



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.
G02F 1/1333 (2006.01)

(45) 공고일자 2007년03월29일
(11) 등록번호 10-0701074
(24) 등록일자 2007년03월22일

(21) 출원번호 10-2003-0038019
(22) 출원일자 2003년06월12일
심사청구일자 2004년06월25일

(65) 공개번호 10-2004-0107740
(43) 공개일자 2004년12월23일

(73) 특허권자 비오이 하이디스 테크놀로지 주식회사
경기도 이천시 부발읍 아미리 산 136-1

(72) 발명자
마정호
경기도광주군퇴촌면도수리658-1현대타운나동202호

홍승호
경기도군포시산본동1092삼성장미아파트1142동1106호

신성욱
경기도이천시부발읍아미리현대3차아파트103동1807호

최상언
경기도이천시부발읍신하리신한아파트102동406호

(74) 대리인 강성배

심사관 : 윤성주

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 액정표시장치

(57) 요약

본 발명은 고속 응답이 가능하여 동화상 및 TV용 고성능 제품에 적용이 가능한 액정표시장치를 개시한다. 개시된 본 발명의 액정표시장치는, 소정 거리를 두고 대향 배치된 하부기관과 상부기관과, 상기 상하부 기관 사이에 협지되며 유전율이 양성이 음인 액정들로 구성된 액정층과, 상기 상부기관의 내측면 상에 형성되며 각 단위 화소 내부에 규칙적으로 형성된 소정 개의 벨리(Valley)를 구비한 컬러 레진층과, 상기 벨리를 포함한 컬러 레진층 상에 형성된 상대전극과, 상기 하부기관의 내측면 상에 형성되며 상기 상부기관의 벨리를 중심으로 그 주위에 배치되게 형성된 "+" 형태의 슬릿을 구비한 화소전극과, 상기 화소전극과 액정층 사이 및 상대전극과 액정층 사이 각각에 개재된 수직 배향막과, 상기 상하부기관의 외측면 각각에 편광축들이 상호 교차하도록 부착된 편광판을 포함한다. 본 발명에 따르면, 액정을 바람개비 형태로 눕게 만드는 틸팅 소오스를 벨리(valley)로 형성함으로써 균일한 시야각을 나타낼 수 있는 바람개비 구조를 형성할 수 있으며, 또한, 이와 같은 벨리는 상판 제작시의 컬러 레진층 패터닝시에 함께 형성해줄 수 있으므로 공정 단순화를 확보할 수 있다.

대표도

도 7

특허청구의 범위

청구항 1.

소정 거리를 두고 대향 배치된 하부기관과 상부기관;

상기 상하부 기관 사이에 협지되며 유전율 이방성이 음인 액정들로 구성된 액정층;

상기 상부기관의 내측면 상에 형성되며 각 단위 화소 내부에 규칙적으로 형성된 소정 개의 벨리(Valley)를 구비한 컬러 레진층;

상기 벨리를 포함한 컬러 레진층 상에 형성된 상대전극;

상기 하부기관의 내측면 상에 형성되며, 평면상에서 보았을 때, 상기 상부기관의 벨리를 중심으로 직교하는 편광축들 및 상기 편광축들에 의하여 분할된 영역마다 형성되며 인접한 벨리들 사이에서 형성되는 디스클리네이션 라인을 완충하기 위한 "+" 형태의 개구인 슬릿 패턴들을 구비한 화소전극;

상기 화소전극과 액정층 사이 및 상대전극과 액정층 사이 각각에 개재된 수직 배향막; 및

상기 상하부기관의 외측면 각각에 편광축들이 상호 교차하도록 부착된 편광판을 포함하는 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 벨리는 깊이가 $2\mu\text{m}$ 이하이고, 단면은 단변의 길이가 $5\mu\text{m}$ 이하인 사각형 모양이며, 벽면의 사이 각도가 $10\sim 90^\circ$ 인 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 3.

제 1 항에 있어서, 상기 벨리는 각 단위 화소 내부에 2~10개가 형성된 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 4.

제 1 항에 있어서, 상기 화소전극의 슬릿 패턴들의 내부에 배치된 불투명 패턴을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 5.

제 1 항에 있어서, 상기 상하부기관과 편광판 사이에 설치된 위상 보상판을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수직 배향 모드 액정표시장치.

