

(19)대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.⁷
G02F 1/1337

(45) 공고일자 2005년10월26일
(11) 등록번호 10-0523777
(24) 등록일자 2005년10월18일

(21) 출원번호 10-2003-0061641
(22) 출원일자 2003년09월04일

(65) 공개번호 10-2004-0022166
(43) 공개일자 2004년03월11일

(30) 우선권주장 JP-P-2002-00262152 2002년09월06일 일본(JP)

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

(72) 발명자 오기시마기요시
일본교토켄소라꾸궁가모쵸나가모다이2-5-4

구보마스미
일본나라켄이쵸마시기따야마쵸5-7-1

(74) 대리인 장수길
구영창

심사관 : 퇴-이종주

(54) 액정 표시 장치

요약

수직 배향 모드의 액정 표시 장치에서, 전압 인가 시의 배향 방향의 면 내 성분이 크로스니콜(cross nicole)을 따라 배향하는 액정 분자가 존재하고 있어도, 해당 액정 분자에 기인하는 소광 모양(quenching pattern)을 사용자가 인식할 수 없는 액정 표시 장치를 확실하게 제공한다. 수직 배향 모드의 액정 표시 장치의 액정층에 인가되는 최대 인가 실효 전압을 V_{max} [V]로 할 때, 액정층의 d/p 를, $0.0021 \times (V_{max})^2 - 0.0458 \times (V_{max}) + 0.65$ 와, $0.0021 \times (V_{max})^2 - 0.0458 \times (V_{max}) + 0.50$ 사이로 설정하고, 액정층의 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 를, $-0.00026 \times (V_{max})^3 + 0.016 \times (V_{max})^2 - 0.2281 \times (V_{max}) + 2.124$ 와, $-0.00026 \times (V_{max})^3 + 0.016 \times (V_{max})^2 - 0.2281 \times (V_{max}) + 1.7603$ 사이로 설정한다.

대표도

도 1

색인어

액정층, 최대 실효 전압, 액정 분자, 면적 투과 강도

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 실시 형태를 도시하는 것으로서, 최대 실효 전압에 대한 d/p 의 수치 범위 및 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 의 수치 범위를 도시하는 그래프.

도 2는 상기 액정 표시 장치의 주요부 구성을 도시하는 것으로서, 전압 무인가 시에 있어서의 액정 표시 장치의 단면을 도시하는 모식도.

도 3은 상기 액정 표시 장치를 기관 법선 방향으로부터 본 상면도.

도 4는 상기 액정 표시 장치의 액정 셀을 도시하는 것으로서, 액정층에 인가된 전압에 따라, 액정층의 액정 분자의 배향이 변화되기 시작한 상태(ON 초기 상태)를 도시하는 모식도.

도 5는 상기 액정 표시 장치의 액정 셀을 도시하는 것으로서, 액정층에 인가된 전압에 따라, 액정 분자의 배향이 변화된 후의 정상 상태를 도시하는 모식도.

도 6은 등전위선과 액정 분자의 배향과의 관계를 도시하는 것으로서, 등전위선과 액정 분자의 축 방위가 직교하고 있는 경우를 도시하는 모식도.

도 7은 등전위선과 액정 분자의 배향과의 관계를 도시하는 것으로서, 등전위선과 액정 분자의 축 방위가 경사져 있는 경우를 도시하는 모식도.

도 8은 등전위선과 액정 분자의 배향과의 관계를 도시하는 것으로서, 등전위선이 액정 분자의 축 방향에 대하여 경사져 있는 전계에 의해 배향하는 액정 분자와, 해당 액정 분자에 정합하도록, 등전위선이 축 방위에 대하여 수직 방향이 되는 전계에 의해 배향하는 액정 분자를 도시하는 모식도.

도 9는 등전위선과 액정 분자의 배향과의 관계를 도시하는 것으로서, 등전위선이 연속된 요철 형상을 형성하는 전계를 인가한 경우를 도시하는 모식도.

도 10은 상기 액정 분자의 배향 방향을 도시하는 것으로서, 전압 무인가 시에 각 액정 분자를 기관 법선 방향으로부터 보았을 때의 모식도.

도 11은 상기 액정 분자의 배향 방향을 도시하는 것으로서, ON 초기 상태에서의 각 액정 분자를 기관 법선 방향으로부터 보았을 때의 모식도.

도 12는 상기 액정 분자의 배향 방향을 도시하는 것으로서, 상기 정상 상태에서의 각 액정 분자를 기관 법선 방향으로부터 보았을 때의 모식도.

도 13은 최대 인가 실효 전압이 10 [V] 인 경우에 있어서, 각 d/p 의 값 각각에서의 면적 투과 강도와 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 와의 관계를 도시하는 그래프.

도 14는 최대 인가 실효 전압이 6 [V] 인 경우에 있어서, 각 d/p 의 값 각각에서의 면적 투과 강도와 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 와의 관계를 도시하는 그래프.

도 15는 최대 인가 실효 전압이 4 [V] 인 경우에 있어서, 각 d/p 의 값 각각에서의 면적 투과 강도와 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 와의 관계를 도시하는 그래프.

도 16은 피치 $p=0$ 의 상기 액정 표시 장치에서, 대향 전극 표면 부근에서의 액정 분자의 배향 상태를 도시하는 모식도.

도 17은 피치 $p=0$ 의 상기 액정 표시 장치에서, 액정층 중앙 부근에서의 액정 분자의 배향 상태를 도시하는 모식도.

도 18은 피치 $p=0$ 의 상기 액정 표시 장치에서, 회소 전극 표면 부근에서의 액정 분자의 배향 상태를 도시하는 모식도.

도 19는 피치 $p=0$ 의 상기 액정 표시 장치에서, 투과 강도 분포를 도시하는 도면.

도 20은 $d/p=0.13$ 의 상기 액정 표시 장치에서, 대향 전극 표면 부근에서의 액정 분자의 배향 상태를 도시하는 모식도.

도 21은 $d/p=0.13$ 의 상기 액정 표시 장치에서, 액정층 중앙 부근에서의 액정 분자의 배향 상태를 도시하는 모식도.

도 22는 $d/p=0.13$ 의 상기 액정 표시 장치에서, 회소 전극 표면 부근에서의 액정 분자의 배향 상태를 도시하는 모식도.

도 23은 $d/p=0.13$ 의 상기 액정 표시 장치에서, 투과 강도 분포를 도시하는 도면.

도 24는 $d/p=0.38$ 의 상기 액정 표시 장치에서, 대향 전극 표면 부근에서의 액정 분자의 배향 상태를 도시하는 모식도.

도 25는 $d/p=0.38$ 의 상기 액정 표시 장치에서, 액정층 중앙 부근에서의 액정 분자의 배향 상태를 도시하는 모식도.

도 26은 $d/p=0.38$ 의 상기 액정 표시 장치에서, 회소 전극 표면 부근에서의 액정 분자의 배향 상태를 도시하는 모식도.

도 27은 $d/p=0.38$ 의 상기 액정 표시 장치에서, 투과 강도 분포를 도시하는 도면.

도 28은 $d/p=0.48$ 의 상기 액정 표시 장치에서, 대향 전극 표면 부근에서의 액정 분자의 배향 상태를 도시하는 모식도.

도 29는 $d/p=0.48$ 의 상기 액정 표시 장치에서, 액정층 중앙 부근에서의 액정 분자의 배향 상태를 도시하는 모식도.

도 30은 $d/p=0.48$ 의 상기 액정 표시 장치에서, 회소 전극 표면 부근에서의 액정 분자의 배향 상태를 도시하는 모식도.

도 31은 $d/p=0.48$ 의 상기 액정 표시 장치에서, 투과 강도 분포를 도시하는 도면.

도 32는 상기 액정 표시 장치에서, 회소 영역 중의 각 영역과, 각 영역에서의 액정 분자의 배향 상태와의 관계를 도시하는 모식도.

도 33은 액정 분자의 배향 상태를 도시하는 것으로서, 기관 표면의 수직 배향막에 의한, 액정 분자에의 배향 규제력이 없는 것으로 상정한 경우를 도시하는 모식도.

도 34는 액정 분자의 배향 상태를 도시하는 것으로서, 기관 표면의 수직 배향막에 의한 액정 분자에의 배향 규제력에 의해, 전압 인가 시에도 수직 배향 상태를 유지하는 액정 분자가 있는 것으로 상정한 경우를 도시하는 모식도.

도 35는 액정층의 비틀림 구조를 도시하는 것으로서, 상기 배향 규제력이 없는 것으로 상정한 경우를 도시하는 모식도.

도 36은 액정층의 비틀림 구조를 도시하는 것으로서, 상기 배향 규제력에 의해, 전압 인가 시에도 수직 배향 상태를 유지하는 액정 분자가 있는 것으로 상정한 경우를 도시하는 모식도.

도 37은 밝기를 향상시킬 수 있는 수치 범위를 도시하는 것으로서, 최대 실효 전압에 대한 d/p 의 수치 범위를 도시하는 그래프.

도 38은 밝기를 향상시킬 수 있는 수치 범위를 도시하는 것으로서, 최대 실효 전압에 대한 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 의 수치 범위를 도시하는 그래프.

도 39는 상기 액정 표시 장치의 변형예를 도시하는 것으로서, 다른 형상의 회소 전극을 도시하는 상면도.

도 40은 상기 액정 표시 장치의 다른 변형예를 도시하는 것으로서, 다른 형상의 회소 전극을 도시하는 상면도.

도 41은 상기 액정 표시 장치의 또 다른 변형예를 도시하는 것으로서, 다른 형상의 회소 전극을 도시하는 상면도.

도 42는 상기 액정 표시 장치의 또 다른 변형예를 도시하는 것으로서, 다른 형상의 회소 전극을 도시하는 상면도.

도 43은 상기 액정 표시 장치의 또 다른 변형예를 도시하는 것으로서, 다른 형상의 회소 전극을 도시하는 상면도.

도 44는 상기 액정 표시 장치의 또 다른 변형예를 도시하는 것으로서, 다른 형상의 회소 전극을 도시하는 상면도.

도 45는 상기 액정 표시 장치의 또 다른 변형예를 도시하는 것으로서, 다른 형상의 회소 전극을 도시하는 상면도.

도 46은 상기 액정 표시 장치의 또 다른 변형예를 도시하는 것으로서, 다른 형상의 회소 전극을 도시하는 상면도.

도 47은 상기 액정 표시 장치의 또 다른 변형예를 도시하는 것으로서, 다른 형상의 회소 전극을 도시하는 상면도.

도 48은 단위 중실부가 원형인 경우를 도시하는 상면도.

도 49는 개구부가 원형인 경우를 도시하는 상면도.

도 50은 단위 중실부가 원형인 경우와, 개구부가 원형인 경우의 양방에서, 회소 영역의 피치에 대한 중실부 면적 비율을 도시하는 그래프.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

11, 21 투명 기관 12 회소 전극

22 대향 전극 23 수직 배향막

100 TFT 기관 101, 102 편광판

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은, 수직 배향 모드의 액정 표시 장치에 관한 것이다.

종래부터, 액정 표시 장치는, 워드 프로세서나 컴퓨터의 화면으로서 널리 사용되고 있으며, 최근에는, 텔레비전의 화면으로서도 급속하게 보급되고 있다. 이들의 액정 표시 장치의 대부분은, TN(Twisted Nematic) 모드를 채용하고 있지만, 해당 액정 표시 장치에는, 경사 방향으로부터 보았을 때에, 콘트라스트가 저하되기 쉬어, 계조 특성이 반전되기 쉽다고 하는 문제가 있다.

따라서, 최근에는, 경사 방향으로부터의 시각 특성을 향상시키기 위해, 예를 들면, 일본 공개 공보 특개 제2000-47251호 공보(공개일: 2000년 2월 18일 ; 이하, 종래예라고 함)의 대응 미국특허출원 제6,384,889호(Date of Patent : 2002년 5월 7일)에 개시되어 있는 액정 표시 장치와 같이, VA(Vertically Alignment) 모드의 액정 표시 장치가 주목받고 있다. 해당 모드의 액정 표시 장치의 액정 셀은, 마이너스의 유전율 이방성을 갖는 네마틱 액정과 수직 배향막을 조합하여 구성되어 있다.

상기 VA 모드의 액정 표시 장치에서는, 전압 무인가 상태에서, 액정 분자가 수직 방향으로 배향되어 있다. 이 상태의 액정층에, 편광판으로부터 직선 편광이 입사되면, 액정층이 복굴절 이방성을 거의 갖지 않기 때문에, 편광 상태를 유지한 상태 그대로의 직선 편광이 출사되어, 액정층의 반대측에 배치된 편광판으로 흡수된다. 그 결과, 액정 표시 장치는 흑 표시할 수 있다.

한편, 전압이 인가되면, 액정층의 액정 분자는, 인가 전압에 따라 경사진다. 이 때, 예를 들면, 종래예에 도시한 바와 같이, 액정 분자가 방사 형상으로 배향하도록 구성되어 있는 경우, 동일 회소 영역 내라도, 액정 분자의 배향 방향은 연속적으로 변화된다.

또한, 이들의 액정 표시 장치 내에는, 카이럴제를 첨가함으로써, 통상의 비틀림 배향과 같이, 액정층의 두께 방향을 따라 액정 분자의 배향을 나선 형상으로 변화시킴으로써, 암시야 부분을 감소시켜, 액정 표시 장치로서의 밝기를 향상시킨 것도 고안되어 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나, 상기한 종래예에서는, 예를 들면, 미국 특허 제6,384,889호에서의 EXAMPLE7의 최초의 단락(상기 일본 특개 2000-47251호 공보에서의 [0039] 단락에 상당)에 기재한 바와 같이, 카이럴 피치가 $18 [\mu\text{m}]$, 셀 두께의 약 4배의 피치로 되도록 카이럴제를 첨가하고, 전압 인가 시에 비틀림각이 90° 가 되도록 설정되어 있지만, 본 조건에서는, 소광 모양이 현저하게 남아, 그 소광 모양의 소광 영역, 및 소광량이 크고, 결과적으로 투과 강도의 저하가 발생하여, 휘도 저하를 초래하는 것이 문제가 되었다.

또한 미국 공개 공보 제0036740호(Pub. Date 2002년 3월 28일)에 개시되어 있는 액정 표시 장치에서는, 액정의 배향 안정화를 위해, 액정을 비틀림 구조로 하는 구조를 포함하고 있지만, 소광 모양을 소거하거나, 혹은, 이에 의해, 투과율을 향상시킬 수 있다고 하는 개념은 없다. 또한, 상기에 관한 최적화도 행해져 있지 않다.

본 발명의 목적은, 수직 배향 모드의 액정 표시 장치에서, 크로스니콜로 배치한 2장의 편광판의 편광축 방향과, 전압 인가 시의 액정 분자의 배향 방향과의 관계에 의해 발생하는 소광 모양을 완전히 사용자가 인식할 수 없을 정도로까지 억제하고, 또한, 투과 강도를 최대한으로 이용할 수 있는 광학 물성값을 구하여, 투과 강도가 높은, 즉, 휘도가 높은 액정 표시 장치를 제공하는 것에 있다.

발명의 구성 및 작용

본 발명에 따른 액정 표시 장치는, 제1 기판과 제2 기판 사이에 형성된 액정층을 갖고, 해당 액정층은, 상기 제1 기판에 형성된 제1 전극과, 상기 제2 기판에 형성되며, 상기 제1 전극에 상기 액정층을 개재하여 대향하는 제2 전극과의 사이에 전압이 인가되어 있지 않을 때에 수직 배향 상태를 취하고, 또한, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 전압이 인가되었을 때에, 상기 액정층은 비틀림 구조를 취하면서, 상기 기판에 대하여 평행하게 배향하는 상태를 취하는 액정 표시 장치로서, 상기 과제를 해결하기 위해, 이하의 수단을 강구한 것을 특징으로 한다. 즉, 상기 액정층의 두께 d 와 액정의 자연 비틀림 피치 p 와의 비율을 d/p , 상기 제1 및 제2 전극 사이에 인가되는 최대 인가 실효 전압을 $V_{\text{max}} [\text{V}]$, 상기 액정층의 굴절율 이방성을 Δn 으로 할 때, 상기 d/p 는 $0.0021 \times (V_{\text{max}})^2 - 0.0458 \times (V_{\text{max}}) + 0.65$ 와, $0.0021 \times (V_{\text{max}})^2 - 0.0458 \times (V_{\text{max}}) + 0.50$ 사이의 값으로 설정되어 있다. 또한, $d \cdot \Delta n / \lambda$ 는, $-0.00026 \times (V_{\text{max}})^3 + 0.016 \times (V_{\text{max}})^2 - 0.2281 \times (V_{\text{max}}) + 2.124$ 와, $-0.00026 \times (V_{\text{max}})^3 + 0.016 \times (V_{\text{max}})^2 - 0.2281 \times (V_{\text{max}}) + 1.7603$ 사이의 값으로 설정되어 있다.

상기 구성에서는, 제1 및 제2 전극 사이에 전압이 인가되어 있지 않은 경우, 액정층의 액정 분자는, 수직 배향 상태에 있으므로, 복굴절 효과 및 선광 효과가 발생하지 않아, 액정층을 투과하는 광의 상태를 거의 변경하지 않고 출사한다. 한편, 전압이 인가되면, 액정층은 비틀림 구조를 취하면서, 상기 액정 분자가 기판에 대하여 평행하게 배향된 상태로 되어, 복굴절 효과 및 선광 효과가 발생한다. 이 결과, 전압이 인가되어 있지 않을 때와 전압이 인가되어 있을 때에, 액정층이 출사하는 광의 상태를 변경할 수 있어, 전압에 따라 표시 상태를 변경할 수 있다.

또한, 본원 발명자는, 수직 배향 모드의 액정 표시 장치에서, 지금까지, 크로스니콜로 배치한 편광판의 편광축 방향과, 전압 인가 시의 액정 분자 배향 방향과의 관계에 의해 발생하였던 소광 모양을 사용자가 인식할 수 없을 정도로까지 삭감하기 위해, 또한, 투과 강도를 최대한으로 이용할 수 있는 광학 물성값에 대하여 연구를 거듭한 결과, (1) 수직 배향 모드의 액정 표시 장치에서는, 전압이 인가되어 있지 않을 때에 수직 배향 상태로 하기 위해, 액정 분자에 사전에 제공된 규제력에 의해, 기판 근방의 액정 분자는, 전압 인가 시에도 수직 배향 상태를 유지하고 있는 것, (2) 이에 의해, 복굴절 효과 및 선광 효과를 발생시키는 액정 분자가 존재하는 영역의 두께는 실제의 액정층의 두께보다 얇은 것, 및, (3) 상기 영역의 두께는 인가 전압에 의해 변화되는 것을 발견하고, 본 발명을 완성시키기에 이르렀다.

즉, 본 발명의 액정 표시 장치에서는, 액정층의 d/p 및 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 이, 상기 범위, 즉, 제1 및 제2 전극에 인가되는 최대 인가 실효 전압에 따라, 또한, 전압 인가 시에는, 기판 근방의 액정 분자도 경사 배향하는 것을 상정하여 설정된 값보다 큰 범위

로 설정되어 있다. 이 결과, 상기 소광 모양을 사용자가 인식할 수 없을 정도로까지 억제할 수 있어, 소광 모양이 인식되는 경우보다 보다 밝은 표시가 가능하여, 표시 품질이 높은 액정 표시 장치를 실현할 수 있다. 여기서, 본 발명에 의해 저감할 수 있는 소광 모양은 회소 내에서의 전극 상에 발생하는 소광 모양이다.

본 발명의 또 다른 목적, 특징, 및 우수한 점은 이하에 도시하는 기재에 의해서 충분히 알 수 있을 것이다. 또한, 본 발명의 이점은 첨부 도면을 참조한 다음의 설명으로 명백해질 것이다.

