



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0073622
(43) 공개일자 2022년06월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 1/40 (2006.01) G01N 1/24 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 1/40 (2013.01)
G01N 1/24 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0072501
(22) 출원일자 2021년06월04일
심사청구일자 2021년06월04일
(30) 우선권주장
1020200161015 2020년11월26일 대한민국(KR)

(71) 출원인
영남대학교 산학협력단
경상북도 경산시 대학로 280 (대동)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
변정훈
경상북도 경산시 대학로 280, 기계관 205호 (대동, 영남대학교)
황정호
서울특별시 강남구 도곡로13길 19, 102동 901호 (역삼동, 역삼동 롯데캐슬 노블)
(74) 대리인
김연권

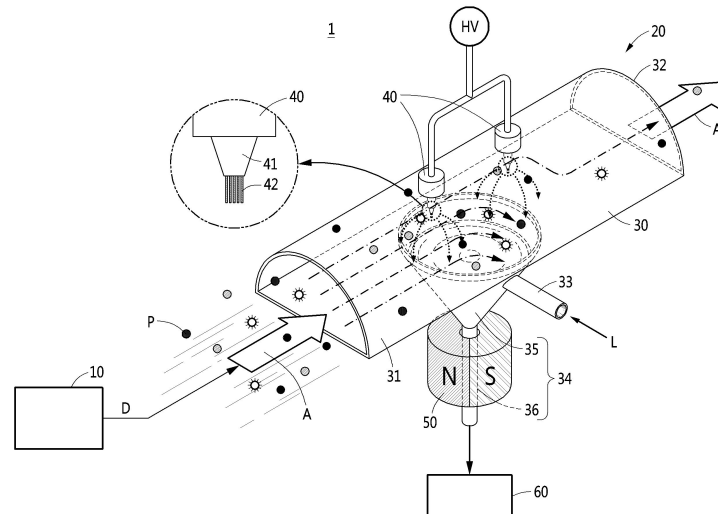
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 발명의 명칭 바이오 에어로졸 검사장치 및 검사방법

(57) 요약

본 발명에 의한 바이오 에어로졸 검사장치는, 에어로졸 입자를 보호하는 완충액을 액적으로 분무하는 분무부, 액적 및 에어로졸 입자를 포함하는 공기가 유입되며, 에어로졸 입자를 포집액으로 포집하는 포집부 및, 포집부에 포집된 상기 에어로졸 입자를 선별 검사하는 검사부를 포함하며, 포집부는 자기가열 또는 플라즈몬가열이 가능한 가열성 단백질을 포함하는 코팅물질이 코팅된 비드입자와 에어로졸 입자를 결합하여 포집한다. 이러한 구성에 의하면, 에어로졸 입자를 선별하여 포집 및 농축하여 검사할 수 있어, 검사 정확도를 향상시킬 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

G01N 2001/242 (2013.01)

G01N 2001/4038 (2013.01)

(72) 발명자

김형래

서울특별시 양천구 목동서로 100, 303동 1204호(목
동, 목동신시가지아파트3단지)

안상권

경기도 의정부시 시민로 287, 106동 1502호(
신곡동, e편한세상 신곡 파크비스타)

명세서

청구범위

청구항 1

에어로졸 입자를 보호하는 완충액을 액적으로 분무하는 분무부;

상기 액적 및 상기 에어로졸 입자를 포함하는 공기가 유입되며, 상기 에어로졸 입자를 포집액으로 포집하는 포집부; 및

상기 포집부에 포집된 상기 에어로졸 입자를 선별 검사하는 검사부;

를 포함하며,

상기 포집부는 자기가열 또는 플라즈마가열이 가능한 가열성 단백질을 포함하는 코팅물질이 코팅된 비드입자와 상기 에어로졸 입자를 결합하여 상기 포집액에 농축시켜 포집하는 바이오 에어로졸 검사장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 분무부는,

상기 완충액을 음전압으로 대전시켜 배출하는 노즐; 및

상기 노즐의 배출구에 마련되어, 상기 대전된 액체를 척력에 의해 상기 액적으로 분무시키는 테일러 콘;

을 포함하며,

상기 노즐의 내면에는 음전극이 인가되는 복수의 나노부재가 마련되는 바이오 에어로졸 검사장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 포집부는,

상기 액적 및 공기가 유입 및 배출되는 포집관;

상기 포집관의 내부를 향해 방전극을 인가하도록 표면에 나노 구조물이 복수개 마련되어, 상기 에어로졸 입자를 하전시켜 상기 포집액에 포집시키는 상기 방전부재; 및

상기 포집액에 포집된 상기 에어로졸 입자를 농축시키는 농축부재;

를 포함하며,

상기 농축부재는 상기 비드입자를 자력으로 간섭하는 자석을 포함하는 바이오 에어로졸 검사장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 방전부재는 상기 포집관의 내부를 향하는 침단을 가지는 방전핀 또는 와이어 형상을 가지는 방전와이어 중 적어도 어느 하나를 포함하며,

상기 방전부재는 상기 포집관의 내부로 유입된 상기 에어로졸 입자를 전기 분무에 의해 하전시키는 바이오 에어로졸 검사장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 나노 구조물은 CNT(Carbon Nano Tube) 성장방식 및, 탄소 또는 텅스텐을 포함하는 금속을 에칭하는 에칭방

식 중 적어도 어느 하나에 의해 마련되는 복수의 나노핀을 포함하는 바이오 에어로졸 검사장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 나노 구조물의 종횡비는 1을 초과하는 바이오 에어로졸 검사장치.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 포집관은, 상기 액적 및 공기가 유입 및 배출되는 유입구 및 배출구가 상호 마주하도록 길이 방향으로 연장되며, 상기 유입구와 배출구 사이에 상기 포집액이 유입 및 배출되는 유입유로 및 배출유로가 마련되며,

상기 배출유로에 상기 농축부재가 마련되는 바이오 에어로졸 검사장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 배출유로는 깔대기 형상을 가지며,

상기 농축부재는 상기 배출유로의 외면에 착탈 가능하게 설치되어, 상기 배출유로의 외면에 부착시 자력으로 상기 비드입자와 결합된 상기 에어로졸 입자를 상기 배출유로의 내면에 부착시키고, 상기 배출유로의 외면으로부터 분리시에는 상기 비드입자와 결합된 상기 에어로졸 입자를 상기 배출유로의 내면으로부터 분리시키는 바이오 에어로졸 검사장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 방전부재는 상기 포집부로 유입되는 상기 공기의 유입 방향에 대해 교차 또는 마주하는 방향에 마련되는 바이오 에어로졸 검사장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 방전부재는 전도성 미세섬유 다발을 포함하는 전극 사용물질로 마련되는 바이오 에어로졸 검사장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 코팅물질은 콘카나발린 A(Concanavalin A)를 포함하는 바이오 에어로졸 검사장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 비드입자는 철족 금속(Iron Group Metal) 또는 그 화합물을 포함하는 제1물질, 자성을 띠는 희토류 또는 그 화합물을 포함하는 제2물질, 광열 효과를 갖는 귀금속, 그래핀, 칼코겐 및 흑린 중 적어도 어느 하나를 포함하는 제3물질, 광열효과를 갖는 비귀금속 구조체를 포함하는 제4물질 및, 상기 제1 내지 제4물질들의 화합물을 포함하는 제5물질 중 적어도 어느 하나를 포함하는 바이오 에어로졸 검사장치.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 비드입자는 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 가돌리늄(Gd), 네오디뮴(Nd), 사마륨(Sm) 및 망간(Mn)을 포함하는 자성을 가지는 원소, 상기 자성을 가지는 원소에 광열 효과를 가지는 루테튬(Ru), 로듐(Rh), 팔라듐(Pd), 오스뮴(Os), 이리듐(Ir), 백금(Pt), 금(Au), 은(Ag)을 포함하는 귀금속 원소가 합금 또는 다원소 구조로 결합된 물질 또는, 상기 자성을 가지는 원소 또는 광열 효과를 가지는 상기 귀금속 원소에 생체적합성을 개선하는 이산

