

명세서

발명의 명칭: 미세 입자 농도를 관리하기 위한 장치 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 미세 입자 농도를 관리하는 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 대상 영역에 전기력을 작용하여 미세 입자 농도를 관리하는 장치 등에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 제조업의 발달 및 산업 폐기물의 증가 등으로 인한 공기 중 유해 성분의 위험성이 대두되고 있다. 특히, 바람을 타고 이동하는 미세 먼지 또는 초미세먼지의 경우, 마스크를 착용하여도 충분히 걸러지지 않아 아동, 노인 등 취약 집단에게는 심각한 호흡기 질환을 초래할 수 있다.
- [3] 종래의 공기 순환 및 포집 방식은 미세 먼지가 함유된 주변 공기를 흡입하여, 비선택적으로 처리로 에너지 효율이 낮은 문제점이 있다. 또한, 정화된 깨끗한 공기가 오염된 공기와 섞여, 같은 자리에서 같은 공기만 정화된다. 고밀도의 필터를 사용할 경우, 미세 먼지 제거율을 증가시키나 압력 손실이 크다.
- [4] 종래의 반응 물질 살포 방식은 살수 방식과 인공 강우 방식이 있다. 살수 방식은 많은 양의 물을 살포해도 낮은 초미세먼지 저감효과를 제공한다. 또한, 종래의 인공 강우 방식은 많은 강수량이 있어야 미세 먼지 제거 효과가 발현된다. 본 명세서에서는, 이러한 문제점을 극복하면서 공기 중 유해 물질의 농도를 낮추는 방식을 제안한다.

[5]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 발명의 일 과제는, 넓은 영역의 공기 품질을 효율적으로 관리하기 위한 장치 및 방법을 제공하는 것이다.
- [7] 본 발명의 다른 과제는 크기가 일정 수준 이하인 입자의 공기 중 농도를 저감하기 위한 장치 및 방법을 제공하는 것이다.
- [8] 본 발명이 해결하고자 하는 과제가 상술한 과제로 제한되는 것은 아니며, 언급되지 아니한 과제들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[9]

과제 해결 수단

- [10] 본 발명의 일 양태에 따르면, 대상 영역에 전하를 공급하여 대상 영역의 미세 입자 농도를 관리하는 장치로서, 액체를 저장하는 용기, 액체를 출력하는 적어도 하나의 노즐, 용기로부터 적어도 하나의 노즐로 액체를 공급하는 펌프, 장치에 전력을 공급하는 전원 및 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 대상

영역에 전하를 공급하는 컨트롤러를 포함하되, 컨트롤러는 전원을 이용하여, 적어도 하나의 노즐에 기준 값 이상의 전압을 인가하고, 공급된 전하에 의해 대전된 대상 영역의 미세 입자에 장치로부터 멀어지는 방향의 전기력을 제공하며, 미세 입자에 제공되는 전기력은 대상 영역에 공급된 전하에 의해 형성되는 전기장에 의해 제공되고, 대상 영역의 미세 입자는 공급된 전하에 의해 상기 공급된 전하와 동일한 극성으로 대전되는 장치가 제공될 수 있다.

- [11] 본 발명의 다른 일 양태에 따르면, 대상 영역에 전하를 공급하여 대상 영역의 미세 입자 농도를 관리하는 장치에 있어서, 액체를 저장하는 용기, 상기 액체를 출력하는 적어도 하나의 노즐, 상기 용기로부터 상기 적어도 하나의 노즐로 상기 액체를 공급하는 펌프, 상기 장치에 전력을 공급하는 전원, 상기 전원을 이용하여 상기 적어도 하나의 노즐을 통하여 상기 대상 영역에 전하를 띠는 물질을 공급하는 컨트롤러 및 상기 전하를 띠는 물질에 대하여 비-전기력을 제공하는 입자 분산부를 포함하고, 상기 컨트롤러는 상기 전원을 이용하여, 적어도 하나의 노즐에 제1 기준 값 이상의 전압을 인가하여 상기 적어도 하나의 노즐을 통하여 전하를 띠는 액적을 출력하는 장치가 제공될 수 있다.

[12]

- [13] 본 발명의 또 다른 일 양태에 따르면, 전하를 공급 장치를 이용하여 대상 영역의 미세 입자의 농도를 관리하는 방법에 있어서, 상기 장치는 액체를 저장하는 용기, 상기 액체를 출력하는 적어도 하나의 노즐, 상기 용기로부터 상기 적어도 하나의 노즐로 상기 액체를 공급하는 펌프, 전력을 공급하는 전원 및 상기 전원을 이용하여 상기 적어도 하나의 노즐을 통하여 상기 대상 영역에 전하를 공급하는 컨트롤러를 포함하고, 상기 방법은, 상기 컨트롤러가 상기 전원을 이용하여, 상기 적어도 하나의 노즐에 제1 기준 값 이상의 전압을 인가하는 단계, 상기 컨트롤러가 상기 펌프를 이용하여, 상기 적어도 하나의 노즐에 상기 액체를 공급하는 단계, 상기 컨트롤러가 상기 전원 및 상기 펌프를 이용하여, 상기 적어도 하나의 노즐을 통하여 전하를 띠는 액적을 생성하고, 상기 대상 영역에 전하를 공급하는 단계 및 상기 컨트롤러가 상기 대상 영역에 공간 전하를 형성하여, 상기 대상 영역의 상기 미세 입자를 대전하고, 상기 대상 영역에 공급된 전하에 의해 상기 공급된 전하와 동일한 극성으로 대전된 상기 미세 입자에 상기 장치로부터 멀어지는 방향 성분을 적어도 일부 포함하는 전기력을 제공하는 단계를 포함하는 방법이 제공될 수 있다.

[14]

- [15] 본 발명의 또 다른 일 양태에 따르면, 전하를 공급 장치를 이용하여 대상 영역의 미세 입자의 농도를 관리하는 방법에 있어서, 상기 장치는 액체를 저장하는 용기, 상기 액체를 출력하는 적어도 하나의 노즐, 상기 용기로부터 상기 적어도 하나의 노즐로 상기 액체를 공급하는 펌프, 전력을 공급하는 전원, 상기 전원을 이용하여 상기 적어도 하나의 노즐을 통하여 상기 대상 영역에 전하를 띠는 물질을 공급하는 컨트롤러 및 상기 전하를 띠는 물질에 대하여 비-전기력을

제공하는 입자 분산부를 포함하고, 상기 방법은, 상기 컨트롤러가 상기 전원을 이용하여, 상기 적어도 하나의 노즐에 전압을 인가하는 단계, 상기 컨트롤러가 상기 펌프를 이용하여, 상기 적어도 하나의 노즐에 상기 액체를 공급하는 단계, 상기 컨트롤러가 상기 전원 및 상기 펌프를 이용하여, 상기 적어도 하나의 노즐을 통하여 전하를 띠는 액적을 생성하고, 상기 전하를 띠는 액적을 통하여 상기 대상 영역에 전하를 공급하는 단계 및 상기 컨트롤러가 상기 입자 분산부를 이용하여, 상기 노즐의 상기 액적이 생성되는 일 단 부근에 위치된 상기 전하를 띠는 물질에 상기 일 단으로부터 멀어지는 방향으로 비-전기력을 제공하는 단계를 포함하는 방법이 제공될 수 있다.

[16]

[17] 본 발명의 과제의 해결 수단이 상술한 해결 수단들로 제한되는 것은 아니며, 언급되지 아니한 해결 수단들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[18]

[19]

발명의 효과

[20] 본 발명에 의하면, 넓은 영역의 공기 품질을 효율적으로 관리하는 장치 및 방법 등이 제공될 수 있다.

[21] 본 발명에 의하면, 실외 공기 품질을 관리하는 장치 및 방법 등이 제공될 수 있다.

[22] 본 발명에 의하면, 공기 품질을 친환경적으로 관리하는 장치 및 방법 등이 제공될 수 있다.

[23] 본 발명에 의하면, 크기가 일정 수준 이하인 입자의 공기 중 농도를 저감하기 위한 장치 및 방법이 제공될 수 있다.

[24] 본 발명의 효과가 상술한 효과들로 제한되는 것은 아니며, 언급되지 아니한 효과들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

[25]

도면의 간단한 설명

[26] 도 1은 본 명세서에서 설명하는 입자 농도 저감 동작을 설명하기 위한 도면이다.

[27] 도 2는 본 명세서에서 설명하는 입자 농도 저감 동작을 설명하기 위한 도면이다.

[28] 도 3은 본 명세서에서 설명하는 입자 농도 저감 동작을 설명하기 위한 도면이다.

[29] 도 4는 본 명세서에서 설명하는 입자 농도 저감 동작을 설명하기 위한

도면이다.

- [30] 도 5는 본 명세서에서 설명하는 입자 농도 저감 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [31] 도 6은 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따른 장치를 예시적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [32] 도 7은 본 명세서에서 설명하는 발명에서 이용될 수 있는 노즐의 몇 가지 예를 도시한 것이다.
- [33] 도 8은 노즐의 말단을 예시적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [34] 도 9는 일 실시예에 따른 노즐 어레이를 설명하기 위한 도면이다.
- [35] 도 10는 일 실시예에 따른 노즐 어레이를 설명하기 위한 도면이다.
- [36] 도 11은 노즐 어레이의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [37] 도 12은 노즐 어레이의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [38] 도 13는 실시예에 따른 장치를 설명하기 위한 개념도이다.
- [39] 도 14은 공기 중 미세 입자 농도를 저감하는 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 순서도를 나타낸 것이다.
- [40] 도 15는 공기 중 미세 입자 농도를 저감하는 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 순서도를 나타낸 것이다.
- [41] 도 16은 다른 일 실시예에 따른 미세 입자의 농도를 저감하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [42] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치의 제어 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [43] 도 18은 일 실시예에 따른 미세 입자의 농도를 저감하는 방법을 설명하기 위한 순서도를 나타낸 것이다.
- [44] 도 19는 일 실시예에 따른 미세 입자의 농도를 저감하는 방법을 설명하기 위한 순서도를 나타낸 것이다.
- [45] 도 20은 공기 중 미세 입자 농도를 저감하는 장치를 관리하는 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 순서도를 나타낸 것이다.
- [46] 도 21은 공기 중 미세 입자 농도를 저감하는 장치를 관리하는 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 순서도를 나타낸 것이다.
- [47] 도 22는 공기 중 노즐 주변의 공간 전하 밀도를 관리하는 방법의 일 실시예를 설명을 위한 순서도를 나타낸 것이다.
- [48] 도 23은 시간에 따른 장치 제어 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [49] 도 24는 제1 시점(t1) 및 제2 시점(t2)에서, 장치의 노즐에 인가되는 전압 및 노즐로부터 출력되는 전류의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [50] 도 25는 제1 시점(t1) 및 제2 시점(t2)에서, 장치의 노즐에 인가되는 전압 및 노즐로부터 출력되는 전류의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [51] 도 26은 공기 중 미세 입자의 농도를 관리하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [52] 도 27은 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따른 미세 입자 저감

시스템을 설명하기 위한 도면이다.

- [53] 도 28은 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따른 미세 입자 저감 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [54] 도 29는 본 명세서의 일 실시예에 따른 미세 입자 농도 저감 시스템의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [55] 도 30은 본 명세서의 일 실시예에 따른 미세 입자 농도 저감 시스템의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [56] 도 31은 본 명세서의 일 실시예에 따른 미세 입자 농도 저감 시스템의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [57] 도 32는 본 명세서의 일 실시예에 따른 미세 입자 농도 저감 시스템의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [58] 도 33은 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따른 미세 입자 저감 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [59] 도 34는 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따른 미세 입자 농도 저감 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [60] 도 35는 실내 미세 입자 농도 저감을 위한 미세 입자 농도 저감 시스템의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [61] 도 36은 본 명세서에서 설명하는 미세 입자 농도 저감 장치를 관리하는 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 순서도이다.
- [62] 도 37은 본 명세서에서 설명하는 미세 입자 농도 저감 장치를 관리하는 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 순서도이다.
- [63] 도 38은 본 명세서에서 설명하는 미세 입자 농도 저감 장치를 관리하는 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 순서도이다.
- [64] 도 39는 미세 입자 농도 저감 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [65] 도 40은 미세 입자 농도 저감 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [66] 도 41은 미세 입자의 농도의 관리 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [67] 도 42는 미세 입자의 농도의 관리 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [68] 도 43은 미세 입자의 농도의 관리 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [69] 도 44는 일 실시예에 따른 장치의 일부 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- [70] 도 45는 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따른 장치를 이용한 미세 입자 농도 저감 실험을 설명하기 위한 도면이다.
- [71] 도 46은, 미세 입자 농도 변화를 설명하기 위한 실험예이다.
- [72] 도 47은 미세 입자 농도 변화를 설명하기 위한 다른 실험예이다.
- [73] 도 48은 미세 입자의 크기 별 미세 입자의 농도 변화를 설명하기 위한 실험예이다.
- [74] 도 49는 센서 위치 및 노즐 전압 인가에 따른 미세 입자 농도 변화를 살펴보기 위한 실험예이다.
- [75]

발명의 실시를 위한 형태

- [76] 본 발명의 상술한 목적, 특징들 및 장점은 첨부된 도면과 관련된 다음의 상세한 설명을 통해 보다 분명해질 것이다. 다만, 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예들을 가질 수 있는 바, 이하에서는 특정 실시예들을 도면에 예시하고 이를 상세히 설명하고자 한다.
- [77] 도면들에 있어서, 층 및 영역들의 두께는 명확성을 기하기 위하여 과장된 것이며, 또한, 구성요소(element) 또는 층이 다른 구성요소 또는 층의 "위(on)" 또는 "상(on)"으로 지칭되는 것은 다른 구성요소 또는 층의 바로 위뿐만 아니라 중간에 다른 층 또는 다른 구성요소를 개재한 경우를 모두 포함한다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 원칙적으로 동일한 구성요소들을 나타낸다. 또한, 각 실시예의 도면에 나타나는 동일한 사상의 범위 내의 기능이 동일한 구성요소는 동일한 참조 부호를 사용하여 설명한다.
- [78] 본 발명과 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 본 명세서의 설명 과정에서 이용되는 숫자(예를 들어, 제1, 제2 등)는 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위한 식별 기호에 불과하다.
- [79] 또한, 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다.
- [80] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [81]
- [82] 1. 개요
- [83] 1.1 목적

- [84] 본 명세서에서는, 대상 영역에서 공기 중에 부유하는 입자의 농도를 전기장을 이용하여 저감하기 위한 방법, 장치, 시스템 등에 관한 발명에 대하여, 몇몇 실시예를 들어 설명한다. 이하에서는, 전하를 띠는 입자를 방출하여, 대상 영역에서 대상 입자의 농도를 감소시키는 방법, 장치, 시스템 등에 대하여 몇몇 실시예를 들어 설명한다.
- [85] 넓은 대상 영역에 미소 입자가 공기 중에 부유하고 있는 경우, 이를 화학적 또는 물리적인 방법으로 제거하는 것이 곤란한 경우가 있을 수 있다. 예컨대, 대상 영역에 일정 크기(예컨대, 2.5 PM)이하의 미세 먼지가 일정 농도 이상 분포하고 있는 경우에, 살수 처리를 통한 초미세먼지의 정화 효과는 매우 미미하며, 대상 영역이 넓은 경우에는 필터를 이용한 정화의 효율이 매우 떨어질 수 있다. 이하에서는, 여기서 예시된 경우 등을 포함하는 다양한 환경에서 광역 공기 품질 관리를 위해 이용될 수 있는 방법, 장치 및 시스템 등에 대하여 몇몇 실시예를 들어 설명한다.
- [86]
- [87] 1.2 동작의 개요
- [88] 본 명세서에서 설명하는 대상 영역에서 공기 중에 부유하는 입자의 밀도를 저감하기 위한 방법, 장치, 시스템 등은 정전기적 현상을 이용하여 입자를 대상 영역으로부터 강제 이동 시킴으로써, 목적하는 밀도 저감 효과를 얻어낼 수 있다. 여기에서는, 이러한 입자 농도 저감 동작에 대하여 예를 들어 설명한다.
- [89] 본 명세서에서 설명하는 입자 농도의 저감 동작은, 대상 영역(또는 대상 공간)의 대상 입자의 분포 농도를 감소시키기 위하여, 대상 영역으로 전하를 띠는 미세 액적을 방출하는 것을 포함할 수 있다. 입자 농도의 저감 동작은, 대상 영역에 전하를 띠는 미세 액적을 방출하여, 대상 영역에 전기장을 형성하는 것을 포함할 수 있다. 입자 농도의 저감 동작은, 액적과 동일한 전하를 띠는 대상 입자가 대상 영역으로부터 밀려나도록, 대상 영역에 전기장을 유지하는 것을 포함할 수 있다.
- [90]
- [91] 도 1 내지 5는 본 명세서에서 설명하는 입자 농도 저감 동작을 설명하기 위한 도면이다. 도 1 내지 5를 참조하면, 본 명세서에서 설명하는 입자 농도의 저감 동작은 전기장을 형성하는 장치(100)에 의해 수행될 수 있다.
- [92]
- [93] 도 1을 참조하면, 본 명세서에서 설명하는 입자 농도 저감 동작은, 장치(100)가 전하를 띠는 물질(CS)을 공급하는 것을 포함할 수 있다. 장치(100)는 전하를 띠는 물질(CS)을 방출 또는 생성할 수 있다. 장치(100)가 전하를 띠는 물질(CS)을 공급하는 것은, 다양한 방법을 이용하여 수행될 수 있다.
- [94] 예컨대, 장치(100)는 전하를 띠는 액적을 분무 또는 분사할 수 있다. 장치(100)는 정전기적 척력 또는 물리력을 이용하여 전하를 띠는 액적을 외부로 분사할 수 있다. 일 예로, 장치(100)는 전자 분무(electrospray) 또는 정전

- 분무(electrostatic spray)를 이용하여, 전하를 띠는 액적을 생성할 수 있다.
- [95] 다른 예로, 장치(100)는 코로나 방전극 등의 방전 수단을 이용하여 전하를 띠는 물질(CS)을 공급할 수 있다. 장치(100)는 코로나 방전극 등의 방전 수단을 이용하여 대전된 액적을 생성할 수도 있다.
- [96] 장치(100)에 의해 생성되는 액적은 일정한 범위 내의 크기를 가지도록 생성될 수 있다. 예를 들어, 액적은 수십 nm 에서 수백 nm 사이의 평균 직경을 가지도록 생성될 수 있다.
- [97] 장치(100)에 의해 생성되는 액적은 장치(100)의 노즐로부터 방출되는 액체 별크로부터 분리되어 액적의 형태를 가지게 된 액체를 의미할 수 있다. 장치(100)에 의해 생성되는 액적의 크기는 액적이 생성된 직후의 크기를 의미할 수 있다. 다시 말해, 장치(100)는 그 생성 직후의 평균 직경이 수 μm 인 액적을 생성할 수 있다. 장치(100)에 의해 생성되는 액적은 증발에 의해 그 크기가 변동될 수 있다. 예컨대, 장치(100)에 의해 생성되는 액적은 그 직경이 대략적으로 수 μm 에서 수nm로 감소할 수 있다.
- [98]
- [99] 장치(100)는 대기중으로 전하를 띠는 물질(CS)을 공급할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 장치(100)는 대기중으로 전하를 띠는 액적을 방출할 수 있다. 장치(100)는 액체와 외부의 인터페이스에서 전하를 띠는 액적을 방출할 수 있다. 액체와 외부의 인터페이스는 액체와 장치(100) 바깥의 공간이 만나는 인터페이스일 수 있다. 액체와 외부의 인터페이스는 액체와 장치(100) 내부에 마련된 챔버(chamber) 내부 공간 사이의 인터페이스일 수 있다.
- [100] 장치(100)에 공급되는 전하를 띠는 물질(CS)은 장치(100)로부터 공급된 전하, 이온, 또는 이를 포함하는 액상 또는 고상의 물질일 수 있다. 예컨대, 전하를 띠는 물질(CS)은 음 또는 양의 전하를 띠는 이온일 수 있다. 또는, 장치(100)에 공급되는 전하를 띠는 물질(CS)은, 장치에 의해 공급된 전하를 획득하고 미세 입자(FP)에 전달하는 전하 전달 물질을 포함할 수 있다.
- [101] 일 실시예에 따르면, 장치(100)는 전하를 띠는 액적을 출력할 수 있다.
- [102] 장치(100)에서 생성되는 액적은 대전된 상태일 수 있다. 대전된 액적은 음 또는 양의 전하를 가지는 액체 방울을 의미할 수 있다. 대전된 액적은 음 또는 양의 전하를 띠는 물질을 함유하는 액적을 의미할 수 있다. 대전된 액적은 음 또는 양의 전하를 띠는 물질을 포함하는 용액의 액적일 수 있다.
- [103] 장치(100)에서 생성되는 액적은 전하를 띠는 물질 및 액체(또는 용매)를 포함하는 액체 방울일 수 있다. 액적은 전하를 띠는 이온과 용매를 포함하는 액체 방울일 수 있다. 액적은 음 및/또는 양의 전하를 띠 수 있다. 액적은 음 및/또는 양의 전하를 띠는 이온을 포함할 수 있다. 액적은 음 및 양의 전하를 모두 포함하되, 음 또는 양의 전하를 더 많이 포함할 수 있다.
- [104] 장치로부터 생성된 액적은 분열(explode)할 수 있다. 예를 들어, 전하를 띠는 물질과 용매를 포함하는 액적은, 증발에 의하여 그 크기(또는 부피 또는 질량)가

작아질 수 있다. 액적의 크기가 작아짐에 따라 전기력이 액적의 표면 장력보다 커질 수 있다. 액적의 크기가 작아짐에 따라 정전기적 반발력이 액적의 표면 장력을 상쇄하여 액적이 분열(fission)할 수 있다. 액적이 분열하면, 다수의 보다 작은 크기의 액적이 생성될 수 있다.

[105]

[106] 본 명세서에서 설명하는 입자 농도 저감 동작은, 장치(100)가 전하를 띠는 물질(CS)을 통하여, 직접적 또는 간접적으로 공기 중에 부유하는 미세 입자(FP)에 전하를 전달하는 것을 포함할 수 있다.

[107] 일 실시예에 따르면, 장치(100)는 의해 전하를 띠는 액적을 통하여 공기 중의 전하 전달 물질 또는 미세 입자(FP)로 전하를 적어도 일부 전달할 수 있다. 액적은 전하 전달 물질을 통하여 미세 입자(FP)에 간접적으로 전하를 제공할 수 있다. 액적은 미세 입자(FP)에 직접적으로 전하를 제공할 수 있다. 액적 또는 상술한 전하의 간접 또는 직접 전달은 복합적으로 일어날 수 있다.

[108]

[109] 장치(100)는, 전하를 띠는 액적을 통하여, 대상 영역(TR) 내의 적어도 일부의 미세 입자(FP)를 음 또는 양의 전하를 가지도록 대전할 수 있다. 예를 들어, 장치(100)로부터 방출된 액적이 음의 전하를 띠는 경우, 액적은 미세 입자(FP)로 음의 전하를 직접 또는 간접적으로 전달할 수 있다. 예컨대, 액적은 직접 미세 입자(FP)와 접촉하여 음의 전하를 전달하거나, 미세 입자(FP)와 접촉하여 음의 전하를 전달하는 전하 전달 물질로 전하를 전달할 수 있다.

[110] 미세 입자(FP)는 장치(100)에 의해 공급된 전하를 띠는 물질(CS), 예컨대, 전하를 띠는 액적 또는 전하를 띠는 액적으로부터 전하를 전달받은 공기 중의 전하 전달 성분으로부터 음의 전하 또는 양의 전하를 전달받고, 대전될 수 있다.

[111]

[112] 전하 전달 물질은 전자 또는 전하를 운반하는 물질을 의미할 수 있다. 전하 전달 물질은 방출된 액적에 포함된 전하를 전달 받고 직접적 또는 간접적으로 미세 입자(FP)에 전하를 전달하는 물질을 의미할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 전하 전달 물질은 대상 영역(TR)의 공기를 구성하는 기상의 물질일 수 있다, 또는, 전하 전달 물질은 액적 또는 액적에 포함된 전하를 띠는 물질을 획득하는, 물질일 수 있다. 전하 전달 물질은 장치(100)에 의해 제공되지 않는 물질일 수 있다. 또는, 전하 전달 물질은 장치(100)에 의해 별도로 제공될 수도 있다. 전하 전달 물질은 대상 영역(TR)에 포함된 물질, 입자, 분자, 이온 등을 의미할 수 있다. 예컨대, 전하 전달 물질은 대상 영역에 부유하는 소정 물질의 분자(예컨대, 산소 분자)일 수 있다.

[113]

[114] 대상 영역(TR)은 미세 입자(FP)의 분포 농도 저감의 대상이 되는 영역 또는 공간을 의미할 수 있다. 대상 영역(TR)은 3차원의 공간을 의미할 수 있다. 대상 영역(TR)은 물리적인 경계에 의해 정해지는 공간일 수 있다. 대상 영역(TR)은

가상의 경계에 의하여 정해지는 공간일 수 있다. 대상 영역(TR)은 장치를 중심으로 소정의 기하학적 형태를 가지도록 결정된 영역일 수 있다. 예컨대, 대상 영역(TR)은, 장치를 중심으로 소정의 반경을 가지는 반구 또는 변형된 반구형의 영역일 수 있다.

- [115] 미세 입자(FP)의 분포 농도는 단위 부피의 공기에 포함된 미세 입자(FP)의 질량을 의미할 수 있다. 또는, 미세 입자(FP)의 분포 농도는 단위 부피의 공기에 포함된 미세 입자(FP)의 부피를 의미할 수 있다. 미세 입자(FP)의 분포 농도는, 소정의 부피에 미세 입자(FP)가 포함된 정도를 가리키는 다른 파라미터로 갈음될 수 있다.
- [116]
- [117] 일 실시예에 따르면, 본 명세서에서 설명하는 미세 입자의 농도 저감 동작은, 장치(100)가 전기 분무(electrospray)의 형태로 액적을 분무하는 것을 포함할 수 있다. 이하에서는, 도 2를 참조하여 전기 분무를 통한 액적의 분무에 대하여 설명한다.
- [118] 도 2를 참조하면, 일 실시예에 따른 장치(100)의 노즐에 액체가 공급되고, 노즐에 전압이 인가됨에 따라 노즐 말단의 액체에 정전기적 척력이 작용할 수 있다. 다시 말해, 노즐에 전압이 인가됨에 따라 노즐 내부 액체(또는 액체에 포함된 물질)에 분극이 발생하고, 분극의 정도에 비례하여 분극된 물질들 사이에 척력이 작용할 수 있다. 예를 들어, 노즐에 -전압이 인가되는 경우, 액체 내의 이온에 대하여 분극이 발생하여, +이온이 인력에 의해 노즐 면에 접근하고 -이온은 척력에 의해 노즐 면으로부터 멀어지는 방향으로 이동할 수 있다. 이러한 척력이 강해짐에 따라 - 이온을 포함하는 액체가 액적의 형태로 분리될 수 있다.
- [119] 노즐에 전압이 인가됨에 따라 정전기적 척력에 의하여 노즐 말단에 테일러 콘(taylor cone)이 형성될 수 있다. 노즐에 전압이 인가됨에 따라 노즐 말단의 분극된 액체에 일정 수준 이상의 척력이 작용하면, 말단으로부터 분리된 액체가 액적을 형성할 수 있다. 분리된 액적들은 전기장에 의해 가속되어 제트(jet)를 형성할 수 있다.
- [120]
- [121] 도 2를 참조하면, 노즐로부터 방출된 액적의 부피가 증발에 의해 감소하면, 분열(Coulomb fission)에 의하여 자식 액적(children droplet) 또는 미세 액적(FD)이 다수 생성될 수 있다. 다시 말해, 액적의 크기가 작아짐에 따라 액적이 레일리 한계(Rayleigh limit)에 도달하면, 액적은 쿨롱 분열(Coulomb fission)에 의해 분열할 수 있다. 액적은 분열하여, 미세 액적(FD) 스프레이를 형성할 수 있다.
- [122] 액적 또는 미세 액적(FD)은 공기 중의 전하 전달 물질 또는 미세 입자(FP)로 전하를 적어도 일부 전달할 수 있다. 일 예로, 액적은 공기 중의 전하 전달 물질, 예컨대, 공기 중의 산소 분자에 음의 전하를 적어도 일부 전달할 수 있다. 산소 분자는 액적으로부터 음의 전하를 전달받고, 공기 중의 미세 입자(FP)로 음의 전하 적어도 일부 전달할 수 있다. 또는, 액적 또는 자식 액적이 미세 입자(FP)로

음의 전하를 직접 전달할 수도 있다.

[123]

[124] 한편, 도 2에서 설명하는 전기 분무는 일 예에 불과하며, 본 명세서에서 설명하는 발명의 내용이 이에 한정되는 것은 아니다. 본 명세서에서 설명하는 발명은, 전기 분무가 아닌 다른 형태의 전하 방출 방식을 이용하여 구현될 수도 있다.

[125] 일 실시예에 따르면, 장치는 정전 분무 형태로 액적을 방출할 수 있다. 예를 들어, 위에서 예시된, 전기적 반발력에 의해 액적이 방출되는 형태의 전기 분무와는 달리, 비-전기력, 예컨대 물리력에 의해 액적이 형성되는 정전 분무에 의해 액적이 생성될 수도 있다. 정전 분무를 이용하는 경우에도, 노즐에 고전압을 인가하여 액체가 전하를 띠도록 하되, 액적의 형성은 초음파에 의한 진동, 가스 분사 등에 의할 수 있다.

[126] 다른 일 실시예에 따르면, 장치(100)는 전하를 가지는 물질을, 액적이 아닌 다른 형태로 방출할 수도 있다. 장치(100)로부터 방출되는 물질은 전하를 전기장을 형성할 수 있으면 족하고, 반드시 미세 액적의 형태로 방출되어야만 하는 것은 아니다. 장치(100)로부터 방출되는 물질은 전하를 가지고 공간에 분포하는 미세 입자(FP)에 전하를 전달하고, 미세 입자(FP)에 영향을 미치는 액적 외의 형태일 수 있다. 예를 들어, 장치(100)로부터 방출되는 물질은 방전된 전하 또는 전하를 가지는 이온일 수 있다.

[127]

[128] 본 명세서에서 설명하는 입자 농도 저감 동작은, 장치(100)가 대상 영역(TR)으로 전류를 출력하는 것을 포함할 수 있다. 장치(FP)는 상술한 액적을 통하여 대상 영역(TR)으로 전류를 출력할 수 있다. 장치(100)가 전류를 출력하는 것은, 장치(100)로부터 음 또는 양의 전하가 방출되는 것을 의미할 수 있다. 예컨대, 장치(100)가 전류를 출력하는 것은, 장치(100)로부터 방출되는 액적이 음 또는 양의 전하를 가지고 방출되는 것을 의미할 수 있다.

[129] 일 실시예에 따르면, 장치(100)는, 도 2에서 예시하는 전기 분무를 이용하여 대상 영역(TR)으로 전류를 출력할 수 있다. 장치(100)는, 전기 분무를 통하여 음 또는 양의 전하를 띠는 액적을 출력함으로써, + 또는 - 값의 전류를 출력할 수 있다.

[130]

[131] 본 명세서에서 설명하는 입자 농도 저감 동작은, 대상 영역(TR) 내의 미세 입자(FP)를 적어도 일부 대전하는 것을 포함할 수 있다. 대상 영역(TR) 내의 미세 입자(FP)는 장치로부터 방출된 전하의 적어도 일부를, 직접 또는 간접적으로 획득할 수 있다.

[132] 미세 입자(FP)는 작은 크기의 입자를 포괄하는 용어로 이해될 수 있다. 미세 입자(FP)는 제거 대상이 되는 특정 종류의 입자를 의미할 수 있다. 미세 입자(FP)는 대상 영역(TR)의 공기 중에 부유하는 먼지 입자일 수 있다. 미세

입자(FP)는 총먼지(TSP, Total Suspended Particles), 미세먼지(PM, Particulate Matter) 및/또는 초미세먼지(PM_{2.5} 이하)를 의미할 수 있다. 미세 입자(FP)는 소정 크기 이하의 초미세먼지(예컨대, PM_{2.5} 또는 직경 2.5 μ m 이하)로 이해될 수 있다. 미세 입자(FP)는 대상 영역(TR) 내의 유해 물질로서 농도를 감소시키고자 하는 부유 물질로 이해될 수 있다.

- [133] 미세 입자(FP)는 이온 성분, 탄소 성분, 금속 성분 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 예컨대, 미세 입자(FP)는 염소 이온(Cl⁻), 질산염(NO₃⁻), 암모늄(NH₄⁺), 황산염(SO₄²⁻), 나트륨 이온(Na⁺) 등의 이온 성분을 포함할 수 있다. 미세 입자(FP)는 크롬(Cr), 베릴륨(Be), 비소(As), 카드뮴(Cd), 철(Fe), 아연(Zn), 티타늄(Ti) 등의 금속 성분을 포함할 수 있다.
- [134]
- [135] 미세 입자(FP)는, 전하를 띠는 물질, 전하 전달 물질 또는 미세 액적과 접촉 또는 결합할 수 있다. 미세 입자(FP)는 전하를 띠는 물질, 전하 전달 물질 또는 미세 액적으로부터 전하를 전달받을 수 있다.
- [136] 장치(100)는 미세 입자(FP)를 대전할 수 있다. 미세 입자(FP)는, 미세먼지는 필드 차징 기작(field charging mechanism) 또는 확산 차징 기작(diffusion charging mechanism)에 의하여 대전될 수 있다. 다시 말해, 미세 입자(FP)는, 전기장에 의해 이동하는 하전 입자가 미세먼지와 만나 미세 먼지를 대전시키는 필드 차징 기작에 의하여 대전될 수 있다. 또는, 미세 입자(FP)는, 대전 입자의 랜덤 모션(random motion)에 의하여 미세 먼지를 대전시키는 확산 차징 기작에 의하여 대전될 수 있다.
- [137]
- [138] 도 3을 참조하면, 본 명세서에서 설명하는 입자 농도 저감 동작은, 장치(100)가 대상 영역(TR)에 공간 전하(space charge) 또는 전기장을 형성하는 것을 포함할 수 있다.
- [139] 장치(100)는 지속 또는 반복적으로 전하를 가지는 액적을 방출하여 대상 영역(TR)에 공간 전하를 형성할 수 있다. 장치(100)는 전하를 가지는 액적을 방출하여, 대상 영역(TR) 상에 불균일한 전하 밀도를 가지는 공간 전하를 형성할 수 있다. 전하 밀도는 부피 전하 밀도, 즉, 단위 부피당 존재하는 전하량(C/m³)을 의미할 수 있다. 공간 전하는 장치(100)로부터 미세 입자(FP)의 거동에 영향을 미칠 수 있다. 일 예로, 장치(100)는 지속적으로 전하를 방출함으로써 장치 주변에서 높은 전하 밀도를 가지고 장치로부터의 거리가 멀어질수록 전하 밀도가 낮아지는 공간 전하를 형성할 수 있다. 장치(100)에 의해 형성된 공간 전하는 대상 영역(TR)에 전기장을 형성할 수 있다.
- [140] 장치(100)는 지속 또는 반복적으로 전하를 가지는 액적을 방출하여, 대상 영역(TR)에 전기장을 형성할 수 있다. 예컨대, 장치(100)는, 지면(GND)으로부터 장치 방향으로 전기장을 형성할 수 있다. 예를 들어, 장치(100)는, 음 또는 양의 전하를 지속적으로 생성함으로써, 생성되는 전하들과 지면(GND)과의 사이에서

- 전기장이 형성되도록 작동할 수 있다. 장치(100)는 음전하를 가지는 액적을 방출함으로써 지면(GND)에서 장치를 향하는 방향의 전기장을 형성할 수 있다.
- [141] 일 예로, 장치(100)는 지속적으로 전하를 방출함으로써 장치 주변에서 높은 세기를 가지고 장치로부터의 거리가 멀어질수록 세기가 낮아지는 전기장을 형성할 수 있다. 장치(100)는 전하를 방출하여 공간 전하를 형성함으로써 전기장을 형성할 수 있다.
- [142] 장치(100)는 대상 영역(TR)에 형성되는 전기장의 세기, 방향, 특성, 분포 범위 등을 조절할 수 있다. 예컨대, 장치(100)는 적절한 범위에 적절한 세기의 전기장이 형성되도록, 외부로 방출되는 액적의 양, 액적을 통하여 방출되는 전류(또는 전하)등을 조절할 수 있다. 구체적인 예로, 장치(100)는 액적이 방출되는 노즐에 인가되는 전압을 조정함으로써, 공기 중으로 방출되는 전류를 조절하여 전기장의 특성을 조절할 수 있다.
- [143] 또는, 장치(100)는 대상 영역(TR)에 분포되는 공간 전하의 범위, 밀도, 세기 등을 조절할 수 있다. 장치는 외부로 방출되는 액적의 양, 액적을 통하여 방출되는 전류 등을 조절할 수 있다. 일 예로, 장치(100)는 노즐에 인가되는 전압을 조절하여 대상 영역(TR)에 분포되는 공간 전하의 특성을 조절할 수 있다.
- [144]
- [145] 도 4를 참조하면, 본 명세서에서 설명하는 입자 농도 저감 동작은, 대상 영역(TR)의 미세 입자(FP) 농도를 감소시키는 것을 더 포함할 수 있다. 입자 농도 저감 동작은, 대상 영역(TR)에 전기장(또는 공간 전하)을 형성하여, 대상 영역(TR)의 미세 입자(FP)의 농도를 적어도 일부 비율 감소시키는 것을 포함할 수 있다.
- [146] 입자 농도 저감 동작은, 장치(100)가, 대전된 미세 입자(FP)의 이동에 직접 또는 간접적으로 관여하여 대상 영역(TR)의 미세 입자(FP)의 밀도를 떨어트리는 것을 포함할 수 있다. 일 예로, 장치(100)는 대상 영역(TR)에 전기장을 형성하고 유지하여 미세 입자(FP)의 밀도를 감소시킬 수 있다. 장치(100)는 전기장을 유지하기 위하여, 지속 또는 반복적으로 액적을 방출할 수 있다.
- [147]
- [148] 입자 농도 저감 동작은, 대상 영역(TR)에 전기장을 유지하여 대상 영역(TR)의 미세 입자(FP) 농도를 감소시키는 것을 포함할 수 있다. 전기장을 유지하는 것은, 대상 영역(TR)에 일정 세기 이상의 전기장이 형성된 상태를 유지하는 것을 포함할 수 있다. 전기장을 유지하는 것은, 대전된 입자를 방출하여 대상 영역(TR)에 전하 밀도의 기울기(gradient)가 존재하는 상태를 유지하는 것을 의미할 수 있다. 장치(100)는, 지속 또는 반복적으로 액적을 방출하여 대상 영역(TR)에 전기장을 유지할 수 있다.
- [149] 장치(100)가 대상 영역(TR)에 전기장을 유지함에 따라, 대상 영역(TR) 내의 미세 입자(FP)의 밀도가 시간에 따라 감소할 수 있다. 장치(100)가 대상 영역(TR)에 전기장을 유지함에 따라, 대상 영역(TR) 내의 미세 입자(FP)의

밀도가 일정 수준 이하로 유지될 수 있다.

- [150] 장치(100)는 전기장의 유지 상태를 조절할 수 있다. 장치(100)는 대상 영역(TR)의 미세 입자(FP) 밀도를 감소시키기 위하여, 일정 시간 이상 전기장을 유지할 수 있다. 일 예로, 장치(100)는 대상 영역(TR)의 미세 입자(FP) 농도에 따라 전기장의 유지 시간을 조절할 수 있다. 장치(100)는 외부 조건을 고려하여 전기장의 유지 상태를 조절할 수 있다. 일 예로, 장치(100)는 대상 영역(TR)의 온도, 습도, 고도 등의 환경 조건을 고려하여 전기장의 유지 시간, 유지 주기 등을 조절할 수 있다.
- [151]
- [152] 입자 농도 저감 동작은, 장치(100)가, 대상 영역(TR) 내의 적어도 일부의 대전된 미세 입자(FP)를 대상 영역(TR) 밖으로 밀어내는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 장치(100)는, 음 또는 양으로 대전된 미세 입자(FP)가 척력에 의해 밀려나도록, 대상 영역(TR)에 지속적으로 음 또는 양의 전하를 출력하여 전기장을 형성할 수 있다.
- [153] 구체적인 예로, 장치(100)가 지속적 또는 반복적으로 음의 전하를 띠는 액적을 방출하여 전기장을 형성하면, 장치(100)로부터 방출된 음의 전하에 의해 적어도 일부 대전된 미세 입자(FP)는 형성된 전기장을 따라 대상 영역(TR)의 외측으로 이동될 수 있다. 장치(100)는, 음 또는 양의 전하를 지속적으로 출력하여, 음 또는 양으로 대전된 미세 입자(FP)를 장치로부터 멀어지는 방향으로 이동시킬 수 있다.
- [154] 장치(100)에 의해 형성되는 전기장(또는 공간 전하)은 미세 입자(FP)의 거동 특성에 영향을 미칠 수 있다. 일 예로, 형성된 전기장의 세기는 미세 입자(FP)의 이동 속도에 영향을 미칠 수 있다. 전기장의 세기는 장치에서 멀어질수록 약해질 수 있다. 이때, 대전된 미세 입자(FP)는 전기장 또는 공간 전하의 영향으로 이동할 수 있고, 전기장의 세기가 강한(또는 공간 전하의 밀도가 높은) 장치 인근에서, 장치에서 먼 위치에서보다 빠르게 이동할 수 있다. 다시 말해, 장치에 가까운 미세 입자(FP)가 장치에서 멀리 떨어진 미세 입자(FP)보다 빠른 이동 속도로 밀려날 수 있다. 다른 예로, 형성된 전기장의 방향은 미세 입자(FP)의 이동 방향에 영향을 미칠 수 있다.
- [155]
- [156] 도 5를 참조하면, 본 명세서에서 설명하는 입자 농도 저감 동작은, 부유하는 미세 입자(FP)를 제거하는 것을 더 포함할 수 있다. 입자 농도 저감 동작은, 장치(100)가 대상 영역(TR)에 전하를 방출하여, 공간 전하의 분포를 유지하고, 공간 전하를 통하여 대상 영역(TR)에 부유하는 미세 입자(FP)를 적어도 일부 제거하는 것을 포함할 수 있다.
- [157] 구체적인 예로, 장치(100)는 대전된 액적을 방출하여, 대상 영역(TR)에 공간 전하가 형성된 상태를 일정 시간 이상 유지할 수 있다. 이에 따라, 대상 영역(TR)의 대전된 미세 입자(FP)는 장치(100)에 의해 형성된 공간 전하에 의한

전기력의 영향을 받을 수 있다. 대전된 미세 입자(FP)는 장치(100)에 의한 전기력, 중력 등에 의하여 이동될 수 있다.

