



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년03월11일
(11) 등록번호 10-1241393
(24) 등록일자 2013년03월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C12M 3/02 (2006.01) C12M 1/36 (2006.01)
C12N 1/12 (2006.01) C12R 1/89 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0078051
(22) 출원일자 2012년07월18일
심사청구일자 2012년07월18일
(56) 선행기술조사문헌
EP02412793 A1
JP2004208664 A
KR100575461 B1

(73) 특허권자
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 서석동 375 조선대학교 내
(72) 발명자
정상화
광주광역시 남구 봉선동 더월아파트 102-604
김시욱
광주광역시 남구 제석로80번안길 2, 101동 1403호(봉선동, 한국아텔리움2차)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이재량

전체 청구항 수 : 총 3 항

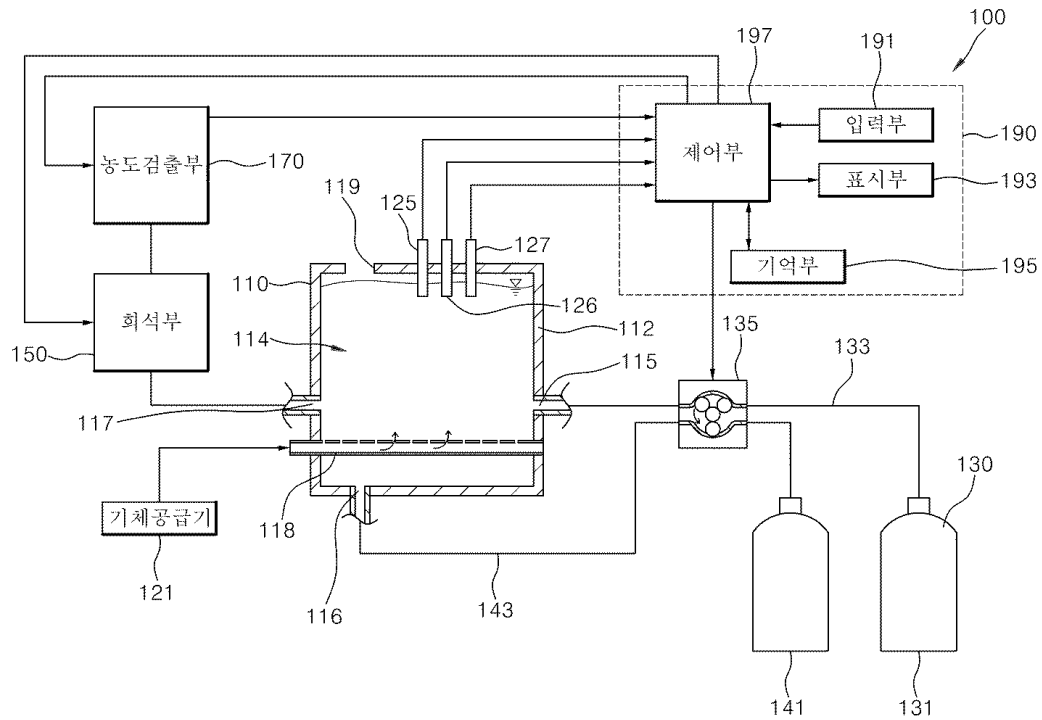
심사관 : 이현송

(54) 발명의 명칭 미세조류 배양을 위한 광생물 반응기 배지 공급 자동화 시스템

(57) 요약

본 발명은 미세조류 배양을 위한 광생물 반응기 배지 공급 자동화 시스템에 관한 것으로서, 배양공간이 마련된 배양패널본체를 갖는 광생물 반응기와, 배양패널 본체내로 배지를 공급할 수 있도록 된 배지 공급부와, 배양패널 본체로부터 배양액을 인출하여 희석액과 희석시킬 수 있도록 된 희석부와, 희석부에 의해 희석된 희석 배양액의 농도를 측정하는 농도검출부 및 희석부 및 농도검출부를 제어하여 희석 배양액의 농도 정보를 수신하고, 수신된 희석 배양액의 농도가 설정된 목표농도 이상이면 배양패널본체에 저수된 배양액을 저장라인을 통해 배출되게 하고, 배지공급부를 제어하여 배지가 배양패널본체에 공급되게 제어하면서 미세조류의 생산을 제어하는 제어유니트를 구비한다. 이러한 시스템에 의하면, 광생물 반응기에서 배양된 배양액을 희석하여 광학밀도를 측정하고, 측정된 광학밀도정보를 이용하여 배지의 공급 및 배양액의 배출을 연동시켜 미세조류를 자동배양할 수 있고, 광학밀도 측정경로를 측정과정 이후 희석액에 의한 세척과정을 거침으로써 측정정밀도를 균일하게 유지할 수 있는 장점을 제공한다.

대표도



(72) 발명자

차경래

대구광역시 수성구 범어동 2387

김광호

광주광역시 북구 양산택지로79번길 15, 102동 105호(양산동, 일신아파트)

김종태

광주광역시 광산구 장덕동 1037 신완마을휴먼시아 711-102

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20103020090020

부처명 지식경제부

연구사업명 신재생에너지기술개발사업

연구과제명 바이오리파이너리 기반 고효율 평판형(FPA) 광생물반응기 개발

주관기관 조선대학교 산학협력단 바이오리파이너리 연구센터

연구기간 2010.06.01 ~ 2013.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

내부에 미세조류가 주입되어 배양될 수 있도록 배양공간이 마련된 배양패널본체와, 상기 배양패널 본체의 하부에 상기 배양공간을 횡방향으로 관통되게 설치되어 유입된 기체를 상기 배양공간 내부로 토출하는 기체 공급관을 갖는 광생물 반응기와;

