



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0098203
(43) 공개일자 2014년08월07일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 27/26 (2006.01) *G02B 27/28* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7017492
- (22) 출원일자(국제) 2012년11월14일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2014년06월25일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2012/064936
- (87) 국제공개번호 WO 2013/081822
국제공개일자 2013년06월06일
- (30) 우선권주장
61/564,161 2011년11월28일 미국(US)

- (71) 출원인
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박
스 33427 쓰리엠 센터
- (72) 발명자
카를스 조셉 씨
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오
피스 박스 33427 쓰리엠 센터
이 성택
싱가포르 768923 싱가포르 이순 애비뉴 7 1
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
김영, 양영준

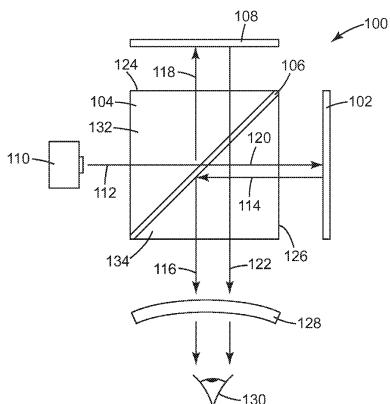
전체 청구항 수 : 총 28 항

(54) 발명의 명칭 고해상도 이미지를 제공하는 편광 빔 스플리터 및 그러한 빔 스플리터를 이용하는 시스템

(57) 요 약

편광 빔 스플리터 및 그러한 빔 스플리터를 통합하는 시스템이 설명된다. 더 구체적으로, 다층 광학 필름을 통합하고 이미지 형성된 광을 높은 유효 해상도로 관찰자 또는 관찰 스크린을 향해 반사하는 편광 빔 스플리터 및 그러한 빔 스플리터를 갖춘 시스템이 설명된다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

데오 예오우 령

싱가포르 768923 싱가포르 이순 애비뉴 7 1

찬 키 쟁

싱가포르 768923 싱가포르 이순 애비뉴 7 1

청 샤오후이

싱가포르 680611 싱가포르 넘버 08-177 쿄아 추 강

스트리트 62 블록 611

특허청구의 범위

청구항 1

편광 서브시스템(polarization subsystem)으로서,

제1 이미저(imager); 및

이미저로부터 이미지 형성된 광(imaged light)을 수광하는 편광 빔 스플리터(polarizing beam splitter) - 상기 편광 빔 스플리터는 반사 편광기(reflective polarizer)를 포함함 - 를 포함하고,

반사 편광기는 다층 광학 필름을 포함하며, 편광 빔 스플리터는 이미지 형성된 광을 관찰자 또는 스크린을 향해 반사하고, 또한 이미지 형성된 광은 편광 빔 스플리터로부터 관찰자 또는 스크린을 향해 12 마이크로미터 미만의 유효 픽셀 해상도(effective pixel resolution)로 반사되는, 편광 서브시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 이미지 형성된 광은 편광 빔 스플리터로부터 관찰자 또는 스크린을 향해 9 마이크로미터 미만의 유효 픽셀 해상도로 반사되는, 편광 서브시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 이미지 형성된 광은 편광 빔 스플리터로부터 관찰자 또는 스크린을 향해 6 마이크로미터 미만의 유효 픽셀 해상도로 반사되는, 편광 서브시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 제1 이미저는 LCOS 이미저를 포함하는, 편광 서브시스템.

청구항 5

제1항에 있어서, 제2 이미저를 추가로 포함하고, 편광 빔 스플리터는 제2 면에서 제2 이미저로부터 이미지 형성된 광을 수광하고 제2 면과 상이한 제1 면에서 제1 이미저로부터 이미지 형성된 광을 수광하는, 편광 서브시스템.

청구항 6

제5항에 있어서, 제1 이미저는 광을 편광 빔 스플리터를 향해 제1 편광으로 반사하고, 제2 이미저는 광을 편광 빔 스플리터를 향해 제2 편광으로 반사하며, 제2 편광은 제1 편광에 직교하는, 편광 서브시스템.

청구항 7

제1항에 있어서, 광이 이미지 형성된 후에 광을 편광 빔 스플리터로부터 수광하고 수광된 광을 관찰자 또는 스크린을 향해 투사하는 프로젝션 렌즈(projection lens)를 추가로 포함하는, 편광 서브시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 편광 빔 스플리터는 제1 커버, 반사 편광 필름 및 제2 커버를 포함하고, 반사 편광 필름은 제1 커버와 제2 커버 사이에 위치되는, 편광 서브시스템.

청구항 9

제1항에 있어서, 반사 편광기는 45 nm 미만의 표면 조도 Ra 또는 80 nm 미만의 표면 조도 Rq를 갖는, 편광 서브시스템.

청구항 10

제1항에 있어서, 이미지 형성된 광이 반사되는 다층 광학 필름의 표면은 평탄 기재의 평탄도(flatness)를 취하도록 처리되는, 편광 서브시스템.

청구항 11

제1항의 편광 서브시스템을 포함하는 3차원 이미지 프로젝터(three-dimensional image projector).

청구항 12

편광 빔 스플리터로서, 제1 커버와 제2 커버 사이에 위치되는 반사 편광기를 포함하고, 반사 편광기는 다층 광학 필름을 포함하며, 편광 빔 스플리터는 이미지 형성된 광을 관찰자 또는 스크린을 향해 반사할 수 있고, 이미지 형성된 광의 유효 픽셀 해상도는 편광 빔 스플리터로부터의 반사 후에 12 마이크로미터 미만인, 편광 빔 스플리터.

청구항 13

제12항에 있어서, 이미지 형성된 광의 유효 픽셀 해상도는 편광 빔 스플리터로부터의 반사 후에 9 마이크로미터 미만인, 편광 빔 스플리터.

청구항 14

제13항에 있어서, 이미지 형성된 광의 유효 픽셀 해상도는 편광 빔 스플리터로부터의 반사 후에 6 마이크로미터 미만인, 편광 빔 스플리터.

청구항 15

제12항에 있어서, 제1 커버는 유리 또는 광학 플라스틱을 포함하는, 편광 빔 스플리터.

청구항 16

제12항에 있어서, 제2 커버는 유리 또는 광학 플라스틱을 포함하는, 편광 빔 스플리터.

청구항 17

제12항에 있어서, 제1 커버는 감압 접착제, UV 경화 접착제 또는 광학 에폭시로 반사 편광기에 부착되는, 편광 빔 스플리터.

청구항 18

제12항에 있어서, 제2 커버는 감압 접착제, UV 경화 접착제 또는 광학 에폭시로 반사 편광기에 부착되는, 편광 빔 스플리터.

청구항 19

제12항에 있어서, 반사 편광기는 제1 커버 또는 제2 커버에 부착된 후에 진공 공정을 통해 평坦해지는, 편광 빔 스플리터.

청구항 20

제12항에 있어서, 반사 편광기는 45 nm 미만의 표면 조도 Ra 또는 80 nm 미만의 표면 조도 Rq를 갖는, 편광 빔 스플리터.

청구항 21

프로젝션 서브시스템(projection subsystem)으로서,

광원;

광원으로부터 광을 수광하는 편광 빔 스플리터 - 상기 편광 빔 스플리터는 반사 편광기를 포함하고, 상기 반사 편광기는 다층 광학 필름을 포함함 -;

편광 빔 스플리터에 인접하게 위치되는 제1 이미저; 및

제1 이미저와는 상이한 편광 빔 스플리터의 측면 상에서 편광 빔 스플리터에 인접하게 위치되는 제2 이미저를 포함하고,

광원으로부터의 광은 편광 빔 스플리터에 입사하고, 또한 입사 광의 제1 편광은 반사 편광기를 통해 투과되며, 제1 편광에 직교하는 입사 광의 제2 편광은 반사 편광기에 의해 반사되고,

제2 편광의 광은 편광 빔 스플리터로부터 제2 이미저로 이동하고, 이미지 형성되며, 다시 편광 빔 스플리터를 향해 반사되고; 제2 이미저로부터 반사된 광은 편광 빔 스플리터를 통해 이미지 평면으로 투과되며,

제1 편광의 광은 편광 빔 스플리터를 통해 제1 이미저로 투과되고, 이미지 형성되며, 다시 편광 빔 스플리터를 향해 반사되고; 제1 이미저로부터 반사된 광은 편광 빔 스플리터에서 이미지 평면을 향해 12 마이크로미터 미만의 유효 픽셀 해상도로 반사되는, 프로젝션 서브시스템.

청구항 22

제21항에 있어서, 제1 이미저로부터 반사된 광은 편광 빔 스플리터에서 이미지 평면을 향해 9 마이크로미터 미만의 유효 픽셀 해상도로 반사되는, 프로젝션 서브시스템.

청구항 23

제22항에 있어서, 제1 이미저로부터 반사된 광은 편광 빔 스플리터에서 이미지 평면을 향해 6 마이크로미터 미만의 유효 픽셀 해상도로 반사되는, 프로젝션 서브시스템.

청구항 24

제21항에 있어서, 광원은 LED를 포함하는, 프로젝션 서브시스템.

청구항 25

제21항에 있어서, 반사 편광기는 45 nm 미만의 표면 조도 Ra 또는 80 nm 미만의 표면 조도 Rq를 갖는, 프로젝션 서브시스템.

