(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0116396
(43) 공개일자 2013년10월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C12M 3/02 (2006.01) *C12M 1/04* (2006.01)
C12N 1/12 (2006.01) *C12R 1/89* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0023245
(22) 출원일자 2012년03월07일
심사청구일자 2012년03월07일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동, 부경대학교)
(72) 발명자
정국
부산광역시 남구 용당동 창조아파트 705호
정재훈
부산광역시 남구 대연3동 신원아파트 102동 806호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 동원

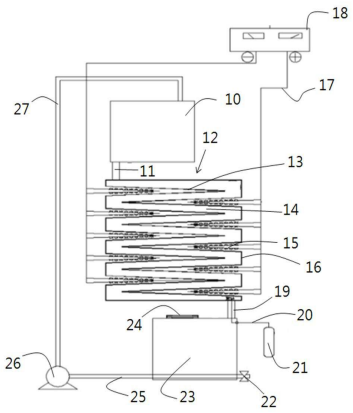
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **외부광원을 갖는 광반응기**

(57) 요 약

본 발명은 광반응기에 관한 것으로, 수직단면이 원이나 다면체인 관형태의 유로와 유로가 복수개 연결되어 형성된 배양기와 배양기 외부에 설치되며 유로로 빛을 조사하는 발광체로 구성되고 유로 하단으로 관이 삽입되어 기체를 공급하는 주입기를 더 포함하므로, 능동적으로 빛과 기체가 미세조류에 공급되며, 빛은 계속적으로 미세조류 배양에 사용되며 기체는 배양기에 정체되지 않고 미세조류 배양에 활발히 이용되는 효과가 있는 외부광원을 갖는 광반응기를 제공한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

김봉조

경상북도 포항시 남구 구룡포읍 구룡포길 67번길 57, 가동 603호(신양그린맨션)

이수영

울산광역시 중구 반구동 596-16번지 우남빌라 2동 501호

남지현

부산광역시 사상구 괘법동 한신1차아파트 102동 2105호

임준혁

부산광역시 수영구 남천2동 남천삼익비치아파트 213동 407호

이제근

부산광역시 남구 용호동 GS하이츠자이아파트 308동 1201호

이태윤

경기도 고양시 일산서구 대화동 2199(30/8)

유영문

서울특별시 관악구 봉천4동 1560-62 풍림아이원아파트 201동 204호

특허청구의 범위

청구항 1

수직단면이 관형태의 유로;와

상기 유로가 하나 이상 연결되어 형성된 배양기;와

상기 배양기 외부에 설치되며 상기 유로로 빛을 조사하는 발광체를 포함하는 외부광원을 갖는 광반응기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 배양기와 유로는 광투과성 재질인 것을 특징으로 하는 외부광원을 갖는 광반응기.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 배양기에서, 상기 유로는 경사를 가지며, 하나 이상이 적층되고, 각각의 유로의 일단이 연결되어 형성된 것을 특징으로 하는 외부광원을 갖는 광반응기.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 발광체는 상기 유로가 연결되어 형성된 배양기 외부의 공간에 삽입될 수 있는 1개 이상의 LED 집합체인 것을 특징으로 하는 외부광원을 갖는 광반응기.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 배양기 하부와 관으로 연결된 하부수조;와

상기 배양기 상부와 관으로 연결된 상부수조;와

일단이 상기 하부수조와 관으로 연결되며, 타단이 상기 상부수조와 관으로 연결되는 펌프;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 외부광원을 갖는 광반응기.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 펌프를 이용하여 배양액이 상기 하부수조에서 상기 상부수조로 이동되고 자유낙하에 의해 상기 배양기 속으로 유입되는 것을 특징으로 하는 외부광원을 갖는 광반응기.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 배양기 하단으로 기체를 공급하는 주입기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 외부광원을 갖는 광반응기.

