



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0014387
(43) 공개일자 2012년02월17일

(51) Int. Cl.

C12M 3/02 (2006.01) C12M 1/04 (2006.01)

C12M 1/28 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0076416

(22) 출원일자 2010년08월09일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

이철균

서울특별시 서초구 신반포로 9, 91동 401호 (반포동)

임상민

인천광역시 부평구 부흥로 246, 동아2단지 아파트 21동 1103호 (부평동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김남식, 양기혁, 박기원, 한윤호, 이인행

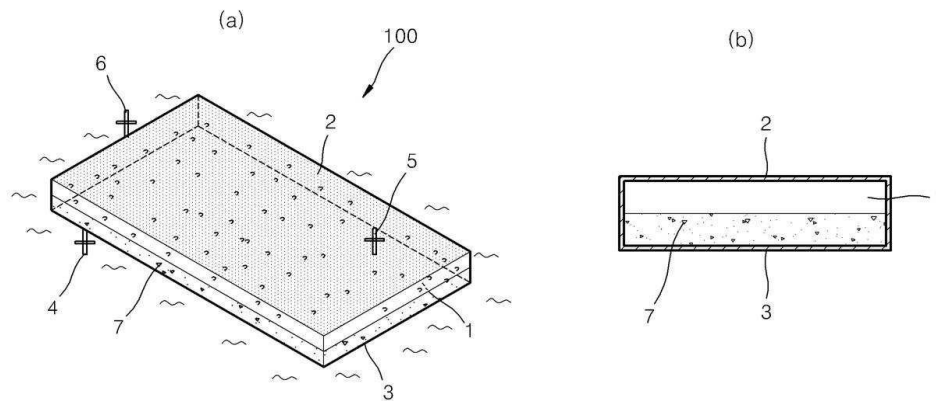
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 미세조류 대량배양을 위한 광생물 반응기 및 이를 이용한 미세조류 배양방법

(57) 요약

본 발명의 일측면에 의하면, 광투과성 소재로 이루어진 배양용기 및 이에 고정되는 부양수단으로 구성되는 부양형 광생물 반응기에 있어서, 상기 배양용기는 외벽에 의해 한정된 내부공간에 상기 미세조류를 수용하는 반응실; 상기 외벽의 일부를 이루는 제 1 막; 및 상기 제 1 막과 다른 위치에서 상기 외벽의 일부를 이루며, 상기 제 1 막과 다른 특성을 가지는 제 2 막을 포함하는, 광생물 반응기가 제공된다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

배재한

인천광역시 남구 인하로77번길 28, 나동 201호 (용현동, 새한아파트)

조광국

대전광역시 유성구 노은서로 222, 열매마을 103동 704호 (지족동)

김지훈

인천광역시 서구 가좌3동 13통 3반 신한연립 바동 1호

강신애

인천광역시 남구 토금북로27번길 12, A동 302호 (용현동, 삼원아트빌)

김혜정

인천광역시 남동구 서창동 서창자이 아파트 103동 502호

특허청구의 범위

청구항 1

광투과성 소재로 이루어진 배양용기 및 이에 고정되는 부양수단으로 구성되는 부양형 광생물 반응기에 있어서, 상기 배양용기는 외벽에 의해 한정된 내부공간에 상기 미세조류를 수용하는 반응실;

상기 외벽의 일부를 이루는 제 1 막; 및

상기 제 1 막과 다른 위치에서 상기 외벽의 일부를 이루며, 상기 제 1 막과 다른 특성을 가지는 제 2 막을 포함하는, 광생물 반응기.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 막과 상기 제 2 막은 광투과 특성이 서로 다른, 광생물 반응기.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 막과 상기 제 2 막은 광파장 내 투과될 수 있는 파장영역이 서로 다른, 광생물 반응기.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 막과 상기 제 2 막은 물질 투과 특성이 다른, 광생물 반응기.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 막은 산소 또는 이산화탄소에 대한 선택적 투과성을 가지는 반투과막을 포함하고, 상기 제 2 막은 물 및 영양염류에 대해 선택적 투과성을 가진 반투과막을 포함하는, 광생물 반응기.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 막과 상기 제 2 막은 서로 다른 광반사 특성을 가지며, 상기 제 1 막을 투과한 광파장을 상기 제 2 막이 반사하여 상기 반응실로 공급하는, 광생물 반응기.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 반응실내부로 가스를 공급할 수 있는 가스주입구 및 가스 배출을 위한 가스 배출구를 더 구비하는, 광생물 반응기.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 하나의 광생물 반응기의 배양용기에 배양배지를 주입하고 미세조류를 접종하는 단계;

상기 배양용기를 밀봉하고 부양수단에 고정된 후, 해양 또는 담수에 투입하는 단계; 및

상기 미세조류가 태양광에 의해 광합성을 수행하도록 방지하는 단계를 포함하는 부양형 광생물 반응기를 이용한 미세조류 배양방법.