상기 광생물 반응기의 상기 배양패널 본체내로 배지를 공급할 수 있도록 된 배지 공급부와;

상기 배양패널 본체로부터 배양액을 인출하여 회석액과 회석시킬 수 있도록 된 회석부와;

상기 회석부에 의해 회석된 회석 배양액의 농도를 측정하는 농도검출부; 및

설정된 검사조건에 따라 상기 회석부 및 상기 농도검출부를 제어하여 상기 회석 배양액의 농도 정보를 수신하고, 수신된 회석 배양액의 농도가 허용 측정 정밀도 범위내에서 설정된 목표농도 이상이면 상기 배양패널 본체에 저수된 배양액을 저장라인을 통해 배출되게 하고, 상기 배지공급부를 제어하여 배지가 상기 배양패널본체에 공급되게 제어하면서 미세조류의 생산을 제어하는 제어유니트;를 구비하고,

상기 배양패널 본체에는 상기 배양공간으로 배지를 공급할 수 있도록 된 배지 주입구와, 상기 배양공간에 저수된 배양액을 상호 다른 위치에서 인출하기 위한 제1배양액 인출구 및 제2배양액 인출구가 형성되어 있고,

상기 배지공급부는

배지가 수용된 배지용기와;

상기 배지용기로부터 상기 배지 주입구까지 연장되게 접속된 배지공급관과;

상기 제어유니트에 제어되어 상기 배지용기로부터 상기 배지공급관을 통해 상기 배지의 공급 및 공급중단을 수행하는 제1공급제어기;를 구비하고,

상기 제1배양액 인출구를 통해 접속되어 상기 배양패널본체에 저수된 배양액을 메인 저장용기로 이송시킬 수 있도록 된 배양액 저장관과;

상기 제1배양액 인출구로부터 상기 배양액 저장관으로 이어지는 배양액 인출경로상에 설치되어 상기 배양패널본체로부터 배양액의 유출 및 유출중단을 상기 제어유니트에 제어되어 수행하는 제2공급제어기;를 구비하고,

상기 회석부는

상기 배양액을 회석할 수 있는 회석액이 저장된 회석액 저장용기와;

상기 회석액 저장용기와 접속된 회석액 공급관을 통해 회석액을 유입받을 있고, 상기 제2배양액 인출구와 접속된 배양액 유입관을 통해 배양액을 유입받을 수 있도록 된 혼합용기와;

상기 회석액 공급관 상에 설치되어 상기 제어유니트에 제어되어 상기 회석액의 상기 혼합용기로의 공급량을 조절하는 제1조절기와;

상기 배양액 유입관 상에 설치되어 있고 상기 제어유니트에 제어되어 상기 배양액의 상기 혼합용기로의 공급량을 조절하는 제2조절기;를 구비하고,

상기 농도 검출부는

상기 회석 배양액이 통과될 수 있는 통과홀이 형성되어 있는 투명블록체와;

상기 투명블록체의 상기 통과홀의 일단과 상기 혼합용기에 저수된 회석 배양액을 배출하는 회석 배양액 배출구 사이에 접속된 제1회석 배양액 이송관과;

상기 투명블록체의 상기 통과홀의 타단으로부터 연장되게 접속된 제2회석 배양액 이송관과;

상기 제2회석 배양액 이송관을 통해 회석 배양액이 이송되는 지를 검출할 수 있게 설치되어 검출결과를 상기 제어유닛에 제공하는 이송감지부와;

상기 이송감지부와 상기 투명블록체 사이의 상기 제2회석 배양액 이송관상에 설치되어 상기 제어유닛에 제어되어 유로를 개폐하는 전자밸브와;

상기 제1회석 배양액 이송관 상에 설치되어 있고, 상기 제어유닛에 제어되어 상기 회석 배양액을 상기 제2회석 배양액 이송관 방향으로 펌핑하는 이송펌프와;

상기 투명블록체의 상기 통과홀의 연장방향과 직교하는 방향에서 상기 통과홀을 향해 광을 출사하는 광원과;

상기 통과홀을 통과한 광을 검출하여 상기 제어유닛에 제공하는 광검출기;를 구비하는 것을 특징으로 하는 미세조류 배양을 위한 광생물 반응기 배지 공급 자동화 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제1회석 배양액 이송관은 상기 회석 배양액이 이송되는 과정에서 교반이 이루어질 수 있도록 연장방향을 따라 나선형태로 선회되게 형성된 나선관부;를 구비하는 것을 특징으로 하는 미세조류 배양을 위한 광생물 반응기 배지 공급 자동화 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 제어유닛은 상기 배양액의 농도검출모드가 되면 설정된 회석비율에 따라 상기 회석액과 상기 배양액이 혼합되게 상기 제1조절기와 상기 제2조절기의 구동을 제어하고, 설정된 회석비율에 따라 상기 혼합용기에 회석액과 배양액이 유입되면 상기 제1조절기와 상기 제2조절기의 구동을 중단하고, 상기 전자밸브의 유로가 개방되게 제어한 상태에서 상기 이송펌프를 가동하고, 상기 이송감지부로부터 회석 배양액의 유출이 감지된 신호가 수신되면 상기 전자밸브가 폐쇄되게 제어하고, 상기 이송펌프의 구동을 중지한 상태에서 상기 광검출기로부터 검출된 신호로부터 농도를 산출하고, 농도검출모드가 완료되면, 상기 회석액만 상기 제1회석 배양액 이송관으로부터 상기 제2회석배양액 이송관으로 이어지는 이송경로를 따라 이송되게 처리하는 세척모드를 수행하는 것을 특징으로 하는 미세조류 배양을 위한 광생물 반응기 배지 공급 자동화 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 미세조류 배양을 위한 광생물 반응기 배지 공급 자동화 시스템에 관한 것으로서, 광생물 반응기에서 배양된 배양액의 농도를 정밀하게 검출하여 배지의 공급 및 배양액의 저장탱크로의 인출 과정을 자동으로 수행할 수 있도록 된 미세조류 배양을 위한 광생물 반응기 배지 공급 자동화 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 산업체에서 배출되는 이산화탄소(CO₂)가 지구 온난화의 주범으로 지목됨에 따라 이산화탄소 고정화와 바이오 에너지원으로 미세조류를 활용하려는 연구가 활발하게 진행되고 있다.

