(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년10월30일
(11) 등록번호 10-1324299
(24) 등록일자 2013년10월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 26/00 (2006.01) *G02B 27/18* (2006.01)
H04N 5/74 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7028599(분할)
(22) 출원일자(국제) 2006년02월23일
심사청구일자 2012년10월31일
(85) 번역문제출일자 2012년10월31일
(65) 공개번호 10-2012-0125671
(43) 공개일자 2012년11월16일
(62) 원출원 특허 10-2010-7017265
원출원일자(국제) 2006년02월23일
심사청구일자 2011년02월22일
(86) 국제출원번호 PCT/US2006/006761
(87) 국제공개번호 WO 2006/091904
국제공개일자 2006년08월31일
(30) 우선권주장
11/218,690 2005년09월02일 미국(US)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
US20030063233 A1*
US6034807 A
US6288824 B1
US6300154 B2
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
픽스트로닉스 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
(72) 발명자
해굿, 네스빗 더블유
미국 매사추세츠 02482 웰레슬레이 스미스 스트리트 73
바톤, 로저
미국 매사추세츠 01810-2817 앤도버 쥬니퍼 로드 39
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

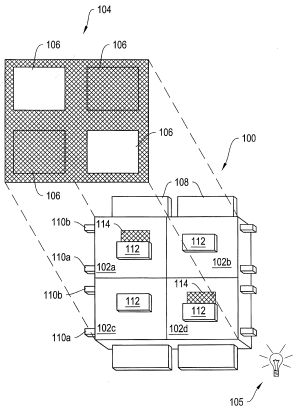
전체 청구항 수 : 총 40 항 심사관 : 송병준

(54) 발명의 명칭 **공간적 광 변조를 위한 방법들 및 장치들**

(57) 요 약

본 발명은, 전방 및 후방 반사면들을 가지는 광 공동들을 이용하는 공간적 광 변조를 위한 향상된 장치들 및 방법들이다. 광 투과 영역들이 광을 공간적으로 변조하기 위한 전방 반사면 내에 형성된다.

대 표 도 - 도1a



(30) 우선권주장
60/655,827 2005년02월23일 미국(US)
60/676,053 2005년04월29일 미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

복수의 광 투과 영역들을 형성하는 제 1 반사면,

상기 제 1 반사면과 적어도 부분적으로 마주보며, 상기 복수의 광 투과 영역들을 향하여 광을 반사하는 제 2 반사면,

상기 제 1 반사면과 상기 제 2 반사면 사이에 형성된 공동에 광을 실질적으로 분배하는 광 가이드, 및

상기 복수의 광 투과 영역들을 선택적으로 업스트럭팅(obstructing)함으로써 디스플레이 장치에 픽셀들을 형성하는 광 변조기들의 배열을 포함하고,

상기 광 변조기들의 배열은 상기 제 1 반사면으로부터 간극에 의해 이격되어 있고, 상기 간극은 100 ㎛ 미만의 폭을 가지는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 반사면 및 상기 제 2 반사면 중 하나는 거울, 유전 거울 및 금속 필름 중 하나로 형성되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 광 투과 영역들 중 하나 이상은 개구를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 광 투과 영역들 중 하나 이상은 대응하는 필터를 가지는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 광 변조기들의 배열 내의 광 변조기들은 액정 요소들을 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 광 변조기들의 배열 내의 광 변조기들은 독립적으로 또는 공동으로 제어가능한 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 반사면과 상기 제 2 반사면 사이의 공간은 실질적으로 투명한 공동을 형성하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 반사면은 상기 제 2 반사면과 대향하며, 상기 제 2 반사면에 실질적으로 평행한 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 반사면은 상기 제 2 반사면에 대하여 적어도 부분적으로 횡단하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 광 변조기들의 배열은 하나의 평면에 배열된 복수의 셔터들을 포함하고,

상기 셔터들 중 하나 이상은, 상기 평면에서 상기 복수의 광 투과 영역들 중 대응하는 광 투과 영역을 통하여

광 통로를 허용하는 제 1 위치를 가지고, 상기 평면에서 제 2 반사면으로부터 반사된 광을 업스트럭팅하는 제 2 위치를 가지는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 반사면은 상기 광 가이드의 표면에 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 광 변조기들의 배열이 배치된 기판을 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 기판은 실질적으로 투명한 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 기판은 실질적으로 불투명하고,

상기 기판은, 상기 제 1 반사면의 복수의 광 투과 영역들에 대응하는 복수의 개구들을 형성하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 15

제 12 항에 있어서, 상기 간극을 유지하는 스페이서를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 상기 간극을 채우는 유체를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 17

제 12 항에 있어서, 상기 광 가이드는 상기 기판과 결합되어 있는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 18

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 반사면 및 상기 광 변조기들의 배열이 배치된 기판을 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 19

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 반사면은 반사 필름을 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 20

제 1 항에 있어서, 상기 제 2 반사면은, 상기 제 1 반사면에 가장 가까운 상기 광 가이드의 측면에 대향하는 상기 광 가이드의 측면에 배치되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 21

제 1 항에 있어서, 상기 광 가이드는, 상기 광 가이드로부터의 광의 방향을 변화시키는 복수의 산란 점들을 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 22

제 1 항에 있어서, 상기 광 가이드를 향하여 광을 발생시키는 광원을 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 23

제 1 항에 있어서, 상기 광 변조기들의 배열 내의 광 변조기들은 MEMS 광 변조기들을 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 24

제 23 항에 있어서, 상기 MEMS 광 변조기들은 주변 광을 흡수하는 거친 표면을 가지는 셔터들을 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 25

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 반사면이 배치된 기판을 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 26

제 25 항에 있어서, 상기 기판은 실질적으로 투명한 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 27

제 25 항에 있어서, 상기 광 가이드와 상기 기판이 서로 미리 정해진 거리만큼 이격되도록 함으로써 간극을 형성시키는 스페이서를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 28

제 27 항에 있어서, 상기 기판과 상기 광 가이드 사이의 상기 간극을 채우는 유체를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 29

제 1 항에 있어서, 상기 간극은 10 ㎛ 이하의 폭을 가지는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 30

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 반사면은 유전 필름을 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 31

제 1 항에 있어서, 상기 광 가이드는 제 1 굴절율을 가지고,

상기 디스플레이 장치는, 상기 광 가이드와 상기 제 1 반사면 사이에 위치하며 상기 제 1 굴절율보다 작은 굴절율을 가진 필름을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 32

제 1 항에 있어서, 상기 광 변조기들의 배열 내의 광 변조기들은 독립적으로 또는 공동으로 제어가능한 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 33

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 반사면과 상기 제 2 반사면 사이의 공동은 실질적으로 투명한 공동인 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 34

제 25 항에 있어서,

상기 기판은 실질적으로 불투명하고,

상기 기판은 상기 제 1 반사면의 복수의 광 투과 영역들에 대응하는 복수의 개구들을 형성하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 35

제 1 항에 있어서, 상기 광 가이드는 상기 광 가이드로부터의 광의 방향을 변화시키는 복수의 산란 점들을 포함

하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 36

제 1 항에 있어서, 상기 광 변조기들은 MEMS 광 변조기들을 포함하고, 상기 MEMS 광 변조기들은 주변 광을 흡수하는 거친 표면을 가진 셔터들을 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 37

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 반사면은 유전 필름을 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 38

제 1 항에 있어서, 상기 광 가이드는 제 1 굴절율을 가지고,

상기 디스플레이 장치는, 상기 광 가이드와 상기 제 1 반사면 사이에 위치하며 상기 제 1 굴절율보다 작은 굴절율을 가지는 필름을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 39

복수의 광 투과 영역들을 형성하는 제 1 반사층,

상기 제 1 반사층과 적어도 부분적으로 마주보며, 상기 복수의 광 투과 영역들을 향하여 광을 반사하는 제 2 반사층,

상기 제 1 반사층과 상기 제 2 반사층 사이에 형성된 공동에 광을 실질적으로 분배하여 디스플레이 장치의 픽셀들을 조명하는 광 가이드를 포함하고,

상기 제 1 반사층은 상기 광 가이드의 표면에 직접 놓여 있는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 40

복수의 광 투과 영역들을 형성하는 제 1 반사면,

상기 제 1 반사면과 적어도 부분적으로 마주보며, 상기 복수의 광 투과 영역들을 향하여 광을 반사하는 제 2 반사면, 및

상기 복수의 광 투과 영역들을 선택적으로 업스트럭팅하는 액정 광 변조기들의 배열을 포함하고,

상기 제 1 반사면은 상기 액정 광 변조기들의 배열에 실질적으로 평행한 것을 특징으로 하는 공간적 광 변조기.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 일반적으로, 본 발명은 공간적 광 변조의 분야에 관한 것이고, 구체적으로 본 발명은 향상된 후광(backlight)들을 갖는 디스플레이들에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 기계적 광 변조기들로부터 만들어진 디스플레이들은 액정 기술에 근거한 디스플레이들에 대한 매력적인 대안이다. 기계적 광 변조기들은 양질의 시야 각도들과 넓은 범위의 색상 및 그레이 스케일(gray scale)을 가진 비디오 콘텐츠를 디스플레이하기에 충분히 빠르다. 기계적 광 변조기들은 프로젝션 디스플레이 사용들에서 성공적이어 왔다. 기계적 광 변조기들을 이용하는 후광 디스플레이들은 밝기와 저전력을 충분히 매력적으로 조합하지 못하여 왔다. 전송 모드에서 동작될 때, 10 및 20%의 범위의 구경비(aperture ratio)들을 가진 많은 기계적 광 변조기들은 10 내지 20%의 이용가능한 광을 후광으로부터 영상의 생성을 위한 뷰어(viewer)로 전달할 수 있다. 기계적 개구(aperture)들을 컬러 필터들과 결합하면, 광 효율이, 현재의 컬러 액정 디스플레이(color liquid crystal display)들에서 이용가능한 효율들에 지나지 않는 약 5%로 감소한다. 따라서, 증가된 조명 효율을 가진 저전력 디스플레이를 필요로 하게 되었다.

발명의 내용

도면의 간단한 설명

[0003] 본 시스템 및 방법들은 다음의 도면들을 참조하여 다음의 실시예로부터 더 잘 이해될 수 있다:

도 1a는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 광 변조기들의 배열의 개념적인 등각투영도이고;

도 1b는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 도 1a의 광 변조기들의 배열 내에 포함된 셔터 어셈블리의 단면도이며;

도 1c는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 도 1b의 셔터 어셈블리의 셔터층의 등각투영도이고;

도 1d는, 도 1a의 광 변조 배열과 같은 광 변조 배열의 다양한 기능층들의 평면도이며;

도 2는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 공간적 광 변조기 내에서 사용하기 위한 광 공동의 단면도이고;

도 3a 내지 3d는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른 선택적인 셔터 어셈블리 디자인들의 단면도들이며;

도 4는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 제 1 코팅 셔터를 가지는 셔터 어셈블리의 단면도이고;

도 5는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 제 2 코팅 셔터를 가지는 셔터 어셈블리의 단면도이며;

도 6은, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 광 변조 배열 내에서 사용하기 위한 탄성 작동기를 가지는 셔터 어셈블리의 단면도이고;

도 7은, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 광 변조 배열 내에서 사용하기 위한 변형 셔터를 가지는 셔터 어셈블리의 단면도이며;

도 8a 내지 8b는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 광 변조 배열 내에서 사용하기 위한 불투명 기판들 상에 만들어진 셔터 어셈블리들의 단면도들이고;

도 9는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 액정-기반 공간적 광 변조기의 단면도이며;

도 10은, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 제 1 셔터-기반 공간적 광 변조기의 단면도이고;

도 11은, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 제 2 셔터-기반 공간적 광 변조기의 단면도이며;

도 12a 내지 12d는, 본 발명의 실시형태에 따른, 제 3, 제 4, 제 5, 및 제 6 예시적 셔터-기반 공간적 광 변조기들의 단면도들이고;

도 13은, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 제 7 셔터-기반 공간적 광 변조기의 단면도이며;

도 14a 내지 14b는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 2개의 추가적 공간적 광 변조기들의 단면도들이고;

도 15는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 추가적 셔터 어셈블리의 단면도이며;

도 16은, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 공간적 광 변조기의 단면도이고;

도 17은, 본 발명의 실시형태에 따른, 예시적 반투과형 셔터 어셈블리이며;

도 18은, 본 발명의 실시형태에 따른, 제 2 예시적 반투과형 셔터 어셈블리이고;

도 19는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 전방 반사 셔터 어셈블리의 단면도이며;

도 20은, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 광 변조 배열들의 배열로부터 형성된 대형 디스플레이의 등각투영도이고;

도 21a는, 픽셀(pixel)들의 배열을 어드레스(address)하기 위한 디스플레이 장치(100) 내의 구성요소에 적합한 능동 제어 매트릭스(active control matrix; 2100)의 개략도이며;

도 21b는, 도 21a의 제어 매트릭스를 포함하는 픽셀들의 배열의 일부분의 등각투영도이고;

도 22는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 디스플레이 장치의 개념적인 등각투영도이며;

도 23은, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 도 22의 디스플레이 장치의 개별적인 셔터 및 픽셀 어셈블리의 부분적 단면도이고;

도 24a 및 24b는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 작동의 다양한 상태들에서 도 22 및 23의 디스플레이 장

치의 셔터층의 평면도들이며;

도 25는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 셔터 어셈블리들을 디스플레이 장치 내에 배열하기 위한 개념적인 타일링 다이어그램(tiling diagram)을 도시하는, 도 22 내지 24b의 디스플레이 장치의 셔터층의 등각투영도이고;

도 26a 내지 26d는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 다양한 제조 단계들에서의, 도 22 내지 25의 디스플레이 장치의 집광기 배열층의 부분 단면도들이며;

도 27a 내지 27c는, 본 발명의 또 다른 예시적 실시형태에 따른, 다양한 제조 단계들에서의, 도 22 내지 25의 디스플레이 장치의 집광기 배열층의 부분 단면도들이고;

도 28은, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 도 22 내지 27c의 디스플레이 장치의 개별적인 셔터 및 픽셀 어셈블리의 부분 등각투영 단면도이며;

도 29는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 반투과형 디스플레이로서 실시되는 도 22 내지 28의 디스플레이 장치의 개별적인 셔터 및 픽셀 어셈블리의 부분 등각투영 단면도이고;

도 30은, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 반투과형 디스플레이로서 실시되는 도 22 내지 28의 디스플레이 장치의 개별적인 셔터 및 픽셀 어셈블리의 부분 등각투영 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0004] 본 명세서에 기술된 장치들 및 방법들은, 향상된 조명 효율을 가지고, 기계적 작동기들이 큰 면적의 휴대용 디스플레이들에서 사용하기에 적합하게 하는 기계적 광 작동기들을 제공한다. 일부 경우들에서, 후광들에 결합된 기계적 변조기들의 투과율 또는 광 효율은, 40 내지 60% 수준, 또는 액정 디스플레이의 전형적인 광 효율보다 10배 이상으로 증가될 수 있다. 게다가, 본 명세서에 기술된 장치들 및 방법들은, 광 변조 메커니즘에 관계없이, 디스플레이들의 밝기를 향상시키고 디스플레이 사용에서의 전력 요구들을 감소시키기 위해 소형 고해상도 디스플레이들에 포함될 수 있다.

[0005] 본 명세서에 기술된 광 변조기들은, 밝으면서 저전력을 소모할 수 있는 휴대용 디스플레이들을 가능하게 한다. 광 변조기들은, 컬러 필터들에 의존하는 대신에, 시간 순차 색상 기술들을 이용하여 컬러 영상(color image)들을 제공하기에 충분히 빠르게 전환(switching)될 수 있다. 디스플레이들은, 기계적 셔터 어셈블리(shutter assembly) 및 배열 어드레싱(addressing)에 필요한 전기적 연결들을 형성하도록 3개만큼 적은 기능층들을 이용하여 만들어질 수 있다.

[0006] 일 실시형태에서, 본 발명은, 제 1 반사면과 제 2 반사면을 포함하는 공간적 광 변조기에 관한 것이다. 제 1 반사면은, 개구들, 필터들 또는 액정 요소들과 같은 다수의 광 투과 영역들을 형성한다. 제 2 반사면은 적어도 부분적으로 제 1 반사면을 마주보고, 광을 제 1 반사면에 의해 형성된 광 투과 영역들을 향하여 반사한다. 반사면들은, 거울들, 유전 거울들 또는 얇은 기능막들일 수 있다. 일 실시형태에서, 제 1 반사면은 제 2 반사면에 평행하거나 실질적으로 평행하다. 또 다른 실시형태에서, 반사면들은 적어도 부분적으로 서로 횡단한다. 제 1 반사면과 제 2 반사면 사이의 공간은, 실질적으로 투명한 광 공동의 영역을 형성한다.

[0007] 일 실시형태에서, 공간적 광 변조기는 광 투과 영역들을 선택적으로 업스트럭팅(obstructing)하기 위한 광 변조기들의 배열을 포함한다. 업스트럭팅은, 부분적인 또는 완전한 블로킹(blocking), 반사, 편향, 흡수, 또는 광이 공간적 광 변조기의 의도된 뷰어에 도달하는 것을 방지하는 것을 포함하고, 이에 제한되지 않는다. 일 실시형태에서, 광 변조기들의 배열은 제 1 반사면을 포함한다. 광 변조기들의 배열 내의 광 변조 요소들의 하나의 특징은, 광 변조 요소들이 개별적으로 제어가능하다는 것이다. 일 실시형태에서, 광 변조 요소들은 MEMS-기반 셔터 어셈블리들일 수 있고, 선택적으로 쌍안정 또는 변형가능 셔터들일 수 있다. 셔터 어셈블리들은, 일 실시형태에서 하나의 방향으로부터 셔터에 부딪치는 광을 흡수하는 제 1 박막으로 코팅(coating)되고, 또 다른 방향으로부터 셔터에 부딪치는 광을 반사하는 제 2 박막으로 코팅되는 셔터들을 포함한다. 일 실시형태에서, 셔터들은 평면 내에서 이동하여, 제 1 위치에서 셔터들이 대응하는 광 투과 영역들을 통하는 광의 통로를 실질적으로 업스트럭팅하고, 제 2 위치에서 셔터들은 광이 광 투과 영역들을 통과하는 것을 허용한다. 또 다른 실시형태에서, 셔터들은, 셔터들이 포함되는 셔터 어셈블리들의 배열에 의해 형성되는 평면으로부터 적어도 부분적으로 이동한다. 셔터들은, 실질적으로 평면 내에서 이동하는 동안, 대응하는 광 투과 영역들을 통하는 광의 통로를 업스트럭팅한다. 셔터들은 실질적으로 평면의 외부에 있는 동안, 광이 광 투과 영역들을 통과하는 것을 허용한다. 또 다른 실시형태에서, 광 변조기들의 배열은 복수의 액정 셀(liquid crystal cell)들을 포함한다.

[0008] 또 다른 실시형태에서, 공간적 광 변조기들은 광을 광 공동을 통하여 분배하기 위한 광 가이드를 포함한다. 반사면들은 광 가이드의 전면(front surface)과 후면(rear surface) 상에 직접 배치될 수 있다. 선택적으로, 전방 반사면은 광 변조기들의 배열이 배치되는 분리 기판 상에 배치된다. 유사하게, 제 2 반사면은 광 가이드의 후면에 직접 결합될 수 있고, 또는 제 3 표면에 부착될 수 있다.

[0009] 광 변조기들의 배열이 형성되는 기판은 투명하거나 또는 불투명할 수 있다. 불투명한 기판들에 대하여, 개구들은 광 투과 영역들을 형성하기 위해 기판을 통하여 에칭된다. 기판은 광 가이드에 직접 결합될 수 있고, 또는 하나 이상의 스페이서(spacer)들 또는 지지물들을 이용하여 광 가이드로부터 분리될 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 공간적 광 변조기는 확산기 또는 밝기 강화 박막을 포함한다. 공간적 광 변조기는 또한 발광 다이오드와 같은 광원을 포함할 수 있다.

[0010] 또 다른 실시형태에서, 본 발명은 영상을 형성하는 방법에 관한 것이다. 본 방법은 광을 반사 광 공동으로 안내하는 단계를 포함한다. 반사 광 공동은 광이 반사 광 공동을 탈출할 수 있는 복수의 광 투과 영역들을 포함한다. 본 방법은, 안내된 광이 광 투과 영역들 중 적어도 하나를 통하여 반사 광 공동을 탈출하는 것을 허용함으로써 영상을 형성하는 단계를 포함한다. 일 실시형태에서, 광의 탈출은, 광이 광 투과 영역들을 통과하는 것을 업스트럭팅하거나, 또는 허용하는 광 변조기들의 배열에 의해 조정된다. 또 다른 실시형태에서, 본 방법은 복수의 다른 색상 광원들을 선택적으로 조명함으로써 컬러 영상을 형성하는 단계를 포함한다. 또 다른 실시형태에서, 본 방법은, 업스트럭팅받지 않은 광 투과 영역들에 부딪치는 주변 광의 적어도 일부분을 반사하는 단계를 포함한다.

[0011] 또 다른 실시형태에서, 본 발명은, 광이 안내될 수 있는 제 1 및 제 2 대향하는 측면들을 가진 실질적으로 투명한 공동을 형성하는 단계를 포함하는 공간적 광 변조기를 제조하는 방법에 관한 것이다. 본 방법은, 제 1 반사면이 투명한 공동의 내부를 마주보도록 제 1 반사면을 투명한 공동의 제 1 측면에 연결하는 단계를 포함한다. 복수의 광 투과 영역들은 제 1 반사면 내에 형성된다. 게다가, 본 방법은, 투명한 공동의 내부를 마주보도록 제 2 반사면을 투명한 공동의 제 2 측면에 연결하는 단계를 포함한다.

[0012] 또 다른 실시형태에서, 본 방법은, 영상을 형성하는 수신된 주변 광을 선택적으로 반사하기 위해 주변 광을 수신하고 적어도 하나의 기판 상에 형성된 셔터들을 위치시킴으로써 영상을 형성하는 방법에 관한 것이다.

[0013] 본 발명의 목적은, 디스플레이의 명암비와 밝기를 증가시키기 위해 광을 기계적 광 변조기들의 표면에 집중시키기 위한 집광기들의 배열을 이용하는 디스플레이들을 위한 장치들 및 방법들을 제공하는 것이다.

[0014] 일 실시형태에서, 본 발명은, 영상을 뷰어에 디스플레이하기 위한 디스플레이에 관한 것이다. 디스플레이는 광 변조기들의 배열, 및 광 변조기들의 배열과 뷰어 사이에 배치된 반사 광 깔때기들의 배열을 포함한다. 반사 광 깔때기들의 배열은, 광을, 광 변조기들의 배열 내의 광 변조기들 각각에 집중한다. 일 실시형태에서, 광 변조기들의 배열은, 영상을 디스플레이하기 위해 광을 뷰어를 향하여 선택적으로 반사한다. 또 다른 실시형태에서, 광 변조기들의 배열은 영상을 형성하기 위해 광을 뷰어를 향하여 선택적으로 변조한다.

[0015] 또 다른 실시형태에서, 본 발명은, 반사 또는 전송 광 변조기들의 배열을 형성함으로써 디스플레이를 제조하는 방법에 관한 것이다. 본 방법은, 또한 실질적으로 투명한 물질의 시트(sheet) 내의 함몰부(depression)들의 배열을 형성함으로써 반사 광 깔때기들의 배열을 형성하는 단계를 포함한다. 각각의 함몰부는 상부, 바닥, 및 벽을 가진다. 반사 광 깔때기들의 배열을 형성하는 단계는 함몰부들의 벽들 상에 반사막을 증착하는 단계, 및 함몰부의 상부의 직경보다 더 작은 직경을 가진 광 개구들을 함몰부들의 바닥에 형성하는 단계를 포함한다. 선택적으로 반사 광 깔때기들의 배열은, 깔때기 형태의 물체들의 배열을 투명 물질로 형성하는 단계 및 깔때기 형태의 물체들의 벽들의 외부를 반사막으로 코팅하는 단계에 의해 형성될 수 있다.

[0016] 본 발명의 전체적인 이해를 돕기 위하여, 광을 공간적으로 변조하기 위한 장치들 및 방법들을 포함하는 특정 예시적 실시형태들이 기술될 것이다. 그러나 당업자는, 본 명세서에 기술된 시스템들 및 방법들이 설명되는 사용에 적합하게 채택되고 변형되는 것, 본 명세서에 기술된 시스템들 및 방법들이 다른 적합한 사용들에서 이용될 수 있는 것, 및 이러한 다른 추가들 및 변형들이 본 발명의 범위를 벗어나지 않는다는 것을 이해할 것이다.

[0017] 도 1a는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 광 변조기들의 배열(100)(광 변조 배열(100)이라고도 함)의 개념적인 등각투영도이다. 광 변조 배열(100)은, 행(row)들 및 열(column)들로 배열된 복수의 셔터 어셈블리들(102a 내지 102d)(일반적으로 "셔터 어셈블리들(102)"이라 함)을 포함한다. 일반적으로, 셔터 어셈블리(102)는 (부분 개방들이 그레이 스케일을 전달하는 데에 이용될 수 있을지라도) 개방 상태와 폐쇄 상태, 두 개의 상태들을 가진다. 셔터 어셈블리들(102a 및 102d)은 광이 통과하는 것을 허용하는 개방 상태에 있다. 셔터 어셈블리들(102b

및 102c)은, 광의 통로를 업스트럭팅하는 폐쇄 상태에 있다. 셔터 어셈블리들(102a 내지 102d)의 상태들을 선택적으로 설정함으로써, 광 변조 배열(100)은 램프(105)에 의해 조명되는, 프로젝션 또는 후광 디스플레이를 위한 영상(104)을 형성하도록 이용될 수 있다. 광 변조 배열(100)에서, 각각의 셔터 어셈블리는 영상(104) 내의 픽셀(106)에 대응한다. 선택적인 실시형태들에서, 광 변조 배열은 각각의 픽셀에 대한 3색 지정 셔터 어셈블리들을 포함한다. 픽셀에 대응하는 하나 이상의 색상 지정 셔터 어셈블리들을 선택적으로 개방함으로써, 셔터 어셈블리는 영상 내의 컬러 픽셀(color pixel)을 생성할 수 있다.

[0018] 각각의 셔터 어셈블리(102)의 상태는 수동 매트릭스 어드레싱 구조를 이용하여 제어될 수 있다. 각각의 셔터 어셈블리(102)는 열 전극(column electrode; 108) 및 2개의 행 전극(row electrode)들("행 개방 전극(110a)" 및 "행 폐쇄 전극(110b)")에 의해 제어된다. 광 변조 배열(100)에서, 주어진 열에서의 모든 셔터 어셈블리들(102)은 단일 열 전극(108)을 공유한다. 하나의 행 내의 모든 셔터 어셈블리들은 공통된 행 개방 전극(110a) 및 공통된 행 폐쇄 전극(110b)을 공유한다. (픽셀 및 전환 전압들이 박막 트랜지스터 배열에 의해 제어되는) 능동 행렬 어드레싱 구조가 또한 가능하다. 능동 행렬 어드레싱은, 인가된 전압이 비디오 프레임의 기간에 걸쳐서 안정된 방식으로 유지되어야 하는 상황들에서 유용하다. 능동 행렬 어드레싱을 이용한 실시형태가 픽셀 당 오직 하나의 행 전극을 이용하여 이루어질 수 있다.

[0019] 수동 매트릭스 어드레싱 구조에서, 셔터 어셈블리(102)의 상태를 폐쇄 상태로부터 개방 상태로 변화시키기 위해, 즉 셔터 어셈블리(102)를 개방시키기 위해, 광 변조 배열(100)은 제 1 전위를 셔터 어셈블리(102)가 위치하는 광 변조 배열(100)의 열에 대응하는 열 전극(108)에 인가하고, 반대되는 극성을 가진 일부 경우들에서 제 2 전위를 셔터 어셈블리(102)가 위치하는 광 변조 배열(100) 내의 행에 대응하는 행 개방 전극(110a)에 인가한다. 셔터 어셈블리(102)의 상태를 개방 상태로부터 폐쇄 상태로 변화시키기 위해, 즉 셔터 어셈블리(102)를 폐쇄시키기 위해, 광 변조 배열(100)은 제 1 전위를 셔터 어셈블리(102)가 위치하는 광 변조 배열(100)의 열에 대응하는 열 전극(108)에 인가하고, 반대되는 극성을 가진 일부 경우들에서 제 2 전위를 셔터 어셈블리(102)가 위치하는 광 변조 배열(100) 내의 행에 대응하는 행 폐쇄 전극(110b)에 인가한다. 일 실시형태에서, 셔터 어셈블리는, 예정된 전환 임계값을 초과하는 열 전극 및 행 전극들(110a 또는 110b) 중 하나에 인가된 전위차에 반응하여 상태를 변화시킨다.

