



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0011065  
(43) 공개일자 2020년02월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C12M 1/00 (2006.01) B03C 1/02 (2006.01)  
C12Q 1/24 (2017.01) G01N 1/40 (2006.01)  
G01N 35/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C12M 45/06 (2013.01)  
B03C 1/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0085682

(22) 출원일자 2018년07월24일

심사청구일자 2018년07월24일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

황정호

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

김형래

서울특별시 양천구 목동서로 100, 303동 1204호(목동, 목동신시가자아파트3단지)

안상권

경기도 의정부시 용민로 263, 407동 2004호(낙양동, 금강펜테리움)

(74) 대리인

김연권

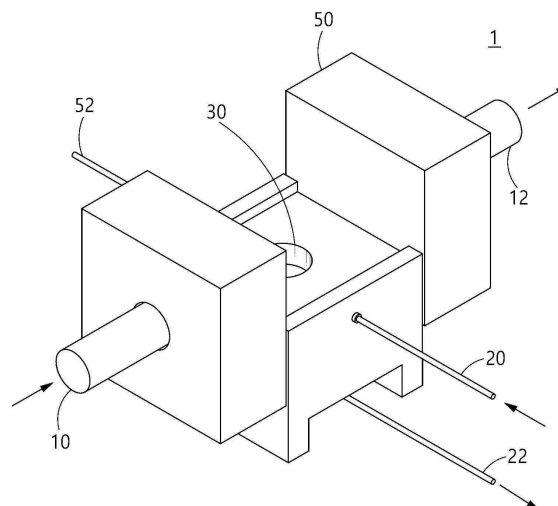
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치, 그리고 그 방법

(57) 요약

본 발명은 공기 중 바이오 물질의 포집과 동시에 액체로 실시간 농축이 가능한 장치에 관한 것으로, 상세하게는 에어로졸의 하이드로졸화 장치에 농축을 위한 유체관을 달아 포집과 동시에 농축을 진행할 수 있는 공기 중 바이오 물질 포집 및 농축장치에 관한 것으로, 몸체부와 상기 몸체부의 내부에 공기를 유입시키는 공기 유입부와 상기 몸체부의 내부에 구비되고, 적어도 상기 공기 유입부를 통하여 유입된 공기 중에 포함된 바이오 물질을 포집하기 위한 포집액을 수용하는 포집부와 상기 포집부와 연통되고, 상기 포집부에서 포집된 바이오 물질이 혼합된 포집액이 배출되는 배출유로부와 상기 배출유로부의 일 측에 설치되는 자석 및 상기 자석의 자기력에 의하여 상기 배출유로의 타 측에 밀착되고, 상기 배출유로를 흐르는 포집액에 포함된 바이오 물질이 결합되는 다수의 비드 입자를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*C12M 45/07* (2013.01)

*C12Q 1/24* (2013.01)

*G01N 1/4044* (2013.01)

*G01N 35/0098* (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2018010391

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 글로벌프론티어사업

연구과제명 [Ezbaro] (3세부)입자의 전기적 특성을 이용한 기상 감염성 병원체 액상포집 기술개발 (3  
단계)(1/4)

기 여 율 1/1

주관기관 연세대학교 산학협력단

연구기간 2018.03.01 ~ 2018.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

몸체부;

상기 몸체부의 내부에 공기를 유입시키는 공기 유입부;

상기 몸체부의 내부에 구비되고, 적어도 상기 공기 유입부를 통하여 유입된 공기 중에 포함된 바이오 물질을 포집하기 위한 포집액을 수용하는 포집부;

상기 포집부와 연통되고, 상기 포집부에서 포집된 바이오 물질이 혼합된 포집액이 배출되는 배출유로부;

상기 배출유로부의 일 측에 설치되는 자석; 및

상기 자석의 자기력에 의하여 상기 배출유로의 타 측에 밀착되고, 상기 배출유로를 흐르는 포집액에 포함된 바이오 물질이 결합되는 다수의 비드입자;

를 포함하는 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 자석은 상기 배출유로부의 외주면에 착탈 가능하게 결합되는 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 비드입자는 상기 자석의 자기력에 의하여 상기 배출유로의 내주면에 밀착되는 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 비드입자는 상기 자석에 대응되는 위치에 다수의 미립자가 밀집되어 배치되는 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 비드입자는 자성을 갖는 비드입자 또는 자석에 부착될 수 있는 금속 재료의 비드인 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 포집부에서 포집된 포집액이 상기 배출유로부를 통과하면서 상기 포집액에 포함된 바이오 물질이 상기 비드입자의 외주면에 부착되는 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 비드입자의 외표면을 바이오 물질과 접촉하는 접촉물질로 도포하여 바이오 물질과의 결합력을 향상시키는

공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 접착물질은 콘카나발린 A(concanavalinA, Con A)로 형성되는 것을 특징으로 하는 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치.

#### 청구항 9

제2항에 있어서,

상기 자석을 상기 배출유로부에서 분리하면, 상기 비드입자는 상기 배출유로부에서 분리되고,

분리된 상기 비드입자를 회수하여 농축된 바이오 물질을 얻게 되는 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치.

#### 청구항 10

제1항에 있어서,

상기 포집부는 하부로 갈수록 좁게 형성되는 깔대기 형상으로 형성되고, 상기 포집부의 하단에는 상기 배출유로부가 결합되는 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치.

#### 청구항 11

제1항에 있어서,

상기 포집부를 통과한 공기를 상기 몸체부의 외부로 공기를 배출시키는 공기 배출부;

상기 포집부에 액체를 유입시키는 액체 유입부; 및

상기 배출유로부와 연통되고, 상기 몸체부의 외부로 액체가 배출되는 액체 배출부;

를 더 포함하는 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치.