화규소(SiO₂), 이산화타이타늄(TiO₂), 산화마그네슘(MgO), 산화아연(ZnO), 산화철(Fe₂O₃)을 포함하는 금속산화물과 결합된 물질 중 적어도 어느 하나를 포함하는 바이오 에어로졸 검사장치.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 검사부는 포집된 상기 에어로졸 입자를 상기 비드입자의 자기가열 또는 플라즈몬가열에 의한 열순환을 이용하는 PCR(Polymerase Chain Reaction) 검사를 포함하는 바이오 에어로졸 검사장치.

청구항 15

포집액에 포함된 자력에 간섭되는 비드입자가 에어로졸 입자와 결합하여 포집되는 포집단계; 및

상기 포집된 에어로졸 입자를 자기가열 또는 플라즈몬가열에 의한 열순환을 분석하는 분석단계;

를 포함하며,

상기 비드입자는 가열성 단백질을 포함하는 코팅물질이 코팅되는 바이오 에어로졸 검사방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 포집단계는,

상기 에어로졸 입자를 보호하는 완충액을 액적으로 분무하는 분무단계; 및

상기 액적 및 에어로졸 입자를 포함하는 공기가 포집관으로 유입되면, 상기 에어로졸 입자를 상기 포집액으로 농축하는 농축단계;

를 포함하는 바이오 에어로졸 검사방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 분무단계는,

상기 완충액을 음전압으로 대전시켜 배출하는 노즐 및 상기 노즐의 배출구에 마련되어 상기 대전된 액체를 척력에 의해 상기 액적으로 분무시키는 테일러 콘을 포함하여 상기 완충액을 분무하며,

상기 노즐의 내면에는 음전극이 인가되는 복수의 나노부재가 마련되는 바이오 에어로졸 검사방법.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 포집관은, 내부를 향해 방전극을 인가하도록 표면에 나노 구조물이 복수개 마련되어 상기 에어로졸 입자를 하전시켜 상기 포집액에 포집시키는 방전부재가 마련되고,

상기 포집액에 포집된 상기 에어로졸 입자를 농축시키는 농축부재가 상기 비드입자를 자력으로 간섭하도록 상기 포집관의 외면에 착탈 가능하게 마련되는 바이오 에어로졸 검사방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 방전부재는 상기 포집관의 내부를 향하는 침단을 가지는 방전핀 또는 와이어 형상을 가지는 방전와이어 중 적어도 어느 하나를 포함하며,

상기 방전부재는 상기 포집관의 내부로 유입된 상기 에어로졸 입자를 전기 분무에 의해 하전시키는 바이오 에어로졸 검사방법.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 나노 구조물은 CNT(Carbon Nano Tube) 성장방식 및, 탄소 또는 텅스텐을 포함하는 금속을 에칭하는 에칭방식 중 적어도 어느 하나에 의해 마련되는 복수의 나노핀을 포함하고,

상기 나노 구조물의 중형비는 1을 초과하는 바이오 에어로졸 검사방법.

청구항 21

제16항에 있어서,

상기 포집관은, 상기 액적 및 공기가 유입 및 배출되는 유입구 및 배출구가 상호 마주하도록 길이 방향으로 연장되며, 상기 유입구와 배출구 사이에 상기 포집액이 유입 및 배출되는 유입유로 및 배출유로가 마련되며,

상기 농축부재는 상기 배출유로의 외면에 착탈 가능하게 설치되어, 상기 배출유로의 외면에 부착시 자력으로 상기 비드입자와 결합된 상기 에어로졸 입자를 상기 배출유로의 내면에 부착시키고, 상기 배출유로의 외면으로부터 분리시에는 상기 비드입자와 결합된 상기 에어로졸 입자를 상기 배출유로의 내면으로부터 분리시키는 바이오 에어로졸 검사방법.

청구항 22

제18항에 있어서,

상기 방전부재는 상기 포집부로 유입되는 상기 공기의 유입 방향에 대해 교차 또는 마주하는 방향에 마련되며, 전도성 미세섬유 다발을 포함하는 전극 사용물질로 마련되는 바이오 에어로졸 검사방법.

청구항 23

제15항에 있어서,

상기 코팅물질은 콘카나발린 A(Concanavalin A)를 포함하는 바이오 에어로졸 검사방법.

청구항 24

제15항에 있어서,

상기 비드입자는 철족 금속(Iron Group Metal) 또는 그 화합물을 포함하는 제1물질, 자성을 띠는 희토류 또는 그 화합물을 포함하는 제2물질, 광열효과를 갖는 귀금속, 그래핀, 칼코겐 및 흑린 중 적어도 어느 하나를 포함하는 제3물질, 광열효과를 갖는 비귀금속 구조체를 포함하는 제4물질 및, 상기 제1 내지 제4물질들의 화합물을 포함하는 제5물질 중 적어도 어느 하나를 포함하는 바이오 에어로졸 검사방법.

청구항 25

제15항에 있어서,

상기 비드입자는 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 가돌리늄(Gd), 네오디뮴(Nd), 사마륨(Sm) 및 망간(Mn)을 포함하는 자성을 가지는 원소, 상기 자성을 가지는 원소에 광열 효과를 가지는 루테튬(Ru), 로듐(Rh), 팔라듐(Pd), 오스뮴(Os), 이리듐(Ir), 백금(Pt), 금(Au), 은(Ag)을 포함하는 귀금속 원소가 합금 또는 다원소 구조로 결합된 물질 또는, 상기 자성을 가지는 원소 또는 광열 효과를 가지는 상기 귀금속 원소에 생체적합성을 개선하는 이산화규소(SiO₂), 이산화타이타늄(TiO₂), 산화마그네슘(MgO), 산화아연(ZnO), 산화철(Fe₂O₃)을 포함하는 금속산화물과 결합된 물질 중 적어도 어느 하나를 포함하는 바이오 에어로졸 검사방법.

