

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.
G02F 1/1335 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0048240
(43) 공개일자 2006년05월18일

(21) 출원번호 10-2005-0048631
(22) 출원일자 2005년06월08일

(30) 우선권주장 JP-P-2004-00171530 2004년06월09일 일본(JP)

(71) 출원인 샤프 가부시키가이샤
일본 오사카후 오사카시 아베노꾸 나가이쵸 22방 22고

(72) 발명자 후지와라 사유리
일본 나라쵸 나라시 아야메이쵸미나미 6-2-12-511
사와야마 유타카
일본 미에쵸 나바리시 유리가오까니시 4-28
미노우라 기요시
일본 나라쵸 나라시 미나미쵸테라쵸 1-234-1-비202
간베 마코토
일본 나라쵸 사쿠라이시 아사쿠라다이니시 6-1093-111

(74) 대리인 주성민

심사청구 : 있음

(54) 반사형 디스플레이 장치 및 그 제조 방법

요약

반사형 디스플레이 장치(200)는 복수개의 스위칭 요소(201t)를 갖는 능동 스위칭층(201s)과, 복수개의 스위칭 요소(201t)들 중 대응 요소에 각각 연결된 복수개의 화소 전극(207)과, 능동 스위칭층(201s)과 복수개의 화소 전극(207) 사이에 형성된 반사층(205)과, 관찰자를 향하는 화소 전극(207)의 측면에 제공되고, 각각 상이한 광학 특성의 제1 상태와 제2 상태 사이에서 스위칭할 수 있는 조절층(213)을 포함한다. 반사층(205)은 복수개의 스위칭 요소(201t) 및 복수개의 화소 전극(207)에 모두 연결되지 않는다.

대표도

도 2b

색인어

반사형 디스플레이 장치, 능동 스위칭층, 화소 전극, 반사층, 조절층

명세서

도면의 간단한 설명

도1a는 종래의 역반사형 LCD의 구조를 도시하는 개략 단면도.

도1b는 도1a의 디스플레이 장치 내의 반사 전극을 도시하는 평면도.

도2a, 도2b 및 도2c는 본 발명의 반사형 LCD의 구조를 도시하는 도면으로써, 도2a는 평면도, 도2b 및 도2c는 각각 도2a의 선 2b-2b' 및 2c-2c'를 따라 취해진 단면도.

도3a 내지 도3e는 본 발명에서 후방 기판을 제조하는 예시 방법의 단계를 도시하는 단면도.

도4a 및 도4b는 본 발명의 제1 실시예에서 후방 기판의 구조를 도시하는 각각 평면도 및 (도4a의 선 4b-4b'를 따라 취해진) 단면도.

도5a, 도5b 및 도5c는 본 발명의 제1 실시예에서 후방 기판을 형성하는 단계를 도시하는 평면도.

도6a, 도6b 및 도6c는 각각 도5a, 도5b 및 도5c의 선 6a-6a', 6b-6b' 및 6c-6c'를 따라 취해진 단면도.

도7은 종래의 역반사형 LCD 내의 화소 전극의 형상을 도시하는 평면도.

도8은 본 발명의 제1 실시예에 따른 역반사형 LCD 내의 화소 전극의 형상을 도시하는 평면도.

도9a 및 도9b는 종래의 역반사형 LCD의 작동을 도시하는 설명도.

도10a 및 도10b는 본 발명의 제1 실시예에 따른 역반사형 LCD의 작동을 도시하는 설명도.

도11a 내지 도11j는 제1 실시예에서 후방 기판을 제조하는 또 다른 예시 방법의 단계를 도시하는 단면도.

도12a 내지 도12i는 제1 실시예에서 후방 기판을 제조하는 또 다른 예시 방법의 단계를 도시하는 단면도.

도13a 및 도13b는 본 발명의 제2 실시예에서 후방 기판의 구조를 도시하는 각각 평면도 및 (도13a의 선 13b-13b'를 따라 취해진) 단면도.

도14a 및 도14b는 종래의 확산 반사형 LCD의 작동을 도시하는 설명도.

도15a 및 도15b는 본 발명의 제2 실시예에 따른 확산 반사형 LCD의 작동을 도시하는 설명도.

도16a 및 도16b는 종래의 역반사형 LCD 내의 화소 전극들 사이의 간극의 설계 수치와 실제 수치 사이의 관계를 설명하는 개략 확대도.

도17a 및 도17b는 본 발명의 제1 실시예에 따른 역반사형 LCD 내의 화소 전극들 사이의 간극의 설계 수치와 실제 수치 사이의 관계를 설명하는 개략 확대도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

200: 반사형 디스플레이 장치

201s: 능동 스위치층

201t: 스위칭 요소

205: 반사층

207: 화소 전극

213: 조절층

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반사형 디스플레이 장치 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

광원으로서 주변 광선을 이용함으로써 디스플레이를 수행하는 반사형의 액정 디스플레이 장치(이하, "LCD")가 공지되어 있었다. 반사형 LCD는 투과형 LCD와 같이 역광 조명을 요구하지 않으므로, 반사형 LCD는 가벼운 중량과 얇은 두께를 가져야 하는 다양한 장치를 위해 적절하게 사용된다. 특히, 스위칭 요소가 각각의 화소에 대응하여 제공되는 능동 매트릭스 구동형의 반사형 LCD는 높은 해상도와 품질을 갖는 디스플레이를 수행할 수 있다.

반사형 LCD의 디스플레이 성능을 추가로 개선시키기 위해, 주변 광선을 반사하는 반사층으로서 역반사판을 포함하는 역반사형 LCD가 제안되어 있다. 본원에 서 사용된 바와 같이, "역반사판(retroreflection plate)"은 광선이 장치 내로 진입한 방향으로 광선의 배향에 무관하게 복수개의 반사 표면으로써 입사 광선을 반사하는 광학 요소이다. 예컨대, 역반사판은 2-차원 어레이의 미세한 단위 특징부를 포함한다.

역반사형 LCD는 임의의 편광판을 요구하지 않으므로, 편광판의 사용과 관련된 광선 이용의 효율에서의 어떠한 증가도 없어서, 역반사형 LCD는 밝은 디스플레이를 수행할 수 있다. 더욱이, 역반사형 LCD는 개선된 디스플레이 대비율을 실현하는 그 잠재 능력 때문에 유망한 것으로 생각된다.

이하, 능동 매트릭스 구동형의 역반사형 LCD의 구조가 첨부 도면을 참조하여 설명될 것이다. 도1a는 역반사형 LCD를 도시하는 개략 단면도이다. 도1b는 도1a의 디스플레이 장치 내의 반사 전극을 도시하는 평면도이다. 도1a 및 도1b에 도시된 바와 같은 구조가 예컨대 일본 특허 출원 공개 제2003-195788호에 개시되어 있다.

도1a에 도시된 바와 같이, 역반사형 LCD는 컬러 필터(119), 투명한 상대 전극(111) 및 정렬 필름(112)이 제공되는 전방 기관(110)과, 전방 기관(110)에 대향하도록 제공된 후방 기관(109)과, 기관(110, 109)들 사이에 개재된 액정층(113)을 포함한다. 후방 기관(109)은 복수개의 스위칭 요소가 그 상에 형성된 TFT 기관(101)(TFT)과, TFT 기관(101) 상에 제공되며 역반사 성질을 나타내는 표면 구성부를 갖는 절연층(102)과, 복수개의 반사 전극(105)과, 정렬층(118)을 포함한다. 절연층(102) 상에 형성되는 반사 전극(105)은 절연층(102)의 표면 구성부에 대응하는 평탄하지 않은 표면을 제공한다. 도1b에 도시된 바와 같이, 반사 전극(105)은 서로로부터 이격되도록 형성되어, 화소(이는 화상 표시의 단위를 한정함)에 대응한다. 각각의 반사 전극(105)은 절연층(102) 내에 형성되는 접촉 구멍(104)을 통해 TFT 기관(101) 상의 대응 스위칭 요소의 드레인 전극(103)에 연결된다. 절연층(102) 및 반사 전극(105) 위에 형성되는 정렬층(118)은 절연층(102)의 표면 구성부에 대응하는 돌출부 및 오목부를 갖는다. 액정층(113)은 예컨대 상대 전극(111)과 각각의 반사 전극(105) 사이에 인가되는 변하는 전압에 따라 광 투과 상태와 광 산란 상태(전방 산란) 사이에서 스위칭할 수 있는 산란형 액정 재료를 포함할 수 있다.

이러한 구조의 디스플레이 장치에서, 복수개의 반사 전극(105)은 화소 전극으로서 그리고 역반사층으로서 기능한다. 이하, 이러한 디스플레이 장치의 작동이 설명될 것이다.

액정층(113)이 투과 상태에 있도록 제어되는 동안에, 디스플레이 장치 또는 주변 광선에 대해 외부에 놓인 광원으로부터의 광선이 전방 기관(110) 및 액정층(113)을 통해 투과되고, 그 후 광선이 진입한 방향으로 반사 전극(105)에 의해 반사된다. 이러한 상태 하의 디스플레이 장치로부터, 관찰자 자신의 눈의 화상이 관찰자에 의해 감지되어, "흑색(black)" 표시 상태가 얻어진다.

반면에, 액정층(113)이 산란 상태에 있도록 제어되는 동안에, 전방 기관(110)을 통해 투과된 광원 또는 주변 광선으로부터의 광선은 액정층(113) 내에서 산란된다. 액정층(113)이 전방 산란형 액정층인 경우에, 산란 광선은 반사층(105)에 의해 반

사되고, (산란 상태에 있는) 액정층(113)을 통과하고, 관찰 방향으로 나간다. 반사층(105)의 역반사 특성은 액정층(113) 내에서의 산란에 의해 방해되므로, 입사 광선은 그 입사 방향으로 되돌아가지 않는다. 결과적으로, "백색(white)" 표시 상태가 얻어진다.

전술된 역반사형 디스플레이 장치는 다음의 문제점을 갖는다.

우선, 도1b에 도시된 바와 같은 형상의 반사 전극(105)은 전형적으로 요철형 금속 필름을 패터닝함으로써 형성된다. 그러나, 요철형 금속 필름을 위한 매우 정밀한 패터닝을 수행하는 것은 어렵다. 특히, 복잡한 표면 구성을 갖는 금속 필름 예컨대 코너 큐브 어레이 구조를 갖는 금속 필름일 때, 지정된 방식으로 반사 전극(105)을 형성하는 것은 어려운데, 이는 금속 필름이 코너 큐브의 크기 및/또는 어레이 패턴에 따라 식각되는 경향이 있기 때문이다. 따라서, 인접 반사 전극(105)들 사이의 공간을 감소시키는 것은 어려우므로, 구경비는 감소된다. 또한, 반사 전극(105)들 사이의 간극 내로 진입하는 임의의 광선이 반사되지 않으므로, 광선 이용의 효율도 저하된다. 이러한 문제점에 대응하여, 본 출원인은 코너 큐브의 어레이 패턴에 적합하게 하여 인접 반사 전극(10)들 사이의 공간을 감소시키는 방식으로 반사 전극(105)의 패터닝을 수행하는 것을 일본 특허 출원 공개 제2003-195788호에서 제안하였지만, 각각의 코너 큐브의 크기가 작아지면서, 이러한 기술을 적용하는 것은 어려워진다. 추가로, 반사 전극(105)의 설계 자유도가 제한된다.

둘째로, 후방 기관(109)의 정렬 필름(118)의 표면 프로파일 상의 돌출부 및 오목부는 액정층(113) 내에서의 안정된 정렬을 실현하는 것을 어렵게 한다. 정렬 필름(118)의 표면 상의 오목부와 돌출부 사이의 큰 높이차가 있을 경우에, 이로 인한 액정층(113)의 두께 편차는 표시 특성에 영향을 미칠 수 있다.

역반사형 LCD가 예시되어 있지만, 반사층이 확산 반사 특성을 갖는 반사판인 이러한 반사형 LCD도 도1에 도시된 구조와 유사하게 반사층 및 화소 전극으로서 모두 기능하는 반사 전극을 가진다. 따라서, 이러한 반사형 LCD도 전술된 것과 유사한 문제점을 갖는다.

이러한 확산 반사형 LCD 구조가 예컨대 일본 특허 제3166377호에 개시되어 있다. 일본 특허 제3166377호에 개시된 구조에서, 큰 굴절률을 갖는 절연 필름이 액정층과 돌출부 및 오목부를 갖는 표면을 소유하는 반사 전극 사이에 형성된다. 결과적으로, 반사 전극의 돌출부 및 오목부는 절연 필름에 의해 어느 정도까지 평탄화되어, 전술된 제2 문제점은 개선될 수 있다. 그러나, 전압 강하가 액정층 및 반사 전극 사이에 형성되는 절연 필름에 의해 유발되므로, 높은 구동 전압이 요구된다.

전술된 바와 같이, 종래의 반사형 LCD에서, 돌출부 및 오목부를 갖는 표면을 소유하는 금속 필름이 화소에 대응하는 서로의 화소로부터 이격되는 반사 전극을 형성하는 방식으로 패터닝되어야 한다. 그러나, 이러한 금속 필름을 위한 매우 정밀한 패터닝을 수행하는 것은 어렵다. 더욱이, 반사 전극의 설계 자유도가 제한된다는 점에서 패터닝 이용 돌출부 및 오목부를 수행하는 경우에 문제점이 있다. 이와 같이, 반사 전극들 사이의 공간을 감소시킴으로써 광선 이용의 구경비 및/또는 효율을 향상시키는 것은 어렵다. 또한, 액정층이 돌출부 및 오목부를 갖는 표면 상에 형성되므로 액정층 내에서의 정렬을 안정되게 제어하는 것은 어렵다는 문제점도 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

전술된 문제점을 극복하기 위해, 본 발명의 양호한 실시예는 액정층 내에서의 안정된 정렬을 유지하면서 개선된 구경비 및 개선된 광선 이용의 효율을 실현하는 반사형 LCD를 제공한다.

발명의 구성 및 작용

본 발명에 따른 반사형 디스플레이 장치는 복수개의 스위칭 요소를 갖는 능동 스위치층과, 복수개의 스위칭 요소들 중 대응 요소에 각각 연결된 복수개의 화소 전극과, 능동 스위치층과 복수개의 화소 전극 사이에 형성된 반사층과, 관찰자를 향하는 화소 전극의 측면에 제공되며 각각 상이한 광학 특성의 제1 상태와 제2 상태 사이에서 스위칭할 수 있는 조절층을 포함하고, 반사층은 복수개의 스위칭 요소 및 복수개의 화소 전극에 모두 연결되지 않는다.

바람직하게는, 반사층은 인접 화소 전극들 사이의 간극 아래에 존재한다.

바람직하게는, 반사층은 화소에 대응하는 부분으로 분할되지 않는다.

양호한 실시예에서, 반사층은 복수개의 개구를 갖고, 각각의 복수개의 화소 전극은 반사층 내의 복수개의 개구들 중 대응 개구를 통해 대응 스위칭 요소에 연결된다.

양호한 실시예에서, 대응 스위칭 요소와 복수개의 화소 전극을 각각 연결하는 복수개의 접촉 부분을 추가로 포함하고, 각각의 복수개의 접촉 부분은 반사층 내의 복수개의 개구들 중 대응 개구를 통해 제공되고, 각각의 접촉 부분은 각각의 개구의 직경보다 작은 직경을 갖는다.

양호한 실시예에서, 반사층은 역반사 특성을 갖는다.

반사층은 2-차원 어레이의 복수개의 단위 특징부를 포함하고, 인접 화소 전극들 사이의 간극은 반사층의 단위 특징부와 정렬되지 않을 수 있다.

반사층의 단위 특징부는 큐브형 코너 큐브일 수 있다.

바람직하게는, 각각의 화소 전극은 실질적으로 직사각형인 평면 형상을 갖고, 관계 $((\sqrt{3})/6 \times P_{\text{pix(L)}} \times P_{\text{cc}} + P_{\text{pix(S)}} \times P_{\text{cc}}/2) / (P_{\text{pix(L)}} \times P_{\text{pix(S)}}) > 0.005$ 가 충족되고, 더욱 바람직하게는 관계 $((\sqrt{3})/6 \times P_{\text{pix(L)}} \times P_{\text{cc}} + P_{\text{pix(S)}} \times P_{\text{cc}}/2) / (P_{\text{pix(L)}} \times P_{\text{pix(S)}}) > 0.01$ 가 충족되고, $P_{\text{pix(S)}}$ 는 그 짧은 측면의 방향을 따른 화소 전극의 피치이고, $P_{\text{pix(L)}}$ 은 그 긴 측면의 방향을 따른 화소 전극의 피치이며, P_{cc} 는 큐브형 코너 큐브의 피치이다.

바람직하게는, 관계 $((\sqrt{3}) + 3)/6 \times P_{\text{cc}}/P_{\text{pix}} > 0.005$ 가 충족되고, 더욱 바람직하게는 관계 $((\sqrt{3}) + 3)/6 \times P_{\text{cc}}/P_{\text{pix}} > 0.01$ 이 충족되고, P_{pix} 는 화소 전극의 피치이고, P_{cc} 는 코너 큐브의 피치이다.

양호한 실시예에서, 조절층은 광 산란 상태와 광 투과 상태 사이에서 스위칭할 수 있다.

본 발명에 따른 반사형 디스플레이 장치를 제조하는 방법은 복수개의 스위칭 요소를 갖는 능동 스위치층이 그 상에 형성된 기판을 제공하는 단계와, 능동 스위치층 상에 절연층을 형성하는 단계와, 복수개의 개구를 갖는 반사층을 절연층 상에 형성하는 단계와, 반사층 상에 평탄화 수지층을 형성하는 단계와, 복수개의 스위칭 요소들 중 대응 요소에 각각 연결되는 복수개의 화소 전극을 평탄화 수지층 상에 형성하는 단계와, 각각 상이한 광학 특성의 제1 상태와 제2 상태 사이에서 스위칭할 수 있는 조절층을 복수개의 화소 전극 상에 제공하는 단계를 포함하고, 각각의 복수개의 화소 전극은 반사층 내의 복수개의 개구들 중 대응 개구를 통해 대응 스위칭 요소에 연결된다.

본 발명에 따르면, 반사층이 화소 전극과 별도의 요소로서 제공되므로, 화소에 대응하도록 이격되는 부분으로 반사층을 분리하는 것은 불필요하다. 따라서, 반사층의 면적은 증가될 수 있어서, 광선 이용의 효율은 개선될 수 있다. 더욱이, 화소 전극의 패터닝은 반사층의 돌출부 및 오목부의 구성에 무관하게 수행될 수 있으므로, 구경비의 개선이 화소 전극들 사이의 간극을 감소시킴으로써 얻어질 수 있다. 따라서, 밝고 높은 대비율 화상이 표시될 수 있다.

또한, 반사층의 돌출부 및 오목부는 평탄화되어, 액정 분자의 배향은 안정되게 제어될 수 있다. 평탄화를 실현하는 층(평탄화층)은 액정층과 화소 전극 사이에 형성되지 않으므로, 평탄화층의 제공과 관련된 어떠한 전압 강하도 없다.

