

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 9월 9일 (09.09.2016)



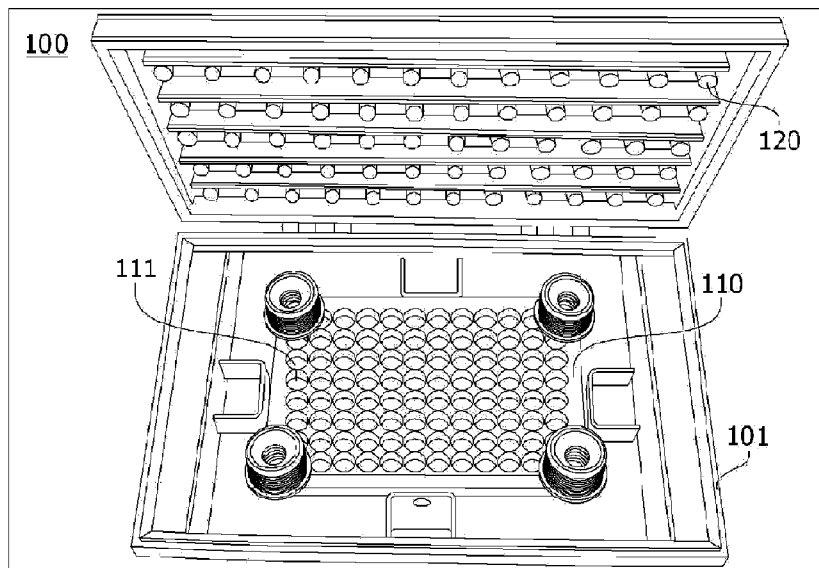
(10) 국제공개번호
WO 2016/140506 A1

- (51) 국제특허분류:
C12M 1/00 (2006.01) *C12M 1/32* (2006.01)
C12M 1/34 (2006.01) *C12M 3/06* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/002079
- (22) 국제출원일: 2016년 3월 2일 (02.03.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2015-0029732 2015년 3월 3일 (03.03.2015) KR
10-2015-0170245 2015년 12월 1일 (01.12.2015) KR
- (71) 출원인: 한국생명공학연구원 (KOREA RESEARCH INSTITUTE OF BIOSCIENCE AND BIOTECHNOLOGY) [KR/KR]; 34141 대전시 유성구 과학로 125, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 겸
- (71) 출원인: 정신화 (CHUNG, Shin Hwa) [KR/KR]; 34140 대전시 유성구 어은로 57, 한빛아파트 102동 1303호, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 김희식 (KIM, Hee Sik); 34141 대전시 유성구 과학로 125, Daejeon (KR). 조대현 (CHO, Dae Hyun); 34141 대전시 유성구 과학로 125, Daejeon (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 태평양 (BAE, KIM & LEE IP GROUP); 06626 서울시 서초구 강남대로 343, 11층, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: HIGH THROUGHPUT PHOTOBIOREACTOR

(54) 발명의 명칭 : 고 처리량 광생물 반응기



(57) Abstract: The present invention provides a high throughput photobioreactor. The high throughput photobioreactor may comprise: a chamber; a plate which is installed on the inside of the chamber and has a plurality of wells mounted thereon; a plurality of light sources which are installed on the inside of the chamber so as to radiate light in the plate direction; a light quantity control means which is positioned on the upper section of the plate so as to vary the quantity of light radiated on the plurality of wells; and a temperature control unit for controlling the temperature of the plate.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2016/140506 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를
접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙
48.2(h))

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

본 발명은 고 처리량 광생물 반응기를 제공한다. 상기 고 처리량 광생물 반응기는, 챔버와, 상기 챔버 내부에 설치되며, 복수개의 웰이 장착되는 플레이트와, 상기 챔버 내부에 설치되어 상기 플레이트 방향으로 광을 조사하는 복수개의 광원과, 상기 플레이트의 상부에 위치하여 상기 복수개의 웰에 조사되는 광량을 다르게 하는 광량 조절 수단과, 상기 플레이트의 온도를 조절하기 위한 온도조절부로 구성될 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 고 처리량 광생물 반응기

기술분야

- [1] 본 발명은 고 처리량 광생물 반응기에 관한 것이며, 더욱 상세하게는 광합성 미생물을 배양할 수 있는 고 처리량 광생물 반응기에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 전 세계적으로 석유, 천연가스 등의 고갈, 수급체계의 불안정성 등의 고유가 위기가 조성되고 있으며, 이와 더불어 기후변화, 환경파괴 등의 생태계 보호를 위하여 화석에너지의 사용 제한이 가시화되고 있는 실정이다.
- [3] 이에 따라 세계 각국은 신재생 에너지 개발은 물론, 기존의 화력발전의 효율 증대와 친환경 재고에 힘을 기울이고 있으며, 광합성 미생물 등을 이용한 생물학적 에너지 생산기술도 각광을 받고 있다.
- [4] 최근에는 바이오연료 생산에 따른 곡물자원의 가격 인상과 식량자원에 관한 우려로 광합성 미생물 이용 연구가 수송용 바이오연료 생산에 초점을 맞추어 광합성 미생물의 유전체, 유전자 등 기초 연구뿐만 아니라, 미생물 개량, 반응기, 시스템 연구 등 응용연구가 대규모로 진행되고 있다.
- [5] 광합성 미생물은 물, 이산화탄소와 햇빛을 이용하여 성장이 가능하며, 황무지, 해안가, 바다 등 어디서든 배양할 수 있어 기존 육상작물과 토지나 공간 측면에서 상호 경쟁하지 않는다. 광합성 미생물은 배양조건에 따라 생체 내에 많은 양의 지질(최대 70%)을 축적하며, 단위 면적당 오일(지질) 생산량이 콩과 같은 기존 식용작물에 비해 50-100배 이상 높아 대체 생물원유로서의 기능성이 매우 높다. 미세조류 등 광합성 미생물을 원료로 생산한 바이오디젤은 기존 경유에 비해 미세분진, 황화합물 등의 오염물질 배출을 크게 줄일 수 있어 친환경 자동차 연료로 적합하다.
- [6] 이러한 광합성 미생물을 효율적으로 생산하기 위해 고효율 광생물 반응기 및 고농도 배양기술의 개발이 시도되고 있으며, 미세조류와 같은 광합성 미생물을 배양하는 방법은 크게 옥외배양법과 광생물 반응기를 이용하는 방법으로 나눌 수 있다.
- [7] 옥외배양법의 경우는 연못형태나 외륜으로 배지를 순환시키는 수로형태를 예로 들 수 있는데, 설치비나 운영비가 적게 드는 반면, 고농도의 배양이 힘들고 다른 미생물에 의해 오염되기 쉬워 광합성 산물의 회수비용이 증가한다는 단점이 있다.
- [8] 따라서, 광합성 미생물을 이용한 바이오연료, 의약품, 건강식품, 사료 등 고부가가치 물질의 생산이 가능하게 되고, 특히 생물학적 이산화탄소 고정화 공정에 광합성 미생물의 고농도 대량배양 기술이 필수적으로 요구됨에 따라 배양효율이 높은 광생물 반응기에 대한 수요가 증대되고 있는 실정이다.

- [9] 현재 국내에서 개발된 대한민국 특허 제10-0283026호에서 광생물 반응기의 형태는 원통형 내부도관을 발광체를 이용한 공기부양식 광생물 반응기가 개시되어 있으며, 대한민국 특허 공개 제10-2003-0018196호에서는 교반기를 발광체로 이용한 발광터빈형 광생물 반응기가 알려져있다.
- [10] 이러한 광생물 반응기로 고 생산성 미세조류의 분리 및 최적의 생산조건을 확립하는 것은 바이오매스 생산성 증가를 위해 필수적이며, 미세조류는 광량, 온도 그리고 이산화탄소의 조건에 의해 생산성이 크게 좌우된다. 생산성이 높은 미세조류의 분리 및 최적 배양 조건은 이러한 광합성의 필수 요건들을 고려하여야 하지만 실험실 환경에서 광량, 온도 및 이산화탄소의 조건을 조절하는 것은 쉽지 않다.
- [11] 이에 따라, 최적의 생산조건을 확립할 수 있는 광생물 반응기가 필요한 실정이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [12] 본 발명은 상기와 같은 종래 문제점을 해소하기 위하여 제안된 것으로서 그 목적 측면은, 다양한 광범위와 온도 조건을 구축하여 다양한 환경에서 미생물을 배양함으로써, 최적의 생산조건을 확립하는 고처리량 광생물 반응기를 제공하는 데에 있다.
- [13] 또한, 본 발명은 다른 측면으로써, 미세조류의 생산에 필요한 최적의 조건을 더욱 정확하게 설정할 수 있고, 숙련된 연구원이 아닌 경우에도 용이하고 간편하게 광량과 온도 등을 조절할 수 있는 고처리량 광생물 반응기를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결 수단

- [14] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 기술적인 측면으로서 본 발명은, 챔버;와, 상기 챔버 내부에 설치되며, 복수개의 웰이 장착되는 플레이트;와, 상기 챔버 내부에 설치되어 상기 플레이트 방향으로 광을 조사하는 복수개의 광원;과, 상기 플레이트의 상부에 위치하여 상기 복수개의 웰에 조사되는 광량을 다르게 하는 광량 조절 수단;과, 상기 플레이트의 온도를 조절하기 위한 온도조절부;를 포함하는 고 처리량 광생물 반응기를 제공한다.
- [15]
- [16] 바람직하게, 상기 광원은, 상기 챔버 내에 구비되며, LED(Light emitting diode) 및 OLED(Organic light emitting diodes) 중 적어도 어느 하나일 수 있다.
- [17] 바람직하게, 상기 광량 조절 수단은, 상기 플레이트와 상기 광원 사이에 위치하며 그라데이션(gradation)을 갖는 광량 조절 필름일 수 있다.
- [18] 바람직하게, 상기 광량 조절 필름은, 종방향으로 일측으로부터 타측으로 갈수록 무채색에서 투명해지게 점층적으로 그라데이션을 갖도록 형성될 수 있다.

- [19] 바람직하게, 상기 광량 조절 필름은, 종방향으로 일측으로부터 타측으로 갈수록 유채색에서 투명해지게 점층적으로 그라데이션을 갖도록 형성될 수 있다.
- [20] 바람직하게, 상기 광량 조절 수단은, 상기 광원과 연결되어 전류 공급량을 제어하여 상기 광원의 밝기를 조절하는 디머일 수 있다.
- [21] 바람직하게, 상기 복수개의 광원은, 적어도 두 개의 그룹으로 형성되어 상기 그룹이 종방향으로 이격되어 배치되고, 상기 디머는, 적어도 두 개 포함하여 상기 그룹의 광원에 연결되어, 각각의 그룹에 따라 광량을 다르게 조절할 수 있다.
- [22] 바람직하게, 상기 온도조절부는, 상기 플레이트의 하부에 위치하며, 온수 또는 가열된 공기가 주입되어, 상기 플레이트의 온도를 조절하는 제1온도조절배관과 냉수 또는 냉기가 주입되어 상기 플레이트의 온도를 조절하는 제2온도조절배관을 포함하는 온도조절블록;과, 상기 온도조절블록과 플레이트 사이에 위치하여, 상기 플레이트의 온도를 유지하는 온도확산판;을 포함할 수 있다.
- [23] 바람직하게, 상기 제1온도조절배관 및 제2온도조절배관은, 횡방향으로 서로 이격되어 배치될 수 있다.
- [24] 바람직하게, 상기 온도조절부는, 상기 플레이트의 길이방향으로 확장된 복수개의 반도체소자;와, 상기 반도체소자를 가열 또는 냉각하여, 상기 플레이트의 온도를 조절하는 온도조절장치;를 포함하되, 상기 복수개의 반도체소자는 횡방향으로 서로 이격되어 배치될 수 있다.
- [25]
- [26] 한편, 바람직하게, 상기 광생물 반응기는, 상기 광량 조절 수단의 광량과 상기 온도조절부의 온도를 제어하는 제어부;와, 상기 제어부로부터 온도와 광량에 관한 신호를 수신하여 시각적으로 표시하고, 상기 제어부의 제어를 위해 사용자의 설정을 입력받는 모니터링부;를 더 포함할 수 있다.
- [27] 바람직하게, 상기 온도조절부는, 상기 제어부에 의해 입력된 온도로 가열 또는 냉각되는 제1 TEC모듈(Thermo-Electric Cooling module);과, 상기 제1 TEC모듈과 이격되게 설치되며, 상기 제어부에 의해 상기 제1 TEC모듈보다 높은 온도가 입력되는 제2 TEC모듈;과, 상면이 상기 플레이트의 하면에 면접촉되게 설치되고, 일측 하면이 상기 제1 TEC모듈과 접촉되며, 타측 하면이 상기 제2 TEC모듈과 접촉되어, 상기 제1 TEC모듈과 상기 제2 TEC모듈에 의해 양단부가 상이한 온도로 가열 또는 냉각되어 온도구배가 형성되는 판 형의 온도구배블록;을 포함하여, 상기 플레이트는, 상기 제1 TEC모듈과 상기 제2 TEC모듈 사이의 온도차에 의해 상기 웰에 횡방향으로 온도 구배를 발생하면서 온도가 조절될 수 있다.
- [28] 바람직하게, 상기 온도조절부는, 상기 제1 TEC모듈과 상기 제2 TEC모듈에 부착되어, 온도를 감지하는 온도센서;를 더 포함할 수 있다.

