



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년03월31일
(11) 등록번호 10-2094528
(24) 등록일자 2020년03월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03H 1/22 (2006.01) F21V 8/00 (2016.01)
G02F 1/1335 (2019.01) G02F 1/1362 (2006.01)
G03H 1/08 (2006.01) G03H 1/30 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G03H 1/22 (2013.01)
G02B 6/0046 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7036613(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2011년04월11일
심사청구일자 2017년12월20일
- (85) 번역문제출일자 2017년12월19일
- (65) 공개번호 10-2018-0000345
- (43) 공개일자 2018년01월02일
- (62) 원출원 특허 10-2013-7002920
원출원일자(국제) 2011년04월11일
심사청구일자 2016년04월05일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2011/055593
- (87) 국제공개번호 WO 2012/004016
국제공개일자 2012년01월12일
- (30) 우선권주장
10 2010 031 024.7 2010년07월06일 독일(DE)
(뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2000503423 A*
(뒷면에 계속)

- (73) 특허권자
시리얼 테크놀로지스 에스.에이.
룩셈부르크 엘-5366 뫼스바흐 뒤편 뽀헨쉴랴르 212
- (72) 발명자
피테러 제랄드
독일 01277 드레스덴 아우크스부르크 스트라쎬 79
- (74) 대리인
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 45 항

심사관 : 이민형

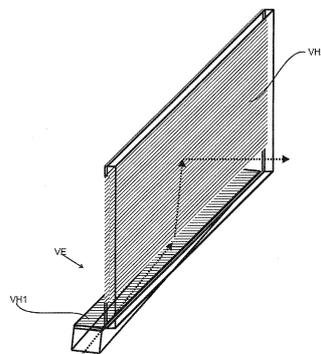
(54) 발명의 명칭 홀로그래픽 또는 입체 디스플레이를 위한 빔 확장 및 각종 콜리메이터

(57) 요약

본 발명은 조명 장치, 확대 유닛(VE) 및 광 변조기(SLM)를 구비한 홀로그래픽 디스플레이에 관한 것이다. 조명 장치는 적어도 하나의 광원과 광 시준장치(LCU)를 포함하고, 광 시준장치(LCU)는 적어도 하나의 광원의 광을 시준하고 평면파의 구별가능한 각 스펙트럼을 가진 광원에 의해 방사된 광의 광 파동장을 발생하도록 설계되며, 확

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



대 유닛(VE)은 광 전파 방향에서 볼 때 광 시준장치(LCU)의 하류에 배치되고, 확대 유닛(VE)은 광 파동장의 왜상 확장이 광 파동장과 부피 홀로그램(VH)의 투과형 상호작용에 기인하여 실현되도록 설계 및 배치되는 투과형 부피 홀로그램(VH)을 포함하고, 광 변조기(SLM)는 광 전파 방향에서 볼 때 왜상 확대 유닛(VE)의 상류 또는 하류에 배치된다.

(52) CPC특허분류

G02F 1/133524 (2013.01)
G02F 1/133621 (2013.01)
G02F 1/136277 (2013.01)
G03H 1/0891 (2013.01)
G03H 1/2205 (2013.01)
G03H 1/2286 (2013.01)
G03H 1/2294 (2013.01)
G03H 1/30 (2013.01)
G02F 2201/02 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

US06069728 A*
 US20030076423 A1*
 WO2009071546 A1*
 WO2010052304 A1*
 JP2010008822 A*
 US20100067076 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(30) 우선권주장

10 2010 043 191.5 2010년10월29일 독일(DE)
 PCT/EP2011/054660 2011년03월25일
 유럽특허청(EPO)(EP)

명세서

청구범위

청구항 1

조명 장치, 확대 유닛(VE) 및 광 변조기(SLM)를 포함하는 홀로그래픽 디스플레이에 있어서,

상기 조명 장치는 적어도 하나의 광원과 광 시준장치(LCU)를 포함하고,

상기 광 시준장치(LCU)는, 선(line) 구조를 갖고, 상기 적어도 하나의 광원의 광을 시준하며(collimate), 광원에 의해 방사된 광의 광 파동장(light wave field) - 상기 광 파동장은 평면파의 특정 각 스펙트럼(angular spectrum)을 가짐 - 을 발생시키도록 설계되고, 상기 광 시준장치의 선(line)은 서로 독립적으로 스위칭될 수 있는 적어도 2개의 광원(LS)을 갖고,

상기 확대 유닛(VE)은, 광 전파 방향에서 볼 때 상기 광 시준장치(LCU)의 하류에 배치되고, 상기 확대 유닛(VE)은 적어도 하나의 부피 홀로그램(VH)을 포함하고, 상기 적어도 하나의 부피 홀로그램(VH)은 상기 적어도 하나의 부피 홀로그램(VH)과 상기 광 파동장의 상호작용에 기인하여 상기 광 파동장의 확장을 실현하며,

상기 광 변조기(SLM)는, 광 전파 방향에서 볼 때 상기 확대 유닛(VE)의 상류 또는 하류에 배치된 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 부피 홀로그램은 투과성 부피 홀로그램으로서 설계되는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 확대 유닛에 의해 상기 광 파동장의 왜상 확장(anamorphic broadening)이 실현되는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 광 시준장치(LCU)로부터 오는 상기 광 파동장은, 70° 보다 작지 않은 구별가능한 입사각으로 상기 부피 홀로그램(VH)에 도달하는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 부피 홀로그램(VH)의 두께는, 광 파동장이 파동 벡터의 각도 분포를 포함하도록 그리고 광 파동장의 파동 벡터의 각도 분포의 최대 편차가 적어도 하나의 방향에서 $1/20^\circ$ 의 값을 초과하지 않도록 선택된 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 광 변조기의 2개의 규정된 지점 사이에서 확대 광 파동장(sWF)의 광빔들의 광로 길이($z(x,y)$)의 차는, 광의 주어진 간섭성(coherence) 길이에서 광 변조기(SLM)의 인코딩 표면상의 미리결정된 값을 초과하지 않고, 이에 따라, 상기 광로 길이의 차는 상기 확대 광 파동장의 광빔들이 여전히 간섭을 발생시킬 수 있을 만큼 작은 것인, 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 확대 유닛(VE)은, 광 전파 방향에서 볼 때 부피 홀로그램(VH1)의 하류에 배치된 추가의 부피 홀로그램(VH2)을 포함하고, 상기 확대 유닛(VE)의 부피 홀로그램(VH1, VH2)은, 광이 2개의 상이한 방향으로 편향되도록 설계 및 배치되며, 상기 광 변조기(SLM)는, 광 전파 방향에서 볼 때 상기 추가의 부피 홀로그램(VH2)의 상류 또는 하류에 배치된 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 광 시준장치(LCU)는, 2개의 부피 홀로그램(VH1, VH2)이 2개의 수직인 방향에서 평면파의 규정된 각 스펙트럼을 가진 광 파동장을 왜상으로 확장하도록, 광 전파 방향에서 상기 2개의 부피 홀로그램(VH1, VH2)이 뒤따르는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 부피 홀로그램(VH)은 탈축(off-axis) 부피 홀로그램인 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 광원은 레이저, 레이저 다이오드, LED 또는 OLED를 포함한 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 광원으로부터의 광을 공통 광섬유(OF)에 결합하기 위한 빔 결합기가 제공되며, 오직 하나의 광원만이 제공된 경우에는, 상기 광원은 상이한 파장(RGB)을 제공하고 상기 상이한 파장은 상기 빔 결합기에 의해 결합되는 것인, 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 광 시준장치(LCU)는 1차 시준 렌즈(pCL)를 포함한 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 1차 시준 렌즈(pCL)는, 광 전파 방향으로, 광 파동장이 파동 벡터의 각도 분포를 포함하고 광 파동장의 파동 벡터의 각도 분포의 최대 편차가 적어도 하나의 방향으로 $1/20^\circ$ 의 값을 초과하지 않도록 두께가 선택된 부피 홀로그램(VH)의 형태로 각도 필터가 뒤따르는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 광 시준장치(LCU)는, 시준 광 파동장에 의해 조명되는 제1 마이크로렌즈 어레이(fMLA)를 포함한 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 제1 마이크로렌즈 어레이(fMLA)의 초점면에 산란 장치(sPS)가 배치되고, 광은 상기 산란 장치로부터 산란 장치의 바로 인접한 하류에 위치한 제1 구경 조리개(aperture stop)(AS)로 전파하는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 제1 구경 조리개(AS)의 구경들은, 측방향 크기에 대하여 특정 간섭성 특성을 갖는 광 파동장의 평면파의 각 스펙트럼을 발생시키기 위해, 비대칭 측방향 크기를 갖는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 광 시준장치(LCU)의 제1 구경 조리개(AS)의 구경들은, 방사선(radiation)이 하나의 방향에서 비가간섭성(incoherent)이고 다른 방향에서는 간섭성이 되도록, 광 파동장의 간섭성 특성이 2개의 상이한 방향에서 상이해지도록 하는 치수를 갖는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 18

제15항에 있어서, 광 전파 방향으로 제1 구경 조리개(AS)의 하류에 제2 마이크로렌즈 어레이(cMLA)가 배치되고, 그리하여 상기 제1 구경 조리개의 구경들은 상기 제2 마이크로렌즈 어레이(cMLA)의 대응하는 마이크로렌즈의 뒷면 초점과 일치하는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 제1 구경 조리개(AS)와 상기 제2 마이크로렌즈 어레이(cMLA) 사이에 2개의 추가의 구경 조리개(AS1, AS2)가 배치된 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 20

제18항에 있어서, 상기 제2 마이크로렌즈 어레이(cMLA)는 평면파의 각 스펙트럼을 가진 세그먼트화 광 파동장을 발생시키는 것이고, 홀로그래픽 코드를 소지하는 다음의 광 변조기(SLM)는 상기 세그먼트화 광 파동장에 의해 직접 또는 광 파동장의 측면 확대 후에 조명되는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 21

제1항에 있어서,

상기 광 변조기(SLM)는 투과형, 반사형 또는 반사투과형(transflective)인 것, 또는 상기 조명 장치는 상기 광 변조기(SLM)의 활성 영역을 균질하게 조명하도록 설계 및 치수를 갖는 것이거나,

상기 광 변조기(SLM)는 투과형, 반사형 또는 반사투과형(transflective)이고, 상기 조명 장치는 상기 광 변조기(SLM)의 활성 영역을 균질하게 조명하도록 설계 및 치수를 갖는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 22

제1항에 있어서, 상기 광 시준장치(LCU)의 적어도 하나의 파라미터는, 적어도 하나의 부피 홀로그램(VH)의 하류에서 광 파동장의 평면파의 특정 각 스펙트럼을 발생시키도록 수정 가능한 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 23

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 부피 홀로그램(VH)은, 디스플레이를 바라보는 관측자에 대하여 방사선의 방해 부분 또는 회절 차수를 억제하도록 설계된 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 24

제7항에 있어서, 상기 부피 홀로그램(VH1, VH2) 중의 하나는, 확대 요소로서의 그 기능 외에, 시야 렌즈의 기능을 갖도록 설계된 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 25

제1항에 있어서, 상기 광 시준장치의 선(line)은 출구에서 적어도 2개의 시준 굴절 렌즈(CL)를 가지며, 선들은 후속적으로 배열된 2차원 확대 유닛(VE)의 전체 표면을 조명하도록 상기 후속적으로 배열된 2차원 확대 유닛(VE)의 테두리를 따라 나란히 배열된 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 26

조명 장치, 확대 유닛(VE) 및 광 변조기(SLM)를 포함하는 홀로그래픽 디스플레이에 있어서,

상기 조명 장치는 적어도 하나의 광원과 광 시준장치(LCU)를 포함하고,

상기 광 시준장치(LCU)는, 선(line) 구조를 갖고, 상기 적어도 하나의 광원의 광을 시준하며(collimate), 광원에 의해 방사된 광의 광 파동장(light wave field) - 상기 광 파동장은 평면파의 특정 각 스펙트럼(angular spectrum)을 가짐 - 을 발생시키도록 설계되고,

상기 확대 유닛(VE)은, 광 전파 방향에서 볼 때 상기 광 시준장치(LCU)의 하류에 배치되고, 상기 확대 유닛(VE)은 적어도 하나의 부피 홀로그램(VH)을 포함하고, 상기 적어도 하나의 부피 홀로그램(VH)은 상기 적어도 하나의 부피 홀로그램(VH)과 상기 광 파동장의 상호작용에 기인하여 상기 광 파동장의 확장을 실현하며,

상기 광 변조기(SLM)는, 광 전파 방향에서 볼 때 상기 확대 유닛(VE)의 상류 또는 하류에 배치되고,

부피 격자(VG)를 포함한 2차원 확대 유닛(VE)을 조명하기 위한 췌기형 광 도파관 장치(LE)가 제공되고, 여기에서 상기 부피 격자(VG)는, 그 광 입구 표면에 수직하게 위치된 췌기형 광 도파관 장치(LE)의 측면에 부착되어, 상기 광 시준장치(LCU)에 의해 방사된 세그먼트화 평면 파동장을 확대하고 상기 확대 유닛보다 더 하류에 배치된 광 변조기(SLM)의 표면에 상기 세그먼트화 평면 파동장을 지향시키도록 사용되는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 27

제1항 또는 제25항에 있어서, 상기 광 시준장치(LCU)에서 나란하게 배열된 선(line)들의 수 및 각 선에서 서로 독립적으로 스위칭될 수 있는 광원(LS)의 수에 따라서, 결과적으로 형성된 조명 장치는 독립적으로 스위칭 가능한 조명 세그먼트의 매트릭스를 갖는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 28

제14항에 있어서, 광 전파 방향에서 볼 때, 상기 광 시준장치(LCU)의 제1 마이크로렌즈 어레이(fMLA)의 상류에 셔터(saS)가 배치되고, 수직 방향 또는 수평 방향으로 연장하는 복수의 스트립형 세그먼트의 투명도는 제어가능한 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 29

제28항에 있어서, 조명광의 2개의 스트립형 세그먼트는 각각 스위치 온되고, 상기 2개의 스트립형 세그먼트는, 광 변조기(SLM)의 평면에서 수직으로 연장하고 광 변조기의 테두리와 그 중심 사이에서 수평 방향 또는 수직 방향으로 시순차적으로 이동가능한 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 30

제14항에 있어서, 상기 광 시준장치(LCU)의 제1 마이크로렌즈 어레이(fMLA)의 상류에 배치된 1차 시준 렌즈 어레이(CLA)의 선택된 렌즈는, 광섬유 스위치(foS)에 의해 스위칭 가능한 광섬유 광원의 캐스케이드(cascade)에 의해 조명되는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 31

제30항에 있어서, 상기 광 시준장치(LCU)의 제1 마이크로렌즈 어레이(fMLA)의 상류에 배치된 1차 시준 렌즈 어레이(CLA)의 선택가능한 렌즈를 조명하기 위해 멀티모드 광섬유의 단부에 수동 광 출구가 제공된 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 32

제30항에 있어서, 상기 광 시준장치(LCU)의 제1 마이크로렌즈 어레이(fMLA)의 선택된 세그먼트는, 광원의 하류에 위치한 1차 시준 렌즈(CL)와 제1 마이크로렌즈 어레이(fMLA) 사이에 배치된 2개의 스위칭 가능한 LC(Liquid Crystal) 기반형 회절 격자(G1, G2)의 조합에 의해 조명가능한 것이고, 스트립형 세그먼트의 강도는 국부적으로 변경 가능한 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 33

제32항에 있어서, 상기 2개의 스위칭 가능한 LC(Liquid Crystal) 기반형 회절 격자(G1, G2)의 조합은, 광원의 하류에 위치한 1차 시준 렌즈(CL)와 왜상 확대 유닛(VE)의 입구 표면 사이에 배치되고, 확대 유닛(VE)에 의해 직접 확대되는 2개의 스캐닝 스트립형 조명 영역을 발생하는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 34

제32항에 있어서, 상기 스위칭 가능한 회절 격자(G1, G2)는, 스위칭 가능한 지연판과 함께 결합된 편광 격자 또는 PDL(Polymer Dispersed Liquid Crystal) 부피 격자인 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 35

제30항에 있어서, 상기 광 시준장치(LCU)의 제1 마이크로렌즈 어레이(fMLA)의 선택된 세그먼트는 2개의 회절 격자(G1, G2)의 조합에 의해 조명가능한 것이고, 여기에서 제1 회절 격자(G1)는 스위칭 가능형의 것이며, 제2 회절 격자(G2)는 제1 마이크로렌즈 어레이(fMLA)의 상류에 배치되고 각도 선택성 부피 격자의 형태로 설계되며, 상기 각도 선택성 부피 격자는 고정식으로 새겨진 회절 구조의 도움으로 적어도 하나의 광 파장에 대하여 필요한 편향 각을 실현하도록 사용되는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 36

제30항에 있어서, 상기 광 시준장치(LCU)의 제1 마이크로렌즈 어레이(fMLA)의 선택된 세그먼트는 2개의 회절 격자(G1, G2)의 조합에 의해 조명가능한 것이고, 여기에서 제1 회절 격자(G1)는 스위칭 가능형의 것이며, 제2 회절 격자(G2)는 제1 마이크로렌즈 어레이(fMLA)의 상류에 배치되고 부피 격자의 형태로 설계되며, 상기 부피 격

자는, 배열의 광축까지의 거리가 더 커짐에 따라서 증가하는 각도에서 스트립형 세그먼트에 도달하는 광이 광축에 평행한 방향으로 회절되도록 설계된 복수의 스트립형 세그먼트를 포함한 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 37

