

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. G02F 1/13363 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년09월27일 10-0629134 2006년09월21일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-2003-0026354	(65) 공개번호	10-2003-0087928
(22) 출원일자	2003년04월25일	(43) 공개일자	2003년11월15일

(30) 우선권주장 JP-P-2002-00136311 2002년05월10일 일본(JP)

(73) 특허권자 어드밴스트 디스플레이 인코포레이티드
일본국 구마모토켄 키쿠치군 니시고시마찌 미요시 997

미쓰비시덴키 가부시키키가이샤
일본국 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2쵸메 7반 3고

(72) 발명자 고야마히토시
일본구마모토켄기쿠치군니시고시마찌미요시997반찌어드밴스트디스플레이인코포레이티드나이

구라따테쓰유키
일본도쿄도지요다꾸마루노우찌2쵸메2방3고미쓰비시덴키가부시키키가이샤나이

사따께테쓰야
일본도쿄도지요다꾸마루노우찌2쵸메2방3고미쓰비시덴키가부시키키가이샤나이

니시오까다까히로
일본도쿄도지요다꾸마루노우찌2쵸메2방3고미쓰비시덴키가부시키키가이샤나이

(74) 대리인 특허법인코리아나

심사관 : 박봉서

(54) 액정표시장치

요약

(과제) 콘트라스트가 높고 백표시의 착색이 두드러지지 않는 고품위의 화상 표시가 가능한 반사형 액정표시소자를 구비한 액정표시장치를 제공하는 것.

(해결 수단) 본 발명에 관한 액정표시장치는 편광판 (1), 위상차판 (2) 및 위상차판 (3) 으로 이루어지는 타원편광판 (11) 과, 가시광역의 빛을 반사하는 반사경으로 이루어지는 반사경 (31) 을 구비하고 있다. 본 발명에서는 액정층 (22) 의 비틀

림각, 편광판 (1) 의 투과축 방향 a_1 과 위상차판 (2) 의 지상축 방향 a_2 가 이루는 각, 위상차판 (2) 의 지상축 방향 a_2 와 위상차판 (3) 의 지상축 방향 a_3 이 이루는 각, 액정층 (22) 에 사용되는 액정 재료의 복굴절 Δn 과 액정층 두께 d 의 곱의 최적값을 구하였다.

대표도

도 1

색인어

액정표시장치

명세서

도면의 간단한 설명

도 1 은 반투과형 액정표시장치의 일반적 구성의 모식도이다.

도 2 는 반투과형 액정표시장치에서의 좌표계를 나타내는 모식도이다.

도 3 은 원편광판을 사용한 반투과형 액정표시장치의 표시 원리의 설명도이다.

도 4 는 반사부의 백표시에서의 반사율의 액정층의 $\Delta n d$ 에 대한 의존성의 계산 결과를 나타내는 도면이다.

도 5 는 반사부의 백표시에서의 색좌표의 액정층의 $\Delta n d$ 에 대한 의존성의 계산 결과를 나타내는 도면이다.

도 6 은 반사부의 백표시의 착색이 두드러지지 않는 최대 액정층의 $\Delta n d$ 의 위상차판 (3) 의 리타레이션에 대한 의존성의 계산 결과를 나타내는 도면이다.

도 7 은 도 8 에 나타내는 계산에 사용한 광학 소자 배치의 모식도이다.

도 8 은 도 7 에 나타낸 광학 소자 배치에서의, 반사광의 규격화 스토크스 파라미터 S_1 의 계산 결과를 나타내는 도면이다.

도 9 는 본 발명에 의한 반사부의 백표시의 빛깔이 노랗게 되는 문제에 대한 해결법의 설명도이다.

도 10 은 반사부의 콘트라스트의 편광판 (1) 의 투과축과 위상차판 (2) 의 지상축 방향이 이루는 각 θ_1 에 대한 의존성의 계산 결과를 나타내는 도면이다.

도 11 은 반사부의 백표시에서의 색좌표의 액정층의 위상차판 (2 및 3) 의 리타레이션에 대한 의존성의 계산 결과를 나타내는 도면이다.

도 12 는 반사부의 백표시에서의 색좌표의 액정층의 $\Delta n d$ 에 대한 의존성의 계산 결과를 나타내는 도면이다.

도 13 은 반사부의 백표시에서의 색좌표의 액정층의 비틀림각에 대한 의존성의 계산 결과를 나타내는 도면이다.

도 14 는 반사부의 백표시에서의 반사율의 액정층의 비틀림각에 대한 의존성의 계산 결과를 나타내는 도면이다.

도 15 는 투과부의 백표시에서의 투과율, 및 색좌표의 액정층의 $\Delta n d$ 에 대한 의존성의 계산 결과를 나타내는 도면이다.

도 16 은 본 발명에 의한 투과부의 백표시의 빛깔이 노랗게 되는 문제에 대한 해결법의 설명도이다.

도 17 은 투과부가 흑색을 표시하였을 때, 정면에서 좌측으로 40° 시선 방향을 틀었을 때의 투과율과, 우측으로 40° 시선 방향을 틀었을 때의 투과율의 비율의, 편광판 (4) 의 투과축과 위상차판 (5) 의 지상축 방향이 이루는 각 θ_2 에 대한 의존성의 계산 결과를 나타내는 도면이다.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 *

- 1: 편광판 2: 위상차판
- 3: 위상차판 4: 편광판
- 5: 위상차판 6: 위상차판
- 11: 원편광판 12: 원편광판
- 21a: 투명 기판 21b: 기판
- 22: 액정층 23: 액정층
- 31: 반사경

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반사형 액정표시소자를 구비한 액정표시장치에 관한 것으로, 예컨대 반사형 액정표시장치나, 반사형 액정표시 소자와 투과형 액정표시소자를 구비한 반투과형 액정표시장치에 관한 것이다.

액정표시장치는 박형·경량·저소비 전력이라는 특징을 활용하여 휴대 기기의 디스플레이로 널리 사용되고 있다. 액정표시 장치는 비발광 소자이므로 표시를 행하기 위해서는 외부 광원을 필요로 한다. 그리고, 액정표시장치는 그 외부 광원의 종류에 따라 크게 투과형과 반사형으로 분류할 수 있다.

투과형은 외부 광원으로서 냉음극관이나 LED 등의 발광 소자를 사용한 관측자와 반대측에 있는 백라이트를 사용하고, 백라이트로부터의 빛을 액정 패널에 의해 변조함으로써 표시를 행하는 방식이다. 반사형은 외부 광원으로서 태양광 등의 관측자측에 있는 광원을 사용하고, 관측자와 반대측에 있는 반사경에 의해 반사되어 관측자측으로 되돌아오는 빛을 액정 패널에 의해 변조함으로써 표시하는 방식이다.

그러나, 투과형은 주위가 밝은 환경에서는 표시가 희미하고, 반사형은 주위가 어두운 환경에서 표시가 어두워진다는 과제가 있었다. 이러한 과제를 해결하기 위해 하나의 화소 영역에 반사형 표시 영역과 투과형 표시 영역을 갖는 「반투과형」이라 불리는 액정표시장치가 제안되어 있다. 이 반투과형 액정표시장치는 예컨대 일본 공개 특허 공보 2000-187220호에 개시되어 있다. 반투과형 액정표시장치는 주위가 밝은 환경에서는 반사형 액정표시장치로 기능함으로써 밝은 화상을 제공하면서 소비 전력을 억제하고, 또한 주위가 어두운 환경에서는 투과형으로 기능함으로써 밝고 고화질인 화상을 제공할 수 있다. 그래서, 이 반투과형 액정표시장치는 휴대 전화용 디스플레이로서 널리 채용되고 있다.

일본 공개 특허 공보 2000-187220호에 개시된 반투과형 액정표시장치의 구성예를 도 1에 나타낸다. 도 1에 나타난 바와 같이, 이 반투과형 액정표시장치는 액정층 (22,23)의 상측에는 원편광판 (11)과 기판 (21a)을 구비하고 있다. 이 원편광판 (11)은 편광판 (1), 위상차판 (2)과 위상차판 (3)으로 구성되어 있다. 위상차판 (3)은 위상차판 (2)의 약 절반의 리타데이션을 갖는다. 기판 (21a)은 액정층에 전압을 인가하기 위한 투명 전극을 구비하고 있다.

액정층 (22,23)은 기판쌍 (21a,21b) 사이에 끼워지고, 비틀림 배향, 즉 양 기판 계면에서의 액정의 배향 방향이 다른 배향 상태를 갖는다. 반사부에는 또한 가시광역의 빛을 반사하는 반사경 (31)이 설치되어 있다. 이 반사경 (31)과 기판 (21b) 사이에는 유기 막이 형성되어 있다. 한편, 투과부에서는 기판 (21b) 위에 액정층에 전압을 인가하기 위한 투명 전극을 구비하고 있다.

액정층 (22,23)의 하측에는 기판 (21b)과 원편광판 (12)을 구비하고 있다. 이 원편광판 (12)은 편광판 (4), 위상차판 (5)과 위상차판 (6)으로 구성되어 있다. 이 위상차판 (6)은 위상차판 (5)의 약 절반의 리타데이션을 갖는다.

이 같이, 반투과형 액정표시장치는 반사부에서 반사형 액정표시소자를 형성하고, 투과부에서 투과형 액정표시소자를 형성하여 양자가 하나의 화소 영역에 형성되어 있다. 그리고, 반사형 액정표시소자는 원편광판 (11; 편광판 (1) · 위상차판 (2) · 위상차판 (3)) · 기관 (21a) · 액정층 (22) · 반사경 (31) · 기관 (21b) 의 순서, 또는 원편광판 (11; 편광판 (1) · 위상차판 (2) · 위상차판 (3)) · 기관 (21a) · 액정층 (22) · 기관 (21b) · 반사경 (31) 의 순서로 적층된다. 한편, 투과형 액정표시소자는 원편광판 (11; 편광판 (1) · 위상차판 (2) · 위상차판 (3)) · 기관 (21a) · 액정층 (23) · 기관 (21b) · 원편광판 (12; 위상차판 (6) · 위상차판 (5) · 편광판 (4)) 의 순서로 적층된다.

여기서, 편광판 (1) 의 투과축과 위상차판 (2) 의 지상축 방향이 이루는 각을 θ_1 이라 하면 위상차판 (2) 의 지상축 방향과 위상차판 (3) 의 지상축 방향이 이루는 각은 $\theta_1 + 45^\circ$ 이다. 또한, 위상차판 (2) 의 리타데이션을 대상 파장의 약 절반, 위상차판 (3) 의 리타데이션을 대상 파장의 약 1/4 로 해 두면 편광판 (1), 위상차판 (2), 위상차판 (3) 을 적층한 것은 대상 파장에서의 원편광판 (11) 으로 기능한다. 여기서, 대상 파장은 통상 550nm 이다. 또 파장의 약 절반의 리타데이션을 갖는 위상차판은 반파장판이라고 불리고, 약 1/4 의 리타데이션을 갖는 위상차판은 1/4 파장판이라 불리고 있다. 한편, 편광판 (4), 위상차판 (5), 위상차판 (6) 을 적층한 것에 대해서도 마찬가지로, 원편광판 (12) 으로 기능한다. 특히 이 반파장판과 1/4 파장을 사용한 적층형 원편광판 (11,12) 은 넓은 파장 범위에서 원편광판이 얻어지므로, 광대역 원편광판이라 불린다.

