



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0131904
(43) 공개일자 2017년12월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C12M 1/00 (2006.01) C12M 1/06 (2006.01)

C12M 1/32 (2006.01) C12M 1/34 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C12M 21/02 (2013.01)

C12M 23/12 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0062681

(22) 출원일자 2016년05월23일

심사청구일자 2016년05월23일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

재단법인차세대융합기술연구원

경기 수원시 영통구 광교로 145, (이의동)

(72) 발명자

이철균

서울특별시 서초구 나루터로4길 49, 334동 601호 (잠원동, 신반포17차아파트)

서형권

서울특별시 은평구 은평로2길 6-6, 201호 (신사동, 매화빌라)

이태린

서울특별시 종로구 성균관로 58-13 (명륜1가)

(74) 대리인

노철호

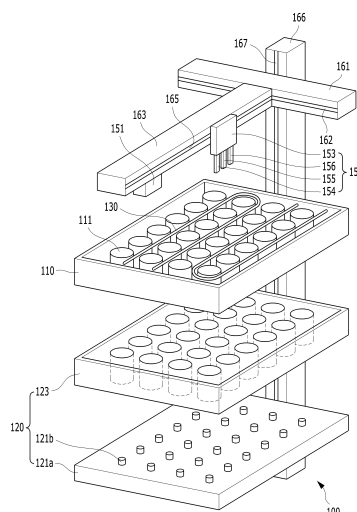
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 다양한 배양 환경 실험을 위한 미세조류 배양 장치

(57) 요약

다양한 배양 환경 실험을 위한 미세조류 배양 장치가 개시된다. 본 발명의 일 구현예에 따른 미세조류 배양 장치는 광화학 반응에 의해 미세조류를 배양할 수 있는 배양기가 복수 개 배치되는 배양부; 배양부의 하부에 배치되고, 배양기들 각각에 대해 광을 조사할 수 있도록 구성되는 광 조사부; 적어도 1 이상의 배양기에 접하도록 설치되는 파이프라인 복수 개를 포함하는 온도구배부; 배양기들에 대해 탄소원을 공급하는 탄소원 공급부; 및 배양기들의 상부 공간에 이동가능하도록 설치되어 상기 배양기들 각각의 배양 환경 인자를 센싱하는 1 이상의 센서를 포함하는 센서부를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C12M 27/02 (2013.01)

C12M 31/02 (2013.01)

C12M 41/06 (2013.01)

C12M 41/12 (2013.01)

C12M 41/26 (2013.01)

C12M 41/34 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 D10917015H480000110

부처명 해양수산부

연구관리전문기관 한국해양과학기술진흥원

연구사업명 해양바이오에너지생산기술개발사업

연구과제명 해양미세조류 이용 바이오디젤 생산기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2015.06.01 ~ 2016.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

광화학 반응에 의해 미세조류를 배양할 수 있는 배양기가 복수 개 배치되는 배양부;
 상기 배양부의 하부에 배치되고, 상기 배양기들 각각에 대해 광을 조사할 수 있도록 구성되는 광 조사부;
 적어도 1 이상의 상기 배양기에 접하도록 설치되는 파이프라인 복수 개를 포함하는 온도구배부;
 상기 배양기들에 대해 탄소원을 공급하는 탄소원 공급부; 및
 상기 배양기들의 상부 공간에 이동가능하도록 설치되어 상기 배양기들 각각의 배양 환경 인자를 센싱하는 1 이상의 센서를 포함하는 센서부를 포함하는 미세조류 배양장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
 상기 센서부를 이동시키는 센서부 이동장치를 더 포함하고,
 상기 센서부 이동장치는,
 수직 레일을 구비하는 기둥 부재;
 상기 수직 레일에 결합되어 상하 방향으로 이동하는 것으로, 제1 방향으로 설치되고 제1 레일을 구비하는 제1 부재; 및
 상기 제1 레일에 결합되어 상기 제1 레일을 따라 제1 방향으로 이동하는 것으로, 상기 제1 방향과 직각을 이루는 제2 방향으로 설치되고 하부에 제2 레일을 구비하고 측부에는 제3 레일을 구비하는 제2 부재를 포함하는 미세조류 배양장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,
 상기 센서부는,
 상기 제2 레일에 결합되어 상기 제2 레일을 따라 제2 방향으로 이동하는 것으로, 상기 배양기의 광도를 센싱하는 광도 센서; 및
 상기 제3 레일에 결합되어 상기 제3 레일을 따라 제2 방향으로 이동하는 이동 블록과, 상기 이동 블록에 결합되고 상기 배양기 내에 존재하는 배양액의 pH를 측정하는 pH 센서 프로브, 상기 이동 블록에 결합되고 상기 배양액의 온도를 측정하는 온도 센서 프로브, 상기 이동 블록에 결합되고 상기 배양액의 DO(용존 산소량)를 측정하는 DO 센서 프로브를 포함하는 센서 그룹부를 포함하는 미세조류 배양장치.

청구항 4

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 배양부, 광 조사부, 온도구배부, 탄소원 공급부 및 센서부를 내부에 수용하는 하우징을 더 포함하는 미세조류 배양장치.

청구항 5

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 광 조사부는,
 상기 배양기들의 위치와 각각 상응하는 위치에 LED 소자가 착탈 가능하게 장착되는 LED 모듈; 및

상기 LED 모듈 상에 결합되고, 상기 LED 소자 각각을 내부 공간에 수용하는 복수 개의 광 차단부재를 포함하는 광 차단부를 포함하는 미세조류 배양장치.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 광 차단부의 광 차단부재의 내부에는 상기 LED 소자로부터 조사되는 광을 확산시키기 위한 확산 부재가 설치되는 미세조류 배양장치.

청구항 7

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 배양기는,

배양액을 공급받기 위해 상기 배양기에 형성되는 제1 포트;

배양액의 pH 조절을 위해 상기 배양기에 형성되는 제2 포트; 및

배양액의 배출을 위해 상기 배양기에 형성되는 제3 포트를 포함하는 미세조류 배양장치.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 배양기는, 하부에 설치되어 상기 배양기 내의 배양액과 미세조류를 혼합시키는 믹싱부를 더 포함하는 미세조류 배양장치.

청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 배양기는, 상기 탄소원 공급부로부터 탄소원을 공급받기 위해 상기 배양기에 형성되는 제4 포트를 더 포함하는 미세조류 배양장치.

청구항 10

청구항 7에 있어서,

상기 탄소원 공급부는,

상기 배양기들 각각의 상부를 밀폐시키는 커버 부재; 및

상기 커버 부재에 설치되어 탄소원을 상기 배양기들로 각각 공급하는 복수의 탄소원 공급라인을 포함하는 미세조류 배양장치.

청구항 11

청구항 7에 있어서,

상기 탄소원 공급부는,

상기 배양기들의 상부를 밀폐시키는 가스 투과성 부재; 및

상기 가스 투과성 부재의 상부에 설치되는 것으로, 하부면이 가스 투과성 소재로 형성되되 내부가 1 이상의 구역으로 구획되며 상기 내부에는 탄소원이 흐르는 탄소원 공급부재를 포함하는 미세조류 배양장치.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 미세조류 배양 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 다양한 배양 환경 설정이가능한 광 반응형 미세조류 배양 장치에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 미세조류(microalgae, 식물성 플랑크톤)는 빛을 에너지원으로 하고 고가의 유기탄소원 대신 이산화탄소를 이용하여 대사를 유지하는(광합성 성장) 독립영양 미생물로서 이산화탄소를 생물학적으로 고정할 수 있고, 청정에너지인 바이오 에너지 원료로도 사용될 수 있다. 또한 미세조류로부터 항암기능의 신 물질, 고 항산화성 물질 등의 생리 활성과 관련한 2차 대사물들을 생산할 수 있으며, 미세조류의 성장 과정에서 휘발성 유기화합물과 이산화탄소 등을 세포 내에 고정시키고, 생육과정에서 폐수를 정화할 수 있어 폐수처리 및 농업 분야에도 응용되고 있다. 미세조류에 대한 기초 연구뿐 아니라, 미세조류 배양 장치, 미세조류 배양 시스템 연구 등이 활발하게 일어나는 이유다.
- [0003] 미세조류와 같은 광합성 미생물을 배양하는 방법은 크게 옥외배양법과 광생물반응기를 이용하는 방법으로 구분될 수 있다. 전자는 연못 또는 외륜으로 배지를 순환시키는 수로형태가 주로 이용되고 있는데, 설치비나 운영비가 적게 드는 반면, 고농도의 배양이 힘들고 다른 미생물에 의해 오염되기 쉬워 광합성 산물의 회수비용이 증가하는 문제가 있다. 따라서 후자에 해당하는 광생물반응기를 중심으로 다양한 연구개발이 일어나고 있다.
- [0004] 그런데 기존의 상용화 된 광생물반응기들의 경우 미세조류를 대량으로 배양하는 것을 주된 목적으로 하는 바, mL급 또는 L급 이상의 배양기를 이용하고 있을 뿐만 아니라 배양 환경 인자들을 미세하게 조절할 수 없다. 미세조류의 배양, 개량, 반응 등의 연구를 진행하기 위해서는 미세조류의 종류에 따라 최적의 배양 환경을 도출하여야 하므로, 미세조류의 배양 환경에 영향을 미치는 인자들인 온도, 광도, pH, CO₂ 공급량 등을 다양하게 변화해가면서 실험 데이터들을 확보할 필요가 있다. 특히 다양한 실험 데이터들을 빠르게 확보하기 위해서는 다양한 배양 실험군에 대해 하나의 통합 장치에서 공간적, 시간적 제한 없이 실험을 진행할 수 있어야 하는데, 기존의 광생물반응기로는 사실상 불가능하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 한국등록특허 제1,154,622호 (2012.06.01 공개)
(특허문헌 0002) 특허문헌 2: 한국공개특허 제2009-0080385호 (2009.07.24 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 미세조류의 배양 환경에 영향을 미치는 광도, 파장, 온도, pH, CO₂ 등을 하나의 장치 내에서 조정할 수 있고, 다양한 배양 실험군에 대해 하나의 통합 장치에서 공간적, 시간적 제한 없이 배양 환경 실험을 행할 수 있는 미세조류 배양 장치를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명의 일 측면에 따르면, 광화학 반응에 의해 미세조류를 배양할 수 있는 배양기가 복수 개 배치되는 배양부; 상기 배양부의 하부에 배치되고, 상기 배양기들 각각에 대해 광을 조사할 수 있도록 구성되는 광 조사부; 적어도 1 이상의 상기 배양기에 접하도록 설치되는 파이프라인 복수 개를 포함하는 온도구배부; 상기 배양기들에 대해 탄소원을 공급하는 탄소원 공급부; 및 상기 배양기들의 상부 공간에 이동가능하도록 설치되어 상기 배양기들 각각의 배양 환경 인자를 센싱하는 1 이상의 센서를 포함하는 센서부를 포함하는 미세조류 배양장치가 제공될 수 있다.
- [0008] 또한, 상기 센서부를 이동시키는 센서부 이동장치를 더 포함하고, 상기 센서부 이동장치는, 수직 레일을 구비하는 기동 부재; 상기 수직 레일에 결합되어 상하 방향으로 이동하는 것으로, 제1 방향으로 설치되고 제1 레일을 구비하는 제1 부재; 및 상기 제1 레일에 결합되어 상기 제1 레일을 따라 제1 방향으로 이동하는 것으로, 상기 제1 방향과 직각을 이루는 제2 방향으로 설치되고 하부에 제2 레일을 구비하고 측부에는 제3 레일을 구비하는 제2 부재를 포함할 수 있다.
- [0009] 또한, 상기 센서부는, 상기 제2 레일에 결합되어 상기 제2 레일을 따라 제2 방향으로 이동하는 것으로, 상기 배

