(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년10월31일
(11) 등록번호 10-1457235
(24) 등록일자 2014년10월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 4/20 (2009.01) *G03H 1/04* (2006.01)
H04B 1/40 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-7010690
(22) 출원일자(국제) 2007년10월26일
심사청구일자 2012년10월26일
(85) 번역문제출일자 2009년05월25일
(65) 공개번호 10-2009-0108001
(43) 공개일자 2009년10월14일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2007/061528
(87) 국제공개번호 WO 2008/049916
국제공개일자 2008년05월02일
(30) 우선권주장
0621360.7 2006년10월26일 영국(GB)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
US20040004616 A1
US20050175257 A1
US20060050340 A1
전체 청구항 수 : 총 19 항

(73) 특허권자
시리얼 테크놀로지즈 에스.에이.
룩셈부르크 엘-5365 뮌스바흐 빠르끄 닥띠비떼 시르달 6베
(72) 발명자
크롤 보
영국 런던 더블유148 에이에이 일체스터 플레이스 11
하에우슬러 랄프
독일 01309 드레스덴 메르제부르크 스트라세 1
슈베르트너 아민
독일 01259 드레스덴 라데너 스트라세 7
(74) 대리인
김성기, 김태홍

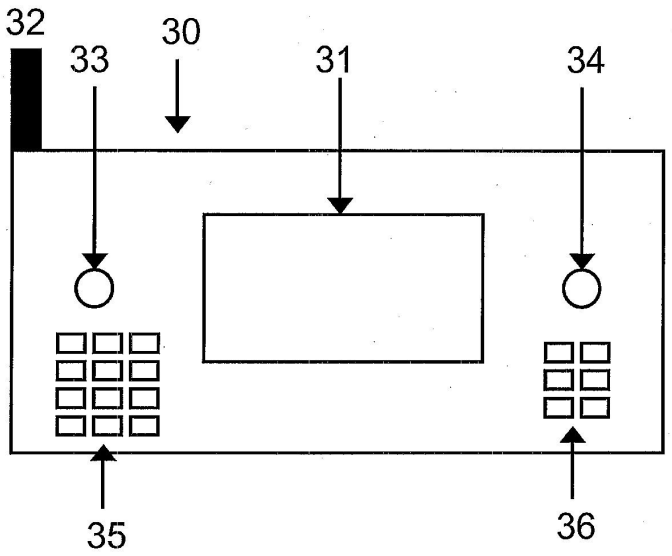
심사관 : 성인구

(54) 발명의 명칭 **홀로그래픽 디스플레이를 포함하는 이동 전화 시스템**

(57) 요 약

이동 전화 시스템은 이미징 시스템(33, 34) 및 디스플레이(31)를 갖는 발신자 이동 전화(30)를 포함한다. 이미징 시스템은 발신자(220)의 이미지를 캡처하도록 동작 가능하다. 발신자 이동 전화는 발신자(220)의 이미지를 무선 링크(222, 223)를 통해 착신자(221) 이동 전화(30)에 송신하고, 착신자 이동 전화는 홀로그램으로 인코딩되는 홀로그래픽 디스플레이(31)를 이용하여 발신자의 홀로그래픽 재구성을 국소적으로 생성한다. 하나의 당사자(221)가 다른 당사자(220)의 홀로그래픽 재구성을 시청하는 이동 전화 호출이 유지될 수 있다는 장점이 있다.

대 표 도



(30) 우선권주장

0625838.8 2006년12월22일 영국(GB)
0705398.6 2007년03월21일 영국(GB)
0705399.4 2007년03월21일 영국(GB)
0705401.8 2007년03월21일 영국(GB)
0705402.6 2007년03월21일 영국(GB)
0705403.4 2007년03월21일 영국(GB)
0705404.2 2007년03월21일 영국(GB)
0705405.9 2007년03월21일 영국(GB)
0705406.7 2007년03월21일 영국(GB)
0705407.5 2007년03월21일 영국(GB)
0705408.3 2007년03월21일 영국(GB)
0705409.1 2007년03월21일 영국(GB)
0705410.9 2007년03월21일 영국(GB)
0705411.7 2007년03월21일 영국(GB)
0705412.5 2007년03월21일 영국(GB)

특허청구의 범위

청구항 1

이미징 시스템 및 디스플레이를 갖는 발신자 이동 전화를 포함하는 이동 전화 시스템으로서,

상기 이미징 시스템은 발신자의 이미지를 캡처하도록 동작 가능하고,

상기 발신자 이동 전화는 상기 발신자의 이미지를 무선 링크를 통해 착신자 이동 전화에 송신하며,

상기 착신자 이동 전화는 홀로그램으로 인코딩되는 홀로그래픽 디스플레이를 이용하여 상기 발신자의 홀로그래픽 재구성(holographic reconstruction)을 국소적으로 생성하고,

3차원 이미지 디스플레이를 위한 데이터 프로세싱은, 상기 발신자 이동 전화와 상기 착신자 이동 전화 사이의 전송 네트워크 상에 위치하는 중계 시스템(intermediate system)에서 수행되며,

상기 중계 시스템은 3차원 컴퓨터 생성 홀로그램의 디스플레이를 가능하게 하는 계산을 수행하기 위한 컴퓨터를 포함하는 것인, 이동 전화 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 홀로그래픽 디스플레이는 인접 층을 형성하는 하나의 광학적으로 어드레싱 가능한 공간 광 변조기(OASLM, optically addressable spatial light modulator)상에 기록하는 하나의 OLED(organic light emitting diode) 어레이를 포함하는 것인, 이동 전화 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 홀로그래픽 디스플레이는 OLED 어레이와 OASLM의 쌍을 두 쌍 포함하고, 각각의 쌍은 인접 층을 형성하는 하나의 OASLM 상에 기록하는 하나의 OLED 어레이로 구성되는 것인 이동 전화 시스템.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 홀로그래픽 디스플레이는 하나의 전기적으로 어드레싱된 공간 광 변조기(EASLM, electrically addressed spatial light modulator)를 포함하거나, 또는 상기 홀로그래픽 디스플레이는 2개의 EASLM을 포함하는 것인, 이동 전화 시스템.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 임의의 어느 한 항에 있어서,

원격 서버 또는 중계기가 깊이 지도(depth map)를 추가하고 상기 발신자의 이미지와 상기 깊이 지도를 상기 착신자 이동 전화에 송신하거나, 또는 원격 서버가 상기 착신자의 얼굴의 3D 물리적 지도를 정의하는 데이터로 프로그래밍되는 것인, 이동 전화 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 착신자 이동 전화는 상기 원격 서버에 의해 도입된 지연을 보상하는 동기화기를 포함하는 것인, 이동 전화 시스템.

청구항 7

제1항 내지 제3항 중 임의의 어느 한 항에 있어서,

상기 착신자 이동 전화는 정적 홀로그래픽 재구성을 생성하는 정지 프레임(freeze frame) 기능을 포함하거나,

또는 상기 착신자 이동 전화는 상기 홀로그래픽 재구성의 일부를 이용자가 확대할 수 있도록 하는 줌 기능을 포함하는 것인, 이동 전화 시스템.

청구항 8

제1항 내지 제3항 중 임의의 어느 한 항에 있어서,

상기 착신자 이동 전화 및 상기 발신자 이동 전화 중 적어도 하나는, 스테레오 카메라 또는 단일 카메라, 및 단일 카메라로부터의 데이터를 이용하여 깊이 지도를 생성하는 소프트웨어를 포함하는 것인, 이동 전화 시스템.

청구항 9

제1항 내지 제3항 중 임의의 어느 한 항에 있어서,

상기 착신자 이동 전화 및 상기 발신자 이동 전화 중 적어도 하나는, 이미지 캡처 또는 홀로그래픽 재구성을 위해 카메라를 위치시키거나 카메라의 방위를 정하도록 이용자를 안내하는 온-스크린 표시(on-screen indication)를 디스플레이하는 것인, 이동 전화 시스템.

청구항 10

제1항 내지 제3항 중 임의의 어느 한 항에 있어서,

상기 착신자 이동 전화 및 상기 발신자 이동 전화 중 적어도 하나는, 이용자가 디스플레이로부터 미리 정의된 거리에 있을 경우 올바르게 볼 수 있는 홀로그래픽 재구성을 생성하는 디스플레이 장치인 것인, 이동 전화 시스템.

청구항 11

제1항 내지 제3항 중 임의의 어느 한 항에 있어서,

상기 착신자 이동 전화 및 상기 발신자 이동 전화 중 적어도 하나는 홀로그래픽 재구성 모드로부터 기존의 2D 디스플레이 모드로 전환될 수 있는 디스플레이 장치이거나, 또는 상기 착신자 이동 전화 및 상기 발신자 이동 전화 중 적어도 하나는 핸드헬드 휴대용 장치인 것인, 이동 전화 시스템.

청구항 12

제1항 내지 제3항 중 임의의 어느 한 항에 있어서,

상기 착신자 이동 전화 및 상기 발신자 이동 전화 중 적어도 하나는, 개인 휴대용 정보 단말기(PDA)이거나 또는 게임 플레잉 장치 것인, 이동 전화 시스템.

청구항 13

제1항 내지 제3항 중 임의의 어느 한 항에 있어서,

상기 홀로그래픽 디스플레이는 임의의 투영 렌즈를 필요로 하지 않고도, 광학적 원격장(far field)의 장치로부터 스크린까지의 거리에 관계없이 스크린 상에서 포커스가 맞는 2D 이미지를 생성하는 것인, 이동 전화 시스템.

청구항 14

제1항 내지 제3항 중 임의의 어느 한 항에 있어서,

상기 홀로그래픽 디스플레이의 공간 광 변조기(SLM)는 광원의 30 ㎜ 내에 위치되고 휴대용 케이스 내에 하우징되는 것인, 이동 전화 시스템.

청구항 15

제1항에 있어서, 가상 관찰자 윈도우(VOW, virtual observer window)를 트래킹하기 위한 빔 조향 소자가 존재하고, 상기 빔 조향 소자는 프리즘 소자를 갖는 제어 가능한 프리즘 어레이를 포함하거나, 또는,

가상 관찰자 윈도우를 트래킹하기 위한 빔 조향 소자가 존재하고, 상기 빔 조향 소자는 프리즘 소자를 갖는 제어 가능한 프리즘 어레이를 포함하며, 상기 프리즘 어레이는 전기 습윤(electro-wetting) 프리즘 어레이의 형태

이고, 상기 프리즘 소자는 전극, 2가지 별도의 액체로 채워진 공동(cavity), 상기 액체들 간의 계면을 포함하고, 상기 액체들 간의 계면의 경사는 상기 전극에 전압을 인가함으로써 전기적으로 제어 가능한 것인, 이동 전화 시스템.

청구항 16

제1항 내지 제3항 중 임의의 어느 한 항에 있어서,

상기 홀로그래픽 디스플레이에 가상 관찰자 윈도우를 트래킹하기 위한 빔 조향 소자가 존재하고, 상기 빔 조향 소자는 등방성 호스트 물질 내부의 액정 도메인으로 구성되며, 상기 도메인과 매트릭스 간의 계면은 프리즘 형상, 또는 구의 단면 형상, 또는 원통의 단면 형상이고, 액정의 배향은 상기 빔 조향 소자의 국소적인 굴절 또는 회절 특성을 변경하기 위하여 외부 인가 전기장을 이용하여 제어되는 것인, 이동 전화 시스템.

청구항 17

제1항 내지 제3항 중 임의의 어느 한 항에 기재된 이동 전화 시스템을 이용하는 단계를 포함하는 통신 방법.

청구항 18

네트워크 운영자가 발신자 이동 전화 및 착신자 이동 전화 중 적어도 하나, 무선 링크 및 원격 서버에 제공하는 텔레커뮤니케이션 서비스를 제공하는 방법으로서,

상기 발신자 이동 전화에는 이미징 시스템 및 디스플레이가 구비되며,

상기 이미징 시스템은 발신자의 이미지를 캡처하도록 동작 가능하고,

상기 발신자 이동 전화는 상기 발신자의 이미지를 상기 무선 링크를 통해 착신자 이동 전화에 송신하며,

상기 착신자 이동 전화는 홀로그램으로 인코딩되는 홀로그래픽 디스플레이를 이용하여 상기 발신자의 홀로그래픽 재구성을 국소적으로 생성하고,

3차원 이미지 디스플레이를 위한 데이터 프로세싱은, 상기 발신자 이동 전화와 상기 착신자 이동 전화 사이의 전송 네트워크 상에 위치하는 중계 시스템에서 수행되며,

상기 중계 시스템은 3차원 컴퓨터 생성 홀로그램의 디스플레이를 가능하게 하는 계산을 수행하기 위한 컴퓨터를 포함하는 것인, 텔레커뮤니케이션 서비스를 제공하는 방법.

청구항 19

이미징 시스템 및 디스플레이를 갖는 발신자 이동 전화로부터의 비디오 통화를 수행하는 방법으로서,

상기 이미징 시스템은 발신자의 이미지를 캡처하도록 동작 가능하고,

상기 발신자 이동 전화는 상기 발신자의 이미지를 착신자 이동 전화에 송신하며,

상기 착신자 이동 전화는 홀로그램으로 인코딩되는 홀로그래픽 디스플레이를 이용하여 상기 발신자의 홀로그래픽 재구성을 국소적으로 생성하고,

3차원 이미지 디스플레이를 위한 데이터 프로세싱은, 상기 발신자 이동 전화와 상기 착신자 이동 전화 사이의 전송 네트워크 상에 위치하는 중계 시스템에서 수행되며,

상기 중계 시스템은 3차원 컴퓨터 생성 홀로그램의 디스플레이를 가능하게 하는 계산을 수행하기 위한 컴퓨터를 포함하는 것인, 발신자 이동 전화로부터의 비디오 통화를 수행하는 방법.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 3차원 이미지를 제공하는 이동 전화 시스템에 관한 것으로서, 특히, 홀로그램으로 인코딩되는 홀로그래픽 디스플레이를 이용하여 발신자(calling party)의 홀로그래픽 재구성을 국소적으로 생성하는 착신자 이동 전화(called party mobile telephone)를 포함하는 이동 전화 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 컴퓨터-생성 비디오 홀로그램(CGH : computer-generated video hologram)은 하나 이상의 공간 광 변조기(SLM : spatial light modulator)에서 인코딩되고, SLM은 제어가능 셀을 전기적으로 또는 광학적으로 포함할 수 있다. 셀은 비디오-홀로그램에 대응하는 홀로그램 값을 인코딩함으로써 광의 진폭 및/또는 위상을 변조한다. CGH는 예를 들어, 간섭성 광선 추적(coherent ray tracing)에 의해 계산되거나, 장면(scene)에 의해 반사된 광과 기준파(reference wave) 사이의 간섭을 시뮬레이션하여 계산되거나, 푸리에(Fourier) 또는 프레넬(Fresnel) 변환에 의해 계산될 수 있다. 이상적인 SLM은 임의의 복소 값의 수를 나타낼 수 있을 것이다, 즉 입사하는 광파의 진폭 및 위상을 따로따로 제어할 수 있을 것이다. 그러나, 전형적인 SLM은 다른 특성들에 영향을 주는 바람직하지 않은 부작용을 가진 진폭 또는 위상 중 하나의 특성만을 제어한다. 광을 진폭 또는 위상으로 변조하기 위한 상이한 방식이 있는데, 예를 들어, 전기적으로 어드레싱된 액정 SLM, 광학적으로 어드레싱된 액정 SLM, 자기-광 SLM, 마이크로 미러 장치 또는 음향-광(acousto-optic) 변조기가 있다. 광의 변조는 공간적으로 연속적일 수 있거나 또는 개별적으로 처리 가능한 셀로 구성될 수 있거나, 1차원 또는 2차원으로 배열될 수 있거나, 2진수이거나, 멀티-레벨이거나 연속적일 수 있다.

[0003] 본 명세서에서, 용어 "인코딩(encoding)"은 공간 광 변조기의 영역에 홀로그램을 인코딩하기 위한 제어 값이 공급되어 SLM으로부터 3D-장면이 재구성되는 방식을 나타낸다. "홀로그램을 SLM 인코딩하는 것"은 홀로그램이 SLM 상에서 인코딩되는 것을 의미한다.

[0004] 자동-입체적(auto-stereoscopic) 디스플레이와 완전히 대조적으로, 관찰자는 비디오 홀로그램을 이용하여 3차원 장면의 광 파면의 광학적 재구성을 본다. 3D-장면은 관찰자의 눈과 공간 광 변조기(SLM) 사이에 퍼져 있는 공간에서 재구성되거나, SLM의 후방에서도 재구성되는 것이 가능하다. SLM도 비디오 홀로그램으로 인코딩될 수 있으므로, 관찰자는 SLM 전방에서 재구성된 3차원 장면의 대상물과 SLM 위의 또는 그 후방의 다른 대상물을 본다.

[0005] 공간 광 변조기의 셀은 광에 의해 통과되는 투과성 셀인 것이 바람직하고, 그 광의 광선은 적어도 정의된 위치에서 그리고 수 밀리미터의 공간적인 간섭성 길이 상에서 간섭을 발생시킬 수 있다. 이것은 적어도 1차원의 적절한 해상도(resolution)를 갖는 홀로그래픽 재구성을 가능하게 한다. 이러한 종류의 광은 "충분한 간섭성을 갖는 광"이라고 칭할 것이다.

[0006] 충분한 시간적 간섭성을 보증하기 위하여, 광원에 의해 방출된 광의 스펙트럼은 충분히 좁은 파장 범위로 제한되어야 한다, 즉 거의 단색이어야 한다. 고휘도(high-brightness) LED의 스펙트럼 대역폭은 홀로그래픽 재구성을 위한 시간적 간섭성을 확보하기에 충분히 좁다. SLM에서의 회절 각도는 파장에 비례하고, 이것은 단색 광원만이 대상물 포인트의 예리한 재구성(sharp reconstruction)을 가져올 것이라는 것을 의미한다. 확장된 스펙트럼은 확장된 대상물 포인트와 선명하지 않은 대상물의 재구성을 가져올 것이다. 레이저 소스의 스펙트럼은 단색으로서 간주될 수 있다. LED의 스펙트럼 라인 폭은 양호한 재구성을 용이하게 하기에 충분히 좁다.

[0007] 공간 간섭성은 광원의 측방향 범위(lateral extent)에 관련된다. LED 또는 냉음극 형광램프(CCFL : cold cathode fluorescent lamp)와 같은 기존의 광원은 충분히 좁은 개구(aperture)를 통해 광을 방사하면 이러한 요건을 충족할 수도 있다. 레이저 소스로부터의 광은 회절 한계 내에서 포인트 소스(point source)로부터 발산되는 것으로 간주될 수 있고, 모달 순도(modal purity)에 따라 대상물의 예리한 재구성을 가져올 수 있다, 즉 각각의 대상물 포인트는 회절 한계 내에서 포인트로서 재구성된다.

[0008] 공간적 비간섭성 소스로부터의 광은 측방향으로 연장되어 있고 재구성된 대상물의 번짐현상(smearing)을 야기한다. 번짐의 양은 주어진 위치에서 재구성된 대상물 포인트의 확장된 크기에 의해 주어진다. 홀로그램 재구성을 위해 공간적 비간섭성 소스를 이용하기 위해서는, 개구를 갖는 소스의 측방향 범위를 제한하는 것과 휘도 사이에는 트레이드-오프(trade-off)가 발견되어야 한다. 광원이 작을수록 그 공간적 간섭성은 좋아진다.

[0009] 라인 광원은 직각에서부터 자신의 세로방향 연장까지에서 보여질 경우에 포인트 광원인 것으로 간주될 수 있다. 이에 따라, 광파는 그 방향으로는 간섭성으로 전파될 수 있지만, 모든 다른 방향으로는 비간섭성으로 전파될 수 있다.

[0010] 일반적으로, 홀로그램은 수평 및 수직 방향의 파의 간섭성 중첩에 의해 홀로그래픽으로 장면을 재구성한다. 이와 같은 비디오 홀로그램을 완전-시차(full-parallax) 홀로그램이라 한다. 재구성된 대상물은 실제 대상물과 같이 수평 및 수직 방향의 운동 시차(motion parallax)를 갖는 것으로 관찰될 수 있다. 그러나, 큰 시야각은 SLM의 수평 및 수직 방향 모두에서의 높은 해상도를 요구한다.

[0011] 종종, SLM에 대한 요건은 단독수평시차(HPO : horizontal-parallax-only) 홀로그램 제약에 의해 경감된다. 홀로그래픽 재구성은 수평 방향에서만 발생하는 반면, 수직 방향에서는 홀로그래픽 재구성이 없다. 이것은 수평 운동 시차를 갖는 재구성된 대상물로 귀결된다. 투시도(perspective view)는 수직 운동에 대해서는 변경되지 않는다. HPO 홀로그램은 완전-시차 홀로그램보다 작은 수직 방향에서의 SLM 해상도를 요구한다. 단독수직시차(VPO : vertical-parallax-only) 홀로그램도 가능하지만 보편적이지 않다. 홀로그래픽 재구성은 수평 방향에서만 발생하고 수직 운동 시차를 갖는 재구성된 대상물로 귀결된다. 수평 방향에서는 운동 시차가 없다. 왼쪽 눈 및 오른쪽 눈에 대한 상이한 투시도가 별도로 생성되어야 한다.

[0012] 전형적으로, 3차원 이미지를 생성하기 위한 장치는 밀집도(compactness)가 부족하다, 즉 이동 전화와 같은 휴대용 장치 또는 핸드헬드(handheld) 장치에서의 이용을 배제하는 복잡하고 부피가 큰 광학 시스템을 필요로 한다. 예를 들어, US 4,208,086은 대형 3차원 이미지를 생성하기 위한 장치를 설명하고 있으며, 이 장치는 그 길이가 미터 단위이다. 참조를 위해 본 명세서에 포함되는 WO 2004/044659(US 2006/0055994)는 10 센티미터를 초과하는 깊이를 갖는, 비디오 3차원 이미지를 재구성하기 위한 장치를 기술한다. 따라서, 이러한 종래 기술의 장치는 이동 전화나, 다른 휴대용 또는 핸드헬드의 소형 디스플레이 장치를 위해서는 그 깊이가 너무 깊다.

[0013] 본 출원인에 의해 출원된 WO 2004/044659(US 2006/0055994)는 충분히 간섭성인 광의 회절에 의해 3차원 장면을 재구성하기 위한 장치를 기술하며, 이 장치는 포인트 광원 또는 라인 광원, 광을 포커싱하기 위한 렌즈 및 공간 광 변조기를 포함한다. 기존의 홀로그래픽 디스플레이와 대조적으로, 투과 모드의 SLM은 적어도 하나의 "가상 관찰자 윈도우(virtual observer window)"(이 용어의 논의에 관한 부록 I 및 II와 관련 기술 참조)에서 3D-장면을 재구성한다. 각각의 가상 관찰자 윈도우는 관찰자의 눈 근처에 위치되어 있고, 가상 관찰자 윈도우가 단일 회절 차수(single diffraction order)에 위치하도록 그 크기가 한정되므로, 각각의 눈은 SLM 표면 및 가상 관찰자 윈도우 사이에 퍼져 있는 절두체-형상의(frustum-shaped) 재구성 공간에서 3차원 장면의 완전한 재구성을 본다. 방해요소(disturbance)가 없는 홀로그래픽 재구성을 허용하기 위하여, 가상 관찰자 윈도우 크기는 재구성의 하나의 회절 차수의 주기성 간격(periodicity interval)을 초과하지 않아야 한다. 그러나, 윈도우(들)을 통해 3D-장면의 전체 재구성을 시청자가 볼 수 있도록 하는데 충분하게 커야 한다. 다른 눈은 동일한 가상 관찰자 윈도우를 볼 수 있거나, 또는 제2의 광원에 의해 생성되는 제2의 가상 관찰자 윈도우에 할당된다. 여기서, 통상적으로는 다소 큰 가시성 영역(visibility region)이 국소적으로 위치된 가상 관찰자 윈도우로 제한된다. 공지된 해결책은 기존의 SLM 표면의 높은 해상도로부터 얻어지는 큰 면적을 감소 기법(diminutive fashion)으로 재구성하여, 가상 관찰자 윈도우의 크기로 감소시키는 것이다. 이것은 기하학적 이유로 인해 작은 회절 각도와 현재의 생성 SLM의 해상도가 합리적인 소비자 레벨 컴퓨팅 장비를 이용하여 고품질의 실시간 홀로그래픽 재구성을 달성하기에 충분하다고 하다는 결과를 가져온다.

[0014] 그러나, 3차원 이미지를 생성하는 공지된 방법은, 큰 SLM 표면 면적에 기인하여 포커싱을 위해서는 크고 부피가 있고 무겁고 따라서 고가인 렌즈가 요구된다는 단점을 드러낸다. 결과적으로, 장치는 큰 깊이와 중량을 가질 것이다. 이러한 큰 렌즈를 이용할 때, 가장자리(즉, 에지)에서의 수차(aberration)로 인해 재구성 품질이 상당히

감소된다는 사실에 의해 또 다른 단점이 드러난다. 렌티큘라 어레이(lenticular array)를 포함하는 광원이 이용되는 개선된 예가 US 2006/250671에 개시되어 있으며, 개시된 내용은 대면적 비디오 홀로그램의 경우에 관한 것이지만, 참조를 위해 본 명세서에 포함된다.

[0015] 3차원 이미지를 생성하는 이동 전화는 US 2004/0223049에 개시되어 있다. 그러나, 상기 개시된 3차원 이미지는 자동입체방식(autosteroscopy)을 이용하여 생성된다. 자동입체 방식으로 생성된 3차원 이미지가 갖는 하나의 문제는 대표적으로, 시청자는 이미지가 디스플레이 내부에 있는 것으로 인지하는 반면, 시청자의 눈은 디스플레이의 표면 상에 포커싱하는 경향이 있다는 것이다. 시청자의 눈이 포커싱하는 장소와 3차원 이미지의 인지된 위치 사이의 이러한 불일치는, 많은 경우에 시청자가 소정의 시간 후에 불편함을 느끼게 한다. 홀로그래피에 의해 생성된 3차원 이미지의 경우, 이러한 문제가 발생하지 않거나 상당히 감소된다.

발명의 상세한 설명

[0016] 제1양태에 있어서, 이미징 시스템 및 디스플레이를 갖는 발신자 이동 전화를 포함하는 이동 전화 시스템이 제공되고, 이미징 시스템은 발신자의 이미지를 캡처하도록 동작 가능하고, 발신자 이동 전화는 발신자의 이미지를 무선 링크를 통해 착신자 이동 전화에 송신하고, 착신자 이동 전화는 홀로그램으로 인코딩되는 홀로그래픽 디스플레이를 이용하여 발신자의 홀로그래픽 재구성을 국소적으로 생성한다.

[0017] 홀로그래픽 디스플레이는 인접 층(layer)을 형성하는 하나의 OASLM에 기록하는 하나의 OLED 어레이를 포함할 수 있다. 홀로그래픽 디스플레이는 2개의 OLED 어레이 및 OALSM 쌍을 포함할 수 있고, 각각의 쌍은 인접 층을 형성하는 하나의 OASLM에 기록하는 하나의 OLED 어레이로 구성된다.

[0018] 홀로그래픽 디스플레이는 하나의 EASLM을 포함할 수 있다. 홀로그래픽 디스플레이는 2개의 EASLM을 포함할 수 있다.

[0019] 이동 전화 시스템은 비디오 홀로그램이 재구성되도록 할 수 있다. 이동 전화 시스템은 원격 서버 또는 중계기(intermediary)가 깊이 지도(depth map)를 추가하고 깊이 지도에 더하여 발신자의 이미지를 착신자 이동 전화에 송신하도록 할 수 있다. 착신자 이동 전화는 원격 서버에 의해 도입된 지연을 보상하는 동기화기를 포함할 수 있다. 원격 서버는 발신자의 얼굴의 3D 물리적 지도를 정의하는 데이터로 프로그래밍될 수 있다.

[0020] 착신자 이동 전화는 정적 홀로그래픽 재구성을 생성하는 정지 프레임 기능(freeze frame function)을 포함할 수 있다.

[0021] 착신자 이동 전화는 이용자가 홀로그래픽 재구성의 일부를 확대할 수 있도록 하는 줌 기능을 포함할 수 있다.

[0022] 착신자 이동 전화 및/또는 발신자 이동 전화는 스테레오 카메라를 포함할 수 있다.

[0023] 착신자 이동 전화 및/또는 발신자 이동 전화는 단일 카메라와, 단일 카메라로부터의 데이터를 이용하여 깊이 지도 생성하는 소프트웨어를 포함할 수 있다.

[0024] 착신자 이동 전화 및/또는 발신자 이동 전화는 최적의 이미지 캡처 및/또는 홀로그래픽 재구성을 위하여 이용자를 안내하여 카메라를 최적으로 위치시키거나 카메라의 방위를 정하기 위한 온-스크린 표시(on-screen indication)를 디스플레이할 수 있다.

[0025] 착신자 이동 전화 및/또는 발신자 이동 전화는 이용자가 디스플레이로부터 미리 정의된 거리에 있을 경우에 올바르게 볼 수 있는 홀로그래픽 재구성을 생성하는 디스플레이 장치일 수 있다.

[0026] 착신자 이동 전화 및/또는 발신자 이동 전화는 홀로그래픽 재구성 모드로부터 기존의 2D 디스플레이 모드로 전환될 수 있는 디스플레이 장치일 수 있다.

[0027] 착신자 이동 전화 및/또는 발신자 이동 전화는 핸드헬드 휴대용 장치일 수 있다.

[0028] 착신자 이동 전화 및/또는 발신자 이동 전화는 PDA일 수 있다.

[0029] 착신자 이동 전화 및/또는 발신자 이동 전화는 게임 플레잉 장치일 수 있다.

[0030] 이동 전화 시스템은 홀로그래픽 디스플레이가 단일 이용자가 시청하기 위한 홀로그래픽 재구성을 생성하도록 할 수 있다.

[0031] 홀로그래픽 디스플레이는 임의의 투영 렌즈(projection lens)를 필요로 하지 않고도 광학적 원격장(far field)의 장치로부터 장면까지의 거리에 관계없이 화면 상에서 포커스가 맞는 2D 이미지를 생성할 수 있다.

[0032] 이동 전화 시스템은 홀로그래픽 디스플레이의 SLM이 광원의 30 mm 내에 위치되고 휴대용 케이스 내에 하우징되도록 할 수 있다.

[0033] 이동 전화 시스템은 VOW를 트래킹(tracking)하기 위한 홀로그래픽 디스플레이에서 빔 조향 소자(beam steering element)가 존재하도록 할 수 있고, 빔 조향 소자는 등방성 호스트 물질 내부의 액정 도메인(liquid crystal domain)으로 구성되고, 도메인 및 매트릭스(matrix) 사이의 계면은 프리즘 형상, 또는 구의 단면 형상, 또는 원통의 단면 형상이고, 액정의 배향(orientation)은 빔 조향 소자의 국소적인 굴절 또는 회절 속성을 변동시키기 위하여 외부 인가 전기장을 이용하여 제어된다.

[0034] 착신자 이동 전화 및/또는 발신자 이동 전화는, 판독 빔의 어레이가 OASLM을 조명하고 OASLM이 OLED 어레이에 의해 적당하게 제어될 때, OASLM이 홀로그램을 인코딩하고 홀로그래픽 재구성이 생성되는 장치일 수 있다.

[0035] 착신자 이동 전화 및/또는 발신자 이동 전화는, 판독 빔의 어레이가 한 쌍의 OASLM을 조명하고 한 쌍의 OASLM이 OLED 어레이에 의해 적당하게 제어될 때, OLED 어레이가 한 쌍의 OASLM, OLED 어레이 및 인접 층을 형성하는 OASLM에 기록하고, 한 쌍의 OASLM은 홀로그램을 인코딩하고 홀로그래픽 재구성이 생성되도록 하는 장치일 수 있다.

[0036] 착신자 이동 전화 및/또는 발신자 이동 전화는 제1 OASLM에 기록하는 제1 OLED 어레이와, 제2 OASLM에 기록하는 제2 OLED 어레이를 포함하는 장치일 수 있고, 제1 OLED 및 제1 OASLM은 인접 층을 형성하고, 제2 OLED 어레이 및 제2 OASLM은 인접 층을 형성하며, 판독 빔이 제1 및 제2 OASLM을 조명하고 제1 및 제2 OASLM이 제1 및 제2 OLED 어레이에 의해 적당하게 제어될 때, 제1 및 제2 OASLM은 홀로그램을 인코딩하고, 홀로그래픽 재구성이 상기 장치에 의해 생성된다.

[0037] 착신자 이동 전화 및/또는 발신자 이동 전화는 제1 및 제2쌍의 OLED/OASLM 조합이 판독 빔 어레이의 진폭 및 위상을 제어 방식으로 변조하는 장치일 수 있다.

[0038] 착신자 이동 전화 및/또는 발신자 이동 전화는 하나의 OLED 어레이 및 OASLM 쌍이 판독 빔의 어레이의 진폭 및 위상의 제1조합을 변조하고, 추가적인 OLED 어레이 및 OASLM 쌍이 판독 빔의 어레이의 진폭 및 위상의 제2의 상이한 조합을 변조하는 장치일 수 있다.

[0039] 착신자 이동 전화 및/또는 발신자 이동 전화는 단일 이용자가 시청하기 위한 홀로그래픽 재구성을 생성하는 디스플레이 장치일 수 있고, 디스플레이는 인접 층을 형성하는 제1 OASLM에 기록하는 제1 OLED 어레이와, 인접 층을 형성하는 제2 OASLM에 기록하는 제2 OLED 어레이를 함께 포함한다.

[0040] 착신자 이동 전화 및/또는 발신자 이동 전화는 임의의 투영 렌즈를 필요로 하지 않고도 장치로부터 화면까지의 거리에 관계없이 화면 상에서 포커스가 맞는 2D 이미지를 생성하는 디스플레이 모드를 가지는 디스플레이 장치일 수 있고, 디스플레이는 인접 층을 형성하는 제1 OASLM에 기록하는 제1 OLED와, 인접 층을 형성하는 제2 OASLM에 기록하는 제2 OLED를 함께 포함한다.

[0041] 착신자 이동 전화 및/또는 발신자 이동 전화는 인접 층을 구성하는 진폭 변조용 OASLM에 기록하는 OLED 어레이를 포함하는 자동입체 디스플레이 장치의 디스플레이 모드를 가질 수 있고, 이 장치는, 판독 빔의 어레이가 OASLM을 조명하고 OASLM이 OLED 어레이에 의해 적당하게 제어될 때, 관찰자의 눈이 입체 이미지(stereoscopic image)를 볼 수 있게 하는 빔 분리기(beam splitter)를 포함한다.

[0042] 추가 양태에서, 본 명세서에서 설명된 바와 같은 이동 전화 시스템을 이용하는 단계를 포함하는 방법이 이용될 수 있다.

[0043] 추가 양태에서, 네트워크 운영자가 발신자 및/또는 착신자 이동 전화, 무선 링크 및 원격 서버에 제공하는 텔레커뮤니케이션 서비스를 제공하는 방법이 제공되는데, 여기서 발신자 이동 전화에는 이미징 시스템 및 디스플레이가 제공되고, 이미징 시스템은 발신자의 이미지를 캡처하도록 동작 가능하며, 발신자 이동 전화는 발신자의 이미지를 무선 링크를 통해 착신자 이동 전화에 송신하고, 착신자 이동 전화는 홀로그램으로 인코딩되는 홀로그래픽 디스플레이를 이용하여 발신자의 홀로그래픽 재구성을 국소적으로 생성한다.

[0044] 텔레커뮤니케이션 서비스를 제공하는 방법은 착신자 이동 전화 디스플레이가 인접 층을 형성하는 적어도 하나의 OASLM에 기록하는 적어도 하나의 OLED 어레이를 포함하도록 할 수 있다.

[0045] 추가 양태에서, 이미징 시스템 및 디스플레이를 갖는 발신자 이동 전화로부터의 비디오 호출을 수행하는 방법이 제공되는데, 이미징 시스템은 발신자의 이미지를 캡처하도록 동작 가능하고, 발신자 이동 전화는 발신자의 이미

지를 착신자 이동 전화에 송신하고, 착신자 이동 전화는 홀로그램으로 인코딩되는 홀로그래픽 디스플레이를 이용하여 발신자의 홀로그래픽 재구성을 국소적으로 생성한다.

[0046] 발신자 이동 전화로부터의 비디오 호출을 수행하는 방법은 착신자 이동 전화 디스플레이가 인접 층을 형성하는 OASLM에 기록하는 OLED 어레이를 포함하도록 할 수 있다.

[0047] 발신자 이동 전화로부터의 비디오 호출을 수행하는 방법은 원격 서버 또는 중계기가 깊이 지도를 추가하고 깊이 지도에 더하여 발신자의 이미지를 착신자 이동 전화에 송신하도록 할 수 있다.

[0048] 발신자 이동 전화로부터의 비디오 호출을 수행하는 방법은 착신자 이동 전화가 원격 서버에 의해 도입된 지연을 보상하는 동기화기(synchroniser)를 포함하도록 할 수 있다.

