(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0116289
(43) 공개일자 2014년10월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C12M 1/00 (2006.01) *F21V 8/00* (2006.01)
C12M 3/00 (2006.01) *C12N 1/12* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0030465
(22) 출원일자 2013년03월21일
심사청구일자 2013년03월21일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
박종락
광주광역시 동구 학동 학동1휴먼시아 103동 1805호
정상화
광주 남구 제석로 72, 102동 604호 (봉선동, 봉선더쉴1단지)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이재량

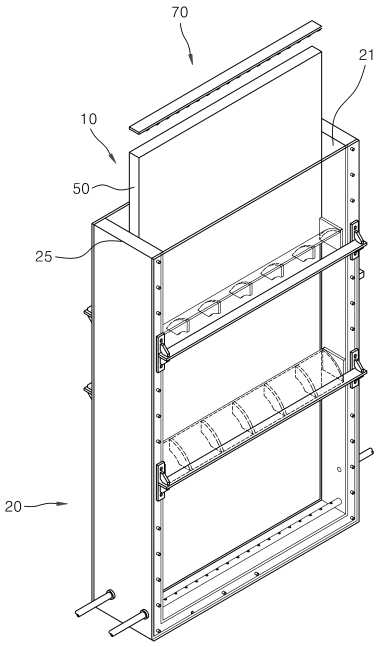
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **도광판과 이를 이용한 광생물 반응기**

(57) 요 약

본 발명의 도광판과 이를 이용한 광생물 반응기는 내부에 배양공간을 가지며 미세조류가 배양될 수 있도록 하는 것으로 소정의 간격으로 설치되는 반응용기들과 상기 각 반응용기들의 배양공간에 설치되어 외부광원으로부터 조사되는 광을 배양공간에 조사하기 위한 도광판을 구비하며, 상기 도광판은 투명한 합성수지재로 이루어진 도광판부재와, 상기 도광판부재의 내부에 레이저빔을 이용하여 광학적변형을 유도함으로써 형성된 복수개의 산란층체를 구비한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

안동규

광주 서구 풍암순환로 112, 303동 102호 (풍암동, 중흥3차아파트)

김종태

광주 광산구 풍영로329번길 50, 711동 102호 (장덕동, 신완마을휴먼시아7단지아파트)

김광호

광주 북구 양산택지로79번길 15, 102동 105호 (양산동, 일신1차아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20103020090020
부처명	지식경제부
연구관리전문기관	한국에너지기술평가원
연구사업명	신재생에너지기술개발사업
연구과제명	바이오리파이너리 기반 고효율 평판형(FPA) 광생물반응기 개발
기 여 율	1/1
주관기관	조선대학교 산학협력단 바이오리파이너리 연구센터
연구기간	2010.06.01 ~ 2013.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

투명한 합성수지로 이루어진 도광판부재와, 상기 도광판부재의 내부에 레이저빔을 이용하여 광학적 변형을 유도함으로써 형성되며 외부광원으로부터 도광판부재 유입측면의 적어도 일측으로부터 유입되는 광을 전후면 중 적어도 일측면으로 산란시키는 복수개의 산란체를 구비한 것을 특징으로 하는 도광판.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 산란체는 외부광이 유입되는 유입측면으로부터 멀어질수록 산란체의 배열밀도가 상대적으로 높아지는 것을 특징으로 하는 도광판.

청구항 3

내부에 배양공간을 가지며 미세조류가 배양될 수 있도록 하는 것으로 소정의 간격으로 설치되는 광생물 반응용기들과 상기 각 광생물 반응용기들의 배양공간에 설치되어 외부광원으로부터 조사되는 광을 배양공간에 조사하기 위한 도광판을 구비하며, 상기 도광판은 투명한 합성수지재로 이루어진 도광판부재와, 상기 도광판부재의 내부에 레이저빔을 이용하여 광학적 변형을 유도함으로써 형성된 복수개의 산란층체를 구비하여 된 것을 특징으로 하는 광생물 반응기.

청구항 4

내부에 배양공간을 형성하며 투명판 도광부재로 이루어진 광생물 반응용기들과,

상기 도광부재의 내부에 레이저빔을 이용하여 광학적 변형을 유도함으로써 형성되어 외부광원으로부터 도광부재의 적어도 일측으로부터 유입되는 광을 산란시켜 상기 배양공간의 내부 측으로 조사하는 복수개의 산란체를 구비한 것을 특징으로 하는 광생물 반응기.