청구항 26

편광 서브시스템으로서,

제1 이미저; 및

이미저로부터 이미지 형성된 광을 수광하는 편광 빔 스플리터 - 상기 편광 빔 스플리터는 반사 편광기를 포함함 - 를 포함하고,

반사 편광기는 다층 광학 필름을 포함하며, 편광 빔 스플리터는 이미지 형성된 광을 관찰자 또는 스크린을 향해 반사하고, 반사 편광기는 45 nm 미만의 표면 조도 Ra 또는 80 nm 미만의 표면 조도 Rq를 갖는, 편광 서브시스템.

청구항 27

제26항에 있어서, 반사 편광기는 40 nm 미만의 표면 조도 Ra 또는 70 nm 미만의 표면 조도 Rq를 갖는, 프로젝션 서브시스템.

청구항 28

제26항에 있어서, 반사 편광기는 35 nm 미만의 표면 조도 Ra 또는 55 nm 미만의 표면 조도 Rq를 갖는, 프로젝션 서브시스템.

명세서

기술분야

관련 출원에 대한 상호 참조

[0001] 발명의 명칭이 "고해상도 이미지를 제공하는 편광 빔 스플리터를 제조하는 방법 및 그러한 빔 스플리터를 이용하는 시스템(METHOD OF MAKING POLARIZING BEAM SPLITTERS PROVIDING HIGH RESOLUTION IMAGES AND SYSTEMS UTILIZING SUCH BEAM SPLITTERS)"인 공동 소유 및 공히 계류 중인 미국 특허 출원 제61/564172호가 본 명세서

에 참고로 포함된다.

[0003] 본 설명은 편광 빔 스플리터(polarizing beam splitter) 및 그러한 빔 스플리터를 통합하는 시스템에 관한 것이다. 더 구체적으로, 본 설명은, 다층 광학 필름을 통합하고 이미지 형성된 광(imaged light)을 높은 유효 해상도로 관찰자 또는 관찰 스크린을 향해 반사하는 편광 빔 스플리터 및 그러한 빔 스플리터를 갖춘 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 편광 빔 스플리터(PBS)를 통합하는 조명 시스템은 프로젝션 디스플레이(projection display)와 같은 관찰 스크린 상에 이미지를 형성하는 데 사용된다. 전형적인 디스플레이 이미지는 조명원(illumination source)을 통합하며, 조명원은 조명원으로부터의 광선이 투사될 원하는 이미지를 포함하는 이미지-형성 장치(즉, 이미저(imager))로부터 반사되도록 배열된다. 시스템은 조명원으로부터의 광선과 투사된 이미지의 광선이 PBS와 이미저 사이의 동일한 물리적 공간을 공유하도록 광선이 겹이게 한다. PBS는 입사 조명 광을 이미저로부터의 편광-회전된 광으로부터 분리시킨다. PBS에 대한 새로운 요구로 인해, 예컨대 3차원 프로젝션 및 이미지 형성과 같은 응용에서의 그들의 새로운 사용에 부분적으로 기인하여, 다수의 새로운 문제가 발생하였다. 본 출원은 그러한 문제를 해소하는 물품을 제공한다.

발명의 내용

[0005] 일 태양에서, 본 설명은 편광 서브시스템(polarization subsystem)에 관한 것이다. 편광 서브시스템은 제1 이미저 및 편광 빔 스플리터를 포함한다. 몇몇 실시예에서, 이미저는 LCOS 이미저일 수 있다. 편광 빔 스플리터는 부분적으로 반사 편광기(reflective polarizer)로 구성되고, 이미저로부터 이미지 형성된 광을 수광한다. 반사 편광기는 다층 광학 필름일 수 있다. 몇몇 실시예에서, 반사 편광기는 45 nm 미만의 표면 조도 Ra 또는 80 nm 미만의 표면 조도 Rq를 가질 것이다. 편광 빔 스플리터는 이미지 형성된 광을 관찰자 또는 스크린을 향해 12 마이크로미터 미만의 유효 픽셀 해상도(effective pixel resolution)로 반사한다. 몇몇 실시예에서, 편광 빔 스플리터는 이미지 형성된 광을 관찰자 또는 스크린을 향해 9 마이크로미터 미만 또는 6 마이크로미터 미만의 유효 픽셀 해상도로 반사할 수 있다. 편광 서브시스템은 제2 이미저를 포함할 수 있으며, 이 경우 편광 빔 스플리터는 그것이 제1 이미저로부터 광을 수광하는 면과 상이한 면에서 제2 이미저로부터 이미지 형성된 광을 수광한다. 편광 서브시스템은 또한 광을 편광 빔 스플리터로부터 관찰자 또는 스크린을 향해 투사하는 프로젝션 렌즈(projection lens)를 포함할 수 있다. 몇몇 경우에, 편광 서브시스템은 3차원 이미지 프로젝터(three-dimensional image projector)의 일부일 수 있다.

[0006] 다른 태양에서, 본 설명은 편광 빔 스플리터에 관한 것이다. 편광 빔 스플리터는 제1 커버와 제2 커버 사이에 위치되는 반사 편광기를 포함한다. 반사 편광기는 다층 광학 필름일 수 있다. 편광 빔 스플리터는 이미지 형성된 광을 관찰자 또는 스크린을 향해 12 마이크로미터 미만, 그리고 잠재적으로 9 마이크로미터 미만 또는 6 마이크로미터 미만의 유효 픽셀 해상도로 반사할 수 있다. 편광 빔 스플리터의 제1 및/또는 제2 커버는 적어도 부분적으로 유리 또는 적합한 광학 플라스틱으로 제조될 수 있다. 제1 및/또는 제2 커버는 다층 광학 필름의 원하는 평탄도(flatness)를 달성하기 위해, 진공에 대한 노출과 같은 추가의 처리와 함께 적합한 광학 접착제에 의해 반사 편광기에 부착될 수 있다. 반사 편광기는 45 nm 미만의 표면 조도 Ra 또는 80 nm 미만의 표면 조도 Rq를 가질 수 있다.

[0007] 또 다른 태양에서, 본 설명은 프로젝션 서브시스템(projection subsystem)에 관한 것이다. 프로젝션 서브시스템은 광원, 편광 빔 스플리터, 적어도 제1 이미저, 및 잠재적으로 제2 이미저를 포함한다. 편광 빔 스플리터는 광원으로부터 광을 수광하고, 다층 광학 필름으로 구성되는 반사 편광기를 포함한다. 제1 이미저는 편광 빔 스플리터에 인접하게 위치된다. 제2 이미저는 제1 이미저와는 상이한 편광 빔 스플리터의 측면 상에서 편광 빔 스플리터에 인접하게 위치된다. 광원으로부터의 광은 편광 빔 스플리터에 입사하고, 입사 광의 제1 편광은 반사 편광기를 통해 투과되는 반면, 제1 편광 상태에 직교하는 입사 광의 제2 편광은 반사 편광기에 의해 반사된다. 제2 편광의 광은 편광 빔 스플리터로부터 제2 이미저로 이동하고, 이미지 형성되며, 다시 편광 빔 스플리터를 향해 반사된다. 제2 이미저로부터 반사된 광은 편광 빔 스플리터를 통해 이미지 평면으로 투과된다. 제1 편광의 광은 편광 빔 스플리터를 통해 제1 이미저로 투과되고, 이미지 형성되며, 다시 편광 빔 스플리터를 향해 반사된다. 제1 이미저로부터 반사된 광은 편광 빔 스플리터에서 이미지 평면을 향해 12 마이크로미터 미만의 유효 픽셀 해상도로 반사된다. 적어도 몇몇 실시예에서, 제1 이미저로부터 반사된 광은 편광 빔 스플리터에서 이미지 평면을 향해 9 마이크로미터 미만 또는 6 마이크로미터 미만의 유효 해상도로 반사된다. 반사 편광기는

45 nm 미만의 표면 조도 Ra 또는 80 nm 미만의 표면 조도 Rq를 가질 수 있다. 프로젝션 서브시스템의 광원은 아크 램프(arc lamp) 또는 LED 또는 LED들과 같은 임의의 적합한 광원일 수 있다.

[0008] 다른 태양에서, 본 설명은 편광 서브시스템에 관한 것이다. 편광 서브시스템은 제1 이미저 및 편광 빔 스플리터를 포함한다. 편광 빔 스플리터는 부분적으로 반사 편광기로 구성되고, 이미저로부터 이미지 형성된 광을 수광한다. 반사 편광기는 다층 광학 필름일 수 있다. 편광 빔 스플리터는 이미지 형성된 광을 관찰자 또는 스크린을 향해 반사한다. 몇몇 실시예에서, 반사 편광기는 45 nm 미만의 표면 조도 Ra 또는 80 nm 미만의 표면 조도 Rq를 갖는다. 몇몇 실시예에서, 반사 편광기는 40 nm 미만의 표면 조도 Ra 또는 70 nm 미만의 표면 조도 Rq를 갖는다. 몇몇 실시예에서, 반사 편광기는 35 nm 미만의 표면 조도 Ra 또는 55 nm 미만의 표면 조도 Rq를 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0009] <도 1>

도 1은 본 설명에 따른 편광 변환 시스템의 도면.

<도 2>

도 2는 본 설명에 따른 편광 빔 스플리터의 도면.

<도 3>

도 3은 본 설명에 따른 프로젝션 서브시스템의 도면.

<도 4>

도 4는 PBS에 사용하기 위한 평탄 다층 광학 필름을 제조하는 방법을 예시하는 흐름도.