[0049] 발신자 이동 전화로부터의 비디오 호출을 수행하는 방법은 원격 서버가 발신자의 얼굴의 3D 물리적 지도를 정의하는 데이터로 프로그래밍되도록 할 수 있다.

[0050] 발신자 이동 전화로부터의 비디오 호출을 수행하는 방법은 착신자 이동 전화가 정적 홀로그래픽 재구성을 생성하는 정지 프레임 기능을 포함하도록 할 수 있다.

[0051] 발신자 이동 전화로부터의 비디오 호출을 수행하는 방법은 착신자 이동 전화가 홀로그래픽 재구성의 일부를 이용자가 확대할 수 있도록 하는 줌 기능을 포함하도록 할 수 있다.

[0052] 발신자 이동 전화로부터의 비디오 호출을 수행하는 방법은 착신자 이동 전화 및/또는 발신자 이동 전화가 스테레오 카메라 포함하도록 할 수 있다.

[0053] 발신자 이동 전화로부터의 비디오 호출을 수행하는 방법은 착신자 이동 전화 및/또는 발신자 이동 전화가 단일 카메라와, 단일 카메라로부터의 데이터를 이용하여 깊이 지도를 생성하는 소프트웨어를 포함하도록 할 수 있다.

[0054] 발신자 이동 전화로부터의 비디오 호출을 수행하는 방법은 착신자 이동 전화 및/또는 발신자 이동 전화가 최적의 이미지 캡처 및/또는 홀로그래픽 재구성을 위하여 이용자를 안내하여 카메라를 최적으로 위치시키거나 카메라의 방위를 정하기 위한 온-스크린 표시를 디스플레이하도록 할 수 있다.

[0055] "홀로그램을 SLM 인코딩"하는 것은 SLM 상에서 홀로그램이 인코딩되는 것을 의미한다.

실 시 예

[0084] 이하, 다양한 구현예를 설명할 것이다.

[0085] **A. 적외선 OLED 디스플레이 및 OASLM의 콤팩트 조합**

[0086] 이 구현예는 OASLM과, OASLM 상에 패턴을 기록할 수 있는 적외선 발광 디스플레이의 콤팩트 조합을 제공하고, 상기 조합은 적당한 조명 조건 하에서 3차원 이미지를 생성할 수 있다.

[0087] OASLM은 도전 전극 사이에 위치되어 있는 감광층 및 액정(LC : liquid crystal) 층을 포함한다. 전극에 전압이 인가되면, 감광층에 입사되는 광 패턴은 LC 층에 전달되어 판독 빔을 변조하기 위해 이용된다. 종래 기술에서는, 전기적으로 어드레싱되는 공간 광 변조기(EASLM)에 의해 변조되는 기록 빔에 의해 입사 광 패턴이 제공된다. EASLM은 광원에 의해 조명되고 OASLM 상에 촬상(imaging)된다. 통상, 기록 빔은 스펙클 패턴(speckle pattern)을 피할 수 있도록 비 간섭성이지만, 판독 빔은 회절 패턴의 생성을 가능하게 하도록 간섭성이다.

[0088] EASLM에 관하여 OASLM의 장점은 OASLM이 연속적이고 화소처리되지 않거나(non-pixellated) 또는 패터닝되지 않은(non-patterned) 구조를 가질 수 있는 반면, EASLM은 화소처리된 구조를 갖는다는 점이다. 화소는 화소가 생성하는 광의 공간 분포에서 예리한 에지(edge)를 가지며, 이러한 예리한 에지는 높은 공간 주파수에 대응한다. 높은 공간 주파수는 광학적 원격장(far field)에서 넓은 각도 회절 특징을 야기한다. 그러므로, EASLM은 광학적 원격장에서 바람직하지 않은 광학적 회절 아티팩트(artefact)를 생성할 것이며, 이 아티팩트는 공간 필터링과 같은 공지된 기술을 이용하여 제거해야 한다. 공간 필터링은 광학적 처리 절차에서 추가적인 단계를 필요로 하며, 이것은 장치를 더 두껍게 하고 광을 낭비하게 한다. OASLM-기반 장치의 장점은 OASLM에서의 연속적인 패턴 생성을 허용한다는 점이다. 연속적인 패턴은 빔 전파 방향을 횡단하는 임의의 주어진 방향에서 광학적 세기의 급속한 변동을 적게 갖는 경향이 있을 것이다. 그러므로, 더 적은 급속한 변동은 EASLM 장치에 의해 생성된 화소 에지의 경우보다 낮은, 높은 공간 주파수의 농도(concentration)를 갖는다. OASLM-포함 장치의 경우에 있어서의 높은 공간 주파수의 감소된 농도는 EASLM-포함 장치의 경우보다 광학적 처리를 더욱 용이하고 더욱 효율적이게 할 수 있다. 또한, OASLM 장치는 EASLM과 대조적으로 쌍안정 장치(bistable device)일 수 있다. 그러므로,

OASLM은 EASLM 장치보다 더 낮은 전력 요건을 가질 수 있고, 이것은 휴대용 장치 또는 핸드헬드 장치에서 배터리 수명을 증가시킬 수 있다.

[0089] 이 구현예에서는, 이미징 광학기기에 대한 요건이 없는 콤팩트 장치가 설명된다. OASLM은 적외선 OLED 디스플레이에 의해 기록된다. OLED 디스플레이는 OASLM에 직접 부착되며, 이에 따라 이미징 광학기기 없이 콤팩트 장치를 구성한다. OLED는 OLED 어레이를 구성하기 위해 연결될 수 있다. OASLM은 다수의 더 작은 연결된 OASLM으로 구성될 수 있다.

[0090] OLED 디스플레이 및 OASLM의 콤팩트 조합은 투명할 수 있다. 투명한 OLED-디스플레이는 아래의 "OLED 물질" 단락에서 설명된 바와 같이 알려져 있다. 하나의 예에서, OLED 디스플레이 및 OASLM의 콤팩트 조합은 대향 측으로부터 3차원 이미지가 형성되는 측으로 조명되며, 가시광은 OLED 및 OASLM을 통해 관찰자를 향해 투과된다. OLED 디스플레이는 OASLM의 IR-감지 감광층을 기록하는 적외선 광(infrared light)을 방출하는 것이 바람직하다. 인간의 눈은 IR 광을 감지하지 못하므로, 관찰자는 IR 기록 빔으로부터 발산되는 임의의 광을 볼 수 없을 것이다.

[0091] 또 다른 예에서, OLED 디스플레이 및 OASLM의 콤팩트 조합은 기록 빔 및 판독 빔이 OASLM의 양측에 입사하도록 할 수 있다. 또 다른 예에서, OLED 디스플레이 및 OASLM의 콤팩트 조합에 의해서, OLED 디스플레이에 대향하는 측인 OASLM의 측에 반사 층이 존재하여, OLED 디스플레이가 존재하는 측과 동일한 OASLM의 측으로부터 3차원 이미지가 시청 가능하고, OLED 디스플레이와 동일한 OASLM의 측에 조명 소스(illumination source)도 존재하도록 할 수 있는데, 이것이 반사 디스플레이의 예이다.

[0092] 구현예는 적외선 OLED의 어레이를 포함하고, 적외선 방출용 OLED는 OASLM에 의해 투과된 가시광의 진폭 또는 위상, 또는 진폭 및 위상의 일부 조합의 공간적 분포에 대한 제어를 허용하여, OASLM에서 홀로그램이 생성된다. 본 명세서에서 참조를 위해 포함되는 US 4,941,735에 설명된 바와 같이, OASLM은 2개의 전기적 도전 막이 코팅되는 한 쌍의 이격된 투명 플레이트를 포함할 수 있다. 연속적인 또는 불연속적인 감광 막이 도전 막 중의 하나 위에 코팅될 수 있다. 쌍안정 강유전 액정 또는 일부 다른 타입의 액정이 다른 도전 막 및 감광 막 사이에 가두어질 수 있다. 활성화 전압이 도전 막에 인가될 수 있다. OASLM에서, 광학적 기록 빔은 화소별로 광학적 판독 빔의 편광을 프로그래밍하거나 활성화할 수 있다. 기록 빔은 OASLM의 감광 영역을 개별적으로 활성화함으로써 OASLM을 프로그래밍할 수 있다. 이에 대응하여 프로그래밍되는 OASLM의 영역은 기록 빔에 의해 활성화되는 것을 통해 판독 빔의 편광을 회전시킬 수 있다.

[0093] 도 1에는, 하나의 구현예가 개시되어 있다. 도면부호 10은 3차원 이미지의 생성에 도달할 수 있도록 하기 위하여 조명이 충분한 간섭성을 가지는 평면 영역의 조명을 제공하기 위한 조명 장치이다. 조명 장치의 예는 대면적 비디오 홀로그램의 경우에 대해 US 2006/250671에 개시되어 있고, 그 하나의 예는 도 4에 재현되어 있다. 이러한 장치 10은 렌티큘라 어레이 또는 마이크로렌즈 어레이와 같이 콤팩트할 수 있는 포커싱 시스템에 입사하는 광을 방출하는 냉음극 형광 램프 또는 백색광 발광 다이오드와 같은 백색 광원의 어레이의 형태를 가질 수 있다. 다른 방안으로서, 10에 대한 광원은 충분한 간섭성의 광을 방출하는 적색, 녹색 및 청색 레이저나, 적색, 녹색 및 청색 발광 다이오드를 포함할 수 있다. 그러나, 충분한 공간 간섭성을 갖는 비-레이저 소스(non-laser source)(예를 들어, 발광 다이오드, OLED, 냉음극 형광 램프)가 레이저 소스보다 선호된다. 레이저 소스는 홀로그래픽 재구성에서 레이저 스펙클을 야기하는 점, 상대적으로 고가인 점, 및 홀로그래픽 디스플레이 시청자나 홀로그래픽 디스플레이 장치를 조립하는 작업을 하는 사람의 눈을 손상시킬 가능성에 관한 안전 문제의 가능성을 가진다는 점과 같은 단점을 가진다.

[0094] 소자(10-13)는 전체적으로 두께가 대략 수 센티미터 또는 그 미만일 수 있다. 컬러 광원이 이용되면 컬러 필터가 요구되지 않을 수 있지만, 소자(11)는 컬러 필터의 어레이를 포함할 수 있고, 적색, 녹색 및 청색 광과 같은 컬러 화소의 광이 소자(12)를 향해 방출된다. 소자(12)는 투명 기판 상의 적외선 방출용 OLED의 어레이이다. 적외선 방출용 OLED의 어레이는 각각의 적외선 방출용 OLED가 소자(13)의 방향에서, 컬러 화소에 대응하는 유일한 것으로부터의 광에 평행하고 이 광과 일치하는 광을 방출하도록 되어 있다. 소자(13)는 OASLM이다. OASLM에 대하여, 적외선 방출용 OLED의 어레이는 기록 빔을 공급하고, 소자(11)에 의해 투과된 컬러 빔은 판독 빔이다. 콤팩트 홀로그램 생성기(15)를 포함하는 장치로부터 약간의 거리에 있는 포인트(14)에 위치된 시청자는 15의 방향에서 시청할 경우에 3차원 이미지를 시청할 수 있다. 소자(10, 11, 12, 13)는 물리적으로 접촉, 예를 들어, 실제로는 기계적으로 접촉하도록 배치되어 있고, 각각은 그 전체가 단일의 단위 대상물이 되도록 하는 구조의 층을 구성한다. 물리적 접촉은 직접적일 수 있다. 또는, 인접 층 사이의 막의 코팅인 얇은 삽입 층이 있다면, 물리적 접촉은 간접적일 수 있다. 물리적 접촉은 정확한 상호 정렬 또는 등록을 보장하는 작은 영역으로 한정될 수 있거나, 더 큰 영역 또는 층의 전체 표면으로 연장될 수 있다. 물리적 접촉은 콤팩트 홀로그램 생성기(15)를

구성하기 위하여 광 투과 접착제를 이용하거나, 임의의 다른 적당한 프로세스(개략적인 제조 프로세스로 명명된 아래의 단락 참조)에 의해 함께 접합되는 층에 의해 달성될 수 있다.

[0095] 소자(10)는 디스플레이 휘도를 증가시키기 위한 1개 또는 2개의 프리즘 광학 막을 포함할 수 있고, 다른 것도 알려져 있지만, 이러한 막은 US 5,056,892 및 US 5,919,551에 개시되어 있다. 소자(10)는 편광용 광학 소자, 또는 편광용 광학 소자의 세트를 포함할 수 있다. 하나의 예는 선형 편광기 시트이다. 또 다른 예는 하나의 선형 편광 상태를 투과하고 직교 선형 편광 상태를 반사하는 반사 편광기이며, 다른 것도 알려져 있지만, 이러한 시트는 예를 들어, US 5,828,488에 설명되어 있다. 또 다른 예는 하나의 원형 편광 상태를 투과하고 직교 원형 편광 상태를 반사하는 반사 편광기이고, 다른 것도 알려져 있지만, 이러한 시트는 예를 들어, US 6,181,395에 설명되어 있다. 소자(10)는 렌티큘라 어레이 또는 마이크로렌즈 어레이와 같이 콤팩트할 수 있는 포커싱 시스템을 포함할 수 있다. 소자(10)는 백라이트 기술 분야에서 알려져 있는 다른 광학 소자를 포함할 수 있다.

[0096] 도 4는 어레이에서 수평으로 배열된 원통 렌즈의 형태인 수직 포커싱 시스템(1104)의 3개의 포커싱 소자(1101, 1102, 1103)를 도시하는 종래기술의 측면도이며, 참조를 위해 본 명세서에 포함된 WO 2006/119920으로부터 선택된다. 조명 유닛의 포커싱 소자(1102)를 통과하여 관찰자 평면 OP에 도달하는 수평 라인 광원 LS_2의 거의 시준된 빔이 예시되어 있다. 도 4에 따르면, 다수의 라인 광원 LS_1, LS_2, LS_3이 누적되어 배열된다. 각각의 광원은 수직 방향으로 충분히 공간적으로 간섭성이고 수평 방향으로 공간적으로 비간섭성인 광을 방출한다. 이 광은 광 변조기 SLM의 투과성 셀을 통과한다. 광은 광 변조기 SLM의 셀에 의해 수직 방향으로 회절되기만 하며, 이 셀은 홀로그램으로 인코딩된다. 포커싱 소자(1102)는 몇 개의 회절 차수에서 관찰자 평면 OP의 광원 LS_2을 촬상하고, 회절 차수 중에서 하나만 유용하다. 광원 LS_2에 의해 방출된 빔은 포커싱 시스템(1104)의 포커싱 소자(1102)를 통과하는 것만 예시되어 있다. 도 4에서, 3개의 빔은 제1회절 차수(1105), 0번째 차수(1106) 및 마이너스 제1차수(1107)를 도시한다. 단일 포인트 광원에 비해, 라인 광원은 상당히 높은 광도(luminous intensity)의 생성을 허용한다. 재구성되어야 할 3D-장면의 각각의 부분에 대한 증가된 효율 및 하나의 라인 광원의 할당을 갖는 몇 개의 홀로그래픽 영역을 이용하는 것은 유효 광도를 향상시킨다. 또 다른 장점은 레이저 대신에, 셔터의 일부일 수도 있는 예를 들어 슬롯 다이어프램의 후방에 위치된 다수의 기존의 광원이 충분히 간섭성인 광을 생성한다는 점이다.

[0097] **B. 2쌍의 OLED 및 OASLM 조합의 콤팩트 조합**

[0098] 또 다른 구현예에서, OLED 어레이 및 OASLM의 2쌍의 콤팩트 조합의 조합은 광의 진폭 및 위상을 연속적이고 조밀한 방식으로 변조하기 위해 이용될 수 있다. 이에 따라, 진폭 및 위상으로 구성되는 복소수는 투과된 광에서 화소별로 인코딩될 수 있다.

[0099] 이 구현예는 IR-OLED 어레이 및 OASLM의 제1의 콤팩트 조합 쌍과, IR-OLED 어레이 및 OASLM의 제2의 콤팩트 조합 쌍을 포함한다.

[0100] 제1쌍은 투과된 광의 진폭을 변조하고 제2쌍은 투과된 광의 위상을 변조한다. 다른 방안으로서, 제1쌍은 투과된 광의 위상을 변조하고 제2쌍은 투과된 광의 진폭을 변조한다. IR-OLED 어레이 및 OASLM의 각각의 콤팩트 조합 쌍은 상기 단락 A에서 설명된 바와 같을 수 있다. IR-OLED 어레이 및 OASLM의 2개의 콤팩트 조합 쌍은 가시광을 통과하고 IR을 흡수하는 IR-필터에 의해 분리된다.

[0101] 첫 번째 단계에서, 제1 IR-OLED 어레이는 진폭 변조를 위한 패턴을 제1 OASLM에 기록한다. 두 번째 단계에서, 제2 IR-OLED 어레이는 위상 변조를 위한 패턴을 제2 OASLM에 기록한다. IR-필터는 IR-OLED 어레이 및 OASLM의 제1의 콤팩트 조합 쌍으로부터 IR-OLED 어레이 및 OASLM의 제2의 콤팩트 조합 쌍으로 IR이 누설하는 것을 방지한다. 또한, IR-필터는 IR-OLED 어레이 및 OASLM의 제2의 콤팩트 조합 쌍으로부터 IR-OLED 어레이 및 OASLM의 제1의 콤팩트 조합 쌍으로 IR이 누설하는 것을 방지한다. 그러나, IR-필터는 IR-OLED 어레이 및 OASLM의 제2의 콤팩트 조합 쌍에서 판독 빔으로서 이용하기 위해 IR-OLED 어레이 및 OASLM의 제1의 콤팩트 조합 쌍으로부터 가시광을 투과한다. 제2 OASLM에 의해 투과된 광은 그 진폭 및 그 위상이 변조되고, 그 결과, 관찰자는 2개의 콤팩트 조합 쌍이 하우징되는 장치에 의해 방출된 광을 시청할 경우에 3차원 이미지를 관찰할 수 있다.

[0102] 위상 및 진폭의 변조는 복소수의 표현을 용이하게 한다는 것을 당업자는 이해할 것이다. 또한, OLED-디스플레이 및 OASLM은 모두 높은 해상도를 가질 수 있다. 그러므로, 이 구현예는 홀로그램을 생성하기 위해 이용되어 시청자에 의해 3차원 이미지가 시청될 수 있다.

[0103] 도 2에는, 하나의 구현예가 개시되어 있다. 20은 3차원 이미지의 생성에 도달할 수 있도록 하기 위하여 조명이

충분한 간섭성을 가지는 평면 영역의 조명을 제공하기 위한 조명 장치이다. 하나의 예는 대면적 비디오 홀로그램의 경우에 대해 US 2006/250671에 개시되어 있다. 이러한 장치 20은 렌티큘라 어레이 또는 마이크로렌즈 어레이와 같이 콤팩트할 수 있는 포커싱 시스템에 입사하는 광을 방출하는 냉음극 형광 램프 또는 백색광 발광 다이오드와 같은 백색 광원의 어레이의 형태를 가질 수 있다. 다른 방안으로서, 20에 대한 광원은 충분한 간섭성의 광을 방출하는 적색, 녹색 및 청색 레이저나, 적색, 녹색 및 청색 발광 다이오드를 포함할 수 있다. 그러나, 충분한 공간 간섭성을 갖는 비-레이저 소스(예를 들어, 발광 다이오드, OLED, 냉음극 형광 램프)가 레이저 소스보다 선호된다. 레이저 소스는 홀로그래픽 재구성에서 레이저 스펙클을 야기하는 점, 상대적으로 고가인 점, 및 홀로그래픽 디스플레이 시청자나 홀로그래픽 디스플레이 장치를 조립하는 작업을 하는 사람의 눈을 손상시킬 가능성에 관한 안전 문제의 가능성을 가진다는 점과 같은 단점을 가진다.

[0104] 소자(20-23, 26-28)는 전체적으로 두께가 대략 수 센티미터 또는 그 미만일 수 있다. 컬러 광원이 이용되면 컬러 필터가 요구되지 않을 수 있지만, 소자(21)는 컬러 필터의 어레이를 포함할 수 있고, 적색, 녹색 및 청색 광과 같은 컬러 화소의 광이 소자(22)를 향해 방출된다. 소자(22)는 투명 기판 상의 적외선 방출용 OLED의 어레이이다. 적외선 방출용 OLED의 어레이는 각각의 적외선 방출용 OLED가 소자(23)의 방향에서, 컬러 화소에 대응하는 유일한 것으로부터의 광에 평행하고 이 광과 일치하는 광을 방출하도록 되어 있다. 소자(23)는 OASLM이다. OASLM에 대하여, 적외선 방출용 OLED의 어레이는 기록 빔을 공급하고, 소자(21)에 의해 투과된 컬러 빔은 판독 빔이다. 소자(26)는 IR 광을 차단하지만 가시광을 투과하는 적외선 필터이므로, 소자(22)로부터의 IR 광은 소자(27)에 영향을 주지 않는다. 소자(27)는 OASLM이다. 소자(28)는 투명 기판 상의 적외선 방출용 OLED의 어레이이다. 적외선 방출용 OLED의 어레이는 각각의 적외선 방출용 OLED가 소자(27)의 방향에서, 컬러 화소에 대응하는 유일한 것으로부터의 광에 평행하고 이 광과 일치하는 광을 방출하도록 되어 있다. OASLM(27)에 대하여, 적외선 방출용 OLED(28)의 어레이는 기록 빔을 공급하고, 소자(26)에 의해 투과된 컬러 빔은 판독 빔이다. 투과된 광에 대하여, 소자(23)는 진폭을 변조하고 소자(27)는 위상을 변조한다. 다른 방안으로서, 소자(27)는 진폭을 변조하고 소자(23)는 위상을 변조한다. 투명 기판(28) 상의 적외선 방출용 OLED 어레이로부터의 광은 소자(26)의 방향에서 방출되므로, 소자(26)는 IR 광을 흡수할 수 있고, 이것은 소자(28)로부터의 광이 OASLM(23)을 어드레싱하는 것을 방지한다. 2개의 OLED 어레이(22 및 28)가 실질적으로 반대 방향에서 광을 방출하는 이러한 구성은 2개의 OASLM(23 및 27)이 매우 근접하게 배치될 수 있음을 보장한다. OASLM(23 및 27)이 매우 근접한 것은 광학적 손실과, 광학적 빔 발산으로부터 생기는 화소 크로스토크(cross-talk)의 문제를 감소시킬 수 있고, OASLM(23 및 27)이 더욱 근접할 경우, OASLM을 통한 컬러 광 빔의 비-중첩(non-overlapping) 전파에 대한 양호한 접근이 달성될 수 있다. 소자(27 및 28)의 순서는 도 2에서 반대일 수 있지만, 이것은 OASLM(23 및 27)을 통한 컬러 광 빔 사이의 높은 투과 및 낮은 크로스토크의 목표를 달성하기 위한 최적의 구성인 것으로 고려되지 않는다.

[0105] 소자(20)는 디스플레이 휘도를 증가시키기 위한 1개 또는 2개의 프리즘 광학 막을 포함할 수 있고, 다른 것도 알려져 있지만, 이러한 막은 US 5,056,892 및 US 5,919,551에 개시되어 있다. 소자(20)는 편광용 광학 소자, 또는 편광용 광학 소자의 세트를 포함할 수 있다. 하나의 예는 선형 편광기 시트이다. 또 다른 예는 하나의 선형 편광 상태를 투과하고 직교 선형 편광 상태를 반사하는 반사 편광기이며, 다른 것도 알려져 있지만, 이러한 시트는 예를 들어, US 5,828,488에 설명되어 있다. 또 다른 예는 하나의 원형 편광 상태를 투과하고 직교 원형 편광 상태를 반사하는 반사 편광기이고, 다른 것도 알려져 있지만, 이러한 시트는 예를 들어, US 6,181,395에 설명되어 있다. 소자(20)는 렌티큘라 어레이 또는 마이크로렌즈 어레이와 같이 콤팩트할 수 있는 포커싱 시스템을 포함할 수 있다. 소자(20)는 백라이트 기술 분야에서 알려져 있는 다른 광학 소자를 포함할 수 있다.

[0106] 콤팩트 홀로그램 생성기(25)를 포함하는 장치로부터 소정으 거리에 떨어져 있는 포인트(24)에 위치된 시청자는 25의 방향에서 시청할 경우에 3차원 이미지를 시청할 수 있다. 소자(20, 21, 22, 23, 26, 27, 28)는 인접 소자가 물리적 접촉, 예를 들어, 고정된 기계적 접촉 상태가 되도록 배치되어 있고, 각각은 그 전체가 단일의 단위 대상물이 되도록 하는 구조의 층을 구성한다. 물리적 접촉은 직접적일 수 있다. 또는, 인접 층 사이의 막의 코팅인 얇은 삽입 층이 있다면, 물리적 접촉은 간접적일 수 있다. 물리적 접촉은 정확한 상호 정렬 또는 등록을 보장하는 작은 영역으로 한정될 수 있거나, 더 큰 영역 또는 층의 전체 표면으로 연장될 수 있다. 물리적 접촉은 콤팩트 홀로그램 생성기(25)를 구성하기 위하여 광 투과 접착제를 이용하거나, 임의의 다른 적당한 프로세스(개략적인 제조 프로세스로 명명된 아래의 단락 참조)에 의해 함께 접합되는 층에 의해 달성될 수 있다.

[0107] 도 2에서, 이상적인 경우, OLED(22 및 28)의 어레이는 양호하게 시준된 광을 방출한다. 그러나, OLED는 램버트(Lambertian)(즉, 완전 확산) 분포에서의 광과 같이, 양호하게 시준되지 않은 광을 방출할 수 있다. OLED 광 방출이 양호하게 시준되지 않은 경우, OLED는 그 대응하는 OASLM에 가능한 한 근접하게 위치될 수 있다. 이 경우, OASLM 표면에 입사하는 세기(intensity)는 대략 입사 각도의 코사인의 제곱으로서 변동할 것이라고 간주된다.

45° 또는 60° 에서 입사하는 광은 수직 입사 광의 절반 또는 1/4에 불과한 각각의 세기가 될 것이다. 이에 따라, OLED가 충분히 이격되어 있고, 가시광 화소 크기에 대해 충분히 작고, OASLM에 충분히 근접해 있으면, OLED 광 방출 분포가 램버트인 것으로 한정적인 경우에도, 기하학적 효과는 공간적으로 OASLM을 가로질러 생성된 전위차에서의 상당한 변동에 이를 것이다. 입사 적외선 광 세기는 OLED 광이 수직으로 입사하는 OASLM 상의 포인트 사이에서 제로(zero)로 떨어지지 않을 수 있고, 이것은 장치에서 달성될 수 있는 콘트라스트(contrast)의 감소에 도달할 수 있다. 그러나, 이 콘트라스트 감소는 장치 구성을 단순화하는 경우에는 용인될 수 있다.

[0108] 도 2에서, 이상적인 경우, OLED(22 및 28)의 어레이는 양호하게 시준된 광을 방출한다. 그러나, OLED는 램버트(즉, 완전 확산) 분포에서의 광과 같이, 양호하게 시준되지 않은 광을 방출할 수 있다. OLED 광 방출이 양호하게 시준되지 않은 경우, OLED의 기하학적 광 분포는 참조를 위해 본 명세서에 포함된 US 5,153,670에 설명된 바와 같은 브래그 필터 홀로그래픽 광학 소자의 이용을 통해 수정될 수 있다. 브래그 필터 홀로그래픽 광학 소자는 이 소자의 부재시보다 시준된 또는 양호하게 시준된 광을 얻는다. 브래그 필터 홀로그래픽 광학 소자의 작용의 예가 도 8에 도시되어 있다. 도 8에서, 80은 OLED 어레이이고, 81은 브래그 평면(84)과 같은 브래그 평면을 포함하는 홀로그래픽 광학 소자 브래그 필터이고, 82는 OALSM이다. OLED 어레이(80)의 단일 OLED(83)는 85로서 개략적으로 표시된 분포에서 적외선 광을 방출한다. 광선(86)은 OLED 어레이(80)에 의해 방출되고, 홀로그래픽 광학 소자(81)에서 산란을 경험하고, 그 다음, 대략 수직 입사에서 OASLM(82)에 입사하는 것으로 표시되어 있다. 이와 같은 방식으로, OASLM(82)에 입사하는 적외선 광의 개선된 평행시준이 달성될 수 있다.

[0109] 추가적인 구현예가 도 5에 개시되어 있다. 57은 3차원 이미지의 생성에 도달할 수 있도록 하기 위하여 조명이 충분한 간섭성을 가지는 평면 영역의 조명을 제공하기 위한 조명 장치이다. 하나의 예는 대면적 비디오 홀로그램의 경우에 대해 US 2006/250671에 개시되어 있다. 이러한 장치는 렌티큘라 어레이 또는 마이크로렌즈 어레이(50)와 같이 콤팩트할 수 있는 포커싱 시스템에 입사하는 광을 방출하는 냉음극 형광 램프 또는 백색광 발광 다이오드와 같은 백색 광원의 어레이의 형태를 가질 수 있다. 다른 방안으로서, 57에 대한 광원은 충분한 간섭성의 광을 방출하는 적색, 녹색 및 청색 레이저나, 적색, 녹색 및 청색 발광 다이오드를 포함할 수 있다. 그러나, 충분한 공간 간섭성을 갖는 비-레이저 소스(예를 들어, 발광 다이오드, OLED, 냉음극 형광 램프)가 레이저 소스보다 선호된다. 레이저 소스는 홀로그래픽 재구성에서 레이저 스펙클을 야기하는 점, 상대적으로 고가인 점, 및 홀로그래픽 디스플레이 시청자나 홀로그래픽 디스플레이 장치를 조립하는 작업을 하는 사람의 눈을 손상시킬 가능성에 관한 안전 문제의 가능성을 가진다는 점과 같은 단점을 가진다.

[0110] 소자(57)는 디스플레이 휘도를 증가시키기 위한 1개 또는 2개의 프리즘 광학 막을 포함할 수 있고, 다른 것도 알려져 있지만, 이러한 막은 US 5,056,892 및 US 5,919,551에 개시되어 있다. 소자(57)는 편광용 광학 소자, 또는 편광용 광학 소자의 세트를 포함할 수 있다. 하나의 예는 선형 편광기 시트이다. 또 다른 예는 하나의 선형 편광 상태를 투과하고 직교 선형 편광 상태를 반사하는 반사 편광기이며, 다른 것도 알려져 있지만, 이러한 시트는 예를 들어, US 5,828,488에 설명되어 있다. 또 다른 예는 하나의 원형 편광 상태를 투과하고 직교 원형 편광 상태를 반사하는 반사 편광기이고, 다른 것도 알려져 있지만, 이러한 시트는 예를 들어, US 6,181,395에 설명되어 있다. 소자(57)는 백라이트 기술 분야에서 알려져 있는 다른 광학 소자를 포함할 수 있다.

[0111] 소자(57, 50-54)는 전체적으로 두께가 대략 수 센티미터 또는 그 미만일 수 있다. 컬러 광원이 이용되면 컬러 필터가 요구되지 않을 수 있지만, 소자(51)는 컬러 필터의 어레이를 포함할 수 있고, 적색, 녹색 및 청색 광과 같은 컬러 화소의 광이 소자(52)를 향해 방출된다. 소자(52)는 투명 기판 상의 적외선 방출용 OLED의 어레이이다. 적외선 방출용 OLED의 어레이는, 각각의 컬러 화소에 대하여, 2개의 타입의 적외선 방출용 OLED를 포함하는 유일한 쌍이 소자(53)의 방향에서, 그 대응하는 컬러 화소로부터의 광에 평행하고 이 광과 일치하는 광을 방출하도록 되어 있다. 제1타입의 적외선 방출용 OLED는 제1파장의 적외선 광을 방출한다. 제2타입의 적외선 방출용 OLED는 제1파장과 상이한 제2파장의 적외선 광을 방출한다. 소자(53)는 OASLM이다. 소자(54)는 추가적인 OASLM이다. OASLM에 대하여, 적외선 방출용 OLED의 어레이는 기록 빔을 공급하고, 소자(51)에 의해 투과된 컬러 빔은 판독 빔이다. OASLM(53)은 OLED 어레이(52)에 의해 방출된 2개의 적외선 파장 중의 제1파장에 의해 제어된다. OASLM(53)은 OLED 어레이(52)에 의해 방출된 2개의 적외선 파장 중에서 제2파장을 감지하지 못하고, OLED 어레이(52)에 의해 방출된 2개의 적외선 파장 중에서 제2파장을 투과한다. OASLM(54)은 OLED 어레이(52)에 의해 방출된 2개의 적외선 파장 중의 제2파장에 의해 제어된다. OASLM(54)은 OLED 어레이(52)에 의해 방출된 2개의 적외선 파장 중에서 제1파장을 감지하지 못하거나, 제1적외선 파장의 광이 그 흡수 및/또는 어딘가에서의 그 흡수 이후의 OASLM(53)에 의한 반사를 통해 OASLM(54)에 도달하는 것이 방지되므로, 제1적외선 파장에 대한 OASLM(54)의 감지 불가능이 반드시 콤팩트 홀로그램 생성기(55)의 요건은 아니다. 다른 방안으로서, 2개의 상이한 파장을 방출하는 단일 타입의 OLED를 이용하는 것이 가능할 수 있으며, 2개의 상이한 파장의 상대적인 세기

는 OLED 양단의 전압과 같은 파라미터에 의존한다. 2개의 상이한 파장의 방출은 시간적인 멀티플렉싱에 의해 제어될 수 있다.

[0112] 투과된 광에 대하여, 소자(53)는 진폭을 변조하고 소자(54)는 위상을 변조한다. 다른 방안으로서, 소자(54)는 진폭을 변조하고 소자(53)는 위상을 변조한다. OLED 어레이(52)가 2개의 상이한 파장의 광을 방출하는 이러한 구성은 2개의 OASLM(53 및 54)이 매우 근접하게 배치될 수 있음을 보장한다. OASLM(53 및 54)이 매우 근접한 것은 광학적 손실과, 광학적 빔 발산으로부터 생기는 화소 크로스토크의 문제를 감소시킬 수 있고, OASLM(53 및 54)이 더욱 근접할 경우, OASLM을 통한 컬러 광 빔의 비-중첩 전파에 대한 양호한 접근이 달성될 수 있다.

[0113] 콤팩트 홀로그램 생성기(55)를 포함하는 장치로부터 약간의 거리에 있는 포인트(56)에 위치된 시청자는 55의 방향에서 시청할 경우에 3차원 이미지를 시청할 수 있다. 소자(57, 50, 51, 52, 53, 54)는 인접 소자가 물리적 접촉, 예를 들어, 고정된 기계적 접촉 상태가 되도록 배치되어 있고, 각각은 그 전체가 단일의 단위 대상물이 되도록 하는 구조의 층을 구성한다. 물리적 접촉은 직접적일 수 있다. 또는, 인접 층 사이의 막의 코팅인 얇은 삽입 층이 있다면, 물리적 접촉은 간접적일 수 있다. 물리적 접촉은 정확한 상호 정렬 또는 등록을 보장하는 작은 영역으로 한정될 수 있거나, 더 큰 영역 또는 층의 전체 표면으로 연장될 수 있다. 물리적 접촉은 콤팩트 홀로그램 생성기(55)를 구성하기 위하여 광 투과 접착제를 이용하거나, 임의의 다른 적당한 프로세스(개략적인 제조 프로세스로 명명된 아래의 단락 참조)에 의해 함께 접합되는 층에 의해 달성될 수 있다.

[0114] OASLM이 진폭 변조를 수행하는 경우, 전형적인 구성에서는, 빔을 선형 편광기 시트로 통과시킴으로써, 입사하는 판독 광학 빔이 선형으로 편광될 것이다. 진폭 변조는 인가 전기장에서의 액정의 회전에 의해 제어되고, 전기장은 감광층에 의해 생성되고 광의 편광 상태에 영향을 준다. 이러한 장치에서, OASLM을 방출하는 광은 추가적인 선형 편광기 시트를 통과하고, OASLM을 통과할 때 광의 편광 상태에 있어서의 임의의 변화의 결과로 세기 감소를 가능하게 한다.

[0115] OASLM이 위상 변조를 수행하는 경우, 전형적인 구성에서는, 빔이 이미 정의된 선형 편광 상태가 아니면, 빔을 선형 편광기 시트로 통과시킴으로써, 입사하는 판독 광학 빔이 선형으로 편광될 것이다. 위상 변조는 인가 전기장의 인가에 의해 제어되고, 전기장은 감광층에 의해 생성되고 광의 편광 상태에 영향을 준다. 네마틱(nematic) 위상 액정을 이용하여 구현되는 위상 변조의 하나의 예에서, 광학 축 방향은 공간에서 고정되지만, 복굴절은 인가 전압의 함수이다. 강유전 액정을 이용하여 구현되는 위상 변조의 하나의 예에서, 복굴절은 고정되지만, 광학 축의 방향은 인가 전압에 의해 제어된다. 어느 하나의 방법을 이용하여 구현되는 위상 변조에서, 출력 빔은 인가 전압의 함수인 입력 빔에 대해 위상차를 가진다. 위상 변조를 수행할 수 있는 액정 셀의 예는 프레데릭츠(Freedericksz) 셀 배열이며, 이 배열에서는, 참조를 위해 본 명세서에 포함된 US 5,973,817에 설명된 바와 같이, 양(positive)의 유전체 이방성을 가지는 네마틱 액정의 역평행(anti-parallel) 정렬 도메인이 이용된다.

