



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년01월02일
(11) 등록번호 10-2620777
(24) 등록일자 2023년12월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 1/22 (2006.01) G01N 1/40 (2006.01)
G01N 15/00 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G01N 1/2273 (2013.01)
G01N 1/4022 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0138307
(22) 출원일자 2021년10월18일
심사청구일자 2021년10월18일
(65) 공개번호 10-2023-0055061
(43) 공개일자 2023년04월25일
(56) 선행기술조사문헌
KR102063187 B1*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
황정호
서울특별시 강남구 도곡로13길 19, 102동 901호(역삼동, 역삼동 롯데캐슬 노블)
피리 아민
서울특별시 성북구 오패산로 46, 125동 803호(하월곡동, 월곡두산위브아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인(유한)아이시스

전체 청구항 수 : 총 5 항

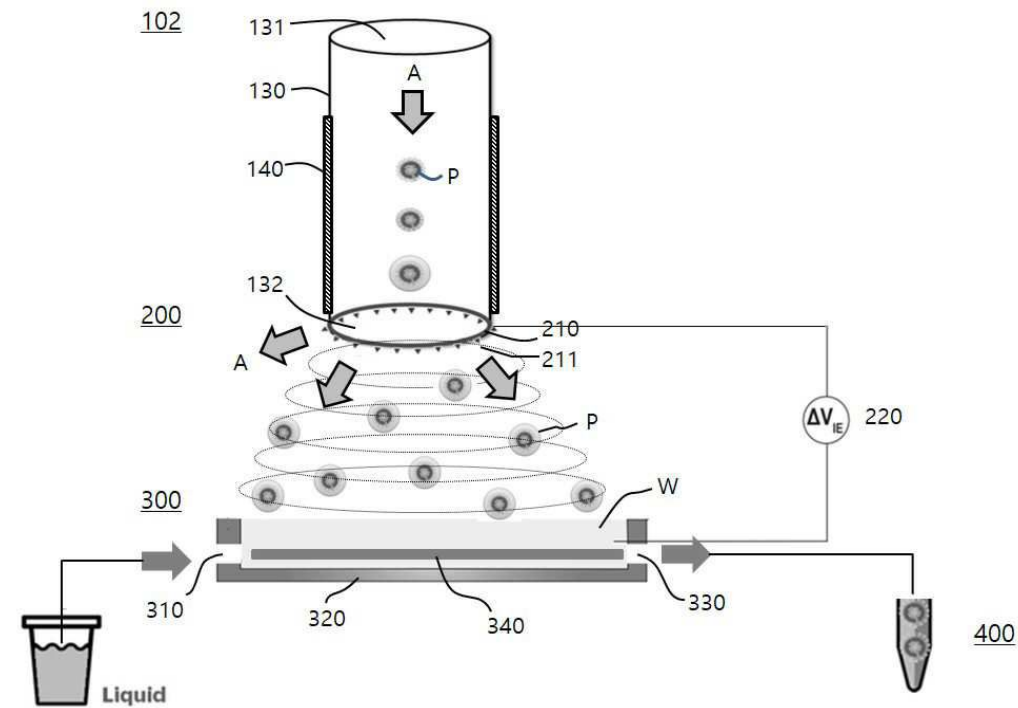
심사관 : 권준형

(54) 발명의 명칭 **응축부를 포함하는 공기 중 바이오 에어로졸의 포집 장치**

(57) 요약

본 발명에 따르면 공기 중에 부유하는 바이러스와 같은 바이오 에어로졸을 포집하기 위한 장치 및 이를 포함하는 모니터링 시스템에 관한 것이다. 본 발명의 일 구현예에 따르면, 공기 이동 통로(130) 상에 배치된 냉각 부재(140)를 포함하는 응축부(102); 상기 응축부(102)의 공기 배출구(132)에 인접한 둘레에 배치된 방전 부재(210), (뒷면에 계속)

대표도 - 도3



및 상기 방전 부재(210)로부터 외부로 돌출된 복수개의 방전 돌기(211)를 포함하는 방전부(200); 및 상기 방전부(200)의 하부에 이격되어 위치하고 포집액(W)과 그라운드 전극(340)을 포함하는 포집부(300)를 포함하고, 상기 냉각 부재(140)는 상기 응축부(102)의 공기 이동 통로(130)를 따라 이동하는 공기를 냉각하여 공기 중의 바이오 에어로졸(P)을 응결핵으로 하여 공기 중의 습기를 응축되도록 하는, 공기 중 바이오 에어로졸의 포집 장치(20)가 제공된다. 본 발명에 따르면 포집 전에 바이오 에어로졸을 응결핵으로 하여 습기 응축 현상이 일어나도록 하여 바이오 에어로졸을 크게 함으로써 코로나 방전에 의한 바이오 에어로졸의 하전수가 증가하여 전기 집진 효과가 우수하게 개선되며, 습기의 응축 현상으로 바이오 에어로졸에 수막이 형성되어 충격으로부터 보호될 수 있다.

