(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.[7]
G02B 27/01
G02B 5/30

(11) 공개번호 10-2005-0110614
(43) 공개일자 2005년11월23일

(21) 출원번호 10-2005-7012233
(22) 출원일자 2005년06월29일
번역문 제출일자 2005년06월29일
(86) 국제출원번호 PCT/US2003/041265
국제출원일자 2003년12월24일
(87) 국제공개번호 WO 2005/017600
국제공개일자 2005년02월24일

(30) 우선권주장 10/335,458 2002년12월31일 미국(US)

(71) 출원인 쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터

(72) 발명자 웨버 마이클 에프.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427
우더커크 앤드류 제이.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427
위틀리 존 에이.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427

(74) 대리인 주성민
김영

심사청구 : 없음

(54) 광각 P-편광 반사식 편광기 및 편광된 광원을 구비한헤드-업 디스플레이

요약

헤드-업 디스플레이는 프로젝션 시스템 및 타겟 영역을 갖는 윈도우를 포함하고, 반사식 편광기가 프로젝션 시스템으로부터 관찰 영역으로 광을 반사하도록 배치된다. 프로젝션 시스템으로부터의 광은 p-편광되고, 다중 또는 "고스트" 영상을 줄이거나 제거하기 위하여 노출된 윈도우 표면(들)에 예각으로 충돌한다. 예각은 노출 윈도우 표면(들)의 브루스터 각과 밀접하게 관련된다. 반사식 편광기는 예각을 포함하는 넓은 각도 범위에 걸쳐 s-편광된 광보다 p-편광된 광을 훨씬 많이 반사하도록 선택된 개별 층들의 굴절률을 갖는 다중층 적층을 포함한다. 반사식 편광기는 또한 태양 복사로부터 실내의 가열을 감소시키기 위해 적외선 광을 반사할 수 있다.

대표도

도 2

색인어

헤드-업 디스플레이, 타겟 영역, 윈도우, 반사식 편광기, 브루스터 각

명세서

기술분야

본 발명은 프로젝션 디스플레이에 관한 것으로서, 다른 정보원(sources of information)의 일반적인 방향으로 시야를 유지시키면서 사용자가 표시된 정보를 보도록 허용한다. 표시된 정보는 윈도우, 아이피스(eyepiece) 요소, 또는 사용자가 그를 통해 다른 정보원을 볼 수도 있는 그의 일부분으로부터 반사될 수 있다.

"헤드-업 디스플레이"(HUD)라는 용어는 이러한 디스플레이 시스템을 참조하도록 본 명세서에 사용되며, 항공기, 선박 또는 육상용 차량(자동차, 트럭 및 오토바이와 같은 모터 차량을 포함)과 같은 차량의 윈도우나, 고글 렌즈 또는 헬멧 차양과 같은 보다 소규모 시스템, 또는 다른 다양한 응용 분야에 채택된다.

배경기술

다양한 HUD 시스템이 공지된다. 통상적으로, 프로젝션 시스템은 사용자가 볼 수 있는 투사된 영상을 형성하기 위한 최종 광학 구성요소로서의 부분 거울(부분 반사기 및 부분 윈도우)과 결합된다. 동시에, 사용자는 부분 거울을 통해 다른 화면을 볼 수 있다. 부분 거울은 디스플레이의 유용성에 영향을 미치는 중요한 요소이다. 일반적으로, 부분 거울의 반사율은 프로젝터로부터의 광을 반사하기에 충분해야만 하지만, 부분 거울은 또한 거울을 통해 적절히 관찰할 수 있도록 충분히 투명해야 된다.

부분 거울은 일반적으로 본 명세서에서 윈도우로 지칭되는 방풍유리(windshield), 차양, 또는 다른 투명 기판 상에 전형적으로 배치된다. 이와 달리, 윈도우의 노출면(bare surface)은 종종 부분 거울 그 자체로 사용된다. 부분 거울로부터의 반사, 윈도우의 내부면 및 외부면 중 하나 또는 양쪽으로부터의 반사의 두 경우에 있어서, 다중 영상 또는 "고스팅(ghosting)" 문제가 발생될 수 있다. 윈도우 두께가 증가하고 윈도우를 통과하는 시선(line-of-sight)이 더욱 경사짐에 따라, 이러한 문제는 더욱 현저해진다. 전형적인 시스템에서, 고스팅 문제는 약 1 mm 이상의 차수인 윈도우 두께에 대해 더욱 현저해진다.

이러한 문제에 대한 하나의 공지된 해법은 윈도우의 내부 표면 및 외부 표면을 웨지로 고정하여, 일 표면에서 반사하는 (주로 s-편광된) 광이 부분 거울 또는 대향 표면에서 반사하는 광으로부터 각을 이루어 분리된다. 그러나 방풍유리에 웨지를 더하는 것은 비용 및 제조의 복잡성을 증가시킬 수 있다. 게다가, 실용적인 장치를 위한 달성 가능한 웨지 각도가 매우 제한된다.

도1은 미국 특허 제5,999,314호(아사쿠라 등)에 개시된 다른 공지된 HUD 시스템을 도시한다. 시스템(S)은 아웃보드측 유리판(1A)의 인보드 표면에 결합된 편광 방향 변환층(2, polarization-direction changing layer)을 포함하고, 인보드측 유리판(1B) 및 중간 막(4)(폴리비닐 부티랄 등)과 함께 자동차 전방 방풍유리(W)용으로 사용된 적층된 유리(5)를 형성한다. 디스플레이 장치(6)로부터의 광은 p-편광되도록(입사면에 편광됨) 편광기(7)를 통과한다. TiO_2로 제조된 브루스터 각 조절막(3, Brewster's angle regulating film)은 판(1B)의 인보드 표면에 성형된다. 디스플레이 장치(6)로부터 p-편광된 광은 브루스터 각 조절막(3)의 브루스터 각(Θ=63°)에서 적층된 유리(5) 위로 입사된다. p-편광된 광이 브루스터 각으로 입사되기 때문에, 판(1B)의 인보드 표면에 어떤 반사도 일어나지 않는다. 따라서, 적층된 유리(5)로 진입하는 광은 그 후 편광 방향 변환층(2)에 도달하고, p-파는 s-파로 선회된다. 그 후, 얻어진 s-편광된 광은 판(1A)의 아웃보드 표면에서 부분적으로 반사된다(약 20%). 반사된 s-편광된 광은 층(2)의 재통과시 p-편광된 광으로 재전환된다. 그 후, 이러한 p-편광된 광은 운전자의 눈(8)에 의한 관측을 위해 막(3)을 통과한다. 상기 참고 문헌은 반사율을 더욱 증가시키기 위해 판(1A)의 아웃보드 표면에 선택적 반사막(9; Al, Au, Ag 또는 Cu로 이루어진 박막)을 형성하는 방법을 논의한다. 판(1B)의 인보드 표면에서 떨어진 디스플레이 장치(6)로부터의 광의 반사를 제거하고, 도면에 도시된 다른 인터페이스로부터 무시할만한 반사를 제공함으로써, 참고 문헌은 이중 영상(double image)이 형성될 수 없다고 진술한다.

도1의 시스템이 가진 한 가지 문제점은 물, 얼음, 오물 등이 화질을 크게 왜곡하거나 손상할 수 있는 외부 윈도우 표면에서의 반사에 대한 그 신뢰도이다. 다른 문제는 큰 입사각에서 및 전체 가시광선 스펙트럼에 거쳐 양호하게 작동하는 그러한 층은 제조하기가 어렵고 일반적으로 입수할 수 없는 편광 방향 변환층에 대한 신뢰도이다.

다른 공지된 HUD 시스템은 s-편광된 광 또는 원형 편광된 광 등의 관찰자를 향하는 다른 종류의 편광된 광을 투사한다. 일반적으로, 이러한 시스템은 관찰자를 향해 안내되는 일부 또는 전체의 영상 광이 수평면으로 편광되고, 보통의 편광 선글라스에 의해 받아들여지지 않은 바로 그 편광 성분이라는 사실로 문제가 된다. 따라서, 이러한 선글라스가 사용되면, 투사된 영상은 사실상 더욱 보기가 어려워진다.

따라서, 이 기술분야에서 고스팅을 제거하거나 감소하는 향상된 HUD 시스템에 대한 필요성이 있게 된다.

