



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. G02F 1/1335 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년07월23일 10-0742052 2007년07월16일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2005-0123267 2005년12월14일 2005년12월14일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2006-0067889 2006년06월20일
----------------------------------	---	------------------------	--------------------------------

(30) 우선권주장      0427303.3      2004년12월14일      영국(GB)

(73) 특허권자      샤프 가부시키키가이샤  
                         일본 오사카후 오사카시 아베노쿠 나가이게쵸 22방 22고

(72) 발명자      에반스, 알랜  
                         영국 오엑스4 3엘큐 옥스포드 카우리 가이스포드 로드 2

                         킬린, 마틴 디.  
                         영국 오엑스14 2피쥬 옥스포드셔어 아빙던 썬머 필즈 11

                         윌튼, 엠마 제이.  
                         영국 오엑스3 9유유 옥스포드 베클리 아빙던 커티지 2

(74) 대리인      구영창  
                         장수길

(56) 선행기술조사문헌  
                         JP2004287440 A      US06552850B  
                         US05831698A

심사관 : 반성원

전체 청구항 수 : 총 34 항

(54) 디스플레이

(57) 요약

제한된 관측 모드, 예를 들어 관측 영역의 외측에 있는 그외의 사람들에 의해서는 볼 수 없고 단일 관측자(viewer)에 의해서만 공간의 제한된 영역으로부터 디스플레이를 볼 수 있는 프라이빗 관측 모드를 제공하는 디스플레이가 제공된다. 디스플레이는 편광 광의 소스 및 출력 편광자를 포함한다. 이들 사이에는 예를 들어 액정 유형의, 제어가능한 화소형(pixellated) 공간 편광 변조층이 제공된다. 또한, 편광자들 사이에 편광 변조층이 제공되고, 이것은 변조층으로부터 이격된다. 변조층은 각 세트의 영역들이 동일한 편광 변경 효과를 가지며, 상이한 세트의 영역들은 상이한 편광 변경 효과를 갖는 복수개 세트의 영역들을 포함한다. 변조층과 변경층 사이의 광 경로에는 편광자가 없다. 제어기는 변경된 화상 데이터를 제공하여 하나 이상의 연관된 화소들로부터의 광이 관측 영역을 통과하는 각 영역의 효과를 보상하여 관측 영역의 관측

자가 표시된 화상을 보게 한다. 관측 영역의 외측에는, 화소들이 보상되지 않은 데이터를 수신하는 영역들을 광이 통과하여 화상이 희미하거나 또는 손상되어 보이지 않게 된다. 변경층은 넓은 관측 영역 전체를 통해 관측자들에게 공개 관측 모드를 제공하기 위해 기능억제될 수 있다.

## 대표도

도 5

## 특허청구의 범위

### 청구항 1.

디스플레이에 있어서,

복수의 제어가능한 화소들을 갖는 편광 변조층(polarisation modulating layer);

상기 편광 변조층의 디스플레이 표면측에 배치된 제1 편광자;

상기 편광 변조층의 후면측에 배치된 광원; 및

상기 광원과 상기 제1 편광자 사이에 배치되고 상기 편광 변조층으로부터 이격된 편광 변경층(polarisation modifying layer)

을 포함하고,

상기 편광 변경층은 적어도 제1 영역 및 제2 영역을 갖고,

상기 편광 변조층은 단일 화소 또는 복수개의 화소들을 포함하며, 상기 제1 영역과 연관된 제1 화소 및 상기 제2 영역과 연관된 제2 화소를 포함하며,

상기 제1 화소 및 상기 제1 영역을 포함하는 제1 세트, 및 상기 제2 화소 및 상기 제2 영역을 포함하는 제2 세트의 각각에 있어서, 상기 편광 변조층의 각 영역은 동일한 편광 변경 효과를 가지며,

상기 제1 화소 및 상기 제2 영역을 포함하는 세트, 또는 상기 제2 화소 및 상기 제1 영역을 포함하는 세트와 같은 상이한 세트들 사이에서, 상기 편광 변조층의 각 영역은 상이한 편광 효과를 갖는 디스플레이.

### 청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 편광 변조층과 상기 광원 사이에 제2 편광자를 더 포함하는 디스플레이.

### 청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 편광 변조층은 액정층을 포함하는 디스플레이.

### 청구항 4.

제1항에 있어서,

상기 편광 변경층의 상기 제1 영역은 실질적으로 편광 변경 효과가 없는 디스플레이.

#### 청구항 5.

제1항에 있어서,

상기 편광 변경층의 상기 제2 영역은 그 영역을 통과하는 광의 편광을 90° 만큼 변화시키도록 구성되는 디스플레이.

#### 청구항 6.

제5항에 있어서,

상기 편광 변경층의 상기 제2 영역은 리타더(retarder)를 포함하는 디스플레이.

#### 청구항 7.

제5항에 있어서,

상기 편광 변경층의 상기 제2 영역은 편광 회전자(polarisation rotator)를 포함하는 디스플레이.

#### 청구항 8.

제7항에 있어서,

상기 편광 회전자는 트위스티드 네마틱 액정 편광 회전자인 디스플레이.

#### 청구항 9.

제1항에 있어서,

각 화소에, 상기 편광 변경층의 상기 편광 변경 효과를 보상하도록 변경된 화상 데이터를 제공하도록 구성된 제어기를 더 포함하는 디스플레이.

#### 청구항 10.

제9항에 있어서,

상기 제어기는 원하는 화소 그레이 레벨을 선택하기 위한 화소 편광 변화와 상기 편광 변경층에 의해 생성된 편광 변화 사이의 차이를 나타내는 화상 데이터를 각 화소에 제공하도록 구성되는 디스플레이.

#### 청구항 11.

제1항에 있어서,

상기 디스플레이는, 표시된 화상의 시계(visibility)가 오직 상기 화상을 보는 관측자에게만 충분한 공간의 제한 영역으로 한정되는 프라이빗 관측 모드를 제공하는 디스플레이.

## 청구항 12.

제11항에 있어서,

상기 편광 변경층은, 상기 표시된 화상이 상기 제한 영역보다 넓은 공간의 확장 영역에 걸쳐 볼 수 있는 공개 관측 모드를 제공하기 위해 기능억제되는(disablable) 디스플레이.

## 청구항 13.

제12항에 있어서,

상기 공개 관측 모드에서, 상기 세트들 전부의 상기 영역들은 실질적으로 동일한 편광 변경 효과를 갖도록 구성되는 디스플레이.

## 청구항 14.

제13항에 있어서,

상기 공개 관측 모드에서, 상기 세트들 전부의 상기 영역들은 실질적으로 편광 변경 효과를 갖지 않도록 구성되는 디스플레이.

## 청구항 15.

제1항에 있어서,

상기 편광 변경층은 액정층을 포함하는 디스플레이.

## 청구항 16.

제5항에 있어서,

상기 편광 변경층의 상기 제2 영역은 상기 제1 편광자의 투과축에 대해 거의 45°로 배향된 정렬 방향을 갖는 프레데릭스 셀(Freedericksz cell)을 포함하는 디스플레이.

## 청구항 17.

제4항에 있어서,

상기 편광 변경층의 상기 제1 영역은 상기 제1 편광자의 투과축에 거의 평행하게 배향된 정렬 방향을 갖는 프레데릭스 셀을 포함하는 디스플레이.

**청구항 18.**

제15항에 있어서,

상기 편광 변경층은 상기 영역들을 정의하는 패터닝된 전극을 포함하는 디스플레이.

**청구항 19.**

제18항에 있어서,

상기 편광 변경층은 프레데릭스 셀, 트위스티드 네마틱층, 또는 트위스티드 수직 배향형 네마틱층을 포함하는 디스플레이.

**청구항 20.**

제1항에 있어서,

상기 편광 변경층은 모든 화소 그레이 레벨들에 대해 실질적으로 선형 편광의 광을 출력하도록 구성되는 디스플레이.

**청구항 21.**

제20항에 있어서,

상기 편광 변경층은 상이한 세트들의 영역들에 상이하게 배향되어 있는 광축들을 갖는 반파장판을 포함하는 디스플레이.

**청구항 22.**

제21항에 있어서,

상기 편광 변경층은 상기 변조층과 상기 반파장판 사이에 배치되어 있는 디스플레이.

**청구항 23.**

제20항에 있어서,

상기 편광 변조층은 인-플레인 스위칭(in-plane switching) 액정 유형인 디스플레이.

**청구항 24.**

제20항에 있어서,

상기 편광 변조층은 거의 수직 정렬과 거의 수평 정렬 사이에서 전환가능한 액정인 디스플레이.

**청구항 25.**

제24항에 있어서,

상기 상이한 세트들의 상기 영역들은 상이한 리타레이션들(retardations)을 제공하는 디스플레이.

### 청구항 26.

제1항에 있어서,

상기 편광 변조층의 상기 화소는 상기 디스플레이의 행 방향으로 반복되는 복합 색 그룹으로서 배치되는 디스플레이.

### 청구항 27.

제26항에 있어서,

상기 영역들의 각각은 고정된 밝기를 표시하도록 구성되어 있는 상기 복합 색 그룹의 세트의 각 단부에서 적어도 하나의 화소를 갖는 복합 색 그룹(R, G, B)의 세트를 사용하여 관측 방향으로 정렬되는 디스플레이.

### 청구항 28.

제27항에 있어서,

상기 고정된 밝기는 최대 밝기의 50%와 거의 동일한 디스플레이.

### 청구항 29.

제27항에 있어서,

상기 적어도 하나의 화소는 청색 화소(B)를 포함하는 디스플레이.

### 청구항 30.

제27항에 있어서,

상기 적어도 하나의 화소는 적색 및 청색 화소들(R, B)을 포함하는 디스플레이.

### 청구항 31.

제27항에 있어서,

상기 적어도 하나의 화소는 복합 색 그룹(R, G, B)을 포함하는 디스플레이.

### 청구항 32.

제1항에 있어서,

상기 디스플레이는 인코딩된 화상 데이터를 보기 위한 광학 디코딩 모드를 제공하는 디스플레이.

### 청구항 33.

제32항에 있어서,

상기 편광 변조층은 인코딩되지 않은 화상 데이터를 보기 위한 플레인 관측 모드를 제공하기 위해 기능억제되는 디스플레이.

### 청구항 34.

제1항에 있어서,

상기 편광 변조층은 제3 영역을 더 포함하고,

상기 편광 변조층은 단일 화소 또는 복수의 화소를 포함하며, 상기 제3 영역과 연관된 제3 화소를 포함하고,

상기 디스플레이는 상기 제3 화소 및 상기 제3 영역을 포함하는 제3 세트를 포함하는 디스플레이.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

#### <기술 분야>

본 발명은 제한된 관측 모드를 제공하는 디스플레이에 관한 것이다. 이 디스플레이는 예를 들어, 비교적 좁은 시야각을 갖는 프라이빗 관측 모드를 제공하는데 사용될 수 있다. 이러한 디스플레이의 사용에 대한 다른 예는 인코딩된 화상 데이터를 보기 위해 광학 디코딩 모드를 제공하는 것이다. 이 디스플레이들은 제한 모드와, 비교적 넓은 시야각을 갖는 공개 관측 모드와 같은 대체 모드 사이에서 전환가능할 수 있다.

#### <배경>

디스플레이를 볼 수 있는 각도 및 위치들의 범위를 제한하는 다수의 장치들이 공지되어 있다. US6552850호는 현금 자동 출납기에 대한 사적인 정보의 디스플레이를 위한 방법을 개시한다. 기계의 디스플레이로부터 방출된 광은 고정된 편광 상태를 갖는다. 기계와 그 기계의 사용자는 해당 편광 상태의 광은 흡수하지만 수직 편광 상태의 광은 투과하는 시트 편광자의 대형 스크린에 의해 둘러싸여 있다. 지나가는 사람은 사용자와 기계를 볼 수 있지만 스크린 상에 표시된 정보를 볼 수 없다.

광의 방향을 제어하기 위한 다용도의 방법은 첨부하는 도면들 중 도 1에 도시된 '루버(louvered)' 막이다. 막은 베네시안 블라인드(Venetian blind)와 유사한 구성의 교호하는 투과 및 불투명층들(1, 2)을 포함한다. 베네시안 블라인드처럼, 이것은 광이 층들에 평행하거나 또는 거의 평행한 방향(3)으로 이동할 때 광이 그것을 통해서 통과하게 하지만, 층들의 평면에 대해 큰 각(4)으로 이동하는 광은 흡수한다. 이 층들(1, 2)은 막의 표면에 수직이거나 또는 그외의 다른 각도로 있을 수 있다. 이러한 막들을 제조하기 위한 방법들이 USRE27617호, US4766023호 및 US4764410호에 개시되어 있다.

예를 들어, US05147716호 및 US05528319호에 개시된 바와 같이 루버막과 유사한 특성들을 갖는 막을 만들기 위한 그의 방법들이 존재한다.

US6239853호는 다른 원리에 기초한 프라이버시 디바이스를 개시한다. 디바이스는 첨부 도면들 중 도 2에 도시되어 있으며, 투과층들(7, 8)이 직교하는 선형 편광자 시트(5, 6)를 포함한다. 시트들(5, 6) 사이에 각각 등방성 부재(11)와 반과장 리타더(retarder)(12)의 교호하는 스트라이프들을 포함하는 2개의 층들(9, 10)이 있다. 층들(9, 10)은 그의 평면에 수직인 방향으로 디바이스를 통과하는 광의 임의의 광선이 정확히 한개의 반과장 리타더(12)를 통과하도록 구성된다. 따라서 디바이스는 그러한 광선들에 실질적으로 투명하다(제1 편광자에서의 임의의 흡수는 제외함). 디바이스가 평판 디스플레이의 전면에 배치되어 있으면, 중앙 축의 관측자는 디스플레이를 관측할 수 있을 것이다.

관측자가 왼쪽 또는 오른쪽으로 이동함에 따라, 관측자에게 도달하는 광선들의 일부는 리타더들을 통과하지 않거나, 또는 2개의 리타더들(12)을 통과하여, 흡수된다. 따라서, 디바이스는 비축(off-axis)의 관측자들에게는 디스플레이를 부분적으로 흐리게 하여 프라이버시를 제공한다.

이 장치는 다음과 같은 단점을 갖는다. 이것은 4개의 추가 층들을 필요로 하고, 디스플레이의 비용과 크기를 상당히 증가시킨다. 이것은 공개 모드로 전환가능하지 않다. 사용자의 머리가 측면으로 더 멀리 이동함에 따라, 모든 광이 차단되는 지점을 지나면, 디스플레이는 다시 보이게 된다. 실제로, 광은 오직 좌우측 상의 고립된 지점들에서의 관측자들에게는 완벽하게 차단된다.

