



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0119754
(43) 공개일자 2014년10월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F24J 2/04 (2006.01) F24J 2/46 (2006.01)
E04D 13/035 (2006.01) E06B 9/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7023281
(22) 출원일자(국제) 2013년01월24일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2014년08월20일
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/022903
(87) 국제공개번호 WO 2013/112693
국제공개일자 2013년08월01일
(30) 우선권주장
61/589,933 2012년01월24일 미국(US)

(71) 출원인
엠비씨 벤처스, 인코퍼레이션.
미국 메릴랜드 21229 볼티모어 프레더릭 3221번가
(72) 발명자
텐들러, 존 조셉
미국, 콜로라도 80007, 아르바다, 오차드 스트리트 7089
(74) 대리인
김순용

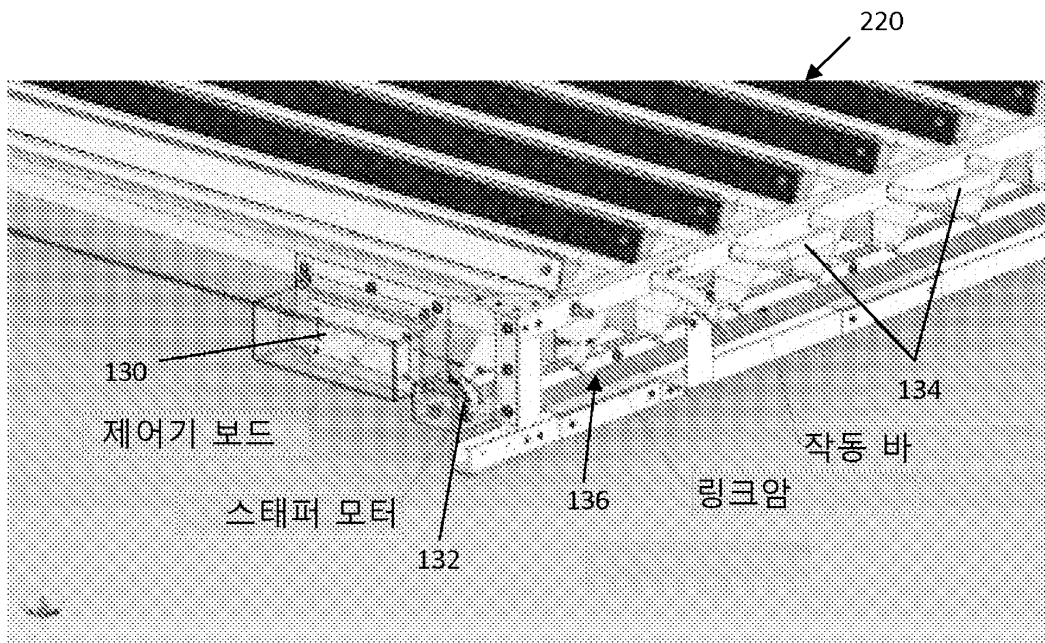
전체 청구항 수 : 총 34 항

(54) 발명의 명칭 채광창 에너지 관리 시스템

(57) 요약

태양 에너지를 수확하기 위한 시스템 및 방법, 특히 다양한 상업용 건축물에 통합 에너지 해법을 제공할 수 있는 에너지-포지티브 스카이라이팅 시스템이 개시되어 있다. 복수의 채광창 모듈이 제공되며, 각각은 루버들과 소통하여 작동유체를 가열하기 위해 (즉, 열 전달이 열 흡수기와 작동유체 사이에 실행되도록) 인접한 루버에 있는 열 흡수기 영역에서 유입하는 태양광을 반사하도록 구성된 복수의 루버를 가지며, 모든 루버는 모듈을 통과하는 일광량의 제어를 가능하게 한다. 모듈은 주광 조명에 들어가지 않는 태양 에너지의 나머지가 썬열 히트(thermal heat)의 형태로 포집되고, 다음에 이것이 건축물 시스템 냉난방 응용에 적용될 수 있다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

에너지 관리 시스템으로서,

전방면을 갖는 제1 루버(louver);

후방면을 갖는 제2 루버로서, 상기 제2 루버의 상기 후방면이 상기 제1 루버의 상기 전방면과 마주보도록 상기 제1 루버에 인접하게 배치된, 상기 제2 루버;

상기 제2 루버의 상기 후방면에 부착된 흡수기 튜브로서, 집열기를 포함한 외부 표면과 내부 유체 채널을 갖는 상기 흡수기 튜브; 및

상기 제2 루버의 상기 후방면에 부착된 반사용 확산기를 포함하고;

상기 제1 루버의 상기 전방면은 상기 제2 루버의 상기 후방면을 향하여 상기 제1 루버의 상기 전방면에 충돌하는 태양광을 반사하도록 구성되고, 상기 집열기는 상기 반사된 태양광의 적어도 일부분을 썬열 히트(thermal heat)로 변환하여 상기 썬열 히트를 상기 내부 유체 채널 내의 작동유체로 전달하도록 구성되고, 상기 반사용 확산기는 상기 반사된 태양광의 적어도 일부분을 상기 제1 및 제2 루버 아래의 공간으로 반사하도록 구성되어 있는, 에너지 관리 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2 루버는 상기 흡수기 튜브에 피벗가능하게 부착되어 있는, 에너지 관리 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제2 루버는 상기 제2 루버의 상기 후방면에 고정되어 부착된 피벗바를 추가로 포함하는 에너지 관리 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 피벗바는 상기 제2 루버를 상기 흡수기 튜브에 피벗가능하게 부착하기 위해 상기 흡수기 튜브의 슬롯 내에 배치된 리니어 벌브(linear bulb)를 포함하는 에너지 관리 시스템.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 반사용 확산기는 상기 피벗바에 고정되어 부착되어 있는, 에너지 관리 시스템.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 피벗바는 낮은 열전도성 접착제로 상기 제2 루버에 부착되어 있는, 에너지 관리 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 낮은 열전도성 접착제는 실리콘 발포제 테이프를 포함하는 에너지 관리 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1 루버 및 상기 제2 루버를 포함하는 태양광 모듈을 추가로 포함하고, 상기 흡수기 튜브는 상기 모듈에 고정되어 부착되어 있는, 에너지 관리 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 모듈은 상기 제1 루버 및 상기 제2 루버를 일체로 피벗하도록 구성된 작동바를 추가로 포함하는 에너지 관리 시스템.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 모듈은 상기 제1 및 제2 루버를 덮는 투명(non-opaque) 하우징을 추가로 포함하고, 상기 하우징의 적어도 일부분은 상기 모듈에 충돌하는 광의 일부분을 확산하며 상기 광의 부분을 상기 모듈 아래의 공간으로 하향하여 나아가도록 구성된 광 확산기 조립체를 포함하는 에너지 관리 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 제1 루버는 구부러져 있고 상기 제1 루버의 측방향 길이를 따라 변하는 곡률반경을 가지며, 상기 변하는 곡률반경은 상기 집열기에서의 광의 집속과 상기 제2 루버의 상기 반사용 확산기에서의 광의 집속을 최적화하도록 구성되어 있는 에너지 관리 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 집열기는 상기 집열기에 충돌하는 광의 적어도 일부분을 반사하도록 구성된 2차 미러를 추가로 포함하는 에너지 관리 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 2차 미러는 아래에서부터 상기 2차 미러에 접근하는 광을 반사하도록 구성되어 있는 상기 집열기의 하단면에 인접한 수평의 제1 부분과, 상기 제1 부분에 대하여 하향 각도로 구성되며 상기 제1 루버로부터 들어오는 광을 반사하도록 구성된 제2 부분을 포함하는 에너지 관리 시스템.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 집열기의 상기 내부 유체 채널이 비원형 외형으로 제공되어 있는, 에너지 관리 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 비원형 외형은 상기 내부 유체 채널 내에서 열전달 표면적을 증가시키며 상기 내부 유체 채널 내에서 난류를 촉진시키도록 구성되어 있는 에너지 관리 시스템.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 제1 루버 및 제2 루버를 포함한 채광창 모듈; 및
컴퓨터 실행 코드를 갖는 제어기를 추가로 포함하고;

상기 컴퓨터 실행 코드는,

건축물의 난방 또는 냉방 온도의 필요한 모드와, 필요한 실내 조명 레벨과, 실제 실내 조명 레벨을 입력으로서 수신하고; 그리고

상기 입력에 반응하여 상기 모듈로부터의 집열 및 광 반사와 상기 모듈을 지나가는 통로를 조정하기 위해 상기 제1 및 제2 루버를 이동시키도록 구성되어 있는 에너지 관리 시스템.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 제1 루버 및 제2 루버를 포함한 채광창 모듈; 및

상기 채광창 모듈과 유체 소통하는 유체 분배 시스템을 추가로 포함하고,

상기 유체 분배 시스템은 상기 내부 유체 채널에서 가열되는 작동유체를 상기 채광창 모듈로부터 열 저장탱크 조립체로 운반하도록 구성되어 있는 에너지 관리 시스템.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 열 저장탱크 조립체는 상기 저장탱크의 인테리어를 다수의 챔버로 분할하여 상기 챔버들을 통과하는 유체 흐름이 최고온 챔버로부터 최저온 챔버까지 흘러가도록 구성된 상기 저장탱크의 인테리어의 격벽들을 추가로 포함하는 에너지 관리 시스템.

청구항 19

에너지 관리 시스템으로서,

채광창 모듈;

전방면을 가지며 상기 채광창 모듈 내에 배치된 제1 루버;

후방면을 갖는 제2 루버로서, 상기 제2 루버의 상기 후방면이 상기 제1 루버의 상기 전방면과 마주보도록 상기 채광창 모듈 내에서 상기 제1 루버에 인접하게 배치된, 상기 제2 루버; 및

상기 채광창 모듈 내에 고정되어 장착된 흡수기 튜브로서, 집열기를 포함한 외부 표면과 내부 유체 채널을 갖는 상기 흡수기 튜브를 포함하고;

상기 제2 루버는 상기 흡수기 튜브에 피벗가능하게 부착되고;

상기 제1 루버의 상기 전방면은 상기 제2 루버의 상기 후방면을 향하여 상기 제1 루버의 상기 전방면에 충돌하는 태양광을 반사하도록 구성되고, 상기 집열기는 상기 반사된 태양광의 적어도 일부분을 썬열 히트로 변환하여 상기 썬열 히트를 상기 내부 유체 채널 내의 작동유체로 전달하도록 구성되어 있는, 에너지 관리 시스템.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 제2 루버의 상기 후방면에 부착된 반사용 확산기를 추가로 포함하고, 상기 반사용 확산기는 상기 반사된 태양광의 적어도 일부분을 상기 제1 및 제2 루버 아래의 공간으로 반사하도록 구성되어 있는, 에너지 관리 시스템.

청구항 21

제19항에 있어서,

상기 제2 루버는 상기 제2 루버의 상기 후방면에 고정되어 부착된 피벗바를 추가로 포함하는 에너지 관리 시스템.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 피벗바는 상기 제2 루버를 상기 흡수기 튜브에 피벗가능하게 부착하기 위해 상기 흡수기 튜브의 슬롯 내에 배치된 리니어 밸브를 포함하는 에너지 관리 시스템.

청구항 23

제21항에 있어서,

상기 피벗바는 낮은 열전도성 접착제로 상기 제2 루버에 부착되어 있는, 에너지 관리 시스템.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 낮은 열전도성 접착제는 실리콘 발포제 테이프를 포함하는 에너지 관리 시스템.

청구항 25

제19항에 있어서,

상기 모듈은 상기 제1 루버 및 상기 제2 루버를 일체로 피벗하도록 구성된 작동바를 추가로 포함하는 에너지 관리 시스템.

청구항 26

제19항에 있어서,

상기 모듈은 상기 제1 및 제2 루버를 덮는 투명 하우징을 추가로 포함하고, 상기 하우징의 적어도 일부는 상기 모듈에 충돌하는 광의 일부분을 확산하며 상기 광의 부분을 상기 모듈 아래의 공간으로 하향하여 나아가도록 구성된 광 확산기 조립체를 포함하는 에너지 관리 시스템.

청구항 27

제19항에 있어서,

상기 제1 루버는 구부러져 있고 상기 제1 루버의 측방향 길이를 따라 변하는 곡률반경을 가지며, 상기 변하는 곡률반경은 상기 집열기에서의 광의 집속과 상기 제2 루버의 상기 반사용 확산기에서의 광의 집속을 최적화하도록 구성되어 있는 에너지 관리 시스템.

청구항 28

제19항에 있어서,

상기 집열기는 상기 집열기에 충돌하는 광의 적어도 일부분을 반사하도록 구성된 2차 미러를 추가로 포함하는 에너지 관리 시스템.

청구항 29

제28항에 있어서,

상기 2차 미러는 아래에서부터 상기 2차 미러에 접근하는 광을 반사하도록 구성되어 있는 상기 집열기의 하단면에 인접한 수평의 제1 부분과, 상기 제1 부분에 대하여 하향 각도로 구성되며 상기 제1 루버로부터 들어오는 광을 반사하도록 구성된 제2 부분을 포함하는 에너지 관리 시스템.

청구항 30

제19항에 있어서,

상기 집열기의 상기 내부 유체 채널이 비원형 외형으로 제공되어 있는, 에너지 관리 시스템.

청구항 31

제30항에 있어서,

상기 비원형 외형은 상기 내부 유체 채널 내에서 열전달 표면적을 증가시키며 상기 내부 유체 채널 내에서 난류를 촉진시키도록 구성되어 있는 에너지 관리 시스템.

청구항 32

제19항에 있어서,

컴퓨터 실행 코드를 갖는 제어기를 추가로 포함하고;

상기 컴퓨터 실행 코드는,

건축물의 난방 또는 냉방 온도의 필요한 모드와, 필요한 실내 조명 레벨과, 실제 실내 조명 레벨을 입력으로서 수신하고; 그리고

상기 입력에 반응하여 상기 모듈로부터의 집열 및 광 반사와 상기 모듈을 지나가는 통로를 조정하기 위해 상기 제1 및 제2 루버를 이동시키도록 구성되어 있는 에너지 관리 시스템.

청구항 33

제19항에 있어서,

상기 채광창 모듈과 유체 소통하는 유체 분배 시스템을 추가로 포함하고,

상기 유체 분배 시스템은 상기 내부 유체 채널에서 가열되는 작동유체를 상기 채광창 모듈로부터 열 저장탱크 조립체로 운반하도록 구성되어 있는 에너지 관리 시스템.

