



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0050777
(43) 공개일자 2011년05월17일

(51) Int. Cl.

G02F 1/1335 (2006.01) G02F 1/13 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0107298

(22) 출원일자 2009년11월09일

심사청구일자 2009년11월09일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 궁동 220번지 충남대학교

(72) 발명자

김종현

대전광역시 유성구 궁동 다솔아파트 103-1001

이호현

충청남도 천안시 서북구 직산읍 자은가리 50-1번지

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김원준

전체 청구항 수 : 총 3 항

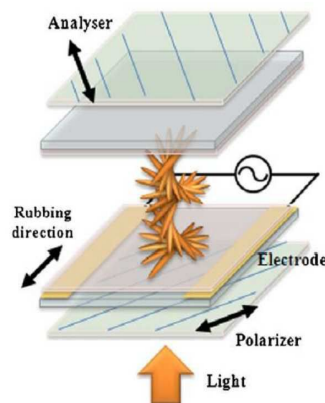
(54) 콜레스테릭 액정 디스플레이

(57) 요약

본 발명은 적어도 한쪽이 투광성을 갖는 한 쌍의 기관; 상기 기관 사이에 협지되며, $0 \leq e/\sqrt{\Delta\epsilon K} < 1$ 의 조건을 만족하고, 나선 축이 기관에 수직하도록 평면 배향된 콜레스테릭 액정 조성물; 상기 기관에 평행한 횡단 전기장을 인가하는 전극; 및 상기 기관의 양단에 서로 수직하도록 각각 설치되는 편광자 및 검광자;로 구성되는 것을 특징으로 하는 콜레스테릭 액정 디스플레이에 관한 것이다. 이때, e 는 플렉소전기분극 계수(flexoelectric coefficient)의 평균, $\Delta\epsilon$ 는 유전이방성(dielectric anisotropy), K 는 탄성 상수(elastic constant)의 평균을 나타낸다.

본 발명의 액정 디스플레이는 평면 배열된 콜레스테릭 액정의 유전 반응을 이용하여 네마틱 액정 디스플레이와 같이 광효율이 우수하면서도 응답 속도가 빠르고, 인가되는 전기장의 극성에 무관하므로 보다 다양한 분야에 정보 표시를 위하여 널리 이용될 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

유정선

대전광역시 유성구 궁동 다솔아파트 103-1001

히로츄구 키쿠치

일본 815-0075 후쿠오카 미나미구

나가오카1-6-23-602

신-이치 야마모토

일본 811-2303 후쿠오카현 카수야군 카수야-마치

1460-2 매손 프리미어 102

특허청구의 범위

청구항 1

적어도 한쪽이 투광성을 갖는 한 쌍의 기관;

상기 기관 사이에 협지되며, $0 \leq e/\sqrt{\Delta\epsilon K} < 1$ 의 조건을 만족하고, 나선 축이 기관에 수직하도록 평면 배향된 콜레스테릭 액정 조성물;

상기 기관에 평행한 횡단 전기장을 인가하는 전극;

상기 기관의 양단에 서로 수직하도록 각각 설치되는 편광자 및 검광자;

로 구성되는 것을 특징으로 하는 콜레스테릭 액정 디스플레이.

단, e 는 플렉소전기분극 계수(flexoelectric coefficient)의 절대값의 평균, $\Delta\epsilon$ 는 유전이방성(dielectric anisotropy), K 는 탄성 상수(elastic constant)의 평균.

청구항 2

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 기관간의 간격과 콜레스테릭 액정의 피치의 비(d/p_0)가 10이상인 것을 특징으로 하는 콜레스테릭 액정 디스플레이.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 콜레스테릭 액정의 나선 피치가 $380/n$ (nm)보다 작은 것을 특징으로 하는 콜레스테릭 액정 디스플레이.

단, n 은 콜레스테릭 액정의 평균 굴절율.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 액정 디스플레이에 관한 것으로, 보다 상세하게는 평면 배열된 콜레스테릭 액정의 유전 반응을 이용하여 응답 속도가 빠르고, 인가되는 전기장의 극성에 무관한 액정 디스플레이에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 액정 디스플레이(LCD)는 액정표시장치는 2개의 기관 사이에 고체와 액체의 중간 물질인 액정을 주입하여 두 기관에 배치된 전극 간에 형성되는 전기장에 의해 액정 분자의 배열을 변화시킴으로써 화상을 표시하는 디스플레이 장치로서, 각종 표시 소자 중에서도 두께가 얇고 경량이면서 소비 전력이 작아, 텔레비전이나 모니터 등의 화상 표시 장치나, 워드 프로세서, 퍼스널 컴퓨터 등의 OA(Office Automation) 기기, 카메라, 휴대 전화 등의 정보 단말기 등 여러 분야에서 정보를 디스플레이하는데 사용되어 지고 있다. 또한, 유기전계발광소자(OLEDs), 플라즈마 디스플레이 패널(PDPs)와 같은 새로운 평면 패널 디스플레이의 개발과 제조가 가속되고 있으며, 새로운 응용분야의 도입은 이들의 요구조건을 충족시키기 위해 새롭고 더 높은 성능을 요구한다.

[0003] 종래 중소형 디스플레이에서 응용되고 있는 액정 표시 소자로서 TN(Twisted Nematic) 표시 방법은 투과율이 높은 장점에도 불구하고, 시야각 특성, 콘트라스트, 응답 특성 상의 결점으로 인하여 CRT(cathod ray tube)를 능

가하는데 장애가 된다. 좁은 시야각 특성을 향상시키기 위하여 수평 전기장을 이용한 IPS(in-plane switching) 모드가 개발되었으나, 전극 윗부분에서 액정분자들이 회전하지 않아서 광효율이 떨어지고, 구동전압이 높으며, 시야각에 따른 색덱 문제가 존재한다. 최근, 블루상을 이용하는 액정 디스플레이가 현재의 네마틱 액정 모드에서는 얻을 수 없는 빠른 반응이 가능할 것으로 기대되어 주목을 받고 있다. 이와 같이 다양한 모드의 액정 디스플레이가 널리 사용되고 있으나, 각 액정 디스플레이들은 여전히 특유의 장점과 함께 한계를 갖고 있어 이를 극복할 수 있는 모드를 찾기 위한 노력이 계속되고 있다. 특히, 최근의 디스플레이에서 요구되는 풀 컬러 동영상을 실현하기 위해서는, 응답시간을 크게 개선하는 것을 필요로 한다.