[158] 대전된 미세 입자(FP)는 대상 영역(TR)의 외측으로 밀려날 수 있다. 대전된 미세 입자(FP)는 대상 영역(TR) 외부로 이동되거나 지면(GND) 또는 대상 물체(예컨대, 대상 영역 내의 건물 외벽 등)를 향하여 이동될 수 있다. 대전된 미세 입자(FP)는 지면(GND) 또는 대상 물체에 도달하고, 접지되어 전하를 잃을 수 있다. 미세 입자(FP)는 지면(GND) 또는 대상 물체와 접촉하여 전기적 중성 상태로 변경될 수 있다. 미세 입자 저감 동작에서, 지면(GND) 또는 지면(GND)과 연결된 대상 물체가 주요 로스 채널로 기능할 수 있다.

[159]

[160] 이상에서는, 입자 농도의 저감 동작에 대하여, 장치로부터 방출된 전류에 의해 미세 입자(FP)가 대전되고, 대전된 미세 입자(FP)가 장치로부터 방출된 전류에 의해 대상 영역(TR)에 형성된 전기장의 영향으로 대상 영역(TR)으로부터 밀려나는 경우를 예시로 하여 설명하였다. 그러나, 본 명세서에서 설명하는 입자 농도의 저감 동작이 이에 한정되지는 아니한다.

[161] 본 명세서에서 설명하는 입자 농도의 저감 동작은, 전류를 방출함으로써 대상 영역(TR) 내에 전기장을 유지하고, 전기장의 영향으로 대상 영역(TR) 내의 미세 입자(FP)가 적어도 일부 이동되도록 하는 다양한 형태로 구현될 수 있다. 이하에서는, 위에서 예시된 입자 농도의 저감 동작을 수행하는 장치, 시스템 및 방법 등에 관련하여, 몇몇 실시예를 들어 보다 상세히 설명한다.

[162]

[163] 2. 미세 입자 농도 저감 장치

[164] 2.1 정의

[165] 여기에서는, 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예로서, 미세 입자의 농도를 저감하는 장치에 대하여 설명한다. 일 실시예에 따르면, 장치는 대상 영역의 미세 입자 농도 저감을 위하여, 음 또는 양의 전하를 출력하여, 장치 주변에 전기장을 형성할 수 있다.

[166] 장치는 전술한 미세먼지 저감 동작을 수행할 수 있다. 장치는 대상 영역 내에 음 또는 양의 전하를 출력하고, 대상 영역에 전기장을 형성하고, 대상 영역 내의 미세먼지 농도를 감소시킬 수 있다.

[167]

[168] 2.2 장치의 구성

[169] 2.2.1 미세 입자 농도 저감 장치의 구성

[170] 본 명세서에서 설명하는 발명에 의하면, 미세 입자의 농도를 저감하는 장치(100)가 제공될 수 있다.

[171] 도 6은 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따른 장치를 예시적으로 설명하기 위한 도면이다. 도 6을 참조하면, 일 실시예에 따른 장치는 저수부(110), 급수부(120), 출수부(130), 통신부(140), 센서부(150), 전원부(160) 및

제어부(170)를 포함할 수 있다.

[172]

[173] 저수부(110)는 액체를 저장할 수 있다. 저수부(110)는 외부로부터 공급된 액체 또는 미리 저장된 액체를 저장할 수 있다. 저수부(110)는 액체의 이탈을 방지하거나 변질을 방지할 수 있다.

[174] 저수부(110)는 액체를 저장하는 저장 용기를 포함할 수 있다. 저수부(110)는 외부로부터 액체를 공급받는 유입 호스 및/또는 출수부(130)로 액체를 공급하는 유출 호스를 포함할 수 있다.

[175] 저수부(110)는 액체의 변질을 방지하도록 또는 액체에 의한 변성이 방지되도록 마련될 수 있다. 예컨대, 저수부(110)는 액체의 변질 및 저수 용기의 변성이 방지되도록 코팅(예컨대, 부식 방지 코팅)될 수 있다. 또 예컨대, 저수부(110)는 액체가 외부 환경에 따라 변질되지 않도록, 단열재, 내열재, 보온재, 내화재 등을 포함할 수 있다. 저수부(110)는 저수 용기 외부에 형성된 세라믹 단열재를 포함할 수 있다.

[176] 저수부(110)는 전기 전도도를 가지는 액체를 저장할 수 있다. 저수부(110)는 특정 성분을 포함하는 액체를 저장할 수 있다. 저수부(110)에 저장되는 액체는 하나 이상의 종류의 이온을 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 저수부(110)에 저장되는 액체는 이온 성분을 포함할 수 있다. 저수부(110)에 저장된 액체에 이온 성분이 필요에 따라 부가될 수도 있다. 액체는 음이온 또는 양의 이온 성분을 포함할 수 있다. 저수부(110)는 기준값 이상의 점도를 가지는 액체를 저장할 수 있다. 일 예로, 저수부(110)에 저장되는 액체는 증류수, 가정용수, 산업용수, 지하수 등일 수 있다.

[177] 저수부(110)는 출수부(130)와 연결될 수 있다. 저수부(110)는 유출 호스를 통하여 출수부(130)와 연결되고, 출수부(130)로 액체를 공급할 수 있다. 저수부(110)는, 급수부에 의하여 출수부(130)로 액체를 공급할 수 있다. 저수부(110)는 액체가 미리 저장된 카트리지가, 액체가 저장될 수 있는 카트리지가 또는 외부로부터 공급되는 액체가 저장될 수 있는 저수 용기 형태로 구현될 수 있다.

[178]

[179] 급수부(120)는 액체의 이동을 발생시킬 수 있다. 급수부(120)는 유압, 공압, 기계 모터 등을 이용하여 액체가 유동하게 할 수 있다. 급수부(120)는 액체가 일 위치로부터 타 위치로 전달(transfer)할 수 있다. 일 예로, 급수부(120)는 일정한 유량으로 액체를 이동시킬 수 있다. 급수부(120)는 미리 정해진 유량 또는 유속으로 액체를 전달할 수 있다. 급수부(120)는 액체의 이동 경로를 제공할 수 있다. 예컨대, 급수부(120)는, 전술한 것과 같이 추가적인 전력을 소비하여 액체의 이동을 발생시키는 것 외에도, 액체가 중력에 의해 이동하거나, 모세관력(capillary force)에 의해 유동하도록 경로를 제공할 수 있다. 구체적인 예로, 급수부(120)는 액체 용기 및 용기에 저장된 액체가 용기로부터 기압 또는

중력에 의해 일정량씩 방출되도록 형성된 방출구를 포함할 수 있다.

- [180] 급수부(120)는 펌프 모듈을 포함할 수 있다. 펌프 모듈은 시린지 펌프, 유압 펌프, 공압 펌프 등을 포함할 수 있다.
- [181] 일 실시예에 따르면, 급수부(120)는 저수부(110)에 저장된 액체를 출수부(130)로 공급할 수 있다. 급수부(120)는, 제어부의 제어에 의해 저수부에 저장된 액체를 미리 정해진 유량으로 출수부(130)로 공급할 수 있다. 급수부(120)는 수 $\mu\text{L}/\text{min}$ 에서 수백 $\mu\text{L}/\text{min}$ 의 유량으로 액체를 공급할 수 있다. 예컨대, 급수부(120)는 20 $\mu\text{L}/\text{min}$ 이하의 속도로 액체를 공급할 수 있다.
- [182]
- [183] 출수부(130)는 액체를 출력할 수 있다. 출수부(130)는 저수부로부터 급수부를 통하여 공급되는 액체를 방출할 수 있다. 출수부(130)는 전원부와 연결될 수 있다. 출수부(130)는 전원부로부터 전원을 공급받을 수 있다. 출수부(130)에는 전원부에 의하여 고전압이 인가될 수 있다. 출수부(130)는 고전압이 인가됨에 따라 대전된 액적을 외부로 방출할 수 있다.
- [184] 출수부(130)는 액체를 분출하는 노즐을 적어도 하나 포함할 수 있다. 출수부(130)는 액적을 분무하는 노즐을 적어도 하나 포함할 수 있다. 출수부(130)는, 고전압이 인가되는 노즐을 적어도 하나 포함할 수 있다. 출수부(130)는, 고전압이 인가됨에 따라 그 내부에 위치된 액체가 전기 분무되도록 마련된 노즐을 적어도 하나 포함될 수 있다. 노즐에는 전원부에 의해 고전압이 인가될 수 있다. 노즐은 스테인리스 스틸 등의 금속, 유리, 융합 실리카(fused silica) 등으로 형성될 수 있다.
- [185] 노즐은 전기 분무 또는 정전 분무에 용이한 형태를 가질 수 있다. 노즐은 수 십에서 수백 μL 의 내경, 수백 μm 이상의 외경을 가지도록 형성될 수 있다. 일 예로, 노즐은 외경 0.3mm, 내경 0.1mm의 노즐이 이용될 수 있다.
- [186] 노즐은 외면 및 내면을 가질 수 있다. 노즐은 말단면을 가질 수 있다. 노즐은 말단으로 갈수록 좁아지는 테이퍼드 팁 형태를 가질 수 있다. 노즐의 외면은 원통형 또는 말단으로 갈수록 좁아지는 테이퍼드 형태로 마련될 수 있다. 노즐의 내면은 원통형 또는 테이퍼드 형태로 마련될 수 있다.
- [187] 노즐의 각 면은 친수성 또는 소수성을 띌 수 있다. 노즐의 각 면은 친수성 또는 소수성 물질로 형성되거나, 친수성 또는 소수성 물질로 코팅되어 마련될 수 있다. 노즐의 각 면은 다른 성질을 띌 수 있다. 일 예로, 노즐의 외면 및 말단면은 소수성을 띠고 노즐의 내면은 친수성을 띠도록 마련될 수 있다.
- [188]
- [189] 도 7은 본 명세서에서 설명하는 발명에서 이용될 수 있는 노즐의 몇 가지 예를 도시한 것이다.
- [190] 도 7의 (a)를 참조하면, 노즐은 원통형의 외면 및 원통형의 내면을 가질 수 있다. 도 7의 (b)를 참조하면, 노즐은 원통형의 내면 및 테이퍼드 형태의 외면을 가질 수 있다. 도 7의 (c)를 참조하면, 노즐은 원뿔형의 외면 및 원뿔형의 내면을 가질 수

있다. 도 7의 (d)를 참조하면, 노즐은 선형의 노즐, 예컨대 슬릿 형태의 노즐을 가질 수 있다. 노즐은 도 7의 (a) 내지 (d)에서 나타내는 형태가 혼합된 복합 형태를 가질 수 있다. 예컨대, 노즐은 다각 기둥 형태와 테이퍼드 형태가 결합된 되면 및 원통형의 내면을 가질 수도 있다.

- [191] 도 7의 (a) 내지 (d)를 참조하면, 노즐은 말단을 가질 수 있다. 노즐의 말단은 노즐의 형태에 따라 뭉툭하거나 날카롭게 형성될 수 있다. 도 7의 (a)에서 예시하는 원통형 노즐의 경우 뭉툭한 말단을 가질 수 있다. 도 7의 (c)에서 예시하는 원뿔형 노즐의 경우 날카로운 말단을 가질 수 있다
- [192] 본 명세서에서 설명하는 장치에서 이용되는 노즐은, 내경 및 외경을 가질 수 있다. 이때, 노즐의 외경과 내경의 비율은 노즐의 길이 방향에 따라 달라질 수 있다. 예컨대, 도 7의 (b) 또는 (c)에서 예시하는 노즐의 경우, 말단으로 갈수록 내경에 대한 외경의 비율이 작아질 수 있다.
- [193] 노즐의 말단에서, 내경에 대한 외경의 비율에 따라 노즐 말단의 형태가 달라질 수 있다. 예컨대, 내경에 대한 외경의 비율이 큰 노즐은 뭉툭한 말단을 가질 수 있다. 또 예컨대, 단부에서 내경에 대한 외경의 비율이 작은 노즐은 좁은 말단면을 가질 수 있다.
- [194] 도 8은 노즐의 말단면을 예시적으로 설명하기 위한 도면이다. 도 8의 (a) 및 (b)는 노즐의 길이 방향에서 관찰한 평면도를 나타낸 것이다.
- [195] 도 8의 (a)는 뭉툭한 말단면을 가지는 노즐을 설명하기 위한 도면이다. 도 8의 (a)를 참조하면, 뭉툭한 말단면을 가지는 노즐의 내경(r1)에 대한 외경(r2)의 비율은 비교적 큰 값을 가질 수 있다. 예컨대, 내경(r1)에 대한 외경(r2)의 비율은 1.5 내지 2배일 수 있다.
- [196] 도 8의 (b)는 좁은 말단면을 가지는 노즐을 설명하기 위한 도면이다. 도 8의 (b)를 참조하면, 노즐은 말단으로 갈수록 외경이 작아지는 테이퍼드 형태를 가질 수 있다. 예컨대, 노즐의 말단면에서의 외경(r4)은, 노즐의 말단면에서 이격된 위치에서의 외경(r5)보다 작을 수 있다. 도 8의 (b)를 참조하면, 노즐의 내경(r3)에 대한 외경(r4)의 비율은 비교적 큰 값을 가질 수 있다. 예컨대, 좁은 말단면을 가지는 내경(r3)에 대한 외경(r4)의 비율은 1.001 내지 1.01배일 수 있다.
- [197]
- [198] 출수부(130)는 복수의 노즐을 포함할 수 있다. 출수부(130)는 복수의 노즐이 배열된 노즐 어레이(array)를 포함할 수 있다. 노즐 어레이는 서로 나란하게 배열된 복수의 노즐을 포함할 수 있다. 노즐 어레이는 서로 다른 방향으로 배열된 복수의 노즐을 포함할 수 있다. 예컨대, 복수의 노즐은 방사형으로 배열될 수 있다. 복수의 노즐은, 각각의 노즐에서 방출되는 전류로 인한 상호 영향이 최소화 되도록, 서로 다른 방향을 향하도록 배열될 수 있다.
- [199]
- [200] 도 9는 일 실시예에 따른 노즐 어레이(1000)를 설명하기 위한 도면이다.
- [201] 도 9를 참조하면, 일 실시예에 따른 노즐 어레이(1000)는 베이스 및 베이스에

위치된 복수의 노즐을 포함할 수 있다. 노즐 어레이(1000)는 베이스에 고정된 복수의 노즐(1030)을 포함할 수 있다. 노즐 어레이(1000)는 노즐이 고정되는 복수의 관통공을 포함하고, 각각의 관통공에 형성된 노즐(1030)을 포함할 수 있다. 복수의 노즐은 소정의 간격(d)을 가지도록 위치될 수 있다. 노즐 사이의 간격(d)은 노즐에 인가되는 전압을 고려하여 정해질 수 있다.

[202]

[203] 도 10의 (a) 및 (b)는 몇몇 실시예에 따른 노즐 어레이(1001, 1002)를 설명하기 위한 도면이다. 도 10을 참조하면, 노즐 어레이(1001)는, 복수의 노즐(1031) 및 제어 전극(1051)을 포함하는 기관 형태로 마련될 수 있다. 복수의 노즐(1031)은 소정의 간격(d)을 가지도록 형성될 수 있다. 노즐 사이의 간격(d)은 노즐에 인가되는 전압을 고려하여 정해질 수 있다.

[204] 제어 전극은 기관(1011, 1012)의 일 면에 위치될 수 있다. 제어 전극은 액체가 방출되는 측 면에 위치될 수 있다. 제어 전극은 기관(1011, 1012)의 양면, 예컨대, 상면 및 하면에 위치될 수도 있다. 제어 전극은 노즐과 연결되지 않도록 위치될 수 있다.

[205] 기관(1011, 1012)에 형성된 제어 전극 또는 복수의 노즐(1031, 1032)에는 고전압이 인가될 수 있다. 제어 전극 또는 복수의 노즐(1031, 1032)에 고전압이 인가되면, 관통공의 말단부에서 방출되는 액체가 대전될 수 있다. 특히, 분리된 제어 전극 각각에 인가되는 전압을 달리함으로써, 액체가 방출되는 방향이 제어될 수 있다.

[206] 도 10의 (a)를 참조하면, 노즐 어레이의 일 면에는 제어 전극면(1051)이 형성될 수 있다. 도 10의 (b)를 참조하면, 노즐 어레이의 일 면에는 관통공 주변에 제어 전극 패턴(1052)이 형성될 수 있다.

[207] 일 실시예에 따르면, 노즐 어레이는 인쇄 회로 기판(PCB, printed circuit board) 형태로 마련될 수 있다. 노즐 어레이는, 비아(via) 공정을 통하여 형성된 관통공을 포함하고 관통공 부근에 전극이 패터닝된 인쇄 회로 기판 형태로 마련될 수 있다.

[208] 기관에 패터닝된 전극은 복수의 노즐에 대한 패턴 제어에 이용될 수 있다. 예를 들어, 기관이 복수의 패터닝된 전극을 포함하는 경우, 장치(100)는 각각의 전극에 인가되는 전압을 달리함으로써 각각의 노즐의 전기 분무 출력 또는 전기 분무의 방향을 제어할 수 있다. 다른 예를 들어, 복수의 전극은 하나 이상의 노즐 그룹으로 나뉘어 제어될 수 있다. 장치(100)는 각 그룹에 대응되는 전극에 인가되는 전압값을 조절하여, 그룹 별 전기 분무 동작을 제어할 수 있다.

[209] 노즐 어레이의 모든 토출구에서 동시에 지속적으로 전하를 띠는 액적이 방출되는 경우, 토출구들 부근에 공간 전하 밀도가 올라감으로써 목표하는 전류값을 출력하기 위한 전압이 상승되어, 의도하지 않은 부수적 현상이 발생될 수 있다. 예컨대, 필요 전압의 상승에 의한 의도되지 않은 코로나 방전이 발생될 수 있다. 노즐 어레이의 모든 토출구에서 동일한 방향으로 전하를 띠는 액적을

방출하는 경우에도 유사한 문제가 발생될 수 있다. 이를 방지하기 위하여, 노즐 어레이에 포함되는 복수의 노즐 군을 분리하여 제어할 수 있다. 일례로, 장치(100)는, 액적이 토출되는 토출구(예컨대, 노즐 또는 관통공의 일단) 근처에서의 공간 전하에 의한 전압 상승 효과를 상쇄하기 위하여 개별 노즐 그룹에 순차적으로 또는 번갈아가면서 전압을 인가할 수 있다. 또는, 장치(100)는, 개별 노즐 그룹이 전하를 띠는 액적을 방출하는 방향을 바꾸어가며, 토출구 근처에서의 노즐 전압을 관리할 수 있다.

[210]

[211] 도 11의 (a) 및 (b)는 기관에 패터닝된 전극의 몇몇 실시예를 설명하기 위한 도면이다.

[212] 도 11의 (a)를 참조하면, 기관에는 복수의 관통공 및 선형 제어 전극이 형성될 수 있다. 선형(즉, 막대 형태) 제어 전극은 관통공 열(column) 또는 행(row)에 대응되도록 형성될 수 있다. 선형 제어 전극은 관통공 열(column) 또는 행(row)을 감싸도록 형성될 수 있다. 하나의 선형 제어 전극은, 복수의 노즐을 포함하는 하나의 그룹의 노즐에서의 전기 분무를 제어하는데 이용될 수 있다. 장치(100)는 선형 제어 전극들을 개별적으로 제어함으로써 관통공 그룹들의 전기 분무를 개별 제어할 수 있다.

[213] 일 실시예에 따르면, 노즐 어레이는 제1 전극(LE1), 제2 전극(LE2), 제3 전극(LE3) 및 제4 전극(LE4)을 포함할 수 있다. 제1 내지 제4 전극(LE1, LE2, LE3, LE4)은 제1 내지 제4 노즐 그룹(LG1, LG2, LG3, LG4)을 각각 둘러싸도록 형성될 수 있다.

[214] 장치(100)는, 제1 전극 내지 제4 전극(LE1, LE2, LG3, LE4)에 서로 다른 전압을 인가할 수 있다. 장치(100)는 제1 전극 내지 제4 전극(LE1, LE2, LG3, LE4)에 순차적으로 전압을 인가할 수 있다. 장치(100)는 제1 전극 및 제3 전극(LE1, LG3)에 제1 전압을 인가하고, 제2 전극 및 제4 전극(LE2, LE4)에 제2 전압을 인가하였다가, 제1 전극 및 제3 전극(LE1, LG3)에 제2 전압을 인가하고, 제2 전극 및 제4 전극(LE2, LE4)에 제1 전압을 인가하는 것을 반복할 수 있다.

[215]

[216] 도 11의 (b)를 참조하면 노즐 어레이는 기관(1012), 복수의 노즐(1032) 및 동심원 형태를 가지는 복수의 제어 전극(1032)을 포함할 수 있다. 복수의 제어 전극(1032)은, 동일한 간격을 가지는 다중 링 형태로 형성될 수 있다. 링 전극은 원형으로 배열된 복수의 관통공을 둘러싸는 형태로 형성될 수 있다. 개별 링 전극은 원형으로 배열된 복수의 관통공을 포함하는 관통공 그룹에서의 전기 분무를 제어하는데 이용될 수 있다.

[217] 일 실시예에 따르면, 노즐 어레이는 제1 링 전극(RE1), 제2 링 전극(RE2) 및 제3 링 전극(RE3)을 포함할 수 있다. 제1 내지 제3 전극(RE1, RE2, RE3)은 각각 제1 내지 제3 관통공 그룹(RG1, RG2, RG3)을 둘러싸도록 형성될 수 있다.

[218] 장치(100)는 제1 링 전극 내지 제3 전극(RE1, RE2, RE3)을 개별적으로

제어하여, 제1 내지 제3 관통공 그룹(RG1, RG2, RG3)에서의 전기 분무 동작을 개별적으로 제어할 수 있다. 장치(100)는 제1 링 전극(RE1), 제2 링 전극(RE2) 및 제3 링 전극(RE3)에 순차적으로 전압을 인가할 수 있다. 장치(100)는 제1 링 전극(RE1), 제2 링 전극(RE2) 및 제3 링 전극(RE3)에 각각 제1 전압, 제2 전압, 제3 전압을 인가하여, 미세 액적의 방출 여부, 방출 방향 등을 조절할 수 있다. 장치(100)는 제1 링 전극(RE1) 및 제3 링 전극(RE3)에 제1 전압을 인가하고, 제2 링 전극(RE2)에 제2 전압을 인가하였다가, 제1 링 전극(RE1) 및 제3 링 전극(RE3)에 제2 전압을 인가하고, 제2 링 전극(RE2)에 제1 전압을 인가하는 것을 반복할 수 있다.

[219] 한편, 도 11의 (a) 및 (b)에서는 노즐 어레이를 평면도를 예시로 들어 설명하였으나, 노즐 어레이에 포함되는 각각의 노즐 그룹 또는 제어 전극이 형성하는 면은 서로 상이할 수 있다. 예를 들어, 제1 노즐 그룹에 포함되는 각 노즐의 말단과 제2 노즐 그룹에 포함되는 각 노즐의 말단은, 노즐 어레이의 베이스에 대하여 돌출된 높이가 상이할 수 있다. 또는, 제1 전극과 제2 전극은 노즐 어레이의 베이스에 대하여 돌출된 높이가 상이할 수 있다. 또는, 제1 전극과 제1 전극에 대응되는 제1 노즐 그룹에 포함되는 각 노즐의 말단은 노즐 어레이의 베이스에 대하여 돌출된 높이가 상이할 수 있다.

[220]

[221] 도 9 내지 11에서는, 전기 분무를 통하여 액적을 생성하는 노즐 어레이 등을 기준으로 설명하였으나, 이는 예시에 불과하고, 본 발명의 내용이 이에 한정되는 것은 아니다. 노즐 어레이 등은 별도의 액적 생성 수단(예컨대, 기체 분출부 또는 진동부 등)를 더 포함하고, 정전 분무에 의해 액적을 생성할 수 있다.

[222]

[223] 일 실시예에 따르면, 저수부(110)와 출수부(130)는 일체로서 마련될 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에 따른 장치는, 액체를 저장하는 저수 용기 및 저수 용기와 연결된 노즐을 포함하는 카트리지를 이용하여 대전된 액적을 분사하는 형태로 구현될 수도 있다.

[224]

[225] 통신부(140)는 외부 장치와 유선 또는 무선으로 통신할 수 있다. 통신부(140)는 양방향(bi-directional) 또는 단방향 통신을 수행할 수 있다. 예컨대, 통신부(140)는, 근거리 통신망(LAN, Local Area Network), 무선 근거리 통신망(WLAN, Wireless Local Area Network), 와이파이(WIFI), 지그비(ZigBee), 와이기그(WiGig), 블루투스(Bluetooth) 등을 통하여 외부 장치와 통신할 수 있다. 통신부(140)는, 유선 또는 무선 통신 모듈을 포함할 수 있다.

[226] 통신부(140)는, 외부 장치로부터 정보를 획득하거나, 외부 장치로 정보를 전달할 수 있다. 예를 들어, 통신부(140)는, 외부 장치로부터 제어 명령을 획득하고, 제어부 또는 대응되는 부(unit)로 전달할 수 있다. 또는, 통신부(140)는, 센서부에 의해 획득된 장치 정보, 상태 정보 등을 외부 장치로 전달할 수 있다.

통신부(140)는, 사용자 단말, 제어 장치, 제어 서버 및/또는 다른 장치 등의 외부 장치와 통신할 수 있다. 일 예로, 통신부(140)는 외부의 서버 등과 통신하여, 대상 영역의 기상 정보 등을 포함하는 환경 정보를 획득할 수 있다.

[227]

[228] 센서부(150)는 정보를 획득할 수 있다. 센서부(150)는 측정 파라미터의 측정 값을 포함하는 환경 정보를 획득할 수 있다. 예컨대, 센서부(150)는 장치 내부의 상태 정보, 장치의 작동 정보 및/또는 장치 외부의 환경 정보를 획득할 수 있다.

[229] 일 예로, 센서부(150)는 저수부(110), 급수부(120), 출수부(130), 통신부(140), 기체 분사부, 전원부(160) 등 장치를 구성하는 부분들의 상태 정보를 획득할 수 있다. 예컨대, 센서부는, 저수부(110)에 저장된 용수의 온도, 용수의 양, 급수부(120)의 동작 상태, 출수부(130)의 출수 효율(예컨대, 노즐 막힘 발생 여부), 장치 내부의 온도, 출수부(130)의 온도, 저수부(110)의 온도 등의 상태 정보를 획득할 수 있다.

[230] 일 실시예에 따르면, 센서부(150)가 장치가 기체 분사부를 포함하는 경우, 기체 분사부에서 출력되는 기체의 세기, 온도 등의 상태 정보를 획득할 수 있다.

[231] 다른 예로, 센서부(150)는 온도 정보, 습도 정보, 기류(예컨대, 풍속), 공기 품질(예컨대, 미세 먼지의 농도) 정보 등의 환경 정보를 획득할 수 있다. 환경 정보는 센서부(150)가 측정한 정보 또는 외부로부터 획득한 정보일 수 있다. 예컨대, 센서부(150)는 외부 측량 센터로부터 환경 정보를 전달 받을 수 있다.

[232] 또 다른 예로, 센서부(150)는 장치의 작동과 관련된 작동 정보를 획득할 수 있다. 센서부(150)는 장치가 제어 명령에 따라 적절히 작동하고 있는지 판단하는데 이용되는 작동 정보를 획득할 수 있다. 예컨대, 센서부(150)는 장치에서 출력되는 전류, 장치의 노즐에 인가되는 전압, 장치 주변의 전하 밀도, 장치 주변의 전기장의 세기, 장치 주변의 미세 입자의 농도 등을 획득할 수 있다.

[233] 일 실시예에 따르면, 센서부(150)가 장치가 입자 분산부를 포함하는 경우, 입자 분산부에 의해 입자가 분산되는 영역의 전하 밀도, 전기장의 세기 등의 작동 정보를 획득할 수 있다.

[234]

[235] 센서부(150)는 특정 파라미터(예컨대, 환경 정보)에 대하여, 센서부(150)가 위치한 장치 주변에서 측정된 주변 값, 대상 영역의 평균치를 나타내는 평균 값 또는 특정 위치에서의 값을 나타내는 특정 위치 값을 획득할 수 있다.

[236] 센서부(150)는 정보를 획득하는 센서 모듈을 포함할 수 있다. 또는, 센서부(150)는 센서 모듈을 포함하고 직접 정보를 획득하는 외부 장치로부터 측정 값을 획득할 수 있다.

[237] 센서 모듈은 장치 내부에 위치되거나, 장치 외부로 노출될 수 있다. 예컨대, 장치에 관한 상태 정보 또는 작동 정보를 획득하는 센서 모듈은 장치 내부에 고정될 수 있다. 또 예컨대, 장치 외부에 관한 환경 정보 또는 작동 정보를 획득하는 센서 모듈은 장치 외부로 노출되어 위치될 수 있다.

- [238] 센서부(150)를 통하여 획득된 정보는 장치의 제어에 이용될 수 있다. 예컨대, 상태 정보 또는 환경 정보는, 작동 명령을 결정하는데 이용될 수 있다. 작동 정보 등은, 이상 작동 정보가 발생한 경우 사용자 알림을 생성하는데 이용될 수 있다. 센서부(150)를 통하여 획득된 정보가 충분히 축적되면, 장치의 이력 제어가 수행될 수 있다. 장치의 제어와 관련하여서는, 제어부의 동작과 관련하여 보다 상세히 후술한다.
- [239]
- [240] 전원부(160)는 장치의 동작에 필요한 전원을 공급할 수 있다. 전원부(160)는 장치를 구성하는 각 부분에 전원을 공급할 수 있다. 전원부는 출수부, 급수부, 저수부, 통신부, 센서부 및/또는 제어부에 전원을 공급할 수 있다. 전원부(160)는 직류 또는 교류 전원을 공급할 수 있다. 전원부(160)는 각 부에 다른 형태로 전원을 공급할 수도 있다.
- [241] 전원부(160)는 장치의 구성 요소, 예컨대 출수부(130)에 고전압을 인가할 수 있다. 예를 들어, 전원부(160)는 커넥터를 통하여 출수부(130)에 고전압을 인가할 수 있다. 전원부(160)는, 출수부(130)를 통하여 토출되는 액체가 전하를 띠는 액적의 형태로 분출되도록, 노즐에 고전압을 인가할 수 있다. 전원부(160)는, 노즐에 전기 분무가 일어나기에 충분한 세기의 전압을 인가할 수 있다. 전원부(160)는 노즐에, 지면(GND)에 대해 큰 전위차를 가지는 전압을 인가할 수 있다. 전원부(160)는 노즐에, 지면(GND)에 대하여 양의 전압 또는 음의 전압을 인가할 수 있다. 예를 들어, 전원부(160)는 단위 노즐에 -1kV 이하의 고전압을 인가할 수 있다.
- [242]
- [243] 도 6에서 도시하지는 아니하였으나, 장치는 기체 분사부를 더 포함할 수 있다. 기체 분사부는 출수부(130)에 의해 액적이 분출되는 위치로 기체를 분사할 수 있다.
- [244] 기체 분사부는 출수부(130)로부터 분출되는 액적을 향하여 기체를 방출하여, 액적의 증발을 촉진할 수 있다. 기체 분사부는 액적의 증발을 촉진하여, 액적의 분열이 보다 안정적으로 발생하게 할 수 있다. 기체 분사부는 액적의 증발을 촉진하여, 공간 전하가 대상 영역에 안정적으로 분포되도록 할 수 있다.
- [245] 기체 분사부는 액적이 분출되는 토출구 근처로 기체를 분출하여, 토출구 부근의 대전된 입자들을 밀어냄으로써 토출구 부근의 공간 전하 밀도를 국소적으로 감소시킬 수 있다. 기체 분사부는 토출구 부근의 공간 전하 밀도를 감소시킴으로써, 후술하는 입자 분산부의 기능을 함께 수행할 수 있다.
- [246] 기체 분사부는 액체가 방출되는 토출구 근처로 기체를 분출하여, 액적의 생성을 촉진할 수 있다. 기체 분사부는, 액체가 방출되는 토출구를 향하여 기체를 분출하여, 액체로부터 액적이 분리될 수 있도록 물리력을 작용할 수 있다. 기체 분사부는, 보다 작은 크기의 액적이 생성되도록 액체 또는 생성된 액적을 향하여 기체를 방출할 수 있다.

- [247] 기체 분사부는 액적의 진행 경로를 제공할 수 있다. 기체 분사부는 액체가 방출되는 토출구 근처로 기체를 분출하여, 방출된 액적 또는 입자를 특정 방향을 향하여 이동하도록 유도할 수 있다.
- [248] 기체 분사부는 에어 노즐 및 에어 펌프를 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 에어 펌프는 액체를 공급하는 펌프와 일체로서 형성될 수도 있다. 기체 분사부는 기체가 유입되는 인렛을 포함할 수 있다. 기체 분사부는 기체의 분출을 조절하는 플로우 레귤레이터를 포함할 수 있다.
- [249] 기체 분사부는 복수의 에어 노즐을 포함할 수 있다. 복수의 에어 노즐은 서로 나란하게 마련되거나, 서로 다른 방향을 향하도록 마련될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 복수의 에어 노즐은 출수부(130)에 의해 액적이 방출되는 영역을 향하도록 제공될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 기체 분사부는 전술한 출수부(130) 내에 마련될 수 있다. 기체 분사부는 전술한 출수부(130)와 일체로서 마련될 수 있다.
- [250] 기체 분사부는, 필요에 따라, 가열 모듈을 더 포함할 수 있다. 가열 모듈은 전열 코일, 유도 가열 코일 또는 열전 소자 등의 가열 수단을 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 기체 분사부는 에어 노즐, 에어 펌프 및 가열 모듈을 포함하고, 가열된 기체를 분사할 수 있다.
- [251] 기체 분사부는 반응성이 작은 기체를 분사할 수 있다. 예컨대, 기체 분사부는 질소 기체, 아르곤 기체, 압축 공기 등을 분사할 수 있다. 기체 분사부는 비활성 기체를 분사할 수 있다.
- [252] 기체 분사부는 전하 전달 물질을 포함하는 기체를 분사할 수 있다. 기체 분사부는 액적에 포함된 전하를 띠는 물질로부터 전하를 획득하는 전하 전달 물질을 포함하는 기체를 방출할 수 있다. 예를 들어, 기체 분사부는, 산소(O₂) 성분을 포함하는 기체를 방출할 수 있다.
- [253]
- [254] 도 12의 (a)는 노즐 어레이의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [255] 도 12의 (a)를 참조하면, 노즐 어레이(1003)는 기체 분출구(1073)를 더 포함할 수 있다. 기체 분출구(1073)는 노즐과 동축 구조를 가지도록 마련될 수 있다. 기체 분출구(1073)는 노즐과 노즐 사이에 형성될 수 있다. 기체 분출구(1073)는 노즐 주변에 형성되는 별도의 관통공으로 마련될 수 있다. 기체 분출구(1073)는 노즐과 나란히 형성되어, 노즐로부터 분사되는 대전된 액적을 밀어낼 수 있다. 복수의 기체 분출구(1073)는 하나의 에어 펌프로부터 기체를 공급받을 수 있다.
- [256]
- [257] 도 6에서 도시하지는 아니하였으나, 장치는 입자 분산부를 더 포함할 수 있다. 입자 분산부는 대전된 액적이 분출되는 토출구 근처에서, 공간 전하 밀도를 조절함으로써, 노즐에 인가되는 전압을 필요에 따라 조절할 수 있다.
- [258] 예를 들어, 입자 분산부는 출수부(130)에 의해 대전된 액적이 토출되는 영역에 대하여 비전기력을 작용함으로써, 액적이 토출되는 노즐 말단 부근의 대전된

입자를 분산시킬 수 있다. 입자 분산부는 노즐 말단 부근의 대전된 입자를 분산시킴으로써 노즐 말단 부근의 공간 전하 밀도를 떨어트릴 수 있다. 입자 분산부는 노즐 말단 부근의 공간 전하 밀도를 감소시킴으로써, 노즐을 통하여 기준 전류를 방출하기 위하여 노즐에 인가되어야 하는 기준 전압을 떨어트릴 수 있다. 입자 분산부는 기준 전압을 떨어트려 노즐 말단에 인가되는 전압이 적정 범위 내에 유지되도록 할 수 있다.

- [259] 예를 들어, 노즐 말단에 인가되는 전압은 10 kV ~ 15 kV 범위 내의 값으로 유지될 수 있다. 노즐 말단에 인가되는 전압의 적정 범위는 노즐 말단부의 형상에 따라 달라질 수 있다. 노즐 말단부의 형상에 따라 노즐로부터 코로나 방전 등의 직접 방전이 발생하는 전압 값이 달라질 수 있고, 이에 따라 노즐 말단에 인가되는 전압의 적정 범위가 변동될 수 있다. 예컨대, 노즐에 날카로운 모서리가 포함된 경우 전압의 적정 범위는 보다 낮은 상한 값을 가질 수 있다.
- [260] 구체적인 예를 들어, 장치(100)의 일 노즐에서 전하를 띠는 액적을 통하여 기준 전류 1mA를 방출하기 위하여 노즐에 인가되어야 하는 기준 전압은, 노즐의 토출구 주변의 공간 전하 밀도에 따라 다를 수 있다. 예컨대, 장치(100)가 작동을 개시하는 시점에서는 토출구 주변의 공간 전하가 거의 존재하지 않는 상태에서의 기준 전류 1mA를 방출하기 위한 기준 전압은 8kV일 수 있다. 장치가 일정 시간 이상 연속적으로 작동한 이후 시점에서는 토출구 주변은 높은 공간 전하 밀도를 가질 수 있고, 이때의 기준 전압은 9kV 이상일 수 있다. 입자 분산부는, 토출구 주변의 전하를 띠는 입자를 밀어냄으로써 토출구 공간 전하 밀도를 낮추고, 기준 전압을 9kV보다 낮은 값, 예컨대, 8.5 kV로 낮출 수 있다.
- [261] 입자 분산부는 기준 전압을 낮춤으로써, 기준 전압을 적정 범위 내로 유지할 수 있다. 입자 분산부는 기준 전압을 적정 범위로 유지함으로써, 장치(100)의 에너지 효율을 향상시킬 수 있다. 입자 분산부는 노즐 말단에서 발생할 수 있는 불필요한 방전 또는 물질의 생성을 방지할 수 있다. 입자 분산부는 장치의 안정성 및 안전성을 향상시킬 수 있다.
- [262] 입자 분산부는 전술한 기체 분사부의 형태로 구현될 수도 있다.
- [263]
- [264] 도 6에서 도시하지는 아니하였으나, 장치는 가열부를 더 포함할 수 있다.
- [265] 가열부는 장치(100)의 구성 또는 장치(100)에서 방출되는 액체 또는 기체를 가열할 수 있다. 가열부는 장치의 각 부 중 하나 이상을 가열하기 위해 이용될 수 있다. 예컨대, 가열부는 저수부, 출수부(130) 또는 기체 분사부의 일부분을 가열할 수 있다.
- [266] 예를 들어, 가열부는 저수부 주변에 위치될 수 있다. 가열부는 저수부의 저수 용기를 둘러싸고, 저수 용기 및 저수 용기에 저장된 액체를 가열할 수 있다. 가열부는 출수부(130)의 노즐 주변에 위치되고 노즐 및 노즐을 통과하는 액체를 가열할 수 있다. 가열부는 기체 분사부의 에어 노즐 주변에 위치되고 에어 노즐 및 노즐을 통과하는 기체를 가열할 수 있다. 가열부는 액적이 방출되는 영역을

가열할 수 있다. 예컨대, 가열부는 액적이 방출되는 영역으로 분사되는 기체를 가열하여, 액적이 방출되는 영역을 가열할 수 있다.

[267] 가열부는 전열 코일, 유도 가열 코일 또는 열전 소자 등의 가열 수단을 포함할 수 있다.

[268] 도 12의 (b)는 노즐 어레이(1004)의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.

[269] 도 12의 (b)를 참조하면, 노즐 어레이(1004)는 가열 모듈(1094)을 더 포함할 수 있다. 가열 모듈(1094)은, 노즐 주변에 배치될 수 있다. 가열 모듈(1094)은, 노즐과 노즐 사이에 배치될 수 있다. 가열 모듈(1094)은, 복수의 노즐을 둘러싸도록 배치될 수 있다. 가열 모듈(1094)은, 노즐과 동축 구조를 가지도록 형성될 수 있다. 가열 모듈(1094)은 코일 형태로 마련될 수 있다. 가열 모듈(1094)은, 기체 분출구를 감싸는 코일 형태로 마련되어 분출되는 기체를 가열하도록 배치될 수 있다. 가열 모듈(1094)은, 노즐을 감싸는 코일 형태로 마련되어, 분사되는 액체를 가열할 수 있다.

[270]

[271] 도 6에서 도시하지는 아니하였으나, 장치(100)는 인터페이스부를 포함할 수 있다.

[272] 인터페이스부는 외기와 출수부(130)를 연결하는 공간으로 구현될 수 있다. 인터페이스부는 외부 환경의 변화가 장치로부터 방출되는 액체에 의한 공간 전하의 형성에 미치는 영향이 최소화되도록, 외부로부터 적어도 일부 차단된 공간을 제공할 수 있다.