[0116] **C. EASLM 및 콤팩트 광원의 콤팩트 조합**

[0117] 이 구현예는 EASLM 및 충분한 간섭성의 콤팩트 광원의 콤팩트 조합을 제공하고, 이 조합은 적당한 조명 조건 하에서 3차원 이미지를 생성할 수 있다.

[0118] 이 구현예에서, 이미징 광학기기에 대한 요건이 없는 EASLM 및 콤팩트 광원의 콤팩트 조합이 설명된다. 이 구현예는 광원 또는 광원들, 포커싱 수단, 전기적으로 어드레싱되는 공간 광 변조기(EASLM) 및 선택적인 분리 분리기 소자의 콤팩트 조합을 제공하며, 상기 조합은 적당한 조명 조건 하에서 3차원 이미지를 생성할 수 있다.

[0119] 도 11에는, 하나의 구현예가 개시되어 있다. 도면부호 110은 3차원 이미지의 생성에 도달할 수 있도록 하기 위하여 조명이 충분한 간섭성을 가지는 평면 영역의 조명을 제공하기 위한 조명 장치를 나타낸다. 조명 장치의 하나의 예는 대면적 비디오 홀로그램의 경우에 대해 US 2006/250671에 개시되어 있고, 그 하나의 예가 도 4에 재현되어 있다. 이러한 장치 110은 렌티큘라 어레이 또는 마이크로렌즈 어레이와 같이 콤팩트할 수 있는 포커싱 시스템에 입사하는 광을 방출하는 냉음극 형광 램프 또는 백색광 발광 다이오드와 같은 백색 광원의 어레이의 형태를 가질 수 있다. 다른 방안으로서, 110에 대한 광원은 충분한 간섭성의 광을 방출하는 적색, 녹색 및 청색 레이저나, 적색, 녹색 및 청색 발광 다이오드를 포함할 수 있다. 적색, 녹색 및 청색 발광 다이오드는 유기 발광 다이오드(OLED : organic light emitting diode)일 수 있다. 그러나, 충분한 공간 간섭성을 갖는 비-레이저 소스(예를 들어, 발광 다이오드, OLED, 냉음극 형광 램프)가 레이저 소스보다 선호된다. 레이저 소스는 홀로그래픽 재구성에서 레이저 스펙클을 야기하는 점, 상대적으로 고가인 점, 및 홀로그래픽 디스플레이 시청자나 홀로그래픽 디스플레이 장치를 조립하는 작업을 하는 사람의 눈을 손상시킬 가능성에 관한 안전 문제의 가능성을 가진다는 점과 같은 단점을 가진다.

[0120] 소자(110)는 두께가 대략 수 센티미터 또는 그 미만일 수 있다. 바람직한 실시예에서, 충분한 간섭성의 콤팩트 광원을 제공하기 위하여, 소자(110-113)는 전체적으로 두께가 3 cm 미만이다. 컬러 광원이 이용되면 컬러 필터가 요구되지 않을 수 있지만, 소자(111)는 컬러 필터의 어레이를 포함할 수 있고, 적색, 녹색 및 청색 광과 같은 컬러 화소의 광이 소자(112)를 향해 방출된다. 소자(112)는 EASLM이다. 소자(113)는 선택적인 빔 분리기 소자이다. 콤팩트 홀로그램 생성기(115)를 포함하는 장치로부터 약간의 거리에 있는 포인트(114)에 위치된 시청자는 115의 방향에서 시청할 경우에 3차원 이미지를 시청할 수 있다.

[0121] 소자(110)는 디스플레이 휘도를 증가시키기 위한 1개 또는 2개의 프리즘 광학 막을 포함할 수 있고, 다른 것도 알려져 있지만, 이러한 막은 US 5,056,892 및 US 5,919,551에 개시되어 있다. 소자(110)는 편광용 광학 소자, 또는 편광용 광학 소자의 세트를 포함할 수 있다. 하나의 예는 선형 편광기 시트이다. 또 다른 예는 하나의 선형 편광 상태를 투과하고 직교 선형 편광 상태를 반사하는 반사 편광기이며, 다른 것도 알려져 있지만, 이러한 시트는 예를 들어, US 5,828,488에 설명되어 있다. 또 다른 예는 하나의 원형 편광 상태를 투과하고 직교 원형 편광 상태를 반사하는 반사 편광기이고, 다른 것도 알려져 있지만, 이러한 시트는 예를 들어, US 6,181,395에 설명되어 있다. 소자(110)는 백라이트 기술 분야에서 알려져 있는 다른 광학 소자를 포함할 수 있다.

[0122] EASLM은 셀의 어레이 내의 각각의 셀이 전기적으로 어드레싱될 수 있는 SLM이다. 각각의 셀은 투과하는 광의 진폭을 변조하거나, 투과하는 광의 위상을 변조하거나, 투과하는 광의 진폭 및 위상의 일부 조합을 변조하는 것과 같은 몇몇 방식에 의해 입사한 광에 작용한다. EASLM의 예는 참조를 위해 본 명세서에 포함된 US 5,973,817에서 주어지며, 이 예는 위상 변조용 EASLM이다. 액정 EASLM은 EASLM의 예이다. 자기 광학 EASLM은 EASLM의 추가적인 예이다.

[0123] 소자(110, 111, 112, 113)는 물리적 접촉, 실제로는 기계적 접촉 상태가 되도록 배치되어 있고, 각각은 그 전체가 단일의 단위 대상물이 되도록 하는 구조의 층을 구성한다. 물리적 접촉은 직접적일 수 있다. 또는, 인접 층 사이의 막의 코팅인 얇은 삽입 층이 있다면, 물리적 접촉은 간접적일 수 있다. 물리적 접촉은 정확한 상호 정렬 또는 등록을 보장하는 작은 영역으로 한정될 수 있거나, 더 큰 영역 또는 층의 전체 표면으로 연장될 수 있다. 물리적 접촉은 콤팩트 홀로그램 생성기(115)를 구성하기 위하여 광 투과 접착제를 이용하거나, 임의의 다른 적당한 프로세스(개략적인 제조 프로세스로 명명된 아래의 단락 참조)에 의해 함께 접합되는 층에 의해 달성될 수 있다.

[0124] 도 4는 어레이에서 수평으로 배열된 원통 렌즈의 형태인 수직 포커싱 시스템(1104)의 3개의 포커싱 소자(1101, 1102, 1103)를 도시하는 종래기술의 측면도이다. 조명 유닛의 포커싱 소자(1102)를 통과하여 관찰자 평면 OP에 도달하는 수평 라인 광원 LS_2의 거의 시준된 빔이 예시되어 있다. 도 4에 따르면, 다수의 라인 광원 LS_1, LS_2, LS_3이 누적되어 배열된다. 각각의 광원은 수직 방향으로 충분히 공간적으로 간섭성이고 수평 방향으로 공간적으로 비간섭성인 광을 방출한다. 이 광은 광 변조기 SLM의 투과성 셀을 통과한다. 광은 광 변조기 SLM의 셀에 의해 수직 방향으로 회절되기만 하며, 이 셀은 홀로그램으로 인코딩된다. 포커싱 소자(1102)는 몇 개의 회절 차수에서 관찰자 평면 OP의 광원 LS_2을 촬상하고, 회절 차수 중에서 하나만 유용하다. 광원 LS_2에 의해 방출된 빔은 포커싱 시스템(1104)의 포커싱 소자(1102)를 통과하는 것만 예시되어 있다. 도 4에서, 3개의 빔은 제1회절 차수(1105), 0번째 차수(1106) 및 마이너스 제1차수(1107)를 도시한다. 단일 포인트 광원에 비해, 라인 광원은 상당히 높은 광도의 생성을 허용한다. 재구성되어야 할 3D-장면의 각각의 부분에 대한 증가된 효율 및 하나의 라인 광원의 할당을 갖는 몇 개의 홀로그래픽 영역을 이용하는 것은 유효 광도를 향상시킨다. 또 다른 장점은 레이저 대신에, 셔터의 일부일 수도 있는 예를 들어 슬롯 다이어프램의 후방에 위치된 다수의 기존의 광원이 충분히 간섭성인 광을 생성한다는 점이다.

[0125] 일반적으로, 홀로그래픽 디스플레이는 가상 관찰자 윈도우에서 파면을 재구성하기 위해 이용된다. 파면은 실제 대상물이 존재할 경우에 이 실제 대상물이 생성하는 것이다. 관찰자의 눈이 가상 관찰자 윈도우에 위치될 때, 관찰자는 재구성된 대상물을 보며, 상기 가상 관찰자 윈도우는 몇 개의 가능한 가상 관찰자 윈도우(VOW : virtual observer window) 중의 하나일 수 있다. 도 6a에 도시된 바와 같이, 홀로그래픽 디스플레이는 다음의 구성요소, 광원, 렌즈, SLM 및 선택적인 빔 분리기를 포함한다.

[0126] 홀로그래픽 이미지를 표시할 수 있는 SLM 및 콤팩트 광원의 콤팩트 조합의 생성을 용이하게 하기 위하여, 도 6a의 단일 광원 및 단일 렌즈는 도 6b에 도시된 바와 같이, 광원 어레이와, 렌즈 어레이 또는 렌티큘라 어레이에 의해 각각 대체될 수 있다. 도 6b에서, 광원은 SLM을 조명하고 렌즈는 광원을 관찰자 평면으로 촬상한다. SLM은 홀로그램으로 인코딩되고 입력 파면을 변조하여, 희망하는 파면이 VOW에서 재구성될 수 있다. 선택적인 빔 분리

기 소자는 몇 개의 VOW, 예를 들어, 왼쪽 눈에 대한 하나의 VOW와 오른쪽 눈에 대한 하나의 VOW를 생성하기 위해 이용될 수 있다.

[0127] 광원 어레이와, 렌즈 어레이 또는 렌티큘라 어레이가 이용되면, 렌즈 어레이 또는 렌티큘라 어레이의 모든 렌즈를 통과하는 광 번들(bundle)이 VOW에서 일치하도록 어레이 내의 광원이 위치되어야 한다.

[0128] 도 6b의 장치는 콤팩트 홀로그래픽 디스플레이에 이용될 수 있는 콤팩트 설계에 도움이 된다. 이러한 홀로그래픽 디스플레이는 이동 애플리케이션, 예를 들어, 이동 전화 또는 PDA에 유용할 수 있다. 대표적으로, 이러한 홀로그래픽 디스플레이는 1 인치 또는 수 인치 정도의 화면 대각선을 가질 것이다. 홀로그래픽 서브-디스플레이는 1 cm 정도로 작은 화면 대각선을 가질 수 있다. 적절한 구성요소는 아래에서 상세하게 설명된다.

[0129] 1) 광원/광원 어레이

[0130] 간단한 경우에 있어서, 고정된 단일 광원이 이용될 수 있다. 관찰자가 이동하면, 관찰자는 트래킹될 수 있고, 디스플레이는 관찰자의 새로운 위치에서 시청가능한 이미지를 생성하도록 조정될 수 있다. 여기서, VOW의 트래킹이 없거나, 또는 SLM의 후방에서 빔 조향 소자를 이용하여 트래킹이 수행된다.

[0131] 구성가능한 광원 어레이는 백라이트에 의해 조명되는 액정 디스플레이(LCD)에 의해 달성될 수 있다. 포인트 또는 라인 광원의 어레이를 생성하기 위하여, 적절한 화소만 투과 상태로 전환된다. 이러한 광원의 개구(aperture)는 대상물의 홀로그래픽 재구성을 위하여 충분한 공간 간섭성을 보장하도록 충분히 작아야 한다. 포인트 광원의 어레이는 렌즈의 2D 배열을 포함하는 렌즈 어레이와 조합하여 이용될 수 있다. 라인 광원의 어레이는 원통 렌즈의 평행 배열을 포함하는 렌티큘라 어레이와 조합하여 이용되는 것이 바람직하다.

[0132] 바람직하게는, OLED 디스플레이는 광원 어레이로서 이용된다. 자체-발광 장치로서, OLED 디스플레이는 생성된 광의 대부분이 컬러 필터와 같은 소자에 의해 흡수되거나 완전 투과 상태가 아닌 화소에서 흡수되는 LCD보다 더욱 콤팩트하고 더욱 에너지 효율적이다. 그러나, OLED 디스플레이가 LCD 디스플레이보다 더욱 에너지 효율적인 방식으로 광을 제공하는 상황을 고려하더라도, LCD는 OLED 디스플레이에 비해 전체적인 비용상의 장점을 가질 수 있다. OLED 디스플레이가 광원 어레이로서 이용될 때, 눈 위치에서 VOW를 생성하기 위해 필요한 화소들만이 스위칭 온된다. OLED 디스플레이는 화소의 2D 배열 또는 라인 광원의 1D 배열을 가질 수 있다. 각각의 포인트 광원의 방출 영역 또는 각각의 라인 광원의 폭은 대상물의 홀로그래픽 재구성을 위해 충분한 공간 간섭성을 보장할 정도로 충분히 작아야 한다. 또한, 포인트 광원의 어레이는 렌즈의 2D 배열을 포함하는 렌즈 어레이와 조합하여 이용되는 것이 바람직하다. 라인 광원의 어레이는 원통 렌즈의 평행 배열을 포함하는 렌티큘라 어레이와 조합하여 이용되는 것이 바람직하다.

[0133] 2) 포커싱 수단: 단일 렌즈, 렌즈 어레이 또는 렌티큘라 어레이

[0134] 포커싱 수단은 광원 또는 광원들을 관찰자 평면으로 촬상한다. SLM은 포커싱 수단에 근접하므로, SLM에서 인코딩된 정보의 푸리에 변환은 관찰자 평면에 존재한다. 포커싱 수단은 하나 또는 몇 개의 포커싱 소자를 포함한다. SLM의 위치와 포커싱 수단의 위치는 교환될 수 있다.

[0135] EASLM과 충분한 간섭성의 콤팩트 광원의 콤팩트 조합을 위하여, 얇은 포커싱 수단을 가지는 것이 필수적이고, 볼록 표면을 갖는 기존의 굴절 렌즈는 너무 두꺼울 것이다. 그 대신에, 회절 또는 홀로그래픽 렌즈는 이용될 수 있다. 이 회절 또는 홀로그래픽 렌즈는 단일 렌즈, 렌즈 어레이 또는 렌티큘라 어레이의 기능을 가질 수 있다. 이러한 물질은 Physical Optics Corporation, Torrance, CA, USA에 의해 제공되는 표면 양각 홀로그래픽 제품으로서 입수가능하다. 다른 방안으로서, 렌즈 어레이가 이용될 수 있다. 렌즈 어레이는 렌즈의 2D 배열을 포함하고, 각각의 렌즈는 광원 어레이의 하나의 광원에 할당된다. 또 다른 대안으로서, 렌티큘라 어레이가 이용될 수 있다. 렌티큘라 어레이는 원통 렌즈의 1D 배열을 포함하고, 각각의 렌즈는 광원 어레이에서 대응하는 광원을 가진다. 전술한 바와 같이, 광원 어레이와, 렌즈 어레이 또는 렌티큘라 어레이가 이용되면, 렌즈 어레이 또는 렌티큘라 어레이의 모든 렌즈를 통과하는 광 번들이 VOW에서 일치하도록 어레이 내의 광원이 위치되어야 한다.

[0136] 렌즈 어레이 또는 렌티큘라 어레이의 렌즈를 통과하는 광은 임의의 다른 렌즈에 대하여 하나의 렌즈에서 비간섭성이다. 그러므로, SLM 상에서 인코딩되는 홀로그램은 서브-홀로그램으로 구성되고, 각각의 서브-홀로그램은 하나의 렌즈에 대응한다. 각각의 렌즈의 개구는 재구성된 대상물의 충분한 해상도를 보장할 정도로 충분히 커야 한다. 예를 들어, US 2006/0055994에 설명된 바와 같이, 대략 홀로그램의 인코딩된 영역의 대표적인 크기만큼 큰 개구를 갖는 렌즈를 이용할 수 있다. 이것은 각각의 렌즈가 1 또는 수 밀리미터 정도의 개구를 가져야 함을 의미한다.

[0137] 3) SLM

[0138] 홀로그램은 SLM 상에서 인코딩된다. 통상, 홀로그램에 대한 인코딩은 복소수의 2D 어레이로 구성된다. 이에 따라, 이상적으로는 SLM이 SLM의 각 화소를 통과하는 국소적인 광 빔의 진폭 및 위상을 변조할 수 있을 것이다. 그러나, 전형적인 SLM은 진폭 또는 위상 중의 어느 하나를 변조할 수 있고, 진폭 및 위상을 독립적으로 변조할 수는 없다.

[0139] 진폭-변조용 SLM은 우회-위상 인코딩(detour-phase encoding) 예를 들어, 부르크하르트(Burckhardt) 인코딩과 조합하여 이용될 수 있다. 그 단점은 하나의 복소수를 인코딩하기 위해 3개의 화소가 필요하고 재구성된 대상물이 낮은 휘도를 가진다는 점이다.

[0140] 위상-변조용 SLM은 높은 휘도를 갖는 재구성으로 귀결된다. 일례로서, 하나의 복소수를 인코딩하기 위하여 2개의 화소를 필요로 하는 소위 2-위상 인코딩이 이용될 수 있다.

[0141] EASLM은 그 회절 패턴에서 원하지 않는 높은 회절 차수에 도달하게 하는 예리하게 정의된 에지(sharply-defined edge)의 속성을 가지지만, 소프트 개구(soft aperture)의 이용은 이 문제를 감소시키거나 제거할 수 있다. 소프트 개구는 예리한 투과 컷오프를 갖지 않는 개구이다. 소프트 개구 투과 함수의 예는 가우스 프로파일(Gaussian profile)을 갖는 것이다. 가우스 프로파일은 회절 시스템에 장점이 있는 것으로 알려져 있다. 그 이유는 가우스 함수의 푸리에 변환 자체도 가우스 함수라는 수학적 결과가 존재하기 때문이다. 이에 따라, 투과 프로파일에서 예리한 컷오프를 갖는 개구를 통한 투과에 대한 경우와 대조적으로, 빔 세기 프로파일 함수는 측방향 스케일링 파리미터를 제외하고는 회절에 의해 변화하지 않는다. 가우스 투과 프로파일의 시트 어레이가 제공될 수 있다. 이 프로파일이 EASLM 개구와 정렬하여 제공되면, 빔 투과 프로파일에서 예리한 컷오프를 갖는 시스템에 비해, 더 높은 회절 차수가 부재하거나 상당히 감소될 시스템이 제공된다. 가우스 필터 또는 소프트 개구 필터는 높은 공간 주파수로부터 회절 아티팩트를 억제한다. 가우스 필터 또는 소프트 개구 필터는 왼쪽 및 오른쪽 눈에 대한 가상 관찰자 윈도우 사이의 크로스토크를 최소화한다.

[0142] 4) 빔 분리기 소자

[0143] VOW는 SLM에서 인코딩된 정보의 푸리에 변환의 하나의 주기성 간격으로 한정된다. 최대 해상도의 현재 입수가능한 SLM에 있어서, VOW의 크기는 10 mm 정도이다. 일부의 상황에서, 이것은 트래킹 없는 홀로그래픽 디스플레이에서의 애플리케이션을 위해 너무 작을 수 있다. 이 문제에 대한 하나의 해결책은 VOW의 공간적인 멀티플렉싱이며, 2 이상의 VOW가 생성된다. 공간적인 멀티플렉싱의 경우, VOW는 SLM 상의 상이한 장소에서 동시에 생성된다. 이것은 빔 분리기에 의해 달성될 수 있다. 일례로서, SLM 상의 하나의 화소 그룹은 VOW1의 정보에 의해 인코딩되고, 또 다른 그룹은 VOW2의 정보에 의해 인코딩된다. 빔 분리기는 이러한 두 개의 그룹으로부터의 광을 분리하여, VOW1 및 VOW2는 관찰자 평면에서 병렬 배치된다. 더 큰 VOW는 VOW1 및 VOW2의 심리스 타일링(seamless tiling)에 의해 생성될 수 있다. 멀티플렉싱은 왼쪽 및 오른쪽 눈에 대한 VOW의 생성을 위해 이용될 수도 있다. 그 경우, 심리스 병렬 배치는 요구되지 않으며, 왼쪽 눈에 대한 하나 또는 몇 개의 VOW와, 오른쪽 눈에 대한 하나 또는 몇 개의 VOW 사이에 갭(gap)이 존재할 수 있다. 하나의 VOW의 더 높은 회절 차수가 다른 VOW에서 중첩되지 않도록 주의해야 한다.

[0144] 빔 분리기 소자의 간단한 예는 참조를 위해 본 명세서에 포함된 US 2004/223049에 설명된 바와 같이, 투명 영역이 그 중간에 위치된 블랙 스트립으로 구성되는 시차 장벽(parallax barrier)이다. 추가적인 예는 US 2004/223049에 설명된 바와 같은 렌티큘라 시트이다. 빔 분리기 소자의 추가적인 예는 렌즈 어레이 및 프리즘 마스크이다. 콤팩트 홀로그래픽 디스플레이에서는, 전형적으로 빔 분리기 소자가 존재할 것으로 예상하겠지만, 10 mm의 전형적인 가상 관찰자 윈도우 크기는 하나의 눈에 대해서 충분히 큰 것에 불과할 것이며, 전형적인 시청자가 대략 10 cm 떨어져 있는 2개의 눈을 가지고 있으므로 이것은 만족스럽지 않다. 그러나, 공간적인 멀티플렉싱에 대한 대안으로서, 시간적인 멀티플렉싱이 이용될 수 있다. 공간적인 멀티플렉싱의 부재시에, 빔 분리기 소자는 이용될 필요가 없다.

[0145] 공간적인 멀티플렉싱은 컬러 홀로그래픽 재구성의 생성을 위해 이용될 수도 있다. 공간적인 컬러 멀티플렉싱을 위하여, 컬러 성분 적색, 녹색 및 청색의 각각에 대한 화소 그룹이 별도로 존재한다. 이러한 그룹은 SLM 상에서 공간적으로 분리되고, 적색, 녹색 및 청색 광에 의해 동시에 조명된다. 각각의 그룹은 대상물의 각각의 컬러 성분에 대해 계산된 홀로그램에 의해 인코딩된다. 각각의 그룹은 홀로그래픽 대상물 재구성의 그 컬러 성분을 재구성한다.

[0146] 5) 시간적인 멀티플렉싱

[0147] 시간적인 멀티플렉싱의 경우, VOW는 SLM 상의 동일한 장소로부터 순차적으로 생성된다. 이것은 광원의 위치를 교대하고 SLM을 동시에 재인코딩(re-encoding)함으로써 달성될 수 있다. 광원의 교대하는 위치는 관찰자 평면에서 VOW의 심리스 병렬 배치가 존재하도록 해야 한다. 시간적인 멀티플렉싱이 충분히 빠르면, 즉, 완전한 사이클에 대해 25Hz 보다 크면, 눈은 연속적으로 확대된 VOW를 볼 것이다.

[0148] 멀티플렉싱은 왼쪽 및 오른쪽 눈에 대한 VOW의 생성을 위해 이용될 수도 있다. 그 경우, 심리스 병렬 배치는 요구되지 않으며, 왼쪽 눈에 대한 하나 또는 몇 개의 VOW와, 오른쪽 눈에 대한 하나 또는 몇 개의 VOW 사이에 갭이 존재할 수 있다. 이 멀티플렉싱은 공간적이거나 시간적일 수 있다.

[0149] 공간적인 멀티플렉싱 및 시간적인 멀티플렉싱은 조합될 수도 있다. 일례로서, 하나의 눈에 대한 확대된 VOW를 생성하기 위하여 3개의 VOW가 공간적으로 멀티플렉싱된다. 이 확대된 VOW는 왼쪽 눈에 대한 확대된 VOW와, 오른쪽 눈에 대한 확대된 VOW를 생성하기 위해 시간적으로 멀티플렉싱된다.

[0150] 하나의 VOW의 더 높은 회절 차수는 다른 VOW에서 중첩하지 않도록 주의해야 한다.

[0151] VOW의 확대를 위한 멀티플렉싱은 관찰자의 운동시에 시차의 연속적인 변동을 확대된 VOW에 제공하므로, SLM의 재인코딩에 의해 이용되는 것이 바람직하다. 간소화의 예로서, 재인코딩 없는 멀티플렉싱은 확대된 VOW의 상이한 부분에서 반복된 컨텐츠를 제공할 것이다.

[0152] 시간적인 멀티플렉싱은 컬러 홀로그래픽 재구성의 생성을 위해 이용될 수도 있다. 시간적인 멀티플렉싱을 위하여, 3개의 컬러 성분에 대한 홀로그램은 SLM 상에서 순차적으로 인코딩된다. 3개의 광원은 SLM 상의 재인코딩에 동기되어 전환된다. 완전한 사이클이 충분히 빨리, 즉, 25 Hz보다 크게 반복되면, 눈은 연속적인 컬러 재구성을 보게 된다.

[0153] 6) 원하지 않는 더 높은 회절 차수의 취급

[0154] 더 작은 VOW의 타일링(tiling)에 의해 더 큰 VOW가 생성될 경우, 다음의 문제를 회피하기 위한 조치가 취해지지 않으면, 하나의 vOW의 더 높은 회절 차수는 다른 VOW에서 교란 크로스토크로 될 수 있다. 일례로서, 각각의 VOW가 SLM에서 인코딩된 정보의 푸리에 변환의 0번째 회절 차수에 위치되면, 하나의 VOW의 제1회절 차수는 인접 VOW와 중첩될 수 있다. 이 중첩은 교란 배경이 될 수 있으며, 원하지 않는 이미지의 세기가 희망하는 이미지의 세기의 약 5%를 초과하면 특히 명백해질 수 있다. 그 경우, 더 높은 회절 차수를 보상하거나 억제하는 것이 바람직하다.

[0155] SLM이 조명되는 각도가 일정하게 유지되면, 정적 각도 필터가 이용될 수 있다. 이것은 홀로그래픽 디스플레이가 트래킹을 가지지 않거나 빔 조향 소자와 같은 빔 분리기 소자가 SLM의 후방에 위치되는 경우이다. 정적 각도 필터는 브래그 필터(Bragg filter) 또는 페브리 페로 에탈론(Fabry Perot Etalon)일 수 있다.

[0156] SLM이 원하지 않는 회절 차수를 포함하는 기하학적 광 세기 분포로 되는 경우, US 5,153,670에 설명된 바와 같은 브래그 필터 홀로그래픽 광학 소자의 이용을 통해 기하학적 광 세기 분포가 수정될 수 있다. 브래그 필터 홀로그래픽 광학 소자는 이 소자의 분재시의 광 세기 분포와 상이한 광 세기 분포를 얻는다. 브래그 필터 홀로그래픽 광학 소자의 작용의 예는 도 7에 도시되어 있다. 도 7에서, 70은 SLM, 71은 브래그 평면(74)과 같은 브래그 평면을 포함하는 홀로그래픽 광학 소자 브래그 필터이다. SLM(70)의 단일 셀(73)은 75로서 개략적으로 표시된 회절 광 세기 분포에 기여한다. SLM(70)에 의해 회절되고, 홀로그래픽 광학 소자(71)에서 산란을 경험하고, 그 다음, 70 및 71 사이의 원래의 전파 방향으로 상이한 방향에서 투과되는 광선(76)이 표시되어 있다. 70 및 71 사이의 광선(76) 전파 방향이 원하지 않는 제1차수 회절 광에 대응하면, 브래그 필터(71)가 이 광을 상이한 방향으로 다시 보내는 것에 성공하였음이 명백하고, 이것은 70에 대략 수직인 방향으로 통상 위치할 시청자를 교란할 수 있는 원하지 않는 광학적 아티팩트에 기여하지 않을 수 있다.

[0157] 회절 차수의 억제를 위한 조정가능 패브리 페로 에탈론은 독일 특허출원 DE 10 2006 030 503에 개시되어 있다. 개시된 내용은 부분적인 반사 코팅에 의해 코팅된 2개의 동일평면(coplanar) 유리 시트 사이의 LC 층이다. 코팅에서의 광 빔의 각각의 반사시에, 빔은 부분적으로 반사되고 부분적으로 투과된다. 표준 패브리 페로 에탈론에서와 같이, 투과된 빔은 간섭하고, 빔 사이의 위상차는 간섭이 건설적인지 또는 파괴적인지를 결정한다. 주어진 파장에 대하여, 간섭과 그에 따른 투과는 빔의 입사 각도에 따라 변동된다. 주어진 광 전파 방향에 대하여, 주어진 광 전파 방향에 대한 LC의 굴절률을 변동시킴으로써 간섭이 조정될 수 있다. 굴절률은 LC 층의 양단에 인가되는 전기장에 의해 제어된다. 그러므로, 각도 투과 특성은 조절될 수 있고, 패브리 페로 에탈론의 전체적인 제약 내에서 필요에 따라 투과 또는 반사에 대하여 회절 차수가 선택될 수 있다. 예를 들어, 패브리 페로 에탈

론이 0번째 차수의 최적의 투과와, 제1차수의 최적의 반사를 위해 구성되면, 제2차수 및 더 높은 차수의 약간의 원하지 않는 투과가 여전히 존재할 것이다. 이 장치는 패브리 페로 에탈론의 전체적인 제약 내에서 필요에 따라 투과되거나 반사된 특정한 회절 차수의 정적 또는 순차적인 선택을 용이하게 한다.

[0158] 공간 필터는 회절 차수를 선택하기 위해 이용될 수 있다. 이러한 공간 필터는 SLM 및 VOW 사이에 위치될 수 있고, 투명 및 불투명 영역을 포함할 수 있다. 이러한 공간 필터는 원하지 않는 회절 차수를 차단하면서 희망하는 회절 차수를 투과하기 위해 이용될 수 있다. 이러한 공간 필터는 정적이거나 구성가능하다. 예를 들어, SLM 및 VOW 사이에 배치된 EASLM은 구성가능한 공간 필터로서 작용할 수 있다.

[0159] 7) 눈 트래킹(eye tracking)

[0160] 눈 트래킹을 가지는 EASLM 및 충분한 간섭성의 콤팩트 광원의 콤팩트 조합에서, 눈 위치 검출기는 관찰자의 눈의 위치를 검출할 수 있다. 하나 또는 몇 개의 VOW가 자동으로 눈 위치에 위치되므로, 관찰자는 VOW를 통해 재구성된 대상물을 볼 수 있다.

[0161] 그러나, 요구되는 추가적인 장치와 그 성능을 위한 전력 요건의 제약으로 인해, 특히 휴대용 장치나 핸드헬드 장치에서는 트래킹이 항상 실용적일 수는 없다. 트래킹이 없으면, 관찰자는 디스플레이의 위치를 수동으로 조정해야 한다. 바람직한 실시예에서는, 콤팩트 디스플레이가 PDA 또는 이동 전화에 포함될 수 있는 핸드헬드 디스플레이이므로, 이것이 용이하게 수행된다. PDA 또는 이동 전화의 이용자는 디스플레이 상에서 통상 수직으로 쳐다보는 경향이 있으므로, VOW를 눈과 정렬하기 위하여 추가적인 수고를 많이 들이지 않는다. 예를 들어, 참조를 위해 본 명세서에 포함된 WO 01/96941에 설명된 바와 같이, 핸드헬드 장치의 이용자는 최적의 시청 조건을 달성하기 위하여 손 안에서 장치의 방위를 자동으로 정하는 경향이 있을 것이라고 알려져 있다. 그러므로, 이러한 장치에서는, 이용자 눈 트래킹에 대한 필요성과, 예를 들어, 스캐닝 미러를 포함하는 복잡하고 콤팩트하지 않은 트래킹 광학기기에 대한 필요성이 없다. 그러나, 장치 및 전력에 대한 추가적인 요건이 과도한 부담을 부과하지 않으면, 이러한 장치에 대해 눈 트래킹이 구현될 수 있다.

[0162] 트래킹이 없으면, EASLM과 충분한 간섭성의 콤팩트 광원의 콤팩트 조합은 디스플레이의 조정을 간소화하기 위하여 충분히 큰 VOW를 필요로 한다. 바람직하게는, VOW 크기가 눈 동공의 크기의 몇 배이어야 한다. 이것은 작은 피치(pitch)를 갖는 SLM을 이용한 단일의 대형 VOW나, 큰 피치를 갖는 SLM을 이용한 몇 개의 작은 VOW의 타일링에 의해 달성될 수 있다.

[0163] VOW의 위치는 광원 어레이 내의 광원의 위치에 의해 결정된다. 눈 위치 검출기는 눈의 위치를 검출하고, VOW를 눈 위치에 적응시키기 위하여 광원의 위치를 설정한다. 이러한 종류의 트래킹은 US 2006/055994 및 US 2006/250671에 설명되어 있다.

[0164] 다른 방안으로서, 광원이 고정된 위치에 있을 때, VOW가 이동될 수 있다. 광원 트래킹은 광원으로부터의 광의 입사 각도의 변동을 상대적으로 감지하지 못하는 SLM을 필요로 한다. VOW 위치로 이동하기 위하여 광원이 이동되면, 이것은 이러한 구성이 내포하는 콤팩트 조합 내의 가능한 오프-노멀(off-normal) 광 전파 조건으로 인해 콤팩트 광원 및 SLM의 콤팩트 조합에 의해 달성하기가 어려울 수 있다. 이러한 경우, 디스플레이에서 일정한 광학 경로와, 디스플레이에서 최종 광학 구성요소로서 빔 조향 소자를 가지는 것이 유리하다.

[0165] 이러한 속성을 제공할 수 있는 빔 조향 소자는 도 20 및 도 21에 도시되어 있다. 이 빔 조향 소자는 디스플레이의 출력에서 광 묶의 각도를 변동시킨다. 그것은 x 및 y 트래킹에 대한 제어가능 프리즘과, z 트래킹에 대한 제어가능 렌즈의 광학적 속성을 가질 수 있다. 예를 들어, 도 20 및 도 21의 빔 조향 소자의 어느 하나, 또는 둘 모두는 단일 장치 내에서 이용될 수 있다. 빔 조향 소자는 제어가능 회절 소자이거나 제어가능 굴절 소자이다. 제어가능 굴절 소자는 등방성 선형 전기 쌍극자 자화율 텐서(isotropic linear electric dipole susceptibility tensor)를 갖는 매트릭스(matrix) 내에 내장된 액정으로 채워진 공동(cavity)의 어레이를 포함할 수 있다. 공동은 프리즘 또는 렌즈의 형상을 가진다. 전기장의 인가는 액정의 유효 굴절률을 제어하고, 이에 따라 빔 조향을 용이하게 한다. 소자의 양단에서 변동하는 빔 조향 속성을 생성하기 위하여, 전기장은 소자의 양단에서 변동될 수 있다. 전기장은 도 20에 도시된 투명 전극 사이에 인가된다. 액정은 단축 굴절 속성(uniaxial refractive property)을 가지며, 그 광학 축에 수직인 굴절률이 호스트 물질 또는 "매트릭스"의 굴절률과 동일하도록 선택될 수 있다. 다른 구성은 당업자에게 자명할 것이다. 호스트 물질은 등방성 굴절률을 가진다. 액정의 광학 축이 적당한 전기장의 인가에 의해 도 20에 도시된 z 방향에 정렬되면, z 방향을 따라 전파하는 평면파는 포인팅 벡터(Poynting vector)에 수직인 임의의 굴절률 변동을 경험하지 않으므로, 빔 조향 소자를 통과할 경우에 굴절을 경험하지 않을 것이다. 그러나, 액정의 광학 축이 z 방향에 대해 수직이 되도록 전기장이

전극의 양단에 인가되면, 광학 축에 평행하게 편광되는 z 방향을 따라 전파하는 평면파는 시스템이 제공할 수 있는 그 편광 방향에 따른 가능한 최대 굴절률 변동을 경험하므로, 빔 조향 소자를 통과할 경우에 최대 굴절을 경험할 것이다. 굴절 각도는 호스트 물질 양단의 적절한 전기장의 선택을 통해 이러한 2개의 극단적인 경우 사이에서 조정될 수 있을 것이다.