[0020] 영상을 형성하기 위해, 일 실시형태에서, 광 변조 배열(100)은 각각의 셔터 어셈블리(102)의 상태를 순차적으로 한번에 한 행씩 설정한다. 주어진 행에 대하여, 광 변조 배열(100)은, 처음에 전위를, 대응하는 행 폐쇄 전극(110b)에 인가하고 펄스 전위를 열 전극들(108) 모두에 인가함으로써 행 내의 각각의 셔터 어셈블리(102)를 폐쇄한다. 그 다음에, 광 변조 배열(100)은, 하나의 전위를 행 개방 전극(110a)에 인가하고 또 다른 전위를 개방될 행 내의 셔터 어셈블리들을 포함하는 열들에 대한 열 전극들(108)에 인가함으로써, 광이 통과하는 셔터 어셈블리들(102)을 개방한다. 선택적인 일 실시형태에서, 셔터 어셈블리들(102)의 각각의 행을 순차적으로 폐쇄하는 대신에, 광 변조 배열(100) 내의 모든 행들이 영상(104)을 형성하기 위한 적절한 위치로 설정된 이후에, 광 변조 배열(100)은, 전위를 모든 행 폐쇄 전극들(110b) 및 모든 열 전극들(108)에 동시에 인가함으로써 모든 셔터 어셈블리들(102)을 전체적으로 동시에 재설정한다. 또 다른 선택적인 실시형태에서, 광 변조 배열(100)은 셔터 어셈블리들(102)의 재설정을 그만두고, 다음의 영상(104)을 디스플레이하도록 상태를 변화시키는 데에 필요한 셔터 어셈블리들(102)의 상태들을 변경시키기만 한다.

[0021] 열 전극(108) 및 행 전극들(110a 및 110b)에 추가하여, 각각의 셔터 어셈블리는 셔터(112) 및 개구(114)를 포함한다. 영상(104) 내의 픽셀(106)을 조명하기 위해, 셔터는, 광이 상당한 업스트럭팅 없이 뷰어를 향하여 개구(114)를 통과하는 것을 허용하도록 위치된다. 픽셀이 점등되지 않도록, 셔터(112)는, 개구(114)를 통하는 광의 통로를 업스트럭팅하도록 위치된다. 개구(114)는, 열 전극(108)과 같은, 각각의 셔터 어셈블리 내의 반사 물질을 통하여 에칭된 영역에 의해 형성된다. 개구(114)는 유전 물질을 이용하여 채워질 수 있다.

[0022] 도 1b는, 도 1a의 셔터 어셈블리들(102) 중 하나의 단면도(도 1d 내의 선 A-A' 참조)이며, 셔터 어셈블리들(102)의 추가적인 특징들을 도시한다. 도 1a 및 1b를 참조하면, 셔터 어셈블리(102)는, 광 변조 배열(100)의 다른 셔터 어셈블리들(102)과 공유되는 기판(116) 상에 만들어진다. 셔터(116)는 약 2000개의 행들과 약 2000개의 열들로 배열된 4,000,000개 만큼의 셔터 어셈블리들을 지지할 수 있다.

[0023] 이상에서 기술된 것처럼, 셔터 어셈블리(102)는, 열 전극(108), 행 개방 전극(110a), 행 폐쇄 전극(110b), 셔터(112), 및 개구(114)를 포함한다. 열 전극(108)은 기판(116) 상에 증착된 실질적으로 연속된 반사 금속층, 열 금속층(column metal layer; 118)으로부터 형성된다. 열 금속층(118)은, 광 변조 배열(100) 내의 셔터 어셈블리들(102)의 열에 대한 열 전극(108)으로서 기능을 한다. 열 금속층(118)의 연속성은, 광 변조 배열(100)의 다

른 열들 내의 셔터 어셈블리들(102)의 열 전극들(108)로부터 하나의 열 전극(108)을 전기적으로 절연하도록 중단된다. 이상에서 언급된 바와 같이, 각각의 셔터 어셈블리(102)는, 광 투과 영역을 형성하기 위해 열 금속층(118)을 통하여 에칭된 개구(114)를 포함한다.

[0024] 셔터 어셈블리는, 유전 물질 또는 금속으로 이루어진 하나 이상의 개재층들(intervening layers)에 의해 열 금속층(118)으로부터 분리된 행 금속층(120)을 포함한다. 행 금속층(120)은, 광 변조 배열(100) 내의 셔터 어셈블리들(102)의 행에 의해 공유된 2개의 행 전극들(110a 및 110b)을 형성한다. 행 금속층(120)은 또한 개구들(114)이 아닌 열 금속층(118) 내의 간극들을 통과하는 광을 반사하도록 기능을 한다. 열 금속층 및 행 금속층은 약 0.1 내지 약 2 마이크론(micron)의 두께를 가진다. 도 1d에서 도시된 것과 같은 선택적인 실시형태들에서, 행 금속층(120)은 셔터 어셈블리(102) 내의 열 금속층(118) 밑에 위치할 수 있다.

[0025] 셔터 어셈블리(102)는, 셔터(112)를 포함하는 셔터층(122)으로서 칭해지는 제 3 기능층을 포함한다. 셔터층(122)은 금속 또는 반도체로부터 형성될 수 있다. 금속 또는 반도체 비어(via)들(124)은, 열 금속층(118) 및 행 금속층(120)의 행 전극들(110a 및 110b)을 셔터층(122) 상의 피처(feature)들에 전기적으로 연결한다. 셔터층(122)은 윤활제, 진공 또는 공기에 의해 행 금속층(120)으로부터 분리되어, 셔터(112)가 자유롭게 이동할 수 있게 한다.

[0026] 도 1c는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른 셔터층(122)의 등각투영도이다. 도 1b 및 1c를 참조하면, 셔터층(122)은, 셔터(112)에 추가하여, 각각이 2개의 대향하는 유연 빔들로 이루어진 4개의 셔터 앵커(anchor)들(126), 2개의 행 앵커들(128a 및 128b), 및 2개의 작동기들(130a 및 130b)을 포함한다. 셔터(112)는 도 1c에 도시된 바와 같이 업스트럭팅부(132) 및 선택적으로 셔터 개구(134)를 포함한다. 개방 상태에서, 셔터(112)는 개구(114)와 떨어져 있거나, 또는 셔터 개구(134)가 개구(134) 위에 위치함으로써 광이 셔터 어셈블리(102)를 통과하는 것을 허용한다. 폐쇄 상태에서, 업스트럭팅부(132)는 개구 위에 위치되고, 셔터 어셈블리(102)를 통하는 광의 통로를 업스트럭팅한다. 선택적인 실시형태들에서, 셔터 어셈블리(102)는 추가적인 개구들(114)을 포함할 수 있고, 셔터(112)는 복수의 셔터 개구들(134)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 셔터(112)는 일련의 협소 슬롯 셔터 개구들(134)을 이용하여 디자인될 수 있고, 셔터 개구들(134)의 전체 면적은 도 1c에 도시된 단일 셔터 개구(134)의 면적과 같다. 이러한 실시형태들에서, 개방 상태와 폐쇄 상태 사이에서 이동하는 셔터의 필요한 이동은 상당히 감소된다.

[0027] 각각의 작동기(130a 및 130b)는, 2개의 대향하는 유연 빔들로부터 형성된다. 제 1 쌍의 유연 빔들, 셔터 작동기 빔들(135)은, 셔터(112)의 각 말단을 셔터 어셈블리(102)의 각 코너에 위치된 셔터 앵커들(126)에 물리적이면서 전기적으로 연결한다. 셔터 앵커들(126)은, 열 금속층(118)에 전기적으로 연결된다. 제 2 쌍의 유연 빔들, 행 작동기 빔들(136a 및 136b)은 각각의 행 앵커(128a 및 128b)로부터 확장한다. 행 앵커(128a)는, 비어를 경유하여 행 개방 전극(110a)에 전기적으로 연결된다. 행 앵커(128b)는, 비어를 경유하여 행 폐쇄 전극(110b)에 전기적으로 연결된다. 셔터 작동기 빔들(135) 및 행 작동기 빔들(136a 및 136b)(집합적으로 "작동기 빔들(135 및 136)")은, Au, Cr 또는 Ni과 같은 증착된 금속, 또는 다결정 실리콘 또는 비결정 실리콘과 같은 증착된 반도체로부터 형성되고, 또는 (실리콘 온 인슐레이터(silicon on insulator)로 공지된) 매몰된 산화물의 상면 상에 형성되는 경우 단결정 실리콘으로부터 형성된다. 작동기 빔들(135 및 136)은, 작동기 빔들(135 및 136)이 유연하도록 약 1 내지 약 20 마이크론의 폭의 크기들로 패터닝(patterning)된다.

[0028] 도 1d는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른 광 변조 배열(100')의 다양한 기능층들의 평면도이다. 광 변조 배열(100')은 다양한 상태들의 완료에서 12개의 셔터 어셈블리들(102'a-102'l)을 포함한다. 셔터 어셈블리들(102'a 및 102'b)은 광 변조 배열(100')의 열 금속층(118')을 포함한다. 셔터 어셈블리들(102'c-102'f)은 광 변조 배열(100')의 행 금속층(120')(즉, 행 개방 전극 및 행 폐쇄 전극)을 포함한다. 셔터 어셈블리들(102'g 및 102'h)은 열 금속층(118') 및 행 금속층(120')을 포함한다. 도 1b의 셔터 어셈블리(102)와 비교하여, 열 금속층(118')은 행 금속층(120')의 상면 상에 증착된다. 셔터 어셈블리들(102'i-l)은 셔터 어셈블리들(102')의 모든 3개의 기능층들, 행 금속층(120'), 열 금속층(118'), 및 셔터 금속층(122')을 도시한다. 셔터 어셈블리들(102'i 및 102'k)은, 셔터 어셈블리들(102'i 및 102'k) 내에 포함된 셔터 개구(134')를 통하여 볼 수 있는 열 금속층(118')에 의해 가리켜지는 것처럼 폐쇄된다. 셔터 어셈블리들(102'j 및 102'l)은, 셔터 개구(134') 내에서 볼 수 있는 열 금속층(118') 내의 개구(114')에 의해 가리켜지는 것처럼 개방 위치에 있다.

[0029] 선택적인 다른 실시형태들에서, 셔터 어셈블리는 픽셀 당 (예를 들어, 1 내지 10의) 복수의 개구들 및 대응하는 셔터들 및 작동기들을 포함할 수 있다. 이러한 셔터 어셈블리의 상태 변화에 있어서, 작동되는 작동기들의 개수는, 인가된 전환 전압, 또는 전환 전압의 수령을 위해 선택되는 행 및 열 전극들의 특정 조합에 의존할 수

있다. 개구의 부분 개방들이, 최소 및 최대 전환 전압 사이의 어느 정도까지 전환 전압을 제공함으로써 아날로그 방식으로 가능한 실시형태들이 가능하다. 이러한 선택적인 실시형태들은 그레이 스케일을 생성하는 향상된 수단을 제공한다. 셔터 어셈블리들(102)의 작동과 관련하여, 전위를 셔터 어셈블리(102)의 열 전극(108)에 인가함으로써, 셔터 앵커들(126), 셔터(112) 및 셔터 작동기 빔들(135)은 인가된 전위로 전압이 주어진다. 행 전극들(110a 또는 110b) 중 하나에 전압을 인가함에 있어서, 대응하는 행 앵커(128a 또는 128b) 및 행 작동기 빔(136a 또는 136b)은 또한 전압을 받는다. 행 작동기 빔(136a 또는 136b)과 대향하는 셔터 작동기 빔(135) 사이의 결과 전위차가 예정된 전환 임계값을 초과한다면, 행 작동기 빔(136a 또는 136b)은 대향하는 셔터 작동기 빔(135)을 끌어당김으로써, 셔터 어셈블리(102)의 상태를 변화시킨다.

[0030] 작동기 빔들(135 및 136)은, 함께 잡아 당겨짐에 따라 굽혀지거나 형태를 변화시킨다. 각 쌍의 작동기 빔들(135 및 136)(즉, 행 작동기 빔(134a 또는 134b) 및 대향하는 셔터 작동기 빔(135))은, 평행한 형태들 또는 만곡과 함께 끌어 당겨지거나, 만곡의 방향과 반대되는 방향을 가지고 안정된 방식으로 떨어져 있는 2개의 선택적이고 안정된 형태들의 만곡 중 하나를 가질 수 있다. 그러므로 각 쌍은 기계적으로 쌍안정이다. 각 쌍의 작동기 빔들(135 및 136)은, "개방" 위치의 셔터(112)의 제 1 위치 및 "폐쇄" 위치의 셔터(112)의 제 2 위치에서 안정적이다. 작동기 빔들(135 및 136)이 안정 위치들 중 하나에 도달하면, 셔터(112)를 안정 위치에 유지하기 위해, 전력과 전압이 열 전극(108) 또는 행 전극(110a 또는 110b)에 인가될 필요가 없다. 예정된 임계값을 넘는 전압이, 셔터(112)를 안정 위치 외부로 이동시키도록 인가될 필요가 있다. 셔터 어셈블리(102)의 개방 및 폐쇄 위치들이 에너지적으로 안정적일지라도, 하나의 안정 위치는 다른 안정 위치보다 낮은 에너지 상태를 가질 수 있다. 일 실시형태에서, 셔터 어셈블리들(102)은 폐쇄 위치가 개방 위치보다 낮은 에너지 상태를 가지도록 디자인된다. 낮은 에너지 재설정 펄스는, 전체 배열을 모든 블랙 영상에 대응하는 최저 응력 상태로 복귀시키도록 모든 픽셀들에 인가될 수 있다.

[0031] 광 변조 배열(100) 및 구성요소 셔터 어셈블리들(102)은, 리소그래피(lithography); 습식 화학, 건식, 및 포토레지스트(photoresist) 제거와 같은 에칭 기술들; 실리콘의 열 산화; 전기도금 및 무전해 도금; 붕소, 인, 비소, 및 안티몬 확산과 같은 확산 처리들; 이온 주입; 이베포레이션(evaporation)(필라멘트, 전자 빔, 플래시(flash), 및 섀도잉(shadowing) 및 스텝 커버리지(step coverage)), 스퍼터링(sputtering), 화학 기상 증착(CVD; chemical vapor deposition), 플라즈마 화학 기상 증착(plasma enhanced CVD), 에피택시(epitaxy; 기상, 액상, 및 분자 빔), 전기도금, 스크린 인쇄, 및 적층과 같은 박막 증착(film deposition)을 포함하는, 당업계에 공지된 표준 마이크로기계 기술들을 이용하여 형성된다. 재거, 인트로덕션 투 마이크로일렉트로닉스 패브리케이션(Jager, Introduction to Microelectronic Fabrication)(애디슨-웨슬리 퍼블리싱 컴퍼니, 리딩 매스. 1988년; Addison-Wesley Publishing Co., Reading Mass. 1988); 러니안(Runyan) 등, 반도체 집적 회로 프로세싱 기술(애디슨-웨슬리 퍼블리싱 컴퍼니, 리딩 매스. 1990년); IEEE 마이크로 전자 기계 시스템 컨퍼런스(cinference)의 의사록(1987년-1998년); 라이-추드허리, 이디., 마이크로리소그래피, 미세기계가공 및 미세제조의 핸드북(Rai-Choudhury, ed., Handbook of Microlithography, Micromachining & Microfabrication)(SPIE 옵티컬 엔지니어링 프레스, 벨링함, 워싱톤 1997년; SPIE Optical Engineering Press, BEllingham, Wash. 1997)을 참조한다.

[0032] 더욱 구체적으로, 복수의 물질층들이 스택(stack)을 형성하는 기판의 상면 상에 적층된다. 하나 이상의 물질층들이 스택에 추가된 이후에, 패턴들은 최상부 스택 마킹 물질층에 형성되어 스택으로부터 제거되거나 스택 상에 남는다. 습식 또는 건식 에칭들 또는 반응 이온 에칭을 포함하는 다양한 에칭 기술들이 원하지 않은 물질을 제거하기 위해 패터닝(patterning)된 스택에 적용된다. 에칭 과정은, 에칭의 화학작용, 스택층들, 및 에칭이 이루어지는 시간에 근거하여 하나 이상의 스택층들로부터 물질을 제거할 수 있다. 제조 과정은, 여러 번 반복되는 적층, 패터닝, 및 에칭을 포함한다.

[0033] 과정은 또한 박리 단계(release step)를 포함한다. 부품들이 결과 장치 내에서 자유롭게 이동하게 하기 위해, 완성된 장치 내에서 이동하는 부품들을 형성하는 물질에 가까운 희생 물질이 스택 내에 삽입된다. 에칭은 많은 희생 물질을 제거하여 부품들이 자유롭게 이동할 수 있게 한다.

[0034] 박리 이후에, 셔터 어셈블리의 하나 이상의 표면들은, 전하가 접촉시 이동하는 부품들 사이에서 이동하지 않도록 절연된다. 이것은, Al_2O_3, Cr_2O_3, TiO_2, $TiSiO_4$, HfO_2, $HfSiO_4$, V_2O_5, Nb_2O_5, Ta_2O_5, SiO_2, 또는 Si_3N_4와 같은 절연체의 열 산화 및/또는 등각 화학 기상 증착, 또는 원자층 증착 등과 같은 기술들을 이용하는 유사 물질들의 증착에 의해 달성될 수 있다. 절연된 표면들은, 절연된 표면들의 불소 첨가, 실란화(silanization), 또는 수소화와 같은 화학적 변환 과정들에 의해 접촉하는 표면들 사이에서의 정지마찰과 같은 문제점들을 방지하도록 화

학적으로 보호막이 입혀진다.

[0035] 도 2는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른 공간적 광 변조기에서 사용하기 위한 광 공동(200)의 단면도이다. 광 공동(200)은 전방 반사면(202) 및 후방 반사면(204)을 포함한다. 전방 반사면(202)은, 광(208)이 광 공동(200)을 탈출할 수 있는 광 투과 영역들(206)의 배열을 포함한다. 광(208)은 하나 이상의 광원들(210)로부터 광 공동(200)으로 진입한다. 광(206)은, 광 투과 영역들(206) 중 하나를 통과할 때까지 전방 반사면(202)과 후방 반사면(204) 사이에서 반사한다. 추가적인 반사면들이 광 공동(200)의 측면들을 따라 추가될 수 있다.

[0036] 전방 반사면(202) 및 후방 반사면(204)은, 일 실시형태에서, 금속 또는 반도체를 유리 또는 플라스틱 기판 상에 증착시킴으로써 형성된다. 다른 실시형태들에서, 반사면들(202 및 204)은, 기판 상에 만들어진 일련의 박막들 중 하나로서 증착되는 유전막의 상면 상에 금속 또는 반도체를 증착시킴으로써 형성된다. 반사면들(202 및 204)은, 약 50%의 반사율을 가진다. 예를 들어, 반사면들(202 및 204)은, 70%, 85%, 96% 이상의 반사율들을 가질 수 있다.

[0037] 기판들이 더 평탄해지고 금속들이 더욱 미세한 입자를 가질수록, 반사율은 더욱 높아진다. 평탄한 표면들은 유리 기판을 폴리싱(polishing)하거나 플라스틱을 평탄벽 형태로 성형함으로써 얻어질 수 있다. 선택적으로, 유리 또는 플라스틱은, 평탄면이 액체/공기 계면에 의해 정해짐으로써 형성되도록 만들어질 수 있다. 불순물이 없는 미세입자 금속 박막들이, 스퍼터링, 증착, 이온 도금, 레이저 절제, 또는 화학 기상 증착을 포함하는 많은 증착 기술들에 의해 형성될 수 있다. 이러한 반사에 효과적인 금속들은, Al, Cr, Au, Ag, Cu, Ni, Ta, Ti, Nd, Nb, Si, Mo 및/또는 이들의 합금들을 포함하고, 이에 제한되지 않는다.

[0038] 선택적으로, 반사면은, 낮은 굴절율의 유전 물질을, 광 공동(200) 내의 광 가이드와 광 가이드의 상부에 증착된 일련의 박막들 사이에 삽입함으로써 형성될 수 있다. 광 가이드와 박막 사이의 굴절율의 변화는, 광 가이드 내의 내부 전반사 조건을 일으켜서, 충분히 낮은 입사각의 입사광이 거의 100% 효율을 가지고 반사될 수 있다.

[0039] 선택적으로, 반사면들(202 또는 204)은 유전 거울과 같은 거울로 형성될 수 있다. 유전 거울은, 높은 굴절율을 가진 물질과 낮은 굴절율을 가진 물질이 교대로 배치된 유전막 스택으로서 제조된다. 입사광의 일부분은 굴절율이 변화하는 각각의 계면으로부터 반사된다. 유전층들의 두께를 파장의 고정된 분수 또는 배수로 제어하고, 복수의 평행 계면들로부터의 반사들을 추가함으로써, 98%를 초과하는 반사율을 가진 전반사면을 제조할 수 있다. 일부 유전 거울들은 99.8%보다 더 큰 반사율들을 가진다. 유전 거울들은, 가시광선 범위의 예정된 범위의 파장들을 받고 예정된 범위의 입사각을 받도록 맞춤설계될 수 있다. 제조자가 유전막 스택들의 평탄도를 제어할 수 있는 한, 이러한 조건들 하에서 99%를 넘는 반사율들이 가능하다. 스택들은 약 20개 내지 약 500개의 박막들을 포함할 수 있다.

[0040] 또 다른 선택적인 실시형태에서, 제 1 반사면(202) 또는 제 2 반사면(204)은 분리된 구성요소들로서 광 공동(200) 내에 포함된다. 폴리싱된 스테인리스 스틸 또는 알루미늄의 얇은 시트가 이러한 목적을 달성할 수 있다. 또한, 금속 반사면 또는 유전 거울을 연속 시트 또는 플라스틱 롤(plastic roll)의 표면 상에 생성할 수 있다. 그 다음에, 플라스틱 반사 시트는 광 공동(200) 내의 다른 구성요소들에 부착될 수 있다.

[0041] *광 투과 영역들(206)은, 영상이 형성되는 픽셀들을 형성하도록 정렬되게 배열된다. 예시적 실시형태에서, 광 투과 영역들(206)은 약 100 내지 약 350 마이크론의 간격을 두고 떨어져 있다. 광 투과 영역들은, 다른 형태들 및 크기들이 적합할 수도 있지만, 넓은 폭이 약 50 내지 약 300 마이크론이고 좁은 폭이 약 2 내지 100 마이크론인 직사각형 형태이다. 프로젝션 디스플레이들에 대하여, 개구 폭들은 5 마이크론만큼 작고, 피치는 20 마이크론만큼 작을 수 있다. 전방 반사면(202)에서 광 투과 영역들(206)이 차지하는 면적과 전방 반사면(202)의 전체 면적 사이의 비율을 본 명세서에서 투과비라고 칭한다. 광 공동(200)의 예시적인 실시형태들은 약 5% 내지 약 50%의 투과비들을 가진다. 일반적으로, 이러한 낮은 투과비들을 가진 공간적 광 변조기들은 이용가능한 영상을 형성하기에 불충분한 광을 방출한다. 광(208)이 광 공동(200)으로부터 더 많이 방출되도록, 전방 반사면(202) 및 후방 반사면(204)은, 반사광(208)이 광 투과 영역(206)을 통과할 때까지, 또는 광(208)이 반사에 의해 에너지를 잃을 때까지, 광(208)을 많은 횟수에 걸쳐서 앞뒤로 반사한다. 더 높은 반사율을 가진 표면들은, 영상을 형성하도록 광 공동(200)으로부터 더 많은 광(208)이 탈출하게 한다. 표 1은, 몇 개의 투과비/반사율 쌍들에 대한, 광 투과 영역들(206)을 통하여 탈출하는 광 공동(200) 내로 안내된 광(208)의 백분율(효율)을 열거한다.

표 1

[0042]

투과비	반사율	효율
8%	0.97	59%
	0.93	40%
	0.88	30%
14%	0.97	71%
	0.93	55%
	0.88	43%
20%	0.97	79%
	0.93	65%
	0.88	53%

[0043] 광 공동(200)이 투과 디스플레이의 기부(basis)를 형성하는 데에 이용될 때, 하나 이상의 광원들(210)은 광을 광 공동(200)으로 안내한다. 광원(들)(210)은, 미국특허 제4,897,771호 및 제5,005,108호에 공개된 임의의 유형들을 포함하는 임의의 적합한 유형들일 수 있다. 구체적으로, 광원(들)(210)은, 아크 램프, 컬러화되거나, 필터링되거나, 채색될 수 있는 백열 전구, 렌즈 말단 전구, 선광, 할로겐 램프, 발광 다이오드(LED; light emitting diode), 발광 다이오드로부터의 칩, 네온 전구, 형광 튜브, 원격 광원과 연결된 광섬유 파이프, 레이저 또는 레이저 다이오드, 또는 다른 적합한 광원일 수 있다. 게다가, 광원들은, 요망되는 컬러 또는 백색광 출력 분배를 제공하도록 다색 LED, 또는 다색 광원들(210)의 조합일 수 있다. 예를 들어, 다른 색상들의 LED들 또는 복수의 컬러 칩들을 가진 단일 LED와 같은 복수의 컬러 광들은, 각각의 컬러 광의 강도를 변화시킴으로써 백색광 또는 임의의 다른 컬러 광 출력 분배를 생성하도록 이용될 수 있다. 반사기는, 광 공동(200)으로부터 광 공동(200)을 향하여 방출된 광(208)을 반사하도록 광원(210) 근처에 위치될 수 있다. 일 실시형태에서, 3개의 광원들(210), 하나의 적색 광원(210), 하나의 녹색 광원(210), 및 하나의 청색 광원(210)은 광(208)을 광 공동(200) 내로, 20 내지 600 Hz 범위의 주파수로 번갈아가며 순차적으로 안내한다. 100 Hz를 넘는 속도는 인간의 눈이 탐지할 수 있는 것보다 더 빠르기 때문에, 컬러 영상을 제공한다.

[0044] 도 3a는 개방 위치에서의 셔터 어셈블리(300)의 선형 단면도이다. 셔터 어셈블리(300)는 약 0.3㎜ 내지 약 2㎜의 두께를 가진 투명 기판(302) 상에 형성된다. 기판(302)은, 예를 들어 유리 또는 플라스틱으로 이루어질 수 있다. 적합한 유리들은, 붕규산염 유리들, 또는 400℃를 초과하는 처리 온도를 견딜 수 있는 다른 유리들을 포함한다. 기판(302)에 대한 적합한 플라스틱은, 예를 들어 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET; polyethyleneterephthalate), 또는 폴리테트라플루오르에틸렌(PETF; polytetrafluoroethylene), 또는 200℃를 넘는 처리 온도를 견딜 수 있는 다른 실질적인 투명 플라스틱을 포함한다. 다른 후보 기판 물질들은, 800℃를 넘는 처리 온도들을 견디는 것으로 이해되는 석영 및 사파이어를 포함한다.

[0045] 셔터 어셈블리(300)의, "열 금속층(304)"로 칭해지는 최하층은 도 2의 광 공동의 전방 반사면(202)으로서 기능을 한다. 셔터 어셈블리(300)를 제조하는 처리 동안, 개구(306)는, 도 2의 광 투과 영역들(206)과 같은 광 투과 영역을 형성하도록 열 금속층(304)을 통하여 에칭된다. 개구(306)는, 일반적으로 원형, 타원형, 다각형, S자형, 또는 불규칙한 형태일 수 있다. 개구는, 광 변조 배열 내의 특정 셔터 어셈블리(300)의 면적의 약 5% 내지 약 25%를 차지한다. 개구(306)에서보다는, 열 금속층(304)이 실질적으로 연속적이다. 개구(306)는 유전 물질(307)로 채워진다. 셔터 어셈블리(300) 내의 함유물로 적합한 예시적인 유전체들은 SiO_2, Si_3N_4, 및 Al_2O_3를 포함한다.

[0046] 다음층(next layer)은 대부분 유전 물질(307)로 이루어지고, 열 금속층(304)을 윗층에 배치된 행 전극들(308a 및 308b)로부터 분리시킨다. 유전층들(316)은 0.3 내지 10 마이크론의 두께를 가질 수 있다. 셔터 어셈블리(300)의 최상층은 셔터 앵커(312), 2개의 행 앵커들(313), 2개의 작동기들, 및 셔터(310)를 포함한다. 셔터 어셈블리(300)의 단면은, 행 작동기 빔들이 행 앵커들(313)과 접촉하고 셔터 작동기 빔들이 셔터(310)와 접촉하는 위치에서 얻어졌으며, 작동기들의 빔들은 도시되지 않는다(예를 들어, 도 1d의 선 B-B'을 참조). 최상층은, 셔터(310)가 자유롭게 이동하도록 앵커들(312)에 의해 하층(lower layer)들의 상부에서 지지된다.

[0047] 선택적인 실시형태들에서, 행 전극들(308a 및 308b)은, 셔터 어셈블리(300) 내에서 열 금속층(304)보다 더 낮은 층에 위치한다. 또 다른 실시형태에서, 셔터(310) 및 작동기들은 열 금속층(304) 또는 행 전극들(308a 및 308b)의 하층에 위치될 수 있다.