<실시예>

본 발명의 일 실시 형태에 대하여 도 1 내지 도 50에 기초하여 설명하면 이하와 같다. 즉, 본 실시 형태에 따른 액정 표시 장치는, 면적 투과 강도가 높음에도 불구하고, 소광 모양이 발생하지 않아, 양호한 품질의 표시가 가능한 액정 표시 장치로서, 도 2에 도시한 바와 같이, 수직 배향 모드의 액정 셀(100)과, 해당 액정 셀(100)의 양측에 배치된 편광판(101, 102)을 구비하고 있다.

상기 액정 셀(100)은, 박막 트랜지스터(TFT) 기관 등의 액티브 매트릭스 기관(이하 「박막 트랜지스터(TFT) 기관」이라고 함)(100a)과, 컬러 필터 기관 등의 대향 기관(이하 「컬러 필터 기관」이라고 함)(100b)과, TFT 기관(100a)과 대향 기관(100b) 사이에 형성된 액정층(30)을 갖고 있다. 또한, 상기 TFT 기관(100a) 및 대향 기관(100b)이 특허 청구 범위에 기재된 제1 및 제2 기관에 대응한다.

상기 액정층(30)은, 마이너스의 유전율 이방성을 갖는 네마틱 액정 재료에 카이럴제를 첨가한 재료에 의해 형성되어 있다. 또한, 카이럴제의 첨부량은, 액정층(30)의 d/p가 후술하는 수치 범위가 되도록 설정되어 있으며, 액정층(30)의 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 도 후술하는 수치 범위가 되도록 설정되어 있다.

여기서, 상기 액정층(30)의 액정 분자(30a)는, TFT 기관(100a) 및 대향 기관(100b)의 액정층(30)측의 표면에 형성된 수직 배향층(13, 23)에 의해, 액정층(30)에 전압이 인가되어 있지 않을 때, 도 2에 도시한 액정 분자(30a)의 상태와 같이, 수직 배향막(13, 23)의 표면에 대하여 수직으로 배향된다. 이 때, 액정층(30)은 수직 배향 상태에 있다고 한다.

또한, 수직 배향 상태에 있는 액정층(30)의 액정 분자(30a)는, 수직 배향막(13, 23)의 종류나 액정 재료의 종류에 따라, 수직 배향막(13, 23)의 표면(기관의 표면)의 법선으로부터 약간 경사지는 경우가 있지만, 일반적으로는, 액정 분자(30a)가, 수직 배향막(13, 23)의 표면에 대하여, 대략 수직으로 배향된 상태, 즉, 액정 분자(30a)의 액정 분자축(「축 방위」라고도 함)이 약 $85^\circ \sim 90^\circ$ 의 각도로 배향된 상태를 수직 배향 상태로 칭한다.

액정 셀(100)의 TFT 기관(100a)은, 투명 기관(예를 들면 유리 기관)(11)과, 그 표면에 형성된 회소 전극(제1 전극)(12)과, TFT 기관(100a)의 액정층(30)측 표면에 형성된 수직 배향막(13)을 갖고 있다. 한편, 대향 기관(100b)은, 투명 기관(예를 들면 유리 기관)(21)과, 그 표면에 형성된 대향 전극(제2 전극)(22)과, 대향 기관(100b)의 액정층(30)측 표면에 형성된 수직 배향막(23)을 갖고 있다. 회소 영역마다의 액정층(30)의 배향 상태는, 액정층(30)을 개재하여 서로 대향하도록 배치된 회소 전극(12)과 대향 전극(22)과 인가되는 전압에 따라 변화된다. 액정층(30)의 배향 상태의 변화에 수반하여, 액정층(30)을 투과하는 광의 편광 상태나 양이 변화되는 현상을 이용하여 표시가 행해진다.

또한, 이하에서는, 표시의 최소 단위인 「회소」에 대응하는 액정 표시 장치의 영역을 「회소 영역」이라고 한다. 컬러 액정 표시 장치에서는, R, G, B의 「회소」가 1개의 「화소」에 대응한다. 회소 영역은, 액티브 매트릭스형 액정 표시 장치에서는, 회소 전극과 회소 전극에 대향하는 대향 전극에 의해 회소 영역이 규정된다. 또한, 후술하는 단순 매트릭스형 액정 표시 장치에서는, 스트라이프 형상으로 형성되는 열 전극과 열 전극에 직교하도록 형성되는 행 전극이 서로 교차하는 영역 각각에 의해 회소 영역이 규정된다. 또한, 블랙 매트릭스가 형성되는 구성에서는, 엄밀하게는, 표시해야 할 상태에 따라 전압이 인가되는 영역 중, 블랙 매트릭스의 개구부에 대응하는 영역이 회소 영역에 대응하게 된다.

이하에서는, 액정 셀(100)의 바람직한 구성예로서, 편층의 기관(100a)측의 1회소 영역 내에, 복수의 구획된 전극(서브픽셀)을 형성함으로써, 전계에 대하여 폐쇄된 영역을 형성하고, 그 전극 엣지에서 발생하는 경사 전계에 의해, 배향 제어를 행하는 경우에 대해 상세히 설명한다.

즉, 상기 회소 전극(12)은, 도전막(예를 들면 ITO막)으로 형성되어 있으며, 회소 전극(12)에는, 예를 들면, 도전막을 제거하거나 하여, 도 3에 도시한 바와 같이, 복수의 개구부(12a)가 형성되어 있다. 또한, 도 3은, 기관 법선 방향으로부터 본 액

정 표시 장치의 액정 셀(100)의 평면도(상면도)이고, 도 2는 도 3의 1B-1B'선을 따라 취한 횡단면도이다. 또한, 이하에서는, 도전막이 존재하는 부분(개구부(12a) 이외의 부분)을 중실부(12b)로 칭한다. 상기 개구부(12a)는, 1개의 회소 전극(12)마다 복수 형성되어 있지만, 상기 중실부(12b)는, 기본적으로는, 연속된 단일의 도전막으로 형성되어 있다.

본 실시 형태에서는, 상기 복수의 개구부(12a)는, 각각의 중심이 정방 격자를 형성하도록 배치되어 있고, 1개의 단위 격자를 형성하는 4개의 격자점 상에 중심이 위치하는 4개의 개구부(12a)에 의해 실질적으로 둘러싸이는 중실부(solid section; 「단위 중실부」라고 함)(12c)는, 대략 원형의 형상을 갖고 있다. 각각의 개구부(12a)는 4개의 4분의 1 원호형상의 변(엣지)을 갖고, 또한, 그 중심에 4회 회전축을 갖는 대략 별형으로 형성되어 있다.

또한, 회소 영역 A의 전체에 걸쳐 배향을 안정시키기 위해, 회소 전극(12)의 단부까지 단위 격자를 형성하는 것이 바람직하다. 따라서, 도 3에 도시한 바와 같이, 회소 전극(12)의 단부는, 개구부(12a)의 약 2분의 1(변에 대응하는 영역) 및 개구부(12a)의 약 4분의 1(각에 대응하는 영역)에 상당하는 형상으로 패터닝되어 있는 것이 바람직하다. 한편, 회소 전극(12)의 중앙부에 위치하는 개구부(12a), 즉 단위 중실부(12c)를 둘러싸도록 형성되며, 1개의 단위 격자를 형성하는 4개의 격자점 상에 중심이 위치하는 4개의 개구부(12a)는, 실질적으로 동일한 형상이며 동일한 크기로 형성되어 있다. 한편, 개구부(12a)에 의해 형성되는 단위 격자 내에 위치하는 단위 중실부(12c)는, 대략 원형이며, 실질적으로 동일한 형상이며 동일한 크기이다. 또한, 서로 인접하는 단위 중실부(12c)는, 서로 접촉되어 있으며, 이들 단위 중실부(12c)에 의해, 실질적으로 단일의 도전막으로서 기능하는 중실부(12b)가 구성되어 있다.

상술한 바와 같은 구성을 갖는 회소 전극(12)과 대향 전극(22) 사이에 전압을 인가하면, 개구부(12a)의 엣지부에 생성되는 경사 전계에 의해, 각각이 방사형상의 경사 배향을 갖는 복수의 액정 도메인이 형성된다. 액정 도메인은, 각각의 개구부(12a)에 대응하는 영역과, 단위 중실부(12c)에 대응하는 영역에, 각각 1개씩 형성된다.

상기 구성의 액정 셀(100)에서, 회소 전극(12)과 대향 전극(22)이 동일 전위일 때(액정층(30)에 전압이 인가되어 있지 않은 상태)에는, 도 2에 도시한 바와 같이, 회소 영역 내의 액정 분자(30a)는, 양 기관(100a, 100b)의 표면에 대하여 수직으로 배향되어 있다.

한편, 액정층(30)에 전압을 인가하면, 도 4에 도시한 바와 같이, 액정층(30)에는, 등전위선 EQ(전기력선과 직교)로 표현되는 전위 경사가 형성된다. 이 등전위선 EQ는, 액정층(30) 중, 회소 전극(12)의 중실부(12b)와 대향 전극(22) 사이에 위치하는 영역에서는, 중실부(12b) 및 대향 전극(22)의 표면에 대하여 평행하다. 이에 대하여, 회소 전극(12)의 개구부(12a)에 대응하는 영역에서는, 개구부(12a)측으로 움푹 패인다. 따라서, 액정층(30) 내, 개구부(12a)의 엣지부(개구부(12a) 내의 주변부, 및, 개구부(12a)와 중실부(12b)의 경계부) EG 상의 영역에는, 도면에서, 경사진 등전위선 EQ로 표시된 바와 같이, 경사 전계가 형성된다.

여기서, 마이너스의 유전율 이방성을 갖는 액정 분자(30a)에는, 액정 분자(30a)의 축 방위를 등전위선 EQ에 대하여 평행(전기력선에 대하여 수직)하게 배향시키고자 하는 토크가 작용한다. 따라서, 엣지부 EG 상의 액정 분자(30a)는, 도 4에 화살표로 도시한 바와 같이, 도면에서의 우측 엣지부 EG에서는 시계 회전 방향으로, 도면에서의 좌측 엣지부 EG에서는 반시계 회전 방향으로, 각각 경사(회전)한다. 이에 의해, 액정층(30)의 액정 분자(30a)는, 도 5에 도시한 바와 같이, 단위 중실부(12c)의 중앙부와 개구부(12a)의 중앙부를 제외하고, 등전위선 EQ에 평행하게 배향된다. 또한, 도 4는, 액정층(30)에 인가된 전압에 따라, 액정 분자(30a)의 배향이 변화되기 시작한 상태(ON 초기 상태)를 모식적으로 도시하고 있고, 도 5는 인가된 전압에 따라 변화된 액정 분자(30a)의 배향이 정상 상태에 도달한 상태를 모식적으로 도시하고 있다.

보다 상세히 설명하면, 도 6에 도시한 바와 같이, 액정 분자(30a)의 축 방위에 대하여 수직인 등전위선 EQ로 표시되는 전계가 발생하면, 액정 분자(30a)에는 시계 회전 또는 반시계 회전 방향으로 경사시키는 토크가 같은 확률로 작용한다. 따라서, 서로 대향하는 평행 평판형 배치의 전극 사이에 있는 액정층(30) 내에는, 시계 회전 방향의 토크를 받는 액정 분자(30a)와, 반시계 회전 방향의 토크를 받는 액정 분자(30a)가 혼재되어, 액정층(30)에 인가된 전압에 따른 배향 상태로의 변화가 원활하게 발생하지 않는 경우가 있다.

그런데, 본 실시 형태에서는, 엣지부 EG 상의 영역에 경사 전계가 형성된다. 이와 같이, 액정 분자(30a)의 축 방위에 대하여 경사진 등전위선 EQ로 표시되는 전계(경사 전계)가 발생하면, 도 7에 도시한 바와 같이, 액정 분자(30a)는, 등전위선 EQ와 평행하게 되기 위한 경사량이 적은 방향(도시한 예에서는 반시계 회전 방향)으로 경사진다.

한편, 액정 분자(30a)의 축 방위에 대하여 수직 방향의 등전위선 EQ로 표시되는 전계가 발생하는 영역에 위치하는 액정 분자(30a)는, 도 8에 도시한 바와 같이, 경사진 등전위선 EQ 상에 위치하는 액정 분자(30a)와 배향이 연속으로 되도록(정합하도록), 경사진 등전위선 EQ 상에 위치하는 액정 분자(30a)와 동일한 방향으로 경사진다. 따라서, 도 9에 도시한 바와

같이, 등전위선 EQ가 연속된 요철 형상을 형성하는 전계가 인가되면, 평탄한 등전위선 EQ 상에 위치하는 액정 분자(30a)는, 이하의 배향 방향, 즉, 해당 등전위선 EQ에 연속하며, 또한, 액정 분자(30a)에 대하여 경사진 등전위선 EQ 상에 위치하는 액정 분자(30a)에 의해 규제되는 배향 방향과 정합하도록 배향된다. 또한, 「등전위선 EQ 상에 위치한다」는 것은 「등전위선 EQ로 표시되는 전계 내에 위치한다」는 것을 의미한다. 따라서, 경사진 등전위선 EQ 상에 위치하는 액정 분자(30a)로부터 시작되는 배향 방향의 안정화는, 중실부(12b)의 중앙부 및 개구부(12a)의 중앙부로 각각 진행되어 간다.

여기서, 개구부(12a) 상의 영역에서, 중앙 부근에 위치하는 액정 분자(30a)는, 개구부(12a)의 서로 대향하는 양측의 엣지부 EG의 액정 분자(30a)의 배향의 영향을 대략 동등하게 받는다. 따라서, 도 5에 도시한 바와 같이, 중앙부의 액정 분자(30a)는, 등전위선 EQ에 대하여 수직인 배향 상태를 유지한다. 한편, 개구부(12a)의 중앙으로부터 떨어진 영역의 액정 분자(30a)는, 각각 가까운 쪽의 엣지부 EG의 액정 분자(30a)의 배향의 영향을 받아 경사지며, 개구부(12a)의 중심 SA에 관하여 대칭인 경사 배향을 형성한다.

마찬가지로, 개구부(12a)에 의해 실질적으로 포위된 단위 중실부(12c) 상의 영역에서도, 단위 중실부(12c)에 대응하는 영역의 액정 분자(30a)는, 개구부(12a)의 엣지부 EG의 액정 분자(30a)의 배향의 영향을 받는다. 또한, 단위 중실부(12c)의 중앙 부근에 위치하는 액정 분자(30a)는, 단위 중실부(12c)의 서로 대향하는 양측의 엣지부 EG의 액정 분자(30a)의 배향의 영향을 대략 동등하게 받는다. 그 결과, 단위 중실부(12c) 상의 영역에서도, 액정 분자(30a)는, 단위 중실부(12c)의 중심 SB(개구부(12a)가 형성하는 단위 격자의 중심에 대응)에 관하여 대칭인 경사 배향 상태로 된다.

따라서, 상술한 바와 같이, 경사진 등전위선 EQ 상에 위치하는 액정 분자(30a)로부터 시작되는 배향의 변화가 진행되고, 회소 영역 내의 액정 분자(30a)가 정상 상태에 도달함으로써, 액정층 단면으로부터 본 배향 상태는 상기 도 5에 모식적으로 도시한 배향 상태로 된다.

한편, 기관면 내 방향에서의 액정층(30)의 배향 상태는, 전압의 인가에 따라, 도 10~도 12와 같이 변화된다. 즉, 액정층(30)에 전압이 인가되어 있지 않은 상태에서는, 도 10에 도시한 바와 같이, 회소 영역 내의 액정 분자(30a)는, 수직 배향층(13, 23)에 의해 배향 방향이 규제되어, 수직 배향 상태를 취하고 있다. 또한, 기관 법선 방향으로부터 본 액정 분자(30a)의 배향 상태를 도시하는 도면에서, 타원 형상으로 그려진 액정 분자(30a)의 끝이 겹쳐 도시되어 있는 단은, 그 단이 타단보다, 개구부(12a)를 갖는 회소 전극(12)이 형성되어 있는 기관측에 가깝도록, 액정 분자(30a)가 경사져 있는 것을 나타내고 있다.

액정층(30)에 전계를 인가하여, 도 4에 도시한 등전위선 EQ로 표시되는 전계가 발생하면, 마이너스의 유전율 이방성을 갖는 액정 분자(30a)에는, 축 방위가 등전위선 EQ에 평행하게 되는 토크가 발생한다. 상술한 바와 같이, 액정 분자(30a)의 분자축에 대하여 수직인 등전위선 EQ로 표시되는 전장 하의 액정 분자(30a)는, 액정 분자(30a)가 경사지는(회전하는) 방향이 특정하게 정해져 있지 않기 때문에, 배향의 변화(경사 또는 회전)가 용이하게 발생하지 않지 않는 데 대하여, 액정 분자(30a)의 분자축에 대하여 경사진 등전위선 EQ 아래에 놓여진 액정 분자(30a)는, 경사(회전) 방향이 일의적으로 결정되기 때문에, 배향의 변화가 용이하게 발생한다. 따라서, 도 11에 도시한 바와 같이, 등전위선 EQ에 대하여 액정 분자(30a)의 분자축이 기울어져 있는 영역, 즉, 개구부(12a)의 엣지부 EG로부터 액정 분자(30a)가 경사지기 시작하고, 개구부(12a)의 엣지부 EG의 경사진 액정 분자(30a)의 배향과 정합성을 취하도록 주위의 액정 분자(30a)도 경사져, 도 12에 도시한 상태로 액정 분자(30a)의 축 방위는 안정된다. 또한, 본 실시 형태에서는, 액정 분자(30a)가 자연의 비틀림 피치 p 를 갖기 때문에, 비틀림이 발생하지만, 이 영향에 대해서는 후술한다.

여기서, 본 실시 형태에 따른 개구부(12a)는 회전 대칭성을 갖는 형상이다. 따라서, 회소 영역 내의 액정 분자(30a)는, 전압 인가 시에는, 개구부(12a)의 엣지부 EG로부터 개구부(12a)의 중심을 향하여 액정 분자(30a)가 경사진다. 또한, 전압 인가 시에, 엣지부 EG로부터의 액정 분자(30a)의 배향 규제력은, 개구부(12a)의 중심 SA 부근에서 균형을 이룬다. 따라서, 개구부(12a)의 중심 SA 부근의 액정 분자(30a)는, 기관면에 대하여 수직으로 배향된 상태를 유지하고, 그 주위의 액정 분자(30a)는, 개구부(12a)의 중심 SA 부근의 액정 분자(30a)를 중심으로 하여, 방사형상으로 경사 배향된 상태로 된다. 또한, 이 상태에서는, 상기 주위의 액정 분자(30a)의 배향 상태는, 서로 연속적으로(순조롭게) 변화되고 있다.

이 결과, 액정 셀(100)의 표시면에 수직인 방향(기관(100a, 100b)의 표면에 수직인 방향)으로부터 보면, 액정 분자(30a)의 축 방위는, 개구부(12a)의 중심에 대하여 방사형상으로 배향된 상태로 된다. 또한, 본원 명세서에서는, 이와 같이, 액정층(30)의 액정 분자(30a)가 방사형상으로 경사 배향된 상태를 「방사형상 경사 배향」이라고 한다. 또한, 하나의 중심에 대하여 방사형상의 경사 배향을 취하는 액정층의 영역을 액정 도메인이라고 한다.

마찬가지로, 단위 중실부(12c)에 대응하는 영역에서도, 방사형상의 경사 배향을 취하고, 해당 영역에서도, 액정 분자(30a)가 방사형상 경사 배향을 취하는 액정 도메인이 형성된다. 보다 상세하게는, 액정 분자(30a)는, 개구부(12a)의 엣지

부 EG에 생성되는 경사 전계에 의해 경사진 액정 분자(30a)의 배향과 정합하도록 경사져 있으며, 전압 인가 시에, 엣지부 EG로부터의 액정 분자(30a)의 배향 규제력은, 단위 중실부(12c)의 중심 SB 부근에서 균형을 이룬다. 따라서, 전압 인가 시에, 개구부(12a)의 중심 SA 부근의 액정 분자(30a)는, 기판면에 대하여 수직으로 배향된 상태를 유지하고, 그 주위의 액정 분자(30a)는, 단위 중실부(12c)의 중심 SB 부근의 액정 분자(30a)를 중심으로 하여, 배향 방향의 면 내 성분이 방사형상으로 되고, 법선 방향 성분이 경사진 상태로 된다. 또한, 이 상태에서는, 상기 주위의 액정 분자(30a)의 배향 상태는 서로 연속적으로(순조롭게) 변화되고 있다.

