



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0096621  
(43) 공개일자 2022년07월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 51/52 (2006.01) G02B 5/30 (2022.01)  
G06F 1/16 (2006.01) G09F 9/30 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 51/5281 (2013.01)  
G02B 5/3025 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2020-0189232  
(22) 출원일자 2020년12월31일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
엘지디스플레이 주식회사  
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)  
(72) 발명자  
이종근  
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245  
임지철  
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인인벤싱크

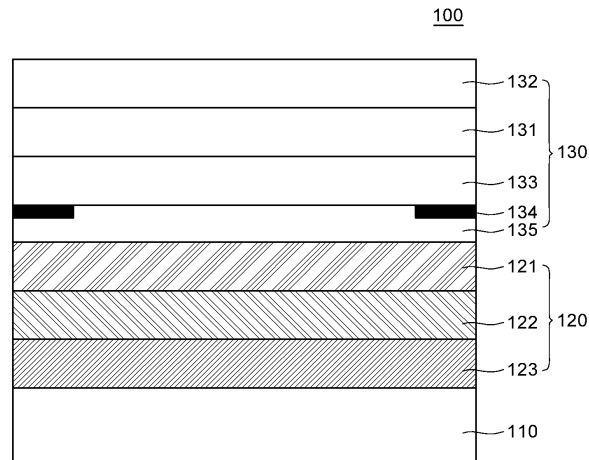
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 폴더블 표시 장치

(57) 요약

본 명세서는 폴더블 표시 장치에 관한 것으로, 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치는 폴딩축을 중심으로 폴딩되는 폴딩 영역 및 비폴딩 영역을 포함하는 표시 패널, 표시 패널 상의 제1 하부 위상차층, 표시 패널과 제1 하부 위상차층 사이의 제2 하부 위상차층, 제1 하부 위상차층 상에 배치되고, 폴딩축에 대하여  $45 \pm 5^\circ$  또는  $135 \pm 5^\circ$ 의 편광축을 가지는 선편광자, 및 선편광자 상의 윈도우 부재를 포함한다.

대표도 - 도2a



(52) CPC특허분류

**G06F 1/1652** (2013.01)

**G09F 9/301** (2013.01)

**H01L 51/524** (2013.01)

**H01L 2251/5338** (2013.01)

(72) 발명자

**박승운**

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

**이서영**

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

폴딩축을 중심으로 폴딩되는 폴딩 영역 및 비폴딩 영역을 포함하는 표시 패널;

상기 표시 패널 상의 제1 하부 위상차층;

상기 표시 패널과 상기 제1 하부 위상차층 사이의 제2 하부 위상차층;

상기 제1 하부 위상차층 상에 배치되고, 상기 폴딩축에 대하여  $45 \pm 5^\circ$  또는  $135 \pm 5^\circ$ 의 편광축을 가지는 선편광자; 및

상기 선편광자 상의 윈도우 부재를 포함하는, 폴더블 표시 장치.

#### 청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제1 하부 위상차층은 상기 선편광자의 편광축에 대하여  $\pm 15^\circ$ 의 슬로우축(slow axis)을 갖는  $\lambda/2$  리타더이고,

상기 제2 하부 위상차층은 상기 선편광자의 광흡수축에 대하여  $\pm 75^\circ$ 의 슬로우축을 갖는  $\lambda/4$  리타더인, 폴더블 표시 장치.

#### 청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 제1 하부 위상차층의 슬로우축과 상기 제2 하부 위상차층의 슬로우축은 상기 선편광자의 편광축에 대하여 동일한 방향인, 폴더블 표시 장치.

#### 청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 제1 하부 위상차층은 상기 선편광자의 편광축에 대하여  $\pm 45^\circ$ 의 슬로우축을 갖는  $\lambda/4$  리타더이고,

상기 제2 하부 위상차층은 포지티브 C-플레이트인, 폴더블 표시 장치.

#### 청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 포지티브 C-플레이트의 두께 방향의 위상 지연값(Rth)이  $-60\text{nm}$  내지  $-110\text{nm}$ 인, 폴더블 표시 장치.

#### 청구항 6

제4 항에 있어서,

상기 윈도우 부재는 커버 기재 및 상기 커버 기재 상에 배치된 상부 위상차층을 포함하고,

상기 상부 위상차층은  $\lambda/4$  리타더인, 폴더블 표시 장치.

#### 청구항 7

제4 항에 있어서,

상기 윈도우 부재는 커버 기재 및 상기 커버 기재 하부에 배치된 데코 필름을 포함하고,

상기 데코 필름은  $550\text{nm}$  파장에서  $10\text{nm}$  내지  $5000\text{nm}$ 의 위상차를 가지는, 폴더블 표시 장치.

## 청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 커버 기제는 강화 글래스이고,

상기 데코 필름은 550nm 파장에서 2000nm 내지 5000nm의 위상차를 가지는, 폴더블 표시 장치.

## 청구항 9

제7 항에 있어서,

상기 커버 기제는 위상차를 가지는 폴리머 필름이고,

상기 데코 필름은 550nm 파장에서 10nm 내지 1000nm의 위상차를 가지는, 폴더블 표시 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 명세서는 폴더블 표시 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 주 시야각에서의 반사 시감이 우수한 폴더블 표시 장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 근래에 들어 사회가 본격적인 정보화 시대로 접어들에 따라 대량의 정보를 처리 및 표시하는 표시 장치(display apparatus) 분야가 급속도로 발전해 왔다. 컴퓨터의 모니터나 TV, 핸드폰 등에 사용되는 표시 장치에는 스스로 광을 발광하는 유기 발광 표시 장치(Organic Light Emitting Display Apparatus; OLED) 등과 별도의 광원을 필요로 하는 액정 표시 장치(Liquid Crystal Display Apparatus; LCD)등이 있다.

