



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년04월26일
(11) 등록번호 10-1258484
(24) 등록일자 2013년04월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 26/00 (2006.01) G02F 1/136 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7029841(분할)
(22) 출원일자(국제) 2005년02월02일
심사청구일자 2011년12월13일
(85) 번역문제출일자 2011년12월13일
(65) 공개번호 10-2012-0050929
(43) 공개일자 2012년05월21일
(62) 원출원 특허 10-2011-7018192
원출원일자(국제) 2005년02월02일
심사청구일자 2011년08월03일
(86) 국제출원번호 PCT/US2005/002986
(87) 국제공개번호 WO 2005/076051
국제공개일자 2005년08월18일
(30) 우선권주장
11/036,965 2005년01월14일 미국(US)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
US20030043157 A1
US20020080465 A1
US20010003487 A1
JP2000500245 A
전체 청구항 수 : 총 22 항

(73) 특허권자
켈컴 엠이엠에스 테크놀로지스, 인크.
미국 92121-1714 캘리포니아 샌디에고 모어하우스
드라이브 5775
(72) 발명자
추이 클라렌스
미국 94402 캘리포니아주 산 마테오 로스 알토스
드라이브 1954
샘프셀 제프리 비.
미국 94107 캘리포니아주 샌프란시스코 아파트403
제25 스트리트 1468
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
유미특허법인

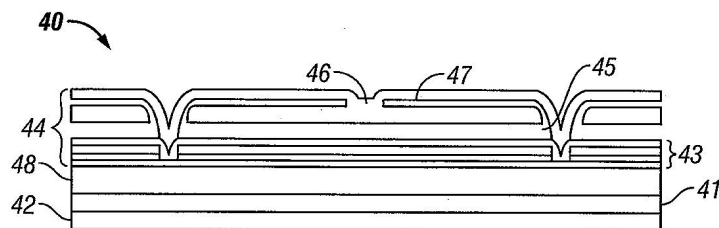
심사관 : 송병준

(54) 발명의 명칭 통합된 광학 구조체를 갖는 공간 광 변조기

(57) 요약

본 발명의 공간 광 변조기는 광 보상 구조체, 예컨대 기관과 개별적으로 어드레싱할 수 있는 광 변조 소자의 사이에 배치되는 광 보상 구조체를 포함하며, 광 보상 구조체는 기관의 광 변조 소자가 위치하는 쪽의 반대쪽 면상에 위치할 수 있다. 개별적으로 어드레싱할 수 있는 복수 개의 광 변조 소자는 투명 기관을 통해 투과되거나 투명 기관으로부터 반사되는 광을 변조시키도록 구성된다. 본 발명의 공간 광 변조기의 제조 방법은, 투명 기관의 위에 광 보상 구조체를 형성하는 단계; 및 광 보상 구조체의 위에 개별적으로 어드레싱할 수 있는 복수 개의 광 변조 소자를 형성하는 단계를 포함한다. 광 보상 구조체는 수동형 광 보상 구조체가 될 수 있다. 광 보상 구조체는 보충의 정면 광원, 확산기, 블랙 마스크, 회절형 광학 소자, 컬러 필터, 반사 방지층, 산란 소자, 미세 렌즈 어레이 및 홀로그램 막 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

대표도 - 도5a



(72) 발명자

쿠밍스 윌리엄 제이.

미국 94134 캘리포니아주 샌프란시스코 울씨 스트리트 105

통 밍-하우

미국 94118 캘리포니아주 샌프란시스코 48번 애비뉴 1712

(30) 우선권주장

60/541,607 2004년02월03일 미국(US)

60/613,482 2004년09월27일 미국(US)

60/613,536 2004년09월27일 미국(US)

60/613,542 2004년09월27일 미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

기판(substrate);

반사성의 가동 층을 포함하고, 상기 기판을 통해 투과되는 광을 변조하도록 구성된 개별적으로 어드레싱할 수 있는 복수의 간섭 광 변조 소자(interferometric light-modulating element); 및

상기 기판과 상기 복수의 간섭 광 변조 소자 사이에 배치된 복수의 광 보상 구조체를 포함하고,

상기 복수의 광 보상 구조체 중 적어도 하나는 확산기를 포함하는,

공간 광 변조기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 광 보상 구조체 중 적어도 하나는 블랙 마스크를 포함하는, 공간 광 변조기.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 복수의 광 보상 구조체 중 적어도 하나는 컬러 필터를 포함하는, 공간 광 변조기.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 복수의 광 보상 구조체 중 적어도 하나는 반사 방지층을 포함하는, 공간 광 변조기.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 복수의 광 보상 구조체 중 적어도 하나는 복수의 산란 소자를 포함하는, 공간 광 변조기.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 복수의 광 보상 구조체 중 적어도 하나는 미세 렌즈 어레이를 포함하는, 공간 광 변조기.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 복수의 광 보상 구조체 중 적어도 하나는 홀로그램 막을 포함하는, 공간 광 변조기.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 복수의 광 보상 구조체 중 적어도 하나는 회절형 광학 소자를 포함하는, 공간 광 변조기.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 복수의 광 보상 구조체 중 적어도 하나는 산란 소자를 포함하는 평탄화 층을 포함하는, 공간 광 변조기.

청구항 10

제1항에 있어서,
상기 복수의 광 보상 구조체 중 적어도 하나는 수동형 광 보상 구조체를 포함하는, 공간 광 변조기.

청구항 11

제1항에 있어서,
평탄화 층을 더 포함하는 공간 광 변조기.

청구항 12

제1항에 있어서,
상기 기관은 부분적으로 투명한 것인, 공간 광 변조기.

청구항 13

제1항에 있어서,
상기 복수의 광 보상 구조체 중 적어도 하나는 상기 확산기와 상기 복수의 간접 광 변조 소자 사이에 배치되어 있는, 공간 광 변조기.

청구항 14

제1항에 있어서,
상기 확산기는 상기 복수의 광 보상 구조체 중 적어도 하나와 상기 복수의 간접 광 변조 소자 사이에 배치되어 있는, 공간 광 변조기.

청구항 15

제1항에 있어서,
구동용 전자 기기를 더 포함하는 공간 광 변조기.

청구항 16

기관;
투과되는 광을 간접 변조하기 위한 간접 광 변조 수단; 및
상기 기관을 통해 투과되는 광을 보상하기 위한 복수의 광 보상 수단을 포함하고,
상기 복수의 광 보상 수단은 상기 기관과 상기 간접 광 변조 수단 사이에 배치되고, 상기 복수의 광 보상 수단 중 적어도 하나는 확산기를 포함하는,
공간 광 변조기.

청구항 17

제16항에 있어서,
상기 간접 광 변조 수단은 복수의 간접 변조기를 포함하는, 공간 광 변조기.

청구항 18

제17항에 있어서,
상기 복수의 간접 변조기의 각각은 반사성의 가동 층을 포함하는, 공간 광 변조기.

청구항 19

제16항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복수의 광 보상 수단은, 블랙 마스크, 컬러 필터, 반사 방지층, 복수의 산란 소자, 미세 렌즈 어레이, 홀로그램 막, 회절형 광학 소자, 및 산란 소자를 포함한 평탄화 층 중 적어도 하나를 포함하는, 공간 광 변조기.

청구항 20

제16항에 있어서,

상기 복수의 광 보상 수단 중 적어도 하나는 수동형 광 보상 구조체를 포함하는, 공간 광 변조기.

청구항 21

제16항에 있어서,

상기 기관은 부분적으로 투명한, 공간 광 변조기.

청구항 22

삭제

청구항 23

제16항에 있어서,

평탄화 층을 더 포함하는 공간 광 변조기.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 간섭 변조기 등의 공간 광 변조기의 제조 및 성능을 개선하는 기술에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 본 출원은, 2004년 2월 3일에 출원된 미국 가특허출원 일련번호 60/541,607호, 2004년 9월 27일에 출원된 미국 가특허출원 일련번호 60/613,482호, 2004년 9월 27일에 출원된 미국 가특허출원 일련번호 60/613,536호, 및 2004년 9월 27일에 출원된 미국 가특허출원 일련번호 60/613,542호에 대하여 우선권을 주장하며, 2005년 1월 14일에 출원된 미국 특허출원 11/036,965호의 계속 출원이다.