청구항 26

제15항에 있어서,

상기 분석단계는 포집된 상기 에어로졸 입자를 상기 비드입자의 자기가열 또는 플라즈마가열에 의한 열순환을 이용하는 PCR(Polymerase Chain Reaction) 검사를 포함하는 바이오 에어로졸 검사방법.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 공기 중 감염성 바이러스를 포함하는 에어로졸 입자를 선별 포집하여 열순환 분석을 통해 검사할 수 있는 나노기술 기반의 바이오 에어로졸 검사장치 및 검사방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 인체에 감염 또는 질병을 유발하는 바이오 에어로졸의 모니터링을 위한 다양한 센서들이 개발되고 있다. 바이오 에어로졸을 모니터링하는 센서는 일반적으로 바이오 에어로졸을 포집액으로 포집함으로써, 공기 중 바이러스의 위해성을 분석하는 샘플링 기술이 적용된다. 이러한 바이러스 샘플링 기술은 기계적 방법의 한계인 장시간의 샘플링 시간이 요구되는 단점을 가진다.

[0003] 이러한 기계적 방법의 한계를 보완하기 위해, 근래에는 전기 집진방식으로 바이오 에어로졸 입자를 포집하기 위한 기술이 적용되고 있다. 그러나, 전기 집진방식의 바이오 에어로졸 포집은 고전계에 의한 바이오 입자의 손상으로 식별 분석율을 저하시킨다.

[0004] 이에 따라, 공기 중 바이러스와 같은 미세 입자를 포집 및 농축하여 고속 샘플링하여 분석하기 위한 기술 연구가 지속적으로 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1243631호
(특허문헌 0002) 미국 등록특허공보 제7,428,848호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 공기 중 바이러스를 포함하는 에어로졸 입자를 손상 없이 고농도로 선별 포집하여 검사 정확도를 향상시킬 수 있는 바이오 에어로졸 검사장치를 제공하기 위한 것이다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 상기 목적이 달성된 바이오 에어로졸 검사장치를 이용하여 자기가열 및 플라즈몬가열 열순환을 이용한 에어로졸 입자의 선별 검사가 가능한 바이오 에어로졸 검사방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 바이오 에어로졸 검사장치는, 에어로졸 입자를 보호하는 완충액을 액적으로 분무하는 분무부, 상기 액적 및 상기 에어로졸 입자를 포함하는 공기가 유입되며, 상기 에어로졸 입자를 포집액으로 포집하는 포집부 및, 상기 포집부에 포집된 상기 에어로졸 입자를 선별 검사하는 검사부를 포함하며, 상기 포집부는 자기가열 또는 플라즈몬가열이 가능한 가열성 단백질을 포함하는 코팅물질이 코팅된 비드입자와 상기 에어로졸 입자를 결합하여 상기 포집액에 농축시켜 포집한다.

[0009] 또한, 상기 분무부는, 상기 완충액을 음전압으로 대전시켜 배출하는 노즐 및, 상기 노즐의 배출구에 마련되어, 상기 대전된 액체를 척력에 의해 상기 액적으로 분무시키는 테일러 콘을 포함하며, 상기 노즐의 내면에는 음전극이 인가되는 복수의 나노부재가 마련될 수 있다.

[0010] 또한, 상기 포집부는, 상기 액적 및 공기가 유입 및 배출되는 포집관, 상기 포집관의 내부를 향해 방전극을 인가하도록 표면에 나노 구조물이 복수개 마련되어, 상기 에어로졸 입자를 하전시켜 상기 포집액에 포집시키는 상기 방전부재 및, 상기 포집액에 포집된 상기 에어로졸 입자를 농축시키는 농축부재를 포함하며, 상기 농축부재는 상기 비드입자를 자력으로 간섭하는 자석을 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 방전부재는 상기 포집관의 내부를 향하는 침단을 가지는 방전핀 또는 와이어 형상을 가지는 방전와이어 중 적어도 어느 하나를 포함하며, 상기 방전부재는 상기 포집관의 내부로 유입된 상기 에어로졸 입자를 전기 분무에 의해 하전시킬 수 있다.

- [0012] 또한, 상기 나노 구조물은 CNT(Carbon Nano Tube) 성장방식 및, 탄소 또는 텅스텐을 포함하는 금속을 에칭하는 에칭방식 중 적어도 어느 하나에 의해 마련되는 복수의 나노핀을 포함할 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 나노 구조물의 종횡비는 1을 초과할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 포집관은, 상기 액적 및 공기가 유입 및 배출되는 유입구 및 배출구가 상호 마주하도록 길이 방향으로 연장되며, 상기 유입구와 배출구 사이에 상기 포집액이 유입 및 배출되는 유입유로 및 배출유로가 마련되며, 상기 배출유로에 상기 농축부재가 마련될 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 배출유로는 깔대기 형상을 가지며, 상기 농축부재는 상기 배출유로의 외면에 착탈 가능하게 설치되어, 상기 배출유로의 외면에 부착시 자력으로 상기 비드입자와 결합된 상기 에어로졸 입자를 상기 배출유로의 내면에 부착시키고, 상기 배출유로의 외면으로부터 분리시에는 상기 비드입자와 결합된 상기 에어로졸 입자를 상기 배출유로의 내면으로부터 분리시킬 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 방전부재는 상기 포집부로 유입되는 상기 공기의 유입 방향에 대해 교차 또는 마주하는 방향에 마련될 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 방전부재는 전도성 미세섬유 다발을 포함하는 전극 사용물질로 마련될 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 코팅물질은 콘카나발린 A(Concanavalin A)을 포함할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 비드입자는 철족 금속(Iron Group Metal) 또는 그 화합물을 포함하는 제1물질, 자성을 띠는 희토류 또는 그 화합물을 포함하는 제2물질, 광열효과를 갖는 귀금속, 그래핀, 칼코겐 및 흑린 중 적어도 어느 하나를 포함하는 제3물질, 광열효과를 갖는 비귀금속 구조체를 포함하는 제4물질 및, 상기 제1 내지 제4물질들의 화합물을 포함하는 제5물질 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 비드입자는 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 가돌리늄(Gd), 네오디뮴(Nd), 사마륨(Sm) 및 망간(Mn)을 포함하는 자성을 가지는 원소, 상기 자성을 가지는 원소에 광열 효과를 가지는 루테튬(Ru), 로듐(Rh), 팔라듐(Pd), 오스뮴(Os), 이리듐(Ir), 백금(Pt), 금(Au), 은(Ag)을 포함하는 귀금속 원소가 합금 또는 다원소 구조로 결합된 물질 또는, 상기 자성을 가지는 원소 또는 광열 효과를 가지는 상기 귀금속 원소에 생체적합성을 개선하는 이산화규소(SiO₂), 이산화타이타늄(TiO₂), 산화마그네슘(MgO), 산화아연(ZnO), 산화철(Fe₂O₃)을 포함하는 금속산화물과 결합된 물질 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 검사부는 포집된 상기 에어로졸 입자를 상기 비드입자의 자기가열 또는 플라즈마가열에 의한 열순환을 이용하는 PCR(Polymerase Chain Reaction) 검사를 포함할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 바이오 에어로졸 검사방법은, 포집액에 포함된 자력에 간섭되는 비드입자가 에어로졸 입자와 결합하여 포집되는 포집단계 및, 상기 포집된 에어로졸 입자를 자기가열 또는 플라즈마가열에 의한 열순환을 분석하는 분석단계를 포함하며, 상기 비드입자는 가열성 단백질을 포함하는 코팅물질이 코팅된다.
- [0023] 또한, 상기 포집단계는, 상기 에어로졸 입자를 보호하는 완충액을 액적으로 분무하는 분무단계 및, 상기 액적 및 에어로졸 입자를 포함하는 공기가 포집관으로 유입되면, 상기 에어로졸 입자를 상기 포집액으로 농축하는 농축단계를 포함할 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 분무단계는, 상기 완충액을 음전압으로 대전시켜 배출하는 노즐 및 상기 노즐의 배출구에 마련되어 상기 대전된 액체를 척력에 의해 상기 액적으로 분무시키는 테일러 콘을 포함하여 상기 완충액을 분무하며, 상기 노즐의 내면에는 음전극이 인가되는 복수의 나노부재가 마련될 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 포집관은, 내부를 향해 방전극을 인가하도록 표면에 나노 구조물이 복수개 마련되어 상기 에어로졸 입자를 하전시켜 상기 포집액에 포집시키는 방전부재가 마련되고, 상기 포집액에 포집된 상기 에어로졸 입자를 농축시키는 농축부재가 상기 비드입자를 자력으로 간섭하도록 상기 포집관의 외면에 착탈 가능하게 마련될 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 방전부재는 상기 포집관의 내부를 향하는 침단을 가지는 방전핀 또는 와이어 형상을 가지는 방전와이어 중 적어도 어느 하나를 포함하며, 상기 방전부재는 상기 포집관의 내부로 유입된 상기 에어로졸 입자를 전기 분무에 의해 하전시킬 수 있다.
- [0027] 또한, 상기 나노 구조물은 CNT(Carbon Nano Tube) 성장방식 및, 탄소 또는 텅스텐을 포함하는 금속을 에칭하는