청구항 6.

제 5 항에 있어서, 상기 위상 보상판은 일축 또는 이축 위상 보상판이며, 상기 일축 위상 보상판은 위상지연 값이 40~800 nm 영역을 포함하고, 상기 이축 위상 보상판은 위상지연 값이 150~250nm의 영역을 포함하는 것을 특징으로 하는 수직 배향 모드 액정표시장치.

청구항 7.

제 1 항에 있어서, 상기 액정의 유전율 이방성이 -2~-10인 것을 특징으로 하는 수직 배향 모드 액정표시장치.

청구항 8.

제 1 항에 있어서, 상기 액정층의 두께는 2~6 μ m이고, 액정층의 두께와 액정의 굴절율 이방성의 곱은 200~500nm인 것을 특징으로 하는 수직 배향 모드 액정표시장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 액정표시장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 고속 응답이 가능하여 동화상 및 TV용 고성능 제품에 적용이 가능한 액정표시장치에 관한 것이다.

주지된 바와 같이, 수직 배향(Vertical Align) 모드 액정표시장치는 트위스트 네메틱(Twist Nematic) 모드 액정표시장치의 낮은 시야각 및 응답속도 특성을 개선하기 위해 제안되었다. 이러한 수직 배향 모드 액정표시장치는, 도시하지는 않았으나, 각각 액정 구동 전극이 구비된 상하부 기판 사이에 유전율 이방성이 음인 액정들로 구성된 액정층이 협지되고, 상기 상하부 기판의 대향면 각각에는 수직 배향막이 설치되며, 그리고, 상하부 기판의 대향면 뒷면 각각에는 편광축이 서로 교차하도록 편광판이 부착된 구조를 갖는다.

그러나, 상기 수직 배향 모드 액정표시장치는 액정이 봉(棒) 형상인 것과 관련해서 굴절율 이방성을 가지며, 이로 인해, 화면 상은 시야각에 따라 서로 상이하게 된다. 예컨데, 전계가 형성되기 이전에는 액정들이 모두 기판에 수직으로 늘어서 있으므로, 화면의 정면에서는 완전한 다크 상태를 이루지만, 측면에서는 광이 누설되어 화질 저하가 초래된다.

따라서, 전기장을 왜곡시키는 것에 의해 2 또는 4개의 방향으로 액정을 배향시켜 수직 배향 모드 액정표시장치의 시야각을 향상시키는 구조가 제안되었다.

예컨데, 전기장을 왜곡시키기 위한 수단으로서 돌기(protrusion)를 이용한 일명 MVA(Multidomain Vertical Align) 모드 액정표시장치가 후지쯔사에 의해 미국특허 6,288,762호로 제안되었고, 그 구조는 도 1과 같다.

도 1을 참조하면, 하부기판(11)과 상부기판(12)은 액정(13)의 개재하에 대향 배치되어 있으며, 상기 하부기판(11)과 상부기판(12)의 대향면 각각에 돌기(14)가 형성되어 있다.

이와 같은 구조에 따르면, 전계가 형성되면 돌기(14) 부근에서 전기장의 왜곡이 일어나 액정들(13)이 서로 대칭되는 방향으로 배향되며, 그래서, 액정의 멀티 도메인이 형성되어 액정의 굴절율 이방성에 기인하는 화질 저하가 보상된다.

또한, 전기장을 왜곡시키기 위한 다른 수단으로서 슬릿(slot)을 이용한 일명 PVA(Patterned Vertical Align) 모드 액정표시장치가 삼성사에 의해 제안되었으며, 그 구조는 도 2와 같다.

도 2를 참조하면, 상하부기관(21, 22)의 액정 구동 전극들(23, 24) 각각은 슬릿 구조를 갖는다. 이러한 PVA 모드 액정표시장치의 구동 원리는 도 1에 도시된 돌기 구조의 그것과 동일하다.

한편, 도 2에서의 슬릿은 액정을 구동시키는 일종의 틸팅(tilting)에 있어서의 소오스 역할을 하게 되는데, 도 3a 및 도 3b에 도시된 바와 같이, 슬릿들(36)간의 거리가 가까울수록, 즉, 상대적인 갯수가 많을수록 응답시간이 감소함을 볼 수 있다. 이러한 현상은 도 1의 돌기 구조에서도 마찬가지이다.