명세서

기술분야

본 발명은 해수 또는 담수에 부양되며 미세조류를 대량으로 배양할 수 있는 광생물 반응기에 관한 것으로서, 더욱 자세하게는 서로 다른 특성을 가지는 복수의 막을 이용하여 외벽을 형성한 광생물 반응기에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 광합성 단세포 미생물인 미세조류는 광합성을 통하여 단백질, 탄수화물, 지방 등 다양한 유기물을 생산이 가능하다. 특히 최근에는 기능성 다당류, 카로테노이드, 비타민, 불포화지방산 등 고부가가치 산물의 생산뿐 만 아니라 지구 온난화의 주범인 이산화탄소 제거의 목적에 최적 생물체로 평가 받고 있다. 그 주요한 이유는 양적인 면에서 주요한 지구 온난화의 주범인 이산화탄소를 효과적으로 제거하기 위한 생물체 배가 시간(doubling time)이 육상 식물보다 짧고, 척박한 환경에서도 높은 성장성을 나타내며, 발전소나 공장에서 나오는 연소 가스를 직접적으로 사용할 수 있기 때문이다.
- [0003] 이산화탄소 제거와 연계하여, 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 생산에 많은 연구가 진행되고 있다.
- [0004] 그러나 미세조류를 이용한 이산화탄소의 제거 또는 바이오 에너지의 제조와 같은 유용한 산물의 대량생산을 위해서는 반드시 미세조류의 배양이 대규모적이고 고농도로 수행되어야 한다. 따라서 규모가 큰 배양설비의 구축과 관련된 기술이 필수적으로 요구되고 있다.
- [0005] 종래부터 실내에 설치되는 여러 형태의 광생물 반응기가 미세조류를 배양하기 위한 배양설비로 사용되고 있다. 이러한 종래의 광생물 반응기는 대부분 고가의 파이렉스(pyrex)와 같은 유리나 이를 응용한 재질로 제조되었으며, 인공적인 조명수단을 구비하여야 했다. 따라서 제작을 위한 많은 자본이 투자되어야 하며, 제작 후에도 유지보수 및 운영에 많은 비용을 필요로 한다.
- [0006] 또한 육상에서 단위 반응기를 규모 확대하거나 제작하는 것이 용이하지 않으며, 미세조류가 가지고 있는 색소에 기인한 광에너지 감소 현상으로 인해 무한한 규모 확대가 불가능하다.
- [0007] 따라서 상업적인 대량배양을 위해서는 경제성 확보가 무엇보다 중요한 선결과제이며 따라서 저비용으로도 고농도의 배양이 가능하면서도 규모의 확대가 용이한 배양기술의 개발이 절실히 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 해수 또는 담수에 부양되며 그 내부에 수용된 미세조류를 대량으로 배양할 수 있는 광생물 반응기로써, 서로 다른 특성을 가진 막이 복수개로 구비되어 미세조류의 배양효율을 향상시킬 수 있는 광생물 반응기의 제공을 목적으로 한다.
- [0009] 이러한 본 발명의 과제는 이상에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일측면에 의하면, 광투과성 소재로 이루어진 배양용기 및 이에 고정되는 부양수단으로 구성되는 부양형 광생물 반응기에 있어서, 상기 배양용기는 외벽에 의해 한정된 내부공간에 상기 미세조류를 수용하는 반응실; 상기 외벽의 일부를 이루는 제 1 막; 및 상기 제 1 막과 다른 위치에서 상기 외벽의 일부를 이루며, 상기 제 1 막과 다른 특성을 가지는 제 2 막을 포함하는, 광생물 반응기가 제공된다.
- [0011] 이때 상기 제 1 막과 상기 제 2 막은 광투과 특성, 광필터 특성 또는 물질 투과 특성이 서로 다를 수 있다.
- [0012] 또한 상기 제 1 막과 상기 제 2 막은 서로 다른 광반사 특성을 가지며, 상기 제 1 막을 투과한 광파장을 상기 제 2 막이 반사하여 상기 반응실로 공급할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 또 다른 측면에 의하면, 전술한 광생물 배양기의 배양용기에 배양배지를 주입하고 미세조류를 접종하는 단계; 상기 배양용기를 밀봉하고 부양수단에 고정한 후, 해양 또는 담수에 투입하는 단계; 및 상기 미세조류가 태양광에 의해 광합성을 수행하도록 방치하는 단계를 포함하는 부양형 광생물 반응기를 이용한 미세조류 배양방법이 제공된다.

발명의 효과

- [0014] 본 발명에 따르는 부양형 광생물 반응기는 서로 다른 광학적, 물질 투과 특성을 가지는 막을 조합하여 형성됨에

따라 광생물 반응기 내에서의 배양효율을 극대화 할 수 있다. 따라서 이러한 광생물 반응기를 바다에 설치할 경우에는 공간적 제약으로부터 해방되어 수평적인 대규모화와 용이하면서도 경제적인 미세조류의 대량배양을 가능하게 한다.

