

(52) CPC특허분류

G02F 1/133528 (2013.01)

G02F 1/1337 (2013.01)

G02F 1/1343 (2013.01)

G02F 2001/136222 (2013.01)

(72) 발명자

김주현

경기도 안양시 동안구 경수대로797번길 12, 202동
401호 (호계동, 한마음2차아파트)

츠지 마사시

경기도 화성시 메타폴리스로 47-11 (반송동)

감상아

서울특별시 강남구 논현로 213, 104동 609호 (도곡
동, 역삼럭키아파트)

유정은

경기도 성남시 분당구 성남대로171번길 8, 101동
1304호 (금곡동, 청솔마을)

명세서

청구범위

청구항 1

광원 및 액정 패널을 포함하고,
상기 액정 패널은
상기 광원 측에 위치하는 제1 기판,
상기 제1 기판과 마주하는 제2 기판,
상기 제1 기판과 상기 제2 기판 사이에 위치하는 액정층,
상기 제2 기판과 상기 액정층 사이에 위치하고 상기 광원으로부터 제1 가시광을 공급받아 제2 가시광을 방출하는 발광체를 포함하는 색 변환층,
상기 액정층과 상기 색 변환층 사이에 위치하는 제1 편광층, 그리고
상기 액정층과 상기 제1 편광층 사이에 위치하는 제1 위상차층
을 포함하는 액정 표시 장치.

청구항 2

제1항에서,
상기 제1 위상차층은 내열성 고분자, 내열성 액정 또는 이들의 조합을 포함하는 액정 표시 장치.

청구항 3

제2항에서,
상기 내열성 고분자 및 상기 내열성 액정은 150℃ 이상의 유리전이온도를 가지는 액정 표시 장치.

청구항 4

제1항에서,
상기 광원과 상기 제1 기판 사이에 위치하는 제2 편광층을 더 포함하는 액정 표시 장치.

청구항 5

제4항에서,
상기 광원과 상기 제1 기판 사이에 위치하는 제2 위상차층을 더 포함하는 액정 표시 장치.

청구항 6

제1항에서,
상기 제1 위상차층은 하기 관계식 1의 굴절률을 만족하는 액정 표시 장치:

[관계식 1]

$$n_{x1} \geq n_{y1} > n_{z1}$$

상기 관계식 1에서,

n_{x1} 은 제1 위상차층의 지상축에서의 굴절률이고,

n_{y1} 은 제1 위상차층의 진상축에서의 굴절률이고,

n_{z1} 은 제1 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이다.

청구항 7

제6항에서,

상기 제1 위상차층은 하기 관계식 2의 위상차를 만족하는 액정 표시 장치:

[관계식 2]

$$40 \text{ nm} \leq R_{th1}(450\text{nm}) \leq 310 \text{ nm}$$

상기 관계식 2에서,

$R_{th1}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 제1 위상차층의 두께 방향 위상차이다.

청구항 8

제6항에서,

상기 광원과 상기 제1 기관 사이에 위치하는 제2 위상차층을 더 포함하고,

상기 제2 위상차층은 하기 관계식 3 및 4의 굴절률을 만족하는 액정 표시 장치:

[관계식 3]

$$n_{x2} > n_{y2}$$

[관계식 4]

$$n_{x2} > n_{z2}$$

상기 관계식 3 및 4에서,

n_{x2} 은 제2 위상차층의 지상축에서의 굴절률이고,

n_{y2} 은 제2 위상차층의 진상축에서의 굴절률이고,

n_{z2} 은 제2 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이다.

청구항 9

제8항에서,

상기 제2 위상차층은 하기 관계식 5-1의 굴절률을 만족하는 액정 표시 장치:

[관계식 5-1]

$$n_{x2} > n_{y2} = n_{z2}$$

상기 관계식 5-1에서,

n_{x2} 은 제2 위상차층의 지상축에서의 굴절률이고,

n_{y2} 은 제2 위상차층의 진상축에서의 굴절률이고,

n_{z2} 은 제2 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이다.

청구항 10

제9항에서,

상기 제2 위상차층은 하기 관계식 6-1의 위상차를 만족하는 액정 표시 장치:

[관계식 6-1]

$$70 \text{ nm} \leq R_{in2}(450\text{nm}) \leq 170 \text{ nm}$$

상기 관계식 6-1에서,

$R_{in2}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 제2 위상차층의 면내 위상차이다.

청구항 11

제10항에서,

상기 제1 위상차층은 하기 관계식 2-1의 위상차를 만족하는 액정 표시 장치:

[관계식 2-1]

$$130 \text{ nm} \leq R_{th1}(450\text{nm}) \leq 310 \text{ nm}$$

상기 관계식 2-1에서,

$R_{th1}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 제1 위상차층의 두께 방향 위상차이다.

청구항 12

제9항에서,

상기 광원과 상기 제1 기판 사이에서 상기 제2 위상차층의 하부 또는 상부에 위치하는 제3 위상차층을 더 포함하고,

상기 제3 위상차층은 하기 관계식 7 및 8의 굴절률을 만족하는 액정 표시 장치:

[관계식 7]

$$n_{x3} > n_{z3}$$

[관계식 8]

$$n_{y3} > n_{z3}$$

상기 관계식 7 및 8에서,

n_{x3} 은 제3 위상차층의 지상축에서의 굴절률이고,

n_{y3} 은 제3 위상차층의 진상축에서의 굴절률이고,

n_{z3} 은 제3 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이다.

청구항 13

제12항에서,

상기 제3 위상차층은 하기 관계식 9의 굴절률을 만족하는 액정 표시 장치:

[관계식 9]

$$n_{x3} \geq n_{y3} > n_{z3}$$

상기 관계식 9에서,

n_{x3} 은 제3 위상차층의 지상축에서의 굴절률이고,

n_{y3} 은 제3 위상차층의 진상축에서의 굴절률이고,

n_{z3} 은 제3 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이다.

청구항 14

제13항에서,

상기 제1 위상차층과 상기 제3 위상차층은 하기 관계식 10의 위상차를 만족하는 액정 표시 장치:

[관계식 10]

$$130 \text{ nm} \leq R_{th1}(450\text{nm}) + R_{th3}(450\text{nm}) \leq 310 \text{ nm}$$

상기 관계식 10에서,

$R_{th1}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 제1 위상차층의 두께 방향 위상차이고,

$R_{th3}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 제3 위상차층의 두께 방향 위상차이다.

청구항 15

제14항에서,

상기 제1 위상차층과 상기 제3 위상차층은 각각 하기 관계식 11 및 12의 위상차를 만족하는 액정 표시 장치:

[관계식 11]

$$20 \text{ nm} \leq R_{th1}(450\text{nm}) \leq 290 \text{ nm}$$

[관계식 12]

$$20 \text{ nm} \leq R_{th3}(450\text{nm}) \leq 290 \text{ nm}$$

상기 관계식 11 및 12에서,

$R_{th1}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 제1 위상차층의 두께 방향 위상차이고,

$R_{th3}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 제3 위상차층의 두께 방향 위상차이다.

청구항 16

제8항에서,

상기 제2 위상차층은 하기 관계식 5-2의 굴절률을 만족하는 액정 표시 장치:

[관계식 5-2]

$$n_{x2} > n_{y2} > n_{z2}$$

상기 관계식 5-2에서,

n_{x2} 은 제2 위상차층의 지상축에서의 굴절률이고,

n_{y2} 은 제2 위상차층의 진상축에서의 굴절률이고,

n_{z2} 은 제2 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이다.

청구항 17

제16항에서,

상기 제2 위상차층은 하기 관계식 6-2 및 6-3의 위상차를 만족하는 액정 표시 장치:

[관계식 6-2]

$$40 \text{ nm} \leq R_{in2}(450\text{nm}) \leq 110 \text{ nm}$$

[관계식 6-3]

$$40 \text{ nm} \leq R_{th2}(450\text{nm}) \leq 200 \text{ nm}$$

상기 관계식 6-2 및 6-3에서,

$R_{in2}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 제2 위상차층의 면내 위상차이고,

$R_{th2}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 제2 위상차층의 두께 방향 위상차이다.

청구항 18

제17항에서,

상기 제1 위상차층은 하기 관계식 2-2의 위상차를 만족하는 액정 표시 장치:

[관계식 2-2]

$$40 \text{ nm} \leq R_{th1}(450\text{nm}) \leq 260 \text{ nm}$$

상기 관계식 2-2에서,

$R_{th1}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 제1 위상차층의 두께 방향 위상차이다.

청구항 19

제1항에서,

상기 발광체는 양자점 및 형광체 중 적어도 하나를 포함하는 액정 표시 장치.

청구항 20

제1항에서,

상기 제2 가시광은 상기 제1 가시광과 같거나 상기 제1 가시광보다 긴 파장의 광인 액정 표시 장치.

청구항 21

제20항에서,

상기 제1 가시광은 청색 광이고,

상기 제2 가시광은 청색 광, 녹색 광, 적색 광 또는 이들의 조합인

액정 표시 장치.

청구항 22

제1항에서,

상기 액정 패널은 상기 액정층을 중심으로 대향하고 있는 화소 전극과 공통 전극을 더 포함하고,

상기 액정층은 상기 화소 전극과 상기 공통 전극 사이에 전기장 무인가시 상기 제1 기판과 상기 제2 기판의 표면에 대하여 수직 방향으로 배향되는 액정들을 포함하는 액정 표시 장치.

청구항 23

색 변환층, 제1 편광층, 제1 위상차층, 공통 전극, 액정층, 화소 전극, 제2 위상차층, 제2 편광층 및 광원의 순서로 배치되고,

상기 색 변환층은 상기 광원으로부터 제1 가시광을 공급받아 상기 제1 가시광과 같거나 상기 제1 가시광보다 긴 파장의 광인 제2 가시광을 방출하는 발광체를 포함하며,

상기 제1 위상차층은 하기 관계식 1의 굴절률을 만족하고,

상기 제2 위상차층은 하기 관계식 3 및 4의 굴절률을 만족하는

액정 표시 장치:

[관계식 1]

$$n_{x1} \geq n_{y1} > n_{z1}$$

상기 관계식 1에서,

n_{x1} 은 제1 위상차층의 지상축에서의 굴절률이고,

n_{y1} 은 제1 위상차층의 진상축에서의 굴절률이고,

n_{z1} 은 제1 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이고,

[관계식 3]

$$n_{x2} > n_{y2}$$

[관계식 4]

$$n_{x2} > n_{z2}$$

상기 관계식 3 및 4에서,

n_{x2} 은 제2 위상차층의 지상축에서의 굴절률이고,

n_{y2} 은 제2 위상차층의 진상축에서의 굴절률이고,

n_{z2} 은 제2 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이다.

청구항 24

제23항에서,

상기 제2 위상차층은 하기 관계식 5-1의 굴절률을 만족하는 액정 표시 장치:

[관계식 5-1]

$$n_{x2} > n_{y2} = n_{z2}$$

상기 관계식 5-1에서,

n_{x2} 은 제2 위상차층의 지상축에서의 굴절률이고,

n_{y2} 은 제2 위상차층의 진상축에서의 굴절률이고,

n_{z2} 은 제2 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이다.

청구항 25

제24항에서,

상기 제1 위상차층은 하기 관계식 2-1의 위상차를 만족하고,

상기 제2 위상차층은 하기 관계식 6-1의 위상차를 만족하는 액정 표시 장치:

[관계식 2-1]

$$130 \text{ nm} \leq R_{th1}(450\text{nm}) \leq 310 \text{ nm}$$

[관계식 6-1]

$$70 \text{ nm} \leq R_{in2}(450\text{nm}) \leq 170 \text{ nm}$$

상기 관계식 2-1 또는 6-1에서,

$R_{th1}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 제1 위상차층의 두께 방향 위상차이고,

$R_{in2}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 제2 위상차층의 면내 위상차이다.

청구항 26

제24항에서,

상기 화소 전극과 상기 제2 편광층 사이에 위치하는 제3 위상차층을 더 포함하고,

상기 제3 위상차층은 하기 관계식 7 및 8의 굴절률을 만족하는 액정 표시 장치:

[관계식 7]

$$n_{x3} > n_{z3}$$

[관계식 8]

$$n_{y3} > n_{z3}$$

상기 관계식 7 및 8에서,

n_{x3} 은 제3 위상차층의 지상축에서의 굴절률이고,

n_{y3} 은 제3 위상차층의 진상축에서의 굴절률이고,

n_{z3} 은 제3 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이다.

청구항 27

제26항에서,

상기 제3 위상차층은 하기 관계식 9의 굴절률을 만족하는 액정 표시 장치:

[관계식 9]

$$n_{x3} \geq n_{y3} > n_{z3}$$

상기 관계식 9에서,

n_{x3} 은 제3 위상차층의 지상축에서의 굴절률이고,

n_{y3} 은 제3 위상차층의 진상축에서의 굴절률이고,

n_{z3} 은 제3 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이다.

청구항 28

제27항에서,

상기 제1 위상차층과 상기 제3 위상차층은 하기 관계식 10의 위상차를 만족하는 액정 표시 장치:

[관계식 10]

$$130 \text{ nm} \leq R_{th1}(450\text{nm}) + R_{th3}(450\text{nm}) \leq 310 \text{ nm}$$

상기 관계식 10에서,

$R_{th1}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 제1 위상차층의 두께 방향 위상차이고,

$R_{th3}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 제3 위상차층의 두께 방향 위상차이다.

청구항 29

제28항에서,

상기 제1 위상차층과 상기 제3 위상차층은 각각 하기 관계식 11 및 12의 위상차를 만족하는 액정 표시 장치:

[관계식 11]

$$20 \text{ nm} \leq R_{th1}(450\text{nm}) \leq 290 \text{ nm}$$

[관계식 12]

$$20 \text{ nm} \leq R_{th3}(450\text{nm}) \leq 290 \text{ nm}$$

상기 관계식 11 및 12에서,

$R_{th1}(450nm)$ 는 450nm 파장에서 제1 위상차층의 두께 방향 위상차이고,

$R_{th3}(450nm)$ 는 450nm 파장에서 제3 위상차층의 두께 방향 위상차이다.

