



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0035607  
(43) 공개일자 2022년03월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C12Q 1/04 (2017.01)

(52) CPC특허분류

C12Q 1/04 (2013.01)

C12Q 2304/60 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0117559

(22) 출원일자 2020년09월14일

심사청구일자 2020년09월14일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

영남대학교 산학협력단

경상북도 경산시 대학로 280 (대동)

(72) 발명자

황정호

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

박대훈

서울특별시 영등포구 63로 45, 2동 26호 (여의도동, 여의도시범아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인(유한)아이시스

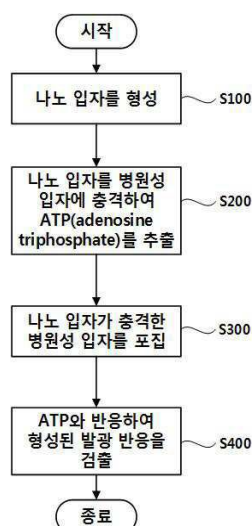
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 병원균 감지 방법 및 장치

### (57) 요약

본 실시예에 의한 병원균(122) 검출 방법은 나노 입자를 형성하는 단계와, 나노 입자를 병원균(122)에 충격하여 ATP(adenosine triphosphate)를 추출하는 단계와 나노 입자가 충격한 병원균(122)를 포집하는 단계 및 ATP와 반응하여 형성된 발광 반응을 검출하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**김형래**

서울특별시 양천구 목동서로 100, 303동1204호 (목동, 목동신시가자아파트3단지)

**안상권**

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

**박성재**

서울특별시 강남구 압구정로29길 71, 12동 1203호 (압구정동, 현대아파트)

**변정훈**

경상북도 경산시 대학로 280, 기계관 205호 (대동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711112826
과제번호	2013M3A6B2078959
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	원천기술개발사업
연구과제명	입자의 전기적 특성을 이용한 기상 감염성 병원체 액상포집 기술개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

나노 입자를 형성하는 단계;

상기 나노 입자를 병원균에 충격하여 ATP(adenosine triphosphate)를 추출하는 단계;

상기 나노 입자가 충격한 상기 병원균을 포집하는 단계 및

상기 ATP와 반응하여 형성된 발광 반응을 검출하는 단계를 포함하는 병원균 검출 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 나노 입자를 형성하는 단계는,

텔루륨(Tellurium) 입자에 은 나노 입자를 도핑하여 수행하는 병원균 검출 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 나노 입자를 형성하는 단계는,

상기 챔버 내에서 텔루륨 로드(Tellurium rod)와 은 로드(Silver rod)로 스파크 방전을 수행하여 이루어지는 병원균 검출 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 추출하는 단계는,

상기 나노 입자를 제1 극성으로 대전하고, 상기 병원균을 상기 제1 극성과 반대 극성인 제2 극성으로 대전하는 단계와,

상기 제1 극성으로 대전된 상기 나노 입자와 상기 제2 극성으로 대전된 상기 병원균을 각각 동일한 지점으로 토출하는 단계 및

정전기적 인력에 의하여 상기 제2 극성으로 대전된 상기 병원균이 상기 제1 극성으로 대전된 상기 나노 입자를 충격하는 단계를 포함하는 병원균 검출 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 포집하는 단계는,

상기 나노 입자가 충격한 상기 병원균을 입자 임팩터(particle impactor)에 유입시켜 상기 나노 입자가 충격한 상기 병원균을 선별적으로 포집판에 포집하여 수행하는 병원균 검출 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 검출하는 단계는,

상기 나노 입자가 충격한 상기 병원균에 상기 ATP와 반응하여 발광 반응을 일으키는 발광 물질과 촉매를 분사하여 수행되는 병원균 검출 방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 발광 물질은 루시페린(luciferin)이고, 상기 촉매는 루시페라아제(luciferase)인 검출 방법.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 포집하는 단계 및 상기 검출하는 단계는,

동일한 포집판에서 이루어지는 검출 방법.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 검출하는 단계는,

수광 소자로 수행하는 검출 방법.

#### 청구항 10

나노 입자를 형성하는 나노 입자 형성 챔버;

병원균에서 ATP(adenosine triphosphate)가 추출되도록 상기 나노 입자를 상기 병원균에 충격하는 충격부(impact unit);

상기 나노 입자가 충격한 상기 병원균이 제공되어 상기 나노 입자가 충격한 상기 병원균을 포집하는 포집부와, 상기 포집부에 포집된 상기 ATP와 반응하여 형성된 발광 반응을 검출하는 센서를 포함하는 검출기를 포함하는 병원균 검출 장치.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 나노 입자 형성 챔버는,

은 나노 입자가 도핑된 텔루륨(Tellurium) 입자를 형성하는 병원균 검출 장치.

#### 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 나노 입자 형성 챔버는,

하나 이상의 텔루륨 로드(Tellurium rod)와 하나 이상의 은 로드(Silver rod);

상기 하나 이상의 텔루륨 로드(Tellurium rod)와 하나 이상의 은 로드(Silver rod)에 전압을 제공하여 스파크 방전을 일으키는 전압 제공부를 포함하는 병원균 검출 장치.

