



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2017-0104626  
 (43) 공개일자 2017년09월15일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*F21V 8/00* (2016.01) *G02B 26/00* (2006.01)  
*G02B 5/20* (2006.01) *G02F 1/1335* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*G02B 6/0056* (2013.01)  
*G02B 26/005* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7024108(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2010년06월18일  
 심사청구일자 없음
- (62) 원출원 특허 10-2012-7001961  
 원출원일자(국제) 2010년06월18일  
 심사청구일자 2015년06월18일
- (85) 번역문제출일자 2017년08월28일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2010/058619
- (87) 국제공개번호 WO 2010/149583  
 국제공개일자 2010년12월29일
- (30) 우선권주장  
 102009027093.0 2009년06월23일 독일(DE)  
 (뒷면에 계속)

- (71) 출원인  
 시리얼 테크놀로지스 에스.에이.  
 룩셈부르크 엘-5365 뫼스바흐 뒤 브헝쎄발르 212
- (72) 발명자  
 크롤 보  
 영국 런던 그레이터 런던 더블유148 에이에이 일  
 체스터 플레이스 11  
 푸테러 제랄드  
 독일 01277 드레스덴 아우크스부르크 스트라쎄 79  
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
 김태홍, 김진희

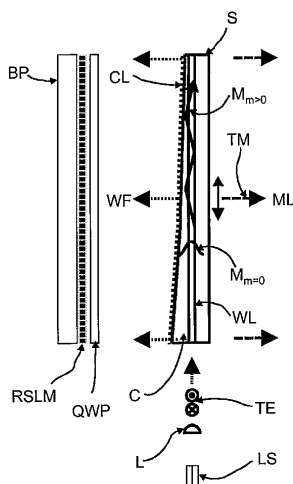
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 직시형 디스플레이용 조명 유닛

(57) 요약

본 발명은 제어 가능한 공간 광변조기(RSLM)를 조명하기 위한 평면 광도파로 및 적어도 하나의 광원 장치(LS, L)를 구비하되, 광도파로가 광 전도 코어 및 커버 층을 구비하고, 광변조기가 픽셀 매트릭스를 구비하며, 광원 장치가 광도파로의 측방에 배치되고, 광원 장치의 적어도 하나의 광원(LS)으로부터 출사하는 광이 광도파로에서 층상으로 전파되는 조명 유닛에 관한 것이다. 본 발명에 따른 조명 유닛은 평면 광도파로가 그 광도파로에서 전파되는 광의 소산 광파 파동장의 층상 추출 및 전향을 위한 편광 선택적 기능 또는 소정의 추출 특성을 갖는 전향 층(CL)을 커버 층(C)의 위에 구비하되, 커버 층이 광 전파 방향으로 점감하는 두께로 구성되는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*G02B 5/203* (2013.01)  
*G02B 6/0036* (2013.01)  
*G02B 6/0046* (2013.01)  
*G02F 1/133524* (2013.01)  
*G02F 1/133526* (2013.01)  
*G02F 1/133528* (2013.01)  
*G02F 1/133555* (2013.01)  
*G02F 1/133602* (2013.01)

(30) 우선권주장

102009027129.5 2009년06월23일 독일(DE)  
102009028984.4 2009년08월28일 독일(DE)

(72) 발명자

**하우슬러 랄프**

독일 01309 드레스덴 메르제부르크 스트라쎄 1

**라이스터 노베르트**

독일 01279 드레스덴 헤르멘스태터 스트라쎄 23

**버슈백 스테펜**

독일 99085 에르푸르트 라테나우스트라쎄 47

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

제어 가능한 공간 광변조기를 조명하기 위한 평면 광도파로 및 적어도 하나의 광원 장치를 구비하며, 상기 광도파로는 평면 광 전도 코어 및 평면 커버 층을 구비하고, 상기 제어 가능한 공간 광변조기는 픽셀 매트릭스를 구비하며, 상기 광원 장치는 상기 광도파로의 측방에 배치되고, 상기 광원 장치의 적어도 하나의 광원으로부터 출사하는 광은 상기 평면 광도파로를 통해 층상으로(areally) 전파되는 조명 유닛에 있어서,

상기 제어 가능한 공간 광변조기의 균일한 조명을 위한 소정의 방사각을 얻도록 상기 평면 광도파로는 상기 광도파로에서 전파되는 광의 소산 광파 파동장의 층상 추출 및 전향을 위한 추출 특성을 갖는 평면 전향 층을 상기 커버 층의 위에 구비하며, 상기 커버 층은 광 전파 방향으로 점감하는 두께로 구성되거나 또는 상기 커버 층은 일정한 두께를 갖는 것인 조명 유닛.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 제어 가능한 반사형 공간 광변조기를 조명하기 위한 적어도 하나의 광원 장치 및 평면 광도파로를 구비하되, 광도파로가 광 전도 코어 및 커버 층을 구비하고, 광변조기가 픽셀 매트릭스를 구비하며, 광원 장치가 광도파로의 측방에 배치되고, 광원 장치의 적어도 하나의 광원으로부터 출사하는 광이 광도파로에서 층상으로(laminarly) 전파되는 조명 유닛에 관한 것이다. 공간 광변조기는 직시형 디스플레이의 표시 디스플레이로서 구성된다.

[0002] 조명 유닛들은 일반적으로 백그라운드(background) 조명 또는 포어그라운드(foreground) 조명(투과광(transmitted-light) 조명 또는 입사광(incident-light) 조명으로도 지칭됨)으로서 직시형 디스플레이의 투과형으로 또는 반사형으로 구성된 제어 가능한 공간 광변조기(SLM, Spatial Light Modulator)를 조명하기 위한 근간을 이룬다. 광은 코히런트(coherent) 광이거나 인코히런트(incoherent) 광일 수 있다. 인코히런트 광으로 동작하는 디스플레이 장치는 바람직하게는 오토스테레오스코피(autostereoscopy) 방식의 3D 재현을 위한 2D 디스플레이로서 사용될 수 있다. 코히런트 광은 예컨대 홀로그래피 디스플레이 장치에서 필요하다.

[0003] 본 발명의 적용 분야는 오토스테레오스코피 재현 및 홀로그래피 재현의 3차원 표시를 위한 직시형 디스플레이이다.

**배경 기술**

[0004] 2차원 이미지 또는 비디오 필름을 재현하기 위한 시판 중인 평판 TV 디스플레이에서는, 전체의 면이 높은 해상도로 밝고 균일하게 조명되어야 한다. 디스플레이로서 구성된 SLM은 광을 가능한 한 큰 각도로 방출하여야 한다. 그러한 타입의 디스플레이는 다수의 구성들로 공지되어 있다.

[0005] 그러한 디스플레이는 대부분 평면 광도파로(LWL)를 구비한다. 평면 LWL은 일반적으로 적어도 광 전도 코어와 외피 층으로 이뤄지는데, 양자는 2개의 상이한 굴절률들을 갖는다. 인가된 광은 평면 LWL에서 내부 전반사(TIR: total internal reflection)의 조건 하에서 광선들 또는 광파 파동장들(light wave fields)의 형태로 전파되고, 조명을 위해 LWL로부터 추출된다. 혹은, 광은 반사 없이 투과하여 외피 층 또는 커버 층에서 다양한 모드들(m)의 소산(evanescent) 광파 파동장들에 의해 LWL로부터 추출된다.

[0006] 최적으로 구성된 조명 장치를 구현하기 위해, 백그라운드 또는 포어그라운드 조명 유닛 및 평면 광도파로를 구비한 디스플레이에서는 여러 가지 문제들을 감안하여야 한다. 그것은 한편으로 광의 결합 및 추출을 포함한 평면 LWL 그 자체의 구성에 관한 것이다. 다른 한편으로, 그것은 광을 공급하는 광원들을 포함한 광원 장치의 구성에 관한 것이다. 또한, 디스플레이 장치가 투과 방식으로 동작하는지 반사 방식으로 동작하는지 여부를 고려하여야 한다.

[0007] 평판 TV 디스플레이와는 달리, 정보의 3차원 재현을 위한 오토스테레오스코피 또는 홀로그래피 디스플레이 장치

에서는 조명 유닛이 추가의 또는 다른 요건들을 충족하여야 한다. 재현하려는 정보는 디스플레이 장치의 SLM에 기록된다. 광원들로부터 방사되는 광은 SLM에 기록된 정보로 변조되는데, 대부분의 SLM은 그와 동시에 스크린 또는 디스플레이를 재현한다. 그 때문에, SLM에 입사하는 광선들의 소정의 평행성의 유지 및 SLM의 높은 리프레시 레이트(refresh rate)가 필요하다.

[0008] 정보의 3차원 재현을 위해서는, 예컨대 적어도 240 fps(frames per second)의 높은 리프레시 레이트를 갖는 SLM이 필요하다. 디스플레이 장치에서의 광변조를 위한 SLM은 흔히 액정(LC) SLM인데, 현재 그러한 LC SLM은 LCOS(liquid crystal on silicon)와 같은 반사형 SLM으로서 예컨대 400 fps를 넘는 리프레시 레이트를 고해상도(HD)로 구현할 수 있다. 15 V에서 동작하는 256×256 픽셀들을 갖는 LCOS 어레이에 있어서는 이미 1085 fps의 리프레시 레이트가 얻어진 바 있다. 투과형 SLM과 비교하여, 반사형 SLM은 대부분 높은 채움 인자(filling factor)를 갖고, 홀로그래피 디스플레이로서 사용 시에 코히런트 광의 바람직하지 않은 회절 차수들을 양호하게 억제하는 것을 가능하게 한다.

[0009] LC 디스플레이에서 LC 층의 두께를 반으로 한다는 것은 리프레시 레이트를 4 배로 만든다는 것을 의미한다. 전압의 배가도 역시 얻어질 수 있는 최대 리프레시 레이트를 4배로 만든다는 것을 의미한다. 그 배경은 얻어질 수 있는 최대 리프레시 레이트가 LC 층의 두께는 물론 LC 층에 인가되는 전압의 공급에 반비례한다는 것이다. 투명하지 않은 회로 기판(백플레인: backplane)에서는, 전압, 주파수, 및 전류 세기의 증가가 간단하게 구현될 수 있는데, 왜냐하면 그 경우에는 전체의 면이 스트립 도체들, 트랜지스터들, 및 커패시터들에 제공되기 때문이다.

[0010] 필요로 하는 높은 리프레시 레이트 이외에, LWL로부터의 광의 평행한 방사에도 역시 여러 조건들이 설정된다. 정보의 3D 재현의 우수한 품질을 위해서는, SLM의 전체의 면의 균일한 조명 이외에도 추출되는 파면들의 소정의 조준(collimation)이 달성되어야 한다. 그것은 홀로그래피 재현에서 생성하려는 재구성물의 형태에 있어 매우 중요하다. 예컨대, 물점들로 분해된 3차원 장면의 물체일 수 있는 홀로그래피 정보는 진폭 및 위상 값들의 형태로 SLM의 픽셀들에 코딩된다. 각각의 코딩된 물점에는 SLM으로부터 방사되는 파면이 할당될 수 있다.

[0011] 조명 유닛으로부터 방사되는 파면의 각도 영역은 평면파 각스펙트럼(angular spectrum of plane waves)이다. 실제로, 평탄한 파면들이 코히런트 방향으로 서로 1/60° 보다 큰 방사각을 갖는 평면파 각스펙트럼은 재구성되는 물점들의 왜곡을 생성하는 것으로 입증되었다. 그것은 최적의 조건 하에서 눈에 의해 인지될 수 있다. 따라서 코히런트 방향으로의 홀로그래피 디스플레이의 평면파 각스펙트럼의 방사각은 적어도 1/70° 내지 1/40° 이어야 한다. 그러한 방사각은 인코히런트 방향으로서는 눈의 동공들 중의 적어도 하나가 비추어질 정도로 넓어야 한다.