양기의 광도를 센싱하는 광도 센서; 및 상기 제3 레일에 결합되어 상기 제3 레일을 따라 제2 방향으로 이동하는 이동 블록과, 상기 이동 블록에 결합되고 상기 배양기 내에 존재하는 배양액의 pH를 측정하는 pH 센서 프로브, 상기 이동 블록에 결합되고 상기 배양액의 온도를 측정하는 온도 센서 프로브, 상기 이동 블록에 결합되고 상기 배양액의 DO(용존 산소량)를 측정하는 DO 센서 프로브를 포함하는 센서 그룹부를 포함할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 배양부, 광 조사부, 온도구배부, 탄소원 공급부 및 센서부를 내부에 수용하는 하우징을 더 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 광 조사부는, 상기 배양기들의 위치와 각각 상응하는 위치에 LED 소자가 착탈 가능하게 장착되는 LED 모듈; 및 상기 LED 모듈 상에 결합되고, 상기 LED 소자 각각을 내부 공간에 수용하는 복수 개의 광 차단부재를 포함하는 광 차단부를 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 광 차단부의 광 차단부재의 내부에는 상기 LED 소자로부터 조사되는 광을 확산시키기 위한 확산 부재가 설치될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 배양기는, 배양액을 공급받기 위해 상기 배양기에 형성되는 제1 포트; 배양액의 pH 조절을 위해 상기 배양기에 형성되는 제2 포트; 및 배양액의 배출을 위해 상기 배양기에 형성되는 제3 포트를 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 배양기는, 하부에 설치되어 상기 배양기 내의 배양액과 미세조류를 혼합시키는 믹싱부를 더 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 배양기는, 상기 탄소원 공급부로부터 탄소원을 공급받기 위해 상기 배양기에 형성되는 제4 포트를 더 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 탄소원 공급부는, 상기 배양기들 각각의 상부를 밀폐시키는 커버 부재; 및 상기 커버 부재에 설치되어 탄소원을 상기 배양기들로 각각 공급하는 복수의 탄소원 공급라인을 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 탄소원 공급부는, 상기 배양기들의 상부를 밀폐시키는 가스 투과성 부재; 및 상기 가스 투과성 부재의 상부에 설치되는 것으로, 하부면이 가스 투과성 소재로 형성되되 내부가 1 이상의 구역으로 구획되며 상기 내부에는 탄소원이 흐르는 탄소원 공급부재를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 구체예들에 따른 미세조류 배양장치는 복수의 배양기에 대하여 광도, 파장, 온도, pH, CO₂ 등의 배양 환경 인자들을 개별적으로 조절할 수 있도록 구성함으로써, 다양한 배양 실험군에 대해 하나의 통합 장치에서 공간적, 시간적 제한 없이 배양 환경 실험을 수행할 수 있도록 한다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 미세조류 배양장치를 개략적으로 도시한 개념도이다.

도 2는 도 1의 미세조류 배양장치에서 광 조사부의 정면을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 3은 도 2의 광 조사부의 단면을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 4는 도 1의 미세조류 배양장치에서 배양부 및 온도구배부의 정면을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 5는 도 1의 미세조류 배양장치에서 센서부 및 센서부 이동장치의 일 구체예를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 6은 도 1의 미세조류 배양장치에서 센서부 및 센서부 이동장치의 다른 구체예를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 7은 도 1의 미세조류 배양장치에서 배양기를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 8은 도 1의 미세조류 배양장치에서 탄소원 공급부의 일 구체예를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 9는 도 1의 미세조류 배양장치에서 탄소원 공급부의 다른 구체예를 개략적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 구체적으로 설명한다. 하기의 설명은 본 발명을 구체적인 예시를 들어 기술하는 것으로 이해되어야 하며, 본 발명의 기술적 사상이 하기의 설명에 한정되는 것은 아니다. 그리고 첨부

된 도면은 본 발명의 이해를 돕기 위해 제공되는 것으로, 본 발명의 기술적 사상이 첨부된 도면에 한정되는 것은 아니다.

- [0021] 본 발명은 미세조류 배양장치를 제공할 수 있다. 본 발명에 따른 미세조류 배양장치는 미세조류의 배양 환경 실험에 사용될 수 있다. 여기에서 배양 환경 실험이란 미세조류의 다양한 배양 실험군에 대하여 배양 환경 인자들을 조정해가며 실험 데이터를 확보하는 일련의 행위를 의미할 수 있다.
- [0022] 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 미세조류 배양장치(100)를 개략적으로 도시한 개념도이다. 도 1을 참조하면, 미세조류 배양장치(100)는 배양부(110), 광 조사부(120), 온도구배부(130), 탄소원 공급부(미도시) 및 센서부(150)를 포함할 수 있다.
- [0023] 한편 도 1에 도시되지는 않았지만, 도 1에 도시된 미세조류 배양장치(100)는 별도의 하우스(미도시) 내에 배치될 수 있다. 상기 하우스는 미세조류 배양장치(100)를 수용할 수 있는 크기를 가질 수 있으며, 미세조류 배양장치(100)가 내부에 수용되었을 때 외부의 빛이나 주변 광(Ambient light)을 차단하여 내부를 암실로 유지하는 기능을 할 수 있다. 이러한 상기 하우스는 불투과성 소재로 형성될 수 있으며 예컨대 금속 소재로 형성될 수 있다.
- [0024] 이하, 미세조류 배양장치(100)의 각 구성에 대해 설명한다.
- [0025] 배양부(110)는 복수 개의 배양기(111)를 포함할 수 있다. 배양기(111)는 내부에 미세조류 및 배양액이 수용되는 공간으로, 광화학 반응에 의해 상기 미세조류를 배양할 수 있는 공간에 해당한다. 배양기(111)의 상부분은 개방된 형태로 형성될 수 있으며, 별도의 커버로 상기 상부분을 개폐 가능하도록 구성될 수 있다. 배양기(111)의 형태는 한정되지 않으나, 원형의 형태로 형성되는 것이 바람직할 수 있다.
- [0026] 배양기(111)를 이루는 소재는 제한되지 않으나, 투광성 및 기계적 강도가 우수한 강화유리 또는 폴리카보네이트와 같은 소재로 형성될 수 있다. 일 구체예에 있어서, 배양부(110)는 마이크로웰 플레이트(microwell plate) 형태로 형성될 수 있다. 보다 구체적으로, 배양부(110)는 24개의 웰 플레이트를 갖는 24-마이크로웰 플레이트 형태로 형성될 수 있다. 보다 더 구체적으로, 배양부(110)는 불투명 소재로서 전체 부재가 검은색으로 형성되는 블랙 24-마이크로웰 플레이트 형태로 형성될 수 있다.
- [0027] 배양기(111)의 개수는 한정되지 않는다. 일 구체예에 있어서, 배양부(110)는 2 내지 100개, 더욱 구체적으로 2 내지 96개, 보다 더 구체적으로 2 내지 30개의 배양기(111)를 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 배양부(110)는 행과 열로 배열된 복수의 배양기(111)들을 포함할 수 있다. 예를 들어 배양부(110)는 전체적으로 플레이트 형태를 가지되, 상기 플레이트에 복수의 배양기(111)들이 행과 열을 맞추어 나열된 형태를 가질 수 있다(배양기(111)들은 플레이트와 일체로 형성되는 것도 가능함). 설명의 편의를 위하여 본 명세서에서는 첨부된 도면에서와 같이 배양부(110)가 24개의 배양기(111)를 포함하는 경우를 중심으로 설명하도록 한다. 배양기(111)에는 복수의 포트들이 형성될 수 있으며, 이에 대해서는 다른 도면을 참조하여 후술하기로 한다.
- [0028] 배양기(111)의 크기는 마이크로급 크기를 가질 수 있다. 일 구체예에 있어서, 배양기(111)의 크기는 지름이 1 내지 30 mm, 그리고 높이가 1 내지 30 mm일 수 있다. 이러한 크기를 갖는 배양기(111)의 경우 내부에 0.1 내지 2,000 μL 양의 미세조류를 수용할 수 있다. 본 발명에 따른 미세조류 배양 장치는 다양한 배양 실험군에 대해 배양 환경 실험을 행할 수 있도록 하는 것을 일 목적으로 하는 바, 상용화된 미세조류 배양 장치와 같이 mL 또는 L급의 배양기가 요구되지 않을 수 있다.
- [0029] 배양부(110)의 배양기(111) 들에는 미세조류 및 배양액이 수용될 수 있다. 미세조류의 예는 제한되지 않는다. 일 구체예에 있어서, 배양부(110)에 수용되는 미세조류의 예로는 아나시스티스 니둘란스(*Anacystis nidulans*), 안키스트로데스무스(*Ankistrodesmus* sp.), 비둘리파아 우리타(*Biddulphia aurita*), 보트리오코커스 브라우니(*Botryococcus braunii*), 채토세로스(*Chaetoceros* sp.), 치라미도모나스 애플라나타(*Chlamydomonas applanata*), 치라미도모나스 레인하르티(*Chlamydomonas reinhardtii*), 크로렐라(*Chlorella* sp.), 크로렐라 엘립소디아(*Chlorella ellipsoidea*), 크로렐라 에멀소니(*Chlorella emersonii*), 크로렐라 프로토더코이데스(*Chlorella protothecoides*), 크로렐라 프레노이도사(*Chlorella pyrenoidosa*), 크로렐라 소로키니아나(*Chlorella sorokiniana*), 크로렐라 불가리스(*Chlorella vulgaris*), 크로렐라 미누티시마(*Chlorella minutissima*), 클로로코쿠 리토레일(*Chlorococcu littorale*), 클로렐라 크립티카(*Cyclotella cryptica*), 실린드로테카(*Cylindrotheca* sp.), 두날리엘라 바르다윌(*Dunaliella bardawil*), 두날리엘라 살리나(*Dunaliella salina*), 두날리엘라 테르티오렉타(*Dunaliella tertiolecta*), 두날리엘라 프리모렉타(*Dunaliella primolecta*), 짐노디움(*Gymnodinium* sp.), 헤머노모나스 카테라에(*Hymenomonas carterae*), 이소크리시스 갈베나(*Isochrysis*