[0003] 공간 광 변조기는 개별적으로 어드레싱할 수 있는 광 변조 소자로 이루어진 어레이를 포함하는 디스플레이 기기이다. 이러한 공간 광 변조기의 예에는, 액정 디스플레이 및 간섭 변조기 어레이가 포함된다. 이러한 디스플레이 기기에서의 광 변조 소자(light modulating element)는, 통상적으로, 각각의 소자를 통해 반사 또는 투과되는 광의 특성을 변경함으로써, 디스플레이로 표시되는 영역을 변경하는 기능을 수행한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 공간 광 변조기가 정교하고 복잡해짐에 따라, 현재의 제조 처리 과정에 의해서 이러한 공간 광 변조기를 제조하는 것은, 앞으로도 계속해서 어려울 것으로 예상된다. 이에 따라, 통합된 광 보상 구조체(integrated optical compensation structures)를 갖는 공간 광 변조기와 이러한 공간 광 변조기를 제조하기 위한 방법을 개발하게 되었다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 실시예에서는, 기관과, 이 기관의 위에 배치되어 광을 변조시키도록 구성된, 복수 개의 개별적으로 어드레싱할 수 있는 광 변조 소자와, 광 보상 구조체를 포함하는 공간 광 변조기를 제공한다. 이 실시예에서, 광 보상 구조체는 기관과 복수 개의 개별적으로 어드레싱할 수 있는 광 변조 소자의 사이에 배치된다. 특정의

실시예에서, 이러한 광 보상 구조체는 수동형의 광 보상 구조체이다.

- [0006] 본 발명의 실시예에서는, 기관과, 이 기관의 위에 배치되어 광을 변조시키도록 구성된, 복수 개의 개별적으로 어드레싱할 수 있는 광 변조 소자와, 광 보상 구조체를 포함하는 공간 광 변조기를 제공한다. 이 실시예에서, 기관과 광 보상 구조체의 사이에는 복수 개의 개별적으로 어드레싱할 수 있는 광 변조 소자가 배치된다. 광 보상 구조체는 컬러 필터, 블랙 마스크(black mask) 및 반사 방지층 중 적어도 하나를 포함하여 이루어진다.
- [0007] 본 발명의 다른 실시예에서는, 투명 기관의 위에 광 보상 구조체를 형성하는 단계와, 광 보상 구조체의 위에, 복수 개의 개별적으로 어드레싱할 수 있는 광 변조 소자를 형성하는 단계를 포함하며, 개별적으로 어드레싱할 수 있는 광 변조 소자가 투명 기관을 통해 투과된 광을 변조시키도록 구성된, 공간 광 변조기 제조 방법을 제공한다. 특정의 실시예에서, 광 보상 구조체를 형성하는 단계는 수동형의 광 보상 구조체를 형성하는 단계를 포함한다.
- [0008] 본 발명의 다른 실시예에서는, 기관의 위에, 개별적으로 어드레싱할 수 있는 복수 개의 광 변조 소자를 형성하는 단계; 및 개별적으로 어드레싱할 수 있는 광 변조 소자의 위에 광 보상 구조체를 형성하는 단계를 포함하며, 개별적으로 어드레싱할 수 있는 광 변조 소자는 광 보상 구조체를 통해 투과되는 광을 변조시키도록 구성되어 있다. 광 보상 구조체는 컬러 필터, 마스크 및 반사 방지층 중 하나 이상을 포함하여 이루어진다.
- [0009] 본 발명의 다른 실시예는, 투명 기관; 투명 기관의 위에 배치되고, 투명 기관을 통해 투과되는 광을 변조시키도록 구성되며, 캐비티 및 가동 판 부재를 포함하여 이루어지는, 개별적으로 어드레싱할 수 있는 복수 개의 간섭 광 변조 소자; 및 투명 기관과 개별적으로 어드레싱할 수 있는 복수 개의 간섭 광 변조 소자의 사이에 배치되며, 컬러 필터 또는 확산기를 포함하여 이루어지는 하나 이상의 광 보상 구조체를 포함하는 공간 광 변조기를 제공한다.
- [0010] 본 발명의 다른 실시예는, 기관; 기관을 통해 투과되거나 기관으로부터 반사되는 광을 변조하기 위한 수단; 및 기관을 통해 투과되거나 기관으로부터 반사되는 광을 보상하기 위한 수단을 포함하며, 광을 보상하기 위한 수단 이, 기관과 이 기관을 통해 투과되거나 기관으로부터 반사되는 광을 변조하기 위한 수단의 사이에 동작 가능하게 배치되는, 공간 광 변조기를 제공한다. 일부 실시예에서, 기관을 통해 투과되거나 기관으로부터 반사되는 광을 보상하기 위한 수단이, 기관을 통해 투과되거나 기관으로부터 반사되는 광을 수동형으로 보상하기 위한 수단이다.
- [0011] 본 발명의 다른 실시예는, 기관; 기관을 통해 투과되거나 기관으로부터 반사되는 광을 변조하기 위한 수단; 기관을 통해 투과되거나 기관으로부터 반사되는 광을 보상하기 위한 광 보상 수단을 포함하고, 기관을 통해 투과되거나 기관으로부터 반사되는 광을 변조하기 위한 수단이, 기관과 광 보상 수단의 사이에 동작 가능하게 배치되는, 공간 광 변조기를 제공한다. 기관을 통해 투과되거나 기관으로부터 반사되는 광을 보상하기 위한 수단은 컬러 필터, 블랙 마스크 및 반사 방지층 중 하나 이상을 구비한다.
- [0012] 본 발명의 다른 실시예는, 투명 기관의 위에 광 보상 구조체를 형성하는 단계; 및 광 보상 구조체의 위에 개별적으로 어드레싱할 수 있는 복수 개의 광 변조 소자를 제조하는 단계를 포함하며, 개별적으로 어드레싱할 수 있는 복수 개의 광 변조 소자가 투명 기관을 통해 투과되는 광을 변조시키도록 구성된, 방법에 의해 제조되는 공간 광 변조기를 제공한다.
- [0013] 본 발명의 다른 실시예는, 기관의 위에 개별적으로 어드레싱할 수 있는 복수 개의 광 변조 소자를 형성하는 단계; 및 개별적으로 어드레싱할 수 있는 광 변조 소자의 위에 광 보상 구조체를 형성하는 단계를 포함하며, 개별적으로 어드레싱할 수 있는 광 변조 소자가 광 보상 구조체를 통해 투과되는 광을 변조시키도록 구성된, 방법에 의해 제조되는 공간 광 변조기를 제공한다. 광 보상 구조체는 컬러 필터, 블랙 마스크 및 반사 방지층 중 하나 이상을 포함하여 이루어진다.
- [0014] 일부의 경우에 단순화한 제조를 위해 본 명세서에 개시된 다른 실시예가 제공될 수 있다.
- [0015] 본 발명의 다른 실시예에서, 디스플레이 영역은 하나의 검은색 및 백색 광 변조 소자와, 컬러 필터를 포함한다. 검은색 및 백색 광 변조 소자는 제1 반사 표면, 제2 반사 표면 및 제1 및 제2 반사 표면 사이에 배치되는 캐비티를 포함한다. 제2 반사 표면은 제1 반사 표면에 대해 이동 가능하다. 컬러 필터는 백색 광으로 조사될 때 색 광(colored light)을 투과하도록 구성된다. 컬러 필터에 의해 광 변조 소자로부터 출력된 광이 필터링되도록, 컬러 필터를 광 변조 소자와 관련시켜 배치한다.
- [0016] 검은색 및 백색 광 변조 소자는 하나의 검은색 및 백색 간섭 변조기를 포함할 수 있다. 검은색 및 백색 광 변조

소자는 다른 검은색 및 백색 광 변조 소자와 같은 다른 광 변조 소자의 어레이에 포함될 수 있다. 추가의 컬러 필터가 어레이 내에 포함될 수 있다. 상이한 응답을 가진 컬러 필터가, 상이한 컬러(예컨대, 적색, 녹색 및 청색)를 생성하기 위해 상이한 광 변조 소자에 대해 이용될 수 있다.

[0017] 다른 실시예에서, 디스플레이 영역은 제1 반사 표면, 제2 반사 표면 및 제1 반사 표면과 제2 반사 표면 사이에 배치되는 캐비티를 구비하는 복수 개의 광 변조 소자를 포함하여 이루어진다. 제2 반사 표면은 제1 반사 표면에 대해 이동 가능하다. 디스플레이 영역은, 넓은 범위의 파장으로 조사될 때 좁은 범위의 파장을 투과하도록 구성된 복수 개의 컬러 필터 소자를 더 포함한다. 컬러 필터 소자는 광 변조 소자로부터 출력되는 광을 필터링하기 위해, 광 변조 소자와 관련하여 배치된다. 제1 반사 표면은, 제2 반사 표면으로부터, 광 변조 소자가 광(예컨대, 백색 광)을 출력할 때 복수 개의 광 변조 소자의 각각에 대해 실질적으로 동일한 거리만큼 분리되어 있다.

