(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0112334
(43) 공개일자 2017년10월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C12M 1/00 (2006.01) *C12M 3/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
C12M 21/02 (2013.01)
C12M 23/18 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0039252
(22) 출원일자 2016년03월31일
심사청구일자 2016년03월31일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
이철균
서울특별시 서초구 나루터로4길 49, 334동 601호 (잠원동, 신반포17차아파트)
박한울
인천광역시 남구 인주대로252번길 25, 204호 (용현동, 관후주택)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
한윤호

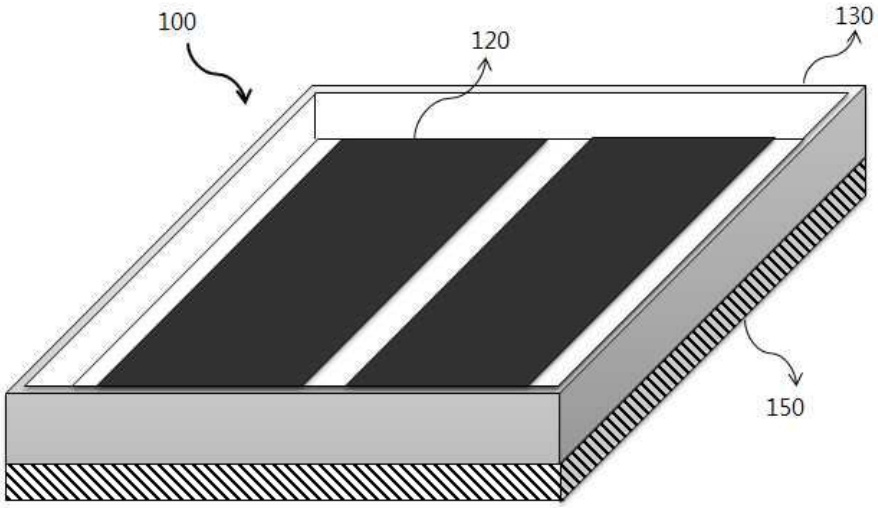
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기**

(57) 요 약

본 발명은 바닥면 및 측벽에 의해 배양대상 광합성 미생물을 포함하는 미세조류 배양액과 환경수를 구획하고 상부가 개방된, 전부 또는 일부가 불투광성 소재로 구성된 배양용기; 및 상기 배양용기를 고정함과 동시에 수면 위로 부양하기 위한 부양수단을 포함하는, 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기를 제공한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C12M 23/30 (2013.01)
C12M 23/48 (2013.01)
(72) 발명자
임상민
인천광역시 부평구 부흥로 246, 21동 1103호 (부평동, 동아2단지아파트)
정인재
인천광역시 서구 가정로 136, D동 209호 (가좌동, 삼영아파트)
신동우
충청북도 제천시 의림대로 173-1 (의림동)
김한별
경기도 안산시 상록구 분대길 14, 203호(사동)

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

명 세 서

청구범위

청구항 1

바닥면 및 측벽에 의해 배양대상 광합성 미생물을 포함하는 미세조류 배양액과 환경수를 구획하고 상부가 개방된, 전부 또는 일부가 불투광성 소재로 구성된 배양용기; 및

상기 배양용기를 고정함과 동시에 수면 위로 부양하기 위한 부양수단을 포함하는, 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 배양용기 하단에 배양용기 본래의 형상을 유지가능하게 하는 형상 유지 지지체를 추가로 포함하는, 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 불투광성 소재는 가시광선의 투과율이 20% 미만인 소재인, 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 불투광성 소재는 색상이 남색, 검은색, 붉은색, 파란색, 초록색, 짙은 회색, 또는 짙은 갈색인, 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기.