[0004] 콜레스테릭 액정은 천연 콜레스테롤로 만들어진 화합물에서 최초로 발견되었으며, 이 때문에 콜레스테릭 액정이라 명명되었다. 그 후로 네마틱 액정에 카이럴 첨가물(chiral dopant)를 섞는 방법을 통하여 동일한 분자구조를 갖는 액정을 만들게 되었고 이를 카이럴 네마틱 액정이라 명하게 되었다. 두 액정상의 분자구조가 동일하므로 두 단어는 동일한 의미로 사용된다.

[0005] 콜레스테릭 LC(CLC)는 CLC의 피치에 필적하는 파장의 빛에 대해 키랄성(chirality), 편광 및 색 선택성을 나타내며, 이러한 성질을 이용하여 유익한 광학 장치를 생산하려는 많은 시도가 있어왔다. 평면(planar) 배열의 콜레스테릭 액정 편광기는 반사되는 빛을 재활용하여 종래의 선편광 시트 편광기에 비해 효율이 증가될 것으로 기대된다. 유전 반응에 의한 피치 연장은 동적으로 반사되는 파장을 제어함으로써 가시광선과 near-IR영역의 반사광의 파장을 제어하는 도구로 사용할 수 있다. 포칼 코닉(focal conic) 및 평면 배열 사이의 쌍안정(bistable) 상변이(phase transition)를 이용하는 디스플레이는 각 상태에서 액정의 상태가 달라 반사되는 빛의 세기가 달라지고, 또한 각 상태에서 전기장을 인가하지 않아도 안정한 상태를 유지함으로써 에너지-절약형 쌍안정 장치에 이용될 수 있다. 균일하게 비틀린(twisted) 콜레스테릭 액정의 플렉소 전기분극(flexoelectric) 효과는 나선형 축의 경사를 야기한다고 알려져 있으며, 이 효과를 이용하여 콜레스테릭 액정을 빠른 전기광학 장치에 응용할 수 있다. 그렇지만 아직까지 어느 것도 상용화 수준에까지는 이르지 못한 상황이다.

[0006]

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0007] 본 발명은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 네마틱 액정 디스플레이와 같이 광효율이 우수하면서도 반응 응답 속도가 빠른 액정 디스플레이를 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0008] 진술한 목적을 달성하기 위한 본 발명은 적어도 한쪽이 투광성을 갖는 한 쌍의 기관; 상기 기관 사이에 협지되며, $0 \leq e/\sqrt{\Delta\epsilon K} < 1$ 의 조건을 만족하고, 나선 축이 기관에 수직하도록 평면 배향된 콜레스테릭 액정 조성물; 상기 기관에 평행한 횡단 전기장을 인가하는 전극; 및 상기 기관의 양단에 서로 수직하도록 각각 설치되는 편광자 및 검광자;로 구성되는 것을 특징으로 하는 콜레스테릭 액정 디스플레이에 관한 것이다. 이때, e 는 플렉소 전기분극 계수(flexoelectric coefficient)의 절대값 평균, $\Delta\epsilon$ 는 유전이방성(dielectric anisotropy), K 는 탄성 상수(elastic constant)의 평균을 나타낸다.

[0009] 도 1은 본 발명의 콜레스테릭 액정 디스플레이의 구조를 보여주는 모식도이다. 전기장이 인가되지 않았을 때에는 콜레스테릭 액정의 방향자는 셀에서 셀간격 방향으로 일정 정도로 방향을 바꾸면서 나선축이 기관에 수직하도록 나선 정렬되어 있다. 본 디스플레이에서는 액정 층에서 빛의 편광 변화가 매우 적고, 편광자와 검광자가 수직방향이기 때문에 어떠한 빛이 조사되던지 전기장이 인가되지 않은 상태에서는 빛이 투과되지 않으므로 어두운 상이 유지된다. 여기에 전기장을 인가하게 되면 전기장의 세기에 따라 액정 방향자가 전기장 방향으로 나선한다. 이것에 의해 투과하는 빛의 편광이 변화하며 밝은 상을 나타내게 된다. 이때 액정 방향자 방향과 전기장의 방향이 수직에 가까운 방향자들은 전기장에 관계없이 방향을 바꾸기 어려우므로 원래의 방향을 유지한다. 전기장을 증가시키면 전 체계를 안정시키기 위해 피치가 증가하게 된다. 피치가 증가하면 거기에 맞추어 앞에

서와 같이 방향자들이 전기장과 같은 방향으로 늘어지게 된다. 그렇지만 피치의 변화는 전체 액정 셀의 투과율 변화에 미미하게 기여를 한다. 전체적으로 일정한 피치 내에서 액정의 방향의 변화는 짧은 피치로 인해, 매우 작은 셀 간격과 같은 역할을 하여 매우 빠르게 반응을 하게 된다.

