



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년04월07일

(11) 등록번호 10-1381951

(24) 등록일자 2014년03월31일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C12M 1/04 (2006.01) *C12M 3/02* (2006.01)
C12N 1/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0008908

(22) 출원일자 2013년01월25일

심사청구일자 2013년01월25일

(56) 선행기술조사문헌

KR101222145 B1*

KR101222696 B1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

조선대학교산학협력단

광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)

(72) 발명자

정상화

광주 남구 제석로 72, 102동 604호 (봉선동, 봉선
더샵1단지)

박종락

충북 청주시 흥덕구 두꺼비로 63, 102동 705호 (산남동, 산남대원칸타빌1단지아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이재량

전체 청구항 수 : 총 1 항

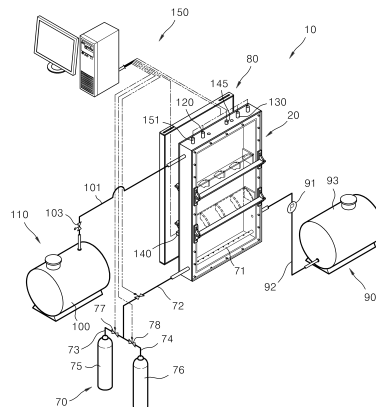
심사관 : 이현송

(54) 발명의 명칭 평판형 광생물반응기 모듈과 이를 이용한 광생물 배양 시스템

(57) 요약

본 발명의 광생물 배양 시스템은 내부에 광생물유기체가 주입되어 배양될 수 있도록 상호 결합되어 배양공간이 마련되며, 외측표면에 일일정간격으로 지지리브가 구비된 배양패널본체들과, 상기 배양패널본체들에 의해 형성된 상기 배양공간을 횡방향으로 관통되게 설치되어 유입된 기체를 토출하는 기체공급관과, 상기 배양패널본체들의 내측 벽에 횡방향으로 연장되며 상기 기체공급관을 통해 공급된 기체의 상승기류에 대해 와류를 일으킬 수 있도록 호형으로 형성된 적어도 하나 이상의 와류형성격벽을 포함하는 평판형 광생물배양용기; 상기 평판형 광생물배양용기의 적어도 일측에 설치되어 광생물유기체의 배양을 위한 광을 조사하는 면광원유닛을 구비한 평판형 광생물반응기 모듈과, 상기 평판형광생물배양용기에는 하부측을 상기 배양공간의 내부로 미세조류를 주입하기 위한 펌프가 설치된 미세조류주입관과 연결되며 미세조류가 저장되는 미세조류공급탱크와, 상기 평판형광생물배양용기의 상단부측과 연결된 미세조류배출관과 연결되어 배양된 광생물유기체를 저장하기 위한 광생물저장탱크와, 상기 평판형 광생물배양용기에 설치되어 배양되는 미세조류배양액의 PH값을 측정하기 위한 PH측정센서와, 산소 및 이산화 탄소의 용존량을 측정하기 위한 용존량측정센서와, 상기 면광원유닛으로부터 평판형 광생물반응기 모듈에 조사되는 광의 조도를 측정하기 위한 조도측정센서와, 상기 펌프, 조도측정센서, PH측정센서, 용존량측정센서로부터 검출된 신호에 근거하여 광생물유기체를 연속생산 할 수 있도록 제어하는 제어유닛을 구비한다.

대표도 - 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

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

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

내부에 광생물유기체가 주입되어 배양될 수 있도록 상호 결합되어 배양공간(21)이 마련되며, 외측표면에 일정간격으로 지지리브(30)가 구비된 배양패널본체(22)(23)들과, 상기 배양패널본체(22)(23)들에 의해 형성된 상기 배양공간(21)을 횡방향으로 관통되게 설치되어 유입된 기체를 토출하는 기체공급관(71)과, 상기 배양패널본체(22)(23)들의 내측 벽에 횡방향으로 연장되며 상기 기체공급관(71)을 통해 공급된 기체의 상승기류에 대해 와류를 일으킬 수 있도록 호형으로 형성된 적어도 하나 이상의 와류형성격벽을 포함하는 평판형 광생물배양용기(20)와; 상기 평판형 광생물배양용기(20)의 일측에 설치되어 광생물유기체의 배양을 위한 광을 조사하는 것으로, 투명한 판상의 부재로 이루어진 도광판(81)과, 상기 도광판(81)의 가장자리 설치되어 이 광을 조사하는 램프 모듈들과, 상기 도광판(81) 일측에 형성되어 상기 램프 모듈로부터 조사되는 광을 전면 측으로 조사될 수 있도록 산란 또는 반사시키기 위한 확산패턴을 구비한 면광원유닛(80);을 구비한 평판형 광생물배양용기 모듈과:

상기 평판형 광생물배양용기(20)에는 하부측을 상기 배양공간의 내부로 배지를 주입하기 위한 펌프(91)가 설치된 배지주입관(92)과 연결되며 배지가 저장되는 배지저장탱크(93)와, 상기 평판형 광생물배양용기(20)의 상단부측과 연결되며 컨트롤밸브(103)가 설치된 미세조류배출관과 연결되어 배양된 광생물유기체를 저장하기 위한 광생물저장탱크(100)와:

산소 및 이산화 탄소의 용존량을 측정하기 위한 용존량측정센서, 배양되는 미세조류의 농도를 측정하는 바이오

매스농도측정센서(145), 상기 배양되는 광생물 배양액의 온도를 측정하는 온도측정센서(151), 상기 면광원유닛으로부터 평판형 광생물반응기 모듈에 조사되는 광의 조도를 측정하기 위한 조도측정센서(140), 상기 평판형 광생물배양용기에 설치되어 배양되는 미세조류배양액의 PH값을 측정하기 위한 PH측정센서(120)를 구비하며,

상기 펌프, 용존량측정센서 및 바이오매스농도측정센서, PH측정센서, 조도측정센서, 온도측정센서로부터 검출된 신호에 근거하여 광생물유기체를 연속생산 할 수 있도록 제어하는 제어유닛(150)을 구비하며,

상기 기체공급관(71)은 설정된 압력 이상 시에 표면이 확장되는 복수개의 토출구를 구비하고,

상기 와류형성격벽(40)은 상기 기체공급관(71)으로부터 상방으로 이격된 위치의 메인바디(24)의 내벽에서 횡방향으로 연장되고, 상기 제1 배양패널본체(22)의 밀착될 수 있는 위치의 제 1하단(41a)이 상기 제 2배양패널본체(23)와 대향되는 제 1상단(41b) 보다 상기 기체공급관(71)과의 이격거리가 짧은 호형으로 형성되며, 상기 제 1상단(41b)이 제2배양패널본체의 내면으로부터 소정간격 이격되는 제 1와류형성격벽(41)과,

상기 기체공급관(71)으로부터 상방으로 이격된 위치의 상기 메인바디의 내벽에서 횡방향으로 연장되고, 상기 제2배양패널본체(23)의 밀착될 수 있는 위치의 제 2하단(42a)이 상기 제 1 배양패널본체(22)와 대향되는 제 2상단(42b) 보다 상기 기체공급관(71)과의 이격거리가 짧은 호형으로 형성되며, 상기 제 2상단(42b)이 후면에 위치되는 제1배양패널본체(22)의 내면으로부터 소정간격 이격되는 제 2와류형성격벽(42)을 구비한 것을 특징으로 하는 광생물 배양 시스템.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

명세서

기술분야

[0001]

본 발명은 평판형 광생물 반응기 모듈과 이를 이용한 광생물 배양시스템에 관한 것으로, 더 상세하게는 광생물 배양용기와 이 광생물배양용기에 광을 조사하기 위한 광조사구조가 개선된 평판형 광생물 반응기 모듈과 이를 이용한 광생물 배양시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

최근 산업체 배출 CO₂ 가 지구 온난화의 주범으로 지목됨에 따라 CO₂ 를 고정화하기 위해 미세조류를 활용하려는 연구가 활발하게 진행되고 있다.

미세조류는 다양한 능력에 기인하여, 폐수의 처리, 이산화탄소의 고정화 등의 역할을 수행할 수 있으며 연료물질, 화장품, 사료, 식용 색소와 의약품 원료 물질 등의 유용 물질을 생산하는 목적으로 사용되어 왔고, 유용한 고부가가치 물질들이 지속적으로 발견되어 그 활용범위를 넓혀 가고 있다.

[0003]

삭제

[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 국

가에서 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 인건 비 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 제거 하기 위해서는 넓은 설치 공간이 필요한 단점을 가지고 있다.

[0006] 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 조류세포의 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.

[0007] 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.

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 전달 하기 위해, 최근에는 내부광원을 이용한 광생물 반응기가 연구되어지고 있다. 널리 사용되고 있는 광생물 반응 기로는 외부광원으로 태양광을 이용하는 관형 광생물 반응기와 수직원주형 광생물 반응기 등이 알려져 있다. 상 기 반응기는 태양광에 노출되는 조사 면적을 최대화하고 배양액 내부로의 빛 투과 거리를 짧게 하기 위하여, 좁 고 긴 직사각형 또는 원통형 파이프를 조밀하게 밀착시켜 배양액을 순환시키는 구조를 갖는다.