[0048] 도 1b와 관련하여 기술되는 것처럼, 셔터 어셈블리 내에 포함된 작동기들은 기계적으로 쌍안정한 것으로 디자인

될 수 있다. 선택적으로 작동기들은 오직 하나의 안정 위치만을 가지도록 디자인될 수 있다. 즉, 작동력이 인가되지 않으면, 이러한 작동기들은 개방 또는 폐쇄의 예정된 위치로 복귀한다. 이러한 실시형태들에서, 셔터 어셈블리(300)는, 전압이 가해질 때 작동기가 셔터(310)를 안정 위치로부터 밀거나 잡아당기도록 하는 단일 행 전극(308)을 포함한다.

[0049] 도 3b는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 개방 위치에서의 제 2 선택적인 셔터 어셈블리(300')의 단면도이다. 제 2 셔터 어셈블리(300')는, 기판(302'), 열 금속층(304'), 개구(306'), 행 전극들(308a' 및 308b'), 셔터(310'), 2개의 작동기들, 셔터 앵커(312'), 및 2개의 행 앵커들(313')을 포함한다. 셔터 어셈블리(300')의 단면은, 행 작동기 빔들이 행 앵커들(313')과 접촉하고 셔터 작동기 빔들이 셔터(310')와 접촉하는 위치에서 얻어졌으며, 작동기들의 빔들은 도시되지 않는다(예를 들어, 도 1d의 선 B-B' 참조).

[0050] 셔터 어셈블리(300')에서, 추가적인 간극들이 열 금속층(304') 내로 에칭된다. 간극들은, 다른 전압들이 각 부분에 인가될 수 있도록 열 금속층(304')의 다른 부분들을 전기적으로 분리시킨다. 예를 들어, 열 금속층(304')과 행 전극들(308a' 및 308b') 사이의 오버랩(overlap)으로 인해 일어날 수 있는 기생 정전용량을 감소시키기 위해, 전압은, 행 전극들(308a' 및 308b') 및 앵커(312')의 바로 밑에 있는 열 금속층(304')의 구획들(314)에 선택적으로 인가될 수 있다.

[0051] 도 3c는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 또 다른 제 3 선택적 셔터 어셈블리(300'')의 단면도이다. 셔터 어셈블리(300'')는, 기판(302''), 열 금속층(304''), 개구(306''), 행 전극들(308a'' 및 308b''), 셔터(310''), 2개의 작동기들, 셔터 앵커(312''), 및 2개의 행 앵커들(313'')을 포함한다. 셔터 어셈블리(300'')의 단면은, 행 작동기 빔들이 행 작동기들(313'')과 접촉하고 셔터 작동기 빔들이 셔터(310'')와 접촉하는 위치에서 얻어지며, 작동기들의 빔들은 도시되지 않는다(예를 들어, 도 1d의 선 B-B' 참조). 셔터 어셈블리(300'')는 기판(302'') 상에 증착된 반사막(316)을 포함한다. 반사막(316)은 셔터 어셈블리(300'')를 포함하는 광 공동에 대한 전방 반사면으로서 기능을 한다. 광 투과 영역을 제공하는 반사막(316) 내에 형성된 개구(306'')를 제외하면, 반사막(316)은 실질적으로 연속적이다. 유전층(318)은 반사막(316)을 열 금속층(304'')으로부터 분리시킨다. 적어도 하나의 추가적인 유전층(318)은 열 금속층(304'')을 2개의 행 전극들(308a'' 및 308b'')로부터 분리시킨다. 제 3 선택적 셔터 어셈블리(300'')의 제조 과정 동안, 열 금속층(304'')은 행 전극들(308a'' 및 308b'') 밑에 위치된 금속을 제거하도록 에칭되어, 행 전극들(308a'' 및 308b'')과 열 금속층(304'') 사이에서 형성될 수 있는 정전용량을 감소시킨다. 열 금속층(304'') 내에 형성된 간극들(320)은 유전체로 채워진다.

[0052] 도 3d는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 폐쇄 위치에서의 또 다른 선택적 셔터 어셈블리(300''')의 단면도이다. 제 4 선택적 셔터 어셈블리(300''')는, 기판(302'''), 열 금속층(304'''), 개구(306'''), 행 전극들(308a''' 및 308b'''), 셔터(310'''), 2개의 작동기들, 셔터 앵커들(312'''), 및 2개의 행 앵커들(313''')을 포함한다. 셔터 어셈블리(300''')의 단면은 행 작동기 빔들이 행 앵커들(313''')과 접촉하고 셔터 작동기 빔들이 셔터(310''')와 접촉하는 위치에서 얻어졌으며, 작동기들의 빔들은 도시되지 않는다(예를 들어, 도 1d의 선 B-B' 참조). 이전에 도시된 셔터 어셈블리들(102, 300, 300', 및 300'')과 대조적으로, 제 4 선택적 셔터 어셈블리(300''')에 사용된 유전 물질 중 다량이 하나 이상의 에칭 단계들에 의해 제거된다.

[0053] 이전에 유전 물질에 의해 채워진 공간은, 셔터 어셈블리(300''')의 이동 부분들 사이의 마찰을 감소시키고 정지 마찰을 방지하는 윤활제로 채워질 수 있다. 윤활유는, 바람직하게는 약 10 센티프와즈 미만의 점성을 가지고, 바람직하게는 약 2.0을 넘는 상대 유전 상수, 및 약 10^4 V/cm을 넘는 절연파괴 강도를 가지도록 설계된다. 이러한 기계적 특성과 전기적 특성은, 셔터를 개방 위치와 폐쇄 위치 사이에서 이동시키기에 필요한 전압을 감소시키는 데에 효과적이다. 일 실시형태에서, 윤활제는, 바람직하게는 약 1.5보다 작은 낮은 굴절률을 가진다. 또 다른 실시형태에서, 윤활제는 기판(302)의 굴절률과 일치하는 굴절률을 가진다. 적합한 윤활제들은, 탈이온수, 메탄올, 에탄올, 실리콘 오일들, 불화 실리콘 오일들, 디메틸실록산(dimethylsiloxane), 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane), 헥사메틸디실록산(hexamethyldisiloxane), 및 디에틸벤젠(diethylbenzene)을 포함하며, 이에 제한되지 않는다.

[0054] 도 4는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른 코팅된 셔터(402)를 가진 셔터 어셈블리(400)의 단면도이다. 셔터 어셈블리(400)는, 도 3a의 셔터 어셈블리(300)의 일반적 구조를 가지는 것으로 도시된다. 그러나, 셔터 어셈블리(400)는, 이상에서 기술된 셔터 어셈블리들(102, 300, 300', 300'', 또는 300''') 또는 이하에서 기술되는 임의의 다른 셔터 어셈블리의 형태를 취할 수 있다.

[0055] 반사막(404)은, 셔터(402)가 폐쇄 위치에 있을 때 광(406)을 셔터 어셈블리(400)를 통하여 반사하도록 셔터(402)의 바닥을 코팅하여 형성된다. 적합한 반사막들(404)은, Al, Cr 또는 Ni의 평탄한 증착들을 포함하고, 이

에 제한되지 않는다. 박막(404)이 약 0.2 마이크론보다 더 큰 두께를 가진다면, 박막(404)의 증착은 셔터의 반사율을 95% 이상으로 만든다. 선택적으로, 비결정 또는 다결정 Si는, 평탄 유전면 상에 증착될 때, 이러한 사용에 이용하기에 충분히 높은 반사율을 제공할 수 있다.

[0056] 셔터(402)의 상면은, 광 흡수막(408)으로 코팅되어, 셔터 어셈블리(400)의 상면에 부딪치는 주변 광(410)의 반사를 감소시킨다. 광 흡수막(408)은, 거칠거나 다공성인 표면을 생성하는 방식으로 Cr, Ni, 또는 Au 또는 Si와 같은 다수의 금속들의 증착 및/또는 양극처리로부터 형성될 수 있다. 선택적으로, 광 흡수막(408)은, 광 흡수 색소들을 포함하는 아크릴 또는 비닐 수지를 포함할 수 있다. 셔터 어셈블리(400)의 선택적인 실시형태들에서, 흡수막(408)은, 셔터 어셈블리(400)의 상면의 거의 전부에 인가된다.

[0057] 도 5는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른 제 2 코팅 셔터(502)를 가진 셔터 어셈블리(500)의 단면도이다. 셔터 어셈블리(500)는, 도 3a의 제 1 선택적 셔터 어셈블리(300)의 일반적 구조를 가지는 것으로 도시된다. 그러나 셔터 어셈블리는, 이상에서 기술된 임의의 셔터 어셈블리들(102, 300, 300', 300'', 및 300''') 또는 이하에서 기술된 임의의 다른 셔터 어셈블리의 형태를 취할 수 있다. 셔터 어셈블리(500)에 있어서, 셔터(502)의 상면과 하면은 광 흡수막(408)과 같은 광 흡수막(504)으로 코팅된다. 셔터(502)의 하면 상의 광 흡수막(504)은, 폐쇄 위치의 셔터(502)에 충돌하는 광을 흡수한다. 셔터 어셈블리(500)를 포함하는 도 2의 광 공동(200)과 같은 광 공동에 대하여, 광 공동을 탈출하는 광의 강도는 형성되는 영상에 대하여 독립적이다. 즉, 광 강도는 개방 위치 또는 폐쇄 위치에 있을 수 있는 셔터들의 비율에 독립적이다.

[0058] 도 6은, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 광 변조 배열(102)과 같은 광 변조 배열 내에서 사용하기 위한 탄성 작동 셔터 어셈블리(600)의 단면도이다. 탄성 작동 셔터 어셈블리(600)는, 열 금속층(602), 단일 행 전극(604), 탄성 요소(606), 및 셔터(608)를 포함한다. 탄성 요소(606)는, 개방 위치의 셔터(608)를 열 금속층(602)의 대응하는 개구(610)로부터 멀어지게 하는 복원력을 제공한다. 개방 위치에서, 광(612)은 개구(610)를 통과할 수 있다. 단일 행 전극(604)에 대한 전환 전압의 제공은 탄성 요소(606)의 힘에 반대로 작용함으로써, 셔터(608)를 개구(610) 위의 폐쇄 위치로 민다. 폐쇄 위치에서, 셔터(608)는 개구(610)를 통과하여 탈출하는 광(612)을 막는다. 선택적인 실시형태에서, 셔터(608)가 닫혀진 이후에, 행 전극(604)이 셔터(608)의 개방 없이 전원이 끊어질 수 있도록, 셔터 어셈블리(600)는 셔터(608)를 폐쇄 위치로 잠그는 래치(latch)를 포함한다. 셔터(608)를 개방하기 위해, 래치가 풀린다. 셔터 어셈블리(600)의 또 다른 실시형태에서, 탄성 작동기는 셔터(608)를 폐쇄 위치로 유지하려고 한다. 행 전극(604)에 대한 전압 인가는 셔터(608)를 개방 위치로 이동시킨다.

[0059] 도 7은, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 광 변조 배열 내에서 사용하기 위한 변형 셔터(701)를 가진 셔터 어셈블리(700)의 단면도이다. 셔터 어셈블리(700)는 기판(708) 상에 형성된 열 금속층(702) 및 하나의 행 전극(704)을 포함한다. 변형 셔터(701)는, 개방 및 폐쇄를 위해 셔터 어셈블리(700)의 일 측부로부터 다른 측부로 이동하는 대신에, 행 전극(704)의 전압 인가에 반응하여 변형한다. 변형 셔터(701)는 잔류 응력을 유지하도록 형성되어, 변형 셔터(701)가 광 변조 배열의 평면으로부터 위로 감기도록 한다. 전환 전압을 행 전극(704)과 열 금속층(702) 사이에 인가함으로써, 변형 셔터(701)는 기판(708)을 향하여 당겨져, 열 금속층(702) 내에 형성된 개구(710)를 덮는다. 변형 또는 힌지형(hinge type) 작동기들은, 미국특허 제4,564,863호 및 제6,731,491호에 기술되어 있다.

[0060] 도 8a는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 광 변조 배열 내에서 사용하기 위한 실리콘과 같은 불투명 기판(802)을 가진 셔터 어셈블리(800)의 단면도이다. 불투명 기판(802)은 약 200 마이크론 내지 약 1㎜ 범위의 두께를 가진다. 셔터 어셈블리(800)가 도 3a의 셔터 어셈블리(300)와 비슷할지라도, 셔터 어셈블리(800)는 도 3 내지 7에 도시된 셔터 어셈블리들(300, 300', 300'', 400, 500, 600 또는 700)과 실질적으로 동일한 형태를 가질 수 있다. 개구(804)는 불투명 기판(802)의 전부를 통하여 에칭된다. 일 실시형태에서, 개구(804)는 플라즈마 또는 이온 보조 장치를 이용하여 $CFCl_3$와 같은 이방성 드라이 에칭을 사용하여 형성된다. 셔터 어셈블리(800)는 또한 열 금속층에 대향하는 불투명 기판(802)의 표면 상에 증착된 반사 코팅(810)을 포함한다.

[0061] 도 8b는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 광 변조 배열 내에서 사용하기 위한 불투명 기판(802')을 가진 제 2 셔터 어셈블리(800')의 단면도이다. 도 8a의 셔터 어셈블리(800)와 비교하여, 불투명 기판(800')의 하측은 셔터 어셈블리(800')의 개구들(804') 밑에 공동들(806)을 형성하며 에칭된다. 공동들(806)은, 광이 더 큰 각도를 가지고 개구(804')를 통하여 탈출하는 것을 허용한다. 각도의 범위가 커질수록 영상은 더 밝아지고 시야각이 더 커진다.

[0062] 도 1 및 3 내지 8에 도시된 셔터 어셈블리들은 작동을 위한 정전력에 의존한다. 다수의 선택적 작동기 작용 메커니즘들은, 전자 작동기들, 열전 작동기들, 압전 작동기들, 및 마찰전기 작동기들의 사용을 포함하여, 셔터 어

셈블리들에 디자인될 수 있다. 개구를 제어가능하게 업스트럭팅하도록 이용될 수 있는 다른 셔터 움직임들은 미끄러짐, 회전, 굽힘, 피보팅(pivoting), 힌징(hinging), 또는 플랩핑(flapping); 반사면의 평면 내 또는 반사면의 평면에 횡단하는 모든 움직임들을 포함한다.

[0063] 도 9는, 액정-기반 공간적 광 변조기(900)의 단면도이다. 액정-기반 공간적 광 변조기(900)는 액정 셀들(902)의 배열(901)을 포함한다. 액정 셀들(902)은 액정 분자들(906)의 층의 양 측면에 대향하는 쌍들의 투명 전극들(904)을 포함한다. 액정 배열(901)의 한 측면 상에, 액정-기반 공간적 광 변조기(900)는 편광판(908)을 포함한다. 배열(901)의 대향하는 측면 상에, 액정-기반 공간적 광 변조기(900)는 검광자(910)를 포함한다. 그러므로 중재 없이, 편광판(908)을 통과하는 광은 검광자(910)에 의해 막혀져 필터링된다. 전압이 투명 전극들(904) 사이에 인가될 때, 전극들(904) 사이의 액정 분자들(906)은, 검광판(910)을 통과할 수 있도록, 편광판(908)을 통과하는 광을 새 방향으로 향하게 하는 합성 전기장을 이용하여 정렬된다. 편광판(908)은, 복수의 광 투과 영역들(913)을 형성하는 전방 반사면(911)의 상면 상에 위치된다. 배열(901)은 광 공동(200)과 같은 광 공동에 부착되고, 덮개판(912)을 포함한다. 덮개판들은 도 11과 관련하여 더욱 상세히 기술된다.

[0064] 각각의 액정 셀(902)은 대응하는 적색, 녹색, 또는 청색 지정 필터를 가질 수 있다. 선택적으로, 색차(color differentiation)는, 도 2와 관련하여 이상에서 기술된 것처럼 순차적으로 작동하는 복수의 램프들에 의해 제공될 수 있다.

[0065] 대부분의 액정 디스플레이들은, 인치당 80 내지 110 도트(dot)의 해상도들로 디자인되며, 픽셀 폭은 250 내지 330 마이크론의 범위에 있다. 능동 매트릭스 또는 박막 트랜지스터 어드레싱 또는 전환을 가진 LCD 디스플레이에 대하여, 액정 디스플레이의 투과비는 75 내지 90%의 범위에 있다. 요망되는 영상 해상도가 인치당 300 내지 500 도트이고 픽셀의 직경이 50 마이크론인 고해상도 사용들에 대하여, TFT 어드레싱에 필요한 오버헤드는 이용가능한 투과비를 약 30% 또는 50%로 제한할 수 있다. 그러므로 이러한 고해상도 디스플레이들은, 전형적으로 구경비의 손실로 인해 저해상도 디스플레이들보다 조명 효율이 더 낮다. 이상에서 기술된 광 공동을 이용하여 액정 디스플레이를 제조함으로써, 더 큰 조명 효율이 고화질 LCD 디스플레이들에서 달성될 수 있다.

[0066] 도 10은, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른 제 1 셔터-기반 공간적 광 변조기(1000)의 단면도이다. 셔터-기반 공간적 광 변조기(1000)는, 광 변조 배열(1002), 광 공동(1004), 및 광원(1006)을 포함한다. 광 변조 배열(1002)은, 도 3 내지 8에서 기술된 임의의 셔터 어셈블리들(300, 300', 300'', 400, 500, 600, 700, 800, 또는 800')을 포함할 수 있다. 제 1 셔터-기반 공간적 광 변조기(1000)에 있어서, 광 공동(1004)은 전면 및 후면을 가지는 광 가이드(1008)로부터 형성된다. 전방 반사면(1010)은 광 가이드(1008)의 전면 상에 직접 배치되고 제 2 반사면(1012)은 광 가이드(1008)의 후면 상에 직접 증착된다.

[0067] 광 가이드(1008)는, 폴리카보네이트(polycarbonate) 또는 폴리에틸렌과 같은 유리 또는 투명 플라스틱으로부터 형성될 수 있다. 광 가이드(1008)는 약 300 마이크론 내지 약 2㎜의 두께를 가진다. 광 가이드(1008)는, 광 공동(1004) 내로 안내된 광(1014)을 전방 반사면(1010)의 표면에 걸쳐서 실질적으로 균일하게 분배한다. 광 가이드(1008)는, 광 산란 요소들(1016)의 결정적인 배치뿐만 아니라 내부 전반사에 의해 이러한 분배를 달성한다. 광 산란 요소들(1016)은, 광(1014)이 광 가이드(1008)로부터 전방 반사면(1010) 내에 형성된 광 투과 영역들(1019)을 다시 향하는 것을 돕도록 광 가이드(1018)의 후면 상에 형성될 수 있다.

[0068] 도 11은, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른 제 2 셔터-기반 공간적 광 변조기(1100)의 단면도이다. 도 10의 제 1 셔터-기반 공간적 광 변조기(1000)와 함께, 제 2 셔터-기반 공간적 광 변조기(1100)는 광 변조 배열(1102), 광 공동(1104), 및 광원(1106)을 포함한다. 게다가, 제 2 공간적 광 변조기는 덮개판(1108)을 포함한다.

[0069] 덮개판(1108)은, 광 변조 배열(1102)을 기계적 환경적 손상으로부터 보호하는 것을 포함하는 여러 가지 기능들을 행한다. 덮개판(1108)은, 폴리카보네이트 또는 유리 시트와 같은 얇은 투명 플라스틱이다. 덮개판은, 블랙 매트릭스(1110)로 칭해지는 광 흡수 물질로 코팅되고 패터닝될 수 있다. 블랙 매트릭스는, 광 흡수 색소들을 포함하는 박막 아크릴 또는 비닐 수지로서 덮개판 상에 증착될 수 있다.

[0070] 블랙 매트릭스(1110)는 모든 입사 주변 광(1112)을 실질적으로 흡수하고--주변 광은 공간적 광 변조기(1100)의 외부로부터 생기고, 광 공동(1104) 내에 형성된 광 투과 영역들(1116)의 근처에 위치한 패터닝된 광 투과 영역들(1114)을 제외한 뷰어의 근처로부터 생기는 광이다. 이에 의해 블랙 매트릭스(1110)는 공간적 광 변조기(1100)에 의해 형성된 영상의 명암비를 증가시킨다. 블랙 매트릭스(1110)는 누설 또는 시간 연속 방식으로 방출되는 광 공동(1104)을 탈출하는 광을 흡수하는 기능을 할 수 있다.

[0071] 일 실시형태에서, 컬러 필터들은, 예를 들어 아크릴 또는 비닐 수지들의 형태로 덮개판(1108) 상에 증착된다.

필터들은 블랙 매트릭스(1110)를 형성하는 데에 이용되는 것과 유사한 방식으로 증착될 수 있지만, 대신에 필터들은 광 공동(1104)의 광 투과 영역들(1116) 위에 패터닝될 수 있다. 수지들은 적색, 녹색, 또는 청색 색소들을 가지고 교대로 도핑될 수 있다.

[0072] 광 변조 배열(1102)과 덮개판(1108) 사이의 간격은 100 마이크론보다 더 작고, 10 마이크론 이하일 수 있다. 광 변조 배열(1102) 및 덮개판(1108)은 예정된 지점을 제외하면 접촉하지 않는 것이 바람직하고, 예정된 지점에서의 접촉은 광 변조 배열(1102)의 동작을 간섭할 수 있다. 간격은, 광 변조 배열(1102) 내의 각각의 알맞은 변조기들 사이에 배치된 2 내지 20 마이크론 길이의 석판으로 형성된 스페이서들 또는 포스트들에 의해 유지될 수 있고, 또는 간격은 결합된 장치의 가장자리들의 주위에 삽입된 시트 금속 스페이서에 의해 유지될 수 있다.

[0073] 도 12a는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른 제 3 셔터-기반 공간적 광 변조기(1200)의 단면도이다. 제 3 셔터-기반 공간적 광 변조기(1200)는 광 공동(1202), 광원(1204), 및 광 변조 배열(1206)을 포함한다. 게다가, 제 3 셔터-기반 공간적 광 변조기(1204)는, 도 11과 관련하여 기술된 덮개판(1108)과 같은 덮개판(1207)을 포함한다.

[0074] 제 3 셔터-기반 공간적 광 변조기(1200)에서의 광 공동(1202)은, 광 가이드(1208) 및 광 변조 배열(1206)의 후방부(rear-facing portion)를 포함한다. 광 변조 배열(1206)은 기판(1210) 상에 형성된다. 광 가이드(1208) 및 기판(1210) 각각은 전면 및 후면을 가진다. 광 변조 배열(1206)은 기판(1210)의 전면 상에 형성된다. 제 2 금속층 형태의 전방 후-반사면(1212)은, 광 공동(1202)의 제 2 반사면을 형성하도록 광 가이드(1208)의 후면 상에 증착된다. 선택적으로, 광 공동(1202)은 광 가이드(1208)의 후면을 실질적으로 향하며 뒤에 위치된 제 3 표면을 포함한다. 이러한 실시형태들에서, 전방 후-반사면(1212)은 광 가이드(1208)의 후면 대신에, 공간적 광 변조기(1200)의 전면을 향하는 제 3 표면 상에 증착된다. 광 가이드(1208)는 도 10과 관련하여 기술된 광 산란 요소들(1016)과 같은 복수의 광 산란 요소들(1209)을 포함한다. 도 10에서와 같이, 광 산란 요소들은, 광을 광 공동을 통하여 더욱 균일하게 분배하도록, 광 가이드(1208)의 후방면 상에 예정된 패턴으로 분포되어 있다. 일 실시형태에서, 광 가이드(1208) 및 기판(1210)은 서로 밀접하게 접촉하여 유지된다. 광 가이드(1208) 및 기판(1210)은, 바람직하게는 반사들이 계면에서 방지되도록, 유사한 반사율을 가지는 물질들로 형성되는 것이 바람직하다. 또 다른 실시형태에서, 작은 스탠드오프들 또는 스페이서 물질들은 광 가이드(1208) 및 기판(1210)을 예정된 거리만큼 분리시킴으로써, 광 가이드(1208)와 기판(1210)을 광학적으로 서로 분리시킨다. 광 가이드(1208)와 기판(1210) 사이의 간격은, 공극(air gap; 1213)이 광 가이드(1208)와 기판(1210) 사이에 형성되도록 한다. 공극은 광 가이드(1208) 내부에서의 전면에서 내부 전반사를 증진함으로써, 광 산란 요소들(1209) 중 하나가, 광(1214)이 광 변조 배열(1206)을 향하도록 하기 전에, 광(1214)이 광 가이드 내부에서 분배되도록 한다. 선택적으로, 광 가이드(1208)와 기판(1210) 사이의 간극은 진공, 하나 이상의 선택된 가스들, 또는 액체에 의해 충전될 수 있다.

[0075] 도 12b는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른 제 4 셔터-기반 공간적 광 변조기(1200')의 단면도이다. 도 12a의 공간적 광 변조기(1200)와 같이, 제 4 공간적 광 변조기(1200')는 광 공동(1202'), 광원(1204'), 광 변조 배열(1206'), 및 도 11과 관련하여 기술된 덮개판(1108)과 같은 덮개판(1207')을 포함한다. 광 공동(1202')은, 광 변조 배열(1206') 내의 후방 반사면, 광 가이드(1208'), 및 전방 후-반사면(1212')을 포함한다. 제 3 공간적 광 변조기(1200)와 같이, 제 4 공간적 광 변조기(1200')의 광 변조 배열(1206')은 광 가이드(1208')로부터 분리된 기판(1210') 상에 형성된다.

[0076] 제 4 공간적 광 변조기(1200')에 있어서, 광 가이드(1208') 및 기판(1210')은 광 확산기(1218) 및 밝기 강화 박막(1220)에 의해 분리된다. 확산기(1218)는 산란광(1214')의 광 각도들을 임의추출하는 것을 도와서, 균일성을 향상시키고 광원(1204) 또는 광 변조 배열(1206)로부터의 고스트 영상(shost image)의 형성을 감소시킨다. 일 실시형태에서, 밝기 강화 박막(1220)은, 얇은 플라스틱 시트로 성형되고 광을 협소 원뿔의 조명으로 집중시키도록 작용하는 광 프리즘들의 배열을 포함한다. 밝기 강화 박막(1220)은, 광 가이드(1208')를 떠나는 광을 기울어진 각도에서 광 투과 영역들(1222)을 통하여 뷰어 쪽으로 다시 향하게 하기 때문에, 동일한 입력 전력에 대하여 광축을 따르는 밝기의 명확한 증가들을 일으킨다.

[0077] 도 12c는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른 제 5 셔터-기반 공간적 광 변조기(1200'')의 단면도이다. 도 12a의 공간적 광 변조기(1200)와 같이, 제 5 공간적 광 변조기(1200'')는 광 공동(1202''), 광원(1204''), 광 변조 배열(1206''), 및 도 11과 관련하여 기술된 덮개판(1108)과 같은 덮개판(1207'')을 포함한다. 광 공동(1202'')은, 광 변조 배열(1206'') 내의 후방 반사면, 광 가이드(1208''), 및 전방 후-반사면(1212'')을 포함한다. 제 3 공간적 광 변조기(1200)와 같이, 제 5 공간적 광 변조기(1200'')의 광 변조 배열(1206'')은 광 가이드(1208'')로부터 분리된 기판(1210'') 상에 형성된다.

[0078] 제 5 공간적 광 변조기(1200'')에 있어서, 광 가이드(1208'') 및 기판(1210'')은 마이크로렌즈 배열(1224)에 의해 분리된다. 마이크로렌즈 배열(1224)은 광 가이드(1208'')를 떠나는 광(1214'')을 광 투과 영역들(1222')을 통하여 기울어진 각도로 뷰어 쪽으로 다시 향하게 하기 때문에, 동일한 입력 전력에 대하여 밝기의 명확한 증가들을 일으킨다.

[0079] 게다가, 제 5 셔터-기반 공간적 광 변조기(1200'')는 광 가이드(1208'')로부터 분리된 기판(1210'') 상에 형성되기 때문에, 광 가이드(1208'')는, 광 변조 배열(1210'')을 형성하기 위해 이용가능한 제조 과정들을 제한하는 플라스틱의 전이 온도 없이 성형가능 플라스틱으로 형성될 수 있다. 그러므로 광 가이드(1208'')는, 광(1214'')을 광 공동(1202'') 내로 안내하는 데에 이용되는 광원(1204'')을 실질적으로 감싸도록 성형될 수 있다. 광원(1204'')을 광 가이드(1208'') 내로 감싸는 것에 의해 광(1214'')이 광 가이드(1208'') 내로 진입하는 것이 향상된다. 유사하게, 산란 요소들(1209'')은 광 가이드(1208'')의 주형 내에 직접 내장될 수 있다.

[0080] 도 12d는, 셔터-기반 광 변조 배열(1200''')의 제 6 예시적 실시형태의 단면도이다. 도 12a의 공간적 광 변조기(1200)처럼, 제 6 공간적 광 변조기(1200''')는 광 공동(1202'''), 광원(1204'''), 광 변조 배열(1206'''), 및 도 11과 관련되어 기술된 덮개판(1108)과 같은 덮개판(1207''')을 포함한다. 광 공동(1202''')은 광 변조 배열(1206''') 내의 후방 반사면, 광 가이드(1208'''), 후방 후-반사면(1212'''), 확산기(1218'''), 및 밝기 강화 박막(1220''')을 포함한다.

