(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년09월12일
(11) 등록번호 10-2706408
(24) 등록일자 2024년09월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*C12M 1/00* (2006.01) *C12M 1/42* (2017.01)
(52) CPC특허분류
*C12M 47/02* (2013.01)
*C12M 35/06* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0019760
(22) 출원일자 2022년02월15일
심사청구일자 2022년02월15일
(65) 공개번호 10-2023-0122917
(43) 공개일자 2023년08월22일
(56) 선행기술조사문헌
JP2022017091 A*
KR102244479 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
**광주과학기술원**
광주광역시 북구 첨단과기로 123 (오룡동)
(72) 발명자
**윤영란**
광주광역시 북구 첨단과기로 123 광주과학기술원 의생명공학과
**양성**
광주광역시 북구 첨단과기로 123 광주과학기술원 기계공학부
(74) 대리인
**특허법인지원**

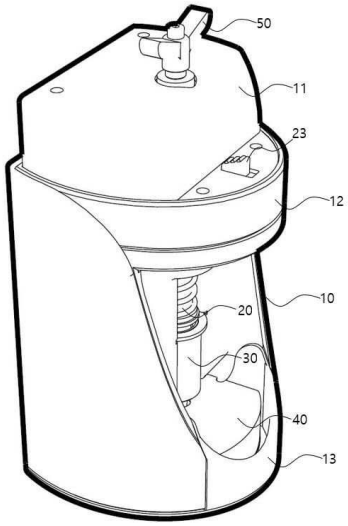
전체 청구항 수 : 총 11 항 심사관 : 권혁성

(54) 발명의 명칭 **미생물 분리 농축 장치**

## (57) 요 약

본 발명은 미생물 농축 소자를 포함하는 미생물 분리 농축 장치에 관한 것으로, 구체적으로는 몸체; 상기 몸체의 중앙을 관통하여 위치하고, 외측면을 탄성부재가 감싸고 있는 압축기; 상기 압축기 하단에 위치하는 시린지 하우징; 상기 시린지 하우징 하단에 위치하고, 자성에 의하여 미생물을 농축하는 농축 소자를 포함하는 농축 카트리지 및 상기 농축 카트리지를 수용할 수 있는 카트리지 하우징을 포함하는 미생물 분리 농축 장치에 관한 것이다.

*대 표 도* - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

| | |
|---|---|
| 과제고유번호 | 1711131476 |
| 과제번호 | 2016M3A7B4910556 |
| 부처명 | 과학기술정보통신부 |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단 |
| 연구사업명 | 나노·소재원천기술개발사업 |
| 연구과제명 | 식품샘플 전처리 기술 개발 |
| 기 여 율 | 1/1 |
| 과제수행기관명 | 광주과학기술원 |
| 연구기간 | 2021.01.01 ~ 2021.07.31 |

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

몸체;

상기 몸체의 중앙을 관통하여 위치하고, 외측면을 탄성부재가 감싸고 있는 압축기;

상기 압축기 하단에 위치하는 시린지 하우징;

상기 시린지 하우징 하단에 위치하고, 자성에 의하여 미생물을 농축하는 미생물 농축 소자를 포함하는 농축 카트리지;및

상기 농축 카트리지를 수용할 수 있는 카트리지 하우징을 포함하며,

상기 몸체는 고정 부재가 설치된 고정부를 포함하고,

상기 압축기는 로드(rod) 형상을 갖는 것이며, 상기 압축기의 하단부부터 상기 고정부까지 부위에 상기 압축기의 상기 외측면을 감싸는 상기 탄성부재가 구비되는 것인,

미생물 분리 농축 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 몸체는 몸체의 중앙을 관통하여 상기 압축기가 위치하여 상하 이동할 수 있도록 세로방향으로 연장된 관통홀을 포함하는 미생물 분리 농축 장치.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 고정 부재는 압축기가 들어 올려진 상태로 고정하기 위하여 상기 압축기의 고정홈에 삽입될 수 있는 것이며,

상기 고정홈은 상기 압축기가 최대로 들어 올려진 상태에서 상기 고정 부재가 삽입될 수 있는 위치에 대응되도록 상기 압축기 외측면에 위치하는 것인,

미생물 분리 농축 장치.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 시린지 하우징은 일단부는 개방되고 타단부는 폐쇄된 원통형상인 미생물 분리 농축 장치.

### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 시린지 하우징의 폐쇄된 타단부는 시린지의 팁이 통과할 수 있는 팁관통홀을 더 포함하는 미생물 분리 농축 장치.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 시린지의 팁은 팁관통홀을 통과하여 농축 카트리지에 결합되는 미생물 분리 농축 장치.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 미생물 농축 소자는

플레이트;

상기 플레이트에 배치되는 마그넷;

일단에 주입구가 형성되어 있으며, 상기 마그넷의 상측에서 출발하여 상기 마그넷의 외면 둘레를 감싸며 내려가는 채널;

일단이 상기 채널의 끝단에 결합되어, 채널 내에서 분리된 입자가 이동되는 PDMS 채널; 및

상기 PDMS 채널의 타단에서 분리되어 연장된 제1배출구와 제2배출구;를 포함하며, 상기 제1배출구가 상기 마그넷과 인접한 위치에 형성되는 미생물 분리 농축 장치.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 농축 카트리지는 농축 소자에 의하여 농축된 미생물을 저장할 수 있는 수집 챔버 및 상기 농축된 미생물을 제외한 샘플 용액을 저장할 수 있는 웨이스트 챔버를 더 포함하는 미생물 분리 농축 장치.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 수집 챔버는 미생물 농축 소자의 제1배출구와 연결되는 미생물 분리 농축 장치.

**청구항 10**

제8항에 있어서,

상기 웨이스트 챔버는 미생물 농축 소자의 제2배출구와 연결되는 미생물 분리 농축 장치.

**청구항 11**

제7항에 있어서,

상기 농축소자의 주입구와 시린지의 팁을 연결하기 위한 연결 부재를 더 포함하는 미생물 분리 농축 장치.