본 발명은 역반사 특성을 갖는 반사층을 포함하는 역반사형 LCD에 적용될 때 특정한 장점을 제공한다.

본 발명의 다른 특징부, 요소, 공정, 단계, 특성 및 장점은 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 양호한 실시예의 다음의 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다.

이하, 본 발명의 양호한 실시예가 첨부 도면을 참조하여 설명될 것이다.

본 발명에 따른 반사형 LCD는 화소 전극과 스위칭 요소를 포함하는 능동 스위치층 사이에 화소 전극 및 스위칭 요소에 모두 연결되지 않는 반사층이 제공되는 것을 특징으로 한다. 바꿔 말하면, 표시를 위해 주변 광선 또는 외부 광원으로부터의 광선을 이용하는 것을 가능하게 하는 반사층이 액정층을 가로질러 전압을 인가하는 화소 전극과 독립적으로 제공된다.

이하, 도2a, 도2b 및 도2c를 참조하여, 본 발명에 따른 반사형 LCD의 구조가 예로서 역반사형 LCD를 취함으로써 설명될 것이다. 도2a는 반사형 디스플레이 장치(200)의 평면도이다. 도2b 및 도2c는 각각 도2a의 선 2b-2b' 및 2c-2c'를 따라 취해진 단면도이다.

반사형 디스플레이 장치(200)는 컬러 필터(219)와, 투명한 상대 전극(211) 및 정렬 필름(212)이 제공되는 전방 기관(210)과, 전방 기관(210)에 대향하도록 제공된 후방 기관(209)과, 기관(210, 209)들 사이에 개재된 액정층(213)을 포함한다. 후방 기관(209)은 복수개의 스위칭 요소(201t)를 구비한 능동 스위치층(201s)을 갖는 기관(201)을 포함한다. 기관(201) 상에, 다음의 요소, 즉 역반사 성질을 나타내는 절연층(202), 절연층(202) 상에 형성된 반사층(205), 평탄화 수지층(206), 복수개의 투명한 화소 전극(207) 및 정렬층(218)이 이러한 순서로 배치된다. 정렬층(218)의 표면은 액정층(213)과 접촉 상태에 있다. 기관은 예컨대 복수개의 박막 트랜지스터(201t)를 포함하는 능동 스위치층(201s)을 소유하는 TFT 기관이다. 반사층(205)은 절연층(202)의 표면 구성에 대응하는 돌출부 및 오목부를 갖는다. 이들 돌출부 및 오목부는 평탄화 수지층(206)에 의해 평탄화되므로, 화소 전극(207) 및 정렬층(218)은 실질적으로 평면인 표면을 갖는다. 절연층(202) 및 평탄화 수지층(206)은 그 내에 형성된 복수개의 접촉 구멍(204)을 갖는다. 각각의 화소 전극(207)은 접촉 구멍(204)을 통해 대응 스위칭 요소(201t)의 드레인 전극(203)에 연결된다.

도2a에 도시된 바와 같이, 반사층(205)은 종래의 반사형 디스플레이 장치의 반사 전극(105)과 달리(도1 참조) 화소에 대응하는 불연속 부분으로 분할되지 않는다. 반사층(205)은 TFT 기관(201)의 표시 영역에 걸쳐 연속적으로 형성되고, 각각의 접촉 구멍(204)에 대응하는 개구(220)를 갖는다. 각각의 개구(220)는 각각의 접촉 구멍(204)보다 큰 직경을 가지므로, 반사층(205)은 스위칭 요소 및 화소 전극(207)으로부터 절연된다.

액정층(213)은 제1 상태 및 제2 상태 사이에서 스위칭할 수 있는 임의의 조절층일 수 있는데, 제1 및 제2 상태는 각각 상이한 광학 특성을 갖는다. 예컨대, 액정층(213)은 광 산란 상태와 광 투과 상태 사이에서 스위칭할 수 있는 산란형 액정층 또는 각각 상이한 지연과 관련된 2개 이상의 상태를 취할 수 있는 전기 제어 복굴절 모드(ECB 모드: electrically birefringence mode)의 액정층일 수 있다. 대신에, 액정층(213)은 예컨대 액정층의 자연 선광성(optical rotary power)을 이용하는 TN형 액정층일 수 있다.

도시되어 있지 않지만, 반사형 디스플레이 장치(200)는 TFT 기관(201) 내의 박막 트랜지스터(201t)를 선택적으로 구동하는 게이트 구동 회로와, 우선 화소 전극(207)에 신호를 공급하는 소스 구동기 회로를 추가로 포함한다. 게이트 구동 회로는 게이트 라인을 통해 박막 트랜지스터(201t)의 게이트 전극에 연결된다. 소스 구동 회로는 소스 라인 및 박막 트랜지스터(201t)를 통해 화소 전극(207)에 연결된다.

본 발명에 따른 반사형 LCD는 역반사형 LCD에 제한되지 않는다. 반사층(205)으로서, 산란 반사[또는, "확산 반사(diffuse reflection)"] 특성을 갖는 반사층을 포함하는 확산 반사형 LCD가 대신에 사용될 수 있다.

반사형 디스플레이 장치(200)는 도1을 참조하여 설명된 종래의 반사형 디스플레이 장치보다 우수한 다음의 장점을 갖는다.

종래의 반사형 디스플레이 장치에서, 반사 전극(105)은 액정층을 가로질러 전압을 인가하는 기능(화소 전극으로서의 기능)뿐만 아니라 광선의 역반사 또는 확산 반사를 유발하는 기능을 갖는다. 광선의 역반사 또는 확산 반사를 유발하기 위해, 반사 전극(105)은 그 표면 상에 돌출부 및 오목부를 가질 필요가 있다. 반면에, 화소 전극으로서 기능하기 위해, 반사 전극(105)은 각각의 화소에 대응하도록 이격될 필요가 있다. 이와 같은 반사 전극(105)은 Ag 등을 포함하는 반사 금속층을 패터닝함으로써 형성된다. 그러나, 그 표면 상에 돌출부 및 오목부를 갖는 반사 금속층을 위한 매우 정밀한 패터닝을 수행하는 것은 어렵다.

특히, 코너 큐브 등의 단위 특징부의 어레이에 기초한 복잡한 역반사 구성을 갖는 반사 금속층을 사용하는 경우에, 반사 금속층의 패터닝이 단위 특징부의 경계선을 따라 수행되면, 인접 반사 전극(105)들 사이의 공간은 비교적 커져, 저하된 구경비 및 작은 유효 반사 영역의 문제점을 초래한다. 본원의 명세서에서, "구경비(aperture ratio)"는 전체의 표시 영역에 대한 표시에 기여하는 면적의 비율 즉 표시 영역의 면적에 대한 화소 전극의 총 면적의 비율을 말한다. "유효 반사 영역(effective reflecting region)"은 반사 표면이 형성되는 표시 영역의 일부를 말한다. 그러나, 반사 금속층의 표면 구성에 의해 영향을 미치지 않고 인접 반사 전극(105)들 사이의 공간을 충분히 작아지도록 반사 금속층을 패터닝하는 것은 극히 어렵다. 이러한 패터닝이 실현되더라도, 각각의 단위 특징부(예컨대, 코너 큐브)를 포함하는 표면들 중 일부가 각각의 반사 전극(105)의 주연 부분에서(패턴 모서리 근처에서) 제거될 것이므로, 충분한 역반사 특성이 얻어질 수 없다.

반면에, 반사형 디스플레이 장치(200)에 따르면, 반사층(205)을 패터닝하는 것이 불필요하여, 전술된 문제점은 회피된다. 반사층(205)은 기판(201)의 표면에 걸쳐 연속적으로 형성되므로, 충분한 반사 기능이 화소 전극(207)의 패턴 모서리에서도 나타난다. 더욱이, 화소 전극(207)은 평탄화 수지층(206) 상에 형성되는 전도성 필름(예컨대, ITO 필름)을 패터닝함으로써 형성될 수 있다. 이러한 전도성 필름의 패터닝은 반사층(205)의 돌출부 및 오목부의 제한을 벗어나면서 자유롭게 수행될 수 있다. 더욱이, 전도성 필름은 실질적으로 평면인 표면 구성을 가지므로, 전도성 필름을 위한 매우 정밀한 패터닝을 수행하는 것은 비교적 용이하다. 이와 같이, 인접 화소 전극(207)들 사이의 공간은 충분히 작아질 수 있다. 또한, 반사층(205)의 표면 상의 돌출부 및 오목부는 평탄화되므로, 액정층(213) 내의 액정은 정렬층(218)에 의해 양호하게 정렬될 수 있다.

인접 화소 전극(207)들 사이의 각각의 공간은 $1\ \mu\text{m}$ 이상인 것이 바람직하고, 이러한 조건 하에서, 충분한 절연이 화소 전극(207)들 사이에 확보될 수 있다. 인접 화소 전극(207)들 사이의 공간의 상한 수치는 화소 전극(207)의 피치 P_{pix} 에 따라 상이하지만, 충분히 큰 구경비가 $30\ \mu\text{m}$ 의 범위 내에서 얻어질 수 있다.

각각의 개구(220)의 직경은 단순히 각각의 접촉 구멍(204)의 직경보다 클 필요가 있다. 그러나, 각각의 개구(220)의 직경은 충분히 유효한 반사 영역[즉, 반사층(205)의 충분한 면적]을 얻을 정도로 충분히 작은 것이 예컨대 $30\ \mu\text{m}$ 이하인 것이 바람직한데, 이러한 수치는 디스플레이 장치의 해상도에 의존할 것이다. 반면에, 각각의 접촉 구멍(204)의 직경은 접촉 구멍(204) 내측에 제공되는(전도성 재료를 포함하는) 접촉 부분으로부터의 절연을 보증할 정도로 충분히 큰 것이 예컨대 $1\ \mu\text{m}$ 이상인 것이 바람직하다.

반사형 디스플레이 장치(200)의 후방 기판(209)은 예컨대 다음의 방법에 의해 제조될 수 있다.

우선, 도3a에 도시된 바와 같이, 그 상에 복수개의 TFT를 갖는 TFT 기판(201)의 표면 상에, 역반사 구성을 갖는 절연층이 형성된다. 그 후, TFT 기판(201) 내의 TFT의 드레인 전극(203)에 도달할 정도로 충분히 깊은 복수개의 접촉 구멍(204a)이 절연층(202) 내에 형성된다. TFT 기판(201) 대신에, 그 상에 임의의 다른 형태의 스위치 요소를 갖는 기판이 대신에 사용될 수 있다.

그 후, 도3b에 도시된 바와 같이, 반사층으로 되는 금속(205')(예컨대, Ag)이 접촉 구멍(204a) 내측 상에 그리고 절연층(202) 상에 피착된다.

다음에, 도3c에 도시된 바와 같이, 접촉 구멍(204) 내측 및 접촉 구멍(204) 위에 위치되는 금속(205')의 일부가 제거되어, 개구(220)를 형성한다. 각각의 개구(220)의 직경은 각각의 구멍(204)의 직경보다 크도록 정해진다. 결과적으로, 반사층(205)이 얻어진다.

다음에, 도3d에 도시된 바와 같이, 평탄화 수지층(206)이 반사층(205)의 돌출부 및 오목부를 평탄화하도록 형성된다. 또한, 접촉 구멍(204b)이 절연층(202) 내의 접촉 구멍(204a)과 실질적으로 정렬되도록 평탄화 수지층(206) 내에 형성된다.

그 후, 도3e에 도시된 바와 같이, 투명한 전도성 필름(예컨대, ITO 필름)이 평탄화 수지층(206) 상에 그리고 접촉 구멍(204a, 204b) 내측 상에 형성되고, 패터닝된다. 결과적으로, 화소 전극(207)이 형성된다. 화소 전극(207)은 접촉 구멍(204a, 204b)을 통해 TFT의 드레인 전극(203)에 전기적으로 연결된다. 화소 전극(207) 및 평탄화 수지층(206) 상에, 액정 정렬을 실현하는 정렬층(218)이 형성된다. 이와 같이, 후방 기판(209)이 얻어진다.

전술된 방식으로 얻어진 후방 기판(209)을 사용함으로써, 반사형 디스플레이 장치(200)는 종래의 반사형 LCD를 제조하기 위해 사용된 것과 유사한 공정을 통해 제조될 수 있다. 구체적으로, 후방 기판(209)은 (RGB 색상 패턴이 흑색 모서리에 의해 한정되는) 컬러 필터층(219), 투명한 전도성 필름(211) 및 정렬층(212)을 갖는 전방 기판(210)에 부착되고, 액정층은 기판(209, 210)들 사이에 형성된다.

(제1 실시예)

이하, 본 발명에 따른 반사형 LCD의 제1 실시예가 설명될 것이다.

도4a는 본 발명의 반사형 LCD에서 후방 기판(TFT층 기판)(300)의 구조를 도시하는 각각 평면도이다. 도4b는 도4a의 평면도의 선 4b-4b'를 따라 취해진 단면도이다.

후방 기관(300)은 다음의 요소, 즉 능동 스위치층(301s), 절연층(307), 반사층(308), 평탄화 수지층(309) 및 화소 전극(310)이, 기관(301) 상에 이러한 순서로 배치되는 요소를 포함한다. 본 실시예에서, 능동 스위치층(301s)은 복수개의 박막 트랜지스터(301t)를 포함한다. 각각의 박막 트랜지스터(301t)는 예컨대 게이트 전극(302), 게이트 전극(302)을 덮는 게이트 절연 필름(303), 게이트 절연 필름(303) 상에 형성된 반도체층(304), 소스 라인 및 소스 버스(305), 및 드레인 전극(306)을 포함한다. 박막 트랜지스터(301t)는 저부 게이트 구조를 갖는 것으로 도시되어 있지만, 이들은 대신에 상부 게이트 구조를 가질 수 있다. 절연층(307)의 표면은 복수개의 코너 큐브의 어레이에 기초한 역반사 구성을 가지므로, 반사층(308)은 역반사층이다. 각각의 화소 전극(310)은 평탄화 수지층(309) 및 절연층(303) 내에 제공된 접촉 부분(311)을 통해 대응 박막 트랜지스터(301t)의 드레인 전극(306)에 연결된다. 반사층(308)은 접촉 부분(311)과 접촉 상태에 있지 않는 크기로 각각 형성되는 개구(311')를 가지므로, 반사층(308) 및 화소 전극(310)은 서로와 전기 전도 상태에 있지 않는다.

각각의 화소 전극(310)은 예컨대 $60\mu\text{m} \times 180\mu\text{m}$ 의 크기로 형성된다. 인접 화소 전극(310)들 사이의 간극 폭은 예컨대 $3\mu\text{m}$ 이상 및 $8\mu\text{m}$ 이하이다. 역반사층(308) 내의 단위 특징부(코너 큐브)는 예컨대 $3\mu\text{m}$ 내지 $20\mu\text{m}$ 의 피치로써 배열된다. 역반사층(308)의 오목부와 돌출부 사이의 높이차는 예컨대 $3\mu\text{m}$ 내지 $16\mu\text{m}$ 이다.

반사형 LCD의 후방 기관(300)은 도3을 참조하여 설명된 것과 유사한 방법에 의해 제조될 수 있다. 이하, 후방 기관(300)을 제조하는 방법이 도면을 참조하여 구체적으로 설명될 것이다. 도5a, 도5b 및 도5c는 후방 기관(300)을 형성하는 단계를 도시하는 평면도이다. 도6a, 도6b 및 도6c는 각각 도5a, 도5b 및 도5c의 선 6a-6a', 6b-6b' 및 6c-6c'를 따라 취해진 단면도이다.

우선, TFT 기관이 도5a 및 도6a에 도시된 바와 같이 형성된다. TFT 기관은 예컨대 다음의 방식으로 형성될 수 있다. 게이트 라인 및 게이트 버스(302)[예컨대, 탄탈륨(Ta)]이 기관(301) 상에 형성된 후, 게이트 절연층(303)(예컨대, 탄탈륨 산화물 필름)이 그 상에 형성된다. 그 후, 반도체층(304)(예컨대, 비정질 실리콘)이 형성된다. 소스 라인 및 소스 버스(305)[예컨대, 티타늄(Ti)]가 각각의 반도체층(304)의 일단부와 접촉 상태에 있도록 형성되고, 드레인 전극(306)이 각각의 반도체층(304)의 타단부와 접촉 상태에 있도록 형성된다. 공정을 단순화하기 위해, 소스 라인 및 소스 버스(305)는 바람직하게는 드레인 전극(306)과 동일한 층 내에 형성된다. 그 후, TFT의 신뢰성을 증가시키기 위해, 절연층(예컨대, 실리콘 질화물)이 형성될 수 있다.

다음에, 도5b 및 도6b에 도시된 바와 같이, 그 내에 접촉 구멍(311a)을 갖는 절연층(307)과, 절연층(307) 상에 배치되어야 하며 개구(311')를 갖는 반사층(308)이 형성된다. 구체적으로, 절연층(307) 및 반사층(308)은 다음의 방식으로 형성된다.

절연층(307)(두께: 예컨대 $5\mu\text{m}$)은 TFT 기관 상에 전사 수지 재료를 포함하는 수지층을 형성한 후 엠보싱 기술 등을 사용하여 돌출부 및 오목부가 그 상에 형성된 마스터(주형)의 구성을 수지층에 전사함으로써 형성될 수 있다. 절연층(307)의 재료에 대해 어떠한 특정한 제한도 없지만, 재료는 예컨대 아크릴 수지일 수 있다. 그 후, 레지스트 마스크가 사진 및 식각 기술 등에 의해 절연층(307) 사이에 형성된다. 이러한 레지스트 마스크를 사용하여 절연층(307)을 식각함으로써, TFT의 드레인 전극(306)에 도달하는 접촉 구멍(직경: 예컨대 $5\mu\text{m}$)(311a)이 형성된다.

반사층(308)은 절연층(307)의 표면에 걸쳐 그리고 절연층(307)의 접촉 구멍(311a) 내에 반사 금속의 층(예컨대, Ag층)을 피착함으로써 그리고 접촉 구멍(311a) 내측 또는 그 위에 위치되는 Ag층의 부분을 식각함으로써 형성된다. 접촉 구멍(311a) 내에 형성될 전도층과 접촉 상태에 있지 않게 하기 위해, 반사층(308)은 각각의 접촉 구멍(311a) 위에 구멍(311')을 가질 필요가 있어서, 각각의 개구(311')는 각각의 접촉 구멍(311a)보다 큰 직경(예컨대, $10\mu\text{m}$)을 갖는다. 이러한 반사층(308)은 예컨대 개구(311')로 되도록 Ag층의 부분을 노출 상태로 방치할 식각 마스크를 형성함으로써 그리고 이러한 마스크를 사용하여 건식각 또는 습식각을 수행함으로써 형성될 수 있다. 대신에, 반사층(308)은 절연층(307) 내에 접촉 구멍(311a)을 형성하기 위해 사용된 레지스트 마스크와 실질적으로 동일한 형상을 갖는 식각 마스크를 사용하여 Ag층에 대해 습식각을 수행함으로써 형성될 수 있고, 이러한 방식으로 접촉 구멍(311a)보다 큰 개구(311)가 과도 식각을 통해 Ag층 내에 형성될 수 있다.