[273] 인터페이스부는 출수부(130)로부터 방출되는 액체에 필요한 환경을 제공할 수 있다. 예컨대, 인터페이스부는 액적의 증발 또는 분열이 충분히 일어나도록 하기 위한 온도 또는 습도를 제공할 수 있다.

[274] 인터페이스부는 반응 공간, 예컨대 챔버(chamber)를 포함할 수 있다. 챔버는 외부 환경의 영향을 약화하기 위한 구성, 예컨대, 단열재, 절연재, 내열재, 방수재, 발수재 등을 포함할 수 있다. 인터페이스부는 외부의 영향을 차단하기 위한 커버를 포함할 수 있다. 커버는 장치(100)의 동작 상태에 따라 개폐될 수 있다.

[275] 인터페이스부는 출수부(130)와 연결되어 형성될 수 있다. 인터페이스부는 기체 분사부, 입자 분산부 또는 가열부와 연결되어 형성될 수 있다.

[276]

[277] 제어부는 장치 및/또는 각 부(unit)의 동작을 제어할 수 있다. 제어부는 제어 명령을 생성하고, 장치의 각 부를 제어할 수 있다. 제어부는, 통신부를 통하여 제어 명령을 획득하고, 획득된 제어 명령에 기초하여 해당 부를 제어할 수 있다.

[278] 제어부는 저수부, 급수부, 출수부(130), 통신부, 센서부, 전원부 및/또는 그 외의 장치 구성의 동작을 제어할 수 있다. 예컨대, 제어부는 급수부의 급수 동작의 온 오프를 제어할 수 있다. 급수부에 의해 시간당 급수되는 양을 제어할 수 있다. 또 예컨대, 제어부는 센서부의 정보 획득 동작을 제어할 수 있다.

- [279] 제어부는 전원부의 전원 제공 동작을 제어할 수 있다. 제어부는 전원부에 의해 출력되는 전압 또는 전류를 제어할 수 있다. 제어부는 전원부를 통하여 특정 구성에 전압을 인가할 수 있다. 일 예로, 제어부는 전원부를 통하여 출수부(130)에 가해지는 전압을 제어할 수 있다. 제어부는 전원부를 통하여, 출수부(130)에서 전기 분무가 발생하도록 제어할 수 있다. 제어부는 전원부를 통하여 출수부(130)에서 출력되는 전류를 제어할 수 있다.
- [280] 제어부는 전원부를 이용하여, 노즐에서 대전된 액적이 방출되도록 노즐에 고전압을 인가할 수 있다. 제어부는 전원부를 이용하여, 노즐에서 전기 분무가 발생하도록, 노즐에 고전압을 인가할 수 있다. 제어부는 전원부를 이용하여, 공기 중의 미세 입자가 대전된 액적으로부터 음전하를 적어도 일부 획득하여 대전되도록, 노즐에 고전압을 인가할 수 있다. 제어부는 전원부를 이용하여, 대전된 미세 입자가 장치로부터 방출된 음전하에 의해 형성된 전기장에 의해 밀려나도록 노즐에 고전압을 인가할 수 있다.
- [281] 제어부는, 전원부를 통하여 장치의 일부 구성에 고전압을 인가할 수 있다. 예를 들어, 제어부는, 전원부를 통하여, 노즐에 기준값 이하 또는 기준값 이상의 전압을 인가할 수 있다. 예컨대, 제어부는, 전원부가 단위 노즐에 2kV 이상의 전압을 인가하도록 제어할 수 있다. 제어부는, 전원부가 단위 노즐에 20kV 이하의 전압을 인가하도록 제어할 수 있다. 제어부는 전원부가 노즐 어레이에 20kV 이하의 평균 전압을 인가하도록 제어할 수 있다.
- [282]
- [283] 도 6에서 도시하지는 아니하였으나, 장치(100)는 출력부를 포함할 수 있다. 출력부는 장치의 작동 정보 또는 상태 정보를 출력하는 출력 수단을 포함할 수 있다. 출력부는 디스플레이, LED 전구 등의 시각 정보 표시 수단 또는 스피커 등의 음성 정보 표시 수단을 포함할 수도 있다.
- [284]
- [285] 한편, 도 6 내지 12에서 설명하는 장치 및 구성들은 예시에 불과한 바, 도 6 내지 12에서 설명하는 구성들은 생략될 수 있고, 도 6 내지 12에서 도시하지 않은 구성이 장치(100)에 더 포함될 수도 있다.
- [286]
- [287] 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따른 장치는, 선형의 전극을 포함하는 출수부를 포함할 수 있다. 예컨대, 장치는, 그 표면에 선형의 도체가 위치된 기판을 포함할 수 있다. 장치는, 그 표면에 스트립라인이 형성된 기판을 포함할 수 있다. 장치는, 그 표면에 선형의 전극이 위치되고
- [288] 장치는, 기판의 전극에서 전기 분무가 일어나도록, 기판의 표면에 액체를 공급하고, 기판의 표면에 위치되는 전극에 고전압을 인가할 수 있다.
- [289]
- [290] 도 44는 일 실시예에 따른 장치의 일부 구성을 설명하기 위한 도면이다. 도 44의 (a)는 일 실시예에 따른 장치의 출수 모듈(200)의 단면도를 나타낸 것이다. 도

44의 (b)는 일 실시예에 따른 장치의 출수 모듈(200)의 평면도를 나타낸 것이다. 이하에서는 도 44의 (a) 및 (b)를 참조하여 설명한다.

- [291] 일 실시예에 따른 장치는, 대전된 액적을 생성하기 위한 기관 형태의 출수 모듈을 포함할 수 있다. 도 44를 참조하면, 일 실시예에 따른 출수 모듈(200)은, 기관(201) 상에 형성된 전극(203) 및 전극 위에 배치되는 제1 서브 기관(205) 및 제2 서브 기관(207)을 포함할 수 있다.
- [292] 기관(201)은 평판 형태로 마련될 수 있다. 기관(201)은 다층 구조를 가질 수 있다. 기관(201)은 인쇄회로기판(PCB)일 수 있다. 기관(201)에는 기관의 면 방향에 수직하게 기관을 관통하는 홀(쓰루홀 또는 비아홀) 또는 기관의 면 또는 면 내에 형성되는 스트립라인이 위치될 수 있다.
- [293] 전극(203)은 기관(201)의 일면(특히, 상면)에 위치될 수 있다. 도 44의 (b)를 참조하면, 출수 모듈(200)은 기관(201)의 일 면에 형성된 복수의 전극(203)을 포함할 수 있다. 도 44의 (b)를 참조하면, 복수의 전극(203)은 기관(201)상에 위치되고 일 방향으로 연장될 수 있다. 각각의 전극(203)은 서로 소정 거리 이격되어 배치될 수 있다. 바람직하게는, 각각의 전극(203)은 서로 1 mm ~ 10 mm 이격되어 배치될 수 있다. 복수의 전극(203)은 서로 평행하게 배치될 수 있다. 전극(203)은 인쇄회로기판에 마련된 스트립라인 또는 마이크로스크립일 수 있다.
- [294] 출수 모듈(200)은 전극(203)을 적어도 일부 덮도록 마련되는 제1 서브 기관(205)을 더 포함할 수 있다. 제1 서브 기관(205)은 전극(203) 및/또는 기관(201) 으로부터 소정 거리 이격되어 배치될 수 있다. 제1 서브 기관(205)은 기관(201)으로부터 소정 거리 이격되어 배치되어, 전극(203) 및/또는 기관(201)과 제1 서브 기관(205) 사이에 액체(LQ)가 흐를 수 있는 공간을 제공할 수 있다.
- [295] 도 44를 참조하면, 제1 서브 기관(205)은 전극(203)을 덮도록 배치될 수 있다. 도 44를 참조하면, 제1 서브 기관(205)은 전극(203)의 말단이 노출되도록 배치될 수 있다. 제1 서브 기관(205)은 복수의 전극(203)의 각 말단이 노출되도록 배치될 수 있다.
- [296] 출수 모듈(200)은 제1 서브 기관(205) 위에 배치되는 제2 서브 기관(207)을 더 포함할 수 있다. 제2 서브 기관(207)은 제1 서브 기관(205)을 덮도록 위치될 수 있다. 제2 서브 기관(207)은 제1 서브 기관(205)으로부터 소정 거리 이격되어 배치될 수 있다. 제2 서브 기관(207)은 제1 서브 기관(205)과 제2 서브 기관(207) 사이에 에어가 공급될 수 있는 공간이 형성되도록, 제1 서브 기관(205)으로부터 소정 거리 이격되어 배치될 수 있다.
- [297] 출수 모듈(200)은 저수 용기에 저장된 액체(LQ)를 획득하고, 획득한 액체(LQ)를 기관(201) 표면에 공급할 수 있다. 액체(LQ)는 기관(201)의 전극(203)이 형성된 일 면으로 공급될 수 있다. 액체(LQ)는 기관(201)과 제1 서브 기관(205) 사이의 공간으로 흐를 수 있다. 액체(LQ)는 모세관 현상을 통하여 기관(201)과 제1 서브 기관(205) 사이의 영역에 퍼질 수 있다.

- [298] 장치는 전극(203)에 고전압을 인가할 수 있다. 장치는 전극(203)에 고전압을 인가하고, 전극(203)이 위치되는 기관(201) 상에 액체(예컨대, 물)를 공급하여 전기 분무를 유도할 수 있다. 기관(201)에 액체가 공급되고 전극(203)에 고전압이 인가되면, 전극(203)(특히, 전극(203)의 말단)에 의해 형성되는 전기장에 의하여 대전된 액적이 생성될 수 있다. 기관(201)에 액체가 공급되고 전극(203)에 고전압이 인가되면, 전극(203)의 노출된 부분(서브 기관에 의해 덮이지 않은 부분)에서 대전된 액적이 생성될 수 있다.
- [299] 출수 모듈(200)은 에어 펌프와 연결되고, 에어 펌프를 통하여 공급되는 에어를 획득할 수 있다. 에어 펌프를 통하여 공급되는 에어는 제1 서브 기관(205) 및 제2 서브 기관(207) 사이에 형성되는 공간(예컨대, 에어 유동 경로) 내로 공급될 수 있다. 에어는 제1 서브 기관(205) 및 제2 서브 기관(207)의 일 측으로 유입되어, 제1 서브 기관(205) 및 제2 서브 기관(207)의 타 측으로 배출될 수 있다. 에어는 전극(203)이 노출된 방향으로 배출될 수 있다.
- [300] 제1 서브 기관(205) 및 제2 서브 기관(207)은, 에어 펌프와 연결되고 제1 서브 기관(205) 및 제2 서브 기관(207) 사이에 형성된 공간을 통하여 에어를 방출하여, 후술하는 입자 분산부의 기능을 수행할 수 있다. 장치는 제1 서브 기관(205) 및 제2 서브 기관(207) 사이의 공간을 통하여, 전극(203)이 노출된 영역으로 에어를 방출할 수 있다. 장치는 제1 서브 기관(205) 및 제2 서브 기관(207) 사이의 공간을 통하여 에어를 방출하여, 대전된 물질에 비-전기력을 제공할 수 있다. 장치는 제1 서브 기관(205) 및 제2 서브 기관(207) 사이의 공간을 통하여 에어를 방출하여, 대전된 물질에 전극(203)으로부터 멀어지는 방향의 외력을 제공하여, 전극(203) 주변의 공간 전하 밀도를 감소시킬 수 있다. 다시 말해, 장치는 에어를 방출하여, 전극(203)에 의한 대전된 액적 생성 효율이 증가되도록, 전극(203) 주변의 공간 전하의 전하 밀도를 감소시킬 수 있다.
- [301]
- [302] 도 13은 일 실시예에 따른 장치를 설명하기 위한 개념도이다.
- [303] 도 13을 참조하면, 일 실시예에 따른 장치는 제어 모듈(171), 전원 (161), 센서 모듈(151), 통신 모듈(141), 급수 펌프(121), 에어 펌프(181), 저수 용기(111) 및 노즐 어레이(131)를 포함할 수 있다.
- [304] 제어 모듈(171)은 전원 모듈(161)로부터 전원을 공급받을 수 있다. 제어 모듈(171)은 전원 모듈(161)을 제어할 수 있다. 제어 모듈(171)은 센서 모듈(151) 및/또는 통신 모듈(141)과 연결될 수 있다. 제어 모듈(171)은 급수 펌프(121) 및 에어 펌프(181)를 제어할 수 있다. 제어 모듈(171)은 급수 펌프(121)를 제어하여 저수 용기에 저장된 액체를 노즐 어레이(131)로 공급할 수 있다. 제어 모듈(171)은 에어 펌프(181)를 제어하여 노즐 어레이(131)로 기체를 공급할 수 있다.
- [305] 전원 모듈(161)은 제어 모듈(171)에 전원을 공급할 수 있다. 전원 모듈(161)은 노즐 어레이(131)에 전원을 공급할 수 있다. 전원 모듈(161)은 노즐

어레이(131)에 포함된 개별 노즐에 고전압을 인가할 수 있다.

- [306] 급수 펌프(121)는 저수 용기(111)에 저장된 액체를, 노즐 어레이(131)에 제공할 수 있다. 에어 펌프(181)는 노즐 어레이(131)에 형성된 에어 노즐을 통하여, 기체를 방출할 수 있다.
- [307] 한편, 위에서 설명된 도면에서 도시하지는 아니하였으나, 출수부 또는 노즐 어레이는 안전을 위한 보호 커버를 더 포함할 수 있다. 장치의 미세 입자 농도 저감 동작 중에, 출수부 또는 노즐 어레이에 포함되는 노즐에는 고전압이 인가되므로, 미세 입자 농도 저감 장치는 쇼트 내지 이물질 유입 등의 상황 방지를 위하여 노즐 상단을 커버하는 보호 커버를 더 포함할 수 있다.
- [308]
- [309] 2.2.2 실시예
- [310] 2.2.2.1 제1 실시예
- [311] 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따르면, 대상 영역에 전하를 공급하여 대상 영역의 미세 입자 농도를 관리하는 장치로서, 액체를 저장하는 용기, 액체를 출력하는 적어도 하나의 노즐, 용기로부터 적어도 하나의 노즐로 액체를 공급하는 펌프, 장치에 전력을 공급하는 전원 및 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 대상 영역에 전하를 공급하는 컨트롤러를 포함하는 장치가 제공될 수 있다. 여기서 장치에 대하여는, 본 명세서에서 설명되는 장치의 내용이 적용될 수 있다.
- [312] 장치는 대상 영역에 전하를 공급할 수 있다. 컨트롤러는, 전원을 이용하여, 적어도 하나의 노즐에 전압을 인가하여 상기 대상 영역에 상기 전하를 공급할 수 있다.
- [313] 장치는 대상 영역에 음전하를 공급할 수 있다. 컨트롤러는, 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐에 음의 전압을 인가할 수 있다. 예컨대, 컨트롤러는, 전원을 이용하여 대상 영역에 음전하를 공급하고, 컨트롤러는 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐에 음의 전압을 인가하여, 적어도 하나의 노즐을 통하여 음전하를 띠는 액적을 방출할 수 있다.
- [314] 컨트롤러는, 전원을 이용하여, 적어도 하나의 노즐에 제1 기준 값 이상의 전압을 인가할 수 있다. 제1 기준 값은 노즐에 제공된 액체를 통하여 충분한 전류가 대상 영역으로 방출되도록 정해진 임계값일 수 있다.
- [315] 컨트롤러는, 전원을 이용하여, 적어도 하나의 노즐에, 미리 정해진 유효 반경 값을 고려하여 결정된 제1 기준 값 이상의 전원을 인가할 수 있다. 미리 정해진 유효 반경은, 기준 시간 미세 입자의 농도가 기준 비율 감소되는 지점까지의 거리일 수 있다. 다시 말해, 장치는 미리 정해진 유효 반경에 따라 동작할 수 있다. 유효 반경은, 장치를 구동하는 시간, 미세 입자의 농도의 목표 감소 비율, 노즐에 인가되는 전압 및/또는 노즐을 통하여 출력되는 전류를 고려하여 결정될 수 있다.
- [316] 예컨대, 장치는, 유효 반경이 제1 반경인 경우, 기준 시간 내에 장치로부터 제1

반경 떨어진 위치에서의 미세 입자 농도가 기준 비율 감소되도록 기준 시간 동안 제1 전류를 출력할 수 있다. 장치는, 유효 반경이 제1 반경보다 큰 제2 반경인 경우, 기준 시간 내에 장치로부터 제2 반경 떨어진 위치에서의 미세 입자 농도가 기준 비율 감소되도록 기준 시간 동안 제1 전류보다 큰 제2 전류를 출력할 수 있다.

- [317] 또 예컨대, 장치는, 유효 반경이 제1 반경인 경우, 장치로부터 제1 반경 떨어진 위치에서의 미세 입자 농도가 기준 비율 감소되도록 제1 시간 동안 제1 전류를 출력할 수 있다. 장치는, 유효 반경이 제1 반경보다 큰 제2 반경인 경우, 장치로부터 제2 반경 떨어진 위치에서의 미세 입자 농도가 기준 비율 감소되도록 제1 시간보다 긴 제2 시간 동안 제1 전류를 출력할 수 있다.
- [318]
- [319] 컨트롤러는, 전원을 이용하여, 적어도 하나의 노즐에, 적어도 하나의 노즐을 통하여 $100\mu\text{A}$ 내지 10mA 의 전류가 출력되도록 결정된 제1 기준 값 이상의 전압을 인가할 수 있다.
- [320] 컨트롤러는 전원을 이용하여, 적어도 하나의 노즐에 제2 기준 값 이하의 전압을 인가할 수 있다. 제2 기준 값은 노즐로부터 전하의 방전이 방지되도록 결정될 수 있다. 제2 기준 값은, 노즐로부터 직접 방전, 예컨대, 코로나 방전이 발생하는 것이 방지되도록 결정될 수 있다. 제2 기준 값은, 노즐로부터 직접 방전되는 전류의 양이 노즐로부터 방출되는 액체를 통하여 출력되는 전류의 양을 초과하지 않도록 결정될 수 있다.
- [321]
- [322] 장치가 복수의 노즐을 포함하는 경우, 컨트롤러는, 복수의 노즐에 제1 기준 값 이상의 전압을 일괄적으로 인가할 수 있다. 또는, 컨트롤러는 복수의 노즐 제1 기준 값을 초과하는 범위 내에서 선택된 복수의 전압 값을 개별적으로 인가할 수도 있다.
- [323] 장치는 공간 전하를 형성할 수 있다. 컨트롤러는 전원을 이용하여, 적어도 하나의 노즐에 전압을 인가하여 상기 대상 영역에 상기 전하를 공급하고, 대상 영역에 공간 전하를 형성할 수 있다. 컨트롤러는, 전원을 이용하여, 대상 영역에 전기장을 형성하는 공간 전하를 형성할 수 있다.
- [324] 장치는 대상 영역에 음의 공간 전하를 형성할 수 있다. 컨트롤러는 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐을 통해 대상 영역에 음의 전하를 공급하여 대상 영역에 음의 공간 전하를 형성할 수 있다.
- [325] 장치는 대상 영역의 미세 입자를 대전할 수 있다. 대상 영역의 미세 입자는 공급된 전하에 의해 공급된 전하와 동일한 극성으로 대전될 수 있다. 장치가 음전하를 출력하는 경우, 대상 영역의 미세 입자는 음의 전하로 대전될 수 있다.
- [326]
- [327] 장치는 미세 입자에 전기력을 제공할 수 있다. 장치는 대상 영역의 미세 입자를 대전하고, 대전된 미세 입자에 전기력을 제공할 수 있다. 컨트롤러는 전원을

이용하여, 적어도 하나의 노즐에 전압을 인가하여 상기 대상 영역에 상기 전하를 공급하고, 공급된 전하에 의해 대전된 대상 영역의 미세 입자에 장치로부터 멀어지는 방향의 전기력을 제공할 수 있다.

- [328] 대전된 미세 입자에 제공되는 전기력은 적어도 일부 대상 영역에 공급된 전하에 의해 형성되는 전기장에 의해 제공될 수 있다. 장치는 대상 영역에 음의 공간 전하를 형성할 수 있고, 미세 입자에 제공되는 전기력은 적어도 일부 음의 공간 전하에 의한 전기장에 의해 제공될 수 있다.
- [329] 컨트롤러는, 미세 입자에 소정 방향의 전기력을 제공하여, 미세 입자에 동력을 제공할 수 있다. 컨트롤러는 전원을 이용하여, 대상 영역의 미세 입자에 지면을 향하는 성분을 포함하는 전기력을 제공할 수 있다. 예컨대, 컨트롤러는, 대상 영역에 전하를 띠는 물질을 일정 시간 이상 공급하여, 대전된 미세 입자가 전기력을 제공받고 지면 방향으로 이동하여 제거되도록, 공간 전하를 일정 시간 이상 유지할 수 있다.
- [330] 미세 입자에 제공되는 전기력은 지면에 수직하는 제1 방향 성분을 포함할 수 있다. 미세 입자에 제공되는 전기력은 지면을 향하는 제1 방향 성분을 포함할 수 있다. 미세 입자에 제공되는 전기력은, 지면에 수평한 제2 방향 성분을 포함할 수 있다. 미세 입자에 제공되는 전기력은, 지면에 수평하고 장치로부터 멀어지는 방향의 제2 방향 성분을 포함할 수 있다.
- [331]
- [332] 2.2.2.2 제2 실시예
- [333] 본 명세서에서 설명하는 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 대상 영역에 전하를 공급하여 대상 영역의 미세 입자 농도를 관리하는 장치로서, 액체를 저장하는 용기, 액체를 출력하는 적어도 하나의 노즐, 용기로부터 적어도 하나의 노즐로 액체를 공급하는 펌프, 장치에 전력을 공급하는 전원, 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 대상 영역에 전하를 띠는 물질을 공급하는 컨트롤러 및 전하를 띠는 물질에 대하여 비-전기력을 제공하는 입자 분산부를 포함하는 장치가 제공될 수 있다.
- [334] 장치에 대하여, 본 명세서 전반에 걸쳐 설명하는 장치에 관한 내용이 선택적으로 적용될 수 있다.
- [335] 컨트롤러는 전원을 이용하여, 적어도 하나의 노즐에 제1 기준 값 이상의 전압을 인가하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 전하를 띠는 액적을 출력할 수 있다.
- [336] 컨트롤러는 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 전하를 띠는 물질을 공급하여 대상 영역에 공간 전하를 형성할 수 있다. 컨트롤러는 전원을 이용하여, 적어도 하나의 노즐에 전압을 인가하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 전하를 띠는 액체를 출력하여, 대상 영역에 전하를 공급하고, 대상 영역에 공간 전하를 형성할 수 있다.
- [337]
- [338] 입자 분산부는, 전하를 띠는 물질에, 전기적으로 중성인 물질을 분사하여 비

전기력을 제공하도록 구성될 수 있다. 입자 분산부에 대하여, 본 명세서에서 설명하는 입자 분산부 또는 기체 분사부의 내용이 적용될 수 있다.

- [339] 입자 분산부는 기체를 분사하는 적어도 하나의 에어 노즐을 포함하고, 전하를 띠는 물질에 대하여 노즐로부터 멀어지는 방향으로 기체를 분사할 수 있다.
- [340] 적어도 하나의 노즐은 대전된 액적이 방출되는 일 단을 포함할 수 있다. 액적이 방출되는 일 단은 노즐의 액체가 출력되는 토출구가 위치한 말단을 의미할 수 있다.
- [341] 이때, 컨트롤러는 일 단 인근에서 공간 전하의 밀도가 적어도 일부 감소되도록, 입자 분산부를 이용하여 일 단 인근의 전하를 띠는 물질에 대하여 일 단으로부터 멀어지는 방향으로 비-전기력을 제공할 수 있다. 일 단의 인근은, 노즐의 말단으로부터 소정 거리 이내의 영역을 의미할 수 있다. 일 단의 인근은, 노즐 내에 위치한 액체에 의미있는 크기의 전기력을 작용하는 공간 전하가 분포하는 영역일 수 있다. 일 단의 인근은, 노즐의 말단으로부터 10cm 이내인 영역을 의미할 수 있다.
- [342] 컨트롤러는, 노즐의 일 단 인근에서, 형성된 공간 전하가 일 단에 위치한 액체에 작용하는 전기력이 감소되도록, 일 단 부근의 공간 전하 밀도가 임계치를 초과하지 않도록 관리할 수 있다. 컨트롤러는, 노즐을 통하여 기준 전류를 출력하기 위하여 노즐에 인가되는 필요 전압이 기준 전압을 초과하지 않도록, 노즐의 일 단 인근에 분포된 전하를 띠는 물질에 노즐의 일 단으로부터 멀어지는 방향 성분을 포함하는 비-전기력을 제공할 수 있다.
- [343] 예컨대, 장치가 전류를 방출함에 따라, 노즐의 토출구 주변의 공간 전하 밀도가 상승될 수 있다. 토출구 주변의 공간 전하 밀도가 상승되면, 공간 전하가 노즐 내의 액체에 미치는 전기력에 의하여, 노즐에 걸리는 전압이 일정한 경우(즉, 정전압 제어를 수행하는 경우) 노즐을 통하여 출력되는 전류가 줄어들 수 있다. 또는, 노즐을 통하여 출력되는 전류가 일정하도록 정전류 제어를 수행하는 경우, 노즐에 인가되는 전압이 상승될 수 있다. 노즐에 일정 수준 이상의 전압이 인가되면, 노즐을 통하여 직접 방전이 발생하는 등의 문제가 야기될 수 있다. 장치는, 이러한 문제를 최소화하기 위하여, 노즐의 말단 근처로 기체 등을 분사하여 비-전기력을 인가함으로써, 노즐 말단의 액체에 공간 전하가 작용하는 전기력을 감소시킬 수 있다.
- [344]
- [345] 2.3 장치의 동작
- [346] 본 명세서에서 설명하는 발명에 의하면, 장치를 이용한 미세 입자 농도 저감 방법 또는 미세 입자의 농도를 저감하기 위한 장치의 제어 방법 등이 제공된다. 이하에서는, 장치의 제어 방법, 미세 입자 농도의 저감 방법, 미세 입자 농도의 저감을 위해 장치를 효과적으로 운영하는 방법 등에 대하여 몇몇 실시예를 들어 설명한다.
- [347] 이하의 실시 예들과 관련하여 예시되는 순서도에서, 표시된 각 단계의 순서가

절대적인 것은 아니며, 실시 태양에 따라 각 단계의 위치는 변경될 수 있다.

[348]

[349] 2.3.1 일반 : 미세 입자 농도 저감 방법

[350] 장치(100)는 공기 중 미세 입자의 농도를 저감하는 방법을 수행할 수 있다. 장치 또는 장치의 제어부는 각 부를 이용하여 대상 영역에 대한 공기 중 미세 입자의 농도를 저감하는 방법을 수행할 수 있다.

[351]

[352] 도 14는 공기 중 미세 입자 농도를 저감하는 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 순서도를 나타낸 것이다.

[353] 도 14를 참조하면, 공기 중 미세 입자의 농도를 저감하는 방법은 노즐에 고전압을 인가하는 단계(S101) 및 노즐에 액체를 공급하는 단계(S103)를 포함할 수 있다.

[354] 공기 중 미세 입자 농도를 저감하는 방법은, 본 명세서에서 설명하는 장치에 의해 수행될 수 있다. 예를 들어, 공기 중 미세 입자의 농도를 저감하는 방법은, 전원부, 저수부, 급수부, 출수부 및 제어부를 포함하는 장치에 의해 수행될 수 있다.

[355]

[356] 노즐에 고전압을 인가하는 단계(S101)는 노즐에 미리 정해진 값 이상의 전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 노즐에 고전압을 인가하는 단계(S101)는, 제어부가 전원부를 이용하여 노즐에 전기 분무가 발생하기에 충분한 전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다. 노즐에 고전압을 인가하는 단계(S101)는 노즐에 미리 정해진 값 이하의 전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 노즐에 고전압을 인가하는 단계(S101)는, 제어부가 전원부를 이용하여 노즐로부터의 방전(예컨대, 코로나 방전 등의 직접 방전)이 발생하지 않는 범위의 전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다.

[357] 노즐에 고전압을 인가하는 단계(S101)는, 제어부가 전원부를 이용하여, 노즐에서 대전된 액적이 방출되도록 노즐에 고전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다. 노즐에 고전압을 인가하는 단계(S101)는, 제어부가 전원부를 이용하여, 노즐에서 전기 분무가 발생하도록, 노즐에 고전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다. 노즐에 고전압을 인가하는 단계(S101)는, 제어부가 전원부를 이용하여, 노즐에서 음전하를 가지는 액적이 방출되어 공기 중의 미세 입자로 음전하를 적어도 일부 전달하도록, 노즐에 고전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다. 노즐에 고전압을 인가하는 단계(S101)는, 제어부가 전원부를 이용하여, 공기 중의 미세 입자가 대전된 액적으로부터 음전하를 적어도 일부 획득하여 대전되도록, 노즐에 고전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다. 노즐에 고전압을 인가하는 단계(S101)는, 제어부가 전원부를 이용하여, 대전된 미세 입자가 장치로부터 방출된 음전하에 의해 형성된 전기장에 의해 밀려나도록, 노즐에 고전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다.

- [358] 일 예로, 노즐에 고전압을 인가하는 단계(S101)는, 제어 모듈이 전원을 통하여 노즐 어레이에 포함된 복수의 노즐에서 대전된 액적이 방출되도록, 복수의 노즐에 기준값 이상의 고전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다.
- [359]
- [360]
- [361] 노즐에 액체를 공급하는 단계(S103)는 도전성을 가지는 액체를 공급하는 것을 포함할 수 있다. 노즐에 액체를 공급하는 단계(S103)는, 제어부가 급수부를 통하여 미리 정해진 유량으로 저수부에 저장된 액체를 출수부에 제공하는 것을 포함할 수 있다. 노즐에 액체를 공급하는 단계(S103)는, 제어부가 급수부를 통하여 단위 시간 당 정해진 부피의 액체가 노즐로부터 방출되도록, 저수부에 저장된 액체를 출수부에 제공하는 것을 포함할 수 있다.
- [362] 일 예로, 노즐에 액체를 공급하는 단계(S103)는, 제어 모듈이 펌프를 통하여 미리 정해진 유량으로 저수 용기에 저장된 액체를 노즐 어레이로 공급하는 것을 포함할 수 있다.
- [363]
- [364] 장치는 기체 분사부를 더 포함할 수 있다. 이때, 공기 중 미세 입자 농도를 저감하는 방법은, 기체를 방출하는 단계를 더 포함할 수 있다. 기체를 방출하는 단계는, 제어부가 기체 분사부를 통하여, 액적이 토출되는 영역으로 기체를 분출하는 것을 포함할 수 있다. 기체를 방출하는 단계는, 제어부가 기체 분사부를 통하여, 액적이 분출되는 영역으로 기체를 분출하는 것을 포함할 수 있다. 기체를 방출하는 단계는, 제어부가 기체 분사부를 통하여, 분출된 액적이 이동 경로를 제공하기 위하여 제1 방향으로 기체를 분출하는 것을 포함할 수 있다. 제1 방향은 액적의 발생 위치로부터 멀어지는 방향일 수 있다. 기체를 방출하는 단계는, 제어부가 기체 분사부를 통하여, 분출된 액적의 증발 및/또는 분열이 촉진되도록, 액적이 분출되는 영역으로 기체를 방출하는 것을 포함할 수 있다.
- [365] 장치는 가열부를 더 포함할 수 있다. 이때, 공기 중 미세 입자 농도를 저감하는 방법은, 액체를 가열하는 단계를 더 포함할 수 있다. 액체를 가열하는 단계는, 제어부가 가열부를 통하여 노즐을 가열하는 것을 포함할 수 있다. 액체를 가열하는 단계는, 제어부가 가열부를 통하여 미리 정해진 온도 이상으로 액체가 방출되는 노즐을 가열하는 것을 포함할 수 있다. 액체를 가열하는 단계는, 제어부가 가열부를 통하여 미리 정해진 온도 이상으로 액체가 방출되는 노즐을 가열하는 것을 포함할 수 있다. 액체를 가열하는 단계는, 제어부가 가열부를 통하여, 분출된 액적의 증발 및/또는 분열이 촉진되도록 액체가 방출되는 노즐을 가열하는 것을 포함할 수 있다. 액체를 가열하는 단계는, 제어부가 가열부를 통하여, 액체가 저장된 저장 용기, 액체가 분출되는 공간 등을 가열하는 것을 포함할 수 있다.
- [366] 장치는 가열부 및 기체 분사부를 더 포함할 수 있다. 이때, 공기 중 미세 입자

농도를 저감하는 방법은 기체를 가열된 기체를 방출하는 단계를 더 포함할 수 있다. 가열된 기체를 방출하는 단계는 제어부가 가열부를 통하여 기체가 방출되는 기체 분사구(예컨대, 에어 노즐)을 가열하고, 기체 분사부를 통하여 기준 온도 이상으로 가열된 기체를 방출하는 것을 포함할 수 있다.

[367]

[368] 한편, 노즐에 고전압을 인가하는 단계(S101) 및 노즐에 액체를 공급하는 단계(S103)의 순서는 변경될 수 있다. 다만, 장치는, 노즐에 인가되는 전압의 안정성 또는 노즐을 통하여 출력되는 전류의 안정성을 확보하기 위하여, 노즐에 전압을 인가한 후 노즐에 액체를 제공할 수 있다.

[369]

[370] 도 15는 공기 중 미세 입자 농도를 저감하는 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 순서도를 나타낸 것이다.

[371] 일 실시예에 따르면, 미세 입자의 농도를 저감하는 방법은 전하를 띠는 액적을 출력하는 단계(S201), 공간 전하를 형성하는 단계(S203) 및 공기 중의 미세 입자를 대전하는 단계(S205)를 포함할 수 있다.

[372] 미세 입자의 농도를 저감하는 방법은 본 명세서에서 설명하는 장치에 의해 수행될 수 있다. 예를 들어, 공기 중 미세 입자의 농도를 저감하는 방법은, 전원부, 저수부, 급수부, 출수부 및 제어부를 포함하는 장치에 의해 수행될 수 있다.

[373] 전하를 띠는 액적을 출력하는 단계(S201)는 제어부가 급수부를 통하여 저수부에 저장된 액체를 출수부에 제공하고, 전원부를 통하여 출수부에 고전압을 인가하여 전하를 띠는 액적을 출력하는 것을 포함할 수 있다. 전하를 띠는 액적을 출력하는 단계(S201)는 제어부가 노즐로부터 미리 정해진 양의 전류(시간당 전하량)가 방출되도록, 노즐에 고전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어부는, 노즐 또는 노즐 어레이를 통하여 0.1mA 이상의 전류를 출력할 수 있다. 예를 들어, 제어부는, 노즐 또는 노즐 어레이를 통하여 초당 4.16×10^{18} 개의 전하가 방출되도록(즉, 0.67mA 전류가 출력되도록) 노즐 또는 노즐 어레이에 고전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다.

[374] 공간 전하를 형성하는 단계(S203)는 제어부가 출수부를 통하여 전하를 띠는 액적을 방출하여 대상 영역 내에 공간 전하 분포를 형성하는 것을 포함할 수 있다. 공간 전하를 형성하는 단계(S203)는 제어부가 음전하를 띠는 액적을 일정 시간 이상 지속하여 방출하여 대상 영역 내에 공간 전하 분포를 형성하는 것을 포함할 수 있다. 공간 전하를 형성하는 단계(S203)는 제어부가 출수부를 통하여 전하를 띠는 액적을 방출하여 대상 영역 내에 전기장이 형성되도록 공간 전하 분포를 형성하는 것을 포함할 수 있다.

[375] 공기 중의 미세 입자를 대전하는 단계(S205)는 제어부가 출수부를 통하여 전하를 띠는 액적을 방출하여 대상 영역 내의 미세 입자를 적어도 일부 대전하는 것을 포함할 수 있다. 공기 중의 미세 입자를 대전하는 단계(S205)는 제어부가

음전하를 띠는 액적을 일정 시간 이상 지속하여 방출하여 대상 영역 내의 공기 중에 부유하는 미세 입자를 적어도 일부 음전하로 대전하는 것을 포함할 수 있다. 일 예로, 대상 영역에서 미세 입자(예컨대, PM2.5 이하의 초미세먼지)의 농도가 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 인 경우, 장치는 1시간 이상 전하를 띠는 액적을 출력할 수 있다.

[376]

[377] 미세 입자의 농도를 저감하는 방법은 공간 전하의 형성(또는 유지)를 보조하는 단계를 더 포함할 수 있다. 공간 전하의 형성을 보조하는 단계는, 제어부가 전하를 띠는 액적에 포함된 전하가 충분히 분산되어 대상 영역에 충분한 공간 전하 밀도가 형성되도록, 공간 전하의 형성을 보조하는 것을 더 포함할 수 있다.

[378] 공간 전하의 형성을 보조하는 단계는, 제어부가 기체 분사부 또는 가열부를 이용하여, 출수부에서 방출되는 액적에 의한 공간 전하의 형성을 보조하는 것을 포함할 수 있다. 공간 전하의 형성을 보조하는 단계는, 제어부가 기체 분사부를 통하여 액적이 방출되는 영역으로 기체를 분출하는 것을 더 포함할 수 있다. 공간 전하의 형성을 보조하는 단계는, 제어부가 액적이 방출되는 영역으로 기체 분사부 및/또는 가열부를 통하여 가열된 기체를 분출하는 것을 더 포함할 수 있다. 공간 전하의 형성을 보조하는 단계는, 제어부가 가열부를 통하여 액체가 분사되는 노즐을 가열하는 것을 더 포함할 수 있다.

[379]

[380] 도 15에서 도시하지는 아니하였으나, 미세 입자의 농도를 저감하는 방법은 대상 영역의 미세 입자의 농도를 저감하는 단계 및/또는 대상 영역의 미세 입자를 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다. 미세 입자의 농도를 저감하는 방법은, 대상 영역에 형성된 공간 전하를 유지하는 것을 포함할 수 있다. 장치의 대상 영역의 미세 입자 제거 또는 대상 영역의 미세 입자 농도 저감 동작은, 장치에 의해 형성되는 공간 전하 또는 공간 전하에 의해 형성되는 전기장을 이용하여 수행될 수 있다.

[381] 미세 입자의 농도를 저감하는 방법은, 장치가 공간 전하의 형성 상태를 유지하여, 대전된 미세 입자에 전기력을 제공하는 것을 포함할 수 있다. 미세 입자의 농도를 저감하는 방법은, 장치가 공간 전하를 형성하고, 공간 전하의 형성 상태를 유지하여, 대전된 미세 입자에 장치에서 멀어지는 방향(예를 들어, 장치로부터 전하를 띠는 물질이 방출되는 토출구로부터 멀어지는 방향)으로 전기력을 제공하여, 대상 영역의 미세 입자 농도를 저감하는 것을 포함할 수 있다. 미세 입자의 농도를 저감하는 방법은, 장치가 공간 전하를 유지하여 대상 영역의 대전된 미세 입자에 전기력을 제공하고, 미세 입자가 장치에 의한 전기력에 적어도 일부 기초하여 지면 또는 구조물을 향하여 이동하여, 지면 또는 구조물에 부착되도록 하여 대상 영역의 미세 입자를 적어도 일부 제거하는 것을 포함할 수 있다.

[382]

[383] 일 실시예에 따르면, 미세 입자의 농도를 저감하는 방법은, 대상 영역의 특성을

고려하여 노즐에 전원을 인가하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 제어부는, 대상 영역의 크기, 반경(예컨대, 장치를 중심으로 반구형의 형태를 가지는 대상 영역의 반경), 너비 또는 높이를 고려하여 전원부를 통해 출수부에 인가되는 전압값 또는 전원부를 통해 출수부에서 출력되는 전류값을 제어할 수 있다. 구체적인 예로, 제어부는 대상 영역이 제1 반경을 가지는 경우, 전원부를 통하여 출수부에서 출력되는 전류값이 제1 전류값이 되도록 제어하고, 대상 영역이 제1 반경보다 큰 제2 반경을 가지는 경우, 전원부를 통하여 출수부에서 출력되는 전류값이 제2 전류값이 되도록 제어할 수 있다.

- [384] 도 16은 공기 중 미세 입자 농도를 저감하는 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 순서도를 나타낸 것이다. 공기 중 미세 입자 농도를 저감하는 방법은, 본 명세서에서 설명하는 장치, 예컨대, 전원부, 저수부, 급수부, 출수부 및 제어부를 포함하는 장치에 의해 수행될 수 있다.
- [385] 일 실시예에 따르면, 미리 정해진 대상 영역의 미세 입자의 농도를 저감하는 방법이 제공될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 미세 입자의 농도를 저감하는 방법은 노즐에 대상 영역의 특성을 고려하여 결정된 전압을 인가하는 단계(S301) 및 노즐에 액체를 공급하는 단계(S303)를 포함할 수 있다.
- [386] 노즐에 액체를 공급하는 단계(S303)는 도 15와 관련하여 기술한 실시예에서와 유사하게 구현될 수 있다.
- [387] 대상 영역의 특성을 고려하여 노즐에 고전압을 인가하는 단계(S301)는, 대상 영역의 크기를 고려하여 노즐에 전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다. 노즐에 가해지는 전압은 장치의 위치를 중심으로 정해지는 대상 영역의 반경에 기초하여 정해질 수 있다. 노즐에 가해지는 전압은 장치의 대상 영역의 반경 및 미세 입자를 기준 농도까지 감소시키는데 소요되는 시간에 기초하여 정해질 수 있다. 노즐에 가해지는 전압은 장치의 대상 영역의 반경 및/또는 대상 영역의 반경 및 미세 입자를 기준 농도까지 감소시키는데 소요되는 시간에 기초하여 정해지는 기준 전류에 따라 정해질 수 있다.
- [388] 예컨대, 대상 영역의 반경(또는 유효 반경) R 은 출력되는 전력과 양의 상관관계를 가질 수 있다. 대상 영역의 반경 R 은 출력되는 전력의 로그 값에 비례하여 결정될 수 있다. (노즐을 통하여 출력되는 전류 또는 노즐에 인가되는 전압은 출력되는 전력에 따라 결정될 수 있다. 출력되는 전력은 노즐에 인가되는 전압 및 노즐을 통하여 출력되는 전류의 곱으로 나타내어질 수 있다.) 대상 영역의 반경 R 은 장치가 동작되는 시간 T 와 양의 상관관계를 가질 수 있다. 다시 말해,
- [389] 구체적인 예로, 대상 영역의 반경 R 이 50m인 경우, 장치의 출력에 따라 장치의 동작 시간이 결정될 수 있다. 예컨대, 대상 영역의 반경 R 이 50m이고, 장치의 출력이 300W인 경우, 장치로부터 반경 50m인 지점에서의 미세입자의 농도가 50% 감소될 때까지의 소요 시간(즉, 장치의 동작 시간)은 2시간 30분으로 결정될 수 있다. 또는, 대상 영역의 반경 R 이 50m이고, 장치의 출력이 1kW인 경우,

장치로부터 반경 50m인 지점에서의 미세입자의 농도가 50% 감소될 때까지의 소요 시간은 1시간 30분으로 결정될 수 있다. 대상 영역의 반경 R이 50m이고, 장치의 출력이 10kW인 경우, 장치로부터 반경 50m인 지점에서의 미세입자의 농도가 50% 감소될 때까지의 소요 시간은 1시간 미만, 예컨대 50분으로 결정될 수 있다.