(52) CPC특허분류

G01N 15/00 (2013.01)
G01N 2001/2282 (2013.01)
G01N 2001/4033 (2013.01)
G01N 2001/4038 (2013.01)

(72) 발명자

정지우

경기도 안산시 단원구 지곡로3길 21(선부동)

유기현

서울특별시 종로구 혜화로8길 17, 씨동 401호(혜화동, 그린하우스)

마수디패리드 밀라드

서울특별시 서대문구 성산로22길 4-6, 107호(창천동)

(56) 선행기술조사문헌

KR102291088 B1*
JP2013178193 A
KR102050166 B1
KR100821333 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711131852
과제번호	2013M3A6B2078959
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	원천기술개발사업
연구과제명	입자의 전기적 특성을 이용한 기상 감염성 병원체 액상포집 기술개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

공기 유입구, 공기 이동 통로, 상기 공기 이동 통로 상에 배치된 냉각 부재, 및 공기 배출구를 포함하는 응축부;

상기 공기 이동 통로에서 공기가 이동하는 방향에 대해 수직한 방향의 평면을 형성하도록 상기 응축부의 공기 배출구에 인접한 둘레를 따라 배치된 방전 부재, 및 상기 방전 부재로부터 돌출된 복수개의 방전 돌기를 포함하는 방전부;

상기 방전부의 하부에 이격되어 위치하고 포집액을 포함하는 포집액 수용부 및 상기 포집액 수용부의 바닥면에 인접하여 위치하는 그라운드 전극을 포함하는 포집부; 및

상기 방전부의 방전 돌기를 그라운드 전극과 전기적으로 연결하여 이들 사이에 전기장이 형성되도록 전압을 공급하는 전원부를 포함하고,

상기 냉각 부재는 상기 응축부의 공기 이동 통로를 따라 이동하는 공기를 냉각하여 공기 중의 바이오 에어로졸을 응결핵으로 하여 공기 중의 습기를 응축되도록 하고,

상기 응축된 습기로 코팅된 바이오 에어로졸이 상기 방전부에 도달하여 하전되고 방전부의 아래로 전기장을 따라 낙하하여 포집액 중에 포집되는,

공기 중 바이오 에어로졸의 포집 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 유입되는 공기를 가습하거나 또는 가온 및 가습하기 위한 온습도 제어부를 추가로 포함하고, 상기 온습도 제어부를 경유한 공기가 상기 응축부의 공기 유입구로 유입되는 것을 특징으로 하는 공기 중 바이오 에어로졸의 포집 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 온습도 제어부는 공기를 과포화 상태로 하는 것을 특징으로 하는 공기 중 바이오 에어로졸의 포집 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 응축부의 공기 이동 통로는 상기 포집액의 수면에 대해 수직인 방향으로 위치하는 것을 특징으로 하는 공기 중 바이오 에어로졸의 포집 장치.

청구항 5

제1항에 기재된 공기 중 바이오 에어로졸의 포집 장치 및 상기 포집 장치에서 포집한 바이오 에어로졸을 검출하기 위한 검출 장치를 포함하는 공기 중 바이오 에어로졸의 모니터링 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 공기 중 바이오 에어로졸을 포집하는 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 근래 전세계적으로 발생한 중증 급성 호흡기 증후군(SARS), 신종 인플루엔자, COVID-19 바이러스와 같은 유해한 감염성 바이러스는 공기 중에 비산되어 비말 또는 입자 형태로 감염을 일으키며, 인간의 생명을 위협할 뿐만 아니라 경제적 손실로도 이어진다. 이에 따라, 공기 감염성 바이러스를 조기에 검출하여 대응할 수 있는 검출 모

니터링 기술이 필요하게 되었다.

[0003] 현재, 바이러스를 검출하는 기술은 모두 액상 상태의 바이러스 시료를 사용한다. 따라서, 바이러스를 검출하기 위해서는 공기 중에 있는 바이러스를 액상으로 포집하는 기술이 필수적이다.