#### 청구항 12

포집부에 비드입자를 구비하고, 상기 포집부에 연결되어 있는 배출유로부의 일측으로 자석을 설치하여 상기 배출유로부 내주면에 상기 비드입자를 코팅하는 단계;

상기 포집부에서 공기와 물을 혼합하여 공기 중 바이오 물질과 물이 혼합된 포집액을 형성하는 단계;

상기 배출유로부로 포집액을 통과시켜, 바이오 물질이 상기 비드입자에 부착되는 단계;

상기 배출유로부에 설치된 상기 자석을 제거하고, 바이오 물질이 부착된 상기 비드입자를 수거하는 단계;

를 포함하는 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축방법.

#### 청구항 13

제12항에 있어서,

상기 자석은 상기 배출유로부의 외주면에 착탈 가능하게 결합되는 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축방법.

#### 청구항 14

제13항에 있어서,

상기 비드입자는 상기 자석의 자기력에 의하여 상기 배출유로의 내주면에 밀착되는 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축방법.

#### 청구항 15

제12항에 있어서,

상기 포집부에서 포집된 포집액이 상기 배출유로부를 통과하면서 상기 포집액에 포함된 바이오 물질이 상기 비드입자의 외주면에 부착되는 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축방법.

#### 청구항 16

제12항에 있어서,

상기 비드입자의 외표면을 바이오 물질과 접착하는 접착물질인 콘카나발린 A(concanavalinA, Con A)로 형성되는 것을 특징으로 하는 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축방법.

#### 청구항 17

제12항에 있어서,

상기 자석을 상기 배출유로부에서 분리하면, 상기 비드입자는 상기 배출유로부에서 분리되고,

분리된 상기 비드입자를 회수하여 농축된 바이오 물질을 얻게 되는 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 공기 중 바이오 물질의 연속적인 포집과 농축이 동시에 진행되는 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치, 그리고 그 방법에 관한 것으로, 상세하게는 에어로졸의 하이드로졸화 장치의 배출유로부를 포집액을 센서로 전달하기 위한 유로로 사용하면서, 공기 중 바이오 물질을 농축할 수 있는 농축을 위한 공간으로 겸용이 가능한 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치, 그리고 그 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 공기에는 매우 많은 종류의 미세 물질인 꽃가루, 바이러스, 각종 세균, 먼지 등이 포함되어 있다. 식품, 의료 및 환경분야에서 공기 중에 포함된 각종 유해한 바이오 물질을 검출하는 방법으로, 공기 중에 포함된 바이오 물질을 선택적으로 분리한 다음 충분히 농축시켜 검출하거나, 일정시간 동안 배양 과정을 거친 후 검출하는 방법을 사용하고 있다.

[0003] 바이오 물질을 배양하는데 걸리는 시간은 장출혈성 대장균의 경우, 12시간이 소요되며, 다른 종류의 미생물을 배양하는데 일반적으로 12시간에서 24시간 정도 소요된다.

[0004] 배양을 통해 바이오 물질을 검출하는데 많은 시간이 소요되기 때문에 검출 시간을 단축시키기 위해서 공기 중 바이오 물질을 신속하게 분리하고 농축시키는 면역자성법이 개발되고 있는 실정이다.

[0005] 면역자성법은 자성을 가지는 나노 또는 마이크로 크기의 입자 표면에 바이오 물질과 선택적으로 반응하는 항체를 고정시켜 항원-항체 반응을 통해 시료기질 속 바이오 물질과 선택적으로 반응하게끔 유도한 후 자석으로 바이오 물질만 분리하는 기술이 다수 제안되어 있다.

[0006] 예를 들어, 한국 등록특허 공보 제10-1243631호(등록일자: 2013.03.08)은 미생물 포획 및 방출용 마이크로 구조물에 관한 것으로, 하나 이상의 미생물을 부착할 수 있는 표면적을 갖는 마이크로 구조물 및 상기 마이크로 구조물 위에 도포되어 있으며, 인위적인 제어방식에 의해 상기 미생물의 탈부착을 가능하게 하는 단백질을 포함하는 미생물 포획 및 방출용 구조물이 제공된다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국 등록특허 공보 제10-1243631호(등록일자: 2013.03.08)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 공기 중 바이오 물질의 포집과 동시에 적은 양의 액체에 실시간으로 농축이 가능한 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치, 그리고 그 방법을 제공하고자 한다.
- [0009] 본 발명은 공기 중 바이오 물질의 포집과 농축을 별개의 장비로 진행하는 것이 아닌 하나의 장비로 동시에 진행할 수 있는 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치, 그리고 그 방법을 제공하고자 한다.
- [0010] 공기 중 바이오 물질의 포집을 마친 후 농축을 시작하는 종래의 포집 및 농축장치와 달리, 본 발명은 포집과 동시에 포집한 액체가 멈추지 않고 계속 흘러가며 동시 및 연속적으로 농축할 수 있는 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치, 그리고 그 방법을 제공하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

