

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0041971

(43) 공개일자 2022년04월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 15/06 (2006.01) G01N 15/00 (2017.01)

G01N 15/10 (2006.01) G01N 33/569 (2017.01)

(52) CPC특허분류

G01N 15/0656 (2013.01)

G01N 15/1031 (2022.02)

(21) 출원번호 10-2020-0124431

(22) 출원일자 2020년09월25일

심사청구일자 2021년09월17일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

황정호

서울특별시 강남구 도곡로13길 19, 102동 901호(역삼동, 역삼동 롯데캐슬 노블)

오재호

경기도 안산시 상록구 중보로 16, 206동 101호(사동, 푸른마을주공2단지아파트)

안상권

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

(74) 대리인

특허법인다나

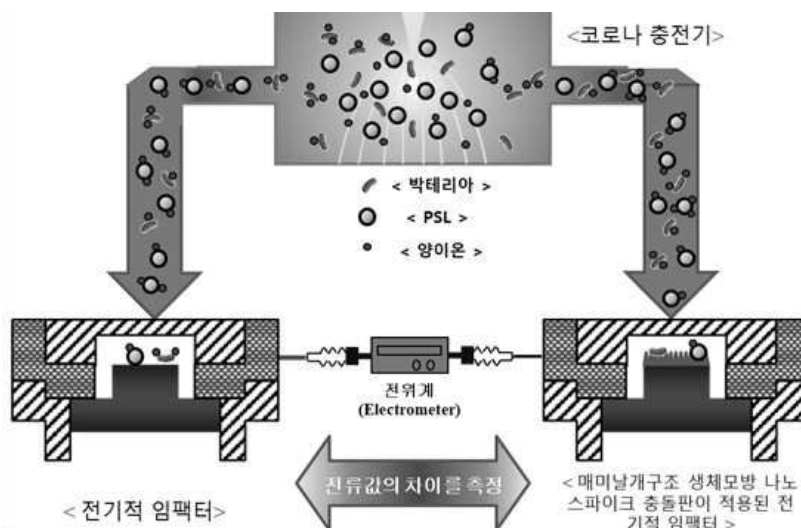
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 매미날개구조 생체모방 나노스파이크 충돌판이 적용된 전기적 임팩터

(57) 요약

매미날개구조 생체모방 나노스파이크 충돌판이 적용된 전기적 임팩터에 관한 것으로, 최상층에 위치하며 미생물 입자를 유입하는 도입부와; 상기 도입부를 통해 유입된 미생물 입자의 충돌에 의한 전류를 측정하는 제 1 센싱부;와 상기 도입부를 통해 유입된 미생물 입자의 충돌에 의한 전류를 측정하는 제 2 센싱부;를 포함하고, 상기 제 1 센싱부;는 센싱부 표면에 일반 충돌판;이 포함되어 있으며, 상기 제 2 센싱부;는 센싱부 표면이 나노스파이크 충돌판;이 포함되어있고, 제 1 센싱부;와 제 2 센싱부;의 전기적 신호를 입력받는 측정부;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 전기적 임팩터를 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01N 33/569 (2013.01)

G01R 19/0092 (2013.01)

G01N 2015/0088 (2013.01)

G01N 2015/1006 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2019112014
과제번호	2013M3A6B207895933
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	원천기술개발사업
연구과제명	[통합이지마로] (3세부)입자의 전기적 특성을 이용한 기상 감염성 병원체 액상포집
기술개발 (3단계)(3/5)	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

최상층에 위치하며 미생물 입자를 유입하는 도입부와;

상기 도입부를 통해 유입된 미생물 입자의 충돌에 의한 전류를 측정하는 제 1 센싱부;와

상기 도입부를 통해 유입된 미생물 입자의 충돌에 의한 전류를 측정하는 제 2 센싱부;를 포함하고,

상기 제 1 센싱부;는 센싱부 표면에 일반 충돌판;이 포함되어 있으며,

상기 제 2 센싱부;는 센싱부 표면이 나노스파이크 충돌판;이 포함되어있고,

제 1 센싱부;와 제 2 센싱부;의 전기적 신호를 입력받는 측정부;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 전기적 임팩터.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 미생물은, 박테리아 또는 곰팡이인 것을 특징으로 하는,

전기적 임팩터.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 나노스파이크 충돌판은,

다음과 같은 나노스파이크가 충돌판 표면에 형성되어 있는 전기적 임팩터;

폭이 100 내지 200nm이고,

높이가 300 내지 400nm이며,

나노스파이크 사이의 거리가 100 내지 200nm.