청구항 8

제3항 또는 제7항에 있어서,

상기 배양기 하단으로 공급된 기체가 상기 유로를 따라 흐르는 것을 특징으로 하는 외부광원을 갖는 광반응기.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 광반응기에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 외부에서 빛과 기체를 공급하여 미세조류를 배양시키는 외부광원을 갖는 광반응기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 미세조류는 광합성을 하는 단세포생물들을 통칭하는 말로, 육상식물들보다 효율적이고 빠르게 바이오매스를 생산할 수 있는 다양한 종류의 광합성 생물들로 구성되어 있다. 그 중에 몇몇 종들은 바이오매스의 50%이상을 지방으로 생산할 수 있으며, 더불어 이 지방의 많은 부분들은 바이오디젤의 원료인 중성지방이 될 수 있으며, 이 중성지방은 에너지 밀도가 높은 바이오디젤, 그린 항공기 연료 및 그린 가솔린 등의 연료가 되는 소재로 기대를 모으고 있다. 미세조류는 햇빛, 배지, 이산화탄소를 먹고 자라고, 광생물 반응기에서 훨씬 빠른 속도로 자랄 수 있도록 환경을 제어해 줄 수가 있다.

[0003] 종래 반응기 기술로 대한민국 공개특허공보 공개번호 제10-2010-0136602호에 유기화합물이 함유된 폐수에 광촉매 물질을 일정량 혼합한 뒤 자외선을 조사하여 광촉매 산화분해방응을 일으킴으로써 유기화합물을 분해하는 반응기에 관한 폐수 중에 함유된 유기화합물들의 분해를 위한 불균일한 PFR(관류형반응기, Plug Flow Reactor)형 광촉매 반응기가 개시되었다.

[0004] 그러나, 종래 반응기 기술은 빛과 기체의 공급이 수동적인 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 공개번호 제10-2010-0136602호(2010.12.29.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 상기 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 미세조류 배양에 필요한 빛과 기체를 능동적으로 공급하며 공급된 빛과 기체가 효율적으로 미세조류 배양에 이용되는 외부광원을 갖는 광반응기를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 수직단면이 원이나 다각형인 관형태의 유로와 유로가 복수개 연결되어 형성된 배양기와 배양기 외부에 설치되며 유로로 빛을 조사하는 발광체를 포함하는 외부광원을 갖는 광반응기를 제공한다.

[0008] 또한, 배양기와 유로는 광투과성 재질일 수 있다.

[0009] 또한, 배양기는 복수개의 유로가 기울어져 적층되고 양단이 번갈아 연결되어 형성될 수 있다.

[0010] 또한, 발광체는 유로가 연결되어 형성된 틈에 삽입될 수 있는 1개 이상의 LED 집합체일 수 있다.

[0011] 또한, 배양기 하부와 관으로 연결된 하부수조와 배양기 상부와 관으로 연결된 상부수조와 일단이 하부수조와 관으로 연결되며, 타단이 상부수조와 관으로 연결되는 펌프를 더 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 펌프를 이용하여 배양액이 하부수조에서 상부수조로 이동되고 자유낙하에 의해 배양기 속으로 유입될 수 있다.

[0013] 또한, 배양기 하단으로 기체를 공급하는 주입기를 더 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 배양기 하단으로 공급된 기체가 유로에 흐를 수 있다.

발명의 효과

[0015] 상기에서 설명한 본 발명의 외부광원을 갖는 광반응기에 의하면, 능동적으로 빛과 기체가 미세조류에 공급되며,

빛은 계속적으로 미세조류 배양에 사용되며 기체는 배양기에 정체 되지 않고 미세조류 배양에 활발히 이용되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 하나의 실시예인 외부광원을 갖는 광반응기의 개요도,

도 2a는 도 1의 외부광원을 갖는 광반응기의 배양기의 사진이고,

도 2b는 도 1의 외부광원을 갖는 광반응기의 배양기의 변형예의 개요도,

도 2c는 도 1의 외부광원을 갖는 광반응기의 배양기의 다른 변형예의 개요도,

도 2d는 도 1의 외부광원을 갖는 광반응기의 배양기의 개요도,

도 3은 도 1의 외부광원을 갖는 광반응기의 외부에 부착될 발광체의 사진,

도 4는 도 3의 발광체가 틈에 삽입되어 광을 방출하는 사진,

도 5는 LED 광원의 발광색에 따른 테트라셀미스 성장 그래프,

도 6은 LED 광원의 발광색과 기체 공급 유무에 따른 테트라셀미스 성장 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 첨부된 도면을 참조로 본 발명을 바람직한 실시예에 의해 상세히 설명하기로 한다.