청구항 30

제23항에서,

상기 제2 위상차층은 하기 관계식 5-2의 굴절률을 만족하는 액정 표시 장치:

[관계식 5-2]

$$n_{x2} > n_{y2} > n_{z2}$$

상기 관계식 5-2에서,

n_{x2} 은 제2 위상차층의 지상축에서의 굴절률이고,

n_{y2} 은 제2 위상차층의 진상축에서의 굴절률이고,

n_{z2} 은 제2 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이다.

청구항 31

제30항에서,

상기 제1 위상차층은 하기 관계식 2-2의 위상차를 만족하고,

상기 제2 위상차층은 하기 관계식 6-2 및 6-3의 위상차를 만족하는 액정 표시 장치:

[관계식 2-2]

$$40 \text{ nm} \leq R_{th1}(450nm) \leq 260 \text{ nm}$$

[관계식 6-2]

$$40 \text{ nm} \leq R_{in2}(450nm) \leq 110 \text{ nm}$$

[관계식 6-3]

$$40 \text{ nm} \leq R_{th2}(450nm) \leq 200 \text{ nm}$$

상기 관계식 2-2, 6-2 또는 6-3에서,

$R_{th1}(450nm)$ 는 450nm 파장에서 제1 위상차층의 두께 방향 위상차이고,

$R_{in2}(450nm)$ 는 450nm 파장에서 제2 위상차층의 면내 위상차이고,

$R_{th2}(450nm)$ 는 450nm 파장에서 제2 위상차층의 두께 방향 위상차이다.

청구항 32

제23항에서,

상기 제1 가시광은 청색 광이고,

상기 제2 가시광은 청색 광, 녹색 광, 적색 광 또는 이들의 조합인

액정 표시 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 액정 표시 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 액정 표시 장치(liquid crystal display, LCD)는 현재 널리 사용되고 있는 평판 표시 장치 중 하나이다. 액정 표시 장치는 전기장 생성 전극이 형성되어 있는 두 장의 표시판과 그 사이에 개재되어 있는 액정층을 포함하며, 전기장 생성 전극 사이에 형성되는 전기장으로 인하여 액정이 회전하면서 빛의 투과율이 변하게 되며 이러한 투과율의 변화에 따라서 영상을 표시한다.

[0004] 액정 표시 장치는 광원으로부터 나오는 빛과 색 필터(color filter)를 조합하여 색을 표시할 수 있다. 그러나 색 필터는 광원으로부터 나오는 빛의 상당량을 흡수하므로 광 효율이 낮을 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 근래, 색 필터를 대신하여 발광체를 사용하여 색을 표시하는 광 발광 액정 표시 장치(photoluminescent LCD)가 연구되고 있다.

[0007] 그러나 광 발광 액정 표시 장치는 발광체의 산란 특성 등으로 인해 발광체 상부에 편광판과 보상 필름을 배치하는 기존 구조를 채용하기 어렵다. 이에 따라 색 필터를 사용하는 액정 표시 장치와 비교하여 명암비가 떨어질 수 있고 이에 따라 표시 특성이 저하될 수 있다.

[0008] 일 구현예는 광 발광 액정 표시 장치의 명암비를 높여 표시 특성을 개선할 수 있는 액정 표시 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0010] 일 구현예에 따르면, 광원 및 액정 패널을 포함하고, 상기 액정 패널은 상기 광원 측에 위치하는 제1 기판, 상기 제1 기판과 마주하는 제2 기판, 상기 제1 기판과 상기 제2 기판 사이에 위치하는 액정층, 상기 제2 기판과 상기 액정층 사이에 위치하고 상기 광원으로부터 제1 가시광을 공급받아 제2 가시광을 방출하는 발광체를 포함하는 색 변환층, 상기 액정층과 상기 색 변환층 사이에 위치하는 제1 편광층, 상기 액정층과 상기 제1 편광층 사이에 위치하는 제1 위상차층을 포함하는 액정 표시 장치를 제공한다.

[0011] 상기 제1 위상차층은 내열성 고분자, 내열성 액정 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0012] 상기 내열성 고분자 및 상기 내열성 액정은 약 150℃ 이상의 유리전이온도를 가질 수 있다.

[0013] 상기 액정 표시 장치는 상기 광원과 상기 제1 기판 사이에 위치하는 제2 편광층을 더 포함할 수 있다.

[0014] 상기 액정 표시 장치는 상기 광원과 상기 제1 기판 사이에 위치하는 제2 위상차층을 더 포함할 수 있다.

[0015] 상기 제1 위상차층은 하기 관계식 1의 굴절률을 만족할 수 있다.

[0016] [관계식 1]

[0017]
$$n_{x1} \geq n_{y1} > n_{z1}$$

[0018] 상기 관계식 1에서,

- [0019] n_{x1} 은 제1 위상차층의 지상축에서의 굴절률이고,
- [0020] n_{y1} 은 제1 위상차층의 진상축에서의 굴절률이고,
- [0021] n_{z1} 은 제1 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이다.
- [0022] 상기 제1 위상차층은 하기 관계식 2의 위상차를 만족할 수 있다.
- [0023] [관계식 2]
- [0024] $40 \text{ nm} \leq R_{th1}(450\text{nm}) \leq 310 \text{ nm}$
- [0025] 상기 관계식 2에서, $R_{th1}(450\text{nm})$ 은 450nm 파장에서 제1 위상차층의 두께 방향 위상차이다.
- [0026] 상기 액정 표시 장치는 상기 광원과 상기 제1 기관 사이에 위치하는 제2 위상차층을 포함할 수 있고, 상기 제2 위상차층은 하기 관계식 3 및 4의 굴절률을 만족할 수 있다.
- [0027] [관계식 3]
- [0028] $n_{x2} > n_{y2}$
- [0029] [관계식 4]
- [0030] $n_{x2} > n_{z2}$
- [0031] 상기 관계식 3 및 4에서,
- [0032] n_{x2} 은 제2 위상차층의 지상축에서의 굴절률이고,
- [0033] n_{y2} 은 제2 위상차층의 진상축에서의 굴절률이고,
- [0034] n_{z2} 은 제2 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이다.
- [0035] 상기 제2 위상차층은 하기 관계식 5-1의 굴절률을 만족할 수 있다.
- [0036] [관계식 5-1]
- [0037] $n_{x2} > n_{y2} = n_{z2}$
- [0038] 상기 관계식 5-1에서,
- [0039] n_{x2} 은 제2 위상차층의 지상축에서의 굴절률이고,
- [0040] n_{y2} 은 제2 위상차층의 진상축에서의 굴절률이고,
- [0041] n_{z2} 은 제2 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이다.
- [0042] 상기 제2 위상차층은 하기 관계식 6-1의 위상차를 만족할 수 있다.
- [0043] [관계식 6-1]
- [0044] $70 \text{ nm} \leq R_{in2}(450\text{nm}) \leq 170 \text{ nm}$
- [0045] 상기 관계식 6-1에서,
- [0046] $R_{in2}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 제2 위상차층의 면내 위상차이다.
- [0047] 상기 제1 위상차층은 하기 관계식 2-1의 위상차를 만족할 수 있다.
- [0048] [관계식 2-1]
- [0049] $130 \text{ nm} \leq R_{th1}(450\text{nm}) \leq 310 \text{ nm}$

- [0050] 상기 관계식 2-1에서, $R_{th1}(450nm)$ 는 450nm 파장에서 제1 위상차층의 두께 방향 위상차이다.
- [0051] 상기 액정 표시 장치는 상기 광원과 상기 제1 기판 사이에서 상기 제2 위상차층의 하부 또는 상부에 위치하는 제3 위상차층을 더 포함할 수 있고, 상기 제3 위상차층은 하기 관계식 7 및 8의 굴절률을 만족할 수 있다.
- [0052] [관계식 7]
- [0053] $n_{x3} > n_{z3}$
- [0054] [관계식 8]
- [0055] $n_{y3} > n_{z3}$
- [0056] 상기 관계식 7 및 8에서,
- [0057] n_{x3} 은 제3 위상차층의 지상축에서의 굴절률이고,
- [0058] n_{y3} 은 제3 위상차층의 진상축에서의 굴절률이고,
- [0059] n_{z3} 은 제3 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이다.
- [0060] 상기 제3 위상차층은 하기 관계식 9를 만족할 수 있다.
- [0061] [관계식 9]
- [0062] $n_{x3} \geq n_{y3} > n_{z3}$
- [0063] 상기 관계식 9에서,
- [0064] n_{x3} 은 제3 위상차층의 지상축에서의 굴절률이고,
- [0065] n_{y3} 은 제3 위상차층의 진상축에서의 굴절률이고,
- [0066] n_{z3} 은 제3 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이다
- [0067] 상기 제1 위상차층과 상기 제3 위상차층은 하기 관계식 10의 위상차를 만족할 수 있다.
- [0068] [관계식 10]
- [0069] $130 \text{ nm} \leq R_{th1}(450nm) + R_{th3}(450nm) \leq 310 \text{ nm}$
- [0070] 상기 관계식 10에서,
- [0071] $R_{th1}(450nm)$ 는 450nm 파장에서 제1 위상차층의 두께 방향 위상차이고,
- [0072] $R_{th3}(450nm)$ 는 450nm 파장에서 제3 위상차층의 두께 방향 위상차이다.
- [0073] 상기 제1 위상차층과 상기 제3 위상차층은 각각 하기 관계식 11 및 12의 위상차를 만족할 수 있다.
- [0074] [관계식 11]
- [0075] $20 \text{ nm} \leq R_{th1}(450nm) \leq 290 \text{ nm}$
- [0076] [관계식 12]
- [0077] $20 \text{ nm} \leq R_{th3}(450nm) \leq 290 \text{ nm}$
- [0078] 상기 관계식 11 및 12에서,
- [0079] $R_{th1}(450nm)$ 는 450nm 파장에서 제1 위상차층의 두께 방향 위상차이고,
- [0080] $R_{th3}(450nm)$ 는 450nm 파장에서 제3 위상차층의 두께 방향 위상차이다.
- [0081] 상기 제2 위상차층은 하기 관계식 5-2의 굴절률을 만족할 수 있다.

- [0082] [관계식 5-2]
- [0083] $n_{x2} > n_{y2} > n_{z2}$
- [0084] 상기 관계식 5-2에서,
- [0085] n_{x2} 은 제2 위상차층의 지상축에서의 굴절률이고,
- [0086] n_{y2} 은 제2 위상차층의 진상축에서의 굴절률이고,
- [0087] n_{z2} 은 제2 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이다.
- [0088] 상기 제2 위상차층은 하기 관계식 6-2 및 6-3의 위상차를 만족할 수 있다.
- [0089] [관계식 6-2]
- [0090] $40 \text{ nm} \leq R_{in2}(450\text{nm}) \leq 110 \text{ nm}$
- [0091] [관계식 6-3]
- [0092] $40 \text{ nm} \leq R_{th2}(450\text{nm}) \leq 200 \text{ nm}$
- [0093] 상기 관계식 6-2 및 6-3에서,
- [0094] $R_{in2}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 제2 위상차층의 면내 위상차이고,
- [0095] $R_{th2}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 제2 위상차층의 두께 방향 위상차이다.
- [0096] 상기 제1 위상차층은 하기 관계식 2-2의 위상차를 만족할 수 있다.
- [0097] [관계식 2-2]
- [0098] $40 \text{ nm} \leq R_{th1}(450\text{nm}) \leq 260 \text{ nm}$
- [0099] 상기 관계식 2-2에서, $R_{th1}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 제1 위상차층의 두께 방향 위상차이다.
- [0100] 상기 발광체는 양자점 및 형광체 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0101] 상기 제2 가시광은 상기 제1 가시광과 같거나 상기 제1 가시광보다 긴 파장의 광일 수 있다.
- [0102] 상기 제1 가시광은 청색 광일 수 있고, 상기 제2 가시광은 청색 광, 녹색 광, 적색 광 또는 이들의 조합일 수 있다.
- [0103] 상기 액정 패널은 상기 액정층을 중심으로 대향하고 있는 화소 전극과 공통 전극을 더 포함할 수 있고, 상기 액정층은 상기 화소 전극과 상기 공통 전극 사이에 전기장 무인가시 상기 제1 기판과 상기 제2 기판에 대하여 수직 방향으로 배향되는 액정들을 포함할 수 있다.
- [0104] 다른 구현예에 따르면, 색 변환층, 제1 편광층, 제1 위상차층, 공통 전극, 액정층, 화소 전극, 제2 위상차층, 제2 편광층 및 광원의 순서로 배치되고, 상기 색 변환층은 상기 광원으로부터 제1 가시광을 공급받아 상기 제1 가시광과 같거나 상기 제1 가시광보다 긴 파장의 광인 제2 가시광을 방출하는 발광체를 포함하며, 상기 제1 위상차층은 상기 관계식 1의 굴절률을 만족하고, 상기 제2 위상차층은 상기 관계식 3 및 4의 굴절률을 만족하는 액정 표시 장치를 제공한다.
- [0105] 상기 제2 위상차층은 상기 관계식 5-1의 굴절률을 만족할 수 있다.
- [0106] 상기 제1 위상차층은 상기 관계식 2-1의 위상차를 만족할 수 있고 상기 제2 위상차층은 상기 관계식 6-1의 위상차를 만족할 수 있다.
- [0107] 상기 액정 표시 장치는 상기 화소 전극과 상기 제2 편광층 사이에 위치하는 제3 위상차층을 더 포함할 수 있고, 상기 제3 위상차층은 상기 관계식 7 및 8의 굴절률을 만족할 수 있다.
- [0108] 상기 제3 위상차층은 상기 관계식 9의 굴절률을 만족할 수 있다.

- [0109] 상기 제1 위상차층과 상기 제3 위상차층은 상기 관계식 10의 위상차를 만족할 수 있다.
- [0110] 상기 제1 위상차층과 상기 제3 위상차층은 상기 관계식 11 및 12의 위상차를 만족할 수 있다.
- [0111] 상기 제2 위상차층은 상기 관계식 5-2의 굴절률을 만족할 수 있다.
- [0112] 상기 제1 위상차층은 상기 관계식 2-2의 위상차를 만족할 수 있고 상기 제2 위상차층은 상기 관계식 6-2 및 6-3의 위상차를 만족할 수 있다.
- [0113] 상기 제1 가시광은 청색 광일 수 있고, 상기 제2 가시광은 청색 광, 녹색 광, 적색 광 또는 이들의 조합일 수 있다.

