음에 고전위를 두 판 사이에 인가한 다음에 고전압 공급을 차단한다. 입자 포획 효율이 떨어질 것으로 예상할 수 있지만, 이 경우에 이러한 현상은 일어나지 않는다. 판 사이에서 생성된 초기의 고전계로 인해 골이 처진 플라스틱 시트재(9)는 시트재(9) 내에 고정된 전하를 저장하는 일렉트릭 물질을 형성한다. 이러한 고정된 저장 전하로 생성되는 전계는 물질(9)의 골의 벽 위에 입자를 침전시킬 정도로 충분히 강하다.

그러나 다른 실시예에서, 겹겹이 쌓인 어레이(11)를 골이 처진 시트재(9)에 대하여 어떤 사전 처리도 하지 않고 공기 청정 집진 장치로서 사용한다. 이러한 시트재는 종종 용융 플라스틱의 압출 성형으로 제조되고, 초기 물질은 대개 어느 정도의 일렉트릭 특성을 가지며 어떤 추가적인 처리를 하지 않아도 공기 청정성을 나타낸다.

도 6, 7 및 8은 선형, 원형 및 나선형의 떨어진 판 어레이를 각각 나타낸다. 이 경우에 고전위 판의 도면 부호는 13으로 저전위 판의 도면 부호는 12로 나타낸다. 공기는 페이지 안으로 흐른다.

첨부 도면의 도 9는 어떻게 공기 필터가 이중벽의 골이 처진 플라스틱 시트(10)로 만들어질 수 있는지를 나타낸다. 시트의 외부면(30a, 30b)은 도전성 또는 높은 저항성 전극 물질로 덮여 있거나 코팅되어 있다. 다음에 시트재는 콘서티나(concertina) 형태로 접혀서 공기 통로의 겹치는 어레이를 형성한다. 한 외부면(30a)은 고전위 측으로 지정되어 있으며 다



른 외부면(30b)은 저전위 측으로 지정되어 있다. 면(30a, 30b)은 고전위 및 저전위 소스에 연결되어 골을 통과하는 기류로부터 에어로졸 입자를 유인할 수 있는 하전된 영역을 골 내에 생성하는 데 필요한 전계를 제공할 수 있다. 어레이를 통과하는 공기를 끌어 당기거나 붙어 내는 팬 또는 다른 수단은 도시하지 않는다.

본 발명의 실시예에서, 입자들은 필터 어레이로 들어가기 전에 미리 하전되는 것이 바람직하다. 본 발명에 따른 공기 필터의 플라스틱 기류 배출관에 놓인 두개의 이온 방사체(36, 38)로 이를 달성할 수 있다. 방사체 중 하나(36)는 통상 0.1mm 이하의 곡률 반경을 가지는 높은 음전위의 뾰족한 끝을 가지고, 무딘 끝(통상 0.5mm 내지 2.0mm의 곡률 반경)을 가지는 이온 방사체(38)로부터 거리  $z$  만큼 떨어진 위치에 있다.

방사체 사이의 높은 전계로 인해 방사체는 코로나 방전을 한다. 뾰족한 방사체(36)는 음이온을 많이 방출하며, 무딘 방사체(38)는 양이온을 적은 양 방출한다. 음이온은 본래 양이온을 중화시킨다. 양 방사체를 가로질러 분출되는 공기는 음이온 구름이 되어 벗어나게 된다.

이들 이온은 공기 청정기를 나와서 실내에 있는 입자의 확산 하전(diffusion charging)에 충당된다. 이온 방사체로 생성된 공기 이온은 실내로 들어와서, 확산 하전으로 적은 양의 전하를 실내에 있는 입자에 부여한다. 하전된 입자는 공기 청정기로 끌리므로, 시트재의 골 내의 정전계에 의해 포획된다. 이온 방사체를 공기 청정기 내에 두어서 국부적인 침전과 정전 쇼크의 가능성을 줄이는 것이 바람직하다. 외부 이온 방사체는 방사체 부근에 국부적인 먼지 침전을 일으키며 공기 청정기를 사용하는 사람에게 정전기를 일으킬 수 있다. 이는 두개의 뾰족한 방사체를 사용하는 경우와 대비된다. 두개의 뾰족한 방사체를 사용한다면, 양이온이 훨씬 많을 것이다. 배출되는 공기 속의 양이온은 음전하의 입자를 효과적으로 중화시켜서, 골에서의 입자 포획의 효율을 저하시킬 것이다. 방사체의 전위, 방사체 끝의 곡률 반경, 거리( $z$ ) 및 기류 방향과 속력을 조절하여 음이온화의 최적화 [및 이로 인한 단극 하전(mono-polar charging)]를 달성할 수 있다.

도 11은 절연 이중벽의 플라스틱 시트재가 전극 물질층(42, 44) 사이에 끼인 정사각형의 플라스틱 절연관(40)의 어레이로 대체된 본 발명에 따른 실시예를 개략적으로 나타낸다.

공기는 시트재의 골을 통해서 흐르는 것과 같은 식으로 정사각형 관(40)의 길이 방향으로 흐른다. 정사각형 관은 연속적인 플라스틱 압출 성형 공정으로 편리하게 제조될 수 있으며, 다른 공기 청정기에도 적합하도록 적절한 길이로 잘라낼 수 있다. 각각의 관은 도시한 바와 같이 이를 덮기 위한 고전위 및 저전위 전극 물질(42, 44)을 따라 정렬된다.

다른 방법으로 도 12에 나타난 바와 같이, 전극 물질(42, 44) 사이에 끼인 원형의 플라스틱 관(50)을 사용할 수 있다.

도 13에 나타난 바와 같이, 본 발명에 따른 입자 집진 장치는 각각 고전위 및 저전위를 가지는 전극 물질의 시트(62, 64) 사이에 끼인 주름지거나 물결 형태의 플라스틱 시트(60)의 폴드(fold) 사이에 공기 이동 통로를 가질 수 있다.