효 과

[0010] 이상과 같은 본 발명의 콜레스테릭 액정 디스플레이는 종래의 뒤틀린 네마틱(twisted nematic) 액정 디스플레이에 비해 응답 속도가 매우 빠르기 때문에 보다 다양한 분야에 정보 표시를 위하여 널리 이용될 수 있다. 또한, 인가되는 전기장의 극성에 무관하기 때문에 액정 내에 존재하는 이온에 의해 디스플레이의 품질이 저하되는 것을 방지할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0011] 이하 도면 및 구체적인 실시 예를 통하여 본 발명을 상세하게 설명한다. 그러나, 이들 실시예는 예시적인 목적일 뿐 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

[0012] 실시예 1 : 콜레스테릭 액정 디스플레이의 제조

[0013] 액정 셀을 제작하기 위하여 두개의 유리 기판을 준비하였다. 하나는 약 120 또는 10 μ m 간격으로 2개의 평행한 Cr 전극을 코팅하였다. 다른 하나에는 전극을 형성하지 않았다. 양 기판을 polyimide AL-3046(JSR)로 스핀 코팅한 후 220 $^{\circ}$ C에서 소성하였다. 통상의 러빙(rubbing) 기술에 의해 균일하고 충분히 러빙하였다. 러빙된 표면에서의 전경사(pretilt) 각도는 전형적인 액정에서 보이는 수배보다 크지 않은 것으로 보인다. 양 기판을 셀 간격이 약 10 μ m가 되도록 에폭시 수지를 사용해서 고정하였다. 셀을 고정하기 전에, 두 기판의 러빙 방향을 평행 또는 수직으로 조정하였다. 하기 실험 결과, 러빙 방향은 실험 결과에 거의 영향을 미치지 않았다.

[0014] 액정 조성물(Chisso)로는 4-cyano-t'-pentylbiphenyl(5CB) 44.0 wt%, JC-1041XX 48.2 wt% 및 2, 5-bis-[4'-(hexyloxy)-phenyl-4-carbonyl]-1,4;3, 6-dianhydride-D-sorbitol[ISO-(C60BA)₂] 7.8 wt %의 혼합물을 사용하였다. 상기 조성물은 고온으로부터 냉각함에 따라 등방상, blue phase 및 콜레스테릭 상을 순차적으로 나타내며, 실험이 행해진 상온에서는 콜레스테릭 상을 나타낸다. 액정 조성물은 등방상(isotropic phase)에서 셀에 주입하고 온도를 실온으로 서서히 냉각하였다.

[0015] Cano cell 측정 결과, 상온에서 상기 콜레스테릭 액정의 피치는 0.22 μ m이며 셀 간격은 10.0 μ m이다. 비전계하에서 셀의 반 피치 수는 91이다.

[0016] 도 1에 도시된 것과 같이 기판의 양단에는 편광자(polarizer)와 검광자(analyzer)를 각각 설치하였다. 편광자와 검광자는 서로 수직 방향으로 조정하였으며, 전기장의 방향은 편광기에 대해 $\pi/4$ 방향을 향한다. 전기장은 함수 발생기(function generator)와 증폭기를 통해서 최고 10V/ μ m까지 가하였다. 투과율 또는 텍스처의 측정을 위해서는 1 kHz의 사인파 또는 square파를 인가하였으며, 응답 시간의 측정을 위해서는 펄스 타입의 bipolar square 전기장을 인가하였다. 하기에서 전기장은 모두 제곱 평균값(root mean squared value)으로 나타내었다.

[0017] 실시예 2 : 콜레스테릭 액정 디스플레이의 특성 측정

[0018] 실시예 1에서 제조된 콜레스테릭 액정 디스플레이의 텍스처와 투과율 특성을 측정하였다.

[0019] 콜레스테릭 상에서, 몇몇 유성(oily) 스트라이크를 제외하고는 텍스처는 균일한 어두운 이미지를 나타내었다. 샘플의 회전은 밝기에 거의 영향을 미치지 않았으며, 아주 어두운 상(state)이 교차된 편광자에 유지되었다. 전기장을 증가시키기에 따라 편광경(conoscope)의 이미지는 등방성 배열의 대칭 패턴과 정전용량(capacitance)의 증가를 나타내었다. 이러한 결과로부터, 콜레스테릭상의 방향은 나선 축이 기판에 대해 수직인 평면 배열을 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0020] 셀의 밝기는 도 2의 (a)에 보여주는 것과 같이 평면 전계(in-plane field strength)가 증가함에 따라 증가하였다. 도 2의 (b)는 전기장의 세기에 따라 백색광 및 적색광의 투과율의 변화를 보여주는 그래프이다. 백색광은

580nm(half width 180nm)인 현미경 광원을, 적색광은 640nm(half width 80nm)의 빛을 사용하였다. 전기장은 1kHz의 사인파이며, 도면 상에 기재된 세기는 제곱평균값이다. 전기장이 낮은 경우에는 투과율의 변화는 매우 완만하며, 점차 급경사로 된다. 8V/μm의 전기장에서, 투과율은 최고점에 달하고 점차 감소한다. 백색광의 명암비(contrast ratio)는 약 10이며, 적색광 일때는 약 80까지 증가하였다. 전기장 크기의 증가와 감소에 따른 히스테리시스(hysteresis)는 거의 없었다.

[0021] 도 3은 square 전계를 인가하였을 때의 시간에 따른 투과율의 변화를 보여주는 그래프로 전기장의 세기는 9V/μm이다. 도 3의 그래프로부터 본 콜레스테릭 액정 디스플레이의 응답 시간은 약 0.1ms임을 확인할 수 있었다. On/off 시간에는 눈에 띄는 차이는 없었다. 별도의 데이터로 도시하지는 않았으나, 응답 시간은 실험 범위내의 다른 전기장의 세기와 극성에서도 유사한 수치를 나타내었다.

[0022] 실시예 3 : 콜레스테릭 액정 디스플레이의 특성 계산

[0023] 디렉터는 경사지지 않은 기판에 무한한 상호작용 (anchoring)에 의해 고정되었고, 비전계하에서 셀에서의 액정의 피치는 원래의 액정 자체의 피치와 거의 같고, 전계가 균일하다고 가정하면 본 발명의 디스플레이에 대해 다음과 같이 계산할 수 있다.