발명의 효과

- [0115] 광 발광 액정 표시 장치의 명암비를 높여 표시 특성을 개선할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0117] 도 1은 일 구현예에 따른 액정 표시 장치를 개략적으로 도시한 단면도이고,
- 도 2는 실시예 1에 따른 액정 표시 장치의 블랙 휘도의 분포를 보여주는 다이아그램이고,
- 도 3은 실시예 2에 따른 액정 표시 장치의 블랙 휘도의 분포를 보여주는 다이아그램이고,
- 도 4는 실시예 3에 따른 액정 표시 장치의 블랙 휘도의 분포를 보여주는 다이아그램이고,
- 도 5는 실시예 6에 따른 액정 표시 장치의 블랙 휘도의 분포를 보여주는 다이아그램이고,
- 도 6은 비교예 1에 따른 액정 표시 장치의 블랙 휘도의 분포를 보여주는 다이아그램이고,
- 도 7은 비교예 2에 따른 액정 표시 장치의 블랙 휘도의 분포를 보여주는 다이아그램이고,
- 도 8은 비교예 3에 따른 액정 표시 장치의 블랙 휘도의 분포를 보여주는 다이아그램이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0118] 이하, 구현예들에 대하여 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 권리 범위는 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 구현예에 한정되지 않는다.
- [0119] 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다. 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우 뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다.
- [0120] 이하 도면을 참고하여 일 구현예에 따른 액정 표시 장치를 설명한다.
- [0121] 도 1은 일 구현예에 따른 액정 표시 장치를 개략적으로 도시한 단면도이다.
- [0122] 도 1을 참고하면, 일 구현예에 따른 액정 표시 장치(500)는 광원(40), 액정 패널(300), 하부 편광층(440) 및 하부 위상차층(450)을 포함한다.
- [0123] 광원(40)은 액정 패널(300)에 광을 공급하는 면광원, 점광원 또는 선광원일 수 있으며, 예컨대 예지형 또는 직하형으로 배치될 수 있다. 광원(40)은 발광체를 포함하는 발광부, 발광부의 하측에 위치하여 발광부에서 나오는 광을 반사시키는 반사판, 발광부에서 발광된 광을 액정 패널 측으로 공급하는 도광판 및/또는 도광판 상부에 위치하는 하나 이상의 광학 시트를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0124] 발광체는 예컨대 형광 램프 또는 발광 다이오드(light emitting diode, LED)일 수 있으며, 예컨대 가시광선 영역의 광(이하 '가시광'이라 한다)을 공급할 수 있으며, 예컨대 높은 에너지를 가지는 청색 광(blue light)을 공급할 수 있다.

- [0125] 액정 패널(300)은 광원(40) 측에 배치되어 있는 하부 표시판(100), 하부 표시판(100)과 대향하는 상부 표시판(200), 그리고 하부 표시판(100)과 상부 표시판(200) 사이에 위치하는 액정층(3)을 포함한다.
- [0126] 하부 표시판(100)은 하부 기관(110), 복수의 배선(도시하지 않음), 박막 트랜지스터(Q), 화소 전극(191) 및 배향막(11)을 포함한다.
- [0127] 하부 기관(110)은 예컨대 유리 기관 또는 고분자 기관과 같은 절연 기관일 수 있으며, 고분자 기관은 예컨대 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리카보네이트, 폴리아크릴레이트, 폴리이미드 또는 이들의 조합으로 만들어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0128] 하부 기관(110) 위에 게이트 신호를 전달하는 복수의 게이트선(도시하지 않음) 및 데이터 신호를 전달하는 복수의 데이터선(도시하지 않음)이 서로 교차하게 형성되어 있으며, 게이트선 및 데이터선에 의해 정의되는 영역에 대략 행렬(matrix) 형태로 배열된 복수의 화소(pixel)(PX)를 포함한다.
- [0129] 하부 기관(110) 위에 복수의 박막 트랜지스터(Q)가 형성되어 있다. 박막 트랜지스터(Q)는 게이트선에 연결되어 있는 게이트 전극(도시하지 않음), 게이트 전극과 중첩하는 반도체(도시하지 않음), 게이트 전극과 반도체 사이에 위치하는 게이트 절연막(도시하지 않음), 데이터선에 연결되어 있는 소스 전극(도시하지 않음) 및 반도체를 중심으로 소스 전극과 마주하는 드레인 전극(도시하지 않음)을 포함할 수 있다. 도 1에서는 각 화소(PX)에 하나의 박막 트랜지스터(Q)를 포함하는 구조를 예시적으로 도시하였지만 이에 한정되지 않고 두 개 이상의 박막 트랜지스터를 포함할 수 있다.
- [0130] 박막 트랜지스터(Q) 위에는 보호막(180)이 형성되어 있고, 보호막(180)은 박막 트랜지스터(Q)를 드러내는 접촉 구멍(185)을 가진다.
- [0131] 보호막(180) 위에는 화소 전극(191)이 형성되어 있다. 화소 전극(191)은 ITO 또는 IZO와 같은 투명 도전체로 만들어질 수 있으며, 접촉 구멍(185)을 통하여 박막 트랜지스터(Q)와 전기적으로 연결되어 있다. 화소 전극(191)은 소정의 패턴을 가질 수 있다.
- [0132] 화소 전극(191) 위에는 배향막(11)이 형성되어 있다.
- [0133] 상부 표시판(200)은 상부 기관(210), 색 변환층(230), 상부 편광층(240), 상부 위상차층(250), 공통 전극(270) 및 배향막(21)을 포함한다.
- [0134] 상부 기관(210)은 예컨대 유리 기관 또는 고분자 기관과 같은 절연 기관일 수 있으며, 고분자 기관은 예컨대 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리카보네이트, 폴리아크릴레이트, 폴리이미드 또는 이들의 조합으로 만들어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0135] 상부 기관(210)의 일면에는 블랙 매트릭스(black matrix)라고도 불리는 차광 부재(220)가 형성되어 있다. 차광 부재(220)는 화소 전극(191) 사이의 빛샘을 막을 수 있다.
- [0136] 상부 기관(210)의 일면에는 또한 색 변환층(color conversion layer)(230)이 형성되어 있다. 색 변환층(230)은 소정 파장 영역의 광을 공급받아 이와 같거나 다른 파장 영역의 광을 방출하여 색을 표시할 수 있다. 색 변환층(230)은 광에 의해 자극되어 스스로 빛을 내는 광 발광(photoluminescence) 물질, 즉 발광체를 포함한다. 발광체는 예컨대 양자점 및 형광체 중 적어도 하나일 수 있다.
- [0137] 일 예로, 발광체는 광원(40)으로부터 공급된 광의 파장 영역과 같거나 그보다 긴 파장 영역의 광을 방출할 수 있다. 예컨대 광원(40)이 청색 광을 공급하는 경우, 발광체는 그와 같은 파장 영역의 청색 광을 방출하거나 청색 광보다 긴 파장 영역, 예컨대 적색 광 또는 녹색 광을 발광할 수 있다.
- [0138] 이와 같이 발광체를 포함하는 색 변환층(230)을 포함함으로써 높은 광 변환 효율 및 낮은 소비 전력을 구현할 수 있다. 또한, 기존의 염료 및/또는 안료를 포함하는 색 필터가 광원(40)으로부터 나오는 빛의 상당량을 흡수하여 광 효율이 낮은 것과 비교하여 발광체를 포함하는 색 변환층(230)은 흡수에 의한 광의 손실을 크게 줄일 수 있으므로 광 효율을 높일 수 있다. 또한, 발광체 고유의 발광색에 의해 색 순도를 높일 수 있다. 또한, 발광체는 모든 방향으로 산란되는 산란 광을 발광하므로 시야각 특성을 개선할 수 있다.
- [0139] 도 1은 예시적으로, 적색 광을 방출하는 적색 발광체를 포함하는 적색 변환층(230R), 녹색 광을 방출하는 녹색 발광체를 포함하는 녹색 변환층(230G) 및 청색 광을 방출하는 청색 발광체를 포함하는 청색 변환층(230B)을 도시하였으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 적색 변환층(230R)은 예컨대 약 590nm 초과 700nm 이하의 파장 영역의 광을 방출할 수 있고, 녹색 변환층(230G)은 약 510nm 내지 590nm의 파장 영역의 광을 방출할 수 있고, 청색 변

환층(230B)은 약 380nm 이상 510nm 미만의 파장 영역의 광을 방출할 수 있다. 일 예로, 발광체는 예컨대 청록색(cyan) 광을 방출하는 발광체, 자주색(magenta) 광을 방출하는 발광체 및/또는 황색(yellow) 광을 방출하는 발광체일 수 있거나, 이러한 발광체를 추가적으로 더 포함할 수 있다. 일 예로, 광원(40)이 청색 광을 공급할 때 청색 변환층(230B)은 별도의 발광체 없이 광원에서 공급되는 광을 그대로 투과시켜 청색을 표시할 수 있으며, 이때 청색 변환층(230B)은 비어있거나 투명 절연체를 포함할 수 있다.

[0140] 발광체는 예컨대 형광체 및 양자점 중 적어도 하나일 수 있다.

[0141] 일 예로, 적색 변환층(230R)은 적색 형광체를 포함할 수 있으며, 예컨대 $Y_2O_2S:Eu$, $YVO_4:Eu,Bi$, $Y_2O_2S:Eu,Bi$, $SrS:Eu$, $(Ca,Sr)S:Eu$, $SrY_2S_4:Eu$, $CaLa_2S_4:Ce$, $(Sr,Ca,Ba)_3SiO_5:Eu$, $(Sr,Ca,Ba)_2Si_5N_8:Eu$ 및 $(Ca,Sr)_2AlSiN_3:Eu$ 에서 선택된 하나 이상일 수 있다. 일 예로, 녹색 변환층(230G)은 녹색 형광체를 포함할 수 있으며, 예컨대 $YBO_3:Ce,Tb$, $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu,Mn$, $(Sr,Ca,Ba)(Al,Ga)_2S_4:Eu$, $ZnS:Cu,Al$, $Ca_8Mg(SiO_4)_4Cl_2:Eu,Mn$, $Ba_2SiO_4:Eu$, $(Ba,Sr)_2SiO_4:Eu$, $Ba_2(Mg,Zn)Si_2O_7:Eu$, $(Ba,Sr)Al_2O_4:Eu$, $Sr_2Si_3O_8.2SrCl_2:Eu$, $(Sr,Ca,Ba,Mg)P_2O_7N_8:Eu,Mn$, $(Sr,Ca,Ba,Mg)_3P_2O_8:Eu,Mn$, $Ca_3Sc_2Si_3O_{12}:Ce$, $CaSc_2O_4:Ce$, $b-SiAlON:Eu$, $Ln_2Si_3O_3N_4:Tb$ 및 $(Sr,Ca,Ba)Si_2O_2N_2:Eu$ 에서 선택된 하나 이상일 수 있다.

[0142] 일 예로, 적색 변환층(230)은 양자점을 포함할 수 있다. 양자점은 넓은 의미의 반도체 나노결정을 의미하며, 예컨대 등방성 반도체 나노결정, 퀀텀 로드 및 퀀텀 플레이트 등 다양한 모양을 가질 수 있다. 여기서 퀀텀 로드는 종횡비가 1보다 큰, 예컨대 종횡비가 약 2 이상, 약 3 이상 또는 약 5 이상인 양자점을 의미할 수 있다. 일 예로, 퀀텀 로드의 종횡비는 약 50 이하, 약 30 이하 또는 약 20 이하일 수 있다. 양자점은 예컨대 약 1nm 내지 약 100nm의 입경(구형이 아닌 경우 가장 긴 부분의 크기)을 가질 수 있고, 예컨대 약 1nm 내지 80nm의 입경을 가질 수 있고, 예컨대 약 1nm 내지 50nm의 입경을 가질 수 있고, 예컨대 약 1nm 내지 20nm의 입경을 가질 수 있다.

[0143] 양자점은 크기 및/또는 조성을 변화시켜 발광 파장을 조절할 수 있다. 예컨대 양자점은 II족-VI족 화합물, III족-V족 화합물, IV족-VI족 화합물, VI족 화합물 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. II-VI족 화합물은 예컨대 $CdSe$, $CdTe$, ZnS , $ZnSe$, $ZnTe$, ZnO , HgS , $HgSe$, $HgTe$, $MgSe$, MgS 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물; $CdSeS$, $CdSeTe$, $CdSTe$, $ZnSeS$, $ZnSeTe$, $ZnSTe$, $HgSeS$, $HgSeTe$, $HgSTe$, $CdZnS$, $CdZnSe$, $CdZnTe$, $CdHgS$, $CdHgSe$, $CdHgTe$, $HgZnS$, $HgZnSe$, $HgZnTe$, $MgZnSe$, $MgZnS$ 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 삼원소 화합물; 및 $HgZnTeS$, $CdZnSeS$, $CdZnSeTe$, $CdZnSTe$, $CdHgSeS$, $CdHgSeTe$, $CdHgSTe$, $HgZnSeS$, $HgZnSeTe$, $HgZnSTe$ 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 사원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. III-V족 화합물은 GaN , GaP , $GaAs$, $GaSb$, AlN , AlP , $AlAs$, $AlSb$, InN , InP , $InAs$, $InSb$ 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물; $GaNP$, $GaNAs$, $GaNsb$, $GaPAs$, $GaPSb$, $AlNP$, $AlNAs$, $AlNSb$, $AlPAs$, $AlPSb$, $InNP$, $InNAs$, $InNSb$, $InPAs$, $InPSb$, $GaAlNP$ 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 삼원소 화합물; 및 $GaAlNAs$, $GaAlNSb$, $GaAlPAs$, $GaAlPSb$, $GaInNP$, $GaInNAs$, $GaInNSb$, $GaInPAs$, $GaInPSb$, $InAlNP$, $InAlNAs$, $InAlNSb$, $InAlPAs$, $InAlPSb$ 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 사원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. IV-VI족 화합물은 SnS , $SnSe$, $SnTe$, PbS , $PbSe$, $PbTe$ 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물; $SnSeS$, $SnSeTe$, $SnSTe$, $PbSeS$, $PbSeTe$, $PbSTe$, $SnPbS$, $SnPbSe$, $SnPbTe$ 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 삼원소 화합물; 및 $SnPbSSe$, $SnPbSeTe$, $SnPbSTe$ 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 사원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. IV족 화합물은 Si , Ge 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 단원소 화합물; 및 SiC , $SiGe$ 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.