에칭방식 중 적어도 어느 하나에 의해 마련되는 복수의 나노핀을 포함하고, 상기 나노 구조물의 종횡비는 1을 초과할 수 있다.

[0028] 또한, 상기 포집관은, 상기 액적 및 공기가 유입 및 배출되는 유입구 및 배출구가 상호 마주하도록 길이 방향으로 연장되며, 상기 유입구와 배출구 사이에 상기 포집액이 유입 및 배출되는 유입유로 및 배출유로가 마련되며, 상기 농축부재는 상기 배출유로의 외면에 착탈 가능하게 설치되어, 상기 배출유로의 외면에 부착시 자력으로 상기 비드입자와 결합된 상기 에어로졸 입자를 상기 배출유로의 내면에 부착시키고, 상기 배출유로의 외면으로부터 분리시에는 상기 비드입자와 결합된 상기 에어로졸 입자를 상기 배출유로의 내면으로부터 분리시킬 수 있다.

[0029] 또한, 상기 방전부재는 상기 포집부로 유입되는 상기 공기의 유입 방향에 대해 교차 또는 마주하는 방향에 마련되며, 전도성 미세점유 다발을 포함하는 전극 사용물질로 마련될 수 있다.

[0030] 또한, 상기 코팅물질은 콘카나발린 A(Concanavalin A)를 포함할 수 있다.

[0031] 또한, 상기 비드입자는 철족 금속(Iron Group Metal) 또는 그 화합물을 포함하는 제1물질, 자성을 띠는 희토류 또는 그 화합물을 포함하는 제2물질, 광열효과를 갖는 귀금속, 그래핀, 칼코겐 및 흑린 중 적어도 어느 하나를 포함하는 제3물질, 광열효과를 갖는 비귀금속 구조체를 포함하는 제4물질 및, 상기 제1 내지 제4물질들의 화합물을 포함하는 제5물질 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0032] 또한, 상기 비드입자는 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 가돌리늄(Gd), 네오디뮴(Nd), 사마륨(Sm) 및 망간(Mn)을 포함하는 자성을 가지는 원소, 상기 자성을 가지는 원소에 광열 효과를 가지는 루테튬(Ru), 로듐(Rh), 팔라듐(Pd), 오스뮴(Os), 이리듐(Ir), 백금(Pt), 금(Au), 은(Ag)을 포함하는 귀금속 원소가 합금 또는 다원소 구조로 결합된 물질 또는, 상기 자성을 가지는 원소 또는 광열 효과를 가지는 상기 귀금속 원소에 생체적합성을 개선하는 이산화규소(SiO₂), 이산화타이타늄(TiO₂), 산화마그네슘(MgO), 산화아연(ZnO), 산화철(Fe₂O₃)을 포함하는 금속산화물과 결합된 물질 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0033] 또한, 상기 분석단계는 포집된 상기 에어로졸 입자를 상기 비드입자의 자기가열 또는 플라즈몬가열에 의한 열순환을 이용하는 PCR(Polymerase Chain Reaction) 검사를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0034] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의하면, 첫째, 콘카나발린 A(Concanavalin A)와 같은 단백질 물질이 코팅된 비드입자의 자기가열 또는 플라즈몬가열에 의한 열순환을 이용한 선별 검사가 가능하다.

[0035] 둘째, 자기가열 또는 플라즈몬가열에 의한 열순환을 이용해 에어로졸 입자를 검사함으로써, 신속 및 정확한 PCR 분석이 가능함과 아울러, PCR 검사기의 휴대성이 우수하다.

[0036] 셋째, 나노 구조체가 표면에 마련된 방전부재로 인해, 방전부재에 낮은 전압이 인가되어도 일정 품질 이상의 방전 효율을 기대할 수 있다. 아울러, 낮은 전압으로 에어로졸 입자를 하전시킬 수 있어, 기존의 고전압으로 인한 에어로졸 입자의 손상을 방지할 수 있다. 이에 따라, 고농도로 농축된 에어로졸 입자의 포집으로 인한, 분석 품질을 향상시킬 수 있다.

[0037] 넷째, 분무부로부터 분무되는 액적 형태의 완충액이 에어로졸 입자를 보호할 수 있어, 에어로졸 입자의 손상 방지에 보다 유리하다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 바이오 에어로졸 검사장치를 개략적으로 도시한 구성도이다.

도 2는 도 1에 도시된 분무부를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 3은 도 1에 도시된 농축부재를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 4는 기존의 방전핀과 본 발명에 의한 나노핀이 마련된 방전부재를 개략적으로 비교한 이미지이다.

도 5는 기존의 방전핀과 본 발명에 의한 나노핀이 마련된 방전부재의 방전을 개략적으로 비교한 이미지이다.