galbana), 이소크리시스(Isochrysis sp.), 마이크로시스티스 아에루기노사(Microcystis aeruginosa), 마이크로모나스 푸실라(Micromonas pusilla), 모노두스 서브테라네우스(Monodus subterraneus), 나노클로리스(Nannochloris sp.), 나노클로롭시스(Nannochloropsis sp.), 나노클로롭시스 아토무스(Nannochloropsis atomus), 나노클로롭시스 살리나(Nannochloropsis salina), 나비쿨라 필리쿨로사(Navicula pelliculosa), 니츠시아(Nitzschia sp.), 니츠시아 클로스테리움(Nitzschia closterium), 니츠시아 팔레아(Nitzschia palea), 오시스티스 폴리모피아(Oocystis polymorpha), 아우로코커스(Ourococcus sp.), 오실라토리아 루베스켄스(Oscillatoria rubescens), 파브로바 루테리(Pavlova lutheri), 패오닥트리움 트리코누툼(Phaeodactylum tricornutum), 피크노코커스 프로 바솔리(Pycnococcus provasolii), 피라미노나스 코르다타(Pyramimonas cordata), 시조키토리움(Schizochytrium sp.), 스피룰라 플라텐시스(Spirulina platensis), 스테파노디스커스 미누투루스(Stephanodiscus minutulus), 스티코커스(Stichococcus sp.), 시네드라우르나(Synedra ulna), 스케네데스무스 오브리퀴스(Scenedesmus obliquus), 스켈레나스트럼 그라시레(Selenastrum gracile), 스켈레토노마 코스타럼(Skeletonoma costatum), 테트라셀미스 चु리(Tetraselmis chui), 테트라셀미스 마쿠라타(Tetraselmis maculata), 테트라셀미스 (Tetraselmis sp.), 테트라셀미스 수에시카(Tetraselmis suecica), 탈라시오스트라 프세우도모나(Thalassiostra pseudomona), 아나배나(Anabaena sp.), 칼로트릭스(Calothrix sp.), 카마에시폰(Chaemisiophon sp.), 코로코시디옵시스(Chroococciopsis sp.), 차노데세(Cyanothece sp.), 실린더로스페름(Cylindrospermum sp.), 데모카펠라(Dermocarpella sp.), 피셔렐라(Fischerella sp.), 글로에오캡사(Gloeocapsa sp.), 믹소사시나(Myxosarcina sp.), 노스톡(Nostoc sp.), 오스실라토리아(Oscillatoria sp.), 포르미디움 코리움(Phormidium corium), 플레우로캡사(Pleurocapsa sp.), 프로콜로코커스(Prochlorococcus sp.), 페세우다나바에나(Pseudanabaena sp.), 시네코커스(Synechococcus), 시네코시스티스(Synechocystis sp.), 톨리포트릭스(Tolypothrix sp.), 제노코커스(Xenococcus sp.) 등이 있을 수 있다.

- [0030] 광 조사부(120)는 배양부(110)의 하부에 배치될 수 있다. 광 조사부(120)는 배양부(110)에 구성된 배양기(111)들 각각에 대해 광을 조사하는 기능을 수행할 수 있다. 광 조사부(120)는 LED 모듈(121) 및 광차단부(123)를 포함할 수 있다. LED 모듈(121)은 배양기(111)들 각각에 대해 광을 조사하는 기능을 수행하며, 광차단부(123)는 LED 모듈(121)로부터 조사되는 복수의 광이 서로 간섭되지 않도록 광을 차단하는 기능을 수행한다. LED 모듈(121) 및 광차단부(123)에 대해서는 다른 도면을 참조하여 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0031] 관련하여 도 2는 도 1의 미세조류 배양장치(100)에서 광 조사부(120)의 정면을 개략적으로 도시한 도면이고, 도 3은 도 2의 광 조사부(120)의 단면을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0032] 도 2 및 도 3을 참조하면, LED 모듈(121)은 LED를 광원으로 하여 배양부(110)에 구성된 배양기(111)들 각각에 대해 광을 조사하며, 이 때 광의 세기 및 파장을 배양기(111)들 각각에 대해 개별적으로 다르게 조절할 수 있다. 미세조류는 광합성을 하는 생물로서 빛의 세기와 파장에 의해 성장 속도, 지질 함유량 및 유용물질 생산량 등이 달라지는 바, LED 모듈(121)을 통해 배양기(111) 별로 광 조건과 관련된 배양 환경을 달리 구성할 수 있도록 하기 위함이다. LED 광원은 기존 광원(백열등, 형광램프 등)들에 비해 단파장을 가지고 있어 파장별 세포 거동을 확인하기에 용이할 뿐더러 상대적으로 높은 광효율 특성을 가지는 바, 미세조류 배양 및 성장속도를 제어할 수 있는 인공광원으로 적합할 수 있다.
- [0033] LED 모듈(121)은 LED 기관(121a)과 LED 소자(121b)를 포함할 수 있다. LED 기관(121a)은 복수의 LED 소자(121b)를 실장하기 위한 기관으로서, 플레이트 형태로 형성될 수 있다. LED 기관(121a)의 소재는 한정되지 않으며 알루미늄 또는 투광성의 질화 알루미늄으로 구성되는 세라믹스 기관, 알루미늄 합금으로 구성되는 알루미늄 기관, 투명 유리 기관 또는 수지로 구성되는 플렉서블한 기관 등이 이용될 수 있다.
- [0034] LED 소자(121b)는 LED 기관(121a)에 실장되며, 복수개 일 수 있다. 일 구체예에 있어서, LED 소자(121b)의 개수는 배양기(111)의 개수와 상응할 수 있다. 배양부(110)에 24개의 배양기(111)가 배치되는 경우에, 배양기(111)의 개수와 상응하도록 24개의 LED 소자(121b)가 LED 기관(121a)에 실장될 수 있다. 또한 각 LED 소자(121b)가 각 배양기(111)에 광을 조사하게 되는 바, LED 소자(121b)의 실장 위치는 LED 모듈(121)과 배양부(110)가 포개지도록 겹쳐졌을 때 배양기(111)의 배치 위치와 상응할 수 있다. 예를 들어 배양기(111)들이 행과 열을 맞추어 나열된 형태를 가질 때, LED 소자(121b) 역시 행과 열을 맞추어 나열된 형태를 가질 수 있다.
- [0035] 다른 구체예에 있어서, LED 소자(121b)의 개수는 배양기(111)의 개수보다 많을 수 있다. 예컨대, 2 이상의 LED 소자(121b)가 하나의 배양기(111)에 광을 조사하도록 배치될 수 있다. 또한, 복수의 배양기(111) 중 일부에 대해서만 2 이상의 LED 소자(121b)가 대응되어 배치될 수 있다.
- [0036] LED 소자(121b)는 단색 가시광을 발하는 배어칩일 수 있으며, 상기 가시광의 종류는 다양할 수 있다. 일 구체예

에 있어서, LED 소자(121b)는 400 nm 내지 700 nm의 파장을 가질 수 있으며, 파장에 따라 청색 LED 소자, 적색 LED 소자, 녹색 LED 소자 등 일 수 있다. 일 구체예에 있어서, 복수개의 LED 소자(121b)들 중 일부는 청색 LED 소자로, 다른 일부는 적색 LED 소자로, 또 다른 일부는 녹색 LED 소자를 포함하도록 구성될 수 있다. 일 구체예에 있어서, LED 소자(121b)는 LED 기판(121a)에 착탈 가능하게 장착될 수 있다. 해당 배양기(111)의 광 조건 변경(특히, 파장)을 위해 LED 소자(121b)의 교체가 용이하도록 하기 위함이다. 예를 들어, 소켓 등의 공지된 구성을 사용하여 LED 소자(121b)를 LED 기판(121a)에 착탈 가능하도록 장착할 수 있다.