- [0011] 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명은 공기 중 바이오 물질 포집 및 농축장치에 관한 것으로, 몸체부와 상기 몸체부의 내부에 공기를 유입시키는 공기 유입부와 상기 몸체부의 내부에 구비되고, 적어도 상기 공기 유입부를 통하여 유입된 공기 중에 포함된 바이오 물질을 포집하기 위한 포집액을 수용하는 포집부와 상기 포집부와 연통되고, 상기 포집부에서 포집된 바이오 물질이 혼합된 포집액이 배출되는 배출유로부와 상기 배출유로부의 일 측에 설치되는 자석 및 상기 자석의 자기력에 의하여 상기 배출유로의 타 측에 밀착되고, 상기 배출유로를 흐르는 포집액에 포함된 바이오 물질이 결합되는 다수의 비드입자를 포함한다.
- [0012] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 자석은 상기 배출유로부의 외주면에 착탈 가능하게 결합된다.
- [0013] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 비드입자는 상기 자석의 자기력에 의하여 상기 배출유로의 내주면에 밀착된다.
- [0014] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 비드입자는 상기 자석에 대응되는 위치에 다수의 미립자가 밀집되어 배치된다.
- [0015] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 비드입자는 자성을 갖는 자성비드 또는 자석에 부착될 수 있는 금속 재질로 이루어져 있다.
- [0016] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 포집부에서 포집된 포집액이 상기 배출유로부를 통과하면서 상기 포집액에 포함된 바이오 물질이 상기 비드입자의 외주면에 부착된다.
- [0017] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 비드입자의 외표면을 바이오 물질과 접촉하는 접촉물질로 도포하여 바이오 물질과의 결합력을 향상시킨다.
- [0018] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 접촉물질은 콘카나발린 A(concanavalinA, Con A)로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 자석을 상기 배출유로부에서 분리하면, 상기 비드입자는 상기 배출유로부에서 분리되고, 분리된 상기 비드입자를 회수하여 농축된 바이오 물질을 얻게 된다.
- [0020] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 포집부는 하부로 갈수록 좁게 형성되는 깔대기 형상으로 형성되고, 상기 포집부의 하단에는 상기 배출유로부가 결합된다.
- [0021] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 포집부를 통과한 공기를 상기 몸체부의 외부로 공기를 배출시키는 공기 배출부와 상기 포집부에 액체를 유입시키는 액체 유입부 및 상기 배출유로부와 연통되고, 상기 몸체부의 외부로 포집액을 배출하는 액체 배출부를 더 포함한다.
- [0022] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 포집부에 비드입자를 구비하고, 상기 포집부에 연결되어 있는 배출유로부의 일 측으로 자석을 설치하여 상기 배출유로부 내주면에 상기 비드입자를 코팅하는 단계와 상기 포집부에서 공기와 물을 혼합하여 공기 중 바이오 물질과 물이 혼합된 포집액을 형성하는 단계와 상기 배출유로부로 포집액을 통과시켜, 바이오 물질이 상기 비드입자에 부착되는 단계와 상기 배출유로부에 설치된 상기 자석을 제거하고, 바이오 물질이 부착된 상기 비드입자를 수거하는 단계를 포함한다.
- [0023] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 자석은 상기 배출유로부의 외주면에 착탈 가능하게 결합된다.

- [0024] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 비드입자는 상기 자석의 자기력에 의하여 상기 배출유로의 내주면에 밀착된다.
- [0025] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 포집부에서 포집된 포집액이 상기 배출유로부를 통과하면서 상기 포집액에 포함된 바이오 물질이 상기 비드입자의 외주면에 부착된다.
- [0026] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 비드입자의 외표면을 바이오 물질과 접촉하는 접촉물질인 콘카나발린 A(concanavalinA, Con A)로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 자석을 상기 배출유로부에서 분리하면, 상기 비드입자는 상기 배출유로부에서 분리되고, 분리된 상기 비드입자를 회수하여 농축된 바이오 물질을 얻게 된다.

### 발명의 효과

- [0028] 본 발명에 따른 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치는, 공기 중 바이오 물질이 포집된 포집액을 다수의 비드입자로 코팅된 배출유로부로 통과하게 되면, 액체는 배출유로부를 통해 배출되고, 바이오 물질과 결합한 다수의 비드입자에 결합되어 적은 양의 유체에 농축될 수 있으므로, 공기 중 바이오 물질 포집과 농축이 동시에 실시간으로 이루어지는 효과가 있다
- [0029] 본 발명에 의하면, 공기 중 바이오 물질을 포집하기 위한 장비와 농축하기 위한 장비를 따로 설치할 필요가 없이, 하나의 장비를 통해 바이오 물질의 포집과 농축이 가능하다.
- [0030] 본 발명에 의하면, 공기 중 바이오 물질의 포집과 농축이 동시에 그리고 연속적으로 이루어지기 때문에, 공기 중 바이오 물질의 포집과 농축을 위한 별도의 시간이 소요되지 않아 공기 중 바이오 물질을 더 빨리 포집 및 농축할 수 있다.
- [0031] 본 발명에 의한 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치, 그리고 그 방법은 종래에 비하여 공기 중 바이오 물질의 포집 및 농축 시간을 줄일 수 있으므로, 본 발명이 공기청정기 또는 제균기 등의 세균 감지 센서에 활용되는 경우 더 빠른 시간에 세균 등의 공기 중 바이오 물질을 감지할 수 있다.
- [0032] 본 발명에 의한 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치, 그리고 그 방법은 공기 중에 극소량으로 존재하는 바이오 물질을 센서가 감지할 수 있는 농도까지 포집하려면 포집하는데 굉장히 오랜 시간이 소요되지만, 포집액을 농축하게 되면 감지하는데 소요되는 시간을 대폭감소할 수 있다.
- [0033] 본 발명에 의한 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치, 그리고 그 방법에 의하면, 별도의 농축장치가 필요 없으므로 별도의 농축장치에서 발생하는 바이오 물질의 손실, 즉 농축장치에 바이오 물질이 붙어서 떨어지지 않아 센서로 전달되지 않는 현상을 방지하여 포집시간을 절약할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0034] 도 1은 본 발명에 따른 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치의 사시도,  
 도 2은 본 발명에 따른 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치의 포집부에 대한 상세도,  
 도 3은 본 발명에 따른 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치가 바이오 물질을 포집하고 농축하는 과정을 보여주는 모습,  
 도 4는 본 발명에 따른 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치가 바이오 물질을 포집하고 농축하는 과정의 순서도,  
 도 5는 본 발명에 따른 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치가 박테리아의 종류별 농축된 포집액의 양에 따른 농축비율에 관한 그래프.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0035] 본 발명의 실시예에서 제시되는 특정한 구조 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있다. 또한 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 되며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경물, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.