[0015] 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명에 따른 광생물 반응기의 일실시예로서 평판형 광생물 반응기를 도시한 것이다.

도 2의 (a) 내지 (c)는 광투과율을 변화시키기 위한 광차단 패턴의 형태를 예시한 것이다.

도 3은 하부막에 반사부재를 구비하는 광생물 반응기를 도시한 것이다.

도 4 및 5는 각각 본 발명의 일실시예를 따르는 광생물 반응기로서 원통형 및 타원형 광생물 반응기를 도시한 것이다.

도 6는 도 1의 평판형 광생물 반응기를 군집의 형태로 제조한 것을 예시하는 것이다.

도 7은 도 3의 원통형 광생물 반응기를 군집의 형태로 제조한 것을 예시하는 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명한다. 아울러 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.

[0018] 본 발명을 따르는 광생물 반응기의 배양용기는 일정한 두께를 가지는 외벽과 상기 외벽에 의해 한정되며 미세조류와 배지가 수용되는 내부공간을 가지는 반응실로 이루어진다. 상기 외벽은 서로 다른 막특성을 가지는 복수의 막을 포함할 수 있다.

[0019] 예를 들어, 상기 외벽은 서로 광투과율(또는 광차단율), 광장영역에 따른 광투과특성(광필터 특성), 반사율 등 광학적 특성이 상이한 복수의 막을 포함할 수 있다.

[0020] 또 다른 예로서, 상기 외벽은 물질에 따른 투과율이 상이한 복수의 막을 포함할 수 있다.

[0021] 도 1에는 본 발명의 일실시예를 따르는 평판형 광생물 반응기(100)의 사시도가 나타나 있다. 도 1을 참조하면, 평판형 광생물 반응기(100)는 직사면체의 형태를 가진다. 이때 외벽은 서로 다른 특성을 가지고 상하로 이격 배치되는 서로 다른 막을 포함한다.

[0022] 제 1 실시예로서 상대적으로 광투과율이 낮은 제 1 막(2)이 직사면체의 상부막을 이루며 제 1 막(2)에 비해 광투과율이 높은 제 2 막(3)이 하부막을 구성할 수 있다. 이때 제 1 막(2) 및 제 2 막(3)을 포함하는 외벽에 의해 한정된 내부공간이 미세조류 및 배지가 수용되는 반응실(1)이 된다.

[0023] 이때 광생물 반응기(100)가 도 1과 같이 해수 또는 담수에 부유하는 경우, 하부막을 수면과 접하거나 또는 수면 아래 일정 깊이로 잠기는 영역이며, 상부막은 대기와 접하며 광원에 1차적으로 노출되는 영역이 된다.

[0024] 도 1에서는 제 1 막(2)이 상부막을 이루고 제 2 막(3)이 하부막을 이루는 것으로 도시되어 있으나, 이에 한정되는 것이 아니며 광생물 반응기(100)가 뒤집어 지게 되면 제 1 막(2)은 하부막을, 제 2 막(3)은 상부막을 이룰 수도 있다.

[0025] 이때 광생물 반응기(100)는 반응실(1) 내부로 가스를 공급할 수 있는 가스주입구(4) 및 가스 배출을 위한 가스배출구(5)를 더 구비할 수 있다.

[0026] 또한 미세조류의 배양 정도를 확인하기 위한 샘플을 채취할 수 있는 샘플링 포트(6)를 더 구비할 수 있다.

[0027] 이때 미세조류는 클로렐라, 해마토코커스, 보트리오코커스, 세네데스무스, 난노클롭시스, 난노클로리스, 스피룰리나, 클라미도모나스, 패오닥탈리움, 두날리엘라, 키조카이트리움, 니프키아 을 포함할 수 있다. 이때 상술한 미세조류는 광생물 반응기 내에서 카로테노이드, 군체, 파이크빌리프로테인, 지질, 탄수화물, 불포화지방산, 단백질 등을 생산할 수 있다.