발명의 상세한 설명

간단히 요약하면, 본 명세서는 윈도우 부재, 디스플레이 소스 및 반사식 편광기를 포함하는 HUD 시스템을 개시한다. 윈도우 부재는 타겟 영역과 상기 타겟 영역에서 적어도 제1 노출 윈도우 표면을 갖는다. 제1 법선축은 노출 윈도우 표면과 관련된다. 예컨대 외부 편광기를 포함하는 하나 이상의 편광기를 그 자체가 포함하는 디스플레이 소스는 투광축(illumination axis)을 따라 타겟 영역을 향해 대체로 p-편광된 광을 방사한다. 투광축은 제1 법선축에 대하여 예각 Θ_1을 형성한다. 반사식 편광기는 타겟 영역 근방에 배치되고, 디스플레이 소스로부터 관찰 위치를 향해 적어도 일부의 p-편광된 광을 반사한다. 특히, 반사식 편광기는 각도 Θ_1을 포함하는 각도 범위에 걸쳐 s-편광된 광보다 p-편광된 광에 대해 더욱 높은 반사율을 갖는다. 양호한 실시예에서, 각도 범위는 양호하게 적어도 약 20°이고, 더욱 양호하게는 적어도 약 40°, 60°또는 그 이상이다.

반사식 편광기는 임의의 경사져서 입사하는 광의 s-편광된 성분에 대해서는 대체로 투명하고, p-편광된 성부에 대해서는 적어도 부분적으로 반사한다. 예컨대, p-편광된 광에 대한 반사율은 적어도 20%, 더욱 양호하게는 적어도 약 40%이며, s-편광된 광에 대한 반사율은 각도 범위에 걸쳐 적어도 10% 이하, 더욱 양호하게는 약 5% 이하이다.

게다가, 편광기에 입사하는 광은 전자기 스펙트럼의 가시광선부의 일부 또는 전부를 포함할 수 있다. 또한, 적외선 파장도 포함할 수 있다. 이와 달리, 반사식 편광기는 거의 법선 방향 입사 및 경사각에서 s- 및 p-편광된 광이 적외선 영역에서 고도로 반사되도록 구성될 수 있고, 이러한 경우에 예를 들어 태양 복사의 추가적인 배제가 달성될 수 있다.

추가 및/또는 대체 특징이 하기에 더욱 상세히 설명된다.

명세서를 전반에 걸쳐, 유사한 도면 부호가 유사한 요소를 나타내는 첨부된 도면을 참조한다.

도면의 간단한 설명

도1은 종래 기술의 디스플레이 시스템의 단편적인 개략 단면도이다.

도2는 본 명세서에 설명된 HUD 시스템의 단편적인 개략 단면도이다.

도3은 부분 반사기에 충돌하는 다양한 경사 입사 광선을 도시한 도면이다.

도4a 및 도4b는 부분 거울로서 작용하기에 충분히 얇은 단순한 금속 코팅에 대해 xz 평면 및 yz 평면에서 각각 광 반사율 대 입사각(공기에서)의 정성적인 거동을 도시하는 단순화되고 이상화된 그래프이다.

도5a 및 도5b는 도4a 및 도4b와 유사하지만, 교번층(alternating layer)에 대해 Δn_x는 크고, Δn_y는 대체로 영(zero)이며, Δn_z는 크고 Δn_x와 동일한 극성인 다중층 반사식 편광기에 대한 그래프이다.

도6a 및 도6b는 도5a 및 도5b와 유사하지만, 교번층에 대해 Δn_x는 크고, Δn_y는 대체로 영이며, Δn_z는 영이거나 Δn_x에 비해 매우 작은 다중층 반사식 편광기에 대한 그래프이다.

도7a 및 도7b는 6a 및 6b와 유사하지만, 교번층에 대해 Δn_x는 크고, Δn_y는 대체로 영이며, Δn_z는 크지만 Δn_x와 반대의 극성인 다중층 반사식 편광기에 대한 그래프이다.

도8a는 및 도8b는 도7a 및 도7b와 유사하지만, 교번층에 대해 Δn_x 및 Δn_y는 대체로 영이지만, Δn_z는 큰 다중층 반사식 편광기에 대한 그래프이다.

도9는 법선 방향 입사시 하나의 선형 편광 성분에 대하여, 광대역 반사식 편광기에 대한 투과율 대 파장의 계산된 그래프이다.

도10은 도9의 그래프를 산출할 수 있는 다중층 박막 적층의 층 두께 프로파일을 도시하는 도면이다.

도11은 법선 방향 입사시 하나의 선형 편광 성분에 대하여, 다른 광대역 반사식 편광기에 대한 투과율 대 파장의 계산된 그래프이다.

도12는 도11의 그래프를 산출할 수 있는 다중층 박막 적층의 층 두께 프로파일을 도시하는 도면이다.

실시예

도식적인 HUD 시스템(10)의 부분 개략도가 도2에 도시된다. 요약하면, 프로젝션 시스템(12)은 윈도우(18)의 타겟 영역(16)을 향해 광(14)을 안내하도록 제공된다. 그 후, 타겟 영역(16) 근방에 배치된 반사식 편광기(20)는 의도된 관찰자(22)를 향해 적어도 일부의 투사광을 반사한다. 동시에, 반사식 편광기(20) 및 윈도우(18)는 적어도 외부 환경으로부터 일부 광(24)을 투과하여 관찰자(22)에 의한 관측을 허용한다.

프로젝션 시스템(12)은 가시광선 또는 영상을 투사하는 종래의 시스템이 될 수 있고, LCD, 전계 발광 패널(electroluminescent panel), 백열 또는 형광 광원, CRT, LED, 및 렌즈, 시준기, 반사기 및/또는 편광기 등의 공지된 소자들을 포함할 수 있다. 방사된 광은 대체로 단색, 다색, 협대역, 또는 광대역일 수 있지만, 양호하게 약 400 내지 700 nm까지 (가시광선) 스펙트럼의 적어도 일부를 중첩한다. 중요하게는, 타겟 영역(16)을 향해 방사된 광(14)은 도시된 바와 같이 도면의 평면에서 대체로 선형으로 편광된다. 시스템(12)이 유한 각 원뿔(finite angular cone)에 걸쳐 광을 방사할 것을 알고 있지만, 오직 하나의 광선(14)만이 설명을 용이하게 하기 위해 도시된다. 게다가, 시스템(12)은 또한 상이한 위치 또는 높이에서 관찰자의 편의를 도모하도록 방사된 광의 각도 및/또는 위치를 변경하기 위하여 틸팅 거울(tilting mirror) 또는 변위 수단 등의 기구를 포함할 수 있다.

광(14)은 투광축(26)을 따라 이동하여 윈도우(18)의 제1 노출 주표면(18a)을 타격한다. 이미 제안한 바와 같이, 윈도우(18)는 매우 다양한 투명 부재 중 임의의 것을 포함하고, 통합 또는 적층되거나, 평평 또는 만곡(단순 또는 복합 곡률)되거나, 물처럼 투명하거나 또는 옅은 색을 띄게 될 수 있고, 초점 특성(예컨대, 고글 또는 다른 안경류의 경우에 있어서)을 가질 수 있으며, 임의의 종래 유리 및/또는 플라스틱으로 이루어질 수 있다. 저비용 및 가벼운 무게를 위하여, 윈도우는 표면에 평행한 평면을 갖는 유리 시트 또는 다른 투명한 재료를 포함할 수 있다. 도시된 바와 같이, 편광된 광(14)은 진입점에서 표면(18a)에 대해 법선 방향인 축(28)에 대하여 예각 Θ_1에서 표면(18a)을 타격한다. 법선축(28) 및 투광축(26)은 도면의 평면과 일치하는 입사 평면을 형성한다. 광(14)은 입사 평면에서 편광되고, 따라서 "p-편광된" 광으로 명시된다. 공지된 바와 같이, 유리 및 플라스틱 등의 통상적인 광학 재료는 전형적인 윈도우 재료에 대해 대략 55 내지 60°에서 특정 광학 재료의 굴절률의 함수인 공기 중의 브루스터 각 Θ_B를 제시한다. 엄밀하게 말하면, Θ_B가 분산으로 인한 광학 파장의 함수이지만, 이러한 효과는 전형적으로 매우 미소하여 대부분의 경우에 Θ_B는 가시광선 스펙트럼에 걸쳐 상수로 취급될 수 있다. 브루스터 각(Brewster angle)에서 입사한 광에 대하여, 임의의 p-편광된 성분은 영 반사율(zero reflectivity)을 갖지만, 임의의 s-편광된 성분(그 전기장 벡터가 입사면에 직각임)은 법선 방향 근방으로 입사시의 반사율보다 훨씬 큰 반사율을 갖는다. Θ_B 근방의 각도에서 입사하는 p-편광된 광은 영(zero)은 아니지만 매우 낮은 반사율을 경험한다. 그러므로, 입사각 Θ_1을 Θ_B와 같거나 근접하게 유지하고 광(14)이 s-편광 성분을 거의 또는 전혀 갖지 않는다는 것을 보장함으로써, 어떤 상당한 투사광(14)의 반사도 표면(18a)에서 발생하지 않는다. 이것은 표면(18a)에서 생성되는 "고스트" 영상을 피한다. "어떤 상당한 반사가 없음"을 계속 유지하는 동안 Θ_1이 Θ_B로부터 벗어날 수 있는 정도는 많은 시스템 변수 및 요구조건에 달려있다. 일반적으로, 적어도 원호의 어느 정도의 편차는 허용 가능하다고 생각된다. 몇몇 경우에서, p-편광 반사율이 법선 방향 근방으로 입사시의 반사율에 비교되는 그러한 각도에서, 특히 Θ_B 이하의 각도에 대해 여전히 전형적으로 훨씬 감소되기 때문에, 5 또는 심지어 10°보다 큰 편차가 허용될 수 있다. Θ_B로부터의 약간의 각도 편차는 프로젝션 시스템(12)이 시준되지 않고, 타겟 영역(16)이 연장되고, 표면(18a)이 평탄하지 않는 범위까지는 피할 수 없음을 주목하라.

