

특허청구의 범위

청구항 1

서로 마주보며 이격된 제1 및 제2기관과;

상기 제1 및 제2기관 사이에 형성되고, 제1위상지연 및 제1광축을 갖는 액정층과;

상기 제1기관 외면에 형성되는 제1편광판과;

상기 제2기관 외면에 형성되고, 상기 제1위상지연과 동일한 제2위상지연과 상기 제1광축과 수직인 제2광축을 갖는 위상차 필름과;

상기 위상차 필름 상부에 형성되는 제2편광판

을 포함하는 액정표시장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1 및 제2위상지연은 4분의 1파장($\lambda/4$) 이상인 액정표시장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제1 및 제2위상지연은 반파장($\lambda/2$) 미만인 액정표시장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제1편광판의 제1투과축과 상기 제2편광판의 제2투과축은 서로 수직인 액정표시장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제1 및 제2기관에 평행한 면을 서로 수직인 x축 및 y축으로 정의하고, 상기 제1 및 제2기관에 수직한 방향을 상기 x축 및 y축에 수직인 z축으로 정의할 경우,

상기 제1투과축은 상기 x축에 평행하고, 상기 제1광축은 상기 x축에 대하여 45° 의 각도를 이루고, 상기 제2광축은 상기 x축에 대하여 135° 의 각도를 이루고, 상기 제2투과축은 상기 y축에 평행한 액정표시장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 위상차 필름은 A 플레이트인 액정표시장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제1광축은 화소전압 인가에 의하여 회전각(σ)만큼 회전하고, 상기 회전각은 하기의 식

$$\sigma = \frac{\lambda \pi}{4(\Delta n_{d_{A_plate}} + \Delta n_{d_{LC_effective}})}$$

(λ 는 파장, $\Delta n_{d_{A_plate}}$ 는 상기 제2위상지연, $\Delta n_{d_{LC_effective}}$ 는 상기 제1위상지연의 실효값)

에 따라 결정되는 액정표시장치.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 액정표시장치에 관한 것으로, 특히 평면정렬 스위칭 방식(In-Plane Switching mode: IPS mode) 액정표시장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 정보화 사회로 시대가 급진전함에 따라, 대량의 정보를 처리하고 이를 표시하는 디스플레이(display)분야가 발전하고 있다.

[0003] 특히 최근 들어 박형화, 경량화, 저 소비전력화 등의 시대상에 부응하기 위해 평판 표시 장치(flat panel display)의 필요성이 대두되었고, 이에 따라 색 재현성이 우수하고 박형인 박막트랜지스터 액정표시장치(Thin Film Transistor Liquid Crystal Display: TFT-LCD)가 개발되었다.

[0004] 이러한 액정표시장치는 액정분자의 광학적 이방성과 분극성질을 이용하여 영상을 표시한다. 즉, 액정분자는 그 구조가 가늘고 길며, 배열에 있어서 방향성을 갖는 선 경사각(pretilt angle)을 갖고 있기 때문에, 인위적으로 액정에 전압을 인가하면 액정분자가 갖는 선 경사각을 변화시켜 상기 액정 분자의 배열 방향을 제어할 수 있다. 따라서, 적절한 전압을 액정층에 인가하여 액정분자의 배열 방향을 임의로 조절함으로써 액정분자의 배열을 변화시키고, 이에 따른 액정의 광학적 이방성에 의하여 편광된 빛을 변조함으로써 원하는 영상을 표시한다.

[0005] 현재에는 박막트랜지스터와 상기 박막트랜지스터에 연결된 화소전극이 행렬 방식으로 배열된 능동형 액정표시장치(Active Matrix LCD)가 해상도 및 동영상 구현능력이 우수하여 가장 주목 받고 있다.

[0006] 일반적인 액정표시장치를 이루는 기본적인 소자인 액정 패널은, 상부의 컬러필터기판과 하부의 어레이 기판이 서로 대향하여 소정의 간격을 두고 이격되어 있고, 이러한 두 개의 기판 사이에 액정분자를 포함하는 액정층이 형성되어 있는 구조이다.

[0007] 이때, 이러한 액정층에 전압을 인가하는 전극은 컬러필터 기판에 위치하는 공통전극과 어레이 기판에 위치하는 화소전극이 되고, 이러한 두개의 전극에 전압이 인가되면, 인가되는 전압의 차이에 의하여 생성되는 상하방향의 수직 전기장이 그 사이에 위치하는 액정 분자의 방향을 제어하는 방식을 사용한다.

[0008] 그러나, 상술한 바와 같이 공통전극과 화소전극이 서로 수직으로 마주보며 형성되고, 그 사이에서 생성되는 상하방향의 수직 전기장에 의해 액정층을 구동하는 방식을 사용할 경우, 투과율과 개구율 등의 특성이 우수한 장점은 있으나, 시야각 특성이 우수하지 못한 단점을 가지고 있기 때문에, 이러한 단점을 극복하기 위해 수평 전기장을 이용하는 평면정렬 스위칭 방식(In-Plane Switching mode: IPS mode) 액정표시장치가 제안되었는데, 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치의 동작을 도면을 참조하여 설명한다.

[0009] 도 1a 및 도 1b는 각각 종래의 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치의 오프 상태 및 온 상태를 도시한 단면도이다.

[0010] 도 1a 및 도 1b에 도시한 바와 같이, 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치(10)는, 박막트랜지스터(미도시)가 형성된 제1기판(20), 컬러필터층(미도시) 및 블랙매트릭스(미도시)가 형성된 제2기판(30), 제1 및 제2기판(20, 30) 사이에 형성된 액정층(40)과, 제1 및 제2기판(20, 30)의 외면에 각각 형성되는 제1 및 제2편광판(60, 70)을

포함한다.