청구항 34

제33항에 있어서,

상기 열 저장탱크 조립체는 상기 저장탱크의 인테리어를 다수의 챔버로 분할하여 상기 챔버들을 통과하는 유체 흐름이 최고온 챔버로부터 최저온 챔버까지 흘러가도록 구성된 상기 저장탱크의 인테리어의 격벽들을 추가로 포함하는 에너지 관리 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 복사 에너지 관리에 관한 것으로서, 특히 한정된 공간 내에서 조명 및 온도를 관리하기 위해 태양 에너지를 수집하는(capture) 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 태양 발전 및 열병합 시스템은 연료 비용 및 환경 관심이 증가함에 따라 화석연료 에너지 시스템에 대한 논리적 대안 또는 첨가를 제공할 수 있다. 수집 시스템에서 수집되는 태양열은 전기(광전지를 통해)와 함께 또는 전기 없이, 에너지 시스템의 가치에 주요한 부양책을 제공할 수 있다. 그러나 불행히도, "태양 열병합(solar cogeneration)" 시스템은 사용 부지에 설치될 필요가 있으며, 이는 가장 최근 또는 이전의 집열기(concentrator) 방법에 대해 도전을 제시한다. 일반적으로 수집된 열은 저온(예로서, 통상 40 - 80℃)이기 때문에, 열에너지가 실질적인 과류손(parasitic loss)이 없이 멀리 전송될 수 없다. 또한, 과열수 및 기타 열 전송 시스템의 자본비는 직접적인 현장 사용을 선호한다. 그리고, 그와 같은 저온 열은 대체로 외기 온도에 대해 온도차가 작기 때문에 히트 엔진에서 기계적 또는 전기적 동력으로 변환될 수 없다. 따라서, 광 에너지를 수집하고 수집된 에너지를 용이하게 사용 부지의 가열 조건으로 전달되어서, 부지의 즉각적인 필요가 시스템을 제어하는 방법에 맞추어지는 시스템을 필요로 한다.

[0003] 태양 열병합 기술은 부분적으로, 저렴하면서도 건축물에 설치 또는 통합될 수 있는 광학 시스템을 만드는데 있어서 도전을 받고 있다. 하나의 문제는 얼마나 큰 디자인이 바람의 상태에서 오는 힘을 디바이스와 설치되는 건축물에서 견딜 수 있는가에 대한 실제적인 한계치이다. 열병합 장치를 건축물의 기초 또는 하중 지지 구조물과 결합하는 것은 특히 지붕에서 시스템 응력을 수용하기 위해 값비싼 설치 및/또는 장착 시스템을 발생하게 한

다. 많은 상업적 부지는 타당한 크기의 시스템에 대해 충분한 그라운드 공간이 부족하고, 지붕-설치(roof-mounting)는 충분한 집열기 면적을 얻기 위한 유일한 실행가능한 옵션이다.

[0004] 상기 도전을 만족시키고자 하는 노력이 이루어져 왔다. 예를 들어, 본 출원의 양수인인 MBC Ventrues, Inc.는 태양 수확(solar harvesting) 장치 및 방법과 건물 구조체에 대한 그들의 통합을 개발하였으며, 명칭이 "태양 에너지 변환 장치 및 시스템"인 공동소유의 미국 특허 공개공보 US2009/0173375(미국 출원 No. 12/349,728), 및 명칭이 "태양 에너지 변환"인 공동소유의 US2011/0214712(미국 출원 No. 13/056,487)로서 개시되어 있으며, 이 출원은 모두 본원에 참고로 전체적으로 포함되어 있다.

[0005] 그러한 시스템이 종래의 태양 수확 시스템에 비하여 상당한 개선을 제공하는 반면에, 신뢰성을 강화하고, 비용을 감소시키며, 그러한 시스템의 성능을 향상시키기 위한 기회가 여전히 존재한다.

[0006]

[0007] 발명의 요약

[0008] 태양 에너지를 수확하기 위한 시스템 및 방법이 설명되고, 특히 다양한 상업용 건축물에 통합 에너지 해법을 제공할 수 있는 에너지-포지티브 스카이라이팅(energy-positive skylighting) 시스템이 설명되어 있다. 복수의 채광창 모듈이 제공되며, 각각은 루버(louver)들과 소통하여 작동유체를 가열하기 위해 (즉, 열 전달이 열 흡수기와 작동유체 사이에 실행되도록) 인접한 루버에 있는 열 흡수기 영역에서 유입하는 태양광을 반사하도록 구성된 복수의 루버를 가지며, 모든 루버는 모듈을 통과하는 일광량의 제어를 가능하게 한다. 모듈은 주광 조명에 들어가지 않는 태양 에너지의 나머지가 썬열 히트(thermal heat)의 형태로 포집되고, 다음에 이것이 건축물 시스템 냉난방 응용에 적용될 수 있다.

[0009] 본 발명의 특히 양호한 실시예의 하나의 양태로서, 에너지 관리 시스템이 제공되며, 채광창 모듈, 전방면을 가지며 채광창 모듈 내에 위치한 제1 루버(louver), 후방면을 갖는 제2 루버로서, 상기 제2 루버의 후방면이 제1 루버의 전방면과 마주보도록 채광창 모듈 내에서 제1 루버에 인접하게 배치된, 상기 제2 루버, 채광창 모듈 내에 고정되어 장착된 흡수기 튜브를 포함하고, 상기 흡수기 튜브는 집열기를 포함한 외부 표면과 내부 유체 채널을 가지며, 제2 루버는 흡수기 튜브에 피벗가능하게 부착되어 있고, 상기 제1 루버의 전방면은 제2 루버의 후방면을 향하여 제1 루버의 전방면에 충돌하는 태양광을 반사하도록 구성되고, 상기 집열기는 반사된 태양광의 적어도 일부분을 썬열 히트(thermal heat)로 변환하여 상기 썬열 히트를 내부 유체 채널 내의 작동유체로 전달하도록 구성되어 있다.

[0010] 본 발명의 특별히 양호한 실시예의 다른 양태로서, 에너지 관리 시스템이 제공되며, 전방면을 갖는 제1 루버(louver), 후방면을 갖는 제2 루버로서, 상기 제2 루버의 후방면이 제1 루버의 전방면과 마주보도록 제1 루버에 인접하게 배치된, 상기 제2 루버, 상기 제2 루버의 후방면에 부착된 흡수기 튜브로서, 집열기를 포함한 외부 표면과 내부 유체 채널을 갖는 상기 흡수기 튜브, 및 제2 루버의 후방면에 부착된 반사용 확산기를 포함하고, 상기 제1 루버의 전방면은 제2 루버의 후방면을 향하여 제1 루버의 전방면에 충돌하는 태양광을 반사하도록 구성되고, 상기 집열기는 반사된 태양광의 적어도 일부분을 썬열 히트로 변환하여 상기 썬열 히트를 상기 내부 유체 채널 내의 작동유체로 전달하도록 구성되고, 상기 반사용 확산기는 반사된 태양광의 적어도 일부분을 제1 및 제2 루버 아래의 공간으로 반사하도록 구성되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 본 발명의 많은 장점들은 기술에 숙련된 자에 의해 첨부 도면을 참고하여 양호하게 이해될 수 있다.

도 1은 본 발명의 특별히 양호한 실시예의 양태에 따른 채광창 모듈의 사시도이다.

도 2는 도 1의 채광창 모듈의 전방 상단 사시도이다.

도 3은 도 1의 채광창 모듈과 함께 사용하기 위한 루버 조립체의 사시도이다.

도 3a는 도 3의 루버 조립체의 다양한 작동 모드에 대한 개략 측면도이다.

도 4는 도 3의 루버 조립체와 함께 사용하기 위한 2개의 루버의 측면 사시 단면도.

도 5는 열적 흡수기 튜브의 측면도이다.

도 6은 도 4의 루버들 중 하나의 루버를 확대한 도면이다.

도 7은 도 4의 루버에 사용된 미러를 위한 관련 디자인 파라미터를 도시하는 그래프를 포함한다.

도 8a 내지 8c는 도 3의 루버 조립체의 다양한 작동 모드에 대한 개략 측면도를 제공한다.

도 9는 도 1의 채광창 모듈을 지나가는 유체의 유로에 대한 사시도 및 개략도를 제공한다.

도 10은 확산 재료의 섹션들의 배치를 도시하는 도 1의 채광창 모듈의 전방 상단 사시도이다.

도 11은 여러 연도에 대한 태양 각도를 도시하는 그래프이다.

도 12는 도 1의 채광창 모듈과 함께 사용하기 위한 스카이 센서의 사시도이다.

도 13은 종래 기술의 열 저장 시스템의 개략도이다.

도 14는 본 발명의 특별히 양호한 실시예의 양태에 따른 작동유체 열 저장 시스템의 단면도이다.

도 15는 다중 저장 탱크를 포함하는 도 14의 작동유체 열 저장 시스템의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 아래 설명은 본 발명의 특별히 양호한 실시예이며, 본 발명의 구현예를 사람이 실시할 수 있게 시작하며, 양호한 실시예를 제한할 의도는 없지만, 특별한 실례로서 사용하도록 의도되어 있다. 기술에 숙련된 자는 본 발명과 동일한 목적을 실행하기 위한 다른 방법 및 시스템을 변경 또는 디자인하는 기초로서 개시된 개념 및 특정 실시예를 용이하게 사용할 수 있다는 것을 인식할 것이다. 또한 기술에 숙련된 자는 등가 조립체를 가장 넓은 형태로 본 발명의 정신 및 범위로부터 벗어나지 않도록 실현할 것이다.
- [0013] 도 1은 본 발명의 실시예의 어떤 양태에 따른 채광창 모듈(전체적으로 100으로 도시됨)의 사시도를 도시하며, 모듈은 예를 들어 상업용 건축물과 같은 건축물의 지붕에 설치하도록 구성되어 있다. 모듈은 표준 주광조명 해법보다 대략 50-70% 많은 조명을 제공할 뿐만 아니라 최대 300F의 온도에서 썬열 히트를 발생하도록 구성되어 있다. 이것은 전형적인 채광창 설비에 비하여 더 많은 채광창 대 바닥 비(SFR)를 제공함으로써 달성된다. 흐린 날, 아침 및 오후 기간 동안에 충분한 내부 조명을 제공하기 위해 더 많은 개구가 사용되고 있다. 아래에 더 상세히 설명되어 있는 바와 같이, 조명을 위해 필요로 하는 에너지를 초과하는 태양 에너지가 채광창에 매립된 6축 마이크로-집중 집열기(micro-concentrating collector)에 의해 수집되고, 그러한 대형 지붕 구멍을 통해 들어오는 태양열 부하를 건축물 냉방 시스템이 받아들이면서 오프셋 건축물 열 부하에 상기 에너지를 이용할 수 있게 한다.
- [0014] 종래 구조에서, 모듈은 2가지 작동 모드를 가질 수 있었다. 그러한 실시예에서, 모듈에 입사하는 직접 빔 태양 방사선의 레벨이 임계값보다 높을 때, 모듈은 추적 모드로 들어갈 것이다. 이 모드에서, 주광 조명은 일차적으로 루버 조립체의 주변과, 모니터의 동쪽, 서쪽 및 북쪽 벽들에 있는 투과성 광-확산 표면에 의해 제공된다(모듈은 루버가 태양을 마주보도록 하기 위해 예로서 북미에서 설치하기 위해 남쪽을 바라보도록 건축물 표면에 설치되어 있다). 이차로, 일부 확산 광은 또한 특히 낮은 태양 각도에서 루버들 사이로 지나간다. 직접 태양 방사선의 양이 추적 모드를 위한 임계값보다 작을 때, 모듈은 주광 조명 모드로 들어가고, 루버들이 완전히 개방된다. 또한 야간 모드는 루버가 썬열 히트 손실 및 밤하늘을 향한 광의 누설을 감소시키기 위해 완전히 폐쇄될 때 제공될 수 있다. 결과적으로, 이 실시예에서, 모듈이 추적 모드에 있을 때에는, 모듈에 의해 공급되는 주광 조명의 양을 조절 또는 제어하는 수단이 없다. 이 경우에 설비의 치수화는 일반적으로 아래의 공간에서 필요로 한 조명량에 기초하여 이루어지고, 따라서 결과적으로 시스템에 의해 생산되는 열 에너지의 양이 시스템 디자이너가 조절할 수 있는 개별 변수가 아니다. 이것은, 일부의 경우에는 이용가능한 열에너지를 초과할 수 있으며, 다른 경우에는 모듈에 의해 공급된 열을 보충하기 위해 종래의 태양 열 모듈을 필요로 한다는 것을 의미한다. 또한 이 실시예에서는, 공간 내의 조명 레벨이 공간 내에서 활동량의 필요에 맞추어지지 않을 것이며, 또한 주광 조명과 열 손실로 들어가는 에너지의 분할이 변하지 않을 것이다. 이것은 비어 있을 때 또는 그 밖에 공간의 용도가 완전한 조명을 필요로 하지 않을 때 공간에 과도한 조명을 비출 수 있다. 이러한 초과-조명(over-illumination)은 건축물 냉방 시스템이 처리해야만 하는 열 부하에 중대하게 추가할 수 있고, 또한 유용한 목적을 위해 썬열 히트를 수집할 기회의 상실을 나타낼 수 있다.
- [0015] 개선된 디자인으로서, 모듈의 루버는 양호하게 크기가 비교적 작아서 미러 시스템의 고도의 초점을 가질 수 있게 되는 루버 후방의 평평한 열 흡수기(thermal receiver)(300)(도 4)를 포함한다. 소형 열 흡수기(여기에 설명

된 것)는 동일한 열 입력에 대해 비례적으로 감소된 열 방산율을 가지며, 따라서 열 흡수 효율을 증가시키고, 그 결과 피크 수집 온도를 최고 약 220F로 증가시킨다. 그러한 조립체로부터 수집된 열은 다양하게 사용될 수 있으며, 상수 난방, 공간 난방, 및 공기 조화를 위해 단일 효과 흡수 칠러(single effect absorption chiller)를 포함하는 일부 프로세스 열 응용예를 포함한다.