[0024] 비전계하에서 투과율(transmission) I는 피치 수, 복굴절 및 빛의 파장에 의존한다. 평면 배향된 콜레스테릭 액정을 통과할 때 빛은 위상 지연(phase retardation)이 일어난다. 기판에 수직으로 주사된 빛의 투과율은 편광자와 감광자가 수직인 구조에서 다음 식으로 표현될 수 있다(Optical Waves in Crystal, Wiley, New Jersey, 2003).

$$I \propto \frac{\pi^2 M^2 + \Gamma^2/4 \sin^2(2\varphi)}{\pi^2 M^2 + \Gamma^2/4} \sin^2(\sqrt{\pi^2 M^2 + \Gamma^2/4})$$

[0025] 식 (1)

[0026] 여기서, 반피치수 M은 셀 간격(d)에 존재하는 반 피치의 수로 po를 피치라 하면 d=Mpo/2로 나타낼 수 있다. j은 편광자와 배향층의 디렉터 방향 사이의 각도이며, Γ는 빛의 위상지연을 나타낸다. 위상지연 $\Gamma=2\Delta n d/\lambda$ 로 정의된다. Δn은 굴절율의 이방성을 의미한다.

[0027] 상기 식에서 $j=\pi/4$ 이고, $M \gg \Gamma/2$, 즉, $2\lambda/\Delta n \gg po$ 인 조건에서, 투과율 $I \propto (\Gamma^2/8\pi M)^2$ 로 어림잡을 수 있다. 이 식으로 부터, M값이 커질수록 투과율은 감소하므로 적절한 M값에 대해, 투과율은 충분히 어두울 것으로 기대된다. 도 4의 (a)는 상기 실시예 1에서 제작된 디스플레이에 대해 고정된 셀간격에서 반피치수의 변화에 따른 투과율 계산 결과를 보여주는 그래프이다. 셀갭은 10μm, 빛의 파장은 램프의 중심 스펙트럼(spectrum) 라인인 0.58μm, 굴절율 이방성은 5CB의 굴절율 이방성인 1.702-1.539=0.163로 간주하였다.

[0028] 전기장이 인가되었을 때와 인가되지 않았을 때의 대비비가 2.5이상이라면 반사형 디스플레이에서 식별이 가능하다. 도 4의 (a)에서 확인할 수 있듯이 전기장이 인가되지 않았을 경우 피치수가 10(반피치수가 20)인 경우 투과율은 0.4이다. 전기장이 인가되었을 때의 투과율은 이론적으로 1이 되므로 대비비가 2.5가 된다. 따라서 대략적으로 셀간격(d)/피치(po)는 10이상이어야 한다. 상기 수치는 실시예 1의 액정 물질에 대한 계산 값이기는 하지만 통상 액정물질의 굴절율 이방성의 편차가 크지 않고, 셀간격의 조절에 의해 굴절율 이방성의 편차로 인한 투과율의 차이를 조절할 수 있다. 도 4의 (a)에서 반피치수가 큰 경우, 비전계하에서의 투과율이 0에 가까우므로 반피치수는 10 이상이면 어떤 값이어도 무방하나, 액정 셀의 갭이 무한하지 않고 통상적으로 10μm 미만이며 피치수 역시 일정 제한이 따르므로 실질적으로는 1000 이상을 넘는 것은 어려울 것이다. 신문의 경우 대비비는 10 정도이고, 통상 반사형 디스플레이는 신문 이상의 대비비를 추구하므로 d/po는 무전계하에서 0.1의 투과율을 나타내는 20 (반피치수 40) 이상인 것이 보다 바람직하다. 도 2의 (b)의 백색광과 적색광에 대한 두 곡선의 명암비가 상이한 것은 field strength가 0인 경우 상 지연(Γ)이 빛의 파장에 반비례하므로, 상기 투과율 식에 의해 부분적으로 설명될 수 있다.

[0029] 본 발명의 디스플레이에서 피치는 380/n(평균 굴절율) nm보다 작은 것이 바람직하다. 콜레스테릭 액정의 플레너 상태에서는 입사광에 대해 특정 파장의 빛을 반사하며 이를 브래그반사(Bragg reflection)이라고 한다. 반사되는 빛의 파장은 콜레스테릭 액정의 장축의 굴절율과 단축의 굴절율의 평균값인 평균 굴절율(n)과 피치(po)의 곱으로 나타내어진다($\lambda = n \times po$). 디스플레이가 효율적이기 위해서는 비전계하에서 가시광선의 투과율이 낮아야 하므로 반사되는 빛의 파장이 가시광선 영역을 피해야 한다. 통상 가시광선에 해당하는 파장은

380~750nm 범위이므로, 따라서, 본 발명의 디스플레이에서 피치는 380nm/n보다 작은 것이 바람직하다.

[0030] 수평 전기장을 걸어주고, flexoelectric반응을 무시하면, 나선이 풀어지는 것과 동시에 피치가 증가한다. 셀 간격이 아주 긴 경우에는, 피치는 전기장의 세기가 증가함에 따라 계속적으로 증가하며 마침내 $E_H = \sqrt{\pi^4 K_2 / p_o^2 \Delta \epsilon}$ 에서 디렉터가 필드의 방향으로 배열할 것이다. 그러나 실제로는 셀 간격에서의 피치수는 유한값이며 전기장을 증가시킴에 따라 나선의 풀림은 이산된다.