반사식 편광기(20)에 따라서, 시스템(12)으로부터의 일부 광은 윈도우(18)의 제2 노출 주표면(18b)으로 전파된다. 몇몇 실시예에서, 표면(18b)은 대체로 표면(18a)에 평행하게 되고, 국소 법선축(30)은 법선축(28)에 평행하고, 표면(18b)에 대한 브루스터 각은 표면(18a)에 대한 브루스터 각과 동일하지만, 이러한 조건들은 일반적으로 충족되지는 않을 것이다. 조건들이 충족되거나 거의 충족된 경우, 광(14)은 Θ_1과 동일한 출사각 Θ_2에서 윈도우(18)를 출사하고, s-편광된 광의 유효 부재(effective absence of s-polarized light) 및 브루스터 각에서 또는 그 근방에서의 전파로 인하여 다시 어떤 상당한 반사를 경험하지 않을 것이다. 그러므로, 다른 "고스트" 영상이 회피된다.

몇몇 실시예에서, 표면(18a) 및/또는 표면(18b)에 반사 방지 코팅을 제공하는 것이 바람직하거나 필요할 수 있다. 이러한 코팅은 높은 입사각(공기 중에 적어도 약 40°의 각도)에서 p-편광된 광에 대한 것이 그러한 각도에서 s-편광된 광에 대해서보다 제조하기가 더욱 용이하다. 게다가, 아사쿠라 등의 제5,999,314호에서 논의된 바와 같이, 만일 필요하면 브루스터 각 조절막은 표면(18a, 18b)에서 낮은 반사율을 유지하기 위하여 Θ_B까지 적당한 조정을 하도록 노출 윈도우 표면상에 제공될 수 있다. 그러나, 많은 실시예에 대해, 반사 방지 코팅 및 브루스터 각 조절막을 완전히 피할 수 있다.

이상적인 HUD 시스템은 영상 시스템으로부터의 광에 대하여 충분한 반사율을 제공하지만, 동시에 외부 환경으로부터 들어오는 광에 대하여 높은 투과도 제공한다. 이러한 이유로 인하여, HUD 시스템(10)은 반사식 편광기(20)를 포함한다. 편광기(20)는 광의 하나의 편광(s-편광)의 대체로 완전한 투과를 제공할 수 있지만, 다른 편광(p-편광)의 선택적 반사 및 투과를 제공한다. 편광기(20)는 양호하게 미국 특허 제5,882,774호(존자 등)에 기술된 것과 같은 교번 재료로 이루어진 다중층 적층을 포함한다. 편광 특정 반사 특성은 적당한 층 두께 선택으로 특정한 파장이 형성될 수 있어서, 편광기는 선택된 파장을 제외한 모든 파장에 대해 대체로 투명해져서 오직 p-편광된 광에 대해서만 반사하게 된다. 선택된 파장은 단일 협대역, 다중 협대역 또는 광대역이 될 수 있다. 선택된 파장 대역을 위한 임의의 적절한 정도의 반사율은 편광기 내의 전체 층 갯수 및 층 대 층의 굴절률 차이의 제어에 의해 달성될 수 있다. 편광기(20)는 가시광선 및 적외선 파장 근방에서 대체로 흡수되지 않는 수십 또는 수백의 공압출된 폴리머 층으로부터 제조될 수 있어서, 편광기에 대한 반사율 및 투과율의 합은 100%이다.

본 출원의 목적으로, 달리 지시되지 않으면, 편광 막과 관련하여 참조된 반사율 및 투과율은 편광 막의 최외부 표면에 생길 수 있는 임의의 프레넬 반사(Fresnel reflection)로 간주하지 않는다. 따라서, 공기 중에서 편광 막의 샘플 상의 측정은 그러한 프레넬 반사의 결과로서 전형적으로 더욱 높은 반사율 및 더욱 낮은 투과율을 산출하게 되고, 그렇지 않으면, 예컨대 막은 외부 표면상에 반사 방지 코팅을 구비한다.

적층 내의 인접한 층에 대하여 소위 z-굴절률 차이(즉, 편광기의 평면에 수직한 축에 따른 굴절률의 차이)의 적절한 제어는 편광기의 브루스터 각을 제거하고 p-편광된 광의 고도로 효과적인 반사를 제공할 수 있다. 그러한 반사는 또한 동일한 편광 막이 상이한 입사각 Θ_1을 갖는 다양한 HUD 시스템에서 유용하도록 넓은 각도 범위에 걸쳐서 효과적이고, 및/또는 더욱 큰 설계 유연성에 대해 효과적일 수 있다. 예컨대, 편광기(20)는 표면(18a 또는 18b)에 평행일 필요는 없다. 이것은 광(14a)에 대한 출사각 Θ_3[축(28)으로부터 측정됨]이 입사각 Θ_1과 다르게 되는 것을 허용한다.

전형적으로 타겟 영역(16)에 통상적으로 대응하는 윈도우의 작은 부분만을 걸쳐 반사식 편광기가 연장됨에도 불구하고, 몇몇 실시예의 반사식 편광기는 전체 윈도우(18)를 가로질러 연속 스트립으로 연장될 수 있거나, 심지어 윈도우(18)와 완전히 동일 평면으로 연장될 수 있다. 모터 차량에 대하여, 스트립은 방풍유리의 상부, 하부 또는 중간부를 따라 수평식으로 연장될 수 있다. 윈도우 및 응용예의 크기에 따라서, 타겟 영역은 오직 작은 부분, 스트립 또는 전체 윈도우에 걸쳐 마찬가지로 연장될 수 있다.

HUD 시스템(10)의 한 장점은 편광 선글라스와의 호환성이다. 많은 모터 차량 응용 분야에서, 외부 환경으로부터의 글레어(glare)는 수평축을 따라 편광되는 경향이 있다. 이러한 글레어는 도2의 도면 부호 32로 나타난다. 역으로, 편광기(20)에 의해 관찰자(20)를 향해 반사된 프로젝션 시스템으로부터의 광의 일부(14a)는 수직 평면에 놓인 축을 따라 편광된다. 종래의 편광 선글라스는 수직으로 편광된 광을 선택적으로 투과시키고 수평으로 편광된 광을 차단하며, 따라서 글레어(32)는 차단하지만 HUD 반사광(14a)은 투과시킨다. 선글라스는 또한 바람직한 외부 환경 광(24)의 수평 편광 성분도 차단한다는 것을 주목하라. 이러한 경우에 반사식 편광기(20)는 매우 작은 소정의 외부 환경 광(24)이 타겟 영역(16)을 통해 선글라스를 착용한 관찰자(22)에 의해 보이기 때문에 모든 가시영역의 p-편광된 광을 반사해서는 안 된다.

도3으로 돌아가서, xyz의 직각 좌표계의 xy 평면에 위치한 부분 반사기(40) 또는 그의 국소 평탄부가 도시된다. 이러한 좌표계는 HUD 시스템(10)용으로 다른 것에 대한 임의의 종류의 부분 반사기의 특성 및 특히 장점을 서술하기 위하여 다음

의 설명에 사용될 것이다. 일부의 광선은 xz 평면에 위치하고 다른 광선은 yz 평면에 위치한 상태로 반사기에 경사져 충돌하는 광선이 도시된다. 이러한 양쪽 평면에서의 광은 s-편광 및 p-편광 성분을 모두 가질 수 있다. 부분 반사기(40)가 편광기인 경우에 있어서, y 축은 통과축으로 지정되고, x 축은 차단 또는 반사축으로 지정된다. 입사각 Θ는 입사하는 광선의 공기 중의 방향과 부분 반사기(40)에 직교하는 z 축 사이에서의 예각이다.

도4 내지 도8은 비교 목적으로 제시된다. 이들 도면의 곡선들은 임의의 부분 반사기에 대한 입사각의 함수로서 s-편광 및 p-편광된 광의 일반적인 정성적인 반사율 특징을 도시하고, 곡선들은 실제 또는 심지어 계산된 데이터로부터 취해진 것은 아니다. 그러나, 곡선들은 비교 목적으로 충분히 정확하다고 믿어진다. 곡선들은 상술한 바와 같이 소정 스펙트럼 대역 내의 광 파장을 가정한다.