[0037] 그 외 LED 모듈(121)은 복수의 LED 소자(121b)를 전기적으로 접속 시키기 위한 배선들, LED 기판(121a)에 발생 가능한 정전기로부터 LED 소자(121b)를 보호하기 위한 정전 보호 소자, 및 외부 전원으로부터 전원을 공급하는 전극 단자, 제어 회로 등의 각종 회로를 포함할 수 있다. 이들 회로들은 LED 모듈 분야에서 공지된 회로 구성을 이용 가능한 바, 구체적인 설명은 생략하도록 한다.

[0038] LED 모듈(121)은 LED 소자(121b)로부터 조사되는 광의 세기(광량)를 조절할 수 있는 구성을 더 포함할 수 있다. 일 구체예에 있어서, LED 소자(121b)의 광량 제어를 위해 LED 모듈(121)에 포함되는 제어회로부에 LED 드라이버를 설치하여 PWM 제어를 통한 디밍(dimming)이 가능하도록 설계할 수 있다. 다른 구체예에 있어서, LED 디머(dimmer)와 같은 광량 컨트롤러를 설치함으로써 LED 소자(121b)의 광량을 조절할 수도 있다. 이 때, LED 소자(121b)의 1개 별 광도 조절 범위는 0 내지 $300 \mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ 일 수 있다. 상기 PWM 제어 또는 LED 디머는 LED 모듈 분야에서 상용화된 구성인 바, 구체적인 설명은 생략하도록 한다.

[0039] 광 차단부(123)는 LED 모듈(121) 상에 결합되는 것으로, 복수의 광 차단부재(124)를 포함할 수 있다. 일 구체예에 있어서, LED 모듈(121) 상에 광 차단부(123)가 결합되고, 광 차단부(123) 상에는 배양부(110)가 결합될 수 있다.

[0040] 광 차단부재(124)는 상단 및 하단이 개방된 관형으로 형성될 수 있으며, 이러한 광 차단부재(124) 복수개가 플레이트 부재(123a)에 배치될 수 있다. 광 차단부재(124)의 개수는 배양기(111)의 개수 및 LED 소자(121b)의 개수와 상응할 수 있다. 일 구체예에 있어서, 배양부(110)에 24개의 배양기(111)가 배치되는 경우에, 상술한 것처럼 배양기(111)의 개수와 상응하도록 24개의 LED 소자(121b)가 LED 기판(121a)에 실장되며, 마찬가지로 24개의 광 차단부재(124)가 광 차단부(123)에 설치될 수 있다. 이 때, 광 차단부재(124)의 설치 위치는 LED 모듈(121) 상에 광 차단부(123)가 결합되었을 때, LED 소자(121b) 각각이 광 차단부재(124)의 내부 공간에 수용되도록 하는 위치일 수 있다. 예를 들어 LED 소자(121b)들이 행과 열을 맞추어 나열된 형태를 가질 때, 광 차단부재(124) 역시 행과 열을 맞추어 나열된 형태를 가질 수 있다. 광 차단부재(124)는 하나의 LED 소자(121b)로부터 조사되는 광이 다른 LED 소자(121b)로부터 조사되는 광과 간섭되는 것을 방지하는 기능을 할 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이 LED 소자(121b)는 서로 다른 파장을 가질 수 있으며, 파장이 다른 LED 소자(121b)끼리 서로 간섭되는 경우에는 의도치 않은 파장의 빛이 조사되는 소위 크로스토크(crosstalk) 현상이 발생할 수 있기 때문이다. 따라서 광 차단부재(124) 각각은 내부 공간에 LED 소자(121b) 각각을 수용함으로써, LED 소자(121b)로부터 나오는 광들이 서로 간섭하는 것을 차단한다. 이를 위하여 광 차단부재(124)는 불투과성 소재로 형성될 수 있으며, 예를 들어 금속 소재로 형성될 수 있다.

[0041] 광 차단부(123)가 LED 모듈(121) 상에 결합되는 방식은 제한되지 않는다. 예컨대 볼트-너트 결합 등 공지된 결합방법이 이용될 수 있다. 일 구체예에 있어서, 광 차단부(123)와 LED 모듈(121)의 결합 부위에서의 광 누설을 막기 위하여, 별도의 차단부재가 설치될 수 있다. 상기 차단부재는 예컨대 오링(121c, 도 3 참고)일 수 있다.

[0042] 한편, 광 차단부(123)의 광 차단부재(124) 내부에는 확산 부재(125, 도 3 참고)가 추가적으로 설치될 수 있다. 확산 부재(125)는 LED 소자(121b)로부터 조사되는 광을 고르게 확산시키는 기능을 할 수 있다. 본 발명에 따른 미세조류 배양장치(100)는 공간적, 시간적 제한 없이 배양 환경 실험을 행할 수 있도록 상용화된 미세조류 배양장치들에 비해 소형으로 제작될 수 있으며, 이 경우 광원과 배양기 사이의 거리가 상대적으로 가까울 수 있다. 따라서 LED 소자(121b)로부터 조사된 광이 배양기(111)의 센터(center) 부위에 집중될 가능성이 있는 바, 확산 부재(125)를 통해 광을 분산시켜야 할 필요성이 있다. 이러한 용도로 이용되는 확산 부재(125)는 확산 렌즈 또는 디퓨저(diffuser)일 수 있다. 일 구체예에 있어서, 확산 부재(125)는 광 차단부재(124)마다 개별적으로 설치될 수 있다.

[0043] 다시 도 1을 참조하면, 온도구배부(130)는 적어도 1 이상의 배양기(111)에 접하도록 설치되는 파이프라인 복수개를 포함할 수 있다. 온도구배부(130)는 배양기(111)의 배양 환경 인자들 중에서 온도를 제어하는 기능을 수행할 수 있다. 온도구배부(130)에 대해서는 도 4를 참조하여 구체적으로 설명하도록 한다.