[0003] 미세조류는 다양한 능력에 기인하여, 폐수의 처리, 이산화탄소의 고정화 등의 역할을 수행할 수 있으며 연료물질, 화장품, 사료, 식용 색소와 의약품 원료 물질 등의 유용 물질을 생산하는 목적으로 사용되어 왔고, 유용한 고부가가치 물질들이 지속적으로 발견되어 그 활용범위를 넓혀 가고 있다.

- [0004] 미세조류와 같은 미생물의 연속배양 방법은 크게 키모스탯(chemostat)과 터비도스탯(turbidostat)으로 구분된다. 키모스탯은 기질 농도, 생산물 농도, 산도(pH) 등 배양액 중의 모든 환경인자를 일정하게 유지하는 방법이고, 터비도스탯은 배양액 중 균체 농도(biomass concentration)가 일정하게 유지되도록 배지공급 및 배양된 배양액 배출속도를 제어하는 방법이다.
- [0005] 한편, 미생물 배양에서 균체 농도를 측정하기 위한 방법으로서 단위 체적당 세포의 수를 측정하는 방법(total cell density)과 단위 체적당 세포의 무게를 측정하는 방법(cell weight)을 사용한다. 그런데, 이러한 측정방법은 대부분 작업자에 의해 직접 이루어지고 있어 회석과정이나 세포 카운팅 과정에서 오차를 유발할 수 있고, 많은 시간과 노동력이 요구된다. 또한, 배양 공정 제어를 위한 실시간 농도 정보 제공이 불가능하기 때문에 상대적으로 측정이 용이한 광학 밀도(optical density)를 측정하여 세포 농도(cell density)를 유추하는 방식이 사용된다.
- [0006] 광학밀도는 비어-람버트(Beer-Lambert) 법칙을 따르며, 균질물질(homogeneous substances)에서 성립한다. 광학 밀도를 측정하는 종래의 방식으로, 침습형 탁도센서를 적용하는 경우 장시간 사용에 따른 표면의 이물질 증착(fouling)으로 인한 측정 오류가 발생하고, 세포의 농도가 진해짐에 따라 세포 또는 입자가 다른 세포에 의해 가려질 수 있고 세포간 빛의 반사에 의해 광로길이가 달라져 투광도와 농도와의 관계에서 비선형 특성을 보이는 문제점이 있다. 또한, 빛의 분산 및 세포의 크기와 같은 다양한 요소에 의해서도 측정 정밀도에 영향을 미친다.
- [0007] 한편, 배양액을 순환시키면서 미생물의 농도를 측정하는 장치가 국내 공개특허 제2005-0081932호에 개시되어 있다. 그런데, 튜브를 통해 미생물을 반응용기 내외로 순환시키면서 분광광도계를 농도를 측정하는 경우 앞서 침습형 탁도센서와 마찬가지로 사용경과에 따른 이물질의 내부고착에 따른 측정오류가 발생되고, 농도가 높은 경우 침습형 탁도센서와 같이 동일한 비선형 특성을 나타내는 문제점이 발생된다.
- [0008] 따라서, 배양액에 대해 적절한 회석률을 적용하여 광학 밀도 측정정밀도를 높이면서도 자동배양 공정을 원활하게 수행할 수 있는 시스템이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 상기와 같은 요구사항을 해결하기 위하여 창안된 것으로서, 배양액을 회석하여 광학 밀도를 측정하면서 배지의 공급 및 배양액 배출을 자동으로 수행할 수 있는 미세조류 배양을 위한 광생물 반응기 배지 공급 자동화 시스템을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 미세조류 배양을 위한 광생물 반응기 배지 공급 자동화 시스템은 내부에 미세조류가 주입되어 배양될 수 있도록 배양공간이 마련된 배양패널본체와, 상기 배양패널 본체의 하부에 상기 배양공간을 횡방향으로 관통되게 설치되어 유입된 기체를 상기 배양공간 내부로 토출하는 기체 공급관을 갖는 광생물 반응기와; 상기 광생물 반응기의 상기 배양패널 본체내로 배지를 공급할 수 있도록 된 배지 공급부와; 상기 배양패널 본체로부터 배양액을 인출하여 회석액과 회석시킬 수 있도록 된 회석부와; 상기 회석부에 의해 회석된 회석 배양액의 농도를 측정하는 농도검출부; 및 설정된 검사조건에 따라 상기 회석부 및 상기 농도검출부를 제어하여 상기 회석 배양액의 농도 정보를 수신하고, 수신된 회석 배양액의 농도가 허용 측정 정밀도 범위내에서 설정된 목표농도 이상이면 상기 배양패널본체에 저수된 배양액을 저장라인을 통해 배출되게 하고, 상기 배지공급부를 제어하여 배지가 상기 배양패널본체에 공급되게 제어하면서 미세조류의 생산을 제어하는 제어유니트;를 구비한다.
- [0011] 상기 배양패널 본체에는 상기 배양공간으로 배지를 공급할 수 있도록 된 배지 주입구와, 상기 배양공간에 저수된 배양액을 상호 다른 위치에서 인출하기 위한 제1배양액 인출구 및 제2배양액 인출구가 형성되어 있고, 상기 배지공급부는 배지가 수용된 배지용기와; 상기 배지용기로부터 상기 배지 주입구까지 연장되게 접속된 배지공급관과; 상기 제어유니트에 제어되어 상기 배지용기로부터 상기 배지공급관을 통해 상기 배지의 공급 및 공급중단을 수행하는 제1공급제어기;를 구비하고, 상기 제1배양액 인출구를 통해 접속되어 상기 배양패널본체에 저수된 배양액을 메인 저장용기로 이송시킬 수 있도록 된 배양액 저장관과; 상기 제1배양액 인출구로부터 상기 배양액 저장관으로 이어지는 배양액 인출경로상에 설치되어 상기 배양패널본체로부터 배양액의 유출 및 유출중단을 상기 제어유니트에 제어되어 수행하는 제2공급제어기;를 더 구비하는 것이 바람직하다.