[0016] 특별히 도 1에 도시된 실시예에 관하여, 개선된 디자인은, 아래에 상세히 설명되어 있듯이, 주광 주명으로 들어 오지 않는 태양 에너지의 나머지가 썬열 히트의 형태로 수집되는 상태로, 실시간으로 각각의 채광창 모듈(100)에 의해 공급되는 광량을 균일하게 변화시키는 수단을 제공한다. 또한 특히 도 1 및 도 4에 도시된 실시예에 관하여, 루버(200)는 수집 온도를 257F 내지 300F의 범위로 증가시키는 열 흡수기(300)를 구비할 수 있으며, 따라서 상기 열 흡수기(300)는 단위 열 입력당 냉방 비용을 최대 2배로 하는 이중 효과 칠러와 같이 더 큰 열의 고가 응용예(high-value applications)를 제공하며 또한 유기 랭킨(Rankine) 사이클 또는 칼리나(Kalina) 사이클 터빈/발전기 시스템을 이용하는 발전을 제공한다. 대안으로, 200-220F에서 수집 효율을 향상시키면 대체로 단일 효과 칠러와 같은 썬열 프로세스의 열 응용예의 경제성이 향상된다. 이하에 더 상세히 설명된 바와 같이, 도 1의 실시예에 도시된 디자인은 10 내지 15의 집중률을 제공하는 향상된 광학장치를 통합하며, 그 결과 더 소형의 열 흡수기 영역을 초래하며, 이러한 고가의 부하를 구동하기에 충분히 높은 온도와, 저온에서 더 큰 효율을 초래한다. 효과적인 냉방 및 발전을 제공하는 부하를 구동할 수 있다는 것은 시스템을 위한 많은 응용예를 크게 확장시키는데, 왜냐하면 주문형(application-specific) 프로세스 열 용도에 비하여 냉방 및 동력을 위한 건축물이 더 많이 필요하기 때문이다.

[0017] 태양 자원의 활용에 융통성을 최대로 하기 위해서, 루버(200)가 모듈(100)의 남향 벽(110)에 더 많은 비율을 커버하는 것이 필요하다. 광이 필요할 때, 루버(200)의 위치가 더 많은 주광을 생성하도록 조정될 수 있지만, 주광이 필요하지 않을 때에는 에너지가 아래의 공간에 과다한 조명을 지향하기보다는 썬열 히트로서 수집될 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 채광창 모듈(100)의 사다리꼴 형상은 2개의 실용적인 조건에 의해 구동된다. 첫째, 커브(curb)(112)의 형상은 현재의 지붕 구조와 용이한 통합을 위해 직사각형이어야 한다. 둘째, 채광창 모듈의 사다리꼴 형상은 효율적인 운반 용적을 위해 적층될 수 있게 허용한다. 따라서, 대부분의 모듈을 덮기 위한 루버 조립체에 대해서, 루버(200)는 또한 사다리꼴 형상(도 2의 모듈에서 외부 라인(14)에 도시된 프로파일을 채우는)을 양호하게 가져야 한다. 루버 조립체의 둘레에 있는 틈에 관한 다른 제한사항은 대풍불기에 의한 돔(free-blown dome)(120)의 형상이다. 돔(120)의 형상은 재료의 온도 프로파일과, 진공 드로 사이클(vacuum draw cycle)의 속도 및 순서화(sequencing)에 의해 결정된다. 남측면의 에지에 루버를 더욱 접근시키는데 필요한 수직 틈새에 가압할 수 있는 부분 몰딩 공구를 사용함으로써, 에지 둘레의 돔(120)의 외형을 더욱 정밀하게 제어할 수 있다.

[0018] 도 1 및 도 2를 참고하면, 이 도면들은 본 발명의 실시예의 어떤 양태에 따른 채광창 모듈(100)의 최고위(top level) 조립체를 도시한다. 4개의 조립체는 커브(112), 모니터(116), 루버 조립체(220)(다수의 루버(200)로 이루어지며 또한 에너지 변환 모듈(ECM)이라고도 함), 및 돔(120)이다. 각각의 조립체는 양호하게 부지 밖에서 제조되고 건축 부지로 운반된다. 각각의 부품은 효율적인 수송, 지붕으로 들어올리기 및 설치를 위해 구성된다.

[0019] 위에서 지정한 바와 같이, 제1 구성요소는 현재의 지붕에 대해 절단가공되거나 새로운 구조로 형성되는 개방부위에 장착되는 커브(112)이다. 커브(112)는 양호하게 4개의 개별 부품으로 부지로 운반되어 부지에서 조립된다.

[0020] 다음에, 모니터(116)(채광창)는, 1) 에너지 변환 모듈/루버 조립체(220)(ECM)에 구조적 지지부를 제공하며, 2) 내부 공기와 외부 사이에 단열을 제공하며, 3) 하늘에서 오는 광을 아래 공간으로 보내기 위한 방향 및 확산을 제공한다.

[0021] 다음에, 모니터(116)의 남측면에 장착된(남측면이 태양과 마주보고 있다고 가정함) ECM(220)은 마이크로-집중 집열기 및 광 관리 장치이다. 제어기 보드(130) 및 소형 전기 스테퍼 모터(132)는 루버(200)의 각도를 제어하여 필요한 광량을 ECM(220)으로 공급하며, 동시에 과다한 광을 고급 썬열 히트로 변환시킨다. 유체라인(134)은 냉각제를 직접 각 루버(200)를 통과하여 채광창 모듈(100) 아래의 지붕 공간 또는 지붕에 배치된 파이프로 순환시킨다.

[0022] 루버(200)는 스테퍼 모터(132)와, ECM(220)의 서쪽 단부에 위치해 있는 링크(linkage)(136)에 의해 이동된다. 제어기 보드(130)는 양호하게 중앙제어장치에 연결되어서 링크(136)의 작동 바(131)에 연결된 스테퍼 모터(132)로 지령을 보낸다. 작동 바(131)는 링크 암(138)에 의해 각 루버(200)에 결합되고, 링크 암(138)은 루버(200)의 서쪽 단부의 마지막 인치(last inch)에 양호하게 연결된다. 링크의 작용은 4개의 루버의 단면을 갖는 도 3a의 개략도에 도시되어 있다. 작동바(131)는, 루버(200)가 각 흡수기 튜브의 후방에 있는 슬롯 피벗(202) 둘

레를 선회합에 따라 링크 암(138)이 원 운동으로 회전할 때 작은 수직 성분으로 좌측에서 우측으로 이동한다. 명백히, 흡수기 튜브는 구부러지지 않는다. 이것은 열 흡수기와 연결되어 있는 유체라인(134)에 고정된 유체 접속을 허용하므로, 흡수기 튜브와 고정된 유체 튜브 사이에 동적 유체 밀봉을 요구한 종래 디자인에 비하여 개선된 것이다.

[0023] 도 4는 추가의 상세를 보여주기 위해 2개의 루버 섹션의 단면을 도시한다. 루버(200)의 미러(204)는 연속적으로 굴곡되거나 또는 패시트된(faceted) 형상을 가질 수 있다. 패시트들은 단순한 시트 벤딩 장치에 의해 더욱 용이하게 제조되며; 연속적 굴곡 디자인은 제조하기 위해 주문 세공(custom tooling) 및 하이포스(high-force) 유압 프레스를 필요로 한다. 미러(204)의 곡률반경은 열 흡수기(300)와 2차 반사면(이하에 더 상세히 설명됨)에서의 광의 초점 맞추기를 최적화하기 위해 미러의 길이를 따라 변한다. 이하에 설명된 광로 도면에 도시된 바와 같이, 상단 부근의 미러(204)의 부분은 대체로 인접한 흡수기/반사기 표면들로부터 더 멀리 떨어져 있으며 따라서 더 큰 곡률반경(더 작은 굴곡된 형상)을 요구한다. 미러(204)는 피벗바(pivot bar)(206)에 부착되고, 피벗바는 미러(204)의 길이를 따라 연장한다(또는 대안으로 열 전도도 및 손실을 감소시키기 위해 짧은 섹션들로 구성될 수 있다). 피벗바(206)는 회전을 위한 피벗점을 제공하기 위해 흡수기 튜브(300)의 후방에 있는 슬롯(308)에 끼워지는 선형 벌브를 갖는다. 미러(204)가 냉각 핀이 되지 않도록 하기 위해 뜨거운 흡수기 튜브(300)와 미러(204) 사이의 열 전도도를 최소화하는 것이 중요하다. 따라서, 피벗바(306)는 양호하게 낮은 열 전도도를 갖지만 열 흡수기(300)의 고온에 견딜 수 있는 실리콘 발포 테이프를 가진 상태로 미러(204)에 부착된다. 덧붙여, 선형 벌브의 외부면은 열 흡수기 튜브(300)로부터 피벗바(206)로의 열 전도를 최소화하기 위해 Teflon 또는 다른 고온-단열 플라스틱으로 코팅될 수 있다.

[0024] 도 4에 가장 잘 도시된 바와 같이, 또한 피벗바(206)에 반사 확산기(222)가 부착된다. 반사 확산기(222)는 이 확산기에 충돌하는 태양 광선을 아래 공간으로 지향한다. 반사 확산기(222)(뿐만 아니라 아래에 설명된 열 흡수기 튜브(300)상의 2차 미러)는 부분적으로 정반사(specular)하고 부분적으로 확산하는 전문 조명 반사기 시트로 제조된다. 그러한 전문 조명 반사기 시트 재료는 용이하게 상업적으로 구매할 수 있으며, 제한하지 않는 실례로서, ALANOD GMBH & CO.KG로부터 입수 가능한 ALANOD 610G3, 또는 ALUMINUM COIL ANODIZING CORP.로부터 입수 가능한 ACA 420AE/DG를 포함할 수 있다. 이 재료는 유입하는 광선을 20도 콘으로 반사하고, 이 콘은 광의 지향성을 유지하면서 더 큰 확산 투사(diffuse projection)를 아래의 공간으로 제공한다. 흰색 페인트로 칠해진 표면과 같은 순수한 확산 반사기는 아래의 공간으로 부드러운 광을 제공하면서 1차 미러를 향하여 광의 일부를 다시 반사시킴으로써 광을 낭비할 것이다. 경면 반사기와 같은 순수한 정반사기(specular reflector)는 모든 광을 공간 내로 효율적으로 지향하지만, 눈에 거슬리는 글레이 스폿(glare spots)을 회피하기 위해 2차 컨디셔닝(conditioning)을 요구할 것이다. 반사 확산기(222)의 형상은 도 4에 도시된 바와 같이 굴곡지거나, 또는 아래에 더 상세히 설명된 광로 다이어그램으로 도시된 바와 같이 직선형이 될 수 있다. 반사 확산기(222)를 구성하는데 있어서 주요한 기준은, 광선이 1차 미러(204)로 재반사하여 손실되지 않도록 반사 확산기가 작은 각도에서 1차 미러(204)로 유입하는 모든 광선을 양호하게 인터셉트(intercept)하는 것이다.

[0025] 열 흡수기 튜브(300)의 세부는 도 5 및 도 6의 단면도에 나타나 있다. 열 흡수기 튜브(300)의 주요 본체는 양호하게 압출 알루미늄으로 형성된다. 베이스 압출부(base extrusion)에는, 3개의 형태부, 즉 열 배플(baffle)(302), 집열기(304) 및 2차 미러(306)가 고온 에폭시 접착제를 사용하여 부착된다. 또한 튜브의 단부들은 이하에 설명된 바와 같이 엄격한 원형 허용오차로 리이밍(reaming)된다.

[0026] 열 흡수기 튜브(300)의 좌측 및 하단에서의 집열기(304)는 고흡수성의 저방출 열 선택적 표면들이다. 이것들은 벤딩 브레이크에 형성되며 고전도도 에폭시 접착제를 이용하여 압출부에 접착되는 광학처리된 알루미늄 시트들의 얇은 스트립으로 형성된다. 그러한 광학처리된 알루미늄 시트들은 상업적으로 구매가능하고, 제한하지 않는 실례로서, ALANOD GMBH & CO.KG로부터 입수 가능한 ALANOD MIROTHERM을 포함할 수 있다. 이러한 표면들은 유입하는 완전 스펙트럼 태양광을 썬열 히트로 변환하며 열 흡수기 튜브(300)의 벽을 통해 전도되게 하고 튜브 중심 통로(308)를 통해 순환하는 유체로 전해지게 한다. 2차 미러(306)는 집열기(304)(도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이)의 우측에 배치되고, 반사 확산기(222)와 유사한 광학 특성을 갖는 확산 반사기 표면을 포함한다. 그러한 광학 특성들은, (제한하지 않는 실례로서) SOLEC SOLAR ENERGY CORPORATION으로부터 입수 가능한 LO/MIT 코팅과 같은 확산 반사 페인트의 도포를 통해 제공될 수 있다. 2차 미러(306)는 마찬가지로 패시트되고, 좌측에는 작은 수평 섹션과 대략 30도 하향으로 경사지는 긴 섹션을 갖는다. 이하에 설명된 광로 도면에서 보여주고 있는 바와 같이, 2차 미러(306)의 수평 섹션은 아래에서부터 미러를 향하여 오는 광을 반사하도록 구성되고, 한편 2차 미러(306)의 경사진 긴 섹션은 좌측에서 오는 광선을 반사한다(다시 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이). 열 흡수기 튜브(300)의 다른 특징부는 피벗바(206)와 상단의 선택사양의 열 배플(332)을 수용하는 선형 슬롯(208)

을 후방에서 포함한다. 열 배플(302)은 수집 표면의 열 효율을 향상시키기 위해 흡수기 표면으로부터 탈출하는 열의 일부를 포획한다. (기하학에 의존하여, 열 배플(302)은 유입하는 태양광을 차단할 수 있으며, 따라서 이 배플은 여기서 모든 도면에 포함되지 않고 도시되지 않는다). 배플(302)의 수평 표면은 흡수기 표면으로부터 열 이 채광창 모듈(100)의 내부의 공기로 손실되게 하는 상향 자연 대류 공기 흐름을 느리게 하는 경향이 있다. 또한 배플(302)은 흡수기 표면으로부터 직접 돔(120)으로 가는 복사열을 차단하는 작용을 한다. 배플(302)의 상단은 양호하게 대류 손실을 감소시키는 절연 페인트로 도포되거나, 또는 복사 손실을 감소시키는 저 방사율을 갖는 금속 페인트로 도포된다. 유체 튜브(308) 내부에는, 내향 지향 표면(310)이 제공되며, 열전달 면적을 증가시키며 열 전달 효율을 향상시키는 난류를 촉진하도록 구성된 비원형 외형을 발생한다. 또한, 튜브(308)의 단부는 약 0.001"의 정밀한 허용오차로 리이밍된다. 이것은 연결용 유체 튜브들을 수축 끼워맞춤(shrink fitting)과 같은 공지된 기술을 이용하여 부착되도록 허용하며, 여기서 삽입될 튜브는 외부 튜브의 온도보다 작은 약 100F로 냉각된다. 내부 튜브 및 외부 튜브가 평형 온도에 도달할 때, 내부 튜브는 확장되어 접착제 및 기계적 체결구를 필요로 하지 않고 단단한 밀폐를 형성한다.