제32항에 있어서, 상기 광원의 1차 시준 렌즈(CL)와 상기 광 시준장치(LCU)의 제1 마이크로렌즈 어레이(fMLA) 사이에 배치된 회절 격자(G1, G2)는, 사용된 광로부터 격자(G1, G2)의 제0 회절 차수를 제거하기 위해, 탈축 광로가 또한 실현가능하도록 설계된 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 38

제32항에 있어서, 상기 광원의 1차 시준 렌즈(CL)와 상기 광 시준장치(LCU)의 제1 마이크로렌즈 어레이(fMLA) 사이에 배치된 회절 격자(G1, G2)는, 광 시준장치(LCU)의 제1 마이크로렌즈 어레이(fMLA)의 복수의 표면 영역이 수평 및 수직 방향으로 조명될 수 있도록 설계된 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 39

제30항에 있어서, 상기 광 시준장치(LCU)의 제1 마이크로렌즈 어레이(fMLA)의 상류에 배치된 1차 시준 렌즈 어레이(pCLA)의 렌즈들은, 각 스펙트럼이 하나의 방향에서 $1/20^\circ$ 의 각도 편차 및 상기 하나의 방향에 대해 수직 한 방향에서 1° 의 각도 편차를 포함한 세그먼트화 평면파에 의해 조명되는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 40

제38항에 있어서, 상기 1차 시준 렌즈 어레이(pCLA)의 렌즈들의 테두리에서의 회절을 통한 평면파의 각 스펙트럼의 확장을 방지하기 위해, 상기 1차 시준 렌즈 어레이(pCLA)는 광 전파 방향으로 각도 필터링을 위한 2개의 부피 격자(VG1, VG2)의 조합이 뒤따르는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 41

제38항에 있어서, 평면파의 각 스펙트럼의 각도 필터링을 위한 부피 격자(VG1, VG2)의 조합은, 광축으로부터 편향하는 회절각을 갖는 제1의 부피 격자(VG1), 및 평면파의 주어진 각 스펙트럼의 영역에 입사하는 광빔이 배열의 광축을 따라 회절되도록 그리고 평면파의 각 스펙트럼 외측으로 전파하는 광빔이 회절 없이 투과되도록 설계된 제2의 부피 격자(VG2)를 포함하고, 상기 제1의 부피 격자(VG1)는 상기 제2의 부피 격자(VG2)보다 얇고, 상기 제1의 부피 격자(VG1)는 상기 제2의 부피 격자(VG2)보다 넓은 각도 선택성을 갖는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 42

제38항에 있어서, 제1 부피 격자들(VG1, VG2)의 조합에 대하여 90° 만큼 회전된 제2 부피 격자들의 조합은, 2개의 수직 방향에서 평면파의 각 스펙트럼의 각도 필터링을 실현할 수 있도록 상기 제1 부피 격자들(VG1, VG2)의 조합의 하류에 배치된 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 43

제30항에 있어서,

상기 광 변조기(SLM)는 반사형 또는 반사투과형의 것, 또는 상기 조명 장치(FLU)는, 조명 장치(FLU)가 구별가능한 편광의 광으로 반사형 또는 반사투과형 광 변조기(SLM)의 활성 영역을 조명하도록 광의 편광을 수정하는 광학 소자에 의해 설계 및 보충되는 것이거나,

상기 광 변조기(SLM)는 반사형 또는 반사투과형의 것이고, 상기 조명 장치(FLU)는, 조명 장치(FLU)가 구별가능한 편광의 광으로 반사형 또는 반사투과형 광 변조기(SLM)의 활성 영역을 조명하도록 광의 편광을 수정하는 광학 소자에 의해 설계 및 보충되는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 44

제30항에 있어서,

상기 광 변조기(SLM)는 반사형 또는 반사투과형의 것, 또는 상기 조명 장치(FLU)는, 편향 요소의 광 회절 기능이 광이 도파관에 결합될 때 및 광이 광 변조기(SLM)를 조명하도록 결합될 때에만 실행되고, 광 변조기(SLM)에 의해 변조 및 반사된 광이 그 되돌아오는 경로에 있을 때는 실행되지 않도록 각도 선택성 편향 요소와 결합된

평면 도파관(pWG)에 의해 설계 및 보충되는 것이거나,

상기 광 변조기(SLM)는 반사형 또는 반사투과형의 것이고, 상기 조명 장치(FLU)는, 편향 요소의 광 회절 기능이 광이 도파관에 결합될 때 및 광이 광 변조기(SLM)를 조명하도록 결합될 때에만 실행되고, 광 변조기(SLM)에 의해 변조 및 반사된 광이 그 되돌아오는 경로에 있을 때는 실행되지 않도록 각도 선택성 편향 요소와 결합된 평면 도파관(pWG)에 의해 설계 및 보충되는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 45

제43항에 있어서,

상기 광 변조기(SLM)는 반사형 또는 반사투과형의 것, 또는 상기 조명 장치(FLU)는, 스위칭 가능한 2차 광원의 선(line) 배열에 의해 방사되는 광을 시준하고 광을 평면 도파관(pWG)에 직접 또는 각도 선택성 편향 요소를 통해 결합하는 선형 광 시준장치(LCU)에 의해 설계 및 보충되는 것이거나,

상기 광 변조기(SLM)는 반사형 또는 반사투과형의 것이고, 상기 조명 장치(FLU)는, 스위칭 가능한 2차 광원의 선 배열에 의해 방사되는 광을 시준하고 광을 평면 도파관(pWG)에 직접 또는 각도 선택성 편향 요소를 통해 결합하는 선형 광 시준장치(LCU)에 의해 설계 및 보충되는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 조명 장치, 확대 유닛 및 광 변조기를 구비한 홀로그래픽 디스플레이에 관한 것이다. 홀로그래픽 디스플레이는 2차원 및/또는 3차원 화상 정보를 제공하기 위해 사용된다.

배경 기술

- [0002] 대형 화면 크기를 가진 홀로그래픽 디스플레이를 실현할 때 마주치게 되는 2가지의 중요한 문제점이 있다:
- [0003] - 예컨대 대각선 치수가 24"인 대면적 광 변조기를 이용하여 홀로그램을 인코딩하는 경우, 이 대면적의 광 변조기는 충분한 공간섭성 광(coherent light)으로 균일하게 조명되어야 한다.
- [0004] - 이와 대조적으로, 만일 소형 광 변조기가 투사 설비와 결합되면, 장치가 동일한 24"의 화면 크기를 가지며 렌즈 및 거울과 같은 종래의 광학 수단이 사용되는 경우 장치는 1m보다 더 깊을 것이다.
- [0005] 가능한 한 평탄한 대형 조명 장치에 의해 제1 문제점을 해결할 수 있어야 한다. 제2 문제점은 종래의 광학 수단이 아닌 다른 수단을 이용하여 조명 장치 및/또는 광 변조기를 대형화하는 경우에만 해결될 수 있다.
- [0006] 홀로그래픽 투사 디스플레이는 예를 들면 WO 2006/119760 A2의 문서에 개시되어 있다. 이 문서에서, 홀로그램이 인코딩되는, 작은 표면 및 고해상도를 가진 광 변조기는 화면으로서 사용되는 렌즈 또는 오목 거울 위에 렌즈 및 거울을 배치함으로써 확대 방식으로 상을 형성하고, 화면의 푸리에 평면(Fourier plane)에 위치한 뷰잉 윈도와 화면 사이에서 펼쳐지는 공간에서 재구성된다. 화면에서 홀로그램의 확대된 상 형성 덕분에, 이러한 배열은 재구성 공간이 역시 확대되어 종래의 홀로그래픽 배열에서보다 훨씬 더 큰 객체(object)가 재구성될 수 있는 장점이 있다. 그러나, 이것은 광학적 배열이 오히려 방해해지고 특히 축 방향으로 길게 되어서 그 큰 깊이 때문에 홀로그래픽 데스크톱 디스플레이로서 사용하기 어려운 단점을 함께 갖는다.
- [0007] 문서 US 2007/252956 A에 개시된 투사 디스플레이에 있어서, 소형 광 변조기는 비교적 작은 조명 장치에 의해 조명되고 축외 방향으로(extra-axially) 배치된 홀로그래픽 거울 요소의 도움으로 화면상에 확대 방식으로 투사된다. 이러한 배열의 장점은 광 경로가 비스듬하기 때문에 전체 시스템의 축 방향 치수가 짧아진다는 것이다. 그러나, 이 배열은 홀로그래픽 데스크톱 디스플레이로서 사용되기에는 여전히 너무 방대하다.
- [0008] 문서 WO 2002/082168 A에는 광 편향을 위하여 1차원 격자(grating)와 2차원 격자를 결합한 평탄형 투사 디스플레이가 개시되어 있다. 영상 프로젝터의 허상(virtual image)은 제1 방향으로 봉형 격자체를 통하여 안내되고, 그 다음에 상기 제1 방향에 수직한 제2 방향으로 판형 격자체를 통하여 안내된다. 일 실시형태에 있어서, 격자는 디스플레이의 표면에 대하여 45°의 각도로 층들에 결합되는 글라스 스트립(glass strip)으로 구성되고, 각각 입사 방향에 대하여 직각으로 광을 편향시킨다. 그러나, 광 변조기의 화상은 이러한 구성에 의해 확대되기보다는 오히려 증배되고, 수직 방향에서 판형 격자체의 표면을 보는 관측자는 하나의 동일한 변조기 화상의 2차원 배열을 보게 된다. 광 변조기의 인코딩 표면이 실제로 확대되는 홀로그래픽 투사 디스플레이는 이러한 배열에

의해 실현될 수 없다.

[0009] 문서 WO 2002/31405 A에서, 예를 들면 광 변조기에 의해 방사되는 직사각형 단면을 가진 광선의 콜리메이트 펜슬(collimated pencil)은 거울처럼 반사하지 않는 1차원 표면상 및 하나 뒤에 다른 하나가 있는 거울처럼 반사하지 않는 2차원 표면상에서 작은 각도로 놓인다는 점에서 2개의 직각 방향으로 확장된다. 2차원적 확장은 평탄한 "스침각"(grazing) 입사를 통하여 달성되고, 표면들은 광빔을 원하는 방향, 즉 이 경우에는 입사 방향에 수직인 방향으로 반사시키는 구조를 갖는다. 이것은 2차원 회절 격자 또는 홀로그래픽 표면 격자의 도움으로 실현된다. 이러한 배열에서, 입사광 파동장(wave field)의 단면적은 확실히 확대되지만, 3차원 장면의 홀로그래픽 재구성의 관계에서 본질적인, 회절 격자에 의해 광이 반사될 때 광선의 펜슬의 규정된 진폭 및 위상 변조에 대한 언급이 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 따라서, 본 발명의 목적은 가능한 한 큰 면적을 가지면서 가능한 한 작은 깊이를 가지며 최소수의 1차 광원만을 포함하는 조명 장치를 가진 홀로그래픽 디스플레이를 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 배열의 깊이를 크게 증가시키지 않고 가능한 한 작은 홀로그래픽적으로 인코딩된 광 변조기를 충분히 큰 크기로 확대하는 것이다. 어느 경우이든, 조명 장치에 의해 방사된 평면파의 각 스펙트럼 및 그들의 가간섭성 특성(coherence property)은 객체의 홀로그래픽 또는 혼합 홀로그래픽 및 입체 표시의 필요조건을 만족시킬 것이다.

[0011] 상기 목적들은 청구항 1의 특징을 가진 본 발명에 따라 달성된다. 본 발명의 다른 양호한 실시형태 및 그 연속적인 실시형태는 종속 청구항에서 규정된다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명에 따른 홀로그래픽 디스플레이는 조명 장치, 확대 유닛 및 광 변조기를 포함한다. 조명 장치는 적어도 하나의 광원과 광 시준장치(collimation unit)를 포함한다. 광 시준장치는 적어도 하나의 광원에 의해 방사된 광을 시준하고 평면파의 구별가능한 각 스펙트럼을 가진 광원에 의해 방사된 광의 광 파동장을 발생하도록 설계된다. 확대 유닛은 광 전파 방향에서 볼 때 광 시준장치의 하류에 배치된다. 확대 유닛은 광 파동장의 왜상 확장(anamorphic broadening)이 부피 홀로그램(volume hologram; VH)과 광 파동장의 투과성 상호작용에 의해 실현될 수 있도록 설계 및 배치되는 투과성 부피 홀로그램을 포함한다. 여기에서, 광 시준장치 및 확대 유닛은 바람직하게 홀로그래픽 또는 입체 또는 무안경 입체(autostereoscopic) 디스플레이에서 각각 단독으로 사용될 수 있다. 광 시준장치 및 확대 유닛은, 시준 및 확대 모듈로서, 본 발명에 따라서 상기와 같은 디스플레이에 대하여 확장된 시준광 파동장을 제공할 수 있다. 본 발명과 관련하여, 왜상 확장은, 특히, 중간의 광학적 화상을 제공하지 않고 입사 광빔 또는 광 파동장의 빔 확장 또는 확대를 의미한다.

[0013] 홀로그램 정보를 인코딩하는 광 변조기는 광 전파 방향에서 볼 때 왜상 확대 유닛의 상류 또는 하류에 배치될 수 있다.

[0014] 광 시준장치로부터 오는 광 파동장은 70° 보다 작지 않은 구별가능한 입사각으로 부피 홀로그램에 부딪힐 수 있다. 여기에서 입사각은 부피 홀로그램에 수직인 표면과 관련이 있고, 부피 홀로그램의 앞 및 뒤에서 광학 매체의 굴절률의 가능한 차를 고려한다.

[0015] 부피 홀로그램의 두께는 광 파동장이 파수 벡터(wave vector)의 각도 분포를 나타내고 광 파동장의 파수 벡터의 각도 분포의 최대 편차가 적어도 하나의 방향에서 1/20° 의 값을 초과하지 않도록 선택된다. 파수 벡터는 광 파동장의 파의 전파 방향을 나타낸다.

[0016] 광 변조기의 2개의 규정된 지점 사이에서 확대 광 파동장의 광빔의 광로 길이의 차는 광의 소정의 가간섭성 길이에서 광 변조기의 인코딩 표면에서의 주어진 값을 초과하지 않을 것이다. 이것은 예를 들면 서브홀로그램과 대응할 수 있는 광 변조기의 주어진 소구역(sub-region)을 통과하는 2개의 입사의 광빔 사이에서 광로 길이의 차가 이 광빔이 여전히 간섭을 발생할 수 있을 정도로 충분히 작다는 것을 의미한다. 서브홀로그램의 정의는 문서 WO 2006/066919 A1에 개시되어 있다. 지금까지, 사용된 광의 상기와 같이 규정된 가간섭성 길이에 의해, 구성 및 파괴 간섭이 문서 WO 2006/066919 A1에 기초한 디스플레이에서 여전히 가능하다는 것이 확실하게 되었고, 따라서 3차원 장면이 디스플레이에 의해 관측자에게 홀로그래픽적으로 제공될 수 있다.

[0017] 확대 유닛은 광 전파 방향으로 더욱 하류에 배치된 부피 홀로그램을 또한 포함할 수 있고, 여기에서 확대 유닛

의 부피 홀로그램은 광이 2개의 다른 방향으로 편향될 수 있도록 설계 및 배치되며, 광 변조기는 광 전파 방향에서 볼 때 추가 부피 홀로그램의 상류에 또는 하류에 배치된다. 이 실시형태에 따르면, 제1 부피 홀로그램은 광 시준장치에 의해 시준된 광 파동장을 제1 방향으로 확장 또는 확대하기 위해 사용된다. 제1 부피 홀로그램의 하류에 배치되는 추가의(또는 제2의) 부피 홀로그램은 제1 부피 홀로그램에 의해 제1 방향으로 확대된 광 파동장을 제2 방향으로 확장 또는 확대하기 위해 사용된다. 이것에 의해, 예를 들면, 하나의 1차 광원만이 바람직하게 대면적 또는 영역을 실질적으로 균질하게 조명할 수 있고, 확대 유닛은 바람직하게 매우 작은 공간을 취한다.