<도 5>

도 5는 다층 광학 필름을 사용하여 편광 빔 스플리터를 생성하기 위한 방법을 예시하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 고성능 PBS는 LCOS(Liquid Crystal on Silicon) 이미저를 사용하는 프로젝터를 위한 실용적인 광학 엔진을 생성하는 데 필수적이다. 또한, PBS는 DLP 이미저와 같은 공칭적으로 비편광된 이미저가 편광된 광을 취급하도록 요구될 때 그러한 이미저를 위해서도 요구될 수 있다. 전형적으로, PBS는 공칭적으로 p-편광된 광을 투과시키고 공칭적으로 s-편광된 광을 반사할 것이다. 맥네일(MacNeille) 유형 PBS 및 와이어 그리드(wire grid) 편광기를 비롯한 다수의 상이한 유형의 PBS가 사용되었다. 그러나, 다층 광학 필름에 기반하는 PBS가 일정 범위의 파장 및 입사각에 걸쳐 효과적으로 편광시키는 능력을 비롯한 프로젝션 시스템에서의 광 취급과, 그리고 반사 및 투과 둘 모두에서의 고효율과 연관된 문제에 대해 가장 효과적인 편광 빔 스플리터들 중 하나인 것으로 판명되었다. 그러한 다층 광학 필름은 존자(Jonza) 등의 미국 특허 제5,882,774호 및 웨버(Weber) 등의 미국 특허 제6,609,795호에 설명된 바와 같이, 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)에 의해 제조된다.

[0011] 예컨대 3차원 프로젝션 및 이미지 형성을 비롯한 다수의 새로운 이미지 형성 및 프로젝션 응용의 출현으로 인해, 새로운 문제가 발생하였다. 구체적으로, 적어도 일부 3차원 이미지 형성 응용에서, PBS가 반사 편광 필름을 통해 투과될 때뿐만 아니라 반사 편광 필름에 의해 반사될 때에도 (아래에서 정의되는 바와 같은) 높은 유효 해상도를 갖는 이미지 형성된 광을 제공하는 것이 요구될 수 있다. 불행히도, 다층 광학 필름에 기반하는 편광기는, 그들의 다른 주요 이점에도 불구하고, 이미지 형성된 광을 고해상도로 반사하는 데 필요한 평탄도로 형성하기 어려울 수 있다. 오히려, 그러한 다층 필름 반사 편광기가 이미지 형성된 광을 반사하기 위해 사용되는 경우에, 반사된 이미지가 왜곡될 수 있다. 그러나, 다수의 각도의 입사 광 및 파장의 입사 광을 효과적으로 편광시키는 문제가 여전히 해소되어야 한다. 따라서, 다층 광학 필름을 포함하는 PBS의 이점을 갖는 동시에 또한 PBS로부터 관찰자 또는 스크린을 향해 반사된 이미지 형성된 광에 대해 증가된 유효 해상도를 달성하는 편광 빔 스플리터를 제공하는 것이 매우 바람직할 것이다. 본 설명은 그러한 해결책을 제공한다.

[0012] 도 1은 본 설명에 따른 하나의 편광 서브시스템의 예시를 제공한다. 편광 서브시스템은 제1 이미저(102)를 포함한다. 도 1에 예시된 것과 같은 다수의 실시예에서, 이미저는 적절한 반사 이미저일 것이다. 흔히, 프로젝션 시스템에 사용되는 이미저는 전형적으로 디지털 비디오 신호에 대응하는 이미지를 생성하기 위해 광의 편광

을 회전시킴으로써 작동하는 액정 디스플레이 이미저와 같은 편광-회전 이미지-형성 장치이다. 그러한 이미저는, 프로젝션 시스템에 사용될 때, 광을 한 쌍의 직교 편광 상태(예컨대, *s*-편광 및 *p*-편광)로 분리하기 위해 전형적으로 편광기에 의존한다. 도 1에 도시된 실시예에 사용될 수 있는 2개의 통상적인 이미저는 LCOS(liquid crystal on silicon) 이미저 또는 DLP(digital light processing) 이미저를 포함한다. 당업자는 DLP 시스템이 도 1에 도시된 PBS 구성의 사용을 가능하게 하기 위해 편광을 회전시키는 외부 수단(예컨대, 지연기 플레이트(retarder plate))뿐만 아니라 조명 기하학적 구조에 대한 소정의 수정을 필요로 할 것임을 인식할 것이다. 편광 서브시스템은 또한 편광 빔 스플리터(PBS)(104)를 포함한다. 광원(110)으로부터의 광(112)이 PBS(104)를 향해 이동한다. PBS(104) 내에 반사 편광기(106)가 있다. 반사 편광기는 쓰리엠 컴퍼니(미국 미네소타주 세인트폴)로부터 입수가능한 그리고 예컨대 각각 그 전체가 본 명세서에 참고로 포함된, 존자 등의 미국 특허 제5,882,774호 및 웨버 등의 미국 특허 제6,609,795호에 설명된 것과 같은 다층 광학 필름일 수 있다. 광(112)이 필름(106)에 입사할 때, *p*-편광된 상태와 같은, 입사 광의 하나의 직교 편광 상태가 필름을 통해 투과되고, 이후 이미저(102)에 입사하는 광(120)으로서 PBS로부터 출사할 것이다. 입사 광(이 경우에, *s*-편광된 광)의 직교 편광 상태는 반사 편광기(106)에 의해 별개의 빔(118)으로서 상이한 방향으로, 여기서는 빔(120)에 직각으로 반사될 것이다.

[0013] 주어진 편광 상태의 이미지 형성되지 않은 광(120)이 이미저(102)에 입사한다. 광은 이어서 이미지 형성되고, 다시 PBS(104) 및 통합된 반사 편광기(106)를 향해 반사된다. 이미저(102)가 LCOS 이미저인 경우에, 그리고 "온(on)" 상태에 있는 픽셀들에 대해, 광(114)이 또한 직교 편광 상태로 변환된다. 이 경우에, 아직 이미지 형성되지 않은 *p*-편광된 입사 광이 *s*-편광의 이미지 형성된 광으로서 반사된다. *s*-편광된 광이 편광 빔 스플리터(104), 그리고 특히 다층 광학 필름 반사 편광기(106)에 입사할 때, 광은 관찰자 또는 관찰 스크린(130)을 향해 *s*-편광된 빔(116)으로서 반사된다.

[0014] 종래 기술의 다수의 실시예에서, 이미저는 예컨대 빔(118)이 이동하는 방향에 위치될 수 있다. 그러한 실시예에서, 이미지 형성된 광은 편광 빔 스플리터(104)에서 반사되기보다는 편광 빔 스플리터(104)를 통해 투과될 것이다. 이미지 형성된 광을 편광 빔 스플리터를 통해 투과시키는 것은 이미지의 덜한 왜곡 및 그에 따른 더 높은 유효 해상도를 허용한다. 그러나, 추가로 설명될 바와 같이, 다수의 실시예에서, 도 1에 위치된 바와 같은 이미저(102)를 포함하는 것이 바람직할 수 있다. 이는 예를 들어 상이한 편광의 이미지들을 중첩시키는 것을 허용할 수 있다. 반사 편광기로서의 다층 광학 필름의 많은 이점에도 불구하고, 통상적으로 그러한 필름으로부터 반사된 이미지 형성된 광에 대해 높은 유효 해상도를 달성하는 것이 어려웠다.

[0015] 요소에 의해 생성된 광 또는 이미지의 유효 해상도는, 그것이 어떤 크기의 픽셀이 신뢰성 있게 분해될 수 있는지를 예측하는 데 도움을 주기 때문에, 유용한 정량적인 측정치이다. 대부분의 현재 이미저(LCOS 및 DLP)는 약 12.5 μm 로부터 대략 5 μm 에 이르는 픽셀 크기 범위를 갖는다. 따라서, 반사 이미지 형성 상황에서 유용하게 되도록 하기 위해, 반사기는 적어도 약 12.5 μm 에 이르기까지, 이상적으로는 그보다 더욱 낮게 분해할 수 있어야 한다. 따라서, PBS의 유효 해상도는 약 12.5 μm 이하, 바람직하게는 그보다 낮아야 한다. 이는 높은 유효 해상도로 고려될 것이다.

[0016] 본 명세서에 설명된 기술을 사용하여, 이미지 형성된 광을 매우 높은 해상도로 반사할 수 있는 PBS(104)에 사용하기 위한 다층 광학 필름을 실제로 제공할 수 있다. 실제로, 도 1을 보면, 이미지 형성된 광(116)은 편광 빔 스플리터(104)로부터 관찰자 또는 관찰 스크린(130)을 향해 12 마이크로미터 미만의 유효 픽셀 해상도로 반사될 수 있다. 실제로, 몇몇 실시예에서, 이미지 형성된 광(116)은 편광 빔 스플리터(104)로부터 관찰자 또는 관찰 스크린(130)을 향해 11 마이크로미터 미만, 10 마이크로미터 미만, 9 마이크로미터 미만, 8 마이크로미터 미만, 7 마이크로미터 미만, 또는 잠재적으로 심지어 6 마이크로미터 미만의 유효 픽셀 해상도로 반사될 수 있다.