도4a 및 도4b에서, xz 평면 및 yz 평면에 각각 입사하는 광에 대하여 간단한 반 "도금" 거울(half-silvered mirror)의 반사율 특성이 도시된다. 이러한 부분 반사기는 투명한 기판 상에 배치된 은, 알루미늄, 금 또는 다른 종래의 금속의 얇은 단일 층으로 구성될 수 있다. 금속 두께는 법선 방향 입사광의 50%가 반사되도록 한다. 법선 방향 입사시 투과는 금속이 일반적으로 가시광을 흡수하기 때문에 50% 이하가 된다는 것을 주목하라. 두 도면은 금속막이 등방성이므로 동일하다. Θ가 증가함에 따라, s-편광된 광에 대한 반사율은 증가한다. p-편광된 광에 대한 반사율은 다소 내려가고, 그 후 증가한다. p-편광 반사율이 유리 및 플라스틱에 대한 전형적인 브루스터 각을 포함하는 경사진 입사각의 넓은 각도 범위에 걸쳐 상당히 높음에도 불구하고, 이러한 반사기를 통해 외부 환경을 보는 것은 어렵기 때문에 이런 부분 반사기는 HUD 시스템(10)에서 최적으로 작동하지 않을 것이다. 이것은 전 각도 범위에 걸쳐 s-편광 반사율이 p-편광 반사율의 차수이거나 보다 높은 것에 주로 기인한다. 금속 층의 두께를 감소하는 것은 외부 환경의 가시성을 증가하도록 부분 거울의 투과를 증가시킬 수 있지만, 투사된 영상의 밝기의 감소를 감수해야 한다.

도5a 및 도5b는 xz 평면 및 yz 평면에 각각 입사하는 광에 대하여 다중층 복굴절 반사식 편광기의 반사 특성을 도시한다. 다중층 적층 내의 인접 층 사이의 굴절률 관계는 다음과 같다.

$\Delta n_x \approx$ 크다 (+)

$\Delta n_y \approx 0$

$\Delta n_z \approx$ 크다 (+)

이것은 "z-부정합(z-mismatched)" 편광기로서 참조된다. Δn_x 및 Δn_z에 대한 "+"는 그 차이가 동일한 극성인 것을 나타내는데, 즉 보다 높은 x 방향 굴절률 n_x를 갖는 층은 또한 보다 높은 z 방향 굴절률 n_z를 갖고, 역으로도 마찬가지이다. Δn_x에 대한 "크다"는 적층 내의 소정 갯수의 층에 대해 적어도 약 20%, 더욱 양호하게는 약 50% 이상까지 법선 방향 입사광의 한 편광을 반사하기에 충분한 굴절률 차이를 의미한다. 공지된 복굴절 폴리머 적층에 대해, 이것은 전형적으로 적어도 약 0.1, 또는 적어도 약 0.2가 된다. Δn_y에 대한 영(zero)은 적층 내의 소정 개수의 층에 대해 법선 방향 입사광의 직교 편광의 양호하게 10% 또는 5% 이하의 무시할 수 있는 양을 반사하도록 충분히 작은 굴절률 차이를 의미한다. 공지된 복굴절 폴리머 적층에 대해, 이것은 전형적으로 기껏해야 0.02 또는 0.01이 된다. Δn_z에 대한 "크다"는 Δn_x의 차수인 것을 의미한다.

도면에 도시된 바와 같이, z-부정합 편광기는 경사각에서 xz 평면 및 yz 평면의 양 평면에 약간의 p-편광 반사율을 갖는다. yz 평면에서, p-편광 반사율은 넓은 각도 범위에 걸쳐 상당할 수 있다. 그러나, 불행히도 s-편광 반사율도 또한 동일한 범위에 걸쳐 매우 크다. xz 평면에서, 다중층 적층 자체에서 브루스터 각 효과로 인하여 p-편광 반사율이 영이 되는 것을 제외하고, p-편광 반사율은 넓은 각도 범위에 걸쳐 s-편광 반사율보다 크다. 게다가, p-편광 반사율은 영 반사율 지점 근방의 입사각의 함수로서 급속히 변한다. yz 평면의 높은 s-편광 반사율, xz 평면의 p-편광 반사율의 급속한 변동 및 브루스터 각 효과는 z-부정합 반사기가 또한 HUD 시스템(10) 내의 부분 반사기로서 최적으로 작동하기 않는다는 것을 의미한다.

도6a 및 도6b는 xz 평면 및 yz 평면에 각각 입사하는 광에 대하여 상이한 다중층 복굴절 반사식 편광기에 대한 반사율 특성을 도시한다. 다중층 적층에서 인접한 층 사이의 굴절률 관계는 다음과 같다.

$\Delta n_x \approx$ 크다

$\Delta n_y \approx 0$

$\Delta n_z \approx 0$

이것은 "z-정합(z-matched)" 편광기로서 참조된다. Δn_x에 대한 "크다" 및 Δn_y에 대한 영은 도5a 및 도5b에서와 동일한 것을 의미한다. Δn_z에 대한 영은 굴절률 차이의 절대치가 적어도 Δn_x의 절반 이하이고, 더욱 양호하게는 Δn_x의 1/4 또는 1/10 이하인 것을 의미한다.

도6a에 도시된 바와 같이, xz 평면 내의 광에 대한 p-편광 반사율은 입사각의 넓은 범위에 걸쳐, 사실상 입사각의 전 범위에 걸쳐 s-편광 반사율보다 상대적으로 일정하고 대체로 더욱 높다. p-편광 반사율은 Δn_x와 동일한 극성의 작은 Δn_z값에 대해 증가하는 θ와 함께 다소 감소하고, Δn_x와 반대 극성의 작은 Δn_z값에 대해 증가하는 θ와 함께 다소 증가한다. 이러한 거동은 파선으로 도시된다. s-편광 반사율은 입사각의 전 범위에 걸쳐 10% 훨씬 미만 그리고 5% 훨씬 미만으로 무시할 수 있다. 반대로, yz 평면으로 입사하는 광은 각도와 함께 높고 증가하는 s-편광 반사율과 입사각의 전 범위에 걸쳐 무시할 수 있는 p-편광 반사율을 경험한다. 명백하게도, z-정합 반사식 편광기는 HUD 시스템(10)의 부분 반사기로서 매우 적합하다. 그러나, 도6a 및 도6b의 차이에 의해 나타난 바와 같이, 편광기는 최선의 성능을 위해 적절히 배향되어야 한다. 양호하게, xz 평면은 도2의 평면과 일치한다. 모터 차량 응용 분야에서, 편광기의 통과축(y 축)은 양호하게 수평이다.

도7a 및 도7b는 xz 평면 및 yz 평면에 각각 입사하는 광에 대하여 상이한 다중층 복굴절 반사식 편광기에 대한 반사율 특성을 도시한다. 다중층 적층에서 인접한 층 사이의 굴절률 관계는 다음과 같다.

$\Delta n_x \approx$ 크다 (+)

$\Delta n_y \approx 0$

$\Delta n_z \approx$ 크다 (-)

이것은 "네거티브 z-부정합" 편광기로 참조된다. Δn_x에 대한 "크다" 및 Δn_y에 대한 영은 도6a 및 도6b와 같은 것을 의미한다. Δn_z에 대한 "크다"는 Δn_x와 동일한 차수의 크기를 갖는다는 것을 의미한다. "+" 및 "-" 부호는 Δn_x 및 Δn_z가 반대 극성을 의미하며, 즉 더욱 높은 값의 n_x를 갖는 층은 더욱 낮은 값의 n_z를 갖고, 그 반대도 마찬가지이다.

네거티브 z-부정합 편광기의 반사율 거동은 yz 평면의 광에 대한 다른 z-부정합 편광기의 거동과 동일하다(도7b 및 도5b를 비교하라). 그러나, xz 평면의 광에 대하여, p-편광 반사율은 유지될 뿐만 아니라 도7a에 도시된 바와 같이 각도와 함께 증가하는 반면에, s-편광 반사율은 전 입사각에 걸쳐 무시할 수 있다. 원한다면, 적층 내의 층의 총 개수는 감소될 수 있고, 그리고/또는 도7a의 p-편광 반사율 곡선을 하강시키도록 그리고 p-편광 반사율이 포화에 도달하는 각도를 증가시키거나 제거하도록 Δn_x의 크기가 감소될 수 있다. 이것의 실시 여부에 따라서, 네거티브 z-부정합 반사식 편광기는 넓은 각도 범위에 걸쳐, 사실상 xz 평면의 광에 대해 전 입사각에 걸쳐 HUD 시스템(10)에서 사용하기에 매우 적합하게 하는 높은 p-편광 반사율과 무시할 수 있는 s-편광 반사율을 제공한다. 그러나, θ와 함께 p-편광된 광의 상당한 증가는 몇몇 응용 분야에서 단점이 될 수 있다.