- [0018] 2개의 부피 홀로그램은 이들이 광 파동장을 2개의 실질적으로 수직 방향에서 비뚤어지게 평면파의 규정된 각 스펙트럼으로, 즉 각 방향에서 서로 다른 확대율로 확장하도록 배열될 수 있다.
- [0019] 사용되는 부피 홀로그램은 바람직하게 탈축(off-axis) 부피 홀로그램이고, 목적 빔과 기준 빔은 동일 축상에 놓이지 않는다.
- [0020] 레이저, 레이저 다이오드, LED 또는 OLED는 광원으로서 사용될 수 있다.
- [0021] 복수의 광원으로부터의 방사선 또는 광은 빔 결합기에 의해 결합되어 공통 광섬유에 주입될 수 있다. 만일 단일 광원만이 사용되면, 그 광은 광섬유를 통하여 광 시준장치로 안내될 수 있다.
- [0022] 시준광 파동장을 생성하기 위해 사용되는 1차 시준 렌즈는 광섬유에서 빠져나오는 광 출구 지점의 하류에 배치될 수 있다. 이 시준광 파동장은 예를 들면 입체 디스플레이를 조명하기 위해 사용될 수 있다.
- [0023] 또한, 1차 시준 렌즈는 광의 전파 방향에서 부피 홀로그램의 형태로 각도 필터가 뒤따를 수 있고, 그 두께는 광 파동장이 파수 벡터의 각도 분포를 나타내고 광 파동장의 파수 벡터의 각도 분포의 최대 편차가 적어도 하나의 방향에서 예를 들면 $1/20^\circ$ 의 구별가능한 값을 초과하지 않도록 선택된다. 이것은 적어도 하나의 방향에서 평면파의 각 스펙트럼을 광 시준장치에 이미 있는 구별가능한 각도 범위로 제한하고 바람직한 빔 확장 또는 빔 편향 효과만을 고려한 상태에서 광 시준장치의 하류에 배치된 부피 홀로그램의 두께를 규정할 수 있게 한다.
- [0024] 시준광 파동장은 광 시준장치의 제1 마이크로 렌즈 어레이를 조명할 수 있다.
- [0025] 산란 장치는 제1 마이크로 렌즈 어레이의 초점면에 배치될 수 있고, 그로부터 광이 산란 장치의 하류에 바로 가까이 위치된 제1 구경 조리개(aperture stop)까지 전파하며, 제1 구경 조리개의 구경(aperture)들은 각각의 측면 범위와 관련하여 구별가능한 가간섭성 특성을 가진 광 파동장의 평면파의 각 스펙트럼을 발생하기 위해 비대칭 측면 범위를 가질 수 있다. 이것은 디스플레이의 혼합 홀로그래픽 및 입체 인코딩의 경우에 특히 중요하고, 여기에서 광 파동장은 홀로그래픽 인코딩의 방향으로는 충분한 가간섭성을 나타내야 하지만 입체 인코딩의 방향으로는 충분한 비가간섭성(incoherence)을 나타내야 한다.
- [0026] 광 시준장치의 제1 구경 조리개의 구경들은 방사선이 하나의 방향에서는 실질적으로 비가간섭성이지만 다른 방향에서는 충분히 가간섭성을 갖도록 광 파동장의 가간섭성 특성이 2개의 다른 방향에서 다르게 되게 하는 치수를 갖는다. 일반적으로, 방사선의 가간섭성의 정도가 크면 클수록 각 방향에서의 구경은 더 작아진다.
- [0027] 제2 마이크로 렌즈 어레이는 바람직하게 제1 구경 조리개의 구경들이 대응하는 마이크로 렌즈의 후방 초점과 일치하도록 광 전파 방향으로 제1 구경 조리개의 하류에 배치된다. 따라서, 제2 마이크로 렌즈 어레이는 평면파의 각 스펙트럼을 가진 세그먼트화 광 파동장을 발생하고, 이것에 의해 홀로그래픽 코드를 소지하는 다음의 광 변조기가 직접 또는 광 파동장의 측면 확대 후에 조명된다.
- [0028] 2개의 추가의 구경 조리개가 바람직하게 제1 구경 조리개와 제2 마이크로 렌즈 어레이 사이에 배치된다. 상기 추가의 구경 조리개는 제1 구경 조리개의 2차 광원의 광이 지정된 것 이외의 다른 마이크로 렌즈로 전파(조명 누화)하는 것을 방지하기 위해 사용된다.
- [0029] 광 변조기는 투과형, 반사형 또는 반투과형(transflective)일 수 있다.
- [0030] 조명 장치는 광 변조기의 활성 영역을 실질적으로 균질하게 조명하도록 설계되고 그에 따른 치수를 갖는다.
- [0031] 그러나, 광파가 부피 홀로그램에 의해 회절될 때, 광 파동장의 각 스펙트럼은, 예를 들면, 부피 홀로그램에 의해 회절될 때 광 시준장치의 평면파의 각 스펙트럼의 수정이 광 시준장치의 파라미터를 선택할 때 고려되도록 수정된다. 예를 들면, 인수 10에 의한 왜상 확장은 평면파의 각 스펙트럼이 그 방향에서 동일한 인수에 의한 평균으로 감소되게 할 것이다. 따라서, 적어도 하나의 부피 홀로그램의 하류에서 광 파동장의 평면파의 구별가능한 각 스펙트럼을 생성하기 위해 광 시준장치의 적어도 하나의 파라미터가 수정가능한 것이 필요할 수 있다. 이

것은 예를 들면 광 시준장치의 각각의 광학 성분의 제어형 또는 수동 조정에 의해서 또는 특수 응용을 위한 광 시준장치의 적당한 설계에 의해 실현될 수 있다.

- [0032] 그러나, 적어도 하나의 부피 홀로그램의 각도 필터링 효과를 이용하여 방사선의 방해부분 또는 디스플레이를 바라보는 관측자에 대한 회절 차수를 억제하는 것이 또한 동시에 가능하다. 이것은 더 높거나 원치않은 회절 차수가 그곳에서 억제되거나 지워져야 하기 때문에 문서 WO 2006/066919 A1에 개시된 홀로그래픽 디스플레이에서 특히 유용하다.
- [0033] 또한, 부피 홀로그램 중의 하나를 확장 요소의 기능에 추가하여 시야 렌즈(field lens)의 기능을 갖도록 설계하는 것이 가능하다. 이러한 시야 렌즈 기능 덕분에, 문서 WO 2006/066919 A1에서 개시된 것처럼 실제 광원 또는 가상 광원이 홀로그래픽 디스플레이의 광원의 이미지 평면에 상을 형성할 수 있다.
- [0034] 본 발명은 문서 WO 2006/066919 A1 또는 WO 2004/044659 A2에 개시되어 있는 것처럼 홀로그래픽 디스플레이에 특히 바람직하게 적용된다. 이것은 평탄하고 공간 절약형 설계를 홀로그래픽 디스플레이에 제공할 수 있다.
- [0035] 예를 들면 240 fps(frames per second; 초당 프레임수) 이상의 매우 높은 프레임 속도로 인하여, 개별 영역 세그먼트가 턴온되고 서로 독립적으로 임시로 변조될 수 있도록 조명 장치를 설계하는 것이 유리하고, 그에 따라서, 예를 들면 광 변조기상의 영역들만이 조명되어 바람직한 조정 값 또는 설정점 값(예를 들면, 액정 위상 변조기의 스위칭 동작 중의 위상 정체기(phase plateau))에 도달된다. 이 동작 모드는 스캐닝이라고도 부른다.
- [0036] 이를 위해, 광 시준장치의 제1 마이크로 렌즈 어레이의 상류(광 진과 방향에서)에 셔터가 배치되도록 홀로그래픽 디스플레이의 조명 장치를 수정하는 것이 타당하고, 여기에서, 수평 방향 또는 수직 방향으로 연장하는 복수의 스트립형 세그먼트가 상기 셔터에서 활성화되어 후속적으로 배치된 광 변조기의 스트립형 영역이 선택적으로 조명될 수 있게 한다.
- [0037] 광 변조기의 스캐닝 조명의 한가지 실현 옵션은 예를 들면 항상 조명광의 2개의 스트립형 세그먼트가 스위치 온되어 광 변조기의 평면에서 수직으로 연장하고 광 변조기의 테두리와 그 중심 사이에서 수평 또는 수직 방향으로 순차적으로 이동될 수 있다는 것이다.
- [0038] 그러나, 광 제어를 위해 셔터를 사용하는 것은 셔터 요소의 작은 부분만이 임의의 한 순간에 스위치 온, 즉 투명으로 되기 때문에 광 출력에서의 손실이 발생한다는 단점이 있다.
- [0039] 대면적 스캔 조명 장치를 실현하는 다른 하나의 가능성은 2개의 직각 방향에서 2개의 부피 격자의 결합에 의해 축소 평면 광 시준장치에 의해 방사된 세그먼트화 평면 파동장을 확대시키지 않고, 오히려 2차원 확대 효과가 있는 제2 부피 격자(volume grating)만을 이용하고, 선 구조를 가진 광 시준장치에 의해 제2 부피 격자를 조명하는 것이며, 상기 선은 서로 독립되게 스위치될 수 있는 적어도 2개의 광원 및 출구에서 적어도 2개의 시준 굴절 렌즈를 가지며, 이 선들은 시준 굴절 렌즈의 전체 표면을 조명하도록 순차적으로 배열된 2차원 확대 유닛의 테두리를 따라 나란하게 배열된다. 부피 격자는 광빔이 부피 격자의 표면에 실질적으로 수직하게 부피 격자를 떠나도록 평각(flat angle)으로 입사하는 광빔을 회절시킨다.
- [0040] 선형 광 시준장치의 출구에 의해 형성되는 조명 표면은 그 입구 표면에 실질적으로 수직하고 2차원 부피 격자가 부착되는 그 출구 표면에 대하여 유리 등의 굴절 물질로 이루어진 췌기형 광 도파관 장치의 입구 표면을 또한 조명할 수 있다.
- [0041] 굴절 물질로 이루어진 췌기형 광 도파관 장치 대신에 비광학 매체 또는 공기가 제공되고 선형 광 시준장치에 의해 방사된 조명광이 직접 2차원 부피 격자 또는 2차원 부피 격자를 소지하는 물질에 도달하는 것이 또한 가능하다.
- [0042] 이 배열은 광 시준장치에 의해 방사된 세그먼트화 평면 파동장을 확대하고 세그먼트화 평면 파동장을 다음 광 변조기의 표면으로 지향시킨다.
- [0043] 광 시준장치에서 나란히 배열되는 선의 수 및 각 선에서 서로 독립적으로 스위치될 수 있는 광원의 수에 따라서, 결과적으로 형성된 조명 장치는 독립적으로 스위치가 가능한 조명 세그먼트의 매트릭스를 갖는다.
- [0044] 그러나, 이 해법은 결과적으로 형성된 조명 장치의 각 세그먼트가 예를 들면 문서 WO 2004/109380에서 설명되어 있는 것처럼 전용 광원에 의해 조명 및 스위칭되는 경우에 오히려 비효율적이다.
- [0045] 이용가능한 광 출력의 활용성을 개선하고, 더욱이 가능한 한 적은 수의 1차 광원으로 행하기 위하여, 매우 적은 수의 광원의 광을, 예를 들면, 직렬 광 도파관 또는 스위치의 시스템을 통하여 제어 및 분배하는 것이

타당하다.

- [0046] 예를 들면, 능동 광학 스위치는 전압이 인가될 때 광을 하나의 광섬유로부터 다른 광섬유로 재지향시킬 수 있다. 만일 복수의 이러한 브랜치가 선형으로, 예를 들면 트리 구조로 접속되면, 단일의 1차 광원은 2 내지 N의 제공개의 스위칭가능한 2차 광원을 발생할 수 있고, 여기에서 N은 직렬 접속(cascade)의 수이다.
- [0047] 따라서 이 점에서의 한가지 실현 옵션은 광 시준장치의 제1 마이크로 렌즈 어레이의 상류에 위치한 1차 시준 렌즈 어레이의 선택된 렌즈들이 상기 직렬 접속된 스위칭가능한 광섬유 광 도파관에 의해 조명되게 하는 것일 수 있다.
- [0048] 광 시준장치의 제1 마이크로 렌즈 어레이의 상류에 위치한 1차 시준 렌즈 어레이의 선택된 렌즈들을 조명하는 추가의 가능성은 하나 이상의 1차 시준 렌즈들을 그들의 실제 배열에 따라서 조명하는 광학 멀티모드 섬유를 끝에서 수동 광 출구점을 제공하는 것이다.
- [0049] 그러나, 이 옵션은 하나의 1차 광원의 광이 개별 2차 광원을 능동적으로 제어하는 가능성 없이 복수의 2차 광원에 분배된다는 것을 의미한다.
- [0050] 광섬유 광 도파관 및 스위치 외에, 광원의 하류에 배치된 1차 시준 렌즈와 광 시준장치의 제1 마이크로 렌즈 어레이 사이에 배치된 2개의 스위칭가능한 LC 기반형 회절 격자의 조합을 이용하여 광 시준장치의 제1 마이크로 렌즈 어레이의 선택된 세그먼트를 조명하기 위하여 액정 격자와 같은 광 편향 요소가 또한 사용될 수 있고, 여기에서 예를 들면 스트립형 세그먼트의 강도는 국부적으로 또한 변경될 수 있다.
- [0051] 스위칭가능한 회절 격자의 조합에 의해 발생하는 조명 영역은 부피 격자에 기초하여 확대 유닛의 입구 표면을 또한 직접 조명할 수 있고 그들에 의해 확대될 수 있다. 주요 장점은 흡광 서터가 필요 없다는 것이다.
- [0052] 이러한 격자의 조합은 예를 들면 편향각이 격자 상수에 의해 제어될 수 있어서 표면에 직각으로 도달하는 광빔이 회절 격자를 소정의 각도로 떠나게 하는 제1 회절 격자와, 광빔이 격자 표면을 역시 실질적으로 직각으로 떠나도록 광빔을 편향 및 지향시키는 제2의 조절가능한 회절 격자를 포함할 수 있다. 이때 광빔의 측면 옵션의 양은 편향 각 및 2개의 회절 격자 간의 거리에 의해 규정된다.
- [0053] 스캐닝 단계가 일반적으로 별도이기 때문에, PDLC 부피 격자 또는 편광 격자가 광 편향을 위한 스위칭가능한 회절 격자로서의 LC 격자에 대하여 대안적으로 사용되고 스위칭가능한 지연판(retardation plate)과 결합될 수 있다. 스위칭가능한 지연판은 광빔의 편광을 능동적으로 스위칭하기 위해 사용된다. 따라서, 예를 들면 편광 스위칭 편광 격자의 집합을 사용하는 것이 또한 가능하고, 여기에서 격자는 양성 및 음성의 제1 회절 차수에서 동일한 강도를 나타낸다.
- [0054] 고정 스캐닝 단계의 구별가능한 계열에 대하여, 각도 감응성 부피 격자와 함께 각도 분할 다중화를 이용하는 것이 또한 가능하고, 여기에서 제1 회절 격자는 스위칭가능한 형태의 것이고 제2 회절 격자는 광 시준장치의 제1 마이크로 렌즈 어레이의 상류에 배치되고 각도 감응성 부피 격자의 형태로 설계되며, 이를 통해 적어도 하나의 광 파장에 대한 구별가능한 편향 각이 견고하게 새겨진 회절 구조 덕분에 실현된다. 2개의 격자 중 첫번째 격자는 예를 들면 스위칭가능한 PDLC 격자 적층물일 수 있다.
- [0055] 이제, 제1 격자 또는 격자 적층물이 1차 시준 렌즈에 의해 시준되는 입사 광빔의 능동적 각도 편향을 실현하지만, 광빔은 측방향으로 옵션되고 그 입사 각도에 따라서 수동 각도 감응성 부피 격자에 의해 광축에 평행하게 지향된다.
- [0056] 광은 또한 공간 분할 다중화에 의해 배타적으로 편향될 수 있고, 여기에서 제1 회절 격자는 스위칭가능한 유형의 것이고, 제2 회절 격자는 광 시준장치의 제1 마이크로 렌즈 어레이의 상류에 배치되고 복수의 스트립형 세그먼트를 포함하는 부피 격자의 형태로 설계되며, 여기에서 스트립형 세그먼트는 광축까지의 거리가 커질 때 증가하는 각도로 세그먼트에 도달하는 광이 광축에 평행한 방향으로 회절되도록 구성된다. 이것은, 이 옵션으로, 제2 격자의 각각의 스트립형 세그먼트가 광축에 대해 소정 각도로 입사하는 광빔을 역시 후자에 평행하게 되도록 지향시키기 위하여 견고하게 새겨진 편향 각을 실현한다는 것을 의미한다. 이 격자는 예를 들면 부피 격자가 전혀 새겨지지 않아서 입사 광빔의 전파 방향이 영향을 받지 않는 영역을 그 중앙에 또한 가질 수 있다.
- [0057] 배열의 광축에 평행하게 연장하는 광로 외에, 배열의 광축에 대하여 소정의 각도로, 즉 비대칭적으로 연장하는 광로를 실현하는 것이 또한 가능하다. 이것은 1차 또는 더 고차의 회절 차수만이 광로를 더욱 낮추기 위해 사용되는 경우 예를 들면 격자의 0차 회절 차수를 제거하기 위해, 광원의 1차 시준 렌즈와 광 시준장치의 제1 마이크로 렌즈 어레이 사이에 배치되는 회절 격자가 탈축 광로가 또한 실현될 수 있도록 설계되는 것을 필요로

한다.