- [0036] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 대해 상세히 설명한다.
- [0037] 도 1은 본 발명에 따른 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치의 사시도에 관한 것이다.
- [0038] 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치(1)는 공기 중에 존재하는 극소량의 고병원성 바이러스나 각종 유해 세균 등의 바이오 물질을 검출하기 위한 것으로, 그 양이 매우 적기 때문에 검출하기 용이하도록 농축시켜 정확한 검출을 가능하게 한다.
- [0039] 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치(이하 '포집 및 농축장치'라 함)(1)는 몸체부(50)와, 몸체부(50)에 공기가 유입되는 공기 유입부(10)와, 몸체부(50)의 내부에 구비되고, 적어도 공기 유입부(10)를 통하여 유입된 공기 중에 포함된 바이오 물질을 포집하기 위한 포집액(42)을 수용하는 포집부(30)와, 포집부(30)와 연통되고 포집부(30)에서 포집된 바이오 물질이 혼합된 포집액(42)이 배출되는 배출유로부(34)와, 배출유로부(34)의 일 측에 설치되는 자석(36), 및 자석(36)의 자기력에 의하여 배출유로부(34)의 타 측에 밀착되고, 배출유로부(34)를 흐르는 포집액(42)에 포함된 바이오 물질이 결합되는 다수의 비드입자(40)를 포함한다.
- [0040] 바람직하게는, 포집 및 농축장치(1)는 몸체부(50)에 포집부(30)를 통과한 공기를 몸체부(50)의 외부로 공기를 배출시키는 공기 배출부(12)와, 포집부(30)에 액체를 유입시키는 액체 유입부(20), 및 배출유로부(34)와 연통되고, 몸체부(50)의 외부로 포집액(42)을 배출하는 액체 배출부(22)를 더 포함한다.
- [0041] 공기 유입부(10)는 측정하고자 하는 장소의 공기를 흡입하여 바이러스와 세균 등 다양한 종류의 바이오 물질(44)을 함께 흡입하고, 공기 배출부(12)를 통해 공기를 배출하게 된다. 공기 유입부(10)에서 공기를 흡입하고, 흡입한 공기를 공기 배출부(12)에서 배출할 수 있는 구조가 몸체부(50)에 이루어져 있다.
- [0042] 액체 유입부(20)는 물과 같은 액체가 유입되는 유로로, 공기 중 바이러스나 세균과 같은 바이오 물질(44)과 혼합되어 포집액(42)을 제공하게 된다. 포집액(42)을 제공하고 남은 물은 액체 배출부(22)를 통해 몸체부(50)의 외부로 배출하게 된다. 포집액(42)에는 물과 다양한 종류의 세균과 바이러스 및 먼지 등이 섞여 있을 수 있을 것이다.
- [0043] 포집부(30)는 몸체부(50)에 유입되는 공기와 액체가 모두 포집되는 곳으로, 공기 중 바이오 물질(44)과 물과 같은 액체가 혼합되어 포집액(42)이 형성될 수 있다. 포집부(30)의 하단에 배출유로부(34)가 연결되어 있으며, 배출유로부(34)에 자석(36)과 비드입자(40)가 설치될 수 있다. 따라서, 포집 및 농축장치(1)는 포집부(30)에서 공기 중 바이오 물질(44)의 포집과 동시에 포집부(30)에서 형성한 포집액(42)이 멈추지 않고 계속 배출유로부(34)로 흘러가고, 배출유로부(34)에서 포집액(42)을 농축하기 때문에 포집액(42)의 포집과 농축을 동시 및 연속적으로 진행할 수 있다.
- [0044] 포집부(30)에 대한 상세한 설명은 후술하기로 한다.
- [0045] 한편, 몸체부(50)에는 오버플로우(52)가 더 구비될 수 있다. 몸체부(50)가 수용할 수 있는 액체의 양보다 더 많은 양이 공급되면, 포집 및 농축장치(1) 내부로 물이 스며들어 고장나거나, 제 기능을 못할 수도 있다. 따라서, 이를 방지하고자 과도한 양의 액체가 공급되면 몸체부(50)의 외부로 배출할 수 있도록 하는 오버플로우(52)가 더 포함되어 있다.
- [0046] 도 2은 본 발명에 따른 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치의 포집부에 대한 상세도이다.
- [0047] 포집부(30)에서 공기 중 바이오 물질(44)의 포집 과정이 이루어지게 되며, 포집부(30)는 하부로 갈수록 좁게 형성되는 깔대기 형상으로 형성되고, 포집부(30)의 하단에는 배출유로부(34)가 결합된다.
- [0048] 배출유로부(34)는 포집부(30)에서 형성한 포집액(42)을 바이러스나 세균과 같은 유해 물질을 감지하는 센서로 전달하게 된다. 따라서, 포집부(30)와 배출유로부(34)는 공기 중 바이오 물질을 액체와 함께 포집액(42)을 형성하고, 형성된 포집액(42)을 센서로 전달하는 역할을 하게 된다.
- [0049] 자석(36)은 배출유로부(34)의 외주면에 착탈 가능하게 결합되어 있다. 비드입자(40)는 자석(36)에 대응되는 위치에 다수의 비드입자(40)가 밀집되어 배치된다. 즉, 비드입자(40)는 포집부(30) 내에서 이동이 가능한 자성을 갖는 입자 또는 자석에 의해 끌릴 수 있는 철 등의 금속 재질의 비드로 이루어져 있으며, 자석(36)의 자력에 의해 잡아 당겨져서, 배출유로부(34)의 내주면에 밀착되어 배출유로부(34)의 내주면을 코팅하게 된다.
- [0050] 비드입자(40)는 자성을 갖는 비드입자(40) 또는 자석(36)에 부착될 수 있는 철 등의 금속 재질의 비드를 사용할 수 있을 것이다. 비드입자는 나노 또는 마이크로 사이즈로 이루어진 매우 미세한 크기의 구슬 형상을 하고



있다.