[0031] 탄성변형, flexoelectric반응 및 유전 에너지를 포함한 자유에너지(F)를 이용하여 전기장에 따른 피치와 투과율 변화를 계산하면 다음과 같다(Appl. Opt. 43, 5006 (2004)). 평면 배열의 경우, 디렉터의 변화는 셀 두께(z)를 방향에 따라 이루어진다.

$$F = M \int \left[\frac{K_1}{2} (\nabla \cdot \bar{n})^2 + \frac{K_2}{2} (\bar{n} \cdot \nabla \times \bar{n} - q_o)^2 + \frac{K_3}{2} (\bar{n} \times \nabla \times \bar{n})^2 - P \cdot E - \frac{\Delta \epsilon}{2} (\bar{n} \cdot E)^2 \right] dz. \quad \text{식 (2)}$$

[0033] LC 구조가 반 피치의 주기성에 따라 반복되므로 적분 범위는 반 피치의 길이가 된다. 여기에서, M은 반 피치수, $\bar{n}$ 은 디렉터 벡터, K1, K2, K3은 탄성 상수, q_o 는 $2\pi/p_o$, p_o 는 전기장이 없을 때의 LC의 피치, P는 flexoelectricity에 의해 야기된 편광 벡터이며, E는 전기장 벡터이다.

[0034] 계산의 단순화를 위해서, 하나의 탄성 상수(K) 근사치와 평균 flexoelectric계수(e)를 사용하였다. E는 $(e_1 + e_2)/2$ 를 나타내며 반응이 작은 콜레스테릭 액정에서 flexoelectric 효과를 표현하는 것으로 알려져 있다. 변형된 상태(반 피치수가 L)와 변형되어 풀린 상태(반 피치수가 L-1) 사이의 자유 에너지를 비교하면, 주어진 장의 세기에 대한 적절한 피치수를 용이하게 결정할 수 있다.

[0035] 도 4의 (b)는 실시예 1의 조건에서 피치수와 electric coherence length $(\sqrt{K/\Delta \epsilon E^2})$ 사이의 관계를 보여준다. 피치의 변화는 electric coherence length가 큰 영역에서 불연속적이다. 즉, 전기장이 약한 범위에서 전기장을 증가시킴에 따라 불연속적인 피치사이의 전기장 간격이 감소하여 포화점 부근에서는 거의 연속적이다. 계산을 위한 액정 물질의 변수로는 액정 조성물 중 5CB의 값을 사용하였다. 5CB의 유전 이방성($\Delta \epsilon$)은 8.8×10^{-11} F/m이며, 굴절율 이방성은 1.702-1.539=0.163, K1, K2, K3의 평균 탄성 상수(K)는 6.5×10^{-12} N, e_1 과 e_2 의 평균 flexoelectric계수(e)는 -23×10^{-12} C/m이다. 셀갭은 10 μ m, 빛의 파장은 램프의 중심 스펙트럼(spectrum) 라인인 0.58 μ m로 간주하였다.

[0036] 셀을 통과하는 빛은 장의 세기가 달라지면 상이 변화한다. 투과율은 도 5의 (a)에서 볼 수 있듯이 전기장의 함수로 계산된다. 수의 계산은 이하의 방법으로 실행하였다. 첫째, 디렉터 방향과 피치수는 식 (2)를 사용하여 계산하였다. 둘째, 셀을 얇은 층으로 나누고 해당 층에서 광학 변위(variation)를 계산하였다. 셋째, 총 광학 변화를 셀의 모든 층을 합하여 계산하였다.

[0037] 만약 전기장의 계산 범위를 확장한다면, flexoelectric효과를 갖는 도 5의 (a)의 곡선은 도 2의 (b)의 측정값에 가까울 것이다. 그러나, 높은 필드 세기에서의 이러한 계산은 반응이 적은 상황에서만 기본적으로 유효한 평균 flexoelectric 계수를 사용했기 때문에 낮은 필드에서에 비해 그다지 정확하지 않을 수 있다.

[0038] 유전 반응과 flexoelectric 반응 사이의 비는 $e/\sqrt{\Delta \epsilon K}$ 에 의해 결정된다. 유전 이방성이 0인 액정의 경우, flexoelectric 효과가 주요한 전기 반응으로 액정이 광학 장치로 기능하도록 한다. 상기 값이 1보다 작은 경우에는 flexoelectric 반응은 유전 이방성에 의한 유전 반응에 비해 미미하다. 본 발명의 유전 이방성과 flexoelectricity 모두가 전기 반응에 기여하나 유전 반응이 주된 기능을 하므로 $e/\sqrt{\Delta \epsilon K}$ 은 1보다 작아야 한다. 또한, 그 값이 0에 가까울수록 flexoelectric 반응을 무시할 수 있으므로 본 발명의 디스플레이의 콜레스테릭 액정으로써 이상적이다. 따라서, 본 발명의 콜레스테릭 액정물질은 $0 \leq e/\sqrt{\Delta \epsilon K} < 1$ 의 조건을 만족하여야 한다. flexoelectric 효과는 전기장의 극성에 민감하며, 반응은 전기장의 방향에 대칭이다. 유전 반응과 flexoelectric 반응은 서로 직각이다. 복굴절에 대해서, 유전 반응은 주요한 요인이며 flexoelectricity는 복굴절의 증가를 지연시킨다. 만약 flexoelectricity가 없다면, 투과율은 도 5의 (a)에서처럼 더 작은 전계에서

포화될 것이다.

[0039] 피치 증가에도 불구하고, 투과율은 주로 디렉터의 배향(orientating)에 기인한다. 피치 연장에 따른 트랜스미션의 변화는 도 5의 (b)에서 확인할 수 있듯이 전 전기장 영역에서 그 차이는 최대값이 1% 미만으로 무시할만하다.