이후의 설명에서, 위상차판이나 편광판의 방향을 기술할 필요가 있으므로, 도 2 에서 좌표계를 명확하게 해 둔다. 이후의 설명에서는 백라이트에서 출사축의 편광판 (1) 으로 향하는 방향을 z 축 정의 방향으로 한 우수계를 좌표계로 채용한다. 편광판 (1) 의 투과축 방향을 α_1 , 위상차판 (2) 의 지상축 방향을 각도 α_2 , 위상차판 (3) 의 지상축 방향을 각도 α_3 이라 하면 상기 기술한 광대역 원편광판을 구성하는 편광판, 반파장판, 1/4 파장판의 각 광학 소자의 축 방향의 조건은 $\theta_1 = \alpha_2 - \alpha_1$, 또한 $\alpha_3 - \alpha_2 = \theta_1 + 45^\circ$ 라고 기술할 수 있다.

도 3 에 원편광판을 사용한 반투과형 액정표시장치의 표시 원리를 모식적으로 나타낸다. 먼저 반사율 및 투과율이 높은 백표시 상태를 기술한다. 반사부에서는 실효적인 리타데이션이 대상 파장의 1/4 이 되도록 액정층 (22) 두께를 설정해 둔다. 이렇게 설정한 경우, 원편광판 (11) 을 통과한 원편광이 액정층 (22) 에 입사하면 반대축의 반사경 (31) 앞에서 직선 편광이 된다. 반사경 (31) 에서 반사된 빛은 다시 액정층 (22) 을 통과하여 입사시와는 키랄성이 다른 원편광이 된다. 따라서, 반사광은 원편광판 (11) 을 통과할 수 있어 밝은 백표시가 가능해진다.

투과부에서는 실효적인 리타데이션을 대상 파장의 절반이 되도록 액정층 (23) 두께를 설정해 둔다. 이렇게 설정한 경우, 원편광판 (12) 을 통과한 원편광이 액정층 (23) 에 입사하면 반대축의 기관 (21a) 앞에서 입사시와는 키랄성이 다른 원편광이 된다. 따라서, 액정층을 투과한 빛은 원편광판 (11) 을 투과할 수 있어 밝은 백표시가 가능해진다.

다음에 액정층에 전압을 인가한 경우를 기술한다. 전압을 인가하면 액정 분자가 상승하고, 액정층의 실효적인 리타데이션은 작아진다. 여기서, 원리의 설명을 간단하게 하기 위해, 반사부, 투과부 모두 충분히 높은 전압이 인가되고 있는 경우에는 액정층의 실효적인 리타데이션은 0 으로 간주한다고 하면, 반사부에서 원편광판 (11) 을 투과한 원편광이 액정층 (22) 에 입사하여도 그대로 반사되어 올 뿐이므로, 반사광은 원편광판 (11) 을 투과할 수 없어 흑표시가 얻어진다. 투과부에서도 원편광판 (12) 을 투과한 원편광이 액정층 (23) 에 입사하여도 그대로 투과되어 올 뿐이므로, 출사광은 원편광판 (11) 을 투과할 수 없어 흑표시가 얻어진다.

이상과 같이, 액정층의 리타데이션을 반사부와 투과부에서 각각 설정함으로써, 쌍방 모두 노머리 화이트로 표시할 수 있게 된다. 전압의 인가에 의해 반사부 · 투과부 모두 흑색을 표시할 수 있어 콘트라스트 (CR, 백표시와 흑표시의 휘도의 비) 가 높은 화상을 표시할 수 있다. 반사부 및 투과부의 액정층의 리타데이션의 조정은 통상 반사부 및 투과부의 액정층 두께를 조정함으로써 행한다.

반사광으로 표시하는 경우, 반사경 (31) 을 평면으로 해버리면 표시 장치의 최표면, 즉 도 1 에서는 편광판 (1) 의 상측 표면에서의 반사광은 액정층을 통과한 표시를 하기 위한 반사광과 겹쳐, 예컨대 흑색을 표시하여도 표면 반사광이 있어 흑색으로 보이지 않는 등, 표시 화질이 극단적으로 열화된다. 따라서 반사경 표면에 요철 형상을 형성하여 산란 기능을 반사경에 구비하게 하고 있다. 통상은 반사경의 하지의 유기 막에 요철 형상을 형성하고, 반사경 표면에도 요철이 발생되도록 한다. 이 유기 막의 두께를 조정함으로써 반사부와 투과부의 액정층의 두께 조절도 동시에 행한다.

기관쌍 (21a,21b) 의 외측에 빛을 산란시키는 산란 점착층 등의 부재를 추가해도 되지만, 기관 (21a,21b) 이 500 ~ 700 μm 로 두껍기 때문에, 화상 흐릿함이나 혼색 등의 문제가 발생된다. 따라서, 상기와 같이 반사경 자체를 기관쌍의 내측에 형성하고, 추가로 산란 기능도 구비하게 하는 것이 주류이다. 반사경 (31) 을 기관 (21b) 의 외측에 두는 것도 동일한 이유로 바람직하지 않다.

콘트라스트가 높은 화상을 표시하기 위해서는 흑표시가 충분히 어두울 필요가 있다. 인간의 시감도는 파장 550nm 의 빛에 대해 가장 감도가 높기 때문에 통상 550nm 를 대상 파장으로 설정하고, 흑표시에서의 파장 55nm 의 반사율·투과율이 작아지도록 다양한 파라미터를 설계한다. 그래서, 본 명세서에서는 리타레이션 등의 광학적 물성값은 파장 550nm 의 값을 사용한다. 광대역 원편광판을 사용함으로써 대상 파장인 550nm 뿐만 아니라 그 주위의 파장에서도 반사율·투과율을 작게 할 수 있으므로, 흑표시의 휘도가 낮아져 콘트라스트가 높은 화상을 표시할 수 있다.

액정층에는 비틀림각, 즉 양 기관 계면에서의 액정의 배향 방향의 각도차가 60°~ 75°정도인 범위의 비틀림 배향을 이용하는 경우가 많다. 비틀림각이 약 70°인 경우, 액정층 두께 (제조상에는 기관쌍간의 간극의 크기에 대응하므로 갭이라고 불림) 가 변화해도 반사부의 액정층의 실효적인 리타레이션이 거의 변화되지 않는다는 갭의 범위가 있음이 알려져 있는데 (S. Stallinga, 「J. Appl. Phys.」, Vol.86, 제 4756 페이지, 1999 년), 이 갭 범위내에서는 반사율이 갭에 대해 거의 변화되지 않아 갭에 대한 프로세스 마진을 크게 취할 수 있다는 이점이 있기 때문이다.

도 4 에 비틀림각 70°에서의 반사부의 백표시에서의 휘도 반사율의 반사부 액정층 (22) 의 액정 재료의 복굴절 Δn 과 액정층 두께 (갭) d 의 곱 Δnd 에 대한 의존성의 계산 결과를 나타낸다. 도 4 의 그래프의 종축이 휘도 반사율, 횡축이 Δnd 를 나타낸다. 여기서, 휘도 반사율은 반사광의 휘도를 광원 휘도로 규격화한 양이다. 도 4 에 나타내는 그래프를 통해, 반사부 액정층 (22) 의 Δnd 가 약 240nm 이상이면 반사율은 약 0.34 에서 거의 일정해짐을 알 수 있다.

반투과형 액정표시소자의 투과부에서는 출사측의 원편광판 (11) 과 액정층의 비틀림각은 반사부와 공통으로 하는 것이 일반적이다. 이는 배향 분할 기술을 이용하면 비틀림각을 투과부와 반사부에서 각각 설정할 수도 있지만, 비용이 증가되기 때문에 통상적으로는 공통으로 설정된다. 원편광판 (11) 과 액정층의 비틀림각이 투과부와 반사부에서 공통이라는 조건에서의, 임의의 비틀림각에서의 높은 반사율 및 높은 투과율을 얻기 위한 액정층의 비틀림각과 Δnd (복굴절 Δn 과 갭 d 의 곱) 의 관계가 예컨대 일본 공개 특허 공보 2000-187220 호에 개시되어 있다.

원편광판에 반과장판과 1/4 과장판을 사용하여 광대역 원편광판으로 사용하는 것이 일반적이지만, 단지 원편광판을 제작하는 것이라면 편광판의 투과축과 45°방향으로 1/4 과장판의 지상축을 향해 적층하면 된다. 반과장판이 불필요한 만큼 두께를 얇게 할 수 있어 비용도 절감된다. 특히 두께를 얇게 할 수 있다는 것은 휴대 기기 용도로서는 큰 이점이 된다. 반대로 두께가 두꺼워지고 비용이 증가되는 단점이 있음에도 불구하고, 반과장판을 사용하는 이유 중 하나는 앞서 설명한 바와 같이, 콘트라스트가 높은 화상을 표시할 수 있기 때문이다. 그 밖의 이점으로서 표시의 착색을 억제할 수 있다는 것이 일본 공개 특허 공보 2000-187220 호에 개시되어 있지만, 판단을 위한 데이터는 개시되어 있지 않다.

전술한 표시 원리에서는 설명을 간략하게 하기 위해 반사부, 투과부 모두 충분히 높은 전압이 인가되고 있는 경우에는 액정층의 실효적인 리타레이션은 0 으로 간주하였으나, 실제로는 한정적인 전압밖에 인가할 수 없으므로, 액정층의 실효적인 리타레이션이 0 으로 되지는 않는다. 따라서, 반과장판과 1/4 과장판을 사용한 적층형 원편광판을 사용하면 통상 5V 이하의 실제적인 구동 전압으로는 흑표시가 충분히 어두워지지 않아 콘트라스트가 저하된다.

이러한 문제는 위상차판 (3) 의 지상축 방향을 기관 계면에서의 액정 재료의 배향 방향의 중선 방향에 거의 평행하게 하고, 또한 리타레이션을 대상 파장의 1/4 보다 작게 함으로써 해결할 수 있다는 내용이 일본 공개 특허 공보 평11-311784 호에 개시되어 있다. 단, 이 일본 공개 특허 공보 평11-311784 호에는 표시 색에 대한 구체적인 언급은 없다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기 원편광판을 사용한 반사형 액정 소자에서는 반과장판을 사용해도 위상차판 (3) 의 지상축 방향을 기관 계면에서의 액정 재료의 배향 방향의 중선 방향에 거의 평행하게 하고, 또한 리타레이션을 대상 파장의 1/4 보다 작게 해도, 반사부 액정층의 Δnd 를 반사율이 높은 영역에 설정하면 반사부의 백표시의 빛깔이 노랗게 착색되어 버린다. 여기서, 원편광판은 정확하게는 1/4 과장판의 리타레이션이 대상 파장의 1/4 로 되어 있지 않으므로 엄밀하게는 타원편광판이라 할 수 있다. 이하, 원편광판이라고 기재한 구성이라도 엄밀하게는 타원편광판인 경우도 있다.