그 후, 도5c 및 도6c에 도시된 바와 같이, 평탄화 수지층(309) 및 화소 전극(310)이 형성되어, 후방 기관(300)이 완성된다.

평탄화 수지층(309)은 반사층(308)을 덮는 수지층을 형성함으로써 그리고 그 후 수지층 내에 접촉 구멍(311b)을 형성함으로써 얻어질 수 있어서, 각각의 접촉 구멍(311b)은 대응 접촉 구멍(311a)과 정렬된다. 각각의 접촉 구멍(311b)은 각각의 접촉 구멍(311a)과 실질적으로 동일한 크기를 갖는다. 평탄화 수지층(309)의 재료로서, 접촉 구멍(311b)의 형성을 용이하게 하는 재료 예컨대 사진 및 식각을 통해 가공될 수 있는 수지 재료가 바람직하게는 사용된다. 반사층(308)의 역반사

특성을 악화시키지 않기 위해, 높은 투과도를 갖는 재료를 채용하는 것이 필요하다. 사진 및 식각을 통해 가공될 수 있으며 높은 투과도를 갖는 재료의 예는 UV 노광을 통해 패터닝될 수 있는 아크릴 수지이다. 평탄화 수지층(309)은 반사층(308)의 역반사 구성을 평탄화할 정도로 충분히 두껍다(예컨대, 5 μm 이상).

반면에, 화소 전극(310)은 평탄화 수지층(309) 위에 그리고 접촉 구멍(311a, 311b)[이들은 함께 "접촉 구멍(311)"] 내측에 투명한 전도성 필름[예컨대, 인듐 주석 산화물(ITO: indium tin oxide)]을 형성함으로써 그리고 투명한 전도성 필름을 화소 전극 형상으로 패터닝함으로써 제조될 수 있다. 접촉 구멍(311)의 높이[즉, 접촉 구멍(311a, 311b)의 총 높이] L이 수 μm 이하 정도로 작은 경우에 또는 각각의 접촉 구멍(311)이 테이퍼형 단면을 갖는 경우에, 스퍼터링 등의 통상의 증착 기술이 접촉 구멍(311) 내측에 투명한 전도성 필름을 형성하는 데 사용될 수 있다. 그러나, 높이 L이 비교적 큰 즉 접촉 구멍(311)의 직경 d의 2배 이상(즉, $L/d \geq 2$)인 경우에, 증착 기술로써 투명한 전도성 필름이 드레인 전극(306)에 도달할 정도로 접촉 구멍(311) 내측에 투명한 전도성 필름을 형성하는 것은 어려울 것이다. 후자의 경우에, 바람직하게는, 용액형 전도성 재료가 투명한 전도성 필름의 재료로서 사용되고, 투명한 전도성 필름은 잉크 제트 기술을 사용함으로써 접촉 구멍(311) 내측에 형성된다.

더욱이, 투명한 전도성 필름은 2개의 상이한 재료를 포함할 수 있다. 즉, 접촉 구멍(311) 내측에 형성될 접촉 부분은 평탄화 수지층(309)의 재료와 상이한 재료를 포함할 수 있다. 예컨대, 접촉 부분은 후막으로 형성될 수 있는 재료로 형성될 수 있고, 화소 전극 부분은 증착 기술 등을 통해 피착될 수 있는 재료를 사용함으로써 형성될 수 있다. 투명한 전도성 필름[화소 전극(310)]을 형성하는 방법에 무관하게 투명한 전도성 필름의 재료는 반사층(308)의 역반사 특성을 악화시키지 않도록 높은 투과도를 갖는다는 것을 주목하여야 한다.

전술된 바와 같이 얻어진 후방 기관(300)을 사용함으로써, 본 실시예에 따른 반사형 LCD가 종래의 반사형 LCD를 제조하기 위해 사용된 것과 유사한 공정을 통해 제조될 수 있다. 특정한 방법이 후술될 것이다.

우선, 폴리이미드 필름이 후방 기관(300) 상에 형성되고, 폴리이미드 필름은 액정 분자의 방향을 제어하는 정렬층을 형성하도록 천으로써 마찰된다. 반면에, 그 상에 컬러 필터층, 투명한 전도성 필름 및 정렬층을 갖는 전방 기관이 형성된다. 또한, 전방 기관의 정렬층은 후방 기관(300)의 정렬층을 형성하는 것과 유사한 방법에 의해 형성될 수 있다. 다음에, 후방 기관(300) 및 전방 기관은 서로 부착되고, 액정층이 그 사이에 형성된다. 액정층은 중합체 분산 액정(PDLC: polymer dispersed liquid crystal) 재료로 형성될 수 있다. 바람직하게는, 액정층은 인가 전압의 부재 시 투명하게 보이는 소위 역전형 PDLC이다. 이와 같이, 본 실시예의 반사형 LCD가 완성된다.

본 실시예의 액정층은 그 중합체 구조 내에 액정 백본(메소젠 그룹)을 갖는 역전형 PDLC를 포함하고, 후술된 바와 같이 액정층을 가로질러 인가된 전압을 변화시킴으로써 흑색 표시 상태와 백색 표시 상태 사이에서 스위칭할 수 있다. 이하, 그 작동이 설명될 것이다.

액정층을 가로질러 인가된 전압이 충분히 작을 때(즉, 인가 전압의 부재 시), 액정층은 투명 상태에 있다. 이 때, 중합체 내의 메소젠 그룹이 네마틱 액정과 양호하게 정렬되면, 양호한 투명도가 관찰 각도에 무관하게 얻어질 수 있으므로, 디스플레이 장치의 역반사 성질은 완전히 이용될 수 있고, 양호한 흑색 표시 특성이 얻어질 수 있다. 반면에, 소정 전압이 액정층을 가로질러 인가될 때, 네마틱 액정 분자는 전기장에 따라 이동하지만, 중합체 구조 내의 메소젠 그룹은 이동하지 않는 경향이 있다. 결과적으로, 굴절률 차이가 액정층 내로 진입하는 광선이 산란되게 하도록 네마틱 액정과 메소젠 그룹 사이에 일어나서, 백색 표시 특성이 얻어진다.

본원에서 사용된 바와 같이, "인가 전압의 부재(absence of an applied voltage)"는 액정층을 가로질러 인가된 전압이 0V 인 상태뿐만 아니라 액정층을 가로질러 인가된 전압이 액정층 내로 진입하는 광선의 산란이 관찰되도록 액정층의 광학 변화를 유발하는 전압보다 낮은 상태도 말한다.

전술된 역전형 PDLC는 저분자량 액정 조성물, 중합되지 않은 예비 중합체를 함유하는 예비 중합체/액정 혼합물을 준비함으로써, 그리고 중합되지 않은 예비 중합체를 중합하도록 UV(자외선)로써 예비 중합체/액정 혼합물을 조사함으로써 형성될 수 있다. 본원에 도시된 예에서, 저분자량 액정 재료, 그리고 추가로 메소젠 그룹을 함유하는 4% 모노아크릴레이트, 메소젠 그룹을 함유하는 2% 디아크릴레이트 그리고 1% 반응 개시제를 함유하는 예비 중합체/액정 혼합물이 준비되고, 예비 중합체/액정 혼합물은 20분 동안 UV(예컨대, 1 mW/cm²)로써 조사된다. 그러나, 액정 재료의 조성 및 경화 조건은 그에 제한되지 않는다.

역전형 PDLC 대신에, 그 중합체 구조 내에 액정 백본을 포함하지 않는 정상형 산란 액정 재료가 대신에 사용될 수 있다. 이러한 경우에, 액정층은 인가 전압의 부재 시 산란 상태에 그리고 인가 전압 하에서 투명 상태에 있을 것이다. 역전형

PDLC와 유사하게, 정상형 PDLC는 네마틱 액정이 중합체 구조 내에 존재하는 구조도 갖는다. 그러나, 역전형 PDLC와 달리, 정상형 PDLC는 그 중합체 구조 내에 메소젠 그룹을 함유하지 않는다. 이러한 경우에, 인가 전압의 부재 시, 액정 분자는 액정층이 광선을 산란하도록 무작위로 배향되어(산란 상태), 백색 표시 상태를 가져온다. 반면에, 인가 전압 하에서, 전기장에 따라 배향되는 네마틱 액정 분자의 굴절률은 중합체의 굴절률에 적합하므로, 액정층은 투명해져, 흑색 표시 상태를 가져온다. 관찰 각도의 전체 범위에 걸쳐 불굴절 네마틱 액정의 굴절률과 비굴절 중합체의 굴절률 사이에서 적합한 것을 보증하는 것은 어려우므로 경사진 관찰 각도로부터 관찰될 때의 투명도가 특히 악화되는 경향이 있다는 것을 주목하여야 한다. 그러나, 정상형 PDLC가 사용의 목적에 따라 바람직한 선택일 수 있는데, 이는 정상형 PDLC가 여전히 실용적인 수준의 투명도를 제공하며 인가 전압의 부재 시 높은 산란 특성도 제공하기 때문이다.

정상형 PDLC가 채택되는 경우에, 정렬 처리를 수행하지 않는 것이 관례이다. 그러나, 필요에 따라, 폴리이미드 등의 유기 필름이 액정층이 형성되어야 하는 기판의 표면 상에 가해질 수 있다.

PDLC가 액정층을 포함하는 재료로서 채용되는 경우에, 낮은 평탄도가 다른 재료[예컨대, 콜레스테릭 액정(후술됨)]이 사용되는 경우에서보다 평탄층에서 요구된다. 더욱이, 평탄화층의 두께는 반사 금속과 화소 전극 사이의 전기 전도를 방지하는 두께 이상 예컨대 $3\ \mu\text{m}$ 일 필요만 있다.

PDLC 이외의 산란형 액정 재료로서, 적외선 영역에서 반사 대역을 갖는 콜레스테릭 액정 재료도 사용될 수 있다. 콜레스테릭 액정 재료는 네마틱 액정 재료에 키랄 중심을 갖는 키랄 작용제를 첨가함으로써 형성된다. 첨가될 키랄 작용제의 양은 원하는 대역에서 광선을 반사하는 나선형 피치를 얻도록 조절된다. 콜레스테릭 액정을 포함하는 액정층이 두께에 따라 상이한 구동 전압 및/또는 산란 특성을 가질 것이므로, 액정층의 두께의 편차를 감소시키는 것이 바람직하다.

본 실시예에는 산란형 디스플레이 모드를 도시하지만, 동적 산란 모드 또는 임의의 다른 위상 전이 모드도 본 발명에 따른 LCD의 디스플레이 모드로서 적용 가능하다.

본 실시예에 따른 반사형 LCD는 전극들 사이의 공간이 반사층으로서 그리고 화소 전극으로서 기능하는 반사 전극을 갖는 반사형 LCD(예컨대, 도1a 및 도1b에 도시된 디스플레이 장치)에 비교될 때 감소될 수 있다는 장점을 갖는다. 이러한 장점은 상세하게 후술될 것이다.

우선, 도7이 참조될 것이다. 도7은 도1에 도시된 종래의 디스플레이 장치의 화소 전극(701)의 형상을 도시하는 평면도이다. 종래의 디스플레이 장치의 화소 전극(701)은 역반사 구성을 갖는 반사 금속층(예컨대, Ag층)을 패터닝함으로써 형성된다. 반사 금속층은 단위 특징부(702)의 어레이를 갖는다. 각각의 단위 특징부(702)는 예컨대 코너 큐브일 수 있고, 바람직하게는 큐빅 코너 큐브이다. 반사 금속층은 밀집한 돌출부 및 오목부를 갖고, 그 반사 성질로 인해 사진 및 시각 중 사용되는 광선을 역반사하는 경향이 있다. 따라서, 점선 703에 의해 도시된 바와 같은 설계에 따른 역반사 구성을 갖는 반사 금속층으로부터 화소 전극을 형성할 때, 지정된 바와 같이(즉, 점선 703에 맞게 하도록) 화소 전극의 패턴 모서리 형성하는 것은 상당히 어렵다. 패터닝을 통해 실제로 형성될 화소 전극(701)의 패턴 모서리는 각각의 단위 특징부(702)의 형상에 따라 점선 703으로부터 벗어날 것이다. 결과적으로, 인접 화소 전극(701)들 사이의 각각의 간극(701g)은 단위 특징부(702)와 정렬되도록 지정된 수치보다 훨씬 커질 것이다. 구체적으로, 각각의 간극(701g)의 폭은 단위 특징부의 피치 또는 그 수치의 n 배(여기에서, n 은 2 이상의 정수)와 동일할 것이다.

구체적으로 말하면, 지정된 간극 폭이 단위 특징부 피치 이하이면, 실제로 형성된 화소 전극(701)의 각각의 간극(701g)의 폭은 단위 특징부 피치 또는 그 수치(여기에서, n 은 2 이상의 정수)의 n 배와 동일할 것이다. 지정된 간극 폭이 $(m-1)$ 배보다 크며 단위 특징부 피치의 m 배(여기에서, m 은 2보다 큰 정수) 이상이면, 실제 간극 폭(701g)은 단위 특징부 피치의 m 배 또는 단위 특징부 피치의 $(m+k)$ 배(여기에서, k 는 1 이상의 정수)와 동일할 것이다. 예컨대, 지정된 간극 폭이 $6\ \mu\text{m}$ 이며 단위 특징부 피치가 $10\ \mu\text{m}$ 이면, 간극 폭(701g)은 $10\ \mu\text{m}$ 또는 $10\ \mu\text{m}$ 의 n 배(즉, $20\ \mu\text{m}$, $30\ \mu\text{m}$ 등)일 것이다. 지정된 간극 폭이 $10\ \mu\text{m}$ 이며 단위 특징부 피치가 $6\ \mu\text{m}$ 이면, 간극 폭(701g)은 $12\ \mu\text{m}$ 또는 $6\ \mu\text{m}$ 의 $(2+k)$ 배(즉, $18\ \mu\text{m}$, $24\ \mu\text{m}$ 등)일 것이다.

다음에, 도8이 참조될 것이다. 도8은 본 실시예에 따른 화소 전극(801)의 형상을 도시하는 평면도이다. 본 실시예에서, 화소 전극(801)은 평탄화 수지층이 화소 전극(801)과 역반사층 사이에 개재된 상태로 단위 특징부(802)의 어레이를 갖는 역반사층 상에 형성된다. 화소 전극(801)은 평탄화 수지층 상에 투명한 전도성 필름을 형성함으로써 그리고 투명한 전도성 필름을 패터닝함으로써 제조된다. 투명한 전도성 필름은 평탄화 표면을 가지므로, 투명한 전도성 필름을 패터닝할 때 전도되는 사진 및 시각은 역반사층의 돌출부 및 오목부에 의해 영향을 받지 않고, 통상의 해상도로써 수행된다. 따라서, 화소 전극 패턴이 점선 703에 의해 도시된 바와 같이 지정되면, 투명한 전도성 필름은 그 설계에 의해 지시된 바와 같이 실질적으로 패터닝되어, 인접 화소 전극(801)들 사이의 간극(801g)의 폭은 작게 유지될 수 있다.

이와 같이, 인접 화소 전극(801)들 사이의 간극(801g)의 폭은 단위 특징부 피치와 독립적으로 결정된다. 예컨대, 지정된 간극 폭이 $6\ \mu\text{m}$ 이며 단위 특징부 피치가 $10\ \mu\text{m}$ 이면, 실제로 형성된 화소 전극(801)의 간극 폭(801g)은 $6\ \mu\text{m}$ 일 것이다. 지정된 간극 폭이 $10\ \mu\text{m}$ 이며 단위 특징부 피치가 $6\ \mu\text{m}$ 이면, 간극 폭(801g)은 $10\ \mu\text{m}$ 일 것이다.

이와 같이, 본 실시예에 따르면, 인접 화소 전극(801)들 사이의 간극(801g)의 폭은 종래의 폭에 비교될 때 감소될 수 있어서, 디스플레이 장치의 구경비는 개선된다.

다음에, 도면을 참조하여, 화소 전극 간극 폭의 설계 수치와 실제 수치 사이의 관계가 반사 금속층 또는 역반사층의 단위 특징부(702 또는 802)가 서로에 직각인 3개의 실질적으로 정사각형의 표면을 갖는 큐빅 코너 큐브인 경우에 상세하게 설명될 것이다. 다음의 설명에서, 수치에 대한 임의의 인용은 평면도에서 측정될 때의 수치로서 해석되어야 한다.

도16a 및 도16b는 종래의 디스플레이 장치를 도시하는 도7의 평면도의 확대도이고, 종래의 디스플레이 장치에서 x 방향 및 y 방향을 따라 제공되는 화소 전극들 사이의 간극의 설계 수치와 실제 수치 사이의 관계를 설명한다. 도17a 및 도17b는 본 실시예의 디스플레이 장치를 도시하는 도8의 평면도의 확대도이고, 본 실시예의 디스플레이 장치에서 x 방향 및 y 방향을 따라 제공되는 화소 전극들 사이의 간극의 설계 수치와 실제 수치 사이의 관계를 설명한다.

다음의 설명에서, 임의의 2개의 인접 코너 큐브(702' 또는 802')의 저부 지점(702b 또는 802b) 사이의 거리는 코너 큐브(702' 또는 802')의 피치 P_{cc} 로서 한정된다. 인접 코너 큐브(702' 또는 802')의 저부 지점(702b 또는 802b)이 정렬되는 방향은 x 방향으로서 한정되고, x 방향에 직각인 방향은 y 방향으로서 한정된다. 각각의 코너 큐브(702' 또는 802')를 구성하는 정사각형의 하나의 측면은 $(\sqrt{3})/3 \times P_{cc}$ 와 동일한 길이를 갖는다. 각각의 화소 전극은 그 실질적으로 짧거나 긴 측면이 x 방향에 평행하도록 직사각형 형상으로 설계된다는 것을 주목하여야 한다. 이와 같이, 화소 전극들 사이에 2개 종류의 간극 즉 x 방향을 따라 연장하는 간극 그리고 y 방향을 따라 연장하는 간극이 있다.

우선, 도16a를 참조하여, 화소 전극들 사이에서 x 방향을 따라 연장하는 간극이 설명될 것이다.

종래의 디스플레이 장치에서, 화소 전극은 코너 큐브(702')의 어레이를 갖는 금속 반사층 상에 레지스트 패턴을 형성함으로써 그리고 다음에 마스크로서 레지스트 패턴을 사용하여 금속 반사층을 식각함으로써 얻어진다. 레지스트 패턴 자체는 금속 반사층 상에 형성되는 레지스트에 노광 그리고 다음의 현상을 적용함으로써 형성될 수 있다. 레지스트 필름의 노광은 포토마스크를 사용함으로써 수행된다. 본원에서, 포토마스크는 코너 큐브(702')의 하나의 측면의 길이 이하하도록 [즉, $Dd_x \leq (\sqrt{3})/3 \times P_{cc}$] x 방향을 따라 연장하는 각각의 간극의 폭을 한정하도록 설계된다[이하, "간극 설계 수치(gap design value) Dd_x "]. 더욱이, 포토마스크는 x 방향을 따라 연장하는 (포토마스크에 의해 한정된 바와 같은) 각각의 간극이 열 X에서 코너 큐브(702)의 장착 지점들 사이를 각각 연결하는 선들 Ad1 및 Au1 사이에 개재되는 방식으로 놓인다.