[0144] 양자점은 상기 이원소 화합물, 삼원소 화합물 또는 사원소 화합물을 실질적으로 균일한 농도로 포함하거나, 농도 분포가 부분적으로 다른 상태로 나누어져 포함할 수 있다. 양자점은 하나의 양자점을 다른 양자점이 둘러싸는 코어-셸(core-shell) 구조를 가질 수도 있다. 예컨대 양자점의 코어와 셸의 계면은 셸에 존재하는 원소의 농도가 중심으로 갈수록 낮아지는 농도 구배(gradient)를 가질 수 있다. 예컨대 양자점의 셸을 구성하는 물질 조성이 양자점의 코어를 이루는 물질 조성보다 높은 에너지 밴드갭을 가질 수 있으며, 이에 따라 양자 구속 효과를 가질 수 있다. 양자점은 하나의 양자점 코어와 이를 둘러싸는 다층의 양자점 셸을 포함하는 구조일 수도 있다. 이때 다층의 셸 구조는 2층 이상의 셸 구조를 가지는 것으로 각각의 층은 단일 조성, 합금 또는 농도 구배를 가질 수 있다. 예컨대 다층의 셸 중, 코어에서 먼쪽에 위치하는 셸이 코어에서 가깝게 위치하는 셸보다 높은 에너지 밴드갭을 가질 수 있으며, 이에 따라 양자 구속 효과를 가질 수 있다.

- [0145] 양자점은 약 10% 이상, 예컨대 약 30% 이상, 약 50% 이상, 약 60% 이상, 약 70% 이상 또는 약 90% 이상의 양자 수율(quantum yield)을 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 양자점은 비교적 좁은 폭의 스펙트럼을 가질 수 있다. 예컨대, 양자점은 약 45nm 이하, 예컨대 약 40nm 이하 또는 약 30nm 이하의 발광파장 스펙트럼의 반치폭을 가질 수 있다.
- [0146] 양자점은 폴리머에 분산되어 있는 양자점-폴리머 복합체의 형태로 색 변환층(230)에 포함될 수 있다. 폴리머는 양자점-폴리머 복합체의 매트릭스(matrix) 역할을 할 수 있으며 양자점을 소광(quenching)하지 않는 물질이면 특별히 한정되지 않는다. 폴리머는 투명 폴리머일 수 있으며, 예컨대 폴리비닐피롤리돈, 폴리스티렌, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리(메틸)아크릴레이트, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리부틸메타크릴레이트(PBMA), 이들의 공중합체 또는 이들의 조합일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 양자점-폴리머 복합체는 1층 또는 다층일 수 있다.
- [0147] 색 변환층(230)의 일면에는 상부 편광층(240)이 형성되어 있다.
- [0148] 상부 편광층(240)은 액정 패널(300) 내부에 위치하는 내부 편광층(in-cell polarizing layer)일 수 있으며 색 변환층(230)의 하부의 전면(whole surface)에 배치되어 있다. 상부 편광층(240)은 색 변환층(230) 하부에 위치하여 색 변환층(230)에 편광된 빛을 공급할 수 있다.
- [0149] 이와 같이 상부 편광층(240)이 색 변환층(230)의 하부에 위치하고 액정 패널(300)의 바깥측에 부착된 별도의 편광층을 구비하지 않음으로써, 색 변환층(230)의 발광체에서 방출된 빛이 액정 패널의 바깥측에 부착된 편광층의 영향을 받지 않아 명암비를 개선할 수 있다. 구체적으로, 색 변환층(230)의 발광체는 편광이 깨진 상태의 산란광(scattered light)을 방출하는데, 만일 색 변환층(230)의 상부, 즉 산란광이 통과하는 위치에 편광층이 위치되는 경우 블랙 휘도가 크게 증가하여 명암비가 낮아질 수 있다. 또한, 색 변환층(230)의 발광체에서 방출된 산란광에 의한 액정 표시 장치의 시야각 개선 효과를 방해받지 않고 그대로 유지할 수 있다.
- [0150] 따라서, 상부 편광층(240)으로서 내부 편광층을 사용함으로써 발광체로부터 방출되는 빛이 액정 패널의 외부에 부착된 편광층의 영향을 받아 색이 변질되거나 영상이 왜곡되는 것을 방지하고 발광체 고유의 발광 특성을 유지함으로써 높은 색 순도를 확보하고 광 손실을 줄일 수 있다. 또한, 내부 편광층은 약 1/μm 이하의 박막이므로 액정 표시 장치의 두께를 줄일 수 있다.
- [0151] 상부 편광층(240)은 광원(40)으로부터 나와 액정층(3)을 통과한 광을 선편광으로 변환시키는 선형 편광자(linear polarizer)일 수 있다.
- [0152] 일 예로, 상부 편광층(240)은 예컨대 연신된 폴리비닐알코올(polyvinyl alcohol, PVA)로 만들어질 수 있으며, 예컨대 폴리비닐알코올 필름을 연신하고 여기에 요오드 또는 이색성 염료를 흡착시킨 후 봉산 처리 및 세정 등의 방법으로 형성될 수 있다.
- [0153] 일 예로, 상부 편광층(240)은 예컨대 고분자와 이색성 염료를 용융혼합(melt blend)하여 준비된 편광 필름일 수 있으며, 예컨대 고분자와 이색성 염료를 혼합하고 상기 고분자의 용융점 이상의 온도에서 용융하여 시트로 제작하는 방법으로 형성될 수 있다. 상기 고분자는 소수성 고분자일 수 있으며 예컨대 폴리올레핀일 수 있다.
- [0154] 일 예로, 상부 편광층(240)은 와이어 그리드 편광자(wire grid polarizer)일 수 있다. 와이어 그리드 편광자는 복수의 금속 와이어가 일 방향으로 배열되어 있는 구조로, 입사광이 와이어 그리드 편광자를 통과하면 금속 와이어에 평행한 성분은 흡수 또는 반사되고 수직인 성분만 투과되어 선편광을 이룰 수 있다. 이때 빛의 파장이 금속 와이어 사이의 간격보다 큰 경우에 효율적인 선편광을 이룰 수 있다. 와이어 그리드 편광자는 내부 편광층으로 적용하기에 적합할 수 있고 얇은 두께로 인해 액정 표시 장치(500)의 박형화를 구현하는데 유리할 수 있다.
- [0155] 상부 편광층(240)의 일면에는 상부 위상차층(250)이 형성되어 있다.
- [0156] 상부 위상차층(250)은 액정 패널(300) 내부에 위치하는 내부 위상차층(in-cell phase difference layer)일 수 있다. 일 예로, 상부 위상차층(250)은 상부 편광층(240)과 맞닿아 있을 수 있다. 일 예로, 상부 위상차층(250)은 다른 층을 개재하여 상부 편광층(240)으로부터 이격되어 있을 수 있으며, 예컨대 산화규소, 산화질소와 같은 절연막을 개재하여 이격되어 있을 수 있다. 상부 위상차층(250)은 1층 또는 2층 이상일 수 있다.
- [0157] 상부 위상차층(250)은 하부 표시판(100)의 바깥 측에 구비된 하부 위상차층(450)과 조합하여 위상차를 조절함으로써 블랙 모드에서 색 변환층(230)에 도달하기 전의 측면에서의 빛샘을 줄이거나 방지할 수 있고 이에 따라 블랙 모드에서 색 변환층(230)의 불필요한 발광을 줄임으로써 블랙 휘도를 감소시켜 명암비를 개선할 수 있다.

- [0158] 상부 위상차층(250)은 내열성 고분자, 내열성 액정 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 내열성 고분자는 예컨대 약 150℃ 이상의 유리전이온도(Tg)를 가지는 고분자에서 선택될 수 있으며, 예컨대 폴리이미드, 폴리아믹산, 폴리아마이드, 폴리카보네이트, 사이클로올레핀 또는 이들의 조합일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 내열성 고분자는 상기 범위 내에서 예컨대 약 180℃ 이상의 유리전이온도(Tg)를 가질 수 있으며, 예컨대 약 200℃ 이상의 유리전이온도(Tg)를 가질 수 있으며, 예컨대 약 220℃ 이상의 유리전이온도(Tg)를 가질 수 있으며, 예컨대 약 230℃ 이상의 유리전이온도(Tg)를 가질 수 있다. 일 예로, 상부 위상차층(250)은 양 또는 음의 복굴절률을 가지는 액정으로 만들어진 액정층을 포함할 수 있으며 액정층의 일면에 배향막을 더 포함할 수 있다.
- [0159] 일 예로, 상부 위상차층(250)은 내열성 고분자로 만들어진 필름을 일축 또는 이축 연신하여 소정의 위상차를 부여할 수 있다. 일 예로, 상부 위상차층(250)은 내열성 고분자 또는 내열성 액정을 용액으로 준비하여 코팅 및 건조하고 건조 단계에서 내열성 고분자 또는 내열성 액정의 선배향 또는 면배향을 유도함으로써 소정의 위상차를 부여할 수 있다.
- [0160] 상부 위상차층(250)의 일면에는 공통 전극(270)이 형성되어 있다. 공통 전극(270)은 예컨대 ITO 또는 IZO 따위의 투명한 도전체로 만들어질 수 있으며, 상부 위상차층(250)의 전면에 형성될 수 있다. 공통 전극(270)은 소정의 패턴을 가질 수 있다.
- [0161] 공통 전극(270)의 일면에는 배향막(21)이 도포되어 있다.
- [0162] 하부 표시판(100)과 상부 표시판(200) 사이에는 복수의 액정(30)을 포함하는 액정층(3)이 개재되어 있다. 액정(30)은 양 또는 음의 유전을 이방성을 가질 수 있다. 일 예로, 액정(30)은 음의 유전을 이방성을 가질 수 있다. 일 예로, 액정(30)은 화소 전극(191)과 공통 전극(270) 사이에 전기장 무인가시 기관(110, 210)의 표면에 대하여 실질적으로 수직 방향으로 정렬되어 있을 수 있다. 이에 따라 액정 표시 장치(500)는 수직 배향 액정 표시 장치(vertical alignment LCD)를 구현할 수 있다.
- [0163] 하부 편광층(440)은 하부 표시판(100)의 바깥에 부착되어 있다. 하부 편광층(440)은 선형 편광자일 수 있으며, 광원(40)으로부터 공급되는 광을 편광시켜 액정층(3)에 편광된 광을 공급할 수 있다.
- [0164] 일 예로, 하부 편광층(440)은 예컨대 연신된 폴리비닐알코올(PVA)로 만들어질 수 있으며, 예컨대 폴리비닐알코올 필름을 연신하고 여기에 요오드 또는 이색성 염료를 흡착시킨 후 봉산 처리 및 세정 등의 방법으로 형성될 수 있다.
- [0165] 일 예로, 하부 편광층(440)은 예컨대 고분자와 이색성 염료를 용융혼합하여 준비된 편광 필름일 수 있으며, 예컨대 고분자와 이색성 염료를 혼합하고 상기 고분자의 용융점 이상의 온도에서 용융하여 시트로 제작하는 방법으로 형성될 수 있다. 상기 고분자는 소수성 고분자일 수 있으며 예컨대 폴리올레핀일 수 있다.
- [0166] 일 예로, 하부 편광층(440)은 와이어 그리드 편광자일 수 있다. 와이어 그리드 편광자는 상부 편광층(240)과 조합되어 액정 표시 장치(500)의 박형화를 구현하는데 유리할 수 있다.
- [0167] 하부 위상차층(450)은 하부 표시판(100)의 바깥에 부착되어 있으며 하부 표시판(100)과 하부 편광층(440) 사이에 배치되어 있다. 하부 위상차층(450)은 1층 또는 2층 이상일 수 있다.
- [0168] 전술한 바와 같이, 상부 위상차층(250)은 하부 위상차층(450)과 조합하여 위상차를 조절함으로써 블랙 모드에서 색 변환층(230)에 도달하기 전의 측면에서의 빛샘을 줄이거나 방지할 수 있고 이에 따라 블랙 모드에서 색 변환층(230)의 불필요한 발광을 줄임으로써 블랙 휘도를 감소시켜 명암비를 개선할 수 있다. 상부 위상차층(250)과 하부 위상차층(450)의 조합은 빛샘을 줄이고 명암비를 높이도록 다양하게 구현될 수 있다.
- [0169] 일 예로, 상부 위상차층(250)은 예컨대 하기 관계식 1의 굴절률을 만족할 수 있다.
- [0170] [관계식 1]
- [0171]
$$n_{x1} \geq n_{y1} > n_{z1}$$
- [0172] 상기 관계식 1에서,
- [0173] n_{x1} 은 상부 위상차층의 면내 굴절률이 가장 큰 방향(이하, 지상축(slow axis)이라 한다)에서의 굴절률이고,
- [0174] n_{y1} 은 상부 위상차층의 면내 굴절률이 가장 작은 방향(이하, 진상축(fast axis)에서의 굴절률이고,

