(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년09월29일
(11) 등록번호 10-2449800
(24) 등록일자 2022년09월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 5/30 (2022.01) *F21V 8/00* (2016.01)
G02B 1/00 (2022.01) *G02B 27/01* (2006.01)
G02B 27/28 (2020.01)
(52) CPC특허분류
G02B 5/3016 (2013.01)
G02B 1/002 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7001370
(22) 출원일자(국제) 2016년06월14일
심사청구일자 2021년06월14일
(85) 번역문제출일자 2018년01월15일
(65) 공개번호 10-2018-0018766
(43) 공개일자 2018년02월21일
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/037443
(87) 국제공개번호 WO 2016/205249
국제공개일자 2016년12월22일
(30) 우선권주장
62/180,551 2015년06월16일 미국(US)
62/175,994 2015년06월15일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2015089638 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
매직 립, 인코포레이티드
미국 플로리다 플랜타티온 웨스트 선라이즈 블러바드 7500 (우: 33322)
(72) 발명자
크러그, 미쉘, 안토니
미국 33004 플로리다 다니아 비치 스위트 비454 그리핀 로드 1855
쇼벤게르트, 브라이언, 티.
미국 33004 플로리다 다니아 비치 스위트 비454 그리핀 로드 1855
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 남앤남

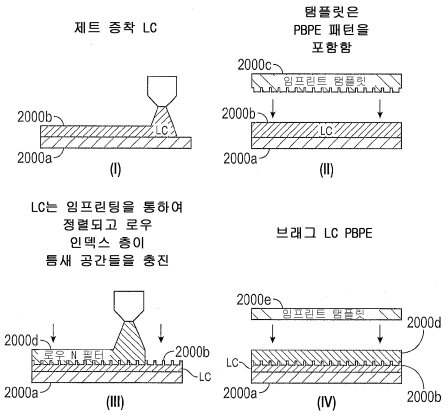
전체 청구항 수 : 총 19 항 심사관 : 장혜정

(54) 발명의 명칭 **가상 및 증강 현실 시스템들 및 방법들**

(57) 요 약

기판상에 액정 재료의 층을 증착하는 단계 및 임프린트 탬플릿을 사용하여 액정 재료의 층 상에 패턴을 임프린팅하는 단계를 포함하는, 액정 디바이스를 제조하는 방법들이 개시된다. 액정 재료는 제트 증착될 수 있다. 임프린트 탬플릿은 표면 릴리프 피처(relief feature)들, PBPE(Pancharatnam-Berry Phase Effect) 구조들 또는 회절 구조들을 포함할 수 있다. 본원에 설명된 방법들에 의해 제조된 액정 디바이스는 광을 조작, 이를테면 빔 스티어링(steering), 파면 성형, 파장들 및/또는 편광들 분리, 및 상이한 파장들 및/또는 편광들 결합을 위해 사용될 수 있다.

대 표 도 - 도9a



(52) CPC특허분류
G02B 27/0172 (2013.01)
G02B 27/283 (2013.01)
G02B 6/0016 (2013.01)
G02B 6/004 (2013.01)
G02B 6/0076 (2013.01)
G02F 1/1326 (2013.01)
G02B 2027/0112 (2013.01)

(72) 발명자
밀러, 미쉘, 네빈
미국 33004 플로리다 다니아 비치 스위트 비454 그리핀 로드 1855
싱, 비크람지트
미국 33004 플로리다 다니아 비치 스위트 비454 그리핀 로드 1855
페로즈, 크리스토페
미국 33004 플로리다 다니아 비치 스위트 비454 그리핀 로드 1855
헬레르, 피에르
미국 33004 플로리다 다니아 비치 스위트 비454 그리핀 로드 1855
순, 지
미국 33004 플로리다 다니아 비치 스위트 비454 그리핀 로드 1855

(56) 선행기술조사문헌
WO2014172252 A1*
N. Fu & F. Capasso, "Flat Optcs with designer metasurface", Vol. 13, pp139-150 (2014. 01. 23.) 1부.*
KR1020140023896 A
EP00132077 A1*
JP2006261088 A*
JP2007521645 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명 세 서

청구범위

청구항 1

도파관 구조를 제조하는 방법으로서,

액정 인커플링(in-coupling) 광학 엘리먼트를 형성하는 단계를 포함하고,

상기 액정 인커플링 광학 엘리먼트를 형성하는 단계는,

도파관 기판 상에 레지스트(resist) 재료를 증착하는 단계;

임프린트 탬플릿(imprint template)을 사용하여 상기 레지스트 재료 상에 패턴을 임프린팅하는 단계 - 상기 임프린트 탬플릿은 다중-티어 기하구조(multi-tier geometry)를 갖는 임프린트 패턴을 포함함 -;

액정 재료의 분자들이 상기 패턴에 자기-정렬(self-align)되도록, 패턴화된 레지스트 재료 상에 액정 재료의 층을 제트(jet) 증착하는 단계; 및

고정(immobilization) 프로세스를 상기 액정 재료에 적용(subject)함으로써 상기 액정 재료의 분자들을 고정하는 단계

를 포함하는,

도파관 구조를 제조하는 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 레지스트 재료를 증착하는 단계는 상기 레지스트 재료를 제트 증착하는 단계를 포함하는,

도파관 구조를 제조하는 방법.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 임프린트 탬플릿은 표면 릴리프 피처(relief feature)들을 포함하는,

도파관 구조를 제조하는 방법.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 임프린트 탬플릿은 10 nm 내지 200 nm의 사이즈를 가지는 피처들(features)을 포함하는,

도파관 구조를 제조하는 방법.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 임프린트 탬플릿은 20 nm 내지 1 미크론의 사이즈를 가지는 피처들을 포함하는,

도파관 구조를 제조하는 방법.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 임프린트 탬플릿은 PBPE 구조들을 포함하는,

도파관 구조를 제조하는 방법.

청구항 7

제1 항에 있어서,

액정 디바이스는 메타표면(metasurface)을 포함하는,

도파관 구조를 제조하는 방법.

청구항 8

제1 항에 있어서,

액정 디바이스는 메타재료(metamaterial)를 포함하는,

도파관 구조를 제조하는 방법.

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 임프린트 탬플릿은 격자 어레이를 포함하는,

도파관 구조를 제조하는 방법.

청구항 10

제1 항에 있어서,

상기 임프린트 탬플릿은 곡선형 그루브(groove)들 또는 아크(arc)들을 포함하는,

도파관 구조를 제조하는 방법.

청구항 11

제1 항에 있어서,

상기 액정 재료의 층 위에 액정 재료의 부가적인 층을 증착하는 단계를 더 포함하는,

도파관 구조를 제조하는 방법.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 액정 재료의 부가적인 층은 상기 패턴에 자기-정렬되는,

도파관 구조를 제조하는 방법.

청구항 13

제11 항에 있어서,

상기 액정 재료의 부가적인 층 상에 패턴이 임프린팅되는,

도파관 구조를 제조하는 방법.

청구항 14

제13 항에 있어서,

상기 레지스트 재료 상에 임프린팅된 패턴은 상기 액정 재료의 부가적인 층 상에 임프린팅된 패턴과 상이한,

도파관 구조를 제조하는 방법.

청구항 15

제13 항에 있어서,

상기 레지스트 재료 상에 임프린팅된 패턴에 정렬되는 상기 액정 재료의 층은 제1 파장에 대해 작용하도록 구성되고, 상기 액정 재료의 부가적인 층 상에 임프린팅된 패턴은 제2 파장에 대해 작용하도록 구성되는,

도파관 구조를 제조하는 방법.

청구항 16

제1 항에 있어서,

상기 임프린트 패턴은 3개의 티어들을 포함하는,

도파관 구조를 제조하는 방법.

청구항 17

제1 항에 있어서,

상기 기판 상에 상기 레지스트 재료를 증착하는 단계는, 상기 레지스트 재료의 복수의 이산 액적(discrete droplet)들을 제트 증착하는 단계를 포함하는,

도파관 구조를 제조하는 방법.

청구항 18

제1 항에 있어서,

상기 고정 프로세스는 경화(curing)를 포함하는,

도파관 구조를 제조하는 방법.

청구항 19

제18 항에 있어서,

상기 경화는, UV 경화, 열적 경화, 또는 동결(freezing)을 포함하는,

도파관 구조를 제조하는 방법.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

삭제

청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

삭제

청구항 65

삭제

청구항 66

삭제

청구항 67

삭제

청구항 68

삭제

청구항 69

삭제

청구항 70

삭제

청구항 71

삭제

청구항 72

삭제

청구항 73

삭제

청구항 74

삭제

청구항 75

삭제

청구항 76

삭제

청구항 77

삭제

청구항 78

삭제

청구항 79

삭제

청구항 80

삭제

청구항 81

삭제

청구항 82

삭제

청구항 83

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] [0001] 본 출원은 2015년 6월 15일 출원된 미국 가 출원 번호 62/175994호 및 2015년 6월 16일 출원된 미국 가 출원 번호 62/180551호의 우선권을 35 USC §119(e) 하에서 주장한다. 위에-식별된 출원들 각각은 그 전체가 본원에 인용에 의해 통합된다.

[0002] [0002] 본 출원은 아래의 미국 특허들 및 특허 출원들 각각의 그 전체를 전체에 인용에 의해 통합한다: 2002년 1월 1일 특허허여 되고, 발명의 명칭이 "Step and Flash Imprint Technology"인 미국 특허 번호 6,334,960호; 2005년 3월 29일 특허허여 되고, 발명의 명칭이 "High-Precision Orientation, Alignment and Gap control Stages for Imprint Lithography Processes"인 미국 특허 번호 6,873,087호; 2005년 5월 31일 특허허여 되고, 발명의 명칭이 "Step and Repeat Imprint Lithography"인 미국 특허 번호 6,900,881호; 2006년 7월 4일 특허허여 되고, 발명의 명칭이 "Alignment Systems for Imprint Lithography"인 미국 특허 번호 7,070,405호; 2006년 10월 17일 특허허여 되고, 발명의 명칭이 "Methods for Fabricating Patterned Features Utilizing Imprint Lithography"인 미국 특허 번호 7,122,482호; 2006년 11월 28일 특허허여 되고 발명의 명칭이 "Compliant Hard Template for UV Imprinting"인 미국 특허 번호 7,140,861호; 2011년 12월 13일 특허허여 되고 발명의 명칭이 "Materials for Imprint Lithography"인 미국 특허 번호 8,076,386호; 2006년 8월 29일 특허허여 되고 발명의 명칭이 "Apparatus to Control Displacement of a Body Spaced Apart from a Surface"인 미국 특허 번호 7,098,572호; 2015년 3월 7일 출원된 미국 출원 번호 14/641,376호; 2014년 11월 27일 출원된 미국 출원 번호 14/555,585호; 2015년 4월 18일 출원된 미국 출원 번호 14/690,401호; 2014년 3월 14일 출원된 미국 출원 번호 14/212,961호; 및 2014년 7월 14일 출원된 미국 출원 번호 14/331,218호.

[0003] [0003] 본 개시내용은 가상 현실 및 증강 현실 이미징 및 시각화 시스템들에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0004] [0004] 현대 컴퓨팅 및 디스플레이 기술들은 소위 "가상 현실" 또는 "증강 현실" 경험들을 위한 시스템들의 개발을 가능하게 하였고, 여기서 디지털적으로 재생된 이미지들 또는 이미지들의 부분들은, 그들이 실제인 것으로 보이거나, 실제로서 인식될 수 있는 방식으로 사용자에게 제시된다. 가상 현실, 또는 "VR" 시나리오는 통상적으로 다른 실제 실세계 시각적 입력에 대한 투명화(transparency) 없이 디지털 또는 가상 이미지 정보의 프리젠테이션(presentation)을 수반하고; 증강 현실, 또는 "AR" 시나리오는 통상적으로 사용자 주위 실제 세계의 시각화에 대한 증강으로서 디지털 또는 가상 이미지 정보의 프리젠테이션을 수반한다. 예컨대, 도 1을 참조하면, 증강 현실 장면(scene)(1)이 묘사되고, AR 기술의 사용자는 배경 내의 사람들, 나무들, 빌딩들, 및 콘크리트 플랫폼(1120)을 특징으로 하는 실세계 공원형 세팅(6)을 본다. 이들 아이템들에 더하여, AR 기술의 사용자는 또한, 그가 실세계 플랫폼(1120) 상에 서있는 로봇 동상(1110), 및 호박벌의 의인화인 것으로 보여지는 날고 있는 만화형 아바타 캐릭터(2)를 보는 것을 인식하는데, 이들 엘리먼트들(2, 1110)은 실세계에 존재하지 않는다. 인간 시각 인식 시스템은 복잡하기 때문에, 다른 가상 또는 실세계 이미지 엘리먼트들 사이에서 가상 이미지 엘리먼트들의 편안하고, 자연스럽고, 풍부한 프리젠테이션을 가능하게 하는 VR 또는 AR 기술을 생성하는 것은 난제이다.

[0005] [0005] 본원에 개시된 시스템들 및 방법들은 VR 및 AR 기술에 관련된 다양한 난제들을 처리한다.

발명의 내용

[0006] [0006] 본 개시내용의 시스템들, 방법들 및 디바이스들 각각은 몇몇 혁신적인 양상들을 가지며, 본원에 개시된 바람직한 속성들을 이 양상들 중 단지 하나가 전적으로 책임지지 않는다.

[0007] [0007] 일부 실시예들에서, 디스플레이 시스템이 제공된다. 디스플레이 시스템은 도파관; 및 멀티플렉싱된 광 스트림(multiplexed light stream)을 도파관으로 지향시키도록 구성된 이미지 주입 디바이스를 포함한다. 멀티플렉싱된 광 스트림은 상이한 광 특성들을 가지는 복수의 광 스트림들을 포함한다. 도파관은, 광 스트림들 중 제1 광 스트림을 선택적으로 인-커플링(in-couple)하면서, 광의 하나 또는 그 초과의 다른 스트림들에 대해서는 투과시키도록 구성된 인-커플링 광학 엘리먼트들을 포함한다. 일부 실시예들에서, 도파관은 도파관들의 스택(stack)의 일부이고, 스택은, 광 스트림들 중 제2 광 스트림을 선택적으로 터닝(turn)시키면서, 광의 하나 또는 그 초과의 다른 스트림들에 대해서는 투과시키도록 구성된 인-커플링 광학 엘리먼트들을 포함하는 제2 도파관을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 도파관의 인-커플링 광학 엘리먼트들은 광 스트림들 중 적어도 하나의 광 스트림을 제2 도파관의 인-커플링 광학 엘리먼트들로 전송하도록 구성된다.

[0008] [0008] 기판상에 액정 재료를 제트(jet) 증착하는 단계 및 액정의 분자들을 정렬하기 위해 임프린트(imprint) 패턴을 사용하는 단계를 포함하는, 액정 디바이스들을 제조하는 다양한 방법들이 본원에 설명된다. 본원에 설명된 방법들을 사용하여, 액정 재료의 하나 또는 몇 개의 층들을 포함하는 디바이스들이 제조될 수 있다. 본원에 설명된 방법들을 사용하여 제조된 액정 디바이스들은 약 몇 미크론 미만의 사이즈를 가진 피처(feature)들 및/또는 패턴들을 포함하는 액정 격자들을 포함할 수 있다. 본원에 설명된 방법들을 사용하여 제조된 액정 디바이스들은 또한 가시 광 파장 미만의 사이즈를 가진 액정 피처들 및/또는 패턴들을 포함할 수 있고, PBPE(Pancharatnam-Berry Phase Effect) 구조들, 메타표면들(metasurfaces), 또는 메타재료들로서 지칭되는 것을 포함할 수 있다. 일부 경우들에서, 이들 구조들의 작은 패턴화된 피처들은 약 10 nm 내지 약 100 nm 넓이 및 약 100 nm 내지 약 1 미크론 높이일 수 있다. 일부 경우들에서, 이들 구조들의 작은 패턴화된 피처들은 약 10 nm 내지 약 1 미크론 넓이 및 약 10 nm 내지 약 1 미크론 높이일 수 있다. 광을 조종하기 위한, 이를테면 빔 스티어링(steering), 파면 성형, 파장들 및/또는 편광들 분리, 및 상이한 파장들 및/또는 편광들 결합을 위한 구조들은, PBPE(Pancharatnam-Berry Phase Effect) 구조들을 갖는 액정 격자들 또는 메타재료 액정 격자들로서 본원에서 달리 지칭되는, 메타표면을 가진 액정 격자들을 포함할 수 있다. PBPE 구조들을 가진 액정 격자들은 액정 격자들의 입사각에 대해 낮은 감도 및 높은 회절 효율성을 PBPE 구조들의 높은 파장 감도와 결합할 수 있다. 본원에 설명된 다양한 제조 방법들을 사용하여, PBPE 구조들을 가진 액정 격자들은 대량 생산될 수 있고, 이는 액정 재료들 상에 PBPE 구조들을 배치시키는 기존 방법들을 사용하여 가능하지 않을 수 있다. 본원에 논의된 방법들은 또한 기존 편광기들보다 더 투명한 편광기들을 제작하기 위하여 사용될 수 있다.

[0009] [0009] 본원에 설명된 청구 대상의 혁신적인 양상은 액정 디바이스를 제조하는 방법에 포함된다. 방법은 기판상에 액정 재료의 층을 증착하는 단계; 및 임프린트 템플릿(template)을 사용하여 액정 재료의 층 상에 패턴을

임프린팅하여, 액정 재료의 분자들이 패턴에 자기-정렬되도록 하는 단계를 포함한다.

[0010] [0010] 방법의 다양한 실시예들은 액정 재료의 굴절률보다 낮은 굴절률을 가진 재료의 층을 증착하는 단계를 포함할 수 있다. 낮은 굴절률 재료의 층은 평탄화 탬플릿을 사용하여 평탄화 층으로서 구성될 수 있다. 다양한 실시예들에서, 임프린트 탬플릿은 표면 릴리프 피처들(relief features), 약 20 nm 내지 약 1 미크론의 사이즈를 가진 피처들, 약 10 nm 내지 약 200 nm의 사이즈를 가진 피처들, PBPE 구조들, 메타표면, 격자 어레이, 곡선형 그루브들 또는 곡선형 아크들 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 방법의 다양한 실시예들에서 액정 재료의 층은 액정 재료의 층을 제트 증착함으로써 증착될 수 있다. 방법의 다양한 실시예들은 액정 재료의 층 위에 액정 재료의 부가적인 층을 증착하는 단계를 포함할 수 있다. 액정 재료의 부가적인 층은 액정 재료의 층의 패턴에 자기-정렬될 수 있다. 방법의 다양한 실시예들에서, 패턴은 액정 재료의 부가적인 층 상에 임프린팅될 수 있다. 액정 재료의 부가적인 층 상에 임프린팅된 패턴은 액정 재료의 층 상에 임프린팅된 패턴과 상이할 수 있다. 액정 재료의 층 상에 임프린팅된 패턴은 제1 파장에 대해 작용하도록 구성될 수 있고, 그리고 액정 재료의 부가적인 층 상에 임프린팅된 패턴은 제2 파장에 대해 작용하도록 구성될 수 있다.

[0011] [0011] 본원에 설명된 청구 대상의 다른 혁신적인 양상은 액정 디바이스를 제조하는 방법에 포함되고, 방법은: 기판상에 레지스트의 층을 증착하는 단계; 임프린트 탬플릿을 사용하여 레지스트 층 상에 패턴을 임프린팅하는 단계; 및 패턴화된 레지스트 층 상에 액정 재료의 층을 증착하여 액정 재료의 분자들이 패턴에 자기정렬되도록 하는 단계를 포함한다.

[0012] [0012] 방법의 다양한 실시예들에서, 레지스트의 층을 증착하는 단계는 레지스트 층을 제트 증착하는 단계를 포함할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 임프린트 탬플릿은 표면 릴리프 피처들, 약 20 nm 내지 약 1 미크론의 사이즈를 가진 피처들, PBPE 구조들, 약 10 nm 내지 약 200 nm의 사이즈를 가진 피처들, 메타표면, 격자 어레이, 곡선형 그루브들 또는 곡선형 아크들 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 방법의 다양한 실시예들에서 액정 재료의 층은 액정 재료의 층을 제트 증착함으로써 증착될 수 있다. 방법의 다양한 실시예들에서, 액정 재료의 층을 증착하는 단계는 액정 재료의 층을 제트 증착하는 단계를 포함할 수 있다. 방법의 다양한 실시예들은 액정 재료의 층 위에 액정 재료의 부가적인 층을 증착하는 단계를 더 포함할 수 있다. 액정 재료의 부가적인 층은 액정 재료의 층의 패턴에 자기-정렬될 수 있다. 패턴은 액정 재료의 부가적인 층 상에 임프린팅될 수 있다. 액정 재료의 부가적인 층 상에 임프린팅된 패턴은 액정 재료의 층 상에 임프린팅된 패턴과 상이할 수 있다. 액정 재료의 층 상에 임프린팅된 패턴은 제1 파장에 대해 작용하도록 구성될 수 있고, 그리고 액정 재료의 부가적인 층 상에 임프린팅된 패턴은 제2 파장에 대해 작용하도록 구성될 수 있다.

[0013] [0013] 본원에 개시된 청구 대상의 또 다른 혁신적인 양상은 편광기를 제조하는 방법을 포함하고, 방법은: 기판상에 폴리머를 포함하는 광학적 투과성 재료의 층을 증착하는 단계; 임프린트 탬플릿을 사용하여 폴리머 층 상에 패턴을 임프린팅하는 단계; 및 패턴화된 폴리머 층 상에 편광기 재료의 용액을 증착하는 단계를 포함한다.

[0014] [0014] 다양한 실시예들에서, 패턴화된 폴리머 층 상에 편광기 재료의 용액을 증착하는 단계는 패턴화된 폴리머 층 상에 편광기 재료 용액을 제트 증착하는 단계를 포함할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 패턴화된 폴리머 층 상에 편광기 재료의 용액을 증착하는 단계는 패턴화된 폴리머 층 상에 편광기 재료 용액을 스핀 코팅하는 단계를 포함할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 편광기 재료는 용매 중 요오드 및 이색성 염료의 용액을 포함할 수 있다. 편광기는 적어도 47%의 투과율을 가질 수 있다.