- [0051] 또한, 비드입자(40)는 바이오 물질(44)과의 결합력을 향상시키기 위해서 비드입자(40)의 외표면을 바이오 물질(44)과 접촉하는 접촉물질로 도포하여 박테리아 또는 바이러스 등의 바이오 물질과의 결합력을 향상시킬 수 있을 것이다. 이때 접촉물질은 작두콩의 종자에 함유되어 있는 단백질로, D-마노스, D-글루코스와 특이적으로 결합한글로불린의 일종인 콘카나발린 A(41)(concanavalinA, 이하 'ConA'라 함)를 사용하는 것이 바람직할 것이며, 비드입자(40)와 접촉물질(41)는 수소결합에 의해 결합이 이루어 질 수 있다.
- [0052] 이하에서 설명하는 비드입자(40)는 모두 접촉물질(41)로 도포되어 있는 비드입자(40)로 이해하면 될 것이다.
- [0053] 한편, 포집부(30)의 하부에 공기 중 바이오 물질(44)과 물이 혼합된 포집액(42)을 공급하게 된다. 이를 통해 배출유로부(34)에 위치하고 있는 비드입자(40)와 바이오 물질(44)이 서로 결합하여 농축된 바이오 물질(44)의 수집이 이루어질 수 있다. 따라서, 배출유로부(34)는 포집액(42)을 센서로 이동시키는 포집액(42)을 전달하는 역할과, 포집액(42) 속의 바이오 물질(44)을 농축하는 농축을 위한 도구의 역할을 겸용하게 된다.
- [0054] 포집부(30)에서 바이오 물질(44)의 포집과 농축에 의한 수집 과정은 하기에서 상세히 설명하기로 한다.
- [0055] 도 3은 본 발명에 따른 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치 가 바이오 물질을 포집하고 농축하는 과정을 보여주는 모습이다.
- [0056] 포집부(30)에서 바이오 물질(44)의 포집과 농축 과정은 순서대로, 먼저 포집부(30)에 비드입자(40)를 뿌려 배출유로부(34)를 코팅하고, 외부 공기가 유입되어 공기 중 바이오 물질이 혼합된 포집액(42)을 포집부(30)에 형성한다. 이러한 포집액(42)이 배출유로부(34)에 공급되어 바이오 물질(44)이 비드입자(40)와 결합하게 되고, 자석(36) 부근에 위치하고 있는 비드입자(40)를 자석(36)과 분리시켜 비드입자(40)를 수집하게 되면, 농축된 바이오 물질(44)을 얻을 수 있게 된다.
- [0057] 이상, 바이오 물질(44)을 포집하고 농축하는 과정에 대해 간략히 설명했으며, 각 과정에 대해 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0058] 먼저, 포집부(30)에 수용된 포집액(42)에 비드입자(40)를 부어주게 되면 비드입자(40)는 액체와 함께 중력에 의해 배출유로부(34)로 이동하게 된다. 이때 배출유로부(34)에 설치된 자석(36)에 의해 비드입자(40)는 외부로 배출되지 않고, 자석(36) 주변으로 모이게 된다. 즉, 배출유로부(34)의 내주면을 비드입자(40)가 코팅하게 된다.
- [0059] 배출유로부(34)를 비드입자(40)로 충분히 코팅했으면, 외부 공기를 포집액(42)에 유입시켜서, 공기 중 바이오 물질(44)과 물이 혼합된 포집액(42)을 포집부(30)에 형성하게 된다. 포집액(42)이 배출유로부(34)를 통해 배출되는 동안 바이오 물질(44)은 비드입자(40), 즉 비드입자(40)에 코팅된 접촉물질(41)과 결합하게 되며, 물과 같은 액체만 배출유로부(34)를 통해 배출된다.
- [0060] 즉, 비드입자(40)에 코팅된 접촉물질(41)과 바이오 물질(44)이 서로 반응하여 결합되기 때문에 검출하고자 하는 바이오 물질(44)과 반응하는 비드입자(40)를 포집부(30)에 뿌려주게 되면 비드입자(40)와 바이오 물질(44)이 결합하여 원하는 바이오 물질(44)을 검출할 수 있을 것이다.
- [0061] 만약, 공기 중에 검출하고자 하는 바이오 물질(44)이 매우 극소량일 경우, 포집 및 농축장치(1)를 장시간 작동시켜, 포집액(42)이 포집부(30)에 충분히 공급되면, 보다 많은 양의 바이오 물질(44)이 비드입자(40)와 결합할 수 있을 것이다.
- [0062] 비드입자(40)와 바이오 물질(44)이 충분히 결합되었다면, 비드입자(40)를 수거하여 바이오 물질(44)을 검출하면 될 것이다. 비드입자(40)를 수거하기 전에 먼저 포집부(30)에 포집액(42) 공급을 중단시켜, 배출유로부(34)를 통해 액체를 모두 배출한다. 그 다음 배출유로부(34)로부터 탈부착이 가능한 자석(36)을 배출유로부(34)에서 분리하면 비드입자(40)가 배출유로부(34)에서 배출된다. 이렇게 수거된 비드입자(40)를 통해 농축된 바이오 물질(44)을 얻을 수 있게 된다. 한편, 비드입자(40)를 수거할 때, 보다 원활하게 수거할 수 있도록 액체 유로부(20)에서 공급되는 물과 함께 배출유로부(34)를 통과하여 배출하도록 한다. 그리고, 배출유로부(34)는 센서(미도시)를 향하도록 설치되어, 포집액(42)이 센서로 배출되며, 배출된 포집액(42)은 센서에 의해 공기 중의 바이오 물질의 농도를 감지하게 된다.
- [0063] 원래 공기 중에 극소량으로 존재하는 바이오 물질을 센서가 검지할 수 있는 농도까지 포집하려면 포집하는데 굉장히 오랜 시간이 소요되지만, 본 발명에 의한 포집 및 농축장치(1)에 의하여 포집액을 농축하게 되면 감지하는데 소요되는 시간을 대폭감소할 수 있다. 일례로, 농축 전, 후 농축비율이 10배라면 포집 시간을 1/10로 즉,

