



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0042604
(43) 공개일자 2021년04월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B03C 3/53 (2006.01) B03C 3/16 (2006.01)
G01N 1/22 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B03C 3/53 (2013.01)
B03C 3/16 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0125362
(22) 출원일자 2019년10월10일
심사청구일자 2019년10월10일

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
재단법인 바이오나노헬스가드연구단
대전광역시 유성구 과학로 125 (어은동, 한국생명공학연구원)
(72) 발명자
황정호
서울특별시 강남구 도곡로13길 19, 102동 901호(역삼동, 역삼동롯데캐슬 노블)
김형래
서울특별시 양천구 목동서로 100, 303동 1204호(목동, 목동신시가지아파트3단지)
피리 아민
서울특별시 용산구 장문로 27, 1동 1103호(이태원동, 청화아파트)
(74) 대리인
김연권

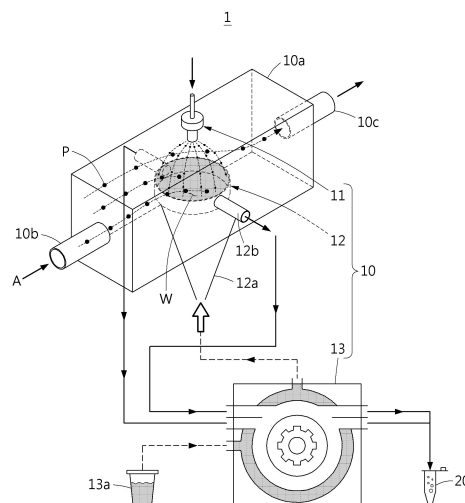
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 전기 집진장치 및 이를 이용한 바이오 에어로졸 포집 중 발생할 수 있는 미생물 손상 방지 시스템

(57) 요약

본 발명에 의한 전기 집진장치를 이용한 바이오 에어로졸 포집 중 발생할 수 있는 미생물 손상 방지 시스템은, 바이오 에어로졸 입자를 전기 집진방식으로 포집액에 포집하는 전기 집진장치 및 포집액에 포집된 입자를 측정하여 모니터링하는 모니터링부를 포함하며, 포집액은 아스코르브산(Ascorbic acid, AA)이 적어도 일부 함유된다. 이러한 구성에 의하면, 전기 집진방식의 포집 동작 중 발생될 수 있는 입자의 손상을 억제함으로써, 모니터링 품질 향상에 기여할 수 있게 된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01N 1/22 (2013.01)

B03C 2201/26 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711081996

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 글로벌프론티어사업

연구과제명 [Ezbaro] (3세부)입자의 전기적 특성을 이용한 기상 감염성 병원체 액상포집 기술개

발 (3단계)

기 여 율 1/1

과제수행기관명 연세대학교 산학협력단

연구기간 2019.01.01 ~ 2019.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

바이오 에어로졸 입자를 하전시키는 하전부; 및
상기 하전된 바이오 에어로졸 입자를 포집액으로 포집시키는 포집부;
를 포함하며,
상기 포집액은 아스코르브산(Ascorbic acid, AA)이 적어도 일부 함유된 전기 집진장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 포집액은 인산완충액(Phosphate buffer, PBS)에 상기 아스코르브산이 혼합되어 마련되는 전기 집진장치.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 아스코르브산은 상기 인산완충액에 대해 7 내지 13mM의 농도를 가지는 전기 집진장치.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 포집액은 20 내지 200 μ L/min의 유량으로 상기 포집부 내외를 순환하는 전기 집진장치 .

청구항 5

바이오 에어로졸 입자를 전기 집진방식으로 포집액에 포집하는 전기 집진장치; 및
상기 포집액에 포집된 상기 입자를 측정하여 모니터링하는 모니터링부;
를 포함하며,
상기 포집액은 아스코르브산(Ascorbic acid, AA)이 적어도 일부 함유된 바이오 에어로졸 포집 중 발생할 수 있는 미생물 손상 방지 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,
상기 포집액은 인산완충액(Phosphate buffer, PBS)에 상기 아스코르브산이 혼합되어 마련되는 바이오 에어로졸 포집 중 발생할 수 있는 미생물 손상 방지 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,
상기 아스코르브산은 상기 인산완충액에 대해 7 내지 13mM의 농도를 가지는 바이오 에어로졸 포집 중 발생할 수 있는 미생물 손상 방지 시스템.