[0027] 광학 시스템의 성질은 시스템의 기본 기능이 크기에 독립적으로 될 수 있다는 것이다. 즉, 시스템은 넓은 범위에 걸쳐 사진술로 확대 또는 수축될 수 있으며, 시스템은 광학적으로 동일한 것을 수행한다. 필요한 자원은 시스템 비용과 유체 시스템 성능(튜브 치수들)의 인자이다. 전체 치수가 큰 가변성을 가질 수 있는 반면, 광학 구성요소들의 상대적 크기들은 허용가능한 값의 더 작은 엔벨로프(envelope)를 가진다. 이것이 그러한 경우로서, 하나의 1차원은 전체 스케일 - 피치로서 언급된, 흡수기 튜브(300)의 중심선들 사이의 거리를 결정한다. 다른 치수들은 이러한 전체 파라미터에 대해 비율로서 표현될 수 있다.

[0028] 임계적 치수들에 대한 최적 값 및 치수 범위는 이하에 나타나 있다.

표 1

[0029]

치수	최소	최적	최대	해설
피치(절대 길이mm)	50 mm	145 mm	300 mm	작은 피치값은 작은 피치 크기를 초래하고, 제조비용을 증가시킨다. 큰 피치는 강성도 및 정확도를 손실시키는 넓은 미러 코드(chords)를 초래한다.
미러 폭(루버 피치에 대한 무차원 폭)	1.469	1.469	1.476	짧은 미러 길이는 높은 태양 조건하에서 태양 광이 직접 통과할 수 있게 하며, 글레이어를 만들고 열 용량을 감소시킨다. 긴 미러 길이는 높은 태양 각도에서 조명 에너지 플럭스를 감소시킨다.
열 흡수기 폭(무차원 폭/피치: 수평 및 수직 세그먼트에 대한 전체 길이)	0.095	0.1	0.12	소형 열 흡수기는 광을 수집할 수 없을 것이다. 대형 흡수기 폭은 열 효율을 감소시키고, 비용 및 무게를 증가시킨다. 흡수기 대 개구(피치)의 0.1 비는 집중률을 약 10으로 설정한다.
2차 미러 폭(무차원 폭/피치)	0.04	0.041	0.06	2차 미러는 더 작아질 수 없으며 여전히 의도한 대로 광을 재지향한다. 과열 영역을 첨가함으로써 열 효율의 손실을 제외하고 길수록 효과가 작아질 수 있다.
2차 미러 내부 각	165도	155도	145도	이것은 2차 미러의 2개의 패시트의 내부 각이다. 너무 작은 내부 각은 광을 다시 1차 미러로 지향할 것이다. 너무 크면 광이 확산 반사기로 쏟아질 것이다.
반사 확산기 길이/피치	0.70	0.75	1.25	반사 확산기가 너무 짧으면, 이것이 1차 미러로부터 광이 아래 공간으로 확산되지 않게 할 것이며, 글레이어를 초래한다. 이것이 미러만큼 길어질 때까지 길수록 효과가 적을 수 있다.

[0030] 미러(204)는 비영상화(non-imaging) 가변 기하학적 광학 요소이다. 그 목적은 아래 공간으로 제어된 조명을 제공하기 위해 유입하는 태양 에너지를 인접한 루버상의 열 흡수 및 광 반사 요소들에 집속하게 하면서 과도한 태양광을 썬열 히트로서 효과적으로 수집하는 것이다. 미국 대륙의 중간 위도 지방에서 작동하는 시스템에 대해서, 관절이동식 미러 시스템은 양호하게 100도 수광각- 수평의 태양에서부터 천정의 10도 이북까지 - 에 걸쳐 작동한다. 태양의 주어진 위치에 대해서, 미러의 각도는 가열 또는 조명에 주어지는 태양광의 분율을 변화시키기 위해 태양광의 초점 영역을 이동시키도록 변화될 수 있다. 태양 각도의 넓은 범위에 걸쳐, 광과 열의 임의의 할당을 가질 수 없다. 디자인 목적은 조명으로서 에너지를 최대 50% 제공하고, 난방으로서 최대 100% 제공하

는 것이다. 이러한 레벨에서, 아래 공간에 200 피트-촉광(foot-candles)의 조명을 공급할 수 있으며, 통상적인 기대치의 2배이다.

- [0031] 기선 미러 형상은 제조의 용이성을 위해 패시트될 수 있다. 이 경우에, 미러형 알루미늄 시트의 긴 직사각형 블랭크는 정밀 제어식 벤딩 브레이크에 의해 실시된 작은 밴드들의 연속물로서 필요한 미러 형상으로 형성된다. 반사기의 집중화가 패시트의 폭의 함수이므로, 패시트들의 패시트 폭은 가능한 작게 유지되며, 이 경우에 0.25 인치가 바람직하다. 미러 형상의 정점들에서의 벤딩 각도는 미러(204)의 길이를 따라 필요한 곡률반경으로부터 계산되었다.
- [0032] 미러(204)의 상단은 열 흡수기 튜브(300)로부터 멀리 떨어져 있으며 따라서 큰 곡률반경을 가지며, 상기 반경은 미러의 폭을 따라서 선형으로 감소한다. 미러(204)가 바닥에 접근함에 따라 커브가 불연속하며, 이것은 최적 형상이 되도록 분석에 의해 결정되었다. 도 7은 미러를 위한 관련된 디자인 파라미터를 도시하는 그래프를 제공한다.
- [0033] 채광창 모듈(100)을 통해 이동하는 광의 경로는 태양의 위치, 루버의 기하학적 형상, 그 시간에 필요한 조명의 정도에 따라 변한다. 도 8의 다이어그램은 공통으로 발생하는 5가지 조건에 대한 광로를 설명한다. 도 8의 도면에 관하여, 주목해야 할 것은 다이어그램들이 단지 광학장치를 통과하는 직접적인 태양 방사선의 경로를 보여준다는 것이다. 도 8에서 개별적으로 도시되지 않고 있지만, 확산 방사선이 또한 루버를 통과하며 채광창 모듈(100) 전체에 의해 공급된 조명 중에서 상당히 많은 부분을 구성한다. 또한, 채광창 모듈(100)이 100% 열 수집을 위해 구성되어 있는 상태에 있지만, 이것은 300 피트-촉광 이상을 제공하며 과도한 난방을 발생할 것이기 때문에 100% 광 전송이 가능한 장치는 없다. 이 시스템은 조명으로서 최대 50%의 태양 전력을 제공하도록 구성되어 있다.
- [0034] 도 8a는 낮은 태양 각도에 대한 광로 다이어그램을 도시한다. 이 조건은 이른 아침 또는 늦은 오후에 발생하며, 특히 태양이 수평에 대해 낮게 떠 있는 겨울에 발생한다. 난방을 위한 광은 주로 집열기(304)의 수직 섹션에 집중되며, 한편 조명 에너지는 열 흡수기 아래에서 2차 미러(306)로 방사된다. 2차 미러(306)로부터의 반사는 하향으로 진행하며, 2차 미러(306)의 부분 정반사/부분 확산 반사기로부터 20도 원뿔 형상의 반사를 확대하기 위해 넓은 화살표로 나타나 있다.
- [0035] 도 8b는 중간 태양 각도에 대한 광로 다이어그램을 도시한다. 이것은 가장 흔하게 발생하는 배향이며, 이용가능한 최대 태양 에너지와 일치하는 배향이다. 1차 미러(204)에서 반사되는 광은 낮은 태양 각도에 비하여 더 높은 각도에 있다. 따라서, 조명을 위한 태양이 또한 집열기(304)의 바닥에서 방사하지만, 태양이 2차 미러(306)를 놓치며 직접적으로 반사 확산기(222)에 충돌하도록 하는 그러한 각도이다. 또한 반사 확산기(222)는 광을 원뿔 패턴으로 아래 공간으로 반사한다. 주광 조명을 위해 방사되는 광선이 가장 높은 하향 각도에서부터 반사 확산기(222)로 가는 광선인 점에 주의하기 바란다. 미러(204)의 곡률은 아래 공간으로 향한 광의 공급이 가장 효율적으로 되는 곡률이 되도록 설계되었다.
- [0036] 도 8c는 다시 중간 태양 각도에 대한 광로 다이어그램을 도시하며 추가의 주광 조명을 제공한다. 이 다이어그램은 도 8b와는 다른 미러(204)의 각도를 도시하며, 더 많은 광과 더 작은 열을 공급하도록 계획되어 있다. 미러(204)는 더 많은 광을 2차 미러(306) 및 반사 확산기(222)로 지향하기 위해 시계방향으로 단지 소수의 각도로 회전된다.
- [0037] 도 8d는 중간 태양 각도에 대한 광로 다이어그램을 도시하며 주광 조명을 제공하지 않는다. 미러(204)의 이러한 배향에서, 광이 유입하는 직접적인 태양 에너지의 100%가 열로서 공급될 수 있도록 더 많이 상향으로 지향되게 된다.
- [0038] 도 8e는 높은 태양 각도에 대한 광로 다이어그램을 도시한다. 이 기하학적 도형은 중간 태양 각도의 경우와 유사하다. 주광 조명 광선이 1차 미러(204)의 상단에서부터 높은 각도에서 반사 확산기(222)로 가서 아래로 향하게 된다.
- [0039] 상술한 바와 같이, 채광창 모듈(100)은 루버(200)로부터 유체 채널을 통해 운반된 유체로 열을 전달하는 유체 열전달 시스템을 제공한다. 내향한 표면(310)들이 열 흡수기 튜브의 중심 통로(308)(특히 도 4에 도시된 바와 같이)의 내측면에서 열전달 홈들을 형성하며, 열전달에 이용가능한 표면적을 증가시키며 난류를 촉진하고, 결과적으로 튜브 벽으로부터 유체로 향하는 온도 구배를 감소시킨다. 유사하게, 여기서 설명된 바와 같이 고정된 열 흡수기 튜브(300)(따라서 관절운동하는 미러 요소만)를 사용하면 회전 조인트를 수용할 수 있게 하는 밀봉부에 대한 필요성을 회피하며, 그 대신에 모터(132) 및 구동 시스템에 가해지는 부하를 종래 구조에 비하여 75%만큼

감소시킬 수 있게 하며(그렇지 않으면 유체 밀봉된 회전 조인트에 의해 제공될 높은 마찰력을 극복할 필요성을 회피한다), 작동 속도 및 장시간의 신뢰성을 향상시키며, 모터(132), 링크(136), 구동 전자장치 및 옥상 배선에 대한 비용 절감을 가능하게 하는 구조를 제공한다. 채광창 모듈(100)을 통한 유체의 대표적인 유로가 도 9에 도시되어 있다. 유동 패턴의 가장 중요한 특성은, 유동이 꾸불꾸불하고 각각의 열 흡수기 튜브(300)를 연속적으로 지나간다는 것이다. 유동이 평행하면, 튜브들 내의 속도가 매우 작아지고 열전달계수가 효과적인 열전달을 위해 너무 작을 것이다. 유동은 바닥에서 시작하여 위로 흐르는 것으로 도시되어 있다. 이것은 부작용없이 역전될 수 있다. 채광창 모듈(100)들은 열을 저장 탱크로 끌어당기는 옥상 배관 시스템에 평행하게 모두 연결되는 것이 바람직하다.

[0040]

일부의 구성에서, 채광창 모듈(100)은 루버 조립체가 추적 모드에 있을 때 주광을 아래 공간으로 공급하기 위해 루버 조립체의 주변에 있는 영역을 이용할 수 있다. 이 실시예에서, 2가지 타입의 아크릴 확산기가 양호하게 적층되고 돔(10) 아래의 채광창 모니터(100)의 남측면에 부착된다. 상단의 확산기는 약 15도 반각을 갖는 광의 원뿔을 형성하기 위해 2차원으로 광을 분할하는 프리즘 확산기이다. 바닥 확산기는 유입하는 광을 2개의 로브(lobe)로 입사광의 각도로부터 약 45도로 분기하는 깊은 톱니 홈(deep sawtooth groove)들을 갖는 선형 확산기이다. 홈들은 동쪽/서쪽 방향에서 강하게 각각의 모듈로부터 오는 광을 분포하는 북쪽/남쪽 방향으로 배향되어 있다. 그러한 아크릴 확산기 재료의 시트는 용이하게 상업상 구매가능하고, 제한하지 않는 실례로서, PLASKOLITE INC.로부터 입수 가능한 KSH-25 아크릴 발광 패널을 포함할 수 있다. 이것은 2개의 필요한 목적을 달성한다. 첫째, 채광창 모듈(100) 바로 아래에 있는 영역으로 들어오는 광의 강도가 감소되고, 이는 전형적인 확산 채광창 아래에서 보통 직접적으로 경험하게 되는 불쾌한 글레이어를 감소시킨다. 둘째, 광을 동쪽/서쪽으로 분포하는 것은 채광창들의 열들(rows) 사이의 공간에 존재하는 광의 트로프들(troughs of light)을 채우며, 아래 공간의 작업면에 더 많은 조명을 공급한다. 그러나, 이러한 양방향 렌즈를 사용하는 한가지 단점은 광이 채광창의 다른 내부 표면들로 향할 때 광의 일부가 손실된다는 점이다. 예를 들어, 채광창 모듈(100)의 동측면의 확산기는 동쪽 및 서쪽으로 45도 각도로 향하는 광의 2개의 로브를 형성한다. 서쪽으로 향하는 로브는 아래 공간의 바닥에 대해 양호한 시야각을 가지며, 이러한 광이 효율적으로 지향된다. 그러나, 동쪽으로 향하는 로브의 많은 분율(fraction)이 채광창 모듈(100)의 동쪽 벽에 충돌하며, 그리고 외측면으로 탈출하거나 또는 재반사로 손실된다. 덧붙여, 광의 제어능력을 더 많이 제공하기 위해, 루버 조립체가 채광창 모듈(100)의 서쪽 벽을 많은 비율로 커버하는 것이 바람직하다. 이것은 확산 요소에서 이용가능한 더 작은 영역을 남기며, 따라서 확산 요소들은 동일한 광량을 공급하기 위해 더 효율적으로 제조되어야 한다.