[0015] [0015] 본원에 개시된 청구 대상의 또 다른 혁신적인 양상은 PBPE 구조들을 포함하는 액정 편광 격자들의 층을 포함하는 액정 디바이스를 포함한다. 액정 디바이스는 PBPE 구조들을 포함하는 액정 편광 격자들의 다른 층을 더 포함할 수 있다. 액정 디바이스는 멀티플렉싱된 광 스트림으로부터의 적어도 하나의 광 스트림을 도파관으로 선택적으로 인-커플링하고 멀티플렉싱된 광 스트림으로부터 하나 또는 그 초과의 다른 광 스트림들을 전송하도록 구성될 수 있다. 액정 디바이스는 디스플레이 시스템의 도파관에 포함될 수 있다. 액정 디바이스 및/또는 도파관은 머리 장착 디스플레이의 접안렌즈에 포함될 수 있다.

[0016] [0016] 본원에 개시된 청구 대상의 다른 혁신적인 양상은 PBPE 구조들을 포함하는 광학 디바이스를 제조하는 방법을 포함한다. 방법은 기판상에 입사광을 투과시키고 및/또는 반사시킬 수 있는 재료의 층을 배치하는 단계 및 재료 층 상에 PBPE 구조들을 포함하는 패턴을 임프린팅하는 단계를 포함한다. 재료는 액정을 포함할 수 있다. 방법의 다양한 실시예들에서, 재료를 배치하는 단계는 기판상에 재료를 제트 증착하는 단계를 포함할 수 있다. 방법의 다양한 실시예들에서, 패턴을 임프린팅하는 단계는 PBPE 구조들을 포함하는 임프린트 탬플릿을 사용하여 재료상에 패턴을 임프린팅하는 단계를 포함할 수 있다. 재료상에 임프린팅된 패턴은 광의 하나 또는 그 초과의 파장들에 대해 선택적으로 작용하도록 구성될 수 있다.

[0017] [0017] 본원에 개시된 청구 대상의 또 다른 혁신적인 양상은 메타표면을 포함하는 광학 디바이스를 제조하는 방법을 포함하고, 방법은 기판상에 입사 광을 투과시키고 및/또는 반사시킬 수 있는 재료의 층을 배치하는 단계 및 재료상에 메타표면을 포함하는 패턴을 임프린팅하는 단계를 포함한다. 재료는 액정을 포함할 수 있다. 재료는 기판상에 제트 증착될 수 있다. 다양한 실시예들에서, 패턴을 임프린팅하는 단계는 메타표면을 포함하는 임프린트 탬플릿을 사용하여 재료상에 패턴을 임프린팅하는 단계를 포함할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 재료상에 임프린팅된 패턴은 광의 하나 또는 그 초과의 파장들에 대해 선택적으로 작용하도록 구성될 수 있다.

[0018] [0018] 본원에 개시된 청구 대상의 다른 혁신적인 양상은 액정 디바이스를 제조하는 방법을 포함한다. 방법은 기판상에 층을 증착하는 단계; 임프린트 탬플릿을 사용하여 층 상에 패턴을 임프린팅하는 단계; 및 패턴화된 층 상에 액정 재료의 층을 증착하여 액정 재료의 분자들이 패턴에 자기정렬되도록 하는 단계를 포함한다. 층은 레지스트 층을 포함할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 층을 증착하는 단계는 층을 제트 증착하는 단계를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 임프린트 탬플릿은 표면 릴리프 피처들, 약 10 nm 내지 약 200 nm의 사이즈를 가진 피처들, 약 20 nm 내지 약 1 미크론의 사이즈를 가진 피처들, PBPE 구조들, 메타표면, 격자 어레이, 곡선형 그루브들 또는 곡선형 아크들 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0019] [0019] 다양한 실시예들에서, 액정 재료의 층을 증착하는 단계는 액정 재료의 층을 제트 증착하는 단계를 포함할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 방법은 액정 재료의 층 위에 액정 재료의 부가적인 층을 증착하는 단계를 더 포함할 수 있다. 액정 재료의 부가적인 층은 액정 재료의 층의 패턴에 자기-정렬될 수 있다. 패턴은 액정 재료의 부가적인 층 상에 임프린팅될 수 있다. 액정 재료의 부가적인 층 상에 임프린팅된 패턴은 액정 재료의 층 상에 임프린팅된 패턴과 상이할 수 있다. 액정 재료의 층 상에 임프린팅된 패턴은 제1 파장에 대해 작용하도록 구성될 수 있고, 그리고 액정 재료의 부가적인 층 상에 임프린팅된 패턴은 제2 파장에 대해 작용하도록 구성될 수 있다.

[0020] [0020] 본원에 개시된 청구 대상의 다른 혁신적인 양상은 편광기를 제조하는 방법을 포함하고, 방법은 기판상에 광학적 투과성 재료의 층을 증착하는 단계; 임프린트 탬플릿을 사용하여 재료상에 패턴을 임프린팅하는 단계; 및 패턴화된 폴리머 층 상에 편광기 재료의 용액을 증착하는 단계를 포함한다.

[0021] [0021] 본원에 개시된 청구 대상의 다른 혁신적인 양상은 액정 디바이스를 포함한다. 액정 디바이스는 기판; 기판에 인접한 제1 표면 및 제1 기판에 대향하는 제2 표면을 가진 액정 재료의 층; 및 제2 표면상의 복수의 피처들을 포함하고, 복수의 피처들은 약 10 nm 내지 약 200 nm의 사이즈를 가진다. 다양한 실시예들에서, 복수의 피처들은 PBPE 구조들, 메타표면, 또는 메타재료 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 복수의 피처들은 편광 격자로서 구성될 수 있다. 액정 디바이스의 실시예들은 디스플레이 시스템의 도파관에 포함될 수 있다. 액정 디바이스는 멀티플렉싱된 광 스트림으로부터의 적어도 하나의 광 스트림을 도파관으로 선택적으로 인-커플링하고 멀티플렉싱된 광 스트림으로부터 하나 또는 그 초과의 다른 광 스트림들을 전송하도록 구성될 수 있다. 액정 디바이스는 머리 장착 디스플레이의 접안렌즈에 포함될 수 있다.

[0022] [0022] 본원에 개시된 청구 대상의 다른 혁신적인 양상은 기판; 기판에 인접한 제1 표면 및 제1 표면에 대향하는 제2 표면을 가진 재료 - 재료는 약 10 nm 내지 약 200 nm의 사이즈를 가진, 제2 표면상의 복수의 피처들을 포함함 -; 및 재료의 제2 표면상의 액정 재료를 포함하는 액정 디바이스를 포함한다. 다양한 실시예들에서, 재료는 레지스트를 포함할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 복수의 피처들은 메타표면 및/또는 메타재료를 포함할 수 있다. 액정 디바이스의 실시예들은 디스플레이 시스템의 도파관에 포함될 수 있다. 액정 디바이스는 멀티플렉싱된 광 스트림으로부터의 적어도 하나의 광 스트림을 도파관으로 선택적으로 인-커플링하고 멀티플렉싱된 광 스트림으로부터 하나 또는 그 초과의 다른 광 스트림들을 전송하도록 구성될 수 있다. 액정 디바이스는 머리 장착 디스플레이의 접안렌즈에 포함될 수 있다.

[0023] [0023] 이 명세서에서 설명된 청구 대상의 하나 또는 그 초과의 실시예들의 세부사항들은 아래의 첨부 도면들 및 설명에서 설명된다. 다른 특징들, 양상들 및 장점들은 상세한 설명, 도면들 및 청구항들로부터 자명하게 될 것이다. 다음 도면들의 상대적 차원들이 실척대로 도시되지 않을 수 있다는 것을 주목하라.

도면의 간단한 설명

[0024] [0023] 도 1은 AR(augmented reality) 디바이스를 통한 AR의 사용자의 뷰를 예시한다.

[0024] 도 2는 착용가능 디스플레이 시스템의 예를 예시한다.

[0025] 도 3은 사용자에 대한 3차원 이미지를 시뮬레이팅하기 위한 종래의 디스플레이 시스템을 예시한다.

[0026] 도 4는 다중 심도 평면들을 사용하여 3차원 이미지를 시뮬레이팅하기 위한 접근법의 양상들을 예시한다.

[0027] 도 5a-도 5c는 곡률의 반경과 초점 반경 간의 관계들을 예시한다.

[0028] 도 6은 이미지 정보를 사용자에게 출력하기 위한 도파관 스택의 예를 예시한다.

[0029] 도 7은 도파관에 의해 출력된 탈출 빔들의 예를 도시한다.

[0030] 도 8a는 하나 또는 그 초과의 도파관들로의 멀티플렉싱된 이미지 정보의 전달의 예의 사시도를 개략적으로 예시한다.

[0031] 도 8b는 다수의 도파관들로의 멀티플렉싱된 이미지 정보의 전달의 다른 예의 사시도를 개략적으로 예시한다.

[0032] 도 8c는 도 8b의 디스플레이 시스템의 하향식 뷰(top-down view)를 개략적으로 예시한다.

[0033] 도 8d는 각각의 도파관으로부터 광을 아웃-커플링(out-couple)하기 위한 광 재지향 엘리먼트들과 함께, 도 8c의 디스플레이 시스템을 예시한다.

[0034] 도 8e는 x-y 픽셀 정보를 제공하기 위한 광 변조 디바이스를 포함하는 이미지 주입 디바이스를 포함하는 도 8b의 디스플레이 시스템을 예시한다.

[0035] 도 9a는 액정 디바이스를 제작하는 방법의 실시예를 예시한다.

[0036] 도 9b 및 도 9c는 위의 도 9a 또는 아래의 도 9d에 설명된 방법에 따라 액정 디바이스들을 제작하기 위하여 사용될 수 있는 임프린트 템플릿들의 실시예들을 예시한다.

[0037] 도 9d는 액정 디바이스를 제작하는 방법의 다른 실시예를 예시한다.

[0038] 도 9e, 도 9f, 도 9g 및 도 9h는 도 9a 또는 도 9d에 설명된 방법들을 사용하여 제조될 수 있는 액정 디바이스들의 다양한 실시예들을 예시한다.

[0039] 도 9i는 도 9d에 설명된 방법에서 설명된 바와 같은 패턴으로 임프린팅된 레지스트 층의 실시예를 예시한다.

[0040] 도 9j는 복합 격자 패턴들을 가진 광학 디바이스들을 생산하기 위하여 결합될 수 있는, 제1 방향을 따라 배향된 이산 액적(droplet)들 또는 섹션들을 가진 제1 임프린트 구조 및 제2 방향을 따라 배향된 이산 액적들 또는 섹션들을 가진 제2 임프린트 구조를 예시한다.

[0041] 도 9k 및 도 9l은 본원에 설명된 제트 증착 및 임프린팅 방법들을 사용하여 제작될 수 있는 상이한 편광기 구성들을 예시한다.

[0042] 도 9m은 입사 광의 편광 상태를 변화시킬 수 있는 광 입구 표면 및 광 탈출 표면을 가진 도파관 플레이트의 실시예를 예시한다.

[0043] 다양한 도면들에서 동일한 참조 번호들 및 표기들은 동일한 엘리먼트들을 표시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] [0044] 본원에 개시된 실시예들은 일반적으로 디스플레이 시스템들을 포함하는 광학 시스템들을 포함한다. 일부 실시예들에서, 디스플레이 시스템들은 착용가능하고, 이는 유리하게 더 실감형 VR 또는 AR 경험을 제공할 수 있다. 예컨대, 도파관들의 스택을 포함하는 디스플레이들은 사용자, 또는 뷰어의 눈들의 전면에 포지셔닝되어 착용되도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 도파관들의 2개의 스택들(뷰어의 각각의 눈에 대해 하나)은 각각의 눈에 상이한 이미지들을 제공하기 위하여 활용될 수 있다.

[0026] [0045] 도 2는 착용가능 디스플레이 시스템(80)의 예를 예시한다. 디스플레이 시스템(80)은 디스플레이(62), 및 그 디스플레이(62)의 기능을 지원하기 위한 다양한 기계적 및 전자적 모듈들 및 시스템들을 포함한다. 디스플레이(62)는, 디스플레이 시스템 사용자 또는 뷰어(60)에 의해 착용가능하고 그리고 사용자(60)의 눈들의 전면에 디스플레이(62)를 포지셔닝하도록 구성된 프레임(64)에 커플링될 수 있다. 일부 실시예들에서, 스피커(66)는 프레임(64)에 커플링되고 사용자의 외이도에 인접하게 포지셔닝된다(일부 실시예들에서, 도시되지 않은 다른 스피커는 사용자의 다른 외이도에 인접하게 포지셔닝되어 스테레오/형상화가능 사운드 제어를 제공함). 디스플

레이(62)는 이를테면 유선 리드 또는 무선 연결성에 의해, 다양한 구성들로 장착될 수 있는, 이를테면 프레임(64)에 부착되거나, 사용자에 의해 착용된 헬멧 또는 모자에 고정되게 부착되거나, 헤드폰들에 내장되거나, 그렇지 않으면 사용자(60)에게 제거가능하게 부착되는(예컨대, 백팩(backpack)-스타일 구성으로, 벨트-커플링 스타일 구성으로) 로컬 데이터 프로세싱 모듈(70)에 동작가능하게 커플링(68)된다.

[0027] [0046] 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(70)은 프로세서뿐 아니라, 디지털 메모리 이를테면 비-휘발성 메모리(예컨대, 플래시 메모리)를 포함할 수 있고, 이 둘 모두는 데이터의 프로세싱, 캐싱(caching) 및 저장을 돕기 위해 활용될 수 있다. 데이터는 a) 센서들(예컨대 프레임(64)에 동작가능하게 커플링되거나 그렇지 않으면 사용자(60)에게 부착될 수 있는), 이를테면 이미지 캡처 디바이스들(이를테면 카메라들), 마이크로폰들, 관성 측정 유닛들, 가속도계들, 컴파스(compass)들, GPS 유닛들, 라디오 디바이스들, 및/또는 자이로들로부터 캡처되고; 및/또는 b) 원격 프로세싱 모듈(72) 및/또는 원격 데이터 리포지토리(repository)(74)를 사용하여 포착되고 및/또는 프로세싱되는(가능하게는 프로세싱 또는 리트리벌(retrieval) 후 디스플레이(62)에 전달하기 위하여 포착되고 및/또는 프로세싱되는) 데이터를 포함한다. 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(70)은 통신 링크들(76, 78)에 의해, 이를테면 유선 또는 무선 통신 링크들을 통하여, 원격 프로세싱 모듈(72) 및 원격 데이터 리포지토리(74)에 동작가능하게 커플링될 수 있어서, 이들 원격 모듈들(72, 74)은 서로 동작가능하게 커플링되고 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(70)에 대한 리소스들로서 이용가능하다.

[0028] [0047] 일부 실시예들에서, 원격 프로세싱 모듈(72)은 데이터 및/또는 이미지 정보를 분석 및 프로세싱하도록 구성된 하나 또는 그 초과의 프로세서들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 원격 데이터 리포지토리(74)는 "클라우드" 리소스 구성에서 인터넷 또는 다른 네트워킹 구성을 통하여 이용가능할 수 있는 디지털 데이터 스토리지 설비를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 모든 데이터는 저장되고 모든 컴퓨테이션들은 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈에서 수행되고, 이는 원격 모듈로부터 완전히 자율적인 사용을 허용한다.

[0029] [0048] "3-차원" 또는 "3-D"로서 이미지의 인식은 뷰어의 각각의 눈에 이미지의 약간 상이한 프리젠테이션들을 제공함으로써 달성될 수 있다. 도 3은 사용자에 대한 3차원 이미지를 시뮬레이팅하기 위한 종래의 디스플레이 시스템을 예시한다. 2개의 별개의 이미지들(74 및 76)(각각의 눈(4 및 6)에 대해 하나)은 사용자에게 출력된다. 이미지들(74 및 76)은 뷰어의 시선에 평행한 광학 또는 z-축을 따라 거리(10) 만큼 눈들(4 및 6)로부터 이격된다. 이미지들(74 및 76)은 편평하고 눈들(4 및 6)은 단일 원근조절된 상태를 가정함으로써 이미지들 상에 포커싱할 수 있다. 그런 시스템들은 결합된 이미지에 대한 심도의 인식을 제공하기 위하여 이미지들(74 및 76)을 결합하기 위한 인간 시각 시스템에 의존한다.

[0030] [0049] 그러나, 인간 시각 시스템은 더 복잡하고 심도의 현실적인 인식을 제공하는 것이 더 어렵다는 것이 인지될 것이다. 예컨대, 종래의 "3-D" 디스플레이 시스템들의 많은 뷰어들은 그런 시스템들이 불편하다는 것을 발견하거나, 심도 감을 전혀 인식하지 못할 수 있다. 이론에 의해 제한됨이 없이, 객체의 뷰어들이 이접 운동(vergence) 및 원근조절의 결합으로 인해 객체를 "3-차원"인 것으로 인식할 수 있다는 것이 믿어진다. 서로에 관련하여 2개의 눈들의 이접 운동 움직임들(즉, 객체 상에 고정시키도록 눈들의 시선들을 수렴하기 위하여 서로를 향해 또는 서로 멀어지게 동공들의 롤링(rolling) 움직임들)은 눈들의 렌즈들의 포커싱(또는 "원근조절")과 밀접하게 연관된다. 정상 조건들하에서, 상이한 거리에 있는 하나의 객체로부터 다른 객체로 포커스를 변화시키기 위하여, 눈들의 렌즈들의 포커스를 변화시키거나, 또는 눈들의 원근을 조절하는 것은 "원근조절-이접 운동 반사(accommodation-vergence reflex)"로서 알려진 관계하에서, 동일한 거리에 이접 운동시 매칭 변화를 자동으로 유발할 것이다. 마찬가지로, 이접 운동의 변화는 정상 조건들하에서, 원근조절의 매칭 변화를 트리거할 것이다. 본원에서 주목된 바와 같이, 많은 입체적 또는 "3-D" 디스플레이 시스템들은, 3-차원 시각이 인간 시각 시스템에 의해 인식되도록 각각의 눈에 약간 상이한 프리젠테이션들(및, 따라서, 약간 상이한 이미지들)을 사용하여 장면을 디스플레이한다. 그러나, 그런 시스템들은 많은 뷰어들에게 불편한데, 그 이유는 여러가지 것들 중에서, 그런 시스템들이 단순히 장면의 상이한 프리젠테이션들을 제공하지만, 눈들이 단일 원근조절된 상태에서 모든 이미지 정보를 보고, 그리고 "원근조절-이접 운동 반사"에 반대하여 작동하기 때문이다. 원근조절과 이접 운동 간의 더 나은 매치를 제공하는 디스플레이 시스템들은 3-차원 이미지의 더 현실적이고 편안한 시뮬레이션들을 형성할 수 있다.

[0031] [0050] 도 4는 다중 심도 평면들을 사용하여 3차원 이미지를 시뮬레이팅하기 위한 접근법의 양상들을 예시한다. 도 4a를 참조하면, z-축 상에서 눈들(4 및 6)로부터의 다양한 거리들에 있는 객체들은, 이들 객체들이 인 포커싱이도록 눈들(4, 6)에 의해 원근조절된다. 눈들(4 및 6)은 z-축을 따라 상이한 거리들에 있는 객체들을 포커싱되게 하도록 특정 원근조절된 상태들을 가정한다. 결과적으로, 특정 원근조절된 상태는 심도 평면들(14) 중 특정 하나의 심도 평면과 연관되는 것으로 말해질 수 있어서, 특정 심도 평면의 객체들 또는 객체들

의 부분들은, 눈이 해당 심도 평면에 대해 원근조절된 상태에 있을 때 인 포커싱된다. 일부 실시예들에서, 3-차원 이미지는 눈들(4, 6)의 각각에 대해 이미지의 상이한 프리젠테이션들을 제공함으로써, 그리고 또한 심도 평면들 각각에 대응하는 이미지의 상이한 프리젠테이션들을 제공함으로써 시뮬레이팅될 수 있다.

[0032] [0051] 객체와 눈(4 또는 6) 간의 거리는, 해당 눈이 볼 때, 해당 객체로부터 광의 발산 양을 변화시킬 수 있다. 도 5a-도 5c는 광선들의 거리와 발산 간의 관계를 예시한다. 객체와 눈(4) 간의 거리는 감소하는 거리의 순서로 R1, R2 및 R3에 의해 표현된다. 도 5a-도 5c에 도시된 바와 같이, 광선들은, 객체에 대한 거리가 감소함에 따라 더 많이 발산하게 된다. 거리가 증가함에 따라, 광선들은 더 시준된다. 다른 말로 하면, 포인트(객체 또는 객체의 일부)에 의해 생성된 광 필드가 구체 파면 곡률을 가지는 것으로 말해질 수 있고, 구체 파면 곡률은, 포인트가 사용자의 눈으로부터 얼마나 멀리 떨어져 있는지의 함수이다. 곡률은 객체와 눈(4) 간의 거리가 감소함에 따라 증가한다. 결과적으로, 상이한 심도 평면들에서, 광선들의 발산 정도는 또한 상이하고, 발산 정도는, 심도 평면들과 뷰어의 눈(4) 간의 거리가 감소함에 따라 증가한다. 단지 하나의 눈(4)이 도 5a-도 5c 및 본원의 다른 도면들에서 예시의 명확성을 위해 예시되지만, 눈(4)에 대한 논의들이 뷰어의 양쪽 눈들(4 및 6)에 적용될 수 있다는 것이 인지될 것이다.

[0033] [0052] 이론에 의해 제한됨이 없이, 인간 눈이 통상적으로 심도 인식을 제공하기 위하여 유한의 심도 평면들을 해석할 수 있다는 것이 믿어진다. 결과적으로, 인식된 심도의 매우 믿을만한 시뮬레이션은, 눈에, 이들 제한된 수의 심도 평면들 각각에 대응하는 이미지의 상이한 프리젠테이션들을 제공함으로써 달성될 수 있다.