이와 같이, 본 실시 형태에 따른 액정 표시 장치의 회소 전극(12)은 복수의 개구부(12a)를 갖고 있고, 회소 전극(12)에 전압이 인가되면, 회소 영역 내의 액정층(30) 내에, 경사진 영역을 갖는 등전위선 EQ로 표시되는 전계를 형성한다. 액정층(30) 내의 마이너스의 유전율 이방성을 갖는 액정 분자(30a)는, 전압 무인가 시에는, 수직 배향 상태에 있지만, 회소 전극(12)에 전압이 인가되면, 상기 경사진 등전위선 EQ 상에 위치하는 액정 분자(30a)의 배향 변화를 트리거로 하여 배향 방향을 변화시키고, 안정된 방사형상 경사 배향을 갖는 액정 도메인이 개구부(12a) 및 중실부(12b)에 형성된다. 여기서, 액정층(30)에 인가되는 전압에 따라, 이 액정 도메인의 액정 분자의 배향이 변화된다. 이 결과, 액정 표시 장치는 인가 전압에 따라 표시 상태를 변경할 수 있다.

또한, 단위 중실부(12c)에 형성되는 액정 도메인에서의 방사형상 경사 배향과, 개구부(12a)에 형성되는 방사형상 경사 배향은 연속하고 있으며, 모두 개구부(12a)의 엣지부 EG의 액정 분자(30a)의 배향과 정합하도록 배향하고 있다. 따라서, 개구부(12a)에 형성된 액정 도메인 내의 액정 분자(30a)는, 상측(기판(100b)측)이 개방된 콘 형상으로 배향되고, 단위 중실부(12c)에 형성된 액정 도메인 내의 액정 분자(30a)는 하측(기판(100a)측)이 개방된 콘 형상으로 배향된다. 이와 같이, 개구부(12a)에 형성되는 액정 도메인 및 단위 중실부(12c)에 형성되는 액정 도메인에 형성되는 방사형상 경사 배향은 서로 연속이기 때문에, 이들 경계에 디스클리네이션(disclination) 라인(배향 결함)이 형성되지 않고, 그에 의해, 디스클리네이션 라인의 발생에 의한 표시 품질의 저하는 발생하지 않는다.

또한, 본 실시 형태와 같이, 회소 영역 전체에 걸쳐, 액정 분자(30a)가 방사형상 경사 배향을 취하는 액정 도메인이 정방격자 형상으로 배열되면, 각각의 축 방위의 액정 분자(30a)의 존재 확률이 회전 대칭성을 갖게 되어, 모든 시각 방향에 대하여, 변동이 없는 고품위의 표시를 실현할 수 있다. 여기서, 방사형상 경사 배향을 갖는 액정 도메인의 시각 의존성을 저감하기 위해서는, 액정 도메인이 높은 회전 대칭성(2회 회전축 이상이 바람직하고, 4회 회전축 이상이 보다 바람직함)을 갖는 것이 바람직하다. 또한, 회소 영역 전체의 시각 의존성을 저감하기 위해서는, 회소 영역에 형성되는 복수의 액정 도메인이, 높은 회전 대칭성(2회 회전축 이상이 바람직하고, 4회 회전축 이상이 보다 바람직함)을 갖는 단위(예를 들면 단위 격자)의 조합으로 표시되는 배열(예를 들면 정방 격자)을 구성하는 것이 바람직하다.

상기 액정 셀(100)을 이용한 액정 표시 장치에서는, 전압 무인가 상태에서 액정층(30)의 거의 모든 액정 분자(30a)가 수직 배향 상태를 취한다. 따라서, 도 2에 도시한 바와 같이, 액정 셀(100)을 편광판(101)과 편광판(102)에 의해 협지하면, 입사광은 편광판(101)에 의해, 직선 편광으로 되어 액정 셀(100)에 입사한다. 액정 셀(100) 내에서는 복굴절 효과가 발생하지 않기 때문에, 해당 입사광은 대략 그 상태 그대로 액정 셀(100)을 통과하여, 편광판(102)측에 도달한다. 여기서, 편광판(101)의 편광축과 편광판(102)의 편광축은 서로 직교하도록 배치되어 있다. 따라서, 액정 셀(100)을 통과한 광의 대부분은 편광판(102)에 의해 흡수된다. 이 결과, 액정 표시 장치는 전압 무인가 상태에서 흑 표시로 된다. 특히, 본 실시 형태의 액정 표시 장치에서는, 액정 셀(100) 내의 액정 분자(30a)는, 흑 표시 시에, 대략 완전한 수직 배향 상태를 얻는 것이 가능하기 때문에, 광 누설이 거의 발생하지 않아, 고콘트라스트의 표시를 실현할 수 있다.

한편, 전압을 인가하면, 액정층(30)의 액정 분자(30a)가 방사형상 경사 배향 상태로 되기 때문에, 액정 셀(100)을 편광판(101)과 편광판(102)에 의해 협지하면, 입사광은 편광판(101)에 의해 직선 편광으로 되어, 액정 셀(100)에 입사하면, 액정 셀(100)에서는 복굴절 효과가 발생하기 때문에, 해당 입사광은, 그 편광 상태를 변화시키면서, 액정 셀(100)을 통과하여 편광판(102)측에 도달한다. 이 때, 편광판(102)의 편광축 방향으로, 그 편광 상태를 변화시킨 광 성분이 편광판(102)을 통과하여, 출사되어, 백 표시를 얻는다. 또한, 인가 전압을 변화시킴으로써, 방사형상 경사 배향의 경사량이 변화되고, 그에 의해 발생하는 복굴절 효과의 발생량도 변화되기 때문에, 편광판(102)으로부터의 출사 광량이 변화된다. 이에 의해, 인가 전압에 따른 계조 표시가 가능해진다.

또한, 방사형상으로 경사 배향되기 때문에, 회소 영역에서, 각 방위로 배향된 액정 분자(30a)의 존재 확률이 회전 대칭성을 갖게 되어, 액정 분자(30a)의 배향 방향이 서로 다른 영역끼리가 광학적으로 서로 보상한다. 이들 결과, 액정 표시 장치의 사용자가, 어느 방향으로부터 액정 표시 장치를 본다고 해도, 회소 영역 전체적으로 보면, 출사광의 강도(회소의 밝기)가 대략 동일하게 되어, 넓은 시야각을 얻을 수 있다.

여기서, 액정층이 비틀림 구조를 갖지 않는 경우, 액정 셀(100)을, 편광축이 크로스니콜로 배치된 2장의 편광판(101, 102) 사이에 협지한 경우에, 소광 모양이 발생하는 현상, 즉, 액정 셀(100)에서, 방사형상 경사 배향과 같이, 각각의 액정 분자(30a)가 각각 다른 방위로 배향되어 있으면, 편광판의 편광축 방향과, 전압 인가 시의 액정 분자(30a)의 배향 방향과의 관계에 의해, 미소 단위 영역마다에서 발생하는 복굴절 효과의 발생량이 달라, 미소 단위 영역마다, 휘도 차로서 인식되게 되는 현상이 발생하고, 광을 유효하게 투과하는 미소 단위 영역의 감소로부터 휘도 저하를 초래한다. 또한, 미소 단위 영역이란, 액정층을 층 두께 방향으로 평행해지도록, 액정 분자 레벨의 영역에서 분할한 1개의 영역을 의미한다. 구체적으로는, 후술하는 도 33~도 36 등에 도시한 바와 같이, 액정 분자가 층 두께 방향으로 배열된 1열의 것이다.

이에 대하여, 본 실시 형태에 따른 액정 표시 장치에서는, 액정 셀(100)의 d/p를, 최대 인가 실효 전압(백 표시 시의 인가 실효 전압) V_{max} [V] 에 대응하여, 이하의 수학식 1로 나타낸 바와 같이,

수학식 1

$$\begin{aligned} d/p(\min) \leq d/p \leq d/p(\max) \\ \text{단, } d/p(\max) = 0.0021 \times (V_{max})^2 - 0.0458 \times (V_{max}) + 0.65 \\ d/p(\min) = 0.0021 \times (V_{max})^2 - 0.0458 \times (V_{max}) + 0.50 \end{aligned}$$

로 설정하고 있다. 또한, 상기 d [μm] 는 액정 셀(100)의 갭이고, p [μm] 는 액정의 자연의 비틀림 피치(규제되는 것이 없는 액정이 갖는 액정 비틀림 양으로, 360° 비틀어지는데 필요한 길이)이다. 여기서, 본 실시 형태에 따른 액정 셀(100)에서는, 액정 내로의 카이럴제의 첨가에 의해 p가 설정되어 있다.

또한, 본 실시 형태에서는, 액정 셀(100)의 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 를, 최대 인가 실효 전압(백 표시 시의 인가 실효 전압) V_{max} 에 대응하여, 이하의 수학식 2로 나타낸 바와 같이,

수학식 2

$$\begin{aligned} d \cdot \Delta n / \lambda (\min) \leq d \cdot \Delta n / \lambda \leq d \cdot \Delta n / \lambda (\max) \\ \text{단, } d \cdot \Delta n / \lambda (\max) = -0.00026 \times (V_{max})^3 \\ \quad + 0.016 \times (V_{max})^2 \\ \quad - 0.2281 \times (V_{max}) + 2.124 \\ d \cdot \Delta n / \lambda (\min) = -0.00026 \times (V_{max})^3 \\ \quad + 0.016 \times (V_{max})^2 \\ \quad - 0.2281 \times (V_{max}) + 1.7603 \end{aligned}$$

으로 설정하고 있다. 또한, Δn 은 복굴절 이방성, λ [μm] 은 투과광의 파장이다. 도 1은 최대 인가 실효 전압에 대한 d/p의 수치 범위 및 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 의 수치 범위를 도시하는 그래프이다. 즉, 도 1에 도시한 바와 같이, 최대 인가 실효 전압 V_{max} 에 따라, d/p 및 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 은, 상기 수학식 1 및 2를 만족시키는 범위 내로 설정되어 있다.

이들 결과, 본 실시 형태에 따른 액정 표시 장치에서는, 상기 소광 모양을 시인할 수 없게 되며, 또한, 각 미소 단위 영역의 투과 강도가 최대로 되어, 표시 품질이 대폭 향상된 액정 표시 장치를 확실하게 얻을 수 있다.

여기서, 상기 수학식 1 및 2는 이하와 같이 하여 도출하였다. 즉, 상기 구성의 액정 표시 장치에서, 최대 인가 실효 전압 V_{max} 와 d/p와의 조합, 각각에 대하여, 면적 투과 강도(면 내에서의 예를 들면 1회소에서의 미소 단위 영역의 투과 강도를 적분하여 규격화를 행한 값)가 최대로 되는 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 를 시뮬레이션에 의해 산출하였다.

상기 시뮬레이션 결과에 따르면, 예를 들면, 최대 인가 실효 전압이 10 [V] 인 경우에는, 각 d/p에서의 면적 투과 강도는, $d \cdot \Delta n / \lambda$ 에 따라, 도 13에 도시한 바와 같이 변화되고 있다. 이 경우에는, 예를 들면, d/p=0.38로 하면, $d \cdot \Delta n / \lambda=1.03$ 일 때에, 면적 투과 강도가 최대로 된다. 또한, 최대 인가 실효 전압이 6 [V] 인 경우, 각 d/p에서의 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 에 대한 면적 투과

강도의 변화는 도 14에 도시한 바와 같이, 예를 들면, $d/p=0.38$ 인 경우, $d \cdot \Delta n/\lambda=1.10$ 인 경우에, 면적 투과 강도가 최대로 된다. 또한, 최대 인가 실효 전압이 4 [V]인 경우에는, 각 d/p 에서의 면적 투과 강도는, $d \cdot \Delta n/\lambda$ 에 따라, 도 15에 도시한 바와 같이 변화되고 있다. 이 경우에는, 예를 들면, $d/p=0.38$ 로 하면, $d \cdot \Delta n/\lambda=1.31$ 일 때에, 면적 투과 강도가 최대로 된다.

또한, 면적 투과 강도가 최대로 되는 $d \cdot \Delta n/\lambda$ 에서, 액정 도메인(서브 픽셀)에서의 투과 강도의 분포를, 시뮬레이션에 의해 산출하고, 소광 모양을 시인할 수 없게 될 정도로까지 소광 모양의 발생이 억제되어 있는지의 여부를 평가하였다. 또한, 시뮬레이션에서는, Ericksen-Leslie의 이론에 기초하여, 디렉터 벡터의 운동 방정식을 세워 3차원 계산을 행함으로써, 액정 디렉터를 산출하고, Jones matrix에 의해 해석을 행함으로써, 광학 계산을 행하였다.

일례로서, $V_{max}=6$ [V], 또한, 액정이 비틀림 구조를 취하지 않는 것과, $d/p=0.13$, 0.38 및 0.48의 각각에 대하여, 대향 전극(22)의 표면 부근, 액정층(30)의 중앙 부근 및 회소 전극(12)의 표면 부근의 액정 분자(30a)의 배향 방위 분포, 및, 투과 강도 분포를 도 16~도 31에 도시한다. 또한, 각 d/p 에서, $d \cdot \Delta n/\lambda$ 는 면적 투과 강도가 최대로 되도록 설정하였다. 여기서, 상기 시뮬레이션에서는, -2.5부터 -6.5까지의 유전율 이방성 $\Delta\epsilon$ 과, 0.9부터 2.0까지의 탄성 상수비 K_{11}/K_{33} 의 조합에 대하여 시뮬레이션하였지만, 도 13~도 31에서는, 상기 시뮬레이션 결과 중, 대표적인 도면으로서, 액정층(30)의 유전율 이방성 $\Delta\epsilon=-4$, 탄성 상수비 $K_{33}/K_{11}=1.1$ 인 경우를 예시하고 있다.

액정이 비틀림 구조를 취하지 않는 경우, 도 16~도 18에 도시한 바와 같이, 대향 전극(22)의 표면 부근과, 액정층(30)의 중앙 부근(두께 방향의 중앙 부근)과, 회소 전극(12)의 표면 부근에서는, 액정 분자의 배향 방위가 서로 대략 동일하게 배향하였다. 이 때문에, 액정 분자(30a)가 편광판(101, 102)의 편광축 방향과 다른 방위로 배향하는 액정 영역에서는, 복굴절 효과에 의해, 광은 투과하지만, 액정 분자(30a)가 편광축 방향과 동일한 방위로 배향하고 있는 영역에서는, 복굴절 효과는 발생하지 않고, 도 19에 도시한 바와 같이, 확실한 십자 형상의 소광 모양이 발생하고 있다.

또한, $d/p=0.13$ 인 경우, 도 20~도 23에 도시한 바와 같이, 대향 전극(22)의 표면 부근과, 액정층(30)의 중앙 부근과, 회소 전극(12)의 표면 부근에서는, 액정 분자(30a)의 배향 방위는 근소하지만 달라, 2장의 기관 사이에서 액정층(30)이 비틀림 구조로 되었다. 또한, 면 내에서, 도메인(도면에서는, 단위 중심부(12c)) 중앙부를 중심으로 하여, 소용돌이치는 배향을 얻었다. 이 때문에, 투과 강도 분포에서는, 도 23에 도시한 바와 같이, 스파이럴 형상의 소광 모양이 발생하였다. 단, 이 경우에는, 액정층(30)이 비틀림 구조로 됨으로써 발생하는 선광 효과가 가해져 있기 때문에, 액정이 비틀림 구조를 취하지 않는 경우에 비해, 그 소광 모양은 얇아지게 되어, 면적 투과 강도가 높게 되어 있다.

$d/p=0.38$ 로 하였을 때, 도 24~도 26에 도시한 바와 같이, 대향 전극(22)의 표면 부근과, 액정층(30)의 중앙 부근과, 회소 전극(12)의 표면 부근에서는, 액정 분자(30a)의 배향 방위는 $d/p=0.13$ 인 경우보다 크게 달라, 보다 명확한 비틀림 구조로 되었다. 또한, 이 경우, 도 27에 도시한 바와 같이, 면적 투과 강도는 최대로 되며, 소광 모양은 거의 소실되었다. 즉, 각 미소 단위 영역에서 얻어지는 투과 강도가 최대로 된 상태에서, 도메인 내의, 각 미소 단위 영역마다에서 발생하는, 복굴절 효과, 혹은 선광 효과의 발생량이 동일하게 되었다.

또한, 액정 비틀림량을 증가시키고, $d/p=0.48$ 로 한 경우에는, 도 27~도 30에 도시한 바와 같이, 대향 전극(22)의 표면 부근과, 액정층(30)의 중앙 부근과, 회소 전극(12)의 표면 부근에서의 액정 분자(30a)의 배향 방위의 상위는 보다 커졌다. 단, 이 경우에는, 가장 면적 투과 강도가 높아지는 경우에도, 도 31에 도시한 바와 같이, 소광 모양은 발생하였다. 즉, 도메인 내의, 각 미소 단위 영역마다에서 발생하는 복굴절 효과, 혹은 선광 효과의 발생량에 차이가 발생하였다.

또한, 상술한 바와 같이, 최대 인가 실효 전압 V_{max} 와 d/p 와의 조합, 각각에 대하여, 면적 투과 강도가 최대로 되는 $d \cdot \Delta n/\lambda$ 에서의 투과 강도의 분포를 시뮬레이션에 의해 산출하여, 소광 모양의 발생이 억제되어 있는지의 여부를 평가하였다. 또한, 평가 대상이 된 조합, 즉, 액정 셀(100)의 d/p , $d \cdot \Delta n/\lambda$ 및 최대 인가 실효 전압 V_{max} 의 조합으로부터, 소광 모양을 시인할 수 없게 될 정도로까지 소광 모양의 발생이 억제되고, 면적 투과 강도가 높은 조합을 추출하여, 이들 조합이 존재하는 범위를, V_{max} 에 관한 2차식 및 3차식에 근사함으로써, 상기 수학식 1 및 2를 도출하였다.

또한, 상기 시뮬레이션 결과를 참조하여, d/p 및 $d \cdot \Delta n/\lambda$ 이 수학식 1 및 2를 만족시키는 값으로 설정되어 있는 경우에는, 소광 모양이 시인되기 어렵고, 또한, 각각의 미소 단위 영역에서의 투과 강도가 높은 것을 확인함과 함께, 만족시키지 않는 경우에는, 소광 모양이 발생하거나, 섀령 소광 모양이 소실되어도, 미소 단위 영역에서의 투과 강도가 낮아, 면적 투과 강도가 낮아지게 되는 것도 확인하였다.

여기서, 편광축을 크로스니콜의 관계로 배치한 2장의 편광판(101, 102)으로 액정 셀(100)을 협지함으로써 발생하는 소광 모양을 소실시키기 위해서는, 각 미소 단위 영역에서의, 복굴절 효과, 혹은, 선광 효과의 발생량을 동일하게 하고, 그 결과로서 각 영역의 투과 강도가 동일하게 되는 것이 바람직하다. 본 실시 형태에서는, 방사형상으로 경사 배향을 취하기 때

문에, 액정 셀(100)로 입사해 오는 광의 편광 방향과, 각 미소 단위 영역의 입사측 기판 표면의 액정 분자(30a)의 배향 방향이 이루는 각은 일정하지 않다. 이 때문에, 액정층(30)이 비틀림 구조로 되지 않는 경우, 즉, 복굴절 효과만 발생하는 경우에는, 각 미소 단위 영역마다 복굴절 효과의 발생량이 달라 소광 모양이 발생한다.

그러나, 액정층(30)이 비틀림 구조를 취하고, 그 비틀림각이 90°로 되었을 때, 액정 셀(100)로 입사해 오는 광의 편광 방향과, 입사측 기판 표면의 액정 분자(30a)의 배향 방향이 이루는 각에 상관없이, 거기에 발생하는, 복굴절 효과, 혹은, 선광 효과의 발생량은 각 미소 단위 영역마다 동일해진다. 즉, 본 실시 형태에서는, 액정 셀(100)의 각 미소 단위 영역의 액정층(30)이 각각 균일하게 90°비틀어져 있는 것이 바람직하다.