청구항 5

제 4항에 있어서,

배양공간에는 외부 광원으로부터 광을 조사하기 위한 도광판이 설치되며, 상기 도광판의 도광부재의 내부에 레이저빔을 광학적변형을 유도함을써 형성된 산란체가 형성된 것을 특징으로 하는 광생물 반응기.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 미세조류의 대량 배양을 위한 광생물 반응기에 관한 것으로, 더 상세하게는 광생물 반응 용기의 내부에 설치되어 외부광원으로 부터 조사되는 광을 배양액에 조사할 수 있는 도광판과 이 도광판을 이용한 광생물 반응기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 산업체 배출 CO_2 가 지구 온난화의 주범으로 지목됨에 따라 CO_2 를 고정화하기 위해 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 의약용 원료 물질 등의 유용 물질을 생산하는 목적으로 사용되어 왔고, 유용한 고부가가치 물질들이 지속적으로 발견되어 그 활용범위를 넓혀 가고 있다.

[0004] 미세조류의 생체 중량 및 유용생산물 증가에 영향을 미치는 것으로써 배지의 조성, 온도, pH, 광도 등의 많은 요인들이 존재 하지만, 그 중에서도 광합성 미세조류의 특성상 빛이 차지하는 비중이 가장 크다. 일반적으로 이산화탄소 고정화를 목적으로 광합성 미세조류를 배양하는 장치는 크게 옥외에서 대량 배양을 하는 것(open

system)과 광생물 반응기를 이용하는 것(closed system)으로 나눌 수 있다. 연못형(pond)을 포함하는 옥외 대량 배양장치의 경우 주로 호수 내지 대형 연못과 같은 형태의 반응시설을 사용하여 오고 있으며 일부 국가에서 상용화되어 있다.

[0005] 그러나 이러한 형태의 배양시설은 초기 투자비가 적고 유지관리가 용이한 장점은 있으나, 오염, 분리 및 정제의 어려움, 낮은 세포농도, 많은 기질량(특히,질소원), 높은 수질 및 수량의 요구, 불규칙한 기후 조건, 비싼 인건비 등의 문제들 때문에 그 설치가 극히 제한적일 수 밖에 없다. 특히 배양장치 내부로 효과적인 빛 전달이 이루어 지지 않아 균체의 성장속도가 느리고 균체의 성장 수율이 낮으며, 많은 양의 이산화탄소를 제거하기 위해서는 넓은 설치 공간이 필요한 단점을 가지고 있다.

[0006] 이러한 옥외 대량 배양장치의 문제점들을 해결하기 위해, 작은 크기의 반응기를 통해 고농도 배양을 함으로써 옥외 대량 배양장치에서의 생산량과 같거나 또는 더 많은 양을 생산하고, 유용 물질의 농도도 더 높은 고품질의 제품을 생산할 수 있다.

[0007] 현재 개발되어 있는 형태로는 일반 교반형 반응기, 관형 반응기, 관형 반응기, 칼럼형 반응기 등이 있고, 이러한 모든 종류의 반응기는 빛의 효율적인 전달이 반응기 설계에 있어서 가장 중요한 점이 되고 있다. 미세 조류 세포의 농도가 낮을 때에는 배지, 기체 주입 등이 세포의 증식에 가장 중요한 요인이 되지만, 고농도에 도달하면 광도가 가장 중요한 인자가 된다. 왜냐하면 농도가 높아질수록 빛의 투과 길이가 짧아지기 때문이다.

[0008] 즉, 미세조류가 배양되는 동안 가해지는 빛은 미세조류가 성장하면서 점점 부피가 커지게 되며 이로 인하여 반응기 표면에 있는 미세조류는 빛을 계속 공급 받을 수 있으나 반응기 내부에 있는 미세조류는 표면의 미세조류로 인하여 그림자 효과가 생기므로 성장하는데 필요한 빛의 양을 충분히 공급받을 수 없게 된다.