[0018] 도 1은 본 발명의 하나의 실시예인 외부광원을 갖는 광반응기의 개요도이다.

[0019] 도시된 바와 같이, 수직단면이 사각형인 관형태의 유로(14)와 유로(14)가 복수개 연결되어 형성된 배양기(12)와 배양기(12) 외부에 설치되며 유로(14)로 빛을 조사하는 발광체(15)로 구성된다.

[0020] 수직단면이 사각형인 관형태의 유로(14)는 수평방향의 구획부재(13)와 수직방향의 측면부재(16)가 결합되어 폭이 넓고 높이가 낮게 형성되며, 배양기(12)는 복수개의 유로(14)가 기울어져 적층되고 양단이 번갈아 연결되어 형성된다. 배양기(12)와 유로(14)는 광투과성 재질이다.

[0021] 배양기(12) 형성을 자세히 설명하면 다음과 같다. 기울어져 적층된 유로(14) 일단의 이웃한 구획부재(13)는 직접 맞닿아 소정의 각을 이루게 되고, 남은 구획부재(13)와 측면부재(16)는 연장되어 배양기(12)를 밀폐시키도록 연결된다. 복수개의 유로(14)는 동일 방법으로 양단이 번갈아 연결 되어 지그재그 형상의 배양기(12)를 형성하게 된다. 배양기(12) 최 상,하단에 위치하는 유로(14)를 형성하는 상,하 구획부재(13)는 지면과 수평하다.

[0022] 배지와 미세조류가 혼합되어 해수 중에 부유하고 있는 용액을 배양액이라 정의한다.

[0023] 배양기(12)의 형상으로 인해 배양액이 배양기(12)에 머무는 시간이 길어지게 된다. 배양기(12)를 형성하며 연결된 유로(14) 사이에 틈이 형성된다. 틈에 발광체(15)가 삽입되어 배양기(12) 외부에서 유로(14)로 빛을 조사하게 된다. 발광체(15)는 틈에 삽입 가능한 1개 이상의 LED 집합체로, 본 발명의 하나의 실시예의 외부광원을 갖는 광반응기에서는 판상의 LED를 발광체(15)로 사용하였다. 판상의 LED 발광체(15)는 외부에 위치하는 전원공급기(18)와 전선(17)으로 연결되어 전원이 공급된다.

[0024] 본 발명의 하나의 실시예의 외부광원을 갖는 광반응기는 배양기(12) 하부와 관(19)으로 연결된 하부수조(23)와 배양기(12) 상부와 관(11)으로 연결된 상부수조(10)와 일단이 하부수조(23)와 관(25)으로 연결되며, 타단이 상부수조(10)와 관(27)으로 연결되는 펌프(26)를 더 포함한다.

[0025] 하부수조(23), 상부수조(10), 배양기(12), 하부수조(23)의 순서로 배양액이 이동되는 순환시스템이 구성된다.

[0026] 배양액이 투입구(24)를 통해 하부수조(23)에 투입된다. 또한, 하부수조(23) 측면에 형성된 배출밸브(22)를 통해 배양액을 회수하게 된다.(22의 기능)

[0027] 위아래로 위치하는 상부수조(10)와 하부수조(23)가 관(25,27)으로 연결되며 펌프(26)의 힘으로 관(25,27)을 따라 배양액이 하부수조(23)에서 상부수조(10)로 이동된다.(25의 기능) 상부수조(10)로 이동된 배양액은 자유낙하하여 상부수조(10) 아래 위치하는 배양기(12)로 관(11)을 통해 흘러들고 배양기(12)의 상부에서 하부로 흐르게 된다. 배양기(12)를 통과하며 배양액은 관(19)을 통해 하부수조(23)로 이동되며, 펌프(26)의 힘으로 다시 상부수조(10)로 이동된다.

[0028] 또한, 본 발명의 하나의 실시예의 외부광원을 갖는 광반응기는 배양기(12)의 하단으로 관(20)이 삽입되어 기체를 공급하는 주입기(21)를 더 포함하는데, 공기가 주입기(21)를 통해 배양기(12)의 하단으로 공급되어 기포상태로 유로(14)에 흐르게 된다.