[0034] [0053] 도 6은 이미지 정보를 사용자에게 출력하기 위한 도파관 스택의 예를 예시한다. 디스플레이 시스템(1000)은 복수의 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)을 사용하여 3-차원 인식을 눈/뇌에 제공하기 위하여 활용될 수 있는 도파관들의 스택, 또는 스택된 도파관 어셈블리(178)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 디스플레이 시스템(1000)은 도 2의 시스템(80)이고, 도 6은 해당 시스템(80)의 일부 부분들을 더 상세히 개략적으로 보여준다. 예컨대, 도파관 어셈블리(178)는 도 2의 디스플레이(62)에 통합될 수 있다.

[0035] [0054] 도 6을 계속 참조하면, 도파관 어셈블리(178)는 또한 도파관들 간에 복수의 피처들(198, 196, 194, 192)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 피처들(198, 196, 194, 192)은 렌즈일 수 있다. 도파관들(182, 184, 186, 188, 190) 및/또는 복수의 렌즈들(198, 196, 194, 192)은 다양한 레벨들의 파면 곡률 또는 광선 발산으로 이미지 정보를 눈에 전송하도록 구성될 수 있다. 각각의 도파관 레벨은 특정 심도 평면과 연관될 수 있고 해당 심도 평면에 대응하는 이미지 정보를 출력하도록 구성될 수 있다. 이미지 주입 디바이스들(200, 202, 204, 206, 208)은 이미지 정보를 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)에 주입하기 위하여 활용될 수 있고, 도파관들 각각은, 본원에 설명된 바와 같이, 눈(4)을 향하여 출력하도록, 각각의 개별 도파관을 가로질러 인입 광을 분산시키도록 구성될 수 있다. 광은 이미지 주입 디바이스들(200, 202, 204, 206, 208)의 출력 표면(300, 302, 304, 306, 308)을 탈출하고 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)의 대응하는 입력 에지(382, 384, 386, 388, 390)에 주입된다. 일부 실시예들에서, 광의 단일 빔(예컨대, 시준된 빔)은 특정 도파관과 연관된 심도 평면에 대응하는 특정 각도들(및 발산 양들)로 눈(4)을 향하여 지향되는 복제되고 시준된 빔들의 전체 필드를 출력하기 위하여 각각의 도파관으로 주입될 수 있다.

[0036] [0055] 일부 실시예들에서, 이미지 주입 디바이스들(200, 202, 204, 206, 208)은 대응하는 도파관(각각, 182, 184, 186, 188, 190)에 주입을 위한 이미지 정보를 각각 생성하는 이산 디스플레이들이다. 일부 다른 실시예들에서, 이미지 주입 디바이스들(200, 202, 204, 206, 208)은 예컨대 이미지 정보를 하나 또는 그 초과의 광학 도관들(이를테면 광섬유 케이블들)을 통하여 이미지 주입 디바이스들(200, 202, 204, 206, 208)의 각각에 파이핑(pipe)할 수 있는 단일 멀티플렉싱된 디스플레이의 출력 단부들이다.

[0037] [0056] 제어기(210)는 스택된 도파관 어셈블리(178) 및 이미지 주입 디바이스들(200, 202, 204, 206, 208)의 동작을 제어한다. 일부 실시예들에서, 제어기(210)는 예컨대 본원에 개시된 다양한 방식들 중 임의의 방식에 따라 도파관(182, 184, 186, 188, 190)으로의 이미지 정보의 타이밍 및 제공을 조절하는 프로그래밍(예컨대, 비-일시적 매체의 명령들)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 제어기는 단일 통합 디바이스, 또는 유선 또는 무선 통신 채널들에 의해 연결되는 분산 시스템일 수 있다. 제어기(210)는 일부 실시예들에서 프로세싱 모듈들(70 또는 72)(도 2)의 부분일 수 있다.

[0038] [0057] 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)은 TIR(total internal reflection: 내부 전반사)에 의해 각각의 개별 도파관 내에서 광을 전파시키도록 구성될 수 있다. 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)은 각각 주 최상부 및 최하부 표면들을 가진 평면일 수 있고, 에지들은 이들 주 최상부와 최하부 표면들 사이에서 연장된다. 예시된 구성에서, 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)은 이미지 정보를 눈(4)에 출력하기 위하여 각각의 개별 도파

관 내에서 전파하는 광을 도파관 밖으로 재지향시키도록 구성된 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)을 각각 포함할 수 있다. 광 빔은, 도파관 내에서 전파하는 광이 광 재지향 엘리먼트를 가격하는 위치들에서 도파관에 의해 출력된다. 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 반사성 및/또는 회절성 광학 피처들일 수 있다. 설명의 용이함 및 도면 명확성을 위하여 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)의 최하부 주 표면들에 배치된 것으로 예시되지만, 일부 실시예들에서, 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 최상부 및/또는 최하부 주 표면들에 배치될 수 있고, 그리고/또는 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)의 볼륨에 직접 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)을 형성하기 위하여 투명 기판에 부착된 재료 층에 형성될 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)은 재료의 모놀리식 피스(piece)일 수 있고 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 재료의 해당 피스의 표면상에 및/또는 내부에 형성될 수 있다.

[0039] [0058] 도 6을 계속 참조하면, 본원에 논의된 바와 같이, 각각의 도파관(182, 184, 186, 188, 190)은 특정 심도 평면에 대응하는 이미지를 형성하기 위하여 광을 출력하도록 구성된다. 예컨대, 눈에 가장 가까운 도파관(182)은, 그런 도파관(182)에 주입된 시준된 광을 눈(4)에 전달하도록 구성될 수 있다. 시준된 광은 광학 무한대 초점 평면을 나타낼 수 있다. 그 위의 다음 도파관(184)은, 시준된 광이 눈(4)에 도달하기 전에 제1 렌즈(192; 예컨대, 네거티브 렌즈)를 통하여 지나가는 시준된 광을 전송하도록 구성될 수 있고; 그런 제1 렌즈(192)는 약간 볼록한 파면 곡률을 생성하도록 구성될 수 있어서, 눈/뇌는 위의 다음 도파관(184)으로부터 오는 광을, 광학적 무한대로부터 눈(4)을 향하여 안쪽으로 더 가까운 제1 초점 평면으로부터 오는 것으로 해석한다. 유사하게, 위의 제3 도파관(186)은 자신의 출력 광이 눈(4)에 도달하기 전에 자신의 출력 광을 제1(192) 및 제2(194) 렌즈들 둘 모두를 통하여 통과시키고; 제1(192) 및 제2(194) 렌즈들의 결합된 광학 파워는 다른 증분 양의 파면 곡률을 생성하도록 구성될 수 있어서, 눈/뇌는 제3 도파관(186)으로부터 오는 광을, 위의 다음 도파관(184)으로부터의 광보다 광학적 무한대로부터 사람을 향하여 안쪽으로 더 더 가까운 제2 초점 평면으로부터 오는 것으로 해석한다.

[0040] [0059] 다른 도파관 층들(188, 190) 및 렌즈들(196, 198)은 유사하게 구성되고, 스택 내 가장 높은 도파관(190)은 자신의 출력을, 사람과 가장 가까운 초점 평면을 나타내는 총(aggregate) 초점 파워에 대해 자신과 눈 사이의 렌즈들 모두를 통하여 전송한다. 스택된 도파관 어셈블리(178)의 다른 측 상에서 세계(144)로부터 오는 광을 보거나/해석할 때 렌즈들(198, 196, 194, 192)의 스택을 보상하기 위하여, 보상 렌즈 층(180)은 아래의 렌즈 스택(198, 196, 194, 192)의 총 파워를 보상하기 위하여 스택의 최상부에 배치될 수 있다. 그런 구성은 이용가능한 도파관/렌즈 쌍들이 있을 때만큼 많은 인식된 초점 평면들을 제공한다. 도파관들의 광 재지향 엘리먼트들과 렌즈들의 포커싱 양상들 둘 모두는 정적(즉, 동적이거나 전자-활성이지 않음)일 수 있다. 일부 대안적인 실시예들에서, 이들은 전자-활성 피처들을 사용하여 동적일 수 있다.

[0041] [0060] 도 6을 계속 참조하면, 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 자신의 개별 도파관들로부터 광을 재지향하고 그리고 도파관과 연관된 특정 심도 평면에 대해 적절한 양의 발산 또는 시준으로 이 광을 출력하도록 구성될 수 있다. 결과로서, 상이한 연관된 심도 평면들을 가진 도파관들은 상이한 구성들의 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)을 가질 수 있고, 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 연관된 심도 평면에 따라 상이한 양의 발산으로 광을 출력한다. 일부 실시예들에서, 본원에 논의된 바와 같이, 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 특정 각도들로 광을 출력하도록 구성될 수 있는 볼류메트릭(volumetric) 또는 표면 피처들일 수 있다. 예컨대, 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 볼륨 홀로그램들, 표면 홀로그램들, 및/또는 회절 격자들일 수 있다. 광 재지향 엘리먼트들, 이를테면 회절 격자들은, 그 전체가 본원에 인용에 의해 통합된 2015년 3월 7일 출원된 미국 특허 출원 번호 14/641,376호에 설명된다. 일부 실시예들에서, 피처들(198, 196, 194, 192)은 렌즈들이 아닐 수 있고; 오히려, 이들은 단순히 스페이서들(예컨대, 공기 갭들을 형성하기 위한 클래딩(cladding) 층들 및/또는 구조들)일 수 있다.

[0042] [0061] 일부 실시예들에서, 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 회절 패턴을 형성하는 회절 피처들 또는 "회절 광학 엘리먼트"(또한 본원에서 "DOE"로서 지칭됨)이다. 바람직하게, DOE들은 비교적 낮은 회절 효율성을 가져서, 빔의 광의 일부만이 DOE의 각각의 교차로 인해 눈(4)을 향하여 편향되지만, 나머지는 내부 전반사를 통하여 도파관을 통해 계속 이동한다. 따라서, 이미지 정보를 반송하는 광은 다수의 위치들에서 도파관을 탈출하는 다수의 관련된 탈출 빔들로 분할되고 그 결과는 도파관 내에서 이리저리 산란하는 이런 특정 시준된 빔에 대해 눈(4)을 향하여 상당히 균일한 탈출 방출 패턴이다.

[0043] [0062] 일부 실시예들에서, 하나 또는 그 초과의 DOE들은, 그것들이 활발하게 회절시키는 "온" 상태들과 그것들이 크게 회절시키지 않는 "오프" 상태들 간에 스위칭가능할 수 있다. 예컨대, 스위칭가능 DOE는, 마이크로액

적들이 호스트 매질에서 회절 패턴을 포함하는 폴리머 분산형 액정 층을 포함할 수 있고, 마이크로액적들의 굴절률은 호스트 매질의 굴절률에 실질적으로 매칭하도록 스위칭될 수 있거나(상기 경우에 패턴은 입사 광을 현저하게 회절시키지 않음) 또는 마이크로액적은 호스트 매질의 인덱스에 매칭하지 않는 인덱스로 스위칭될 수 있다(상기 경우 패턴은 입사 광을 활발하게로 회절시킴).

[0044] [0063] 도 7은 도파관에 의해 출력된 탈출 빔들의 예를 도시한다. 하나의 도파관이 예시되지만, 도파관들(178)의 스택 내 다른 도파관들이 유사하게 기능할 수 있다는 것이 인식될 것이다. 광(400)은 도파관(182)의 입력 에지(382)에서 도파관(182)으로 주입되고 TIR에 의해 도파관(182) 내에서 전파된다. 광(400)이 DOE(282) 상에 충돌하는 포인트들에서, 광의 일부는 탈출 빔들(402)로서 도파관을 탈출한다. 탈출 빔들(402)은 실질적으로 평행한 것으로 예시되지만, 본원에 논의된 바와 같이, 이들 탈출 빔들(402)은 또한 도파관(182)과 연관된 심도 평면에 따라, 임의의 각도로 눈(4)으로 전파하도록 재지향될 수 있다(예컨대, 발산하는 탈출 빔들을 형성함). 실질적으로 평행한 탈출 빔들이 눈(4)으로부터 먼 거리(예컨대, 광학적 무한대)에 있는 심도 평면에 대응하는 도파관을 가리킬 수 있다는 것이 인지될 것이다. 다른 도파관들은 더 발산하는 탈출 빔 패턴을 출력할 수 있고, 이것은 눈(4)이 망막 상에 포커스를 맞추기 위하여 더 가까운 거리로 원근 조절하는 것을 요구할 것이고 광학적 무한대보다 눈(4)에 더 가까운 거리로부터의 광으로서 뇌에 의해 해석될 것이다.

[0045] 파트 I. 멀티플렉싱된 이미지 정보

[0046] [0064] 도 6을 다시 참조하면, 각각의 도파관(182, 184, 186, 188 또는 190)에 대한 전용 이미지 주입 디바이스(200, 202, 204, 206 또는 208)를 활용하는 것은 기계적으로 복잡할 수 있고 이미지 주입 디바이스들 및 이들의 관련 연결부들 모두를 수용하기 위하여 큰 볼륨을 요구할 수 있다. 더 작은 폼 팩터(form factor)는 일부 애플리케이션들, 이를테면 착용가능 디스플레이들에 바람직할 수 있다.

[0047] [0065] 일부 실시예들에서, 더 작은 폼 팩터는 정보를 복수의 도파관들에 주입하기 위하여 단일 이미지 주입 디바이스를 사용함으로써 달성될 수 있다. 이미지 주입 디바이스는 다수의 이미지 정보 스트림들(또한 본원에서 정보 스트림들로서 지칭됨)을 도파관들에 전달하고, 이들 정보 스트림들은 멀티플렉싱되도록 고려될 수 있다. 각각의 도파관은 특정 정보 스트림으로부터의 이미지 정보를 해당 도파관에 선택적으로 인-커플링하기 위하여 정보 스트림들과 상호작용하는 인-커플링 광학 엘리먼트들을 포함한다. 일부 실시예들에서, 인-커플링 광학 엘리먼트들은 특정 정보 스트림으로부터의 광을 자신의 연관된 도파관으로 선택적으로 재지향시키면서, 다른 정보 스트림들에 대한 광이 다른 도파관들에 계속 전파하는 것을 허용한다. 재지향된 광은, TIR에 의해 자신의 연관된 도파관을 통해 전파하도록 하는 각도들로 재지향된다. 따라서, 일부 실시예들에서, 단일 이미지 주입 디바이스는 멀티플렉싱된 정보 스트림을 복수의 도파관들에 제공하고, 그리고 해당 복수의 도파관들의 각각의 도파관은 인-커플링 광학 엘리먼트들을 사용하여 선택적으로 인-커플링하는 연관된 정보 스트림을 가진다.

[0048] [0066] 인-커플링 광학 엘리먼트들과 정보 스트림들 간의 선택적인 상호작용은 상이한 광학 특성들을 가진 정보 스트림들을 활용함으로써 가능해질 수 있다. 예컨대, 각각의 정보 스트림은 상이한 컬러들(상이한 파장들) 및/또는 상이한 편광들(바람직하게 상이한 원형 편광들)의 광에 의해 형성될 수 있다. 이어서, 인-커플링 광학 엘리먼트들은 특정 편광 및/또는 하나 또는 그 초과의 특정 파장들의 광을 선택적으로 재지향시키도록 구성되고, 이에 의해 정보 스트림과 도파관 간의 특정 대응, 예컨대 일 대 일 대응이 허용된다. 일부 실시예들에서, 인-커플링 광학 엘리먼트들은 해당 광의 특성들, 예컨대 해당 광의 파장 및/또는 편광에 기반하여 광을 선택적으로 재지향시키도록 구성된 회절 광학 엘리먼트들이다.

[0049] [0067] 일부 실시예들에서, 각각의 이미지 주입 디바이스는 각각 2개, 3개, 4개 또는 그 초과의 정보 스트림들을 해당 복수의 도파관들에 제공함으로써 이미지 정보를 복수의 2개, 3개, 4개 또는 그 초과의 도파관들에 제공한다. 일부 실시예들에서, 다수의 그런 이미지 주입 디바이스들은 다수의 복수의 도파관들 각각에 정보를 제공하기 위하여 사용될 수 있다.

[0050] [0068] 이제 도 8a를 참조하면, 하나 또는 그 초과의 도파관들로의 멀티플렉싱된 이미지 정보의 전달의 예가 사시도로 개략적으로 예시된다. 스택(3000)은 각각 인-커플링 광학 엘리먼트들(3012 및 3014)을 포함하는 도파관들(3002 및 3004)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 도파관들(3002 및 3004)은 실질적으로 평면 플레이트들일 수 있고, 평면 플레이트들 각각은 전면 및 후면 주 표면을 가지며 에지들은 이들 전면 및 후면 주 표면들 사이에서 연장된다. 예컨대, 도파관(3002)은 전면 주 표면(3002a) 및 후면 주 표면(3002b)을 가진다. 도파관들의 주 표면들은 각각의 도파관 내에서 광의 TIR을 가능하게 하기 위하여 클래딩 층(예시되지 않음)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 도파관들의 스택(3000)은 도 6의 스택(178)에 대응하고 본원에 개시된 디스플레이 시스템들 내 스택(178)을 대체하기 위하여 활용될 수 있다.

[0051] [0069] 도 8a를 계속 참조하면, 광 스트림들(A 및 B)은 상이한 광 특성들, 예컨대 상이한 파장들 및/또는 상이한 편광들(바람직하게 상이한 원형 편광들)을 가진다. 광 스트림들(A 및 B)은 별개의 이미지 정보 스트림들을 포함한다. 광(A 및 B) 및 이들의 정보 스트림들은 멀티플렉싱된 정보 스트림으로서 이미지 주입 디바이스(3021)에 광학 도관(3024)(예컨대, 광섬유)을 통하여 전파된다. 이미지 주입 디바이스는 광(3040)(결합된 광 스트림들(A 및 B)로서 멀티플렉싱된 정보 스트림을 포함함)을 도파관 스택(3000)에 주입한다.

[0052] [0070] 일부 실시예들에서, 이미지 주입 디바이스(3021)는 스택(3000)의 영역에 걸쳐 광섬유(352)의 섬유 팁(tip)을 스캔하기 위하여 사용될 수 있는, 광섬유(352)에 커플링된 액추에이터(3020)(이를테면 압전 액추에이터)를 포함한다. 그런 스캐닝 섬유 이미지 주입 디바이스들의 예들은, 그 전체가 본원에 인용에 의해 통합된 2015년 3월 7일 출원된 미국 특허 출원 번호 14/641,376호에 개시된다. 일부 다른 실시예들에서, 이미지 주입 디바이스(3021)는 고정식일 수 있고 일부 다른 실시예들에서 다수의 각도들로부터 스택(3000)을 향하여 광을 지향시킬 수 있다.

[0053] [0071] 일부 실시예들에서, 각각의 도파관은 인-커플링 광학 엘리먼트들을 포함한다. 예컨대, 도파관(3002)은 인-커플링 광학 엘리먼트들(3012)을 포함하고, 도파관(3004)은 인-커플링 광학 엘리먼트들(3014)을 포함한다. 인-커플링 광학 엘리먼트들(3012 및 3014)은 광 스트림들(A 및 B) 중 하나를 선택적으로 재지향시키도록 구성된다. 예컨대, 인-커플링 광학 엘리먼트들(3012)은 해당 광 스트림을 광 안내부(3002)에 인-커플링하기 위하여 광 스트림(A)의 적어도 일부를 선택적으로 재지향시킬 수 있다. 광 스트림(A)의 인-커플링된 부분은 광(3042)으로서 도파관(3002)을 통해 전파된다. 일부 실시예들에서, 광(3042)은 해당 도파관의 주 표면들(3002a 및 3002b)로부터 TIR에 의해서 도파관(3002)을 통해 전파된다. 유사하게, 인-커플링 광학 엘리먼트들(3014)은 해당 광 스트림을 광 안내부(3004)에 인-커플링하기 위하여 광 스트림(B)의 적어도 일부를 선택적으로 재지향시킬 수 있다. 광 스트림(B)의 인-커플링된 부분은 광(3044)으로서 도파관(3004)을 통해 전파된다. 일부 실시예들에서, 광(3044)은 해당 도파관의 주 표면들(3004a 및 3004b)로부터 TIR에 의해서 도파관(3004)을 통해 전파된다.

[0054] [0072] 예시된 바와 같이, 일부 실시예들에서, 멀티플렉싱된 광 스트림(3040)은 광 스트림들(A 및 B) 둘 모두를 동시에 포함하고, 위에 논의된 바와 같이, 광 스트림(A)은 도파관(3002)에 인-커플링될 수 있는 반면 광 스트림(B)은 도파관(3004)에 인-커플링된다. 일부 다른 실시예들에서, 광 스트림들(A 및 B)은 상이한 시간들에서 도파관 스택(3000)에 제공될 수 있다. 그런 실시예들에서, 본원에 논의된 바와 같이, 단지 단일 도파관만이 이들 정보 스트림들을 수신하기 위해 활용될 수 있다. 어느 경우에서나, 광 스트림들(A 및 B)은 광학 커플러(3050)에 의해 광학 도관(3024)에 커플링될 수 있다. 일부 실시예들에서, 광학 커플러(3050)는 광학 도관(3024)을 통해 전파하도록 광 스트림들(A 및 B)을 결합할 수 있다.

[0055] [0073] 도 8a를 계속 참조하면, 일부 실시예들에서, 광학장치(3030)는 이미지 주입 디바이스(3021)와 인-커플링 광학 엘리먼트들(3012 및 3014) 사이에 배치될 수 있다. 광학장치(3030)는 예컨대 광을 인-커플링 광학 엘리먼트들(3012 및 3014) 상에 포커싱함으로써 예컨대, 광선들을 다양한 인-커플링 광학 엘리먼트들(3012 및 3014)에 지향시키는 것을 가능하게 하는 렌즈를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 광학장치는 이미지 주입 디바이스(3021)의 부분이고 예컨대 이미지 주입 디바이스(3021)의 단부에 있는 렌즈일 수 있다. 일부 실시예들에서, 광학장치(3030)는 완전히 생략될 수 있다.