[390] 다른 구체적인 예로, 장치의 동작 시간이 2시간 인 경우에, 장치의 출력에 따라 장치의 유효 반경 R이 결정될 수 있다. 예컨대, 장치의 동작 시간이 2시간이고, 장치의 출력이 300W인 경우, 미세 입자의 농도를 감소시키고자 하는 대상 영역의 반경(또는 장치로부터 미세 입자의 농도가 50% 감소되는 지점까지의 거리) R은 50m 이하, 예컨대, 약 45m로 결정될 수 있다. 장치의 동작 시간이 2시간이고, 장치의 출력이 1kW인 경우, 미세 입자의 농도를 감소시키고자 하는 대상 영역의 반경 R은 50m 이상, 예컨대, 약 52m로 결정될 수 있다. 장치의 동작 시간이 2시간이고, 장치의 출력이 10kW인 경우, 미세 입자의 농도를 감소시키고자 하는 대상 영역의 반경 R은 60m 이상, 예컨대, 약 65m로 결정될 수 있다.

[391]

[392] 대상 영역이 장치로부터 반경 R인 영역으로 미리 정해진 경우, 노즐에 가해지는 전압은 반경에 따라 결정된 값일 수 있다. 대상 영역의 반경이 달라지면, 노즐에 가해지는 전압이 달라질 수 있다. 일 예로, 제1 반경을 가지는 제1 대상 영역에서 제1 시간 동안 미세 입자 농도를 제1 비율 감소시키기 위해 노즐에 인가되는 제1 전압은 제1 반경보다 큰 제2 반경을 가지는 제2 대상 영역에서 제1 시간 동안 미세 입자 농도를 제1 비율 감소시키기 위한 제2 전압보다 작을 수 있다

[393]

[394] 도 16의 (b)는 다른 일 실시예에 따른 미세 입자의 농도를 저감하는 방법을 설명하기 위한 도면이다. 일 실시예에 따르면, 미세 입자의 농도를 저감하는 방법은 노즐에 액체를 공급하는 단계(S401) 및 노즐을 통하여 대상 영역의 특성을 고려하여 정해진 전류를 출력하는 단계(S403)를 포함할 수 있다.

[395] 노즐에 액체를 공급하는 단계(S401)는 전술한 것과 유사하게 구현될 수 있다. 노즐에 액체를 공급하기 이전에 노즐에 일정 수준의 전압을 미리 인가할 수 있다. 또는, 노즐에 액체를 공급하기 이전에 노즐 말단부에 비-전기력을 제공하는 단계가 더 수행될 수 있다.

[396] 미리 정해진 대상 영역의 특성을 고려하여 노즐을 통하여 전류를 출력하는 단계(S403)는, 제어부가, 미리 설정된 대상 영역의 반경 R에 기초하여 결정된 노즐 전류(노즐로부터 시간당 방출되는 전하량)를 출력하는 것을 포함할 수 있다. 노즐 전류는, 장치의 노즐(또는 노즐 어레이)를 통하여 기준 시간 내에 반경 R을 가지는 대상 영역 내의 미세 입자 농도가 기준 비율 감소되도록 하기 위하여 기준 시간 동안 장치에서 출력되어야 하는 전류 값으로 결정될 수 있다.

- [397] 노즐 전류는, 장치가 대상 영역 내의 미세 입자의 농도를 기준 시간 동안 기준 비율 감소시키기 위하여 지속적으로 일정한 전류를 출력하는 경우에, 대상 영역의 반경에 따라 달리 결정될 수 있다. 일 예로, 제1 반경을 가지는 제1 대상 영역에서 제1 시간 동안 미세 입자 농도를 제1 비율 감소시키기 위한 제1 전류는 제1 반경보다 큰 제2 반경을 가지는 제2 대상 영역에서 제1 시간 동안 미세 입자 농도를 제1 비율 감소시키기 위한 제2 전류보다 작을 수 있다.
- [398] 기준 전류는 기준 시간 동안 노즐에서 출력되는 평균 전류일 수 있다. 다시 말해, 장치는 반드시 일정한 전류 값을 지속적으로 출력하여야 하는 것은 아니며, 평균 전류 값을 기준 전류 범위 내로 유지하면서, 변동하는 전류를 출력할 수 있다.
- [399] 다시 말해, 노즐에 인가되는 전압 V 또는 노즐을 통하여 출력되는 전류 I 는, (장치가 노즐 어레이를 포함하는 경우) 노즐의 수, 대상 영역의 반경 R (또는 이에 준하는 크기 내지 부피 파라미터), 미세 먼지 농도의 목표 감소 비율 및/또는 기준 시간 T 를 고려하여 결정될 수 있다.
- [400]
- [401] 대상 영역의 특성을 고려하여 노즐에 전압을 인가하는 단계(S301) 또는 대상 영역의 특성을 고려하여 전류를 출력하는 단계(S403)는, 대상 영역의 미세 입자의 농도, 대상 영역의 온도, 대상 영역의 습도 등을 고려하여 노즐에 전압을 인가하거나 전류를 출력하는 것을 포함할 수 있다.
- [402] 예컨대, 제어부는 대상 영역의 미세 입자의 농도에 비례하여 결정된 전압을 노즐에 인가하거나 또는 대상 영역의 미세 입자의 농도에 양의 상관관계를 가지고 결정된 전류를 노즐을 통하여 출력할 수 있다. 또 예컨대, 제어부는 대상 영역의 습도에 비례하여 결정된 전압을 노즐에 인가하거나 또는 대상 영역의 습도에 비례하여 결정된 전류를 노즐을 통하여 출력할 수 있다.
- [403]
- [404] 도 17는 공기 중 미세 입자 농도를 저감하는 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 순서도를 나타낸 것이다. 공기 중 미세 입자 농도를 저감하는 방법은, 본 명세서에서 설명하는 장치, 예컨대, 전원부, 저수부, 급수부, 출수부 및 제어부를 포함하는 장치에 의해 수행될 수 있다.
- [405] 도 17을 참조하면, 일 실시예에 따른 미세 입자의 농도를 저감하는 방법은 노즐에 고전압을 인가하는 단계(S501), 노즐에 액체를 공급하는 단계(S502) 및 대상 영역의 미세 입자 농도를 기준 비율 감소시키는 단계(S503)를 포함할 수 있다.
- [406] 미세 입자 농도를 기준 비율 감소시키는 단계(S503)는, 제어부가 대상 영역의 미세 입자 농도가 제1 농도에서, 제1 농도 보다 기준 비율 감소된 제2 농도로 감소되도록, 전하를 띠는 액적을 지속 또는 연속적으로 방출하는 것을 포함할 수 있다. 미세 입자 농도를 기준 비율 감소시키는 단계(S503)는, 제어부가 대상 영역의 미세 입자 농도가 초기 농도에 비하여 기준 비율 감소된 기준 농도로

감소되도록, 전하를 띠는 액적을 지속 또는 연속적으로 방출하는 것을 포함할 수 있다.

- [407] 대상 영역의 미세 입자 농도를 기준 비율 감소시키는 단계(S503)는 제어부가 대상 영역의 미세 입자 농도가 기준 비율 감소되도록 노즐에 전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다. 노즐에 인가되는 전압은, 장치를 구동한 시점으로부터 미리 정해진 기준 시간이 경과하면 대상 영역의 미세 입자 농도가 기준 비율 감소되도록 정해질 수 있다.
- [408] 대상 영역의 미세 입자 농도를 기준 비율 감소시키는 단계(S503)는 제어부가 센서부를 이용하여, 대상 영역의 미세 입자 농도를 획득하고, 대상 영역의 미세 입자 농도가 기준 비율 감소하지 않은 경우, 노즐에 인가된 고전압을 유지하는 것을 포함할 수 있다.
- [409] 대상 영역의 미세 입자 농도는 대상 영역에서의 평균 미세 입자 농도를 의미할 수 있다. 대상 영역의 미세 입자 농도는 대상 영역 내의 특정 지점에 샘플링된 미세 입자 농도를 의미할 수 있다.
- [410]
- [411] 도 18은, 일 실시예에 따른 미세 입자의 농도를 저감하는 방법을 설명하기 위한 순서도를 나타낸 것이다.
- [412] 도 18을 참조하면, 미세 입자의 농도를 저감하는 방법은 대상 영역의 미세 입자 농도가 제1 농도일 때 장치를 구동하는 단계(S601) 및 대상 영역의 미세 입자 농도가 제2 농도일 때 장치의 구동을 중단하는 단계(S603)를 포함할 수 있다.
- [413] 대상 영역의 미세 입자 농도가 제1 농도일 때 장치를 구동하는 단계(S601)는 대상 영역의 미세 입자 농도를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 대상 영역의 미세 입자 농도가 제1 농도일 때 장치를 구동하는 단계(S601)는 미세 입자 농도가 제1 농도 이상인지 판단하는 것을 포함할 수 있다. 대상 영역의 미세 입자 농도가 제1 농도일 때 장치를 구동하는 단계(S601)는 대상 영역의 미세 입자 농도를 획득하고, 미세 입자 농도가 제1 농도 이상인 때 장치의 미세 입자 관리 동작을 개시하는 것을 포함할 수 있다.
- [414] 대상 영역의 미세 입자 농도가 제2 농도일 때 장치의 구동을 중단하는 단계(S603)는 장치의 동작을 유지하면서 대상 영역의 미세 입자 농도를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 대상 영역의 미세 입자 농도가 제2 농도일 때 장치의 구동을 중단하는 단계(S603)는 미세 입자 농도가 제2 농도 이하인지 판단하는 것을 포함할 수 있다. 대상 영역의 미세 입자 농도가 제2 농도일 때 장치의 구동을 중단하는 단계(S603)는 미세 입자 농도가 제2 농도 이하인 때 장치의 미세 입자 관리 동작을 중단하는 것을 포함할 수 있다. 제2 농도는 제1 농도에 비해 미리 정해진 비율 또는 값만큼 감소된 값일 수 있다.
- [415]
- [416] 도 19는 공기 중 미세 입자 농도를 저감하는 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 순서도를 나타낸 것이다. 일 실시예에 따르면, 미세 입자의 농도를 저감하는

방법은 노즐에 액체를 공급하는 단계(S701) 및 노즐을 통하여 미리 정해진 범위 내의 전류를 출력하는 단계(S703)를 포함할 수 있다.

- [417] 공기 중 미세 입자 농도를 저감하는 방법은, 본 명세서에서 설명하는 장치, 예컨대, 전원부, 저수부, 급수부, 출수부 및 제어부를 포함하는 장치에 의해 수행될 수 있다.
- [418] 노즐에 액체를 공급하는 단계(S701)는 전술한 것과 유사하게 구현될 수 있다. 노즐에 액체를 공급하기 이전에 노즐에 일정 수준의 전압을 미리 인가할 수 있다. 또는, 노즐에 액체를 공급하기 이전에 노즐 말단부에 비-전기력을 제공하는 단계가 더 수행될 수 있다.
- [419] 노즐을 통하여 미리 정해진 범위 내의 전류를 출력하는 단계(S703)는, 제어부가 급수부 및/또는 전원부를 이용하여, 노즐을 통하여 기준 전류를 출력하는 것을 포함할 수 있다. 기준 전류는 기준 범위 내의 값을 가질 수 있다. 기준 범위는, 대상 영역의 크기, 전류를 출력하는 시간 등을 고려하여 결정될 수 있다. 장치가 노즐 어레이를 포함하는 경우, 개별 노즐에 인가되는 전류는 노즐 어레이에 포함되는 노즐의 수를 고려하여 결정될 수 있다.
- [420] 예컨대, 미리 정해진 전류의 범위는, 수십 μA 에서 수백 mA 사이일 수 있다. 예컨대, 미리 정해진 전류의 범위는, $100\mu\text{A}$ 에서 10mA 범위일 수 있다. 미리 정해진 전류의 범위는, $500\mu\text{A}$ 에서 2mA 범위일 수 있다. 장치가 노즐 어레이를 포함하는 경우, 제어부는 노즐 어레이에서 전하를 띠는 액적을 통하여 출력되는 전류가 미리 정해진 범위 이내이도록 전원을 제어할 수 있다.
- [421] 구체적인 예로, 장치가 단일 노즐을 포함하는 경우, 미리 정해진 전류의 범위는 $1\text{ uA} \sim 1\text{ mA}$ 내로 결정될 수 있다. 또는, 장치가 노즐 어레이를 포함하는 경우, 미리 정해진 전류의 범위는 $10\text{ uA} \sim 10\text{ mA}$ 내로 결정될 수 있다.
- [422]
- [423] 2.3.2 장치 관리 동작
- [424] 일 실시예에 따르면, 공기 중 미세 입자의 농도를 저감하는 방법을 수행하는 장치를 관리하는 방법이 제공될 수 있다.
- [425] 본 명세서에서 설명되는 공기 중 미세 입자의 농도를 저감하는 장치는, 장치의 상태 또는 장치의 미세 입자 농도 저감 동작을 관리하기 위한 방법을 수행할 수 있다. 이하에서 설명하는 장치의 관리 방법 등은, 본 명세서에서 설명하는 장치, 예컨대, 전원부, 저수부, 급수부, 출수부 및 제어부를 포함하는 장치에 의해 수행될 수 있다.
- [426]
- [427] 장치를 관리하는 방법은, 전하를 띠는 액적을 방출하여 대상 영역에 공간 전하를 형성하는 미세 입자 저감 모드 및 노즐을 세척하는 노즐 세척 모드를 가지는 장치를 이용하여 수행될 수 있다.
- [428] 일 실시예에 따르면, 장치는 미세 입자 저감 모드에서는 대상 영역에 전기장을 형성하기 위하여 전하를 띠는 액적을 낮은 유량으로 출력하고, 노즐 세척

모드에서는 미세 입자 저감 모드에 비하여 큰 유량으로 액적을 출력하여 노즐 내면을 세척할 수 있다.

- [429] 본 명세서에서 설명하는 장치는, 노즐을 포함하고, 노즐에 고전압을 인가함으로써 노즐에서 전하를 띠는 액적을 방출할 수 있다. 이때, 노즐에 인가되는 고전압으로 인하여, 액체에 포함된 일부 성분이 노즐 내면에 부착될 수 있다. 예컨대, 노즐에 - 전압이 인가되는 경우, + 이온 성분이 노즐의 내면에 부착될 수 있다. 이러한 노즐 내면에 부착된 물질을 제거하기 위하여, 노즐을 관리하는 방법 등이 제공될 수 있다.
- [430] 도 20은 공기 중 미세 입자 농도를 저감하는 장치를 관리하는 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 순서도를 나타낸 것이다.
- [431] 도 20을 참조하면, 장치를 관리하는 방법은, 노즐에 제1 전압을 인가하는 단계(S801), 노즐에 제1 유속으로 액체를 공급하는 단계(S803), 및 노즐에 제1 유속보다 빠른 제2 유속으로 액체를 공급하는 단계(S805)를 포함할 수 있다.
- [432] 노즐에 제1 전압을 인가하는 단계(S801)는, 제어부가 전원을 통하여 미세 입자 저감 모드에 따른 제1 전압을 노즐에 제공하는 것을 포함할 수 있다. 노즐에 제1 전압을 인가하는 단계(S801)는, 제어부가 노즐에 전하를 띠는 액적이 생성되기에 충분한 전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다. 제1 전압은, 노즐의 토출구에서 전기 분무가 일어나도록 하기 위한 전압일 수 있다. 노즐에 제1 전압을 인가하는 단계는, 미세 입자의 농도를 저감하는 방법과 관련하여 예시된 노즐에 전압을 인가하는 단계의 실시 예들과 유사하게 구현될 수 있다.
- [433] 노즐에 제1 유속으로 액체를 공급하는 단계(S803)는 제어부가 전원을 통하여 미세 입자 저감 모드에 따른 제1 유속으로 노즐에 액체를 공급하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 노즐에 제1 유속으로 액체를 공급하는 단계는 제어부가 전원을 통하여 분당 수 μL 내지 수 mL의 유속으로 노즐에 액체를 공급하는 것을 포함할 수 있다.
- [434] 노즐에 제1 유속보다 빠른 제2 유속으로 액체를 공급하는 단계(S803)는, 제어부가 급수부 또는 펌프를 통하여 노즐 세척 모드에 따른 제2 유속으로 노즐에 액체를 공급하는 것을 포함할 수 있다. 노즐에 제1 유속보다 빠른 제2 유속으로 액체를 공급하는 단계는, 제어부가 급수부 또는 펌프를 통하여 노즐에 침전 또는 부착된 이물질을 제거하기 위한 제2 유속으로 노즐에 액체를 공급하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 제2 유속으로 액체를 공급하는 단계는, 제어부가 급수부 또는 펌프를 통하여 시간당 수십 mL 이상의 유속으로 액체를 공급하는 것을 포함할 수 있다.
- [435] 한편, 노즐에 제1 유속으로 액체를 공급하는 단계(S803)는 노즐에 제1 유량으로 액체를 공급하는 것을 포함하고, 노즐에 제1 유량보다 많은 제2 유량으로 액체를 공급하는 것을 포함할 수 있다.
- [436] 노즐 세척 모드는, 장치로부터 출력되는 전류 값이 소정 값 이하이거나, 장치로부터 단위 시간당 방출되는 액체의 양이 소정 량 이하인 경우에 개시될 수

있다.

- [437] 장치는 미세 입자 저감 모드에서는 대상 영역에 전기장을 형성하기 위하여 전하를 띠는 액적을 출력하고, 노즐 세척 모드에서는 미세 입자 저감 모드에 비하여 빠른 유속(또는 미세 입자 저감 모드에서보다 보다 많은 유량)으로 보다 작은 전류를 출력하여, 노즐 내면을 세척할 수 있다.
- [438] 장치를 관리하는 방법은, 노즐에 제1 전압보다 작은 제2 전압을 인가하는 단계를 더 포함할 수 있다. 장치를 관리하는 방법은, 노즐에 전압 인가를 중단하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [439] 제1 유속보다 빠른 제2 유속으로 액체를 공급하는 단계는, 제어부가 급수부 및 전원을 통하여, 노즐에 제1 전압보다 작은 제2 전압을 인가한 상태에서, 노즐에 제1 유속보다 큰 제2 유속으로 액체를 공급하는 것을 포함할 수 있다. 제1 유속보다 빠른 제2 유속으로 액체를 공급하는 단계는, 제어부가 노즐에 전원 인가를 중단하고, 제1 유속보다 큰 제2 유속으로 액체를 공급하는 것을 포함할 수 있다.
- [440]
- [441] 한편, 장치는, 대상 영역에 전기장 또는 공간 전하의 형성을 유지하면서 노즐을 관리할 수 있다. 다시 말해, 장치는 노즐 세척 모드로 동작하는 경우에도, 노즐을 통하여 충분한 전류가 출력되도록 노즐에 전압을 인가할 수 있다. 노즐의 관리 방법은, 장치로부터 출력되는 전류(또는 시간당 출력되는 전하량)를 유지하면서, 노즐로 공급되는 액체의 유속만을 증가시킴으로써, 장치의 미세 입자 저감 기능을 수행하면서 노즐을 관리하는 것을 포함할 수 있다.
- [442]
- [443] 다른 일 실시예에 따르면, 장치는 액적이 출력되는 노즐을 통하여 기체를 출력하여 노즐 내면을 세척하는 노즐 세척 모드를 포함할 수도 있다.
- [444] 본 명세서에서 설명하는 장치는 기체를 출력하는 에어 펌프를 포함할 수 있다. 에어 펌프는, 경우에 따라 기체가 출력되는 에어 노즐 또는 액체를 방출하는 노즐에 연결될 수 있다. 장치는 액체가 지나가는 노즐 내면을 세척하기 위하여 에어 펌프를 통하여 액체를 방출하는 노즐에 기체를 제공할 수 있다.
- [445] 장치를 관리하는 방법은, 노즐에 제1 전압을 인가하는 단계, 노즐에 제1 유속(또는 제2 유량)으로 제1 유체를 제공하는 단계 및 노즐에 제2 유속(또는 제2 유량)으로 제2 유체를 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 제2 유속은 제1 유속보다 빠를 수 있다(또는, 제2 유량은 제1 유량보다 많을 수 있다).
- [446] 노즐에 제1 전압을 인가하는 단계는 전술한 실시예에서와 유사하게 구현될 수 있다.
- [447] 노즐에 제1 유속으로 제1 유체를 제공하는 단계는 노즐에 제1 유속으로 액상의 물질을 공급하는 것을 포함할 수 있다. 노즐에 제1 전압이 인가된 상태에서 노즐에 액상의 물질을 공급하는 것을 포함할 수 있다. 노즐에 제1 유속으로 제1 유체를 제공하는 단계는, 전술한 노즐에 제1 유속으로 액체를 공급하는 단계와

유사하게 구현될 수 있다.

- [448] 노즐에 제2 유속으로 제2 유체를 제공하는 단계는 노즐에 기체를 제공하는 것을 포함할 수 있다. 노즐에 제2 유속으로 제2 유체를 제공하는 단계는 제어부가 급수부 또는 펌프를 통하여 노즐 세척 모드에 따른 제2 유속으로 노즐에 기체를 공급하는 것을 포함할 수 있다. 노즐에 제2 유속으로 제2 유체를 제공하는 단계는 노즐에 제1 전압이 인가된 상태에서 노즐에 제2 유체를 제공하는 것을 더 포함할 수 있다.
- [449] 일 예로, 장치를 관리하는 방법은, 노즐에 제1 전압보다 작은 제2 전압을 인가하는 단계를 더 포함할 수 있다. 장치를 관리하는 방법은, 노즐에 전압 인가를 중단하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이때, 노즐에 제2 유속으로 제2 유체를 제공하는 단계는 노즐에 제1 전압보다 작은 제2 전압이 인가된 상태에서 노즐에 제2 유체를 제공하는 것을 더 포함할 수 있다. 노즐에 제2 유속으로 제2 유체를 제공하는 단계는 노즐에 전압이 인가되지 않은 상태에서 노즐에 제2 유체를 제공하는 것을 더 포함할 수 있다.
- [450]
- [451] 위에서는, 유속을 증가시켜 노즐의 이물질 등을 제거하는 방법 및 에어를 이용하여 노즐을 세척하는 방법에 대하여 설명하였으나, 본 명세서에서 설명하는 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 예컨대, 노즐 세척 모드에서, 제어부는 노즐을 가열하거나, 노즐로 공급되는 액체의 성질을 변경하거나, 노즐에 인가되는 전압의 성질을 변경하여 노즐을 세척 내지 관리할 수 있다.
- [452]
- [453]
- [454] 장치를 관리하는 방법은, 장치의 상태 정보 내지 동작 상태 정보 등을 획득하고, 관리 장치로 전달하는 것을 포함할 수 있다. 장치는 일반적으로, 관리 장치(또는 관리 서버)로부터 원거리에 위치될 수 있다. 이에 따라, 장치의 내부 상태 또는 장치의 미세 입자 저감 동작 상태가 정상 상태 인지에 대하여 사용자 또는 관리자가 인지하기 위하여는 관리 장치로 정보가 전달되어야 할 필요가 있다.
- [455] 관리 장치는 외부의 제어 장치 또는 외부의 제어 서버 등으로 구현될 수 있다. 관리 장치는 시간에 따른 장치의 상태 정보를 획득 및 저장하여 관리할 수 있다.
- [456]
- [457]
- [458] 도 21은 공기 중 미세 입자 농도를 저감하는 장치를 관리하는 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 순서도를 나타낸 것이다. 장치를 관리하는 방법은, 센서부 및 통신부를 포함하는 장치에 의해 수행될 수 있다.
- [459] 도 21을 참조하면, 장치를 관리하는 방법은, 장치가 상태 정보를 획득하는 단계(S901) 및 관리 장치로 상태 정보를 전달하는 단계(S903)를 포함할 수 있다.
- [460] 장치가 상태 정보를 획득하는 단계(S901)는 제어부가 센싱부를 통하여, 장치를 구성하는 각 부의 상태 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 상태 정보는

장치를 구성하는 모듈의 정상 작동 여부, 미세 입자 저감 동작의 정상 동작 여부 등을 포함할 수 있다.

- [461] 장치가 관리 장치로 상태 정보를 전달하는 단계(S903)는 제어부가 통신부를 통하여 외부의 관리 장치로 획득된 상태 정보를 전달하는 것을 포함할 수 있다. 관리 장치로 상태 정보를 전달하는 단계는 제어부가 획득된 상태 정보에 기초하여 사용자 안내를 생성하고, 생성된 안내를 관리 장치로 출력하는 것을 포함할 수 있다.
- [462] 장치는 외부의 관리 장치로 상태 정보를 출력하는 대신, 장치에 마련된 출력부를 통하여 상태 정보를 출력할 수도 있다.
- [463]
- [464] 2.3.3 전하 밀도 관리 동작
- [465] 장치가 전하를 지속적으로 방출하여 공간 전하를 형성함에 따라, 장치의 노즐 근처의 공간 전하 밀도가 높아질 수 있다. 노즐 주변에서 공간 전하 밀도가 높아지면, 노즐에 동일한 전압을 인가하는 경우, 노즐을 통하여 전기 분무되는 액적이 줄어들 수 있다. 또는, 노즐 주변에서 공간 전하 밀도가 높아지면, 노즐을 통하여 동일한 전류를 출력하기 위해 전압에 인가되는 전압이 높아질 수 있다. 이러한 경우, 공간 전하가 대상 영역을 충분히 커버하지 못하게 되거나, 장치의 효율이 떨어지거나, 노즐로부터 방전이 발생하는 등의 문제점이 발생할 수 있다.
- [466] 위 문제점과 관련하여, 노즐 주변의 공간 전하 밀도, 노즐에 인가되는 전압 또는 노즐로부터 방출되는 전류량을 관리하기 위한 방법 등이 제공될 수 있다.
- [467]
- [468] 본 명세서에서 설명되는 공기 중 미세 입자의 농도를 저감하는 장치는, 노즐 주변의 공간 전하 밀도를 관리하기 위한 동작을 수행할 수 있다. 이하에서 설명하는 방법 등은, 본 명세서에서 설명하는 장치, 예컨대, 전원부, 저수부, 급수부, 출수부 및 제어부를 포함하는 장치에 의해 수행될 수 있다.
- [469] 일 실시예에 따르면, 노즐 주변의 공간 전하 밀도를 관리하는 방법은, 기준치 이상의 전류를 출력하기 위해 노즐에 인가되는 전압이 임계값을 초과하지 않도록, 노즐의 토출구 주변의 전하 밀도를 관리하는 것을 포함할 수 있다.
- [470] 도 22는 공기 중 노즐 주변의 공간 전하 밀도를 관리하는 방법의 일 실시예를 설명을 위한 순서도를 나타낸 것이다. 전압을 관리하는 방법은, 입자 분산부(또는 기체 분사부)를 포함하는 장치에 의해 수행될 수 있다.
- [471] 도 22를 참조하면, 노즐 주변의 공간 전하 밀도를 관리하는 방법은, 노즐에 고전압을 인가하는 단계(S1001), 노즐에 액체를 공급하는 단계(S1003) 및 입자를 분산시키는 단계(S1005)를 포함할 수 있다. 노즐에 고전압을 인가하는 단계(S1001) 및 노즐에 액체를 공급하는 단계(S1001)는 전술한 실시 예들에서와 유사하게 구현될 수 있다.
- [472] 입자를 분산시키는 단계(S1005)는 제어부가 입자 분산부를 이용하여, 비-전기력을 인가하여 전하를 띠는 입자를 분산시키는 것을 포함할 수 있다.

전하를 띠는 입자는, 노즐로부터 방출된 액적, 액적이 분열하여 생성된 자식 액적 또는 액적으로부터 생성된 전하 중 어느 하나를 포함할 수 있다. 입자를 분산하는 단계는 제어부가 입자 분산부를 이용하여, 노즐의 토출구로부터 멀어지는 방향으로 비-전기력을 인가하여, 전하를 띠는 입자를 분산시키는 것을 포함할 수 있다. 입자를 분산하는 단계는, 제어부가 입자 분산부를 이용하여, 노즐의 토출구 주변의 전하 밀도가 낮아지도록, 토출구 주변에 비-전기력을 인가하는 것을 포함할 수 있다. 비-전기력은, 장치에 의해 방출된 전하에 전기적 또는 자기적 영향을 미치지 아니하는 물리력을 의미할 수 있다. 토출구 근처에서, 입자 분산부에 의해 전하를 띠는 물질에 작용되는 비-전기력은, 전하를 띠는 물질에 작용되는 전기력보다 클 수 있다. 다시 말해, 토출구 근처에 위치한 전하를 띠는 물질에는, 공간 전하에 의한 반발력 및 입자 분산부에 의한 물리력이 작용할 수 있다. 이때, 토출구 근처에서는, 전하를 띠는 물질에 작용하는 공간 전하에 의한 반발력보다 전하를 띠는 물질에 작용하는 입자 분산부에 의한 물리력의 크기가 더 클 수 있다.

[473]

[474] 입자를 분산시키는 단계(S1005)는 제어부가 기체 분사부를 이용하여, 노즐의 액적이 토출되는 토출구를 향하여 기체를 분사하는 것을 포함할 수 있다. 입자를 분산시키는 단계(S1005)는, 제어부가 기체 분사부를 이용하여, 노즐의 토출구에서 멀어지는 방향으로 기체를 분사하는 것을 포함할 수 있다. 입자를 분산하는 단계는, 제어부가, 액적이 방출되는 노즐과 나란한 방향으로 배치된 에어 노즐을 이용하여 기체를 분사하는 것을 포함할 수 있다.

[475]

[476] 2.3.4 시계열 제어 동작

[477] 일 실시예에 따르면, 미세 입자의 농도를 관리하는 방법에 있어서, 장치가 일정 시간 이상 작동하는 경우, 효과적인 미세 입자의 농도 관리를 위하여 시간에 따라 상이한 제어를 수행하는 방법이 제공될 수 있다. 이하의 방법 등은 본 명세서에서 설명하는 장치, 예컨대 출수부, 급수부, 전원부, 제어부 등을 포함하고, 전하를 띠는 미세 액적을 분출하는 장치에 의해 수행될 수 있다.

[478] 본 명세서에서 설명하는 장치는, 전하를 띠는 액적을 방출하여, 대상 영역에 공간 전하를 형성하고, 대상 영역의 미세 입자를 대전하여, 대전된 미세 입자가 공간 전하 또는 공간 전하에 의한 전기장의 영향으로 밀려나도록 할 수 있다. 이러한 장치의 동작 내지 효과는 시간 경과에 따라 순차적으로 이루어질 수 있다. 다시 말해, 시간이 흐름에 따라 장치가 달리 동작할 수 있다. 시간의 흐름에 따라 장치가 달리 제어될 수 있다.

[479]

[480] 도 23은 시간에 따른 장치 제어 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[481] 도 23의 (a)는 장치의 구동을 시작한 직후 또는 장치의 구동을 시작한 후 시간이 얼마 지나지 않은 시점에서의 장치 및 장치 주변을 간단히 나타낸 것이다.

- [482] 도 23의 (a)를 참조하면, 장치는 노즐에 제1 전압(V1)을 인가하여, 음전하를 띠는 미세 액적(FD)을 생성할 수 있다. 장치는 미세 입자(FP)가 분포하는 대상 영역에 전하를 띠는 물질(CS)을 공급할 수 있다.
- [483] 도 23의 (a)를 참조하면, 장치를 구동하는 시점 부근에서는, 장치로부터 방출된 총 전하량이 적어 장치 주변 또는 대상 영역에 공간 전하 밀도가 매우 낮게 형성될 수 있다.
- [484] 도 23의 (b)는 장치를 일정 시간 구동한 시점, 예컨대, 장치를 구동한 후 수 초가 흐른 후의 장치 및 장치 주변을 간단히 나타낸 것이다.
- [485] 도 23의 (b)를 참조하면, 장치는 노즐에 제2 전압(V2)을 인가하여, 음전하를 띠는 미세 액적(FD)을 생성할 수 있다.
- [486] 도 23의 (b)를 참조하면, 장치를 구동하고 일정 시간 이상이 경과하면, 장치로부터 방출된 전하에 의해 장치 주변 및 대상 영역에 공간 전하가 형성될 수 있다. 이때, 장치로부터 방출되는 전하에 의해 공간 전하 밀도 분포가 유지될 수 있고, 형성된 공간 전하는 장치 주변에서 높은 밀도를 가지고 장치에서 멀어질수록 그 밀도가 낮아질 수 있다. 또한, 장치를 구동하고 일정 시간 이상이 경과하면, 대상 영역의 미세 입자가 적어도 일부 대전될 수 있다. 미세 입자는 전하를 띠는 물질(액적, 자식 액적 또는 전하 전달 물질)과 충돌하여 대전될 수 있다.
- [487] 도 23의 (c)는 장치를 충분히 구동한 시점, 예컨대, 장치를 구동한 후 수십 분이 흐른 후의 장치 및 장치 주변을 간단히 나타낸 것이다.
- [488] 도 23의 (c)를 참조하면, 장치는 노즐에 제3 전압(V3)을 인가하여, 음전하를 띠는 미세 액적(FD)을 생성할 수 있다.
- [489] 도 23의 (c)를 참조하면, 장치가 전하를 충분한 시간 동안 전하를 공급함에 따라, 장치 주변에 형성된 공간 전하가 유지되고, 유지된 공간 전하의 영향으로 대상 영역 내의 미세 입자가 밀려날 수 있다.
- [490] 이하에서는, 도 23의 (a) 내지 (c)를 참조하여, 미세 입자의 농도 관리 방법 등에 대하여 설명한다.
- [491]
- [492] 도 24는 일 실시예에 따른 미세 입자의 농도 관리 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 24를 참조하면, 미세 입자의 농도 관리 방법은 제1 시점에 노즐에 제1 전압을 인가하고 전하를 띠는 액적을 분무하는 제1 분무를 수행하는 단계(S1101) 및 제2 시점에 노즐에 제2 전압을 인가하고 전하를 띠는 액적을 분무하는 제2 분무를 수행하는 단계(S1103)를 포함할 수 있다.
- [493] 제1 시점에서 장치 및 그 주변은 도 23의 (a)와 관련하여 설명된 상태일 수 있다. 제2 시점에서 장치 및 그 주변은 도 23의 (b)와 관련하여 설명된 상태일 수 있다.
- [494] 제1 시점에 노즐에 제1 전압을 인가하고 전하를 띠는 액적을 분무하는 제1 분무를 수행하는 단계(S1101)는, 제어부가 전원부를 이용하여 노즐 말단에서 전기 분무가 일어나도록, 노즐에 고전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다. 제1

시점에 노즐에 제1 전압을 인가하고 전하를 띠는 액적을 분무하는 제1 분무를 수행하는 단계(S1101)는, 제어부가 전원을 이용하여, 노즐로부터 시간당 방출되는 전하량(즉, 노즐 전류)가 제1 전류 이상이 되도록 하는 제1 전압을 노즐에 인가하는 것을 포함할 수 있다. 제1 분무를 수행하는 단계(S1101)는, 노즐로부터 시간당 방출되는 전하량이 제1 전하량이 되도록 전하를 띠는 액적을 분무하는 것을 포함할 수 있다.

[495] 제2 시점에 노즐에 제2 전압을 인가하고 전하를 띠는 액적을 분무하는 제2 분무를 수행하는 단계(S1103)는, 제어부가 전원부를 이용하여, 제1 시점보다 늦은 제2 시점에, 노즐에 제1 전압보다 작은 제2 전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다.

[496] 제2 시점에 노즐에 제2 전압을 인가하고 전하를 띠는 액적을 분무하는 제2 분무를 수행하는 단계(S1103)는, 제어부가 전원부를 이용하여, 제1 시점보다 늦은 제2 시점에, 노즐에 제1 전압보다 큰 제2 전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다. 제2 분무를 수행하는 단계는, 제2 시점에서 노즐을 통하여 출력되는 전류가 제1 시점에서 노즐을 통하여 출력되는 전류인 제1 전류보다 작지 않도록, 노즐에 제1 전압보다 큰 제2 전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다.

[497] 제2 시점에 노즐에 제2 전압을 인가하고 전하를 띠는 액적을 분무하는 제2 분무를 수행하는 단계(S1103)는, 제1 시점보다 이후인 제2 시점에 액적 토출구 부근에 장치에 의해 방출된 전하에 적어도 일부 기초하여 형성된 공간 전하에 의한 전위를 극복하고 전하를 띠는 액적이 분사되도록, 노즐에 제2 전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다. 제1 시점 및 제2 시점에서 노즐로부터 방출되는 시간당 전하량(즉, 노즐 전류)이 동일하도록, 제2 전압은 제1 전압보다 클 수 있다.

[498] 제2 시점에 노즐에 제2 전압을 인가하고 전하를 띠는 액적을 분무하는 제2 분무를 수행하는 단계(S1103)는, 제어부가 전원부를 이용하여, 제1 시점보다 늦은 제2 시점에, 노즐로부터 제1 시점에서 출력되는 제1 전류보다 작은 제2 전류가 출력되도록, 제2 분무를 수행하는 것을 포함할 수 있다.

[499] 제2 시점에 노즐에 제2 전압을 인가하고 전하를 띠는 액적을 분무하는 제2 분무를 수행하는 단계(S1103)는, 제어부가 출수부를 이용하여, 제1 시점보다 늦은 제2 시점에, 제2 분무에 의해 생성된 액적이 제1 분무에 의해 생성된 액적보다 빠른 속도로 이동하도록 제2 분무를 수행하는 것을 포함할 수 있다.

[500]

[501] 일 실시예에 따른 미세 입자의 농도 관리 방법은 제1 시구간에서 노즐에 제1 전압을 인가하고 전하를 띠는 액적을 분무하는 제1 분무를 수행하는 단계 및 제1 시구간보다 늦은 제2 시구간에서 노즐에 제2 전압을 인가하고 전하를 띠는 액적을 분무하는 제2 분무를 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[502] 제1 시구간에서 제1 분무를 수행하는 단계는 제1 전하량을 방출하는 것을 포함할 수 있다. 제1 시구간에서 제1 분무를 수행하는 단계는, 제1 시구간 동안

노즐을 통하여 단위 시간당 방출되는 평균 전하량이 제1 전하량이 되도록 전하를 띠는 액적을 방출하는 것을 포함할 수 있다.

- [503] 제2 시구간에서 제2 분무를 수행하는 단계는 제1 전하량 보다 많은 제2 전하량을 방출하는 것을 포함할 수 있다. 제2 시구간에서 제2 분무를 수행하는 단계는, 제1 시구간 동안 노즐을 통하여 단위 시간당 방출되는 평균 방출 전하량이, 제1 시구간에서의 평균 방출 전하량인 제1 전하량 보다 많은 제2 전하량이 되도록 전하를 띠는 액적을 방출하는 것을 포함할 수 있다.
- [504]
- [505] 도 25는 제1 시점(t1) 및 제2 시점(t2)에서, 장치의 노즐에 인가되는 전압 및 노즐로부터 출력되는 전류의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [506] 도 25를 참조하면, 장치의 제어 방법은, 제1 시점 및 제2 시점에서 노즐을 통하여 제1 전류(I1)을 방출하고, 제1 시점에서 노즐에 제1 전압(V1)을 인가하고, 제2 시점에서 노즐에 제2 전압(V2)을 인가하는 것을 포함할 수 있다.
- [507] 장치의 제어 방법은, 제1 시점 및 제2 시점에서 노즐을 통하여 출력되는 전류를 일정하게 유지하기 위하여, 제2 시점에서 노즐에 인가되는 전압을 제1 시점에서보다 높이는 것을 포함할 수 있다. 장치의 제어 방법은, 노즐 주변의 전하 밀도가 높아짐에 따라 장치로부터 방출되는 전하량이 감소되는 문제 등을 극복하고 일정한 전류를 출력하기 위하여, 노즐에 제1 시점에서보다 제2 시점에서 높은 전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다.
- [508]
- [509] 도 26은 제1 시점(t1) 및 제2 시점(t2)에서, 장치의 노즐에 인가되는 전압 및 노즐로부터 출력되는 전류의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [510] 도 26을 참조하면, 장치의 제어 방법은, 제1 및 제2 시점에서 노즐에 제1 전압(V1)을 인가하고, 제1 시점에서 노즐을 통하여 제1 전류(I1)을 방출하고, 제2 시점에서 노즐을 통하여 제2 전류(I2)를 방출하는 것을 포함할 수 있다.
- [511] 장치의 제어 방법은, 제1 시점 및 제2 시점에서 노즐에 인가되는 전압을 일정하게 유지하기 위하여, 제2 시점에서 제1 시점에서보다 낮은 전류를 출력하는 것을 포함할 수 있다. 장치의 제어 방법은, 노즐에 인가되는 전압이 기준치를 초과하지 않도록 관리하되, 장치를 통하여 출력되는 전류량이 최대화될 수 있도록, 전압 값을 유지하는 것을 포함할 수 있다.
- [512]
- [513] 2.3.5 피드백 제어 동작
- [514] 일 실시예에 따르면, 공기 중 미세 입자의 농도를 관리하는 장치를 제어하는 방법은, 작동 중 획득된 정보에 기초하여 피드백 제어, 예컨대, 획득된 정보를 이용하여 제어 상태를 변경하는 피드백 제어를 수행하는 것을 포함할 수 있다. 이하에서 설명하는 장치를 제어하는 방법 등은 본 명세서에서 설명하는 장치, 예컨대, 제어부, 저수부, 급수부, 출수부, 전원부, 센서부, 기체 분사부 등을 포함하는 장치에 의해 수행될 수 있다.