- [0028] 또한 미세조류는 산업상 중요한 에너지원인 바이오디젤 생산용 미세조류일 수 있다. 또한 미세조류는 대기 중에 포함된 이산화탄소를 제거할 수 있다.
- [0029] 본 발명의 일실시예를 따른 광생물 반응기(100)에 의하면, 광투과율이 서로 상이한 제 1 막(2) 및 제 2 막(3)을 이용하여 반응실(1)에 투입되는 광에너지를 시기별 또는 단계별로 조절할 수 있다. 특히 본 발명의 일실시예에 따르는 광생물 배양기(100)를 해수 또는 담수에 부유시켜 태양광에 노출시킬 경우, 태양광의 일사량에 대응하여 선택적으로 반응실(1)로 투입되는 태양광의 광량 또는 광도를 조절할 수 있다.
- [0030] 즉, 미세조류의 효율적 배양을 위해서는 태양의 위치에 따른 광도를 고려하여 미세조류 생산 방법에 효과적으로 적용할 필요가 있다. 지구의 공전에 따라 계절이 변하게 되며, 결론적으로 태양광에너지가 지표면에 도달하는 정도가 달라진다. 또한 지구의 자전에 따라 밤과 낮이 존재하며, 낮 시간에도 지구의 자전 주기에 따라 태양광 에너지의 도달 정도가 달라진다.
- [0031] 태양에서 발생하는 광에너지를 이용하여 미세조류는 일정 광도 이상의 광에너지를 받을 시에는 광합성 기구가 파괴되어 더 이상 광합성이 불가능하거나, 높은 광에너지를 이기고자 2차 대사산물을 축적하게 되어 미세조류 배양 목적이 균체 생산일 경우 원하지 않는 산물을 생산하게 될 수도 있다.
- [0032] 또한 미세조류에 따라서는 배양에 필요한 광에너지가 서로 상이한 범위를 가지거나 또는 하나의 미세조류에 있어서도 배양의 과정에서 단계별로 필요한 광에너지가 서로 다른 경우가 있다. 일례로서 해마토코커스(*Haematococcus*)에서 아스타잔틴(astaxanthin)의 유도 생산 공정은 2 단계로 진행될 수 있다. 즉 배양의 제 1 단계에서는 상대적으로 낮은 광에너지를 공급하여 균체를 생산을 충분히 이룬 후에 제 2 단계에서 고광도의 광에너지로 아스타잔틴(astaxanthin)을 유도 하게 된다.
- [0033] 본 발명의 일실시예를 따르는 광생물 반응기(101)의 경우에는 바다 또는 호수에 부유시킬 때 태양광에 노출되는 면을 적절하게 선택함으로써 미세조류의 배양에 필요한 최적의 광도 조건을 구현할 수 있다.
- [0034] 예를 들어, 태양광의 광도가 높은 시간대나 계절에는 광투과율이 낮은 제 1 면(2)을 태양광에 노출되도록 상부에 배치시킴으로써 반응실(1)로 공급되는 태양에너지를 적절하게 감소시켜 광저해 현상을 막고 세포에 적절한 광에너지를 공급하는 것이 가능하다.
- [0035] 한편 반대로 태양광의 광도가 상대적으로 낮은 시간대나 계절에는 광생물 반응기(100)를 뒤집어 상부막과 하부막의 위치변화를 통해 투과율이 높은 제 2 막(3)을 태양광에 노출시킴으로써 미세조류 성장에 적절한 광에너지 공급을 통한 미세조류의 효율적 배양이 가능하다.
- [0036] 이때 일례로서 이와 같이 서로 광투과율이 서로 다른 복수의 막은 각각은 막 자체가 서로 광투과율이 다른 재질로 이루어 질 수 있다. 또는 광투과성막 상에 서로 다른 광투과율을 가지는 재질, 예를 들어 광차단용 필름 또는 테이프를 부착시킴으로써 구성할 수 있다.
- [0037] 또 다른 예로서 광투과성막 상에 광투과율을 조절할 수 있는 다양한 형태의 광차단 패턴을 형성함으로써 광투과율이 다른 복수의 막을 구성할 수 있다.
- [0038] 도 2의 (a) 내지 (c)는 광투과율을 조절하기 위하여 광생물 반응기(100)의 일면에 형성할 수 있는 광차단 패턴(어두운 부분)의 형태를 예시한 것이다.
- [0039] 도 2의 (a)에는 태양광을 차단하는 패턴이 형성되지 않은 예이며, (c)는 태양광이 완전히 차단한 경우의 예이다. 또한 도 2의 (b)는 태양광을 일정비율, 예를 들어 30, 50, 70% 차단하도록 제작된 것이다.
- [0040] 상기 광차단 패턴은 그 자체가 광을 투과하지 않은 특성을 가지고 있거나 또는 광의 일부만을 투과시키는 특성을 가질 수 있다.
- [0041] 또한 상기 광차단 패턴은 막 재질 자체에 형성되거나 또는 광차단용 필름 또는 테이프를 광투과성막에 부착시켜 형성할 수 있다.
- [0042] 이상 태양광을 예를 들어 본 발명의 일실시예를 설명하였으나, 본 발명은 이에 한정되지 않고 태양광 이외의 광원, 예를 들어 LED 램프를 사용하는 경우에도 적용이 가능함은 자명하다 할 것이며, 이는 이하의 실시예에서도 마찬가지 이다.
- [0043] 한편, 미세조류를 배양함에 있어서 중요한 광인자 중의 하나인 광파장의 경우, 특정 파장영역의 광파장을 미세조류에 공급함으로써 균체의 농도와 미세조류로부터 생산되는 대사산물의 농도를 향상시키는 것이 가능하다.