- [29] 바람직하게, 상기 제어부는, PWM(Pulse Width Modulation) 제어에 의해 상기 제1 TEC 모듈과 제2 TEC 모듈의 온도를 미세하게 상승 또는 하강시킬 수 있다.
- [30] 바람직하게, 상기 광원은, 상기 챔버 내부에 구비되며, 소정의 회로패턴이 형성된 PCB(printed circuit board)와, 상기 PCB 상에 배치되며 동일한 광량을 가지는 복수의 LED 소자로 이루어진 LED 유닛이 종방향으로 복수개가 배열되는 LED 모듈을 포함하는 LED 기판부로 이루어지며, 상기 광량 조절 수단은, 상기 제어부의 전자적 제어에 의해, 상기 복수의 LED 유닛이 서로 다른 광량을 발생하여 상기 LED 모듈에 종방향으로 광구배가 형성되게 이루어질 수 있다.
- [31] 바람직하게, 상기 LED 기판부는, 다양한 종류의 광원으로 교체 가능하도록, 상기 챔버에 탈부착 가능하게 구비될 수 있다.

[32]

발명의 효과

- [33] 이와 같은 본 발명의 일 실시예에 의한 고처리량 광생물 반응기에 의하면, 다양한 광범위와 온도 조건을 구축하여 다양한 환경에서 미생물을 배양함으로써, 최적의 생산조건을 확립하는 효과를 얻을 수 있다.
- [34] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 의한 고 처리량 광생물 반응기를 이용하면, 온도와 광량을 전자적으로 제어하는 제어부와 제어부에 연결된 모니터링부를 구비함으로써, 미세조류의 생산에 필요한 최적의 조건을 더욱 정확하게 설정할 수 있고, 숙련된 연구원이 아닌 경우에도 용이하고 간편하게 광량과 온도 등을 조절할 수 있는 우수한 효과를 얻을 수 있다.
- [35] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 넓은 범위의 온도 환경을 용이하게 설정할 수 있으므로, 다양한 종류의 미세조류를 효율적으로 배양 가능한 효과를 얻을 수 있다.
- [36] 아울러, 본 발명의 다른 실시예에 의하면, LED 기판부를 교체 가능하게 구비함으로써, 배양되는 광생물에 적합한 LED 광을 적용할 수 있어 배양 효율을 더욱 더 증진시킬 수 있다.

[37]

도면의 간단한 설명

- [38] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광생물 반응기를 나타낸 도면이다.
- [39] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 광생물 반응기의 분해사시도이다.
- [40] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 광생물 반응기의 구성도이다.
- [41] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 광생물 반응기의 광량 조절 수단을 나타낸 도면이다.
- [42] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 광생물 반응기의 온도조절부를 나타낸 도면이다.
- [43] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 광생물 반응기의 온도조절부를 나타낸

도면이다.

[44] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 광생물 반응기의 사진이다.

[45] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 광생물 반응기의 온도구배와 광구배를 나타낸 그래프이다.

[46] 도 9는 본 발명의 광생물 반응기를 이용하여 P.kessleri JD076 을 배양하였을 때의 성장 최적조건을 나타낸 그래프이다((A) 흡광도 값, (b) 성장률).

[47] 도 10은 본 발명의 광생물 반응기를 이용하여 공기 공급 배양에서 P.kessleri JD076 을 배양하였을 때 중성지질 생산의 최적 조건을 나타낸 그래프이다((A) 단위 세포당 형광광도 (nile red intensity), (B) 중성 지질 생산성).

[48] 도 11은 5% CO2 공급하에서 P.kessleri JD076 을 배양하였을 때의 성장 최적조건을 확인한 그래프이다((A) 흡광도 값, (B) 성장율).

[49] 도 12는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광생물 반응기를 나타내는 측면도이다.

[50] 도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 광생물 반응기를 나타내는 정면도이다.

[51] 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 적용되는 광원의 일 예를 하측에서 바라본 도면이다.

[52] 도 15는 본 발명의 다른 실시예에 적용되는 플레이트와 온도조절부를 상측에서 바라본 도면이다.

[53] 도 16은 도 15를 우측에서 바라본 측면도이다.

발명의 실시를 위한 형태

[54] 이하, 첨부된 도면에 따라 본 발명을 상세하게 설명한다.

[55] 먼저, 이하에서 설명되는 실시예들은 본 발명인 고 처리량 광생물 반응기의 기술적인 특징을 이해시키기에 적합한 실시예들이다. 다만, 본 발명이 이하에서 설명되는 실시예에 한정하여 적용되거나 설명되는 실시예들에 의하여 본 발명의 기술적 특징이 제한되는 것이 아니며, 본 발명의 기술 범위 내에서 다양한 변형 실시가 가능하다.

[56]

[57] 본 발명은 한번의 배양으로 다양한 광범위와 온도 조건을 구축하여 다양한 환경에서 광합성 미생물을 배양할 수 있는 고 처리량 광생물 반응기에 관한 것이다.

[58] 본 발명에서, 광합성 미생물은 광합성을 할 수 있는 녹조류, 홍조류, 남조류를 의미하며, 예를 들어, 클로렐라, 클라미도모나스(*Chlamydomonas*), 해마토코커스(*Haematococcus*), 보트리오 코터스(*Botryococcus*), 세네테스무스(*Scenedesmus*), 스피룰리나(*Spirulina*), 테트라셀미스(*Tetraselmis*), 두날리엘라(*Dunaliella*), 등 일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 이때 상술한 미세조류는 배양용기 내에서 카로테노이드, 균체, 파이크빌리프로테인, 지질, 탄수화물, 불포화지방산, 단백질을 생산할 수 있다.

[59]

- [60] 도 1 내지 도 11을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 광생물 반응기(100)에 대해 설명한다.
- [61]
- [62] 도 1 내지 도 7를 참조하면, 본 발명에 따른 고 처리량 광생물 반응기(100)는 챔버(101), 상기 챔버(101) 내부에 설치되며, 복수개의 웰(111)이 장착되는 플레이트(110), 상기 챔버(101) 내부에 설치되어 상기 플레이트(110) 방향으로 광을 조사하는 광원(120), 상기 플레이트(110)와 광원(120) 사이에 구비되어 상기 복수개의 웰(111)에 조사되는 광량을 다르게 하는 광량 조절 수단(130) 및 상기 플레이트(110)의 온도를 조절하기 위한 온도조절부(200)를 포함하여 구성된다.
- [63] 먼저, 챔버(101)는 내부에 일정한 크기의 수용공간이 형성된 통상적인 것으로서, 내부를 개폐할 수 있는 도어가 설치될 수 있다. 상기 챔버(101)의 내부에는 플레이트(110)가 장착되며, 광원(120), 광량 조절 수단(130) 및 온도조절부(200) 등이 상기 챔버(101) 내부에 장착될 수 있다.
- [64] 또한, 플레이트(110)는 하나의 프레임에 복수개의 웰(111)이 장착될 수 있고, 상기 복수개의 웰(111)은 각 웰(111)에서 각종 정보를 효율적으로 검출하기 위하여 정렬될 수 있다. 도 1을 참조하면, 96개의 웰(111)(well)이 장착된 예가 도시되나, 원하는 배양 목적에 따라 4개, 8개, 16개, 24개의 웰(111) 등이 사용될 수 있다.
- [65] 이때의 웰(111)은 액체를 담을 수 있는 형태라면 사각기둥, 원기둥, 마름모기둥 및 시험관형 등의 어떠한 형태라도 가능하며, 광학검출을 위해 저면이 평평한 사각기둥 또는 원기둥의 형태일 수 있다.
- [66]
- [67] 또한, 광합성 미생물이 성장하는 과정에서 필요한 빛은 챔버(101)내의 상부에 설치된 광원(120)에서 조사할 수 있다. 이때의 광원(120)은 LED(Light emitting diode) 또는 OLED(Organic light emitting diodes) 일 수 있다. 특히, 상기 광원(120)들의 운전은 한 종류의 광원(120)을 사용하거나 두 종류 이상의 광원(120)을 복합적으로 사용할 수 있다.
- [68] 이에 더하여, 본 발명의 광생물 반응기(100)는 한번의 배양으로 다양한 광범위를 구축할 수 있으며, 이는 광량 조절 필름(131)이 플레이트(110)와 광원(120)사이에 구비됨으로써, 각각에 웰(111)에 전달되는 광량을 서로 다르게 조절할 수 있다.
- [69] 보다 구체적으로, 상기 광량 조절 필름(131)은 일측으로부터 타측으로 갈수록 투명도 또는 색상에서 그라데이션을 갖도록 형성될 수 있으며, 일 예로 일측으로부터 타측으로 갈수록 무채색에서 점층적으로 투명해지는 그라데이션을 갖도록 형성할 수 있으며, 일측으로부터 타측으로 갈수록 진한 회색에서 점층적으로 투명색의 그라데이션을 갖도록 형성할 수 있다. 다른 양태로서, 일측으로부터 타측으로 갈수록 유채색에서 투명해지는 그라데이션을 갖도록 형성될 수 있다.

- [70] 여기서 무채색이라 함은 백색에서 회색을 거쳐 흑색에 이르는 채색이 없는 물체색의 총칭을 의미하며, 유채색이라 함은 물체의 색 중에서 색상이 있는 색을 의미한다. 유채색은 붉은색, 녹색, 청색, 자색 등일 수 있다.
- [71] 일 예로, 일측으로부터 타측으로 갈수록 붉은색에서 점층적으로 투명색의 그라데이션을 갖도록 형성할 수 있으며, 푸른색에서 점층적으로 투명색의 그라데이션을 갖도록 형성할 수 있다.
- [72] 이러한 광량 조절 필름(130)은 특정 도료를 사용하여 그라데이션 효과를 내도록 인쇄된 필름일 수 있다.
- [73]
- [74] 특정 양태로서, 도 4를 참조하면, 상기 광량 조절 수단(130)은 상기 광원(120)의 광량을 다르게 조절하는 디머(132) 일 수 있다. 보다 구체적으로, 복수개의 광원(110)은 적어도 두개의 그룹으로 형성될 수 있으며, 상기 그룹이 종방향으로 이격되어 배치되고, 상기 디머(132)는 적어도 두개를 포함하여 상기 그룹의 광원(120)과 연결되어 각각의 그룹에 따라 광량을 다르게 조절할 수 있다. 일 예로 8개의 그룹으로 이루어질 수 있으며, 8개의 그룹의 광량이 서로 다르게 하여 조절할 수 있다.
- [75] 즉, 디머(132)를 통하여, 상기 광원마다 전류의 공급량을 제어하여, 상기 광원의 밝기를 조절할 수 있다.
- [76]
- [77] 한편, 온도조절부(200)는 온도조절블록(220)과 온도확산판(210)을 포함하며, 온도조절을 위해 온도확산판(210)과 온도조절블록(220)을 이용하여 챔버(101)의 내부를 일정한 온도를 유지할 수 있다.
- [78] 특히, 온도조절블록(220)은 제1온도조절배관(221)과 제2온도조절배관(222)으로 구성될 수 있다. 즉, 복수개의 순환관을 포함하는 물순환 시스템으로 구성되어, 설정된 온도로 물을 순환시켜, 상기 플레이트(110)의 온도를 다양하게 조절할 수 있다.
- [79] 보다 구체적으로, 제1온도조절배관(221)에는 온수 또는 가열된 공기가 주입되어, 상기 플레이트(110)의 온도를 조절할 수 있으며, 제2온도조절배관(222)에는 냉수 또는 냉기가 주입되어 상기 플레이트(110)의 온도를 조절할 수 있다. 이때, 제1온도조절배관(221)으로 주입되는 온수 또는 가열된 공기는 30 내지 50°C일 수 있으며, 제2온도조절배관(222)으로 주입되는 냉수 또는 냉기는 4 내지 15°C 일 수 있다.
- [80] 특히, 미생물의 비성장속도는 미생물이 자라는 환경에 많은 영향을 받는데, 특히 배양온도에 의해 큰 영향을 받는다. 광생물 반응기(100)는 미생물의 성장 및 생산에 적합한 온도로 유지되어야 하는 데 반응기 내의 열전달 현상 및 온도제어는 광생물 반응기의 특성과 효율을 결정하는 중요한 요소가 된다.
- [81] 본 발명에서의 광생물 반응기(100)는 온도조절블록(220)을 이용하여 열수와 냉각수를 주입하여 제어되는데 온도확산판(210)에 의해서 배양액의 온도가 거의

일정하게 유지될 수 있다.

[82]

[83] 한편, 도 6을 참조하면, 상기 온도조절부(200)는 반도체 소자(231)로 형성될 수 있다 보다 구체적으로, 상기 온도조절부(200)는 길이방향으로 확장된 복수개의 반도체 소자(231)와 상기 반도체소자(231)를 가열 또는 냉각하여 상기 플레이트(110)의 온도를 조절하는 온도조절장치(미도시)를 포함하여 형성될 수 있으며, 상기 반도체소자(231)는 온도조절블록(220)과 마찬가지로 횡방향으로 서로 이격되어 온도를 조절할 수 있다.

