

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(51) 。 Int. Cl.⁷
G02F 1/13363(11) 공개번호 10-2005-0049137
(43) 공개일자 2005년05월25일(21) 출원번호 10-2003-0083023
(22) 출원일자 2003년11월21일(71) 출원인 주식회사 엘지화학
서울특별시 영등포구 여의도동 20(72) 발명자 전병건
대전광역시유성구도룡동LG사택신연립203호
벨리아에프췌르게이
대전광역시유성구도룡동LG사택6동201호
유정수
대전광역시유성구신성동한울아파트107-1501
말리모넨코니콜라이
대전광역시유성구도룡동LG사택6동203호(74) 대리인 김성기
함현경

심사청구 : 있음

(54) 양의 이축성 위상차 필름을 이용한 시야각 보상필름을포함하는 면상 스위칭 액정 표시장치

요약

본 발명은 양의 이축성 위상차 필름(Positive biaxial retardation film)을 이용하고 양의 이축성 위상차 필름의 광축 방향과 위상차 값을 조절함으로써, 면상 스위칭 액정 표시장치(in-plane switching liquid crystal display, IPS-LCD)의 정면과 경사각에서 콘트라스트 특성을 향상시키고, 암 상태(black state)에서 시야각에 따른 칼라변화를 최소화시킬 수 있는 시야각 보상필름 설계조건과 제작에 관한 것이다.

대표도

도 4a

색인어

면상 스위칭 액정 표시 장치, 보상 필름

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 IPS-LCD의 기본구조를 나타낸 것이다.

도 2는 편광판 흡수축과 액정의 광축 배치도를 나타낸 것이다.

도 3은 위상차 필름의 굴절율을 나타낸 것이다.

도 4a, 4b는 시야각 보상필름을 포함하는 첫번째 IPS-LCD의 구조이다.

도 5a, 5b는 시야각 보상필름을 포함하는 두번째 IPS-LCD 구조이다.

도 6a, 6b는 시야각 보상필름을 포함하는 세번째 IPS-LCD 구조이다.

도 7은 백색광을 사용하였을 때, 모든 동경각에 대한 $0^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 범위의 경사각에서 본 발명에 따라 시야각 보상필름을 포함하는 첫번째 IPS-LCD 구조에 대한 콘트라스트 특성을 시뮬레이션한 결과이다.

도 8은 백색광을 사용하였을 때, 모든 동경각에 대한 $0^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 범위의 경사각에서 본 발명에 따라 시야각 보상필름을 포함하는 두번째 IPS-LCD 구조에 대한 콘트라스트 특성을 시뮬레이션한 결과이다.

도 9는 백색광을 사용하였을 때, 모든 동경각에 대한 $0^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 범위의 경사각에서 본 발명에 따라 시야각 보상필름을 포함하는 세번째 IPS-LCD 구조에 대한 콘트라스트 특성을 시뮬레이션한 결과이다.

도 10은 백색광을 사용하였을 때, 모든 동경각에 대한 $0^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 범위의 경사각에서 본 발명에 따라 시야각 보상필름을 포함하는 세번째 IPS-LCD 구조에 대한 콘트라스트 특성을 시뮬레이션한 결과이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 액정 표시 장치(liquid crystal display, LCD), 구체적으로는 양의 유전율 이방성을 갖는 액정 ($\Delta\epsilon > 0$) 또는 음의 유전율 이방성을 갖는 액정 ($\Delta\epsilon < 0$)으로 채워진 면상 스위칭 액정 표시장치(In-plane Switching liquid crystal display, IPS-LCD)의 시야각 특성을 개선하기 위해 양의 이축성 위상차 필름을 이용하고 이축성 위상차 필름의 광축 방향과 위상차 값을 조절한 보상필름을 포함하는 액정 표시 장치에 관한 것이다.

IPS-LCD의 전극 배치는 액정면에 평행하게 전기장이 인가되도록 배치되어 있다. 두 기판에 인접한 양쪽의 액정층 표면은 US 특허 제6,078,375호에서 발표된 것처럼, 0° 에서 5° 범위의 프리틸트 각(Pretilt Angle)을 갖는다. IPS 패널은 동일한 면상에 놓인 한쌍의 전극을 포함하는 능동 매트릭스 구동전극(active matrix drive electrode)을 갖고 있으며, 능동 매트릭스 구동전극은 두 장의 유리기판 사이에 액정 층에 In-Plane Switching(IPS), Super-In-Plane-Switching(S-IPS), Fringe Field Switching(FFS)모드를 제공한다. Super-In-Plane-Switching모드는 zig-zag 전극 패턴을 형성하여 이중 분할(Two domain) 액정 배열을 구현함으로써, 명(明) 상태의 IPS 칼라 변화를 최소화 시켜주는 특성이 있다.

첫번째 IPS-LCD는 US 특허 제3,807,831호에 발표되었다. 이 특허는 보상필름이 없는 IPS-LCD 구조를 사용하였다. 보상필름이 없는 IPS-LCD의 약점은 경사각에 상대적으로 높은 빛 누설 때문에 경사각에서 낮은 콘트라스트 비 값을 나타낸다는 점이다.

US 특허 제5,189,538호에서는 두 종류의 위상차 필름 + A-Plate와 양의 이축성 위상차 필름을 포함하는 일반적인 형태의 LCD를 개시하고 있으나, IPS-LCD에 관한 어떤 정보나 기술도 포함되어 있지 않다.

US 특허 제5,440,413호는 두 장의 양의 이축성 위상차 필름을 갖는 TN-LCD에 대하여 기재하고 있으며, 이축성 위상차 필름을 사용한 목적은 경사각에서 TN-LCD의 콘트라스트 특성 및 칼라 특성을 개선하는데 있다.

한 장의 양의 이축성 위상차 필름을 사용한 IPS-LCD 보상필름은 US 특허 제6,285,430호에 발표된 바 있다. 이 IPS-LCD의 특성은 다음과 같다:

- 한 장의 양의 이축성 위상차 필름이 편광판과 액정층 사이에 놓여있음.
- 이축성 위상차 필름의 면상 위상차 값은 $190\text{nm} \sim 390\text{nm}$ 임.
- 이축성 위상차 필름의 면상 위상차 값은 편광판 보호필름의 두께 방향 위상차 값의 절대값의 크기에 비례하여 증가함.

발표된 양의 이축성 위상차 필름을 사용하는 주요 목적은 45° , 135° , 225° 와 315° 동경각 방향의 경사각에서 IPS-LCD의 콘트라스트 특성을 개선하는 것이다. 이들 동경 경사각에서 IPS-LCD의 콘트라스트 특성은 증가하나, 다른 동경각에서 IPS-LCD의 암(暗)상태에서 빛 누설은 여전히 큰 상태로 남아있다. 이런 이유 때문에, 다른 동경 경사각에서 IPS-LCD의 콘트라스트 비 값은 상대적으로 낮다. 따라서, 위와 같은 배치를 갖는 IPS-LCD의 단점은 임의의 동경 경사각에서 암(暗)상태의 상대적으로 높은 빛 누설 때문에 낮은 콘트라스트 비 값을 나타낸다는 점이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 정면과 모든 동경 경사각에서 높은 콘트라스트 특성을 구현하는 IPS-LCD를 제공하는 것이다. 또 본 발명의 다른 목적은 모든 동경 경사각에서 매우 낮은 암(暗)상태 투과율을 갖는 IPS-LCD를 제공하는 것이다.