- [0175] n_{z1} 은 상부 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이다.
- [0176] 상기 관계식 1에서, n_{x1} 와 n_{y1} 가 $n_{x1} > n_{y1}$ 일 경우 예컨대 n_{x1} 의 굴절률이 n_{y1} 의 굴절률보다 약 0.02 이하의 범위에 서 더 클 수 있고, 상기 범위 내에서 예컨대 약 0.01 이하의 범위에서 더 클 수 있다. 이를 만족함으로써 상부 위상차층(250)은 실질적으로 면내 등방성을 가질 수 있다.
- [0177] 상부 위상차층(250)은 관계식 1의 굴절률을 만족함으로써 시야각 의존성을 줄이는 보상 기능을 수행할 수 있다.
- [0178] 상부 위상차층(250)의 위상차는 면내 위상차(R_{inl})와 두께 방향 위상차(R_{thl})로 나타낼 수 있다. 상부 위상차층 (250)의 면내 위상차(R_{inl})는 상부 위상차층(250)의 면내 방향으로 발생하는 위상차로, $R_{inl}=(n_{x1}-n_{y1})d_1$ 로 표현될 수 있다. 상부 위상차층(250)의 두께 방향 위상차(R_{thl})는 상부 위상차층(250)의 두께 방향으로 발생하는 위상차 로, $R_{thl}=\{[(n_{x1}+n_{y1})/2]-n_{z1}\}d_1$ 으로 표현될 수 있다. 여기서 d_1 은 상부 위상차층(250)의 두께이다. 상부 위상차층 (250)은 n_{x1} , n_{y1} , n_{z1} 및/또는 두께(d_1)를 변화하여 소정 범위의 면내 위상차 및 두께 방향 위상차를 가지도록 조절할 수 있다.
- [0179] 상기 관계식 1을 만족하는 상부 위상차층(250)은 예컨대 하기 관계식 2의 두께 방향 위상차를 만족할 수 있다.
- [0180] [관계식 2]
- [0181] $40 \text{ nm} \leq R_{thl}(450\text{nm}) \leq 310 \text{ nm}$
- [0182] 상기 관계식 2에서, $R_{thl}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 상부 위상차층의 두께 방향 위상차이다.
- [0183] 상기 관계식 2를 만족함으로써 두께 방향 위상차를 감소 또는 상쇄시킴으로써 시야각 의존성을 줄여 보상 기능 을 수행할 수 있다.
- [0184] 여기서는 450nm 기준으로 위상차가 기재되었으나 광원의 발광 파장이 변경되는 경우 기준 파장이 변경될 수 있 으며 이 경우 위상차도 변경될 수 있다. 예컨대 위상차와 기준 파장은 $0.25 \times \lambda_{BL} \text{ (nm)} \leq R_{th}(\lambda_{BL}) \leq 0.70 \times \lambda_{BL} \text{ (nm)}$ ($\lambda_{BL} \text{ (nm)}$ 은 광원의 최대 발광 파장이다)의 관계로 설정될 수 있고, 예컨대 $0.28 \times \lambda_{BL} \text{ (nm)} \leq R_{th}(\lambda_{BL}) \leq 0.70 \times \lambda_{BL} \text{ (nm)}$ 의 관계로 설정될 수 있고, 예컨대 $0.30 \times \lambda_{BL} \text{ (nm)} \leq R_{th}(\lambda_{BL}) \leq 0.70 \times \lambda_{BL} \text{ (nm)}$ 의 관계로 설정될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0185] 상부 위상차층(250)은 예컨대 하기 관계식 2a의 두께 방향 위상차를 만족할 수 있다.
- [0186] [관계식 2a]
- [0187] $40 \text{ nm} \leq R_{thl}(450\text{nm}) \leq 290 \text{ nm}$
- [0188] 상부 위상차층(250)은 예컨대 하기 관계식 2b의 두께 방향 위상차를 만족할 수 있다.
- [0189] [관계식 2b]
- [0190] $40 \text{ nm} \leq R_{thl}(450\text{nm}) \leq 270 \text{ nm}$
- [0191] 상기 관계식 1을 만족하는 상부 위상차층(250)은 예컨대 하기 관계식 2'의 면내 위상차를 만족할 수 있다.
- [0192] [관계식 2']
- [0193] $0\text{nm} \leq R_{inl}(450\text{nm}) \leq 20\text{nm}$
- [0194] 상기 관계식 2'에서, $R_{inl}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 상부 위상차층의 면내위상차이다
- [0195] 상부 위상차층(250)은 예컨대 하기 관계식 2'a의 면내 위상차를 만족할 수 있다.
- [0196] [관계식 2'a]
- [0197] $0\text{nm} \leq R_{inl}(450\text{nm}) \leq 10\text{nm}$
- [0198] 상부 위상차층(250)은 예컨대 하기 관계식 2'b의 면내 위상차를 만족할 수 있다.

- [0199] [관계식 2' b]
- [0200] $0\text{nm} \leq R_{in1}(450\text{nm}) \leq 5\text{nm}$
- [0201] 상부 위상차층(250)은 예컨대 하기 관계식 2' c의 면내 위상차를 만족할 수 있다.
- [0202] [관계식 2' c]
- [0203] $0\text{nm} \leq R_{in1}(450\text{nm}) \leq 2\text{nm}$
- [0204] 상부 위상차층(250)이 상기 관계식 1을 만족할 때, 하부 위상차층(450)은 예컨대 하기 관계식 3 및 4의 굴절률을 만족할 수 있다.
- [0205] [관계식 3]
- [0206] $n_{x2} > n_{y2}$
- [0207] [관계식 4]
- [0208] $n_{x2} > n_{z2}$
- [0209] 상기 관계식 3 및 4에서,
- [0210] n_{x2} 은 하부 위상차층의 지상축에서의 굴절률이고,
- [0211] n_{y2} 은 하부 위상차층의 진상축에서의 굴절률이고,
- [0212] n_{z2} 은 하부 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이다.
- [0213] 일 예로, 하부 위상차층(450)은 예컨대 하기 관계식 5-1의 굴절률을 만족할 수 있다.
- [0214] [관계식 5-1]
- [0215] $n_{x2} > n_{y2} = n_{z2}$
- [0216] 상기 관계식 5-1에서, n_{y2} 와 n_{z2} 는 완전히 동일한 경우 외에 실질적으로 동일한 경우도 포함되며, 예컨대 n_{y2} 와 n_{z2} 의 굴절률 차이가 약 0.02 이하, 상기 범위 내에서 예컨대 약 0.01 이하인 경우 실질적으로 동일한 경우로 볼 수 있다.
- [0217] 상기와 같은 굴절률을 가지는 상부 위상차층(250)과 하부 위상차층(450)이 조합됨으로써 효과적인 보상 기능을 수행하여 빛샘을 효과적으로 줄일 수 있다.
- [0218] 하부 위상차층(450)의 위상차는 면내 위상차(R_{in2})와 두께 방향 위상차(R_{th2})로 나타낼 수 있다. 하부 위상차층(450)의 면내 위상차(R_{in2})는 하부 위상차층(450)의 면내 방향으로 발생하는 위상차로, $R_{in2}=(n_{x2}-n_{y2})d_2$ 로 표현될 수 있다. 하부 위상차층(450)의 두께 방향 위상차(R_{th2})는 하부 위상차층(450)의 두께 방향으로 발생하는 위상차로, $R_{th2}=\{[(n_{x2}+n_{y2})/2]-n_{z2}\}d_2$ 로 표현될 수 있다. 여기서 d_2 은 하부 위상차층(450)의 두께이다.
- [0219] 상기 관계식 5-1을 만족하는 하부 위상차층(450)은 예컨대 하기 관계식 6-1의 면내 위상차를 만족할 수 있다.
- [0220] [관계식 6-1]
- [0221] $70\text{ nm} \leq R_{in2}(450\text{nm}) \leq 170\text{ nm}$
- [0222] 상기 관계식 6-1에서, $R_{in2}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 하부 위상차층의 면내 위상차이다.
- [0223] 상기 관계식 6-1을 만족함으로써 상부 위상차층(250)과 하부 위상차층(450)의 위상차를 조합하여 시야각 의존성을 효과적으로 줄여 보상 기능을 더욱 높일 수 있다.
- [0224] 하부 위상차층(450)은 예컨대 하기 관계식 6a-1의 면내 위상차를 만족할 수 있다.
- [0225] [관계식 6a-1]

- [0226] $90 \text{ nm} \leq R_{in2}(450\text{nm}) \leq 150 \text{ nm}$
- [0227] 하부 위상차층(450)은 예컨대 하기 관계식 6b-1의 면내 위상차를 만족할 수 있다.
- [0228] [관계식 6b-1]
- [0229] $100 \text{ nm} \leq R_{in2}(450\text{nm}) \leq 140 \text{ nm}$
- [0230] 상기 관계식 5-1을 만족하는 하부 위상차층(450)은 예컨대 하기 관계식 6'-1 및/또는 6"-1의 두께 방향 위상차를 만족할 수 있다.
- [0231] [관계식 6'-1]
- [0232] $R_{in2}(450\text{nm})/2 - 10\text{nm} \leq R_{th2}(450\text{nm}) \leq R_{in2}(450\text{nm})/2 + 10\text{nm}$
- [0233] [관계식 6"-1]
- [0234] $35\text{nm} \leq R_{th2}(450\text{nm}) \leq 85\text{nm}$
- [0235] 상기 관계식 6'-1 및 6"-1에서, $R_{th2}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 하부 위상차층의 두께방향 위상차이고, $R_{in2}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 하부 위상차층의 면내 위상차이다.
- [0236] 하부 위상차층(450)은 예컨대 하기 관계식 6"a-1의 두께방향 위상차를 만족할 수 있다.
- [0237] [관계식 6"a-1]
- [0238] $45 \text{ nm} \leq R_{th2}(450\text{nm}) \leq 75\text{nm}$
- [0239] 하부 위상차층(450)은 예컨대 하기 관계식 6"b-1의 두께방향 위상차를 만족할 수 있다.
- [0240] [관계식 6"b-1]
- [0241] $50 \text{ nm} \leq R_{th2}(450\text{nm}) \leq 70\text{nm}$
- [0242] 하부 위상차층(450)이 상기 관계식 5-1의 굴절률을 만족할 때, 상부 위상차층(250)의 두께 방향 위상차는 하기 관계식 2-1을 만족할 수 있다.
- [0243] [관계식 2-1]
- [0244] $130 \text{ nm} \leq R_{th1}(450\text{nm}) \leq 310 \text{ nm}$
- [0245] 하부 위상차층(450)이 상기 관계식 5-1의 굴절률을 만족할 때, 상부 위상차층(250)의 두께 방향 위상차는 하기 관계식 2a-1을 만족할 수 있다.
- [0246] [관계식 2a-1]
- [0247] $150 \text{ nm} \leq R_{th1}(450\text{nm}) \leq 290 \text{ nm}$
- [0248] 하부 위상차층(450)이 상기 관계식 5-1의 굴절률을 만족할 때, 상부 위상차층(250)의 두께 방향 위상차는 하기 관계식 2b-1을 만족할 수 있다.
- [0249] [관계식 2b-1]
- [0250] $170 \text{ nm} \leq R_{th1}(450\text{nm}) \leq 270 \text{ nm}$
- [0251] 하부 위상차층(450)은 예컨대 1층 또는 2층일 수 있다. 하부 위상차층(450)이 2층인 경우, 예컨대 상기 관계식 3 및 4 또는 상기 관계식 5-1의 굴절률을 가지는 하부 주 위상차층(450a)과 하기 관계식 7 및 8의 굴절률을 만족하는 하부 보조 위상차층(450b)을 포함할 수 있다. 하부 보조 위상차층(450b)은 하부 주 위상차층(450a)의 상부 또는 하부에 위치할 수 있다.
- [0252] [관계식 7]
- [0253] $n_{x3} > n_{z3}$

- [0254] [관계식 8]
- [0255] $n_{y3} > n_{z3}$
- [0256] 상기 관계식 7 및 8에서,
- [0257] n_{x3} 은 하부 보조 위상차층의 지상축에서의 굴절률이고,
- [0258] n_{y3} 은 하부 보조 위상차층의 진상축에서의 굴절률이고,
- [0259] n_{z3} 은 하부 보조 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이다.
- [0260] 하부 보조 위상차층(450b)은 예컨대 하기 관계식 9의 굴절률을 만족할 수 있다.
- [0261] [관계식 9]
- [0262] $n_{x3} \geq n_{y3} > n_{z3}$
- [0263] 상기 관계식 9에서,
- [0264] n_{x3} 은 하부 보조 위상차층의 지상축에서의 굴절률이고,
- [0265] n_{y3} 은 하부 보조 위상차층의 진상축에서의 굴절률이고,
- [0266] n_{z3} 은 하부 보조 위상차층의 지상축 및 진상축에 대한 수직 방향의 굴절률이다.
- [0267] 상기 관계식 9에서, n_{x3} 과 n_{y3} 가 $n_{x3} > n_{y3}$ 일 경우 예컨대 n_{x3} 의 굴절률이 n_{y3} 의 굴절률보다 약 0.02 이하의 범위에서 더 클 수 있고, 상기 범위 내에서 예컨대 약 0.01 이하의 범위에서 더 클 수 있다. 이를 만족함으로써 하부 보조 위상차층(450b)은 실질적으로 면내 등방성을 가질 수 있다.
- [0268] 하부 보조 위상차층(450b)의 위상차는 면내 위상차(R_{in3})와 두께 방향 위상차(R_{th3})로 나타낼 수 있다. 하부 보조 위상차층(450b)의 면내 위상차(R_{in3})는 하부 보조 위상차층(450b)의 면내 방향으로 발생하는 위상차로, $R_{in3}=(n_{x3}-n_{y3})d_3$ 로 표현될 수 있다. 하부 보조 위상차층(450b)의 두께 방향 위상차(R_{th3})는 하부 보조 위상차층(450b)의 두께 방향으로 발생하는 위상차로, $R_{th3}=\{[(n_{x3}+n_{y3})/2]-n_{z3}\}d_3$ 으로 표현될 수 있다. 여기서 d_3 은 하부 보조 위상차층(450b)의 두께이다.
- [0269] 상기 관계식 9의 굴절률을 만족하는 하부 보조 위상차층(450b)은 상부 위상차층(250)과 조합하여 예컨대 하기 관계식 10의 위상차를 만족할 수 있다.
- [0270] [관계식 10]
- [0271] $130 \text{ nm} \leq R_{th1}(450\text{nm}) + R_{th3}(450\text{nm}) \leq 310 \text{ nm}$
- [0272] 상기 관계식 10에서,
- [0273] $R_{th1}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 상부 위상차층의 두께 방향 위상차이고,
- [0274] $R_{th3}(450\text{nm})$ 는 450nm 파장에서 하부 보조 위상차층의 두께 방향 위상차이다.
- [0275] 상기 관계식 10을 만족하는 범위 내에서, 상부 위상차층(250)과 하부 보조 위상차층(450b)은 각각 하기 관계식 11 및 12의 위상차를 만족할 수 있다.
- [0276] [관계식 11]
- [0277] $20 \text{ nm} \leq R_{th1}(450\text{nm}) \leq 290 \text{ nm}$
- [0278] [관계식 12]
- [0279] $20 \text{ nm} \leq R_{th3}(450\text{nm}) \leq 290 \text{ nm}$
- [0280] 상기 관계식 11 및 12에서,