- [0044] 도 4는 도 1의 미세조류 배양장치(100)에서 배양부(110) 및 온도구배부(130)의 정면을 개략적으로 도시한 도면이다. 도 4를 참조하면, 온도구배부(130)는 파이프라인 복수개(131,132)를 포함하며, 파이프라인(131,132)들은 배양부(110)의 배양기(111)에 접하도록 설치될 수 있다. 파이프라인(131,132) 내부에는 물 등의 유체가 흐를 수 있다. 일 구체예에 있어서, 파이프라인(131,132)들은 배양기(111)와 배양기(111) 사이에 존재하는 공간에 설치될 수 있으며, 파이프라인(131,132)들 내부를 흐르는 유체의 온도는 서로 다를 수 있다. 예컨대 제1 파이프라인(131)은 제1 온도(예컨대 0 내지 40℃)를 갖는 유체가 흐르도록 하고, 제2 파이프라인(132)은 상기 제1 온도와는 다른 온도에 해당하는 제2 온도(예컨대 0 내지 40℃)를 갖는 유체가 흐르도록 할 수 있다. 이 경우 제1 파이프라인(131)과 접하는 배양기(111)들은 제1 온도에 근접한 온도로 유지될 것이며, 제2 파이프라인(132)과 접하는 배양기들은 제2 온도에 근접한 온도로 유지될 것이며, 제1,2 파이프라인(131,132) 모두와 접하는 배양기(111)들은 제1 온도 및 제2 온도 사이의 온도에 근접하게 유지될 것이다. 따라서 배양기(111)들을 온도별로 그룹화시키는 것이 가능하다.
- [0045] 한편, 도 4에서는 두 개의 파이프라인(131,132)이 복수의 배양기(111)들을 커버하도록 설치된 경우를 도시하고 있으나, 이와는 달리 배양기(111)별로 파이프라인들이 설치되는 것도 가능하다. 일 구체예에 있어서, 하나의 배양기(111)의 주위를 둘러싸도록 파이프라인이 배양기(111)와 접하도록 설치될 수 있다. 이 경우에는 배양기(111)마다 설치되는 파이프라인에 서로 다른 온도의 유체를 투입함으로써, 배양기(111) 각각의 온도를 다르게 할 수 있다.
- [0046] 파이프라인(131,132)은 열전도율이 높은 소재로 형성될 수 있으며, 예컨대 알루미늄과 같은 금속 소재로 형성될 수 있다. 또한 도면에 도시되지는 않았지만, 파이프라인(131,132)들에 유체를 공급하기 위한 구성 및 유체를 순환시키기 위한 구성 등이 추가로 형성될 수 있다. 일 구체예에 있어서 파이프라인(131,132)들의 단부는 유체를 저장하는 저장조(미도시)와, 상기 저장조로부터 유체를 파이프라인(131,132)들로 공급하는 순환펌프등과 연결될 수 있다. 이 때, 각 연결부에는 밸브 등이 추가 설치되어, 공급되는 유체의 양(유량)을 조절하게 하는 것도 가능하다.
- [0047] 다시 도 1을 참조하면, 탄소원 공급부(미도시)는 도 1에 도시되어 있지 않으나 배양부(110)의 배양기(111)들에 대해 탄소원을 공급하는 기능을 수행할 수 있다. 상술한 것처럼 미세조류는 탄소원으로 이산화탄소를 이용하여 대사를 유지하며, 탄소원 공급부는 미세조류의 세포 배양에 필요한 탄소원을 배양기(111)들로 공급하는 기능을 한다. 상기 탄소원은 이산화탄소일 수 있으며, 농도는 특정되지 않는다. 일 구체예에 있어서 상기 탄소원은 2% 농도의 이산화탄소 가스일 수 있다. 상기 탄소원 공급부의 구체예들은 다양할 수 있으며, 이에 대해서는 다른 도면을 참조하여 후술하기로 한다.
- [0048] 센서부(150)는 배양기(111)들 각각의 배양 환경을 센싱하는 1 이상의 센서를 포함할 수 있다. 센서부(150)는 배양기(111)들 상부 공간에 이동가능하도록 설치될 수 있다. 이를 위해 미세조류 배양장치(100)는 센서부(150)를 이동시키는 센서부 이동장치를 더 포함할 수 있다. 관련하여, 도 5는 도 1의 미세조류 배양장치(100)에서 센서부 및 센서부 이동장치의 일 구체예를 개략적으로 도시한 도면이고, 도 6은 도 1의 미세조류 배양장치(100)에서 센서부 및 센서부 이동장치의 다른 구체예를 개략적으로 도시한 도면이다. 이하에서는 도 1, 도 5, 도 6을 참조하여 센서부 및 센서부 이동장치에 대해 설명한다.
- [0049] 센서부 이동장치는 기둥 부재(166), 제1 부재(161) 및 제2 부재(163)를 포함할 수 있다. 기둥 부재(166)는 수직 방향으로 설치되는 것으로, 길이 방향으로 형성되는 수직 레일(167)을 구비할 수 있다. 기둥 부재(166)의 길이는 배양부(110), 광 조사부(120) 및 온도구배부(130)가 결합되었을 때의 높이보다 긴 길이를 가지면 충분하고, 특별히 제한되지 않는다.
- [0050] 제1 부재(161)는 기둥 부재(166)의 수직 레일(167)에 결합되어 상하 방향으로 이동할 수 있다. 결합 방법은 특정되지 않으며, 통상의 레일-부재 결합 방식이 사용될 수 있다. 제1 부재(161)는 제1 방향으로 설치될 수 있으며, 여기에서 상기 제1 방향은 기둥 부재(166)와 수직을 이루는 방향일 수 있다(즉 제1 부재(161)는 도면에서와 같이 수평 방향으로 놓인 채로 기둥 부재(166)에 결합함). 제1 부재(161)에는 길이 방향을 따라 앞면에 형성되는 제1 레일(162)을 구비할 수 있다. 제1 부재(161)의 길이는 배양부(110)의 폭(배양부의 제1 방향쪽 길이)보다 긴 길이를 가지면 충분하고, 특별히 제한되지 않는다.
- [0051] 제2 부재(163)는 제1 부재(161)의 제1 레일(162)에 결합되어 제1 레일(162)을 따라 상기 제1 방향으로 이동할 수 있다. 결합 방법은 특정되지 않으며, 통상의 레일-부재 결합 방식이 사용될 수 있다. 제2 부재(163)는 제2 방향으로 설치될 수 있으며, 여기에서 상기 제2 방향은 상기 제1 방향과 직각을 이루는 방향일 수 있다(즉 제2 부재(163)는 도면에서와 같이 수평 방향으로 놓인 채로 제1 부재(161)와 직각을 이루도록 결합함). 제2 부재

(163)에는 길이 방향을 따라 하부에 형성되는 제2 레일(164, 미도시)과 측부에 형성되는 제3 레일(165)을 구비할 수 있다. 제2 부재(163)의 길이는 배양부(110)의 너비(배양부의 제2 방향쪽 길이)보다 긴 길이를 가지면 충분하고, 특별히 제한되지 않는다.

[0052] 상술한 것과 같은 기둥 부재(166), 제1 부재(161), 제2 부재(163)의 결합관계에 따라, 제1 부재(161)는 기둥 부재(166)의 수직 레일(167)을 따라 상하 방향으로 이동할 수 있다. 그리고 제2 부재(163)는 제1 부재(161)의 제1 레일(162)을 따라 좌우 방향으로 이동할 수 있다. 이 때, 상기 이동은 기계적인 방식 또는 전기적인 방식에 의해 이루어질 수 있으며, 상기 이동을 제어하기 위한 통상의 구성들이 추가적으로 마련될 수 있다.

[0053] 센서부(150)는 광도 센서(151)와, 센서 그룹부(152)를 포함할 수 있다. 광도 센서(151)는 배양기(111)의 광도를 센싱하는 기능을 할 수 있다. 일 구체예에 있어서, 광도 센서(151)는 광 조사부(120)에서 조사된 광이 배양기(111) 내에 존재하는 미세조류 세포에 의해 일부 흡수되고 남은 빛의 광도를 센싱할 수 있다. 미세조류 세포의 성장 정도에 따라 요구되는 광량이 달라질 수 있는 바, 배양기(111)를 거치고 난 후의 광량을 광도 센서(151)에서 센싱함으로써 배양기(111)마다 필요한 만큼의 광을 제공할 수 있도록 미세조류 배양장치(100)를 제어하는 것이 가능하다. 광도 센서(151)는 제2 부재(163)의 제2 레일(164)에 결합되어 제2 레일(164)을 따라 제2 방향으로 이동될 수 있다. 본 발명에 따른 미세조류 배양장치(100)에서 배양기(111)는 복수개인 바, 배양기(111)의 수에 대응하여 광도 센서(151)를 구비하는 것은 장치의 제조 비용 측면에서 비효율적일 수 있기 때문이다.

[0054] 센서 그룹부(152)는 배양기(111) 내에 존재하는 배양액의 pH를 측정하는 pH 센서 프로브(154), 배양액의 온도를 측정하는 온도 센서 프로브(155) 및 배양액의 DO(용존 산소량)를 측정하는 DO 센서 프로브(156)를 포함할 수 있다. 이들 pH 센서 프로브(154), 온도 센서 프로브(155) 및 DO 센서 프로브(156)는 접촉식 프로브 또는 비접촉식 프로브일 수 있다. pH 센서 프로브(154), 온도 센서 프로브(155) 및 DO 센서 프로브(156)는 이동 블록(153)에 설치될 수 있다. 그리고 이동 블록(153)은 제2 부재(163)의 제3 레일(165)에 결합되어 제3 레일(165)을 따라 제2 방향으로 이동될 수 있다. 본 발명에 따른 미세조류 배양장치(100)에서 배양기(111)는 복수개인 바, 배양기(111)의 수에 대응하여 상기 센서 프로브들을 구비하는 것은 장치의 제조 비용 측면에서 비효율적일 수 있기 때문이다.

[0055] 일 예로, 도 5에 개념적으로 도시된 바와 같이, 배양부(110)의 임의의 위치에 위치되는 배양기(111)에 대하여 광도 센서(151) 및 센서 그룹부(152)를 통해 상기 배양기(111)의 배양 환경 인자들을 센싱할 수 있다. 구체적으로 광도 센서(151) 및 센서 그룹부(152)가 상기 배양기(111)의 위 공간에 위치할 수 있도록 제1 부재(161)가 기둥 부재(166)의 수직 레일(167)을 따라 이동할 수 있다. 이어서 제2 부재(163)가 제1 부재(161)의 제1 레일(162)을 따라 제2 방향으로 이동할 수 있다. 이어서 제2 부재(163)에 결합된 광도 센서(151) 및 센서 그룹부(152)가 상기 배양기(111)의 바로 위 공간에 위치하도록 제1 방향으로 이동할 수 있다. 광도 센서(151) 및 센서 그룹부(152)의 이동이 끝나면, 상기 배양기(111)의 광도, pH, 온도 및 DO 등을 측정할 수 있다.

[0056] 다른 예로, 도 6에 개념적으로 도시된 바와 같이, 배양부(110)의 임의의 위치에 위치되는 제1 배양기(111-1) 및 제2 배양기(111-2)에 대하여 광도 센서(151) 및 센서 그룹부(152)를 통해 각각 배양 환경 인자들을 센싱할 수 있다. 구체적으로 광도 센서(151) 및 센서 그룹부(152)가 제1 배양기(111-1) 및 제2 배양기(111-2)의 위 공간에 위치할 수 있도록 제1 부재(161)가 기둥 부재(166)의 수직 레일(167)을 따라 이동할 수 있다. 이어서 제2 부재(163)가 제1 부재(161)의 제1 레일(162)을 따라 제2 방향으로 이동할 수 있다. 이어서 제2 부재(163)의 제2 레일(164)에 결합된 광도 센서(151)는 제1 배양기(111-1)의 바로 위 공간에 위치하도록 제1 방향으로 이동할 수 있으며, 제2 부재(163)의 제3 레일(165)에 결합된 센서 그룹부(152)는 제2 배양기(111-2)의 바로 위 공간에 위치하도록 제1 방향으로 이동할 수 있다. 이 경우, 광도 센서(151)를 통해 제1 배양기(111-1)의 광도를 측정함과 동시에, 센서 그룹부(152)를 통해 제2 배양기(111-2)의 pH, 온도 및 DO 등을 측정할 수 있는 바, 배양 환경 실험을 보다 효율적으로 수행할 수 있다.