[0012] 결과적으로, 전방으로부터 SLM을 조명하는 조준된 파면들은 조명으로 인해 생성하려는 재구성물에 악영향이 유발되는 것을 피하기 위해 서로 소정의 방사각을 유지하여야 한다. 오토스테레오스코피 3D 재현에서는, 광선들의 조준이 디스플레이 장치의 촬상 품질을 개선한다. 이때, 평면파 각스펙트럼은 인접한 눈의 동공이 비추어지지 않도록 선택되어야 한다.

[0013] 코히런트 광의 조준된 방사를 구현하는 하나의 조치는 평면 LWL 상에 또는 평면 LWL 내에 부착되는 회절 격자이다. 회절 격자는 투명 층들의 적층체이고, x-방향과 z-방향으로 변조된 굴절률 분포들로 기술될 수 있으며, 투과형 회절 격자 또는 반사형 회절 격자로서 구성된다. 3D 회절 격자는 코히런트하거나 적어도 부분 코히런트한 2개 이상의 광파들의 간섭에 의해 생성된다. 회절 격자의 구조는 예컨대 재료 중에서의 파장 및 간섭 파면들 사이에 국부적으로 존재하는, 촬영에 사용되는 광의 각도와 같은 파라미터들에 의해 결정된다. 회절 격자는 일반적으로 한정된 각도 영역 내의 정해진 에너지 부분이 추출될 수 있도록 구성된다. 재구성 시에는 브래그 회절 조건(Bragg diffraction condition)이 회절 격자에 적용된다.

[0014] 그러나 본 발명에서 추구하는 평면 광도파로와 회절 격자를 구비한 조명 유닛에 의해 평면파 각스펙트럼을 1/20° 미만으로 한정하기 위해서는, 약 500 μm의 회절 격자의 두께가 필요하다. 그러나 그와 관련하여 눈의 각도 해상도의 한계가 1/60° 임을 감안한다면, 회절 격자는 예컨대 1 mm의 층 두께를 가져야 한다. 각도선택성(angular selectivity)은 각각의 재구성 기하 형태에 의존하여 달라진다.

[0015] 그러한 사실은 Kogelnik에 의해 수립된 "결합파 이론(coupled wave theory)"로부터 비롯된 것이다. 그러나 그 이론은 1차 브래그 회절 차수로 재구성되는 회절 격자에 대해서만 유도되는 것이다. 즉, 그 이론은 그러한 회절 격자에만 적용된다. 그러나 예컨대 전반사 기하 형태로 동작하는 홀로그래피 격자의 채움은 그 이론에 따르자면 기술적으로 복잡해지는데, 왜냐하면 간섭 파면들 사이의 매우 큰 각도를 재료에 구현하여야 하기

때문이다. 큰 편향각을 생성하기 위한 큰 프리즘들 및 굴절을 정합 액체(index matching liquid)(오일)가 필요하다. 또한, 회절 격자의 큰 층 두께 및 좁은 각도 선택성이 제공되어야 하고, 가용 재료의 해상도 한계에 부딪히는 격자 주기가 제공되지 않아야 한다. 따라서 조명 유닛에 필요한 회절 격자의 제조를 저렴하게 구성하려고 노력하고 있다.

- [0016] 회절 격자에 의해 구현하려는 조명 유닛에 있어서는 또 다른 문제들도 고려하여야 한다.
- [0017] 예컨대, 내부 전반사로 전파되는 광이 잘 조준된다면, 조정의 의미에서 넓은 각도 선택성이 유리하다. 그것은 반사형 회절 격자에 의해 달성될 수 있는데, 왜냐하면 반사형 회절 격자가 투과형 회절 격자보다 넓은 각도 선택성을 갖기 때문이다.
- [0018] 회절 격자가 두꺼우면 두꺼울수록 회절 효율의 각도 선택성  $n(\theta_{in})$ 이 더욱더 감소한다. 즉, 1에 가까운 높은 회절 효율은 작은 각도 하에서만 제공된다. 그것은 광 전도 층으로부터 좁은 각도 영역만을 추출하는데 사용될 수 있다.
- [0019] 예컨대, 내부 전반사로 전파되는 광의 조준이 너무 넓다면, 충분히 좁은 각도 선택성을 구현하는 것이 좁은 평면과 각스펙트럼을 구현하는데 유리하다. 그것은 두꺼운 투과형 회절 격자에 의해 달성될 수 있다.
- [0020] 즉, 회절 격자의 파라미터들을 선택함으로써, 구현하려는 각각의 광 추출에 맞추는 것이 달성될 수 있다.
- [0021] 또한, 추출되는 광의 방사각이 커짐에 따라 격자 주기가 작아진다는 것을 고려하여야 한다. 그로 인해, 회절 격자로서 사용되는 격자 재료에 대해 해상도 문제가 발생할 수 있다. 또한, 회절 격자의 제조 시에는  $1/60^\circ$  인 눈의 해상도를 고려하여야 한다. 그러한 한계를 고려한다면, 예컨대 홀로그래피 디스플레이에서의 조명 유닛은 잘 조준된 광을 SLM 쪽으로 유도하기 위해  $1/20^\circ$  내지  $1/60^\circ$  의 평면과 각스펙트럼을 구현하여야 한다.
- [0022] 눈 간격은 평균적으로 65 mm이다. 그것은 디스플레이로부터 1 m의 거리에서는  $3.72^\circ$  에 해당한다. 그것은 관측자의 거리가 1 m일 경우에 광도파로부터 인코히런트 방향으로 방사되는 평면파의 각도 영역의 한계로서, 그러한 한계로부터 인접 눈에 혼신(cross-talk)이 발생한다.
- [0023] 코히런트 방향으로든 물론 인코히런트 방향으로든 회절 전파가 일어난다. 인코히런트 방향으로의 방사각은 그러한 사실을 감안하여 기하학적 광굴절로부터 주어지는 것보다 작게 선택되어야 한다.
- [0024] 평면 광도파로는 디스플레이 장치의 평탄성을 구현하기 위해 평판 디스플레이의 조명 장치에 사용되는 것이 바람직하다. 평면 광도파로는 추가의 광학 소자들에 의해 광이 바람직하게는 큰 각도 영역으로 디스플레이로부터 방사되어 디스플레이의 전방의 관측자 영역을 확대시키도록 구성된다.
- [0025] 문헌 US 6 648 485 B1에는, 평판 디스플레이의 균일한 조명을 위해 예컨대 썬기의 형태로 된 광도파로가 개시되어 있는데, 그러한 광도파로는 평면 평행하지 않고, 즉 평탄하지 않고, 내부에서 광을 다중 반사에 의해 전파한다. 광도파로에 입사한 광의 각도에 의존하는 분포를 제어하기 위해, 예컨대 썬기의 입구에 산란 면이 표면 양각(surface relief)으로서 배열된다. 또 다른 조치로서, 썬기는 광이 광도파로에서 전파되는 동안 FTIR(frustrated total internal reflection: 전반사 장애) 조건을 버리도록 그 크기가 설정된다. 그러나 홀로그래피 디스플레이의 조명 유닛에서 구현하려는 각도 선택성을 위해서는 썬기 각도가  $1^\circ$  보다도 아주 훨씬 더 작아야 한다. 그것은 그 문헌에 따른 광도파로에 의해서는 구현될 수 없다.
- [0026] 문헌 JP 2007234385에는, 광도파로가 썬기 형태로 구성되고 컬러 LED 광원들을 구비한 백그라운드 조명 장치가 평판 디스플레이용으로 개시되어 있다. 그러한 조명 장치의 광은 포물경으로서 구성된 반사관들에 의해 썬기로 발산되게, 수렴되게, 또는 평행하게 도입될 수 있다. 그 문헌에서 지향하는 목적은 평판 디스플레이의 전체의 면을 균등균일하게 조명하는 것이다. 도 14에서 광도파로로부터 경사져 나오는 광의 출사각은 후속하는 광학 소자, 예컨대 프리즘 판에 의해 광의 전파 각도가  $1/60^\circ$  보다 아주 훨씬 더 크게 되도록 영향을 받는다.
- [0027] 문헌 WO 2004/109380 A1에서는, 광을 광원으로부터 원통형 거울을 통해 평판 디스플레이의 썬기형 광도파로의 가장 넓은 측면에 인도한다. 광은 광도파로의 내부에서 다중 반사에 의해 전파된다. 방사된 광은 프리즘 포일에 의해 광도파로에 걸쳐 균일하게 분배되는데, 방사각은  $15^\circ$  이상이다.
- [0028] 진술한 문헌들에 개시된 것들을 비롯한, 광도파로를 구비한 지금까지의 공지된 평판 디스플레이들의 방사 특성들은 빠르게 스위칭되는 디스플레이를 위한 조명 유닛에 요구되는 엄격한 조건들을 구현하는데에는 부적합하다. 그들에 의해서는, 직시형 홀로그래피 디스플레이에서 물체의 최대한으로 오차 없는 재구성물을 생성하는 것이 불가능하다.



**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0029] 본 발명의 과제는 매우 빠른 리프레시 레이트를 갖는 직시형 디스플레이에 있어 평면 광도파로를 기반으로 하는 평판 조명 유닛을 제공하는 것이다. 광도파로에서 전파되어 그로부터 추출되는 광은 제어 가능한 공간 광변조기(SLM)의 균일한 조명을 위한 소정의 방사각을 구현하여야 하되, 추출된 광의 유지할 각도 영역이 코딩에 의존하여 상이하게 되도록 한다. LWL로부터 추출되는 평면파 각스펙트럼은 회절 격자의 필요한 층 두께의 구현을 위해  $1/20^\circ$  미만으로 한정되어야 한다.
- [0030] 조명 유닛은 큰 비용을 들이지 않고서도 컬러 재현을 구현할 수 있어야 한다.
- [0031] 인코히런트 방향으로 방출되는 광의 평면파 각스펙트럼은 관측자(들)의 이동 시에 추적 과정의 시작을 지연시켜 인코히런트 방향으로의 추적 정확도를 전반적으로 감소시키기에 충분할 정도로 넓어야 한다.
- [0032] 간단하고 저렴한 공지의 제조 기술들에 의해 구현될 수 있는 단지 적은 수의 개별 광학 소자들만이 조명 유닛에 사용되어야 한다.
- [0033] 또한, 본 발명의 목적은 EW 프리즘 어레이와 함께 디스플레이 장치에 동시에 사용될 경우에 SLM의 개별 변조 셀들을 개별 EW 프리즘 셀들에 1:1 할당하는 것을 가능하게 하도록 평판 조명 유닛을 구성하는 것이다. EW 프리즘 셀들은 큰 편향각들에서 평면파 각스펙트럼을 확장시키기 때문에, EW 프리즘 셀들에 입사하는 평면파 각스펙트럼을 충분히 작게 선택할 수 있고, 그에 따라 큰 방사각들에서도 인접 눈에 혼신이 발생하지 않게 된다.