또한 여기서, 상술한 바와 같이, 본 실시 형태에서는, 전압을 인가하면, 액정 분자(30a)의 축 방향이 등전위선 EQ를 따르도록, 액정 분자(30a)가 경사진다. 따라서, 도 32에 도시한 영역 A1, 즉, 액정 도메인 중, 중앙부와 엣지부 EG를 제외한 영역 A1에서는, 등전위선 EQ가 기판 표면에 대하여 대략 평행하기 때문에, 본래이면, 도 33에 도시한 바와 같이, 양 기판(100a, 100b) 사이의 액정층(30)에서는, 두께 방향의 전체 영역 dx에 걸쳐, 길이축 방향이 기판 표면에 대략 평행하게 되도록, 액정 분자(30a)가 경사져 있다.

그런데, 양 기판(100a, 100b)의 액정층(30)측 표면에는, 전압 무인가 시에 액정 분자(30a)를 수직 배향 상태로 하기 위해, 수직 배향막(13, 23)이 형성되어 있다. 따라서, 도 34에 도시한 바와 같이, 양 기판 근방 dz에서는, 해당 수직 배향막(13, 23)의 배향 규제력에 의해, 액정 분자(30a)는 전압 인가 시에도 수직 배향 상태를 유지하고 있다.

따라서, 도 34에 도시한 바와 같이, 전압 인가 시에 경사 배향함으로써 복굴절 효과를 부여할 수 있는 액정 분자(30a)는, 두께 방향의 전체 영역 dx가 아니라, 기판 근방 dz를 제외한 영역 dy의 액정 분자(30a)로 된다. 또한, 각 영역 dx, dy 및 dz의 두께 방향의 길이를 동일한 부호로 참조하면, $dx=dy+2dz$ 로 된다.

상기에서는, 액정층(30)이 비틀림 구조를 취하지 않고, 복굴절 효과만을 발생시키는 경우에 대해 설명하였지만, 액정층(30)이 비틀림 구조로 되며, 선광 효과도 발생시키는 경우에 대해서도 마찬가지이다. 즉, 본 실시 형태에 따른 액정 셀(100)에서는, 카이럴제의 첨가에 의해, 액정의 자연의 비틀림 피치 p가 설정되어 있지만, 액정 분자(30a)의 배향 방향의 면 내 성분(면 내 배위)은 특히 규제되어 있지 않다. 따라서, 본래이면, 도 35에 도시한 바와 같이, 액정 분자(30a)는 액정층(30)의 두께 방향의 전체 영역 dx에 걸쳐 비틀려 배향될 것이다.

그런데, 수직 배향 액정인 경우, 상술한 바와 같이, 기판 표면에서 수직으로 배향시키는 규제력이 강하기 때문에, 실제로는, 도 36에 도시한 바와 같이, 기판 표면 부근 dz의 액정 분자(30a)는, 해당 규제력에 의해, 전압을 인가해도 수직 배향 상태를 유지한다. 따라서, 전압 인가 시에 경사 배향함으로써 복굴절 효과, 혹은, 선광 효과를 발생할 수 있는 액정 분자(30a)는, 두께 방향의 전체 영역 dx가 아니라, 기판 근방 dz를 제외한 영역 dy의 액정 분자(30a)로 된다. 또한, 이 경우에도, 각 영역 dx, dy 및 dz의 두께 방향의 길이를 동일한 부호로 참조하면, $dx=dy+2dz$ 로 된다.

따라서, 크로스 니콜로 배치한 편광판(101, 102)에 의해, 비틀림 배향을 취하는 액정층(30)을 협지하는 경우에, 가장 효율적으로 소광 모양을 소거하는 원리상의 조건(종래 기술), 즉, $d/p=0.25$ 를 설정하였다고 해도, 상기 영역 dy의 두께(실효의 셀 두께 dy)가 실제의 셀 두께 dx보다 짧기 때문에, 실효적으로는 소광 모양을 소거하는 조건과는 다르게 된다. 예를 들면, 본 실시 형태에서, 상술한 바와 같이, $V_{max}=6$ [V] 일 때, 소광 모양이 소실되어 있는 것은 $d/p=0.38$ 로서, 0.25와는 크게 다르다.

상기 수직 배향 상태를 유지하는 액정 분자(30a)의 비율(두께 방향의 길이에서 영역 dz)은, 인가 전압이 작을 수록 크고, 인가 전압이 클 수록 적다. 이 때문에, 실효의 셀 두께 dy도 인가 전압에 따라 변화된다.

따라서, 본 실시 형태에서는, 상술한 수학식 1 및 2에 도시한 바와 같이, 전압 인가 시에 액정층(30)의 전체 영역 dx에 걸쳐 액정 분자(30a)가 경사 배향되는 것으로 상정하여 설정한 값보다 크고, 또한, 최대 인가 실효 전압 V_{max} 에 따른 값으로 설정되어 있다. 이에 의해, 도 32에 도시한 영역 A1, 즉, 대부분의 액정 분자(30a)가 기판 표면에 대하여 대략 평행하게 되도록 배향하는 영역에서, 복굴절 효과, 혹은, 선광 효과에 의해, 각 미소 단위 영역의 개개의 투과 강도를 향상시킬 뿐만 아니라, 소광 모양의 발생을 시인할 수 없을 정도로까지 억제할 수 있다.

또한, 상기 시뮬레이션 결과를 검토함으로써, 상기 수학식 1 및 2를 만족시키는 범위 중에서도, 특히 밝은 범위를 추출하고, 또한, 상기 시뮬레이션 중, 소광 모양을 인식할 수 있는지의 여부의 평가 외에, 이들 범위와 비교하여, 밝기의 저하를 사용자가 인식할 수 있는지의 여부를 평가한 결과, 이하의 범위가 더욱 바람직한 것을 확인할 수 있었다.

즉, 상기 수학식 1 및 2를 만족시키는 범위 중, 이하의 수학식 3으로 나타낸 바와 같이,

수학식 3

$$\begin{aligned} d \cdot \Delta n / \lambda \text{ (min)} &\leq d \cdot \Delta n / \lambda \leq d \cdot \Delta n / \lambda \text{ (max)} \\ \text{단, } d \cdot \Delta n / \lambda \text{ (max)} &= -0.00026 \times (V_{\text{max}})^3 \\ &\quad + 0.016 \times (V_{\text{max}})^2 \\ &\quad - 0.2281 \times (V_{\text{max}}) + 2.041 \\ d \cdot \Delta n / \lambda \text{ (min)} &= -0.00026 \times (V_{\text{max}})^3 \\ &\quad + 0.016 \times (V_{\text{max}})^2 \\ &\quad - 0.2281 \times (V_{\text{max}}) + 1.891 \end{aligned}$$

을 만족시킴으로써, 이 범위의 어떤 조건을 이용한다고 해도, 사용자가 밝기의 상위를 인식할 수 없을 정도의 조건으로 되어 보다 바람직하다. 즉, $d \cdot \Delta n / \lambda$ 은 도 37에 도시한 바와 같은 $d \cdot \Delta n / \lambda \text{ (max)}$ 과 $d \cdot \Delta n / \lambda \text{ (min)}$ 사이의 범위 내로 설정되어 있는 것이 바람직하다.

마찬가지로, 상기 수학식 1 및 2를 만족하는 범위 중, 이하의 수학식 4로 나타낸 바와 같이,

수학식 4

$$\begin{aligned} d/p \text{ (min)} &\leq d/p \leq d/p \text{ (max)} \\ \text{단, } d/p \text{ (max)} &= 0.0021 \times (V_{\text{max}})^2 - 0.0458 \times (V_{\text{max}}) + 0.63 \\ d/p \text{ (min)} &= 0.0021 \times (V_{\text{max}})^2 - 0.0458 \times (V_{\text{max}}) + 0.53 \end{aligned}$$

을 만족시킴으로써, 이 범위의 어떤 조건을 이용한다고 해도, 사용자가 밝기의 상위를 인식할 수 없을 정도의 조건으로 되어 보다 바람직하다. 즉, d/p 는 도 38에 도시한 바와 같은 $d/p \text{ (max)}$ 와 $d/p \text{ (min)}$ 사이의 범위 내로 설정되어 있는 것이 바람직하다.

또한, 상기 수학식 1 및 2를 만족시켜도, 상기 수학식 3 및 4를 모두 만족시키지 않는 경우에는, 적어도 한쪽을 만족시키는 경우와 비교하여, 투과 강도 저하의 정도는, 사용자가 밝기의 상위를 인식할 수 있을 정도까지 도달하는 것을 확인할 수 있었다.

그런데, 상기에서는, 도 3에 도시한 바와 같이, 개구부(12a)가 대략 별형을 갖고, 단위 중실부(12c)가 대략 원형을 가지며, 이들이 정방 격자 형상으로 배열된 예를 도시하였지만, 개구부(12a) 및 단위 중실부(12c)의 형상, 및, 이들의 배치는 상기한 예에 한정되지 않는다.

예를 들면, 도 39 또는 도 40에 도시한 바와 같이, 도 3의 경우에 비해, 개구부(12a) 및 단위 중실부(12c)가 약간 변형된 형태로 형성되어 있어도 된다. 이들 구성에서는, 개구부(12a)는 모두 일그러진 별형을 갖고, 단위 중실부(12c)는 모두 대략 타원형(일그러진 원형)을 갖고 있다. 따라서, 이들 구성의 개구부(12a) 및 단위 중실부(12c)는, 2회 회전축을 갖고 있다(4회 회전축은 갖지 않는다). 또한, 개구부(12a) 및 단위 중실부(12c)는, 장방형의 단위 격자를 형성하도록 규칙적으로 배열되어 있다. 이들 구성에서도, 개구부(12a) 및 단위 중실부(12c)에는, 개구부(12a)의 엣지부에 생성되는 경사 전계에 의해, 각각이 방사형상 경사 배향을 갖는 액정 도메인이 형성된다. 따라서, 도 3의 경우와 마찬가지로, 표시 품질이 높아, 시각 특성이 우수한 액정 표시 장치를 얻을 수 있다.

또한, 도 41 및 도 42에 도시한 바와 같이, 단위 중실부(12c)가 대략 정방 형상으로 되도록, 대략 십자의 개구부(12a)가 정방 격자 형상으로 배치되어 있어도 된다. 또한, 도 42에서는, 단위 중실부(12c)의 네 코너가 직선 형상으로 절단되어 있다. 또한, 이들을 변형시켜, 장방형의 단위 격자를 형성하도록 배치해도 된다. 이와 같이, 대략 구형(구형은 정방 형상과 장방 형상을 포함하는 것으로 함)의 단위 중실부(12c)를 규칙적으로 배열해도, 개구부(12a) 및 단위 중실부(12c)에는, 개구부(12a)의 엣지부에 생성되는 경사 전계에 의해, 각각이 방사형상 경사 배향을 갖는 액정 도메인이 형성된다. 따라서, 도 3의 경우와 마찬가지로, 표시 품질이 높아, 시각 특성이 우수한 액정 표시 장치를 얻을 수 있다.

단, 도 3, 도 39 및 도 40에 도시한 구성에서는, 개구부(12a)의 변이 연속적으로(순조롭게) 변화되기 때문에, 액정 분자(30a)의 배향 방향도 연속적으로(순조롭게) 변화된다. 따라서, 개구부(12a) 및/또는 단위 중실부(12c)의 형상은, 구형보다 원형 또는 타원형쪽이 방사형상 경사 배향을 보다 안정시킬 수 있다.

상술한 액정 분자(30a)의 배향 방향의 연속성의 관점에서는, 도 43에 도시한 바와 같이, 개구부(12a)를 4개의 원호만으로 이루어지는 형상으로 형성해도 된다. 또한, 도 44에 도시한 바와 같이, 개구부(12a)의 단위 중실부(12c)측이 원호로 형성되어 있어도 된다. 어느 경우에서도, 개구부(12a) 및 단위 중실부(12c)는 모두 4회 회전축을 갖고 있으며, 또한, 정방 격자 형상(4회 회전축을 가짐)으로 배열되어 있지만, 도 39 및 도 40과 대략 마찬가지로, 개구부(12a)의 단위 중실부(12c)의 형상을 변형시켜 2회 회전축을 갖는 형상으로 하고, 장방형의 격자(2회 회전축을 가짐)를 형성하도록 배치해도 된다. 어느 경우에서도, 개구부(12a)의 변이 연속적으로(순조롭게) 변화되기 때문에, 액정 분자(30a)의 배향 방향도 연속적으로(순조롭게) 변화된다. 따라서, 도 3, 도 39 및 도 40의 구성과 마찬가지로, 액정 분자를 보다 안정적으로, 방사형상으로 경사 배향시킬 수 있다.

또한, 상술한 예에서는, 대략 별형이나 대략 십자형의 개구부(12a)를 형성하고, 단위 중실부(12c)의 형상을 대략 원형, 대략 타원형, 대략 정방형(구형) 및 라운딩된 대략 구형으로 한 구성을 설명하였다. 이에 대하여, 개구부(12a)와 단위 중실부(12c)의 관계를 네가티브-포지티브 반전시켜도 된다. 예를 들면, 도 3에 도시한 회소 전극(12)의 개구부(12a)와 단위 중실부(12c)를 네가티브-포지티브 반전한 패턴을 갖는 회소 전극을 도 45에 도시한다. 이와 같이, 네가티브-포지티브 반전한 패턴을 갖는 회소 전극이어도, 반전 전과 실질적으로 마찬가지로의 기능을 갖는다. 또한, 도 46 및 도 47에 각각 도시한 바와 같이, 개구부(12a) 및 단위 중실부(12c)가 모두 대략 정방 형상인 경우에는, 네가티브-포지티브 반전해도, 원래의 패턴과 동일한 패턴으로 되는 것도 있다.

또한, 도 45에 도시한 바와 같이, 도 3에 도시한 패턴을 네가티브-포지티브 반전시킨 경우에도, 회소 전극(12)의 엣지부에는, 회전 대칭성을 갖는 단위 중실부(12c)가 형성되도록, 개구부(12a)의 일부(약 2분의 1 또는 약 4분의 1)를 형성하는 것이 바람직하다. 이러한 패턴으로 함으로써, 회소 영역의 엣지부에서도, 회소 영역의 중앙부와 마찬가지로, 경사 전계에 의한 효과가 얻어져, 회소 영역의 전체에 걸쳐 안정된 방사형상 경사 배향을 실현할 수 있다.

다음으로, 도 3의 회소 전극(12)과, 도 3의 패턴을 네가티브-포지티브 반전시킨 패턴을 갖는 회소 전극(도 45 참조)을 예로 들어, 네가티브-포지티브 패턴 중 어느 것을 채용해야 할지에 대하여 설명한다.

네가티브-포지티브 중 어떤 패턴을 채용해도, 개구부(12a)의 변의 길이는 어느 쪽의 패턴도 동일하다. 따라서, 경사 전계를 생성한다고 하는 기능에 있어서는, 이들의 패턴에 의한 차는 없다. 그러나, 단위 중실부(12c)의 면적 비율(회소 전극(12)의 전체 면적에 대한 비율)은, 양자간에서 다를 수 있다. 즉, 액정층의 액정 분자에 작용하는 전계를 생성하는 중실부(12b)(실제로 도전막이 존재하는 부분)의 면적이 다를 수 있다.

여기서, 개구부(12a)에 형성되는 액정 도메인에 인가되는 전압은, 중실부(12b)에 형성되는 액정 도메인에 인가되는 전압보다 낮아진다. 따라서, 예를 들면, 노멀리 블랙 모드의 표시를 행하면, 개구부(12a)에 형성된 액정 도메인은 어두워진다. 이 결과, 개구부(12a)의 면적 비율이 높아지면 표시 휘도가 저하되는 경향으로 된다. 따라서, 중실부(12b)의 면적 비율이 높은 쪽이 바람직하다.

네가티브-포지티브 반전한 쪽이 중실부(12b)의 면적 비율이 높아지는지의 여부는, 단위 격자의 피치(크기)에 의존한다. 즉, 도 3의 구성에서는, 단위 격자의 패턴은 도 48에 도시한 바와 같다. 한편, 도 45의 구성에서는, 단위 격자의 패턴은 도 49에 도시한 바와 같다. 또한, 도 49에서는, 개구부(12a)를 중심으로 도시하고 있다. 또한, 도 49에서는, 도 45의 구성에서, 단위 중실부(12c)를 서로 접속하는 역할을 하고 있는 부분(원형부로부터 사방으로 연장된 브랜치부)을 생략하고 있다.

여기서, 정방 단위 격자의 1변의 길이(피치)를 q 로 하고, 개구부(12a) 또는 단위 중실부(12c)와 단위 격자와의 간극의 길이(편측의 스페이스)를 s 로 한다. 또한, 피치 q 및 편측 스페이스 s 의 값이 다른 다양한 회소 전극(12)을 형성하여, 방사형상 경사 배향의 안정성 등을 검토하였다. 그 결과, 우선, 도 48에 도시한 패턴(이하, 「포지티브형 패턴」이라고 함)을 갖는 회소 전극(12)을 이용하여, 방사형상 경사 배향을 얻기 위해 필요한 경사 전계를 생성하기 위해서는, 편측 스페이스 s 가 약 $2.75\mu\text{m}$ 이상 필요한 것을 발견하였다. 한편, 도 49에 도시한 패턴(이하, 「네가티브형 패턴」이라고 함)을 갖는 회소 전극(12)에 대하여, 방사형상 경사 배향을 얻기 위한 경사 전계를 생성하기 위해, 편측 스페이스 s 가 약 $2.25\mu\text{m}$ 이상 필요한 것을 발견하였다. 편측 스페이스 s 를 각각 이 하한값으로 하여, 피치 p 의 값을 변화시켰을 때의 중실부(12b)의 면적 비율을 검토한 결과를 표 1 및 도 50에 도시한다.

표 1.

피치 q[μm]	중실부 표면 비율(%)	
	포지티브형(a)	네가티브형(b)
20	41.3	52.9
25	47.8	47.2
30	52.4	43.3
35	55.8	40.4
40	58.4	38.2
45	60.5	36.4
50	62.2	35.0

표 1 및 도 50으로부터 알 수 있는 바와 같이, 피치 q가 약 25 μm 이상일 때에는 포지티브형(도 48) 패턴쪽이 중실부(12b)의 면적 비율이 높아지고, 약 25 μm 보다 짧아지면 네가티브형(도 49)쪽이 중실부(12b)의 면적 비율이 커진다. 따라서, 표시 휘도 및 배향의 안정성의 관점에서, 단위 격자의 피치 q가 약 25 μm 를 경계로 하여, 채용해야 할 패턴이 변화된다. 예를 들면, 폭 75 μm 의 회소 전극(12)의 폭 방향으로 3개 이하의 단위 격자를 형성하는 경우에는, 도 48에 도시한 포지티브형 패턴이 바람직하고, 4개 이상의 단위 격자를 형성하는 경우에는, 도 49에 도시한 네가티브형 패턴이 바람직하다. 예시한 패턴 이외의 경우에도, 중실부(12b)의 면적 비율이 커지도록, 포지티브형 또는 네가티브형 중 어느 하나를 선택하면 된다.

또한, 상기에서는, 회소 영역 내에 정방형이나 장방형의 단위 격자가 복수 형성되어 있는 경우를 예로 들어 설명하였지만, 회소 전극(12)의 형상에 상관없이, 수직으로 배향되어 있는 액정 분자를 경사시킬 수 있으면, 대략 마찬가지로의 효과가 얻어진다.