#### 청구항 13

제10항에 있어서,

상기 충격부는,

상기 나노 입자를 제1 극성으로 대전하는 제1 대전 챔버와, 상기 병원균을 상기 제1 극성과 반대 극성인 제2 극성으로 대전하는 제2 대전 챔버 및

상기 제1 극성으로 대전된 상기 나노 입자를 충격 지점으로 토출하는 나노 입자 오리피스(orifice)와 상기 제2 극성으로 대전된 상기 병원균을 각각 동일한 지점으로 상기 충격 지점으로 토출하는 병원균 오리피스를 포함하는 병원균 검출 장치.

#### 청구항 14

제10항에 있어서,

상기 포집부는,

상기 금속 나노 입자가 부착된 상기 병원균을 입자 임팩터(particle impactor)에 유입시켜 상기 금속 나노 입자가 부착된 상기 병원균을 선별적으로 포집판에 포집하는 병원균 검출 장치.

#### 청구항 15

제10항에 있어서,

상기 센서는,

상기 나노 입자가 충격한 상기 병원균에 상기 ATP와 반응하여 발광 반응을 일으키는 발광 물질과 촉매를 분사하는 병원균 검출 장치.

#### 청구항 16

제15항에 있어서,

상기 발광 물질은 루시페린(luciferin)이고, 상기 촉매는 루시페라아제(luciferase)인 검출 장치.

#### 청구항 17

제10항에 있어서,

상기 포집부는 포집판으로 상기 병원균을 포집하고,

상기 센서는 상기 포집판에 포집된 상기 병원균의 발광 반응을 검출하는 검출 장치.

#### 청구항 18

제10항에 있어서,

상기 센서는,

수광 소자를 포함하는 검출 장치.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 기술은 병원균(122) 감지 장치와 관련된다.

### 배경 기술

[0002] 공기 중 병원균((바이러스, 박테리아 등)을 감지하는 기술은 공기를 통한 감염의 관리에 있어서 필수적이다. 병원균을 감지하는 기술은 공기 중 병원균을 포집하는 과정과, 포집된 입자를 측정하여 병원균의 정보를 얻는 측정기술이 포함된다.

### 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0003] 종래의 공기 중 병원균을 측정하는 기술은 병원균을 검출하여 형성된 신호의 지속시간(duration)이 짧아 이를 검출하는데 문제가 있다. 이러한 단점을 보완하기 위한 여러 기술들이 있으나, 또한 매 측정마다 측정자가 수작업을 수행하여야 하며, 추가적인 요소를 사용하여 검출장치의 가격이 상승한다는 단점이 있다.

[0004] 본 기술로 해결하고자 하는 과제 중 하나는 상술한 종래 기술의 단점을 해소하기 위한 것으로, 종래 기술에 비

하여 용이하게 공기중 병원균을 측정할 수 있으며, 경제적인 병원균 감지 장치를 제공하기 위한 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0005] 본 실시예에 의한 병원균 검출 방법은 나노 입자를 형성하는 단계와, 나노 입자를 병원균에 충격하여 ATP(adenosine triphosphate)를 추출하는 단계와 나노 입자가 충격한 병원균을 포집하는 단계 및 ATP와 반응하여 형성된 발광 반응을 검출하는 단계를 포함한다.

[0006] 본 실시예에 의한 병원균 검출 장치는, 나노 입자를 형성하는 나노 입자 형성 챔버와 병원균(122)에서 ATP(adenosine triphosphate)가 추출되도록 나노 입자를 병원균(122)에 충격하는 충격부(impact unit)와, 나노 입자가 충격한 병원균이 제공되어 나노 입자가 충격한 병원균을 포집하는 포집부와, 포집부에 포집된 ATP와 반응하여 형성된 발광 반응을 검출하는 센서를 포함하는 검출기를 포함한다.

### 발명의 효과

[0007] 본 실시예에 의하면, 나노 입자를 에어로졸 상태 병원균에 충돌시켜 세포벽을 파괴하여 ATP를 추출하고, 특별 시약(PPDK)의 사용 없이 신속하게 측정이 가능하며, 측정자의 수작업이 필요하지 않다는 장점이 제공된다.

### 도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 본 실시예에 의한 병원균 감지 방법의 개요를 도시한 순서도이다.  
 도 2는 본 실시예에 의한 병원균 감지 방법 및 병원균(122) 감지 장치의 개요를 도시한 개요도이다.  
 도 3은 나노 입자(101)를 형성하는 챔버를 개요적으로 도시한 도면이다.  
 도 4(a)는 제1 대전 챔버를 예시한 도면이고, 도 4(b)는 제2 대전 챔버를 예시한 도면이다.  
 도 5는 대전된 나노 입자를 대전된 병원균(122)에 충격하여 ATP를 추출하는 단계를 도시한 도면이다.  
 도 6은 입자 임팩터(300)와 입자 임팩터(300)로 유입된 입자의 유로(stream line)를 도시한 도면이다.  
 도 7은 발광 반응을 검출하는 단계를 개요적으로 도시한 도면이다.  
 도 8(a)는 정상 병원균인 Escherichia coli 박테리아를 도시한 현미경 사진이고, 도 8(b)는 은이 도핑된 텔루륨 나노 입자가 충격하여 손상된 병원균을 도시한 현미경 사진이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 이하에서는 첨부된 도면들을 참조하여 본 실시예에 의한 병원균 감지 방법 및 병원균 감지 장치를 설명한다. 도 1은 본 실시예에 의한 병원균 감지 방법의 개요를 도시한 순서도이고, 도 2는 본 실시예에 의한 병원균 감지 방법 및 병원균 감지 장치의 개요를 도시한 개요도이다. 도 1을 참조하면, 본 실시예에 의한 병원균 검출 방법은 나노 입자(120)를 형성하는 단계(S100)와, 나노 입자(120)를 병원균(122)에 충격하여 ATP(adenosine triphosphate)를 추출하는 단계(S200)와 나노 입자(120)가 부착된 병원균(122)을 포집하는 단계(S300) 및 ATP와 반응하여 형성된 발광 반응을 검출하는 단계(S400)를 포함한다.