도 3a 및 도 3b에서, 미설명된 도면부호 31은 하부기관, 32는 상부기관, 33 및 34는 액정 구동 전극, 그리고, 35는 액정을 각각 나타낸다.

그러나, 응답시간을 감소시키기 위해 틸팅 소오스(tilting source)를 증가시키게 되면, 즉, 돌기 또는 슬릿의 수를 증가시키게 되면, 표시화면에 디스클리네이션 라인(disclination line)의 증가가 유발되어 투과율이 감소될 뿐만 아니라, 역설적으로 응답시간의 증가 및 구동전압의 증가와 같은 특성 저하가 초래된다.

이에, 상기한 돌기 및 슬릿 구조에서의 구조적 문제를 개선하기 위해 여러가지 새로운 구조들이 제안되고 있으며, 그 하나로써 전기장을 원형으로 왜곡시켜 액정이 바람개비(pinwheel) 형태로 배향되도록 하는 일명 ASV(Advanced super View) 모드 액정표시장치가 샤프사에 의해 제안되었다.

도 4는 종래 ASV 모드 액정표시장치를 설명하기 위한 도면이다.

이 구조에 따르면, 틸팅 소오스는 돌기로 만들어지며, 이때, 상기 돌기는 바람개비 구조로 형성된다. 또한, 액정은 바람개비 구조의 돌기를 따라 바람개비 형태로 배향된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나, 돌기를 바람개비 구조로 형성한 ASV 모드 액정표시장치는, 자세하게 도시되고 설명되지는 않았지만, 돌기 중심부에서 생겨야 할 디스클리네이션 라인이 액정의 카이랄 도판트(chiral dopant)를 많이 섞으므로 인해 돌기 구조의 중심부에서 벗어나는 비대칭 현상이 발생하는 문제점이 있다. 특히, 바람개비의 비대칭은 저계조에서 휘도의 불균일을 나타내는바, 이러한 현상을 억제해야 균일한 화질을 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

또한, 상기 ASV 모드 액정표시장치는, 그 제작시, 바람개비 돌기를 형성하기 위해 별도의 마스크 공정을 수행해야 하므로, 제조 공정 및 비용이 증가되는 문제점이 있다.

따라서, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 균일한 화질이 얻어지도록 한 액정표시장치를 제공함에 그 목적이 있다.

또한, 본 발명은 공정 단순화 및 비용 절감을 이룬 액정표시장치를 제공함에 그 다른 목적이 있다.

게다가, 본 발명은 고속 응답이 가능하여 동영상 및 TV용 고성능 제품에 적용이 가능한 액정표시장치를 제공함에 그 또 다른 목적이 있다.

발명의 구성

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은, 소정 거리를 두고 대향 배치된 하부기관과 상부기관; 상기 상하부 기관 사이에 협지되며 유전율 이방성이 음인 액정들로 구성된 액정층; 상기 상부기관의 내측면 상에 형성되며 각 단위 화소 내부에 규칙적으로 형성된 소정 개의 벨리(Valley)를 구비한 컬러 레진층; 상기 벨리를 포함한 컬러 레진층 상에 형성된 상대전극; 상기 하부기관의 내측면 상에 형성되며 상기 상부기관의 벨리를 중심으로 그 주위에 배치되게 형성된 "+" 형태의 슬릿을 구비한 화소전극; 상기 화소전극과 액정층 사이 및 상대전극과 액정층 사이 각각에 개재된 수직 배향막; 및 상기 상하부기관의 외측면 각각에 편광축들이 상호 교차하도록 부착된 편광판을 포함하는 액정표시장치를 제공한다.

여기서, 상기 벨리는 깊이가 $2\mu\text{m}$ 이하이며, 단면은 단변의 길이가 $5\mu\text{m}$ 이하인 사각형 모양이고, 벽면은 $10\sim 90^\circ$ 의 각도를 갖는다. 상기 벨리는 각 단위 화소 내부에 2~10개가 형성된다.

상기 액정의 유전율 이방성이 $-2 \sim -10$ 이며, 상기 액정층의 두께는 $2 \sim 6 \mu\text{m}$ 이고, 상기 액정층의 두께와 액정의 굴절율 이방성의 곱은 $200 \sim 500\text{nm}$ 이다.