[515]

[516] 도 27은 공기 중 미세 입자의 농도를 관리하는 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 27을 참조하면, 공기 중 미세 입자의 농도를 관리하는 방법은, 제1 제어 조건에 따라 장치를 제어하는 단계(S1201), 정보를 획득하는 단계(S1203) 및 제2 제어 조건에 따라 장치를 제어하는 단계(S1205)를 포함할 수 있다.

[517] 제1 제어 조건에 따라 장치를 제어하는 단계(S1201)는 제어부가 장치의 노즐에 제1 전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다. 제1 제어 조건에 따라 장치를 제어하는 단계(S1201)는 제어부가 장치의 노즐을 통하여 제1 전류를 출력하는 것을 포함할 수 있다. 제1 제어 조건에 따라 장치를 제어하는 단계(S1201)는 제어부가 기체 분사부를 통하여 제1 속도로 기체를 분사하는 것을 포함할 수 있다. 제1 제어 조건에 따라 장치를 제어하는 단계(S1201)는 제어부가 급수부를 통하여 제1 유속으로 액체를 방출하는 것을 포함할 수 있다.

[518]

[519] 정보를 획득하는 단계(S1203)는 제어부가 센서부를 이용하여 장치를 구성하는 유닛의 상태 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 정보를 획득하는 단계(S1203)는 노즐의 온도, 노즐에 인가되는 전압, 저수 용기에 포함된 액체의 양, 액체의 온도, 장치로 공급되는 전원 등을 획득하는 것을 포함할 수 있다.

[520] 정보를 획득하는 단계(S1203)는 제어부가 센서부를 이용하여 장치의 동작과 관련된 작동 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 정보를 획득하는 단계(S1203)는 노즐로부터 방출되는 전류, 노즐 토출구 주변의 전하 밀도, 대상 영역의 전기장 세기, 대상 영역의 전하 밀도 또는 대상 영역의 미세 입자 농도를 획득하는 것을 포함할 수 있다.

[521] 정보를 획득하는 단계(S1203)는 제어부가 특정 영역의 환경에 대한 환경 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 정보를 획득하는 단계(S1203)는 대상 영역의 온도, 습도, 풍속, 기류, 기상(weather) 또는 기압을 획득하는 것을 포함할 수 있다.

[522] 정보를 획득하는 단계(S1203)는 제어부가 통신부를 이용하여 외부 장치로부터 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 정보를 획득하는 단계(S1203)는, 제어부가 통신부를 이용하여, 외부 센서 장치, 외부 서버 등으로부터 환경 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.

[523]

[524] 획득된 정보에 기초하여 장치를 제어하는 단계(S1205)는, 제어부가, 획득한 정보에 기초하여 장치를 제어하는 것을 포함할 수 있다.

[525] 획득된 정보에 기초하여 장치를 제어하는 단계(S1205)는, 제어부가, 획득된 상태 정보 또는 작동 정보를 고려하여 외부 장치로 고지하는 것을 포함할 수 있다. 제어부는, 통신부를 통하여, 외부 서버 또는 외부 제어 장치로 상태 정보 또는 작동 정보를 전달할 수 있다. 제어부는, 획득된 상태 정보 또는 작동 정보가 정상 범위를 벗어난 경우에, 상태 정보를 외부 장치로 전달할 수 있다.

- [526] 예컨대, 제어부는, 저수부에 저장된 액체가 일정량 이하인 상태 정보를 획득하고, 저장된 용수가 부족함을 나타내는 알림을 외부 장치로 출력할 수 있다. 또는, 제어부는, 장치에 전원이 적절히 공급되지 않거나, 노즐에 인가되는 전압이 적정 범위를 벗어나거나, 노즐로부터 출력되는 전류가 적정 범위를 벗어나는 등의 경우에, 장치의 상태를 알리는 알림을 외부 장치로 출력할 수 있다.
- [527]
- [528] 획득된 정보에 기초하여 장치를 제어하는 단계(S1205)는, 제어부가, 획득된 작동 정보를 고려하여 제2 조건에 따라 작동 상태를 변경하는 것을 포함할 수 있다. 제어부는, 획득된 작동 정보가, 예측된 작동 정보와 상이한 경우, 제1 조건과 상이한 제2 제어 조건에 따라 장치를 제어할 수 있다.
- [529] 예컨대, 제2 조건에 따라 장치를 제어하는 것은, 노즐로부터 출력되는 전류 값이 예측 값보다 작은 경우, 제어부가 노즐에 인가되는 전압을 제1 제어 조건에 따른 전압 보다 높이는 것을 포함할 수 있다. 제2 조건에 따라 장치를 제어하는 것은, 대상 영역의 전하 밀도가 예측 전하 밀도 보다 작은 경우, 제어부가 노즐을 통하여 출력되는 전류를 제1 제어 조건에 따른 전류 보다 높이는 것을 포함할 수 있다.
- [530] 제어부는, 외부 제어 장치로 작동 정보를 전송하고, 작동 정보에 기초하여 생성된 제2 제어 명령에 따라 장치를 제어할 수도 있다. 예컨대, 제어부는, 획득된 노즐 전류 값을 외부 제어 장치로 전달하고, 외부 제어 장치가 획득된 노즐 전류 값을 예측 노즐 전류 값과 비교하여 제2 제어 명령을 생성하고, 장치는 외부 제어 장치로부터 제2 제어 명령을 획득하고, 제2 제어 명령에 따라 동작할 수 있다.
- [531]
- [532] 획득된 정보에 기초하여 장치를 제어하는 단계(S1205)는, 제어부가, 획득된 환경 정보를 고려하여 장치를 제2 제어 조건에 따라 제어하는 것을 포함할 수 있다. 제어부는, 획득된 환경 정보를 고려하여 제1 제어 조건과 상이하게 결정된 제2 제어 조건에 따라 장치를 제어할 수 있다.
- [533] 예컨대, 제어부는 대상 영역의 습도를 고려하여, 노즐로 공급되는 액체의 유량, 노즐에 인가되는 전압, 시간당 방출되는 기체의 양 등의 제어 조건을 변경하여 장치를 제어할 수 있다. 제어부는, 대상 영역의 습도가 기준 값 이상인 경우, 제2 제어 조건에 따라 장치를 제어하는 것은, 제어부가, 제1 제어 조건보다 노즐로 공급되는 액체의 유량을 줄이거나, 제1 조건보다 노즐에 인가되는 전압을 높이거나, 제1 조건보다 시간당 방출되는 기체의 양을 늘리는 것을 포함할 수 있다.
- [534] 구체적인 예로, 제어부는 환경 정보에 따라 전원부를 제어할 수 있다. 예컨대, 제어부는 대상 영역의 온도 정보, 습도 정보 또는 미세 입자 농도를 고려하여 전원부를 제어할 수 있다. 구체적인 예로, 제어부는, 대상 영역의 미세 입자

농도가 제1 값인 경우, 출수부를 통하여 제1 전류가 출력되도록 전원부를 제어하고, 대상 영역의 미세 입자 농도가 제1 값보다 큰 제2 값인 경우, 출수부를 통하여 제1 전류보다 큰 제2 전류가 출력되도록 전원부를 제어할 수 있다.

[535]

[536] 한편, 장치가 출력부를 포함하는 경우, 장치를 제어하는 단계는, 제어부가 출력부를 통하여 획득한 상태 정보를 출력하는 것을 더 포함할 수 있다. 정보를 출력하는 것은 제어부가 표시 화면 또는 스피커 등을 통하여 장치의 상태 정보, 작동 정보, 환경 정보 등을 시각 정보 또는 음성 정보 형태로 출력하는 것을 포함할 수 있다.

[537]

[538] 한편, 정보를 획득하는 단계(S1203)는 제1 시점에 제1 정보를 획득하는 단계 및 제2 시점에 제2 정보를 획득하는 단계를 포함할 수도 있다. 이때, 제2 제어 조건에 따라 장치를 제어하는 단계(S1205)는, 제어부가, 제1 시점에 획득된 제1 정보 및 제2 시점에 획득된 제2 정보를 비교하여 결정된 제2 제어 조건에 따라 장치를 제어하는 것을 포함할 수 있다.

[539]

일 예로, 정보를 획득하는 단계(S1203)는, 제1 시점에 대상 영역의 공간 전하 밀도인 제1 값을 획득하고, 제2 시점에 대상 영역의 공간 전하 밀도인 제2 값을 획득하는 것을 포함할 수 있다. 이때, 제2 값이 제1 값보다 작은 경우, 제어 조건에 따라 장치를 제어하는 단계(S1205)는, 제어부가 제1 제어 조건에 따라 노즐에 인가되는 제1 전압 보다 높은 제2 전압을 노즐에 인가하는 것을 포함할 수 있다.

[540]

[541] 장치를 제어하는 방법은, 획득된 정보에 기초하여 이력 제어를 수행하는 것을 포함할 수 있다. 시간에 따른 측정 값이 충분히 확보된 경우, 이력 제어가 가능해질 수 있다. 제어부는, 센서부 또는 통신부를 통하여 획득된 측정 값의 시계열적 변화를 이용한 이력 제어를 수행할 수 있다.

[542]

예를 들어, 제어부는 센서부 또는 통신부를 통하여 시간에 따른 외부 습도 정보를 획득할 수 있다. 제어부는 시간에 따른 습도 정보 및 시간에 따른 제어 정보를 이용하여, 이력 제어를 수행할 수 있다. 예컨대, 제어부는 누적된 시간 별 습도 정보와 시간에 따른 제어 정보에 기초하여 소정의 습도 변화 패턴에 따른 제어 동작(예컨대, 사용자 또는 외부 제어 장치로부터 획득된 제어 명령)의 관계를 획득할 수 있다. 제어부는 습도 변화 패턴과 제어 동작의 관계에 기초하여, 측정된 습도 값에 따른 제어 동작을 수행할 수 있다.

[543]

[544] 2.3.6 실시예

[545] 2.3.6.1 제3 실시예

[546]

본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따르면, 전하를 공급 장치를 이용하여 대상 영역의 미세 입자의 농도를 관리하는 방법에 있어서, 액체를

저장하는 저수부(예컨대, 용기), 액체를 출력하는 출수부(예컨대, 적어도 하나의 노즐), 용기로부터 적어도 하나의 노즐로 액체를 공급하는 급수부(예컨대, 펌프), 전력을 공급하는 전원 및 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 대상 영역에 전하를 공급하는 제어부(예컨대, 장치의 컨트롤러)를 포함하는 장치를 이용하여 대상 영역의 미세 입자의 농도를 관리하는 방법이 제공될 수 있다. 이하의 방법은, 본 명세서에서 설명하는 다양한 형태의 장치에 의해 수행될 수 있다.

- [547] 도 39는 미세 입자 농도 저감 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다. 도 39를 참조하면, 일 실시예에 따른 방법은, 노즐에 제1 기준 값 이상의 전압을 인가하는 단계(S1501), 노즐에 액체를 공급하는 단계(S1503), 노즐을 통하여 전하를 띠는 액적을 생성하고, 대상 영역에 전하를 공급하는 단계(S1505) 및 대상 영역의 미세 입자를 대전하고, 대전된 미세 입자에 전기력을 제공하는 단계(S1507)를 포함할 수 있다.
- [548] 도 39에서, 각 단계가 순차적으로 수행되는 것을 기준으로 예시하였으나, 이는 설명의 편의를 위한 것에 불과하고, 각 단계의 순서는 변경될 수 있다.
- [549]
- [550] 노즐에 제1 기준 값 이상의 전압을 인가하는 단계(S1501)는 컨트롤러가 전원을 이용하여, 적어도 하나의 노즐에 제1 기준 값 이상의 전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다. 컨트롤러는 전원을 이용하여, 적어도 하나의 노즐에 음의 전압을 인가할 수 있다. 컨트롤러가 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐에 전압을 인가하는 것과 관련하여, 제1 실시예 및 본 명세서 전반에서 설명된 내용이 유사하게 적용될 수 있다.
- [551]
- [552] 노즐에 액체를 공급하는 단계(S1503)는 컨트롤러가 펌프를 이용하여, 적어도 하나의 노즐에 액체를 공급하는 것을 포함할 수 있다. 적어도 하나의 노즐에 액체를 공급하는 단계는, 적어도 하나의 노즐에 전압이 인가된 후에 수행될 수 있다. 예컨대, 장치의 제어 방법은, 적어도 하나의 노즐을 통하여 출력되는 전류의 안정성 및 노즐에 인가되는 전압의 안정성 향상을 위하여, 노즐에 전압을 인가한 후 액체를 공급하는 것을 포함할 수 있다.
- [553]
- [554] 노즐을 통하여 전하를 띠는 액적을 생성하고, 대상 영역에 전하를 공급하는 단계(S1505)는 컨트롤러가 전원 및 펌프를 이용하여, 적어도 하나의 노즐을 통하여 전하를 띠는 액적을 생성하고, 대상 영역에 전하를 공급하는 것을 포함할 수 있다. 대상 영역에 전하를 공급하는 것과 관련하여, 전술한 제1 실시예 및 본 명세서 전반에 걸쳐 설명된 내용이 유사하게 적용될 수 있다.
- [555] 노즐을 통하여 전하를 띠는 액적을 생성하고, 대상 영역에 전하를 공급하는 단계(S1505)는, 컨트롤러가 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐에 전압을 인가하고, 적어도 하나의 노즐을 통하여 액체를 방출함으로써 전하를 띠는

액적을 생성하고, 대상 영역에 전하를 띠는 액적을 통하여 전하를 공급하는 것을 포함할 수 있다.

- [556] 노즐을 통하여 전하를 띠는 액적을 생성하고, 대상 영역에 전하를 공급하는 단계(S1505)는 컨트롤러가 전원을 이용하여 대상 영역에 전하를 공급하고 대상 영역에 공급된 전하와 동일한 극성을 가지는 공간 전하를 형성하는 것을 포함할 수 있다.
- [557] 컨트롤러는 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐을 통해 대상 영역에 음전하를 공급하여 대상 영역에 음의 공간 전하를 형성할 수 있다.
- [558]
- [559] 대상 영역의 미세 입자를 대전하고, 대전된 미세 입자에 전기력을 제공하는 단계(S1507)는 컨트롤러가 대상 영역에 공간 전하를 형성하여, 대상 영역의 미세 입자를 대전하고, 대상 영역에 공급된 전하에 의해 공급된 전하와 동일한 극성으로 대전된 미세 입자에 장치로부터 멀어지는 방향 성분을 적어도 일부 포함하는 전기력을 제공하는 것을 포함할 수 있다.
- [560] 컨트롤러가 미세 입자에 전기력을 제공하는 것은, 대상 영역에 공간 전하를 형성하여 대상 영역에 지면과 장치 사이의 전기장을 형성하고, 형성된 전기장을 통하여 미세 입자에 전기력을 제공하는 것을 포함할 수 있다.
- [561] 미세 입자에 제공되는 전기력은 적어도 일부 음의 공간 전하에 의한 전기장에 의해 제공될 수 있다.
- [562] 대전된 미세 입자에 전기력을 제공하는 것과 관련하여, 전술한 제1 실시예 및 본 명세서 전반에 걸쳐 설명된 내용이 유사하게 적용될 수 있다.
- [563] 예컨대, 컨트롤러는 전원을 이용하여, 대상 영역의 미세 입자에 지면을 향하는 성분을 포함하는 전기력을 제공할 수 있다. 컨트롤러는, 미세 입자에 소정 방향의 전기력을 제공하여, 미세 입자에 동력을 제공할 수 있다. 미세 입자에 제공되는 전기력은 지면에 수직하는 제1 방향 성분 및/또는 지면에 수평한 제2 방향 성분을 포함할 수 있다.
- [564]
- [565] 일 실시예에 따르면, 미세 입자 농도 저감 방법은, 컨트롤러가, 대상 영역에 전하를 띠는 물질을 일정 시간 이상 공급하여, 대전된 미세 입자가 전기력을 제공받고 지면 방향으로 이동하여 제거되도록, 공간 전하를 일정 시간 이상 유지하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [566] 공간 전하를 일정 시간 이상 유지하는 단계는, 컨트롤러가 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 지속적 또는 반복적으로 대전된 액적을 생성하여, 대상 영역에 전하를 공급하는 것을 포함할 수 있다.
- [567] 공간 전하가 유지되는 시간은, 장치의 대상 영역 또는 장치의 유효 반경에 기초하여 결정될 수 있다. 예컨대, 공간 전하가 유지되는 시간은, 장치로부터 출력되는 전류 및 장치의 유효 반경에 기초하여 결정될 수 있다.
- [568] 구체적인 예로, 장치의 유효 반경이 제1 반경이고, 장치로부터 출력되는 전류가

제1 전류인 경우, 공간 전하는 제1 시간 동안 유지될 수 있다. 이때, 장치의 유효 반경이 제1 반경보다 작은 제2 반경이고, 장치로부터 출력되는 전류가 제1 전류인 경우, 공간 전하는 제1 시간보다 작은 제2 시간 동안 유지될 수 있다.

[569] 다른 구체적인 예로, 장치의 유효 반경이 제1 반경이고, 장치로부터 출력되는 전류가 제1 전류인 경우, 공간 전하는 제1 시간 동안 유지될 수 있다. 이때, 장치의 유효 반경이 제2 반경이고, 장치로부터 출력되는 전류가 제1 전류보다 작은 제2 전류인 경우, 공간 전하는 제1 시간보다 긴 제2 시간 동안 유지될 수 있다.

[570]

[571] 2.3.6.2 제4 실시예

[572] 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따르면, 전하를 공급 장치를 이용하여 대상 영역의 미세 입자의 농도를 관리하는 방법에 있어서, 액체를 저장하는 용기, 액체를 출력하는 적어도 하나의 노즐, 용기로부터 적어도 하나의 노즐로 액체를 공급하는 펌프, 전력을 공급하는 전원, 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 대상 영역에 전하를 띠는 물질을 공급하는 컨트롤러 및 전하를 띠는 물질에 대하여 비-전기력을 제공하는 입자 분산부를 포함하는 장치를 이용하여 대상 영역의 미세 입자의 농도를 관리하는 방법이 제공될 수 있다.

[573] 이하에서 설명되는 방법은, 본 명세서에서 설명되는 다양한 실시예에 따른 장치에 의해 수행될 수 있다. 이하의 방법에 대하여, 본 명세서에서 설명하는 다양한 실시예에 따른 내용이 적용될 수 있다.

[574]

[575] 도 40은 미세 입자 농도 저감 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다. 도 40을 참조하면, 일 실시예에 따른 방법은, 노즐에 전압을 인가하는 단계(S1601), 노즐에 액체를 공급하는 단계(S1603), 전하를 띠는 액적을 생성하고, 대상 영역에 전하를 공급하는 단계(S1605) 및 전하를 띠는 물질에 비-전기력을 제공하는 단계(S1607)를 포함할 수 있다.

[576] 도 40에서는, 설명의 편의를 위하여, 각 단계를 순차적으로 나열하였으나, 이는 본 명세서에 의해 설명되는 발명을 한정하는 것은 아니며, 각 단계의 순서는 변경될 수 있다.

[577] 노즐에 전압을 인가하는 단계(S1601)는 컨트롤러가 전원을 이용하여, 적어도 하나의 노즐에 전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다. 컨트롤러는 전원을 이용하여, 적어도 하나의 노즐에 제1 기준 값 이상의 전압을 인가하고, 공급된 전하에 의해 대전된 대상 영역의 미세 입자에 장치로부터 멀어지는 방향의 전기력을 제공할 수 있다.

[578] 미세 입자에 제공되는 전기력은 적어도 일부 대상 영역에 공급된 전하에 의해 형성되는 전기장에 의해 제공될 수 있다. 대상 영역의 미세 입자는 공급된 전하에 의해 공급된 전하와 동일한 극성으로 대전될 수 있다.

- [579] 노즐에 액체를 공급하는 단계(S1603)는 컨트롤러가 펌프를 이용하여, 적어도 하나의 노즐에 액체를 공급하는 것을 포함할 수 있다.
- [580] 전하를 띠는 액적을 생성하고, 대상 영역에 전하를 공급하는 단계(S1605)는 컨트롤러가 전원 및 펌프를 이용하여, 적어도 하나의 노즐을 통하여 전하를 띠는 액적을 생성하고, 전하를 띠는 액적을 통하여 대상 영역에 전하를 공급하는 것을 포함할 수 있다. 컨트롤러가 대상 영역에 전하를 공급하는 것은, 컨트롤러가 대상 영역에 전하를 공급하여 대상 영역에 전기장을 형성하는 공간 전하를 형성하는 것을 포함할 수 있다.
- [581] 노즐에 전압을 인가하는 단계(S1601), 노즐에 액체를 공급하는 단계(S1603) 및 전하를 띠는 액적을 생성하고, 대상 영역에 전하를 공급하는 단계(S1605)에 대하여는, 실시예 1 내지 3 및 본 명세서의 전반에 걸쳐 설명된 내용이 선택적으로 적용될 수 있다.
- [582]
- [583] 전하를 띠는 물질에 비-전기력을 제공하는 단계(S1607)는 컨트롤러가 입자 분산부를 이용하여, 노즐의 액적이 생성되는 일 단 부근에 위치한 전하를 띠는 물질에 일 단으로부터 멀어지는 방향으로 비-전기력을 제공하는 것을 포함할 수 있다. 전하를 띠는 물질에 비-전기력을 제공하는 단계(S1607)에 대하여는, 실시예 2 및 본 명세서의 전반에 걸쳐 설명된 내용이 선택적으로 적용될 수 있다.
- [584] 전하를 띠는 물질에 비-전기력을 인가하는 단계(S1607)는, 전하를 띠는 물질에, 전기적으로 중성인 물질을 분사하여 비 전기력을 제공하는 것을 더 포함할 수 있다. 입자 분산부는 전기적으로 중성인 기체를 분사하는 에어 노즐을 포함하고, 전하를 띠는 물질에 비-전기력을 제공하는 단계(S1607)는 컨트롤러가 에어 노즐을 이용하여, 전하를 띠는 물질에 노즐로부터 멀어지는 방향 성분을 포함하는 물리력을 제공하는 것을 포함할 수 있다.
- [585] 컨트롤러가 비-전기력을 제공하는 것은, 컨트롤러가 일 단 근처에서의 공간 전하의 분포 밀도를 낮추기 위하여, 전하를 띠는 물질에 일 단으로부터 멀어지는 방향 성분을 포함하는 비-전기력을 제공하는 것을 더 포함할 수 있다. 컨트롤러가 비-전기력을 제공하는 것은, 컨트롤러가 일 단 근처에서의 공간 전하가 노즐 말단의 액체에 작용하는 전기력을 감소시키기 위하여, 일 단 근처의 전하를 띠는 물질에 비-전기력을 제공하는 것을 포함할 수 있다.
- [586]
- [587] 2.3.6.3 제5 실시예
- [588] 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따르면, 대상 영역에 전하를 공급하는 장치를 이용한 미세 입자 농도의 관리 방법으로서, 액체를 저장하는 용기, 액체를 출력하는 적어도 하나의 노즐, 용기로부터 적어도 하나의 노즐로 액체를 공급하는 펌프, 전력을 공급하는 전원 및 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐에 전압을 인가하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 전하를 띠는 액체를 출력하여 대상 영역에 전하를 공급하고 공급된 전하에 의해 대전된 대상 영역의

미세 입자에 장치로부터 멀어지는 방향의 제1 전기력을 제공하는 컨트롤러를 포함하는 장치를 이용하는 미세 입자 농도의 관리 방법이 제공될 수 있다.

[589] 이하에서 설명되는 방법은, 본 명세서에서 설명되는 다양한 실시예에 따른 장치에 의해 수행될 수 있다. 이하의 방법에 대하여, 본 명세서에서 설명하는 다양한 실시예에 따른 내용이 적용될 수 있다.

[590]

[591] 도 41은 미세 입자의 농도의 관리 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다. 도 41을 참조하면, 일 실시예에 따른 방법은, 용기에 저장된 액체를 노즐에 공급하는 단계(S1701), 제1 시점에, 노즐에 제1 전압을 인가하여 대상 영역에 전하를 띠는 물질을 공급하는 단계(S1703) 및 제2 시점에, 노즐에 제2 전압을 인가하여 대상 영역에 전하를 띠는 물질을 공급하는 단계(S1705)를 포함할 수 있다.

[592] 용기에 저장된 액체를 노즐에 공급하는 단계(S1701)는 컨트롤러가 펌프를 이용하여 용기에 저장된 액체를 적어도 하나의 노즐에 공급하는 것을 포함할 수 있다.

[593] 제1 시점에, 노즐에 제1 전압을 인가하여 대상 영역에 전하를 띠는 물질을 공급하는 단계(S1703)는 1 시점에 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐에 제1 전압을 인가하여, 적어도 하나의 노즐을 통하여 전하를 띠는 물질을 대상 영역에 공급하는 것을 포함할 수 있다.

[594] 컨트롤러가 제1 시점에 전하를 띠는 물질을 대상 영역에 공급하는 것은, 컨트롤러가 전원을 이용하여 전하를 띠는 물질을 대상 영역에 공급하여 대상 영역에 공간 전하를 형성하는 것을 더 포함할 수 있다.

[595] 형성된 공간 전하는 대상 영역에 전기장을 형성하여, 대상 영역의 미세 입자에 제1 전기력을 제공할 수 있다.

[596] 컨트롤러는, 전원을 이용하여, 적어도 하나의 노즐에 음의 전압을 인가하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 음의 전하를 띠는 액적을 방출할 수 있다. 컨트롤러는, 전원을 이용하여, 적어도 하나의 노즐에 음의 전압을 인가하여 대상 영역에 음의 공간 전하를 형성할 수 있다.

[597]

[598] 제2 시점에, 노즐에 제2 전압을 인가하여 대상 영역에 전하를 띠는 물질을 공급하는 단계(S1705)는 컨트롤러가, 제1 시점보다 늦은 제2 시점에, 적어도 하나의 노즐에 제2 전압을 인가하여, 적어도 하나의 노즐을 통하여 전하를 띠는 물질을 대상 영역에 공급하는 것을 포함할 수 있다.

[599] 컨트롤러가 제2 시점에 전하를 띠는 물질을 대상 영역에 공급하는 것은, 컨트롤러가 형성된 공간 전하가 적어도 하나의 노즐에 포함된 액체에 작용하는 제2 전기력을 고려하여, 적어도 하나의 노즐에 제2 전압을 인가하여 전하를 띠는 물질을 대상 영역에 공급하여 형성된 공간 전하를 유지하는 것을 포함할 수 있다.

- [600] 제1 전압 및 제2 전압은, 적어도 하나의 노즐을 통하여 제1 전류 이상의 전류가 방출되도록 결정된 제1 기준 전압보다 크고, 적어도 하나의 노즐에서 직접 방전되는 전하의 양이 상기 액체를 통해 출력되는 전하의 양을 초과하지 않도록 결정된 제2 기준 전압보다 작도록 결정될 수 있다.
- [601]
- [602] 일 실시예에 따르면, 컨트롤러가 제1 시점에서 적어도 하나의 노즐에 제1 전압을 인가하는 것은, 제1 시점에서 적어도 하나의 노즐을 통하여 제1 전류가 방출되도록, 적어도 하나의 노즐에 제1 전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다.
- [603] 위 실시예에서, 컨트롤러가 제2 시점에서 적어도 하나의 노즐에 제2 전압을 인가하는 것은, 컨트롤러가, 제2 시점에서 액체에 작용하는 제2 전기력을 상쇄하고 적어도 하나의 노즐을 통하여 제1 전류보다 작지 않은 제2 전류가 방출되도록, 적어도 하나의 노즐에 제1 전압보다 큰 제2 전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다.
- [604] 제1 전류는 장치의 유효 반경에 따라 결정될 수 있다. 유효 반경은 컨트롤러가 적어도 하나의 노즐을 통하여 기준 시간 동안 전하를 띠는 물질을 제1 전류로 방출하는 경우, 미세 입자의 농도가 기준 비율 이하로 감소되는 지점의 장치로부터의 거리일 수 있다. 다시 말해, 제1 전류는, 장치가 기준 시간 동안 일정한 전류를 출력하는 경우, 미리 정해진 유효 반경 내의 미세 입자 농도를 기준 비율 감소시키기 위하여 출력되어야 하는 전류 값으로 정해질 수 있다.
- [605]
- [606] 일 실시예에 따르면, 컨트롤러가 제1 시점에서 적어도 하나의 노즐에 제1 전압을 인가하는 것은, 적어도 하나의 노즐에 제1 전압을 인가하여 제1 시점에서 적어도 하나의 노즐을 통하여 제1 전류를 방출하는 것을 포함할 수 있다.
- [607] 위 실시예에서, 컨트롤러가 제2 시점에서 적어도 하나의 노즐에 제2 전압을 인가하는 것은, 컨트롤러가, 제2 시점에서 액체에 작용하는 제2 전기력에 대응하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 제1 전류보다 작은 제2 전류가 방출되도록, 적어도 하나의 노즐에 제1 전압과 동일한 제1 전압을 인가하는 것을 포함할 수 있다.
- [608]
- [609] 본 명세서에서 개시하는 발명의 일 실시예에 따르면, 미세 입자의 농도를 관리하는 장치가 제공될 수 있다.
- [610] 일 예로, 영역에 전하를 공급하는 장치를 이용한 미세 입자 농도를 관리하기 위한 장치에 있어서, 액체를 저장하는 용기, 액체를 출력하는 적어도 하나의 노즐, 용기로부터 적어도 하나의 노즐로 액체를 공급하는 펌프, 전력을 공급하는 전원 및 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐에 전압을 인가하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 전하를 띠는 액체를 출력하여 대상 영역에 전하를 공급하고 공급된 전하에 의해 대전된 대상 영역의 미세 입자에 장치로부터 멀어지는 방향의 제1 전기력을 제공하는 컨트롤러를 포함하는 장치가 제공될 수 있다.

- [611] 컨트롤러는, 펌프를 이용하여 용기에 저장된 액체를 적어도 하나의 노즐에 공급할 수 있다.
- [612] 컨트롤러는, 제1 시점에 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐에 제1 전압을 인가하여, 적어도 하나의 노즐을 통하여 전하를 띠는 물질을 대상 영역에 공급할 수 있다.
- [613] 컨트롤러는, 제1 시점보다 늦은 제2 시점에, 적어도 하나의 노즐에 제2 전압을 인가하여, 적어도 하나의 노즐을 통하여 전하를 띠는 물질을 대상 영역에 공급할 수 있다.
- [614] 컨트롤러가 제1 시점에 전하를 띠는 물질을 대상 영역에 공급하는 것은, 컨트롤러가 전원을 이용하여 전하를 띠는 물질을 대상 영역에 공급하여 대상 영역에 공간 전하를 형성하는 것을 더 포함하고, 컨트롤러가 제2 시점에 전하를 띠는 물질을 대상 영역에 공급하는 것은, 컨트롤러가 형성된 공간 전하가 적어도 하나의 노즐에 포함된 액체에 작용하는 제2 전기력을 고려하여, 적어도 하나의 노즐에 제2 전압을 인가하여 전하를 띠는 물질을 대상 영역에 공급하여 형성된 공간 전하를 유지하는 것을 포함할 수 있다.
- [615] 형성된 공간 전하는 대상 영역에 전기장을 형성하여, 대상 영역의 미세 입자에 제1 전기력을 제공할 수 있다.
- [616]
- [617]
- [618] 2.3.6.4 제6 실시예
- [619] 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따르면, 대상 영역에 전하를 공급하는 장치를 이용한 미세 입자 농도의 관리 방법으로서, 액체를 저장하는 용기, 액체를 출력하는 적어도 하나의 노즐, 용기로부터 적어도 하나의 노즐로 액체를 공급하는 펌프, 전력을 공급하는 전원 및 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐에 전압을 인가하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 전하를 띠는 액체를 출력하여 대상 영역에 전하를 공급하고 공급된 전하에 의해 대전된 대상 영역의 미세 입자에 장치로부터 멀어지는 방향의 제1 전기력을 제공하는 컨트롤러를 포함하는 장치를 이용하는 미세 입자 농도의 관리 방법이 제공될 수 있다.
- [620] 이하에서 설명되는 방법은, 본 명세서에서 설명되는 다양한 실시예에 따른 장치에 의해 수행될 수 있다. 이하의 방법에 대하여, 본 명세서에서 설명하는 다양한 실시예에 따른 내용이 적용될 수 있다.
- [621] 일 실시예에 따른 미세 입자의 농도의 관리 방법은 노즐을 통하여 대상 영역으로 제1 전류를 출력하는 단계 및 노즐을 통하여 대상 영역으로 제1 전류보다 큰 제2 전류를 출력하는 단계를 포함할 수 있다.
- [622] 이때, 제1 전류를 출력하는 단계는 제1 시점에서 제1 전류를 출력하는 것을 포함하고, 제2 전류를 출력하는 단계는 제1 시점보다 늦은 제2 시점에서 제2 전류를 출력하는 것을 포함할 수 있다. 또는, 제1 전류를 출력하는 단계는 제1 시구간에서 제1 전류를 출력하는 것을 포함하고, 제2 전류를 출력하는 단계는

제1 시구간보다 늦는 제2 시구간에서 제2 전류를 출력하는 것을 포함할 수 있다. 이하에서는, 소정의 시구간 또는 시점에서 제1 전류 및/또는 제2 전류를 출력하는 것을 포함하는 방법에 대하여 몇몇 실시예를 들어 설명한다.

[623]

[624] 도 42는 미세 입자의 농도의 관리 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다. 도 42를 참조하면, 일 실시예에 따른 방법은, 용기에 저장된 액체를 노즐에 공급하는 단계(S1801), 제1 시구간에서, 노즐을 통하여 대상 영역으로 제1 전류를 출력하는 단계(S1803) 및 제2 시구간에서, 노즐을 통하여 대상 영역으로 제2 전류를 출력하는 단계(S1805)를 포함할 수 있다.

[625] 용기에 저장된 액체를 노즐에 공급하는 단계(S1801)는 컨트롤러가, 펌프를 이용하여 용기에 저장된 액체를 적어도 하나의 노즐에 공급하는 것을 포함할 수 있다. 노즐에 액체를 공급하기 이전에 노즐에 일정 수준의 전압을 미리 인가할 수 있다. 또는, 노즐에 액체를 공급하기 이전에 노즐 말단부에 비-전기력을 제공하는 단계가 더 수행될 수 있다.

[626] 제1 시구간에서, 노즐을 통하여 대상 영역으로 제1 전류를 출력하는 단계(S1803)는 컨트롤러가, 전원을 이용하여, 적어도 하나의 노즐을 통하여 제1 시구간에서 제1 전류를 출력(output)하는 것을 포함할 수 있다.

[627] 제1 시구간에서 노즐을 통하여 대상 영역으로 제1 전류를 출력하는 단계(S1803)는, 제1 시구간에서 단위 시간당 제1 전하량을 출력하는 것을 포함할 수 있다. 제1 시구간에서 노즐을 통하여 대상 영역으로 제1 전류를 출력하는 단계(S1803)는 컨트롤러가 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 전하를 띠는 물질을 공급하여 대상 영역에 공간 전하를 형성하는 것을 포함할 수 있다.

[628] 형성된 공간 전하는 대상 영역에 전기장을 형성하여, 대상 영역의 미세 입자에 제1 전기력을 제공할 수 있다.

[629] 제2 시구간에서, 노즐을 통하여 대상 영역으로 제1 전류를 출력하는 단계(S1805)는 컨트롤러가, 전원을 이용하여, 제1 시구간보다 이후인 제2 시구간에서, 적어도 하나의 노즐을 통하여 단위 시간당 제2 전류를 출력하는 것을 포함할 수 있다.

[630] 제2 시구간에서 제2 전류를 방출하는 단계는, 형성된 공간 전하가 적어도 하나의 노즐에 공급된 액체에 미치는 전기력을 고려하여, 제1 전류와 다른 제2 전류를 출력하여 대상 영역에 공간 전하를 유지하는 것을 포함할 수 있다.

[631] 일 실시예에 따르면, 컨트롤러가 제1 시구간에서 적어도 하나의 노즐을 통하여 제1 전류를 출력하는 것은, 컨트롤러가, 적어도 하나의 노즐에 제1 전압을 인가하여, 적어도 하나의 노즐로부터 제1 기준 전류보다 큰 제1 전류가 출력하는 것을 더 포함할 수 있다.

[632] 위 실시예에서, 컨트롤러가 제2 시구간에서 적어도 하나의 노즐을 통하여 제2 전류를 출력하는 것은, 컨트롤러가, 적어도 하나의 노즐에서 직접 방전되는

전하의 양이 액체를 통해 출력되는 전하의 양을 초과하지 않도록, 적어도 하나의 노즐을 통하여 제1 기준 전류보다 큰 제2 전류를 출력하는 것을 더 포함할 수 있다.

[633] 일 실시예에 따르면, 컨트롤러가 제1 시구간에서 적어도 하나의 노즐을 통하여 제1 전류를 출력하는 것은, 컨트롤러가 제1 시구간에서 적어도 하나의 노즐에 제1 전압이 인가되도록, 적어도 하나의 노즐을 통하여 제1 전류를 출력하는 것을 포함할 수 있다.

[634] 위 실시예에서, 컨트롤러가 제2 시구간에서 적어도 하나의 노즐을 통하여 제2 전류를 출력하는 것은, 컨트롤러가 제2 시구간에서 적어도 하나의 노즐에 제1 전압보다 큰 제2 전압을 인가하여 액체에 작용하는 제2 전기력을 상쇄하고, 제1 전류보다 작지 않은 제2 전류를 출력하는 것을 더 포함할 수 있다.

[635] 제1 전류는 장치의 유효 반경에 따라 결정될 수 있다. 유효 반경은 컨트롤러가 적어도 하나의 노즐을 통하여 기준 시간 동안 전하를 띠는 물질을 제1 전류로서 방출하는 경우, 미세 입자의 농도가 기준 비율 이하로 감소되는 지점의 장치로부터의 거리일 수 있다.

[636]

[637] 일 실시예에 따르면, 컨트롤러가 제1 시구간에서 적어도 하나의 노즐을 통하여 제1 전류를 출력하는 것은, 적어도 하나의 노즐에 제1 전압을 인가하여 제1 시구간에서 적어도 하나의 노즐을 통하여 제1 전류를 방출하는 것을 포함할 수 있다.

[638] 위 실시예에서, 컨트롤러가 제2 시구간에서 적어도 하나의 노즐을 통하여 제2 전류를 출력하는 것은, 컨트롤러가, 제2 시구간에서, 액체에 작용하는 제2 전기력에 대응하여, 적어도 하나의 노즐에 제1 전압을 인가하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 제1 전류보다 작은 제2 전류를 출력하는 것을 포함할 수 있다.

[639]

[640] 컨트롤러는, 적어도 하나의 노즐에 음의 전압을 인가하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 음의 전하를 띠는 액적을 방출할 수 있다. 컨트롤러는, 적어도 하나의 노즐에 음의 전압을 인가하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 음전하를 방출할 수 있다. 컨트롤러는, 적어도 하나의 노즐에 음의 전압을 인가하여 대상 영역에 음의 공간 전하를 형성할 수 있다.

[641]

[642] 본 명세서에서 개시하는 발명의 일 실시예에 따르면, 대상 영역에 전하를 공급하는 장치를 이용한 미세 입자 농도를 관리하기 위한 장치가 제공될 수 있다.

[643] 장치는, 액체를 저장하는 용기, 상기 액체를 출력하는 적어도 하나의 노즐, 용기로부터 상기 적어도 하나의 노즐로 상기 액체를 공급하는 펌프;

[644] 전력을 공급하는 전원 및 상기 전원을 이용하여 상기 적어도 하나의 노즐에 전압을 인가하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 전하를 띠는 액체를 출력하여

상기 대상 영역에 전하를 공급하고 상기 공급된 전하에 의해 대전된 상기 대상 영역의 미세 입자에 상기 장치로부터 멀어지는 방향의 제1 전기력을 제공하는 컨트롤러를 포함할 수 있다.