[0010] 도 3은 나노 입자(120)를 형성하는 챔버(100)를 개요적으로 도시한 도면이다. 도 1 내지 도 3을 참조하면, 챔버(100)는 캐리어 가스(carrier gas)가 유입되는 유입구와 캐리어 가스가 배출되는 유출구를 포함한다. 챔버(100)는 복수의 로드들(110a, 110b, 110c, 110d)을 포함한다. 일 예로, 로드들 중 하나 이상은 텔루륨 로드(Tellurium rod)일 수 있으며, 로드들 중 다른 하나 이상은 은 로드(silver rod)일 수 있다. 일 예로, 캐리어 가스는 질소 가스일 수 있으며, 다른 예로, 캐리어 가스는 공기, 아르곤 및 이들의 혼합 가스 중 어느 하나 이상 일 수 있다. 도시된 실시예에서는 챔버 내에 4개의 로드들이 위치하는 구성이 개시되어 있으나, 이는 예시를 위한 것으로 4 개 미만 혹은 5 개 이상의 로드들이 챔버에 위치할 수 있다.

[0011] 복수의 로드들(110a, 110b, 110c, 110d)은 전압 제공부(130)와 연결될 수 있다. 전압 제공부(130)는 챔버(100) 내에서 복수의 로드들(110a, 110b, 110c, 110d)이 스파크 방전이 이루어지도록 전압을 제공할 수 있다. 일 실시예로, 전압 제공부(130)가 제공하는 전압은 1,000V ~ 10,000 V 일 수 있다.

[0012] 챔버(100) 내에서 복수의 로드들(110a, 110b, 110c, 110d)에 의한 스파크 방전이 이루어진다. 일 예로, 텔루륨 로드에서 스파크 방전이 이루어짐에 따라 챔버(100) 내부에서는 텔루륨 나노 입자가 형성되고, 은 로드에서 스

파크 방전이 이루어짐에 따라 챔버(100) 내부에서는 은 나노 입자가 형성되며, 은 나노 입자가 텔루륨 나노 입자에 도핑되어 부분 합금된 은-텔루라이드 나노 입자(120)가 형성된다(S100). 은-텔루라이드 나노 입자(120)는 캐리어 가스(carrier gas)에 의하여 유출구를 통하여 챔버(100) 외부로 배출된다. 은-텔루라이드 나노 입자(120)의 항균력은 은 나노 입자와 유사하나, 세포 독성은 나노 입자에 비해 현저히 낮은 수준을 가져 독성 물질이 형성되지 않는다.

[0013] 다른 실시예에서, 복수의 로드들은 구리(Cu, copper) 로드, 텔루륨(Te, tellurium) 로드 일 수 있으며, 챔버 내에서 스파크 방전이 이루어짐에 따라 구리-텔루라이드의 나노 입자가 형성될 수 있다.

[0014] 도 4(a)는 제1 대전 챔버(210)를 예시한 도면이고, 도 4(b)는 제2 대전 챔버(220)를 예시한 도면이다. 도 4(a)를 참조하면, 제1 대전 챔버(210)는 제1 와이어(214)와, 접지 전극(212)을 포함하며, 제1 와이어(214)와 접지 전극(212)은 제1 대전 챔버(210)내에서 방전하여 제1 극성의 이온(216)들을 형성한다. 제1 극성의 이온(216)은 제1 대전 챔버(210) 내에서 형성되고, 나노 입자(120)에 부착되어 나노 입자(120)를 제1 극성으로 대전시킨다. 제1 와이어(214)는 전압 제공부(120, 도 3 참조)로부터 전압이 제공되어 방전을 수행할 수 있다.

[0015] 도 4(a)로 도시된 예에서, 제1 극성은 음극(negative polarity)으로, 나노 입자는 음이온이 부착되어 대전될 수 있다. 일 예로, 음이온은  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{C}_3\text{H}_3\text{O}_3^-$ ,  $\text{HSO}_4^-$  등의 음이온일 수 있다. 도시되지 않은 다른 예로, 제1 극성은 양극(positive polarity)으로, 나노 입자는 양이온이 부착되어 대전될 수 있다. 일 예로, 양이온은  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{NO}^+$  등의 양이온일 수 있다. 제1 대전 챔버(210) 및 제2 대전 챔버(220) 내에서 형성되는 음이온 및 양이온은 대전 챔버 내의 방전 환경에 따라 다르게 나타날 수 있다.