- [0058] 광원의 1차 시준 렌즈와 광 시준장치의 제1 마이크로 렌즈 어레이 사이에 배치되는 회절 격자는 광 시준장치의 제1 마이크로 렌즈 어레이상의 소정 영역이 수평 및/또는 수직 방향으로 스유헤가능한 방식으로 조명될 수 있도록 또한 설계될 수 있다. 이 방법으로, 후속 광 변조기의 2개의 다른 방향으로 지향된 조명, 즉 2차원적 스캐닝 조명이 그에 따라서 실현될 수 있다.
- [0059] 만일 광 시준장치의 제1 마이크로 렌즈 어레이가 대면적 시준 렌즈와 결합된 단일 광원에 의해 조명되지 못하고 시준 렌즈 어레이와 결합된 복수의 광원에 의해 조명되면 특수한 문제점이 발생할 것이다. 여기에서 그 문제점은 렌즈의 테두리에서의 회절에 의해 야기되는 조명의 평면파의 확장된 각 스펙트럼이고, 이것은 보정을 위한 추가의 측정을 요구한다.
- [0060] 광 시준장치의 제1 마이크로 렌즈 어레이의 렌즈들은 예를 들면 각 스펙트럼이 하나의 방향에서 약 1/20° 및 수직 방향에서 약 1° 의 각도 편차를 나타내는 세그먼트화 평면파에 의해 조명된다. 평면파의 각 스펙트럼에 대한 이러한 제한은 예를 들면 1차원의 수평 또는 수직 홀로그래픽 인코딩 방법의 장점을 취하는 홀로그래픽 디스플레이에서 필요할 수 있다.
- [0061] 이때, 하나의 해법은 예를 들면 파동장의 추가적인 각도 필터링을 실현하는 것이고, 시준 렌즈 어레이의 렌즈들의 테두리에서의 회절을 통한 평면파의 각 스펙트럼의 확장을 방지하기 위해, 광 전파 방향으로 각도 필터링을 위한 2개의 부피 격자의 조합이 뒤따른다.
- [0062] 평면파의 각 스펙트럼의 각도 필터링을 위한 부피 격자의 조합은 격자 표면 법선으로부터 벗어나는 큰 회절 각 및 넓은 각도 선택성을 가진 제1의 얇은 부피 격자, 및 평면파의 소정의 각 스펙트럼의 영역에서 입사하는 광빔이 격자 표면 법선을 따라 실질적으로 회절되고 평면파의 각 스펙트럼 외측으로 전파하는 광빔이 회절없이 투과되도록 설계된 좁은 각도 선택성을 가진 제2의 두꺼운 부피 격자를 포함한다.
- [0063] 적어도 하나의 방향에서 1/20° 이하로 제한되는 평면파의 각 스펙트럼을 가지며 다수의 광원 및 시준 렌즈 어레이를 포함하는 조명 장치는 직접 시청형 디스플레이에 대하여 이러한 방식으로 생성될 수 있다.
- [0064] 2개의 수직 방향에서 평면파의 각 스펙트럼의 각도 필터링을 실현하기 위하여, 제1 조합에 대하여 90° 만큼 회전된 제2 조합의 부피 격자는 제1 조합의 부피 격자의 하류에 배치될 수 있다.
- [0065] 투과형 광 변조기(백라이트 유닛(BLU))에 대한 조명 장치는 일반적으로 반사형 광 변조기(프론트라이트 유닛(FLU))를 조명하도록 또한 수정될 수 있다.
- [0066] 예를 들면, 확대 유닛으로서 대면적 부피 격자를 가진 조명 장치를 광 전파 방향으로 2차원 부피 격자의 하류에 배치된 지연판, 특히 $\lambda/4$ 판에 의해 보충하는 것이 가능하다. 예를 들어서 만일 수평 선형 편광이 이 $\lambda/4$ 판에 도달하면, 그 광은 원편파를 가진 판을 떠날 것이다. 광로의 하류에 배치된 반사형 광 변조기는 변조된 원편광을 $\lambda/4$ 판을 향하여 역으로 반사하고; 이 판을 다시 통과한 후에, 광은 수직 편광을 나타낸다. 이 수직 편광은 이제 부피 격자를 방해없이, 및 초기의 수평 편광을 간섭하지 않고 통과할 수 있고, 이 광은 부피 격자 앞에 위치한 관측자에 의해 인지될 수 있다.
- [0067] 한편으로는 조명광 및 다른 한편으로는 반사된 변조 광의 편광식 분리 외에, 이들을 분리하는 다른 방법, 즉 적절한 광원에 의해 방사된 광을 광 변조기의 전체 표면을 커버하고 광 변조기를 조명하기 위해 광을 또한 결합하는 평면 도파관에 주입하는 부피 회절 격자와 같은 광 편향 요소의 각도 선택성의 장점을 취하는 다른 방법이 있다.
- [0068] 예를 들어서, 충분한 두께의 투과형 부피 격자가 사용되고 광 변조기가 충분히 빗각, 예를 들면 5° 로 조명되는 경우에, 반사형 광 변조기로부터의 변조 광이 되돌아오는 경로에서 부피 격자의 '오프-브래그'(off-Bragg) 조명이 있고, 광 변조기를 조명하기 위해 사용되는 이 부피 격자는 그에 따라서 회절 기능을 갖지 않는다. 따라서, 광 변조기에 의해 반사 및 변조된 광은 방해되지 않고 관측자에게 전파할 수 있다.
- [0069] 이제, 본 발명의 교시를 구체화하고 계속하는 많은 가능성이 있다. 이를 위해, 한편으로는 청구항 1에 이어지는 종속 청구항을 참조하고, 다른 한편으로는 첨부 도면을 포함하는 이하의 본 발명의 양호한 실시형태에 대한 설명을 참조한다. 일반적으로, 교시의 양호한 물리적 형태 및 연속성은 본 발명의 양호한 실시형태의 설명 및 첨부 도면과 함께 설명될 것이다. 도면들은 개략적으로 작도한 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0070] 도 1은 잇따라서 2개의 방향으로 과동장을 확장하는 2개의 투과형 부피 격자 앞에서 광 시준장치를 포함하는 조명 장치를 보인 도이다.
- 도 2는 도 1의 광 시준장치의 측면도이다.
- 도 3은 2개의 투과형 부피 격자의 도움으로 2개의 수직 방향에서 조명 장치의 2겹 빔 확장의 원리를 보인 도이다.
- 도 4는 도 3에 도시한 실시형태에 의해 실현될 때 각각 10의 인수에 의한 2겹 빔 확장을 보인 도이다.
- 도 5는 홀로그래픽 탈축 렌즈의 평면에서 수평 방향으로 10의 인수에 의한 광 변조기(SLM, 좌측)의 왜상 확대를 보인 도이다.
- 도 6은 투과형 부피 격자의 형태로 설계된 탈축 시야 렌즈의 도움으로 하나의 방향에서 10의 인수에 의해 왜상으로 확대된 반사형 광 변조기(SLM, 바닥, 베이스 플레이트 위에 배치됨)를 구비한 배열을 보인 상면도이다.
- 도 7은 배열을 통과한 후에 인코딩 표면의 각 지점에서 광빔의 광로 길이의 차를 다른 음영으로 표시한 광 변조기의 인코딩 표면의 확대를 보인 도이다.
- 도 8은 선형 광 시준장치의 단일 셀의 설계를 보인 도이다.
- 도 9는 이중 행의 시준 굴절 렌즈를 포함한 광 시준장치를 구비한 평탄 조명 장치의 다른 실시형태를 보인 도(좌측: 측면도, 우측: 3개의 이중 렌즈만을 보인 사시도)이다.
- 도 10은 이중 행의 시준 굴절 렌즈를 포함한 광 시준장치를 구비한 평탄 조명 장치의 다른 실시형태를 보인 도(좌측: 측면도, 우측: 2 라인의 광 시준장치만을 보인 정면도)이다.
- 도 11은 복수의 스트립으로 세그먼트화된 셔터를 구비하고 광 시준장치의 하류에서 발생하는 과동장의 왜상 확대를 실현하는 스캐닝 조명 장치의 다른 실시형태를 보인 도이다.
- 도 12는 2개의 광섬유 사이에서 1차 광원에 의해 방사된 광을 스위칭하기 위한 능동 광학 스위치를 보인 도이다.
- 도 13은 직렬 접속된 광섬유 스위치의 도움으로 시준 렌즈 어레이의 선택된 렌즈들을 조명할 수 있게 하는 광 시준장치의 일 실시형태를 보인 도이다.
- 도 14는 멀티모드 광섬유의 끝에서 수동 광 출구 지점을 보인 도이다.
- 도 15는 2개의 LC 격자의 도움으로 시준 렌즈 어레이의 선택된 영역들을 조명할 수 있게 하는 광 시준장치의 다른 실시형태를 보인 도이다.
- 도 16은 도 15에 따른 2개의 LC 격자의 도움으로 스트립형 조명 영역을 가진 도 11에 따른 계속적으로 배열된 확대 유닛의 입구 표면을 직접 조명할 수 있게 하는 광 시준장치의 스캐닝 조명 장치의 일 실시형태를 보인 도이다.
- 도 17은 2개의 부피 격자(VG1, VG2)로 이루어진 조합의 각도 필터링 효과를 보인 도이다.
- 도 18a는 광섬유 스위치의 도움으로 반사형 광 변조기에 대한 조명 장치의 시준 포물면경 어레이의 선택된 포물면경을 조명할 수 있게 하는 광 시준장치의 다른 실시형태를 보인 도이다.
- 도 18b는 광을 부피 격자를 통하여 도 18a에 따른 평면 도파관에 주입하기 위한 선형 광 시준장치의 각종 실시형태를 보인 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0071] 동일하거나 필적하는 부분들은 모든 도면에서 동일한 참조 기호로 표시하였다.
- [0072] 도 1은 홀로그래픽 디스플레이의 조명 장치의 일 실시형태를 보인 것으로, 상기 조명 장치는 2개의 다른 방향으로 과동장을 확장하는 2개의 투과형 부피 격자 앞에서 광 시준장치를 포함한다. 여기에서, 2개의 마이크로 렌즈 어레이를 포함한 광 시준장치는 바람직하게 소형 크기를 갖는다.
- [0073] 광 과동장은 왜상으로 확장된다. 즉 2개의 상이한 방향에서 확대율이 서로 다르다.
- [0074] 전력(P) 및 파장(λ) 안정화 레이저 다이오드(stabilised laser diode; sLD)에 의해 방사된 광은 구배율

(gradient-index) 렌즈(GRINCL)를 통해 광섬유(OF)에 결합된다.

- [0075] 광섬유의 끝에서 방사된 발산광은 광 시준장치에 의해 시준, 즉 평면파로 형성되고, 이것은 광선이 이 시준을 통해 평행하게 지향된다는 것을 의미한다. 광 시준장치는 1차 시준 렌즈(pCL)를 포함한다.
- [0076] 광 시준장치(LCU)의 제1 마이크로렌즈 어레이(fML)는 이 마이크로렌즈 어레이(fML)에 도달한 광을 개별 마이크로렌즈의 초점면에 집속하고, 그에 따라서 2차 광원(sLS)의 어레이를 발생한다.
- [0077] 제1 마이크로렌즈 어레이(fML)의 마이크로렌즈의 초점면에 배치된 산란판(sPS)은 광의 위상이 공간 내에서 통계적으로 산란되게 한다. 이 산란판(sPS)(도 1 참조)은 예를 들면 기계적으로(예를 들면, 하나 이상의 압전 결정에 의해) 움직이는 산란판(sPS)일 수 있다.
- [0078] 2차 광원면의 통계적, 임시적 가변 공간 위상 변동은 홀로그램이 1차원적으로 인코딩되는 경우에 광 변조기에서 비가간섭성 방향으로 조명 지역(스윗 스팟이라고 부름)을 발생할 수 있게 하기 위해 필요하다.
- [0079] 구경 조리개(AS(sLS))는 산란판(sPS) 평면의 하류에 배치되고 2차 광원(sLS)의 공간 범위를 제한하는 데 사용된다. 만일 1차원 인코딩 방법이 사용되면, 하나의 방향에서 충분한 공간 가간섭성이 보장되어야 한다. 이것은 통계적으로 위상 변동 광원의 크기를 조절함으로써 달성된다. 제2 가간섭성 방향은 2차 광원의 작은 공간 범위가 특징이다. 따라서, 구경 조리개(AS(sLS))의 구경들은 예를 들면 비가간섭성 방향에서 15 μm 및 가간섭성 방향에서 0.5 μm 로 극히 비대칭적이고, 제2의 시준 마이크로렌즈 어레이(cML)의 하류에서 0.5° 및 1/60의 각도 범위로 평면파의 각 스펙트럼을 생성한다.
- [0080] 2개의 구경 조리개(aAS1, aAS2)가 2차 광원의 어레이로서 사용되는 구경 조리개(AS(sLS))와 2차 광원(sLS)을 시준하는 마이크로렌즈 어레이(cML) 사이에 배치되고, 조명 누화를 방지하기 위해, 즉, 2차 광원의 광이 인접 마이크로렌즈, 즉 지정된 것이 아닌 다른 마이크로렌즈에 도달하는 것을 방지하기 위해 사용된다.
- [0081] 도 2는 도 1의 광 시준장치(LCU)를 좌측으로부터 측면도로 보인 것이다. 여기에서 1차 광원은 컬러 RGB를 표시하는 3개의 레이저 다이오드(R, G, B)를 구비하고, 그 적색, 녹색 및 청색 방사선은 광섬유(OF)에서 결합된다.
- [0082] 도 2에서, 참조 기호는 하기의 요소를 나타낸다.
- [0083] R: 적색 레이저 다이오드;
- [0084] G: 녹색 레이저 다이오드;
- [0085] B: 청색 레이저 다이오드;
- [0086] pLS: 1차 광원;
- [0087] YJ1 및 YJ2: Y 접합 1 및 2;
- [0088] OF: 광섬유;
- [0089] cpLS(RGB): 결합 1차 광원(적색, 녹색, 청색);
- [0090] pCL: 1차 시준 렌즈;
- [0091] cWF: 시준된 파면;
- [0092] fMLA: 집속 마이크로렌즈 어레이;
- [0093] sPS+PZT: 통계 위상 산란 및 압전 변환 요소;
- [0094] AS(sLS): 구경 조리개(2차 광원의 활성 지역을 규정함);
- [0095] AS(ict)1+2: 조명 누화를 회피하기 위한 구경 조리개 1 및 2;
- [0096] cMLA: 시준 마이크로렌즈 어레이;
- [0097] scWF: 세그먼트화 시준 파면.
- [0098] 도 3은 부피 격자의 형태인 2개의 투과형 격자의 도움으로 2개의 다른(여기에서는 수직) 방향으로 조명 장치에서의 2겹 빔 확장 원리를 보인 도이다. LCU로부터 오는 광 파동장은 제1 투과형 부피 홀로그램(VH1)에 의해 편향 및 확장된다. 그 다음에, 이 광 파동장은 제2 투과형 부피 홀로그램(VH2)에 의해 다시 한번 편향 및 확장

된다.

[0099] 도 1에 도시된 실시형태에 있어서, 광 시준장치는 광로(SG)에서 상기 2개의 격자의 상류에 배치된다.

[0100] 확대 유닛의 부피 홀로그램은 예를 들면 적절한 두께를 가진 민감성 감광 물질의 현장 노광(in-situ exposure)에 의해 양호하게 제조될 수 있다. 이 방법으로, 조명 장치에 존재하는 실수차(real aberration)는 이 부피 홀로그램에 의해 보정될 수 있다.

[0101] 도 4는, 도 3에 도시된 것처럼, 광 시준장치의 하류에 배치된 2개의 투과형 부피 격자(VH1, VH2)의 도움으로 각각 10의 인수만큼 잇따라서 2개의 방향으로 세그먼트화 시준 파면의 파동장이 어떻게 확장되는지를 보인다.

[0102] 광 시준장치(LCU)의 하류에 있는 세그먼트화 시준 파면(scWF)의 평면파의 각 스펙트럼은 2개의 부피 홀로그램 또는 격자에서의 회절에 의해 수정된다. 격자의 하류에서 신호파의 개별 회절 차수(m)의 각도(θ_s)는 수학식 1과 같이 계산된다.

수학식 1

[0103]
$$\theta_s = \arcsin(m\Lambda / (n\Lambda_x) + \sin(\theta_R))$$

[0104] 여기에서, Λ 는 파장이고, n은 굴절률이며, Λ_x 는 부피 격자의 표면에서의 주기이고, θ_R 은 재구성된 빔의 각도, 즉 조명 빔이 부피 격자에 도달하는 각도(rad 단위)이다. 사분면 1, 2, 3 및 4에 대한 각도의 부호 규칙은 +, -, 및 -이다.

[0105] $\arcsin(x)$ 는 수학식 2와 같이 유도된다.

수학식 2

[0106]
$$\frac{d}{dx} \arcsin(x) = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$$

[0107] 이때, $d\theta_s/d\theta_R$ 은 수학식 3과 같다.

수학식 3

[0108]
$$\frac{d\theta_s}{d\theta_R} = \frac{\cos(\theta_R)}{\sqrt{(1 - (m\Lambda / (n\Lambda_x) + \sin(\theta_R))^2)}}$$

[0109] 평면파(PWS)의 각 스펙트럼의 목표 각도 범위는 가간섭성 방향에서 $1/60^\circ$ 및 비가간섭성 방향에서 0.5° 이다. $\tan(0.5^\circ) * 1000 \text{ mm} = 8.73 \text{ mm}$ 라고 가정하면, 평면파의 $\pm 0.25^\circ$ 각 스펙트럼은 디스플레이에서 1 m의 거리에서 9-mm 넓이의 스위트 스팟을 생성하기에 충분하다. 조명의 평면파의 각 스펙트럼은, 그와 같이 디스플레이의 하류에 배열된 관측자 추적용의 편향 유닛에 의해 추가로 확장될 수 있기 때문에(예를 들면, 문서 WO 2006/066919 A1 참조), 너무 넓게 선택되지 않아야 한다. 그러한 편향 유닛은 예를 들면 문서 WO 2010/066700 또는 PCT/EP2010/058625에 설명되어 있다.

[0110] 만일 관측자 추적을 위한 편향 각이 30° 또는 그 이상이면, 예컨대 편향 유닛의 상류에 존재하는 평면파의 각 스펙트럼은 가간섭성 방향에서도 역시 $1/60^\circ$ 보다 작게, 예를 들면 $1/100^\circ$ 만으로 선택되어 인간 눈의 각도 분해능 제한(약 $1/60^\circ$ 임)이 큰 편향 각에서도 초과되지 않게 보장할 수 있다.