이와 같은 목적을 달성하기 위해서 본 발명은 양의 이축성 위상차 필름(Positive biaxial retardation film)을 사용하고 이축성 위상차 필름의 광축 방향과 위상차 값을 조절함으로써 IPS-LCD의 넓은 시야각 특성을 구현하고자 한다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 첫번째 편광판, 두 장의 유리기관사이에 양의 유전율 이방성($\Delta\epsilon>0$) 또는 음의 유전율 이방성($\Delta\epsilon<0$)을 갖는 액정으로 채워진 수평 배향된 액정 셀과 두번째 편광판을 구비하며, 액정셀 안의 액정의 광축이 편광판과 평행한 면상(in-plane)에 놓여 있는 면상 스위칭 액정 표시 장치로서, 첫번째 편광판의 흡수축과 두번째 편광판 흡수축이 수직을 이루고, 액정셀 안의 액정의 광축이 인접한 첫번째 편광판의 흡수축과 평행하며, 시야각 보상을 위해 액정 셀과 편광판 사이에 양의 이축성 위상차 필름이 배치되고, 배치 순서에 따라 양의 이축성 위상차 필름의 광축 방향과 위상차 값이 조절된 것이 특징인 면상 스위칭 액정 표시장치를 제공한다.

본 발명은 암상태에서 IPS-LCD의 시야각 보상을 위해 상,하 편광판, 배치 순서에 따라 광축 방향과 위상차 값이 조절된 한 장 이상의 양의 이축성 위상차 필름을 사용하는 것이 특징이다.

콘트라스트 비 값은 화면의 선명도를 나타내는 지표로 콘트라스트 비 값이 높을수록 선명한 화질 구현이 가능하다. IPS-LCD는 경사각 70°에서 콘트라스트 특성이 가장 나쁘며, 70° 경사각에서 콘트라스트 특성이 향상되면 모든 시야각에서 콘트라스트 특성이 향상됨을 의미한다. 따라서, 경사각 70°에서 시야각 특성 개선정도를 비교하는 것이 시야각 특성 개선정도를 비교하는 가장 좋은 방법이라 할 수 있다. 70°경사각에서 최소 콘트라스트 비 값은 편광판 만을 사용하였을 경우에는 10:1 이하이며, 본 발명에 따라 양의 이축성 위상차 필름을 사용하고 양의 이축성 위상차 필름의 광축을 설정하고 양의 이축성 위상차 필름의 위상차 범위를 일정 범위로 한정 한 경우에는 최소 20:1 이상을 얻을 수 있다. 바람직한 경사각 70°에서 최소 콘트라스트비 값은 20:1 이상이다.

이하 본 발명에 대해서 자세히 설명한다.

도 1에 IPS-LCD의 기본 구조를 나타냈다.

IPS-LCD는 첫번째 편광판 (1)과 두번째 편광판 (2), 액정 셀 (3)으로 구성되어 있으며, 첫번째 편광판의 흡수축(4)과 두번째 편광판의 흡수축 (5)이 서로 수직으로 배치되어 있으며, 첫번째 편광판의 흡수축(4)와 IPS-Panel의 광축 (6)이 서로 평행하게 배치되어 있다. 도 2에는 두 편광판의 흡수축 (4),(5)과 IPS-Panel의 광축 (6)이 나타나 있다.

본 발명에 따른 보상필름이 사용되는 액정 표시 장치는, 첫번째 편광판 (1), 두 장의 유리기관사이에 양의 유전율 이방성($\Delta\epsilon>0$) 또는 음의 유전율 이방성($\Delta\epsilon<0$)을 갖는 액정으로 채워진 수평 배향된 액정 셀 (3) 과 두번째 편광판 (2)을 구비하며, 액정 셀 안의 액정의 광축(6)이 편광판과 평행한 면상(in-plane)에 놓인 것을 특징으로 하는 LCD소자로서, 첫번째 편광판의 흡수축 (4)과 두번째 편광판 흡수축(5)이 수직을 이루고, IPS-Panel 안의 액정의 광축(6)이 인접한 첫번째 편광판의 흡수축 (4) 과 평행하며, 첫번째 기관과 두번째 기관 중에 하나는 전극 쌍을 포함하는 능동 매트릭스 구동전극(active matrix drive electrode)이 액정 층에 인접한 표면 위에 형성되어 있다.

상기 액정층 위상차 값은 $R_{LC} = (n_{x,LC} - n_{y,LC}) \times d$ 로 정의되며, 여기서 d는 액정층의 두께를 나타낸다. 본 발명에 사용된 IPS 패널의 액정층은 550nm 파장에서 200nm 범위에서 400nm 범위의 위상차 값을 갖는 것이 바람직하다.

IPS-LCD패널에 전압 인가 시 첫번째 편광판을 통과하여 90°로 선편광된 빛이 액정층을 통과한 후에 0°로 선편광되어 명(明)상태가 되도록 하기 위해서는 IPS-LCD 패널의 액정층의 위상차 값이 589nm(사람이 느끼는 가장 밝은 단색광)의 반 파장이 되어야 하기 때문이며, 백색(White Color)이 되도록 하기 위해서 반파장 보다 약간 길거나 짧도록 조절할 수 있다. 따라서 위상차 값은 589nm 단색광의 반파장인 295nm 전 후의 범위를 갖는 것이 바람직하다.

본 발명의 LCD는 다중 영역으로 액정 배향을 시키거나 인가되는 전압에 의해서 다중 영역으로 나누어지는 것을 포함한다.

LCD는 전극 쌍을 포함하는 능동 매트릭스 구동전극(active matrix drive electrode)의 모드에 따라 In-Plane-Switching(IPS) 또는 Super-In-Plane-Switching(Super-IPS) 또는 Fringe-Field-Switching(FFS)로 구별된다. 본 발명에서 IPS-LCD라 하면 Super-IPS, FFS(Fringe Field Switching), IPS(In-Plane-Switching)등도 포함한다.

도 3을 참조하여, IPS-LCD의 시야각 보상을 위해서 사용되는 위상차 필름의 굴절율을 살펴보면, x축 방향의 굴절율을 n_x (8), y축 방향의 굴절율을 n_y (9), z축 방향의 굴절율을 n_z (10)이라 할 수 있고, 이때, 굴절율의 크기에 따라서 위상차 필름의 특성이 결정된다.

세 축 방향의 굴절율 모두 다른 경우를 이축성 위상차 필름(biaxial retardation film)이라 하며, 이축성 위상차 필름은 다음과 같이 정의할 수 있다.

[식 1]

$$n_x \neq n_y \neq n_z$$

음의 이축성 위상차 필름(negative biaxial retardation film)은 하기 식 2와 같이 정의된다.

[식 2]

$$n_x \neq n_y > n_z$$

또, 양의 이축성 위상차 필름(Positive biaxial retardation film)은 하기 식 3과 같이 정의된다.