[0018] 광 변조 소자는 검은색 및 백색 광 변조 소자를 포함할 수 있다. 광 변조 소자는 간섭 변조기 또는 그외 다른 유형의 변조기를 포함할 수 있다. 광 변조 소자는, 예컨대 반사 상태인 경우, 광을 출력할 수 있다.

[0019] 복수 개의 컬러 필터 소자는 상이한 컬러 출력(예컨대, 적색, 녹색, 청색)을 생성하도록 구성된 2개, 3개 또는 그 이상의 컬러 필터 소자를 포함할 수 있다. 컬러 필터 소자는, 넓은 범위의 파장으로 조사될 때, 좁은 범위의 파장을 투과시키는 재료(예컨대, 염색된 포토레지스트 등의 염색된 재료)를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 이 재료는 백색 광으로 조사될 때 색광을 투과시킬 수 있다.

[0020] 다른 실시예에서, 디스플레이 영역은 복수 개의 광 변조 소자와 컬러 필터 어레이를 포함한다. 각각의 광 변조 소자는 제1 반사 표면, 제2 반사 표면, 및 제1 반사 표면과 제2 반사 표면 사이에 배치되는 캐비티를 포함한다. 제2 반사 표면은 제1 반사 표면에 대해 이동 가능하다. 컬러 필터 어레이는, 넓은 범위의 파장으로 조사될 때 좁은 범위의 파장을 투과시키도록 구성된 복수 개의 컬러 필터 소자를 포함한다. 컬러 필터 소자에 의해 광 변조 소자로부터 출력되는 광이 필터링되도록, 컬러 필터 어레이를 광 변조 소자와 관련시켜 배치한다. 제1 반사 표면은, 제2 반사 표면으로부터, 광 변조 소자가 광(예컨대, 백색 광)을 출력할 때 복수 개의 광 변조 소자의 각각에 대해 실질적으로 동일한 거리만큼 분리되어 있다. 둘 이상의 컬러 필터 소자가 상이한 컬러 출력을 생성하도록 구성된다.

[0021] 본 발명의 다른 실시예는 디스플레이 기기를 제조하는 방법을 포함한다. 디스플레이 기기의 제조 방법에서, 하나의 검은색 및 백색 광 변조 소자가 제공된다. 이 검은색 및 백색 광 변조 소자에는 제1 및 제2 광학 표면이 제공되며, 제2 광학 표면은 제1 광학 표면에 대해 이동 가능하다. 광 변조 소자로부터 출력되는 광이 컬러 필터에 의해 필터링되도록, 컬러 필터를 광 변조 소자와 관련시켜 배치한다. 컬러 필터는, 백색 광으로 조사될 때, 색광을 투과하도록 구성된다.

[0022] 검은색 및 백색 광 변조 소자는 검은색 및 백색 간섭 변조기를 포함할 수 있다. 검은색 및 백색 광 변조 소자는 다른 검은색 및 백색 광 변조 소자와 같은 다른 광 변조 소자의 어레이에 포함될 수 있다. 추가의 컬러 필터가 어레이 내에 포함될 수 있다. 상이한 응답을 가진 컬러 필터가, 상이한 컬러(예컨대, 적색, 녹색 및 청색)를 생성하기 위해 상이한 광 변조 소자에 대해 이용될 수 있다.

[0023] 본 발명의 다른 실시예는 디스플레이 영역을 제조하는 방법을 포함한다. 디스플레이 영역의 제조 방법에 있어서, 복수 개의 광 변조 소자는 각각 제1 및 제2 광학 표면과, 이들 표면 사이에 배치되는 캐비티를 포함한다. 제1 반사 표면은, 제2 반사 표면으로부터, 광 변조 소자가 광을 출력할 때 복수 개의 광 변조 소자의 각각에 대해 실질적으로 동일한 거리만큼 분리되어 있다. 컬러 필터 소자는, 광 변조 소자로부터 출력되는 광이 각 컬러 필터 소자에 의해 필터링되도록, 광 변조 소자와 관련하여 배치된다. 다양한 실시예에서, 컬러 필터 소자는, 넓은 범위의 파장에 의해 조사될 때, 좁은 범위의 파장을 투과시키도록 구성된 재료를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 컬러 필터 소자는 어레이에 포함될 수 있다. 이 어레이는 상이한 컬러 출력을 생성하도록 구성된 둘 이상의 컬러 필터 소자를 포함할 수 있다.

[0024] 광 변조 소자는 검은색 및 백색 광 변조 소자를 포함할 수 있다. 광 변조 소자는 간섭 변조기 또는 다른 유형의 변조기를 포함할 수 있다. 광 변조 소자는, 예컨대 반사 상태인 경우, 광을 출력할 수 있다.

[0025] 복수 개의 컬러 필터 소자는 상이한 컬러 출력(예컨대, 적색, 녹색, 청색)을 생성하도록 구성된 2개, 3개 또는 그 이상의 컬러 필터 소자를 포함할 수 있다. 컬러 필터 소자는, 예컨대 염색된 포토레지스트 등의 염색된 재료를 포함할 수 있다. 이 재료는, 백색 광으로 조사될 때 색광을 투과시킬 수 있다.

[0026] 본 발명의 다른 실시예는, 제1 광학 표면, 제1 광학 표면에 대해 이동 가능한 제2 광학 표면을 가지며, 변조된

백색 광 신호를 생성하는 수단을 구비하는 디스플레이 기기를 포함한다. 이 디스플레이 기기는, 백색 광 신호를 색광 신호로 변환하기 위하여 변조된 백색 광 신호를 필터링하는 수단을 더 포함한다.

[0027] 이들 실시예와 다른 실시예들에 대하여 이하 더 상세하게 설명한다.

도면의 간단한 설명

[0028] 본 발명의 이러한 특징 및 다른 특징들은, 본 발명의 범위를 제한하지 않으며 예시적으로 나타내는, 첨부 도면과 이하의 상세한 설명으로부터 명백해진다.

도 1a와 1b는 통상적인 간섭 변조기(미국특허 공개번호 제2002/0126364 A1의 도 1a와 1b를 참조)의 일부 특징을 나타내는 도면이다.

도 2는 통상적인 간섭 변조기(미국특허 공개번호 제2002/0126364 A1의 도 2를 참조)의 일부 특징을 나타내는 도면이다.

도 3a-3f는, 기관의, 광 변조 소자로 이루어진 어레이가 위치하는 쪽의 반대쪽 면상에 형성된 광 보상 막을 나타내는 도면이다.

도 4는, 기관의, 광 변조 소자가 위치하는 쪽의 반대쪽 면상에 형성된 광 보상 막[광 보상 구조체로서의 확산기(diffuser)]을 나타내는 도면이다.

도 5a-5c는 통합된 광 보상 구조체를 구비하는 공간 광 변조기의 다양한 실시예를 나타내는 도면이다.

도 6은 광을 산란시키는 통합된 광 보상 구조체를 구비하는 공간 광 변조기의 실시예를 나타내는 도면이다.

도 7a와 7b는 통합된 광 보상 구조체를 구비하는 공간 광 변조기의 다양한 실시예를 나타내는 도면이다.

도 8은 통합된 광 보상 구조체를 구비하는 공간 광 변조기를 제조하기 위한 제조 공정의 흐름에 관한 실시예를 나타내는 도면이다.

도 9는 통합된 광 보상 구조체를 구비하는 공간 광 변조기의 실시예를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 본 발명의 바람직한 실시예는 하나 이상의 통합된 광 보상 구조체(integrated optical compensation structure)를 포함하는 간섭 변조기에 관한 것이다. 몇몇 구성에 있어서, 광 보상 구조체는, 기관과 간섭 변조기의 광 변조 소자의 사이에 배치된다. 다른 구성에서, 광 변조 소자는 기관과 광 보상 구조체의 사이에 배치된다.