청구항 5

제1항에 있어서,

적어도 상기 배양용기 바닥면의 전부 또는 일부가 불투광성 소재를 포함하는, 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 바닥면 및 측벽 모두 불투광성 소재로 구성되는, 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 환경수는 해수, 담수 또는 기수인, 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 배양용기는 일면 또는 전면이 불투광성 소재 또는 선택적 투과성 소재로 구성된, 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 불투광성 소재는 반투과막 또는 메쉬 소재로 구성되는, 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 불투광성 소재는 생분해성 고분자 또는 난분해성 고분자로 제조된, 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 생분해성 고분자는 폴리카프로락톤(poly(epsilon-caprolactone)), 폴리락트산(poly lactic acid), 폴리락트산-폴리카프로락톤 공중합체(poly(lactic-co-glycolic acid), 셀룰로오스(cellulose), 메틸셀룰로오스(methyl cellulose), 에틸셀룰루로오스(ethyl cellulose), 초산셀룰로오스(cellulose acetate), 니트로셀룰로오스(nitrocellulose), 커들란(curdlan), 폴리글루탐산(polyglutamic acid), 폴리라이신(polylysine), 폴리히드록시 알카노에이트(polyhydroxy alkanoate), 폴리에틸렌 글리콜(polyethylen glycol), 폴리글리콜산(poly(glycolic acid)) 또는 폴리에스테르(polyester)인, 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 난분해성 고분자는 테프론(teflon, polytetrafluoroethylene), 폴리올레핀(polyolefine), 폴리아마이드(polyamides), 폴리아크릴레이트(polyacrylate), 실리콘(silicon), 폴리메틸 메타아크릴레이트(poly methly methacrylate), 폴리스티렌(polystyrene), 폴리프로필렌(polypropylene), 에틸렌-비닐 아세테이트 코폴리머, 폴리에틸렌-말레 안하이드리드 코폴리머, 폴리아미드(polyamide), 폴리(비닐 클로라이드), 폴리(비닐 플로라이드), 폴리비닐 이미다졸(poly(vinyl imidazole)), 클로로술포네이트 폴리올레핀(chlorosulphonate polyolefin), 폴리에틸렌 테트라프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET), 나일론(nylon), 저밀도 폴리에틸렌(low density polyethylene, LDPE), 고밀도 폴리에틸렌(high density polyethylene, HDPE), 아크릴(acryl), 폴리에테르케톤(polyetheretherketone), 폴리이미드(polyimide), 폴리카보네이트(polycarbonate), 폴리우레탄(polyurethane) 또는 폴리에틸렌 옥시드(poly(ethylene oxide))인, 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 부양수단은 폰툰(pontoon), 플라스틱 통, 스티로폼, 부표, 파이프 또는 나무조각인, 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 광생물반응기에 관한 것으로, 더 상세하게는 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 광합성 단세포 미생물은 광합성을 통하여 단백질, 탄수화물, 지방등 다양한 유기물을 생산이 가능하다. 특히 최근에는 기능성 다당류, 카로테노이드, 비타민, 불포화지방산등 고부가가치 산물의 생산 뿐 만아니라 지구 온난화의 주범이 이산화탄소 제거의 목적에 최적 생물체로 평가 받고 있다. 또한, 유한한 에너지원인 화석연료를 대체할 생물학적 에너지 생산에도 큰 관심을 받고 있는데, 이는 미세조류가 이산화탄소를 고정하여 생체에 지질로 축적 하는 것이 가능한데 따른 것이다. 이렇게 축적된 지질을 이용한 바이오 디젤 등 바이오에너지 생산에 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나 미세조류를 이용한 이산화탄소의 제거 또는 바이오 에너지의 제조와 같은 유용한 산물을 실용화하기 위해서는 광합성 미생물의 고농도 배양, 대량배양, 또는 고농도 대량배양이 필요하다. 따라서 규모가 큰 배양설비의 구축과 관련된 기술을 비롯한 저비용으로도 고농도의 배양이 가능하면서도 규모의 확

대가 용이한 배양기술의 개발이 절실히 요구되고 있다.

[0003] 일반적으로 미세조류 배양 시 배양 온도가 높아질수록 생장성이 증가하는데 육상 기반의 미세조류 배양에서는 온실 내에 광생물반응기를 설치하여 온도를 유지해 주거나, 연못 수로형 배양기의 경우 배양기 밑에 열선, 온수 파이프 등을 설치하여 온도를 높여 일정 수준의 생산성을 얻는다. 그러나 종래의 해양 기반 미세조류 배양시스템은 물에 떠있거나 잠겨있는 특성상 배양액의 온도를 높이는데 한계가 있다. 이와 관련하여 대한민국 등록특허 제991373호는 반투과막(semi-permeable membrane)을 이용한 해양 미세조류 대량배양을 위한 광생물반응기를 개시하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 그러나, 상기 선행기술의 경우, 미세조류 배양기가 선택적 투과막을 구비하여 파래 등의 거대조류가 투과막의 외벽에 부착되면 해수의 영양염류를 흡수하여 미세조류 배양액으로 투과되는 영양염류의 양을 대폭 감소시키는 문제점이 있다.

[0005] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 포함하여 여러 문제점들을 해결하기 위한 것으로서, 종래보다 미세조류 생산성이 더 향상된 광생물반응기를 제공하는 것을 목적으로 한다. 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 관점에 따르면, 바닥면 및 측벽에 의해 배양대상 광합성 미생물을 포함하는 미세조류 배양액과 환경수를 구획하고 상부가 개방된, 전부 또는 일부가 불투광성 소재로 구성된 배양용기; 및 상기 배양용기를 고정함과 동시에 수면 위로 부양하기 위한 부양수단을 포함하는, 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기가 제공된다.

발명의 효과

[0007] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따르면, 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기를 이용한 효율적인 광합성 미생물 생산효과를 구현할 수 있다. 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 미세조류 배양용기 내부 소재의 색깔에 따른 배양액의 온도 및 일사량을 측정한 그래프이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 흑색 또는 투명의 투과성 소재로 구성된 배양용기의 평균 온도 차이를 일사량과 대조한 결과를 나타낸 그래프이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 미세조류 배양기 내부의 불투광성 소재의 색깔에 따른 거대조류의 부착 정도를 확인한 것으로 흰색의 불투광성 소재로 구성된 광생물반응기(A) 및 남색의 불투광성 소재로 구성된 광생물반응기의 모습을 나타낸 사진이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 흰색의 불투광성 소재를 사용한 부유 연못형 배양기에 거대조류인 파래가 더 많이 부착된 것을 확인한 사진이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 부유 연못형 배양기에 구성된 불투광성 소재의 해양 설치 전후의 질량 변화를 측정한 그래프이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 부유 연못형 배양기에 구성된 불투광성 소재의 해양 설치 전후의 이온 투과도의 변화를 측정한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] **용어의 정의:**

[0010] 본 문서에서 사용되는 용어 "미세조류(microalgae)"는 바다에 서식하는 식물성 플랑크톤으로, 흔히 적조를 일으

키는 코클로디니움 같은 플랑크톤 역시 미세조류에 속한다. 해양 바이오에너지 연구가 주목하는 미세조류는 특히 지질, 즉 기름 성분이 풍부한 미세조류 종(種)이다. 크기는 10㎛(미크론, 1m의 100만분의 1)정도, 머리카락 굵기의 10분의 1 안팎이다.

