

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
G02F 1/1335  
G02B 5/30

(11) 공개번호 10-2005-0118739  
(43) 공개일자 2005년12월19일

(21) 출원번호 10-2005-7020931

(22) 출원일자 2005년11월04일

번역문 제출일자 2005년11월04일

(86) 국제출원번호 PCT/US2004/012866

(87) 국제공개번호 WO 2004/099869

국제출원일자 2004년04월27일

국제공개일자 2004년11월18일

(30) 우선권주장 10/429,601 2003년05월05일 미국(US)  
10/828,693 2004년04월21일 미국(US)

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

(72) 발명자 코트릭 키스 엠.  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠센터  
엡스타인 키네스 에이.  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠센터  
마루신 패트릭 에이치.  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠센터  
맥클루어 도날드 제이.  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠센터  
오우더커크 앤드류 제이.  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠센터

(74) 대리인 주성민  
김영

심사청구 : 없음

(54) 액정 디스플레이를 위한 구조화 트랜스플렉터

요약

본 발명에 따르면, 컬러 트랜스플렉티브 디스플레이 장치는 관찰면 및 후면을 가지며 화소를 형성하는 컬러 투과성 디스플레이 유닛을 포함한다. 구조화된 트랜스플렉터는 디스플레이 유닛의 후면에 배치된다. 구조화된 트랜스플렉터는 구조화된 표면과 그 위에 배치된 층구조의 유전체 반사기를 포함한다.

대표도

도 13a

색인어

트랜스플렉터, 트랜스플렉티브, 액정 디스플레이, 구조화된 표면, 주위광, 후광.

## 명세서

### 기술분야

본 발명은 일반적으로 디스플레이에 관한 것이며, 더욱 구체적으로 주위 조명 하에서 후광으로 작동하는 트랜스플렉티브 디스플레이에 관한 것이다.

### 배경기술

마이크로프로세서계 기술의 물리적인 소형화는 휴대용 개인 컴퓨터, 포켓 비서(pocket secretary), 무선 전화 및 호출기의 발전을 이루어왔다. 이러한 모든 장치들과 시계, 손목시계, 계산기 등과 같은 다른 장치들은 배터리 교환이나 배터리 충전 사이의 유효 작동 시간을 연장하기 위해 낮은 전력소비의 데이터 디스플레이 스크린에 대한 공통적인 요구가 있다.

이러한 장치에서 가장 일반적인 유형의 디스플레이는 액정 디스플레이(LCD)이다. LCD는 조명원(source of illumination)을 기초로 분류될 수 있다. 반사성 디스플레이는 전방으로부터 디스플레이에 입사되는 주위광에 의해 조명된다. LCD 후면에 배치된 브러시된 금속 반사판과 같은 반사면은 반사면 상의 입사된 광의 편광 방위를 보존하면서 LCD를 통해 투과된 빛을 되돌린다. 반사성 디스플레이는 낮은 전력소비라는 요구는 만족시키지만, 이 디스플레이는 양호한 주위광의 조건 하에서만 유용하다. 낮은 수준의 주위광 하에서는 이 디스플레이는 자주 어둡게 보이며 판독하기 힘들다. 따라서, 순수한 반사성 디스플레이는 제한된 활용도를 가진다.

LCD 디스플레이의 다른 유형은 후광 디스플레이(backlit display)이며, 이러한 후광 디스플레이는 빛이 디스플레이 후방에서 생성되며 디스플레이를 통해 관찰자로 투과된다. 통상, 후광 조립체(backlight assembly)는 발광다이오드(LED), 형광등 또는 빛을 방사하는 기타 장치와 같은 광원, 그리고 광방사기로부터 LCD로 빛을 배향하는 몇몇 광학 요소를 포함한다. 후광은 또한 반사성 디스플레이를 보충하는 데 사용되어 반사성 디스플레이가 넓은 범위의 주위광 조건에서 사용될 수 있게 한다. 그러나, 후광 조립체의 도입은 배터리 상의 전력누수를 증가시켜, 유효 배터리 수명 또는 배터리 교체 사이의 시간을 크게 줄인다.

후광과 주위 반사성 디스플레이(ambient reflective display)의 조합은 "트랜스플렉티브(transflective)" 필름의 요구를 도입시킨다. 이 트랜스플렉티브 필름은 LCD와 광원 사이에 배치되며, LCD를 통해 투과된 주위광을 반사하며 광원으로부터 빛을 투과하여 LCD를 조명하는 데 사용된다.

### 발명의 상세한 설명

그러나, 주위 조명 조건 하에서, 트랜스플렉티브 필름은 자주 상(image)에 중첩되는 입사광의 정반사성 반사를 일으켜, 상을 관찰하기 힘들게 한다. 이것은 디스플레이가 후광 모드로 작동하는 컬러 디스플레이이며 높은 수준의 주위광이 있는 경우 특히 그러하다. 따라서, 높은 수준의 주위광으로 작동할 때 컬러 디스플레이의 상의 관찰가능성을 향상시키는 개선된 트랜스플렉터에 대한 요구가 있다. 이 트랜스플렉터는 감소된 색상 천이(color shift)로 빛을 반사 및 투과시키며, 반사된 주위광을 회망하는 각도 범위에 분산되도록 구조화될 수 있다.

일 실시예에서, 본 발명은 관찰면과 후면을 가지며 화소(picture element)를 형성하는 투과성 디스플레이 유닛을 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치에 관한 것이다. 광원은 투과성 디스플레이 유닛의 후면에 배치된다. 구조화된 트랜스플렉터는 투과성 디스플레이 유닛과 광원 사이에 배치된다. 이 구조화된 트랜스플렉터는 구조화된 표면과 이 구조화된 표면 위로 배치된 층구조의 유전체 반사기를 포함한다.

다른 실시예에서, 본 발명은 관찰면과 후면을 가지는 투과성 디스플레이 유닛과, 컬러 디스플레이 유닛의 후면 측에 배치된 구조화된 트랜스플렉터를 포함하는 반사성 디스플레이 장치에 관한 것이다. 이 구조화된 트랜스플렉터는 구조화된 표면과 이 구조화된 표면 상에 배치되는 유전체 부분 반사기를 가지는 구조화된 기관을 포함한다. 이 디스플레이 유닛 상에 입사되는 주위광은 섬광 방향(glare direction)으로 섬광(glare light)을 생성하며, 구조화된 트랜스플렉터는 이 섬광 방향을 실질적으로 둘러싸는 방향 범위에 걸쳐 상광을 반사시킨다.

본 발명에 대한 상기 요약은 각 예시된 실시예와 본 발명의 모든 구현방법을 기재하려는 의도는 아니다. 다음의 도면과 상세한 설명은 이러한 실시예들을 보다 더 특정하여 예시한다.

### 도면의 간단한 설명

본 발명은 첨부된 도면과 관련된 다양한 실시예에 대한 상세한 설명을 참작하여 보다 완전하게 파악될 수 있다.

도1은 본 발명의 원리에 따른 트랜스플렉티브 디스플레이의 실시예를 개략적으로 도시한다.

도2A-2C는 본 발명의 원리에 따른 트랜스플렉터의 서로 다른 실시예들의 단면을 개략적으로 도시한다.

도3은 디스플레이와 이 디스플레이에 대한 광로를 설명하는 데 사용되는 좌표를 개략적으로 도시한다.

도4는 기저각(base angle) 6도에서 20도의 다양한 값에 대해 도2A에 도시된 서로 다른 트랜스플렉터의 광학적 응답의 계산값을 도시하는 도표를 제시한다.

도5A는 본 발명의 원리에 따른 트랜스플렉터의 다른 실시예의 한 부분을 개략적으로 도시한다.

도5B는 본 발명의 원리에 따른 트랜스플렉터의 다른 실시예의 한 부분을 개략적으로 도시한다.

도6은 본 발명의 원리에 따른, 6도에서 20도의 범위에 배치된 반사기를 가지는 트랜스플렉터의 광학적 응답의 계산값을 도시하는 도표를 제시한다.

도7A 및 도7B는 본 발명의 원리에 따른, 비선형 반사 측면(non-linear reflecting facet)을 가지는 트랜스플렉터의 실시예들을 도시한다.

도7C는 본 발명의 원리에 따른, 6도에서 20도의 범위에 걸쳐 만곡하는 만곡된 반사기를 가지는 트랜스플렉터의 광학적 응답의 계산값을 도시하는 도표를 제시한다.

도8A 및 도8B는 본 발명의 원리에 따른, 측광 분산(lateral light spreading)을 제공하는 반사기의 실시예를 개략적으로 도시한다.

도9는 본 발명의 원리에 따른, 다른 각도에서 다른 반사기 조합을 가지는 트랜스플렉터의 광학 효과를 도시하는 그래프를 제시한다.

도10은 3개의 서로 다른 유형의 트랜스플렉터를 가지는 반사성 디스플레이의 집중광 테스트(spot light test)의 실험 결과를 도시하는 그래프를 제시한다.

도11은 4개의 서로 다른 유형의 트랜스플렉터를 가지는 반사성 디스플레이의 서로 다른 각도에서 반사되는 주위광의 색상 특성을 도시하는 그래프를 제시한다.

도12은 3개의 서로 다른 유형의 트랜스플렉터를 가지는 반사성 디스플레이의 후광 작동에서의 색상 천이를 도시하는 그래프를 제시한다.

도13A는 본 발명의 원리에 따른 구조화된 트랜스플렉터의 다른 실시예를 개략적으로 도시한다.

도13B는 도13A에 도시된 구조화된 기판을 개략적으로 도시한다.

도14A는 본 발명의 원리에 따른 구조화된 트랜스플렉터의 다른 실시예를 개략적으로 도시한다.

도14B 및 도14C는 도14A에 도시된 구조화된 트랜스플렉터의 기판의 단면을 개략적으로 도시한다.

도15는 본 발명의 원리에 따라 제작된 구조화된 트랜스플렉터로부터 반사된 빛의 분산의 계산값을 도시하는 코노스코픽 도표(conoscopic plot)을 제시한다.

도16은 디스플레이와, 구조화된 트랜스플렉터의 반사 특성을 결정하는 실험을 설명하는 데 사용되는 좌표를 도시한다.

도17은 구조화된 트랜스플렉터로부터 반사된 빛의 분포를 도시하는 실험 결과를 제시한다.

본 발명은 다양한 변형물 및 대체 형태가 가능하며, 그 세부 사항은 도면의 예시에 의해 도시되었으며 앞으로 상세히 설명될 것이다. 그러나, 이것은 본 발명을 기재된 특정한 실시예에 제한하려는 의도는 아니라는 것에 주의해야 한다. 오히려, 이것은 첨부되는 특허청구범위에 의해 정의되는 본 발명의 사상 및 범위에 속하는 모든 변형물, 균등물 및 대체예를 포함하는 것을 의도하는 것이다.

### 실시예

본 발명은 트랜스플렉티브 디스플레이에 적용가능하며 특히 컬러 트랜스플렉티브 디스플레이에 유용하다고 사료되며, 이 컬러 트랜스플렉티브 디스플레이는 반사된 상광이 주위 섭광(ambient glare)으로부터 분리되어 관찰자에게 보이는 상의 관찰가능성이 향상된다.

트랜스플렉티브 디스플레이(100)의 개략적인 구상이 도1에 도시된다. 디스플레이 유닛(102)(통상, 액정 디스플레이(LCD) 등)은 제어기(104)에 연결되며, 이 제어기는 디스플레이(102) 상에 표시된 정보를 제어한다. 하나 이상의 층의 광학 필름으로부터 형성된 트랜스플렉터(106)는 디스플레이 유닛(102) 아래에 위치한다. 전력 공급기(108)는 전력을 디스플레이 제어기(104), 디스플레이 유닛(102), 그리고 광원(110)에 공급한다. 광원(110)은 적합한 모든 유형의 광원으로 할 수 있으며, 예로써, 하나 이상의 형광튜브, 하나 이상의 발광다이오드 등이다. 광원(110)은 빛을 바람직한 방향으로 배향하는 것을 보조하는 선택적인 반사기(111)를 포함한다. 전력 공급기(108)는 배터리, 재충전가능한 배터리, 또는 기타 전력원이다.

디스플레이 유닛(102)은 통상 상부 흡수 편광기(112) 및 하부 흡수 편광기(114)를 포함한다. 액정층(116)은 이 상부 및 하부 흡수 편광기(112, 114) 사이에 개재된다. 유리층(도시않됨)이 흡수 편광기(112, 114)와 액정층(116) 사이에 배치될 수 있다. 디스플레이 유닛(102)은 통과하는 빛의 일부의 편광을 변화시킴으로써 작동한다. 색상 필터(118)는 통상 특정한 색상을 디스플레이 유닛(102)의 특정 화소에 제공하는 데 사용된다.

컬러 디스플레이는 통상 후광 모드에서 작동한다. 그러나, 강한 태양광과 같은 강한 주위광의 조건에서는, 컬러 디스플레이는 관찰하기 어렵고 상은 쓸러나가 보인다. 이러한 환경에서, 상을 형성하는 후광 및 주위광의 조합을 이용하는 것이 유용하며, 상은 주위광이 강할 때 더 밝게 보이며 보기 쉽다. 트랜스플렉터(106)는 디스플레이 유닛(102)을 통과한 주위광을 반사하며 후광에 의해 생성된 빛을 디스플레이 유닛(102)로 투과시킨다. 따라서, 디스플레이(100)는 후광, 주위광, 또는 둘 다를 이용하여 작동될 수 있다.

다른 편광 상태의 빛에 대한 디스플레이(100)의 작동을 설명한다. 흡수 편광기(112)를 통해 투과된 편광 상태의 주위광(120)은 액정층(116)을 통해 하부 흡수 편광기(114)로 투과된다. 액정층(116)을 통과한 빛이 하부 흡수 편광기(114)에 의해 통과된 편광 상태인 경우, 빛은 트랜스플렉터(106)로 끝까지 투과된다. 트랜스플렉터(106)로부터 반사된 빛(122)은 디스플레이 유닛(102)을 다시 통과하며 관찰자에게 관찰된다. 디스플레이 유닛(102) 상의 다른 장소에서, 액정층 안으로 통과하는 빛(124)은 흡수되는 편광 상태로 하부 흡수 편광기(114)에 이른다. 따라서, 디스플레이 유닛(102)의 이 지점으로부터 빛은 관찰자에게 이르지 않는다. 따라서, 차단광 또는 반사광에 다른 색상의 화소를 제어함으로써, 반사된 빛의 상은 관찰자에게 나타난다.