- [0012] 상기 제1공급제어기와 상기 제2공급제어기는 상기 배지공급관과 상기 배양액 저장관 상에 설치되어 상기 배지의 공급과 상기 배양액의 인출이 동시에 이루어지게 구동되는 연동 펌프가 적용될 수 있다.
- [0013] 상기 회석부는 상기 배양액을 회석할 수 있는 회석액이 저장된 회석액 저장용기와; 상기 회석액 저장용기와 접속된 회석액 공급관을 통해 회석액을 유입받을 있고, 상기 제2배양액 인출구와 접속된 배양액 유입관을 통해 배양액을 유입받을 수 있도록 된 혼합용기와; 상기 회석액 공급관 상에 설치되어 상기 제어유니트에 제어되어 상기 회석액의 상기 혼합용기로의 공급량을 조절하는 제1조절기와; 상기 배양액 유입관 상에 설치되어 있고 상기 제어유니트에 제어되어 상기 배양액의 상기 혼합용기로의 공급량을 조절하는 제2조절기;를 구비하고, 상기 농도 검출부는 상기 회석 배양액이 통과될 수 있는 통과홀이 형성되어 있는 투명블록체와; 상기 투명블록체의 상기 통과홀의 일단과 상기 혼합용기에 저수된 회석 배양액을 배출하는 회석 배양액 배출구 사이에 접속된 제1회석 배양액 이송관과; 상기 투명블록체의 상기 통과홀의 타단으로부터 연장되게 접속된 제2회석 배양액 이송관과; 상기 제2회석 배양액 이송관을 통해 회석 배양액이 이송되는 지를 검출할 수 있게 설치되어 검출결과를 상기 제어유니트에 제공하는 이송감지부와; 상기 이송감지부와 상기 투명블록체 사이의 상기 제2회석 배양액 이송관 상에 설치되어 상기 제어유니트에 제어되어 유로를 개폐하는 전자밸브와; 상기 제1회석 배양액 이송관 상에 설치되어 있고, 상기 제어유니트에 제어되어 상기 회석 배양액을 상기 제2회석 배양액 이송관 방향으로 펌핑하는 이송펌프와; 상기 투명블록체의 상기 통과홀의 연장방향과 직교하는 방향에서 상기 통과홀을 향해 광을 출사하는 광원과; 상기 통과홀을 통과한 광을 검출하여 상기 제어유니트에 제공하는 광검출기;를 구비한다.
- [0014] 또한, 상기 제1회석 배양액 이송관은 상기 회석 배양액이 이송되는 과정에서 교반이 이루어질 수 있도록 연장방향을 따라 나선형태로 선회되게 형성된 나선관부;를 구비하는 것이 바람직하다.
- [0015] 더욱 바람직하게는 상기 제어유니트는 상기 배양액의 농도검출모드가 되면 설정된 회석비율에 따라 상기 회석액과 상기 배양액이 혼합되게 상기 제1조절기와 상기 제2조절기의 구동을 제어하고, 설정된 회석비율에 따라 상기 혼합용기에 회석액과 배양액이 유입되면 상기 제1조절기와 상기 제2조절기의 구동을 중단하고, 상기 전자밸브의 유로가 개방되게 제어한 상태에서 상기 이송펌프를 가동하고, 상기 이송감지부로부터 회석 배양액의 유출이 감지된 신호가 수신되면 상기 전자밸브가 폐쇄되게 제어하고, 상기 이송펌프의 구동을 중지한 상태에서 상기 광검출기로부터 검출된 신호로부터 농도를 산출하고, 농도검출모드가 완료되면, 상기 회석액만 상기 제1회석 배양액 이송관으로부터 상기 제2회석배양액 이송관으로 이어지는 이송경로를 따라 이송되게 처리하는 세척모드를 수행한다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명에 따른 미세조류 배양을 위한 광생물 반응기 배지 공급 자동화 시스템에 의하면, 광생물 반응기에서 배양된 배양액을 회석하여 광학밀도를 측정하고, 측정된 광학밀도정보를 이용하여 배지의 공급 및 배양액의 배출을 연동시켜 미세조류를 자동배양할 수 있고, 광학밀도 측정경로를 측정과정 이후 회석액에 의한 세척과정을 거침으로써 측정정밀도를 균일하게 유지할 수 있는 장점을 제공한다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명에 따른 미세조류 배양을 위한 광생물 반응기 배지 공급 자동화 시스템을 나타내 보인 도면이고, 도 2는 도 1의 회석부와 농도 검출부를 상세하게 나타내 보인 도면이고, 도 3은 도 2의 농도검출 유니트의 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 미세조류 배양을 위한 광생물 반응기 배지 공급 자동화 시스템을 더욱 상세하게 설명한다.
- [0019] 도 1은 본 발명에 따른 미세조류 배양을 위한 광생물 반응기 배지 공급 자동화 시스템을 나타내 보인 도면이다.
- [0020] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 광생물 반응기 배지 공급 자동화 시스템(100)은 광생물 반응기(110), 배지 공급부(130), 회석부(150), 농도검출부(170) 및 제어유니트(190)를 구비한다.
- [0021] 광생물 반응기(110)는 내부에 미세조류가 주입되어 배양될 수 있도록 배양공간(114)이 마련된 배양패널본체(112)와, 배양패널 본체(112)의 하부에 배양공간을 횡방향으로 관통되게 설치되어 유입된 기체를 배양공간 내부

로 토출하는 기체 공급관(118)을 갖는 구조로 되어 있다.