도 5 에 반사부의 백표시의 색좌표 (CIE 1931 의 Y_{xy} 표 색계) 의 반사부 액정층 (22) 의 Δnd 에 대한 의존성의 계산 결과를 나타내었다. 광원은 C 광원으로 하였다. 위상차판 (3) 의 리타레이션은 120nm, 지상축 방향은 기관 계면에서의 액정 재료의 배향 방향의 중선 방향, 비틀림각은 70°로 하였다. 반사율이 높은 반사부의 액정층의 Δnd 가 약 250nm 이상인 범위에서는 $x > 0.32$, $y > 0.33$ 이다. 착색이 두드러지지 않을 정도의 기준으로는 대략 $0.285 < x < 0.32$, $0.3 < y < 0.325$ 정도의 범위이고, 백색 (C 광원, $(x,y) = (0.310, 0.316)$) 에 비교하더라도 확실히 노랗다.

반사부의 색은 당연히 광원의 색에 의존한다. 계산에 사용한 C 광원 (상관색 온도 6774K) 은 「파란 하늘을 포함하는 주광 (晝光)에 상당하는」 것으로, 또한 통상의 형광등 (옥내 조명) 의 색 온도도 동일한 정도이거나 보다 저온이므로, C 광원으로 보아 노랗게 보일 때에는 통상의 사용 조건에서도 노랗게 보이는 경우가 많아 문제이다.

반사부의 백표시가 노랗게 되는 문제는 반사부의 조건만으로 발생되고 있으므로, 반사형 표시 소자만을 사용하는 반사형 액정표시장치에서도 반투과형 액정표시장치의 반사부에서도 백표시가 노랗게 되는 문제는 발생된다.

본 발명은 이러한 문제를 해결하기 위해 이루어진 것으로, 콘트라스트가 높고, 백표시의 착색이 두드러지지 않는 고품위의 화상이 표시 가능한 반사형 액정표시장치를 구비한 액정표시장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

본 발명에 관한 액정표시장치는 액정층에 전압을 인가하기 위한 전극을 구비한 기관쌍과, 기관쌍 사이에 끼어 있는 비틀림 배향을 갖는 액정층과, 편광판, 제 1 위상차판, 및 지상축 방향이 기관 계면에서의 액정 재료의 배향 방향의 중선 방향에 거의 평행하고, 또한 리타레이션이 140nm 보다 작은 제 2 위상차판으로 이루어지는 타원편광판과, 가시광역의 빛을 반사하는 반사경으로 이루어지는 반사형 액정표시장치를 구비한 액정표시장치에서, 액정층의 비틀림각이 63°이상 77°이하이고, 또한 편광판의 투과축 방향 α_1 과 제 1 위상차판의 지상축 방향 α_2 가 이루는 각이 5°이상 25°이하 또는 95°이상 115°이하이고, 또한 제 1 위상차판의 지상축 방향 α_2 와 제 2 위상차판의 지상축 방향 α_3 이 이루는 각이 50°이상 70°이하이고, 또한 제 2 위상차판의 리타레이션을 Re , 제 1 위상차판의 리타레이션을 Re' 라 하였을 때, 액정층에 사용되는 액정 재료의 복굴절 Δn 과 액정층 두께 d 의 곱이 120nm 이상이고, 또한 식 1 로 주어지는 값 이하인 것을 특징으로 하는 것이다.

[식 1]

$$89.2 + \frac{1.42 \times 10^6}{[Re + (Re' - 270) \cdot \cos(2\alpha_3 - \alpha_2)]^2}$$

이러한 구성에 의해 콘트라스트가 높고, 반사부의 백표시의 착색이 두드러지지 않는 고품위의 화상 표시가 가능한 액정표시장치를 얻을 수 있다.

바람직한 액정층의 비틀림각은 65°이상 75°이하이다. 또한 바람직한 편광판의 투과축 방향 α_1 과 제 1 위상차판의 지상축 방향 α_2 가 이루는 각은 10°이상 20°이하, 또는 100°이상 110°이하이다.

바람직한 제 1 위상차판의 지상축 방향 α_2 와 제 2 위상차판의 지상축 방향 α_3 이 이루는 각이 55°이상 65°이하이다. 또한 바람직한 액정층에 사용되는 액정 재료의 복굴절 Δn 과 액정층 두께 d 의 곱은 130nm 이상이다.

또한, 상기 제 2 편광판, 제 3 위상차판 및 제 4 위상차판으로 이루어지는 제 2 타원편광판과, 상기 기관쌍 사이에 끼어 있는 비틀림 배향을 갖는 제 2 액정층으로 이루어지는 투과형 액정표시장치를 구비하고, 또한 당해 제 4 위상차판의 지상축 방향이 기관 계면에서의 액정 재료의 배향 방향의 중선 방향에 대해 -15°이상 +15°이하이고, 또한 제 4 위상차판의 리타레이션이 80nm 이상 140nm 이하이면 된다. 이러한 구성에 의해 투과부의 백표시의 착색이 두드러지지 않는 고품위의 화상이 표시 가능한 액정표시장치가 얻어진다.

바람직하게는 제 4 위상차판의 지상축 방향은 기관 계면에서의 액정 재료의 배향 방향의 중선 방향에 대해 -10°이상 +10°이하이다.

또한 제 2 편광판의 투과축과 제 3 위상차판의 지상축 방향이 이루는 각이 63°이상 70°이하, 또는 153°이상 160°이하이고, 또한 제 3 위상차판의 지상축 방향과 제 4 위상차판의 지상축 방향이 이루는 각이 108°이상 115°이하인 것이 바람직하다. 이러한 구성에 의해 투과부의 흑표시의 휘도 (투과율) 의 좌우 대칭성이 높은 고품위의 화상이 표시 가능한 액정표시장치가 얻어진다.

그리고, 제 4 위상차판은 하이브리드 배향 액정 필름인 것이 바람직하다.

[발명의 실시 형태]

반사부의 백표시가 황색으로 착색되는 문제에 대해서는 도 5 를 통해 반사부의 Δnd 를 작게 하면 백표시의 착색은 두드러지지 않게 됨을 알 수 있다. 따라서, 일본 공개 특허 공보 평11-311784 호에 개시되어 있는 바와 같이, 위상차판 (3) 의 지상축 방향을 기관 계면에서의 액정 재료의 배향 방향의 중선 방향에 거의 평행하게 하고, 또한 위상차판 (3) 의 리타레이션 Re 를 대상 파장의 1/4 보다 작게 한 경우에, 착색이 두드러지지 않을 정도의 빛깔 ($0.285 < x < 0.32$, $0.3 < y < 0.325$ 정도의 범위) 이 되는 최대 Δnd 를 리타레이션 Re 가 100nm, 120nm, 140nm 인 경우에 대해 구하였다. 예컨대 리타레이션 Re 가 120nm 인 경우에는 도 5 에 나타내는 그래프를 통해 구할 수 있다. x 를 착색이 두드러지지 않는 0.32 보다 낮게 하기 위해서는 리타레이션 Re 는 약 240nm 보다 낮게 해야 함을 알 수 있다. y 를 착색이 두드러지지 않는 0.325 보다 낮게 하기 위해서는 리타레이션 Re 는 약 190nm 보다 낮게 해야 함을 알 수 있다. 이러한 점에서 x, y 모두 착색이 두드러지지 않는 범위에 포함되기 위해서는 리타레이션 Re 는 약 190nm 보다 낮게 해야 함을 알 수 있다. 동일하게 하여 리타레이션 Re 가 100nm 와 120nm 인 경우에 대해 착색이 두드러지지 않을 정도의 빛깔이 되는 최대 Δnd 를 구한다.

도 6 에 이렇게 하여 구한 착색이 두드러지지 않을 정도의 빛깔이 되는 최대 Δnd 를 나타낸다. 도면 속의 검은 동그라미가, 리타레이션 Re 가 100nm, 120nm 및 140nm 에 관해, 당해 Δnd 를 구한 결과이다. 그리고, 검은 동그라미로 나타내는 결과를 $A+B/Re^2$ 로 피팅한 결과가 식 2 이고, 도 6 에 실선으로 나타낸다. 여기서, Δnd 및 위상차판 (3) 의 리타레이션 Re 의 단위는 nm 로 하였다. 반사부의 액정층의 Δnd 를 식 2 로 주어지는 값보다 작게 하면 개선할 수 있다.

[식 2]

$$89.2 + \frac{1.42 \times 10^6}{Re^2}$$

그 이유는 다음과 같다.

약 70°의 비틀림 배향 상태를 이용한 반사부는 상기 기술한 바와 같이 노머리 화이트로 구동하므로, 반사율을 높게 취하기 위해서는 백표시 상태에서는 액정이 움직이기 시작하는 임계값 전압 이하의 전압을 인가하도록 한다. 반투과형의 경우에는 투과부의 투과율도 높게 취하기 때문에 동일한 전압을 인가한다. 도 7 에 나타난 바와 같이, 이 백표시 상태의 반사부에서 편광판 (1) 을 제거한 것에, 직선 편광이 입사되었을 때의 반사(출사) 광의 편광 상태를 계산한 결과를 도 8 에 나타낸다. 여기서, 위상차판 (2,3) 은 부착되어 있다. 도 8 에서 횡축은 파장, 종축은 반사광 강도로 규격화된 스트로크 파라미터인 S1 이다. 입사 편광은 S1 = 1 의 직선 편광으로 하였다. 스트로크 파라미터에 대해서는 「광학의 원리」(M. Born, E. Wolf 저술, 쿠사카와 토오루, 요코타 히데시 번역, 제 1 권, 제 50 페이지, 1998 년 (제 9 쇄)) 에 상세하게 기술되어 있다.

도 8 에 나타난 바와 같이 위상차판 (3) 의 리타레이션을 110nm ~ 130nm 까지 변화시키고 있으나, 가시역이 넓은 범위에서, 반사(출사) 편광은 S1 = 1, 요컨대 입사 편광과 동일한 편광 상태로 되어 있다. 요컨대 이 출사 편광을 투과하도록 편광판 (1) 을 장착하면 반사광은 가시역이 넓은 범위에서, 그대로 편광판 (1) 을 통과하여 밝은 백표시가 얻어진다. 이는 모식적으로는 위상차판 (3) 과 액정층 (22) 의 일부가 외관상 광대역 원편광판을 구성하는 1/4 파장판으로 기능하고 있음을 나타내는 것이다.