[0040] 외부 장이 없는 경우의 투과율은 식 (1)에서 보듯이 빛의 파장에 의존하므로, 전기장이 있을 때의 투과율은 빛의 파장에 영향을 받는다. 도 5의 (c)는 전기장 존재 시의 셀의 투과율이 파장에 의존하는 것을 보여준다. 도 2의 (b)와 마찬가지로 빛의 파장이 긴 경우 0 필드 세기에서 투과율이 보다 낮으므로 좋은 명암비를 얻기 위해서는 긴 파장의 빛을 사용하는 것이 좋다. 그러나 충분한 투과율선을 얻기 위해서는 필드 세기가 강한 것이 필수적이다. 피치는 전기장을 증가시키는 것에 의해 증가하며, 투과율에 비정상적인 변화를 야기할 수 있다. 전기장이 없을 때의 피치가 가시광선의 파장과 콜레스테릭 액정의 굴절율의 곱보다 작다고 하더라도, 전기장이 적용되면 빛의 특정 파장을 선택적으로 반사시킬 수 있다. 선택적인 반사 파장의 투과율을 특정 전기장에 대해 줄이는 것이 가능할 것이다.

[0041] 주어진 피치에 대해, 디렉터 변형은 주기적으로 반 피치의 고정된 경계조건에 의해 일어난다. 계산에 의하면 필드 세기가 피치 연장의 포화 세기 E_H 보다 작다면 피치는 광범위한 전기장 세기에서 단지 수백 나노미터정도에 불과하다. 따라서, LC스위칭은 매우 얇은 셀에서의 스위칭과 동일하다. 스위칭 시간(τ)은, 진폭이 작은 것으로 근사하였을 때(small amplitude approximation) $\tau \propto \rho^2$ 로 표시된다. 이는 도 3에서 볼 수 있듯이 종래의 네마틱 디스플레이에 비해 매우 빠른 반응을 야기한다.

도면의 간단한 설명

[0042] 도 1은 본 발명의 콜레스테릭 액정 디스플레이의 구조를 보여주는 모식도.

[0043] 도 2는 전기장의 인가에 따른 텍스처 및 투과율의 변화를 보여주는 사진 및 그래프.

[0044] 도 3은 스쿼어(square) 전기장 인가 시의 시간에 따른 투과율의 변화를 보여주는 그래프.

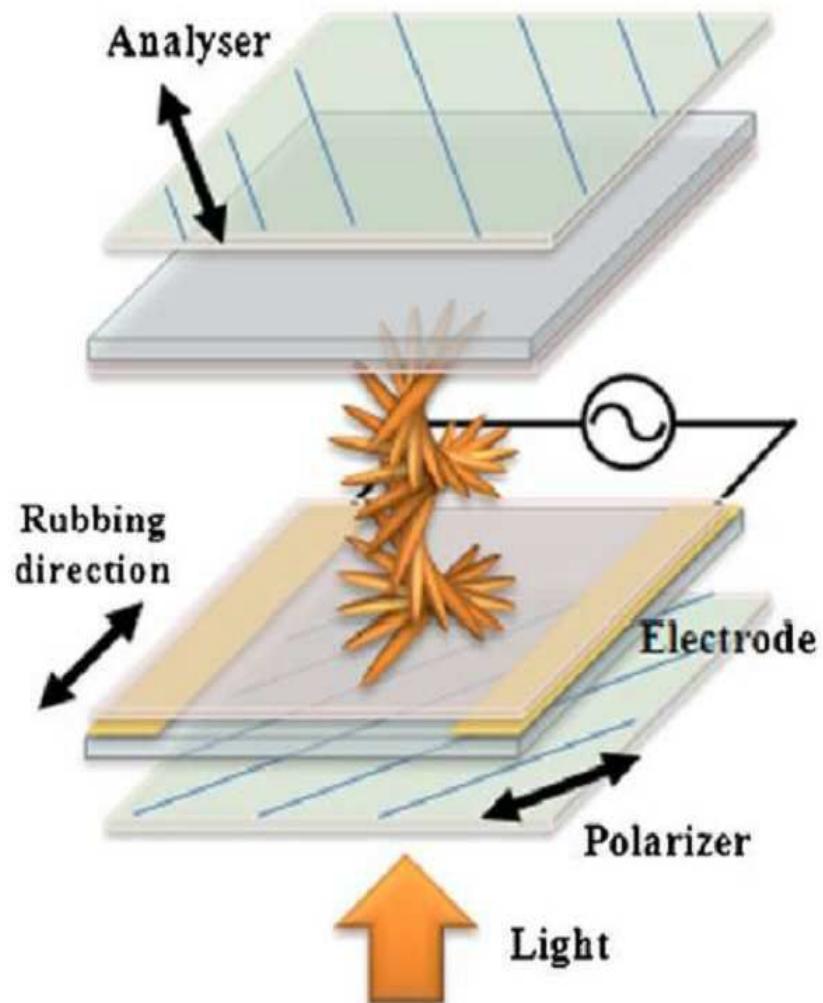
[0045] 도 4는 이론적으로 계산된 피치수에 따른 투과율의 변화 및 전기장 인가에 따른 피치수의 변화를 보여주는 그래프.

[0046] 도 5는 전기장의 세기에 따른 투과율의 변화의 이론값을 보여주는 그래프.