[0081] 광 변조 배열(1206''')과 덮개판(1207''') 사이의 공간은, 도 3d와 관련하여 기술된 윤활제와 같은 윤활제(1224)로 채워진다. 덮개판(1207''')은 에폭시(1225)를 이용하여 셔터 어셈블리(1206)에 부착된다. 에폭시는 바람직하게는 약 200℃ 미만의 양생 온도를 가지고, 바람직하게는 약 50 ppm/℃ 미만의 열팽창 계수를 가지며, 내습성이 있다. 예시적인 에폭시는, 에폭시 테크놀로지사(Epoxy Technology, Inc.)에서 판매되는 EPO-TEK B9021-1이다. 에폭시는 또한 윤활제(1224)를 밀봉하는 기능을 한다.

[0082] 시트 금속 또는 성형 플라스틱 어셈블리 브래킷(1226)은, 가장자리들 주변에서 덮개판(1207'''), 광 변조 배열(1206'''), 및 광 공동(1202''')을 함께 지지한다. 어셈블리 브래킷(1226)은, 결합된 장치에 강성을 부가하도록 나사들 또는 인덴트 탭(indent tab)들로 조여진다. 일부 실시형태들에서, 광원(1204''')은 에폭시 포팅 화합물에 의해 적소에 성형된다.

[0083] 도 13은, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른 제 7 셔터-기반 공간적 광 변조기(1300)의 단면도이다. 제 7 셔터-기반 공간적 광 변조기(1300)는 광 변조 배열(1304)이 형성되는 기판(1302), 및 광 가이드(1306)를 포함한다. 광 변조 배열(1304)은, 공간적 광 변조기(1300)의 광 공동(1310)을 위한 전방 반사면을 포함한다. 반사 물질은 후방 반사면(1308)으로서 기능을 하도록 광 가이드의 후면에 증착되거나 부착된다. 광 가이드(1306)의 후면은, 광 변조 배열(1304) 내의 광의 균일한 분배를 증진시키도록 광 가이드(1308)의 전면과 각도가 맞추어 진다. 그러나 후방 반사면(1308)은, 전방 반사면을 부분적으로 향하고 있다.

[0084] 도 14a는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른 또 다른 공간적 광 변조기(1400)의 단면도이다. 공간적 광 변조기(1400)는, 광 변조 배열(1404)이 형성되는 기판(1402)을 포함한다. 광 변조 배열은, 광 공동의 전방 반사면(1405)으로서 기능을 하는 반사면을 포함한다. 공간적 광 변조기(1400)는 또한 광 변조 배열(1404)의 후면을 실질적으로 마주보는 후방 반사면(1406)을 포함한다. 광원(1408)은, 광 변조 배열(1404)이 형성되는 기판(1402)과 후방 반사면(1406) 사이에 형성된 공간 내에 배치된다. 공간은 또한 광원(1408)이 박아 넣어진 실질적으로 투명한 플라스틱으로 채워진다.

[0085] 도 14b는, 도 14a의 공간적 광 변조기(1400)와 유사한 또 다른 공간적 광 변조기(1400')의 단면도이다. 공간적 광 변조기(1400')는, 광 변조 배열(1404')이 형성된 기판(1402')을 포함한다. 광 변조 배열(1404')은 광 공동의 전방 반사면(1405)으로서 기능을 하는 반사면을 포함한다. 공간적 광 변조기(1400')는 또한 후방 반사면(1406')을 포함한다. 후방 반사면(1406')은, 반사면들(즉, 후방 반사면(1406') 및 공간적 광 변조기(1400')의 광 변조 배열(1404') 내에 내장된 반사면)에 의해 형성되는 광 공동 내의 광 분배를 증진시키도록 주름이 잡히거나, 결이 나타나거나, 모양을 이룬다.

[0086] 도 15는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른 광 변조 배열 내에서 사용하기 위한 또 다른 셔터 어셈블리(1500)의 단면도이다. 셔터 어셈블리(1500)는, 기판(1509) 상에 만들어진, 열 금속층(1502), 2개의 행 전극들(1504a 및 1504b), 셔터(1506)를 포함한다. 셔터 어셈블리(1500)는 또한 하나 이상의 광 산란 요소들(1508)을 포함한다. 이상에서 기술된 셔터 어셈블리들의 다른 실시형태들과 같이, 개구(1510)는 열 금속층(1502)을 통하여 에칭된다. 광 산란 요소들(1510)은, 기판(1509)의 표면을 거칠게 하거나, 코팅하거나, 처리하는, 기판(150

9)의 형태의 임의의 변화를 포함할 수 있다. 예를 들어, 광 산란 요소들은, 약 1 내지 약 5 마이크론의 직경들을 가진 열 금속(1502)의 패터닝된 나머지들을 포함할 수 있다. 광 산란 요소들(1508)은 내부 전반사로 인하여 기판(1508) 내에 잡혀진 광(1512)을 추출하는 것을 돕는다. 이러한 잡혀진 광(1512)이 산란 요소들(1508) 중 하나에 부딪칠 때, 광(1512)의 경로의 각도가 변화한다. 광(1512)의 경로의 각도가 충분히 예리해진다면, 기판(1509)의 외부로 벗어난다. 셔터(1506)가 개방 위치에 있다면, 산란 광(1512)은 개구(1510)를 탈출하고 영상의 일부로서 뷰어를 향하여 나아갈 수 있다.

[0087] 도 16은, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른 또 다른 공간적 광 변조기(1600)의 단면도이다. 공간적 광 변조기(1600)는, 광 공동(1606)의 내부를 마주보는, 기판(1604)의 후면 상에 형성된 광 변조 배열(1602)을 포함한다. 광 변조 배열(1602)을 만드는, 도 3 내지 8에 기술된 셔터 어셈블리들(300, 300', 300'', 300''', 400, 500, 600, 700, 800 및 800') 또는 도 9에 기술된 액정 셀들(902)과 같은 각각의 광 변조 요소들(1608)은, 도 4 및 5와 관련하여 기술된 것과 비교하여 광을 반사하거나 흡수하는 광 변조 요소들(1608)의 측면들을 뒤집도록 변형된다.

[0088] 광 공동(1606)은 전방 반사면(1610), 후방 반사면(1612), 및 광 가이드(1614)를 포함한다. 광은 광원(1613)에 의해 광 공동 내부로 안내된다. 전방 반사면(1610)은 투명 간극(1618)에 의해 광 변조 배열(1602)로부터 분리된다. 간극(1618)은 바람직하게는 광 투과 영역들(1616)의 폭, 예를 들어 약 100 마이크론보다 더 좁다. 간극(1618)은 약 10 마이크론 이하의 폭을 가진다.

[0089] 일 실시형태에서, 간극(1618)은, 도 3d와 관련하여 기술된 윤활제와 같은 윤활제(1620)로 채워진다. 윤활제(1620)는 광 가이드(1614)의 굴절율과 실질적으로 일치하는 굴절율을 가지며, 광이 광 가이드(1614)로부터 추출되는 것을 돕는다. 셔터 어셈블리가 기판(1604)에 의한 포위에 의해 보호되기 때문에, 공간적 광 변조기(1600)는 선택적으로 덮개판이 없을 수도 있다. 덮개판이 없다면, 도 11의 블랙 매트릭스(1110)와 같은 블랙 매트릭스는 기판(1604)의 전면에 인가될 수 있다.

[0090] 도 17은, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 도 10 내지 15에서 기술된 공간적 광 변조기들(1000, 1100, 1200, 1300, 1400 및 1500) 내에 내장될 수 있는 반투과형 셔터 어셈블리(1700)의 단면도이다. 반투과형 셔터 어셈블리(1700)는, 셔터 어셈블리(1700) 뒤에 위치된 광원에 의해 방출된 광(1701) 및 주변 광(1703)으로부터 영상들을 형성한다. 반투과형 셔터 어셈블리(1700)는 열 금속층(1702), 2개의 행 전극들(1704a 및 1704b), 및 셔터(1706)를 포함한다. 반투과형 셔터 어셈블리(1700)는 열 금속층(1702)을 통하여 에칭된 개구(1708)를 포함한다. 약 1 내지 약 5 마이크론의 직경들을 가지는 열 금속층(1702)의 부분들은, 반투과형 요소들(1710)로서 기능을 하도록 개구(1708)의 표면 상에 남는다. 광 흡수막(1712)은 셔터(1706)의 상면을 덮는다.

[0091] 셔터가 폐쇄 위치에 있는 동안, 광 흡수막(1712)은 셔터(1706)의 상면 상에 부딪치는 주변 광(1703)을 흡수한다. 셔터(1706)가 도 17에 도시된 것처럼 개방 위치에 있는 동안, 반투과형 셔터 어셈블리(1700)는, 광(1701)이 광원 및 반사된 주변 광(1703)으로부터 생기는 반투과형 셔터 어셈블리를 통과하는 것을 허용함으로써 영상의 형성에 기여한다. 반투과형 요소들(1710)의 작은 크기는 임의의 패턴의 주변 광(1703) 반사를 일으킨다.

[0092] 반투과형 셔터 어셈블리(1700)는, 블랙 매트릭스(1716)를 포함하는 덮개판(1714)으로 덮어진다. 블랙 매트릭스가 광을 흡수함으로써, 주변 광(1703)이 덮어지지 않은 개구(1708)를 반사하지 않는다면, 주변 광(1703)이 뷰어로 반사되는 것을 실질적으로 방지한다.

[0093] 도 18은, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 도 10 내지 15에 기술된 공간적 광 변조기들(1000, 1100, 1200, 1300, 1400 및 1500) 내에 내장될 수 있는 제 2 반투과형 셔터 어셈블리(1800)의 단면도이다. 반투과형 셔터 어셈블리(1800)는 열 금속층(1802), 2개의 행 전극들(1804a 및 1804b), 및 셔터(1806)를 포함한다. 반투과형 셔터 어셈블리(1800)는 열 금속층(1702)을 통하여 에칭된 개구(1808)를 포함한다. 약 5 내지 약 20 마이크론의 직경들을 가진 열 금속층(1802)의 적어도 일부분은, 반투과형 요소(1810)로서 기능을 하도록 개구(1808)의 표면 상에 남는다. 광 흡수막(1812)은 셔터(1806)의 상면을 덮는다. 셔터가 폐쇄 위치에 있는 동안, 광 흡수막(1812)은 셔터(1806)의 상면 상에 부딪치는 주변 광(1803)을 흡수한다. 셔터(1806)가 개방 위치에 있는 동안, 반투과형 요소(1810)는 개구(1808)에 부딪친 주변 광(1803)의 일부분을 뷰어를 향하여 반사한다. 뷰어의 뒤로부터 생긴 주변 광이 직접 뷰어를 향하여 실질적으로 반사되도록, 반투과형 요소들(1710)과 비교되는 반투과형 요소(1810)의 큰 크기는 더 큰 거울 모드의 반사를 일으킨다.

[0094] 반투과형 셔터 어셈블리(1800)는, 블랙 매트릭스(1816)를 포함하는 덮개판(1814)으로 덮혀진다. 블랙 매트릭스는 광을 흡수함으로써, 주변 광(1803)이 덮어지지 않은 개구(1808)를 반사하지 않는다면 주변 광(1803)이 뷰어

로 반사하는 것을 실질적으로 방지한다.

[0095] 도 17 및 18을 참조하면, 개구들(1708 및 1808) 내에 위치된 반투과형 요소들(1710 및 1810)을 이용하여, 주변 광(1703 및 1803)의 일부분은 대응하는 반투과형 셔터 어셈블리들(1700 및 1800)의 개구들(1708 및 1808)을 통과한다. 반투과형 셔터 어셈블리들(1700 및 1800)이 이상에서 기술된 것처럼 광 공동들과 광원들을 가진 공간적 광 변조기 내에 내장될 때, 개구들(1708 및 1808)을 통과하는 주변 광(1703 및 1803)은 광 공동에 진입하고, 광원에 의해 안내된 광과 함께 재생된다. 선택적인 반투과형 셔터 어셈블리들에 있어서, 열 금속 내의 개구들은 적어도 부분적으로 반반사-반투과 물질로 채워진다.

[0096] 도 19는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른 전방 반사 셔터 어셈블리(1900)의 단면도이다. 전방 반사 셔터 어셈블리(1900)는 반사 광 변조 배열 내에서 사용될 수 있다. 전방 반사 셔터 어셈블리(1900)는 주변 광(1902)을 뷰어를 향하여 반사한다. 그러므로 공간적 광 변조기들 내의 전방 반사 셔터 어셈블리(1900)의 배열들의 사용은, 많은 주변 광(1902)을 가지는 보기 환경(viewing environment) 내의 전용 광원에 대한 필요를 제거한다. 전방 반사 셔터 어셈블리(1900)는 도 3 내지 8의 셔터 어셈블리들(300, 300', 300'', 300''', 400, 500, 600, 700, 800 및 800')과 동일한 형태를 실질적으로 가질 수 있다. 그러나 광의 통로를 허용하는 개구를 포함하는 셔터 어셈블리들(300, 400, 500, 600, 700 또는 800)의 열 금속층 대신에, 열 금속층은 폐쇄된 셔터(1904)의 위치 밑에서 반사면을 포함한다. 적어도 셔터(1904)의 전면을 포함하는 반사 셔터 어셈블리(1900)의 최전방층은, 광 흡수막(1908) 내에 코팅된다. 그러므로 셔터(1904)가 폐쇄될 때, 반사 셔터 어셈블리(1900) 상에 부딪치는 광(1902)이 흡수된다. 셔터(1904)가 개방되어 있을 때, 반사 셔터 어셈블리(1900) 상에 부딪치는 광(1902)의 적어도 일부분은 노출된 열 금속층(1910)으로부터 뷰어를 향하여 반사한다. 선택적으로, 셔터(1908)의 전면이 반사막으로 덮여질 수 있는 반면에, 열 금속층(1910)은 흡수막으로 덮여질 수 있다. 이러한 방식으로, 셔터가 폐쇄되어 있을 때에만 광은 뷰어를 향하여 반사된다.

[0097] 이상에서 기술된 다른 셔터 어셈블리들 및 광 변조기들과 같이, 반사 셔터 어셈블리(1900)는 블랙 매트릭스(1912)를 가진 덮개판(1910)으로 덮여질 수 있다. 블랙 매트릭스(1912)는 셔터의 개방 위치에 대향하지 않는 덮개판(1910)의 부분들을 덮는다.

[0098] 도 20은, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른 복수의 광 변조 배열들(2002)을 포함하는 공간적 광 변조기(2000)의 등각투영도이다. 이상에서 기술된 여러 개의 광 변조 배열들(2002)의 크기는 광 변조 배열들(2002)을 제작하는 데에 이용되는 반도체 제조기술들에 의해 제한된다. 그러나 광 가이드들(2004) 및 반사막들(2006)은 상당히 큰 크기로 형성될 수 있다. 하나 이상의 광 가이드들(2004) 위에 배열된 복수개의 인접하게 배치된 광 변조 배열들(2002)을 포함하는 공간적 광 변조기는 더 큰 영상을 형성함으로써, 이러한 제한들을 피한다.

[0099] 이상에서 기술된 것처럼, 이상에서 공개된 셔터 어셈블리들 내의 셔터 어셈블리들은 능동 매트릭스에 의해 제어될 수 있다. 도 21a는, 픽셀들의 배열(2140)("배열(2140)")을 어드레스하기 위한 디스플레이 장치(100) 내의 구성요소에 적합한 능동 제어 매트릭스(2100)의 개략도이다. 각각의 픽셀(2101)은, 작동기(2103)에 의해 제어되는 도 1c의 셔터 어셈블리(122)와 같은 탄성 셔터 어셈블리(2102)를 포함한다. 각각의 픽셀은 개구 홀들(2154)을 포함하는 개구층(2150)을 포함한다. 셔터 어셈블리들의 다른 전기적 및 기계적 구성들, 및 다른 전기적 및 기계적 구성들을 제어하는 회로들은 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 이용될 수 있다.

[0100] 제어 매트릭스(2100)는, 셔터 어셈블리들(2102)이 형성되는 기판(2104)의 표면 상의 확산 또는 박막 증착 전기 회로로서 제조된다. 제어 매트릭스(2100)는, 제어 매트릭스(2100) 내의 각 행의 픽셀들(2101)에 대한 스캔-라인 인터커넥트(scan-line interconnect; 2106) 및 제어 매트릭스(2100) 내의 각 열의 픽셀들(2101)에 대한 데이터-인터커넥트(2108)를 포함한다. 각각의 스캔-라인 인터커넥트(2106)는 기록가능 전압원(2107)을 대응하는 행의 픽셀들(2101)에 연결한다. 각각의 데이터 인터커넥트(2108)는, 데이터 전압원("V_d 소스(source)"; 2109)을 대응하는 열의 픽셀들(2101)에 연결한다. 제어 매트릭스(2100) 내에서, 데이터 전압 V_d는 셔터 어셈블리들(2102)의 작동에 필요한 에너지의 대부분을 제공한다. 그러므로 데이터 전압원(2109)은 또한 작동 전압원으로서 기능을 한다.

[0101] 도 21b는, 제어 매트릭스(2100)를 포함하는 픽셀들(2140)의 배열의 일부분의 등각투영도이다. 도 21a 및 21b를 참조하면, 각각의 픽셀(2101)에 대하여 또는 픽셀들(2140)의 배열 내의 각각의 셔터 어셈블리에 대하여, 제어 매트릭스(2100)는 트랜지스터(2100) 및 커패시터(2112)를 포함한다. 각각의 트랜지스터(2110)의 게이트는, 픽셀(2101)이 위치된 배열(2140) 내의 행의 스캔-라인 인터커넥트(2106)에 전기적으로 연결되어 있다. 각각의 트랜지스터(2110)의 소스는 대응하는 데이터 인터커넥트(2108)에 전기적으로 연결되어 있다. 각각의 셔터 어셈블리

의 작동기들(21103)은 2개의 전극들을 포함한다. 각각의 트랜지스터(2110)의 드레인은, 대응하는 커패시터(2112)의 하나의 전극과 대응하는 작동기(2103)의 전극들 중 하나에 병렬로 전기적으로 연결되어 있다. 커패시터(2112)의 다른 전극 및 셔터 어셈블리(2102) 내의 작동기(2103)의 다른 전극은 공통 또는 접지 전위에 연결되어 있다.

[0102] 동작 중에, 영상을 형성하기 위해, 제어 매트릭스(2100)는, V_{we}를 각각의 스캔-라인 인터커넥트(2106)에 인가함으로써 배열(2140) 내의 각각의 행을 순차적으로 기록가능하다. 기록가능 행에 대하여, 행 내의 픽셀들(2101)의 트랜지스터들(2110)의 게이트들에 대한 V_{we}의 인가는, 트랜지스터들과 데이터 인터커텍트들(2108)을 통한 전류의 흐름이, 전위를 셔터 어셈블리(2102)의 작동기(2103)에 인가하는 것을 허용한다. 행이 기록가능한 동안, 데이터 전압들 Vd는 데이터 인터커넥트들(2108)에 선택적으로 인가된다. 아날로그 그레이 스케일을 제공하는 실시형태들에 있어서, 각각의 데이터 인터커넥트(2108)에 인가된 데이터 전압은, 기록가능 스캔-라인 인터커넥트(2106)와 데이터 인터커넥트(2108)의 교차점에 위치한 픽셀(2101)의 요망된 밝기와 관련하여 변화한다. 디지털 제어 구조들을 제공하는 실시형태들에서, 데이터 전압은 상대적으로 낮은 전압(즉, 접지 전압 근처)이 되도록 또는 V_{at}(작동 임계 전압) 이상이 되도록 선택된다. 데이터 인터커넥트(2108)에 대한 V_{at}의 인가에 반응하여, 대응하는 셔터 어셈블리(2102) 내의 작동기(2103)가 작동하여, 셔터 어셈블리(2102) 내의 셔터를 개방한다. 데이터 인터커넥트(2108)에 인가된 전압은, 제어 매트릭스(2100)가 V_{we}의 행에 대한 인가를 중지한 이후에도, 픽셀(2101)의 커패시터(2112) 내에 저장되어 남는다. 셔터 어셈블리(2102)가 작동하기에 충분히 긴 시간 동안 행에 대하여 전압 V_{we}를 유지할 필요는 없고; 이러한 작동은, 기록가능 전압이 행으로부터 제거된 이후에 진행할 수 있다. 행 내의 커패시터들(2112) 내의 전압은, 전체 비디오 프레임이 기록될 때까지, 일부 실시형태들에서는 새로운 데이터가 행에 기록될 때까지 실질적으로 저장되어 남는다.

[0103] 다양한 실시형태들에서, 대응하는 작동기들과 함께 셔터 어셈블리들은 쌍안정이 될 수 있다. 즉, 셔터 어셈블리 내의 셔터들은, 평형 위치에 유지되기에 필요한 전력을 거의 필요로 하지 않으면서, 적어도 2개의 평형 위치들(예를 들면, 개방 또는 폐쇄) 내에 존재할 수 있다. 더욱 구체적으로, 셔터 어셈블리들은 기계적으로 쌍안정일 수 있다. 셔터 어셈블리의 셔터가 평형 위치에 놓이면, 평형 위치를 유지하기 위한 전기적 에너지 또는 유지 전압은 필요하지 않다. 셔터 어셈블리의 물리적 요소들에 대한 기계적 응력들은 셔터를 적소에 유지할 수 있다.

[0104] 셔터 어셈블리들은, 대응하는 작동기들과 함께, 전기적으로 쌍안정이 될 수 있다. 전기적 쌍안정 셔터 어셈블리에 있어서, 대향하는 힘이 셔터에 인가되는 경우에도, (셔터가 개방되거나 폐쇄되어 있으면서) 폐쇄된 작동기에 인가되는 경우, 폐쇄된 작동기와 셔터를 적소에 유지하는 셔터 어셈블리의 작동 전압 미만의 범위의 전압들이 존재한다. 대향하는 힘이 스프링에 의해 인가될 수 있으며, 또는 대향하는 힘이, "개방된" 또는 "폐쇄된" 작동기와 같은 대향하는 작동기에 의해 인가될 수 있다.

[0105] 배열(2140)의 픽셀들(2101)은, 기판(2104) 상에 형성된다. 배열은, 배열(2140) 내의 각각의 픽셀(2101)에 대하여 한 세트의 개구 홀들(2154)을 포함하는, 기판 상에 배치된 개구층(2150)을 포함한다. 개구 홀들(2154)은 각각의 픽셀 내에서 셔터 어셈블리들(2102)과 함께 정렬된다.

[0106] 배열(2140)은, 다음의 단계들에서 제조될 수 있다. 처음에, 개구층(2150)은 투명 기판(2104) 상에 증착되고 패터닝된다. 다음에, 박막 스위치들 또는 트랜지스터들(2110)의 배열을 포함하는 제어 매트릭스는, 커패시터들(2112), 및 스캔-라인 인터커넥트(2106) 또는 데이터 인터커넥트(2108)와 같은 인터커넥트들과 함께 개구층(2150)의 상면 상에 제조된다. 트랜지스터들(2110) 및 커패시터들(2112)을 제조하는 데에 이용되는 과정들은, 액정 디스플레이들에서 사용하기 위한 능동 매트릭스 배열들의 제조 분야에서 공지된 것들 중 전형적인 것일 수 있다. 최종 단계에서, 미세전기기계(MEMS; micor-electro-mechanical) 셔터 어셈블리는 박막 스위치들의 배열의 상면 상에 형성된다.

[0107] 단일 실시형태에 있어서, 개구층(2150)은 유전층을 개재함으로써 제어 매트릭스로부터 전기적으로 절연된다. 개구층(2150)은, 상부에 제조되는 능동 매트릭스와 양립할 수 있는 박막 물질들로 구성될 수 있지만, 전기적으로 능동 매트릭스에 연결될 필요는 없다. 개구 홀들(2154)은 일반적으로 원형, 타원형, 다각형, S자형, 또는 불규칙 형태일 수 있다. 또 다른 실시형태에 있어서, 개구층(2150)은 제어 매트릭스에 전기적으로 연결된다. 이러한 연결은, 제어 매트릭스 내의 인터커넥트들이 개구층에 전기적 접촉을 행하는 것과 같이, 개재 유전층을 통하여 에칭된 비어에 의해 행해질 수 있다. 개구층(2150)은, 도전 물질들을 포함한다면, 제어 매트릭스에 대하여 접지면 또는 공통 인터커넥트로서 작용할 수 있다.

[0108] 디스플레이의 다른 실시형태들에 있어서, 분리된 개구층은 제 1 단계 순서에서 제조될 필요는 없다. 개구 홀들

은, 동일한 박막 물질들을 이용하는 대신에, 능동 매트릭스들 또는 수동 매트릭스들을 직접 유리 기판들 상에 제조하는 데에 이용되는 처리 단계들과 동일한 처리 방법을 이용하여 제조될 수 있다. 마스크 디자인들 또는 픽셀 설계들만은 개구 홀들을 형성하도록 변화될 필요가 있다.

[0109] 또 다른 실시형태에서, 개구층은 제조 순서의 마지막 단계에서 제조될 수 있다. 개구층은 기판에 단단하게 부착되어 있지만, 일반적으로 셔터 어셈블리의 상부에 위치해 있으며, 개구층의 밑은 셔터 어셈블리의 자유로운 병진 이동을 위한 공간이 형성되어 있다.

[0110] 도 22 내지 30은 추가적인 MEMS-기반 디스플레이 장치들에 관한 것이다. 구체적으로, 도 22 내지 30의 MEMS-기반 셔터 어셈블리들은 집광기들을 포함한다. 도 22는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른 ("광 변조 배열(A100)"로서 칭해지는) 광 변조기들의 배열(A100)을 포함하는 반사 디스플레이 장치(A10), ("광 집중 배열(A150)"로서 칭해지는) 집광기들의 배열(A150)의 개념적인 등각투영도이다. 디스플레이 장치(A10)는 선택적으로 투과 또는 반투과 디스플레이로서 형성될 수 있다. 이러한 실시형태들은 도 29 및 30과 관련하여 기술된다. (행들과 열들이 없는 분할된 디스플레이들이 본 발명의 사상과 범위를 벗어나지 않으면서 이용될 수 있을지라도) 광 변조 배열(A100)은 행들 및 열들로 배열된 복수의 셔터 어셈블리들(A102a-102u)(일반적으로 "셔터 어셈블리들(A102)")을 포함한다. 일반적으로, (부분적인 개방들이 이하에서 상세히 기술되는 것처럼 그레이 스케일을 알려주도록 이용될 수 있을지라도) 셔터 어셈블리(A102)는 개방 및 폐쇄의 두 상태들을 가진다. 각각의 셔터 어셈블리(A102)는 대응하는 노출면(A114)을 선택적으로 덮기 위한 셔터(A112)를 포함한다. 셔터 어셈블리들(A102a-c, A102e-m, 및 A102p-u)은, 대응하는 노출면들(A114)을 광 집중 배열(A150)을 통과한 광에 노출시키는 개방 상태에 있다. 셔터 어셈블리들(A102d, A102n, 및 A102o)은, 광이 광 집중 배열(A150)을 통과하는 대응하는 노출면들(A114)에 충돌하는 것을 업스트럭팅하는 폐쇄 상태에 있다. 일반적으로 장치(A10)는, 주변 광원(A107)으로부터 생기는 광 빔들을 뷰어로서의 배열의 동일 측면 상에서 영상(A104)을 형성하기 위한 표면(A103)을 향하여 반사하도록 셔터 어셈블리들(A102)의 상태들을 설정한다(예를 들어 도 7 참조). 선택적으로, 광원(A107)이, 장치(A10)의 주변에 있는 대신에, 통합된 전방 광으로서 제공될 수 있다.

[0111] 본 발명의 일 실시형태에서, 광 변조 배열(A100)의 각각의 셔터 어셈블리(A102)는 영상(A104) 내의 영상 픽셀(A106)에 대응할 수 있다. 이상에서 기술된 것처럼, 각각의 셔터 어셈블리(A102)는 셔터(A112) 및 노출면(A114)을 포함한다. 일 실시형태에서, 광원(A107)을 마주보는 셔터(A112)의 표면은 반사적이고, 노출면(A114)은 광을 흡수한다. 픽셀을 조명하기 위해, 셔터(A112)는 광을 표면(A103)을 향하여 반사하도록 적어도 부분적으로 폐쇄된다. 선택적인 실시형태에서, 광원(A107)을 마주보는 셔터(A112)의 표면은 광을 흡수하고, 노출면(A114)은 광을 반사한다. 이러한 실시형태에서, 픽셀(A106)은, 셔터(A112)가 완전 개방되어 있을 때 가장 밝고, 셔터(A112)가 완전 폐쇄되어 있을 때 가장 어둡다.