[0009] 그러나 현재까지 고안된 대부분의 미세조류용 광생물 반응기들은 이러한 점을 극복하지 못하였고, 그 때문에 여타의 미생물용 생물 반응기에 비하여 그 생산 효율이 떨어졌다. 이를 극복하여 효율적으로 빛을 전달하기 위해. 최근에는 내부광원을 이용한 광생물 반응기가 연구되어지고 있다. 널리 사용되고 있는 광생물 반응기로는 외부광원으로 태양광을 이용하는 관형 광생물 반응기와 수직원주형 광생물 반응기 등이 알려져 있다. 상기 반응기는 태양광에 노출되는 조사 면적을 최대화하고 배양액 내부로의 빛 투과 거리를 짧게 하기 위하여, 좁고 긴 직사각형 또는 원통형 파이프를 조밀하게 밀착시켜 배양액을 순환시키는 구조를 갖는다.

[0010] 대한민국 등록특허 제 0933741호에는 미세조류 대량 배양을 위한 광생물 반응기가 게시되어 있다. 게시된 반응기는 엘이디, 플랙시블 엘이디를 이용한 것으로 광원이 직접 배양액에 접촉된 구조를 가진다. 이와 같이 구성된 광생물 반응기는 광원으로부터 발생된 열이 직접 배양액에 전달되는 문제점을 근본적으로 해결할 수 없다.

[0011] 그리고 대한민국 특허 공개 제 2009-0055170호에는 원통형 광생물 반응기가 게시되어 있으며, 대한민국 등록특허 제 0897019호에는 고효율 미세조류 배양용 광생물 반응기가 게시되어 있다. 이 반응기는 반사형 집광기와 광섬유를 이용하여 태양광을 광생물 반응기에 조사하는 구조를 가진다. 미국 등록출원 제 2009/0211150호에는 관형 광생물 반응기를 이용하여 미세조류인 글로렐라를 고농도로 배양하여 바이오메스 및 바이오디젤을 생산하는 기술적 구성이 개시되어 있으며, 미국 등록출원 제 2005/0255584호에는 광효율 향상을 위하여 투명소재의 칸막이를 사용함과 아울러 표면적이 증가된 관형 광생물 반응기가 개시되어 있다.

[0012] 미국 특허등록 제 595876호에는 복합 포물형 집속기를 사용하여 태양광의 집광효율을 향상시킨 관형 광생물 반응기가 개시되어 있다.

[0013] 상술한 바와 같이 구성된 종래의 광생물 반응기에 사용되는 도광판은 그 표면에 광을 난반사시키기 위한 산란패턴이 형성되거나 인쇄되어 있으므로 도광판을 광생물 배양기의 내부에 설치하는 경우, 산란패턴의 형성에 따른 요철부위에 광생물 유기체가 부착되어 광의 투과성이 상대적으로 떨어지고 조도균일도 또한 시간에 따라 저하되는 되는 문제점이 있다.

[0014] 이러한 점을 감안하여 도광판을 감싸는 별도의 케이스를 설치할 수 있으나, 이 경우 구조가 상대적으로 복잡하고, 상대적으로 넓은 배양공간을 확보하기 어렵고, 광생물 배양기의 설계자유도를 높일 수 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위한 것으로, 도광판을 이루는 도광판본체의 내부에 산란체를 형성하여 외광

의 산란효율을 향상시킬 수 있는 도광판과 이를 이용한 광생물 반응기를 제공함에 그 목적이 있다.

[0016] 본 발명의 다른 목적은 외부광원으로부터 조사되는 광을 도광판 본체의 양측면으로 부터 배양공간의 광생물 유기체에 조사할 수 있으며, 광생물 유기체인 미세조류의 생산성을 높일 수 있는 도광판과 이를 이용한 광생물 반응기를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0017] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 도광판은 투명한 합성수지로 이루어진 도광판부재와, 상기 도광판부재의 내부에 레이저빔을 이용하여 광학적 변형을 유도함으로써 형성되며 외부광원으로부터 도광판부재 유입측면의 적어도 일측으로 부터 유입되는 광을 전후면 중 적어도 일 측면으로 산란시키는 복수개의 산란체를 구비한 것을 그 특징으로 한다.

[0018] 본 발명에 있어서, 상기 산란체는 외부광이 유입되는 유입측면으로부터 멀어질수록 배열밀도가 상대적으로 높아진다.