또한, 본 발명의 액정표시장치는 상기 화소전극의 슬릿 형성부에 설치된 불투명 패턴을 더 포함한다.

게다가, 본 발명의 액정표시장치는 상기 상하부기관과 편광판 사이에 설치된 위상 보상판을 더 포함하며, 상기 위상 보상판은 일축 또는 이축 위상 보상판으로서, 상기 일축 위상 보상판은 위상지연 값이 $40 \sim 800\text{nm}$ 영역을 포함하고, 상기 이축 위상 보상판은 위상지연 값이 $150 \sim 250\text{nm}$ 의 영역을 포함한다.

본 발명에 따르면, 액정을 바람개비 형태로 눕게 만드는 틸팅 소오스를 벨리(valley)로 형성함으로써 균일한 시야각을 나타낼 수 있는 바람개비 구조를 형성할 수 있으며, 또한, 이와 같은 벨리는 상판 제작시의 컬러 레진층 패턴닝시에 함께 형성해줄 수 있으므로 공정 단순화를 확보할 수 있다.

(실시예)

이하, 첨부된 도면에 의거하여 본 발명의 바람직한 실시예를 자세히 설명하도록 한다.

먼저, 본 발명의 실시예에 따른 액정표시장치는, 도시하지는 않았으나, ITO 재질의 액정 구동 전극들, 즉, 화소전극과 상대전극이 각각 구비된 하부기관과 상부기관이 유전율 이방성이 음인 수 개의 액정들로 구성된 액정층의 개재하에 합착되고, 상기 하부기관과 액정층 사이 및 상부기관과 액정층 사이 각각에는 수직 배향막이 개재되며, 그리고, 기관들의 대향면 뒷면 각각에는 편광판이 이들 각각의 편광축이 상호 교차하도록 부착된 구조를 갖는다.

또한, 본 발명에 따른 액정표시장치에 있어서, 상부기관과 상대전극 사이에는 컬러를 구현하기 위한 레드(R), 그린(G) 및 블루(B)의 컬러 레진층 개재되며, 이때, 상기 컬러 레진층에는 화소에 대응하는 부분마다 규칙적으로 소정 개, 예컨데, $2 \sim 10$ 개의 벨리(Valley)가 형성된다.

이러한 벨리는 레드, 그린 및 블루의 각 컬러 레진층을 형성하기 위한 패턴닝시에 함께 형성하며, 따라서, 벨리를 형성하기 위한 별도의 마스크 공정은 필요치않다. 또한, 상기 벨리는 컬러 레진층의 두께를 $2 \mu\text{m}$ 이하로 하여 그 깊이가 $2 \mu\text{m}$ 이하가 되도록 하며, 그 단면은 단변의 길이가 $5 \mu\text{m}$ 이하인 사각형 모양으로 하고, 그리고, 벽면은 $10 \sim 90^\circ$ 의 각도를 갖도록 한다.

도 5a 및 도 5b는 본 발명에 따른 액정표시장치에서의 상부기관의 평면도 및 단면도로서, 여기서, 도면부호 55는 상부기관, 56은 컬러 레진층을 각각 나타낸다.

게다가, 본 발명에 따른 액정표시장치에 있어서, 화소전극은 상부기관의 벨리를 중심으로 그 주위에 배치되게 슬릿 패턴들이 구비되며, 이러한 슬릿 패턴은, 예컨데, "+" 형태로 구비된다.

도 6은 본 발명에 따른 액정표시장치의 구동을 설명하기 위한 도면으로서, 도시된 바와 같이, 액정들(53,54)은 벨리(57)를 중심으로 바람개비 구조로 배열됨을 볼 수 있다. 여기서, 액정들(53,54)을 바람개비 형태로 눕게 만드는 틸팅 소오스는 벨리(57)가 되며, 이러한 벨리(57)의 형성을 통해 균일한 시야각을 나타낼 수 있는 바람개비 구조를 형성할 수 있게 된다. 화소전극(51)에서의 슬릿 패턴(52)은 벨리(57)를 중심으로 그 주위에 배치되도록 형성하여 그 부분에 전극이 통하지 않도록 한다. 도 6에서, 미설명된 도면부호 59는 편광축 및 투과축을 나타낸다.

