

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
G02B 5/00

(11) 공개번호 특2001-0022006
(43) 공개일자 2001년03월15일

(21) 출원번호	10-2000-7000573		
(22) 출원일자	2000년01월18일		
번역문제출일자	2000년01월18일		
(86) 국제출원번호	PCT/US 98/14774	(87) 국제공개번호	W0 99/04296
(86) 국제출원출원일자	1998년07월16일	(87) 국제공개일자	1999년01월28일
(81) 지정국	AP ARIPO특허 : 가나 감비아 케냐 레소토 말라위 수단 스와질랜드 우간다 짐바브웨		
	EA 유라시아특허 : 아르메니아 아제르바이잔 벨라루스 키르기즈 카자흐스탄 몰도바 러시아 타지키스탄 투르크메니스탄		
	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 사이프러스 독일 덴마크 스페인 핀란드 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴		
	OA OAPI특허 : 부르키나파소 베냉 중앙아프리카 콩고 코트디부와르 카메룬 가봉 기네 기네비소 말리 모리타니 니제르 세네갈 차드 토고		
	국내특허 : 알바니아 아르메니아 오스트리아 오스트레일리아 아제르바이잔 보스니아-헤르체고비나 바베이도스 불가리아 브라질 벨라루스 캐나다 스위스 중국 쿠바 체코 독일 덴마크 에스토니아 스페인 핀란드 영국 그루지야 가나 감비아 크로아티아 헝가리 인도네시아 이스라엘 아이슬란드 일본 케냐 키르기즈 북한 대한민국 카자흐스탄 세인트루시아 스리랑카 라이베리아 레소토 리투아니아 룩셈부르크 라트비아 몰도바 마다가스카르 마케도니아 몽고 말라위 멕시코 노르웨이 뉴질랜드 폴란드 포르투갈 루마니아 러시아 수단 스웨덴 싱가포르 슬로베니아 슬로바키아 시에라리온 타지키스탄 투르크메니스탄 터키 트리니다드토바고 우크라이나 우간다 우즈베키스탄 베트남 유고슬라비아 짐바브웨		
(30) 우선권주장	8/897,068 1997년07월18일 미국(US)		
(71) 출원인	테라썬 엘엘씨 추후제출		
	미국 아리조나주 85714 텍슨 사우스 버터필드 드라이브 4541		
(72) 발명자	로젠버그글렌에이		
	미국아리조나주85716텍슨이스트칼레엔세나다3817		
(74) 대리인	김창세, 장성구		

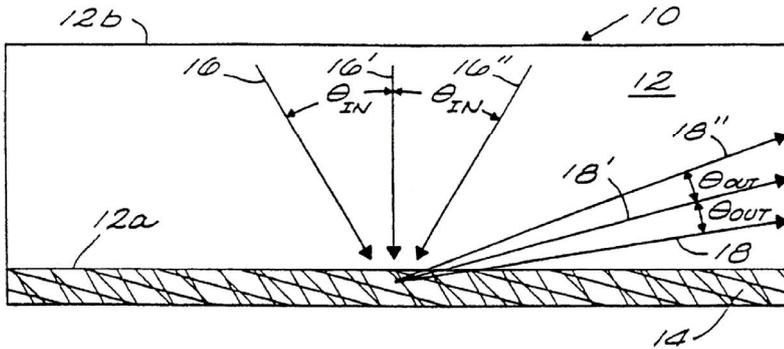
심사청구 : 있음

(54) 방사광 집광 장치

요약

광 방사(16, 16', 16'')를 수집하고 집광하는 홀로그래프 평면 집광기(HPC)가 제공된다. 홀로그래프 평면 집광기(10)는 고도의 평탄 투명판(12)과, 평탄 투명판(12)의 표면(12a)위의 적어도 하나의 다중화 홀로그래프 광 필름(14)을 포함한다. 다중화 홀로그래프 광 필름(14)은 각도 및 스펙트럼 다중화된 둘 이상의 영역(14, 114, 214)을 포함한 다수의 굴절구조를 상기 다중 홀로그래프 광 필름(14)에 기록한다. 둘 이상의 영역(14, 114, 214)은 공간 다중화를 제공하도록 구성된다. HPC(10)는, (a) 각도, 스펙트럼, 및 선택적으로 공간 다중화 기술을 적용한 다중화 홀로그래프 광 필름(4)에 다수의 굴절 구조를 기록하고, (b) 고도의 투명판(12)의 표면(12a)위에 다중화 홀로그래프 광 필름(140)을 탑재함에 의해 제조된다. 다수의 굴절 구조의 기록을 라 에너지(16, 16', 16'')에 대하여 홀로그래프 평면 집광기(10)의 원하는 방위로 맞춘다. HPC(10)는 태양 에너지(16, 16', 16'')를 수집하기 위해 원하는 방향에 탑재된다. 적어도 하나의 태양 에너지-수집 장치(30, 32, 132)는 홀로그래프 평면 집광기(10)의 정도 하나의 에지(12', 112', 212')를 따라 탑재된다. 예를 들어 적당한 태양 에너지-수집 장치(30, 32, 132)는, 조사 목적을 위해 빌딩 내부로 수집광을 전달하고, 가열을 위해 열수 탱크(36) 내부로 수집된 태양 방사(16, 16', 16'')를 전달하기 위해 광전지 셀(30)과 섬유 광 유도관(32, 132)을 포함한다. HPC(10)는 원가의 상승없이 솔라 에너지(16, 16', 16'')를 효과적으로 수집하며, 에너지 손실을 최소화한다.

대표도



명세서

기술분야

본 발명은 광학에 관한 것으로, 특히 방사광을 집광하는 집광기에 관한 것이다. 본 발명에 의해 제조된 집광기는 집광된 방사광이 이용되는 모든 기술 분야에 이용될 수 있으며, 자외선에서부터 적외선까지의 스펙트럼을 측정하는 방사광에 이용될 수 있다.

배경기술

발광 태양(solar) 집광기는 공지된 것으로, 평판에서 흩어지는 발광 센터(center)로부터의 광을 포획하고 모으는 작용을 한다. 집광기는 도파관의 내부 전반사(total internal reflection)를 이용하여 광 센터로부터 방출된 일부 광을 포획한다. 발광 센터는 360°의 입체각에서 보다 긴 파장의 광을 재방사하며, 따라서 평판의 일 에지(edge) 또는 에지의 작은 부분으로 광을 보내는 데에 비효율적이다.

종래 기술의 태양 집광기에 대한 일 예에 따르면, 홀로그램 및 프리즘 또는 평판을 사용하며, 이에 대한 것은 예를 들어 아피안(Afian)등에게 공고된 미국 특허 번호 4,863,224호에 개시된다. 그러나, 이러한 태양 집광기는 태양과 정렬될 필요가 있으며, 임의의 수동적인 태양 추적을 할 수 없다.

또한 본 분야에 알려져 있는 바와 같이, 집중 장치는 단일 입사각으로 단색광을 모으기 위한 홀로그램 및 전반사 표면을 포함하며, 이에 대한 것은 엔도(Ando)등에게 공고된 미국 특허 5,268,985에 개시된다. 그러나, 엔도 특허에서는 단일의 입사각 및 단일 파장을 이용하기 때문에, 추적 메카니즘이 필요하고, 태양 스펙트럼 전체에 이용될 수 없다.

또한, 종래의 집중기는 전자기파(electromagnetic wave) 집중기로서, 예를 들어 트렘블레이(Tremblay)에게 공고된 미국 특허 번호 4,505,264에 개시된다. 전자기파 집중기는 다중 절연 안내판(guiding plate)을 사용하여 전자기 에너지를 모은다. 이 발명은 안내판에서의 다중 반사 손실을 가져오고, 원가를 약간 절감하도록 구현시에는 높은 흡수 손실을 가져오는 문제점이 있다. 또한, 이 발명은 서로 다른 제조 문제 및 이에 따른 제조 비용이 증가하는 문제가 있다.

태양 방사의 집광시에 에너지 손실을 감소시키고, 태양 스펙트럼의 실질 부분을 이용하되, 추적의 필요성을 줄이거나 아예 없애는 태양 집광기가 필요하다.

발명의 상세한 설명

따라서, 본 발명의 목적은, 서로 다른 스펙트럼 성분의 태양광을 전기, 광 및 열과 같은 다른 에너지로 이용하도록 집광될 수 있는 스펙트럼 선택적 태양 집광기를 제공함에 그 목적이 있다.

본 발명의 다른 목적은 태양 집광기에 대한 추적의 필요성을 줄이거나 제거하는데 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 태양 집광기의 고안 및 제조를 단순화하는데 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 원하는 응용을 위해 고안되는 스펙트럼 선택성을 가질 수 있는 집광기를 제공하는데 있다. 본 명세서에서 개시된 각 방식은 효과적으로 작업하기 위한 단일 스펙트럼이 필요하다.

본 발명의 또 다른 목적은 집광 조사 시스템에 있어서 UV 및 IR에 대한 수동 여과 소자로 작용하는 태양 집광기를 제공함에 있다.

본 발명의 다른 목적 및 장점은 첨부된 도면 및 상세한 설명으로부터 알 수 있을 것이다.

본 발명에 따르면, 광 방사를 수집하고 집광하는 홀로그램 평면 집광기가 제공된다. 홀로그램 평면 집광기는 고도의 투명 평판과, 평판 투명 평판의 표면위의 적어도 하나의 다중화 홀로그램 광 필름(14)을 포함하여, 광 안내 구조를 형성한다. 다중화 홀로그램 광 필름은 각도 및 스펙트럼 다중화된 둘 이상의 영역을 포함한 다수의 굴절 구조를 상기 다중 홀로그램 광 필름에 기록한다. 다중화 홀로그램은 고도의 투명 평판에 광 방사를 결합하도록 적용되어, 광 방사가 손실되지 않고 고도의 투명 평판과 다중화 홀로그

램 필름을 통과한다. 홀로그래프 다중화는 홀로그래프 평판 집광기에 있어서의 결함 손실을 줄여준다.

고도의 투명판은 다수의 기능을 가지며, 다음과 같은 방식으로 한다. 첫째, 그것은 홀로그래프 물질을 지지하는 구조로 작용한다. 둘째, 홀로그래프 물질에 환경적인 보호를 제공한다. 셋째, 350 내지 140 μ m의 파장에서 고도의 광 전달을 제공하며, 이는 홀로그래프 평판 집광기의 전체적 효율면에서 중요하다. 넷째, 투명판을 에워싼 공기와 비례한 유리의 보다 높은 굴절율은, 일상적인 태양 각도 변화에 대해 전체각 160°에서 대략 80°까지 입력 각도 수신각을 좁히는 작용을 한다. 이것은 홀로그래프 구조에 있어서 각도 실행의 필요성을 줄여준다. 다섯째, 고도의 투명판은 홀로그래프 평판 집광 장치에 대해 전반사 제 2 집광기로서 작용한다.