[0004] 기존에는 공기 중 바이러스를 액상 포집하기 위한 방안으로서 관성력, 충격력, 전기장 등을 이용하였다. 그러나, 이들 방식은 매우 큰 에너지가 필요하고포집 과정에서 바이러스가 충격에 의해 물리적 손상이나 화학적 손상을 받게 되는 문제점이 있었다. 이와 같이 물리적 또는 화학적 손상을 받은 바이러스는 검출이 곤란하다. 이에 따라 공기 중 바이오 에어로졸을 온전하게 포집하기 위한 기술의 개발이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 일 목적은, 공기 중에 부유하는 바이러스와 박테리아 같은 바이오 에어로졸을 우수한 포집 효율로 손상없이 온전하게 포집할 수 있는 장치를 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명의 다른 일 목적은 전술한 포집 장치를 포함함으로써 바이오 에어로졸의 검출 성능이 향상된 공기 중 바이오 에어로졸의 모니터링 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 양태에 따르면, 공기 유입구(131), 공기 이동 통로(130), 상기 공기 이동 통로(130) 상에 배치된 냉각 부재(140), 및 공기 배출구(132)를 포함하는 응축부(102); 상기 응축부(102)의 공기 배출구(132)에 인접한 둘레에 배치된 방전 부재(210), 및 상기 방전 부재(210)로부터 돌출된 복수개의 방전 돌기(211)를 포함하는 방전부(200); 상기 방전부(200)의 하부에 이격되어 위치하고 포집액(W)을 포함하는 포집액 수용부(320) 및 상기 포집액 수용부(320)의 바닥면에 인접하여 위치하는 그라운드 전극(340)을 포함하는 포집부(300); 및 상기 방전부(200)의 방전 돌기(211)를 그라운드 전극(340)과 전기적으로 연결하여 이들 사이에 전기장이 형성되도록 전압을 공급하는 전원부(220)를 포함하고, 상기 냉각 부재(140)는 상기 응축부(102)의 공기 이동 통로(130)를 따라 이동하는 공기를 냉각하여 공기 중의 바이오 에어로졸(P)을 응결핵으로 하여 공기 중의 습기를 응축되도록 하고, 상기 응축된 습기로 코팅된 바이오 에어로졸(P)이 상기 방전부(200)에 도달하여 하전되고 방전부(200)의 아래로 전기장을 따라 낙하하여 포집액(W) 중에 포집되는, 공기 중 바이오 에어로졸의 포집 장치(20)가 제공된다.

[0008] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 포집 장치(20)는 유입되는 공기를 가습하거나 또는 가온 및 가습하기 위한 온습도 제어부(101)를 추가로 포함하고, 상기 온습도 제어부(101)를 경유한 공기가 상기 응축부(102)의 공기 유입구(131)로 유입될 수 있다.

[0009] 본 발명의 다른 일 구현예에 따르면, 상기 온습도 제어부(101)는 공기를 과포화 상태로 하는 것일 수 있다.

[0010] 본 발명의 다른 일 구현예에 따르면, 상기 응축부의 공기 이동 통로(130)는 상기 포집액의 수면에 대해 수직인 방향으로 위치할 수 있다.

[0011] 본 발명의 다른 일 양태에 따르면, 전술한 공기 중 바이오 에어로졸의 포집 장치 및 상기 포집 장치에서 포집한 바이오 에어로졸을 검출하기 위한 검출 장치를 포함하는 공기 중 바이오 에어로졸의 모니터링 시스템(10)이 제공된다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 따르면 포집부로 공기가 유입되어 포집이 일어나기 전에 바이오 에어로졸을 응결핵으로 하여 습기 응축 현상이 일어나도록 하여 나노크기의 바이오 에어로졸을 크게 할 수 있다. 이와 같이 주변 습기가 응축되어 바이오 에어로졸의 크기가 증가하면 코로나 방전에 의한 이온에 의해 바이오 에어로졸이 하전될 때 하전수가 증가하여 전기 집진에서 집진 효과가 우수하게 된다. 또한, 부유 바이오 에어로졸을 중심으로 하는 수분의 응축 현상으로 바이오 에어로졸에 수막이 형성되는데 이러한 수분막은 부유 바이오 에어로졸을 보호하는 보호막의 역할을 하게 된다. 보호막은 부유 바이오 에어로졸에 가해지는 충격을 최소화하고 포집된 미생물의 손상을 최소화한다. 본 발명에 따르면 전술한 바와 같이 공기 중 손상 방지, 액상화시 손상 방지가 모두 이루어질 수 있으므로, 바이오 에어로졸의 온전한 포집이 가능하고, 이에 따라 결과적으로는 바이오 에어로졸의 검출 효율을 높