[0041]

대안으로서, 조합된 지향성/확산성 아크릴 프레넬(Fresnel) 렌즈가 한 측면에서 일방향 회절 렌즈를 가지고 다른 측면에서 랜덤 또는 프리즘 확산 패턴을 가지며 사용될 수 있다. 이러한 종래의 광학 재료에 대해 세공 비용을 감소시키기 위해, 렌즈들은 1 제곱 피트에 대해 작은 섹션들로 제조될 수 있으며, 상기 섹션들은 유입하는 광을 가장 유리한 방향으로 지향하도록 모니터의 남측 벽에 부착되고, 손실 및 글레이어를 최소화한다. 그러한 광학 재료로서 사용하기에 적절한 재료는 용이하게 상업상 구매 가능하고, 제한하지 않는 실례로서, MICROSHARP CORPORATION LIMITED로부터 입수 가능한 36/55 비대칭 프리즘 필름을 포함할 수 있다. 특별히 도 10을 참고하면, 확산기 재료(400)는 유사하게 채광창 모듈(100)의 동측면 및 서측면의 외부 표면에 배치된다. 다시 한번, 이러한 위치에 있는 비방향성 확산기는 모든 방향으로 광을 분포하며, 이는 대부분의 광이 채광창의 다른 내부 표면들로 지향하도록 만들며, 그래서 광이 손실되고, 외부면에서 뒤로 전달되고, 따라서 방향성 확산 요소를 갖는 것이 광 전달 효율을 개선하는데 중요하며, 이는 효율성을 향상시키며 결국에는 비용을 절감하게 한다. 중요한 수평 성분을 갖는 동쪽 및 서쪽 표면들에 도달하는 태양광은 공간을 향해 확산되어 아래로 지향될 것이다. 지향성 선형 프레넬 렌즈는 광이 채광창 모듈(100)의 남측면의 내부 표면을 향해 위로 확산되는 것을 방지하며, 상기 남측면의 내부 표면에서 광이 모듈에서 다시 하늘로 전달된다. 덧붙여, 확산기 재료(400)는 양호하게 화살표(410)로 가리킨 영역에서 모니터의 남측면에 배치될 것이다. 채광창 모듈(100)의 동측면상의 확산기는 광이 서쪽을 향해 지향하거나 또는 그 반대로 지향하도록 배향될 것이다. 이것은 공간으로 향한 광의 양호한 분포를 제공하며, 가장 중요하게는, 광이 채광창 모듈(100)의 동쪽 및 서쪽 표면을 통과하여 외부 후방으로 향하지 않게 한다.

[0042]

상술한 다중벽 시트는 유입하는 광을 한 방향으로 부분적으로 산란하는 능력을 가지며; 확산 및 지향 필름의 추가 시트는 광을 균일하게 분포하고 글레이어를 제거하는데 필요하다. 확산 시트를 패널에 부가하는 가장 간단한 방법은 추가 시트를 다중벽 시트의 내부 또는 외부 표면들에 부착하는 것이지만, 이러한 해법에는 어떤 단점이 있다. 몇 가지 상업상 구매가능한 확산 필름은 자외선에 견딜 수 있는 플라스틱으로 제조된다. 또한, 시트를 보유하는 접착제는 시트를 통과하는 광을 약화시키지 않도록 광학적으로 투명해야 하며, 그리고 외부 표면에서는 기후에 견디어야 한다. 끝으로, 적층용 접착제는 일반적으로 활성화를 위해 제공인치당 수백 파운드를

요구하며, 이는 다중벽 패넌을 변형시킬 수 있다.

- [0043] 대안의 해법은 확산 시트를 얇은 스트립으로 절단하여 그것을 폴리카보네이트의 셀들 내로 삽입하는 것이다. 폴리카보네이트 패넌의 외부면에는 폴리카보네이트를 UV 광선의 손상 효과로부터 보호하기 위해 UV 차단 컴파운드가 주입된다. 또한, 폴리카보네이트 자체는 UV에 대해 불투과성을 갖는다. 따라서, 다중벽들의 리브들 사이의 공간은 UV 방사선으로부터 보호되고, 따라서 PET와 같은 저렴한 플라스틱이 확산 재료로 채용될 수 있다. 더 나아가, 셀들의 좁은 폭은 스트립들을 접착제를 필요로 하지 않고 셀 내에 위치하게 하며, 이에 의하여 비용 및 접착제의 광 약화를 제거한다.
- [0044] 다중벽 시트 내부에 배치된 확산 스트립은 다중벽 시트의 특징적인 일차원 광 산란을 거의 전체적으로 약화시키는 능력을 갖는다. 이전에, 다중벽 폴리카보네이트 매트릭스 내부에서 다중 내부 반사의 일차원 산란이 설명되었다. 이것은 종종 직교축에서 광을 산란하는 무엇이 있는 경우에 직접적인 태양광을 산란시키는 양호한 형태부(feature)이다. 그러한, 다중벽의 이러한 자연적 산란은 때때로 바람직하지 않다. 예를 들어, 채광창 모듈(100)의 북측 벽은 단지 봄과 여름에 이른 아침과 늦은 오후에 직접적인 태양광을 받는다. 이러한 광의 일차원 산란은 이러한 기간 동안 글레이 스폿을 형성하는데, 왜냐하면 직접적인 태양광 모두가 패넌로부터 방사하는 원형 빔으로 지향되기 때문이다. 패넌들의 외부면에 배치된 확산 시트는 이렇나 내부 반사로부터 오는 광을 어느 정도 확산할 수 있지만, 내부 반사 자체로서 생기는 글레이의 원인을 약화시키는 것이 아무 것도 없다. 이것은, 광이 단 한 번- 나가든지 또는 들어오든지- 확산 시트를 통과하기 때문이다. 다중벽 시트에서 다중 내부 반사로 인하여, 광이 플라스틱 셀의 매트릭스 내부에 배치된 확산 시트를 여러 번 통과하며, 그들의 효율성을 배가시키고, 그리고 내부면 또는 외부면에 배치된 확산 시트에 비하여 더 많이 일차원 산란을 약화시킨다.
- [0045] 강도 및 단열을 증가시키기 위하여, 다중벽 패넌은 양호하게 3개 내지 5개의 캐비티를 가진다. 이것은 필요한 다른 확산 효과를 위해 일렬로 다양한 타입의 확산기를 이용할 기회를 제공한다. 예를 들어, 채광창 모듈(100)의 동측 및 서측 벽들은 유입하는 수평의 광 또는 낮은 각도의 광을 아래로 공간으로 확산 및 지향해야 한다. 이러한 적용을 위해, 확산 스트립은 최외측 셀(광원을 향하여) 내에 배치될 수 있으며, 광-지향성 프리즘 시트의 스트립이 최내측 셀(내부 공간을 향하여) 내에 배치될 수 있다. 양호한 2-차원 산란을 위해서, 프리즘 렌즈의 2개의 스트립이 직각에서 절단되어, 나란히 배치될 수 있고, 하나는 수평 방향으로 확산하고, 하나는 수직 방향으로 확산한다. 대안으로, 이와 같이 직각으로 절단된 스트립들은 비대칭 확산 패넌을 달성하기 위해 교대로 또는 혼합하여 배치될 수 있다. 예를 들어, 스트립의 2/3는 수평으로 산란하도록 그리고 1/3는 수직으로 산란하도록 절단되면, 원뿔형 확산 패넌이 달성될 수 있다.
- [0046] 채광창 모듈(100)의 중심에는 루버의 각도를 관리하는 각각의 모듈 내에 수용되는 저렴한 스마트 제어기 보드(130)가 있다. 핵심 제어 입력은 다음과 같다:
- [0047] - 건축물 난방/냉방 시스템의 모드.
- [0048] - 필요한 실내 조명 레벨.
- [0049] - 실제 실내 조명 레벨.
- [0050] 필요한 실내 조명 레벨은 수동 광 스위치 또는 점유 센서의 실시간 입력과 조합된 일일/주간 시간에 의해 결정된다. 제1 제어 목적은 필요한 조명 레벨을 달성하는 것이다. 하루 중에 또는 구름 낀 기간 동안에 일찍 또는 늦게, 루버가 충분한 확산 태양 방사선이 건축물로 들어오도록 완전 개방될 것이다. 태양광이 증가하고 조명 레벨이 설정점보다 높아질 때, 루버(200)가 시계반대방향으로(도 8의 도면에서) 회전되어 더 작은 주광 및 더 많은 열 난방을 제공하게 한다. 이러한 제어 체계는 하늘 상태의 세부 또는 하늘에서 태양의 위치를 알아야 할 필요가 없게 한다. 공급되는 실제 광만이 필요하게 된다.
- [0051] 채광창 모듈(100) 아래의 공간이 비어 있으면, 조명 설정점 레벨이 영(zero)이 되는 것이 가능하다. 즉, 모듈은 100% 난방 모드가 될 것이다. 이 경우에, 하늘에서 태양의 위치를 알 필요가 있고, 루버(200)의 위치를 설정하기 위해 광량 대 확산 태양 방사선을 알 필요가 있다. 모듈 제어 시스템은 계층적으로 되어 있으며, 동시에 중앙 제어기와 분산 제어기 사이의 통신 및 상호작용의 복잡성을 감소시키기 위해 데이터 및 제어 활동에 관하여 각각의 채광창 모듈(100)이 가능한 자체적으로 충분하도록 만들게 하는 큰 장점이 있다. 이것은 제어기를 매우 저렴하게 만들기 위한 필요성에 의해 도전을 받고 있으며, 제한된 메모리 및 컴퓨팅 자원을 포함한다.
- [0052] 소프트웨어 프로그램은 제어기가 1/10도 내에서 태양의 위치를 알고 있게 하며, 4k 미만의 메모리를 사용하며 계산 사이클의 양을 무시할 수 있다. 알고리즘은 모듈이 단지 6축 추적만을 필요로 한다는 사실을 활용하고, 따

라서 루버 포인팅(pointing)에 대해 관심있는 유일한 파라미터는 수직의 북쪽/서쪽 평면으로 투사된 채광창 모듈(100)상에 입사되는 태양의 각도이다. 더구나, 특별한 위치(및 모듈의 동쪽/서쪽 배향)에서, 이러한 관심 각도는 도 11에 도시된 바와 같이 연중 시각에 따라 곡선들의 아주 양호한 행동 세트를 따라간다. 춘분 및 추분에 서, 각도는 일정하게 머물고 변하지 않으며; 하지와 동지에서 각도는 원활한 U-형 곡선을 따라간다. 각각의 곡선은 태양 주야 평분시(solar equinox)에 대해 다른 날들을 위한 계수의 세트를 가지면서 5차 다항식 근사치로 변환된다. 제어기는 연중 시각에 의존하여 약 5일 내지 20일 동안 동일한 계수 세트를 사용할 수 있다. 다음에 모듈에서의 태양 각도의 계산은 1 내지 2분마다 단지 단일 5차 다항식을 구하는 것만을 필요로 한다. 이러한 컴퓨터 계산 부하는 간단한 마이크로프로세서 비용을 4달러 미만으로 지불할 능력 내에서 양호하다.

[0053] 모듈을 통해 들어오는 주광을 제어하기 위한 다른 핵심 파라미터는 입사 태양 방사선, 및 직접 광 대 확산 광의 상대적인 양이다. 상업상 구매가능한 센서는 가려진(shadowed) 센서와 태양 디스크 사이에 유지되어 있도록 관절운동하는(articulate) 새도잉(shadowing) 디스크를 이용한다. 이것들은 정확하지만 재생가능한 에너지 프로젝트에서 배치하기에는 엄청나게 고가이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서, 각각의 모듈에 있는 제어기로 필요한 정보를 제공하는 저렴한 센서가 각각의 모듈에 설치되어 있다.

[0054] 센서(500)의 도면은 도 12에 도시되어 있다. 스카이 센서(500)는 모듈의 틸트각과 동일한 고도 각도에서 채광창 모듈(100)에 장착되어 있다. 4개의 저렴한 광 센서가 회로판에 배치되어 있다. 최상단 센서(510)는 전체 하늘의 시야를 가지며 따라서 전체 태양 방사선 레벨(직접 플러스 확산)을 관측한다. 3개의 하부 센서(520)는 임의의 시간에 상기 센서들 중 적어도 하나가 직접 태양 방사선으로부터 전체적으로 가려지며 그래서 그 센서가 확산 방사선의 추정치인 관측을 가지도록 배치되어 있다. 전체 스카이 센서(510)와 다른 3개의 센서(520)로부터의 최소 관측 사이의 차이를 고려하여 직접 태양빔 방사선의 추정치를 제공한다. 그러한 저렴한 광 센서로부터 관측의 가변성은 비교적 높다($\pm 25\%$). 이것은 각 센서 조립체(500)에 대해 선택된 센서 헤드의 1회(one-time) 교정에 의해 양호하게 처리된다. 센서들은, 지역적 새도잉이 각 모듈에서 처리될 수 있도록 각각의 채광창 모듈(100)(각 시스템과 대조적으로)에 하나의 센서 조립체(500)를 설치하는 것을 실현할 수 있을 정도로 충분히 저렴하다. 하나의 채광창 모듈(100)에 있는 센서가 파손되는 경우에, 또는 2개 이상의 채광창 모듈(100)이 동일한 그늘진 환경을 볼 것으로 예상되는 경우에, 하나의 태양 센서(500)로부터의 데이터가 다른 센서들과 공유할 수 있다. 모든 채광창 모듈(100)의 제어기 보드(130)들은 단일 데이터 버스에 접속되어 있고, 따라서 각 채광창 모듈(100)의 제어기 보드(130)가 주기적으로 그들의 데이터를 중앙제어장치로 전송한다. 제어기 보드들이 모두 동일한 데이터 버스에 접속되어 있기 때문에, 각각의 제어기는 다른 모든 제어기에 의해 전송되는 데이터에 액세스하게 된다. 채광창 모듈(100)이 다른 모듈의 센서 데이터를 사용할 필요가 있을 때, 그 채광창 모듈은, 다른 모듈의 센서 데이터가 태양 센서 데이터를 차례 차례로 고려하고 있다는 것을 제어기들의 리스트로부터 오는 센서 데이터의 방송을 단순하게 듣고 있다. 다른 모듈의 센서로부터 오는 데이터를 사용하기 위해 제어기들 중 하나에 대해 추가의 데이터 전송이 필요하지 않다.