[0008] 이러한 광생물 반응기는 각각의 형태에 있어서 장단점을 가지고 있다. 특히, 내부광원으로써 섬유를 이 용한 반응기는 광효율은 좋으나 세포가 광섬유 표면에 부착하는 문제점이 있다. 또한, 내부광원으로써 형광등 등의 인공광원만을 사용하는 경우, 전기(에너지)를 과도하게 사용하므로 에너지 생산관점에서 효율적이지 못하 다는 문제점이 있다.

[0009] 이러한 문제점을 해결하기 위하여 대한민국 등록특허 제 0933741호에는 미세조류 대량 배양을 위한 광 생물 반응기가 게시되어 있다. 게시된 반응기는 엘이디, 플렉시블 엘이디를 이용한 것으로 광원이 직접 배양액 에 접촉된 구조를 가진다. 이러한 구조는 광원의 표면에 미세 조류가 부착되어 광효율이 떨어지게 된다.

[0010] 그리고 대한민국 특허 공개 제 2009-0055170호에는 원통형 광생물 반응기가 게시되어 있으며, 대한민 국 등록 특허 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 바이오매스 및 바이오디젤을 생산하는 기술적 구성이 개시되어 있으며, 미국 등록출원 제 2005/0255584호에는 광효율 향상을 위하여 투명소재의 칸막이를 사용함과 아울러 표면적 증가된 관형 광생물 반응기가 개시되어 있다.

[0011] 미국 특허등록 제 595876호에는 복합 포물형 집속기를 사용하여 태양광의 집광효율을 향상시킨 관형 광생물 반 응기가 개시되어 있다.

[0012] 그리고 미국 특허출원 공개 US2009/0047722호(2009.02.19)에는 바이오매스 생산을 위한 시스템이 게 시되어 있다. 게시된 광합성 유기체를 배양하기 위한 바이오리액터 시스템은 외부 표면과 내부 표면, 다수의 광합성 유기체와 배양 매체를 유지하기 위해 구성된 고립 공간을 한정하는 내부 표면을 가지는 컨테이너와, 컨 테이너의 고립 공간에 수용된 하나 이상의 발광기관을 포함하는 조명 시스템을 구비하고 있습니다.

[0013] 상술한 바와 같이 구성된 종래의 바이오리액터 시스템은 광생물 유기체를 배양하기 위한 컨테이너의 내 부에 조명시스템이 설치되어 있으므로 상술한 바와 같이 광생물 유기체가 표면에 부착되는 문제점을 근본적으로 해결할 수 없다.

[0014] 특히, 조명시스템이 컨테이너의 내부에 설치되는 경우, 조명시스템으로부터 발생하는 열이 광생물 유기 체에 직접적으로 전달되게 됨으로써 광생물이 괴사하거나 성장이 억제되는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 광생물배양용기의 외부로부터 먼광원을 조사하여 광의 조사 시 광원으로부터 조사되는 광이 광생물 유기체에 전달되는 것을 방지 할 수 있는 평판형 광생물반응기 모듈과 이를 이용한 광생물 배양 시스템을 제공함에 그 목적이 있다.
- [0016] 본 발명의 다른 목적은 광생물 유기체의 배양환경을 최적의 상태로 유지하여 연속적인 배양이 가능한 평판형 광생물반응기 모듈과 이를 이용한 광생물 배양 시스템을 제공함에 있다.
- [0017] 본 발명의 또 다른 목적은 평판형 광생물배양용기와 이에 광을 조사하기 위한 조명의 설계자유도를 높일 수 있으며, 광조사효율과 배광균일도 극대화시켜서 광생물유기체의 생산성을 높일 수 있는 평판형 광생물반응기 모듈과 이를 이용한 광생물 배양 시스템을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

- [0018] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 평판형 광생물반응기 모듈은 내부에 광생물유기체가 주입되어 배양될 수 있도록 상호 결합되어 배양공간이 마련되며, 외측표면에 일정간격으로 지지리브가 구비된 제1,2배양패널본체들과, 상기 제 1,2배양패널본체들에 의해 형성된 상기 배양공간을 횡방향으로 관통되게 설치되어 유입된 기체를 토출하는 기체공급관과, 상기 제1,2배양패널본체들의 내측 벽에 횡방향으로 연장되며 상기 기체공급관을 통해 공급된 기체의 상승기류에 대해 와류를 일으킬 수 있도록 호형으로 형성된 적어도 하나 이상의 와류형성격벽을 포함하는 평판형 광생물배양용기와;
- [0019] 상기 평판형 광생물배양용기의 적어도 일측에 설치되어 광생물유기체의 배양을 위한 광을 조사하는 먼광원유닛을 구비한 것을 그 특징으로 한다.
- [0020] 본 발명에 있어서, 상기 평판형 광생물배양용기를 구성하는 배양패널본체는 합성수지로 이루어지며 상기 배양패널본체들에 형성된 지지리브는 상부로부터 하부로 갈수록 간격이 좁아지며, 외광을 다중반사시켜 내부로의 광유입량을 증가시킬 수 있으며 배양액의 압력에 대응하는 복수개의 수평고강성부들과, 상기 수평고강성부와 단면이 동일하게 성형된 수직고강성부로 이루어진다.
- [0021] 상기 수평고강성부와 수직고강성부는 상기 배양패널본체에 단면이 반원형, 사다리꼴 또는 다각형의 형상중 하나의 형상을 가지도록 배양패널본체와 일체로 형성된다.
- [0022] 상기 기체공급관은 설정된 압력 이상 시에 표면이 확장되는 복수개의 토출구를 구비한다.
- [0023] 상기 배양패널본체들을 가장자리가 상호 융착되어 이루어지거나 사각틀형상의 메인바디의 양측에 결합되어 배양공간을 형성한다.
- [0024] 상기 와류형성격벽은 상기 기체공급관으로부터 상방으로 이격된 위치의 메인바디의 내벽에서 횡방향으로 연장되고, 상기 제1 배양패널본체의 밀착될 수 있는 위치의 제 1하단이 상기 제 2배양패널본체와 대향되는 제 1상단 보다 상기 기체공급관과의 이격거리가 짧은 호형으로 형성되며, 상기 제 1상단이 제2배양패널본체의 내면으로부터 소정간격 이격되는 제 1와류형성격벽과,
- 상기 기체공급관으로부터 상방으로 이격된 위치의 상기 메인바디의 내벽에서 횡방향으로 연장되고, 상기 제2배양패널본체의 밀착될 수 있는 위치의 제 2하단이 상기 제 1 배양패널본체와 대향되는 제 2상단 보다 상기 기체공급관과의 이격거리가 짧은 호형으로 형성되며, 상기 제 2상단이 후면에 위치되는 제1배양패널본체의 내면으로부터 소정간격 이격되는 제 2와류형성격벽을 구비한 것을 특징으로 한다.
- [0025] 삭제
- [0026] 상기 제 1,2와류형성격벽에는 일정한 방향으로 와류를 일으킬 수 있도록 적어도 하나의 독립와류발생날개를 구비한다.
- [0027] 그리고 상기 평판형광생물배양용기에는 하부측을 상기 배양공간의 내부로 미세조류인 광생물유기체의 배양을 위한 배지를 주입하기 위한 배지주입관이 설치되고, 상기 평판형 광생물배양용기의 상단부측에는 상기 배양공간의 내부로부터 배양된 광생물유기체를 배출하기 위한 미세조류배출관이 설치되며, 평판형광생물배양용기의 상단부측에는 상기 배양공간에서 상승하는 기체를 외부로 배출하기 위한 기체배출홀이 형성된다.

[0028] 상기 평판형 광생물배양용기에 광을 조사하기 위한 면광원유닛은 도광판과, 상기 도광판의 가장자리에 설치되는 램프모듈을 구비하며, 상기 도광판의 배면에는 상기 램프모듈로부터 조사되는 광을 평판형 광생물 반응용기에 균일하게 조사하기 위해 광반사패턴이 형성된다.