일 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 온습도 제어부(101)와 응축부(102)를 포함하는 전처리부(100), 방전부(200), 포집부(300), 및 검출부(400)를 포함하는 공기 중 바이오 에어로졸의 모니터링 시스템(10)을 보여주는 모식도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 구현예에 따른 온습도 제어부(101)를 개략적으로 나타내는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 구현예에 따른 응축부(102), 방전부(200), 및 포집부(300)를 개략적으로 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 이하, 본 발명에 대해 상세히 설명한다.
- [0015] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 구현예를 설명하기 위해 사용된 것으로서 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다.
- [0016] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다, "함유"한다라고 할 때, 이는 특별히 달리 정의되지 않는 한, 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0017] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일한 구성 요소는 동일한 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 도면들에 있어서, 예를 들면, 부재들의 크기와 형상은 설명의 편의와 명확성을 위하여 과장될 수 있으며, 실제 구현시, 도시된 형상의 변형들이 예상될 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예는 본 명세서에 도시된 영역의 특정 형상에 제한된 것으로 해석되어서는 아니된다.
- [0018] 제1, 제2 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 전술한 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다.
- [0019] 어떤 부분이 다른 부분 "위에" 또는 "상에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 또는 "바로 상에" 있어서 어떤 부분과 다른 부분이 서로 접해 있는 경우 뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 존재하는 경우도 포함한다. 반대로 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 또는 "바로 상에" 있다고 할 때는 중간에 다른 부분이 없는 것을 의미한다.
- [0021] 본 명세서에서 "바이오 에어로졸"은 공기 중에 부유하는 미생물, 구체적으로 바이러스와 박테리아를 모두 가리킨다. 여기서 바이러스는 비말 감염성 또는 공기 감염성 바이러스를 포함하며, 예를 들어, 중증 급성 호흡기 증후군(SARS) 바이러스, 신종 인플루엔자를 비롯한 인플루엔자 바이러스, COVID-19 바이러스와 같은 코로나 바이러스, 결핵 바이러스, 홍역 바이러스, 수두 바이러스 등을 들 수 있다. 또한, 상기 박테리아는 공기 중에 부유할 수 있는 S. aureus 등을 들 수 있다.
- [0023] 먼저, 도 1을 참조하여 본 발명을 설명하면, 본 발명의 공기 중 바이오 에어로졸의 포집 장치(20)는 전처리부(100), 방전부(200) 및 포집부(300)를 포함한다. 필요에 따라, 상기 포집 장치(20)는 상기 바이오 에어로졸 포집부(300)에서 액상 포집된 바이오 에어로졸을 더 높은 농도로 농축하기 위한 바이오 에어로졸 농축부(미도시)를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 위와 같이 포집 장치(20)에서 공기 중의 바이오 에어로졸을 액상 포집한 포집액은 이를 별도로 회수하여 운반하거나 또는 이를 액체 유로 등을 통해 이송함으로써 바이오 에어로졸 검출부(400)에서 바이오 에어로졸을 검출하는데 사용될 수 있다. 이에, 본 발명에 따르면 상기 공기 중 바이오 에어로졸 포집 장치(20) 및 바이오 에어로졸 검출부(400)를 모두 포함하는 공기 중 바이오 에어로졸의 모니터링 시스템(10)이 제공될 수 있다. 여기서, 상기 바이오 에어로졸 검출부(400)는 검출을 원하는 바이러스만을 특이적으로 검출할 수 있는 시약을 포함할 수 있다. 이에, 상기 바이오 에어로졸 포집 장치(20)로부터 포집된 바이오 에어로졸(P)가 해당 시약에 의해 검출되는지 여부를 확인함으로써 목적하는 바이오 에어로졸이 공기 중에 존재하는지 여부를 알 수 있다.
- [0025] 한편, 상기 포집 장치(20)에서 포집된 바이오 에어로졸을 함유하는 포집액은 반드시 바이오 에어로졸의 검출을 위해서만 사용할 필요는 없으며, 장치(20)로부터 별도로 회수하여 바이오 에어로졸을 이용한 실험 등 다양한 용

도로 사용할 수도 있다. 이에, 상기 검출부(400)를 연결하지 않고 상기 포집 장치(20)만 사용하여도 된다.