기존 10시간 걸리는 포집 시간을 1시간으로 줄일 수 있는 것이다.

- [0064] 도 4는 본 발명에 따른 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치가 바이오 물질을 포집하고 농축하는 과정의 순서도를 보여주고 있다.
- [0065] 포집 및 농축장치(10)가 공기 중 바이오 물질(44) 포집 및 농축하는 방법은 포집부에 비드입자를 구비하고, 포집부에 연결되어 있는 배출유로부에 자석을 설치하여 배출유로부 주변으로 비드입자를 코팅하는 단계(S10)와, 포집부에서 공기와 물을 혼합하여 공기 중 바이오 물질과 물이 혼합된 포집액을 형성하는 단계(S20)와, 배출유로부로 포집액을 통과시켜, 비드입자에 바이오 물질이 부착하는 단계(S30), 및 배출유로부에 설치된 자석을 제거하고, 바이오 물질이 부착된 비드입자에 부착된 물질을 수거하는 단계(S40)로 이루어져 있다.
- [0066] 비드입자가 배출유로부를 코팅하는 단계(S10)는 배출유로부(34)에 자석(36)이 설치되어 있으며, 포집부(30)를 통해 뿌려진 비드입자(40)는 배출유로부(34)로 이동하게 되면서 자석(36)의 자성에 의해 외부로 배출되지 않고 배출유로부(34)에 남아있게 된다. 비드입자(40)가 배출유로부(34)의 내주면에 충분히 밀집되도록 부착되면 비드입자(40)의 코팅 과정이 모두 완료된다.
- [0067] 공기 중 바이오 물질과 물이 혼합된 포집액을 형성하는 단계(S20)는 포집부(30)에서 공기 유로부(10)를 통과하는 공기와 액체 유로부(20)를 통과하는 물이 혼합되어 공기 중 바이오 물질(44)과 물이 혼합된 포집액(42)을 형성하게 된다. 이때 포집액(42)에는 다양한 종류의 바이러스와 세균 및 먼지 등이 포집되어 있을 것이다.
- [0068] 비드입자에 바이오 물질이 부착하는 단계(S30)는 배출유로부(34)가 비드입자(40)로 코팅되어 있을 때, 포집부(30)에서 포집한 포집액(42)을 배출유로부(34)로 제공하게 되면, 포집액(42)이 배출유로부(34)를 통과하면서 액체는 외부로 배출되고, 바이오 물질(44)은 비드입자(40)와 결합하게 된다. 측정하고자 하는 바이오 물질(44)을 측정기(미도시)가 완벽하게 감지할 수 있도록 충분한 시간동안 비드입자(40)가 바이오 물질(44)과 결합할 수 있도록 포집 및 농축장치(1)를 작동시켜 주는 것이 좋을 것이다.
- [0069] 자석을 제거하여 비드입자에 부착된 고농축된 물질을 수거하는 단계(S40)는 바이오 물질(44)을 측정할 수 있을 정도의 충분한 양이 비드입자(40)와 결합했으면, 포집 및 농축장치(1)의 가동을 중단하여 포집액(42)의 공급을 중지한다. 그 다음 배출유로부(34)와 탈부착이 가능한 자석(36)을 분리시켜 비드입자(40)를 수거한다.
- [0070] 비드입자(40)의 회수를 통해 농축된 바이오 물질(44)을 얻을 수 있게 된다.
- [0071] 즉, 포집 및 농축장치(1)가 공기 중 바이오 물질(44) 포집 및 농축하는 과정을 통해 포집부(30)에서 공기 중 바이오 물질(44)과 물이 혼합된 포집액(42)을 계속해서 공급하는 바이오 물질(44)의 포집과 포집액(42)이 배출유로부(34)를 통과하면서 비드입자(40)와 바이오 물질(44)이 결합하는 농축이 실시간으로 이루어지게 된다.
- [0072] 도 5는 본 발명에 따른 공기 중 바이오 물질의 연속적 포집 및 농축장치가 박테리아의 종류별 농축된 포집액의 양에 따른 농축비율에 관한 그래프에 관한 것이다.
- [0073] 세 종류의 박테리아인 *E. coli*, *S. aureus* 및 *B. cereus*를 포집 및 농축장치(1)로 농축했을 때, 박테리아의 종류별 농축된 포집액의 양에 따른 농축비율을 보여주는 그래프이다. 그래프의 가로축은 배출유로부(34)에서 비드입자(40)에 붙어있는 바이오 물질(44)을 최종적으로 수거시 사용된 액체의 부피이며, 가로축의 오른쪽으로 갈수록 액체의 부피가 작아지는 것을 알 수 있다.
- [0074] 그래프를 보면, 박테리아의 종류에 따라 농축 비율이 다르게 형성된다. 그리고 최종 수거 액체의 부피가 작아질수록 농축비율이 증가하게 되는데, 이는 배출유로부(34)에 붙어있는 바이오 물질(44)을 적은 양의 물방울에 담을수록 물방울 부피당 바이오 물질(44)의 숫자가 증가하기 때문이다.
- [0075] 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이다.