[0056] [0074] 인-커플링 광학 엘리먼트들(3012 및 3014)은 광 스트림들(A 및 B) 간에 상이한 하나 또는 그 초과의 광 특성들에 기반하여 광 스트림들(A 및 B)을 선택적으로 재지향시키도록 구성된다는 것이 인지될 것이다. 예컨대, 광 스트림(A)은 광 스트림(B)과 상이한 파장을 가질 수 있고 인-커플링 광학 엘리먼트들(3012 및 3014)은 파장에 기반하여 광을 선택적으로 재지향시키도록 구성될 수 있다. 바람직하게, 상이한 파장들은 상이한 컬러들에 대응하고, 이는 동일한 컬러의 상이한 파장들을 사용하는 것에 비해 인-커플링 광학 엘리먼트들의 선택성을 개선할 수 있다.

[0057] [0075] 일부 실시예들에서, 광 스트림(A)은 광 스트림(B)과 상이한 파장을 가질 수 있고 인-커플링 광학 엘리먼트들(3012 및 3014)은 편광에 기반하여 광을 선택적으로 재지향시키도록 구성될 수 있다. 예컨대, 인-커플링 광학 엘리먼트들(3012 및 3014)은 편광에 기반하여 광을 선택적으로 재지향시키도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 광 스트림들(A 및 B)은 상이한 원형 편광을 가진다. 일부 실시예들에서, 광 스트림들(A 및 B)은 예컨대 상이한 파장들 및 상이한 편광들 둘 모두를 포함해서, 광 특성들의 다수의 차이들을 가질 수 있다.

[0058] [0076] 일부 실시예들에서, 인-커플링 광학 엘리먼트들(3012 및 3014)은 회절 격자들(예컨대, 액정을 포함하는 격자, 이를테면 액정 편광 격자)을 포함해서, 회절 광학 엘리먼트들이다. 일부 실시예들에서, 광학 엘리먼트는

메타-표면(예컨대, PBPE를 포함함)을 포함할 수 있고, 이를테면 표면은 1 또는 10 나노미터 정도의 피처 사이즈들을 가진 패턴을 가진다. 적절한 인-커플링 광학 엘리먼트들(3012 및 3014)의 예들은 광학 엘리먼트들(2000b, 2000d)(도 9a) 및 도 9e-도 9h의 광학 엘리먼트들을 포함한다. 유리하게, 그런 광학 엘리먼트들은 상이한 편광들 및/또는 상이한 파장들의 광을 선택적으로 지향시키는데 매우 효율적이다.

[0059] [0077] 이제 도 8b를 참조하면, 다수의 도파관들로의 멀티플렉싱된 이미지 정보의 전달의 다른 예가 사시도로 개략적으로 예시된다. 이미지 정보가 개별 도파관들로 및 스택(3000)을 통해 사용자의 눈들로 적절하게 제공될 수 있는 한, 스택(3000)이 2개보다 많은 도파관들, 예컨대 4, 6, 8, 10, 12 또는 다른 수의 도파관들을 포함할 수 있다는 것이 인지될 것이다. 예시된 스택(3000)은 도파관들(3002 및 3004) 외에도 도파관들(3006 및 3008)을 포함한다. 도파관들(3006 및 3008)은 각각 인-커플링 광학 엘리먼트들(3012 및 3014)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 도파관들(3002, 3004, 3006 및 3008)은, 상이한 광 특성들을 가진 광을 재지향시키고 인-커플링하도록 각각 구성될 수 있는 인-커플링 광학 엘리먼트들을 제외하고, 유사할 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 다수의 도파관들에 대한 인-커플링 광학 엘리먼트들은 유사할 수 있다. 도 8b의 도파관들의 수가 도 8a의 도파관들의 수보다 더 많다는 것을 제외하고, 도 8a에 관련된 본원의 모든 개시내용이 도 8b에 적용되는 것이 인지될 것이다.

[0060] [0078] 도 8b를 계속 참조하면, 광 스트림들(A, B, C 및 D)은 상이한 광 특성들, 예컨대 상이한 파장들 및/또는 상이한 편광들(바람직하게 상이한 원형 편광들)을 가진다. 예컨대, 광 스트림들(A, B, C 및 D)은 각각 상이한 파장들의 광을 포함할 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 상이한 파장들 및 편광들의 다양한 결합들이 가능하다. 예컨대, A 및 B는 유사한 파장들 및 상이한 편광들을 가질 수 있고, C 및 D는 유사한 파장들 및 상이한 편광들을 가질 수 있고, A 및 B는 C 및 D와 상이하다. 광 스트림들(A, B, C 및 D)은 멀티플렉싱된 정보 스트림으로서 이미지 주입 디바이스(3021)에 광학 도관(3024)을 통하여 전파되고, 이미지 주입 디바이스(3021)는 멀티플렉싱된 정보 스트림의 광(3040)을 도파관 스택(3000)에 주입한다. 본원에 논의된 바와 같이, 멀티플렉싱된 정보 스트림은 동시에 모든 광 스트림들을 포함할 수 있거나, 또는 광 스트림들 중 하나 또는 그 초과는 상이한 시간들에 스택(3000)으로 지향될 수 있다.

[0061] [0079] 일부 실시예들에서, 각각의 도파관은 광을 해당 도파관에 선택적으로 인-커플링하는 인-커플링 광학 엘리먼트들을 포함한다. 예컨대, 도파관(3002)은, 광 스트림(A)이 광(3042)으로서 해당 도파관 내에서 TIR에 의해 전파되도록 광 스트림(A)을 해당 도파관에 인-커플링하도록 구성될 수 있는 인-커플링 광학 엘리먼트들(3012)을 포함하고; 도파관(3004)은, 광 스트림(B)이 광(3044)으로서 해당 도파관 내에서 TIR에 의해 전파되도록, 광 스트림(B)을 해당 도파관으로 인-커플링하도록 구성될 수 있는 인-커플링 광학 엘리먼트들(3014)을 포함하고; 도파관(3006)은, 광 스트림(C)이 광(3046)으로서 해당 도파관 내에서 TIR에 의해 전파되도록, 광 스트림(C)을 해당 도파관에 인-커플링하도록 구성될 수 있는 인-커플링 광학 엘리먼트들(3016)을 포함하고; 그리고 도파관(3008)은, 광 스트림(D)이 광(3048)으로서 해당 도파관 내에서 TIR에 의해 전파되도록, 광 스트림(D)을 해당 도파관에 인-커플링하도록 구성될 수 있는 인-커플링 광학 엘리먼트들(3018)을 포함한다.

[0062] [0080] 일부 실시예들에서, 단일 광 스트림(예컨대, 광 스트림(A, B, C 또는 D))이 단일 도파관에 인-커플링될 수 있다는 것이 인지될 것이다. 일부 다른 실시예들에서, 다수의 광 스트림들은 동일한 도파관에 인-커플링될 수 있다. 바람직하게, 그런 어레인지먼트에서, 광 스트림들은 상이한 시간들에 인-커플링된다. 일부 실시예들에서, 그런 시간적으로 분리된 인-커플링은 다수의 상이한 광 특성들(예컨대, 다수의 상이한 파장들 또는 다수의 상이한 편광들)에 기반하여 광을 선택적으로 터닝하는 인-커플링 광학 엘리먼트들을 사용하여 달성될 수 있는데 반해, 이미지 주입 디바이스는 상이한 시간들에서 특정 도파관에 대한 정보 스트림들을 제공한다. 예컨대, 광 스트림들(A 및 B) 둘 모두는 도파관(3002)에 인-커플링될 수 있고, 이때 인-커플링 광학 엘리먼트들(3012)은, 광 스트림들(C 및 D)이 통과하는 것을 허용하면서 광 스트림들(A 및 B)을 선택적으로 인-커플링하고, 그리고 광 스트림들(A 및 B)은 광 스트림들(C 및/또는 D)을 인-커플링 광학 엘리먼트들(3012)에 동시에 제공하면서 상이한 시간들에서 광을 인-커플링 광학 엘리먼트들(3012)에 제공한다. 하나 또는 그 초과의 다른 도파관들이 다수의 광 스트림들을 이들 도파관들에 인-커플링하기 위하여 유사하게 구성될 수있다는 것이 인지될 것이다.

[0063] [0081] 일부 다른 실시예들에서, 다수의 광 스트림들(예컨대, 광 스트림들(A 및 B))은 인-커플링 광학 엘리먼트들(예컨대, 인-커플링 광학 엘리먼트들(3012))에 동시에 제공될 수 있고, 인-커플링 광학 엘리먼트들은 인-커플링 광 스트림(A 또는 B) 사이에서 선정하기 위해 상태들을 변화시키도록 구성될 수 있다. 예컨대, 일부 실시예들에서, 인-커플링 광학 엘리먼트들은 전극들(예컨대, 투명 전극들, 이를테면 ITO) 사이에 배치된 액정 재료로 형성된 격자일 수 있다. 액정은 전압 전위의 적용으로 상태들(예컨대, 배향들)을 변화시킬 수 있고, 하나의

상태는 하나의 광 스트림(예컨대, 광 스트림(A))을 선택적으로 인-커플링하도록 구성되고 다른 상태는 모든 광 스트림들(예컨대, 광 스트림(A 및 B) 둘 모두)에 대해 투명하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 상이한 격자를 형성하는 스위칭가능 액정 재료의 다른 층은 전극들 사이에 제공될 수 있고, 하나의 상태는 상이한 광 스트림(예컨대, 광 스트림(B))을 선택적으로 인-커플링하도록 구성되고 다른 상태는 모든 광 스트림들(예컨대, 광 스트림(A 및 B) 둘 모두)에 대해 투명하도록 구성된다. 일부 다른 실시예들에서, 액정 재료의 둘 모두의 타입들은 동일한 레벨 상에 배치되지만, 상이한 영역들에 배치될 수 있다. 액정 재료는, 하나의 타입의 재료가 광 스트림들에 대해 투명할 때, 다른 타입이 특정 광 스트림의 광을 선택적으로 인-커플링하도, 그리고 그 반대도 가능하도록 구성될 수 있다.

[0064] [0082] 이제 도 8c를 참조하면, 도 8b의 디스플레이 시스템의 하향식 개략도가 예시된다. 하향식 개략도는 도 8b의 스택(3000)의 최상부 에지를 따라 내려다 보아 취해진다. 예시된 바와 같이, 일부 실시예들에서, 멀티플렉싱된 광 스트림(3040)의 부분들은 인-커플링된 광(3042, 3044, 3046, 및 3048)으로서 도파관들(3002, 3004, 3006 및 3008)의 각각에 선택적으로 인-커플링된다.

[0065] [0083] 본원에 논의된 바와 같이, 도파관들은 도파관 내에서 전파되었던 광을 출력하거나 아웃-커플링하는 광 재지향 엘리먼트들(예컨대, 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290))을 포함할 수 있어서, 아웃-커플링된 광은 뷰어의 눈들(4)을 향하여 전파된다(도 6). 도 8d는 각각의 도파관으로부터 광을 아웃-커플링(out-couple)하기 위한 광 재지향 엘리먼트들과 함께, 도 8c의 디스플레이 시스템을 예시한다. 예컨대, 도파관(3002)은 아웃-커플링 광 재지향 엘리먼트들(3062)을 포함하고, 도파관(3004)은 아웃-커플링 광 재지향 엘리먼트들(3064)을 포함하고, 도파관(3006)은 아웃-커플링 광 재지향 엘리먼트들(3066)을 포함하고, 그리고 도파관(3008)은 아웃-커플링 광 재지향 엘리먼트들(3068)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 아웃-커플링 광 재지향 엘리먼트들은 상이한 그룹들의 광 재지향 엘리먼트들을 포함할 수 있고, 그 각각은 상이하게 기능한다. 예컨대, 아웃-커플링 광 재지향 엘리먼트들(3062)은 제1 그룹의 광 재지향 엘리먼트들(3062a) 및 제2 그룹의 광 재지향 엘리먼트들(3062b)을 포함할 수 있다. 예컨대, 광 재지향 엘리먼트들(3062b)은 EPE(exit pupil expander)들(적어도 하나의 축에서 아이박스(eyebox)의 치수들을 증가시키기 위함)일 수 있고, 광 재지향 엘리먼트들(3062a)은 OPE(orthogonal pupil expander)들(EPE들의 축을 교차하는, 즉 직교하는 축에서 아이박스를 증가시키기 위함)일 수 있다. EPE들 및 OPE들은 2014년 5월 30일 출원된 미국 가 특허 출원 번호 62/005,807호에 개시되고, 그것의 전체 개시내용은 본원에 인용에 의해 통합된다.

[0066] [0084] 이미지들이 인코딩된 x-y 픽셀 정보를 가진 정보 스트림들을 사용하여 도파관들에 의해 형성되는 것이 인지될 것이다. 예컨대, 상이한 컬러들의 정보 스트림들은 이미지에 대한 x-y 픽셀 정보에 대응하는 x-y 그리드 상의 특정 위치에 대한 광의 세기를 각각 표시할 수 있다. 이론에 의해 제한됨이 없이, 도파관들로의 정보 스트림들의 매칭이 광의 특성들을 사용하여 달성되고 반드시 해당 광에 의해 제공된 x-y 픽셀 정보에 의존하지는 않는 것이 또한 인지될 것이다. 결과적으로, x-y 픽셀 정보는, 광이 인-커플링 광학 엘리먼트들(3012, 3014, 3016 및 3018) 상에 충돌하기 전에, 광의 경로를 따라 임의의 적합한 디바이스를 사용하여 임의의 적합한 위치에서 인코딩될 수 있다.

[0067] [0085] 일부 실시예들에서, 광 소스(예컨대, LED 또는 OLED)가 픽셀화되고 원하는 광 특성들(예컨대, 원하는 파장들 및/또는 편광들)을 가진 광을 출력할 수 있으면, 정보 스트림은 광 소스로부터 방사될 때 원하는 광 특성들 및 인코딩된 x-y 픽셀 정보 둘 모두를 갖도록 형성될 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 원하는 광 특성들을 가진 광은, x-y 픽셀 정보가 인코딩되는 광 변조 디바이스를 통하여 통과된다. 도 8e는 도 8b의 디스플레이 시스템을 예시하고 x-y 픽셀 정보를 이미지 정보 스트림에 제공하기 위한 광 변조 디바이스(3070)를 도시한다. 일부 실시예들에서, 광 변조 디바이스(3070)는 이미지 주입 디바이스(3021)의 부분일 수 있고, 스캐닝 섬유, 또는 이미지 정보를 도파관들에 제공하기 위한 하나 또는 그 초과의 고정식 애퍼처 디스플레이 디바이스들을 사용하여 이미지 정보를 제공하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 광 변조 디바이스(3070)는, 광이 디바이스를 통해 통과할 때 광을 변조한다(예컨대, 광의 세기는 제어가능 가변 광 전송을 가진 픽셀 엘리먼트들을 통하여 통과됨으로써 변조될 수 있음). 일부 다른 실시예들에서, 광 변조 디바이스는 도파관 스택(3000)으로 전파하도록 광을 선택적으로 재지향(즉, 반사)함으로써 광을 변조할 수 있다. 광 변조 디바이스들의 예들은 투과성 액정 디스플레이들 및 마이크로-미러 디바이스들(이를테면 "디지털 광 프로세싱" 또는 "DLP" 시스템, 이를테면 Texas Instruments, Inc.로부터 입수가능한 것들)을 포함한다.

[0068] 파트 II. PBPE(PANCHARATNAM-BERRY PHASE EFFECT) 구조들을 가진 액정 편광 격자들

[0069] [0086] 이 섹션은 액정들, 편광 격자들, 및 PBPE(Pancharatnam-Berry Phase Effect) 구조들, 이들의 제작 방

법들뿐 아니라 다른 구조들 및 방법들에 관한 것이다. 일부 실시예들에서, 입사 각에 대한 낮은 감도, 높은 회절 효율성, 및 높은 파장 감도를 가진 액정 격자 구조들을 제조하기 위한 방법들 및 장치가 제공된다. 본원에 설명된 다양한 방법들은 잉크젯 기술을 사용하고 액정 재료를 정렬하기 위하여 임프린트 탬플릿을 사용하여 액정 재료의 층을 배치하는 단계를 포함한다.

[0070] [0087] 일부 실시예들에서, 이 파트 II에 개시된 액정들, 편광 격자들, 및 PBPE(Pancharatnam-Berry Phase Effect) 구조들은 도파관 스택들(178(도 6) 또는 3000(도 8a-도 8e))의 다양한 도파관들에 대한 광 재지향 엘리먼트들을 형성하기 위하여 활용될 수 있다. 예컨대, 그런 액정들, 편광 격자들 및 PBPE(Pancharatnam-Berry Phase Effect) 구조들은 인-커플링 광학 엘리먼트들(3012, 3014, 3016 및/또는 3018(도 8a-도 8e))을 포함하여, 본원에 개시된 다양한 인-커플링 광학 엘리먼트들을 형성하기 위하여 유리하게 적용될 수 있다.

[0071] [0088] 다양한 이미징 시스템들 및 광학 신호 프로세싱 시스템들은 광학 파면, 파장, 편광, 위상, 세기, 각도 및/또는 광의 다른 특성들을 제어/조작하기 위한 액정 디바이스들을 포함할 수 있다. 액정들은, 분자들이 종종 로드(rod)들 또는 플레이트들 또는 특정 방향을 따라 정렬될 수 있는 일부 다른 형태들로 성형되는 부분적으로 순서화된 재료들이다. 액정의 분자들이 배향되는 방향은 액정 재료상에 입사하는 광의 특성들을 제어/조작하기 위하여 사용될 수 있는 전자력들의 적용에 의해 조작될 수 있다.

[0072] [0089] 액정 디바이스들 및 특정 결과 구조들을 제조하는 방법들이 본원에 설명된다.

[0073] [0090] 다음 상세한 설명은 혁신적인 양상들을 설명하는 목적들을 위한 특정 실시예들에 관한 것이다. 그러나, 본원의 교시들은 다수의 상이한 방식들로 적용될 수 있다. 다음 설명으로부터 자명할 바와 같이, 혁신적인 양상들은 입사 광의 하나 또는 그 초과의 특징들을 조작하도록 구성된 임의의 광학 컴포넌트 또는 디바이스로 구현될 수 있다.

[0074] [0091] 아래에 더 완전히 논의되는 바와 같이, 본원에 설명된 혁신적인 양상들은 제트 증착 기술을 사용하여 액정 디바이스들을 제작하는 것을 포함한다. 예컨대, 액정 디바이스를 제조하는 방법의 실시예에서, 액정 재료의 층은 제트 증착 기술(예컨대, 잉크젯 기술)을 사용하여 기판상에 증착된다. 표면 릴리프 피처들(예컨대, PBPE 구조들)은 탬플릿을 사용하여 제트 증착된 액정 재료의 층에 임프린팅될 수 있다. 표면 릴리프 피처들은 특정 광 재지향 특성들을 달성하기 위하여 (예컨대, 특정 간격 및/또는 높이들로) 구성될 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 임프린팅은, 볼류메트릭 피처들(이를테면 "벌크" 볼륨-위상 재료들 및 디바이스들에 존재함)로서 협력하여 거동할 수 있는 연속적인 층진 단면들을 생성하기 위하여 상이한 레벨들 상에서 반복될 수 있다. 다양한 실시예들에서, 이들 표면 릴리프 피처들(및 연속적인 층진 단면들)은 "브래그(Bragg)" 구조들로서 모델링될 수 있다. 일반적으로, 그런 구조들은, 회절을 생성하는 재료-공기 인터페이스, 레지스트-공기 인터페이스, 수지-공기 인터페이스 또는 액정 재료-공기 인터페이스, 또는 회절을 생성하는 재료-더 낮은 인덱스 레지스트 인터페이스, 레지스트-더 낮은 인덱스 레지스트 인터페이스, 수지-더 낮은 인덱스 레지스트 인터페이스 또는 액정 재료-더 낮은 인덱스 레지스트 인터페이스가 있는 이진 표면-릴리프 피처들을 생성하기 위하여 사용될 수 있다. 이들 경우들에서, 격자들은 브래그 구조들보다 "라만 나스(raman-nath)" 구조들로서 모델링될 수 있다. 액정 재료의 분자들은 나노구조들의 물리적 형상 및 LC(liquid crystal) 재료와의 이들의 정전기 상호작용으로 인해 임프린팅 프로세스를 통해 정렬된다. 임프린트 패턴을 사용한 액정 층의 정렬은 아래에 더 상세히 논의된다.

[0075] [0092] 다양한 실시예들에서, 포토-정렬(photo-alignment) 층으로 역할을 하기 위한 재료의 층(예컨대, 폴리머)은 제트 증착 기술(재료의 제트 또는 스트림은 기판상으로 지향됨)을 사용하여, 예컨대 잉크-젯을 통하여 기판 또는 사전-코팅된 기판상에 증착될 수 있다. 포토-정렬 층은 원하는 LC 배향 패턴을 통합한 탬플릿을 사용하여 나노-임프린팅에 의해 패턴화된다. 일부 실시예들에서, 이 패턴은 PBPE 패턴이고, 그리고 물리적 릴리프를 포함하는 탬플릿은 간섭측정 및/또는 리소그래픽 기술들로 만들어질 수 있다. 탬플릿은 연질 폴리머 수지로 낮추어지고 UV 광은 수지를 고정된 상태로 경화하기 위하여 사용된다. 일부 실시예들에서, 모세관 작용은 폴리머 재료가 경화되기 전에 폴리머 재료로 탬플릿을 충진한다. 탬플릿은 제거되고, 기판상의 적소에 패턴화되고 경화된 수지가 남겨진다. 증착 프로세스(예컨대, 제트 또는 스핀 코팅)를 사용하는 제2 단계는 포토-정렬 층 위에 LC(예컨대, 수지에 현탁된 LC) 층을 적용한다. LC는 그 아래의 포토-정렬 층 패턴과 정렬하고, 이것이 발생할 때, 수지는 UV 광, 열, 또는 둘 모두의 조합을 사용하여 적소에 고정된다. 일부 다른 실시예들에서, 용매(예컨대, 수지)에 현탁된 LC는 증착되고(예컨대, 제트 또는 스핀 코팅을 사용하여 디스펜싱(dispense)됨), 그리고 나노임프린트 패턴(예컨대, PBPE 패턴)을 포함하는 탬플릿은 LC 재료와 접촉하게 낮추짐으로써, (예컨대, 탬플릿의 개구들 내로 모세관 작용에 의해) LC가 탬플릿의 릴리프 프로파일을 차지하고, 그리고 LC 재료는 경화

프로세스(예컨대, UV, 열 또는 둘 모두의 결합)를 사용하여 적소에 고정된다. 결과적인 구조는 기능 엘리먼트로서 직접 사용될 수 있거나, 또는 일부 경우들에서, 낮은 굴절률 재료는 액정 재료에 임프린팅된 표면 피처들 사이의 틈새 영역들을 충진하기 위하여 임프린팅된 액정 재료 위에 증착될 수 있다.