- [0027] 전술한 공기 중 바이오 에어로졸의 포집 장치(20)에 대해 도 2와 3을 참조하여 보다 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0029] 포집 장치(20)에서 전처리부(100)는 도 1에 도시된 바와 같이 온습도 제어부(101) 및 응축부(102)를 포함할 수 있다. 본 발명의 일 구현예에 따르면 상기 응축부(102)는 필수 구성요소이며, 상기 온습도 제어부(101)는 필요에 따라 상기 응축부(102)에 앞서 공기를 전처리하기 위해 응축부(101)와 연통하도록 설치하거나 또는 설치하지 않아도 된다.
- [0031] 도 2를 참조하여 상기 온습도 제어부(101)에 대해 보다 구체적으로 설명하면, 상기 온습도 제어부(101)는 응축부(102)에서 수분 응축이 보다 더 잘 일어나도록 하기 위해 응축부(102)로 공기가 유입되기 전에 공기의 온도 또는 습도 또는 온도와 습도를 제어하려는 목적으로 필요에 따라 임의 설치되는 것이다.
- [0032] 상기 온습도 제어부(101)는 제1 공기 이동 통로(110)를 포함하며, 상기 제1 공기 이동 통로(110)는 외부로부터의 공기가 유입되는 제1 공기 유입구(111), 내부에서 공기가 이동하는 공간부, 및 온습도 제어의 전처리가 이루어진 공기를 배출하는 제1 공기 배출구(112)를 포함할 수 있다. 상기 제1 공기 이동 통로(110)에는 공기가 이동하도록 제공되는 블로워 (미도시)를 포함할 수 있다. 상기 블로워는 예를 들어 송풍팬이나 공기 펌프일 수 있다.
- [0033] 상기 온습도 제어부(101)는 적어도 하나의 가온가습 부재(120)를 포함할 수 있다. 도 2에 따르면 상기 가온가습 부재(120)는 가온 부재(121) 및 가습 부재(122)를 둘 다 포함하고 있을 수 있다. 다른 구현예에 따르면, 상기 가온가습 부재(120)는 유입되는 공기가 존재하던 주변 환경 조건에 따라 적절히 가온 부재(121)와 가습 부재(122) 중 어느 하나만 포함하고 있어도 된다. 또는 가온 부재(121)와 가습 부재(122)를 둘 다 설치한 후 필요에 따라 둘 중 하나만 작동시켜도 된다. 또한, 다른 구현예에 따르면, 가온 부재와 가습 부재를 각각 별도로 설치하지 않고 가온 기능과 가습 기능을 동시에 갖는 가온가습 부재(120)만을 설치하여도 된다.
- [0034] 상기 가온가습 부재(120)는 제1 공기 이동 통로(110) 내에서 공기가 이동하는 방향을 따라서 설치되며, 바람직하게는 공기를 과포화(supersaturation) 상태로 하는 것일 수 있다. 이와 같이 공기를 과포화 상태로 함으로써 후속하는 응축 단계에서 바이오 에어로졸을 응결핵으로 하여 공기 중 습기의 응축이 더욱 잘 일어날 수 있게 된다. 상기 가온 부재(121)는 위와 같이 공기를 과포화 상태로 하기 위해 공기의 온도를 상승시켜주는 역할을 하는 것이다. 공기의 온도가 높으면 과포화 상태가 더욱 잘 일어나기 때문이다. 이를 위해 상기 가온 부재(121)는 상기 가습 부재(122)에 앞서서 공기가 먼저 통과하도록 설치될 수 있으며, 물론 앞서 설명한 바와 같이 가온과 가습이 동시에 일어나도 된다. 상기 가온 부재(121)는 가열 코일 또는 열 선일 수 있다. 상기 가습 부재(122)는 공기를 과포화 상태로 하기 위해 공기 중 습도를 높여주는 역할을 하는 것이다. 일 구현예에 따르면 상기 가습 부재(122)는 상기 제1 공기 이동 통로(110)의 공간부 내로 수증기를 토출하기 위한 수증기 토출구(미도시)를 포함하는 것일 수 있으며, 다른 구현예에 따르면 상기 제1 공기 이동 통로(110)의 벽면 중 적어도 일부를 습윤(wet) 상태로 하여 가습 부재(122)를 구현할 수도 있다.
- [0035] 또한, 본 발명의 일 구현예에 따르면 상기 온습도 제어부(101)는 급격한 온도/습도의 변화로 인하여 공기 중 바이오 에어로졸이 손상되는 것을 방지하기 위해 상기 가온 부재(121) 및/또는 상기 가습 부재(122)를 길게 설치하거나 짧게 여러 개 설치하여 공기가 서서히 가온, 가습될 수 있도록 할 수도 있다. 이에 따라 일 구현예에 따르면 상기 온습도 제어부(101)는 상기 가온 부재(121) 및/또는 상기 가습 부재(122)를 복수개 포함할 수 있다. 또한, 일 구현예에 따르면 설치 공간에 따라, 상기 복수의 가온 부재(121) 또는 가습 부재(122) 각각을 소정의 거리를 두고 서로 이격하여 직렬 또는 병렬로 배치하여도 된다.
- [0037] 다음으로 도 3을 참고하여 응축부(102)에 대해 구체적으로 설명하면, 상기 응축부(102)는 상기 온습도 제어부(101)를 경유하거나 또는 경유하지 않은 공기가 유입되는 제2 공기 유입구(131) 및 제2 공기 배출구(132)를 포함하는 제2 공기 이동 통로(130)를 포함한다. 상기 응축부(102)는 적어도 하나의 냉각 부재(140)를 포함하며, 상기 냉각 부재(140)는 제2 공기 이동 통로(130)를 따라서 공기가 이동하는 방향을 따라 설치될 수 있다. 과포화 상태의 공기가 응축부(102)로 유입되어 냉각 부재(140)에 의해 냉각되면 공기 중에 부유하는 바이오 에어로졸을 응결핵(condensation nucleus)으로 하여 공기 중의 습기가 응축하는 현상이 일어난다. 이는 공기의 열 확산도 보다 물의 질량 확산도가 더 크기 때문이다. 이와 같이 부유 바이오 에어로졸을 응결핵으로 하여 습기가 응축됨으로써 나노 크기의 바이오 에어로졸이 커지게 된다. 이와 같이 부유 바이오 에어로졸 크기가 커지게 되면, 후속하는 하전시 하전수가 증가하게 되어 전기집진에 의한 포집이 더욱 원활하고 정확하게 일어날 수 있다.