## *발명의 설명*

### *기 술 분 야*

[0001] 본 발명은 미생물 농축 소자를 포함하는 미생물 분리 농축 장치에 관한 것으로, 구체적으로는 몸체; 상기 몸체의 중앙을 관통하여 위치하고, 외측면을 탄성부재가 감싸고 있는 압축기; 상기 압축기 하단에 위치하는 시린지 하우징; 상기 시린지 하우징 하단에 위치하고, 자성에 의하여 미생물을 농축하는 농축 소자를 포함하는 농축 카트리지 및 상기 농축 카트리지를 수용할 수 있는 카트리지 하우징을 포함하는 미생물 분리 농축 장치에 관한 것이다.

## 배 경 기 술

[0002] 최근 들어, 식품 내 미생물로 인한 질병 및 사망에 대한 관심이 높아짐에 따라서 안전한 음식에 대한 요구가 증가하고 있다.

[0003] 하지만, 이를 위해서 신속한 현장검사가 필요하지만 종래의 배양 기반의 검출법은 시간이 오래 걸리며, 노동집약적이라는 문제점이 존재하여, 이를 보완하기 위해 바이오센서를 이용한 검출 기술들이 연구되고 있다.

[0004] 하지만, 바이오 센서는 일반적으로 매우 소량의 샘플을 이용하기 때문에 검출하고자 하는 샘플 내 미생물이 존재하지 않을 가능성이 존재한다는 문제점이 있고, 균질된 식품 내 낮은 농도로 존재하는 미생물과 균질된 샘플 내 분술물들은 검출과정에서 정확도를 저하시킨다는 문제점이 있다.

[0005] 이때, 바이오 센서를 이용하여 검사를 수행하기 위해서는, 샘플 내 불순물로 인한 노이즈를 줄이기 위해 샘플의 분리와 농축을 포함한 전처리 과정을 거쳐야 한다. 전처리를 위한 소자와 관련된 연구들이 많이 진행되어 왔으나 미세유체기반의 소자 이용시 처리 시간이 오래 걸리며, 처리량을 높일 경우 효율이 저하되는 한계를 지닌다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-2244479호

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 종래의 미생물 농축 및 분리 방법은 원심분리기와 종균 배양을 이용하였다. 원심분리기는 다량의 시료를 처리할 수 있으나, 높은 비용과 부피가 큰 장비와 지속적인 전력을 요구하고, 또한 특정 미생물의 분리를 위해 미생물 동정을 추가적으로 수행해야하며 이는 시간 및 비용 측면에서 효율적이지 않다. 개발된 상용 장비도 다량의 미생물을 농축할 수 있으나, 특정 미생물의 분리가 어려워 후처리(동정)과정이 요구된다.

[0008] 지금까지 소형화와 무전력 기반으로 미생물 농축 및 분리 가능한 통합 시스템이 전무한 상황으로, 본 발명은 무전력 기반의 소형화 장치를 통하여 높은 농축률로 미생물을 분리해낼 수 있는 미생물 분리 농축 장치를 제공하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은 미생물 분리 농축 장치에 관한 것으로서, 몸체; 상기 몸체의 중앙을 관통하여 위치하고, 외측면을 탄성부재가 감싸고 있는 압축기; 상기 압축기 하단에 위치하는 시린지 하우징; 상기 시린지 하우징 하단에 위치하고, 자성에 의하여 미생물을 농축하는 미생물 농축 소자를 포함하는 농축 카트리지 및 상기 농축 카트리지를 수용할 수 있는 카트리지 하우징을 포함할 수 있다.

[0010] 상기 몸체는 몸체의 중앙을 관통하여 상기 압축기가 위치하여 상하 이동할 수 있도록 세로방향으로 연장된 관통홀을 포함할 수 있다.

[0011] 상기 몸체는 고정 부재가 설치된 고정부를 포함하고, 상기 고정 부재는 압축기가 들어 올려진 상태로 고정하기 위하여 상기 압축기의 고정 홈에 삽입될 수 있다.

[0012] 상기 시린지 하우징은 일단부는 개방되고 타단부는 폐쇄된 원통형상일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[0013] 상기 시린지 하우징의 폐쇄된 타단부는 시린지의 팁이 통과할 수 있는 팁관통홀을 더 포함할 수 있다.

[0014] 상기 시린지의 팁은 팁관통홀을 통과하여 농축 카트리지에 결합될 수 있다.

[0015] 상기 미생물 농축 소자는 플레이트; 상기 플레이트에 배치되는 마그넷; 일단에 주입구가 형성되어 있으며, 상기 마그넷의 상측에서 출발하여 상기 마그넷의 외면 둘레를 감싸며 내려가는 채널; 일단이 상기 채널의 끝단에 결합되어, 채널 내에서 분리된 입자가 이동되는 PDMS 채널 및 상기 PDMS 채널의 타단에서 분리되어 연장된 제1배출구와 제2배출구를 포함하며, 상기 제1배출구가 상기 마그넷과 인접한 위치에 형성될 수 있다.

[0016] 상기 농축 카트리지는 농축 소자에 의하여 농축된 미생물을 저장할 수 있는 수집 챔버 및 상기 농축된 미생물을 제외한 샘플 용액을 저장할 수 있는 웨이스트 챔버를 더 포함할 수 있다.

[0017] 상기 수집 챔버는 미생물 농축 소자의 제1배출구와 연결될 수 있다.

[0018] 상기 웨이스트 챔버는 미생물 농축 소자의 제2배출구와 연결될 수 있다.

[0019] 상기 농축소자의 주입구와 시린지의 팁을 연결하기 위한 연결 부재를 더 포함할 수 있다.

## *발명의 효과*

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 미생물 분리 농축 장치는 무전력 기반의 소형화 장치를 통하여 높은 농축률로 미생물을 분리해낼 수 있고, 이를 통해 검사를 수행할 수 있기 때문에, 기존 미생물 검출 방법과 비교하여 빠르면서도 정확하다는 장점이 있다.

## *도면의 간단한 설명*

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 미생물 분리 농축 장치의 사시도를 나타낸다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 미생물 분리 농축 장치의 A) 측면도 및 B) 정면도를 나타낸다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 미생물 분리 농축 장치의 평면도를 나타낸다.