청구항 8

제5항에 있어서,
상기 전기 집진장치는,

상기 입자를 하전시키는 하전부; 및

상기 입자를 상기 포집액으로 포집하는 포집부;

를 포함하며,

상기 포집액은 20 내지 200 $\mu\text{L}/\text{min}$ 의 유량으로 상기 포집부의 내외를 순환하는 바이오 에어로졸 포집 중 발생할 수 있는 미생물 손상 방지 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 전기 집진장치는, 상기 포집부의 내외로 상기 포집액을 순환시키는 펌프부를 포함하며,

상기 펌프부는 상기 아스코르브산을 공급하는 공급원과 연결되어 상기 포집액에 상기 아스코르브산을 혼합하여 상기 포집부로 공급하며, 상기 포집부로부터 상기 입자를 포집하여 배출되는 상기 포집액 중 적어도 일부를 상기 모니터링부로 제공하는 바이오 에어로졸 포집 중 발생할 수 있는 미생물 손상 방지 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 미생물 손상을 방지하여 바이오 에어로졸 포집 효율을 향상시킬 수 있는 전기 집진장치 및 이용한 바이오 에어로졸 포집 중 발생할 수 있는 미생물 손상 방지 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 인체에 감염 또는 질병을 유발하는 바이오 에어로졸의 모니터링을 위한 다양한 센서들이 개발되고 있다. 바이오 에어로졸을 모니터링하는 센서는 일반적으로 액체를 기반으로 분석하므로, 공기 중 바이오 에어로졸을 포집액에 포집한다.

[0003] 최근에는 에너지 절약, 안전한 바이오 에어로졸 포집을 위해, 전기 집진방식이 바이오 에어로졸 포집에 적용되고 있는 추세이다. 그러나, 전기 집진방식의 바이오 에어로졸 포집은 포집시 발생하는 이온, 활성산소 및 오존 등에 의해 바이오 에어로졸 포집 중 미생물의 손상을 야기할 수 있다.

[0004] 이에 따라, 근래에는 포집되는 바이오 에어로졸 포집 중 발생할 수 있는 미생물의 손상을 억제시키기 위한 다양한 연구가 지속적으로 이루어지고 있는 추세이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2019-0027285호

(특허문헌 0002) 미국 등록특허공보 제7,428,848호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 전기 집진방식으로 포집되는 바이오 에어로졸의 손상을 억제하여 모니터링 품질을 향상시킬 수 있는 전기 집진장치를 제공하기 위한 것이다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 상기 목적이 달성된 전기 집진장치를 이용한 바이오 에어로졸 포집 중 발생할 수 있는 미생물 손상 방지 시스템을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 전기 집진장치는, 바이오 에어로졸 입자를 하전시키는 하전부 및 상기 하

전된 바이오 에어로졸 입자를 포집액으로 포집시키는 포집부를 포함하며, 상기 포집액은 아스코르브산(Ascorbic acid, AA)이 적어도 일부 함유된다.

[0009] 또한, 상기 포집액은 인산완충액(Phosphate buffer, PBS)에 상기 아스코르브산이 혼합되어 마련될 수 있다.

[0010] 또한, 상기 아스코르브산은 상기 인산완충액에 대해 7 내지 13mM의 농도를 가질 수 있다.

[0011] 또한, 상기 포집액은 20 내지 200 $\mu\text{L}/\text{min}$ 의 유량으로 상기 포집부 내외를 순환할 수 있다.

[0012] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 전기 집진장치를 이용한 바이오 에어로졸 포집 중 발생할 수 있는 미생물 손상 방지 시스템은, 바이오 에어로졸 입자를 전기 집진방식으로 포집액에 포집하는 전기 집진장치 및 상기 포집액에 포집된 상기 입자를 측정하여 모니터링하는 모니터링부를 포함하며, 상기 포집액은 아스코르브산(Ascorbic acid, AA)이 적어도 일부 함유된다.

[0013] 또한, 상기 포집액은 인산완충액(Phosphate buffer, PBS)에 상기 아스코르브산이 혼합되어 마련될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 아스코르브산은 상기 인산완충액에 대해 7 내지 13mM의 농도를 가질 수 있다.

[0015] 또한, 상기 전기 집진장치는, 상기 입자를 하전시키는 하전부 및 상기 입자를 상기 포집액으로 포집하는 포집부를 포함하며, 상기 포집액은 20 내지 200 $\mu\text{L}/\text{min}$ 의 유량으로 상기 포집부의 내외를 순환할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 전기 집진장치는, 상기 포집부의 내외로 상기 포집액을 순환시키는 펌프부를 포함하며, 상기 펌프부는 상기 아스코르브산을 공급하는 공급원과 연결되어 상기 포집액에 상기 아스코르브산을 혼합하여 상기 포집부로 공급하며, 상기 포집부로부터 상기 입자를 포집하여 배출되는 상기 포집액 중 적어도 일부를 상기 모니터링부로 제공할 수 있다.