[0076] [0093] 낮은 굴절률 재료는 액정 기반 레지스트의 점탄성 및 화학적 특성들을 튜닝함으로써 또는 낮은 굴절률 재료의 최상부 표면을 평탄화 임프린트 탬플릿(예컨대, 실질적으로 편평한 표면을 가진 탬플릿)과 접촉시킴으로써 평탄화 층으로서 구성될 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 낮은 굴절률 재료는 화학적 및/또는 기계적 평탄화 프로세스에 의해 평탄화될 수 있다. 평탄화 프로세스는 바람직하게, 매끄러운 평탄화된 표면을 형성하도록 선정되어, 거친 표면에 의해 유발될 수 있는 광학적 아티팩트(artifact)들을 감소시킨다. 부가적인 층들, 이를테면 부가적인 액정 층들은 제트 기술을 사용하여 액정 층 위에 증착될 수 있다. 액정의 상이한 층들에서 PBPE 구조들은 상이한 파장들의 광을 회절, 스티어링, 및/또는 분산(disperse) 또는 결합시키기 위하여 구성될 수 있다. 예컨대, 적색, 녹색 및 청색 파장들은 상이한 액정 층들 내의 PBPE 구조들에 의해 상이한 방향들을 따라 회절, 분산, 또는 재지향될 수 있다.

[0077] [0094] 상이한 액정 층들은 바람직하게 층들이 서로의 위에 스택되는 것을 허용하기에 충분한 구조적 안정성 및 접착력을 제공하는 재료들로 형성된다. 일부 실시예들에서, 광학적으로 투과성인 경화된 구조들을 형성하는 중합화가능 재료들을 포함하는, 유기 또는 무기 임프린트 레지스트 재료들이 사용될 수 있다. 예로서, 액정 층들은 아크릴 액정 배합물(formulation)을 포함할 수 있다. 아크릴 액정 층들은 서로의 위에 층들의 스택을 가능하게 하는 접착 특성들을 제공할 수 있다.

[0078] [0095] 본원에 논의되는 바와 같이, 액정 재료와 낮은 굴절률 재료 둘 모두가 유동가능 재료들일 수 있다는 것이 인지될 것이다. 일부 실시예들에서, 이들 재료들은, 임프린트 탬플릿들과 접촉한 후 그리고 접촉한 탬플릿을 제거하기 전에 이들 재료들을 고정시키기 위한 프로세스를 겪을 수 있다. 고정 프로세스는 본원에 논의된 바와 같이 경화 프로세스를 포함할 수 있다.

[0079] [0096] 다른 예로서, 액정 디바이스의 제조 방법의 다른 실시예에서, 포토레지스트 재료(예컨대, 수지 또는 폴리머)의 층은 기판상에 증착된다. 증착은 스핀 코팅을 포함하는 다양한 증착 방법들에 의해 달성될 수 있다. 더 바람직하게, 일부 실시예들에서, 증착은 제트 기술(예컨대, 잉크젯 기술)을 사용하여 달성된다. 포토레지스트는 표면 릴리프 피처들(예컨대, PBPE 구조들)을 가진 임프린트 탬플릿 또는 몰드로 임프린팅된다. 액정 재료의 층은 제트 기술을 사용하여 포토레지스트의 임프린팅된 층 상에 증착될 수 있다. 임프린팅된 포토레지스트 층은 액정 재료가 증착될 때 액정 재료의 분자들을 정렬시키기 위한 정렬 층으로서 역할을 할 수 있다. 부가적인 층들, 이를테면 부가적인 액정 층들 또는 액정을 포함하지 않는 층들은 제트 기술을 사용하여 액정 층 위에 증착될 수 있다. 다양한 실시예들에서, 평탄화 층은 증착된 액정 층 위에 증착될 수 있다.

[0080] [0097] 본원에 논의된 실시예들에서, 상이한 타입들의 액정 재료들, 이를테면, 예컨대, 도핑된 액정, 도핑되지 않은 액정, 및 다른 비-액정 재료들은 잉크젯 기술을 사용하여 증착될 수 있다. 잉크젯 기술은 증착된 액정 층 또는 평탄화 층의 얇은 제어된(예컨대, 균일한) 두께를 제공할 수 있다. 잉크젯 기술은 또한 상이한 두께의 층들 이를테면 표면상의 상이한 영역들에서 상이한 두께를 가진 액정 층들 또는 다른 층들을 제공할 수 있고 그리고 상이한 패턴 높이를 수용할 수 있고 임프린팅된 패턴들 아래에 일정한 잔여 층 두께를 유지한다. 잉크젯 기술은 유리하게 예컨대 약 10 ㎚ 내지 1 미크론; 또는 약 10 ㎚ 내지 약 10 미크론의 두께의 얇은 층들을 제공할 수 있고 다른 기법들 이를테면 스핀 코팅과 비교할 때 낭비를 감소시킬 수 있다. 잉크젯 기술은 동일한 기판상에 상이한 액정 조성물들의 증착을 가능하게 할 수 있다. 게다가, 잉크젯 나노-임프린팅은 매우 얇은 잔여 층 두께를 생성할 수 있다. 예시된 실시예들에서, 임프린트 패턴 아래의 균일한 영역은 잔여 층에 대응할 수 있다. PBPE 및 다른 회절 구조들은 매우 얇은 또는 제로의 잔여 층 두께를 가진 가변적이고 때때로 향상된 성능을 나타낼 수 있다. 잉크젯 나노-임프린팅 접근법들은 주어진 기판을 가로질러 상이한 타입들의 재료들을 동시에 증착하기 위하여 사용될 수 있고, 단일 기판의 상이한 영역들에 가변 두께 재료들을 동시에 생성하기 위하여 사용될 수 있다. 이것은, 특히 PBPE 구조들이 다른 재료들 및/또는 두께들의 레지스트를 요구할 수 있는 더 일반적인 회절 구조들로 단일 기판에서 결합될 때, PBPE 구조들에 이익일 수 있다.

[0081] [0098] 제트 기술에 의해 증착된 액정 층들은 UV 경화, 열적 방법들, 동결, 어닐링 및 다른 방법들을 사용하여 경화될 수 있다. 임프린트 탬플릿은 복잡한 그루브 기하구조들(예컨대, 다수의 스텝들을 가진 그루브들, 상이한 배향들을 가진 격자들 등)을 포함할 수 있다. 본원에 설명된 방법들을 사용하여 제조된 액정 디바이스들은 상이한 배향들 및 상이한 PBPE 구조들을 가진 격자들을 포함하는 액정 층들을 포함할 수 있다.

[0082] [0099] 본원에 설명된 잉크젯 기술을 사용하는 제조 방법들은 또한 증가된 투과율을 가진 편광기들 및/또는 서

브파장 피처들 및/또는 나노재료들을 포함하는 파장판(wave plate)들을 제조하도록 구성될 수 있다. 이들 및 다른 양상들은 아래에서 상세히 논의된다.

[0083] [0100] 도 9a는 바람직하게 잉크젯 기술을 사용하여 액정 디바이스를 제작하는 방법의 실시예를 예시한다. 도 9a에 예시된 방법의 실시예에서, 액정 재료의 층(2000b)은 패널(i)에 도시된 바와 같이 예컨대 잉크젯 기술을 사용하여 기판(2000a) 상에 증착된다. 액정 재료는 도핑되거나 도핑되지 않은 액정 재료를 포함할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 액정 재료는 폴리머 안정화된 네마틱(nematic) 액정 재료일 수 있다. 기판(2000a)은 유리, 플라스틱, 사파이어, 폴리머 또는 임의의 다른 기판 재료를 포함할 수 있다. 액정 재료의 층(2000b)은 약 20 나노미터 내지 2 미크론의 두께를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 액정 재료의 층(2000b)은 약 0.5 미크론 내지 약 10 미크론의 두께를 가질 수 있다.

[0084] [0101] 액정 재료의 층(2000b)은 패널(ii)에 도시된 바와 같이 파장 및 서브-파장 스케일 표면 피처들을 포함하는 임프린트 패턴(2000c)으로 임프린팅될 수 있다. 표면 피처들은 인입 광의 위상을 직접 조작할 수 있는 PBPE 구조들을 포함할 수 있다. 보편성을 손실함이 없이, PBPE 구조는 편광 격자 구조의 타입으로서 생각될 수 있다. 다양한 실시예들에서, 임프린트 패턴(2000c)은 PBPE 구조들을 포함하는 그루브들의 어레이를 포함할 수 있다. 그루브들의 어레이는 입사 각에 대해 낮은 감도 및 높은 회절 효율성을 가질 수 있는 액정 격자 구조를 형성할 수 있다. 그루브들은 약 20 nm 내지 약 1 미크론의 깊이 및 약 20 nm 내지 약 1 미크론의 폭을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 그루브들은 약 100 nm 내지 약 500 nm의 깊이 및 약 200 nm 내지 약 5000 nm의 폭을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 그루브들은 약 20 nm 내지 약 500 nm의 깊이 및 약 10 nm 내지 약 10 미크론의 폭을 가질 수 있다. PBPE 구조들은 광학 축의 로컬 배향 상으로 위상 프로파일을 직접 인코딩하는 서브-파장 패턴들을 포함할 수 있다. PBPE 구조들은 액정 격자 구조들의 표면상에 배치될 수 있다. PBPE 구조들은 약 20 nm 내지 약 1 미크론의 피처 사이즈들을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, PBPE 구조들은 약 10 nm 내지 약 200 nm의 피처 사이즈들을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, PBPE 구조들은 약 10 nm 내지 약 800 nm의 피처 사이즈들을 가질 수 있다. 다양한 실시예들에서, 아래 놓인 PBPE 구조는 LC의 볼류메트릭 배향을 위한 정렬 층으로서 사용될 수 있다. 이 경우에 볼류메트릭 컴포넌트는, LC들이 자연스럽게 자신들을 정렬 층에 정렬시키기 때문에, 자동적으로 발생한다. 다른 실시예에서, 각각의 서브-층이 파장들의 선택 서브세트에서만 작용할 것이기 때문에, 예컨대 다수의 파장 동작을 멀티플렉싱하기 위하여, 복합체(composite)로서 시스템의 회절 특성들을 변화시키기 위해, PBPE 정렬 및 LC 층들을 포함하는 다중 층들을 차동적으로 정렬하는 것이 바람직할 수 있다.

[0085] [0102] 다양한 실시예들에서, 임프린트 패턴(2000c)은 간단한 기하구조 패턴, 이를테면, 예컨대 복수의 그루브들 또는 더 복잡한 패턴, 이를테면 도 9b에 도시된 바와 같이 복수의 그루브들 및 리세스들을 포함하는 다중-티어(tier) 기하구조를 포함할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 임프린트 패턴(2000c)은 복수의 임프린트 층들을 포함할 수 있고, 각각의 임프린트 층은 도 9c에 도시된 바와 같은 상이한 임프린트 패턴을 포함한다. 도 9c에 도시된 임프린트 패턴에서, 임프린트 층들(2000c-1, 2000c-2 및 2000c-3)은 인접 그루브들 사이에 계속 감소하는 간격을 가진 복수의 그루브들을 포함한다. 다양한 실시예들에서, 임프린트 패턴은 패턴들, 이를테면 V형, 나선형들, 아크형들 등을 포함할 수 있다. 임프린트 패턴은 방법들, 이를테면 e-빔 리소그래피 또는 다른 리소그래피 방법들을 사용하여 반도체 재료 또는 다른 구조들 상에 제작될 수 있다.

[0086] [0103] 도 9a를 참조하면, 액정 재료의 층(2000b)은 임프린팅된 패턴에 정렬된다. 인접한 그루브들 사이의 간격들은 재료(2000d)로 충진될 수 있다. 일부 실시예들에서, 충진 재료는 패널(iii)에 도시된 바와 같은, 액정 재료의 굴절률보다 더 낮은 굴절률을 가진 투명 재료를 포함할 수 있다. 그런 구성은 예컨대 도파관 구조에 사용될 수 있다. 이런 방식으로, 높은 굴절률 차이는, 액정 격자들이 높은 회절 효율성을 가질 수 있도록, 액정 격자 구조들과 이의 주변부 사이에서 획득될 수 있다. 위에서 언급된 바와 같이, PBPE LC 격자는 재료-공기 인터페이스, 레지스트-공기 인터페이스, 수지-공기 인터페이스 또는 액정 재료-공기 인터페이스로 만들어질 수 있고, 여기서 공기는 낮은 인덱스 "재료"이다. 그러나, 일부 경우들에서, 가능하게 친밀 접촉으로, 이전 패턴화된 층의 위에 다른 재료의 층을 배치하는 것이 바람직할 수 있고, 이 경우에 PBPE 구조들 간에 차동 굴절률을 보존하지만, 또한 위에 라미네이트가능 층을 제공하는 낮은-인덱스 경화가능 수지를 디스펜싱 및 평탄화하는 것이 바람직할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 액정 격자들은 브래그 액정 격자들로서 구성될 수 있다. 다양한 실시예들에서, 낮은 굴절률 재료의 층(2000d)은 평탄화 층으로서 구성될 수 있다. 그런 실시예들에서, 낮은 굴절률 재료의 층(2000d)은 패널(iv)에 도시된 바와 같이, 다른 임프린트 패턴(2000e)에 의해 평탄화되도록 구성될 수 있다.

[0087] [0104] 도 9d는 바람직하게 잉크젯 기술을 사용하여 액정 디바이스를 제작하는 방법의 다른 실시예를

예시한다. 도 9a에 예시된 방법의 실시예에서, 레지스트의 층(2000f)은 패널(i)에 도시된 바와 같이 잉크젯 기술을 사용하여 기판(2000a) 상에 증착된다. 레지스트는 재료들 이를테면, 예컨대 유기 및 무기 기반 임프린트 재료들, 수지들 또는 폴리머들을 포함할 수 있다. 예컨대, 레지스트는 그 전체가 본원에 인용에 의해 통합된 미국 특허 번호 8,076,386호에 개시된 재료들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 레지스트 층(9F)은 약 20 nm 내지 약 1 미크론의 두께를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 레지스트 층(9F)은 약 10 nm 내지 약 5 미크론의 두께를 가질 수 있다. 레지스트 층(2000f)은 패널(ii)에 도시된 바와 같이, 볼륨 및/또는 표면 피처들을 포함하는 임프린트 패턴(2000c)으로 임프린팅될 수 있다. 액정 재료의 층(2000b)은 패널(iii)에 도시된 바와 같이, 잉크젯에 의해 임프린팅된 레지스트 층(2000f) 상에 배치될 수 있다. 임프린팅된 레지스트 층은, 임프린팅된 레지스트 층(2000f) 상에 제트 증착되므로 액정 재료를 정렬시키는 역할을 할 수 있다.

[0088] [0105] 위에서 설명된 방법들을 사용하여 제작된 액정 디바이스들은 UV 경화, 열적 경화, 동결 또는 다른 경화 방법들을 사용하여 경화될 수 있다.

[0089] [0106] 액정 디바이스들을 제작하기 위한 방법의 다른 실시예는 J-FIL(Jet and Flash™ Imprint Lithography)을 사용하여 UV 경화가능 레지스트에 원하는 정렬 구조를 임프린팅하고; 그리고 잉크젯으로부터 액정 폴리머 배합물을 디스펜싱하는 것을 포함한다. 액정 폴리머는 예컨대, 잉크젯들을 통하여 효율적인 배출을 가능하게 하기 위하여 충분히 낮은 점도를 제공하도록 높은 용매 함량을 가질 수 있다. 다양한 실시예들에서, 액정 폴리머는 디스펜싱될 때 등방성 상태에 있을 수 있다. 일부 실시예들에서, 액정 폴리머는 용매를 제거함으로써 레지스트의 정렬 구조를 따라 정렬하도록 구성될 수 있다. 부가적인 액정 폴리머 층들은 위에서 설명된 방법에 따라 배치된 액정 폴리머 층 위에 배치될 수 있다. 용매 내 액정 재료의 포뮬레이션(formulation) 및 점도는 또한 디스펜싱된 액정 재료들에 대한 급속 건조 프로세스를 달성하기 위하여 조정될 수 있다.

[0090] [0107] 도 9e-도 9h는 위에서 설명된 방법들을 사용하여 제작된 액정 격자들의 실시예들을 예시한다. 도 9e는 입사 각에 대해 낮은 감도, 높은 회절 효율성, 높은 파장 감도를 가지는 PBPE 구조들을 포함하는 단일 층 액정 격자를 예시한다. 도 9e에 예시된 액정 격자들은 도 9a에 묘사된 프로세스를 사용하여 제조될 수 있다. 예컨대, 액정 폴리머(LCP1)는 기판상에 증착될 수 있고 임프린트 탬플릿은, 액정 폴리머(LCP1)의 분자들이 임프린팅된 패턴에 자기-정렬되도록, 액정 폴리머(LCP1) 상에 패턴을 임프린팅하기 위해 사용될 수 있다. 패턴은 메타표면(예컨대, PBPE 구조들)을 포함할 수 있다. 도 9f는 입사 각에 대해 낮은 감도, 높은 회절 효율성, 높은 파장 감도를 가지는 PBPE 구조들을 포함하는 액정 격자를 예시한다. 도 9f에 예시된 실시예에서, 액정 격자들은 도 9d에 묘사된 프로세스를 사용하여 제조될 수 있다. 예컨대, 폴리머(예컨대, 레지스트 또는 수지)를 포함하는 정렬 층은 기판상에 증착될 수 있고 임프린트 탬플릿은 폴리머 상에 패턴을 임프린팅하기 위하여 사용될 수 있다. 액정 재료의 층은, 액정 층의 분자들이 정렬 층 상에 임프린팅된 패턴에 정렬되도록, 정렬 층 상에 증착된다. 패턴은 메타표면(예컨대, PBPE 구조들)의 부분일 수 있다. 다양한 실시예들에서, 제1 액정 층(LCP1)의 PBPE 구조는 제2 액정 층(LCP2)에 대한 정렬 구조로서 역할을 할 수 있다.

[0091] [0108] 도 9g는 입사 각에 대해 낮은 감도, 높은 회절 효율성, 높은 파장 감도를 가지는 PBPE 구조들을 포함하는 3 층 액정 격자를 예시한다. 다층 액정 격자들은 도 9a 또는 도 9d에 묘사된 프로세스들을 사용하여 제조될 수 있다. 예컨대, 도 9d의 프로세스를 사용하여, 도 9g에 예시된 다층 액정 격자들은 기판상에 증착된 제1 임프린트 패턴을 포함하는 제1 정렬 층을 사용하여 제1 액정 층(LCP1)의 분자들을 정렬하고, 제1 정렬 층 상에 증착된 제2 임프린트 패턴을 포함하는 제2 정렬 층을 사용하여 제2 액정 층(LCP2)의 분자들을 정렬하고 그리고 제2 정렬 층 상에 증착된 제3 임프린트 패턴을 포함하는 제3 정렬 층을 사용하여 제3 액정 층(LCP3)의 분자들을 정렬함으로써 제조될 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 9a의 프로세스는 정렬된 액정 분자들을 갖는 제1, 제2 및 제3 액정 층들(각각, LCP1, LCP2 및 LCP3)중 하나 또는 그 초과를 형성하기 위하여 활용될 수 있다. 그런 실시예들에서, LCP1, LCP2 및 LCP3의 각각은 기판 위에 증착된 액정 층에 패턴을 임프린팅함으로써 형성될 수 있다. 임프린팅은 액정 분자들이 패턴에 정렬하게 하는 패턴을 가진 임프린트 탬플릿을 사용하여 달성될 수 있다. 후속하여, 임프린트 탬플릿은 제거되고 충진재는 임프린트 탬플릿 제거에 의해 남겨진 갭들로 증착될 수 있다.

[0092] [0109] 도 9g를 계속 참조하면, 제1, 제2 및 제3 임프린트 패턴들은 각각 메타표면(예컨대, PBPE 구조들)일 수 있다. 제1, 제2 및 제3 임프린트 패턴들은 상이할 수 있어서, 각각의 임프린트 패턴은 하나 또는 그 초과의 도파관들 내에서 상이한 파장들 각각을 커플링하기 위하여 입사 빔 내의 상이한 파장들의 광을 선택적으로 회절/재지향시키도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 입사 빔 내 상이한 파장들의 광은 동일한 각도로 하나 또는 그 초과의 도파관들에 커플링될 수 있다. 그러나, 일부 다른 실시예들에서, 아래에 논의된 바와 같이, 입사 빔 내

상이한 파장들의 광은 상이한 파장들로 하나 또는 그 초과의 도파관들에 커플링될 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 제1 액정 층(LCP1)의 PBPE 구조는 제2 액정 층(LCP2)에 대한 정렬 구조로서 역할을 할 수 있고, 차례로 제2 액정 층(LCP2)은 제3 액정 층(LCP3)에 대한 정렬 구조로서 역할을 할 수 있다. 도 9g에 예시된 실시예는 상이한 PBPE 구조들을 포함할 수 있어서, 광의 입사 빔 내 상이한 파장들의 광은, 상이한 출력 각도들로 회절되거나 재지향되어, 공간적으로 분리된다. 다양한 실시예들에서, 광의 입사 빔은 단색이거나 다색일 수 있다. 반대로, 다층 액정 구조는 도 9h에 예시된 바와 같이 상이한 파장들의 광을 결합하기 위하여 사용될 수 있다.