[0166] 공동이 렌즈 형상이 아니라 프리즘 형상일 경우에 빔 조향이 달성될 수 있다. 빔 조향을 위한 적절한 프리즘 형상이 도 21에 도시되어 있다. 적절한 전기장의 인가를 통해 액정의 광학 축이 도 21에 도시된 z 방향에 정렬되면, z 방향을 따라 전파하는 평면파는 그 편광 방향에서 임의의 굴절률 변동을 경험하지 않으므로, 빔 조향 소자를 통과할 경우에 굴절을 경험하지 않을 것이다. 그러나, 액정의 광학 축이 z 방향에 수직이 되도록 전기장이 전극 양단에 인가되면, 광학 축에 평행하게 편광되는 z 방향을 따라 전파하는 평면파는 시스템이 제공할 수 있는 그 포인팅 벡터에 수직인 가능한 최대의 굴절률을 경험하므로, 빔 조향 소자를 통과할 경우에 최대 굴절을 경험할 것이다. 굴절 각도는 호스트 물질 양단의 적절한 전기장의 선택을 통해 이러한 2개의 극단적인 경우 사이에서 조정될 수 있을 것이다.

[0167] 8) 실시예

[0168] 이하, EASLM 및 충분한 간섭성의 콤팩트 광원의 콤팩트 조합에 대한 예가 설명될 것이고, PDA 또는 이동 전화에 포함될 수 있는 이 조합은 적당한 조명 조건 하에서 3차원 이미지를 생성할 수 있다. EASLM 및 충분한 간섭성의 콤팩트 광원의 콤팩트 조합은 도 12에 도시된 바와 같이, 광원 어레이로서의 OLED 디스플레이, EASLM 및 렌즈 어레이를 포함한다.

[0169] VOW(도 12에서 OW로 표시됨)의 요구된 위치에 따라, OLED 디스플레이 내의 특정한 화소가 활성화된다. 이러한 화소는 EASLM을 조명하고, 렌즈 어레이에 의해 관찰자 평면으로 촬상된다. 렌즈 어레이의 렌즈 당 적어도 하나의 화소가 OLED 디스플레이에서 활성화된다. 도면에 주어진 치수에 있어서, 화소 피치가 20 ㎛이면, VOW는 400 ㎛의 측방향 증분(increment)으로 트래킹될 수 있다. 이 트래킹은 준-연속적(quasi-continuous)이다.

[0170] OLED 화소는 부분적인 공간 간섭성만을 갖는 광원이다. 부분적인 간섭성은 대상물 포인트의 불선명한 재구성에 도달하게 한다. 도면에서 주어진 치수에 있어서, 화소 폭이 20 ㎛이면, 디스플레이로부터 100 mm의 거리에서의 대상물 포인트는 100 ㎛의 측방향 불선명(lateral smearing)으로 재구성된다. 이것은 인간의 시각 체계의 해상도에 대해 충분하다.

[0171] 렌즈 어레이의 상이한 렌즈를 통과하는 광 사이에는 상당한 상호 간섭성이 존재하지 않는다. 간섭성 요건은 렌즈 어레이의 각각의 단일 렌즈로 한정된다. 그러므로, 재구성된 대상물 포인트의 해상도는 렌즈 어레이의 피치에 의해 결정된다. 그러므로, 전형적인 렌즈 피치는 인간의 시각 체계에 대해 충분한 해상도를 보장하기 위하여 1 mm 정도일 것이다. OLED 피치가 20 ㎛이면, 이것은 렌즈 피치 대 OLED 피치의 비율이 50:1임을 의미한다. 단일 OLED만이 렌즈별로 점등되면, 이것은 50^2=2,500 OLED 마다 하나의 OLED만 점등될 것임을 의미한다. 이에 따라, 디스플레이는 저전력 디스플레이일 것이다. 본 발명의 홀로그래픽 디스플레이와 기존의 OLED 디스플레이 사이의 차이점은 전자는 시청자의 눈에서 광을 집중시키는 반면, 후자는 광을 2π 스테라디언(steradian)으로 방출한다는 점이다. 기존의 OLED 디스플레이는 약 1,000 cd/m^2의 조도(luminance)를 달성함에 반해, 발명자들은 이 구현예에서, 조명된 OLED가 실제적인 애플리케이션에 대해 1,000 cd/m^2의 수 배의 조도를 달성해야 하는 것으로 산출하고 있다.

[0172] VOW는 SLM에서 인코딩된 정보의 푸리에 스펙트럼의 하나의 회절 차수로 한정된다. 500 nm의 파장에서, SLM의 화소 피치가 10 ㎛이고 하나의 복소수를 인코딩하기 위하여 2개의 화소가 필요하면, 즉, 위상-변조용 EASLM 상에서의 2-위상 인코딩이 이용되면, VOW는 10 mm의 폭을 가진다. VOW는 공간적인 멀티플렉싱 또는 시간적인 멀티플렉싱에 의한 VOW의 타일링에 의해 확대될 수 있다. 공간적인 멀티플렉싱의 경우, 빔 분리기와 같은 추가적인 광학 소자가 요구된다.

[0173] 컬러 홀로그래픽 재구성은 시간적인 멀티플렉싱에 의해 달성될 수 있다. 컬러 OLED 디스플레이의 적색, 녹색 및 청색 화소는 적색, 녹색 및 청색 광학 파장에 대해 계산된 홀로그램을 갖는 SLM의 동시 재인코딩에 의해 순차적으로 활성화된다.

[0174] 디스플레이는 관찰자의 눈의 위치를 검출하는 눈 위치 검출기를 포함할 수 있다. 눈 위치 검출기는 OLED 디스플레이의 화소의 활성화를 제어하는 제어 유닛에 접속된다.

[0175] SLM 상에서 인코딩되는 홀로그램의 계산은 높은 계산 능력을 요구하므로 외부의 인코딩 유닛에서 수행되는 것이 바람직하다. 그 다음, 디스플레이 데이터는 PDA 또는 이동 전화에 송신되어 홀로그래픽-생성 3차원 이미지의 디

스플레이를 가능하게 한다.

[0176] 실제적인 예로서, 일본의 Sanyo(등록상표) Epson(등록상표) Imaging Devices Corporation에 의해 제조된 2.6 인치 화면 대각선 XGA LCD EASLM이 이용될 수 있다. 서브화소(subpixel) 피치는 17 ㎛이다. 이것이 EASLM으로부터 0.4 m의 거리에서 홀로그램의 진폭 변조 인코딩에 의한 RGB 홀로그래픽 디스플레이를 구성하는데 이용되면, 시청 윈도우(viewing window)는 그 양단이 1.3 mm인 것으로 계산된다. 단색의 경우에 대해, 시청 윈도우는 그 양단이 4 mm인 것으로 계산된다. 동일한 구성이 이용되지만, 2-위상 인코딩에 의한 진폭 변조를 이용하여 구현되면, 시청 윈도우는 그 양단이 6 mm인 것으로 계산된다. 동일한 구성이 이용되지만, 키노폼 인코딩(Kinoform encoding)에 의한 위상 변조를 이용하여 구현되면, 시청 윈도우는 그 양단이 12 mm인 것으로 계산된다.

[0177] 다른 높은 해상도의 EASLM의 예가 존재한다. 일본의 Seiko(등록상표) Epson(등록상표) Corporation은 15 ㎛의 화소 피치를 갖는 D4:L3D13U 1.3 인치 화면 대각선 패널과 같은 단색 EASLM을 발매하였다. 동일한 회사는 0.9 인치의 화면 대각선 길이와 10 ㎛의 화소 피치를 갖는 동일한 패널 계열의 D5: L3D09U-61G00 패널을 발매하였다. 2006년 12월 12일, 동일한 회사는 0.7 인치의 화면 대각선 길이와 8.5 ㎛의 화소 피치를 갖는 동일한 계열의 L3D07U-81G00 패널의 발매를 발표하였다. D4:L3D13U 1.3 인치 패널이 EASLM으로부터 0.4 m의 거리에서의 홀로그램의 부르크하르트 진폭 변조 인코딩에 의한 단색 홀로그래픽 디스플레이를 구성하는데 이용되면, VOW는 그 양단이 5.6 mm인 것으로 계산된다.

[0178] **D. 한 쌍의 EASLM의 콤팩트 조합**

[0179] 추가적인 구현예에서, 2개의 EASLM의 조합은 연속적이고 콤팩트 방식으로 광의 진폭 및 위상을 변조하기 위해 이용될 수 있다. 이에 따라, 진폭 및 위상으로 구성되는 복소수는 화소별로 투과된 광에서 인코딩될 수 있다.

[0180] 이 구현예는 2개의 EASLM의 콤팩트 조합을 포함한다. 제1 EASLM은 투과된 광의 진폭을 변조하고, 제2 EASLM은 투과된 광의 위상을 변조한다. 다른 방안으로서, 제1 EASLM은 투과된 광의 위상을 변조하고, 제2 EASLM은 투과된 광의 진폭을 변조한다. 각각의 EASLM은 상기 단락 C에서 설명된 바와 같을 수 있다. 전체적인 어셈블리(assembly)는 2개의 EASLM이 여기서 이용되는 것을 제외하고는, 단락 C에서 설명된 바와 같을 수 있다. 2개의 EASLM의 변조 특성의 임의의 다른 조합이 가능하며, 이 조합은 진폭 및 위상의 독립적인 변조를 용이하게 하는 것과 동등하다.

[0181] 제1단계에서, 제1 EASLM은 진폭 변조를 위한 패턴에 의해 인코딩된다. 제2단계에서, 제2 EASLM은 위상 변조를 위한 패턴에 의해 인코딩된다. 제2 EASLM에 의해 투과된 광은 그 진폭 및 위상이 변조되었고, 그 결과, 관찰자가 2개의 EASLM이 하우징되는 장치에 의해 방출된 광을 시청할 때, 3차원 이미지를 관찰할 수 있다.

[0182] 위상 및 진폭의 변조는 복소수의 표현을 용이하게 한다는 것을 당업자가 이해할 것이다. 또한, EASLM은 높은 해상도를 가질 수 있다. 그러므로, 이 구현예는 홀로그램을 생성하기 위해 이용될 수 있으므로, 3차원 이미지가 시청자에 의해 시청될 수 있다.

[0183] 도 13에는, 하나의 구현예가 개시되어 있다. 130은 3차원 이미지의 생성에 도달할 수 있도록 하기 위하여 조명이 충분한 간섭성을 가지는 평면 영역의 조명을 제공하기 위한 조명 장치이다. 조명 장치의 하나의 예는 대면적 비디오 홀로그램의 경우에 대해 US 2006/250671에 개시되어 있고, 그 하나의 예는 도 4에 재현되어 있다. 이러한 장치 130은 렌티큘라 어레이 또는 마이크로렌즈 어레이와 같이 콤팩트할 수 있는 포커싱 시스템에 입사하는 광을 방출하는 냉음극 형광 램프 또는 백색광 발광 다이오드와 같은 백색 광원의 어레이의 형태를 가질 수 있다. 다른 방안으로서, 130에 대한 광원은 충분한 간섭성의 광을 방출하는 적색, 녹색 및 청색 레이저나, 적색, 녹색 및 청색 발광 다이오드를 포함할 수 있다. 적색, 녹색 및 청색 발광 다이오드는 유기 발광 다이오드(OLED)일 수 있다. 그러나, 충분한 공간 간섭성을 갖는 비-레이저 소스(예를 들어, 발광 다이오드, OLED, 냉음극 형광 램프)가 레이저 소스보다 선호된다. 레이저 소스는 홀로그래픽 재구성에서 레이저 스펙클을 야기하는 점, 상대적으로 고가인 점, 및 홀로그래픽 디스플레이 시청자나 홀로그래픽 디스플레이 장치를 조립하는 작업을 하는 사람의 눈을 손상시킬 가능성에 관한 안전 문제의 가능성을 가진다는 점과 같은 단점을 가진다.

[0184] 소자(130)는 디스플레이 휘도를 증가시키기 위한 1개 또는 2개의 프리즘 광학 막을 포함할 수 있고, 다른 것도 알려져 있지만, 이러한 막은 US 5,056,892 및 US 5,919,551에 개시되어 있다. 소자(130)는 편광용 광학 소자, 또는 편광용 광학 소자의 세트를 포함할 수 있다. 하나의 예는 선형 편광기 시트이다. 또 다른 예는 하나의 선형 편광 상태를 투과하고 직교 선형 편광 상태를 반사하는 반사 편광기이며, 다른 것도 알려져 있지만, 이러한 시트는 예를 들어, US 5,828,488에 설명되어 있다. 또 다른 예는 하나의 원형 편광 상태를 투과하고 직교 원형 편광 상태를 반사하는 반사 편광기이고, 다른 것도 알려져 있지만, 이러한 시트는 예를 들어, US 6,181,395에

설명되어 있다. 소자(130)는 렌티큘라 어레이 또는 마이크로렌즈 어레이와 같이 콤팩트할 수 있는 포커싱 시스템을 포함할 수 있다. 소자(130)는 백라이트 기술 분야에서 알려져 있는 다른 광학 소자를 포함할 수 있다.

[0185] 소자(130)는 두께가 대략 수 센티미터 또는 그 미만일 수 있다. 바람직한 실시예에서, 충분한 간섭성의 콤팩트 광원을 제공하기 위하여, 소자(130-134)는 전체적으로 두께가 3 cm 미만이다. 컬러 광원이 이용되면 컬러 필터가 요구되지 않을 수 있지만, 소자(131)는 컬러 필터의 어레이를 포함할 수 있고, 적색, 녹색 및 청색 광과 같은 컬러 화소의 광이 소자(132)를 향해 방출된다. 소자(132)는 EASLM이다. 소자(133)는 EASLM이다. 소자(134)는 선택적인 빔 분리기 소자이다. 투과된 광에 대하여, 소자(132)는 진폭을 변조하고 소자(133)는 위상을 변조한다. 다른 방안으로서, 소자(133)는 진폭을 변조하고 소자(132)는 위상을 변조한다. EASLM(132 및 133)이 매우 근접한 것은 광학적 손실과, 광학적 빔 발산으로부터 생기는 화소 크로스토크의 문제를 감소시킬 수 있고, EASLM(132 및 133)이 더욱 근접할 경우, EASLM을 통한 컬러 광 빔의 비-중첩 전파에 대한 양호한 접근이 달성될 수 있다. 콤팩트 홀로그램 생성기(136)를 포함하는 장치로부터 약간의 거리에 있는 포인트(135)에 위치된 시청자는 136의 방향에서 시청할 경우에 3차원 이미지를 시청할 수 있다.

[0186] 소자(130, 131, 132, 133, 134)는 인접 소자가 물리적 접촉, 예를 들어, 고정된 기계적 접촉 상태가 되도록 배치되어 있고, 각각은 그 전체가 단일의 단위 대상물이 되도록 하는 구조의 층을 구성한다. 물리적 접촉은 직접적일 수 있다. 또는, 인접 층 사이의 막의 코팅인 얇은 삽입 층이 있다면, 물리적 접촉은 간접적일 수 있다. 물리적 접촉은 정확한 상호 정렬 또는 등록을 보장하는 작은 영역으로 한정될 수 있거나, 더 큰 영역 또는 층의 전체 표면으로 연장될 수 있다. 물리적 접촉은 콤팩트 홀로그램 생성기(136)를 구성하기 위하여 광 투과 접착제를 이용하거나, 임의의 다른 적당한 프로세스(개략적인 제조 프로세스로 명명된 아래의 단락 참조)에 의해 함께 접합되는 층에 의해 달성될 수 있다.

[0187] EASLM이 진폭 변조를 수행하는 경우, 전형적인 구성에서는, 빔을 선형 편광기 시트로 통과시킴으로써, 입사하는 판독 광학 빔이 선형으로 편광될 것이다. 진폭 변조는 인가 전기장에서의 액정의 회전에 의해 제어되고, 이전기장은 광의 편광 상태에 영향을 준다. 이러한 장치에서, EASLM을 방출하는 광은 추가적인 선형 편광기 시트를 통과하고, EASLM을 통과할 때 광의 편광 상태에 있어서의 임의의 변화의 결과로 세기 감소를 가능하게 한다.

[0188] EASLM이 위상 변조를 수행하는 경우, 전형적인 구성에서는, 빔이 이미 정의된 선형 편광 상태가 아니면, 빔을 선형 편광기 시트로 통과시킴으로써, 입사하는 판독 광학 빔이 선형으로 편광될 것이다. 위상 변조는 전기장의 인가에 의해 제어되고, 이 전기장은 광의 편광 상태에 영향을 준다. 네마틱(nematic) 위상 액정을 이용하여 구현되는 위상 변조의 하나의 예에서, 광학 축 방향은 공간에서 고정되지만, 복굴절은 인가 전압의 함수이다. 강유전 액정을 이용하여 구현되는 위상 변조의 하나의 예에서, 복굴절은 고정되지만, 광학 축의 방향은 인가 전압에 의해 제어된다. 어느 하나의 방법을 이용하여 구현되는 위상 변조에서, 출력 빔은 인가 전압의 함수인 입력 빔에 대해 위상차를 가진다. 위상 변조를 수행할 수 있는 액정 셀의 예는 프레데릭츠(Freedericksz) 셀 배열이며, 이 배열에서는, US 5,973,817에 설명된 바와 같이, 양(positive)의 유전체 이방성(anisotropy)을 가지는 네마틱 액정의 역평행(anti-parallel) 정렬 도메인이 이용된다.

[0189] 콤팩트 홀로그래픽 디스플레이에 이용하기 위한 콤팩트 어셈블리는 작은 또는 최소의 간격에 의해 결합되는 2개의 EASLM을 포함한다. 바람직한 실시예에서, 2개의 SLM은 동일한 화소의 수를 가진다. 2개의 EASLM은 관찰자로부터 등거리에 있지 않으므로, 관찰자에 대하여 상이한 거리에 위치하는 효과를 보상하기 위하여, 2개의 EASLM의 화소 피치는 약간 상이해야 할 필요가 있다(그러나, 대략 동일한 것이다). 제1 SLM의 화소를 통과한 광은 제2 SLM의 대응하는 화소를 통과한다. 그러므로, 광은 2개의 SLM에 의해 변조되고, 진폭 및 위상의 복합 변조가 독립적으로 달성될 수 있다. 일례로서, 제1 SLM은 진폭-변조용이고 제2 SLM은 위상-변조용이다. 또한, 2개의 SLM의 변조 특성의 임의의 다른 조합이 가능하고, 이 조합은 진폭 및 위상의 독립적인 변조를 모두 용이하게 한다.

[0190] 제1 SLM의 화소를 통과한 광이 제2 SLM의 대응하는 화소만을 통과하는지에 대해 주의해야 한다. 제1 SLM의 화소로부터의 광이 제2 SLM의 비-대응(non-corresponding) 인접 화소를 통과하면, 크로스토크가 발생할 것이다. 이 크로스토크는 화질 감소에 이르게 할 수 있다. 화소 사이의 크로스토크를 최소화하는 문제에 대한 4개의 가능한 방법이 있다. 이러한 방법은 단락 B의 구현예에 적용될 수도 있다는 것은 당업자에게 명백할 것이다.

[0191] (1) 첫 번째의 가장 간단한 방법은 정렬된 화소를 갖는 2개의 SLM을 정렬된 화소와 함께 직접 결합하거나 접착하는 것이다. 광의 발산 전파를 야기하는 제1 SLM의 화소에서 회절이 발생할 것이다. SLM 사이의 간격은 제2 SLM의 인접 화소 사이의 크로스토크를 용인가능한 레벨로 유지할 정도로 충분히 얇아야 한다. 일례로서, 10 ㎛의 화소 피치에 있어서, 2개의 EASLM의 간격은 10-100 ㎛의 미만이거나 이와 동일해야 한다. 커버 유리의 두께

가 1 ㎜ 정도이므로, 이것은 기존 방식으로 제조된 SLM에 의해 거의 달성될 수 없다. 오히려, SLM 사이에 얇은 분리층만을 갖는 샌드위치(sandwich) 방식이 하나의 프로세스에서 제종되는 것이 바람직하다. 개략적인 제조 프로세스의 단락에서 개요가 설명된 제조 방법이 작은 또는 최소의 거리에 의해 분리되는 2개의 EASLM을 포함하는 장치를 만들기 위해 적용될 수 있다.

[0192] 도 14는 2차원 모델에서 슬릿(slit)으로부터의 다양한 거리에 대하여, 폭이 10 ㎛인 슬릿으로부터의 회절에 대해 계산된 프레넬 회절 프로파일(Fresnel diffraction profile)을 도시하고 있으며, 그 치수는 슬릿(z)에 대해 수직이고 슬릿(x)에 대해 횡단한다. 균일한 조명의 슬릿은 x 축 상의 -5 ㎛ 및 +5 ㎛ 사이에 위치되고, z은 제로 마이크론(zero micron)과 동일하다. 광 투과 매체는 1.5의 굴절률을 가지도록 선택되고, 이것은 콤팩트 장치에서 이용될 매체를 나타낼 수 있다. 광은 633 ㎚의 진공 파장을 갖는 적색 광으로 선택되었다. 녹색 및 청색 파장은 적색 광보다 더 짧은 파장을 가지며, 이에 따라, 적색 광에 대한 계산은 3개의 컬러, 적색, 녹색 및 청색에 대한 가장 강력한 회절 효과를 나타낸다. 계산은 Parametric Technology(등록상표) Corp., Needham, MA, USA에 의해 판매된 MathCad(등록상표)에 의해 수행되었다. 도 15는 슬릿 중심에 중심을 둔 10 ㎛ 폭 내에 유지되는 세기(intensity)의 분량(fraction)을 슬릿으로부터의 거리의 함수로서 도시하고 있다. 슬릿으로부터 20 ㎛의 거리에서, 도 15는 세기의 90% 이상이 여전히 슬릿의 10 ㎛ 폭 내에 있음을 도시하고 있다. 이에 따라, 이 2차원 모델에서는, 화소 세기의 약 5% 미만이 각각의 인접 화소에 입사할 것이다. 이 계산은 화소 사이의 제로 경계 폭의 제한적인 경우이다. 화소 사이의 실제 경계 폭은 제로(zero)보다 크므로, 실제 시스템에 대하여, 크로스토크 문제는 여기서 계산된 것보다 낮을 것이다. 도 14에서, 슬릿으로부터 50 ㎛에서와 같이, 슬릿에 근접한 프레넬 회절 프로파일은 슬릿에서 최상-등급(top-hat) 세기 함수에 다소 근접한다. 이에 따라, 슬릿에 근접한 넓은 회절 특징이 존재하지 않는다. 넓은 회절 특징은 당업자에게 알려진 바와 같이, 싱크 제곱 함수(sinc squared function)인 최상-등급 함수의 원격장 회절 함수에 있다. 넓은 회절 특징은 슬릿으로부터의 300 ㎛ 거리의 경우에 대해 도 14에서 관찰된다. 이것은 2개의 EASLM을 충분히 근접하게 배치함으로써 회전 효과가 제어될 수 있음을 보여주고, 2개의 EASLM을 근접하게 배치하는 것의 장점은 회절 프로파일의 함수 형태가 원격장의 특징적인 함수 형태로부터 슬릿에 수직인 축에 근접한 광을 포함하는 것에 더욱 효과적인 함수 형태로 변화하는 점이라는 것을 보여준다. 광이 SLM의 작은 개구를 통과할 때, 당업자는 강하고 상당하며 회피할 수 없는 회절 효과를 기대하는 경향이 있으므로, 상기 장점은 홀로그래피 기술 분야의 당업자의 사고 방식과 반대이다. 이에 따라, 당업자는 2개의 SLM을 서로 근접하게 배치하는 것이 회절 효과로 인한 화소 크로스토크에 의한 불가피한 심각한 문제에 이르게 될 것으로 예상할 것이므로, 당업자는 2개의 SLM을 서로 근접하게 배치하도록 동기 부여가 되지 않을 것이다.

[0193] 도 16은 슬릿으로부터의 거리의 함수로서 세기 분포의 윤곽 도면을 도시하고 있다. 윤곽선은 선형 스케일이 아니라 로그 스케일 상에서 도시되어 있다. 전체적으로 100의 세기 인자 범위(intensity factor range)를 포괄하는 10개의 윤곽선이 이용된다. 슬릿으로부터 약 50 ㎛ 내의 거리에 대하여 10 ㎛ 슬릿 폭으로 상당한 정도의 세기 분포의 한정이 명백하다.

[0194] 추가적인 실시예에서는, 제2 EASLM에서 크로스토크 문제를 감소시키기 위하여, 제1 EASLM에서의 화소의 개구 영역이 감소될 수 있다.

[0195] (2) 두 번째 방법은 도 17에 도시된 바와 같이 2개의 SLM 사이에서 렌즈 어레이를 이용한다. 렌즈의 수는 각각의 SLM의 화소의 수와 동일한 것이 바람직하다. 2개의 SLM과 렌즈의 피치는 관찰자로부터의 거리에 있어서의 차이를 보상하기 위하여 약간 상이할 수 있다. 각각의 렌즈는 도 17의 광 번들(171)에 의해 도시된 바와 같이, 제2 SLM의 각각 화소 상에서 제1 SLM의 화소를 촬상한다. 광 번들(172)에 의해 도시된 바와 같이, 크로스토크를 발생할 수 있는 인접 렌즈를 통과하는 광도 존재할 것이다. 이것은 그 세기가 충분히 낮거나 그 방향이 VOW에 도달하지 않을 정도로 충분히 상이하면 무시될 수 있다.

[0196] 각각의 렌즈의 개구수(NA : numerical aperture)는 충분한 해상도로 화소를 촬상하기 위하여 충분히 커야 한다. 일례로서, 5 ㎛의 해상도에 대하여, NA $\approx$ 0.2가 요구된다. 이것은, 기하학적 광학기기가 고려될 경우, SLM 및 렌즈 어레이의 피치가 10 ㎛이면, 렌즈 어레이 및 각각의 SLM 사이의 최대 거리가 약 25 ㎛라는 것을 의미한다.

[0197] 각각의 SLM의 몇 개의 화소를 렌즈 어레이의 하나의 렌즈에 할당하는 것도 가능하다. 일례로서, 제1 SLM의 4개의 화소의 그룹은 렌즈 어레이의 렌즈에 의해 제2 SLM의 4개의 화소의 그룹으로 촬상될 수 있다. 이러한 렌즈 어레이의 렌즈 수는 각각의 SLM에서의 화소 수의 1/4일 것이다. 이것은 렌즈의 더 높은 NA와, 이에 따라, 촬상된 화소의 더 높은 해상도를 가능하게 한다.

[0198] (3) 세 번째 방법은 가능한 한 많이 제1 EASLM의 화소의 개구를 감소시키는 것이다. 회절의 관점에서 보면, 제1

SLM의 화소에 의해 조명되는 제2 SLM의 영역은 도 18에 도시된 바와 같이, 제1 EASLM의 화소의 개구 폭 D와 회절 각도에 의해 결정된다. 도 18에서, d는 2개의 EASLM 사이의 거리이고, w는 제로 차수 최대값의 어느 한쪽에서 발생하는 2개의 제1차수 회절 최소값 사이의 거리이다. 이것은 프라운호퍼 회절(Fraunhofer diffraction) 또는 프라운호퍼 회절에 대한 합리적인 근사값을 가정하고 있다.

[0199] 한편, 개구 폭 D를 감소시키는 것은 도 18에서 점선으로 표시된 바와 같이, 조명 영역의 중앙 부분에서 직접 투영된 영역을 감소시킨다. 다른 한편으로, 프라운호퍼 회절에서 회절 각도는 1/D에 비례하므로, 회절 세기는 증가한다. 이것은 제2 EASLM 상의 조명 영역의 폭 w를 증가시킨다. 조명 영역은 전체 폭 w를 가진다. 프라운호퍼 회절 방식에서는, 프라운호퍼 회절에서 2개의 제1차수 최소값 사이의 거리로부터 유도된 수학식 $w = D + 2d\lambda/D$를 이용하여, 주어진 간격 d에서 w를 최소화하도록 D가 결정될 수 있다.

[0200] 예를 들어, λ가 0.5 ㎛이고, d가 100 ㎛이고, w가 20 ㎛이면, 10 ㎛의 D에 대해 D의 최소값을 얻는다. 프라운호퍼 방식은 이 예에서 양호한 근사값이 아닐 수 있지만, 이 예는 프라운호퍼 회절 방식에서 회절 프로세스를 제어하기 위하여 EASLM 사이의 거리를 이용하는 원칙을 예시하고 있다.

[0201] (4) 네 번째 방법은 제2 SLM의 화소 상에서 제1 SLM의 화소를 촬상하기 위하여 광 섬유 페이스 플레이트(fiber optic faceplate)를 이용한다. 광 섬유 페이스 플레이트는 평행 광 섬유의 2D 배열로 구성된다. 섬유(fiber)의 길이 및 그에 따른 페이스 플레이트의 두께는 전형적으로 수 밀리미터(millimeter)이고, 플레이트의 페이스 양단의 대각선의 길이는 수 인치에 이른다. 일례로서, 섬유의 피치는 6 ㎛ 일 수 있다. 이러한 섬유 피치를 갖는 광 섬유 페이스 플레이트는 Edmund Optics Inc. of Barrington, New Jersey, USA에 의해 판매된다. 각각의 섬유는 그 하나의 단부로부터 다른 단부로 광을 안내한다. 그러므로, 페이스 플레이트의 일측 상의 이미지는 높은 해상도에 의해 포커싱 소자 없이 타측으로 전달된다. 이러한 페이스 플레이트는 도 19에 도시된 바와 같이 2개의 SLM 사이의 분리층으로서 이용될 수 있다. 멀티모드 섬유는 단일모드 섬유보다 더욱 양호한 커플링 효율(coupling efficiency)을 가지므로, 멀티모드 섬유가 단일모드 섬유보다 선호된다. 프레넬(Fresnel) 후방 반사 손실을 최소화하므로, 섬유의 코어(core)의 굴절률이 액정의 굴절률과 일치될 때, 커플링 효율이 최적이다.

[0202] 2개의 SLM 사이에는 추가적인 커버 유리가 존재하지 않는다. 편광기, 전극 및 정렬층은 광 섬유 페이스 플레이트에 직접 부착된다. 이러한 층의 각각은 매우 얇으며, 즉, 1-10 ㎛ 정도이다. 그러므로, 액정(LC) 층(LC1 및 LC2)은 페이스 플레이트에 매우 근접한다. 제1 SLM의 화소를 통과한 광은 제2 SLM의 각각의 화소에 안내된다. 이것은 인접 화소에 대한 크로스토크를 최소화한다. 페이스 플레이트는 제1 SLM의 출력에서의 광 분포를 제2 SLM의 입력으로 전달한다. 평균적으로, 화소 당 적어도 하나의 섬유가 존재해야 한다. 평균적으로, 화소 당 하나의 섬유 미만이 존재하는 경우, SLM 해상도는 손실될 것이며, 홀로그래픽 디스플레이의 애플리케이션에서 보여지는 화질을 감소시킬 것이다.

[0203] 도 19에서, 제1 SLM은 진폭을 변조하고, 제2 SLM은 위상을 변조한다. 조합에 의해 완전한 복합 변조를 용이하게 하는 다른 변조 특성도 2개의 EASLM에 대해 가능하다.

[0204] 홀로그램에서 진폭 및 위상 정보를 인코딩하기 위한 콤팩트 배열의 예가 도 10에 개시되어 있다. 104는 3차원 이미지의 생성에 도달할 수 있도록 하기 위하여 조명이 충분한 간섭성을 가지는 평면 영역의 조명을 제공하기 위한 조명 장치이다. 조명 장치의 하나의 예는 대면적 비디오 홀로그램의 경우에 대해 US 2006/250671에 개시되어 있다. 이러한 장치 104는 렌티큘라 어레이 또는 마이크로렌즈 어레이(100)와 같이 콤팩트할 수 있는 포커싱 시스템에 입사하는 광을 방출하는 냉음극 형광 램프 또는 백색광 발광 다이오드와 같은 백색 광원의 어레이의 형태를 가질 수 있다. 다른 방안으로서, 104에 대한 광원은 충분한 간섭성의 광을 방출하는 적색, 녹색 및 청색 레이저나, 적색, 녹색 및 청색 발광 다이오드를 포함할 수 있다. 그러나, 충분한 공간 간섭성을 갖는 비-레이저 소스(예를 들어, 발광 다이오드, OLED, 냉음극 형광 램프)가 레이저 소스보다 선호된다. 레이저 소스는 홀로그래픽 재구성에서 레이저 스펙클을 야기하는 점, 상대적으로 고가인 점, 및 홀로그래픽 디스플레이 시청자나 홀로그래픽 디스플레이 장치를 조립하는 작업을 하는 사람의 눈을 손상시킬 가능성에 관한 안전 문제의 가능성을 가진다는 점과 같은 단점을 가진다.

[0205] 소자(104)는 디스플레이 휘도를 증가시키기 위한 1개 또는 2개의 프리즘 광학 막을 포함할 수 있고, 다른 것도 알려져 있지만, 이러한 막은 US 5,056,892 및 US 5,919,551에 개시되어 있다. 소자(104)는 편광용 광학 소자, 또는 편광용 광학 소자의 세트를 포함할 수 있다. 하나의 예는 선형 편광기 시트이다. 또 다른 예는 하나의 선형 편광 상태를 투과하고 직교 선형 편광 상태를 반사하는 반사 편광기이며, 다른 것도 알려져 있지만, 이러한 시트는 예를 들어, US 5,828,488에 설명되어 있다. 또 다른 예는 하나의 원형 편광 상태를 투과하고 직교 원형 편광 상태를 반사하는 반사 편광기이고, 다른 것도 알려져 있지만, 이러한 시트는 예를 들어, US 6,181,395에

설명되어 있다. 소자(104)는 백라이트 기술 분야에서 알려져 있는 다른 광학 소자를 포함할 수 있다.

[0206] 소자(104, 100-103)는 전체적으로 그 두께가 대략 수 센티미터 또는 그 미만일 수 있다. 컬러 광원이 이용되면 컬러 필터가 요구되지 않을 수 있지만, 소자(101)는 컬러 필터의 어레이를 포함할 수 있고, 적색, 녹색 및 청색 광과 같은 컬러 화소의 광이 소자(102)를 향해 방출된다. 소자(102)는 프레데릭츠 셀과 같이, 위상 정보를 인코딩하는 EASLM이다. 소자(103)는 기존의 상업적으로 입수가능한 액정 디스플레이 장치에서와 같이, 진폭 정보를 인코딩하는 EASLM이다. 여기서 107로 표시된 소자(102) 내의 각각의 셀은 여기서 108로 표시된 소자(103) 내의 대응하는 셀과 정렬된다. 그러나, 소자(102 및 103) 내의 셀은 동일한 측방향 간격 또는 피치를 가지지만, 광 출구 셀(107)은 전형적으로 소자(103) 내의 입구 셀(108) 전방에서 약간의 회절을 경험할 수 있으므로, 소자(102) 내의 셀은 소자(103) 내의 셀보다 작거나 동일한 크기이다. 진폭 및 위상이 인코딩되는 순서는 도 10에 도시된 것과 반대일 수 있다.

[0207] 콤팩트 홀로그램 생성기(105)를 포함하는 장치로부터 약간의 거리를 둔 포인트(106)에 위치된 시청자는 105의 방향에서 시청할 경우에 3차원 이미지를 시청할 수 있다. 소자(104, 100, 101, 102, 103)는 콤팩트 홀로그램 생성기(105)를 구성하기 위하여, 전술한 바와 같이 물리적으로 접촉 상태가 되도록 배치된다.

[0208] **E. OLED 및 OASLM 조합의 1개 또는 2개의 쌍, 또는 1개 또는 2개의 EASLM의 콤팩트 조합을 포함하며, 대상물의 홀로그래픽 재구성에 의한 대배율(large magnification) 3차원 이미지 디스플레이 장치 구성요소**

[0209] OLED 및 OASLM 조합의 1개 또는 2개의 쌍, 또는 1개 또는 2개의 EASLM의 콤팩트 조합을 포함하며, 대상물의 홀로그래픽 재구성에 의한 대배율 3차원 이미지 디스플레이 장치 구성요소가 도 24에 도시되어 있다. 장치 구성요소는 (상기 단락 A, B, C 및 D에 개시된 바와 같은) SLM 및 충분한 간섭성의 콤팩트 광원의 콤팩트 조합을 포함하고, 상기 조합은 적당한 조명 조건 하에서 VOW(도 24에서 OW로 표시됨)에서 시청 가능한 3차원 이미지를 생성할 수 있고, 상기 장치 구성요소는 예를 들어, PDA 또는 이동 전화에 포함될 수 있다. SLM 및 충분한 간섭성의 콤팩트 광원의 콤팩트 조합은 도 24에 도시된 바와 같이, 광원의 어레이, SLM 및 렌즈 어레이를 포함한다. 도 24의 SLM은 OLED 및 OASLM 조합의 1개 또는 2개의 쌍, 또는 1개 또는 2개의 EASLM, 또는 OLED 및 OASLM의 1개의 조합 쌍과 1개의 EASLM의 콤팩트 조합을 포함한다.

[0210] 간단한 예에서, 광원의 어레이는 다음과 같이 구성될 수 있다. 단색 LED와 같은 단일 광원은 개구가 조명되도록 개구의 어레이 다음에 배치된다. 개구가 슬릿의 1차원 어레이이면, 슬릿에 의해 투과된 광이 광원의 1차원 어레이를 구성한다. 개구가 원(circle)의 2차원 어레이이면, 원의 조명된 세트(set)는 광원의 2차원 어레이를 구성한다. 전형적인 개구 폭은 약 20 ㎛일 것이다. 이러한 광원의 어레이는 하나의 눈을 위한 VW의 생성에 기여하기에 적당하다.