발명의 효과

[0017] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의하면, 포집액에 비타민 C인 아스코르브산(AA)이 혼합됨으로써, 아스코르브산의 특성에 의해 유해물질로부터 DNA 및 세포막을 보호하여 미생물 손상을 방지할 수 있다.

[0018] 또한, 전기 집진시의 하전에 의해 유해물질이 발생되더라도 인산완충액과 아스코르브산이 혼합된 포집액이 입자의 손상을 억제할 수 있어, 입자의 모니터링 품질을 향상시킬 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 미생물 손상 방지 시스템을 개략적으로 도시한 구성도이다.

도 2는 포집액 종류에 따른 포집된 입자의 손상율을 개략적으로 교한 그래프들이다.

도 3은 순수 용액과 비교하여 포집액의 유량에 따른 MDA 농도를 개략적으로 교한 그래프들이다.

도 4는 포집액의 유량에 따른 과산화수소의 농도를 개략적으로 교한 그래프들이다.

도 5는 순수 용액과 포집액의 사이클 수에 대한 상대적 형광 단위를 개략적으로 비교한 그래프들이다. 그리고,

도 6은 순수 용액과 포집액에서의 입자 특성을 개략적으로 비교한 그래프들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 본 발명의 바람직한 일 실시예를 첨부된 도면을 참고하여 설명한다.

[0022] 도 1을 참고하면, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 미생물 손상 방지 시스템(1)은 전기 집진장치(10) 및 모니터링부(20)를 포함한다.

[0024] 전기 집진장치(10)는 공기(A) 중 부유하는 바이오 에어로졸 입자(P)(이하, 입자로 지칭함)를 전기 집진방식으로 포집한다. 이를 위해, 전기 집진장치(10)는 하전부(11) 및 포집부(12)를 포함하여, 유입통(10a)의 내부로 유입된 공기(A) 중 입자(P)를 하전시켜 포집한다.

[0025] 참고로, 유입통(10a)의 일단과 타단에 상호 마주하도록 유입구(10b)와 배출구(10c)가 마련되어, 공기(A)가 유입 및 배출된다. 또한, 유입구(10b)와 배출구(10c)의 사이에 공기(A)의 유동 경로에 대해 수직한 방향으로 후술할 하전부(11)와 포집부(12)가 상호 마주하도록 위치하여, 공기(A)의 유동 흐름 중에 입자(P)를 하전하여 포집하게 된다.