[0016] 도 4(b)를 참조하면, 제2 대전 챔버(220)는 제2 와이어(224)와, 접지 전극(222)을 포함하며, 제2 와이어(224)와 접지 전극(222)은 제2 대전 챔버(220)내에서 방전하여 제2 극성의 이온(226)들을 형성한다. 제2 극성의 이온(226)은 제2 대전 챔버(220) 내에서 형성되고, 병원균(122)에 부착되어 병원균(122)를 제2 극성으로 대전시킨다. 제2 와이어(224)는 전압 제공부(120, 도 3 참조)로부터 전압이 제공되어 방전을 수행할 수 있다.

[0017] 도 4(b)로 도시된 예에서, 제2 극성은 나노 입자가 대전된 극성과 반대 극성인 양극(positive porlarity)으로, 병원균(122)는 양이온이 부착되어 대전될 수 있다. 도시되지 않은 다른 예로, 제2 극성은 나노 입자가 대전된 극성과 반대 극성인 음극(negative polarity)으로, 병원균(122)는 음이온이 부착되어 대전될 수 있다.

[0018] 제1 대전 챔버(210)와 제2 대전 챔버(220)에 의하여 대전된 나노 입자(120)와 병원균(122)는 아래의 수학적식과 같이 하전수( $n_f$ )를 연산할 수 있다.

[0019] <수학적식 1>

$$n_f = \left( \frac{3\varepsilon}{\varepsilon + 2} \right) \left( \frac{Ed_p^2}{4K_E e} \right) \left( \frac{\pi K_E e Z_i N_i t}{1 + \pi K_E e Z_i N_i t} \right)$$

[0020]

[0021]  $\varepsilon$  은 비유전율(relative perimittivity),  $d_p$ : 입자의 직경,  $Z_i$ : 이온 농도에 따른 이동도,  $N_i$ : 이온 농도

[0022] 제1 대전 챔버(210) 및 제2 대전 챔버(220)에서 각각 형성된 대전된 나노 입자들(120) 및 대전된 병원균(122)들은 유출구로 토출된다. 일 예로, 대전된 나노 입자들(120) 및 대전된 병원균(122)들은 캐리어 가스(carrier gas)에 의하여 토출될 수 있다. 다른 예로, 대전된 나노 입자들(120) 및 대전된 병원균(122)들은 제1 대전 챔버(210)의 유출구와 제2 대전 챔버(220)의 유출구에 각각 연결되어 나노 입자들(120) 및 대전된 병원균(122)들을 각각 흡입하여 토출하는 에어 펌프(미도시)에 의하여 유동할 수 있다. 일 예로, 제1 대전 챔버(210)의 유입구로는 캐리어 가스가 유입될 수 있으며, 제2 대전 챔버(220)의 유입구로는 공기일 수 있다.

[0023] 도 5는 대전된 나노 입자(120)를 대전된 병원균(122)에 충격하여 ATP를 추출하는 단계를 도시한 도면이다. 도 1 내지 도 5를 참조하면, 제1 대전 챔버(210)와 연결된 오리피스(01)와 제2 대전 챔버(220)와 연결된 오리피스(02)를 통해 대전된 나노 입자(120)와 대전된 병원균(122)를 타겟 위치로 토출하면, 대전된 나노 입자(120)는 정전기적 인력에 의하여 대전된 병원균(122)를 타격(impact)한다. 나노 입자(120)가 타격한 병원균(122)는 ATP(adenosine triphosphate)를 방출한다(S200). 일 실시예로, 오리피스(01, 02)의 직경은 500  $\mu\text{m}$  일 수 있다.

[0024] 도 6은 입자 임팩터(300)와 입자 임팩터(300)로 유입된 입자의 유로(stream line)를 도시한 도면이다. 도 6을 참조하면, 입자 임팩터(300)로 유입된 입자는 기체의 유속과 입자의 크기와 따라 다른 경로로 진행한다. 도 6에서 파선은 입자 임팩터로 가벼운 파티클이 유입된 경우의 유로를 도시하며, 도시된 것과 같이 기체가 흐르는 방향이 급격하게 변화하여도 포집판(310)과 충돌하지 않고 유출구로 진행한다.

[0025] 그러나, 나노 입자(120)가 충격한 병원균(122)와 같이 크기가 크거나, 질량이 큰 입자가 입자 임팩터(particle impactor, 300)로 유입되면 되면 기체가 흐르는 방향이 변화하는 부분에서 유출구로 진행하지 못하고 유선(streamline)에서 이탈하고, 포집판(310)에 충돌하여 포집판(310)에 포집된다(S300). 일 실시예로, 공기 중에 부유하는 박테리아의 크기는 대략  $0.5\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$  이므로, 임팩터(300)는 분리 입자의 직경을  $0.5\mu\text{m}$ 로 설계하여 유속과, 유입구의 직경(w) 및 배출구의 직경(s)을 설정하면 나노 입자(120)가 충격한 병원균(122)를 선별적으로 포집할 수 있다.

[0026] 임팩터(300)는 원하는 크기의 입자를 정확히 분리할 수 있도록 임팩터(300)의 기하학적 형상 및 운전 변수들이 결정된다. 입자의 직경과 변수들의 관계는 아래의 수학적식과 같다.