- [0022] 배양패널 본체(112)에는 배양공간(114)으로 배지를 공급할 수 있도록 된 배지 주입구(115)와, 배양공간(114)에 저수된 배양액을 상호 다른 위치에서 인출하기 위한 제1배양액 인출구(116)와 제2배양액 인출구(117) 및 상부에 배기구(119)가 형성되어 있다.
- [0023] 기체 공급기(121)는 기체공급관(118)을 통해 기체를 공급할 수 있도록 되어 있다.
- [0024] 기체 공급기(121)는 배양 대상 미세조류의 배양에 요구되는 기체를 공급하는 것을 적용하면 되고, 일 예로서, 이산화탄소를 공급하는 것이 적용될 수 있다.
- [0025] 참조부호 125는 배양패널 본체(112)에 저수된 배양액의 산소농도를 측정하는 산소농도 측정센서이고, 참조부호 126은 배양패널 본체(112)에 저수된 배양액의 온도를 측정하는 온도 측정센서이고, 참조부호 127은 배양패널 본체(112)에 저수된 배양액의 산도(PH)를 측정하는 산도 측정센서이다.
- [0026] 배지 공급부(130)는 광생물 반응기(110)의 배양패널 본체(112) 내로 배지를 공급할 수 있도록 되어 있다.
- [0027] 배지 공급부(130)는 배지가 수용된 배지용기(131)와, 배지용기(131)로부터 배지 주입구(115)까지 연장되게 접속된 배지공급관(133) 및 제어유니트(190)에 제어되어 배지용기(131)로부터 배지공급관(133)을 통해 배지의 공급 및 공급중단을 수행하는 제1공급제어기로 적용된 연동펌프(135)로 되어 있다.
- [0028] 또한, 배양패널본체(110)에서 배양이 완료된 배양액을 저장할 수 있도록 제1배양액 인출구(116)를 통해 접속되어 배양패널본체(112)에 저수된 배양액을 메인 저장용기(141)로 이송시킬 수 있도록 된 배양액 저장관(143)이 설치되어 있다.
- [0029] 또한, 제1배양액 인출구(116)로부터 배양액 저장관(143)으로 이어지는 배양액 인출경로상에 설치된 연동펌프(135)는 배양패널본체(112)로부터 배양액의 유출 및 유출중단을 제어유니트(190)에 제어되어 수행하는 제2공급 제어기로 적용되었다.
- [0030] 여기서 제1공급제어기와 제2공급제어기로서 적용된 연동 펌프(135)는 배지공급관(133)과 배양액 저장관(143) 모두에 대해 이송방향이 상호 반대가 되게 펌핑할 수 있게 설치되어 배양패널본체(112)로의 배지의 공급과 배양패널본체(112)로부터의 배양액의 인출이 동시에 수행되게 한다.
- [0031] 연동펌프(135)의 상세 구조는 국내 공개특허 제1999-025033호 등 다양하게 개시되어 있어 상세한 설명은 생략한다.
- [0032] 회석부(150)는 배양패널 본체(112)로부터 배양액을 인출하여 회석액과 회석시킬 수 있도록 되어 있고 상세구조를 도 2를 참조하여 설명한다.
- [0033] 회석부(150)는 회석액 저장용기(151), 혼합용기(159), 제1조절기(161), 제2조절기(163)를 구비한다.
- [0034] 회석액 저장용기(151)는 배양액을 회석할 수 있는 회석액이 저장되어 있다.
- [0035] 여기서, 회석액은 증류수가 적용되는 것이 바람직하다.
- [0036] 혼합용기(159)는 회석액 저장용기(151)와 접속된 회석액 공급관(153)을 통해 회석액을 유입받을 있도록 되어 있고, 제2배양액 인출구(117)와 접속된 배양액 유입관(155)을 통해 배양액을 유입받을 수 있도록 되어 있다.
- [0037] 제1조절기(161)는 회석액 공급관(153) 상에 설치되어 있고, 제어유니트(190)에 제어되어 회석액의 혼합용기(159)로의 공급량을 조절한다.
- [0038] 제2조절기(163)는 배양액 유입관(155) 상에 설치되어 있고, 제어유니트(190)에 제어되어 배양액의 혼합용기(159)로의 공급량을 조절한다.
- [0039] 여기서, 제1조절기(161)와 제2조절기(163)는 체적식 유량계(volumetric gear meter) 또는 질량유량계(mass flowmeter)가 적용되어 정량 액체 이송이 가능한 정량펌프가 적용되는 것이 바람직하다.
- [0040] 농도 검출부(170)는 회석부에 의해 회석된 회석 배양액의 농도를 측정할 수 있도록 되어 있다.
- [0041] 농도 검출부(170)는 농도검출유니트(171)와, 제1회석 배양액 이송관(181), 이송펌프(182), 제2회석 배양액 이송관(183), 이송감지부(185), 전자밸브(188), 서브 저장용기(189)를 구비한다.
- [0042] 농도검출유니트(171)는 도 3을 함께 참조하여 설명하면, 베이스 프레임(172)에 상방이 열린 사각 삽입홈에 탈착

가능하게 장착되며 회석 배양액이 통과될 수 있는 통과홀(173a)이 형성되어 있고 투과율이 높은 석영과 같은 투명한 소재로 형성된 사각 큐빅형태의 투명블록체(173)와, 투명 블록체(173)의 통과홀(173a)의 연장방향과 직교하는 방향에서 통과홀(173a)에 채워진 회석 배양액을 향해 광을 출사하는 광원(175)와, 광원(175) 맞은 편에서 통과홀(173a)을 통과한 광을 검출하여 제어유니트(190)에 제공하는 광검출기(178)로 되어 있다.