- [0026] 하전부(11)는 입자(P)를 전기적으로 하전시킨다. 하전부(11)는 유입구(10b)와 배출구(10c)의 사이의 유입통(10a)의 상부에서 코로나 방전을 위한 고전압을 인가한다. 이러한 하전부(11)는 팁(Tip) 형상을 가지는 방전극으로써, 공기(A)의 유입 경로를 향해 고전압을 인가하여 유입된 공기(A) 중 입자(P)를 하전시키게 된다.
- [0027] 포집부(12)는 하전된 입자(P)를 포집액(W)으로 포집시킨다. 여기서, 포집부(12)는 하전부(11)와 마주하도록 유입통(10a)의 유입구(10b)와 배출구(10c) 사이의 하부에 위치한다. 또한, 포집부(12)는 그라운드(Ground) 전극과 연결되는 일종의 접지 전극이다.
- [0028] 이러한 구성에 의해 하전부(11)에 고전압이 인가되면, 방전극인 하전부(11) 근처의 코로나 범위에서 전자가 가속되어 공기의 분자와 충돌하게 된다. 그로 인해, 공기 분자가 이온과 전자로 분리됨으로써 생성된 이온이 하전부(11)와 포집부(12) 사이를 통과하는 공기(A) 중 입자(P)에 부착되어 하전되게 된다. 또한, 하전부(11)에서 생성된 양이온은 팁 형상의 하전부(11)를 중심으로 포집부(12)의 표면을 향해 대략 반구의 궤적을 그리면서 형성됨으로써, 코로나 방전을 형성시키게 된다. 그로 인해, 하전된 입자(P)가 정전기력에 의해, 접지 전극이 포집부(12)로 포집되게 된다.
- [0029] 한편, 포집부(12)는 포집액(W)으로 하전된 입자(P)를 포집한다. 포집액(W)은 펌프부(13)에 의해 포집부(12)의 내외를 순환한다. 보다 구체적으로, 펌프부(13)는 포집부(12)의 포집액 유입관(12a)를 통해 포집액(W)을 공급하며, 포집부(12)를 경유한 포집액(W)은 포집액 배출관(12b)을 통해 배출되어 펌프부(13)로 재 유입된다. 이렇게 펌프부(13)에 의해 포집액(W)이 정체되지 않고 지속적으로 유동되어 포집부(12)의 내외를 순환할 수 있게 된다.
- [0030] 또한, 포집액(W)에 포집된 입자(P)의 손상을 억제하기 위해, 포집액(W)은 비타민 C(Vitamin C)와 같은 아스코르브산(Ascorbic acid, AA)이 적어도 일부 함유된다. 본 실시예에서는 포집액(W)이 인산완충액(Phosphate buffer, PBS)과 아스코르브산(AA)이 상호 혼합되어 제공되는 것으로 예시한다. 여기서, 포집액(W)을 형성하는 아스코르브산(AA)은 공급원(13a)을 통해 펌프부(13)로 제공되며, 펌프부(13)는 인산완충액(PBS)과 아스코르브산(AA)을 상호 혼합하여 포집부(12)로 유입시키게 된다.
- [0031] 포집액(W)에 함유된 아스코르브산(AA)은 7 내지 13mM의 농도를 가질 수 있으며, 본 실시예에서는 10mM의 농도를 가지는 것으로 예시한다. 또한, 포집액(W)은 하전부(11)에 의해 하전되기에 적합한 시간 동안에 포집부(12)를 경유할 수 있도록 대략 20 내지 200 μ L/min의 유량으로 포집부(12)의 내외를 순환함이 좋다. 이러한 포집액(W)의 순환은 상술한 바와 같이 펌프부(13)에 의해 이루어진다.
- [0032] 한편, 포집액(W)이 인산완충액(PBS) 및 아스코르브산(AA)이 혼합됨으로써, 포집액(W)에 포집된 입자(P)가 전기 집진동작시 발생하는 이온, 활성산소 및 오존 등과 같은 유해 물질에 의해 손상되지 않고 보호될 수 있다. 즉, 포집액(W)에 포함된 아스코르브산(AA)의 특성으로 인해, 입자(P)를 보호할 수 있는 것이다.
- [0033] 모니터링부(20)는 포집액(W)에 포집된 입자(P)를 측정하여 모니터링한다. 이를 위해, 모니터링부(20)는 포집부(12)를 통해 포집된 포집액(W)이 펌프부(13)로 배출되면, 펌프부(13)로부터 이를 제공받아 포집액(W)에 포집된 입자(P)를 모니터링할 수 있다. 이러한 모니터링부(20)는 포집된 입자(P)를 검색하여 육안으로 촬영하여 모니터링하는 것과 같은 다양한 측정수단이 적용될 수 있다.
- [0035] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의한 미생물 손상 방지 시스템(1)의 미생물 손상 방지 방법을 설명하면, 다음과 같다.
- [0036] 도 1과 같이, 공급원(13a)으로부터 아스코르브산(AA)을 공급받은 펌프부(13)는 인산완충액(PBS)과 아스코르브산(AA)을 상호 혼합하여 포집부(12)로 제공한다. 하전부(11)는 포집부(12)와 마주하여, 공기(A) 중 입자(P)를 코로나 방전에 의해 하전시킨다. 하전된 입자(P)는 정전기력에 의해 포집부(12)의 포집액(W)으로 포집된다.
- [0037] 참고로, 포집액(W)에 포집된 입자(P)는 포집액(W)에 함유된 아스코르브산(AA)에 의해 손상이 억제된 상태로 펌프부(13)로 배출된다. 이때, 펌프부(13)는 포집부(12)로부터 배출된 포집액(W) 중 적어도 일부를 모니터링부(20)로 제공함으로써, 모니터링부(20)는 이를 측정하여 모니터링하게 된다.
- [0038] 도 2를 참고하면, 포집액(W)의 종류에 따른 포집된 입자(P)의 손상율을 비교한 그래프이다. 도 2의 그래프에서는 공기(A) 중 박테리아와 같은 미생물의 생존율을 비교함으로써, 입자(P)의 미생물 손상율을 측정하였다. 참고로, 미생물의 생존율이 높을수록 미생물 손상율이 낮다.
- [0039] 그 결과, 도 2의 (a)와 같이, 인산완충액(PBS) 및 아스코르브산(AA)이 혼합된 포집액(W)에서 가장 높은 생존율을 보였다. 아울러, 도 2의 (b)와 같이, 인산완충액(PBS)에 대한 아스코르브산(AA)의 농도는 대략 10mM에서 가

장 높은 효율을 가짐을 확인할 수 있다. 뿐만 아니라, 도 2의 (c) 및 (d)와 같이, 포집액(W)의 유량에 따른 생존율을 비교한 결과, 20 μ L/min 이상의 유량에서 생존율이 점차 향상됨을 확인할 수 있다.