[0027] <수학적식 2>

[0028]

$$d_{50} = \sqrt{\frac{9\pi n \eta W^3 Stk_{50}}{4C_c \rho_p Q}}$$

$Stk_{50}$

[0029] ( $d_{50}$ : 채집 효율이 50%일 때 입자 입경,  $n$ : 노즐 수,  $\eta$ : 공기의 점성계수,  $W$ : 노즐 직경,  $Stk_{50}$ 은 분리 입경일 때 스톡스 수,  $C_c$ 는 미끄럼 보정계수,  $\rho_p$ : 입자 밀도,  $Q$ : 흡입유량)

[0030] 스톡스 수는 노즐 반경에 대한 입자 정지거리의 비로 수학적식 2와 같이 표현된다.

[0031] <수학적식 3>

[0032]

$$Stk = \frac{\rho_p d_p^2 U C_c}{9\eta W}$$

[0033] ( $U$ : 노즐에서의 평균 속도)

[0034] 수학적식 1 및 수학적식 2에서 노즐 반경은 노즐을 통과하는 기체의 반경을 의미하고, 입자 정지 거리는 노즐에서의 평균 출구 속도를 이용하여 구할 수 있다.

[0035] 도 7은 발광 반응을 검출하는 단계를 개요적으로 도시한 도면이다. 도 1 내지 도 7을 참조하면, 병원균(122)가 포집된 상태에서 병원균(122)가 방출한 ATP와 반응하여 형성된 발광 반응을 검출한다(S400). 일 실시예로, 포집판(310)의 상부에 ATP와 반응하여 발광 반응을 일으키는 물질(410)을 분사한다. 일 예로, 발광 반응을 촉진하는 촉매(420)를 더 분사할 수 있다. 일 예로, 발광 반응을 일으키는 물질은 ATP와 반응하여 발광하는 물질로, 루시페린(luciferin)일 수 있으며, 발광 반응을 촉진하는 촉매는 루시페라아제(luciferase)일 수 있다. 발광 반응을 검출하는 센서는 포토 다이오드(Photodiode)를 포함하는 수광 소자(400)일 수 있으며, 수광 소자(400)는 포집판(310) 상부에 하나 이상 위치하여 병원균(122)가 방출한 ATP와 발광 반응을 일으키는 물질이 일으키는 발광 현상을 검출할 수 있다.

[0036] 본 실시예에 의하면, 포집판(310) 위에서 병원균 포집, 반응 시약과의 반응 및 검출이 이루어지므로, 신속하고, 용이하게 검출을 수행할 수 있다는 장점이 제공되며, 발광을 검출하기 위한 시약은 임팩터(300)에 제공되는 공기에 의해 증발되며, 주기적으로 포집판(310)을 교체하거나 세척하는 방식을 채택할 수 있어 높은 감도를 유지할 수 있다.



[0037] **실험예**

[0038] 이하에서는 도 8을 참조하여 본 실시예의 실험예를 살펴본다. 도 8(a)는 정상 병원균인 Escherichia coli 박테리아를 도기한 현미경 사진이고, 도 8(b)는 나노이 도핑된 텔루륨 나노 입자가 충격하여 손상된 병원균을 도기한 현미경 사진이다. 도 8(a)와 도 8(b)를 참조하면, 병원균인 Escherichia coli 박테리아의 세포벽은 전기적으로 음성인 폴리머를 다량 함유한다. 음 이온이 부착된 박테리아의 세포벽에 양이온이 부착된 은이 도핑된 텔루륨 나노 입자에 부착된 양이온이 흡착되면서 세포벽이 손상을 입은 것을 확인할 수 있다.

[0039] 본 발명에 대한 이해를 돕기 위하여 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나, 이는 실시를 위한 실시예로, 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위에 의해 정해져야 할 것이다.