[0019] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 광생물 반응기는 내부에 배양공간을 가지며 미세조류가 배양될 수 있도록 하는 것으로 소정의 간격으로 설치되는 반응용기들과 상기 각 반응용기들의 배양공간에 설치되어 외부광원으로부터 조사되는 광을 배양공간에 조사하기 위한 도광판을 구비하며,

[0020] 상기 도광판은 투명한 합성수지재로 이루어진 도광판부재와, 상기 도광판부재의 내부에 레이저빔을 이용하여 광학적변형을 유도함으로써 형성된 복수개의 산란층체를 구비하여 된 것을 그 특징으로 한다.

[0021] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 광생물 반응기는 내부에 배양공간을 형성하며 투명판 도광판부재로 이루어진 반응용기들과,

[0022] 상기 도광판부재의 내부에 레이저빔을 이용하여 광학적변형을 유도함으로써 형성되어 외부광원으로부터 도광판부재 측면의 적어도 일측으로부터 유입되는 광을 반사시키는 상기 배양공간의 내부측으로 조사하는 복수개의 산란체를 구비한 것을 특징으로 한다.

[0023] 본 발명에 있어서, 배양공간에는 외부 광원으로부터 광을 조사하기 위한 도광판이 설치되는데, 이 도광판본체의 내부에 레이저빔을 이용한 광학적 변형을 유도함으로써 형성된 산란체를 구비한다.

발명의 효과

[0024] 본 발명에 따른 광생물 반응기는 배양공간을 형성하는 광생물 배양용기 또는 배양공간에 설치되는 도광판부재의 내부에 산란체를 형성함으로써 광생물 유기체가 산란체에 부착되어 발생하는 광 투과 및 조도균일도 저하의 문제점을 방지할 수 있으며, 광을 배양공간에 직접적으로 조사할 수 있다. 배양공간 내부에서 광생물 유기체가 직접적으로 광과 반응하므로 그 배양 활성을 극대화 할 수 있으면서도, 광원은 광생물 반응기 외부에 설치되어있어 배양되는 광생물 유기체가 광원으로부터 발생되는 열에 의해 괴사하는 것을 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명에 따른 도광판이 설치된 광생물 반응기를 나타내 보인 사시도,

도 2는 도 1에 도시된 광생물 반응기의 단면도,

도 3은 본 발명에 따른 도광판의 일부절제 사시도,

도 4는 레이저빔을 이용하여 도광판부재에 산란체를 형성하는 상태를 나타내 보인 측면도,

도 5는 도광판에 산란층이 복수층으로 형성된 상태를 나타내 보인 단면도,

도 6은 본 발명에 따른 광생물반응기의 다른 실시예를 나타내 보인 사시도,

도 7은 본 발명에 따른 광생물 반응기에 설치된 도광판에 외부광원에 의해 광이조사되는 상태를 나타내 보인단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 도 1 내지 도 2에는 배양공간에 도광판이 설치된 본 발명에 따른 광생물 반응기의 일 실시예를 나타내 보였다.

[0027] 도면을 참조하면, 본 발명의 광생물 반응기(10)는 소정의 간격으로 설치되는 것으로, 미세조류 및 배양액이 저장되어 미세조류가 배양될 수 있는 배양공간(21)을 가지는 판상의 광생물 배양용기(20)들과, 상기 광생물 배양용기(20)의 배양공간에 설치되어 외부광원으로부터 조사되는 광을 배양공간(21)으로 조사하는 도광판(50)을 구비한다.

[0028] 상기 도광판(50)은 도 3에 도시된 바와 같이 투명한 합성수지재로 이루어진 도광판부재(51)의 내부에 복수개의 산란체(52)들이 소정의 패턴으로 형성된다. 이러한 산란체(52)들은 도 4에 도시된 바와 같이 레이저빔 발생장치(60)와 연결되는 레이저조사헤드(61)를 이용하여 도광판부재(51)의 내부에 레이저빔(62)을 조사함으로써 도광판부재(51)의 내부에 국소적으로 레이저빔의 에너지가 흡수되게 하여 광학적변형을 유도함으로써 형성할 수 있다. 상기 레이저빔(62)은 나노초 내지 펨토초의 고출력 레이저를 사용함이 바람직하다. 그리고 이러한 레이저빔을 발생시키기 위한 레이저빔 발생장치는 Ti: Sapphire, Nd:YAG 를 사용함이 바람직하다.