[0003] 표시 장치는 컴퓨터의 모니터 및 TV 뿐만 아니라 개인 휴대 기기까지 그 적용 범위가 다양해지고 있으며, 넓은 표시 면적을 가지면서도 감소된 부피 및 무게를 갖는 표시 장치에 대한 연구가 진행되고 있다. 특히, 최근에는 종이처럼 휘어지거나 접어져도 화상 표시가 가능하게 제조되는 폴더블(foldable) 표시 장치가 차세대 표시 장치로 주목받고 있다. 이러한 폴더블 표시 장치는 공간활용성, 인테리어 및 디자인의 장점을 가지며, 다양한 응용 분야를 가질 수 있다.

[0004] 한편, 표시 장치는 구조적 개선만으로 표시 품질의 향상에 대한 요구를 충분히 만족시킬 수 없기 때문에 다양한 광학 부재를 사용하고 있다. 예를 들어, 반사 시감, 콘트라스트비(contrast ratio) 등을 향상시키기 위하여, 윈도우 부재 하부에 외부광을 흡수하기 위한 편광 필름 등이 구비될 수 있다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0005] 본 명세서가 해결하고자 하는 과제는 주 시야각에서의 반사 색상 차이를 최소화하여 반사 시감이 최적화된 폴더블 표시 장치를 제공하는 것이다.

[0006] 본 명세서가 해결하고자 하는 다른 과제는 편광 선글라스 착용시 블랙아웃 현상을 방지하고 전 시야각에서 이미지를 인식할 수 있는 폴더블 표시 장치를 제공하는 것이다.

[0007] 본 명세서가 해결하고자 하는 다른 과제는 편광 선글라스 착용 시 레인보우 무라 발생을 억제할 수 있는 폴더블 표시 장치를 제공하는 것이다.

[0008] 본 명세서의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

#### 과제의 해결 수단

[0009] 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치는 폴딩축을 중심으로 폴딩되는 폴딩 영역 및 비폴딩 영역을 포함

하는 표시 패널, 표시 패널 상의 제1 하부 위상차층, 표시 패널과 제1 하부 위상차층 사이의 제2 하부 위상차층, 제1 하부 위상차층 상에 배치되고, 폴딩축에 대하여  $45 \pm 5^\circ$  또는  $135 \pm 5^\circ$ 의 편광축을 가지는 선편광자, 및 선편광자 상의 윈도우 부재를 포함한다. 이를 통해, 주 시야각에서의 반사 색상의 차이를 최소화함으로써, 사용자의 시야각이 수평 방향 또는 수직 방향으로 변경하여도 반사 색상의 변화가 적어 블랙 시감 및 반사 시감이 향상된 폴더블 표시 장치를 제공할 수 있다.

[0010] 기타 실시예의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

### 발명의 효과

[0011] 본 명세서는 복수의 위상차층을 배치하고 선편광자의 편광축과 하부 위상차층의 광학축을 특정함으로써, 주 시야각에서의 반사 색상 차이를 최소화하고, 표시 장치의 반사 시감을 향상시킬 수 있다.

[0012] 본 명세서는 복수의 위상차층과 데코 필름을 이용하여, 편광 선글라스 착용시 블랙아웃 현상 및 레인보우 무라 발생을 최소화할 수 있다.

[0013] 본 명세서는 편광 선글라스 착용 시 전 시야각에서 이미지를 인식할 수 있다.

[0014] 본 명세서에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 발명 내에 포함되어 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0015] 도 1a는 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치의 평면도이다.

도 1b는 도 1a가 폴딩된 상태를 나타낸 사시도이다.

도 2a는 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치의 단면도이다.

도 2b는 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치의 광학축들의 관계를 도시한 평면도이다.

도 3a는 본 명세서의 다른 실시예에 따른 폴더블 표시 장치의 단면도이다.

도 3b는 본 명세서의 다른 실시예에 따른 폴더블 표시 장치의 광학축들의 관계를 도시한 평면도이다.

도 4a는 실시예 1에 따른 광학 부재의 시야각 변화에 따른 반사 채도의 변화를 보여주는 CIE a\*b\* 좌표이다.

도 4b는 실험예 1에 따른 광학 부재의 시야각 변화에 따른 반사 채도의 변화를 보여주는 CIE a\*b\* 좌표이다.

도 4c는 실험예 1에 따른 광학 부재의  $45^\circ$ 의 시야각에서의 색을 도시한 사진이다.

도 5a는 실시예 2에 따른 광학 부재의 시야각 변화에 따른 반사 채도의 변화를 보여주는 CIE a\*b\* 좌표이다.

도 5b는 실험예 2에 따른 광학 부재의 시야각 변화에 따른 반사 채도의 변화를 보여주는 CIE a\*b\* 좌표이다.

도 5c는 실험예 2에 따른 광학 부재의  $45^\circ$ 의 시야각에서의 색을 도시한 사진이다.

도 6은 선글라스 착용 시 블랙아웃 현상 및 레인보우 현상 발생 여부를 도시한 사진들이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 제한되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0017] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 면적, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 제한되는 것은 아니다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 본 발명 상에서 언급된 '포함한다', '갖는다', '이루어진다' 등이 사용되는 경우 '~만'이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성 요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.