[식 3]

$$n_x \neq n_y < n_z$$

식 3과 같은 양의 이축성 위상차 필름은 필름의 세 축 방향의 굴절율이 다르기 때문에, 면상 위상차 값(in-plane retardation value)과 두께 방향 위상차 값(thickness retardation value)을 갖는다. 이 중에서 면상 위상차 값(in-plane retardation value)은 면상의 굴절율 n_x (8)와 n_y (9)를 이용하여 다음과 같이 정의한다.

[식 4]

$$R_{in} = d \times (n_x - n_y)$$

여기서 d는 필름의 두께를 나타낸다.

두께 방향 위상차 값(thickness retardation value)은 굴절율 n_y (9)와 굴절율 n_z (10)을 이용하여 다음과 같이 정의한다.

[식 5]

$$R_{th} = d \times (n_z - n_y)$$

여기서 d는 필름의 두께를 나타낸다.

양의 이축성 위상차 필름은 양의 면상 위상차 값(In-plane retardation value)과 양의 두께 방향 위상차 값(Thickness Retardation value)을 갖는 필름을 말한다.

양의 이축성 위상차 필름의 파장 분산특성은 정상 파장분산특성(normal wavelength dispersion), flat 파장분산 특성(flat wavelength dispersion), 역 파장분산 특성(reverse wavelength dispersion)을 가질 수 있다. 양의 이축성 위상차 필름으로 사용 가능한 필름은 네마틱 액정을 사용한 UV경화형 액정필름(UV curable liquid crystal film), 이축 연신된 PC(Polycarbonate) 등이 있다.

본 발명에서 위상차 필름의 광축의 방향은 위상차 필름의 배치 순서에 따라 결정된다.

본 발명의 제1실시태양은, 양의 이축성 위상차 필름(12)이 IPS 패널(3)과 두번째 편광판 (2) 사이에 배치되어 있고, 양의 이축성 위상차 필름은 광축(12)이 인접한 두번째 편광판의 흡수축 (5)과 직교하고, 550nm파장에서 면상 위상차 값이 190nm이하인 것이 특징인 면상 스위칭 액정 표시 장치를 제공한다.

위상차 필름의 광축은 직교 편광판의 빛 누설과 관련이 있으며, 직교 편광판의 빛 누설을 최소화하기 위해서는 인접한 편광판의 흡수축과 양의 이축성 위상차 필름의 필름 면상의 광축이 직교가 되어야 한다.

즉, 직교 편광판의 흡수축이 0°, 90° 방향으로 놓여 있는 경우, 동경각 45°방향으로 기울이면서 암(暗) 상태를 확인하면, 경사각이 증가할수록 빛 누설이 증가함을 알 수 있다. 이와 같이 경사각이 증가함에 따라서 빛 누설이 증가하는 원인은 경사각이 증가함에 따라서 두 편광판의 흡수축이 직교 상태에서 벗어나는 각도가 증가하기 때문이다. 직교 상태에서 벗어난 각도만큼 편광상태를 회전시켜 주어야 빛 누설을 최소화 시킬 수 있다. Backlight에서 입사된 빛이 첫번째 편광판을 통과한 후에 선편광되며, 경사각에 따라서 선 편광된 빛의 회전각이 증가해야만 한다. 이와 같이 선편광된 빛을 회전시키기 위해서는 양의 이축성 위상차 필름의 필름 면상의 광축과 인접한 편광판의 흡수축과 수직하게 배치되어야 한다.

한편, 경사각이 증가함에 따라서, 선 편광된 빛이 두 번째 편광판의 흡수축과 일치하도록 회전시키기 위해서 양의 이축성 위상차 필름의 면상 위상차 값은 190nm 이하인 것이 바람직하다. 이때, 두께 방향 위상차 값에 따라서 면상 위상차 값의 크기가 달라진다.

본 발명의 제1실시태양은 도 4a, 4b에 예시되어 있으며, 도 4a, 4b에 예시된 IPS-LCD구조는 백라이트 위치와 화면을 보는 방향이 서로 상반될 뿐, 그외 사항은 동일하다.

하기 표 1에는 첫번째 LCD 구조(도 4a) 하에서 편광판 보호필름과 양의 이축성 위상차 필름의 설계값(면상 위상차 값, 두께 방향 위상차 값)에 따른 경사각 70°에서 시야각 특성을 정리한 시뮬레이션 결과이다.

[표 1]

첫번째 편광판의 내부 보호필름	IPS-Panel	양의 이축성 위상차 필름			두 번째 편광판의 내부 보호 필름	경사각 70°에서 최소 콘트라스트 비 값
		Rin(nm)	Rth(nm)	Nz		
COP	290nm	180	144	0.2	80um TAC	166
		160	173	-0.08	120um TAC	83
40um TAC		160	88	0.45	40um TAC	83
		124	102	0.18	80um TAC	79
		118	139	-0.17	120um TAC	65
80um TAC		160	49	0.72	COP	33
		155	78	0.5	40um TAC	30
		110	77	0.3	80um TAC	30

시뮬레이션 시 첫번째 편광판(1)과 두번째 편광판(2)의 내부 보호필름의 위상차 값, 양의 이축성 위상차 필름(11)의 면상 위상차 값과 두께 방향 위상차 값, 이축성(Biaxiality) 정도를 나타내는 Nz 항목을 고려하여, 모든 동경 경사각에서 우수한 시야각 특성을 나타내는 조건을 나타냈다.

여기서 Nz 항목은 이축성 위상차 필름의 이축성(Biaxiality) 정도를 나타내는 지수로서 세 축 방향의 필름의 굴절율을 이용하여 다음과 같이 정의된다.

[식 6]

$$N_z = \frac{(n_x - n_z)}{(n_x - n_y)}$$

표 1은 편광판 보호필름과 이축성 위상차 필름 설계값에 따라서 시야각 특성이 얼마나 개선되었는가를 나타낸 예시이다. 표 1의 결과를 살펴보면, 시야각 보상필름을 사용하지 않은 IPS-LCD는 최소 CR값이 대략 7:1정도 이기 때문에, 경사각 70°에서 CR(Contrast Ratio)가 30:1 이상이면 모든 시야각에서 CR값이 30:1 이상을 나타내며, 이는 시야각 특성 개선효과가 매우 우수함을 알 수 있다.

또, 하기 표 2에는 도 4b의 LCD 구조 하에서 실제 위상차 필름의 설계값을 적용하였을 때의 시뮬레이션 결과가 나타나 있다.

[표 2]

첫번째 편광판의 내부 보호필름	IPS-Panel	양의 이축성 위상차 필름			두 번째 편광판의 내부 보호 필름	경사각 70°에서 최소 콘트라스트 비 값
		Rin(nm)	Rth(nm)	Nz		
40um TAC	250	170	76	0.55	40um TAC	83
	290	160	88	0.45		83
	330	155	102	0.34		83

표 2는 편광판 보호필름과 양의 이축성 위상차 필름의 설계값에 따라서 시야각 특성이 어느 정도 개선되었는지를 나타낸 예시이다. 편광판 보호필름으로 40um TAC(Triacetate Cellulose)를 사용하면, 80um TAC필름 보다 낮은 음의 Rth을 갖게 되므로 양의 이축성 위상차 필름의 설계값이 달라지며, 설계조건에 따라서 우수한 성능의 시야각 특성 확보가 가능하다. 편광판 내부보호 필름과 위상차 필름 설계조건에 따라서는 경사각 70°에서 최소 80:1 이상의 CR특성 확보가 가능하다.