전술된 포토마스크를 사용함으로써 금속 반사층 상에 레지스트 필름을 패터닝할 때, 사진 및 식각 중 사용되는 광선은 포토마스크 설계에 따라 제거될 것으로 예측되는 면적보다 큰 레지스트 필름의 면적이 제거되도록 각각의 코너 큐브의 오목부 내에서 역반사된다. 결과적으로, 현상 후 얻어지는 실제 레지스트 패턴에 의해 지시된 바와 같은 화소 전극(701)들 사이의 간극[이하, "레지스트 패턴 간극 폭(resist pattern gap width)" Dr_x]은 간극 설계 수치 Dd_x 보다 클 것이고 y 방향을 따라 각각의 코너 큐브(702')의 폭 $(2\sqrt{3})/3 \times P_{cc}$ 이하일 것이다.

전형적으로, 레지스트 패턴 간극 폭 Dr_x 는 외부 주변 상의 코너 큐브(702')의 y 방향 폭을 따라 $(\sqrt{3})/3 \times P_{cc}$ 내지 $(2\sqrt{3})/3 \times P_{cc}$ 의 범위 내에서 변한다. 이러한 경우에, 실제 레지스트 패턴에 의해 지시된 바와 같은 각각의 간극의 면적은 포토마스크에 의해 한정된 바와 같은 간극 면적보다 열 X에서의 각각의 코너 큐브(702')의 삼각형 S1 및 S2의 총 면적 이상만큼 클 것이다. 도16a에 도시된 바와 같이, 삼각형 S1 및 S2는 선들 Au1 및 Ad1 사이에 개재되는 영역을 배제한 각각의 코너 큐브(702')의 영역이다. 각각의 이러한 쌍의 삼각형 S1 및 S2의 총 면적 $\Delta S(x)$ 는 $(\sqrt{3})/6 \times P_{cc}^2$ 과 동일하다. 따라서, 표시에 기여하지 않는 표시 영역의 부분(즉, 간극)의 면적은 설계에 의해 예측된 바와 같은 이러한 부분의 면적에 대해 열 X에서의 모든 코너 큐브마다 $(\sqrt{3})/6 \times P_{cc}^2$ 이상만큼 증가될 것이다.

다음에, 도16b를 참조하여, 화소 전극들 사이에서 y 방향을 따라 연장하는 간극이 설명될 것이다. 본원에서, 레지스트 필름의 노광 중 사용될 포토마스크는 $P_{cc}/2$ 이하가 되도록 y 방향을 따라 연장하는 각각의 간극의 폭을 한정하도록 설계된다

[이하, "간극 설계 수치(gap design value) Dd_x "]. 더욱이, 포토마스크는 y 방향을 따라 연장하는 (포토마스크에 의해 한정된 바와 같은) 각각의 간극이 저부 지점(702b), 정점 및 코너 큐브(702')의 장착 지점을 통해 각각 연장하는 선들 Al1 및 Ar1 사이에 개재되는 방식으로 놓인다(선들 Al1 및 Ar1 사이의 간격은 $P_{cc}/2$).

전술된 포토마스크를 사용함으로써 레지스트 필름을 패터닝할 때, 도16a의 경우에서와 같이, 레지스트 패턴 간극 Dr_y 는 간극 설계 수치 Dd_y 보다 클 것이며 x 방향을 따라 각각의 코너 큐브(702')의 폭(즉, 피치 P_{cc}) 이하일 것이다.

전형적으로, 레지스트 패턴 간극 폭 Dr_y 는 코너 큐브(702')의 피치 P_{cc} 와 동일할 것이다. 이러한 경우에, 실제 레지스트 패턴에 의해 지시된 바와 같은 각각의 간극(각각의 간극은 코너 큐브들 중 일부 상에 존재)의 면적은 y 방향을 따라 $(\sqrt{3}) \times P_{cc}$ 의 모든 거리마다 사다리꼴 S3 및 S4의 총 면적 이상만큼 포토마스크에 의해 한정된 바와 같은 간극 면적보다 클 것이다. 도16b에 도시된 바와 같이, 사다리꼴 S3 및 S4는 선들 Al1 및 Ar1 사이에 개재되는 영역을 배제한 각각의 코너 큐브(702')의 영역이다. 각각의 이러한 쌍의 사다리꼴 S3 및 S4의 총 면적 $\Delta S(y)$ 는 $(\sqrt{3})/2 \times P_{cc}^2$ 와 동일하다. 따라서, 표시에 기여하지 않는 표시 영역의 부분(즉, 간극)의 면적은 설계에 의해 예측된 바와 같은 이러한 부분의 면적에 대해 y 방향을 따라 $(\sqrt{3}) \times P_{cc}$ 의 모든 거리마다 $(\sqrt{3})/2 \times P_{cc}^2$ 이상만큼 증가될 것이다.

반면에, 본 실시예에 따르면, 도8을 참조하여 설명된 바와 같이, 화소 전극은 평탄화 수지층이 투명한 전도성 필름과 역반사층 사이에 개재된 상태로 코너 큐브(802')의 어레이를 갖는 역반사층 상에 투명한 전도성 필름을 형성함으로써 그리고 투명한 전도성 필름을 패터닝함으로써 제조된다. 투명한 전도성 필름의 패터닝은 다음과 같이 수행된다. 우선, 레지스트 필름이 투명한 전도성 필름 상에 형성되고, 레지스트 필름에는 레지스트 필름의 패터닝을 달성하도록 노광 및 현상이 적용된다. 이 때, 역반사층 내의 코너 큐브(802')의 형상 및 배열에 무관하게, 레지스트 필름은 포토마스크에 의해 한정된 것과 실질적으로 동일한 패턴으로 패터닝될 것이다. 그 후, 투명한 전도성 필름은 마스크로서 레지스트 패턴을 사용함으로써 식각된다.

따라서, 도17a 및 도17b에 도시된 바와 같이, 투명한 전도성 필름의 패터닝 중 사용되는 레지스트 패턴과 관련된 레지스트 패턴 간극 폭 Dr_x 및 Dr_y 는 포토마스크에 의해 한정된 바와 같은 간극 설계 수치 Dd_x 및 Dd_y 와 실질적으로 동일하다. 따라서, 간극 설계 수치 Dd_x 가 $(\sqrt{3})/3 \times P_{cc}$ 이하이면, 레지스트 패턴 간극 폭 Dr_x 도 $(\sqrt{3})/3 \times P_{cc}$ 이하일 것이다. 간극 설계 수치 Dd_y 가 $P_{cc}/2$ 이하이면, 레지스트 패턴 간극 폭 Dr_y 도 $P_{cc}/2$ 이하일 것이다. 이와 같이, 본 실시예에 따르면, 표시에 기여하지 않는 표시 영역(즉, 간극)의 면적은 종래의 경우에 비교될 때 감소되어, 개선된 구경비를 가져온다.

이제, 구경비의 효과적인 개선을 얻기 위한 화소 전극의 피치 P_{pix} 와 코너 큐브의 피치 P_{cc} 사이의 관계가 논의될 것이다.

종래의 디스플레이 장치에서, 실제 화소 전극들 사이의 간극의 면적은 설계에 의해 예측된 바와 같이 화소 전극들 사이의 간극의 면적으로부터 증가할 것이다. 구체적으로 말하면, 화소 당 면적의 증가 $\Delta S = \Delta S(x) + \Delta S(y)$ 는 다음의 수학식 1에 따라 화소 전극의 피치 P_{pix} 와, 코너 큐브의 피치 P_{cc} 에 따라 변할 것이다. x 방향을 따른 화소 전극의 피치는 $P_{pix(x)}$, 그리고 y 방향을 따른 화소 전극의 피치는 $P_{pix(y)}$ 로 가정하면, 다음과 같다.

$$\Delta S = \Delta S(x) + \Delta S(y) = P_{pix(x)} / P_{cc} \times (S1 + S2) + P_{pix(y)} / ((\sqrt{3}) \times P_{cc}) \times (S3 + S4)$$

$$= P_{pix(x)} / P_{cc} \times ((\sqrt{3})/6 \times P_{cc}^2 + P_{pix(y)} / ((\sqrt{3}) \times P_{cc}) \times (\sqrt{3})/2 \times P_{cc}^2$$

$$\text{따라서, } \Delta S = (\sqrt{3})/6 \times P_{pix(x)} \times P_{cc} + P_{pix(y)} \times P_{cc}/2 \dots \text{수학식 1}$$

본 실시예에 따르면, 종래의 구경비보다 우수한 구경비의 매우 상당한 개선이 화소 면적 ($P_{pix(x)} \times P_{pix(y)}$)에 대한 면적 ΔS 의 증가의 비율이 0.5% 그리고 더욱 바람직하게는 1%보다 큰 경우에 얻어질 수 있다. 따라서, 구경비의 상당한 개선을 얻기 위해, 화소 전극 ($P_{pix(x)}$ 또는 $P_{pix(y)}$)의 피치 P_{pix} 및 코너 큐브의 피치 P_{cc} 는 다음의 수학식 2 그리고 더욱 바람직하게는 다음의 수학식 3을 충족시키는 것이 바람직하다. 결과적으로, 종래의 표시 화상보다 밝은 표시 화상이 실현될 수 있다.

$$\Delta S / (P_{\text{pix}(x)} \times P_{\text{pix}(y)})$$

$$= ((\sqrt{3})/6 \times P_{\text{pix}(x)} \times P_{\text{cc}} + P_{\text{pix}(y)} \times P_{\text{cc}}/2) / (P_{\text{pix}(x)} \times P_{\text{pix}(y)}) > 0.005 \dots \text{수학식 2}$$

$$\Delta S / (P_{\text{pix}(x)} \times P_{\text{pix}(y)})$$

$$= ((\sqrt{3})/6 \times P_{\text{pix}(x)} \times P_{\text{cc}} + P_{\text{pix}(y)} \times P_{\text{cc}}/2) / (P_{\text{pix}(x)} \times P_{\text{pix}(y)}) > 0.01 \dots \text{수학식 3}$$

x 방향을 따른 화소 전극의 피치 $P_{\text{pix}(x)}$ 가 y 방향을 따른 화소 전극의 피치 $P_{\text{pix}(y)}$ 와 동일한 경우에 ($P_{\text{pix}(x)} \times P_{\text{pix}(y)} = P_{\text{pix}}$), 수학식 2 및 수학식 3은 다음과 같을 것이다.

$$((\sqrt{3}) + 3)/6 \times P_{\text{cc}} / P_{\text{pix}} > 0.005 \dots \text{수학식 4}$$

$$((\sqrt{3}) + 3)/6 \times P_{\text{cc}} / P_{\text{pix}} > 0.01 \dots \text{수학식 5}$$

예컨대, 디스플레이 장치가 약 200 ppi [ppi: 인치 당 화소(pixels per inch)]의 해상도를 가지면, 종래의 구경비보다 우수한 구경비의 상당한 개선이 코너 큐브의 피치 P_{cc} 가 1 μm 이하인 경우에 얻어질 수 있다. 코너 큐브의 피치 P_{cc} 가 약 2 μm 이면, 종래의 구경비보다 우수한 구경비의 상당한 개선이 디스플레이 장치의 해상도가 약 85 ppi 이상인 경우에 얻어질 수 있다.

x 방향 및 y 방향에 평행한 측면을 갖는 직사각형 형상의 화소 전극이 설명되어 있지만, 본 실시예는 화소 전극의 긴 또는 짧은 측면의 방향이 코너 큐브의 x 및 y 방향에 대응하지 않고, 이러한 경우에도 수학식 2 및 수학식 3에 의해 표현된 것과 유사한 관계가 진정한 것이다. 바꿔 말하면, 그 짧은 측면을 따른 화소 전극의 피치는 $P_{\text{pix}(s)}$ 그리고 그 긴 측면을 따른 화소 전극의 피치는 $P_{\text{pix}(L)}$ 로 가정하면, 종래의 구경비보다 우수한 구경비의 상당한 개선이 다음의 수학식 6 그리고 더욱 바람직하게는 다음의 수학식 7이 충족되는 경우에 얻어질 수 있다.

$$((\sqrt{3})/6 \times P_{\text{pix}(L)} \times P_{\text{cc}} + P_{\text{pix}(s)} \times P_{\text{cc}}/2) / (P_{\text{pix}(L)} \times P_{\text{pix}(s)}) > 0.005 \dots \text{수학식 6}$$

$$((\sqrt{3})/6 \times P_{\text{pix}(L)} \times P_{\text{cc}} + P_{\text{pix}(s)} \times P_{\text{cc}}/2) / (P_{\text{pix}(L)} \times P_{\text{pix}(s)}) > 0.01 \dots \text{수학식 7}$$

또한, 본 실시예에 따르면, 종래의 역반사형 디스플레이 장치보다 양호한 표시 특성이 후술된 바와 같이 실현될 수 있다.

도9a 및 도9b는 종래의 역반사형 디스플레이 장치의 각각 흑색 상태 및 백색 상태를 도시하는 개략 단면도이다. 도10a 및 도10b는 본 실시예의 역반사형 디스플레이 장치의 각각 흑색 상태 및 백색 상태를 도시하는 개략 단면도이다. 디스플레이 장치는 모두 스위칭 요소로서 TFT를 채용하는 능동 매트릭스 구동형인 것을 주목하여야 한다.

종래의 역반사형 디스플레이 장치는 도1을 참조하여 설명된 것과 유사한 구조를 갖는다. 바꿔 말하면, 종래의 역반사형 디스플레이 장치는 후방 기관(509), 전방 기관(510) 및 후방 기관(509)과 전방 기관(510) 사이에 개재된 액정층(505)을 포함한다. 후방 기관(509)은 복수개의 박막 트랜지스터(501t)가 그 표면 상에 형성된 TFT 기관(501)과, 역반사 특성을 가지며 TFT 기관 상에 형성된 전극(반사 전극)(503)을 포함한다. 반사 전극(503)은 화소에 대응하도록 이격된다. 인접 반사 전극(503)들 사이에, 비반사층(504)이 제공된다. 액정층(505)을 향하는 전방 기관(510)의 표면 상에, 컬러 필터(507) 및 흑색 마스크(506)가 형성된다. 컬러 필터(507)는 각각의 화소에 대응하도록 배치된다. 흑색 마스크(506)는 인접 컬러 필터(507)들 사이를 충전하며 비반사층(504)을 덮도록 배치된다. 도9a 및 도9b는 박막 트랜지스터(501t)가 비반사층(504) 아래에 배치되는 예를 도시하고 있지만, TFT 기관(501)의 배선(소스 라인)만 반사층(504) 아래에 배치되는 것도 가능하다. 예컨대 PDLC를 포함하는 액정층(505)은 액정층(505)이 투명 상태에 있는 동안에 "흑색"을 표시하고, 액정층(505)이 산란 상태에 있는 동안에 "백색"을 표시한다.

이제, 종래의 역반사형 LCD의 표시 원리가 설명될 것이다. 우선, 흑색 표시 상태에 있는 작동이 설명될 것이다. 광원(500)으로부터의 입사 광선은 대체로 도9a의 화살표 500a에 의해 지시된 경로를 따라 반사된다. 바꿔 말하면, 광원(500)으로부터

터의 광선은 컬러 필터(507)를 통해 투과되고, 역반사판(503)으로부터 반사되도록 액정층(505)(이는 투명 상태에 있음)을 통과하고, 광원(500)으로 되돌아가도록 액정층(505) 및 컬러 필터(507)를 재통과한다. 이러한 경우에, 관찰자는 관찰자 자신의 눈의 화상을 감지할 것이어서, 흑색 표시 상태가 얻어진다.

반면에, 광원(500)으로부터의 광선의 외부로, 컬러 필터(507)의 모서리에서 [즉, 흑색 마스크(506) 근처에서] 경사지게 진입하는 (화살표 500b에 의해 도시된) 광선은 투명 상태에서 컬러 필터(507) 및 액정층(505)을 통과하고, 그 후 비반사층(504) 내로 진입한다. 이러한 광선은 비반사층(504)을 통과하며 박막 트랜지스터(501t)의 표면에 도달하고, 그로부터 재반사된다. 박막 트랜지스터(501t)가 비반사층(504) 아래에 배치되지 않고 TFT 기판 배선이 대신에 제공되는 경우에 비반사층(504)을 통해 투과된 광선은 배선의 표면에서 반사될 것이라는 것을 주목하여야 한다. 박막 트랜지스터(501t) 또는 배선의 표면으로부터의 반사는 대개 금속 반사이다. 특정한 패널 설계에 의존하지만, 박막 트랜지스터(501t) 등의 표면으로부터 반사되는 광선의 대부분은 흑색 마스크(506)에 의해 흡수된다. 그러나, 흑색 마스크(506)가 디스플레이 밝기를 개선시키기 위해 작은 폭으로써 설계되는 경우에, 예컨대 박막 트랜지스터(501t) 등의 표면으로부터 반사된 (화살표 500b'에 의해 도시된) 광선의 일부는 디스플레이 장치 내로 진입할 때 광선이 통과한 컬러 필터(507)와 상이한 컬러 필터(507)를 통해 나갈 수 있어서, 흑색 표시 특성을 악화시킨다.

다음에, 백색 표시 상태에 있는 작동이 설명될 것이다. 도9b의 화살표 500c에 의해 도시된 바와 같이, 광원(500)으로부터의 광선이 진입할 때, 입사 광선의 일부는 컬러 필터(507)를 통과하고, 그 후 산란 상태에 있는 액정층(505)에 의해 산란된다. 액정층(PDLC)(505)이 전방 산란 특성을 갖는 경우에, 액정층(505) 내로 진입하는 광선은 역반사판(503)을 향해 산란되고(전방 산란), 역반사판(503)으로부터 반사된다. 반사 광선은 액정층(505) 및 컬러 필터(507)를 재통과하여, 관찰자의 눈에 도달한다. 액정층(505)이 후방 산란 특성을 갖는 경우에, 입사 광선의 대부분은 관찰 방향으로 재이동하도록 액정층(505)에 의해 산란될 것이지만, 입사 광선의 일부는 여전히 역반사판(503)으로부터 반사되도록 전방으로 산란되어 관찰자의 눈에 도달할 것이다. 어느 경우에나, 역반사판(503)으로부터 반사된 광선의 역반사 경향은 액정층(505)의 산란 특성에 의해 취소된다. 이와 같이, 반사 광선의 대부분은 광원(500)을 향해 복귀하지 않고, 오히려 백색 표시 상태에 기여한다.