[0112] 선택적인 실시형태들에서, 디스플레이 장치(A10)는 각각의 영상 픽셀(A106)에 대하여 복수의 셔터 어셈블리들(A102)을 이용할 수 있다. 예를 들어, 디스플레이 장치는, 영상 픽셀(A106) 당 3개 또는 4개의 색상 지정 셔터 어셈블리들(A102)을 포함할 수 있다. 특정 영상 픽셀(A106)에 대응하는 하나 이상의 색상 지정 셔터 어셈블리들(A102)을 선택적으로 개방함으로써, 디스플레이 장치는 영상(A104) 내의 컬러 영상 픽셀(A106)을 생성할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 디스플레이 장치(A10)는, 영상(A104) 내의 그레이 스케일을 제공하도록 영상 픽셀(A106) 당 복수의 부분적 개방 또는 폐쇄 상태들을 제공할 수 있는 셔터 어셈블리들(A102)을 포함할 수 있다.

[0113] 노출면(A114)은, 셔터 어셈블리(A102)의 요망되는 실시형태에 의존하여, 박막들, 증착들 또는 임의의 다른 적절한 물질들, 또는 이들의 조합들로부터 다양한 방식들로 형성될 수 있다. 유사하게, 관련된 노출면(A114)과 관련하여, 광이 어셈블리(A102)에 의해 뷰어를 향하여 적절히 반사되거나 흡수되도록, 각각의 셔터(A112)는 광을 반사하거나 흡수하는 표면이 형성될 수 있다. 이러한 물질들은 도 23과 관련하여 기술된다. 다른 실시형태들에서, 디스플레이 장치(A10)는, 영상을 형성하는 광을 변조하는 셔터 어셈블리들(A102) 대신에, 미세거울들, 필터들, 편광판들, 액정 변조 셀들, 간섭 장치들, 및 다른 적합한 장치들과 같은 다른 형태들의 광 변조기들을 포함할 수 있다.

[0114] 광 집중 배열(A150)은, 셔터(A112)의 위치에 의존하여 셔터(A112) 또는 노출면(A114) 상에 충돌하는 주변 광의 비율을 증가시키도록 광 변조기들(A100)의 배열 내에 각각의 광 변조기들 상에 광을 집중하기 위한 광 요소들의 배열을 포함한다. 다양한 유형들의 광 요소들은, 반사 광 깔때기들, 높은 수치를 갖는 구경 렌즈들, 및 다른 비영상 광학 장치들을 포함하는 광 집중 배열(A150) 내에 형성될 수 있다. 도 22에 도시된 예시적인 실시형태에 있어서, 광 집중 배열(A150)은 반사 광 깔때기들(A152)의 배열을 포함한다. 각각의 깔때기(A152)는, 깔때기(A152)에 대응하는 셔터 어셈블리(A102)의 특정 영역 상에 주변 광원(A107)으로부터 방출된 광을 집중하기 위한

각각의 셔터 어셈블리(A102)와 관련되어 있다. 각각의 반사 깔때기(A152)는, 바람직하게는 표면(A103)을 향하는 제 1 광 개구(A156), 관련된 셔터 어셈블리(A102)를 향하는 제 2 광 개구(A154), 및 제 1 광 개구(A156)를 제 2 광 개구(A154)로 연결하는 벽(A158)을 포함한다.

[0115] 제 1 광 개구(A156)는 관련된 픽셀(A106)의 크기와 일치하는 크기인 것이 바람직하고, 제 2 광 개구(A154)는, 관련된 셔터 어셈블리(A102)의 노출면(A114)의 크기와 일치하거나 약간 더 작은 크기인 것이 바람직하다. 벽(A158)은 바람직하게는 높은 반사율을 가지고, 가능한 한 가장 크게, 주변 광원(A107)으로부터 생기는 주변 광의 빔들은 넓은 범위의 각도로 제 1 광 개구(A156)에서 깔때기(A152)에 진입할 수 있고, 제 2 광 개구(A154)를 통하여 셔터 어셈블리(A102)의 집중 영역 상으로 반사된다. 이것은, 각각의 셔터 어셈블리(A102)에 의해 변조되는 광을 형성하는 이용가능한 영상의 비율을 증가시킴으로써, 디스플레이 장치(A10)의 명암비를 향상시킨다. 게다가, 주변 광(A107)의 증가된 부분을 셔터 어셈블리(A102)의 반사 요소 또는 요소들 상에 집중시키면서, 디스플레이 장치(A10)는, 후광 및 추가적인 전력의 필요를 제거하면서 증가된 밝기 및 조명 효율을 제공할 수 있다.

[0116] 벽(A158)은, 직선형이거나, 만곡되어 있거나, CPC(Compound Parabolic Collector) 형태, 또는 주변 광(A107)이 효율적으로 집중하고 높은 필 팩터(fill factor)를 가진 상기 모양들의 적절한 조합일 수 있다. 벽(A158)은, 깔때기의 광 개구들의 크기 및 형태에 의존하여 원뿔형이거나 복수의 측면들을 포함할 수 있다. 광 개구들(A154 및 A156)은, 본 발명의 사상과 범위를 벗어나지 않으면서 다양한 형태들 및 크기들을 가질 수 있다. 광 개구들(A156)은, 광 개구들(A154)이 원형일 수 있는 반면에 육각형일 수 있다. 벽(A158)은, (도 26a 내지 27c와 관련하여 이하에서 상세히 기술되는 것처럼) 내부 반사면을 이용하여 또는 내부 투명면과 외부 반사 코팅을 이용하여 형성될 수 있다.

[0117] 도 23은, 도 22의 결합된 셔터-깔때기 어셈블리들 중 하나의 단면도이고, 디스플레이 장치(A10)의 추가적인 특징들을 설명한다. 도 22 및 23을 참조하면, 디스플레이 장치(A10)는, 뷰어와 광 집중 배열(A150) 사이에 덮개 시트(A109)와 필터 배열층(A111)을 또한 포함한다. 덮개 시트(A109)는, 기계적 및 환경적 손상으로부터의 광 변조 배열(A100)의 보호를 포함하는 여러 개의 기능들을 행한다. 덮개 시트(A109)는 예를 들어 폴리카보네이트와 같은 얇은 투명 플라스틱, 또는 유리 시트일 수 있다. 특정 실시형태들에서, 덮개 시트는, 블랙 매트릭스(A120)로 칭해지는 광 흡수 물질을 이용하여 코팅되고 패터닝될 수 있다. 블랙 매트릭스(A120)는, 광 흡수 색소들을 포함하는 박막 아크릴 또는 비닐 수지로서 덮개 시트(A109) 상에 증착될 수 있다. 블랙 매트릭스(A120)는 특정 입사 주변 광을 흡수하여, 장치(A10)에 의해 형성된 영상(A104)의 명암비를 증가시킨다. 블랙 매트릭스(A120)는 리키(leaky) 또는 시간 연속 형태로 탈출하는 광을 흡수하는 기능을 행할 수 있다. 덮개 시트(A109)의 상면(A103)은 영상(A104)을 뷰어로 디스플레이할 수 있다.

[0118] 일 실시형태에서, 덮개 시트(A109) 상에 증착되는 필터 배열(A111)은, 예를 들어 아크릴 또는 비닐 수지들, 또는 박막 유전체들의 형태의 컬러 필터들을 포함할 수 있다. 필터들은 블랙 매트릭스(A120)를 형성하는 데에 이용되는 것과 유사한 방식으로 증착되지만, 대신에 필터들은, 색상 지정 셔터 어셈블리들(A102)에 대한 적절한 컬러 필터들을 제공하도록 광 집중 배열(A150)의 원뿔들(A152)의 제 1 광 개구들(A156) 또는 제 2 광 개구들(A154) 위에 패터닝된다. 예를 들어, 디스플레이 장치(A10)는 3개 이상의 색상 지정 셔터 어셈블리들(A102)의 복수의 그룹들을 포함하고(예를 들어, 영상 픽셀을 형성하기 위한 셔터 어셈블리들의 임의의 다른 수치 및/또는 색상 조합이 본 발명의 사상과 범위를 벗어나지 않게 형성될지라도, 적색 셔터 어셈블리, 녹색 셔터 어셈블리, 및 청색 셔터 어셈블리; 적색 어셈블리, 녹색 셔터 어셈블리, 청색 셔터 어셈블리 및 백색 셔터 어셈블리; 청록색 셔터 어셈블리, 자홍색 셔터 어셈블리 및 노랑 셔터 어셈블리 등), 한 그룹의 색상 지정 셔터 어셈블리들(A102)과 관련된 서브-픽셀들 각각이 영상 픽셀(A106)을 형성할 수 있다. 하나의 전체 영상 픽셀을 만드는 3개 이상의 컬러 서브픽셀들이 있을 수 있다. 특정 픽셀에 대응하는 그룹에서 하나 이상의 색상 지정 셔터 어셈블리들(A102)을 선택적으로 개방함으로써, 디스플레이 장치(A10)는 영상(A104)을 위한 다양한 색상들의 영상 픽셀(A106)을 생성할 수 있다.

[0119] 이러한 컬러 필터들은 여러 가지 방식들로 제조될 수 있다. 예를 들어, 선택적인 흡수율을 가진 물질들이, 셔터들 및 제어 매트릭스의 수동 매트릭스 또는 능동 매트릭스 요소들을 제조하는 데에 이용되는 단계들과 유사한 공지된 포토리소그래픽 기술들을 이용하여 디스플레이의 표면 상에 패터닝될 수 있다. 분산된 금속들 및 산화 금속을 가진 물질들 또는 특정 흡수 물질들이 감광성이 있을 수 있고, 포토레지스트처럼 형성될 수 있다. 선택적으로, 이러한 흡수 물질들은 박막 형태로 도포될 수 있고, 공지된 포토리소그래피와 에칭 처리를 이용하여 순차적으로 패터닝될 수 있다. 게다가, 박막층들의 간섭 특성들에 근거한 박막들은, 예를 들어 대표적인 적색, 청색, 및 녹색 픽셀들 위에 간섭 필터들을 형성하기 위해 기판 상에 패터닝될 수 있다. 컬러 필터 물질들은 또한

폴리비닐 아크릴레이트(polyvinyl acrylate)와 같은 수지 내에 분산된 유기 염료로부터 형성될 수 있다.

[0120] 깔때기들(A152)의 광 개구들의 높이, 두께, 형태 및 직경들은, 이용되는 물질들과 응용에 따라서 변화할 수 있다. 깔때기(A152)의 벽(A158)의 높이가 광 개구들(A154 및 A156) 사이의 크기 차와 비교하여 작을 때, 벽(A158)의 경사는 상대적으로 작고(즉, 벽(A158)이 표면(A103)과 실질적으로 평행하고), 깔때기(A152)는 주변 광(A107)의 대부분을 광을 집중시키지 않고 뷰어를 향하여 셔터 어셈블리(A102)의 반사 영역(들) 상에서 반사함으로써 역반사기처럼 작용할 수 있다. 한편, 깔때기(A152)의 벽(A158)의 높이가 광 개구들(A154 및 A156) 사이의 크기 차와 비교하여 클 때, 벽(A158)의 경사가 상대적으로 가파르며, 벽(A158)의 주변 광(A107)의 빔들의 복수의 반사들에 기인하여 광 강도의 상당한 손실을 일으킨다. 바람직한 실시형태에서, 제 1 광 개구(A156)의 직경은 75 내지 225 마이크론의 범위를 가질 수 있으며, 바람직하게는 150 마이크론이고; 제 2 광 개구(A154)의 직경은 25 내지 75 마이크론의 범위일 수 있으며, 바람직하게는 50 마이크론이며; 원뿔(A152)의 높이는 100 내지 300 마이크론의 범위일 수 있으며, 바람직하게는 200 마이크론이고, 예를 들어 약 3.5 내지 4의 경사를 가진다.

[0121] 게다가, 렌즈 배열은 진입하는 주변 광을 각각의 깔때기(A152)로 집중시키기 위한 렌즈(A157)가 형성됨으로써, 관련된 셔터 어셈블리(A102)로 주변 광을 집중시켜서, 벽(A158)에서의 반사의 횟수와 역반사 경로들의 경우를 감소시킨다(도면의 명확함을 위해 렌즈(A157)가 도 22에 도시되어 있지 않음). 깔때기(A152)의 제 1 광 개구(A156)에 위치된 렌즈(A157)는, 주변 광원(A107)으로부터 생겨난 기울어진 입사 광선들을, 깔때기(A152)들을 통하여 셔터 어셈블리(A102)의 반사 영역(들)으로 향하고 집중시킨다. 배열(A111)의 컬러 필터들은, 예를 들어 도 23에 도시된 것과 같이 렌즈(A157)의 하면에 고정될 수 있다. 도 26에 도시된 것처럼, 렌즈 및 광 깔때기 구조들은 단일 성형 과정에서 하나로 형성될 수 있다.

[0122] 컬러 필터링은 또한 디스플레이 장치(A10) 내의 다른 위치들에서 행해질 수 있다. 덮개 시트(A109) 내에 추가하여, 컬러 필터 배열(A111)은, 예를 들어 각각의 반사 광 깔때기(A152)의 제 2 광 개구(A154)에 위치할 수 있다. 이러한 실시형태는, 깔때기들(A152)은 (도 26a 내지 27c와 관련하여 이하에서 더욱 상세히 기술되는 것처럼) 딱딱한 투명 광 물질로 채워지는 실시형태에서 특히 바람직하다. 필터 배열(A111)은, 셔터 어셈블리(A102)의 반사 영역(들)에 인접하여 선택적으로 위치할 수 있다. 일반적으로, 필터 배열의 필터들(A111)은, 표면(A103)과 셔터 어셈블리(A102)의 반사면 사이의 주어진 픽셀의 광로 내의 임의의 위치에 위치할 수 있다.

[0123] 반사벽(A158)은 약 50%의 반사율을 가진다. 예를 들어, 반사벽(A158)은 70%, 85%, 92%, 96% 이상의 반사율을 가질 수 있다. 기판이 평탄해지고 금속 입자가 미세해 질수록, 반사율이 높아진다. 평탄한 표면들은 플라스틱을 평탄벽 형태로 성형함으로써 얻어질 수 있다. 불순물이 없는 미세입자 금속막은 스퍼터링, 이베포레이션, 이온 도금, 레이저 절제, 또는 화학 기상 증착을 포함하는 다수의 증착 기술에 의해 형성될 수 있다. 이러한 반사에 효과적인 금속들은, Al, Cr, Au, Ag, Cu, Ni, Ta, Ti, Nd, Nb, Rh, Si, Mo 및/또는 이들의 합금들 또는 조합들을 포함하며, 이에 제한되지 않는다.

[0124] 선택적으로, 반사벽(A158)은, 유전 거울과 같은 거울로 형성될 수 있다. 유전 거울은 고굴절 물질과 저굴절 물질이 번갈아 바뀌는 유전막들의 스택으로 제조된다. 입사 광의 일부분은 굴절율이 변화하는 각각의 계면으로부터 반사된다. 유전층들의 두께를 파장의 분수 또는 배수로 제어하고 복수의 평행 계면들로부터의 반사를 추가함으로써, 98%를 초과하는 반사율을 가진 전반사면을 생성할 수 있다. 일부 유전 거울들은 99.8%보다 큰 반사율들을 가진다. 유전 거울들은 예정된 범위의 파장을 가진 가시광선을 허용하고 예정된 범위의 입사각을 허용하도록 맞춤설계될 수 있다. 제조자가 유전막 스택들에서의 평탄도를 제어할 수 있는 한 이러한 조건들 하에서 99%를 초과하는 반사율들이 가능하다. 예를 들어, 스택들은 약 20개 내지 약 500개의 박막들을 포함할 수 있다.

[0125] 각각의 셔터 어셈블리(A102)의 상태는 수동 매트릭스 어드레싱 구조를 이용하여 제어될 수 있다. 각각의 셔터 어셈블리(A102)는, 열 전극(A108) 및 2개의 행 전극들(행 개방 전극(A110a) 및 행 폐쇄 전극(A110b))에 의해 제어될 수 있다. 광 변조 배열(A100)에서, 주어진 열 내의 모든 셔터 어셈블리들(A102)은 단일 열 전극(A108)을 공유할 수 있다. 한 행 내의 모든 셔터 어셈블리들은 공통 행 개방 전극(A110a) 및 공통 행 폐쇄 전극(A110b)을 공유할 수 있다.

[0126] 도 21a 및 21b와 관련하여 이상에서 기술된 것과 유사한 능동 매트릭스 어드레싱 구조가 또한 가능하다. (픽셀 및 전환 전압들이 박막 트랜지스터 배열 또는 MIM(metal insulator metal) 다이오드의 배열에 의해 제어되는) 능동 매트릭스 어드레싱은 인가 전압이 비디오 프레임의 기간 동안 안정된 방식으로 유지되어야 하는 상황들에서 유용하다. 능동 매트릭스 어드레싱의 일 실시형태는 셔터 어셈블리 행 당 하나의 행 전극만을 가지도록 이루어질 수 있다.

[0127] 도 22 및 23을 참조하면, 셔터 어셈블리(A102)는, 광 변조 배열(A100)의 다른 셔터 어셈블리들(A102)과 공유되는 유리, 실리콘, 또는 플라스틱 중합체 기판(A116) 상에 형성된다. 기판(A116)은, 약 2,000개의 행들과 약 2,000개의 열들로 배열된 4,000,000개의 셔터 어셈블리들을 지지할 수 있다. 예를 들어, 복수의 기판들은 신호 사용들을 위한 배열로 배열될 수 있다.

[0128] 광 변조 배열(A100) 및 광 변조 배열의 구성요소인 셔터 어셈블리들(A102)은, 리소그래피; 습식 화학, 건식, 및 포토레지스트 제거와 같은 에칭 기술들; 실리콘의 열 산화; 전기 도금 및 무전해 도금; 붕소, 인, 비소, 및 안티몬 확산과 같은 확산 처리들; 이온 주입; 이베포레이션, 스퍼터링, 화학 기상 증착, 에피택시, 전기도금, 스크린 인쇄, 및 적층과 같은 박막 증착을 포함하는 당업계에서 공지된 표준 미세기계가공 기술들을 이용하여 형성된다. 재거, 인트로덕션 투 마이크로일렉트로닉스 패브리케이션(애디슨-웨슬리 퍼블리싱 컴퍼니, 리딩 매스. 1988년); 러니안 등, 반도체 집적 회로 프로세싱 기술(애디슨-웨슬리 퍼블리싱 컴퍼니, 리딩 매스. 1990년); IEEE 마이크로 전자 기계 시스템 컨퍼런스의 의사록(1987년-1998년); 라이-추드허리, 이디., 마이크로리소그래피, 미세기계가공 및 미세제조의 핸드북(SPIE 옵티컬 엔지니어링 프레스, 벨링함, 워싱톤 1997년)을 참조한다.

[0129] 더욱 구체적으로, (전형적으로 금속들과 유전층들이 교대로 바뀌는) 복수의 물질층들은 스택을 형성하는 기판의 상면 상에 증착될 수 있다. 하나 이상의 물질층들이 스택에 추가된 이후에, 패턴들은 스택으로부터 제거되거나 스택에 남아 있는 스택 마킹 물질의 최상층에 형성될 수 있다. 그 다음에 습식 및/또는 건식 에칭을 포함하는 다양한 에칭 기술들이 요망되지 않은 물질을 제거하도록 패터닝된 스택에 적용될 수 있다. 에칭 처리는, 에칭의 화학적 성질, 스택 내의 층들, 및 에칭이 이루어지는 시간에 근거하여 하나 이상의 스택층들로부터 물질을 제거할 수 있다. 제조 과정은 여러 번 반복되는 적층, 패터닝, 및 에칭을 포함할 수 있다.

[0130] 처리는 또한 박리 단계를 포함할 수 있다. 부품들이 결과 장치 내에서 자유롭게 이동하도록 하기 위해, 희생 물질이, 완성된 장치 내의 이동부들을 형성할 물질의 근처의 스택 내에 삽입될 수 있다. 에칭 또는 다른 일시적 상태 처리는 많은 희생 물질을 제거함으로써, 부품들이 자유롭게 이동하도록 한다.

[0131] 박리 이후에, 이동 셔터의 표면들은, 전하가 접촉시 이동부들 사이에서 이동하지 않도록 절연될 수 있다. 이것은, 열 산화 및/또는 Al_2O_3, Cr_2O_3, TiO_2, $TiSiO_4$, HfO_2, $HfSiO_4$, V_2O_5, Nb_2O_5, Ta_2O_5, SiO_2, 또는 Si_3N_4와 같은 절연체의 등각 화학 기상 증착, 또는 원자층 증착 등과 같은 기술들을 이용하는 유사 물질들의 증착에 의해 달성될 수 있다. 절연된 표면들은, 절연된 표면들의 불소 첨가, 또는 수소화와 같은 화학적 변환 과정들에 의해 접촉하는 표면들 사이에서의 정지마찰과 같은 문제점들을 방지하도록 화학적으로 보호막이 입혀진다.

[0132] 이중 유연 전극 작동기들은 셔터 어셈블리들(A102) 내의 셔터들(A112)을 구동하기 위한 하나의 적합한 유형의 작동기들을 구성한다. 비이중 유연 전극 작동기들을 포함하는 많은 다른 다양한 유형들의 작동기들은, 본 발명의 사상과 범위를 벗어나지 않으면서 셔터 어셈블리들(A102) 내의 셔터들(A112)을 구동하기 위해 이용될 수 있다. 이중 유연 빔 전극 작동기는, 일반적으로 2개 이상의 적어도 부분적인 유연 빔들로 형성된다. 적어도 2개의 빔들은 (또한 본 명세서에서 "빔 전극들"로 칭해지는) 전극들로서 기능을 한다. 빔 전극들 사이의 전압 인가에 반응하여, 빔 전극들은 결과적인 정전력에 의해 서로 끌어 당겨진다. 이중 유연 빔 전극 내의 양 빔들은, 적어도 부분적으로 유연하다. 즉, 빔들 각각의 적어도 일부분은 빔들이 함께 잡아 당겨지는 것을 돕도록 굽혀질 수 있다. 일부 실시형태들에서, 유연성은 주름 잡힌 만곡부들 또는 핀 조인트(pin joint)들을 포함함으로써 달성된다. 빔들의 일부분은 적소에서 실질적으로 고정될 수 있다. 바람직하게는, 빔들의 길이부의 적어도 대부분이 유연하다.

[0133] 이중 유연 작동기들은 당업계에 공지된 다른 작동기들에 대한 장점들을 가지고 있다. 정전 콤 드라이브들(electrostatic comb drives)은 상대적으로 긴 거리들에 대하여 작동하기에 적합하지만, 상대적으로 약한 힘들만을 생성할 수 있다. 평행 판 또는 평행 빔 작동기들은 상대적으로 큰 힘들을 생성할 수 있지만, 평행 판들 또는 빔들 사이의 작은 간극들을 필요로 하므로, 상대적으로 작은 거리들에 대해서만 작동한다. 알. 레그텐버그(R. Legtenberg) 등(저널 오브 마이크로일렉트로미캐니컬 시스템즈(Journal of Microelectromechanical Systems) 6권 257쪽, 1997년)은 만곡한 전극 작동기들의 사용이 상대적으로 큰 힘들을 어떻게 생성할 수 있고 상대적으로 큰 변위들을 어떻게 일으킬 수 있는 지를 증명했다. 그러나 위 문헌에서의 작동을 개시하는 데에 필요한 전압들은 매우 중요하다. 본 명세서에서 보여지는 것처럼, 이러한 전압들은 양 전극들의 이동 또는 만곡 작용을 가능하게 함으로써 감소될 수 있다.

[0134] 이중 유연 빔 전극 작동기-기반 셔터 어셈블리에서, 셔터는 이중 유연 빔 전극 작동기의 적어도 하나의 빔에 연결된다. 작동기 내의 빔들 중 하나가 다른 빔을 향하여 잡아 당겨짐에 따라, 당겨진 빔도 역시 셔터를 이동시킨

다. 이와 같은 동작에서, 셔터는 제 1 위치로부터 제 2 위치로 이동된다. 상기 위치들 중 하나에서, 셔터는 예를 들어 광의 블로킹, 반사, 흡수, 필터링, 분광, 회절, 또는 광의 성질 또는 경로를 변경함으로써 광로 내의 광과 상호작용한다. 셔터는, 간섭 특성들을 향상시키기 위해 반사 또는 광 흡수막으로 코팅된다. 노출면(A114)은, 셔터에 의해 제공되는 광 효과를 보충하는 방식으로, 블로킹, 반사, 흡수, 필터링, 편광, 회절, 또는 광의 특성 또는 경로의 변경에 의해 광로에서의 광과 상호작용한다. 예를 들어, 한 표면이 흡수하면, 다른 표면은 반사하고, 또는 한 표면이 한 방향으로 편광하면, 다른 표면은 수직 방향으로 편광한다.

[0135] 도 24a 및 24b는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 완전 개방 및 폐쇄 상태들에서의 셔터 어셈블리(A102)의 평면도들이다. 셔터 어셈블리(A102)는, 작동을 위한 이중 유연 빔 전극 작동기들을 이용한다. 도 23, 24a, 및 24b를 참조하면, 셔터 어셈블리(A102)는, 뷰어와 노출면(A114) 사이의 광로에서 2개의 반-업스트럭팅 셔터 부분들(A112a 및 A112b)을 포함하는 셔터(A112)를 제어가능하게 이동시킴으로써 영상을 형성하기 위해 광을 변조한다. 셔터 부분들(A112a 및 A112b)은, 폐쇄될 때, 광이 노출면(114)에 충돌하는 것을 실질적으로 방지한다. 일 실시형태에서, 거의 같은 크기를 가진 셔터 부분들(A112a 및 A112b) 대신에, 하나의 셔터 부분(A112a 또는 A112b)의 크기는 다른 셔터 부분(A112a 또는 A112b)보다 더 크고, 각각의 셔터 부분들은 독립적으로 작동될 수 있다. 0개의, 하나의, 또는 양쪽의 셔터 부분들(A112 및 A112b)을 선택적으로 개방함으로써, 셔터 어셈블리(A102)는 4 레벨들의 그레이 스케일(예를 들어, 오프, 1/3 온, 2/3 온, 및 전체 온)을 제공할 수 있다.

[0136] 셔터들(A112a 및 A112b) 각각은 실질적으로 평면이면서 단단한 몸체로부터 형성된다. 폐쇄 위치에서 셔터들(A112a 및 A112b)이 노출면(A114)으로의 광로를 충분히 업스트럭팅하도록, 셔터들(A112a 및 A112b)은 실질적으로 규칙적이거나 불규칙한 형태를 취할 수 있다. 게다가, (도 24a에 도시된) 개방 위치에서, 충분한 광이, 픽셀을 어둡게하거나 조명하기 위해 노출면(A114)에 의해 흡수되거나 반사될 수 있다.

[0137] 도 24a 및 24b에 도시된 것처럼, 셔터들(A112a 및 A112b) 각각(셔터(A112))은 2개의 로드 빔들(load beams; A208) 각각의 말단에 연결된다. 각각의 로드 빔(A208)의 대향하는 말단에 있는 로드 앵커(load anchor; A210)는, 로드 빔(A208)을 기판(A122)에 물리적으로 연결하고, 로드 빔(A208)을 기판 상에 형성된 구동기 회로에 전기적으로 연결한다. 로드 빔들(A208) 및 로드 앵커들(A210)은, 기판 상에 형성된 노출면(A114) 위에 셔터(A112)를 지지하기 위한 기계적 지지물로서 기능을 한다.

[0138] 셔터 어셈블리(A102)는, 각각이 로드 빔(A210)의 측면을 따라 위치된, 한 쌍의 구동 빔들(A212) 및 한 쌍의 구동 빔들(A214)을 포함한다. 구동 빔들(A212 및 A214) 및 로드 빔들(A210)은 작동기를 형성한다. 구동 빔들(A212)은 셔터 개방 전극들로서 기능을 하고, 다른 구동 빔들(A214)은 셔터 폐쇄 전극들로서 기능을 한다. 셔터(A112)에 가장 가까운 구동 빔들(A212 및 A214)의 말단들에 위치된 구동 앵커들(A216 및 A218)은, 각각의 구동 빔(A212 및 A214)을 기판(A122) 상에 형성된 회로에 물리적이면서 전기적으로 연결한다. 이러한 실시형태에서, 구동 빔들(A212 및 A214)의 길이부들의 다른 말단들과 대부분은 고정되지 않거나 자유롭게 이동하도록 되어있다.

[0139] 로드 빔들(A208) 및 구동 빔들(A212 및 A214)은 유연하다. 즉, 로드 빔들 및 구동 빔들은, 상당한 피로 또는 파손 없이 적어도 유용한 정도로 응력을 받지 않는("정지") 위치 또는 형태로 굽혀질 수 있도록 충분한 유연성 및 탄성을 가진다. 로드 빔들(A208) 및 구동 빔들(A212 및 A214)이 일단에만 고정되기 때문에, 빔들(A208, A212, 및 A214)의 길이부들의 대부분은 인가된 힘에 반응하여 자유롭게 이동하거나, 굽혀지거나, 휘어지거나, 또는 변형된다. 주름들(예를 들어, 빔들(A208) 상의 주름들(A208a))은, 예를 들어 만곡부의 축소에 기인한 축 응력을 극복하고 주어진 전압에서 높은 편향을 제공하도록 형성될 수 있다.