입자를 포함한 공기는 주름을 따라 들어오거나 나갈 것이다. 이러한 유형의 배치는 접힌 삼각형의 공기 청정 어레이나 원형의 공기 청정 어레이의 형성에 적합하다.

본 발명의 바람직한 실시예는 전극이나 전극 물질의 배치를 이용하여 플라스틱 특히 골이 처진 플라스틱, 시트 어레이 자체로 입자를 하전시키므로, 외부 입자 하전이 필요없다.

도 14는 골이 처진 플라스틱 시트재(72)에 대한 전극 물질(70)의 배치를 나타낸다(페이지 위아래로 배치된 골을 가지는 한 어레이의 한 시트 만을 도시함). 거리( $x$ ,  $y$ ,  $z$ )는 샌드위치 모양의 전극에서 한 전극(고전위)으로부터 다음 전극(위아래에 위치한 저전위)으로 적절한 절연을 할 수 있도록 제공된 짧은 거리이다.

거리( $y$ )가 줄어들면 고전압 전류의 누설이 증가한다. 거리 및 전압을 적절히 선택함으로써, 이온 누설로 어레이의 면에서 이온화를 할 수 있다. 이온화가 공기 청정 어레이의 공기 주입면에서 이루어지도록 하면, 중성 입자가 어레이로 들어가기 전에 즉시 하전된다. 이는 포획 효율을 향상한다. 이온화가 공기 청정 어레이의 배출면에서 이루어지도록 하면, 이들 이온은 실내로 들어와서 공기 청정 어레이로 끌려 들어가기 전에 실내의 입자들을 하전시킨다.

본 발명에 따른 입자 집진 장치의 공기 청정 어레이로 발생하는 정전 쇼크의 가능성을 줄이기 위해, 도면의 도 15는 골이 있는 플라스틱 시트에 대한 전극 배치를 나타내며, 전극은 알루미늄박 단자 스트립(82), 페이퍼(전류 서지 블록)(84)의 이중층 및 알루미늄박 단자 덮개(86)로 덮여 있는 페이퍼(80)이다. 페이퍼층은 전류를 수 마이크로암페어로 제한하기 위해

고저항 물질로 되어 있다. 다른 방법은 고전압 및 저전압 전극 사이에 직접 연결되는 고저항 물질을 사용하는 것이다. 전원에 과도한 부하를 가하지 않고 (전압을 줄이며) 전력이 차단되는 즉시 대략 몇 초 내에 공기 청정 어레이를 방전할 수 있는 값으로 저항을 조절하는 것이다. 이 방법에서 어레이는 취급하기 안전하도록 빨리 만들어진다.

첨부 도면의 도 16은 실내 환경에서 사용하는 통상의 완전한 공기 청정 시스템(100)을 나타낸다. 도 17은 입자 하전과 집진을 나타내는 실내 환경의 공기 청정 시스템(100)을 나타낸다. 시스템(100)은 골이 처진 플라스틱 시트 어레이 형태의 집진기(102), 고전위 및 저전위 전극(도 4의 (B)에 도시함) 및 공기를 화살표 방향으로 어레이를 통해 끌어당기는 팬(104)을 가진다. 어레이 및 팬은 주입 격자(106) 및 배출 격자(108) 사이에 둘러싸여 있다. 팬 뒤의 코로나 방사체(100)는 집진기를 떠나는 공기를 이온화한다.

종래의 정전식 공기 청정기에서는 두개의 평행 도전(보통 금속)판이나 전극(112, 114)(도 18) 사이에 본래 일정한 비선형 전계가 존재한다.

두개의 판을 통과하는 하전된 입자는 힘을 받아서 (전기 영동이라는 과정을 거쳐) 판 중에서 인접한 쪽으로 이동한다. 두개의 판 사이를 통과하는 중성 입자는 힘을 거의 받지 않아서 포획되지 않고 통과한다.

절연 플라스틱 이중벽의 골이 처진 시트재가 고전위 및 저전위 판이나 전극 사이에서 끼여 있는 본 발명의 실시예(도 4의 (B))에서, 골 내의 전계는 본질상 비선형이다.

도전 또는 반도체 판 위의 전위가 일정한 반면, 골 내의 전계는 비선형이다. 전계의 비선형성은 보통 플라스틱 물질 내의 전하의 이중 변위 및 골의 벽의 영향 때문이다.

골을 통과하는 하전된 입자는 전계의 영향을 받아 전기 영동으로 침전(deposit)된다. 골을 통과하는 중성 입자는 비선형 전계의 영향을 받아 (유전 영동(dielectrophoresis)이라는 과정을 거쳐) 이동하여 동일하게 침전된다.

입자의 분극 작용 및 전계의 비선형성으로 인해 힘이 중성 입자에 작용한다. 결과는 중성 입자의 이동과 침전이다.

따라서, 이 실시예에서 하전된 입자 및 중성 입자 모두 침전된다. 하전된 입자의 침전 효율은 중성 입자의 경우보다 크다. 그러나 중성 입자의 침전 효율은 중요하다.

다른 실시예에서, 전극은 플라스틱 시트재 내에 밀봉되어 물의 침입을 막을 수 있다. 이로써 복합 집진기 어레이를 물이나 세정제를 사용하여 주기적으로 깨끗이 세척하고 건조하여 재사용할 수 있다.

도 19에 나타난 바와 같이, 골이 처진 시트 어레이를 주름지거나 물결 모양의 전극 내에 형성된 전극(120)을 사용하여 대체할 수 있으며 전극을 플라스틱 물질의 박막(122)을 사용하여 분리할 수 있다.

공기는 주름 및 플라스틱막으로 형성된 샌드위치 형태를 통하여 끌리거나 배출된다.

설명을 위해 반도체 재료는 제곱미터당 대략  $10^9$  내지  $10^{11}\Omega$  정도의 박막 저항을 가지는 임의의 물질로 한다.

낮은 압력 강하에서 높은 효율을 설명하기 위해 단지 예로서 첨부 도면의 도 4의 (B)를 참조하여 본 발명을 자세히 설명할 것이다.