반면에, 광원(500)으로부터의 광선의 외부로, 컬러 필터(507)의 모서리에서 [즉, 흑색 마스크(506) 근처에서] 경사지게 진입하는 (화살표 500d에 의해 도시된) 광선은 컬러 필터(507)를 통과하고, 액정층(505)에 의해 산란된다. 산란 광선의 일부는 박막 트랜지스터(501t)의 표면에 도달하도록 인접 반사 전극(503)들 사이에 존재하는 비반사층(504)의 일부를 통과하여, 그로부터 반사된다(금속 반사). 흑색 마스크(506)는 이러한 반사 광선을 흡수하도록 설계된다. 그러나, 액정층(505)에 의해 산란된 광선은 박막 트랜지스터(501t)의 표면으로부터 반사되며 액정층(505)에 의해 추가로 산란되므로, 반사 광선의 일부는 흑색 마스크(506)에 의해 흡수되지 않을 것이고, 오히려 관찰자를 향해 나가도록 컬러 필터(507)를 통과할 것이다. 디스플레이 장치 내로 진입할 때 광선이 통과한 컬러 필터(507)와 상이한 컬러 필터(507)를 통해 나가는 임의의 광선이 원하지 않는 색상의 혼합을 유발할 것이다. 반사 광선의 외부로 디스플레이 장치 내로 진입할 때 광선이 통과한 것과 동일한 컬러 필터(507)를 재통과하여 표시를 위해 이용 가능한 광선의 양은 매우 작을 것이라는 것을 주목하여야 한다.

대조적으로, 본 실시예의 역반사형 디스플레이 장치의 작동이 설명될 것이다. 우선, 도10a를 참조하여, 흑색 표시 상태에 있는 작동이 설명될 것이다. 도10a에 도시된 역반사 디스플레이 장치는 도4a 및 도4b를 참조하여 설명된 후방 기판(300)을 사용함으로써 형성된다. 액정층 및 전방 기판은 전술된 바와 같은 종래의 디스플레이 장치의 액정층(505) 및 전방 기판(510)과 유사한 구조를 갖는다.

광원(500)으로부터의 입사 광선은 대체로 도10a의 화살표 600a에 의해 지시된 경로를 따라 반사된다. 광원(500)으로부터의 광선은 컬러 필터(507)를 통해 투과되고, 역반사판(308)으로부터 반사되도록 액정층(505)(이는 투명 상태에 있음), 투명한 화소 전극(310) 및 평탄화 수지층(309)을 통과하고, 광원(500)으로 되돌아가도록 평탄화 수지층(505), 화소 전극(310), 액정층(505) 및 컬러 필터(507)를 재통과한다.

반면에, 광원(500)으로부터의 광선의 외부로, 컬러 필터(507)의 모서리에서 [즉, 흑색 마스크(506) 근처에서] 경사지게 진입하는 (화살표 600b에 의해 도시된) 광선은 컬러 필터(507), 투명 상태에 있는 액정층(505), 투명한 화소 전극(310) 그리고 평탄화 수지층(309)을 통과하고, 그 후 흑색 마스크(506)에 의해 흡수되도록 역반사판(308)으로부터 반사된다. 그러나, 역반사판(308)으로부터 반사된 광선의 일부는 흑색 마스크(506) 내로 진입하지 않고, 오히려 광원(500)을 향해 복귀하도록 컬러 필터(507)를 재통과한다. 이와 같이, 컬러 필터(507)의 모서리를 통과한 광선은 흑색 마스크(506)에 의해 흡수되거나, 관찰 방향으로 나가지 않고 역반사를 통해 광원(500)을 향해 복귀한다. 결과적으로, 양호한 흑색 표시 특성이 얻어진다.

다음에, 백색 표시 상태에 있는 작동이 설명될 것이다. 도10b의 화살표 600c에 의해 도시된 바와 같이, 광원(500)으로부터의 광선은 컬러 필터(507)를 통과하고, 그 후 액정층(505)에 의해 산란된다. 액정층(505)이 전방 산란 특성을 갖는 경우, 액정층(505) 내로 진입하는 광선은 역반사판(308)을 향해 산란되고(전방 산란), 투명한 화소 전극(310) 및 평탄화 수지층(309)을 통과하고, 그 후 역반사판(308)으로부터 반사된다. 액정층(505)이 후방 산란 특성을 갖는 경우, 입사 광선의 대부분은 관찰 방향으로 재이동하여 컬러 필터(507)를 통해 나가도록 액정층(505)에 의해 산란될 것이지만, 입사 광선의 일부는 여전히 역반사판(308)으로부터 반사되도록 전방으로 산란될 것이다. 어느 경우이나, 역반사판(308)으로부터 반사된 광선의 역반사 경향은 액정층(505)의 산란 특성에 의해 취소된다. 이와 같이, 역반사판(308)으로부터 반사된 반사 광선의 대부분은 관찰 방향으로 나가도록 컬러 필터(507)를 재통과한다. 광원(500)을 향해 액정층(505)에 의해 산란되어 표시에 기여하지 않는 일부의 광선이 있지만, 그 양은 매우 작다.

반면에, 광원(500)으로부터의 광선의 외부로, 컬러 필터(507)의 모서리에서 [즉, 흑색 마스크(506) 근처에서] 경사지게 진입하는 (화살표 600d에 의해 도시된) 광선은 컬러 필터(507)를 통과하고, 액정층(505)에 의해 산란된다. 액정층(505)의 산란 특성(전방 산란 또는 후방 산란)에 무관하게, 산란 광선의 일부는 역반사판(308)으로부터 반사되도록 투명한 화소 전극(310) 및 평탄화 수지층을 통과한다. 반사 광선의 일부가 흑색 마스크(506)에 의해 흡수되지만, 광선의 나머지는 흑색 마스크(506) 내로 진입하지 않고, 오히려 디스플레이 장치 내로 진입할 때 광선이 통과한 것과 동일한 컬러 필터(507)를 통과하고, 관찰 방향으로 나간다. 이와 같이, 광원(500)으로부터의 광선의 외부로, 화소 영역으로부터 이동하며 컬러 필터(507)의 모서리에서 그리고 흑색 마스크 영역을 향해 지나가는 광선도 역반사판(308)의 역반사 특성으로 인해 관찰 방향으로 복귀한다. 결과적으로, 광선 이용의 효율은 밝은 표시 화상이 얻어질 수 있도록 개선된다.

전술된 바와 같이, 본 실시예의 역반사형 LCD에 따르면, 흑색 마스크(906)의 모서리에서 진입하는 광선으로 인한 표시 특성의 악화가 억제된다. 따라서, 흑색 표시 상태에서, 양호한 표시 특성이 얻어진다. 백색 표시 상태에서, 밝은 표시 화상이 원하지 않는 색상의 혼합을 억제하면서 얻어진다.

또한, 본 실시예는 다음의 장점도 제공한다.

종래의 반사형 디스플레이 장치(도9 참조)에서, 후방 기판을 향하는 액정층(505)의 표면은 돌출부 및 오목부를 가지므로, 흑색 표시 특성은 액정층(505)이 균일한 정렬 상태에 있는 동안에도 오목부 내에 위치되는 PDLC의 부분 내에서의 산란으로 인해 악화된다. 이는 각각의 오목부를 포함하는 복수개의 표면에 의해 반사되어 PDLC의 복굴절로 인해 산란되는 오목부 내에 위치된 PDLC의 각각의 부분 내로 상이한 방향으로 진입하는 광선을 초래하기 때문이다. 흑색 표시 특성에서의 이러한 악화가 액정층(505)과 반사 전극(503) 사이에 평탄화층을 제공함으로써 억제될 것이지만, 이러한 평탄화층의 추가는 전압 손실을 유발할 것이다. 반면에, 본 실시예에 따르면, 후방 기판을 향하는 액정층(505)의 표면은 평탄화되므로, PDLC에 의한 전술된 산란은 일어나지 않는다. 따라서, 흑색 표시 특성은 개선될 수 있으며 높은 대비 표시가 실현될 수 있다. 더욱이, 화소 전극(308)은 박막 트랜지스터(501t)의 드레인 전극(306)과 접촉 상태(전기적인 전도 상태)에 있으므로, 평탄화 수지층(309)과 관련된 어떠한 전압 강하도 없다.

본 실시예의 역반사형 LCD의 구조 및 이를 제조하는 방법은 전술된 것에 제한되지 않는다. 예컨대, 본 실시예의 후방 기판(300)은 접촉 구멍에 대응하는 형상의 컬럼형 레지스트 패턴(레지스트 컬럼)을 이용함으로써 제조될 수 있다. 이하, 레지스트 컬럼을 사용하는 제조 방법이 도면을 참조하여 설명될 것이다.

우선, 도11a에 도시된 바와 같이, 형성될 접촉 구멍의 크기에 대응하는 크기(예컨대, 5 μm 의 직경)를 갖는 레지스트 패턴(레지스트 컬럼)(1203)이 사진 및 식각 기술을 사용함으로써 TFT 기판(1200)의 드레인 전극(1202) 상에 형성된다. 레지스트 컬럼(1203)의 높이는 차후의 단계에서 형성될 절연층(1204)의 두께보다 크도록 정해지고, 예컨대 8 μm 이다.

다음에, 도11b에 도시된 바와 같이, 아크릴 수지 등의 전사 수지(1204')가 TFT 기판(1200)에 가해진다.

그 후, 도11c에 도시된 바와 같이, 마스터(1220)의 표면 구성은 엠보싱 기술 등에 의해 전사 수지(1204')에 전사된다. 구체적으로, 그 표면 상에 코너 큐브 어레이를 갖는 마스터(1220)가 전사 수지(1204') 상으로 부착되고, 전사 수지(1204')는 경화된다. 전사 수지의 경화는 열 가소성, 열 경화성 또는 광 경화성 등의 원리에 기초하여 가능해질 수 있다. 예컨대, 아크릴 수지가 전사 수지(1204')로서 사용되는 경우에, 전사 수지(1204')는 UV로써 조사됨으로써 경화될 수 있다. 경화 가속제가 전사 수지(1204')에 선택적으로 첨가될 수 있다.

전사 수지(1204')를 경화시키는 방법 및 조건에 대한 어떠한 제한도 없다. 그러나, 레지스트 컬럼(1203)의 경화가 전사 수지(1204')를 경화시키는 단계 중 진행되어야 하면 후술된 단계에서 레지스트 컬럼(1203)을 박리하는 것이 어려워질 것이

다는 것을 주목하여야 한다. 예컨대, 레지스트 컬럼(1203)이 포지티브형 레지스트 재료를 사용함으로써 형성되어야 하는 경우에, 전사 수지(1204')는 광 경화성 수지 재료로부터 형성될 수 있고, 광선 조사에 의해 경화될 수 있다. 이러한 방식으로, 레지스트 컬럼(1203)도 전사 수지(1204')를 경화시키는 단계 중 광선으로써 조사될 것이지만, 이는 레지스트 컬럼(1203)의 경화를 촉진하지 않을 것이다. 대신에, 전사 수지(1204')는 열 경화성 수지 재료로부터 형성될 수 있고, 레지스트 컬럼(1203)을 위한 완전-소결 온도보다 낮은 온도에서 경화될 수 있는데, 이는 레지스트 컬럼(1203)이 완전히 소결되지 않으면 비교적 용이하게 박리될 것이기 때문이다. 전사 수지(1204')의 광 경화는 가공 시간이 열 경화를 통해 경화를 수행하는 경우에서보다 짧다는 점에서 장점을 제공할 것이라는 것을 주목하여야 한다.

다음에, 마스터(1220)는 TFT 기판(1200)으로부터 해제되어, 코너 큐브 어레이를 갖는 절연층(1204)이 도11에 도시된 바와 같이 얻어진다. 이러한 절연층(1204)의 표면 상에, 도11e에 도시된 바와 같이, 반사 금속층(예컨대, Ag층)(1205)이 예컨대 스퍼터링 또는 증착 기술에 의해 형성된다.

다음에, 도11f에 도시된 바와 같이, 평탄화 수지층(1207)이 반사 금속층(1205) 상으로 평탄화 재료를 가함으로써 형성되고, 접촉 구멍(1207c)이 사진 및 식각 기술에 의해 평탄화 수지층(1207) 상에 형성된다. 접촉 구멍(1207c)은 레지스트 컬럼(1203)과 정렬되어야 한다. 예컨대, 레지스트 컬럼(1203)을 형성할 때 사용된 것과 동일한 마스크가 사용될 수 있다.

그 후, 도11g에 도시된 바와 같이, 접촉 구멍(1207c)보다 큰 개구(직경: 예컨대 8 μm)(1205c)가 반사 금속층(1205) 내에 형성된다. 구체적으로, 식각 마스크로서 평탄화 수지층(1207)을 사용함으로써, 반사 금속층(1205)의 일부가 예컨대 습식 각에 의해 제거된다. 이 때, 식각 시간, 식각제 등은 제거될 반사 금속층(1205)의 각각의 부분이 (즉, 과도 식각을 통해) 대응 접촉 구멍(1207c)을 통해 노출된 부분보다 넓도록 선택된다.

금속 반사층(1205)이 식각된 후, 도11h에 도시된 바와 같이, 레지스트 컬럼(1203)은 레지스트 컬럼(1203)을 용해하는 용액(박리 용액)을 사용함으로써 분리된다. 박리 용액으로서, 유기 아민형의 알칼리 용액 또는 아세톤 등의 극성 용매가 사용될 수 있다. 결과적으로, 접촉 구멍(1204c)이 절연층(1204) 내에 형성된다. 각각의 접촉 구멍(1204c)은 평탄화 수지층(1207) 내에 형성된 대응 접촉 구멍(1207c)에 연결되어, 절연층(1204) 및 평탄화 수지층(1207)을 관통하며 대응 드레인 전극(1202)에 도달하는 단일 접촉 구멍(1208)을 가져온다.

대신에, 레지스트 컬럼(1203)을 용해할 수 있으며 반사 금속층(1205)을 위한 식각제로서 사용될 수 있도록 준비되는 용액을 사용함으로써, 반사 금속층(1205)을 과도 식각하는 단계(도11g에 도시되어 있음)와, 레지스트 컬럼을 제거하는 단계(도11h에 도시되어 있음)가 동시에 수행될 수 있다.

그 후, 도11i에 도시된 바와 같이, 도포형 ITO가 평탄화 수지층(1207) 그리고 접촉 구멍(1208)의 내측에 가해져, ITO 필름(1209')을 형성한다. 다음에, 도11j에 도시된 바와 같이, ITO 필름(1209')은 화소 전극(1209)으로 패터닝된다. 각각의 화소 전극(1209)은 접촉 구멍(1208) 내에 형성되는 접촉 부분(1210)을 통해 대응 박막 트랜지스터의 드레인 전극(1202)에 전기적으로 연결된다. 이와 같이, 후방 기판(1230)이 완성된다.

코너 큐브 어레이를 갖는 역반사층이 전술된 예에서 반사 금속층(1205)으로서 형성되지만, 유사한 방법이 임의의 다른 구성의 역반사층을 형성하는 데 또는 확산 반사층을 형성하는 데 사용될 수 있다.

레지스트 컬럼(1203) 대신에, 전도성 컬럼이 전도성 재료로부터 형성될 수 있다. 이러한 경우에, 완성된 후방 기판에서, 각각의 전도성 컬럼은 화소 전극과 스위칭 요소 사이를 연결하는 접촉 부분의 일부를 구성할 것이다. 이하, 전도성 컬럼(전도성 부분)을 형성하는 경우에 후방 기판을 제조하는 방법이 설명될 것이다.

우선, 도12a에 도시된 바와 같이, 컬럼형 전도성 부분(1240)이 TFT 기판(1200) 상의 드레인 전극(1202) 상에 형성된다. 전도성 부분(1240)은 예컨대 전도성 재료를 피착함으로써 그리고 다음에 패터닝함으로써 형성될 수 있다. 전도성 부분(1240)의 크기 및 두께는 전술된 레지스트 컬럼(1203)과 동일하다.

전도성 재료로서, 절연 수지(예컨대, 아크릴 수지) 내에 전도성 재료(예컨대, 탄소, 알루미늄)를 분산함으로써 얻어진 전도성 재료-분산 수지 또는 그 자체로서 전도성을 갖는 중합체 성분을 소유하는 유기 전도성 화합물(예컨대, 폴리아세틸렌)이 사용될 수 있다. 절연 수지로서 광 경화성 아크릴 수지 등을 함유하는 전도성 재료-분산 수지를 사용함으로써, 사진 및 식각 기술에 의해 패터닝을 수행하는 것이 가능해져, 전도성 부분(1240)을 형성하는 단계가 단순화될 수 있다.

다음에, 도11b 내지 도11g를 참조하여 설명된 바와 같이, 절연층(1204)이 엠보싱 기술에 의해 형성되고, 그 후 개구(1205c)를 갖는 금속 반사층(1205) 그리고 접촉 구멍(1207c)을 갖는 평탄화 수지층(1207)이 형성된다(도12b 내지 도12g 참조).

그 후, 도12h에 도시된 바와 같이, 도포형 ITO가 ITO 필름(1211')을 형성하도록 평탄화 수지층(1207) 및 접촉 구멍(1207c)의 내측에 가해진다. 다음에, 도12i에 도시된 바와 같이, ITO 필름(1211')은 화소 전극(1211)으로 패터닝된다. 각각의 화소 전극(1211)은 접촉 구멍(1207c) 및 전도성 부분(1240) 내측에 형성되는 ITO 필름을 포함하는 접촉 부분을 통해 대응 박막 트랜지스터의 드레인 전극(1202)에 전기적으로 연결된다. 이와 같이, 후방 기관(1250)이 완성된다.

(제2 실시예)

이하, 본 발명의 제2 실시예에 따른 반사형 디스플레이 장치가 설명될 것이다.

도13a는 본 실시예의 반사형 LCD 내의 후방 기관(TFT측 기관)(400)의 구조를 도시하는 평면도이다. 도13b는 도13a의 평면도의 선 13b-13b'를 따라 취해진 단면도이다.

후방 기관(400)은 도4a 및 도4b를 참조하여 설명된 후방 기관(300)과 유사한 구조를 갖는다. 그러나, 후방 기관(400)은 절연층(407)이 역반사 구성이 아니라 확산 반사 구성을 가지며 반사층(408)이 역반사 특성이 아니라 산란 반사 특성을 갖는다는 점에서 후방 기관(300)과 상이하다.

본 실시예의 후방 기관(400)은 예컨대 후술된 방법에 의해 형성될 수 있다.

우선, TFT 기관이 도5a 및 도6a를 참조하여 설명된 것과 유사한 방법을 사용함으로써 형성된다. 다음에, TFT 기관 상에, 무작위 패턴의 수지층이 예컨대 아크릴형 UV-경화성 수지를 사용함으로써 형성된다. 무작위 패턴은 복수개의 섬 부분(각각의 섬 부분의 크기는 예컨대 $10\ \mu\text{m} \times 10\ \mu\text{m}$)을 포함하는 패턴일 수 있다. 다음에, 수지층은 수지층의 열 변형(열 유동)을 유발하도록 예컨대 105°C 까지 가열되어, 그 표면 상에 돌출부 및 오목부를 갖는 절연층(407)이 형성된다.