- [0111] 그러나, 수학식 3에 따르면, 도 3 및 도 1에 도시된 부피 격자에서 0.1의 인수만큼 각도 감소가 있다. 이것은 $\theta_{R0}=84.26^\circ$ 및 $\theta_{S0}=0^\circ$ 에서, 즉 설계 기하학적 구조에서 $\pm 0.25^\circ$ 의 평면과의 각 스펙트럼이 있는 경우에, 그 각 스펙트럼이 격자의 하류에서 $\pm 0.025^\circ$ 의 평면과의 각 스펙트럼으로 변환될 것임을 의미한다. 만일 기하학적 구조가 반대이면 인수는 10이 될 것이다.
- [0112] 따라서, 광 시준장치의 평면과의 각 스펙트럼은 광 변조기의 1차원 인코딩에 대하여 $\pm 1/12^\circ$ 및 $\pm 2.5^\circ$ 이다. 이러한 유형의 인코딩으로, 3차원 장면이 하나의 방향에서 홀로그래픽적으로 및 수직 방향에서 입체적으로 인코딩 또는 발생된다. 홀로그래픽 인코딩의 방향에 따라서, 이것은 수평 시차 전용(horizontal parallax only; HPO)형 또는 수직 시차 전용(vertical parallax only; VPO)형 인코딩이라고 부른다.
- [0113] 조명의 가간섭성 특성이 임무를 수행하지 않는 배타적 입체 인코딩의 경우에, 1° 보다 훨씬 더 작은 소정의 각도 범위로 평면과의 각 스펙트럼을 제한하는 것은 부적절하고, 따라서 3° 이하의 각도 범위가 수평 방향 및/또는 수직 방향에서 한정적으로 허용될 수 있다.
- [0114] 다른 실시형태로 나타낸 바와 같이, 상기의 설명은 디스플레이, 특히 홀로그래픽 디스플레이의 광 변조기의 인코딩 표면의 확대를 달성하는데 또한 적용할 수 있다. 여기에서, 홀로그래픽 디스플레이에서 사용되는 광학 소자의 수를 바람직하게 최소화할 수 있다. 또한, 적어도 하나의 방향에서 광 변조기의 크기를 바람직하게 최소화할 수 있다(도 5 참조).
- [0115] 이를 위하여, 예를 들면, 1차원적으로 인코딩된 홀로그래픽 디스플레이의 광 변조기의 비가간섭성 방향에서 바람직하게 왜상 확대를 달성하기 위하여 탈축 시야 렌즈의 형태로 설계된 부피 격자를 사용할 수 있다.
- [0116] 일 방향에서의 왜상 확대는 디스플레이만큼 높지만 디스플레이의 폭의 1/10밖에 되지 않는 반사형 광 변조기를 사용할 수 있는 장점이 있다. 이것은 도 6에 도시되어 있다.
- [0117] 투과형 부피 격자의 형태로 실현되는 탈축 렌즈의 도움으로 확대가 달성된다고 하는 사실은 디스플레이에서 컴포넌트의 수를 감소시킨다. 렌즈는 일 방향에서 각도 필터의 효과를 가질 수 있다. 이것은 광 변조기가 디스플레이의 바닥 테두리에 부착될 수 있음을 의미하고, 여기에서 부피 격자는 격자에 부딪히고 그 각도만을 시야 렌즈의 기능으로 관측자를 향하여 회절시키는 표면으로부터 가간섭성 방향으로 가상 뷰잉 윈도우(예를 들면, 문서 WO 2006/066919 A1에서 설명된 뷰잉 윈도우 VW)의 각도를 차단할 수 있다. 이것은 도 6에 도시된 모습이 또한 홀로그래픽 디스플레이의 측면도일 수 있다는 것을 의미한다.
- [0118] 광 시준장치는 도 6에 간단한 형식으로 도시되어 있다. 광 시준장치는 예를 들면 구경 및 산란판(예를 들면 도 2 참조)의 도움으로 광 변조기(SLM)를 조명하기 위해 필요한 세그먼트화 평면 파동장을 발생하기 위해, 도시되어 있는 1차 광원(pLS) 및 1차 시준 렌즈(pCL) 외에 2개의 마이크로렌즈 어레이를 포함할 수 있다.
- [0119] 움직이는 관측자 눈에 대한 파면을 추적(관측자 추적)하기 위한 편향 유닛(도시 생략됨)은 시야 렌즈(VH2)의 하류에 배치될 수 있고, 이것은 소형(compact)이고 평탄한 설계를 보장하는 중요한 요소이다. 이것은 예를 들면 문서 PCT/EP2010/058625에서 설명되어 있는 것처럼, 국부적으로 다른 편향각을 실현하는 2개의 교차된 가변적으로 제어가능한 회절 격자일 수 있다.
- [0120] 홀로그래픽 디스플레이(HD)의 조명 장치의 소형 설계는 도 1에 도시되어 있다. 결과적으로, 2개의 마이크로렌즈 어레이(fMLA, cMLA)를 포함하는 광 시준장치(LCU)의 크기는 매우 작다. 도 1에 도시된 실시형태는 실질적으로 디스플레이와 동일한 크기 또는 외부 치수를 갖고 확대 유닛(VE)의 하류에 배치되는 광 변조기(도시 생략됨)를 조명하는 것으로 원래 의도되었다. 그러나, 다른 실시형태에 따르면, 광 변조기를 왜상으로 확대하기 위해 또한 사용될 수 있다. 이것은 예를 들면 10의 인수만큼 빔을 확장시키는 망원경의 설계와 유사하게 행하여진다. 따라서 망원경의 방대한 설계는 크게 축소될 수 있다. 이것은 여기에서 투과형 부피 홀로그램(VH1, VH2)의 형태로 배타적으로 설계되는 격자를 이용한 빔 확장법을 따름으로써 달성될 수 있다. 그러나, 이것은 본 발명의 일반성을 제한하는 것으로 해석되지 않는다. 그 원리는 도 3에 도시되어 있다.
- [0121] 광 변조기는 도 3의 확대 유닛(VE)의 상류에 배치될 수 있고 반사형 또는 투과형일 수 있다. 그러나, 반사형 구성이 양호하다. 이러한 광 변조기는 예를 들면 실리콘상 액정(liquid crystal on silicon; LCoS) 요소 또는 마이크로 전기기계 시스템(MEMS), 예를 들면 디지털 마이크로 미러 장치(DMD)의 형태로 설계될 수 있다. 광 시준장치(LCU) 및 광 변조기는 각각 다른 색상 또는 광 파장으로 제공될 수 있고, 적절한 빔 결합 요소(예를 들면, 컬러 CCD 카메라의 빔 스플리터 플레이트에 필적하지만 다른 방향으로 연장하는 X 큐브)에 의해 결합될 수 있고 도 3에 도시된 실시형태로 결합될 수 있다.

- [0122] 이를 위해, 이 실시형태에 있어서, 광 시준장치(LCU)가 광로(SG)에서 확대 유닛(VE)으로서 사용되는 2개의 부피 격자(VH1, VH2)의 상류에 배치될 뿐만 아니라 광 변조기 역시 본 발명에 따른 2개의 부피 격자(VH1, VH2)의 상류에 배치된다. 이때 광 변조기는 도 2의 광 시준장치의 하류에 배치되지만, 도 3의 2개의 부피 격자(VH1, VH 2)의 상류에 배치된다.
- [0123] 16(수평):9(수직)의 종횡비를 가진 24" 디스플레이의 광 변조기는 530 mm ×300 mm 대신에 53 mm ×30 mm의 크기를 갖는다. 작은 광 변조기는 반사 모드로 동작할 수 있다. 응답 시간 $\tau \sim d^2$ (여기에서 d는 SLM의 두께이다) 때문에, 반사 모드에서의 동작은 프레임 속도에서 4의 인수만큼의 가능한 증가를 가져온다. 또한, 전자 제어 요소(백플레인)는 투과형으로 만들어질 필요가 없다.
- [0124] 도 4는 세그먼트화 시준 파면의 파동장이 도 1에 도시된 것처럼 광 시준장치(LCU)의 하류에 배치된 2개의 투과형 부피 격자(VH1, VH2)의 도움으로 잇따라서 2개의 방향으로 어떻게 확장 또는 확대되는지를 보인 것이다. 2겹 빔 확장의 이러한 원리는 디스플레이에서 고도의 소형 광 시준장치(LCU)를 사용할 수 있게 할 뿐만 아니라 역시 반사형으로 될 수 있는 매우 작은 크기의 광 변조기(SLM)를 사용할 수 있게 하는 장점이 있다. 작은 활성 표면을 가진 광 변조기는 큰 활성 표면을 가진 광 변조기보다 훨씬 덜 비싸다.
- [0125] 광 전파 방향으로 광 변조기의 하류에 배치되는 2개의 부피 격자(VH1, VH2)는 조명 장치(백라이트 유닛) BLU와 유사하게 각도 필터링을 위해 사용될 수 있다. 이것은 평면파의 각 스펙트럼이 가간섭성 방향으로 최대 $\pm 1/20^\circ$ 로 제한되고 비가간섭성 방향으로 최대 $\pm 1/2^\circ$ 로 제한되도록 부피 격자(VH1, VH2)의 두께가 선택될 것임을 의미한다. 광 변조기(SLM)의 확대된 광 파동장(sWF)은 예를 들면 부피 격자(VH1, VH2)의 실제 설계에 따라서 제 2의 2차원 부피 격자(VH2)에 대하여 빔각으로 공간 내에 배열될 수 있다. 그러나, 예를 들면 문서 WO 2006/066919 A1에서 개시된 홀로그래픽 디스플레이에 있어서, 표시될 3차원 장면의 개별 지점은 다른 깊이 영역에서 홀로그래픽 인코딩에 의해 발생될 수 있다. 그 경우, 3차원 장면이 표시될 때, 2개의 부피 격자(VH1, VH 2)에 의해 확대되는 광 파동장의 가능한 기울기는 제2 부피 격자(VH2)에 대하여 적절히 다른 거리로 개별 장면 지점을 생성함으로써 고려될 수 있다.
- [0126] 2개의 부피 격자(VH1, VH2)에 의해 확대되는 광 파동장(sWF)의 기울기(SLWF)는 부피 격자(VH1, VH2)를 통과할 때 광빔의 광로 길이가 다른 것에 기인한다. 이것은 2개의 방향으로 확대된 광 변조기(SLM)에 대하여 도 7에 도시되어 있다. 광 변조기(SLM)의 확대된 인코딩 표면은 개별 지점을 통과하는 광빔의 광로 길이의 차를 보여주고 있고, 이것은 정면도(도 7의 우측)에서 다른 음영으로 표시된다. 이 차는 최대 명도차를 가진 2개의 대각선 코너, 즉 하부 좌측 코너와 상부 우측 코너 사이에서 최대이다. 이것은 디스플레이에 의해 재구성되는 3차원 장면의 깊이를 인코딩할 때 고려되어야 한다.
- [0127] 광로 길이의 차에 의해 야기되는 다른 필요조건은 조명 장치에 의해 방사된 광빔의 가간섭성 길이에 관한 것이다. 예를 들면 서브홀로그램(문서 WO 2006/066919 A1 참조)의 지점들을 표시할 수 있는 광 변조기의 확대된 인코딩 표면상의 2개의 개별 지점에서 광로 길이의 차에 기인하여, 광의 가간섭성 길이는 광빔들이 여전히 간섭을 일으킬 수 있도록 이 지점들 간의 가능한 최대 광로 길이 차보다도 더 커야 한다. 만일 인코딩 표면이 예를 들면 서브홀로그램과 대응할 수 있는 하위 영역으로 나누어지면(도 7에서 사각형으로 표시한 것처럼), 가간섭성 길이는, 간섭이 전체 서브홀로그램 지역에서 여전히 발생할 수 있도록, 광로 길이에서 최대 차이를 가진 2개의 대각선으로 반대되는 코너 지점 사이에서 광로 길이의 차보다 더 커야 한다. 진술한 것처럼, 광로 길이의 차는 예를 들면 관측자 추적을 위하여 후속적으로 배열된 광학 소자에 의해 더욱 확대될 수 있다는 것이 또한 고려되어야 한다.
- [0128] 예를 들면 문서 PCT/EP 2010/058626에 설명되어 있는 것처럼, '광파 다중화 수단'이라고 부르는 빔 결합 장치의 표면적은 만일 광 변조기 및 빔 결합 장치가 확대 유닛(VE)의 상류에 배치되면 매우 작은 것이 또한 바람직할 수 있다. 대안적으로, 비교적 작은 치수의 복굴절 방해석 판이 유사한 효과를 갖는 것으로 사용될 수 있다.
- [0129] 예를 들면 구경에서의 회절 또는 광 시준장치에서의 누화에 의해 야기되는 방해 방사 각은 부피 격자(VH1, VH 2)의 각도 필터링 기능 덕분에 관측자 눈을 향하여 전파하는 것이 금지될 수 있다. 따라서 부피 격자(VH2)의 각도 선택성은 실제 응용에 적합하게 선택될 것이다.
- [0130] 가상 뷰잉 윈도우(VW)의 각도 범위는 인코딩된 파동장에서 명확하게 차단될 수 있다. 이것은 인코딩된 파동 함수의 매끄러움에 대응하고, 가상 뷰잉 윈도우(VW) 옆에서 발생하는 회절 차수가 억제 또는 회피되도록 최적화될 수 있다. 그 다음에 광 변조기(SLM)는 가간섭성 방향에서 $1/60^\circ$ 의 각도 범위를 초과하지 않는 광의 평면파의 각 스펙트럼으로 조명되어야 한다. 그러나, 각도 범위는 광 변조기(SLM)의 하류에서 $\pm 3^\circ$ 만큼 클 수 있다.

- [0131] 도 1 및 도 6에 도시된 실시형태에 따른 조명 장치는 반사형 광 변조기를 조명하기 위해 사용되는 소위 프론트 라이트(frontlight)의 형태로 설계되고 프론트라이트로서 사용될 수 있다. 조명 장치에 의해 방사되고 광 변조기에 도달하는 광의 편광은 예를 들면 지연 판의 도움으로 수정될 수 있고, 따라서 광 변조기에 의해 반사된 광이 실질적으로 편향되지 않고 조명 장치를 통과할 수 있고 편측자를 향하여 전파하며, 조명 장치에 재입사하지 않는다. 이러한 지연 판은 적절한 방식으로 설계되어야 하고 조명 장치와 광 변조기 사이에 배치되어야 한다. 지연 판을 사용하는 것에 대한 대안으로서, 조명광이 광 변조기에 의해 반사될 때, 예를 들면 조명광이 광 변조기에 수직인 표면에 대하여 5°의 각도로 조명 장치를 떠나는 경우, 조명광이 본질적으로 반사되지 않도록 조명광이 조명 장치를 떠난다는 점에서 조명광은 광 변조기에 의해 반사된 후에 조명 장치에 재입사하는 것이 금지될 수 있다. 조명 장치의 부피 격자는 이를 위하여 적절히 설계되어야 한다. 이 경우에, 광 변조기에 의해 반사된 광은 부피 격자 또는 부피 홀로그래프의 구별가능한 각도 선택성 때문에 조명 장치의 부피 격자를 보지 못하고 따라서 실질적으로 편향되지 않고 조명 장치를 통과한다.
- [0132] 예를 들면 240 fps(초당 프레임 수) 이상의 매우 높은 프레임 속도에 의해, 개별 영역 세그먼트가 턴온되고 서로 독립적으로 임의로 변조될 수 있도록 조명 장치를 설계하는 것이 유리하고, 따라서, 예를 들면, 바람직한 조정 값 또는 설정점 값(예를 들면, LC 스위칭 동작 중의 위상 정체기)에 도달된 후속적으로 배열된 광 변조기상의 영역들만이 조명된다.
- [0133] 대면적 스캐닝 조명 장치를 실현하는 하나의 가능성은 2개의 수직 방향에서 2개의 부피 격자의 조합에 의해 소형 광 시준장치에서 방사된 세그먼트화 평면 파동장을 확대하지 않고, 오히려 제2의 2차원적으로 확대하는 부피 격자만을 사용하고, 서로 독립적으로 스위칭될 수 있는 적어도 2개의 광원, 및 출구에서 테두리의 전체 폭에 걸쳐 부피 격자의 전체 표면을 조명하는 적어도 2개의 시준 반사 렌즈를 포함한 많은 선형 광 시준장치를 구비한 후속 배치에서 그 테두리 중의 하나, 즉 광이 격자에 도달하는 테두리를 따라 배치하는 것이다. 2차원 부피 격자에 의한 확대 후에, 독립적으로 스위칭 가능한 조명 세그먼트의 어레이가 생성되고, 그 총 수는 시준 라인의 수와 라인당 스위칭 가능한 광원의 수의 곱이다.
- [0134] 이러한 광 시준장치의 개별 라인도 도 8에 도시되어 있고, 도 8에서 참조 기호들은 하기의 의미를 갖는다:
- [0135] LS: 광원;
- [0136] sPS: 통계적 위상 산란 요소;
- [0137] FL: 집속 렌즈;
- [0138] AS(sLS): 구경 조리개(2차 광원);
- [0139] B: 베이스 플레이트;
- [0140] aAS1: 어포다이즈드(apodised) 구경 조리개 1;
- [0141] aAS2: 어포다이즈드 구경 조리개 2;
- [0142] CL: 시준 렌즈.
- [0143] 선형 광 시준장치의 출구에 의해 형성된 조명 표면은 입구 표면에 실질적으로 수직하고 2차원 부피 격자가 부착되는 출구 표면에 대하여 유리나 같은 굴절 물질로 이루어진 썬기형 광 도파관 장치의 입구 표면을 또한 조명할 수 있다. 이러한 광 도파관 장치는 도 9에 따른 실시형태에 의해 설명되고 참조 기호 LE로 표시되어 있다.
- [0144] 굴절 물질로 이루어진 썬기형 광 도파관 장치 대신에 비광학 매체 또는 공기가 제공되고, 선형 광 시준장치에 의해 방사된 조명광이 평면 부피 격자 위에 또는 2차원 부피 격자를 소지하는 물질 위에 직접 도달하는 것이 또한 가능하다.
- [0145] 2행의 시준 굴절 렌즈를 포함한 평평한 조명 장치의 도 9에 도시된 실시형태는 단일 광원을 제어하는 특징 또는 2차 광원으로서 광 도파관의 출력 결합 지점에 기초를 둔다. 예를 들면, 5-mm 폭의 스트립이 수평 방향에서 서로 독립적으로 조명될 수 있다. 광 시준장치의 출구에서의 각 렌즈는 예를 들면 광원으로서 레이저 다이오드(LD)가 지정될 수 있다. 2중 렌즈에 의해 시준되는 2개의 레이저 다이오드가 스위치 온되면, 렌즈의 폭을 가진 수직 스트라이프가 거의 균질하게, 예를 들면 도 10의 영역(11, 12)에 조명될 것이다. 이 영역들은 역시 별도로 스위치 온 또는 오프될 수 있다.
- [0146] 서로 독립적으로 제어, 즉 조명될 수 있는 조명 장치의 개별 영역들은 도 10에 번호가 붙여져 있다. 조명 장치

는 수직으로 2개의 영역 및 수평으로 복수(예를 들면 도 10에서는 4개)의 영역으로 나누어져 있다. 도 10에 도시된 배열은 또한 타일형 조명 장치의 복수의 하위 영역 중의 하나로서 보여질 수 있다. 예를 들면, 2개의 이러한 하위 영역이 그들의 긴 단부에서 합류되는 경우 수직으로 4개의 세그먼트가 있을 것이다. 여기에서 비조명 지역의 갭 폭은 100 μm 이하이고, 따라서 디스플레이 평면 또는 디스플레이 평면의 바로 인접한 평면, 즉 예를 들면 +10 mm 내지 -20 mm 사이의 거리를 가진 디스플레이 평면의 깊이에 있는 평면이 밝은 표면으로서 보여지는 경우 상기 갭 폭은 관측자에게 인지되지 않는다.