**과제의 해결 수단**

- [0034] 해결 방안은 제어 가능한 공간 광변조기를 조명하기 위한 적어도 하나의 광원 장치 및 평면 광도파로를 구비하되, 광도파로가 광 전도 코어 및 커버 층을 구비하고, 광변조기가 픽셀 매트릭스를 구비하며, 광원 장치가 광도파로의 측방에 배치되고, 광원 장치의 적어도 하나의 광원으로부터 출사하는 광이 광도파로에서 층상으로 전파되는 조명 유닛을 기반으로 출발한다.
- [0035] 진술한 본 발명의 과제는 본 발명에 따라 평면 광도파로가 그 광도파로에서 전파되는 광의 소산 광파 파동장의 층상(laminar) 추출 및 전향을 위한 편광 선택적(polarization selective) 기능 또는 소정의 추출 특성을 갖는 전향 층을 커버 층의 위에 구비하되, 커버 층이 광 전파 방향으로 점감하는 두께로 구성되도록 함으로써 해결된다.
- [0036] 커버 층의 두께는 광도파로의 광 입사 측으로부터 출발하여 광의 전파 방향을 따라 광도파로의 대향 측까지 점감한다. 이때, 커버 층의 두께의 점감은 지수 함수적 추이를 보일 수 있다.
- [0037] 바람직한 제1 실시예에 있어서, 조명 유닛은 입사광 조명 유닛 또는 포어그라운드 조명 유닛으로서 구성된다. 조명하려는 공간 광변조기는 반사형으로 구성되고, 추출된 광의 입력 편광을 회전시키기 위한 층을 구비하는데, 설정하려는 편광은 그 층을 2번 통과한 후에 달성된다. 그러한 층은 선택적으로  $\lambda/4$  층이거나 구조화된 층이거나 구조화되지 않은 층이다. 광원 장치로부터 출사하는 광은 사용되는 광원들에 따라 전체적으로 코히런트 광이거나 일 방향으로 부분 코히런트 광이거나 양 방향으로 인코히런트 광이다.
- [0038] 편광 선택적 추출 및 전향을 위해, 선택적으로 산란 층 또는 층으로서 구성된 마이크로 프리즘 어레이가 조명 유닛에 배열될 수 있다. 마이크로 프리즘 어레이의 기하 형태는 구현하려는 산란각에 최적으로 맞춰질 수 있다. 그것은 조명 유닛이 직시형 오토스테레오스코피 디스플레이의 디스플레이에 사용되는지 직시형 홀로그래피 디스플레이의 디스플레이에 사용되는지 여부에 의존하여 달라진다.
- [0039] 조명 유닛의 또 다른 구성에 있어서, 편광 선택적 추출 및 전향을 위한 전향 층은 적어도 하나의 홀로그래피 회절 격자를 구비한다.
- [0040] 또한, 디스플레이에서 광의 전파 방향으로 조명 유닛의 뒤에는 전기 습윤(electro-wetting) 프리즘 셀 어레이 또는 광을 편향시키는 층이 이어지는데, 편향은 가변적으로 제어 가능하다. 그러한 배열은 픽셀 매트릭스와 전기 습윤 프리즘 셀 어레이 또는 다른 광 편향 층 사이의 거리가  $< 15 \times$  코히런트 방향으로 존재하는 픽셀 매트릭스의 픽셀의 주기의 범위에 있도록 구성된다. 그러면, 픽셀들과 EW 프리즘 셀들의 1:1 할당이 정확히 구현될 수 있다. 그러한 값 범위는 본 발명에 따른 조명 유닛의 계산적 검사(근거리 시뮬레이션)로부터 주어진다.

것이다.

- [0041] 조명 유닛에 있어서, 광은 광 전도 코어에서 적어도 일 방향으로 조준되어 전파된다. 그러나 광은 지그재그 진 로로 전파될 수도 있다. 광 전도 코어가 평면 평행하지 않을 경우, 즉 평면 광도파로가 아니라 쉘기형 광 전도 코어인 경우, 각각의 반사 후에 가파른 지그재그 모드들이 생긴다. 그러한 가파른 지그재그 모드들은 커버 층 내에 더 깊숙이 침투하고, 이어서 회절 격자에 의해 포착되어 SLM 쪽으로 편향될 수 있다.
- [0042] 평탄성에 대한 요건을 충족시키기 위해, 조명 유닛의 다양한 구성들 및 구성 요소들의 조합이 제공된다. 커버 층은 한편으로 일정한 두께를 가질 수 있고, 회절 격자는 지수 함수적으로 증가하는 출력 효율을 갖도록 구성될 수 있다.
- [0043] 커버 층은 다시 일정한 두께를 가질 수 있고, 광 전파 방향으로 두께 증가를 갖는 광 전도 코어와 조합될 수 있다.
- [0044] 바람직한 제2 실시예에 있어서, 조명 유닛은 투과광 조명 유닛 또는 백그라운드 조명 유닛으로서 구성되고, 그러한 조명 유닛에서는 공간 광변조기가 투과형으로 구성된다. 그 경우, 예컨대 UV 광을 방사하는 광원들이 광 원들로서 사용될 수 있다. 전향 층은 본 구성에서는 UV 광을 백색 광으로 변환하기 위한 형광 층을 구비한다.
- [0045] 또한, 광 전도 코어와 커버 층은 소산 전자기장이 커버 층에 침투하는 침투 깊이를 증가시키기 위해 광로의 진행에 따라 감소하는 상호 굴절률 차( $\Delta n$ )를 가질 수 있다.
- [0046] 조명 유닛의 또 다른 구성은 광 전도 코어가 홀로그래피 회절 격자로서 구성되도록 조치하는 것이다. 그럼으로써, 광 전도 기능과 광 추출 기능을 동시에 갖는 층이 존재하는 것이 달성된다. 수축이 없고 그에 따라 채용된 격자 기하 형태의 변동을 보이지 않는 재료들이 주어진다.
- [0047] 반사형 회절 격자는 일반적으로 투과형 회절 격자보다 넓은 각도 선택성을 갖는다. 그러나 그것은 제조 시에 보정될 수 있다. 투과형 회절 격자는 바람직하게는 과도 노광에 의해 회절 효율의 제2 최대치에 맞춰 제조될 수 있다. 그럼으로써, 그 각도 선택성의 확대가 달성되고, 예컨대 재구성 기하 형태에 있어 더 넓은 각도 영역으로 광을 회절시켜 층상으로 추출할 수 있다. 또한, 그럼으로써, 더 큰 공차 크기가 허용되어 조명에 있어 더 높은 총 효율이 얻어질 수 있다. 그와 같이 회절 격자를 과도 노광하는 옵션은 코히런트 광에 의한 재구성에는 물론 인코히런트 광에 의한 재구성에도 적용될 수 있다.
- [0048] 홀로그래피 디스플레이의 조명 유닛에 사용되는 광원들의 조준이  $> 1/20^\circ$  의 각스펙트럼만을 생성할 경우, 즉 충분히 잘 조준되지 않는 경우, 회절 격자는 작은 각도 영역만을 추출하도록 구성되어야 한다. 그를 위해, 회절 격자의 각도 선택성은 그에 상응하게 좁아야 한다. 예컨대,  $< 1/20^\circ$  로 한정될 수 있다.
- [0049] 각스펙트럼, 즉 추출되는 평면파 각스펙트럼의 감소는 회절 격자의 더 높은 회절 차수에 의해, 예컨대 2차 브래그 회절 차수에 의해 달성될 수 있다. 3D 장면을 2차 브래그 회절 차수로 재구성할 경우, 회절 격자의 두께가 1차 브래그 회절 차수에 비해 변동이 없다면 회절 효율의 각스펙트럼  $\eta(\theta)$ 이 더 좁게 주어진다.
- [0050] 2차 브래그 회절 차수의 사용에 의해 제조되는 회절 격자는 다음의 이점들을 가져온다.
- [0051] - 2차 브래그 차수의 격자는 1차 브래그 차수에 채용될 수 있고, 그것은 프리즘 및 굴절률 정합액이 더 이상 필요 없게 한다. 그것은 회절 격자의 제조에 있어 현저한 비용상의 이점을 선사한다. 큰 편향각을 구현하는 회절 격자는 통상적으로는 큰 프리즘 및 굴절률 정합액(침지 액체)과 함께 채용되어야만 한다.
- [0052] - 큰 회절각을 갖는 전반사 기하 형태로 동작하는 홀로그래피 회절 격자는  $< 0.5 \mu\text{m}$ 의 회절 주기( $\Lambda$ )를 갖는다. 그것은 다수의 재료들에 있어 해상도 한계이거나 그에 근접한 값이다. 재료들의 해상도 한계 근처에서는, 보장되어야 할 격자 파라미터들의 재현성이 감소한다. 동일한 재구성 기하 형태를 갖지만 그것을 2차 브래그 회절 차수로 구현하는 회절 격자의 주기는 1차 브래그 회절 차수로 재구성하는 회절 격자의 2배이고, 그에 따라 홀로그래피 재료의 구조 해상도 한계로부터 멀리 떨어져 있다. 그것은 회절 격자의 파라미터들의 재현성을 현격히 향상시키고, 홀로그래피 표시 재료의 해상도 한계를 피하는 것을 가능하게 한다.
- [0053] - 2차 브래그 회절 차수의 사용은 추출되는 평면파 각스펙트럼을 한정하는데 필요한 회절 격자의 층 두께를 거의 절반으로 하는 것을 가능하게 한다. 전술한  $500 \mu\text{m}$  대신에 고작해야  $250 \mu\text{m}$ 만의 층 두께가 동일한 결과를 얻는 데에 요구된다.
- [0054] 그것은 회절 격자의 샌드위치 구조가 기계적으로 및 열적으로 안정화된다는 것을 의미한다. 필요한 홀로그래피 활상 재료의 양도 역시 절반으로 된다.

- [0055] 포어그라운드 조명 유닛으로서의 본 발명에 따른 조명 유닛(FLU)에 의해 또 다른 실시예들이 구성될 수 있다. 적어도 하나의 층상 편광 필터, 픽셀들의 어레이를 갖는 투과 제어 가능 층, 및 역반사체들의 어레이를 갖는 투과형 기관 층을 구비하는 반사형으로 구성된 광변조기를 포함하는 광변조 장치가 전술한 조명 유닛의 실시예들 중의 적어도 하나에 의해 조명될 수 있다.
- [0056] 그러한 광변조 장치에 있어서, 반사형으로 구성된 광변조기는 편광되는 광의 위상 및/또는 진폭을 변조하기 위한 적어도 2개의 상이하게 배향된 LC 모드들로 시스템 제어부에 의해 제어될 수 있는 적어도 하나의 LC 재료에 픽셀들의 어레이를 포함할 수 있다.
- [0057] 바람직한 실시 형태에 있어서, 광변조 장치의 반사형으로 구성된 광변조기의 픽셀에는 3D 장면의 홀로그램의 위상 및 진폭 값들이 코딩될 수 있다.
- [0058] 직시형 디스플레이는 적어도 하나의 종속 청구항에 해당하는 전술한 실시 형태들 중의 적어도 하나의 본 발명에 따른 특징을 갖고/갖거나 광 전과 방향으로 조명 유닛의 배후에 배열되고 광변조 장치의 청구항들의 특징들로 구성되는 광변조 장치의 광변조기와 조합될 수 있는 조명 유닛을 포함할 수 있다.
- [0059] 결과적으로, 본 발명에 의하면, 직시형 디스플레이는 반사형 디스플레이 또는 투과형 디스플레이로서 구성될 수 있다. 따라서 투과형 디스플레이는 광 전과 방향으로 조명 유닛의 배후에 배열되는 투과형 공간 변조기와 함께 조명 유닛을 구비한다. 반사형 디스플레이에서는, 광 전과 방향으로 조명 유닛의 전방에 반사형 광변조기가 배열된다.
- [0060] 본 발명에 따른 광 전도 코어, 커버 층, 및 전향 층의 구성 및 조합에 의해, 바람직하게도 조명 유닛이 매우 평탄하게 구성될 수 있는 것이 달성된다.
- [0061] 이하, 본 발명에 따른 조명 유닛을 사용하여 구체적으로 기술되는 실시예들을 구현할 수 있는 조치들에 대해 설명하기로 한다.
- [0062] 즉, 광 전과 방향으로 광 추출 층의 배후에  $\lambda/4$  판 또는 지연 판 또는 지연 층이 배열될 수 있다. 광 전과 방향으로 광 추출 층의 배후에 반사형 또는 투과형으로 구성된 광변조기가 배열될 수 있다.
- [0063] 광 전과 방향으로 광 추출 층의 배후에 소정의 산란 특성을 갖는 반사 층을 구비한 반사형으로 구성된 광변조기 배열될 수 있다. 그러한 조치는 매우 바람직하게는 2차원 이미지 콘텐츠를 재현하기 위한 직시형 디스플레이에 적합하다.
- [0064] 광 전과 방향으로 광 추출 층의 배후에 투과형 또는 반사형으로 구성된 빔 편향 장치가 배열될 수 있다.
- [0065] 빔 편향 장치는 적어도 하나의 투과형 또는 반사형으로 구성된 전기 습윤 어레이 또는 회절 장치를 구비할 수 있다.
- [0066] 바람직한 실시 형태에 있어서, 광변조기는 그 광변조기와 상호 작용하는 광의 위상을 변조하도록 구성된다. 반사형으로 구성된 광변조기와 조명 유닛 사이에는 빔 분할기(beam splitter) 및 빔 결합기(beam combiner)가 마련된다.
- [0067] 구체적으로, 광변조기는 그 광변조기와 상호 작용하는 광의 위상을 변조하도록 구성될 수 있다. 광변조기는 반사형으로 구성된 전기 습윤 셀들의 매트릭스 또는 어레이를 구비한다.
- [0068] 조명 유닛으로부터 추출되는 광은 반사 후에 거의 편향되지 않고서 조명 유닛을 통과하는 것이 바람직하다. 그것은 조명 유닛의 특성들 및 그 배후에 배열된 고아학 소자들을 그에 상응하게 구성함으로써 구현될 수 있다.
- [0069] 이하, 전술한 조치들에 의해 구현될 수 있는 실시예들에 대해 설명하기로 한다.
- [0070] **반사형 LC SLM:**
- [0071] 본 명세서에서 제안되는 개조들, 예컨대 SLM의 기관을 경면화하는 것과 같은 개조들에 의해, 그 SLM 또는 디스플레이를 반사형으로 구성하여 동작시키는 것이 가능하다.
- [0072] 반사형 LC 디스플레이 또는 SLM에서는, 바람직하게도 LC 층의 층 두께가 절반으로 되는데, 그것은 광이 그 층을 반사에 의해 2번 통과하기 때문이다. LC 디스플레이의 스위칭 시간은 층 두께의 제곱의 함수이기 때문에, 그럼으로써 더 증가한 리프레시 레이트 또는 더 빠른 스위칭 시간을 갖는 디스플레이를 구현하는 것이 가능하다.
- [0073] 예컨대, 홀로그래피에서와 같이 코히런트한 조명 또는 적어도 부분적으로 코히런트한 조명을 필요로 하는 광학