[0017] 논의된 바와 같이, 적어도 일부 실시예에서, 편광 서브시스템(100)은 제2 이미저(108)를 포함할 수 있다. 제2 이미저(108)는 일반적으로 제1 이미저(106)와 동일한 유형의 이미저, 예컨대 LCOS 또는 DLP일 수 있다. *s*-편광된 광과 같은, 하나의 편광 상태의 광이 PBS(104)로부터, 구체적으로는 PBS의 반사 편광기(106)로부터 제2 이미저를 향해 반사될 수 있다. 그 광은 이어서 이미지 형성되고, 다시 PBS(104)를 향해 반사될 수 있다. 역시, 제1 이미저(104)와 마찬가지로, *s*-편광된 이미지 형성되지 않은 광(118)이 이미저(108)에 입사하는 경우에, *p*-편광된 이미지 형성된 광(122)이 이미저(108)로부터 다시 PBS(104)를 향해 방향전환되도록, 제2 이미저(108)로부터 반사된 광이 편광 변환된다. 이미저(102)로부터 반사된 광(114)이 제1 편광 상태(예컨대, *s*-편광)를 갖고 그에 따라 PBS(104)로부터 관찰자 또는 관찰 스크린(130)을 향해 반사되는 반면, 이미저(108)로부터 반사된 광(예컨대, 광(122))은 제2 편광 상태(예컨대, *p*-편광)를 갖고 그에 따라 PBS(104)를 통해 관찰자 또는 관찰 스크린(130)을 향해 투과된다. 도 1로부터 알 수 있는 바와 같이, 2개의 이미저는 PBS가 제1 면(126)에서 제1 이미

저(102)로부터의 이미지 형성된 광(114)을 수광하고 제1 면과 상이한 제2 면(124)에서 제2 이미지(108)로부터의 이미지 형성된 광(122)을 수광하도록 PBS(104)의 상이한 측면들에 위치된다.

[0018] 일단 이미지 형성된 광(116) 및 잠재적으로 광(122)이 PBS(104)로부터 출사하면, 그 광은 관찰자 또는 관찰 스크린(130)을 향해 지향된다. 광을 관찰자로 가장 잘 지향시키고 이미지를 정확하게 스케일링하기(scale) 위해, 광이 프로젝션 렌즈(128) 또는 소정 종류의 프로젝션 렌즈 시스템으로 통과될 수 있다. 단지 단일 요소 프로젝션 렌즈(128)로 예시되지만, 편광 변환 시스템(100)은 필요한 대로 추가의 이미지 형성 광학계를 포함할 수 있다. 예를 들어, 프로젝션 렌즈(128)는 실제로 공동 소유 및 양도된 미국 특허 제7,901,083호의 렌즈 군(250)과 같은 복수의 렌즈일 수 있다. 선택적인 이미지(108)가 사용되지 않는 경우에, 입력 광(112)이 광 범(120)과 동일한 편광 상태를 갖도록 사전-편광될 수 있다는 것에 유의하여야 한다. 이는 예를 들어 편광 변환 시스템(polarization converting system, PCS)의 사용, 입력 광 스트림(112)의 편광 순도(polarization purity)를 향상시키기 위한 반사 또는 흡수 선형 편광기 또는 다른 그러한 장치의 추가에 의해 달성될 수 있다. 그러한 기술은 시스템의 전체 효율을 개선할 수 있다.

[0019] PBS(104)는 반사 편광기(106) 외에 다른 요소들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 1은 제1 커버(132) 및 제2 커버(134)를 또한 포함하는 PBS(104)를 예시한다. 반사 편광기(106)는 그것이 커버에 의해 보호되고 또한 적절하게 위치되도록 제1 커버(132)와 제2 커버(134) 사이에 위치된다. 제1 커버(132)와 제2 커버(134)는 유리, 플라스틱 또는 잠재적으로 다른 적절한 재료와 같은, 당업계에 알려진 임의의 적절한 재료로 제조될 수 있다. 추가의 재료 및 구조물이 예컨대 PBS의 면들 또는 반사 편광기에 인접하여 실질적으로 동연적으로 적용될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 그러한 다른 재료 또는 구조물은 추가의 편광기, 이색성 필터(dichroic filter)/반사기, 지연기 플레이트, 반사-방지 코팅, 커버의 표면에 성형 및/또는 접합된 렌즈 등을 포함할 수 있다.

[0020] 이미지 형성된 광이 상이한 편광을 갖는, 상이한 이미지로부터 광을 방출하는 프로젝션 또는 편광 서브시스템은 예를 들어 미국 특허 제7,690,796호(빈(Bin) 등)에 설명된 바와 같이 3차원 이미지 프로젝터의 일부로서 특히 유용할 수 있다. PBS 기반 2 이미지 시스템을 사용하는 것의 뚜렷한 이점은 시간 시퀀싱(time sequencing) 또는 편광 시퀀싱(polarization sequencing)이 요구되지 않는다는 것이다. 이는 양 이미지가 항상 작동하고 있어, 프로젝터의 광 출력을 효과적으로 배가함을 의미한다. 논의된 바와 같이, 편광기로부터 반사된 이미지 형성된 광(116)이 왜곡되지 않고 높은 유효 해상도를 갖도록 반사 편광기(106)가 평탄한 것이 매우 중요하다. 평탄도는 표준 조도 파라미터 Ra(평균으로부터 표면의 수직 편차의 절대값의 평균), Rq(평균으로부터 표면의 수직 편차의 제곱 평균 제곱근 평균), 및 Rz(각각의 샘플링 길이의 최고 피크 및 최저 밸리 사이의 평균 거리)에 의해 정량화될 수 있다. 구체적으로, 반사 편광기는 바람직하게는 45 nm 미만의 표면 조도 Ra 또는 80 nm 미만의 표면 조도 Rq를 갖고, 더 바람직하게는 40 nm 미만의 표면 조도 Ra 또는 70 nm 미만의 표면 조도 Rq를 가지며, 더욱 더 바람직하게는 35 nm 미만의 표면 조도 Ra 또는 55 nm 미만의 표면 조도 Rq를 갖는다. 필름의 평탄도 또는 표면 조도를 측정하는 하나의 예시적인 방법이 아래의 예 단락에 제공된다.

[0021] 다른 태양에서, 본 설명은 편광 범 스플리터에 관한 것이다. 하나의 그러한 편광 범 스플리터(200)가 도 2에 예시된다. 편광 범 스플리터(200)는 제1 커버(232)와 제2 커버(234) 사이에 위치되는 반사 편광기(206)를 포함한다. 도 1의 반사 편광기(106)와 마찬가지로, 도 2의 반사 편광기(206)는 전술된 것과 같은 다층 광학 필름이다. 편광 범 스플리터(200)는 이미지 형성된 광(216)을 관찰자 또는 표면(230)을 향해 반사할 수 있다. 관찰자 또는 표면을 향해 지향되는 이미지 형성된 광(216)의 유효 픽셀 해상도는 12 마이크로미터 미만, 그리고 가능하게는 11 마이크로미터 미만, 10 마이크로미터 미만, 9 마이크로미터 미만, 8 마이크로미터 미만, 7 마이크로미터 미만, 또는 잠재적으로 심지어 6 마이크로미터 미만이다.

[0022] 도 1의 커버와 마찬가지로, PBS(200)의 제1 커버(232)와 제2 커버(234)는 특히 유리 또는 광학 플라스틱과 같은, 본 기술 분야에 사용되는 임의의 다수의 적절한 재료로 제조될 수 있다. 또한, 제1 커버(232)와 제2 커버(234)는 각각 다수의 상이한 수단에 의해 반사 편광기(206)에 부착될 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 제1 커버(232)는 감압 접착제 층(240)을 사용하여 반사 편광기(206)에 부착될 수 있다. 적합한 감압 접착제는 쓰리엠(3M)TM 광학 투명 접착제 8141(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수 가능함)이다. 유사하게, 제2 커버(234)는 감압 접착제 층(242)을 사용하여 반사 편광기에 부착될 수 있다. 다른 실시예에서, 제1 및 제2 커버는 층(240, 242)에 대해 상이한 접착제 유형을 사용하여 반사 편광기(206)에 부착될 수 있다. 예를 들어, 층(240, 242)은 경화성 광학 접착제로 구성될 수 있다. 적합한 광학 접착제는 NOA73, NOA75, NOA76 또는 NOA78과 같은, 놀랜드 프라덕츠 인크.(Norland Products Inc.)(미국 뉴저지주 크랜베리)로부터의 광학 접착제를 포함할 수 있으며, 이러한 광학 접착제는 각각 본 명세서에 참고로 포함된, 공동 소유 및 양도된 미국 특허 공개 제2006/0221447호(디지오(DiZio) 등)와 공동 소유 및 양도된 미국 특허 공개 제2008/0079903호(디지

오 등)에 설명되었다. UV 경화성 접착제가 또한 사용될 수 있다. 추가의 재료 및 구조물이 예컨대 PBS의 면들 또는 반사 편광기에 인접하여 실질적으로 동연적으로 적용될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 그러한 다른 재료 또는 구조물은 추가의 편광기, 이색성 필터/반사기, 지연기 플레이트, 반사-방지 코팅 등을 포함할 수 있다. 도 1에 설명된 PBS와 마찬가지로, 도 2의 반사 편광기(206)는 이미지 형성된 광(216)을 왜곡시키지 않고서 그 광을 가장 효과적으로 반사하기 위해 매우 평탄하여야 한다. 반사 편광기는 45 nm 미만의 표면 조도 Ra 또는 80 nm 미만의 표면 조도 Rq를 가질 수 있다. 미국 특허 제7,234,816 B2호(브루존(Bruzzone) 등)에 설명된 바와 같은 감압 접착제의 전형적인 적용 절차의 경우, 반사 편광기의 요구되는 표면 평탄도가 달성되지 않는다. 소정 유형의 후처리에 의해 요구되는 표면 평탄도가 달성될 수 있는 것으로 밝혀졌다.