[0029] 한편, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 광생물 배양 시스템은 내부에 광생물유기체가 주입되어 배양될 수 있도록 상호 결합되어 배양공간이 마련되며, 외측표면에 일정간격으로 지지리브가 구비된 제1,2배양 패널본체들과, 상기 제1,2배양패널본체들에 의해 형성된 상기 배양공간을 횡방향으로 관통되게 설치되어 유입된 기체를 토출하는 기체공급관과, 상기 제1,2배양패널본체들의 내측 벽에 횡방향으로 연장되며 상기 기체공급관을 통해 공급된 기체의 상승기류에 대해 와류를 일으킬 수 있도록 호형으로 형성된 적어도 하나 이상의 와류형성격 벽을 포함하는 평판형 광생물배양용기와; 상기 평판형 광생물배양용기의 적어도 일측에 설치되어 광생물유기체의 배양을 위한 광을 조사하는 면광원유닛을 구비한 평판형 광생물반응기 모듈과,

[0030] 상기 평판형광생물배양용기에는 하부측을 상기 배양공간의 내부로 미세조류를 주입하기 위한 펌프가 설치된 배지공급관과 연결되며 배지가 저장되는 배지공급탱크와, 상기 평판형광생물배양용기의 상단부측과 연결된 미세조류배출관과 연결되어 배양된 광생물유기체를 저장하기 위한 광생물저장탱크와, 상기 평판형 광생물 배양용기에 설치되어 배양되는 미세조류배양액의 PH값을 측정하기 위한 PH측정센서와, 산소 및 이산화 탄소의 용존량을 측정하기 위한 용존량측정센서와, 바이오매스농도측정센서와, 상기 면광원유닛으로부터 평판형 광생물 반응기 모듈에 조사되는 광의 조도를 측정하기 위한 조도측정센서와,

[0031] 상기 펌프, 조도측정센서, PH측정센서, 용존량측정센서, 바이오매스농도측정센서로부터 검출된 신호에 근거하여 광생물유기체를 연속생산 할 수 있도록 제어하는 제어유닛을 구비한 것을 그 특징으로 한다.

[0032] 본 발명에 있어서, 상기 평판형 광생물배양용기에는 상기 배양되는 광생물 배양액의 온도를 측정하는 온도측정센서를 더 구비한다.

발명의 효과

[0033] 본 발명에 따른 평판형 광생물반응기 모듈과 이를 이용한 광생물 배양 시스템은 광생물 유기체의 배양 시 내부에 저장되는 배양액의 압력에 의해 평판형 광생물반응용기가 변형되는 것을 방지할 수 있으며, 면광원유닛에 의해 외부에서 내부로 광을 조사할 수 있으므로 면광원유닛으로부터 발생되는 열이 광생물반응기에 직접적으로 전달되는 것을 방지하여 광생물의 피사를 방지 할 수 있다.

[0034] 그리고 본 발명의 평판형 광생물반응기 모듈과 이를 이용한 광생물 배양 시스템은 광생물 유기체의 배양조건을 최적화 하여 광생물유기체의 연속생산이 가능하며 나아가서는 생산성의 향상을 도모할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0035] 도 1은 본 발명에 따른 평판형 광생물반응기 모듈과 이를 이용한 광생물 배양 시스템을 나타내 보인 사시도,

도 2는 도 1에 도시된 평판형 광생물반응기 모듈을 도시한 분리사시도,

도 3은 도 2에 도시된 평판형 광생물 반응용기의 단면도,

도 4는 본 발명에 따른 평판형 광생물반응기 모듈의 다른 실시예를 도시한 시시도,

도 5는 도 4에 도시된 평판형 광생물 배양용기의 단면도,

도 6은 본 발명에 따른 면광원 장치를 도시한 사시도,

도 7, 10,11,12는 면광원장치를 개념적으로 도시한 평면도,

도 8 및 도 9는 광생물 배양시스템의 다른 실시예를 도시한 시시도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] 본 발명에 따른 평판형 광생물반응기 모듈을 이용한 광생물 배양 시스템은 광생물유기체를 연속 배양생산 할 수 있는 것으로, 그 일 실시예를 도 1 내지 도 4에 나타내 보였다.

[0037] 도면을 참조하면, 본 발명에 따른 평판형 광생물반응기 모듈과 이를 이용한 광생물 배양 시스템(10)은 내부에 광생물 유기체가 주입되어 배양될 수 있는 배양공간을 가지는 평판형 광생물배양용기(20)와, 상기 평판형 광생물배양용기(20)의 배양공간 하부측에 설치되는 기체공급관(71)과, 상기 평판형 광생물배양용기(20)의 적어도 일

측에 설치되어 평판형 광생물배양용기(20)에 광생물유기체의 배양을 위한 광을 조사하는 면광원유닛(80)을 포함하는 평판형 광생물반응기 모듈을 포함한다. 상기 기체공급관(71)을 통하여 배양되는 광생물 유기체가 저장된 배양공간에 산소와 이산화탄소를 공급하기 위한 가스공급유닛(70)을 구비한다.

[0038] 그리고 상기 평판형 광생물배양용기(20)의 하부측과 상기 배양공간의 내부로 미세조류 및/또는 배지를 주입하기 위한 펌프(91)가 설치된 배지주입관(92)과 연결되며 미세조류를 배양하기 위한 배지가 저장되는 배지저장탱크(93)를 포함하는 배지공급유닛(90)과, 상기 평판형 광생물배양용기(20)의 상단부측과 연결된 미세조류배출관(101)과 연결되어 배양된 광생물유기체를 저장하기 위한 광생물유기체저장탱크(100)를 광생물유기체저장유닛(110)과, 상기 평판형 광생물배양용기에 설치되는 것으로, 배양되는 미세조류배양액의 PH값을 측정하기 위한 PH측정센서(120)와, 산소 및 이산화 탄소의 용존량을 측정하기 위한 용존량측정센서(130)와, 상기 면광원유닛(80)으로부터 평판형 광생물반응기 모듈에 조사되는 광의 조도를 측정하기 위한 조도측정센서(140)와, 바이오매스농도측정센서(145)와, 상기 펌프, 조도측정센서, PH측정센서, 용존량측정센서, 바이오매스농도측정센서로부터 검출된 신호에 근거하여 광생물유기체를 연속생산 할 수 있도록 제어하는 제어유닛(150)을 구비한다.

[0039] 상술한 바와 같이 구성된 본 발명에 따른 광생물 배양 시스템(10)을 구성요소별로 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0040] 상기 평판형 광생물 반응기 모듈(10)을 구성하는 평판형 광생물배양용기(20)는 도 1 및 도 3에 도시된 바와 같이 내부에 광생물유기체가 주입되어 배양될 수 있도록 상호 결합되어 배양공간(21)을 형성하는 제 1,2배양패널본체(22)(23)를 구비하는데, 이 제1,2배양패널본체(22)(23)는 투명한 재질, 유리 또는 합성수지재로 이루어진다. 상기 제 1,2배양패널본체(22)(23)는 격자상(사각틀) 형상의 메인바디(24)의 양측에 체결부재(25)에 의해 결합되어 배양공간(21)을 형성하게 된다.

[0041] 상기 제 1,2배양패널본체(22)(23)에는 표면에 설치되거나 이에 접촉되도록 상기 메인바디(24)에 지지되는 지지리브(30)에 의해 지지된다. 상기 지지리브(30)는 메인바디(24)의 상호 대응되는 측에 설치되는 브라켓(31)들에 의해 양단부가 지지된다. 이때에 지지리브는 판상의 부재(32)로 이루어진다. 판상의 부재로 이루어진 지지리브(30)는 제 1 또는 제 2배양패널본체(22)(23)의 표면과 직각을 이루도록 설치된다. 이러한 지지리브(30)는 평판형 광생물배양용기(20)의 배양공간에 내에서 배양액에 의해 발생하는 수압에 의해 제 1,2배양패널본체(22)(23) 및 메인바디(24)가 변형되는 것이 방지된다.

[0042] 그리고 상기 제 1,2배양패널본체(22)(23)에 의해 형성되는 배양공간에는 상기 기체공급관(71)로부터 공급되는 산소 또는 이산화탄소의 용존력을 높이고 배양액의 순환을 위한 와류형성격벽(40)이 형성된다.

[0043] 상기 와류형성격벽(40)은 상기 기체공급관(71)으로부터 상방으로 이격된 위치의 상기 메인바디(24)의 내벽에서 횡방향으로 연장된 제 1와류형성격벽(41)이 형성되는데, 이 제 1와류형성격벽(41)은 상기 제1 배양패널본체의 밀착될 수 있는 위치의 제 1하단(41a)이 상기 전면에 위치되는 제2배양패널본체와 대향되는 제 1상단(41b) 보다 상기 기체공급관(71)과의 이격거리가 짧은 호형으로 형성된다. 그리고 제 1와류형성격벽(41)의 상부측에는 제 2와류형성격벽(42)이 형성되는데, 상기 제 2와류형성격벽(42)은 상기 기체공급관(71)으로부터 상방으로 이격된 위치의 상기 메인바디(24)의 내벽에서 횡방향으로 연장되고, 상기 전면 상기 제2배양패널본체의 밀착될 수 있는 위치의 제 2하단(42a)이 상기 제1배양패널본체와 대향되는 제 2상단(42b) 보다 상기 기체공급관(71)과의 이격거리가 짧은 호형으로 형성된다. 그리고 상기 제 1,2와류형성격벽(41)(42)에는 일정한 방향으로 와류를 일으킬 수 있도록 적어도 하나의 독립와류발생날개(43)들이 형성된다.