[0011] 본 문서에서 사용되는 용어 "광합성 미생물"은 광합성을 할 수 있는 녹조류, 홍조류, 남조류를 의미하며, 예를 들어, 클로렐라, 클라디도모나스(*Chlamydomonas*), 해마토코커스(*Haematococous*), 보트리오 코커스(*Botryococcus*), 세네데스무스(*Scenedesmus*), 스피룰리나(*Spirulina*), 테트라셀미스(*Tetraselmis*), 두날리엘라(*Dunaliella*) 등 일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 이때 상술한 미세조류는 배양용기 내에서 카로테노이드, 균체, 파이코빌리프로테인, 지질, 탄수화물, 불포화지방산, 단백질을 생산할 수 있다.

[0012] 본 문서에서 사용되는 용어 "환경수(environmental water)" 발명의 광생물 반응기가 투입되어 배양이 수행되는 공간의 물을 의미하며, 해수, 담수 및 기수를 포함하고, 인공적으로 조성한 저수조 또는 연못의 물도 포함될 수 있다.

[0013] 본 문서에서 사용되는 용어 "불투광성(opaque)"은 가시광선이 실질적으로 통과하지 못하는 것을 의미하며, 적어도 가시광선의 투과율이 20% 미만, 더 바람직하게는 10% 미만, 가장 바람직하게는 0%인 것을 의미한다.

[0014] 본 문서에서 사용되는 용어 "불투광성 소재(selective permeability material)"는 메쉬(mesh) 시트 또는 타공 시트로 구성되어 삼투현상에 의해 특정 분자만 선택적으로 투과되는 것이 아니라, 물, 기체 및 영양성분 등 고분자를 포함한 대부분을 물질의 자유로운 통과는 가능하나 광합성 미생물과 같은 세포의 자유로운 확산은 제한한다는 것을 의미하며, 세포의 일부는 상기 장벽을 통과할 수도 있으나, 장벽을 사이로 세포 농도가 평형상태를 이루지는 않는다.

[0015] **발명의 상세한 설명:**

[0016] 본 발명의 일 관점에 따르면, 바닥면 및 측벽에 의해 배양대상 광합성 미생물을 포함하는 미세조류 배양액과 환경수를 구획하고 상부가 개방된, 전부 또는 일부가 불투광성 소재로 구성된 배양용기; 및 상기 배양용기를 고정함과 동시에 수면 위로 부양하기 위한 부양수단을 포함하는, 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기가 제공된다.

[0017] 상기 광생물반응기에 있어서, 상기 배양용기 하단에 배양용기 본래의 형상을 유지가능하게 하는 형상 유지 지지체를 추가로 포함할 수 있고 상기 불투광성 소재는 가시광선의 투과율이 20% 미만인 소재일 수 있으며 상기 불투광성 소재의 색상이 남색, 검은색, 붉은색, 파란색, 초록색, 짙은 회색 또는 짙은 갈색일 수 있고 적어도 상기 배양용기 바닥면의 전부 또는 일부가 불투광성 소재를 포함할 수 있다.

[0018] 상기 광생물반응기에 있어서, 상기 바닥면 및 측벽 모두 불투광성 소재로 구성될 수 있고 상기 환경수는 해수, 담수 또는 기수일 수 있으며 상기 배양용기는 일면 또는 전면이 불투광성 소재 또는 선택적 투과성 소재로 구성될 수 있다.

[0019] 상기 광생물반응기에 있어서, 상기 불투광성 소재는 반투과막 또는 메쉬 소재로 구성될 수 있고 상기 불투광성 소재는 생분해성 고분자 또는 난분해성 고분자로 제조될 수 있다.

[0020] 상기 광생물반응기에 있어서, 상기 생분해성 고분자는 폴리카프로락톤(poly(epsilon-caprolactone)), 폴리락트산(poly lactic acid), 폴리락트산-폴리카프로락톤 공중합체(poly(lactic-co-glycolic acid), 셀룰로오스(cellulose), 메틸셀룰로오스(methyl cellulose), 에틸셀룰루로오스(ethyl cellulose), 초산셀룰로오스(cellulose acetate), 니트로셀룰로오스(nitrocellulose), 커들란(curdlan), 폴리글루탐산(polyglutamic acid), 폴리라이신(polylysine), 폴리히드록시 알카노에이트(polyhydroxy alkanoate), 폴리에틸렌 글리콜(polyethylen glycol), 폴리글리콜산(poly(glycolic acid)) 또는 폴리에스테르(polyester)일 수 있고