도 4 및 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 미생물 분리 농축 장치의 압축기(20)의 A) 측면도 및 B) 정면도를 나타낸다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 미생물 분리 농축 장치의 시린지 하우징(30)을 나타낸다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 미생물 분리 농축 장치의 미생물 농축 소자를 나타낸다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 미생물 분리 농축 장치의 농축 카트리지(40)를 나타낸다; A) 정면도, B) 배면도, C) 우측면도 D) 좌측면도.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 미생물 분리 농축 장치의 구동 단계를 나타낸다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 미생물 분리 농축 장치의 성능 평가 결과를 나타내는 그래프이다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0022] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 제한되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에게 본 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0023] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소 외에 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 명세서 전체에 걸쳐 동일한 도면 부호는 동일한 구성 요소를 지칭하며, "및/또는"은 언급된 구성요소들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다. 비록 "제1", "제2" 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.

[0024] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술

분야의 통상의 기술자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 미생물 분리 농축 장치의 사시도를 나타내고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 미생물 분리 농축 장치의 측면도(A) 및 정면도(B)를 나타낸다.

[0027] 본 발명의 미생물 분리 농축 장치는 몸체(10), 상기 몸체의 중앙에 관통하여 위치하는 로드 형상의 압축기(20), 상기 압축기(20)의 하단에 위치하는 시린지 하우징(30) 및 상기 시린지 하우징(30)의 하단에 위치하는 농축 카트리지(40)를 포함할 수 있다.

[0028] 상기 압축기(20)의 상단에는 손잡이(50)를 더 포함할 수 있다. 상기 손잡이(50)는 압축기(20)를 용이하게 위로 들어 올릴 수 있도록 다양한 형상으로 제조될 수 있으며, 도면에 나타난 형상으로 제한되지 않는다.

[0029] 상기 몸체(10)는 상부 덮개(11), 고정 부재(23)가 설치되고 상기 몸체의 중앙에 위치하는 고정부(12), 상기 몸체의 하부에 위치하고 상기 농축 카트리지(40)를 수용할 수 있는 카트리지 하우징(13)을 포함할 수 있다. 상기 몸체(10)의 고정부(12) 아래 부분은 시린지 하우징(30)을 상기 압축기(20) 하부에 용이하게 설치하거나 제거할 수 있도록 그 단면이 개방되어 있다.

[0030] 상기 상부 덮개(11)는 고정부(12) 상에 분리 가능하도록 설치되며, 고정부(12)에 설치된 고정 부재(23)가 외부로 돌출될 수 있도록, 상기 상부 덮개(11)의 단면적은 상기 고정부(12)의 단면적 보다 작은 것이 바람직하다.

[0031] 또한 상기 몸체(10)는 몸체의(10)의 중앙에 관통하여 압축기(20)가 위치하여 상하 이동할 수 있도록 세로방향으로 연장된 관통홀(14)을 포함할 수 있다. 상기 관통홀(14)의 하부, 바람직하게는 고정부(12) 이하의 관통홀(14) 부분은 시린지 하우징(30)을 관통홀(14) 중 압축기(20) 아래에 용이하게 설치하거나 제거할 수 있도록 그 단면이 외부로 노출되어 있다.

[0032] 상기 카트리지 하우징(13)은 상기 시린지 하우징(30)의 하단에 위치하는 농축 카트리지(40)를 수용할 수 있으며, 상기 카트리지 하우징(13)은 관통홀(14)의 단부에 설치되고, 서랍 방식으로 상기 몸체의 일측 방향으로 슬라이드 되도록 움직일 수 있다.

[0033] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 미생물 분리 농축 장치의 평면도를 나타내며, 도 3은 상기 몸체(10)는 상부 덮개(11)가 제거된 상태의 평면도로 고정부(12)에 위치하는 고정 부재(23)를 도시한다.

[0034] 상기 고정 부재(23)는 관통홀(14) 및 압축기(20)의 세로 축에 대하여 수직 방향으로 이동할 수 있도록 상기 고정부(12)에 설치될 수 있다.

[0035] 즉, 상기 고정 부재(23)는 상기 압축기(20)를 향하여 또는 상기 압축기(20)로부터 멀어지도록 움직일 수 있다.

[0036] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 미생물 분리 농축 장치의 압축기(20)의 A) 측면도 및 B) 정면도를 나타낸다. 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 미생물 분리 농축 장치의 압축기(20)가 들어 올려져서 고정 부재(23)에 의하여 고정된 상태를 도시한다.

[0037] 구체적으로 도 4 및 도 5는 압축기(20), 상기 압축기(20)의 하단에 위치하는 시린지 하우징(30) 및 상기 시린지 하우징(30)의 하단에 위치하는 농축 카트리지(40)의 위치 상태를 도시한다. 상기 시린지 하우징(30) 내부에는 시린지(31)가 분리가능하게 위치할 수 있다.

[0038] 상기 압축기(20)는 로드 형상을 나타내고, 압축기(20)의 하단부부터 상기 고정부(12)까지 부위에는 상기 압축기(20)의 외측면을 감싸는 탄성부재(21)가 구비될 수 있으며, 상기 탄성부재(21)는 코일 스프링이 적용될 수 있다.

[0039] 상기 압축기(20)는 고정부(12)에 설치되어 있는 고정 부재(23)가 삽입될 수 있는 하나 이상의 고정홈(22)을 포함할 수 있다.

[0040] 도 4를 참고하면, 상기 고정홈(22)은 장치의 작동 전 상태인 시린지(31)가 최대로 압축된 상태, 또는 탄성부재(21)가 하중을 받지 않고 팽창된 상태에서 상기 고정 부재(23)가 삽입될 수 있는 위치와 대응되는 압축기(20) 외측면에 위치할 수 있다.

[0041] 도 5를 참고하면, 또한 고정홈(22')은 장치의 작동 대기 상태인 탄성부재(21)가 압축된 상태, 즉 상기 압축기(20)가 최대로 들어 올려진 상태에서 상기 고정 부재(23)가 삽입될 수 있는 위치와 대응되는 압축기(20) 외측면

에 위치할 수 있다. 따라서 본 발명의 미생물 분리 농축 장치의 작동 대기 상태에서는 상기 압축기(20)가 최대로 들어 올려지고, 상기 고정 부재(23)가 상기 고정홈(22')에 삽입되어 탄성부재(21)가 압축된 상태로 존재하게 된다.

[0042] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 미생물 분리 농축 장치의 시린지 하우징(30)을 나타낸다.