액정층 (22) 의 일부가 1/4 파장판으로 기능한다는 것은 반사(출사) 광 강도를 변조한다는, 액정층 본래의 기능에 기여하는 액정층 두께가 실질적으로 감소되었다는 것이다. 따라서, 변조에 기여하는 액정층의 Δnd 가 작아지고, 반사부의 백표시의 빛깔을 백색에 근접시킬 수 있다. 도 9 에 이 상황을 모식적으로 나타내었다. 이 때 착색이 두드러지지 않기 위해서는 반사부의 액정층 (22) 의 Δnd 를 식 2 로 주어지는 값보다 작게 하면 된다. 여기서, 실제로 Δnd 를 작게 하기 위해서는 Δn 을 작게 하기는 어렵기 때문에 액정층 두께 d 를 얇게 해야 한다. 그러나, 제조상 액정층을 얇게 하는 것도 한계가 있어 곤란하다. 이 때, 액정층 (22) 의 일부가 1/4 파장판으로 기능하면 액정층이 제조되기 쉬운 정도의 두께를 가지면서 반사부의 백표시의 빛깔을 백색에 근접시킬 수 있게 된다.

위상차판 (3) 과 액정층의 일부가 광대역 원편광판의 약 1/4 의 리타레이션을 갖는 위상차판으로 기능하면 되므로, 위상차판 (3) 의 지상축 방향은 엄밀하게 기관 계면에서의 액정 재료의 배향 방향의 중선 방향으로 평행할 필요는 없으며, 중선 방향에 대해 $\pm 15^\circ$, 보다 바람직하게는 $\pm 10^\circ$ 이내이면 된다.

위상차판 (3) 의 지상축 방향이 액정층에 대해 고정된다. 또한 광대역 원편광판으로 기능하기 위해서는 편광판 (1) 의 투과축 방향 α_1 과 위상차판 (2) 의 지상축 방향 α_2 가 이루는 각을 $\theta_1 = \alpha_2 - \alpha_1$ 로 하였을 때, 위상차판 (2) 의 지상축 방향 α_2 와 위상차판 (3) 의 지상축 방향 α_3 이 이루는 각이 $\alpha_3 - \alpha_2 = \theta_1 + 45^\circ$ 일 필요가 있다. 이러한 이유로, 편광판 (1) 과 위상차판 (2) 의 방향은 θ_1 이라는 파라미터 하나로 결정할 수 있다.

도 10 에, -70° 비틀림 ($-$ 는 비틀림 방향이 좌나선임을 나타낸다) 의 반사부 액정층 (22) 의 Δn_d 가 167nm 일 때의 콘트라스트의 θ_1 의존성의 계산 결과를 나타내었다. 도면 중 범례의 (Q, H) 의 Q, H 는 각각 위상차판 (3) 및 위상차판 (2) 의 리타레이션이다. 어느 리타레이션의 조합에서도 $\theta_1 = 15^\circ$, 요컨대 편광판 (1) 의 투과축과 위상차판 (2) 의 지상축 방향이 이루는 각이 15° , 또한 위상차판 (2) 의 지상축 방향과 위상차판 (3) 의 지상축 방향이 이루는 각이 $15^\circ + 45^\circ = 60^\circ$ 일 때의 콘트라스트는 최대가 된다.

반사부의 콘트라스트는 표시 장치 표면에서의 산란 등에 의해, 액정층 단독에서의 콘트라스트보다 작아지는 경향이 강하다. 액정층 단독에서의 콘트라스트가 계산상 100 이상이면 실제 표시 장치에서도 콘트라스트를 20 보다 크게 하는 것은 쉽게 확보할 수 있으므로, θ_1 은 $15^\circ \pm 10^\circ$, 보다 바람직하게는 $15^\circ \pm 5^\circ$ 이면 됨을 알 수 있다. 위상차판 (2) 의 지상축 방향 α_2 와 위상차판 (3) 의 지상축 방향 α_3 이 이루는 각도 $60^\circ \pm 10^\circ$, 보다 바람직하게는 $60^\circ \pm 5^\circ$ 이면 된다.

그리고, 편광판의 투과축 방향을 90° 회전시켜 편광판 (1) 의 투과축과 위상차판 (2) 의 지상축 방향이 이루는 각을 약 105° , 또한 위상차판 (2) 의 지상축 방향과 위상차판 (3) 의 지상축 방향이 이루는 각을 약 60° 로 해도 된다. 또한 $\alpha_1 - \alpha_2 =$ 약 15° , $\alpha_2 - \alpha_3 =$ 약 60° 여도 된다. 원편광판 (정확하게는 타원편광판) 의 편광판측으로부터 빛을 입사시켰을 때의 투과 편광 상태가 본래의 투과 편광 상태와 직교하는 것으로 바뀔 뿐이기 때문이다. $\alpha_1 - \alpha_2 =$ 약 105° , $\alpha_2 - \alpha_3 =$ 약 60° 로 해도 된다.

도 11 에는 $\theta = 15^\circ$ 에서의 백표시의 색좌표의 계산 결과를 나타낸다. 광원은 C 광원으로 하였다. 어느 리타레이션의 조합에서도 대략 $0.285 < x < 0.32$, $0.3 < y < 0.325$ 정도의 범위내에 있어 거의 백색으로 보인다.

이상의 설명에서는 위상차판 (2) 의 리타레이션은 대상 파장의 약 1/2 인 약 270nm 로 하였다. 위상차판 (2) 의 리타레이션도 변화시키면 착색이 두드러지지 않을 정도의 빛깔이 되는 최대 반사부 액정층 (22) 의 Δn_d 도 변화된다.

실제, 위상차판 (2) 의 리타레이션 Re' 를 변경하여 착색이 두드러지지 않을 정도의 빛깔 ($0.285 < x < 0.32$, $0.3 < y < 0.325$ 정도의 범위) 이 되는 최대 반사부 액정층 (22) 의 Δn_d 를 구하고, 이로부터 도 6 을 이용하여 Re' 의 변화를 동일한 Δn_d 를 부여하는 $Re' = 270nm$ 일 때의 위상차판 (3) 의 Re 의 변화로 환산하면 Re' 의 변화는 대략 Re 의 변화의 절반으로 되어 있음을 표 1 로 알 수 있다.

[표 1]

위상차판 (2) 의 Re'	액정층 (22) 의 Δn_d	동일 Δn_d 을 주는 $Re'=270nm$ 일 때의 위상차판 (3) 의 Re
270 nm	186 nm	120 nm
280 nm	195 nm	115 nm
290nm	210 nm	108 nm

상기 표 1 에서는 위상차판 (3) 의 리타레이션값 Re 를 120nm 로 고정으로 하였다. 또한, 위상차판 (2) 의 리타레이션값 Re' 를 280nm, 290nm 로 한다. 그리고, 전술한 도 5 에 의해 구한 방법과 동일한 방법으로 각각의 Re' 에 대해 착색이 두드러지지 않는 최대 액정층 리타레이션값 Δn_d 를 구한다. 이렇게 하면 리타레이션 Re' 가 280nm 인 경우에는 Δn_d 는 195nm 가 된다. 또한 리타레이션 Re' 가 290nm 인 경우에는 Δn_d 는 210nm 가 된다. 또한 상기 기술한 도 6 에 나타내는 실선으로부터, 리타레이션 Re' 가 270nm 이고, 또한 Δn_d 가 195nm 와 210nm 일 때에, 착색이 두드러지지 않는 위상차판 (3) 의 리타레이션 Re 를 구하면 Δn_d 가 195nm 일 때의 리타레이션은 115nm 이다. 또한 Δn_d 가 210nm 일 때의 리타레이션은 108nm 이다. 요컨대 위상차판 (2) 의 리타레이션 Re' 를 270nm 에서 280nm, 290nm 로 변화시킨 경우, 동일한 백색 색도를 실현하는 Δn_d 값을 부여하는 리타레이션 Re' 가 270nm 일 때의 리타레이션 Re 는 각각 115nm, 108nm 이다. 이것을 리타레이션 Re 의 변화로 환산하면 리타레이션 Re' 의 변화는 대략 리타레이션 Re 의 변화량의 약 절반임을 알 수 있다.

따라서, 위상차판 (2) 의 리타레이션 Re' 가 270nm 와 다른 경우에는 식 2 는 다음에 나타내는 식 3 과 같이 된다.

[식 3]

$$89.2 + \frac{1.42 \times 10^6}{\left[\text{Re} - \left(\frac{\text{Re}' - 270}{2} \right) \right]^2}$$

위상차판 (2) 과 위상차판 (3) 의 각각의 지상축이 이루는 각은 상기 기술한 바와 같이 엄밀하게 60°일 필요는 없다. 60°보다 큰 각도이면 환산한 Re 의 변화는 Re' 의 변화의 절반보다 커진다. 예컨대 위상차판 (2) 과 위상차판 (3) 의 각각의 지상축이 직교하고 있으면 환산한 Re 의 변화는 Re' 의 변화와 동일해진다. 식 2, 3 으로부터, 이 상황을 일반화하면 착색이 두드러지지 않기 위해서는 반사부 액정층 (22) 의 Δnd 를 식 1 로 주어지는 값 이하로 하면 된다. 단, 액정층 (22) 의 Δnd 가 식 1 의 값에 가까우면 Δnd 의 빛깔에 대한 마진이 작아지므로, 보다 바람직하게는 식 1 의 값으로부터 5nm 작은 값 이하로 설정하는 것이 바람직하다.

[식 1]

$$89.2 + \frac{1.42 \times 10^6}{\left[\text{Re} + (\text{Re}' - 270) \cdot \cos(2|\alpha_3 - \alpha_2|) \right]^2}$$

단, 반사부 액정층 (22) 의 Δnd 를 너무 작게 하면 백색을 넘어 파랗게 착색된다. 갭, 요컨대 액정층 두께 d 는 스페이서라고 불리는 구상 또는 주상의 SiO₂ 나 수지체의 비즈를 기관 사이에 끼움으로써 원하는 값을 얻는다. 그러나, 현재 양산품으로 사용할 수 있는 스페이서의 직경은 최소 2μm 정도로, 상기 착색되는 한계의 갭과 거의 동등하다. 포토리소그래피의 기술에 의해 수지체의 기둥을 기관에 형성한 포스트 스페이서를 사용하면 더욱 작은 갭도 가능하기는 하나, 비용이 증가되므로 가격이 낮은 중소형 액정표시장치에는 적합하지 않다. 또한, 현재 양산 적용품으로 입수할 수 있는 액정 재료의 복굴절 Δn 은 최소 0.065 정도이다. 따라서 프로세스상, 가장 작은 반사부 액정층 (22) 의 Δnd 는 0.065 × 2μm = 130nm 정도이다.

도 6 에 나타난 바와 같이, 위상차판 (3) 의 리타레이션 Re 가 작은 편이 반사부의 갭 d 는 크게 할 수 있고, 큰 Δnd 여도 백표시의 빛깔을 백색에 가깝게 할 수 있다. 현재 입수할 수 있는 위상차판의 리타레이션은 약 100nm 가 최소이다. 도 12 에 위상차판 (3) 의 리타레이션을 100nm 로 하였을 때의 반사부의 백표시의 색좌표의 Δnd 의존성의 계산 결과를 나타낸다. Δnd 가 162.5nm 정도라도 착색이 두드러지지 않는 0.285 < x < 0.32, 0.3 < y < 0.325 범위내이고, 특별하게 Δnd 를 작게 설계하지 않는 한 문제는 없다.