도8a 및 도8b는 xz 평면 및 yz 평면에 각각 입사하는 광에 대하여 또 다른 다중층 복굴절 반사식 편광기의 반사 특성을 도시한다. 다중층 적층에서 인접 층 사이의 굴절률 관계는 다음과 같다.

$\Delta n_x \approx 0$

$\Delta n_y \approx 0$

$\Delta n_z \approx$ 크다

이것은 "오프-축(off-axis)" 편광기로서 참조된다. Δn_x 및 Δn_y에 대한 영은 양쪽 편광에 대하여 무시할 수 있는 양, 예컨대 약 10% 이하 또는 약 5% 이하의 온-축(on-axis, Θ=0) 반사율을 제공하기에 충분히 작다는 의미이다. Δn_z에 대해 "크다"는 소정의 상당한 양의 오프-축 반사율을 생성하는데 충분히 크다는 의미이다. Δn_z에 대한 양호한 값은 약 0.1 이상이다. 공동으로 양도된 "큰 z축 굴절률 차이를 갖는 p-편광기(P-Polarizer With Large Z-axis Refractive Index Difference)"라는 제목의 미국 특허 출원 제10/334,836호 및 "설계된 컬러 이동을 갖는 광학 편광 막(Optical Polarizing Films With Designed Color Shifts)"이라는 제목의 미국 특허 출원 제10/335,460호가 참조된다.

막의 평면(xy 평면)에서 오프-축 편광기의 실제적인 대칭 때문에 도8a 및 도8b가 동일하다는 것을 우선 주목하라. 그 외에, s-편광 반사율은 넓은 각도 범위에 걸쳐, 사실상 전 입사각에 걸쳐 무시할 수 있다. Θ와 함께 증가하는 적은 양의 s-편광 반사율은 인플레인 인덱스 굴절률(in-plain index refractive indices)이 정확히 정합되지 않는 범위까지 있게 된다. 그러나, 어떻게 p-편광 반사율이 증가하는 Θ와 함께 급속히 증가하는 지를 주목하라. 곡선은 Δn_z의 더욱 큰 값(및/또는 적층의 보다 많은 층)에 대한 각도와 함께 더욱 급속히 상승하고, Δn_z의 더욱 작은 값(및/또는 적층의 보다 적은 층)에 대한 각과 함께 더욱 천천히 상승할 수 있다. 물론, 추가 감소는 p-편광 반사율이 포화에 도달하는 것을 방지할 수 있다. 임의의 경우에 있어서, 오프-축 편광기는 상당한 양의 p-편광 반사율 및 약간의 양의 s-편광 반사율을 넓은 각도 범위에 걸쳐 제공할 수 있다. 유리하게는, 이러한 유형의 편광기 및 어느 정도의 네거티브 z-부정합 편광기는 더욱 큰 입사각에서 더욱 높은 수준의 p-편광 반사율을 제공하고, HUD 입사각 Θ_1은 법선 방향 근방으로 입사시에 더욱 투명해지기 쉽고 더욱 투명하다. 오프-축 편광기는 법선 방향 입사각에서 대체로 투명하다. 오프-축 편광기에 특정한 다른 중요한 장점은 인플레인 대칭(in-plain symmetry)에 기인한 편광기 배향과 무관하게 HUD 시스템에서 그 위치를 설정하는 능력이다. 그러나, 상술한 바와 같이, 각도와 함께 p-편광 반사율의 상당한 증가는 몇몇 응용 분야에서는 단점이 될 수도 있다.

적당한 반사식 편광기의 바람직한 스펙트럼 특성으로 독자의 관심을 돌릴 것이다. 이들 특성은 다중층 적층 내의 교번층의 굴절률에 의해서 뿐만 아니라, 적층 전체를 통해 층 두께 분포에 의해 중대하게 영향을 받는다. 또한, 이들 특성은 입사각과 함께 변할 수 있다.

HUD 시스템용 부분 반사기를 통해 p-편광된 광의 부분 투과를 위해 다양한 반사식 편광기 설계가 이용될 수 있다. 이들 중 둘은 다음과 같다: (1) p-편광된 광의 유일하게 선택된 가시광선 파장을 반사하는 유색 편광기(colored polarizers), (2) p-편광된 광의 모든 가시광선 파장을 균일하지만, 20% 또는 50% 등의 중간 수준의 반사율로 반사하는 광대역 편광기. 제1 형태에서, 대역 내의 반사율은 100%까지 되도록 선택될 수 있다. 본 명세서에서 설명된 반사 대역은 편광기에 대하여 광원의 각도 위치에 의해 생긴 임의의 스펙트럼 이동(spectral shift)을 고려한다는 것을 알 수 있다. 즉, 본 명세서에서 설명된 반사 대역은 달리 특정되지 않으면 반드시 법선 방향 입사일 필요 없이 의도된 사용 각도에서의 편광기의 반사 대역이다.

제1 형태의 스펙트럼 특성의 한 예는 투과 대역을 개재시킴으로써 분리되는 다수의 반사 대역을 제시하는 반사식 편광기이다. 예컨대, 콜레스테릭(cholesteric) 또는 박막 반사식 편광기는 가시광선 스펙트럼의 적색, 녹색 및 청색 부분에서 세 개의 상대적으로 좁은 파장 대역을 반사하도록 설계될 수 있다. 주지된 바와 같이, 적색, 녹색 및 청색광은 본질적으로 임의의 컬러 스펙트럼을 생성하기 위해 그 조합을 변경하여 추가될 수 있다. 이러한 방식으로, 완전 컬러 HUD(full-color HUD)는 전 가시광선 스펙트럼을 반사하는 편광기를 사용하지 않고 생성될 수 있다. 청색, 녹색 및 적색 반사 대역은 각각 대략 400-480 nm, 500-570 nm, 600-700 nm 사이의 스펙트럼 범위에서 반사식 편광기에 제공될 수 있다. 투과 효율을 최대화하기 위해, 각각의 이들 범위 중에서 오직 좁은 부분, 양호하게 폭(절반 최대값에서 전체 폭)이 약 50 nm 이하의, 더욱 양호하게 폭이 약 10-40 nm의, 가장 양호하게 폭이 약 10-30 nm인 부분만이 편광기에 의해 반사된다. 높은 최대 반사율 값을 갖는 좁은 반사 대역에 대해 날카로운 대역에지(bandedges)를 제공할 수 있는 층 두께 분포 기술에 대하여 미국 특허 제6,157,490호(위틀리 등)가 참조된다. 디스플레이 소스가 세 개(또는 세 개 이하)의 좁은 대역폭에서 광을 방사하면, 그 후 의도된 입사각에서 편광기의 좁은 반사 대역은 소스의 방사 파장을 중첩시킨다. 몇몇 실시예에서, 편광기는 가시광선 영역에서 단 하나 또는 두 개의 반사 대역을 제공할 수 있다. 게다가, 편광기는 또한 차량 응용 분야에서 실내 환경의 태양 가열을 감소할 수 있는 하나 이상의 적외선 반사 대역을 포함할 수 있다.

제1 형태의 스펙트럼 특성을 이용하는 다른 예는, 반사식 편광기가 법선 방향 입사시에 적외선 범위(적외선 범위 근방을 포함하는 범위)에서 대체로 완전히 배치된 반사 대역을 갖지만, 선택된 입사각에서 입사할 때 대역이 가시광선 파장, 전형적으로 적색 파장으로 이동될 수 있는 HUD 시스템이다. 결론적으로, 반사식 편광기는 사용 각도에서 적색 p-편광된 광을 반사한다(그리고 적색 성분인 사이안은 통과시킨다). HUD에서 그 유용성에 부가하여, 이러한 반사식 편광기의 한 장점은 적어도 하나의 편광의 적외선 복사를 관찰자로부터 멀리 반사함으로써 냉각 기능을 제공할 수 있다는 것이다. 이 실시예와

더불어 사용 가능한 반사식 편광기는 콜레스테릭 반사식 편광기 및 박막 반사식 편광기가 될 수 있다. 콜레스테릭 및 박막 반사식 편광기 양쪽의 특징은 반사 스펙트럼이 입사각 Θ를 증가시키면서 보다 짧은 파장으로 이동한다는 것이다. 이 실시예에서, 디스플레이 소스는 이동된 파장 범위 내에서 광, 예컨대 적색광을 제공한다. 적색의 반사율은 충분한 양의 적색광이 윈도우의 타겟 영역을 통해 투과되어 교통 신호와 같은 외부 적색 물체를 관찰할 수 있도록 맞춰진다. 만일 관찰자가 또한 모든 직교 편광된(즉, 수평 편광됨) 적색광을 대체로 차단하는 편광 선글라스를 착용하고 있는 경우에만, 후자가 고려된다.