[0043] 상기 시린지 하우징(30)은 일단부가 개방된 원통형상을 가지며, 내부에 시린지(31)가 배치될 수 있다. 상기 시린지 하우징(30)의 폐쇄된 부분은 시린지의 팁(tip)이 통과할 수 있는 크기의 팁관통홀(32)을 포함하고, 시린지 하우징(30) 내부에 위치한 시린지(31)는 시린지의 팁이 팁관통홀(32)을 통하여 하부에 위치하는 농축 카트리지(40)와 연결될 수 있다. 보다 구체적으로 상기 시린지(31)의 팁은 농축 카트리지(40)의 샘플 주입구와 연결될 수 있다.

[0044] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기 시린지의 팁(tip) 및 농축 카트리지(40), 바람직하게는 미생물 농축 소자(42)의 샘플 주입구(310)를 연결하기 위하여 연결 부재(33)를 더 포함할 수 있다. 상기 연결 부재(33)의 일단부는 시린지의 팁(tip)을 끼우기에 적당한 단면적을 가지며, 타단부는 농축 카트리지(40) , 바람직하게는 미생물 농축 소자(42)의 샘플 주입구(310)에 끼우기에 적당한 단면적을 가질 수 있다.

[0045] 농축 카트리지(40) 내부에는 미생물 농축 소자가 포함된다. 상기 미생물 농축 소자는 본 발명자가 발명하여 출원한 제10-2019-0020837호에 의해 인용된다.

[0046] 본 발명의 미생물 농축 소자는 도 7에 도시되며, 간단히 설명하면, 미생물 농축 소자는, 플레이트(100); 상기 플레이트에 배치되는 마그넷(200); 일단에 주입구가 형성되어 있으며, 상기 마그넷의 상측에서 출발하여 상기 마그넷의 외면 둘레를 감싸며 내려가는 채널(300); 일단이 상기 채널의 끝단에 결합되어, 채널 내에서 분리된 입자가 이동되는 PDMS 채널(340); 및 상기 PDMS 채널의 타단에서 분리되어 연장된 제1배출구(320)와 제2배출구(330);를 포함하며, 상기 제1배출구가 상기 마그넷과 인접한 위치에 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0047] 본 발명의 미생물 농축 소자는 상기 마그넷(200)의 자성을 이용하여 샘플 내 미생물을 높은 농축률로 신속하게 분류할 수 있다.

[0048] 상기 미생물 농축 소자에 의하여 농축되는 미생물은 구체적으로 자성입자-미생물 복합체이다. 따라서 마그넷(200)의 자성과 상기 복합체의 자성입자 사이에서 발생하는 자기력에 의하여 미생물을 분리할 수 있다.

[0049] 상기 자성입자-미생물 복합체에서 자성입자 및 미생물은 미생물에 특이적으로 결합하는 항체 및 리간드에 의하여 결합될 수 있다.

[0050] 상기 자성입자는 수 내지 수십 마이크로미터의 크기를 가지며 상기 자성입자의 표면에는 리간드, 예를 들어 Protein A가 고정되어 있다. 상기 자성 입자의 Protein A는 항체와 높은 특이성 및 강한 친화성을 갖는다. Protein A의 친화성에 의하여 Protein A가 고정된 자성입자를 특정 미생물에 특이적으로 결합하는 항체와 혼합하여 자성입자-리간드-항체 구조물을 형성할 수 있다.

[0051] 따라서 본 발명의 장치를 이용하여 미생물을 농축하기 위해서는 상기 자성입자-리간드-항체 구조물을 샘플과 혼합하는 샘플 준비 단계가 필요할 수 있다.

[0052] 제1배출구(320)는 마그넷(200)와 인접한 위치에 형성되어 마그넷(200)의 자성에 의해 분리된 입자(미생물)가 배출된다. 상기 미생물 농축 소자(10)는 미생물의 농축률을 증가시켜 주기 위해서 제2배출구(330)의 유량비가 높아야 한다. 즉, 예를 들어 100배의 농축률을 만들어주기 위해서는 주입부로 주입된 유체의 99% 이상이 제2배출구(330)로 흐르며, 1% 미만의 유체와 입자(미생물)가 제2배출구(330)로 흘러야(배출되야) 한다.

[0053] 이 과정에서 제2배출구(330)로 대부분의 유체가 배출되기 때문에 제1배출구(320)로는 극소량의 유체가 미생물과 함께 배출되기 때문에 높은 농축률과 낮은 손실률의 결과물을 얻을 있다는 장점이 있다.

[0054] 마그넷(200)은 플레이트(100)의 상면에 배치된다. 채널(300)은 일단에 주입구(310)가 형성되어 있으며, 마그넷(200)의 상측에서 출발하여 마그넷(200)의 외면 둘레를 감싸며 내려간다. 보다 상세하게는, 채널(300)은 마그넷(200)의 상측부에서 출발하여 마그넷(200)의 외면 둘레를 감싸며 내려가고, 마지막 바퀴에서 플레이트(100)에 안착될 수 있다. 마그넷(200)의 장축 부분에 마련된 채널(300)은 수평하게 배치되고, 마그넷(200)의 단축 부분에 마련된 채널(300)은 소정각도 아래로 향하도록 형성될 수 있다.

[0055] 또한, 상기 제1배출구는, 상기 제2배출구보다 너비와 높이가 작게 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0056] 또한, 상기 제1배출구(320)는, 구불구불(Serpetine) 한 형상으로 이루어진 것을 특징으로 한다.

[0057] 또한, 상기 제2배출구(330)는, 상기 PDMS 채널의 타단에서 분리되어 연장되되, 상기 PDMS 채널의 길이방향으로부터 일정 각도 꺾여서 분리되며, 상기 제1배출구는, 상기 PDMS 채널의 타단으로부터 높이가 감소되어 소정길이 연장된 후 구불구불(Serpetine) 한 형상으로 이루어진 것을 특징으로 한다.

[0058] 또한, 상기 PDMS 채널(340)은, 상기 채널과 결합된 부분을 지나서 채널의 넓이가 감소하도록 형성된 것을 특징으로 한다.

[0059] 또한, 상기 미생물 농축 소자는, 상기 마그넷(200)의 둘레에 소정의 두께를 가지는 서포터;를 더 포함하며, 상기 서포터(230)는, 상기 채널이 배치되는 채널홈이 길이 방향으로 형성된 것을 특징으로 한다.