[0055] 또한 상술한 모듈들에 의해 발생한 열의 저장소를 제공하는 것이 필요하며, 열 저장 탱크가 이러한 용도에 제공될 수 있다. 더구나, 태양이 발생한 열(solar-generated heat)의 열 저장소에 대한 파티션화(partitioning) 및 계층화(stratification)가 바람직하다. 이것은 특히 흡수 냉각 장비를 구동하는 태양 시스템에 대해 합당하며, 왜냐하면 태양 열이 단지 160F를 초과할 때 유용하며, 그리고 태양 수집기로부터 복귀하는 과열된 유체와 저장 탱크 내의 냉각된 물과의 혼합이 엔트로피를 생성하여 열의 실용성을 저하하기 때문이다. 이상적인 저장 탱크는 과열 단부 및 냉각 단부를 갖는 상태에서 선형 저장 용적에서 완전한 슬러그류(perfect slug flow)에 도달할 것이다. 냉각 단부는 가장 냉각된 물을 수집기에 공급하며, 따라서 태양 수집의 가장 높은 효율을 달성하고, 과열 단부로 돌아갈 것이다. 과열 단부는 열 부하를 공급하며, 따라서 최상의 자원 실용성을 달성하며 냉각 단부로 돌아갈 것이다.

[0056] 상업적인 대형 태양 급탕장치를 실용적으로 비용 효율적으로 만들기 위하여, 열 저장 탱크의 비용은 실용적인 한계 내에서 유지되어야 한다. 압축되고 용접된 강철 탱크는 시스템 배관에 직접 연결될 수 있는 장점을 가지며, 더 작은 시스템에 대해 비용 효율적이며; 그러나 상업적인 대형 태양열 시스템은 수천 갤런 내지 최대 일만 갤런 크기의 탱크를 요구한다. 이러한 크기에서 압축 탱크는 비용 효율적이지 않으며, 더구나 그러한 대형 탱크는 수송이 어렵고 현재의 건축물에 설치하기도 어렵다. 대안의 저장 탱크 기술은 탱크 내의 물의 정수압으로부터 초래되는 후프 응력에 견디기 위해 리벳된(riveted) 판금 시트를 갖는 원통형 발포 단열체를 사용하는 비압축 탱크를 사용한다. 이러한 탱크는 단위 저장 용적당 비용이 압축 탱크의 것에 비하여 대략 1/2 내지 1/3이며, 약 6 피트의 실제적 높이 한계를 가진다. 또한 비압축 탱크는 평탄한 용기들로 운반되어 현장에서 조립될 수 있는 장점을 가지며, 이는 대형 탱크를 현재의 기계실에 있는 문을 통과하여 설치할 수 있게 한다.

[0057] 탱크의 열 파티션화는 자연적인 수온약층(thermocline)을 이용하여 실시될 수 있으며, 상기 수온약층에서는 과열된 물의 부력이 과열된 물을 컬럼의 상단에 있게하고 한편 냉각된 물이 바닥에 머물게 한다. 이러한 해법은 단순한 반면에 여러 단점을 갖는다. 첫째, 탱크 내로 흐르는 유체의 속도가 유입 튜브의 부근에서 혼합을 일으킨다. 이것은 유체가 탱크로 들어가는 속도를 감소시킴으로써 그리고 물을 등온선을 가로질러 분사하지 않도록 유동 방향을 수평으로 하여 직접적으로 혼합을 초래함으로써 감소될 수 있다. 그러나, 더 큰 유량에서 대형 확산 노즐이 혼합을 감소시키기에 충분하게 유출 속도를 감소시키도록 요구되고, 어떤 경우에도 약간의 혼합은 피할 수 없다. 둘째, 양호한 열 분리를 달성하기 위해서, 탱크는 분리기로서 중력을 가장 많이 사용하도록 커야 한다. 이것은 2가지 단점을 갖는다. 첫째, 추가의 높이는 탱크 벽의 하부에서의 정수압을 증가시킨다. 이것은 압축 금속 탱크에서는 문제가 되지 않는데, 왜냐하면 추가의 정압이 탱크의 설계 압력에 비하여 작기 때문이다. 그러나, 전술한 바와 같이, 저렴한 비압축 탱크는 높이 한계를 가지며, 대형 탱크들의 계층화가 문제를 일으킨다. 예를 들어, 최대 높이 6피트를 갖는 1500 갤런 탱크는 약 10피트의 직경을 갖는다. 이러한 6:10의 높이 대 직경 비는 양호한 계층화를 만들게 되는 것과 반대가 된다. 이에 대한 하나의 종래 해법은 도 13에 도시된 바와 같이 여러 개의 탱크를 직렬로 위에서 아래로 배관으로 연결시키는 것이다. 이것은 양호한 계층화를 가능하게 하지만, 탱크 설비 비용을 증가시킨다. 3개의 탱크는 전체 용적과 애스펙트 비가 동일한 단일 탱크의 표면적보다 2개가 많다. 결론적으로, 대형 비압축 저장 탱크들을 파티션화하기 위한 저렴하고 실용적인 방법이 필요하다.

[0058] 도 14에 도시된 바와 같이, 탱크 인서트(전체적으로 600으로 도시됨)는 원통형 탱크를 매우 저렴한 디자인으로 12개의 개별 챔버(610)로 분할함으로써 필요한 슬러그류에 근사하게 달성할 수 있다. 파티션들은 다중벽 폴리카보네이트로 제조되며, 다중벽 폴리카보네이트는 경량이고, 저렴하고, 중립적 부력, 양호한 단열성, 및 물 저장 매체의 비등점보다 적어도 100도 높은 용융점을 갖는 장점을 가진다. 과일 유체는 탱크 상단에서 4개의 상위 챔버(610)들 중 하나의 챔버 내로 들어간다. 수직 파티션에 있는 작은 구멍(620)들은 물이 연속하는 4개의 상부 챔버를 통해 시계방향으로 흘러가게 하고, 다음에 4번째 챔버의 바닥에 있는 구멍은 흐름을 중간층으로 향하게 한다.

[0059] 물은 증간층의 4개의 챔버(610)를 통과하며, 다음에 아래로 흘러 하부층 챔버들을 통과한다. 유체 유동 방향은 열 부하에 대한 흐름과 반대이며: 유체가 상단에서 추출되어 바닥 챔버로 복귀한다. 유체 용적이 적극적으로 장벽들에 의해 분리되기 때문에, 유체의 유입 속도에 관한 제한사항이 없는데, 왜냐하면 하나의 챔버 내의 혼합이 엔트로피 손실이 거의 없기 때문이다. 흐름이 없을 때에는, 유체가 혼합되지 않는 것이 유리하고, 셀들 사이에 전도 또는 대류가 없는 것이 유리하다. 구멍들(620)은 혼합을 감소시키기 위해 작게 유지되며, 과열된 셀들이 상단에 있기 때문에 구멍을 통해 상향 혼합이 없을 것이다. 직렬로 정렬된 12개의 챔버가 최고의 슬러그류를 매우 근사하게 제공하며, 챔버의 수를 증가시킴으로써 초래되는 유익이 작다는 것을 동적 시뮬레이션이 보여주고 있다. 그러나, 더 많은 챔버들이 대형 탱크를 위해 요구되면, 층당 파티션의 수는 6 또는 8개 만큼 증가될 수 있다.

[0060] 비압축 저장 탱크의 가장 큰 실제 크기는 약 3000 갤런이다. 시스템이 이것보다 더 많은 저장을 요구하면, 다중 탱크가 도 15에 도시된 바와 같이 직렬로 연결될 수 있다.

[0061] 이제 본 발명의 기초가 되는 개념의 양호한 실시예 및 어떠한 변경을 충분히 설명한 결과, 상기 기초가 되는 개념에 익숙하게 된 기술에 숙련된 자는 다양한 다른 실시예 뿐만 아니라 여기에 도시되고 설명된 실시예들의 어떤 변화 및 수정을 용이하게 할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명은 여기에 특정하게 설명된 것 외의 다른 방법으로 실시될 수 있음을 이해해야 한다.

[0062] 산업상 이용 가능성

[0063] 본 발명은 복사 에너지 관리 시스템에 적용할 수 있다. 본 발명은 한정된 공간 내에서 조명 및 온도를 관리하기 위해 태양 에너지를 수집하는 시스템을 설명하고 있다. 장치는 산업계에서 제조될 수 있으며 건축물 건설 및 에너지 관리의 분야에서 실시될 수 있다.

부호의 설명

[0064]	100: 채광창 모듈	110: 남향 벽
	130: 제어기 보드	131: 작동 바
	132: 스테퍼 모터	138: 링크 암

200; 루버

220: 에너지 변환 모듈/루버 조립체(ECM)