- [645] 컨트롤러는, 펌프를 이용하여 상기 용기에 저장된 액체를 상기 적어도 하나의 노즐에 공급하고, 전원을 이용하여, 상기 적어도 하나의 노즐을 통하여 제1 시구간에서 제1 전류를 출력(output)하고, 상기 전원을 이용하여, 상기 제1 시구간보다 이후인 제2 시구간에서, 상기 적어도 하나의 노즐을 통하여 단위 시간당 제2 전류를 출력할 수 있다.
- [646] 컨트롤러가, 상기 제1 시구간에서 단위 시간당 상기 제1 전하량을 출력하는 것은, 상기 컨트롤러가 상기 전원을 이용하여 상기 적어도 하나의 노즐을 통하여 상기 전하를 띠는 물질을 공급하여 상기 대상 영역에 공간 전하를 형성하는 것을 포함할 수 있다.
- [647] 컨트롤러가, 상기 제2 시구간에서 상기 제2 전류를 방출하는 단계는, 상기 형성된 공간 전하가 상기 적어도 하나의 노즐에 공급된 상기 액체에 미치는 전기력을 고려하여, 상기 제1 전류와 다른 상기 제2 전류를 출력하여 상기 대상 영역에 상기 공간 전하를 유지하는 것을 포함할 수 있다.
- [648] 형성된 공간 전하는 상기 대상 영역에 전기장을 형성하여, 상기 대상 영역의 상기 미세 입자에 상기 제1 전기력을 제공할 수 있다.
- [649]
- [650] 특정 시구간에서 특정 전류를 출력하는 것은, 특정 시구간 동안 특정 값의 전류를 일정하게 출력하는 것뿐만 아니라, 특정 시구간 동안 특정한 평균 전류를 출력하는 것을 의미할 수도 있다. 본 명세서에서 설명되는 시구간은, 충분히 짧은 시구간을 의미할 수 있다. 예컨대, 제1 또는 제2 시구간은, 해당 시구간에서의 출력 전류를 측정하는데 요구되는 최소 시간일 수 있다.
- [651]
- [652] 제 6 실시예에서 설명하는 미세 입자 농도의 관리 방법은, 시구간이 아닌 시점을 기준으로 적용될 수도 있다.
- [653] 예컨대, 일 실시예에 따른 방법은, 용기에 저장된 액체를 노즐에 공급하는 단계, 제1 시점에서 노즐을 통하여 대상 영역으로 제1 전류를 출력하는 단계 및 제2 시점에서 노즐을 통하여 대상 영역으로 제1 전류를 출력하는 단계를 포함할 수 있다.
- [654] 용기에 저장된 액체를 노즐에 공급하는 단계는 전술한 것과 유사하게 구현될 수 있다.
- [655] 제1 시점에서 노즐을 통하여 대상 영역으로 제1 전류를 출력하는 단계는 제1 시구간에서 노즐을 통하여 대상 영역으로 제1 전류를 출력하는 단계(S1803)와 유사하게 구현될 수 있다. 제1 시점에서 노즐을 통하여 대상 영역으로 제1 전류를 출력하는 단계는 제1 시점에서 노즐에 제1 전압을 인가하여 노즐을 통하여 제1 전류를 출력하는 것을 더 포함할 수 있다.

- [656] 제2 시점에서 노즐을 통하여 대상 영역으로 제1 전류를 출력하는 단계는 제2 시구간에서, 노즐을 통하여 대상 영역으로 제2 전류를 출력하는 단계(S1805)와 유사하게 구현될 수 있다. 제2 시점에서 노즐을 통하여 대상 영역으로 제2 전류를 출력하는 단계는 제1 시점보다 낮은 제2 시점에서 노즐에 제2 전압을 인가하여 노즐을 통하여 제1 전류를 출력하는 것을 더 포함할 수 있다.
- [657] 제1 시점에서 출력되는 제1 전류 및/또는 제2 시점에서 출력되는 제2 전류는 제1 기준 전류보다 크거나 제1 기준 전류보다 작을 수 있다. 예컨대, 제1 전류 및/또는 제2 전류는 대상 영역 및 장치의 동작 시간을 고려하여 정해진 하한값, 즉, 제1 기준 전류 이상으로 정해질 수 있다. 또 예컨대, 제1 전류 및/또는 제2 전류는 노즐을 통하여 직접 방전이 일어나지 않도록 하는 상한값, 즉, 제2 기준 전류 이하로 정해질 수 있다. 제1 전류를 출력하기 위하여 노즐에 인가되는 제1 전압 및/또는 제2 전류를 출력하기 위하여 노즐에 인가되는 제2 전압이 전술한 상한값 및/또는 하한값에 따라 정해질 수도 있다.
- [658] 위 실시예에서, 특정 시점에 전류를 출력하는 것은, 특정 시점에서의 순간 전류를 출력하는 것을 의미할 수 있다. 특정 시점에 출력되는 전류의 값은 특정 시점에 장치의 노즐 근처에서 측정된 전류 값을 통하여 얻어질 수 있다.
- [659]
- [660]
- [661] 2.3.6.5 제7 실시예
- [662] 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따르면, 대상 영역에 전하를 공급하는 장치를 이용한 미세 입자 농도의 관리 방법으로서, 액체를 저장하는 용기, 액체를 출력하는 적어도 하나의 노즐, 용기로부터 적어도 하나의 노즐로 액체를 공급하는 펌프, 전력을 공급하는 전원 및 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐에 전압을 인가하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 전하를 띠는 액체를 출력하여 대상 영역에 전하를 공급하고 공급된 전하에 의해 대전된 대상 영역의 미세 입자에 장치로부터 멀어지는 방향의 제1 전기력을 제공하는 컨트롤러를 포함하는 장치를 이용하는 미세 입자 농도의 관리 방법이 제공될 수 있다.
- [663] 이하에서 설명되는 방법은, 본 명세서에서 설명되는 다양한 실시예에 따른 장치에 의해 수행될 수 있다. 이하의 방법에 대하여, 본 명세서에서 설명하는 다양한 실시예에 따른 내용이 적용될 수 있다.
- [664]
- [665] 도 43은 미세 입자의 농도의 관리 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다. 도 43을 참조하면, 일 실시예에 따른 방법은, 용기에 저장된 액체를 노즐에 공급하는 단계(S1901), 대상 영역에 전하를 띠는 물질을 공급하여, 대상 영역에 공간 전하의 분포를 형성하는 단계(S1903) 및 대상 영역에 전하를 띠는 물질을 공급하여, 대상 영역에 공간 전하의 분포를 제1 시간 동안 유지하는 단계(S1905)를 포함할 수 있다.
- [666]

- [667] 용기에 저장된 액체를 노즐에 공급하는 단계(S1901)는 컨트롤러가 펌프를 이용하여, 용기에 저장된 액체를 적어도 하나의 노즐에 공급하는 것을 포함할 수 있다. 용기에 저장된 액체를 노즐에 공급하는 단계(S1901)에 대하여는, 전술한 실시 예들의 내용이 유사하게 적용될 수 있다.
- [668] 대상 영역에 전하를 띠는 물질을 공급하여, 대상 영역에 공간 전하의 분포를 형성하는 단계(S1903)는 컨트롤러가 전원을 이용하여, 적어도 하나의 노즐에 전압을 인가하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 대상 영역에 전하를 띠는 물질을 공급하여, 대상 영역에 공간 전하의 분포를 형성하는 것을 포함할 수 있다.
- [669] 컨트롤러는, 적어도 하나의 노즐에 음의 전압을 인가하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 대상 영역에 음의 전하를 공급하고, 대상 영역에 음의 전하를 포함하는 공간 전하를 형성할 수 있다.
- [670] 대상 영역에 전하를 띠는 물질을 공급하여, 대상 영역에 공간 전하의 분포를 제1 시간 동안 유지하는 단계(S1905)는 컨트롤러가 전원을 이용하여, 적어도 하나의 노즐에 전압을 인가하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 대상 영역에 전하를 띠는 물질을 공급하여, 대상 영역에 공간 전하의 분포를 제1 시간 동안 유지하는 것을 포함할 수 있다.
- [671] 컨트롤러가 제2 시점에 전하를 띠는 물질을 대상 영역에 공급하는 것은, 컨트롤러가 형성된 공간 전하가 적어도 하나의 노즐에 포함된 액체에 작용하는 제2 전기력을 고려하여, 적어도 하나의 노즐에 제2 전압을 인가하여 전하를 띠는 물질을 대상 영역에 공급하여 형성된 공간 전하를 유지하는 것을 포함하고,
- [672] 형성된 공간 전하는 대상 영역에 전기장을 형성하여, 대상 영역의 미세 입자에 제1 전기력을 제공할 수 있다. 제1 전기력은 장치에 의해 형성된 공간 전하가 대상 영역의 대전된 미세 입자에 제공하는 전기력을 의미할 수 있다. 제1 전기력은 미세 입자에 장치에서 멀어지는 방향으로 작용할 수 있다.
- [673]
- [674] 일 실시예에 따르면, 대상 영역에 공간 전하의 분포를 형성하는 것은, 컨트롤러가 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐에 제1 전압을 인가하여, 적어도 하나의 노즐을 통하여 전하를 띠는 액적을 출력하여 대상 영역에 공간 전하를 형성하는 것을 포함할 수 있다.
- [675] 위 실시예에서, 컨트롤러가 대상 영역에 공간 전하의 분포를 유지하는 것은, 컨트롤러가 전원을 이용하여, 형성된 공간 전하가 적어도 하나의 노즐에 포함된 액체에 작용하는 제2 전기력을 고려하여, 적어도 하나의 노즐에 제1 전압보다 큰 제2 전압을 인가하여, 적어도 하나의 노즐을 통하여 전하를 띠는 액적을 출력하여 대상 영역에 공간 전하를 유지하는 것을 포함할 수 있다.
- [676] 제2 전기력은 장치에 의해 대상 영역에 형성된 공간 전하, 특히 장치의 노즐 주변의 공간 전하가, 노즐 내의 액체(노즐로부터 분리되기 전의 액체) 또는 액체 내의 전하를 띠는 성분에 제공하는 전기력을 의미할 수 있다. 예컨대, 장치가 대상 영역에 음전하를 공급하는 경우, 대상 영역에 음의 공간 전하가 형성될 수

있다. 이때, 제2 전기력은, 대상 영역에 형성된 음의 공간 전하가 노즐 내의 음전하를 띠는 물질에 작용하는 반발력일 수 있다.

[677]

[678] 일 실시예에 따르면, 컨트롤러가 대상 영역에 공간 전하의 분포를 형성하는 것은, 컨트롤러가 전원을 이용하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 제1 전류를 출력하여, 대상 영역에 공간 전하를 형성하는 것을 포함하고,

[679] 위 실시예에서, 컨트롤러가 대상 영역에 공간 전하의 분포를 유지하는 것은, 컨트롤러가 전원을 이용하여, 형성된 공간 전하가 적어도 하나의 노즐에 포함된 액체에 작용하는 제2 전기력에 대응하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 제1 전류보다 작은 제1 전류를 출력하여, 대상 영역에 공간 전하를 형성하는 것을 포함할 수 있다.

[680]

[681] 제1 시간은, 장치의 유효 반경에 따라 결정될 수 있다. 유효 반경은 컨트롤러가 적어도 하나의 노즐을 통하여 기준 시간 동안 전하를 띠는 물질을 제1 전류로서 방출하는 경우, 미세 입자의 농도가 기준 비율 이하로 감소되는 지점의 장치로부터의 거리일 수 있다.

[682]

[683] 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따르면, 대상 영역에 전하를 공급하는 장치를 이용한 미세 입자 농도를 관리하기 위한 장치로서, 액체를 저장하는 용기, 액체를 출력하는 적어도 하나의 노즐, 용기로부터 상기 적어도 하나의 노즐로 상기 액체를 공급하는 펌프, 전력을 공급하는 전원 및 전원을 이용하여 상기 적어도 하나의 노즐에 전압을 인가하여 적어도 하나의 노즐을 통하여 상기 대상 영역에 전하를 공급하고 상기 공급된 전하에 의해 대전된 상기 대상 영역의 미세 입자에 상기 장치로부터 멀어지는 방향의 제1 전기력을 제공하는 컨트롤러를 포함할 수 있다.

[684] 컨트롤러는 상기 펌프를 이용하여, 상기 용기에 저장된 상기 액체를 상기 적어도 하나의 노즐에 공급하고, 상기 전원을 이용하여, 상기 적어도 하나의 노즐에 전압을 인가하여 상기 적어도 하나의 노즐을 통하여 상기 대상 영역에 전하를 띠는 물질을 공급하여, 상기 대상 영역에 공간 전하의 분포를 형성할 수 있다.

[685] 컨트롤러는, 상기 적어도 하나의 노즐에 전압을 인가하여 상기 적어도 하나의 노즐을 통하여 상기 대상 영역에 전하를 띠는 물질을 공급하여, 상기 대상 영역에 공간 전하의 분포를 제1 시간 동안 유지할 수 있다.

[686]

[687] 본 명세서에서 설명하는 발명에 의하면, 다양한 환경에 속하는 대상 영역에서 미세 입자의 농도를 낮추기 위한 방법, 장치 등이 제공될 수 있다. 이러한 경우에, 미세 입자 농도 저감 장치는 다른 장치(예컨대, 미세 입자 농도 저감 장치, 제어 장치, 기타 기능 장치 등)와 연계되어 동작할 수 있다.

[688]

[689] 2.3.7 실험예

[690] 도 45는 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따른 장치를 이용한 미세 입자 농도 저감 실험을 설명하기 위한 도면이다.

[691] 도 45를 참조하면, 폭, 너비 및 높이가 각각 150cm인 테스트 챔버, 테스트 챔버의 중심에 위치되고 고전압이 인가되어 대전된 물질을 생성하는 노즐(300) 및 챔버의 측벽에 부착되고 미세 입자의 농도(수농도)를 획득하는 센서(S1~S8)을 통하여, 일 실시예에 따른 장치의 미세 입자 저감 기능에 대하여 실험할 수 있다.

[692] 도 45를 참조하면, 일 실시예에 따른 실험예에서는, 챔버의 중앙 영역에 노즐(300)이 위치될 수 있다. 제1 내지 제4 센서(S1~S4)는 챔버의 내면 중 어느 한 면에 위치되고, 제5 내지 제8 센서(S5~S8)는 챔버의 내면 중 제1 내지 제4 센서(S1~S4)가 위치된 면과 대향하는 면에 위치될 수 있다. 도 45에서 예시하는 것과 같이 설계된 실험 챔버 내에 연기발생기 등을 통하여 미세 입자를 생성하고, 챔버 내부의 실험 조건에 따라 각 센서에서 시간에 따라 검출되는 미세 입자 농도를 획득함으로써, 장치의 미세 입자 저감 기능에 대하여 확인할 수 있다.

[693]

[694] 일 실험 예로, 챔버 내에 미세 입자를 발생시킨 후 노즐에 전압을 인가하지 아니한 상태에서 시간에 따라 각 센서에서 검출되는 미세 입자 농도 변화를 관찰할 수 있다.

[695] 도 46은, 미세 입자 농도 변화를 설명하기 위한 실험예이다. 도 46은, 노즐(300)에 전압을 인가하지 아니한 경우의 제1 내지 제4 센서(S1~S4)에서 획득되는 미세 입자 수농도를 나타낸 것이다. 도 46의 각 그래프에서, x축은 시간이고 단위는 초(sec)이며, y축은 미세 입자의 수농도이며, 단위는 개수/cm³이다.

[696] 도 46의 (a)는 제1 센서(S1)에서, 시간에 따라 획득되는 미세 입자의 수농도를 미세 입자의 크기 별(PM0.5, PM1.0, PM2.5, PM4.0 및 PM10.0)로 나타낸 것이다. 도 46의 (b)는 제2 센서(S2)에서 시간에 따라 획득되는 미세 입자의 수농도를 미세 입자의 크기 별로 나타낸 것이다. 도 46의 (c)는 제3 센서(S3)에서 시간에 따라 획득되는 미세 입자의 수농도를 미세 입자의 크기 별로 나타낸 것이다. 도 46의 (d)는 제4 센서(S4)에서 시간에 따라 획득되는 미세 입자의 수농도를 미세 입자의 크기 별로 나타낸 것이다.

[697] 도 46을 참조하면, 노즐(300)에 전압을 인가하지 아니한 경우에도 모든 크기의 미세 입자의 농도가 시간에 따라 감소하는 것이 확인되었다. 도 46을 참조하면, 노즐(300)에 전압을 인가하지 아니한 경우에도 미세 입자의 농도는 시간에 따라 지수함수적으로 감소하는 것이 확인되었다.

[698] 도 46을 참조하면, 노즐(300)에 전압이 인가되지 아니하는 경우의 시간에 따른

미세 입자 농도는 아래 식과 같이 근사될 수 있다.

[699]

$$n(t) = n_0 e^{-\frac{t}{T_{off}}}$$

[700]

[701] 위 식에 따르면, T_{off} 는 약 1626 sec(약 27.1 min)으로 구해질 수 있다.

[702]

[703] 다른 실험 예로, 챔버 내에 미세 입자를 발생시킨 후 노즐(300)에 고전압을 인가하고 시간에 따라 각 센서에서 검출되는 미세 입자 농도 변화를 관찰할 수 있다.

[704]

도 47은 미세 입자 농도 변화를 설명하기 위한 다른 실험예이다. 도 47은 노즐(300)에 전압을 인가한 경우(예컨대, 도 47의 실험의 경우, 24kV)의 제1 내지 제4 센서(S1~S4)에서 획득되는 미세 입자 수농도를 나타낸 것이다. 도 47의 각 그래프에서, x축은 시간이고 단위는 초(sec)이며, y축은 미세 입자의 수농도이며, 단위는 개수/cm³이다.

[705]

도 47의 (a) 내지 (d)는 각각, 각 노즐(300)에 전압을 인가한 경우에 제1 내지 제4 센서(S1~S4)에서, 시간에 따라 획득되는 미세 입자의 수농도를 미세 입자의 크기별(PM0.5, PM1.0, PM2.5, PM4.0 및 PM10.0)로 나타낸 것이다.

[706]

도 47을 참조하면, 노즐(300)에 전압을 인가한 경우에 각 크기의 미세 입자의 농도는 시간에 따라 지수함수적으로 감소하는 것이 확인되었다.

[707]

도 47을 참조하면, 노즐(300)에 전압을 인가한 경우의 시간에 따른 미세 입자 농도는 아래 식과 같이 근사될 수 있다.

[708]

$$n(t) = n_0 e^{-\frac{t}{T_{on}}}$$

[709]

위 식에 따르면, T_{on} 는 약 170.4 sec(약 3.17 min)으로 구해질 수 있다.

[710]

[711] 도 46 및 도 47에 따른 실험 결과에 기초하여, 노즐에 전압을 인가한 경우 미세 입자 농도의 감소 속도가 노즐에 전압을 인가하지 않은 경우에 비하여 현저히 빠름을 확인할 수 있다. 따라서, 본 명세서에서 설명하는 발명에 따른 장치 등에 의하여, 공간 내의 미세 입자 농도를 저전력으로 빠르게 감소시킬 수 있음이 확인되었다.

[712]

[713] 도 46 및 도 47에 따른 실험 결과를 비교하여, 노즐에 고전압을 인가함에 따른 전기장이 미세 입자 농도에 미치는 영향을 추정할 수 있다.

[714]

미세 입자 농도 변화를 분석함에 있어서, 미세 입자 농도 변화에 영향을 미치는 다양한 요인이 고려될 수 있다. 예컨대, 미세 입자에 중력, 대류, 확산 등이 미치는 영향에 의하여 각 센서에서 측정되는 미세 입자 농도가 변화될 수 있다.

[715]

이때, 도 46과 관련하여 설명한 바와 같이 노즐(300)에 전압이 인가되지 아니한 경우의 미세 입자 농도는 각 미세 입자에 작용하는 중력, 대류, 확산 등에 의하여

감소되는 것으로 해석될 수 있다. 즉, T_{off} 는 미세 입자에 작용하는 자연계의 다양한 영향에 의하여 미세 입자 농도가 감소되는 시간일 수 있다.

[716] 도 47과 관련하여 설명한 바와 같이 노즐(300)에 전압이 인가되는 경우의 미세 입자 농도는 각 미세 입자에 작용하는 중력, 대류, 확산 등의 영향 외에 노즐에 인가되는 전압에 의한 전기장이 미세 입자에 작용하는 전기력의 영향을 더 받을 수 있다. 즉, T_{on} 은 미세 입자에 작용하는 자연계의 다양한 영향 및 전기력에 의하여 미세 입자 농도가 감소되는 시간일 수 있다.

[717] 한편, 미세 입자 농도 변화를 분석함에 있어서, 특히 PM2.5 이하의 미세 입자에 대하여, 중력이 미치는 영향은 무시될 수 있다. 구체적으로, 아래 식을 참조하면, PM1.0의 입자의 경우 중력에 의한 T_g 는 363 min, PM2.5의 경우 중력에 의한 T_g 는 64 min 으로 계산될 수 있다. 따라서, 전기장이 미세 먼지 농도에 미치는 영향 추정에 있어서 중력의 영향은 무시될 수 있다.

$$[718] \quad T_g = \frac{6V}{u_g A}$$

[719] 이때, 전기장에 의한 영향은 T_{on} 과 T_{off} 의 조합 평균으로 얻어질 수 있다. $1/T_{on} = 1/T_E + 1/T_{off}$ 이므로, $T_E = T_{on} \times T_{off} / (T_{off} - T_{on}) = 3.17 \text{ min}$ 으로 계산될 수 있다.

[720]

[721] 도 48은 미세 입자의 크기 별 미세 입자의 농도 변화를 설명하기 위한 실험예이다. 도 48은 노즐(300)에 전압을 인가한 경우(V_{on}) 및 노즐(300)에 전압을 인가하지 아니한 경우(T_{off})의 각 입자 크기(PM0.5, PM1.0, PM2.5 및 PM4.0) 별 미세 입자 농도의 감소 시간(Decay time)을 나타낸 것이다. 미세 입자 농도의 감소 시간(Decay time)은 각 센서를 통하여 획득된 수농도의 시간에 따른 변화를 획득하고, 시간에 따른 수농도 변화의 지수 함수 피팅에 기초하여 계산될 수 있다. 미세 입자 농도의 감소 시간(Decay time)은 각 센서에서 획득된 수농도의 시간에 따른 변화로부터 획득된 감소 시간을 평균한 값으로 계산될 수 있다.

[722] 도 48을 참조하면, 노즐(300)에 전압이 인가된 경우(V_{on})의 미세 입자 감소 시간은 노즐(300)에 전압이 인가되지 않은 경우(V_{off})의 미세 입자 감소 시간보다 월등히 짧은 것이 확인되었다. 도 48을 참조하면, 노즐(300)에 전압이 인가된 경우(V_{on})의 미세 입자 감소 시간에 입자 크기가 미치는 영향은 미미함이 확인되었다. 즉, 노즐(300)에 전압이 인가된 경우(V_{on}), 미세 입자 감소 시간은 미세 입자 크기와 무관한 기작에 의하여 단축되었음을 확인할 수 있다. 도 48을 참조하면, 노즐(300)에 전압이 인가되지 아니한 경우(V_{off}), 입자 크기는 미세 입자 감소 시간에 영향을 미치는 것이 확인되었다. 도 48을 참조하면, 일반적으로는, 입자 크기가 클수록 입자 농도 감소 시간(decay time)이 감소되는 것이 확인되었다.

- [723] 전기장이 미세 입자에 미치는 영향을 살펴보면, 전기장에 의한 미세 입자의 이동 속도는 전기장의 세기에 비례하고 입자의 반경(r)에 반비례하거나 음의 상관관계를 가질 수 있다.
- [724] 이때, 전계 대전(field charging)에 의한 경우의 n 은 입자의 반경(r)의 제곱에 비례할 수 있다. 즉, 전계 대전(field charging)이 미세 입자의 이동 속도에 미치는 영향은 입자의 반경(r)에 양의 상관관계를 가지거나, 비례할 수 있다.
- [725] 확산 대전(diffusion charging)에 의한 경우의 n 은 입자의 반경(r)에 비례할 수 있다. 즉, 확산 대전에 의한 입자의 이동 속도 성분은 입자의 반경(r)과 무관하게 정해질 수 있다.
- [726] 위에서 설명된 내용 및 도 48을 참조하면, 노즐에 전압이 인가된 경우(V_{on})의 입자 농도 감소 속도에 입자의 크기가 미치는 영향은 미미하여, 노즐에 전압이 인가된 경우(V_{on})의 입자 농도 감소의 주된 기작은 확산 대전에 의한 전기장 영향인 것으로 해석될 수 있다.
- [727] 또한, 위에서 설명된 수식들 및 도 48을 참조하면, 노즐에 전압이 인가되지 아니한 경우(V_{off})의 입자 농도 감소 속도는 입자 크기에 영향을 받으므로, 노즐에 전압이 인가되지 아니한 경우(V_{off})의 입자 농도 감소의 주된 기작은 전계 대전에 의한 전기장 영향인 것으로 해석될 수 있다.
- [728]
- [729] 한편, 위 실시예들에서, 제5 내지 제8 센서($S5 \sim S8$)에 의하여 획득되는 값은, 제1 내지 제4 센서($S1 \sim S4$)에 의하여 획득되는 값과 유의미한 차이를 보이지 아니하여, 제5 내지 제8 센서($S5 \sim S8$)에 따른 결과는 생략하였다.
- [730] 도 49는 센서 위치 및 노즐 전압 인가에 따른 미세 입자 농도 변화를 살펴보기 위한 실험예이다. 도 49는 각 센서($S1 \sim S8$)에서 획득되는 미세 입자 농도에 따른 미세 입자 농도 감소 시간(decay time)을 나타낸 것이다. 도 49의 각 표시선은, 노즐에 전압이 인가되지 아니하는 경우(V_{off}) 및 노즐에 전압이 인가된 경우(V_{on}) 각각에 대하여, 각 센서($S1 \sim S8$)에서 획득되는 미세 입자 농도에 따른 미세 입자 농도 감소 시간(decay time)을 나타낸 것이다.
- [731] 도 49를 참조하면, 제1 내지 제4 센서($S1 \sim S4$)를 통하여 획득되는 미세 입자 농도에 따른 미세 입자 농도 감소 시간은, 제5 내지 제8 센서($S5 \sim S8$)을 통하여 획득되는 미세 입자 농도에 따른 미세 입자 농도 감소 시간과 유사한 양상을 나타내는 것이 확인될 수 있다. 또한, 도 49를 참조하면, 모든 센서에서, 노즐에 전압이 인가되지 아니하는 경우(V_{off}) 보다 노즐에 전압이 인가된 경우(V_{on})에 미세 입자 농도 감소 시간이 빠르게 나타나는 것이 확인될 수 있다.
- [732]
- [733] 2.4 실외 미세 입자 농도 저감 시스템
- [734] 2.4.1 실외 설치
- [735] 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따르면, 미세 입자의 농도 저감 동작은 실외 공간에서의 미세 입자 농도를 낮추기 위하여 이용될 수 있다.

- [736] 본 명세서에서 실외 공간은, 대기와 실질적으로 동일한 환경 조건을 가지는 공간을 의미할 수 있다. 본 명세서에서 설명하는 실외 공간은, 일부 벽 천장 등의 구조물로 둘러 쌓인 공간의 경우에도, 온도, 습도, 바람 등의 영향이 대기 중과 동일하게 작용하는 경우, 실외 공간에 해당하는 것으로 이해될 수 있다.
- [737] 본 명세서에서 설명하는 미세 입자의 농도 저감 동작은, 실외 공간에 설치된 장치에 의해 수행될 수 있다. 실외 공간에 설치된 장치는, 실외 대상 영역 내의 미세 입자 농도를 저감할 수 있다. 예컨대, 본 명세서에서 설명하는 장치는, 아파트 단지, 놀이터, 야외 공연장, 학교, 공업 단지, 공원 등에 설치되어, 미세 입자의 농도를 저감할 수 있다.
- [738]
- [739] 2.4.2 단일 장치 시스템
- [740]
- [741] 도 28은 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따른 미세 입자 저감 시스템을 설명하기 위한 도면이다. 도 28을 참조하면, 일 실시예에 따른 미세 입자 저감 시스템은 제1 장치, 제2 장치, 서버 및 사용자 장치를 포함할 수 있다.
- [742]
- [743] 제1 장치는 본 명세서에서 설명하는 미세 입자 농도 저감 장치일 수 있다. 제1 장치는 대상 영역의 미세 입자 농도를 저감하기 위한 미세 입자 농도 저감 장치일 수 있다.
- [744] 제1 장치는 서버와 통신할 수 있다. 제1 장치는 서버로부터 제어 명령을 수신하고, 수신한 제어 정보에 기초하여 동작할 수 있다. 제1 장치는 서버로부터 환경 정보를 수신할 수 있다, 제1 장치는 서버로부터 환경 정보에 따라 결정된 제어 정보를 수신하고 이에 기초하여 동작할 수 있다. 제1 장치는 서버로 장치 정보를 전송할 수 있다. 제1 장치는 서버로 장치 정보를 전송할 수 있다. 예컨대, 제1 장치는 상태 정보 또는 작동 정보를 서버로 전송할 수 있다.
- [745] 제1 장치는 제2 장치와 직접 통신할 수도 있다. 제1 장치는 제2 장치로부터 정보(예컨대, 환경 정보)를 획득하고, 획득된 정보에 기초하여 동작할 수 있다.
- [746] 제1 장치는 센서부를 구비하고, 상태 정보, 작동 정보 또는 환경 정보를 획득할 수 있다.
- [747]
- [748] 제2 장치는 제1 장치와 다른 기능을 수행하는 장치일 수 있다. 제2 장치는 제1 장치의 대상 영역 내에 또는 대상 영역 주변에 설치된 장치일 수 있다. 일 예로, 제2 장치는 제1 장치에 대응되는 대상 영역 또는 장치 인근에서의 환경 정보를 획득하는 센서 장치일 수 있다.
- [749] 제2 장치는 센서부를 포함하고 대상 영역 또는 장치 인근의 환경 정보를 획득할 수 있다. 예컨대, 제2 장치는 대상 영역의 전하 밀도, 습도, 온도 또는 기상 정보를 획득할 수 있다. 또는, 제2 장치는, 제1 장치 인근의 전하 밀도, 습도 또는 온도 정보를 획득할 수 있다.

- [750] 제2 장치는 제1 장치, 사용자 장치 또는 서버로 환경 정보를 전송할 수 있다. 제2 장치는 제1 장치 또는 서버의 요청에 응답하여, 환경 정보를 전달할 수 있다.
- [751] 미세 입자 농도 저감 시스템은, 복수의 센서 장치(즉, 도 28에서의 제2 장치)를 포함할 수도 있다.
- [752] 예컨대, 미세 입자 농도시스템은, 제1 장치로부터 제1 거리 이격되어 위치한 제1 센서 장치 및 제1 장치로부터 제2 거리 이격되어 위치한 제2 센서 장치를 포함할 수 있다. 또는, 시스템은, 지면으로부터 제1 거리 이격된 제1 센서 장치 및 지면으로부터 제2 거리 이격된 제2 센서 장치를 포함할 수 있다. 시스템은, 제1 정보를 획득하는 제1 센서 장치 및 제2 정보를 획득하는 제2 센서 장치를 포함할 수 있다. 일 예로, 제1 센서 장치는 제1 장치로부터 제1 거리 떨어진 위치에서의 공간 전하 밀도 또는 미세 입자의 농도를 획득하고, 제2 센서 장치는 제1 장치로부터 제2 거리 떨어진 위치에서의 공간 전하 밀도 또는 미세 입자의 농도를 획득할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 제1 정보와 제2 정보는 서로 구분될 수 있다. 예컨대, 제1 센서 장치는 지면에서의 전하 밀도, 미세 입자의 농도를 획득하고, 제2 센서 장치는 지면으로부터 수십 미터 떨어진 위치에서의 온도, 습도, 기압, 바람 등의 기상 정보를 획득할 수 있다.
- [753]
- [754] 서버는 제1 장치의 미세 입자 농도 저감 동작을 관리할 수 있다. 서버는 프로그램 또는 데이터를 저장하고, 외부 장치와 통신할 수 있다. 서버는 클라우드 서버일 수 있다. 서버는 도 27에서 표시하지 아니하는 장치와 통신할 수도 있다.
- [755] 서버는 장치 정보를 저장할 수 있다.
- [756] 서버는 제1 장치를 식별하기 위한 제1 장치 식별 정보를 저장할 수 있다. 서버는 제1 장치가 설치된 위치를 식별하기 위한 제1 위치 정보를 저장할 수 있다. 서버는 제1 장치의 설치 환경 특성에 관한 제1 설치 환경 정보를 저장할 수 있다. 예컨대, 서버는 제1 장치가 설치된 위치가 실내인지 실외인지, 또는 제1 장치가 설치된 위치가 주거 단지인지 혹은 산업 단지인지 등을 나타내는 제1 설치 환경 정보를 저장할 수 있다.
- [757] 서버는 제1 장치, 제2 장치 및/또는 사용자 장치와 통신할 수 있다. 서버는 사용자 장치와 제1 장치 및/또는 제2 장치를 중개할 수 있다. 서버는 제1 장치 또는 제2 장치로부터 획득된 정보를 저장하거나 사용자 장치로 전달할 수 있다.
- [758] 일 예로, 서버는 제1 장치로부터 장치의 상태 정보 또는 작동 정보를 획득할 수 있다. 서버는 제1 장치로부터 획득된 상태 정보 또는 작동 정보를 사용자 장치로 전달할 수 있다. 서버는 제1 장치로부터 획득된 상태 정보 또는 작동 정보에 기초하여 생성된 안내 메시지를 사용자 장치로 전달할 수 있다.
- [759] 다른 예로, 서버는 제2 장치로부터 대상 영역 또는 제1 장치 인근의 환경 정보를 획득할 수 있다. 서버는 획득한 환경 정보를 사용자 장치로 전달할 수 있다. 서버는 획득한 환경 정보에 기초하여 생성된 안내 메시지를 사용자 장치로

전달할 수 있다.

- [760] 다른 예로, 서버는 사용자 장치로부터 제1 장치 및/또는 제2 장치에 대한 제어 정보 또는 제어 명령을 획득할 수 있다. 서버는 사용자 장치로부터 획득한 제어 정보 또는 제어 명령을 제1 장치 또는 제2 장치로 전달할 수 있다. 서버는 사용자 장치로부터 획득한 제어 정보 또는 제어 명령에 기초하여 목적지를 식별하고, 식별된 목적지로 제어 정보 또는 제어 명령을 전달할 수 있다.
- [761] 또 다른 예로, 서버는 제1 장치로부터 상태 정보 또는 작동 정보를 획득할 수 있다. 서버는 획득된 정보에 기초하여 생성된 제어 정보 또는 제어 명령을 제2 장치로 전달할 수 있다. 서버는 제2 장치로부터 환경 정보를 획득할 수 있다. 서버는 환경 정보에 기초하여 생성된 제어 정보 또는 제어 명령을 제1 장치로 전달할 수 있다.
- [762]
- [763] 서버는 미세 입자 농도 저감 시스템을 제어하여 대상 영역의 미세 입자 농도를 관리할 수 있다. 서버는 장치를 제어하는 제어 명령 또는 제어 명령의 기초가 되는 제어 정보를 생성할 수 있다.
- [764] 서버는 미세 입자 농도를 관리하기 위한 프로그램, 어플리케이션, 웹 어플리케이션, 웹 페이지 등(이하, 어플리케이션)을 저장할 수 있다. 서버는 어플리케이션을 통하여 제어 정보 또는 제어 명령을 생성할 수 있다. 서버는 어플리케이션을 통하여, 제1 장치가 미세 입자 농도 저감 동작, 장치 관리 동작, 전하 밀도 관리 동작, 시계열 제어 동작 및/또는 피드백 제어 동작을 수행하도록 하는 제어 명령 정보 또는 제어 명령을 생성할 수 있다.
- [765]
- [766] 서버는 제1 장치 또는 제2 장치를 제어하기 위한 제어 정보 또는 제어 명령을 생성할 수 있다. 서버는 제1 장치, 제2 장치 또는 사용자 장치로부터 획득된 정보에 기초하여 제어 정보 또는 제어 명령을 생성할 수 있다.
- [767] 서버는 제1 장치로부터 획득된 정보에 기초하여 제1 장치를 제어하기 위한 제어 정보 또는 제어 명령을 생성할 수 있다. 예컨대, 서버는 제1 장치로부터 장치의 상태 정보 또는 동작 정보를 획득하고, 획득된 정보를 고려하여 제어 정보 또는 제어 명령을 생성할 수 있다. 일 예로, 서버는 장치의 노즐의 출수량에 관한 상태 정보를 획득하고, 출수량이 기준값보다 작은 경우 제1 장치가 노즐 세척 모드를 개시하도록 하는 제어 명령을 생성할 수 있다.
- [768] 서버는 제2 장치로부터 획득된 정보에 기초하여 제1 장치를 제어하기 위한 제어 정보 또는 제어 명령을 생성할 수 있다. 예컨대, 서버는 제2 장치로부터 대상 영역의 전하 밀도를 획득하고, 전하 밀도가 기준치 이하인 경우, 제1 장치의 노즐에 기본값보다 높은 전압을 인가하는 제어 명령을 생성할 수 있다.
- [769] 서버는 제어 정보를 획득하고, 제어 정보에 기초하여 제어 명령을 생성할 수 있다. 예컨대, 서버는 사용자 장치로부터 제1 장치에 대한 제1 제어 정보를 획득하고, 제1 제어 정보에 기초하여 제1 제어 명령을 생성할 수 있다. 서버는

사용자 장치로부터 제1 대상 영역에 대한 제어 정보를 획득하고, 제1 대상 영역에 대응되는 제1 장치를 제어하기 위한 제1 제어 명령을 생성할 수 있다. 구체적인 예로, 서버는 대상 영역의 목표 미세 입자 농도 저감 수준을 포함하는 제어 정보를 획득하고, 제어 정보에 기초하여, 장치를 제어하기 위한 제어 값, 예컨대, 노즐 인가 전압, 기체 방출량 등을 포함하는 제어 명령을 생성할 수 있다.

[770]

[771] 서버는 제1 장치 또는 제2 장치로 제어 정보 또는 제어 명령을 전달할 수 있다.

[772] 일 예로, 서버는 제1 장치가 제어 정보에 기초하여 제어 명령을 생성하고 제어 명령에 따라 동작하도록, 제1 장치로 제어 정보를 전달할 수 있다. 또는, 서버는 제1 장치가 제어 명령에 따라 동작하도록 제1 장치로 제어 정보를 전달할 수 있다.

[773] 다른 예로, 서버는 제2 장치가 제어 정보에 기초하여 제어 명령을 생성하고 제어 명령에 따라 동작하도록, 제2 장치로 제어 정보를 전달할 수 있다. 또는, 서버는 제2 장치가 제어 명령에 따라 동작하도록 제1 장치로 제어 정보를 전달할 수 있다. 예컨대, 서버는 제2 장치로, 제2 장치가 대상 영역의 환경 정보를 획득하도록 제어하는 제어 명령을 전달할 수 있다.

[774]

[775] 서버는 획득한 정보를 저장할 수 있다. 서버는 제1 장치 내지 제2 장치로부터 획득된 정보, 서버에서 생성된 제어 정보, 제어 명령, 사용자 장치로부터 획득된 제어 정보 및/또는 제어 명령을 저장할 수 있다.

[776] 서버는 제1 장치 또는 제2 장치로부터 획득된 정보를 저장할 수 있다.

[777] 서버는 제1 장치로부터 획득된 제1 장치의 상태 정보, 동작 정보 등을 저장할 수 있다. 서버는 제2 장치로부터 획득된 환경 정보 등을 저장할 수 있다. 서버는 제1 장치 또는 제2 장치로부터 획득된 정보를 정보의 획득 시점과 함께 저장할 수 있다. 예를 들어, 서버는 제2 장치로부터 획득된 대상 영역의 온도 정보를 제2 정보가 온도를 측정한 시점 또는 서버가 제2 정보로부터 온도 정보를 획득한 시점과 함께 저장할 수 있다.

[778] 서버는 서버에서 생성된 제어 정보, 제어 명령, 또는 사용자 장치로부터 획득된 제어 정보 또는 제어 명령을 저장할 수 있다. 예컨대, 서버는 제1 장치에 대한 제1 제어 정보, 제1 제어 명령을 제1 장치의 정보와 함께 저장할 수 있다.

[779]

[780] 서버는 이종의 정보를 매칭하여 저장 및 관리할 수 있다.

[781] 서버는 각 장치로부터 획득된 정보를 연관하여 저장할 수 있다.

[782] 일 예로, 서버는 제1 장치로부터 획득된 정보와 제1 영역으로부터 획득된 환경 정보를 연관하여 저장할 수 있다. 서버는 제1 장치로부터 획득된 장치의 노즐 상태 정보와 제2 장치로부터 획득된 대상 영역의 전하 밀도 정보를 연관하여 저장할 수 있다.

[783] 서버는 장치로부터 획득된 정보와 제어 명령을 연관하여 저장할 수 있다.