- [0018] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.
- [0019] 위치 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~상에', '~상부에', '~하부에', '~옆에' 등으로 두 부분의 위치 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 두 부분 사이에 하나 이상의 다른 부분이 위치할 수도 있다.
- [0020] 소자 또는 층이 다른 소자 또는 층 "위 (on)"로 지칭되는 것은 다른 소자 바로 위에 또는 중간에 다른 층 또는 다른 소자를 개재한 경우를 모두 포함한다.
- [0021] 또한 제1, 제2 등이 다양한 구성 요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성 요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않는다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성 요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성 요소일 수도 있다.
- [0022] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0023] 도면에서 나타난 각 구성의 면적 및 두께는 설명의 편의를 위해 도시된 것이며, 본 발명이 도시된 구성의 면적 및 두께에 반드시 한정되는 것은 아니다.
- [0024] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하고, 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시할 수도 있다.
- [0025] 이하에서는 도면을 참조하여 본 명세서에 대해 설명하기로 한다.
- [0026] 도 1a 내지 도 2b는 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치를 설명하기 위한 도면들이다.
- [0027] 도 1a는 본 명세서의 일 실시예에 따른 폴더블 표시 장치의 평면도이다. 도 1b는 도 1a가 폴딩된 상태를 나타낸 사시도이다.
- [0028] 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)는 표시 패널(110), 광학 부재(120) 및 윈도우 부재(130)를 포함한다. 이하에서는 설명의 편의를 위해 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)가 유기 발광 표시 장치인 것으로 가정하여 설명하나 이에 제한되지 않는다.
- [0029] 도 1a를 참조하면, 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)는 표시 영역(DA) 및 비표시 영역(NDA)을 포함한다. 표시 영역(DA)은 복수의 화소가 배치되어 실질적으로 영상이 표시되는 영역이다. 표시 영역(DA)에는 영상을 표시하기 위한 발광 영역을 포함하는 복수의 화소 및 화소를 구동하기 위한 박막 트랜지스터, 및 커패시터 등이 배치될 수 있다. 하나의 화소는 복수의 서브 화소(SP)를 포함할 수 있다. 서브 화소(SP)는 표시 영역을 구성하는 최소 단위로 각각의 서브 화소(SP)는 특정한 파장 대역의 광을 발광하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 각각의 서브 화소(SP)는 적색, 녹색, 청색 또는 백색 광을 발광하도록 구성될 수 있다. 비표시 영역(NDA)은 표시 영역(DA)을 둘러싸도록 배치된다. 비표시 영역(NDA)은 실질적으로 영상이 표시되지 않는 영역으로, 표시 영역(DA)에 배치되는 화소 및 구동 소자들을 구동하기 위한 다양한 배선, 및 구동 IC 등이 배치된다. 예를 들어, 비표시 영역(NDA)에는 게이트 드라이버 IC, 데이터 드라이버 IC와 같은 다양한 IC, VSS 배선 등이 배치될 수 있다.
- [0030] 도 1a 및 도 1b를 참조하면, 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)는 폴딩 영역(FA) 및 비폴딩 영역(NFA)을 포함한다. 폴딩 영역(FA)은 폴더블 표시 장치(100)를 폴딩할 때 접히는 영역으로, 폴딩축(FX)을 기준으로 특정한 곡률 반경에 따라 폴딩될 수 있다. 예를 들어, 폴딩 영역(FA)의 폴딩축(FX)은 Y축 방향으로 형성될 수 있고, 비폴딩 영역(NFA)은 폴딩축(FX)과 수직인 X축 방향으로 폴딩 영역(FA)으로부터 연장될 수 있다.
- [0031] 폴더블 표시 장치(100)를 폴딩할 때, 폴딩 영역(FA)이 폴딩축(FX)을 기준으로 폴딩되는 경우, 폴딩 영역(FA)은 원 또는 타원의 일부를 형성할 수 있다. 폴딩 영역(FA)의 곡률 반경은 폴딩 영역(FA)이 형성하는 원 또는 타원의 반지름일 수 있다. 폴더블 표시 장치(100)에서 영상이 표시되는 상면이 표시면이고, 표시면의 반대면인 폴더블 표시 장치(100)의 하면을 배면으로 하였을 때, 폴딩 영역(FA)은 폴더블 표시 장치(100)의 표시면이 외부로 노출되도록 폴딩하는 외측 폴딩(out-folding) 방식 또는 폴더블 표시 장치(100)의 표시면이 서로 마주보도록 폴딩하는 내측 폴딩(in-folding) 방식 중 선택된 방식으로 폴딩될 수 있다.
- [0032] 비폴딩 영역(NFA)은 폴더블 표시 장치(100)를 폴딩할 때 폴딩되지 않는 영역이다. 예를 들면, 비폴딩 영역(NFA)은 폴더블 표시 장치(100)를 폴딩할 때, 평면 상태를 유지한다. 비폴딩 영역(NFA)은 폴딩 영역(FA)의 양측에 위치할 수 있다. 예를 들면, 비폴딩 영역(NFA)은 폴딩축(FX)을 기준으로 X축 방향으로 연장된 영역일 수 있다.

폴딩 영역(FA)은 비폴딩 영역(NFA) 사이에 있을 수 있다. 또한, 폴딩축(FX)을 기준으로 폴더블 표시 장치(100)가 폴딩될 때, 비폴딩 영역(NFA)은 서로 중첩될 수 있다.