[0023] 또 다른 태양에서, 본 설명은 프로젝션 서브시스템에 관한 것이다. 하나의 그러한 프로젝션 서브시스템이 도 3에 예시된다. 프로젝션 서브시스템(300)은 광원(310)을 포함한다. 광원(310)은 프로젝션 시스템에 통상적으로 사용되는 임의의 다수의 적절한 광원일 수 있다. 예를 들어, 광원(310)은 적색, 녹색 또는 청색 광과 같은 특정 색상의 광을 방출하는 레이저 또는 발광 다이오드(LED)와 같은 고체 이미터(solid-state emitter)일 수 있다. 광원(310)은 또한 방출원(emissive source)으로부터의 광을 흡수하고 다른(일반적으로 더 긴) 파장의 광을 재방출하는 인광체 또는 다른 광 변환 재료를 포함할 수 있다. 적합한 인광체는 Ce-도핑된 YAG, 스트론튬 티오갈레이트, 및 도핑된 실리케이트 및 SiAlON-유형 재료와 같은 잘 알려진 무기 인광체를 포함한다. 다른 광 변환 재료는 III-V 및 II-VI 반도체, 양자점, 및 유기 형광 염료를 포함한다. 대안적으로, 광원은 적색, 녹색 및 청색 LED와 같은 복수의 광원으로 구성될 수 있으며, 이 경우 그러한 LED들은 함께 또는 순차적으로 활성화될 수 있다. 광원(310)은 또한 레이저 광원, 또는 잠재적으로 전통적인 UHP 램프일 수 있다. 컬러 훈(color wheel), 이색성 필터 또는 반사기 등과 같은 보조 구성요소가 또한 광원(310)을 포함할 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0024] 프로젝션 서브시스템(300)은 편광 빔 스플리터(304)를 추가로 포함한다. 편광 빔 스플리터(304)는 그것이 광원으로부터 광(312)을 수광하도록 위치된다. 이러한 입사 광(312)은 일반적으로 2개의 직교 편광 상태, 예컨대 부분 s-편광된 광 및 부분 p-편광된 광으로 부분적으로 구성될 수 있다. 편광 빔 스플리터 내에, 반사 편광기(306), 역시 이러한 경우에 반사 편광기(106)에 관하여 설명된 것과 같은 다층 광학 필름이 있다. 광(312)이 반사 편광기(306)에 입사하고, 하나의 제1 편광의 광, 예컨대 p-편광된 광이 광(320)으로서 투과되는 반면, 제2 직교 편광의 광, 예컨대 s-편광된 광이 광(318)으로서 반사된다.

[0025] 반사 편광기(306)를 통해 투과되는 제1 편광의 광(320)은 PBS(304)에 인접하게 위치되는 제1 이미저(302)를 향해 이동한다. 광은 이미지 형성되고, 제1 이미저(302)에서 다시 PBS(304)를 향해 광의 편광이 변환된 상태로 반사된다. 변환된 이미지 형성된 광(314)은 이어서 PBS(304)에서 이미지 평면(350)을 향해 광(316)으로서 반사된다. 광(316)은 PBS의 반사 편광기(306)로부터 반사되고, 12 마이크로미터 미만, 그리고 가능하게는 11 마이크로미터 미만, 10 마이크로미터 미만, 9 마이크로미터 미만, 8 마이크로미터 미만, 7 마이크로미터 미만, 또는 잠재적으로 심지어 6 마이크로미터 미만의 유효 해상도로 이미지 평면(350)에 도달한다. 반사 편광기(306)는 전형적으로 45 nm 미만의 표면 조도 Ra 또는 80 nm 미만의 표면 조도 Rq를 갖는다.

[0026] 초기에 PBS(304)의 반사 편광기에 의해 반사되는 제2 편광의 광(예컨대, s-편광된 광)은 제2 이미저(308)를 향해 광(318)으로서 이동한다. 제2 이미저(308)가 또한 제1 이미저(302)와 마찬가지로 PBS(304)에 인접하게 위치되지만, 제2 이미저는 PBS의 상이한 측면 상에 위치된다. 입사 광(318)은 이미지 형성되고, 다시 PBS(304)를 향해 반사된다. 이미저로부터의 반사 시에, 이러한 광의 편광이 또한 90도만큼 회전된다(예컨대, s-편광된 광으로부터 p-편광된 광으로). 이미지 형성된 광(322)은 PBS(304)를 통해 이미지 평면(350)으로 투과된다. 제1 이미저(302)와 제2 이미저(308)는 도 1의 요소(102, 108)에 관하여 전술된 것과 같은 임의의 적절한 유형의 반사 이미저일 수 있다.

[0027] 논의된 바와 같이, 본 명세서의 PBS로부터 반사된 이미지 형성된 광에 대해 높은 유효 해상도를 달성하기 위해, PBS의 반사 편광기는 특별히 광학적으로 평탄하여야 한다. 본 설명은 이제 다층 광학 필름인 광학적으로 평탄한 반사 편광기를 제조하는 방법 및/또는 광학적으로 평탄한 편광 빔 스플리터를 제조하는 방법을 제공한다.

[0028] 하나의 그러한 방법이 도 4의 흐름도에 예시된다. 방법은 다층 광학 필름(410)을 제공하고, 평탄 기재(420)를 제공하는 것으로 시작된다. 다층 광학 필름(410)은 위에서 물품에 관하여 설명된 다층 광학 필름과 유사할 수 있다. 평탄 기재는 아크릴, 유리 또는 다른 적절한 플라스틱과 같은 임의의 다수의 적절한 재료일 수 있다. 가장 중요하게는, 기재(420)는 적어도 편광 빔 스플리터에 요구되는 바와 동일한 정도의 광학 평탄도를 가져야 하고, 습윤 용액이 기재의 표면에 걸쳐 확산되게 하여야 한다. 따라서, 다른 플라스틱, 무기 유리, 세라믹, 반

도체, 금속 또는 중합체가 적절한 재료일 수 있다. 또한, 기재가 약간 가요성인 것이 유용하다.

[0029]

다음 단계에서, 평탄 기재의 표면(425)이 다층 광학 필름의 제1 표면에 해제가능하게 부착된다. 적어도 일 실시예에서, 해제가능한 부착을 생성하기 위해, 평탄 기재의 표면(425) 또는 다층 광학 필름의 제1 표면 중 어느 하나 또는 둘 모두가 습윤제로 습윤되어, 용액(430)의 얇은 층을 생성한다. 적합한 습윤제는 습윤제가 기재 또는 필름을 습윤시키기에 충분히 낮은 표면 에너지 및 습윤제가 실온에서 증발할 수 있기에 충분히 높은 증기압을 가져야 한다. 몇몇 실시예에서, 아이소프로필 알코올이 습윤제로서 사용된다. 적어도 몇몇 실시예에서, 습윤제는 적어도 소량의(예컨대, 1 부피% 미만의) 계면활성제를 함유하는 수용액일 것이다. 계면활성제는 통상적으로 구매가능한 산업용 습윤제, 또는 심지어 식기 세정제와 같은 가정용 재료일 수 있다. 다른 실시예는 암모니아, 식초 또는 알코올과 같은, 증발시 잔류물을 남기지 않는 화합물의 수성 혼합물일 수 있다. 습윤제는 예컨대 분무 병으로부터의 분무를 비롯한 다수의 적절한 방법에 의해 적용될 수 있다. 다음 단계에서, 용액(430)이 필름과 기재 사이에 개재되도록 다층 광학 필름이 기재의 표면(425)에 적용된다. 전형적으로, 습윤제는 다층 광학 필름의 접촉 표면에도 적용된다. 이어서, 스퀴지(squeegee)와 같은 압력 적용 기구(435)가 다층 광학 필름(410)의 상부를 가로질러 이동되어 광학 필름(410)을 기재(420)의 표면(425)에 근접하게 평탄화시키고, 둘을 분리하는 용액(430)의 얇은, 매우 균일한 층만을 남긴다. 적어도 몇몇 실시예에서, 먼저 보호 층이 다층 광학 필름에, 기재(420)에 적용되는 표면(440) 반대편의 면 상에서 적용될 수 있다. 이 시점에서, 구조물은 용액(430)이 증발되게 하도록 그대로 남겨진다. 스퀴징 공정은 잔류수를 단지 소량만이 남도록 다층 광학 필름의 에지를 지나 밀어낸다. 이어서, 다층 광학 필름, 평탄 기재 및 습윤제가 건조되게 된다. 시간이 지남에 따라, 습윤 용액의 휘발성 성분의 전부가 층(410 또는 420)을 통해 또는 증발이 일어날 수 있는 층(410)의 에지로 층들(410, 420) 사이의 공간을 따른 위킹(wicking)에 의해 증발한다. 이러한 공정이 이루어짐에 따라, 다층 광학 필름(410)은 층(410)이 표면(425)에 밀접하게 정합(conform)할 때까지 기재(420)에 더욱 더 근접하게 이동된다. 건조가 필름(410)을 기재(420)에 근접하게 이동시키고 다층 광학 필름의 하부 표면(440)을 효과적으로 평탄화시킴에 따라, 그 결과가 도 4의 다음 단계에 도시된다. 일단 이러한 평탄도가 달성되었으면, 다층 광학 필름(410)은 안정되게 평탄하게 유지되지만 기재에 해제가능하게 부착된다. 이 시점에서, 영구 기재가 필름(410)의 노출된 표면에 접착될 수 있다.