[0060] 또한, 상기 채널홈 간의 간격은 상기 채널홈의 폭보다 작은 것을 특징으로 한다.

[0061] 또한, 상기 PDMS 채널은, 상기 채널의 끝단에 결합되되, 상기 플레이트에 안착되도록 위치하는 것을 특징으로 한다.

[0062] 도 8은 미생물 농축 소자를 포함하는 농축 카트리지(40)를 나타낸다.

[0063] 상기 농축 카트리지(40)는 베이스(41)를 포함하고, 상기 베이스(41)에는 상기 미생물 농축 소자(42), 수집 챔버(43) 및 웨이스트 챔버(44)가 위치할 수 있으며, 상기 농축 카트리지(40)는 상기 구성요소를 보호하기 위한 덮개(미도시)를 더 포함할 수 있다.

[0064] 상기 수집 챔버(43)는 미생물 농축 소자(42)의 제1배출구(320)와 연결되며, 미생물 농축 소자(42)에 의하여 분리된 미생물이 저장될 수 있다.

[0065] 상기 웨이스트 챔버(44)는 미생물 농축 소자(42)의 제2배출구(330)와 연결되며, 미생물 농축 소자(42)에 의하여 분리된 미생물을 제외한 샘플 용액이 저장될 수 있다.

[0066] 미생물 농축 소자(42)의 샘플 주입구(310)는 연결 부재(33)의 일단부 결합될 수 있으며, 상기 연결 부재(33)의 타단부는 샘플을 주입하기 위한 시린지의 팁(tip)과 연결될 수 있다.

[0067] 도 9는 본 발명 미생물 분리 농축 장치의 사용 단계를 도시한다.

[0068] 우선 미생물 분리 농축 장치의 손잡이(50)를 잡고 압축기(20)를 최대한 들어올리고 고정 부재(23)를 고정홈(22)에 삽입시켜 압축기(20)를 고정시킨다. 이때 압축기(20)의 외측면을 감싸는 탄성부재(21)가 압축된다(S100).

[0069] 시린지(31)에 샘플을 주입하고, 상기 샘플을 포함하는 시린지(31)를 시린지 하우징(30)에 넣고 시린지 하우징(30)의 팁관통홀(32)을 통하여 상기 시린지 팁을 농축 카트리지(40)에 연결한다(S200).

[0070] 다음, 시린지 하우징(30), 바람직하게 시린지(31)가 결합된 농축 카트리지(40)를 카트리지 하우징(13)에 넣고, 카트리지 하우징(13)을 미생물 분리 농축 장치의 몸체(10)에 결합시킨다(S300). 카트리지 하우징(13) 결합에 의하여 상기 시린지 하우징(30), 바람직하게 시린지(31)는 압축기(20)가 위치할 수 있도록 세로방향으로 연장된 관통홀(14)에 배치될 수 있고, 동시에 상기 압축기(20)의 하부에 위치하게 된다.

[0071] 다음은 미생물 분리 농축 장치의 작동 단계로 고정 부재(23)를 고정홈(22)으로부터 분리시킨다(S400). 고정 부재(23)가 고정홈(22)으로부터 분리되면, 압축기(20)의 외측면을 감싸는 탄성부재(21)의 스프링 복원력에 의하여 상기 압축기(20)는 아래 방향으로 이동하고, 시린지(31)의 플런저를 압축하게 된다. 상기 압축기(20)의 압축에 의하여 시린지(31) 내부의 샘플은 모두 농축 카트리지(40) 내부의 미생물 농축 소자로 이동하고, 상기 미생물 농축 소자를 통과하여 샘플 내의 미생물이 분리될 수 있다.

[0072] 미생물 분리 농축 장치의 구동이 완료되면, 다시 압축기(20)를 들어올려 고정 부재(23)로 고정하고, 카트리지 하우징(13)을 몸체(10)로부터 분리하고, 카트리지 하우징(13)에 수용되어 있는 농축 카트리지(40)를 꺼내어 시린지(31)를 분리한다(S500).

[0073] 다음 농축 카트리지(40)의 상부 덮개를 분리하여 농축 카트리지(40)의 수집 챔버(43)에 저장된 농축 미생물을 수득한다(S600).

[0075] **<스프링 구조 최적화>**

[0076] 본 발명자는 기 개발된 농축 소자 내 미생물 농축 및 분리를 위하여 최적화된 유량 조건을 적용한 스프링 기반

의 펌프 설계 및 디자인 수행하였다.

[0077] 미생물 분리 농축 장치가 제대로 작동하기 위해서는 다량의 식품 샘플(10mL), 신속한 처리 속도(10-15min), 미생물 농축율(100배 이상) 및 손실율(5% 이하)의 성능을 유지하는 것이 중요하다.

[0078] 이와 같은 성능을 확보하기 위하여 스프링의 종류와 압축 길이를 조절함으로써 특정 압력 35±5 psi (≒ 유량: 40mL/h) 조건을 최적화하였다.

[0079] 샘플 처리량에 따른 스프링 압축 및 팽창에 따른 길이 변화는 32.4 cm이며, 설계된 스프링 길이는 특정 압력의 성능을 만족시켰다(Pressure 1 psi ≒ Flow rate 1.3mL/h ≒ Spring length 1.08 cm)

[0081] **<성능 평가 결과>**

[0082] 최적화된 스프링 펌프를 포함하는 농축 시스템은 표준 샘플로 멸균 증류수와 미생물 3종이 (황색포도상구균; Staphylococcus, 살모넬라균; Salmonella, 리스테리아균; Listeria) 흔히 발견되는 견과류 식품에 대하여 성능 평가를 수행하였다. 식품 샘플은 식품 공전에 명시된 실험 절차에 따라 준비하였으며, 식품 샘플 내 복합체는 상기에 따른 합성 원리를 동일하게 적용할 수 있다.

[0083] 평가 항목인 손실율과 농축율을 도출하기 위하여 식품공전에 명시된 실험 절차 (건조 필름 배지 배양법)로 수행하였다. 손실율 (%) 은 웨이스트 챔버에서 획득한 미생물 계수 대비 수집 챔버에서 획득한 미생물 계수의 백분율로 도출할 수 있다. 농축율 (X) 은 시린지를 통해 공급되는 샘플 내 미생물 계수 대비 수집 챔버에서 획득한 미생물 계수의 비율로 도출할 수 있다.