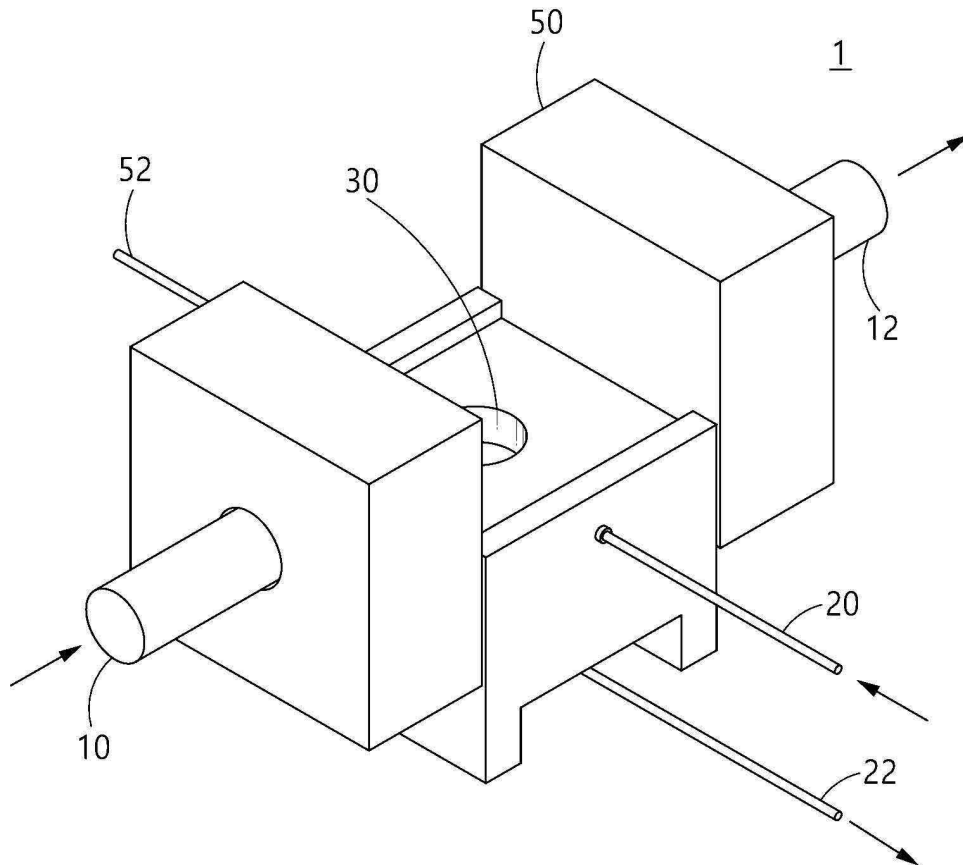
## 부호의 설명

- [0076] 1 : 포집 및 농축장치    10 : 공기 유입부  
12 : 공기 배출부    20 : 액체 유입부  
22 : 액체 배출부    30 : 포집부

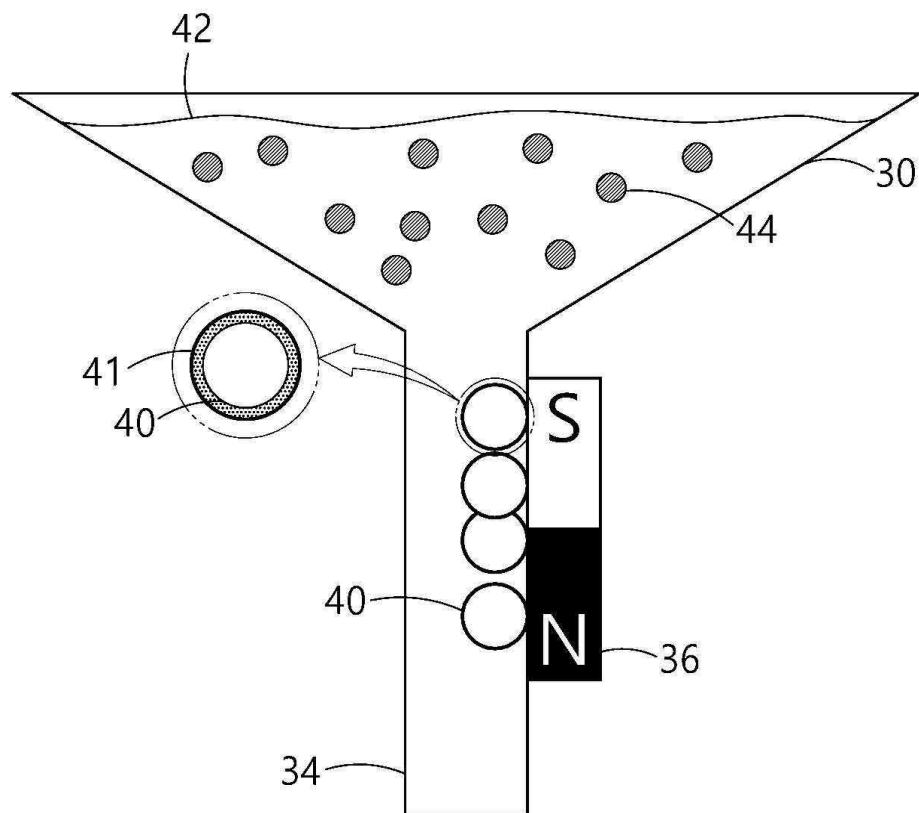
34 : 배출유로부    36 : 자석  
 40 : 비드입자    41 : 접착물질(ConA)  
 42 : 포집액    44 : 바이오 물질  
 50 : 몸체부    52 : 오버플로우