빛(120, 124)과 다른 편광으로 상부 흡수 편광기(112) 상에 입사되는 주위광(도시않됨)은 상부 편광기(112)에 의해 흡수된다.

후광에 의해 조명된 상은 다음과 같이 관찰자를 위해 형성된다. 광원(110)은 후광 유닛(126)으로 들어가는 빛(112)을 생성한다. 도시된 실시예에서, 후광 광학 유닛(126)은 광안내기(128)을 포함하며, 이 광안내기(128)는 반사기를 가질 수 있는 광원(110)으로부터 빛을 디스플레이(100)에 걸쳐 안내하며 디스플레이 유닛(102)를 향해 상향으로 빛을 방사한다. 일 실시예에서, 광안내기(128)는 굽은 단부(130)가 광원(110)에 의해 조명되는 투과성 웨지(transmissive wedge)를 포함한다. 광안내기(128)의 상면과 하면의 하나 또는 둘 다를 따라 확산성(diffusive) 또는 확산적인 반사성(diffusely

reflective) 패드(132, 134)는 광안내기(128)로부터 디스플레이 유닛(102)을 향해 빛을 추출하는 데 사용될 수 있다. 후광 유닛(126)은 또한 광안내기(128) 아래에 반사기(136)를 포함하여, 광안내기(128)의 하면을 통해 투과된 빛을 반사한다. 반사기(136)는 확산 반사기 또는 정반사 반사기일 수 있다.

후광 유닛(126)은 디스플레이 유닛(102)로 지나가는 빛을 조절하는 하나 이상의 광 조절 광학 필름(light management optical film, 138)을 포함할 수 있다. 예로써, 광 조절 광학 필름은 빛을 디스플레이 축(140)에 더욱 근접하게 조종하는 하나 이상의 프리즘 리브 광도 보강 필름(prismatically ribbed brightness enhancing film)을 포함할 수 있다. 일 접근예는 두 층의 프리즘 광도 강화 필름을 프리즘 리브 한 층의 방향이 다른 층의 프리즘 리브에 대략 수직으로 배위되어 사용하여, 2차원의 빛이 디스플레이 축(140)을 향하도록 조종하는 것이다. 후광 유닛(126)은 또한 빛을 확산 반사기(136)로 다시 반사하는(다른 경우, 하부 흡수 편광기(114) 내에서 흡수됨) 반사성 편광기를 포함할 수 있다.

트랜스플렉터(106)를 향해 방사된 빛(142)은 하부 흡수 편광기(114) 및 액정층(116)을 통해 투과된다. 액정층(116)으로부터 상부 흡수 편광기(112) 안으로 방사된 빛의 편광은 상부 흡수 편광기(112)에 의해 통과된 편광 상태이며, 상광(144)으로서 사용자를 향해 방사된다. 디스플레이 유닛(102)를 향해 투과된 다른 빛(146)은 하부 흡수 편광기(114)를 통해 투과되며 액정층(116)의 다른 부분 상에 입사된다. 이 경우, 빛(146)은 상부 흡수 편광기(112)에 의해 흡수되는 편광 상태로 상부 흡수 편광기(112)에 도달하며, 사용자에게 보이지 않는다. 따라서, 후광 유닛(126)으로부터 디스플레이 유닛(102)을 통과하는 빛의 공간선택적 편광 제어는 사용자가 광원(110)으로부터 방사된 빛에 의해 형성된 상을 보게 한다.

어떤 조건에서는, 트랜스플렉터(106)가 입사된 주위광의 100%를 반사하지 않을 수 있으며, 입사된 후광의 100%를 투과하지 않을 수 있다는 것이 파악될 것이다. 이것은 디스플레이(100)가 비-반전 디스플레이(non-inverting display)로서 작동하게 하며, 이것은 예를 들어 조명된 청색 화소가 주위 및 후광 조명에 대해 여전히 조명된 청색화소로 남는 것을 말한다.

트랜스플렉터(106)를 살펴보기 전에 단색 디스플레이 및 컬러 디스플레이 간의 차이점을 검토하는 것이 바람직하다. 단색 디스플레이는 손목시계, 핸드폰 등과 같은 휴대장치에 일반적으로 사용된다. 단색 디스플레이 상에 표시되는 정보의 유형은 종종 약간의 그래픽 정보를 가지는 문자숫자식의 언어이다. 이러한 정보는 높은 공간적 또는 회색 스케일 해상도를 요하지 않거나, 일정한 색상 특징을 요구하지 않으므로, 예를 들어 태양광, 형광, 그리고 백열광 아래에서 이동할 때와 같은 주위광의 큰 특징 변화는 단색 디스플레이에 의해 생성된 상의 등급에는 큰 영향을 미치지 않는다. 따라서, 단색 디스플레이의 일반적인 디폴트 모드는 주위 조명으로 두며, 배터리 수명을 늘리기 위해 후광은 주위광이 부족한 경우에 보충적으로만 사용된다. 단색 디스플레이의 트랜스플렉터는 통상 60-90% 범위의 반사율을 가졌다. 나아가, 단색 시스템에서의 후광 사용은 때때로 상의 색상의 반전을 초래한다. 즉, 주위 조명하에서 암명(dark on light)으로 보이는 것이 후광 하에서 명암(light on dark)으로 보인다. 단색 디스플레이에서, 이러한 반전은 사용자에게 불편하지만, 여전히 관찰가능한 상으로 남는다.

컬러 디스플레이는 단색 디스플레이보다 훨씬 더 정확성이 요구되어 왔다. 먼저, 주위 조명 조건에 상관없이 표시된 상의 색균형을 유지하는 것이 중요하다. 즉, 사용자는 백열등에 의해 조명되는 방에서 형광등에 의해 조명되는 방으로 옮겨갈 때 특정한 상의 색상이 크게 변화되는 디스플레이를 선호하지 않을 수 있다. 컬러 디스플레이가 일반적으로 사용되는 일 응용예는 랩톱 컴퓨터에 있다. 랩톱 컴퓨터의 디스플레이는 통상 투과성 디스플레이이며, 상을 형성하는 데 후광 조명만을 사용한다. 이것은 일정한 색균형과 그레이 스케일(gray scale)을 보장한다. 강한 주위 조건 하에서, 예를 들어, 햇빛의 직사광선인 경우, 순수한 투과성 디스플레이 상의 상은 상과 디스플레이 스크린으로부터 반사된 주위광 사이에 대조가 부족해 씻겨져 나간다(washed out). 따라서, 어떤 조명 조건 하에서는, 순수한 투과성 디스플레이는 유용하지 않다.

트랜스플렉터를 컬러 디스플레이에 추가하는 것은 후광에 더해 입사된 주위광을 이용하여 상을 형성할 수 있게 한다. 따라서, 컬러 디스플레이는 보다 넓은 영역의 조명 조건에서 작동될 수 있다. 컬러 디스플레이 작동의 디폴트 모드는 통상 후광 조건이므로, 트랜스플렉터(106)는 단색 디스플레이에서보다 훨씬 높은 분율의 후광을 투과시킨다. 예를 들어, 트랜스플렉터를 통한 투과는 약 10%-99%의 범위이며, 바람직하게는 약 70% 내지 약 90%이다. 트랜스플렉터(106)에서 흡수가 없다고 가정하면, 이것은 트랜스플렉터 반사율을 약 10% 내지 약 30%가 되게 한다.

더 나아가, 컬러 디스플레이에서의 색상 반전은 사진 필름에 의해 생성되는 컬러 네가티브(color negative)와 같이 보이는 상의 생성을 초래한다. 이러한 상은 통상 사용자에게 비적합하므로, 컬러 디스플레이에 사용될 수 있는 트랜스플렉터 유형은 비반전형이다. 부분 반사기/부분 투과기와 같은 비반전 트랜스플렉터의 사용은 주위 상이 후광 상에 중첩되게 하며, 이것은 디스플레이가 주위 및 후광 조명의 조합 하에서 사용될 수 있게 한다.

비반전 트랜스플렉터(206)의 일 실시예의 개략적인 단면도가 도2A에 제시되어 있다. 트랜스플렉터 층(210)은 제1 미세구조화된 층(212) 및 제2 미세구조화된 층(214)을 포함한다. 두 개의 미세구조화된 층(212, 214) 사이에는 부분 유전체 반사기(216)가 개재되며, 이 부분 유전체 반사기(216)는 미세구조화된 층(212, 214)의 형태에 잘 맞는다. 미세구조화된 층(212, 214)는 통상 광학적으로 투명한 폴리머 재료로 형성된다.

금속 부분 반사기(metallic partial reflector)가 단색 디스플레이에서 트랜스플렉터를 위해 널리 사용되고 있지만, 금속 트랜스플렉터는 컬러 디스플레이에는 덜 적합하다. 단색 디스플레이에서, 트랜스플렉터의 반사율은 상대적으로 높다(예를 들어, 60-90%의 범위). 이로 인해, 금속 트랜스플렉터는 상대적으로 두꺼운 금속층으로부터 제작된다.

컬러 디스플레이에서, 부분 반사기의 반사율은 보다 낮으며 10-30% 범위이다. 이 범위의 반사율을 가지는 금속 부분 반사기는 단점이 매우 많다. 금속층의 반사율은 그 두께에 좌우된다. 이러한 낮은 반사율은 매우 얇은 금속 필름을 요하는데, 이는 균일하게 침착시키기 어렵다. 또한, 낮은 반사율을 가지는 금속 부분 반사기의 색상은 높은 반사율을 가지는 것과 다르다. 예를 들어, 낮은 반사율을 가지는 얇은 은색 코팅은 높은 반사율을 가지는 것보다 높은 분율의 청색광을 투과시키며, 반사된 상에 전체적으로 황색 외관을 가지게 한다. 또한, 얇은 금속 층은 흡수에 의해 수 퍼센트의 빛을 잃을 정도로 손실이 크다.

진주광택 및 안료의 반사기는 컬러 LCD에 적합하지 않다. 반사율 및 확산율의 정도는 통상 연관이 있어서, 디스플레이 유닛의 설계 변수는 극도로 제한된다. 더 나아가, 흩어진 빛의 편광은 보존되지 않으므로, 편광 의존성 LCD에 더 많은 손실을 입힌다.

부분 유전체 반사기(216)를 제공하는 바람직한 접근법은 층구조의 유전체 구조물을 제공하는 것이다. 층구조의 유전체 구조물은 서로 다른 굴절률을 가지는 다수의 유전체 층을 포함한다. 층구조의 유전체 반사기(216)의 일 예는 낮은 굴절률의 구조화된 표면 위에 배치되는 상대적으로 높은 굴절률 재료의 단일층이다. 이 경우, 상대적으로 낮은 굴절률을 가지는 재료의 오버레이어(overlayer)는 낮은 굴절률의 구조화된 표면으로부터 상대적으로 높은 굴절률 층의 다른 면 상이 될 수 있다. 오버레이어의 예로는 공기층 또는 층(214)와 같은 편광층을 들 수 있다.

다른 접근법은, 높은 굴절률과 낮은 굴절률 재료를 교번하는 다중 쌍이 제공되어 유전체 반사기를 형성하는 것이다. 특정 파장  $\lambda$ 에 최적화된 반사에서, 서로 다른 층들은 4분의1 파장( $\lambda/4$ )의 흡수 배의 광학 두께를 가진다. 파장 범위를 걸쳐 최적화된 반사에서, 층의 두께는 변할 수 있다. 층들의 개수, 두께 및 굴절률은 선택된 파장 범위를 걸쳐 바람직한 반사율을 가지는 부분 반사기를 제공하도록 결정될 수 있다. 또한, 부분 반사기의 반사율은 부분 반사기 상의 특정한 입사각에 적합하도록 조정될 수 있다.

어떠한 적합한 재료라도 높은 굴절률 및 낮은 굴절률의 층에 사용될 수 있다. 예를 들어, 폴리머는 서로 다른 층들에 사용될 수 있다. 또한, 불소화 폴리머(fluorinated polymer)는 통상 낮은 굴절률을 가지며 특히 낮은 굴절률의 층 또는 층들에 유리하다. 나노-세라믹을 홀트린 폴리머는 높은 굴절률을 가질 수 있으며, 높은 굴절률 층 또는 층들에 사용되는 것이 특히 유용하다. 비폴리머 유전체 재료도 사용될 수 있다. 높은 굴절률의 층 또는 층들에 유용한 금속계 재료로는 산화티타늄(titanium dioxide), 산화주석(tin dioxide), 산화인듐주석(indium tin oxide) 및 황화아연(zinc sulfide)이 있습니다. 상대적으로 낮은 굴절률의 층에 유용한 비폴리머 재료로는 불소화마그네슘(magnesium fluoride), 산화실리콘(silicon dioxide) 등이 있다.

단일층 유전체 반사기를 가지는 트랜스플렉터의 실시예에서는, 기관의 굴절률은 대략 1.3-1.8의 범위에 놓이며, 유전체 반사기의 굴절률은 대략 1.8-2.3의 범위에 놓인다. 편광층이 없다면, 반사기가 공기 중에 놓일 경우, 유전체 반사기 위의 재료의 굴절률은 약 1이다. 편광층이 있다면, 유전체 반사기 위의 재료의 굴절률은 대략 1.3-1.8의 범위에 놓인다.

판들의 과일(pile of plates)라고 불리는 다른 접근법에서, 층구조의 유전체 반사기는 다수의 유전체 재료 층을 포함하며, 이 층들의 두께는 광학 두께가 특정 4분의1 파장의 흡수배가 되도록 선택될 필요는 없다. 이러한 경우, 이러한 층들 사이의 반사는 4분의1 파장 적층의 경우와 같이 간섭성(coherent)일 필요는 없다.