[0021] 상기 난분해성 고분자는 테프론(teflon, polytetrafluoroethylene), 폴리올레핀(polyolefine), 폴리아마이드(polyamides), 폴리아크릴레이트(polyacrylate), 실리콘(silicon), 폴리메틸 메타아크릴레이트(poly methly methacrylate), 폴리스티렌(polystyrene), 폴리프로필렌(polypropylene), 에틸렌-비닐 아세테이트 코폴리머, 폴리에틸렌-말레 안하이드리드 코폴리머, 폴리아미드(polyamide), 폴리(비닐 클로라이드), 폴리(비닐 플로라이드), 폴리비닐 이미다졸(poly(vinyl imidazole)), 클로로술포네이트 폴리올레핀(chlorosulphonate polyolefin), 폴리에틸렌 테트라프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET), 나일론(nylon), 저밀도 폴리에틸렌(low density polyethylene, LDPE), 고밀도 폴리에틸렌(high density polyethylene, HDPE), 아크릴(acryl), 폴리에테르케톤(polyetheretherketone), 폴리이미드(polyimide), 폴리카보네이트(polycarbonate), 폴

리우레탄(polyurethane) 또는 폴리에틸렌 옥시드(poly(ethylene oxide))일 수 있으며 상기 부양수단은 폰툰(pontoon), 플라스틱 통, 스티로폼, 부표, 파이프 또는 나무조각일 수 있다.

[0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 여러 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.

[0023] 본 발명의 실시예들은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이며, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 오히려 이들 실시예들은 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하고, 당업자에게 본 발명의 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다. 또한, 도면에서 각 층의 두께나 크기는 설명의 편의 및 명확성을 위하여 과장된 것이다.

[0024] 명세서 전체에 걸쳐서, 막, 영역 또는 기판과 같은 하나의 구성요소가 다른 구성요소 "상에", "연결되어", "적층되어" 또는 "커플링되어" 위치한다고 언급할 때는, 상기 하나의 구성요소가 직접적으로 다른 구성요소 "상에", "연결되어", "적층되어" 또는 "커플링되어" 접촉하거나, 그 사이에 개재되는 또 다른 구성요소들이 존재할 수 있다고 해석될 수 있다. 반면에, 하나의 구성요소가 다른 구성요소 "직접적으로 상에", "직접 연결되어", 또는 "직접 커플링되어" 위치한다고 언급할 때는, 그 사이에 개재되는 다른 구성요소들이 존재하지 않는다고 해석된다. 균일한 부호는 균일한 요소를 지칭한다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "및/또는"은 해당 열거된 항목 중 어느 하나 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다.

[0025] 본 명세서에서 제 1, 제 2 등의 용어가 다양한 부재, 부품, 영역, 층들 및/또는 부분들을 설명하기 위하여 사용되지만, 이들 부재, 부품, 영역, 층들 및/또는 부분들은 이들 용어에 의해 한정되어서는 안됨은 자명하다. 이들 용어는 하나의 부재, 부품, 영역, 층 또는 부분을 다른 영역, 층 또는 부분과 구별하기 위하여만 사용된다. 따라서, 이하 상술할 제 1 부재, 부품, 영역, 층 또는 부분은 본 발명의 가르침으로부터 벗어나지 않고서도 제 2 부재, 부품, 영역, 층 또는 부분을 지칭할 수 있다.

[0026] 또한, "상의" 또는 "위의" 및 "하의" 또는 "아래의"와 같은 상대적인 용어들은 도면들에서 도해되는 것처럼 다른 요소들에 대한 어떤 요소들의 관계를 기술하기 위해 여기에서 사용될 수 있다. 상대적 용어들은 도면들에서 묘사되는 방향에 무게추가하여 소자의 다른 방향들을 포함하는 것을 의도한다고 이해될 수 있다. 예를 들어, 도면들에서 소자가 뒤집어 진다면(turned over), 다른 요소들의 상부의 면 상에 존재하는 것으로 묘사되는 요소들은 상기 다른 요소들의 하부의 면 상에 방향을 가지게 된다. 그러므로, 예로써 든 "상의"라는 용어는, 도면의 특정한 방향에 의존하여 "하의" 및 "상의" 방향 모두를 포함할 수 있다. 소자가 다른 방향으로 향한다면(다른 방향에 대하여 90도 회전), 본 명세서에 사용되는 상대적인 설명들은 이에 따라 해석될 수 있다.

[0027] 본 명세서에서 사용된 용어는 특정 실시예를 설명하기 위하여 사용되며, 본 발명을 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 단수 형태는 문맥상 다른 경우를 분명히 지적하는 것이 아니라면, 복수의 형태를 포함할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 경우 "포함한다(comprise)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급한 형상들, 숫자, 단계, 동작, 부재, 요소 및/또는 이들 그룹의 존재를 특정하는 것이며, 하나 이상의 다른 형상, 숫자, 동작, 부재, 요소 및/또는 그룹들의 존재 또는 부가를 배제하는 것이 아니다.

[0028] 이하, 본 발명의 실시예들은 본 발명의 이상적인 실시예들을 개략적으로 도시하는 도면들을 참조하여 설명한다. 도면들에 있어서, 예를 들면, 제조 기술 및/또는 공차(tolerance)에 따라, 도시된 형상의 변형들이 예상될 수 있다. 따라서, 본 발명 사상의 실시예는 본 명세서에 도시된 영역의 특정 형상에 제한된 것으로 해석되어서는 아니 되며, 예를 들면 제조상 초래되는 형상의 변화를 포함하여야 한다.