[0084] 이와 같은 방법으로 샘플 10 mL, 처리 속도 10분 조건하에 평가 결과는 표준 및 견과류 샘플에서 미생물 농축율 100배 이상, 손실율 5% 이하의 성능을 만족시켰다(도 10).

[0086] 이상에서 본 발명의 대표적인 실시예들을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

## *부호의 설명*

[0087] 10 : 몸체

11 : 상부 덮개

12 : 고정부

13 : 카트리지 하우징

14 : 관통홀

20 : 압축기

21 : 탄성 부재

22 : 고정홈

23 : 고정 부재

30 : 시린지 하우징

31 : 시린지

32 : 팁관통홀

33 : 연결 부재

40 : 농축 카트리지

41 : 베이스

42 : 미생물 농축 소자

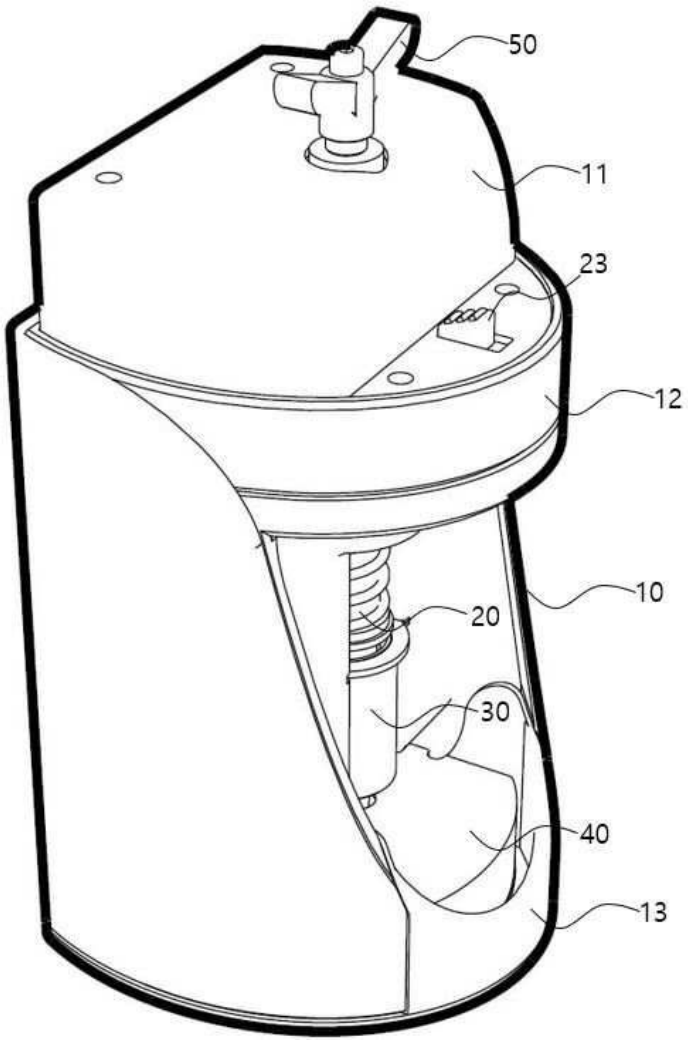