- [0033] 도 1a 및 도 1b에서는 폴더블 표시 장치(100)가 하나의 폴딩 영역(FA) 및 두 개의 비폴딩 영역(NFA)이 배치된 것으로 도시하였으나, 폴딩 영역(FA) 및 비폴딩 영역(NFA)의 개수 및 위치는 다양하게 변경될 수 있으며, 이에 제한되지 않는다.
- [0034] 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)는 표시 패널(110), 광학 부재(120) 및 윈도우 부재(130)를 포함한다. 표시 패널(110), 광학 부재(120) 및 윈도우 부재(130)의 구체적인 구성에 대해서는 도 2a 및 2b에서 상세히 설명한다.
- [0035] 도 2a는 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)의 단면도이다. 도 2b는 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)의 광학축들의 관계를 도시한 평면도이다.
- [0036] 도 2a를 참조하면, 표시 패널(110)은 영상이 구현되는 패널로, 영상을 구현하기 위한 표시 소자와 표시 소자를 구동하기 위한 회로부 등이 배치될 수 있다. 예를 들어, 폴더블 표시 장치(100)가 유기 발광 표시 장치인 경우, 표시 소자는 유기 발광 소자를 포함할 수 있다. 이하에서는 설명의 편의를 위해, 본 명세서의 다양한 실시예들에 따른 폴더블 표시 장치(100)가 유기 발광 소자를 포함하는 폴더블 표시 장치인 것으로 가정하나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0037] 회로부는 유기 발광 소자를 구동하기 위한 다양한 박막 트랜지스터, 커패시터, 배선, 및 구동 IC 등을 포함할 수 있다. 예를 들어, 회로부는 구동 박막 트랜지스터, 스위칭 박막 트랜지스터, 스토리지 커패시터, 게이트 배선, 데이터 배선, 게이트 드라이버 IC, 및 데이터 드라이버 IC 등과 다양한 구성을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0038] 폴더블 표시 장치(100)에서 표시 패널(110)은 플렉서블을 구현하기 위하여 두께가 매우 얇은 플렉서블 기판을 포함한다. 플렉서블 기판은 플렉서빌리티를 갖는 절연 물질로 형성될 수 있고, 예를 들어, 플렉서블 기판은 폴리이미드(polyimide), 폴리에테르술폰(polyethersulfone), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate) 및 폴리카보네이트(polycarbonate) 중에서 하나인 절연성의 플라스틱 기판일 수 있다. 그러나, 이에 제한되지 않고, 폴더블 표시 장치(100)를 반복적으로 폴딩하여도 파손되지 않는 물질이라면 플라스틱뿐만 아니라 플렉서빌리티를 갖는 다른 물질로도 이루어질 수 있다. 플렉서블 기판은 유연성이 우수한 반면에 유리 기판 대비 상대적으로 얇고 강성이 약하여 다양한 엘리먼트들이 배치되면 처짐이 발생할 수 있다. 이에, 필요에 따라 플렉서블 기판의 하부에 백 플레이트와 같은 지지 부재가 더 배치될 수 있다.
- [0039] 백 플레이트는 플렉서블 기판이 처지지 않도록 지지하고, 외부의 습기, 열, 충격 등으로부터 플렉서블 기판 상에 배치된 구성요소들을 보호한다. 백 플레이트는 폴리메틸메타크릴레이트(polymethylmethacrylate), 폴리카보네이트(polycarbonate), 폴리비닐 알코올(polyvinyl alcohol), 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌(acrylonitrile-butadiene-styrene), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate)와 같은 플라스틱 재질일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 플렉서블 기판의 하부에 백 플레이트가 배치되는 경우, 이들을 합착하기 위해 플렉서블 기판과 백 플레이트 사이에 접착층이 배치될 수 있다. 접착층으로는 광투명접착제, 감압 접착제, 및 광투명레진 등을 사용할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0040] 표시 패널(110) 상에 광학 부재(120)가 배치된다. 예를 들면, 표시 패널(110)과 광학 부재(120) 사이에 접착층이 배치될 수 있다. 접착층은 광투명 접착제, 광투명 레진 또는 감압 접착제일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 광학 부재(120)는 제2 하부 위상차층(123), 제1 하부 위상차층(122), 및 선편광자(121)가 순차적으로 적층된 구조이다. 광학 부재(120)는 표시 패널(110)의 상부에 배치되어, 폴더블 표시 장치(100)의 외부에서 입사되는 외부광에 대한 반사율을 감소시킬 수 있다.
- [0041] 선편광자(121)는 광을 일방향으로 선편광시킨다. 예를 들면, 선편광자(121)는 배향된 이색성 염료 또는 배향된 고분자 사슬 자체의 공액 구조에 의하여 편광축과 일치하는 광은 투과시키고, 편광축과 일치하지 않는 광은 흡수하여 광을 선편광시킨다.
- [0042] 선편광자(121)는 연신된 고분자 필름을 포함하는 필름 타입의 편광자일 수 있다. 예를 들어, 연신된 고분자 필름은 연신된 폴리비닐알코올(polyvinylalcohol)계 필름일 수 있다. 선편광자(121)는 연신된 고분자 필름에 이색성 염료를 흡착하여 제조될 수 있다. 예를 들어, 선편광자(121)는 연신된 폴리비닐알코올 필름에 요오드를 흡착하여 제조될 수 있다. 예를 들면, 고분자 필름이 연신된 방향은 선편광자(121)의 광 흡수축이 될 수 있으며, 연신된 방향과 수직하는 방향은 선편광자(121)의 광 투과축이 될 수 있다. 예를 들면, 선편광자(121)와 제1 하부



위상차층(122) 사이에는 접착층이 배치될 수 있다. 접착층은 광투명 접착제, 광투명 레진 또는 감압 접착제일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[0043] 도 2b는 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)의 광학축들을 도시하였다. 도 2b에서 폴딩축(FX)은 폴더블 표시 장치(100)의 단축인 Y축 방향에 평행한 것으로 도시하였다. 도 2b를 참조하면, 선편광자(121)의 편광축(a)은 폴딩축(FX)과 약  $45^\circ$  또는 약  $135^\circ$ 의 사이각( $\theta 1$ )을 갖는다. 본 명세서의 실시예에서 "약  $45^\circ$ " 또는 "약  $135^\circ$ "는  $45^\circ$  또는  $135^\circ$ 를 목적으로 제조한 공정상 오차를 포함한다. 예를 들어, 선편광자(121)의 편광축(a)은 폴딩축(FX)과  $45 \pm 5^\circ$  또는  $135 \pm 5^\circ$ 의 사이각( $\theta 1$ )을 갖는다.