**부호의 설명**

[0040] S100~S400: 병원균 검출 방법의 각 단계

100: 챔버 110a, 110b, 110c, 110d: 로드

120: 나노 입자 122: 병원균

130: 전압 제공부 210: 제1 챔버

212: 접지 전극 214: 제1 와이어

216: 제1 극성 이온 220: 제2 챔버

222: 접지 전극 224: 제2 와이어

226: 제2 극성 이온 01: 제1 오리피스

02: 제2 오리피스 300: 입자 임팩터

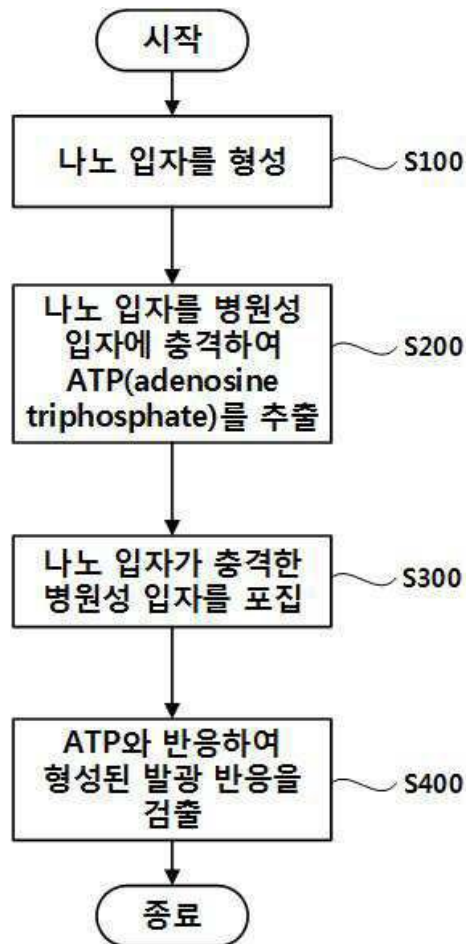
310: 포집판 400: 수광 소자

410: 발광 반응을 일으키는 물질

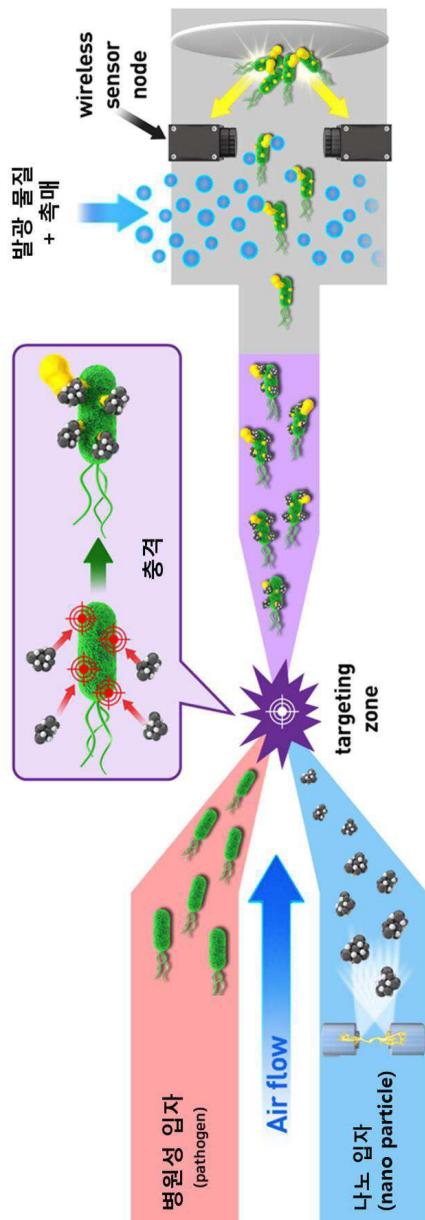
420: 촉매

도면

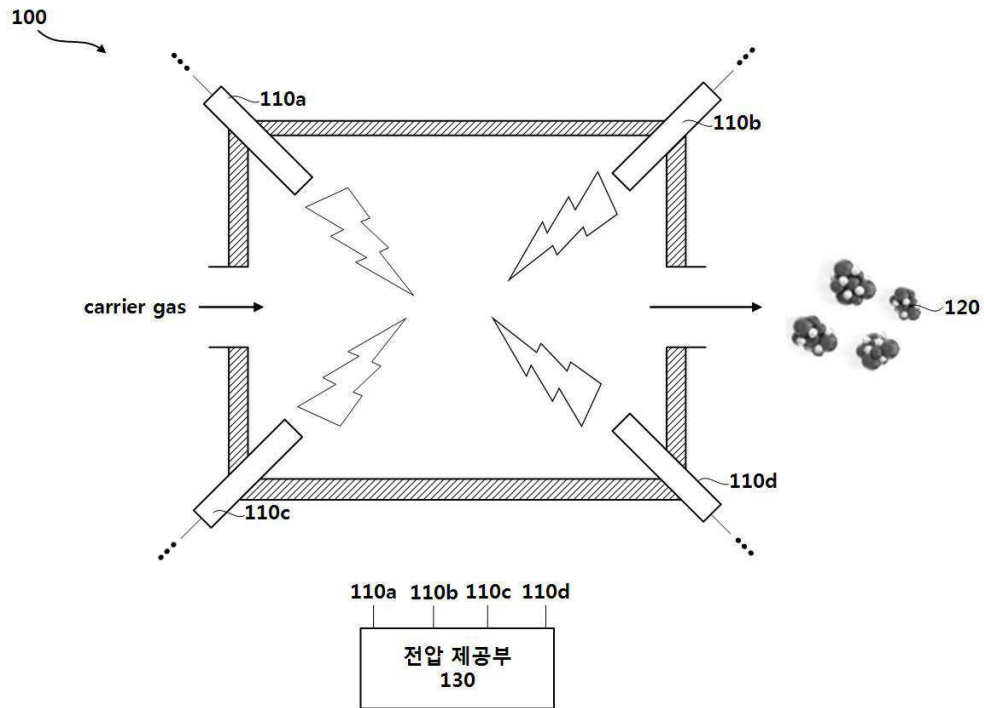
도면1



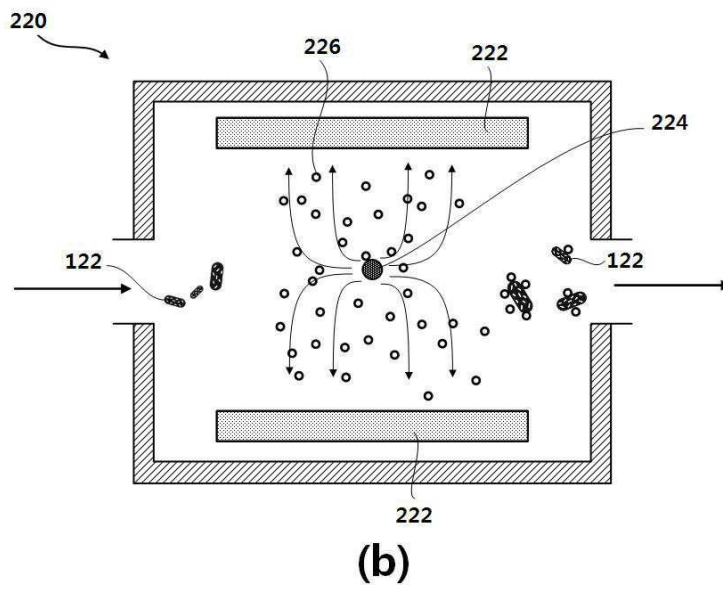
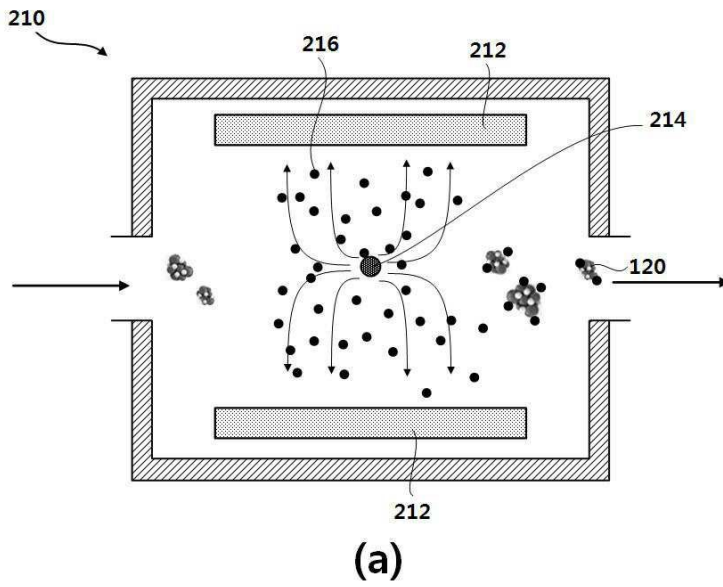
도면2