43 : 수집 챔버

44 : 웨이스트 챔버

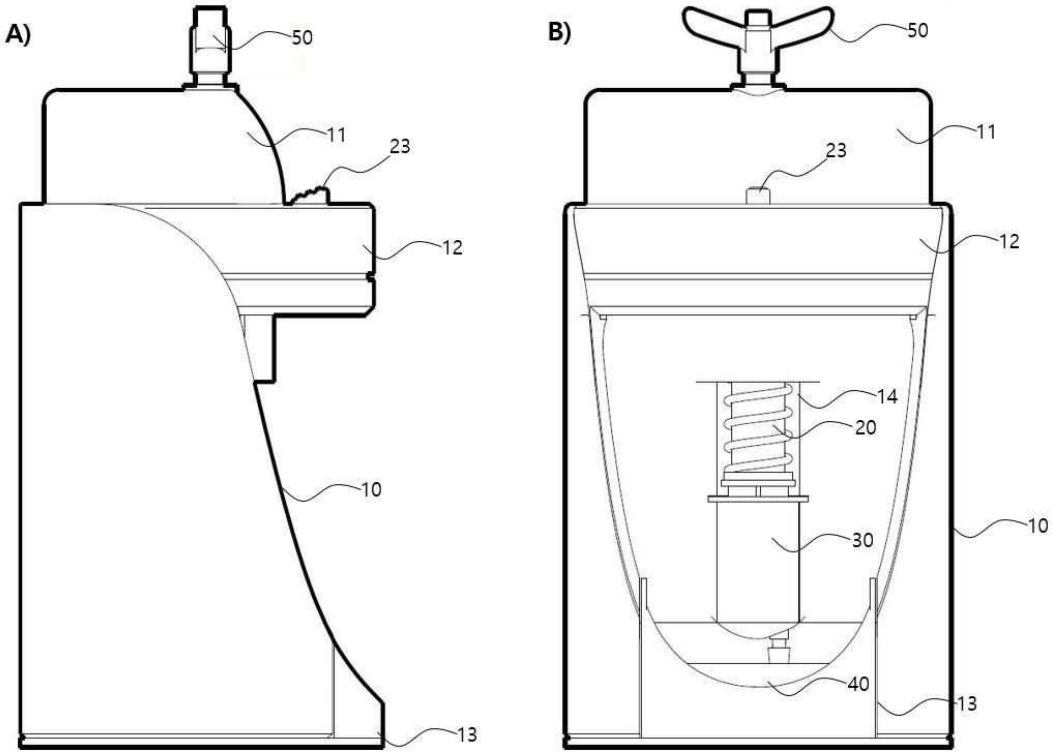
50 : 손잡이

## 도면

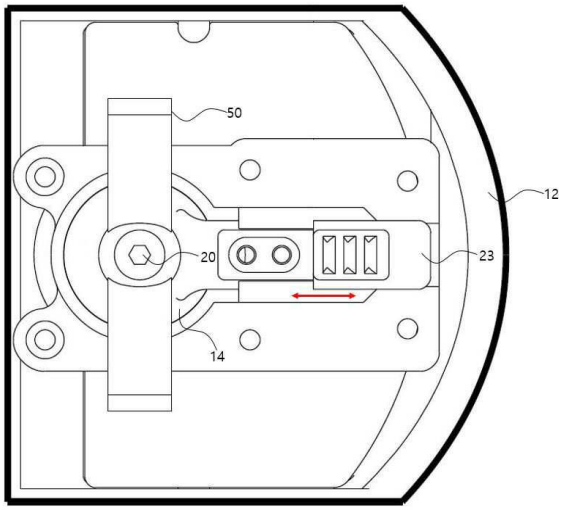
### 도면1



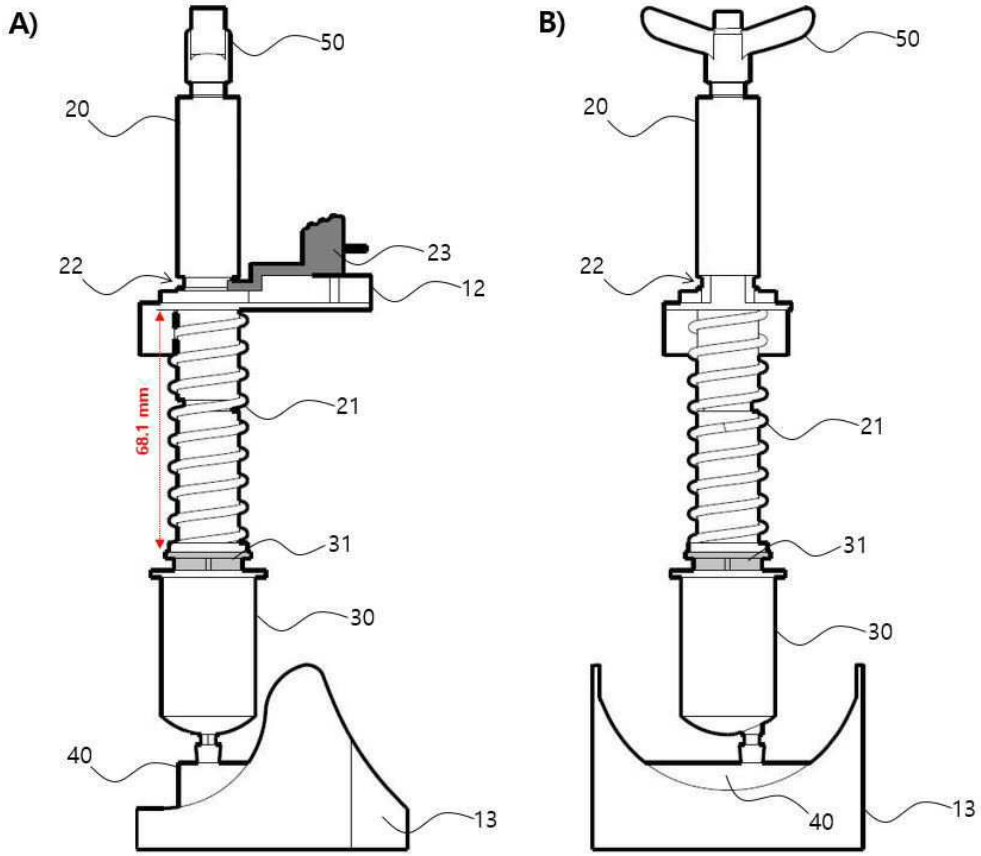
도면2



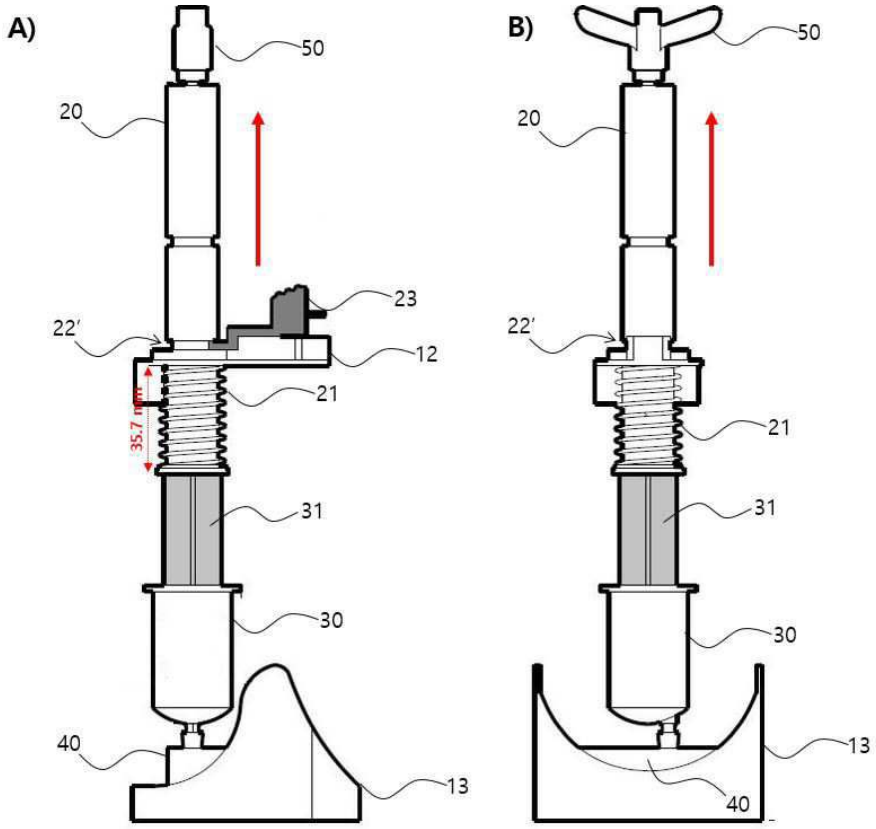

도면3



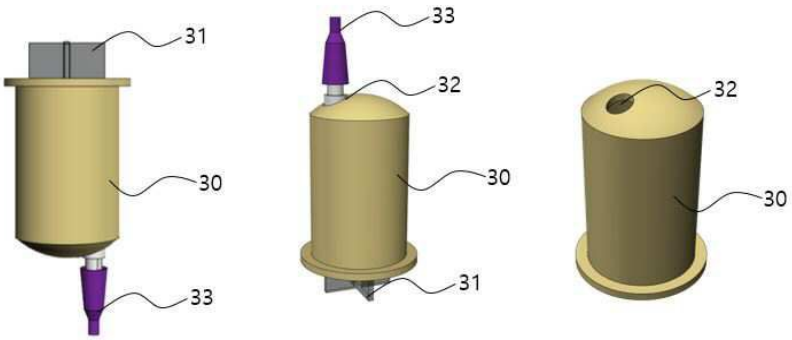
도면4


A)
50
20
22
23
12
68.1 mm
21
31
30
40
13
B)
50
20
22
21
31
30
40
13

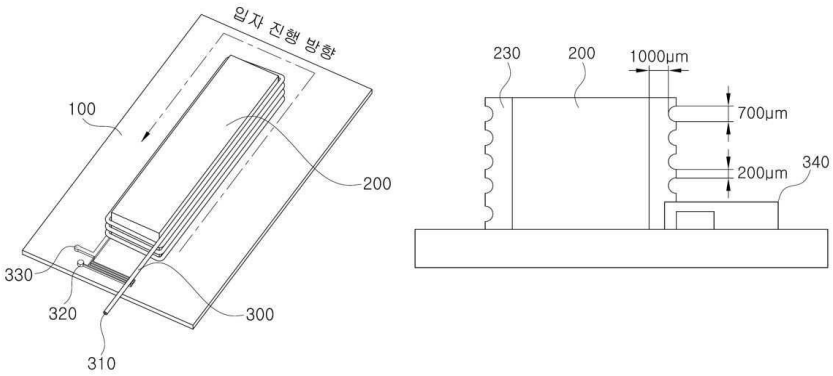
도면5


A)
50
20
22'
23
12
35.7 mm
21
31
30
40
13
B)
50
20
22'