- [0281] $R_{th1}(450nm)$ 는 450nm 파장에서 상부 위상차층의 두께 방향 위상차이고,
- [0282] $R_{th3}(450nm)$ 는 450nm 파장에서 하부 보조 위상차층의 두께 방향 위상차이다.
- [0283] 상기 관계식 12를 만족하는 하부 보조 위상차층(450b)은 예컨대 하기 관계식 12'의 면내 위상차를 만족할 수 있다.
- [0284] [관계식 12']
- [0285] $0nm \leq R_{in3}(450nm) \leq 20nm$
- [0286] 상기 관계식 12'에서, $R_{in3}(450nm)$ 는 450nm 파장에서 하부 보조 위상차층의 면내위상차이다.
- [0287] 하부 보조 위상차층(450b)은 예컨대 하기 관계식 12'a의 면내 위상차를 만족할 수 있다.
- [0288] [관계식 12'a]
- [0289] $0nm \leq R_{in3}(450nm) \leq 10nm$
- [0290] 하부 보조 위상차층(450b)은 예컨대 하기 관계식 12'b의 면내 위상차를 만족할 수 있다.
- [0291] [관계식 12'b]
- [0292] $0nm \leq R_{in3}(450nm) \leq 5nm$
- [0293] 일 예로, 하부 위상차층(450)은 예컨대 하기 관계식 5-2의 굴절률을 만족할 수 있다.
- [0294] [관계식 5-2]
- [0295] $n_{x2} > n_{y2} > n_{z2}$
- [0296] 상기과 같은 굴절률을 가지는 상부 위상차층(250)과 하부 위상차층(450)이 조합됨으로써 효과적인 보상 기능을 수행하여 빛샘을 효과적으로 줄일 수 있다.
- [0297] 상기 관계식 5-2를 만족하는 하부 위상차층(450)은 예컨대 하기 관계식 6-2의 면내 위상차를 만족할 수 있다.
- [0298] [관계식 6-2]
- [0299] $40\text{ nm} \leq R_{in2}(450nm) \leq 110\text{ nm}$
- [0300] 상기 관계식 5-2를 만족하는 하부 위상차층(450)은 예컨대 하기 관계식 6-3의 두께 방향 위상차를 만족할 수 있다.
- [0301] [관계식 6-3]
- [0302] $40\text{ nm} \leq R_{th2}(450nm) \leq 200\text{ nm}$
- [0303] 상기 관계식 6-2 및/또는 6-3을 만족함으로써 상부 위상차층(250)과 하부 위상차층(450)의 위상차를 조합하여 시야각 의존성을 효과적으로 줄여 보상 기능을 더욱 높일 수 있다.
- [0304] 하부 위상차층(450)은 예컨대 하기 관계식 6a-2의 면내 위상차를 만족할 수 있다.
- [0305] [관계식 6a-2]
- [0306] $50\text{ nm} \leq R_{in2}(450nm) \leq 100\text{ nm}$
- [0307] 하부 위상차층(450)은 예컨대 하기 관계식 6b-2의 면내 위상차를 만족할 수 있다.
- [0308] [관계식 6b-2]
- [0309] $60\text{ nm} \leq R_{in2}(450nm) \leq 90\text{ nm}$
- [0310] 상기 관계식 5-2를 만족하는 하부 위상차층(450)은 예컨대 하기 관계식 6'-3의 두께 방향 위상차를 만족할 수 있다.

- [0311] [관계식 6'-3]
- [0312] $60\text{nm} \leq R_{\text{th2}}(450\text{nm}) \leq 180\text{nm}$
- [0313] 하부 위상차층(450)은 예컨대 하기 관계식 6"a-3의 두께방향 위상차를 만족할 수 있다.
- [0314] [관계식 6"a-3]
- [0315] $80\text{ nm} \leq R_{\text{th2}}(450\text{nm}) \leq 160\text{nm}$
- [0316] 하부 위상차층(450)은 예컨대 하기 관계식 6"b-3의 두께방향 위상차를 만족할 수 있다.
- [0317] [관계식 6"b-3]
- [0318] $90\text{ nm} \leq R_{\text{th2}}(450\text{nm}) \leq 150\text{nm}$
- [0319] 하부 위상차층(450)이 상기 관계식 5-2의 굴절률을 만족할 때, 상부 위상차층(250)의 두께 방향 위상차는 하기 관계식 2-2를 만족할 수 있다.
- [0320] [관계식 2-2]
- [0321] $40\text{ nm} \leq R_{\text{th1}}(450\text{nm}) \leq 260\text{ nm}$
- [0322] 하부 위상차층(450)이 상기 관계식 5-2의 굴절률을 만족할 때, 상부 위상차층(250)의 두께 방향 위상차는 하기 관계식 2a-2를 만족할 수 있다.
- [0323] [관계식 2a-2]
- [0324] $60\text{ nm} \leq R_{\text{th1}}(450\text{nm}) \leq 250\text{ nm}$
- [0325] 하부 위상차층(450)이 상기 관계식 5-2의 굴절률을 만족할 때, 상부 위상차층(250)의 두께 방향 위상차는 하기 관계식 2b-2를 만족할 수 있다.
- [0326] [관계식 2b-2]
- [0327] $70\text{ nm} \leq R_{\text{th1}}(450\text{nm}) \leq 240\text{ nm}$
- [0328] 본 구현예에 따른 액정 표시 장치는 발광체를 포함한 색 변환층을 사용하여 색을 표시함으로써 광 효율을 높이고 색 특성을 개선할 수 있다. 또한, 상부 편광층 및 상부 위상차층을 액정 패널 내부에 도입하고 상부 기관의 바깥측에 편광판 및 위상차필름을 생략함으로써 상부 기관의 바깥측에 배치된 편광판 및 위상차필름에 의해 광 특성 및 색 특성이 변질되는 것을 방지할 수 있고 발광체를 포함한 색 변환층에 의한 광 특성 및 시야각 특성을 그대로 확보할 수 있어 표시 특성을 개선할 수 있다. 또한, 상부 편광층 및 상부 위상차층을 얇은 두께로 구현함으로써 박형 액정 표시 장치를 구현할 수 있다.
- [0330] 이하 실시예를 통하여 상술한 상술한 구현예를 보다 상세하게 설명한다. 다만, 하기의 실시예는 단지 설명의 목적을 위한 것이며 본 발명의 범위를 제한하는 것은 아니다.
- [0332] **광학 시뮬레이션**
- [0333] 하기와 같은 액정 표시 장치의 구조를 설정하고 광학 시뮬레이션을 수행한다.
- [0334] 광학 시뮬레이션은 Techwiz program (주) 사나이 시스템)을 이용하여 수행하며, 450nm 파장에서의 0도 내지 360도의 방위각 및 0도 내지 90도의 경사각에서의 블랙 휘도의 분포를 계산한 후 그 평균값으로 비교한다.
- [0336] **실시예 1**
- [0337] 관찰자 측으로부터, 상부 기관 (유리); 상부 편광층; 상부 위상차층; 수직 배향 액정층; 하부 기관 (유리); 하부 위상차층; 하부 편광층; 청색 광원의 순서로 배치된 액정 표시 장치를 설정하고 광학 시뮬레이션을

실시한다. 각 층의 입력 변수는 아래와 같다.

- [0338] - 상부 및 하부 기관(유리)의 굴절률: 1.5,
- [0339] - 상부 및 하부 기관(유리)의 두께: $500\mu\text{m}$,
- [0340] - 상부 및 하부 편광층의 투과도: 42.45%,
- [0341] - 상부 및 하부 편광층의 편광도: 99.99%,
- [0342] - 수직배향 액정층의 굴절률 값(n_e , n_o): $n_e=1.6163$ 및 $n_o=1.4956$,
- [0343] - 상부 위상차층의 평균 굴절률: 1.60,
- [0344] - 상부 위상차층의 n_x-n_z : 0.052,
- [0345] - 하부 위상차층의 평균 굴절률: 1.65,
- [0346] - 하부 위상차층의 n_x-n_z : 0.0026,
- [0347] - 청색 광원: 450nm 단파장 광원
- [0348] 하기 광학 조건을 만족하는 다양한 범위 내에서 광학 시뮬레이션을 실시한다.
- [0349] - 수직 배향 액정층: $R_{th} = -295\text{nm}$,
- [0350] - 상부 위상차층: $n_{x1} = n_{y1} > n_{z1}$, $R_{in1} = 0\text{nm}$, $R_{th1} = 160 \sim 280\text{nm}$, 및
- [0351] - 하부 위상차층: $n_{x2} > n_{y2} = n_{z2}$, $R_{in2} = 60 \sim 180\text{nm}$, $R_{th2} = 30 \sim 90\text{nm}$

실시예 2

- [0354] 수직 배향 액정층과 상부 위상차층의 광학 조건을 하기와 같이 변경한 것을 제외하고 실시예 1과 동일한 액정 표시 장치를 설정하고 광학 시뮬레이션을 실시한다.
- [0355] - 수직 배향 액정층: $R_{th} = -275\text{nm}$,
- [0356] - 상부 위상차층: $n_{x1} = n_{y1} > n_{z1}$, $R_{in1} = 0\text{nm}$, $R_{th1} = 140 \sim 260\text{nm}$

실시예 3

- [0359] 수직 배향 액정층과 상부 위상차층의 광학 조건을 하기와 같이 변경한 것을 제외하고 실시예 1과 동일한 액정 표시 장치를 설정하고 광학 시뮬레이션을 실시한다.
- [0360] - 수직 배향 액정층: $R_{th} = -315\text{nm}$,
- [0361] - 상부 위상차층: $n_{x1} = n_{y1} > n_{z1}$, $R_{in1} = 0\text{nm}$, $R_{th1} = 180 \sim 300\text{nm}$

실시예 4

- [0364] 수직 배향 액정층과 상부 위상차층의 광학 조건을 하기와 같이 변경한 것을 제외하고 실시예 1과 동일한 액정 표시 장치를 설정하고 광학 시뮬레이션을 실시한다.
- [0365] - 수직 배향 액정층: $R_{th} = -255\text{nm}$,
- [0366] - 상부 위상차층: $n_{x1} = n_{y1} > n_{z1}$, $R_{in1} = 0\text{nm}$, $R_{th1} = 120 \sim 240\text{nm}$

실시예 5

[0369] 수직 배향 액정층과 상부 위상차층의 광학 조건을 하기와 같이 변경한 것을 제외하고 실시예 1과 동일한 액정 표시 장치를 설정하고 광학 시뮬레이션을 실시한다.

[0370] - 수직 배향 액정층의 $R_{th} = -335nm$,

[0371] - 상부 위상차층은 $n_{x1} = n_{y1} > n_{z1}$, $R_{in1} = 0nm$, $R_{th1} = 200 \sim 320nm$

[0373] 실시예 6

[0374] 하부 기판과 하부 위상차층 사이에 하부 보조 위상차층을 추가하고, 상부 위상차층 및 하부 보조 위상차층의 광학 조건을 하기와 같이 변경한 것을 제외하고 실시예 1과 동일한 액정 표시 장치를 설정하고 광학 시뮬레이션을 실시한다.

[0375] - 상부 위상차층: $n_{x1} = n_{y1} > n_{z1}$, $R_{in1} = 0nm$, $R_{th1} = 110nm$

[0376] - 하부 보조 위상차층: $n_{x3} = n_{y3} > n_{z3}$, $R_{in3} = 0nm$, $R_{th3} = 110nm$

[0378] 실시예 7

[0379] 수직 배향 액정층, 상부 위상차층 및 하부 위상차층의 광학 조건을 하기와 같이 변경한 것을 제외하고 실시예 1과 동일한 액정 표시 장치를 설정하고 광학 시뮬레이션을 실시한다.

[0380] - 수직 배향 액정층의 $R_{th} = -295 nm$,

[0381] - 상부 위상차층: $n_{x1} = n_{y1} > n_{z1}$, $R_{in1} = 0nm$, $R_{th1} = 40 \sim 260 nm$

[0382] - 하부 위상차층: $n_{x2} > n_{y2} > n_{z2}$, $R_{in2} = 40 \sim 110nm$, $R_{th2} = 40 \sim 200nm$

[0384] 비교예 1

[0385] 상부 위상차층 및 하부 위상차층을 포함하지 않은 것을 제외하고 실시예 1과 동일한 액정 표시 장치를 설정하고 광학 시뮬레이션을 실시한다.

[0387] 비교예 2

[0388] 상부 위상차층을 포함하지 않고, 하부 위상차층의 광학 조건을 하기와 같이 변경한 것을 제외하고 실시예 1과 동일한 액정 표시 장치를 설정하고 광학 시뮬레이션을 실시한다.

[0389] - 하부 위상차층: $n_{x2} > n_{y2} = n_{z2}$, $R_{in2} = 120nm$, $R_{th2} = 60m$

[0391] 비교예 3

[0392] 상부 위상차층을 포함하지 않고, 하부 위상차층의 광학 조건을 하기와 같이 변경한 것을 제외하고 실시예 1과 동일한 액정 표시 장치를 설정하고 광학 시뮬레이션을 실시한다.

[0393] - 하부 위상차층: $n_{x2} > n_{y2} > n_{z2}$, $R_{in2} = 65nm$, $R_{th2} = 250nm$

[0395] 평가 I

[0396] 광학 시뮬레이션 결과는 450nm 파장에서의 0도 내지 360도의 방위각 및 0도 내지 90도의 경사각에서의 블랙 휘도의 분포로 나타나며, 그 결과는 도 2 내지 도 8과 같다.