공기와 비례한 고도의 투명판의 보다 높은 굴절율은 고도의 투명판에 TIR 감금을 제공하여 모아진 광의 발상이 판의 두께로 제한되고, 이로 인해 집광 작용이 증가한다. 고도의 투명판 두께는, 감금된 광이 TIR에 의해 고도의 투명판 아래로 전파될 때 발생하는 바운스 수를 줄이도록 조정될 수 있다. 이것은, 광이 고도의 투명판을 통과할 수 있는 거리에 있어서 우선적인 제한 요소가 동일한 홀로그래프 구조에 의해 광을 재결합하고 재생하기 때문에, 중요한 특징이다. 광 시스템의 반전능력은 구동을 변환하고, 광이 고도의 투명판의 에지를 향하여 진행할 때, HPC를 구성하는 홀로그래프 광 소자가 표면을 가로지르는 서로 다른 스펙트럼 및 각도 실행을 갖는 것이 필요하다.

공간 다중화 홀로그래프 광 소자와 더불어, HPC에 있어서 재결합 손실은 약 5° 미만의 작은 포획 각도로, 필름에서 고도의 투명판으로 광 방사를 제공함에 의해 줄어든다. 여기에서 이용된 바와 같이, 작은 포획 각도는 홀로그래프 필름의 평면으로부터 측정되고, 5° 미만이 될 것으로 생각된다. 고도의 투명판의 작은 포획 각도와 두께를 조합함으로써, 재결합 손실을 더 줄일 수 있으며, HPC가 에너지 수집을 위한 실제적인 크기 비율로 제조될 수 있다.

재결합을 피하기 위한 이러한 특징 없이도, HPC는 효과적으로 작용하도록 제조될 수 있다.

본 발명의 홀로그래프 평판 집광기는:

- (a) 고도의 투명판의 표면에 다중화 홀로그래프 광 필름을 탑재하는 단계와;
- (b) 각도 및 스펙트럼 다중화 기술을 이용하여 다중화된 홀로그래프 광 필름상에 다수의 굴절 구조를 기록하는 단계에 의해 제조된다.

본 발명의 홀로그래프 평판 집광기에 있어서, 다수의 굴절 구조의 기록은 홀로그래프 평판 집광기의 원하는 태양 방위에서 실행된다. 홀로그래프 평판 집광기는 태양 에너지를 모으기 위한 원하는 방위에 탑재되고, 적어도 하나의 태양 에너지 수집 장치는 홀로그래프 평판 집광기의 적어도 하나의 에지를 따라 탑재된다. 예를 들어, 적절한 태양 에너지 수집 장치는 광전지 셀 및 섬유 광 안내관을 포함한다. 광전지 셀 및 섬유 광 안내관은 조사 목적을 위해 빌딩 내부로 모아진 광을 전달하고, 가열을 위해 열수 탱크에 모아진 태양 방사를 제공한다.

홀로그래프 평판 집광기는 값비싼 추적의 필요없이 태양 에너지를 효과적으로 모으고 에너지 손실을 최소화한다. 상술한 바와 같이 홀로그래프 평판 집광기의 고안 및 제조는 간단하며, 태양 에너지 수집 장치의 변형을 위해, UV 및 IR 방사 및 분산된 태양 에너지를 여과하는데 이용될 수 있다.

광 통신 산업에 있어서, 광 에너지를 도파관으로 이동시키는데 광의 홀로그래프 결함이 이용된다. 그러나, 그것이 적절하게 동작하려면, 그 홀로그래프 구조를 가지고 이것보다 훨씬 많은 것을 할 필요가 있다. 즉, 장치가 동작하기 위해 홀로그래픽 구조가 공간 다중화되어 재 결합을 방지하는 것이 필요하다. 이것은 도파관 결합기가 파 안내 응용에서 작업하는 것과는 완전히 다르다. 통신 산업에서 이용되는 홀로그래프 도파관 결합기는, 광이 도파관으로 굴절되면, 홀로그래프 구조를 후속하여 통과하는 것을 처리하지 못한다. 공간 다중화를 이루기 위해 각도 및 공간 다중화를 구현하는 복합 공간 다중화를 이루는 우선적인 이유는, HPC에 있어서 재결합 손실을 극복하기 위해서이다.

도면의 간단한 설명

- 도 1 은 각도 다중화 및 경사 포획 각도를 나타낸 다중화 홀로그래프 광 구조의 단면도,
- 도 2 는 본 발명의 홀로그래프 평판 집광기의 경사 각도 구현예를 나타낸 단면도,
- 도 3 은 입력 및 출력 광선의 각도 스프레드를 나타내는 각도 및 공간 다중화 홀로그래프 광 구조를 나타낸 단면도,
- 도 4는 본 발명의 HPC를 제조하는데 이용되는 각도 다중화 단일 파장 기록 설정을 나타낸 도면,
- 도 5는 본 발명의 HPC를 제조하는데 이용되는 각도 다중화 다수 파장 기록 설정을 나타낸 도면,
- 도 6은 다른 격자 벡터를 갖는 영역을 나타내는 공간 다중화 HPC의 예를 도시한 평면도,
- 도 7은 일 에지에 부착된 광전지(PV) 셀을 갖는 라인 초점 HPC를 나타낸 평면도,
- 도 8은 다중 초점 HPC-PV 장치를 나타낸 평면도,
- 도 9는 섬유 광 안내관을 갖는 포인트 초점 HPC를 나타낸 평면도,
- 도 10은 광 집광을 위한 비 영상화 방식을 나타내는 공간 다중화 HPC 장치를 나타낸 평면도,
- 도 11은 HPC 태양 열수 가열기를 나타낸 도면,
- 도 12는 태양 스펙트럼 에너지의 가능한 분포를 나타낸 HPC 윈도우를 나타낸 도면,

도 13은 본 발명의 다수의 HPC 윈도우가 적용되는 빌딩을 나타낸 도면.

실시에

본 발명의 홀로그래픽 평탄 집광기(Holographic Planar Concentrator : HPC)는 다중화 홀로그래픽 구조(필름)를 이용하여, 무기(inorganic) 유리 또는 유기 폴리머(organic polymer)와 같은 고도의 투명 평판으로 광을 굴절시킨다. 이 광은 전반사(Total Internal Reflection : TIR)에 의해 감금된다. '고도의 투명성'이란, 350 내지 1400nm의 태양 스펙트럼에 있어서 두께 25mm에 대하여 적어도 90%의 내부 전달을 할 수 있는 물질을 나타낸다. 이 다중화 홀로그래픽 필름은 고도의 광 투명판에서 TIR광을 수집하고 안내하도록 고안된 각도 및 스펙트럼 다중화 구조들의 조합을 저장한다. 공간 다중화된 홀로그래픽 필름에 2개 이상의 영역을 형성하거나, 작은 포획 각도(대략 5° 미만)로 고도의 투명판에 광을 제공하거나, 또는 이러한 2가지 기술을 조합함으로써, 고도의 투명 평판으로 부터의 재결합 손실이 줄어든다. 체적 반사 홀로그래픽은, 입사광으로 부터 고도의 투명판의 반대면에 배치된다.

단일 홀로그래픽 무늬 구조는 단일 필름에 많은 무늬 패턴을 생성함에 의해 형성된다. 이것을 각도 다중화라고 하며, 이 기술에 따르면, 많은 기복 빔 쌍(pair)들이, 소정 범위의 입사각들로 광을 수신하고, 필름과 유사한 굴절율을 갖는 고도의 투명판 내부에서 다른 범위의 각도로 광을 출력하는 홀로그래픽 구조를 생성하는 것을 간섭한다. 각도 다중화와 더불어, 다수 파장을 이용한 스펙트럼 다중화가 이용된다. 스펙트럼 다중화는 HPC의 스펙트럼 대역폭을 증가시키는 작용을 한다.

공간 다중화는 다중화 홀로그래픽 광 구조(MHOS)의 후속하는 반사 오프(reflection off)로 부터의 재결합 손실을 방지하는데 이용된다. 이것은, 서로 다른 격자 벡터를 갖는 다수의 MHOS 이산 영역을 제조함에 의해 성취된다. 각 MHOS의 영역은 다수의 격자 및 소정 범위의 격자 벡터를 구비하며, 선행하는 광의 전면면에 있는 영역들은 초기에 광을 제공했던 영역과는 다른 굴절 특성을 갖는다. 서로 다른 영역들이 실질적으로 서로 다른 격자 벡터 범위를 가지기 때문에, 고도의 투명판의 에지로 진행중의 감금광이 다른 MHOS의 영역에 부딪칠 경우에, 고도의 투명판에 감금된 광은 HPC 밖에서 재결합되지 않는다.

상기에서 한정한 대략 5° 미만의 작은 포획 각도로 고도의 투명판에 광방사를 제공하도록 홀로그래픽을 구성함으로써, 재결합 손실을 방지할 수 있다. 이로 인해, 홀로그래픽 필름과의 후속하는 상호 작용 횟수를 줄이고, 광 손실을 줄인다.

A. 홀로그래픽 매체

홀로그래픽 매체는 체적 위상 홀로그래픽을 형성할 수 있는 임의의 종래 물질 형태일 수 있다. 기존의 다수의 필름 물질 형태는 듀폰트(duPont)의 옴니덱스 포토폴리머 필름(Omnidex photopolymer film), 폴라로이드(Polaroid)의 포토폴리머 물질, 2색성 젤라틴(gelatin), 폴리비닐 카보졸(carbozole) 기반 포토폴리머 필름, 실버 할로겐 유제(silver halide emulsion), 및 다른 홀로그래픽 물질을 포함한다.

또한, 이러한 필름들은 계층화될 수 있으며, 각 층들은 서로 다른 각도, 스펙트럼 및 공간 다중화 성질을 갖는다. 이로 인해, 고도의 투명판에 접착된 2이상의 홀로그래픽 필름층을 형성할 수 있다. 고도의 투명판보다 많이 흡수하는 박막층에 있는 포획광의 계면 반사를 억제하기 위해서는 각 부가층이 인덱스 매칭(index-matching)되어야 한다.

듀폰트 및 폴라로이드로부터 입수할 수 있는 상용의 홀로그래픽 물질은 불균일 무늬 구조의 형성이 가능한 기존의 화학적 성질 및 프로세스를 가지며, 비 크로마티제(dischromated) 젤라틴 필름은 불균일한 무늬 구조를 형성하기 위해 기존의 화학적 성질을 갖는다. (불균일 무늬 구조는 필름의 앞면에서 뒷면으로 무늬 간격이 변형되는 구조이다.) 또한 이러한 기술 외에, 홀로그래픽 구조는 광 접촉제를 사용하여 줄이거나 확대될 수 있다. 이것은 홀로그래픽 필름의 다층 적체(stack)를 생성하거나, 홀로그래픽 필름을 고도의 투명판에 접착하거나, 또는 홀로그래픽 필름에 대한 보호층을 제공할 경우에, 이용될 수 있다.