[0044] 편광축(a)은 선편광자(121)의 광 흡수축 또는 광 투과축일 수 있고, 이하에서는 광 투과축인 것으로 설명한다. 따라서, 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)에서 선편광자(121)는 외부로부터 입사되는 외부광을 폴딩축(FX)을 기준으로  $45^\circ$  또는  $135^\circ$ 로 선편광하여 투과시킨다.

[0045] 선편광자(121)는 적어도 하나의 보호층을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 선편광자(121)의 상부면 및 하부면 중 적어도 하나 이상의 면 상에 트리아세틸셀룰로오스(TAC)층을 더 포함할 수 있다.

[0046] 선편광자(121) 하부에 제1 하부 위상차층(122) 및 제2 하부 위상차층(123)이 배치된다. 제1 하부 위상차층(122) 및 제2 하부 위상차층(123)은 복굴절 특성을 갖는 물질로 형성되거나 고분자 사슬을 적절히 배향시켜 복굴절 특성을 갖도록 할 수 있다. 제1 하부 위상차층(122) 및 제2 하부 위상차층(123)은 선편광자(121)를 통해 입사된 외부광이 표시 패널(110)에 의해 다시 반사되어 선편광자(121)로 다시 도달할 때, 광 경로를 변경시켜 편광자를 투과하지 못하게 한다. 이를 통해, 외부광에 대한 반사율을 감소시킬 수 있다.

[0047] 제1 하부 위상차층(122) 및 제2 하부 위상차층(123)은 광학적 이방성을 가지며 광의 편광 상태를 변화시킨다. 제1 하부 위상차층(122) 및 제2 하부 위상차층(123)은 선편광자(121)를 투과한 광을 선편광 상태에서 원편광 상태로 바꿀 수 있다. 또한, 제1 하부 위상차층(122) 및 제2 하부 위상차층(123)은 원편광 상태의 광을 선편광 상태로 바꿀 수도 있다.

[0048] 예를 들면, 선편광자(121) 하부에 배치되는 제1 하부 위상차층(122)은  $\lambda/2$  리타더이고, 제1 하부 위상차층(122)과 표시 패널(110) 사이에 배치되는 제2 하부 위상차층(123)은  $\lambda/4$  리타더이다.  $\lambda/2$  리타더는 광의 위상을  $\lambda/2$ 만큼 지연시키는 광학층이다. 예를 들어, 선편광자(121)를 투과하여  $\lambda/2$  리타더로 제공된 광의 파장이 550nm인 경우,  $\lambda$  리타더를 통과한 광은 275nm의 위상 지연값을 가질 수 있다. 또한,  $\lambda/4$  리타더는 광의 위상을  $\lambda/4$ 만큼 지연시키는 광학층이다. 예를 들어, 선편광자(121)를 투과하여  $\lambda/4$  리타더로 제공된 광의 파장이 550nm인 경우,  $\lambda$  리타더를 통과한 광은 137.5nm의 위상 지연값을 가질 수 있다.

[0049] 도 2b를 참조하면,  $\lambda/2$  리타더인 제1 하부 위상차층(122)은 광의 투과 속도를 지연시키며, 선편광자(121)의 편광축(a)과 약  $15^\circ$ 의 사이각( $\theta 2$ )을 갖도록 설정된 슬로우축(slow axis)(b1)을 갖는다.  $\lambda/4$  리타더인 제2 하부 위상차층(123)은 제1 하부 위상차층(122)을 투과한 외부광의 투과 속도를 지연시키며, 선편광자(121)의 편광축(a)에 대해 약  $75^\circ$ 의 사이각( $\theta$ )을 갖도록 설정된 슬로우축(b2)을 갖는다. 상술한 바와 같이, "약  $15^\circ$ " 및 "약  $75^\circ$ "는 제조한 공정상 오차를 포함한다. 예를 들어, 제1 하부 위상차층(122)의 슬로우축(b1)은 선편광자(121)의 편광축(a)과  $15 \pm 5^\circ$ 의 사이각( $\theta 2$ )을 가지며, 제2 하부 위상차층(123)의 슬로우축(b2)은 선편광자(121)의 편광축(a)과  $75 \pm 5^\circ$ 의 사이각( $\theta 3$ )을 갖는다.

[0050] 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)에 있어서, 상술한 바와 같이 광학 부재(120)를 구성하는 경우, 외부광이 광학 부재(120)를 통과할 때, 외부광은 선편광자(121)에 의해 선편광되고, 제1 하부 위상차층(122) 및 제2 하부 위상차층(123)에 의해 원편광된다. 이후, 표시 패널(110)에 의해 반사된 광이 다시 제1 하부 위상차층(122) 및 제2 하부 위상차층(123)을 투과하여 선편광자(121)에 도달하면, 반사된 광은 원 편광되어 있기 때문에 편광축이 다른 선편광자(121)를 투과하지 못하고 대부분 흡수된다.