[84]

[85] 이에 더하여, 본 발명의 광생물 반응기(100)는 상기 챔버(101)내부에 이산화탄소를 공급하는 가스공급부를 더 구비할 수 있으며, 상기 가스공급부는 상기 챔버(101)에 연결되는 공급배관과 상기 공급배관의 일측에 설치되어 이산화탄소를 상기 챔버(101) 내부로 공급하도록 펌핑하는 공급펌프를 포함할 수 있다.

[86]

[87] 그리고, 각 웰(111)의 바닥에는 웰(111)에서 배양되는 광합성 미생물들의 각종정보를 검출하기 위하여 본 발명의 광생물 반응기(100)에서 추가의 검출방법이 진행될 수 있다. 일례로, 웰(111) 내의 용존산소, 이산화탄소, pH 등을 추가의 검출방법을 통해서 모니터링 할 수 있다.

[88]

[89] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 실험예를 들어 상세하게 설명하기로 한다. 다만 하기의 실험예는 본 발명의 내용을 예시하는 것일 뿐 본 발명의 범위가 하기 실험예에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실험예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다.

[90]

[91] <실험예>

[92] 실험예 1. 광합성 미생물 및 배양 조건

[93] 본 실험예에서의 광생물 반응기(100)를 이용한 광합성 미생물 배양에는 파라클로렐라 (parachlorella sp. JD076) 균주를 사용하였으며, BG11 배지를 사용하였다. BG11 배지는 표 1에 개시된 Stock No.1 내지 Stock No.9를 혼합하여 제조하였다. 이때, K_2HPO_4 , ammonium ferric citrate 그리고 trace metal solution은 따로 멸균하여 배지 멸균 후 첨가하였다. 특히, trace metal solution 은 아래 표 1에 나타난 바와 같이 H_3BO_3 , $MnCl_2 \cdot 4H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 및 $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ 을 혼합하였으며, 1L 당 1ml 를 취하여 희석하여 사용하였다.

[94] [표1]

Stock No.	배지 성분	용량
1	NaNO ₃	15 g/L
2	K ₂ HPO ₄	0.04 g/L
3	MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.075 g/L
4	NaCO ₃	0.0202 g/L
5	CaCl ₂ ·2H ₂ O	0.006 g/L
6	Citric acid	0.006 g/L
7	Ammonium ferric citrate	0.006 g/L
8	Na ₂ ·EDTA	0.001 g/L
9	Trace metal solution	
	H ₃ BO ₃	2.86 g/L
	MnCl ₂ ·4H ₂ O	1.81 g/L
	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0.22 g/L
	Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	0.39 g/L
	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.08 g/L
	Co(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	0.05 g/L

[95] 또한, 이때의 광원은 LED 램프를 사용하였으며, 광량은 Li-COR(Li-198) light meter(Li-COR, USA) 를 이용하여 측정하고 온도는 IR Thermometer(FLUKE, USE) 를 이용하여 각 웰의 온도를 측정하였다. 측정은 3회 반복하여 평균값을 냈으며, 각각의 웰에 발생하는 온도구배 및 광구배는 도 8에 나타난 바와 같다. 온도는 15 내지 33°C, 그리고 광은 4 내지 450 μ mol/m²/s 의 범위로 발생하였다.

[96] 또한, 균체농도(OD) 는 0.1로 동일하게 웰에 200 μ l 로 채워주었으며, 배양은 CO₂ 를 주입하지 않은 배지에서 2일간 배양하였고 5% CO₂ 를 주입한 후에 2일간 배양하였다. 배양 후 흡광도(Optical density) 는 마이크로플레이트 흡광리더기(microplate absorbance reader, Tecan, Switzerland) 로 균체량(cell biomass) 를 측정하였으며, 형광광도계(microplate fluorescence reader, Biotek, USA)로 형광광도(nile red intensity)를 측정하였다.

[97]

[98] 실험예 2. 광합성 미생물의 성장 최적 조건

[99] 상기 실험예 1에서 광생물 반응기(100)를 이용하여 파라클로렐라 케슬러리(parachlorella kessleri, JD076)를 배양하였으며, 본 실험예에서는 배양

후의 흡광도, 균체량, 중성 지질함량 등을 측정하였다.

[100] 도 9는 본 발명의 광생물 반응기(100)를 이용하여, *P.kessleri* JD076 을 배양하였을 때의 흡광도(A)와 성장률(B)을 나타낸 그래프이다. 도 9를 참조하면, 상기 광생물 반응기(100)에 공기 공급(CO_2 를 주입하지 않음)을 하지 않았을 때, 파라클로렐라 케슬러리 (*parachlorella kessleri*. JD076)의 균체량(biomass)은 최대 0.3 까지 증가한 것을 확인할 수 있었다.

[101] 특히, 균체량(biomass) 이 증가한 구간에서 최적 구간은 29~30°C의 온도범위이며, 광 조건은 150~250 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 에서 최적조건을 나타내었다. 특히, 이와 같은 결과는 흡광도 값을 성장율로 전환한 결과에서도 동일하게 분석되었으며, 최대 성장률은 0.4/day 인 것을 확인할 수 있었다.

[102]

[103] 도 10은 본 발명의 광생물 반응기(100)를 이용하여 공기 공급 배양에서 *P.kessleri* JD076 을 배양하였을 때 중성지질 생산의 최적 조건을 나타낸 그래프((A) 단위 세포당 형광광도, (B) 중성 지질 생산성) 이다.

[104] 도 10을 참조하여 나일 레드(nile red) 염색을 통해 세포내 중성 지질 함량을 확인하여 보면, 그 결과 중성지질을 세포내 최대로 저장하는 구간은 24°C, 광량 280 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 조건인 것을 확인할 수 있었다.

[105]

[106] 도 11은 5% CO_2 공급하에서 *P.kessleri* JD076 을 배양하였을 때의 최적 조건을 나타낸 그래프((A) 흡광도 값, (B) 성장율)이다.

[107] 도 11을 참조하면, 5% CO_2 를 공급한 배양 환경에서 배양 최적 구간은 24~30°C 이고, 광조건은 400 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 인 것을 확인할 수 있었다. 또한 균체량의 흡광도 값 과 성장율이 이산화탄소를 공급하지 않았을 때보다 이산화탄소를 공급하였을 때 가 더 높았다. 보다 구체적으로, 균체량이 0.55 였으며, 성장율은 0.8/day 인 것으로 확인하였다.

[108]

[109] 즉, 본 발명의 광생물 반응기(100)를 이용하여 *P.kessleri* JD076 를 배양한 결과 4일 만에 온도, 광, CO_2 의 유무에 따라서 균체량(biomass) 의 변화를 확인할 수 있었으며, 나일 레드(nile red) 염색을 통한 지질함량 분석은 미생물의 최적 배양 조건을 확인시켜줄 수 있었다.

[110]

[111] 한편, 이하에서는 도 12 내지 도 16를 참조하여, 본 발명의 다른 실시예에 의한 고 처리량 광생물 반응기(100)를 설명한다.

[112] 도 12 내지 도 16에 도시된 다른 실시예에 의한 고 처리량 광생물 반응기(100)는, 도 1 내지 도 11에 도시된 일 실시예와 비교하면, 광원(520)과 광량조절수단과, 온도조절부(600)에 있어서 차이가 있으며, 진동수단(700)이 추가된 점에서 차이가 있다. 따라서, 이하에서는 상기 일실시예와 동일한 구성에 대한 자세한 설명은 생략한다.

- [113] 도 12에 도시된 실시예와 같이, 본 발명의 다른 실시예에 의한 고 처리량 광생물 반응기(100)는, 광량 조절 수단(130)의 광량과 온도조절부(600)의 온도를 제어하는 제어부(300)와, 제어부(300)로부터 온도와 광량에 관한 신호를 수신하여 시각적으로 표시하고, 제어부(300)의 제어를 위해 사용자의 설정을 입력받는 모니터링부(400)를 더 포함할 수 있다.
- [114] 제어부(300)는, 광량 조절 수단(130)의 광량과 온도조절부(600)의 온도가 기설정된 값으로 조절되도록 제어할 수 있다.
- [115] 예를 들어, 제어부(300)는, 챔버(101) 내부에 설치되는 MCU(Main Control Unit, 이하, MCU라 함)를 주제어장치로 하는 메인보드로 이루어질 수 있다. 그리고, 광원(520)과 광량 조절 수단(130)과 온도조절부(600)는 MCU에 전기적으로 연결되어 MCU에 의해 온도와 광량 등이 조절될 수 있다.
- [116] 다만, 상기 제어부(300)는 도시된 실시예와 상기한 일 예에 한정하는 것은 아니며, 상기 광량 조절 수단(130) 및 온도조절부(600)와 전기적으로 연결되어 온도와 광량을 제어할 수 있다면, 다양한 변형실시가 가능하다.
- [117] 한편, 모니터링부(400)는, 제어부(300)로부터 온도와 광량에 관한 신호를 수신하여 시각적으로 표시하고, 제어부(300)의 제어를 위해 사용자의 설정을 입력받을 수 있다.
- [118] 예를 들어, 모니터링부(400)는, 사용자로 하여금 정보 확인 및 정보의 입력이 용이하도록 터치스크린으로 구성될 수 있다. 그리고, 이러한 모니터링부(400)는 MCU로 제공되는 제어부(300)에 연결되어, 광량과 온도에 관한 정보를 실시간으로 확인하고 적절한 온도를 용이하게 설정할 수 있다.
- [119] 구체적으로, 터치스크린에 현재의 온도와 설정에 의한 예상온도가 도시될 수 있다. 그리고, 광원(520)으로 제공되는 LED의 현재 세기를 확인하고 원하는 세기를 설정할 수 있다. 다만, 모니터링부(400)는 상기한 실시예에 한정하는 것은 아니며, 제어부(300)로부터 신호를 수신하여 표시하고 사용자가 필요한 정보를 입력할 수 있다면 다양한 변형실시가 가능하다.
- [120] 본 발명의 다른 실시예에 의한 고 처리량 광생물 반응기(100)를 이용하면, 온도와 광량을 전자적으로 제어하는 제어부(300)와 제어부(300)에 연결된 모니터링부(400)를 구비함으로써, 미세조류의 생산에 필요한 최적의 조건을 더욱 정확하게 설정할 수 있고, 숙련된 연구원이 아닌 경우에도 용이하고 간편하게 광량과 온도 등을 조절할 수 있는 우수한 효과를 얻을 수 있다.
- [121]
- [122] 한편, 도 12와 도 13에 도시된 실시예를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 적용되는 온도조절부(600)는, 제어부(300)에 의해 입력된 온도로 가열 또는 냉각되는 제1 TEC모듈(610)(Thermo-Electric Cooling module)과, 제1 TEC모듈(610)과 이격되게 설치되며, 제1 TEC모듈(610)보다 높은 온도가 입력되는 제2 TEC모듈(620)과, 상면이 플레이트(110)의 하면에 면접촉되게 설치되고, 일측 하면이 제1 TEC모듈(610)과 접촉되며, 타측 하면이 제2

TEC모듈(620)과 접촉되어, 제1 TEC모듈(610)과 제2 TEC모듈(620)에 의해 양단부가 상이한 온도로 가열 또는 냉각되어 온도구배가 형성되는 판 형의 온도구배블록(630)과, 제1 TEC모듈(610)과 제2 TEC모듈(620)의 온도를 제어하는 제어부(300)를 포함할 수 있다.

[123] 그리고, 플레이트(110)는, 제1 TEC모듈(610)과 제2 TEC모듈(620) 사이의 온도차에 의해 웰(111)에 횡방향으로 온도 구배가 발생되면서 온도가 조절될 수 있다.

[124] 구체적으로, 온도구배블록(630)은 판 형으로 형성될 수 있고, 상면이 플레이트(110)의 하면에 전체에 면접촉되게 설치될 수 있고, 하면의 일부가 제1 TEC모듈(610)과 제2 TEC모듈(620)에 접촉되게 설치될 수 있다. 그리고, 온도구배블록(630)은 열전도가 잘 되는 재질로 이루어져 제1 TEC모듈(610)과 제2 TEC모듈(620)의 온도를 플레이트(110)에 전달하여 플레이트(110)의 웰(111)을 가열 또는 냉각시킬 수 있다.

[125] 이때, 제1 TEC모듈(610)은, 제어부(300)에 의해 수신한 온도로 가열 또는 냉각될 수 있다. 그리고, 제2 TEC모듈(620)은, 제1 TEC모듈(610)과 이격되게 설치되고, 제어부(300)에 의해 제1 TEC모듈(610)보다 높은 온도가 입력될 수 있다. 그리고, 챔버(101) 내부에는 제1 TEC모듈(610)과 제2 TEC모듈(620) 냉각시에 공기의 흐름을 유도할 수 있는 냉각팬(640)과 도시하지 않았지만 공기의 유출입구를 구비될 수 있다.

[126] 또한, 온도구배블록(630)은, 일측 하면이 제1 TEC모듈(610)과 접촉되며, 타측 하면이 제2 TEC모듈(620)과 접촉되어, 제1 TEC모듈(610)과 제2 TEC모듈(620)에 의해 양단부가 상이한 온도로 가열 또는 냉각됨으로써 횡방향으로 온도구배가 형성될 수 있다.