고, 이에 포집 효율이 개선될 수 있다. 또한, 수분막은 바이러스와 같은 바이오 에어로졸을 보호하는 보호막의 역할을 할 수 있다. 즉, 후속하는 하전시에 발생하는 이온과의 충돌, 전기장의 영향, 낙하에 의한 충격, 포집 액과의 충돌에 의한 충격 등에 의해 바이오 에어로졸에 발생할 수 있는 손상을 수분막이 최소화할 수 있어 바이오 에어로졸의 온전한 포집에 기여한다. 상기 냉각 부재(140)는 수분 응축이 충분히 일어날 수 있도록 적절한 길이로 설치될 수 있다.

[0039] 방전부(200)는 상기 응축부(102)의 공기 배출구(132)에 인접한 둘레에 배치된 방전 부재(210) 및 상기 방전 부재(210)로부터 돌출된 복수개의 방전 돌기(211)를 포함한다. 공기 배출구(132)를 통해 응축된 바이오에어로졸과 공기가 흐르게 되고 크게 응축된 바이오에어로졸들은 공기의 유선을 벗어나 포집부에 쉽게 포집되지만, 비교적 작게 응축된 바이오에어로졸들은 공기의 유선을 따라 이동하기에 포집부(300)를 벗어나게 되어 유속만을 이용해서는 포집이 어렵다. 이에, 방전부(200)를 이용하여 코로나 방전으로 유선을 따라 벗어나게 할 수 있는 작은 바이오 에어로졸을 포집할 수 있다. 상기 방전부(200)는 공기 중의 바이오 에어로졸이 특정한 전하를 띠도록 입자를 하전시키고 상기 하전된 입자가 정전기적 인력에 의해 원하는 위치, 즉, 포집부(300)의 포집액(W)으로 포집되도록 한다.

[0040] 상기 방전 부재(210)는 상기 응축부(102)의 공기 배출구(132)에 인접하여 둘레를 따라 설치된다. 일 구현예에 따르면 상기 방전 부재(210)는 응축부로부터 배출되는 공기 중 바이오 에어로졸을 하전시키기 위해, 제2 공기 배출구(132) 상에 상기 제2 공기 배출구(132)의 둘레를 따라 형성될 수 있다. 여기서 상기 제2 공기 배출구(132)의 둘레 길이는 바이오 에어로졸의 하전 정도, 정전기적 인력 등을 고려하여 적절히 조정할 수 있다. 다만, 상기 둘레 길이가 지나치게 작을 경우 고용량 바이오 에어로졸의 처리에 적합하지 않게 되므로, 가능하면 제2 공기 배출구(132)의 둘레 길이, 즉, 방전 부재(210)의 둘레 길이는 제2 공기 이동 통로(130)의 통로 단면의 둘레 길이에 대응하거나 약간 더 작은 정도일 수 있다.

[0041] 한편, 일 구현예에 따르면 본 발명의 방전부(200)는 코로나 방전을 이용하는데 상기 코로나 방전은 두 전극 사이에 전기장이 형성되었을 때 기체 내의 공기 분자들이 이온화되는 현상을 말한다. 여기서 상기 코로나 방전은 크기가 다른 두 전극 사이에 형성되는 전기장을 이용한다. 전기장을 인가하였을 때 더 작은 전극 쪽에서는 전극의 형상으로 인하여 주위로부터 플라즈마 영역이 형성되어 방전이 시작되며 이 전극을 통상적으로 방전 전극이라 한다. 또한 상기 방전 전극에서 이온들이 발생하여 반대 극으로 전기장을 따라서 이동하는데 이 때 반대의 극을 통상적으로 그라운드(즉, 접지) 전극이라고 한다.