유전체 반사기 층을 이용하는 장점 중 하나는 금속 반사기와는 달리, 색상 등급이 반사율 값에 직접적으로 연관되지 않는다는 점이다. 대신, 반사율 값이 층들 사이의 굴절률 차이 및 층의 개수에 관계된다. 또한, 유전체 반사기는 흡수 손실을 도입하지 않는다. 나아가, 확산성 입자가 예를 들어 반사성 층 또는 층들, 또는 인접 층들 내의 트랜스플렉터로 도입될 수 있

다. 확산성 입자는 주재료(host material)와 조금 다른 굴절률을 가지는 재료로 형성될 수 있어서, 분산각(scatter angle)의 크기가 줄어들 수 있으며 탈편광(depolarization)의 양도 줄어든다. 따라서, 진주광택 반사기와 달리, 유전체 트랜스플렉터의 반사율의 수준은 확산 양에 연관되지 않아 보다 높은 설계 융통성(design flexibility)을 제공한다.

트랜스플렉터(206)를 형성하는 일 접근법은 미세구조화된 표면을 형성하는 적합한 기술을 이용하여 먼저 미세구조화된 층들(212, 214) 중 하나를 형성하는 것이다. 예를 들어, 하부 미세구조화된 층(212)은 기관(218) 상에 미세구조화된 층(212)을 성형하는 패턴화된 도구를 이용하여 형성된다. 다른 접근법에서는, 하부 미세구조화된 층(212)이 기관(218) 상에 열적 엠보싱처리(thermally embossing)로 형성된다. 하부 미세구조화된 층(212)은 기관(218)과 동일한 재료로 제작될 수 있고, 또는 다른 재료로 제작될 수 있다. 미세구조화된 표면이 일단 형성되면, 부분 반사기(216)는 미세구조화된 표면 상에 침착된다. 기관(218)은 폴리에스테르 필름, 폴리카보네이트(PC) 필름, 트라이-아세테이트 셀룰로오즈(TAC) 필름 등과 같은 비교적 연성(flexible)의 재료로 형성되며, 또는 두꺼운 PC층, 아크릴 층, 유리 층 등과 같이 비교적 경성(rigid)의 재료로 형성될 수 있다. 기관(218)은 디스플레이 내의 다른 부품과 별도로 들 수 있으며, 또는 다른 디스플레이 부품을 포함할 수 있다. 예를 들어, 기관(218)은 디스플레이 유닛의 하부면, 예를 들어, 유리 층 또는 흡수 편광기일 수 있다. 다른 예로, 기관(218)은 반사성 편광기, 예를 들어, 다중층 반사성 편광기 또는 콜레스테릭 편광기(cholesteric polarizer)와 같은 후광 광학 유닛(138)으로부터의 층일 수 있다. 반사성 편광기는 후광 광학 유닛(138)의 일부를 형성할 수 있다.

나머지 미세구조화된 층(214)은 나이프 코팅(knife coating) 또는 캘렌더링 롤(calendering roll)과 같은 편광 가공을 이용하여 형성된다. 편광 가공은 방사 경화 아크릴레이트(radiation cured acrylate) 또는 용제-주조 폴리머(solvent-cast polymer)와 같은 재료를 이용할 수 있다. 상부 미세구조화된 층(214)은 부분 반사기(216)의 긴 사용수명에 적합한 재료로 형성될 수 있다.

선택적인 층(220)은 추가적인 접착층이며, 이는 트랜스플렉터(206)를 다른 요소, 예를 들어, 디스플레이 유닛의 하부 흡수 편광기에 부착하는 데 사용된다. 다른 실시예에서, 층(220)은 생략될 수 있고 층(214)이 접착층으로 형성되어, 편광층(214)이 또한 트랜스플렉터(206)를 디스플레이 유닛(102)의 하부면에 부착할 수 있는 접착층이 되게 한다.

피치 P-미세구조화된 부분 반사기(216)의 각진 반사기(224)의 길이-는 트랜스플렉터와 디스플레이 유닛(102) 사이의 모아레 효과(Moire effects)를 줄이도록 선택될 수 있다. 피치는 둘 이상의 각진 반사기(224)가 디스플레이 유닛의 각 화소와 관련되도록 선택될 수 있다.

각진 반사기(224)의 기저각은  $\theta$ 로 표시된다. 부분 반사기(216)는 입사광(226)으로부터 온 반사광(228)의 방향의 선택적인 각제어를 제공하도록 구성된다. 이러한 방법으로, 디스플레이 유닛(102)를 통과하는 입사된 주위광은 바람직한 방향으로 또한 섬광(glare)으로부터 멀리 배향될 수 있다. 섬광은 디스플레이 내의 다른 표면으로부터 입사된 주위광의 정반사의 의해 발생하는 경향이 있다. 투과된 빛(230), 예를 들어, 후광으로부터 투과된 빛은 트랜스플렉터(206)를 통과하며, 층(212, 214)의 굴절률이 동일한 경우에는 굴절 없이 트랜스플렉터(206)를 통과할 수 있다. 기저각  $\theta$ 는 통상 2-20도의 범위이며, 바람직하게는 6-10도이다.

트랜스플렉터(240)의 다른 실시예는 도2B에 개략적으로 도시되어 있으며, 도2B는 접착층(250)을 통해 디스플레이 유닛(102)의 하부층(252)에 부착된 기관(248)을 보여준다. 유전체 반사기(246)는 기관(248) 상에 침착되며 편광층(242)은 광원으로부터 디스플레이 유닛으로 통과하는 빛을 위해 실질적으로 평면인 하부면(243)을 제공한다.

트랜스플렉터(260)의 다른 실시예에서, 홀로그래픽면(262)이 기관(264) 상에 형성된다. 홀로그래픽면(262)은 유전체 반사기(266)로 덮혀진다. 유전체 반사기(266)는 홀로그래픽면의 표면 구조와 같은 구조를 가지며, 홀로그래픽 반사기로서 기능한다. 유전체 반사기(266)는 아래에 놓인 홀로그래픽면의 형상 때문에 빛을 정반사 방향 이외의 방향으로 우선적으로 반사시키도록 구성된다. 예를 들어, 유전체 반사기(266)는 -30도 방향으로 입사된 주위광(270)을 +30도 방향 대신에 트랜스플렉터(260)에 수직하는 방향(272)으로 반사시키도록 구성된다. 트랜스플렉터(260)는 편광층(268)을 구비하며, 이는 접착층일 수 있으며 확산성 입자를 포함할 수 있다.

디스플레이의 평면에 대해 빛이 전진하는 방향들을 정의하는 것이 유용하다. 이는 도3을 참조하여 수행된다. 디스플레이(300)는 x-y 평면 상에 놓인다. 디스플레이(300)에 수직인 직선(302)은 중심선이며 이는 z축에 평행하다. +y 방향의 성분을 가지는 방향은 하측으로, -y 방향의 성분을 가지는 방향은 상측으로 불린다. +x 방향의 성분을 가지는 방향은 좌측으로, -x 방향의 성분을 가지는 방향은 우측으로 불린다.

어떤 조건에서 반사된 상광이 섬광으로부터 분리되는 것은 유용하며, 이 경우 기저각  $\theta$ 는 영(zero)이 아니다. 이것은 상광이 주위 섬광 피크 쪽으로 배향되게 한다. 섬광과 반사된 상광의 각분리(angular separation)는 대략 30도인 경우, 기저각  $\theta$ 는 대략 10도이다(빛은 대략  $2n\theta$ 의 각에서 반사되며, 이때  $n$ 은 반사기에 반사되기 전 및 후에 빛이 전진하는 재료의 굴절률이다).

반사된 상광과 섬광 간의 각분리는 도4에 제시된 도표를 참조하여 더 설명한다. 축이 교차하는 각 도표의 중심은 z축에 평행한 중심선을 나타낸다. 각 도표의 축을 따라 이동하면 각이 0도에서 90도로 증가한다. 도시한 것은 도표의 상부로부터 30도 각으로 입사된 것으로 가정되어, 정반사를 나타내는 섬광 피크(402)는 중심으로부터 하향 방향으로 30도이다.

미세구조화된 트랜스플렉터로부터의 빛의 반사의 계산값은 스폿 404a 내지 404h로 도시된다. (a)에서, 각진 반사기의 기저각은 6도로 가정하며, 연속적인 도표(b) 내지 (h)에서 각각 2도씩 증가한다. 따라서, (h)는 20도의 기저각을 나타내는 반면, (c)는 10도의 기저각을 나타낸다.

접착층(220) 또는 다른 층은 확산성을 제공할 수 있다. 예를 들어, 접착층(220)은 확산 입자를 접착 매트릭스 내에 구비할 수 있다. 그러나, 이것은 통상 회전대칭 확산성(rotationally symmetric diffusion)이며, 상-하 방향에서와 같이 좌-우 방향에서 동일한 확산각을 생성한다. 어떤 조건에서는, 회전대칭식 확산성을 가지는 것보다 상광을 바람직한 관찰 방향을 따라 퍼트리는 것이 바람직하다. 이 방법으로, 높은 후광 투과성을 유지하면서 높은 반사 광도를 얻을 수 있다.

도3을 다시 참조하면, 많은 휴대 파지형 장치, 예를 들어, 파지형 무선전화에서, 주위광은 통상 업-센터 평면(up-center plane), 즉, 위로부터 입사되며 빔(310)으로 표시된다. 주위광은 각  $\Phi_g$ 로 디스플레이(300) 상에 입사된다. 작은 정도의 확산에 의해 어느 정도의 각분산을 가질 수 있는 결과물 섬광은 통상 빔(312) 주위의 중심에 위치하며 또한 각  $\Phi_g$ 이다. 그러나, 상광을 중심선 주위 또는 근접한 관찰 범위에서 사용자에게 제공하는 것이 통상 바람직하다. 이로 인해, 디스플레이 트랜스플렉터가 희망하는 관찰 범위에 최대 반사된 상을 제공하며 다른 관찰 방향을 걸쳐서는 낮은 광도를 제공하는 것이 유리할 수 있다.

빛을 모든 방향으로 분산시키는 확산기에 의존하지 않고 선택적인 각반사제어(angular reflective control)를 제공하는 일 접근법은 트랜스플렉터의 평면에 서로 다른 각도로 각진 반사기를 가지는 트랜스플렉터를 이용하는 것이다. 이러한 트랜스플렉터(506)의 일 실시예가 도5에 개략적으로 도시되어 있다. 명확성을 위해, 트랜스플렉터의 오직 하나의 미세구조화된 층(508)만을 도시한다. 부분 반사기가 미세구조화된 층(508)의 형태에 맞도록 배치되며, 편광층이 부분 반사기 위에 구비될 수 있는 것이 이해될 것이다. 도시된 실시예에서, 트랜스플렉터(506)는 서로 다른 기저각  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $\theta_3$ 을 각각 가지는 세 개의 각진 반사기(510, 512, 514)의 세트(509)를 포함한다. 이러한 구조는 반사기를 형성하는 프리즘의 축에 수직인 평면에서 반사된 상광의 전개(spread)를 프리즘의 기저각의 적절한 범위를 선택함으로써 제어하는 데 사용될 수 있다. 반사기의 패턴은 디스플레이 유닛(502)의 디스플레이 화소(픽셀)의 치수  $d$ 보다 작거나 같은 단위 셀의 반복을 가지도록 만들어질 수 있다. 반사기(509)의 세트는 기타 개수의 반사기, 예를 들어, 두 개, 네 개 또는 그 이상을 가질 수 있다.

반사기(509)의 세트는 어떠한 바람직한 순서로도 반사기들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 반사기는 기저각을 증가시키거나(도시된 바와 같이) 기저각을 감소시키는 순서 또는 임의의 순서로 배열될 수 있다. 더 나아가, 반사기(509)의 세트를 형성하는 반사기들은 모두 동일한 피치를 가지거나, 도5B에 도시된 예시에서와 같이 다른 피치를 가질 수 있다.

서로 다른 기저각을 가지는 반사기의 세트를 포함하는 광학 결과의 일 예는 도6에 제공되며, 이는 도4와 유사한 도표를 도시하며, 단위 셀은 기저각이 6도에서 20도까지 1도의 스텝으로 범위가 정해진 다수의 각진 반사기로 형성되었다. 관찰각 반응은 중심-위의 범위(center-to-up range)에 주로 전개된다. 어떤 확산은 어떤 측광의 전개를 수용하는 것으로 가정된다. 대신, 중심-아래의 관찰 방향(center-to-down viewing direction)으로 채우는 것이 바람직하다면, 10도 미만 범위의 기저각을 가지는 각진 반사기가 사용될 수 있다.

반사된 빛의 각범위의 각제어를 제공하는 다른 접근법이 도7A에 개략적으로 도시되어 있으며, 이는 미세구조화된 층(702)을 도시한다. 부분 반사기 층(704)은 미세구조화된 층(702) 위로 침착되어 미세구조화된 층(702)과 동일한 형태를 가진다. 편광된 층(도시않음)이 부분 반사기 위로 추가될 수 있다.



이 실시예에서, 반사기(706)는 비선형 측면(708)을 가진다. 측면(708)은 도7B에 도시된 바와 같이, 곡률 반지름을 가지거나, 비구형(non-spherical)이거나, 일련의 불연속 선형 단편(discrete linear segment, 718)일 수 있다. 다수의 반사기(706)는 디스플레이 유닛의 픽셀과 관련될 수 있다. 일 픽셀에 관련된 반사기(706)는 동일한 비선형 형태를 가지거나, 다른 비선형 형태를 가질 수 있다.

6도에서 20도의 측면 각 범위의 만곡된 측면을 가지는 트랜스플렉터의 계산된 성능을 도시하는 도표가 도7C에 제시된다. 중심-위 방향(center-to-up direction)을 따른 충전(filling)은 명백하며, 약간의 측면 전개를 보유하도록 추가된 확산을 가진다. 다른 비선형 프로파일을 가지는 측면의 사용은 다른 범위의 관찰각의 충전이 얻어지게 한다.