콜레스테릭 편광기가 원형 편광된 광을 반사하기 때문에, 사분의 일 파장판(a quarter-wave plate)은 선형 s- 및 p-편광된 광을 원형으로 전환하는데 사용된다. 사분의 일 파장판의 오프-각(off-angle) 특징은 막의 x-, y- 및 z-굴절률의 상대 값을 제어함으로써 최적화될 수도 있다.

임의의 조명 환경에서 반사기 내에 어떠한 채색도 보이지 않는 완전 컬러 HUD 시스템에 대해 광대역 반사식 편광기를 사용하는 것이 유리하다. 반사율의 수준은 윈도우용 임의의 투과 요구량이 충족되도록 조절될 수 있는 반면에, 투사광에 대해서는 여전히 높은 반사율을 제공한다. 예컨대, 대략 70%의 최소 평균 투과율이 몇몇 모터 차량의 전방 방풍유리용으로 요구된다. 따라서, 광대역 반사식 편광기는 도9에 도시된 법선 방향 입사시의 한 선형 편광 및 본질적으로 100% 투과율을 갖는 직교 선형 편광에 대한 투과 스펙트럼으로 형성된다. 이러한 막은 편광되지 않은 광에 대해 대략 75%의 평균 투과율을 갖는다. 동시에, 양호한 편광기에 대한 반사율 및 투과율의 합은 대체로 100%이기 때문에, 약 50%의 편광된 프로젝터 광이 관찰자를 향해 안내된다. 이들 스펙트럼 특성을 갖는 z-정합 박막 편광기는 도10에 도시된 층 두께 프로파일을 갖는 224 장의 개별 층으로 형성될 수 있다. 점들이 두 개의 곡선을 따라 생긴다. 아래쪽 곡선은 1.68의 상대적으로 높은 n_x 굴절률을 갖는 제1 교번 재료[예컨대, 폴리에틸렌 터에프탈레이트(PET)]에 대한 것이다. 위쪽 곡선은 1.54의 상대적으로 낮은 n_x 굴절률을 갖는 제2 교번 재료(예컨대, 코폴리에스터)에 대한 것이다. 모든 층에 대한 y- 및 z-굴절률은 1.54이다. 이러한 예는 다중층 적층 내부의 광학 반복 유닛이 본질적으로 두 장의 인접 층으로 이루어지는 단계적인 사분의 일 파 적층 설계를 사용하고, 소정의 광학 반복 유닛의 전체 광학 두께는 광학적으로 반사된 파장의 절반과 동일하다.

다른 공지된 적층 설계, 예컨대 광학 반복 유닛당 두 장 이상의 층을 사용하는 설계가 역시 고려된다. 미국 특허 제5,360,659호(아렌즈 등)에 개시된 하나의 이러한 설계에서, 각각의 광학 반복 유닛은 두 개의 교번 재료가 약 7-1-1-7-1-1의 상대적인 광학 두께로 배열된 여섯 장의 층을 갖는다. 미국 특허 제5,103,337호(쉬렌크 등)에 개시된 다른 설계에서, 각각의 광학 반복 유닛은 굴절률이 $n_A > n_B > n_C$가 되고 $n_B = \sqrt{(n_A n_C)}$가 되도록 세 개의 재료(A, B, C)가 각각 1/3, 1/6, 1/3, 1/6의 상대적인 광학 두께를 가진 ABCB와 같이 배열되는 네 장의 층을 갖는다. 사분의 일 파 구조, 7-1-1-7-1-1 구조 및 ABCB 구조 중에서 하나 이상을 이용하는 하이브리드 막 설계도 또한 고려된다.

광대역 반사를 달성하기 위한 대체 접근법은 다중층 광학 적층에서 훨씬 더 두꺼운 층을 사용하는 것이다. 예컨대, 도11에 도시된 투과 스펙트럼은 도12에 도시된 바와 같이 124 장의 더욱 두꺼운 층을 사용하는 z-정합 편광기로 달성될 수 있다. 도12의 아래쪽 곡선은 $n_x \approx 1.85$를 갖는 제1 교번 재료(PEN)에 대해서이다. 위쪽 곡선은 $n_x \approx 1.565$를 갖는 제2 교번 재료(PETG, 이스트맨 캐미컬 컴퍼니로부터 입수 가능함)에 대한 것이다. y- 및 z-굴절률은 모두 1.565로 정합되고 통과 편광을 위한 모든 각도에서 무색 투과를 생성한다. 이들 굴절률은 막이 신장하지 않는 방향으로 접촉하게 하는 방식으로 단일축으로 배향되는 PEN에 의해 달성될 수 있다. 이러한 막은 p-편광에 대해 400 내지 1800 nm까지 연장되는 대략 50%의 반사율을 가지고, 따라서 모든 태양 복사의 대략 25%를 반사한다는 것을 주목하라. 이러한 수준의 반사는 z-굴절률 정합때문에 증가하는 Θ와 함께 일정하게 유지될 것이다.

본 발명의 다양한 수정예 및 변경예가 본 발명의 범위 및 사상으로부터 벗어나지 않고 본 기술 분야의 숙련자에게 명백할 것이며, 본 발명이 본 명세서에 진술된 실례가 되는 실시예에 제한되지 않는다는 것을 알아야 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

관찰 위치에 대한 정보를 표시하는 시스템이며,

타겟 영역, 및 상기 타겟 영역에서 적어도 제1 노출 윈도우 표면을 가지며, 상기 제1 노출 윈도우 표면이 이와 관련된 제1 법선축을 갖는 윈도우 부재와,

상기 제1 법선축에 대해 예각 Θ_1을 형성하는 투광축을 따라 타겟 영역을 향하여 편광된 광을 방사하고, 상기 방사된 광이 p-편광되고 하나 이상의 관심 가시광선 파장을 포함하는 디스플레이 소스와,

상기 디스플레이 소스에서 관찰 위치를 향해 적어도 일부의 p-편광된 광을 반사하기 위하여 타겟 영역 근방에 배치된 반사식 편광기를 포함하고,

상기 반사식 편광기는 상기 각도 Θ_1을 포함하는 입사각의 각도 범위에 걸쳐 하나 이상의 관심 가시광선 파장에서 s-편광된 광보다 p-편광된 광에 대해 더욱 높은 반사율을 갖는 시스템.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 윈도우 부재는 제2 노출 윈도우 표면을 포함하고, 상기 반사식 편광기는 제1 및 제2 노출 윈도우 표면 사이에 배치되는 시스템.

청구항 3.

제2항에 있어서, 상기 윈도우 부재는 두 장 이상의 윈도우 층을 포함하고, 상기 반사식 편광기는 두 장 이상의 윈도우 층 사이에 배치되는 시스템.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 각도 범위는 20°이상인 시스템.

청구항 5.

제4항에 있어서, 상기 각도 범위는 40°이상인 시스템.

청구항 6.

제4항에 있어서, 상기 각도 범위는 60°이상인 시스템.

청구항 7.

제1항에 있어서, 상기 반사식 편광기는 각도 범위에 걸쳐 반사식 편광기에 법선 방향인 제1 평면으로 입사하는 p-편광된 광에 대해 하나 이상의 관심 가시광선 파장에서 약 20% 이상의 반사율을 갖는 시스템.

청구항 8.

제7항에 있어서, 상기 반사식 편광기는 각도 범위에 걸쳐 제1 평면으로 입사하는 p-편광된 광에 대해 하나 이상의 관심 가시광선 파장에서 약 40% 이상의 반사율을 갖는 시스템.

청구항 9.

제1항에 있어서, 상기 반사식 편광기는 각도 범위에 걸쳐 반사식 편광기에 법선 방향인 제1 평면으로 입사하는 s-편광된 광에 대해 하나 이상의 관심 가시광선 파장에서 적어도 약 10% 미만의 반사율을 갖는 시스템.

청구항 10.

제9항에 있어서, 상기 반사식 편광기는 각도 범위에 걸쳐 제1 평면으로 입사하는 s-편광된 광에 대해 하나 이상의 관심 가시광선 파장에서 적어도 약 5% 미만의 반사율을 갖는 시스템.

청구항 11.

제1항에 있어서, 상기 제1 노출 윈도우 표면은 하나 이상의 관심 가시광선 파장에서 이와 관련된 브루스터 각(Brewster angle) θ_B를 갖고, θ_1은 약 10°미만으로 θ_B와 상이한 시스템.

청구항 12.

제11항에 있어서, θ_1은 약 5°미만으로 θ_B와 상이한 시스템.

청구항 13.

제1항에 있어서, 상기 반사식 편광기는 z-정합 반사식 편광기, 네거티브 z-부정합 반사식 편광기, 및 오프-축 편광기로 구성된 그룹으로부터 선택되는 시스템.

청구항 14.