단, 액정 표시 장치의 표시 품질의 시각 의존성을 전체 방위에서 개선하기 위해서는, 각각의 회소 영역 내에서, 모든 방위 각 방향의 각각을 따라 배향하는 액정 분자의 존재 확률이 회전 대칭성을 갖는 것이 바람직하고, 축 대칭성을 갖는 것이 보다 바람직하다. 즉, 회소 영역 전체에 걸쳐 형성되는 액정 도메인이 회전 대칭성, 또한 축 대칭성을 갖도록 배치되어 있는 것이 바람직하다. 단, 회소 영역 전체에 걸쳐 회전 대칭성을 가질 필요는 반드시 없고, 회전 대칭성(또는 축 대칭성)을 갖도록 배열된 액정 도메인(예를 들면, 정방 격자 형상으로 배열된 복수의 액정 도메인)의 집합체로서 회소 영역의 액정층이 형성되면 된다. 예를 들면, 정방 격자(4회 회전축을 갖는 대칭성)를 최소 단위로 하고, 이들의 조합에 따라 회소 영역이 구성되면, 회소 영역 전체에 걸쳐 액정 분자를 모든 방위각에 대하여 실질적으로 동등한 확률로 배향시킬 수 있다. 따라서, 회소 영역에 형성되는 복수의 개구부(12a)의 배치도 회소 영역 전체에 걸쳐 회전 대칭성을 가질 필요는 반드시 없고, 회전 대칭성(또는 축 대칭성)을 갖도록 배열된 개구부(예를 들면 정방 격자 형상으로 배열된 복수의 개구부)의 집합체로서 나타낼 수 있으면 된다. 또한, 복수의 개구부(12a)에 실질적으로 포위되는 단위 중실부(12c)의 배치도 마찬가지이다.

또한, 각각의 액정 도메인의 형상도 회전 대칭성 또는 축 대칭성을 갖는 것이 바람직하기 때문에, 각각의 개구부(12a) 및 단위 중실부(12c)의 형상도 회전 대칭성 또는 축 대칭성을 갖는 것이 바람직하다. 보다 상세하게는, 액정 표시 장치의 표시 특성은, 액정 분자의 배향 상태(광학적 이방성)에 기인하여, 방위각 의존성을 나타낸다. 표시 특성의 방위각 의존성을 저감하기 위해서는, 액정 분자가 모든 방위각에 대하여 동등한 확률로 배향되어 있는 것이 바람직하다. 또한, 각각의 회소 영역 내의 액정 분자가 모든 방위각에 대하여 동등한 확률로 배향하고 있는 것이 보다 바람직하다. 따라서, 개구부(12a)는, 각각의 회소 영역 내의 액정 분자(30a)가 모든 방위각에 대하여 동등한 확률로 배향되도록, 액정 도메인을 형성하는 형상을 갖고 있는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 개구부(12a)의 형상은, 각각의 중심(법선 방향)을 대칭축으로 하는 회전 대칭성(바람직하게는 2회 회전축 이상의 대칭성)을 갖는 것이 바람직하고, 또한, 복수의 개구부(12a)가 회전 대칭성을 갖도록 배치되어 있는 것이 바람직하다. 또한, 이들 개구부에 의해 실질적으로 포위되는 단위 중실부(12c)의 형상도 회전 대칭성을 갖는 것이 바람직하며, 단위 중실부(12c)도 회전 대칭성을 갖도록 배치되는 것이 바람직하다.

또한, 개구부(12a)의 중앙 부근의 액정층(30)에는 충분한 전압이 인가되지 않아, 개구부(12a)의 중앙 부근의 액정층(30)이 표시에 기여하지 않는 경우가 있다. 즉, 개구부(12a)의 중앙 부근의 액정층(30)의 방사형상 경사 배향이 다소 흐트러져도(예를 들면, 중심축이 개구부(12a)의 중심으로부터 어긋나도), 표시 품질이 저하되지 않는 경우가 있다. 따라서, 적어도 단위 중실부(12c)에 대응하여 형성되는 액정 도메인이 회전 대칭성, 또는 축 대칭성을 갖도록 배치되어 있으면 된다.

그런데, 상기에서는, 액정 셀(100)이, 회소의 구동 소자(능동 소자)로서, 박막 트랜지스터(TFT)를 구비하고 있는 경우를 예로 들어 설명하였지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 회소 전극(12)을 스위칭하는 능동 소자로서 MIM(Metal

Insulator Metal)을 이용해도 된다. 또한, 액티브 매트릭스형에 한정되는 것이 아니라, 단순 매트릭스형이어도 된다. 단, 본 실시 형태와 같이, 액티브 매트릭스형의 액정 표시 장치쪽이, 단순 매트릭스형의 액정 표시 장치에 비해, 고정밀 표시, 고 휘도화가 가능해져, 표시 품질이 양호한 액정 표시 장치를 실현할 수 있다.

또한, 상기에서는, 투과형의 액정 표시 장치인 경우를 예로 들어 설명하였지만, 반사형의 액정 표시 장치이어도 되고, 투과 반사 양용형의 액정 표시 장치이어도 된다. 또한, 상기에서는, 회소 전극(12)에 개구부(12a)를 형성하는 경우를 예로 들어 설명하였지만, 대향 전극(22)에 개구부를 형성해도 마찬가지로의 효과가 얻어진다.

본 발명에 따른 액정 표시 장치는, 이상과 같이, 수직 배향 모드의 액정층의 두께 d 와 액정의 자연 비틀림 피치 p 와의 비율을 d/p , 상기 제1 및 제2 전극 사이에 인가되는 최대 인가 실효 전압을 V_{max} [V], 상기 액정층의 굴절율 이방성을 Δn 으로 할 때, 상기 d/p 는 $0.0021 \times (V_{max})^2 - 0.0458 \times (V_{max}) + 0.65$ 와, $0.0021 \times (V_{max})^2 - 0.0458 \times (V_{max}) + 0.50$ 사이의 값으로 설정되어 있다. 또한, $d \cdot \Delta n / \lambda$ 은 $-0.00026 \times (V_{max})^3 + 0.016 \times (V_{max})^2 - 0.2281 \times (V_{max}) + 2.124$ 와, $-0.00026 \times (V_{max})^3 + 0.016 \times (V_{max})^2 - 0.2281 \times (V_{max}) + 1.7603$ 사이의 값으로 설정되어 있다.

상기 구성에서는, 액정층의 d/p 및 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 이, 소광 모양을 사용자가 인식할 수 없을 정도로까지 억제 가능한 범위로 설정되어 있다. 따라서, 상기 액정 분자에 기인하는 소광 모양이 인식되는 경우보다 보다 밝은 표시가 가능하여, 표시 품질이 높은 액정 표시 장치를 확실하게 제공할 수 있다.

본 발명에 따른 액정 표시 장치에서, 상기 구성 외에, 상기 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 는 $-0.00026 \times (V_{max})^3 + 0.016 \times (V_{max})^2 - 0.2281 \times (V_{max}) + 2.041$ 과, $-0.00026 \times (V_{max})^3 + 0.016 \times (V_{max})^2 - 0.2281 \times (V_{max}) + 1.891$ 사이의 값으로 설정되어 있어도 된다.

또한, 본 발명에 따른 액정 표시 장치에서, 상기 구성 외에, 상기 d/p 는, $0.0021 \times (V_{max})^2 - 0.0458 \times (V_{max}) + 0.63$ 과, $0.0021 \times (V_{max})^2 - 0.0458 \times (V_{max}) + 0.53$ 사이의 값으로 설정되어 있어도 된다.

이들 구성에서는, 액정층의 d/p 및 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 이 상술된 바와 같이 설정되어 있기 때문에, 더욱 밝은 표시가 가능한 액정 표시 장치를 실현할 수 있다.

또한, 본 발명의 액정 표시 장치에서, 상기 액정층에는, 상기 제1 및 제2 전극에 의해 규정되는 회소 영역이 형성되어 있고, 해당 회소 영역에는, 전압 인가 시에 액정 분자가 방사형상 또는 축대칭으로 배향되는 액정 도메인이 적어도 1개 형성되어 있어도 된다. 또한, 방사형상 배향의 중심은 액정 도메인의 중심이어도 되고, 중심으로부터 어긋난 위치이어도 된다. 한편, 상기 구성 대신에, 상기 액정층에는, 상기 제1 및 제2 전극에 의해 규정되는 회소 영역이 형성되어 있고, 상기 회소 영역에 대응하는 제1 전극에는, 개구부가 형성되어 있으며, 상기 제1 및 제2 전극 사이에 전압이 인가되었을 때에 해당 개구부의 엣지부에 형성되는 경사 전계에 의해 액정 분자의 배향 방향이 제어되는 액정 도메인을, 해당 개구부와 잔여의 중실부의 각각에 형성해도 된다.

이들 구성에서는, 회소 영역에 액정 도메인이 형성되고, 해당 액정 도메인에서는, 전압 인가 시에, 액정 분자가 방사형상 또는 축대칭으로 배향된다. 액정 도메인에서, 액정 분자의 배향 방향이 서로 다른 영역끼리가 광학적으로 서로 보상한다. 이 결과, 액정 표시 장치의 사용자가, 어느 방향으로부터 액정 표시 장치를 보았다고 해도, 회소 영역 전체적으로 보면, 출사광의 강도(회소의 밝기)가 대략 동일하게 되어, 시야각 특성이 양호한 액정 표시 장치를 실현할 수 있다.

여기서, 액정 분자가 방사형상 또는 축대칭으로 배향하면, 이들 중에는, 편광판의 편광축의 방향과, 배향 방향의 면 내 성분이 일치하는 액정 분자가 포함되게 된다. 그런데, 상기 구성에서는, d/p 및 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 을 상술한 범위로 설정함으로써, 이들 액정 분자에 기인하는 소광 모양의 발생을, 사용자가 시인할 수 없을 정도로 억제할 수 있다. 따라서, 시야각 특성과 표시 품질의 양방이 양호한 액정 표시 장치를 실현할 수 있다.

특히, 개구부를 형성한 구성에서는, 개구부에 형성되는 액정 도메인과 중실부에 형성되는 액정 도메인은, 개구부의 엣지부에 생성되는 경사 전계에 의해 형성되기 때문에, 이들은 서로 인접하여 형성되며, 또한, 인접하는 액정 도메인 사이의 액정 분자의 배향은 본질적으로 연속하고 있다. 이 결과, 개구부에 형성되는 액정 도메인과 중실부에 형성되는 액정 도메인 사이에는, 디스클리네이션 라인이 형성되지 않고, 그에 의한 표시 품질의 저하도 발생하지 않는다. 또한, 인접하는 액정 도메인 사이의 액정 분자의 배향이 본질적으로 연속하고 있기 때문에, 액정 분자의 배향의 안정성도 높은 레벨로 유지할 수 있다.

또한, 본 발명의 액정 표시 장치에서, 상기 개구부가 형성된 구성인 경우, 상기 개구부는 회소 영역마다 복수 형성되어 있고, 각 개구부와, 상기 중실부 중, 상기 개구부에 의해 둘러싸인 단위 중실부에, 각각, 상기 액정 도메인이 형성되어 있어도 된다.

해당 구성에서는, 회소 영역에 복수의 개구부가 형성되어 있기 때문에, 개구부가 1개인 경우와 비교하면, 회소 영역의 크기가 동일한 경우, 개구부의 크기를 작게 할 수 있다. 이 결과, 상기 경사 전계의 영향을 직접적으로 받는 액정층의 면적(기관 법선 방향으로부터 보았을 때의 면적)을 크게 할 수 있다. 이에 의해, 액정 분자에 대한 배향 규제력을 향상시키면서, 액정층의 전압에 대한 광학 특성(예를 들면, 투과 강도)을 향상시킬 수 있다.

또한, 본 발명의 액정 표시 장치에서, 상기 복수의 개구부는, 대략 동일한 형상, 또한, 대략 동일한 크기로 형성되어 있고, 상기 각 개구부에 의해, 회전 대칭성을 갖도록 배치된 단위 격자가 형성되어 있어도 된다. 예를 들면, 각각의 개구부의 중심이 정방 격자를 형성하도록, 개구부를 배치해도 된다. 또한, 1개의 회소 영역이, 예를 들면, 보조 용량 배선과 같이 불투명한 구성 요소에 의해 분할되는 경우에는, 표시 영역에 기여하는 영역마다 단위 격자를 배치하면 된다.

해당 구성에서는, 단위 격자가 회전 대칭성을 갖도록 배치되어 있기 때문에, 단위 격자를 단위로 하여, 복수의 액정 도메인끼리가 높은 대칭성으로 배치된다. 따라서, 표시 품질의 1개인 시각 의존성을 개선할 수 있다. 또한, 회소 영역 전체를 단위 격자로 분할함으로써, 회소 영역 전체에 걸쳐, 액정층의 배향을 안정화할 수 있다.

또한, 본 발명의 액정 표시 장치에서, 상기 각 개구부의 적어도 1개(전형적으로는, 상기 단위 격자를 형성하는 개구부)는, 회전 대칭성을 갖는 형상이어도 된다. 예를 들면, 각각의 개구부의 형상(기관 법선 방향으로부터 보았을 때의 형상)은, 대략 원형이어도 되고, 대략 정다각형(예를 들면, 대략 정방형)이어도 된다.

이들 구성에서는, 상기 개구부의 형상이 회전 대칭성을 갖고 있기 때문에, 개구부에 형성되는 액정 도메인의 방사형상 경사 배향의 안정성을 높일 수 있다. 특히, 대략 원형으로 형성되어 있는 경우에는, 개구부에 형성되는 액정 도메인의 방사형상 경사 배향의 안정성을 더욱 향상시킬 수 있다.

한편, 상기 각 단위 중실부의 적어도 1개는 대략 원형이어도 된다. 해당 구성에서는, 단위 중실부에 형성되는 액정 도메인의 방사형상 경사 배향의 안정성을 향상시킬 수 있다.

또한, 어느 경우에서도, 상기 회소 영역의 각각에서, 상기 제1 전극에 형성되는 개구부의 면적의 합계가 중실부의 면적보다 작은 것이 바람직하다. 중실부의 면적이 클 수록, 전극에 의해 생성되는 전계의 영향을 직접적으로 받는 액정층의 면적(기관 법선 방향으로부터 보았을 때의 면적)이 크게 되기 때문에, 액정층의 전압에 대한 광학 특성(예를 들면 투과 강도)이 향상된다.

예를 들면, 개구부가 대략 원형으로 되는 구성과, 단위 중실부가 대략 원형으로 되는 구성 중, 중실부의 면적을 크게 할 수 있는 쪽을 선택하는 것이 바람직하다. 이에 의해, 다른쪽을 선택하는 경우에 비해, 전극에 의해 생성되는 전계의 영향을 직접적으로 받는 액정층의 면적(기관 법선 방향으로부터 보았을 때의 면적)을 확대할 수 있어, 액정층의 전압에 대한 광학 특성(예를 들면, 투과 강도)을 향상시킬 수 있다. 전형적으로는, 상기 단위 격자의 피치가 약 25 [μm] 를 초과하는 경우에는, 중실부가 대략 원형으로 되도록, 개구부를 생성하는 것이 바람직하고, 약 25 [μm] 를 초과하지 않는 경우에는, 개구부를 대략 원형으로 형성하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 각 단위 중실부의 적어도 1개는, 각부가 대략 원호형상의 대략 구형이어도 된다. 해당 구성에서는, 단위 중실부에 형성되는 액정 도메인의 방사형상 경사 배향의 안정성을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 투과율(실효 개구율)을 향상시킬 수 있다.

또한, 상기 액정층은, 유전율 이방성 $\Delta\epsilon$ 이 -2.5부터 -6.5까지의 값이고, 탄성 상수비 K_{11}/K_{33} 이 0.9부터 2.0까지의 값이어도 된다. 이에 의해, d/p 및 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 을 상기 범위로 설정했을 때의 투과 강도를 더욱 향상시킬 수 있어, 보다 밝은 표시가 가능한 액정 표시 장치를 실현할 수 있다.

또한, 상기 제1 전극은, 복수의 회소 영역에 대응하여, 각각 형성된 회소 전극이고, 상기 제1 기관에는, 상기 각 회소 영역의 각각에 대응하여 형성되며, 각각의 제1 전극을 스위칭하는 능동 소자가 구비되어 있어도 된다.

이와 같이, 액티브 매트릭스형의 액정 표시 장치로 하면, 단순 매트릭스형의 액정 표시 장치에 비해, 고정밀 표시, 고휘도화가 가능해져, 표시 품위가 양호한 액정 표시 장치를 실현할 수 있다.

또한, 개구부를 형성하는 구성의 경우에는, 액정층을 개재하여 서로 대향하도록 형성되는 한쌍의 전극 중 한쪽에만 개구부를 형성하는 것으로, 안정된 방사형상 경사 배향을 실현할 수 있다. 따라서, 공지의 제조 방법에서, 도전막을 회소 전극의 형상으로 패터닝할 때에, 원하는 형상의 개구부가 원하는 배치로 형성되도록, 포토마스크를 수정하는 것으로, 상기 액정 표시 장치를 제조할 수 있다.

발명의 상세한 설명의 항에서 이루어진 구체적인 실시 형태 또는 실시예는, 어디까지나, 본 발명의 기술 내용을 명백하게 하는 것으로서, 그와 같은 구체예에만 한정하여 협의로 해석되어서는 안되며, 본 발명의 정신과 다음에 기재하는 특허 청구 사항의 범위 내에서, 다양하게 변경하여 실시할 수 있다.

발명의 효과

본 발명에 따르면, 고정밀 표시, 고휘도화가 가능해져, 표시 품위가 양호한 액정 표시 장치를 실현할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

제1 기관과 제2 기관 사이에 형성된 액정층을 갖는 액정 표시 장치에 있어서,

상기 제1 기관에 형성된 제1 전극과,

상기 제2 기관에 형성되며, 상기 제1 전극에 상기 액정층을 개재하여 대향하는 제2 전극을 구비하며,

상기 액정층은, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 전압이 인가되어 있지 않을 때에 수직 배향 상태를 취하고,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 전압이 인가되었을 때에, 상기 액정층은 비틀림 구조를 취하면서, 상기 기관에 대하여 평행하게 배향되는 상태를 취하며,

상기 액정층의 두께 d 와 액정의 자연 비틀림 피치 p 와의 비율을 d/p , 상기 제1 및 제2 전극 사이에 인가되는 최대 인가 실효 전압을 V_{max} [V], 상기 액정층의 굴절율 이방성을 Δn 으로 할 때,

상기 d/p 는 $0.0021 \times (V_{max})^2 - 0.0458 \times (V_{max}) + 0.65$ 와, $0.0021 \times (V_{max})^2 - 0.0458 \times (V_{max}) + 0.50$ 사이의 값으로 설정되고,

$d \cdot \Delta n / \lambda$ 는 $-0.00026 \times (V_{max})^3 + 0.016 \times (V_{max})^2 - 0.2281 \times (V_{max}) + 2.124$ 와, $-0.00026 \times (V_{max})^3 + 0.016 \times (V_{max})^2 - 0.2281 \times (V_{max}) + 1.7603$ 사이의 값으로 설정되어 있는 액정 표시 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 는 $-0.00026 \times (V_{max})^3 + 0.016 \times (V_{max})^2 - 0.2281 \times (V_{max}) + 2.041$ 과, $-0.00026 \times (V_{max})^3 + 0.016 \times (V_{max})^2 - 0.2281 \times (V_{max}) + 1.891$ 사이의 값으로 설정되어 있는 액정 표시 장치.

청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 d/p는 $0.0021 \times (V_{\max})^2 - 0.0458 \times (V_{\max}) + 0.63$ 과, $0.0021 \times (V_{\max})^2 - 0.0458 \times (V_{\max}) + 0.53$ 사이의 값으로 설정되어 있는 액정 표시 장치.

청구항 4.

제1항에 있어서,

상기 액정층에는, 상기 제1 및 제2 전극에 의해 규정되는 회소 영역이 형성되어 있고,

상기 회소 영역에는, 전압 인가 시에 액정 분자가 방사형상 또는 축대칭으로 배향되는 액정 도메인이 적어도 1개 형성되어 있는 액정 표시 장치.

청구항 5.