본 발명의 HPC는 각도, 공간, 스펙트럼 다중화 기술을 조합하여, 집광 작용을 한다. 이러한 기술을 조합함에 따라 단일 MHOS의 생산이 가능해진다.

1. 광 손실

본 발명의 HPC는, 홀로그래픽 구조가 공간 다중화되어 장치가 작동되도록 재 결합을 방지하는 것이 필요하다. 이것은 도파관 결합기가 파 안내 응용에서 작업하는 방식과는 전혀 다르다. 통신 산업에서 이용되는 홀로그래픽 도파관 결합기는, 일단 광이 도파관으로 굴절되면, 홀로그래픽 구조를 후속하여 통과하도록 처리해서는 안된다. 공간 다중화를 이루기 위하여 각도 및 스펙트럼 다중화를 구현한 복합 공간 다중화에 대한 직접적인 이유는 HPS에서의 재결합 손실을 방지하기 위해서이다.

구조에 있어서 광 손실을 줄이고, 광 에너지 손실을 방지하기 위한 신규한 기술이 이용된다. 고도의 투명판의 두께는 임의로 선택될 수 있으나, 실질적인 목적을 위해서는 전형적으로 1 내지 15mm의 두께 범위를 갖는다. 두꺼운 고도의 투명판은 원가를 상승시키며, 본 명세서에 개시된 응용에는 적용하지 못하게 된다. 판 두께를 제한하고, 가능한 한 바운스(bounce)가 거의 없이 HPC구조를 광이 통과하기 위해서는, 광이 HPC 구조의 바로 아래에서 굴절되도록, 내부 굴절 파 벡터 각도가 매우 작을 필요가 있다. HPC 구조에 있어서, 경로 길이 대 두께 비율(PTR)은 25 내지 200 범위인 것이 바람직하다. 경로 길이는, HPC에 의해 수집된 광이 HPC 구조를 지나 수신 위치에 도달하는 최대 거리이다.

본 발명의 HPC가 상기 경로길이 대 두께비로 작동하도록 하기 위해서는, 많은 요소들이 고려되어야 한다. 후술하는 것은 광 손실을 줄이기 위해 HPC에 이용되는 기술 리스트(list)이다.

1. HPC 구조에 있어서 광 에너지의 흡수는 3가지 소오스(source)에 의해 야기된다. 첫 번째, 고도의 투명판에서의 흡수이다. 고도의 투명판이 제조될 물질은 350 내지 1400nm의 스펙트럼 범위에서 낮은 흡수성을 갖도록 선택된다. '저흡수'는 10%미만(상기에서 정의된 고도의 투명성의 반대)을 의미한다. 흡수에

대한 제 2 소오스는 필름층이다. 따라서, 가능한한 투명하고 얇은 필름층을 유지하는 것이 중요하다. 본 명세서에서 사용되는 필름층에 대한 용어 '얇은'은 30 μ m미만의 두께를 의미하며, 필름층에 대한 용어 '투명'은 적어도 90%의 내부 전달을 의미한다. 본 명세서에서 설명되는 모든 필름은 매우 낮은 흡수성을 갖는다. 흡수성에 대한 제 3 소오스는, 하나가 이용될 경우 광 접촉제이다. 광 접촉제는 매우 낮은 흡수성에 유용하며, 본 발명을 실시하는데 있어서, 그러한 낮은 흡수성의 광 접촉제가 바람직하다.

2. 광 에너지를 모으기 위한 상기 PTR을 갖는 HPC를 위해, 내부 굴절 파 벡터는 1 내지 40°의 범위가 되어야 한다. 단일 격자는 큰 대역폭의 광을 굴절시키며, 스펙트럼 대역폭의 각 파장은 다른 파 벡터 각도로 굴절된다. 이것은 단일 격자에 있어서, 크로메틱(chromatic) 각도 스프레드(spread)가 원하는 것보다 커질수 있다는 것을 의미한다. 단일 격자에 대한 큰 스펙트럼 대역폭은 수집된 광이 크로메틱 각도 스프레드를 가지고 있음을 의미한다. 이 예에서, 10nm 대역폭을 가진 단일 격자는 30° 각도로 통과하는 수집된 광의 각도 팬아웃을 나타낸다. 장치의 대역폭이 증가하면 내부 굴절 파 벡터가 고도의 투명판의 TIR 감금을 초과하여 스펙트럼 대역폭으로 부터의 광이 손실되기 시작하기 때문에, 단일 격자 구조는 자기 제한적이 되어야 한다. 이것은, HPC 장치에서 대역폭이 증가함에 따라, 각도 성분을 HPC의 TIR 포획 이내로 유지시키는 반면, 스펙트럼 성분을 다중화할 필요가 있음을 의미한다. 이것은, 다중화 기록에 있어서 격자 각도를 일정하게 유지하고 격자 간격을 가변시킴으로써 이루어질 수 있다. 이것은 대역폭을 증가시키고, 요구된 내부 굴절 파 벡터를 HPC의 TIR 감금내로 유지시키기 위한 하나의 기법이다. 이 각도 스프레드는 단일 필름의 공간 다중화에 의해 줄어들 수 있으며, 무늬 각도는 각 다중화 기록마다 일정하게 유지된다. 인덱스 변조가 노출된 부분에 분배되기 때문에, 수집되는 총 에너지는 거의 동일하며, 최종적으로 보다 많은 광 파장이 수집되고 보다 좁은 각도 영역으로 굴절된다. 이것은 보다 큰 에너지가 수신기에 모아질 것임을 의미한다.

3. 본 발명의 HPC 장치는 고도의 투명판과, 고도의 투명판과 매칭되는 양호한 굴절율을 갖는 홀로그래프 필름을 조합하는 것이 필요하다. 고도의 투명판과 필름 사이에 유사 굴절율 매칭(matching)이 필요한데, 이는 고도의 투명판/필름 인터페이스에서 프레스넬(Fresnel) 반사없이 고도의 투명판으로 효과적인 굴절이 이루어지도록 하기 위해서이다. 굴절율의 잘못된 매칭으로 인해 인터페이스에서 많은 양의 에너지가 반사되면, 그 에너지는 고도의 투명판보다 훨씬 큰 흡수 계수를 갖는 필름에 감금될 것이다. 필름에서 고도의 투명판으로 광을 효과적으로 이동시키기 위해서는, 필름 및 고도의 투명판의 굴절율이 서로 3% 이내로 매우 가까워야만 된다. 이로 인해, 필름에서 보다 먼 거리를 이동하는 광이 최소화 될 것이다. 필름 흡수는 전형적으로 고도의 투명판의 흡수성보다 높다. 따라서, 바람직한 실시 예에 따른 장치는 유사 굴절율 매칭을 이용함으로써 굴절 광이 통과하는 필름 두께를 최소화 한다.

4. 광이 HPC 구조를 바운스하면서 통과할 때 홀로그래프 필름과의 후속하는 상호작용에 따른 내부 굴절광의 재결합이 해결해야 할 최대 광 손실이다. 그러나, HPC 구조의 홀로그래프 필름 부분을 공간 다중화 함으로서 광 손실을 줄이거나 피할 수 있게 된다. 공간 다중화는, 각각이 약간 다른 공간 및/또는 각도로 각각 실행하는 홀로그래프 광 소자의 패턴을 레이아웃(layout)함으로써 실행된다. 공간 다중화 영역 각각의 굴절광은 서로 다른 내부 굴절 파 벡터와, 이 각도에 관련되는 서로 다른 스펙트럼 대역폭을 갖는다. HOE는 각도와 파장간에 직접 연결된다. 따라서, 실행에 있어서 공간 다중화 영역이 모두 분리 상태인지를 결정하는 두 개를 조합하는 것이 당연하다. 이러한 분리 행위는 하나의 영역으로부터 제공되는 광이 후속하는 영역에 있는 HOE들에 의해 굴절 되지 않음을 의미한다. 다중화 영역의 크기는 경로길이 대 두께비의 함수인데, 이는 광의 바운스 수가 필요한 이산 공간 다중화 영역의 수를 결정하기 때문이다. 다시말해, 바운스의 수는 경로 길이 대 두께의 비와, 내부 굴절 파 벡터에 의해 결정된다.

B. 고도의 투명판

HPC의 고도의 투명판은 광학적으로 투명한 유리 또는 폴리머로 구성될 수 있다. 용어 '고도의 투명성'이란 상기에서 정의된 것으로, 광학적 투명이란, 본 명세서에서 정의된 바와 같이, 유리 또는 폴리머판이 적어도 대략 350 내지 1400nm의 파장 영역에서 투명하다는 것을 나타낸다. 고도의 투명판은 임의의 두께 및 크기를 갖을 수 있다. 고도의 투명판에 대한 바람직한 물질은 낮은 철 부동 유리(low iron float glass)로서, 이 물질은 화학적으로 강화되어 태양 전달을 증가시킨다. 바람직한 유리 형태는 태양 피레(Solarphire) 유리 및 스타파이어(Starfire) 유리를 포함하며, 이 유리들은 PPG 주식회사로부터 입수할 수 있다. 이러한 유리들은 대략 98%정도의 내부 전달도를 갖는다.

고도의 투명판은 평평하거나 굴곡진 표면을 가질수 있다. 바람직한 치수는 응용 및 크기에 의해 결정된다. 바람직한 일 실시 예에서는 두께가 6mm인 낮은 철 유리를 이용한다. 또한, 홀로그래프 필름과 고도의 투명판의 굴절율이 유사하게, 바람직하기로는 굴절율 차이가 대략 3%이내, 보다 바람직하기로는 3%미만에서 매칭되는 것이 중요하다. 이러한 유사 매칭으로 인해, 고도의 투명 판 내부에 급격한 결함 각도가 발생된다.

어떤 경우에는, 필름의 굴절율을 고도의 투명판의 굴절율보다 약간 크게 하는 것이 바람직한데, 이는 매칭이 잘못된 경우에, 필름의 굴절율이 유리의 굴절율보다 약간 크게되는 장점이 있기 때문이다. 이로 인해 인터페이스에서 프레스넬 반사 손실을 감소시키는 장점을 얻게되며, 이에 따라 필름보다 더 큰 굴절율을 갖는 고도의 투명판에 비해 결함 효과가 개선된다. 그러나, 둘 중 어느 하나의 모드로 구현될 때 장치가 여전히 작업을 하기 때문에, 본 명세서에서 개시된 청구범위로 한정된 계수로서는 이것이 구성될 수 없다.