적용들에는 위상 디스플레이를 사용하는 것이 바람직하다. 예컨대, VA(수직 정렬: vertical alignment)와 같은 몇 가지 타입들의 LC 디스플레이들에 있어,  $2\pi$ 의 변조 영역의 위상 변조를 갖는 위상 변조기는 그 밖의 파라미터들(예컨대, LC 재료, 제어)이 비슷할 경우에 종래의 진폭 디스플레이의 대략 2배의 층 두께를 가졌다.

[0074] 즉, 반사형 위상 디스플레이가 투과형 LC 진폭 디스플레이와 대략 동일한 LC 층두께를 갖게 된다. 따라서 다른 실제 파라미터들을 거의 그대로 유지하면서 예컨대 반사 층의 부가에 의해 종래의 진폭 디스플레이를 반사형 위상 디스플레이로서 동작할 수 있도록 개조하는 조치가 강구된다.

[0075] 투과형 디스플레이의 채움 인자는 통상적으로 데이터 라인들에 제공되는 면 등에 의해 한정된다(블랙 매트릭스). 그로 인해, 광 손실이 발생한다. 홀로그래피 적용들에서는, 그러한 구조들에서의 회절 현상들에 기인하여 그리고 채움 인자의 감소로 인해 더 많은 광이라도 더 높은 차수로 회절된다. 반면에, 반사형 디스플레이에서는, 바람직하게도 데이터 라인들, TFT들(박막 트랜지스터들) 등이 반사 층의 배후에 배열되는 경우에 더 큰 액티브 면을 얻는 것이 가능하다.

[0076] 즉, LC 디스플레이 또는 TFT 디스플레이를 반사형으로 구성하고, 반사 방식으로 동작하는 광변조기(SLM)를 전방 측으로부터 조명하는 조명 장치와 조합하여 사용하는 조치가 강구된다. 그러한 조명 장치는 광도파로를 구비하고, 광도파로에서 진행되는 광은 그에 위치한 회절 격자에 의해 소산되어(바람직하게는 층상으로) 광도파로부터 추출된다. 그러한 조명 장치는 예컨대 DE 10 2009 028 984.4에 개시되어 있다. 기본적으로, 본 발명에 따른 조명 유닛은 후술하는 실시예들에도 동일하게 사용될 수 있다. 그럼으로써, 소정의 편광 상태를 갖는 거의 조준된 광과 파동장이 생성된다. 그러한 조명 장치 또는 조명 유닛은 바람직하게도 매우 평탄하게 구성될 수 있다.

[0077] 편광 빔 분할기 기하 형태에 의해, 광이 일 측면으로부터 결합한다. 직선 편광된 광은 예컨대 회절 격자에 의해 60도만큼 편향될 수 있다. 이때, 회절 격자는 광이 조명 장치의 표면에 대해 거의 수직으로 출사하도록 조명 장치에 배열된다. 그러면, 광이 SLM 쪽으로 편향될 수 있다. 그러한 광은 SLM에 의해 반사된다. 예컨대, 지연 판에 의한 편광 회전에 의해 그 편광이 회전하고, 그에 따라 SLM에서 반사된 광이 이어서 방향을 받음이 없이 조명 장치를 통과할 수 있다.

[0078] 그러한 조명 장치는 원칙적으로 대면적으로도 제조될 수 있다.

[0079] 그러나 예컨대 LCoS(liquid crystal on silicon)와 같은 통상의 반사형 디스플레이는 대부분 작은 크기로 한정되고, 그에 따라 대면적 조명 장치를 구비한 용도에는 부적합하다.

[0080] 그와 관련하여, 조명 장치는 조준된 광과 파동장이 광변조기 쪽으로 전파되고, 광변조기가 광과 파동장의 광을 반사 방식으로 변조하도록 구성되고 배열된다.

[0081] 반사형으로 동작하는 SLM을 구비한 디스플레이 장치의 실시예가 예컨대 도 6에 개략적으로 도시되어 있다. 그 실시예에서는, 적어도 부분적으로 코히런트한 광이 전면 광원(frontlight) 조명 장치(FRL)에 결합하고, 거의 SLM 쪽으로 조준되어 층상으로 및 균일한 광도 분포로 추출된다. 전면 광원 조명 장치(FRL)와 광변조기(SLM) 사이에는 전면 광원 조명 유닛으로부터 추출되는 직선 편광된 광의 편광 특성을 상응하게 변경하는, 예컨대 광의 편광 방향을 45도만큼 회전시키는  $\lambda/4$  판(Y4)이 배열된다. 광은 SLM에 입사하고, 거기에서 SLM의 제어(도 6에 도시되지 않은 제어 장치에 의한)에 따라 상응하게 변조된다. 반사형으로 동작하는 SLM은 그 광을 반사하고, 그에 의해 반사된 광이 다시  $\lambda/4$  판(Y4)을 통해 진행한다. 이때, 광은 또 45도만큼 회전하고, 그에 따라 SLM에 의해 반사된 광이 전면 광원 조명 장치(FRL)를 거의 손실 없이 편향되지 않고서 통과하여 편향 장치(TR)에 의해 미리 주어진 바대로 편향될 수 있다.

[0082] **위상 변조 및 추적을 위한 전면 광원 및 틸-틸트(tip tilt) 마이크로미러 SLM:**

[0083] SLM으로서 사용될 수 있는 마이크로미러 어레이(DMD = digital micromirror device(디지털 마이크로미러 장치))도 공지되어 있다. 일정 타입들의 마이크로미러 어레이들은 미러 리프트(틸)의 변경을 허용하고, 그것은 마이크로미러 어레이에서 반사되는 광의 위상 변조에 활용될 수 있다. 다른 것들은 미러의 경사(틸트)를 허용한다. 양 변조 타입들이 개별 거울 요소에 조합될 수 있는 것도 공지되어 있다. WO 2007/099458 A2에는, 그러한 조합을 홀로그램의 코딩 그 자체에 사용하는 것이 제안되어 있다.

[0084] 그러나 틸-틸트 미러는 홀로그램의 코딩부 및 관측자의 실제 눈 위치에 있는 뷰잉 윈도우(viewing window)를 추적하는 추적부(예컨대, WO 2006/066919 A1의 "추적" 섹션에 개시된 바와 같은)를 SLM에 코딩 가능한 프리즘 경계들과 연계하여 조합하는 방안이기도 하다. 그럼으로써, 그러한 마이크로미러 어레이의 틸 기능이 위상 SLM의

기능에 해당하게 되고(위상 연속화를 포함하여), 틸트 기능이 추적부를 구현하게 된다(필드 렌즈를 포함하여). 위상 연속화란 특히 연속적인 위상 추이가 설정될 수 있게 하는 것을 의미한다. 그러한 위상 연속화는 미러의 각각의 경사(틸트)에 대해 하나의 거울 요소로부터 다른 거울 요소로 이행 시에 인접 거울의 높이 차가  $2\pi$ 의 배수를 제공하는 위상 차에 바로 해당하도록 그 높이 차를 틸트 기능에 의해 설정함으로써 이뤄질 수 있다.

[0085] 필드 렌즈 기능에 의해, 광이 디스플레이의 여러 위치들로부터 뷰잉 평면의 정해진 위치로 또는 정해진 영역으로 집속된다. Z-추적, 즉 디스플레이의 축 방향으로의 뷰잉 윈도의 추적(관측자 눈이 디스플레이 쪽으로 이동할 경우 또는 관측자 눈이 디스플레이로부터 멀리 떨어져 이동하는 경우)은 예컨대 가변 필드 렌즈 기능을 필요로 한다.

[0086] 즉, 그러한 배열에서는, 전면 광원으로서 동작하는 조명 장치 및 조합된 SLM/추적부 유닛이 제공된다. 그것은 한편으로 추적부를 구현하고 다른 한편으로 SLM을 구현하는 각각의 개별 소자들로부터 이뤄진 샌드위치 설계에 비해 단순화된 것이다.

[0087] **반사형 배열을 위한 빔 결합기:**

[0088] 예컨대, 유럽 특허 출원 EP 09163528 또는 독일 특허 출원 DE 10 2009 044 910.8에는, 소위 빔 결합기(BC = beam combiner)의 구성들이 개시되어 있다. 그러한 BC에 의해, 특히 SLM의 상이한 및/또는 인접한 픽셀을 통과하여 그에 상응하게 광의 주진과 방향으로 가로 오프셋된 위치들을 갖는 광선들이 한편으로 거의 동일한 횡단면을 통과하고(또는 동일한 횡단면에 중첩되고) 다른 한편으로 거의 동일한 방향으로 전파되도록 그 광선들을 중첩되게 하는 것이 가능하다. 그러한 구성들 중의 몇 가지들(사바르 판(Savart plate), 브래그 샌드위치, LCPG (액정 편광 격자)-샌드위치(LCPG = liquid crystal polarization gratings))은 상이하게 편광된 광을 2개의 픽셀들에 사용한다.

[0089] 투과형 배열에서는, SLM의 표면에 대해 입체적으로 구조화된 지연 층, 예컨대  $\lambda/2$  판의 형태의 지연 층이 필요한데, 그 지연 층은 중첩하려는 2개의 픽셀들로부터의 광에 대해 상이한 편광들을 생성한다. 그러한 지연 층은 SLM의 픽셀의 기하 형태에 정확하게 맞춰 정렬되어야 한다.

[0090] 반사형 배열에서는, 전면 광원(FRL)과 반사형 SLM 사이에 빔 결합기(BC)가 배열될 수 있다. 그에 상응하여, 광이 BC를 2번 통과한다. 그것은 예컨대 도 8에 개략적으로 도시되어 있다.

[0091] 그 경우, 구성 요소 BC는 순방향 진로 상에서 그에 적합하게 편광된 광의 빔 분할기(beam splitter)로서 작용한다. 전면 광원(FRL)으로부터 나오는 광의 편광은 BC에 의해 50%까지 SLM의 픽셀 쌍의 하나의 픽셀(P1)로 분할되고 50%까지 다른 픽셀(P2)로 분할되도록 선택된다. 광(Po11 및 Po12)은 역방향 진로(SLM에서의 반사 후) 상에서 BC에 의해 동일한 경로로 다시 결합한다(빔 결합기).