[0140] 디스플레이 장치(A10)는, 로드 빔들(A208)이 전기적으로 접지 또는 다른 전위에 연결되고, 제어가능 전압원으로부터 대응하는 구동 앵커들(A216 또는 A218)을 경유하여 구동 빔들(A212 또는 A214)로 전위를 인가하여, 빔들(A208, A212, 및 A214) 사이의 전압을 생성함으로써, 셔터 어셈블리(A102)를 작동시킨다(즉, 셔터 어셈블리(A102)의 상태를 변화시킨다). 수동 또는 능동 매트릭스 배열 구동기와 같은 제어가능 전압원은, 이상에서 기술된 수동 또는 능동 매트릭스를 경유하여 로드 빔들(A208)에 전기적으로 연결된다. 디스플레이 장치(A10)는, 전압을 증가시키기 위해 전위를 셔터 어셈블리(A102)의 로드 앵커들(A210)을 경유하여 로드 빔들(A208)에 추가적으로 또는 선택적으로 인가할 수 있다. 부호 전위 또는 접지 전위인지에 관계없이, 구동 빔들(A212 또는 A214)과 로드 빔들(A208) 사이의 전위차는, 이동면을 횡단하는 셔터 이동을 일으키는 빔들 사이의 정전력을 생성할 것이다.

[0141] 셔터 어셈블리들을 위한 타일링 또는 픽셀 배열들은 정사각형 배열로 제한될 필요는 없다. 밀집한 타일링은 또한 직사각형, 마름모, 또는 육각형 배열들의 픽셀들을 이용하여 이루어질 수 있으며, 이들 모두 비디오 및 컬러

영상 디스플레이들에 이용된다.

[0142] 도 25는, 밀집한 배열들에서의 구경비들을 최대화하고 구동 전압들을 최소화하도록 셔터 어셈블리들을 한 배열의 픽셀들로 타일링하는 바람직한 방법을 도시한다. 도 25는, 영상 픽셀들(A106)을 3개의 일반적 직사각형 셔터 어셈블리들(A102)로부터 형성하도록 기판(A122) 상에 타일링되는 이중 유연 지퍼 전극 작동기-기반 셔터 어셈블리들(A102)의 타일링(A400)을 도시한다. 각각의 픽셀(A106)의 3개의 셔터 어셈블리들(A102)은 독립적이거나 집합적으로 제어될 수 있다.

[0143] 바람직하게는, 셔터 어셈블리들(A102)은, 증가된 필 팩터를 제공하도록 가능한 한 작은 데드 영역(dead area)을 이용하여 서로 가까이 패킹(packing)될 수 있다. 도 25에 도시된 것처럼, 셔터 어셈블리들(A102)의 부분들은 인접한 셔터 어셈블리들(A102)의 부분들 사이의 간극들과 함께 번갈아 포개질 수 있다. 번갈아 포개진 배열의 타일링(A400)은, 요망된다면, 정사각형 배열의 행들 및 열들로 매핑(mapping)될 수 있다. 도시된 바와 같이, 반복되는 일련의 열들(A420a, A420b, 및 A420c)은, 특정 컬러 필터(A111; 예를 들어, 각각 적색, 녹색 및 청색)를 가진 서브-픽셀들과 관련될 수 있다. 또한, 셔터 어셈블리들(A102)의 2개의 번갈아 포개진 행들은 단일 행 전극(A430) 내에 포함된다. 번갈아 포개는 것에 의해, 픽셀들(A106)의 육각형 패킹을 제공할 수 있다.

[0144] 다른 선택적인 실시형태들에서, 디스플레이 장치(A102)는, 영상 픽셀(A106) 당 복수(예를 들어 1 내지 10)의 대응하는 노출면들(A114) 및 대응하는 셔터들(A112)을 포함할 수 있다. 이러한 영상 픽셀(A106)의 상태를 변화시킴에 있어서, 작동되는 작동기들의 개수는 인가되는 전환 전압 또는 전환 전압을 받는 데에 선택되는 행 및 열 전극들의 특정 조합에 의존할 수 있다. 최대 전환 전압과 최소 전환 전압 사이의 도중에 전환 전압들을 제공함으로써, 개구의 부분적인 개방들이 아날로그 방식으로 가능한 실시형태들이 가능하다. 이러한 선택적인 실시형태들은, 예를 들어 공간적 그레이 스케일을 생성하는 향상된 수단을 제공한다.

[0145] 광 변조 배열(A150)의 깔때기들(A152)은, 플라스틱, 유리 또는 UV 양생 에폭시들뿐만 아니라, 아크릴들, 이미드들, 및 아세테이트들과 같은 매우 큰 중합체들로부터 미세-성형되거나, 엠보싱(embossing)되거나, 또는 정밀주조될 수 있다. 미세-성형은, 포토리소그래피와 같은 공제 기술들, 및 역 패턴이 딱딱한 물질로 만들어지고, 실질적으로 양생되거나 경화될 수 있는 표면 상에서 부드러운 물질과 함께 정렬되고 부드러운 물질로 눌려지는 에칭 또는 엠보싱 기술을 포함할 수 있다. 선택적으로, 깔때기들(A152)은, 교차-연결될 수 있거나, 또는 광의 도움으로 교차-연결들이 끊어질 수 있는 많은 중합체들 사이의 노발락(Novalac) 또는 PMMA 또는 폴리이미드(polyimide)와 같은 감광성 물질로 제조될 수 있다. 예를 들어, "플라스틱 대 유리 광학: 팩터즈 투 컨시더(Plastic vs. Glass Optics: Factors to Consider)(파트 오브 에스피아이이 '프리시젼 플라스틱 옵틱스' 쇼트 코스 노우트; part of SPIE 'Precision Plastic Optics' short course note)" 1998년 11월 17일, 알렉스 닝(Alex Ning) 박사; "미세 정밀 주조: 사출 성형 중공부 제조방법", IMECE2005의 의사록, 2005년 11월 5일 내지 11일, 줄리안 엠. 립만(Julian M. Lippmann) 등; "인-플레인, 할로우 마이크로니들즈 비어 중합체 인베스트먼트 몰딩(In-Plane, Hollow Microneedles Via Polymer Investment Molding)", 2005년, 줄리안 엠. 립만 등을 참조한다.

[0146] 일 실시형태에서, 도 26a 내지 26d를 참조하면, 깔때기들(A152)의 배열(A150)은, 단단한 원뿔들(A152) 및 선택적 렌즈 구조들(A157)을 폴리카보네이트, 폴리메틸메타크릴레이트(polymethylmethacrylate), 실리콘계 중합체들(silicone based polymers; PDMS), 또는 폴리이미드, 또는 다른 적합한 물질로부터 성형함으로써, 처음에 형성될 수 있다(예를 들어 도 26a 참조). 그 다음에, 반사층은, 반사벽(A158)을 형성하기 위해 배열(A150)의 하측으로부터 각각의 원뿔(A152)의 외부 하면 상에 코팅될 수 있다(예를 들어 도 26b 참조). 다음으로, 원뿔들(A152)의 하면 상에 코팅된 반사층은 각각의 원뿔의 제 2 광 개구(A154)를 제공하도록 폴리싱된다(예를 들어 도 26c 참조). 선택적으로, 폴리카보네이트, 폴리메틸메타크릴레이트, 실리콘계 중합체들, 또는 폴리이미드, 또는 다른 적합한 물질은, 단일 충전 시트 내로 형성되도록 원뿔들(A152) 사이의 백필(backfill; A155)로서 제공될 수 있다(예를 들어 도 26d 참조). 원뿔들(A152), 렌즈들(A157), 및 덮개 시트(A109) 모두가 하나의 층 내에 형성되는 실시형태에서, 필터 배열들(A111)은 예를 들어 각각의 원뿔(A152)의 제 2 광 개구(A154)에 형성될 수 있다.

[0147] 선택적으로, 또 다른 실시형태에서, 도 27a 내지 27c를 참조하면, 중공 깔때기들(A152)의 형태의 함몰부들의 배열은, 예를 들어 노발락 또는 PMMA 또는 많은 중합체들 중의 폴리이미드와 같은 감광성 물질(A155)의 시트(A153) 내에서 형성될 수 있다(예를 들어 도 27a 참조). 그 다음에 반사 물질은 반사벽(A158)을 형성하도록 각각의 함몰부의 내부 상에 코팅될 수 있다(예를 들어 도 27b 참조). 다음으로, 시트(A153)의 바닥은, 중공 깔때기들(A152)의 바닥에서 광 개구, 제 2 광 개구(A154)를 형성하도록 폴리싱될 수 있다(예를 들어 도 27c 참조). 마지막으로, 그리고 선택적으로, 폴리카보네이트, 폴리메틸메타크릴레이트, 실리콘계 중합체들, 또는 폴리이

미드, 또는 다른 적합한 물질은, 단일 충전 시트 내로 형성되도록 원뿔들(A152) 사이의 백필(A159)로서 제공될 수 있다(예를 들어 도 27c 내의 점선들에 의해 둘러싸인 영역 참조). 본 방법의 선택적인 실시형태에서, 함몰부들은 시트(A153)의 전체에 걸쳐서 구멍이 뚫리어, 반사 물질이 중공 깔때기들(A152)의 끝에 모이는 것을 방지함으로써, 제 2 광 개구(A154)를 형성하기 위해 물질을 제거할 필요를 없앤다.

[0148] 도 28은, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 장치가 반사형 디스플레이 장치(A1010)로서 실시될 때 디스플레이 장치(A10)의 추가적인 특징들을 도시하는 도 22의 하나의 결합된 셔터, 깔때기, 및 픽셀 어셈블리들의 부분 등각투영도이다. 반사 디스플레이 장치(A1010)는 반사 셔터 어셈블리들(A1102)의 배열을 포함하는 반사 광 변조 배열을 사용하여 이용될 수 있다. 반사 셔터 어셈블리(A1102)는 주변 광원(A107)으로부터 생기는 주변 광(예를 들어, 전형적인 주변 광 빔(A702))을 필터 배열층(A111) 및 덮개 시트(A109)를 통하여 뷰어를 향하여 반사한다(도면의 간명함을 위하여, 렌즈(A157)를 포함하는, 층(A111) 및 시트(A109)의 부분들은 도 28에 도시되지 않음).

[0149] 반사 셔터 어셈블리(A1102)는 도 22 내지 25의 셔터 어셈블리(A102)와 실질적으로 동일한 형태를 가질 수 있다. 적어도 셔터들(A1112a 및 A1112b)의 전면을 포함하여, 뷰어를 마주보는 반사 셔터 어셈블리(A1102)의 최전방층은, 광 흡수막(A1152)으로 코팅된다. 그러므로 셔터(A1112)가 폐쇄될 때, 반사 셔터 어셈블리(A1102) 상에 깔때기(A152)에 의해 집중된 광(A702)은 박막(A1152)에 의해 흡수된다. 셔터(A1112)가 (도 28에 도시된 것처럼) 적어도 부분적으로 개방될 때, 반사 셔터 어셈블리(A1102) 상에 집중된 광(A702)의 적어도 일부분은, 반사 빔(A703)으로서 깔때기(A152)를 통하여 뷰어를 향하여 층(A1118)의 노출된 반사면(A1015)(즉, 노출면(A1114))에서 반사한다. 반사면(A1015)은 약 50%의 반사율을 가진다. 예를 들어, 반사면(A1015)은 70%, 85%, 92%, 96% 또는 그 이상의 반사율을 가질 수 있다. 기판이 평탄해지고 금속 입자가 미세해질수록, 반사율이 높아진다. 평탄한 표면들은 플라스틱을 평탄벽 형태로 성형함으로써 얻어질 수 있다. 불순물이 없는 미세 입자 금속 박막들은, 스퍼터링, 이베포레이션, 이온 도금, 레이저 절제, 또는 화학 기상 증착을 포함하는 다수의 기상 증착 기술들에 의해 형성될 수 있다. 이러한 반사에 효과적인 금속들은 Al, Cr, Au, Ag, Cu, Ni, Ta, Ti, Nd, Nb, Rh, Si, Mo, 및/또는 이들의 임의의 합금들 또는 조합들을 포함하고, 이에 제한되지 않는다.

[0150] 선택적으로, 반사면(A1015)은 유전 거울과 같은 거울로 형성될 수 있다. 유전 거울은 높은 굴절 물질과 낮은 굴절 물질이 교대로 번갈아 바뀌는 유전 박막들의 스택으로서 제조된다. 입사 광의 일부분은 굴절율이 변화하는 각각의 계면으로부터 반사된다. 유전층들의 두께를 파장의 분수 또는 배수로 제어하고 복수의 평행 계면들로부터의 반사들을 추가함으로써, 98%를 초과하는 반사율을 가진 전반사면을 생성할 수 있다. 일부 유전 거울들은 99.8%보다 큰 반사율들을 가진다. 유전 거울들은, 가시광선 범위 내의 예정된 범위의 파장들을 허용하고 예정된 범위의 입사각들을 허용하도록 맞춤제작될 수 있다. 이러한 조건들 하에서 99%를 초과하는 반사율들은, 제조자가 유전 박막 스택들 내의 평탄도를 제어할 수 있는 한 가능하다. 스택들은, 예를 들어 약 20개 내지 약 500개의 박막들을 포함할 수 있다. 선택적으로, 셔터(A1112)의 전면이 반사막으로 덮여질 수 있는 반면에, 층(A1118)은 흡수막으로 덮여질 수 있다. 이러한 방식으로, 셔터(A1112)가 적어도 부분적으로 폐쇄될 때에만, 광은 깔때기(A152)를 통하여 뷰어로 반사된다.

[0151] 반사면(A1015)은 섬광을 업스트럭팅하기 위한 확산성을 제공하도록 거칠어질 수 있다. 이러한 거칠어짐은, 기계적, 화학적, 또는 증착 과정들을 포함하는 여러 개의 과정들 중 하나에 의해 행해질 수 있다. 반사면이 거칠어지면 반사 광이 다양한 각도들에서 깔때기(A152)로 산란되고, 다양한 각도들에서 확산 빔들(A703')로서 뷰어를 향하여 산란되도록 함으로써, 더 넓은 시야 각도들을 생성하고 반사에 대한 확산(램버시안; Lambertian)비를 증가시킨다.

[0152] 흡수막(A1152)은 예를 들어 금속막으로 형성될 수 있다. 대부분의 금속막들은 광의 특정 부분을 흡수하고 나머지를 반사한다. 광 흡수에 효과적인 일부 금속 합금들은, MoCr, MoW, MoTi, MoTa, TiW, 및 TiCr을 포함하고, 이에 제한되지 않는다. 거친 표면들을 가진 이상의 합금들 또는 Ni 및 Cr과 같은 단일 금속들로 형성된 금속막들은 광 흡수에 효과적이다. 이러한 박막들은 높은 가스압들(20 mtorr를 초과하는 스퍼터링 분위기들)에서의 스퍼터 증착에 의해 생성될 수 있다. 거친 금속막들은, 또한 열 소결이 뒤따르는, 금속 입자들의 분산의 액체 스프레이 또는 플라즈마 스프레이 사용에 의해 형성될 수 있다. 그 다음에 유전층(A404)과 같은 유전층은 금속 입자들의 쪼개짐 또는 박리를 방지하기 위해 추가된다.

[0153] 비결정 또는 다결정 Si, Ge, CdTe, InGaAs, 콜로이드 흑연과 같은 반도체 물질들 및 SiGe와 같은 합금들은, 또한 광 흡수에 효과적이다. 이러한 물질들은, 박막을 통한 광의 전송을 방지하기 위해 500 nm를 초과하는 두께들을 가진 박막들 내에 증착될 수 있다. CuO, NiO, Cr_2O_3, AgO, SnO, ZnO, TiO, Ta_2O_5, MnO_3, CrN, TiN, 또는 TaN

을 포함하며 이에 제한되지 않는 산화 또는 질화 금속은 또한 광 흡수에 효과적일 수 있다. 산화물들이 스퍼터링 또는 이베포레이션에 의해 비화학양론으로 준비되거나 증착된다면 - 특히 증착 처리가 격자에서의 산소의 부족을 일으킨다면, 이러한 산화물들 또는 질화물들의 흡수가 향상된다. 반도체들과 같이, 산화 금속은, 박막을 통한 광의 전송을 방지하기 위해 500 nm를 초과하는 두께들로 증착되어야 한다.

[0154] 서멧(cermet)들로 불리는 물질들이 또한 광 흡수에 효과적이다. 서멧들은 전형적으로 산화 또는 질화 매트릭스 내에 떠 있는 작은 금속 입자들의 혼합물들이다. 실시예들은, Cr_2O_3 매트릭스 내의 Cr 입자들 또는 SiO_2 매트릭스 내의 Cr 입자들을 포함한다. 매트릭스 내에 떠 있는 다른 금속 입자들은 Ni, Ti, Au, Ag, Mo, Nb, 및 탄소일 수 있다. 다른 매트릭스 물질들은 TiO_2, Ta_2O_5, Al_2O_3, 및 Si_3N_4를 포함한다.

[0155] 적합한 박막 물질들 사이의 광의 상쇄 간섭을 이용하여 다층 흡수 구조들을 생성할 수 있다. 전형적인 실시형태는, 적합한 반사율의 금속과 함께 산화물 또는 질화물의 부분 반사층을 포함한다. 산화물은, CrO_2, TiO_2, Al_2O_3 또는 SiO_2와 같은 산화 금속, 또는 Si_3N_4와 같은 질화물일 수 있고, 금속은 Cr, Mo, Al, Ta, Ti와 같은 적합한 금속들일 수 있다. 일 실시형태에서, 기판으로부터 진입하는 광의 흡수를 위해, 10 내지 500 nm 범위의 산화 금속 박막은 10 내지 500 nm 두께의 금속층이 뒤따르는 기판(A402)의 표면 상에 처음으로 증착된다. 또 다른 실시형태에서, 기판의 대향하는 방향으로부터 진입하는 광의 흡수를 위하여, 금속층이 처음에 증착되고 산화 금속의 증착이 이어진다. 양쪽의 경우들에서, 이중층 스택의 흡수율은, 산화층의 두께가 산화층의 굴절율에 의해 분할된 0.55 마이크론의 1/4와 실질적으로 같도록 선택되는 경우, 최적화될 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 금속층은 계산된 두께의 적합한 산화층이 뒤따르는 기판 상에 증착된다. 그 다음에, 금속막은, 얇은 금속이 부분적으로만 반사하도록 산화물의 상면 상에 (0.02 마이크론보다 더 작은 두께로) 증착된다. 금속층으로부터의 부분적 반사는 기판 금속층으로부터의 반사와 상쇄적으로 간섭함으로써 블랙 매트릭스 효과를 생성한다. 흡수는, 산화층의 두께가 산화층의 굴절율에 의해 분할된 0.55 마이크론의 1/4와 실질적으로 같도록 선택되는 경우, 최대가 된다.

[0156] 도 29는, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 반투과형 디스플레이의 부분(A2010)의 부분 등각투영 단면도이다. 반투과형 디스플레이 장치(A2010)는 반사형 디스플레이 장치(A10)와 유사하지만, 반투과형 디스플레이 장치는, 후광(A105)으로부터 방출된 투과된 광과 반사된 주변 광의 조합으로부터 영상들을 형성한다. 반투과형 디스플레이 장치(A2010)는, 영상을 형성하도록 후광(A105)에 의해 방출된 광(예를 들어, 전형적 후광 빔(A801)) 및 주변 광원(A107)으로부터 필터 배열층(A111)과 커버 시트(A109)를 통하여 뷰어를 향하여 발생된 주변 광(예를 들어, 전형적인 주변 광 빔(A802))을 변조하기 위해 반투과형 셔터 어셈블리들(A2102)의 배열을 포함하는 반투과형 광변조 배열을 이용하여 사용될 수 있다(렌즈(A157)를 포함하는, 층(A111)의 부분들 및 시트(A109)는 도면의 간명함을 위해 도 29에 도시되지 않음).

[0157] 반투과형 셔터 어셈블리(A2102)는 도 22 내지 25의 셔터 어셈블리(A102)와 실질적으로 같은 형태를 취할 수 있다. 그러나 어셈블리(A2102)의 층(A2118)은, 노출면(A2114)을 집합적으로 형성하도록 폐쇄된 셔터(A2112)의 위치 밑에 반사면(A2015), 및 반사면(A2015)을 통하여 에칭된 하나 이상의 투과 개구들을 포함한다. 약 2 내지 약 20 마이크론의 크기를 가진 반사면(A2015)의 적어도 일부분은, 폐쇄된 셔터(A2112)의 위치 밑에 남아 있다. 셔터들(A2112a 및 A2112b)의 적어도 전면을 포함하는, 뷰어를 마주보는 반투과형 셔터 어셈블리(A2102)의 최전방층은 광 흡수막(A2152)으로 코팅되어 있다. 그러므로 셔터(A2112)가 폐쇄될 때, 반투과형 셔터 어셈블리(A2102)에 깔때기(A152)에 의해 집중된 주변 광(A802)은 박막(A2152)에 의해 흡수된다. 게다가, 셔터 어셈블리(A2112)가 폐쇄될 때, 노출면(A2114) 내의 투과 개구(A2018)를 통한 광의 투과가 차단된다. 투과 개구들(A2018)과 비교하여 노출면(A2114)의 노출된 반사면(A2015)의 크기가 더 클수록 반사가 더 많이 이루어지고, 주변 광원(A107)으로부터 생긴 주변 광은 뷰어를 향하여 직접 실질적으로 반사된다. 그러나 표면(A1015)과 관련하여 이상에서 기술된 것처럼, 반사면(A2015)은, 섬광을 방지하며 디스플레이(A2010)의 시야각을 확장하기 위해 확산성을 제공하도록 거칠어질 수 있다.

[0158] 노출면(A2114) 상의 투과 개구들(A2018) 속에 위치된 하나 이상의 노출된 반사면(A2015)에 주변 광(A802)을 집중시키도록 디자인된 깔때기들(A152)과 함께, 주변 광(A802)의 일부분은 반투과형 셔터 어셈블리(A2102)의 개구들(A2018)을 통과할 수 있다. 반투과형 셔터 어셈블리(A2102)가 광 공동들 및 광원들을 가지는 공간적 광 변조기 내로 실장될 때, 개구들(A2018)을 통과하는 주변 광(A802)은 광 공동에 진입하고, 후광(A105)에 의해 안내된 광(A801)과 함께 재생된다. 선택적인 반투과형 셔터 어셈블리들에 있어서, 노출면 내의 투과 개구들은 반-반사-반투과 물질로 적어도 부분적으로 채워지거나, 또는 선택적으로 전체 노출 영역(A2114)은, 전체 노출 영역의 일

부분이 반사형 및 투과형으로 형성되는 것처럼 같은 효과를 달성하도록 반투과 반-반사 물질로 형성될 수 있다.

[0159] 도 30은, 본 발명의 예시적 실시형태에 따른, 투과형 디스플레이 장치(A3010)의 일부분의 부분 등각투영 단면도이다. 디스플레이 장치(A10 및 A2010)와 같이, 투과형 디스플레이 장치(A3010)는 셔터 어셈블리들(A3102)의 배열 및 집광기들의 배열을 포함한다. 이전에 기술된 디스플레이 장치(A10 및 A2010)와 비교하여, 디스플레이 장치(A3010) 내에서, 광 변조기들의 배열은 집광기들의 배열과 뷰어 사이에 위치해 있다. 투과형 셔터 어셈블리들(A3102)은 뷰어를 향하여 후광(A105)에 의해 방출된 광(예를 들어, 전형적인 후광 빔(A901))을 변조한다. 컬러 필터층(A111) 및 덮개 시트(A109)는 도면의 간명함을 위하여 도 30에 도시되어 있지 않다. 필터들(A111)은, 디스플레이 장치(A3010) 내의, 후광과 디스플레이 장치(A3010)의 전방 사이의 임의의 위치에 위치할 수 있다.

[0160] 투과형 셔터 어셈블리(A3102)는 도 22 내지 25의 셔터 어셈블리(A102)와 실질적으로 같은 형태를 가질 수 있다. 그러나 어셈블리(A3102)의 층(A3118)은, 노출면(A3114)을 형성하기 위해 폐쇄된 셔터(A3112)의 위치 밑에 투과면(A3018)을 포함한다. 셔터들(A3112a 및 A3112b)의 적어도 전면을 포함하는, 뷰어를 마주보는 투과형 셔터 어셈블리(A3102)의 최전방층은 광 흡수막(A3152)으로 코팅되어 있다. 그러므로 셔터(A3112)가 폐쇄될 때, 주변 광(A902)은 박막(A3152)에 의해 흡수되고 뷰어를 향하여 반사되지 않는다. 셔터(A3112)가 (도 30에 도시된 것처럼) 적어도 부분적으로 개방되어 있을 때, 투과형 셔터 어셈블리(A3102)는, 후광 빔들(A901)의 적어도 일부가 투과면(A3018)(즉, 노출면(A3114))을 통하여 뷰어를 향하여 진행하는 것을 허용함으로써 영상의 형성에 기여한다. 후광으로부터의 빗나간 광이 광 변조 배열을 통하여 변조되도록, 추가적 광 블로킹 영역이 투과 개구(A3114)의 주변에 사용될 수 있다.

[0161] 도시된 것처럼, 광 집중 배열(A150)의 깔때기(A152)는, 제 1 광 개구(A156)에 진입하는 후광 빔들(A901)을 제 2 광 개구(A154)를 통하여 투과 셔터 어셈블리(A3102)의 투과 영역(즉, 노출면(A3114)의 투과면(A3018))에 집중하도록 셔터 어셈블리(A3102)와 후광(A105) 사이에 형성된다. 그러므로 깔때기들(A152)의 구성을 이용한 디스플레이 장치(A3010) 내의 투과형 셔터 어셈블리(A3102)의 배열들의 사용은, 디스플레이 장치의 변조면(즉, 노출면(A3114))에 집중되는 후광(A105)으로부터 영상 형성 광(즉, 후광 빔들(A901))의 부분을 증가시킨다. 광 깔때기들(A152)의 배열은, 분리된 반사층의 필요를 제거하면서, 후광 내의 광 재생을 제공하도록 후광을 위한 전방 반사층으로서 기능을 할 수 있다. 광이 표면(A3114)으로 진행하기에 힘든 각도에서 깔때기들에 진입하는 광은, 탈출하기에 용이한 각도에 도달할 때까지, 재생을 위해 광 깔때기들로부터 후광으로 도로 반사될 것이다.

[0162] 본 발명의 광 집중 배열들을 이용하는 디스플레이들을 위한 장치들 및 방법들이 반사 광 깔때기들(예를 들어, 깔때기들(A152))의 배열을 이용하는 것처럼 기술될지라도, 본 발명은, 또한 디스플레이의 명암비를 최대화하도록, 이용가능한 영상 형성 광을 광 변조기들의 배열 상에 집중하기 위한, 다른 유형들의 광 요소들(즉, 깔때기들이 아님)의 광 집중 배열들을 이용하는 디스플레이들을 위한 장치들 및 방법들과 관련되어 있다. 이것은, 각각의 반사 광 깔때기(A152)를 높은 수치의 f-넘버 개구 렌즈로 대체함으로써, 이전에 기술된 디스플레이 장치 실시형태들을 이용하여 달성될 수 있다. 예를 들어, 도 23에 도시된 렌즈(A157)와 유사한 높은 구경 렌즈는, 본 발명의 선택적인 실시형태에 따라서, 배열(A150) 내에서 원뿔들(A152) 없이 이용될 수 있다. 또한, 본 명세서에서 기술된 많은 실시형태들이 렌즈(A157)와 광 깔때기들(A152) 모두를 이용하고 있지만, 렌즈는 많은 실시형태들에서 선택적이다.

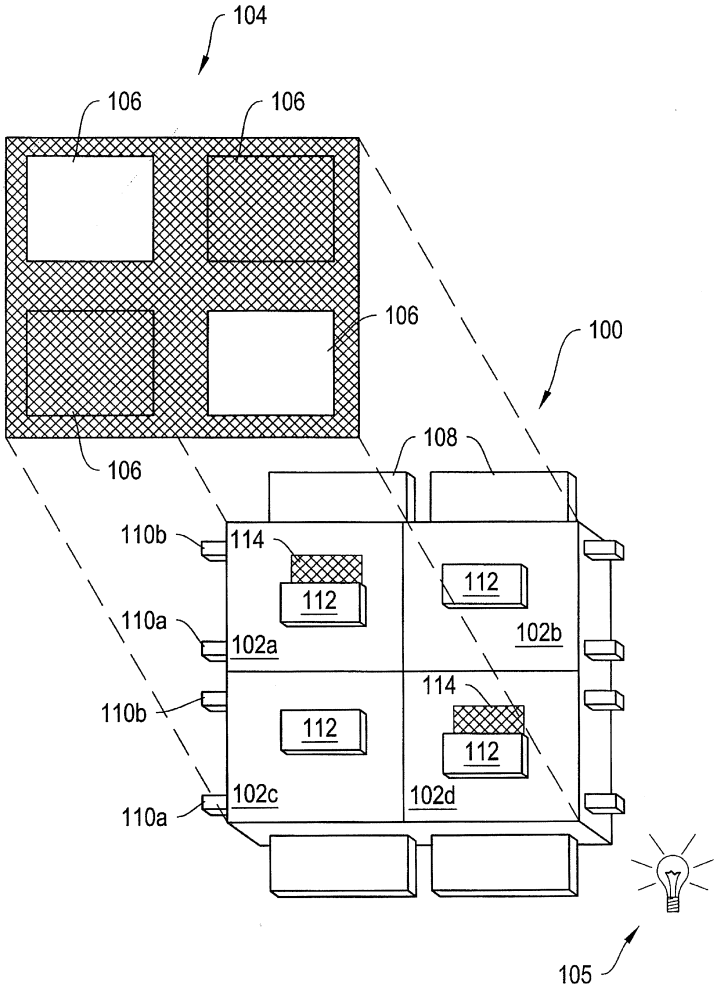
산업상 이용가능성

[0163] 당업자라면, 본 명세서에서 기술된 실시형태들에 대한 많은 균등물들을 단지 일상적인 실험을 이용하여 확인할 수 있다. 따라서, 본 발명은 본 명세서에 기술된 실시형태들에 제한되지 않지만, 법의 허용 하에 넓게 해석되는 다음의 청구범위로부터 이해된다.