[0030] 간섭 변조기에 대한 다양한 실시예가 미국특허 공개번호 2002/0126364 A1에 개시되어 있다. 도 1 및 2는 통상적인 간섭 변조기(미국특허 공개번호 2002/0126364 A1의 도 1 및 도 2와 이에 대응하는 명세서 부분을 참조)의 몇 가지 특징을 나타내는 도면이다. 도 1a 및 1b를 참조하면, 2개의 간섭 변조기 구조체(114, 116)는 각각, 공지된 다양한 기술을 이용하여, 상부(외부) 표면(103)이 에칭 처리된 파형 패턴(corrugated pattern)(104)을 가진 보조 미러(102)를 포함한다. 이 파형 패턴은 미러가 형성되어 있는 멤브레인(106)까지 형성되어 있지는 않는데, 이는 보조 미러의 내부 표면(108)의 평탄화를 유지하기 위해서이다. 도 1b는 보조 미러상의 에칭 처리된 파형 패턴(104)과, 에칭 처리 이후에도 평탄화를 유지하는 내부 표면(112)을 나타낸다. 이 파형 패턴은, 다양한 형상(예컨대, 직사각형, 피라미드형, 원추형)으로 형성될 수 있으며, 미러를 구조적으로 딱딱하게 강화시킴으로써, 재료 응력의 편차에 영향을 받지 않도록 하고, 총 질량을 감소시키며, 보조 미러가 구동될 때 생기는 변형을 방지할 수 있다.

[0031] 일반적으로, 전압이 인가되어 있지 않고 비교적 안정적인 정상 상태의 전압이나 바이어스 전압도 인가되어 있지 않은 간섭 변조기는, 비활성 상태(quiescent state)를 가지는 것으로 되며, 특정의 색, 즉 비활성의 색을 반사하게 된다. 미국특허 공개번호 2002/0126364 A1에 개시된 바와 같이, 이 비활성의 색(quiescent color)은 보조 미러가 설치되는 희생용 스페이서(sacrificial spacer)의 두께에 의해 정해진다.

[0032] 각각의 간섭 변조기(114, 116)는 직사각형이며, 이 변조기의 4개의 모서리 부분이 지지 아암(support arm)(예컨대, 120, 122)을 통해 4개의 포스트(118)에 결합되어 있다. 일부의 경우(미국특허 공개번호 2002/0126364 A1에 개시된 내용을 참조)에, 간섭 변조기 어레이는 선택된 일정한 바이어스 전압에서 동작할 것이다. 이러한 실시예에서, 보조 미러(102)는, 일반적으로, 어떠한 바이어스 전압도 인가되지 않은 경우에 비해, 보조 미러에 대응하

는 대응하는 주요 미러(primary mirror)(128)에 인접한 비활성 위치를 유지할 것이다. 크기가 상이한 지지 아암을 구비하는 간섭 변조기를 제조함으로써, 각 간섭 변조기의 기계적인 복원력이 그 형상에 의해 결정되도록 할 수 있다. 따라서, 여러 개의 간섭 변조기에 동일한 바이어스 전압을 인가하게 되면, 각 간섭 변조기는, 지지 아암의 치수와, 이러한 지지 아암의 치수의 제어에 의해 생기는 탄성 계수(spring constant)를 제어함으로써, 비활성 위치에서 약간 벗어난(주요 미러로부터의 거리만큼) 위치를 유지할 수 있다. 지지 아암의 두께를 두껍게 하면, 그 탄성 계수가 커진다. 따라서, 여러 가지 색(예컨대, 적색, 녹색 및 청색)이 여러 개의 간섭 변조기에 의해 표시될 수 있으며, 이 경우 여러 상이한 두께를 갖는 스페이서를 구비할 필요는 없다. 그 대신에, 제조 과정 중에 설치되었다가 제거되는 단일의 스페이서를 이용할 수 있으며, 이 경우, 지지 아암을 형성하는데 이용되는 단일의 사진식각(photolithographic) 공정 중, 지지 아암의 치수를 변경함으로써, 색이 결정된다. 예를 들어, 도 2에서, 간섭 변조기(114, 116)는 동일한 바이어스 전압이 인가된 비활성 상태인 것으로 도시되어 있다. 그러나, 간섭 변조기(114)에 대한 겹 간격(126)은 간섭 변조기(116)에 대한 겹 간격(128)보다 크게 되어 있는데, 이는 간섭 변조기(114)의 각 지지 아암의 치수가 더 크기 때문이다. 간섭 변조기의 다양한 다른 예도 또한 공지되어 있다.

[0033] 미국특허 공개번호 2002/0126364 A1에는, 입사각의 변경함에 따른 색 변이(color shift)를 최소화하기 위한 다양한 수동형의 광 보상 구조체(간섭 변조기 구조체의 통상적인 특징)와, 보충의 조사(illumination)를 제공하기 위한 능동형의 광 보상 구조체에 대해서도 개시하고 있다. 예를 들어, 도 3a-3f에 도시된 바와 같이(미국특허 공개번호 2002/0126364 A1의 도 6a~6f를 참조), 기관의, 광 변조 소자로 이루어진 어레이가 위치하는 쪽의 반대 쪽 면상에, 광 보상 막이 형성될 수 있다. 이러한 광 보상 막은 여러 가지 방법으로 설계 및 제조될 수 있으며, 여러 개의 막을 서로 결합시켜서 이용할 수도 있다.

[0034] 도 3a에서, 수동형의 광 보상 막(600)은, 볼륨(volume) 홀로그램 막 또는 표면 양각화 홀로그램 막(surface-relief holographic film)이다. 볼륨 홀로그램 막은, 둘 이상의 가간섭성 광원(coherent light source: 결맞은 광원이라고도 함)(예컨대, 레이저)의 교차(intersection)에 의해 생기는 간섭 패턴(interference pattern)에, 감광성 중합체(photosensitive polymer)를 노출시킴으로써 형성될 수 있다. 적절한 주파수와 빔 배향(beam orientations)을 이용하여, 막 내에 임의의 주기성을 갖는 굴절률 패턴이 생성될 수 있다. 표면 양각화 홀로그램 막은, 본 기술분야에 공지된 많은 미세가공 기술을 이용하여 메탈 마스터(metal master)를 생성함으로써 형성될 수 있다. 이 메탈 마스터는 계속해서 표면 양각화 홀로그램 막을 패턴화하는데 이용된다. 이러한 표면 양각화 홀로그램 막은, 한정 가능한 원뿔 각도 내에서 광의 투과 및 반사를 보장함으로써, 축을 벗어나는(off-axis) 광(축 이탈 광)을 최소화하는데 이용될 수 있다. 축을 벗어나지 않은 축 방향(on-axis) 광에 의한 디스플레이의 색상과 밝기가 보장되고, 색 변이는 완화된다. 이는 밝기가 원뿔의 바깥쪽에서 크게 감소하기 때문이다.

[0035] 도 3b에는, 기관상에 수동형의 광 보상 구조체(606)로 이루어진 어레이가 설치되어 있는 디바이스(604)에 대한 다른 구성이 도시되어 있다. 이러한 수동형의 광 보상 구조체는, 미국특허 공개번호 2002/0126364 A1에서 언급하고 있는 기술을 이용하여 제조될 수 있으며, 조안노파올로스(John D. Joannopoulos) 등이 저술한 "Photonic Crystals"란 제목의 서적에 개시되어 있는 바와 같이, 광 결정(photonic crystal)으로 할 수 있다. 이러한 수동형의 광 보상 구조체는 모든 각도에서 간섭을 보이는 3차원의 간섭 어레이가 된다. 이러한 구성에 의하면, 특정 주파수의 입사광을 적절한 색상을 갖는 픽셀까지 유도하는 기능, 특정의 입사각을 갖는 광을 새로운 입사각으로 변경하는 기능, 또는 이들을 조합한 기능을 포함하는 많은 기능을 수행할 수 있는 도파관(waveguide)을 설계하는 것이 가능하게 된다.

[0036] 수동형의 광 보상 구조체의 다른 예로서, 도 3c를 참조하면, 3층의 중합체 막(610)이 부유 입자(suspended particles)를 포함하고 있다. 이 부유 입자는 미세 플레이트의 형태로 제조된, 실질적으로 단일층 또는 다층의 절연체 미러이다. 이러한 플레이트는, 예컨대 다층의 절연체 막을 중합체 시트 상에 증착함으로써 형성될 수 있으며, 중합체 시트가 용해되면서, 플레이트의 기초가 될 수 있는 막을 남기게 된다. 이후, 플레이트는 액체 플라스틱 전구체에 섞어 넣어지게 된다. 경화 공정(curing process) 중에 전기장을 인가함으로써, 이들 플레이트의 배향이, 제조 공정 동안, 고정될 수 있게 된다. 미러는, 지표각(grazing angle)의 범위에서만 반사 가능하도록 설계될 수 있다. 따라서, 미러에 대한 광의 입사각에 따라 광이 반사 또는 투과된다. 도 3c에서, 층(612)은, 중합체 막(610)에 입사하는 입사각이 큰 광(609)을 수직에 가깝도록 반사하기 위한 배향을 갖는다. 층(614)은, 입사각이 작은 광(613)도 또한 수직 경로를 갖도록 반사시킨다. 층(616)은, 입사각이 더 작은 광(615)의 경로를 변경시킨다. 이 층들은, 수직으로 입사하는 광에 대해 거의 영향을 미치지 않기 때문에, 층들이 각각 개별의 "각도 선택이 가능한 입사광 필터"로서 작용하여, 임의의 배향된 입사광이 기관상에 한층 더 수직으로 입사하도록 한다. 이에 의하여, 중합체 막을 통해 나타나는 디스플레이의 색 변이를 최소화하게 된다.