[0029] 발광체(15)에서 조사하는 빛과 주입기(21)에서 공급하는 기체가 능동적으로 배양기(12) 내부에 공급되며, 미세조류 배양효율을 증가시키게 된다.

[0030] 도 2a는 도 1의 외부광원을 갖는 광반응기의 배양기의 사진으로써, 구획부재(13)와 측면부재(16)가 결합되어 형성된 유로(14)가 기울어져 적층되고 양단이 번갈아 연결되어 배양기(12)가 형성된다.

[0031] 위와 다르게, 유로(14)가 평평하게 적층되고, 유로(14)의 양단이 번갈아 연결되어 배양기(12)를 형성한 경우, 유로(14)의 연결부위 부근에 배양액이 정체되어 배양효율이 낮아지게 된다. (도 2b 참조).

[0032] 도 2c 에서와 같이 경사진 유로를 여러 개의 구획부재(13)를 엇갈려 적층하여 형성한 경우에 배양기(12) 하단에서 상단으로 기포(A)는 원활히 흐르지만 배양기(12) 상단에서 하단으로 흐르는 배양액의 흐름(F')은 정체구간(B)이 발생하며, 정체구간(B)에서 기포(A)와 배양액이 혼합되지 못하여 배양효율이 낮아지게 된다(도 2c 참조).

[0033] 도2d는 구획부재(13)의 양단이 지그재그로 연결되어 유로(14)를 형성하고, 상기 유로(14)가 경사를 가지며 적층되어 배양기(12)를 형성하는 것을 나타내고 있다. 배양기(12) 하단에서 상단으로 흐르는 기포(A)의 흐름(F)이 자연스럽게 이어지는 동시에, 상단에서 하단으로 흐르는 배양액의 흐름(F') 중에 발생하는 모퉁이의 정체구간(B)을 없앰으로서 배양효율을 높일 수 있다(도 2d 참조).

[0034] 도 3은 도 1의 외부광원을 갖는 광반응기의 외부에 부착될 발광체의 사진이고, 도 4는 도 3의 발광체가 틈에 삽입되어 광을 방출하는 사진이다.

[0035] 도시된 바와 같이, 발광체(15)가 판상의 LED로 제작되었다. 본 발명의 하나의 실시예의 외부광원을 갖는 광반응기에서는 유로(14)가 연결되어 형성하는 틈에 LED(15)를 부착하였다. 배양기(12) 외부에 위치하지만 유로(14)와 근접하여 발광하므로 유로(14)로 고르게 빛을 조사할 수 있게 된다.

[0036] 도 5는 LED 광원의 발광색에 따른 테트라셀미스 성장 그래프이고, 도 6은 LED 광원의 발광색과 기체 공급 유무에 따른 테트라셀미스 성장 그래프이다.

[0037] 앞서 설명한 본 발명의 하나의 실시예의 외부광원을 갖는 광반응기를 사용하여 아래 표1의 배지와 표2의 조건으로 테트라셀미스를 배양하여 도 5의 그래프와 도 6의 그래프를 얻었다.

표 1

[0038]

배지	첨가물	시약
f/2 배지	f/2 미량의 금속용액	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$, $Na_2EDTA \cdot 2H_2O$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, Na2MoO4 · $2H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $CoCl_2 \cdot 7H2O$, $MnCl_2 \cdot 4H_2O$, $VitaminB_2$(cyanocobalamin), Biotin,Thiamine · HCl
	f/2 비타민용액	

표 2

[0039]

변수	조건	시약
LED	적광; 백광; 각각 25일간 배양	Sea water, H_2O, $NaNO_3$, $NaH2PO_4 \cdot H2O$, $Na_2SiO_3 \cdot 9H_2O$, f/2 trace metal solution, f/2 vitamin solution
LED, 주입기	적광, 켬; 적광, 끔; 백광, 켬; 백광, 끔; 각각 15일간 배양	

[0040] 테트라셀미스는 광합성색소로 엽록소*a*와 *b*가 있고, 광합성 초기 산물에 맨니톨을 생산하여 갈락토오스나 우론산 등을 세포벽의 주성분으로 하는 단세포 또는 군체성의 녹색조류로 4개의 등장편모를 내는 특징이 있다.