다음에, 도5b 및 도6b를 참조하여 설명된 것과 유사한 방법을 사용함으로써, 접촉 구멍(311)이 절연층(407) 내에 형성되고, 그 후 반사 금속층(Ag층)이 절연층(407) 상에 형성된다. 이러한 반사 금속층에서, 접촉 구멍(311)보다 큰 직경을 갖는 개구(311')가 형성된다. 이와 같이, 확산 반사 특성을 갖는 반사층(408)이 형성된다.

그 후, 도5c 및 도6c를 참조하여 설명된 것과 유사한 방법을 사용함으로써, 평탄화 수지층(309) 및 화소 전극(310)이 형성되어, 후방 기관(400)이 얻어진다.

전술된 바와 같이 얻어진 후방 기관(400)을 사용함으로써, 본 실시예의 반사형 LCD가 종래의 반사형 LCD를 제조하기 위해 사용된 것과 유사한 공정을 통해 제조될 수 있다. 특정한 방법이 후술될 것이다.

우선, 폴리이미드 필름이 후방 기관(400) 상에 형성되고, 폴리이미드 필름은 액정 분자의 방향을 제어하는 정렬층을 형성하도록 천으로써 마찰된다. 반면에, 그 상에 컬러 필터층, 투명한 전도성 필름 및 정렬층을 갖는 전방 기관이 형성된다. 또한, 전방 기관의 정렬층은 후방 기관(400)의 정렬층을 형성하는 것과 유사한 방법에 의해 형성될 수 있다. 다음에, 후방 기관(400) 및 전방 기관은 서로 부착되고, (예컨대, 복굴절 모드)의 액정층이 그 사이에 형성된다. 제1 실시예의 역반사형 LCD에서와 달리, 편광판과, 액정층과 관련된 위상차에 대응하는 위상차판이 전방 기관의 표면에 부착된다. 이와 같이, 본 실시예의 반사형 LCD가 완성된다.

본 실시예의 후방 기관(400) 및 디스플레이 장치를 제조하는 방법은 전술된 방법에 제한되지 않는다. 예컨대, 후방 기관(400)은 도11a 내지 도11j를 참조하여 설명된 레지스트 컬럼을 이용하는 방법 그리고 도12a 내지 도12i를 참조하여 설명된 컬럼형 전도성 부분을 이용하는 방법에 의해 제조될 수 있다.

이하, 도면을 참조하여, 종래의 확산 반사형 디스플레이 장치보다 우수한 본 실시예의 확산 반사형 LCD의 장점이 설명될 것이다. 도14a 및 도14b는 종래의 반사형 LCD의 각각 백색 상태 및 흑색 상태를 도시하는 개략 단면도이다. 도15a 및 도15b는 본 실시예의 확산 반사형 LCD의 각각 백색 상태 및 흑색 상태를 도시하는 개략 단면도이다. 디스플레이 장치는 모두 스위칭 요소로서 TFT를 채용하는 능동 매트릭스 구동형인 것을 주목하여야 한다. 하나의 예시 디스플레이 모드로서,

편광판, 위상차판, 액정층 및 반사층을 이용하는 단일-편광판 모드가 채택된다. 다음의 예에서, 인가 전압의 부재 시 "백색" 표시 상태를 취하도록 설계되는 전기 제어 복굴절 모드의 액정층이 사용된다. 대신에, 액정층은 인가 전압의 부재 시 "흑색" 표시 상태를 취하도록 설계될 수 있다.

중래의 확산 반사형 LCD는 후방 기관(909), 전방 기관(910) 및 후방 기관(909)과 전방 기관(910) 사이에 개재된 액정층(905)을 포함한다. 후방 기관(909)은 복수개의 박막 트랜지스터(901t)가 그 표면 상에 형성된 TFT 기관(901)과, 확산 반사 특성을 가지며 TFT 기관(901) 상에 형성된 전극(반사 전극)(903)을 포함한다. 반사 전극(903)은 화소에 대응하도록 배치된다. 인접 반사 전극(903)들 사이에, 비반사층(904)이 제공된다. 액정층(905)을 향하는 전방 기관(910)의 표면 상에, 컬러 필터(907) 및 흑색 마스크(906)가 형성된다. 컬러 필터(907)는 각각의 화소에 대응하도록 배치된다. 흑색 마스크(906)는 인접 컬러 필터(907)들 사이를 충전하며 비반사층(904)을 덮도록 배치된다. 관찰자를 향하는 전방 기관(910)의 표면 상에, 위상차판(921) 및 편광판(920)이 이러한 순서로 배치된다.

이제, 중래의 확산 반사형 LCD의 표시 원리가 설명될 것이다. 우선, 백색 표시 상태에 있는 작동이 설명될 것이다. 광원(900)으로부터의 입사 광선이 대체로 도14a의 화살표 900a에 의해 지시된 경로를 따라 반사된다. 광원(900)으로부터의 광선은 편광판(920)의 투과축의 방향에 평행한 선편광된 광선 A1로 변환되도록 편광판(920)을 통해 유도되고, 그 후 시계 방향으로 원편광된 광선 B1로 변환되도록 위상차판(921)을 통해 유도된다. 원편광된 광선 B1은 컬러 필터(907) 그리고 다음에 선편광된 광선 A1로 되도록 액정층(지연 $\Delta n = \lambda/4$)(905)을 통과하고, 확산 반사판(903)으로부터 반사된다. 반사 광선은 원편광된 광선 B1로 되도록 액정층(905)을 재통과하고, 컬러 필터(907)를 통과한 후, 선편광된 광선 A1로 위상차판(921)에 의해 변환되어, 관찰 방향으로 편광판(920)으로부터 나간다.

반면에, 광원(900)으로부터의 광선의 외부로, 컬러 필터(907)의 모서리에서 [즉, 흑색 마스크(906) 근처에서] 경사지게 진입하는 (화살표 900b에 의해 도시된) 광선은 액정층(905)을 통과하고, 그 후 인접 반사 전극(903)들 사이의 비반사층(904) 내로 진입한다. 이러한 광선은 비반사층(904)을 통과하며 박막 트랜지스터(901t)의 표면에 도달하고, 그로부터 재반사된다. 박막 트랜지스터(901t)의 표면으로부터의 반사는 대개 금속 반사이다. 특정한 패널 설계에 의존하지만, 박막 트랜지스터(901t)의 표면으로부터 반사되는 광선의 대부분은 흑색 마스크(906)에 의해 흡수된다. 그러나, 컬러 필터(907)와 박막 트랜지스터(901t)의 표면(반사 표면) 사이의 거리는 컬러 필터(907)와 확산 반사판(903) 사이의 거리보다 길므로, 박막 트랜지스터(901t)의 표면으로부터 반사된 광선의 일부는 디스플레이 장치 내로 진입할 때 광선이 통과하는 컬러 필터(907)와 상이한 컬러 필터(907)를 통해 나갈 수 있다. 디스플레이 장치 내로 진입할 때 광선이 통과하는 컬러 필터(907)와 상이한 컬러 필터(907)를 통해 나가는 이러한 광선은 선편광된 광선 A1로 위상차판(921)에 의해 변환되고, 관찰 방향으로 복귀하도록 편광판(920)을 통과하여, 원하지 않는 색상의 혼합을 유발한다.

다음에, 흑색 표시 상태에 있는 작동이 설명될 것이다. 도14b의 화살표 900c에 의해 도시된 바와 같이, 광원(900)으로부터의 광선은 편광판(920)의 투과축의 방향에 평행한 선편광된 광선 A1로 변환되도록 편광판(920)을 통해 유도되고, 그 후 시계 방향으로 원편광된 광선 B1로 되도록 위상차판(921)을 통해 유도된다. 원편광된 광선 B1은 컬러 필터(907) 그리고 다음에 액정층(905)을 통과한다. 소정 전압(포화 전압 이상)이 액정층(905)에 인가되면, 액정층(905)의 지연 Δn 은 실질적으로 0이다. 따라서, 액정층(905)을 통과하는 광선의 편광 상태는 보존된다. 이러한 경우에, 액정층(905)을 통해 유도된 원편광된 광선 B1은 반시계 방향으로 원편광된 B2로 되도록 확산 반사판(903)에 의해 반사되고, 액정층(905) 및 컬러 필터(907)를 재통과한다. 컬러 필터(907)를 통과한 광선(원편광된 광선 B2)은 선편광된 광선 A1에 직각인 선편광된 광선 A2로 되도록 위상차판(921)을 통과한다. 선편광된 광선 A2는 편광판(920)의 투과축의 방향에 직각이며 편광판(920)에 의해 흡수되므로, 흑색 상태가 얻어진다.

반면에, 광원(900)으로부터의 광선의 외부로, 컬러 필터(907)의 모서리에서 [즉, 흑색 마스크(906) 근처에서] 경사지게 진입하는 (화살표 900d에 의해 도시된) 광선은 액정층(905)을 통과하고, 그 후 비반사층(904) 내로 진입한다. 이러한 광선은 비반사층(904)을 통과하며 박막 트랜지스터(901t)의 표면에 도달하고, 그로부터 재반사된다. 박막 트랜지스터(901t)의 표면으로부터의 반사는 대개 금속 반사이다. 특정한 패널 설계에 의존하지만, 박막 트랜지스터(901t)의 표면으로부터 반사되는 광선의 대부분은 흑색 마스크(906)에 의해 흡수된다. 흑색 마스크(906)에 의해 흡수되지 않고 디스플레이 장치 내로 진입할 때 광선이 통과한 컬러 필터(907)와 상이한 컬러 필터(907)를 통과하는 박막 트랜지스터(901t)로부터 반사된 광선의 일부는 편광판(920)에 의해 흡수되어, 흑색 표시 상태는 악화되지 않는다.

0 내지 포화 전압의 범위 내에서 액정층(905)을 가로질러 인가된 전압을 변화시킴으로써, 회색 스케일 표시가 실현될 수 있다. 인가 전압이 0이면, 액정층(905)의 지연 Δn 은 $\lambda/4$ 이어서, 확산 반사판(903)으로부터 반사된 후 액정층(905)을 통해 유도된 광선은 시계 방향으로 원편광된 광선 B1이다. 포화 전압 보다 작은 전압이 액정층(905)을 가로질러 인가되면, 확산 반사판(903)으로부터 반사된 후 액정층(905)을 통해 유도된 광선은 타원편광된 광선이다. 타원편광된 광선의 일부가

편광판(920)을 통과하지 않으므로, 회색 스케일 색조가 표시된다. 큰 전압이 액정층(905)을 가로질러 인가되면, 액정층(905)의 지연 $\Delta n d$ 는 작아지고, 편광판(920)을 나가는 광선은 확산 반사판(903)으로부터의 반사 광선 내에서 큰 비율을 차지하여, 회색 표시 상태에 접근한다.

다음에, 본 실시예의 확산 반사형 LCD의 작동이 설명될 것이다. 도15a 및 도15b에 도시된 확산 반사 디스플레이 장치는 도13a 및 도13b를 참조하여 설명된 후방 기관(400)을 사용함으로써 형성된다. 액정층 및 전방 기관의 구조는 전술된 종래의 디스플레이 장치의 액정층(905) 및 전방 기관(910)과 유사하다.

우선, 백색 표시 상태에 있는 작동이 설명될 것이다. 광원(900)으로부터의 입사 광선이 대체로 도15a의 화살표 1000a에 의해 지시된 경로를 따라 반사된다. 광원(900)으로부터의 광선은 편광판(920)의 투과축의 방향에 평행한 선편광된 광선 A1로 변환되도록 편광판(920)을 통해 유도되고, 그 후 예컨대 시계 방향으로 원편광된 광선 B1로 변환되도록 위상차판(921)을 통해 유도된다. 원편광된 광선 B1은 컬러 필터(907) 그리고 다음에 선편광된 광선 A1로 되도록 액정층(지연 $\Delta n d = \lambda/4$)(905)을 통과하고, 평탄화 수지층(309)을 통과하고, 확산 반사판(408)으로부터 반사된다. 반사 광선은 원편광된 광선 B1로 되도록 평탄화 수지층(309) 및 액정층(905)을 통과하고, 컬러 필터(907)를 통과한 후, 선편광된 광선 A1로 위상차판(921)에 의해 변환된다. 이와 같이, 반사 광선(선편광된 광선 A1)은 관찰 방향으로 편광판(920)으로부터 나가도록 편광판(920)을 통과한다.

반면에, 광원(900)으로부터의 광선의 외부로, 컬러 필터(907)의 모서리에서 [즉, 회색 마스크(906) 근처에서] 경사지게 진입하는 광선은 화살표 1000a에 의해 도시된 것과 유사한 경로를 따라 액정층(905) 및 평탄화 수지층(905)을 통과하고, 그 후 확산 반사판(408)에 의해 반사된다. 그러나, 반사 광선의 대부분은 회색 마스크(906)(화살표 1000b)에 의해 흡수된다. 회색 마스크(906)에 의해 흡수되지 않고 디스플레이 장치 내로 진입할 때 광선이 통과한 컬러 필터(907)와 상이한 컬러 필터(907)를 통과하는 반사 광선의 비율은 종래의 디스플레이 장치(도14a 참조)보다 훨씬 작다는 것을 주목하여야 한다. 이는 본 실시예에서 회색 마스크(906)와 반사 표면[확산 반사판(408)의 표면] 사이의 거리가 컬러 필터(907)와 반사 표면 사이와 거리와 동일하여 반사 광선의 확장이 감소되므로 디스플레이 장치 내로 진입할 때 광선이 통과한 컬러 필터(907)와 상이한 컬러 필터(907)를 통과하는 반사 광선의 비율을 감소시키기 때문이다. 따라서, 종래의 디스플레이 장치의 문제점인 원하지 않는 색상의 혼합이 억제된다.

다음에, 회색 표시 상태에 있는 작동이 설명될 것이다. 도15b의 화살표 1000c에 의해 도시된 바와 같이, 광원(900)으로부터의 광선은 편광판(920)의 투과축의 방향에 평행한 선편광된 광선 A1로 변환되도록 편광판(920)을 통해 유도되고, 그 후 예컨대 시계 방향으로 원편광된 광선 B1로 되도록 위상차판(921)을 통해 유도된다. 원편광된 광선 B1은 컬러 필터(907) 그리고 다음에 액정층(905)을 통과한다. 소정 전압(포화 전압 이상)이 액정층(905)에 인가되면, 액정층(905)의 지연 $\Delta n d$ 는 실질적으로 0이다. 따라서, 액정층(905)을 통과하는 광선의 편광 상태는 보존된다. 이러한 경우에, 액정층(905)을 통해 유도된 원편광된 광선 B1은 반시계 방향으로 원편광된 B2로 되도록 확산 반사판(408)에 의해 반사되고, 평탄화 수지층(309), 액정층(905) 및 컬러 필터(907)를 재통과한다. 컬러 필터(907)를 통과한 광선(원편광된 광선 B2)은 선편광된 광선 A1에 직각인 선편광된 광선 A2로 되도록 위상차판(921)을 통과한다. 선편광된 광선 A2는 편광판(920)에 의해 흡수되므로, 회색 상태가 얻어진다.

반면에, 광원(900)으로부터의 광선의 외부로, 컬러 필터(907)의 모서리에서 [즉, 회색 마스크(906) 근처에서] 경사지게 진입하는 광선은 화살표 1000c에 의해 도시된 경로와 유사한 경로를 따라 액정층(905) 및 평탄화 수지층(309)을 통과하고, 그 후 확산 반사판(408)에 의해 반사된다. 그러나, 반사 광선의 대부분은 회색 마스크(906)에 의해 흡수된다. 회색 마스크(906)에 의해 흡수되지 않고 컬러 필터(907)를 통과하는 확산 반사판(408)으로부터 반사된 광선의 일부는 편광판(920)에 의해 흡수되어, 회색 표시 상태는 악화되지 않는다.

전술된 바와 같이, 본 실시예의 확산 반사형 LCD에 따르면, 회색 마스크(906)의 모서리에서 진입하는 광선으로 인한 표시 특성의 악화가 억제된다. 따라서, 회색 표시 상태에서, 양호한 표시 특성이 얻어진다. 백색 표시 상태에서, 밝은 표시 화상이 원하지 않는 색상의 혼합을 억제하면서 얻어진다.

또한, 본 실시예는 다음의 장점도 제공한다.

일반적으로 말하면, 확산 반사형 LCD에서, 액정층(905) 내의 액정 분자는 회색 상태에서(즉, 이러한 예에서 인가 전압 하에서) 전기장의 방향으로 정렬된다. 결과적으로, 액정층(905)의 굴절률의 이방성은 감소되고, 이상적으로 위상차(지연 $\Delta n d$)는 0으로 될 것이다. 실제로, 인가 전압의 변화에도 불구하고 변하지 않는 정렬 상태를 소유하는 액정층(905)의 표면에 존재하는 층["고정층(anchoring layer)"]이 액정층(905)의 지연 $\Delta n d$ 가 0으로 감소되는 것을 방지한다. 그러나, 액정층(905)의 지연 $\Delta n d$ 는 고정층의 두께를 감소시킴으로써 최소화될 수 있다.

도14a 및 도14b에 도시된 종래의 디스플레이 장치에서, 정렬 필름(도시되지 않음)이 전형적으로 돌출부 및 오목부를 갖는 반사 전극(903) 상에 형성되고, 액정층(905)은 정렬 필름 상에 형성된다. 정렬 필름은 반사 전극(903)의 구성에 대응하는 표면 구성을 갖는다. 액정층(905)이 돌출부 및 오목부를 갖는 표면 상에 제공되면, 액정 분자의 배향 방향은 돌출부 및 오목부 인근에서 불균일해지는 경향이 있다. 이는 인가 전압 하에서도 전기장의 방향으로 정렬되지 않는 액정 분자의 층의 증가된 외관 두께를 초래한다. 결국, 액정층(905)의 지연 $\Delta n d$ (위상차)는 상당히 감소될 수 없어서, 양호한 흑색(암색) 특성을 얻는 것은 어렵다.

반면에, 본 실시예에 따르면, 정렬 필름이 평탄화 수지층(309) 상에 형성되고, 액정층(905)과 접촉 상태에 있는 정렬 표면은 평탄하다. 이와 같이, 액정층(905)의 표면층은 종래의 디스플레이 장치의 표면층보다 얇아지게 될 수 있어서, 흑색 표시 특성의 상당한 개선이 얻어질 수 있다.

본 발명에 따르면, 액정층 내에서의 안정된 정렬을 유지하면서 개선된 구경비 및 개선된 광선 이용의 효율을 실현하는 반사형 LCD가 제공된다. 본 발명의 반사형 LCD는 높은 표시 특성을 가지므로, 종래보다 높은 품질을 갖는 표시 화상이 실현된다.

본 발명은 역반사 특성을 갖는 반사층을 포함하는 역반사형 LCD를 위해 적절하게 사용된다.