- [0011] 제1기관(20) 상부에는 공통전극(22)과 화소전극(27)이 서로 이격되어 번갈아 형성되고, 공통전극(22)과 화소전극(27)에 인가되는 전압에 따라 전기장(E)이 생성되고, 액정층(40)의 액정분자(40a, 40b)는 생성된 전기장(E)에 따라 재배열된다.
- [0012] 도 1a에 도시한 바와 같은 오프 상태(off state)에서는, 공통전극(22)에는 공통전압이 인가되지만 화소전극(27)에는 화소전압이 인가되지 않고, 이에 따라 공통전극(22) 및 화소전극(27) 사이에는 전기장이 생성되지 않는다.
- [0013] 따라서, 액정층(40)의 제1 및 제2액정분자(40a, 40b)는 재배열되지 않고 원래의 상태인 초기 배향상태를 유지한다.
- [0014] 한편, 도 1b에 도시한 바와 같은 온 상태(on state)에서는, 공통전극(22) 및 화소전극(27)에는 각각 공통전압 및 화소전압이 인가되고, 이에 따라 공통전극(22) 및 화소전극(27) 사이에는 전기장(E)이 형성된다.
- [0015] 이때, 공통전극(22) 및 화소전극(27) 각각의 직상부에서는 전기장(E)이 수직방향을 따라 생성되고, 공통전극(22) 및 화소전극(27) 사이에서는 전기장(E)이 수평방향으로 생성된다.
- [0016] 따라서, 공통전극(22) 및 화소전극(27) 직상부의 제1액정분자(40a)는 재배열되지 않고 원래의 상태를 유지하지만, 공통전극(22) 및 화소전극(27) 사이의 제2액정분자(40b)는 전기장(E)과 같은 방향으로 재배열된다.
- [0017] 즉, 평면정렬 방식 액정표시장치(10)는 온 상태에서 공통전극(22) 및 화소전극(27) 사이의 액정층(40)이 수평 전기장(E)에 의해 수평방향으로 재배열되어 영상을 표시하고, 그 결과 시야각이 개선된다.
- [0018] 예를 들어, 평면정렬 방식 액정표시장치의 정면을 기준으로, 상/하/좌/우 방향으로 약 80 ~85의 시야각까지도 반전현상 없이 영상을 표시할 수 있다.
- [0019] 이러한 평면정렬 방식 액정표시장치의 오프 상태 및 온 상태가 각각 블랙(black) 및 화이트(white)를 표시하도록 할 수 있는데, 이를 도면을 참조하여 설명한다.
- [0020] 도 2a 및 2b는 각각 종래의 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치의 오프 상태 및 온 상태의 광학적 배열형태를 도시한 도면으로, 제1 및 제2기관에 평행한 면을 서로 수직인 x축 및 y축으로 정의하고, 제1 및 제2기관에 수직인 방향을 x축 및 y축에 수직인 z축으로 정의하여 설명한다.
- [0021] 도 2a 및 도 2b에 도시한 바와 같이, 종래의 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치(도 1의 10)에서, 제1 및 제2편광판(60, 70)은 각각 서로 수직인 제1 및 제2 투과축(62, 72)을 갖도록 형성된다.
- [0022] 즉, 제1편광판(60)의 제1투과축(62)은 x축에 대하여 0°의 각도(x축 평행)를 이루고, 제2편광판(70)의 제2투과축(72)은 x축에 대하여 90°의 각도(y축 평행)를 이룬다.
- [0023] 여기서, 액정층(40)은 반파장(half wavelength: $\lambda/2$)의 위상지연(retardation)을 갖는데, 액정층(40)의 액정분자의 방향자(director)는 수평 전기장에 따라 회전하며, 이에 따라 액정분자의 방향자와 동일한 방향인 액정층(40)의 광축(optical axis)(42) 역시 수평 전기장에 따라 회전한다.
- [0024] 도 2a에 도시한 바와 같이, 이러한 종래의 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치(10)의 화소전극(도 1의 27)에 화소전압이 인가되지 않은 오프 상태인 경우에는, 공통전극(도 1의 22)과 화소전극(27) 사이에는 수평 전기장이 생성되지 않으며, 액정층(40)의 액정분자는 초기 배향상태를 유지한다.
- [0025] 따라서, 액정분자의 방향자(director) 및 액정층(40)의 광축(42)은 x축에 대하여 0°의 각도(x축 평행)를 이룬다.
- [0026] 이때, 제1편광판(60)의 제1투과축(62)과 액정층(40)의 광축(42)이 서로 평행하므로, 제1편광판(60)을 통과한 선편광은 액정층(40)을 통과하면서 위상이 지연되지 않고 제1투과축(62)에 평행한 선편광 상태를 유지한다.
- [0027] 그 결과, 액정층(40)을 통과한 제1투과축(62)에 평행한 선편광은 제1투과축(62)에 수직인 제2투과축(72)을 갖는 제2편광판(70)을 통과하지 못하고, 종래의 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치(10)는 블랙(black)을 표시한다.
- [0028] 한편, 도 2b에 도시한 바와 같이, 종래의 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치(10)의 화소전극(27)에 화소전압이 인가되는 온 상태인 경우에는, 공통전극(22)과 화소전극(27) 사이에 수평 전기장이 생성되며, 액정층(40)의 액

정분자는 수평 전기장에 따라 회전한다.

[0029] 따라서, 액정분자의 방향자(director) 및 액정층(40)의 광축(42)은 x축에 대하여 45°의 각도를 이루는데, 화소 전압 미인가 시의 액정층(40)의 광축(42)과 화소전압 인가 시의 액정층(40)의 광축(42) 사이의 각을 회전각(σ)으로 정의할 수 있다.

[0030] 이때, 제1편광판(60)의 제1투과축(62)과 액정층(40)의 광축(42)이 45°의 각도를 이루므로, 제1편광판(60)을 통과한 선편광은 액정층(40)을 통과하면서 액정층(40)의 반파장($\lambda/2$)에 대응되는 위상이 지연되어 제1투과축(62)으로부터 90°회전한 선편광 상태, 즉 제1투과축(62)과 수직한 선편광 상태가 된다.

[0031] 그 결과, 액정층(40)을 통과한 제1투과축(62)과 수직한 선편광은 제1투과축(62)에 수직한 제2투과축(72)을 갖는 제2편광판(70)을 통과하고, 종래의 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치(10)는 화이트(white)를 표시한다.

[0032] 최근에는, 크로스 토크(cross-talk)와 같은 화질 저하 없이 동영상 시청하기 위하여 높은 응답속도를 갖는 표시장치에 대한 요구가 증가하고 있으며, 특히 3차원 입체 동영상을 잔상 없이 시청하기 위하여 고속응답 특성을 갖는 표시장치의 필요성이 대두되고 있는데, 광시야각 특성을 갖는 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치에서도 응답속도의 개선이 요구되고 있다.

[0033] 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치의 응답속도는, 화소전압을 인가하여 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치의 투과율이 최소값에서 최대값으로 증가하는데 걸리는 상승시간(rising time: t_r)과, 화소전압을 제거하여 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치의 투과율이 최대값에서 최소값으로 감소하는데 걸리는 하강시간(falling time: t_f)으로 구분할 수 있으며, 상승시간(t_r) 및 하강시간(t_f)은 다음의 식(1) 및 식(2)에 의하여 각각 산출할 수 있다.

[0034]
$$t_r = \frac{\gamma d^2}{\epsilon_0 \Delta \epsilon \left[(E_{input_eff} l)^2 - (E_{th_eff} l)^2 \right]}$$
 --- 식(1)

[0035]
$$t_f = \frac{\gamma d^2}{K_{22} \pi^2}$$
 --- 식(2)

[0036] 여기서, t_r 은 상승시간, t_f 은 하강시간, ϵ_0 은 공기의 유전율(permittivity), $\Delta \epsilon$ 은 액정의 유전율 이방성(dielectric anisotropy), γ 는 액정의 점도(viscosity), K_{22} 는 액정의 꼬임탄성상수(twist elastic constant), d 는 액정표시장치의 셀갭(cell gap)(즉, 액정층의 두께), l 은 공통전극과 화소전극 사이의 거리, E_{input_eff} 는 실효 입력전기장(effective input electric field), E_{th_eff} 는 실효 문턱전기장(effective threshold electric field)를 나타낸다.