[0211] 도 24에서, 광원의 어레이는 렌즈 어레이로부터의 거리 u에 위치된다. 광원의 어레이는 도 1의 소자(10)의 광원일 수 있고, 도 1의 소자(11)를 선택적으로 포함할 수 있다. 정확하게 말하면, 광원 어레이의 각각의 광원은 렌즈 어레이의 대응하는 렌즈로부터의 거리 u에 위치된다. 광원 어레이 및 렌즈 어레이의 평면은 바람직한 실시예에서 평행하다. SLM은 렌즈 어레이의 어느 일측에 위치될 수 있다. VOW는 렌즈 어레이로부터의 거리 u에 있다. 렌즈 어레이의 렌즈는 f = 1/[1/u + 1/v]로 주어진 초점 거리 f를 갖는 수렴 렌즈이다. 바람직한 실시예에서, v는 300 mm 내지 600 mm의 범위이다. 특히 바람직한 실시예에서, v는 약 400 mm이다. 바람직한 실시예에서, u는 10 mm 내지 30 mm의 범위이다. 특히 바람직한 실시예에서, u는 약 20 mm이다. 배율 인자 M은 v/u에 의해 주어진다. M은 SLM에 의해 변조된 광원이 VOW에서 확대되는 인자이다. 바람직한 실시예에서, M은 10 내지 60의 범위이다. 특히 바람직한 실시예에서, M은 약 20이다. 양호한 홀로그래픽 화질을 갖는 이러한 배율 인자를 달성하는 것은 광원 어레이 및 렌즈 어레이의 정확한 정렬을 필요로 한다. 이러한 정확한 정렬을 유지하기 위하여, 그리고, 구성요소의 동작 수명을 초과하여, 광원 어레이 및 렌즈 어레이 사이에서 동일한 거리를 유지하기 위해서는, 장치 구성요소의 상당한 기계적 안정성이 요구된다.

[0212] VOW는 트래킹 가능하거나 트래킹 불가능할 수 있다. VOW가 트래킹 가능하면, VOW의 요구되는 위치에 따라, 광원의 어레이 내의 특정한 광원이 활성화된다. 활성화된 광원은 SLM을 조명하고, 렌즈 어레이에 의해 관찰자 평면으로 촬상된다. 렌즈 어레이의 렌즈 당 적어도 하나의 광원이 광원 어레이에서 활성화된다. 트래킹은 준-연속적이다. u가 20 mm이고 v가 400 mm일 경우, 화소 피치가 20 ㎛이면, VOW는 400 ㎛의 측방향 증분으로 트래킹될 수 있다. 이 트래킹은 준-연속적이다. u가 20 mm이고 v가 400 mm이면, f는 대략 19 mm이다.

[0213] 광원 어레이의 광원은 부분적인 공간 간섭성만 가질 수 있다. 부분적인 간섭성은 대상물 포인트의 불선명한 재구성에 이르게 한다. u가 20 mm이고 v가 400 mm일 경우, 광원 폭이 20 ㎛이면, 디스플레이로부터 100 mm의 거리

의 대상물 포인트는 100 ㎛의 측방향 불선명에 의해 재구성된다. 이것은 인간의 시각 체계의 해상도에 대해 충분하다.

[0214] 렌즈 어레이의 상이한 렌즈를 통과하는 광 사이에는 임의의 상당한 상호 간섭성이 존재할 필요가 없다. 간섭성 요건은 렌즈 어레이의 각각의 단일 렌즈에 한정된다. 그러므로, 재구성된 대상물 포인트의 해상도는 렌즈 어레이의 피치에 의해 결정된다. 전형적인 렌즈 피치는 인간의 시각 체계에 대한 충분한 해상도를 보장하기 위하여 1 mm 정도일 것이다.

[0215] VOW는 SLM에서 인코딩된 정보의 푸리에 스펙트럼의 하나의 회절 차수로 한정된다. 500 nm의 파장에서, SLM의 화소 피치가 10 ㎛이고 하나의 복소수를 인코딩하기 위해 2개의 화소가 필요하면, 즉, 위상-변조용 EASLM 상에서의 2-위상 인코딩이 이용되면, VOW는 10 mm의 폭을 가진다. VOW는 공간적인 멀티플렉싱 또는 시간적인 멀티플렉싱에 의한 VOW의 타일링에 의해 확대될 수 있다. 공간적인 멀티플렉싱의 경우, 빔 분리기와 같은 추가적인 광학 소자가 요구된다. 이 구현예에서 사용될 수도 있는 멀티플렉싱에 대한 몇 가지 방법은 상기 단락 C에 설명되어 있다.

[0216] 컬러 홀로그래픽 재구성은 시간적인 멀티플렉싱에 의해 달성될 수 있다. 컬러 OLED 디스플레이의 적색, 녹색 및 청색 화소는 적색, 녹색 및 청색 광학 파장에 대해 계산된 홀로그램에 의한 SLM의 동시 재인코딩에 의해 순차적으로 활성화된다.

[0217] 장치 구성요소가 일부를 구성하는 디스플레이는 관찰자의 눈의 위치를 검출하는 눈 위치 검출기를 포함할 수 있다. 눈 위치 검출기는 광원의 어레이 내에서 광원의 활성화를 제어하는 제어 유닛에 접속된다.

[0218] SLM 상에서 인코딩되는 홀로그램의 계산은 높은 계산 능력을 요구하므로 외부 인코딩 유닛에 수행되는 것이 바람직하다. 다음으로, 디스플레이 데이터는 PDA 또는 이동 전화에 송신되어 홀로그래픽-생성 3차원 이미지의 디스플레이를 가능하게 한다.

[0219] 실제적인 예로서, 일본의 Sanyo(등록상표) Epson(등록상표) Imaging Devices Corporation에 의해 제조된 2.6 인치 화면 대각선 XGA LCD EASLM이 이용될 수 있다. 서브화소(subpixel) 피치는 17 ㎛이다. 이것이 EASLM으로부터 0.4 m의 거리에서 홀로그램의 진폭 변조 인코딩에 의한 RGB 홀로그래픽 디스플레이를 구성하는데 이용되면, 시청 윈도우는 그 양단이 1.3 mm인 것으로 계산된다. 단색의 경우에 대해, 시청 윈도우는 그 양단이 4 mm인 것으로 계산된다. 동일한 구성이 이용되지만, 2-위상 인코딩에 의한 진폭 변조를 이용하여 구현되면, 시청 윈도우는 그 양단이 6 mm인 것으로 계산된다. 동일한 구성이 이용되지만, 키노폼 인코딩(Kinoform encoding)에 의한 위상 변조를 이용하여 구현되면, 시청 윈도우는 그 양단이 12 mm인 것으로 계산된다.

[0220] 다른 높은 해상도의 EASLM의 예가 존재한다. 일본의 Seiko(등록상표) Epson(등록상표) Corporation은 15 ㎛의 화소 피치를 갖는 D4:L3D13U 1.3 인치 화면 대각선 패널과 같은 단색 EASLM을 발매하였다. 동일한 회사는 0.9 인치의 화면 대각선 길이와 10 ㎛의 화소 피치를 갖는 동일한 패널 계열의 D5: L3D09U-61G00 패널을 발매하였다. 2006년 12월 12일, 동일한 회사는 0.7 인치의 화면 대각선 길이와 8.5 ㎛의 화소 피치를 갖는 동일한 계열의 L3D07U-81G00 패널의 발매를 발표하였다. D4:L3D13U 1.3 인치 패널이 EASLM으로부터 0.4 m의 거리에서의 홀로그램의 부르크하르트 진폭 변조 인코딩에 의한 단색 홀로그래픽 디스플레이를 구성하는데 이용되면, VW는 그 양단이 5.6 mm인 것으로 계산된다.

[0221] **F. OLED 및 OASLM 조합의 1개 또는 2개의 쌍, 또는 1개 또는 2개의 EASLM의 콤팩트 조합을 포함하며, 대상물의 홀로그래픽 재구성에 의한 3차원 이미지 디스플레이 장치**

[0222] OLED 및 OASLM 조합의 1개 또는 2개의 쌍, 또는 1개 또는 2개의 EASLM의 콤팩트 조합은 매우 콤팩트할 수 있으므로, 핸드헬드 3차원 디스플레이 장치, 또는 더욱 대형의 3차원 디스플레이 장치에서 이용될 수 있다. 상기 조합은 예를 들어, 이동 전화, 위성 내비게이션 장치, 자동차 디스플레이, 컴퓨터 게임 장치, 또는 슬림 텔레비전 디스플레이에 통합될 수 있다. 이러한 3차원 디스플레이는 단일 이용자만을 위한 것이 바람직하다. 이용자는 장치의 발광 표면에 일반적으로 수직인 위치와, 대략 500 mm의 거리와 같이, 최적의 시청이 달성되는 장치로부터의 거리에 위치된다. 예를 들어, WO 01/96941에 설명된 바와 같이, 핸드헬드 장치의 이용자는 최적의 시청 조건을 달성하기 위하여 손 안에서 장치의 방위를 자동으로 정하는 경향이 있을 것이라고 알려져 있다. 그러므로, 이러한 장치에서는, 이용자 눈 트래킹에 대한 필요성과, 예를 들어, 스캐닝 미러를 포함하는 복잡하고 콤팩트하지 않은 트래킹 광학기기에 대한 필요성이 없다. 그러나, 장치 및 전력에 대한 추가적인 요건이 과도한 부담을 부과하지 않으면, 이러한 장치에 대해 눈 트래킹이 구현될 수 있다.

[0223] OLED 및 OASLM 조합의 1개 또는 2개의 쌍, 또는 1개 또는 2개의 EASLM의 콤팩트 조합을 포함하며, 대상물의 홀

로그래픽 재구성에 의한 위성 내비게이션 3차원 이미지 디스플레이 장치의 장점은 다음 사항을 포함한다. 3차원 이미지 정보는 운전자가 운전하면서 인지하는 것에 더욱 밀접하게 대응하므로, 운전자는 다음 교차로에서 행해야 할 조종(maneuver)과 같이, 2차원 이미지 정보보다 바람직한 경로 정보의 3차원 이미지를 발견할 수 있다. 메뉴 아이콘과 같은 디스플레이 상의 다른 정보는 3차원으로 디스플레이될 수 있다. 디스플레이 상의 일부 또는 모든 정보는 3차원으로 디스플레이될 수 있다.

[0224] OLED 및 OASLM 조합의 1개 또는 2개의 쌍, 또는 1개 또는 2개의 EASLM의 콤팩트 조합을 포함하며, 대상물의 홀로그래픽 재구성에 의한 자동차 3차원 이미지 디스플레이 장치의 장점은 다음 사항을 포함한다. 상기 장치는 후진 조종 도중에, 또는 차량보다 폭이 넓지 않거나 차량보다 폭이 좁은 개구를 통해 운전을 시도하는 동안에, 차량 근처의 벽과 같은 대상물에 근접하는 자동차의 범퍼(펜더)의 3차원 이미지와 같은 3차원 정보를 직접 디스플레이할 수 있다. 개구가 차량보다 폭이 좁은 경우, 3차원 이미지 디스플레이 장치는 차량이 개구를 통과하지 못할 것이라는 점을 운전자가 이해하도록 도울 수 있다. 3차원 이미지는 차량 내부 또는 차량 상에 설치된 센서로부터의 정보를 이용하여 구성될 수 있다. 속도, 온도, 엔진 분당 회전수, 또는 차량 내에서 디스플레이되어야 하는 것으로 알려져 있는 다른 정보와 같은 다른 차량 정보가 디스플레이 상에 3차원으로 디스플레이될 수 있다. 위성 내비게이션 정보는 디스플레이 상에 3차원으로 디스플레이될 수 있다. 디스플레이 상의 일부 또는 모든 정보는 3차원으로 디스플레이될 수 있다.

[0225] 출력 윈도우의 크기는 푸리에 평면에서의 회절 패턴의 주기성 간격에 의해 제한된다. OLED-디스플레이 또는 EASLM의 화소 피치가 대략 10 ㎛이면, 파장 500 nm의 가시광에 대하여, 가상 관찰자 윈도우(VOW) 폭은 홀로그램을 위해 SLM에서 이용되는 인코딩에 따라 500 mm의 거리에서 대략 10 mm 내지 25 mm이다. 이것은 하나의 눈에 대해 충분한 폭이다. 다른 눈에 대한 제2의 VOW는 공간 광 변조기의 컨텐츠의 공간적인 멀티플렉싱 또는 시간적인 멀티플렉싱에 의해 생성될 수 있다. 트래킹이 부재시에는, 최적의 3차원 이미지를 보기 위하여, 관찰자는 자신의 눈이 VOW에 있고 장치로부터의 최적의 거리에 있도록 장치 및/또는 자신의 방위를 정하고 이동해야 한다.

[0226] 디스플레이 장치의 위치 및 방위를 조정하는 프로세스는 몇 개의 VOW를 타일링함으로써 용이하게 행해질 수 있다. 2개 또는 3개의 VOW는 x 및 y 방향으로 병렬 배치될 수 있으므로, 더 넓은 영역이 VOW에 의해 포괄될 수 있다. 타일링은 공간적인 멀티플렉싱이나 시간적인 멀티플렉싱에 의해 수행되거나, 공간적인 멀티플렉싱 및 시간적인 멀티플렉싱의 조합에 의해 수행될 수 있다.

[0227] 시간적인 멀티플렉싱에서, 광은 시간에 있어서 순차적으로 VOW에 투영된다. VOW가 상이한 컨텐츠를 가지고 있으면, 공간 광 변조기는 재인코딩되어야 한다. 공간적인 멀티플렉싱에서, 상이한 VOW에 대한 컨텐츠는 공간 광 변조기에서 인코딩되지만, 동시에, 공간 광 변조기의 상이한 영역에서 인코딩된다. 빔 분리기는 공간 광 변조기의 상이한 영역으로부터의 광을 상이한 VOW로 분리할 수 있다. 공간적인 멀티플렉싱 및 시간적인 멀티플렉싱의 조합이 이용될 수 있다.

[0228] 이동 전화 또는 PDA에 이용하기 위한 핸드헬드 3차원 디스플레이의 전형적인 화면 대각선 크기는 1 인치 내지 수 인치의 범위에 있다. 홀로그래픽 서브-디스플레이는 1 cm 만큼 작은 화면 대각선을 가질 수 있다.

[0229] 시청자의 2개의 눈 중에서 각각의 눈으로 동일한 이미지를 디스플레이하는 것과 같이, 3차원 이미지 디스플레이는 2차원 이미지를 디스플레이하도록 전환될 수 있다.

[0230] OLED 및 OASLM 조합의 1개 또는 2개의 쌍, 또는 1개 또는 2개의 EASLM의 콤팩트 조합을 포함하는 3차원 이미지 디스플레이 장치의 구현예가 도 3에 도시되어 있다. 도 3의 장치는 전화 호출을 행할 수 있는 이동 전화(30)이며, 호출 도중에, 유사한 장치가 적절하게 구비된 상대방의 3차원 비디오 이미지가 화면 영역(31)에서 디스플레이된다. 이동 전화에는 이동 통신을 위한 안테나(32)가 구비되어 있다. 다른 실시예에서, 안테나는 이동 전화(30)의 본체 내에 존재할 수 있다. 이동 전화(30)에는, 이용자의 오른쪽 눈 장면 및 왼쪽 눈 장면을 각각 녹화하기 위한 2개의 카메라(33 및 34)가 구비되어 있다. 오른쪽 눈 장면 및 왼쪽 눈 장면은 입체 이미지 데이터를 포함한다. 이동 전화(30)에는, 숫자 및 "*" 및 "#" 기호를 위한 키이(35)와, 온-스크린 메뉴 내에서 이동하거나, 한 글자 역행하거나(backspacing), 유닛을 온(on) 또는 오프(off)하는 것과 같은 다른 기능을 위한 키이(36)가 구비되어 있다. "ON", "OFF" 또는 "2"와 같은 키이 상에 존재하는 라벨(label)은 유닛이 거꾸로 이용되는 것을 방지하도록 되어 있고, 3차원 비디오 전화의 양 당사자가 다른 당사자를 거꾸로 시청하는 것을 방지한다. 이용시에, 2개의 시청의 눈 및 2개의 카메라(33 및 34)는 동일 평면이고, 이용자의 얼굴은 화면 영역(31)에 대략 수직으로 위치되는 것이 바람직하다. 이것은 2개의 카메라(33 및 34)가 시청자의 눈을 포함하는 평면에서 시차(parallax)를 녹화하는 것을 보장한다. 디스플레이에 대한 시청자의 머리의 최적의 시청 위치는 2개의 카메라(33 및 34)가 이 위치에서 시청자의 머리에 대한 최적의 화질을 얻도록 미리 결정된다. 3차원 비디오

전화 호출에서는 동일한 내용이 반대편 당사자에게도 사실이므로, 두 당사자는 최적의 화질에 의해 양방향(two-way) 3차원 비디오 전화 호출에 참여할 수 있다. 각각의 시청자가 자신의 얼굴에서 카메라(33 및 34)를 정확하게 지시하는 것을 보장하기 위해서는, 이것이 그 카메라 방향의 위치 및 방위 에러에 대한 시청자의 범위를 제한할 것이므로, 각각의 눈에 대한 가상 관찰자 윈도우가 각각의 눈보다 훨씬 크지 않다는 점을 보장하는 것이 바람직할 수 있다. 촬영될 대상물에서 장치를 지시함으로써 상기 장치는 대상물의 3차원 촬영을 행할 수 있다. 다른 방안으로서, 이용자는 장치 화면 상에서의 작은 아이콘의 이용을 통해 장치의 최적의 방위를 달성하도록 안내될 수 있다. 상기 장치는 눈 트래킹을 구현할 수도 있다. 여기서 설명된 장치 포맷 및 용도는 홀로그래픽에 의해, 자동입체 방식에 의해, 또는 임의의 다른 방법에 의해 3차원 이미지를 생성하는 장치에 이용될 수 있다.

[0231] 양방향 3차원 비디오 전화 호출 비디오 전화 호출 도중에, 카메라(33 및 34)는 이용자의 오른쪽 눈 장면 및 왼쪽 눈 장면을 각각 녹화한다. 이러한 장면으로부터 얻어진 데이터는 3차원 비디오 전화 호출에서 상대방이 보유한 대응하는 장치 상에서 3차원 비디오 이미지를 구성하기 위해 이용된다. 3차원 이미지가 자동입체 방식으로 생성되면, 카메라(33 및 34)로부터의 장면은 자동입체 디스플레이에서 양쪽 눈 이미지를 생성하기 위해 직접 이용될 수 있다. 3차원 이미지가 홀로그래픽에 의해 생성되면, 홀로그래픽 데이터의 1개 또는 2개의 SLM으로의 적절한 인코딩을 허용하고, 컴퓨터 생성 홀로그램을 사용함으로써, 카메라(33 및 34)로부터의 장면을 포함하는 데이터가 처리되어야 한다. 3차원 이미지가 홀로그래픽에 의해 생성될 때, 3차원 디스플레이는 홀로그래픽 디스플레이이다. 홀로그래픽 디스플레이는 자동입체 디스플레이와는 대조적으로, 완전한 깊이 정보, 즉, 원근조절(accomodation)(눈 포커싱) 및 시차를 제공한다. 홀로그래픽 디스플레이는 대상물의 홀로그래픽 재구성, 즉, 정확한 깊이에서의 모든 대상물 포인트의 홀로그래픽 재구성을 제공한다.

[0232] 여기서 설명된 핸드헬드 3차원 디스플레이의 애플리케이션은 양방향 3차원 비디오 전화 호출을 저장하는 것을 포함한다. 또 다른 애플리케이션은 예를 들어, 구입하기 전에 물품을 시청하거나, 대상물의 손상을 검사하기 위하여, 전화 호출의 상대방이 대상물 또는 장면의 3차원 장면을 보여주는 것을 포함한다. 또 다른 애플리케이션은 개인의 신분을 확인하는 것을 포함하며, 이것은 3차원 장면에 의해 용이하게 행해질 수 있다. 쌍둥이 또는 변장한 사람과 같이 외모가 매우 유사한 개인을 구별하는 능력은 3차원 장면에 의해 용이하게 행해질 수 있다. 또 다른 애플리케이션은 데이터 서비스 내에서와 같이 추가적인 접촉을 행하기 위하여 개인을 시청하는 것을 포함하며, 그 결정은 3차원 장면에 의해 용이하게 행해질 수 있다. 또 다른 애플리케이션은 3차원 장면을 갖는 성인용 컨텐츠를 시청하는 작업을 포함하며, 시청자는 2차원 장면보다 3차원 장면을 선호할 수 있다.

[0233] 상이한 개인은 자신의 눈 사이에 상이한 거리를 가진다. 하나의 구현예에서, 대상물의 홀로그래픽 재구성에 의한 3차원 디스플레이 장치는 디스플레이의 이용자가 투영된 왼쪽 눈 및 오른쪽 눈 가상 관찰자 윈도우 사이의 거리를 변동시킬 수 있는 메뉴 옵션(menu option)을 가진다. 메뉴 옵션의 선택시에, 이용자는 가상 관찰자 윈도우 사이의 간격을 증가시키거나 감소시키기 위하여 장치 키 패드 상의 키를 누른다. 디스플레이를 쳐다보고 3차원 이미지를 시청하기 위하여 탐색하면서 이것이 행해지면, 인식할 수 있는 가장 양호한 3차원 이미지를 시청자에게 제공하는 가상 관찰자 윈도우 사이의 간격이 선택될 수 있다. 다음으로, 선택된 거리는 이용자 선호사항으로 저장될 수 있다. 장치가 하나 이상의 개인에 의해 이용되는 경우, 다수의 이용자 선호사항이 장치에 저장될 수 있다. 가상 관찰자 윈도우 사이에서 선호하는 정확한 거리를 선택함에 있어서, 이용자가 트래킹 소프트웨어보다 나을 수 있으므로, 장치가 관찰자의 눈의 위치를 독립적으로 트래킹하는 능력을 가지더라도, 이러한 메뉴 옵션이 구현될 수 있다. 이러한 선택이 일단 행해지면, 눈 사이의 거리가 고정된 파라미터로 된 후에는, 관찰자의 눈에 대해 덜 정확한 위치 결정이 요구될 수 있으므로, 이것은 트래킹의 속도를 높일 수 있다. 또한, 2개의 가상 관찰자 윈도우 사이에서 선호되는 거리를 선택할 수 있는 것은, 왼쪽 눈 및 오른쪽 눈 장면 사이의 거리가 장치 하드웨어에 의해 고정되기 쉬운 자동입체 시스템에 비해 장점을 제공한다.

[0234] **G. OLED 및 OASLM 조합의 1개 또는 2개의 쌍, 또는 1개 또는 2개의 EASLM의 콤팩트 조합을 포함하는 2D-프로젝터**

[0235] 상기 단락 F에서와 같이 광을 다수의 VOW에 투영하는 대신, 장치로부터의 광은 화면, 벽 또는 일부 다른 표면에 투영될 수도 있다. 이에 따라, 이동 전화, PDA 또는 몇몇 다른 장치의 3차원 디스플레이 장치는 포켓 프로젝터(pocket projector)로서 이용될 수도 있다.

[0236] 홀로그래픽 투영의 향상된 품질은 입사 광의 진폭 및 위상을 변조하는 SLM을 이용하여 얻어질 수 있다. 이에 따라, 복소값 홀로그램은 SLM 상에서 인코딩될 수 있고, 화면 또는 벽에서 재구성되는 더욱 양호한 화질을 얻을 수 있다.

[0237] 이전 단락에서 설명된, OLED 및 OASLM 조합의 1개 또는 2개의 쌍, 또는 1개 또는 2개의 EASLM의 콤팩트 조합은

프로젝터에서 SLM으로서 이용될 수 있다. 상기 조합의 콤팩트한 크기로 인해, 프로젝터는 콤팩트해질 것이다. 프로젝터는 이동 전화, PDA 또는 몇몇 다른 장치와 동일한 장치일 수도 있으며, "3차원 디스플레이" 및 "프로젝터" 모드 사이에서 전환될 수 있다.

[0238] 기존의 2D 프로젝터에 비해, 홀로그래픽 2D 프로젝터는 투영 렌즈가 필요하지 않고 투영된 이미지가 광학 원격장의 모든 거리에서 포커싱된다는 장점을 가진다. WO 2005/059881에 개시된 바와 같이, 종래 기술의 홀로그래픽 2D 프로젝터는 복합 변조를 행할 수 없는 단일 SLM을 이용한다. 여기에 개시된 홀로그래픽 2D 프로젝터는 복합 변조를 행할 수 있을 것이므로, 우수한 화질을 가질 것이다.

[0239] **H. 적외선 OLED 디스플레이 및 OASLM의 1개 또는 2개의 콤팩트 조합을 이용하는 자동입체 또는 홀로그래픽 디스플레이**

[0240] (예를 들어, 상기 단락 A에 설명된) 적외선 OLED 디스플레이 및 OASLM의 콤팩트 조합은 자동입체 디스플레이(ASD : autostereoscopic display), 바람직하게는 이동 전화 또는 PDA 내의 핸드헬드 ASD에서 이용될 수도 있다. 전형적인 시청자에게는, ASD가 홀로그래픽 디스플레이만큼 시청하기가 편안하지 않을 수 있지만, 일부의 상황에서, ASD는 홀로그래픽 디스플레이보다 제조 비용이 저렴하거나 이미지 데이터를 공급하기가 용이할 수 있다. ASD는 몇 개의 시청 구역(viewing zone)을 제공하며, 이것에 의하여, 각각의 시청 구역은 3D-장면의 상이한 투시 장면을 보여준다. 관찰자의 눈이 상이한 시청 구역에 있으면, 관찰자는 입체 이미지를 본다. ASD 및 홀로그래피 사이의 차이에 주목해야 하며, ASD는 평면 이미지를 제공하는 반면, 홀로그래피는 3D 장면에서 각각의 대상물 포인트의 z-정보도 제공한다.

[0241] 통상, ASD는 디스플레이 상의 시청 구역의 공간적인 멀티플렉싱에 기초하고 있고, 빔 분리기 소자, 예를 들어, 렌티큘라(lenticular), 장벽 마스크 또는 프리즘 마스크를 이용하고 있다. 장벽 마스크는 "시차 장벽(parallax barrier)"이라고 할 수도 있다. 단점으로서, ASD에서는, 각각의 시청 구역에서의 해상도가 시청 구역의 수에 역비례하여 감소된다. 그러나, 이 단점은 전술한 바와 같은 ASD가 가질 수 있는 장점에 의해 상쇄될 수 있다.

[0242] (예를 들어, 상기 단락 A에서 설명된) 적외선 OLED 디스플레이 및 진폭-변조용 OASLM의 콤팩트 조합은 높은 해상도를 갖는 진폭-변조용 디스플레이로서 이용될 수 있다. 적외선 OLED 디스플레이 및 진폭-변조용 OASLM의 콤팩트 조합이 빔 분리기 소자와 조합되면, 높은 해상도의 ASD가 만들어질 수 있다. 콤팩트 조합의 높은 해상도는 공간적인 멀티플렉싱으로 인한 해상도의 손실을 상쇄할 수 있다.

[0243] 하나 이상의 추가적인 OASLM 구성요소를 필요로 하는 ASD에 대하여, (예를 들어, 상기 단락 A 및 B에 설명된) 하나 이상의 OLED 어레이 및 하나 이상의 OASLM의 콤팩트 조합을 이용하는 것의 장점은 비-패턴(non-patterned) OASLM이다. 빔 분리기 및 OLED 어레이를 포함하는 ASD는 패턴이 형성된 OLED로 인한 아티팩트, 예를 들어, 빔 분리기의 주기와 OLED의 주기 사이의 모아레(Moiré) 효과를 가질 수 있다. 그와 대조적으로, 콤팩트 조합의 OASLM 상의 정보는 연속적이고, 빔 분리기의 주기만 존재하고, 주기-기반 아티팩트는 발생하지 않는다.

[0244] ASD 광원은 LED, 레이저, OLED 또는 CCFL과 같은 하나 이상의 광원일 수 있다. 광원은 간섭성일 필요가 없다. 백색 광원이 이용될 경우, ASD가 컬러 이미지를 디스플레이하기 위한 것이면, 광원과, 발광 디스플레이 및 진폭-변조용 OASLM의 콤팩트 조합 사이에 적색, 녹색 및 청색 필터와 같은 컬러 필터의 층이 요구될 것이다.

[0245] (예를 들어, 상기 단락 A에 설명된) 적외선 OLED 디스플레이 및 OASLM의 콤팩트 조합은 홀로그래픽 디스플레이, 바람직하게는 이동 전화나 PDA의 핸드헬드 디스플레이에서 이용될 수도 있다. 여기서, 홀로그래픽 디스플레이는 디스플레이 상의 시청 구역의 공간적인 멀티플렉싱에 기초하고 있고, 빔 분리기 소자, 예를 들어, 렌티큘라, 장벽 마스크 또는 프리즘 마스크를 이용하고 있다. 장벽 마스크는 "시차 장벽"이라고 할 수도 있다. (예를 들어, 상기 단락 A에 설명된) 적외선 OLED 디스플레이 및 OASLM의 콤팩트 조합은 높은 해상도를 갖는 홀로그래픽 디스플레이로서 이용될 수 있다. 적외선 OLED 디스플레이 및 진폭-변조용 OASLM의 콤팩트 조합이 빔 분리기 소자와 조합되면, 높은 해상도의 홀로그래픽 디스플레이가 만들어질 수 있다. 콤팩트 조합의 높은 해상도는 공간적인 멀티플렉싱으로 인한 해상도의 손실을 상쇄할 수 있다. 또 다른 구현예에서, OLED 어레이 및 OASLM의 콤팩트 조합의 2개의 쌍의 조합은 단락 B에 설명된 바와 같이, 광의 진폭 및 위상을 순차적으로 그리고 콤팩트한 방식으로 변조하기 위하여 이용될 수 있다. 이에 따라, 진폭 및 위상으로 구성되는 복소수는 화소별로 투과된 광에서 인코딩될 수 있다. 적외선 OLED 디스플레이 및 진폭-변조용 OASLM의 2개의 쌍의 콤팩트 조합이 빔 분리기 소자와 조합되면, 높은 해상도의 홀로그래픽 디스플레이가 만들어질 수 있다. 콤팩트 조합의 높은 해상도는 공간적인 멀티플렉싱으로 인한 해상도의 손실을 상쇄할 수 있다. 빔 분리기 소자를 갖는 홀로그래픽 디스플레이는 몇 개의 시청 구역을 제공할 수 있고, 이것에 의해, 각각의 시청 구역은 3D-장면의 상이한 투시 장면을 보여준다.

관찰자의 눈이 상이한 시청 구역에 있으면, 관찰자는 홀로그래픽 이미지를 본다.

[0246] **I. 3차원 통신에서 요구되는 데이터 프로세싱 시스템**

[0247] 3차원 통신에서 요구되는 데이터 프로세싱 시스템은 도 22에 개략적으로 도시되어 있다. 도 22에서, 당사자(220)는 또 다른 당사자(221)와 3차원 통신 중이다. 이미지의 구성에 이용하기 위한 카메라 데이터는 도 3에 도시된 이동 전화 장치(30)를 이용하여 수집되거나, 또는 유사한 기능을 갖는 일부 장치에 의해 수집될 수 있다. 3차원 이미지 디스플레이를 위한 데이터 프로세싱은 이동 전화(30) 또는 동등한 장치일 수 있는 당사자(220)의 장치에서 수행되거나, 다른 당사자(221)의 장치에서 수행될 수 있지만, 2개의 이동 전화 사이의 전송 네트워크 상에 위치된 중계 시스템(224)에서 수행되는 것이 바람직하다. 전송 네트워크는 제1링크(222), 중계 시스템(224) 및 제2링크(223)를 포함한다. 2개의 링크(222 및 223)는 무선 링크 또는 비-무선(non-wireless) 링크일 수 있다. 중계 시스템(224)은 컴퓨터 생성 홀로그램 또는 자동입체 이미지와 같은 3차원 이미지의 디스플레이를 가능하게 하기 위한 계산을 수행하기 위한 컴퓨터를 포함할 수 있다. 컴퓨팅(computation)은 이동 전화 배터리 전력을 완전히 고갈시키지는 않지만, 그 대신에 주요 전력을 이용할 수 있으므로, 상기 계산을 수행하기 위하여 2개의 이동 전화 사이의 전송 네트워크의 컴퓨터를 이용하는 것이 바람직하다. 전송 네트워크 상에 위치된 컴퓨터는 다수의 3차원 비디오 전화 호출에 대한 이미지 프로세싱을 동시에 수행하기 위해 이용될 수 있고, 이용되지 않는 컴퓨팅 프로세싱 능력의 양을 감소시킴으로써 컴퓨팅 자원의 더욱 효율적인 이용을 허용할 수 있다. 컴퓨팅 프로세싱 능력에 대한 요건이 감소되면, 이것은 더 적은 컴퓨터 회로 및 메모리를 필요로 할 것이고, 컴퓨팅이 요구되는 계산이 전송 네트워크 상에 위치된 컴퓨터에 의해 수행될 것이므로, 이동 전화 또는 동등한 장치의 무게가 감소될 것이다. 결국, 상기 계산을 수행하는 소프트웨어는 전송 네트워크 상에 위치된 컴퓨터 상에만 설치될 필요가 있을 것이고, 이동 전화 또는 동등한 장치 상에는 설치될 필요가 없을 것이다. 이것은 이동 전화 메모리 요건, 소프트웨어 무단 복제의 범위를 감소시킬 것이고, 소프트웨어 코드에 존재하는 임의의 산업적인 비밀의 보호를 향상시킬 것이다. 3차원 이미지 디스플레이에 요구되는 다량의 계산은 중계 시스템(224)에 의해 수행될 수 있지만, 일부 이미지 계산은 데이터 전송 전에 이용자 장치에 의해 수행되는 것이 가능하다. 2개의 카메라 이미지가 상당히 유사한 경우, 2개의 이미지가 제1이미지 및 차분 이미지(difference image)로서 송신되면, 데이터 전송이 용이해질 수 있으며, 차분 이미지는 2개의 이미지 사이의 차분(difference)이며, 차분 이미지는 예를 들어, 데이터 압축을 용이하게 하는 데이터 압축 기술에 더욱 용이하게 도움이 될 수 있다. 또한, 3차원 이미지 디스플레이 장치는 압축된 이미지 데이터의 압축해제와 같은 약간의 이미지 계산을 수행할 수 있다.

[0248] 도 22의 시스템의 하나의 예에서, 1 쌍의 입체 이미지를 구성하는 제1이미지 및 제2이미지는 이용자(220)의 장치에 의해 링크(222)를 통해 중계 장치(224)로 송신된다. 차분 데이터는 완전한 이미지보다 전형적으로 데이터를 적게 필요로 할 것이므로, 전송된 제2이미지는 2개의 입체 이미지 사이의 차분 이미지일 수 있다. 3차원 전화 통화가 진행 중이면, 제1이미지는 현재의 이미지와 1 시간 단계(time step) 이전의 이미지 사이의 차분으로서 표현될 수 있다. 이와 유사하게, 제2이미지는 현재의 이미지와 1 시간 단계 이전의 사이의 차분으로서 표현될 수 있다. 그 다음, 중계 장치(224)는 당업계에 알려진 2D 및 3차원(3D) 이미지 사이에서 변환하기 위한 계산 절차를 이용하여, 그 대응하는 깊이 지도에 의해 수신 데이터로부터 2차원(2D) 이미지를 계산할 수 있다. 컬러 이미지의 경우, 3개의 기본 컬러에서 3개의 성분의 2D 이미지가 그 대응하는 깊이 지도(depth map)와 함께 요구된다. 다음으로, 2D 이미지 및 깊이 지도에 대응하는 데이터는 링크(223)를 통해 이용자(221)의 장치로 전송될 수 있다. 이용자(221)의 장치는 수신된 2D 이미지 및 깊이 지도에 기초하여 그 콤팩트 3차원 디스플레이 장치에서 홀로그램을 인코딩한다. 전송 대역폭을 효율적으로 이용하기 위하여, 이 시스템 내에서 전송된 데이터는 알려진 압축 절차를 받을 수 있고, 대응하는 압축해제는 수신 장치에 의해 수행된다. 이용될 가장 효율적인 데이터 압축량은 더 적은 데이터 압축이 이용될 경우에 요구되는 대역폭의 코스트(cost)와, 데이터 압축 또는 압축해제를 수행함에 있어서 이동 장치의 배터리로부터 요구되는 전력 사이에서 균형을 찾는 것이다.