[0397] 도 2는 실시예 1에 따른 액정 표시 장치($R_{th1}=220nm$, $R_{in2}=120nm$)의 블랙 휘도의 분포를 보여주는 다이아그램이고, 도 3은 실시예 2에 따른 액정 표시 장치($R_{th1}=200nm$, $R_{in2}=120nm$)의 블랙 휘도의 분포를 보여주는 다이아그램이고, 도 4는 실시예 3에 따른 액정 표시 장치($R_{th1}=240nm$, $R_{in2}=120nm$)의 블랙 휘도의 분포를 보여주는 다이아그램이고, 도 5는 실시예 6에 따른 액정 표시 장치의 블랙 휘도의 분포를 보여주는 다이아그램이고, 도 6은 비교예 1에 따른 액정 표시 장치의 블랙 휘도의 분포를 보여주는 다이아그램이고, 도 7은 비교예 2에 따른 액정 표시 장치의 블랙 휘도의 분포를 보여주는 다이아그램이고, 도 8은 비교예 3에 따른 액정 표시 장치의 블랙 휘도의 분포를 보여주는 다이아그램이다.

[0398] 모든 방위각 및 경사각에서의 블랙 휘도의 합은 블랙 모드에서 색 변환층에 도달하는 광량에 비례하다고 볼 수 있으며, 블랙 휘도의 합이 적을수록 블랙 모드에서 색 변환층에 의해 발광되는 광량이 줄어들어 블랙 휘도가 낮아진다고 볼 수 있다. 따라서, 블랙 휘도가 낮을수록 액정 표시 장치의 명암비가 높아질 것으로 예상할 수 있다.

[0399] 도 2 내지 도 8을 참고하면, 실시예 1 내지 3 및 6에 따른 액정 표시 장치는 비교예 1 내지 3에 따른 액정 표시 장치와 비교하여 모든 방위각 및 경사각에서 블랙 휘도가 낮게 유지되는 것을 확인할 수 있으며 이에 따라 액정 표시 장치의 명암비가 높을 것으로 예상할 수 있다.

[0401] 평가 2

[0402] 실시예 1 내지 7과 비교예 1 내지 3에 따른 액정 표시 장치의 평균 블랙 휘도 값을 평가한다.

[0403] 평균 블랙 휘도 값은 모든 방위각 및 경사각에서의 블랙 휘도의 평균값으로 구할 수 있다. 평균 블랙 휘도 값이 낮을수록 액정 표시 장치의 명암비가 높다고 예상할 수 있다.

[0404] 그 결과는 표 1 내지 3과 같다.

표 1

	액정층	상부 위상차층		하부 위상차층		평균블랙휘도 (cd/m^2)	비교예 3 대비
	$R_{th}(nm)$	$R_{in1}(nm)$	$R_{th1}(nm)$	$R_{in2}(nm)$	$R_{th2}(nm)$		
비교예 1	-295	-	-	-	-	101.392	3111%
비교예 2	-295	-	-	120	60	58.270	1788%
비교예 3	-295	-	-	65	250	3.259	100%(ref.)
실시예 1	-295	0	180	120	60	2.894	89%
		0	200	120	60	1.094	34%
		0	220	120	60	0.345	11%
		0	240	120	60	0.635	19%
		0	260	120	60	2.005	62%
		0	220	80	40	2.620	80%
		0	220	100	50	0.961	30%
		0	220	120	60	0.345	11%
		0	220	140	70	0.886	27%
실시예 2	-275	0	220	160	80	2.581	79%
		0	160	120	60	2.792	86%
		0	180	120	60	1.059	32%
		0	200	120	60	0.330	10%
		0	220	120	60	0.651	20%
실시예 3	-315	0	240	120	60	2.028	62%
		0	200	120	60	2.916	89%
		0	220	120	60	1.135	35%
		0	240	120	60	0.357	11%
		0	260	120	60	0.650	20%
		0	280	120	60	1.953	60%

실시예 4	-255	0	140	120	60	2.685	82%
		0	160	120	60	1.010	31%
		0	180	120	60	0.322	10%
		0	200	120	60	0.683	21%
		0	220	120	60	2.068	63%
실시예 5	-335	0	220	120	60	2.920	90%
		0	240	120	60	1.150	35%
		0	260	120	60	0.345	11%
		0	280	120	60	0.643	20%
		0	300	120	60	2.027	62%

표 2

	액정층	상부 위상차층		하부 위상차층		하부 보조 위상차층		평균블랙 휘도 (cd/m ²)	비교예 3 대비
	R _{th} (nm)	R _{in1} (nm)	R _{th1} (nm)	R _{in2} (nm)	R _{th2} (nm)	R _{in3} (nm)	R _{th3} (nm)		
실시예 6	-295	0	110	120	60	0	110	0.331	10%

표 3

	상부 위상차층		하부 위상차층		평균 블랙 휘도 (cd/m ²)	비교예3 대비
	R _{in1} (nm)	R _{th1} (nm)	R _{in2} (nm)	R _{th2} (nm)		
비교예1	-	-	-	-	101.392	3111%
비교예2	-	-	120	60	58.270	1788%
비교예3	-	-	65	250	3.259	100%(ref)
실시예7	0	40	60	200	2.653	81%
	0	50	60	200	1.811	56%
	0	80	60	200	0.822	25%
	0	110	60	200	2.218	68%
	0	100	75	150	1.873	57%
	0	120	75	150	0.826	25%
	0	140	75	150	0.811	25%
	0	160	75	150	1.817	56%
	0	150	95	100	1.777	55%
	0	170	95	100	0.658	20%
	0	180	95	100	0.492	15%
	0	200	95	100	0.945	29%
	0	220	95	100	2.429	75%
	0	100	70	135	2.916	89%
	0	120	70	135	1.187	36%
	0	140	70	135	0.499	15%
	0	160	70	135	0.855	26%
	0	180	70	135	2.265	70%
	0	120	40	150	2.065	63%
	0	140	40	150	2.256	69%
	0	180	110	70	1.566	48%
	0	200	110	70	0.511	16%
	0	220	110	70	0.497	15%
	0	240	110	70	1.527	47%
	0	200	90	50	1.727	53%
	0	220	90	50	1.121	34%
	0	240	90	50	1.593	49%

[0408] 표 1 내지 3을 참고하면, 실시예 1 내지 7에 따른 액정 표시 장치는 비교예 1 내지 3에 따른 액정 표시 장치와 비교하여 평균 블랙 휘도가 낮은 것을 확인할 수 있다. 이로부터 실시예 1 내지 7에 따른 액정 표시 장치는 비교예 1 내지 3에 따른 액정 표시 장치와 비교하여 액정 표시 장치의 명암비가 개선될 것으로 예상될 수 있다.

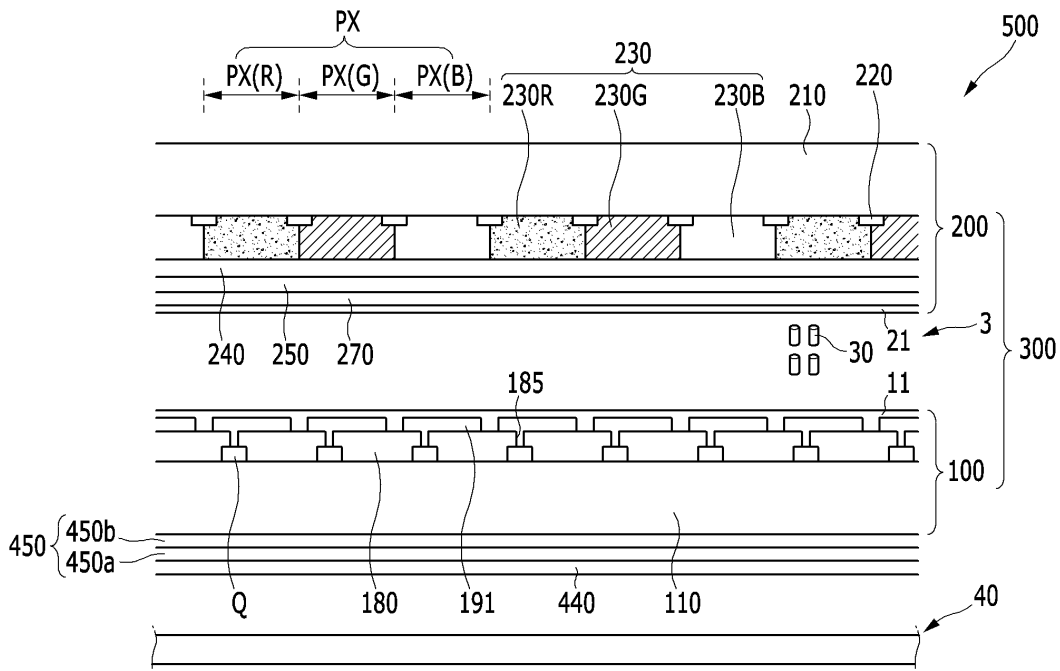
[0410] 이상을 통해 실시예에 대하여 설명하였지만, 실제 구현되는 구조는 이에 한정되는 것이 아니고 특허청구범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 권리 범위에 속하는 것은 당연하다.

부호의 설명

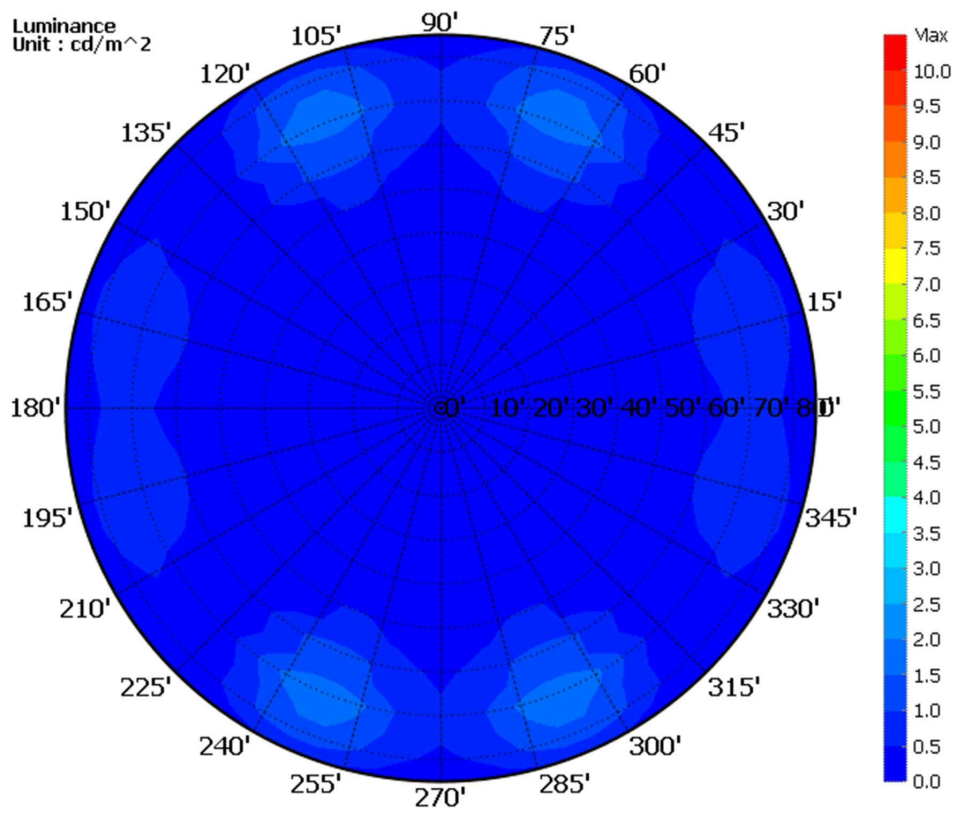
[0413] 3: 액정층 30: 액정
40: 광원 100: 하부 표시판
110: 하부 기판 180: 보호막
185: 접착 구멍 191: 화소 전극
200: 상부 표시판 210: 상부 기판
220: 차광 부재 230: 색 변환층
240: 상부 편광층 250: 상부 위상차층
270: 공통 전극 11, 21: 배향막