[127] 즉, 온도구배블록(630)의 양측 단부만 제1 TEC모듈(610)과 제2 TEC모듈(620)에 접촉됨으로써 일측 단부는 제1 TEC모듈(610)과 동일한 온도가 되고, 타측 단부는 제2 TEC모듈(620)과 동일한 온도가 되며, 제1 TEC모듈(610)과 제2 TEC모듈(620) 사이의 공간(도 13 참조)에 대응되는 영역의 온도구배블록(630)은 횡방향으로 온도구배가 형성될 수 있다.

[128] 이에 따라, 플레이트(110)에 장착되는 웰(111)은, 온도구배블록(630)과 면접촉되어 온도를 전달받음으로써, 횡방향으로 온도구배가 발생할 수 있다. 따라서, 복수의 웰(111)은, 제1 TEC모듈(610)과 제1 TEC모듈(610) 사이의 온도 범위 내에서, 다양한 온도 조건이 형성될 수 있다.

[129] 본 발명의 다른 실시예의 온도조절부(600)에 적용되는 TEC모듈은 도시된 실시예와 같이, 열전소자를 얇게 형성하여 다수 배치시키고, 제1 TEC모듈(610)과 제2 TEC모듈(620) 사이를 적절한 간격으로 이격되게 배치함으로써, 특히 저온 영역의 온도 설정도 가능할 수 있다. 따라서, 본 발명의 다른 실시예에 의한 광생물 반응기(100)는, 넓은 범위의 온도 환경을 용이하게 설정할 수 있으므로, 다양한 종류의 미세조류를 배양할 수 있는 효과를 얻을 수

있다.

- [130] 한편, 온도조절부(600)는, 제1 TEC모듈(610)과 제2 TEC모듈(620)에 부착되어, 온도를 감지하는 온도센서(651,652)를 더 포함할 수 있다.
- [131] 온도센서(651,652)는, 제1 TEC모듈(610)과 제2 TEC모듈(620)에 각각 부착될 수 있으며, 제1 TEC모듈(610)과 제2 TEC모듈(620)의 온도를 감지하여 제어부(300)로 신호를 보낼 수 있다. 제어부(300)는 온도센서(651,652)로부터 수신한 온도 정보를 모니터링부(400)로 송부할 수 있고, 사용자는 모니터링부(400)를 통해 현재의 온도를 실시간으로 확인할 수 있다.
- [132] 한편, 제어부(300)는, PWM(Pulse Width Modulation, 펄스 폭 변조) 제어에 의해 제1 TEC 모듈과 제2 TEC 모듈의 온도를 미세하게 상승 또는 하강시킬 수 있다.
- [133] 즉, MCU로 제공되는 제어부(300)가 입력받은 온도 신호를 PWM 신호로 변환하여 출력함으로써, 제1 TEC 모듈과 제2 TEC 모듈의 온도가 서서히(예를 들어, 0.1°C/sec) 상승 또는 하강하도록 할 수 있다.
- [134]
- [135] 한편, 도 13 및 도 14에 도시된 실시예를 참조하면, 광원(520)은, 챔버(101) 내부에 구비되며, 소정의 회로패턴이 형성된 PCB(printed circuit board)와, PCB 상에 배치되며 동일한 광량을 가지는 복수의 LED 소자(527)로 이루어진 LED 유닛(525)이 종방향으로 복수개가 배열되는 LED 모듈(523)을 포함하는 LED 기관부(521)로 이루어질 수 있다.
- [136] 또한, 광량 조절 수단(130)은, 제어부(300)의 전자적 제어에 의해, 복수의 LED 유닛(525)이 서로 다른 광량을 발생하여 LED 모듈(523)에 종방향으로 광구배가 형성되게 이루어질 수 있다.
- [137] 즉, 광원(520)은 LED 소자(527)를 포함하는 LED 기관부(521)로 제공되는데, LED 기관부(521)는 PCB와 LED 모듈(523)을 포함할 수 있다. 이때, LED 모듈(523)은 가로방향으로 길게 형성된 LED 유닛(525)이 종방향으로 배열될 수 있고, LED 유닛(525)은 길이방향으로 배치된 복수의 LED 소자(527)를 포함할 수 있다. 그리고, 상기 LED 소자(527)의 개수는 플레이트(110)에 장착되는 웰(111)의 개수에 대응되게 구비될 수 있다.
- [138] 또한, 제어부(300)는, 종방향으로 배열되는 복수의 LED 유닛(525)을 서로 다른 광량을 가지도록 제어할 수 있으며, 더욱 바람직하게는 종방향의 일측에서 타측으로 갈수록 점층적으로 광량이 증가하도록 제어할 수 있다. 이에 따라, LED 모듈(523)은, 종방향으로 광량의 구배가 형성됨으로써, 플레이트(110)에 장착되는 웰(111)에 종방향으로 다양한 크기의 광을 조사할 수 있다.
- [139] 그리고, 광량 조절 수단(130)은 이러한 광량의 제어를 제어부(300)로 제공되는 MCU의 전자적 제어를 통해 수행하므로, 사용자가 원하는 광량을 더욱 정확하고 용이하게 제공할 수 있다.
- [140] 한편, LED 기관부(521)는, 다양한 종류의 광원(520)으로 교체 가능하도록, 챔버(101)에 탈부착 가능하게 구비될 수 있다.

- [141] 구체적으로, 도 12 및 도 13에 도시된 실시예와 같이, LED 기판부(521)는 챔버(101)의 커버(103) 내측에 체결부재(540)에 의해 볼트 결합될 수 있다. 그리고, LED 기판부(521)를 다른 종류의 광원(520)(예를 들어, 다른 색을 조사하는 LED 모듈(523))으로 교체 시에, 상기 체결부재(540)의 볼트를 분리하고 다른 LED 기판부(521)로 교체하여 조립할 수 있다.
- [142] 이때, 도 13 및 도 14를 참조하면, LED 기판부(521)의 일측에는 제어부(300)로부터 전원 및 광량정보를 전달받는 전원연결단자(545)를 구비할 수 있다. 여기서 전원연결단자(545)는, LED 기판부(521)의 PCB 회로의 핀과 대응되는 다수의 핀을 구비하고, 제어부(300)로부터의 신호를 전달하는 다수의 전선이 탈부착 가능하게 연결될 수 있다. 이에 따라, 다른 LED 기판부(521)로 교체한 경우에도 상기 전원연결단자(545)에 의해 제어부(300)로부터 동일한 광량 정보를 수신할 수 있게 된다.
- [143] 따라서, LED 기판부(521)를 교체한 후에도 광량 조절 수단(130)에 의해 광량이 조절되므로, 배양되는 광생물의 적합한 LED 광의 종류로 제한 없이 교체하여 배양 효율을 더욱 더 증진시킬 수 있다.
- [144] 다만, LED 기판부(521)를 챔버에 설치하는 방법은, 도시된 실시예에 한정하는 것은 아니며, LED 기판부(521)를 분리 가능하게 조립할 수 있다면 다양한 변형실시가 가능하다.
- [145] 한편, 제어부(300)는, LED 모듈(523)에 일정한 전류를 공급하도록, 외부로부터의 제어에 의해 정전류를 흐르게 하는 정전류 IC를 포함할 수 있다.
- [146] 즉, 제어부(300)로 제공되는 MCU는 정전류 IC를 포함함으로써, 외부로부터의 제어에 의해 복수의 LED 소자(527)에 일정한 크기의 정전류를 안정하게 공급하는 효과를 얻을 수 있다.
- [147]
- [148] 한편, 도 15 및 도 16에 도시된 실시예를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 의한 고 처리량 광생물 반응기(100)는, 플레이트(110)의 가장자리를 감싸도록 설치되어, 자중에 의해 플레이트(110)와 온도구배블록(630)을 밀착시키는 웰 홀더(115)를 더 포함할 수 있다.
- [149] 즉, 웰 홀더(115)는 플레이트(110)의 형상에 대응되는 형상으로 형성되며, 플레이트(110)의 가장자리가 끼워질 수 있는 중공부를 가진 프레임 형태로 형성될 수 있다. 그리고, 더욱 바람직하게는 질량이 큰 금속으로 이루어질 수 있다.
- [150] 이에 따라, 플레이트(110)는, 웰 홀더(115)의 자중에 의해 온도구배블록(630)에 더욱 밀착될 수 있다. 따라서, 웰 홀더(115)는, 플레이트(110)와 온도구배블록(630)을 밀착시킴으로써, 온도구배블록(630)의 온도를 플레이트(110)에 효율적으로 전달하는 효과를 제공할 수 있다.
- [151]
- [152] 한편, 도 15 및 도 16을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 의한 광생물

반응기(100)는, 웰 홀더(115)에 결합되고, 상기 웰(111)에서 교반 동작이 수행되도록 플레이트(110)의 진동을 발생시키는 진동수단(700)을 더 포함할 수 있다.

[153] 즉, 플레이트(110)의 가장자리는 웰 홀더(115)에 끼워지므로, 진동수단(700)이 웰 홀더(115)를 진동시키면 플레이트(110) 전체에 진동이 전달되면서 웰(111)에 수용된 광생물의 교반이 이루어질 수 있다. 이때, 진동수단(700)은, 예를 들어 진동 모터로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며 플레이트(110)를 진동시킬 수 있다면 다양한 변형실시가 가능하다.

[154] 더욱 바람직하게는, 진동수단(700)은 웰 홀더(115)에 복수 개가 이격되게 설치될 수 있다. 즉, 도시된 실시예에는 웰 홀더(115)에 상,하로 두 개가 설치된 경우가 도시되나, 이에 한정되는 것은 아니며, 3 이상의 진동모터가 일정한 간격으로 배치될 수도 있음은 물론이다.

[155] 이에 따라, 플레이트(110) 전체에 고르게 진동을 전달하는 효과를 제공할 수 있다.

[156]

[157] 이와 같은 본 발명의 일 실시예에 의한 고처리량 광생물 반응기에 의하면, 다양한 광범위와 온도 조건을 구축하여 다양한 환경에서 미생물을 배양함으로써, 최적의 생산조건을 확립하는 효과를 얻을 수 있다.

[158] 본 발명의 다른 실시예에 의한 고 처리량 광생물 반응기를 이용하면, 온도와 광량을 전자적으로 제어하는 제어부와 제어부에 연결된 모니터링부를 구비함으로써, 미세조류의 생산에 필요한 최적의 조건을 더욱 정확하게 설정할 수 있고, 숙련된 연구원이 아닌 경우에도 용이하고 간편하게 광량과 온도 등을 조절할 수 있는 우수한 효과를 얻을 수 있다.

[159]

[160] 본 발명은 지금까지 특정한 실시 예에 관련하여 도시하고 설명하였지만, 이하의 특허청구범위에 의해 마련되는 본 발명의 정신이나 분야를 벗어나지 않는 한 도내에서 본 발명이 다양하게 개조 및 변화될 수 있다는 것을 당 업계에서 통상의 지식을 가진 자는 용이하게 알 수 있음을 밝혀두고자 한다.

[161]

청구범위

- [청구항 1] 챔버;
 상기 챔버 내부에 설치되며, 복수개의 웰이 장착되는 플레이트;
 상기 챔버 내부에 설치되어 상기 플레이트 방향으로 광을 조사하는
 복수개의 광원;
 상기 플레이트의 상부에 위치하여 상기 복수개의 웰에 조사되는 광량을
 다르게 하는 광량 조절 수단; 및,
 상기 플레이트의 온도를 조절하기 위한 온도조절부;
 를 포함하는 고 처리량 광생물 반응기.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 광원은, 상기 챔버 내에 구비되며, LED(Light emitting diode) 및
 OLED(Organic light emitting diodes) 중 적어도 어느 하나인 것을 특징으로
 하는 고 처리량 광생물 반응기.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 광량 조절 수단은,
 상기 플레이트와 상기 광원 사이에 위치하며 그라데이션(gradation)을
 갖는 광량 조절 필름인 것을 특징으로 하는 고 처리량 광생물 반응기.
- [청구항 4] 제3항에 있어서, 상기 광량 조절 필름은,
 종방향으로 일측으로부터 타측으로 갈수록 무채색에서 투명해지게
 점층적으로 그라데이션을 갖도록 형성되는 것을 특징으로 하는 고
 처리량 광생물 반응기.
- [청구항 5] 제3항에 있어서, 상기 광량 조절 필름은,
 종방향으로 일측으로부터 타측으로 갈수록 유채색에서 투명해지게
 점층적으로 그라데이션을 갖도록 형성되는 것을 특징으로 하는 고
 처리량 광생물 반응기.
- [청구항 6] 제1항에 있어서, 상기 광량 조절 수단은,
 상기 광원과 연결되어 전류 공급량을 제어하여 상기 광원의 밝기를
 조절하는 디머인 것을 특징으로 하는 고 처리량 광생물 반응기.
- [청구항 7] 제6항에 있어서,
 상기 복수개의 광원은, 적어도 두 개의 그룹으로 형성되어 상기 그룹이
 종방향으로 이격되어 배치되고,
 상기 디머는, 적어도 두 개 포함하여 상기 그룹의 광원에 연결되어,
 각각의 그룹에 따라 광량을 다르게 조절하는 것을 특징으로 하는 고
 처리량 광생물 반응기.
- [청구항 8] 제1항에 있어서, 상기 온도조절부는,
 상기 플레이트의 하부에 위치하며, 온수 또는 가열된 공기가 주입되어,
 상기 플레이트의 온도를 조절하는 제1온도조절배관과 냉수 또는 냉기가
 주입되어 상기 플레이트의 온도를 조절하는 제2온도조절배관을

포함하는 온도조절블록; 및,
 상기 온도조절블록과 플레이트 사이에 위치하여, 상기 플레이트의 온도를 유지하는 온도확산판;
 을 포함하는 것을 특징으로 하는 고 처리량 광생물 반응기.