어떤 확산은 좌-우 방향의 어느 정도의 관찰가능성을 제공하는 데 종종 유리하다. 측면 전개의 양은 중심-위 전개의 양에 비해 비교적 작다. 어떤 구성에서는, 반사기의 측면이 어떤 측면 전개를 제공하도록 조정된다. 이러한 측면 전개는 회전대칭식 확산, 예를 들어, 대형 확산기(bulk diffuser)로부터 제공되거나, 회전대칭식 확산 없이 제공될 수 있다.

반사기(802)이 일 예가 도8A에 개략적으로 도시되어 있으며, 이는 실질적으로 만곡한 표면(806)을 가지는 반사기 측면(804)을 도시한다. 반사기(812)의 다른 예가 도8B에 개략적으로 도시되어 있으며, 이는 임의 또는 가-임의(pseudo-randomly)로 만곡된 표면(816)을 가지는 반사기 측면(814)을 도시한다. 이러한 표면 조정(modulation)은 반사기 측면의 기울기에 수직한 방향으로 반사된 빛의 측면 전개를 제공한다.

반사기 측면의 조정(modulation)은 마스터 주형(master mold) 또는 엠보싱 도구를 생성할 때 절삭 도구의 깊이를 조정함으로써 제공될 수 있다. 조정(modulation)은 측면에서 측면으로 등록되거나, 오정렬되거나, 측면에서 측면으로 임의 또는 가-임의적(pseudo-random)일 수 있다. 측면 확산이 또한 대형 확산기 층을 이용하는 것과 같은 다른 방법을 이용하여 도입될 수 있다.

트랜스플렉터에 사용될 측면각(facet angle)의 선택을 결정하는 데 있어서, 특정한 서브세트(subset)의 관찰각 범위는 다른 각에 비해 더 바람직한 경우가 있다. 예를 들어, 중심-하측 방향을 따라, 사용자는 디스플레이 광도가 중심 근처에서 가장 높고 이에 따라 더욱 극한 하측(extreme down)의 위치가 샘플링될 때 작아지는 것을 희망할 수 있다. 결과물 구조는 위에 설명한 것과 다를 수 있다. 중심 관찰 방향 근처에서 주위 반사율(ambient reflectance)을 제공하는 기저각 또는 측면 곡률의 빈도(frequency)는 극한 하측 관찰 방향에 기여하는 주위 반사율을 제공하는 기저각/곡률의 빈도보다 더 높은 빈도를 갖도록 선택된다. 이것은 도9를 참조하여 기재되어 있으며, 도9는 평편한 반사기 측면의 집단의 기저각 빈도를 변화시킨 구조(construction)의 예상되는 성능을 도시한다.

그래프에서, 서로 다른 기저각 빈도의 몇몇 세트가 도시된다. 곡선(902)은 10도 반사기 측면만을 가지는 미세구조화된 표면을 도시한다. 이 경우, 홈 빈도(groove frequency)는 10도 측면이 1.0 또는 100%이다. 1.0의 결과물 정규화 축방향 플럭스는 데이터 포인트(910)로 도시된다. 다른 패턴들은 이 기준선 성능(baseline performance)에 대해 비교된다. 곡선(904)은 60% 10도 측면, 30% 9도 측면 그리고 10% 8도 측면을 가지는 미세구조화된 표면을 표시한다. 곡선(906)은 10도 내지 7도 범위의 기저각을 가지는 측면의 다른 빈도를 표시한다. 10도 미만의 각으로 측면을 제공하는 것은 하측 관측 방향(down viewing direction)을 따라 광분산(light spread)을 일으킨다. 그러나, 10도 미만의 기저각을 가지는 측면의 빈도는 보다 높은 기저각을 가지는 측면의 빈도에 비해 감소되며, 축방향 광도는 증가될 수 있다.

곡선(904, 906)으로부터, 각 축방향 광도값은 데이터 포인트(920, 930)에 의해 주어진다. 10도 측면의 보다 큰 퍼센티지를 유지함으로써, 축방향 광도 성능의 큰 부분이 중심-하측 방향을 따른 관찰각을 넓히면서 유지된다. 비교를 위해, 곡선(908)은 6도 내지 20도 범위의 기저각의 측면이 동일한 빈도를 가지는 균일한 경우를 표시한다. 대응하는 축방향 성능은 포인트(940)으로 표시된다. 이러한 구성에서, 30%에 대한 결과물 축방향 광도는 기재된 다른 경우에서보다 크게 낮아진다.

다른 예시(도시않음)에서, 7도 내지 10도 범위의 측면의 빈도는 각 각의 25%와 동일하다. 여기서 결과물 정규화 축방향 광도는 0.728로 계산된다. 곡선(906)에 대해 가정된 구조에서와 동일한 반사기 측면각의 정도가 이 구조(construction)에 의해 샘플링되더라도, 결과물 축방향 광도는 곡선(906)의 구조보다 더 높다.

서로 다른 빈도의 기저각 측면을 섞음으로써, 미세구조화된 트랜스플렉터의 반사된 각출력은 추가된 대칭성 확산과 관계 없이 바람직한 관찰 방향을 따라 조율(tune)되거나 최적화되어 사용되는 특정 관찰 장치의 구체적인 요구사항을 만족시킬 수 있다.

지금까지 설명한 미세구조화된 트랜스플렉터는 "홈 상향(grooves up)" 방위로 작동한다는 것이 파악될 것이다. 다른 말로, 주위광은 먼저 미세구조화된 구조의 측면 측을 타격하는 한편, 편평한 표면(plano-surface)은 그 반대 측이다. 기재된 실시예 모두는 "홈 하향(grooves down)" 구성으로 방위되며, 주위광은 미세구조화된 표면 상으로의 입사 전에 트랜스플렉터의 편평한 표면(plano-surface)를 먼저 통과한다. 디스플레이 유닛의 하부 편광기와 트랜스플렉터 사이의 어떠한 층도 편광 보존식이어서 입사되는 주위광의 가능한 많은 부분을 유지하는 것이 바람직하다. "홈 하향" 구성에 적합한 기관으로는 폴리카보네이트와 같은 등방성 필름이나 흡수성 또는 반사성 편광기가 있다. 반사성 편광기를 결합하는 것은 증진된 후광 작동을 재활용하는 편광의 추가 이익을 제공한다.

예시

도2에 도시된 트랜스플렉터(206)와 같은 트랜스플렉터가 폴리에스테르 기관(218) 상에 형성된 제1 미세구조화된 층(212) 위의 단일 산화인듐주석(indium tin oxide, ITO) 반사층(216)을 이용하여 제작되었다. 미세구조화된 층(212)은 74 중량%의 지방성 우레탄(aliphatic urethane), 25 중량%의 헥산디올 다이아크릴레이트(hexanediol diacrylate), 그리고 1 중량%의 다로쿠르 1173 하이드록시-2-메틸-1페닐-프로판-1-올(Darocur 1173, hydroxy-2-methyl-1phenyl-propan-1-one)의 구성을 가졌다. 미세구조화된 층(212)은 1.49의 굴절률을 가졌다. 반사층(216)은 약 550 나노미터에서 4분의1 파장 두께를 가지며, 1.9의 굴절률을 가졌다. 편광층(214)은 1.47의 굴절률을 가지는 부틸 아크릴레이트 접착제 층으로 형성되었다. 스티렌 비드(styrene beads)가 편광층(214) 내에 배치되어 어느 정도의 확산성을 제공한다. 구조화된 층(212)의 기저각  $\theta$ 는 6도였다.

샘플 A로 표시된 예시는 다른 두 개의 디스플레이와 비교하여 테스트되었다. 샘플 B는 상업적으로 판매되는 투과성 컬러 LC 디스플레이이며, 샘플 C는 상업적으로 판매되는 트랜스플렉티브 컬러 LC 디스플레이이며, 이는 도시바 휴대폰에 사용되는 A3013T로서 LC 유닛 자체 내에 위치한 부분 금속 반사기를 가졌다. 서로 다른 샘플들이 표1에 요약되어 있다.

[표1 샘플 설명]

**샘플 설명**

샘플 ID	샘플	비고
A	6° 구조화된 외부 트랜스플렉터	단일 층 ITO 반사기
B	OEM	상업적으로 판매되는 투과성 TFT-LCD
C	A3013T LCD	내부 거울 벤치마크

집중광 측정(spot light measurement)

집중광 측정이 실시되었으며, 여기서 디스플레이는 수직선(normal)에 대해 30도 각도로 표면 상에 입사된 시준 광빔(collimated light beam)으로 조명되며, 고니오메트릭 마운트(goniometric mount) 상의 검출기가 반사각의 함수로서 디스플레이로부터 반사된 빛을 측정하기 위해 각도를 걸쳐 지나갔다.

표1에 요약된 세 개의 샘플의 고니오메트릭 집중광 결과는 도10에 제공된다. 모든 샘플들은 조명광의 정반사(specular reflection)에 따라 그래프의 우측으로 떨어진 +30도 주위에서 큰 반사 피크를 보여주었다. 이 반사 피크의 폭은 반사시 조명광의 발산 그리고 빛의 확산량과 같은 요인에 영향을 받는다. 결과는 표준 백색 확산 반사기(노스 서튼, 뉴햄프셔의 랩스피어가 제작한 모델 번호 SRS-99-020)의 반사에 대해 표준화되었다.

내부 거울 표준 곡선 10-C에서는, 매우 넓은 관찰 각도가 수직선(normal)으로부터 거의 10도 내지 14도의 소소한 고원(slight plateau)을 가지는 것으로 보였다. 6도의 구조화된 외부 트랜스플렉터는 유사한 반사 휘도(luminance) 피크에 보다 좁은 관찰 각도를 제공하였다. 구조화된 트랜스플렉터의 빔조정 제어(beamsteering control)가 없는 경우, OEM 제어 곡선 10B의 편평한 트랜스플렉터는 관찰 범위(명목상 0도 내지 15도)를 걸쳐 바람직하지 않은 편평한 반응을 보였다.

후광 조명

샘플 A, B 및 C의 후광 성능이 동일한 후광 조립체를 이용하여 테스트되었다. 후광 조립체는 세 개의 LED, 확산기 시트, 그리고 두 개의 광도 강화 필름을 이용하는 에지-리트 광안내기(edge-lit lightguide)를 사용하였다. 디스플레이의 수직선(normal)을 따라 배치된 휘도 계량기는 디스플레이를 통해 투과된 빛의 측방향 광도를 기록하였다. 직접 후광(bare backlight)에 대한 테스트에서의 디스플레이의 휘도비 계산은 디스플레이 시스템의 유효 투과성을 산출하였다. 결과는 표 2에 나타낸다.

[표2 후광 조명의 투과성]

후광 조명의 투과성

샘플	유효 투과성
A	9.4%
B	10.8%
C	4.0%

6도의 구조화된 트랜스플렉터를 가지는 경우, 샘플 A는 샘플 B의 투과성 디스플레이와 비교하여 최초 후광 출력의 86% 이상을 보존하였다. 이것은 내부 트랜스플렉터를 가지는 트랜스플렉티브 디스플레이, 즉, 샘플 C에 매우 유리하게 비교된다. 샘플 A는 샘플 C의 후광 광도의 거의 2.4배를 제공하였다.

투과성 손실에 기여하는 각 샘플의 서로 다른 부품들은 후광 투과의 측정된 차이를 설명하는 데 고려되어야 한다. 손실의 주요한 부품은 흡수 편광기, 구멍비(패턴화된 거울을 통해 또는 흑색 매트릭스 주위의 투과성 영역, aperture ratio), 컬러 필터, 그리고 LC 편광 반응을 포함한다. 샘플 C가 항-반사 처리 전방 편광기(anti-reflection treated front polarizer)를 사용함에도 불구하고, 샘플 A, B 및 C의 전방 및 후방 흡수 편광기는 유사한 투과성을 제공한다. 이 AR 처리는 그러나 단지 몇 퍼센트 정도의 투과성 차이만을 제공한다.

색상 천이(반사광) [color shift(reflected light)]

집중광 테스트 중에 반사된 빛의 색상이 각도의 함수로 측정되었다. 색상은 측정된 개별 각도에 대해 결정되었으며, 개별 각도에서 반사된 빛의 색상은 도11의 색상 다이어그램에 좌표(x, y)로 플롯되어 있다. 곡선 11A, 11B, 11C는 11D에 도시된 바와 같이, 백색 확산 반사 표준의 반사의 포인트의 세트(대부분 중첩되어 있음)를 따라 각 샘플에 대해 도시되어 있다. 검출 각도가 변화됨에 따라 반사 표준으로부터 반사된 빛의 색상의 매우 작은 천이가 있다.

곡선 11A, 11B 및 11C의 각각을 위해, 24도에서 이루어진 측정치에 대응하는 포인트가 표시되며, 이는 30도에서 삼광 피크로 접근한다. 측정치는 -6도 내지 24도를 걸쳐 1도 간격으로 이루어지며, 도10을 생성하도록 이루어진 측정치에 대응한다. 샘플 A의 포인트의 분산은 비교적 작으며 24도에 가장 근접하는 두 개의 포인트로부터 떨어져 있고, 그 범위를 걸쳐 주위 상(ambient image)의 색상 천이가 거의 없다는 것을 나타낸다. 곡선 11B 및 11C에는 실질적으로 더 많은 분산이 있으며, 이는 이 디스플레이의 주위 상이 샘플 A보다 각도의 함수로서 더 많은 색상 천이를 보이는 것을 나타낸다. 곡선 11A의 포인트의 분산은 단일 ITO 층의 두께의 최적화 및/또는 유전체 부분 반사기 내의 다른 층의 추가로 더욱 줄어들 수 있다.

색상 천이(투과광) [color shift(transmitted light)]

서로 다른 샘플 디스플레이를 통해 투과된 빛의 색상이 측정되었다. 이 측정을 위해, 디스플레이 모듈 없이 작동하는 후광의 색상이 먼저 측정되어, 서로 다른 디스플레이 샘플을 대비하는 색상 표준을 만들었다. 색도 미터(chromaticity meter)가 디스플레이의 수직선(normal)을 따라 배치되었고, 서로 다른 샘플 디스플레이를 통해 투과된 빛의 색상이 기록되었다. 측방향 색상차는 1931 CIE 색도 공간(1931 CIE chromaticity space)를 이용하여 계산되었다. 결과는 도12에 도시되어 있다.