- [0044] 미세조류는 광합성을 위한 엽록소 및 다양한 색소를 가지고 있다. 일반적으로 광합성에 사용되는 파장은 300 내지 700 nm 이며, 녹조류에서는 주로 적색이나 청색영역의 광파장을 흡수하여 광합성에 사용하게 된다.
- [0045] 예를 들어, 녹조류의 한 종인 클로렐라(*Chlorella*)는 붉은색 발광다이오드(680nm)를 이용하여 붉은색 영역의 광파장에너지를 공급하였을 때, 혼탁광이나 청색, 녹색 계열의 단파장의 광에너지를 공급한 것보다 성장성이 높았으며, 해마토코커스(*Haematococcus*)의 경우에는 어떠한 광파장이나 영역을 이용하여 배양함에 따라 생산하는 항산화력이 우수한 카로테노이드의 일종인 아스타잔틴(astaxanthin)의 생산농도가 달라진다.
- [0046] 또한 미세조류가 자외선에 장시간 노출되는 경우에는 성장성이 저해된다고 알려져 있다.
- [0047] 따라서 미세조류의 성장성을 높이고 성장에 불필요한 파장을 제거하려면, 특정 파장영역만을 선택적으로 조사하는 것이 효율적일 수 있다.
- [0048] 예를 들어, 베타-카로틴(β -carotene), 루테인(lutein), 아스타잔틴(astaxanthin)과 같은 고가의 카로테노이드(carotenoid)를 미세조류로부터 생산할 때에 특정파장만을 공급하게 되면 그 생산성이 높아지는 결과를 얻을 수 있다.
- [0049] 이에 본 발명에 따르는 광생물 반응기의 제 2 실시예로서 외벽이 서로 다른 광필터 특성을 가지는 복수의 막으로 이루어진 광생물 반응기가 제공될 수 있다. 즉, 복수의 막간에는 광파장 내 투과될 수 있는 파장영역이 서로 다른 범위를 가질 수 있다.
- [0050] 이를 도 1을 참조하여 설명하면, 광생물 반응기(100)의 제 1 막(2) 및 제 2 막(3)이 각각 서로 다른 파장영역의 광파장을 투과시키도록 제조될 수 있다.
- [0051] 본 실시예를 따르는 광생물 반응기(100)를 도 1과 같이 바다에 부유시켜 광필터 기능을 가지는 제 1 막(2)을 광원, 일예로서 태양광에 노출시킬 경우, 제 1 막(2)으로 공급되는 태양광 중 일부 영역의 파장만이 선택적으로 투과 또는 차단할 수 있다. 따라서 반응실(1) 내에 수용된 미세조류에 특정영역대의 파장을 집중적으로 공급할 수 있게 된다.
- [0052] 또한 다른 영역의 파장을 미세조류에 공급할 필요가 있을 경우에는 광생물 반응기(100)를 뒤집어 상하의 위치를 변경시켜 제 2 막(3)이 상부막으로서 광원에 노출시킴으로써 목적하는 효과를 얻을 수 있다.
- [0053] 이때 상술한 '파장영역'은 예를 들어 태양광파장 중의 청색계열, 적색계열, 또는 녹색계열 등으로 분류되는 것일 수 있다.
- [0054] 이때 투과 또는 차단되는 파장영역은 배양의 대상이 되는 미세조류의 종류에 따라 적절하게 선택될 수 있다.
- [0055] 이러한 광필터 기능을 가진 막은 플라스틱 또는 고분자 재질에 특정 파장영역의 광파장을 흡수할 수 있는 화학성분을 혼합하여 제조한 것일 수 있다. 이러한 화학성분은 색소안료에 포함될 수 있으며, 표 1에는 색소안료에 따른 사용가능한 화학성분이 표시되어 있다.

표 1

안료 종류	색상에 따른 화학성분
황색 안료	크롬산납(PbCrO_4), 황색산화철($\text{FeO}(\text{OH})$ 또는 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), 카드뮴옐로(CdS 또는 $\text{CdS} + \text{ZnS}$), 티타늄옐로($\text{TiO}_2 \cdot \text{NiO} \cdot \text{Sb}_2\text{O}_3$)
주황색 안료	크롬오렌지($\text{PbCrO}_4 \cdot \text{PbO}$), 몰리브데넘오렌지($\text{PbCrO}_4 \cdot \text{PbMoO}_4 \cdot \text{PbSO}_4$)
적색 안료	적색산화철(Fe_2O_3), 광명단(Pb_3O_4), 카드뮴레드($\text{CdS} + \text{CdSe}$)
자색 안료	망간바이올렛($\text{NH}_4\text{MnP}_2\text{O}_7$)
청색 안료	감청($\text{Fe}(\text{NH}_4)\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot x\text{H}_2\text{O}$), 군청($\text{Na}_{8-10}\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_{2-4}$), 코발트블루($\text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$)
녹색 안료	크롬그린(크롬산납 + 감청), 에머랄드 그린($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$)

- [0057] 선택적으로, 제 1 막(2)은 광투과막 상에 표 1에 예시된 것과 같은 안료를 포함하는 도료를 도포한 것이거나 또는 광필터용 필름 또는 테이프를 접착시킨 것일 수 있다. 이때 광필터 필름 또는 테이프는 특정파장 영역만을 투과 또는 차단하도록 설계된 광학필름 또는 테이프이다.
- [0058] 이때 본 실시예도 광투과성막 상에 도 2의 (a) 내지 (c)에 예시된 것과 같은 다양한 형태를 가지는 광필터 패턴

을 형성함으로써 광필터 특성이 다른 복수의 막을 구성할 수 있다.