- [0043] 여기서 광원(175)은 500nm 내지 700nm 파장대역의 광을 출사하는 것을 적용하는 것이 바람직하다.
- [0044] 투명 블록체(173)의 통과홀(173a)에는 후술되는 제1회석 배양액 이송관(181)과 제2회석 배양액 이송관(183)이 상호 연통되게 접속되어 있다.
- [0045] 참조부호 176은 베이스 프레임(172)에 결합되며 내부 수용공간에 광원(175)이 장착되는 제1장착하우징이고, 참조부호 179는 베이스 프레임(172)에 결합되며 내부 수용공간에 광검출기(178)이 장착되는 제2장착하우징이다.
- [0046] 제1 및 제2장착 하우징(176)(179)는 광원(175) 및 광검출기(178)의 교체가 용이하게 나사선 결합방식에 의해 내부 수용공간을 개폐할 수 있는 구조로 되어 있다.
- [0047] 여기서 베이스 프레임(172) 상부는 외부 광선이 유입되지 않게 캡을 결합하여 차폐시키고, 베이스 프레임(172)은 별도의 지지프레임에 결합한 구조로 형성하는 것이 바람직하다.
- [0048] 또한, 제1회석 배양액 이송관(181)는 투명블록체(173)의 통과홀(173a)의 일단과 혼합용기(159)에 저수된 회석 배양액을 배출하는 회석 배양액 배출구(159a) 사이에 접속되어 있다.
- [0049] 여기서, 제1회석 배양액 이송관(181)은 혼합용기(159)로부터 회석 배양액이 이송되는 과정에서 선회에 의한 교반이 이루어질 수 있도록 연장방향을 따라 나선형태로 선회된 나선관부(181a)가 중간에 마련된 구조로 되어 있다.
- [0050] 이송펌프(P)(182)는 제1회석 배양액 이송관(181) 상에 설치되어 있고, 제어유니트(190)에 제어되어 혼합용기(159)에 저수된 회석 배양액을 제1회석 배양액 이송관(181)으로부터 제2회석 배양액 이송관(183)으로 이어지는 이송경로로 회석 배양액이 이송되게 펌핑한다.
- [0051] 제2회석 배양액 이송관(183)은 투명블록체(173)의 통과홀(173a)의 타단으로부터 서버 저장용기(189)까지 연장되어 회석 배양액을 서버 저장용기(189)까지 이송할 수 있도록 되어 있다.
- [0052] 이송 감지부(185)는 제2회석 배양액 이송관(183)을 통해 회석 배양액이 이송되는 지를 검출할 수 있게 후술되는 전자밸브(188)와 서버 저장용기(189) 사이의 관로상에 설치되어 검출결과를 제어유니트(190)에 제공한다.
- [0053] 이송 감지부(185)는 제2회석 배양액 이송관(183)의 일측에서 배양액 이송관(183)의 연장방향과 직교하는 방향으로 광을 조사하는 광원(186)과, 광원(186) 맞은편에서 제2회석 배양액 이송관(183)을 통과한 광을 검출하는 광검출기(187)가 적용될 수 있다. 이 경우 광원(186)과 광검출기(187)가 설치되는 제2회석 배양액 이송관(183) 영역은 투명한 소재로 형성하면 된다.
- [0054] 전자밸브(188)는 이송감지부(185)와 투명블록체(173) 사이의 제2회석 배양액 이송관(183)상에 설치되어 있고, 제어유니트(190)에 제어되어 내부 유로를 개폐한다.
- [0055] 제어유니트(190)는 입력부, 표시부, 제어부 및 기억부를 갖는 구조로 구축된다.
- [0056] 제어유니트(190)는 설정된 검사조건에 따라 회석부(150) 및 농도검출부(170)를 제어하여 회석 배양액의 농도 정보를 수신하고, 수신된 회석 배양액의 농도가 허용 측정 정밀도 범위내에서 설정된 목표농도 이상이면 배양패널 본체(112)에 저수된 배양액을 저장라인인 배양저장관(143)을 통해 배출시켜 메인 저장용기(141)로 저장되게 하고, 이와 동시에 배지공급부(130)를 제어하여 배지가 배양패널본체(112)에 공급되게 제어하면서 미세조류의 생산을 제어한다.
- [0057] 이러한 제어유니트(190)는 입력부(191), 표시부(193), 기억부(195) 및 제어부(197)를 구비한다.
- [0058] 입력부(191)는 예를 들면, 초기셋팅모드, 회석액의 회석비율, 회석비율 가변조건, 회석 배양액 생산량 등 제어부(197)에 의해 지원되는 기능을 설정할 수 있도록 되어 있다.
- [0059] 표시부(193)는 제어부(197)에 제어되어 표시정보를 표시한다.
- [0060] 기억부(195)는 제어부(197)에 제어되어 배양액 농도 검출값 및 검출시간, 메인 저장용기(141)로의 배양액 저장시기 등에 대한 데이터를 저장한다.