2.1mm의 시트 두께, 2.7mm의 골 간격 및  $150\mu\text{m}$ 의 벽 두께를 가진 제곱미터당 300g의 플라스틱 이중벽의 골이 처진 시트재의 시트를 선택하였다. 시트를 잘라내어 80g.s.m. 페이퍼 전극을 사용하는 공기 청정 어레이로 조립하였다.

어레이를 70mm의 공기 이동 통로 깊이를 제공하는 크기로 만들었다. 한 세트의 전극을 접지하고 다른 세트를 -12,000V로 유지하였다.

세제곱미터당 대략 1mg의  $0.5\mu\text{m}$  소금 에어로졸이 시험실에서 생성되었다. 도면의 도 10에 나타난 바와 같이 두개의 전극을 거쳐 실내 공기를 넣음으로써 확산 하전으로 입자를 하전시켰다.

다른 공기 속력으로 어레이를 통과하는 소금 입자를 포획하는 효율을 결정하기 위해 에어로졸 모니터를 사용하여 일련의 실험을 행했다. 결과는 다음과 같았다:

공기 속력(m/s) 포획 효율(%) 압력 강하(파스칼)

0.5 99.99 3

1.0 99.97 7

2.0 99.95 14

3.0 99.23 27

또 다른 실시예에서, 플라스틱 이중벽의 골이 처진 시트재를 임의의 처리를 하여 공정 청정 어레이로 간단히 만든다.

도면의 도 5를 참조하여, 플라스틱 이중벽의 골이 처진 시트재(10)를 일렉트릿 하전시키는 데 적합한 하나의 바람직한 실시예를 아래에서 설명한다.

이는 절연 플라스틱 이중벽의 골이 처진 시트재(9)의 어레이(11)를 포함한다. 이 실시예에서는 고전위 및 저전위 판이 없다. 대신 각각의 시트(9)를 고전압 및 저전압 전극 사이에서 "하전"시키며, 잘라낸 후에 쌓아서 어레이(11)를 형성한다. 어레이를 통해서 흐르는 입자를 침전시키는 이러한 어레이의 유효성은 시트 (9) 내에 저장된 일렉트릿 전하에 좌우된다. 시트재(9)를 잘라내어 어레이(9)로 쌓기 전에 매우 큰 전위차를 인가함으로써 큰 전하를 저장할 수 있다.

제거 가능한 평평한 금속이나 반도체성 전극을 시트재(10)의 위아래에 가한다. 높은 전압차를 두 전극에 인가한다. 충분한 충전 시간 후에, 높은 전압을 차단하고 새롭게 형성된 일렉트릿 시트재로부터 전극을 제거한다.

일렉트릿 시트재는 물질을 잘라내어 공기 청정 어레이(200) 내에 쌓음으로써 간단히 형성될 수 있다(도 5 참조). 골 내의 전계는 골을 통해 흐르는 기류 내의 입자의 포획에 영향을 미친다. 골 내의 전계를 유지하는 데 외부 전원은 필요하지 않다. 이는 플라스틱 물질 내의 일렉트릿 전하가 시간에 대하여 안정하기 때문이다(수명이 몇년일 수 있음).

도 20의 실시예에서, (시트재를 일렉트릿 하전시킨 후에) 각 시트(10)의 양면(공기 청정 어레이 내의 모든 시트의 모든 면)을 전기적으로 연결하는 것이 유리하다. 골 내의 전계를 최대화하여 여과 효율을 최대화하도록 이를 행한다.

각 시트의 양면을 함께 전기적으로 연결하기 위해, 모든 플라스틱 시트 표면은 도전성이나 반도체성이 되어야 한다. 도전성 페인트막이나 반정전기(anti-static) 코팅 또는 부착 페이퍼나 금속막(198)을 시트의 각 면에 가함으로써 이를 할 수 있다.

다음에, 어레이의 모든 시트의 도전성 표면은 배선(202), 도전성 테이프, 반도체성 테이프, 도전성 코팅, 반도체성이나 유사한 수단을 사용하여 함께 연결된다.

이와 같이 함께 연결될 때, 골이 처진 공기 공간 내의 전계는 최대화될 수 있으며, 따라서 입자의 포획 효율이 최대화될 수 있다.

도 20의 실시예를 다음 예로서 자세히 설명할 것이다.

에틸렌과 프로필렌의 공중합체로 이루어진 플라스틱 이중벽의 골이 처진 시트재의 시트(10)를 선택하였다. 시트는 제곱미터당 대략 300g의 무게, 2.1mm의 시트 두께, 2.7mm의 골 간격 및 대략 150 $\mu$ m의 벽 두께를 가졌다.

페이퍼 전극은 시트재를 사이에 두고 놓여 있다. 하나의 전극은 그라운드에 전기적으로 연결되어 있으며 다른 전극은 15분의 기간동안 -33,000V의 전위에 연결되었다. 전극을 차단하여 제거하고 도 20에 나타난 바와 같이 일렉트릿 하전된 플라스틱 시트재를 잘라서 어레이에 끼워 넣었다.

일렉트릿 시트는 70mm의 공기 이동 통과 깊이를 가지도록 잘라냈다. 다른 공기 속도로 어레이를 통과하는 0.5 $\mu$ m 소금 입자를 포획하는 효율을 결정하기 위해 에어로졸 모니터를 사용하여 일련의 실험을 행했다.

세제곱미터당 대략 1mg 농도의 하전되지 않은 에어로졸 소금 입자를 사용한 결과는 다음과 같았다:

공기 속력(m/s) 포획 효율(%) 압력 강하(파스칼)

1 93 6

2 88 13

3 84 26

4 79 37

5 74 52

세제곱미터당 대략 1mg 농도의 음전하의 에어로졸 소금 입자를 사용한 결과는 다음과 같았다:

공기 속력(m/s) 포획 효율(%) 압력 강하(파스칼)

1 99 6

2 99 13

3 99 26

4 98 37

5 96 52

고온에서 전계를 인가한 후에 전계가 존재할 때 저온으로 냉각함으로써 플라스틱 이중벽의 골이 처진 시트재(10)를 일렉트릿 하전시킬 수 있다.