[0092] 그 경우, SLM의 구성에 의하여 따라서는 2개의 픽셀들 전방에서 구조화된 지연 층을 생략할 수 있다. 그것은 예컨대 후술하는 바와 같은 EW 위상 SLM에 해당하는 경우이다.

[0093] 그러나 변조를 위해 그 자체가 정해진 편광을 필요로 하는 SLM(예컨대, 전술한 LC SLM과 같은)에서는, SLM과 빔 결합기 사이에 적절히 구조화된 지연 판이 장착될 수 있다. 예컨대, 각각의 제2 픽셀(P1)의 전방에  $\lambda/2$  판이 장착될 수 있고, 그에 따라 편광이 SLM에의 입사 전에 90도만큼 회전하고, SLM으로부터의 출사 후에 다시 원래의 위치로 되돌아 회전한다.

[0094] DE 10 2009 028 984.4에 따른 또는 본 발명의 조명 유닛에 따른 전면 광원은 통상적으로 전면 광원과 SLM 사이에  $\lambda/4$  층을 사용하고, 그에 의해 편광이 2번의 통과 후에 90도만큼 회전하고, 이어서 역방향 진로 상에서 거의 편향되지 않고서 전면 광원을 통과할 수 있다. 반사형 빔 결합기와 조합하면, 빔 결합기의 배후의 편광 판 및 조명 장치의 배후의  $\lambda/4$  층을 생략할 수 있다. 그 경우, SLM 픽셀들의 위상들은 2개의 픽셀들의 동일한 위상이 2개의 위상 값들에 의해 코딩된 복소수의 최소 진폭에 해당하고,  $\pi$ 만큼 시프트된 위상이 그 위상 값에 의해 코딩된 복소수의 최대 진폭에 해당하도록 선택된다.

[0095] 전면 광원은 광이 빔 결합기에 결합한 후에 2번째 통과할 때에 픽셀의 위상에 따라 원하는 광을 투과하고 원하지 않는 광을 편향시키는(도 8에는 편향된 광이 점선으로 도시되어 있음) 편광 판처럼 작용한다. 즉, 그 경우, 원하지 않는 광은 다시 전면 광원에 재결합하고, 경우에 따라서는 재순환될 수 있다. 도 8은 그러한 구조의 실시예를 개략적인 측면도로 도시하고 있다. 각각의 제2 픽셀의 전방에 배열된 개구 어레이가 도면 부호 "AP"로 지시되어 있는데, 그 개구 어레이는 전면 광원(FRL)으로부터 추출된 광선들 중의 일부를 차광한다.

**[0096] 편광 판이 없는 전면 광원 및 반사형 LC 진폭 SLM(2D 디스플레이):**

**[0097]** 투과형 진폭 LC SLM은 통상적으로 십자형으로 교차하는 2개의 편광 판들 사이에 배열된다. 그 편광 방향으로 회전한 광만이 SLM을 통해 나온다. 회전하지 않은 부분은 제2 편광 판에 의해 흡수된다. DE 10 20009 028 984.4에 따른 전면 광원은 또는 본 발명에 따른 조명 유닛도 하나의 편광 방향의 편광을 결합/추출하지만 다른 편광 방향의 편광을 바로 투과하기 때문에, "반사형 배열을 위한 빔 결합기"의 섹션에서 기술한 바와 같이 역시 편광 판처럼 작용한다.

**[0098]** 즉, 전면 광원 조명 유닛 및 진폭 변조기를 구비한 배열에서는,  $\lambda/4$  판 및 진폭 변조기의 편광 판들이 생략될 수 있다.

**[0099] 반사형 전기 습윤 위상 SLM:**

**[0100]** WO 2009/050273 A2에는, 전기 습윤(EW)의 원리에 따른 위상 SLM이 개시되어 있다. 그것은 예컨대 매트릭스 형태로 배열된 EW 셀들(Z)을 구비한 전기 습윤 어레이로 이뤄지는데, 각각의 EW 셀은 혼합 불가능한 3개의 액체들(L1, L2, L1)을 담고 있고, 그에 상응하게 2개의 경계면들(G, G')을 갖는다. 이때, 2개의 경계면들(G, G')은 거의 평행하게 정렬된다. 그것이 도 7A에 도시되어 있다.

**[0101]** 그러한 2개의 경계면들(G, G')이 평행하게 경사짐으로써, 광로의 변경, 즉 위상 변조의 변동이 발생한다. 그와 관련하여, EW 셀(Z)의 높이가 높다는 것과 경계면들(G, G')이 경사질 경우에 EW 셀(Z)을 통과한 광선들의 가로 오프셋( $\Delta L$ )이 발생한다는 단점이 있는데, 그 가로 오프셋( $\Delta L$ )은 설정되는 위상에 따라 변한다.

**[0102]** 따라서 본 발명에서는, EW 셀(Z)의 밑면(바닥 또는 천장)(M)을 경면화함으로써 EW 셀(Z)에 기반한 EW 위상 SLM을 반사형으로 구성할 것을(예컨대, 도 7B에 도시된 바와 같이) 제안한다. 그 하나의 이점은 투과형 구성에 비해 셀 두께(H)가 작다는 것이다. 광이 EW 셀(Z)을 2번 통과하기 때문에, 일 방향으로  $\pi$ 까지만 광의 위상 변경을 구현하면 되고,  $2\pi$ 까지 구현할 필요가 없다. 중요한 이점은 무엇보다도 광이 순방향 진로 상에서 EW 셀(Z)로 인해 갖는 가로 오프셋( $\Delta L$ )이 역방향 진로 상에서 반대 방향으로 일어나고, 그에 따라 상쇄 보상된다는 사실이다. 즉, 광선이 거의 가로 오프셋 없이 반사형 EW 셀(Z)로부터 다시 출사한다. 그러한 반사형 EW SLM은 DE 10 2009 028 984.4에 따른 조명 장치 또는 본 발명에 따른 조명 장치와 조합될 수 있다.

**[0103]** 도 7A에는 WO 2009/050273 A2에 따른 투과형 EW 위상 SLM의 EW 셀(Z)이 그리고 도 7B에는 반사형 EW 위상 SLM의 픽셀이 서로 마주보고 도시되어 있다. EW셀들에 마련된 혼합 불가능한 액체들은 도면 부호 "L1" 및 "L2"로 지시되어 있다. 2개의 상이한 액체들(L1, L2) 사이에는 각각 경계면(G 또는 G')이 형성된다. 이때, 액체들 중의 하나는 극성으로 형성되고, 다른 하나는 비극성으로 형성된다. EW 셀들(Z)에 마련되는 전극들 및 EW 셀들(Z)의 제어를 위한 제어 장치는 도 7A 및 도 7B에 도시되어 있지 않지만, 실제로는 마련되어 있는 것이다. 단지 단일의 빔 진로만이 도시되어 있다. 화살표는 광선들의 전파 방향을 표시한다.

**[0104] 반사형 EW 추적부:**

**[0105]** DE 10 2009 028 984.4에 따른 조명 장치 또는 본 발명에 따른 조명 장치에 의해, 광선들의 편향을 위한 매트릭스 형태로 또는 규칙적으로 배열된 EW 셀들을 구비한 EW 어레이도 반사 방식으로 조명될 수 있다. EW 셀(Z)의 밑면(M)이 반사형으로 구성될 경우, 광이 광을 편향시키는 경계면(G)을 2번 통과한다. 따라서 단지 하나의 경계면에서 동일한 프리즘 각도( $\alpha$ )에 의해 훨씬 더 큰 편향각( $\beta$ )이 얻어진다.

**[0106]** 대칭의 고려를 통해 주어지는 바와 같이, 반사 방식으로 동작하는, 2개의 액체들(L1, L2)을 갖는 EW 어레이 또는 EW 추적 어레이의 EW 셀(Z)은 편향각, 트렁케이션(truncation)(광선들이 EW 셀의 내벽에 입사하여 예정된 바와 같지 않게 EW 셀을 떠날 수 있음), 및 스퀴징(squeezing)(DE 10 2008 000 438.3에 개시된 바와 같은 광선 압축)에 있어 투과 방식으로 동작하는, 2개의 경계면들(G, G')의 대칭각으로 3개의 액체들(L1, L2, L1)을 갖는 2배 높은 EW 셀(Z)과 동일한 특성들을 갖는다. 그것이 도 9A 및 도 9B에 도시되어 있다. 도 9A는 3개의 액체들(L1, L2, L1)을 갖는 EW 셀(Z)을 도시하고 있다. EW 셀(Z)에 대한 대칭면(S)이 점선으로 도시되어 있다. 경계면들(G, G')도 도시되어 있다. 도 9B는 2개의 액체들(L1, L2)을 갖는 반사형으로 동작하는 EW 셀(Z)을 도시하고 있는데, 그것은 도 9A의 EW 셀(Z)의 반쪽에 해당한다. 그러한 EW 셀(Z)은 오른쪽에 반사면(M)을 구비한다.

**[0107]** 도 9B에 따른 반사형 EW 셀들을 구비한 EW 어레이에 있어서는, 구조적인 또는 제조에 특유한 요건들이 현저히 단순화된다. 즉, 특히 2개의 유체들 또는 액체들의 충전, 제조(셀 높이/EW 어레이의 EW 셀당 전극들의 수), 및 제어와 관련하여 도 9A에 도시된 바와 같은 3개의 액체들을 갖는 EW 셀들을 구비한 EW 어레이에 비해 현저히 단

순화된다. 편향각 영역을 더 증가시키기 위해, 2개를 넘는 액체들을 갖는 다른 EW 셀들을 반사 방식으로 동작시키는 것도 물론 원칙적으로 가능하다.

[0108] 그러한 반사형 EW 추적 어레이(TR)에서는, 전면 광원(FRL)이 편향 유닛으로서 동작하는 EW 추적 어레이(TR)를 조명하고, SLM이 빔 경로에서의 마지막 구성 요소로서 EW 추적 어레이(TR)의 배후에 배열된다. 그 전체 조건은 그 경우에 SLM이 광을 경사지게 통과시키도록 설계되는 것이다. 도 10A는 그러한 구성 요소들의 배열을 도시하고 있다. 도면의 왼쪽으로부터 오른쪽으로, 반사형 EW 추적 어레이(TR),  $\lambda/4$  판(Y4), 전면 광원(FRL), 및 관측자 편의 SLM이 마련된다.

[0109] 그러나 원칙적으로 빔 경로에서의 순서는 다음과 같을 수도 있다: 전면 광원(FRL),  $\lambda/4$  판(Y4), EW 추적 어레이(TR), 반사형 SLM. 그 경우, EW 추적 어레이(TR)의 EW 셀들 그 자체가 경면화되지는 않지만, 그럼에도 광선이 그것을 2번 통과한다. SLM은 항상 수직 광입사 하에 조명되는 것은 아니지만, 입사각이 도 10A에 따는 상기 경우보다 작다. 즉, 도 10B에 따라 도면의 왼쪽으로부터 오른쪽으로, SLM, EW 추적 어레이(TR),  $\lambda/4$  판(Y4), 전면 광원(FRL)이 배열된다.