본 발명은 그 양호한 실시예에 대해 설명되었지만, 개시된 발명이 다수의 방식으로 변형될 수 있으며 구체적으로 설명된 것 이외의 다수의 실시예를 취할 수 있는 것이 당업자에게 분명할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 사상 및 범주 내에 속하는 본 발명의 모든 변형예를 포함하는 것으로 첨부된 특허청구범위에 의해 해석되어야 한다.

발명의 효과

본 발명에 따르면, 액정층 내에서의 안정된 정렬을 유지하면서 개선된 구경비 그리고 개선된 광선 이용의 효율을 실현하는 반사형 LCD가 제공된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

복수개의 스위칭 요소를 갖는 능동 스위치층과,

복수개의 스위칭 요소들 중 대응 요소에 각각 연결된 복수개의 화소 전극과,

상기 능동 스위치층과 복수개의 화소 전극 사이에 형성된 반사층과,

관찰자를 향하는 화소 전극의 측면에 제공되며 각각 상이한 광학 특성의 제1 상태와 제2 상태 사이에서 스위칭할 수 있는 조절층을 포함하고,

상기 반사층은 복수개의 스위칭 요소 및 복수개의 화소 전극에 모두 연결되지 않는 반사형 디스플레이 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 반사층은 인접 화소 전극들 사이의 간극 아래에 존재하는 반사형 디스플레이 장치.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 반사층은 화소에 대응하는 부분으로 분할되지 않는 반사형 디스플레이 장치.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 반사층은 복수개의 개구를 갖고, 각각의 복수개의 화소 전극은 반사층 내의 복수개의 개구들 중 대응 개구를 통해 대응 스위칭 요소에 연결되는 반사형 디스플레이 장치.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 대응 스위칭 요소와 복수개의 화소 전극을 각각 연결하는 복수개의 접촉 부분을 추가로 포함하고, 각각의 복수개의 접촉 부분은 반사층 내의 복수개의 개구들 중 대응 개구를 통해 제공되고, 각각의 접촉 부분은 각각의 개구의 직경보다 작은 직경을 갖는 반사형 디스플레이 장치.

청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 반사층은 역반사 특성을 갖는 반사형 디스플레이 장치.

청구항 7.

제6항에 있어서, 상기 반사층은 2-차원 어레이의 복수개의 단위 특징부를 포함하고, 인접 화소 전극들 사이의 간극은 반사층의 단위 특징부와 정렬되지 않는 반사형 디스플레이 장치.

청구항 8.

제7항에 있어서, 상기 반사층의 단위 특징부는 큐브형 코너 큐브인 반사형 디스플레이 장치.

청구항 9.

제8항에 있어서, 각각의 화소 전극은 실질적으로 직사각형인 평면 형상을 갖고, 관계 $((\sqrt{3})/6 \times P_{\text{pix(L)}} \times P_{\text{cc}} + P_{\text{pix(S)}} \times P_{\text{cc}} / 2) / (P_{\text{pix(L)}} \times P_{\text{pix(S)}}) > 0.005$ 가 충족되고, $P_{\text{pix(S)}}$ 는 그 짧은 측면의 방향을 따른 화소 전극의 피치, $P_{\text{pix(L)}}$ 은 그 긴 측면의 방향을 따른 화소 전극의 피치, 그리고 P_{cc} 는 큐브형 코너 큐브의 피치인 반사형 디스플레이 장치.

청구항 10.

제8항에 있어서, 각각의 화소 전극은 실질적으로 직사각형인 평면 형상을 갖고, 관계 $((\sqrt{3})/6 \times P_{\text{pix(L)}} \times P_{\text{cc}} + P_{\text{pix(S)}} \times P_{\text{cc}} / 2) / (P_{\text{pix(L)}} \times P_{\text{pix(S)}}) > 0.01$ 가 충족되고, $P_{\text{pix(S)}}$ 는 그 짧은 측면의 방향을 따른 화소 전극의 피치, $P_{\text{pix(L)}}$ 은 그 긴 측면의 방향을 따른 화소 전극의 피치, 그리고 P_{cc} 는 큐브형 코너 큐브의 피치인 반사형 디스플레이 장치.

청구항 11.

제8항에 있어서, 관계 $((\sqrt{3}) + 3) / 6 \times P_{\text{cc}} / P_{\text{pix}} > 0.005$ 가 충족되고, P_{pix} 는 화소 전극의 피치, 그리고 P_{cc} 는 코너 큐브의 피치인 반사형 디스플레이 장치.

청구항 12.

제8항에 있어서, 관계 $((\sqrt{3}+3)/6 \times P_{cc}/P_{pix} > 0.01$ 이 충족되고, P_{pix} 는 화소 전극의 피치, 그리고 P_{cc} 는 코너 큐브의 피치인 반사형 디스플레이 장치.

청구항 13.

제6항에 있어서, 상기 조절층은 광 산란 상태와 광 투과 상태 사이에서 스위칭할 수 있는 반사형 디스플레이 장치.

청구항 14.

반사형 디스플레이 장치를 제조하는 방법이며,

복수개의 스위칭 요소를 갖는 능동 스위치층이 그 상에 형성된 기판을 제공하는 단계와,

상기 능동 스위치층 상에 절연층을 형성하는 단계와,

상기 절연층 상에 복수개의 개구를 갖는 반사층을 형성하는 단계와,

반사층 상에 평탄화 수지층을 형성하는 단계와,

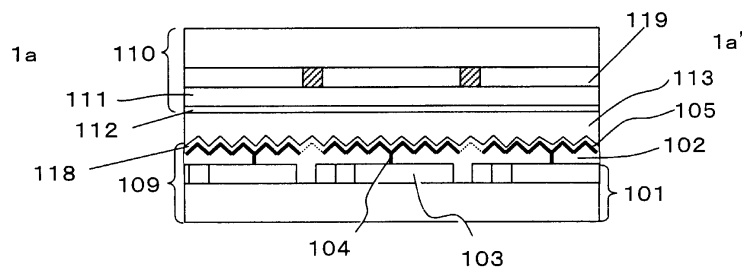
상기 평탄화 수지층 상에 복수개의 스위칭 요소들 중 대응 요소에 각각 연결되는 복수개의 화소 전극을 형성하는 단계와,

각각 상이한 광학 특성의 제1 상태와 제2 상태 사이에서 스위칭할 수 있는 조절층을 복수개의 화소 전극 상에 제공하는 단계를 포함하고,

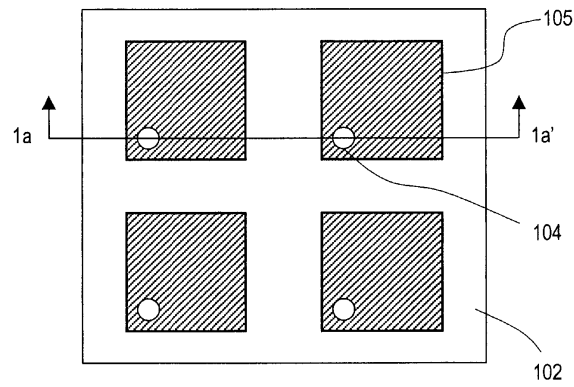
각각의 복수개의 화소 전극은 반사층 내의 복수개의 개구들 중 대응 개구를 통해 대응 스위칭 요소에 연결되는 방법.