본 발명의 제2실시태양은, 첫번째 양의 이축성 위상차 필름(11)이 IPS 패널 (3)과 첫번째 편광판 (2) 사이에 배치되어 있고, 두번째 양의 이축성 위상차 필름(13)이 IPS 패널(3)과 두번째 편광판(2) 사이에 배치되어 있으며, 첫번째 양의 이축성 위상차 필름의 광축 (12)이 인접한 첫번째 편광판의 흡수축(4)에 평행하고, 두번째 양의 이축성 위상차 필름의 광축(14)이 인접한 두번째 편광판의 흡수축(5)에 수직이며, 550nm파장에서 첫번째 양의 이축성 위상차 필름(11)이 190nm 이하의 면상 위상차 값을 갖고, 550nm 파장에서 두번째 양의 이축성 위상차 필름(13)이 150nm 내지 350nm 범위의 면상 위상차 값을 갖는 것이 특징인 면상 스위칭 액정 표시 장치를 제공한다.

IPS-LCD의 시야각 특성 저하원인은 시야각에 따른 편광판의 기하학적인 문제와 IPS-LCD패널의 시야각에 따른 위상차 값 의존성 때문에 발생된다. LCD의 암상태(Black State)는Backlight로부터 입사된 선편광이 두번째 편광판의 흡수축에 의해서 흡수되도록 직교 편광판을 사용하여 만들어진다. 그러나, 경사입사된 빛은 편광판을 통과하면서 수직입사 시와는 다른 회전된 선편광을 만들어 내며, 두번째 편광판의 흡수축 역시 수직입사 시와는 다르게 회전되어 있다. 따라서, 첫번째 편광판을 통해서 입사된 선편광과 두 번째 편광판의 흡수축은 서로 직교가 되지 않기 때문에 투과축과 평행한 성분이 발생하게 된다. 경사각이 커짐에 따라서, 선편광된 빛과 투과축의 직교상태에서 벗어나는 각도가 커지게 되고, 투과축과 평행한 성분이 증가하게 된다. 이와 같은 이유 때문에 암 상태에서 빛 누설이 발생하게 된다.

암 상태의 빛 누설은LCD의 시야각 특성을 저하시키는 주 원인이다. 경사각이 증가함에 따라서 빛 누설이 증가하게 되는데, 빛 누설이 증가함에 따라서 CR(Contrast Ratio) 저하와 칼라 변화가 커지게 된다. 따라서, 경사각에 따른 암 상태의 빛 누설을 최소화하기 위해서 시야각 특성 향상이 가능하다. 이와 같은 시야각 특성을 개선하는 방법은 첫번째 편광판을 통해서 선편광된 빛을 두번째 편광판의 흡수축과 일치하도록 선 편광을 만들어 주는 것이다. 첫번째 편광판을 통해서 선편광된

빛을 두번째 편광판의 흡수축과 일치하도록 하기 위해서, 본 발명은 양의 이축성 위상차 필름을 사용한다. 이와 같이 경사각에 따라서 선편광된 빛을 두번째 편광판의 흡수축과 일치하도록 편광상태를 만들어 주기 위해서는 면상 위상차 값과 두께 방향 위상차 값이 필요하다.

첫번째 편광판의 흡수축과 첫번째 양의 이축성 위상차 필름의 흡수축을 일치시켜야 하는 이유는 첫번째 양의 이축성 위상차 필름을 사용하여 적당한 타원 편광을 만들어 주고, 두번째 이축성 위상차 필름을 통해서 편광판의 흡수축에 일치하는 선편광을 만들어 주는 것이다. 이와 같은 기능을 갖도록 하기 위해서는 두 번째 양의 이축성 위상차 필름의 광축이 두 번째 편광판의 흡수축과 직교를 이루어야 한다.

190nm 이하의 면상 위상차 값을 갖는 첫번째 양의 이축성 위상차 필름을 사용하면, 첫번째 편광판을 통해서 선편광된 빛을 두 번째 양의 이축성 위상차 필름을 통과해서 두번째 편광판 흡수축과 일치하는 선편광으로 되도록 중간단계에서 타원 편광을 만들어 주는 역할을 한다.

두번째 양의 이축성 위상차 필름은 첫번째 양의 이축성 필름을 통해서 형성된 타원 편광을 선편광으로 만들어 주는 역할을 하며, 첫번째 양의 이축성 위상차 필름에 의해서 만들어진 편광상태에 따라서 두 번째 양의 이축성 위상차 필름의 면상 위상차 값 150nm 에서 350nm 범위의 위상차 값을 사용하면 두 번째 편광판의 흡수축과 일치하는 선 편광을 만들 수 있다.

본 발명의 제2실시태양은 도 5a, 5b에 예시되어 있으며, 도 5a, 5b에 예시된 IPS-LCD구조는 백라이트 위치와 화면을 보는 방향이 서로 상반될 뿐, 그외 사항은 동일하다.

하기 표 3에는 두번째 LCD 구조 하에서 실제 위상차 필름의 설계값을 적용하였을 때의 시뮬레이션 결과가 나타나 있다.

[표 3]

첫번째 편광판의 내부 보호필름	양의 이축성 위상차 필름			IPS-Panel	양의 이축성 위상차 필름			두 번째 편 광판의	경사각 70° 에서 최소
	Rin(nm)	Rth(nm)	Nz		Rin(nm)	Rth(nm)	Nz		
COP	25	12.5	0.5	290nm	285	142	0.5	COP	238
	35	17	0.5		230	115	0.5	40um TAC	160
	60	30	0.5		200	100	0.5	80um TAC	55
40um TAC	160	88	0.45		302	151	0.5	COP	214
	124	102	0.18		250	125	0.5	40um TAC	136
	118	139	-0.17		220	110	0.5	80um TAC	50
80um TAC	160	49	0.72		350	175	0.5	COP	100
	155	78	0.5		300	150	0.5	40um TAC	68

시뮬레이션 시 첫번째(1)와 두번째 편광판(2)의 내부 보호필름의 위상차 값, 양의 이축성 위상차 필름(11),(13)의 면상 위상차 값과 두께 방향 위상차 값, 이축성(Biaxiality) 정도를 나타내는 Nz 항목을 고려하여, 모든 동경 경사각에서 우수한 시야각 특성을 나타내는 조건을 나타냈다.

시뮬레이션을 간편하게 하기 위해서, 표 2에 Nz=0.5를 사용하였으나, 그 이외에 다른 Nz 값도 사용 가능하다.

표 3은 첫번째 양의 이축성 위상차 필름과 두 번째 양의 이축성 위상차 필름의 설계값(면상 위상차 값, 두께 방향 위상차 값, 편광판 내부보호 필름)에 따른 경사각 70°에서 최소 CR값을 나타냈다. 편광판 내부보호필름으로 두께방향 위상차 값이 없는 무연신 COP(Cyclo Olefin Polymer)필름을 사용했을 때 가장 우수한 시야각 특성을 나타낸다.