[0249] 중계 장치(224)는 계산된 3D 데이터와 일치하는지를 시도할 수 있는 알려진 3D 형상의 세트를 포함하는 라이브러리(library)를 액세스하거나, 입력 2D 이미지 데이터와 일치하는지를 시도할 수 있는 알려진 2D 프로파일의 세트를 포함하는 라이브러리를 액세스할 수 있다. 알려진 형상에 대하여 양호하게 일치하는 것이 발견되면, 2D 또는 3D 이미지는 알려진 형상에 대해 표현될 수 있으므로, 이것은 계산 프로세스의 속도를 증가시킬 수 있다. 뛰어난 테니스 선수나 축구 선수와 같은 스포츠 스타 세트의 얼굴 또는 신체 형상과, 유명한 테니스 코트 또는 유명한 축구장과 같은 뛰어난 스포츠 장소의 전부 또는 일부의 형상과 같은 3D 형상의 라이브러리가 제공될 수 있다. 예를 들어, 사람의 얼굴의 3D 이미지는, 중계 장치(224)가 액세스하여 예를 들어, 웃는 얼굴이거나 찡그린 얼굴일 수 있는 얼굴 표정에 변화를 추가하고, 예를 들어, 저장된 데이터가 얻어진 이후에 머리카락이 자랐

거나 잘렸을 수 있으므로 머리카락 길이에 약간의 변화를 추가하는 것으로서 표현될 수 있다. 지속적인 차분 세트가 나타나서 중계 장치(224)가 액세스하는 데이터가 오래되었다는 것, 예를 들어, 사람의 머리카락 길이가 상당히 그리고 오랜 기간을 기준으로 변화되었다는 것이 명백하면, 중계 장치(224)가 액세스하는 데이터는 중계 장치(224)에 의해 업데이트(update)될 수 있다. 중계 장치(224)는 중계 장치가 액세스하는 레코드(record)에서 양호하게 일치하는 것을 발견할 수 없는 2D 또는 3D 이미지와 마주치면, 새로운 형상을 레코드의 세트에 추가할 수 있다.

[0250] **J. 2D 이미지 컨텐츠를 3D 이미지 컨텐츠로 승급(boost)시키기 위한 시스템**

[0251] 3차원 디스플레이 기술의 폭넓은 채택을 확보함에 있어서의 한 가지 어려운 점은 역사적으로 3차원 포맷으로 컨텐츠가 거의 생성되지 않았고, 현재에는 대부분의 컨텐츠가 2차원 포맷으로 계속 생성되고 있다는 것이다. 이것은 부분적으로는, 현재 이용되고 있는 대부분의 이미지 녹화 장치가 2차원 이미지를 계속 녹화하고 있고 3차원 이미지 디스플레이에서 이용될 수 있는 데이터를 녹화하지 않기 때문이다. 또한, 시청자가 3D 컨텐츠를 요구하거나 2D 컨텐츠로부터 생성된 3D 컨텐츠를 얻을 수 있는 기회가 현재 제한되어 있다.

[0252] 2차원 컨텐츠로부터 3차원 컨텐츠의 생성을 지원하는 시스템에 대한 필요성이 분명히 있다. 하나의 시스템이 도 23에 제공되어 있지만, 당업자에게는 다른 시스템도 자명할 것이다. 도 23에서, 3차원 디스플레이 장치가 시청자(2302)의 집에 존재하더라도, TV 방송 회사(2300)는 2차원 TV 이미지(2304)를 계속 방송한다. 이 시스템에서는, 2D 컨텐츠를 3D 컨텐츠(2305)로 변환하는 능력을 가지는 중계 시스템(2301)이 존재한다. 이 변환 프로세스는 시청자에 의해 지불된 비용에 의해 지원되거나, 광고주(2303)와 같은 다른 당사자에 의한 비용에 의해 지원될 수 있다. 도 23에서, 광고주(2303)의 광고가 TV 회사(2300)에 의해 방송될 때, 광고주(2303)는 중계 시스템(2301)에 비용(2306)을 지불하고, 2D 컨텐츠를 3D 컨텐츠로 변환하기 위한 알려진 프로세스를 이용하여 2D 컨텐츠를 3D 컨텐츠로 변환한다. 광고주는 3D TV 광고를 시청자(2302)에게 보여주는 것을 통해 이익을 얻으며, 이것은 2D TV 광고보다 훨씬 눈길을 끌 수 있다. 다른 방안으로서, 시청자(2302)는 중계기(2301)에 비용을 지불하고 자신이 수신하는 TV 방송의 일부 또는 전부를 3D 포맷으로 변환할 수 있다. 중계 시스템은 적절하게 동기화된 포맷으로 3D 컨텐츠가 제공되는 것을 보장하며, 예를 들어, 2D 이미지에 그 대응하는 깊이 지도가 공급되면, 2개의 데이터 세트가 동기화된 방식으로 제공되는 것을 보장하며, 바꾸어 말하면, 3D 디스플레이 장치가 대응하는 2D 이미지에 대해서는 깊이 지도를 이용하고 대응하지 않는 2D 이미지에 대해서는 깊이 지도를 이용하지 않는다는 것을 보장한다. 3D 디스플레이 장치는 홀로그래픽 디스플레이 장치, 자동입체 디스플레이 장치, 또는 임의의 알려진 3D 디스플레이 장치일 수 있다. 3D 디스플레이 장치에 제공되는 데이터는 3D 디스플레이 장치의 그 타입에 적합해야 한다. 위와 유사한 시스템은 필름(영화), 비디오 등의 공급자와 같은, TV 방송 회사 이외의 공급자에 의해 제공되는 컨텐츠에 적용될 수도 있다.

[0253] 대안적인 시스템에서, 시청자는 2D 컨텐츠를 중계 시스템에 공급하고, 비용을 지불하고, 공급된 2D 컨텐츠의 3D 버전(version)을 그 응답으로서 수신할 수 있다. 공급된 2D 컨텐츠는 예를 들어, 홈 무비(home movie)의 MP3 파일, 또는 다른 비디오 컨텐츠, 사진이나 그림과 같은 이미지 컨텐츠일 수 있다.

[0254] 중계 시스템은 컴퓨터 생성 홀로그램 또는 자동입체 이미지와 같은 3차원 이미지의 디스플레이를 가능하게 하는 계산을 수행하기 위한 컴퓨터를 포함할 수 있다. 상기 계산을 수행하기 위하여, 2D 컨텐츠 공급자와 3D 컨텐츠의 시청을 희망하는 시청자 사이의 전송 네트워크 내의 컴퓨터를 이용하는 것이 바람직하며, 이것은 시청자의 위치에서 이러한 프로세스를 수행하는 것보다 더욱 효율적일 수 있기 때문이다. 전송 네트워크 상에 위치된 컴퓨터는 다수의 2D에서 3D로의 컨텐츠 변환을 위한 이미지 프로세싱을 동시에 수행하기 위해 이용될 수 있으며, 이것은 이용되지 않는 컴퓨팅 프로세싱 능력의 양을 감소시킴으로써 컴퓨팅 자원의 더욱 효율적인 이용을 가능하게 할 수 있다. 컴퓨팅 프로세싱 능력에 대한 요건이 감소되면, 이것은 더 적은 컴퓨터 회로 및 메모리를 필요로 할 것이고, 컴퓨팅이 요구되는 계산이 전송 네트워크 상에 위치된 컴퓨터에 의해 수행될 것이므로, 시청자의 3D 디스플레이 장치의 비용이 감소될 것이다. 결국, 상기 계산을 수행하는 소프트웨어는 전송 네트워크 상에 위치된 컴퓨터 상에만 설치될 필요가 있을 것이고, 시청자의 3D 디스플레이 장치 상에는 설치될 필요가 없을 것이다. 이것은 시청자의 3D 디스플레이 장치 메모리 요건, 소프트웨어 무단 복제의 범위를 감소시킬 것이고, 소프트웨어 코드에 존재하는 임의의 산업적인 비밀의 보호를 향상시킬 것이다. 3차원 이미지 디스플레이에 요구되는 다량의 계산은 중계 시스템에 의해 수행될 수 있지만, 일부 이미지 계산은 시청자의 3D 디스플레이 장치에 의해 수행되는 것이 가능하다. 3차원 이미지 디스플레이 장치는 압축된 이미지 데이터의 압축해제, 또는 2D 이미지 및 그 대응하는 깊이 지도로부터 공간 광 변조기의 홀로그래픽 인코딩의 생성과 같은 약간의 이미지 계산을 수행할 수 있다.

[0255] 하나의 예에서, 중계기는 당업계에 알려진 2D 및 3D 이미지 사이에서 변환하기 위한 계산 절차를 이용하여, 수신된 2D 이미지 데이터로부터 주어진 2D 이미지에 대응하는 깊이 지도를 계산할 수 있다. 컬러 이미지의 경우, 3개의 기본 컬러에서 3개의 성분의 2D 이미지가 그 대응하는 깊이 지도와 함께 요구된다. 다음으로, 2D 이미지 및 깊이 지도에 대응하는 데이터는 시청자의 3D 디스플레이 장치에 전송될 수 있다. 시청자의 3D 디스플레이 장치는 수신된 2D 이미지 및 깊이 지도에 기초하여 그 공간 광 변조기에서 홀로그램을 인코딩한다. 전송 대역폭을 효율적으로 이용하기 위하여, 이 시스템 내에서 전송된 데이터는 알려진 압축 절차를 받을 수 있고, 대응하는 압축해제는 수신 장치에 의해 수행된다. 이용될 가장 효율적인 데이터 압축량은 더 적은 데이터 압축이 이용될 경우에 요구되는 대역폭의 코스트(cost)와, 데이터 압축해제 기능을 3D 디스플레이 장치에 제공하는 코스트 사이에서 균형을 찾는다.

[0256] 중계기는 계산된 3D 데이터와 일치하는지를 시도할 수 있는 알려진 3D 형상의 세트에 관한 데이터를 액세스하거나, 입력 2D 이미지 데이터와 일치하는지를 시도할 수 있는 알려진 2D 프로파일의 세트를 액세스할 수 있다. 알려진 형상에 대하여 양호하게 일치하는 것이 발견되면, 2D 또는 3D 이미지는 알려진 형상에 대해 표현될 수 있으므로, 이것은 계산 프로세스의 속도를 증가시킬 수 있다. 뛰어난 테니스 선수나 축구 선수와 같은 스포츠 스타 세트의 얼굴 또는 신체 형상과, 유명한 테니스 코트 또는 유명한 축구장과 같은 뛰어난 스포츠 장소의 전부 또는 일부의 형상과 같은 3D 형상의 라이브러리가 제공될 수 있다. 예를 들어, 사람의 얼굴의 3D 이미지는, 중계기가 액세스하여 예를 들어, 웃는 얼굴이거나 찡그린 얼굴일 수 있는 얼굴 표정에 변화를 추가하고, 예를 들어, 저장된 데이터가 얻어진 이후에 머리카락이 자랐거나 잘렸을 수 있으므로 머리카락 길이에 약간의 변화를 추가하는 것으로서 표현될 수 있다. 지속적인 차분 세트가 나타나서 중계기가 액세스하는 데이터가 오래되었다는 것, 예를 들어, 사람의 머리카락 길이가 상당히 그리고 오랜 기간을 기준으로 변화되었다는 것이 명백하면, 중계기가 액세스하는 데이터는 중계 장치기에 의해 업데이트될 수 있다. 중계기는 중계기가 액세스하는 레코드에서 양호하게 일치하는 것을 발견할 수 없는 2D 이미지와 마주치면, 새롭게 계산된 3D 형상을 레코드의 세트에 추가할 수 있다.

[0257] **K. 관찰자 윈도우 및 2D-인코딩의 공간적인 멀티플렉싱**

[0258] 이 구현예는 2D-인코딩을 이용하는 것과 조합된 홀로그래픽 디스플레이의 가상 관찰자 윈도우(VOW)의 공간적인 멀티플렉싱에 관한 것이다. 그렇지 않으면, 홀로그래픽 디스플레이는 단락 A, B, C 또는 D에서 설명된 바와 같을 수 있거나, 임의의 알려진 홀로그래픽 디스플레이일 수 있다.

[0259] 몇 개의 VOW, 예를 들어, 왼쪽 눈을 위한 하나의 VOW 및 오른쪽 눈을 위한 하나의 VOW는 공간적인 멀티플렉싱 또는 시간적인 멀티플렉싱에 의해 생성될 수 있다. 공간적인 멀티플렉싱을 위하여, 참조를 위해 본 명세서에 포함된 WO 2006/027228에 설명된 바와 같이, 자동입체 디스플레이와 유사하게, 2개의 VOW가 동시에 생성되고 빔 분리기에 의해 분리된다. 시간적인 멀티플렉싱을 위하여, VOW는 시간상으로 순차적으로 생성된다.

[0260] 그러나, 알려진 홀로그래픽 디스플레이 시스템은 약간의 단점을 가진다. 공간적인 멀티플렉싱을 위하여, WO 2006/027228로부터 선택된 종래 기술의 도 4에 일례로서 도시된 바와 같이, 수평 방향에서 공간적으로 비간섭성이고 수평 라인 광원 및 렌티큘라 어레이에 기초하고 있는 조명 시스템이 이용되었다. 이것은 자동입체 디스플레이로부터 알려진 기술이 이용될 수 있다는 장점을 가진다. 그러나, 수평 방향에서의 홀로그래픽 재구성이 가능하지 않다는 단점이 있다. 그 대신에, 수직 방향에서만 홀로그래픽 재구성 및 운동 시차가 얻어지는 소위 1D-인코딩이 이용된다. 이에 따라, 수직 초점은 재구성된 대상물의 평면에 존재하는 반면, 수평 초점은 SLM의 평면에 존재한다. 이러한 비점수차(astigmatism)는 공간적인 장면의 품질을 감소시키며, 즉, 시청자에 의해 인식되는 홀로그래픽 재구성의 품질을 감소시킨다. 이와 유사하게, 시간적인 멀티플렉싱 시스템은 고속 SLM을 필요로 하며, 이 고속 SLM은 모든 디스플레이 크기에서 아직 입수 가능하지 않고 입수 가능하더라도 과도하게 고가일 수 있다는 단점이 있다.

[0261] 2D-인코딩만이 수평 및 수직 방향에서 동시에 홀로그래픽 재구성을 제공하고, 이에 따라, 2-D-인코딩은 비점수차를 생성하지 않으며, 상기 비점수차는 공간적인 장면의 품질 감소에 이르게 하고, 바꾸어 말하면 시청자에 의해 인식된느 홀로그래픽 재구성의 품질 감소에 이르게 한다. 그러므로, 이 구현예의 목적은 2D-인코딩과 조합하여 VOW의 공간적인 멀티플렉싱을 달성하는 것이다.

[0262] 이 구현예에서, 수평 및 수직의 국소적인 공간 간섭성을 갖는 조명은 광을 왼쪽 눈 VOW 및 오른쪽 눈 VOW를 위한 광선 번들로 분리하는 빔 분리기와 조합된다. 이에 따라, 빔 분리기에서의 회절이 고려된다. 빔 분리기는 프리즘 어레이, 제2렌즈 어레이(예를 들어, 도 20에 도시된 바와 같은 정적 어레이, 또는 가변 어레이) 또는 장벽

마스크일 수 있다.

[0263] 이 구현예는 도 25에 도시되어 있다. 도 25는 2D 광원 어레이 내의 광원, 2D 렌즈 어레이 내의 렌즈, SLM 및 빔 분리기를 포함하는 홀로그래픽 디스플레이의 개략적인 도면이다. 빔 분리기는 SLM을 떠나는 광선을 2개의 번들로 분리하고, 각각의 번들은 왼쪽 눈을 위한 가상 관찰자 윈도우(VOWL)와 오른쪽 눈을 위한 가상 관찰자 윈도우(VOWR)를 각각 조명한다. 이 예에서, 광원의 수는 하나 이상이고, 렌즈의 수는 광원의 수와 동일하다.

[0264] 이 예에서, 빔 분리기는 SLM의 후방에 존재한다. 빔 분리기 및 SLM의 위치는 교환될 수도 있다.

[0265] 이 구현예는 도 26에서 평면도로 도시되어 있고, 프리즘 어레이가 빔 분리기로서 이용된다. 조명은 n개의 소자 2D 광원 어레이(LS1, LS2, ... LSn)과 n개의 소자 2D 렌즈 어레이(L1, L2, ...Ln)을 포함하고, 이 중에서 2개의 광원 및 2개의 렌즈만 도 26에 도시되어 있다. 각각의 광원은 그 관련된 렌즈에 의해 관찰자 평면으로 촬상된다. 광원의 피치 및 렌즈 어레이의 피치는 모든 광원 이미지가 관찰자 평면 즉, 2개의 VOW를 포함하는 평면에서 일치하도록 되어 있다. 도 26에서, 왼쪽 눈 VOW(VOWL) 및 오른쪽 눈 VOW(VOWR)은 도면의 오른쪽으로 도면의 외부에 위치되어 있으므로 도면에 도시되지 않는다. 추가적인 필드 렌즈(field lens)가 추가될 수 있다. 렌즈 어레이의 피치는 충분한 공간 간섭성을 제공하기 위하여 서브-홀로그램의 전형적인 크기, 즉, 1 내지 수 밀리미터 정도와 유사하다. 광원은 작거나 포인트 광원이며 2D 렌즈 어레이가 이용되므로, 조명은 각각의 렌즈 내에서 수평 및 수직으로 그리고 공간적으로 간섭성이 있다. 렌즈 어레이는 굴절성, 회절성 또는 홀로그래픽일 수 있다.

[0266] 이 예에서, 빔 분리기는 수직 프리즘의 1D 어레이이다. 프리즘의 하나의 경사면에 입사하는 광은 왼쪽 눈 VOW(VOWL)로 편향되고, 프리즘의 다른 경사면에 입사하는 광은 오른쪽 눈 VOW(VOWR)로 편향된다. 동일한 LS 및 동일한 렌즈에서 발생하는 광선은 빔 분리기를 통과한 후에 서로 간섭성이 있다. 이에 따라, 수직 및 수평 포커싱과 수직 및 수평 운동 시차에 의한 2D-인코딩이 가능하다.

[0267] 홀로그램은 2D-인코딩에 의해 SLM 상에서 인코딩된다. 왼쪽 및 오른쪽 눈을 위한 홀로그램은 열(column)마다 인터레이스(interlace) 되고, 즉, 열은 왼쪽 눈 및 오른쪽 눈 홀로그램 정보에 의해 교대로 인코딩된다. 바람직하게는, 각각의 프리즘 하부에 왼쪽 눈 홀로그램 정보를 갖는 열과 오른쪽 눈 홀로그램 정보를 갖는 열이 존재한다. 다른 방안으로서, 프리즘의 각각의 경사면 하부에 2개 이상의 홀로그램의 열이 존재할 수도 있으며, 예를 들어, VOWR을 위한 3개의 열이 VOWL을 위한 3개의 열을 순차적으로 뒤따를 수 있다. 빔 분리기의 피치는 SLM의 피치와 동일하거나 그 정수배(예를 들어, 2 또는 3)일 수 있고, 빔 분리기의 피치는 투시 단축(perspective shortening)의 원근조절을 위하여 SLM의 피치보다 약간 작거나 그 정수배(예를 들어, 2 또는 3)보다 약간 작을 수 있다.

[0268] 왼쪽 눈 홀로그램을 갖는 열로부터의 광은 왼쪽 눈을 위한 대상물을 재구성하고 왼쪽 눈 VOW(VOWL)을 조명하며, 오른쪽 눈 홀로그램을 갖는 열로부터의 광은 오른쪽 눈을 위한 대상물을 재구성하고 오른쪽 눈 VOW(VOWR)을 조명한다. 이에 따라, 각각의 눈은 적절한 재구성을 인식한다. 프리즘 어레이의 피치가 충분히 작으면, 눈은 프리즘 구조를 분해할 수 없고 프리즘 구조는 재구성된 이미지를 교란하지 않는다. 각각의 눈은 완전 포커싱 및 완전 운동 시차에 의해 재구성을 보게 되며, 비점수차는 없다.

[0269] 빔 분리기가 간섭성 광에 의해 조명될 때, 빔 분리기에서 회절이 존재할 것이다. 빔 분리기는 다수의 회절 차수를 생성하는 회절 격자(diffraction grating)로서 간주될 수 있다. 기울어진 프리즘 경사면은 블레이즈 격자(blazed grating)의 효과를 가진다. 블레이즈 격자에서, 세기의 최대값은 특정 회절 차수로 보내진다. 프리즘 어레이에서, 세기의 하나의 최대값은 프리즘의 하나의 경사면으로부터 VOWL의 위치에 있는 회절 차수로 보내지고, 세기의 또 다른 최대값은 프리즘의 다른 경사면으로부터 VOWR의 위치에 있는 또 다른 회절 차수로 보내진다. 더욱 정확하게 말하면, 엔빌로핑 싱크-제곱 함수(enveloping sinc-squared function)의 세기에 있어서의 최대값은 이러한 위치로 이동되는 반면, 회절 차수는 고정된 위치에 있다. 프리즘 어레이는 VOWL의 위치에서 하나의 세기의 엔빌로핑 싱크-제곱 함수 최대값을 생성하고, VOWR의 위치에서 또 다른 세기의 엔빌로핑 싱크-제곱 함수 최대값을 생성한다. 다른 회절 차수의 세기는 작을 것이며(즉, 싱크 제곱 세기 함수 최대값이 좁다), 프리즘 어레이의 필 팩터(fill factor)가 예를 들어, 100 %에 근접할 정도로 크므로 교란 크로스토크에 이르지는 않을 것이다.

[0270] 당업자에게는 자명할 것이지만, 2 명의 관찰자 또는 2 이상의 관찰자를 위해 VOW를 제공하기 위하여, 더욱 복잡한 프리즘의 어레이(예를 들어, 꼭지점 각도가 동일하지만 비대칭 정도가 상이하고, 서로 순차적으로 인접하게 배치된 2개의 타입의 프리즘)를 이용함으로써 더 많은 VOW를 생성할 수 있다. 그러나, 관찰자는 정적인 프리즘

의 어레이에 의해 개별적으로 트래킹될 수 없다.

[0271] 또 다른 예에서, 렌즈 당 하나 이상의 광원을 이용할 수 있다. 추가적인 관찰자를 위한 추가적인 VOW를 생성하기 위하여, 렌즈 당 추가적인 광원이 이용될 수 있다. 이것은 m 관찰자를 위한 하나의 렌즈 및 m개의 광원의 경우에 대해 WO 2004/044659(US 2006/0055994)에 설명되어 있다. 이러한 추가적인 예에서, 렌즈 당 m개의 광원과 2중 공간적 멀티플렉싱은 m 관찰자를 위한 m개의 왼쪽 VOW 및 m개의 오른쪽 VOW를 생성하기 위해 이용된다. 렌즈 당 m개의 광원은 각각의 렌즈와 m-to-1 대응관계에 있으며, m은 전체 갯수이다.

[0272] 이 구현예의 일례가 있다. 다음의 파라미터를 갖는 20인치 화면 대각선이 이용되며, 관찰자 거리 2m, 수직으로 69 ㎛ 수평으로 207 ㎛인 화소 피치, 부르크하르트(Burckhardt) 인코딩이 이용되고, 광학 파장은 633 nm이다. 부르크하르트 인코딩은 수직 방향으로 69 ㎛의 서브화소와 6 mm의 VOW 높이를 가진다(수직 주기). 투시 단축을 무시하면, 수직 프리즘 어레이의 피치는 414 ㎛이고, 즉, 각각의 완전한 프리즘 하부에 SLM의 2개의 열이 존재한다. 그러므로, 관찰자 평면의 수평 주기는 3 mm이다. 또한, 이것은 VOW의 폭이다. 이 폭은 직경이 약 4 mm인 눈 동공에 최적인 것보다 더 작다. 또 다른 유사한 예에서, SLM이 50 ㎛의 더 작은 피치를 가지면, VOW는 25 mm의 폭을 가질 것이다.

[0273] 성인이 (전형적으로) 65 mm의 눈 간격을 가지면, 프리즘은 광을 ± 32.5 mm 만큼 편향시켜야 하며, 광은 VOW를 포함하는 평면과 교차한다. 더욱 정확하게 말하면, 세기 엔빌로핑 싱크-제곱 함수의 최대값은 ± 32.5 mm만큼 편향되어야 한다. 이것은 2 m 관찰자 거리에 대해 ± 0.93° 의 각도에 대응한다. 적절한 프리즘 각도는 프리즘 굴절률 n = 1.5에 대해 ± 1.86° 이다. 프리즘 각도는 프리즘의 기판 및 경사면 사이의 각도로서 정의된다.

[0274] 3 mm의 관찰자 평면에서의 수평 주기에 대하여, 다른 눈은 약 21 회절 차수(즉, 65 mm를 3 mm로 나눔)의 거리에 있다. 그러므로, 다른 VOW와 관련된 더 높은 회절 차수에 의해 발생된 VOWL 및 VOWR에서의 크로스토크는 무시할 수 있다.

[0275] 트래킹을 구현하기 위하여, 트래킹의 간단한 방법은 광원 트래킹이고, 즉, 광원 위치를 적응시키는 것이다. SLM 및 프리즘 어레이가 동일한 평면에 있지 않으면, 시차에 의해 발생되는 SLM 화소 및 프리즘 사이의 교란성의 상대적 측방향 오프셋이 있을 것이다. 이것은 교란성의 크로스토크(disturbing crosstalk)에 이르게 할 수 있다. 상기 20 인치 화면 대각선 예의 화소는 각각의 프리즘의 피크에 의해 기술되는 축에 수직인 방향으로 70 %의 필 팩터를 가질 수 있으며, 즉, 화소 치수는 각각의 측부 상에서 145 ㎛ 활성 영역 및 31 ㎛ 비활성 마진이다. 프리즘 어레이의 구조화된 영역이 SLM을 향하면, 프리즘 어레이 및 SLM 사이의 간격은 약 1 mm일 수 있다. 크로스토크가 없는 수평 트래킹 범위는 ± 31 ㎛ / 1 mm * 2 m = ± 62 mm일 것이다. 작은 크로스토크가 용인된다면 트래킹 범위는 더 커질 것이다. 이 트래킹 범위는 크지 않지만, 발생할 수 있는 약간의 트래킹을 허용하기에 충분하므로, 시청자는 자신의 눈을 어디에 위치할 것인지에 대해 제한이 줄어들 것이다.

[0276] SLM 및 프리즘 어레이 사이의 시차는 바람직하게는, 프리즘 어레이를 (굴절성, 회절성, 또는 홀로그래픽 프리즘 어레이로서) SLM에 또는 SLM 상에 직접 통합함으로써 회피될 수 있다. 이것은 제품을 위해 특화된 구성요소일 것이다. 움직이는 기계적 부품은 장치를 복잡하게 만들기 때문에 선호되지는 않지만, 다른 대안은 프리즘 어레이의 측방향 기계적 운동이다.

[0277] 또 다른 중요한 논점은 프리즘 각도에 의해 주어지는 VOW의 고정된 간격이다. 이것은 비표준적인 눈 간격을 갖는 관찰자나 z-트래킹에 대해서는 복잡하게 만들 수 있다. 해결책으로서, 도 21에 도시된 바와 같이, 캡슐화된 액정 도메인을 포함하는 어셈블리가 이용될 수 있다. 전기장은 굴절률과 그에 따른 편향 각도를 제어할 수 있다. 이 해결책은 가변 편향 및 고정 편향을 각각 순차적으로 제공하기 위하여 프리즘 어레이와 병합될 수 있다. 또 다른 해결책에서, 프리즘 어레이의 구조화된 측면은 액정층으로 피복될 수 있다. 전기장은 굴절률과 그에 따른 편향 각도를 제어할 수 있다. VOW가 상이한 눈 간격 및 z-트래킹에 대해 충분히 용인할 정도의 큰 폭을 가지면, 가변 편향 어셈블리가 필요하지 않다.

[0278] 더욱 복잡한 해결책은 제어가능 프리즘 어레이, 예를 들어, (도 27에 도시된 바와 같은) e-웨팅(e-wetting) 프리즘 어레이 또는 (도 21에 도시된 바와 같은) 액정으로 충전된 프리즘을 이용하는 것이다. 도 27에서, 프리즘 소자(159)를 갖는 층은 전극(1517, 1518)과, 2개의 별도의 액체(1519, 1520)로 충전된 공동을 포함한다. 각각의 액체는 공동의 프리즘 형상 부분을 충전한다. 일례로서, 액체는 오일 및 물일 수 있다. 액체(1519, 1520) 사이의 계면의 경사는 전극(1517, 1518)에 인가되는 전압에 의존한다. 액체가 상이한 굴절률을 가지면, 광 빔은 전극(1517, 1518)에 인가되는 전압에 의존하는 이탈(deviation)을 경험할 것이다. 이에 따라, 프리즘 소자(159)는 제어가능 빔 조향 소자로서 작용한다. 이것은 관찰자의 눈에 대한 VOW의 트래킹을 필요로 하는 구현예를 위한

출원인의 전자-홀로그래피 방법에는 중요한 특징이다. 참조를 위해 본 명세서에 포함된 본 출원인에 의해 출원된 특허출원 DE 102007024237.0, DE 102007024236.2는 프리즘 소자에 의한 관찰자의 눈에 대한 VOW의 트래킹을 설명하고 있다.

[0279] 콤팩트 핸드헬드 디스플레이에서 이용하기 위한 구현예가 있다. 일본의 Seiko(등록상표) Epson(등록상표) Corporation은 D4:L3D13U 1.3 인치 화면 대각선 패널과 같은 단색 EASLM을 발매하였다. D4:L3D13U LCD 패널을 SLM으로서 이용하는 예가 설명되어 있다. 그것은 HDTV 해상도(1920 * 1080 화소), 15 ㎛ 화소 피치 및 28.8 * 16.2 mm의 패널 영역을 가진다. 이 패널은 통상 2D 이미지 투영 디스플레이로서 이용된다.

[0280] 상기 예는 633 nm의 파장 및 50 cm의 관찰자 거리에 대해 계산된다. 우회-위상 인코딩(부르크하르트 인코딩)은 이 진폭-변조용 SLM에 이용되고, 하나의 복소수를 인코딩하기 위하여 3개의 화소가 필요하다. 이러한 3개의 관련된 화소는 수직으로 배치된다. 프리즘-어레이 빔 분리기가 SLM에 통합되면, 프리즘 어레이의 피치는 30 ㎛이다. SLM 및 프리즘 어레이 사이에 간격이 있으면, 프리즘 어레이의 피치는 투시 단축을 고려할 정도로 약간 상이하다.

[0281] VOW의 높이는 하나의 복소수를 인코딩하기 위하여 3 * 15 ㎛ = 45 ㎛의 피치에 의해 결정되고, 7.0 mm이다. VOW의 폭은 프리즘 어레이의 30 ㎛ 피치에 의해 결정되고, 10.6 mm이다. 2개의 값은 눈 동공보다 크다. 그러므로, VOW가 눈에 위치되어 있으면, 각각의 눈은 홀로그래픽 재구성을 볼 수 있다. 홀로그래픽 재구성은 2D-인코딩된 홀로그램으로부터 만들어지며, 상기 설명된 1D-인코딩에 고유한 비점수차가 없다. 이것은 공간적인 장면의 높은 품질 및 깊이 인상(depth impression)의 높은 품질을 보장한다.

[0282] 눈 간격이 65 mm이므로, 프리즘은 광을 ± 32.5 mm만큼 편향시켜야 한다. 더욱 정확하게 말하면, 엔빌로핑 싱크-제곱 세기 함수의 세기 최대값은 ± 32.5 mm만큼 편향되어야 한다. 이것은 0.5 m 관찰자 거리에 대해 ±3.72°의 각도에 대응한다. 적절한 프리즘 각도는 굴절률 n = 1.5에 대해 ± 7.44° 이다. 프리즘 각도는 기판 및 프리즘의 경사면 사이의 각도로서 정의된다.

[0283] 10.6 mm의 관찰자 평면에서의 수평 주기에 대해, 다른 눈은 약 6 회절 차수(즉, 65 mm를 10.6 mm로 나눔)의 거리에 있다. 프리즘 어레이는 높은 필 팩터, 즉, 100%에 근접한 필 팩터를 가지므로, 더 높은 회절 차수에 의해 발생되는 크로스토크는 무시할 수 있다.

[0284] 대형 디스플레이에 이용하기 위한 구현예가 있다. 홀로그래픽 디스플레이는 50 ㎛의 화소 피치와 20 인치의 화면 대각선을 갖는 위상-변조용 SLM을 이용하여 설계될 수 있다. TV로서의 애플리케이션에 대하여, 대각선은 대략 40인치일 수도 있다. 이 설계에 대한 관찰자 거리는 2 m이고 파장은 633 nm이다.

[0285] SLM의 2개의 위상-변조용 화소는 하나의 복소수를 인코딩하기 위해 이용된다. 이러한 2개의 관련된 화손느 수직으로 배치되고, 대응하는 수직 피치는 2 * 50 ㎛ = 100 ㎛이다. SLM에 통합된 프리즘 어레이에 있어서, 각각의 프리즘이 2개의 경사면을 포함하고 각각의 경사는 SLM의 하나의 열을 위한 것이므로, 프리즘 어레이의 수평 피치도 2 * 50 ㎛ = 100 ㎛. 12.7 mm의 VOW의 궁극적인 폭 및 높이는 눈 동공보다 더 크다. 그러므로, VOW가 눈에 위치되면, 각각의 눈은 홀로그래픽 재구성을 볼 수 있다. 홀로그래픽 재구성은 2D-인코딩 홀로그램으로부터 만들어지며, 이에 따라 1D-인코딩에 고유한 비점수차가 없다. 이것은 공간적인 장면의 높은 품질 및 깊이 인상(depth impression)의 높은 품질을 보장한다.

[0286] 눈 간격이 65 mm이므로, 프리즘은 광을 ± 32.5 mm만큼 편향시켜야 한다. 더욱 정확하게 말하면, 세기 엔빌로핑 싱크-제곱 함수의 최대값은 ± 32.5 mm만큼 편향되어야 한다. 이것은 2 m 관찰자 거리에 대해 ± 0.93° 의 각도에 대응한다. 적절한 프리즘 각도는 굴절률 n = 1.5에 대해 ± 1.86° 이다. 프리즘 각도는 기판 및 프리즘의 경사면 사이의 각도로서 정의된다.

[0287] 상기 예는 50 cm 및 2 m의 SLM으로부터 관찰자까지의 거리에 대한 것이다. 더욱 일반적으로, 구현예는 20 cm 및 4 m 사이의 SLM으로부터 관찰자까지의 거리에 대해 적용될 수 있다. 화면 대각선은 1 cm(예를 들어, 이동 전화 서브-디스플레이용) 및 50 인치(예를 들어, 대형 텔레비전용) 사이일 수 있다.

[0288] **레이저 광원**

[0289] 예를 들어, GaInAs 또는 GaInAsN 물질을 기반으로 하는 RGB 고체 상태(solid state) 레이저 광원은 그 조밀함 및 높은 광 지향성 정도로 인해 콤팩트 홀로그래픽 디스플레이를 위한 적당한 광원일 수 있다. 이러한 소스는 Novalux(등록상표) Inc., CA, USA에 의해 제조된 RGB 수직 공동 표면 방출 레이저(VCSEL : vertical cavity surface emitting laser)를 포함한다. 각각의 소스는 회절 광학 소자의 이용을 통해 다수의 빔을 생성하기 위해

이용될 수 있지만, 이러한 소스는 단일 레이저 또는 레이저의 어레이로서 제공될 수 있다. 간섭성이 콤팩트 홀로그래픽 디스플레이에 이용하기에 너무 높으면, 레이저 스펙클 패턴과 같은 원하지 않는 아티팩트를 발생하지 않으면서 간섭성 레벨을 감소시킬 수 있으므로, 빔은 멀티모드 광 섬유로 전달될 수 있다. 레이저 소스의 어레이는 1차원 또는 2차원일 수 있다.

[0290] **OLED 물질**

[0291] 적외선 방출 OLED 물질은 입증되었다. 예를 들어, Applied Physics Letters vol. 88, 071117(2006)에서 보고된 바와 같이, Del Caño et al. 는 perylenediimide-doped tris(8-quinolinolato) aluminium에 기반한 OLED 물질로부터 전계발광(electroluminescence)을 입증하였다. 805 nm의 전계발광 파장이 입증되었다. 근접한 적외선 방출 OLED 물질은 Domercq et al.에 의해 J Phys Chem B vol. 108, 8467-8651(2004)에서 보고되었다.