청구항 4

최상층의 도입부로 미생물이 도입되는 단계;

도입된 미생물이 충돌판에 충돌하여 발생하는 전기적 신호를 측정하는 단계; 및

제 1 센싱부;와 제 2 센싱부;의 전기적 신호의 차이로 미생물의 농도를 확인하는 단계;를 포함하는 바이오에어로졸 농도 측정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 매미날개구조 생체모방 나노스파이크 충돌판이 적용된 전기적 임팩터에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 에어로졸은 기체와 기체 중에 부유하고 있는 고체 또는 액체 입자로써 정의 된다. 이러한 에어로졸은 크기가 1 nm에서 100 μm 이상의 아주 넓은 범위를 가지고 있기 때문에 이를 정확히 계측하기 어려운 실정이다. 또한 에어로졸의 물리적 화학적 특성 다르고 형상, 밀도 등 다양한 변수가 존재하기 때문에 계측에 있어서 이를 반영하

기가 극히 힘들다.

[0003] 이러한 에어로졸은 다양한 성분으로 구성되어 있는데, 이 중에는 최근 이슈가 되고 있는 COVID-19 같은 바이러스뿐만 아니라 박테리아 같은 바이오에어로졸도 에어로졸의 범주에 포함된다. 바이오 에어로졸 측정은 대표적으로 군집계수법(Colony forming unit, CFU), 중합효소 연쇄 반응(Polymerase chain reaction, PCR) 등이 있다. 하지만 CFU는 1일 이상, PCR은 수 시간 이상의 시간이 걸리기 때문에 실시간 측정과는 다소 거리가 멀다고 볼 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 본 발명에서는 전기식 임팩터를 이용하여 PSL (Polystyrene Latex) 실험입자와 박테리아 (Staphylococcus epider midis)를 동시에 하전시켜 충돌판에 아무처리를 하지 않은 임팩터와 매미 날개를 모방한 나노스파이크(nano-spike) 형태로 가공한 충돌판이 삽입되어 있는 임팩터로 동시 측정하여 전류 값의 차이로 에어로졸과 바이오에어로졸의 양을 정량적으로 측정하였다.

[0005] 이에 본 발명의 목적은, 매미날개구조 생체모방 나노스파이크 충돌판이 적용된 전기식 임팩터를 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명의 또 다른 목적은, 상기 전기식 임팩터를 이용한 바이오에어로졸 농도 측정 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기와 같은 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 최상층에 위치하며 미생물 입자를 유입하는 도입부와; 상기 도입부를 통해 유입된 미생물 입자의 충돌에 의한 전류를 측정하는 제 1 센싱부;와 상기 도입부를 통해 유입된 미생물 입자의 충돌에 의한 전류를 측정하는 제 2 센싱부;를 포함하고, 상기 제 1 센싱부;는 센싱부 표면에 일반 충돌판;이 포함되어 있으며, 상기 제 2 센싱부;는 센싱부 표면이 나노스파이크 충돌판;이 포함되어 있고, 제 1 센싱부;와 제 2 센싱부;의 전기식 신호를 입력받는 측정부;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 전기식 임팩터를 제공한다.

[0008] 또한, 본 발명은 상기 전기식 임팩터를 이용한 바이오에어로졸 농도 측정 방법을 제공한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명에 따르면, 매미날개구조 생체모방 나노스파이크 충돌판이 적용된 전기식 임팩터를 제공할 수 있다.

[0010] 또한, 본 발명의 전기식 임팩터는 기존의 군집계수법보다 훨씬 짧은 시간이 소요되어 실시간으로 바이오에어로졸을 측정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 전기식 임팩터를 이용한 바이오에어로졸의 측정 방법에 대한 개략도이다.

도 2는 전기식 임팩터의 개략도이다.

도 3은 매미날개구조 생체모방 나노스파이크 충돌판 제조 방법의 개략도이다.

도 4는 본 발명에 따른 임팩터의 충돌판에서 세포용해(cell lysis)실험 결과 그래프이다.