도 6은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 바이오 에어로졸 검사장치를 이용한 바이오 에어로졸 검사방법을 설명하기 위해 개략적으로 도시한 도면이다. 그리고,

도 7은 도 6에 의한 바이오 에어로졸 검사장치를 이용한 바이오 에어로졸 검사방법의 분석단계를 설명하기 위한

열사이클링 그래프를 개략적으로 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 이하, 본 발명의 바람직한 일 실시예를 첨부된 도면을 참고하여 설명한다.
- [0040] 도 1 및 도 2를 참고하면, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 바이오 에어로졸 검사장치(1)는 분무부(10), 포집부(20) 및 검사부(60)를 포함한다.
- [0041] 참고로, 본 발명에서 설명하는 바이오 에어로졸 검사장치(1)는 공기 중에 부유하는 사스(Sars) 또는 코로나-19(COVID-19) 바이러스와 같은 병원균 바이러스 입자를 포집 및 농축하여 검사한다. 그러나, 꼭 이에 한정하는 것은 아니며, 본 발명에 의한 바이오 에어로졸 검사장치(1)가 공기 중 미세먼지 농도를 검사하기 위해 포집하는 것과 같은 다양한 변형이 가능함은 당연하다.
- [0042] 분무부(10)는 에어로졸 입자(P) 에어로졸 입자(P)를 보호하는 완충액(W)을 포함하는 액체를 액적(D)의 형태로 분무한다. 이를 위해, 분무부(10)는 도 2의 도시와 같이, 노즐(11) 및 테일러 콘(12)을 포함한다.
- [0043] 노즐(11)은 완충액(W)을 음전압으로 대전시켜 배출한다. 이러한 노즐(11)은 도 2에 확대 도시된 바와 같이, 내면을 따라 복수의 나노부재(13)가 돌출 마련된다. 여기서, 나노부재(13)는 CNT(Carbon Nano Tube) 성장 및, 탄소 또는 텅스텐을 포함하는 금속을 에칭방식 중 적어도 어느 하나에 의해 마련될 수 있다. 한편, 도 2의 도시와 같이, 노즐(11)을 통과하는 액체는 나노부재(13)와의 간섭에 의해 낮은 전압에도 완충액(W)을 음극으로 대전시킨다. 즉, 나노부재(13)는 노즐(11)을 경유하는 완충액(W)을 대전시키는 일종의 하이퍼라키 전극이다.
- [0044] 테일러 콘(Taylor Cone)(12)은 노즐(11)의 배출구에 마련되어, 척력에 의해 완충액(W)을 액적(D) 형태로 분무시킨다. 테일러 콘(12)은 노즐(11)을 경유하여 음극으로 대전된 완충액(W)을 후술할 포집부(20)로 전기 분무하기 위한 일종의 노즐이다. 이러한 테일러 콘(12)은 표면 장력을 이기는 정전기력인 척력이 가해지면 개방되어 완충액(W)을 액적(D)의 형태로 정전 분무시킨다.
- [0045] 한편, 분무부(10)에서 분무된 액적(D)은 음극으로 대전된 상태임에 따라, 에어로졸 입자(P)와의 부착성이 좋다. 그로 인해, 후술할 포집부(20)의 내부에서 에어로졸 입자(P)가 방전될 때, 액적(D)과의 결합에 의해 손상되지 않도록 보호될 수 있어, 포집액(L)에 대한 포집성을 향상시킬 수 있다.
- [0046] 포집부(20)는 분무부(10)를 통해 유입된 액적(D) 및 에어로졸 입자(P)를 포함하는 공기(A)가 유입되어, 에어로졸 입자(P)를 포집액(L)으로 포집한다. 이러한 포집부(20)는 도 1의 도시와 같이, 포집관(30), 방전부재(40) 및 농축부재(50)를 포함한다.
- [0047] 포집관(30)은 액적(D) 및 공기(A)가 유입 및 배출되는 배관이다. 이러한 포집관(30)은 분무부(10)로부터 분무된 액적(D)과 공기(A)가 유입 및 배출되는 유입구(31) 및 배출구(32)가 상호 마주하도록 배치되는 중공의 관 형상을 가진다.
- [0048] 또한, 포집관(30)은 유입구(31)와 배출구(32)의 사이에 포집액(L)이 유입되는 유입유로(33)와 포집액(L)이 배출되는 배출유로(34)가 마련된다. 여기서, 배출유로(34)는 깔대기와 같은 형상을 가진다. 보다 구체적으로, 배출유로(34)는 직경이 배출 방향을 향해 점차 직경이 좁아지는 컵 형상의 상단(35)과, 상단(35)에 비해 직경이 상대적으로 좁으나 균일하게 연장되는 관 형상의 하단(36)으로 마련된다.
- [0049] 방전부재(40)는 포집관(30)의 내부를 향해 에어로졸 입자(P)를 대전시키도록 방전극을 인가한다. 이러한 방전부재(40)는 도 1에 확대 도시된 바와 같이, 포집관(30)의 내부를 향하는 첨단(41)을 가지는 방전핀 형상을 가진다. 그러나, 꼭 이에 한정하는 것은 아니며 와이어 형상을 가지는 방전 와이어로 변형될 수도 있음은 당연하다.
- [0050] 방전부재(40)는 금속 재질로 마련되며, 한 쌍으로 마련되어 음극과 양극이 인가되는 방전극이다. 또한, 방전부재(40)의 첨단(41)의 표면에는 나노핀(42)을 포함하는 나노 구조물이 마련된다. 나노핀(42)은 CNT(Carbon Nano Tube) 성장방식 및, 탄소 또는 텅스텐을 포함하는 금속을 에칭하는 에칭방식 중 적어도 어느 하나에 의해 복수개 마련된다.
- [0051] 참고로, 나노핀(42)이 마련되는 방전부재(40)는 금속 재질과 같은 전극 사용물질로 마련되며, 본 실시예에서는 전도성 미세섬유 다발을 포함하는 것으로 예시한다.
- [0052] 이러한 나노핀(42)으로 인해, 방전부재(40)에 낮은 전압이 인가되어도 고효율의 방전 효과를 구현할 수 있다. 그로 인해, 방전부재(40)에 의해 방전되는 바이러스를 포함하는 에어로졸 입자(P)가 고전압 방전에 의해 손상됨

을 방지할 수 있어, 높은 농축비를 가질 수 있다.