[0029] 상기 산란체(52)는 원형의 형상 또는 다각형의 형상으로 형성될 수 있는데, 이에 한정되지 않고, 외광을 산란시킬 수 있는 파형, 선형 등으로 이루어질 수도 있다. 상기 도광판부재(51)에 형성된 산란체(52)는 레이저빔발생장치(60)로부터 발생된 레이저빔의 초점의 위치를 도광판부재의 두께방향으로 변형시킴으로써 도광판부재(51)의 두께 방향으로 다층(복수개)이 설치될 수 있다.(도 5참조)

[0030] 상기 도광판부재(51)에 형성된 산란체(52)는 외부광원으로부터 도광판의 측면, 즉 상측면(53)으로부터 유입되는 광을 배양공간으로 산란시키게 되는데, 이 산란체(52)는 상기 상측면으로부터 멀어질수록 그 분포가 조밀하게(단위면적당 산란체의 밀도가 높게)형성된다. 이러한 산란체(52)의 분포의 차이는 광이 유입되는 상면으로부터 멀어질수록 조도가 상대적으로 떨어지는데, 이 광의 조도 저하를 보상하기 위해 광의 산란율을 높이기 위한 것이다.

[0031] 한편, 도 6에 도시된 바와 같이 상기 광생물 배양용기(20)를 이루는 본체는 합성수지재로 이루어진 투명한 도광부재(23)로 이루어질 수 있다. 상기 도광부재(23)는 상기 도광판 부재와 같이 판상으로 이루어질 수 있으며 내부에는 산란체가 가 형성된다. 상기 광생물 배양용기(20)가 도광부재로 이루어진 경우 광생물을 배양하기 위한 배양액과 직접적으로 접촉되지 않은 외측에는 도광부재(23)를 통하여 광원(70)으로부터 조사되는 광을 배양공간으로 반사시키기 위한 반사필름이 부착될수 있다. 이 경우 산란체는 배양액과 직접적으로 접촉되지 않는 외측면에 형성될 수도 있다.

[0032] 상기 광생물 배양용기(20)가 판상으로 이루어진 경우 격자상의 프레임(25)의 양측에 산란체가 형성된 판상의 도광부재(23)가 고정되어 배양공간을 구획할 수 있다. 여기에서 상기 광생물 배양용기(20)가 판상으로 형성되어 두께가 얇아지는 경우, 산란체가 형성된 도광판을 배양공간(21)의 내부에 설치하지 않을 수 있다. 이 경우 상기 배양공간을 구획하는 도광부재의 상면측으로 외부광원의 광을 조사함으로써 배양공간의 내부에 광을 조사할 수 있다.

[0033] 한편, 상기 광생물 배양용기(20)의 본체가 도광부재(23)로 이루어져 있다하여도 상기 광생물 반응용기(20)의 외측에 상기 광생물 반응용기의 내부에 저장된 배양액 광생물 유기체에 광을 조사하기 위한 면광원장치(90)를 도 6에 도시된 바와 같이 광생물 반응용기의 외측에 설치할 수도 있다. 상기 면광원장치는 상술한 바와 같이 구성된 도광판 즉, 내부 또는 외부 일 측면에 산란층이 형성된 도광판(91)과, 상기 도광판의 외측면중 일측에 광을 조사하기 위한 외부광원(70)으로 이루어질 수 있다.

[0034] 상술한 바와 같이 구성된 도광판 또는 광생물 배양용기를 이루는 도광판부재(51), 도광부재(23)에 광을 조사하기 위한 외부광원(도 6의 70)은 발광다이오드모듈, 또는 냉음극형광램프(CCFL;cold cathode fluorescent lamp), 형광램프 등과 같은 발광램프 중 선택된 하나로 이루어질 수 있다. 상기 발광램프와 도광판의 측면의 사이에는 발광램프로부터 조사되는 광을 집속하기 위한 광학유닛이 설치될 수 있다. 발광램프로부터 발생한 광을 도광판 측면으로 반사시키기 위한 반사체가 추가로 설치될 수 있다. 또한 상기 발광램프와 도광판의 측면 사이의 간격이 넓거나 조사의 제약을 받는 경우 발광램프의 광을 광파이버, 광도파부재를 이용하여 광을 도광시킬 수 있다.