제1항에 있어서,

상기 액정층에는 상기 제1 및 제2 전극에 의해 규정되는 회소 영역이 형성되어 있고,

상기 회소 영역에 대응하는 제1 전극에는 개구부가 형성되어 있으며, 상기 제1 및 제2 전극 사이에 전압이 인가되었을 때에 상기 개구부의 엣지부에 형성되는 경사 전계에 의해 액정 분자의 배향 방향이 제어되는 액정 도메인을, 상기 개구부와 잔여의 중실부의 각각에 형성하는 액정 표시 장치.

청구항 6.

제5항에 있어서,

상기 개구부는 회소 영역마다 복수 형성되어 있고, 각 개구부와, 상기 중실부 중, 상기 개구부에 의해 둘러싸인 단위 중실부에, 각각, 상기 액정 도메인이 형성되는 액정 표시 장치.

청구항 7.

제6항에 있어서,

상기 복수의 개구부는, 대략 같은 형상, 또한, 대략 같은 크기로 형성되어 있고, 상기 각 개구부에 의해, 회전 대칭성을 갖도록 배치된 단위 격자가 형성되어 있는 액정 표시 장치.

청구항 8.

제6항에 있어서,

상기 각 개구부의 적어도 1개는 회전 대칭성을 갖는 형상인 액정 표시 장치.

청구항 9.

제6항에 있어서,

상기 각 개구부의 적어도 1개는 대략 원형인 액정 표시 장치.

청구항 10.

제6항에 있어서,

상기 각 단위 중실부의 적어도 1개는 대략 원형인 액정 표시 장치.

청구항 11.

제6항에 있어서,

상기 각 단위 중실부의 적어도 1개는 각부가 대략 원호형상의 대략 구형인 액정 표시 장치.

청구항 12.

제6항에 있어서,

상기 각 회소 영역에서의 각 개구부의 면적의 합계가, 상기 중실부의 면적보다 작은 액정 표시 장치.

청구항 13.

제1항에 있어서,

상기 액정층은, 유전율 이방성 $\Delta\epsilon$ 이 -2.5부터 -6.5까지의 값이고, 탄성 상수비 K_{11}/K_{33} 이 0.9부터 2.0까지의 값인 액정 표시 장치.

청구항 14.

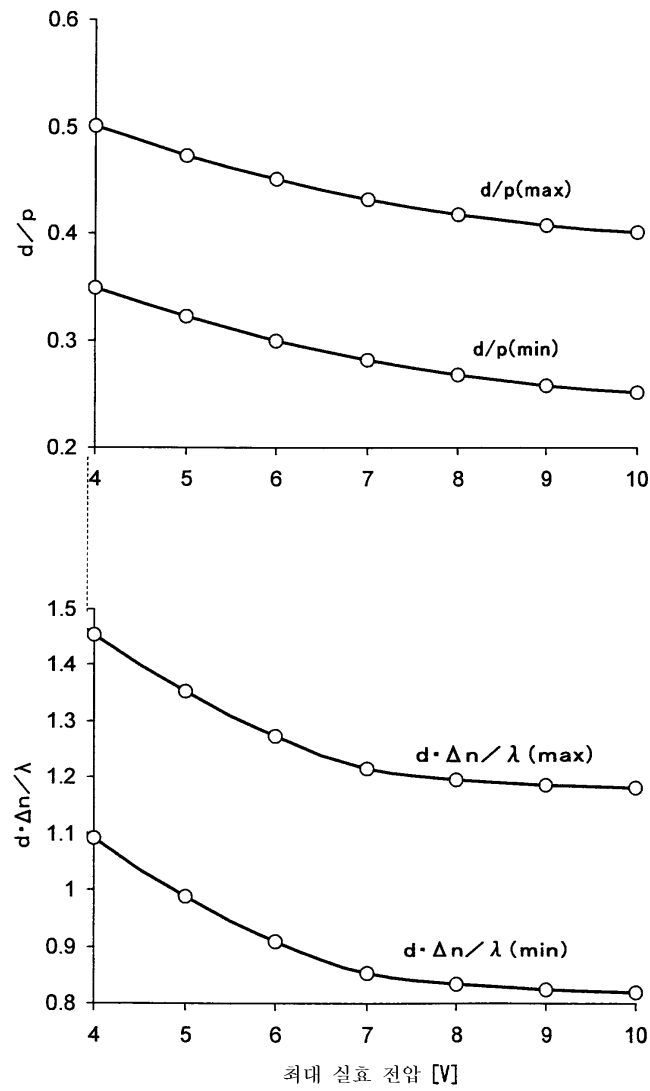
제1항에 있어서,

상기 제1 전극은 복수의 회소 영역에 대응하여 각각 형성된 회소 전극이고,

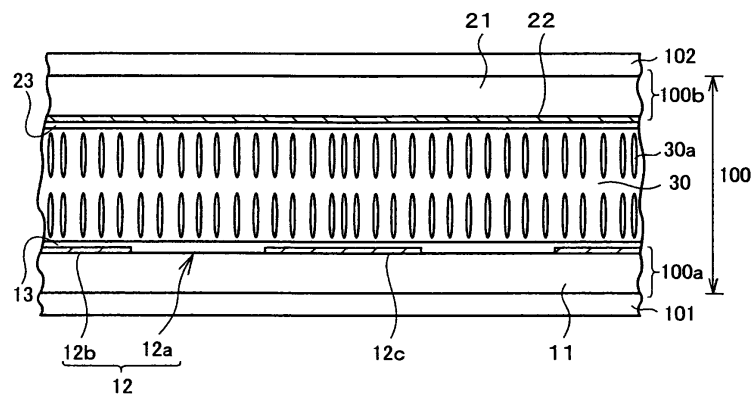
상기 제1 기관에는, 상기 각 회소 영역의 각각에 대응하여 형성되며, 각각의 제1 전극을 스위칭하는 능동 소자가 구비되어 있는 액정 표시 장치.

도면

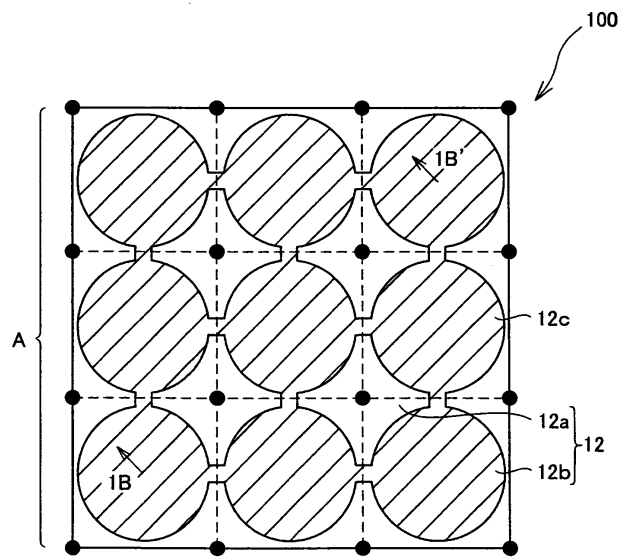
도면1



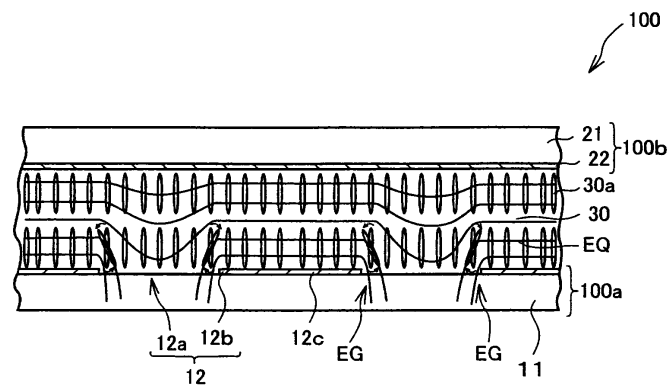
도면2



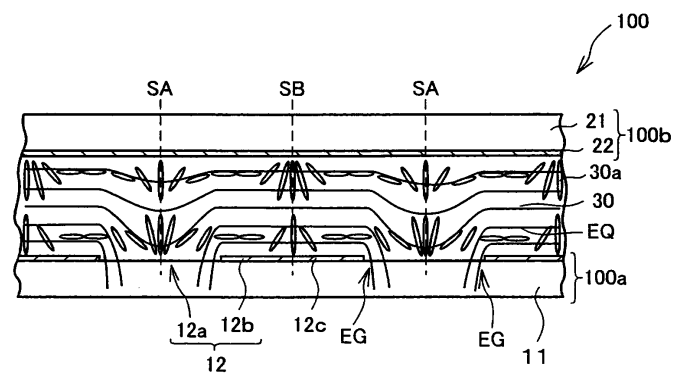
도면3



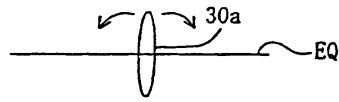
도면4



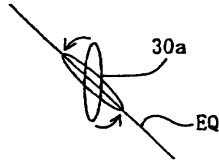
도면5



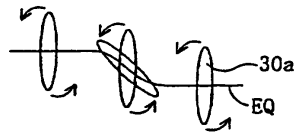
도면6



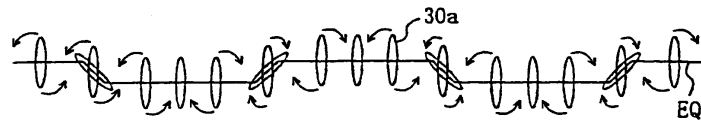
도면7



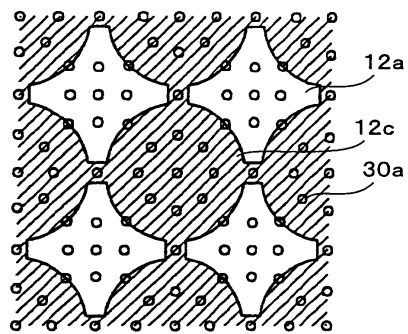
도면8



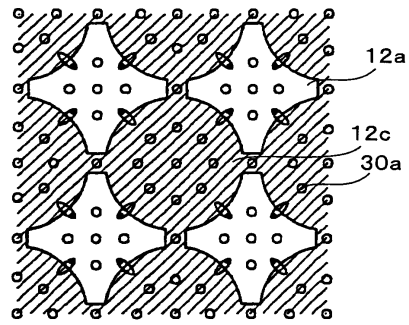
도면9



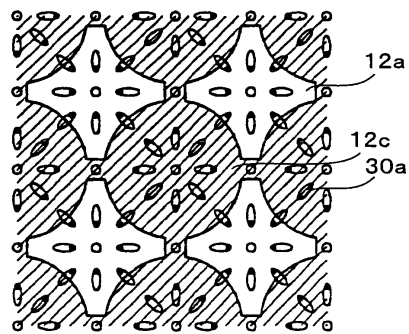
도면10



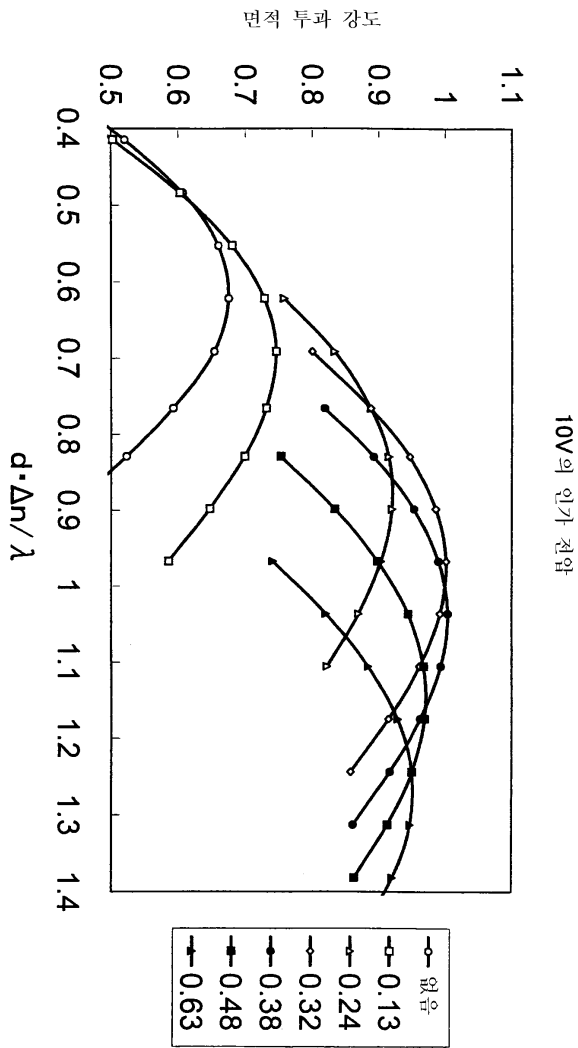
도면11



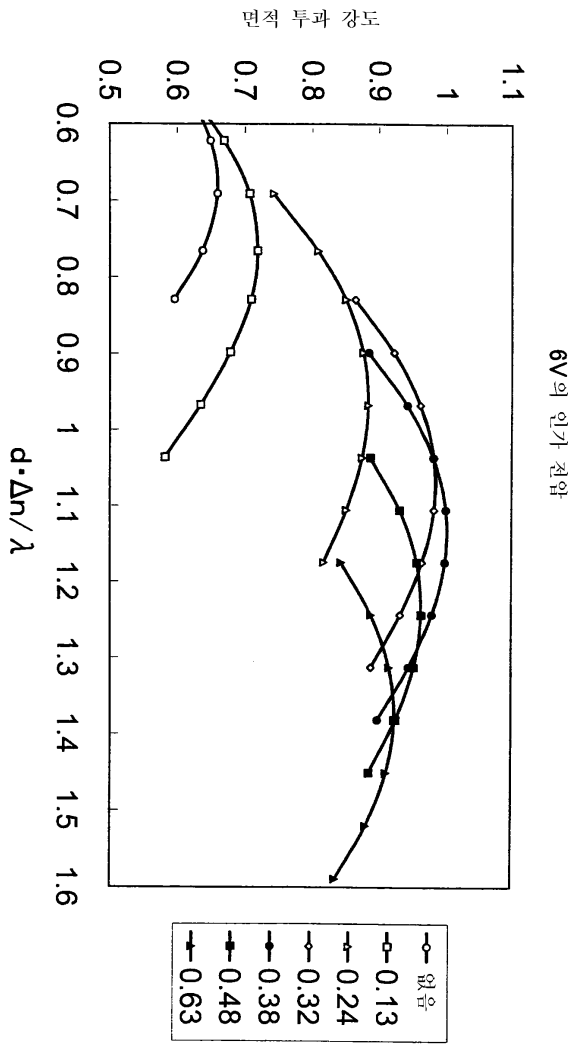
도면12



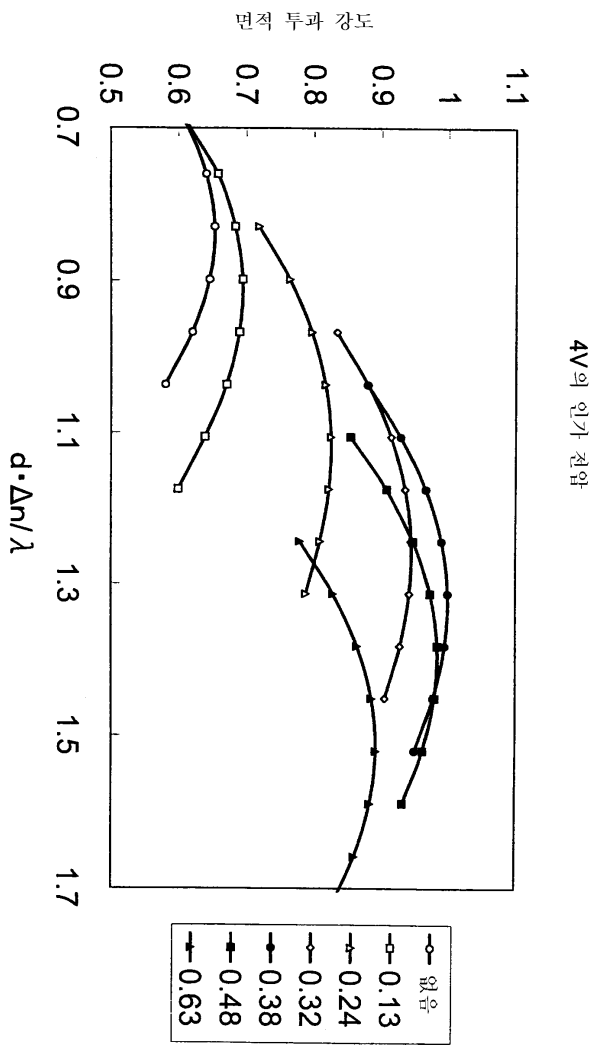
도면13



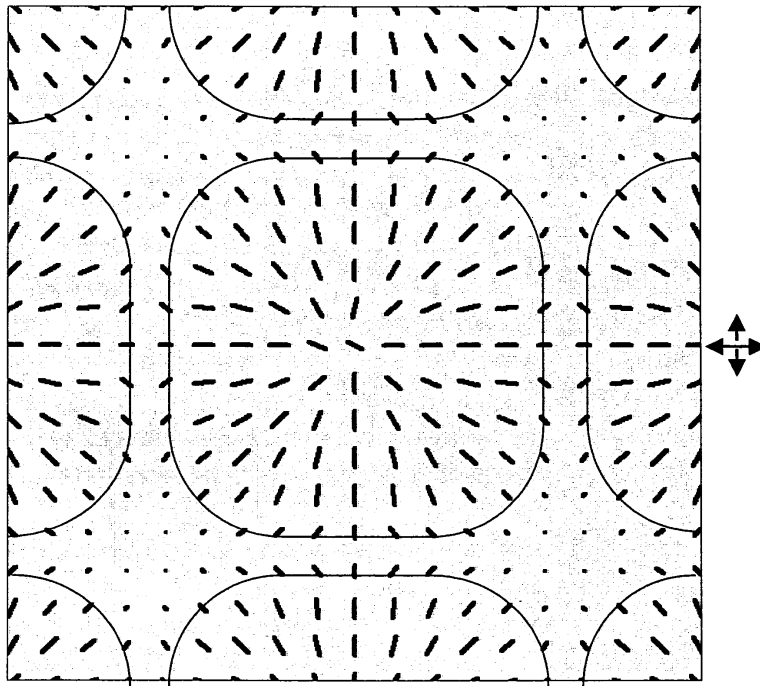
도면14



도면15

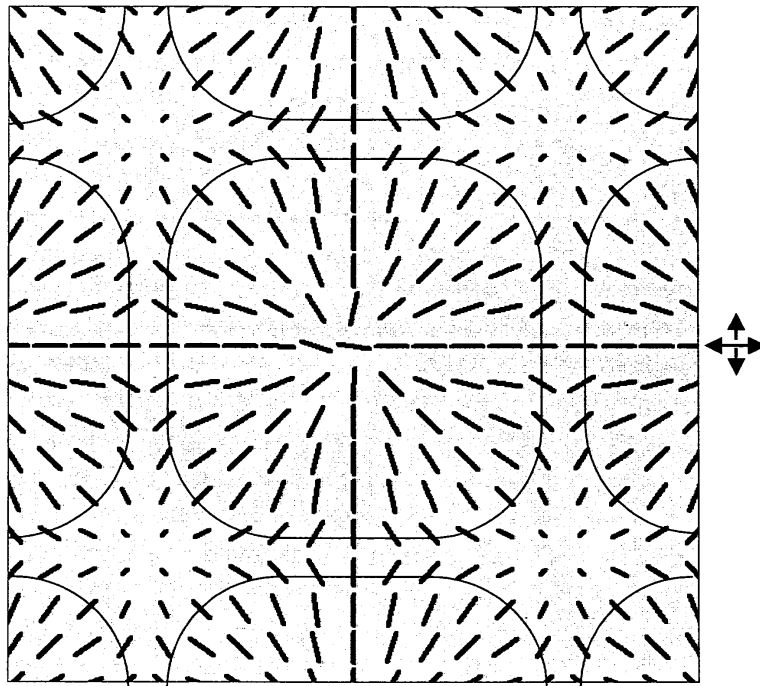


도면16



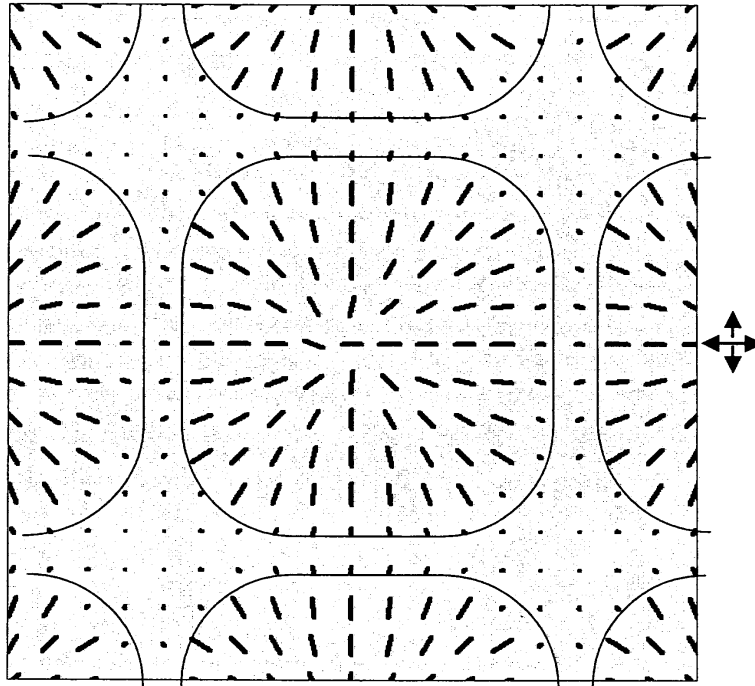
$p=0$
 $d \cdot \Delta n = 380\text{nm}$
 대향 전극 표면 부근에서