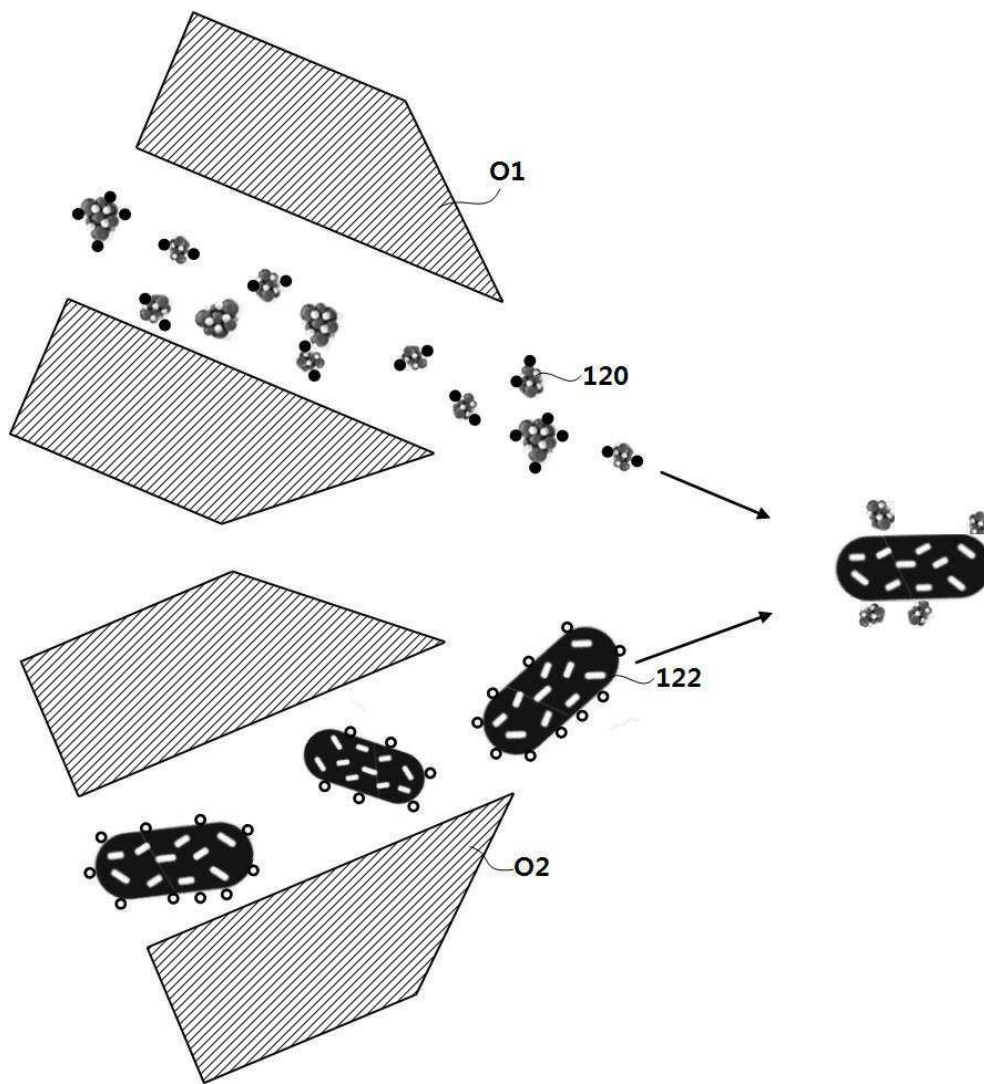
도면3



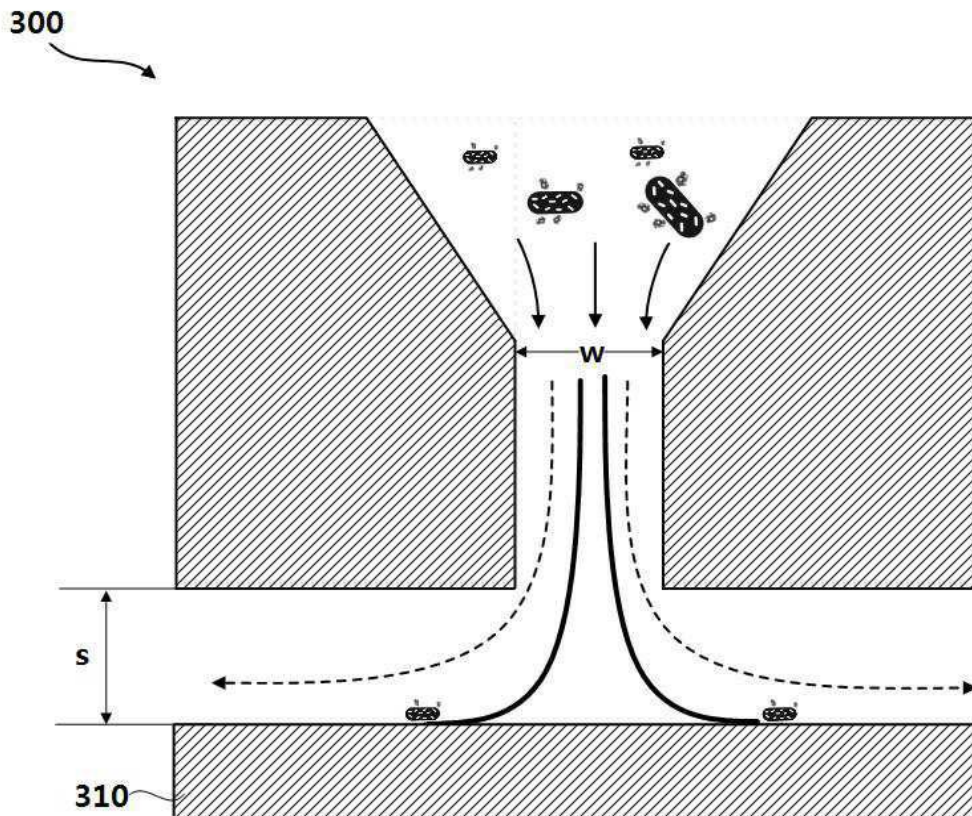
도면4



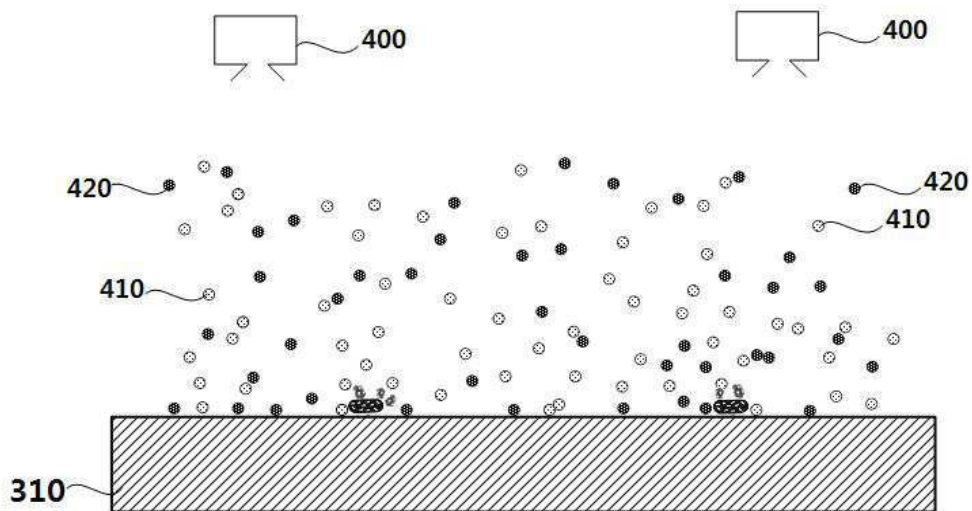
도면5



도면6



도면7



도면8