시각적으로, 샘플 A 및 B는 직접 후광 기준선(bare backlight baseline)로부터 x 및 y 좌표의 작은 변화로 입증되는 바와 같이, 매우 작은 변화를 제공하였다(각각 포인트 12A 및 12B). 샘플 C, 즉, 내부 거울 디스플레이는 가장 큰 색상 천이(포인트 12C)를 보였다.

지금까지 살펴본 예시에서, 반사된 빛은 비대칭적으로 섬광으로부터 각분리된다(angularly separated). 즉, 트랜스플렉터에 의해 반사된 상광은 우선적으로 섬광 피크의 한 면으로 배향된다. 이 접근법은 관찰자와 주위 광원의 디스플레이에 대한 상대 위치가 실질적으로 일정한 상황에 제한되지 않지만 특히 유용하다.

다른 접근법에서, 반사된 상광은 섬광 피크를 실질적으로 둘러싸도록 배향될 수 있다. 즉, 트랜스플렉터에 의해 반사된 상광은 섬광 피크 주위로 서로 다른 방향으로 전진한다. 이 접근법에 따르면, 관찰자는 디스플레이의 수직선(normal)을 중심으로 보다 넓은 방위각(azimuthal angle)으로부터의 반사된 상을 관찰할 수 있다. 이 접근법은 관찰자와 주위 광원의 디스플레이에 대한 상대 위치가 알려지지 않거나 가변적인 상황에 제한되지 않지만 특히 유용하다.

이 접근법을 디스플레이(1300)의 특정한 일 실시예가 도13A에 개략적으로 도시된다. 디스플레이(1300)는 액정 디스플레이와 같은 디스플레이 유닛(1302)을 가지며, 디스플레이 유닛(1302)은 트랜스플렉터(1306) 위에 배치된다. 트랜스플렉터(1306)는 구조화된 표면(1312)를 가지는 기관(1310)을 포함한다. 유전체 부분 반사기 층(1316)은 표면(1312) 상에 배치되며 구조화된 표면(1312)의 형상을 실질적으로 채용한다. 유전체 부분 반사기 층(1316)은 상술된 유전체 접근법 중 어떠한 접근법이라도 이용하여 형성될 수 있다. 오버레이어(1318)는 부분 반사기 층(1316) 위로 배치될 수 있다. 오버레이어(1318)는 편광층일 수 있다.

광선(1320, 1322)은 주위 광원으로부터의 빛을 나타낸다. 광선(1324)은 디스플레이의 수직선(1330)에 대해 각도  $\theta_1$ 로 디스플레이 유닛(1302)에 의해 반사된다. 광선(1324)은 디스플레이(1300)에 의해 발생하는 상의 관찰가능성을 간섭하는 바람직하지 않은 섬광을 나타낸다. 한편, 광선(1326, 1328)은 구조화된 부분 반사기 층(1316)에 의해 반사되며 디스플레이 유닛(1302)을 통과한 빛을 나타낸다. 따라서, 광선(1326, 1328)은 상 정보를 가진다. 광선(1326)은 부분 반사기(1316)의 "오르막(uphill)" 부분을 반영하므로, 디스플레이의 수직선(1330)에 보다 근접하게 각도  $\theta_2$ 로 배향된다. 광선(1328)은 부분 반사기(1316)의 "내리막(downhill)" 부분을 반영하므로, 디스플레이의 수직선(1330)부터 보다 멀리 각도  $\theta_3$ 로 배향된다.

기관(1310)과 구조화된 표면(1312)은 도13B에 더욱 상세히 도시되어 있다. 광선(1326, 1328)이 부분 반사기(1316)에 의해 반사될 수 있는 각도 범위는 구조화된 표면(1312)의 형상에 좌우된다. 도시된 실시예에서, 구조화된 표면(1312)은 표면이 평면(1334)에 대해 최대 각도  $\alpha$ 를 형성하는 다수의 조개모양(scallops)을 포함한다. 각도  $\alpha$ 가 더 커지는 경우, 트랜스플렉터(1306)에 의해 반사되는 빛은 더 넓은 범위를 각도를 걸쳐 분산된다. 조개모양(1332)이 예를 들어 궁형과 같이 공지된 형상으로 형성되는 경우, 각도  $\alpha$ 는 조개모양의 피치 P와 깊이 d로부터 결정될 수 있다. 구조화된 표면(1312)에 다른 유형의 프로파일이 구비될 수 있다는 것은 파악될 것이다. 예를 들어, 구조화된 표면은 오목하기보다 볼록할 수 있거나, 조개모양과 다른 곡선, 예를 들어, sine 곡선 같은 연속적인 곡선을 채용할 수 있다. 또한, 구조화된 표면은 규칙적인 패턴 또는 불규칙적인 패턴으로 형성될 수 있다. 불규칙적인 패턴은 예를 들어 피치, 특징적 높이(feature height), 또는 둘 다에 불규칙성을 포함할 수 있다.

구조화된 표면(1312)은 다수의 반사 유닛을 포함하는 것으로 상정될 수 있으며, 각 반사 유닛은 각도 범위에 따라 변하는 표면을 포함한다. 예를 들어, 각 조개모양(1332)은  $-\alpha$ 와  $+\alpha$  사이의 각도 범위를 가지는 표면의 부분을 가지며, 반사 유닛으로 상정될 수 있다. 반사 유닛의 크기는 디스플레이 유닛(1302)의 픽셀의 크기보다 작을 수 있으며, 이 경우, 디스플레이 유닛(1302)의 각 픽셀은 트랜스플렉터(1306)의 둘 이상의 개별 반사 유닛과 관련될 수 있다.

트랜스플렉터에 사용될 수 있는 구조화된 표면의 예시가 도14A에 개략적으로 도시되어 있다. 표면(1400)은 도시된 바와 같이 x-축 및 y-축을 가진다. x-방향을 따른 단면이 도14B에 개략적으로 도시되어 있다. 구조화된 표면(1412)은 이웃하는 범프(bump)의 배열을 가지며 조개모양을 이룬다. 범프의 간격 또는 피치는 액정 디스플레이 유닛의 픽셀화된 구조와 같은 디스플레이 내에 있는 다른 주기적 구조와의 상호작용에 의해 발생하는 모아레 효과를 피하도록 선택될 수 있다. 예를 들어, 범프의 피치는 다른 구조의 주기로 나누어질 때 무리수(irrational number)를 형성하도록 선택될 수 있다. 다른 예시에서, 범프 자체의 피치는 표면을 걸쳐 변할 수 있다. 표면(1412) 상의 인접한 범프의 높이는 다를 수 있다. 표면(1412)은 또한 y-방향을 따라서도 조개모양을 형성하였다.

그러나, x-방향 및 y-방향을 따른 단면의 형상은 동일할 필요가 없으며 조개모양일 필요가 없다는 것이 파악될 것이다. 예를 들어, 하나 이상의 방향의 단면이 도14C에 개략적으로 도시된 바와 같이 sine 곡선이거나, 다른 형상을 포함할 수 있다. 나아가, 각 방향의 표면(1412) 피치는 디스플레이 내의 다른 주기적 구조와의 상호작용으로부터 발생하는 모아레 효과 등을 피하도록 선택될 수 있다.

구조화된 표면(1412)은 트랜스플렉터의 수직선에 대해 작은 회전을 가지고 나머지 주기적 구조에 대해 배치되어, 트랜스플렉터의 x-방향 및 y-방향이 주기적인 구조의 축과 정렬되지 않게 할 수 있다.

도14A에 도시된 바와 같이 평면의 확산성 부분 반사기를 사용하는 구조화된 트랜스플렉터의 사용의 장점은 구조화된 트랜스가 후광으로부터의 상광의 각분산(angular distribution)을 크게 변화시키는 것을 피하면서 특정한 관찰 원뿔각을 걸쳐 반사된 상광의 분포를 제공한다는 점이다. 평면의 확산성 부분 반사기는 반사된 주위광 및 후광을 모두 분산시킨다. 후광 시준의 보존은 높은 축방향 이득(axial gain)이 바람직한 경우 중요하다.

도14A에 도시된 트랜스플렉터의 관찰 원뿔 반응의 계산값은 도15에 나타난다. 이 모델은 x-방향 피치가 29.2 마이크로미터이며 245 마이크로미터의 반지름을 가지는 것으로 가정하여, 3.41도의 최대 기울기 각도와 0.43 마이크로미터의 깊이 또는 침하(sag)로 인도한다. y-방향으로, 표면(1412)은 87.6 마이크로미터의 피치 및 502.5 마이크로미터의 반지름을 가지는 조개모양이 되며, 최대 기울기 5도 및 1.91 마이크로미터의 침하로 인도한다.

모델을 도16을 참조하여 설명한다. 거의 시준된 광선(1610)은 180도 방위각을 따라 -30도의 극각도(polar angle)로(y-z 평면, +ve y 쪽으로부터) 트랜스플렉터 샘플(1600)의 구조화된 표면으로 배향된다. 들어오는 빛의 정반사로부터 발생하는 섬광 피크는 0도 방위 방향의 광선(1612)을 따라 +30도의 극각도에서 발견된다. 구조화된 트랜스플렉터로부터의 주 반사광 분산은 도15에 섬광 피크(30도의 극각도 및 0도의 방위각에서 회색 영역의 중심에서 보다 어두운 포인트)를 둘러싸는 회색 정사각형으로 도시된다. 반사광 분포는 수직 및 수평 방향 모두를 따라 각범위(angular extent)로는 거의 대칭이다.

구조화된 표면의 최대 기울기를 조정하는 것은 도15에 도시된 반사광 분산의 각범위에 변화를 초래한다. 보다 높은 기울기를 제공하는 것은 반사된 관찰 원뿔의 각범위를 증가시키는 반면, 보다 작은 기울기는 원뿔 크기를 줄인다. 예시의 트랜스플렉터(1400)에서, 별개의 기울기 프로파일이 두 개의 직교하는 방향, 즉, x-방향 및 y-방향으로 제공된다. 이러한 설계에 따르면, 출력 반사광 분산의 각범위는 또는 이 두 방향을 따라 제어된다. 이와 같이, 대칭 또는 비대칭 반사광 분산을 생성하는 직교하는 기울기를 선택하는 것이 가능하다. 그러나, 기울기는 두 개의 직교하는 방향을 따라서만 정의될 필요가 없다는 것이 파악될 것이다. 예를 들어, 구조화된 표면은 다수의 임의적으로 배치된 둥근 범프들을 가질 수 있다. 각 둥근 범프는 방위가 대칭적으로 빛을 반사하며, 반사를 위한 바람직한 방향은 없다.

약간 확산성인 층이 디스플레이의 미용 외관을 향상시키기 위한 관찰 원뿔의 정밀한 조정(fine tuning)을 위해 구조화된 표면과 액정 디스플레이 사이에 제공될 수 있다. 트랜스플렉터는 감압접착제 또는 기타 적합한 접착제를 사용하여 액정 디스플레이에 접합될 수 있거나, 후광 시스템의 자유-부유(free-floating) 또는 기타 부품요소로서 액정 디스플레이와 관련될 수 있다.

## 예시

구조화된 표면을 성형하는 성형 도구는 구리 드럼을 다이아몬드 튜닝(diamond tuning)함으로써 형성되었다. 드럼은 회전되었고 나사가 드럼 표면에 절삭되었다. 나사는 375 마이크로미터의 반지름을 가진 절삭 에지를 가진 다이아몬드 도구로 절삭되었다. 도구의 설계 변수는 나사가 39.8 마이크로미터의 피치를 0.53 마이크로미터의 명목상 깊이(nominal depth)를 가져 3도의 최대 예상 기울기를 주는 것이다. 나사 절삭의 깊이는 1.16 마이크로미터의 소정 sine 함수 변위를 가진 절삭 도구의 깊이를 구동함으로써 변화되어 87.6 마이크로미터의 피치를 생성한다. sine 함수 절삭의 최대 예상 기울기는 3도였다.

도구는 다음의 방법을 이용하여 기관 상에 구조화된 표면을 형성하는 데 사용되었다. 수지는 폴리에스테르 층과 성형 도구의 부분 사이에 분포되었다. 수지는 74 중량% 지방성 우레탄(aliphatic urethane), 25 중량% 헥산디올 다이아크릴레이트(hexanediol diacrylate), 그리고 1 중량%의 다로쿠르 1173, 하디록시-2-메틸-1페닐-프로판-1-온(Darocur 1173, hydroxy-2-methyl-1phenyl-propan-1-one)이다. 수지는 자외선광을 폴리에스테르 층을 통해 배향시킴으로써 자외선 강화(UV cured) 처리되었다. 폴리에스테르 층/강화된 수지 시트는 성형 도구로부터 제거되었다. 강화된 수지 시트는 도14C에서와 같이 아래-나사 방향(down-thread direction)의 사인 함수 단면을 가지며 도14B에서와 같이 교차-나사 방향(cross-thread direction)의 볼록한 렌즈형의 단면을 가지는 구조화된 표면을 가졌다. 기관의 배면은 검게되어 구조화된 전방 표면으로부터의 반사만이 검출된다.

구조화된 표면으로부터 반사된 빛의 분포가 다음과 같은 방식으로 테스트되었다. 테스트 표면(1600)을 도시하는 도16을 참조하라. 거의 시준된 빛(1610)이 표면(1600)에 배향되며 반사된 빛이 검출기를 y-z 평면에서 이동시킴으로써 검출된

다. 정반사로 반사된 빛(1612)는 극각  $\phi_g$ 에서 검출되며, 이 극각은 입사광(1610)의 극각과 동일하다. 먼저, 검은 폴리메틸메타크릴레이트(polymethylmethacrylate, PMMA)의 평편한 시트에서 반사가 측정되었다. PMMA는 정반사를 생성하기만 하였다. 검출된 빛의 분포는 곡선(1702)로 도17에 도시된다. 따라서, 입사광의 원뿔각은 대략 최대 폭 절반 최대(full width half maximum, FWHM)의 5.5도였다.