본 발명의 제3실시태양은, 첫번째 양의 이축성 위상차 필름(11)은 IPS 패널(3)과 첫번째 편광판(1) 사이에 배치되어 있고, 두번째 양의 이축성 위상차 필름(11)은 IPS 패널(3)과 두번째 편광판(2) 사이에 배치되어 있으며, 첫번째 양의 이축성 위상차 필름의 광축(12)은 인접한 첫번째 편광판의 흡수축 (4)과 평행이고, 두번째 양의 이축성 위상차 필름의 광축(14)은 인접한 두번째 편광판의 흡수축(5)과 평행이며, 550nm 파장에서 첫번째 양의 이축성 위상차 필름(11)은 150nm 이하의 면상 위상차 값을 갖고, 550nm 파장에서 두번째 양의 이축성 위상차 필름(13)은 200nm에서 350nm 범위의 면상 위상차 값을 갖는 것을 특징으로 하는 면상 스위칭 액정 표시 장치를 제공한다.

첫번째 양의 이축성 필름이 첫번째 편광판의 흡수축과 평행하게 하는 이유는 두 번째 양의 이축성 위상차 필름을 통과한 후에 선편광이 되도록 중간에 타원 편광을 만들어 주는 역할을 한다.

첫번째 양의 이축성 필름에 의해서 만들어진 타원 편광을 선편광을 만들어 주는 방법은 두 가지가 있다. 첫번째는 두 번째 이축성 위상차 필름이 인접한 두 번째 편광판의 흡수축과 직교가 되도록 배치하는 방법과 평행하게 배치하는 방법이 있다. 차이점은 직교로 배치하는 경우와 평행하게 배치하는 경우에 설계값이 달라지는 점이다.

첫번째 양의 이축성 위상차 필름의 위상차 값은 두 번째 양의 이축성 위상차 필름의 설계값에 따라서 달라지며, 150nm이하 범위의 면상 위상차 값을 사용해서 두 번째 양의 이축성 필름을 통과한 후에 흡수축과 평행한 선편광을 만드는데 필요한 타원 편광을 만들어 낼 수 있다.

두 번째 양의 이축성 필름의 위상차 값은 첫번째 양의 이축성 필름의 위상차 값에 따라서 결정되며, 위상차 값이 200nm에서 350nm 범위의 값을 사용하면 두 번째 편광판의 흡수축과 일치하는 선편광을 만들어 낼 수 있다.

본 발명의 제3실시태양은 도 6a, 6b에 예시되어 있으며, 도 6a, 6b에 예시된 IPS-LCD구조는 백라이트 위치와 화면을 보는 방향이 서로 상반될 뿐, 그외 사항은 동일하다.

하기 표 4에는 세번째 LCD 구조 하에서 실제 위상차 필름의 설계값을 적용하였을 때의 시뮬레이션 결과가 나타나 있다.

[표 4]

첫번째 편광판의 내부 보호필름	양의 이축성 위상차 필름			IPS-Panel	양의 이축성 위상차 필름			두 번째 편광판의	경사각 70°에서 최소
	Rin(nm)	Rth(nm)	Nz		Rin(nm)	Rth(nm)	Nz		
COP	35	17	0.5	290nm	250	125	0.5	COP	278
	44	22	0.5		310	155	0.5	40um TAC	234
	75	37	0.5		334	167	0.5	80um TAC	100
40um TAC	100	50	0.5		241	120	0.5	COP	259
	120	60	0.5		282	141	0.5	40um TAC	235
	145	72	0.5		314	157	0.5	80um TAC	94
80um TAC	123	62	0.5		180	90	0.5	COP	136
	145	72	0.5		239	120	0.5	40um TAC	100

시뮬레이션 시 첫번째(1)와 두번째 편광판(2)의 내부 보호필름의 위상차 값, 양의 이축성 위상차 필름의 면상 위상차 값과 두께 방향 위상차 값, 이축성(Biaxiality) 정도를 나타내는 Nz 항목을 고려하여, 모든 동경 경사각에서 우수한 시야각 특성을 나타내는 조건을 나타냈다. 시뮬레이션을 간편하게 하기 위해서, 표 2에 Nz=0.5를 사용하였으나, 그 이외에 다른 Nz 값도 사용 가능하다.

표 4는 첫번째 편광판 흡수축과 첫번째 양의 이축성 위상차 필름의 광축이 평행하고 두 번째 편광판의 흡수축과 두 번째 양의 이축성 위상차 필름의 광축이 평행한 배치 하에서 설계 값에 따른 경사각 70°에서 최소 CR값을 나타낸 결과이다. 설계값(첫번째 양의 이축성 필름, 두 번째 양의 이축성 필름, 편광판 내부 보호필름)에 따라서 경사각 70°에서 최소 CR 값이 달라지며, 편광판 내부보호 필름으로 면상 위상차 값이 없는 무연신COP(Cyclo Olefin Polymer)필름을 사용했을 때 가장 우수한 CR 특성을 나타낸다.

편광판은 고유한 음의 두께 방향 위상차 값을 갖는 내부와 외부 보호필름 또는 두께 방향 위상차 값이 없는 내부와 외부 보호필름을 사용할 수 있다.

내부 보호필름으로 연신되지 않은 COP(Cycloolefin), 40um TAC(Triacetate Cellulose), 80um TAC(Triacetate Cellulose), PNB(Polynobonene) 등을 사용할 수 있다.

편광판 내부 보호필름의 두께 방향 위상차 값은 모든 동경 경사각에서 IPS-LCD의 낮은 암(暗, dark state)의 투과도를 갖도록 위상차 필름을 설계하는데 매우 중요한 요소이다.

첫번째 편광판(1)의 내부 보호필름은 두께 방향 위상차 값이 0이거나 음의 두께 방향 위상차 값을 갖는 것이 바람직하다. 첫번째 편광판에 인접된 양의 이축성 위상차 필름이 편광판 내부 보호필름에 의해서 발생된 위상차 값을 상쇄시켜 주기 때문이다.

또한, 양의 이축성 위상차 필름은 적어도 하나 이상의 편광판의 내부 보호필름으로도 사용 가능하다.

양의 이축성 위상차 필름(11),(13)은 폴리머 재료 또는 UV 경화형 액정필름으로 제작된 것이 바람직하다.

본 발명의 LCD소자에서 이축성 위상차 필름의 이축성(biaxiality) 정도를 나타내는 Nz 은 모든 범위의 값을 가질 수 있다.

[식 6]

$$N_z = \frac{(n_x - n_z)}{(n_x - n_y)}$$

[실시예]

(예시 1)

도 4a에 나타낸 IPS-LCD는 2.9um 셀 갭, 프리틸트 각은 3°, 유전율 이방성 $\Delta\epsilon=+7$, 복굴절 $\Delta n=0.1$ 인 액정으로 채워진 IPS 액정 셀로 구성되어 있다. 양의 이축성 위상차 필름(11)은 UV 경화형 액정필름을 사용하였으며, 550nm 파장에서 면상 위상차 값 $R_{in}=180nm$, 두께 방향 위상차 값은 $R_{th}=144nm$ 을 갖고 있다. 첫번째 편광판(1)의 내부 보호필름은 위상차 값이 거의 0인 COP내부 보호필름을 사용했으며, 두번째 편광판(2)의 내부 보호필름은 550nm 파장에서 두께 방향 위

상차 값 $R_{th} = -64\text{nm}$ 인 80um TAC을 사용하였다. 백색광을 사용하였을 때, 모든 동경각에 대한 $0^\circ \sim 80^\circ$ 범위의 경사각에서 시야각 보상필름을 포함하는 첫번째 IPS-LCD 구조에 대한 콘트라스트 특성을 시뮬레이션한 결과를 도 7 및 표 1에 나타냈다.