디스플레이의 시야각을 제한하는 상이한 방법이 '멀티-컬러 시각적 암호화의 사용에 의한 제한된 관측 영역을 갖는 보안 정보 디스플레이'(H. Yamamoto 외, *Optics Express* v12, pp1258-1270(2004)) 및 '정보 디스플레이의 관측 영역을 제한하기 위한 시각적 암호화의 사용'(H. Yamamoto 외, *Proceedings of the 10th International Display Workshops* (Fukuoka, Japan, 2003), paper VHF3-2)에 기술되어 있다.

이 방법은 '시각적 암호화'로서 알려져 있다. 디스플레이 패널의 화소들은 그룹으로 나뉘어진다. 첨부 도면의 도 3에 도시된 예에 있어서, 디스플레이는 단색이고, 각 그룹은 4개 화소들의 정사각형이다. 하나의 정사각형은 (b)에서 원으로 표시된다. (c)에 도시된 마스크는 디스플레이의 전면에 배치되고 작은 거리만큼 그로부터 떨어져 있다. 각 화소 그룹의 전면의 마스크의 부분은 그룹의 4개 화소들 중 2개를 가리는 패턴을 포함한다. 6개의 가능한 패턴들이 (a)에 도시되어 있다. 각 그룹에서 화소들을 가리는 선택은 마스크를 설계할 때 무작위로 행해진다.

디바이스 상에 표시되어질 화상(이 경우에, 문자 'X')이 (b)에 도시되어 있다. 디스플레이 패널로 전송되는 화상 데이터는 (d)에 도시된다. 다시, (a)의 6개 가능한 패턴들 중 1개가 4개 화소들의 각 그룹에 표시된다. 계획된 화상 내의 백색인 각 그룹에서는 2개의 백색 화소들을 볼 수 있고, 계획된 화상 내의 흑색인 각 그룹에서는 백색 화소를 볼 수 없도록, 선택을 행한다. 마스크를 통하여 패널을 볼 수 있을 때, 중앙 관측 위치에서의 관측자는 4개의 각 그룹의 화소들 중 정확히 2개를 본다. 'X'의 백색 그룹에 대해서, 이들 화소들은 백색이지만, 'X'의 흑색 그룹에 대해서 이들 화소들은 어둡다.

패널이 마스크를 통해 중앙 위치의 관측자에게 나타나는 방법이 (e)에 도시되어 있다. 'X'는 화상 품질 및 밝기에 있어서 상당한 손실을 갖고 가시적이다. 사용자의 머리가 중앙 위치로부터 멀어지는 경우, 시차(parallax)는 상이한 화소들이 노출되게 하여 관측자는 예를 들어 (f)에 도시된 바와 같이 랜덤한 점 패턴을 본다.

이 방법은 프라이버시를 제공하지만, 다수의 단점들을 갖는다. 마스크가 그것에 도달하는 광의 반을 흡수하기 때문에, 디스플레이의 밝기는 감소된다. 디스플레이의 화소들의 유효 개수가 반감된다. 또한, 랜덤 마스크 패턴은 디스플레이가 얼룩 형상을 갖게 한다.

이 방법은 상술한 첫번째 논문에 기술된 바와 같이 컬러 디스플레이들로 확장될 수 있지만, 이 경우에도 단점들은 남아 있다.

시각적 암호화 디바이스들은 두번째 애플리케이션을 갖는다. 디스플레이 상의 화상은 오직 마스크가 존재하는 경우에만 인식가능하기 때문에, 마스크는 암호화 시스템에서 키로서 기능할 수 있다. 예를 들면, 디스플레이 패널 상에 표시되는 데이터는 텔레비전 방송과 같이 보안성이 없는 전송 채널에 의해 전송될 수 있는 반면, 진폭 마스크는 정보의 계획된 수신자에 의해서만 보유된다.

사용자들이 보안 정보 소스로부터의 정보를 보기 위해 비보안 단말기를 사용하기를 원하는 일부 애플리케이션들이 있다. 예를 들어, 사용자는 (예를 들어, 호텔에서 또는 일부 공공 장소에서) 제3자가 소유한 컴퓨터를 사용하여 은행 계좌 상세를



접속하기를 원할 수 있다. 이 상황에서, 사용자가 디스플레이 상방에 마스크를 배치하는 경우에만 관독할 수 있는 디스플레이로 암호화된 화상을 전송하는 것이 유용하다. 사용자가 마스크를 갖고 있으면 이 애플리케이션에 대해 '시각적 암호화' 방식을 사용할 수 있다.

디스플레이 패널의 전면이나 또는 투과성 디스플레이 패널과 그의 백라이트 사이에 상술한 디바이스들을 설치하여 디스플레이를 볼 수 있는 각도의 범위들을 제한할 수 있다. 즉, 이들은 디스플레이를 '프라이빗(private)'한 것으로 만든다. 그러나, 이들 중 어느 것도 프라이버시 기능을 오프로 전환하여 넓은 범위의 각도로부터 볼 수 있도록 하는 방법을 제공하지는 않는다.

US 2002/0158967호는 디스플레이 상에 광 제어막을 탑재하여 광 제어막이 디스플레이의 전면 상방에서 이동하여 프라이빗 모드를 제공하거나 또는 디스플레이 뒤 또는 옆의 홀더로 기계적으로 쏙 들어가게하여 공개 모드를 제공하도록 하는 방법을 나타낸다. 이 방법은 이동부들을 포함하여 고장나거나 또는 손상을 받을 수도 있다는 단점 및 디스플레이에 크기를 추가한다는 단점을 갖는다.

이동부 없이 공개로부터 프라이빗 모드로 전환하는 방법은 디스플레이 패널 뒤에 광 제어막을 탑재하고 광 제어막과 패널 사이에서 전기적으로 온 및 오프 전환될 수 있는 디퓨저(diffuser)를 배치하는 것이다. 디퓨저가 비활성인 경우에는, 광 제어막은 시야각의 범위를 제한하고 디스플레이는 프라이빗 모드에 있다. 디퓨저가 온되는 경우에는, 넓은 범위의 각도에서 이동하는 광이 패널을 통과하게 하여 디스플레이는 공개 모드에 있다. 또한 패널의 전면에 광 제어막을 설치하고 동일한 효과를 얻기 위해 광 제어막의 전면에 전환가능한 디퓨저를 배치하는 것이 가능하다.

이러한 유형들의 전환가능한 프라이버시 디바이스들이 US5831698호, US6211930호 및 US05877829호에 개시되어 있다. 이들은 디스플레이가 공개 모드에 있는지 또는 프라이빗 모드에 있는지, 광 제어막이 그것에 입사하는 광의 대부분을 항상 흡수한다는 단점을 공유한다. 따라서 디스플레이는 광의 사용에 있어서 비효율적이다. 디퓨저는 공개 모드에서 넓은 범위의 각도를 통과하는 광을 확산시키기 때문에, 이 디스플레이들 또한 보상하기 위해 백라이트를 더욱 밝게 하지 않는 한, 프라이빗 모드에서보다 공개 모드에서 더 흐리다.

다른 단점들은 이 디바이스들의 전력 소모와 관련된다. 동작의 공개 모드에서, 디퓨저는 오프된다. 이것은 종종 전환 가능한 고분자 분산 액정 디퓨저에 전압이 인가되는 것을 의미한다. 따라서 프라이빗 모드에서보다 공개 모드에서 더 많은 전력이 소모된다. 이것은 공개 모드에서의 시간의 대부분에 사용되며 제한된 배터리 전력을 갖는 이동 장치들에 있어서는 단점이다.

전환 가능한 공개/프라이빗 디스플레이를 만들기 위한 제3의 공지된 방법이 US5825436호에 개시되어 있다. 이 특허의 광 제어 장치는 전술한 루버막의 구조와 유사하다. 그러나, 루버막의 각각의 불투명 소자는 불투명 상태에서부터 투명 상태로 전기적으로 전환될 수 있는 액정 셀로 대체된다. 광 제어 장치는 디스플레이 패널의 앞 또는 뒤에 배치된다. 셀들이 불투명한 경우에는, 디스플레이는 프라이빗 모드에 있으며, 셀들이 투명한 경우에는 디스플레이는 공개 모드에 있다.

이 방법의 첫번째 단점은 적절한 형상을 갖는 액정 셀들을 제조하는데 있어서의 어려움과 비용에 있다. 두번째 단점은, 프라이빗 모드에서, 광의 광선이 그것이 투명 부재를 통과하고 그 다음에 액정 셀의 일부를 통과하도록 하는 각도로 입사할 수 있다는 것이다. 그러한 광선은 액정 셀에 의해 완전하게 흡수되지 않을 것이며, 이것은 디바이스의 프라이버시를 감소시킬 수 있다.

전환 가능한 공개/프라이빗 디스플레이 디바이스를 만들기 위한 다른 공지된 방법은 JP2003-233074호에 개시되어 있다. 이 디바이스는 분할된 추가의 액정 패널을 사용한다. 패널의 상이한 조각들은 디스플레이의 상이한 영역들의 관측 특성을 다양한 방법으로 변경시키며, 그 결과, 전체 디스플레이 패널은 오직 중앙 위치로부터만 완전히 관독가능하다. 특히, 추가의 액정층은 2개 세트의 영역들로 분할된다. 액정층은 2개 세트의 영역들에 상이하게 정렬되어, 제1 세트의 영역을 통해 관측되는 주 LCD 패널의 부분에서는, 관측자가 왼쪽으로 이동함에 따라 밝기가 급격하게 감소된다. 이러한 밝기의 감소는, 광이 수직으로의 각도로 추가 층의 셀을 통해 통과하는 경우에, 전계 벡터와 LC 디렉터 사이의 각은 수직 방향으로 통과하는 광선들에 대해서는 상이하고, 따라서 편광은 상이한 방법으로 변화한다. 마찬가지로, 주 LCD 패널의 부분을 제2 세트의 영역을 통해서 볼 때, 관측자가 우측으로 이동함에 따라 밝기가 급격하게 감소한다. 따라서 사용자의 이동에 따른 디스플레이 형상의 변화는 층의 편광 변경 특성에 있어서의 각도 의존성에 기인한다.

이 방법의 단점은 디스플레이의 전체가 결코 흐려지지 않기 때문에, 제공되는 프라이버시가 완전하지 않다는 점이다. 이 제한 때문에, 화상들 또는 대형 폰트 크기들의 텍스트들에 대한 프라이버시의 레벨은 좋지 않다.

거의 모든 이전의 공지된 프라이버시 디바이스들의 단점은 매우 낮은 주변 광 조건들 하에서는 덜 효과적이라는 점이다. 이러한 규칙의 오직 한가지 예외는 '시각적 암호화' 방법이다. 그외의 이전의 모든 공지된 방법들은 광이 원하지 않는 관측자들에게 도달하는 것을 방지하는데 의존한다. 이것을 행하는 어떠한 방법도 소량의 광이, 특히 제외된 관측 영역과 허가된 관측 영역 사이의 경계에 가까운 영역에서 새어 나간다. 매우 낮은 주변 광 하에서는, 원하지 않는 관측자들이 이 광을 인식하여 디스플레이를 판독할 수 있다.

자동입체(autostereoscopic) 디스플레이들은 사용자가 특별히 설계된 안경을 쓰지 않고도 사용자의 좌측 눈이 한개의 화상을 보는 동안 우측 눈이 다른 화상을 볼 수 있게 함으로써 3차원 입체 효과를 달성한다. 전기 디스플레이를 위해 널리 사용되는 한가지 방법은 예를 들어 N.A. Valys에 의한 책 '입체영상'에 기술된 시차 장벽이며, 불투명 및 투명 부분들을 갖는 스크린이 디스플레이 패널에 가깝게, 앞에 혹은 뒤에 배치된다. 사용자가 올바른 위치에 있을 때, 스크린은 디스플레이의 화소들의 일부를 통과하는 광이 왼쪽 눈에 의해 보여지는 것을 방지하고, 화소의 나머지를 통과한 광이 오른쪽 눈에 의해 보여지는 것을 방지한다.

일반적인(2차원) 화상들을 그러한 디스플레이 상에 나타낼 때는, 시차 장벽을 오프로 전환하는 것, 즉 전체 장벽을 투명하게 만드는 것이 유용하다. 이것을 달성하기 위한 한가지 방법이 US6055103호 및 EP0887666호에 개시되어 있다. 이 방법은 온 및 오프로 전환될 수 없는 패터닝된 리타더, 및 단일의 전환가능한 과장판을 사용한다.

그러한 전환 가능한 시차 장벽은 첨부 도면의 도 4에 도시되어 있으며, 투과축이 0°로 배향된 입력 편광자(20)를 포함한다. 패터닝된 반과장판(22)은 영역 B가 축(21)에 평행하게 배향된 것에 반하여 광축이 축(21)에 대해 45°로 배향된 영역 A를 포함한다. 균일한 전환가능한 반과장판(23)은 축(21)에 대해 22.5° 배향된 광축을 갖는 도 4에 도시된 상태와 반과장판이 효과적으로 기능억제되는 다른 상태 사이에서 전환가능하다. 출력 편광자(25)는 축(21)에 대해 90°로 배향된 투과축(26)을 갖는다. 전환가능한 시차 장벽은 디스플레이 패널의 앞에 또는 뒤에 배치되어 자동입체 3D 모드와 2D 또는 단일 뷰 모드 사이에서의 전환을 허용할 수 있다.

전환가능한 과장판(23)이 오프되는 경우에, 시차 장벽은 '온' 상태로 된다. 하부 편광자를 통과하는 광(27)은 그 전계 방향이 0도로 선형 편광되어 있다. 과장판의 영역 A를 통과하는 이 광선들은 과장판(22)을 떠나는 전계 방향이 90도가 되도록 회전된 편광의 평면을 갖는다. 과장판(22)의 영역 B를 통과하는 광선들은 편광이 변하지 않는다. 전환가능한 과장판(23)은 이 상태에서 영향을 미치지 않으므로, 영역 B를 통과하는 광선들은 상부 편광자(25)에 의해 흡수되어지며, 영역 A를 통과하는 광선들은 투과된다. 따라서 구조는 영역 A는 투명하고 영역 B는 불투명한 시차 장벽으로서 기능한다.