코팅되지 않은 구조화된 표면은 테스트 표면(1600)으로 대체되었다. 화살표(1614)로 표시된 피두시어리 마크(fiduciary mark)는 y-축에 평행한 방향(12시 정각 위치로 일컬음)으로 표시된다. 반사광의 분포는 곡선(1704)으로 도시되며, 입사광보다 훨씬 넓은 피크, 약 13도(FWHM)를 가진다.

샘플은 수직선(1602)을 중심으로 90도의 각도를 걸쳐 회전하여, 피두시어리 마크(1614)는 x-축에 평행한 방향(3시 정각 위치로 일컬음)으로 표시되었다. 반사광의 분포는 샘플이 3시 정각 위치에 있을 때 곡선(1706)으로 도시된다. 3시 정각 위치에서 반사광 분포의 폭은 약 11도(FWHM)였다.

샘플은 다른 90도를 거쳐 회전하여, 피두시어리 마크(1614)는 -ve y-방향(6시 정각 위치로 일컬음)으로 표시하였다. 반사된 빛의 분포는 샘플이 6시 정각 위치에 있었을 때 곡선(1708)로 도시된다. 6시 정각 위치에서 반사광 분포의 폭은 약 13도(FWHM)이었다.

마지막으로, 샘플은 다른 90도를 거쳐 회전하여, 피두시어리 마크(1614)는 -ve x-방향(9시 정각 위치로 일컬음)으로 표시되었다. 반사광의 분포는 샘플이 9시 정각 위치에 있을 때 곡선(1710)으로 도시된다. 9시 정각 위치에서 반사광 분포의 폭은 약 9.5도(FWHM)였다.

12시 정각 및 6시 정각 위치의 구조화된 표면에 대응하는 곡선(1704, 1708)은 거의 정확하게 겹치며, 이는 이 방향의 구조가 표면 수직선을 중심으로 상당히 대칭이었음을 보여준다. 이 두 개의 곡선은 표면 구조 상에 도구의 나사 절삭에 따른 방향으로 형성된 홈에 대응한다.

곡선(1706, 1710)은 도구의 나사 절삭을 가로지르는 방향으로 표면 구조에 대응한다. 3시 정각 및 9시 정각 위치의 구조화된 표면에 대응하는 곡선(1706, 1710)은 근접하나 겹치지 않으며 곡선(1704, 1708)과도 겹치지 않는다. 이것은 나사 절삭을 가로지르는 구조화된 표면의 형상이 이 특정한 예시를 위해 나사 절삭을 따르는 것보다 덜 대칭적이다.

위에 본 바와 같이, 본 발명은 트랜스플렉티브 액정 디스플레이에 적용가능하며 상과 겹치는 주위광의 정반사를 감소시키는 데 특히 유용한 것으로 사료된다. 본 발명은 상술한 특정 예시에 제한되지 않으며 첨부된 특허청구범위에 개시된 바와 같이 발명의 모든 측면들을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명이 적용가능한 무수한 구조뿐만 아니라 다양한 변형물, 균등한 공정도 본 발명의 명세서를 검토에 의해 본 발명이 관련된 기술분야의 당업자에게 자명하게 된다. 특허청구범위는 이러한 변형물 및 장치를 포함하는 것을 의도하고 있다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1.

트랜스플렉티브 디스플레이 장치이며,

관찰면 및 후면을 가지며 화소를 형성하는 컬러 투과성 디스플레이 유닛, 그리고

컬러 디스플레이 유닛의 후면에 배치되는 구조화된 트랜스플렉터를 포함하며,

구조화된 트랜스플렉터는 구조화된 유전체 반사기를 포함하여 컬러 디스플레이 유닛을 통과하는 주위광을 입사각과 다른 반사각으로 반사시키며,

반사각 및 입사각은 디스플레이 수직선에 대해 측정되는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

### 청구항 2.

제1항에 있어서, 유전체 반사기는 70% 내지 90% 범위의 투과성을 가지는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

### 청구항 3.

제1항에 있어서, 투과성 디스플레이 장치는 액정 디스플레이(LCD) 유닛인 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

### 청구항 4.

제1항에 있어서, 후광을 생성하는 후광 유닛을 더 포함하며, 구조화된 트랜스플렉터는 컬러 디스플레이 유닛과 후광 유닛 사이에 배치되며, 후광은 구조화된 트랜스플렉터를 통해 컬러 디스플레이 유닛으로 지나가는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

### 청구항 5.

제4항에 있어서, 후광 유닛은 광원, 그리고 광원과 구조화된 트랜스플렉터 사이에 배치된 적어도 하나의 광조정필름(light management film)을 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

### 청구항 6.

제4항에 있어서, 후광으로부터의 빛은 입력 방향으로 구조화된 트랜스플렉터 안으로 지나가며 입력 방향과 실질적으로 평행한 방향으로 구조화된 트랜스플렉터 밖으로 빠져 나가는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

### 청구항 7.

제1항에 있어서, 구조화된 반사기는 복수의 반사 측면 세트(a plurality of sets of reflective facets)를 형성하며, 반사 측면은 디스플레이 장치의 광축에 수직하지 않으며, 반사 측면의 서로 다른 세트는 서로 다른 각 화소와 관련되며, 반사 측면의 세트는 적어도 두 개의 반사 측면을 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

### 청구항 8.

제7항에 있어서, 복수의 반사 측면 세트의 반사 측면은 실질적으로 직선이며(rectilinear), 반사 측면의 세트의 제1 반사 측면은 광축에 대해 제1 각도로 배치되며 반사 측면의 세트의 제2 반사 측면은 광축에 대해 제2 각도로 배치되고, 제1 각도의 크기는 제2 각도의 크기와 다른 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

### 청구항 9.

제8항에 있어서, 적어도 하나의 반사 측면 세트 내에서 서로 다른 반사 측면은 서로 다른 길이를 가지는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

### 청구항 10.

제8항에 있어서, 적어도 하나의 세트 내에서 서로 다른 반사 측면 기저각은 반사 측면 세트에 희망하는 평균 반사각을 제공하도록 선택되는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 11.**

제8항에 있어서, 반사 측면의 적어도 하나의 세트 내에서 서로 다른 반사 측면은 2도 내지 20도 범위의 기저각을 가지는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 12.**

제11항에 있어서, 기저각은 6도 내지 10도 범위인 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 13.**

제7항에 있어서, 적어도 하나의 반사 측면은 비선형인 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 14.**

제13항에 있어서, 적어도 하나의 반사 측면은 만곡되어 있는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 15.**

제13항에 있어서, 적어도 하나의 반사 측면은 적어도 두 개의 선형 세그먼트를 가지는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 16.**

제1항에 있어서, 구조화된 반사기는 디스플레이 유닛에 수직선(normal)에 수직한 반사부분과 디스플레이 유닛의 수직선에 수직하지 않은 반사 부분을 형성하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 17.**

제16항에 있어서, 구조화된 반사기는 디스플레이 유닛의 수직선에 수직한 위치를 중심으로 일정 범위의 각도로 설정된 반사 부분을 가지는 반사 표면을 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 18.**

제1항에 있어서, 장치가 주위광에 의해 조명되며 디스플레이 유닛이 주위광으로부터 발생하는 섬광(glare light)을 반사할 때, 구조화된 트랜스플렉티브는 상광을 주로 섬광의 한 측면으로 반사하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 19.**

제1항에 있어서, 장치가 주위광에 의해 조명되며 디스플레이 유닛이 주위광으로부터 발생하는 섬광(glare light)을 반사할 때, 구조화된 트랜스플렉티브는 실질적으로 섬광을 감싸는 상광을 반사하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.



**청구항 20.**

제1항에 있어서, 구조화된 유전체 반사기는 홀로그래픽면 위로 배치되는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 21.**

제1항에 있어서, 구조화된 트랜스플렉터는 유전체 반사기 위로 배치되며 투과성 디스플레이 유닛으로 향하는 편광층을 더 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 22.**

제21항에 있어서, 편광층은 확산 입자를 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 23.**

제21항에 있어서, 편광층은 구조화된 트랜스플렉터를 투과성 디스플레이 유닛에 부착하는 접착층인 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 24.**

제23항에 있어서, 접착층 내에 구비된 광 확산 입자를 더 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 25.**

제1항에 있어서, 구조화된 트랜스플렉터와 투과성 디스플레이 유닛 사이에 배치된 확산기(diffuser)를 더 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 26.**

제1항에 있어서, 구조화된 트랜스플렉터는 실질적으로 xy 평면에 놓이며, 구조화된 반사기는 xy 평면에 대해 기울어진 표면을 포함하여 z축에 평행한 방향으로 xy 평면에 수직하게 입사되는 빛이 기울어진 표면에 의해 xy 평면에 놓이는 성분을 가지는 방향으로 반사되는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 27.**

제26항에 있어서, 적어도 하나의 기울어진 표면은 입사광의 일부를 측방향으로 반사시켜 x방향으로 방향 성분을 가지도록 형상이 정해진 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 28.**

제27항에 있어서, 적어도 하나의 기울어진 표면은 입사광의 일부를 측방향으로 반사시켜 x 방향으로 방향 성분을 가지도록 만곡된 트랜스플렉티브 디스플레이 장치

**청구항 29.**

제27항에 있어서, 적어도 하나의 기울어진 표면은 입사광의 일부를 측방향으로 반사시켜 x방향으로 방향 성분을 가지도록 임의로 변하는 표면을 가지는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 30.**

제1항에 있어서, 구조화된 반사기는 기울어진 표면의 세트를 포함하며, 기울어진 표면의 일 세트는 투과성 디스플레이 유닛의 각 화소에 대응하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 31.**

제30항에 있어서, 일 세트의 기울어진 표면 내의 서로 다른 기울어진 표면은 서로 다른 피치를 가지는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 32.**

제1항에 있어서, 구조화된 유전체 반사기는 상대적으로 낮은 굴절률을 가지는 재료를 포함하는 기관과 기관의 구조화된 표면 상에 배치되는 부분 반사기 층을 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 33.**

제32항에 있어서, 부분 반사기 층은 기관의 굴절률보다 더 큰 굴절률을 가지는 재료의 단일층을 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 34.**

제32항에 있어서, 부분 반사기 층은 상대적으로 낮은 또한 상대적으로 높은 굴절률이 교번하는 복수의 유전체 층을 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 35.**

제32항에 있어서, 부분 반사기 층 위에 편광층을 더 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 36.**

제32항에 있어서, 기관은 대략 1.3 내지 대략 1.8 범위의 굴절률을 가지며, 유전체 반사기는 대략 1.8 내지 2.3 범위의 굴절률을 가지는 적어도 하나의 층을 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 37.**

제36항에 있어서, 기관으로부터 멀리 대향하는 유전체 반사기의 표면은 1 내지 대략 1.8 범위의 굴절률을 가지는 매체와 경계를 이루는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

### 청구항 38.

제32항에 있어서, 편광층의 굴절률은 실질적으로 기관의 굴절률과 동일한 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

### 청구항 39.

제1항에 있어서, 구조화된 유전체 반사기는 낮게 그리고 높게 교번하는 굴절률을 가지는 복수의 유전체 층을 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

### 청구항 40.

제1항에 있어서, 구조화된 유전체 반사기는 광학 두께가 선택된 파장의 4분의1의 홀수배가 아닌 복수의 유전체 층을 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

### 청구항 41.

제1항에 있어서, 적어도 하나의 광조정필름(light management film)은 리브가 제1 방향으로 배향된 제1 프리즘 리브 광도 강화 필름(first prismatically ribbed, brightness enhancing film)과 리브가 제1 방향에 수직한 제2 방향으로 배향된 제2 프리즘 리브 광도 강화 필름(second prismatically ribbed, brightness enhancing film)을 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

### 청구항 42.

제1항에 있어서, 디스플레이 유닛에 결합되어 디스플레이 유닛 상에 표시된 상을 제어하는 제어 유닛을 더 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

### 청구항 43.

트랜스플렉티브 디스플레이 장치이며,

관찰면 및 후면을 가지는 컬러 투과성 디스플레이 유닛, 그리고

컬러 디스플레이 유닛의 후면에 배치되는 구조화된 트랜스플렉터를 포함하며,

구조화된 트랜스플렉터는 구조화된 표면을 가지는 구조화된 기관과 구조화된 표면 상에 배치되는 유전체 부분 반사기를 포함하며,

디스플레이 유닛 상에 입사되는 주위광은 섬광 방향으로 섬광을 생성하며 구조화된 트랜스플렉터는 섬광 방향을 실질적으로 둘러싸는 방향 범위에 걸쳐 상광을 반사하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

### 청구항 44.

제43항에 있어서, 유전체 부분 반사기는 70% 내지 90% 범위의 투과성을 가지는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

#### 청구항 45.

제43항에 있어서, 투과성 디스플레이 장치는 액정 디스플레이(LCD) 유닛인 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

#### 청구항 46.

제43항에 있어서, 후광을 생성하는 후광 유닛을 더 포함하며, 구조화된 트랜스플렉터는 컬러 디스플레이 유닛과 후광 유닛 사이에 배치되며, 후광은 구조화된 트랜스플렉터를 통과하여 디스플레이 유닛으로 향하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

#### 청구항 47.

제46항에 있어서, 후광 유닛은 광원, 그리고 광원과 구조화된 트랜스플렉터 사이에 배치된 적어도 하나의 광조정필름(light management film)을 가지는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

#### 청구항 48.

제47항에 있어서, 적어도 하나의 광조정필름(light management film)은 리브가 제1 방향으로 배향된 제1 프리즘 리브 광도 강화 필름(first prismatically ribbed, brightness enhancing film)과 리브가 제1 방향에 수직한 제2 방향으로 배향된 제2 프리즘 리브 광도 강화 필름(second prismatically ribbed, brightness enhancing film)을 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

#### 청구항 49.

제46항에 있어서, 후광으로부터의 빛은 입력 방향으로 구조화된 트랜스플렉터 안으로 지나가며 입력 방향과 실질적으로 평행한 방향으로 구조화된 트랜스플렉터 밖으로 빠져나가는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

#### 청구항 50.

제43항에 있어서, 유전체 부분 반사기는 디스플레이 유닛의 수직선(normal)에 수직한 반사부분과 디스플레이 유닛의 수직선에 수직하지 않은 반사 부분을 형성하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

#### 청구항 51.

제50항에 있어서, 유전체 반사기는 디스플레이 유닛의 수직선에 수직한 위치를 중심으로 일정 범위의 각도로 설정된 반사 부분을 가지는 반사 표면을 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

#### 청구항 52.

제43항에 있어서, 구조화된 트랜스플렉터는 유전체 반사기 위로 배치되며 투과성 디스플레이 유닛을 향해 있는 편광층을 더 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 53.**

제52항에 있어서, 편광층은 확산 입자를 더 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 54.**

제52항에 있어서, 편광층은 구조화된 트랜스플렉터를 투과성 디스플레이 유닛에 부착하는 접착층인 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 55.**

제1항에 있어서, 구조화된 트랜스플렉터와 투과성 디스플레이에 배치된 확산기를 더 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 56.**

제43항에 있어서, 구조화된 반사기는 복수의 반사 유닛을 포함하며, 각 반사 유닛은 구조화된 반사기를 통하는 축에 대해 양의 각도 및 음의 각도로 설정된 반사 부분을 포함하고, 디스플레이 유닛은 화소를 형성하며, 디스플레이 유닛의 각 화소는 둘 이상의 반사 유닛의 일 세트 위로 배치되는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 57.**

제43항에 있어서, 기관은 상대적으로 낮은 굴절률을 가지며 유전체 부분 반사기는 기관의 구조화된 표면 상에 배치되는 비교적 높은 굴절률 재료의 단일층을 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 58.**

제43항에 있어서, 부분 반사기 층은 낮게 그리고 높게 교번하는 굴절률을 가지는 복수의 유전체 층을 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 59.**

제58항에 있어서, 유전체 층은 선택된 파장의 4분의1의 홀수배가 아닌 광학 두께를 가지는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 60.**

제43항에 있어서, 유전체 부분 반사기 위에 편광층을 더 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

**청구항 61.**

제60항에 있어서, 편광층의 굴절률은 기관의 굴절률과 실질적으로 동일한 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

청구항 62.