- [0147] 스캐닝 조명 장치의 다른 실시형태에 따르면, 스트라이프에서 세그먼트화된 서터는 광 시준장치의 파동장 하류의 왜상 확대의 원리에 따라서 동작하는 조명 장치(도 11 참조)의 소형 광 시준장치의 제1 마이크로렌즈 어레이의 상류에 배치되고, 여기에서 수직 또는 수평 방향으로 연장하는 복수의 스트립형 세그먼트의 투명도를 제어할 수 있다. 이 구성의 장점은 스트립형 서터의 방해 회절 부분이 구경 조리개(2차 광원)(AS(sLS))에 의해 공간적으로 필터링, 즉 지워진다는 것이다.
- [0148] 예를 들면, 5 mm \times 5 mm의 구경을 가진 마이크로렌즈에 의해, Dx, Dy = 0.1 mm의 스트립형 서터의 세그먼트의 조정 허용도는 중요하지 않다.
- [0149] 스캐닝 방향에 따라서, 스트립형 서터의 렌즈 세그먼트는 수직 스트라이프를 발생하기 위해 수평으로 배열되거나 수평 스트라이프를 발생하기 위해 수직으로 배열될 수 있다.
- [0150] 양호한 실시형태는 디스플레이 평면, 즉 광 변조기의 평면에 놓여지는 2개의 조명된 수직 또는 수평으로 연장하는 스트라이프를 갖고, 여기에서 상기 스트라이프는 광 변조기의 테두리와 그 중심 사이에서 수평 또는 수직 방향으로 순차적으로 이동될 수 있다(도 11 참조). 광원은 예를 들면 시간의 3%동안 턴온된다.
- [0151] 그러나, 서터의 사용은 레이저 능력의 손실을 야기한다. 도 11에 도시된 실시형태에 있어서, 서터 표면의 단지 20%만이 투과형이다. 더욱이, 만일 배선 그리드 편광자(WGP)가 사용되지 않으면, 투과율은 70% 미만으로 될 것이다. 이것은 광의 85% 이상이 서터 평면에서 흡수된다는 것을 의미한다.
- [0152] 흡수 손실은 광섬유 스위치와 함께 광 도파관을 사용함으로써 최소화될 수 있다. 하나의 가능성은 스위칭가능한 광섬유 광원의 직렬접속에 의해 광 시준장치의 제1 마이크로렌즈 어레이의 상류에 배치된 1차 시준 렌즈 어레이의 선택된 렌즈들을 조명하는 것이다. 예를 들면, 도 12에 도시된 광섬유 스위치는 2개의 출구 사이에서 가변적으로 500 mW/색으로 스위칭할 수 있다.
- [0153] 도 13은 시준 렌즈 어레이(CLA)의 선택된 렌즈들이 조명되게 하는 광 시준장치의 광섬유 스위치(foS)의 직렬접속을 보인 것이다. 시준 렌즈 어레이(CLA)는 정사각형 구경을 구비한 원통형 렌즈 또는 렌즈들을 포함할 수 있다. 만일 원통형 렌즈가 사용되면, 광원 이미지는 원통형 렌즈를 충분히 조명하기 위해 CLA의 상류의 하나의 방향에서 그에 따라 확장되어야 한다. 예를 들면 1:16의 비율로 수동 광섬유 광 스플리터가 이를 위해 사용될 수 있다. 도면에 도시된 구성은 1차 광원(pLS)에 의해 2개의 평면에 방사된 광의 가변 분할에 또한 적용될 수 있다.
- [0154] 도 14는 광 시준장치의 제1 마이크로렌즈 어레이의 상류에 배치된 1차 시준 렌즈 어레이의 구별가능한 렌즈들을 조명하기 위한 멀티모드 광섬유의 끝에 있는 수동 광 출구점을 보인 것이다. 렌즈(L)는 예를 들면 도 13의 제1 마이크로렌즈 어레이(fMLA)의 상류에 위치된다. 이 구성을 이용함으로써, 도 13에 도시된 광 시준장치의 길이가 실질적으로 감소될 수 있다.
- [0155] 1차 광원의 수는 공통 과장을 갖는 복수 레이저의 안정화가 오히려 어렵기 때문에 가능한 한 작게 유지되어야 한다. 공통 과장을 발생하는 하나의 가능성은 결합형 공진기를 사용하는 것이다. 그러나, 양호한 실시형태는 색당 하나의 1차 광원을 사용하는 것이다.
- [0156] 광섬유 스위치를 사용하는 것 외에, 액정 격자와 같은 광 회절 편향 유닛이 조명 장치의 선택된 스트라이프를 조명하여 스캐닝 조명 장치의 서터에 의해 야기되는 흡수 손실을 최소화하기 위해 사용될 수 있다. 이것은 도 15에 도시되어 있고, 여기에서 광 시준장치의 제1 마이크로렌즈 어레이의 선택된 세그먼트는 광원의 하류에 위치한 1차 시준 렌즈와 제1 마이크로렌즈 어레이 사이에 배치된 2개의 스위칭 가능한 LC 기반 회절 격자의 조합에 의해 조명될 수 있다.
- [0157] LC 격자는 또한 복수의 스트라이프, 즉 시준 렌즈 어레이의 2개 이상의 세그먼트가 동시에 조명될 수 있게 한다. 더욱이, 강도는 스트라이프 내에서 국부적으로 변경될 수 있다.
- [0158] 스캐닝 단계가 별도이기 때문에, 스위칭 가능한 PDLC 부피 격자는 조명 장치의 선택된 세그먼트를 조명하여 스

캐닝 조명 장치에서의 흡수 손실을 최소화하기 위해 또한 사용될 수 있다.

- [0159] 더 나아가, 편광면을 회전시키는 스위칭 가능한 지연판과 결합된 편광 격자가 또한 사용될 수 있다. 더 나아가, 예를 들면 편광 스위칭 편광 격자의 집합을 사용할 수 있고, 여기에서 격자는 양성(positive) 및 음성(negative)의 제1 회절 차수에서 동일한 강도를 나타낸다.
- [0160] 더 나아가, 흡수 손실의 최소화는 각도 분할 다중화 부피 격자를 사용하여 달성될 수 있다. 스캐닝 단계는 별도로 구별가능하기 때문에, 각도 분할 다중화는 스캐닝 조명 장치를 실현하기 위해 각도 선택성 부피 격자와 함께 사용될 수 있다.
- [0161] 도 15의 제1 회절 격자는 스위칭 가능한 유형의 것이고, 광 시준장치의 제1 마이크로렌즈 어레이의 상류에 배치된 제2 회절 격자는 예를 들면 각도 선택성 부피 격자의 형태로 제공될 수 있으며, 여기에서 상기 각도 선택성 부피 격자는 단단하게 새겨진 회절 구조의 도움으로 적어도 하나의 광 파장에 대한 필요한 편향 각을 실현하는데 소용된다.
- [0162] 도 15의 제1 회절 격자는 스위칭 가능한 PDLC 격자 적층물의 형태로 또한 설계될 수 있고, 여기에서 광 시준장치의 제1 마이크로렌즈 어레이의 상류에 배치된 도 15의 제2 격자는 필요한 편향 지오메트리를 나타내는 부피 격자의 형태로 설계되며, 제2 격자는 광축까지 배열의 거리가 커짐에 따라 증가하는 각도로 격자에 도달하는 광이 광축에 평행한 방향으로 다시 회절되도록 설계된다.
- [0163] 회절 지오메트리는 배타적으로 공간 분할 다중화될 수 있다. 이것은 도 15의 제2 격자가 단순히 예를 들면 다른 광학 특성을 가진 회절 격자를 구비한 10개의 공간적으로 분리된 스트립형 세그먼트를 가진 부피 격자일 수 있음을 의미하고, 상기 회절 격자는 광축까지의 거리가 커짐에 따라서 파장(RGB)에 의존하여 광축에 평행하게 되도록 회절 격자에 충돌하는 빛을 증가적인 빔각으로 회절시킨다. 이 격자는 예를 들면 그 중심에 스트라이프를 또한 가질 수 있고, 여기에서 부피 격자는 전혀 새겨지지 않아서 입사광이 회절 없이 투과된다.
- [0164] 광축에 대칭으로 연장하는 광 시준장치의 광로 외에, 도 15에 도시된 예의 경우와 같이, 비스듬한 광로가 광 시준장치의 광축에 대하여 빔각으로 놓이는 대칭 축에 의해 또한 실현될 수 있다. 그러한 탈축 배열에 있어서, 그 배열에서 사용되는 격자의 제로 회절 차수의 강도는, 빛이 광축에 평행하게 연장하는 광로로부터 떨어져서 안내되기 때문에 중요하지 않다.
- [0165] 예를 들면 도 15에 도시된 동작 원리는 동일한 설계를 갖지만 제1 격자에 대하여 90° 만큼 회전된 제2 격자 배열이 제1 격자의 하류에 배치된다는 점에서 2D 스캐닝까지 연장될 수 있다. 또한, 로컬 디밍(local dimming)이 특히 LC 기반 격자에 의해 또는 2D 스캐닝까지 연장된 광 시준장치에 의해 가능하다. 광섬유 스위치가 LC 격자보다 훨씬 더 고속으로 동작하기 때문에, 광섬유 스위치를 이용하는 배열은 스캐닝 및 로컬 디밍이 결합된 응용에서 더 큰 응답 시간 유보(reserve)를 갖는다.
- [0166] 양호한 실시형태에 따르면, 하류에 배치된 광 시준장치의 시준 렌즈 어레이의 선택된 영역이 2개의 회절 격자(G1, G2)의 도움으로 조명되게 하는 도 15에 도시된 배열은 광 시준장치의 출구에서 발생하는 파동장의 후속되는 왜상 확대를 구비한 스캐닝 조명 장치의 도 11에 도시된 배열의 광 시준장치 대신에 또한 사용될 수 있다. 이것은 도 16에 도시되어 있다.
- [0167] 스캐닝 조명 장치의 이 실시형태의 주요 장점은 스트립형 조명 영역을 발생하는데 흡광 서터가 필요 없기 때문에 발광 효율이 더 크다는 점이다. 도 16을 참조하면, 2개의 조절가능한 회절 격자(G1, G2)에 의해 발생하는 스트립형 조명 영역은 하류에 배치되고 회절 격자(G1, G2)를 포함한 확대 유닛에 의해 직접 확대된다. 개별 컴포넌트를 표시하기 위해 사용된 참조 기호들은 도 11 및 도 15에 표시된 것과 기본적으로 동일하다. 참조 기호 m1 및 m-1은 빛의 전파 방향에서 볼 때, 도 11에 도시된 것처럼 제2 회절 격자(G2)의 하류에서 3색(RGB)에 대한 스트립형 조명 영역 $t(x,y,RGB)$ 에서 발생하고 그 다음에 확대되는 제1의 조절가능한 회절 격자(G1)의 제1 및 -대칭- 마이너스 제1 회절 차수와 관계가 있다.
- [0168] 1차 레이저 광원에 의해 방사되는 에너지의 효율적 사용을 가능하게 하는, 여기에서 도시한 조명 장치의 스캐닝 및 디밍 해법은 훨씬 더 넓은 가능성 범위 중의 단순한 예이다.
- [0169] 광 회절 부피 격자는, 예를 들면 평면파의 각 스펙트럼의 특정 각도 공차와의 호환성을 요구하는 무안경 입체 및 홀로그래픽 3D 디스플레이에서 필요한 것처럼, 광을 편향시키는 것 외에 조명의 평면파의 각 스펙트럼을 필터링하기 위해 또한 바람직하게 사용될 수 있다.

- [0170] 여기에서의 시작점은 스캐닝 조명 장치의 출구 표면과 같은 디스플레이의 크기를 갖는 조명된 영역이다.
- [0171] 광원은 예를 들면 2차 광원의 출력 결합 지점을 갖는 광섬유 매트릭스일 수 있다. 광섬유 매트릭스 및/또는 출력 결합 지점은 별도로 스위치 온 및 스위치 오프될 수 있는 적어도 2개의 영역이 형성되도록 광의 출구가 제어 가능하게 되게끔 설계될 수 있다. 영역들 간의 천이는 관측자에 대하여 플리커링 감각을 회피하기 위해 사용되는 일시적으로 평탄하게 된 강도 천이(intensity transition)의 형태로 또한 설계될 수 있다.
- [0172] 광섬유 매트릭스를 떠나는 광빔은 1차 렌즈 어레이에 의해 시준된다. 광섬유 매트릭스의 출력 결합 지점의 측면 범위는 렌즈를 통한 투과 후에 하나의 방향으로 예를 들면 $1/20^\circ$ 의 평면파의 각 스펙트럼이 있는 한편 수직 방향으로 약 1° 를 측정하도록 렌즈 어레이의 시준 렌즈의 크기에 적응된다. 이것은 고려된 방향에서 렌즈의 동일한 수치 구경(numeric aperture)에 의해 개별적인 2차 광원이 높이에 비하여 20배만큼 더 넓다는 것을 의미한다. 따라서, 광섬유 매트릭스의 2차 광원은 봉형이다.
- [0173] 도 17은 스캐닝 조명 장치로서 동작하는 이러한 조명 장치의 입구 부분을 보인 것이다. 1차 광원(PLQ)에 의해 방사된 광은 2차 광원(SLQ)이 적어도 그룹 내에서 스위칭될 수 있도록 다수의 스위칭 가능한 경로에 분배된다. 시준된 광의 세그먼트들은 렌즈 어레이(L)에 의해 방사되고, 이 세그먼트들의 평면파의 각 스펙트럼은 2차 광원의 크기에 의해 결정된다. 평면파의 바람직한 목표 각 스펙트럼은 하류에 배치된 시준 렌즈 어레이의 렌즈들의 테두리에서의 회절에 의해 확장된다. 만일 렌즈 어레이의 개별 시준 렌즈들이 $3\text{ mm} \times 3\text{ mm}$ 내지 $5\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ 의 크기를 가지면, 이것은, 평면파의 바람직한 각 스펙트럼의 바람직하지 않은 회절 확장에 추가하여, 이 조명 장치에 의해 조명되는 디스플레이에서 강도 변조로서 또한 인지될 수 있다.
- [0174] 이 문제점은 예를 들면 2차 광원의 광을 시준하는 렌즈 어레이의 하류에 존재하는 과동장의 각도 필터링에 의해 해결될 수 있다. 이것은 1차 시준 렌즈 어레이의 렌즈들의 테두리에서의 회절을 통해 평면파의 각 스펙트럼의 확장을 금지하기 위하여, 도 17에 도시된 것처럼, 광의 전파 방향으로 상기 후자 뒤에 각도 필터링을 위한 2개의 부피 격자의 조합이 뒤따른다는 점에서 달성될 수 있다. 제1 부피 격자(VG1)는 오히려 얇고(두께(d)가 예를 들면 $10\ \mu\text{m}$ 이하임), 따라서 넓은 각도 및 과장 선택성을 나타낸다. 여기에서 '넓은'은 부피 격자가 평면파를 더 큰 각도 범위에서 회절시킨다는 것을 의미한다. 예를 들어서, 만일 플라스틱재 또는 유리로 이루어진 제1 부피 격자(VG1)의 재구성 지오메트리가 $0^\circ / -45^\circ$ 이면, 예를 들어서 $\pm 4^\circ$ 의 평면파의 각 스펙트럼은 총 내부 반사의 각도와 상응하는 각도만큼 회절된다.
- [0175] 제2 부피 격자(VG2)는 더 두껍다(즉, 그 두께(d)는 $200\ \mu\text{m}$ 이상이다). 제2 부피 격자(VG2)는 플라스틱재 또는 유리로 만들어지고 예를 들면 $-45^\circ / 0^\circ$ 의 재구성 지오메트리를 갖는다. 격자의 두께는 평면파의 주어진 각 스펙트럼 내측에 있는 입사 광빔만이 배열의 광축을 향하여 회절되는 한편, 평면파의 각 스펙트럼 외측으로 전파하는 광빔은 회절 없이 투과되는 성질을 가진 좁은 각도 선택성을 야기한다. 따라서, 렌즈의 테두리에서의 회절을 통해 확장된 평면파의 각 스펙트럼의 주요 부분은 유용한 광로의 외측으로 안내된다. 따라서, 평면파의 각 스펙트럼은 제2 부피 격자(VG2)의 하류에서 바람직한 형태를 갖는다.
- [0176] 적어도 하나의 방향에서 $1/20^\circ$ 이하로 제한되는 평면파의 각 스펙트럼을 가진 직접 시청 디스플레이용의 조명 장치는 단일의 대면적 시준 렌즈 대신에 시준 렌즈 어레이를 이용하여 이 방법으로 생성될 수 있다.
- [0177] 여기에서 설명하는 직접 시청 조명 장치는 예를 들면 1차원 홀로그래픽 인코딩 방법의 장점을 취하는 홀로그래픽 3D 디스플레이에서 사용될 수 있다.
- [0178] 만일 2차원 홀로그래픽 인코딩 방법이 사용되면, 위에서 설명한 절차에 따른 각도 필터링의 처리는 두번째로 수행될 수 있고, 여기에서 평면파의 각 스펙트럼을 2개의 수직 방향으로 각도 필터링하기 위해 제1 격자에 대하여 90° 만큼 회전된 부피 격자의 제2 조합은 2개의 방향에서 예를 들면 $1/20^\circ$ 이하인 평면파의 바람직한 각 스펙트럼을 실현하기 위해 제1 격자의 하류에 배치된다.
- [0179] 위에서 설명한 투과형 광 변조기(백라이트 유닛(BLU))용의 조명 장치는 일반적으로 반사형 광 변조기(프론트라이트 유닛(FLU))를 조명하기 위해 그렇게 또한 수정될 수 있다. 그렇게 할 때, 하나의 문제점은 반사형 광 변조기를 조명하는 광 및 반사형 광 변조기에 의해 반사된 변조된 광을 분리시키는 것이다.
- [0180] 제1 옵션은 반사형 광 변조기를 조명하는 광과 반사형 광 변조기에 의해 반사된 변조된 광을 편광 방식으로 분리하는 것이다. 예를 들면, 도 11에 도시된 조명 장치는 광 전파 방향으로 2차원 부피 격자의 하류에 배치된 지연판, 특히 $\lambda/4$ 판(도시 생략됨)에 의해 보충될 수 있다. 예를 들어서 만일 수평 선형 편광이 $\lambda/4$ 판에 도달하면, 그 광은 원편광을 가진 판을 떠날 것이다. 광로의 하류에 배치된 반사형 광 변조기(도시 생략됨)는 변조