[0042] 본 발명의 일 구현예에 따르면 본 발명은 전술한 코로나 방전을 이용하여 바이오 에어로졸을 하전 및 포집할 수 있으며, 이에 상기 방전부(200)의 전극과 후술하는 그라운드 전극(340)은 크기가 서로 달라야 한다. 이를 위해 본 발명의 일 구현예에 따르면 상기 방전부(200)는 상기 방전 부재(210)로부터 돌출한 복수개의 방전 돌기(211)를 포함할 수 있다. 상기 방전 돌기(211)는 첨예한 첨단부를 포함할 수 있고, 예를 들어 방전 핀의 형상일 수 있다. 한편, 본 발명에 따르면 상기 그라운드 전극(340)은 후술하는 포집부(300)에서 포집액 수용부(320)의 바닥면에 인접하여 위치한다. 일 구현예에 따르면 상기 그라운드 전극(340)은 포집액 수용부(320)의 바닥면과 대응하는 형상 및 면적을 갖는 것일 수 있다. 본 발명의 일 구현예에 따르면 상기 방전부(200)의 방전 돌기(211) 또는 방전 부재(210)와 방전 돌기(211)는 전원부(220)에 의해 상기 그라운드 전극(340)과의 사이에 전압이 인가되어 전기적으로 연결되며 그들 사이에 전기장이 형성된다.

[0044] 상기 방전 부재(210)와 방전 돌기(211)는 그라운드 전극(340)과 서로 대향하는데 본 발명의 일 구현예에 따르면 이들끼리 서로 대향하는 방향이 상기 제2 공기 이동 통로(130) 내로부터 공기가 흐르는 방향에 부합할 수 있다. 이에, 유출되는 공기의 흐름과 전기장 방향이 서로 교차하여 엇갈리지 않고 서로 일치할 수 있다. 이와 같이 공기 이동 통로로부터 유출되는 공기 흐름과 전기장 방향을 일치시킴으로써 공기 흐름으로부터 유실되는 바이오 에어로졸의 양을 감소시킬 수 있다. 이러한 구성을 위해 상기 그라운드 전극(340)을 포함하는 포집부(300)는 상기 방전부(200)의 하부에 이격되어 위치한다. 이에 따라 상기 응축부(102)의 공기 배출구(132)로부터 유출되는, 응축된 습기를 포함하는 바이오 에어로졸은 상기 방전부(200)에 도달하여 하전되고 전기장을 따라 방전부(200)의 아래로 낙하한다. 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 방전부(200)를 포함하는 응축부(102), 구체적으로는 응축부(102)의 공기 이동 통로(130)는 상기 포집부(300)의 포집액(W) 수면에 대해 수직인 방향으로 위치할 수 있다. 이와 같이 응축부를 수직 방향으로 위치시킴으로써, 상기 바이오 에어로졸, 특히 습기 응축에 의해 크기가 커지고 무거워진 바이오 에어로졸이 하전후 위에서 아래로 떨어지는 흐름 운동에 의한 힘을 받음으로써 공기 이동 통로로부터의 유출후 공기와 함께 확산되지 않고 손실없이 잘 포집될 수 있다.

[0046] 상기 방전 돌기(211)와 그라운드 전극(340)은 상호 작용하여 전기장을 형성하고, 이렇게 전기장이 형성되면 코

로나 방전이 생겨서 공기 중에서 일부가 이온화하여 이온이 발생한다. 상기 이온은 공기 중의 바이오 에어로졸(P)와 접촉하여 바이오 에어로졸(P)을 하전시킨다. 이렇게 하전된 바이오 에어로졸(P)는 전기적으로 극성을 띠므로, 전기장에 의한 정전기적 인력에 의해 반대 전극 방향으로 가속하게 된다. 여기서 반대 전극은 그라운드 전극(340)이고, 이에, 하전된 바이오 에어로졸은 상기 그라운드 전극에 인접한 포집액(W)에 액상 포집될 수 있다.

[0048] 바이오 에어로졸 포집부(300)는 포집액(W)을 포함하는 포집액 수용부(320)를 포함하고 상기 포집액 수용부(320)의 바닥면에 인접하여 상기 그라운드 전극(340)이 위치한다. 상기 포집액 수용부(320)는 상기 포집액 수용부(320)로 상기 포집액(W)을 공급하는 포집액 유입부(310) 및 상기 포집액 수용부(320)로부터 상기 포집액(W)을 배출하기 위한 포집액 배출부(330)를 포함한다.