[0035] 그리고 상기 외부광원은 도 7에 도시된 바와 같이 태양광을 집속시키는 렌즈로 이루어진 집광유닛(80)과, 상기 집광유닛(80)으로부터 집광된 광을 도광판에 전달하기 위한 광파이버(81) 또는 도파관이 설치될 수 있다. 상기 집광유닛(80)은 는 실린더리컬 타입의 프레넬렌즈(cylindrical type fresnel)로 이루어지거나 티아이아르 컨센트레이터(TIR-concentrator)로 이루어질 수 있는데, 이에 한정되지 않고, 태양광을 광파이버 측으로 집광할 수 있는 구조이면 어느 것이나 가능하다. 그리고 상기 집광유닛과 광파이버의 사이 또는 광파이버의 입구 측에는

광합성에 기여하지 않고 열발생을 통해 광섬유를 열화시킬 수 있는 파장대인 적외선을 차단하기 위해 IR필터(82)가 설치된다. 상기 IR필터는 상기 도광판의 광도입면과 광출사면에 설치될 수 있다.

[0036] 그리고 상기 광생물 반응용기(20)는 도면에 도시되어 있지 않으나 반응용기의 내부로 이산화탄소를 공급하는 이산화탄소 공급유닛과 산소공급유닛이 설치된다. 또한 도면에는 도시되어 있지 않으나 반응용기에는 배양액과 미세조류 시드(seed)를 공급 및 배출하기 위한 시드 배양액 및 시드 공급부와 연결되고, 상기 반응용기는 미세조류 저장조와 연결되며, 상기 미세조류 저장조는 미세조류 전처리조와 연결된다.

[0037] 한편, 상기 평판 상의 광생물 반응용기(20)의 내면은 반응용기 내부에 미세조류가 부착되지 않도록 하기 위하여 산화티탄(TiO_2)등에 의한 코팅막이 형성될 수 있다. 또한 상기 판상의 광생물 반응용기(20)의 내부에는 블레이드가 구비되어 기포의 상승력에 의해 반응용기 내의 물이 순환될 수 있도록 함이 바람직하다.

[0038] 상기와 같이 구성된 발명의 도광판을 이용한 광생물 반응기(10)는 배양공간에 광생물을 배양하기 위한 배양액이 주입된 상태에서 외부광원으로부터 조사된 광이 도광판(50)의 상측면 즉 광도입면(53)의 가장자리를 통하여 입사되면 이 광은 상기 도광판(51)을 통하여 도광하게 되며 도광판의 내부에 형성된 산란체(52)에 의해 산란되어 광생물 배양용기의 배양공간으로 조사된다. 이 과정에서 상기 도광판(50)의 내부에 형성된 산란체(52)는 광도입면으로부터 멀어질수록 그 밀도가 조밀하게 형성되어 있으므로 광도입면으로부터 입사된 광이 도광판의 각 부위로 균일한 조도로 조사될 수 있다. 이러한 도광판은 외면에 광의 산란를 위한 광산란패턴을 형성하지 않아도 되므로 광생물유기체가 도광판의 표면에 부착되는 것을 근본적으로 방지할 수 있다.