- [0053] 한편, 본 발명에서 설명하는 나노핀(42)의 가로와 세로의 비율인 종횡비가 1을 초과하는 5:1 이상의 비율을 가지며, 직경이 500nm 미만으로 금속 지지체인 방전부재(40)의 표면에 102 pins/nm² 보다 큰 간격으로 배열됨이 좋다. 이러한 나노핀(42)의 종횡비가 5:1 이상에서 낮은 전압인가에도 에어로졸 입자(P)의 방전 효율을 극대화시킬 수 있다.
- [0054] 참고로, 나노핀(42)의 종횡비는 5:1의 비율로만 한정하지 않으며, 바람직하게는 1을 초과하는 다양한 비율로 설정될 수 있음은 당연하다.
- [0055] 방전부재(40)에 의해 방전된 에어로졸 입자(P)는 포집관(30) 내부로 유입된 포집액(L)에 포집된다. 이를 위해, 방전부재(40)는 포집관(30)의 유입구(31)와 배출구(32) 사이에서 포집액(L)과 마주하도록 위치한다. 이때, 포집액(L)은 그라운드(Ground) 전극과 연결되는 일종의 접지 전극이다.
- [0056] 이러한 구성에 의해 방전부재(40)에 전압이 인가되면, 방전부재(40) 근처의 코로나 범위에서 전자가 가속되어 공기(A)의 분자와 충돌하게 된다. 그로 인해, 분자가 이온과 전자로 분리됨으로써 생성된 이온이 방전부재(40)와 포집액(L)의 사이를 통과하는 공기(A) 중 에어로졸 입자(P)에 부착되어, 에어로졸 입자(P)를 하전시키게 된다. 또한, 방전부재(40)는 침단(41)을 중심으로 포집액(L)의 표면을 향해 대략 반구의 궤적을 그리면서 코로나 방전을 형성시키게 된다. 그로 인해, 하전된 에어로졸 입자(P)가 정전기력에 의해 접지 전극인 포집액(L)으로 포집된다.
- [0057] 참고로, 본 실시예에서는 방전부재(40)가 공기(A)의 유동 방향에 대해 교차하는 방향으로 포집관(30)의 상부에서 하부를 향해 방전극을 인가하는 것으로 예시하나, 꼭 이에 한정하는 것은 아니다. 예컨대, 공기(A)의 유동 방향과 마주하거나, 포집관(30)의 하부에서 상부를 향해 공기(A)의 유동 방향과 교차하는 방향으로 방전부재(40)가 방전극을 인가하는 변형예도 가능하다. 즉, 방전부재(40)가 공기(A)의 유동 방향을 기준으로 교차하거나 마주하도록, 다양한 각도 및 위치에서 방전극을 발생시킬 수 있다.
- [0058] 또한, 방전부재(40)는 상술한 분무부(10)와 마찬가지로, 에어로졸 입자(P)를 전기 분무방식으로 하전시킬 수 있다. 이러한 방전부재(40)의 전기 분무에 의해 에어로졸 입자(P)를 하전시킬 수 있는 구성은 분무부(10)와 유사하므로, 자세한 설명 및 도시는 생략한다.
- [0059] 참고로, 포집액(L)은 미도시된 펌프에 의해 포집관(30)의 내외를 순환할 수 있다. 보다 구체적으로, 펌프(미도시)는 포집관(30)의 유입유로(33)를 통해 포집액(L)을 공급하며, 포집관(30)을 경유한 포집액(L)은 배출구(32)를 통해 배출되어 펌프(미도시)로 재 유입된다. 이러한 펌프(미도시)에 의해 포집액(L)이 정체되지 않고 지속적으로 유동됨으로써, 포집액(L)이 포집관(30)의 내외를 순환할 수 있게 된다.
- [0060] 농축부재(50)는 포집액(L)에 포집된 에어로졸 입자(P)를 농축시킨다. 이를 위해, 농축부재(50)는 도 3의 도시와 같이, 깔대기 형상을 가지는 배출유로(34)의 하단(36) 외주면에 착탈 가능하게 설치되는 자석을 포함하여, 자력을 이용해 포집액(L)에 포집된 에어로졸 입자(P)를 농축시킨다.
- [0061] 보다 구체적으로, 자성을 가지는 비드입자(B)가 포집액(L)에 공급되면, 중력에 의해 배출유로(34)로 비드입자(B)가 유입된다. 배출유로(34)로 유입된 비드입자(B)는 외주면에 설치된 농축부재(50)의 자력에 간섭되어 배출유로(34)의 내주면에 코팅된다.
- [0062] 한편, 비드입자(B)는 자기가열(Magnetothermal) 또는 플라즈몬가열(Plasmonic thermal)이 가능한 가열성 단백질질을 포함하는 코팅물질이 코팅된다. 여기서, 비드입자(B)는 철족 금속(Iron Group Metal) 또는 그 화합물을 포함하는 제1물질, 자성을 띠는 희토류 또는 그 화합물을 포함하는 제2물질, 광열효과를 갖는 귀금속, 그래핀, 칼코겐 및 흑린 중 적어도 어느 하나를 포함하는 제3물질, 광열효과를 갖는 비귀금속 구조체를 포함하는 제4물질 및, 상기 제1 내지 제4물질들의 화합물을 포함하는 제5물질 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 즉, 비드입자(B)는 자력에 간섭 가능한 다양한 물질 중 어느 하나 또는 이의 화합물로 마련될 수 있다.
- [0063] 정리하면, 비드입자(B)는 자기장에 의한 바이오 에어로졸 입자(P)의 부착과 함께 열변환(Thermocycling) 단계에서 광열 기능을 보유한다. 이에 따라, 비드입자(B)는 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 가돌리늄(Gd), 네오디뮴(Nd), 사마륨(Sm) 및 망간(Mn) 등과 같은 철족을 포함한 자성을 가지는 원소들로 구성되었거나, 이러한 자성을 가지는 원소에 광열 효과를 배가시키기 위해, 루테튬(Ru), 로듐(Rh), 팔라듐(Pd), 오스뮴(Os), 이리듐(Ir), 백금(Pt), 금(Au), 은(Ag)와 같은 귀금속 원소가 합금 또는 단순히 혼합된 다원소 구조로 결합된 자성입자를 적용할 수 있다. 또한, 비드입자(B)는 이상과 같은 원소들의 생체적합성을 개선하기 위해, 이산화규소(SiO₂), 이산

화타이타늄(TiO₂), 산화마그네슘(MgO), 산화아연(ZnO), 산화철(Fe₂O₃) 등과 같은 금속산화물과 결합된 자성입자 및, 자성입자와 귀금속입자의 혼합물로 적용할 수 있다.