[0292] 투명 기판 상에 OLED 물질을 준비하는 것이 입증되었다. 예를 들어, US 7,098,591에서, OLED 물질은 투명한 인듐 주석 산화물(ITO : indium tin oxide) 전극 상에 준비된다. 전극은 투명한 기판 상에 준비되며, 기판은 붕규산염(borosilicate) 유리일 수 있다. 이러한 성분은 투명 기판을 가지는 OLED 장치에 포함될 수 있다. 인듐 주석 산화물층은 무선 주파수 마그네트론 스퍼터링 툴을 이용하여 스퍼터링될 수 있다. 인듐 주석 산화물층은 인듐 산화물 및 주석 산화물을 포함하는 타겟을 이용하여 스퍼터링될 수 있다. 인듐 주석 산화물층은 가시광 범위에서 약 85 %의 광학적 투과율을 가질 수 있다. 인듐 주석 산화물은 OLED 물질의 성능을 열화시킬 수 있는 국소적으로 증대된 전기장의 생성을 회피하기 위하여 평탄할 수 있다. 약 2 nm 미만의 RMS(root mean square) 거칠기가 바람직할 수 있다. 기능적인 유기물층 또는 유기물층들이 패턴닝된 전극 표면 상에 증착될 수 있다. 유기물층의 두께는 전형적으로 2 nm 및 200 nm 사이이다. 도전층은 유기물층의 어느 한 쪽에 양극 및 음극을 형성하기 위하여 유기물층 상에 패턴닝될 수 있다. 상기 장치는 주변 환경으로부터 활성층을 보호하기 위하여 유리층으로 밀봉될 수 있다.

[0293] **개략적인 제조 프로세스**

[0294] 다음은 도 2의 장치를 제조하기 위한 프로세스의 개요를 설명하지만, 이 프로세스의 다수의 변형은 당업자에게 자명할 것이다.

[0295] 도 2의 장치를 제조하기 위한 프로세스에서, 투명 기판이 선택된다. 이러한 기판은 두께가 약 200 ㎛인 붕규산염 유리의 시트와 같은 강성 기판이거나, 폴리카보네이트(polycarbonate), 아크릴(acrylic), 폴리프로필렌(polypropylene), 폴리우레탄(polyurethane), 폴리스티렌(polystyrene), 폴리비닐 클로라이드(polyvinyl chloride) 등의 기판과 같은 폴리머 기판과 같은 플렉시블 기판일 수 있다. 상기 단락에서 설명된 바와 같이, 투명 전극은 유리 상에 준비된다. 상기 단락에서 설명된 바와 같이, 적외선 방출 OLED 물질은 유리 상에 증착되고, 투명 전극의 반대쪽 상에 전기적 컨택(contact)이 가공되어, 화소처리 OLED 적외선 광 방출이 가능하다. 유리 기판은 OLED 화소 물질을 위한 오목부(indentation)를 가질 수 있다. IR-OLED 물질은 기판 상에 인쇄, 분사 또는 용액처리될 수 있다. 다음으로, 캡슐층과 전기 분리층이 OLED 화소층 상에 증착된다. 이러한 캡슐층은 실리콘 디옥사이드(silicon dioxide), 실리콘 나이트라이드(silicon nitride) 또는 실리콘 카바이드(silicon carbide)와 같은 무기물 절연체층이거나, 에폭시(epoxy)와 같은 중합가능층(polymerizable layer)일 수 있다. 증착은 무기물 유전체층의 경우에 스퍼터링 또는 화학 기상 증착에 의해 수행되거나, 중합가능층의 경우에 인쇄 또는 코팅에 의해 수행될 수 있다. 캡슐층과 전기 분리층은 수 마이크로미터 또는 10 마이크로미터 미만의 두께를 가질 수 있다. 그 다음, 캡슐층은 OASLM의 감광층에 의해 피복된다. 감광층은 적외선을 감지하고 가시광선을 투과하며, 수 마이크로미터의 두께를 가질 수 있다. 이러한 광학적 속성은 적외선에서 흡수하는 염료에 의해 제공될 수 있다. 2개의 전기적 도전층 사이에 하우징되는 액정층을 증착함으로써 OASLM이 완성된다. 액정층은 진폭 변조 또는 위상 변조를 위해 구성될 수 있고, 전형적으로는 수 마이크로미터의 두께를 가진다. 다음으로, 적외선 필터층이 장치 상에 증착된다. 이것은 그 내부에서 색소를 흡수하는 적외선을 갖는 폴리머 막의 형태이거나, 그 내부에서 성분을 흡수하는 적외선을 갖는 스퍼터링된 또는 화학 기상 증착 성장된 실리콘 디옥사이드 막과 같은 무기물층일 수 있다.

[0296] 하나의 OASLM에 존재하는 전기장은 다른 OASLM의 성능에 영향을 주지 않는다는 것을 보장하기 위하여, 2개의 OASLM 장치 사이의 층은 충분히 두께울 필요가 있다. 적외선 필터층은 이러한 목적을 달성할 정도로 두꺼울 수 있다. 그러나, 적외선 필터층이 불충분한 두께이면, 광 접착제를 이용하여 OASLM 장치를 충분한 두께의 유리 시트에 접합하거나, 전술한 바와 같은 무기물층이나 폴리머층과 같은 추가적인 광 투명층을 증착함으로써 층 두께가 증가될 수 있다. 그러나, OASLM 장치는 광학적 회절 효과가 화소 크로스토크에 불리하게 작용하게 될 정도로

너무 멀리 떨어져 있지 않아야 한다. 예를 들어, 화소 폭이 10 마이크로미터이면, OASLM 층은 100 마이크로미터 미만으로 떨어져 있는 것이 바람직하다. 하나의 OASLM의 LC 층은 진폭 변조를 수행하도록 구성되고, 다른 OASLM의 LC 층은 위상 변조를 수행하도록 구성된다.

[0297] 장치의 나머지는 OASLM 및 OLED 층의 각각에 대해 위에서 개략적으로 설명된 방식으로 준비될 수 있다. 다른 방안으로서, 장치의 나머지는 단일 유닛으로서 준비될 수 있고, 이 단일 유닛은 예를 들어 유리층을 이용하여 장치의 첫 번째 부분에 접합되며, 유리층은, 각각의 OASLM에 존재하는 전기장이 다른 OASLM의 동작에 영향을 주지 않도록 OASLM 층들 사이의 충분한 간격을 확보하기 위하여 존재한다. 장치의 나머지가 장치의 첫 번째 부분에 추가적인 물질을 증착하여 준비되는 경우, 이것은 제1 OLED 층의 화소와 제2 OLED 층의 화소의 정밀 정렬이 용이해진다는 장점을 가질 수 있다.

[0298] OASLM에 인접하게 충분한 두께를 갖는 분리층을 가지는 대신에, 예를 들어, 인듐 주석 산화물의 도전용 투명 전극이 코팅되는 얇은 분리층을 이용하는 것도 가능하다. 이 전극은 2개의 액정층의 공통 전극으로서 작용한다. 또한, 도전용 전극은 등전위면(equipotential surface)이다. 그러므로, 그것은 전기장을 차폐하고, OASLM으로부터 다른 OASLM으로 전기장이 누설하는 것을 방지한다.

[0299] 상기 절차 또는 유사한 절차를 이용하여 가공될 수 있는 장치 구조의 예는 도 9에 주어진다. 이용시에, 도 9의 장치 구조(910)는 면(909)으로부터의 충분히 간섭성의 가시광선에 의해 조명되어, 장치에 대하여 스케일링되는 장치로부터의 거리에 도시되지 않은 포인트(911)에서의 시청자는 3차원 이미지를 시청할 수 있다. 장치 내의 90 내지 908인 층은 서로에 대해 반드시 스케일링해야 하는 것은 아니다. 층(90)은 유리층과 같은 기판층이다. 층(91)은 OLED 백플레인 층이며, 전력을 OLED에 제공하고, 전체적으로 또는 부분적으로 투명할 수 있다. 층(92)은 적외선 방출 OLED의 어레이이다. 층(93)은 적어도 부분적인 적외선 광 평행시준을 위한 브래그 필터 홀로그래픽 소자이다. 층(93)은 일부 구현예에서 생략될 수 있다. 층(94)은 전기 분리층이다. 층(95)은 OASLM 감광 및 전극층이다. 층(96)은 가시광 빔의 진폭 변조를 위한 액정층이다. 층(97)은 분리층이며, 특히 얇은 분리층이다. 층(98)은 투명 전극층이다. 층(99)은 선형 편광기층이다. 층(900)은 OLED 어레이(92 및 906)로부터의 가시광을 투과하지만 적외선 광을 차단하는 적외선 필터층이다. 층(901)은 가시광 빔의 위상 변조를 위한 액정층이다. 층(903)은 OASLM 감광 및 전극층이다. 층(904)은 전기 분리층이다. 층(905)은 적어도 부분적인 적외선 광 평행시준을 위한 브래그 필터 홀로그래픽 소자이다. 층(905)은 일부 구현예에서 생략될 수 있다. 층(906)은 적외선 방출 OLED의 어레이이다. 층(907)은 OLED 백플레인 층이며, OLED에 전력을 제공하고, 전체적으로 또는 부분적으로 투명할 수 있다. 층(908)은 유리와 같은 피복 물질의 평면이다. 제조시에, 기판층(90)에서 시작하여 마지막 층((08)이 추가될 때까지 각각의 층을 차례로 증착함으로써, 장치(910)가 가공될 수 있다. 이러한 절차는 구조의 층들이 가공 시에 높은 정밀도로 정렬되는 것을 용이하게 하는 장점을 가진다. 다른 방안으로서, 층은 2개 이상의 부분에서 가공되고, 충분한 정렬도에 의해 함께 접합될 수 있다.

[0300] 장치의 가공을 위해서는, 원하지 않는 응력-유도 복굴절과 같은 원하지 않는 복굴절이 최소로 유지되어야 한다는 점이 매우 중요하다. 응력-유도 복굴절은 광의 선형 또는 원형 편광 상태를 야기하여 광의 타원 편광 상태로 변경한다. 이상적으로는 광의 선형 또는 원형 편광 상태가 존재하는 장치에서 광의 타원 편광 상태가 존재하면, 콘트라스트 및 컬러 충실도가 감소될 것이고, 그러므로, 장치 성능이 열화될 것이다.

[0301] **구현예**

[0302] 상기 실시예의 OASLM에 대하여, 가시광 범위에서는 투명하지만 적외선에서 흡수하는 감광층이 필요하다는 것을 당업자가 이해할 것이다. 또 다른 구현예에서, 감광층은 적색, 녹색 및 청색 빔과 같은 가시광을 투과하는 투명 갭과, OLED로부터의 광을 감지하는 비-투명 영역을 가지도록 패터닝될 수 있다. 이 경우, 감광 물질은 가시광에 대해 투명할 필요가 없다. 또한, 기록 빔은 적외선 광일 필요가 없다. 하나의 구현예에서, 기록 빔은 노란색 광 방출 OLED에 의해 비-기본 디스플레이 컬러에 의해 생성될 수 있다. 그러므로, 2개의 OASLM 사이의 필터는 노란색 광을 차단하기 위하여 노란색에서 강력한 광학적 흡수력을 가질 필요가 있지만, 기능적인 광학 디스플레이를 생산하기 위하여 다른 광학 파장에서는 충분한 투과력을 가질 필요가 있다. 또 다른 구현예에서, 기록 빔은 자외선 방출 OLED에 의해 생성될 수 있다. 그러므로, 2개의 OASLM 사이의 필터는 자외선 광을 차단하기 위하여 자외선에서 강력한 광학적 흡수력을 가질 필요가 있지만, 기능적인 광학 디스플레이를 생산하기 위하여 가시적 광학 파장에서는 충분한 투과력을 가질 필요가 있다. 자외선 방출 OLED 물질은 Qiu et al. Applied Physics Letters 79, 2276(2001)과, Wong et al. Org.Lett. 7(23), 5131(2005)에 의해 보고되었다. 또한, OLED 물질의 이용이 강조되었지만, 다른 발광 다이오드 물질, 또는 표면-도전 전자-에미터 디스플레이(SED : Surface-conduction Electron-emitter Display) 기술과 같은 다른 디스플레이 기술의 이용이 가능하다.

[0303] 여기서 개시된 구현예는 공간 광 변조기에서 진폭 및 위상의 연속적인 인코딩을 강조하였지만, 임의의 복소수(실수를 제외함)가 아닌 임의의 실수에 의한 곱셈을 통해 동일해짐으로써 서로 관련되지 않는 2개의 조합인 진폭 및 위상의 2개의 동일하지 않은 조합의 임의의 연속적인 가중 인코딩이 원칙적으로 홀로그램 화소를 인코딩하기 위하여 이용될 수 있다는 것을 당업자가 이해할 것이다. 그 이유는, 화소의 홀로그래픽 인코딩이 가능한 벡터 공간은, 임의의 복소수(실수를 제외함)가 아닌 임의의 실수에 의한 곱셈을 통해 동일해짐으로써 서로 관련되지 않는 2개의 조합인 진폭 및 위상의 2개의 동일하지 않은 조합에 의해 감지되는 벡터 공간에 퍼져 있기 때문이다.

[0304] 본 명세서의 도면에서, 도시된 상대적인 치수는 반드시 스케일링해야 하는 것은 아니다.

[0305] 본 발명의 다양한 변형 및 대안은 본 발명의 범위로부터 벗어나지 않고도 당업자에게 명백할 것이며, 본 발명은 본 명세서에서 설명된 예시적인 실시예 및 구현예로 과도하게 한정되지 않는다는 점을 이해해야 한다.

[0306] **부록 I**

[0307] **기술적인 입문**

[0308] 다음의 단락은 본 발명을 구현하는 일부의 시스템에서 이용되는 몇몇 핵심 기술에 대한 입문서를 의도한 것이다.

[0309] 기존의 홀로그래피에서, 관찰자는 대상물(변화하는 장면일 수 있음)의 홀로그래픽 재구성을 볼 수 있지만, 홀로그램으로부터의 자신의 거리는 관련되지 않는다. 하나의 전형적인 광학 배열에서, 재구성은 홀로그램을 조명하는 광원의 이미지 평면이나 그 근처에 존재하며, 이에 따라, 홀로그램의 푸리에 평면에 존재한다. 그러므로, 재구성은 재구성되는 실세계 대상물의 동일한 원격장 광 분포를 가진다.

[0310] (WO 2004/044659 및 US 2006/0055994에 설명된) 하나의 초기 시스템은 재구성된 대상물이 홀로그램의 푸리에 평면이나 그 근처에 전혀 존재하지 않는 매우 상이한 배열을 정의한다. 실제로, 가상 관찰자 윈도우 구역은 홀로그램의 푸리에 평면에 존재하고, 관찰자는 자신의 눈을 이 장소에 위치시킨 다음에만, 올바른 재구성을 볼 수 있다. 홀로그램은 LCD(또는 다른 종류의 공간 광 변조기) 상에서 인코딩되고, 가상 관찰자 윈도우가 홀로그램의 푸리에 변환이 되도록 조명되고(이에 따라, 눈에 직접 촬상되는 것은 푸리에 변환임), 재구성된 렌즈의 포커스 평면에 있지 않으므로, 재구성된 대상물은 홀로그램의 프레넬 변환이다. 실제로, 그것은 근접장 광 분포에 의해 정의된다(원격장 분포의 평면 파면과 반대로 구의 파면을 이용하여 모델링됨). 이 재구성은 가상 관찰자 윈도우(위에서 언급된 바와 같이 홀로그램의 푸리에 평면에 있음) 및 LCD 사이의 어느 곳이나, 가상 대상물로서 LCD의 후방에서도 나타날 수 있다.

[0311] 이 방법에 대한 몇 가지 결론이 있다. 첫째, 홀로그래픽 비디오 시스템의 설계자가 직면하는 기본적인 제한은 LCD(또는 다른 종류의 광 변조기)의 화소 피치이다. 그 목적은 합리적인 비용으로 상업적으로 입수 가능한 화소 피치를 갖는 LCD를 이용하여 대형 홀로그래픽 재구성을 가능하게 하는 것이다. 그러나, 과거에는 다음의 이유로 이것이 불가능하였다. 푸리에 평면에서 인접한 회절 차수 사이의 주기성 간격은 λD/p로 주어지며, λ는 조명광의 파장이고, D는 홀로그램으로부터 푸리에 평면까지의 거리이고, p는 LCD의 화소 피치이다. 그러나, 기존의 홀로그래픽 디스플레이에서는, 재구성된 대상물이 푸리에 평면에 있다. 이에 따라, 재구성된 대상물은 주기성 간격보다 작도록 유지되어야 하고, 주기성 간격보다 더 커지면, 그 에지가 인접 회절 차수로부터의 재구성으로 오염될 것이다. 이것은 재구성된 대상물이 매우 작아지게 하며, 고가의 특화된 작은 피치 디스플레이에서도 그 양단이 수 cm에 불과하다. 그러나, 본 발명에서는, 가상 관찰자 윈도우(위에서 언급된 바와 같이, 홀로그램의 푸리에 평면에 있도록 위치됨)가 눈 동공만큼 크기만 하면 된다. 결과적으로, 적절한 피치 크기를 갖는 LCD도 이용될 수 있다. 재구성된 대상물은 가상 관찰자 윈도우 및 홀로그램 사이의 절두체를 완전히 채울 수 있으므로, 실제로 매우 커질 수 있고, 즉, 주기성 간격보다 더 커질 수 있다. 또한, OASLM이 이용되는 겨우, 화소처리가 없으며, 이에 따라, 주기성도 없으므로, 가상 관찰자 윈도우를 주기성 간격보다 작게 유지한다는 제한이 더 이상 적용되지 않는다.

[0312] 하나의 변형에서 전개되는 또 다른 장점이 있다. 홀로그램을 컴퓨팅할 때, 재구성된 대상물에 대한 자신의 지식에서 시작하며, 예를 들어, 레이싱 카의 3D 이미지 파일을 가질 수 있다. 그 파일은 대상물이 다수의 상이한 시청 위치로부터 대상물이 어떻게 보여져야 하는지를 설명할 것이다. 기존의 홀로그래피에서는, 레이싱 카의 재구성을 생성하기 위해 필요한 홀로그램은 컴퓨팅에 있어서 집중적인 프로세스에 의해 3D 이미지 파일로부터 직접 유도된다. 그러나, 가상 관찰자 윈도우 방법은 상이한 더욱 컴퓨팅에 있어서 효율적인 기술을 가능하게 한다. 재구성된 대상물의 하나의 평면에서 시작하면, 가상 관찰자 윈도우가 대상물의 프레넬 변환이므로 우리는 가상

관찰자 윈도우를 컴퓨팅할 수 있다. 다음으로, 우리는 이것을 모든 대상물 평면에 대해 수행하고, 그 결과를 합산하여 누적 프레넬 변환을 생성하며, 이것은 가상 관찰자 윈도우 양단의 파동 필드를 정의한다. 다음으로, 우리는 이 가상 윈도우 관찰자의 푸리에 변환으로서 홀로그램을 계산한다. 가상 관찰자 윈도우는 대상물의 모든 정보를 포함하므로, 단일 평면 가상 관찰자 윈도우만 홀로그램으로 변환되어야 하고, 멀티 평면 대상물은 변환되지 않아야 한다. 가상 관찰자 윈도우로부터 홀로그램으로 단일 변환 단계가 존재하는 것이 아니라 반복 푸리에 변환처럼 반복 변환이 존재하면, 이것은 특히 유리하다. 각각의 반복 단계는 각각의 대상물 평면에 대해 하나를 포함하는 대신에, 가상 관찰자 윈도우의 단일 푸리에 변환만을 포함하여, 컴퓨팅의 노고가 상당히 감소된다.

[0313] 가상 관찰자 윈도우 방법의 또 다른 흥미있는 결론은 주어진 대상물 포인트를 재구성하기 위해 필요한 모든 정보가 홀로그램의 상대적으로 작은 구획 내에 포함되고, 이것은 주어진 대상물 포인트를 구성하기 위한 전체 홀로그램을 가로질러 분포되는 기존의 홀로그램과 대조적이다. 우리는 정보를 홀로그램의 실질적으로 더 작은 구획으로 인코딩할 필요가 있으므로, 그것은 우리가 처리하여 인코딩할 필요가 있는 정보의 양이 기존의 홀로그램에 대한 것보다 훨씬 적다는 것을 의미한다. 또한, 그것은 기존의 컴퓨팅 장치(예를 들어, 대량 판매용 장치에 적합한 가격과 성능을 갖는 기존의 디지털 신호 프로세서(DSP))가 실시간 비디오 홀로그래피에도 이용될 수 있음을 의미한다.

[0314] 그러나, 다소 덜 바람직한 결론도 있다. 첫째, 홀로그램으로부터의 시청 거리가 중요하고, 눈이 홀로그램의 푸리에 평면에 위치될 때에만 최적의 재구성이 보여질 수 있도록 홀로그램이 인코딩 및 조명되는 반면, 통상적인 홀로그램에서는 시청 거리가 중요하지 않다. 그러나, 이 Z 민감도를 감소시키거나 이것을 회피하기 위한 다양한 기술이 존재하며, 실제로는, 홀로그래픽 재구성의 Z 민감도는 보통 극단적이지 않다.

[0315] 또한, 최적의 홀로그래픽 재구성은 정확하고 작은 시청 위치(즉, 위에서 언급된 바와 같이, 정밀하게 정의된 Z 뿐만 아니라 X 및 Y 좌표)에서만 볼 수 있도록 홀로그램이 인코딩 및 조명되므로, 눈 트래킹이 필요할 수 있다. Z 민감도에서와 같이, X, Y 민감도를 감소시키거나 이를 회피하여 설계하기 위한 다양한 기술이 존재한다. 예를 들어, 화소 피치가 감소할수록(LCD 제조 기술이 발전할수록), 가상 관찰자 윈도우 크기는 증가할 것이다. 또한, (키노폼(Kinoform) 인코딩과 같은) 더욱 효율적인 인코딩 기술은 가상 관찰자 윈도우로서 주기성 간격의 더 큰 부분의 이용을 용이하게 하며, 이에 따라 가상 관찰자 윈도우의 증가를 용이하게 한다.

[0316] 상기 설명은 우리가 푸리에 홀로그램을 처리한다는 것을 가정하였다. 가상 관찰자 윈도우는 홀로그램의 푸리에 평면, 즉, 광원의 이미지 평면에 존재한다. 하나의 장점으로서, 회절되지 않은 광이 소위 DC-스폿에서 포커싱된다. 이 기술은 가상 관찰자 윈도우가 광원의 이미지 평면에 존재하지 않는 프레넬 홀로그램에도 이용될 수 있다. 그러나, 회절되지 않은 광은 교란 배경으로서 보이지 않는다는 것에 주의해야 한다. 유의해야 할 또 다른 점은 변환이라는 용어는 광의 전파(propagation)를 설명하는 변환과 동등하거나 이에 근접한 임의의 수학적 기술 또는 컴퓨팅 기술을 포함하도록 해석되어야 한다는 점이다. 변환은 맥스웰 파동 전파 방정식에 의해 더욱 정확하게 정의된 물리적 프로세스에 대한 근사(approximation)일 뿐이며, 프레넬 및 푸리에 변환은 2차 근사이지만, (a) 이들은 미분에 반대인 대수이므로, 컴퓨팅에 있어서 효율적인 방식으로 처리될 수 있고, (ii) 광학계에서 정확하게 구현될 수 있다.

[0317] 추가적인 세부 사항은 참조를 위해 그 내용이 본 명세서에 포함되는 미국 특허출원 2006-0138711, US 2006-0139710 및 US 2006-0250671에서 제공된다.

[0318] **부록 II**

[0319] **명세서에서 사용된 용어의 용어집**

[0320] **컴퓨터 생성 홀로그램**

[0321] 컴퓨터 생성 비디오 홀로그램(CGH : computer generated video hologram)은 장면으로부터 계산되는 홀로그램이다. GGH는 장면을 재구성하기 위해 필요한 광 파동의 진폭 및 위상을 나타내는 복소수를 포함할 수 있다. CGH는 예를 들어, 간섭성 광선 추적에 의해, 장면 및 기준 파동 사이의 간섭을 시뮬레이션함으로써, 또는 푸리에 또는 프레넬 변환에 의해 계산될 수 있다.

[0322] **인코딩**

[0323] 인코딩은 공간 광 변조기(예를 들어, OASLM과 같은 연속적인 SLM에 대한 그 구성 셀 또는 연속적인 영역)에 비디오 홀로그램의 제어값을 제공하는 절차이다. 일반적으로, 홀로그램은 진폭 및 위상을 나타내는 복소수를 포함

한다.

[0324] **인코딩된 영역**

[0325] 인코딩된 영역은 전형적으로 비디오 홀로그램의 공간적으로 한정된 영역이며, 이 영역에서 단일 장면 포인트의 홀로그램 정보가 인코딩된다. 공간적인 한정은 급격한 절개(truncation), 또는 비디오 홀로그램으로의 가상 관찰자 윈도우의 푸리에 변환에 의해 달성되는 완만한 변이에 의해 실현될 수 있다.

[0326] **푸리에 변환**

[0327] 푸리에 변환은 공간 광 변조기의 원격장에서 광의 전파를 계산하기 위하여 이용된다. 파면은 평면 파동에 의해 설명된다.

[0328] **푸리에 평면**

[0329] 푸리에 평면은 공간 광 변조기에서의 광 분포의 푸리에 변환을 포함한다. 임의의 포커싱 렌즈가 없으면, 푸리에 평면은 무한하다. 포커싱 렌즈가 공간 광 변조기에 근접한 광 경로에 있으면, 푸리에 평면은 광원의 이미지를 포함하는 평면과 동일하다.

[0330] **프레넬 변환**

[0331] 프레넬 변환은 공간 광 변조기의 근접장에서 광의 전파를 계산하기 위해 이용된다. 파면은 구형 파동에 의해 설명된다. 광 파동의 위상 인자는 측방향 좌표에 2차 방정식으로 의존하는 항(term)을 포함한다.

[0332] **절두체(Frustum)**

[0333] 가상 절두체는 가상 관찰자 윈도우 및 SLM 사이에 만들어지고, SLM의 후방으로 연장된다. 장면은 이 절두체 내부에서 재구성된다. 재구성된 장면의 크기는 이 절두체에 의해 한정되며, SLM의 주기성 간격에 의해서는 한정되지 않는다.

[0334] **이미징 광학기기**

[0335] 이미징 광학기기는 광원(또는 광원들)의 이미지를 형성하기 위해 이용되는 렌즈, 렌티큘라 어레이, 또는 마이크로렌즈 어레이와 같은 하나 이상의 광학 구성요소이다. 본 명세서에서, 이미징 광학기기의 부재를 언급하는 것은, 홀로그래픽 재구성을 구축함에 있어서, 푸리에 평면 및 1개 또는 2개의 SLM 사이에 위치된 평면에서 본 명세서에 설명된 바와 같은 1개 또는 2개의 SLM의 이미지를 구성하기 위해 이미징 광학기기가 이용되지 않는다는 것을 의미한다.

[0336] **광 시스템**

[0337] 광 시스템은 레이저와 같은 간섭성의 광원이나, LED와 같은 부분적으로 간섭성인 광원 중의 어느 하나를 포함할 수 있다. 부분적으로 간섭성인 광원의 시간 및 공간 간섭성은 양호한 장면 재구성을 용이하게 할 정도 충분해야 하며, 즉, 방출 표면의 스펙트럼 라인 폭 및 측방향 연장선은 충분히 작아야 한다.

[0338] **가상 관찰자 윈도우(VOW : virtual observer window)**

[0339] 가상 관찰자 윈도우는 관찰자 평면의 가상 윈도우이며, 이를 통해 재구성된 3D 대상물을 볼 수 있다. VOW는 홀로그램의 푸리에 변환이고, 다수의 대상물의 재구성이 보여지는 것을 회피하기 위하여 하나의 주기성 간격 내에 위치되어 있다. VOW의 크기는 적어도 눈 동공의 크기이어야 한다. 적어도 하나의 VOW가 관찰자 트래킹 시스템에 의해 관찰자의 눈에 위치된다면, VOW는 관찰자 운동의 측방향 범위보다 훨씬 작을 수 있다. 이것은 적절한 해상도와 그에 따른 작은 주기성 간격을 갖는 SLM의 이용을 용이하게 한다. VOW는 키 구멍(keyhole)이라고 상상할 수 있으며, 이를 통해 재구성된 3D 대상물을 볼 수 있으며, 각각의 눈에 대한 하나의 VOW 또는 두 눈을 합쳐서 하나의 VOW를 상정할 수 있다.

[0340] **주기성 간격(Periodicity Interval)**

[0341] CGH가 개별적으로 어드레싱 가능한 셀로 구성된 SLM 상에 디스플레이되면, CGH가 샘플링된다. 이 샘플링은 회절 패턴의 주기적인 반복에 이르게 한다. 주기성 간격은 $\lambda D/p$이고, λ는 파장, D는 홀로그램으로부터 푸리에 평면까지의 거리, p는 SLM 셀의 피치이다. 그러나, OASLM은 샘플링을 가지지 않으며, 이에 따라, 회절 패턴의 주기적인 반복이 없고, 반복이 사실상 억제되어 있다.

[0342] **재구성(reconstruction)**

[0343] 홀로그램으로 인코딩되는 조명된 공간 광 변조기는 원래의 광 분포를 재구성한다. 이 광 분포는 홀로그램을 계산하기 위해 이용되었다. 이상적으로는, 관찰자가 재구성된 광 분포와 원래의 광 분포를 구별할 수 없을 것이다. 대부분의 홀로그래픽 디스플레이에서, 장면의 광 분포는 재구성된다. 본 발명의 디스플레이에서는, 가상 관찰자 윈도우의 광 분포가 재구성된다.

[0344] **장면(scene)**

[0345] 재구성되어야 하는 장면은 실제 또는 컴퓨터 생성 3차원 광 분포이다. 특수한 경우로서, 2차원 광 분포일 수도 있다. 장면은 공간에 배치된 서로 상이한 고정되거나 움직이는 대상물을 구성할 수 있다.

[0346] **공간 광 변조기(SLM : spatial light modulator)**

[0347] SLM은 입력 광의 파면을 변조하기 위해 이용된다. 이상적인 SLM은 임의의 복소수를 나타낼 수 있을 것이며, 즉, 광 파동의 진폭 및 위상을 별도로 제어할 수 있을 것이다. 그러나, 전형적인 기존의 SLM은 진폭 또는 위상 중의 하나의 속성만 제어하며, 다른 속성에 영향을 주는 바람직하지 않은 부작용이 있다.

도면의 간단한 설명

[0056] 도 1은 단일 OASLM 및 단일 OLED 어레이를 포함하는 홀로그래픽 디스플레이 장치의 도면이다.

[0057] 도 2는 각각의 구성요소가 단일 OASLM 및 단일 OLED 어레이를 포함하는 한 쌍의 구성요소를 포함하는 홀로그래픽 디스플레이 장치의 도면이다.

[0058] 도 3은 이동 3차원 디스플레이 장치의 도면이다.

[0059] 도 4는 종래 기술에 따른 홀로그래픽 디스플레이의 도면이다.

[0060] 도 5는 단일 OLED 어레이가 2개의 OASLM을 제어하는 홀로그래픽 디스플레이의 도면이다.

[0061] 도 6a는 홀로그래픽 디스플레이의 도면이다.

[0062] 도 6b는 밀집도를 달성하는데 적합한 홀로그래픽 디스플레이의 도면이다.

[0063] 도 7은 더 높은 회절 차수와 관련된 문제를 감소시키기 위하여 브래그 필터링(Bragg filtering) 홀로그래픽 광학 소자를 통합하는 홀로그래픽 디스플레이의 구성요소에 대한 도면이다.

[0064] 도 8은 OLED 어레이에 의해 방출된 광의 평행시준(collimation)을 향상시키기 위하여 브래그 필터링 홀로그래픽 광학 소자를 포함하는 홀로그래픽 디스플레이의 구성요소에 대한 도면이다.

[0065] 도 9는 홀로그래픽 디스플레이 장치의 도면이다.

[0066] 도 10은 진폭 및 위상을 연속으로 인코딩하기 위한 2개의 EASLM을 포함하는 홀로그래픽 디스플레이 장치의 도면이다.

[0067] 도 11은 단일 EASLM을 포함하는 홀로그래픽 디스플레이 장치의 도면이다.

[0068] 도 12는 구현예에 따른 홀로그래픽 디스플레이의 특정 실시예에 대한 도면이다.

[0069] 도 13은 진폭 및 위상을 연속으로 인코딩하기 위한 2개의 EASLM을 포함하는 홀로그래픽 디스플레이 장치의 도면이다.

[0070] 도 14는 MathCad(RTM)를 이용하여 얻어진 회절 시뮬레이션 결과이다.

[0071] 도 15는 MathCad(RTM)를 이용하여 얻어진 회절 시뮬레이션 결과이다.

[0072] 도 16은 MathCad(RTM)를 이용하여 얻어진 회절 시뮬레이션 결과이다.

[0073] 도 17은 구현예에 따라 렌즈 층을 중간에 가지는 2개의 EASLM의 배열이다.

[0074] 도 18은 광이 하나의 EASLM으로부터 제2 EASLM으로 이동할 때 발생할 수 있는 회절 프로세스에 대한 도면이다.

[0075] 도 19는 광섬유 페이스 플레이트(fibre optic face plate)가 2개의 EASLM 사이에 위치되어 있는 2개의 EASLM의 구성에 대한 도면이다.

[0076] 도 20은 빔 조향 소자의 도면이다.

[0077] 도 21은 빔 조향 소자의 도면이다.

[0078] 도 22는 3차원으로 시각적 통신을 가능하게 하는 시스템의 도면이다.

[0079] 도 23은 2D 이미지 컨텐츠를 3D 이미지 컨텐츠로 변환하기 위한 방법의 도면이다.

[0080] 도 24는 구현예에 따른 홀로그래픽 디스플레이 구성요소의 실시예에 대한 도면이다.

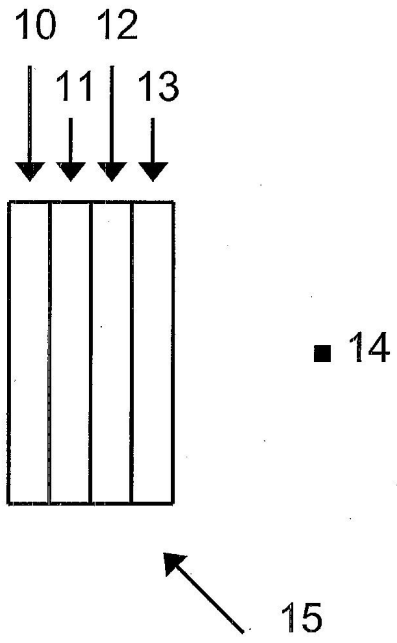
[0081] 도 25는 2D 광원 어레이의 광원, 2D 렌즈 어레이의 렌즈, SLM 및 빔 분리기를 포함하는 홀로그래픽 디스플레이의 개략적인 도면이다. 빔 분리기는 SLM을 떠나는 광선을 2개의 번들(bundle)로 분리하고, 각각의 번들은 왼쪽 눈을 위한 가상 관찰자 윈도우(VOWL : virtual observer window for the left eye)와 오른쪽 눈을 위한 가상 관찰자 윈도우(VOWR : virtual observer window for the right eye)를 각각 조명한다.

[0082] 도 26은 광원 어레이의 2개의 광원, 렌즈 어레이의 2개의 렌즈, SLM 및 빔 분리기를 포함하는 홀로그래픽 디스플레이의 개략적인 도면이다. 빔 분리기는 SLM을 떠나는 광선을 2개의 번들로 분리하고, 각각의 번들은 왼쪽 눈을 위한 가상 관찰자 윈도우(VOWL)와 오른쪽 눈을 위한 가상 관찰자 윈도우(VOWR)를 각각 조명한다.

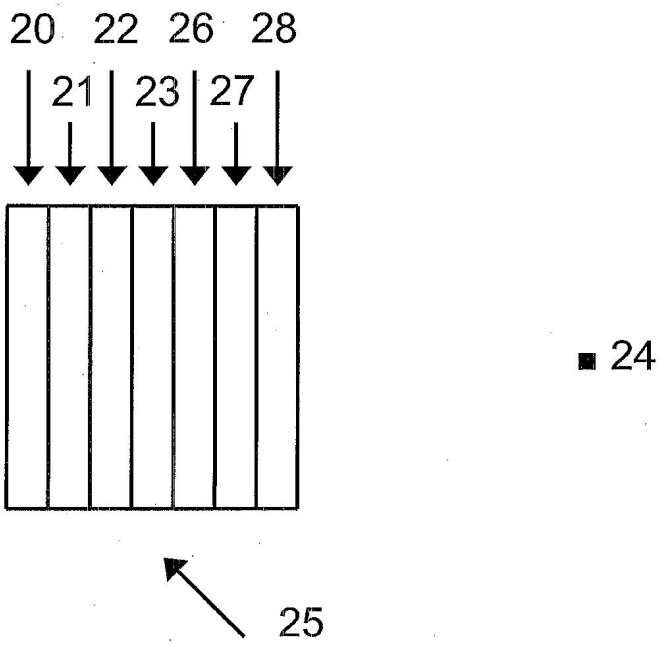
[0083] 도 27은 프리즘 빔 조향 소자의 단면도이다.