[0040] 참고로, 포집액(W)의 유량이 현저히 20 μ L/min 보다 현저히 낮을 경우, 하전부(11)에 노출되는 시간이 증가함으로써 입자(P)의 손상율이 높아질 수 있다.

[0041] 도 3을 참고하면, 순수(DI) 용액과 본 발명에 의한 포집액(W)에서 포집액 유량에 따른 말론디알데히드(Malondialdehyde, MDA)의 농도를 비교한 그래프이다. 도 3과 같이, 인산완충액(PBS) 및 아스코르브산(AA)이 혼합된 포집액(W)을 사용할 경우, MDA의 양이 모든 유량에 따라 줄어든다. 참고로, MDA가 낮을수록 미생물의 손상율이 낮음을 지칭함에 따라, 인산완충액(PBS) 및 아스코르브산(AA)이 혼합된 포집액(W)에서의 미생물 손상이 방지됨을 확인할 수 있다.

[0042] 도 4를 참고하면, 포집액(W)의 유량에 따른 과산화수소(H_2O_2)의 농도를 비교한 그래프이다. 참고로, 공기(A) 중 입자(P)의 하전을 통해 이온, 활성산소 및 오존과 같은 유해물질이 발생되면, 이러한 유해물질과의 화학 반응으로 인해 입자(P)가 손상된다. 이러한 유해물질의 농도를 통해 입자(P)의 손상율을 확인할 수 있으며, 유해물질 중 하나인 활성산소로써, 과산화수소의 농도를 측정하였다.

[0043] 도 4의 (a)는 박테리아가 없는 순수(DI) 용액, 박테리아가 존재하는 순수(DI) 용액, (c)는 박테리아가 없는 인산완충액(PBS) 및 아스코르브산(AA)이 혼합된 포집액(W), 그리고, (d)는 박테리아가 존재하는 인산완충액(PBS) 및 아스코르브산(AA)이 혼합된 포집액(W)으로 실험하였다. 그 결과, 도 4의 (d)와 같이, 20 μ L/min의 유량에서 가장 과산화수소의 농도가 증가함을 확인할 수 있어, 포집액(W)의 유량이 빠를수록 하전부(11)에 대한 노출시간이 짧아져 유해물질의 발생율이 낮아짐을 확인할 수 있다.

[0044] 도 5는 순수 용액(DI)과 포집액(W)의 사이클 수(Cycle number)에 대한 상대적 형광 단위(Relative Fluorescence Units, RFU)를 비교한 그래프들이다. 여기서, 사이클 수는 박테리아의 DNA를 측정할 수 있는 PCR과 같은 측정수단의 증폭이 일어난 사이클 주기를 지칭한다.

[0045] 도 5의 (a) 및 (b)의 비교에서와 같이, 순수(DI) 용액에 비교하여, 인산완충액(PBS) 및 아스코르브산(AA)이 혼합된 포집액(W)에서 상대적 형광 단위가 높다. 또한, 도 5의 (c)와 같이, 순수(DI) 용액과 비교하여, 포집액(W)이 대략 4 만큼 앞당겨짐을 확인할 수 있다. 이러한 그래프 수치를 통해, 순수(DI) 용액 대비, 본 발명에 의한 포집액(W)에서의 초기 주입된 박테리아 DNA 생존율이 높음을 증명한다. 그로 인해, 순수(DI) 용액 대비 인산완충액(PBS) 및 아스코르브산(AA)이 혼합된 포집액(W)에서의 입자(P) 손상율이 낮음을 확인할 수 있는 것이다.

[0046] 도 6은 순수(DI) 용액과 인산완충액(PBS) 및 아스코르브산(AA)이 혼합된 포집액(W)에서의 입자(P) 특성을 상호 비교한 결과 그래프이다.

[0047] 도 6의 (a)와 같이, 순수(DI) 용액과 인산완충액(PBS) 및 아스코르브산(AA)이 혼합된 포집액(W)에 각각 포집된 미생물의 CFU를 비교한 결과, 인산완충액(PBS) 및 아스코르브산(AA)이 혼합된 포집액(W)에서의 미생물 CFU가 월등히 높음으로써, 입자(P)의 손상율이 낮음을 확인할 수 있다.

[0048] 도 6의 (b) 그래프에서는, PCR 측정기기를 통해 측정된 인산완충액(PBS) 및 아스코르브산(AA)이 혼합된 포집액(W)에서의 사이클 수이며, 도 6의 (c)는 순수(DI) 용액과 인산완충액(PBS) 및 아스코르브산(AA)이 혼합된 포집액(W)의 PCR 사이클 수를 비교한 그래프이다. 도 6의 (b) 및 (c)의 그래프에서와 같이, 낮은 사이클 수에서의 증폭을 확인할 수 있음으로써, 미생물의 생존율이 높음을 확인할 수 있다.