된 원편광을 $\lambda/4$ 판을 향하여 역으로 반사하고, 이 판을 다시 통과한 후에, 광은 수직 편광을 나타낼 것이다. 이 수직 편광은 이제 방해없이 부피 격자를 통과할 수 있고, 부피 격자(도시 생략됨) 앞에 위치한 관측자에 의해 인지될 수 있다.

[0181] 조명광을 변조 및 반사된 광으로부터 분리하는 다른 하나의 가능성은 부피 회절 격자와 같은 광 편향 요소의 각도 선택성의 장점을 취하는 것이다. 대응하는 구성은 도 18a에 도시되어 있다. 도 18a는 반사형 광 변조기용의 프론트라이트 유닛(FLU) 형태의 조명 장치를 도시한 것이며, 여기에서 직렬접속된 광섬유 스위치들이 시준 포물면경 어레이(CPMA)의 선택가능한 포물면경을 조명한다. 포물면경에 의해 시준된 광은 결합 부피 격자(cVG)를 통하여 평면 광 도파관(pWG)에 결합되고 그 전체 입구 표면을 통하여 분산된다.

[0182] 예를 들어서, 만일 충분한 두께의 투과형 부피 격자가 사용되고 광 변조기가 충분한 빔각, 즉, 예를 들면 5° 로 조명되면, 반사형 광 변조기로부터 되돌아오는 경로에서 부피 격자의 '오프-브래그' 조명이 있고, 따라서 광 변조기를 조명하기 위해 사용되는 이 부피 격자는 회절 기능을 갖지 않는다. 이 방법으로, 광 변조기를 향하는 광로 및 광 변조기로부터 되돌아오는 광로는 분리될 수 있다. 이 방법은 예를 들면 왜상형의 것일 수 있는 도 18a에 도시된 $\lambda/4$ 판 없이 행할 수 있다. 후자는 광 변조기에 의해 변조 및 반사된 광으로부터 조명광의 분리가 다른 편광을 이용하여 달성된 경우에만 필요하다.

[0183] 도 18b는 조정(scale)을 위해 도 18a에 따른 평면 도파관으로 부피 격자를 통해 광을 주입하기 위한 선형 광 시준장치의 다른 실시형태들을 보인 것이다. 개별 옵션에서 사용된 참조 기호들은 하기의 의미를 갖는다:

[0184] - FLU: 프론트라이트 유닛

[0185] - LCU: 광 시준장치

[0186] - 옵션 B: L: 렌즈, 고전적 시준(위에서 설명됨)

[0187] - 옵션 C: PM: 포물면경(최소 길이를 가진 옵션)

[0188] - 옵션 D: oaPM: 탈축 포물면경

[0189] - 옵션 E: oaPMP: 탈축 포물면경 프리즘

[0190] 입사 평면파를 도파관의 코어에 주입하기 위해 사용되는 입력 결합 부피 격자는 항상 반사형 광 변조기용 조명 장치의 평면 도파관의 하부 단부에서 수용된다. 충분한 두께가 주어지면, 각도 선택성은 이 부피 격자를 통과한 구면 광파(spherical light wave)가 회절되지 않고 거의 투과되도록 충분히 좁다. 이것은 광 시준장치의 크기를 최소화하는 장점을 가질 수 있다. 이것은 도 18a의 좌측 도면에 도시되어 있고, 이 도면에서 시준 포물면경의 행은 입력 결합 격자의 하부에 배치되고 2차 광원으로서 광섬유 단부의 행을 떠나는 구면파를 시준하기 위해 사용된다. 입력 결합 부피 격자는 포물면경에 의해 반사된 평면파가 평면 도파관에 결합되게 하는 치수를 갖는다. 이것은 또한 도 18a에 도시된 실시형태 C에 도시되어 있다. 이 실시형태가 가장 짧다.

[0191] 다른 실시형태는 다소 더 큰 공간을 필요로 하고, 렌즈를 이용하는 고전적 시준(옵션 B), 및 탈축으로 위치한 포물면경을 이용한 시준(옵션 D) 또는 포물면경과 프리즘의 조합을 이용한 시준(옵션 E)에 관한 것이다.

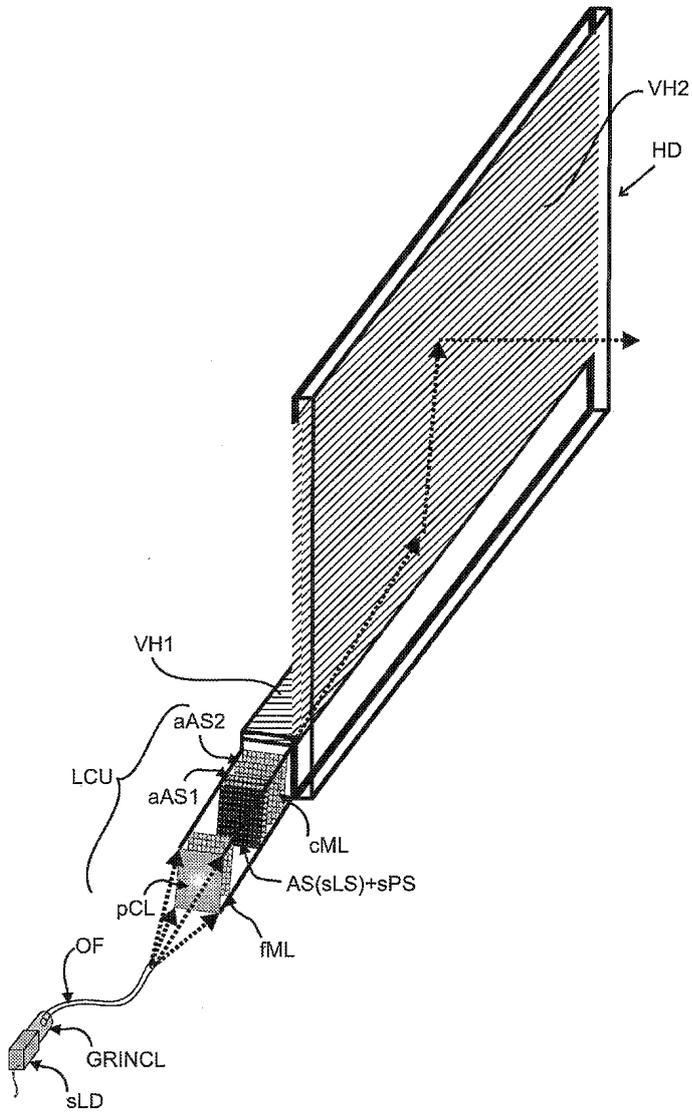
[0192] 옵션 E에 도시된 탈축 포물면경 프리즘은 콜리메이터 및 입력 결합 프리즘으로서 동시에 사용되고, 따라서 광을 평면 도파관에 주입하기 위한 부피 격자가 필요 없다.

[0193] 본 발명은 여기에서 설명한 실시형태들에 제한되는 것이 아니고 이미지 생성을 위해 홀로그래픽 방법 또는 무안경 입체 방법 또는 이들의 혼합 방법을 이용하는 작은 깊이를 가진 대면적 디스플레이를 실현하기 위해 가장 넓은 개념으로 사용될 수 있다.

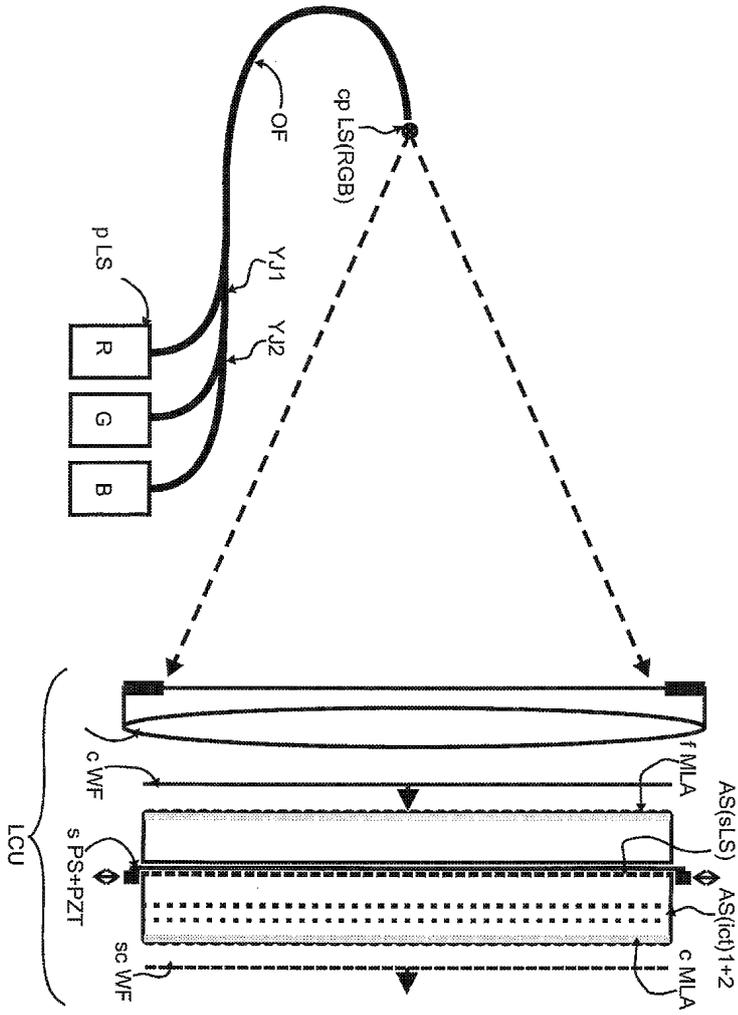
[0194] 마지막으로, 위에서 설명한 실시형태들은 특허청구범위의 교시를 예증하기 위한 것으로만 이해되어야 하고, 특허청구범위의 교시는 상기 실시형태들로 제한되지 않는다.