- [0059] 본 발명에 따른 광생물 반응기(100)의 제 3 실시예로서 광반사율이 서로 상이한 복수의 막으로 외벽을 구성할 수 있다.
- [0060] 일례로서, 도 3에 도시된 것과 같이, 제 1 막(2)은 상부에 위치하고 제 2 막(3)은 하부에 위치하며, 제 2 막(3)은 제 1 막(2)을 투과한 광과장을 다시 반사하는 특성을 가질 수 있다.
- [0061] 이러한 제 2 막(3)에 의한 반사로 인해 제 1 막(2)을 투과한 광과장 중 반응실(1)에 수용된 미세조류에 공급되지 않고 제 2 막(3)까지 도달한 광과장을 다시 반응실(1)로 반사시켜 미세조류에 공급하게 된다. 따라서 제 1 막(2)을 투과한 광과장 중 최종적으로 미세조류에 공급되는 공급율을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0062] 이때 제 2 막(3)은 광투과성막의 일부 영역에 반사율이 높은 반사부재(8)를 적층시켜 제조한 것일 수 있다. 이때 상기 반사부재는 일면의 반사율이 높은 반사필름, 또는 반사 테이프 일 수 있다.
- [0063] 이때 반사부재(8)는 도달된 광과장을 난반사 시켜 반사되는 광과장을 내부공간(1) 내에 더 골고루 재공급할 수 있다. 이를 위해, 반사부재(1)의 표면에는 난반사를 위한 요철이 더 형성될 수 있다.
- [0064] 본 발명에 따른 광생물 반응기(100)의 제 4 실시예로서 투과하는 물질을 서로 상이하게 선택할 수 있는 복수의 막으로 외벽을 구성할 수 있다.
- [0065] 예를 들어, 도 1의 광생물 반응기(100) 중 대기와 접촉하는 제 1 막(2)은 외부의 대기와 산소 또는 이산화탄소 등의 유출입이 가능한 반투과막으로 형성하고, 해수와 접촉하거나 또는 해수 또는 담수에 일정 깊이가 잠기는 제 2 막(3)은 해수와는 물, 영양염류 등의 유출입이 가능하게 하나 미세조류의 유출입은 차단시키는 반투과막으로 형성할 수 있다.
- [0066] 따라서 이러한 반투과막으로 이루어진 광생물 반응기(100) 내에 수용된 미세조류는 해수 또는 담수 상에 부유할 경우, 외부 환경으로부터 격리된 상태에서 배양에 필요한 물질을 외부 환경으로부터 자연스럽게 공급받을 수 있게 된다.
- [0067] 예를 들어, 부유수 수면 상부에 위치하는 제 1 막(2)은 대기 중 이산화탄소가 유입될 수 있으며, 이러한 이산화탄소는 반응실(1)에 수용된 미세조류의 광합성에 의해 제거될 수 있다. 또한 이러한 광합성에 의해 형성된 산소는 제 1 막(2)을 통해 대기로 배출되게 된다.
- [0068] 한편 해수 또는 담수와 접하는 제 2 막(3)을 통해서는 외부로부터 해수 또는 담수로의 영양염류 등의 유출입이 가능할 수 있다. 또한 미세조류의 성장과정에서 배출되는 배설물과 성장을 방해하는 대사산물이 해수 또는 담수에 녹아 상기 해수 또는 담수가 외부로 배출될 때 자연스럽게 제거될 수 있다. 따라서 별도의 정화작업이나 배지의 교환을 필요로 하지 않는다.
- [0069] 본 발명에 따른 광생물 반응기의 외벽은 광투과가 가능한 재질로 되어 있으며 유리, 플라스틱 또는 고분자 재질, 반투과막이 이용될 수 있다.
- [0070] 한편, 광생물 반응기의 형태는 여러 가지 형태로 제작할 수 있으며, 직육면체 평면판(flat plate), 원통형(cylinder) 반응기로 이루어진 균으로부터 선택될 수 있으나, 해양과 같이 확대가 용이한 넓은 공간상에서 무한하며 자연의 에너지인 태양광에너지를 미세조류 생장에 맞게 맞춤형으로 적용이 가능한 것이라면 어떠한 형상이라도 가능하다.
- [0071] 도 4 및 도 5에는 이러한 광생물 반응기의 형태로서 원통형과 타원형이 예시되어 있다.
- [0072] 한편, 이러한 광생물 반응기는 그 자체로 부양할 수 있으나, 경우에 따라 부유를 위한 부양수단과 부양되는 위치를 일정범위에서 고정할 수 있는 고정장치를 더 포함할 수 있다.
- [0073] 예를 들어, 광생물 반응기의 상부에는 해수 또는 담수에 부양될 수 있게 하는 부양수단이 설치되고, 하부에는 광생물 반응기를 고정시킬 수 있는 고정장치가 설치될 수 있다.
- [0074] 또한 본 광생물 반응기는 광합성 미생물로부터 생산될 수 있는 모든 유용산물의 생산에 적합하며, 특히 미세조류를 이용하여 바이오 에너지(바이오 디젤, 바이오 에탄올, 수소 가스) 생산에 적합하며, 대기오염의 주범인 이산화탄소 제거에도 적용이 가능하다. 또한 반응기의 설치 지역의 기후, 해양 또는 담수 환경에 따라 적절히 응용이 가능하다.
- [0075] 대량배양을 위해서는 상술한 모든 실시예의 광생물 반응기를 복수개로 연결하여 군집의 형태로 설치하는 것이