지금까지는 「반사부의 갭이 변화되어도 백표시의 반사율이 거의 변화되지 않는다」 라는 이유로 채용되고 있던 비틀림각이 약 70°인 반사부에 대해 논의하였다. 이 이유는 반사부의 액정층의 Δnd 를 식 1 로 주어지는 값 이하로 한 경우 성립되지 않게 되지만, 이하에 기술하는 반사부의 백표시의 빛깔, 및 반사율이라는 점에서 액정층의 비틀림각은 63°이상 77°이하가 바람직하다.

반사부의 액정층의 비틀림각을 작게 하면 액정층의 실효적인 리타레이션은 커지므로, 반사부의 백표시의 빛깔은 노랗게 되어 간다. 도 13 에 반사부의 백표시의 색좌표의 액정층의 비틀림각에 대한 의존성의 계산 결과를 나타내었다. 착색이 두드러지지 않을 정도의 기준인 0.285 < x < 0.32, 0.3 < y < 0.325 정도의 범위에 들어가기 위해서는 비틀림각은 약 63°이상 필요하다.

비틀림각이 커지면 액정층의 실효적인 리타레이션은 작아지므로, 반사부의 백표시 빛깔은 백색으로 되지만, 백표시의 반사율은 작아진다. 도 14 에 반사율의 비틀림각에 대한 의존성의 계산 결과를 비틀림각 70°일 때에 대한 변화율 (%) 로 하여 나타내었다. 백표시의 반사율은 빛깔이 노랗게 되지 않는 범위에서 크게 취하고자 하므로, 반사부 액정층의 비틀림각은 77°이하가 바람직하다. 비틀림각이 77°이하이면 반사율의 저하는 70°비틀림에 대해 10% 이하로 억제할 수 있다.

따라서, 반사부의 비틀림각은 63°이상 77°이하가 바람직하지만, 작으면 백표시가 노랗게 되기 쉽고, 크면 반사율이 저하되므로, 보다 바람직하게는 65°이상 75°이하가 바람직하다.

이상의 본 발명의 설명에 의해 광대역 원편광판을 사용한 비틀림각 70°의 반사형 액정표시소자를 사용한 액정표시장치의 경우, 편광판 (1)의 투과축 방향 α_1 과 위상차판 (2)의 지상축 방향 α 가 이루는 각이 약 15°, 또는 약 105°이고, 또한 위상차판 (2)의 지상축 방향 α_2 와 위상차판 (3)의 지상축 방향 α_3 이 이루는 각이 약 60°이고, 또한 위상차판 (3)의 리타데이션을 Re , 위상차판 (2)의 리타데이션을 Re' 라 하였을 때, 액정층 (22)에 사용되는 액정 재료의 복굴절 Δn 과 액정층 (22) 두께 d 의 곱이 식 1로 주어지는 값 이하이면 콘트라스트가 높고, 백표시 상태에서의 착색이 두드러지지 않는 고품위의 화상을 제공할 수 있게 된다.

반사형 액정표시소자와 투과형 액정표시소자를 혼재하는 반투과형 액정표시장치의 경우, 편광판 (1)과 위상차판 (2,3)으로 구성되는 원편광판 (11; 정확하게는 타원편광판), 및 액정층의 비틀림각이 투과부와 반사부에서 공통으로 되는 것이 일반적이다. 이러한 구성의 반투과형 액정표시소자의 경우, 위상차판 (6)의 지상축 방향을 기관 계면에서의 액정 재료의 배향 방향의 중선 방향에 거의 평행하게 하고, 또한 위상차판 (6)의 리타데이션 (140)을 140nm 보다 작게 하는 것이 바람직하다. 그 이유는 다음과 같다.

도 15에 상기 구성의 원편광판 (11)을 사용하였을 때의 투과부의 백표시의 투과율 (좌측 종축)과 색좌표 (우측 종축)의 투과부 액정층 (23)의 $\Delta n d$ 에 대한 의존성의 계산 결과를 나타내었다. 착색이 두드러지지 않기 위해서는 투과부 액정층의 $\Delta n d$ 는 약 220nm 이하일 필요가 있고, Δd 가 0.065의 액정을 사용할 수 있었다 하더라도 투과부의 갭으로서 3.4 μm 이하가 필요해진다.

반사부와 투과부의 갭 차이는 반사경 (31)아래의 유기 막의 두께에 의해 조정한다. 통상은 상부의 반사경 (31; Al이나 Al-CR 합금, Ag 등)이 전극을 겸하므로, 신호선과 도통을 취할 필요가 있다. 따라서, 유기 막과 신호선의 절연막 (절연막이 없으면 단락되어 버린다)에 콘택트 홀이라 불리는 구멍을 에칭에 의해 뚫는다. 이 에칭시에 유기 막 자신도 에칭되지만, 유기 막이 없어져 버리면 절연성을 유지하기가 어려워지기 때문에, 유기 막에는 1.5 μm 정도 이하의 두께가 필요하다. 따라서, 투과부의 갭을 3.4 μm 이하 (갭 차이를 0.9 μm 이하)로 하는 것은 프로세스상 무리가 있으며, 그래서 투과부의 백표시는 황색으로 착색된다.

위상차판 (6)의 지상축 방향을 기관 계면에서의 액정 재료의 배향 방향의 중선 방향에 거의 평행하게 하고, 또한 위상차판 (6)의 리타데이션을 140nm 보다 작게 설정하면 반사부의 경우와 마찬가지로, 투과부 액정층 (23)의 일부가 위상차판 (6)과 함께 본래의 광대역 원편광판의 1/4 파장판, 요컨대 대상 파장 (통상 550nm)의 약 1/4의 리타데이션을 갖는 위상차판으로 기능하기 때문에, 투과부 강도를 변조한다는 액정층 본래의 기능에 기여하는 액정층 두께를 실질적으로 감소시키게 된다. 그래서, 투과부 액정층 (23)의 $\Delta n d$ 가 외관상 작아지고, 투과부의 백표시의 빛깔을 백색에 근접시킬 수 있는 것이다. 도 16에 이 상황을 모식적으로 나타내었다.

위상차판 (6)과 액정층의 일부가 광대역 원편광판의 약 1/4의 리타데이션을 갖는 위상차판으로 기능하면 되므로, 위상차판 (6)의 지상축 방향은 엄밀하게 기관 계면에서의 액정 재료의 배향 방향의 중선 방향에 평행할 필요는 없으며, 중선 방향에 대해 $\pm 15^\circ$, 보다 바람직하게는 $\pm 10^\circ$ 이내이면 된다.

위상차판 (6)으로서 하이브리드 배향 액정 필름을 사용할 수 있다. 하이브리드 배향 액정 필름이란 필름 중의 액정이 필름의 양 계면에서의 기립각 (계면에서의 액정의 배향 방향에 벡터가 있다고 보고 그 벡터와 벡터의 계면으로의 사영이 이루는 각도)이 크게 다른 배향 상태를 취하고 있는 것이며, 예컨대 NHfilm (닛세키미즈비시)이 알려져 있다.

투과부 액정층의 액정의 상승 방향과 하이브리드 배향 액정 필름의 액정의 상승 방향을 반대 방향으로 함으로써, 광학적 이방성의 상쇄 (보상)를 행하고, 투과부 액정층의 액정의 상승 방향에 관찰되는 계조 반전을 저감할 수 있고, 투과부의 시야각 특성이 향상되는 것이 알려져 있다 (토요오카, 코보리 저술, 액정, vol.4, No.2, p.159). 투과부 액정층의 액정의 상승 방향은 평균적으로는 기관 계면에서의 액정 재료의 배향 방향의 중선 방향이므로, 하이브리드 배향 액정 필름을 위상차판 (6)으로 사용하는 경우에는 그 지상축 방향을 기관 계면에서의 액정 재료의 배향 방향의 중선 방향에 거의 평행하게 향하게 할 필요가 있어 상기 조건이 자동적으로 만족되게 된다.

위상차판 (6)의 지상축 방향이 액정층에 대해 고정된다. 또한, 및 광대역 원편광판 1/2로 기능하기 위해서는 편광판 (4)의 투과축 α_4 와 위상차판 (5)의 지상축 방향 α_5 가 이루는 각을 $\theta_2 = \alpha_5 - \alpha_4$ 로 하였을 때, 위상차판 (5)의 지상축 방향 α_5 와 위상차판 (6)의 지상축 방향 α_6 이 이루는 각이 $\theta_2 + 45^\circ$ 일 필요가 있다. 이러한 이유로, 편광판 (4)과 위상차판 (6)의 방향은 α_2 라는 파라미터 하나로 결정할 수 있다. 이 θ_2 는 다음에 기술하는 이유로 65°정도가 바람직하다.

흑색을 표시하고 있을 때에 투과율이 높으면 화상은 흰 빛을 띠게 된다. 액정표시소자에는 원리상 시선 방향에서 표시 특성이 변화된다는 성질(시야각 특성이라 불림)을 갖고 있으므로, 정면에서 보아 어느 정도의 콘트라스트가 얻어질 정도로 흑색이 어두워지도록 설계하면 정면에서 시선을 틀었을 때에 투과율이 상승되는 경우가 발생된다. 상기 하이브리드 배향 액정 필름과 같은 특수한 위상차판을 사용하더라도, 예컨대 폴리카보네이트와 같은 통상의 투명 수지를 사용한 위상차판을 사용하더라도 정도의 차이는 있어도 이 현상은 발생된다. 특히 흑표시에 있어서 시선 방향을 좌우로 틀었을 때에 우측과 좌측에서 투과율이 크게 다르면 그 투과율이 큰 방향에서 극단적으로 화면이 흰 빛을 띠게 되는 인상을 받기 때문에 표시 화질로서 매우 바람직하지 않다.

도 17에는 투과부가 흑색을 표시하였을 때의 정면에서 좌측으로 40°시선 방향을 틀었을 때의 투과율과, 우측으로 40°시선 방향을 틀었을 때의 투과율의 비율의, 편광판(4)의 투과축 α_4 와 위상차판(5)의 지상축 방향 α_5 가 이루는 각을 $\theta_2 = \alpha_5 - \alpha_4$ 에 대한 의존성을 계산한 결과를 나타내었다. 위상차판(6)은 예컨대 폴리카보네이트와 같은 통상의 투명 수지를 사용한 위상차판을 상정하고, 일축성의 위상차판으로 하였다. 또한 편광판(1)의 투과축 α_1 과 위상차판(2)의 지상축 방향 α_2 가 이루는 각을 $\theta_1 = \alpha_2 - \alpha_1 = 15^\circ$, 위상차판(2)의 지상축 방향 α_2 와 위상차판(3)의 지상축 방향 α_3 이 이루는 각을 $\alpha_3 - \alpha_2 = \alpha_1 + 45^\circ = 60^\circ$ 로 하였다.