[청구항 9] 제8항에 있어서,
 상기 제1온도조절배관 및 제2온도조절배관은, 횡방향으로 서로 이격되어 배치되는 것을 특징으로 하는 고 처리량 광생물 반응기.

[청구항 10] 제1항에 있어서, 상기 온도조절부는,
 상기 플레이트의 길이방향으로 확장된 복수개의 반도체소자; 및
 상기 반도체소자를 가열 또는 냉각하여, 상기 플레이트의 온도를 조절하는 온도조절장치;
 를 포함하되, 상기 복수개의 반도체소자는 횡방향으로 서로 이격되어 배치되는 것을 특징으로 하는 고 처리량 광생물 반응기.

[청구항 11] 제1항에 있어서, 상기 광생물 반응기는,
 상기 광량 조절 수단의 광량과 상기 온도조절부의 온도를 제어하는 제어부; 및,
 상기 제어부로부터 온도와 광량에 관한 신호를 수신하여 시각적으로 표시하고, 상기 제어부의 제어를 위해 사용자의 설정을 입력받는 모니터링부;
 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 고 처리량 광생물 반응기.

[청구항 12] 제11항에 있어서, 상기 온도조절부는,
 상기 제어부에 의해 입력된 온도로 가열 또는 냉각되는 제1 TEC모듈(Thermo-Electric Cooling module);
 상기 제1 TEC모듈과 이격되게 설치되며, 상기 제어부에 의해 상기 제1 TEC모듈보다 높은 온도가 입력되는 제2 TEC모듈; 및,
 상면이 상기 플레이트의 하면에 면접촉되게 설치되고, 일측 하면이 상기 제1 TEC모듈과 접촉되며, 타측 하면이 상기 제2 TEC모듈과 접촉되어,
 상기 제1 TEC모듈과 상기 제2 TEC모듈에 의해 양단부가 상이한 온도로 가열 또는 냉각되어 온도구배가 형성되는 판 형의 온도구배블록;
 을 포함하여, 상기 플레이트는, 상기 제1 TEC모듈과 상기 제2 TEC모듈 사이의 온도차에 의해 상기 웰에 횡방향으로 온도 구배를 발생하면서 온도가 조절되는 것을 특징으로 하는 고 처리량 광생물 반응기.

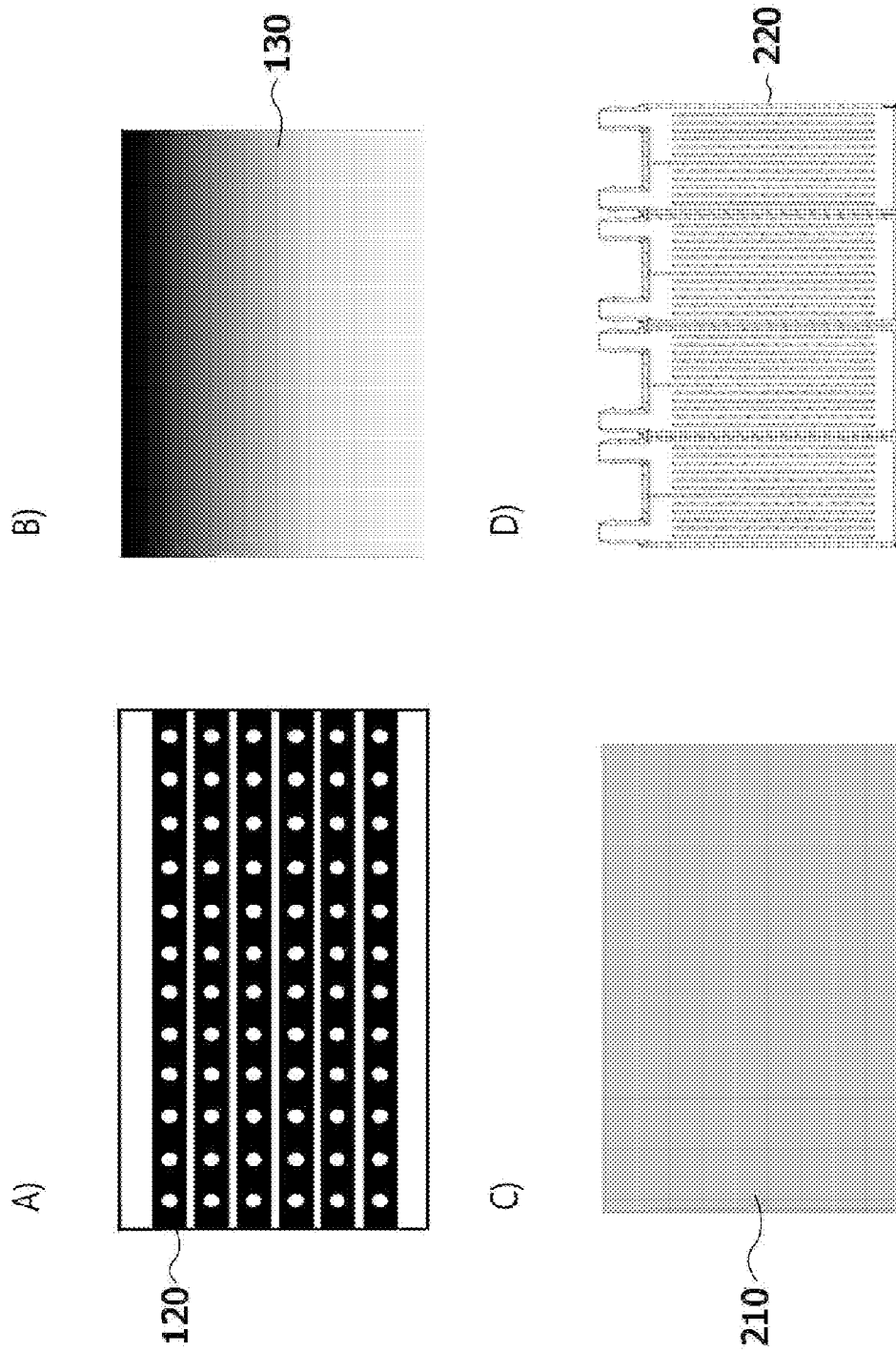
[청구항 13] 제12항에 있어서,
 상기 온도조절부는, 상기 제1 TEC모듈과 상기 제2 TEC모듈에 부착되어, 온도를 감지하는 온도센서;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 고 처리량 광생물 반응기.

[청구항 14] 제12항에 있어서,
 상기 제어부는, PWM(Pulse Width Modulation) 제어에 의해 상기 제1 TEC

모듈과 제2 TEC 모듈의 온도를 미세하게 상승 또는 하강시키는 것을 특징으로 하는 고 처리량 광생물 반응기.

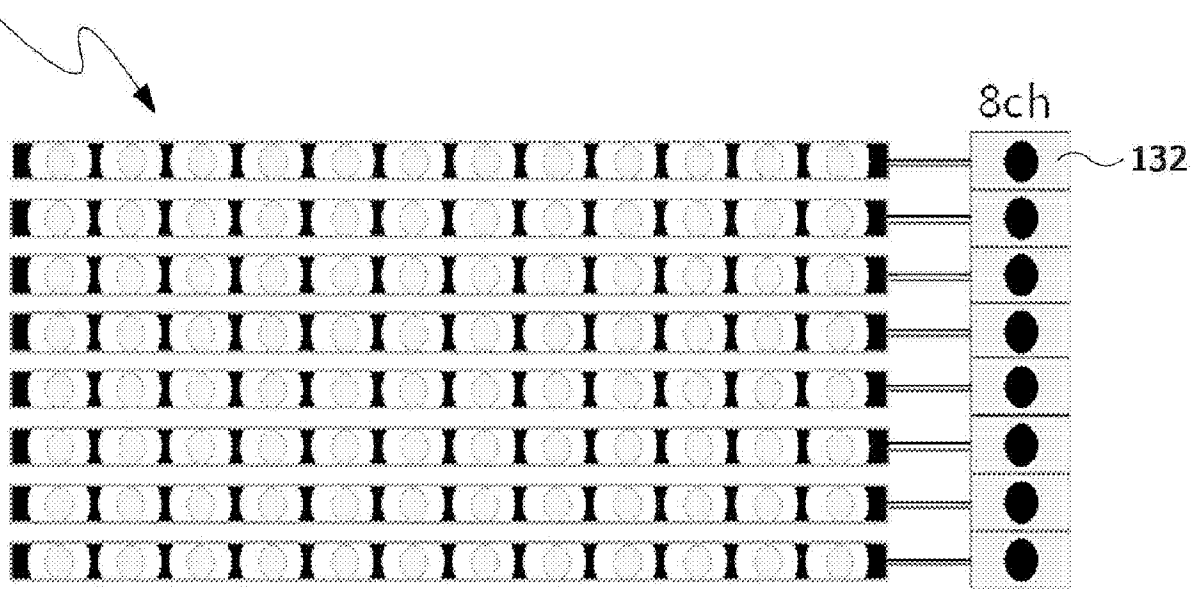
- [청구항 15] 제11항에 있어서,
상기 광원은, 상기 챔버 내부에 구비되며, 소정의 회로패턴이 형성된 PCB(printed circuit board)와, 상기 PCB 상에 배치되며 동일한 광량을 가지는 복수의 LED 소자로 이루어진 LED 유닛이 종방향으로 복수개가 배열되는 LED 모듈을 포함하는 LED 기관부로 이루어지며,
상기 광량 조절 수단은, 상기 제어부의 전자적 제어에 의해, 상기 복수의 LED 유닛이 서로 다른 광량을 발생하여 상기 LED 모듈에 종방향으로 광구배가 형성되게 이루어진 것을 특징으로 하는 고 처리량 광생물 반응기.
- [청구항 16] 제15항에 있어서,
상기 LED 기관부는, 다양한 종류의 광원으로 교체 가능하도록, 상기 챔버에 탈부착 가능하게 구비되는 것을 특징으로 하는 고 처리량 광생물 반응기.
- [청구항 17] 제15항에 있어서,
상기 제어부는, LED 모듈에 일정한 전류를 공급하도록 외부로부터의 제어에 의해 정전류를 흐르게 하는 정전류 IC를 포함하는 것을 특징으로 하는 고 처리량 광생물 반응기.
- [청구항 18] 제12항에 있어서,
상기 광생물 반응기는, 상기 플레이트의 가장자리를 감싸도록 설치되어, 자중에 의해 상기 플레이트와 상기 온도구배블록을 밀착시키는 웰 홀더;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 고 처리량 광생물 반응기.
- [청구항 19] 제18항에 있어서,
상기 광생물 반응기는, 상기 웰 홀더에 결합되고, 상기 웰에서 교반 동작이 수행되도록 상기 플레이트의 진동을 발생시키는 진동수단;을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 고 처리량 광생물 반응기.
- [청구항 20] 제19항에 있어서,
상기 진동수단은, 상기 웰 홀더에 복수 개가 이격되게 설치되는 것을 특징으로 하는 고 처리량 광생물 반응기.
- [청구항 21] 제1항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 광생물 반응기는, 상기 챔버내부에 이산화탄소를 공급하는 가스공급부;를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 고 처리량 광생물 반응기.
- [청구항 22] 제21항에 있어서, 상기 가스공급부는,
상기 챔버에 연결되는 공급배관; 및,
상기 공급배관의 일측에 설치되어 이산화탄소를 상기 챔버 내부로 공급하도록 펌핑하는 공급펌프;
를 포함하는 것을 특징으로 하는 고 처리량 광생물 반응기.