[0044] 상기 제 1,2와류형성격벽(41)(42)은 기체공급관(71)으로부터 배양공간의 상방으로 소정간격 이격되면서 복수개 설치될 수 있다. 상기 제 1,2와류형성격벽은 상술한 실시예에 의해 한정되지 않고 배양공간을 이루는 제1,2배양패널본체(22)(23)의 내면에 소정의 간격으로 설치되는 복수개의 유도깃(날개)으로 이루어질 수도 있다.

[0045] 도 4 내지 도 5에는 본 발명에 따른 평판형 광생물반응용기의 다른 실시예를 나타내 보였다.

[0046] 도면을 참조하면, 본 발명에 따른 평판형광생물 반응용기(50)는 합성수지재에 의해 진공 사출성형 된 1,2케이스부재(51)(55)가 상호 결합되어 이루어진다.

[0047] 상기 평판형 광생물 반응용기(50)를 이루는 제 1케이스부재(51)는 진공사출성형에 의해 이루어진 것으로, 각각 제1평면부(52)와, 상기 제1 평면부(52)의 가장자리로부터 수직방향으로 절곡된 제1스커트부(53)와, 상기 스킵트부(53)로부터 반경방향으로 연장되는 제 1연결부(54)를 구비한다. 그리고 상기 제 2케이스부재(55)는 제 1케이스부재(51)와 같이 제 1평면부(52)와 대응되는 제 2평면부(56)와, 상기 제2 평면부(56)의 가장자리로부터 수직방향으로 절곡된 제2스커트부(57)와, 상기 제 2스커트부(57)로부터 반경방향으로 연장되어 제 1연결부(54)

와 결합되는 제 2연결부(58)를 구비한다.

- [0048] 상기 제 1연결부(54)와 제 2연결부(58)는 초음파 용착 또는 진동용착 된다. 상기 제1,2연결부(54)(58)의 접합은 상술한 실시예에 의해 한정되지 않고, 접합 또는 패키징을 개재시킨 상태에서 볼트와 너트, 클립 등과 같은 결합부재에 의해 결합될 수 있다.
- [0049] 상기 제 1,2케이스부재(51)(55)의 제1,2평면부(52)(56)에는 상단부측으로부터 하단부측으로 갈수록 점차적으로 간격이 좁아지는 수평고강성부(61)들이 형성된다. 상기 수평고강성부(61)는 외광을 다중반사시켜 내부로의 광유입량을 증가시킬 수 있으며, 제1,2케이스부재(51)(55)의 구조적 강도를 향상시킬 수 있는 것으로, 제 1,2평면부(52)(56)의 길이 방향에 대해 직각 방향으로 상호 나란하게 형성되거나 광의 조사영역 또는 구조적 강도를 감안하여 경사방향으로 형성될 수 있다. 또한 상기 수평고강성부(61)는 제 1,2평면부(52)(56)에 수평방향과 경사방향이 조합되어 형성되거나 수평방향과 곡선방향이 조합되어 형성될 수 있다. 상기 광생물 반응용용기는 대형 화됨에 따라 내부에 채워진 배양액의 하중에 의해 제1,2케이스부재(51)(55)에 작용하는 압력은 상부측으로부터 하부측으로 갈수록 증가되는데, 이 증가된 압력상태에 따라 수평고강성부(61)의 간격은 하부측으로 갈수록 조밀하게 형성함이 바람직하다.
- [0050] 그리고 제 1,2케이스부재(51)(55)에는 제 1,2평면부(52)(56)의 길이 방향으로 수직고강성부(62)가 형성될 수 있다. 상기 수직고강성부(62)는 상기 수평고강성부(61)와 교차되도록 형성되는데, 이에 한정되지는 않는다.
- [0051] 상기와 같이 제 1,2케이스부재(51)(55)의 제1,2평면부(52)(56)에 각각 형성된 수평고강성부(61)와 수직고강성부(62)는 외부로부터 유입되는 외광 즉, 태양광 또는 램프로부터 조사되는 광을 다중반사시킬 수 있도록 제1,2평면부(52)(56)에 단면이 반원형, 사다리꼴 또는 다각형의 형상중 하나의 형상을 가지도록 성형 시 제1,2평면부(52)(56)의 표면으로부터 인입되어 형성된다.
- [0052] 그리고 제 1,2평면부(52)(56)가 인입 형성된 수평고강성부(61)와 수직고강성부(62)의 저면과 양측면에는 음의 파워를 가지는 렌즈부 또는 양의 파워를 가지는 렌즈부가 형성될 수 있다.
- [0053] 한편, 상기 제 1,2평면부(52)(56)의 내면에는 상호 대향되는 내면에는 미세조류가 배양되는 배양액의 흐름을 간섭하여 와류를 발생시킬 수 있도록 다수의 와류발생부(63)(64)들이 형성되는데, 제1,2케이스의 내면으로부터 배양공간의 내측으로 돌출되며 상호 교호적으로 형성된다.
- [0054] 그리고 한편, 광생물 배양 시스템(10)에 있어서, 상기 평판형 광생물반응용기(20)의 양측에 설치되어 평판형 광생물 반응용기(20)에 광을 조사하기 위한 면광원유닛(80)은 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이 투명한 판상의 부재로 이루어진 도광판(81)과, 상기 도광판(81)의 가장자리에는 날씨에 관계없이 광을 조사할 수 있도록 광원인 램프 모듈(85)들이 설치된다. 상기 도광판(81)의 적어도 일측에는 광파이버 또는 상기 램프 모듈(85)로부터 조사되는 광을 전면 측으로 조사될 수 있도록 산란 또는 반사시키기 위한 확산패턴(82)이 형성된다. 상기 확산패턴(82)은 도광판(81)의 배면에 잉크를 이용하여 형성된 반사 패턴으로 이루어지거나 레이저빔 또는 기계적인 가공에 의해 도광판(81)의 배면에 형성될 수 있다. 상기 확산패턴(82)은 도광판(81)의 배면에 그루브(예컨대, 단면 V 형상의 홈)가 소정의 패턴으로 형성되어 이루어질 수 있다. 상기 그루브의 형성패턴은 스크롤 형상, 격자형상, 중첩된 다각형의 형상, 피치가 다른 수평 또는 수직의 홈들로 이루어질 수 있다. 상기 도광판(81)에 형성된 확산패턴(82)이 격자상으로 형성된 가장자리와 나란한 중앙부로부터 가장자리 즉, 램프모듈(85)이 설치된 가장자리로 갈수록 성글게형성(격자의 패턴의 커지도록 형성)함이 바람직하다. 또는 도광판(81)의 수평 및 수직방향으로의 중앙부로부터 가장 상하방향 및 양측으로 갈수록 성글게 형성될 수 있다.
- [0055] 그리고 상기 도광판(81)의 배면에는 광파이버와 램프모듈(85)로부터 조사되어 도광판(81)의 배면으로 조사되는 광을 반사시키기 위하여 반사판(89)이 설치될 수 있으며, 상기 도광판(81)의 전면에는 각 부위에서 조사되는 광의 조도를 일정하게 하기 위하여 확산판(미도시)이 부착될 수도 있다. 상기 도광판은 투명한 합성수지, 유리, 석영 등으로 이루어질 수 있다.
- [0056] 그리고 도광판(81)의 가장자리에 설치되는 램프모듈(85)은 도 6에 도시된 바와 같이 도광판(81)의 양 측면에 각각 설치되는 것으로, 도광판(81)의 측면에 설치되는 제 1램프 모듈(86)과, 이와 대응되는 가장자리 또는 하면에 설치되는 제 2램프 모듈(87)을 구비한다. 상기 제 1,2램프 모듈(86)(87)은 실질적으로 동일한 구조를 가지는 것으로, 각각 도광판(81)의 측면 또는 하면의 폭과 동일한 폭을 가지는 회로기판(86a),(87a)과, 상기 회로기판(86a)(87a)에 소정의 간격으로 설치되어 상기 도광판(81)의 가장자리로부터 광을 조사하기 위한 발광다이오드(86b),(87b)를 구비한다.
- [0057] 여기에서 상기 발광다이오드(86b),(87b)와 대응되는 도광판(81)의 측면과 하면에는 인입홈(81a)이 형성되어 발

광다이오드(86b), (87b)가 이 인입홈(82a)에 삽입됨으로써 광이 도광판 가장자리의 주변으로 산란되지 않도록 함이 바람직하고, 이 인입홈(82a)의 내면에는 광을 산란하기 위한 요철을 형성함이 바람직하다.

[0058] 상기 도광판(81)에 광을 조사하기 위한 램프 모듈은 상술한 실시예에 의해 한정되지 않고 냉음극형광램프(CCFL; cold cathode fluorescent lamp)들을 사용할 수 있다. 이 경우 도광판(81)의 가장자리에 밀착된 냉음극형광램프와 도광판의 가장자리를 감싸 냉음극형광램프로부터 조사되는 광이 도광판 이외의 영역으로 조사되는 것을 방지하는 반사부재가 설치될 수 있다.