θ_2 가 65°일 때, 요컨대 편광판(4)의 투과축 α_4 와 위상차판(5)의 지상축 방향 α_5 가 이루는 각을 $\theta_2 = \alpha_5 - \alpha_4 = 65^\circ$, 위상차판(5)의 지상축 방향 α_5 와 위상차판(6)의 지상축 방향 α_6 이 이루는 각을 $\alpha_6 - \alpha_5 = \theta_2 + 45^\circ = 110^\circ$ 로 하였을 때가 이 비가 1에 가깝고, 좌우 어느 쪽에서 보아도 보이는 화상에 변화가 없음을 알 수 있다. 도 17에서 θ_2 가 63°~70°이면 좌측에서 보았을 때와 우측에서 보았을 때의 투과율의 차가 20% 이내(좌우의 평균으로부터는 10% 이내)가 되고, 그 비대칭성은 두드러지지 않는다. 따라서, θ_2 는 63°~70°가 바람직하다.

편광판(1)의 투과축 α_1 과 위상차판(2)의 지상축 방향 α_2 가 이루는 각을 $\alpha_1 - \alpha_2 =$ 약 105°, 위상차판(2)의 지상축 방향 α_2 와 위상차판(3)의 지상축 방향 α_3 이 이루는 각을 $\alpha_2 - \alpha_3 =$ 약 60°로 해도 상기 결론은 변하지 않는다. 원편광판(11)의 투과 편광 상태가 거의 변하지 않기 때문이다.

만일, 편광판(1)의 투과축 α_1 과 위상차판(2)의 지상축 방향 α_2 가 이루는 각을 $\alpha_1 - \alpha_2 =$ 약 15°, 위상차판(2)의 지상축 방향 α_2 와 위상차판(3)의 지상축 방향 α_3 이 이루는 각을 $\alpha_2 - \alpha_3 =$ 약 60°로 하고 있는 경우, 또는 $\alpha_2 - \alpha_1 =$ 약 105°또한 $\alpha_3 - \alpha_2 =$ 약 60°로 하고 있는 경우에는, 편광판(4)의 투과축 α_4 와 위상차판(5)의 지상축 방향 α_5 가 이루는 각을 $\alpha_4 - \alpha_5 =$ 약 65°, 위상차판(5)의 지상축 방향 α_5 와 위상차판(6)의 지상축 방향 α_6 이 이루는 각을 $\alpha_5 - \alpha_6 =$ 약 110°로 하면 된다.

실시예 1

본 발명에 의한 반투과형 액정표시장치의 구성예를 표 2에 나타낸다. 표 2 중의 각도 표기의 기호에 대해서는 도 2에 나타내었다. 반사부의 액정층(22)의 Δnd 는 167nm, 투과부의 액정층(23)의 Δnd 는 288nm, 비틀림각은 -70°, 투명 기판(21a)층의 러빙 방향은 235°이다. 기판 계면에서의 액정 재료의 배향 방향의 중선 방향은 90°방향이 된다.

[표 2]

편광판(1)	$\alpha_1 = 22^\circ$
위상차판(2)	$\alpha_2 = 33^\circ$, 리타레이션 280 nm
위상차판(3)	$\alpha_3 = 89^\circ$, 리타레이션 135 nm
편광판(4)	$\alpha_4 = 100^\circ$
위상차판(5)	$\alpha_5 = 168^\circ$, 리타레이션 275 nm
위상차판(6)	$\alpha_6 = 283^\circ$, 리타레이션 125 nm

표 2의 구성에 의한 반투과형 액정표시장치의 반사부 및 투과부의 광학 특성을 계산하였다. 그 결과, 반사부의 콘트라스트는 167, 반사부의 백표시의 색좌표는 $(x,y) = (0.290, 0.314)$ 가 되어 높은 콘트라스트이면서 하얀 백표시가 얻어졌다. 또한, 투과부의 콘트라스트는 310, 투과부의 백표시의 색좌표는 $(x,y) = (0.311, 0.309)$, 투과부가 흑색을 표시하였을 때, 정면에서 좌측으로 40°시선 방향을 틀었을 때의 투과율과, 우측으로 40°시선 방향을 틀었을 때의 투과율의 비(도 17에 상당)는 0.99로 계산되었으며, 높은 콘트라스트이면서 하얀 백표시와 좌우 대칭의 표시 특성이 얻어졌다.

상기 구성의 반투과형 액정표시장치의 반사부와 투과부에 상당하는 액정표시소자를 각각 제작하였다. 액정의 배향 방법에는 러빙법을 이용하고, 배향막에는 가용성 폴리이미드를 사용하였다. 투명 전극에는 ITO 막, 반사경에는 Al 반사경에 산란 점착 필름(닛토텐코사 제조)을 부착하고, 이것을 기판(21b)에 부착하여 사용하였다. 기판에는 유리 기판을 사용하였다. 광대역 원편광판은 메이커폼(닛토텐코사 제조)을 구입하여 사용하였다. 이 광대역 편광판의 리타레이션 및 방향은 표 2에 나타난 것이다.

반사부의 측정에는 광원은 Xe 램프, 검출기에는 휘도계(BM-5A, 토프콘사 제조)를, 투과부의 측정에는 광원은 평가용 백라이트 시스템(모리테크사 제조), 검출기에는 휘도계(BM-5A, 토프콘사 제조)를 사용하였다.

측정 결과는 반사부에 대응하는 액정표시소자의 콘트라스트는 75, 반사부의 백표시의 색좌표는 $(x,y) = (0.308,0.320)$ 이 되어 높은 콘트라스트이면서 하얀 백표시가 얻어졌다. 또한, 투과부에 대응하는 액정표시소자의 콘트라스트는 185, 투과부의 백표시의 색좌표는 $(x,y) = (0.307,0.311)$, 투과부가 흑색을 표시할 때, 정면에서 좌측으로 40°시선 방향을 틀었을 때의 투과율과 우측으로 40°시선 방향을 틀었을 때의 투과율의 비(도 17에 상당)는 0.90 이고, 높은 콘트라스트이면서 하얀 백표시와 좌우 대칭의 표시 특성이 얻어졌다.

실시예 2

본 발명에 의한 반투과형 액정표시장치의 다른 구성예를 표 3에 나타낸다. 표 3 중의 각도 표기의 기호에 대해서는 도 2에 나타내었다. 반사부의 액정층(22)의 Δn_d 는 174nm, 투과부의 액정층(23)의 Δn_d 는 294nm, 비틀림각은 -66°, 투명 기판(21a)측의 러빙 방향은 240°이다. 기판 계면에서의 액정 재료의 배향 방향의 중선 방향은 93°방향이 된다. 위상차판(6)에는 하이브리드 배향 액정 필름(NHfilm, 닷세키미즈비시사 제조)을 사용하였다.

[표 3]

편광판 (1)	$\alpha 1 = 20^\circ$
위상차판 (2)	$\alpha 2 = 36^\circ$, 리타레이션 260 nm
위상차판 (3)	$\alpha 3 = 96^\circ$, 리타레이션 120 nm
편광판 (4)	$\alpha 4 = 95^\circ$
위상차판 (5)	$\alpha 5 = 161^\circ$, 리타레이션 285 nm
위상차판 (6)	$\alpha 6 = 272^\circ$, 리타레이션 130 nm

상기 구성의 반투과형 액정표시장치의 반사부와 투과부에 상당하는 액정표시소자를 각각 제작하였다. 제작 방법 및 측정 방법은 실시예 1 과 동일하다.

측정 결과는 반사부에 대응하는 액정표시소자의 콘트라스트는 45, 반사부의 백표시의 색좌표는 $(x,y) = (0.306,0.323)$ 이 되어 높은 콘트라스트이면서 하얀 백표시가 얻어졌다. 또한, 투과부에 대응하는 액정표시소자의 콘트라스트는 122, 투과부의 백표시의 색좌표는 $(x,y) = (0.304,0.312)$, 투과부가 흑색을 표시하였을 때, 정면에서 좌측으로 40°시선 방향을 틀었을 때의 투과율과, 우측으로 40°시선 방향을 틀었을 때의 투과율의 비(도 17에 상당)는 0.95 이고, 높은 콘트라스트이면서 하얀 백표시와 좌우 대칭의 표시 특성이 얻어졌다.

발명의 효과

이상과 같이 본 발명에 의해 콘트라스트가 높고 백표시의 착색이 두드러지지 않는 고품위의 화상이 표시 가능한 반사형 액정 표시소자를 구비한 액정표시장치를 제공할 수 있었다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

액정층에 전압을 인가하기 위한 전극을 구비한 기관쌍과, 기관쌍의 사이에 끼어 있는 비틀림 배향을 갖는 액정층과, 편광판, 제 1 위상차판, 및 지상축 방향이 기관 계면에서의 액정 재료의 배향 방향의 중선 방향에 거의 평행하고, 또한 리타레이션이 140nm 보다 작은 제 2 위상차판으로 이루어지는 타원편광판과, 가시광역의 빛을 반사하는 반사경으로 이루어지는 반사형 액정표시소자를 구비한 액정표시장치에 있어서,

액정층의 비틀림각이 63°이상 77°이하이고, 또한 편광판의 투과축 방향 α_1 과 제 1 위상차판의 지상축 방향 α_2 가 이루는 각이 5°이상 25°이하 또는 95°이상 115°이하이고, 또한 제 1 위상차판의 지상축 방향 α_2 와 제 2 위상차판의 지상축 방향 α_3 이 이루는 각이 50°이상 70°이하이고, 또한 제 2 위상차판의 리타레이션을 Re (단위: nm), 제 1 위상차판의 리타레이션을 Re' (단위: nm) 라 하였을 때, 액정층에 사용되는 액정 재료의 복굴절 Δn 과 액정층 두께 d 의 곱 (단위: nm) 이 120nm 이상이고, 또한 식 1 로 주어지는 값 이하인 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

[식 1]

$$89.2 + \frac{1.42 \times 10^6}{[Re + (Re' - 270) \cdot \cos(2|\alpha_3 - \alpha_2|)]^2}$$

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 액정층의 비틀림각은 65°이상 75°이하인 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 3.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 편광판의 투과축 방향 α_1 과 제 1 위상차판의 지상축 방향 α_2 가 이루는 각이 10°이상 20°이하, 또는 100°이상 110°이하인 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 4.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 위상차판의 지상축 방향 α_2 와 제 2 위상차판의 지상축 방향 α_3 이 이루는 각이 55°이상 65°이하인 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 5.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 액정층에 사용되는 액정 재료의 복굴절 Δn 과 액정층 두께 d 의 곱이 130nm 이상인 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

제 2 편광판, 제 3 위상차판 및 제 4 위상차판으로 이루어지는 제 2 타원편광판과, 상기 기관쌍의 사이에 끼어 있는 비틀림 배향을 갖는 제 2 액정층으로 이루어지는 투과형 액정표시소자를 추가로 구비하고, 또한 당해 제 4 위상차판의 지상축 방향이 기관 계면에서의 액정 재료의 배향 방향의 중선 방향에 대해 -15° 이상 $+15^{\circ}$ 이하이고, 또한 제 4 위상차판의 리타레이션이 80nm 이상 140nm 이하인 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 제 4 위상차판의 지상축 방향이, 기관 계면에서의 액정 재료의 배향 방향의 중선 방향에 대해 -10° 이상 $+10^{\circ}$ 이하인 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 8.