- [0061] 제어부는 입력부(191)를 통해 설정된 검출조건인 농도 검출주기가 되면 배양액의 농도검출모드를 수행한다.
- [0062] 제어부(197)는 농도검출모드시 설정된 희석비율에 따라 희석액과 배양액이 혼합되게 제1조절기(161)와 제2조절기(163)의 구동을 제어하고, 설정된 희석비율 및 희석 배양액 생성량에 따라 혼합용기(159)에 희석액과 배양액이 유입되면 제1조절기(161)와 제2조절기(163)의 구동을 중단한다. 이후, 제어부(197)는 전자밸브(188)의 유로가 개방되게 제어한 상태에서 이송펌프(182)를 가동하고, 이송감지부(185)로부터 희석 배양액의 유출이 감지된 신호가 수신되면 전자밸브(188)가 폐쇄되게 제어함과 아울러 이송펌프(182)의 구동을 중지시킨다. 이 상태가 되면 투명블록체(173)의 통과홀(173a)에는 희석 배양액이 채워져 있어, 제어부(197)는 광원(175)으로부터 출사된 광 중 희석 배양액을 통과한 광을 검출하는 광검출기(178)로부터 검출된 신호로부터 농도를 산출한다.
- [0063] 한편, 제어부(197)는 농도검출모드가 완료되면, 세척모드를 수행하고, 세척모드에서는 전자밸브(188)가 개폐된 상태에서 희석액 저장용기(151)에 저장된 희석액만이 혼합용기(159), 제1희석 배양액 이송관(181) 및 제2희석배양액 이송관(183)으로 이어지는 이송경로를 따라 서브 저장용기(189)에 이송되게 제1조절기(161), 이송펌프(182)를 설정된 시간 동안 구동한다. 이 경우 세척모드의 수행에 의해 희석액으로 희석 배양액이 이송되는 유로가 세척되기 때문에 농도검출모드의 반복 수행시에도 측정 정밀도를 일정하게 유지할 수 있다.
- [0064] 또한, 제어부(197)는 초기셋팅모드 설정시에는 희석액만 투명 블록체(173)의 통과홀(173a)에 충전되게 하여 광검출기(178)를 통해 검출된 광량을 기준광량신호로 설정하고, 이후 농도 검출모드시에는 희석 배양액에 대해 광검출기(178)에서 검출된 광량정보와 기준광량신호 정보를 이용하여 광학밀도를 산출한다.
- [0065] 여기서, 초기셋팅모드시 제어부(197)는 전자밸브(188)의 유로가 개방되게 제어한 상태에서 제1조절기(161) 및 이송펌프(182)를 가동하고, 이송감지부(185)로부터 희석액의 유출이 감지된 신호가 수신되면 전자밸브(188)가 폐쇄되게 제어함과 아울러 제1조절기(161) 및 이송펌프(182)의 구동을 중지시킨 상태에서 앞서 설명된 바와 같이 광검출기(178)의 출력신호를 수신받아 기준광량 신호를 확정한다.
- [0066] 한편, 제어부(197)는 희석 배양액에 대해 측정된 농도에 대해 적용 또는 희석률을 높여 재측정을 할지 여부를 결정하는 허용 측정 정밀도에 대해 광흡수도(Absorbance) 단위로 광학 밀도가 1[AU] 미만이 되면 허용 측정 정밀도에 있는 것으로 판단하고 측정값을 그대로 확정하고, 1[AU] 이상이면 허용 측정 정밀도를 벗어난 것으로 판단하여 희석률을 설정된 증가율 만큼 더 증가시켜 희석 배양액의 농도를 측정하도록 구축된다.
- [0067] 여기서, 희석액만으로 광검출기(178)로부터 검출된 기준광량신호가 0[AU]가 되게 설정하면, 희석액을 기준으로 한 기준광량신호 대비 광투과율이 10%로 줄어들때의 광흡수도가 1[AU]가 되며, 광투과율이 1%로 줄어들때의 광흡수도(Absorbance)가 2[AU]가 된다.
- [0068] 여기서, 광흡수도는 아래의 수학적 식 1로 표현할 수 있다.

수학적 식 1

$$A = \text{Absorbance} = -\log_{10}(I_T/I_0)$$

- [0069]
- [0070] 여기서, I_T 는 희석 배양액에 대한 투광량, I_0 는 희석액만으로 되었을 때의 투광량에 해당한다.
- [0071] 한편, 제어부(197)는 이러한 농도검출모드를 설정된 주기로 수행하면서, 광검출기(178)로부터 검출된 신호를 이용하여 산출된 배양액의 농도가 설정된 목표농도 이상이면 충분한 배양이 이루어진 것으로 판단하여 일정량의 배양액이 배양패널본체(112)로부터 메인저장용기(141)로 배출되게 하고, 배출된 배양액 만큼의 배지가 배양패널본체(112)로 공급되게 하는 과정을 반복하면서 미세조류를 생산한다.
- [0072] 또한, 농도측정을 위해 사용된 후 서브 저장용기(189)에 저장된 희석 배양액은 시드로 활용하면 된다.
- [0073] 또한, 제어부(197)는 산소농도 측정센서(125), 온도 측정센서(126) 및 산도 측정센서(127)로부터 수신된 정보로부터 정상배양조건인지 이상배양조건인지를 판단하고, 판단결과를 표시부(193)를 통해 제공한다.
- [0074] 이상에서 설명된 미세조류 배양을 위한 광생물 반응기 배치 공급 자동화 시스템(100)은 배양액의 개체수 증가에 따른 농도 변화를 희석액을 이용하여 광투과율과 농도와의 관계가 선형적으로 유지되는 광흡수도 1[AU] 미만 조건이 되는 희석률을 적용하여 배양액의 농도를 검출함으로써 미세조류 농도 측정 정밀도를 높일 수 있고, 측정

관로를 희석액으로 자동세척하는 과정을 부가함으로써 반복 측정시에도 측정정밀도를 일정하게 유지할 수 있고, 미세조류의 연속적인 생산이 자동적으로 이루어질 수 있다.