도 7에서, 원의 중심은 경사각이 0인 경우이며, 원의 반지름이 증가할수록 경사각이 증가됨을 나타낸다. 도 7에 원의 반지름이 증가할수록 수치가 증가하도록 표시된 20, 40, 60, 80은 경사각(inclination angle)을 나타낸다.

원주를 따라서 표기된 수치 0에서 360까지는 동경각(Azimuthal Angle)을 나타낸다. 편광판이 배치된 방향은 상 편광판이 동경각 0° 방향이고 하 편광판은 90° 방향으로 배치되어 있을 때, 모든 시야 방향(경사각 0° 에서 80° , 동경각 0° 에서 360°)에서 콘트라스트 특성을 나타낸 결과이다. 편광판만을 사용한 IPS-LCD는 경사각 70° 에서 10:1이하의 콘트라스트 특성을 나타내는 반면, 도 7 및 표 1은 경사각 70° 에서 콘트라스트 특성이 166:1이상인 우수한 콘트라스트 특성을 나타낸다.

(예시 2)

도 5b에 나타낸 IPS-LCD는 2.9um 셀 갭, 프리틸트 각은 3° , 유전율 이방성 $\Delta\epsilon = +7$, 복굴절 $\Delta n = 0.1$ 인 액정으로 채워진 IPS 액정 셀로 구성되어 있다. 첫번째 양의 이축성 위상차 필름(11)은 UV경화형 액정필름으로 제작되었으며, 550nm 파장에서 면상 위상차 값은 $R_{in} = 20\text{nm}$, 두께 방향 위상차 값은 $R_{th} = 10\text{nm}$ 을 갖고 있다. 두번째 양의 이축성 위상차 필름(13)은 UV 경화형 액정필름으로 제작되었으며, 550nm 파장에서 면상 위상차 값은 $R_{in} = 288\text{nm}$, 두께 방향 위상차 값은 $R_{th} = 144\text{nm}$ 를 갖고 있다. 양쪽 면의 편광판 (1),(2)의 내부 보호필름은 COP으로 구성되어 있다.

백색광을 사용하였을 때, 모든 동경각에 대한 $0^\circ \sim 80^\circ$ 범위의 경사각에서 시야각 보상필름을 포함하는 두번째 IPS-LCD 구조에 대한 콘트라스트 특성을 시뮬레이션한 결과를 도 8에 나타냈다.

(예시 3)

도 6a에 나타낸 IPS-LCD는 2.9um 셀 갭, 프리틸트 각은 3° , 유전율 이방성 $\Delta\epsilon = +7$, 복굴절 $\Delta n = 0.1$ 인 액정으로 채워진 IPS 액정 셀로 구성되어 있다. 첫번째 양의 이축성 위상차 필름(11)은 UV경화형 액정필름을 사용하였으며, 550nm 파장에서 면상 위상차 값은 $R_{in} = 87\text{nm}$ 두께 방향 위상차 값은 $R_{th} = 17.5\text{nm}$ 을 갖고 있다. 두번째 양의 이축성 위상차 필름(13)은 UV 경화형 액정필름으로 제작되었으며, 550nm 파장에서 면상 위상차 값은 $R_{in} = 241\text{nm}$, 두께 방향 위상차 값은 $R_{th} = 120\text{nm}$ 를 갖고 있다. 첫번째 편광판 (1)의 내부 보호필름은 두께 방향의 위상차 값이 $R_{th} = -32\text{nm}$ 인 40um TAC을 사용하였으며, 두번째 편광판 (2)의 내부 보호 필름은 두번째 양의 이축성 위상차 필름(13)을 사용하였다.

백색광을 사용하였을 때, 모든 동경각에 대한 $0^\circ \sim 80^\circ$ 범위의 경사각에서 시야각 보상필름을 포함하는 세번째 IPS-LCD 구조에 대한 콘트라스트 특성을 시뮬레이션한 결과를 도 9에 나타냈다.

(예시 4)

도 6b에 나타낸 IPS-LCD는 2.9um 셀 갭, 프리틸트 각은 3° , 유전율 이방성 $\Delta\epsilon = +7$, 복굴절 $\Delta n = 0.1$ 인 액정으로 채워진 IPS 액정 셀로 구성되어 있다. 첫번째 양의 이축성 위상차 필름(11)은 UV 경화형 액정필름을 사용하였으며, 550nm 파장에서 면상 위상차 값 $R_{in} = 35\text{nm}$, 두께 방향 위상차 값은 $R_{th} = 17.5\text{nm}$ 을 갖고 있다. 두번째 양의 이축성 위상차 필름(13)은 UV 경화형 액정필름으로 제작되었으며, 550nm 파장에서 면상 위상차 값은 $R_{in} = 240\text{nm}$, 두께 방향 위상차 값은 $R_{th} = 120\text{nm}$ 를 갖고 있다. 양쪽 면의 편광판 (1),(2)의 내부 보호필름은 COP으로 구성되어 있다.

백색광을 사용하였을 때, 모든 동경각에 대한 $0^\circ \sim 80^\circ$ 범위의 경사각에서 시야각 보상 필름을 포함하는 세번째 IPS-LCD 구조에 대한 콘트라스트 특성을 시뮬레이션한 결과를 도 10에 나타냈다.

발명의 효과

본 발명은 양의 이축성 위상차 필름을 이용하고 양의 이축성 위상차 필름의 광축 방향과 위상차 값을 조절함으로써, 면상 스위칭 액정 표시장치의 정면과 경사각에서 콘트라스트 특성을 향상시키고, 암 상태(black state)에서 시야각에 따른 칼라 변화를 최소화시킬 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

첫번째 편광판, 양의 유전율 이방성($\Delta\epsilon > 0$) 또는 음의 유전율 이방성($\Delta\epsilon < 0$)을 갖는 액정으로 채워진 수평 배향된 액정 셀과 두번째 편광판을 구비하며, 액정셀 안의 액정의 광축이 편광판과 평행한 면상(in-plane)에 놓여 있는 면상 스위칭 액정 표시 장치로서,

첫번째 편광판의 흡수축과 두번째 편광판 흡수축이 수직을 이루고, 액정셀 안의 액정의 광축이 첫번째 편광판의 흡수축과 평행이며,

하기 식 3에 의해 정의된 양의 이축성 위상차 필름이 액정셀과 두번째 편광판 사이에 배치되어 있고, 양의 이축성 위상차 필름은 광축이 인접한 두번째 편광판의 흡수축과 직교이고, 양의 이축성 위상차 필름의 면상 위상차 값이 550nm파장에서 190nm이하인 것이 특징인 면상 스위칭 액정 표시 장치.

[식 3]

$$n_x \neq n_y < n_z$$

[여기서, n_x , n_y 는 면상 굴절율, n_z 는 필름의 두께 방향 굴절율을 나타냄.

양의 이축성 위상차 필름은 양의 면상 위상차 값($R_{in} = d \times (n_x - n_y)$, 이때, d는 필름의 두께)과 양의 두께 방향 위상차 값($R_{th} = d \times (n_z - n_y)$, 이때, d는 필름의 두께)을 갖음].