[0041] 판상의 LED 발광체(15)에서 공급하는 빛이 적광인 경우와 백광인 경우로 나눠 25일간 배양한 혼합액을 헤마싸이토메타(Haemacytometer)의 9칸 간격을 6번 반복하여 각 칸의 테트라셀미스(Tetraselmis)의 수를 광학현미경으로 측정한 결과가 도 5의 그래프이다.

[0042] 백광인 경우 그래프가 더 가파르며 y축 변위가 크기 때문에 대부분의 조건에서 적광보다 복합적인 빛을 쪼여주는 백광에서 테트라셀미스가 자라는데 더 좋은 환경인 것을 유추할 수 있다.

[0043] 또한, 판상의 LED 발광체(15)에서 공급하는 빛이 적광인 경우와 백광인 경우를 다시 주입기(21)를 켠 경우와 끈 경우로 나눠 총 4개의 조건으로 테트라셀미스를 15일간 배양하여 도 6의 그래프의 결과를 얻었다.

[0044] 동일한 빛을 공급받았을 경우에 기체가 공급된 쪽이 매우 높은 초기 배양속도를 나타내었다. 이는 기체 공급으로 인한 탄소원의 유입이 테트라셀미스의 배양에 큰 영향을 준 것으로 해석될 수 있다.

[0045] 미세조류의 성장에 있어서 어느 정도의 배지가 존재한다면 탄소원의 공급 유무가 배양에 큰 영향을 주고 공급받는 빛의 파장에 따른 변화가 그 다음 영향력을 가지고 있다.

[0046] 본 명세서에 기재된 본 발명의 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시예에 불과할 뿐이고 발명의 기술적 사상을 모두 포괄하는 것은 아니므로, 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0047] 따라서, 본 발명은 상술한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 권리범위 내에 있게 된다.

부호의 설명

[0048]