[0037] 따라서, 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치의 응답속도를 개선하기 위해서는(즉, 상승시간(t_r) 및 하강시간(t_f)을 감소시키기 위해서는), 꼬임 탄성상수(K_{22}), 점도(γ), 유전상수 등의 액정 물성을 조절하거나, 액정표시장치의 셀갭(d)을 조절하거나, 화소전극에 인가되는 화소전압을 조절할 수 있다.

[0038] 그러나, 물성 조절에 의한 응답속도 개선에는 액정물질 개발의 한계가 있으며, 셀갭(d) 감소 및 화소전압 증가에 의한 응답속도 개선에는 전기 광학적 특성 저하가 발생하는 문제가 있다.

[0039] 예를 들어, 블랙을 표시하기 위해서는 액정층이 반파장($\lambda/2$)의 위상지연을 유지해야 하는데, 위상지연은 액정층의 굴절율 이방성(Δn)과 액정층의 두께(즉, 셀갭(d))의 곱($\Delta n d$)에 의하여 산출되므로, 셀갭(d)을 감소시켜서 응답속도를 개선하고자 할 경우에는 굴절율 이방성(Δn)을 증가시켜야 한다.

[0040] 그러나, 일반적으로 굴절율 이방성(Δn)의 증가는 액정의 최적 점도(γ)를 감소시키므로 응답속도가 효과적으로 개선되지 않는 문제가 있다.

[0041] 또한, 식(1) 및 식(2)에서 알 수 있듯이, 높은 화소전압의 인가는 상승시간(t_r)을 감소시킬 수 있지만, 하강시

간(t_f)에는 영향을 주지 못하므로, 응답속도 개선에 한계가 있다.

- [0042] 이러한 셀갭 및 화소전압과 응답속도와의 관계를 도면을 참조하여 설명한다.
- [0043] 도 3a 및 도 3b는 각각 종래의 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치의 응답특성에 대한 계산결과 및 실험결과를 도시한 도면이다.
- [0044] 도 3a 및 도 3b에 도시한 바와 같이, 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치에서 화소전극에 인가되는 화소전압(V_p)이 증가할수록 응답속도가 개선된다.
- [0045] 즉, $3.4\mu m$ 의 셀갭(d)을 갖는 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치에서, 화소전극에 인가되는 화소전압(V_p)이 8V, 9V, 10V로 증가함에 따라 최소 투과율(0)에서 최대 투과율(약 0.25)까지 도달하는데 걸리는 시간인 상승시간(t_r)이 감소하여 응답속도가 개선된다.
- [0046] 그러나, 화소전압(V_p)이 증가함에도 최대 투과율(약 0.25)에서 최소 투과율(0)까지 도달하는데 걸리는 시간인 하강시간(t_f)은 감소되지 않는다.
- [0047] 따라서, 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치에 있어서, 화소전압(V_p) 증가에 의한 응답속도 개선에는 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0048] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 액정층 상부에 위상지연의 일부를 부담하는 위상차 필름을 배치함으로써, 액정층의 위상지연 값의 제한 없이 고속응답 특성을 갖는 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0049] 또한, 본 발명은, 액정물성의 변경 없이 셀갭을 저감함으로써, 응답속도가 개선된 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치를 제공하는 것을 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0050] 전술한 바와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 서로 마주보며 이격된 제1 및 제2기판과; 상기 제1 및 제2기판 사이에 형성되고, 제1위상지연 및 제1광축을 갖는 액정층과; 상기 제1기판 외면에 형성되는 제1편광판과; 상기 제2기판 외면에 형성되고, 상기 제1위상지연과 동일한 제2위상지연과 상기 제1광축과 수직인 제2광축을 갖는 위상차 필름과; 상기 위상차 필름 상부에 형성되는 제2편광판을 포함하는 액정표시장치를 제공한다.
- [0051] 그리고, 상기 제1 및 제2위상지연은 4분의 1파장($\lambda/4$) 이상일 수 있다.
- [0052] 또한, 상기 제1 및 제2위상지연은 반파장($\lambda/2$) 미만일 수 있다.
- [0053] 그리고, 상기 제1편광판의 제1투과축과 상기 제2편광판의 제2투과축은 서로 수직일 수 있다.
- [0054] 또한, 상기 제1 및 제2기판에 평행한 면을 서로 수직인 x축 및 y축으로 정의하고, 상기 제1 및 제2기판에 수직인 방향을 상기 x축 및 y축에 수직인 z축으로 정의할 경우, 상기 제1투과축은 상기 x축에 평행하고, 상기 제1광축은 상기 x축에 대하여 45° 의 각도를 이루고, 상기 제2광축은 상기 x축에 대하여 135° 의 각도를 이루고, 상기 제2투과축은 상기 y축에 평행할 수 있다.
- [0055] 그리고, 상기 위상차 필름은 A 플레이트일 수 있다.
- [0056] 또한, 상기 제1광축은 화소전압 인가에 의하여 회전각(σ)만큼 회전하고,

$$\sigma = \frac{\lambda \pi}{4(\Delta n d_{A_plate} + \Delta n d_{LC_effective})}$$

[0057] 상기 회전각은 식 $\sigma = \frac{\lambda \pi}{4(\Delta n d_{A_plate} + \Delta n d_{LC_effective})}$ (λ 는 파장, Δn_{A_plate} 는 상기 제2위상지연, $\Delta n_{LC_effective}$ 는 상기 제1위상지연의 실효값)에 따라 결정될 수 있다.

발명의 효과

[0058] 위에 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치는, 액정층 상부에 배치되어 위상지연의 일부를 부담하는 위상차 필름에 의하여 액정층의 위상지연 값의 제한 없이 고속응답 특성을 가질 수 있다.

[0059] 또한, 본 발명은, 액정물성의 변경 없이 셀갭을 저감함으로써, 응답속도를 개선할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0060] 도 1a 및 도 1b는 각각 종래의 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치의 오프 상태 및 온 상태를 도시한 단면도.

도 2a 및 2b는 각각 종래의 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치의 오프 상태 및 온 상태의 광학적 배열형태를 도시한 도면.

도 3a 및 도 3b는 각각 종래의 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치의 응답특성에 대한 계산결과 및 실험결과를 도시한 도면.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치의 단면도.

도 5a 및 5b는 각각 본 발명의 실시예에 따른 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치의 오프 상태 및 온 상태의 광학적 배열형태를 도시한 도면.

도 6a 및 도 6b는 각각 본 발명의 실시예에 따른 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치의 응답특성에 대한 계산결과 및 실험결과를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0061] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다.

[0062] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치의 단면도이다.