고도의 투명판과 필름 굴절율들을 선택하는데 있어서, 효과적인 작업을 위한, HPC에서 필요한 다수의 주요 파라메타가 있다. 본 발명의 목적 및 범주는 본 명세서에서 설명된 홀로그래프 구조의 모든 변형을 포함한다.

도 1에는 본 발명의 기본적인 실시 예가 도시되며, 고도의 투명 판(12)과 홀로그래프 필름(14)을 포함한 홀로그래프 평탄 집광기(10)가 개시된다. 홀로그래프 필름(14)은 고도의 투명판(12)의 일측면(12a)에 탑재되며, 이 측면(12a)은 태양 에너지가 입사되는 측면(12b)과 반대되는 면이다.

고도의 투명판과 홀로그램 필름의 굴절율들을 주의깊게 선택함으로써, 도 1에 도시된바와 같이 고도의 투명판 내부로의 광 결합이 매우 급격한 각도로 발생된다. 광선(16, 16', 16')에 의해 표시된 광은 각도 θ_{in} 으로 각각 입사되고, 광선(18, 18', 18')과 같이 각도 θ_{out} 를 가지고 고도의 투명판으로 각각 결합되는 것으로 도시된다. 하기에서 보다 상세히 설명되겠지만, 홀로그램 필름에 기록되는 특성의 격자는 각도 θ_{out} 를 제어한다. 아래에 설명된 바와 같이, 넓은 입사 각도 θ_{in} 은 보다 작은 각도 θ_{out} 를 가지고 고도의 투명판으로 결합될 수 있다.

상술한 예는 도2에 도시된다. 도 2에는 굴절율이 고도의 투명판(12)의 굴절율보다 0.001 큰 홀로그램 필름(14)이 선택된다. 이것은, 6mm의 두께(t)를 갖는 고도의 투명판(12)과 2°의 포획 각도를 이용함으로써, 결합광(18)이 홀로그램 필름(14)을 2회 때리기 전에 광 경로 길이(1)가 343mm가 되며, 이 조합은 57.2의 PTR를 제공한다. 이것은 HPC 장치(10)에서의 재 결합 손실을 피하는 하나의 기법이다. 유리 두께 및 포획 각도가 장치의 유효 크기에 영향을 주는 것을 알 수 있을 것이다. 여기에서 설명되는 광 경로 길이로 인해, HPC 기술에 많은 실질적인 응용이 가능하다.

본 발명의 다른 실시 예에 있어서, 도 3에 도시된바와 같이, 포획 각도가 작은 각도로 제한되는 것이 아니라, 각도의 조합이 공간 다중화 방법에 이용된다. 상술한 바와 같이, 용어 '작은 포획 각도'는 대략 5° 미만의 각도를 나타낸다.

상술한 바와 같이, 홀로그램 필름은 다수의 영역(14, 114, 214)을 포함하며, 각 영역(14, 114, 214)마다 광선(16, 16', 16')들이 입사된다. 각 영역(14, 114, 214)은 서로 다른 격자를 가지며, 이에 따라 서로 동일하거나 다를 수 있는 고도의 투명판으로 각도 θ_{out} 세트를 가진 광이 결합된다. 반면, 각도 세트의 중간 광선(18', 118', 218')이 홀로그램 필름(14)에 의해 정의된 평면에 대해 이루는 각도는 각 경우마다 다르다.

이러한 공간 다중화 기술은 홀로그램 구조로부터 다중 반사가 이루어지도록 하며, 보다 큰 포획 각도가 이용될 수 있다. 이 방법은 고도의 투명판과 홀로그램 필름사이의 유사 굴절율 매칭에 대한 필요성을 감소시킨다. 예를 들어, 아주 급격한 포획 각도를 이용하는 경우에, 굴절율 간의 아주 바람직한 매칭은 단지 0.01%까지만 달라지지만, 공간 다중화의 경우에, 최악의 매칭 시나리에서는 굴절율이 최고 3.0%까지 확장된다.

다중화 홀로그램 광 구조(MHOS)의 공간 다중화는 기능적으로 보다 긴 광 경로 길이를 갖는 HPC 장치를 생성할 수 있으며, 이에 따라 HPC 패널의 기능적 크기를 증가시키고, HPC가 이용될 수 있는 응용 갯수를 증가시킨다. HPC 홀로그램 구조의 공간 다중화는, 모아진 광의 각도 다중화 및 집광시에 빔 약화의 제한 요소를 피한다. 또한 포인트 초점 모드 대신에 라인 초점 모드에 HPC 장치를 이용함으로써, 빔 약화를 방지할 수 있다.

홀로그램 필름과 고도의 투명판의 굴절율간을 잘못 매칭시킴으로 인한 물질 산란 효과는, 유리의 굴절율과 홀로그램 필름의 굴절율을 매칭시킨 파장에서 실행하도록 HPC 장치를 고안함에 의해 최소화 될 수 있다. 서로 다른 일반 물질 산란으로 인해, 고안 파장과는 다른 파장에서 유리와 필름의 굴절율들이 발산한다. 필름과 유리간의 굴절율들의 매칭 모두가 산란함에 따라, 인덱스 매칭은 선택된 스펙트럼 범위에 대한 평균 매칭이 실제로 나타난다.

C. 홀로그램 기록 공정

본 발명의 HPC는 홀로그램 필름 또는 필름들을 고도의 광 투명판의 일측에 정착하여 제조된다. 홀로그램 필름은 입사광의 반대측에 정착된다. 마스터 MHOS의 기록은 인덱스 매칭 환경에서 실행되며, 이 기술은 당업자에게 공지된 기술이다. '인덱스 매칭 환경'이란, 기록 레이저 파장에서 아주 투명하고, 필름과 굴절율이 매칭되는 적절한 물질이 그러한 기하학에 이용되어, 아주 급격한 각도를 가지고 필름으로 레이저 빔이 전파되도록 하는 것이다. 다른 기술은 탱크(tank)에 있는 유리 블록, 프리즘, 및 유체를 이용한다. 이 기술에는 마스터 홀로그램의 제조가 필요하다. 그러나 일단 마스터가 제조되면, 단지 마스터 평면으로 복사될 필름을 인덱스 매칭하는 것만이 필요하게 된다. 또한, 복사는, 마스터와 사본간에 인덱스 매칭 환경에서 기록이 실행되는 것을 요구하지만, 대량 생산에서는 공정이 보다 간단해진다.

일 실시 예는 액체 게이트 또는 인덱스 매칭 유체가 채워진 탱크를 이용할 수 있으며, 도 4에 도시된 바와 같이 이 탱크에는 홀로그램 및 정착된 고도의 투명판이 노출되게 배치된다. 탱크에 있는 유체와 매칭하는 굴절율은 홀로그램 필름 및 고도의 투명판의 굴절율의 대략 12% 이내이다. 필름 및 고도의 투명판보다 약간 큰 굴절율을 갖는 액체가 이용됨이 바람직하다. 액체와 고도의 투명판/필름간의 매칭이 좋을수록, 보다 낮은 소음 격자가 형성된다.

도 4에는 HPC가 도시된다. 이 HPC는 고도의 투명판(12)과, 홀로그램 필름(14)을 포함하며, 고도의 투명판(12) 및 홀로그램 필름(14)은 고도의 투명판(12)과 실질적으로 동일한 굴절율을 갖는 유체(22)가 채워진 탱크(20)에 담겨있다. 물체빔(22a-22e)은 고도의 투명판(12)의 표면위(12b)에 입사되고, 참조빔(24a-24e)은 홀로그램 필름(14)의 노출 표면에 입사된다. 상기 문장은 기록 쌍 지정(designation)을 나타낸다. 물체빔(22a-22e)과 참조빔(24a-24e)은 홀로그램 기록 분야에 공지된 기술로서 본 발명의 일부를 형성하는 것은 아니다.

인덱스 매칭 탱크는 인터페이스 및 다른 표면으로부터 산란된 이탈광(stray light)량을 줄이는 환경을 제공한다. 이것은 기록 공정에서 광 노이즈량을 줄여주기 때문에 MHOS의 질을 향상시킨다.

다수개의 레이저 빔은 입력 각도 범위로부터 광을 수신하고 고도의 광 투명판 아래로 광을 지향시키는 단일 홀로그램 구조를 기록하는데 이용된다. 일단 고도의 광 투명판에 있어서, 광이 동일 홀로그램 구조와의 후속하는 상호 작용을 하지 않을 정도로 매우 길게 광이 포획된다. 기록 공정은 각도, 스펙트럼 및 공간 다중화의 조합이며, 당업자에 의해 많은 방식으로 실행될 수 있다.

다수의 레이저 빔 쌍은 가변 각도 및 서로 다른 파장과 함께 이용되며, 도 5에 도시된 바와 같이, HPC의

제조시에, 시준(collimate)되거나, 발산하거나, 수렴하거나, 또는 파면(wavefront)을 조합할 수 있다. 각 기록 파면 쌍은, 낮 동안의 하나의 좁은 태양 각도 범위와 유사한 하나의 물체빔과, 원하는 재생(집광) 파면과 유사한 참조빔을 갖는다. 원하는 재생 위치가 주어진 응용 및 위치에 따라 가변되므로, 기록 기하학에 대한 바람직한 실시 예는 하나가 아니다. HPC의 탑재 방위 및 그의 땅위의 설치 위치가 가변하기 때문에, HPC는 서로 다른 입력 각도 범위에서 기록되고, 기록시 서로 다른 스펙트럼 수집이 필요한 장점이 있다. 예를 들어, HPC는 원하는 위도 장소에 수직하게 탑재되고 경사지게 배치될 수 있다. 또한 입력 각도 범위는 유용한 조사 형태 및 원하는 출력 스펙트럼에 따라 매우 좁거나 매우 크게 선택될 수 있다.

빔 기록 기하학은 격자 고안에 따라 변한다. 말하자면, 676nm 및 514nm의 레이저 파장에서 기록된 하나의 다중 필름에 대한 입력 각도 범위는 매체의 평균에서 35° 정도 높거나 낮은 각도이며, 매체의 평균에서 100° 내지 140° 정도 높거나 낮은 각도이다. 빔쌍은 원하는 홀로그램 구조를 생성하기 위해 이 범위의 각도에서 선택되며, 이에 따라 주어진 위치 및 탑재 방위에 대한 원하는 태양 에너지를 포획하고 모은다. 바람직한 일실시예는 하나의 쌍에 대하여 30 및 100°의 각도를 가지고, 다른 쌍에 대하여 -30 및 130°의 각도를 갖는 두 개의 기록쌍을 이용한다.