[0029] 도 1은 본 발명의 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기(100)의 구조를 개략적으로 나타낸 개요도이다. 도시한 바와 같이, 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기(100)는 바닥면 및 측벽에 의해 배양대상 광합성 미생물을 포함하는 미세조류 배양액과 환경수를 구획하고 상부가 개방된, 전부 또는 일부가 불투광성 소재(120)로 구성된 배양용기(130)가 구성되어 있고 도면에는 도시하지 않았으나 상기 배양용기(130)를 고정함과 동시에 수면위로 부양하게 하기 위한 부양수단이 구성되어 있다. 또한 배양용기(130) 하단에는 배양용기(130) 본래의 형상을 유지가능하게 하는 형상 유지 지지체(150)를 추가로 포함하여 배양효율을 더 높일 수 있다. 이때, 상기 부양수단은 폰툰(pontoon), 플라스틱 통, 스티로폼, 부표, 파이프 또는 나무조각이 사용될 수 있으나 배양용기(130)를 견고히 고정함과 동시에 수면위로 충분한 부력을 제공하는 어떠한 부양물도 사용가능하다.

[0030] 본 발명의 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기(100)는 종래의 광생물반응기와는 달리 배양용기(130)의 바닥면의 전부 또는 일부가 가시광선의 투과율이 20% 미만인 불투광성 소재(120)로 구성되어 있다. 이는 미세조류 배양 시 종래의 백색 또는 투명한 투과성 소재와 비교하여 태양광 에너지를 열에너지로 더 용이하게 전환할 수

있어 배양액의 온도를 더 상승시킬 수 있고 배양용기(130) 하단에서 빛에너지를 차단하는 효과로 인해 파래와 같은 거대조류가 배양용기(130)에 부착되는 것을 방지함으로써 외부 해수로부터 영양염류의 공급을 용이하게 하고 이온 투과도를 증가시켜 효율적인 미세조류의 생산성을 도모할 수 있다. 물론 미세조류의 생산효율을 목적으로 배양용기(130)의 바닥면 및 측벽 모두 불투광성 소재(120)로 구성하는 것도 가능하다. 이때 상기 불투광성 소재(120)의 색상은 남색, 검은색, 붉은색, 파란색, 초록색, 짙은 회색 또는 짙은 갈색일 수 있고 불투광성 소재(120)를 대체할 수 있는 선택적 투과성 소재도 사용가능하다. 상기 선택적 투과성 소재는 반투과막 또는 메쉬 소재로 구성될 수 있고 상기 선택적 투과성 소재는 생분해성 고분자 또는 난분해성 고분자로 제조될 수 있으며 상기 환경수는 해수, 담수 또는 기수일 수 있다.

[0031] 도 1은 본 발명의 광생물반응기(100)의 특징을 용이하게 설명하기 위해 사각형태의 배양용기를 도시하고 있으나 이는 배양의 목적과 환경에 따라 원형 또는 다각형 등 다양한 형태로 제조될 수 있다.

[0032] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있는 것으로, 이하의 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다.

[0033] **실시예 1: 배양기 내부 온도 측정**

[0034] 본 발명의 일 실시예에 따라 미세조류 배양을 위한 배양액과 외부환경을 분리하는 배양용기 소재의 색상에 따른 배양액의 온도를 측정하였다.

[0035] 구체적으로, 물 600 L를 수용할 수 있는 수조(폭 130 cm, 길이 230 cm, 깊이 35 cm)를 옥외에 설치하고 상기 수조에 물 3 L를 수용할 수 있는 배양기 내부가 투명, 백색 또는 흑색의 소재로 구성된 부유 연못형 배양기를 제작, 설치하고 **시간동안 방치하여 일사량(insolation) 및 상기 배양기 내부 물의 온도를 관찰하였다.

[0036] 그 결과, 배양용기 소재의 색상이 흑색으로 구성된 배양기의 일사량 및 배양기 내부 물의 온도가 가장 높게 나타났고 이어서 백색, 투명한 배양기 순으로 내부 물의 온도는 감소하는 것을 확인하였다(도 2). 또한 일조시간 동안 흑색 배양기와 투명 배양기의 평균 온도 차이를 일사량과 대조한 결과, 일사량이 높을 때 온도차이가 더 큰 것으로 나타났다(도 3). 따라서 배양기 내부를 투명 소재로 구성하는 것보다 흑색 소재로 구성하는 것이 태양광 에너지를 열에너지로 더 효율적으로 전환되어 배양기 내부의 배양액의 온도를 더 상승시키는 것으로 나타났다.

[0037] **실시예 2: 거대조류 부착 실험**

[0038] 본 발명의 일 실시예에 따라 배양기 내부의 선택적 투과성 소재의 색상에 따른 거대조류의 부착 정도를 조사하였다.

[0039] 구체적으로, 배양액 5,000 L를 수용할 수 있는 부유 연못형 배양기 내외부를 흰색 또는 남색으로 구성된 선택적 투과성 소재를 이용하여 제작하였고 영흥도 앞바다에 한달동안 설치하여 상기 선택적 투과성 소재에 거대조류의 부착 정도를 조사하였다(도 4).

[0040] 그 결과, 흰색의 선택적 투과성 소재를 사용한 부유 연못형 배양기에 거대조류인 파래가 더 많이 부착된 것을 확인하였다. 이러한 결과는 남색의 선택적 투과성 소재가 흰색과 비교하여 배양기 하부에서 거대조류에 공급되는 빛에너지를 더 많이 차단했기 때문이다(도 5).