[0063] 도 4에 도시한 바와 같이, 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치(110)는, 서로 마주보며 이격된 제1 및 제2기판(120, 130), 제1 및 제2기판(120, 130) 사이에 형성된 액정층(140), 제2기판(130) 상부에 형성된 위상차 필름(150), 제1기판(120) 하부에 형성된 제1편광판(160) 및 위상차 필름(150) 상부에 형성된 제2편광판(170)을 포함한다.

[0064] 제1기판(120) 상부(내면)에는 게이트전극(121) 및 공통전극(122)이 형성되고, 게이트전극(121) 및 공통전극(122) 상부에는 게이트절연막(123)이 형성된다. 게이트전극(121)에 대응되는 게이트절연막(123) 상부에는 진성(intrinsic) 반도체층 및 불순물(impurity-doped) 반도체층으로 이루어진 액티브층(124)이 형성되고, 액티브층(124) 상부에는 서로 이격되는 소스전극(125) 및 드레인전극(126)이 형성된다.

[0065] 그리고, 게이트절연막(123) 상부에는 공통전극(122)과 이격된 화소전극(127)이 형성되고, 소스전극(125), 드레인전극(126), 화소전극(127) 상부에는 보호층(128)이 형성되며, 도시하지는 않았지만, 화소전극(127)은 드레인전극(126)에 연결된다.

[0066] 여기서, 게이트전극(121), 액티브층(124), 소스전극(125) 및 드레인전극(126)은 박막트랜지스터(T)를 이룬다.

[0067] 도 4에 도시하지는 않았지만, 제1기판(120) 상부에는 서로 교차하여 화소영역을 정의하는 게이트라인 및 데이터라인이 형성되고, 박막트랜지스터(T)는 게이트라인 및 데이터라인에 연결되어 게이트라인을 통해 인가되는 게이트신호에 따라 턴-온(turn-on)되고, 이때 데이터라인을 통해 인가되는 데이터신호는 화소전압(Vp)으로 화소전극(127)에 인가된다.

- [0068] 제2기관(130) 하부(내면)에는 게이트라인, 데이터라인, 박막트랜지스터(T)를 가리는 블랙매트릭스(132)가 형성되고, 블랙매트릭스(132) 및 제2기관(130) 하부에는 컬러필터층(134)이 형성된다.
- [0069] 그리고, 제1기관(120)의 보호층(128)과 제2기관(130)의 컬러필터층(134) 사이에는 액정층(140)이 형성된다.
- [0070] 제1기관(120) 하부(외면)에는 제1편광판(160)이 형성되고, 제2기관의 상부(외면)에는 위상차 필름(150)이 형성되며, 위상차 필름(150) 상부에는 제2편광판(170)이 형성된다.
- [0071] 여기서, 액정층(140) 및 위상차 필름(150)의 위상지연 및 광축(optical axis)은, 액정층(140) 및 위상차 필름(150)이 느끼는 총 지연의 합이 "0"이 되도록 설정된다.
- [0072] 즉, 액정층(140) 및 위상차 필름(150)은, 서로 동일한 위상지연을 가지며 서로 수직한 광축을 갖도록 배치되며, 이때 위상차 필름(150)은 일축성인 A 플레이트(A-plate)로 형성할 수 있다.
- [0073] A 플레이트에 대하여 간단히 설명하면, 위상차 필름이 xy 평면에 존재하여 x축 및 y축은 위상차 필름의 평면 방향이고 z축은 두께 방향인 경우, 위상차 필름은 x축, y축, z축에 따라 각각 n_x , n_y , n_z 의 굴절율을 갖는데, A 플레이트는 x축이 광축이 되고 ($n_x > n_y = n_z$) 또는 ($n_x < n_y = n_z$)의 관계를 만족한다.
- [0074] 그리고, 제1 및 제2편광판(160, 170)은 서로 수직한 투과축을 갖도록 배치된다.
- [0075] 구체적으로, 액정층(140) 및 위상차 필름(150)은 각각 4분의 1파장($\lambda/4$) 이상의 위상지연을 가질 수 있으며, 특히 액정층(140) 및 위상차 필름(150) 각각을 4분의 1파장($\lambda/4$) 이상 반파장($\lambda/2$) 미만의 위상지연($\lambda/4 \leq R < \lambda/2$)을 갖도록 형성할 경우, 종래와 동일한 물성을 갖는 액정을 사용하면서도 종래보다 셀갭(d)을 저감할 수 있으며 이에 따라 전기광학적 특성 저하 없이 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치의 응답속도를 개선할 수 있다.
- [0076] 종래와 동일한 물성의 액정을 사용하면서도 셀갭(d)을 저감할 수 있는 이유는, 위상차 필름(150)이 선편광에 대한 위상지연 기능의 일부를 부담하기 때문이다.
- [0077] 즉, 액정층(140)의 굴절율 이방성(Δn)과 액정층(140)의 두께(즉, 셀갭(d))의 곱($R = \Delta n d$)에 의하여 표현되는 액정층(140)의 위상지연($\lambda/4 \leq R < \lambda/2$)을 종래의 위상지연($R = \lambda/2$) 보다 작은 값으로 설정함으로써, 셀갭(d) 감소에 따른 굴절율 이방성(Δn)의 증가분을 감소시킬 수 있으며, 그 결과 액정의 물성 변화를 방지할 수 있다.
- [0078] 이러한 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치의 오프 상태 및 온 상태가 각각 블랙(black) 및 화이트(white)를 표시하도록 할 수 있는데, 이를 도면을 참조하여 설명한다.
- [0079] 도 5a 및 5b는 각각 본 발명의 실시예에 따른 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치의 오프 상태 및 온 상태의 광학적 배열형태를 도시한 도면으로, 제1 및 제2기관에 평행한 면을 서로 수직한 x축 및 y축으로 정의하고, 제1 및 제2기관에 수직한 방향을 x축 및 y축에 수직한 z축으로 정의하여 설명한다.
- [0080] 도 5a 및 도 5b에 도시한 바와 같이, 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치(도 4의 110)에서, 제1 및 제2편광판(160, 170)은 각각 서로 수직한 제1 및 제2 투과축(162, 172)을 갖도록 형성된다.
- [0081] 즉, 제1편광판(160)의 제1투과축(162)은 x축에 대하여 0° 의 각도(x축 평행)를 이루고, 제2편광판(170)의 제2투과축(172)은 x축에 대하여 90° 의 각도(y축 평행)를 이룬다.
- [0082] 본 실시예에서는 제1 및 제2투과축(162, 172)이 각각 x축 및 y축에 평행하도록 제1 및 제2편광판(160, 170)이 형성되지만, 다른 실시예에서는 제1 및 제2투과축(162, 172)이 서로 수직인 관계를 유지하는 상태로 회전하여 다른 방향에 평행하도록 제1 및 제2편광판(160, 170)이 형성될 수도 있다.
- [0083] 액정층(140)은 4분의 1파장($\lambda/4$) 이상의 제1위상지연(retardation)(R_1)을 갖는데($R_1 \geq \lambda/4$), 액정층(140)의 액정분자의 방향자(director)는 화소전압(V_p) 인가에 의하여 생성되는 수평 전기장에 따라 회전하며, 이에 따라 액정분자의 방향자와 동일한 방향인 액정층(140)의 제1광축(optical axis)(142) 역시 수평 전기장에 따라 회전한다.
- [0084] 예를 들어, 액정층(140)은 제1광축(142)이 x축에 대하여 45° 의 각도를 이루도록 초기 배향 될 수 있다.