[0059] 상기 도광판(81)이 상기 평판형 광생물 반응용기(20)의 사이에 위치되는 경우, 각각의 평판형 광생물 반응용기(20)에 조사될 수 있도록 복수개의 도광판(81)을 설치할 수 있다. 상기 면광원유닛은 상술한 실시예에 의해 한정되지 않고, 평판형부재에 다수의 발광다이오드들이 설치되어 구성될 수 있다.

[0060] 한편, 면광원유닛은 도 8에 도시된 바와 같이 집광렌즈(160)를 이용하여 태양광을 집광한 후 도광판(81)의 가장자리에 조사하여 태양광을 평판형 광생물배양용기에 조사할 수 있다. 또한, 도 9 내지 도 11에 도시된 바와 같이 태양광을 집광렌즈(160)를 이용하여 집광한 후 집광된 광을 광파이버(161)를 이용하여 도광판(81)의 가장자리에 조사함으로써 도광판(81)을 통하여 평판형 광생물배양용기(20)에 태양광을 조사할 수 있다. 이러한 태양광의 조사는 광생물 배양시스템이 외부에 설치된 경우 맑은 날에는 태양광을 이용하여 평판형 광생물 배양용기(20)에 광을 조사하고, 흐린 날이나 밤에는 도광판(81)의 가장자리에 설치된 램프모듈을 이용하여 광을 조사한다. 여기에서 도 10 및 도 11에 도시된 바와 같이 도광판의 가장자리에 집광렌즈와 연결된 광파이버의 단부를 설치하고, 도광판의 양측 및 하면측 가장자리에 램프모듈을 설치할 수 있으며, 도 11에 도시된 바와 같이 도광판의 양측 가장자리에 램프모듈의 설치하고 하부측 가장자리에 집광렌즈와 연결된 광파이버를 설치할 수 있는데, 이 경우 반사패턴은 수직방향의 중앙부와 광파이버와 접촉된 부위와 대응되는 상부측 가장자리를 조밀하게 형성할 수 있다. 그리고 도 12에 도시된 바와 같이 집광렌즈에 의해 집광된광을 조사하기 위한 광파이버와 램프모듈을 각 도광판의 가장자리에 설치하여 평판형 광생물배양용기에 광을 조사할 수 있다.

[0061] 상기 기체공급관(71)에 산소 또는 이산화 탄소를 공급하기 위한 가스공급유닛(70)은 상기 기체공급관(71)에 밸브가 설치되는 연결관(72)이 연결되고, 이 연결관(72)과 연결된 분기관(73)(74)들에 의해 이산화탄소탱크(75)와 산소탱크(76)이 연결된다. 상기 분기관(73)(74)들에는 가스의 공급을 단속하는 밸브(77)(78)들이 설치된다. 상기 기체공급관(71)은 플렉시블하며 탄성력을 가지는 튜브로 이루어지며, 이 기체공급관(71)에는 토출공(71a)들이 소정의 간격으로 형성된다. 이 토출공(71a)은 기체공급관(71) 내의 압력이 설정된 압력 이상이 될 때에 상기 튜브가 팽창하면서 열릴 수 있도록 형성된다. 이를 위해 상기 기체공급관에 형성된 토출공은 0.01 내지 0.05mm 로 형성되어 기체공급관(71)의 탄성력에 의해 평상시에는 차단되도록 함이 바람직하다.

[0062] 상기 배지공급유닛(90)의 배지공급관(92)에는 배지의 공급을 단속하기 위한 밸브가 설치될 수 있으며, 상기 광생물유기체 저장유닛(110)을 구성하는 광생물유기체 배출관(101)에는 배양이 완료된 광생물유기체의 배출을 단속하기 위한 컨트롤밸브(103)가 설치될 수 있다.

[0063] 그리고 상기 제어유닛(150)은 광생물유기체를 연속생산 가능하게 한 것으로, 각각의 센서 즉, PH측정센서(120)와, 산소 및 이산화 탄소의 용존량을 측정하기 위한 용존량측정센서(130)와, 상기 면광원유닛(70)으로부터 평판형 광생물반응기 모듈에 조사되는 광의 조도를 측정하기 위한 조도측정센서(140)와, 바이오매스농도측정센서(145)의 신호에 근거하여 시스템을 제어하는 마이크로 컴퓨터를 구비한다. 상기 바이오매스농도측정센서(탁도센서)는 Opt다 ASD19-N을 사용함이 바람직하며, 상기 용존산소센서는 Mettler toledo M300을 사용함이 바람직하다.

[0064] 그리고 상기 제어유닛은 상기 평판형 광생물배양용기에 의해 배양된 광생물의 온도를 측정하기 위한 온도센서(151)가 더 구비 될 수 있다.

[0065] 상술한 바와 같이 구성된 본 발명에 따른 평판형 광생물반응기 모듈과 이를 이용한 광생물 배양 시스템은 연속적인 광생물유기체의 배양이 가능하다. 먼저 광생물유기체를 배양하기 위해서는 상기 배지공급유닛(90)을 통하여 상기 평판형 광생물반응용기(20)의 배양공간(21)에 광생물유기체를 배양하기 위한 미세조류를 포함하는 배지를 공급한다. 이 상태에서 면광원유닛(80)을 이용하여 평판형 광생물 반응용기(20)에 광을 조사함과 아울러 상기 가스공급유닛(70)을 이용하여 상기 저장공간(21)에 저장된 배양을 위한 배지에 산소와 이산화탄소를 공급한다. 이때에 상기 기체공급관(71)의 토출공은 설정된 압력 이상이 될 때에 열리게 되므로 기체공급관(71)을 통하여 배양을 위한 배지가 배출관을 통하여 역류하는 것을 방지할 수 있다.

[0066] 상기와 같이 광생물유기체의 배양이 이루어지는 과정에서 제어유닛(150)은 조도센서(140), 용존량측정센서

(130), 온도센서(151), PH 센서(120)와 바이오매스농도측정센서(145)로부터 검출되는 신호에 의해 최적의 배양분 위기를 조정함으로써 배양효율을 극대화 할 수 있다. 상술한 바와 같이 배양이 이루어지면, 배양이 완료된 광생물유기체는 광생물유기체배출관을 통하여 광생물유기체 저장탱크에 저장한다. 이러한 과정을 통하여 광생물유기체의 연속생산이 가능하다.

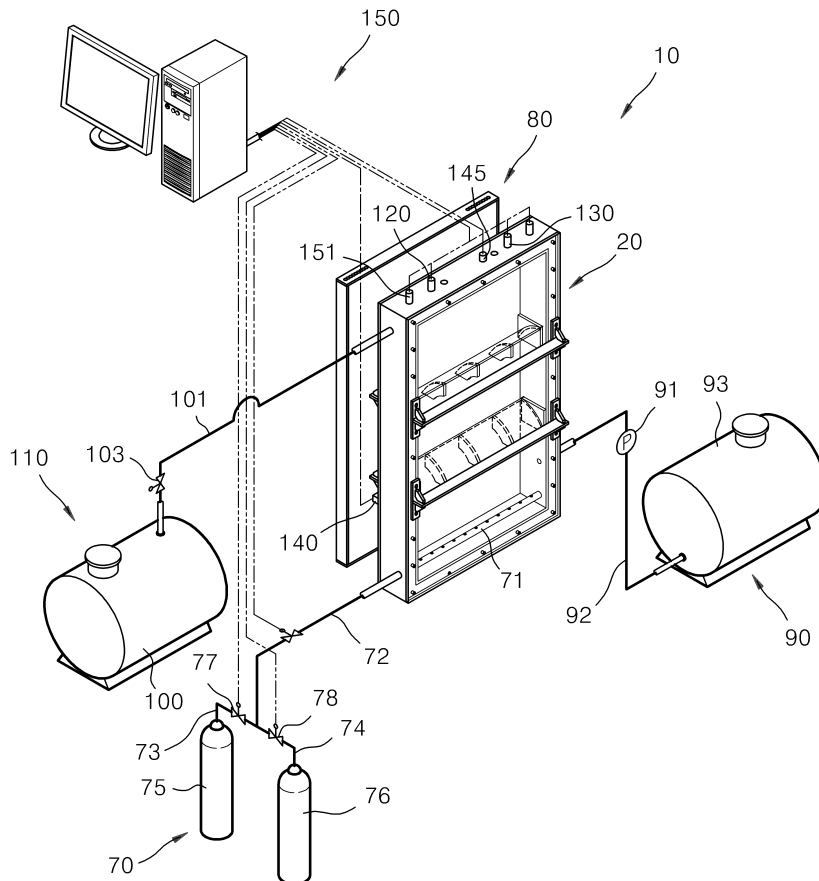
[0067] 본 발명에 따른 평판형 광생물반응기 모듈과 이를 이용한 광생물 배양 시스템은 면광원유닛을 이용하여 평판형 광생물반응기의 외부로부터 광을 조사하게 되므로 면광원유닛의 램프모듈로부터 발생된 열이 배양중인 광생물 유기체에 직접적으로 전달되는 것을 방지할 수 있다.