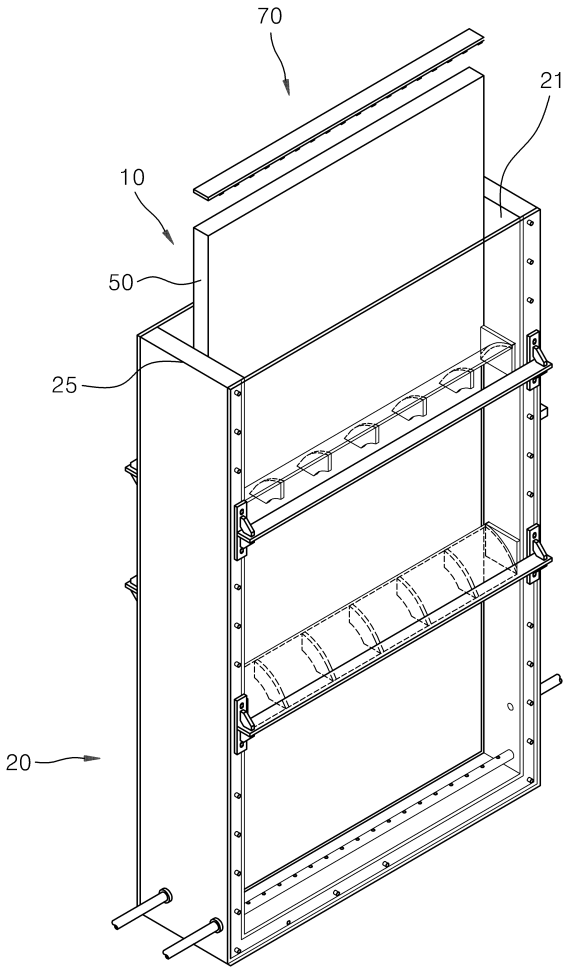
[0039] 그리고 상기 광생물반용용기가 내부에 산란체(52)들이 형성된 도광부재(23)로 이루어진 경우, 상기 광생물반응용기를 이루는 도광부재(23)의 광도입면을 통하여 광이 입사되면 상기 산란체(52)에 의해 광이 산란되어 배양공간에 광을 조사할 수 있다.

[0040] 이러한 도광판 또는 광생물반응용기를 구성하는 도광부재는 외부광원으로부터 조사되는 광을 배양공간으로 조사할 수 있으므로 광원으로부터 발생되는 열이 내부로 전달되는 것을 근본적으로 방지 할 수 있다.

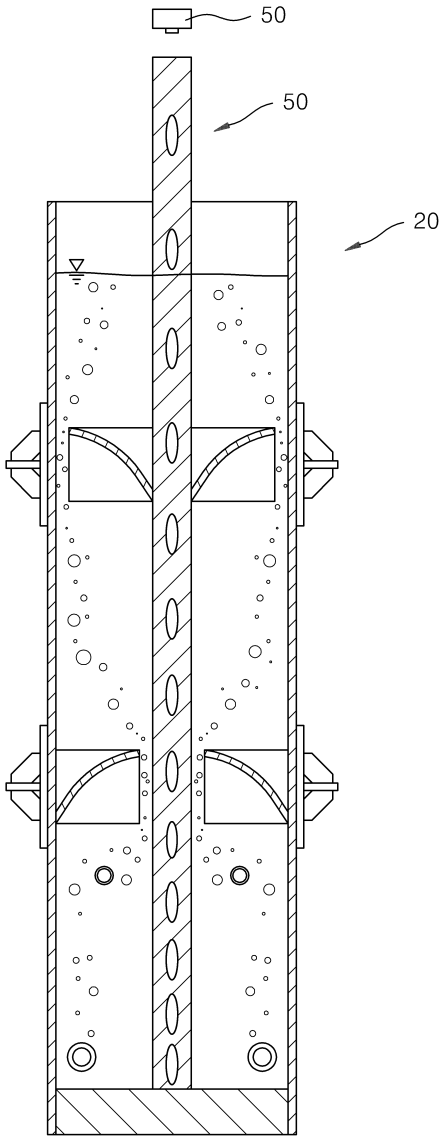
[0041] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 사람이라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록 청구 범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