가능하다.

[0076] 도 6 및 도 7은 이러한 군집형태의 예로서 평판형 광생물 반응기 및 원통형 광생물 반응기를 모아서 형성한 것이 예시되어 있다.

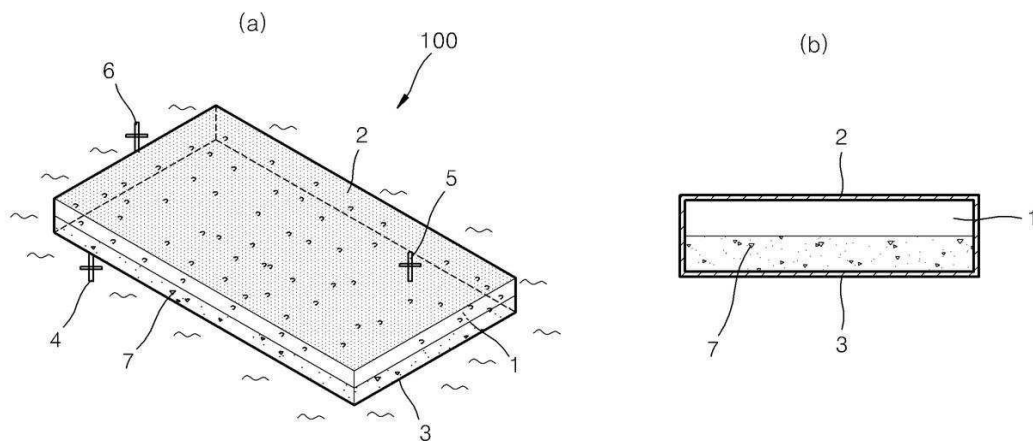
[0077] 발명의 특정 실시예들에 대한 이상의 설명은 예시 및 설명을 목적으로 제공되었다. 따라서 본 발명은 상기 실시예들에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 해당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 상기 실시예들을 조합하여 실시하는 등 여러 가지 많은 수정 및 변경이 가능함은 명백하다.

부호의 설명

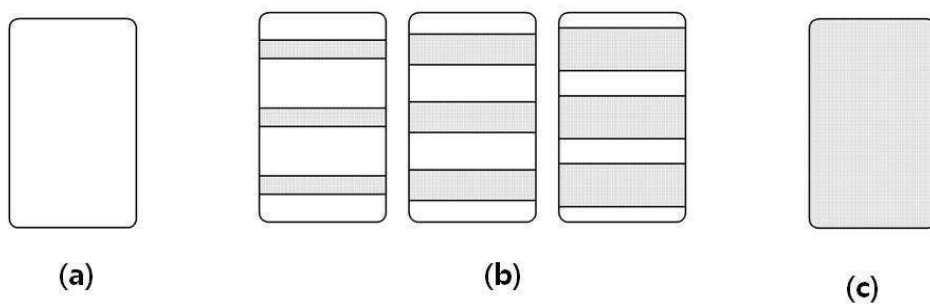
[0078] 100 : 부양형 광생물 반응기 1 : 제 1 막
2 : 제 2 막 3 : 반응실
4 : 가스 주입구 5 : 가스 배출구
6 : 샘플링 포트
7 : 챔플링 포트