과장판이 온으로 전환되는 경우에는, 양측 구역 A 및 B를 통과하는 광은 균일한 반과장판(23)에 의해 회전된 편광의 평면을 가져서, 그것이 상부 편광자(25)에 도달할 때, 그 전계 방향은 편광자(25)의 투과축(26)과 45도의 각도를 형성한다. 따라서 구역들 A 및 B를 통하는 투과의 세기는 동일하며 시차 장벽은 오프로 전환된다.

이 디바이스에서 사용되는 패터닝된 과장판들은 '반응성 메소젠(reactive mesogens)'으로 알려진 화합물을 포함하는 폴리머화가능한 액정들을 사용하여 다수의 방법으로 제조될 수 있다. 이들의 가공에 대한 자세한 사항은 US6055103호, EP0887666호, US6624863호, 및 EP0887667호에 개시되어 있다. EP1047964호는 다중 리타레이션 층들을 사용하여 과장을 갖는 리타더들의 특성들의 변화를 개선시키는 정제(refinements)에 대해 상세히 기술한다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명에 따르면, 복수의 화소들을 갖는 편광 변조층; 상기 편광 변조층의 디스플레이 표면측에 배치된 제1 편광자; 상기 편광 변조층의 후면측에 배치된 광원; 및 상기 광원과 상기 제1 편광자 사이에 배치되고 상기 편광 변조층으로부터 이격된 편광 변경층을 포함하는 디스플레이가 제공된다. 편광 변경층은 적어도 제1 영역 및 제2 영역을 갖는다. 편광 변조층은 단일 화소 또는 복수개의 화소들을 포함하며, 상기 제1 영역과 연관된 제1 화소 및 상기 제2 영역과 연관된 제2 화소를 포함한다. 상기 제1 화소 및 상기 제1 영역을 포함하는 제1 세트, 및 상기 제2 화소 및 상기 제2 영역을 포함하는 제2 세트의 각각에 있어서, 상기 편광 변조층의 각 영역은 동일한 편광 변경 효과를 갖는다. 상기 제1 화소 및 상기 제2 영역을 포함하는 세트, 또는 상기 제2 화소 및 상기 제1 영역을 포함하는 세트와 같은 상이한 세트들 사이에서, 상기 편광 변조층의 각 영역은 상이한 편광 효과를 갖는다.

디스플레이는 상기 편광 변조층과 상기 광원 사이에 제2 편광자를 더 포함할 수 있다.

편광 변조층은 액정층을 포함할 수 있다.

편광 변경층의 상기 제1 영역은 실질적으로 편광 변경 효과가 없다.

편광 변경층의 상기 제2 영역은 그 영역을 통과하는 광의 편광을 90° 만큼 변화시키도록 구성될 수 있다. 편광 변경층의 상기 제2 영역은 트위스티드 네마틱 액정 편광 회전자와 같은 편광 회전자를 포함할 수 있다.

디스플레이는 각 화소에, 상기 편광 변경층의 상기 편광 변경 효과를 보상하도록 변경된 화상 데이터를 제공하도록 구성된 제어기를 더 포함할 수 있다. 상기 제어기는 원하는 화소 그레이 레벨을 선택하기 위한 화소 편광 변화와 상기 편광 변경층에 의해 발생된 편광 변화 사이의 차이를 나타내는 화상 데이터를 각 화소에 공급하도록 구성될 수 있다.

디스플레이는, 표시된 화상의 시계가 오직 상기 화상을 보는 관측자에게만 충분한 공간의 제한 영역으로 한정되는 프라이빗 관측 모드를 제공할 수 있다. 편광 변경층은 기능억제되어, 상기 표시된 화상이 상기 제한 영역보다 넓은 공간의 확장 영역의 전체에 걸쳐 볼 수 있는 공개 관측 모드를 제공할 수 있다.

공개 관측 모드에서, 상기 세트들 전부의 상기 영역들은 실질적으로 편광 변경 효과가 없는 실질적으로 동일한 편광 변경 효과를 갖도록 구성될 수 있다.

편광 변경층은 액정층을 포함할 수 있다. 편광 변경층의 상기 제2 영역은 상기 제1 편광자의 투과축에 대해 거의 45°로 배향된 정렬 방향을 갖는 프레데릭스 셀을 포함할 수 있다. 상기 편광 변경층의 상기 제1 영역은 상기 제1 편광자의 투과축에 거의 평행하게 배향된 정렬 방향을 갖는 프레데릭스 셀을 포함할 수 있다.

편광 변경층은 상기 영역들을 정의하는 패터닝된 전극을 포함할 수 있다. 편광 변경층은 프레데릭스 셀, 트위스티드 네마틱층, 또는 트위스티드 수직 배향 네마틱층을 포함할 수 있다.

편광 변조층은 모든 화소 그레이 레벨들에 대해 실질적으로 선형 편광의 광을 출력하도록 구성될 수 있다. 편광 변경층은 상이한 세트들의 영역들에 상이하게 배향되어 있는 광축들을 갖는 반파장판을 포함할 수 있다. 편광 변경층은 편광 변조층과 균일한 전환가능한 파장판 사이에 배치될 수 있다. 편광 변조층은 인-플레인(in-plane) 스위칭 액정형일 수 있다.

편광 변조층은 거의 수직 정렬과 거의 수평 정렬 사이에서 전환가능한 액정일 수 있다. 상이한 세트들의 영역들은 상이한 리타레이션들을 제공할 수 있다.

편광 변조층의 상기 화소는 상기 디스플레이의 행 방향으로 반복되는 복합 색 그룹으로서 구성될 수 있다. 영역들의 각각은 고정된 밝기를 표시하도록 구성되어 있는 복합 색 그룹의 세트의 각 단부에서 적어도 하나의 화소를 갖는 복합 색 그룹의 세트를 사용하여 관측 방향으로 정렬될 수 있다. 고정된 밝기는 최대 밝기의 50%와 거의 동일할 수 있다. 적어도 하나의 화소는 청색 화소, 적색과 청색 화소들, 또는 복합 컬러 그룹을 포함할 수 있다.

디스플레이는 인코딩된 화상 데이터를 보기 위한 광학 디코딩 모드를 제공할 수 있다. 변경층은 인코딩되지 않은 화상 데이터를 보기 위한 플레인(plain) 관측 모드를 제공하기 위해 기능억제될 수 있다.

이러한 디스플레이는 비제한 관측 모드를 위해 필요한 것에 추가적인 단일의 광학 층으로 구현될 수 있어서, 디스플레이는 비교적 얇아지고 제조 비용은 비교적 낮아질 수 있다. 프라이빗 관측 모드를 제공하기 위해 사용될 때, 심지어 비교적 낮은 주변광 조건들 하에서도 프라이버시를 유지할 수 있어 많은 공지된 형태의 프라이버시 디스플레이들의 단점들을 피할 수 있으며, 광의 누설은 원하는 것보다 더 큰 범위의 각도로부터 관측가능한 디스플레이를 만들 수 있다. 공개 및 프라이빗 관측 모드들 사이에서 전환가능한 디스플레이들을 위해, 양 모드들의 밝기는 근본적으로 동일하다.

편광 변경층은 제3 영역을 더 포함할 수 있다. 편광 변조층은 단일 화소 또는 복수의 화소를 포함하며, 상기 제3 영역과 연관된 제3 화소를 포함한다. 디스플레이는 상기 제3 화소 및 상기 제3 영역을 포함하는 제3 세트를 포함할 수 있다.

## 발명의 구성

도 5에 도시된 디스플레이는 투과형의 액정 디스플레이 패널(30) 및 백라이트(31)를 포함한다. 디스플레이는 입력 편광자(제2 편광자)(32) 및 출력 편광자(제1 편광자)(33)를 포함하며, 그의 투과축들은 특정 유형의 디스플레이 패널에 대해 적절하게 배향되어 있다. 예를 들면, 투과축들은 서로 거의 90°로 배향될 수 있다. 대안으로서, 백라이트(31)가 선형 편광광을 제공하는 경우에는, 편광자(32)를 생략할 수 있다.

디스플레이 화소들(34)을 형성하는 액정층은 편광자들(32, 33) 사이에 배치되어 있다. 디스플레이 화소들(34)은 제어기(35)에 의해 공급된 화상 데이터에 따라 편광자(32)로부터의 광의 편광을 변조하기 위한 임의의 적절한 유형일 수 있다. 기판, 정렬층, 전극층 및 컬러 필터와 같은 그외의 소자들이 설명의 간략성을 위해 도 5에는 도시되지 않았지만 적절하게 존재할 수 있다. 따라서 디스플레이 화소들(34)은 화상 그레이스케일 데이터(단색 또는 컬러)를 편광자(32)로부터 입사하는 광의 편광을 변조하기 위한 편광 변조 효과로 변환하기 위해 제어기(35)에 의해 제어되는 화소화된 편광 변조층을 형성한다.

편광 변조층(36)은 편광자들(32, 33) 사이에 배치되어 있으며, 디스플레이 화소층(34)로부터 거리  $h$  만큼 이격되어 있다. 층(36)은 디스플레이 화소 층(34)과 출력 편광자(33) 사이에 배치되는 것으로서 도시되어 있지만, 대안적으로 화소 층(34)과 입력 편광자(32) 사이에 배치될 수 있다. 또한 간략함을 위해 도 5에는 도시하지 않았지만 복굴절 보상막과 같은 그외의 소자들을 제공할 수 있다.

편광 변조층(36)은 1차원 또는 2차원 어레이로서 구성된 상이한 세트들의 영역들을 갖는 복수 세트의 영역들을 포함한다. 도 5에 도시된 실시예에 있어서, 각각 (37, 38 및 39)로 도시되어 있는 제1, 제2 및 제3 세트들로부터의 영역들을 갖는 3개 세트의 영역들이 있다. 각 영역의 세트들은 디스플레이 화소(34)로부터의 광에 대해 동일한 편광 변경 효과를 갖지만, 상이한 영역들의 세트는 상이한 변경 효과를 갖는다. 층들(34, 36) 사이의 디스플레이의 부분은 광을 편광시키기 위한 임의의 수단도 포함하지 않으며, 따라서 편광자 없는(polariser-free) 광 경로로서 설명될 수 있다.

도 5에는 3개 세트의 영역들(37-39)만이 도시되어 있지만, 디스플레이는 1개 보다 큰 영역들의 임의의 갯수의 세트들을 포함할 수 있다. 세트들 중 하나의 영역들은 실질적으로 디스플레이 화소들(34)로부터의 광에 대한 임의의 편광 변경 효과를 갖지 않도록 구성될 수 있다. 공개 관측 모드를 제공하기 위해서, 편광 변경층(36)은 기능억제될 수 있다. 그러한 공개 모드에서, 상이한 세트들의 영역들(37-39)은 거의 동일한 편광 변경 효과를 갖도록 구성되며, 이것은 디스플레이 화소(34)로부터의 광에 대해서는 편광 변경 효과를 거의 갖지 않는다.

프라이빗 관측 모드에서, 디스플레이는 디스플레이 화소들(34)에 의해 표시되는 화상의 가시성을, 화상을 보기 위해 올바르게 위치한 관측자에게는 충분히 비교적 좁은 시야각이지만, 다른 이들이 그 화상을 보는 것을 방지하기에 충분히 좁은 시야각으로 제한한다. 디스플레이(30)를 통과하는 백라이트(31)로부터의 광은 층(34)의 화소들 중 하나 및 층(36)의 영역들(37-39) 중 하나를 통과해야만 한다. 층(36)의 영역에 의한 임의의 편광 변경은 해당 영역을 통해 보았을 때 하부 화소들의 식별가능한 밝기에 영향을 준다. 또한, 층(34)의 임의의 화소의 밝기는 그것을 통해서 관측하여 화소 밝기가 관측자의 위치에 의존하도록 하는 영역(37-39)의 유형에 (즉, 그것이 속한 세트에) 의존한다.

디스플레이(30)는 프라이빗 관측 모드에서 임의의 원하는 관측 방향으로부터 볼 수 있도록 구성될 수 있다. 프라이빗 관측은 종종 중앙 위치로부터 관측자가 디스플레이의 중앙에 수직인 라인("디스플레이에 수직") 상에 또는 그 근처에 배치되도록 하는 것이 필요하다고 하더라도, 그외의 애플리케이션들은 프라이빗 관측 모드에서 다른 관측 방향을 필요로 할 수 있다. 예를 들면, 디스플레이가 자동차에 사용되고 운전자 위치와 승객 위치 사이의 계기반에 배치되어 있으면, 프라이빗 관측 모드에서는 예를 들어 운전자를 혼란시키는 것을 피하기 위해서나 또는 법적 요건들을 충족시키기 위해, 디스플레이를 승객만이 볼 수 있도록 시야각을 요구할 수 있다. 관측 방향은 그러면 디스플레이의 수직에 대해 예각일 것이다.

프라이빗 관측 모드에서, 제어기(35)는 화소들을 보고자 하는 층(36)의 영역의 효과를 보상하기 위해 변경된 데이터를 공급함으로써, 디스플레이 화소들(34)을 제어한다. 각 영역(37-39)은 화소들의 그룹과 연관되어 있으며, 이 그룹은 단일 화소 또는 복수의 화소들을 포함할 수 있다. 도 5에 도시된 예에서, (38)과 같은 각 영역은 정렬되고 (40, 41) 등의 2개의 화소들과 연관된다. 따라서 화소들(40, 41)에 의해 표시되는 화상 화소 데이터는 제어기(35)에 의해 변경되어, 표시된 화상이 디스플레이에 수직이거나 수직에 근접하게 위치한 관측자에 대해 보여질 수 있게 하기 위해 영역(38)의 편광 변경 효과를 보상하도록 한다. 예를 들면, 제어기(35)는 화소들(40, 41)을 제어하여 편광 변경층(38)의 부재시에 필요로 되는 편광 변화와 영역(38)에 의해 발생하는 편광 변화 사이의 차이에 대응하는 편광의 변화를 제공한다. 따라서, 디스플레이 중앙에 대해 수직인 위치로부터 디스플레이를 관측하는 관측자는 공간의 한정된 영역 내에서 손상되지 않은 화상을 본다.