[0068] 또한, 본 발명에 따른 광생물 배양 시스템은 태양광과 발광다이오드등과 같은 램프로부터 조사되는 광을 이용하여 평판형 광생물 배양용기에 조사할 수 있으므로 설계의 자유도를 높일 수 있으며, 도광관을 이용하여 광생물 반응기를 조사함으로써 배광균일도를 극대화 할 수 있다. 그리고 본 광생물 배양시스템은 광생물 유기체의 배양조건을 최적화하여 미세 조류에 의한 고농도 배양 시 그 생산량의 조절이 용이하고, 공간적 효율성을 높일 수 있다.

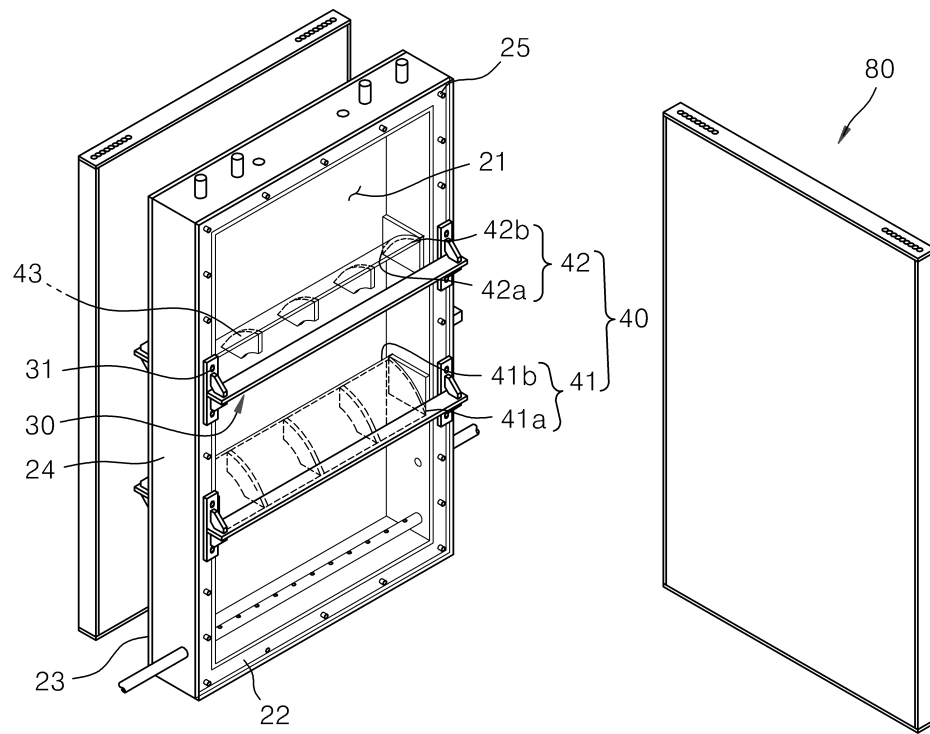
[0069] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 사람이라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록 청구 범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