제 6 항 또는 제 7 항에 있어서,

상기 제 2 편광판의 투과축과 상기 제 3 위상차판의 지상축 방향이 이루는 각이 63° 이상 70° 이하, 또는 153° 이상 160° 이하이고, 또한 제 3 위상차판의 지상축 방향과 제 4 위상차판의 지상축 방향이 이루는 각이 108° 이상 115° 이하인 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

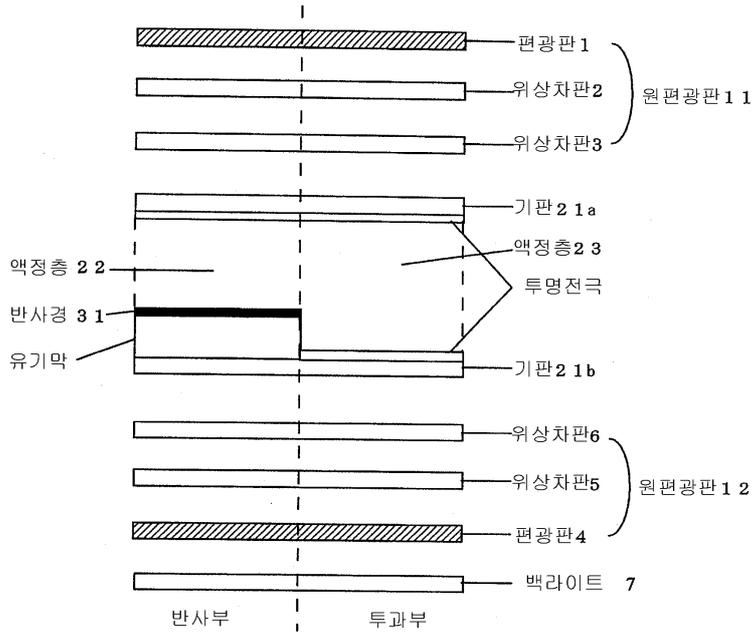
청구항 9.

제 6 항 또는 제 7 항에 있어서,

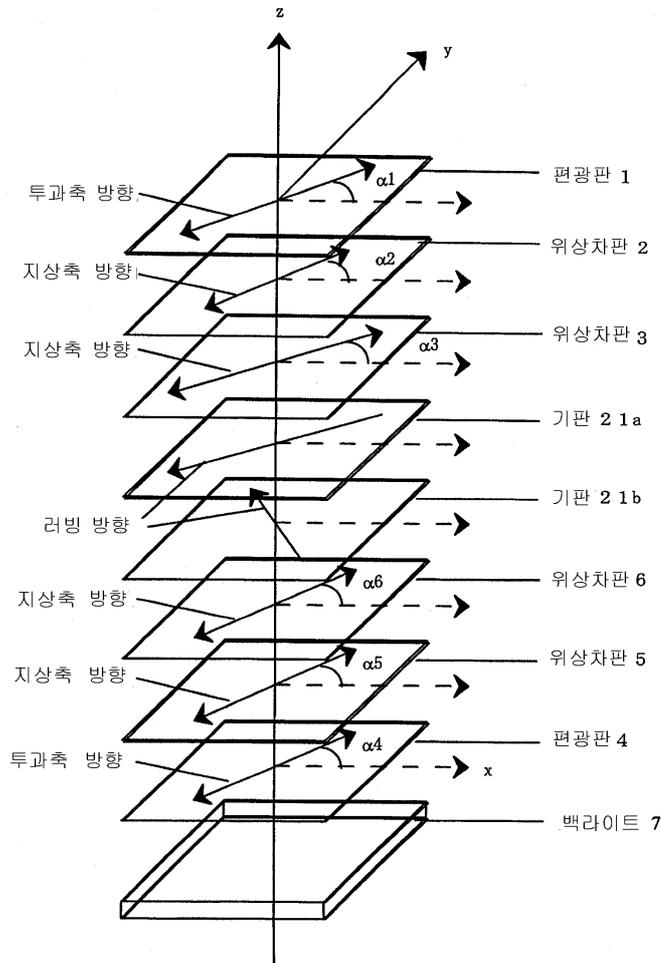
상기 제 4 위상차판이 하이브리드 배향 액정 필름인 것인 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