21
31
30
13
40

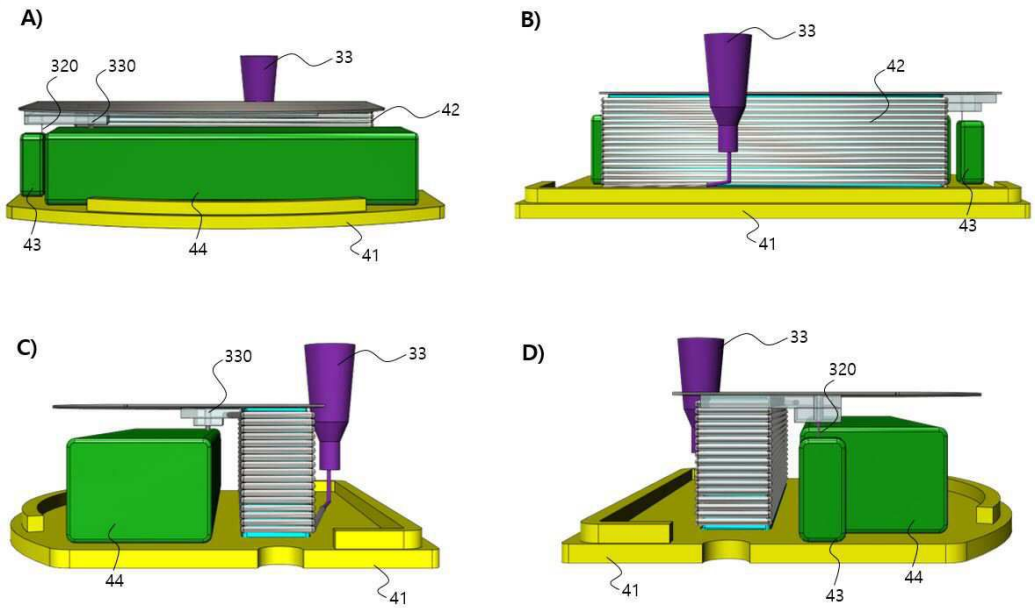
도면6


31
30
33
33
32
30
31
32
30

도면7


입자 진행 방향
100
200
330
320
300
310
230
200
1000μm
700μm
200μm
340

도면8


A)
320
330
33
42
43
44
41
B)
33
42
41
43
C)
330
33
44
41
D)
33
320
41
43
44

도면9

(S100)

(S200)

(S300)

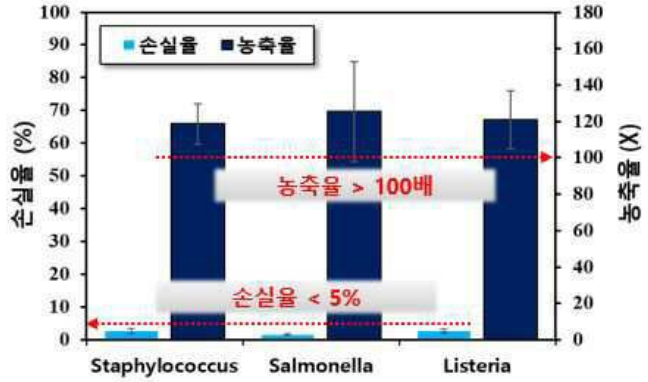
(S400)

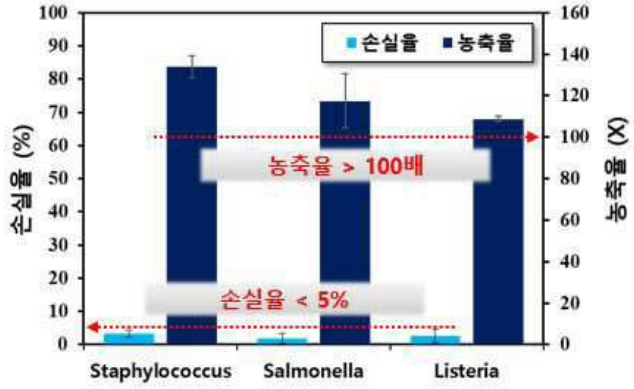
(S500)

(S600)

도면10

<멸균 증류수 내 유해균 3종에 대한 성능 평가>




<땅콩 샘플 내 유해균 3종에 대한 성능 평가>