[0110] 도 11에는 본 발명에 따른 디스플레이 장치의 매우 바람직한 실시 형태가 도시되어 있다. 본 실시예에서는, 직선 편광된 광(점을 갖는 원 또는 십자를 갖는 원으로 표시됨)이 전면 광원(FRL)의 광도파로(LL)에 결합한다. 전면 광원은 DE 10 2009 028 984.4에 개시된 바와 같이 또는 본 발명에 따른 조명 유닛과 같이 구성된다. 광도파로(LL)에 대해 매우 짧은 간격을 두고 회절 격자(VoIG)가 배열되는데, 그 회절 격자(VoIG)는 광도파로(LL)에서 진행한 광이 증상으로 및 소산 광파로 추출될 수 있게 배열된다. 이때, 추출되는 광(LS)도 역시 직선 편광된 광(점을 갖는 원 또는 십자를 갖는 원으로 표시됨)이다. 그러한 광(LS)은 조준되어 광변조기(SLM) 쪽으로 전파된다. 전면 광원(FRL)의 형태로 구성된 조명 장치와 광변조기(SLM) 사이에는 빔 결합기(BC)가 배열된다. 그러한 빔 결합기(BC)는 직선 편광된 광(LS)을 2개의 부분 빔들로 분할하도록 구성된다. 부분 빔들 중의 하나는 거의 편향되지 않고서 빔 결합기(BC)를 통과하여 광변조기(SLM)의 픽셀(P1)에 입사하고, 그 픽셀(P1)에 의해 변조되어 반사된다(회색 색조로 표시됨). 다른 부분 빔은 빔 결합기(BC)에 의해 편향되어 광변조기(SLM)의 픽셀(P2)에 입사하고, 광변조기(SLM)의 그 픽셀(P2)에 의해 변조되어 반사된다. 광변조기(SLM)에서 반사된 변조 부분 빔들은 빔 결합기(BC)에 의해 다시 광선(LSR)으로 결합한다. 그와 같이 결합한 광선(LSR)은 일반적으로 타원형일 수 있고 SLM에 기록된 위상 값들의 쌍의 차에 의존하여 달라지는 편광을 갖는다. 그러한 위상 값들은 총 90도만큼 회전한 편광을 갖는 부분(이중 화살표로 표시됨)이 전면 광원(FRL)으로부터 추출된 광선(LSR)과 대비하여 위상 값들의 쌍에 의해 코딩된 복소수의 진폭에 해당하도록 선택된다. 광변조기(SLM)에서 반사되어 빔 결합기에 의해 다시 결합한 광선들(LSR)의 그 부분은 전면 광원(FRL)을 거의 편향되지 않고서 통과할 수 있는 반면에, 나머지 광은 다시 전면 광원(FRL)에 결합한다. 따라서 전면 광원(FRL)은 빔 결합기(BC)의 출력에서 편광 판의 기능을 담당한다. 광선들(LSR)은 제1 회절 격자(VG1)를 통과하고, 제1 회절 격자(VG1)는 광선들(LSR)을 일 방향으로 예컨대 30도의 각도만큼 편향시킨다. 편향된 광선들은 필드 렌즈 기능을 구현하는 제2 회절 격자(VG2)를 통과한다. 빔 경로에서 2개의 회절 격자들(VG1, VG2)의 배후에는 제1 회절 장치(BG1)가 배열되는데, 그 회절 장치(BG1)는 제2 회절 격자(VG2)로부터 나온 광선들(LSF)을 관측자 추적(viewer tracking)을 위해 수직 방향으로 편향시킬 수 있다. 제2 회절 장치(BG2)에 의해, 광선들이 관측자 추적을 위해 수평 방향으로 편향될 수 있다. 이때, 회절 장치들(BG1, BG2)은 DE 10 2009 027 100.7, DE 10 2009 028 626.8, 또는 DE 2010 028 398.3에 개시된 바와 같이 구성될 수 있거나 추적을 위해 그에 상응하게 제어될 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0111] 이하, 본 발명을 실시예들에 의거하여 더욱 상세히 설명하기로 한다. 개략적으로 도시된 측면도들인 첨부 도면들 중에서,

- 도 1은 반사형 SLM을 구비한 디스플레이용 평판 조명 유닛을 제1 실시예로 나타낸 도면이고,
- 도 2는 반사형 SLM 및 EW 프리즘 셀 어레이를 구비한 디스플레이용 조명 유닛의 제2 실시예를 알아보기 쉽게 서로 떨어뜨려 나타낸 도면이며,
- 도 3은 도 2의 구성 요소들이 통합적인 반사형 디스플레이로 조립된 것을 나타낸 도면이고,
- 도 4는 포어그라운드 조명 또는 백그라운드 조명으로 사용될 수 있는 직시형 디스플레이용 조명 유닛의 사시도이며,
- 도 5는 반사형 광변조기를 조명하기 위한 포어그라운드 조명 장치로서의 평판 조명 유닛의 또 다른 실시예를 개



략적으로 절취하여 나타낸 평면도이고,

도 6 내지 도 11은 각각 본 발명의 실시예를 개략적으로 나타낸 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0112] 첨부 도면들의 설명에서는, 동일한 구성 요소들에 동일한 도면 부호들을 사용한다.
- [0113] 본 발명은 직시형 디스플레이용의 투과형 디스플레이는 물론 반사형 디스플레이에도 적용될 수 있다. 그러나 반사 방식의 직시형 디스플레이가 더 큰 이점을 갖기 때문에, 바람직하게는 반사형 디스플레이용 평판 조명 유닛의 실시예들을 설명하기로 한다.
- [0114] 도 1에는, 반사형 디스플레이용 평판 조명 유닛의 제1 실시예가 도시되어 있다.
- [0115] 대면적으로 형성되는 다음의 광학/전기 소자들이 왼쪽으로부터 오른쪽으로 순차적으로 배열된다: 부속 라인들을 비롯하여 디스플레이의 모든 기능성에 필요한 전기 회로들을 포함하는 회로 기판(BP)을 구비한 기판 층, 반사형 광변조기(SLM), 및  $\lambda/4$  층(QWP). 그러한 어셈블리에는 특유의 조명 유닛이 뒤어진다. 그러한 조명 유닛은 커버 층(C) 및 광 전도 코어 또는 도파로(WL)를 포함하는 광도파로와 기판 층(S)을 포함한다. 커버 층(C)의 면은 광변조기(SLM)와 대면하는 전향 층(CL)을 구비한다. 커버 층(C)은 광의 입사 측으로부터 광도파로의 대향된 측까지 광 전파 방향으로 예컨대 10  $\mu\text{m}$ 로부터 2  $\mu\text{m}$ 로 점감한다. 그러한 점감은 추출되는 광의 강도를 일정하게 유지시키기 위해 필요하다. 전향 층(CL)으로부터 출사하는 파면(WF)은 광변조기(SLM)에서 반사되고, 광 전도 코어(WL) 또는 조명 유닛을 통과한 후에는 입력 편광에 대해 90도만큼 회전한 편광(TM)을 갖는 변조 파면(ML)이 된다. 편광(TM)의 방향이 이중 화살표로 지시되어 있다.
- [0116] 광도파로의 일측에는, 여기서는 하측에는 광원 장치가 배열된다. 광원 장치는 적어도 하나의 광원(LS)으로부터 방사되는 광의 방향으로 적어도 하나의 렌즈(L)도 포함한다. 광의 E-필드(전기장)는 광 전도 코어의 평면에 놓이는 것이 바람직하므로, TE(transverse electric) 편광된다. 광 방향은 화살표로 표시되어 있다. 광원 장치는 도 4에 상세하게 도시되어 있다.
- [0117] 또한, 도 1에서 및 도 2 내지 도 4에서도, 광도파로의 광 전도 코어(WL)에서의 모드  $M_{m=0}$ 의 소산 광파 파동장이 파동으로 도시되어 있는데, 그 소산 광파 파동장은 인접 층들에 침투하여 광변조기(RSLM) 쪽으로 전향된다. 도파로(WL)에서 광이 멀리 전파되면 될수록 모드  $M_{m=0}$ 을 갖는 더욱더 많은 반사들이 생성된다. 모드는 광의 정해진 진동에 해당한다. 도파로(WL)에서 반사들이 더 많이 증가하면 할수록 더욱더 많은 모드들(M)이 형성되어 광의 추출 및 전향에 기여한다.
- [0118] 도 2에는, 반사형 SLM 및 EW 프리즘 셀 어레이를 구비한 디스플레이용 평판 조명 유닛의 제2 실시예가 도시되어 있다. 알아보기 쉽게 하기 위해, 개별 구성 요소들을 서로 떨어뜨려 도시한 것을 볼 수 있다.
- [0119] 왼쪽으로부터 오른쪽으로 3개의 어셈블리들이 배열된다. 제1 어셈블리는 도 1에서와 같이 회로 기판(BP), 반사형 광변조기(SLM), 및  $\lambda/4$  층(QWP)을 포함한다.
- [0120] 중간에 제2 어셈블리는 전향 층(CL)으로서의 회절 격자(VG), 점감하는 커버 층(C), 광 전도 코어(WL), 및 기판 층(S)을 도시하고 있다. 광은 광도파로를 통과한 후에 변조 파면(MWF)으로서 출사하여 제3 어셈블리에 도달한다. 제3 어셈블리는 직시형 디스플레이에서 추적 장치의 기능을 구현하는 전기 습윤 프리즘 셀 어레이(EWPAR)를 포함한다.
- [0121] 광도파로의 일측에는, 여기서는 하측에는 광원 장치가 배열된다. 광원 장치는 화살표로 지시된 방사되는 광의 방향으로 레이저 다이오드(LD)로서 구성된 적어도 하나의 광원 및 적어도 하나의 렌즈(L)를 포함한다. 광은 전기장의 그 편광 부분들(TE 및 TM)로 도시되어 있는데, 전향 층(CL)의 입구에서 그러한 부분들로 존재한다. 레이저 다이오드(LD)로부터 방사되는 광은 렌즈(L)에 의해 평행으로 되어 TE 편광된 광으로서 광 전도 코어(WL)에서 전파된다. 조명 유닛의 작용 방식은 도 1의 것과 상응하고, 그에 관해서는 좀더 후술하기로 한다.
- [0122] 도 2에 도시된 반사형 디스플레이의 구조는 반사 픽셀들을 EWPAR의 셀들에 1:1 할당하기에 충분할 정도로 평탄하다. 그럼으로써, 회절에 기인하는 혼신이 작게 유지될 수 있다.
- [0123] 도 3에는, 조립된 형태의 도 2의 도면이 도시되어 있고, 잘 알아보게 하려는 이유로 도 2에 사용된 것들과 같은 가장 중요한 도면 부호들로만 도시되어 있다.
- [0124] 도 4는 포어그라운드 조명 또는 백그라운드 조명으로서 사용될 수 있고 여기서는 코히런트 방사로 동작하는 직



시형 디스플레이용 조명 유닛의 사시도를 도시하고 있다. 광을 막대형 반원통 렌즈(L)를 통해 옆으로 조명 유닛에 인도하는 레이저 다이오드들(LD)이 광원들로서 마련된다. 조명 유닛은 기관(S)의 위에 배열되고 층으로서 구성된 광 전도 코어(WL), 커버 층(C), 및 회절 격자(VG)를 포함한다. 전도되는 모드가 "M"으로 지시되어 있고, TE는 도파로의 입력에서의 횡전기장이 방향을 표시하고 있다. 커버 층(C)에 침투한 소산 광과 파동장은 광을 회절 격자(VG)에 공급한다. 그러한 광의 공급 부분은 도시를 생략한 SLM 쪽으로 회절된다. 커버 층(C)은 여기서도 역시 광 입사 방향으로부터 출발하여 점감하는데, 다만 점감하는 것이 도시되어 있지는 않다.

[0125] 조명 유닛으로부터 출발하여, 예컨대 SLM의 조명을 위해 화살표 방향으로 전파되는 조준된 파면(WF)이 점선으로 도시되어 있다. 레이저 다이오드들(LD) 대신에, 인코히런트 LED들을 사용할 수도 있다.

[0126] 본 발명에 따른 평판 조명 유닛의 작용 방식은 다음과 같다.