HPC가 수동 또는 능동 추적 모드에서 이용될 경우, 각도 다중화를 이용함으로써, 수동 추적을 이용할 수 있으며, 이에 따라 전체 구조를 단순화하고 원가를 줄일 수 있다. 수동 추적의 바람직한 실시 예와 같이, HPC 광전지 패널은 설치 위도에 경사지게 탑재되고, HPC 앞면에 수신 평균의 중심각을 갖는다. 각도 기록은 일상적인 태양각도에서는 대략 160° 및 특정 계절의 태양 각도에서는 45°와 같은 많은 변형을 이용할 수 있다. 이것은 기록 쌍의 크기를 나타내며, 대략 10°의 간격으로 물체빔을 각각 보낸다. 상술한 바와 같이, 기록되는 홀로그램은 각도 및 스펙트럼 다중화를 포함한다. 후술하는 바와 같이 공간 다중화는 홀로그램 필름의 다른 영역을 정의함에 의해 성취되고, 도 5에 도시된 공정을 사용하여, 각 영역에 각도 및 스펙트럼 다중화로 기록한다. 하나의 공간 영역에 있는 고도의 투명 판(12)으로 결합되는 광은 다른 공간 영역에 있는 홀로그램 필름(14)과 상호 작용하지 않는다. 영역 조합을 이용하여, 고도의 투명판에 감금된 광에 의한 홀로그램 필름의 다수의 상호 작용에 따른 재결합 손실을 방지한다. 이 공간 다중화 방식으로 인해 보다 높은 효율과 능력을 가지게 되며, 이에 따라 보다 큰 HPC 장치를 제조할 수 있게 된다.

MHOS는 가우시안(gaussian) 또는 нега우시안(nongaussian) 빔 프로파일로 인해 기록될 수 있다. 서로 다른 빔 프로파일을 이용함으로써, 홀로그램 필름을 가로지르는 노출 강도를 조절할 수 있게 된다. 이것은 최종의 MHOS의 굴절 효과에 대한 제어를 바꾼다. 홀로그램 기록의 질이 홀로그램 필름에 부딪치는 노출 에너지의 강도에 의해 부분적으로 결정되기 때문에, 홀로그램 필름을 가로지르는 레이저 에너지의 강도는 MHOS의 재생 효과를 제어하는데 있어서 중요하다. 필름을 가로지르는 기록 에너지의 강도는 실질적으로 균일하며, 이것은 약 ±10%이하의 강도 변형을 의미한다. 대략 ±10%이하의 균일성은 HPC 장치를 성공적으로 제조하기 위한 지침(guideline)이며, 모든 형태의 홀로그램 필름 물질에 대해 노출 균일성이 이상적일 필요는 없다.

HPC(10)는 하나의 이상의 홀로그램 필름층을 이용하여 제조될 수 있다. 굴절 홀로그램 구조를 사용함에 따라 다중이 이용될 수 있다. 특히, 청색 광자(blue photon)만이 태양 스펙트럼의 청색 영역에 대해 민감한 MHOS와 상호 작용하고, 적색 광자만이 태양 스펙트럼의 적색 영역에 대해 민감한 필름과 상호 작용한다.

홀로그램 반사 구조는 아주 좁은 스펙트럼 실행 범위(nm)에서부터 아주 넓은 스펙트럼 실행 범위(수백 nm)까지 제조될 수 있다. 따라서, 이러한 범위내에서 선택된 크기의 스펙트럼 대역폭을 갖는 반사 홀로그램 필름을 만들 수 있게 된다.

D. 다중화 홀로그램 광 구조

1. 각도 다중화

본 발명의 HPC는 각도 다중화를 이용하여 단일 필름에 있어서 다수의 반사형 체적 위상 홀로그램을 성취한다. 각도 다중화를 위한 많은 기술이 있으며, 당업자에게 공지되어 있다. 바람직한 실시 예는 시준형 발산 기록 파면을 이용하며, 또는 수렴 파면도 이용된다. 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, 파면은 홀로그램 필름의 반대면으로부터 지향되어 반사형 체적 위상 홀로그램 구조를 생성한다. 또한, 파면의 편광은 최대 무늬 콘트라스트를 이루도록 선택될 수 있다.

MHOS는 여러개의 서로 다른 레이저 광 파장 또는 원하는 파장으로 재생하도록 조정된 기록 각도를 갖는 단일 파장을 이용하여 생성될 수 있다. 단일 파장 기록은 다중화 참조 각도 및 물체빔의 기록 각도를 조정함에 의해, 다중 스펙트럼 기록을 모의 실험하는데 이용될 수 있으며, 이에 따라 하나의 각도로 재생 빔이 고안되어, 서로 다른 각도 및 파장으로 재생할 수 있다. 이것은 굴절 구조에 있어서 각도 및 파장 관계에 기인한 것이다. 또한, 제 1 홀로그램 필름 위에 요구되고 적용될 경우, 하나 초과의 홀로그램 필름이 이용될 수 있다. 부가 필름은 각도 실행을 증가하거나, HPC의 스펙트럼 대역폭을 확장하는데 이용될 수 있다.

단일 파장에 대한 각도 다중화로 인해, 기록 파장에서 각도 실행을 할 수 있으며, 다른 파장에서는 다른 각도 실행을 할 수 있다. 결과적으로, 단일 파장 기록이 강화된 스펙트럼 특성을 갖는다.

2. 스펙트럼 다중화

HPC 장치의 스펙트럼 대역폭을 증가시키기 위하여, MHOS의 스펙트럼 감도는 공지 기술을 사용하여 강화될 수 있다. 홀로그램 구조는 다수의 레이저 파장 및 다수의 각도 입력에 의해 기록될 수 있다. 다수의 파장에 의한 기록은 MHOS의 스펙트럼 감도를 증가시키는 장점이 있다. 또한 다수의 파장에 의한 기록과 더불어, MHOS를 비선형적으로 줄이거나 평창시킬 수 있으며, 이에 따라 일련의 무늬의 간격이 가변한다. 무늬의 간격이 가변하면, HPC 장치의 스펙트럼 대역폭이 증가하는 효과가 있다.

3. 공간 다중화

MHOS의 각 영역은 다수의 격자와 격자 벡터 범위를 갖는다. 서로 다른 영역은 실질적으로 서로 다른 격자 벡터 범위를 가지며, 이에 따라 고도의 투명판에 감금된 광은, 도6의 평면도에 도시된바와 같이, 고도의 투명판(12)의 에지(12')로 진행중에 MHOS 영역에 충돌할 경우에, HPC의 밖에서 재결합하지 않는다. 도 6에는 공간 다중화 HPC(10)가 예시되며, 이 공간 다중화 HPC(10)는 서로 다른 격자 벡터를 갖는 각각의 영역(26a-26d)을 가지며, 이에 따라 결합광(18a-18d)이 서로 다른 각도로 에지(12')에 입사되다.

MHOS로부터의 후속하는 반사로 부터 재결합 손실을 방지하기 위해, 공간 다중화 방식이 이용된다. HPC의 구현에 있어서, MHOS는 많은 서로 다른 영역으로 분할되며, 선행하는 광의 전면에 있는 영역은 도 3에 도시된 광 충돌 영역과는 다른 브레그(Bragg) 각도를 갖는다. 이러한 기술은 재 결합 손실을 방지하는 데, 이는 고도의 투명판에 감금된 광에 대한 MHOS로부터의 후속하는 반사가, 광이 초기에 굴절되었던 공간 영역과는 실질적으로 다른 격자 벡터를 가진 홀로그램 구조와 충돌하기 때문이다.

4. 부가적으로 고려할 사항

고도의 투명판(12)과 홀로그램 필름(14) 영역의 조합으로 인해, 전체의 광 포획 구조(10)를 실질적으로 형성한다. 공간 다중화가 MHOS에 필요한 이유는, 광이 홀로그램 필름(14)를 통과해야만 하고, TIR에 의해 구조(10)에 계속적으로 감금되기 위해 공기/필름 밖으로 반사되어야 하기 때문이다. 광(18)이 수신기(30,32)에 전달되기 위해서는, 전체 구조(10)에 잔류할 필요가 있다. 유리 또는 폴리머로 된 고도의 투명판(12)으로 광을 보내기 위해 필요한 유사 굴절을 매칭으로 인해, 광은 필름(14)을 통해 되튀어서(bounce back) 필름/동기 인터페이스로 확실히 제공된다. 본 발명은 아주 큰 영역이 필요하고, 따라서 양호한 태양 집광기가 될 긴 경로 길이가 필요하다. 이것은 도 2 와 관련하여 경로 길이 343mm이고, 두께가 6mm인 유리를 설명한 특성의 예를 통해 상기에서 설명하였다.

보다 큰 임의의 각도가 여러번 필름(14)에 통과하는데 필요하다. 공간 다중화로 인해, 영역(14, 114, 214)이 서로 다른 홀로그램 실행을 하며, 이전 홀로그램 영역으로 부터의 선행빔과 상호 작용하지 않게 된다.

E. 초점화

HPC는 2차원, 특히 라인 포커스(도 7)에서 광을 집광하거나, 3차원, 특히 포인트 포커스(도 8 및 9)에서 광을 집광하도록 고안될 수 있다. 결합 광선(18)은 고도의 투명판(12)의 에지(12')를 따라 탑재된 광전지 셀(30)에 입사된다. 도 8 및 9에 있어서, 결합 광선은 광전지 셀(30, 도 8) 또는 섬유 광 유도관(32, 도 9)과 같은 광 수신 장치에서 초점을 맺는다.

2차원 또는 3차원에서 광을 집광할수 있게 되면, 본 발명의 HPC는, 고도의 투명판의 두께 및 홀로그램 구조에 편입된 초점양에 의거하여 임의 크기의 정사각형 또는 직사각형 영역인 초점 영역을 생성할수 있게 된다. 초점화는 영상화 및 비 영상화 기술에 의해 이루어질수 있다. 비 영상화 기술은 고도의 투명판에 있어서 후속하는 내부 반사에 따른 정사각형 또는 직사각형을 생성한다. 영상화 기술은 원형 또는 타원형의 초점 영역과 같은 가변 형상의 초점 영역을 형성하는데 이용될 수 있다. 상술한 두가지 기술은 비 영상화 및 영상화 초점 영역의 조합된 기하학 성질을 갖는 초점 영역을 생성하기 위해 조합될 수 있다. 초점 영역의 전체 형상과 함께, 초점 면의 강도 분도는 영상화 또는 비 영상화 기법 기술을 이용하여 조절될 수 있다. 따라서, 집광된 광을 이용하는데 있어서, 보다 자유롭게 고안할수 있게 된다.

일 실시 예는 시준된 기록 빔과 조합된 공간 다중화 방식을 이용하여, 초점 영역(12', 도 10)과 동일한 크기를 갖는 영역(26)의 타일(tile)형 홀로그램 구조를 생성한다. 홀로그램 구조의 각 타일(26)로 부터 시준된 재생 빔(16)들은 초점 영역(12')에서 합쳐져서, 입사광을 집광한다. 이러한 기술로 인해, 영역의 위치 및 격자 벡터가 도파관(12) 밖에서의 광의 재 결합을 방지하도록, 홀로그램 영역의 레이아웃을 고안함에 의해 재 결합 손실을 방지할수 있는 HPC 장치를 고안할수 있게 된다. 광 전파 벡터(18)에 대한 라인(34) 평균은 균일한 시준 파면을 나타낸다.