청구항 2.

첫번째 편광판, 양의 유전율 이방성($\Delta\epsilon > 0$) 또는 음의 유전율 이방성($\Delta\epsilon < 0$)을 갖는 액정으로 채워진 수평 배향된 액정 셀과 두번째 편광판을 구비하며, 액정셀 안의 액정의 광축이 편광판과 평행한 면상(in-plane)에 놓여 있는 면상 스위칭 액정 표시 장치로서,

첫번째 편광판의 흡수축과 두번째 편광판 흡수축이 수직을 이루고, 액정셀 안의 액정의 광축이 첫번째 편광판의 흡수축과 평행이며,

하기 식 3에 의해 정의된 첫번째 양의 이축성 위상차 필름이 액정셀과 첫번째 편광판 사이에 배치되어 있고, 하기 식 3에 의해 정의된 두번째 양의 이축성 위상차 필름이 액정셀과 두번째 편광판 사이에 배치되어 있으며, 첫번째 양의 이축성 위상차 필름의 광축이 인접한 첫번째 편광판의 흡수축에 평행하고, 두번째 양의 이축성 위상차 필름의 광축이 인접한 두번째 편광판의 흡수축에 수직이며, 550nm파장에서 첫번째 양의 이축성 위상차 필름이 190nm 이하의 면상 위상차 값을 갖고, 550nm 파장에서 두번째 양의 이축성 위상차 필름이 150nm 내지 350nm 범위의 면상 위상차 값을 갖는 것이 특징인 면상 스위칭 액정 표시 장치.

[식 3]

$$n_x \neq n_y < n_z$$

[여기서, n_x , n_y 는 면상 굴절율, n_z 는 필름의 두께 방향 굴절율을 나타냄.

양의 이축성 위상차 필름은 양의 면상 위상차 값($R_{in} = d \times (n_x - n_y)$, 이때, d는 필름의 두께)과 양의 두께 방향 위상차 값($R_{th} = d \times (n_z - n_y)$, 이때, d는 필름의 두께)을 갖음].

청구항 3.

첫번째 편광판, 양의 유전율 이방성($\Delta\epsilon > 0$) 또는 음의 유전율 이방성($\Delta\epsilon < 0$)을 갖는 액정으로 채워진 수평 배향된 액정 셀과 두번째 편광판을 구비하며, 액정셀 안의 액정의 광축이 편광판과 평행한 면상(in-plane)에 놓여 있는 면상 스위칭 액정 표시 장치로서,

첫번째 편광판의 흡수축과 두번째 편광판 흡수축이 수직을 이루고, 액정셀 안의 액정의 광축이 첫번째 편광판의 흡수축과 평행하며,

하기 식 3에 의해 정의된 첫번째 양의 이축성 위상차 필름이 액정셀과 첫번째 편광판 사이에 배치되어 있고, 하기 식 3에 의해 정의된 두번째 양의 이축성 위상차 필름이 액정셀과 두번째 편광판 사이에 배치되어 있으며, 첫번째 양의 이축성 위상차 필름의 광축은 첫번째 편광판의 흡수축과 평행하고, 두번째 양의 이축성 위상차 필름의 광축은 인접한 두번째 편광판의 흡수축과 평행하며, 550nm 파장에서 첫번째 양의 이축성 위상차 필름은 150nm 이하의 면상 위상차 값을 갖고, 550nm 파장에서 두번째 양의 이축성 위상차 필름은 200nm에서 350nm 범위의 면상 위상차 값을 갖는 것을 특징으로 하는 면상 스위칭 액정 표시 장치.

[식 3]

$$n_x \neq n_y < n_z$$

[여기서, n_x , n_y 는 면상 굴절율, n_z 는 필름의 두께 방향 굴절율을 나타냄.

양의 이축성 위상차 필름은 양의 면상 위상차 값($R_{in}=d \times (n_x - n_y)$, 이때, d는 필름의 두께)과 양의 두께 방향 위상차 값($R_{th}=d \times (n_z - n_y)$, 이때, d는 필름의 두께)을 갖음].

청구항 4.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 액정셀의 위상차 값이 550nm 파장에서, 200nm에서 400nm 인 것이 특징인 면상 스위칭 액정 표시 장치.

청구항 5.

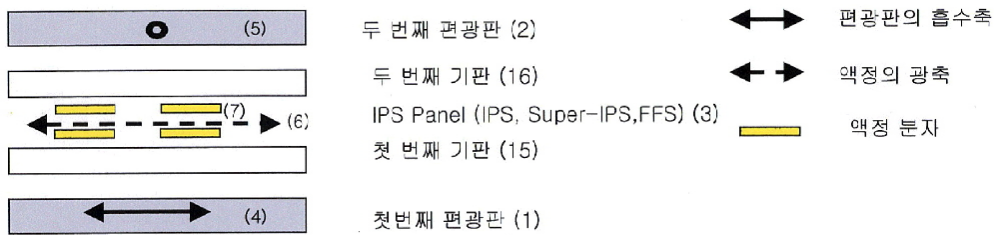
제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 양의 이축성 위상차 필름이 하나 이상의 편광판의 보호필름으로 사용된 것이 특징인 면상 스위칭 액정 표시장치.

청구항 6.

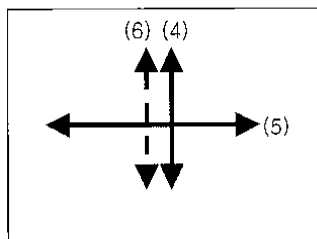
제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 첫번째 편광판의 내부 보호필름은 두께 방향 위상차 값이 0이거나 음의 두께 방향 위상차 값을 갖는 것이 특징인 면상 스위칭 액정 표시장치.