한편, 본 발명에 따른 액정표시장치에 있어서, 상부기관에 벨리만 형성할 경우, 액정 구동은 도 7에 도시된 바와 같이 이루어진다.

이 경우, 벨리(57)가 투명전극, 즉, 상대전극(58)으로 모두 덮혀있어서 이러한 틸팅 소오스는 벨리부에 전기장이 인가되면, 바람개비 모양으로 액정을 배열시키며 눕게 된다. 따라서, 디스클리네이션 라인이 형성되는 위치는 벨리(57) 내에 존재하게 되며, 빛의 투과를 억제하므로 상부기관의 컬러 필터가 얇음으로 인해 나타나는 투과율 저하를 방지할 수 있게 된다.

또한, 하부기관(50)에 형성된 화소전극(51)의 "+" 형태의 슬릿 패턴(52)은 벨리(57)와 마찬가지로 틸팅 소오스를 형성하지만, 서로 다른 벨리들 사이에서 형성되는 디스클리네이션 라인을 완충시키는 역할을 한다. 도 8은 이를 이용하여 제작된 액정표시장치를 보여주는 사진으로서, 보여지는 바와 같이, 바람개비 중심부에서 벗어나는 디스클리네이션 라인이 이 부분에서는 발생하지 않고, 가운데 "+" 모양의 슬릿 부분에서만 디스클리네이션 라인이 발생하고 있음을 볼 수 있다.

결국, 본 발명의 액정표시장치는 바람개비 구조를 그대로 이용하면서 액정을 바람개비 형태로 배향시키기 위한 틸팅 소오스로 벨리를 이용하므로, 보다 균일한 시야각 특성을 얻을 수 있으며, 특히, 벨리 형성을 위한 별도의 마스크 공정이 필요치 않아서 공정 단순화도 얻을 수 있다.

또한, 본 발명의 액정표시장치는 벨리, 즉, 틸팅 소오스를 여러개 형성해 줌으로써 응답시간을 빠르게 하고 시야각을 보상하여 완벽한 무한 도메인 형성을 이룰 수 있다.

한편, 전술한 바와 같은 본 발명의 액정표시장치에 있어서, 액정은 음의 유전율 이방성을 갖는 것이 사용되어야 하며, 특히, 카이랄 도펀트가 첨가되어야 한다. 이때, 상기 카이랄 도펀트의 첨가는 액정이 바람개비 형태로 배향됨에 있어 좌측 방향으로 돌거나 우측 방향으로 도는 두가지 경우가 나타나므로, 이것의 불균일한 형성을 방지하기 위해서이며, 최대 100 μ m 이하의 액정 피치 값을 갖도록 하는 것이 바람직하다.

또한, 본 발명의 액정표시장치에 있어서, 편광판과 하부기관 사이 및 상부기관과 편광판 사이 각각에 위상 보상판(phase compensation plate)이 추가로 설치될 수 있으며, 이때, 위상 보상판의 x, y, z 방향에 대한 위상지연 값(Rth)은 하기의 식 1로부터 구한다.

$$Rth = [(nx + ny)/2 - nz] \times d \text{ ----- (식 1)}$$

예컨데, 일축 위상 보상판을 사용할 경우 바람직하게 위상지연 값(Rth)은 40~800nm의 영역을 포함하며, 이축 위상 보상판을 사용할 경우 바람직하게 위상지연 값(Rth)은 150~250nm의 영역을 포함한다.

게다가, 본 발명의 액정표시장치에 있어서, 액정의 유전율 이방성은 -2~-10이 되도록 함이 바람직하며, 액정층의 두께는 2~6 μ m로 설정함이 바람직하고, 그리고, 액정층의 굴절율 이방성과 두께의 곱($d \times \Delta n$)은 200~500nm가 되도록 함이 바람직하다.

부가해서, 본 발명의 액정표시장치는 상기 화소전극의 슬릿 형성부에 불투명 패턴을 설치할 수 있으며, 이를 통해, 디스클리네이션 라인이 안보이도록 함으로써 화면품위를 개선시킬 수 있다.