도 21은 시트 아래의 접지된 도전성 또는 반도체성 판(212)과 함께 시트 위에 놓인 고전위의 코로나 배선(21)을 사용하여 플라스틱 이중벽의 골이 처진 시트재를 일렉트릿 하전시키는 다른 방법을 나타낸다. 플라스틱 시트는 플라스틱 시트의 길이 방향을 따라 천천히 이동하면서 하전된다.

도 22에서, 시트 아래의 접지된 도전성 또는 반도체성 판(216)과 함께 시트 위에 놓인 고전위의 코로나 포인트 방사체(214)를 사용하여 플라스틱 이중벽의 골이 처진 시트재를 일렉트릿 하전시킨다. 플라스틱 시트는 플라스틱 시트의 길이 방향을 따라 천천히 이동하면서 하전된다.

일렉트릿 물질을 가로질러 매우 높은 전위차를 인가하는 것이 일렉트릿 물질에서 최대 전하 용량을 달성하는 데 일반적으로 유리하다. 인가한 전위차가 클수록, 인가한 전위가 없어진 후에 이용할 수 있는 저장된 전하가 커진다. 그러나, 전위차가 너무 크면 결과로서 일렉트릿 전하의 감소에 따라 절연 파괴(dielectric breakdown)가 일어나기 때문에 전위차를 제어하여야 한다.

플라스틱 이중벽의 시트재(10)의 골이 처진 구조는 도 23에 나타낸 바와 같이 다른 바람직한 대체 수단으로 일렉트릿 하전을 하는 데 적합하다. 골의 내부를 물이나 적당하게 도전성이 있는 다른 액체(220)로 세척하거나 채운다. 먼저 일시적으로 도전성이 있는 골의 내부를 그라운드 전위에 연결하고 플라스틱 시트의 상하면을 도전성 또는 반도체성 전극(222, 224)으로 덮는다. 상부 전극(222)을 적당하게 높은 음전위에 연결한다. 하부 전극(224)을 적당하게 높은 양전위에 연결한다. 이러한 식으로 일렉트릿 전하를 시트재의 상하면의 유전체에 형성한다.

적당한 시간 후에 전극을 차단하고, 도전성 액체를 골에서 빼내고 골을 공기로 말린다. 이런 식으로 골 내부의 공기층에서 매우 높은 전계가 형성된다.

이러한 새롭게 형성된 일렉트릿 골 물질을 잘라내어 전에 도시한 바와 같이 공기 청정 어레이 내에 배열할 수 있다.

도면의 도 24에 나타낸 바와 같이, 도전성 또는 반도체 재료로 이루어진 롤러(230, 232)를 통해 시트재를 천천히 공급하여 플라스틱 이중벽의 골이 처진 시트재(10)를 일렉트릿 하전시킬 수 있다. 롤러는 각각 적당한 고전위 및 저전위로 유지된다. 롤러는 전하 전달을 향상하도록 적당한 도전성 액체로 적시거나 처리할 수 있다.

제거 가능한 전극 중 하나 또는 양쪽 모두를 전하 전달을 향상하기 위해 적당한 도전성 액체로 적시거나 처리하는 경우를 제외하고, 도 5에 나타낸 것과 유사한 방법으로 플라스틱 이중벽의 골이 처진 시트재를 일렉트릿 하전시킬 수 있다.

편리하게, 플라스틱 골이 처진 시트재 이외의 다른 물질도 일렉트릿 하전시킨 다음 본 발명에 따른 공기 청정 어레이를 구축하는 데 사용할 수 있다. 도 25가 이를 나타낸다. 도시한 두개의 평판 전극(302, 304)으로 직사각형 단면의 관(300)을 일렉트릿 하전시킨다. 일괄 처리나 연속적인 처리를 사용하여 일렉트릿 하전을 하는 것이 바람직하다.

다른 방법으로, 도 26에 나타낸 바와 같이 두개의 L자 모양의 전극(306)으로 직사각형 단면의 플라스틱 관(300)을 일렉트릿 하전시킨다.

도 27은 두개의 적절한 형태의 전극(312, 314)으로 원형 또는 타원 단면의 플라스틱 관(310)을 일렉트릿 하전시키는 것을 나타낸다.

일단 일렉트릿 하전된 직사각형(300) 또는 원형(310) 플라스틱 관을 잘라내어 도 28에 각각 도시한 바와 같이 공기 청정 어레이로 조립할 수 있다.

도면의 도 29는 일렉트릿 하전된 골이 처진 시트의 어레이(도 20에 나타낸 어레이와 유사)를 공기 청정 장치로 사용하는 것이 아니라 하전된 입자 검출기로 사용하는 경우를 나타낸다. 골(10)으로 들어가는 하전된 입자는 골에 걸린 전계의 영향을 받는다. 입자는 인접한 벽으로 이동하고 전하를 잃는다. 전하는 전극(198)으로 이동한다. 양으로 하전된 입자나 이온은 골의 한쪽으로 이동하고 음으로 하전된 입자나 이온은 다른 쪽으로 이동한다.

분극되어 일렉트릿 하전된 시트의 정확한 배향을 확보하고 교류 전극에 함께 연결함으로써, 두개의 전류, 즉 집진된 양전하에 기인하는 전류(A1)와 집진된 음전하에 기인하는 전류(A2)를 측정할 수 있다.

이러한 어레이의 하전된 입자 집진 능력을 이용하여 민감한 입자 오염 측정 장치(400)를 구현할 수 있다(도 30 참조). 이러한 장치의 간단한 설명은 다음과 같다. 도전성 관(402)은 주입 격자(404)를 가지며 도 20에 나타낸 유형의 일렉트릿 어레이(406)로 통한다. 도전성 관(402)은 접지되어 있다. 관 내에는 코로나 방사체 침(408)이 있다. 어레이(406) 건너편에는 팬(410)과 배출 격자(412)가 있다. 포획한 입자로부터 어레이 위에 집진된 전하에 의한 전류를 측정할 수 있도록 어레이(406)는 전류계(A)를 거쳐서 접지되어 있다.