- [0064] 포집액(L)에 에어로졸 입자(P)가 포집되어 배출유로(34)로 유입되면, 에어로졸 입자(P)가 비드입자(B)와 결합된다. 이후, 농축부재(50)가 배출유로(34)로부터 분리되어 비드입자(B)를 간섭하던 자력을 해제시키면, 에어로졸 입자(P)와 결합된 비드입자(B)를 수집한다. 그로 인해, 포집액(L)에 대해 에어로졸 입자(P)를 고농도로 농축하여 샘플링할 수 있게 된다.
- [0065] 한편, 도 4 및 도 5를 참고하면, 본 발명에서 설명하는 방전핀 형상을 가지는 방전부재(40)를 개략적으로 촬영한 이미지가 도시된다. 도 4의 (a)는 기존의 방전핀을 촬영한 이미지이고, 도 4의 (b)는 나노핀(42)이 복수개 마련된 본 발명에 의한 방전부재(40)를 촬영한 이미지이다. 또한, 도 5의 (a)는 기존의 방전핀의 방전을 촬영한 이미지이고, 도 5의 (b)는 본 발명에 의한 나노핀(42)을 구비하는 방전부재(40)의 방전을 촬영한 이미지이다.
- [0066] 도 4 및 도 5의 도시와 같이, 본 발명에 의한 방전부재(40)의 표면에는 복수의 나노핀(42)이 마련됨으로써, 나노핀(42)이 마련되지 않은 기존의 방전핀과 비교하여 낮은 전압에도 높은 방전 효과를 구현할 수 있다.
- [0067] 검사부(60)는 포집부(20)에 포집된 에어로졸 입자(P)를 선별 검사한다. 이러한 검사부(60)는 자기가열 및 플라즈몬가열에 의한 열순환(Thermocycling)을 이용한 PCR(Polymerase Chain Reaction) 검사를 이용한다. 참고로, 검사부(60)의 검사 방법은 보다 자세히 후술한다.
- [0068] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의한 바이오 에어로졸 검사장치(1)를 이용한 바이오 에어로졸 검사방법(100)을 도 6을 참고하여 설명한다.
- [0069] 본 발명에 의한 바이오 에어로졸 검사방법(100)은 포집단계(110)와 분석단계(120)를 포함한다.
- [0070] 포집단계(110)는 분무단계와 농축단계로 이루어질 수 있다.
- [0071] 분무단계는 도 1의 도시와 같이, 분무부(10)에서 액적(D)이 분무됨과 함께, 외부의 공기(A)가 포집관(30)으로 유입된다. 여기서, 분무부(10)는 도 2의 도시와 같이, 복수의 나노부재(13)가 내면에 마련된 노즐(11)을 경유하는 완충액(W)을 음전하로 대전시켜, 테일러 콘(12)을 이용해 액적(D) 형태로 분무시킨다. 이러한 분무부(10)에 의해 완충액(W)이 액적(D)으로 분무되어 공기(A)와 함께 포집관(30)으로 유입됨에 따라, 공기(A) 중의 바이러스와 같은 에어로졸 입자(P)에 부착되어 보호한다.
- [0072] 농축단계는 도 6의 (a) 내지 (c)와 같이, 포집액(L)에 포함된 자력에 간섭되는 비드입자(B)와 에어로졸 입자(P)가 결합되어, 농축 포집된다. 보다 구체적으로, 도 6의 (a)와 같이, 비드입자(B)는 자석을 포함하는 농축부재(50)에 간섭됨으로써, 비드입자(B)와 결합된 에어로졸 입자(P)는 농축부재(50)가 마련된 포집관(30) 즉, 배출유로(34)의 하단(36) 내면에 부착되어 농축된다.
- [0073] 한편, 포집관(30)으로 유입되는 공기(A)는 방전부재(40)에 의해 하전된다. 여기서, 방전부재(40)의 침단(41)에는 복수의 나노핀(42)이 마련됨으로써, 낮은 전압이 인가되어도 공기(A)에 포함된 에어로졸 입자(P)가 손상없이 하전된다.
- [0074] 하전된 에어로졸 입자(P)는 배출유로(34)를 통해 외부로 배출된다. 이때, 도 6의 (a)의 도시와 같이, 배출유로(34)에 마련된 농축부재(50)의 자력에 의해 간섭되는 비드입자(B)가 에어로졸 입자(P)와 결합됨으로써, 고농도로 농축되어 포집된다.
- [0075] 배출유로(34)의 내면에 부착된 비드입자(B)와 결합된 에어로졸 입자(P)는 도 6의 (b)와 같이 농축부재(50)가 배출유로(34)로부터 분리됨으로써, 배출유로(34)의 내면으로부터 분리된다. 그로 인해, 도 6의 (c)와 같이, 포집액(L)에 농축된 비드입자(B)와 결합된 에어로졸 입자(P)는 고농도로 농축되어 샘플링됨으로써, 검사부(60)로 제공된다.
- [0076] 분석단계(120)는 도 6의 (d) 또는 (e)와 같이, 비드입자(B)에 코팅된 코팅물질에 의한 자기가열 또는 플라즈몬가열에 의한 열순환을 감지하여, 에어로졸 입자(P)를 검사한다. 보다 자세히 설명하면, 도 6의 (d)와 같이 수거된 비드입자(B)와 결합된 에어로졸 입자(P)의 자기가열 또는, 도 6의 (e)와 같이 플라즈몬가열에 의해 발생되는 열순환을 이용하여 검사부(60)가 에어로졸 입자(P)를 감지한다. 즉, 검사부(60)는 PCR 검사방식을 적용하여 농축된 에어로졸 입자(P)에 의한 자기가열 또는 플라즈몬가열에 의한 열순환을 분석한다. 이때, 에어로졸 입자(P)는 도 7의 그래프와 같은 열순환이 가능함으로써, 농축된 에어로졸 입자(P)를 검사할 수 있게 된다.

[0077] 이렇게 자기가열 또는 플라즈몬가열에 의한 열순환을 이용해 에어로졸 입자(P)를 검사할 경우, 신속 및 정확하게 PCR 검사기의 휴대성이 우수하다.