도 5는 본 발명에 따른 임팩터의 충돌판에서 나노스파이크와 충돌 시 박테리아(S.aureus)의 손상도를 확인한 SEM 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하, 본 발명을 상세하게 설명한다.

[0013] 본 발명은 매미날개구조 생체모방 나노스파이크 충돌판이 적용된 전기식 임팩터에 관한 것이다.

[0014] 본 발명에 따른 매미날개구조 생체모방 나노스파이크 충돌판이 적용된 전기식 임팩터는 최상층에 위치하며 미생물 입자를 유입하는 도입부와; 상기 도입부를 통해 유입된 미생물 입자의 충돌에 의한 전류를 측정하는 제 1 센

싱부;와 상기 도입부를 통해 유입된 미생물 입자의 충돌에 의한 전류를 측정하는 제 2 센싱부;를 포함하고, 상기 제 1 센싱부;는 센싱부 표면에 일반 충돌판;이 포함되어 있으며, 상기 제 2 센싱부;는 센싱부 표면이 나노스파이크 충돌판;이 포함되어있고, 제 1 센싱부;와 제 2 센싱부;의 전기적 신호를 입력받는 측정부;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0015] 본 발명에서 "충돌판"은 도 2에서와 같이 전기적 임팩터의 센싱부의 표면에 위치하며, 바이오에어로졸이 충돌판에 포집되면 센싱부에서 전류가 발생하여 측정부에서 전류값을 측정한다.

[0016] 본 발명에서 "일반 충돌판"은 표면에 아무런 처리를 하지 않은 실리콘 웨이퍼(si wafer)를 말한다.

[0017] 본 발명에서 "바이오에어로졸"은 기체상의 미생물이나 생물에서 발생한 기체상의 모든 물질을 가리킨다. 예를 들어 살아있거나 죽은 미생물 (박테리아), 미생물 부스러기, 곰팡이포자, 꽃가루, 동식물에서 발생한 알레르기 물질, 사람의 몸에서 나온 기침 및 체액, 그리고 미생물에서 발생한 독소 등을 포함한다. 바이오에어로졸은 자연에 무한히 많으며 존재 하는 곳도 집 안과 밖, 건물내부 및 외부, 그리고 동식물의 거주지 등등 다양하다. 또한 그 크기도 1 마이크로론보다 작은 크기에서 100 마이크로론까지 아우르고 있다.

[0018] 미생물은, 박테리아 또는 곰팡이 일 수 있다. 더욱 바람직하게는 박테리아일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

[0019] 나노스파이크 충돌판은, 다음과 같은 나노스파이크가 충돌판 표면에 형성되어 있을 수 있다. 나노스파이크는 폭이 100 내지 200nm, 더욱 바람직하게는 120 내지 150nm일 수 있고, 높이가 300 내지 400nm, 더욱 바람직하게는 330 내지 370일 수 있으며, 나노스파이크 사이의 거리가 100 내지 200nm, 더욱 바람직하게는 120 내지 150nm일 수 있다.

[0020] 발명의 다른 양태로서, 본 발명에 따른 바이오에어로졸 농도 측정 방법은 최상층의 도입부로 미생물이 도입되는 단계; 도입된 미생물이 충돌판에 충돌하여 발생하는 전기적 신호를 측정하는 단계; 및 제 1 센싱부;와 제 2 센싱부;의 전기적 신호의 차이로 미생물의 농도를 확인하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0021] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 첨부된 도면을 참조하여 실시예 및 실험예에 대해 더욱 상세히 설명하기로 한다. 그러나 하기의 실시예 및 실험예는 본 발명을 보다 쉽게 이해하기 위하여 제공되는 것일 뿐, 하기 실시예 및 실험예에 의해 본 발명의 내용이 한정되는 것은 아니다.

[0023] <실험예 1> 매미날개구조 생체모방 나노스파이크 충돌판 제조

[0024] 매미날개구조 생체모방 나노스파이크 충돌판 제조 방법의 개략도는 도 3으로 표현된다.