층들(34, 36) 사이의 간격  $h$  때문에, 디스플레이의 비축 관측은 예를 들어 영역(37)을 통해 화소들(40, 41)을 볼 수 있는 시차 효과를 발생시킨다. 제어기(35)에 의해 제공되는 화상 데이터의 보상은 영역(37)에 의해 발생하는 편광 변경 효과에 대해서는 비적절하여서 해당 관측 방향으로 표시되는 화상은 그것이 보이지 않는 방법으로 손상된다. 특히, 영역들(37 내지 39)은 텍스트 등의 화상들이 디스플레이에 대해 수직으로부터 떨어진 방향으로부터 관측될 때 관독 불가능하게 되도록 구성된다. 따라서, 디스플레이에, (관련 소자들을 갖는) 단일 추가층(36)을 필요로 하는 프라이빗 관측 모드를 제공하는 것이 가능하며, 심지어 낮은 주변광 조건에서도, 프라이빗 관측 영역의 외측에서는 관독불가능함을 유지할 수 있다.

비록 층(36)은 수동적이어서 그의 편광 변경 효과가 언제나 존재한다 해도, 층(36)은 공개 관측 모드와 프라이빗 관측 모드 사이에서의 전환을 허용하기 위해 기능억제될 수 있다. 층(36)이 기능억제되는 경우에는, 그것은 균일한, 바람직하게는 제로인 편광 변경 효과를 제공한다. 제어기(35)는 디스플레이 화소들(35)에 보상되지 않은 화상 데이터를 제공한다(또는 층(36)의 나머지 효과들에 대해 모든 화소들에 균일한 보상을 제공함). 따라서, 변경층(36)은 거의 효과를 갖지 않으며, 표시된 화상은 넓은 범위의 시야각 및 관측자 위치에 걸쳐 보여질 수 있다.

도 5에 도시된 디스플레이의 예로 2개 세트의 영역들을 포함하는 예가 도 6에 도시된다. 영역들 중 1개 세트는 "비반전(non-inverting)"으로 지칭되고, 이들 영역들은 통과하는 광의 편광에 대해 거의 영향을 미치지 않는다. 이러한 영역은 도 6의 (a)의 (45)와 같이 점유되지 않은 정사각형으로 도시된다. "반전"으로 지칭되는 그외의 영역들은 수직 편광 광을 수평 편광 광으로 반전시키는 효과 및 수평 편광 광을 수직 편광 광으로 반전시키는 효과를 갖는다. 이러한 영역은 곡선의 화살표를 갖는 정사각형으로서 (46)에 도시되어 있으며, 예를 들어 반과장 리타더에 의해 또는 트위스티드 네마틱 액정 셀에 의해 구현될 수 있다. 영역들의 오직 2개 세트들을 갖는 편광 변경층(36)을 사용하는 이점은 가공이 더욱 간단해지고, 넓은 범위의 잘 개발된 액정 기술을 사용할 수 있다는 것이다. 또한, 변경층(36)에서 사용되는 액정 모드는 디스플레이 화소(34)에서 사용되는 액정 모드와 별개의 것이다. 도 6에 도시된 예에서, 문자 "X"를 흰색 배경에 대해 흑색으로 표시하는 것을 의도한다. (a)에 도시된 2개 세트들의 영역들(45, 46)의 어레이의 패턴은 디스플레이에 대해 비축에서 관측했을 때 화상을 적절하게 "섞도록(scramble)" 선택된다. 예를 들어, 패턴은 각 선택을 소정의 확률 0.5로 하여, 난수 발생기가 각 소자가 반전이던지 또는 비반전이던지에 의존하지 않고 선택할 수 있게 함으로써, 결정될 수 있다. 반전 및 비반전 소자들의 패턴은 후술하는 바와 같이 화상을 표시하는데 사용하기 위해 저장되어야 한다. 대용량의 저장장치에 대한 필요성을 피하기 위하여, 층의 작은 영역의 패턴을 랜덤하게 결정할 수 있으며(예를 들어 도면에 도시된 5×5 영역), 이 작은 영역은 디스플레이의 전체 영역을 포함하도록 반복될 수 있다.

디스플레이를 축상(on-axis)에서 볼 때 (46)과 같은 반전 영역들을 보상하기 위하여, 제어기(35)는 화상 데이터를 변경하여, 편광 변경층(36)의 부재 시에는, 디스플레이는 도 6의 (b)에 도시된 것처럼 나타나게 된다. 이것은 축상에서 볼 때 도 6의 (c)에 도시된 형상을 갖는 화상을 발생시킨다. 그러나, 도 6의 (d)에 도시된 바와 같이 디스플레이를 비축에서 볼 때에는, 화상이 손상되어 관측자가 표시하려고 의도한 "X"를 판독할 수 없게 되도록 도시된 형상을 갖는다.

2개 세트들 이상의 영역들이 변조층(36)에 사용된다면, 상이한 세트들의 효과는 화소를 반전시키거나 또는 그것을 변경하지 않은 채로 남기는 것 중 어느 하나로 제한되지는 않지만, 표시된 그레이 스케일 상의 그외의 가능한 효과들을 포함한다. 이것은 프라이버시 레벨을 개선하는 이점을 갖는다. 예를 들면, 상이한 세트들의 영역들이 편광을 반전시키거나 또는 편광을 변경시키지 않은 채로 유지하는, 50% 그레이 배경 위에 흑색 문자들을 포함하는 화상의 경우에, 프라이빗 관측 모드의 의도된 관측 영역 외측의 관측자들은 문자를 50% 그레이로서 표시하는 화소를 보는 반면에 배경은 흑과 백의 패턴으로 나타난다. 따라서, 의도된 관측 영역의 외측에서는 문자를 판독할 수 있다. 상이한 변경 효과들을 갖는 2개 이상의 세트들의 영역들을 제공하는 것에 의해, 이것을 피할 수 있다.

도 6의 (a)에 도시된 영역들의 패턴은 전체 디스플레이 영역을 커버하도록 디스플레이에 걸쳐서 반복될 수 있다.

관측자가 유한한 거리 r에서 변경층(36)의 영역들과 빠르게 정렬된 디스플레이 화소(34)를 보기 위해, 영역들의 폭 p는 도 7에 도시된 바와 같이 화소들 또는 화소들의 그룹들의 피치 Δ와 상이해야만 한다. 이러한 요구는 "관측점 보정"으로 알려져 있으며, 3D 디스플레이에서 사용되는 시차 장벽 및 음극선관에 있어서 잘 알려져 있고, 예를 들어, S.H.Kaplan에 의한 "시차 장벽의 이론"(Journal of the SMPTE, vol 59, pp11-21(1952))에 개시되어 있다. 층들(34, 36)이 굴절율 n 및 두께 h를 갖는 글래스(42)와 같은 매체에 의해 분리되어 있는 경우, 층(36)의 영역들의 폭 p와 층(34)의 화소들 또는 화소 그룹들의 피치 Δ의 비는 다음과 같이 주어지고,

$$F_f = \frac{p}{\Delta} = \frac{1}{\left(1 + \frac{h}{nr}\right)}$$

이때 층(36)은 관측자(43)와 층(34) 사이에 있으며,

$$F_b = \frac{p}{\Delta} = \left(1 + \frac{h}{nr}\right)$$

이때 층(34)은 층(36)과 관측자(43) 사이에 있다.

층(36)은 다수의 다양한 방법들로 액정으로부터 만들 수 있다. 예를 들면, 프레데릭츠 셀을 사용할 수 있다. 이러한 액정 모드에 있어서는(예를 들어, Ernst Lueder에 의한 *Liquid Crystal Displays: Addressing Schemes and Electro-optic Effects* (Wiley-SID Series in Display Technology, 2001) 참조), 전계가 인가되지 않는 경우 분자들이 수평으로 정렬되고, 액정 셀은 반과장판이다. 전계가 인가되는 경우에는, 분자들이 수직으로 배향되고(패널의 평면에 수직으로) 리타레이션은 없다.

반전 영역에 있어서, 정렬 방향은 편광자들의 투과축에 대해 45도이다. 이 배향을 갖는 반과장 셀은 그것을 통과하는 광의 편광 상태를 변화시켜서 수평으로(0도) 편광된 광은 수직으로 편광되고, 수직으로(90도) 편광된 광은 수평으로 편광되도록 한다. 비반전 영역들에 있어서는, 정렬 방향은 편광자들 중 1개의 투과축에 평행할 수 있다. 이 경우에, 수평으로 편광된 광은 수평으로 편광된 상태를 유지하고, 수직으로 편광된 광은 수직으로 편광된 상태를 유지한다. 비반전 영역들은 그러면 그들을 통해서 보는 화소들의 밝기에 영향을 미치지 않는다.

이러한 구성은 액정 셀의 정렬층을 패터닝하기 위한 공지된 방법들을 사용하여 층을 제조할 수 있는 이점을 갖는다. 이들은 예를 들어, US6055103, EP0887666, US6624863, EP0887667 및 미국 특허출원 US20030137626(M.Khazova; Sharp K.K. 2003)에 기술되어 있다.

대안적으로, 비반전 영역들은 액정 대신에, 복굴절이 아닌 투명 부재를 포함할 수 있다. 이것은 잘 알려진 방법들(예를 들어, S. Franssila에 의한 *Microfabrication*: Wiley (2004) 참조)을 사용하여 포토레지스트층을 패터닝함으로써 불투명 영역들을 만들 수 있다는 이점을 갖는다.

대안적으로, 전체적인 추가 층은 편광 축에 대해 45도의 정렬 방향을 갖는 프레데릭츠 셀로 구성될 수 있다. 이 경우에, 셀의 일 측 상의 전극을 패터닝하여 비반전 영역에 언제라도 전압을 인가하도록 한다. 디스플레이가 프라이빗 모드에 있을 때는 반전 영역에 전압이 인가되지 않는다. 디스플레이가 공개 모드로 전환되는 경우에, 모든 영역들에 전압이 인가된다. 이것은 오직 전극의 패터닝만을 필요로 한다는 이점을 가지며, 이것은 레지스트 층 또는 다중 방향 정렬층의 처리보다 더욱 간단한 처리이다.

프레데릭츠 모드 대신에, 공지된 TN(twisted nematic) 모드가 사용될 수 있다(예를 들어, Ernst Lueder에 의한 *Liquid Crystal Displays: Addressing Schemes and Electro-optic Effects* (Wiley-SID Series in Display Technology, 2001) 참조). TN 셀의 효과는 광의 편광의 평면을 회전하여 화소를 위에서와 같이 반전시키는 것이다. 예를 들면, 액정의 임의의 트위스트 각에 대해 90°편광 회전을 얻을 수 있다(예를 들어, GB2390170호 참조). 전압이 셀에 인가되는 경우에, 효과는 오프로 된다. TN 셀이 사용되면, 상술한 장점들을 갖고, 프레데릭츠 모드에 대해 전술한 바와 같이, 비반전 영역들은 비복굴절 부재들일 수 있거나 또는 전압을 인가하는 것에 의해 비반전 상태로 전환될 수 있다.

90도 TN 모드는 그외의 디스플레이 애플리케이션들에 대해 고도로 개발되었으며, 거의 무색인 기간에 동작될 수 있다는 이점을 가져서, 디스플레이의 컬러에 대한 문제점들을 피하도록 한다. 이러한 기간들의 예는 최초의 약간의 Gooch-Tarry 최소값들(first few Gooch-Tarry minima) 및 Mauguin 극한값이다. 이들 기간들의 상세한 설명에 대해서는 예를 들어 P.Yeh 및 C.Gu에 의한 *Optics of liquid crystal displays* (Wiley 1999)에 주어진다.

대안적으로, T-VAN(twisted vertically-aligned nematic) 모드를 사용할 수 있다. 이 모드는 EP1103840호에 기재되어 있다. 이 경우에, 액정 셀은 전압이 인가될 때는 트위스티드 구조를 가지며 편광 상태를 회전시키고, 전압이 인가되지 않을 때에는 수직으로 정렬되며 편광에 영향을 미치지 않는다. 따라서 편광 변경층(36)은 프라이빗 모드에서 전력을 소비하며, 공개 모드에서는 전력을 소비하지 않는다. 이것은 경제적 전력이 중요하며, 디바이스가 프라이빗 모드에서보다 공개 모드에서 종종 사용되는 휴대용 디바이스들에 있어서 이점이다.

위에 주어진 액정 모드들의 예들은 층(36)이 2개 세트들의 영역들, 반전 및 비반전을 갖는 경우에 대해서이다.

또한 액정 셀들을 사용하여 층(36)에 2개 이상의 세트들의 영역들을 제공할 수 있다. 그러나, 이 경우에, 액정 디스플레이 층들(34)의 오직 일부 유형들만이 사용될 수 있다. 이 방법들은 모두, 제공된 프라이버시의 레벨이 높다는 이점을 갖는데, 예를 들어 상술한 블랙과 그레이 화상은 반드시 모든 영역들이 50% 그레이 화소들을 50% 그레이 화소들로 매핑하지 않을 수도 있기 때문에 원하지 않는 판독자들에게는 판독불가능하게 나타날 것이다.

이러한 형태의 제1 방법에 있어서, 디스플레이 화소(34)는 액정층을 나오는 광이 모든 그레이스케일 설정에 있어서 선형 또는 선형에 가까운 편광 상태를 갖는 유형이어야만 한다. 이러한 디스플레이 패널의 예는 인-플레인 스위칭 모드를 사용하는 것이다(M.Ohta 외, *Digest Asia display 1995* p.577; M.Ohta 외, *Digest Asia display 1995* p.68). 층(36)은 다수의 영역들을 포함하며 각각이 액정 반과장판이다. 과장판의 주축들의 배향은 영역들의 세트들 사이에서 변화한다. 앞에서와 같이, 화소(34)로 전송된 데이터는 제어기(35)에 의해 변경되어 중앙에 위치한 관측자가 보고 있는 화소들의 영역들의 효과를 보상하고, 시차 효과는 화상이 비축 관측자들에게는 손상되게 나타나도록 한다.

이러한 유형의 제2 방법에 있어서, 디스플레이 패널(30)은 각 액정 화소가 매우 수직으로 정렬된 상태와 수평으로 정렬된 상태 사이에서 전환될 수 있는 것이며, 반과장 리타더를 형성한다. 그러한 모드들의 예들은 프레데릭즈 모드, VAN (vertically aligned nematic) 모드 및 파이(pi) 셀이다. 이 모드들에 대한 상세한 설명은 예를 들어, 전술한 Yeh 및 Gu에 의한 책에 주어진다. 이 방법에 있어서, 층(36)은 변화하는 리타데이션을 갖지만 동일한 주축을 공유하는 영역들을 포함한다.