제1항에 있어서, 상기 반사식 편광기는 법선 방향으로 입사하는 광에 대해 약 700 nm보다 큰 파장에 대하여 하나 이상의 반사 대역을 포함하는 시스템.

청구항 15.

관찰 위치에 대한 정보를 표시하는 시스템이며,

타겟 영역, 및 상기 타겟 영역에서 적어도 제1 노출 윈도우 표면을 가지며, 상기 제1 노출 윈도우 표면이 이와 관련된 제1 법선축을 갖는 윈도우 부재와,

상기 제1 법선축에 대해 예각 θ_1을 형성하는 투광축을 따라 타겟 영역을 향하여 편광된 광을 방사하고, 상기 방사된 광이 p-편광되고 하나 이상의 관심 가시광선 파장을 포함하는 디스플레이 소스와,

상기 디스플레이 소스에서 관찰 위치를 향해 적어도 일부의 p-편광된 광을 반사하기 위하여 타겟 영역 근방에 배치된 반사식 편광기를 포함하고,

상기 제1 법선축 및 투광축은 제1 평면을 형성하고, 상기 반사식 편광기는 상기 투광축을 포함하는 각도 범위에 걸쳐 제1 평면에 입사하는 광에 대해 하나 이상의 관심 가시광선 파장에서 s-편광된 광에 대해서는 투과하고 p-편광된 광에 대해서는 반사하는 시스템.

청구항 16.

제15항에 있어서, 상기 제1 노출 윈도우 표면은 하나 이상의 관심 가시광선 파장에서 이와 관련된 브루스터 각 Θ_B를 갖고, Θ_1은 약 5°미만으로 Θ_B와 상이한 시스템.

청구항 17.

제15항에 있어서, 넓은 각도 범위는 20°이상인 시스템.

청구항 18.

제15항에 있어서, 상기 반사식 편광기는 p-편광된 광에 대해서는 약 40% 이상의 반사율을 갖고, 넓은 각도 범위에 걸쳐 그리고 하나 이상의 관심 가시광선 파장에서 s-편광된 광에 대해서는 약 5% 미만의 반사율을 갖는 시스템.

청구항 19.

관찰 위치에 대한 정보를 표시하는 시스템이며,

타겟 영역, 상기 타겟 영역에서 적어도 제1 노출 윈도우 표면, 및 상기 제1 노출 윈도우 표면에 대향된 제2 노출 윈도우 표면을 가지며, 상기 제1 노출 윈도우 표면은 이와 관련된 제1 법선축을 갖는 윈도우 부재와,

상기 제1 법선축에 대해 예각 Θ_1을 형성하는 투광축을 따라 타겟 영역을 향하여 편광된 광을 방사하고, 상기 방사된 광이 p-편광되고 하나 이상의 관심 가시광선 파장을 포함하는 디스플레이 소스와,

상기 디스플레이 소스에서 관찰 위치를 향해 적어도 일부의 p-편광된 광을 반사하기 위하여 타겟 영역 근방에 배치된 반사식 편광기를 포함하고,

상기 반사식 편광기는 상기 제1 및 제2 노출 윈도우 표면 사이에 배치되고, 상기 반사식 편광기는 상기 투광축을 따라 입사하는 광에 대해 하나 이상의 관심 가시광선 파장에서 s-편광된 광보다 p-편광된 광을 더욱 많이 반사하는 시스템.

청구항 20.

제19항에 있어서, 상기 제1 노출 윈도우 표면은 하나 이상의 관심 가시광선 파장에서 이와 관련된 브루스터 각 Θ_B를 갖고, Θ_1은 약 5°미만으로 Θ_B와 상이한 시스템.

청구항 21.

제19항에 있어서, 상기 반사식 편광기는 상기 투광축을 따라 입사하는 광에 대해 하나 이상의 관심 가시광선 파장에서 p-편광된 광에 대해서는 약 40% 이상의 반사율을 갖고 s-편광된 광에 대해서는 약 5% 미만의 반사율을 갖는 시스템.

청구항 22.

제21항에 있어서, 상기 반사식 편광기는 20°이상의, 투광축을 포함하는 각도 범위 내에서 입사하는 광에 대해 하나 이상의 관심 가시광선 파장에서 p-편광된 광에 대해서는 약 40% 이상의 반사율을 갖고 s-편광된 광에 대해서는 약 5% 미만의 반사율을 더 갖는 시스템.

청구항 23.

HUD 시스템에서 사용하는데 적절한 구성요소이며,

타겟 영역, 및 상기 타겟 영역에서 적어도 제1 노출 윈도우 표면을 가지며, 상기 제1 노출 윈도우 표면이 이와 관련된 제1 법선축 및 브루스터 각 Θ_B를 갖는 윈도우 부재와,

상기 타겟 영역 근방에 배치된 반사식 편광기를 포함하고,

상기 반사식 편광기는 하나 이상의 관심 가시광선 파장에서 제1 법선축과 각도 Θ_B를 형성하는 제1 입사 방향을 갖는 광에 대해 s-편광된 광보다 p-편광된 광에 대해 더욱 높은 반사율을 갖는 구성요소.

청구항 24.

제23항에 있어서, 상기 윈도우 부재는 상기 제1 노출 윈도우 표면에 대향된 제2 노출 윈도우 표면을 더 포함하고, 상기 반사식 편광기는 제1 및 제2 노출 윈도우 표면 사이에 배치되는 구성요소.

청구항 25.

제24항에 있어서, 상기 윈도우 부재는 두 장 이상의 윈도우 층을 포함하고, 상기 반사식 편광기는 두 장 이상의 윈도우 층 사이에 배치되는 구성요소.

청구항 26.

제23항에 있어서, 상기 반사식 편광기는 z-정합 반사식 편광기, 네거티브 z-부정합 반사식 편광기, 및 오프-축 편광기로 구성된 그룹으로부터 선택되는 구성요소.

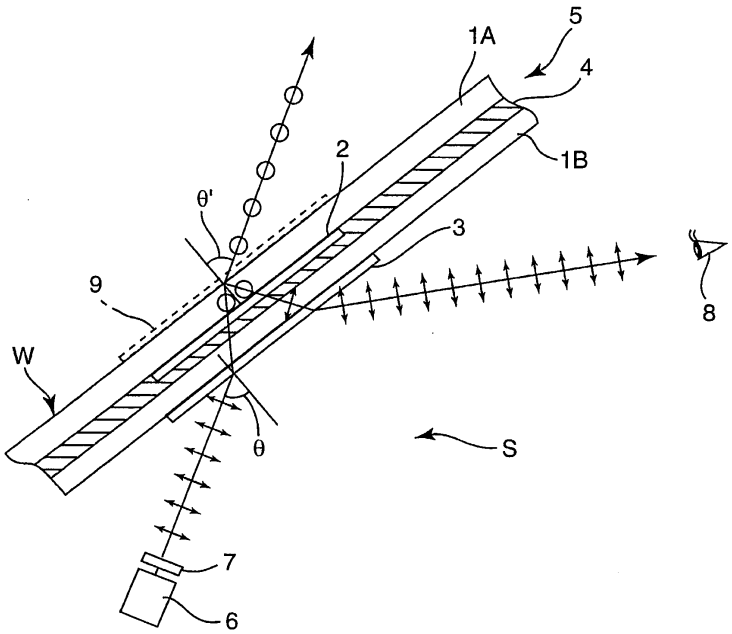
청구항 27.

제23항에 있어서, 상기 반사식 편광기는 20°이상의, 제1 입사 방향을 포함하는 각도 범위를 갖는 광에 대해 하나 이상의 관심 가시광선 파장에서 s-편광된 광보다 p-편광된 광에 대해 더욱 높은 반사율을 갖는 구성요소.