[도3]



[도4]

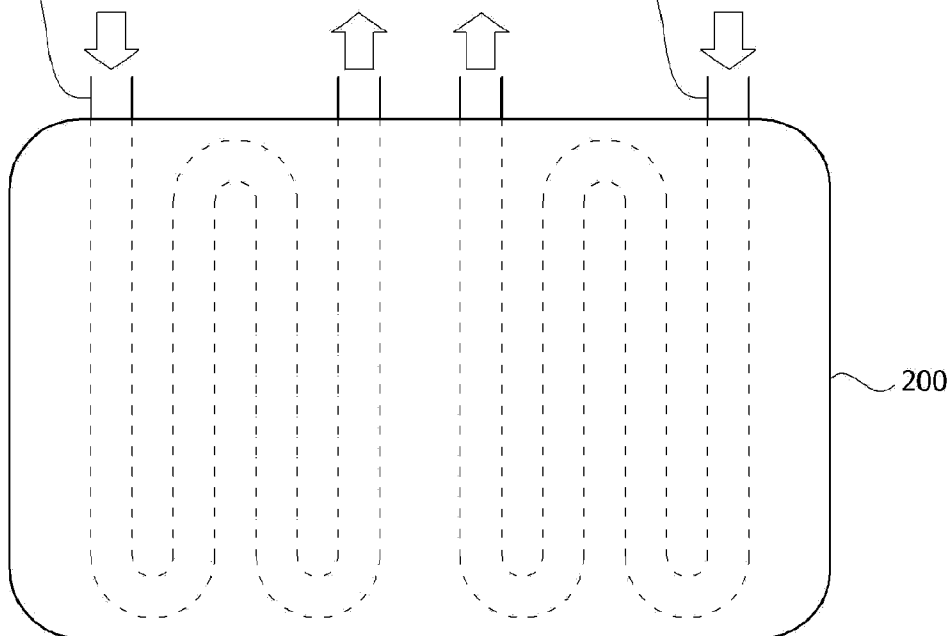
130



[도5]

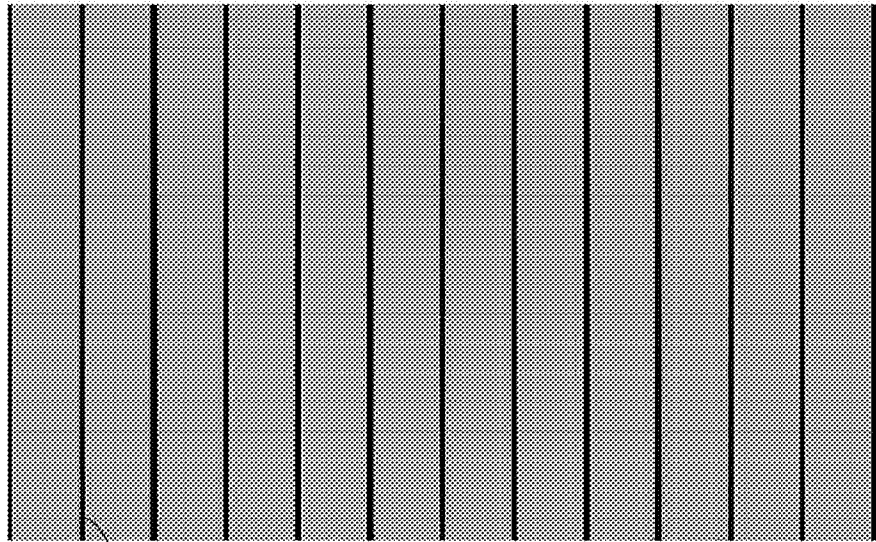
221

222



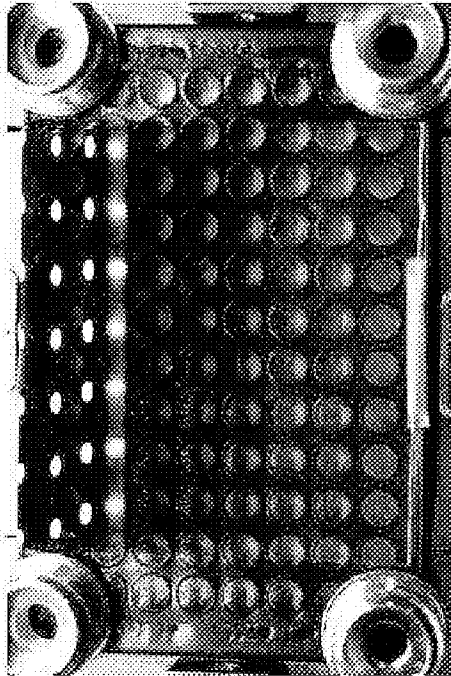
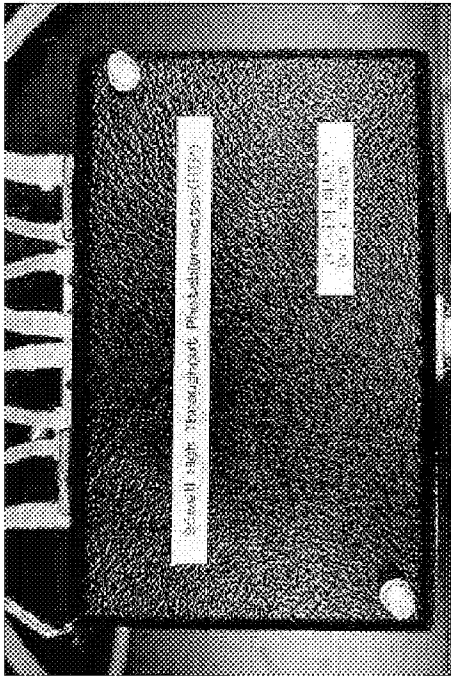
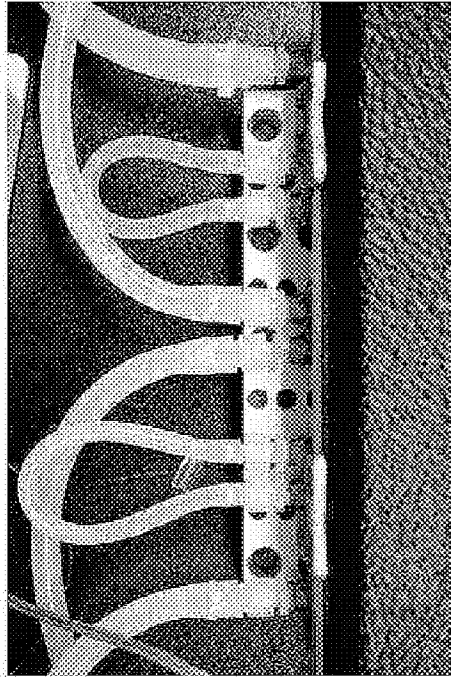
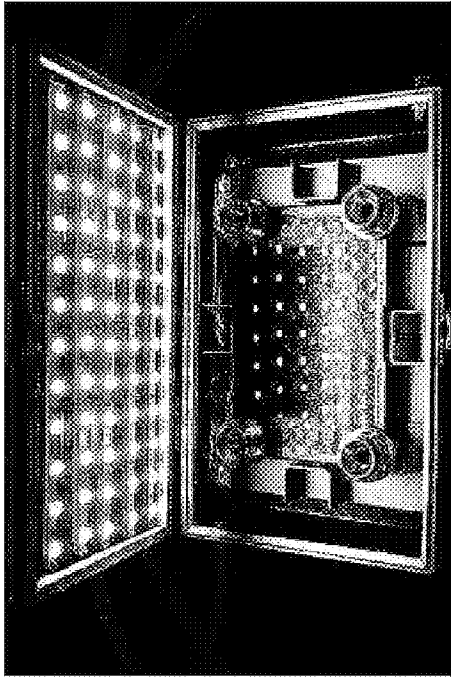
[도6]

230

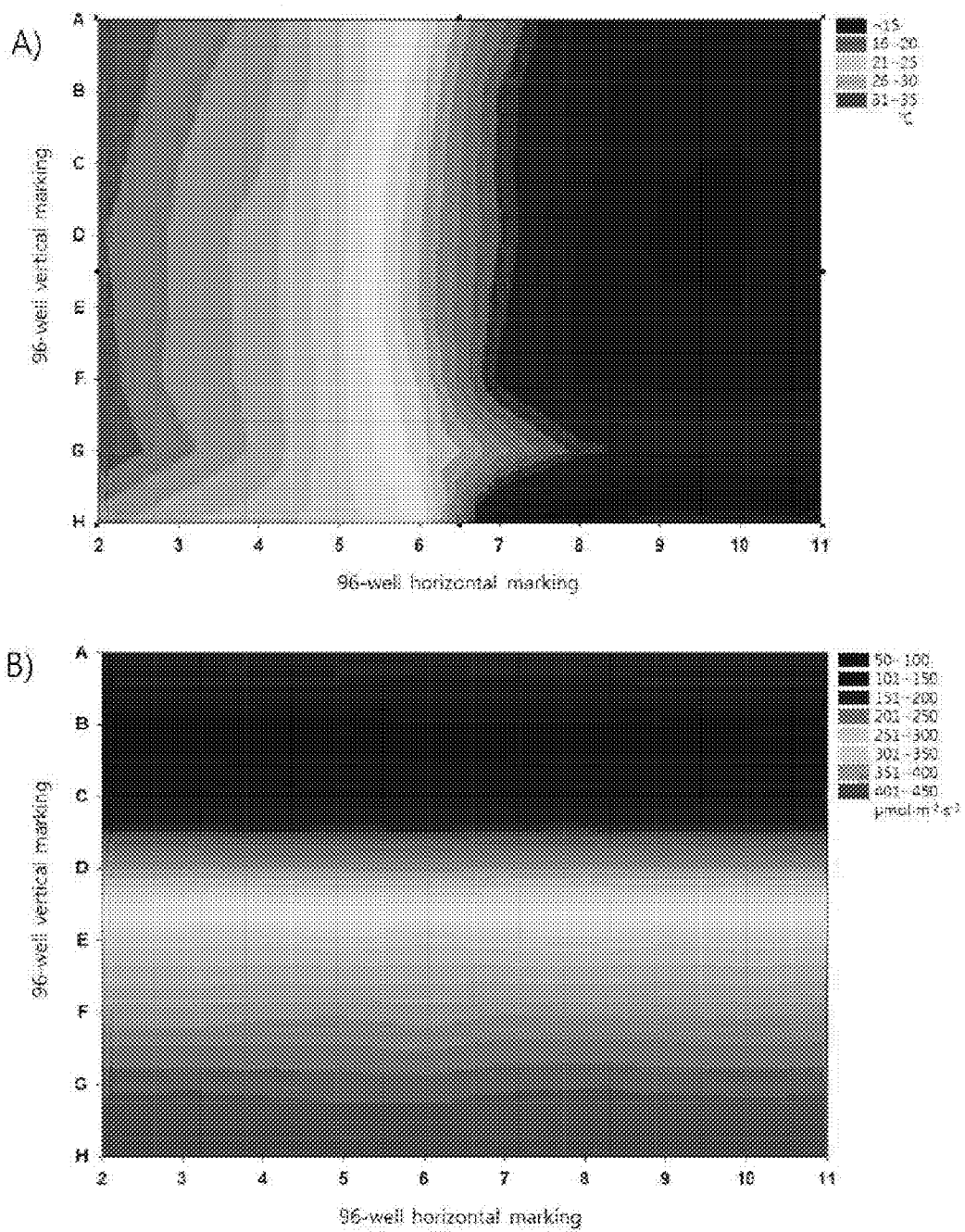


231

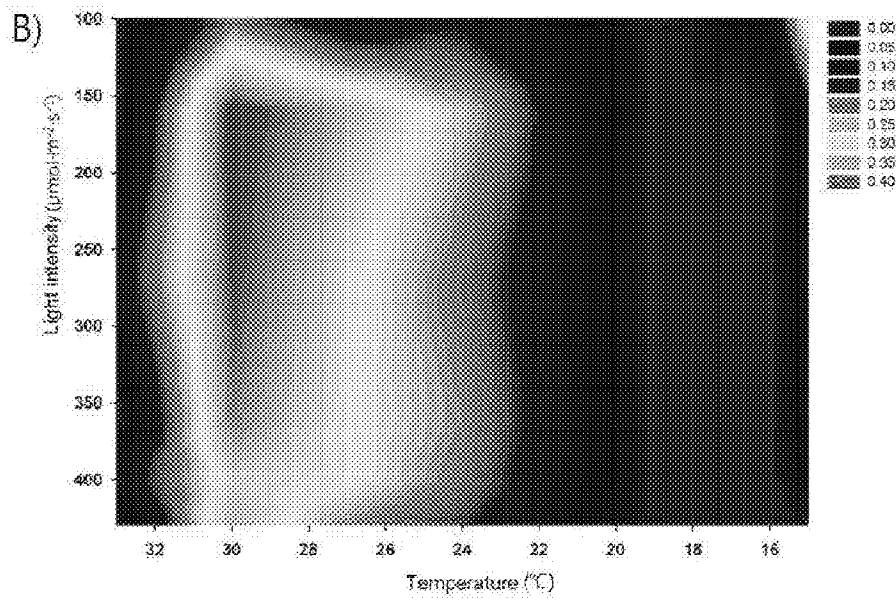
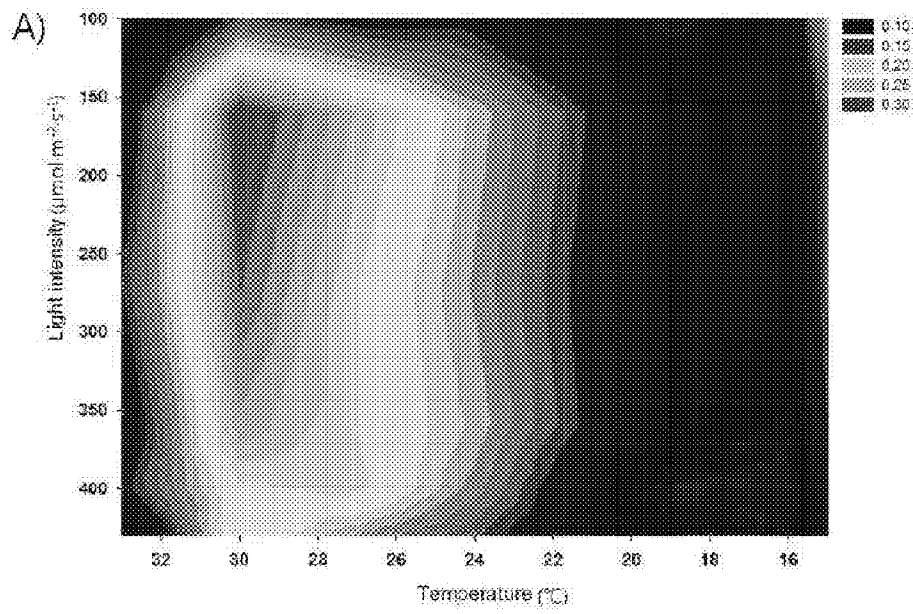
[도7]