222: 반사 확산기

300: 열 흡수기

302: 배플

400: 확산기 재료

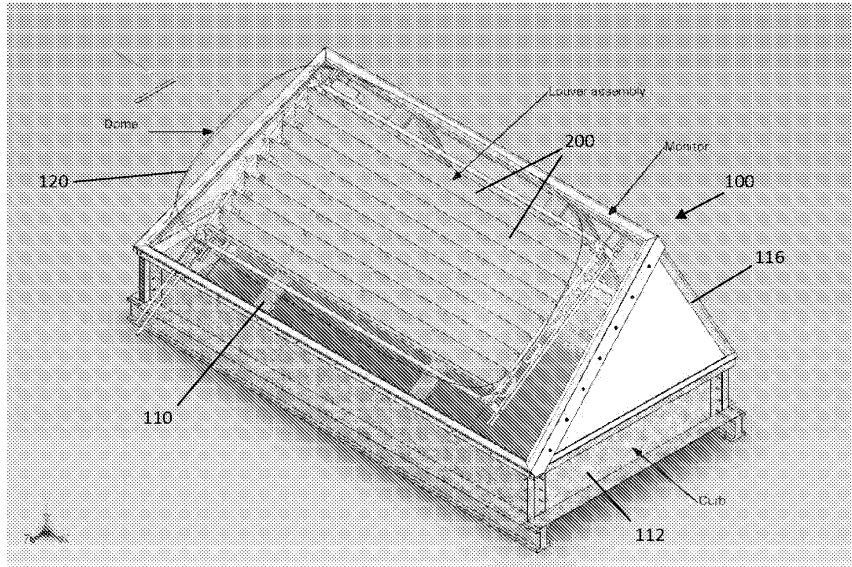
500: 센서

600: 탱크 인서트

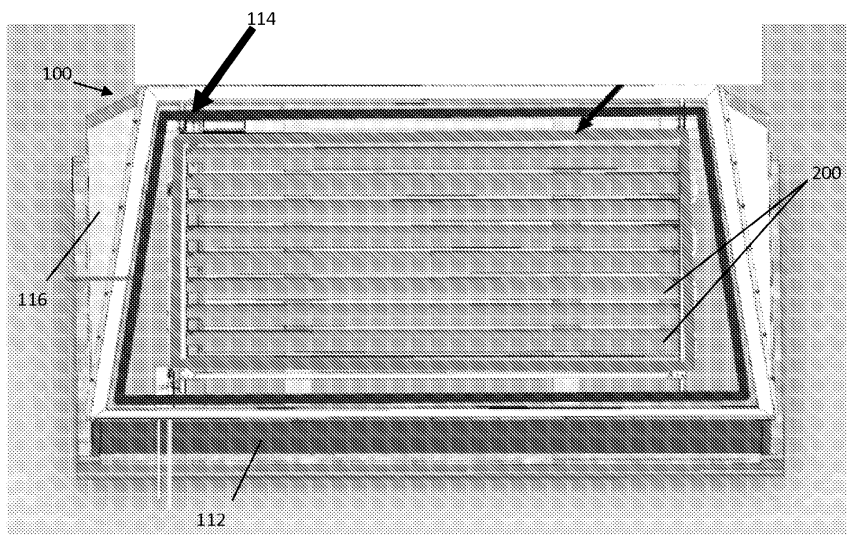
610: 챔버

도면

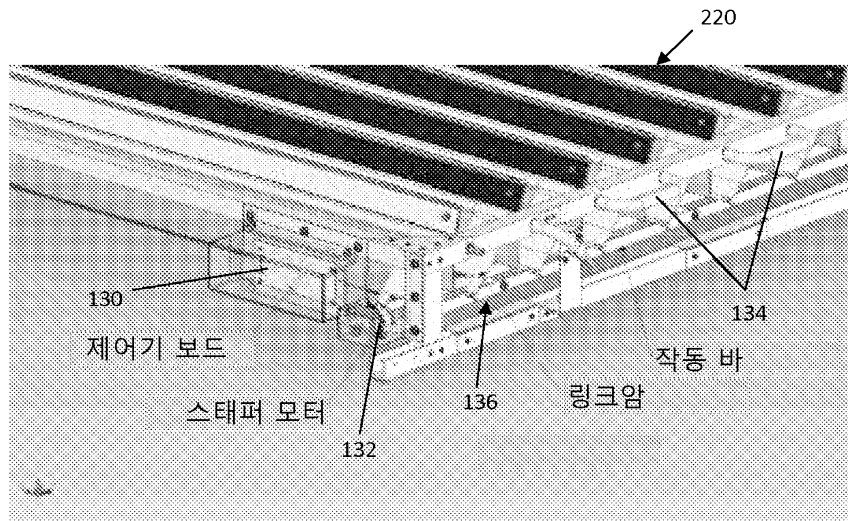
도면1



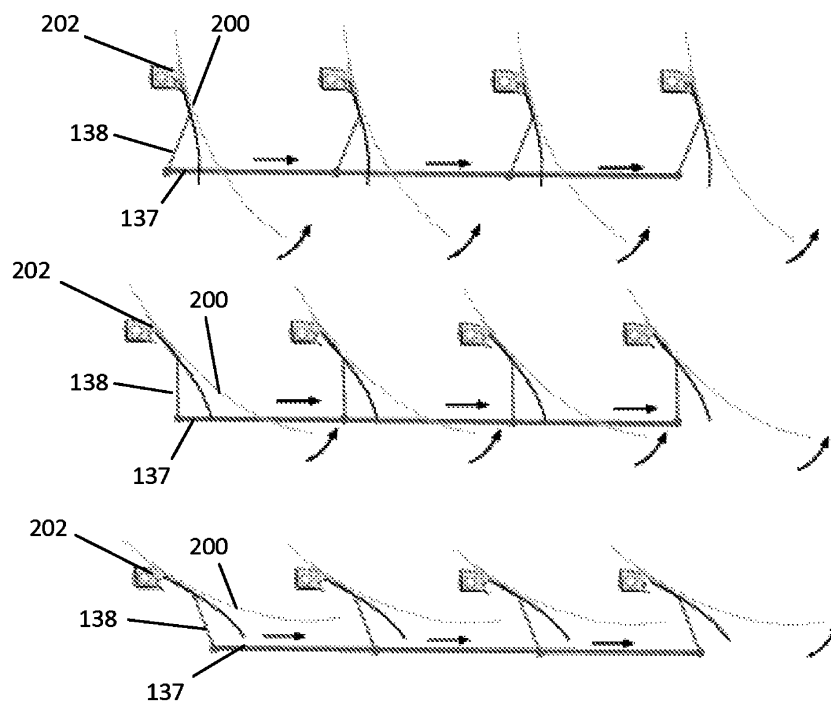
도면2



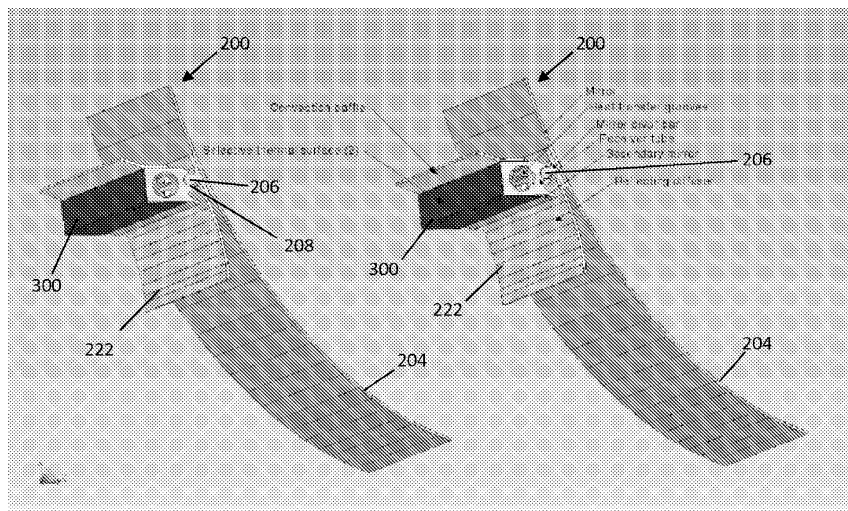
도면3



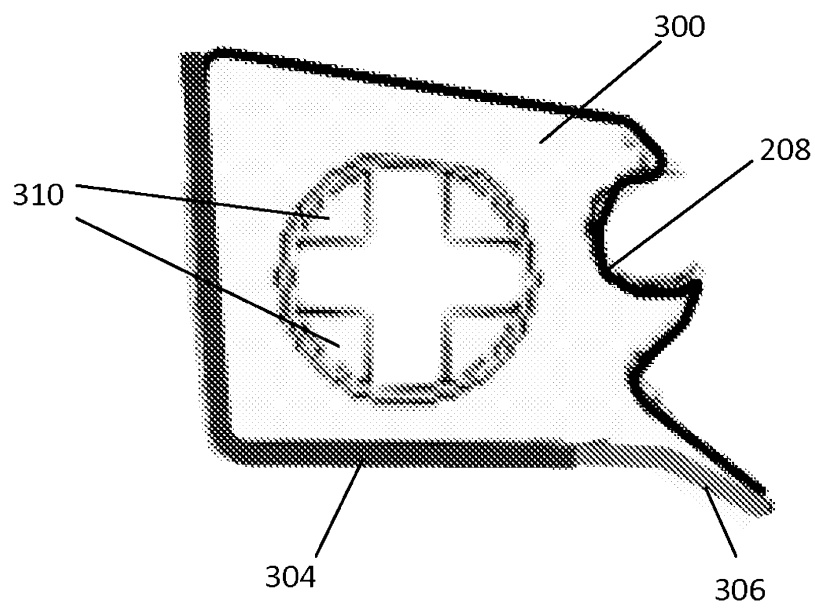
도면3a



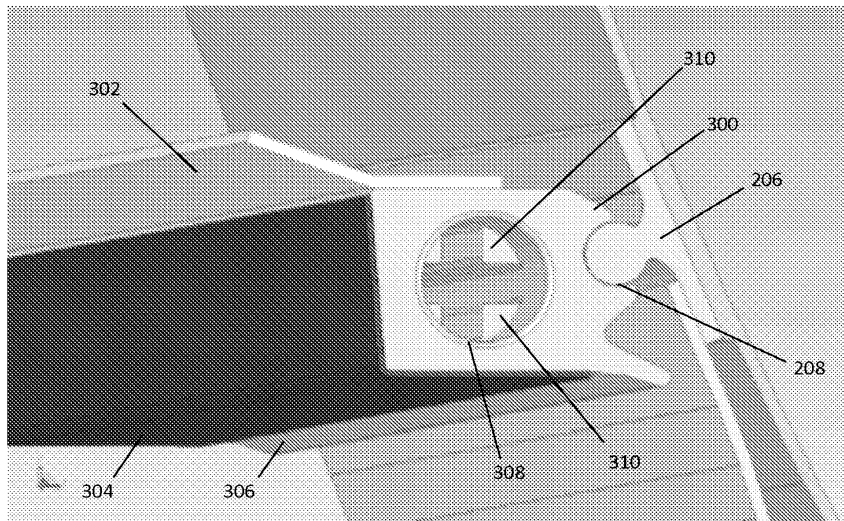
도면4



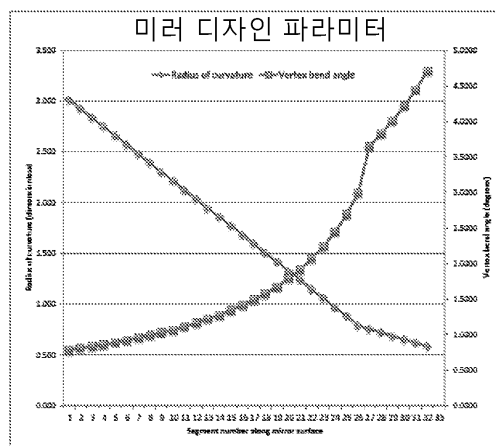
도면5



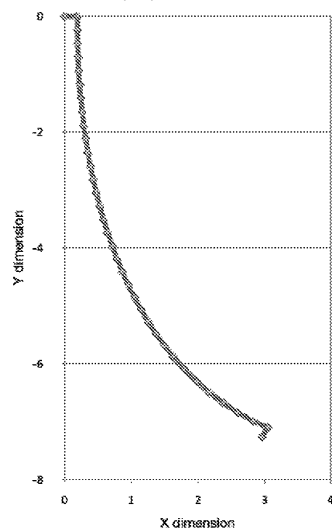
도면6



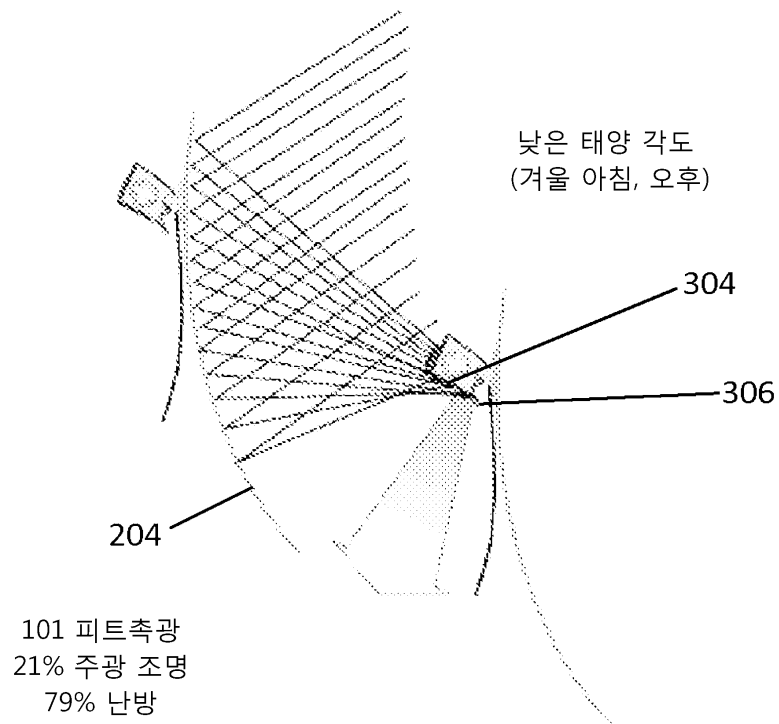
도면7