[0030]

도 5는 편광 빔 스플리터의 최종 구조물을 제공함에 있어서 취해질 수 있는 추가의 단계를 예시한다. 예를 들어, 접착제(550)가 필름(410)의 평탄화된 표면(450) 상에 적용될 수 있다. 접착제는 PBS의 광학적 또는 기계적 성능에 불리하게 영향을 미치지 않는 임의의 적절한 접착제일 수 있다. 몇몇 실시예에서, 접착제는 놀랜드 프라덕츠 인크.(미국 뉴저지주 크랜베리)로부터의 NOA73, NOA75, NOA76 또는 NOA78과 같은 경화성 광학 접착제일 수 있다. 다른 실시예에서, 광학 예폭시가 사용될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 접착제는 감압 접착제일 수 있다. 이어서, 영구 제2 기재를 제공할 수 있다. 일 실시예에서, 영구 제2 기재는 프리즘일 수 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 프리즘(560)은 접착제(550)에 맞대어 적용되고, 구조물은 적절한 경우 경화된다. 필름(410)은 이제 기재(420)로부터 제거될 수 있다. 적어도 일 실시예에서, 필름(410)은 전형적으로 기재(420)를 약간 휘어 필름(410)이 기재(420)로부터 해제되도록 허용함으로써 기재(420)로부터 박리된다. UV 접착제 또는 예폭시와 같은 경화 접착제의 경우, 필름의 새롭게 노출된 하부 표면(440)은 기재(420)의 평탄도를 유지한다. 감압 접착제의 경우, 필름의 하부 표면(440)은 기재(420)의 평탄도를 유지할 수 있거나, 평탄도를 유지하기 위해 추가의 처리를 필요로 할 수 있다. 일단 평탄한 필름 표면(440)이 달성되었으면, 접착제(570)의 제2 층이 필름의 하부 표면(440)에 적용될 수 있고, 제2 프리즘 또는 다른 영구 기재(580)가 접착제에 적용될 수 있다. 역시, 구조물은 필요한 대로 경화되어, 완전한 편광 빔 스플리터를 생성할 수 있다.

[0031]

광학적으로 평탄한 빔 스플리터를 제조하는 다른 방법은 특별히 감압 접착제의 사용을 포함한다. 적절한 기술에 의해, 다층 광학 필름이 프리즘의 평탄한 표면에 밀접하게 정합하도록 제조될 수 있다. 하기의 단계가 포함될 수 있다. 먼저, 다층 광학 필름이 제공된다. 다층 광학 필름은 반사 편광기로서 작용할 것이다. 이는, 표면(440)이 도 4에 도시된 단계를 통해 이전에 실질적으로 평탄화되지 않을 수 있는 것을 제외하고는, 도 5의 반사 편광기 광학 필름(410)과 유사할 수 있다. 감압 접착제의 층(여기서는 접착제 층(550)에 대응함)이 다층 광학 필름의 제1 표면(440)에 적용될 수 있다. 이어서, 프리즘(560)이 감압 접착제 층에 맞대어, 다층 광학 필름(410) 반대편의 면 상에서 적용될 수 있다. 방법은 또한 제1 표면(440) 반대편의 필름의 제2 표면(575) 상에 접착제의 제2 층(예컨대, 층(570))을 적용하는 것을 포함할 수 있다. 이어서, 제2 프리즘(580)이 필름(410)으로부터 반대편인 층(570)의 면에 적용될 수 있다. 본 발명의 방법은 이러한 방법에 비해, PBS로부터의 이미지 형성된 반사가 향상된 해상도를 갖도록 반사 편광기/프리즘 계면의 평탄도를 더욱 향상시키는 개선을 제공한다. 감압 접착제(550)가 프리즘(560)과 다층 광학 필름(410) 사이에 적용된 후에, 구조물에 진공이 가해진다. 이는 예를 들어 통상적인 진공 펌프를 갖춘 진공 챔버 내에 구조물을 배치함으로써 이루어질 수 있다. 진공 챔버는

주어진 압력으로 감압될 수 있고, 샘플은 그 압력에서 주어진 시간의 양, 예컨대 5 내지 20분 동안 유지될 수 있다. 공기가 진공 챔버로 재도입될 때, 공기 압력이 프리즘(560)과 다층 광학 필름(410)을 함께 가압시킨다. 제2 접착제 층과 제2 프리즘이 또한 적용되는 경우, 챔버 내에서 진공을 가하는 것은 선택적으로 제2 계면에 대해(예컨대, 층(570)에서) 반복될 수 있다. 프리즘/MOF 조립체에 진공을 적용하는 것은 이미지 형성된 광이 PBS로부터 반사될 때 증가된 유효 해상도를 제공하는 PBS를 생성한다. 진공 처리 대신에 또는 그와 함께, 열/압력 처리가 또한 사용될 수 있다. 이러한 처리를 1회를 초과하여 수행하는 것이 유리할 수 있다.

[0032] 예

[0033] 하기의 재료 목록 및 그 공급원이 예들 전체에 걸쳐 참조된다. 달리 명시되지 않는 한, 재료는 알드리치 케미칼(Aldrich Chemical)(미국 위스콘신주 밀워키)로부터 입수 가능하다. 다층 광학 필름(MOF)을 대체로, 예를 들어 미국 특히 제6,179,948호(메릴(Merrill) 등); 제6,827,886호(네빈(Neavin) 등); 미국 특허 공개 제2006/0084780호(헤브링크(Hebrink) 등); 제2006/0226561호(메릴 등); 및 제2007/0047080호(스토버(Stover) 등)에 설명된 방법에 따라 제조하였다.

[0034] 조도 측정 방법

[0035] 프리즘을 모델링 클레이(modeling clay) 상에 배치하였고, 플런저 레벨러(plunger leveler)를 사용하여 평평하게 하였다. 10x 대물 렌즈 및 0.5x 시야 렌즈(field lens)를 갖춘 그리고 하기의 설정을 가진 와이코(Wyko)(등록상표) 9800 광학 간섭계(미국 애리조나주 투손 소재의 비코 메트로로지, 인크.(Veeco Metrology, Inc.)로부터 입수 가능함)로 토포그래픽 맵(topographic map)을 측정하였다: VSI 검출; 6행 및 5열의 개별 맵을 사용하여 스티칭된 4 mm × 4 mm 스캔 면적, 1.82 μm의 샘플링을 가진 2196x2196 픽셀; 틸트 및 구 보정 사용; 60 내지 100 전방 스캔 길이와 함께 30 내지 60 마이크로미터 후방 스캔 길이; 변조 검출 임계치 2%. 오토스캔 검출이 10 μm 후 스캔 길이로 95%로 가능하였다(이러한 짧은 후 스캔 길이는 데이터 수집에서 표면 아래 반사를 방지하였다).

[0036] 각각의 프리즘의 빗변-면의 중심 영역의 4 mm × 4 mm 면적을 측정하였다. 구체적으로, 각각의 영역의 토포그래피를 측정하였고, 플로팅하였으며, 조도 파라미터 Ra, Rq 및 Rz를 계산하였다. 프리즘당 하나의 측정 면적을 얻었다. 각각의 경우에 3개의 프리즘 샘플을 측정하였고, 조도 파라미터의 평균과 표준 편차를 결정하였다.

[0037] 예 1: 습윤 적용 방법

[0038] 반사 편광 다층 광학 필름(MOF)을 하기의 방식으로 광학적으로 평탄한 기재 상에 해제 가능하게 배치하였다. 먼저, 물 중에 대략 0.5%의 순한 식기 세정제를 포함하는 습윤 용액을 분무 병에 넣었다. 대략 6 mm의 고광택 아크릴의 시트를 입수하였고, 보호 층을 청결한 후드 내에서 일 면으로부터 제거하였다. 전체 표면이 습윤되도록 노출된 아크릴 표면에 습윤 용액을 분무하였다. 별도로, 일편의 MOF를 입수하였고, 그의 스킨 층들 중 하나를 청결한 후드 내에서 제거하였다. MOF의 노출된 표면에 습윤 용액을 분무하였고, MOF의 습윤된 표면을 아크릴 시트의 습윤된 표면과 접촉시켰다. MOF의 순상을 방지하기 위해 MOF의 표면에 무거운 이형 라이너를 적용하였고, 쓰리엠™ PA-1 어플리케이터(미국 미네소타주 세인프 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수 가능함)를 사용하여 MOF를 아크릴의 표면에 이르기까지 스퀴징하였다. 이는 습윤 용액의 대부분이 2개의 습윤된 표면들 사이로부터 배출되게 하였다. 이를 수행한 후, MOF로부터 제2 스킨 층을 제거하였다. 적용된 MOF의 검사는 MOF 표면이 아크릴의 표면보다 훨씬 더 불규칙한 것을 보여주었다. 24시간 후 재검사 시에, MOF 표면은 평탄도가 아크릴 시트와 유사한 것으로 관찰되었다. 시간에 따른 이러한 관찰된 평탄화는 잔류 습윤 용액이 2개의 표면들 사이로부터 증발하여 MOF가 아크릴의 표면에 밀접하게 정합하게 하는 것과 일관된다. MOF가 아크릴의 표면에 밀접하게 그리고 안정되게 정합하더라도, MOF는 MOF를 아크릴의 표면으로부터 박리함으로써 쉽게 제거될 수 있다.