[0093] [0110] 도 9i는 도 9b에 예시된 임프린트 패턴으로 임프린팅된 레지스트 층의 단면을 예시한다.

[0094] [0111] 위에서 논의된 바와 같이, 액정 층은 다양한 재료들로 형성될 수 있다. 예컨대, 일부 실시예들에서, 아크릴산염 액정 배합물은 잉크젯 및 임프린트 기술을 사용하여 폴리머 정렬 임프린트 구조 위에 배치될 수 있다. 아크릴산염 조성물은 접착 층들 없이 서로 접착시키고 이에 의해 프로세스를 더 간단하게 할 수 있는 서로의 위에 상이한 액정 층들을 스택하는 것을 가능하게 할 수 있다. 상이한 액정 층들은 원하는 효과, 예컨대 원하는 편광, 회절, 스티어링 또는 디스펜션 효과를 달성하기 위하여 스택될 수 있다.

[0095] [0112] 위에서 설명된 방법은 제트 디스펜싱 기술(예컨대, J-FIL)을 가진 선형 서브마스터(submaster)들을 사용하여 액정 편광 격자들 및 패턴화된 안내 층들을 가능하게 하기 위하여 사용될 수 있다. 상이한 액정 격자 구조들은 상이한 형상들, 배향들, 및/또는 피치(pitch)들을 가진 구조를 결합함으로써 제작될 수 있다. 이 프로세스는 도 9j를 참조하여 더 상세히 설명되고, 도 9j는 제1 방향을 따라 배향된 이산 액적들 또는 섹션들을 가진 제1 임프린트 구조 및 제2 방향을 따라 배향된 이산 액적들 또는 섹션들을 가진 제2 임프린트 구조를 예시한다. 제1 및 제2 임프린트 구조들의 이산 액적들 또는 섹션들은 잉크젯 기술을 사용하여 분산될 수 있다. 제1 및 제2 임프린트 구조들의 이산 액적들 또는 섹션들은 상이한 실시예들에서 합쳐질 수 있거나 합쳐지지 않을 수 있다. 제1 및 제2 임프린트 구조들에서 이산 액적들 또는 섹션들은 상이한 배향들을 가진 이산 액적들 또는 섹션들을 가진 임프린트 구조를 생성하기 위하여 결합될 수 있다. 액정 재료는 상이한 배향들을 따라 정렬된 분자들을 가진 액정 격자들을 생성하기 위하여 결합된 임프린트 패턴 상에 배치될 수 있다. 별개의 섹션들의 상이한 배향들은 예컨대 어그리게이트에서 PBPE의 격자 패턴과 유사한 더 복잡한 격자 패턴을 함께 생성할 수 있다.

[0096] [0113] 본원에 논의된 잉크젯 및 임프린트 방법들은 다른 광학 엘리먼트들, 이를테면 도파관 플레이트들, 광학 리타더(retarder)들, 편광기들 등을 제작하기 위하여 사용될 수 있다. 예컨대, 기존 편광기들보다 더 투명한 편광기는 본원에 설명된 방법들을 사용하여 제작될 수 있다. 방법은 폴리머 임프린트 같은 패턴화된 투명하거나 실질적으로 투명한 재료를 배치하는 단계 및 편광기 재료, 이를테면, 예컨대 이색성 염료를 함유하는 요오드 용액을 증착하는 단계를 포함한다. 방법은 투명한 폴리머 상에 패턴을 임프린팅하는 단계를 포함한다. 패턴은 선형 그루브들, V형, 나선형들, 아크형들, 또는 임의의 다른 간단하거나 복잡한 패턴일 수 있다. 예컨대, 패턴은 주기적 선형 격자 구조일 수 있다. 그 다음으로, 편광기 재료는 위에서 설명된 제트 기술(이를테면, 예컨대, J-FIL), 임프린트 평탄화를 사용하거나 또는 스핀 코팅에 의해 패턴화된 투명 폴리머 상에 증착될 수 있다. 도 9k 및 도 9l은 위에서 설명된 방법들을 사용하여 제작될 수 있는 상이한 편광기 구성들을 예시한다. 본원에서 설명된 기술을 사용하여 제작된 편광기들은 기존 편광기들보다 더 투명할 수 있다. 그런 컴포넌트는 낮은 소광비(extinction ratio) 편광기들, 이를테면 본원의 어딘가에서 설명된 바와 같은 증강 및 가상 현실을 위한 머리 장착 디스플레이 접안렌즈를 위한 도파관 스택을 활용하는 디바이스들에 유용할 수 있다.

[0097] [0114] 서브파장 스케일 격자 구조들은 재료들 내에서 복굴절을 유도할 수 있다. 예컨대, 단일 차원 격자는, 광학 축들이 격자 벡터와 평행한 인공 네거티브 단축 재료들로서 작용할 수 있다. 그런 복굴절은 폼(form) 복굴절로서 지칭될 수 있다. 따라서, 서브파장 스케일 격자 구조들을 포함하는 기판들은 파 플레이트들로서 기능할 수 있다. 서브파장 스케일 격자 구조들을 포함하는 기판들에 의해 제공된 리타데이션(retardation)의 양은 격자 패턴들의 치수(예컨대, 높이, 폭, 피치 등)뿐 아니라 재료 굴절률에 따를 수 있다. 예컨대, 서브파장 스케일 피처들의 패턴을 포함하는 더 높은 인덱스를 가진 재료는 서브파장 스케일 피처들의 유사한 패턴을 포함하는 더 적은 인덱스를 가진 재료보다 더 높은 리타데이션을 제공할 수 있다. 잉크젯 및 임프린트 기술, 이를테면, 예컨대 J-FIL은 임의의 정의된 영역에 걸쳐 매우 낮은 재료의 낭비와 함께 높은 스루풋 UV-NIL(Ultra Violet Nano-Imprint Lithography) 패터닝 능력들을 허용한다. 잉크젯 및 임프린트 기술, 이를테면, 예컨대 J-FIL은 또한 임프린팅된 층들의 반복된 스택킹을 가능하게 할 수 있다. 가변 기하구조/배향을 갖든 그렇지 않든 그런 서브파장 스케일 격자 구조들을 가진 임프린트 층들(단일층 또는 다층)은 다양한 정도의 위상-시프트를 제공할 수 있다. 패턴화된 복굴절 재료들의 실시예들은 다양한 광학 애플리케이션들의 얇은 필름 통합 능력들

을 향상시킬 수 있다.

[0098] [0115] 서브파장 스케일 격자 구조들을 포함하는 기판들로부터 출력된 광의 편광은 서브파장 스케일 격자 구조들의 배향, 형상 및/또는 피치에 따를 수 있다. 서브파장 스케일 격자 구조들을 포함하는 파 플레이트들의 실시예들은 또한 본원에 설명된 잉크젯 및 임프린트 방법들을 사용하여 제작될 수 있다. 도 9m은 광 입구 표면(2006) 및 광 탈출 표면(2007)을 가진 도파관 플레이트(2005)의 실시예를 예시한다. 도파관 플레이트(2005)는, 입사된 편광되지 않은 광이 편광된 광으로서 출력되도록, 가변 형상들, 배향들 및/또는 피치들을 가진 복수의 서브파장 스케일 격자 피처들을 포함할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 파 플레이트(2005)는 가변 형상들, 배향들 및/또는 피치들을 가진 서브파장 스케일 격자 피처들로 임프린팅된 얇고 투명한 필름들(2009a, 2009b 및 2009c)의 다수의 스택들을 포함할 수 있다. 격자 피처들은 도 9c에 도시된 바와 같은 임프린트 탬플릿을 사용하여 투명한 필름들 상에 임프린팅될 수 있다. 다양한 실시예들에서, 투명한 필름들(2009a, 2009b 및 2009c)은 약 1.45 내지 1.75의 굴절률을 가지는 임프린팅가능 레지스트들을 포함할 수 있다. 다층 구조로부터 출력된 광의 편광은 격자 구조들의 형상들, 배향들 및/또는 피치들뿐 아니라 상이한 층들 간의 굴절률 차이에 따를 수 있다. 도 9m에 예시된 실시예에 대해, 입사된 편광되지 않은 광은 도파관 플레이트(2005)에 의해 우측 원형 편광된 광으로 변환된다. 다른 실시예들에서, 도파관 플레이트는 선형으로 편광된 광, 좌측 원형 편광된 광 또는 임의의 다른 편광 특징을 가진 광을 제공하도록 구성될 수 있다.

[0099] [0116] 혁신적인 양상들이 다양한 애플리케이션들, 이를테면 이미징 시스템들 및 디바이스들, 디스플레이 시스템들 및 디바이스들, 공간 광 변조기들, 액정 기반 디바이스들, 편광기들, 파 안내 플레이트들 등으로 구현되거나 이들과 연관될 수 있다는 것이 고려된다. 본원에 설명된 구조들, 디바이스들 및 방법들은 디스플레이들, 이를테면 증강 및/또는 가상 현실에 사용될 수 있는 착용가능 디스플레이들(예컨대, 머리 장착 디스플레이들)에서 특히 용처를 발견할 수 있다. 더 일반적으로, 설명된 실시예들은, 동적(이를테면 비디오)이든 정적(이를테면 스틸 이미지들)이든, 그리고 텍스추얼이든, 그래픽이든 또는 그림이든 이미지를 디스플레이하도록 구성될 수 있는 임의의 디바이스, 장치, 또는 시스템에 구현될 수 있다. 그러나, 설명된 실시예들이 다양한 전자 디바이스들 이를테면: 모바일 전화들, 멀티미디어 인터넷 인에이블드 셀룰러 전화들, 모바일 텔레비전 수신기들, 무선 디바이스들, 스마트폰들, 블루투스® 디바이스들, PDA(personal data assistant)들, 무선 전자 메일 수신기들, 핸드-헬드 또는 휴대용 컴퓨터들, 넷북들, 노트북들, 스마트북들, 태블릿들, 프린터들, 카피어들, 스캐너들, 팩시밀리 디바이스들, GPS(global positioning system) 수신기들/내비게이터들, 카메라들, 디지털 미디어 플레이어들(이를테면 MP3 플레이어들), 캠코더들, 게임 콘솔들, 손목 시계들, 클록(clock)들, 계산기들, 텔레비전 모니터들, 평판 디스플레이들, 전자 판독 디바이스들(예컨대, e-판독기들), 컴퓨터 모니터들, 자동차 디스플레이들(주행기록계 및 속도계 디스플레이들, 등), 조종석 제어부들 및/또는 디스플레이들, 카메라 뷰 디스플레이들(이를테면 차량의 후방 뷰 카메라의 디스플레이), 전자 사진들, 전자 빌보드(billboard)들 또는 신호들, 프로젝터들, 건축 구조들, 마이크로파들, 냉장고들, 스테레오 시스템들, 카세트 레코더들 또는 플레이어들, DVD 플레이어들, CD 플레이어들, VCR들, 라디오들, 휴대용 메모리 칩들, 와셔(washer)들, 드라이어들, 와셔/드라이어들, 파킹 미터들, 머리 장착 디스플레이들 및 다양한 이미징 시스템들(그러나 이에 제한되지 않음)에 포함되거나 이들과 연관될 수 있다는 것이 고려된다. 따라서, 지침들은 도면들에만 묘사된 실시예들로 제한되도록 의도되는 것이 아니라, 대신 당업자에게 쉽게 자명할 넓은 응용성을 가진다.

[0100] [0117] 본 개시내용에 설명된 실시예들에 대한 다양한 수정들은 당업자들에게 쉽게 자명할 것이고, 그리고 본원에 정의된 일반적인 원리들은 본 개시내용의 사상 또는 범위를 벗어남이 없이 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 따라서, 청구항들은 본원에 도시된 실시예들로 제한되는 것으로 의도되는 것이 아니라, 본 개시내용, 즉 본원에 개시된 원리들 및 신규 특징들과 일치하는 가장 넓은 범위에 부합될 것이다. "예시적인"이라는 단어는 "예, 경우, 또는 예시로서 역할을 하는"을 의미하기 위하여 본원에서 배타적으로 사용된다. "예시적인"으로서 본원에 설명된 임의의 실시예는 반드시 다른 실시예들에 비해 바람직하거나 유리한 것으로 이해되는 것은 아니다. 부가적으로, 당업자는 , "상부" 및 "하부", "위" 및 "아래" 등의 용어들이 때때로 도면들을 설명하는 것을 용이하게 하기 위해 사용되고 그리고 적당하게 배향된 페이지 상에서 도면의 배향에 대응하는 상대적 포지션들을 표시하고, 그리고 이들 구조들이 구현될 때 본원에 설명된 구조들의 적절한 배향을 반영하지 않을 수 있다는 것을 인지할 것이다.

[0101] [0118] 별개의 실시예들의 상황에서 이 명세서에 설명된 특정 피처들은 또한 단일 실시예로 결합하여 구현될 수 있다. 대조적으로, 단일 실시예의 상황에 설명된 다양한 피처들은 또한 별도로 다수의 실시예들로 또는 임의의 적절한 서브조합으로 구현될 수 있다. 게다가, 비록 피처들이 특정 조합들로 작용하고 심지어 처음에 그와 같이 청구되는 것으로 위에서 설명될 수 있지만, 청구된 조합으로부터의 하나 또는 그 초과의 피처들은 일부

경우들에서 조합으로부터 제거될 수 있고, 그리고 청구된 조합은 서브조합 또는 서브조합의 변형에 관련될 수 있다.

[0102] [0119] 유사하게, 동작들이 특정 순서로 도면들에 묘사되지만, 이것은, 원하는 결과들을 달성하기 위하여, 그런 동작들이 도시된 특정 순서 또는 순차적 순서로 수행되거나, 또는 모든 예시된 동작들이 수행되는 것을 요구하는 것으로 이해되지 않아야 한다. 추가로, 도면들은 흐름도 형태로 하나 또는 그 초과의 예시적인 프로세스들을 개략적으로 묘사할 수 있다. 그러나, 묘사되지 않은 다른 동작들은 개략적으로 예시된 예시적인 프로세스들에 통합될 수 있다. 예컨대, 하나 또는 그 초과의 부가적인 동작들은 예시된 동작들 중 임의의 동작 이전, 이후, 동시에, 또는 사이에 수행될 수 있다. 특정 환경들에서, 멀티태스킹 및 병렬 프로세싱이 유리할 수 있다. 게다가, 위에서 설명된 실시예들에서 다양한 시스템 컴포넌트들의 분리는 모든 실시예들에서 그런 분리를 요구하는 것으로 이해되지 않아야 하고, 그리고 설명된 프로그램 컴포넌트들 및 시스템들이 일반적으로 단일 소프트웨어 제품으로 함께 통합될 수 있거나 다수의 소프트웨어 제품들로 패키지될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 부가적으로, 다른 실시예들은 다음 청구항들의 범위 내에 있다. 일부 경우들에서, 청구항들에 열거된 액션들은 상이한 순서로 수행될 수 있고 여전히 원하는 결과들을 달성할 수 있다.

[0103] [0120] 본 발명의 다양한 예시적 실시예들이 본원에 설명된다. 비-제한적 의미로 이들 예들에 대해 참조가 이루어진다. 이들 예들은 본 발명의 더 넓게 적용가능한 양상들을 예시하기 위하여 제공된다. 설명된 본 발명에 대해 다양한 변화들이 이루어질 수 있고 등가물들은 본 발명의 진정한 사상 및 범위에서 벗어남이 없이 대체될 수 있다. 게다가, 특정 상황, 물질, 물질 조성, 프로세스, 프로세스 동작(들) 또는 단계(들)를 본 발명의 목적(들), 사상 또는 범위에 적응시키기 위하여 많은 수정들이 이루어질 수 있다. 추가로, 당업자가 인지하듯이, 본원에 설명되고 예시된 개별 변동들 각각은 본 발명들의 범위 또는 사상에서 벗어남이 없이 다른 몇몇 실시예들 중 임의의 실시예의 피처들로부터 쉽게 분리되거나 결합될 수 있는 이산 컴포넌트들 및 피처들을 갖는다. 모든 그런 수정들은 본 개시내용과 연관된 청구항들의 범위 내에 있도록 의도된다.

[0104] [0121] 본 발명은 청구대상 디바이스들을 사용하여 수행될 수 있는 방법들을 포함한다. 방법들은 그런 적절한 디바이스를 제공하는 동작을 포함할 수 있다. 그런 제공은 최종 사용자에 의해 수행될 수 있다. 다른 말로, "제공" 동작은 단순히, 최종 사용자가 청구대상 방법에 필수적인 디바이스를 제공하기 위하여 획득, 액세스, 접근, 포지셔닝, 셋-업, 활성화, 전력-인가 또는 달리 동작하는 것을 요구한다. 본원에 나열된 방법들은 논리적으로 가능한 나열된 이벤트들의 임의의 순서뿐만 아니라, 이벤트들의 나열된 순서로 수행될 수 있다.

[0105] [0122] 재료 선택 및 제조에 관한 세부사항들과 함께, 본 발명의 예시적 양상들은 위에서 설명되었다. 본 발명의 다른 세부사항들에 관해서, 이들은 당업자들에게 일반적으로 알려지거나 인지되는 것뿐 아니라 위에서-참조된 특허들 및 공개물들과 관련하여 인지될 수 있다. 공통적으로 또는 논리적으로 이용되는 바와 같은 부가적인 동작들 측면에서 본 발명의 방법-기반 양상들에 관련해서도 마찬가지이다.

[0106] [0123] 게다가, 본 발명이 다양한 피처들을 선택적으로 통합하는 몇몇 예들을 참조하여 설명되었지만, 본 발명은 본 발명의 각각의 변형에 관련하여 고려된 바와 같이 설명되거나 표시된 것으로 제한되지 않는다. 설명된 본 발명에 대해 다양한 변화들이 이루어질 수 있고 본 발명의 진정한 사상 및 범위에서 벗어남이 없이 등가물들(본원에 나열되든 일부 간략성을 위하여 포함되지 않든)이 대체될 수 있다. 게다가, 다양한 값들이 제공되는 경우, 그 범위의 상한과 하한 간의 모든 각각의 개재 값 및 그 언급된 범위 내의 임의의 다른 언급되거나 개재된 값은 본 발명 내에 포함되는 것으로 이해된다.

[0107] [0124] 또한, 설명된 본 발명의 변형들의 임의의 선택적인 피처가 본원에 설명된 피처들 중 임의의 하나 또는 그 초과에 독립적으로 또는 결합하여 설명되고 청구될 수 있다는 것이 고려된다. 단수 아이템에 대한 참조는, 복수의 동일한 아이템들이 존재하는 가능성을 포함한다. 보다 구체적으로, 본원 및 본원에 연관된 청구항들에서 사용된 바와 같이, 단수 형태들은, 명확하게 다르게 언급되지 않으면 복수의 지시 대상들을 포함한다. 다른 말로, 단수들의 사용은 본 개시내용과 연관된 청구항들뿐 아니라 위의 상세한 설명의 청구대상 아이템 중 "적어도 하나"를 허용한다. 이 청구항들이 임의의 선택적인 엘리먼트를 배제하도록 작성될 수 있다는 것이 추가로 주목된다. 이와 같이, 이런 서술은 청구항 엘리먼트들의 나열과 관련하여 "오로지", "오직" 등 같은 그런 배타적인 용어의 사용, 또는 "네거티브" 제한의 사용을 위한 선행 기초로서 역할을 하도록 의도된다.

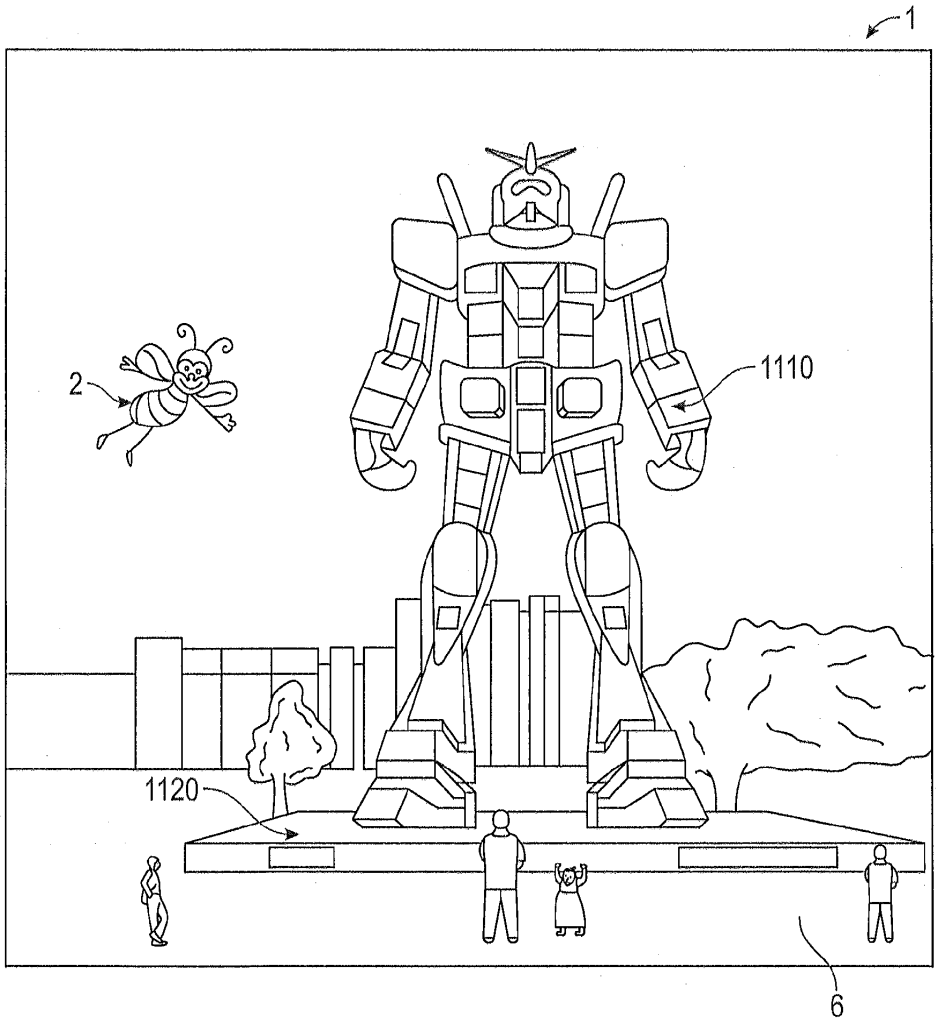
[0108] [0125] 그런 배타적 용어의 사용 없이, 본 개시내용과 연관된 청구항들에서 "포함하는"이라는 용어는, 주어진 수의 엘리먼트들이 그런 청구항들에 열거되는지 여부에 무관하게 임의의 부가적인 엘리먼트의 포함을 허용할 수 있거나, 또는 피처의 부가는 그 청구항들에 설명된 엘리먼트의 성질을 변환하는 것으로 간주될 수 있다. 본원에 구체적으로 정의된 바를 제외하고, 본원에 사용된 모든 기술적 및 과학적 용어들은 청구 유효성을 유지하면

서 가능한 한 일반적으로 이해되는 의미로 넓게 제공되어야 한다.