- [0037] 도 3d에 도시된, 수동형의 광 보상 구조체의 다른 예로서, 디바이스(620) 내에 설치된 어레이에, 미세 렌즈(micro lenses)(622)가 사용된다. 각각의 렌즈(622)는 각 픽셀의 활성 영역을 효과적으로 확장시킴으로써 디스플레이의 필 팩터(fill factor)를 향상시키는데 이용될 수 있다. 이러한 방식은 그 자체만으로 또는 다른 색 변이 보상용 막과 관련하여 이용이 가능하다.
- [0038] 도 3e에 도시된, 능동형의 광 보상 구조체의 예로서, 디바이스(624)는 정면광(frontlighting) 어레이의 형태로 보광(supplemental lighting)을 이용한다. 이 경우, 유기 발광 물질(626), 예컨대 Alq/디아민(diamine) 구조체 및 중합체(페닐렌 비닐렌)이, 기관상에 증착 및 패터닝될 수 있다. 평면도인 도 3은, 하부에 있는 간섭 변조기 어레이에 대응하는 패턴(627)을 나타낸다. 즉, 발광 영역(626)이, 간섭 변조기 사이의 비활성 영역을 가리도록 만들어지며, 그외의 나머지 영역은 선명한 투시 시야가 확보된다. 광은 활성화되어 기관상의 간섭 변조기에 방사되고, 이어서 관찰자에게로 반사된다. 이와 반대로, 패터닝된 발광 막이 디스플레이의 백플레이트에 접착되고, 광은 서브픽셀 사이의 갭을 통하여 전방으로 투과하게 된다. 미러를 디스플레이의 정면상에 패터닝함으로써, 이 광은 다시 간섭 변조기 어레이쪽으로 반사될 수 있다. 광원을 내부 전반사에 좌우되는 막과 관련하여 주변에 장착하는 것은 또 다른 구성이다. 미국특허 번호 제6,055,090호에 개시된 간섭 변조기는 보충의 정면 광원(supplemental frontlighting source)을 포함하는 능동형의 광 보상 구조체를 구비하고 있다.
- [0039] 도 4는, 기관의, 광 변조 소자가 위치하는 쪽의 반대쪽 면상에 형성되는 광 보상 막(확산기)(22)을 구비하는 간섭 변조기(10)를 나타낸다. 확산기(diffuser)(22)는 일반적으로 보상되지 않은 공간 광 변조기 어레이의 거울면 반사 형태(specular appearance)를 보상하는데, 예컨대 반사 어레이를 거울이라기보다는 종이처럼 보이게 함으로써 보상한다. 도 4에서, 광 변조 소자(8)는, 가동 판 부재 또는 요소(16), 캐비티(20), 및 지지 포스트(18)를 포함하여 이루어진다. 도 4에 도시된 바와 같이, 가동 판 부재(16)는 캐비티(20)의 위에서 지지 포스트(18)에 의해 지지된다. 광학 스택(14)은 가동 판 부재(16)에 대항하여 위치하는 캐비티(20)의 판 부재를 형성한다. 이 광학 스택(14)은 광 변조 소자(8)의 일부가 될 수 있다. 광학 스택(14)은 투명 기관(12)상에 형성되고, 확산기(22)는, 투명 기관(12)의, 광 변조 소자(8)가 위치하는 쪽의 반대쪽 면상에 형성된다. 그 작용에 있어서, 가동 판 부재(16)는 캐비티(20)의 정면 판 부재에 평행한 평면으로 이동한다. 이 가동 판 부재(16)는, 반사율이 높고, 통상적으로 금속으로 이루어져 있다. 가동 판 부재(16)가 캐비티(20)의 반대쪽 면상에 있는 광학 스택(14)을 향해 이동함에 따라, 캐비티(20) 내에 광[통상 투명 기관(12)과 광학 스택(14)을 통해 입사함]의 자기 간섭(self-interference)이 생기게 된다. 투명 기관(12)과 광학 스택(14)을 통해 캐비티를 빠져나가는 반사된 광의 색은, 광학 스택(14)과 가동 판 부재(16) 사이의 거리를 변경함으로써 조절이 가능하다. 투명 기관(12)의 광학 스택(14)과 접촉하는 면이, 광 변조 소자(8)가 형성되는 표면이다. 확산기(22)는, 통상적으로, 광 변조 소자(8)를 제조한 후, 투명 기관(12)의 반대쪽 면에 형성 또는 부착된다.
- [0040] 도 4에 도시되고, 미국특허 공개번호 제2002/0126364 A1에 개시된 바와 같이, 공간 광 변조기에 대한 수동형의 광 보상 구조체는, 통상적으로, 기존의 제조 공정 흐름을 용이하게 하기 위해, 기관상의, 광 변조 소자로 이루어진 어레이가 위치하는 쪽의 반대쪽 면상에 형성된다. 전체 디스플레이 시스템을 제조하는 과정에는, 통상적으로, 수동형의 광 보상 구조체, 간섭 변조기 구조체, 구동용 전자기기, 그래픽 제어 기능부 등과 같은, 다양한 부품을 개별적으로 형성하는 과정과, 이들 부품을 후속하는 제조 처리 과정 중에 통합하는 과정을 포함한다. 다양한 부품을 개별적으로 형성하고 이들 부품을 후속 단계에서 통합하는 과정을 포함함으로써, 복잡한 증착 공정과 미세 가공 공정에 대한 요구를 감소시켜, 광 변조 소자를 제조하는 미세한 작업을 단순하게 할 수 있다.
- [0041] 공간 광 변조기가 정교하고 복잡해짐에 따라, 현재의 제조 공정 흐름으로 이러한 공간 광 변조기를 제조하는 것과 관련된 어려움도 증가할 것으로 예상된다. 이에 따라, 통합된 광 보상 구조체를 갖는 공간 광 변조기와 이러한 공간 광 변조기를 제조하기 위한 방법을 개발하게 되었다. 본 발명의 실시예에서는, 통합된 광 보상 구조체, 예컨대 기관과 광 변조 소자 사이에 배치되는 광 보상 구조체, 또는 기관의, 광 변조 소자가 있는 쪽의 반대쪽 면상에 배치되는 광 보상 구조체를 갖는 공간 광 변조기를 제공한다. 이러한 광 보상 구조체는 필요에 따라 능동형 또는 수동형으로 할 수 있다. 이와 관련하여, "수동형"의 광 보상 구조체는 보충의 정면 광원이 설치되지 않는 구조체이다.
- [0042] 상기 설명한 바와 같이, 도 4는 기관의 광 변조 소자가 위치하는 쪽의 반대쪽 면상에 형성되는 수동형의 광 보상 막(확산기)(22)을 나타낸다. 도 4에서, 광 변조 소자(8)는 가동 판 부재 또는 요소(16), 캐비티(20) 및 지지 포스트(18)를 구비하는 간섭 변조기이다. 광학 스택(14)은 투명 기관(12)상에 형성되며, 확산기(22)는, 기관(12)의, 광 변조 소자(8)가 위치하는 쪽의 반대쪽 면상에 형성된다. 광학 스택(14)은 광 변조 소자(8)의 일부가 될 수 있다. 당업자라면, 몇몇 실시예에서, 간섭 변조기가 검은색 상태 또는 흡수 상태와 반사 상태 사이에서 변조가 가능하다는 것을 알 수 있다. 반사 상태(reflecting state)는 백색으로 보이는 비간섭성 상태(non-

interference based state)이다. 이들 실시예에서, 백색 상태는 변조기의 간섭 특성에 특별히 좌우되지 않지만, 광 변조 소자는 간섭 특성에 의존하는 간섭 변조기의 실시예들과 유사한 구조를 갖는 것이 바람직하다. 간섭 변조기는 흡수 상태와 간섭 상태의 사이, 흡수 상태와 반사 상태의 사이, 반사 상태와 간섭 상태의 사이, 또는 2개의 상이한 간섭 상태 사이에서 변조가 가능하다.