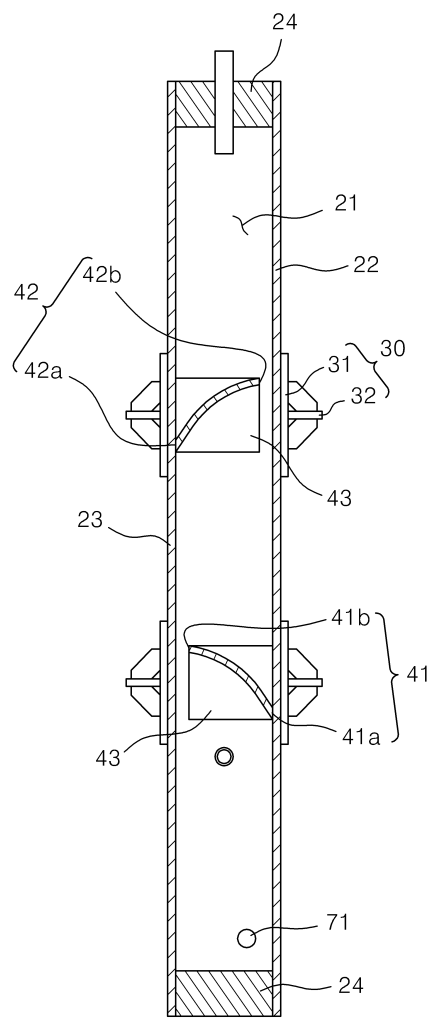
도면1



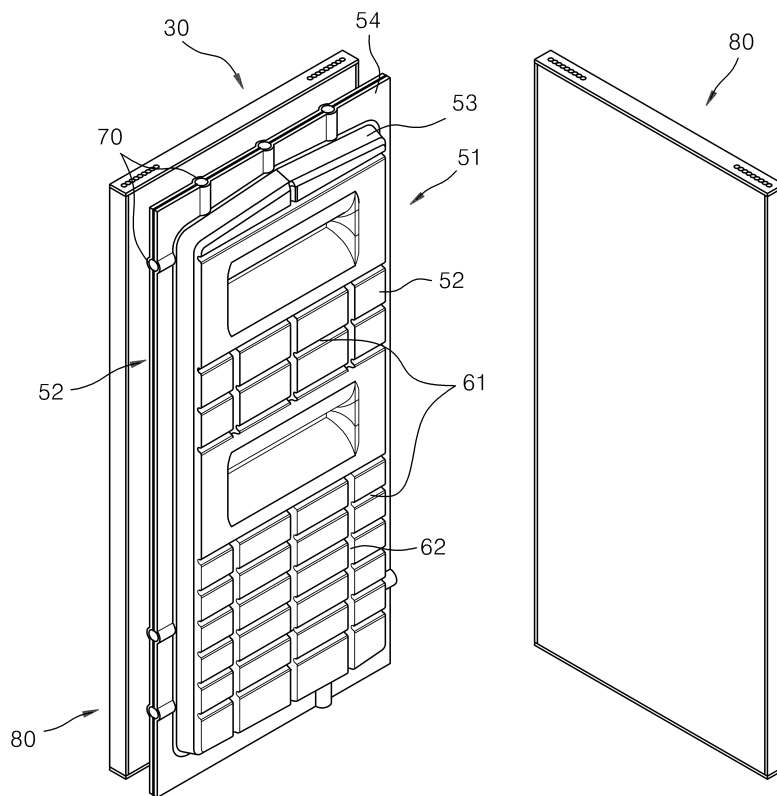
도면2



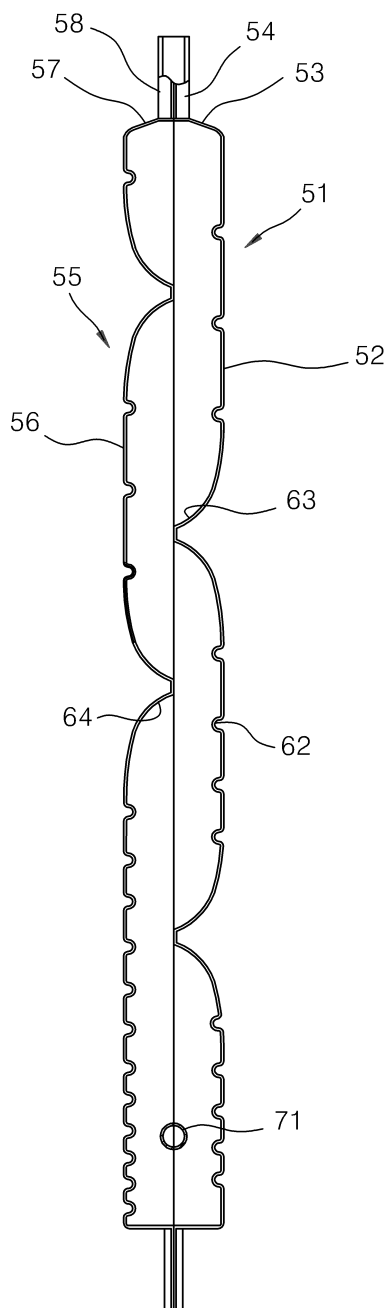
도면3



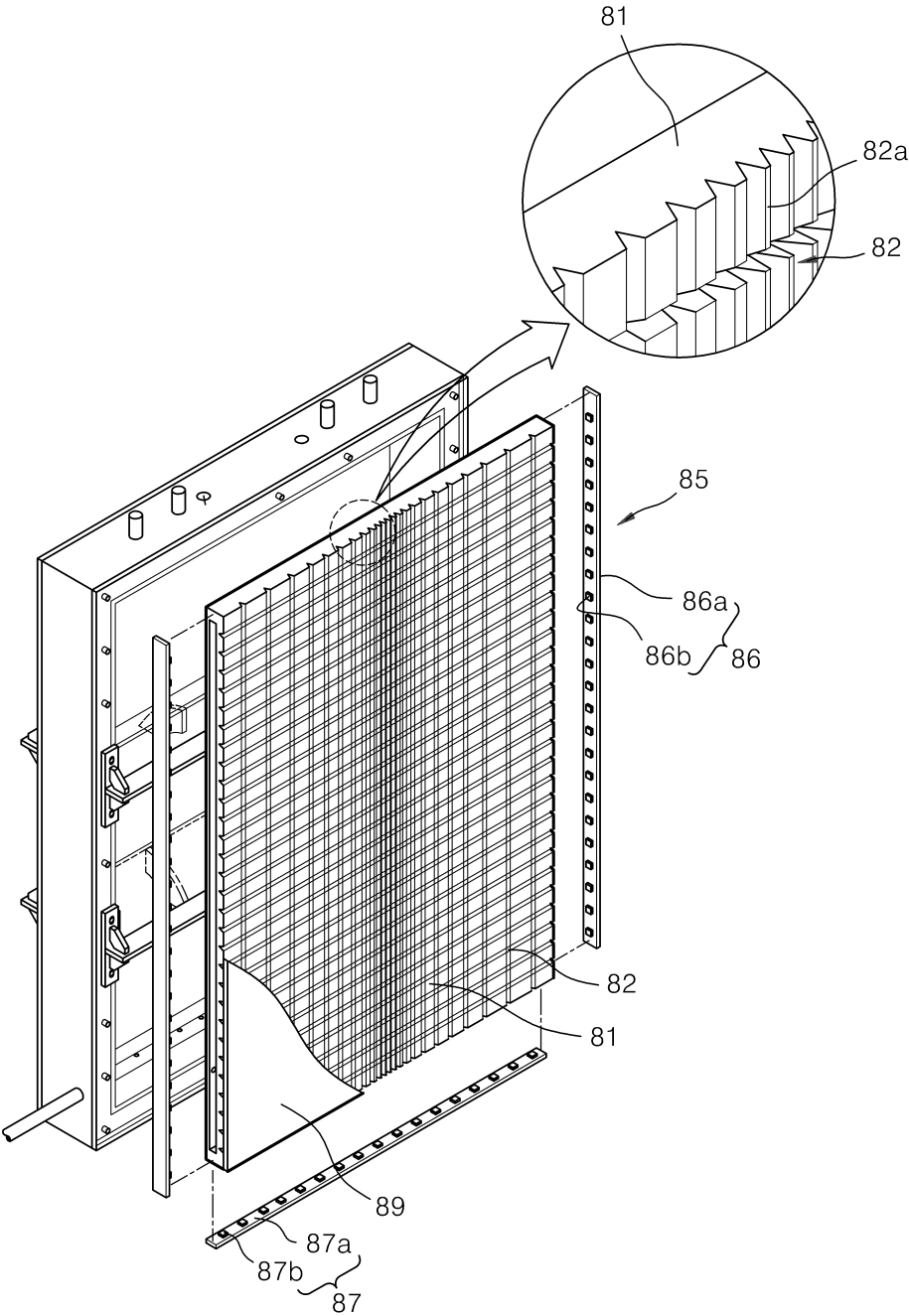
도면4



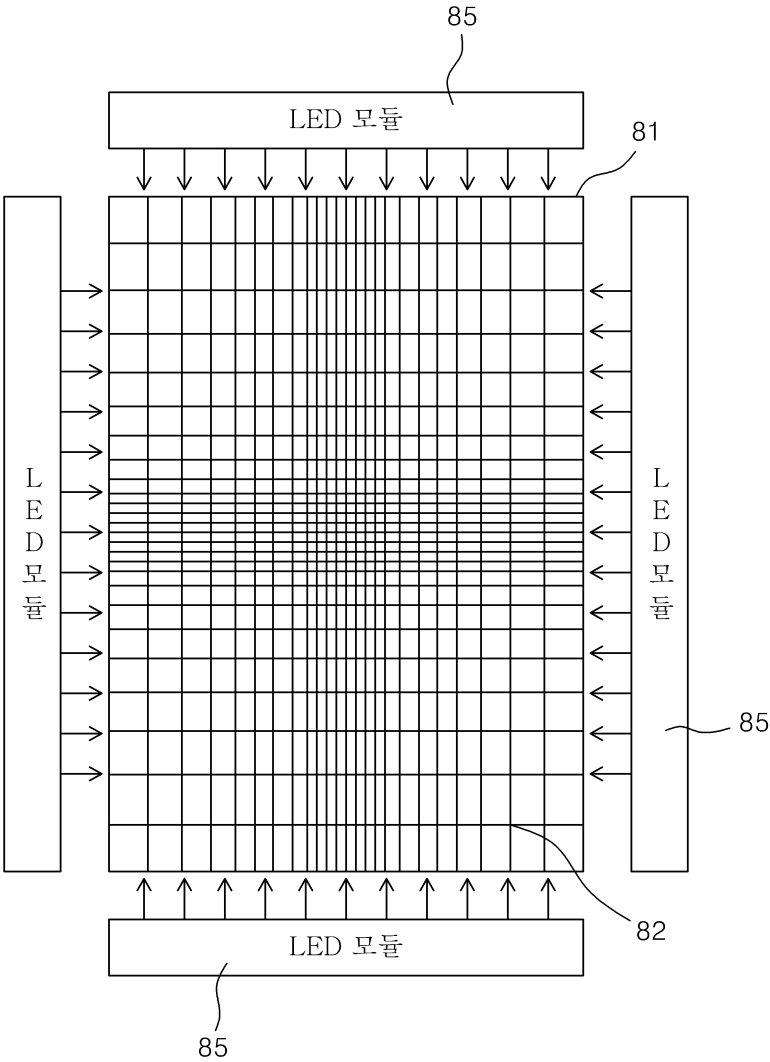