이것은 네마틱 액정 셀을 포함하는 층(36)에 의해 달성될 수 있다. 패터닝된 정렬층은 층(36)의 영역들 중에서 변화하는 수직 정렬각(또한 프리-틸트각으로도 알려져 있음)을 제공한다. 방위각(디스플레이의 평면으로의 정렬 방향의 투영)은 모든 영역들에 대해 동일하다. 프리틸트 각이 제로에 가까운 경우에는 셀이 반과장 리타더가 되도록 셀 갭이 설정된다. 프리틸트 각의 큰 값들은 작은 리타데이션을 일으켜서, 예를 들어 60도 틸트는 4분의 1과장 리타더를 제공할 수 있으며, 90도 틸트는 층에 리타레이션 효과를 주지 않을 수 있다. 또한, 제어기(35)에 의해 디스플레이 패널(30)로 전송된 데이터는 중앙에 위치한 관측자에 대해 층(36)의 효과를 고려한다.

대안의 구성에 있어서, 동일한 범위의 디스플레이 패널 유형들을 사용하여, 층(36)은 다시 가변 리타데이션을 갖는 영역들을 포함한다. 모든 영역들의 주축은 동일하다. 모든 영역들은 동일한 정렬 방향을 갖지만 상이한 두께를 갖는 액정 셀들이다.

또 다른 대안의 구성에 있어서, 동일한 범위의 디스플레이 패널 유형들을 사용하여, 층(36)은 다시 가변 리타레이션 및 동일한 주축을 갖는 영역들을 포함한다. 모든 영역들은 동일한 두께를 가지며, 전압이 인가되지 않을 때 모두 반과장 리타더들이다. 프라이빗 모드에 있어서, 셀들에 인가된 전압은 영역들 중에서 변화하며, 이것은 리타레이션이 그 영역들 사이에서 변화하게 한다.

이것은 편광 변경층(36)에 사용될 수 있는 가능한 액정 모드들을 모두 말하는 것은 아니다. 그외의 많은 모드들이 공지되어 있으며, 동등하게 적용될 수 있다(예를 들어, 전술한 Lueder에 의한 서적 및 Yeh와 Gu에 의한 서적을 참조).

각 화소가 제로부터 과장의 반보다 큰 값(예를 들어, 전체 과장)까지의 리타레이션의 값들 사이에서 전환될 수 있도록 층(34)의 액정 셀의 두께를 선택할 수 있다. 이 변경의 이점은 이것이 프라이빗 모드에서 도달될 수 있는 그레이 레벨의 범위를 증가시킨다는 것이다.

일부 액정 모드들은 공개 또는 프라이빗 모드들 중 하나에서 가시 광의 모든 과장에 대해 정확하게 동일한 방법으로 수행할 수 없을 수도 있다. 디스플레이로 전송된 데이터를 조정하여 이 차이들을 보상할 수 있다. 예를 들면, 상이한 컬러의 화소들에 대해 상이한 검색(look-up) 테이블(즉, 전압의 그레이스케일로의 상이한 할당)을 사용할 수 있다.

편광 변경층(36) 외에도, 복굴절 부재의 추가의 층들을 도포하여 도 15에 도시된 바와 같이, 보상막(70 내지 76)으로서 기능할 수 있다. 보상막의 개념은 액정 디스플레이 분야에 공지되어 있다(P.Yeh 및 C.Gu, *Optics of liquid crystal displays* (Wiley 1999; US5196953)). 도 15의 (a)에 도시된 보상막들(70, 73)의 복굴절은 전환된 상태의 편광 변경층(36)의 벌크(77)의 복굴절을 상쇄시키고, 높은 시야각에서의 성능을 크게 개선시킨다. 복굴절 층들(71, 72)을 추가하여 층들, 예를 들어 계면에 가까운 액정의 (78)과 같이 수평으로 정렬된 상태로 남아 있는 층들을 보상할 수 있다. 이것은 비축 성능을 더욱 개선시킨다(Yeh 및 Gu 참조). 도 15의 (b)에 도시된 바와 같이, 추가의 층들(74 내지 76)을 편광 변경층(36)과 그것에 가까운 선형 편광자(33) 사이에 구성할 수 있다. 이러한 구성의 이점은 그것이 편광 변경층(36)과 디스플레이 화소(34) 사이의 간격  $h$ 를 최소화하고, 따라서 프라이빗 모드에서 디스플레이의 시야각을 최대화된다는 것이다.

발생할 수 있는 논점은, 통상적인 디스플레이의 화소 크기 및 클래스 두께를 가지고, 프라이빗 모드에서 디스플레이를 관독할 수 있는 각도의 범위가 매우 작으며, 사실상 관측자의 양쪽 눈을 수용할 만큼 충분히 크지 않다는 것이다. 이것을 다루는 2개의 가능한 방법들에 대해 설명한다.

첫번째 방법은 도 8의 (a)에 도시된 바와 같이, 각 세트에 적(R), 녹(G) 및 청(B) 화소를 갖는 3개의 컬러 서브화소들의 세트들에 화소들이 구성되는 컬러 디스플레이에 사용된다. 이것은 층(36)의 영역들이 2가지 유형, 즉 반전 및 비반전인 경우에만 사용될 수 있다.

이 방법은 2가지 사실을 이용한다. 첫째는, 디스플레이 화소를 대략 50% 밝기로 설정하면, 그 형상은 반전 및 비반전 영역들을 통해서 동일하다. 둘째는, 인간의 시각 시스템이 그외의 색들에서보다 청색에서 미세한 상세함에 대해서는 덜 민감하다(J.S.Wolffsohn 외, '단과장 광의 선택적 감소에 의해 노란색 렌즈들에 의해 콘트라스트가 개선됨' *Optometry and Vision Science* vol 77(2) pp73-81(2000), R.Martin 외, '투영 디스플레이에 있어서 감소된 청색 화소 카운트의 감지성', *Proceedings of the Society for Information Display*, vol 24, pp606-609 (1993), WO 02/091299 참조).

프라이빗 모드에서, 청색 화소들의 반, 즉 도 8의 (b)에서 'H'로 표시된 부분은 50% 밝기로 설정된다. 디스플레이의 각각의 반전 또는 비반전 영역은 6개의 컬러 서브화소들을 커버한다. 관측자가 중앙 위치에 있을 때, 도 8의 (c)에 도시된 바와 같이, 영역들의 왼쪽 에지와 오른쪽 에지는 청색 50% 화소들의 중앙의 상방에 배치된다.

이 시작점으로부터, 관측 위치가 왼쪽에서 오른쪽으로 이동하면, 디스플레이의 형상에 있어서는 변화가 없다. 이것은 반전 영역으로부터 비반전 영역으로 이동하는 화소들만이 50% 밝기에 있기 때문에, 변하지 않는 형상을 가진다. 예를 들면, 사용자의 머리가 왼쪽으로 훨씬 멀리 이동하여 디스플레이가 도 8의 (d)에 도시된 바와 같이 나타나면, 디스플레이의 모든 영역들의 식별가능한 컬러들은 (c)에서와 동일하다. 디스플레이의 형상은 관측점이 충분히 멀리 이동하여 반전 영역과 비반전 영역 사이의 경계의 식별가능한 위치는 50% 밝기에 있지 않은 화소들로 시프트한다.

이 방식은 디스플레이를 클리어하는 영역이 확대되어 사용자가 양쪽 눈으로 동시에 그것을 볼 수 있도록 하는 이점을 갖는다. 청색 화소들의 오직 반만이 정보를 운반하는데 사용되기 때문에, 청색 세부묘사를 위한 디스플레이의 유효 해상도는 반감된다. 그러나, 이것은 관측자의 눈이 청색에 있어서는 낮은 예민도를 갖기 때문에 통상적으로 눈에 띄지 않는다.

상술한 설명에 있어서, 2개 중 1개의 청색 화소를 50%로 설정하여 관측 자유도를 증가시킨다. 디스플레이 패널의 해상도와 요구되는 시야각에 따라, 3개 이상에서 한개의 청색 화소를 사용하는 것 또한 가능하다. 컬러 화소들의 그외의 조합들을 사용할 수도 있다. 예를 들어, 매 6개 컬러 서브화소들의 청색 및 적색 화소는 50%로 설정될 수 있다. 대안적으로, 함께 복합색 또는 '백색' 화소 그룹을 형성하는 3개 컬러 서브화소들의 세트는 50%로 설정될 수 있다. 이 최종 옵션은 영향을 받지 않는 디스플레이의 컬러 밸런스를 남기는 이점을 갖는다.

디스플레이 시야각을 증가시키는 두번째 방법은 원래의 디스플레이가 특별한 특성을 갖는 경우에만 적용가능하다. 광이 액정을 떠날 때(광이 출구 편광자를 통과하기 전에) 광의 편광 상태는 선형이어야만 한다. 이 특성을 갖는 액정 모드에 있는 일부 액정 텔레비전에서 이용되는 인-플레인 스위칭 모드이다(상세한 사항에 대해서는 Lueder에 의한 서적을 참조).

이 방법을 사용하는 디스플레이의 예를 도 9에 도시한다. 편광 변경층(36)은 고정된 리타더들을 포함하며, 글래스 기관들(45, 46) 사이에 액정 디스플레이 화소층(34)과 함께 배치된다. 층들(34, 36)은 스페이싱 층(47)에 의해 이격되어 있어 간격  $h$ 를 제공한다.

글래스 기관(46)과 편광자(33) 사이에 추가의 디바이스를 배치하고, 이 추가의 디바이스는 다른 글래스 기관들(48, 49) 사이에 배치된 균일한 스위칭 파장판(50)을 포함한다.

이러한 유형의 디스플레이의 구조 및 동작을 도 10에 도시한다. 편광자들(32, 33)은 직교 투과축들을 갖는다. 층(36)은 (36a)와 같은 등방성 영역들, 및 축이 편광자 투과축에 대해  $45^\circ$ 로 배향된 (36b)와 같은 반과장판들을 포함한다. 과장판(36b)과 정렬된 (34b)와 같은 화소들에 "반전 데이터"가 제공되어 프라이버시 모드에서 과장판의 효과를 보상한다.

균일한 과장판(50)은 온으로 전환되는 경우, 편광자(32)의 투과축에 대해  $22.5^\circ$ 로 배향된 광축을 갖는다. 과장판(50)이 오프로 전환되는 경우에는, 광학 효과를 거의 갖지 않는다.

도 10의 (a)에 도시된 바와 같이, 과장판(50)이 오프로 전환되는 경우에, 디스플레이는 위에 기술된 바와 같이 프라이빗 관측 모드로 동작한다. 도 10의 (b)에 도시된 바와 같이, 과장판(50)이 온으로 전환되는 경우에는, 디스플레이는 공개 모드에서 동작한다. 층들(34, 36) 사이의 거리  $h$ 는 프라이빗 관측 모드의 시야각을 결정하는 한편, 과장판(50)으로부터 다른 층들로의 거리는 이것에 관련되지 않고, 예를 들어 도 9에 도시된 2개 기관들(46, 48)을 수용하도록 임의로 선택될 수 있다.



비교적 얇은 스페이싱층(47)을 사용하는 것에 의해, 층들(34, 36) 사이의 거리  $h$ 는 감소되어 프라이빗 관측 모드에서 관측 자유도의 각을 증가시켜, 관측자에 의한 만족스런 관측을 허용할 수 있다. 이 기술은 임의의 컬러의 해상도 또는 콘트라스트를 감소시키지 않으면서 시야각을 증가시킨다.

이 방법을 사용할 때의 디스플레이 기관들 사이의 층들의 순서는, TFT 기관, 인-셀(in-cell) 리타더, 스페이서, 액정, 컬러 필터, 컬러 필터 기관일 수 있다. 이것은 다른 광학 소자들을 추가하기 전에 별도의 처리 단계에서 컬러 필터를 컬러 필터 기관에 추가할 수 있다는 이점을 갖는다.

다르게는, 층들의 순서는 TFT 기관, 액정, 컬러 필터, 스페이서, 인-셀 리타더, 컬러 필터 기관일 수 있다. 이것은 인-셀 리타더가, 통상적으로 플래터(flatter)인 (따라서 정렬층 용으로는 양호한 베이스인) 컬러 필터 기관 상에 배치되며, 또한 TFT 기관보다 덜 부서진다는 이점을 갖는다.

디바이스에 존재한다고 해도, 정렬층들 및 전극들은 이 리스트로부터 생략할 수 있다.

디스플레이 패널의 화소의 형상은 디스플레이를 관독가능으로부터 관독 불가로 이동하는 방법에 영향을 미치도록 변경할 수 있다. 예를 들면, 각 화소의 (51)과 같은 불투명 영역들이 도 16의 (a)에 도시된 바와 같이 화소의 수직 에지를 따라 배치되면, 디스플레이의 사용자는 디스플레이가 관독가능한 영역 내의 최대 수평 헤드 자유도를 가질 것이다. 이것은 불투명 영역들(51)이 도 16의 (b)에 도시된 바와 같이 수평 에지를 점유하는 상황에서 바람직할 수 있다. 대안적으로, 화소들은 도 16의 (c)에서와 같이 다이아몬드 형상일 수 있다. 이 경우에는, 사용자의 헤드의 작은 변화에 대해서, 노출된 화소의 양이 선형적이라기보다는 오히려 변위의 제곱으로 증가한다. 이것은 개선된 관측 특성을 이끌어낼 수 있다.

모든 실시예에 있어서, 층(36)의 광학적 동작은 그것을 통과하는 광의 파장에 의존한다. 따라서, 상이한 색들은 층(36)의 영역들에 의해 상이하게 영향을 받을 수 있다. 이것은 컬러 결함을 발생시키거나 또는 디스플레이를 위한 컬러 색역(color gamut)을 감소시킬 수 있다. 이 영향들은 각각의 주 컬러에 대해, 및 각 유형의 영역에 대해 상이한 검색 테이블(원하는 화소 밝기로부터 인가된 전압으로의 상이한 매핑)을 사용하는 것에 의해 감소될 수 있다. 검색 테이블은 가능한 한 사실대로 디스플레이의 컬러 재생을 행할 수 있도록 최적화된다.

층(36)의 영역들은 수직 스트라이프들일 수 있다. 이 경우에 관측자의 머리의 오직 수평 이동만이 디스플레이의 형상에 영향을 미친다. 대안적으로, 층(36)의 영역들은 수직 방향 및 수평 방향 양쪽으로 제한되어, 관측자의 머리의 수직 및 수평 이동 모두가 디스플레이의 형상에 영향을 미치도록 될 수도 있다.