부호의 설명

110: 광생물 반응기

130: 배지 공급부

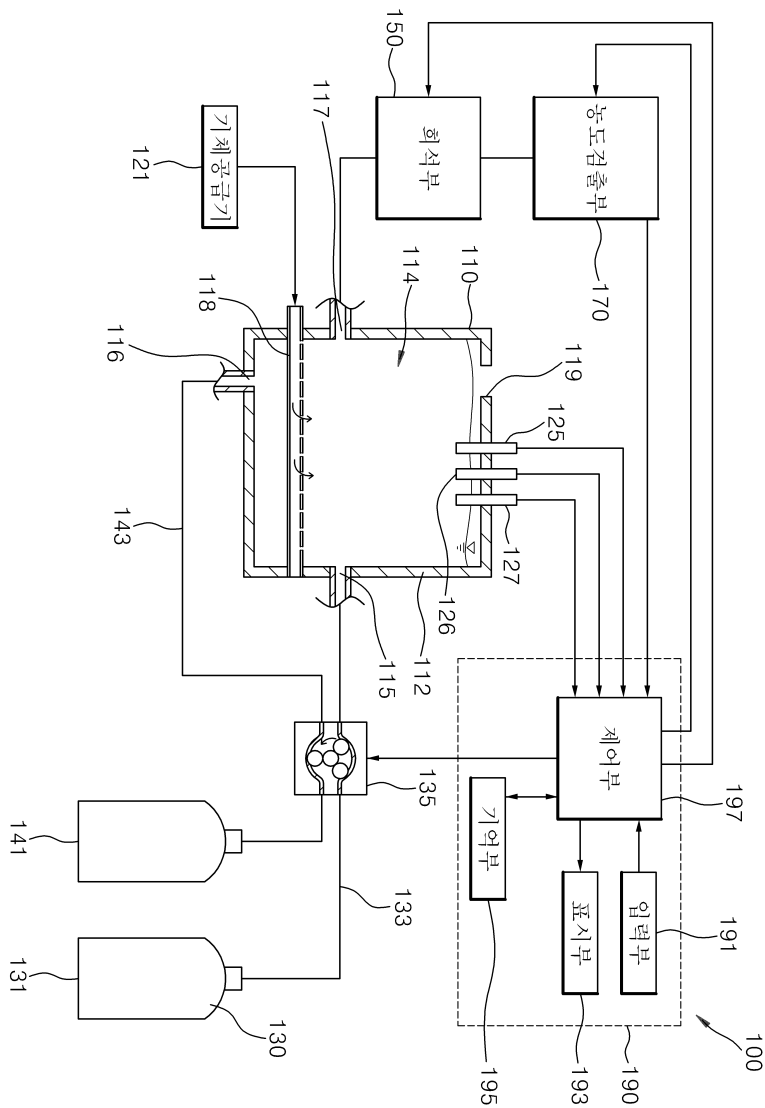
150: 희석부

170: 농도검출부

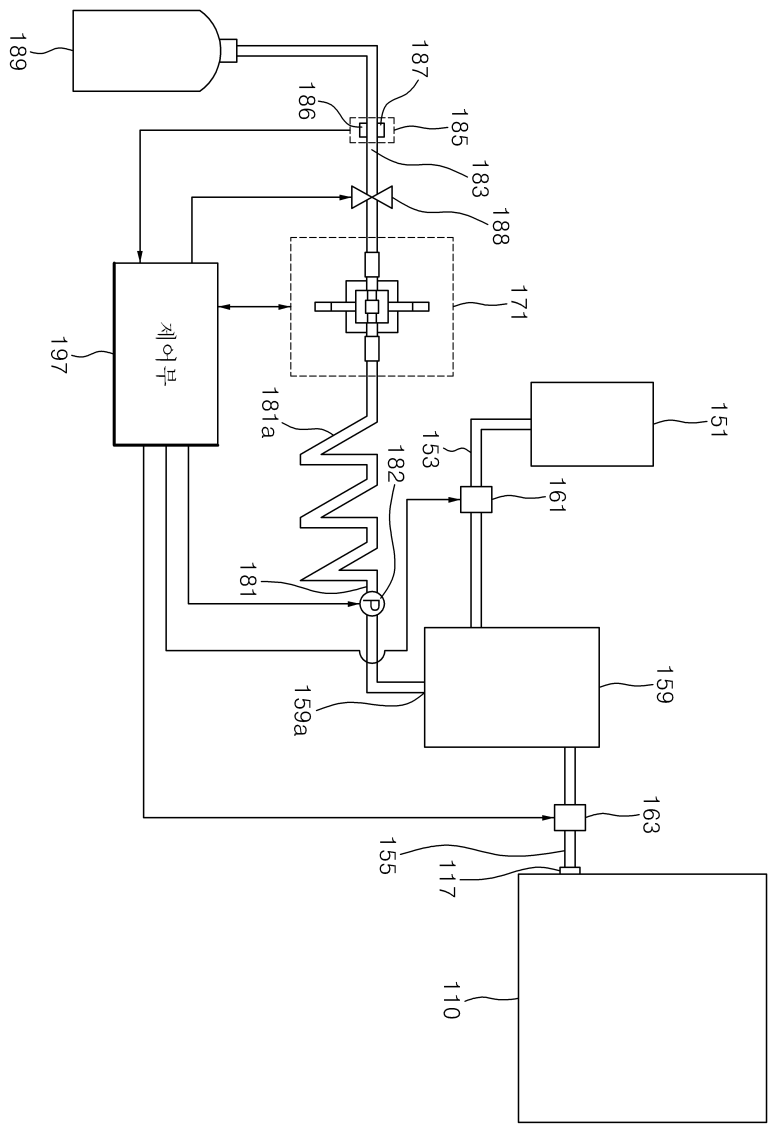
190: 제어유니트

도면

도면1



도면2



도면3