제43항에 있어서, 기관은 대략 1.3 내지 대략 1.8 범위의 굴절률을 가지며, 유전체 부분 반사기는 대략 1.8 내지 2.3 범위의 굴절률을 가지는 적어도 하나의 층을 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

청구항 63.

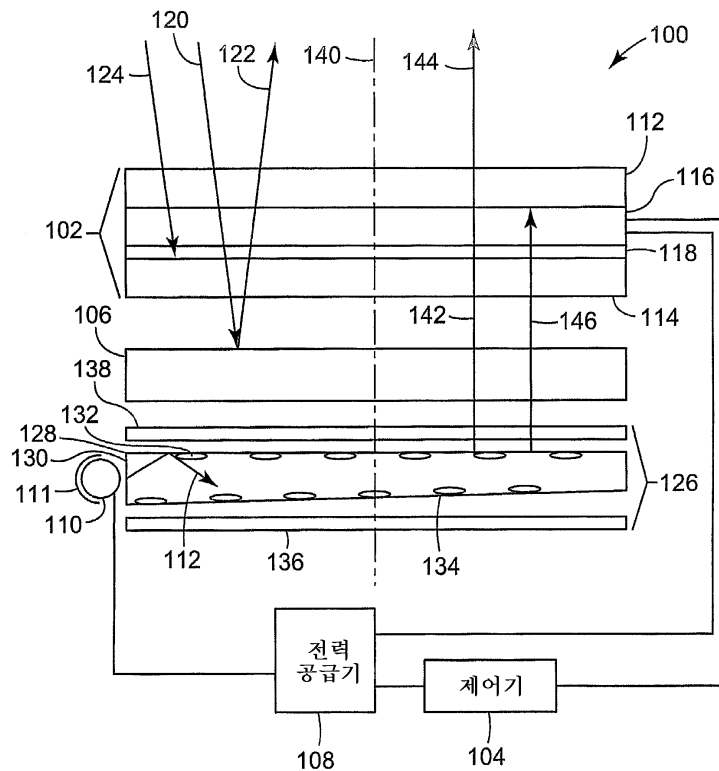
제62항에 있어서, 기관으로부터 멀리 대향하는 유전체 부분 반사기의 표면은 1 내지 대략 1.8 범위의 굴절률을 가지는 매체와 경계를 이루는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

청구항 64.

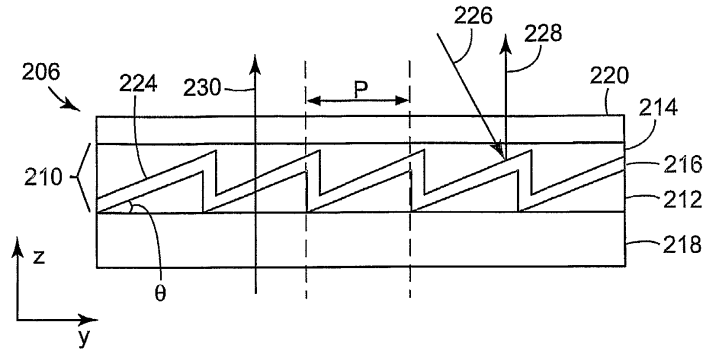
제43항에 있어서, 디스플레이 유닛에 결합되어 디스플레이 유닛 상에 표시된 상을 제어하는 제어 유닛을 더 포함하는 트랜스플렉티브 디스플레이 장치.