[0057] 광도 센서(151) 및 센서 그룹부(152)는 센싱된 데이터들을 제어부(미도시)로 전송할 수 있다. 관련하여 본 발명에 따른 미세조류 배양장치(100)는 미세조류 배양장치(100)의 구동을 제어하고, 광도 센서(151) 및 센서 그룹부(152)로부터 전송된 데이터들을 저장, 처리 및 가공 하기 위한 제어부를 더 포함할 수 있다. 상기 제어부는 CPU, 메모리, 메모리 제어기, 주변 장치와의 연결을 위한 인터페이스, 통신 모듈, 그래픽 모듈, 오디오 모듈, 디스플레이 장치, 스피커, 전력 시스템, 외부 포트, 어플리케이션 등을 더 포함할 수 있다. 상기 제어부는 광도 센서(151) 및 센서 그룹부(152)로부터 배양 환경 인자들의 데이터들을 수신할 수 있으며, 상기 수신된 데이터를 저장하거나 처리 및 가공할 수 있다. 상기 제어부는 데스크탑 컴퓨터, 핸드헬드 컴퓨터, 태블릿 컴퓨터, 모바일 폰(내지 스마트폰) 등일 수 있다. 상기 제어부는 미세조류 배양장치(100)에서 각 배양기(111)의 배양 환경 인자

들(온도, pH, 광도, DO 등)을 조절할 수 있으며, 상기 센서부 이동장치의 각 부재들의 이동을 제어할 수 있다. 이를 위해 상기 제어부는 상기 미세조류 배양장치(100)의 각 구성과 전기적으로 연결될 수 있다. 또한 상기 제어부는 사용자가 미세조류 배양장치(100)에 대한 각종 제어를 수행할 수 있도록 사용자 인터페이스를 제공할 수 있다. 상기 사용자 인터페이스는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드 또는 프로그램으로서 구현될 수 있다.

[0058] 한편, 센서 그룹부(152)의 pH 센서 프로브(154), 온도 센서 프로브(155) 및 DO 센서 프로브(156) 중 적어도 1 이상이 비접촉식 프로브인 경우, 하나의 배양기의 배양 환경 인자를 센싱한 이후에 상기 비접촉식 프로브의 세척이 이루어질 필요가 있다. 이를 위하여, 본 발명에 따른 미세조류 배양장치(100)는 센서 그룹부(152)의 센서 프로브들의 세척을 위한 세척부(미도시)를 더 포함할 수 있다. 상기 세척부는 통상의 초음파 세척장치일 수 있으며, 미세조류 배양장치(100)가 수용되는 하우징(미도시)의 내부 공간의 임의의 위치에 배치될 수 있다. 이 경우, 센서 그룹부(152)를 통해 하나의 배양기(111)에 대해 배양 환경 인자들을 센싱한 다음, 센서 그룹부(152)가 상기 세척부로 이동됨으로써 센서 프로브들을 세척할 수 있다. 이후, 다른 배양기(111)에 대해 다시 배양 환경 인자들을 센싱할 수 있다.

[0059] 이하, 본 발명에 따른 미세조류 배양장치(100)에서 배양기 및 탄소원 공급부를 보다 구체적으로 설명한다.

[0060] 도 7은 도 1의 미세조류 배양장치(100)에서 배양기(111)를 개략적으로 도시한 도면이다. 도 7을 참조하면, 각 배양기(111)는 복수의 포트를 포함할 수 있다. 구체적으로 배양기(111)는 배양액을 공급받기 위한 제1 포트(111a)와, 배양액의 pH 조절을 위한 제2 포트(111b)와, 배양액의 배출을 위한 제3 포트(111c)를 포함할 수 있다. 각 포트들은 미세 채널 형태일 수 있다. 제1 포트(111a)를 통해 배양기(111)에 배양액이 공급되며, 제2 포트(111b)를 통해 배양기(111)에 산(Acid) 용액 또는 염기(Base) 용액이 공급됨으로써 상기 배양기의 pH를 조절하며, 제3 포트(111c)를 통해 배양액의 일부를 배출할 수 있다. 예를 들어, 시간에 따른 미세조류의 변화를 시험하기 위하여 제3 포트(111c)를 통해 시간별로 배양액의 일부를 배출하여 수득한 다음, 이들을 비교하는 방식을 사용할 수 있다. 이러한 포트들을 통하여 배양기(111) 별로 배양액의 양이나 종류, pH 등을 달리하도록 할 수 있다.

[0061] 도 7에서 각 포트들을 하나씩 도시하고 있으나, 제1 포트(111a), 제2 포트(111b) 및 제3 포트(111c)는 복수개 일 수도 있다. 예를 들어 제2 포트(111b)의 경우 산 용액을 공급하기 위한 포트와 염기 용액을 공급하기 위한 포트가 각각 형성될 수 있다.

[0062] 한편, 도 7에 도시되지는 않았으나, 각 배양기(111)는 하부에 설치되어 배양기(111) 내의 배양액과 미세조류를 혼합시키는 믹싱부(미도시)를 더 포함할 수 있다. 상기 믹싱부는 배양기(111) 내에 와류를 일으킴으로써 배양액과 미세조류의 혼합을 원활하게 할 수 있으며, 미세조류가 중력방향으로 가라앉는 것을 방지함으로써 배양 세포들이 상대적으로 균일하게 광에 노출될 수 있도록 하는 기능을 할 수 있다. 상기 믹싱부는 통상의 산기관 또는 셰이커(shaker)일 수 있다.

[0063] 한편, 배양기(111)는 도 7에서와 같이 탄소원 공급부로부터 탄소원을 공급받는 제4 포트(111d)를 더 포함할 수 있다. 제4 포트(111d)는 미세 채널 형태일 수 있다. 탄소원 공급부(미도시)로부터 탄소원(예컨대 이산화탄소)가 제4 포트(111d)를 통해 배양기(111)로 공급될 수 있다. 제4 포트(111d)가 배양기(111)마다 형성되어 있는 바, 배양기(111)별로 탄소원의 양, 탄소원의 농도 등을 달리하도록 할 수 있다.

[0064] 도 8은 도 1의 미세조류 배양장치(100)에서 탄소원 공급부의 일 구체예를 개략적으로 도시한 도면이다. 도 8을 참조하면, 탄소원 공급부는 배양기(111)들 각각의 상부를 밀폐시키는 커버 부재(141)와, 커버 부재(141)에 설치되어 탄소원을 배양기(111)들로 각각 공급하는 복수의 탄소원 공급라인(142)을 포함할 수 있다.

[0065] 커버 부재(141)는 배양부(110)의 상부를 덮도록 형성될 수 있으며, 커버 부재(141)에는 배양부(110)에 배치되어 있는 배양기(111)들 각각의 상부를 밀폐시킬 수 있도록 배양기(111)들의 위치에 상응하는 커버들이 형성될 수 있다. 따라서 커버 부재(141)로 배양부(110)의 상부를 덮으면 배양기(111)들의 상부가 한번에 밀폐될 수 있다. 탄소원 공급라인(142)은 커버 부재(141)에 상부에 설치되고, 구체적으로는 커버 부재(141)에 형성되어 있는 커버들의 상부와 각각 연결되도록 설치될 수 있다. 탄소원 공급라인(142)은 미세 채널 형태일 수 있다. 이러한 구성에 따라, 각 배양기(111)로 탄소원(예컨대 이산화탄소)이 탄소원 공급라인(142)을 따라 각각 공급될 수 있는 바, 배양기(111)별로 탄소원의 양, 탄소원의 농도 등을 달리하도록 할 수 있다.

[0066] 도 9는 도 1의 미세조류 배양장치(100)에서 탄소원 공급부의 다른 구체예를 개략적으로 도시한 도면이다. 도 9를 참조하면, 탄소원 공급부는 배양기(111)들의 상부를 밀폐시키는 가스 투과성 부재(143)와, 가스 투과성 부재

(143)의 상부에 설치되는 탄소원 공급부재(144)를 포함할 수 있다. 가스 투과성 부재(143)는 말 그대로 가스가 투과할 수 있는 부재로서, 예컨대 실리콘 필름 등이 이용될 수 있다. 가스 투과성 부재(143)는 배양기(111)들의 상부에 착탈 가능하도록 결합할 수 있다. 탄소원 공급부재(144)는 내부가 1 이상의 구역으로 구획될 수 있으며 하부면이 가스 투과성 소재로 형성될 수 있다. 또한, 구획을 위한 격벽은 가스 불투과성 소재로 형성됨으로써 구획들 간 가스가 혼합되지 않도록 할 수 있다. 예컨대 도 9에서와 같이 탄소원 공급부재(144)는 3개의 구역(144a, 144b, 144c)으로 구획될 수 있다. 그리고 탄소원 공급부재(144)의 일측면에는 탄소원이 유입될 수 있는 유입구가 형성되고, 타측면에는 탄소원이 유출될 수 있는 유출구가 형성될 수 있다. 상기 유입구 및 유출구는 구역별로 각각 형성될 수 있다. 이 경우, 제1 구역(144a), 제2 구역(144b) 및 제3 구역(144c)에 대하여 탄소원의 양이나 농도를 달리하여 투입할 수 있다. 예를 들어 제1 구역(144a)의 유입구로는 제1 농도를 갖는 탄소원을 공급하고, 제2 구역(144b)의 유입구로는 제2 농도를 갖는 탄소원을 공급하고, 제3 구역(144c)의 유입구로는 제3 농도를 갖는 탄소원을 공급할 수 있다. 이 경우, 제1 구역(144a)의 하부 공간에 위치한 배양기(111)들에 대해서는 제1 농도를 갖는 탄소원이 제1 구역(144a)을 흐르는 동안 탄소원 공급부재(144)의 하부를 통해 투과됨으로써 공급될 수 있다. 마찬가지로 방식으로 제2 구역(144b)의 하부 공간에 위치한 배양기(111)들에 대해서는 제2 농도를 갖는 탄소원이 공급될 수 있으며, 제3 구역(144c)의 하부 공간에 위치한 배양기(111)들에 대해서는 제3 농도를 갖는 탄소원이 공급될 수 있다. 즉, 배양기(111)들을 1 이상으로 그룹화하여 공급되는 탄소원의 농도나 양을 달리하도록 할 수 있다.