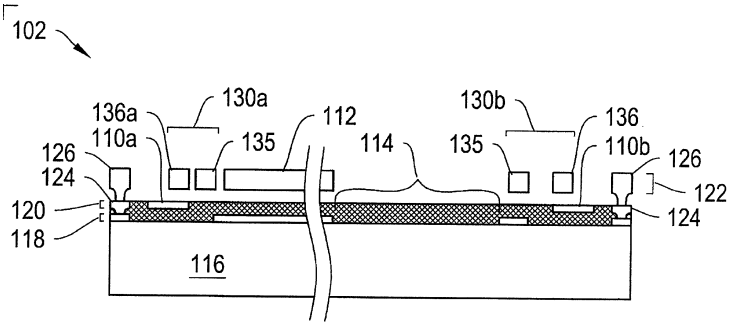
[0164] 본 발명은, 본 발명의 사상 또는 본질적 특성으로부터 벗어나지 않는 다른 특정 형태들에서 실시될 수 있다. 그러므로 본 실시형태들은 본 발명을 제한하는 것이 아니라 예시하는 것에 지나지 않는다.

도면

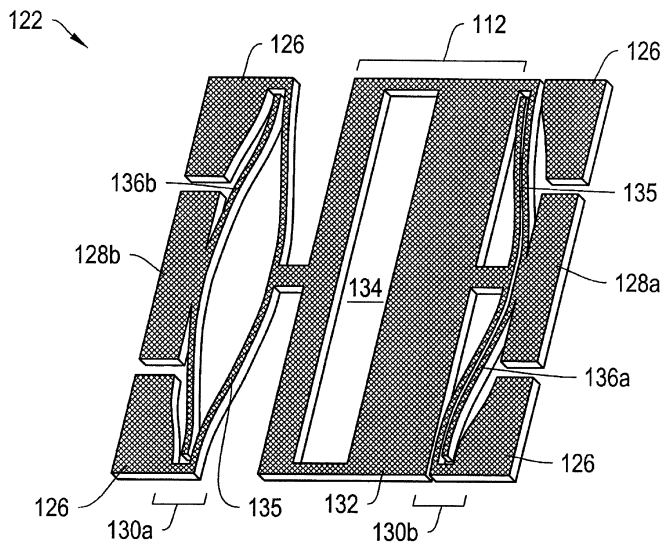
도면1a


104
106
106
106
100
106
108
110b
114
112
112
110a
102a
102b
110b
114
112
112
102c
102d
110a
105

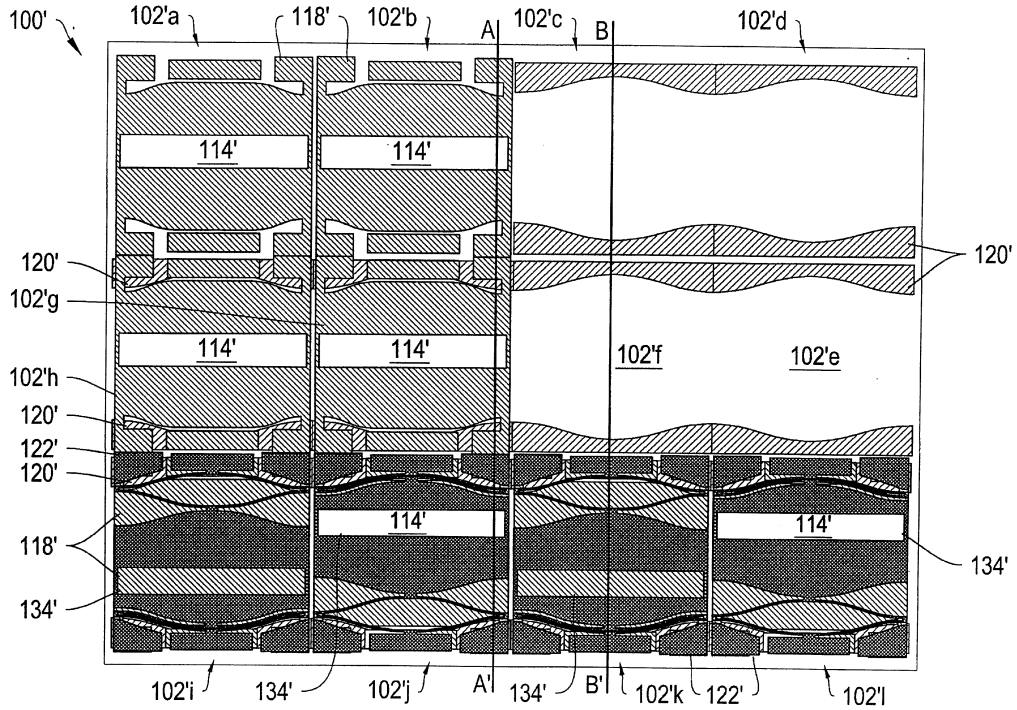
도면1b


102
136a
110a
130a
135
112
114
130b
135
136
110b
126
124
126
122
120
124
118
116

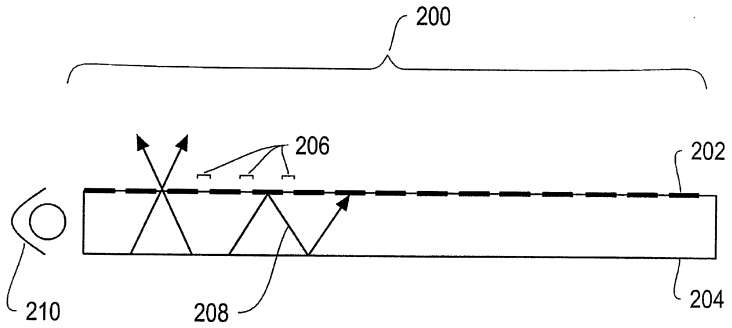
도면1c


122
126
112
126
136b
135
128b
134
128a
136a
126
126
135
132
130a
130b

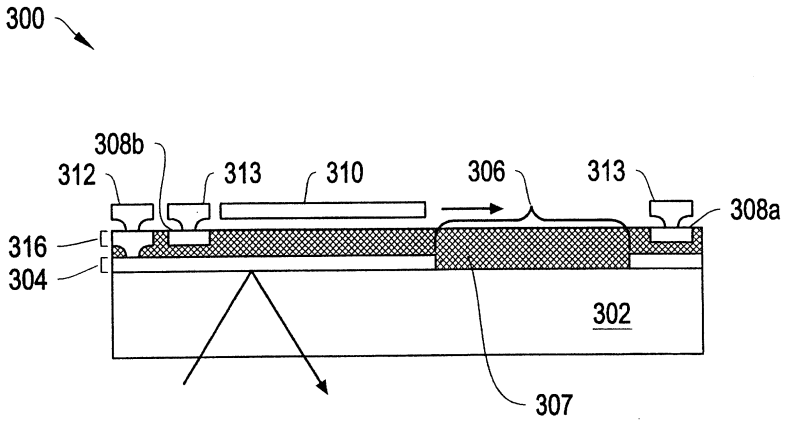
도면1d


100'
102'a
118'
102'b
A
102'c
B
102'd
114'
114'
120'
120'
102'g
114'
114'
102'f
102'e
102'h
120'
122'
120'
114'
114'
118'
134'
134'
102'i
134'
102'j
A'
134'
B'
102'k
122'
102'l