- [784] 일 예로, 서버는 제1 장치로부터 획득된 정보와 제1 장치에 대한 제1 제어 명령(또는 제1 제어 정보)을 연관하여 저장할 수 있다. 구체적인 예로, 서버는 제1 장치로부터 획득된 제1 상태 정보와 제1 상태 정보에 적어도 일부 기초하여 생성된 제1 제어 명령을 연관하여 저장할 수 있다.
- [785] 다른 예로, 서버는 제1 장치 또는 제2 장치로부터 획득된 환경 정보와 제어 명령을 연관하여 저장할 수 있다. 서버는 제1 장치가 위치된 대상 영역으로부터 획득된 제1 환경 정보와, 제1 환경 정보에 적어도 일부 기초하여 생성된 제1 제어 명령을 연관하여 저장할 수 있다.
- [786]
- [787] 서버는 매칭된 정보를 이용하여 제1 장치에 제어 명령을 제공할 수 있다.
- [788] 서버는 제1 정보와 제2 정보가 연관되어 저장된 데이터베이스를 이용하여, 제1 정보에 따른 제2 정보를 예측할 수 있다. 서버는 제1 정보의 시간에 따른 변화 패턴에 따른 제2 정보의 시간에 따른 변화 패턴이 저장된 데이터베이스를 이용하여, 제1 정보의 시간에 따른 변화에 기초하여 제2 정보의 시간에 따른 변화를 예측할 수 있다. 서버는 논리 알고리즘 또는 신경망 모델을 이용하여 제2 정보를 예측할 수 있다.
- [789] 서버는 제1 장치로부터 획득된 정보와 제1 장치에 대한 제어 명령(예컨대, 사용자 장치로부터 획득된 제1 장치에 대한 제어 명령)이 연관되어 저장된 데이터베이스를 이용하여, 제1 장치로부터 획득된 정보에 기초하여 제어 명령을 생성할 수 있다.
- [790] 서버는 제2 장치로부터 획득된 환경 정보와 제1 장치에 대한 제어 명령(예컨대, 사용자 장치로부터 획득된 제1 장치에 대한 제어 명령)이 연관되어 저장된 데이터베이스를 이용하여, 제2 장치로부터 획득된 정보에 기초하여 제어 명령을 생성할 수 있다.
- [791] 서버는 제1 장치 또는 제2 장치로부터 획득된 제1 정보에 기초하여 제2 정보를 예측하고, 제2 정보에 따른 제어 명령을 생성할 수 있다. 예컨대, 서버는 제1 장치 또는 제2 장치로부터 획득된 환경 정보(예컨대, 습도 정보)에 기초하여 장치의 동작 정보(예컨대, 출력되는 전류의 양)을 예측하고, 예측된 동작 정보에 따른 제어 명령(예컨대, 노즐 전압에 관한 제어 명령)을 생성할 수 있다.
- [792] 한편, 도 28에서는, 서버가 별도의 분리된 물리적 장치로서 구성되는 경우를 기준으로 도시하였으나, 서버는 제1 장치에 포함될 수도 있다. 예컨대, 제1 장치는 서버를 포함하고, 전술한 서버의 동작을 수행할 수 있다. 다시 말해, 제1 장치는 제1 장치 및/또는 제2 장치로부터 획득되는 정보를 저장하고, 사용자 장치와 통신하여 사용자 장치로 정보를 전달하고 사용자 장치로부터 제어 정보를 획득하고, 제1 장치의 동작을 위한 제어 명령을 생성 또는 관리하고, 제1 장치의 동작을 제어하는 등 전술한 서버 장치의 동작을 수행할 수 있다.
- [793]
- [794] 사용자 장치는 사용자 입력을 획득하고, 서버 또는 미세 입자 농도 저감

- 시스템의 각 장치와 통신하여, 대상 영역의 미세 입자 농도를 관리할 수 있다.
- [795] 사용자 장치는 미세 입자 농도를 관리하기 위한 프로그램, 어플리케이션, 웹 어플리케이션, 웹 페이지 등(이하, 어플리케이션)을 구동할 수 있다. 사용자 장치는 어플리케이션을 통하여 사용자에게 제1 장치 또는 제2 장치로부터 획득된 정보를 제공하고, 사용자 입력 정보를 획득할 수 있다.
- [796] 사용자 장치는 표시부 및/또는 입력부를 포함할 수 있다. 사용자 장치는 표시부를 통하여 사용자에게 제1 장치, 제2 장치 및/또는 서버로부터 획득된 정보를 제공할 수 있다. 사용자 장치는 입력부를 통하여 사용자로부터 제1 장치 또는 제2 장치의 동작과 관련된 정보를 획득할 수 있다.
- [797] 사용자 장치는 사용자 인터페이스를 제공할 수 있다. 사용자 장치는 사용자 인터페이스를 통하여 사용자 입력을 획득하고, 사용자에게 제1 장치, 제2 장치 또는 서버로부터 획득된 정보를 제공할 수 있다.
- [798] 사용자 장치는 서버 장치, 제1 장치 및/또는 제2 장치와 통신할 수 있다. 사용자 장치는 제1 장치, 제2 장치 및/또는 서버와 통신하여, 장치의 상태 정보, 장치의 동작 정보 또는 대상 영역 등의 환경 정보를 획득할 수 있다.
- [799] 사용자 장치는 제어 명령을 생성할 수 있다. 사용자 장치는 제어 정보를 획득하고, 제어 정보에 기초하여 제어 명령을 생성할 수 있다. 예컨대, 사용자 장치는 사용자 인터페이스를 통하여 사용자로부터 제1 장치에 대한 노즐 출력 전류 값 또는 제1 장치에 대한 대상 영역의 반경 R 값을 획득하고, 획득된 값에 기초하여 제어 명령, 예컨대, 노즐 인가 전압 등을 포함하는 제어 명령을 생성할 수 있다.
- [800] 사용자 장치는 생성된 제어 명령을 서버, 제1 장치 또는 제2 장치로 전달할 수 있다.
- [801]
- [802] 도 29는 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따른 미세 입자 저감 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [803] 도 29를 참조하면, 미세 입자 저감 시스템은, 미세 입자 저감 시스템은 미세 입자의 농도를 관리하는 장치(100)를 포함할 수 있다. 장치(100)는 음 전하를 띠는 액적을 방출하여, 장치 주변에 음의 공간 전하를 형성할 수 있다.
- [804] 도 29를 참조하면, 장치(100)는 사물 또는 구조물(OB) 위에 설치될 수 있다. 장치의 설치 위치는, 장치(100)에 의해 형성되는 공간 전하 및 이로 인한 전기장의 형태를 고려하여 결정될 수 있다. 장치(100)는, 장치가 공간 전하를 형성하는 영역이 미세 입자의 농도 저감이 필요한 영역을 커버하도록 설치될 수 있다. 예컨대, 장치는, 건물의 옥상 내지 야외 구조물 위에 설치될 수 있다. 장치가 구조물(OB) 위에 설치되는 경우, 필요에 따라 절연체가 이용될 수 있다. 장치의 설치 방법과 관련하여서는, 후술하는 장치 설치 방법 항목에서 보다 상세히 설명한다.
- [805] 장치(100)는 유효 반경(R)을 가질 수 있다. 유효 반경은, 장치(100)의 대상

영역(TR)의 반경을 의미할 수 있다. 유효 반경은, 장치가 기준 시간 내에 미세 입자의 농도를 기준 비율 감소시킬 수 있는 영역의 반경을 의미할 수 있다.

[806] 장치는 돔 형태의 대상 영역(TR)을 가질 수 있다. 대상 영역(TR)은 장치가 기준 시간 내에 미세 입자의 농도를 기준 비율 감소시킬 수 있는 영역을 의미할 수 있다. 대상 영역(TR)은, 장치의 지면으로부터의 높이(H) 및 유효 반경(R)에 따라 결정될 수 있다. 장치의 대상 영역(TR)의 형태는 환경 요인에 따라 변경될 수 있다. 예컨대, 대상 영역에 바람이 있는 경우, 바람의 방향을 따라 치우친 돔 형태를 가질 수 있다.

[807] 장치는 지면으로부터 소정 간격(H) 이격된 위치에 설치될 수 있다. 장치의 지면으로부터의 높이(H) 또는 유효 반경(R)은 장치의 작동 효율을 고려하여 결정될 수 있다. 장치는 유효 반경(R)에 대하여 소정 비율만큼 지면으로부터 이격된 위치에 설치될 수 있다. 예를 들어, 장치는 유효 반경(R)의 1/2배에서 2배 사이의 값을 가지는 높이(H)만큼 지면으로부터 이격된 위치에 설치될 수 있다. 일 예로, 유효 반경 30m를 가지는 장치는 지면으로부터 50m 이격된 위치에 설치될 수 있다.

[808]

[809] 도 29를 참조하면, 실시예에 따른 미세 입자 저감 시스템은 대상 영역 내에 설치된 센서 장치(SD)를 포함할 수 있다. 센서 장치(SD)는 대상 영역(TR) 내의 일 위치에 설치될 수 있다. 일 예로, 센서 장치(SD)는 장치(또는 장치가 설치된 구조물)가 위치한 지점으로부터 유효 반경(R)만큼 이격된 위치에 설치될 수 있다. 다른 예로, 센서 장치(SD)는 장치 인근에 위치될 수도 있다.

[810] 센서 장치는 대상 영역(TR)의 환경 정보를 획득할 수 있다. 예컨대, 센서 장치는, 대상 영역 내에서 온도, 습도, 기압, 기류(예컨대, 풍속), 공기 품질(예컨대, 미세 먼지의 농도), 공간 전하의 밀도 중 어느 하나를 포함하는 환경 정보를 획득할 수 있다. 센서 장치는, 센서 장치가 설치된 위치에서의 환경 정보를 획득할 수 있다. 센서 장치는 환경 정보를 획득하고, 미세 입자 농도 저감 장치, 서버 또는 사용자 장치로 전달할 수 있다.

[811]

[812] 한편, 미세 입자 저감 시스템은 복수의 센서 장치를 포함할 수도 있다. 예컨대, 미세 입자 저감 시스템은 장치(100)로부터 제1 거리 떨어진 위치에 설치되고 제1 정보를 획득하는 제1 센서 장치 및 장치(100)로부터 제2 거리 떨어진 위치에 설치되고 제2 정보를 획득하는 제2 센서 장치를 포함할 수도 있다. 제1 정보와 제2 정보는 적어도 일부 구분될 수 있다.

[813] 제1 센서 장치는 지면(GND)으로부터 제1 거리 이격된 위치에 설치될 수 있다. 제2 센서 장치는 지면(GND)으로부터 제2 거리 이격된 위치에 설치될 수 있다. 이때, 제1 거리 또는 제2 거리 중 어느 하나는 장치가 설치된 높이(H)와 실질적으로 동일할 수 있다.

[814] 일 예로, 제1 센서 장치는 장치(100)로부터 장치의 유효 반경(R)만큼 떨어진

위치에서의 공간 전하 밀도 또는 미세 입자의 농도를 획득할 수 있다. 제2 센서 장치는 장치(100) 인근에서의 공간 전하 밀도를 획득할 수 있다. 다른 예로, 제1 센서 장치는 지면(GND)에서의 전하 밀도, 미세 입자의 농도를 획득하고, 제2 센서 장치는 지면으로부터 수십 미터 떨어진 위치(예컨대, H에서 2H 사이)에서의 온도, 습도, 기압, 바람 등의 기상 정보를 획득할 수 있다.

[815] 일 실시예에 따른 미세 입자 저감 시스템은 도 29에서 도시하는 미세 입자 저감 장치 및 센서 장치를 포함할 수 있다. 또한, 미세 입자 저감 시스템은, 도 28에서 도시하지는 아니하였으나, 서버 장치 및 사용자 장치를 더 포함하고, 도 27과 관련하여 전술한 것처럼 동작할 수 있다.

[816]

[817] 도 29 내지 32는 본 명세서의 일 실시예에 따른 미세 입자 농도 저감 시스템의 동작을 설명하기 위한 도면이다. 도 29 내지 32를 참조하면, 미세 입자 농도 저감 시스템은 대상 영역(TR) 내의 미세 입자 농도를 저감할 수 있다.

[818] 도 29 내지 32를 참조하면, 미세 입자 농도 저감 시스템은 지면(GND)으로부터 소정 높이(H)에 설치된 장치(100) 및 센서 장치(SD)를 포함할 수 있다. 장치(100)는 유효 반경 R을 가질 수 있다. 장치(100)은 소정의 높이(H)에 설치될 수 있다. 도 29 내지 32에서 설명하는 미세 입자 농도 저감 시스템은, 특별한 설명이 없는 한 도 28과 관련하여 설명된 미세 입자 농도 저감 시스템과 유사하게 구성 및 동작할 수 있다.

[819]

[820] 도 30을 참조하면, 장치(100)는 전하를 띠는 물질(CS)를 제공할 수 있다. 예컨대, 장치(100)는 음전하를 띠는 액적을 방출할 수 있다. 장치(100)는 음전하를 띠는 액적을 방출하여, 대기 중으로 전하를 띠는 물질(CS)를 제공할 수 있다.

[821] 장치(100)는 소정 범위 내의 전류를 출력할 수 있다. 장치(100)는 노즐(또는 노즐 어레이)를 통하여 시간당 출력되는 전하량이 소정 범위 이내이도록 동작할 수 있다. 예컨대, 장치(100)는 노즐을 통하여 100 μ A 내지 10mA 사이의 전류를 출력할 수 있다. 장치는 제1 전류를 출력할 수 있다.

[822] 장치(100)는 대상 영역(TR)의 미세 입자(FP)의 농도가 제1 농도인 때 전하를 띠는 물질의 방출을 개시할 수 있다. 제1 농도는 미세 입자(FP)의 초기 농도일 수 있다.

[823] 도 30을 참조하면, 센서 장치(SD)는 환경 정보를 획득할 수 있다. 예컨대, 센서 장치(SD)는 온도, 습도, 기압, 풍속, 풍향, 미세 입자의 농도 또는 전하 밀도 등을 획득할 수 있다. 센서 장치(SD)는 장치(100)가 동작을 개시하는 것에 응답하여 환경 정보의 획득을 시작할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 센서 장치(SD)는 환경 정보를 획득하고, 서버 또는 장치(100)로 전달할 수 있다.

[824] 일 실시예에 따르면, 장치(100)는, 센서 장치(SD)로부터 획득된 환경 정보에 기초하여 구동을 시작할 수 있다. 예컨대, 센서 장치(SD)로부터 기준값을

초과하는 미세 입자의 농도 정보가 획득된 경우, 전하를 띠는 액적의 방출을 개시할 수 있다.

- [825] 장치(100)는, 센서 장치(SD)로부터 획득된 환경 정보에 기초하여 작동할 수 있다. 예컨대, 장치(100)는 센서 장치(SD)로부터 획득된 환경 정보, 예컨대, 습도, 온도, 기온, 기압, 풍속 등의 환경 정보에 기초하여 결정된 물리량, 예컨대, 노즐에 인가되는 전압 또는 노즐에 제공되는 액체의 유량(또는 유속), 기체의 시간당 방출량에 따라 동작할 수 있다. 구체적인 예로, 장치(100)는 센서 장치(SD)로 획득된 습도 정보가 기준값보다 높은 경우, 노즐에 기본값보다 높은 전압을 인가할 수 있다.
- [826]
- [827] 도 31을 참조하면, 미세 입자 농도 저감 시스템은, 대상 영역(TR)에 공간 전하를 형성할 수 있다.
- [828] 도 31을 참조하면, 장치(100)는 전하를 띠는 액적을 지속 또는 반복적으로 출력할 수 있다. 장치(100)는 전하를 띠는 액적을 지속 또는 반복적으로 출력하여, 대상 영역(TR)에 공간 전하를 형성할 수 있다. 장치(100)는 장치 주변(예컨대, 노즐의 토출구 인근)에서 가장 높은 전하 밀도를 가지고, 장치(100)에서 멀어질수록 낮은 전하 밀도를 가지는 공간 전하를 형성할 수 있다.
- [829] 형성된 공간 전하는 전기장을 형성할 수 있다. 일 예에 따르면, 장치(100)에 의해 형성되는 전기장의 등전위선(EPL) 및 전기력선(EFL)은 도 30에서 예시하는 것처럼 형성될 수 있다. 도 30을 참조하면, 장치(100)에 의해 형성되는 전기력선은 지면에서 장치를 향하는 방향으로 형성될 수 있다.
- [830] 장치(100)는 전하를 띠는 액적을 지속 또는 반복적으로 출력하여, 대상 영역(TR) 내의 미세 입자(FD)를 적어도 일부 대전시킬 수 있다. 예컨대, 대상 영역(TR) 내의 미세 입자(FD)는 장치에 의해 형성된 공간 전하의 영향으로, 음전하를 띌 수 있다. 미세 입자의 대전은 전기장에 의해 이동하는 전자가 미세 입자와 충돌함에 따른 대전(Field charging) 또는 전하의 랜덤 모션에 의한 대전(Diffusion charging)에 의할 수 있다.
- [831] 장치(100)는 미세 입자의 대전에 충분한 양의 전자를 대상 영역에 공급할 수 있다. 장치(100)는 미세 입자의 수의 수만~수십만 배수의 전자를 대상 영역에 공급할 수 있다. 장치에 의해 공급되는 전자의 수는 장치의 유효 반경 및/또는 공급 전력에 따라 결정될 수 있다.
- [832] 여기에서는, PM2.5 이하의 초미세먼지 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 인 경우를 기준으로 예를 들어 설명한다. 장치(100)는 대상 영역(TR)에, 미세 입자의 수의 10만배 이상의 전자를 공급할 수 있다. PM2.5 이하의 초미세먼지 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 인 경우에, 1 cm^3 당 초미세먼지는 2.67개가 존재할 수 있다. 이때, 장치의 공급 전력이 1kW인 경우, 하전 입자는 286,000개가 공급될 수 있다. 이 중 미세먼지에 부착되는 전하는 638개로 계산될 수 있다. 미세먼지 입자 하나당 239개의 전자가 부착되어, 미세먼지가 음전하를 띌 수 있다. 일 예로, 장치가 1시간 동안, 단위 시간당

286,000개의 하전 입자를 출력하는 동작 상태를 유지할 경우, 장치로부터 반경 30m 이내의 대상 영역에서의 미세 입자의 농도가 90% 이상 감소될 수 있다. 다시 말해, 유효 반경 30m 를 가지는 장치는, PM2.5 이하의 초미세 먼지가 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 인 환경에서, 1kW의 공급 전력으로 동작할 수 있다.

[833]

[834] 센서 장치(SD)는 장치의 동작에 따른 환경 정보를 획득할 수 있다. 예컨대, 장치(100)는 장치의 동작에 따른 대상 영역의 일 위치에서의 전하 밀도 값을 획득할 수 있다. 센서 장치(SD)는 장치의 동작에 따른 대상 영역의 일 위치에서의 전하 밀도 값의 변화를 획득할 수 있다. 센서 장치(SD)는 장치의 전하 밀도 값을 획득하고, 서버 또는 장치(100)로 전달 할 수 있다.

[835] 장치(100)는 센서 장치(SD)에서 획득된 환경 정보에 기초하여 작동 상태를 변경할 수 있다. 예를 들어, 센서 장치(SD)에서 측정된 전하 밀도 값이 예측 값보다 작거나 큰 경우, 장치(100)는 출력 전류를 늘리거나 줄일 수 있다.

[836]

[837] 도 32를 참조하면, 미세 입자 농도 저감 시스템은, 대상 영역(TR) 내의 미세 입자(FP)에 동력을 제공할 수 있다.

[838] 도 32를 참조하면, 장치(100)는 전하를 띠는 액적을 지속 또는 반복적으로 방출하여, 대상 영역(TR)내의 공간 전하 분포를 일정 수준 이상으로 유지할 수 있다. 미세 입자 농도 저감 시스템은, 대상 영역(TR)에 공간 전하를 형성하고, 공간 전하를 통하여 대전된 미세 입자(FP)에 전기력을 제공하여, 미세 입자(FP)를 거동케 할 수 있다. 미세 입자 농도 저감 시스템은, 대상 영역(TR)에 전기장을 형성하고, 전기장을 통하여 대전된 미세 입자(FP)에 전기력을 제공할 수 있다.

[839] 장치(100)는 대상 영역(TR)내의 미세 입자(FP)를 적어도 일부 밀어낼 수 있다. 장치는 미세 입자(FP)가 동력을 제공받고 장치(100)에서 멀어지도록 대상 영역(TR)내의 공간 전하를 유지할 수 있다. 장치(100)는 대상 영역(TR)내의 미세 입자(FP)가 공간 전하에 의한 영향으로 충분히 밀려나고, 대상 영역(TR) 내의 미세 입자(FP) 농도가 기준 수치 이하로 감소되기에 충분한 시간 동안 지속 또는 반복적으로 전하를 띠는 액적을 출력할 수 있다.

[840] 예컨대, 장치(100)에 의해 공간 전하 및 전기장이 유지됨에 따라, 대상 영역 내의 대전된 미세 입자(FD)는 장치(100)에서 멀어지는 방향의 전기력을 받을 수 있다. 미세 입자(FP)는 전기력의 영향으로 지면 방향 성분 힘을 받을 수 있다. 미세 입자(FP)는 전기력의 영향으로 장치로부터 멀어지는 방향으로 이동할 수 있다. 미세 입자(FP)는 전기력의 영향으로 대상 영역의 외측으로 이동할 수 있다. 일 예로, 미세 입자(FP)는 장치(100)에 의해 형성된 전기장의 전기력선(EFL)을 따라 대상 장치로부터 멀어지는 방향으로 이동할 수 있다. 미세 입자(FP)가 장치로부터 멀어지는 방향으로 이동함에 따라, 대상 영역(TR)의 미세 입자 농도가 저감될 수 있다.

[841]

[842] 도 32를 참조하면, 센서 장치(SD)는 장치의 동작에 따른 대상 영역(TR)의 환경 정보를 획득할 수 있다. 센서 장치(SD)는 장치의 동작에 따른 환경 정보의 변화를 획득할 수 있다.

[843] 센서 장치(SD)는, 대상 영역의 전하 밀도를 획득할 수 있다. 예컨대, 센서 장치(SD)는, 대상 영역의 미세 입자 농도를 획득할 수 있다. 센서 장치(SD)는 장치(100), 서버 또는 사용자 장치로 환경 정보 또는 환경 정보의 변화를 전달할 수 있다.

[844] 장치(100)는 센서 장치(SD)로부터 획득된 정보에 기초하여 작동 상태를 변경할 수 있다. 장치(100)는 센서 장치(SD)에서 획득된 미세 입자(FP)의 농도가 기준값 이하인 경우, 동작을 중단하거나, 출력되는 전류값을 줄일 수 있다. 또는, 장치(100)는, 센서 장치(SD)에서 획득된 미세 입자(FP)의 농도가 기준값 이상인 경우, 출력되는 전류의 양을 늘릴 수 있다.

[845]

[846] 도 33을 참조하면, 미세 입자 농도 저감 시스템은, 대상 영역(TR) 내의 미세 입자(FP)를 제거할 수 있다.

[847] 도 33을 참조하면, 장치(100)는 전하를 띠는 액적을 지속 또는 반복적으로 방출하여, 대상 영역(TR)내의 공간 전하 분포 및 전기장의 형성 상태를 유지할 수 있다. 장치(100)는, 대전된 입자가 지면 방향으로 이동하여, 지면에 접촉하여 전하를 잃고 안착하도록, 전기장의 형성 상태를 충분한 시간 동안 유지할 수 있다.

[848] 예를 들어, 장치(100)에 의해 형성된 공간 전하 및 전기장이 유지됨에 따라, 대상 영역(TR) 내의 미세 입자(FP)는 전기력의 영향으로 지면(GND)을 향하여 이동할 수 있다. 공간 전하 및 전기장이 충분한 시간 동안 유지됨에 따라, 미세 입자(FD)는 전기력선(EFL)을 따라 이동하여, 지면(GND)과 접촉하여 전하를 상실할 수 있다. 미세 입자(FD)가 지면에 부착됨에 따라, 대상 영역(TR)내의 미세 입자(FP)의 농도가 감소될 수 있다.

[849] 도 33을 참조하면, 센서 장치(SD)는 환경 정보, 예컨대, 대상 영역(TR)에서의 미세 입자의 농도 또는 미세 입자의 농도의 변화를 획득할 수 있다. 도 32를 참조하면, 센서 장치(SD)는 미세 입자의 농도를 획득하고 장치(100), 서버 또는 사용자 장치로 전달할 수 있다.

[850] 장치(100)는, 센서 장치(SD)로부터 획득된 환경 정보에 따라 작동 상태를 변경할 수 있다. 예컨대, 장치(100)는, 센서 장치(SD)에서 획득된 미세 입자의 농도가 기준값 이하인 경우, 동작을 중단하거나, 출력되는 전류값을 줄일 수 있다. 장치(100)는, 센서 장치(SD)로부터 획득된 미세 입자(FP)의 농도가 기준값 이하에서 기준값 이상으로 높아지면, 전류의 방출을 재개하거나, 방출 전류를 증가시킬 수 있다.

[851]

- [852] 2.4.3 복수 장치 시스템
- [853] 일 실시예에 따르면, 미세 입자 저감 시스템은 복수의 미세 입자 농도 저감 장치를 포함할 수 있다.
- [854] 도 34는 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따른 미세 입자 저감 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [855] 도 34를 참조하면, 일 실시예에 따른 미세 입자 저감 시스템은 제1 장치, 제2 장치, 제3 장치, 서버 및 사용자 장치를 포함할 수 있다. 이하에서, 제1 장치 및 제2 장치 각각은, 도 28의 제1 장치와 관련하여 전술한 것과 유사하게 동작할 수 있다. 사용자 장치 및 서버 역시 도 28에서 설명한 것과 유사하게 동작할 수 있으며, 제3 장치는 도 28에서 제2 장치에 대하여 설명한 것과 유사하게 동작할 수 있다.
- [856] 제1 장치 및 제2 장치는 본 명세서에서 설명하는 대상 영역의 미세 입자 농도를 저감하기 위한 미세 입자 농도 저감 장치일 수 있다. 제1 장치는 제1 대상 영역의 미세 입자 농도를 저감하는 미세 입자 농도 저감 장치일 수 있다. 제2 장치는 제2 대상 영역의 미세 입자 농도를 저감하는 미세 입자 농도 저감 장치일 수 있다. 제1 대상 영역 및 제2 대상 영역은 적어도 일부 상이할 수 있다. 제1 장치 및/또는 제2 장치는 각각 센서부를 구비하고, 상태 정보, 작동 정보 또는 환경 정보를 획득할 수 있다.
- [857]
- [858] 제3 장치는 제1 장치 또는 제2 장치와 적어도 일부 다른 기능을 가지는 장치일 수 있다. 예컨대, 제3 장치는 하나 이상의 센서부를 구비하는 센서 장치일 수 있다. 제3 장치는 환경 정보를 획득하고, 제1 장치, 제2 장치, 서버 및/또는 사용자 장치로 전달하는 센서 장치일 수 있다.
- [859] 일 예로, 제3 장치는 제1 장치에 대응되는 제1 대상 영역에 대한 제1 환경 정보 및/또는 제2 장치에 대응되는 제2 대상 영역에 대한 제2 환경 정보를 획득하는 센서 장치일 수 있다. 제3 장치는 제1 장치 및/또는 제2 장치 인근의 환경 정보를 획득할 수 있다. 예컨대, 제3 장치는 제1 대상 영역 및/또는 제2 대상 영역의 전하 밀도, 습도, 온도 또는 기상 정보를 획득할 수 있다. 또는, 제3 장치는, 제1 장치 및/또는 제2 장치 인근의 전하 밀도, 습도 또는 온도 정보를 획득할 수 있다.
- [860] 제3 장치는 제1 장치, 제2 장치 및/또는 서버로 환경 정보를 전송할 수 있다. 제3 장치는 제1 장치, 제2 장치 및/또는 서버의 요청에 응답하여, 환경 정보를 전달할 수 있다.
- [861] 한편, 도 34에서는 하나의 제3 장치만을 도시하였으나, 미세 입자 저감 시스템은 복수의 제3 장치, 예컨대, 복수의 센서 장치를 포함할 수 있다.
- [862] 일 예로, 미세 입자 농도 저감 시스템은 제1 장치의 제1 대상 영역에 대응되는 제1 센서 장치 및 제2 장치의 제2 대상 영역에 대응되는 제2 센서 장치를 포함할 수 있다. 제1 센서 장치는 제1 대상 영역의 환경 정보를 획득할 수 있다. 제2 센서 장치는 제2 대상 영역의 환경 정보를 획득할 수 있다. 각각의 센서 장치는 그

대응되는 대응 영역 상의 일 지점에 위치되거나, 대응되는 장치 인근에 위치될 수 있다.

[863] 다른 예로, 미세 입자 농도 저감 시스템은 제1 장치에 대응되고 제1 장치로부터 제1 거리 이격된 제1 센서 장치, 제1 장치에 대응되고 제1 장치로부터 제2 거리 이격된 제2 센서 장치, 제2 장치에 대응되고 제2 장치로부터 제3 거리 이격된 제3 센서 장치, 제2 장치에 대응되고 제2 장치로부터 제4 거리 이격된 제4 센서 장치를 포함할 수 있다. 각 미세 입자 농도 저감 장치에 대응되는 센서 장치들은 도 27 등과 관련하여 전술한 것과 유사하게 동작할 수 있다.

[864]

[865] 서버는 제1 장치 및 제2 장치의 미세 입자 농도 저감 동작을 관리할 수 있다. 서버는 프로그램 또는 데이터를 저장하고, 외부 장치와 통신할 수 있다. 서버는 클라우드 서버일 수 있다. 서버는 도 33에서 표시하지 아니하는 장치와 통신할 수도 있다.

[866]

[867] 서버는 제1 장치, 제2 장치, 제3 장치 및/또는 사용자 장치와 통신할 수 있다. 서버는 사용자 장치와 제1 장치, 제2 장치 및/또는 제3 장치를 중개할 수 있다.

[868] 서버는 장치 정보를 저장할 수 있다.

[869] 서버는 제1 장치를 식별하기 위한 제1 장치 식별 정보, 제1 장치가 설치된 위치를 식별하기 위한 제1 위치 정보 및/또는 제1 장치의 설치 환경 특성에 관한 제1 설치 환경 정보, 예컨대, 서버는 제1 장치가 설치된 위치가 실내인지 실외인지, 또는 제1 장치가 설치된 위치가 주거 단지인지 혹은 산업 단지인지 등을 나타내는 제1 설치 환경 정보를 저장할 수 있다. 서버는 제2 장치에 대한 제2 장치 식별 정보, 제2 위치 정보, 제2 설치 환경 정보 등을 저장할 수도 있다.

[870]

[871] 서버는 제1 장치 내지 제3 장치로부터 획득된 정보를 저장하거나 사용자 장치로 전달할 수 있다.

[872] 일 예로, 서버는 제1 장치로부터 제1 상태 정보 또는 제1 작동 정보를 획득하고, 저장하거나 사용자 장치로 전달할 수 있다. 예컨대, 서버는 제1 장치로부터 장치에 저장된 액체의 양을 획득하고, 저장하거나 사용자 장치로 전달할 수 있다. 서버는 제1 장치로부터 획득된 정보를 제1 장치의 식별 정보와 함께 저장하거나, 제1 장치의 식별 정보와 함께 사용자 장치로 전달할 수 있다. 또는, 서버는 제2 장치로부터 제2 상태 정보 또는 제2 작동 정보를 획득하고, 저장하거나 사용자 장치로 전달할 수 있다.

[873] 다른 예로, 서버는 제3 장치로부터 제1 대상 영역에 대한 제1 환경 정보 또는 제2 대상 영역에 대한 제2 환경 정보를 획득할 수 있다. 또는, 서버는 제3 장치로부터, 제1 장치 인근에서 획득된 제1 환경 정보 또는 제2 대상 영역에서 획득된 제2 환경 정보를 획득할 수 있다. 서버는 제2 환경 정보 또는 제2 환경 정보를 저장하거나, 사용자 장치로 전달할 수 있다.

[874]

[875] 일 실시예에 따르면, 미세 입자 농도 저감 시스템이 복수의 센서 장치를 포함하는 경우, 서버는 제1 센서 장치로부터 제1 환경 정보를 획득하고, 제2 센서 장치로부터 제2 환경 정보를 획득하고, 획득한 환경 정보를 저장하거나 사용자 장치로 전달할 수 있다. 서버는 제1 환경 정보와 제1 장치의 식별 정보를 함께 사용자 장치로 전달할 수 있다. 서버는 제1 센서 장치로부터 제1 환경 정보를 획득하고, 제1 환경 정보를 제1 장치 또는 제2 장치로 전달할 수 있다.

[876] 서버는 획득한 환경 정보에 기초하여 생성된 안내 메시지를 사용자 장치로 전달할 수 있다. 서버는 획득한 환경 정보 및 대응되는 장치의 식별 정보를 포함하는 안내 메시지를 사용자 장치로 전달할 수 있다.

[877]

[878] 서버는 복수의 미세 입자 농도 저감 장치를 포함하는 시스템을 제어하여 복수의 대상 영역의 미세 입자 농도를 관리할 수 있다. 서버는 복수의 장치를 제어하기 위한 제어 명령 또는 제어 명령의 기초가 되는 제어 정보를 생성하고, 각 장치로 전달할 수 있다.

[879] 서버는 미세 입자 농도를 관리하기 위한 프로그램, 어플리케이션, 웹 어플리케이션, 웹 페이지 등(이하, 어플리케이션)을 저장할 수 있다. 서버는 어플리케이션을 통하여 제어 정보 또는 제어 명령을 생성할 수 있다.

[880] 서버는 제1 장치를 제어하기 위한 제1 제어 명령 또는 제1 제어 정보를 생성할 수 있다. 서버는 제1 장치로부터 획득된 제1 상태 정보 또는 제1 동작 정보에 기초하여, 제1 제어 정보 또는 제1 제어 명령을 생성할 수 있다. 예컨대, 서버는 제1 장치에 의해 출력되는 전류 값을 획득하고, 기준 전류 값과 비교하여, 기준 값보다 높거나 낮은 전류 값을 인가하도록 하는 제1 제어 명령을 생성할 수 있다. 서버는 제2 장치를 제어하기 위한 제2 제어 명령 또는 제2 제어 정보를 생성할 수 있다.

[881] 서버는 제1 장치로부터 획득된 제1 정보에 기초하여 제2 장치를 제어하기 위한 제2 제어 명령을 생성할 수 있다. 서버는 제1 장치로부터 제1 장치의 상태 정보를 획득하고, 제2 제어 명령을 생성할 수 있다. 예컨대, 서버는 제1 장치로부터 출력 전류 값을 획득하고, 제1 장치에서 출력되는 전류 값이 기준 값에 못 미치는 경우, 제2 장치의 출력 전류 값을 기준 전류 값보다 높이는 제2 제어 명령을 생성하고, 제2 장치로 전달할 수 있다. 제1 장치가 고장 등의 이유로 적절한 출력 전류를 생성하지 못하는 경우, 제2 장치의 출력을 높임으로써 제1 장치에 대응되는 제1 대응 영역의 미세 입자 농도를 감소시킬 수 있다.

[882] 서버는 제3 장치로부터 획득된 환경 정보에 기초하여 제1 장치 및/또는 제2 장치를 제어하기 위한 제어 명령을 생성할 수 있다. 서버는 제3 장치로부터 제1 대상 영역의 제1 환경 정보를 획득하고, 제1 환경 정보에 기초하여 제1 제어 명령을 생성할 수 있다.

[883] 미세 입자 농도 저감 시스템이 복수의 센서 장치를 포함하는 경우, 서버는 제1

센서 장치로부터 획득된 제1 환경 정보에 기초하여 제1 제어 명령을 생성하고, 제2 센서 장치로부터 획득된 제2 환경 정보에 기초하여 제2 제어 명령을 생성할 수 있다. 예컨대, 서버는, 제1 센서 장치로부터 획득된 제1 습도 값에 따라 결정된 제1 전류를 노즐 전류로 하는 제1 장치에 대한 제1 제어 명령을 생성하고, 제2 센서 장치로부터 획득되고 제1 습도 값보다 큰 제2 습도 값에 따라 결정된 제2 전류를 노즐 전류로 하는 제2 장치에 대한 제2 제어 명령을 생성할 수 있다.

[884] 또는, 서버는 제1 환경 정보 및 제2 환경 정보를 함께 고려하여, 제1 제어 명령 및 제2 제어 명령을 생성할 수 있다. 예컨대, 서버는 제1 센서 장치로부터 획득된 습도 값 및 제2 센서 장치로부터 획득된 센서 값의 평균 값을 기준 습도 값으로 하여, 제1 장치 및 제2 장치에 대하여 노즐에 기준 습도 값에 따라 결정된 노즐 전압을 인가하도록 하는 제1 제어 명령 및 제2 제어 명령을 생성하고 전달할 수 있다.

[885]

[886] 서버는 제어 정보를 획득하고, 제어 정보에 기초하여 제어 명령을 생성할 수 있다. 예컨대, 서버는 사용자 장치로부터 제1 장치 또는 제2 장치에 대한 제어 정보를 획득하고 제어 정보에 따라 장치를 제어하기 위한 제어 명령을 생성할 수 있다. 서버는 사용자 장치로부터 제1 장치에 대응되는 제1 제어 정보를 획득하고 제1 제어 명령을 생성할 수 있다. 또는, 서버는, 제1 대상 영역에 대한 제1 제어 정보(예컨대, 제1 대상 영역의 미세 입자 농도의 목표 감소 비율을 포함하는 제1 제어 정보)를 획득하고, 제1 장치를 제어하기 위한 제1 제어 명령을 생성할 수 있다. 또는, 서버는 제1 대상 영역 및 제2 대상 영역을 포함하는 제3 영역에 대한 제어 정보(예컨대, 제3 대상 영역의 미세 입자 농도의 목표 감소 비율을 포함하는 제1 제어 정보)를 획득하고, 제1 장치를 제어하기 위한 제1 제어 명령 및 제2 장치를 제어하기 위한 제2 제어 명령을 생성할 수 있다.

[887]

[888] 서버는 사용자 장치로부터 제1 장치, 제2 장치 및/또는 제3 장치에 대한 제어 정보 또는 제어 명령을 획득할 수 있다. 예컨대, 서버는 사용자 장치로부터 제1 장치에 대한 제1 제어 명령을 획득할 수 있다. 서버는 사용자 장치로부터 제2 장치에 대한 제2 제어 명령을 획득할 수 있다. 서버는 제1 제어 명령을 제1 장치로 전달하고, 제2 명령을 제2 장치로 전달할 수 있다. 서버는 제1 내지 제3 장치로부터 획득한 정보를 사용자 장치로 전달하고, 이에 응답하여 사용자 장치로부터 제어 정보 또는 제어 명령을 획득할 수 있다.

[889]

[890] 서버는 획득된 정보를 저장할 수 있다. 서버는 제1 내지 제3 장치로부터 획득된 정보, 서버에서 생성된 제어 정보, 제어 명령, 사용자 장치로부터 획득된 제어 정보 또는 제어 명령을 저장할 수 있다.

[891]

서버는 획득된 정보를 식별 정보와 함께 저장할 수 있다. 서버는 제1 장치로부터 획득된 정보를 제1 장치의 식별 정보와 함께 저장하고, 제2

장치로부터 획득된 정보를 제2 장치의 식별 정보와 함께 저장할 수 있다. 또는, 서버는 제1 센서 장치로부터 획득된 정보를 제1 장치의 식별 정보와 함께 저장하고, 제2 센서 장치로부터 획득된 정보를 제2 장치의 식별 정보와 함께 저장할 수 있다.

[892] 서버는 획득된 정보를 시간 정보와 함께 저장할 수 있다. 예를 들어, 서버는 제1 장치로부터 제1 시점에 획득된 제1 정보를 제1 시점 정보와 함께 저장하고, 제1 장치로부터 제2 시점에 획득된 정보를 제2 시점 정보와 함께 저장할 수 있다.

[893]

[894] 서버는 이종의 정보를 매칭하여 저장 및 관리할 수 있다. 서버는 각 장치로부터 획득된 정보를 연관하여 저장할 수 있다.

[895] 서버는 환경 정보와 제어 명령을 매칭하여 관리할 수 있다. 예컨대, 서버는 제3 장치(또는 제1 센서 장치)로부터 획득된 제1 환경 정보 및 제1 환경 정보에 대응하여 사용자 장치로부터 생성된 제1 제어 정보 또는 제1 제어 명령을 매칭하여 저장할 수 있다. 서버는 제3 장치(또는 제2 센서 장치)로부터 획득된 제2 환경 정보 및 제2 환경 정보에 대응하여 사용자 장치로부터 생성된 제2 제어 정보 또는 제2 제어 명령을 매칭하여 저장할 수 있다.

[896] 서버는 제어 명령과 정보를 매칭하여 관리할 수 있다. 서버는 제1 장치의 제1 상태 정보, 제1 작동 정보 또는 제1 대상 영역의 제1 환경 정보와 사용자로부터 획득된 제1 제어 명령을 매칭하여 저장할 수 있다. 서버는 제2 장치의 제2 상태 정보, 제2 작동 정보 또는 제2 대상 영역의 제2 환경 정보와 사용자로부터 획득된 제2 제어 명령을 매칭하여 저장할 수 있다.

[897]

[898] 서버는 매칭된 정보를 이용하여 제1 장치에 제어 명령을 제공할 수 있다. 서버는 제1 정보와 제2 정보가 연관되어 저장된 데이터베이스를 이용하여, 제1 정보에 따른 제2 정보를 예측할 수 있다. 별다른 언급이 없는 한, 도 27과 관련하여 설명한 내용이 적용될 수 있다.

[899] 서버는 제1 장치로부터 획득된 정보와 제1 장치에 대한 제1 제어 명령(예컨대, 사용자 장치로부터 획득된 제1 장치에 대한 제어 명령)이 연관되어 저장된 제1 데이터베이스를 이용하여, 제1 장치로부터 획득된 정보에 기초하여 제어 명령을 생성할 수 있다. 서버는 제2 장치로부터 획득된 정보와 제2 장치에 대한 제2 제어 명령(예컨대, 사용자 장치로부터 획득된 제2 장치에 대한 제어 명령)이 연관되어 저장된 제2 데이터베이스를 이용하여, 제2 장치로부터 획득된 정보에 기초하여 제어 명령을 생성할 수 있다.

[900] 서버는 제3 장치로부터 획득된 환경 정보와 제1 장치에 대한 제1 제어 명령(예컨대, 사용자 장치로부터 획득된 제1 장치에 대한 제1 제어 명령)이 연관되어 저장된 제1 데이터베이스를 이용하여, 제1 장치로부터 획득된 정보에 기초하여 제1 제어 명령을 생성할 수 있다. 또는, 서버는 제3 장치로부터 획득된 환경 정보와 제2 장치에 대한 제2 제어 명령(예컨대, 사용자 장치로부터 획득된

제2 장치에 대한 제2 제어 명령)이 연관되어 저장된 제2 데이터베이스를 이용하여, 제2 장치로부터 획득된 정보에 기초하여 제2 제어 명령을 생성할 수 있다.