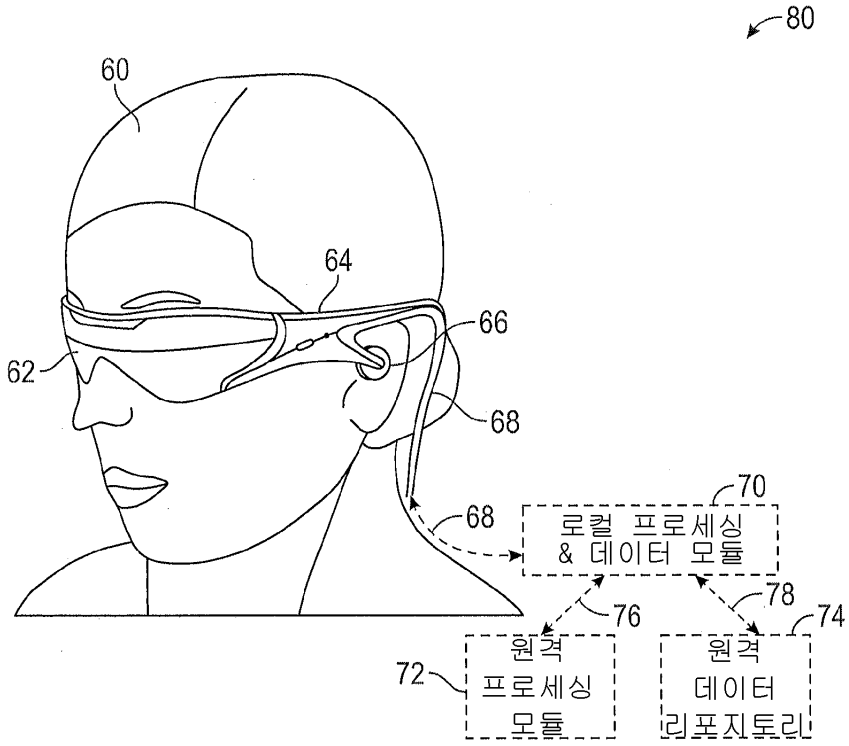
[0109] [0126] 본 발명의 폭은 제공된 예들 및/또는 본원 명세서로 제한되는 것이 아니라, 오히려 본 개시내용과 연관된 청구항 문언의 범위에 의해서만 제한된다.

도면

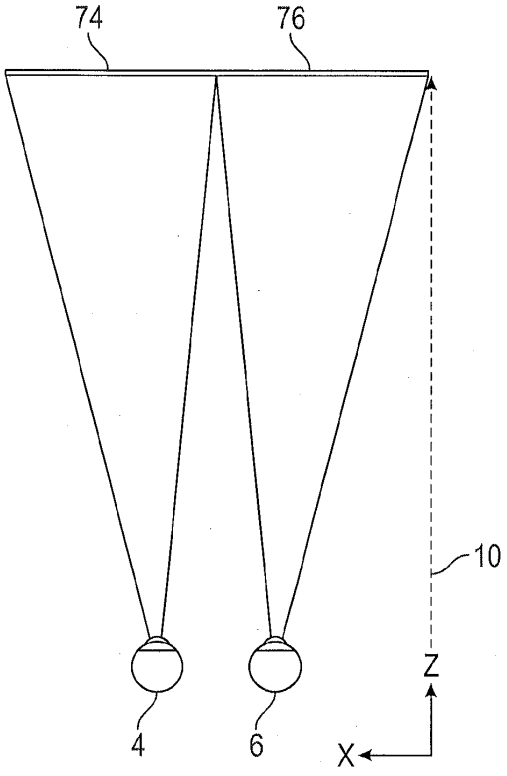
도면1



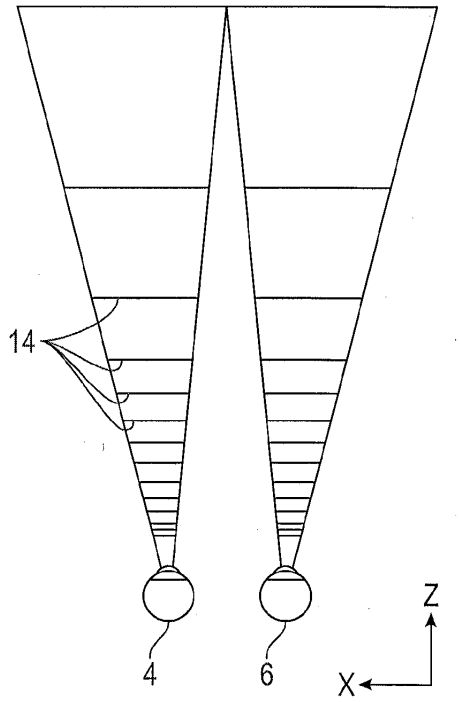
도면2


80
60
64
66
62
68
68
70
로컬 프로세싱
& 데이터 모듈
76
78
74
72
원격
프로세싱
모듈
원격
데이터
리포지토리

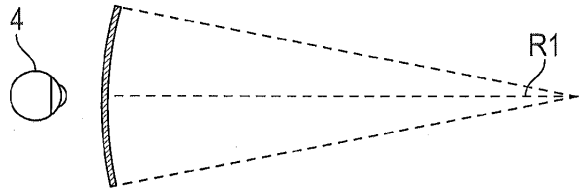
도면3


74
76
10
Z
4
6
X

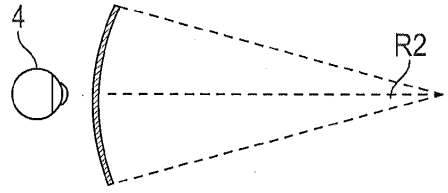
도면4



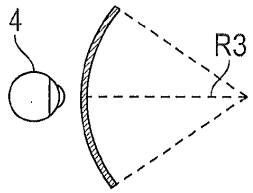
도면5a



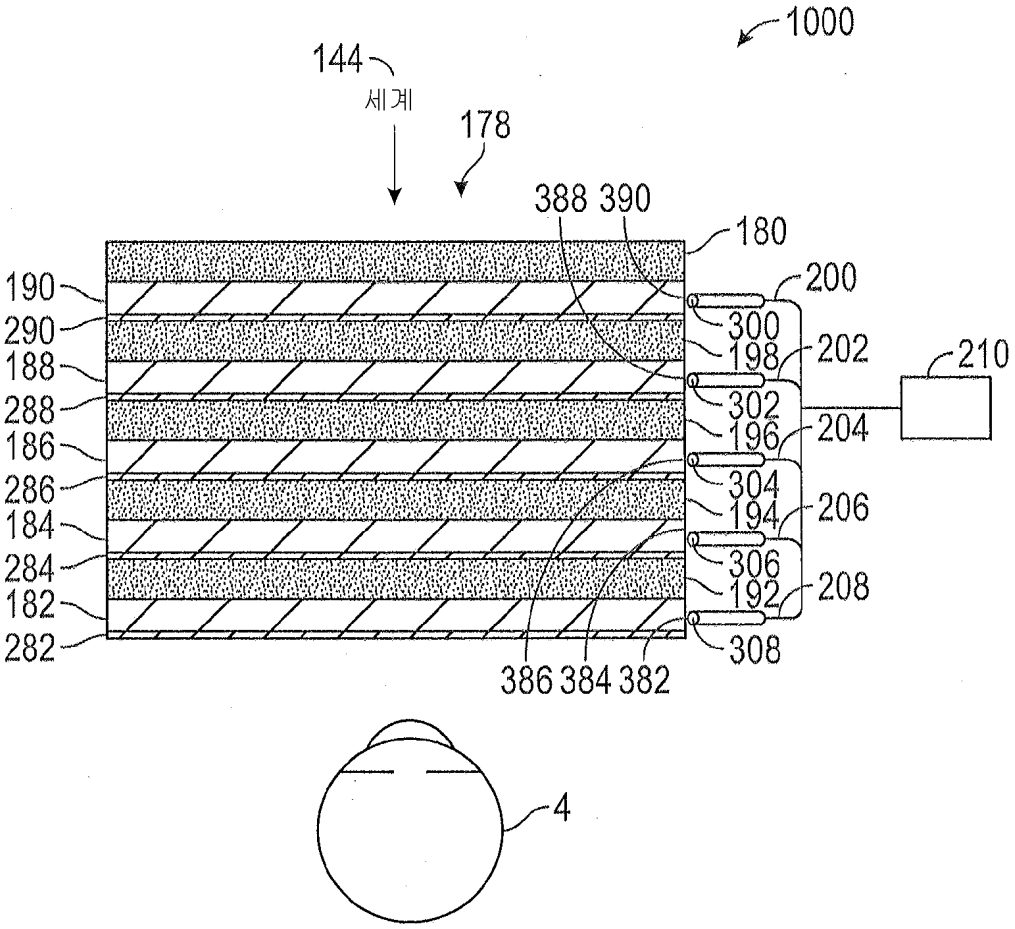
도면5b



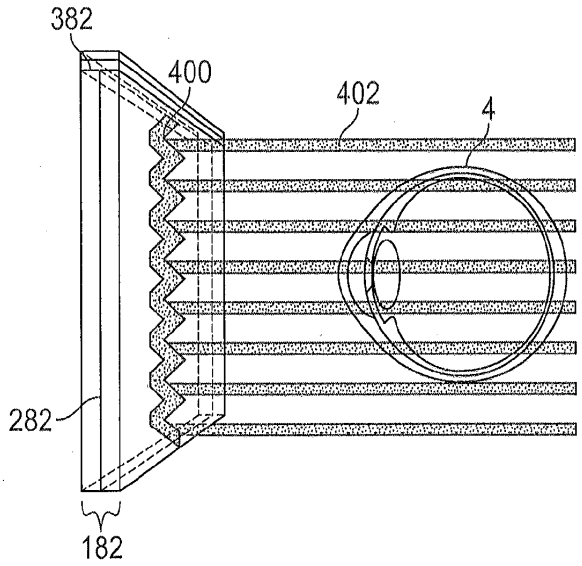
도면5c



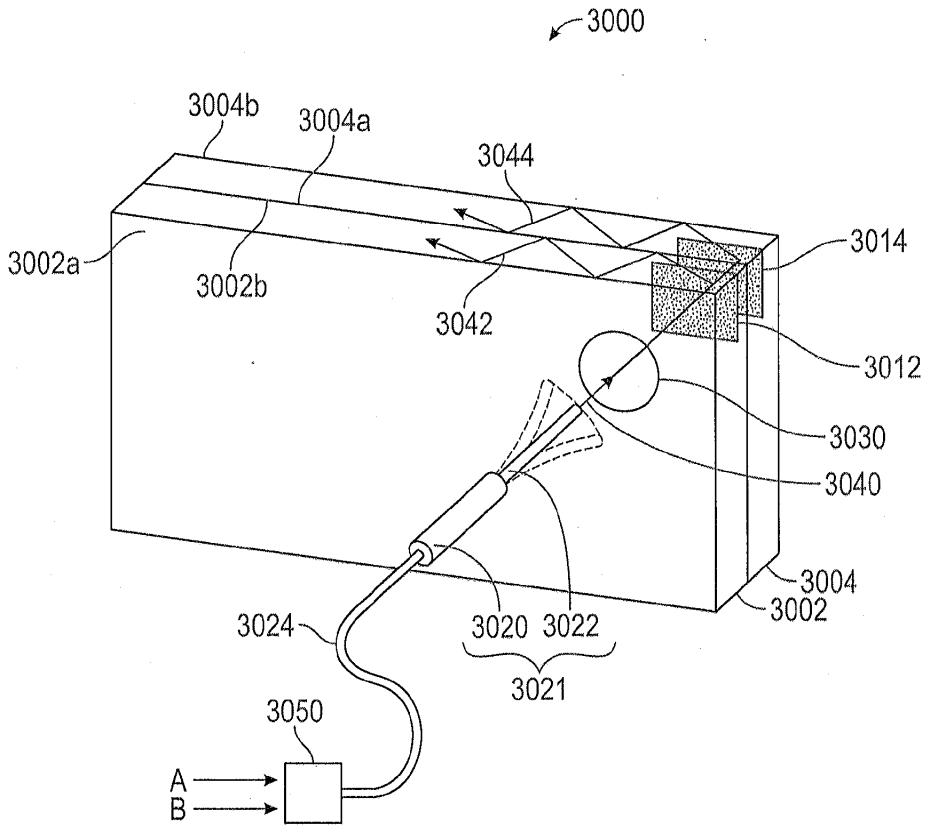
도면6


1000
144
세계
178
388 390
180
190
290
188
288
186
286
184
284
182
282
200
300
198
202
210
302
196
204
304
194
206
306
192
208
308
386 384 382
4

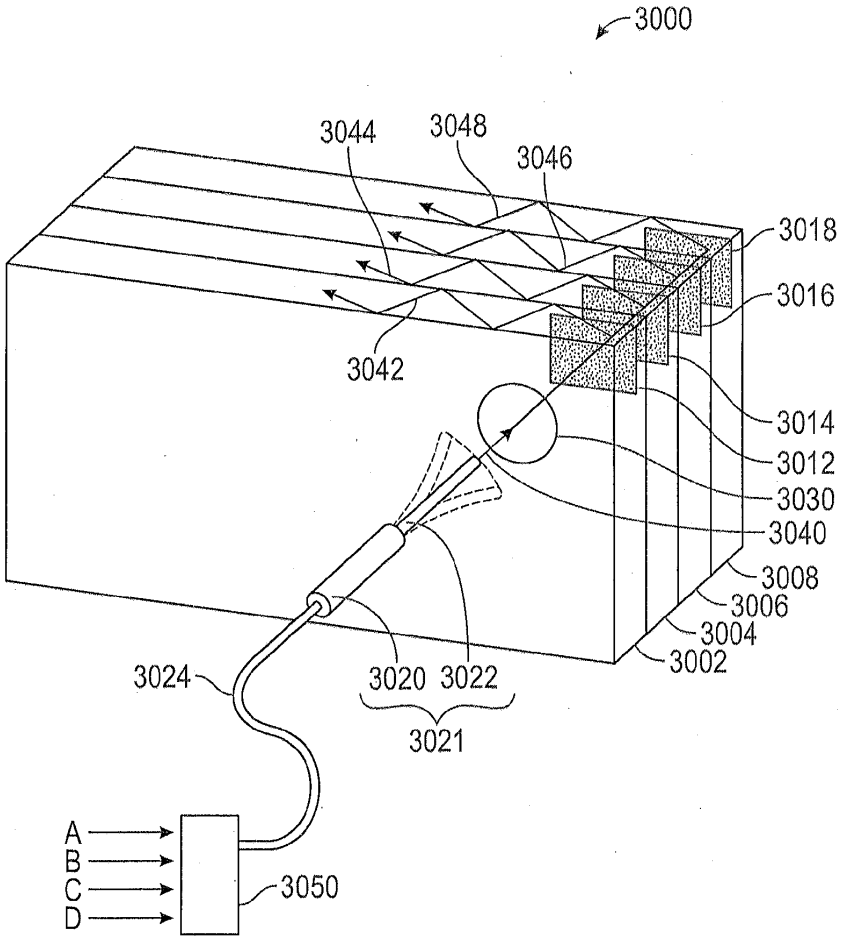
도면7


382
400
402
4
282
182

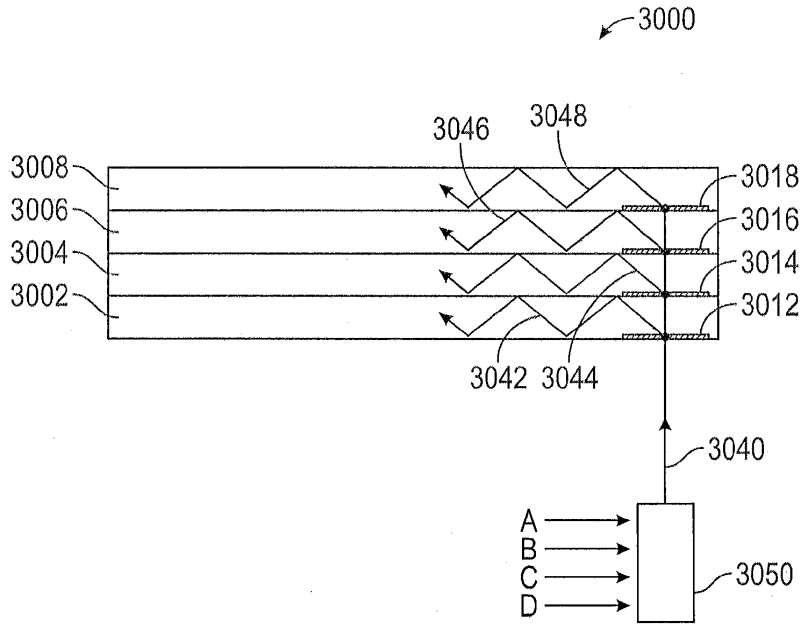
도면8a


3000
3004b
3004a
3044
3002a
3002b
3042
3014
3012
3030
3040
3004
3002
3024
3020
3022
3021
3050
A
B