[0039] 소량의 놀랜드 광학 접착제 73(미국 뉴저지주 크랜베리 소재의 놀랜드 프라덕츠로부터 입수 가능함)을 MOF의 표면 상에 배치함으로써 이미지 형성 PBS를 제조하였다. 10 mm 45° BK7 폴리싱된 유리 프리즘의 빗변을 기포가 접착제 내에 혼입되지 않도록 천천히 접착제와 접촉하게 배치하였다. 프리즘이 접착제 상에 배치될 때, 프리즘의 에지로 유출하기에 충분하지만, 프리즘의 주연부를 넘어 접착제의 상당한 과유동을 초래할 정도로 많지는 않은 접착제가 존재하도록 접착제의 양을 선택하였다. 그 결과, 프리즘이 MOF의 표면에 실질적으로 평행하였고, 대략적으로 균일한 두께의 접착제의 층에 의해 분리되었다.

[0040] UV 경화 램프를 사용하여 프리즘을 통해 접착제 층을 경화시켰다. 경화 후, 프리즘보다 큰 그리고 프리즘을 포함하는 MOF의 섹션을 아크릴 기재로부터 박리하였다. 아크릴 판을 굽혀, 강성 프리즘 및 MOF 복합물이 아크릴 플레이트로부터 더욱 쉽게 분리되게 함으로써 제거를 용이하게 하였다. 프리즘/MOF 복합물의 검사는 MOF가 아

크릴 플레이트로부터 제거됨에도 불구하고 그의 평탄도를 유지한 것을 보여주었다.

[0041] 이어서, MOF의 조도 파라미터를 "조도 측정 방법"에 설명된 바와 같이 측정하였고, 하기의 표에 보고되어 있다.

	평균	표준 편차
R _a (nm)	34	12
R _q (nm)	51	30
R _z (μm)	6.7	8.5

[0042]

소량의 놀랜드 광학 접착제를 프리즘/MOF 복합물 상에서 MOF 표면에 적용하였다. 제2 10 mm 45° 프리즘을 입수하였고, 그의 빗변을 접착제와 접촉하도록 배치하였다. 제2 프리즘을 그의 주축과 부축이 제1 프리즘의 주축과 부축에 실질적으로 평행하고 2개의 빗변 표면이 실질적으로 동연적이다도록 정렬시켰다. 제2 45° 프리즘이 프리즘/MOF 복합물에 접합되도록 UV 경화 램프를 사용하여 접착제 층을 경화시켰다. 생성된 구성물이 편광 빔 스플리터였다.

예 2: 열 및 압력을 사용한 PSA 방법

쓰리엠™ 광학 투명 접착제 8141(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능함)의 샘플을 취하여 이를 롤 라미네이션(roll lamination) 공정을 사용하여 반사 편광 MOF에 라미네이팅함으로써 접착제 구조물을 형성하였다. 이러한 접착제 구조물의 일편을 예 1에 사용된 것과 유사한 유리 프리즘의 빗변에 접착하였다. 생성된 MOF/프리즘 복합물을 오토클레이브 오븐 내에 배치하였고, 60°C 및 550 kPa (80 psi)에서 2시간 동안 처리하였다. 샘플을 제거하였고, 소량의 열 경화성 광학 에폭시를 MOF/프리즘 복합물의 MOF 표면에 적용하였다. 프리즘을 예 1에서와 같이 정렬시켰다. 이어서, 샘플을 다시 오븐 내에 배치하였고, 60°C 및 550 kPa (80 psi)에서 이번에는 24시간 동안 다시 처리하였다. 생성된 구성물이 편광 빔 스플리터였다.

예 2A: 열 및 압력을 사용한 PSA 방법으로부터 생성된 조도

예 2의 방법을 사용하여 제조된 MOF의 조도를 하기와 같이 결정하였다. 17 mm × 17 mm로 측정된 일편의 MOF를 수동 률러를 사용하여 17 mm의 폭을 갖는 유리 큐브에 라미네이팅하였다. 유리 큐브는 약 0.25 람다의 평탄도를 가졌으며, 여기서 람다는 632.80 nm(광의 기준 파장)와 동일하였다. 롤-라미네이팅된 MOF를 오토클레이브 오븐 내에서 60°C 및 550 kPa (80 psi)에서 2시간 동안 어닐링하였다. 자이고(Zygo) 간섭계(미국 코네티컷주 미들필드 소재의 자이고 코포레이션(Zygo Corporation)으로부터 입수가능함)를 사용하여 람다의 파장 = 632.80 nm를 갖는 광을 사용해 롤-라미네이팅된 MOF의 평탄도를 측정하였다. 자이고 간섭계는 피크 대 밸리 조도를 보고하였으며, 여기서 텔트 보정을 사용하였고, 구 보정을 적용하지 않았다. 17 mm × 17 mm 면적에 걸쳐 측정된 피크 대 밸리 조도는 1.475 람다 또는 약 933 nm인 것으로 결정되었다.

예 3: 진공을 사용한 PSA 방법

예 2의 접착제 구조물의 일편을 예 2의 그것과 유사한 방식으로 유리 프리즘에 접착하였다. 생성된 프리즘/MOF 복합물을 통상적인 진공 펌프를 갖춘 진공 챔버 내에 배치하였다. 챔버를 대략 71 cm (28 인치) Hg로 배기시켰고, 샘플을 진공 하에서 약 15분 동안 유지시켰다.

[0050] 샘플을 진공 챔버로부터 제거하였고, MOF의 조도 파라미터를 "조도 측정 방법"에 설명된 바와 같이 측정하였으며, 측정된 값이 하기의 표에 보고되어 있다.

	평균	표준 편차
R _a (nm)	32	3
R _q (nm)	40	5
R _z (μm)	1.2	0.7

[0051]

[0052] 제2 프리즘을 예 1의 기술 및 UV 광학 접착제를 사용하여 프리즘/MOF 복합물에 부착하였다. 생성된 구성물이 편광 빔 스플리터였다.

비교예 C-1

[0054] 편광 빔 스플리터 구성물을 미국 특허 제7,234,816호(브루존 등)에 따라 생성하였다. 예 2의 접착제 구조물의

일편을 수동 롤러를 사용하여 유리 프리즘에 접착하여 MOF/프리즘 복합물을 형성하였다.

[0055] 이어서, MOF의 조도 파라미터를 "조도 측정 방법"에 설명된 바와 같이 측정하였고, 하기의 표에 보고되어 있다.

	평균	표준 편차
R _a (nm)	65	20
R _q (nm)	100	18
R _z (μm)	8.6	5.1

[0056]

[0057] 제2 프리즘을 예 1의 기술 및 UV 광학 접착제를 사용하여 프리즘/MOF 복합물에 부착하였다. 생성된 구성물이 편광 빔 스플리터였다.

성능 평가

[0059] 예 1, 2, 3 및 비교예 C-1의 편광 빔 스플리터를 해상도 시험 프로젝터를 사용하여 이미지를 반사하는 그들의 능력에 대해 평가하였다. 다른 예에 사용된 45° 프리즘들 중 하나로 구성되는 그리고 내부 전반사(TIR) 반사기로서 작동하는 기준 반사기를 사용하여 시험 프로젝터에 대한 최고 가능 성능을 설정하였다.

[0060] 24X로 축소된 시험 타겟을 아크 램프 광원으로 후방 조명하였다. 이전 예에 사용된 것과 동일한 45° 프리즘 (그리고 본 명세서에서 조명 프리즘으로 불림)을 시험 타겟의 전방 표면에 부착하였다. 광원으로부터 시험 타겟을 통해 수평으로 이동하는, 시험 타겟으로부터의 광이 조명 프리즘의 하나의 면에 입사하였고, 빗면으로부터 반사되었으며(TIR을 통해), 프리즘의 제2 면으로부터 출사하였다. 프리즘의 제2 면을 출사 광이 수직으로 지향되도록 배향시켰다. 예로부터의 다양한 PBS뿐만 아니라 기준 프리즘을 조명 프리즘의 제2 면의 상부에 배치하였다. PBS 내의 반사 표면(MOF)뿐만 아니라 기준 프리즘으로부터의 빗면을 MOF 또는 기준 프리즘의 빗면으로부터 반사되는 광이 전방 및 수평으로 지향되도록 배향시켰다. 쓰리엠™ SCP 712 디지털 프로젝터(미국 미네소타 주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능함)로부터 입수된 F/2.4 프로젝션 렌즈를 PBS 또는 기준 프리즘의 출사 표면에 배치하고 다시 시험 타겟에 초점을 맞추어 일종의 "잠망경(periscope)" 레이아웃을 형성하였다.

[0061] 이어서, 이러한 광학 시스템을 사용하여 반사 모드로 작동하면서 시험 타겟을 분해하는 각각의 상이한 PBS의 능력을 평가하였다. 이 시스템에서, 시험 타겟의 대략 5 mm × 5 mm 부분이 약 150 cm (60 인치) 대각선으로 투사되었다. 시험 타겟의 이러한 면적 내에 분해 이미지의 다수의 반복물이 있었다. 시험 타겟의 5개의 상이한 동일 반복물을 투사된 이미지의 상이한 위치에서 평가하였다: 좌측 상부, 좌측 하부, 중심, 우측 상부 및 우측 하부. 각각의 시험 타겟을 명확히 분해된 최고 해상도를 결정하기 위해 평가하였다. 프로토콜에 따르면, 최대 해상도뿐만 아니라 그 수준 아래의 해상도가 분해되도록 요구되었다. 더 높은 해상도(약간 상이한 위치에서)가 분해되더라도 국부적인 왜곡이 더 낮은 해상도가 분해되지 않도록 하는 경우가 있었다. 이러한 선택의 이유는 PBS가 반사 모드로 효과적으로 기능하기 위해서는 단지 작은 영역이 아니라 전체 필드가 분해되어야 하기 때문이다.