그러한 디스플레이들은 보안 정보 시스템을 위한 광학 디코딩 디바이스로서 사용될 수도 있다. 이 애플리케이션에 있어서, 층(36)(반전, 비반전 또는 그외의 임의의 편광 변조 소자)의 각 영역의 작용은 램덤 또는 유사-랜덤(pseudo-random) 절차에 의해 결정되고, 디스플레이의 각 화소에 대해 다르다. 층(36)의 컨피그레이션은 정보 소스에 기록되고, 디스플레이로의 비보안 채널을 통해 전송되는 데이터를 결정하는데 이용된다. 디스플레이 상의 정보는 그 상방에 올바른 층(36)을 배치하지 않는 한 관독 불가능하다.

그외의 암호화 방식에 대하여 이 방법의 이점은 심지어 원하지 않는 관독자들이 단말기를 통과하는 모든 정보를 접속한다고 하더라도 그 원하지 않는 관독자가 프라이빗 정보를 추측할 수 없다는 점이다. 따라서 이 방식은 단말기가 보안 상태가 아닐 때 사용될 수 있다.

도 11은 층(36)이 등방성인 (56)과 같은 포토레지스트 스페이서들에 의해 이격된, (55)와 같은 프레데릭츠 액정 셀을 포함하는 디스플레이를 도시한다. 백라이트(31)의 측면으로부터, 디바이스의 층들은, 0°로 배향된 투과축을 갖는 선형 편광자(32); 글래스 기관(45); 블랙 마스크 영역들(57)로 분리된 화소들을 갖는 액정 디스플레이 화소층(34); 글래스 기관(46); 글래스 기관(48); 액정 리타더(55)와 등방성 포토레지스트 스페이서들을 포함하는 편광 변경층(36); 글래스 기관(49); 및 투과축이 90°로 배향된 편광자(33)의 순서로 배열된다. 리타더(55)의 광축들은 45°로 배향된다. 그러한 디바이스의 동작은 위에서 기술하였으며, 따라서 이하에서 더 설명하지는 않는다.

도 12는 도 11에 도시된 디스플레이의 측면 관측 자유도  $f$ 를 도시한다. 측면 자유도  $f$ 는 디스플레이에 의해 표시되는 화상이 프라이빗 관측 모드에서 손상되지 않게 나타나는 영역의 폭이다. 이 모드에서의 안정적인 관측을 위해,  $f$ 는 관측자의 눈들의 간격보다 커야만 하며, 통상적으로 60mm 차수 정도이다.

도 12는  $f$ 가 관측 거리  $r$ , 디스플레이 내의 블랙 마스크 영역들의 폭  $b$ , 2개층들 사이의 간격  $h$ , 및 2개층들을 분리하는 부재의 굴절율  $n$ 에 좌우되는 방법을 도시한다. 도 12는 디스플레이를 통과하는 광선들 AA' 및 BB'를 도시하며, 하나는 블랙 마스크 영역(57)의 어느 일단을 터치하며, 양쪽 광선들은 층(36)의 2개 영역들 사이의 경계 상의 동일 지점을 통과한다. 이 광선들이 관측자를 포함하는 평면(60)을 통과하는 곳에서, 이들은 관측 자유도  $f$ 와 동일한 거리 만큼 분리되어 있다.

층(34)과 층(36)을 분리하는 부재 내의 광선들 사이의 각도는  $\alpha$ 이고, 공기 중의 대응하는 각도는  $\beta$ 이다. 소경각 근사(small angle approximation)는 여기서 고려하는 이들 파라미터들의 값들에 대해  $f$ 를 추정하는데 있어서 충분히 정확하다. 이 근사에 있어서,  $\alpha=b/h$ 이고,  $\beta=f/r$ 이며, 스넬의 법칙으로부터  $\beta=na$ 이므로,  $f=nr/h$ 가 된다.

이들 파라미터들에 대한 가능한 값들의 예들은  $n=1.52$ ,  $b=0.025\text{mm}$  및  $h=1\text{mm}$ 이다.  $b$  값이 크다고 하더라도, 관측 자유도  $f$ 는 관측자가  $r=1600\text{mm}$  만큼 멀어지지 않는 한 60mm에 도달하지 않는다. 더욱 짧은 관측 거리에서,  $f$ 는 작아지고, 따라서 프라이빗 모드에서는 디스플레이를 만족스럽게 볼 수 없다.

측면 관측 자유도  $f$ 를 증가시키기 위한 전술한 기술들은 도 11에 도시된 디스플레이에 적용될 수 있다.

도 11의 디스플레이는 전술한 보안 데이터를 표시하기 위해 사용될 수도 있다. 이 경우에, 층(36)은 전환가능할 필요는 없다. 따라서, 전극이 필요하지 않으며, 층(36)의 액정은 폴리머화 가능한 액정 등의 고정 물질일 수 있다.

층(36)은 디스플레이에 고정할 필요는 없지만, 필요할 때 별도로 캐리하고 디스플레이 상에 배치할 수 있다. 층(36)의 반전 및 비반전 층들의 패턴은 랜덤하게 또는 유사-랜덤 방법에 의해 선택되고 정보 소스에 기록되어, 그 다음에 비보안 통신 채널을 통해 전송되는 화상들을 인코드하는데 이용될 수 있다.

도 13에 도시된 디스플레이는 층(36)이, 일측에는 균일한 전극(61)이 제공되고 다른 측에는 패턴닝된 전극(62)이 제공되는 트위스티드 네마틱 액정층을 포함한다는 점에서 도 11에 도시된 것과 상이하다. 또한, 기관(49)과 편광자(33) 사이에 보상막(63)이 배치된다.

패턴닝된 전극(62)은 도 13의 (b)에 도시되어 있으며, 영역들 A와 B의 세트들을 정의한다. 각 세트의 영역들은 서로 전기적으로 접속되어 상이한 전압들을 동시에 2개 세트의 영역들에 인가할 수 있다. 따라서, 비반전 유형의 영역들의 1세트는 패턴닝된 전극(62)의 전극들 중 하나에 적절한 전압을 인가함으로써 효과적으로 생성될 수 있어서, 해당 전극에 인접한 액정 분자들은 수직 상태를 유지하고 광의 편광의 평면을 회전시키지는 않는다. 다른 전극은 프라이빗 관측 모드에 대해서는 제로 전압에, 공개 관측 모드에 대해서는 제1 전극과 동일한 전압에 접속되어 관련된 액정 영역들이 편광 회전 모드와 비편광 모드 사이에서 전환되도록 한다.

도 8을 참조하여 위에서 기술된 기술을 사용함으로써, 디스플레이가 명료한 영역을 확대하여 사용자가 그것을 양쪽 눈으로 동시에 볼 수 있도록 한다. 위에서 주어진 관측 자유도의 식은  $f=n(\Delta+b)r/h$ 가 된다. 이것은 디바이스가 고 해상도의 디스플레이 및 일반적인 글래스 두께를 갖고 사용하는데 있어서 실용적이게 한다. 예를 들면, 노트북 컴퓨터용의 디스플레이는  $n=1.52$ ,  $\Delta=0.1\text{mm}$ ,  $b=0.01\text{mm}$ ,  $r=500\text{mm}$ 일 수 있다. 디스플레이 기관 글래스가 0.7mm 두께이고 층(36)에 사용된 글래스의 두께가 0.5mm이라면,  $h=1.2\text{mm}$ 가 된다. 그러면  $f$ 의 값은 70mm이다.

청색 화소들의 오직 반만이 정보를 담는데 사용되기 때문에, 청색 묘사를 위한 디스플레이의 유효 해상도는 반감되지만, 이것은 눈이 청색에 대해서는 낮은 민감도를 갖기 때문에 통상적으로는 눈에 띄지는 않는다.

전극 A는 도 6의 (a)에 도시된 반전 영역과 등가의 영역을 커버하며, 도시된 영역에 대해 6회 반복된다. 실제 디바이스에 있어서, 더욱 많은 반복 유닛들이 존재할 것이지만, 각각의 레이아웃은 동일할 것이다. 수평 셀 폭  $p$ 는 디스플레이 패널의 화소 피치  $\Delta$ 의 대략 6배이다. 사실상,  $p=6F_f\Delta$ 이며, 여기서  $F_f$ 는 위에서 논의된 관측점 보정 팩터이다. 수직 셀 폭  $q$ 는 관측점-보정 화소 높이의 몇 배수일 수 있으며, 여기에서는 예로서 대략  $p$ 와 동일하다.

디스플레이의 프라이빗 모드에서, 큰 (사선방향의) 시야각에서의 표시된 화상의 콘트라스트는, 이 각도들에서의 관측자들이 디스플레이 상의 정보를 관독할 수 없기 때문에, 중요하지 않다. 그러나, 공개 모드에서는, 콘트라스트를 높게하고 넓은 범위의 시야각에 걸쳐서 균일하게 만드는 것이 바람직하다. 층(36)의 수직 배향된 액정층의 존재는 높은 시야각에서 콘트라스트가 나빠지게 한다. 이것은 그것이 양의 복굴절을 가져서 주축이 디스플레이 평면에 수직하기 때문이다. 이 층은 수

직으로 입사하는 광의 편광에는 영향을 미치지 않지만, 그외의 각도에서 층으로 들어오는 광의 편광 상태를 변화시킬 수 있다. 공개 모드에서, 층(36)은 광의 편광에 영향을 미치지 않아야만 하며, 임의의 그러한 변화는 높은 시야각에서는 디스플레이의 성능을 손상시키는 효과를 가지게 된다.

이 문제점을 제거하기 위해서, 층(36)과 상부 편광자(33) 사이에 보상막(63)을 배치한다. 이 층(63)은 또한 디스플레이에 수직인 주축을 갖지만 음의 복굴절을 가진다. 두께와 복굴절의 곱  $d|\Delta n|$ 은 층(36)과 보상막(63)에 대해 동일하다. 그러면 보상막(63)의 복굴절은 전환된 상태에서 편광 변경층의 복굴절을 정확하게 상쇄시켜서, 높은 시야각에서의 성능을 매우 개선시킨다.

이러한 보상막들은 그들의 애플리케이션에서 액정 디스플레이 패널들의 시야각 특성을 개선하는데 있어서 잘 알려져 있다 (P. Yeh와 C.Gu, *Optics of liquid crystal displays* (Wiley 1999); US5196953). 이 참조문헌들은 또한 추가의 복굴절 층들이 추가되어, 수평으로 정렬된 상태로 남아 있는 계면에 가까운 액정의 층들을 보상시키는 방법에 대해서도 기술한다. 이것은 비축 성능을 더욱 개선시킨다. 또한 이러한 추가의 층들을 포함할 수 있다.

Q.H.Wang 등의 논문 '막-보상 트위스티드 네마틱 액정 셀을 사용한 무채색 편광 스위칭'(Liquid Crystals vol 31, 535-9 (2004))은 성능을 개선하기 위해 보상막이 최적화된 편광 회전 소자의 구현을 기술한다.

상술한 실시예에 있어서, TN(twisted nematic) 모드가 사용된다. 대안적으로, T-VAN(twisted vertically-aligned nematic) 모드를 이용할 수 있다. 이 모드는 EP1103840에 기술되어 있다. 이 경우에, 액정 셀은 전압이 인가될 때에는 트위스티드 구조를 가지며 편광 상태를 회전시키고, 전압이 인가되지 않을 때에는 수직으로 정렬되고 편광에는 영향을 미치지 않는다. 따라서 편광 변경층(36)은 프라이빗 모드에서는 전력을 소비하며 공개 모드에서는 전력을 소비하지 않는다. 이것은 경제적 전력이 중요하며, 디바이스가 프라이빗 모드에서보다 공개 모드에서 종종 사용되는 휴대용 디바이스들에 있어서 이점이다.

도 14는 (a)에서 층(36)이, 각각이 광의 편광 상태에 대해 상이한 효과를 갖는 3개 유형의 영역을 갖는 디스플레이를 도시한다. 사용되는 액정 디스플레이 패널(30)은 VAN(vertically aligned nematic) 유형이며, 각 화소는 전압-온 상태에서는 4분의 3 파장판으로서 작용하며, 전압-오프 상태에서는 수직으로 입사하는 광의 편광에 영향을 미치지 않는다. 서로 수직이며 층(34)의 정렬 방향들에 대해 45도인 축들을 갖는 선형 편광자들(32, 33)은 구조의 상부 및 하부에 배치된다.

층(36)은 프레데릭스 액정 셀이다. 셀의 한 기관(48) 상의 전극(61)은 균일하다. 다른 기관(49) 상에는, 전극(62)이 패터닝되어 전기적으로 연결되지 않은 3개 영역들을 갖게 된다. 도 14의 (b)에 도시된 바와 같이, 전극(62)의 작은 구역은 A, B, C,로 표시된 상이한 구역들을 갖는다. 전극(62)의 각각의 사각형은 층(34) 내의 6색 서브화소들을 커버한다.

층(36)의 액정의 정렬 방향은 층(34)의 액정의 정렬 방향에 수직한다. 셀 두께 및 물질 특성들은, 디스플레이 화소가 그것이 효과적으로 반파장 리타더이고 층(36)의 인접한 영역이 전압 인가되지 않는 상태로 전환되는 경우에는, 영역이 디스플레이 패널의 복굴절을 정확하게 보상하도록 선택된다.

공개 모드에서, 모든 전극들에 전압을 인가하고 층(36)이 그것을 통과하는 광의 편광 상태에 대해 영향을 거의 갖지 않도록 한다. 디스플레이는 층(36)이 존재하지 않는 것처럼 기능하며, 디스플레이의 각 화소에는 그것이 제로(블랙 화소를 제공)와 파장의 반(밝은 화소를 제공) 사이에서의 리타데이션을 갖는 리타더로서 동작하도록 하는 전압이 제공된다.

프라이빗 모드에서, 3개의 상이한 영역들에 인가된 전압들은 상이하다. 전압들은, 영역 A가 반파장판처럼 작용하고, 영역 B가  $\frac{1}{4}$  파장판처럼 작용하고, 영역 C가 광의 편광에 거의 영향을 미치지 않도록 선택된다.

중앙에 위치한 관측자에 대해서는, 이 상태에서의 층(36)의 효과는 매핑을 디스플레이의 화소들의 상태와 관측자가 보는 그레이 레벨 사이에서 변화하도록 한다. 그의 연관된 영역을 통해서 보는 화소의 유효 리타데이션은 단순히 2개 소자들의 리타데이션 사이의 차이이다. 예를 들면, 층(36)의 수직의  $\frac{1}{4}$  파장 리타더와 결합된 디스플레이의 반파장 리타더는 단일의  $\frac{1}{8}$  파장 리타더와 등가물이다. 교차하는 편광기들 사이의 전체 파의 프랙션  $f$  및 편광자 축에 대해 45도의 주축을 갖는 리타더의 투과도는  $\sin^2(\pi f)$ 이다.