[0043] 도 5a는, 수동형의 광 보상 구조체(확산기)(41)가, 도 4에 도시된 바와 같이, 기관의, 광 변조 소자가 위치하는 쪽의 반대쪽 면상에 형성된 것이 아니라, 기관(42)과 광 변조 소자(44)의 사이에 형성된, 공간 광 변조기(40)의 실시예를 나타낸다. 도 5a에 도시된 실시예에서, 광 변조 소자는 캐비티(45), 가동 판 부재(46), 광학 스택(43) 및 서포트(47)를 포함하여 이루어지는 간섭 변조기이다. 광학 스택(43)은, 가동 판 부재(46)에 대향하여 위치하는 캐비티(45)의 판 부재 위에 위치한다. 본 실시예에서, 공간 광 변조기(40)는, 기관(42)과 광학 스택(43)의 사이에, 평탄화 층(48)을 더 구비한다. 가동 판 부재(46)와 광학 스택(43)은 모두 반사성을 갖기 때문에, 공간 광 변조기(40)의 동작은, 일반적으로, 도 4에 도시된 공간 광 변조기(10)에 대해 설명한 동작과 유사하다. 통상적으로, 기관(42)은 적어도 부분적으로 광 투과성을 갖는다. 당업자라면, 광 변조 소자(44)가, 투명 기관의 위에 배치되는 개별적으로 어드레싱할 수 있는 복수 개의 광 변조 소자를 구비하여 이루어지는 어레이의 형태로 구성되며, 투명 기관을 투과한 광을 변조시키도록 구성되어 있다는 것을 알 수 있을 것이다.

[0044] 당업자라면, 도 5a에 도시된 확산기(41)가 기관과 개별적으로 어드레싱할 수 있는 복수 개의 광 변조 소자의 사이에 배치될 수 있는 다양한 광 보상 구조체(능동형 및 수동형 모두를 포함)를 나타낸다는 것을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 능동형의 광 보상 구조체에는 보충의 정면 광원이 설치될 수 있다. 수동형의 광 보상 구조체의 예에는, 반사 방지층, 회절형 광학 소자, 광 산란용 구조체, 블랙 마스크, 컬러 필터, 미세 렌즈 어레이, 홀로그램 막(예컨대, 투명 기관을 투과하는 광의 입사각에 대해 반사된 색의 변이를 완화시킴), 또는 이들의 조합이 포함된다. 도 5에서는 광 변조 소자(44)가 간섭 변조기를 포함하고 있지만, 그외 다른 공간 광 변조기가 사용될 수도 있다.

[0045] 도 5b는 수동형의 광 보상 구조체(블랙 마스크)(32)가 투명 기관(12)과 반사 소자(31)의 사이에 배치된, 공간 광 변조기(33)의 실시예를 나타낸다. 반사 소자는 광학 스택이 될 수 있다. 도 5b에 도시된 블랙 마스크(32) 등의 블랙 마스크는, 공간 광 변조기 구조체의, 관찰자에게 보이지 않도록 하기 위한 부분을 가리기 위한 것으로 이용될 수 있다. 하나 또는 그 이상의 광 변조 소자(예컨대, 개별적으로 어드레싱할 수 있는 복수 개의 광 변조 소자)는, 도면을 명료하게 나타내기 위해 도 5b에서는 생략되어 있지만, 이러한 광 변조 소자는, 투명 기관(12)상에 배치되며, 투명 기관(12)을 통해 투과되는 광을 변조시키도록 구성되어 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 도 5b의 광 변조 소자는, 도 5a와 관련하여 상기 설명한 바와 같이, 반사 소자(31)의 위에 배치된 개별적으로 어드레싱할 수 있는 복수 개의 광 변조 소자를 구비하여 이루어질 수 있다. 공간 광 변조기(33)는, 도 5b에 도시된 바와 같이, 예컨대 블랙 마스크(32)와 반사 소자(31)의 사이에, 평탄화 층(30)을 포함할 수 있다.

[0046] 도 5c는 수동형의 광 보상 구조체[컬러 필터 소자(34, 36, 38)를 포함]가 투명 기관(12)과 반사 소자(39)의 사이에 배치된, 공간 광 변조기(37)의 실시예를 나타낸다. 도 5c에 도시된 바와 같이, 반사 소자(39)는 광학 스택이 될 수 있다. 도시된 실시예에서, 컬러 필터 소자(34, 36, 38)는 각각 적색, 녹색 및 청색이지만, 당업자라면 다른 색을 선택할 수 있으며, 이에 따라 공간 광 변조기는 원하는 색상을 생성할 수 있다. 도 5c에 도시된 바와 같이, 하나 또는 그 이상의 광 변조 소자(예컨대, 개별적으로 어드레싱할 수 있는 복수 개의 광 변조 소자)는, 도면을 명료하게 나타내기 위해 도 5c에서는 생략되어 있지만, 이러한 광 변조 소자는, 투명 기관(12)상에 배치되며, 투명 기관(12)을 통해 투과되는 광을 변조시키도록 구성되어 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 도 5c의 광 변조 소자는, 도 5a와 관련하여 상기 설명한 바와 같이, 광학 스택의 위에 배치된 개별적으로 어드레싱할 수 있는 복수 개의 광 변조 소자를 구비하여 이루어질 수 있다. 공간 광 변조기(37)는, 도 5c에 도시된 바와 같이, 예컨대 컬러 필터 소자(34, 36, 38)와 광학 스택(39)의 사이에 평탄화 층(30)을 포함할 수 있다.

[0047] 검은색과 백색만을 만들어내는 간섭 변조기는, 컬러 필터와 조합하여, 색광(colored light)을 생성하는데 이용될 수 있다. 간섭 변조기는 캐비티의 사이즈를 변경함으로써 다양한 색을 생성하도록 구성될 수 있다. 그러나, 캐비티의 사이즈를 변경하기 위해서, 제조 공정을 변경하는 과정, 예컨대 적색광을 생성하는 간섭 변조기에 대해서가 아니라 녹색광을 생성하는 간섭 변조기에 대해 상이한 사이즈의 캐비티를 형성하는 과정을 포함할 수 있다. 검은색 및 백색 간섭 변조기를 컬러 필터와 조합하여 이용하게 되면 제조 공정을 실질적으로 단순화할 수 있다. 도 5c에 도시된 바와 같은 간섭 변조기에 컬러 필터를 통합함으로써, 제조 공정에서의 다른 개선 사항을 구현할 수 있다.