[0025] 먼저 실리콘 웨이퍼(si wafer)위에 백금합금(Pt/pd)을 얇게 증착한다. 이 후 열을 800℃이상 가하여 백금합금을 액화시킨 후 상온으로 식하면 백금합금이 필름(film)형태에서 부분부분 뭉친 형태로 바뀐다. 이 후 염소(Cl₂) 가스를 이용하여 60초 내지 200초간 이온에칭(ion etching)을 하면 백금합금이 에치 마스크(etch mask)역할을 하여 백금합금부분은 에칭되지 않고 백금합금이 없는 부분만 에칭되어 나노구조체를 제작할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0026] <실험예 2> 나노스파이크 구조체로 인한 미생물의 손상 확인

[0027] 나노스파이크 충돌판에 충돌한 박테리아의 손상을 실험적으로 확인하였고, 이는 도 4 및 도 5에서 확인할 수 있다.

[0028] 일반적인 충돌판(실리콘 웨이퍼)의 경우 박테리아는 높은 유속에서 충돌해야만 세포벽손상이 확인되었고, 나노스파이크 구조체 충돌판의 경우 포집 속속인 15m/s이상에서 모든 박테리아가 세포벽손상으로 죽는것이 확인되었다. 일반적인 충돌판에서는 그람 음성균 E.coli의 경우 45m/s, 그람 양성균 S.aureus의 경우 110m/s의 충돌 유속에서 손상되었지만, 나노스파이크 충돌판은 15m/s이상이면 모든 박테리아의 세포벽이 손상되었다.

[0029] 도 5를 보면, 나노스파이크 충돌판에 충돌한 박테리아(S.aureus)는 모두 손상된 것을 확인할 수 있다.

[0031] <실시예>

[0032] 본 발명에 의한 매미날개구조 생체모방 나노스파이크 충돌판이 적용된 전기적 임팩터는 도 1 및 도 2에 도시된

바와 같이, 최상층에 위치하며 입자를 수직방향으로 유입하는 도입부(10)와, 상기 도입부(10)로 유입된 미생물 입자의 충돌에 의한 전류를 측정하는 제 1 센싱부(11)와 상기 도입부를 통해 유입된 미생물 입자의 충돌에 의한 전류를 측정하는 제 2 센싱부(12)를 포함하고, 상기 제 1 센싱부(11)는 센싱부 표면에 일반 충돌판(13)이 포함되어 있으며, 상기 제 2 센싱부(12)는 센싱부 표면이 나노스파이크 충돌판(14)이 포함되어있고, 제 1 센싱부(11)와 제 2 센싱부(12)의 전기적 신호를 입력받는 측정부(15)를 포함하여 구성된다.

[0033] 상기 도입부(10)를 통해 들어오는 입자는 두 갈래로 나뉘어 이동하여 일반 충돌판(13)과 나노스파이크 충돌판(14)에 충돌한다. 이때 나노스파이크 충돌판(14) 표면에서, 박테리아가 세포용해(cell lysis)되어 흘러나온 박테리아 내부의 물질로 인해 제 2 센싱부(12)는, 상대적으로 세포용해가 적은 제 1 센싱부(11)보다 전류값이 높게 측정이 된다. 이러한 세포용해로 인한 전류값의 차이로 공기중 바이오에어로졸의 농도를 측정할 수 있다.

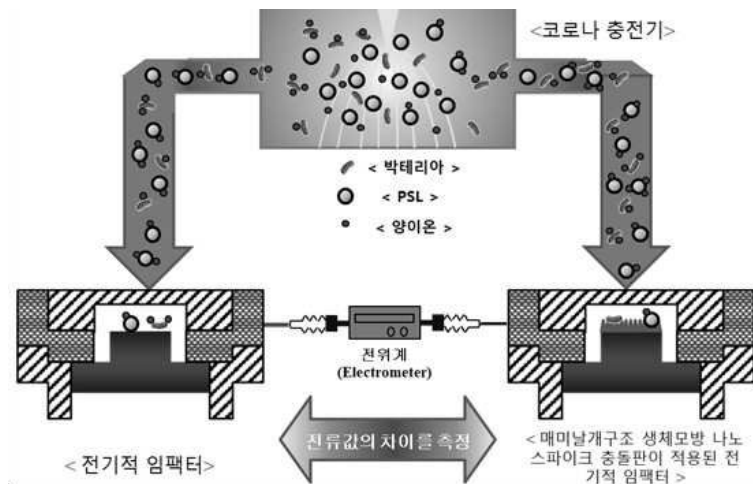
부호의 설명

[0035]