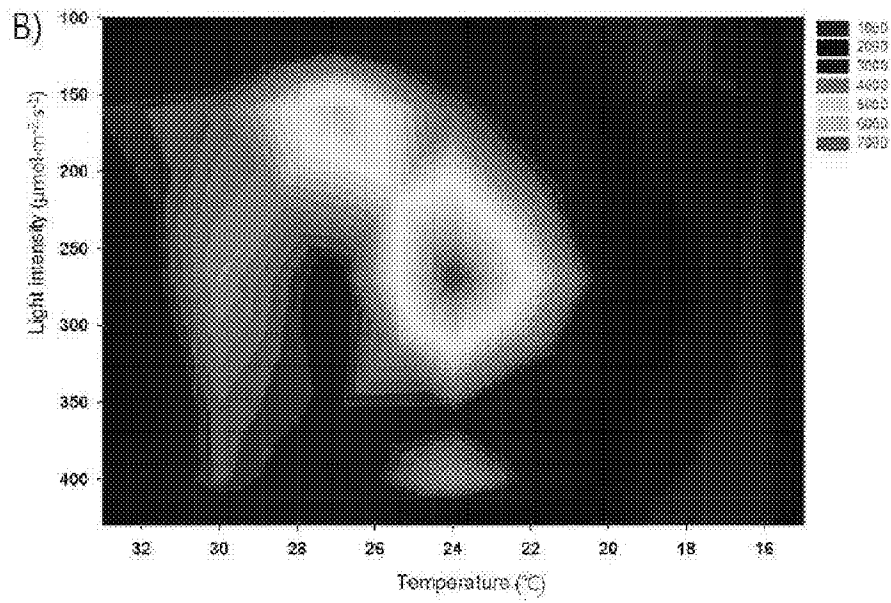
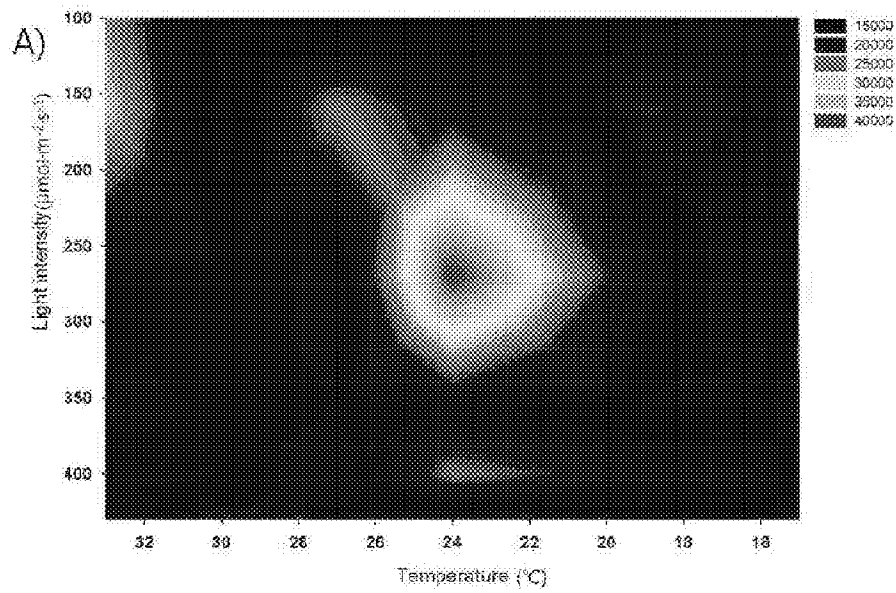
[도8]



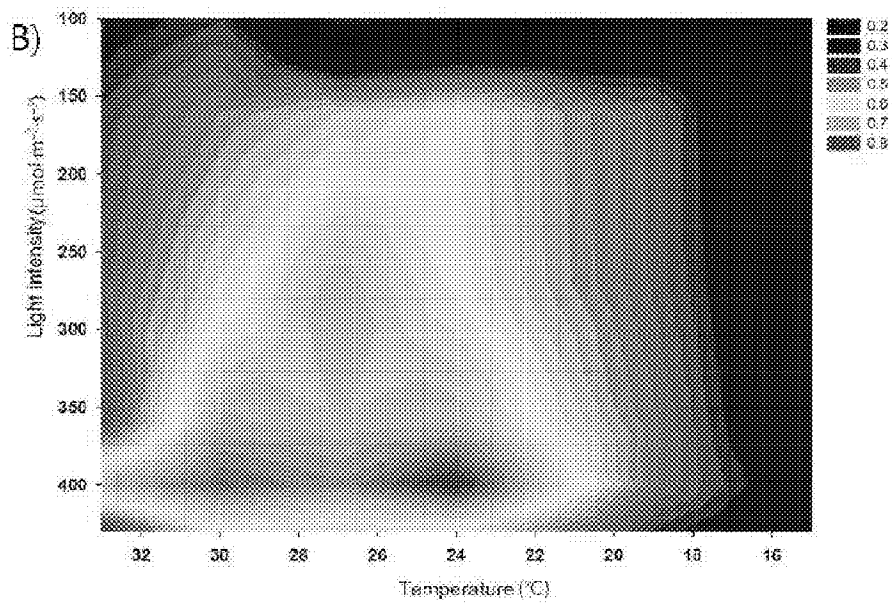
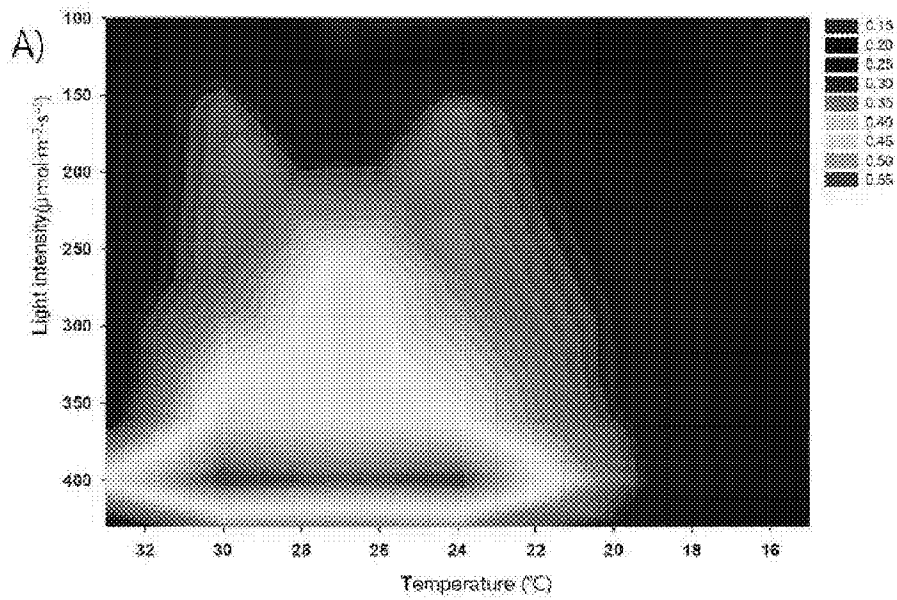
[도9]



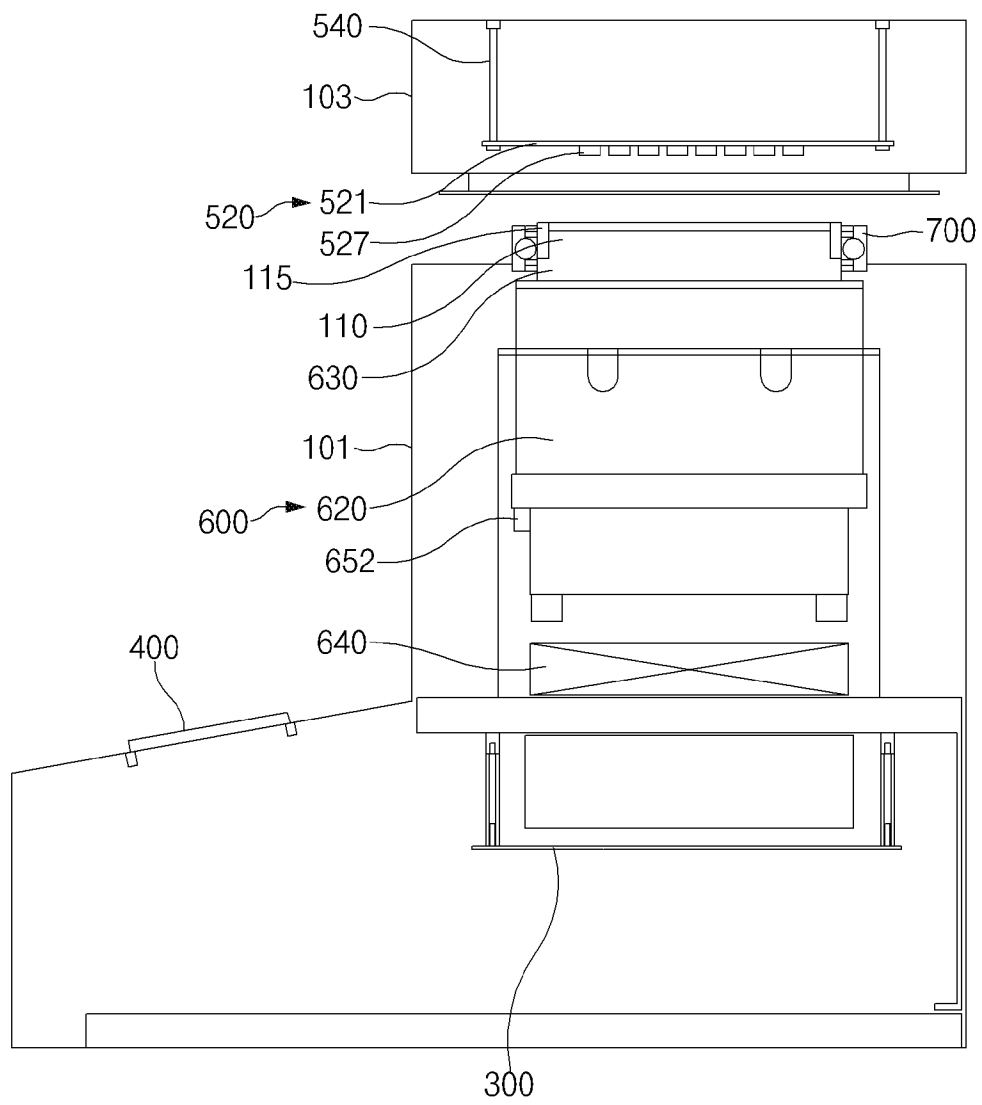
[도10]



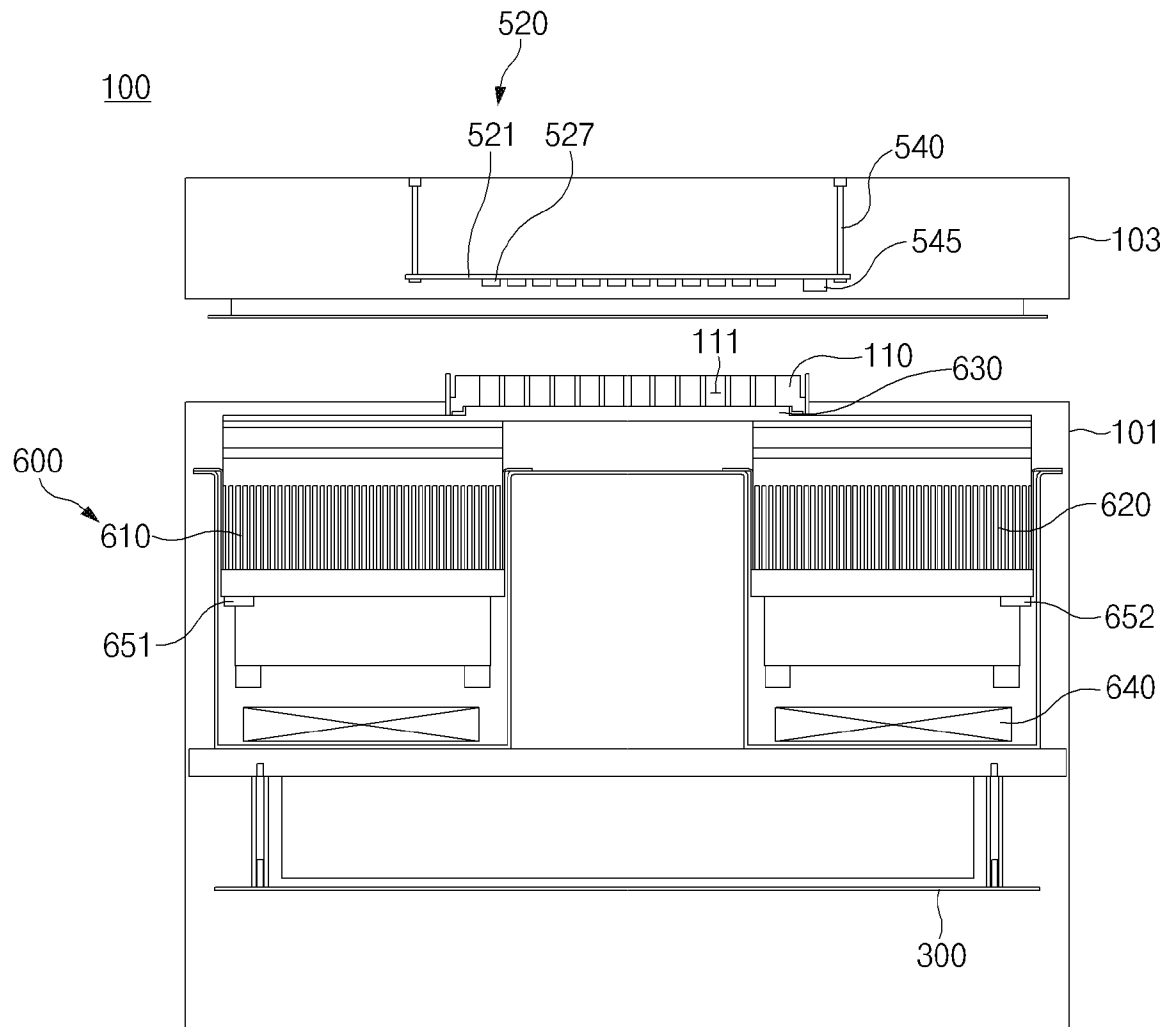
[도11]