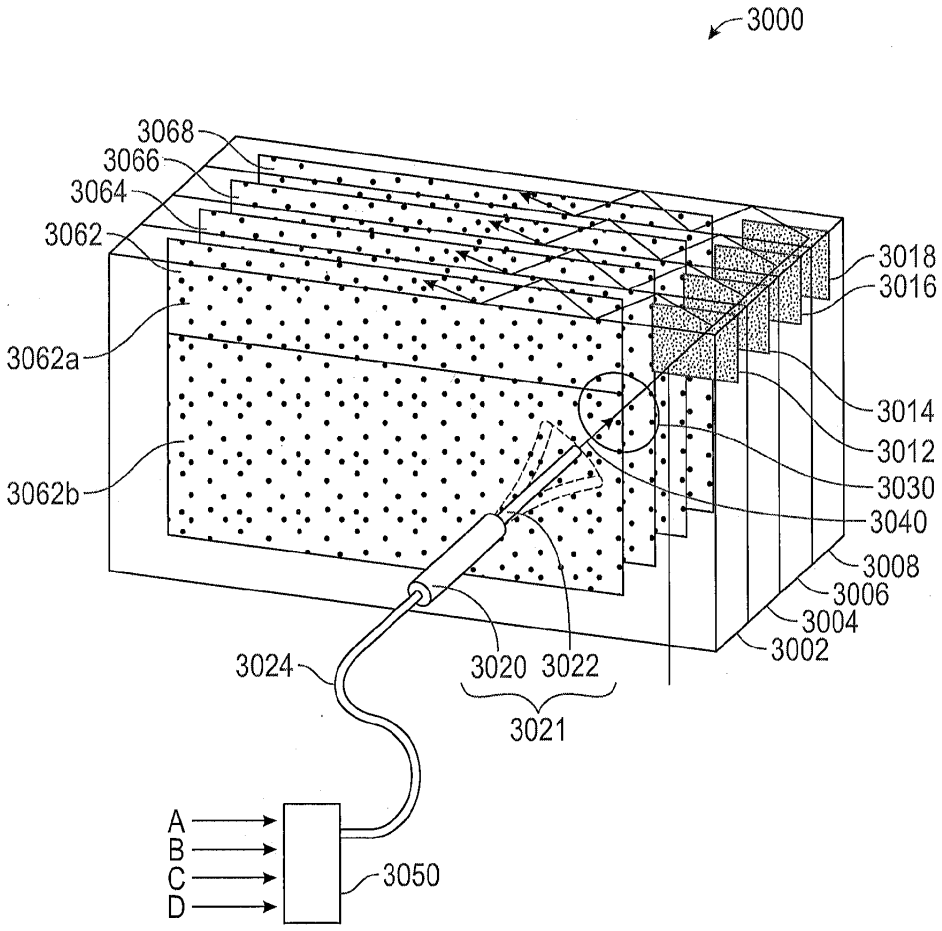
도면8b


3000
3044
3048
3046
3018
3016
3042
3014
3012
3030
3040
3008
3006
3004
3002
3024
3020
3022
3021
A
B
C
D
3050

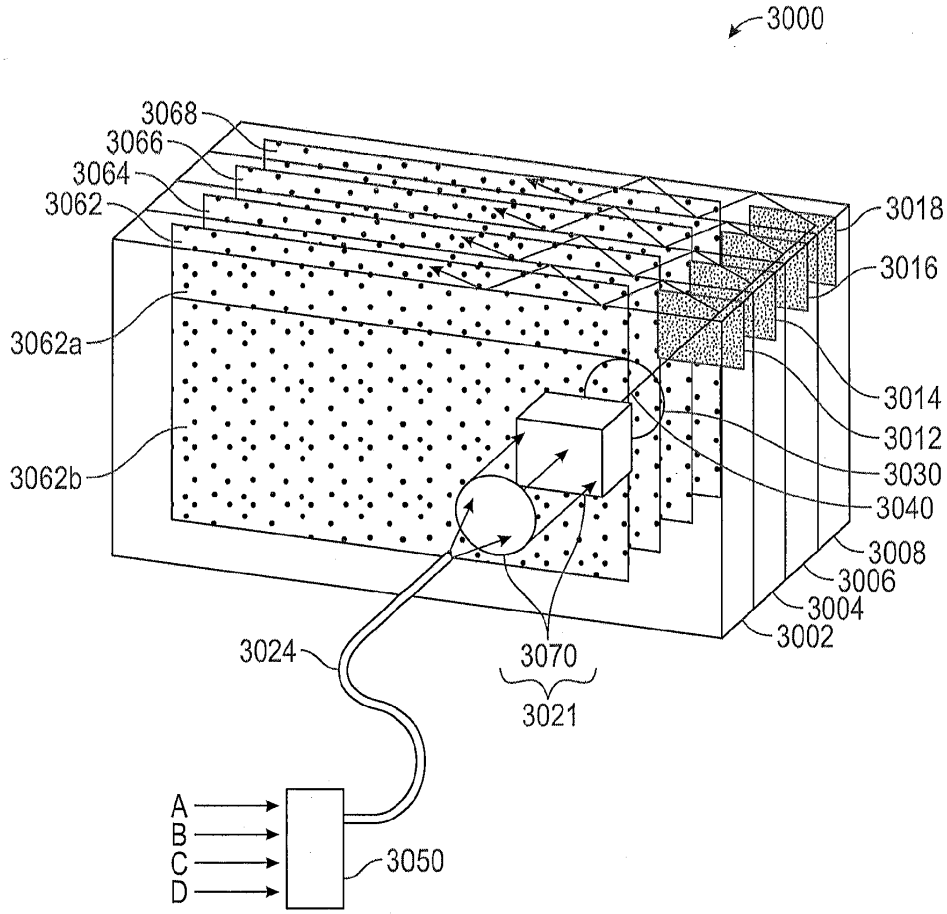
도면8c


3000
3046
3048
3008
3006
3004
3002
3018
3016
3014
3012
3042
3044
3040
A
B
C
D
3050

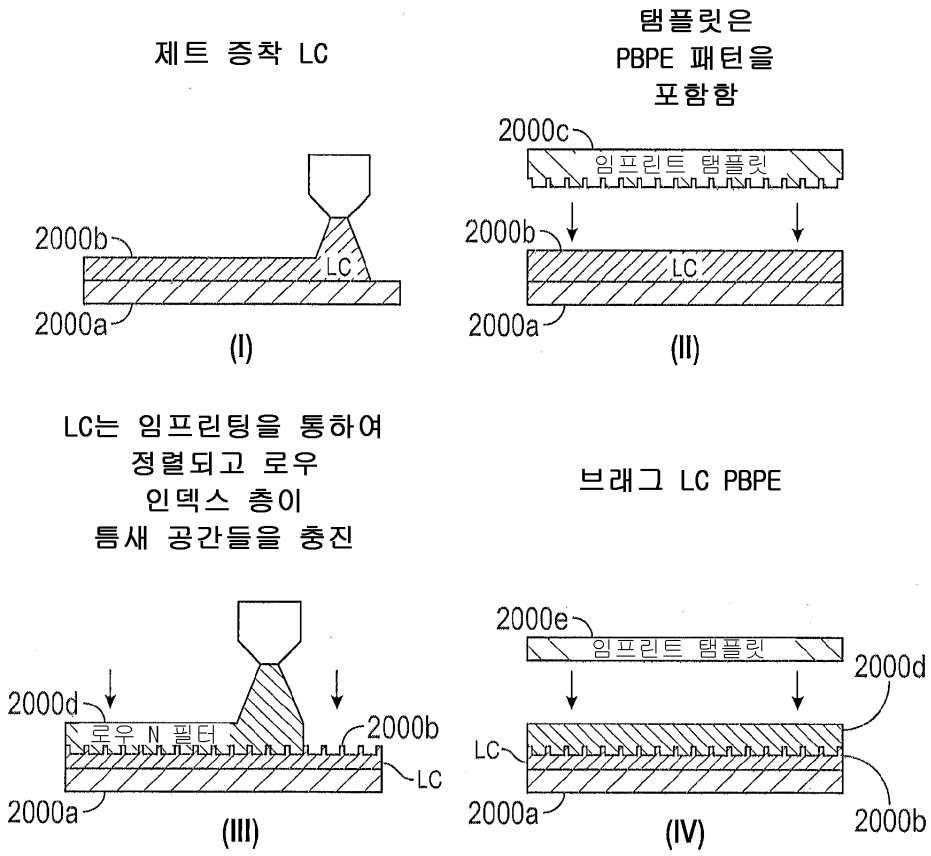
도면8d


3000
3068
3066
3064
3062
3062a
3062b
3018
3016
3014
3012
3030
3040
3008
3006
3004
3002
3024
3020
3022
3021
A
B
C
D
3050

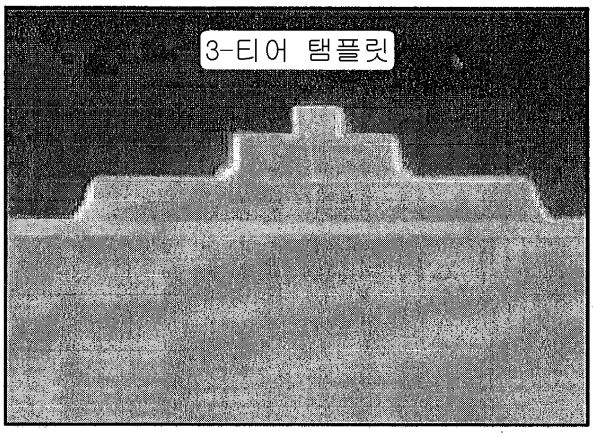
도면8e


3000
3068
3066
3064
3062
3062a
3062b
3018
3016
3014
3012
3030
3040
3008
3006
3004
3002
3024
3070
3021
A
B
C
D
3050

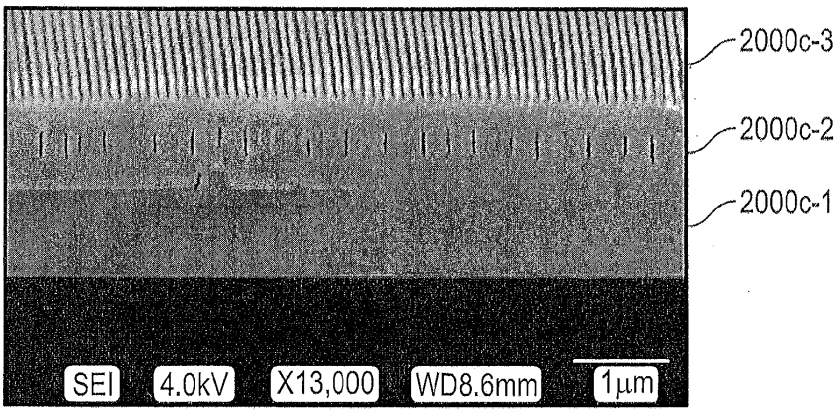
도면9a


제트 증착 LC
2000b
LC
2000a
(I)
탬플릿은
PBPE 패턴을
포함함
2000c
임프린트 탬플릿
2000b
LC
2000a
(II)
LC는 임프린팅을 통하여
정렬되고 로우
인덱스 층이
틈새 공간들을 충진
2000d
로우 N 필터
2000b
LC
2000a
(III)
브래그 LC PBPE
2000e
임프린트 탬플릿
2000d
LC
2000a
2000b
(IV)

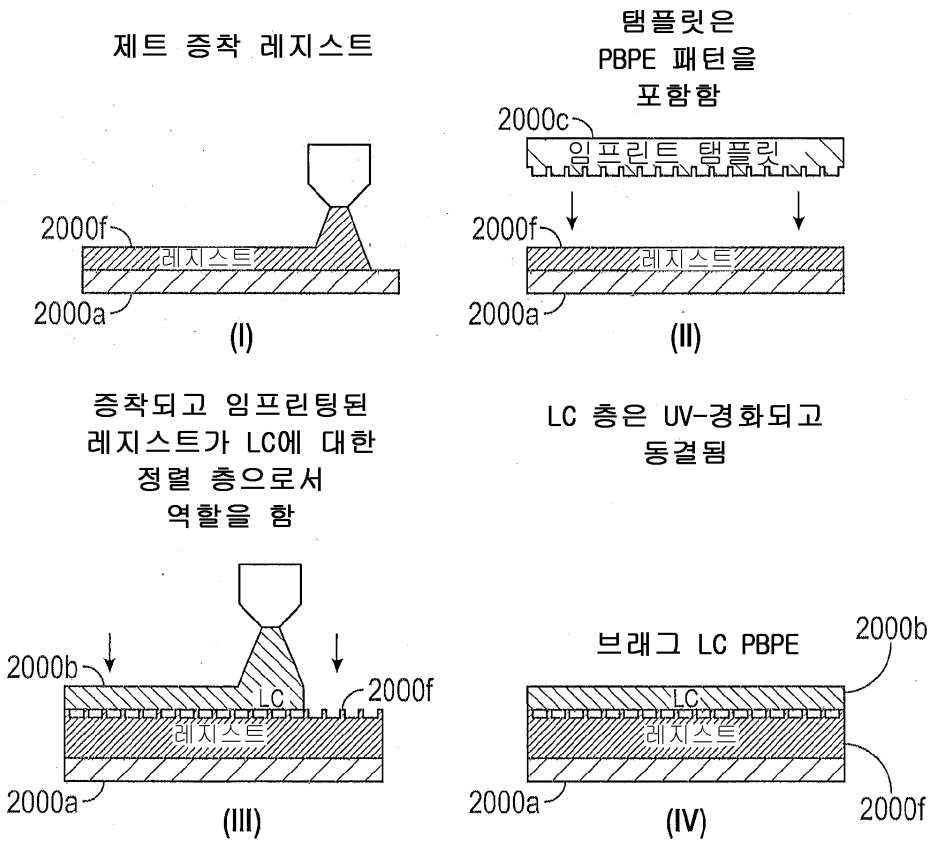
도면9b


3-티어 탬플릿

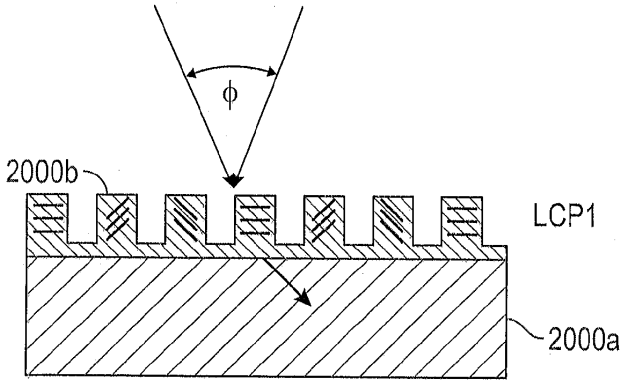
도면9c


2000c-3
2000c-2
2000c-1
SEI
4.0kV
X13,000
WD8.6mm
1μm

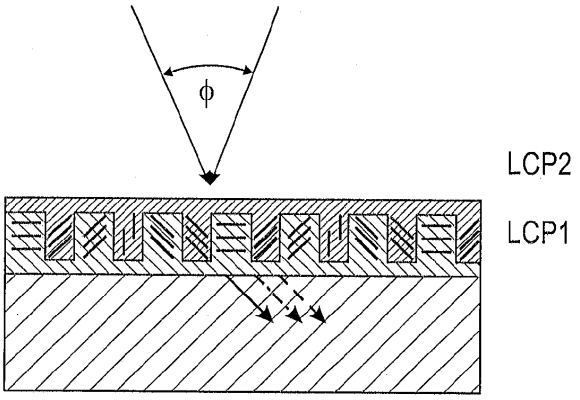
도면9d


제트 증착 레지스트
2000f
레지스트
2000a
(I)
탬플릿은
PBPE 패턴을
포함함
2000c
임프린트 탬플릿
2000f
레지스트
2000a
(II)
증착되고 임프린팅된
레지스트가 LC에 대한
정렬 층으로서
역할을 함
2000b
LC
2000f
레지스트
2000a
(III)
LC 층은 UV-경화되고
동결됨
브래그 LC PBPE
2000b
LC
레지스트
2000a
2000f
(IV)

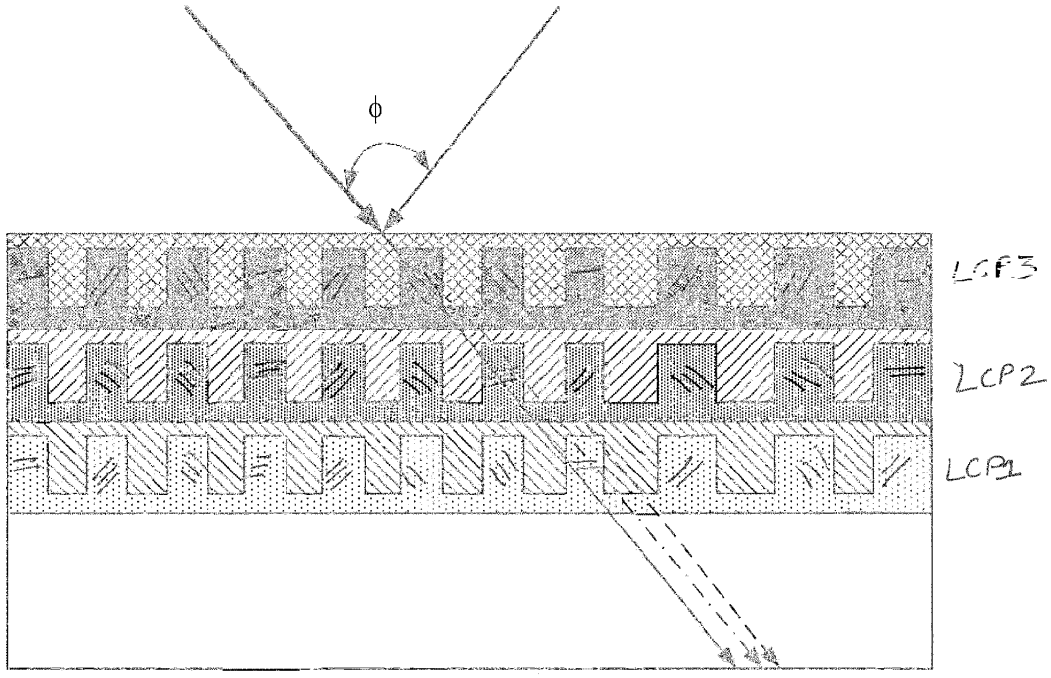
도면9e



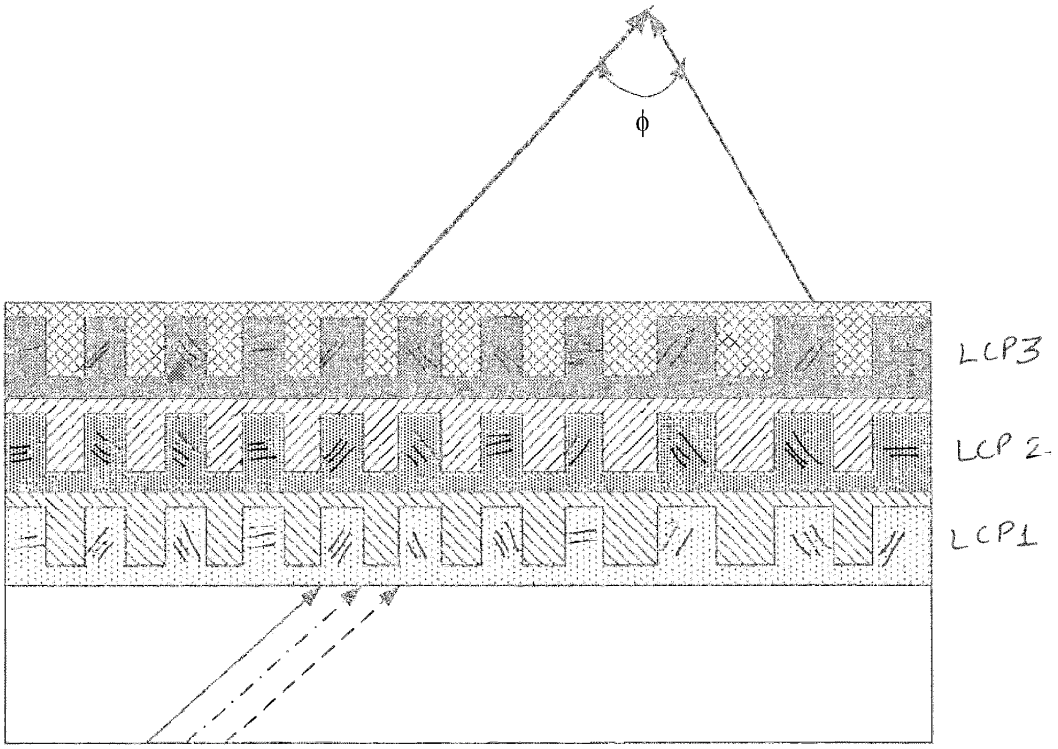
도면9f



도면9g

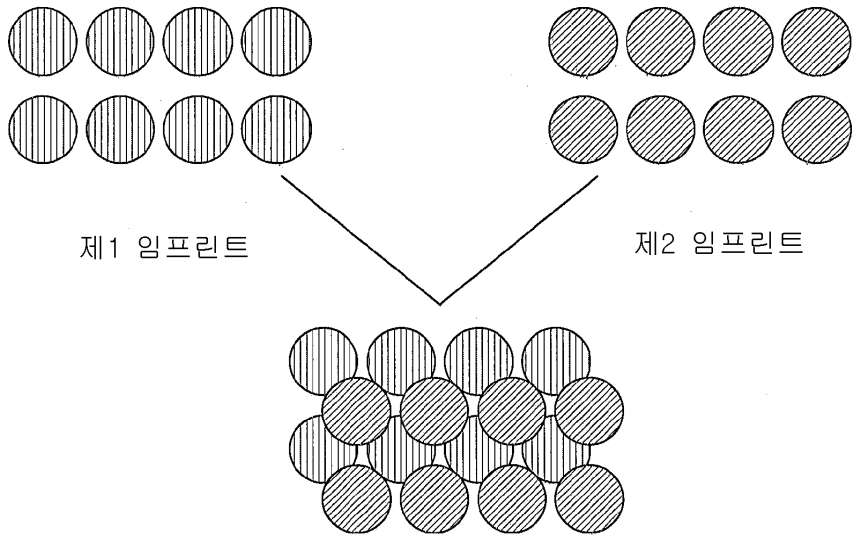


도면9h

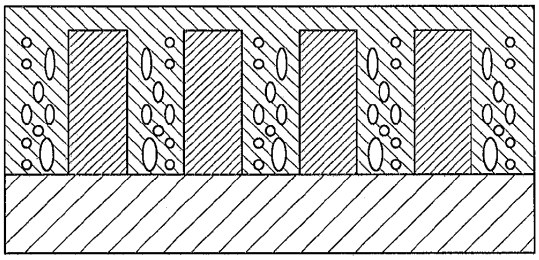


도면9i

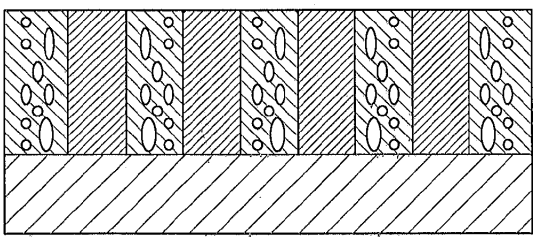
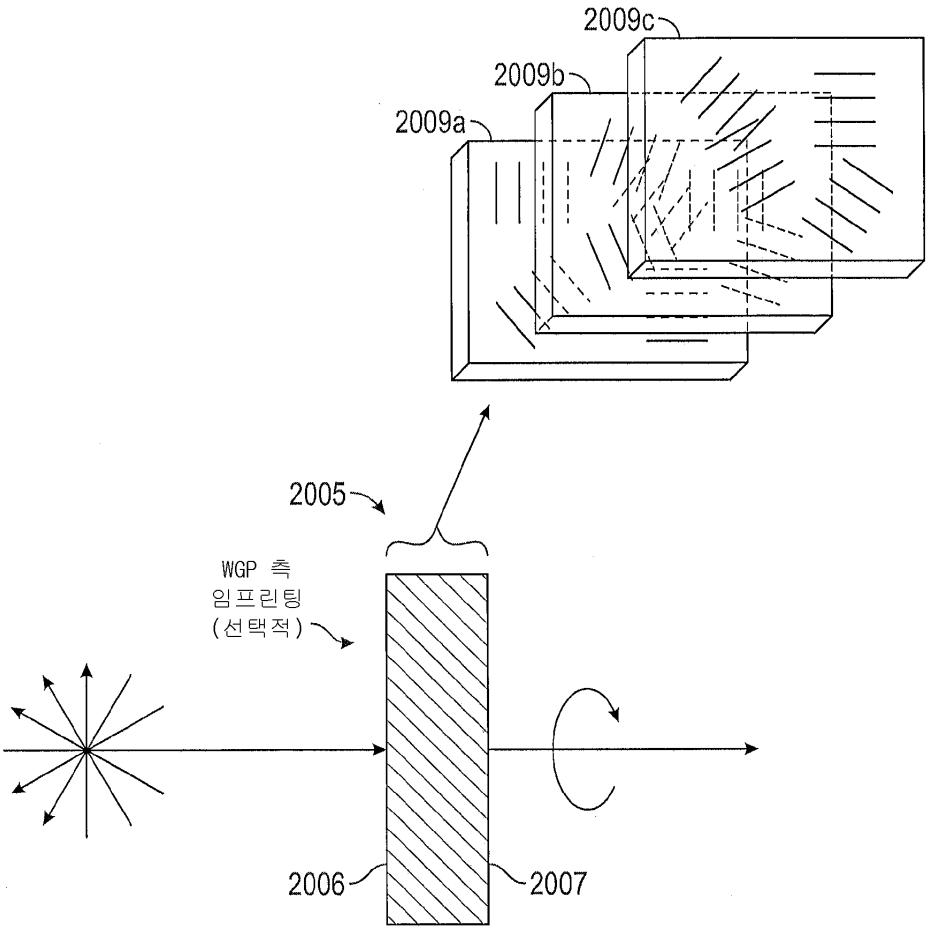
도면9j



도면9k



도면9l



도면9m