[0062] 각각의 예의 다수의 샘플을 시험하였다. 일단 각각의 PBS 상의 각각의 위치에 대해 최대 해상도가 설정되었으면, 프리즘의 각각의 유형에 대해(즉, 예 1 내지 3, 비교예 C-1 및 기준 프리즘에 대해) 평균 및 표준 편차를 계산하였다. "유효 해상도"를 평균 빼기 두 표준 편차로 정의하였다. 이러한 메트릭(metric)을 데이터로부터 "라인 쌍(line pairs)/mm"(lp/mm)으로 결정한 다음에, lp/mm로 표현된 유효 해상도의 역의 ½로 결정된 최소 분해가능 픽셀의 크기로 표현하였다. 이러한 정의는 해상도가 필드를 가로질러 단지 최소 해상도와 같다는 사실의 이유가 된다. 유효 해상도는 특정 PBS 세트가 신뢰성 있게(이미지의 95%에 걸쳐) 분해할 것으로 예상될 수 있는 최대 해상도를 나타낸다.

[0063] 표 1은 본 개시 내용 내에서 상이한 예의 측정의 결과를 보여주고, 표 2는 생성된 유효 해상도를 보여준다. 알 수 있는 바와 같이, 기준 샘플은 5 μm 픽셀을 분해할 수 있다. 예 1로부터의 PBS가 또한 거의 5 μm 픽셀을 분해할 수 있다. 예 2는 적어도 12 μm에 이르기까지 분해할 수 있고, 예 3으로부터의 PBS는 7 μm에 이르기까지 분해할 수 있다. 이를 구조물 모두는 적어도 일부 반사 이미지 형성 용용에 적합할 것이다. 반면에, 비교예 C-1으로부터의 PBS는 약 18 마이크로미터 픽셀을 분해하는 것으로 제한되며, 아마도 반사 이미지 형성 구조물에 대한 양호한 선택이 아닐 것이다.

표 1샘플에 대한 5 개의 위치에서의 라인 쌍/mm

예	샘플	우측 상부 (1p/mm)	우측 하부 (1p/mm)	중심 (1p/mm)	좌측 하부 (1p/mm)	좌측 상부 (1p/mm)
기준	A	170.4	170.4	108.0	192.0	170.4
1	B	151.2	170.4	120.0	151.2	120.0
1	C	151.2	151.2	108.0	120.0	151.2
1	D	151.2	151.2	108.0	134.4	120.0
2	E	151.2	134.4	60.0	108.0	86.4
2	F	134.4	134.4	67.2	96.0	96.0
2	G	134.4	134.4	96.0	60.0	76.8
3	H	134.4	134.4	96.0	86.4	120.0
3	I	134.4	151.2	108.0	96.0	96.0
C-1	J	151.2	134.4	48.0	60.0	76.8
C-1	K	120.0	134.4	60.0	96.0	60.0
C-1	L	120.0	120.0	60.0	86.4	86.4
C-1	M	134.4	120.0	60.0	60.0	86.4

[0064]

표 2예시적인 필름의 유효 해상도

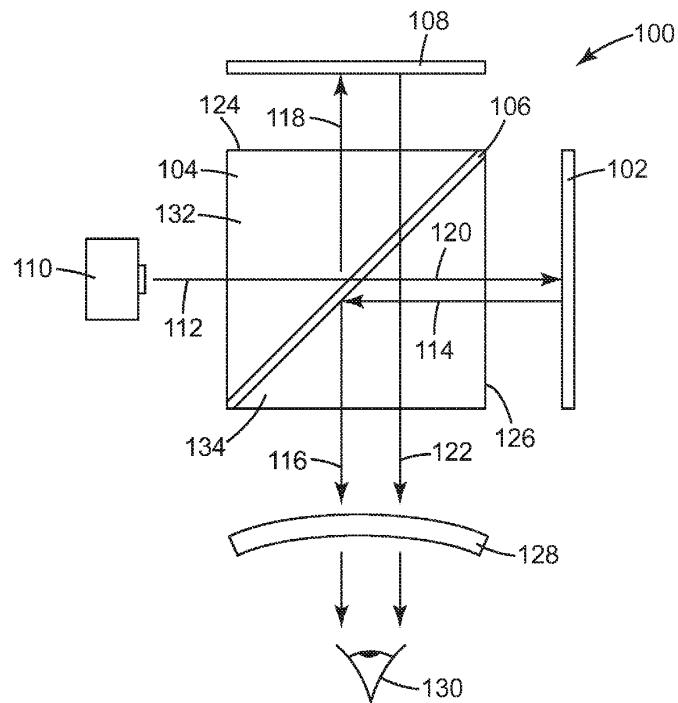
예	평균 (1p/mm)	표준 편차 (1p/mm)	유효 해상도 (1p/mm)	유효 해상도 (μm)
기준	162.2	31.7	98.8	5.06
1	137.3	19.6	98.1	5.10
2	104.6	30.9	42.9	11.65
3	115.7	22.1	71.4	7.00
C-1	93.7	32.8	28.2	17.74

[0065]

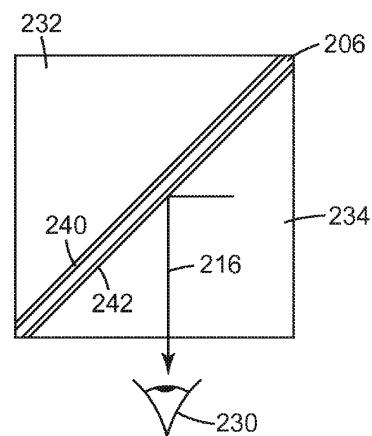
[0066] 본 발명은 전술된 특정 예 및 실시예로 제한되는 것으로 고려되지 않아야 하는데, 이는 그러한 실시예가 본 발명의 다양한 태양의 설명을 용이하게 하기 위해 상세히 설명되어 있기 때문이다. 오히려, 본 발명은 첨부된 특허청구범위에 의해 한정되는 바와 같은 본 발명의 사상 및 범주 내에 속하는 다양한 수정, 등가의 공정 및 대안적인 장치를 포함하는 본 발명의 모든 태양을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면

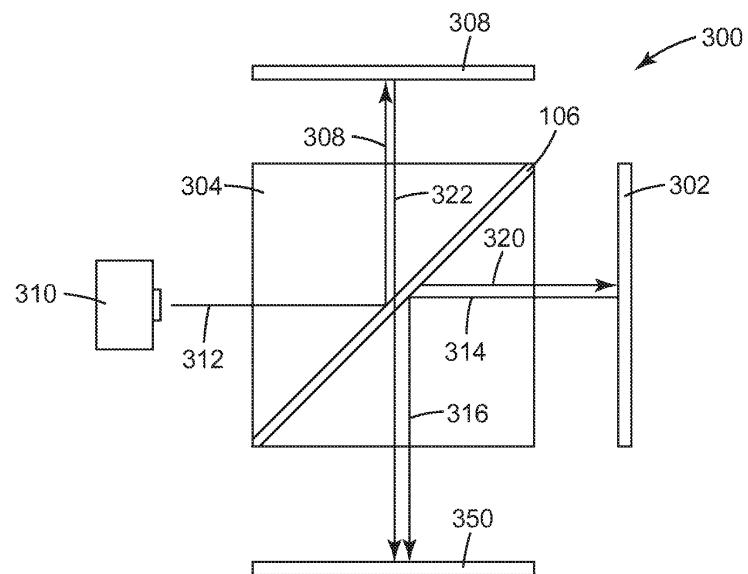
도면1



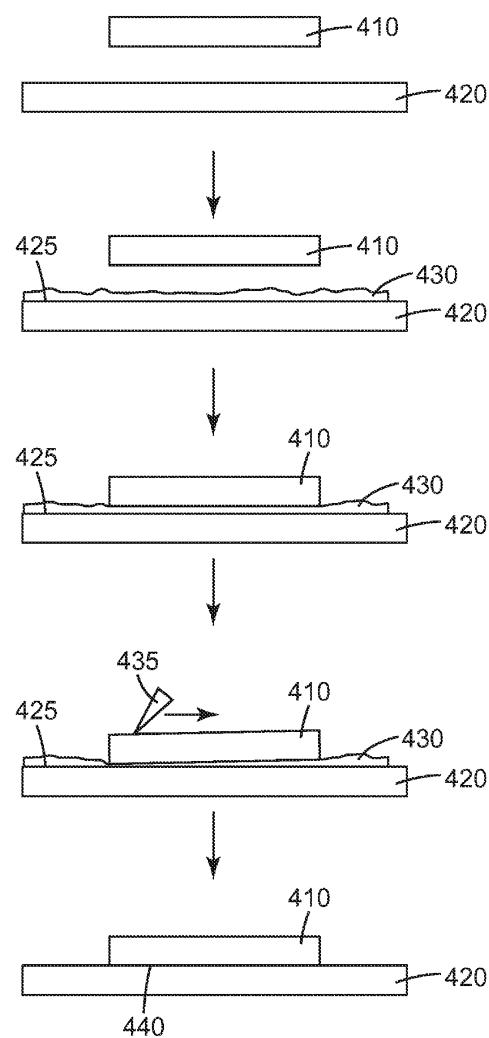
도면2



도면3



도면4



도면5