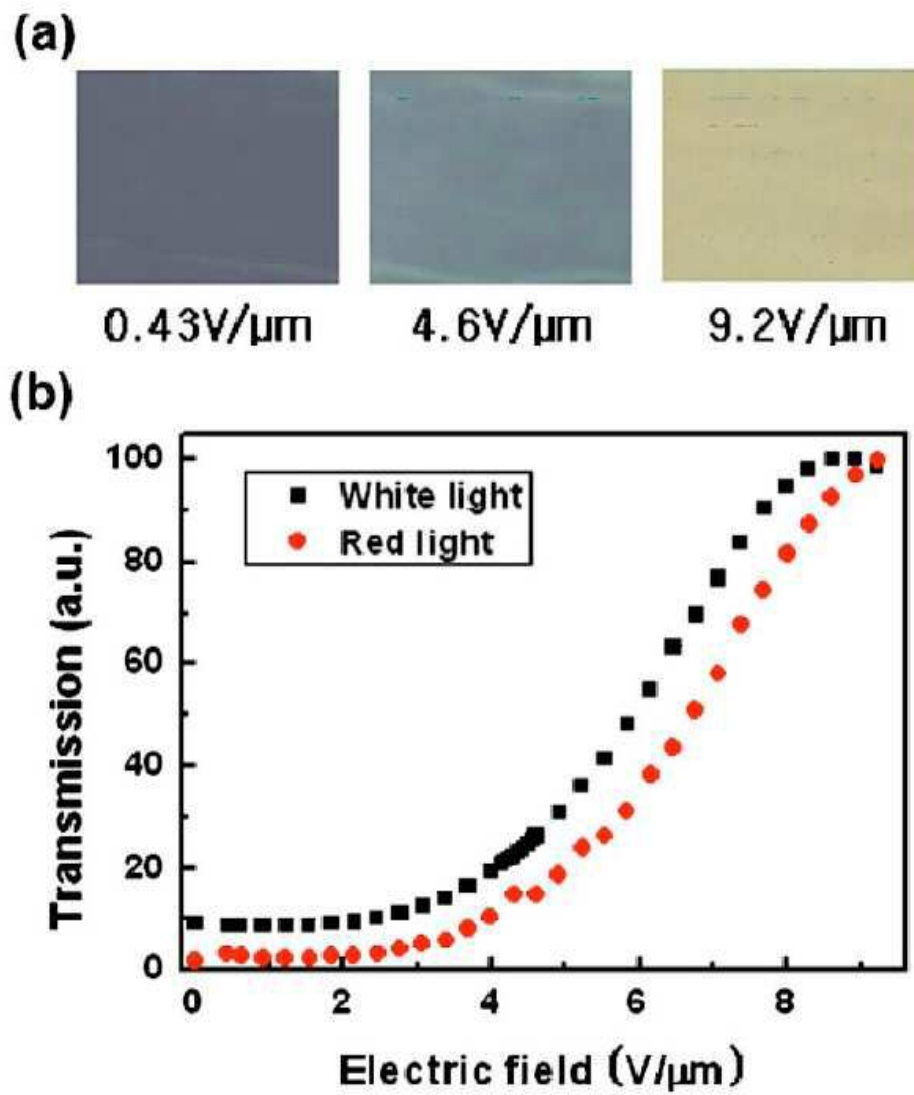
[0047]