- [0085] 그리고, 위상차 필름(150)은 액정층(140)의 제1위상지연(R1)과 동일한 제2위상지연(R2)을 가지며($R1 = R2$), 액정층(140)의 제1광축(142)과 수직인 제2광축(152)을 갖는다.
- [0086] 예를 들어, 위상차 필름(150)은 제2광축(152)이 x축에 대하여 135° 의 각도를 이루도록 형성될 수 있다.
- [0087] 본 실시예에서는 제1광축(142)이 x축과 45° 의 각도를 이루도록 액정층(140)이 초기배향 되고, 제2광축(152)이 x축에 대하여 135° 의 각도를 이루도록 위상차 필름(150)이 형성되지만, 다른 실시예에서는 제1광축(142)이 x축과 45° 이외의 다른 각도를 이루도록 액정층(140)이 초기배향 되고, 제2광축(152)이 x축에 대하여 135° 이외의 각도를 이루도록 위상차 필름(150)이 형성될 수도 있다.
- [0088] 도 5a에 도시한 바와 같이, 이러한 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치(110)의 화소전극(도 4의 127)에 화소전압(V_p)이 인가되지 않은 오프 상태인 경우에는, 공통전극(도 4의 122)과 화소전극(127) 사이에는 수평 전기장이 생성되지 않으며, 액정층(140)의 액정분자는 초기 배향상태를 유지한다.
- [0089] 따라서, 액정분자의 방향자(director) 및 액정층(140)의 제1광축(142)은 x축에 대하여 45° 의 각도를 이룬다.
- [0090] 제1기판(도 4의 120) 하부에 배치된 백라이트(미도시)에서 출사된 빛은 제1편광판(160)을 통과하면서 제1투과축(162)과 평행한 제1선편광이 되며, 제1선편광은 액정층(140)을 통과하면서 회전하여 임의의 방향에 평행한 제2선편광이 된다.
- [0091] 이때, 제2선편광의 편광상태는 제1투과축(162) 및 제1광축(142) 사이의 각과 제1위상지연(R1)에 의하여 결정될 수 있다.
- [0092] 이후 제2선편광은 위상차 필름(150)을 통과하면서 다시 편광상태가 변경되는데, 액정층(140)의 제1위상지연(R1)과 위상차 필름(150)의 제2위상지연(R2)이 서로 동일하고 액정층(140)의 제1광축(142)과 위상차 필름(150)의 제2광축(150)이 서로 수직이므로, 위상차 필름(150)은 액정층(140)과 광학적으로 정반대로 동작한다.
- [0093] 따라서, 제2선편광은 위상차 필름(150)을 통과하면서 다시 제1선편광이 된다.
- [0094] 그 결과, 위상차 필름(150)을 통과한 제1투과축(162)에 평행한 제1선편광은 제1투과축(162)에 수직인 제2투과축(172)을 갖는 제2편광판(170)을 통과하지 못하고, 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치(110)는 블랙(black)을 표시한다.
- [0095] 한편, 도 5b에 도시한 바와 같이, 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치(110)의 화소전극(127)에 화소전압(V_p)이 인가되는 온 상태인 경우에는, 공통전극(122)과 화소전극(127) 사이에 수평 전기장이 생성되며, 액정층(140)의 액정분자는 수평 전기장에 따라 회전한다.
- [0096] 따라서, 액정분자의 방향자(director) 및 액정층(140)의 제1광축(142)은 x축에 대하여 45° 인 초기 배향상태의 방향으로부터 회전각(σ)만큼 회전하여 x축에 대하여 45° 와 회전각(σ)의 합의 각도($45^\circ + \sigma$)를 이룬다.
- [0097] 이때, 제1편광판(160)의 제1투과축(162)과 액정층(140)의 제1광축(142)이 45° 와 회전각(σ)의 합의 각도($45^\circ + \sigma$)를 이루므로, 제1편광판(160)을 통과한 제1선편광은 액정층(140)을 통과하면서 액정층(140)의 제1위상지연(R1)에 대응되는 실효 액정위상지연($\Delta n_{LC_effective}$)만큼 지연되어 제1투과축(162)으로부터 제1편광회전각(미도시)만큼 회전한 제3선편광이 된다.
- [0098] 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치에서는, 액정분자가 수평면에서 회전하므로, 액정 전체가 위상지연 등의 광학적 기능에 기여하지 못하고 액정의 일부만이 위상지연 등의 광학적 기능에 기여한다. 따라서, 본 발명의 실시예에서 실효값은 실질적으로 액정층(140)이 기여하는 광학적 기능에 대한 값으로 정의될 수 있다.
- [0099] 이후, 제3선편광은 위상차 필름(150)을 통과하면서 다시 편광상태가 변경되는데, 액정층(140)의 제1광축(142)과 위상차 필름(150)의 제2광축(152)이 이루는 각($135^\circ - (45^\circ + \sigma)$)에 따라 위상차 필름(150)의 제2위상지연(R2)에 대응되는 위상이 지연되어 제3선편광으로부터 제2편광회전각(미도시)만큼 회전한 제4선편광이 된다.
- [0100] 여기서, 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치(110)가 화이트를 표시하기 위해서는 제4선편광이 제2편광판(170)을 통과하여야 하고, 이를 위해서는 제4선편광이 y축에 평행한 제2투과축(172)에 평행하여야 한다.
- [0101] 따라서, x축에 평행한 제1선편광에서 제3선편광으로의 제1편광회전각과 제3선편광에서 제4선편광으로의 제2편광회전각의 합이 90° 가 되어야 완전한 화이트를 표시할 수 있다.
- [0102] 제1 및 제2편광회전각의 합이 90° 가 되도록 하기 위해서는, 액정층(140)의 제1광축(142)을 회전각(σ)만큼 회

전시켜야 하고, 회전각(σ)만큼의 제1광축(142)의 회전은 화소전압(V_p)을 제어하여 가능하다.

[0103] 액정층(140)의 제1광축(142)의 회전각(σ)은 다음의 식(3)에 의하여 산출할 수 있다.

$$\sigma = \frac{\lambda\pi}{4(\Delta n d_{A_plate} + \Delta n d_{LC_effective})} \quad \text{--- 식(3)}$$

[0104] 여기서, σ 는 액정층(140)의 제1광축(142)의 실효 회전각(effective rotation angle), λ 는 파장, Δn_{A_plate} 는 위상차 필름(150)의 제2위상지연(R2), $\Delta n_{LC_effective}$ 는 액정층(140)의 실효 제1위상지연(R1)를 나타낸다.