[0051] 또한, 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)에 있어서, 광학 부재(120)를 구성하는 선편광자(121)의 편광축(a), 제1 하부 위상차층(122)의 슬로우축(b1) 및 제2 하부 위상차층(123)의 슬로우축(b2)의 각도를 상술한 범위로 조절함으로써, 반사 시감을 크게 개선할 수 있다. 예를 들면, 주 시야각에서의 반사 색상의 차이를 최소화함으로써, 사용자의 시야각이 수평 방향(좌/우) 또는 수직 방향(상/하)으로 변경되어도 반사 색상의 변화가 적어 블랙 시감 및 반사 시감이 향상된 폴더블 표시 장치(100)를 제공할 수 있다.

[0052] 광학 부재(120) 상에 윈도우 부재(130)가 배치된다. 윈도우 부재(130)는 커버 기재(131), 상부 위상차층(132), 데코 필름(133, 134), 및 접착층(135)을 포함한다. 윈도우 부재(130)는 광학 부재(120) 상에 배치되어 광학 부



재(120) 및 표시 패널(110)을 보호한다.

- [0053] 커버 기재(131)는 외부 충격 및 스크래치로부터 표시 장치(100)를 보호한다. 이에 커버 기재(131)는 투명하면서 내충격성 및 내스크래치성이 우수한 물질로 형성될 수 있다.
- [0054] 예를 들어, 커버 기재(131)는 강화 글래스일 수 있다. 예를 들면, 커버 기재(131)는 박판 강화 글래스일 수 있다. 폴더블 표시 장치(100)로 구현하고자 하는 경우 커버 기재(131)로 폴리머 필름을 사용할 수 있다. 예를 들어, 폴리머 필름은 폴리이미드, 폴리아미드 이미드, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리프로필렌 글리콜, 폴리카보네이트 등의 폴리머를 포함하는 필름일 수 있다. 다른 예로, 폴리머 필름은 사이클로 올레핀 (공)중합체, 광등방성 폴리카보네이트, 광등방성 폴리메틸메타크릴레이트 등의 광등방성 폴리머 필름일 수 있다.
- [0055] 커버 기재(131) 상에 상부 위상차층(132)이 배치된다. 상부 위상차층(132)은 사용자가 편광 기능을 갖는 선글라스 등을 착용하는 경우 발생하는 블랙아웃 현상을 방지한다. 예를 들면, 광학 부재(120)로부터 출사된 광은 광학 부재(120)의 최상단에 위치하는 선편광자(121)에 의하여 선편광된다. 이에, 광학 부재(120)로부터 출사된 광을 사용자가 편광 기능을 가지는 선글라스를 착용하여 보게되는 경우, 화면이 아무것도 보이지 않고 검게 표시되는 블랙아웃 현상이 발생할 수 있다.
- [0056] 상부 위상차층(132)은 위상차가 큰 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 상부 위상차층(132)은 PET(polyethylene terephthalate)로 형성될 수 있다. 상부 위상차층(132)은 위상차가 큰 물질로 이루어진 경우, 선편광자(121)를 통해 출사된 광이 선편광되지 않으며, 사용자가 편광 기능을 갖는 선글라스 등을 착용하더라도 선편광에 의한 블랙아웃 현상이 발생하지 않는다.
- [0057] 또한, 상부 위상차층(132)은  $\lambda/4$  리타더와 같은 원편광 위상차 필름일 수 있다. 상부 위상차층(132)이  $\lambda/4$  리타더인 경우, 선편광자(121)를 통해 출사된 광이  $\lambda$ 리타더에 의해 원편광되므로 사용자가 편광 기능을 갖는 선글라스 등을 착용하더라도 선편광에 의한 블랙아웃 현상이 발생하지 않는다.
- [0058] 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치에서, 상부 위상차층(132)은 필요에 따라 생략될 수 있으며, 커버 기재(131) 또는 데코 필름(133, 134)을 통해 대체될 수도 있다.
- [0059] 데코 필름(133, 134)은 광학 부재(120)와 커버 기재(131) 사이에 배치된다. 데코 필름(133, 134)은 비표시 영역(NDA)에 배치되는 배선 등의 구성요소들이 사용자에게 시인되지 않도록 하고 빛샘을 방지하며 외부 충격으로부터 표시 패널(110)을 보호한다. 데코 필름(133, 134)은 베이스층(133) 및 데코층(134)을 포함한다.
- [0060] 베이스층(133)은 광학 부재(120) 상에 배치된다. 베이스층(133)은 데코층(134)이 형성되는 기재일 수 있다. 베이스층(133)은 유연하면서 투명한 폴리머로 형성된다. 예를 들어, 베이스층(133)은 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리이미드, 폴리아미드이미드, 폴리카보네이트, 폴리메틸메타크릴레이트 및 사이클로 올레핀 (공)중합체로부터 선택된 1종 이상의 폴리머로 형성될 수 있다. 바람직한 예로 베이스층(133)은 폴리에틸렌테레프탈레이트를 포함할 수 있으며, 이는 저렴하고 입수가 용이하며 표시 장치의 광학적 특성에 영향을 주지 않는다.
- [0061] 베이스층(133)의 두께는  $10\mu\text{m}$  내지  $200\mu\text{m}$  또는  $30\mu\text{m}$  내지  $100\mu\text{m}$ 일 수 있다. 이 범위 내에서 완충 특성이 우수하여 외부 충격으로부터 표시 패널(110)의 손상을 방지할 수 있고 폴딩 특성이 우수할 수 있다.
- [0062] 데코층(134)은 비표시 영역(NDA)에 중첩하도록 배치된다. 데코층(134)은 표시 패널(110)의 비표에 영역에 배치되는 다양한 배선, 및 구동 IC 등이 시인되지 않도록 하고, 비표시 영역(NDA)에서의 빛샘을 차단한다. 이에 따라 데코층(134)은 차광층 또는 블랙 매트릭스일 수도 있으며, 용어에 한정되는 것은 아니다.
- [0063] 데코층(134)은 비표시 영역(NDA)에 배치된 다양한 배선 등이 사용자에게 시인되지 않도록 차광성이 높은 블랙 물질로 형성될 수 있다. 그러나 이에 제한되지 않고, 백색, 적색, 청색, 및 녹색 등 다양한 색상으로 형성될 수 있다. 또한, 데코층(134)은 서로 다른 색상의 데코층이 적층된 복층 구조로 형성될 수도 있다. 또한, 데코층(134)은 표시 장치를 식별하는 로고(logo), 상표, 또는 문구를 나타내는 패턴을 포함할 수도 있다.
- [0064] 데코 필름(133, 134)과 표시 패널(110)의 사이에는 접착층(135)이 배치된다. 접착층(135)은 데코 필름(133, 134)을 광학 부재(120) 상에 합착시킨다. 접착층은 광투명 접착제, 광투명 레진 또는 감압 접착제일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 접착층은 데코 필름(133, 134)에서 베이스층(133)과 데코층(134) 사이에서 발생한 단차를 제거하기 위해, 데코층(134)을 커버하는 오버코팅층의 기능을 할 수 있다.
- [0065] 데코 필름(133, 134)은 위상차를 가질 수 있다. 예를 들면, 데코 필름(133, 134)을 구성하는 베이스층(133)은