공기는 팬(410)에 의해 장치 내로 끌려 들어간다. 모든 기류는 단극 코로나 하전[기술적인 용어로 전계 하전(field-charging)]의 영향을 받는다. 입자가 코로나 하전기를 통과할 때 모든 입자는 하전된다. 코로나 하전이 음이면 들어오는 입자의 전하 상태에 관계없이 모든 입자는 음으로 하전된다. 즉, 코로나 하전기로 들어오는 양, 중성 및 음 입자는 음전하를 띠고 나올 것이다.

이들 모든 음 입자가 일렉트릿 하전된 어레이(406)에 포획되면, 어레이에서 나오는 전류는 장치로 들어오는 입자의 밀도에 비례하고 장치를 통과하는 기류에 비례한다.

이러한 장치는 다른 입자 오염 측정 장치에 비해 많은 이점을 가진다. 이러한 이점은 높은 감도(낮은 압력 강하로 인해 기류 속력이 높음), 안정한 영 상태(입자가 없고, 전류도 없음), 누설이나 간섭 문제가 없음(집진 어레이는 어떠한 고전압에도 연결되지 않음) 등이다.

도 30의 실시예를 다음 예로서 자세히 설명할 것이다.

연기 에어로졸이 실내에서 생성되어 100mm 직경의 원형 단면의 도전성 관으로 끌려 들어갔다. 에어로졸은 대략 -6,000V의 전위로 유지되는 중앙에 위치한 절연된 침을 거쳐 통과했다. 침으로부터의 코로나 방전은  $4.5\mu\text{A}$ 의 이온 전류를 생성하여 들어오는 입자를 전기적으로 하전시킨다. 모든 높은 이동성의 과잉 음이온은 둘러싸는 도전성 관으로 포획되었다. 하전된 입자는 낮은 이동성으로 인해 기류를 따라 70mm 깊이의 정사각형의 일렉트릿 하전된 어레이로 운반된다. 기류 내의 음이온은 어레이에서 포획되며 전류계로 측정되는 전류를 발생시킨다.

실험의 결과는 다음과 같다:

에어로졸 농도( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 어레이로부터의 전류(nA)

1000 6.2

800 5.0

600 3.7

400 2.5

200 1.3

0 0.0

이는 에어로졸 농도와 어레이에 의해 획득된 전류 사이의 선형 관계를 설명한다.

### 도면의 간단한 설명

다음과 같은 첨부 도면을 참조하여 단지 예로서 본 발명을 자세히 설명할 것이다:

도 1은 본 발명의 제1 실시예를 개략적으로 나타내며,

도 2는 본 발명의 제2 실시예를 개략적으로 나타내며,

도 3은 본 발명의 제3 실시예를 개략적으로 나타내며,

도 4의 (A) 및 (B)는 본 발명의 제4 실시예를 개략적으로 나타내며,

도 5는 본 발명의 제5 실시예를 개략적으로 나타내며,

도 6은 선형의 떨어진 판 어레이를 개략적으로 나타내며,

도 7은 원형의 떨어진 판 어레이를 개략적으로 나타내며,

도 8은 나선형의 떨어진 판 어레이를 개략적으로 나타내며,

도 9는 본 발명의 제9 실시예를 개략적으로 나타내며,

도 10은 공기 중의 입자를 하전시키는 시스템을 개략적으로 나타내며,

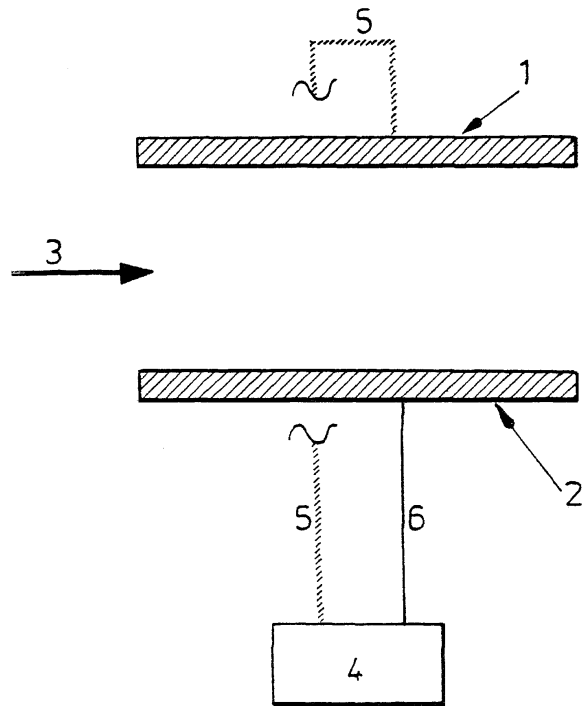
도 11은 본 발명의 제10 실시예를 개략적으로 나타내며,

도 12는 본 발명의 제11 실시예를 개략적으로 나타내며,

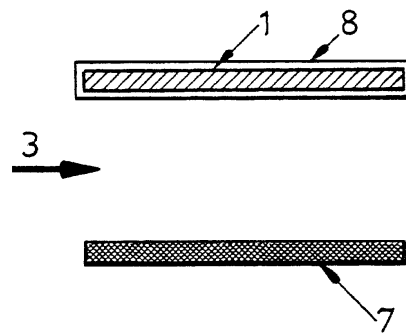
- 도 13은 본 발명의 제12 실시예를 개략적으로 나타내며,
- 도 14는 공기 중의 입자를 하전시키기 위해 이온 누설을 일으키는 시스템을 개략적으로 나타내며,
- 도 15는 본 발명에 따른 장치로부터의 정전 쇼크의 위험을 줄이는 시스템을 개략적으로 나타내며,
- 도 16 및 17은 본 발명에 따른 입자 침전 장치의 작동을 개략적으로 나타내며,
- 도 18은 종래의 정전식 공기 청정기를 개략적으로 나타내며,
- 도 19는 본 발명의 제13 실시예를 개략적으로 나타내며,
- 도 20은 본 발명의 제14 실시예를 나타내며,
- 도 21은 본 발명에 따른 장치용 집진판을 일렉트릿 하전시키는 제1 방법을 개략적으로 나타내며,
- 도 22는 본 발명에 따른 장치용 집진판을 일렉트릿 하전시키는 제2 방법을 나타내며,
- 도 23은 본 발명에 따른 장치용 집진판을 일렉트릿 하전시키는 제3 방법을 나타내며,
- 도 24는 본 발명에 따른 장치용 집진판을 일렉트릿 하전시키는 제4 방법을 나타내며,
- 도 25는 본 발명에 따른 제15 실시예를 개략적으로 나타내며,
- 도 26은 본 발명에 따른 제16 실시예를 개략적으로 나타내며,
- 도 27은 본 발명에 따른 제17 실시예를 개략적으로 나타내며,
- 도 28은 본 발명에 따른 제18 실시예를 개략적으로 나타내며,
- 도 29는 본 발명에 따른 하전된 입자 검출기를 개략적으로 나타내며,
- 도 30은 본 발명에 따른 하전된 입자 검출기를 개략적으로 나타낸다.