도면

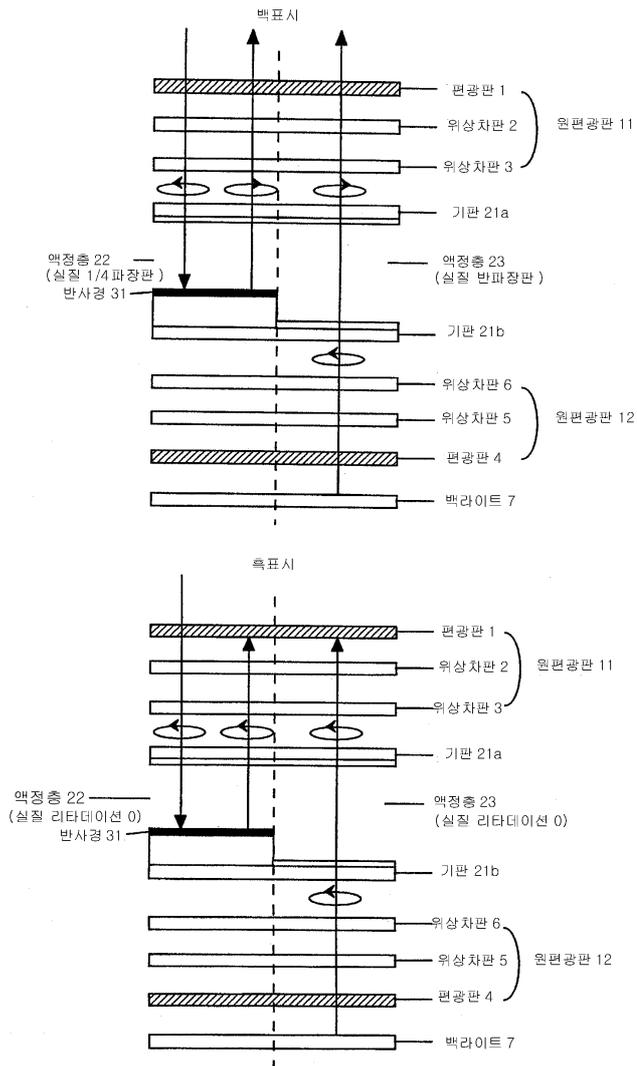
도면1



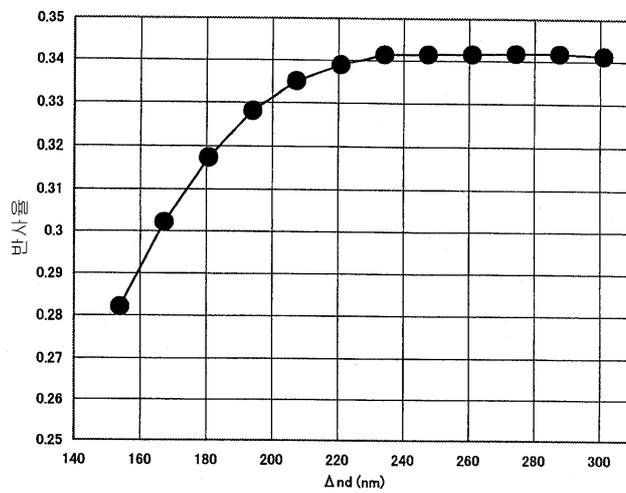
도면2



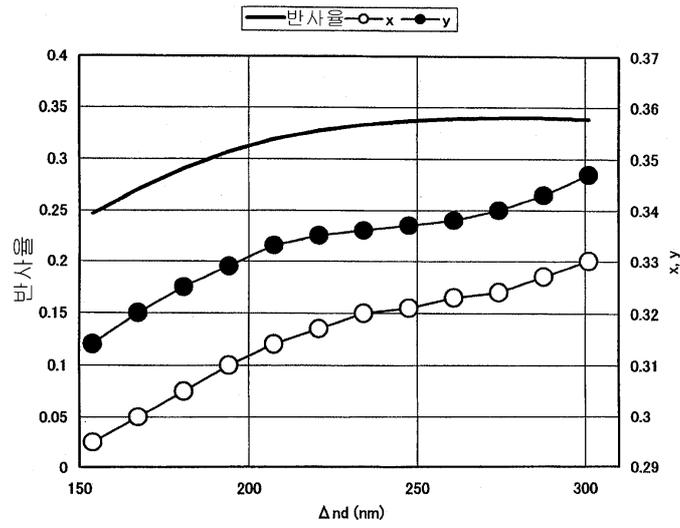
도면3



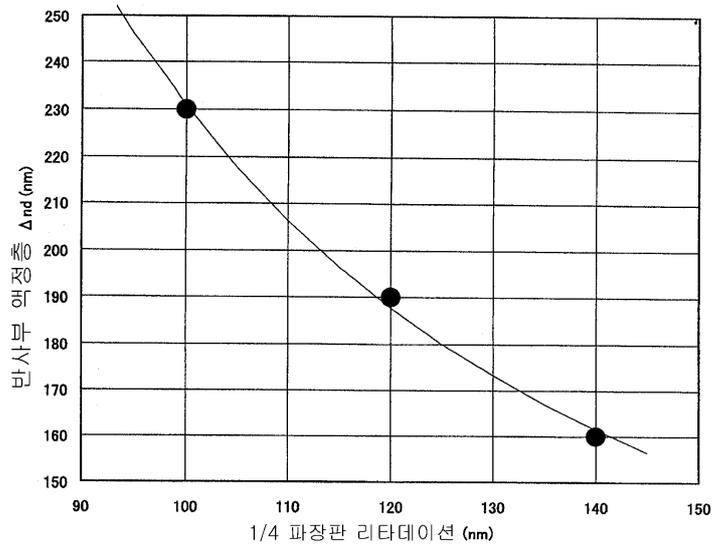
도면4



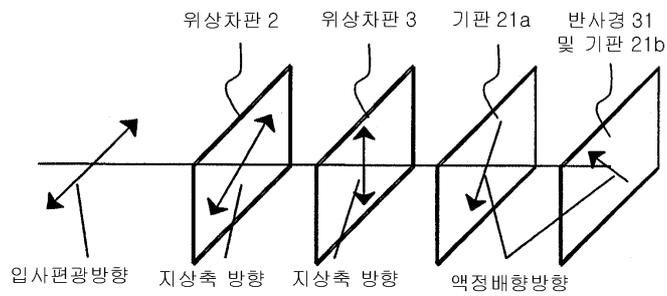
도면5



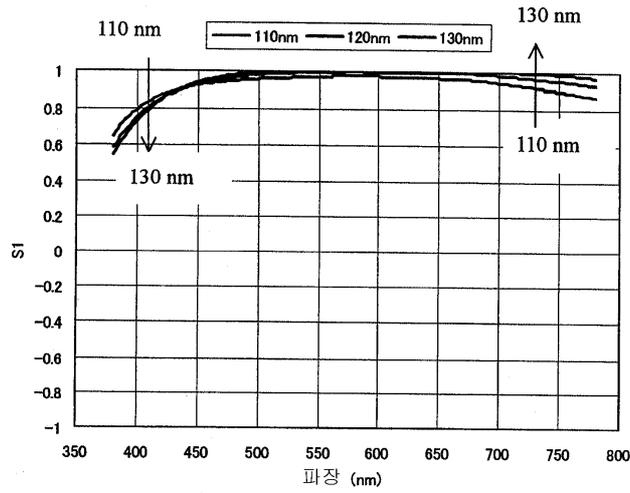
도면6



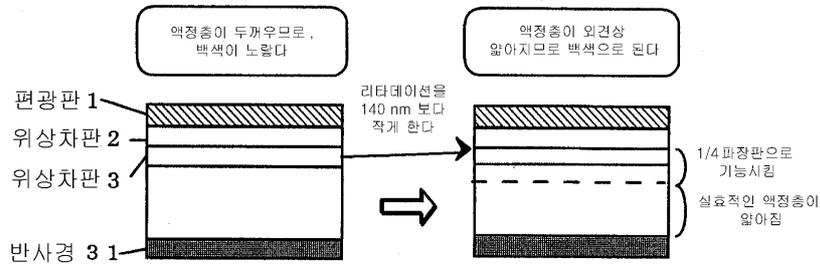
도면7



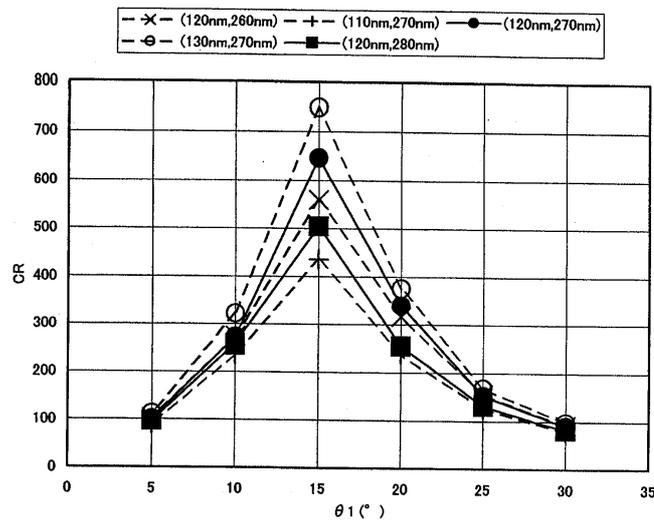
도면8



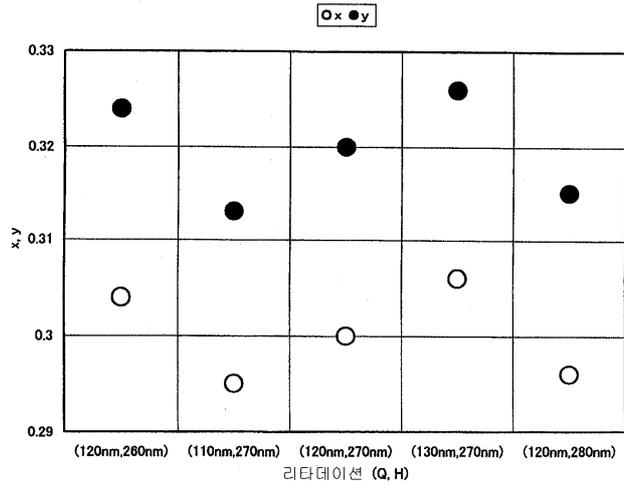
도면9



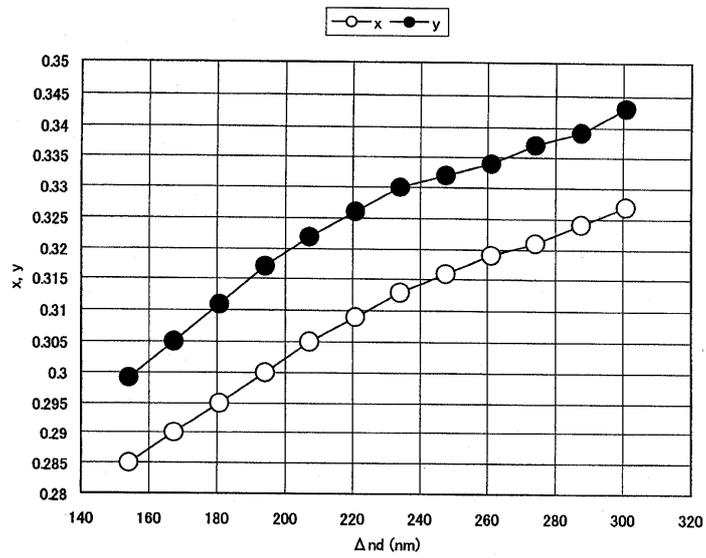
도면10



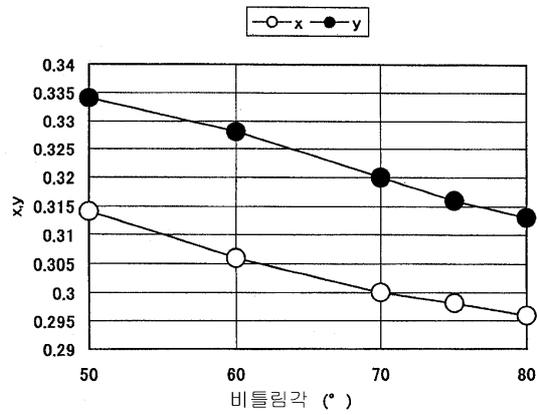
도면11



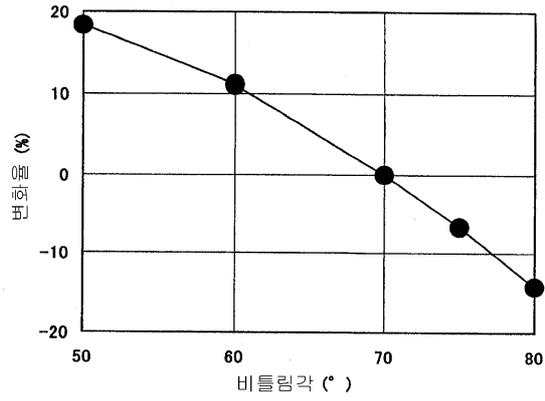
도면12



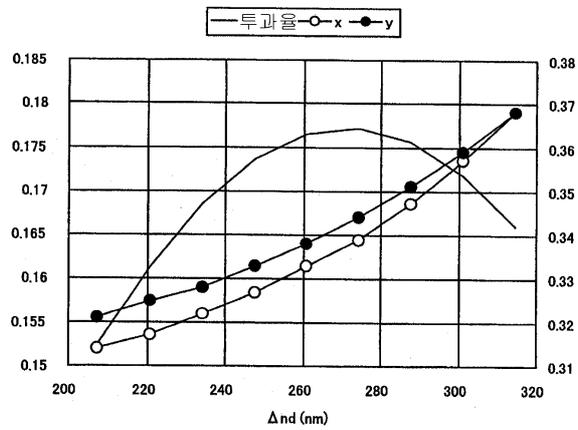
도면13



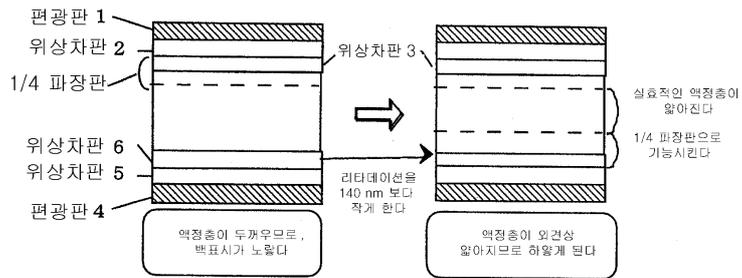
도면14



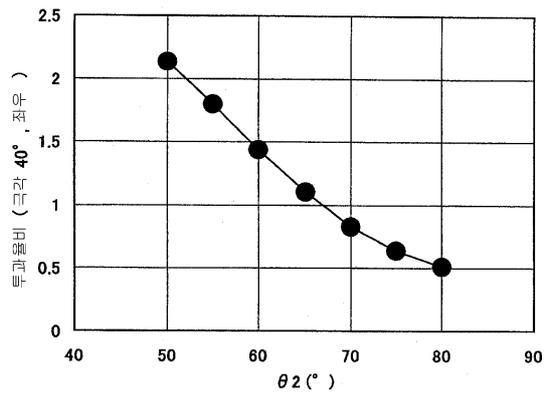
도면15



도면16



도면17



专利名称(译)	液晶显示器		
公开(公告)号	KR100629134B1	公开(公告)日	2006-09-27
申请号	KR1020030026354	申请日	2003-04-25
[标]申请(专利权)人(译)	三菱电机株式会社		
申请(专利权)人(译)	提升者显示的激光炮的鼻子 三菱电机有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	提升者显示的激光炮的鼻子 三菱电机有限公司		
[标]发明人	KOYAMA HITOSHI 고야마히토시 KURATA TETSUYUKI 구라타데쯔유키 SATAKE TETSUYA 사따께데쯔야 NISHIOKA TAKAHIRO 니시오까다까히로		
发明人	고야마히토시 구라타데쯔유키 사따께데쯔야 니시오까다까히로		
IPC分类号	G02F1/13363 G02B5/30 G02F1/1335 G02F1/139		
CPC分类号	G02F1/133555 G02F1/13363 G02F2001/133541 G02F2001/1398 G02F2202/40 G02F2203/02 G02F2413/04 G02F2413/08		
代理人(译)	韩国专利公司		
优先权	2002136311 2002-05-10 JP		
其他公开文献	KR1020030087928A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明公开了一种液晶显示装置，其具有能够进行高质量图像显示的反射型液晶显示元件，其中对比度高并且白色显示的着色不明显。根据本发明的液晶显示装置包括由偏振板1，延迟板2和延迟板3组成的椭圆偏振板11，由反射镜制成的反射器31，用于反射可见光范围内的光) a和一个。在本发明中，液晶层22的扭曲角，由偏振板1的透射轴方向 θ_1 和延迟板2的慢轴方向 θ_2 形成的角度，延迟板2的延迟轴 θ_2 ，如图3所示，获得了用于液晶层22的液晶材料的双折射 Δn 与液晶层的厚度d的乘积的最佳值。 1 指数方面 液晶显示器