# 도면

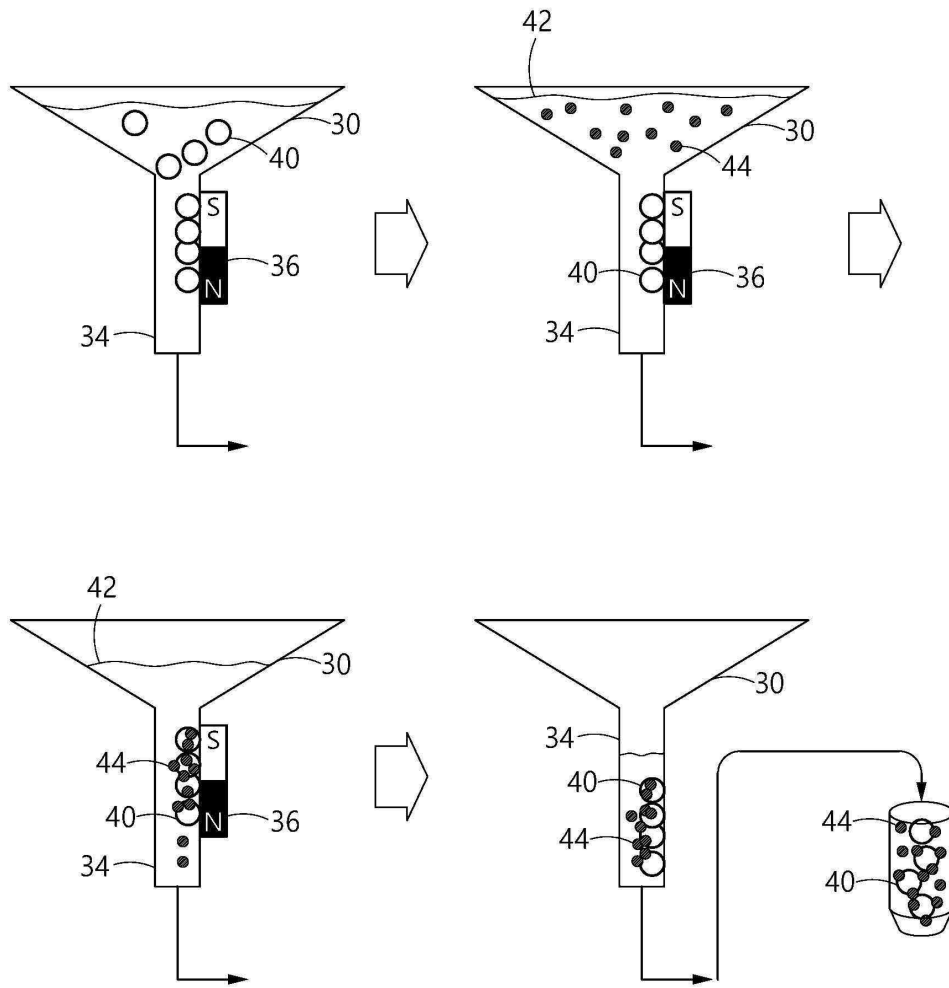
## 도면1



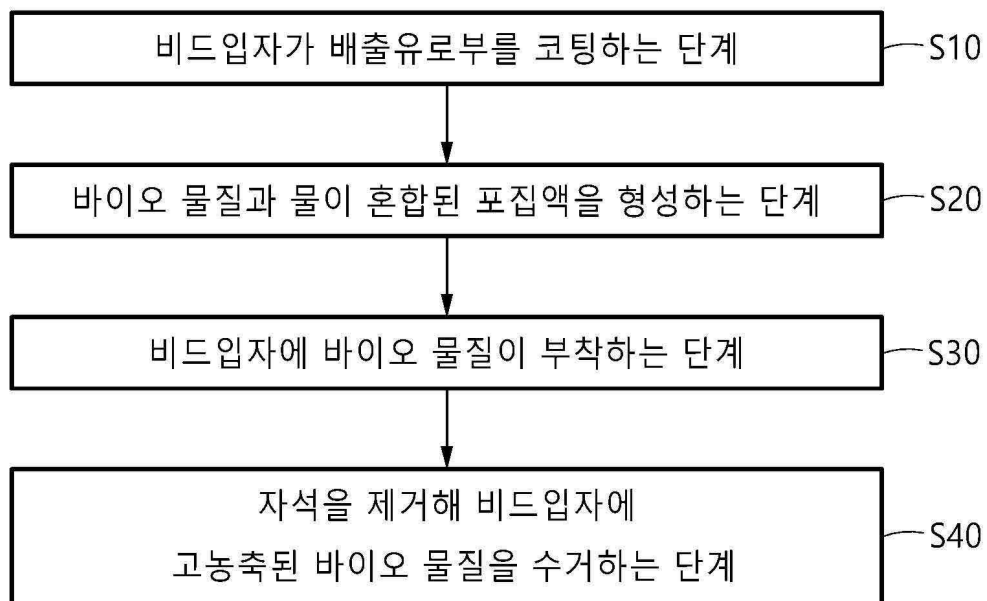
도면2



도면3



도면4



도면5