발명의 효과

이상에서와 같이, 본 발명은 액정을 바람개비 형태로 눕게 만드는 틸팅 소오스를 벨리로 형성함으로써 균일한 시야각을 나타낼 수 있으며, 또한, 벨리 중심에 디스클리네이션 라인을 갖도록 할 수 있으므로 투과율 손실도 줄일 수 있고, 특히, 여러개의 벨리 형성을 통해 고속 응답이 가능하여 동화상 및 TV용 고성능 제품에 적용이 가능한 액정표시장치를 구현할 수 있다.

게다가, 본 발명은 상기 벨리를 별도의 마스크 공정을 이용함이 없이 상판 제작시의 컬러 레진층 패턴닝시에 함께 형성해 주므로, 공정 단순화를 확보할 수 있다.

기타, 본 발명은 그 요지를 일탈하지 않는 범위에서 다양하게 변경하여 실시할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1 및 도 2는 종래의 돌기 및 슬릿을 이용한 액정표시장치들의 단면도.

도 3a 및 도 3b는 액정을 틸트시키는 소오스의 단위 길이당 개수에 대한 응답시간 및 투과율 변화를 설명하기 위한 도면.

도 4는 종래 바람개비(Pinwheel) 구조를 이용한 액정표시장치의 문제점을 설명하기 위한 사진.

도 5a 및 도 5b는 본 발명에 따른 액정표시장치에서의 상부기관 평면도 및 단면도.

도 6은 본 발명에 따른 액정표시장치의 구동을 설명하기 위한 도면.

도 7은 본 발명에 따른 액정표시장치의 구동원리를 설명하기 위한 단면도.

도 8은 본 발명에 따른 액정표시장치의 화소를 보여주는 사진.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