[0041] **실시예 3: 질량 변화 측정**

[0042] 본 발명의 일 실시예에 따라 부유 연못형 배양기에 구성된 선택적 투과성 소재의 해양 설치 전후의 질량 변화를 측정하였다. 구체적으로, 질량 측정은 바다로부터 회수해온 선택적 투과성 소재를 배양기로부터 분리하고 증류수에 1일간 침지시켜 염을 제거하였고 80℃의 오븐에 넣어 1일간 건조시킨 후, 데시케이터(desiccator)에 넣어 실온으로 식힌 후에 측정하였다.

[0043] 그 결과, 남색보다 백색의 선택적 투과성 소재에 더 많은 해조류가 부착되어 질량이 더 증가한 것으로 나타났다(도 6).

[0044] **실시예 4: 이온 투과도 측정**

[0045] 본 발명의 일 실시예에 따라 부유 연못형 배양기에 구성된 선택적 투과성 소재의 해양 설치 전후의 이온 투과도의 변화를 측정하였다. 구체적으로, 이온 투과도는 바다로부터 회수해온 선택적 투과성 소재를 배양기로부터 분

리하고 증류수에 1일간 침지시켜 염을 제거한 후 상기 선택적 투과성 소재를 이용하여 소형 배양용기를 제작하였고 질산나트륨($NaNO_3$)을 증류수에 첨가하여 질소 원소의 농도가 1 g/L가 되도록 제조한 용액에 증류수를 담고 있는 배양용기를 부유시켜 배양용기 내부의 질산나트륨 농도가 증가하는 것을 측정하여 선택적 투과성 소재의 이온투과도를 조사하였다.

[0046] 그 결과, 남색의 선택적 투과성 소재에서는 이온 투과도의 변화가 거의 없었으나 백색의 선택적 투과성 소재에서는 이온 투과도가 현저히 감소한 것을 확인할 수 있었다(도 7). 따라서 배양용기 내부를 투명 또는 흰색이 아닌 암색(dark color) 계통의 선택적 투과성 소재 또는 불투광성 소재를 사용하면 광에너지에서 열에너지의 전환이 향상되어 배양액의 온도가 증가하고 상기 배양용기 하부의 빛이 차단되어 파래와 같은 거대조류의 부착이 감소함에 따라 외부의 영양염류의 흡수와 이온 투과율이 증가하여 종래의 광생물반응기 보다 더 높은 미세조류의 생산성을 기대할 수 있다.

[0047] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0048] 100: 미세조류 수상배양을 위한 광생물반응기