도면

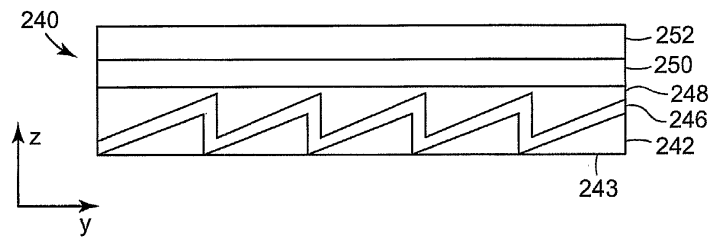
도면1



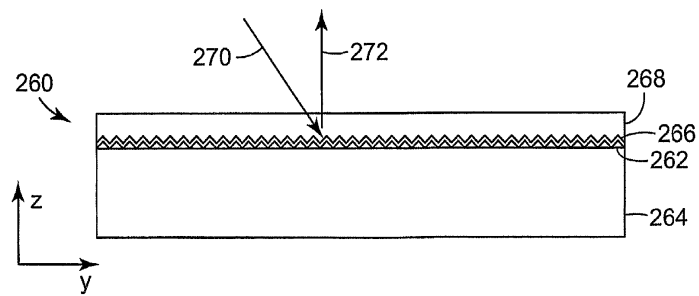
도면2a



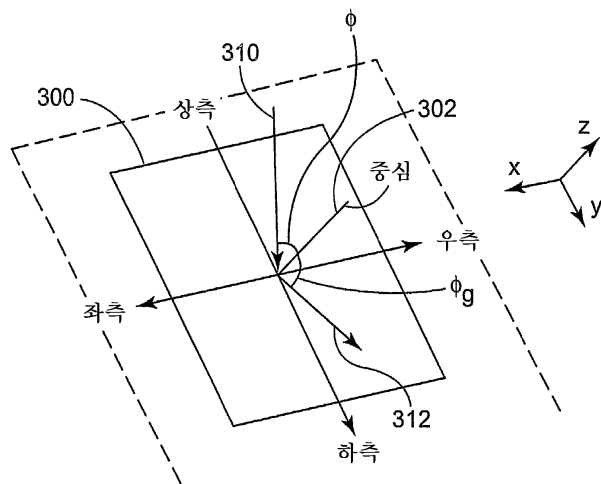
도면2b



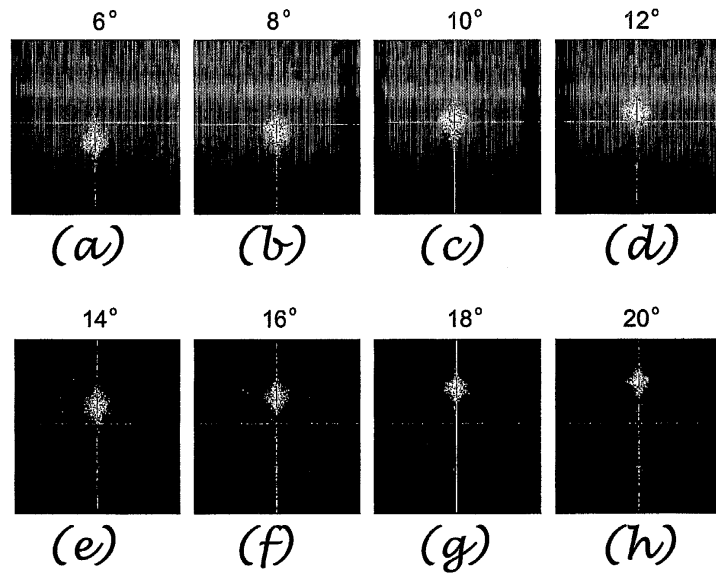
도면2c



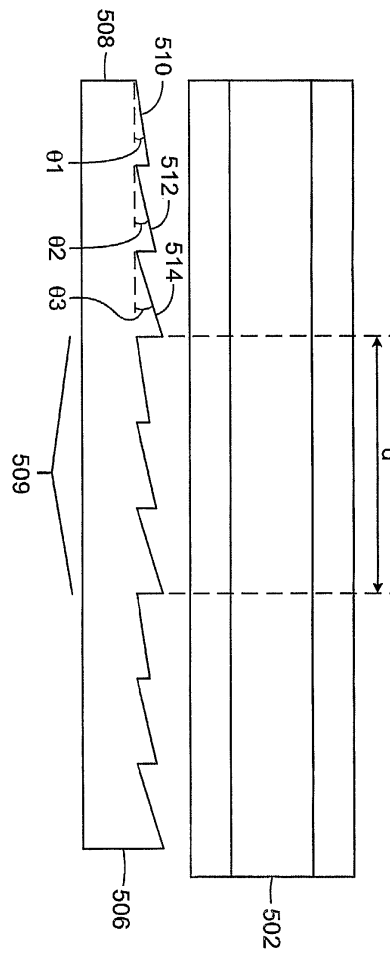
도면3



도면4

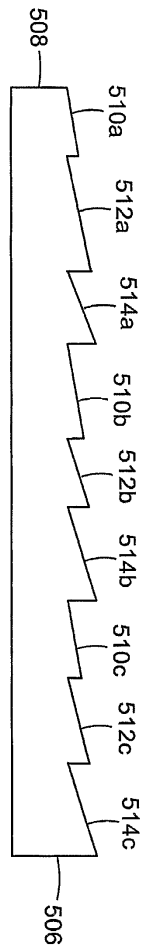


도면5a

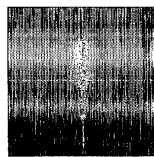




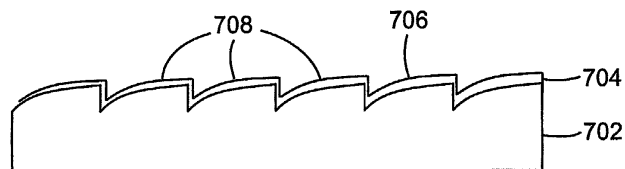
도면5b



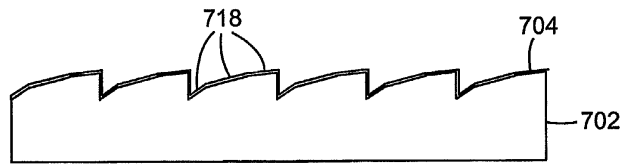
도면6



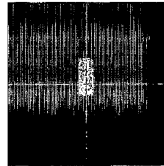
도면7a



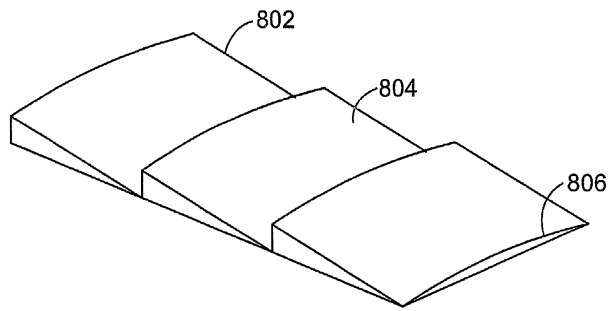
도면7b



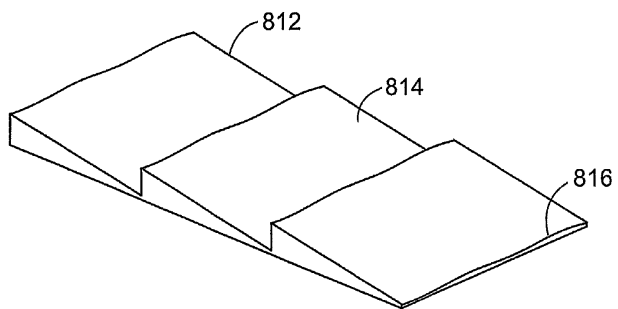
도면7c



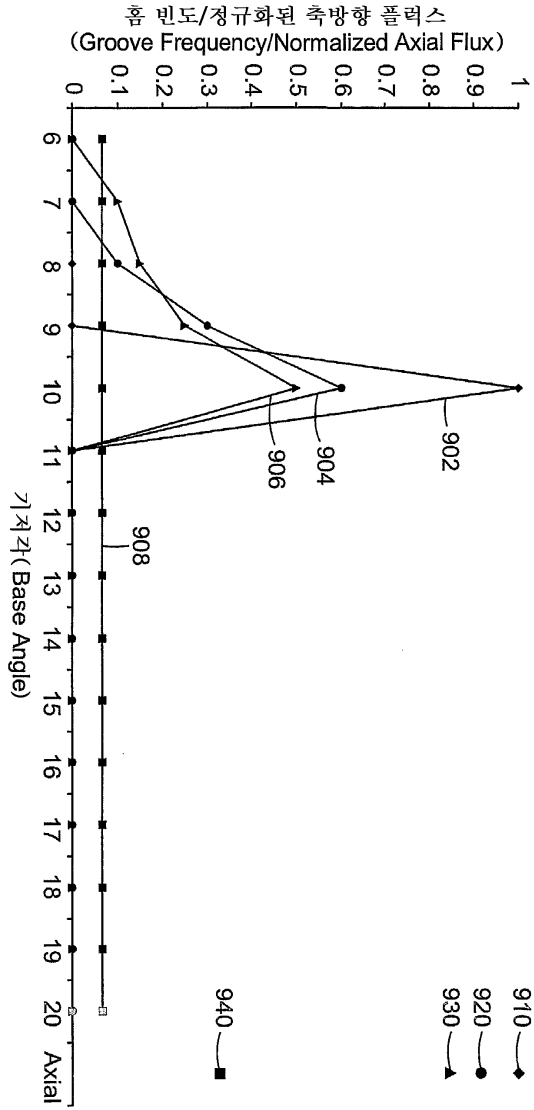
도면8a



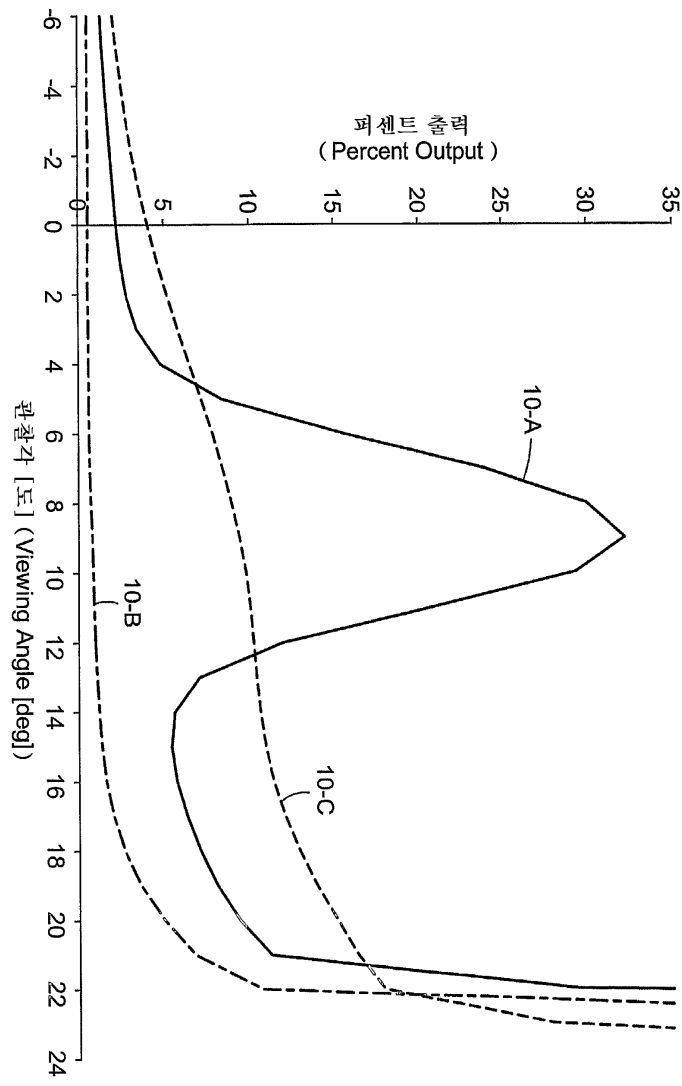
도면8b



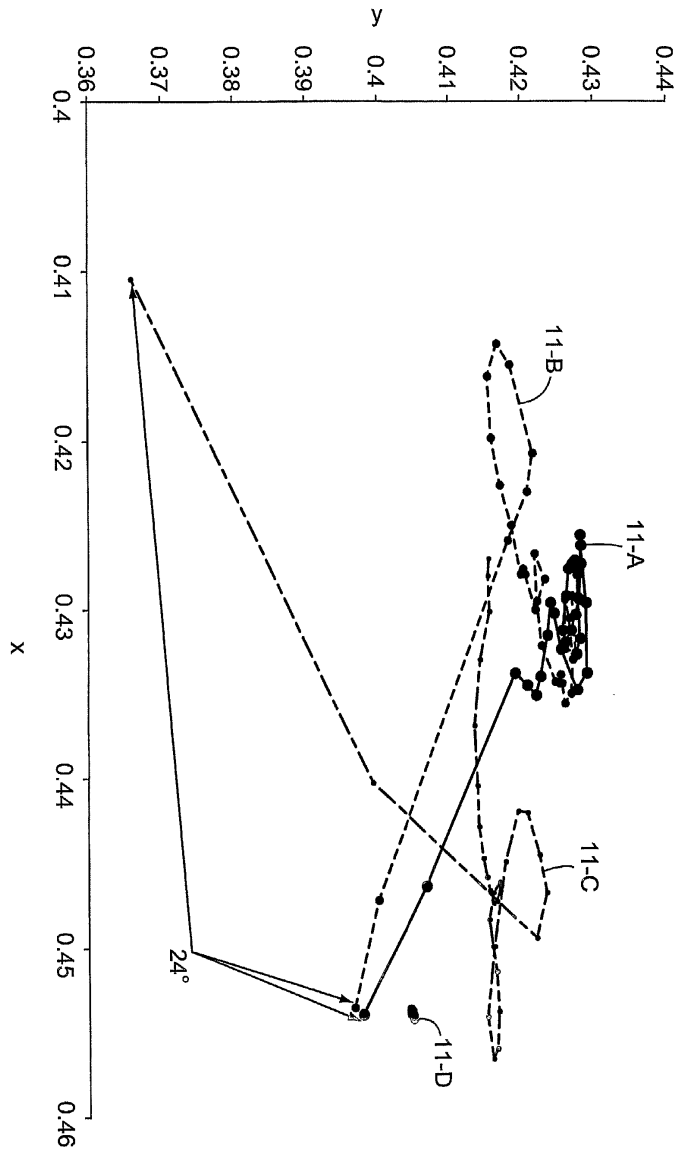
도면9



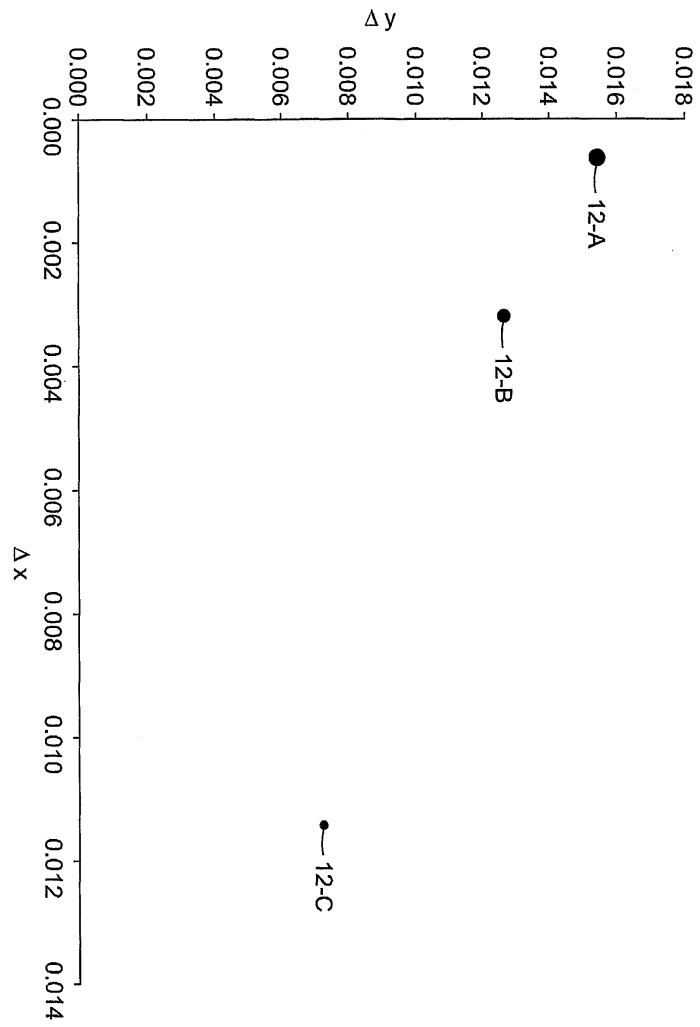
도면10



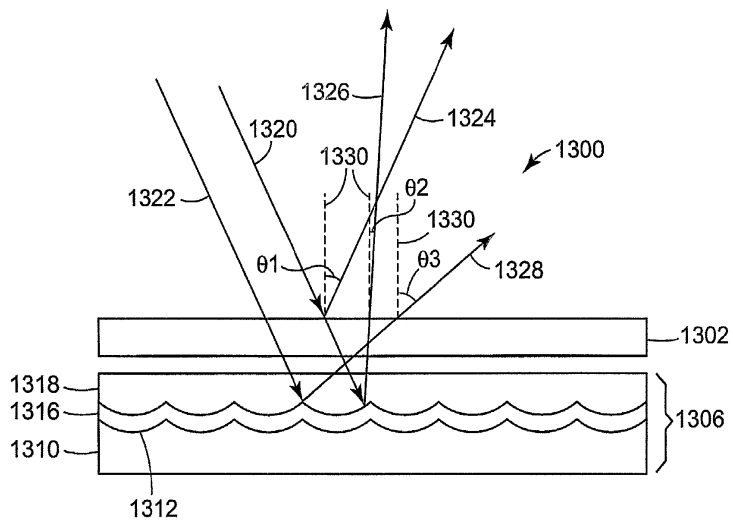
도면11



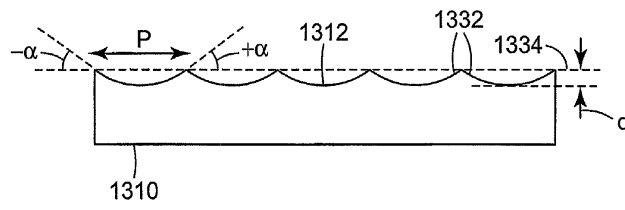
도면12



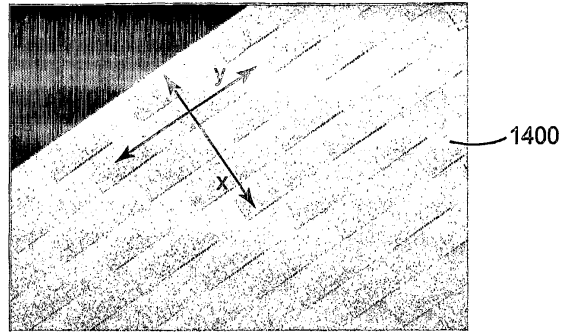
도면13a



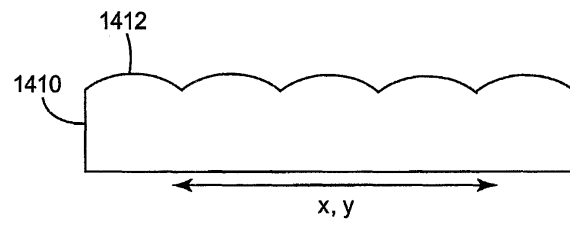
도면13b



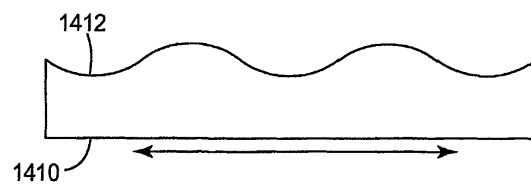
도면14a



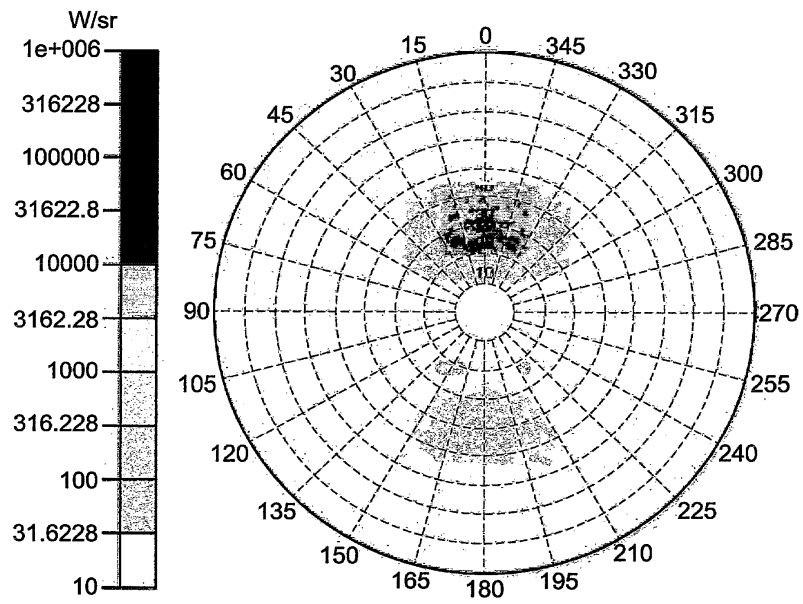
도면14b



도면14c

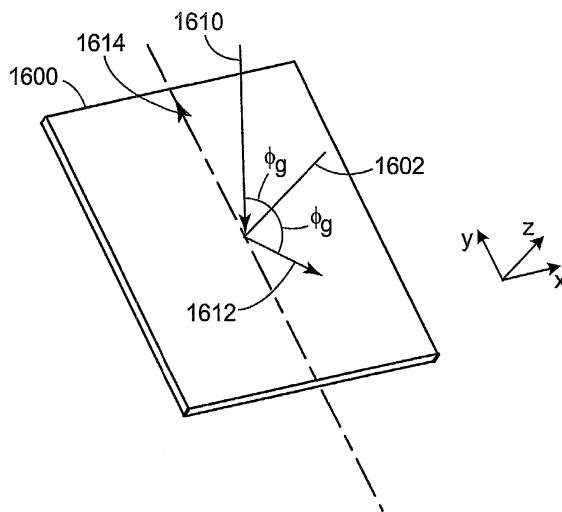


도면15



최소: 0 W/sr, 최대: 4.2962e+005 W/sr, 총 플럭스: 2455.6 W  
 수집된 플럭스: 2455.6 W, 61439 레이  
 정보 범위 수직선으로부터 +/- 90.000도

도면16





도면17