도면5



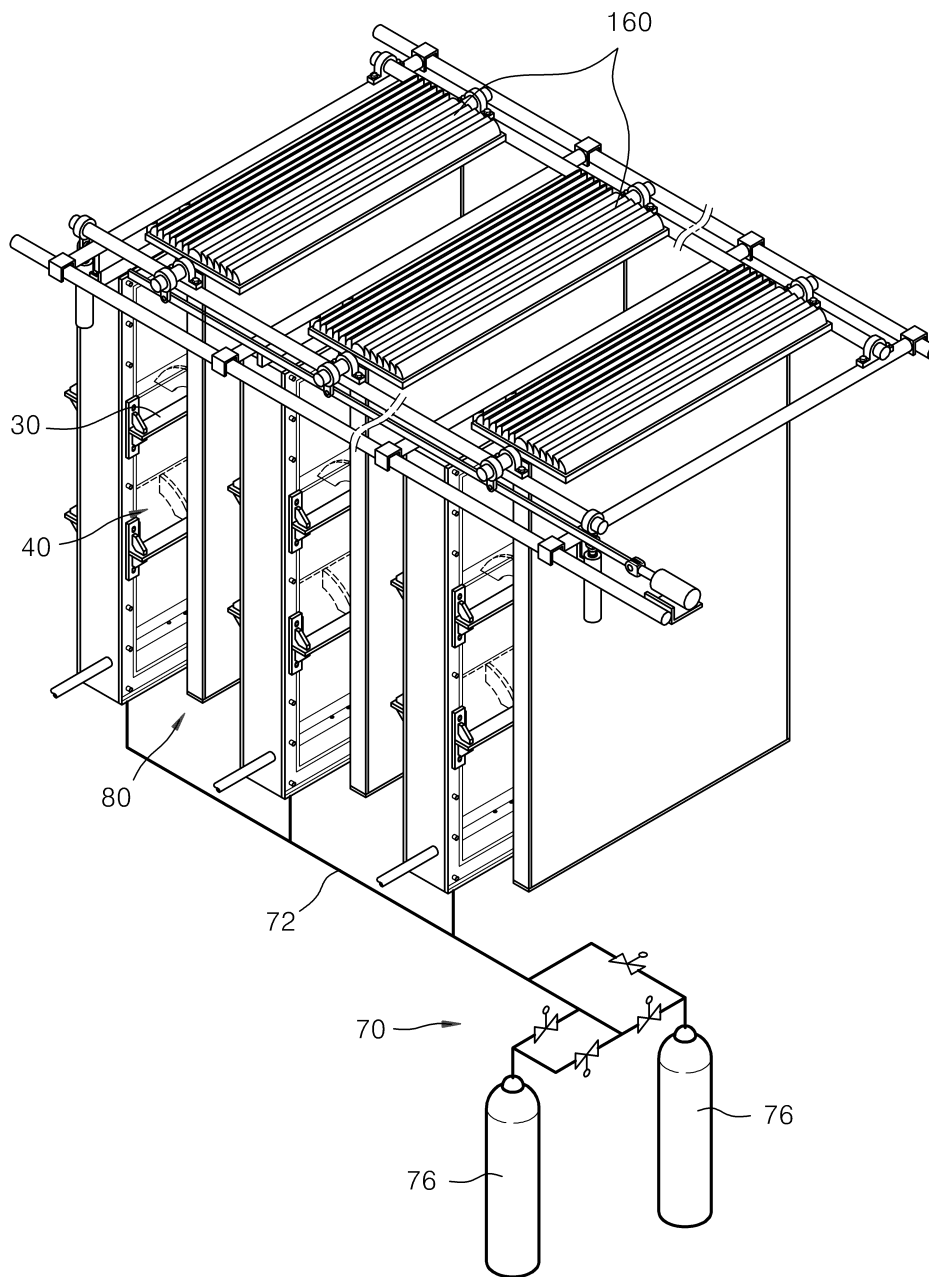
도면6



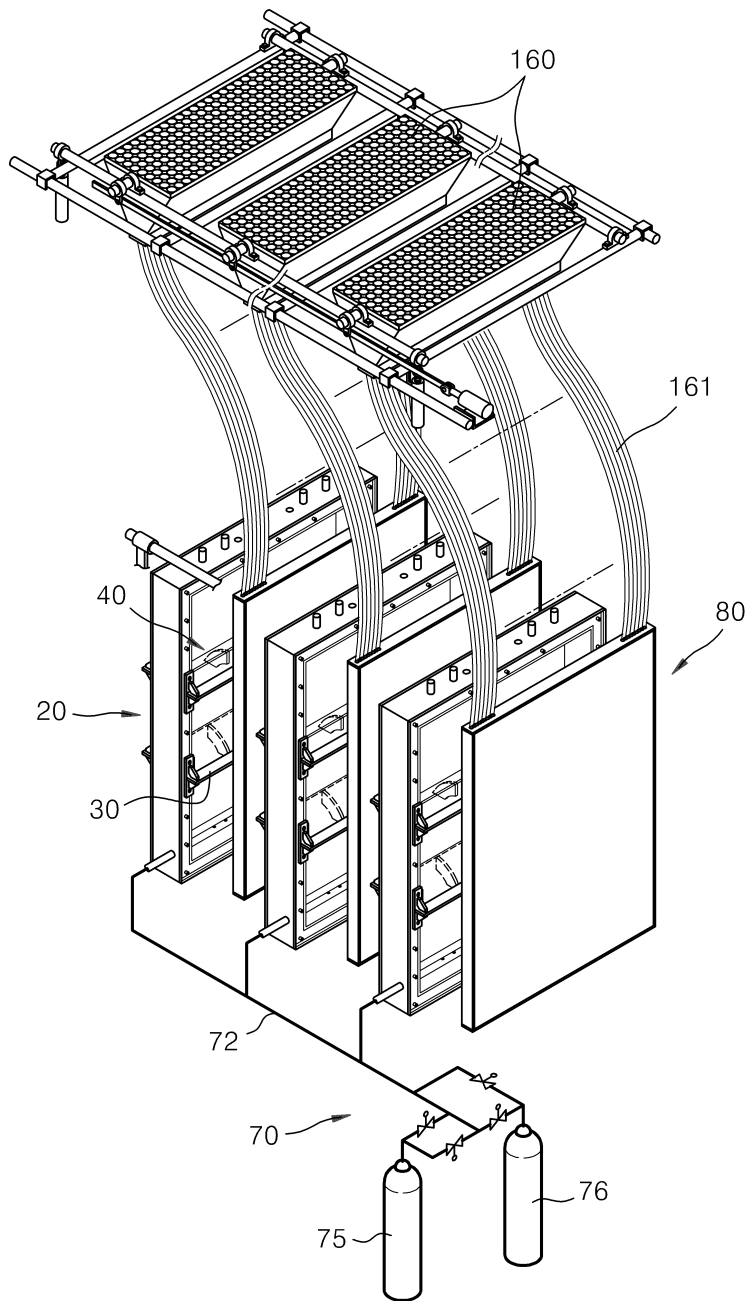
도면7



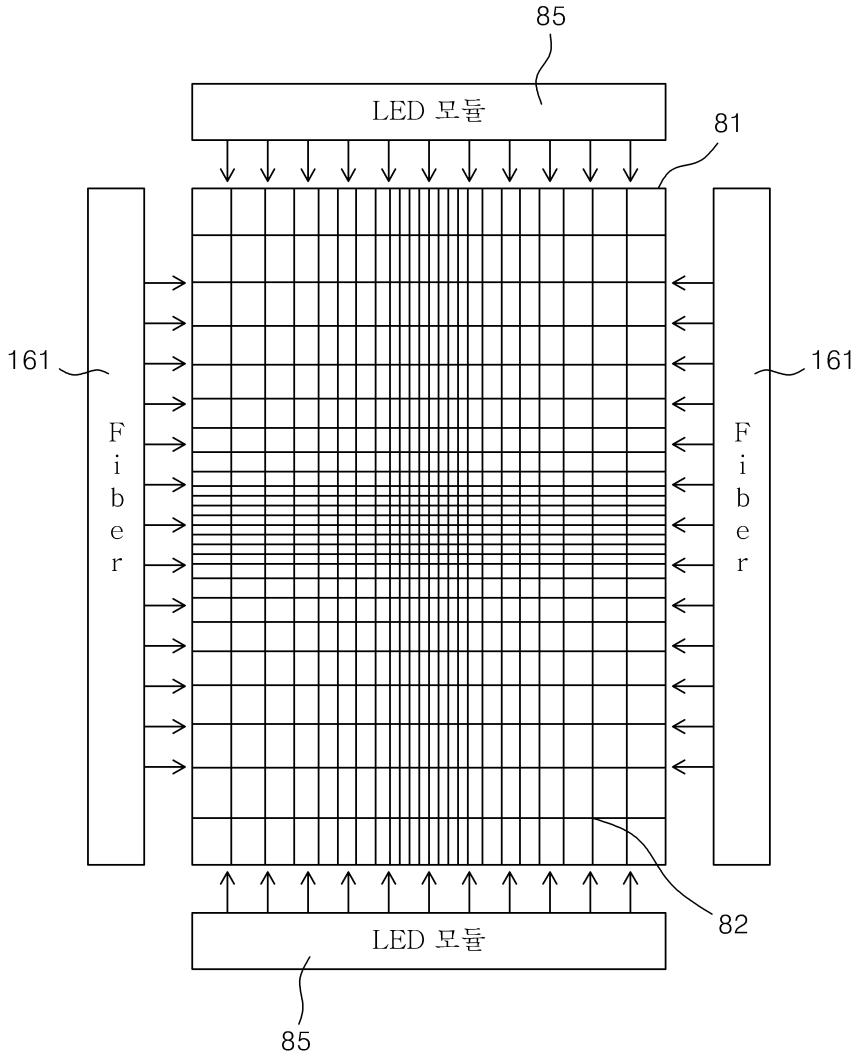
도면8



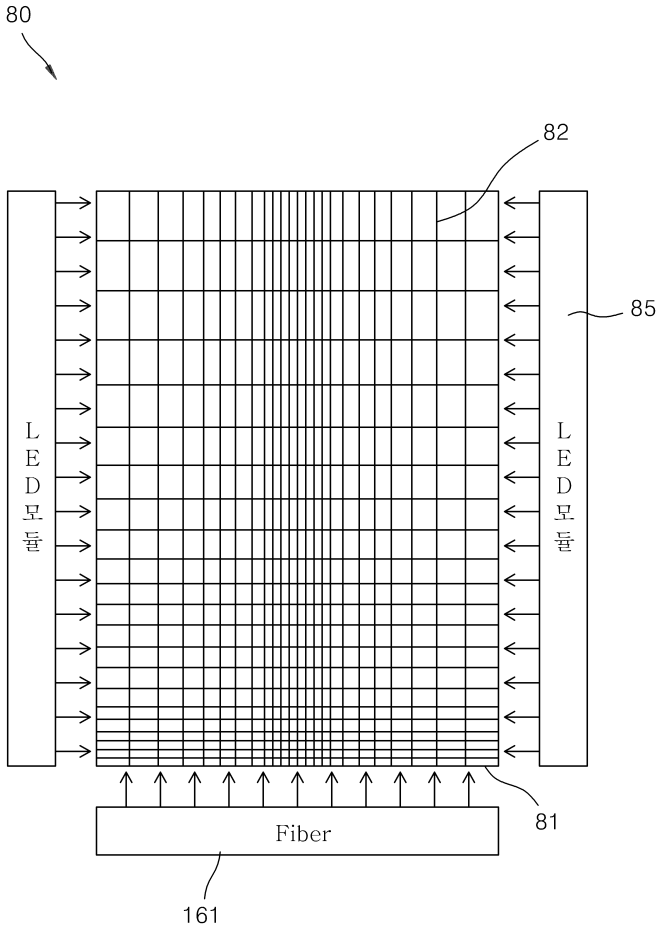
도면9



도면10



도면11



도면12