위상차를 가지는 물질로 이루어질 수 있다. 이 경우, 테코 필름(133, 134)은 상부 위상차층(132) 대신 또는 상부 위상차층(132)과 함께, 사용자가 편광 기능을 갖는 선글라스 등을 착용하는 경우 발생하는 블랙아웃 현상을 방지할 수 있다.

[0066] 예를 들면, 테코 필름(133, 134)을 구성하는 베이스층(133)은 550nm 파장에서 10nm 내지 5000nm의 위상차를 갖는다. 베이스층(133)의 위상차는 테코 필름(133, 134) 상부에 배치되는 커버 기재(131)의 종류에 따라 조절될 수 있다. 예를 들어, 커버 기재(131)가 위상차가 없거나 매우 작은 박판 강화 글래스 또는 광등방성 폴리머로 이루어진 경우, 베이스층(133)이 550nm 파장에서 2000nm 내지 5000nm의 고위상차를 가질 수 있다. 또한, 커버 기재(131)가 고위상차를 가지는 폴리머 필름, 예를 들어, 폴리이미드로 이루어진 경우, 베이스층(133)이 550nm 파장에서 10nm 내지 1000nm의 저위상차를 가질 수 있다.

[0067] 상부 위상차층(132)에 대해 설명한 바와 같이, 사용자가 편광 기능을 갖는 선글라스 등을 착용하는 경우, 선편광자(121)를 통해 출사된 광이 선편광을 가지게 되어, 화면이 아무것도 보이지 않고 검게 표시되는 블랙아웃 현상이 발생할 수 있다. 그러나, 위상차를 가지는 테코 필름(133, 134)을 사용하여 선편광자(121)를 통해 출사된 광의 선편광 특성을 소멸시킴으로써, 사용자가 편광 기능을 갖는 선글라스 등을 착용하더라도 선편광에 의한 블랙아웃 현상을 해소할 수 있다.

[0068] 그리고, 커버 기재(131)가 고위상차를 가지는 경우, 커버 기재(131)가 갖는 위상차로 인해 원편광이 타원형 편광으로 변형될 수 있으며, 이로 인해 레인보우 무라 현상이 발생할 수 있다. 타원형 편광이 선글라스의 편광판을 지나게 되면 다시 선편광이 되는데, 이때 파장에 따른 투과율 차이로 인해 레인보우 무라 현상이 발생할 수 있다. 이에, 고위상차를 가지는 테코 필름(133, 134)을 사용하는 경우, 가시광선 전 파장대의 투과율을 향상시킴으로써, 레인보우 무라 현상을 억제할 수 있다.

[0069] 테코 필름(133, 134)을 구성하는 베이스층(133)의 두께는 0.1 $\mu$ m 내지 100 $\mu$ m 또는 1 $\mu$ m 내지 80 $\mu$ m일 수 있다. 베이스층(133)의 두께가 상기 범위를 만족하는 경우, 윈도우 부재(130)에 고위상차를 부여할 수 있으며, 폴딩 성능을 만족시킬 수 있다.

[0070] 도 3a 및 도 3b는 본 명세서의 다른 실시예에 따른 폴더블 표시 장치를 설명하기 위한 도면들이다. 도 3a는 본 명세서의 다른 실시예에 따른 폴더블 표시 장치의 단면도이다. 도 3b는 본 명세서의 다른 실시예에 따른 폴더블 표시 장치의 광학축들의 관계를 도시한 평면도이다. 도 3a 도 3b에 도시된 폴더블 표시 장치(200)는 광학 부재(220)의 구성을 제외하고는 도 1 내지 도 2b에 도시된 폴더블 표시 장치(100)와 실질적으로 동일하다. 이에 따라 중복되는 구성요소에 관한 설명은 생략하기로 한다.

[0071] 도 3a를 참조하면, 본 명세서의 다른 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(200)는 표시 패널(110) 상에 배치되는 광학 부재(220)를 포함한다. 광학 부재(220)는 제2 하부 위상차층(223), 제1 하부 위상차층(222) 및 선편광자(221)가 순차적으로 적층된 구조이다. 광학 부재(220)는 표시 패널(110)의 상부에 배치되어, 폴더블 표시 장치(200)의 외부에서 입사되는 외부광에 대한 반사율을 감소시킬 수 있다.