- [0048] 도 6은, 수동형의 광 보상 구조체(105)[산란 소자(110)를 구비하는 평탄화 층]가 투명 기관(115)과 광 변조 소자(120)의 사이에 배치되는, 공간 광 변조기(110)의 실시예를 나타낸다. 도 6에 도시된 실시예에서, 광 변조 소자(120)는, 캐비티(130), 가동 판 부재(125) 및 광학 스택(135)을 포함하는 간섭 변조기이다. 광학 스택(135)은 가동 판 부재(125)와 대향하여 위치하는 캐비티(130)의 판 부재 상에 위치한다. 가동 판 부재(125)와 광학 스택(135)은 반사성을 갖기 때문에[광학 스택(135)은 부분적으로 반사성을 가짐], 공간 광 변조기(100)의 동작은, 도 4에 도시된 공간 광 변조기(10)에 대해 설명한 동작과 대체로 유사하다. 광(140)은, 도 6에 도시된 바와 같이, 가동 판 부재(125)에 형성된 슬롯(150)을 통과하고, 산란 소자(110)로부터 반사되는데, 산란 소자는 광(140)을 가동 판 부재(125)로 다시 산란시키고[일부의 경우에는 산란 소자(110)로 다시 입사하게 됨], 결국에는 투명 기관(115)을 통과하고 외부로 방출(160, 165)된다. 산란 소자(110)는 광(140)을 랜덤하게 산란시키는 형태를 갖는 것이 바람직하다. 도 6에는, 명료하게 나타내기 위해, 단일의 산란 소자(110)와 단일의 슬롯(150)만이 도시되어 있지만, 공간 광 변조기(100)는 복수 개의 산란 소자 및 슬롯을 구비할 수 있으며, 산란된 광을 원하는 양만큼 제공하도록 배치될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.
- [0049] 도 7a 및 7b는 다른 조합을 가진 통합된 광 보상 구조체를 구비하는 공간 광 변조기의 실시예를 나타낸다. 도 7a는 수동형 광 보상 구조체[컬러 필터 소자(34)와 블랙 마스크(32)를 포함]가 투명 기관(12)과 광학 스택(61)의 사이에 배치되는, 공간 광 변조기(60)의 실시예를 나타낸다. 도 7b는, 수동형의 제1 광 보상 구조체[컬러 필터 소자(40)와 블랙 마스크(32)를 포함]와 수동형의 제2 광 보상 구조체[확산기(26)를 포함]가 투명 기관(12)과 광학 스택(63)의 사이에 배치되는, 공간 광 변조기(62)의 실시예를 나타낸다. 도 5b와 5c에서와 같이, 도 7a 및 7b에서도, 명료하게 나타내기 위해, 하나 또는 그 이상의 광 변조 소자(예컨대, 개별적으로 어드레싱할 수 있는 복수 개의 광 변조 소자)가 생략되어 있지만, 이러한 광 변조 소자는, 투명 기관(12)상에 배치되며, 투명 기관을 통해 투과되는 광을 변조시키도록 구성되어 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 공간 광 변조기(60, 62)는, 도 7a에 도시된 바와 같이, 예컨대 수동형의 광 보상 구조체[컬러 필터 소자(34)와 블랙 마스크(32)를 포함]와 광학 스택(61)의 사이에, 또는 도 7b에 도시된 바와 같이 수동형의 제1 광 보상 구조체와 제2 광 보상 구조체의 사이에, 평탄화 층(30)을 포함할 수 있다. 공간 광 변조기는, 도 7b에 도시된 바와 같이, 수동형의 제1 광 보상 구조체[컬러 필터 소자(40)와 블랙 마스크(32)를 포함]와 광학 스택(63)의 사이에, 추가의 평탄화 층, 예컨대 평탄화 층(35)을 포함할 수 있다.
- [0050] 공간 광 변조기는 하나 이상의 기능을 수행하는 광 보상 구조체(예컨대, 도 7a에 도시된 바와 같은 컬러 필터와 블랙 마스크)를 포함할 수 있으며, 및/또는 광 보상 구조체는 평탄화 층(예컨대, 도 7b에 도시된 것)에 의해 서로 임의로 분리된 다층의 층을 포함할 수 있다. 당업자라면, "광 보상 구조체"(optical compensation structure)라는 용어가 특정한 기능을 갖는 구조체[예컨대, 확산막(26)], 여러 기능을 갖는 층[예컨대, 컬러 필터 소자(34)와 블랙 마스크(32)를 포함하는 층] 또는 도 7b에 도시된 것과 같은 하나 이상의 기능을 갖는 여러 층(평탄화 층을 선택적으로 포함할 수 있음)을 의미하는데 사용될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 공간 광 변조기는 능동형 및/또는 수동형의 광 보상 구조체, 예컨대 블랙 마스크 및 컬러 필터의 조합, 블랙 마스크 및 확산기의 조합, 컬러 필터 및 확산기의 조합, 블랙 마스크, 컬러 필터 및 확산기 등의 임의의 조합을 포함하여 이루어질 수 있다. 투명 기관을 통해 투과되는 광을 보상하기 위한 수단은, 본 명세서에 개시된 바와 같은 광 보상 구조체를 포함한다.
- [0051] 광 보상 구조체를 포함하는 공간 광 변조기는, 공간 광 변조기를 제조하기 위한 공정에 광 보상 구조체의 제조 공정을 통합함으로써 제조될 수 있다. 이러한 공정의 예를 도 8에 나타낸다. 이 공정은, 단계 50에서, 기관의 설치로 시작된다. 통상적으로, 기관은 유리, 플라스틱 또는 그외 다른 투명 기관이다. 당업자라면, 본 명세서에서 사용되는 "투명"이라는 용어는, 공간 광 변조기의 동작 파장에 대해 실질적으로 투과성을 갖는 물질을 포함하는 의미로서 사용하고 있기 때문에, 투명 기관이 광의 모든 파장을 투과하는 성질을 가질 필요는 없으며, 공간 광 변조기의 동작 파장에서 광의 일부를 흡수할 수도 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 예를 들어, 투명 기관은 필요에 따라 특정 기기의 경우에 채색되어 있거나 및/또는 극성을 갖도록 할 수 있다. 따라서, 기관의 투명도와 반사율은, 요구되는 구성 및 기능에 따라 변경이 가능하다. 일부 실시예에서, 기관은 적어도 부분적으로 투명하며 실질적으로 투명하게 될 수 있다. 다른 실시예에서, 기관은 적어도 부분적으로 반사성을 가지며 실질적으로 반사성을 갖도록 할 수 있다.
- [0052] 도 8에 도시된 공정은, 단계 52로 진행하여 광 보상 구조체를 형성한다. 어떤 광 보상 구조체인지에 따라, 광 보상 구조체의 제조에 이용되는 재료와 방법이 달라질 수 있다. 예를 들어, 개별적으로 어드레싱할 수 있는 복수 개의 광 변조 소자와 호환 가능한 기술과 방법을 이용하여, 예컨대, 스핀 코팅법 및/또는 화학 증착법에 의해 광 보상 구조체를 제조하는 것이 일반적이다. 예를 들어, 산란 소자가 분산되어 있는 중합체 또는 중합체 용

액을 이용하여 기판을 스핀 코팅함으로써 확산기가 형성될 수 있다. 예를 들어, 중합체는 폴리이미드(polyimide)가 될 수 있으며, 산란 소자는 미세 유리 비드가 될 수 있다. 컬러 필터 및 블랙 마스크는 공지된 포토레지스트 증착 및 마스크 기술을 이용하여, 기판상에 형성된, 적절하게 염색된 포토레지스트 중합체가 될 수 있다. 블랙 마스크는, 공지된 증착 및 마스크 기술을 이용하여 기판상에 형성된, 블랙 크롬이라고도 알려져 있는 크롬 옥사이드(chrome oxide)와 같은 무기 재료(inorganic materials)가 될 수 있다.

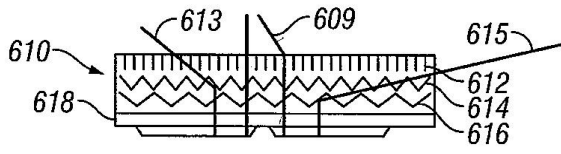
[0053] 도 8에 도시된 공정은, 단계 54에서, 평탄화 층이 증착된다. 하나 또는 그 이상의 평탄화 층은 통상적으로 중합체, 예컨대 폴리이미드이며, 공지된 증착 및 마스크 기술을 이용하여 증착될 수 있다. 평탄화 층의 증착은 선택적이지만, 후속하는 공정 단계에서 적절한 기판을 제공하기 위해서는 평탄화 층을 증착하는 것이 바람직한 경우도 있다. 도 8에 도시된 공정은, 단계 56에서, 광 보상 구조체와 평탄화 층(이 층을 포함하는 경우에)의 위에, 개별적으로 어드레싱할 수 있는 광 변조 소자(예컨대, 간섭 변조기 소자)를 형성한다. 간섭 변조기는, 일반적으로, 예컨대 미국특허 제5,835,255호, 제6,055,090호 및 미국특허 공개번호 2002/0126364 A1에 개시된 바와 같이, 박막 증착 처리 과정을 이용하여 제조된다. 이 공정의 변형에는, 도 8에 도시된 바와 같이, 단계 58에서 추가의 평탄화 층을 형성하는 공정과, 이어서 단계 59에서 추가의 광 보상 구조체를 형성하는 공정을 포함한다. 단계 59의 공정 이후, 공정은, 추가의 평탄화 층과 광 보상 구조체를 형성하기 위한 단계 58 및 단계 59로 복귀하거나, 평탄화 층 및 개별적으로 어드레싱할 수 있는 광 변조 소자를 형성하기 위한 단계 54 및 단계 56으로 진행하게 된다. 당업자라면, 도 8에 도시된 공정 또는 그 변형예가, 도 5~7에 도시된 공간 광 변조기를 포함하여, 본 명세서에서 개시하고 있는 공간 광 변조기를 형성하는데 이용될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 투명 기판을 통해 투과되는 광을 변조하기 위한 수단은 간섭 변조기와 액정 디스플레이를 포함한다.