도면

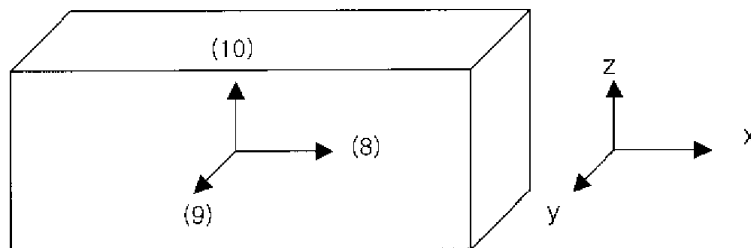
도면1



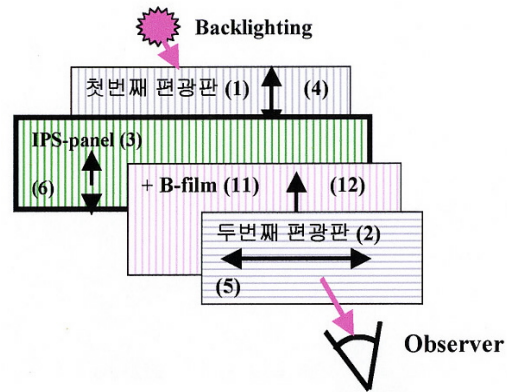
도면2



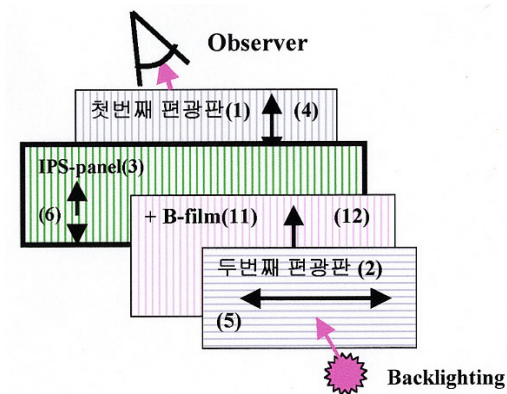
도면3



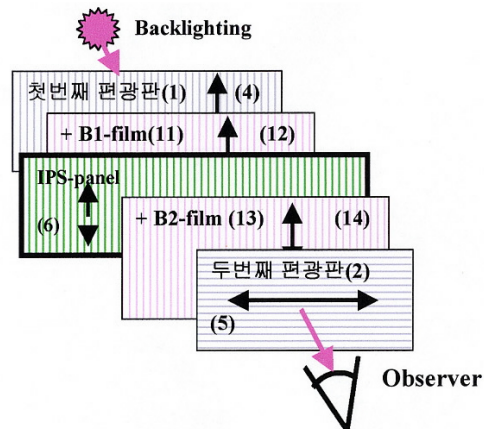
도면4a



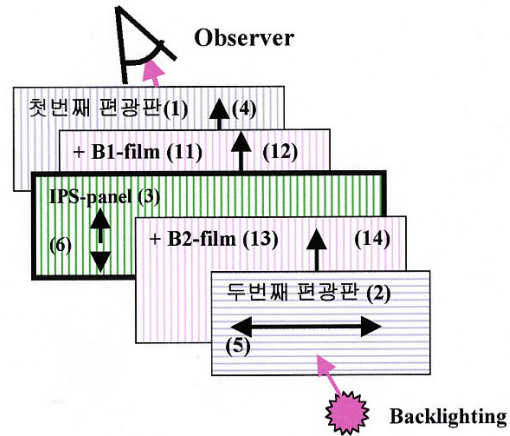
도면4b



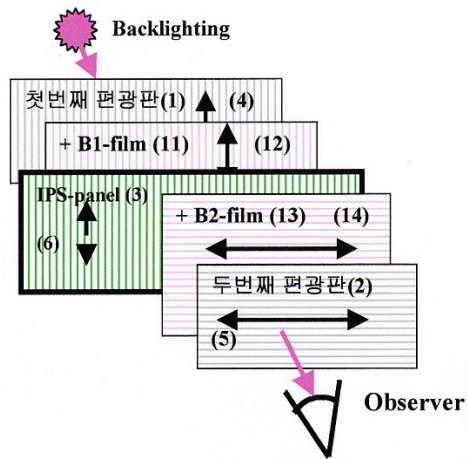
도면5a



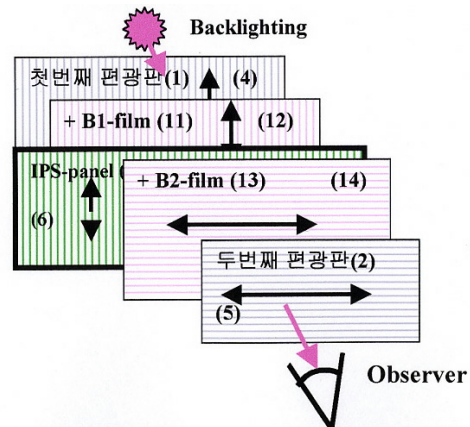
도면5b



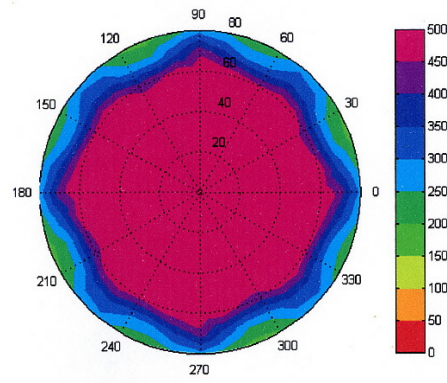
도면6a



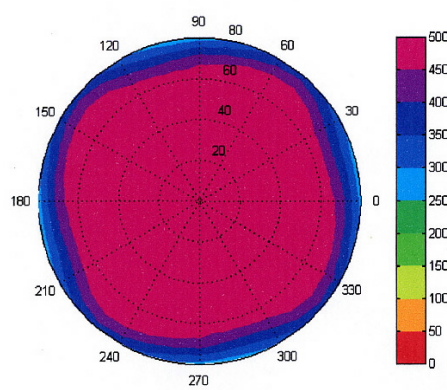
도면6b



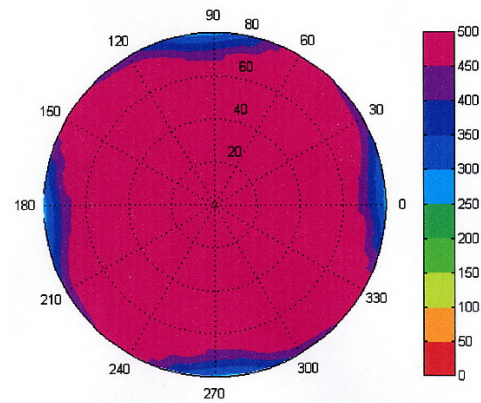
도면7



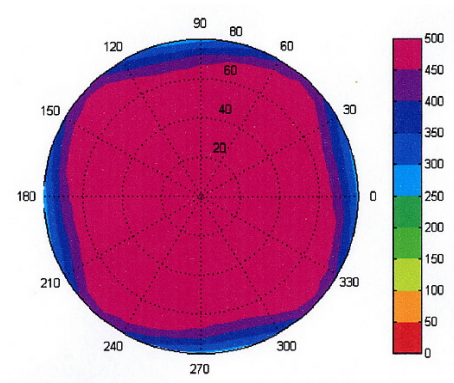
도면8



도면9



도면10



专利名称(译)	一种相位切换液晶显示装置，包括使用正双轴延迟膜的视角补偿膜		
公开(公告)号	KR1020050049137A	公开(公告)日	2005-05-25
申请号	KR1020030083023	申请日	2003-11-21
[标]申请(专利权)人(译)	乐金化学股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	LG化学有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	LG化学有限公司		
[标]发明人	JEON BYOUNGKUN 전병건 BELYAEV SERGEY 벨리아에프세르게이 YU JEONGSU 유정수 MALIMONENKO NIKOLAY 말리모넨코니콜라이		
发明人	전병건 벨리아에프세르게이 유정수 말리모넨코니콜라이		
IPC分类号	G02F1/1343 G02F1/13363		
CPC分类号	G02F2202/40 G02F2201/124 G02F1/133634 G02F1/134363		
代理人(译)	KIM , SEONG KI		
其他公开文献	KR100601916B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及补偿箔设计条件和使用负双轴延迟膜（正双轴延迟膜）的量和负双轴延迟膜（正双轴延迟膜）控制负双轴延迟膜的光轴。通过这样的量和相移值可以改善面内对比度和面内切换液晶显示器（面内切换液晶显示器，IPS-LCD）的倾斜角度，并最小化颜色变化。黑暗状态下的视角（黑色状态）。面内切换液晶显示器和补偿膜。