도면

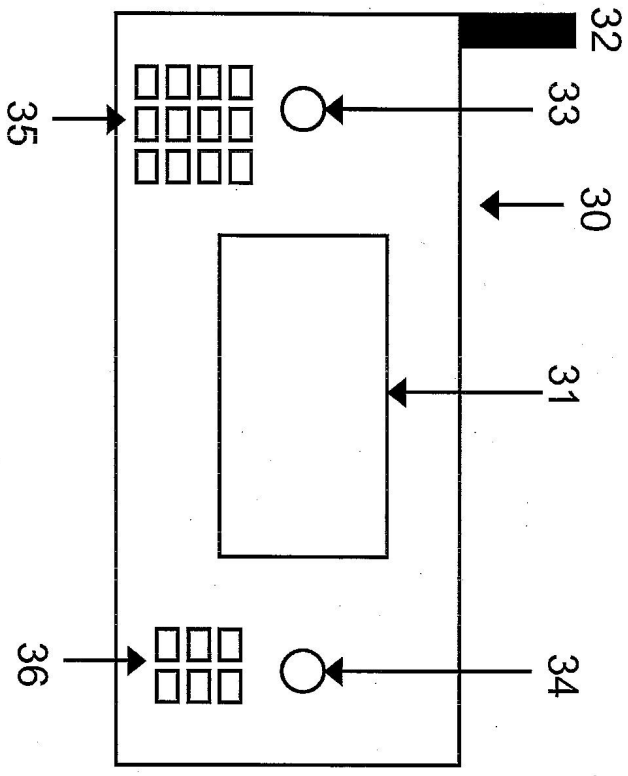
도면1



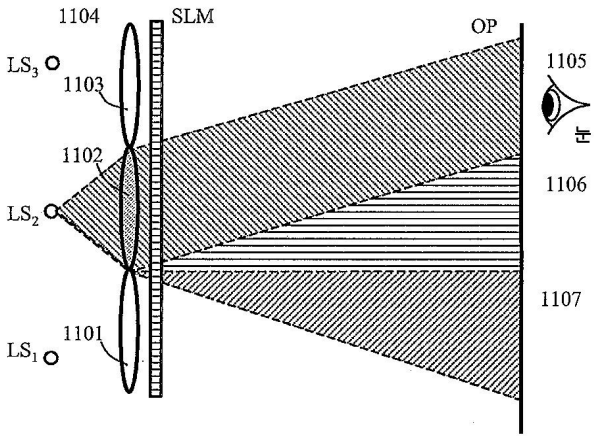
도면2



도면3

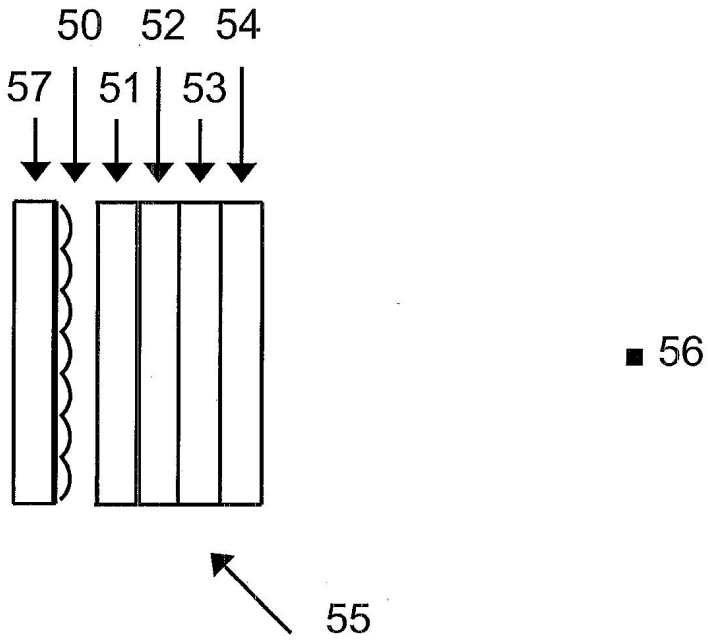


도면4

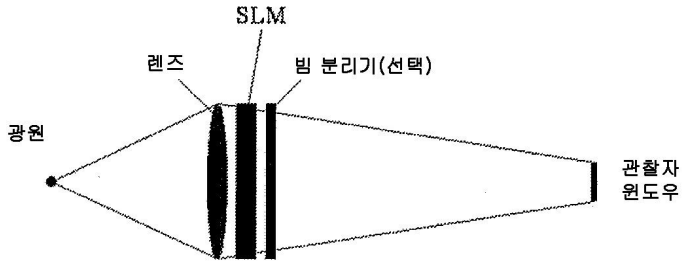

1104
SLM
OP
LS3
1103
1105
눈
1102
1106
LS2
1107
LS1
1101

종래 기술

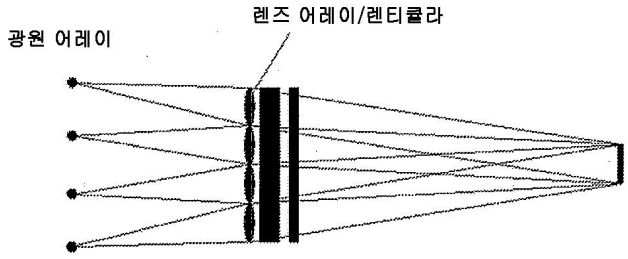
도면5


50
52
54
57
51
53
56
55

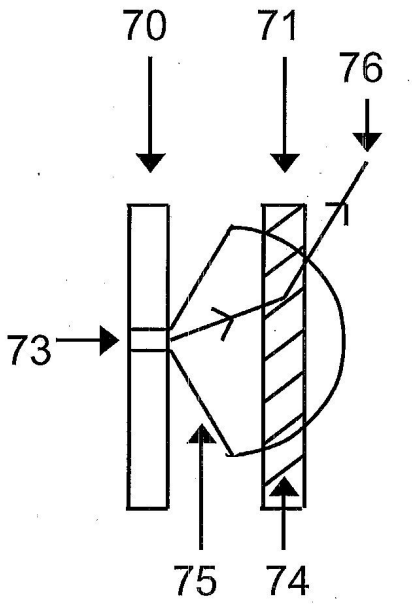
도면6a



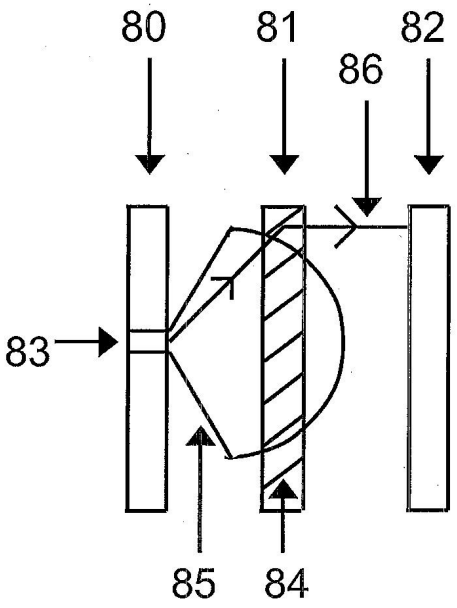
도면6b



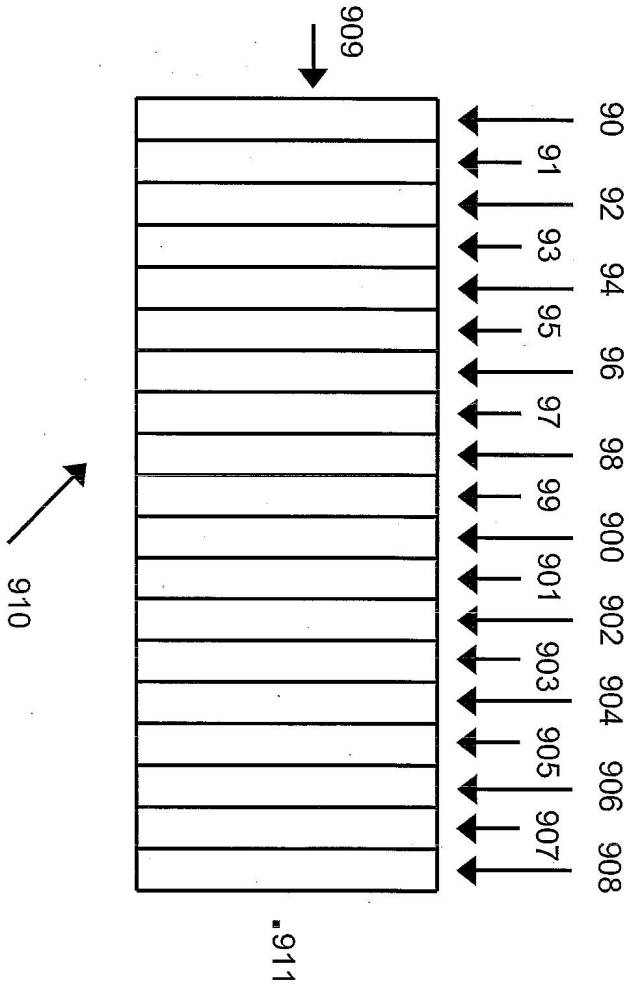
도면7



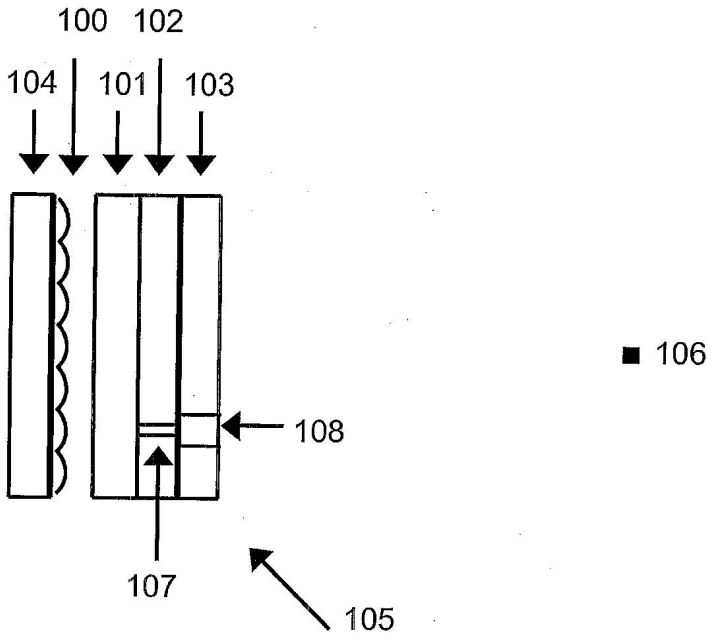
도면8


80
81
82
86
83
85
84

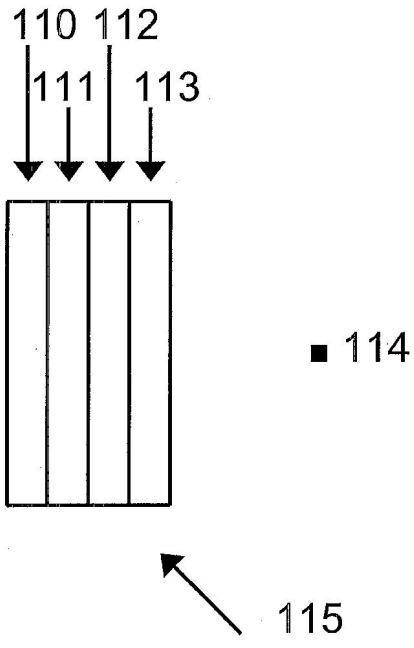
도면9


909
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
900
901
902
903
904
905
906
907
908
910
911

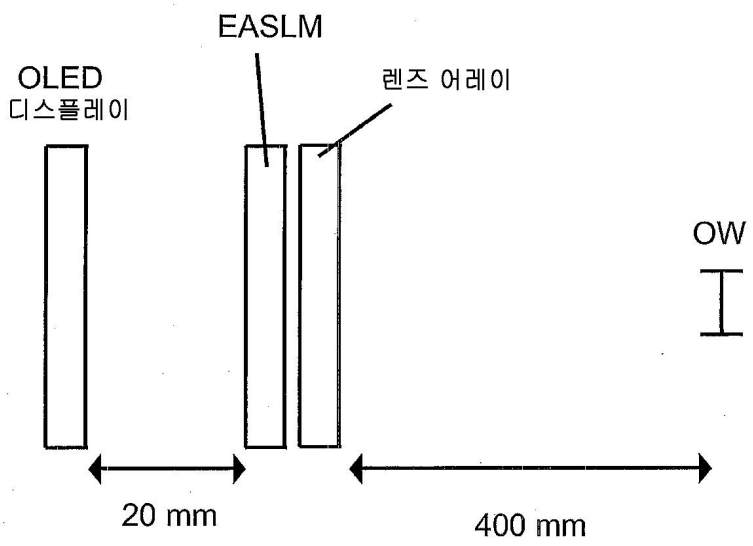
도면10



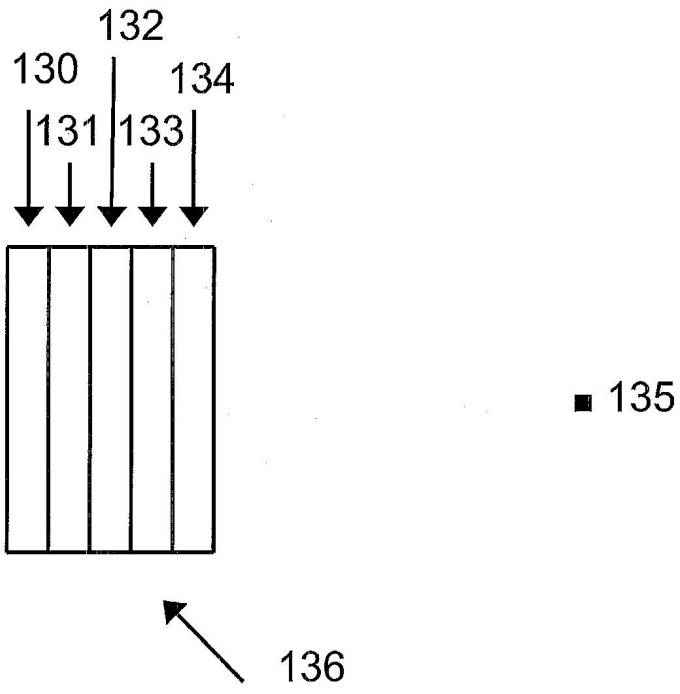
도면11



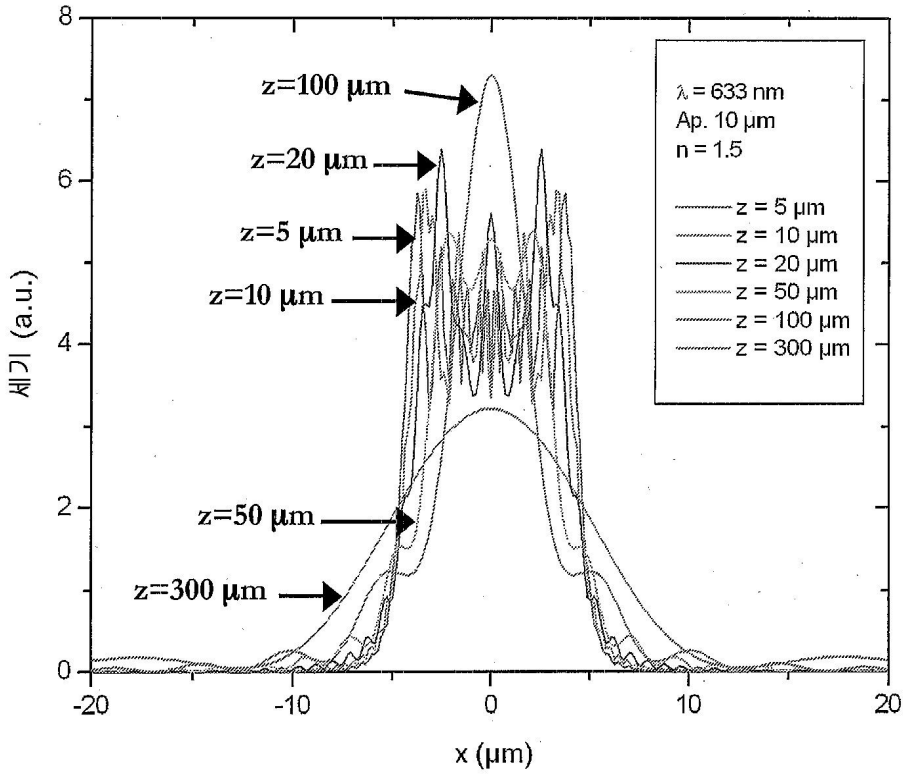
도면12


EASLM
OLED
디스플레이
렌즈 어레이
OW
20 mm
400 mm

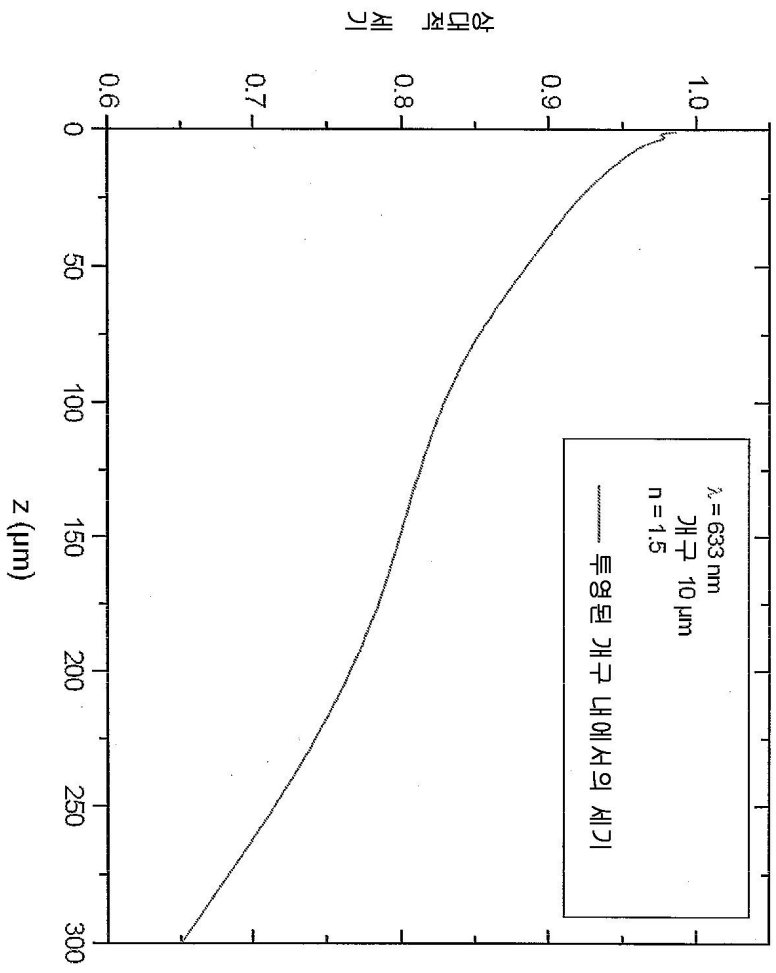
도면13


132
130
134
131
133
135
136

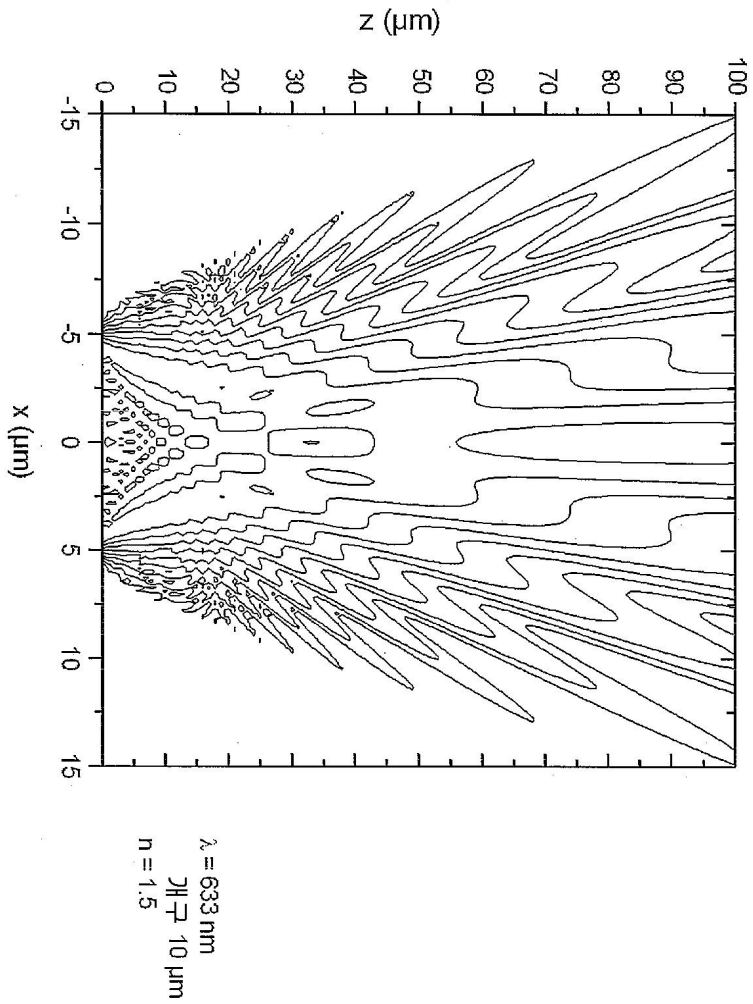
도면14


z=100 μm
z=20 μm
z=5 μm
z=10 μm
z=50 μm
z=300 μm
λ = 633 nm
Ap. 10 μm
n = 1.5
z = 5 μm
z = 10 μm
z = 20 μm
z = 50 μm
z = 100 μm
z = 300 μm
세기 (a.u.)
x (μm)
0
2
4
6
8
-20
-10
0
10
20

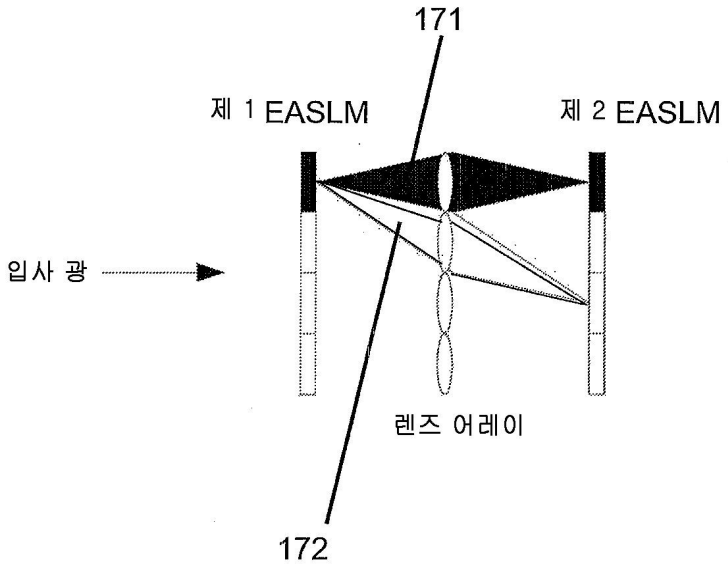
도면15


상대 세기
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0
50
100
150
200
250
300
z (μm)
λ = 633 nm
개구 10 μm
n = 1.5
투영된 개구 내에서의 세기

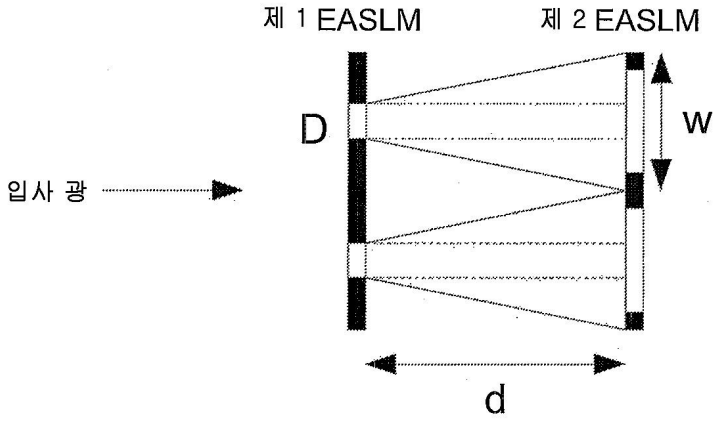
도면16


z (μm)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
-15
-10
-5
0
5
10
15
x (μm)
λ = 633 nm
개구 10 μm
n = 1.5

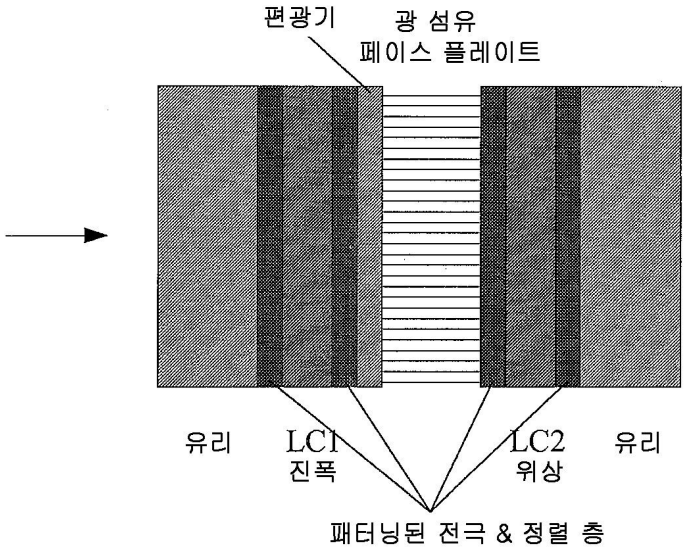
도면17


171
제 1 EASLM
제 2 EASLM
입사 광
렌즈 어레이
172

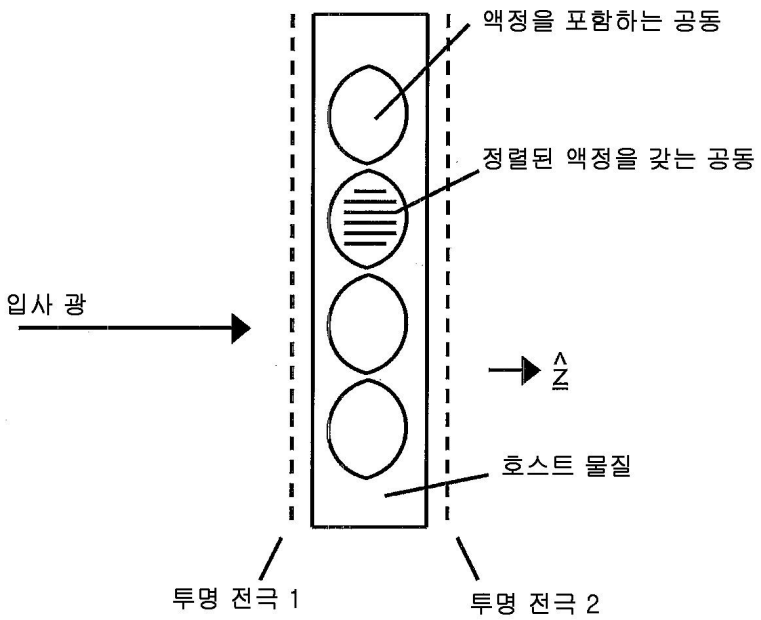
도면18


제 1 EASLM
제 2 EASLM
D
W
입사 광
d

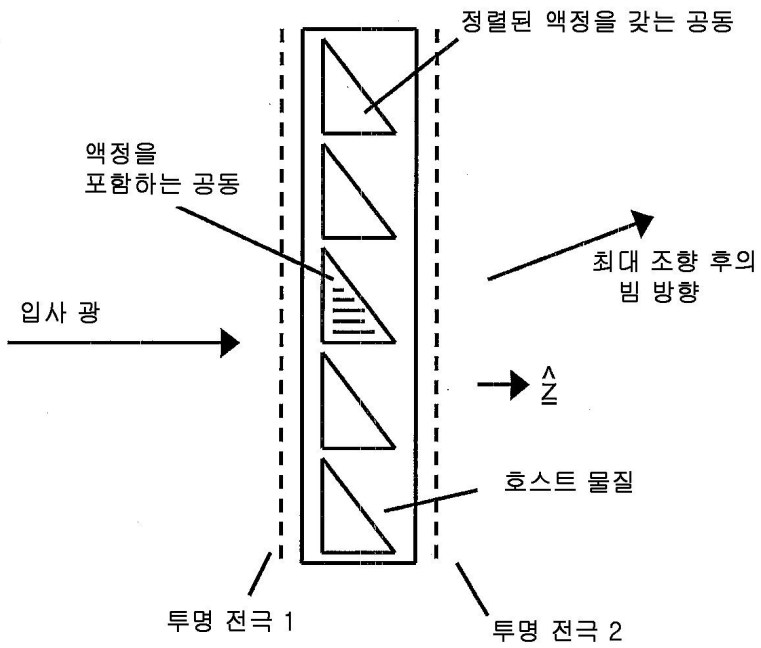
도면19


편광기
광 섬유
페이스 플레이트
유리
LC1
진폭
LC2
위상
유리
패터닝된 전극 & 정렬 층

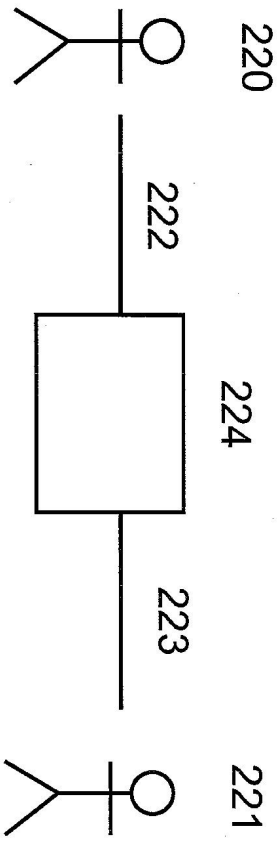
도면20


액정을 포함하는 공동
정렬된 액정을 갖는 공동
입사 광
$\hat{z}$
호스트 물질
투명 전극 1
투명 전극 2

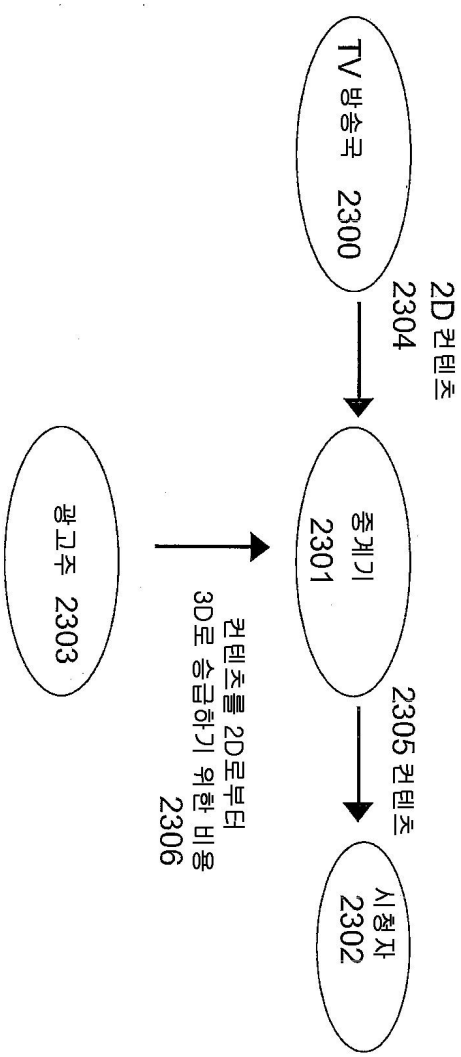
도면21


정렬된 액정을 갖는 공동
액정을
포함하는 공동
최대 조향 후의
빔 방향
입사 광
$\hat{z}$
호스트 물질
투명 전극 1
투명 전극 2

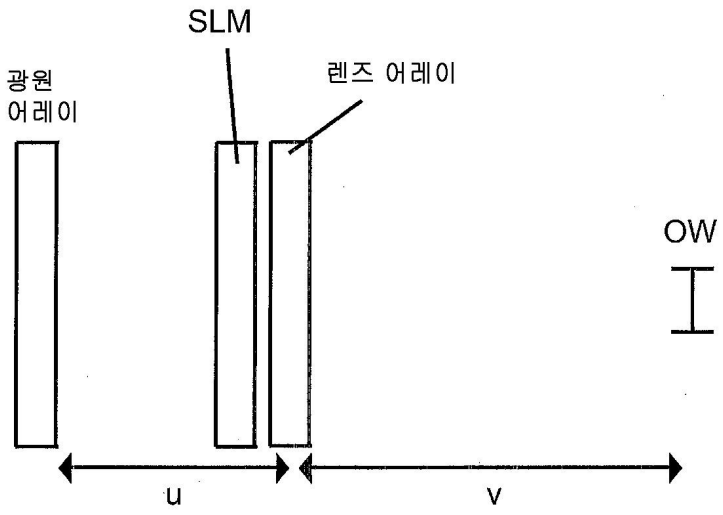
도면22



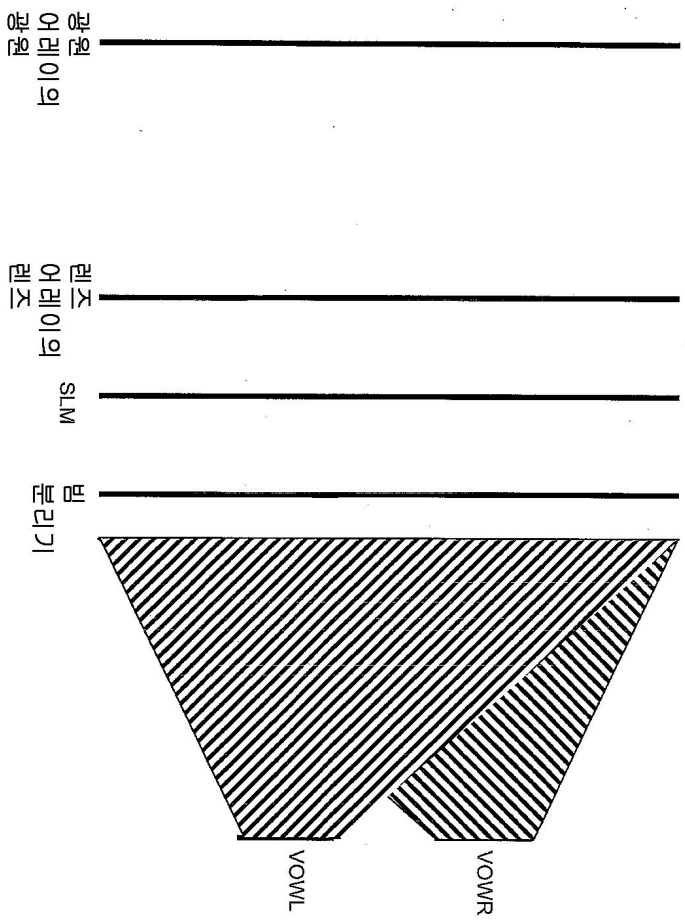
도면23


TV 방송국 2300
2D 컨텐츠 2304
중계기 2301
광고주 2303
컨텐츠를 2D로부터 3D로 승급하기 위한 비용 2306
2305 컨텐츠
시청자 2302

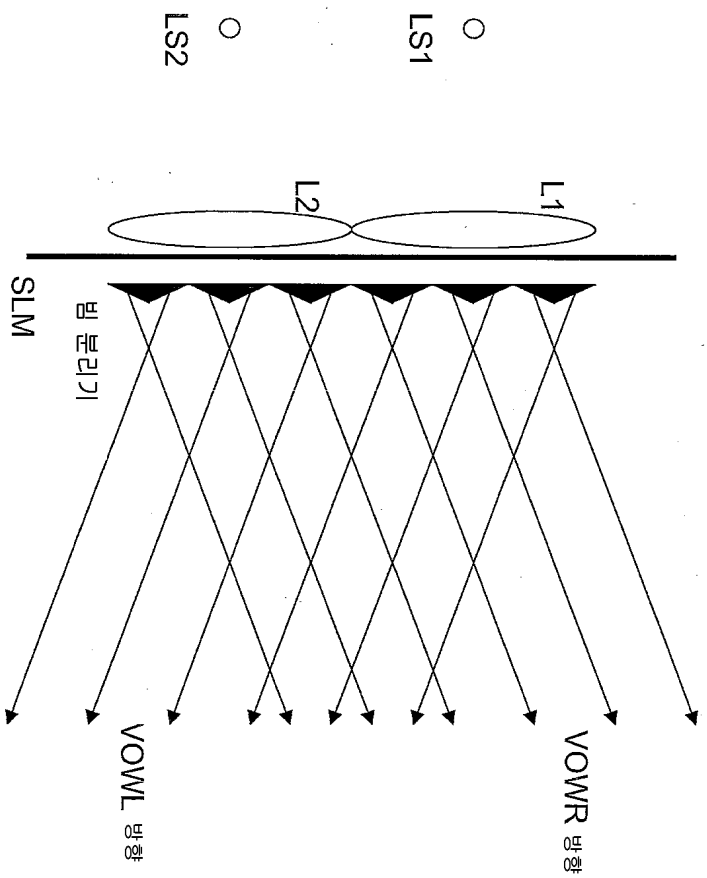
도면24


SLM
광원 어레이
렌즈 어레이
OW
u
v

도면25



도면26



도면27