10: 상부수조 11,19,20,25,27: 관 12: 배양기

13: 구획부재 14: 유로 15: 발광체

16: 측면부재 17: 전선 18: 전원공급기

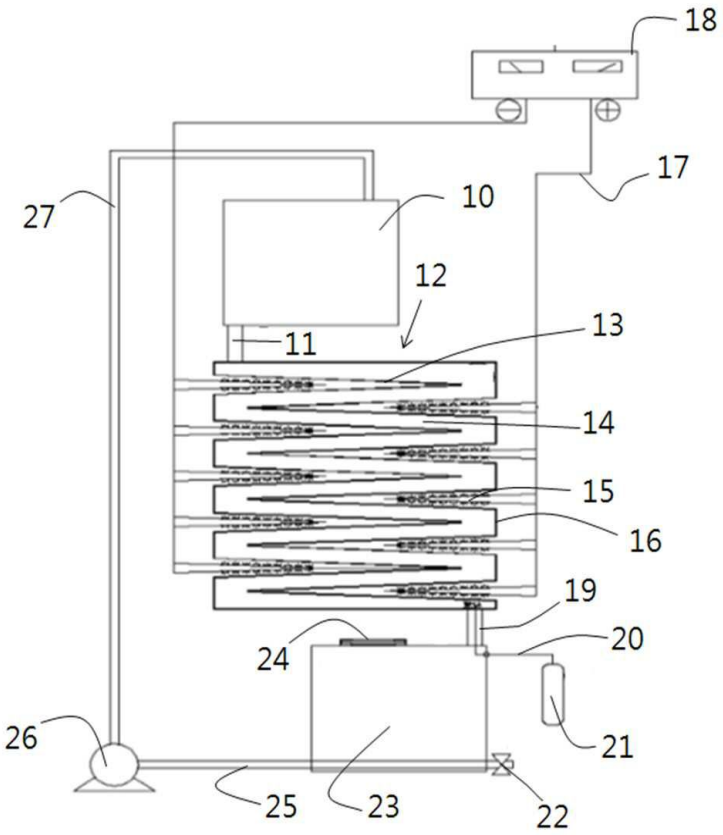
21: 주입기 22: 배출밸브 23: 하부수조

24: 투입구 26: 펌프 A: 기포

B: 정체구간 F: 기포 흐름 F': 배양액 흐름

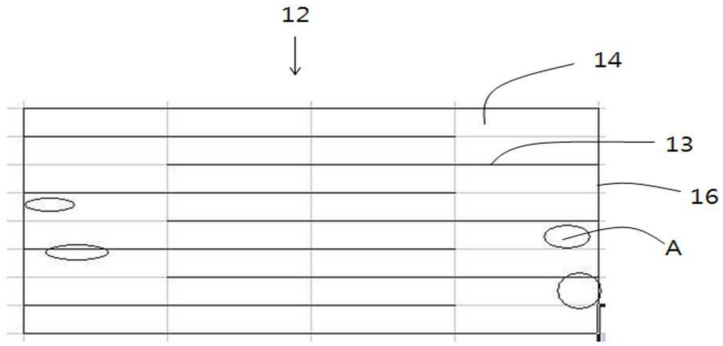
도면

도면1

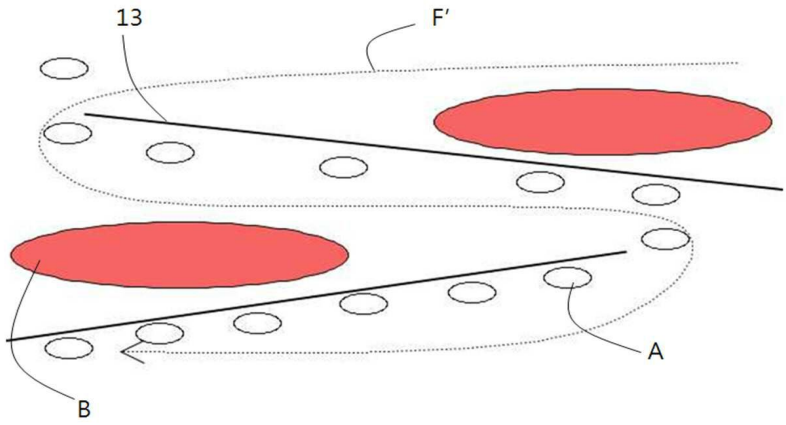


도면2a

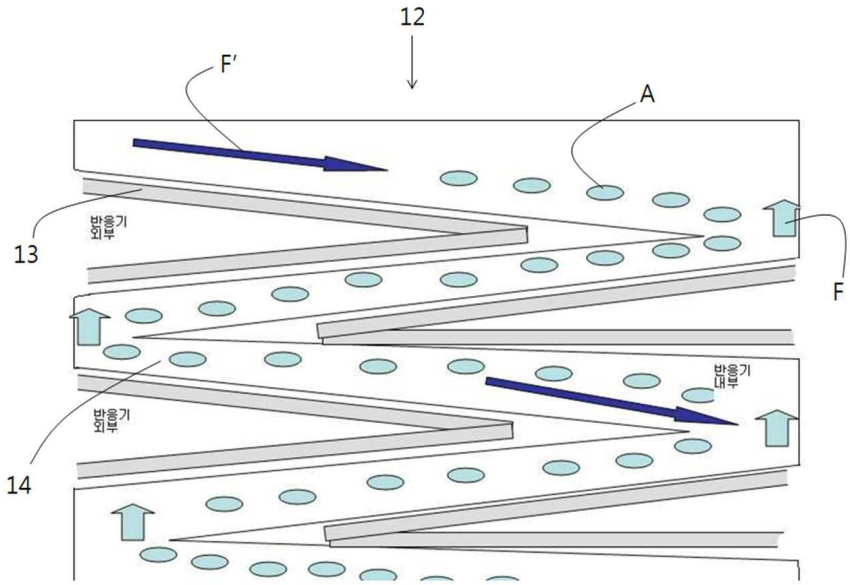
도면2b



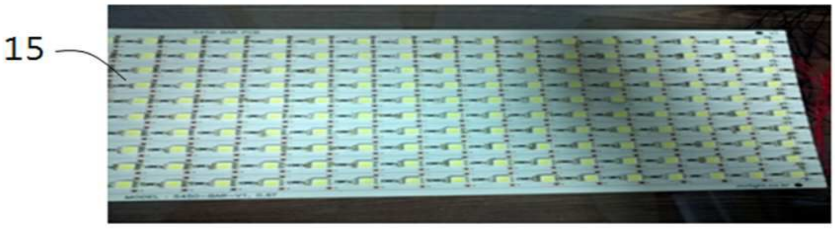