[0050] 상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만 해당 기술분야의 숙련된 당업자라면 하기의 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0051] 1: 미생물 손상 방지 시스템

10: 전기 집진장치

11: 하전부

12: 포집부

13: 펌프부

20: 모니터링부

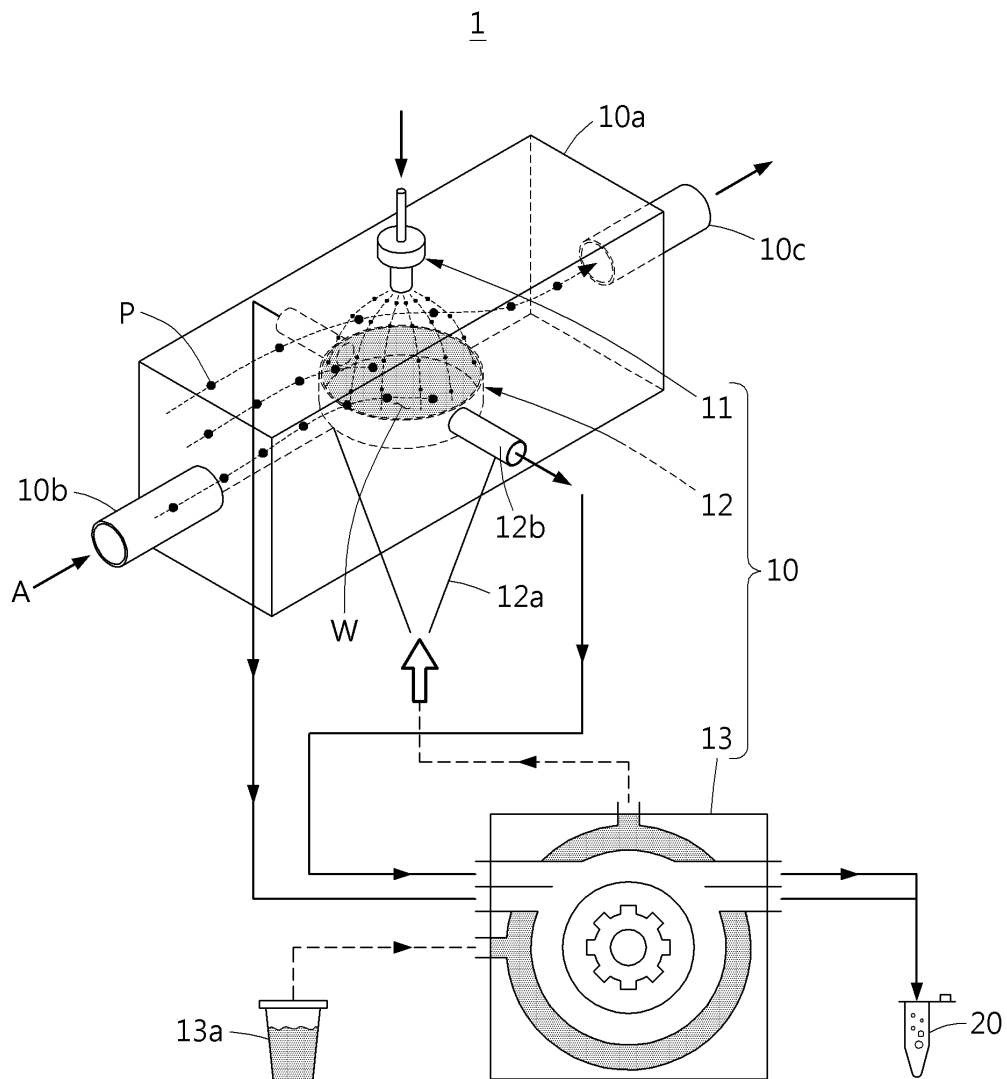
A: 공기

P: 입자

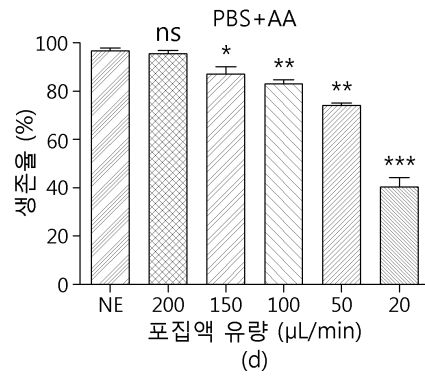
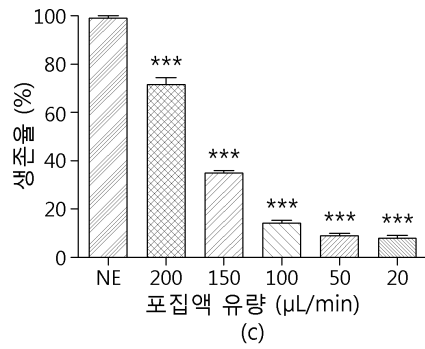
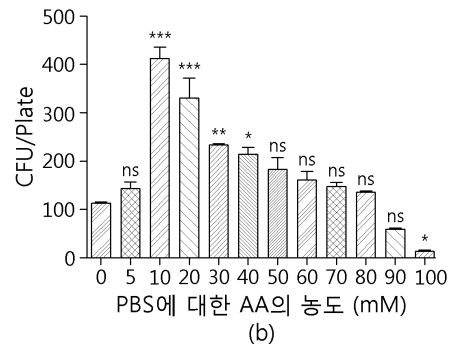
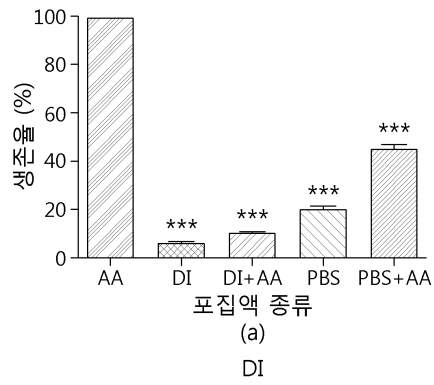
W: 포집액