도면

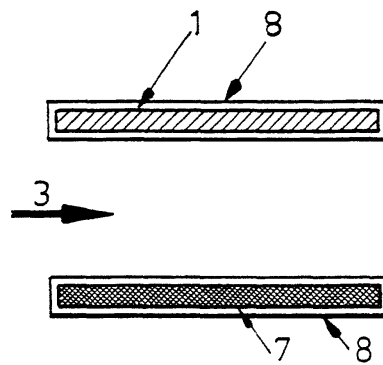
도면1



도면2

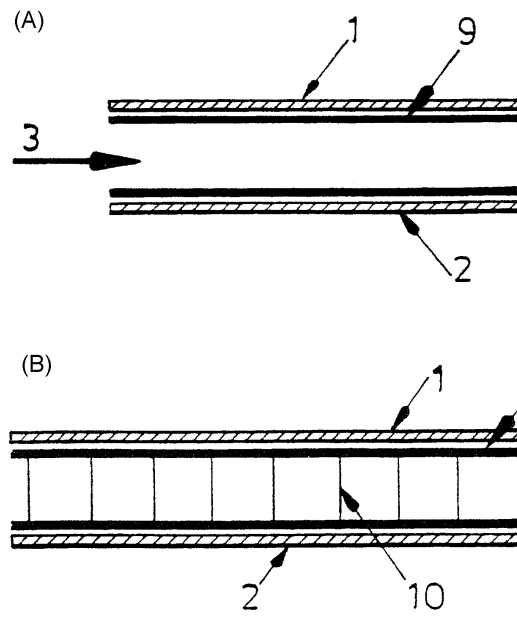


도면3

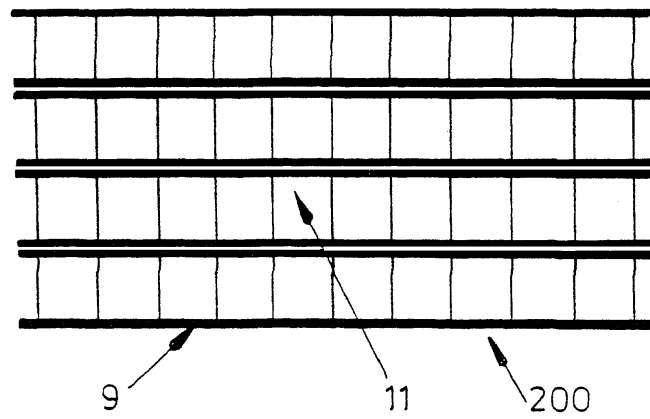




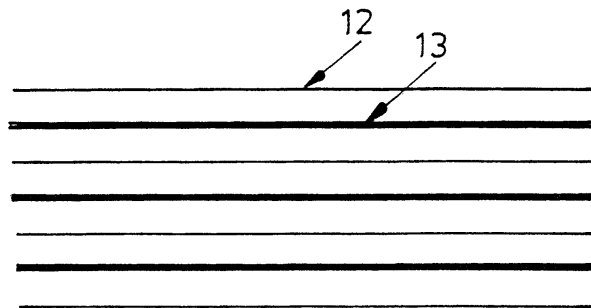
도면4



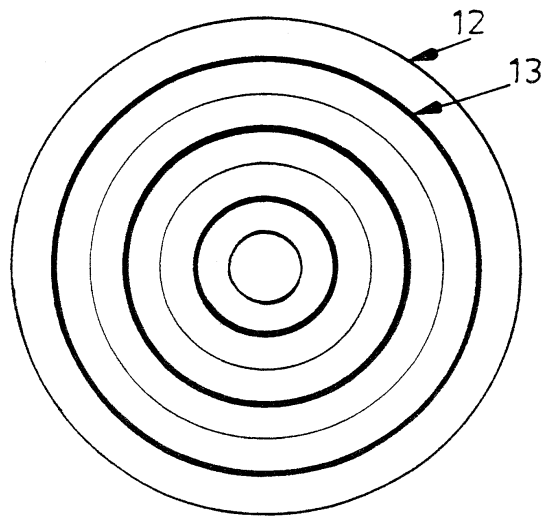
도면5



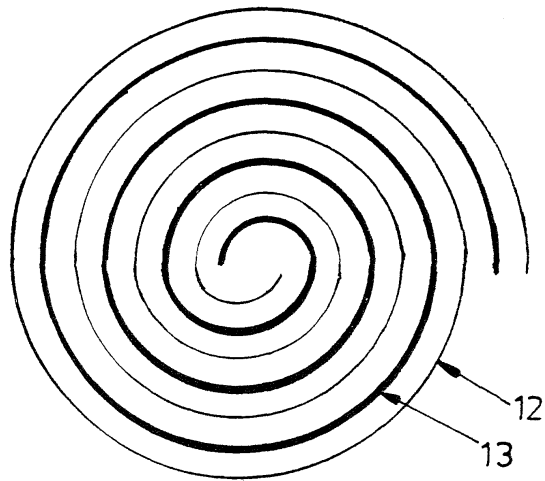
도면6



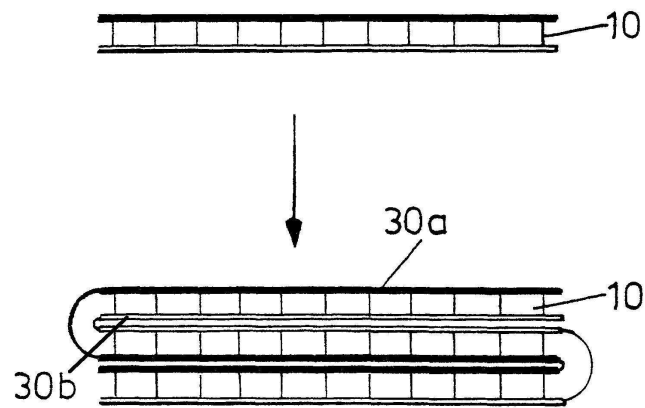
도면7



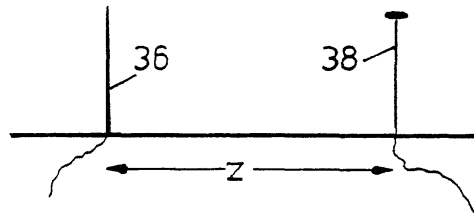
도면8



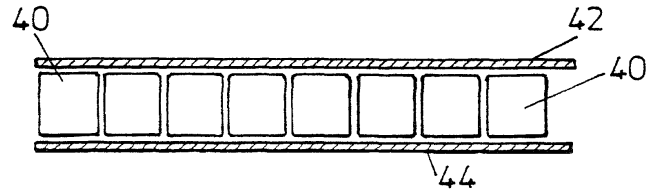
도면9



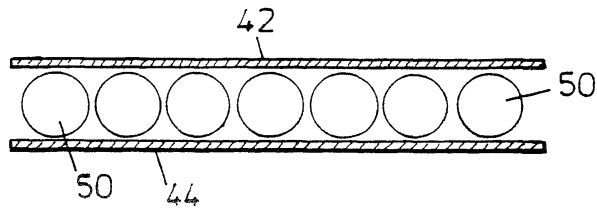
도면10



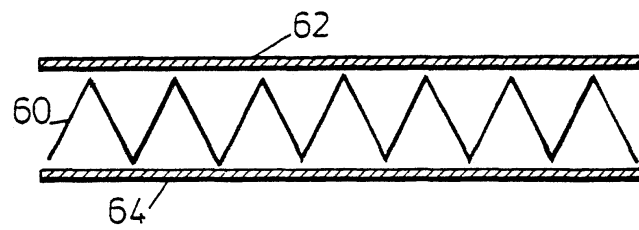
도면11



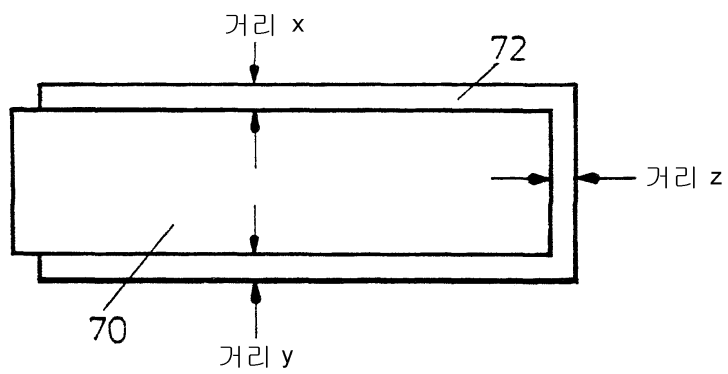
도면12



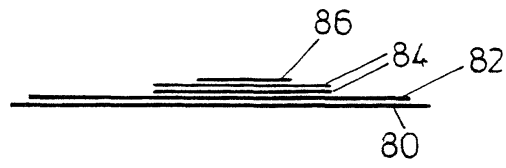
도면13



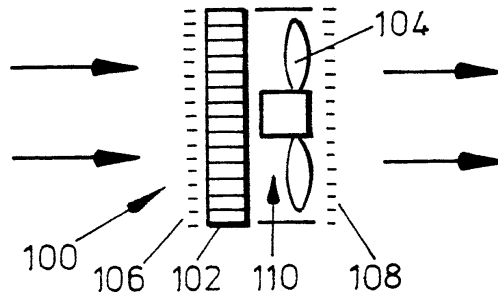
도면14