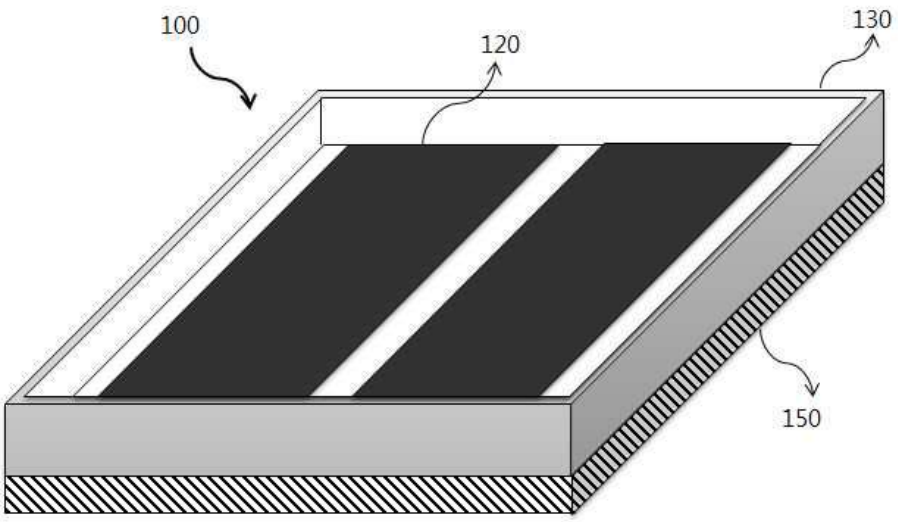
120: 불투광성 소재

130: 배양용기

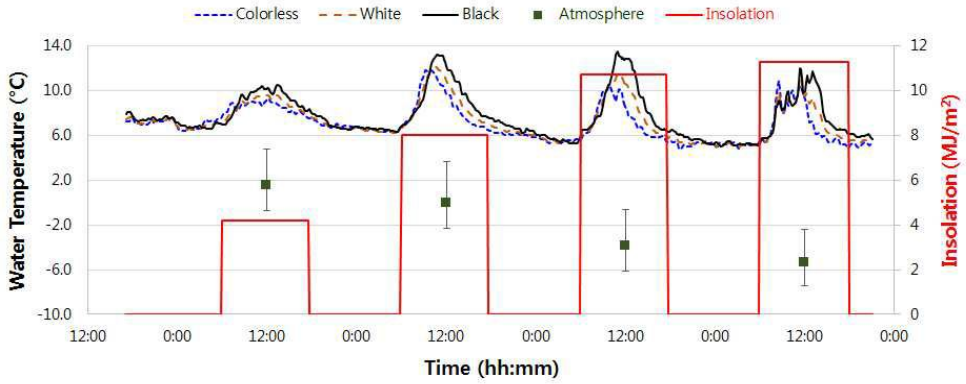
150: 형상 유지 지지체

도면

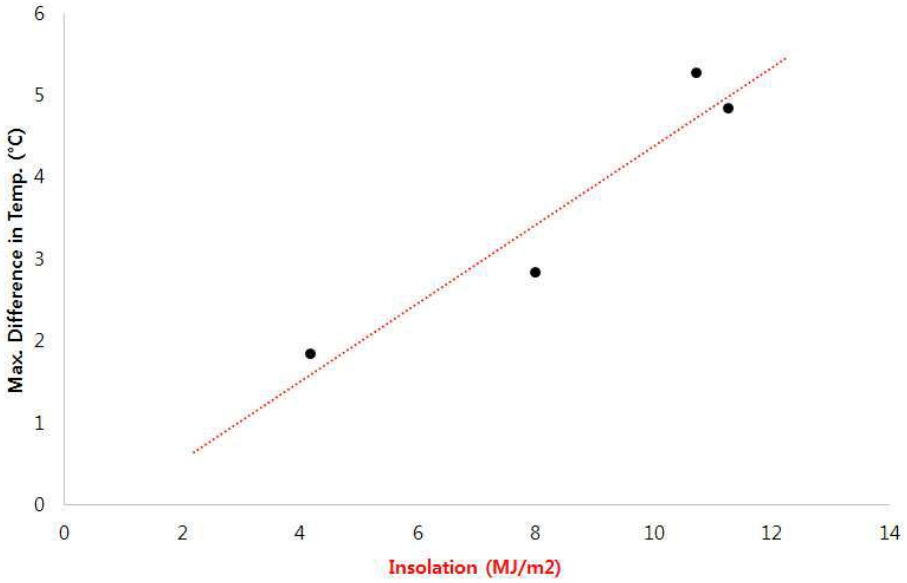
도면1



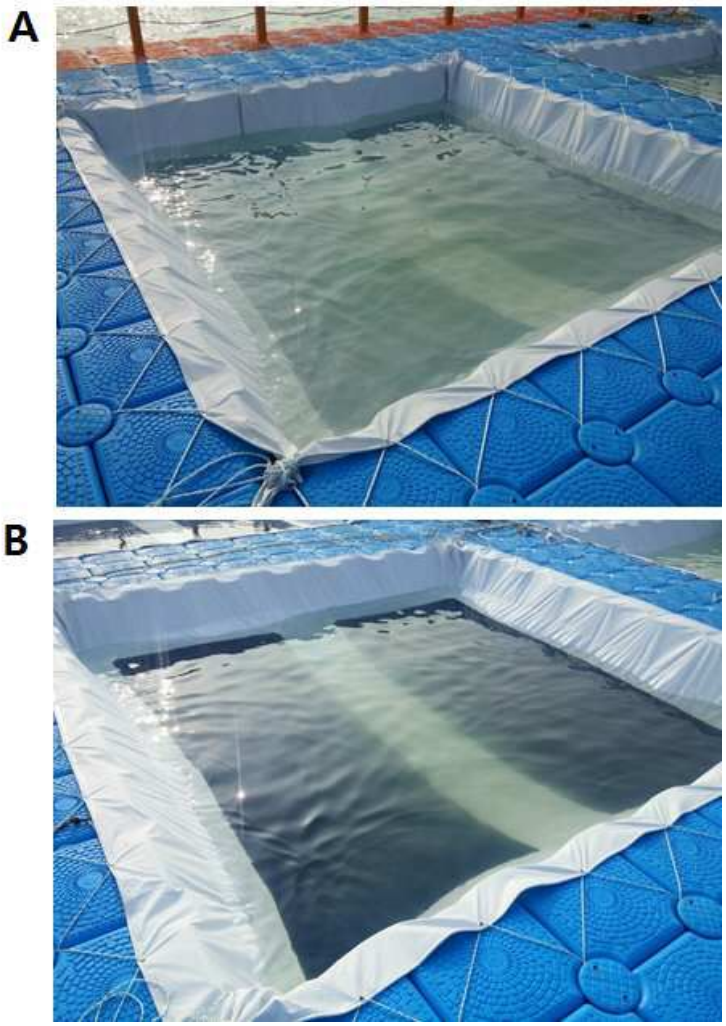
도면2


Colorless
White
Black
Atmosphere
Insolation
Water Temperature (°C)
Insolation (MJ/m²)
Time (hh:mm)
14.0
10.0
6.0
2.0
-2.0
-6.0
-10.0
12
10
8
6
4
2
0
12:00
0:00