[0054] 도 9는, 광 변조 소자(205)가 기판(210)과 광 보상 구조체(215)의 사이에 배치되는, 공간 광 변조기(200)의 실시예를 나타낸다. 도 9에 도시된 실시예에서, 광 변조 소자(205)는, 캐비티(220), 가동 판 부재(225), 광학 스택(230) 및 서포트(235)를 포함하여 이루어지는 간섭 변조기이다. 광학 스택(230)은, 가동 판 부재(225)에 대향하여 위치하는 캐비티(220)의 판 부재상에 위치한다. 광 보상 구조체(215)는, 본 명세서에 개시된 것이면 어떤 광 보상 구조체라도 가능하며, 예를 들어, 보충의 정면 광원을 제공하는 능동형의 광 보상 구조체, 및/또는 예컨대 반사 방지층, 회절형 광학 소자, 광 산란용 구조체, 블랙 마스크, 컬러 필터, 확산기, 미세 렌즈 어레이, 기판을 투과하는 광의 입사각에 대한 반사된 색의 변이를 완화시키는 홀로그램 막, 또는 이들의 조합에 해당하는 수동형의 광 보상 구조체가 될 수 있다. 도 9에서, 광 변조 소자(205)가 간섭 변조기를 포함하여 이루어져 있지만, 다른 공간 광 변조기를 이용하는 것도 가능하다.

[0055] 광 변조 소자가 기판과 광 보상 구조체(예컨대, 도 9에 도시된 것)의 사이에 배치되는, 공간 광 변조기는, 도 8에 도시된 것과 유사한 공정에 의해 제조될 수 있지만, 개별적으로 어드레싱할 수 있는 광 변조 소자가 기판상에 형성되며, 이어서 개별적으로 어드레싱할 수 있는 광 변조 소자의 위에 광 보상 구조체가 형성되는 공정(예컨대, 도 8의 단계 56이 단계 50을 수행하고 단계 52를 수행하기 전에 수행됨)이, 도 8에 도시된 공정과 상이하다. 선택적으로, 평탄화 층은 개별적으로 어드레싱할 수 있는 광 변조 소자의 위에 형성될 수 있으며, 이어서 이 평탄화 층의 위에 광 보상 구조체를 형성할 수 있다.

[0056] 이상의 설명에서는 여러 가지 실시예에 적용된 본 발명의 신규한 특징을 보여주고, 설명하고 또 지적하였지만, 본 발명의 사상으로부터 이탈하지 않는 범위 내에서 당업자가 예시된 기기 또는 공정의 상세한 구성이나 형태로부터 다양하게 생각하고 대체하고 변경하는 것이 가능하다는 것을 알아야 한다. 인식하고 있는 바와 같이, 몇몇 특징은 다른 특징들과 분리되어 사용되거나 실현될 수 있으므로, 본 발명은 여기에 개시된 특징과 장점을 모두 가지고 있지는 않은 형태로 구현될 수도 있다.

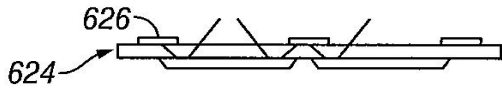
도면3c



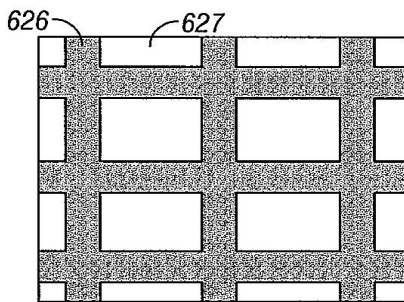
도면3d



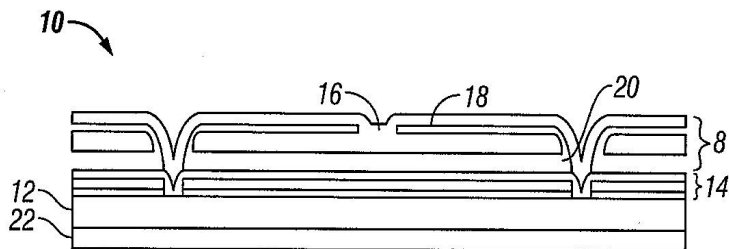
도면3e



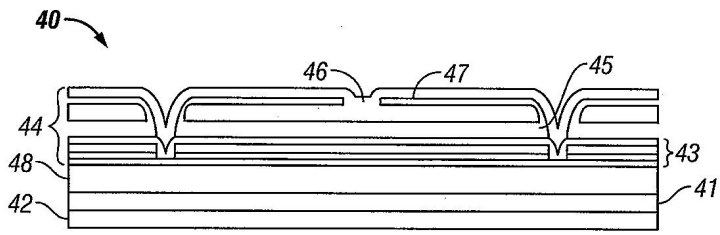
도면3f



도면4



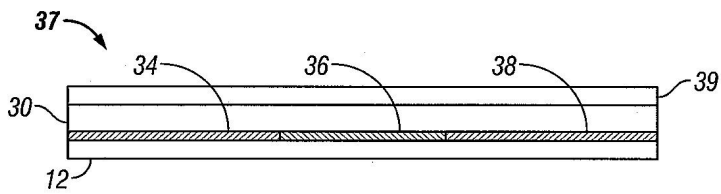
도면5a



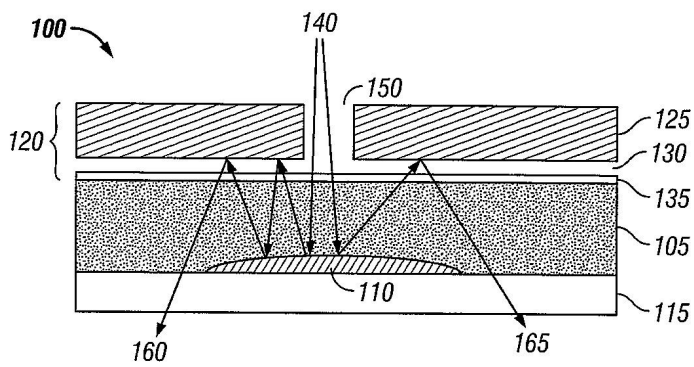
도면5b



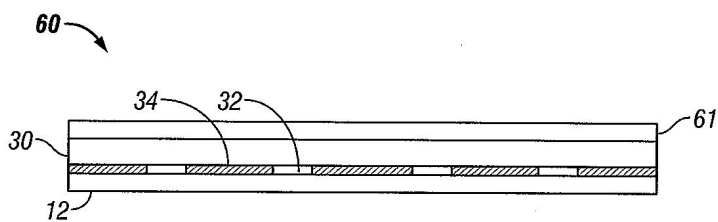
도면5c



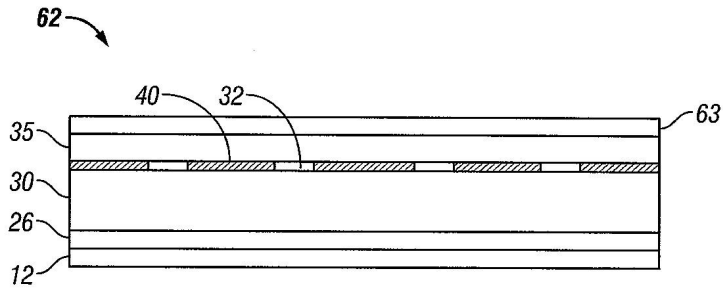
도면6



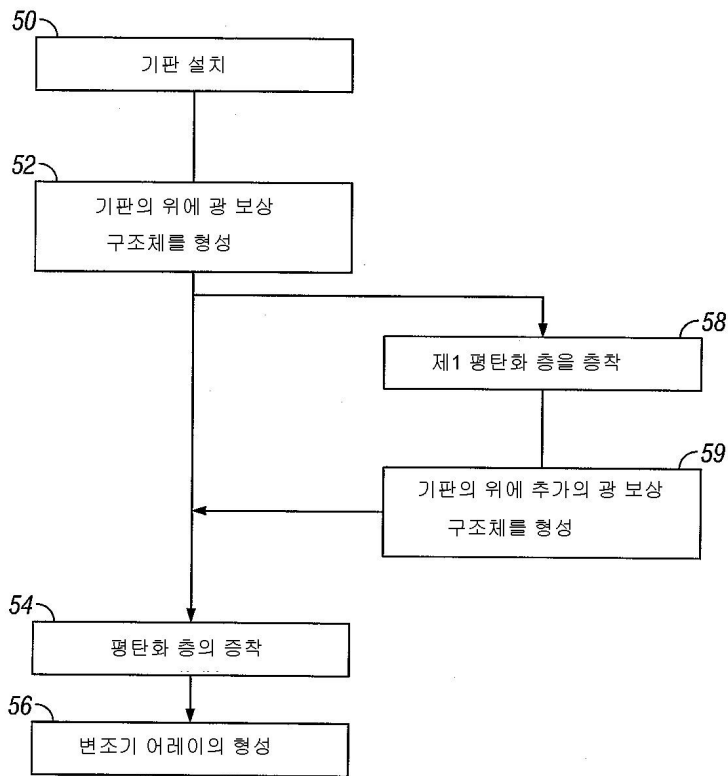
도면7a



도면7b



도면8



도면9