F. 장치 작용

본 발명의 홀로그램 평면 집광기는 수집 장치의 평면으로 접혀진 종래의 2단계 집광기처럼 작동한다. 수신 각도 범위로 부터의 입사광은 고도의 광 투명판을 통과하여, 평판에서 광을 포획하고 평판의 일측 에지와 평판의 일측 에지의 초점 영역으로 광을 유도하는 다중화 홀로그램 구조에 의해 반사되고 굴절된다. 또한, 여러개의 HPC 홀로그램 구조를 갖는 보다 큰 평판은 평판의 다른측상의, 또는 평판 코너들에 초점이 잡히는 다수의 초점 영역에 의해 생성될 수 있다. 이러한 기본적인 작동 기법은 많은 응용에 대한 기초 요소로 이용될 수 있다. 광전지 장치 또는 섬유 광 유도기를 조합할 경우, 본 발명의 HPC는 에너지 생성 또는 에너지 재지향(redirecting) 물품이 된다(도 7 내지 9).

종래의 집광기에 비해, HPC 장치의 하나의 우선적인 장점은 큰 범위의 입력 각도로부터 광을 수집하되, 정적(추적하지 않은) 구조로 탑재된다는 것이다. 이를 위해, HPC 장치는, 다중화 홀로그램 구조 및 고도의 투명판의 TIR 포획을 이용한다. 이러한 2단 집광기 방식은 광의 TIR 감금에 의거한 몇 개의 지정된 집광기와 유사하게 동작한다. 그것은 본 발명의 신규한 집광기와 조합하는 단일 다중화 홀로그램 구조와 TIR감금의 조합이다. HPC는 제조가 용이하고 재질 원가가 싼 장점이 있다.

또한, HPC는 태양으로 부터의 직진광이나, 흐린날의 빛 또는 주변 환경으로부터 반사된 광과 같은 확산광을 수집할수 있다. HPC는 실질적으로 모든 태양 스펙트럼, 특히 대략 350 내지 1400nm 범위의 스펙트럼을 모으는데 이용될 수 있다.

HPC 제품에 대한 4개의 우선적인 응용에는, (1) 태양 전력 생성, (2) 자연 태양광에 의한 일광(daylighting), (3)열적 가열, (4) 임의의 또는 앞의 3가지 경우 모두와, 태양광으로 부터의 자외선 및 적외선 에너지를 여과하는 작용을 선택적으로 조합하는 원도우가 있다. 이러한 4가지 우선적인 응용

은 아래에서 설명될 것이다.

1. HPC 광 전지 패널

제 1 장치는 광 전지 셀을 이용하여, 집광된 광을 전기로 변환한다. 도 7 및 도 8에 이러한 구현이 도시된다. 임의의 수의 서로 다른 광전지 변환 장치가 이용될 수 있으며, HPC의 출력 스펙트럼은 광전지 셀에 필요한 냉각화를 줄이기 위해 변환 장치의 밴드갭과 보다 가깝게 매칭되도록 설계될 수 있다.

HPC 전지(PV) 패널은 PV 셀을 갖는 HPC를 이용하여, HPC에 의해 수집된 광을 전기로 변환한다. PV 셀은, 도 7에 도시된 바와 같이, 고도의 투명판의 에지에 집적 접촉되어 집적화 PV 패널을 생성한다. 일 실시 예(도 7)에서는, HPC(10)의 전체 에지(12')가 하나 이상의 PV셀(30)로 피복된다. 다른 실시 예에서는, 도 8에 도시된바와 같이, 고도의 투명판(12)의 에지 또는 측면(12')에 탑재된 포인트 초점 HPC 장치(10)와 PV 셀을 이용한다. HPC-PV 패널의 장점은 후술하는바와 같다.

1. 수동 추적 집광기.
2. 2단 광 포획.
3. 고안을 융통성 있게 할 수 있는 다수 패널 구현,
4. 열 소비를 최소화 할 수 있는 선택적 대역폭을 갖는 고안 특징.
5. 투명 HPC로 인해, PV 패널뒤에 필름이나 수집 장치를 부가 할 수 있어, 구조적 필요 및 지역적 필요에 관련된 비용 최소화.
6. 초점 포인트에 탑재된 단일체 PV 어레이.
7. 수집 영역에서의 균일 조사로 인한 직렬 연결된 셀의 이용 가능 및 이로 인한 HPC집광기의 비 영상화 작용.

2. HPC 천공광(skylight)

HPC의 다른 응용에 있어서, 섬유 광 케이블(32)은, 도 9 에 도시된바와 같이, 집광된 광의 초점 포인트에서 HPC의 에지에 접촉된다. 광(18)은 섬유 광 유도관(32)으로 직접 제공된다. 다른 실시 예는 HPC와 광 유도관 간의 결합 효과를 개선하기 위해 부가적인 광학을 포함할 수 있다. HPC-천공광은 다음과 같은 장점이 있다.

1. 수동 추적 집광기.
2. 섬유 광 유도관으로 광을 수집 및 제공.
3. 선택적 대역폭 덕택으로, 조사 목적을 위해 섬유 광학으로 원하는 광만을 제공.
3. HPC-열수 가열기(hot water heater)

HPC 천공광 구현의 변형하여, 섬유 광 유도관으로 집광된 광을 이용하여 가정의 열수(hot water)에 응용하기 위해 물을 가열한다. 이러한 구현은 도 11에 도시된다. 도 11에는 섬유 광 유도관(32)이 고도의 투명판(12)의 에지(12')에 고정되는 것이 도시된다. 따라서 태양 에너지가 물이 채워진(38) 종래의 열수 탱크(36)로 유도된다. 태양 스펙트럼은 열수 탱크내에서 감금되고 흡수되며, 거기에서 물을 직접적으로 가열하거나(파장이 물 분자에 의해 흡수됨), 간접적으로 가열한다(파장이 열수 탱크 라이너(liner)에 의해 흡수되고 물로 재 방사됨). HPC- 열수 가열기는 다음과 같은 장점을 포함한다.

1. 수동 추적 집광기.
2. 섬유 광 유도관으로 광을 수집 및 제공.
3. 선택적 대역폭으로 인해 열수를 위한 섬유 광으로 원하는 광만을 제공.
4. HPC 윈도우

HPC 윈도우는 본 발명의 다른 실시 예로서, 다른 응용들의 특징을 조합하여 자외선 및 적외선 광을 여과한다. 도 12에는, 12', 112', 212'로 표시된 다수의 에지를 갖는 HPC 윈도우의 일 실시 예가 도시된다. 광전지 셀(30)은 에지(12')에 접촉되며, 광전지 셀이 실리콘 PV 셀일 경우, 약 700 내지 1100nm의 범위에서 방사를 흡수한다. 에지(112')에 접촉된 제 1 섬유 광 유도관(32)은 (대략 400 내지 700nm범위에 있는)가시광을 빌딩(도시되지 않음) 내부의 윈도우(10)가 접촉된 측면으로 유도하는데 사용된다. 에지(212')에 접촉된 제 2 섬유 광 유도관(132)은 대략 700 내지 1400nm 범위의 적외선 에너지를 물(38)을 가열하기 위한 열수 탱크(36)로 우선적으로 유도하는데 이용된다. 윈도우(10)의 앞표면상에서 입사하는 약 350 내지 400nm 범위의 자외선(도시되지 않음)은 윈도우의 뒷표면에 접촉된 홀로그램 필름(14)의 특정 구조에 의해 윈도우 통과가 저지되며(도 12에 도시되지 않았음), 예를 들어 홀로그램 필름 있어서 적당한 홀로그램 격자 및/또는 UV-방해 성분이 이용될 수 있다.

도 12에 도시된 HPC 윈도우는 단지 예시적인 것으로, 태양 스펙트럼의 다양한 부분을 이용하기 위해 및/또는 원치 않는 부분이 윈도우(10)를 통과하지 못하도록 하기 위해, 다른 장치 및 조합이 채용될 수 있음을 당업자라면 알 수 있을 것이다. HPC-윈도우의 장점은 다음과 같다.

1. 윈도우를 통한 태양 이득 제어.
2. 자외선 및 적외선 에너지 전달을 제어.
3. 수동 추적 집광기.

4. 광 유도관으로 광을 제공하고 수집.
5. 전지 장치로 전기 생성.
6. 가열 응용을 위한 에너지 수집 가능.
7. 선택적인 스펙트럼 및 각도 대역폭.

도 13에는 상술한 하나 이상의 장치가 이용되는 다수의 HPC 윈도우를 채용한 빌딩(38)이 도시된다. 또한, 루프(roof) 탑재형 또는 태양 패널인 경우에는 그라운드(ground) 지지형을 포함하는 천공광(40) 또는 각각의 태양 패널(42)이 이용된다. 태양 패널(42)은, 비록 본 명세서에서는 개시되지 않았지만 공지된 기술인, 전체의 수동 추적 또는 능동 추적 메커니즘을 이용한다. HPC 윈도우(10)는 직접 및 간접 태양 방사를 모으기 위해 빌딩(38)의 동, 남 및 서쪽에 설치되며, 간접 태양 방사를 수집하기 위해 빌딩의 북쪽(북반구) 또는 남쪽(남반구)에 설치된다.

예

유리판에 접촉된 다중화된(각도 및 스펙트럼) 홀로그램 필름을 구비한 장치는 큰 수신 각도로 제조된다. 실험에서는, 20%의 연산 광 수집 효과를 갖는 3개의 각도와 3개의 스펙트럼 다중화 빔을 사용하였다. 장치에 있어서, 일상적인 태양 각도 변화에서는 160° 이고, 특정 계절의 각도 변화에서는 45° 의 각도로 실행하였다.

또한, 재결합 손실을 줄이기 위해, 서로 다른 홀로그램 구조가 이용된, 보다 큰 공간 다중화 장치가 제조되었다. 장치는 유리판의 일 에지에 광을 집광하였다. 공간 다중화 홀로그램 구조는, 광이 집광된 에지로부터 가장 먼 곳에 있는 평판 영역에서 광이 집광된 에지에 이웃한 평판 영역으로 변환되었다.

당일 구성된 가장 큰 장치는, 너비 8인치/길이 8인치(64평방 인치)의 활성 영역을 갖는 두께 6mm, 너비 10인치/길이 8.5인치의 고도의 투명 아크릴 평판이다. 각 층마다 서로 다른 스펙트럼 영역(스펙트럼 다중화)을 나타내는 3개의 듀플 홀로그램 필름을 이용하였다. 필름은 놀랜드 NOA 65 광 접착제에 의해 접촉되었다. 홀로그램 필름의 각층은 44개의 서로 다른 공간 다중화 영역을 구비하며, 각 필름은 4개의 다중화 각도 빔을 이용하여 기록되었다.