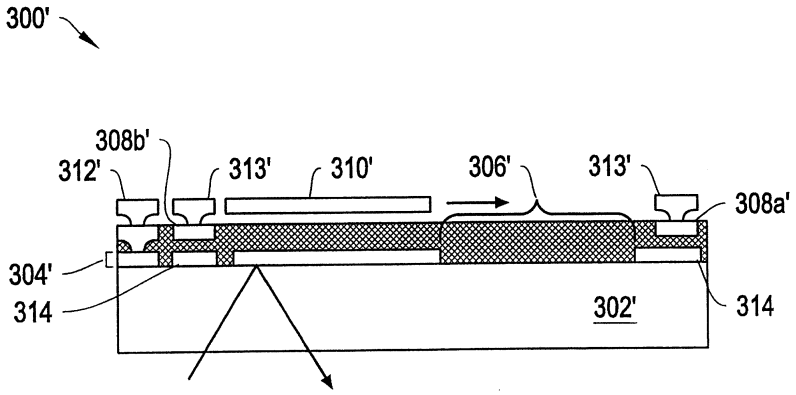
도면2



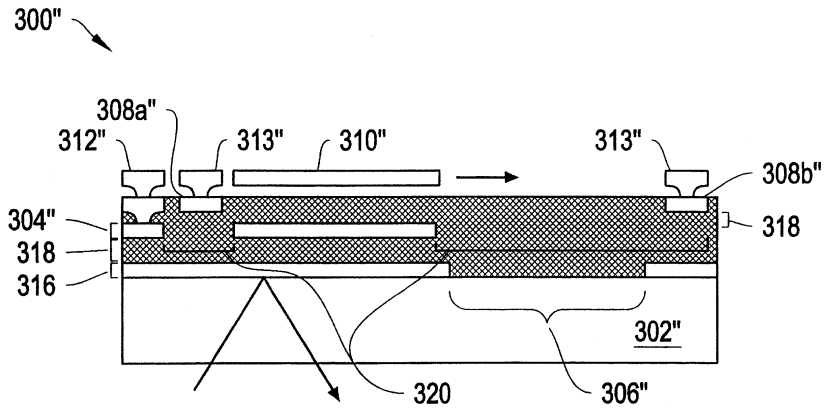
도면3a



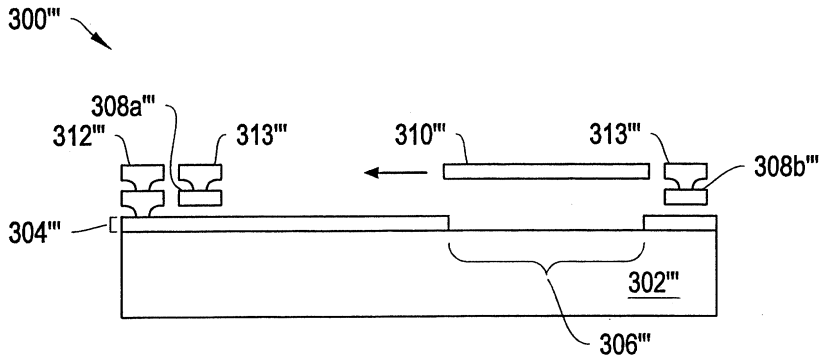
도면3b



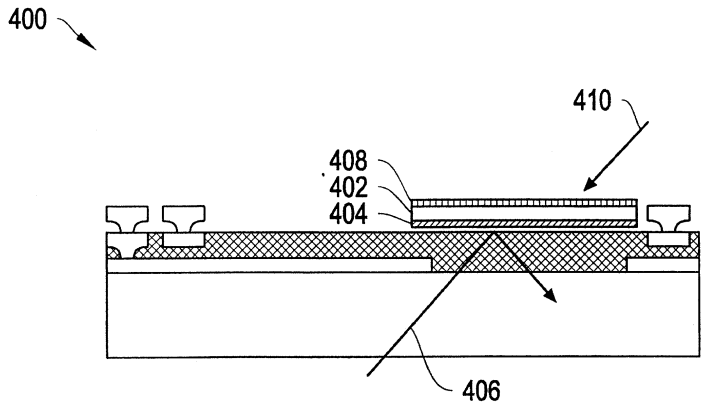
도면3c



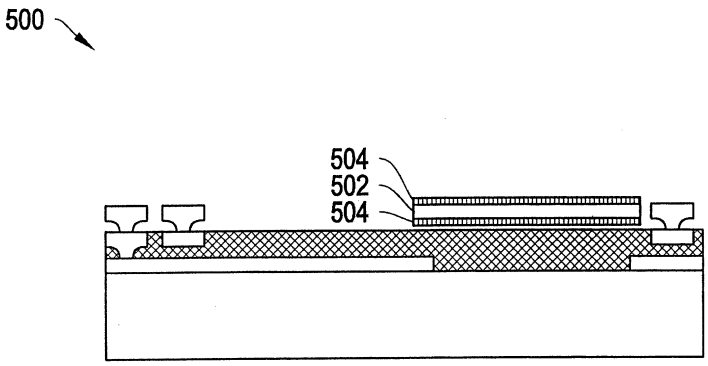
도면3d



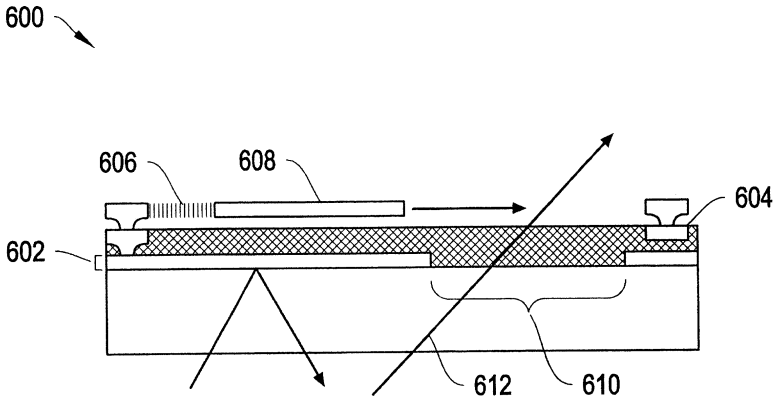
도면4



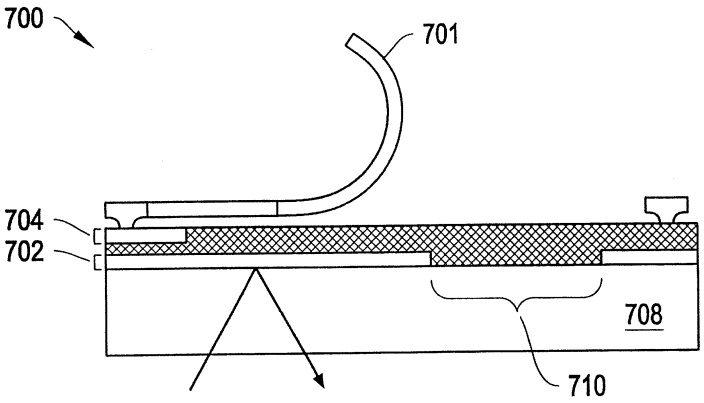
도면5


500
504
502
504

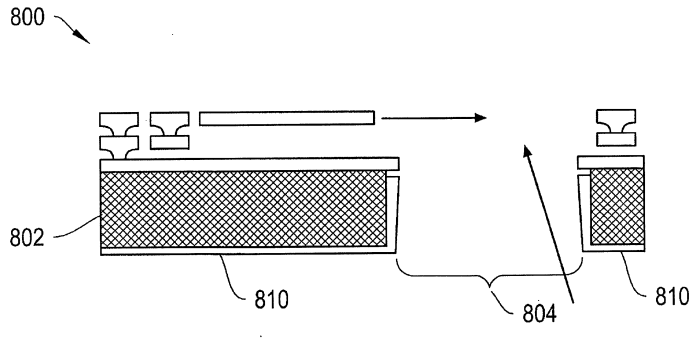
도면6


600
606
608
604
602
612
610

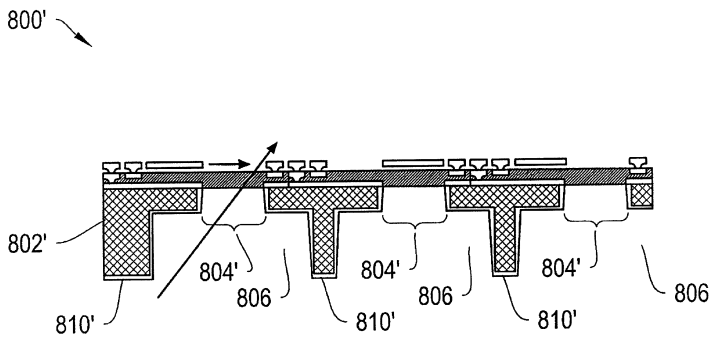
도면7


700
701
704
702
708
710

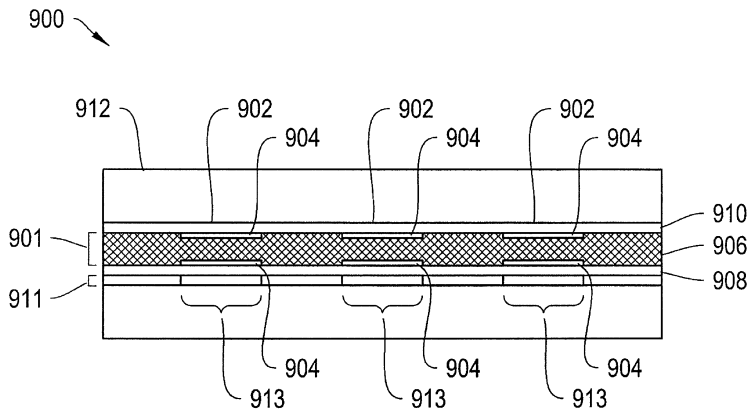
도면8a



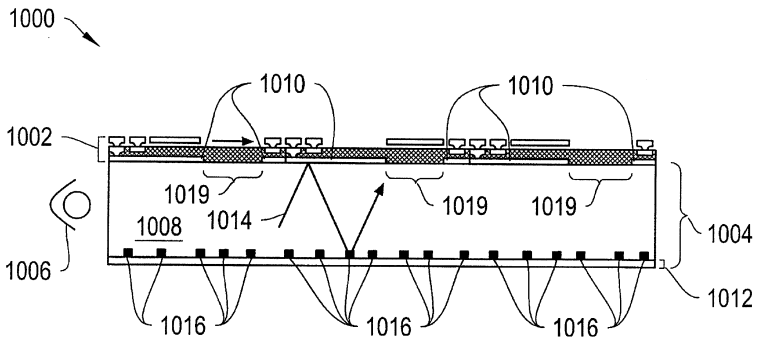
도면8b



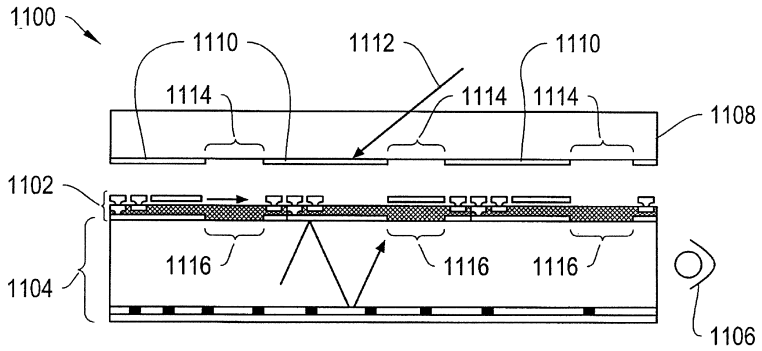
도면9



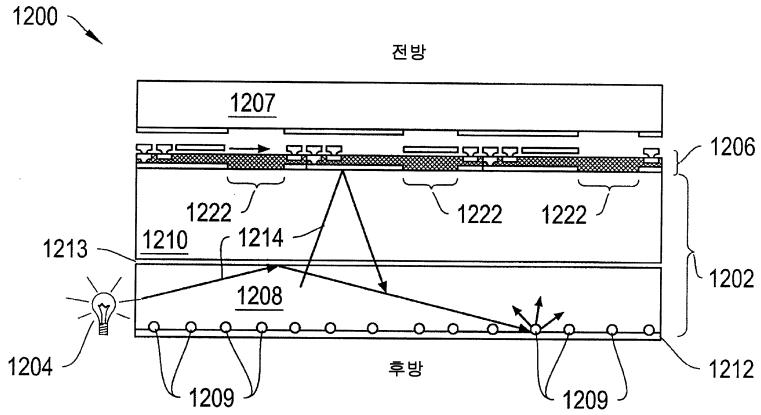
도면10



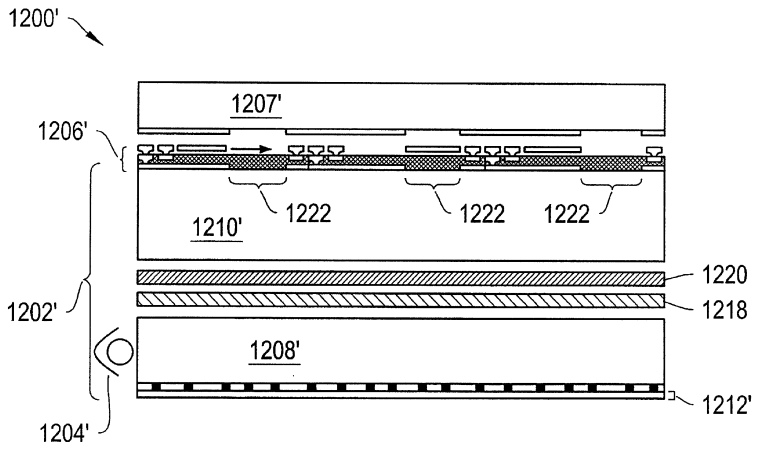
도면11



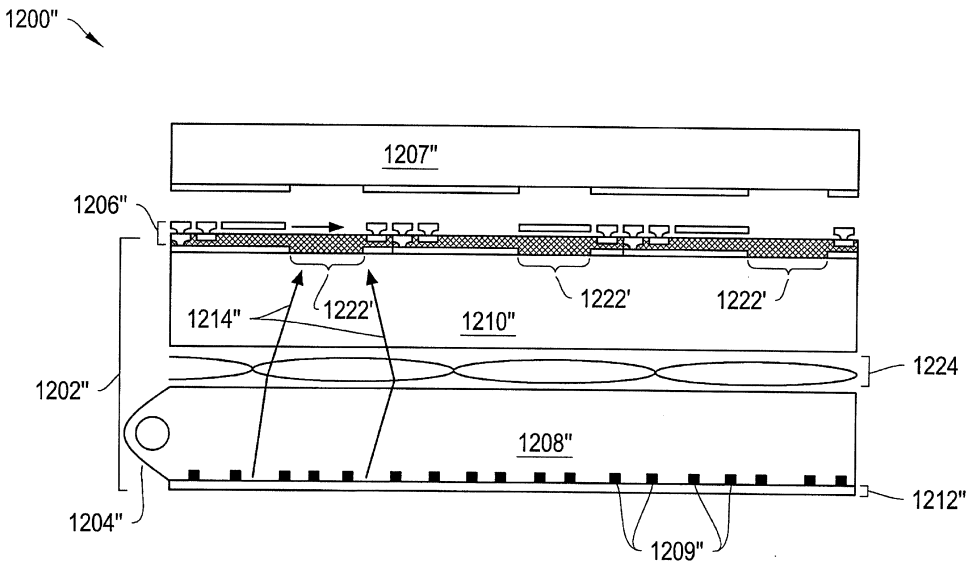
도면12a



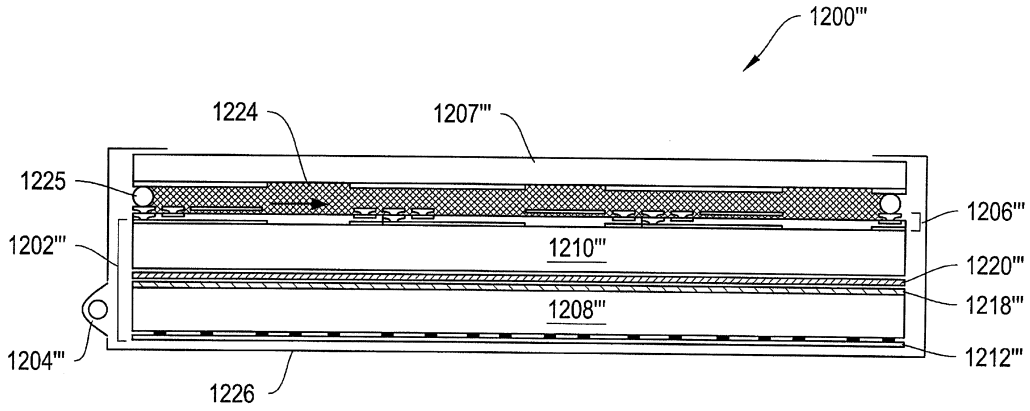
도면12b



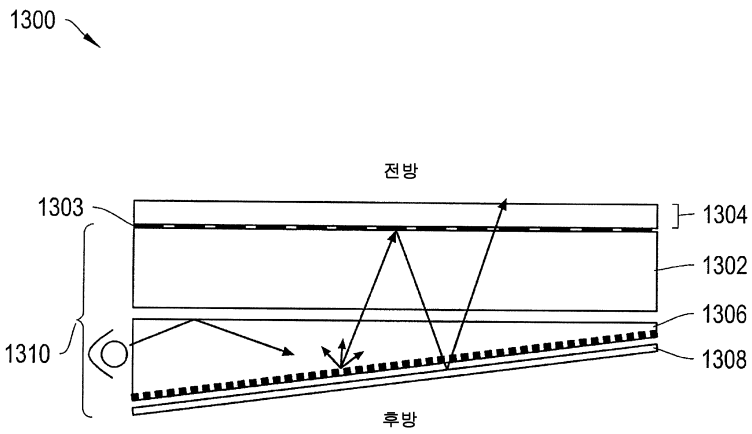
도면12c



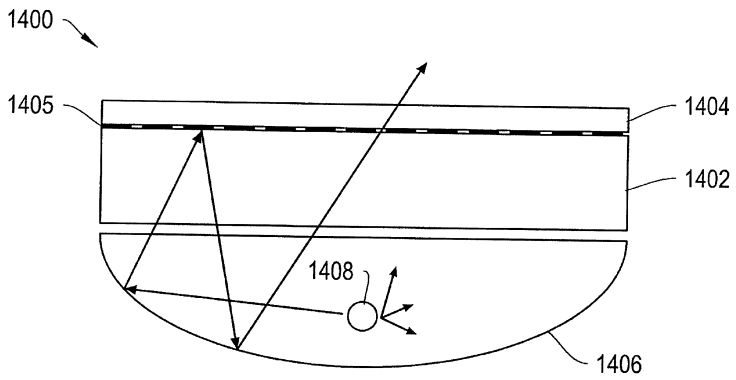
도면12d



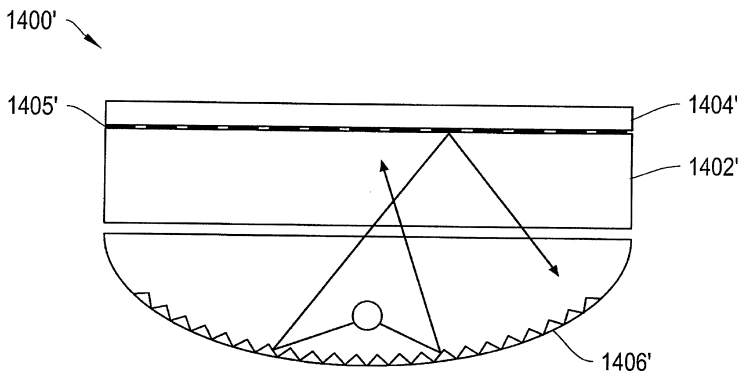
도면13



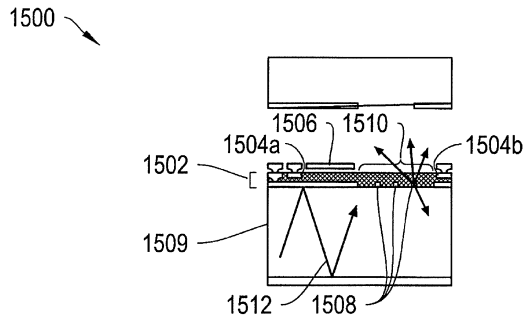
도면14a



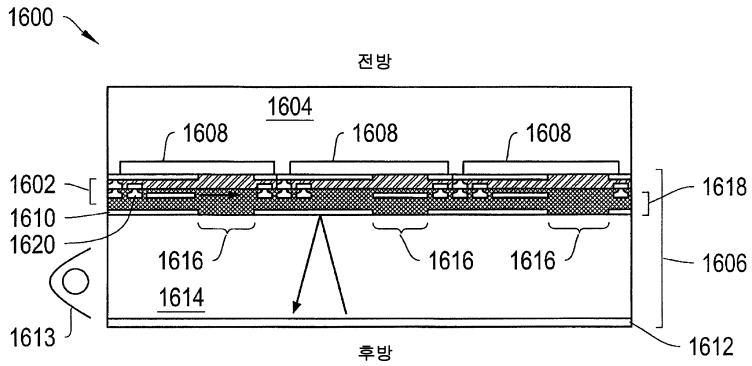
도면14b



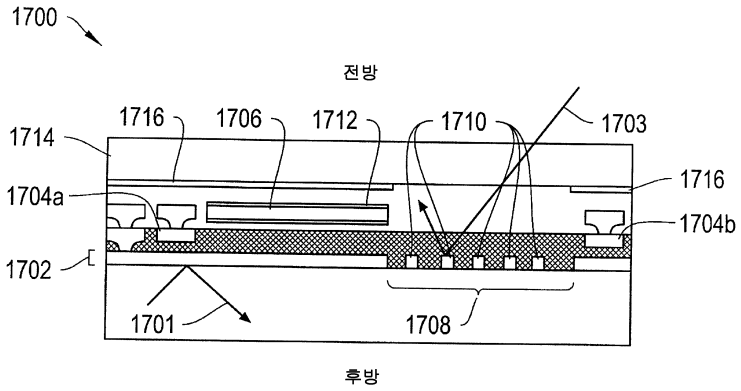
도면15



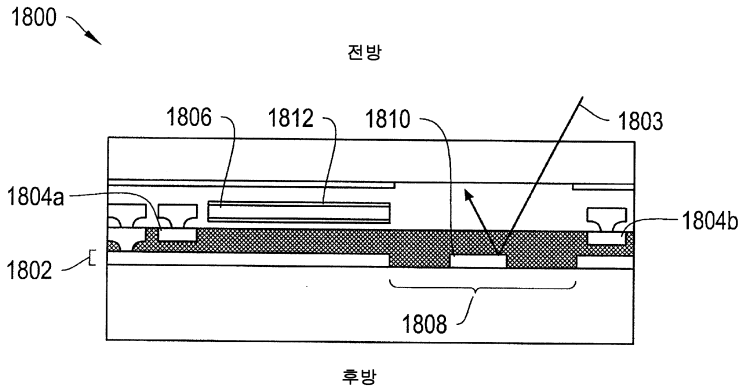
도면16



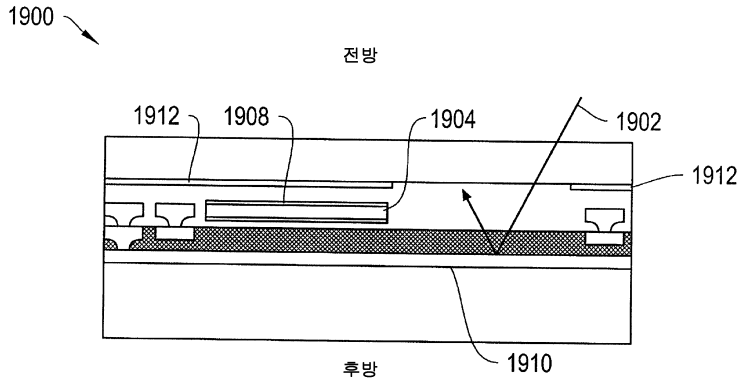
도면17



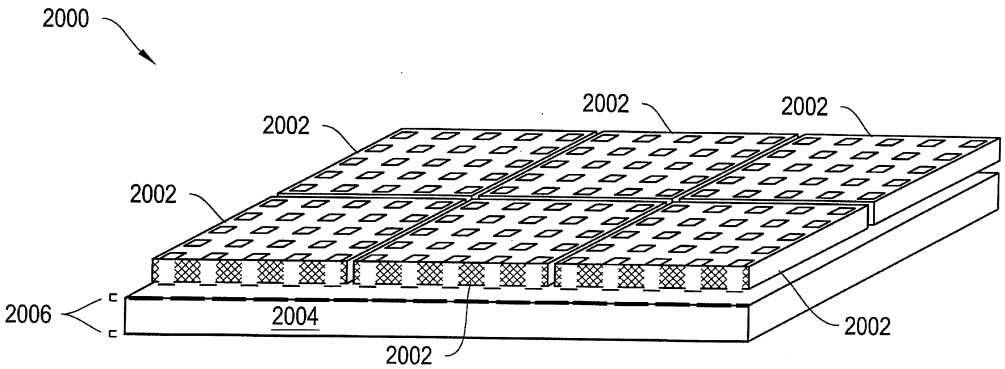
도면18



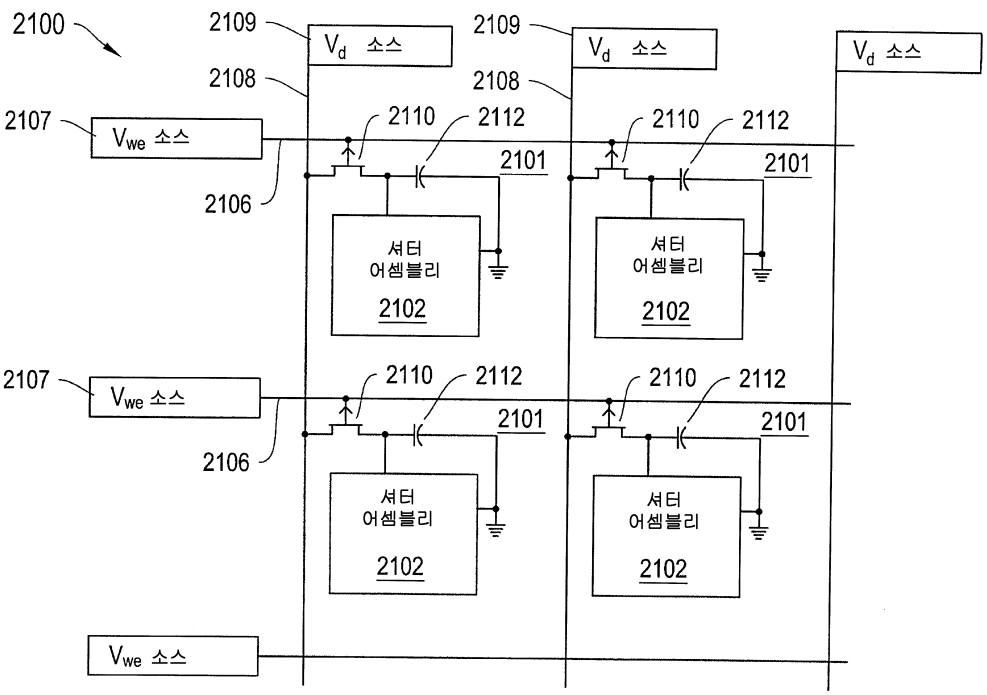
도면19



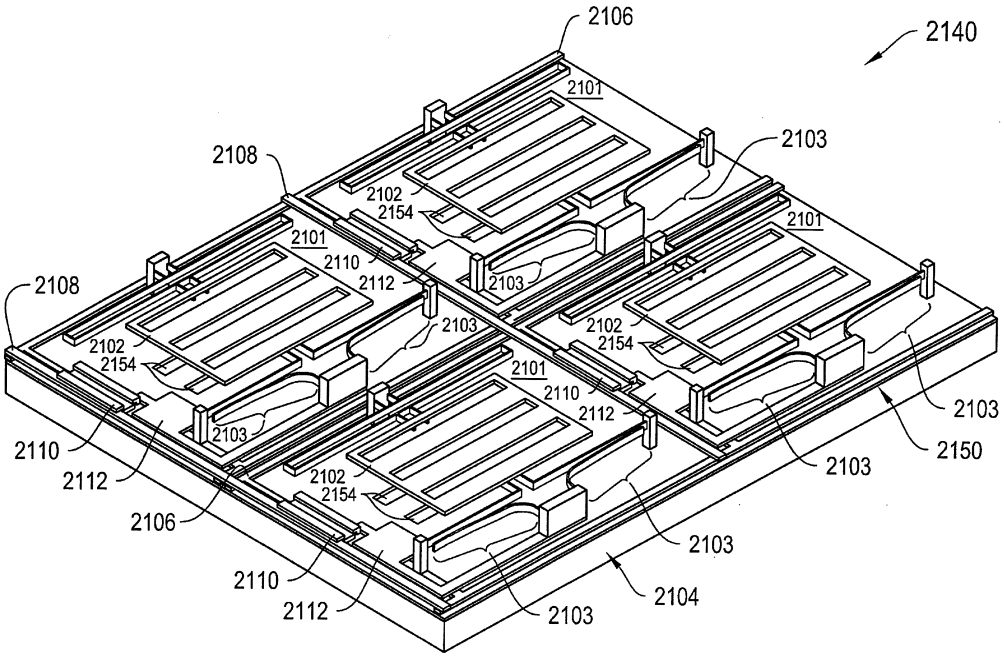
도면20



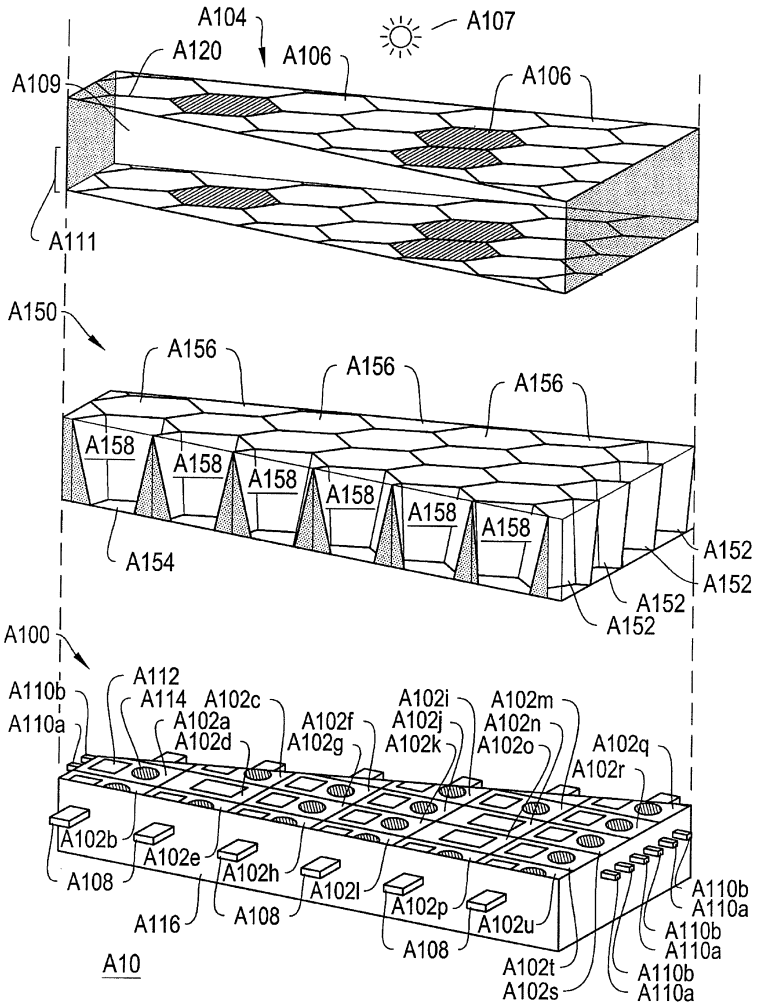
도면21a


2100
2109
V_d 소스
2108
2107
V_{we} 소스
2110
2112
2101
2106
셔터
어셈블리
2102

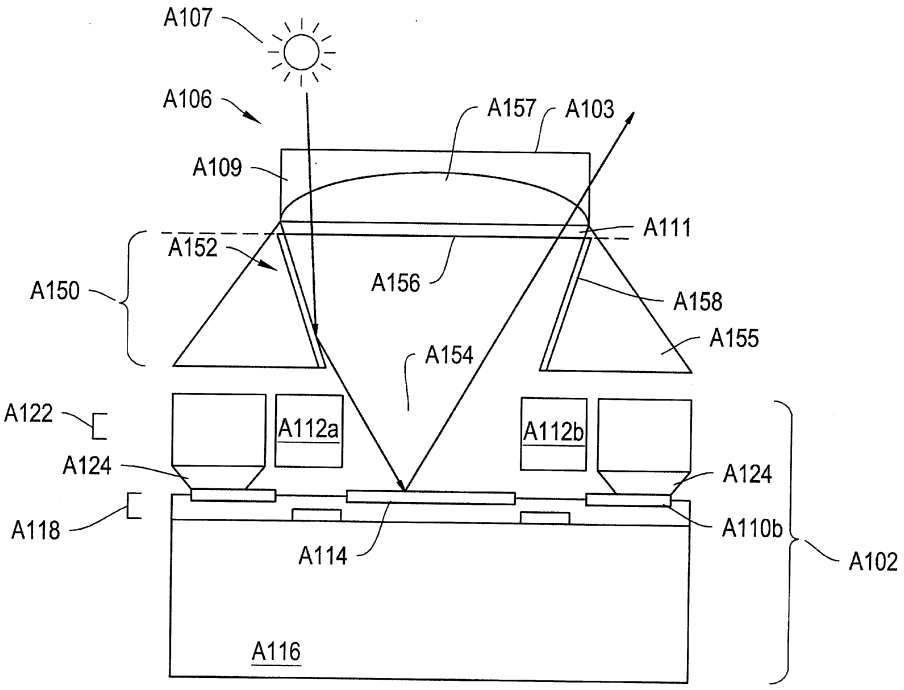
도면21b


2106
2140
2101
2103
2108
2102
2154
2110
2112
2150
2104

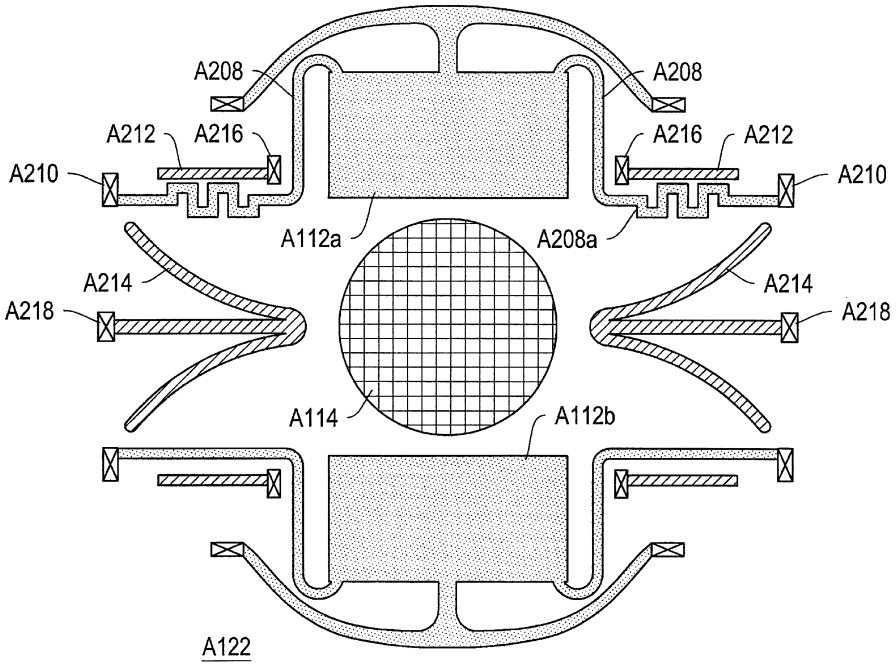
도면22


A104
A107
A120
A106
A109
A106
A111
A150
A156
A156
A156
A158
A158
A158
A158
A158
A158
A154
A152
A152
A152
A152
A100
A112
A110b
A114
A102c
A102i
A102m
A110a
A102a
A102f
A102j
A102n
A102d
A102g
A102k
A102o
A102q
A102r
A102b
A102e
A102h
A102l
A102p
A102u
A108
A116
A108
A108
A110b
A110a
A110b
A110a
A110b
A110a
A102t
A102s
A10

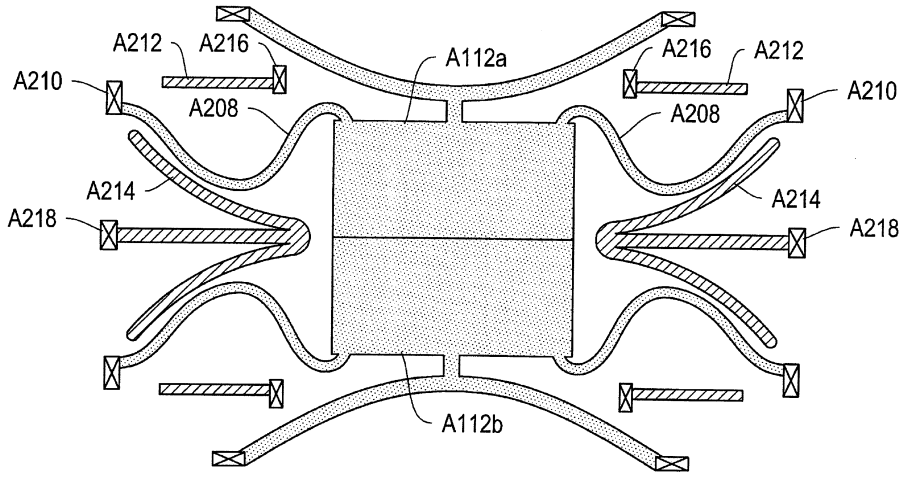
도면23


A107
A106
A157
A103
A109
A111
A152
A156
A150
A158
A155
A154
A122
A112a
A112b
A124
A124
A118
A110b
A102
A114
A116

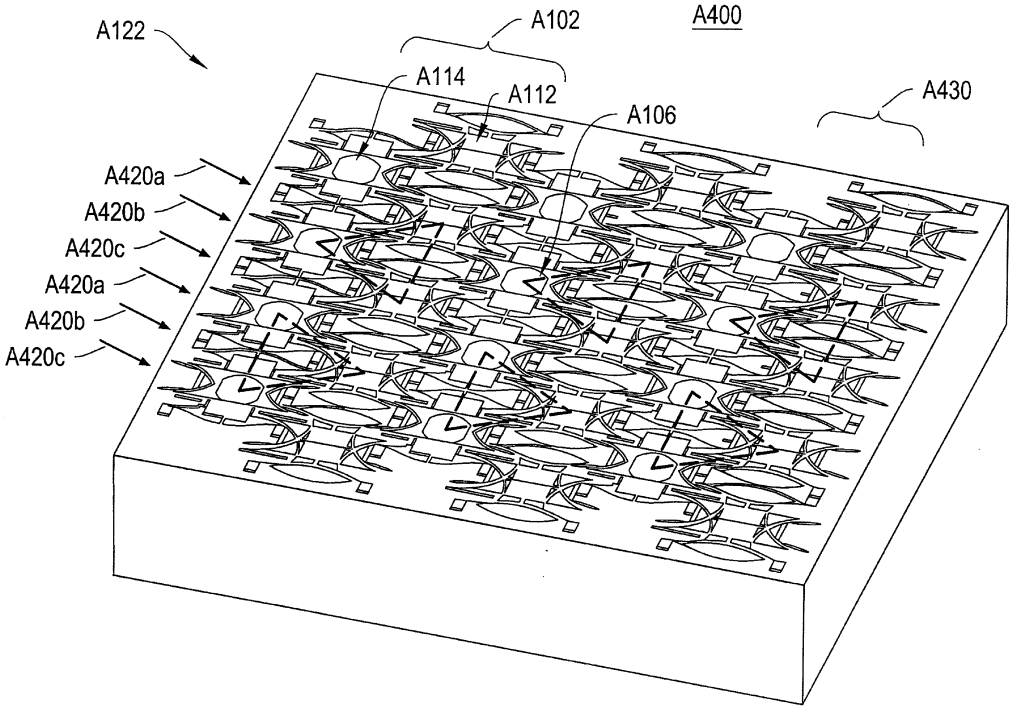
도면24a


A208
A208
A212
A216
A216
A212
A210
A210
A112a
A208a
A214
A214
A218
A218
A114
A112b
A122

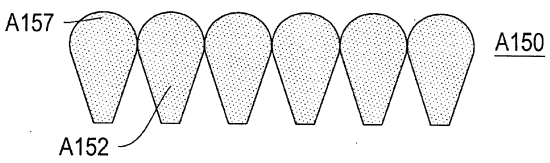
도면24b



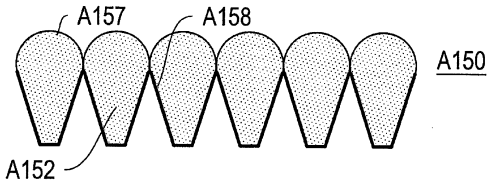
도면25



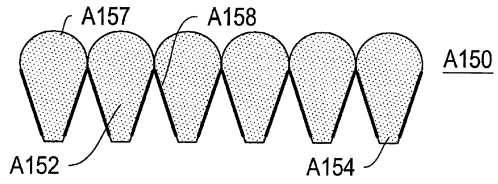
도면26a



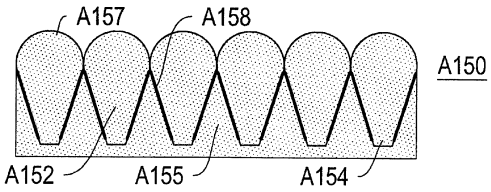
도면26b



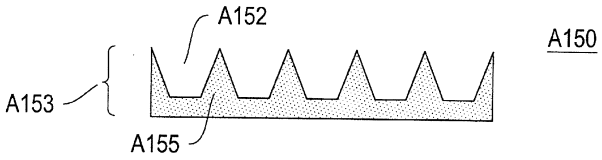
도면26c



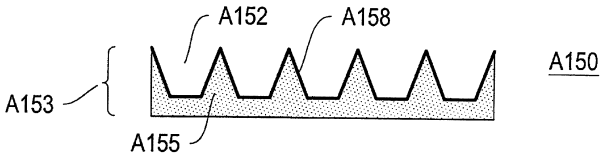
도면26d



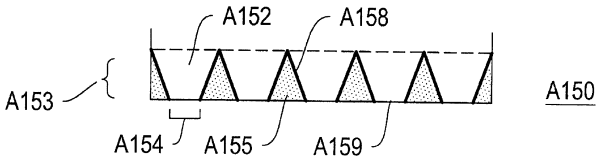
도면27a



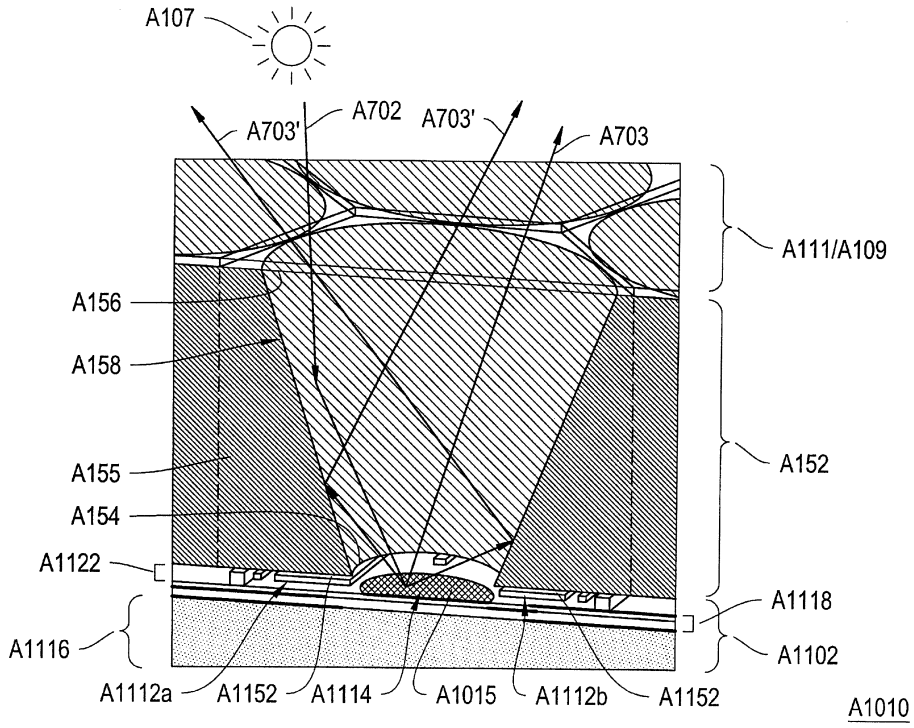
도면27b



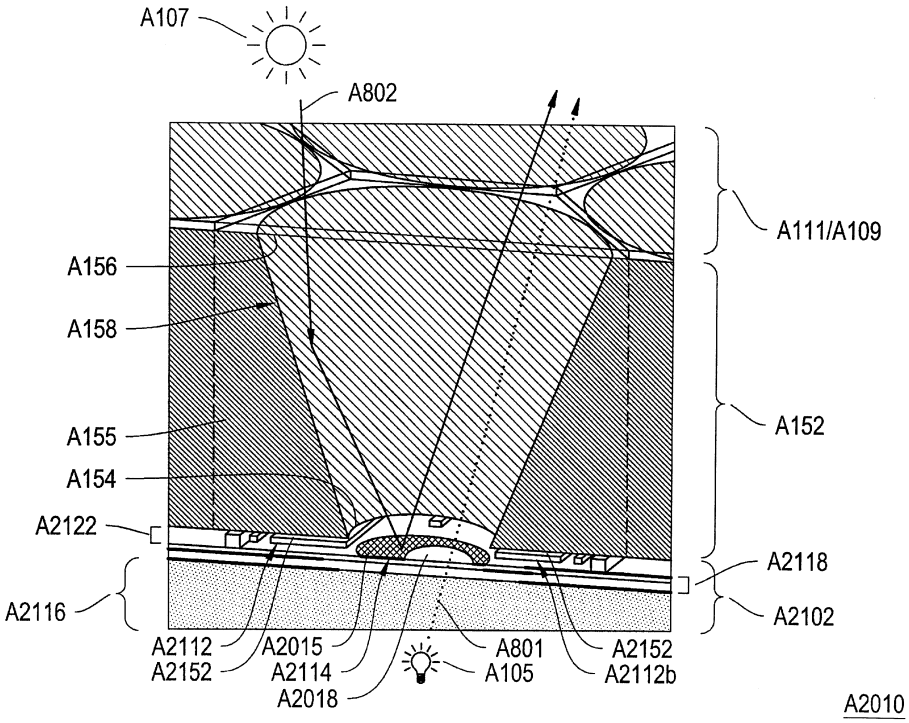
도면27c



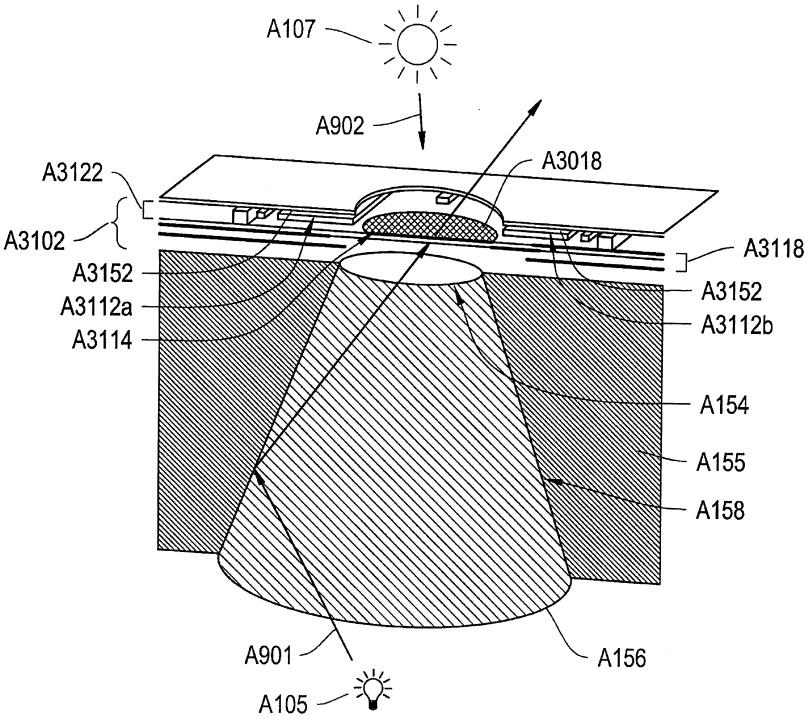
도면28


A107
A703'
A702
A703'
A703
A111/A109
A156
A158
A152
A155
A154
A1122
A1118
A1116
A1102
A1112a
A1152
A1114
A1015
A1112b
A1152
A1010

도면29


A107
A802
A111/A109
A156
A158
A152
A155
A154
A2122
A2118
A2116
A2102
A2112
A2152
A2015
A2114
A2018
A801
A105
A2152
A2112b
A2010

도면30


A107
A902
A3122
A3102
A3152
A3112a
A3114
A3018
A3118
A3152
A3112b
A154
A155
A158
A156
A901
A105
A3010