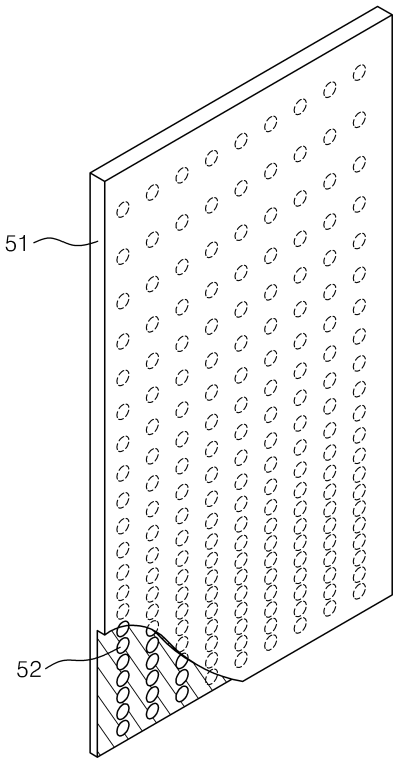
도면1



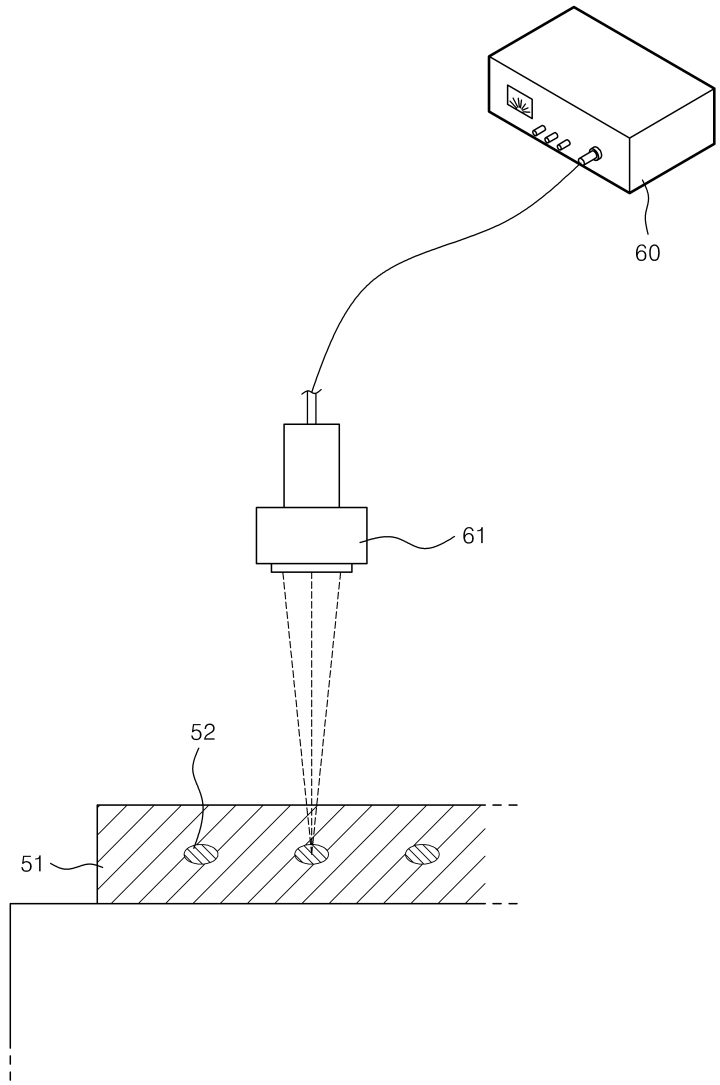
도면2



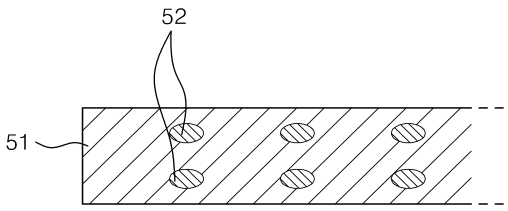
도면3



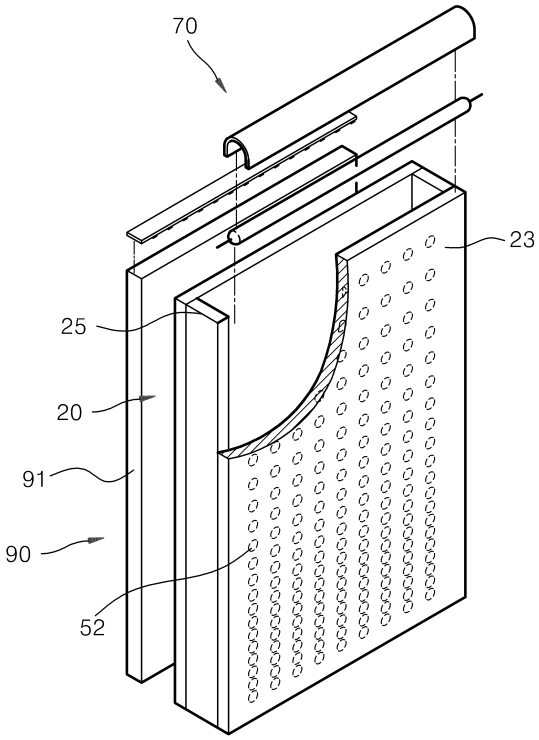
도면4



도면5



도면6



도면7