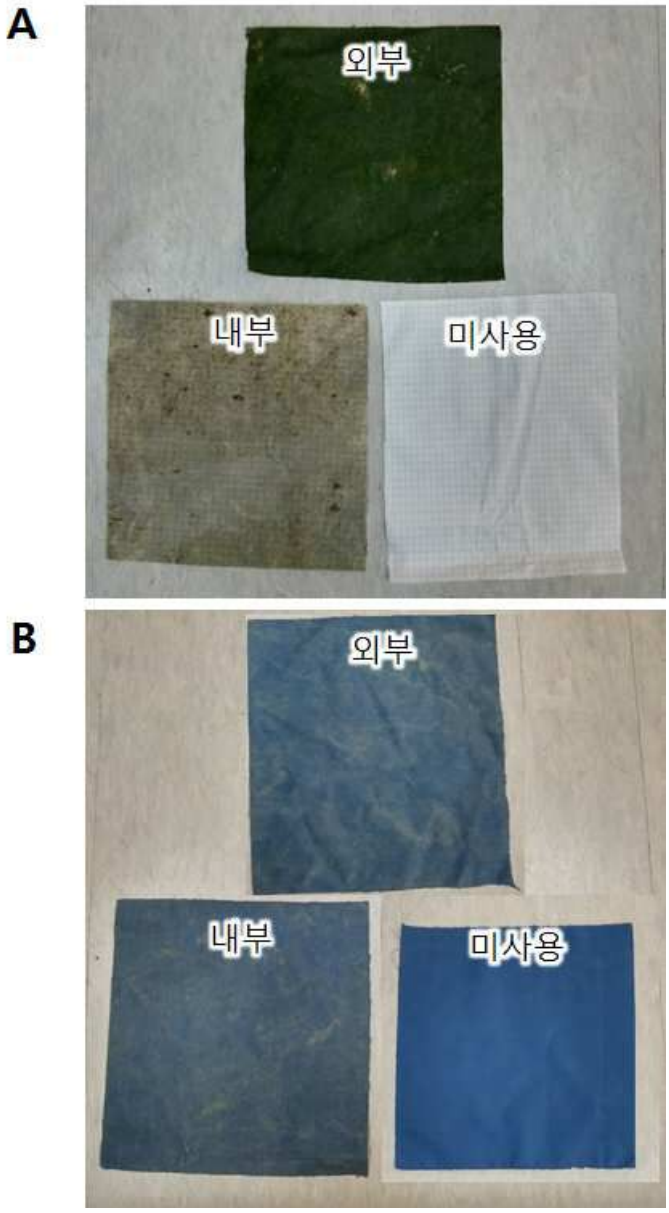
도면3


Max. Difference in Temp. (°C)
Insolation (MJ/m2)
0
1
2
3
4
5
6
0
2
4
6
8
10
12
14

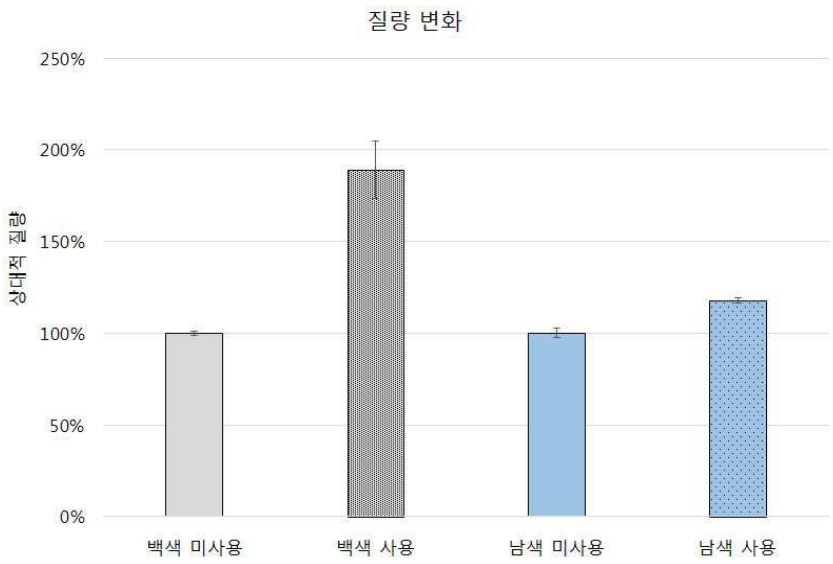
도면4



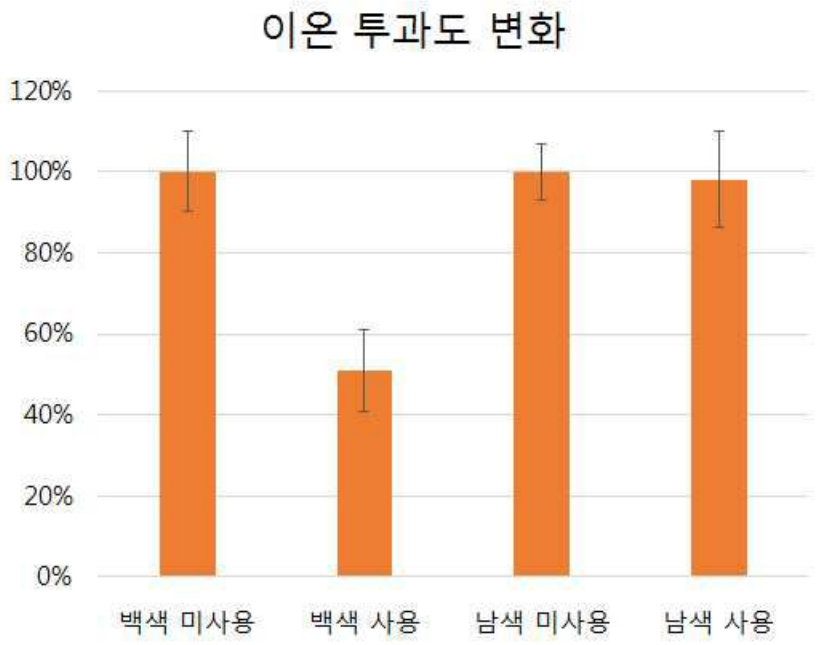
도면5



도면6


질량 변화
250%
200%
150%
100%
50%
0%
상대적 질량
백색 미사용
백색 사용
남색 미사용
남색 사용

도면7


이온 투과도 변화
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
백색 미사용
백색 사용
남색 미사용
남색 사용