[0127] 도 1의 광 전도 코어(WL)에서 전파되는 광은 처음에는 아직 광 전도 코어에서 평행하게 진행하는데, 왜냐하면 소산 광과 파동장이 커버 층(C)의 표면에까지 도달하지 못하기 때문이다. 커버 층(C)의 점감이 진행됨에 따라, 소산 광과 파동장이 전파 방향으로 점점 더 커버 층(C)의 표면에, 즉 커버 층/추출 격자의 경계에 도달한다. 그럼으로써, 도파로(WL)에서의 전파 동안 발생하는 광의 강도 손실이 보상되고, 그에 따라 도파로(WL) 또는 광 도파로가 항상 균일하게 조명하는 조명 유닛을 구현한다. 광의 일부는 출사하고, 잔여 부분은 도파로(WL) 내에서 > 0 모드들로 지그재그로 계속 진행한다. 그 경우에 각도를 두고 층상으로 출사하는 광은 전향 층(CL)에 의해 조준된 파면(WF)으로서 광변조기(SLM)에 입사하도록 편향된다. 그것이 점선 화살표로 지시되어 있다.

[0128] 전향 층(CL)은 편광 선택성을 갖는다. 즉, 전향 층(CL)은 입사광에 대해서는 편광 빔 분할기로서 작용한다. 전향 층(CL)은 광 전도 코어(WL)에서 전파되는 광의 소산 광과 파동장을 층상으로 추출하는 역할뿐만 아니라 전향시키는 역할도 한다.

[0129] 광변조기(RSLM)의 반사형 픽셀들에서의 변조 후에, 광은 다시 광변조기의  $\lambda/4$  층(QWP) 및 조명 유닛을 통과한다.  $\lambda/4$  층(QWP)을 2번 통과함으로써, 광의 입력 편광(TE)이  $90^\circ$  만큼 회전한다. 이제, 광은 TM 편광을 갖고, 픽셀에 의해 정보의 표현을 위한 값들로 변조된다. 광은 조준되어 변조 파면(ML)으로서 광도파로를 떠나 전기 습윤 프리즘 셀 어레이(EWPAR)(도 2 및 도 3)에 입사한다. 그러한 전파 방향이 선택 화살표로 지시되어 있다. 이제, 파면(ML)은 광의 전파 방향에 대해 수직으로 및 입력 편광에 대해 수직으로 놓인 편광(TM)을 갖는다.

[0130] 이하, 제어 가능한 반사형 광변조기를 조명하기 위한 포어그라운드 조명으로서의 평판 조명 유닛을 기반으로 하여 본 발명의 또 다른 실시예를 설명하기로 하는데, 그 실시예가 도 5에 개략적으로 절취된 평면도로 도시되어 있다. 광변조기는 공개 공보 DE 10 2007 063382 A1에서 유사한 구성으로 개시되어 있는 반사형으로 구성된 제어 가능한 광변조기이다.

[0131] 제어 가능한 반사형 광변조기(RSLM)는 역반사판들(RR)의 어레이를 갖는 적어도 하나의 투과 기관 층 및 픽셀들(P1, ..., Pn)을 갖는 픽셀 어레이를 형성하는 적어도 하나의 제어 가능한 투과 층을 포함한다. 각각의 역반사판(RR)은 서로 각을 이루어 배열된 2개의 경면화된 프리즘 면들을 갖는 스트립형 프리즘 로드(PR)를 포함한다. 프리즘 로드들(PR)은 수평 방향으로 평행하게 서로 나란히 배열되고, 그 경면화된 프리즘 면들이 투과 기관 층의 내부에 놓인다. 프리즘 로드(PR)에서의 제3 면은 광에 대한 입사 및 출사 면을 형성한다. 프리즘 로드들(PR)의 그러한 입사 및 출사 면들은 픽셀 어레이의 투과 층과 연결되는데, 본 실시예에서는 각각의 프리즘 로드(PR)에 픽셀들(P1, P2)을 갖는 2개의 열들이 할당된다.

[0132] 제어 가능한 투과 층은 그 액정들이 상이한 LC 모드들을 가질 수 있는 LC 재료를 포함한다. LC 재료는 픽셀 어레이로서의 사용을 위해 제조 시에 줄무늬 방식으로 번갈아가면서 예컨대 ECB 모드(수직으로 배향된)와 TM 모드(트위스티드 네마틱: twisted nematic)로 정렬된다. LC 재료의 정렬을 위해, 공지의 방식으로 정렬 층들이 기관 층에 부착되는데, 도 5에는 알아보기 쉽게 하기 위해 그 정렬 층이 도시되어 있지 않다. 픽셀들을 제어하기 위한 전극 어셈블리들도 역시 도시되어 있지 않다. 픽셀들(P1, ..., Pn)은 시스템 제어부(CU)의 변조 제어 수단에 의해 제어될 수 있는데, 광변조를 위해 2개를 넘는 픽셀들은 물론 마크로 픽셀도 제어될 수 있다. 픽셀들(P1, ..., Pn)의 제어는 액티브 매트릭스 구조에 의해 이뤄질 수 있다. 그것은 백플레인(backplane)으로서, 예컨대 CMOS 매트릭스로서 반사형 광변조기(RSLM)의 배면에 배열될 수 있다. 투과 픽셀 전극들의 접촉은 백플레인에 의해 역반사판들(RR)의 투과 기관 층을 관통하여 이뤄질 수 있다.

[0133] 또한, 반사형 광변조기(RSLM)의 광 입사 면에는 층상 편광 필터(PM)가 배열되는데, 그 층상 편광 필터(PM)는 입사광의 수직 편광을 위한 줄무늬 영역(VP) 및 입사광의 수평 편광을 위한 영역(HP)을 픽셀 열들의 진로와 폭에

상응하게 구비한다. 서로 나란히 놓인 2개씩의 영역들(VP, HP)은 도 5의 픽셀 어레이의 픽셀들(P1, P2)을 각각 덮는다. 입사광의 편광을 위해 편광 필터의 줄무늬 영역들을 제어 가능한 픽셀 어레이들에 다르게 할당하는 것, 예컨대 마이크로 픽셀들에 할당하는 것이 가능하다. 그것은 예컨대 LC 재료가 ECB 및 TN 모드들로 사용되는 것이 아니라 VP 및 HP 모드들로 사용되는 경우에 해당할 수 있다.

[0134] 도 1 내지 도 4에서 설명된 전자 및 광학 수단들을 다양한 조합들로 구비할 수 있는 조명 유닛(FLU)으로부터, 예컨대 수직 편광된 거의 조준된 광이 도 5의 반사형 광변조기(RSLM)에 입사한다. 그 경우, 조명 유닛(FLU)은 광의 하나의 편광 방향을 거의 완전히 편향시키는 반면에 다른 편광 방향을 거의 편향시키지 않고서 통과시키는 편광 선택적 홀로그래프(회절 격자)를 포함한다. 도면 평면과 평행한 편광 방향은 이중 화살표로 지시되어 있고, 도면 평면에 대해 수직으로 된 평면 방향은 점으로 지시되어 있다.

[0135] 수직 편광된 광은 편광 필터(PM)의 수직 편광 영역(VP)의 전방에 배열된 픽셀(P1)만을 통과할 수 있다. 수평 편광 영역(HP)을 갖는 픽셀(P2)은 광을 통과시키지 않는다. 픽셀들(P1)에서는, 정렬된 LC 재료의 ECB 모드로 인해 광이 위상 변조를 받는다. LC 층의 두께 및 소정의 복굴절 여하에 따라, 제어의 존재 시에  $2\pi$ 까지의 광의 위상 변조가 달성될 수 있다. 프리즘 로드(PR)의 역반사판들(RR)에서는, 광이 2번 반사됨으로써 입사 방향과 평행하게 되돌아 인도되는데, 이때 편광은 그대로 유지된다. 픽셀(P2)을 통과할 때에, LC 재료의 TN 모드로 인해 시스템 제어부(CU)의 출력 제어 신호에 의존하여 편광 방향이  $90^\circ$  까지 회전할 수 있다. 그 경우, 얼마큼의 광량이 수평 편광 영역(HP)을 통과할 수 있는지는 제어부에 의해 설정되는 LC 재료의 회전각에 의존하여 달라지고, 그럼으로써 광이 0 내지 1의 범위에서 진폭 변조될 수 있다. 그에 의해, 광이 독립적으로 위상 및 진폭 변조될 수 있다. 광은 수평으로 편광되어 조명 유닛(FLU)에 입사하고, 어떠한 편향도 없이 방해받지 않고서 도시를 생략한 관측자 눈 쪽으로 조명 유닛을 통과한다.

[0136] 광은 도 5에서 진폭을 변조하는 픽셀들(P1, P2)을 순차적으로 통과한 후에 종속적인 위상 변조를 받을 수도 있는데, 그러한 위상 변조는 위상을 변조하는 픽셀(P1)의 제어 시에 고려되거나 보상될 수 있다.

[0137] 선택적으로, 반사형으로 구성된 광변조기의 ECB 및 TN 모드들로 정렬된 LC 재료에서의 광의 복소 값의 변조는 통합적인 구조화되지 않은 편광 판에 의해서도 가능하다. 그 경우, 제어 시에 픽셀(P1 또는 P2)이 위상 픽셀로서 고려될 수 있는지 진폭 픽셀로서 고려될 수 있는지 여부를 확인하여야 한다. 그러한 광변조기는 바람직하게는 회절 홀로그래프를 추출 격자로서 포함하게 되는 본 발명에 따른 조명 유닛(FLU)에 의해 조명된다. 광은 역방향 진로 상에서 반사형 광변조기로부터 좁은 각도 선택성을 갖는 회절 홀로그래프를 통해 전파되어 높은 회절 차수들을 억제할 수 있다.

[0138] 단일의 광변조기에 의해 수행될 수 있는 광의 진폭 및 위상에 대한 복소 값의 변조를 ECB 및 TN의 LC 모드들을 갖는 반사형 광변조기(RSLM)에 입각하여 설명하기로 한다. 0 내지  $2\pi$ 의 위상과 0 내지 1의 진폭을 공동으로 변조하는 것을 가능하게 하는, LC 재료의 분자들의 정렬을 위한 다른 LC 모드들도 조합될 수 있다.

[0139] 값 영역 전부의 변조를 위해 위상에 있어 0 내지  $2\pi$ 를 그리고 진폭에 있어 0 내지 1을 망라할 수 있게 하는 것이 중요하다. 또한, 픽셀(P2)의 출력 편광이 픽셀(P1)의 입력 편광에 대해 수직으로 되는 조건이 지켜져야 한다. 그와 같이 반사형으로 구성된 광변조기는 위상 및 진폭이 변조된 파면을 생성할 수 있고, 그럼으로써 바람직하게도 부가의 빔 결합기가 생략될 수 있다.

[0140] 픽셀들이 예컨대 번갈아가면서 ECB 모드와 TN 모드로 동작하는 광변조기의 제조는 예컨대 광패터닝을 통해 제조 가능한 정렬 층들로서의 폴리이미드 층에 의해 가능하다. LC 재료는 그것이 예컨대 표면들의 구조화된 정렬을 갖는 경우에 픽셀 어레이의 커버 유리에 정렬될 수 있다. 커버 유리에서는, 픽셀들(P1, P2)의 LC 층들이 상이한 두께를 가질 수 있도록 높이 프로파일을 설정할 수 있다.

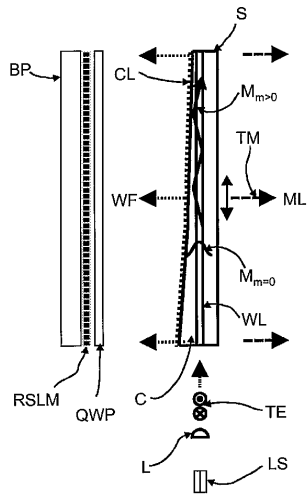
[0141] 광변조 장치는 도 5에 따른 적어도 하나의 제어 가능한 반사형 광변조기(RSLM) 및 도 1 내지 도 4 중위 하나 이상에 따라 구성되는 포어그라운드 조명으로서의 본 발명에 따른 평판 조명 유닛(FLU)을 포함한다. 제어 가능한 반사형 광변조기에서는, 적어도 2개씩의 서로 나란히 놓인 픽셀들이 위상 및/또는 진폭의 변조를 위한 상이한 LC 모드들에 의해 코딩될 수 있는데, 적어도 2개씩 픽셀들은 도 5에서와 같이 수평 방향으로 및/또는 수직 방향으로 제어될 수 있다. 광변조 장치는 3차원 장면의 재구성을 위한 홀로그래피 디스플레이에 사용될 수 있는 것이 바람직하다. 광변조 장치는 빔 편향 및 집속을 위한 장치와 조합될 수도 있다.