이하의 표는 상술한 디스플레이에 대한 이 효과를 요약한다.

[표 1]

화소의 상대적 밝기		PML의 영역의 작용		
		효과 없음	1/4 파장 리타더	1/2 파장 리타더
디스플레이 화소의 작용	효과 없음	0%	50%	100%
	1/4 파장 리타더	50%	0%	50%
	1/2 파장 리타더	100%	50%	0%
	3/4 파장 리타더	50%	100%	50%

각 디스플레이 화소는 그 리타레이션이 0과  $\lambda$ 과 사이에서 변화할 수 있기 때문에, 프라이빗 모드에서, 층(34)의 화소들로 전송된 데이터는 중앙에 위치한 관측자가 손상되지 않은 화상을 볼 수 있도록 조정된다. 이전의 실시예들에 있어서는, 비축 관측자는 시차 효과 때문에 손상된 화상을 볼 것이다.

**발명의 효과**

본 발명에 따르면, 제한된 관측 모드, 예를 들어 관측 영역의 외측에 있는 그외의 사람들에 의해서는 볼 수 없고 단일 관측자에 의해서만 공간의 제한된 영역으로부터 디스플레이를 볼 수 있는 프라이빗 관측 모드를 제공하는 디스플레이가 제공된다.

**도면의 간단한 설명**

도 1 및 도 2는 프라이버시 디스플레이의 공지된 유형들을 도시하는 도면.

도 3은 시각적 암호화를 제공하기 위한 공지의 기술을 도시하는 도면.

도 4는 자동입체(autostereoscopic) 디스플레이를 위한 전환가능한 시차 장벽의 공지된 유형을 도시하는 도면.

도 5는 본 발명의 실시예를 구성하는 디스플레이를 도시하는 단면도.

도 6은 도 5에 도시된 유형의 디스플레이의 동작을 도시하는 도면.

도 7은 관측점(viewpoint) 보정을 도시하는 도면.

도 8은 증가된 시야각을 제공하는 컬러 화소들의 구성을 도시하는 도면.

도 9는 본 발명의 실시예를 구성하는 디스플레이를 도시하는 단면도.

도 10은 도 9의 디스플레이의 동작을 도시하는 도면.

도 11은 본 발명의 실시예를 구성하는 디스플레이를 도시하는 단면도.

도 12는 시야각을 도 12의 프라이빗 관측 모드로 도시한 도면.

도 13은 본 발명의 실시예를 구성하는 디스플레이를 도시하는 도면.

도 14는 본 발명의 실시예를 구성하는 디스플레이를 도시하는 도면.

도 15는 보상막들의 사용을 도시하는 도면.

도 16은 다양한 화소 형상들을 도시하는 도면.

유사한 참조번호들은 도면 전체에 걸쳐 유사한 부분들을 나타낸다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

30: 액정 디스플레이 패널

31: 백라이트

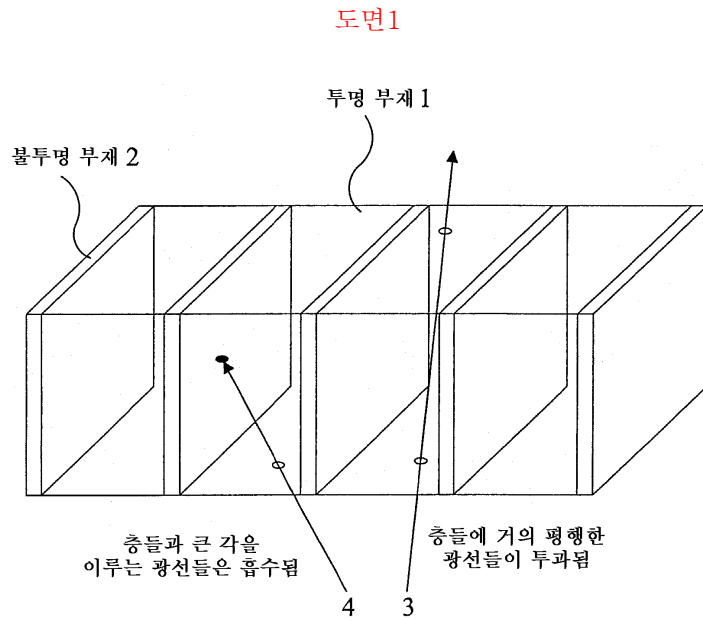
32: 입력 편광자(제2 편광자)

33: 출력 편광자(제1 편광자)

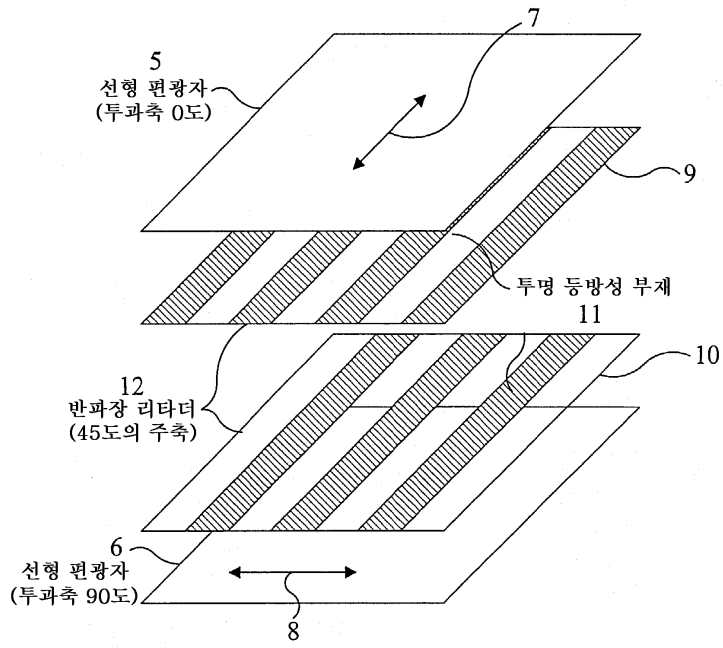
34: 디스플레이 화소들

35: 제어기

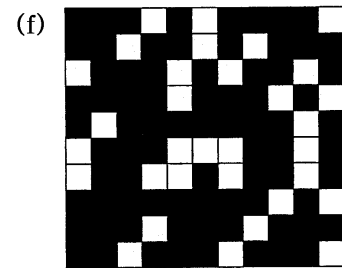
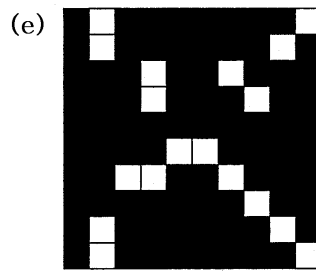
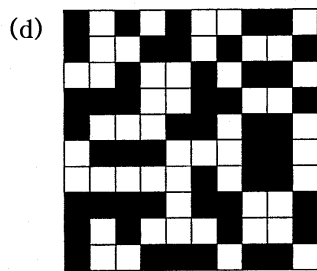
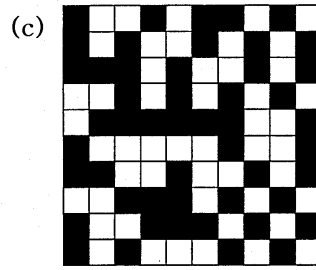
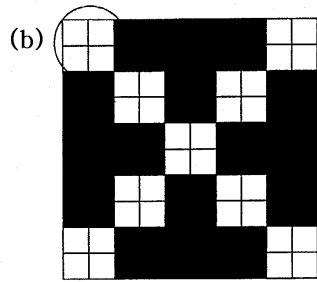
도면



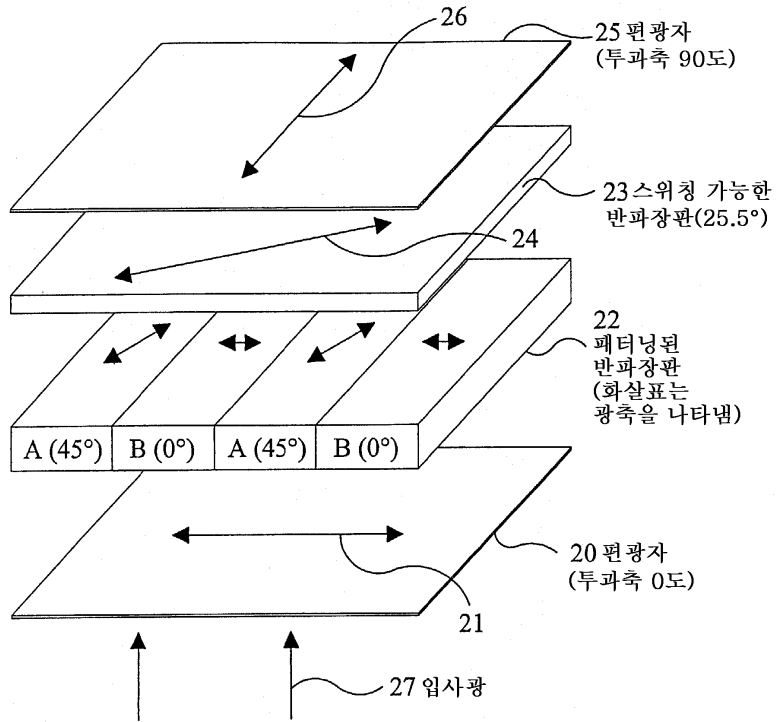
도면2



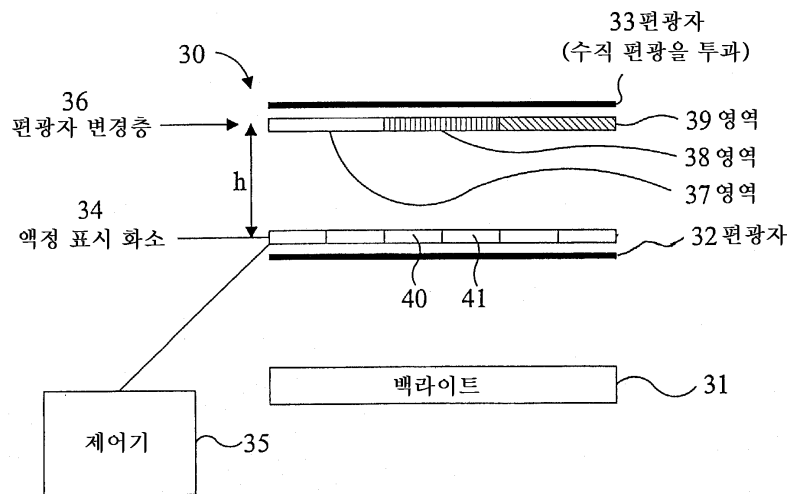
도면3



도면4

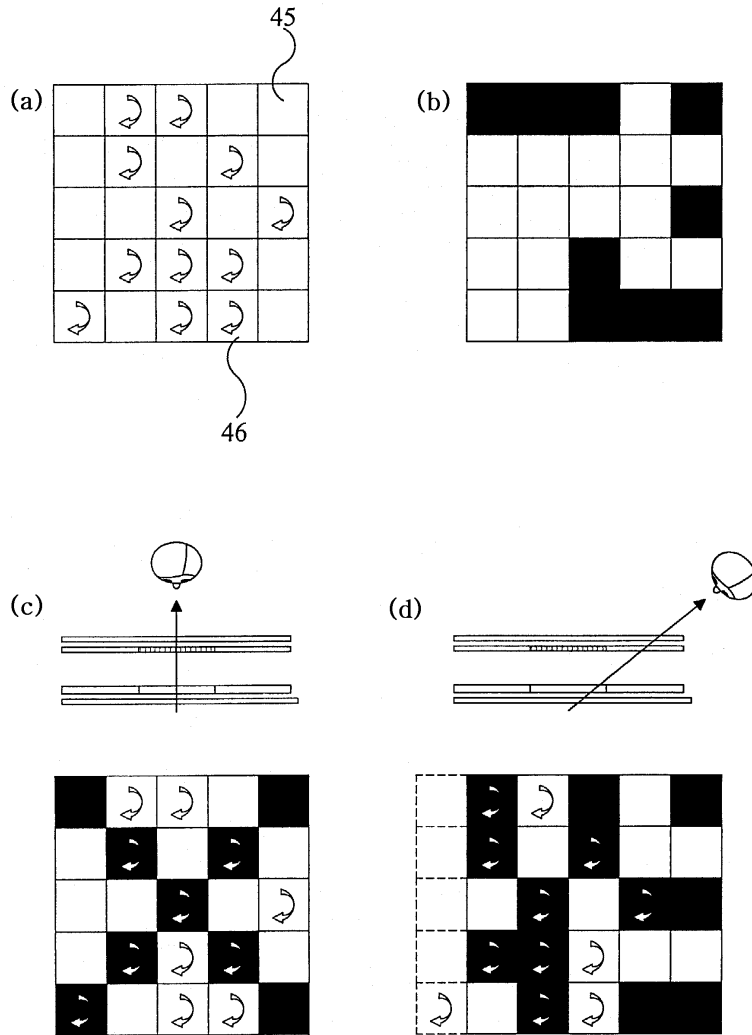


도면5

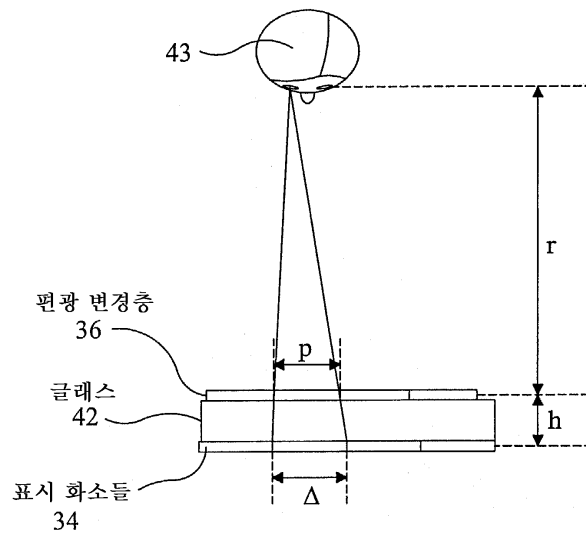




도면6



도면7



도면8

(a)

R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B

(b)

R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
		H						H			H
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
		H						H			H