도면17



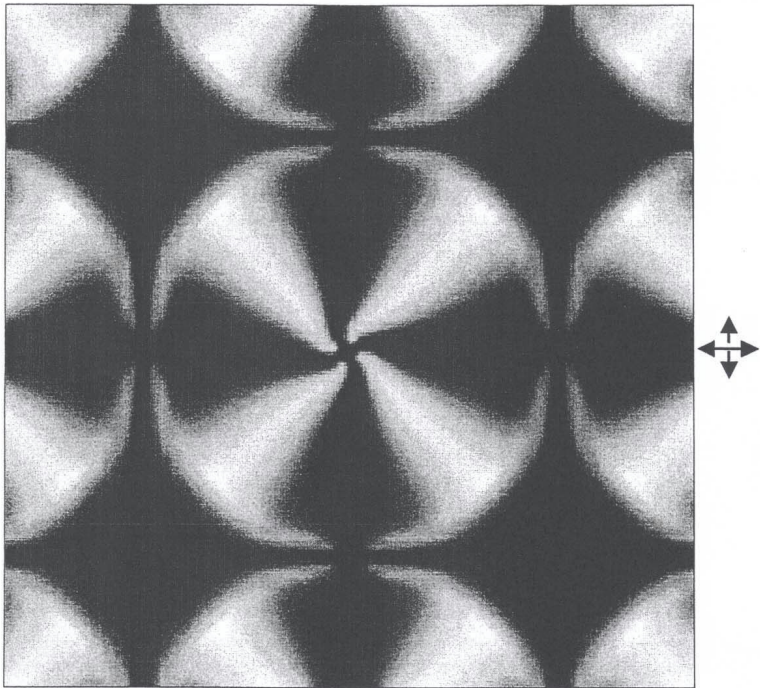
$p=0$
 $d \cdot \Delta n = 380\text{nm}$
 액정층의 중간 부근에서

도면18

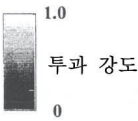


$p=0$
 $d \cdot \Delta n = 380\text{nm}$
 화소 전극 표면 부근에서

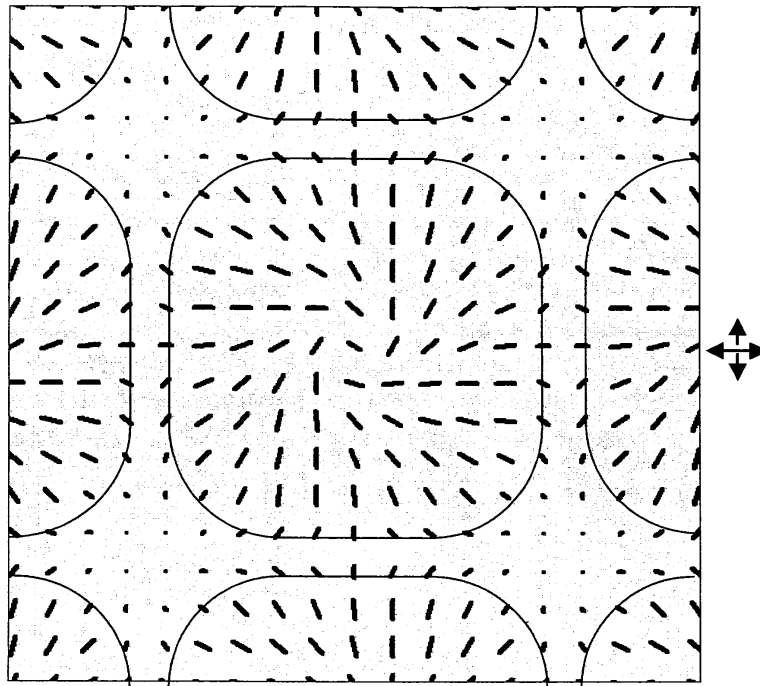
도면19



p=0
d · Δn=380nm

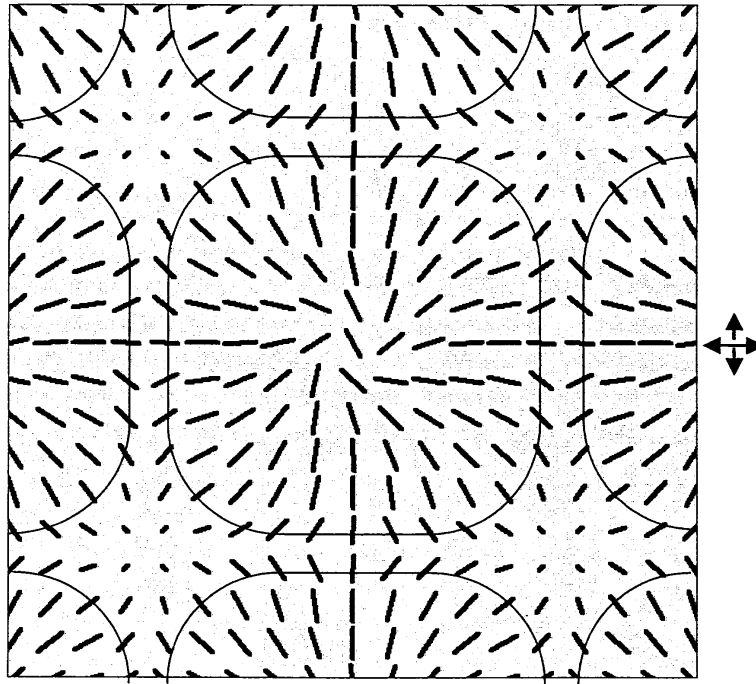


도면20



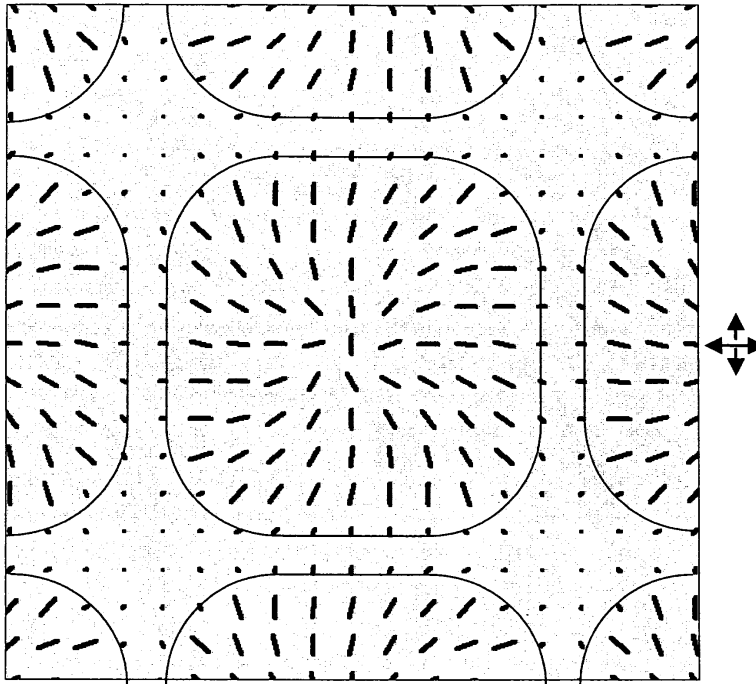
$d/p=0.13$
 $d \cdot \Delta n=500\text{nm}$
 대향 전극 표면 부근에서

도면21



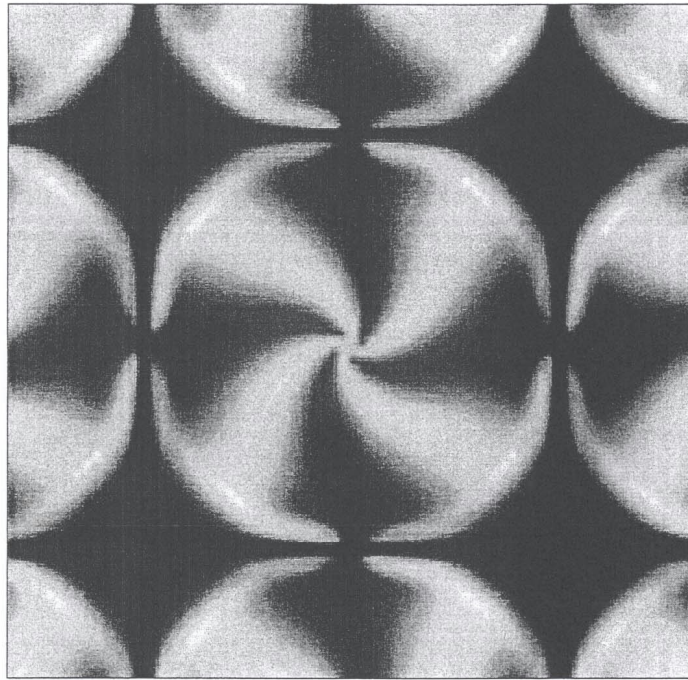
$d/p=0.13$
 $d \cdot \Delta n=500\text{nm}$
 액정층의 중간 부근에서

도면22

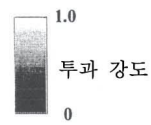


$d/p=0.13$
 $d \cdot \Delta n=500\text{nm}$
 화소전극 표면 부근에서

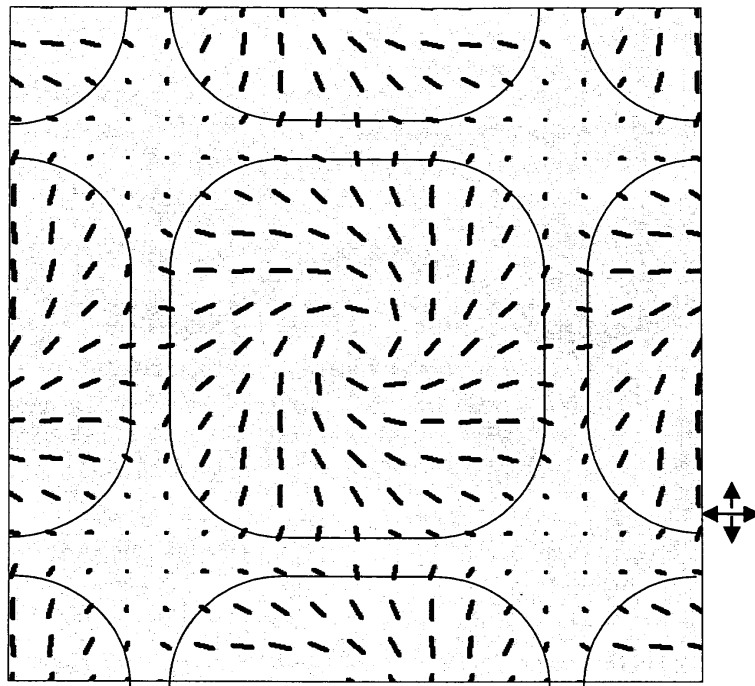
도면23



$d/p=0.13$
 $d \cdot \Delta n=500\text{nm}$

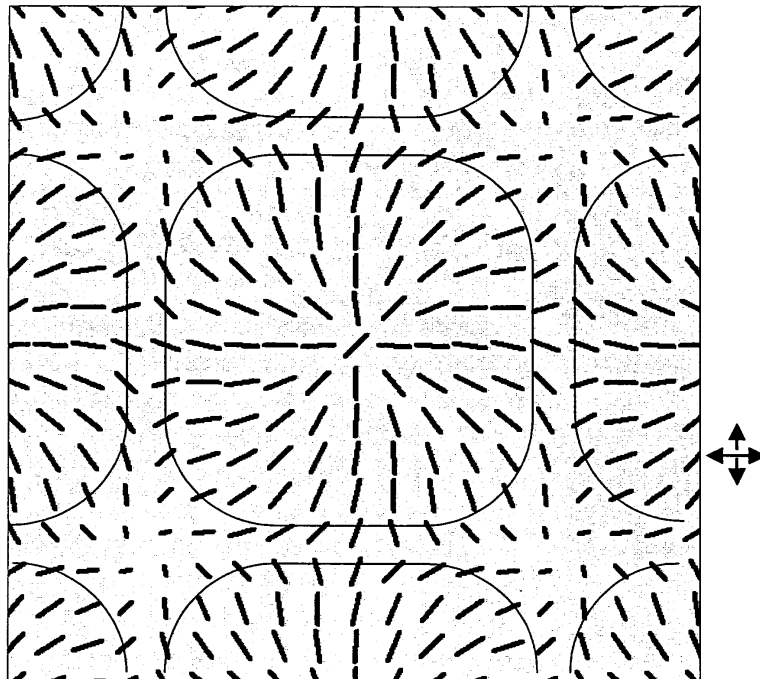


도면24



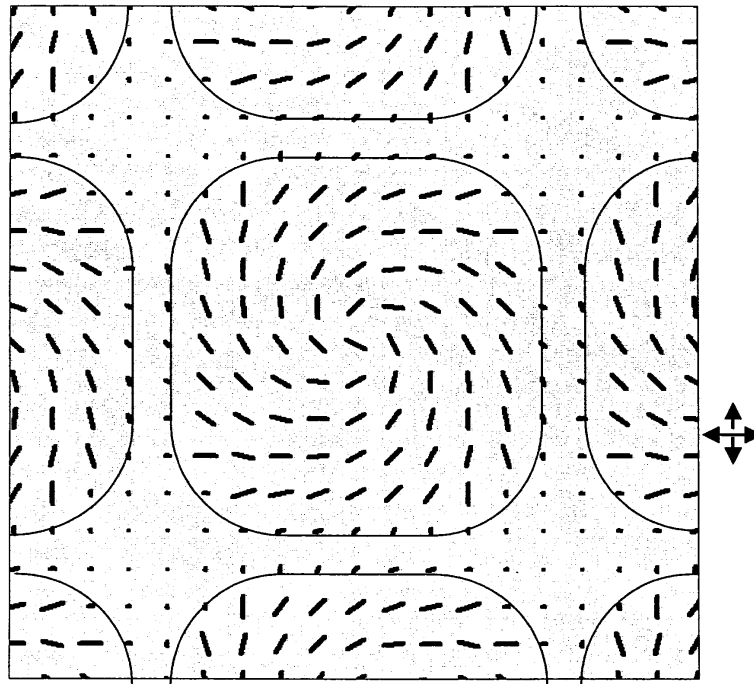
$d/p=0.38$
 $d \cdot \Delta n=600\text{nm}$
 대향 전극 표면 부근에서

도면25



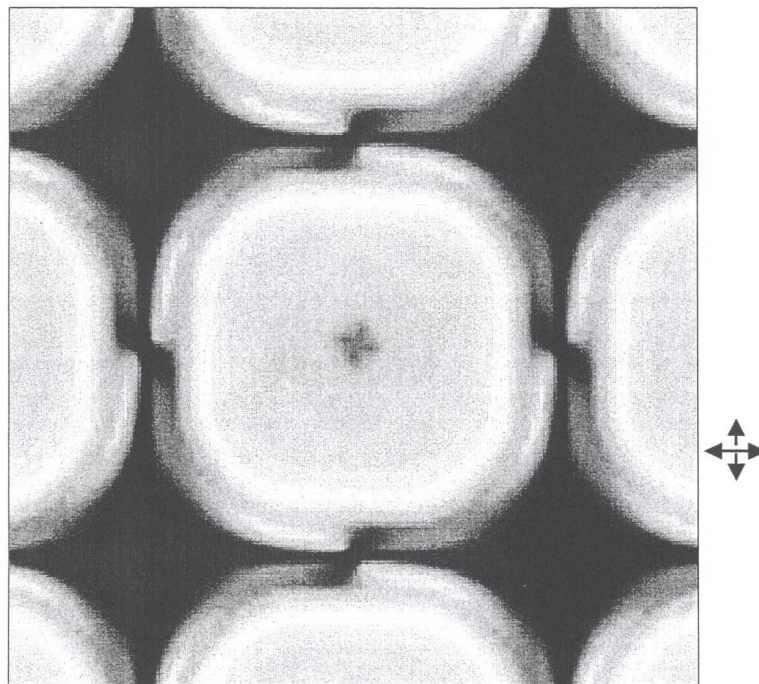
$d/p=0.38$
 $d \cdot \Delta n=600\text{nm}$
 액정층의 중간 부근에서