각 공간 영역은 너비 50mm/길이 15mm 이었다. 영역은 장치의 출력 에지에서 HPC의 반대 에지로 선형적으로 변경되었다. 장치는 최적의 각도에서 2%의 전체 태양 수집 효율을 보여주었으며, 490 내지 530nm에서 기록되었던 좁은 파장 대역에서 20%의 효율이 계산되었다. 그것은 라인 초점 HPC 장치로 구성되었다.

다른 바람직한 실시 예는 4×12인치 크기, 6mm 두께, 놀랜드 NOA 65 광 접착제를 갖는 유리에 접촉된 2개층의 듀플 옴니덱스(Omnidex) 홀로그램 필름을 갖는 낮은 철 함유 태양피레 유리를 이용하였다. 두 개의 홀로그램 필름층에서 6개의 전체 영역이 다중화되었다. 제 1 필름은, 무늬 각도 37° 에서, 500nm, 568nm 및 676nm의 파장으로 공간 다중화 기록된 영역을 포함하였다. 제 2 필름층은 40° 의 무늬 각도에서 500nm, 568nm, 676nm의 파장으로 기록된 영역을 포함하였다. 이 장치는 13%의 전체 태양 수집 효과와 원하는 수집 대역폭에 있어서 90%의 효율로 실행되었다.

상술한 설명은 많은 특징의 실시 예를 포함하고 있으나, 이것으로 발명의 범주를 제한해서는 안되며, 단지 실시 예로 이해되어야 한다. 예를 들어, 전체의 칼라 기록에 민감한 단일 홀로그램 필름으로 인해, 하나의 필름에 공간 다중화를 실행할수 있으며, 그것은 일상적인 태양 각도가 5° 씩 변형될 때마다 한 쌍씩, 32개의 기록 빔 쌍에 의해 각도 다중화 될 수 있다. 필름은 불균일 하게 확장되어 스펙트럼 대역폭을 증가시킨다. 다른 변형에서는, 약간의 각도 변조 빔을 이용하여, 하루중 한정된 시간동안만 광을 수집한다. 이것은 또한 전체 칼라 기록 필름과 불균일 확장을 이용할수 있다. 따라서, 본 발명의 범주는 상술한 실시 예에 의해 한정되어서는 안되며, 첨부된 청구범위에 의해 한정되어야 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

광 방사(16,16',16'')를 수집하고 집광하는 홀로그램 평면 집광기(10)에 있어서,

고도의 평면 투명판(12)과, 상기 투명판 표면(12a)위에 탑재된 적어도 하나의 다중화 홀로그램 광 필름(14)을 포함하여, 광 유도 구조를 형성하되, 상기 적어도 하나의 다중 홀로그램 광 필름(14)은 각도 및 스펙트럼 다중화된 둘 이상의 영역(14,114,214)을 포함한 다수의 굴절 구조를 상기 다중 홀로그램 광 필름(14)에 기록하고, 상기 다중화 홀로그램(14)은 상기 고도의 평면 투명판에 상기 광 방사(16,16',16'')를 결합하도록 구현되어, (a) 상기 광 반사가 소실되지 않고 상기 고도의 평면 투명판(12) 및 상기 다중화 홀로그램 광 필름을 통하여 진행하도록 하며, 상기 다중화 홀로그램 필름(14)이 다중화되어 상기 홀로그램 평면 집광기(10)에서 재 결합 손실을 줄이거나, (b) 작은 포획 각도에서는 상기 광 방사(16,16',16'')가 상기 고도의 평면 투명판(12) 및 상기 다중화 홀로그램 광 필름(14)을 통하여 진행하는 홀로그램 평면 집광기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 결합 손실은,

- (a) 작은 포획 각도로 상기 광 방사를 상기 고도의 평면 투명판(12)에 제공하도록 채택된 상기 필름(14)을 이용하여 상기 홀로그램 필름(14)을 다중화한 경우와,
- (b) 서로 다른 각도 다중화 및 공간 다중화된 둘 이상의 상기 영역(14,114,214')을 제공함에 의해 상기

작은 포획 각도로 결합한 경우에,
줄어드는 홀로그램 평면 집광기.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 고도의 투명판(12)은 유리 패널 또는 광학적 투명 폴리머 패널을 포함하고, 상기 광 방사(16, 16', 16')는 태양 방사로부터 도출되는 홀로그램 평면 집광기.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 표면(12a)에 탑재된 하나의 다중화 홀로그램 광 필름(14) 또는,

하나가 다른것의 상측에 적체되어 상기 표면(12a)위에 탑재된 어셈블리를 형성하는 적어도 두 개의 다중화 홀로그램 광 필름(14)을 포함하는 홀로그램 평면 집광기.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 홀로그램 평면 집광기(10)에, 광전지 셀(3) 및 섬유 광 케이블(32, 132)로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 태양 수집 장치(30, 32, 132)를 더 부착하며, 상기 섬유 광 케이블(32, 132)은, 적어도 상기 광 방사의 일부를, 열수 탱크(36)를 포함하거나 또는 조사를 빌딩 내부로 제공하기 위해 채용된 태양 수신 장치(36)에 전달하는 홀로그램 평면 집광기.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 홀로그램 평면 집광기(10)는 태양의 수동 추적을 제공하도록 고정 위치에 부착되거나, 일상적인 또는 특정한 계절의 태양, 또는 일상적인 및 특정한 계절의 태양을 추적하기 위해 적용된 추적기상에 부착된 홀로그램 평면 집광기.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 고도의 평면 투명판(12)은 제 1 굴절율을 포함하며, 상기 홀로그램 광 필름(14)은 제 2 굴절율을 포함하고, 상기 제 1 및 제 2 굴절율들간의 차이는 3% 보다 크지 않는 홀로그램 평면 집광기.

청구항 8

상기 제 1 항의 홀로그램 평면 집광기를 제조하는 방법에 있어서:

- (a) 상기 고도의 투명판(12)의 일 표면(12a)에 상기 홀로그램 광 필름(14)을 탑재하는 단계와;
- (b) 각도 및 스펙트럼 다중화 기술(22a-22e, 24a-24e)를 이용하여 상기 홀로그램 광 필름(14)에 상기 다수의 굴절 구조(14, 114, 214)를 기록하여, 다중화된 상기 홀로그램 광 필름(14)을 생성하는 단계를 포함하는 홀로그램 평면 집광기 제조 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 기록은,

- (a) 고도의 투명판(12)의 굴절율과 동일한 인덱스를 갖는 유체 매체(22)에 탑재된 상기 홀로그램 광 필름(14)위에 상기 고도의 투명판(12)을 담그는 단계와;

상기 홀로그램 광 필름(14)이 탑재된 상기 표면(12a)와 반대되는 상기 고도의 투명판(12)의 표면(12b)위에 다수의 물체빔(22a-22e)을 지향시키는 단계와;

상기 홀로그램 광 필름(14)위에 다수의 참조빔(24a-24e)을 지향시키는 단계에 의한,

인덱스 결합 환경에서 실행되고;

상기 기록이 실행되어,

- (a) 작은 추적 각도로 상기 광 방사(16, 16', 16')가 상기 고도의 투명 평판(12)에 제공되도록 상기 필름(14)을 인에이블하거나,
- (b) 상기한 각도 다중화 및 공간 다중화된 2 이상의 영역(14, 114, 214)를 제공하거나,
- (c) 또는 상기 필름(14) 인에이블 및 상기 영역(14, 114, 214) 제공을 둘다 수행하여, 상기 고도의 투명 평판(12)으로 부터의 재결합 손실을 줄이며;

상기 물체빔(22a-22e)과 상기 참조빔(24a-24e)은 가우시안 프로파일 또는 넌가우시안 프로파일을 포함하며, 상기 기록은 상기 홀로그램 광 필름을 가로질러 실질적으로 균일한 에너지를 이용하여 실행되며;

상기 기록은 원하는 파장으로 재생되도록 조정된 기록 각도를 갖는 다수의 파장 또는 단일 파장으로 실행되는 홀로그래프 평면 집광기 제조방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 기록은 일상적인 태양 각도에서는 최대 160° 까지이고, 특정 계절의 태양 각도에서는 최대 45° 까지 변화시키는 조건하에 실행되는 홀로그래프 평면 집광기 제조방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

불균일 무늬 구조가 상기 홀로그래프 광 필름(14)에 형성되는 홀로그래프 평면 집광기 제조방법.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

반사 구조가 상기 홀로그래프 광 필름(14)에 형성되고, 상기 반사구조는 수 μm 에서 수백 μm 까지의 스펙트럼 대역에 응답하는 스펙트럼 대역폭을 상기 홀로그래프 광 필름(14)에 제공하는 홀로그래프 평면 집광기 제조 방법.

청구항 13

상기 제 1 항의 홀로그래프 평면 집광기(10)를 이용하는 방법에 있어서,

- (a) 상기 제 8 항의 방법에 의해 상기 다중화된 홀로그래프 광 필름(14)에 상기 다수의 굴절 구조(14, 114, 214)를 기록하는 단계와;
- (b) 태양 에너지(16, 16', 16'')를 모으기 위하여 상기 원하는 방위에 상기 홀로그래프 평면 집광기(10)를 탑재하는 단계를 포함하거나,
- (c) 상기 홀로그래프 평면 집광기(10)의 적어도 하나의 에지(12', 112', 212')를 따라 적어도 하나의 태양 에너지 수집 장치(30, 32, 132)를 탑재하는 단계를 포함하는 홀로그래프 평면 집광기 이용 방법.

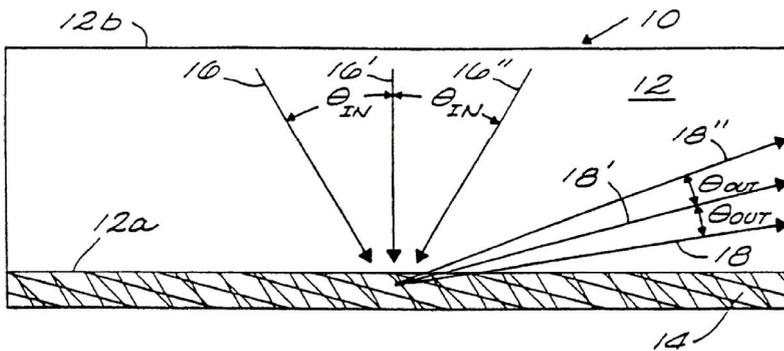
청구항 14

제 13 항에 있어서,

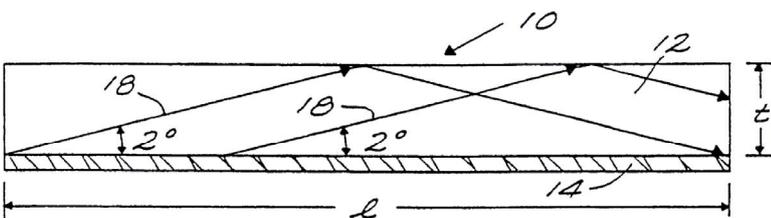
상기 고도의 투명판(12)는 평판 유리나 광학적 투명 폴리머를 포함하고, 위도우(10)로서 빌딩(38)의 측면에 수직하게 탑재된 홀로그래프 평면 집광기 이용 방법.