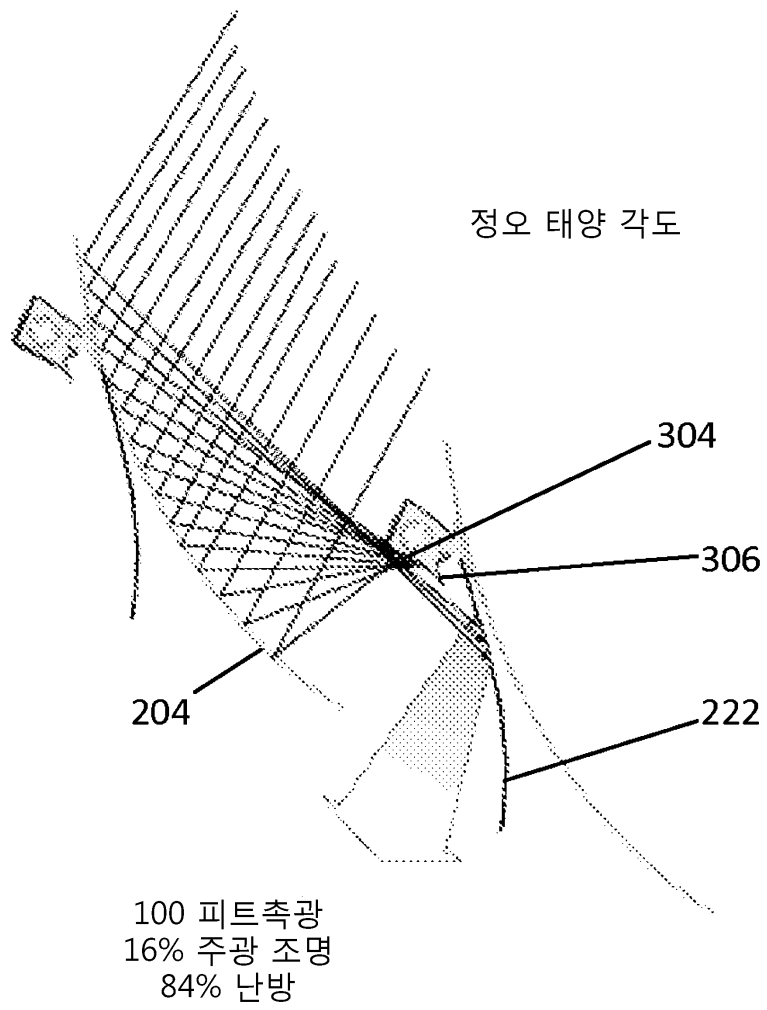
미러 단면 형상



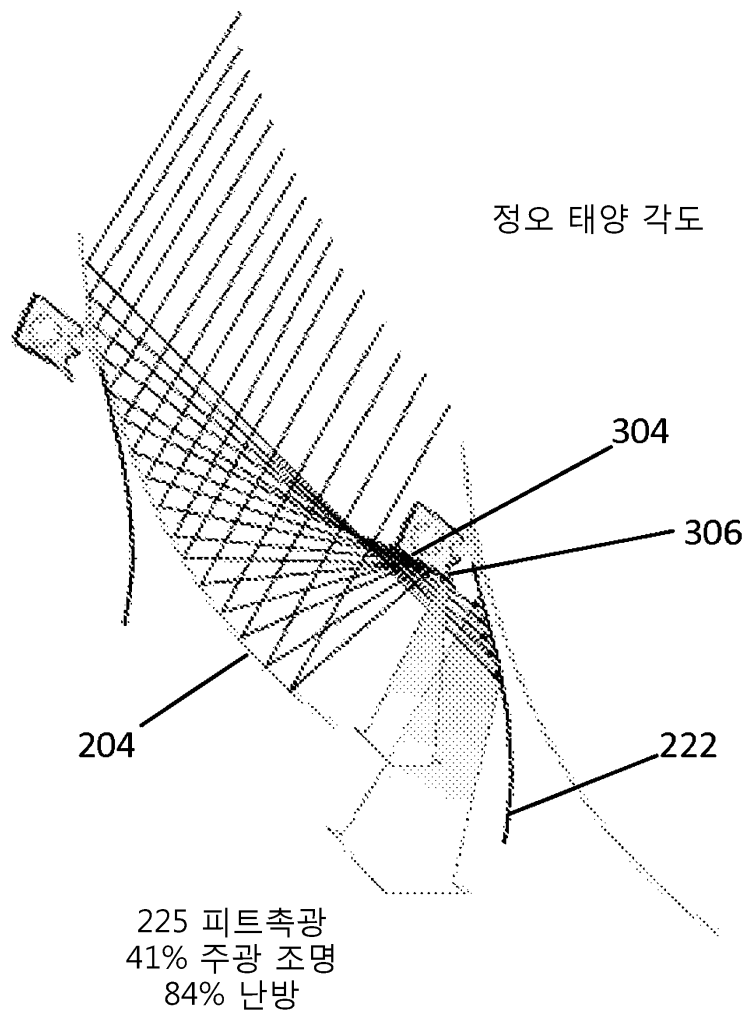
도면8a



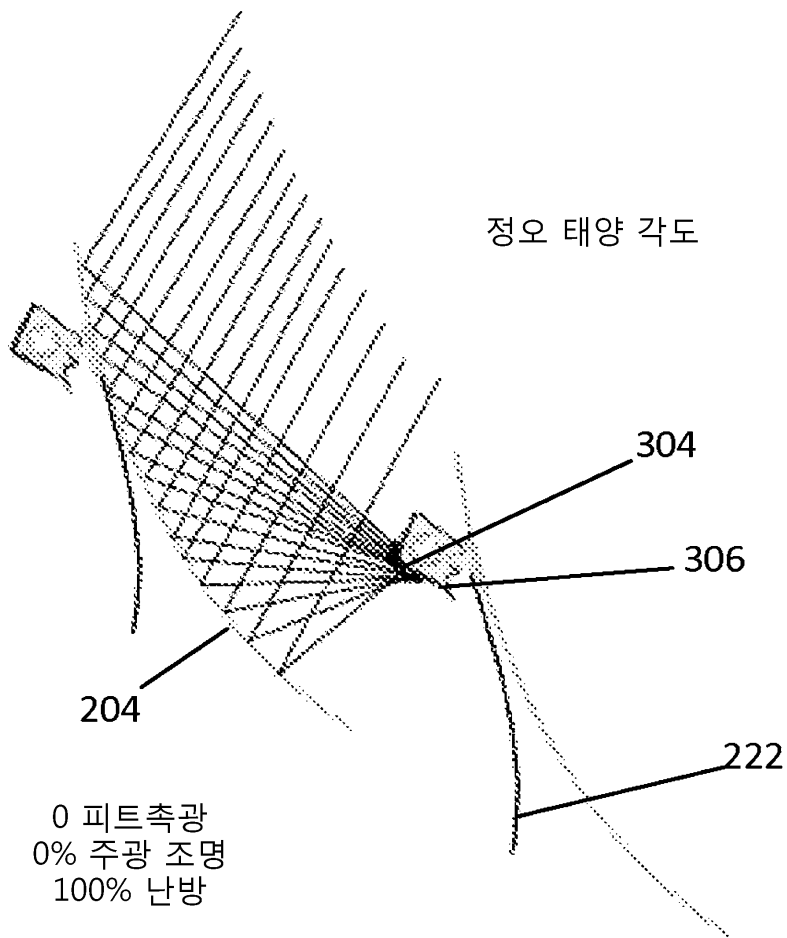
도면8b



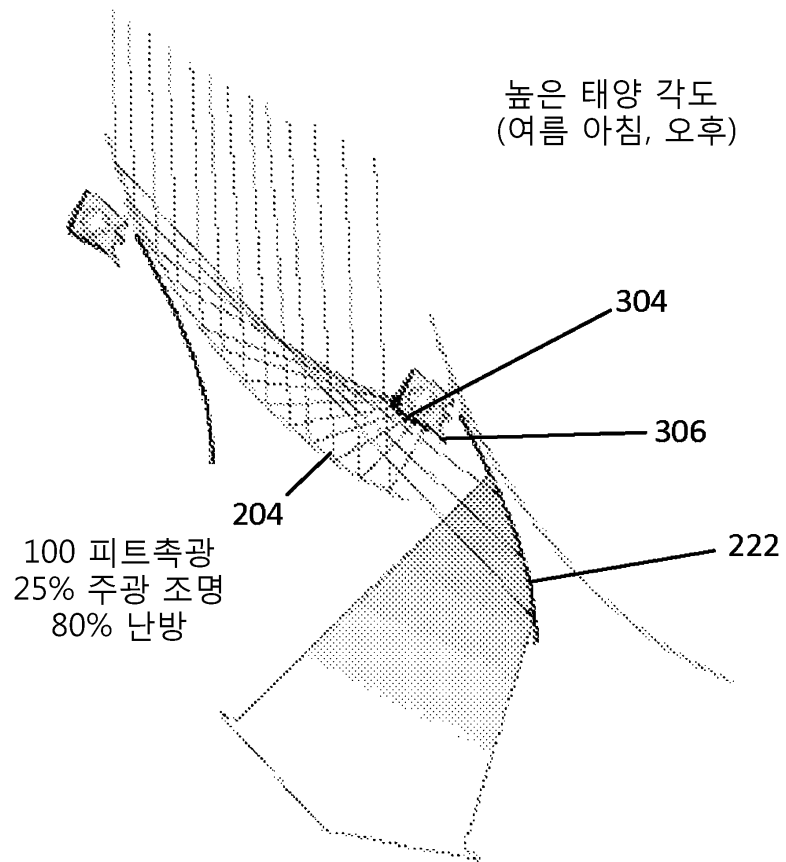
도면8c



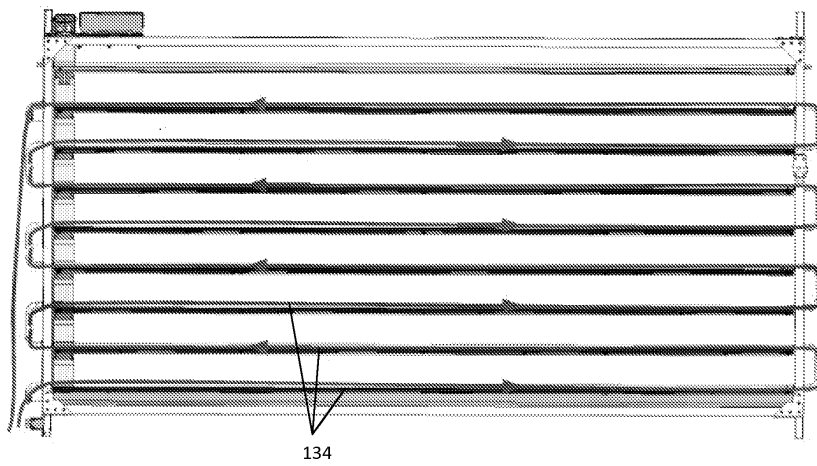
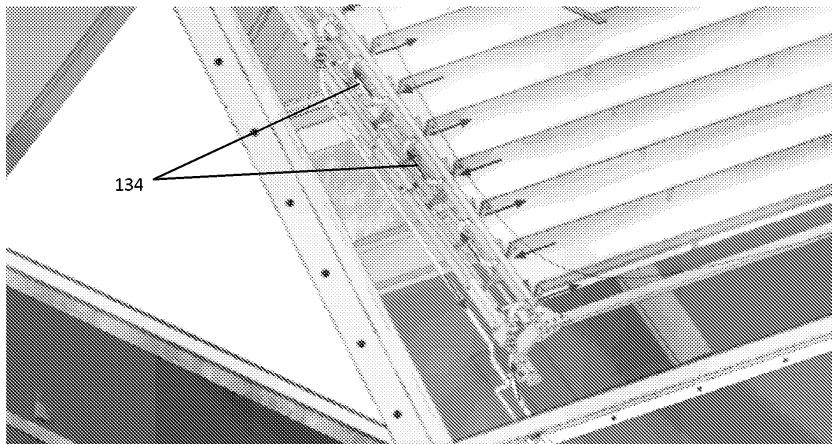
도면8d



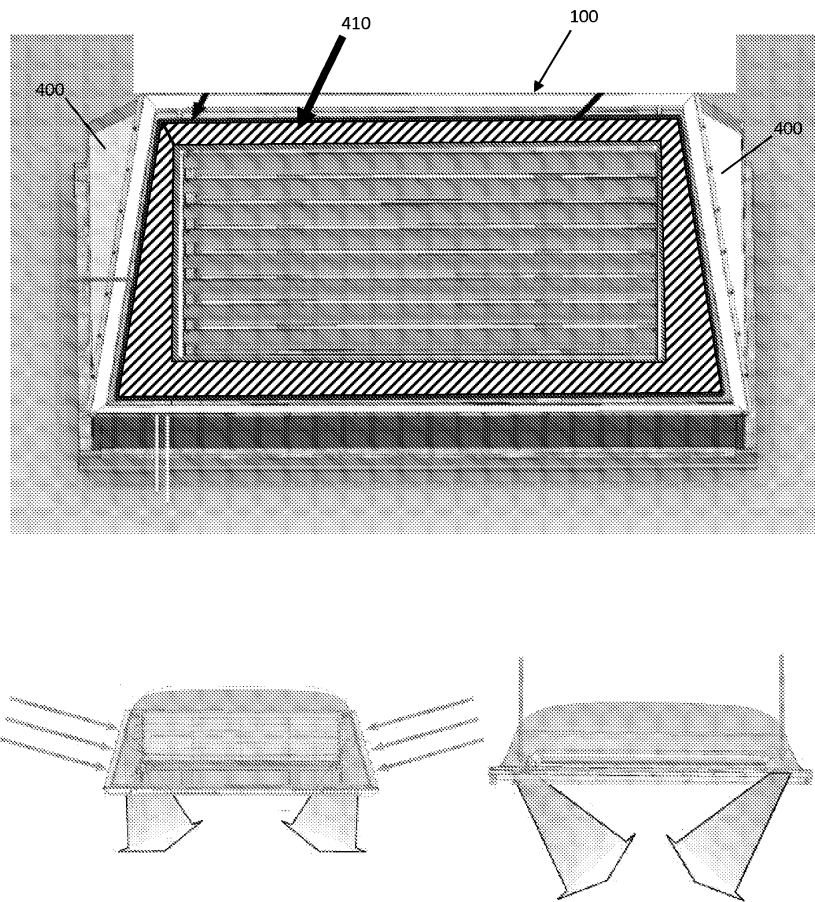
도면8e



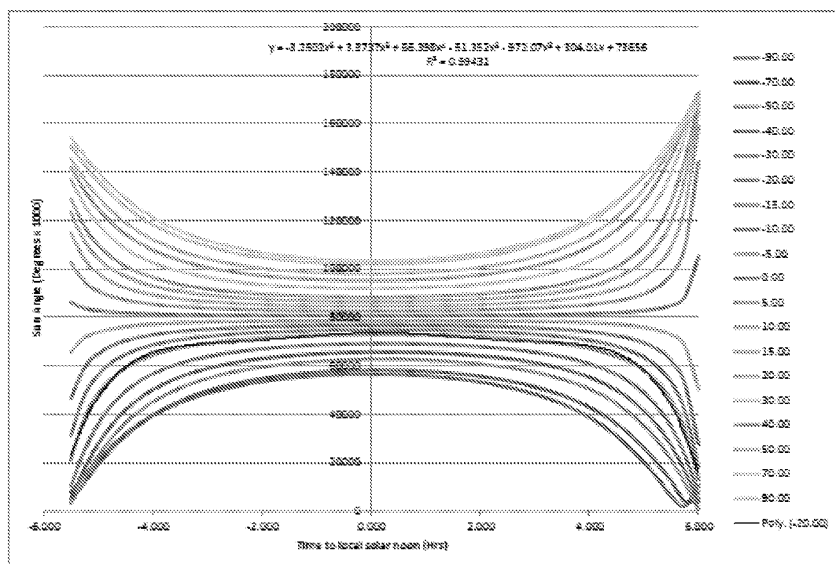
도면9



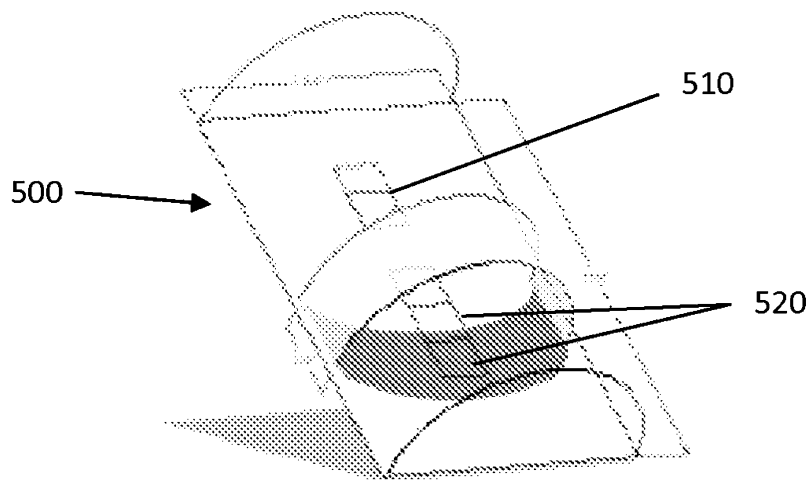
도면10



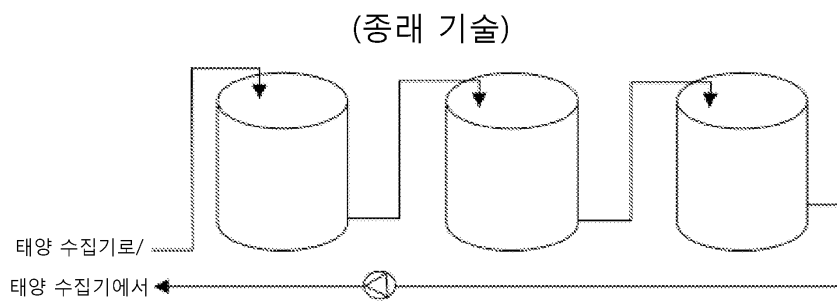
도면11



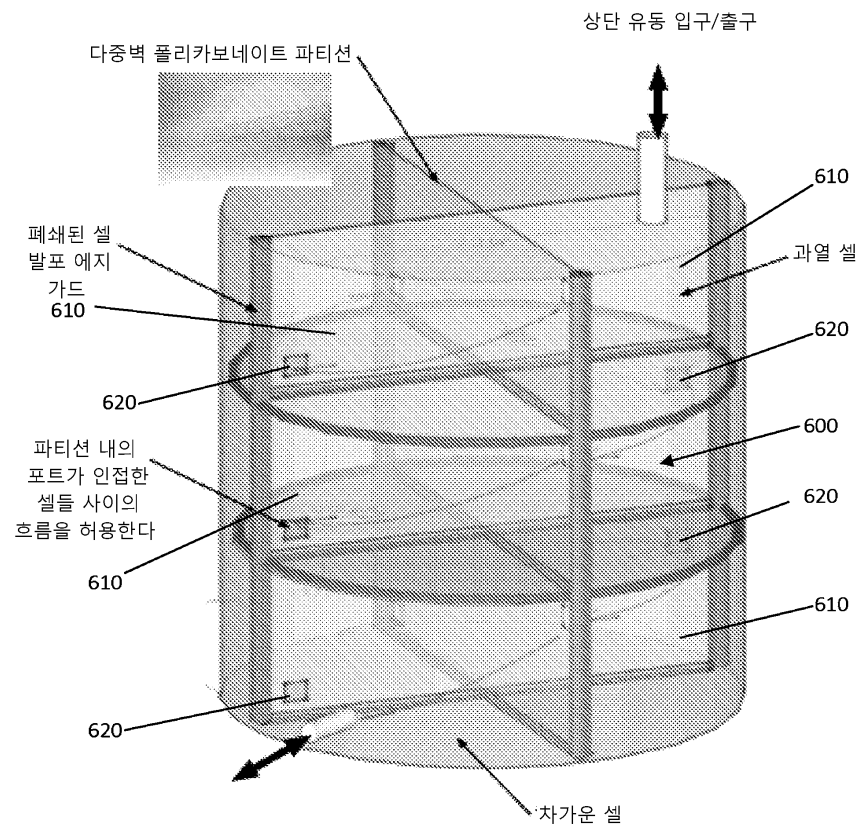
도면12



도면13



도면14



도면15