도면

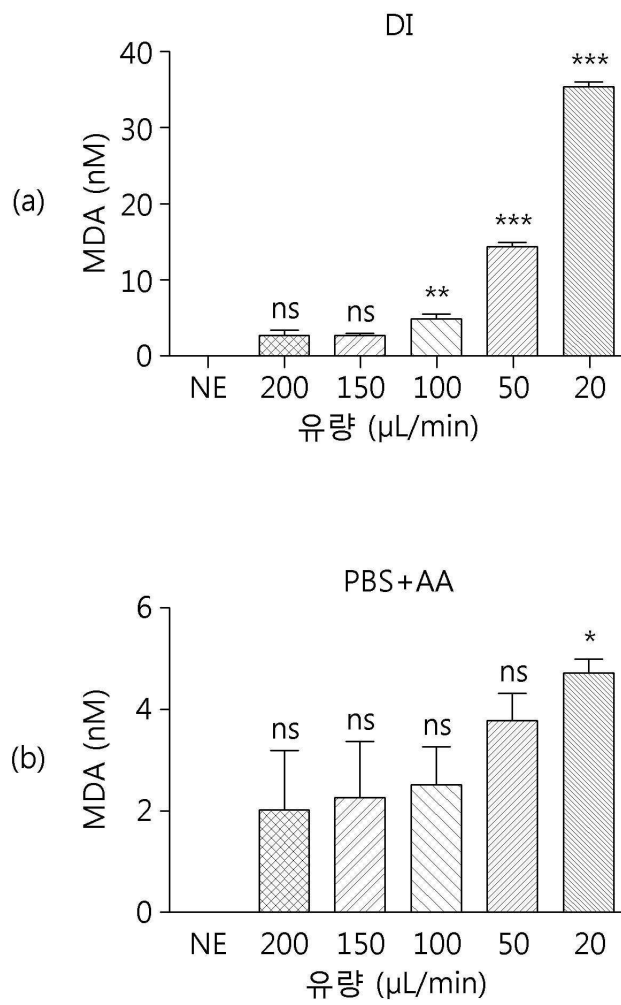
도면1



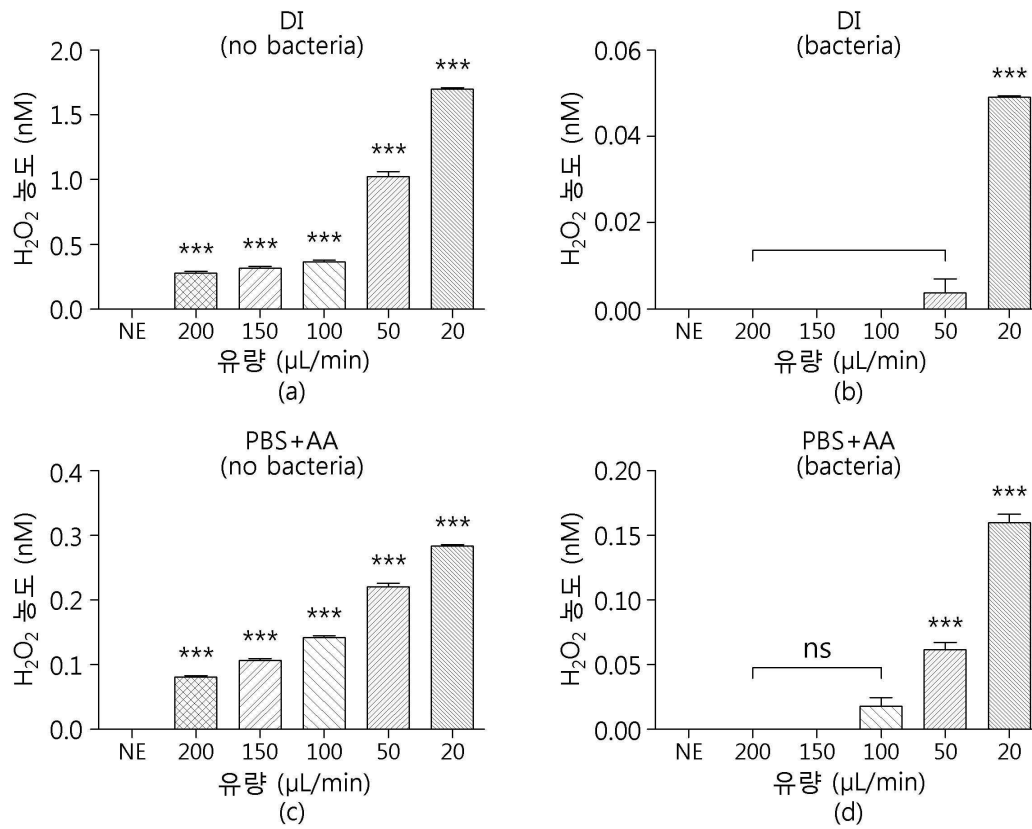