도면

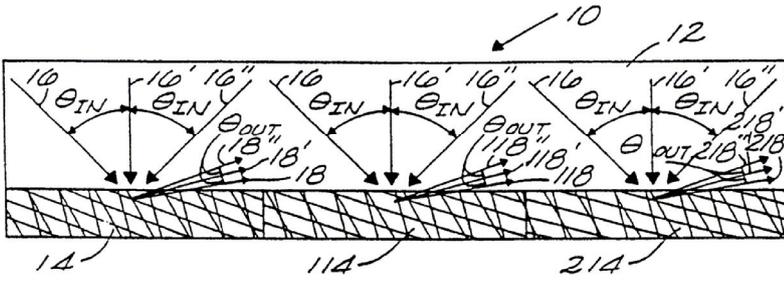
도면1



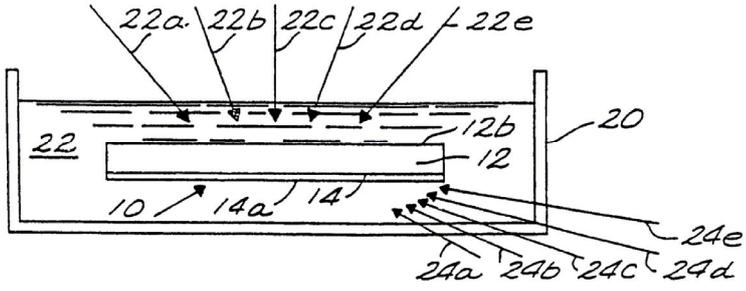
도면2



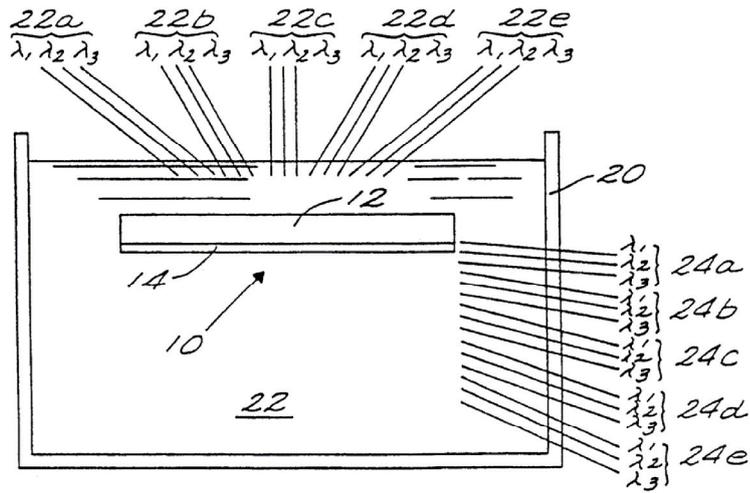
도면3



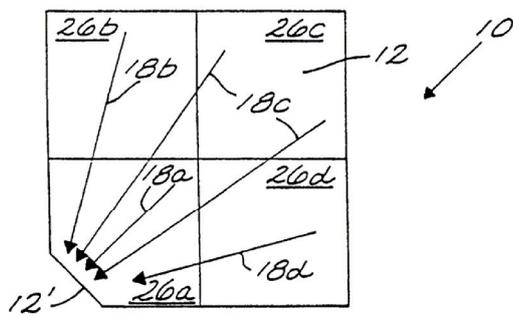
도면4



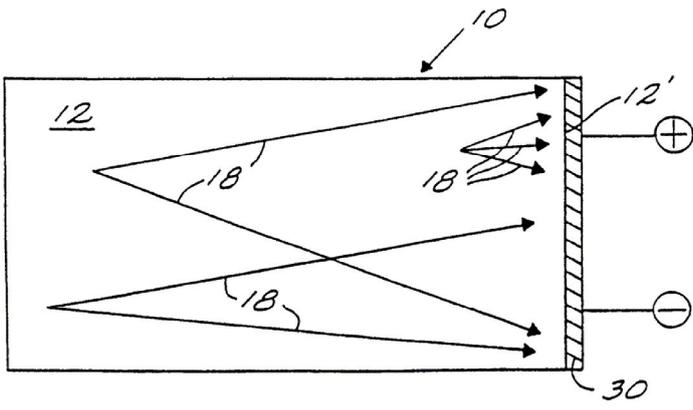
도면5



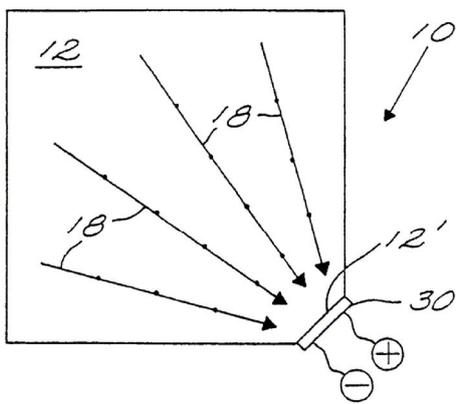
도면6



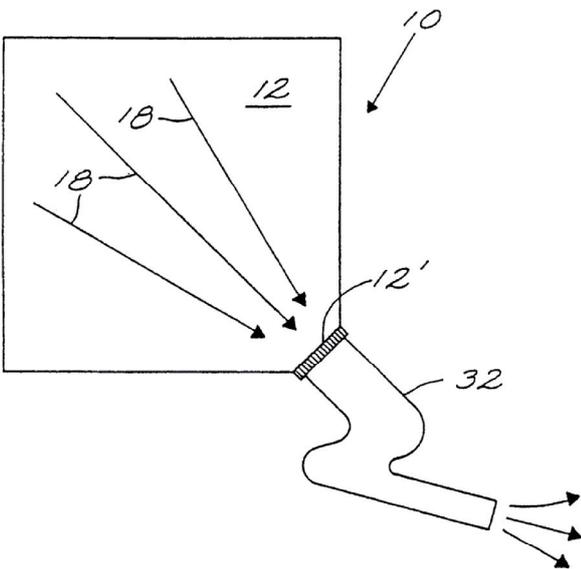
도면7



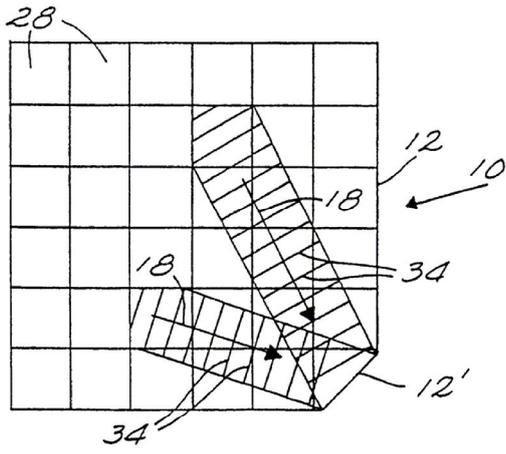
도면8



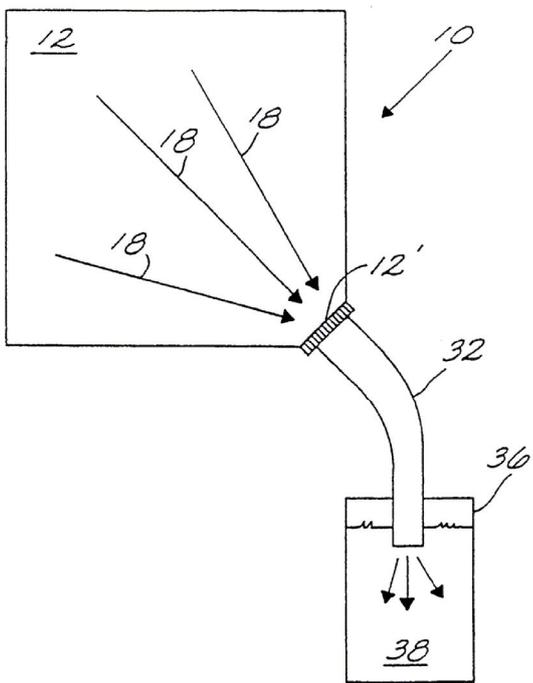
도면9



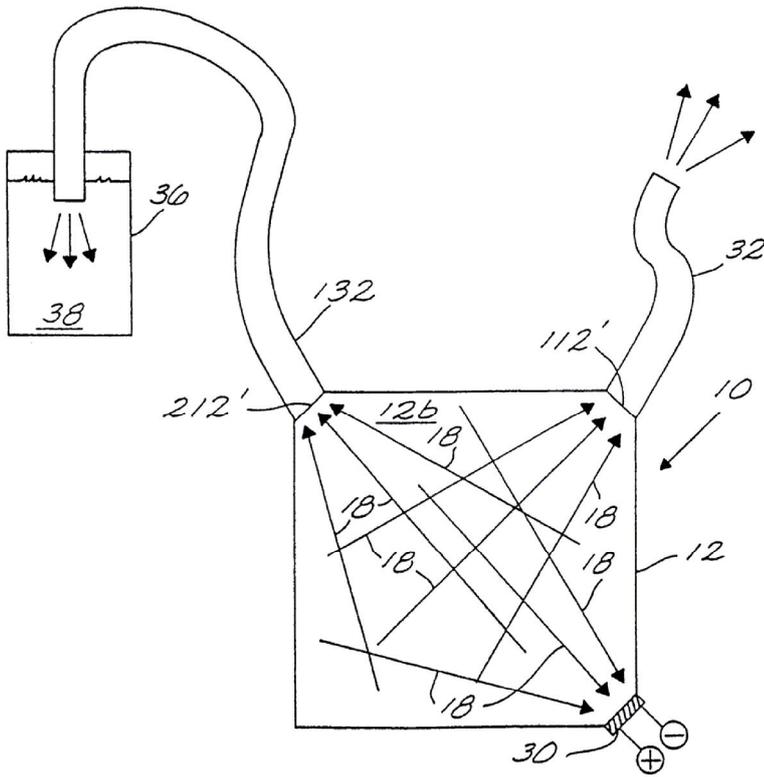
도면10



도면11



도면12



도면13