도면

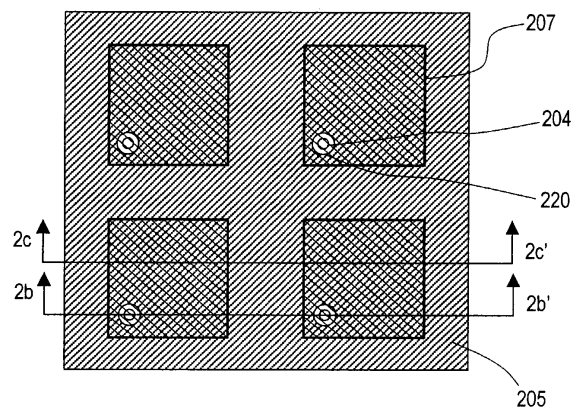
도면1a



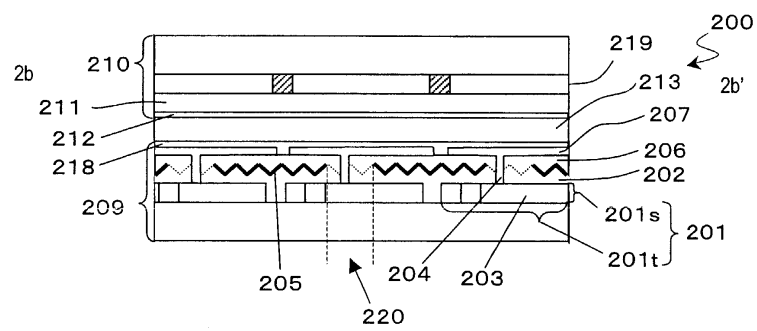
도면1b



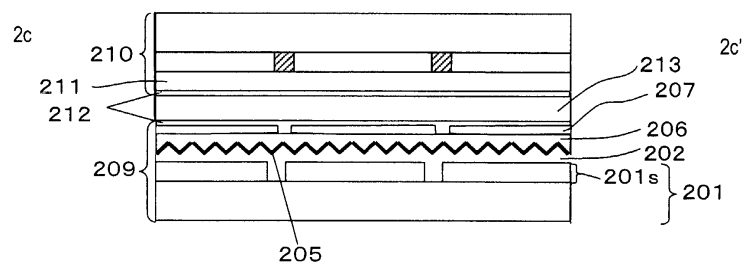
도면2a



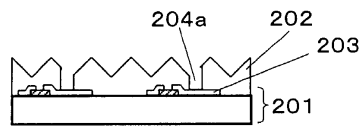
도면2b



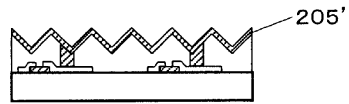
도면2c



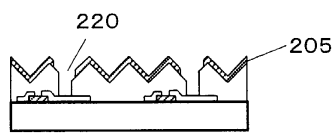
도면3a



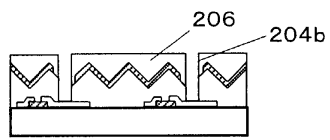
도면3b



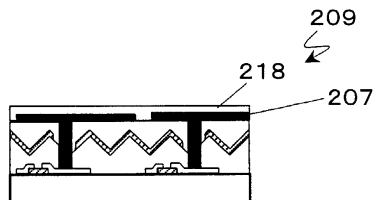
도면3c



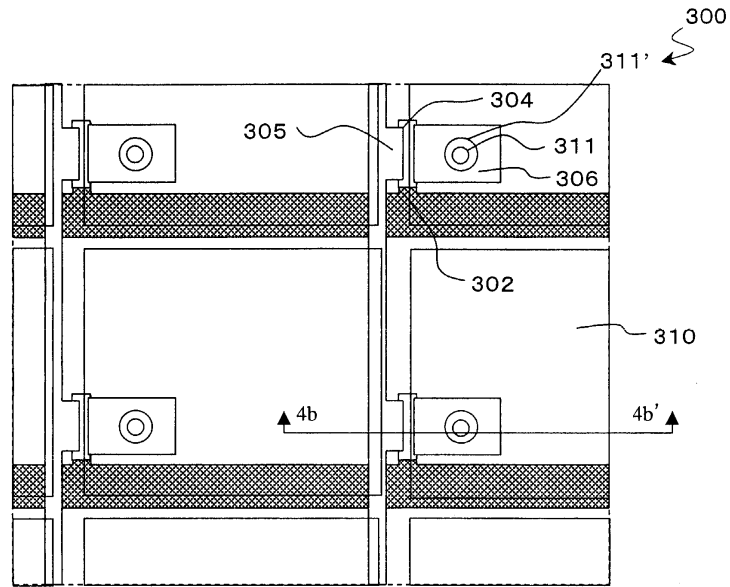
도면3d



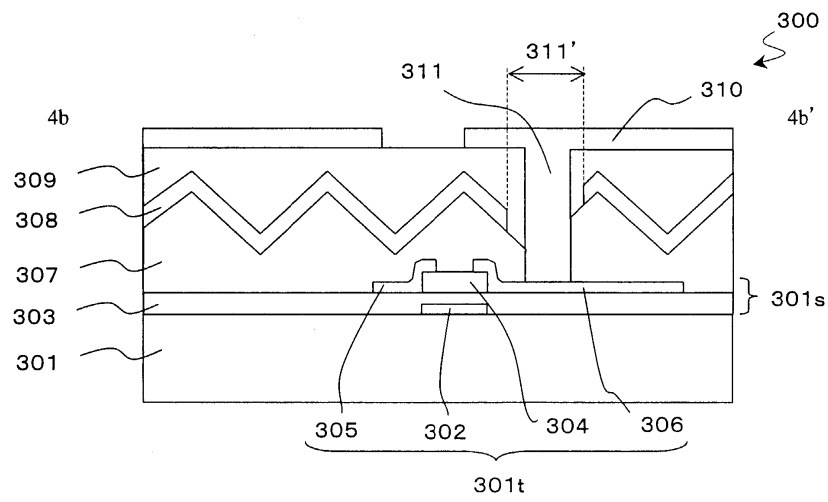
도면3e



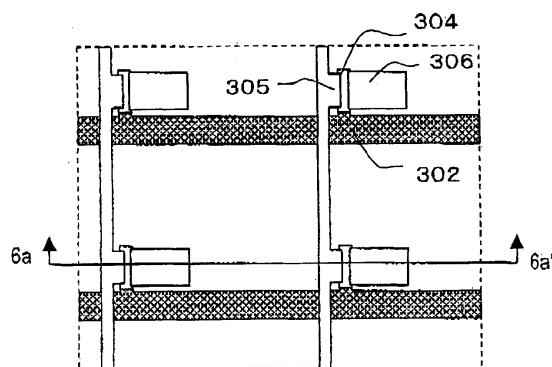
도면4a



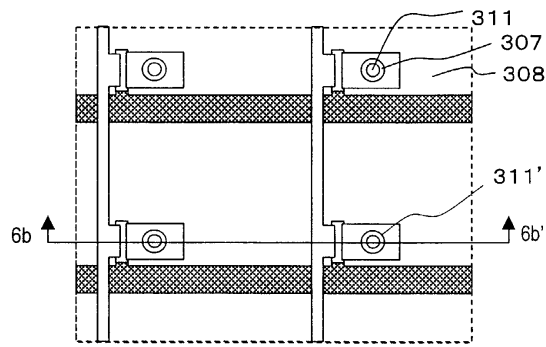
도면4b



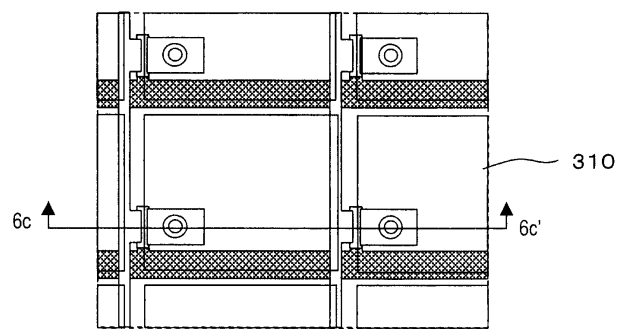
도면5a



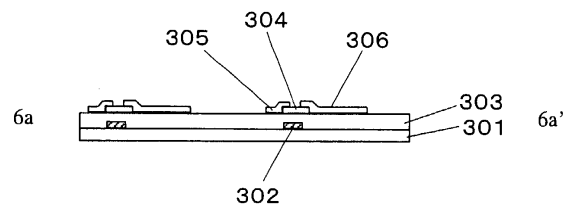
도면5b



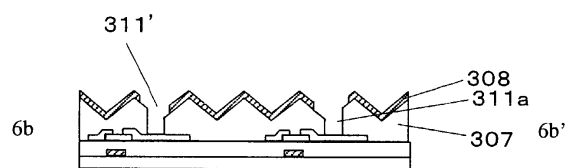
도면5c



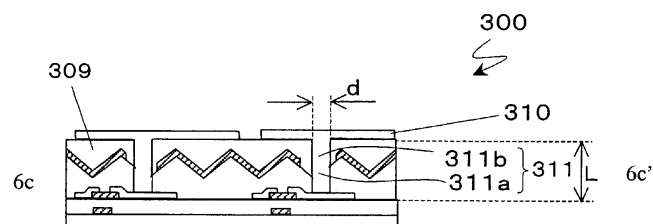
도면6a



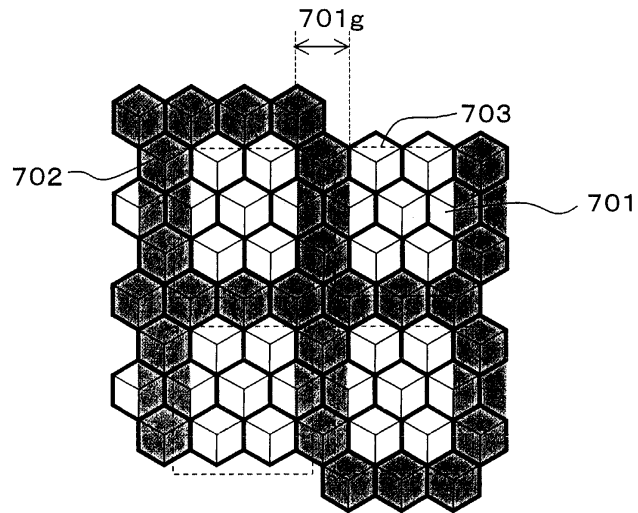
도면6b



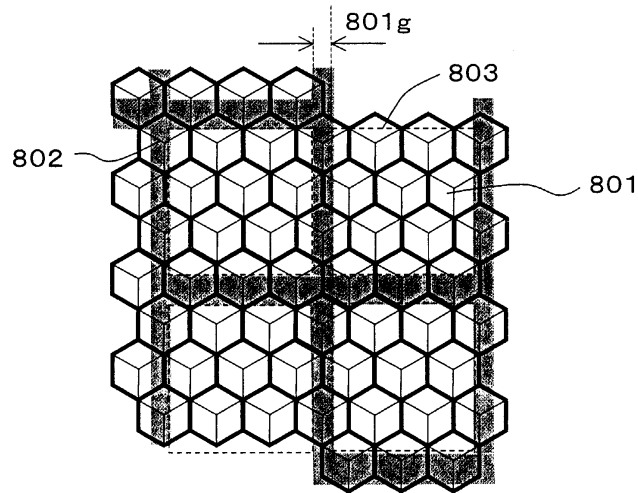
도면6c



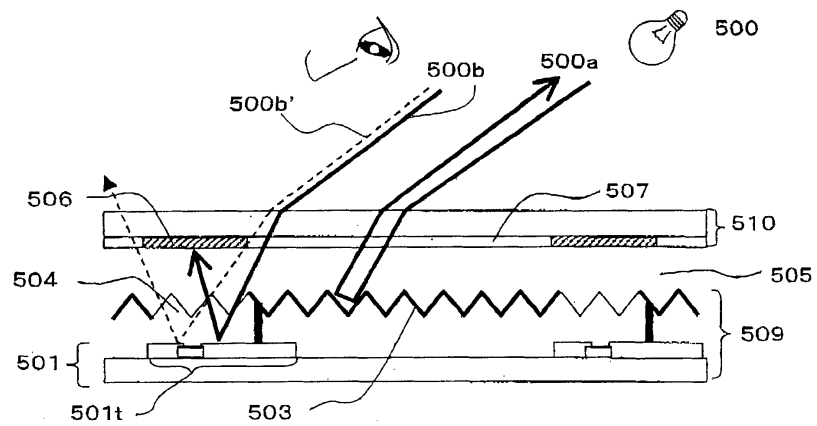
도면7



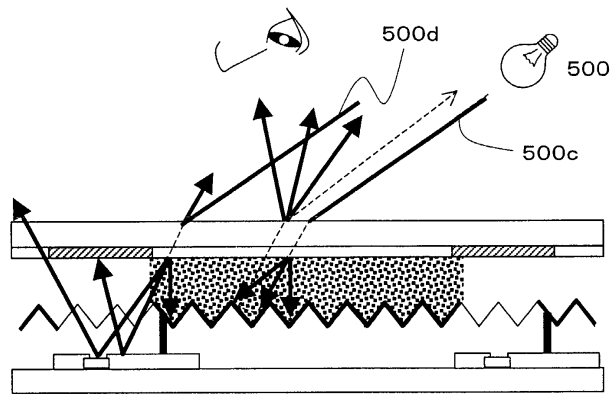
도면8



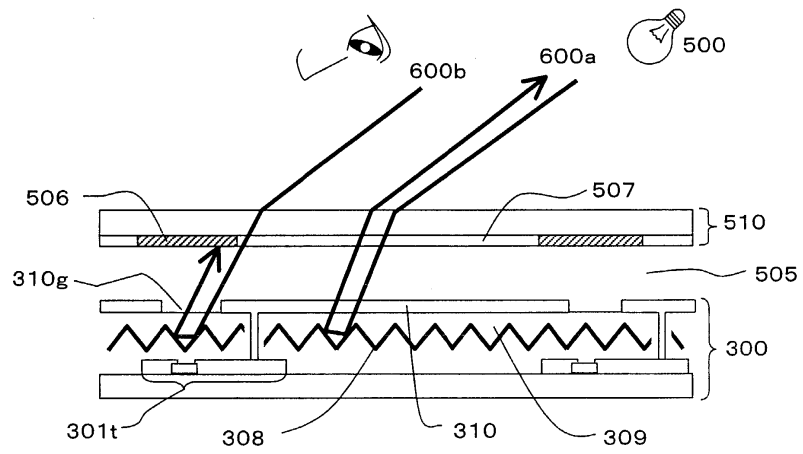
도면9a



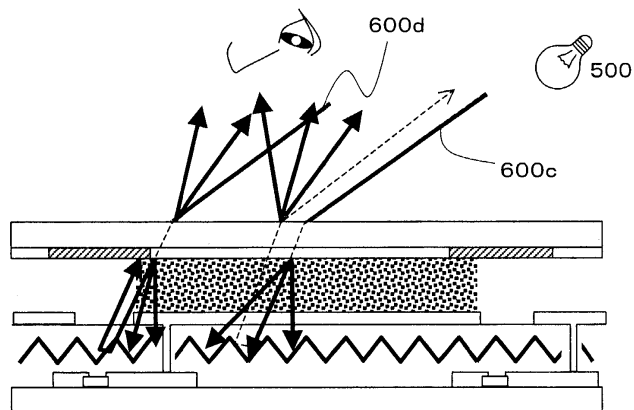
도면9b



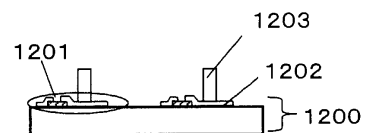
도면10a



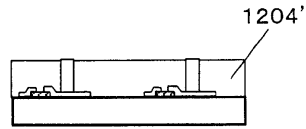
도면10b



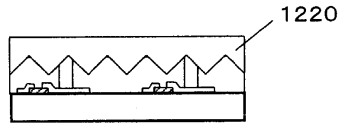
도면11a



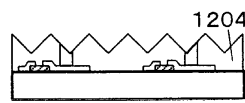
도면11b



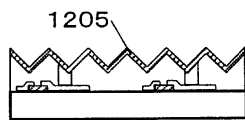
도면11c



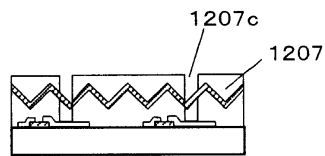
도면11d



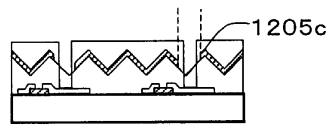
도면11e



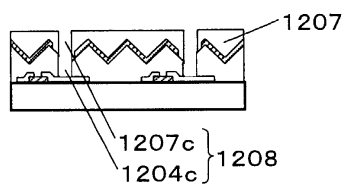
도면11f



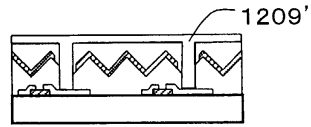
도면11g



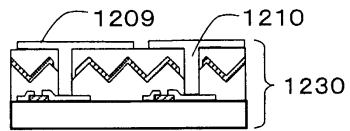
도면11h



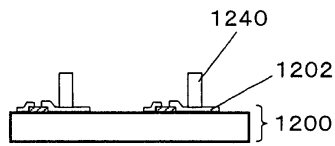
도면11i



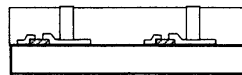
도면11j



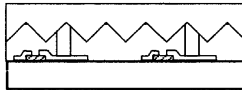
도면12a



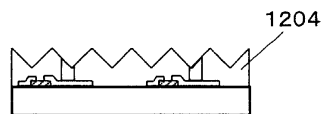
도면12b



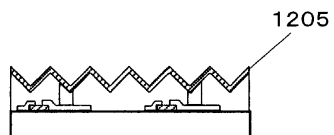
도면12c



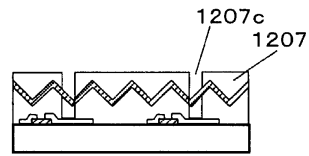
도면12d



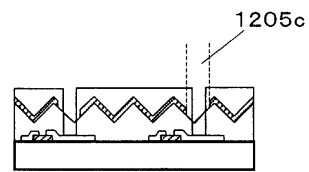
도면12e



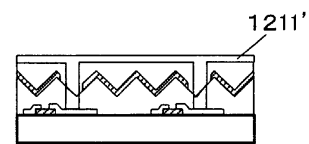
도면12f



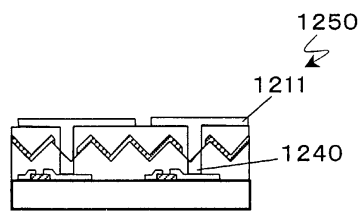
도면12g



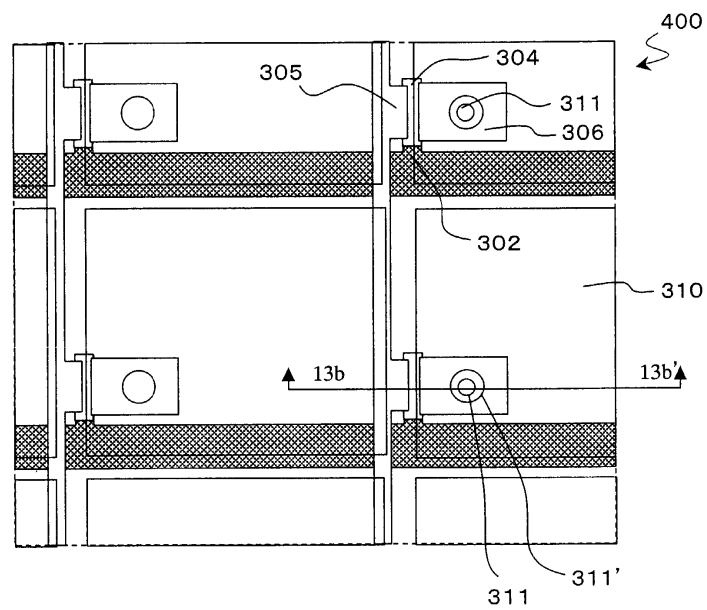
도면12h



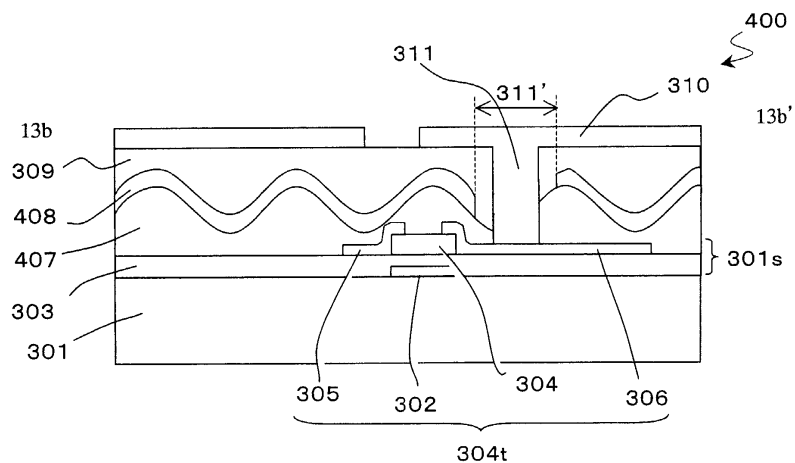
도면12i



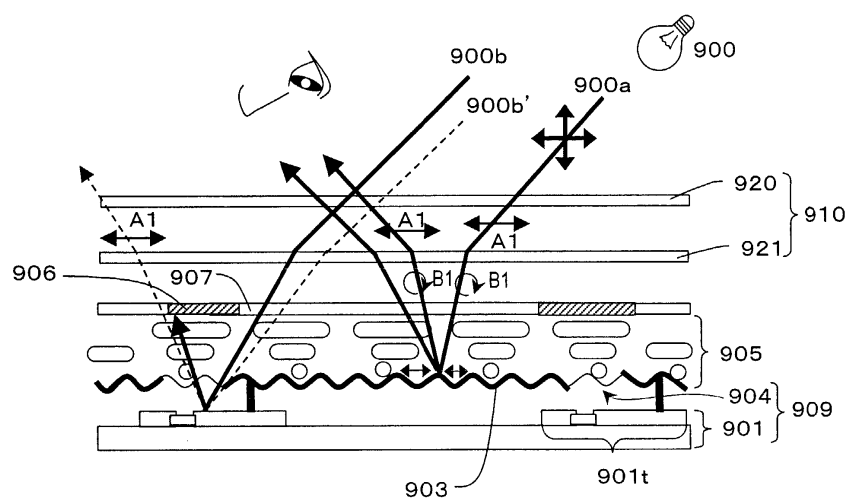
도면13a



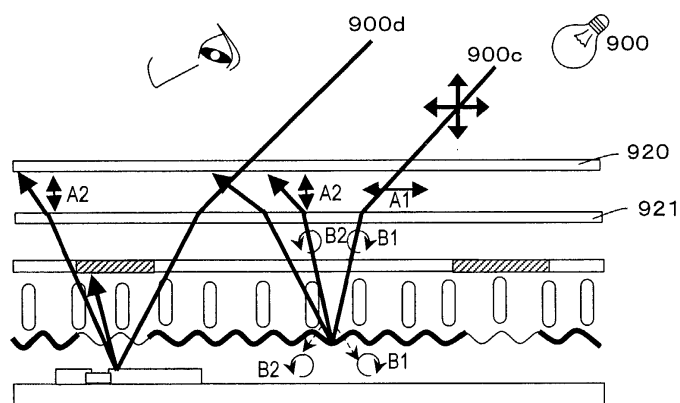
도면 13b



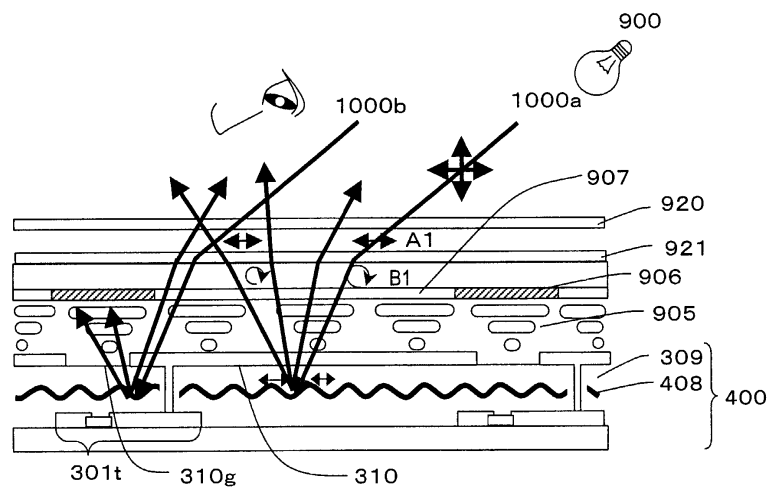
도면14a



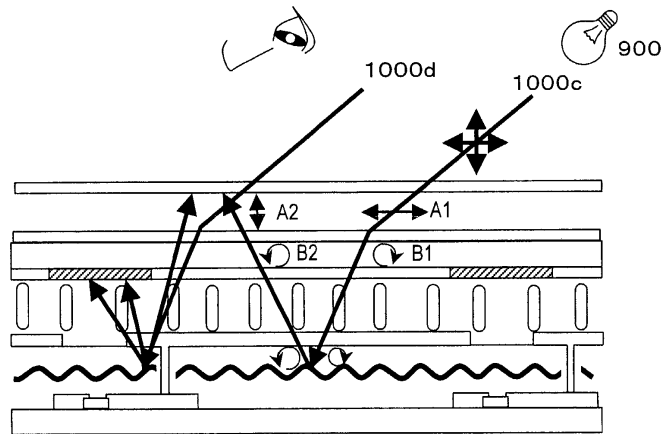
도면14b



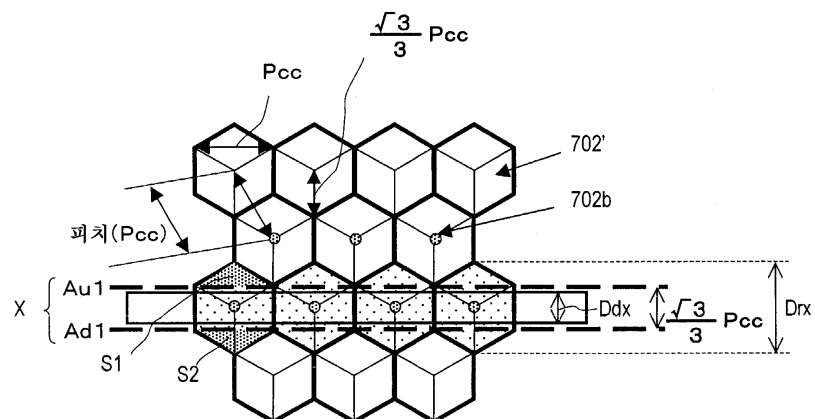
도면15a



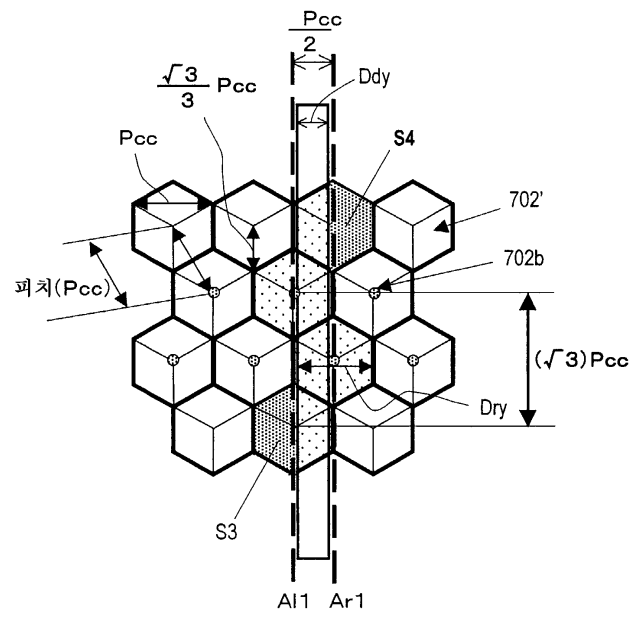
도면15b



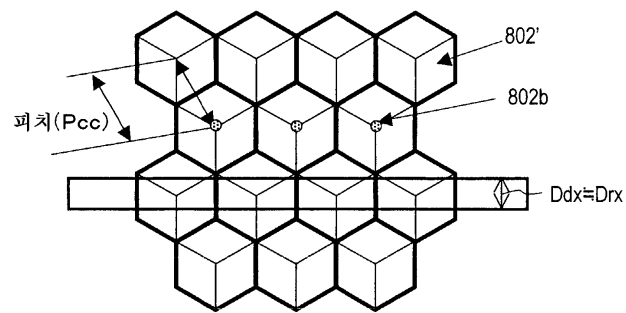
도면16a



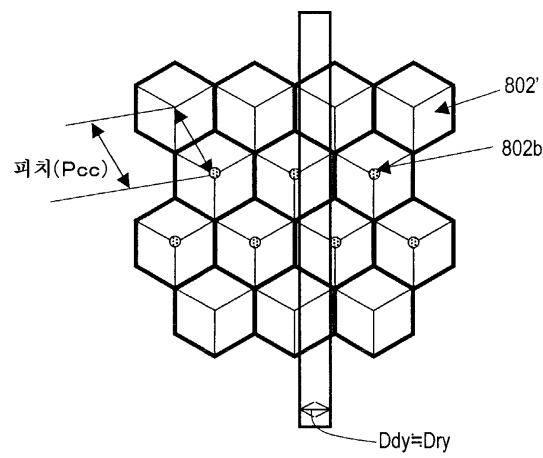
도면16b



도면17a



도면17b



专利名称(译)	反射显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	KR1020060048240A	公开(公告)日	2006-05-18
申请号	KR1020050048631	申请日	2005-06-08
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
[标]发明人	FUJIWARA SAYURI 후지와라사유리 SAWAYAMA YUTAKA 사와야마유타카 MINOURA KIYOSHI 미노우라기요시 KANBE MAKOTO 칸베마코토		
发明人	후지와라사유리 사와야마유타카 미노우라기요시 칸베마코토		
IPC分类号	G02F1/1335 G02F1/1362		
CPC分类号	G02F1/136227 G02F1/133553		
代理人(译)	CHU, 晟敏		
优先权	2004171530 2004-06-09 JP		
其他公开文献	KR100697733B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

用途：提供一种反射型显示装置及其制造方法，以提高开口率和光利用效率，同时保持液晶层的稳定排列。