도면2c



도면2d



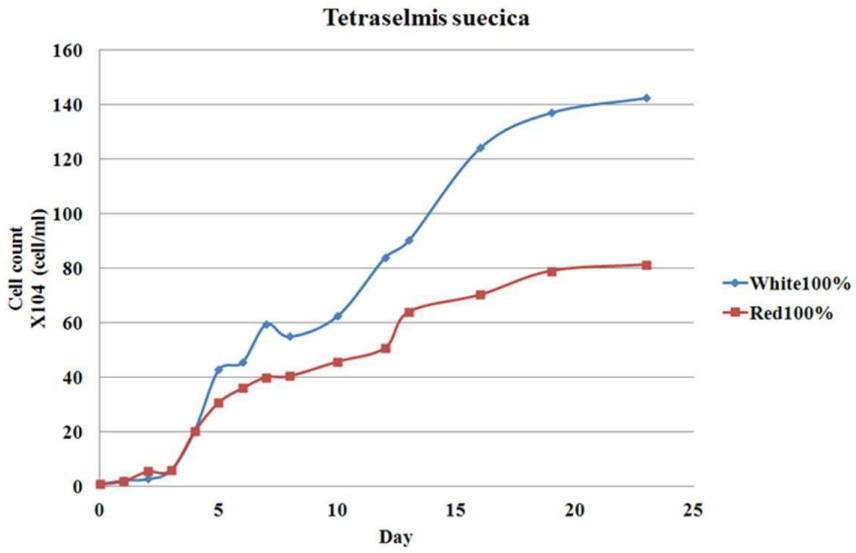
도면3


15

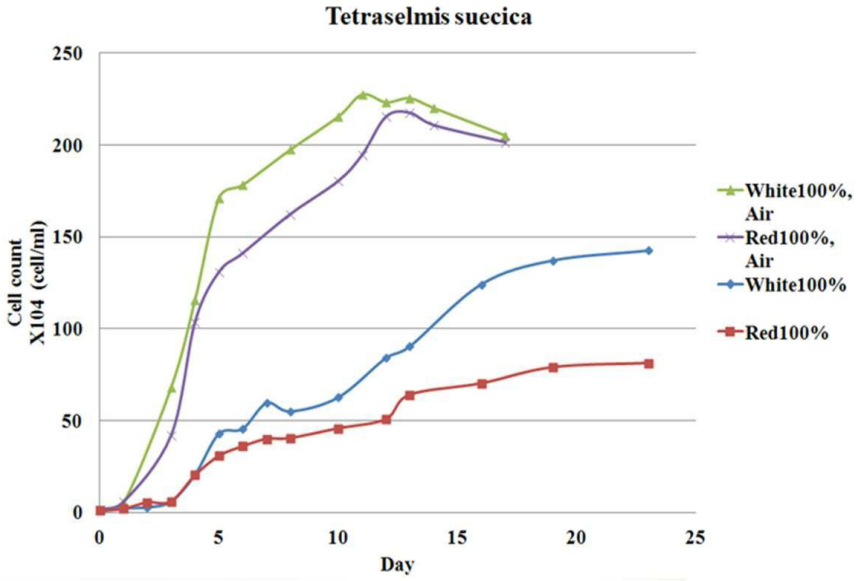
도면4

12
13
14
15
16

도면5


Tetraselmis suecica
Cell count X104 (cell/ml)
160
140
120
100
80
60
40
20
0
0
5
10
15
20
25
Day
White100%
Red100%

도면6


Tetraselmis suecica
Cell count X104 (cell/ml)
250
200
150
100
50
0
0
5
10
15
20
25
Day
White100%, Air
Red100%, Air
White100%
Red100%