도면

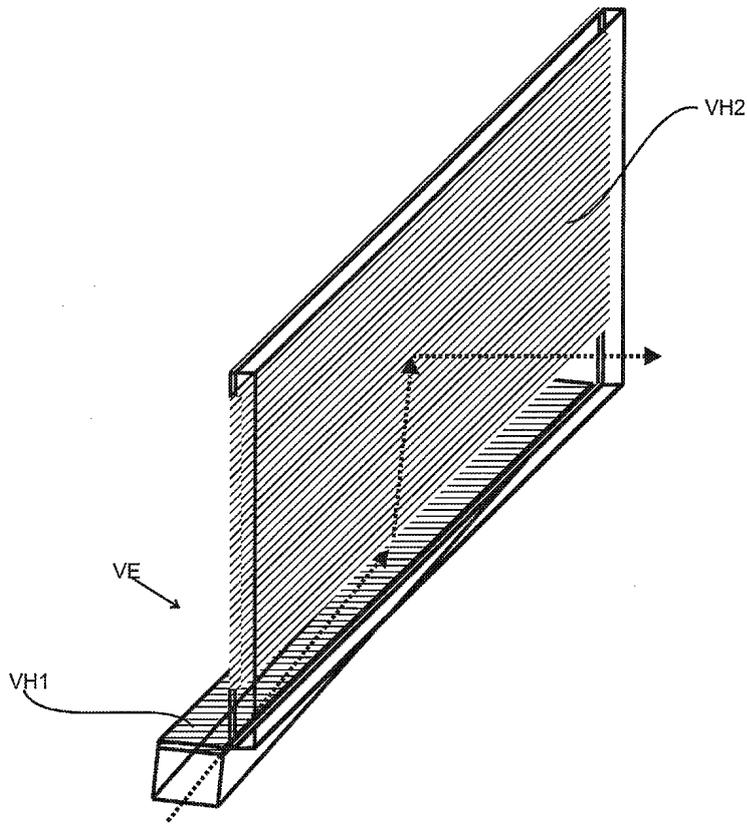
도면1



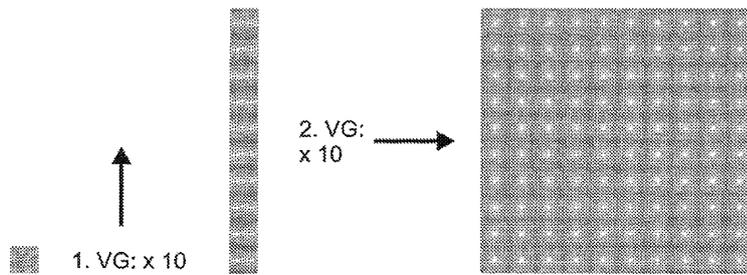
도면2



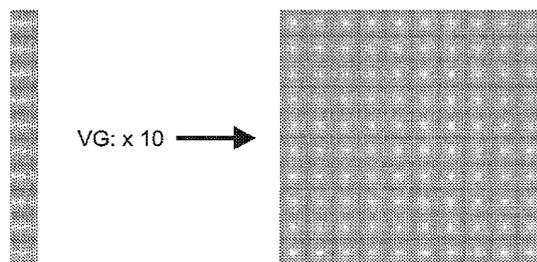
도면3



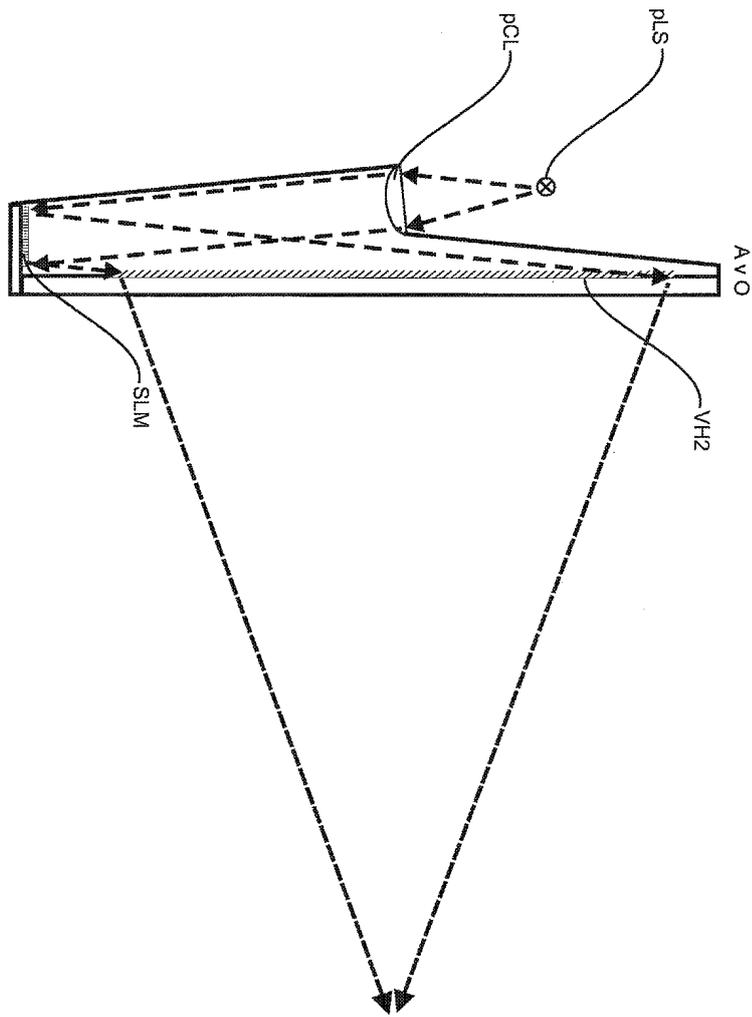
도면4



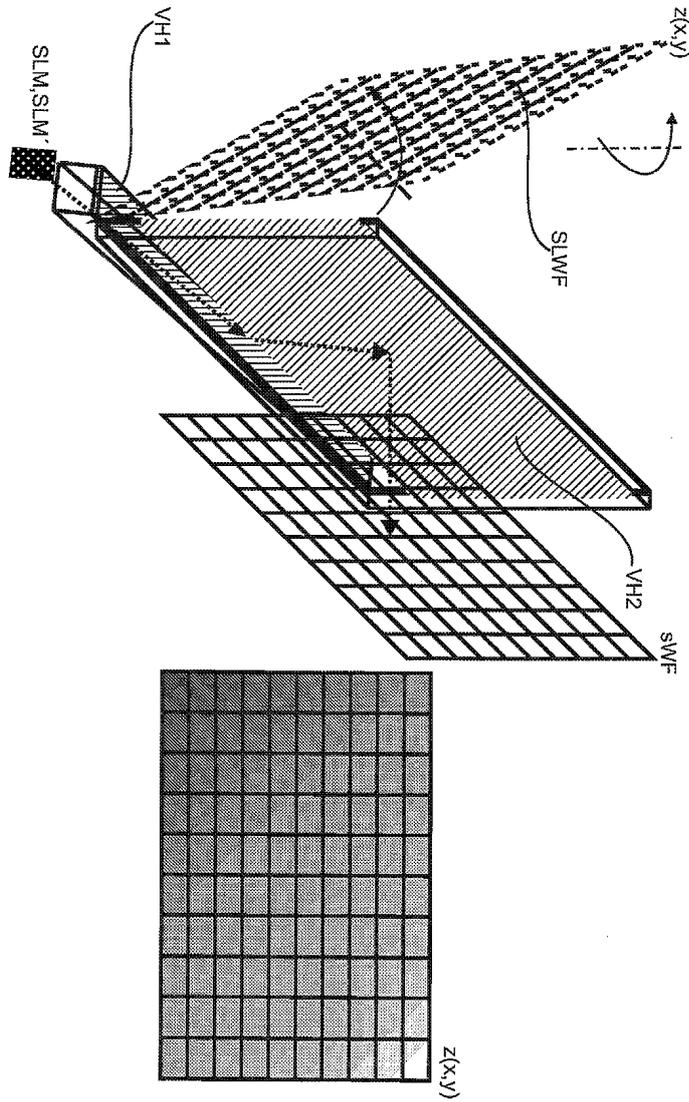
도면5



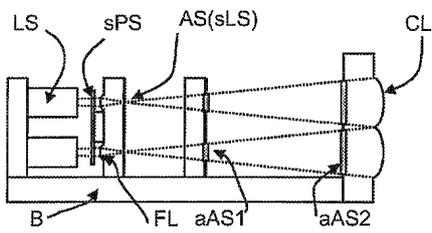
도면6



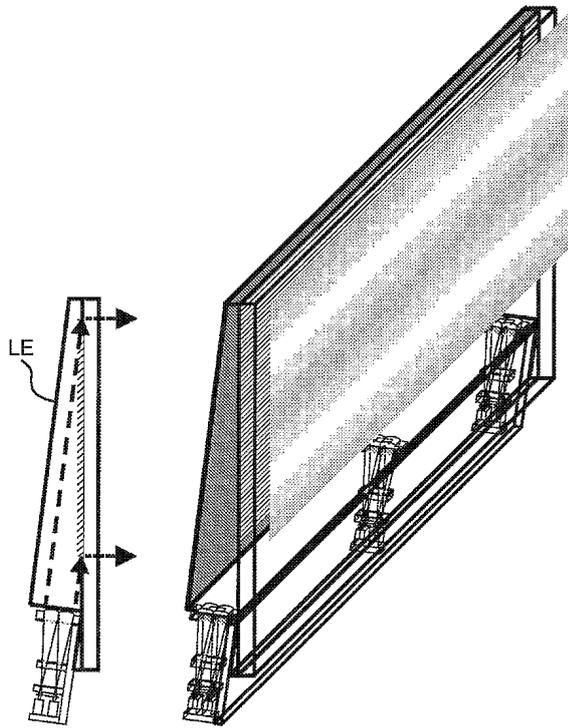
도면7



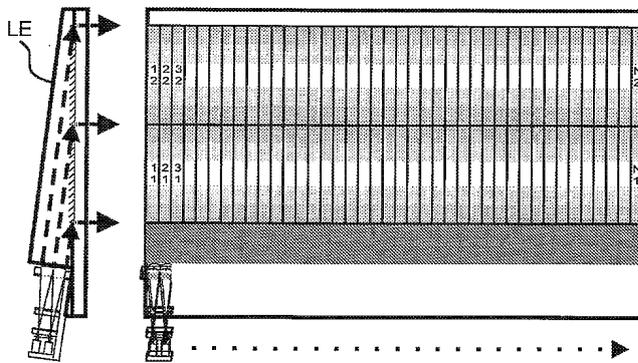
도면8



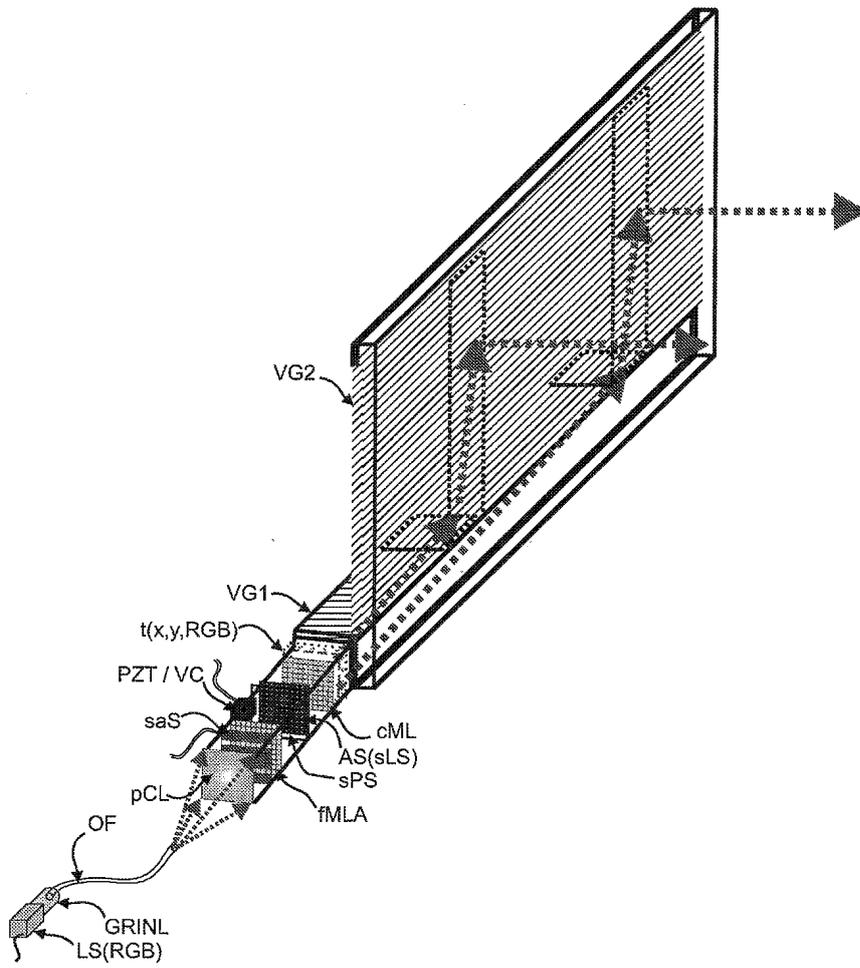
도면9



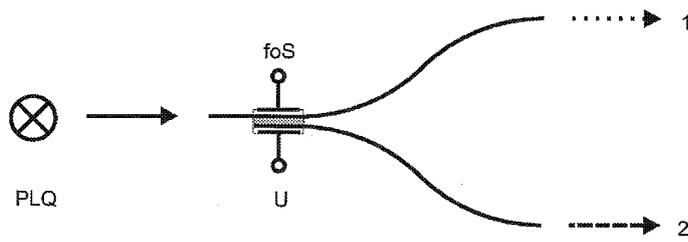
도면10



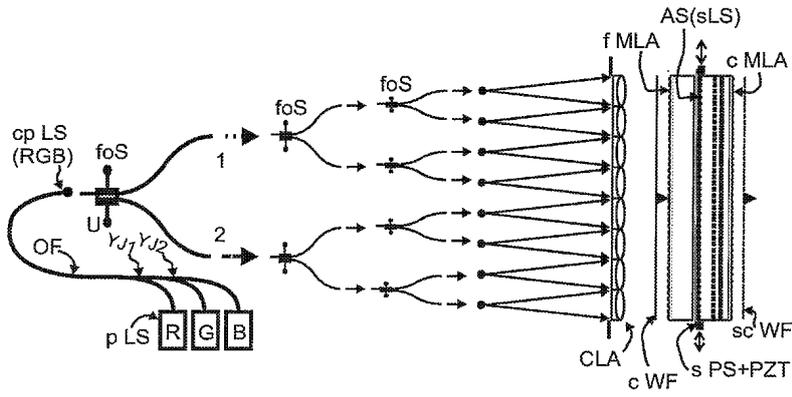
도면11



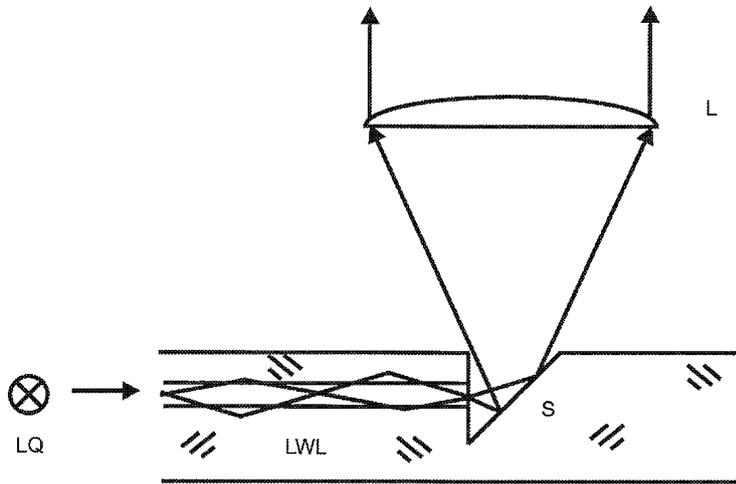
도면12



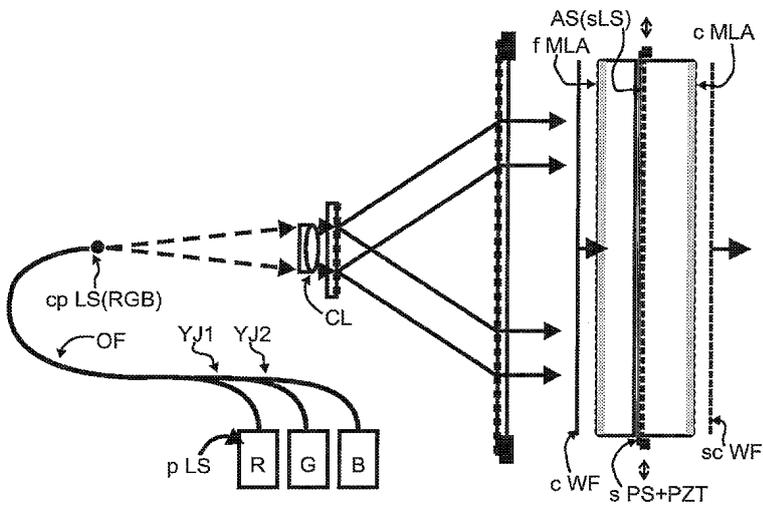
도면13



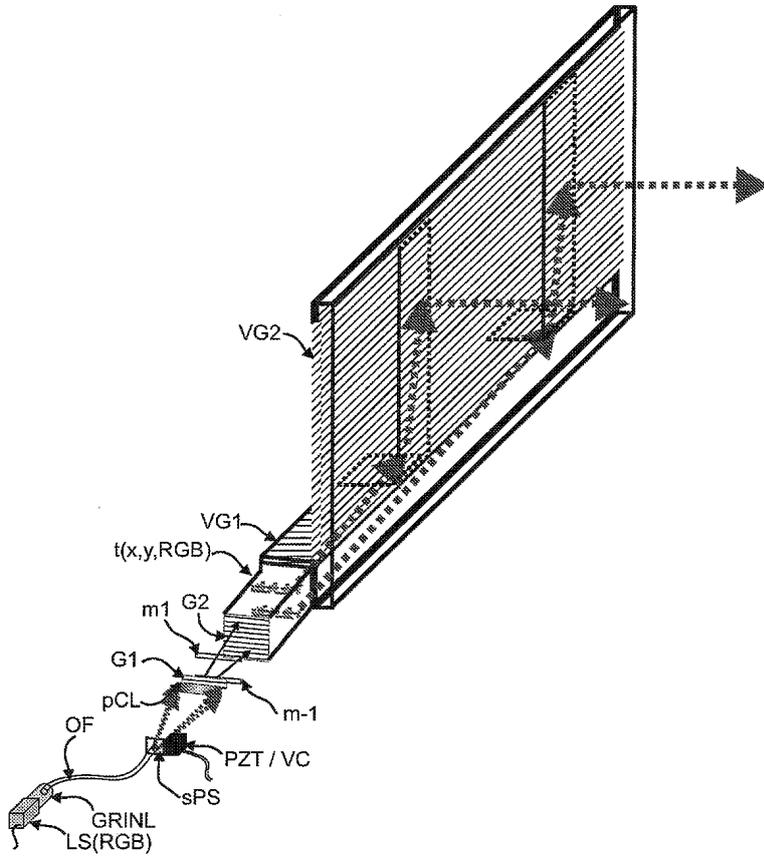
도면14



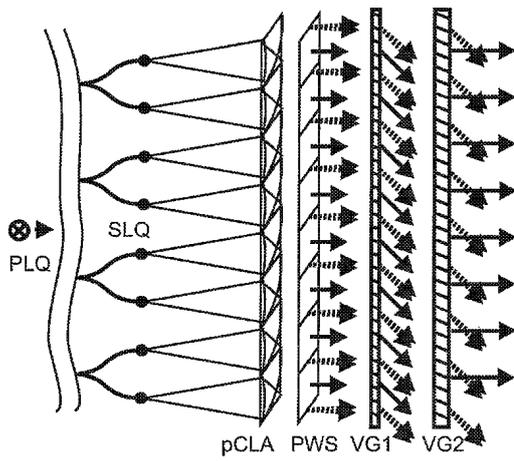
도면15



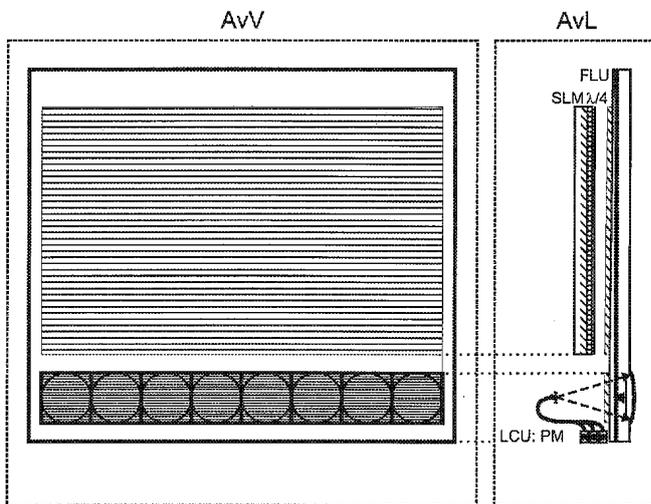
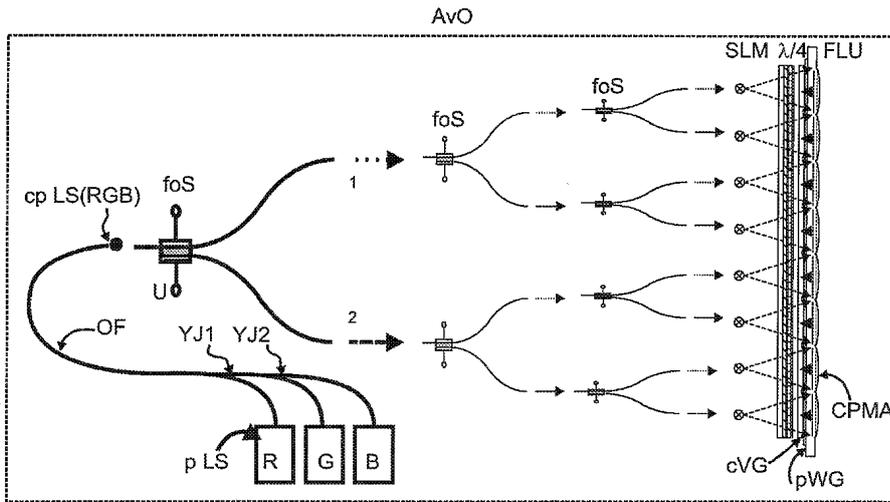
도면16



도면17



도면18a



도면18b