도면

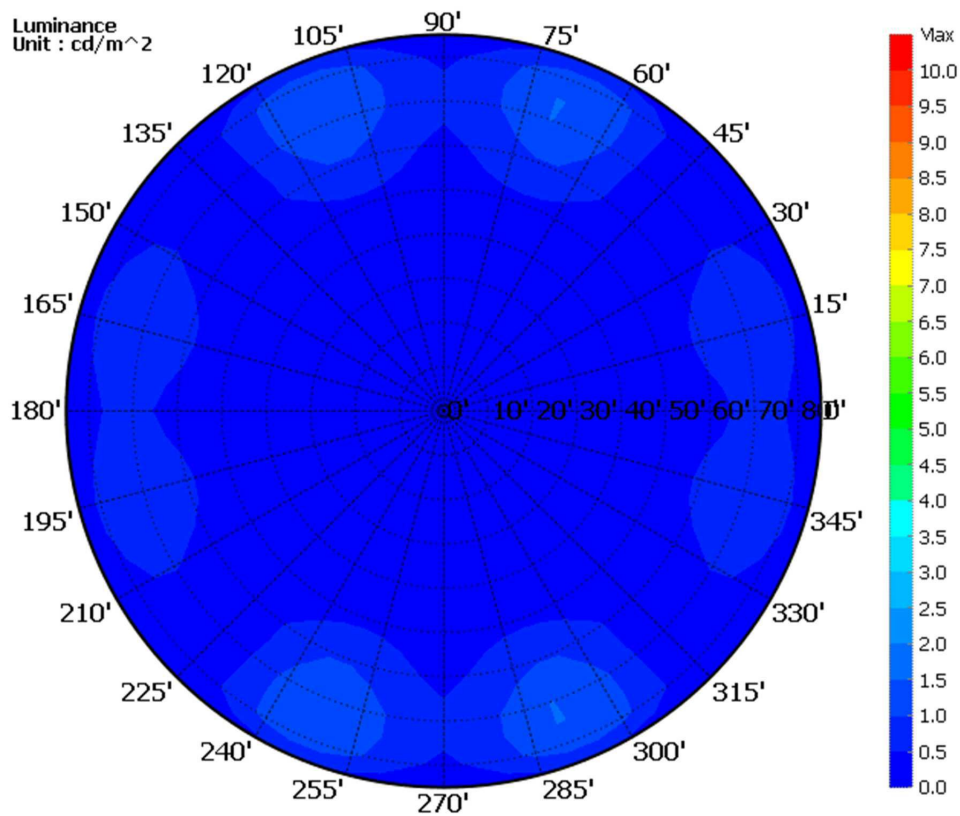
도면1



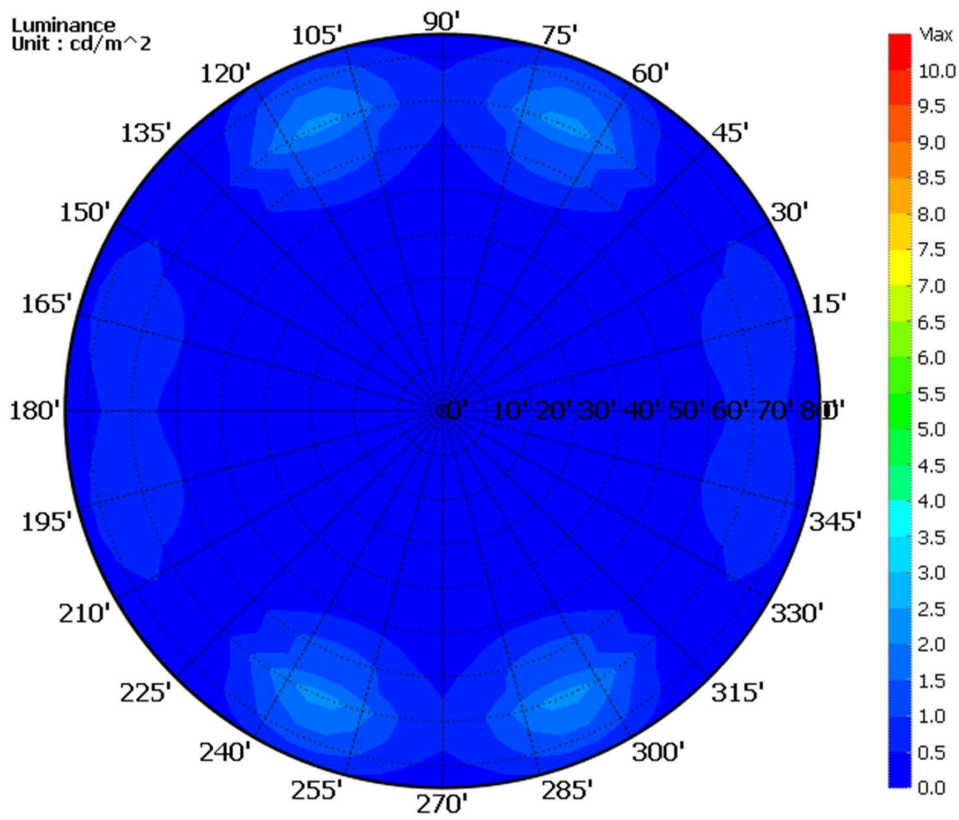
도면2



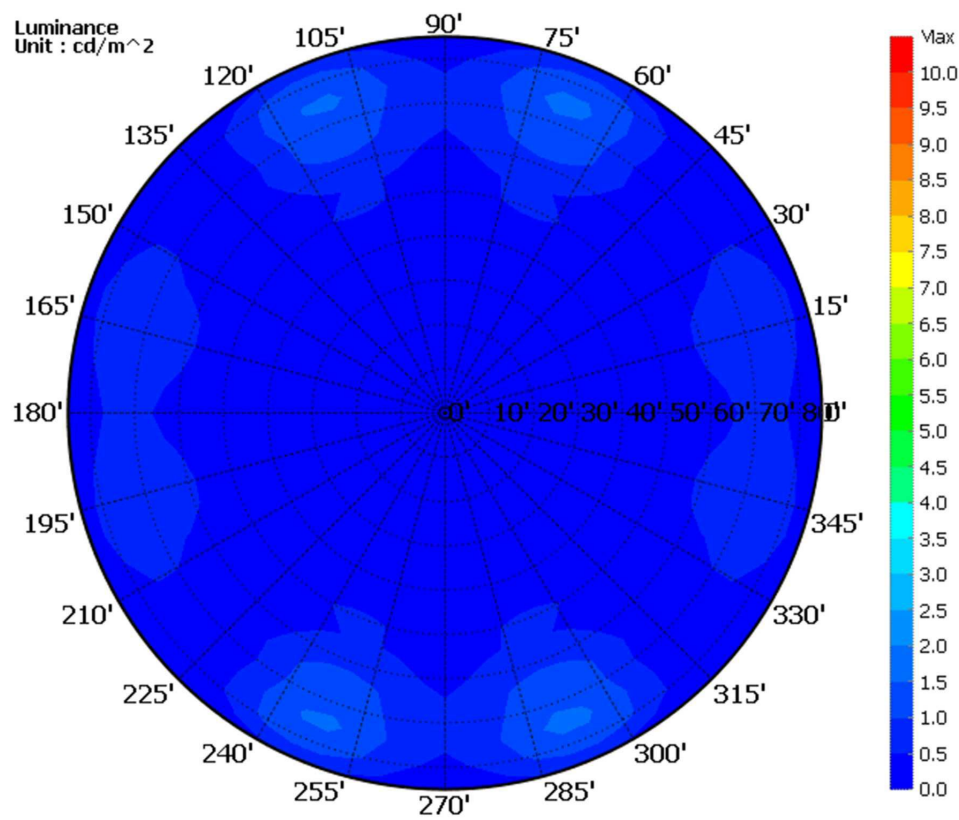
도면3



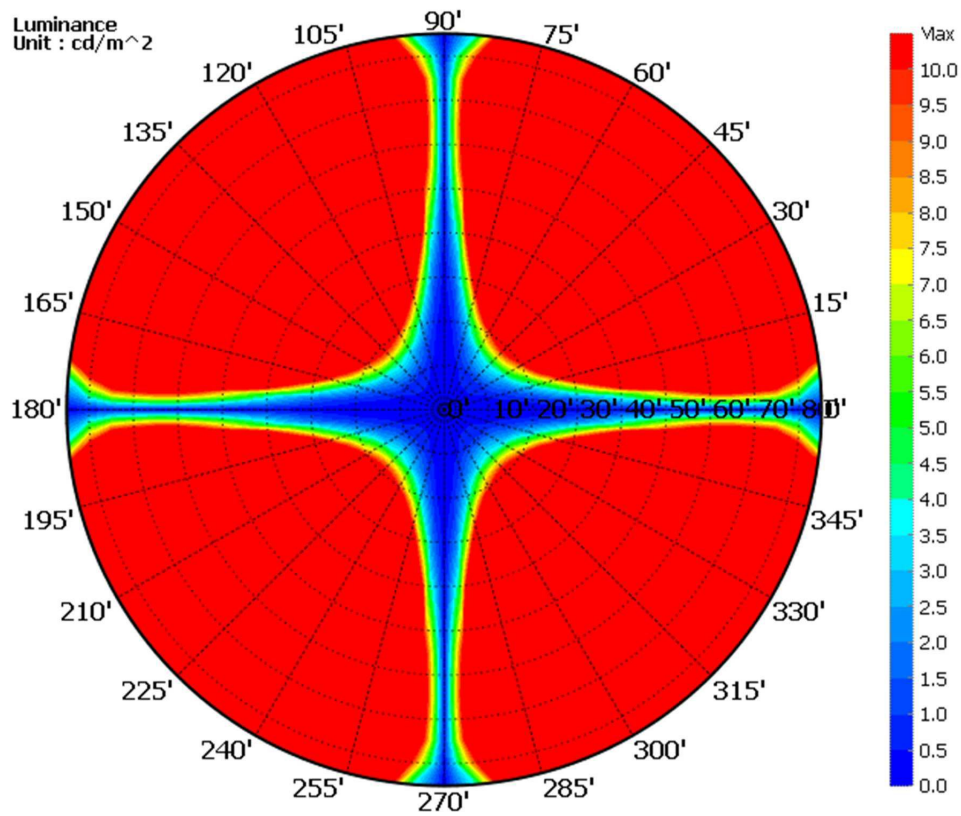
도면4



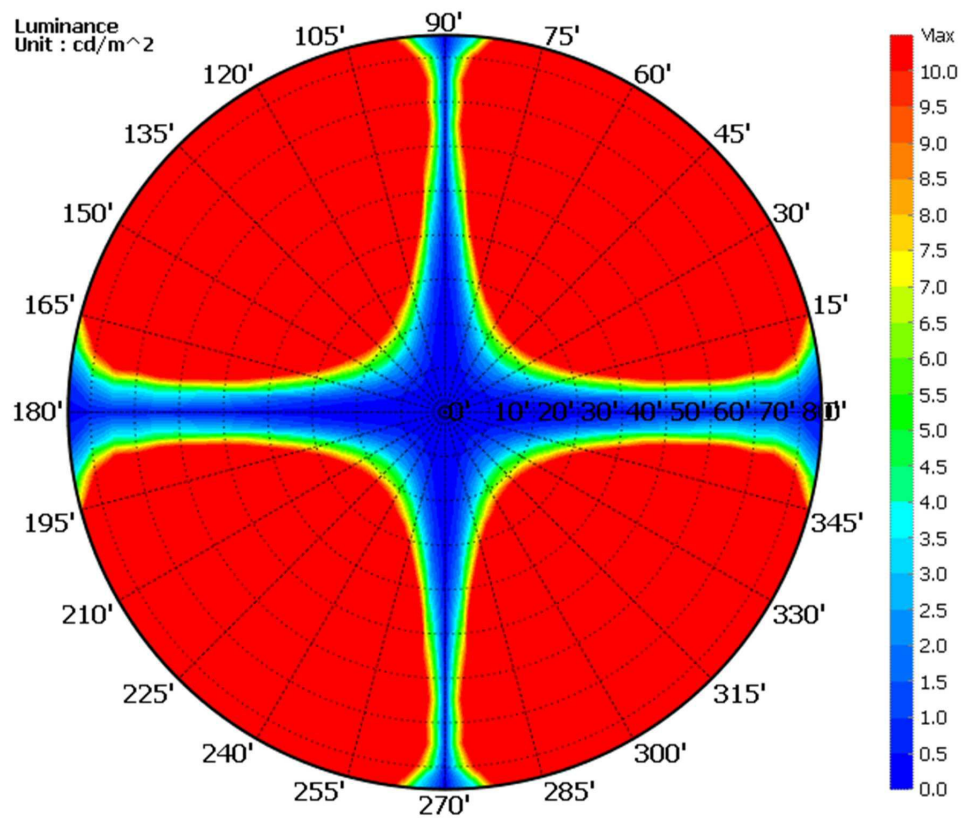
도면5



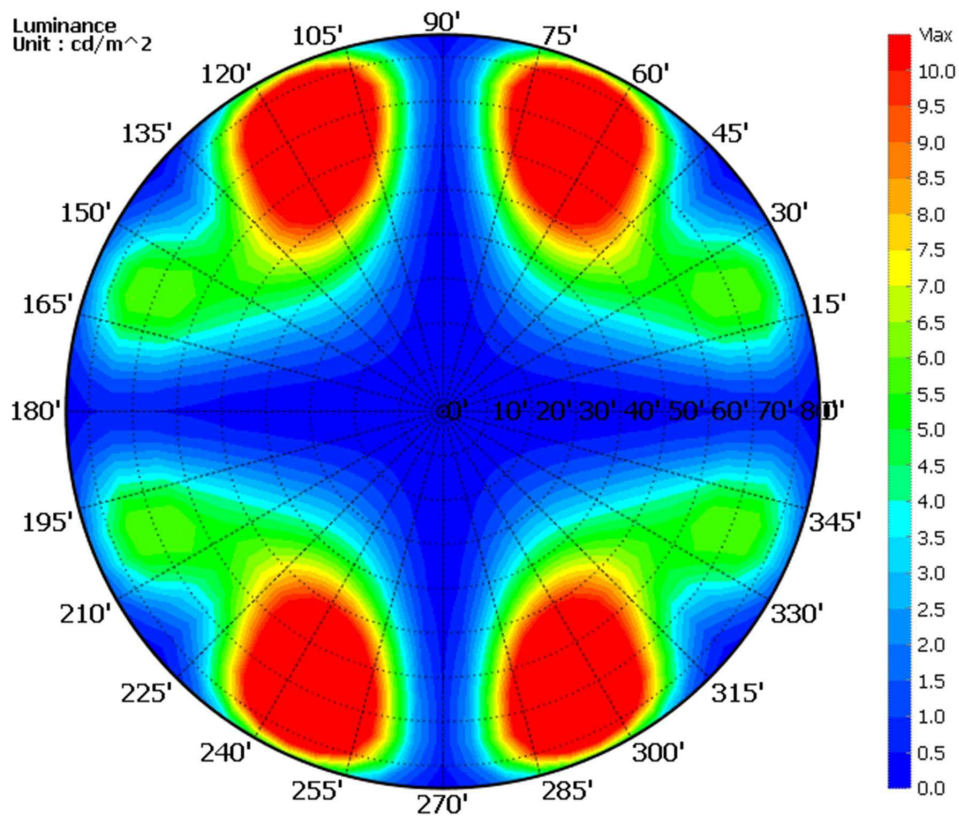
도면6



도면7



도면8



A detailed cross-sectional view of a display device 500. The device consists of several stacked layers. At the top is a thin layer 220. Below it is a layer 210 containing three distinct regions: 230R, 230G, and 230B. Above these regions are labels PX(R), PX(G), and PX(B) with arrows pointing to them, and a bracket labeled PX spans all three. Below layer 210 is a layer 200 containing three corresponding regions: 240, 250, and 270. Below layer 200 is a thin layer 21. Further down is a layer 30 containing two small rectangular features. Below layer 30 is a thick layer 11. Below layer 11 is a layer 100 containing a series of rectangular features 185. Below layer 100 is a layer 40 containing a series of rectangular features 180, 191, 440, and 110. To the left of layer 40 is a bracket labeled 450 encompassing layers 450b and 450a. A label Q points to the bottom of layer 40. A label 40 points to the bottom of the device. A label 3 points to the layer containing features 30 and 21.