[0067] 상술한 바와 같이, 본 발명의 구체예들에 따른 미세조류 배양장치(100)에서는 i) 복수의 배양기(111)가 설치되는 바, 각 배양기(111)별로 다른 배양 환경을 조성함으로써 다양한 배양 실험군을 만들 수 있으며, ii) 각 배양기(111)로 광을 각각 조사하며 광도 및 파장 등을 달리 할 수 있는 광 조사부(120)를 통해 각 배양기의 광 관련 배양 환경 인자들을 조정할 수 있으며, iii) 배양기(111)별로 마련되는 포트들을 통해 각 배양기의 배양액, pH, 탄소원과 같은 배양 환경 인자들을 조정할 수 있으며(탄소원의 경우 다른 방식으로도 조정 가능), iv) 배양기(111)별로 마련되는 온도구배부(130)를 통해 각 배양기의 온도와 같은 배양 환경 인자들을 조정할 수 있으며, v) 센서부 및 센서부 이동장치를 통해 소수의 센서들로 모든 배양기에 대해 배양 환경 인자들을 측정할 수 있다.

[0068] 즉, 본 발명의 구체예들에 따른 미세조류 배양장치는 복수의 배양기에 대하여 광도, 파장, 온도, pH, CO2 등의 배양 환경 인자들을 개별적으로 조정할 수 있도록 구성함으로써, 다양한 배양 실험군에 대해 하나의 통합 장치에서 공간적, 시간적 제한 없이 배양 환경 실험을 수행할 수 있다.

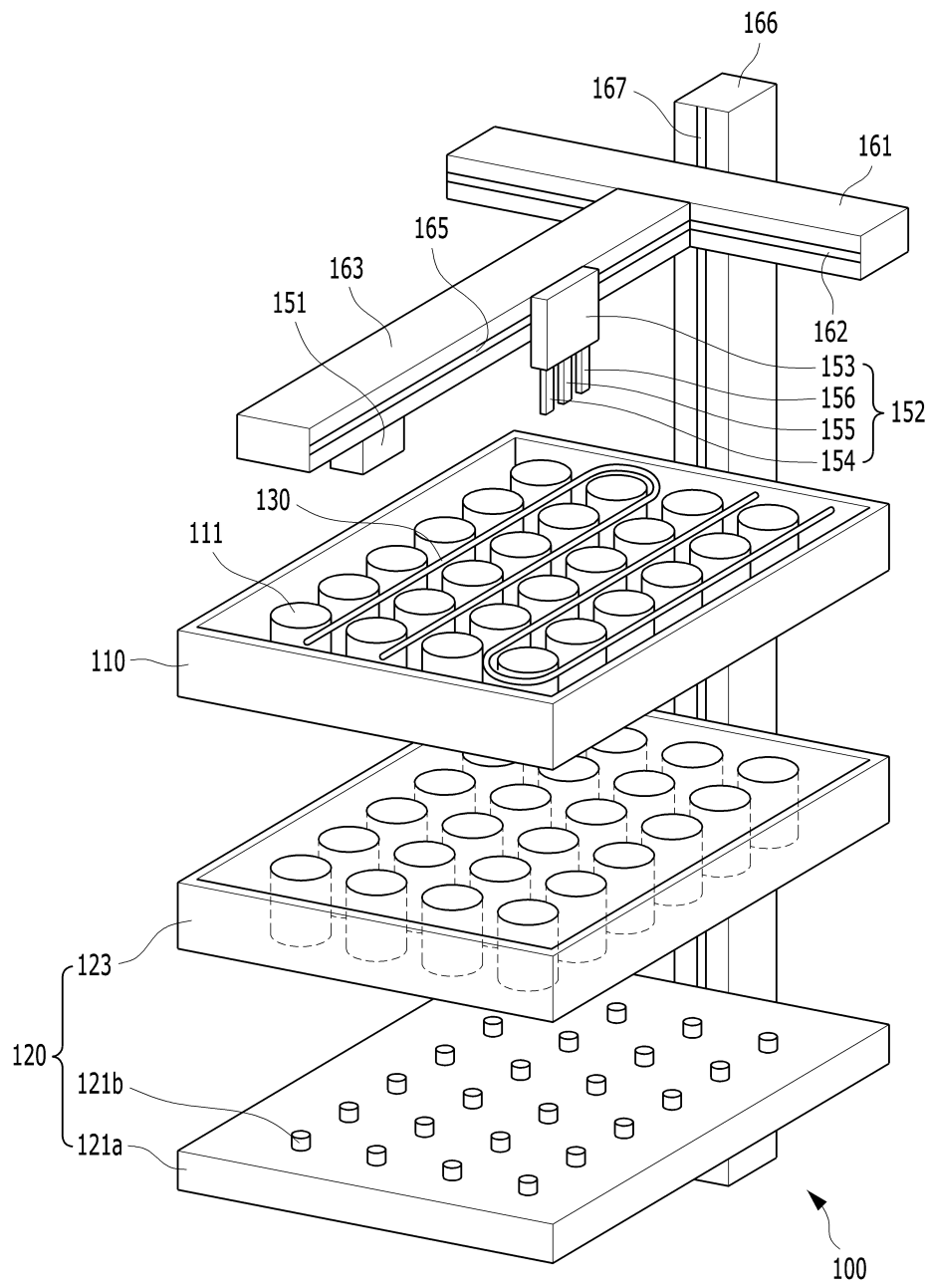
[0069] 이상, 본 발명의 구현예들에 대하여 설명하였다. 그러나 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 기술의 구체적 적용에 따른 단순한 설계변경, 일부 구성요소의 생략, 단순한 용도의 변경 등 본 발명을 다양하게 변형할 수 있을 것이며, 이러한 변형 역시 본 발명의 권리범위 내에 포함됨은 자명하다.

부호의 설명

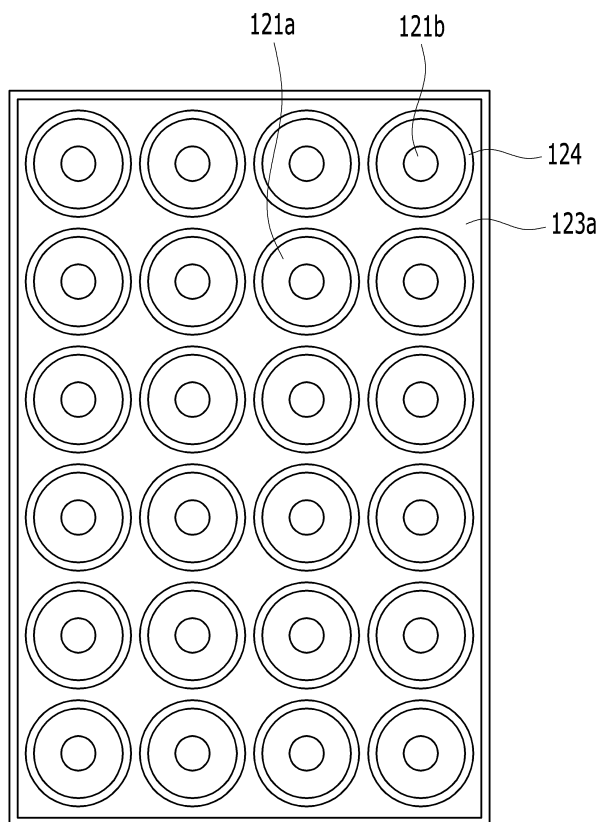
[0070] 100: 미세조류 배양장치 110: 배양부
111: 배양기 120: 광 조사부
121: LED 모듈 122: 광 차단부
130: 온도구배부 131, 132: 파이프라인
150: 센서부 151: 광도센서
152: 센서그룹부