50 : 하부기판 51 : 화소전극

52 : 슬릿 패턴 53,54 : 액정

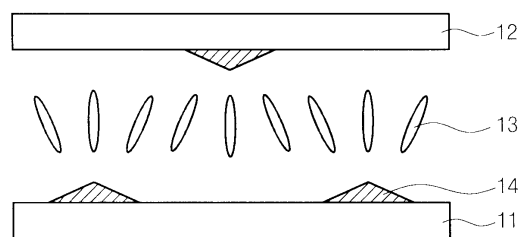
55 : 상부기판 56 : 컬러 레진층

57 : 벨리(Valley) 58 : 상대전극

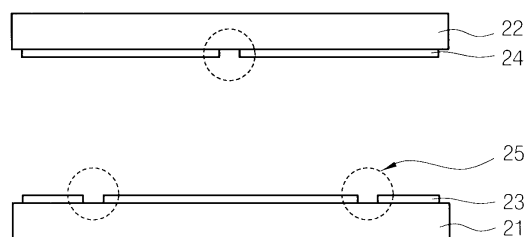
59 : 편광축 및 투과축

도면

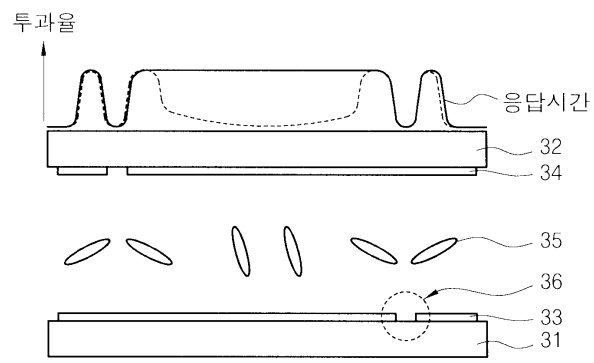
도면1



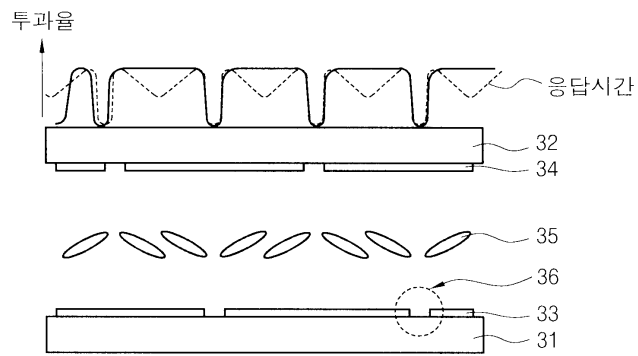
도면2



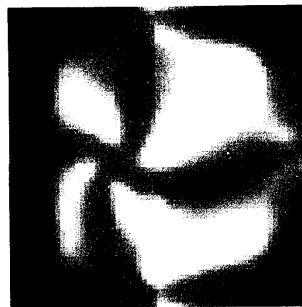
도면3a



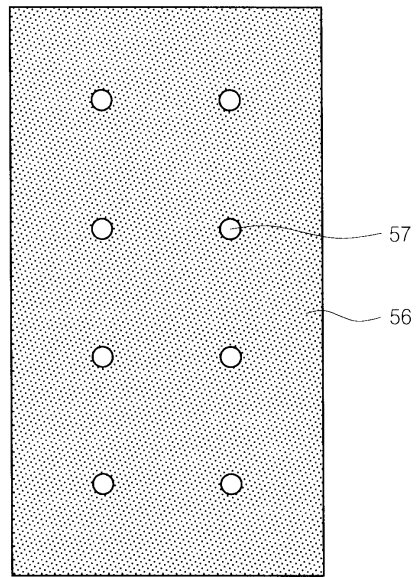
도면3b



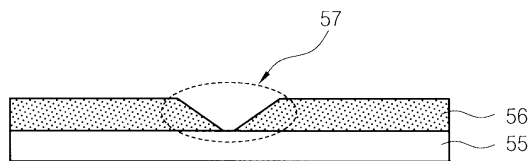
도면4



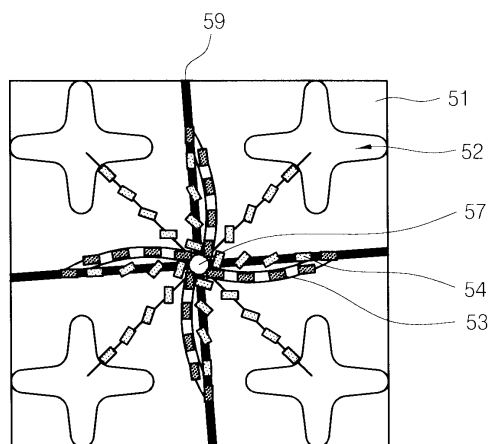
도면5a



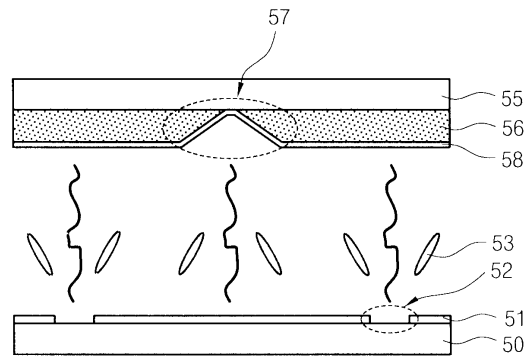
도면5b



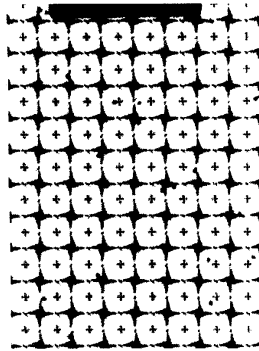
도면6



도면7



도면8



专利名称(译)	液晶显示器		
公开(公告)号	KR100701074B1	公开(公告)日	2007-03-29
申请号	KR1020030038019	申请日	2003-06-12
[标]申请(专利权)人(译)	HYDIS TECH HYDIS技术有限公司		
申请(专利权)人(译)	하이디스테크놀로지주식회사		
当前申请(专利权)人(译)	하이디스테크놀로지주식회사		
[标]发明人	MA JUNGHO 마정호 HONG SEUNGHO 홍승호 SHIN SEONGWOOK 신성욱 CHOI SANGUN 최상언		
发明人	마정호 홍승호 신성욱 최상언		
IPC分类号	G02F1/1333 G02F1/1335 G02F1/13363 G02F1/1337 G02F1/1343 G02F1/139 G09F9/00 G09F9/30 G09F9/35		
CPC分类号	G02F1/133707 G02F1/133753 G02F1/13363 G02F1/1393		
其他公开文献	KR1020040107740A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

目的：提供一种液晶显示器，通过形成倾斜源作为谷来实现均匀的视角，并通过在谷的中心形成旋错线来减少透射率的损失。