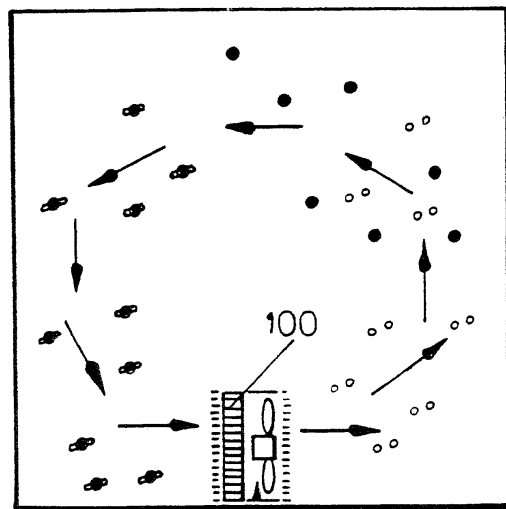
도면15



도면16

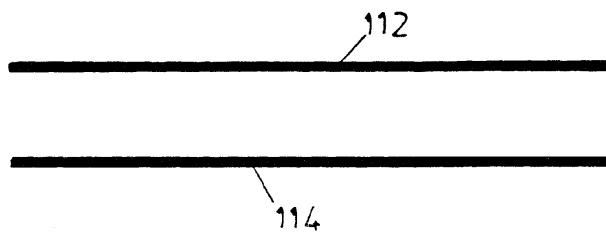


도면17

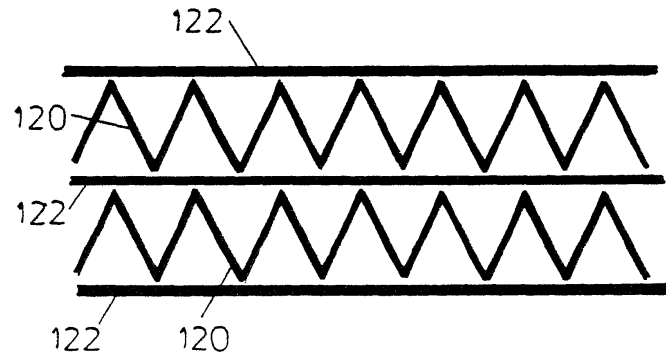


- <sup>●</sup> - 자유 이온
- - 입자
- <sup>—</sup> - 하전된 입자

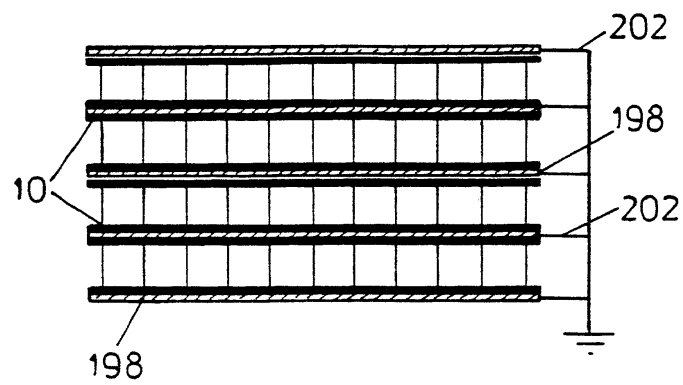
도면18



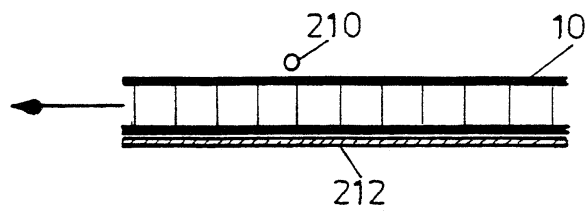
도면19



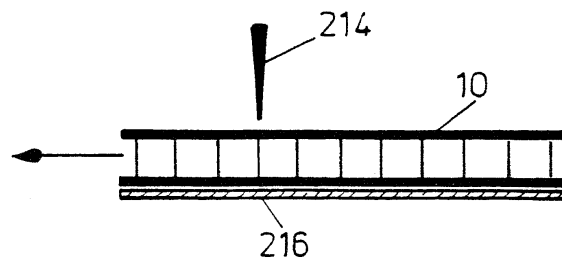
도면20



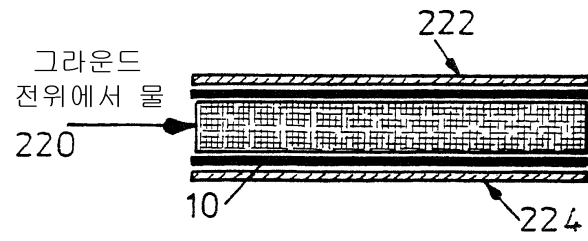
도면21



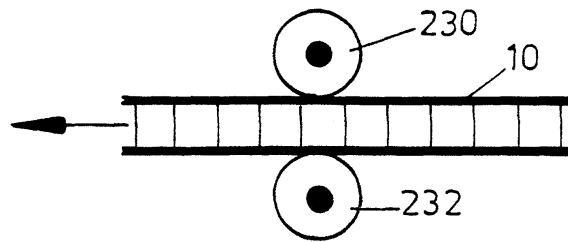
도면22



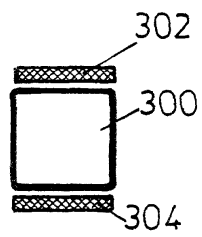
도면23



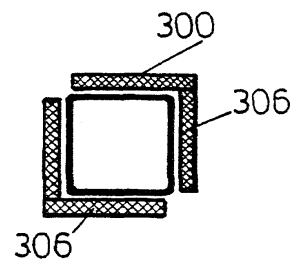
도면24



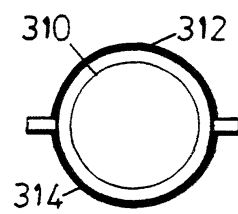
도면25



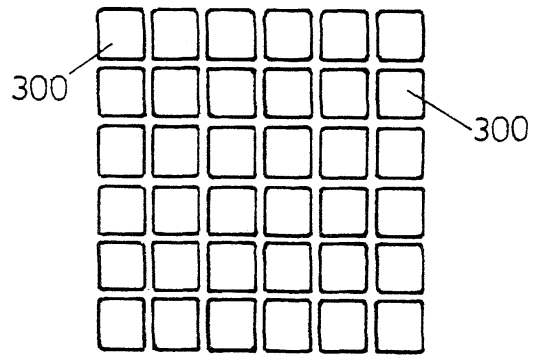
도면26



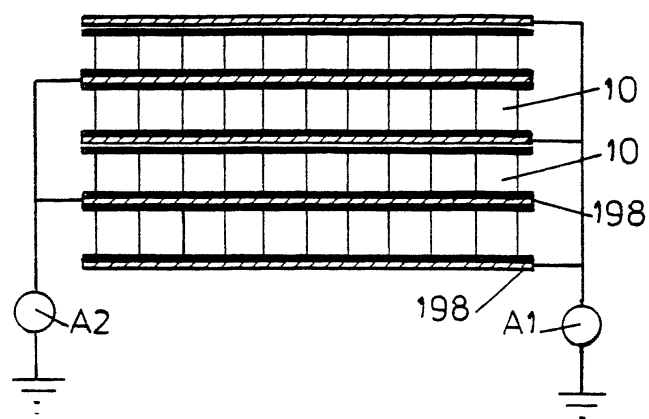
도면27



도면28



도면29



도면30