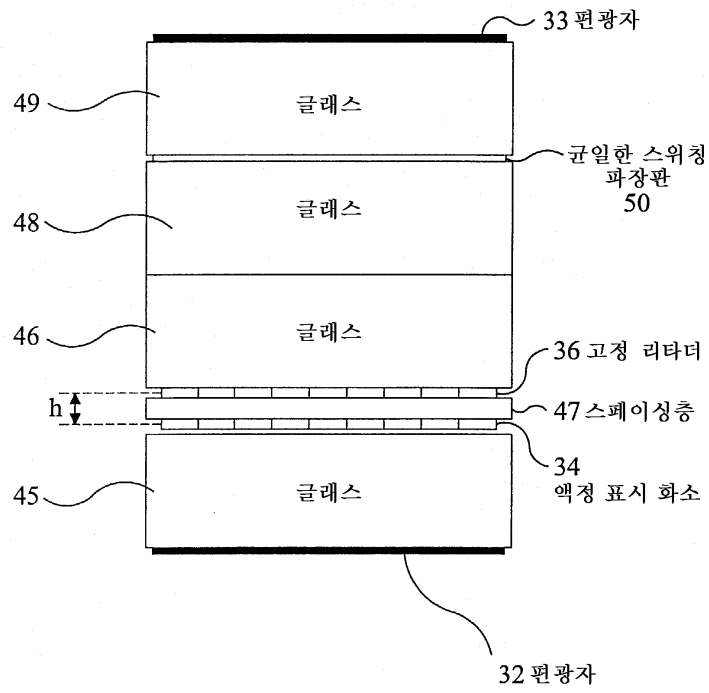
(c)

R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
		H						H			H
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
		H						H			H

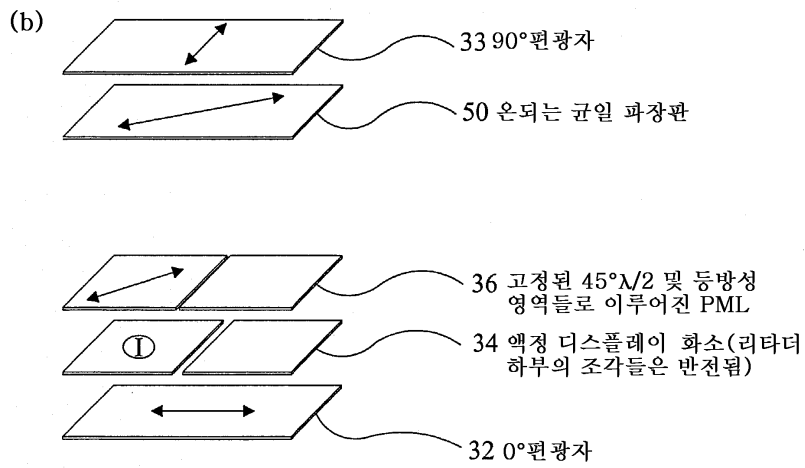
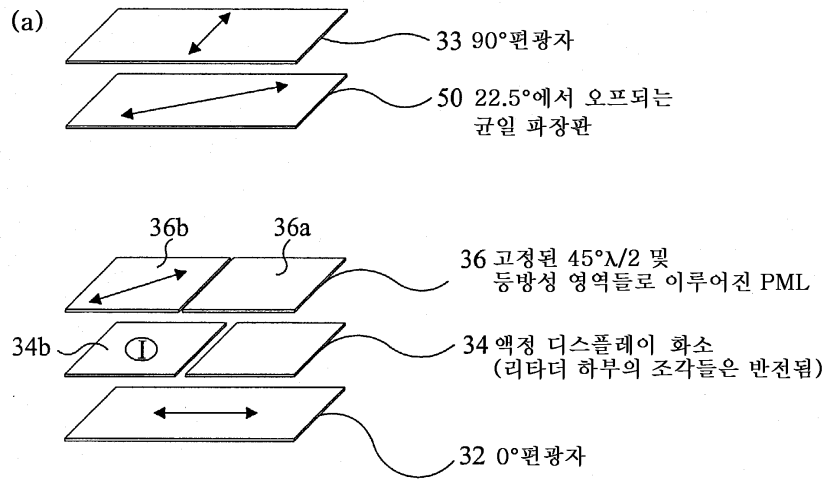
(d)

R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
		H						H			H
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
		H						H			H

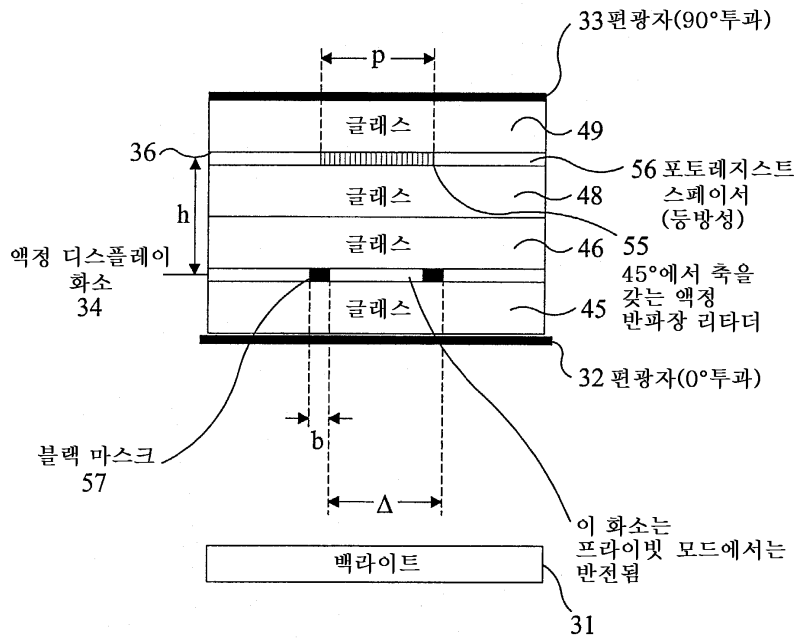
도면9



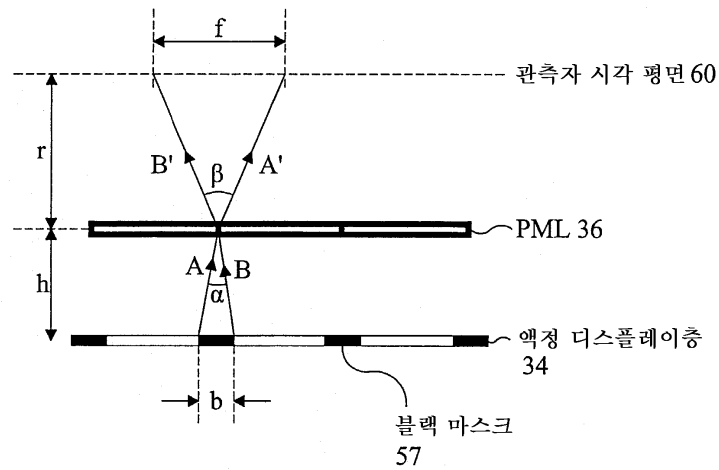
도면10



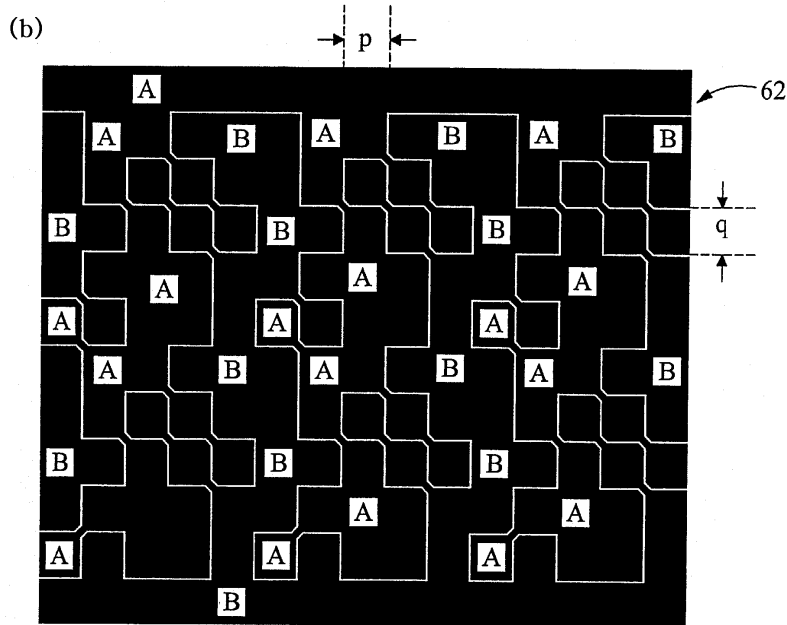
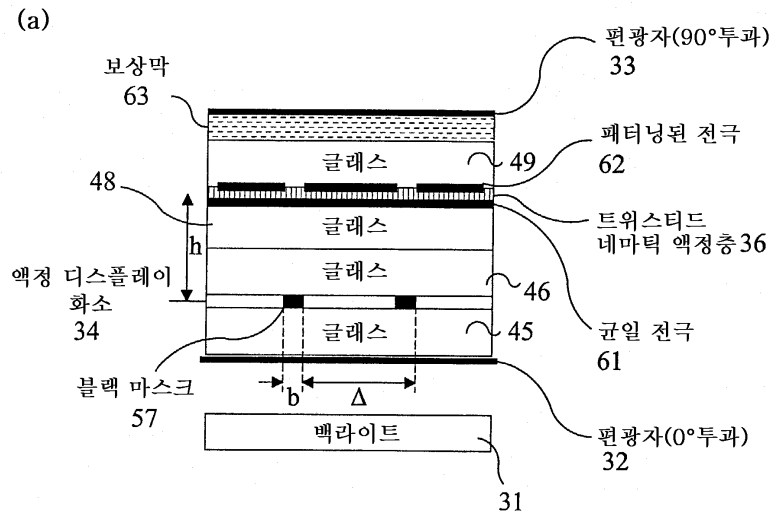
도면11



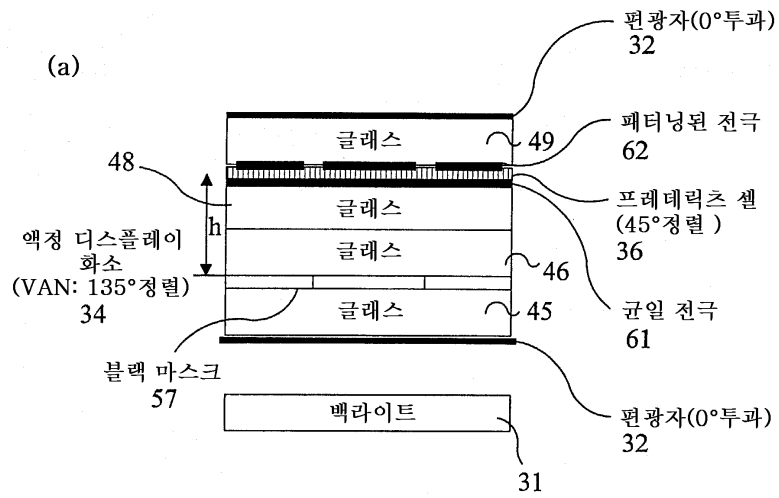
도면12



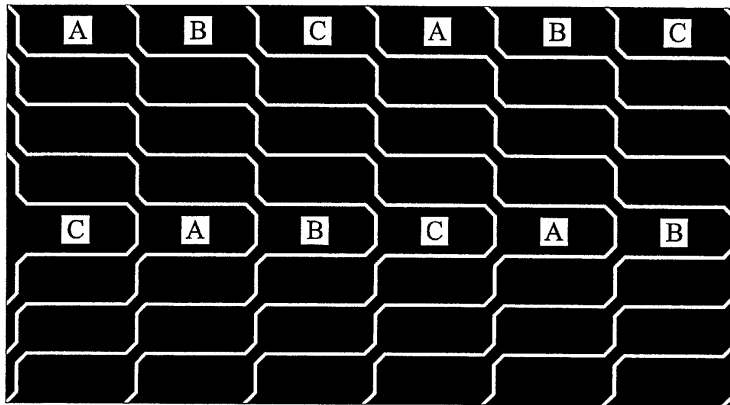
도면13



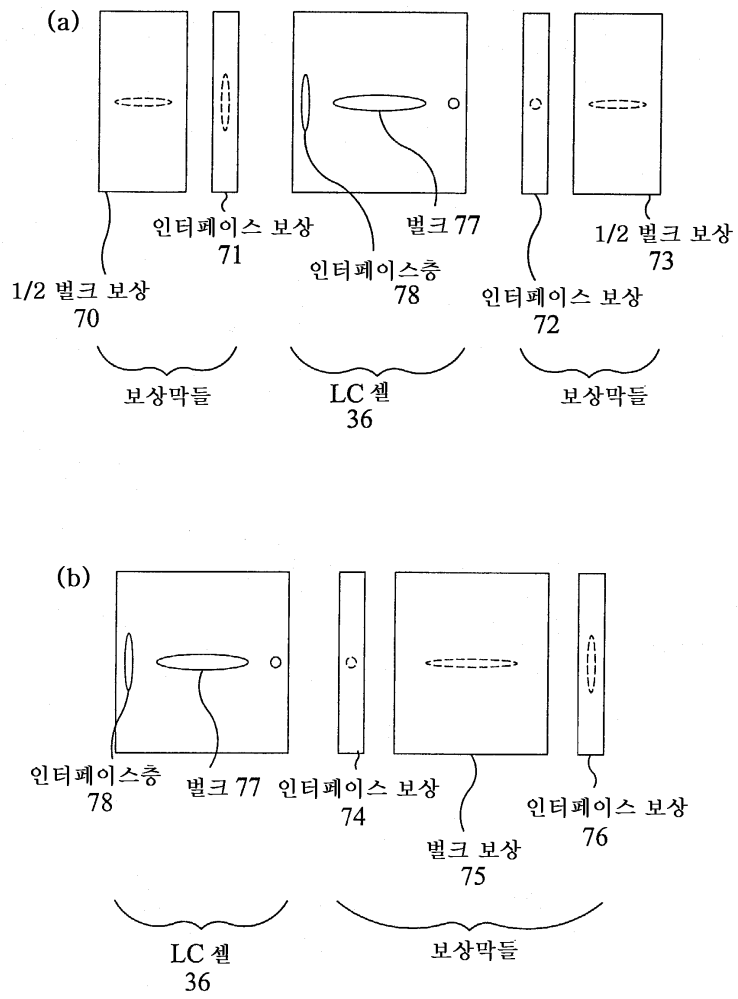
도면14



(b)



도면15





도면16