[0142] 도 1의 전향 층은 층으로서 구성된 마이크로 프리즘 어레이일 수 있는데, 여기서 마이크로 프리즘 어레이의 기하 형태는 구현하려는 산란각에 최적으로 맞춰진다. 산란 층도 역시 인코히런트 광의 편광 선택적 전향을 구현할 수 있다.

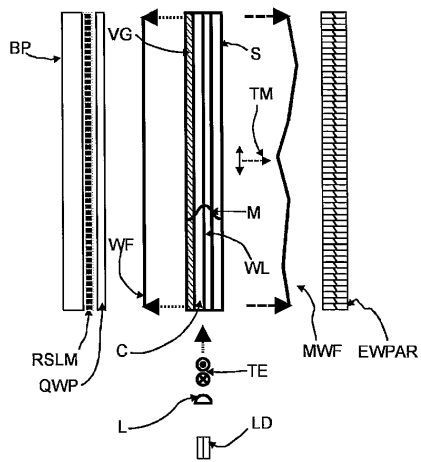
- [0143] 구현하려는 실시예에서는, 광 전도 코어에서 광이 멀리 전파되면 될수록 광 전도 코어와 커버 층 사이의 굴절률 차( $\Delta n$ )가 감소한다. 그와 동시에, 커버 층에의 소산 광과 파동장의 침투 깊이가 증가한다.
- [0144] 2개의 구성 요소들(코어와 커버 층)을 조합시킴에 있어서, 그러한 구성은 그 구성 요소들 중의 하나의 굴절률이 증가할 수 있거나(예컨대, 커버 층) 감소할 수 있거나(예컨대, 코어) 둘 모두일 수 있도록 이뤄진다. 그것은 광 전파의 경로를 따라 이뤄지는 코어와 커버 층 사이의 굴절률 차( $\Delta n$ )의 감소가 상이한 방식으로 달성될 수 있다는 것을 의미한다.
- [0145] 그것은 예컨대 커버 층을 코어 상에 증착함으로써 제조할 경우에 감안될 수 있거나 코어의 제조 시에도 감안될 수 있다. 이때, 추출하려는 광의 강도에 영향을 미치기 위해 예컨대 광 전파의 경로를 따라 재료 조성을 변경할 수 있다.
- [0146] 본 실시예에서는, 예컨대 기관(S)이 낮은 굴절률(n)을 갖고, 도파로(WL)가 높은 굴절률(n)을 가지며, 다시 낮은 굴절률(n)을 갖는 커버 층이 그 뒤를 따른다. 후속하는 회절 격자(VG)도 역시 낮은 굴절률(n)을 갖는다.
- [0147] 조명 유닛은 디스플레이를 투과형으로 구성하는데에도 사용될 수 있다. 그 경우, 조명 유닛은 광 전파 방향으로 SLM,  $\lambda/4$  층, 및 회로 기관을 구비한 기관의 전방에 배열된다. 그러나 그 경우에는 더 이상 회로 및 라인들을 수용하기 위한 전체의 기관 층이 제공되지 않는다.
- [0148] 또 다른 실시예에서 형광 층을 갖는 전향 층을 제공하고 UV 광을 사용하는 경우, 통상의 평판 2D 디스플레이를 위한 백색 광을 생성할 수 있다. 그것은 오토스테레오스코피 3D 재현에도 사용될 수 있다.
- [0149] 균일한 조명이 달성되어야 하기 때문에, 커버 층과 전향 층 사이에 국부적으로 상이하게 존재하는 강도 및 구현하려는 추출 효율의 인자들이 일정하게 되어야 하는 것이 바람직하다. 추출 효율은 전향 층의 각각의 구성으로부터 연유되는 것이다.
- [0150] 대안적으로, 광 전도 코어를 전반사로 동작하는  $45^\circ / -45^\circ$  어레이로서 구성할 수도 있다. 대형 디스플레이 면에서는, 조명 유닛에 대해 1 mm의 두께를 얻기가 어렵다. 그러나 SLM 픽셀들을 EWP/AR 셀들에 맵핑함으로써 허용 가능한 두께의 증가가 얻어질 수 있다. 그러나 그 경우에는 1개 또는 2개의 추가의 마이크로 렌즈 어레이에 블라인드 격자들을 사용하여야 한다. 그들은 각각의 EW 셀에 할당된 픽셀로부터가 아니라 인접 픽셀들로부터 유래하는 광의 혼신을 억제한다.
- [0151] 광변조기에 EW 프리즘이 두겹게 배치되면 될수록 그것이 회절로 인해 발생하는 혼신을 더욱더 잘 방지한다.
- [0152] 전술한 구성들에 의해, 반사형 광변조기에 대해 1 mm 미만의 두께를 갖는 평면 광도파로를 구비한 조명 유닛이 제공될 수 있다. 그럼으로써, 반사 방식의 직시형 디스플레이가 매우 평탄하게 구성될 수 있다. 그 디스플레이는 인코히런트 광으로 동작할 수도 있기 때문에, 오토스테레오스코피 디스플레이 장치 및 2D 디스플레이에도 적용될 수 있다.
- [0153] 예컨대, LCOS, 마이크로미러, 마이크로리프트 반사판들, 또는 반사형 자기 광학 SLM과 같은 반사형 광변조기들은 타일들의 형태로 큰 면으로 조립될 수도 있다. 그러나 간극은 사용자에게 보이지 않을 수 있다. 즉, 예컨대 단지 100  $\mu\text{m}$  정도에 불과하다.
- [0154] EW 프리즘 셀 어레이의 전방에는 순수한 TM 편광 상태를 얻기 위해 와이어 격자 편광 판이 장착될 수 있다.
- [0155] 끝으로, 전술한 실시예들은 청구하는 사상을 설명하는 역할만을 하는 것이지, 그 사상이 그 실시예들에 한정된다는 것이 아님을 매우 특별히 유의하여야 할 것이다.

도면

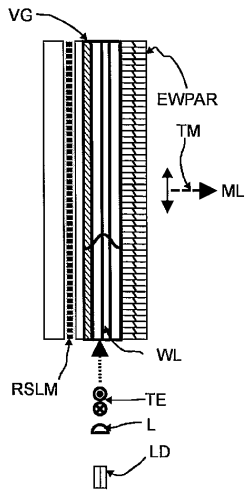
도면1



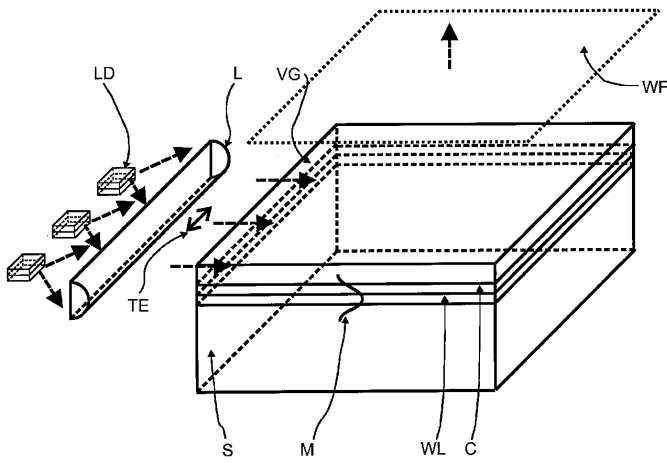
도면2



도면3

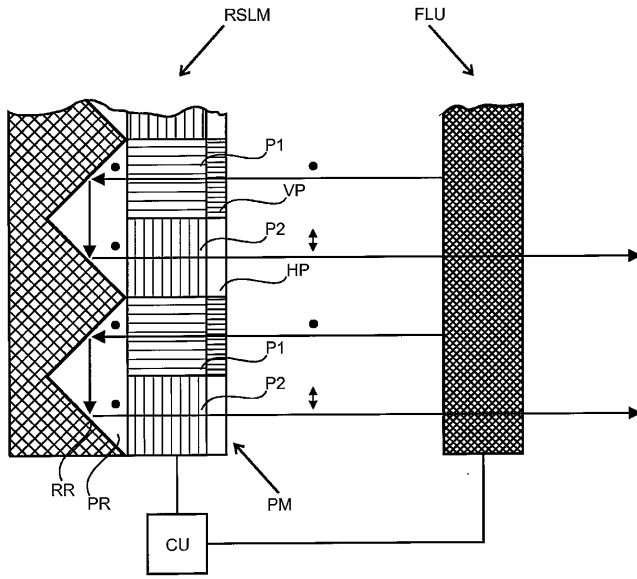


도면4

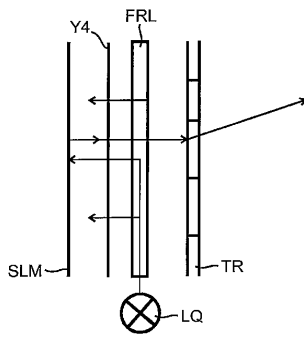




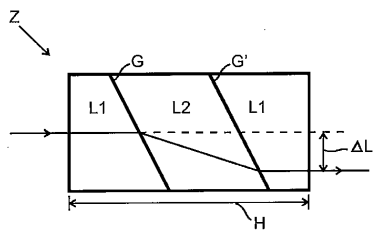
도면5



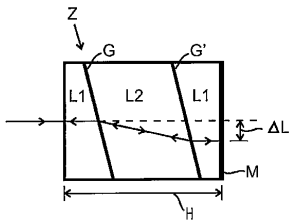
도면6



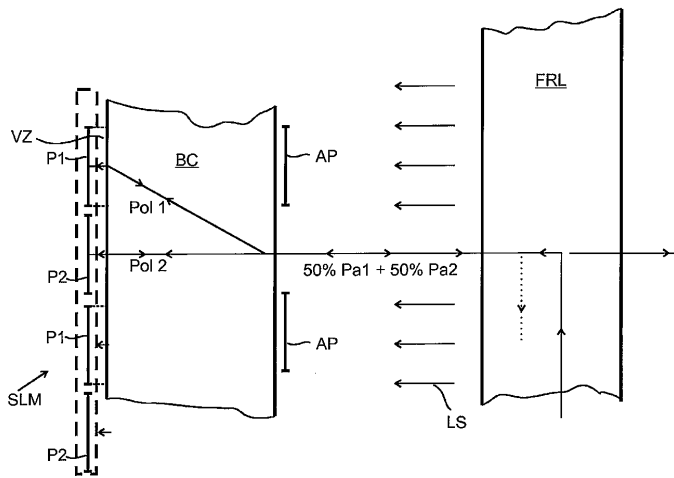
도면7a



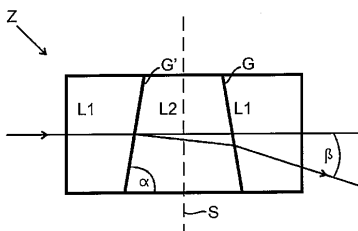
도면7b



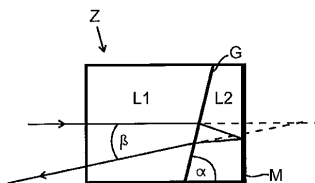
도면8



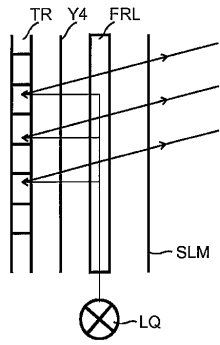
도면9a



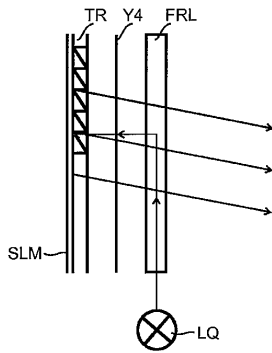
도면9b



도면10a



도면10b



도면11