[0049] 상기 포집액 수용부(320)는 바이오 에어로졸(P)를 액상 포집하기 위한 포집액(W)을 수용하는 곳이다. 이는 바이오 에어로졸(P)가 정전기적 인력에 의해 포집될 수 있도록 그라운드 전극(340)을 인접하여 배치할 수 있다. 구체적으로, 상기 포집액 수용부(320) 내의 바닥에 상기 그라운드 전극(340)을 배치하거나, 또는 대안적으로 상기 그라운드 전극(340) 상에 상기 포집액 수용부(320)를 설치할 수 있다.

[0050] 상기 포집액(W)은 증류수 또는 완충액을 함유할 수 있다. 이 때 완충액은 세포 배양 등에 사용되는 완충액, 예를 들어 PBS 완충액일 수 있으며, 상기 PBS 완충액은 필요에 따라 칼슘 클로라이드 또는 마그네슘 클로라이드가 추가된 것일 수 있다.

[0051] 상기 포집액 배출부(330)는 연결관을 통해 바이오 에어로졸 농축부(미도시)로 연결되거나 또는 포집액 회수부(미도시)로 연결되어 바이오 에어로졸을 포함하는 포집액이 곧바로 회수되게 할 수도 있다. 또는, 상기 포집액 배출부(330)는 검출부(400)와 연결되어 있을 수 있으며, 이 때 상기 포집액 배출부(330)와 검출부(400) 사이에서 상기 포집액은 전술한 농축부(미도시) 및/또는 펌프(미도시), 예를 들어 연동 펌프(peristaltic pump)를 경유할 수 있다. 상기 바이오 에어로졸(P)이 포집된 포집액(W)을 검출부(400)로 연속적으로 주입함으로써 공기 중 바이오 에어로졸을 실시간으로 모니터링할 수 있다. 이 때 상기 검출부(400)에서의 바이오 에어로졸 검출 수단은 공지된 수단, 예를 들어 PCR 을 이용할 수 있다.

[0053] 상기에서는 본 발명의 구현예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0054] 10: 공기 중 바이오 에어로졸의 모니터링 시스템

20: 공기 중 바이오 에어로졸의 포집 장치

100: 전처리부 200: 방전부

300: 포집부 400: 검출부

101: 온습도 제어부

111: 제1 공기 유입구 110: 제1 공기 이동 통로

112: 제1 공기 배출구 121: 가온 부재

122: 가습 부재 120: 가온가습 부재

102: 응축부

131: 제2 공기 유입구 130: 제2 공기 이동 통로

132: 제2 공기 배출구 140: 냉각 부재

210: 방전 부재 211: 방전 돌기

220: 전원부

310: 포집액 유입부 320: 포집액 수용부

330: 포집액 배출부

340: 그라운드 전극

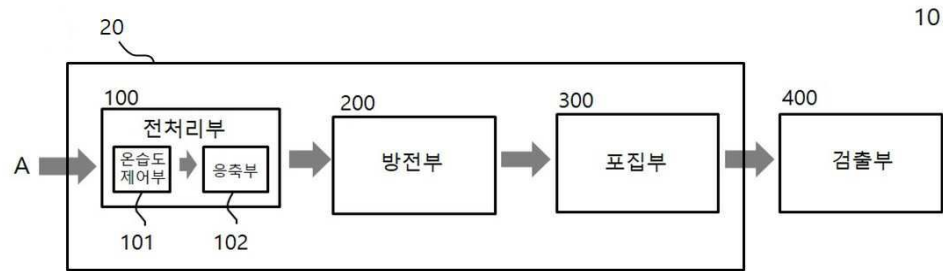
A: 공기

P: 바이오 에어로졸

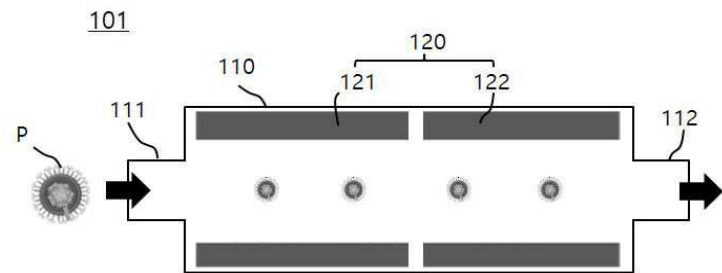
W: 포집액

도면

도면1



도면2



도면3