도면2



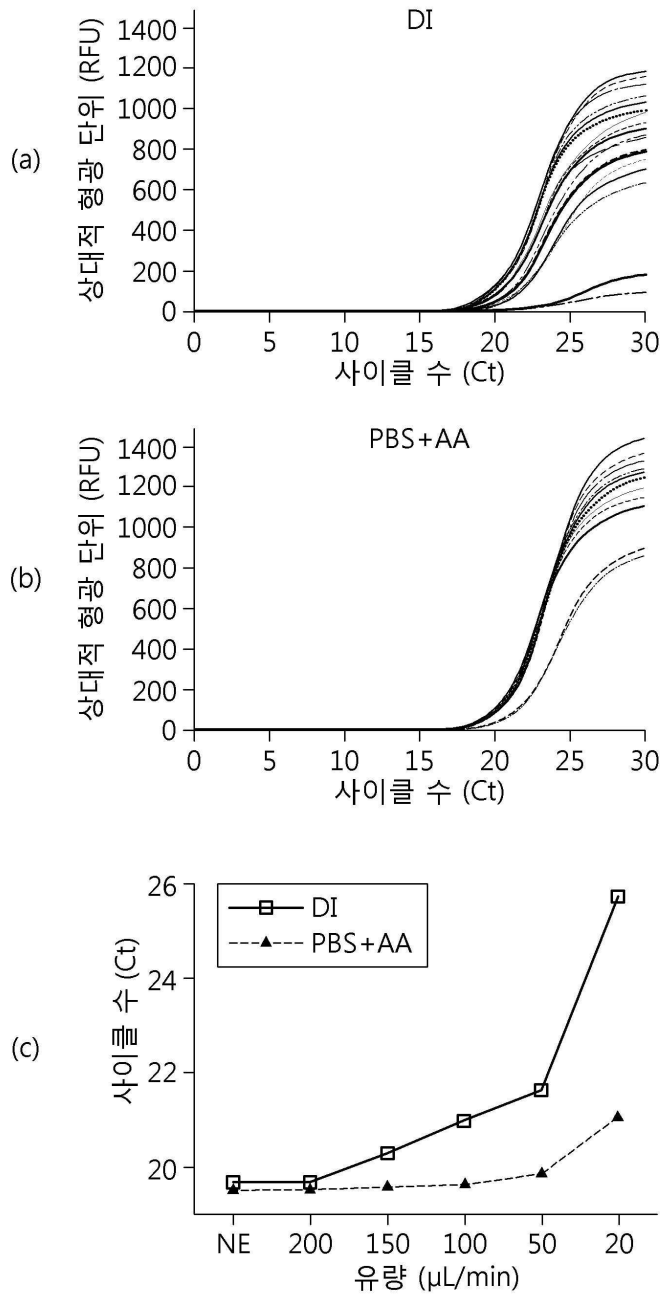
도면3



도면4



도면5



도면6