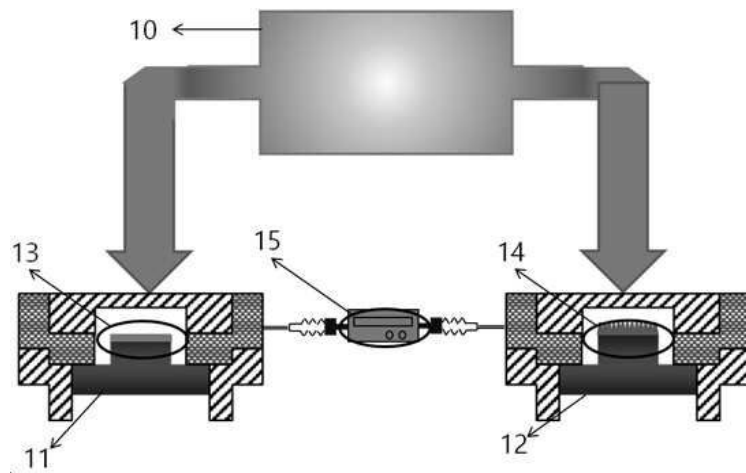
- 10: 도입부
- 11: 제 1 센싱부
- 12: 제 2 센싱부
- 13: 일반 충돌판
- 14: 나노스파이크 충돌판
- 15: 측정부

도면

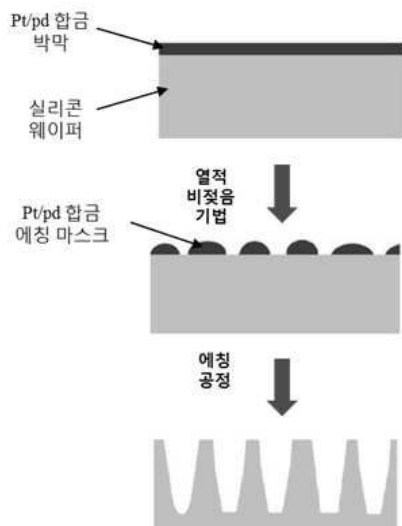
도면1



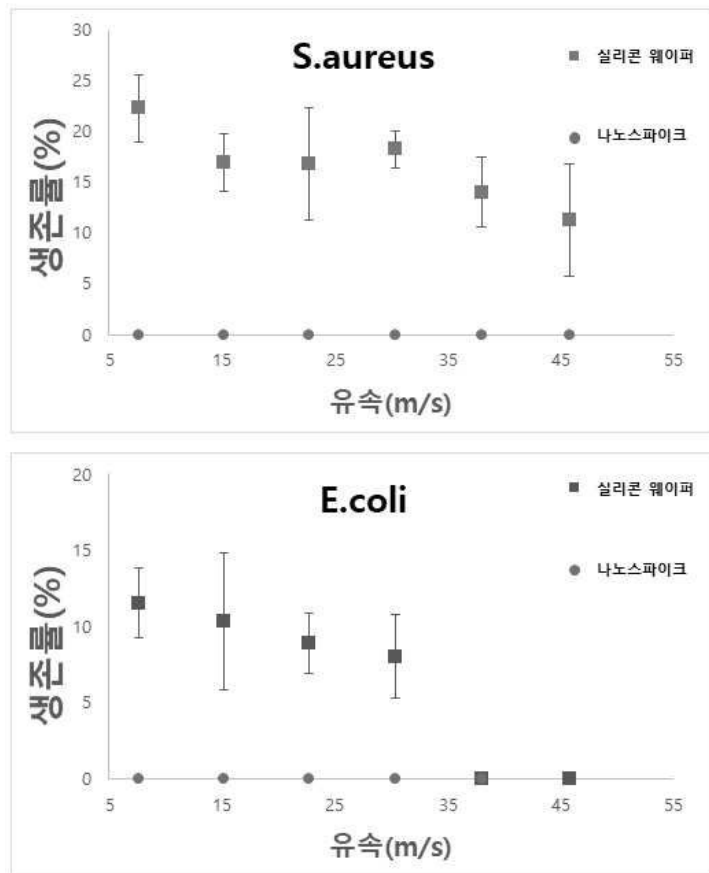
도면2



도면3



도면4



도면5