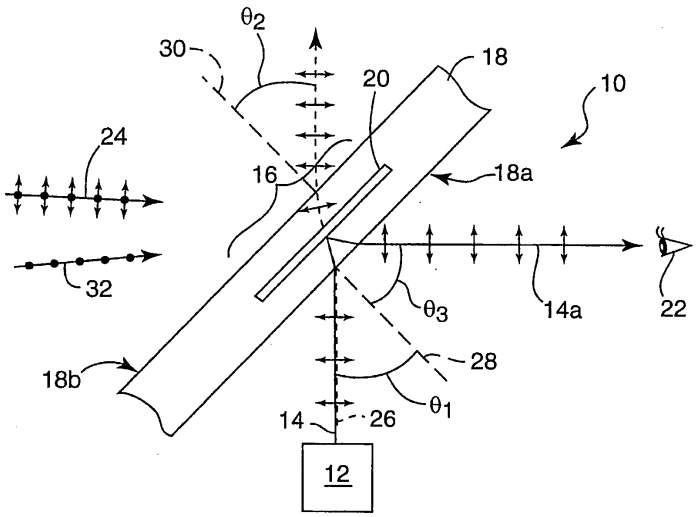
도면

도면1

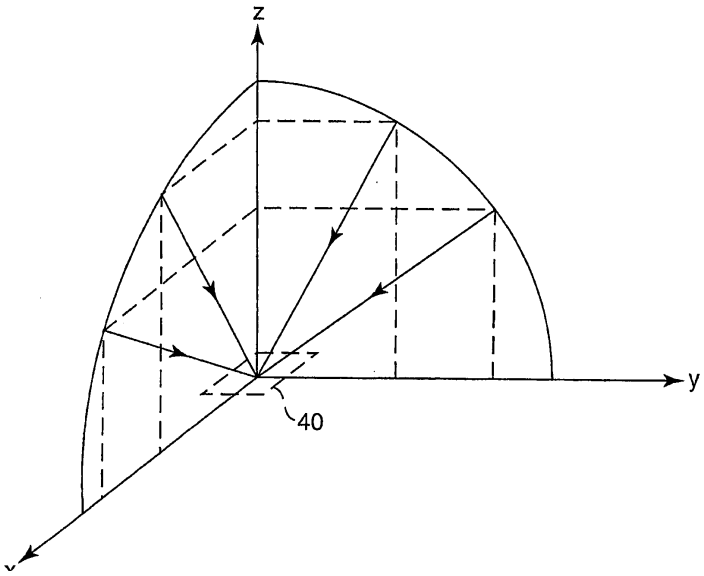
(종래 기술)


5
1A
4
2
1B
θ'
3
9
8
W
θ
S
7
6

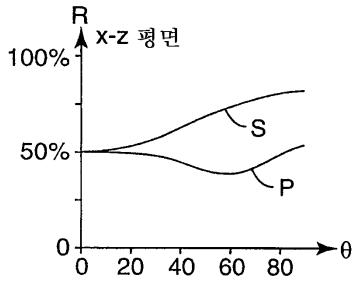
도면2


θ2
30
18
20
10
24
16
18a
32
θ3
14a
22
28
18b
θ1
14
26
12

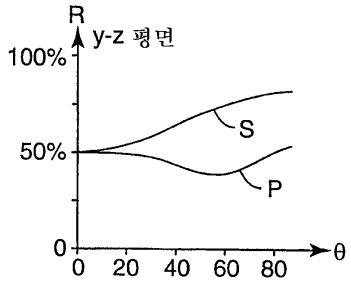
도면3



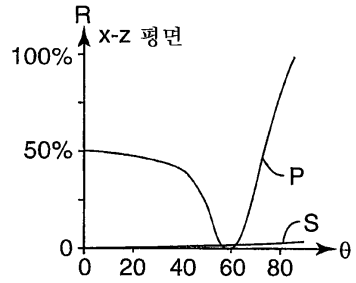
도면4a



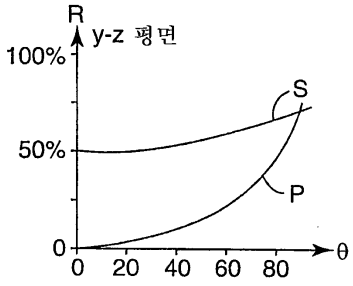
도면4b



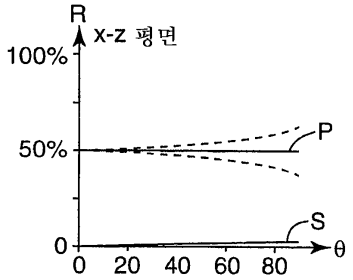
도면5a



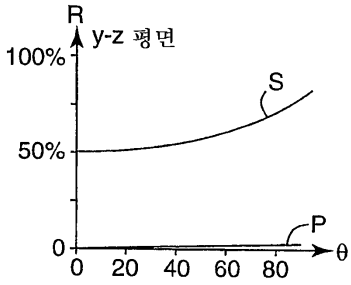
도면5b



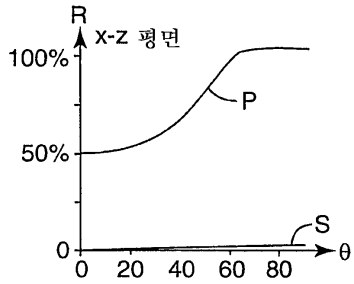
도면6a



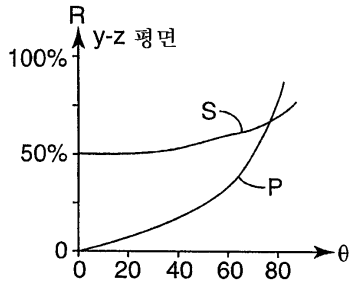
도면6b



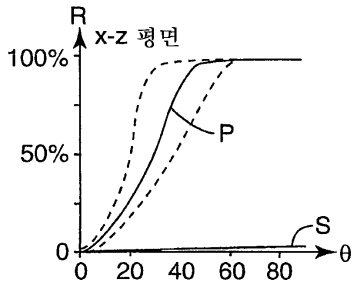
도면7a



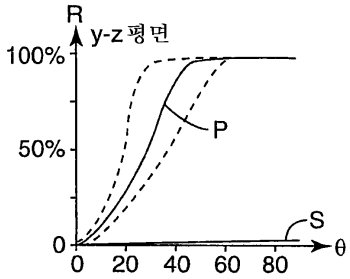
도면7b



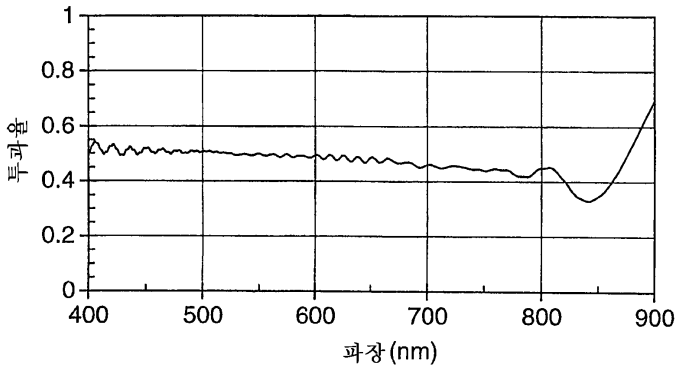
도면8a



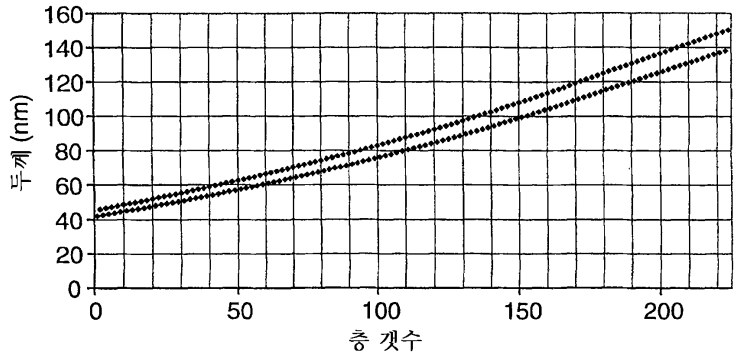
도면8b



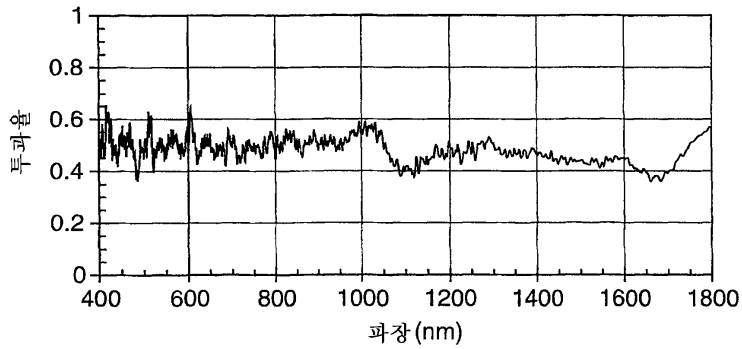
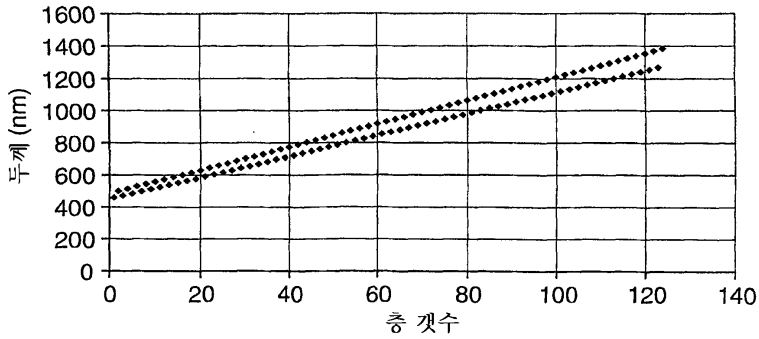
도면9



도면10



도면11



도면12