[0106] 예를 들어, 제1 및 제2위상지연(R1, R2)이 각각 4분의 1파장($\lambda/4$)인 경우 회전각(σ)은 90° 이고, 화소전극(127)에 액정층(140)의 제1광축(142)을 90° 회전시킬 수 있는 화소전압(V_p)을 인가함으로써, 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치(110)가 화이트를 표시하도록 할 수 있다.

[0107] 그리고, 제1 및 제2위상지연(R1, R2)이 각각 0.3612파장(0.3612λ)인 경우 회전각(σ)은 76.5° 이고, 화소전극(127)에 액정층(140)의 제1광축(142)을 76.5° 회전시킬 수 있는 화소전압(V_p)을 인가함으로써, 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치(110)가 화이트를 표시하도록 할 수 있다.

[0108] 또한, 제1 및 제2위상지연(R1, R2)이 각각 반파장($\lambda/2$)인 경우 회전각(σ)은 45° 이고, 화소전극(127)에 액정층(140)의 제1광축(142)을 45° 회전시킬 수 있는 화소전압(V_p)을 인가함으로써, 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치(110)가 화이트를 표시하도록 할 수 있다.

[0109] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치(110)에서는, 액정층(140)을 4분의 1파장($\lambda/4$) 이상의 제1위상지연(R1)을 갖도록 형성하고, 액정층(140) 상부에 액정층(140)의 제1위상지연(R1)과 동일한 제2위상지연(R2)을 가지고 액정층(140)의 제1광축(142)과 수직한 제2광축(152)을 갖는 위상차 필름(150)을 형성하여 블랙 및 화이트를 표시할 수 있다.

[0110] 특히, 서로 동일한 제1 및 제2위상지연(R1, R2)을 각각 4분의 1파장($\lambda/4$) 이상 반파장($\lambda/2$) 미만의 위상지연($\lambda/4 \leq (R1 = R2) < \lambda/2$)을 갖도록 형성할 경우, 종래와 동일한 물성을 갖는 액정을 사용하면서도 종래보다 셀갭(d)을 저감할 수 있으며 이에 따라 전기광학적 특성 저하 없이 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치의 응답속도를 개선할 수 있다.

[0111] 이러한 셀갭 및 화소전압에 따른 응답특성의 변화를 도면을 참조하여 설명한다.

[0112] 도 6a 및 도 6b는 각각 본 발명의 실시예에 따른 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치의 응답특성에 대한 계산결과 및 실험결과를 도시한 도면이다.

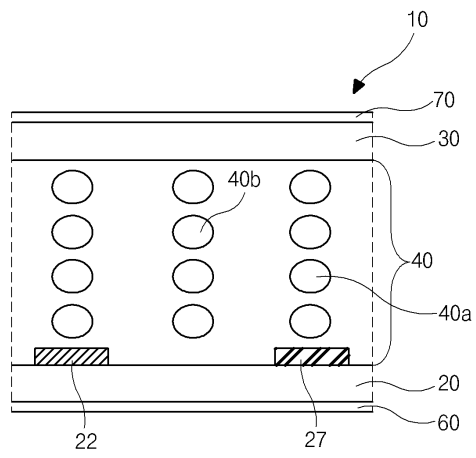
[0113] 도 6a 및 도 6b에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치(110)는 종래의 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치와 동일한 물성의 액정을 사용하면서도 위상차 필름(150)에 의하여 셀갭(d)을 저감함으로써, 응답속도를 개선할 수 있다.

[0114] 즉, $3.4\mu\text{m}$ 의 셀갭(d)을 가지며 화소전극에 8V의 화소전압(V_p)이 인가되는 종래의 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치에 비하여, $2\mu\text{m}$ 의 셀갭(d)을 가지며 화소전극에 12.5V의 화소전압(V_p)이 인가되는 본 발명의 실시예에 따른 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치나 $1.41\mu\text{m}$ 의 셀갭(d)을 가지며 화소전극에 17V의 화소전압(V_p)이 인가되는 본 발명의 실시예에 따른 평면정렬 스위칭 방식 액정표시장치에서, 최소 투과율에서 최대 투과율까지 도달하는데 걸리는 상승시간(t_r)과 최대 투과율에서 최소 투과율까지 도달하는데 걸리는 하강시간(t_f)이 감소되어 응답속도가 개선된다.

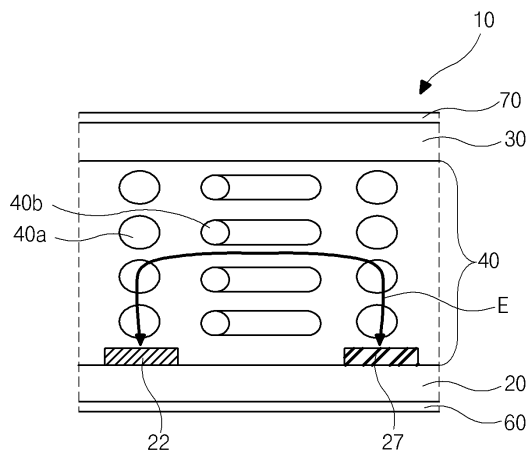
[0115] 표 1 및 표 2는 각각 도 5a 및 도 5b의 상승시간(t_r) 및 하강시간(t_f)을 수치화한 것이다.