도면26

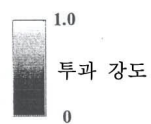


$d/p=0.38$
 $d \cdot \Delta n=600\text{nm}$
 화소 전극 표면 부근에서

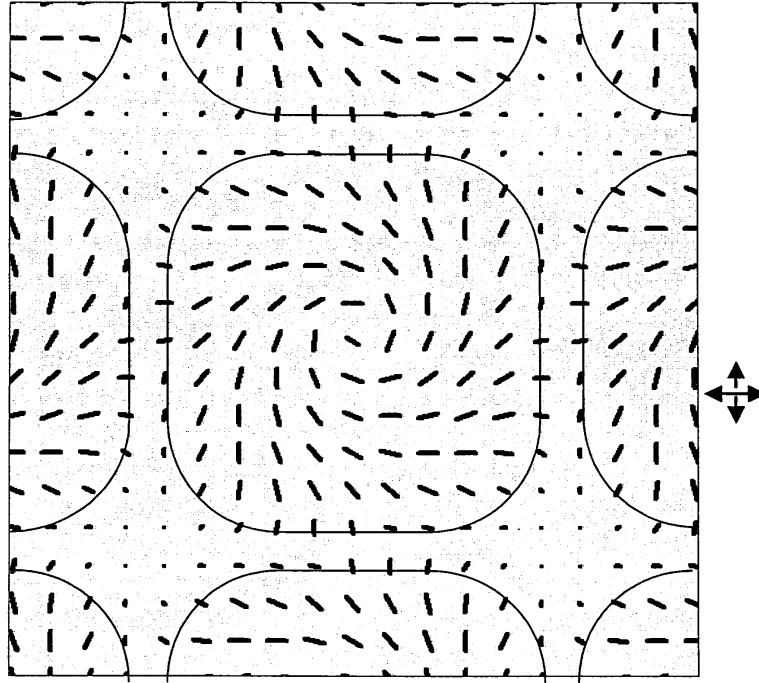
도면27



$d/p=0.38$
 $d \cdot \Delta n=600\text{nm}$

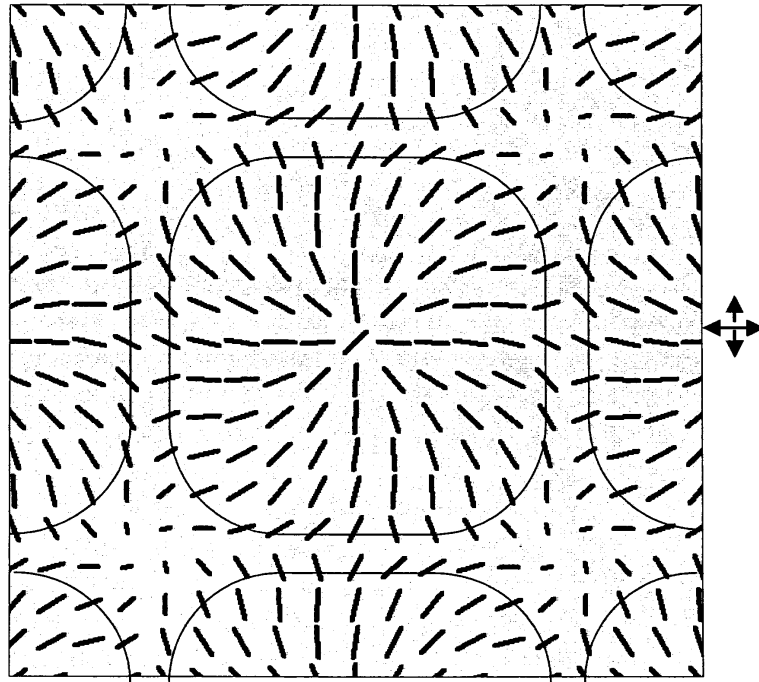


도면28



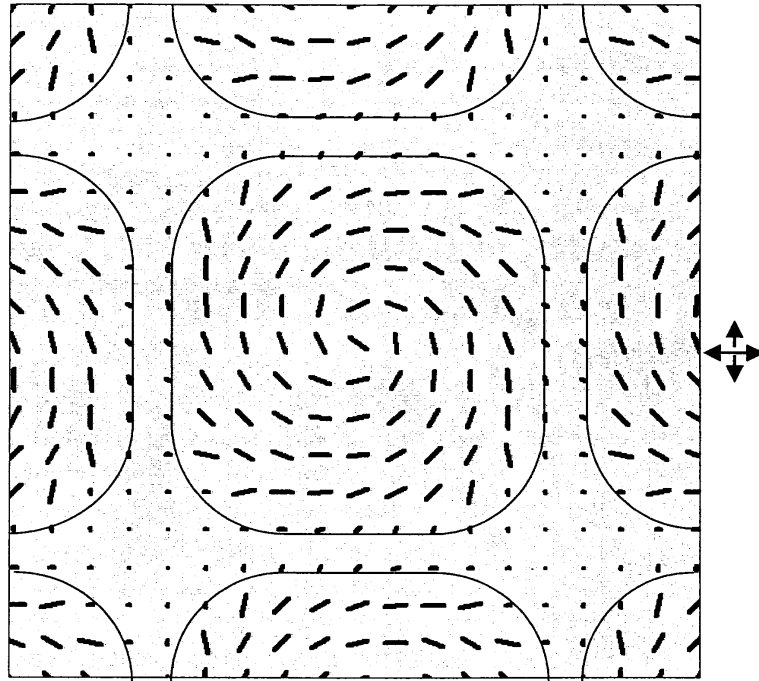
$d/p=0.48$
 $d \cdot \Delta n=680\text{nm}$
 대향 전극의 표면 부근에서

도면29



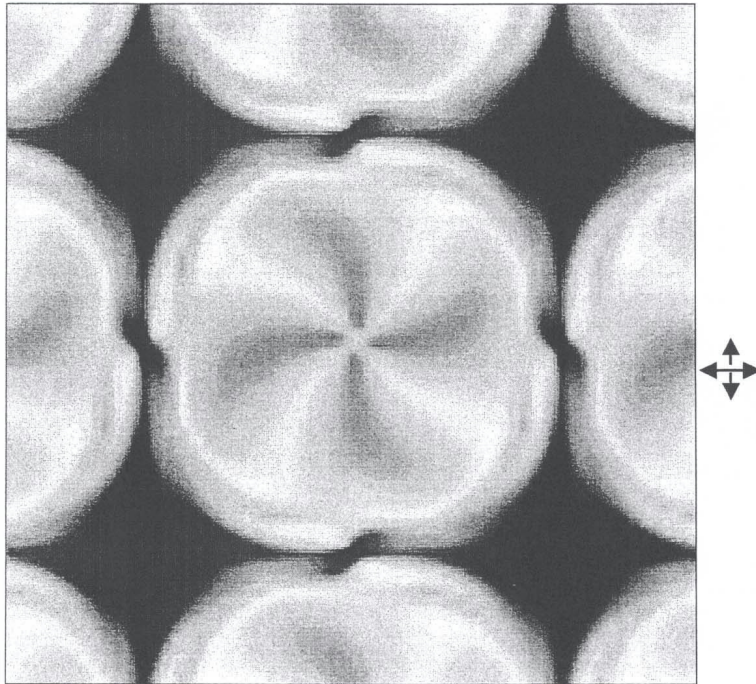
$d/p=0.48$
 $d \cdot \Delta n=680\text{nm}$
 액정층의 중간 부근에서

도면30

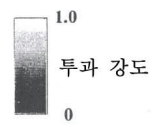


$d/p=0.48$
 $d \cdot \Delta n=680\text{nm}$
 화소 전극 표면 부근에서

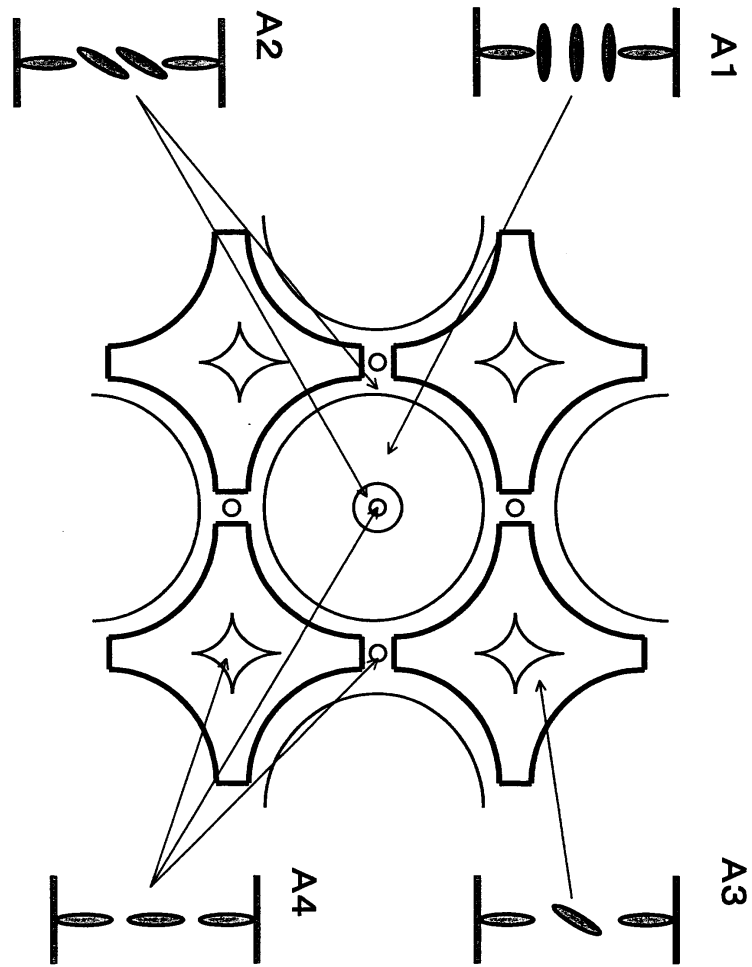
도면31



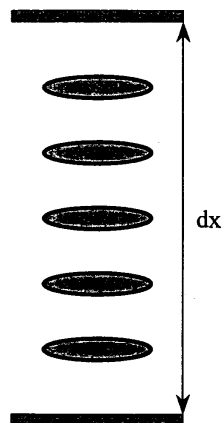
$d/p=0.48$
 $d \cdot \Delta n=680\text{nm}$



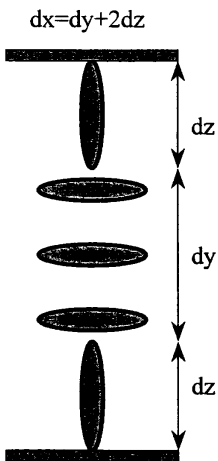
도면32



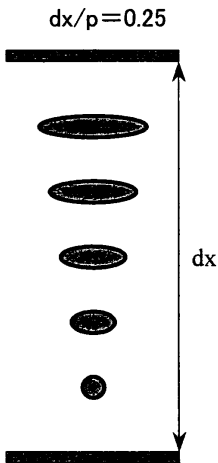
도면33



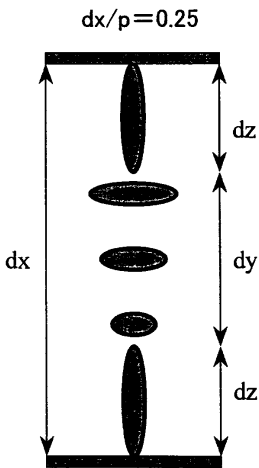
도면34



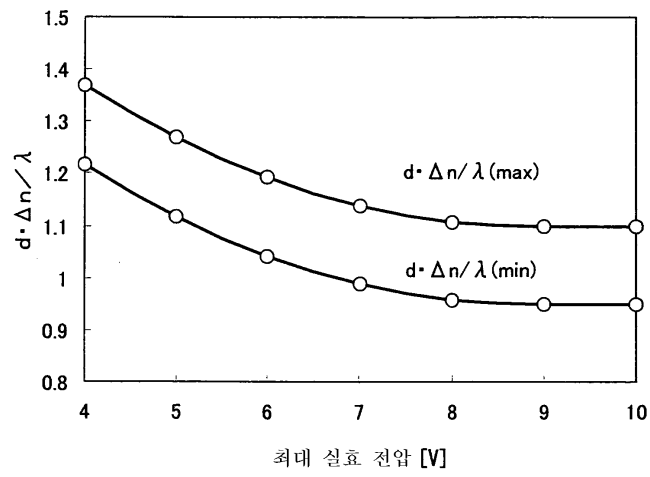
도면35



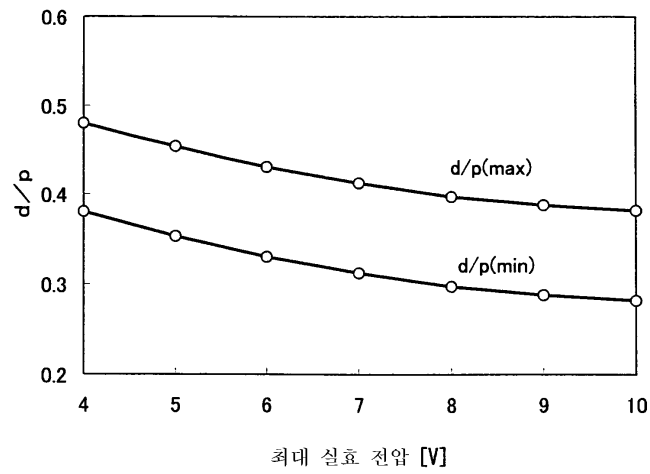
도면36



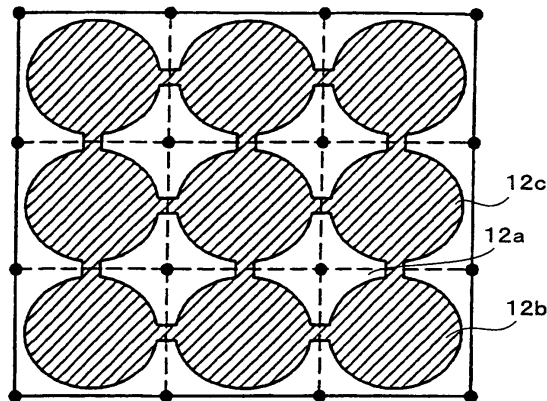
도면37



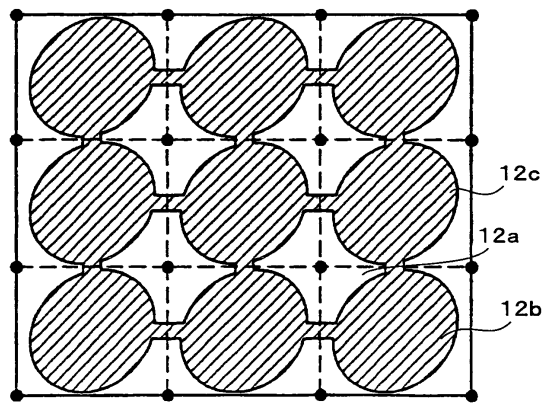
도면38



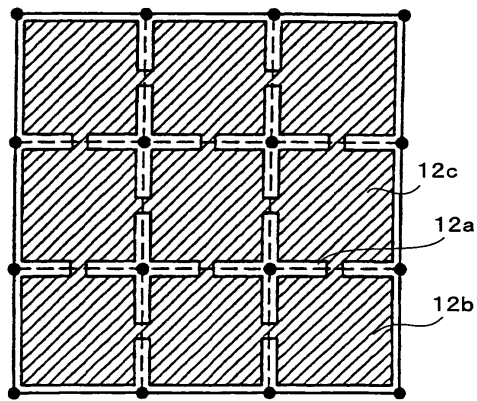
도면39



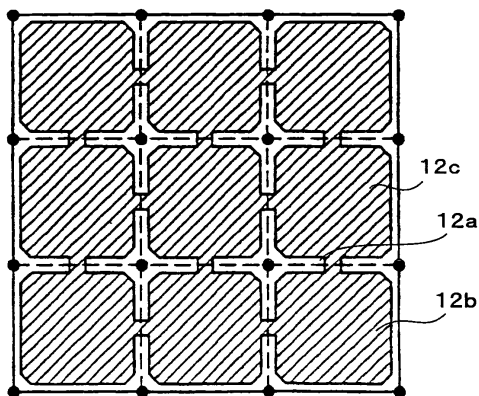
도면40



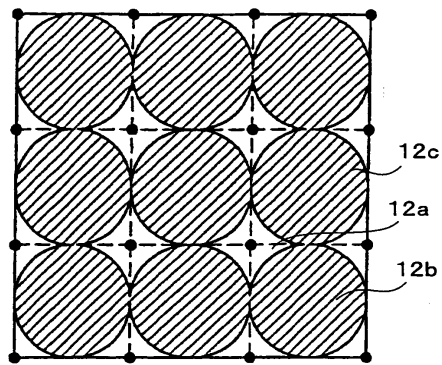
도면41



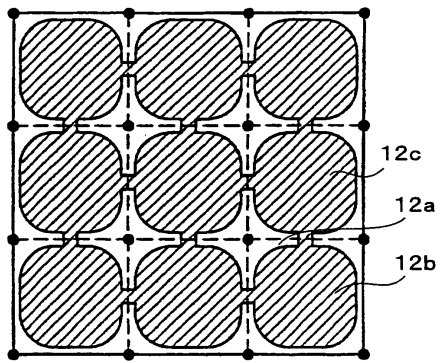
도면42



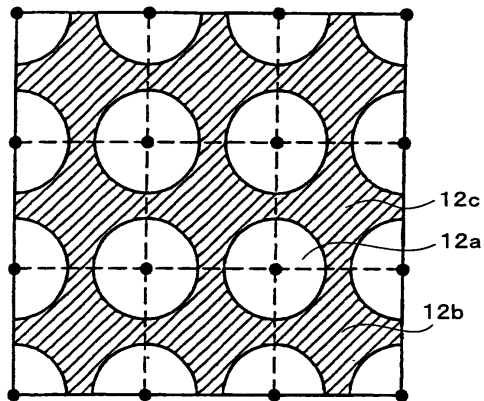
도면43



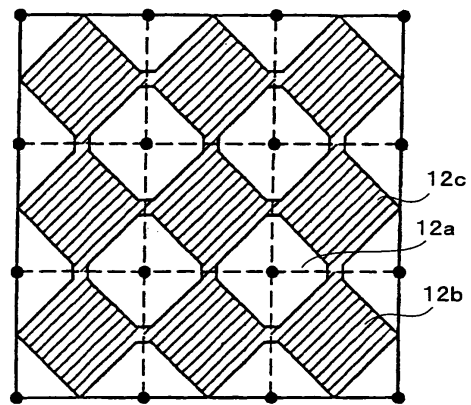
도면44



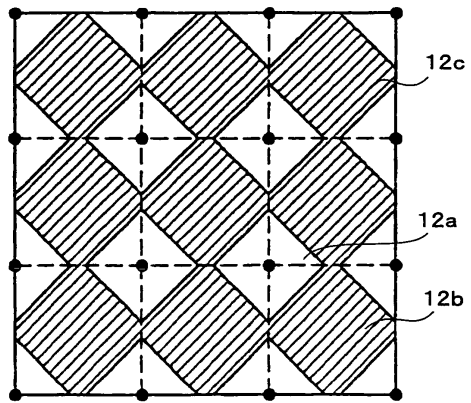
도면45



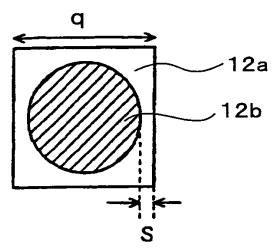
도면46



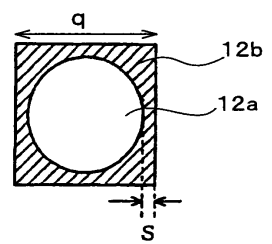
도면47



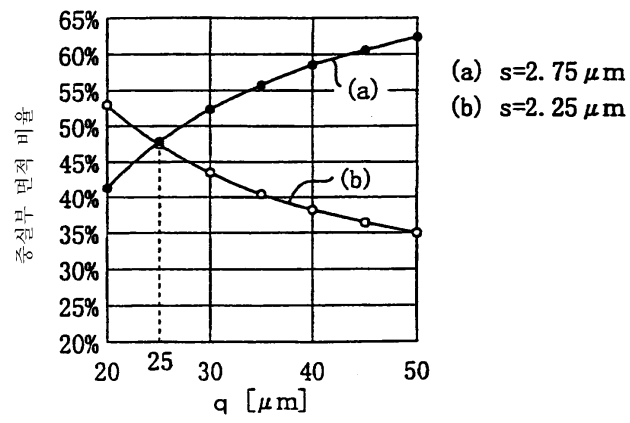
도면48



도면49



도면50



专利名称(译)	液晶显示器		
公开(公告)号	KR100523777B1	公开(公告)日	2005-10-26
申请号	KR1020030061641	申请日	2003-09-04
[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	OGISHIMA KIYOSHI 오기시마기요시 KUBO MASUMI 구보마스미		
发明人	오기시마기요시 구보마스미		
IPC分类号	G02F1/1337 G02F1/139 G02F1/1343 G02F1/1333		
CPC分类号	G02F1/134336 G02F1/133707 G02F1/1393		
代理人(译)	CHANG, SOO KIL		
优先权	2002262152 2002-09-06 JP		
其他公开文献	KR1020040022166A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

在垂直取向模式中，在施加电压时的取向方向的成分表面，即使液晶分子存在沿着正交尼科耳（交叉尼科尔），消光形状（淬灭图案）取向的液晶显示由于液晶分子从而可靠地提供用户无法识别的液晶显示装置。当所施加的最大施加的垂直取向模式的Vmax的液晶显示器的液晶层的有效电压[V]，在液晶层，0的d / P。0.021×（的Vmax）2-0.0458×（的Vmax）0.65和，0.0021×（的Vmax）2-0.0458×（的Vmax）0.50的Δn一个液晶层的d / λ，-0.00026×（的Vmax）组之间，以及在3 + 0.016×（的Vmax）设为2-0.2281×（的Vmax）和2.124，-0.00026×（的Vmax）之间3 + 0.016×（的Vmax）2-0.2281×（的Vmax）1.7603。1指数方面 液晶层，最大有效电压，液晶分子，面积渗透