도면

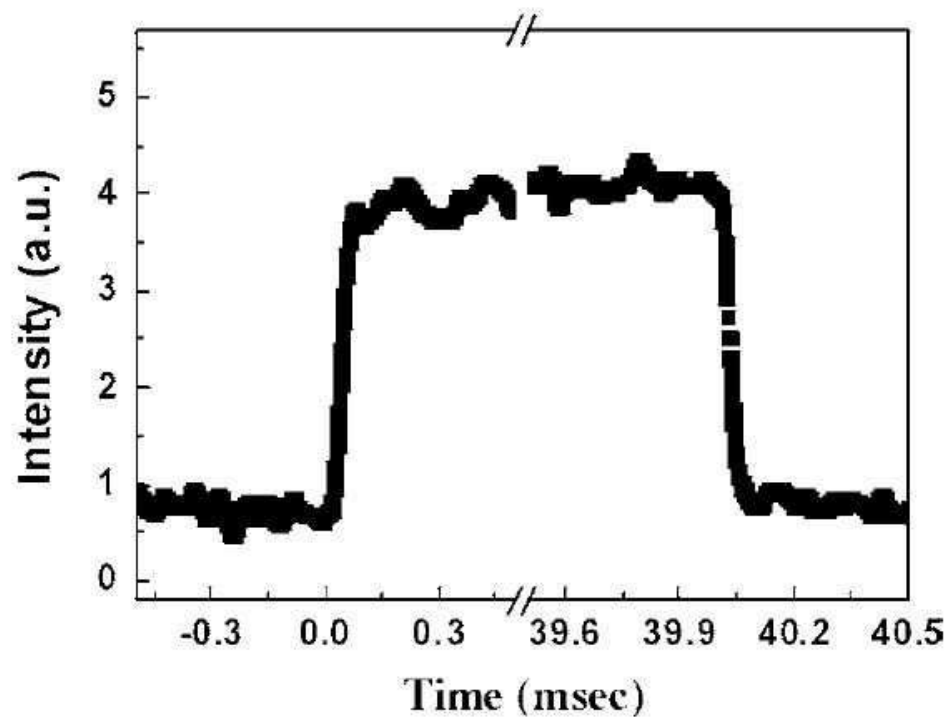
도면1



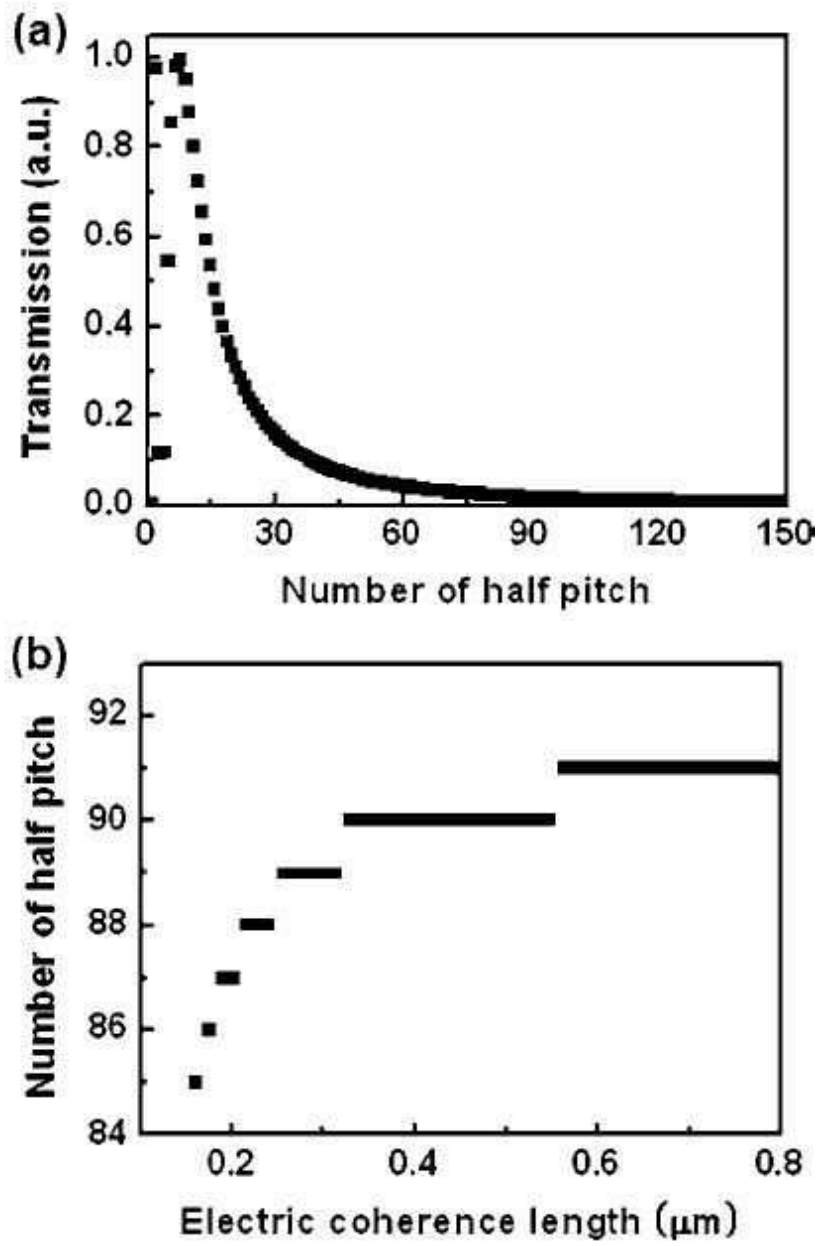
도면2



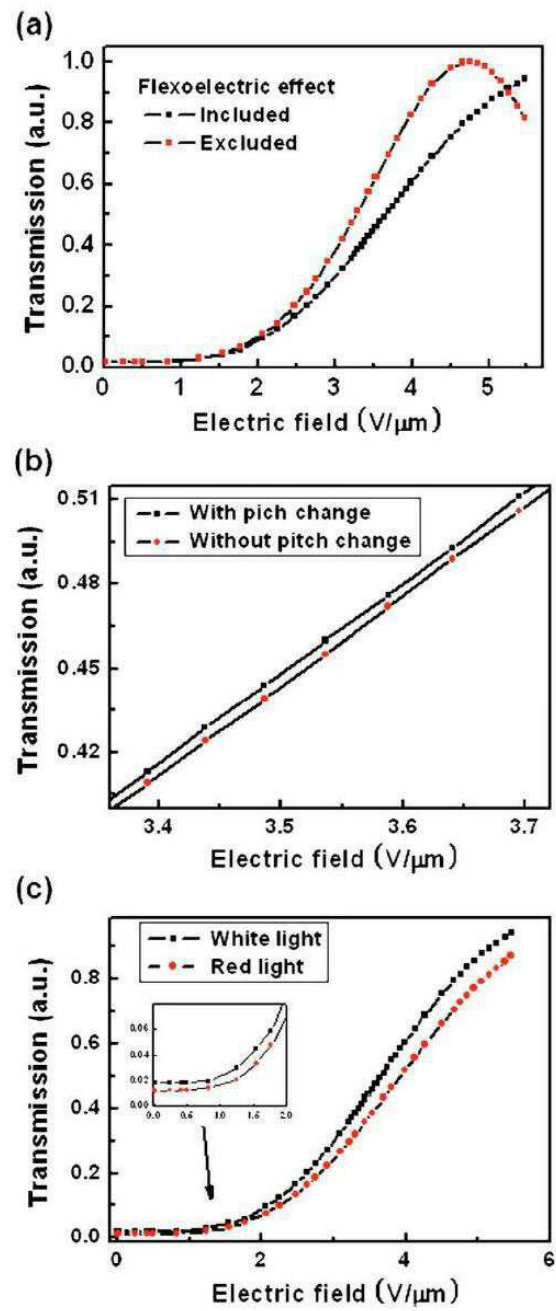
도면3



도면4



도면5



专利名称(译)	胆固醇液晶显示器		
公开(公告)号	KR1020110050777A	公开(公告)日	2011-05-17
申请号	KR1020090107298	申请日	2009-11-09
[标]申请(专利权)人(译)	忠南大学校产学协力团		
申请(专利权)人(译)	忠南大学产学合作基金会		
当前申请(专利权)人(译)	忠南大学产学合作基金会		
[标]发明人	KIM JONG HYUN 김중현 LEE HO HYUN 이호현 YU JEONG SEON 유정선 HIROTSUGU KIKUCHI 히로츄구키쿠치 SHIN ICHI YAMAMOTO 신이치야마모토		
发明人	김중현 이호현 유정선 히로츄구키쿠치 신 이치야마모토		
IPC分类号	G02F1/1335 G02F1/13		
CPC分类号	G02F1/1337 G02F1/13718		
代理人(译)	KIM , WON JOON		
其他公开文献	KR101043248B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

目的：提供一种胆甾型液晶显示器，以提高反应速度，同时具有优异的光效率，如向列型液晶显示器。组成：一个胆机液晶显示器包括一对基板，一个cholestric组成，一个电极，一个偏振器和分析仪。该对基板在至少一侧具有透明性。电极是制造横向电场，其平行于基板上。安装偏振器和分析器以在基板的两侧形成直角。