- [901] 서버는 제1 장치, 제2 장치 또는 제3 장치로부터 획득된 제1 정보에 기초하여 제2 정보를 예측하고, 제2 정보에 따른 제어 명령을 생성할 수 있다. 예컨대, 서버는 제1 내지 3 장치로부터 획득된 환경 정보(예컨대, 습도 정보)에 기초하여 장치의 동작 정보(예컨대, 출력되는 전류의 양)를 예측하고, 예측된 동작 정보에 따른 제어 명령(예컨대, 노즐 전압에 관한 제어 명령)을 생성할 수 있다.
- [902] 서버는 제1 장치로부터 획득된 정보(또는 제1 센서 장치로부터 획득된 정보)와 제2 장치로부터 획득된 정보(또는 제2 센서 장치로부터 획득된 정보)가 통합된 데이터베이스를 이용할 수 있다. 일 예로, 서버는 제1 장치로부터 획득된 제1 미세 입자 농도 및 제1 미세 입자 농도에 대응하여 사용자 장치로부터 획득된 제1 제어 명령이 매칭되어 저장되고, 또한, 제2 장치로부터 획득된 제2 미세 입자 농도 및 제2 미세 입자 농도에 대응하여 사용자 장치로부터 획득된 제2 제어 명령이 매칭되어 저장된 데이터베이스를 이용하여, 제1 장치 또는 제2 장치에 대한 제어 명령을 생성할 수 있다.
- [903]
- [904]
- [905]
- [906] 한편, 도 34에서는, 서버가 별도의 분리된 물리적 장치로서 구성되는 경우를 기준으로 도시하였으나, 일 실시예에 따르면, 미세 입자 농도 저감 시스템이 복수의 미세 입자 농도 저감 장치를 포함하는 경우, 어느 하나의 미세 입자 농도 저감 장치가 서버를 포함하는 허브 장치로서 기능하고, 다른 미세 입자 농도 저감 장치는 주변 장치로서 기능할 수 있다.
- [907] 예컨대, 도 34를 참조하면, 제1 장치는 서버를 포함하는 허브 미세 입자 농도 관리 장치이고, 제2 장치는 제1 장치와 통신하는 주변 미세 입자 농도 관리 장치일 수 있다. 예컨대, 제1 장치는 서버를 포함하고, 전술한 서버의 동작을 수행할 수 있다. 다시 말해, 제1 장치는 제1 장치, 제2 장치 및/또는 제3 장치로부터 획득되는 정보를 저장하고, 사용자 장치와 통신하여 사용자 장치로 정보를 전달하고 사용자 장치로부터 제어 정보를 획득하고, 제1 장치 및/또는 제2 장치의 동작을 위한 제어 명령을 생성 또는 관리하고, 제1 장치 및/또는 제2 장치의 동작을 제어하는 등 전술한 서버 장치의 동작을 수행할 수 있다. 이때, 제2 장치는, 제1 장치와 통신하고, 제1 정보로 상태 정보 등을 전달하고, 제1 장치로부터 제어 명령을 획득하여 동작할 수 있다.
- [908]
- [909] 사용자 장치는 사용자 입력을 획득하고, 서버 또는 미세 입자 농도 저감 시스템의 각 장치와 통신하여, 복수의 대상 영역의 미세 입자 농도를 관리할 수 있다.

- [910] 사용자 장치는 미세 입자 농도를 관리하기 위한 프로그램, 어플리케이션, 웹 어플리케이션, 웹 페이지 등을 구동할 수 있다. 사용자 장치는 제1 대상 영역 및 제2 대상 영역에 대한 미세 입자 농도를 각각 관리할 수 있다.
- [911] 사용자 장치는 표시부 및/또는 입력부를 포함할 수 있다. 사용자 장치는 표시부를 통하여 사용자에게 제1 장치, 제2 장치, 제3 장치 및/또는 서버로부터 획득된 정보를 제공할 수 있다. 사용자 장치는 입력부를 통하여 사용자로부터 제1 장치, 제2 장치 또는 제3 장치의 동작과 관련된 정보를 획득할 수 있다.
- [912]
- [913] 사용자 장치는 서버, 제1 장치, 제2 장치 및/또는 제3 장치와 통신할 수 있다. 사용자 장치는 서버와 통신하여, 제1 장치의 제1 상태 정보, 제1 장치의 제1 동작 정보 또는 제1 대상 영역에 대한 제1 환경 정보를 획득할 수 있다. 사용자 장치는 제1 장치 또는 제2 장치에 관한 정보를 획득하고, 획득된 정보에 기초하여 생성된 제1 제어 명령 또는 제2 제어 명령을 서버 장치로 전달할 수 있다.
- [914] 사용자 장치는, 제1 장치에 대한 제1 상태 정보를 고려하여 제2 장치에 대한 제2 제어 명령을 생성할 수도 있다. 예컨대, 사용자 장치는, 제1 장치의 저수량, 출력되는 전류 등이 기준 값 이하인 경우, 제2 장치의 노즐에 인가되는 전압, 제2 장치에서 출력되는 전류 등을 기본값보다 높이는 제어 명령을 생성할 수 있다.
- [915] 사용자 장치는 제1 장치와 제2 장치의 위치를 고려하여 제1 제어 명령 및/또는 제2 제어 명령을 생성할 수 있다. 사용자 장치는 제1 장치와 제2 장치의 간격을 고려하여 제1 제어 명령 및/또는 제2 제어 명령을 생성할 수 있다. 예컨대, 사용자 장치는, 출력되는 전류의 양이 장치간의 간격에 따라 결정된 (예컨대, 출력되는 전류의 양이 장치간의 간격과 양의 상관관계를 가지도록 결정된) 제1 제어 명령 또는 제2 제어 명령을 생성할 수 있다.
- [916]
- [917] 서버 또는 사용자 장치는 제어 명령을 생성하여 제1 장치 및 제2 장치의 동작을 제어할 수 있다. 서버 또는 사용자 장치는 제1 장치 및 제2 장치를 상호 연동하여 제어할 수 있다.
- [918] 서버 또는 사용자 장치는 제1 장치 및 제2 장치가 순차적으로 전하를 띠는 입자를 방출하도록 제어할 수 있다. 서버 또는 사용자 장치는 제1 장치 및 제2 장치가 교대로 전하를 띠는 입자를 방출하도록 제어할 수 있다.
- [919]
- [920] 미세 입자 농도 저감 시스템은, 실외에 설치된 복수의 장치를 포함할 수 있다. 이하에서는, 복수의 장치를 포함하는 미세 입자 저감 시스템에 대하여 설명한다.
- [921] 도 35는 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따른 미세 입자 농도 저감 시스템을 설명하기 위한 도면이다. 도 35를 참조하면, 일 실시예에 따른 미세 입자 농도 저감 시스템은, 시스템 대상 영역(또는 전체 대상 영역, TRt) 내의 미세 입자 농도를 관리하기 위하여, 복수의 장치를 이용할 수 있다.
- [922] 도 35를 참조하면, 일 실시예에 따른 미세 입자 농도 저감 시스템은, 전하를

떠는 물질(CS)을 방출하는 제1 장치(101) 및 제2 장치(102)를 포함할 수 있다. 제1 장치(101) 및 제2 장치(102)는 음 전하를 떠는 액적을 방출하여, 장치 주변에 음의 공간 전하를 형성할 수 있다. 도 34를 참조하면, 미세 입자 저감 시스템은, 서로 이격되어 위치된 복수의 미세 입자 농도 저감 장치 중 서로 인접하는 두 장치로서 제1 장치(101) 및 제2 장치(101)를 포함할 수 있다.

- [923] 제1 장치(101) 또는 제2 장치(102)는 센서부를 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 제1 장치(101)는 제1 센서부를 포함하고, 제2 장치(102)는 제2 센서부를 포함할 수 있다.
- [924] 제1 장치(101) 및/또는 제2 장치(102) 각각은, 도 28과 관련하여 설명한 장치(100)와 유사하게 설치, 이용될 수 있다. 제1 장치(101) 및/또는 제2 장치(102) 각각은, 도 29 내지 32와 관련하여 설명한 장치(100)와 유사하게 동작할 수 있다. 이하에서, 특별한 설명이 없는 한, 도 28 내지 32와 관련하여 설명된 내용이 적용될 수 있다.
- [925] 도 35를 참조하면, 제1 장치(101) 및/또는 제2 장치(102)는 소정의 구조물 위에 설치될 수 있다. 제1 장치(101) 및/또는 제2 장치(102)의 설치 위치는, 각 장치에 의해 형성되는 공간 전하, 이로 인해 형성되는 전기장의 형태 및 주변 지형을 고려하여 결정될 수 있다. 제1 장치(101) 및 제2 장치(102)의 설치 위치는, 미세 입자의 농도 저감 대상이 되는 시스템 대상 영역(TR_t), 제1 장치(101)의 유효 반경(R_1) 및 제2 장치(102)의 유효 반경(R_2)을 고려하여 결정될 수 있다.
- [926]
- [927] 도 35를 참조하면, 제1 장치 및 제2 장치는 지면으로부터 소정 간격 이격된 위치에 설치될 수 있다. 제1 장치는 지면으로부터 제1 거리(H_1) 이격된 위치에 설치되고, 제2 장치는 지면으로부터 제2 거리(H_2) 이격된 위치에 설치될 수 있다. 제1 거리 및 제2 거리는 서로 동일할 수 있다. 또는, 제1 거리 및 제2 거리는 주변 지형에 따라, 소정의 차이를 가질 수 있다.
- [928]
- [929] 미세 입자 농도 저감 시스템은, 제1 대상 영역의 미세 입자 농도를 저감하는 제1 장치(101), 제2 대상 영역의 미세 입자 농도를 저감하는 제2 장치(102)를 이용하여, 시스템 대상 영역(TR_t)의 미세 입자 농도를 관리할 수 있다.
- [930] 제1 장치(101)는 제1 대상 영역(TR_1)의 미세 입자 농도를 저감할 수 있다. 제2 장치(102)는 제2 대상 영역(TR_2)의 미세 입자 농도를 저감할 수 있다. 제1 장치(101) 및 제2 장치(102)는 시스템 대상 영역(TR_t)의 미세 입자 농도를 저감할 수 있다. 시스템 대상 영역(TR_t)은 복수의 미세 입자 농도 저감 장치를 포함하는 미세 입자 농도 저감 시스템에 의해 미세 입자 농도가 저감되는 대상 영역일 수 있다.
- [931] 제1 장치(101)는 제1 유효 반경(R_1)을 가지는 장치일 수 있다. 제2 장치(102)는 제2 유효 반경(R_2)을 가지는 장치일 수 있다. 제1 장치(101) 및 제2 장치(102)를 포함하는 미세 입자 농도 저감 시스템은 전체 유효 반경(R_t)을 유효 반경으로 할

수 있다. 전체 유효 반경(R_t)은 제1 유효 반경(R_1) 및 제2 유효 반경(R_2)을 더한 것보다 작도록 결정될 수 있다.

- [932] 제1 장치(101) 및 제2 장치(102)는 제1 간격(D_{12}) 이격되어 설치될 수 있다. 일 예로, 제1 간격(D_{12})은, 제1 유효 반경(TR_1) 및 제2 유효 반경(TR_2)을 더한 것보다 작도록 결정될 수 있다. 예컨대, 제1 유효 반경(TR_1) 및 제2 유효 반경(TR_2)이 각각 30m인 경우, 제1 간격(D_{12})은 50m로 결정될 수 있다. 제1 장치(101)의 제1 유효 영역(TR_1) 및 제2 장치(102)의 제2 유효 영역(TR_1)은 적어도 일부 중첩될 수 있다.
- [933] 제1 장치(101) 및 제2 장치(102)의 유효 반경 및/또는 제1 장치 및 제2 장치 사이의 거리(D_{12})는 전체 시스템의 효율을 고려하여 결정될 수 있다.
- [934] 일 실시예에 따르면, 제1 장치(101) 및 제2 장치(102)에 의해 소모되는 전력은, 제1 반경(R_1)과 제2 반경(R_2)를 더한 것을 반경으로 하는 미세 입자 농도 저감 장치에 비하여 적을 수 있다. 단일 장치를 이용하여 넓은 영역의 미세 입자 농도를 저감하고자 하는 경우, 외부 구조물에 의한 방해가 심해질 수 있고, 장치를 중심으로 돔 형태의 대상 영역이 형성되므로, 상공에 무용 영역이 발생할 수 있다. 따라서, 불필요한 전력의 소비를 최소화 하기 위하여, 시스템 대상 영역(TR_t)에 복수의 미세 입자 농도 저감 장치가 적절히 배치될 수 있다.
- [935]
- [936] 도 35를 참조하면, 실시예에 따른 미세 입자 저감 시스템은 대상 영역 내에 설치된 센서 장치(SD)를 포함할 수 있다. 센서 장치(SD)는 시스템 대상 영역(TR_t) 내의 일 위치에 설치될 수 있다. 일 예로, 센서 장치(SD)는 제1 장치(또는 장치)가 설치된 구조물)가 위치한 지점으로부터 제1 유효 반경(R_1)만큼 이격된 위치에 설치될 수 있다. 센서 장치(SD)는 제1 장치(101) 인근에 위치될 수도 있다. 센서 장치(SD)는 제1 장치(101)와 제2 장치(102)의 사이에 위치될 수 있다. 예컨대, 센서 장치(SD)는 제1 장치(101)와 제2 장치(102)의 중간 지점에 위치될 수 있다.
- [937] 센서 장치는 시스템 대상 영역(TR_t), 제1 대상 영역(TR_1) 또는 제2 대상 영역(TR_2)의 환경 정보를 획득할 수 있다. 예컨대, 센서 장치는, 시스템 대상 영역(TR_t), 제1 대상 영역(TR_1) 또는 제2 대상 영역(TR_2)에서의 온도, 습도, 기압, 기류(예컨대, 풍속), 공기 품질(예컨대, 미세 먼지의 농도), 공간 전하의 밀도 중 어느 하나를 포함하는 환경 정보를 획득할 수 있다. 센서 장치는 환경 정보를 획득하고, 제1 장치(101), 제2 장치(102), 서버 또는 사용자 장치로 전달할 수 있다.
- [938] 한편, 미세 입자 농도 저감 시스템은 복수의 센서 장치를 포함할 수도 있다. 예컨대, 미세 입자 저감 시스템은 제1 장치(101)로부터 제1 거리 떨어진 위치에 설치되고 제1 정보를 획득하는 제1 센서 장치 및 제1 장치(101)로부터 제2 거리 떨어진 위치에 설치되고 제2 정보를 획득하는 제2 센서 장치를 포함할 수도 있다. 또는, 미세 입자 저감 시스템은 제1 장치(101)에 대응되는 제1 대상 영역(TR_1)의 환경 정보를 획득하는 제1 센서 장치 및 제2 장치(102)에 대응되는

- 제2 대상 영역(TR1)의 환경 정보를 획득하는 제2 센서 장치를 포함할 수도 있다.
- [939] 도 34 에서 도시하는 미세 입자 농도 저감 시스템은, 도 30 내지 33에서 설명하는 것과 유사하게 동작할 수 있다. 미세 입자 농도 저감 시스템은, 시스템 대상 영역(TRt) 내에 전하를 띠는 물질(CS)을 공급하여 공간 전하를 형성할 수 있다. 미세 입자 농도 저감 시스템은, 시스템 대상 영역(TRt) 내에 위치한 미세 입자(FP)가 공간 전하에 의해 대전되고 공간 전하에 의해 형성된 전기장에 의해 밀려나고, 궁극적으로는 지면과 접하여 제거되도록 충분한 시간 동안 복수의 미세 입자 농도 저감 장치를 구동하고, 센서 장치를 이용하여 미세 입자 농도 저감 동작의 상태 및 환경을 관리할 수 있다.
- [940]
- [941] 2.5 실내 미세 입자 농도 저감 시스템
- [942] 2.5.1 실내 설치
- [943] 본 명세서에서 설명하는 발명의 일 실시예에 따르면, 미세 입자의 농도 저감 동작은 실내 공간에서의 미세 입자 농도를 낮추기 위하여 이용될 수 있다.
- [944] 본 명세서에서 설명하는 실내 공간은, 대기와 일부 상이한 환경을 가지는 공간을 의미할 수 있다. 본 명세서에서 설명하는 실내 공간은, 천장, 바닥 및 사면을 가지고 외부와 구분되는 실내 만을 의미하는 것이 아니라, 적어도 일부 면이 개방되어 외부와 연결된 반 실내 공간 역시 실내 공간에 해당하는 것으로 이해될 수 있다.
- [945] 본 명세서에서 설명하는 미세 입자의 농도 저감 동작은, 실내 공간에 설치된 장치에 의해 수행될 수 있다. 실내 공간에 설치된 장치는, 실내 대상 영역 내의 미세 입자 농도를 저감할 수 있다. 예컨대, 본 명세서에서 설명하는 장치는, 맥 내, 백화점, 대형 쇼핑몰, 운동 경기장, 실내 공연장, 도서관 등에 설치되어, 미세 입자의 농도를 저감할 수 있다.
- [946]
- [947] 2.5.2 단일 장치 시스템
- [948] 도 36은 실내 미세 입자 농도 저감을 위한 미세 입자 농도 저감 시스템의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [949] 도 36은 참조하면, 미세 입자 농도 저감 시스템은, 미세 입자 농도를 저감하는 장치(100) 및 센서 장치(SD)를 포함할 수 있다. 실내 미세 입자 농도 저감을 위한 미세 입자 농도 저감 시스템에서, 미세 입자 농도를 저감하는 장치(100)의 대상 영역은 단위 실내 공간일 수 있다.
- [950] 미세 입자 농도를 저감하는 장치(100)는 실내 공간의 일 위치에 설치될 수 있다. 도 36에서 도시에서는 편의상 천장에 가깝게 설치된 경우를 예시로서 도시하였으나, 이는 발명의 내용을 구성하지는 아니한다. 장치(100)는 사람이 주로 지나는 영역에 위치될 수 있다. 예컨대, 장치(100)는 공중에 설치되거나, 실내 공간의 바닥에 설치될 수 있다. 또는, 장치(100)는 실내 공기 흐름이 지나는 덕트 내에 위치될 수도 있다.

- [951] 미세 입자 농도를 저감하는 장치(100)는 실내 공간에 전하를 띠는 물질(CS)을 공급할 수 있다. 장치(100)는 대전된 액적을 방출하여, 실내 공간에 전하를 띠는 물질(CS)을 공급할 수 있다. 장치(100)는 전하를 띠는 물질(CS)을 공급하여, 실내 공간의 미세 입자(FP)를 대전할 수 있다. 장치(100)는 전하를 띠는 물질(CS)을 공급하여, 대전된 미세 입자(FP)가 실내 특정 위치로 이동하여 포집되도록 유도할 수 있다. 장치(100)는 전하를 띠는 물질(CS)을 공급하여, 공간 전하를 형성하고, 공간 전하를 통하여 대전된 미세 입자(FP)가 대상 위치에 부착되어 전하를 잃고 제거되도록 전기력을 제공할 수 있다.
- [952] 센서 장치(SD)는 실내 공간의 환경 정보를 획득할 수 있다. 센서 장치(SD)는 실내 공간의 온도, 습도, 전하 밀도, 미세 입자의 농도 등을 획득할 수 있다. 센서 장치(SD)와 미세 입자 농도 관리 장치(100)는 일체로서 마련될 수 있다.
- [953] 도 36을 참조하면, 미세 입자 농도 저감 시스템은, 중앙 제어 장치(300)를 더 포함할 수 있다. 중앙 제어 장치(300)는 장치(100), 센서 장치(SD) 및 공간에 설치된 다른 공기 품질 관리 장치의 동작을 제어할 수 있다. 예컨대, 중앙 제어 장치(300)는 장치(100) 및 공조 시설, 냉/난방 장치, 송풍기, 환기팬 등의 동작을 제어할 수 있다. 중앙 제어 장치(300)는 장치(100)의 동작과 다른 공기 품질 관리 장치의 동작을 연동할 수 있다. 예컨대, 중앙 제어 장치(300)는 장치(100)가 동작하는 동안에는 송풍기의 동작을 중단할 수 있다.
- [954]
- [955] 일 실시예에 따른 미세 입자 농도 저감 시스템은 집진 모듈을 포함할 수 있다. 집진 모듈은 장치(100)에 의해 대전된 미세 입자(FP)를 포집할 수 있다. 집진 모듈은 실내 공간의 일 위치에 설치될 수 있다. 집진 모듈은 건물에 내재된 공조 시스템의 덕트 내에 설치될 수 있다. 집진 모듈은 장치(100)로부터 방출되는 전하와 반대되는 전기적 특성을 띌 수 있다. 예컨대, 장치(100)에 의해 음전하가 공급되는 경우, 집진 모듈은 + 전하를 띌 수 있다. 또는, 집진 모듈에는 +전압이 인가될 수 있다. 그러나, 이는 본 명세서에 따른 발명의 내용을 한정하는 것은 아니며, 집진 모듈은 접지된 집진부를 가질 수도 있다.
- [956] 일 실시예에 따른 미세 입자 농도 저감 시스템은 공기 품질 관리 장치를 더 포함할 수 있다. 공기 품질 관리 장치는 실내 공기 중의 습도, 온도, 풍향 등을 제어하기 위한 장치일 수 있다. 중앙 제어 장치(300)는 공기 품질 관리 장치를 제어하여, 미세 입자 농도 저감 장치의 동작 효율을 향상시킬 수 있다.
- [957] 일 실시예에 따르면, 공기 품질 관리 장치는 필터를 가지는 공기 청정 장치일 수 있다. 공기 품질 관리 장치는 공간 내의 공기를 흡입하고, 필터를 통과한 공기를 배출할 수 있다. 이때, 공기 품질 관리 장치는 집진 모듈과 유사한 기능을 하는 집진부를 가지고, 미세 입자 농도 저감 장치에 의해 대전된 미세 입자를 집진할 수 있다.
- [958] 도 36에서 도시하는 미세 입자 농도 저감 시스템은, 도 30 내지 33에서 설명하는 것과 유사하게 동작할 수 있다. 도 36에서 도시하는 미세 입자 농도 저감

시스템은, 실내 영역 내에 전하를 띠는 물질(CS)을 공급하여, 실내 공간 내에 위치하는 미세 입자를 대전할 수 있다. 미세 입자 농도 저감 시스템은, 대전된 미세 입자에 전기적 영향을 적용하여, 실내 공간 내의 부유하는 미세 입자의 농도를 저감할 수 있다.

[959]

[960] 한편, 도 36에서는 4면의 측벽과, 천장 및 바닥을 가지는 실내 공간을 기준으로 실내 미세 입자 농도 저감에 대하여 설명하였으나, 본 명세서에서 설명하는 실내 미세 입자 농도 저감 동작은, 일부가 개방된 실내, 즉 반-실내 공간에도 적용될 수 있다.

[961] 예컨대, 미세 입자 농도 저감 동작은, 천장이 개방된 실내 공간에 적용될 수 있다. 또 예컨대, 미세 입자 농도 저감 동작은, 측벽의 적어도 일 면이 개방된 실내 공간에 적용될 수도 있다.

[962] 이때, 미세 입자 농도 저감 시스템은, 개방되지 않은 면에 가깝게 위치된 적어도 하나의 미세 입자 농도 저감 장치를 포함할 수 있다. 미세 입자 농도 저감 시스템은 개방되지 않은 면에 가깝게 위치되어, 실내 공간 내의 미세 입자를 대전하고, 대전된 미세 입자가 실내 공간의 일부 구조에 부착되거나, 실내 공간에서 밀려나도록, 공간 전하를 형성하여 전기력을 제공하는 미세 입자 농도 저감 장치를 포함할 수 있다.

[963] 또는, 미세 입자 농도 저감 시스템은, 개방된 면과 가깝게 위치된 적어도 하나의 미세 입자 농도 저감 장치를 포함할 수 있다. 미세 입자 농도 저감 시스템은 개방된 면과 가깝게 위치되어, 실내 공간 내의 미세 입자를 대전하고, 대전된 미세 입자가 실내 공간의 일부 구조에 부착되거나, 실내 공간에서 밀려나도록, 공간 전하를 형성하여 전기력을 제공하는 미세 입자 농도 저감 장치를 포함할 수 있다.

[964]

[965] 3. 장치 사용 방법

[966] 여기에서는, 본 명세서에서 설명하는 미세 입자 농도를 저감하는 장치를 사용하는 방법 등에 대하여 설명한다.

[967]

[968] 3.1 장치 설치 방법

[969] 도 36은 본 명세서에서 설명하는 미세 입자 농도 저감 장치를 설치하는 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 순서도이다.

[970] 도 36을 참조하면, 일 실시예에 따른 미세 입자 농도 저감 장치를 설치하는 방법은 장치를 설치하기 위한 구조물을 설치하는 단계(S1301), 설치된 구조물 상에 장치를 설치하는 단계(S1303)를 포함할 수 있다.

[971] 장치를 설치하기 위한 구조물을 설치하는(S1301) 것은 장치의 설치 위치를 결정하는 것을 포함할 수 있다. 장치의 설치 위치를 결정하는 것은, 장치가 설치되는 위치의 지면으로부터의 높이를 결정하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대,

장치의 설치 위치는 장치의 유효 반경에 기초하여 결정될 수 있다.

- [972] 장치를 설치하기 위한 구조물을 설치하는(S1301) 것은 전기적 또는 자기적 안정성을 제공하는 구조물을 마련하는 것을 포함할 수 있다. 본 명세서에서 설명하는 장치는 미세 입자의 농도 저감을 위하여 전하를 띠는 물질을 방출하는 점을 고려할 때, 장치가 설치되는 환경 또는 구조물은 전기적 또는 자기적으로 안정한 성질을 가지도록 마련될 수 있다. 예컨대, 구조물은 적어도 일부 절연된 구간을 가지도록 마련될 수 있다. 또는, 구조물은 적어도 일부 비자성 재료로 마련될 수 있다.
- [973] 일 실시예에 따르면, 장치를 설치하기 위한 구조물을 설치하는(S1301) 것은 미세먼지 저감 장치를 지표면으로부터 제1 간격 이격된 제1 위치에 설치하기 위한 구조물을 설치하는 것을 포함할 수 있다.
- [974] 일 실시예에 따르면, 장치가 설치되는 구조물은 제1 단과 미세먼지 저감 장치와 맞닿는 제2 단을 구비할 수 있다. 구조물은 제1 단과 제2 단 사이에 적어도 일부 전기적으로 절연된 구간을 포함할 수 있다. 구조물은 제1 단에서 전기적으로 접지될 수 있다. 구조물은 제1 단에서 지표와 맞닿을 수 있다. 구조물은 제1 단에서 건물 기타 사물에 고정될 수 있다. 구조물과 장치가 맞닿는 제2 단과 장치 사이에는 절연된 구간이 위치될 수 있다. 제1 단과 제2 단은 미리 정해진 거리만큼 이격될 수 있다.
- [975]
- [976] 구조물 상에 장치를 설치하는 것은 장치의 제1 측이 구조물과 접하도록 장치를 설치하는 것을 포함할 수 있다. 장치는 저수 용기가 위치된 제1 측 및 노즐이 위치된 제2 측을 포함할 수 있다. 이때, 구조물 상에 장치를 설치하는 것은 저수 용기가 위치된 제1 측이 구조물과 접하도록 설치하는 것을 포함할 수 있다.
- [977] 일 예로, 실외 미세 입자 농도 시스템을 구축하기 위하여 구조물 상에 장치를 설치하는 경우, 장치는, 저수 용기가 위치된 제1 측이 상대적으로 건물과 가깝게 위치되고, 노즐이 위치된 제2 측이 상대적으로 건물과 멀리 위치되도록, 건물에 설치될 수 있다.
- [978] 다른 예로, 실내 미세 입자 농도 시스템을 구축하기 위하여 구조물 상에 장치를 설치하는 경우, 장치는, 저수 용기가 위치된 제1 측이 상대적으로 내벽에 가깝게 위치되고, 노즐이 위치된 제2 측이 상대적으로 내벽과 멀리 위치되도록, 실내 일 위치에 설치될 수 있다.
- [979] 구조물 상에 장치를 설치하는 것은 장치의 노즐이 지면과 수직하는 방향을 향하도록 장치를 위치시키는 것을 포함할 수 있다. 구조물 상에 장치를 설치하는 것은 장치의 노즐이 지면과 나란한 방향을 향하도록 장치를 위치시키는 것을 포함할 수 있다. 장치가 복수의 노즐을 포함하는 경우, 장치는, 복수의 노즐 중 적어도 하나의 노즐이 지면으로부터 수직하거나 지면과 나란한 방향을 가지도록 위치될 수 있다.
- [980] 구조물 상에 장치를 설치하는 것은 구조물의 제1 단 및 제2 단 중 제2 단에

가깝게 장치를 설치하는 것을 포함할 수 있다. 구조물 상에 장치를 설치하는 것은 구조물의 지표와 맞닿는 제1 단과 대향하는 제2 단에 장치를 설치하는 것을 포함할 수 있다.

[981] 구조물 상에 장치를 설치하는 것은 장치가 구조물로부터 돌출되도록 설치하는 것을 포함할 수 있다. 구조물 상에 장치를 설치하는 것은 장치를 구조물(예컨대, 대상 건물)의 측벽에, 일 방향, 예컨대, 측벽에 수직하는 방향으로 돌출되도록 설치하는 것을 포함할 수 있다.

[982] 구조물 상에 장치를 설치하는 것은 복수의 구조물 상에 장치를 설치하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 장치를 설치하는 것은, 장치가 복수의 구조물에 의해 지지되도록, 복수의 구조물 상에 또는 복수의 구조물 사이에 장치를 설치하는 것을 포함할 수 있다.

[983] 일 실시예에 따르면, 미세 입자 농도 저감 장치를 설치하는 방법은 장치에 수도를 연결하는 단계를 더 포함할 수 있다. 미세 입자 농도 저감 장치는 액체가 미리 저장된 카트리지를 이용하거나, 직수 방식으로 동작할 수 있다. 직수 방식으로 동작하는 경우, 미세 입자 농도 저감 장치를 설치하는 방법은 장치에 구조물을 적어도 일부 경유하여 공급되는 수도를 연결하는 것을 더 포함할 수 있다.

[984]

[985] 3.2 장치 관리 방법

[986] 도 38은 본 명세서에서 설명하는 미세 입자 농도 저감 장치를 관리하는 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 순서도이다.

[987] 도 38을 참조하면, 일 실시예에 따른 미세 입자 농도 저감 장치를 관리하는 방법은, 장치를 설치하는 단계(S1301), 장치로부터 상태 정보를 획득하는 단계(S1303), 상태 정보에 기초하여 장치 구성을 적어도 일부 변경(S1305)하는 단계를 포함할 수 있다.

[988]

[989] 장치를 설치하는 것은 도 37과 관련하여 전술한 것과 유사하게 구현될 수 있다. 장치를 설치하는 것은 장치를 제1 상태로 설치하는 것을 포함할 수 있다. 장치를 설치하는 것은 장치에 액체를 제1 용량 포함하는 제1 저수 용기를 삽입하는 것을 포함할 수 있다. 장치를 설치하는 것은 장치에 액체를 제1 용량 포함하는 제1 카트리지를 삽입하는 것을 포함할 수 있다. 장치를 설치하는 것은 장치에 수도관을 연결하고, 수도를 통하여 장치의 노즐에 액체를 공급하는 것을 포함할 수 있다.

[990] 장치로부터 상태 정보를 획득하는 것은 장치의 액체 공급 상태를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 장치로부터 상태 정보를 획득하는 것은 장치에 포함된 카트리지 내의 액체의 양을 획득하는 것을 포함할 수 있다. 장치로부터 상태 정보를 획득하는 것은 장치의 노즐에 공급되는 액체의 양을 획득하는 것을 포함할 수 있다.

- [991] 상태 정보에 기초하여 장치 구성을 적어도 일부 변경하는 것은 노즐의 액체 공급 상태를 변경하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 상태 정보에 기초하여 장치 구성을 적어도 일부 변경하는 것은, 제1 카트리지에 포함된 액체의 양이 제1 용량의 소정 비율 이하인 경우, 제1 카트리지를 제2 카트리지로 변경하는 것을 포함할 수 있다. 또는, 상태 정보에 기초하여 장치 구성을 적어도 일부 변경하는 것은 제1 저수 용기에 액체를 공급하는 것을 포함할 수 있다. 또는, 상태 정보에 기초하여 장치 구성을 적어도 일부 변경하는 것은 장치의 노즐 또는 노즐 어레이를 교체하는 것을 포함할 수 있다.
- [992] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [993] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.
- [994]

청구범위

- [청구항 1] 대상 영역에 전하를 공급하여 대상 영역의 미세 입자 농도를 관리하는 장치에 있어서,
액체를 저장하는 용기;
상기 액체를 출력하는 적어도 하나의 노즐;
상기 용기로부터 상기 적어도 하나의 노즐로 상기 액체를 공급하는 펌프;
상기 장치에 전력을 공급하는 전원; 및
상기 전원을 이용하여 상기 적어도 하나의 노즐을 통하여 상기 대상 영역에 전하를 공급하는 컨트롤러;를 포함하되,
상기 컨트롤러는 상기 전원을 이용하여, 상기 적어도 하나의 노즐에 제1 기준 값 이상의 전압을 인가하여 상기 노즐을 통하여 대전된 액적을 출력하고 상기 대전된 액적을 통하여 상기 대상 영역에 상기 전하를 공급하여 상기 대상 영역에 공간 전하를 형성하고,
상기 컨트롤러는 상기 대전된 액적을 출력하고 상기 대전된 액적을 통하여 상기 대상 영역의 미세 입자를 대전시키고, 상기 형성된 상기 공간 전하를 통하여 상기 대전된 상기 미세 입자에 상기 장치로부터 멀어지는 방향의 전기력을 제공하며,
상기 미세 입자에 제공되는 전기력은 적어도 일부 상기 대상 영역에 공급된 전하에 의해 형성되는 전기장에 의해 제공되고,
상기 대상 영역의 미세 입자는 상기 공급된 전하에 의해 상기 공급된 전하와 동일한 극성으로 대전되는 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 컨트롤러는, 상기 대상 영역에 상기 전하를 띠는 물질을 일정 시간 이상 공급하여, 상기 대전된 미세 입자가 상기 전기력을 제공받고 지면 방향으로 이동하여 제거되도록, 상기 공간 전하를 상기 일정 시간 이상 유지하는, 장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 컨트롤러는, 상기 전원을 이용하여 상기 대상 영역에 음전하를 공급하고, 상기 컨트롤러는 상기 전원을 이용하여 상기 적어도 하나의 노즐에 음의 전압을 인가하여, 상기 적어도 하나의 노즐을 통하여 음전하를 띠는 액적을 방출하는, 장치.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 컨트롤러는 상기 전원을 이용하여 상기 적어도 하나의 노즐을 통해 상기 대상 영역에 전하를 공급하여 상기 대상 영역에 음의 공간 전하를

형성하고,

상기 미세 입자에 제공되는 전기력은 적어도 일부 상기 음의 공간 전하에 의한 전기장에 의해 제공되는,

장치.

[청구항 5]

제1항에 있어서,

상기 컨트롤러는 상기 전원을 이용하여, 상기 대상 영역의 미세 입자에 지면을 향하는 성분을 포함하는 전기력을 제공하는,

장치.

[청구항 6]

제1항에 있어서,

상기 컨트롤러는, 상기 전원을 이용하여, 상기 적어도 하나의 노즐에,

미리 정해진 유효 반경 값을 고려하여 결정된 제1 기준 값 이상의 전원을 인가하되,

상기 미리 정해진 유효 반경은, 기준 시간 상기 미세 입자의 농도가 기준 비율 감소되는 지점까지의 거리인,

장치.

[청구항 7]

제1 항에 있어서,

상기 컨트롤러는, 상기 전원을 이용하여, 상기 적어도 하나의 노즐에,

상기 적어도 하나의 노즐을 통하여 10 μ A 내지 10mA의 전류가

출력되도록 결정된 제1 기준 값 이상의 전압을 인가하는,

장치.

[청구항 8]

제1항에 있어서,

상기 컨트롤러는 상기 전원을 이용하여, 상기 적어도 하나의 노즐에 제2 기준 값 이하의 전압을 인가하는 것을 더 포함하되, 상기 제2 기준 값은

상기 노즐로부터 전하의 방전이 방지되도록 결정되는,

장치.

[청구항 9]

대상 영역에 전하를 공급하여 대상 영역의 미세 입자 농도를 관리하는 장치에 있어서,

액체를 저장하는 용기;

상기 액체를 출력하는 적어도 하나의 노즐;

상기 용기로부터 상기 적어도 하나의 노즐로 상기 액체를 공급하는 펌프;

상기 장치에 전력을 공급하는 전원;

상기 전원을 이용하여 상기 적어도 하나의 노즐을 통하여 상기 대상 영역에 전하를 띠는 물질을 공급하는 컨트롤러; 및

상기 전하를 띠는 물질에 대하여 상기 노즐 인근에 비-전기력을 제공하는 입자 분산부;를 포함하고,

상기 컨트롤러는 상기 전원을 이용하여, 적어도 하나의 노즐에 제1 기준 값 이상의 전압을 인가하여 상기 적어도 하나의 노즐을 통하여 대전된

액적을 출력하여 상기 대전된 액적을 통하여 상기 대상 영역에 전하를

공급하여 상기 대상 영역에 공간 전하를 형성하고,
 상기 컨트롤러는 상기 공간 전하를 통하여, 상기 대상 영역된 공급된 상기 전하에 의해 대전된 미세 입자에 상기 장치로부터 멀어지는 방향의 전기력을 제공하는,
 장치.

[청구항 10] 제9항에 있어서,
 상기 입자 분산부는, 상기 전하를 띠는 물질에, 전기적으로 중성인 물질을 분사하여 상기 비 전기력을 제공하도록 구성되는,
 장치.

[청구항 11] 제9항에 있어서,
 상기 컨트롤러는 상기 전원을 이용하여 상기 적어도 하나의 노즐을 통하여 상기 전하를 띠는 물질을 공급하여 상기 대상 영역에 공간 전하를 형성하는,
 장치.

[청구항 12] 제11항에 있어서,
 상기 적어도 하나의 노즐은 상기 대전된 액적이 방출되는 일 단을 포함하고,
 상기 컨트롤러는 상기 일 단 인근에서 상기 공간 전하의 밀도가 적어도 일부 감소되도록, 상기 입자 분산부를 이용하여 상기 일 단 인근의 상기 전하를 띠는 물질에 대하여 상기 일 단으로부터 멀어지는 방향으로 상기 비-전기력을 제공하는,
 장치.

[청구항 13] 제9항에 있어서,
 상기 입자 분산부는 기체를 분사하는 적어도 하나의 에어 노즐을 포함하고, 상기 전하를 띠는 물질에 대하여 상기 노즐로부터 멀어지는 방향으로 상기 기체를 분사하는,
 장치.

[청구항 14] 지면으로부터 일정 거리 이격되어 위치되어 대상 영역에 전하를 공급하는 장치를 이용하여 상기 대상 영역의 미세 입자의 농도를 관리하는 방법에 있어서,
 상기 장치는 액체를 저장하는 용기, 상기 액체를 출력하는 적어도 하나의 노즐, 상기 용기로부터 상기 적어도 하나의 노즐로 상기 액체를 공급하는 펌프, 전력을 공급하는 전원 및 상기 전원을 이용하여 상기 적어도 하나의 노즐을 통하여 상기 대상 영역에 전하를 공급하는 컨트롤러;를 포함하고,
 상기 방법은,
 상기 컨트롤러가 상기 전원을 이용하여, 상기 적어도 하나의 노즐에 제1 기준 값 이상의 전압을 인가하는 단계;
 상기 컨트롤러가 상기 펌프를 이용하여, 상기 적어도 하나의 노즐에 상기

액체를 공급하는 단계;

상기 컨트롤러가 상기 전원 및 상기 펌프를 이용하여, 상기 적어도 하나의 노즐을 통하여 대전된 액적을 출력하고, 상기 대전된 액적을 통하여 상기 대상 영역에 전하를 공급하여 상기 대상 영역에 공간 전하를 형성하는 단계; 및

상기 컨트롤러가 상기 대전된 액적을 통하여 상기 대상 영역의 상기 미세 입자를 대전하고, 상기 공간 전하를 통하여 상기 대상 영역에 공급된 전하에 의해 상기 공급된 전하와 동일한 극성으로 대전된 상기 미세 입자에 상기 장치로부터 멀어지는 방향 성분을 적어도 일부 포함하는 전기력을 제공하는 단계; 를 포함하는 방법.

[청구항 15] 제14항에 있어서,
상기 컨트롤러가 상기 미세 입자에 상기 전기력을 제공하는 것은, 상기 대상 영역에 상기 공간 전하를 형성하여 상기 대상 영역에 상기 지면과 상기 장치 사이의 전기장을 형성하고, 상기 형성된 전기장을 통하여 상기 미세 입자에 상기 전기력을 제공하는 것을 포함하는, 방법.

[청구항 16] 제14항에 있어서,
상기 컨트롤러가, 상기 대상 영역에 상기 전하를 띠는 물질을 일정 시간 이상 공급하여, 상기 대전된 미세 입자가 상기 전기력을 제공받고 상기 지면 방향으로 이동하여 제거되도록, 상기 공간 전하를 상기 일정 시간 이상 유지하는 단계; 를 더 포함하는, 방법.

[청구항 17] 제14항에 있어서,
상기 컨트롤러는 상기 전원을 이용하여 상기 적어도 하나의 노즐을 통해 상기 대상 영역에 음전하를 공급하여 상기 대상 영역에 음의 공간 전하를 형성하고,
상기 미세 입자에 제공되는 전기력은 적어도 일부 상기 음의 공간 전하에 의한 전기장에 의해 제공되는, 방법.

[청구항 18] 제14항에 있어서,
상기 장치는 상기 전하를 띠는 물질에 대하여 비-전기력을 제공하는 입자 분산부를 더 포함하고,
상기 방법은,
상기 컨트롤러가 상기 입자 분산부를 이용하여, 상기 노즐의 상기 액적이 생성되는 일 단 부근에 위치한 상기 전하를 띠는 물질에 상기 일 단으로부터 멀어지는 방향으로 비-전기력을 제공하는 단계; 를 더포함하는

- 방법.
- [청구항 19] 제18항에 있어서,
상기 비-전기력을 인가하는 단계는, 상기 전하를 띠는 물질에, 전기적으로
중성인 물질을 분사하여 상기 비 전기력을 제공하는 것을 더 포함하는,
방법.
- [청구항 20] 제18항에 있어서,
상기 컨트롤러가 상기 대상 영역에 상기 전하를 공급하는 것은, 상기
컨트롤러가 상기 대상 영역에 상기 전하를 공급하여 상기 대상 영역에
전기장을 형성하는 공간 전하를 형성하는 것을 포함하고,
상기 컨트롤러가 상기 비-전기력을 제공하는 것은, 상기 컨트롤러가 상기
일 단 근처에서의 상기 공간 전하의 분포 밀도를 낮추기 위하여, 상기
전하를 띠는 물질에 상기 일 단으로부터 멀어지는 방향 성분을 포함하는
비-전기력을 제공하는 것을 더 포함하는,
방법.