도면

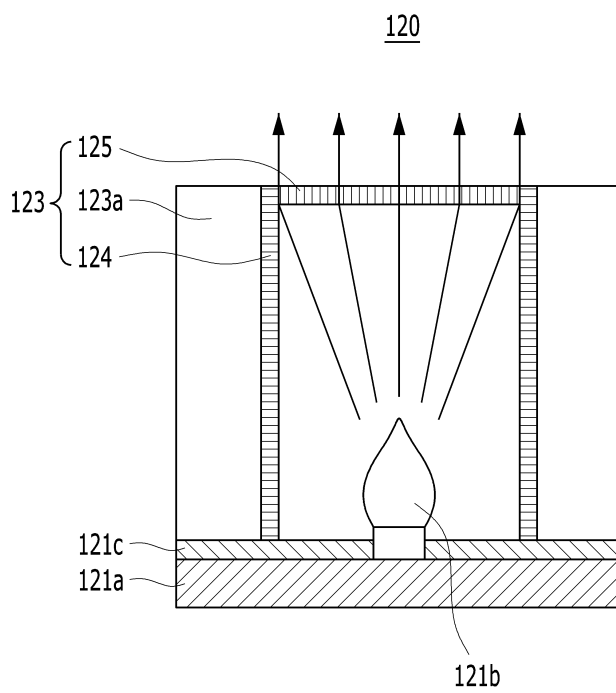
도면1



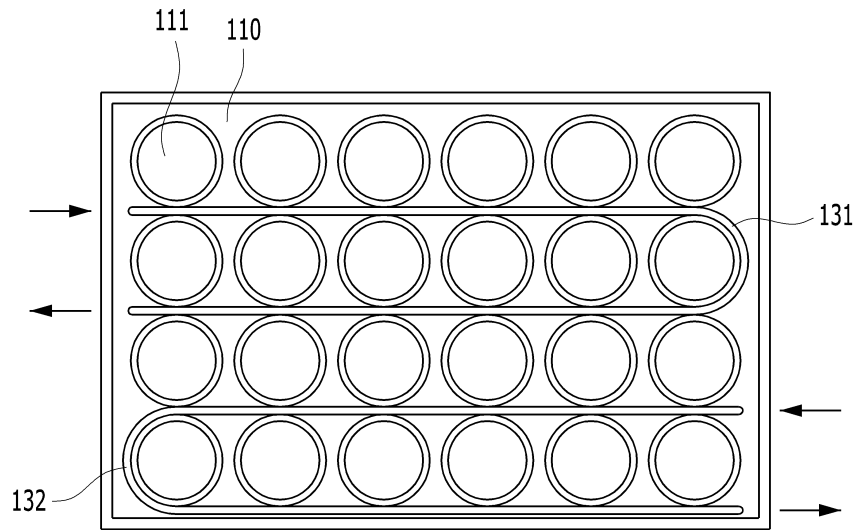
도면2



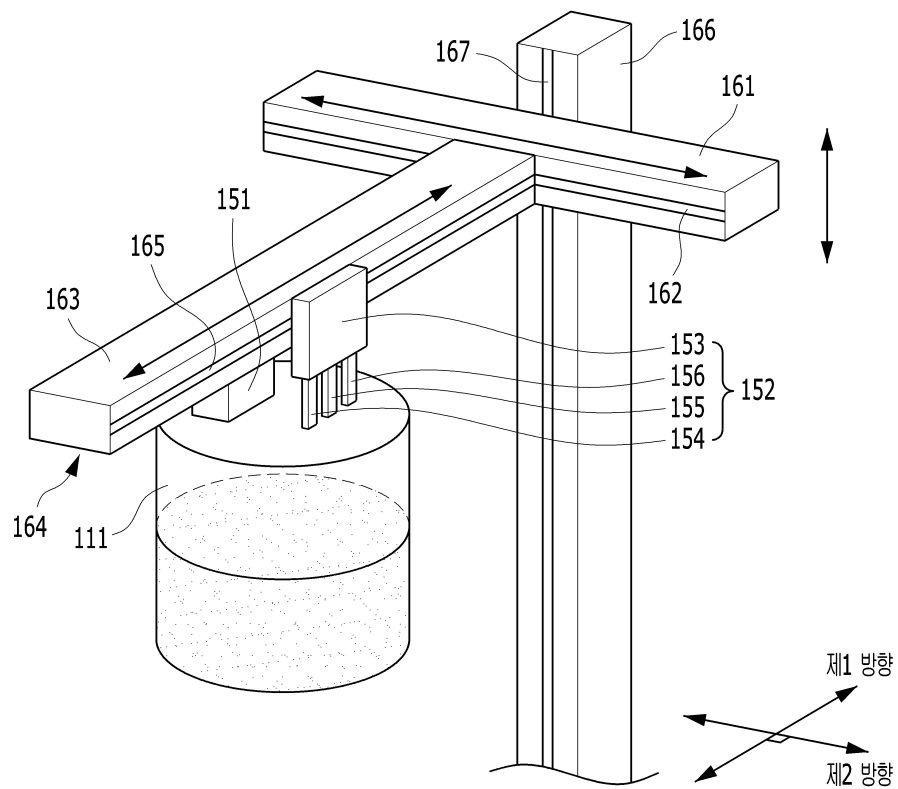
도면3



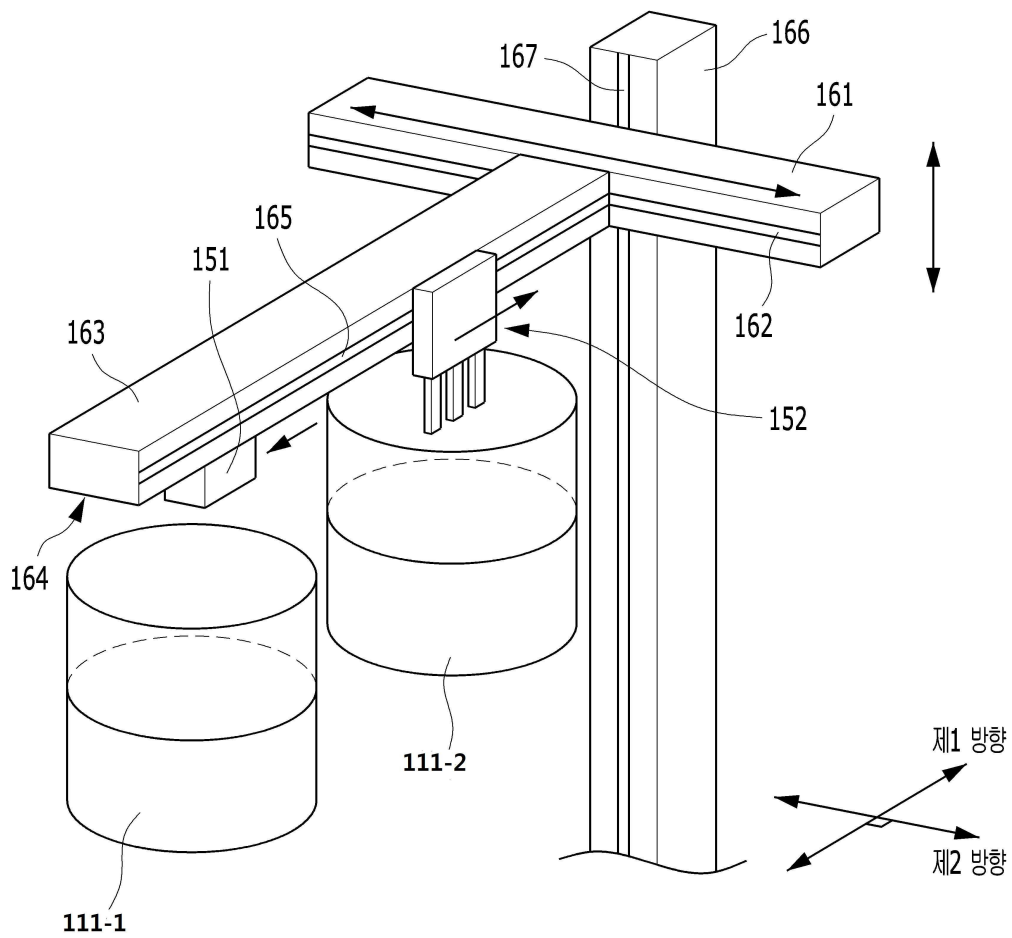
도면4



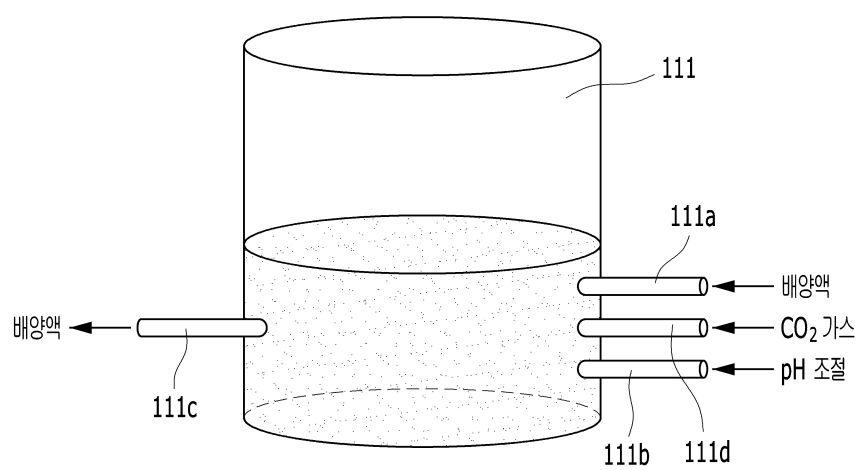
도면5



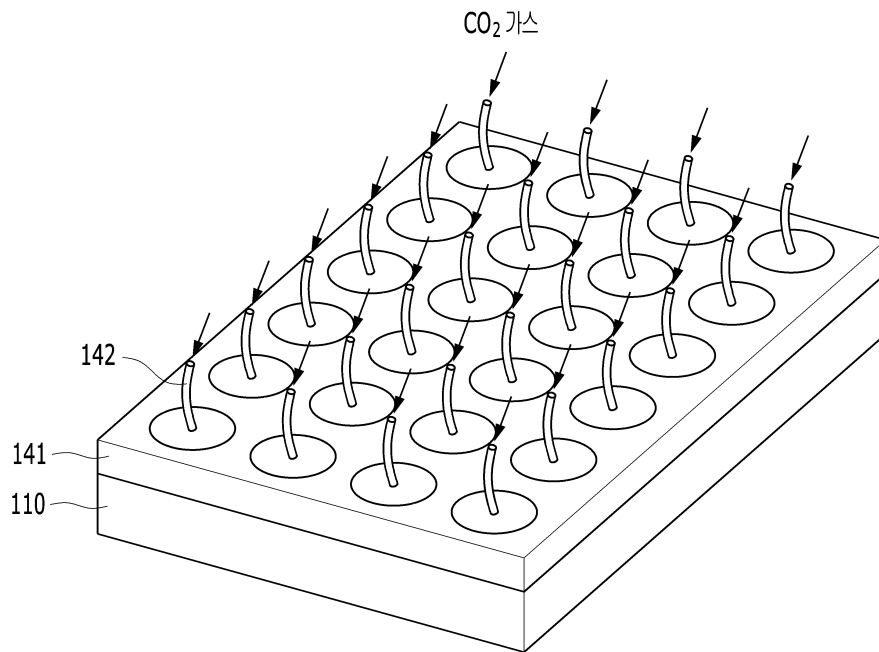
도면6



도면7



도면8



도면9