도면

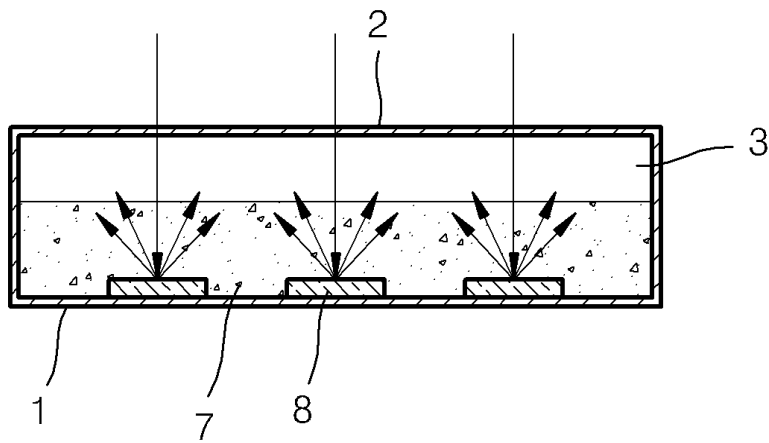
도면1



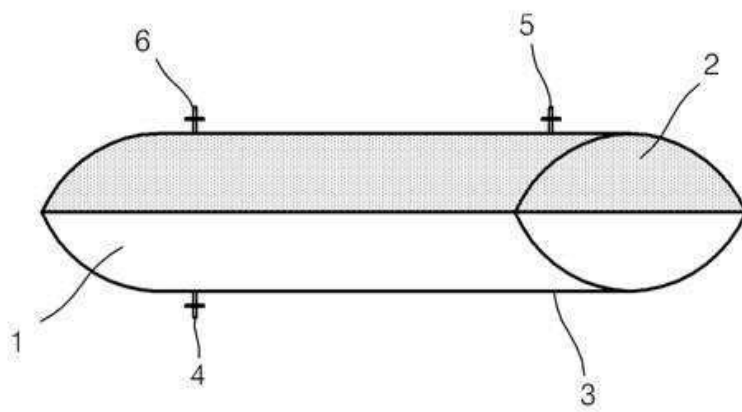
도면2



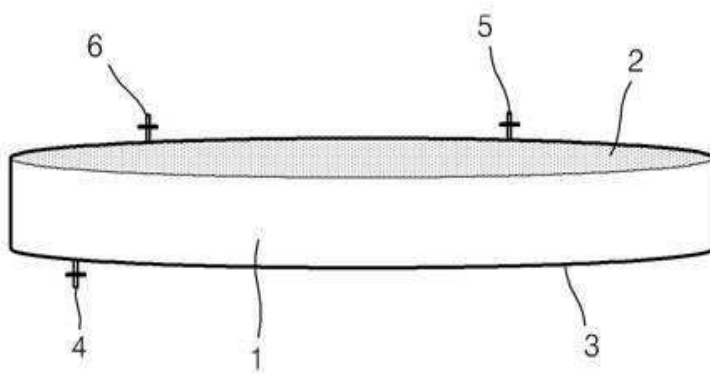
도면3



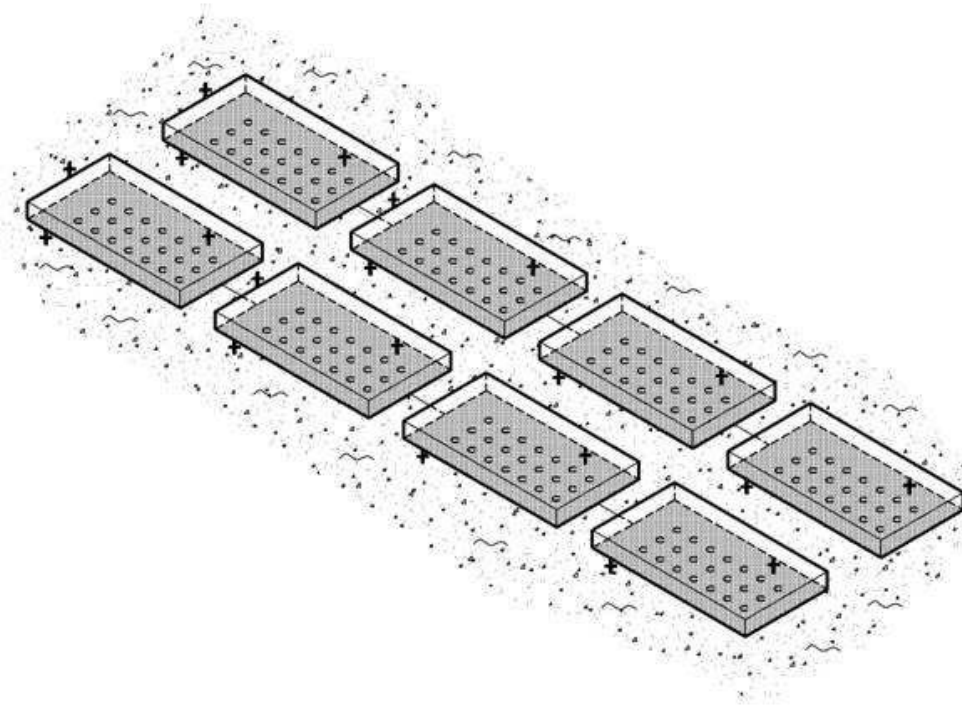
도면4



도면5



도면6



도면7