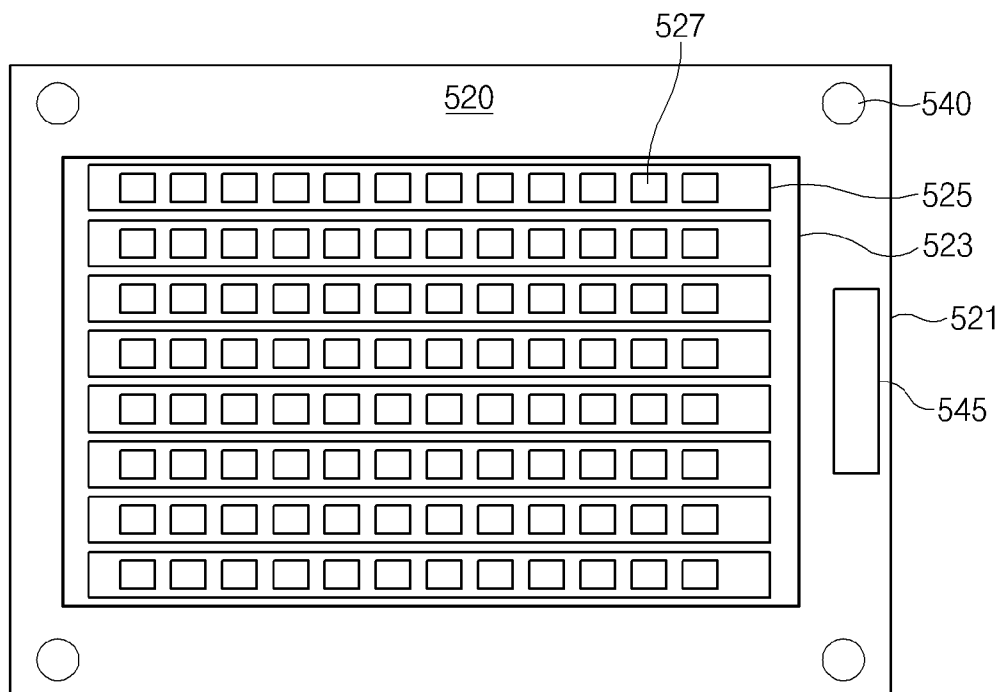
[도12]



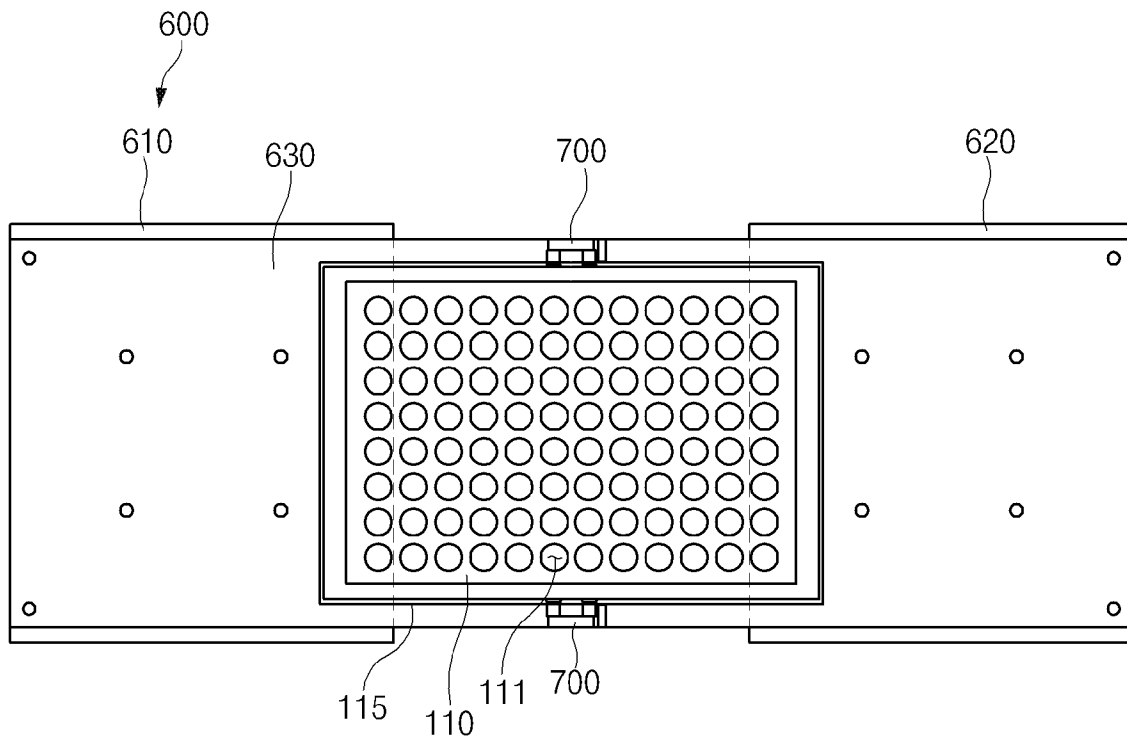
[도13]



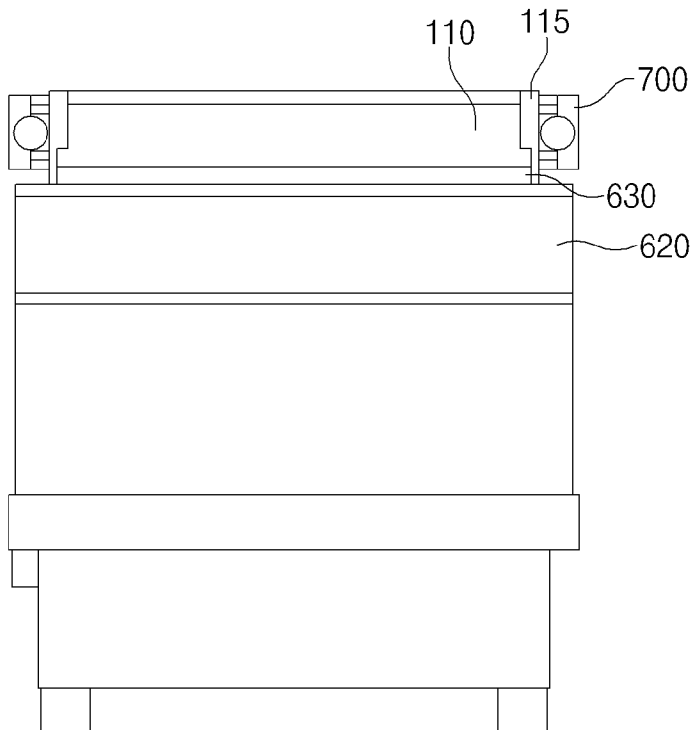
[도14]



[도15]



[도16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/002079**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****C12M 1/00(2006.01)i, C12M 1/34(2006.01)i, C12M 1/32(2006.01)i, C12M 3/06(2006.01)i***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C12M 1/00; C12M 1/24; C12M 1/02; C12M 3/02; C12M 3/00; C12M 1/38; C12M 1/34; C12M 1/32; C12M 1/04; C12M 3/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: photobio, chamber, well, plate, light source, irradiation, adjustment, temperature

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2014-0131121 A (IGD CO., LTD.) 12 November 2014 See paragraphs [0026], [0029], [0036], [0037] and figures 1, 3, 4.	1-11,15-17,21-22
A		12-14,18-20
Y	KR 10-2011-0000463 A (B&P TECH. CO., LTD.) 03 January 2011 See paragraphs [0025], [0026], [0031], [0042] and figure 1.	1-11,15-17,21-22
Y	KR 10-2014-0099995 A (KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH) 14 August 2014 See paragraph [0022].	3-5
Y	KR 10-0842840 B1 (INNOBIO CO., LTD.) 02 July 2008 See claim 1 and figure 1.	8-9
Y	KR 10-2012-0124277 A (NAVI BIOTECH. CO., LTD.) 13 November 2012 See paragraph [0022] and figure 4.	10
Y	WO 2014-148903 A1 (MICRO RESOURCES LTD.) 25 September 2014 See paragraph [0036], claims 1, 7 and figure 6.	21-22



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 JULY 2016 (21.07.2016)

Date of mailing of the international search report

25 JULY 2016 (25.07.2016)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/002079

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2014-0131121 A	12/11/2014	KR 10-1465477 B1	26/11/2014
KR 10-2011-0000463 A	03/01/2011	KR 10-1155136 B1	12/06/2012
KR 10-2014-0099995 A	14/08/2014	KR 10-1452254 B1	23/10/2014
KR 10-0842840 B1	02/07/2008	NONE	
KR 10-2012-0124277 A	13/11/2012	KR 10-1264222 B1	14/05/2013
WO 2014-148903 A1	25/09/2014	AU 2014-238554 A1	12/11/2015
		AU 2014-238554 A2	17/12/2015
		CN 105143429 A	09/12/2015
		EP 2976419 A1	27/01/2016
		IL 241780 D0	30/11/2015
		KR 10-2015-0139873 A	14/12/2015

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C12M 1/00(2006.01)i, C12M 1/34(2006.01)i, C12M 1/32(2006.01)i, C12M 3/06(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C12M 1/00; C12M 1/24; C12M 1/02; C12M 3/02; C12M 3/00; C12M 1/38; C12M 1/34; C12M 1/32; C12M 1/04; C12M 3/06

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 광생물, 챔버, 웰, 플레이트, 광원, 조사, 조절, 온도

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y A	KR 10-2014-0131121 A (주식회사 아이지디) 2014.11.12 단락 [0026], [0029], [0036], [0037] 및 도면 1, 3, 4 참조.	1-11, 15-17, 21-22 12-14, 18-20
Y	KR 10-2011-0000463 A ((주)비엔피테크) 2011.01.03 단락 [0025], [0026], [0031], [0042] 및 도면 1 참조.	1-11, 15-17, 21-22
Y	KR 10-2014-0099995 A (한국에너지기술연구원) 2014.08.14 단락 [0022] 참조.	3-5
Y	KR 10-0842840 B1 ((주)이노바이오) 2008.07.02 청구항 1 및 도면 1 참조.	8-9
Y	KR 10-2012-0124277 A ((주)나비바이오텍) 2012.11.13 단락 [0022] 및 도면 4 참조.	10
Y	WO 2014-148903 A1 (MICRO RESOURCES LTD.) 2014.09.25 단락 [0036], 청구항 1, 7 및 도면 6 참조.	21-22

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2016년 07월 21일 (21.07.2016)

국제조사보고서 발송일

2016년 07월 25일 (25.07.2016)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

조기윤

전화번호 +82-42-481-5655



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2014-0131121 A	2014/11/12	KR 10-1465477 B1	2014/11/26
KR 10-2011-0000463 A	2011/01/03	KR 10-1155136 B1	2012/06/12
KR 10-2014-0099995 A	2014/08/14	KR 10-1452254 B1	2014/10/23
KR 10-0842840 B1	2008/07/02	없음	
KR 10-2012-0124277 A	2012/11/13	KR 10-1264222 B1	2013/05/14
WO 2014-148903 A1	2014/09/25	AU 2014-238554 A1	2015/11/12
		AU 2014-238554 A2	2015/12/17
		CN 105143429 A	2015/12/09
		EP 2976419 A1	2016/01/27
		IL 241780 D0	2015/11/30
		KR 10-2015-0139873 A	2015/12/14