도면

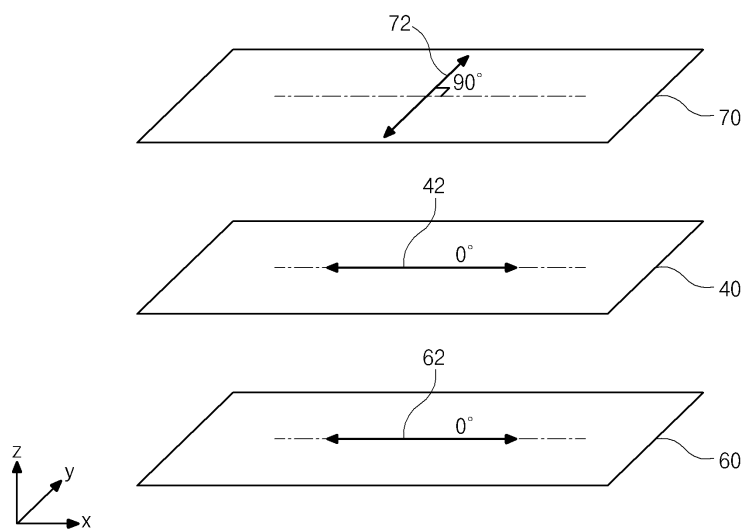
도면1a



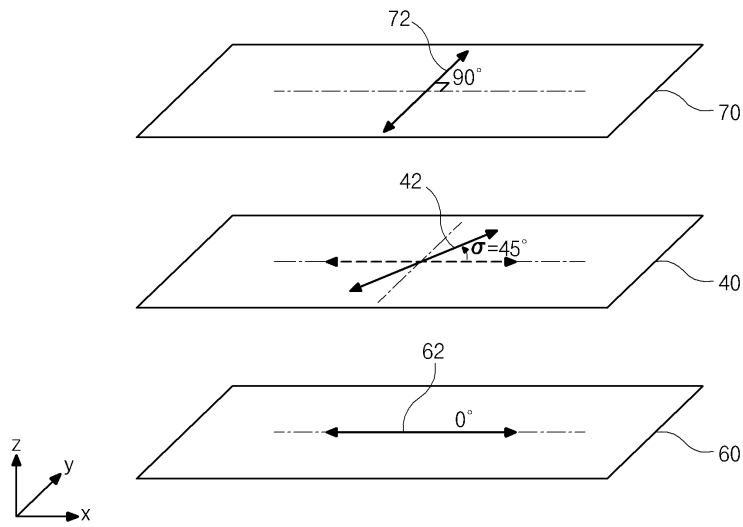
도면1b



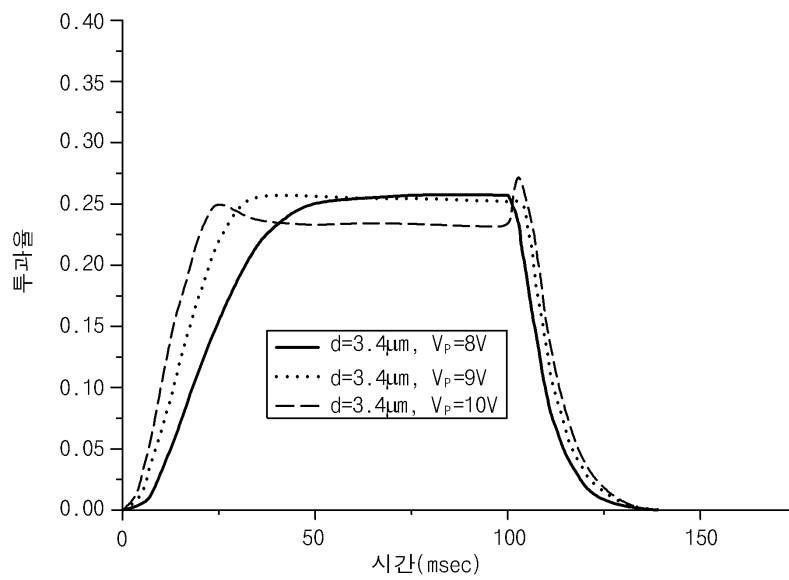
도면2a



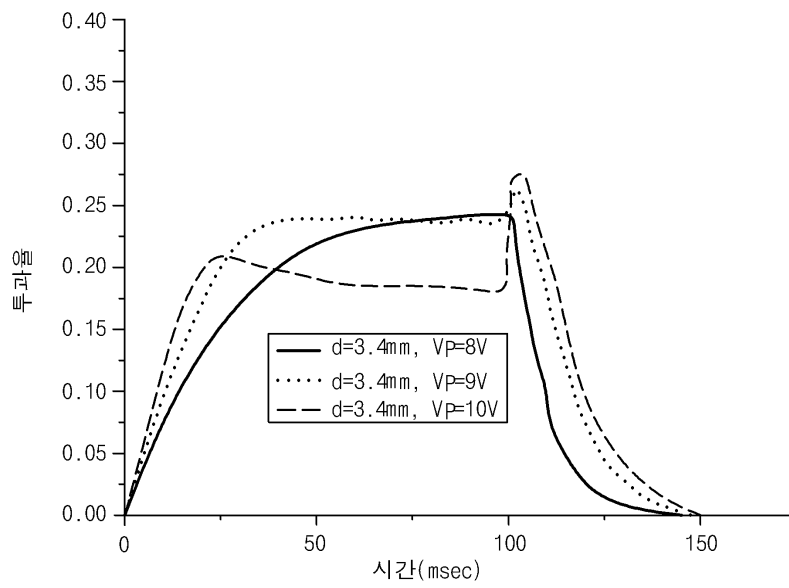
도면2b



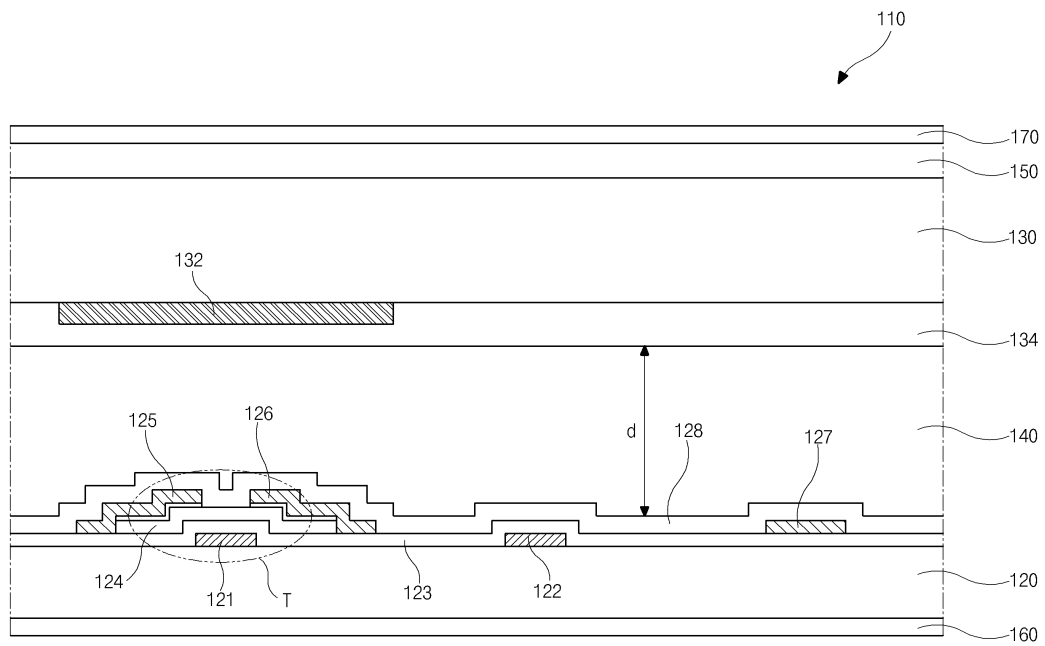
도면3a



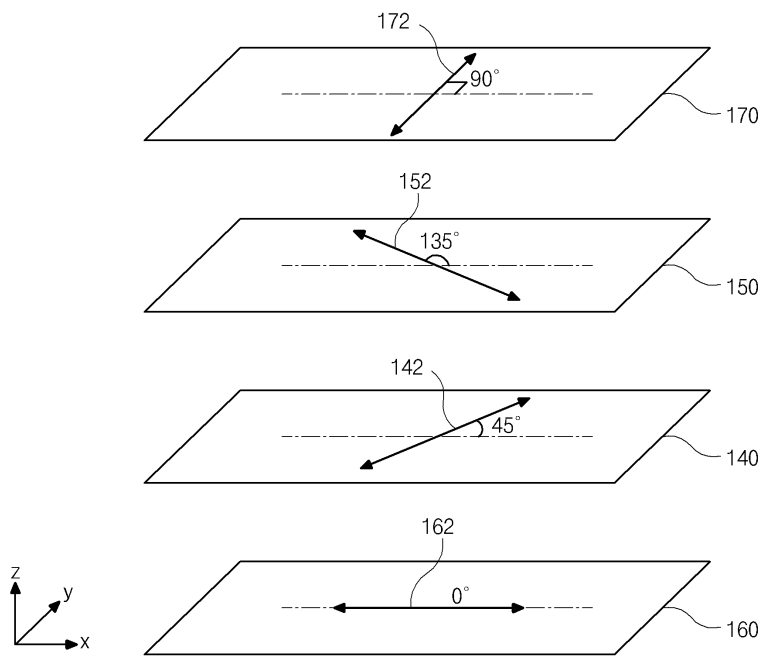
도면3b



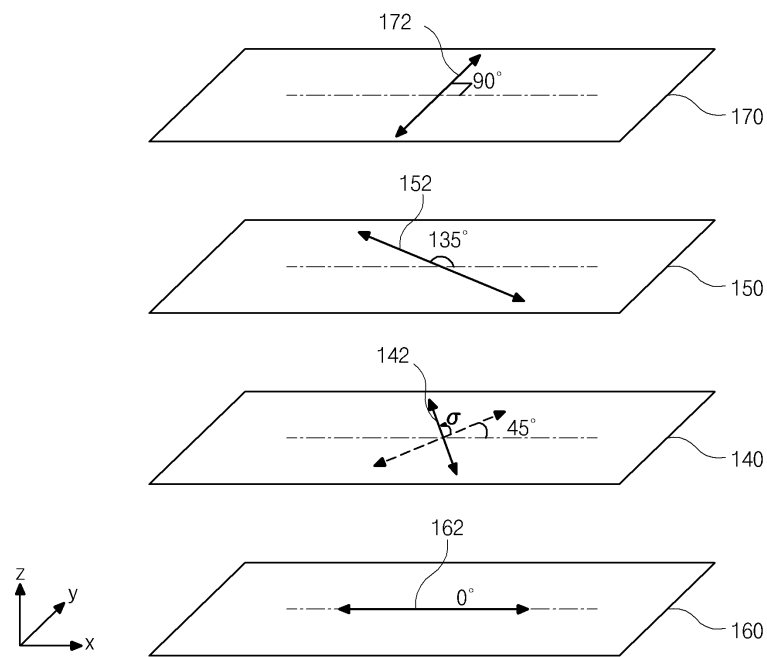
도면4



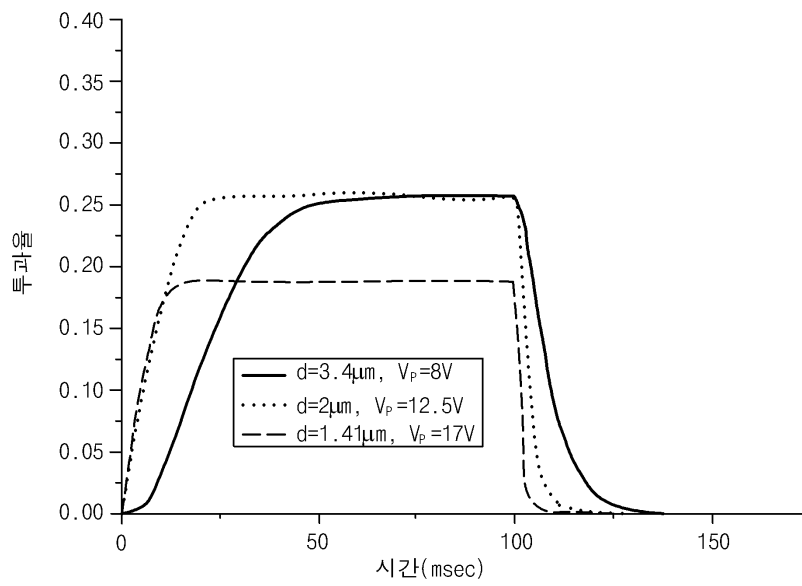
도면5a



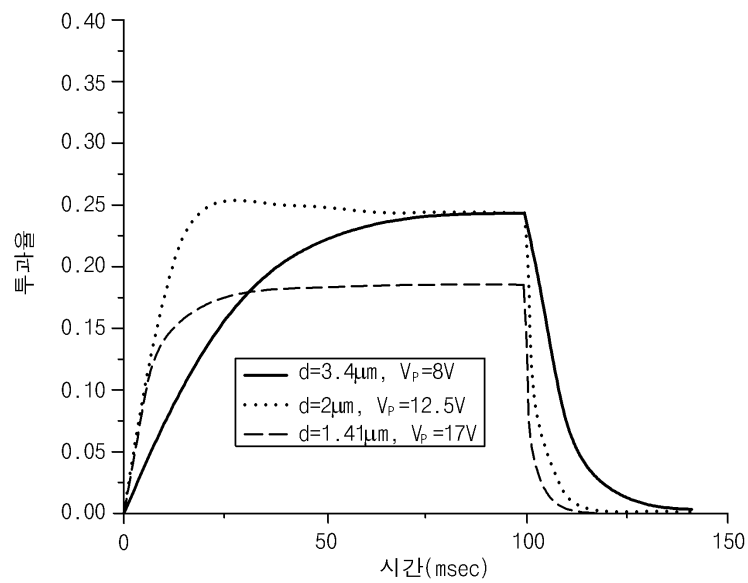
도면5b



도면6a



도면6b



专利名称(译)	标题：平面对准切换型液晶显示装置及其驱动方法		
公开(公告)号	KR1020130022011A	公开(公告)日	2013-03-06
申请号	KR1020110084639	申请日	2011-08-24
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司 东亚大学学术合作		
[标]发明人	LEE GI DONG 이기동 LEE JOUN HO 이준호 PARK KYOUNG HO 박경호		
发明人	이기동 이준호 박경호		
IPC分类号	G02F1/1335 G02F1/13363		
CPC分类号	G02F1/13363 G02F1/133528 G02F1/134363 G02B5/3083 G02F2202/40 G02F2413/00		
其他公开文献	KR101774280B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

目的：提供一种面内切换模式液晶显示装置及其驱动方法，以通过使用相位差膜确保高速响应特性。结构：液晶层（140）包括第一相位延迟和第一光轴（142）。第一偏振板（160）形成在第一基板的外表面中。相位差膜（150）形成在第二基板的外表面中。相位差膜包括第二相位延迟和垂直于第一光轴的第二光轴（152）。在相位差膜的上部形成第二偏振板（170）。COPYRIGHT KIPO 2013