[0078] 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

[0079] 1: 바이오 에어로졸 검사장치

10: 분무부

20: 포집부

30: 포집관

40: 방전부재

50: 농축부재

60: 검사부

A: 공기

L: 포집액

P: 입자

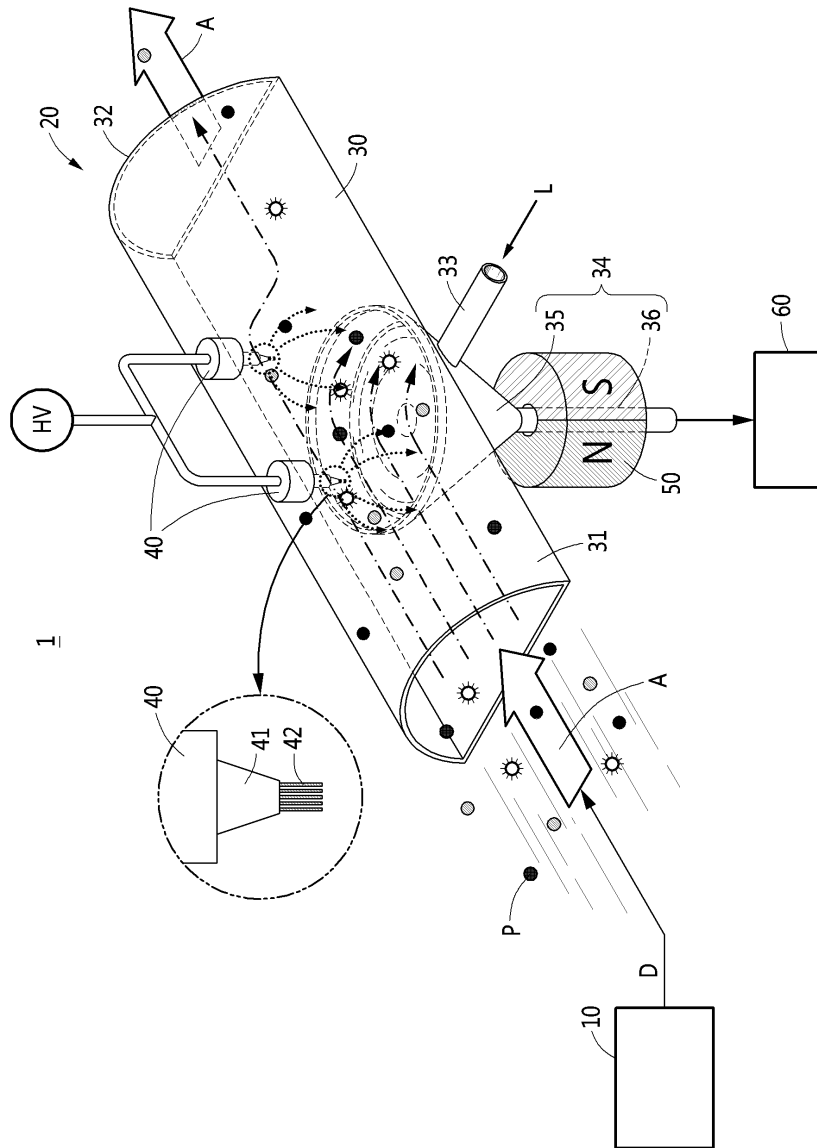
D: 액적

W: 완충액

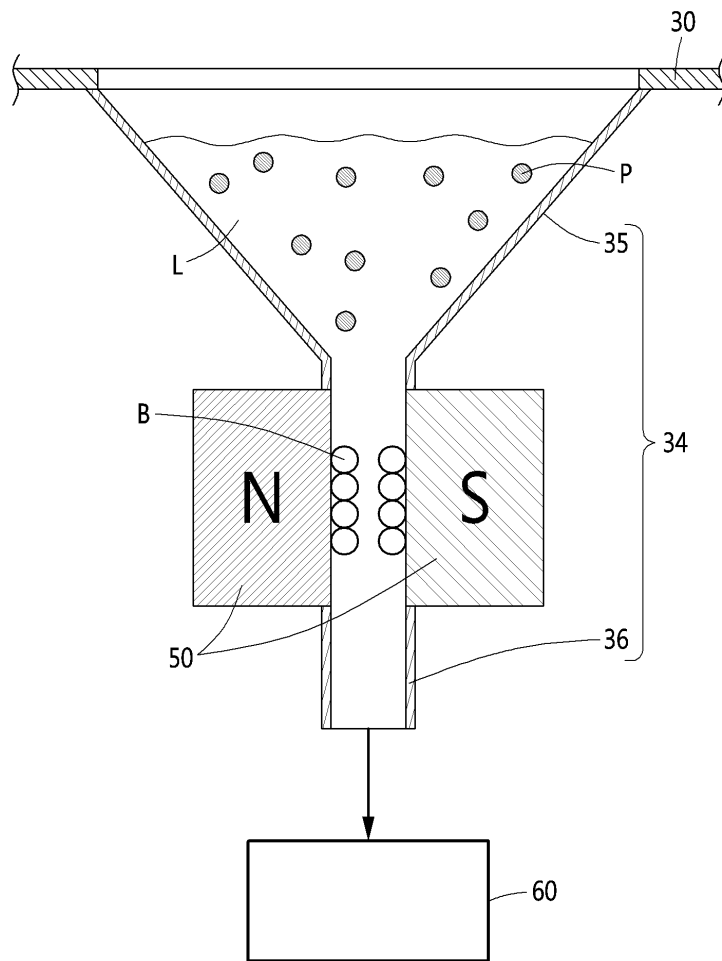
B: 비드입자

도면

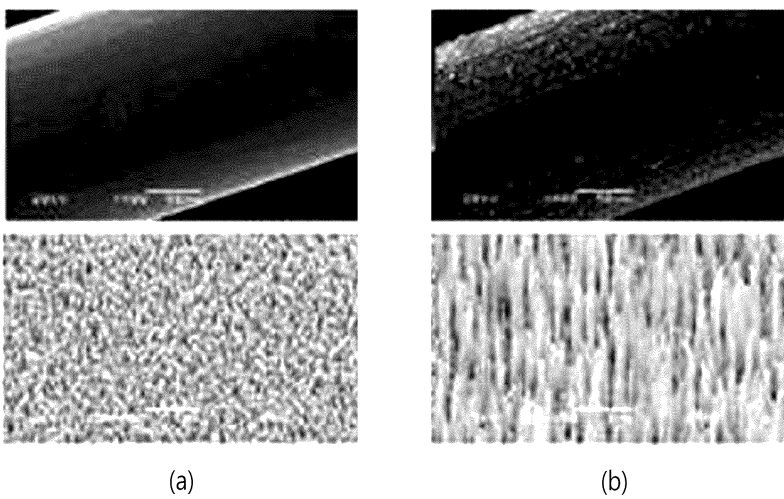
도면1



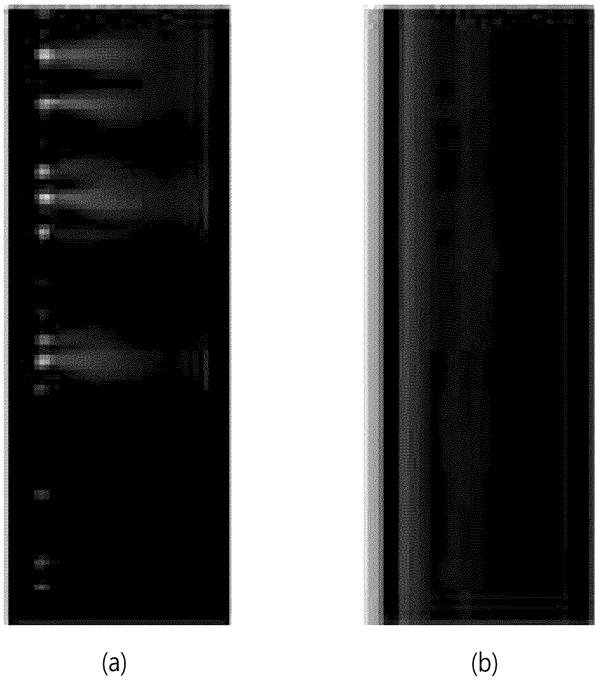
도면3



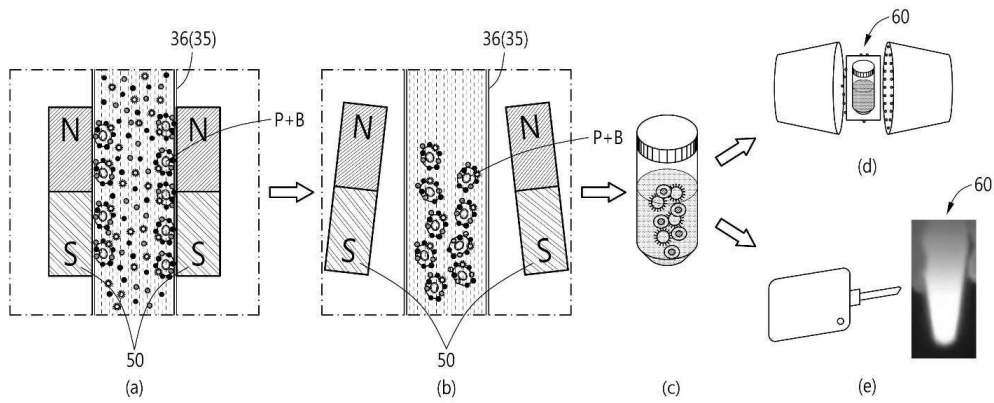
도면4



도면5



도면6



도면7