[0072] 도 3a 도 3b에 도시된 폴더블 표시 장치(200)의 선편광자(221)는 도 1 내지 도 2b에 도시된 폴더블 표시 장치(100)의 선편광자(121)와 동일한 기능을 수행하고 동일한 물질로 이루어질 수 있으므로, 이에 대한 중복 설명은 생략한다.

[0073] 도 3b를 참조하면, 선편광자(221)의 편광축(a)은 폴딩축(FX)과 약 45° 또는 약 135°의 사이각( $\theta 1$ )을 갖는다.

[0074] 선편광자(221) 하부에 제1 하부 위상차층(222) 및 제2 하부 위상차층(223)이 배치된다. 제1 하부 위상차층(222) 및 제2 하부 위상차층(223)은 복굴절 특성을 갖는 물질로 형성되거나 고분자 사슬을 적절히 배향시켜 복굴절 특성을 갖도록 할 수 있다. 제1 하부 위상차층(222) 및 제2 하부 위상차층(223)은 선편광자(221)를 통해 입사된 외부광이 표시 패널(110)에 의해 다시 반사되어 선편광자(221)로 다시 도달할 때, 광 경로를 변경시켜 편광자를 통과하지 못하게 한다. 이를 통해, 외부광에 대한 반사율을 감소시킬 수 있다.

[0075] 제1 하부 위상차층(222) 및 제2 하부 위상차층(223)은 광학적 이방성을 가지며 광의 편광 상태를 변화시킨다. 제1 하부 위상차층(222) 및 제2 하부 위상차층(223)은 선편광자(221)를 투과한 광을 선편광 상태에서 원편광 상태로 바꿀 수 있다. 또한, 제1 하부 위상차층(222) 및 제2 하부 위상차층(223)은 원편광 상태의 광을 선편광 상태로 바꿀 수도 있다.

[0076] 예를 들면, 선편광자(221) 하부에 배치되는 제1 하부 위상차층(222)은  $\lambda/4$  리타더이고, 제1 하부 위상차층(222)과 표시 패널(110) 사이에 배치되는 제2 하부 위상차층(223)은 포지티브 C-플레이트(Positive C-Plate)이

다.  $\lambda/4$  리타더는 광의 위상을  $\lambda/4$ 만큼 지연시키는 광학층이다. 예를 들어, 선편광자(221)를 투과하여  $\lambda/4$  리타더로 제공된 광의 파장이 550nm인 경우,  $\lambda$  리타더를 통과한 광은 137.5nm의 위상 지연값을 가질 수 있다. 포지티브 C-플레이트는 두께 방향의 위상 지연값(Rth)을 보상한다. 예를 들어, 포지티브 C-플레이트는 두께 방향의 위상 지연값(Rth)이 -50nm 내지 -150nm의 값 또는 -60nm 내지 -110nm의 값을 가질 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[0077] 도 3b를 참조하면,  $\lambda/4$  리타더인 제1 하부 위상차층(222)은 광의 투과 속도를 지연시키면, 선편광자(221)의 편광축(a)과 약  $45^\circ$ 의 사이각( $\Theta_4$ )을 갖도록 설정된 슬로우축(b3)을 갖는다. 본 명세서의 실시예에서 "약  $45^\circ$ "는  $45^\circ$ 를 목적으로 제조한 공정상 오차를 포함한다. 예를 들어, 제1 하부 위상차층(222)의 슬로우축(b3)은 선편광자(221)의 편광축(a)과  $45 \pm 5^\circ$ 의 사이각( $\Theta_4$ )을 갖는다.

[0078] 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)에 있어서, 광학 부재(220)를 구성하는 경우, 외부광이 광학 부재(220)를 통과할 때, 외부광은 선편광자(221)에 의해 선편광되고, 제1 하부 위상차층(222) 및 제2 하부 위상차층(223)에 의해 원편광된다. 이후, 표시 패널(110)에 의해 반사된 광이 다시 제1 하부 위상차층(222) 및 제2 하부 위상차층(223)을 투과하여 선편광자(221)에 도달하면, 반사된 광은 원 편광되어 있기 때문에 편광축이 다른 선편광자(221)를 투과하지 못하고 대부분 흡수된다.

[0079] 또한, 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(200)에 있어서, 광학 부재(220)를 구성하는 선편광자(221)의 편광축(a)과 제1 하부 위상차층(222)의 슬로우축(b3)의 각도를 상술한 범위로 조절하고, 제2 하부 위상차층(223)을 포지티브 C-플레이트로 구성함으로써, 반사 시감을 크게 개선할 수 있다. 예를 들면, 주 시야각에서의 반사 색상의 차이를 최소화함으로써, 사용자의 시야각이 수평 방향(좌/우) 또는 수직 방향(상/하)으로 변경되어도 반사 색상의 변화가 적어 블랙 시감 및 반사 시감이 향상된 폴더블 표시 장치를 제공할 수 있다.

[0080] 이하에서는 실시예 및 실험예를 통하여 상술한 본 명세서의 효과를 보다 구체적으로 설명한다. 그러나, 이하의 실시예는 본 명세서의 예시를 위한 것이며, 하기 실시예에 의해 본 명세서의 범위가 한정되는 것은 아니다.

[0081] 도 4a는 실시예 1에 따른 광학 부재의 시야각 변화에 따른 반사 채도의 변화를 보여주는 CIE a\*b\* 좌표이다. 도 4b는 실험예 1에 따른 광학 부재의 시야각 변화에 따른 반사 채도의 변화를 보여주는 CIE a\*b\* 좌표이다. 도 4c는 실험예 1에 따른 광학 부재의  $45^\circ$ 의 시야각에서의 색을 도시한 사진이다.

[0082] 먼저, 실시예 1은 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치에 사용되는 광학 부재를 사용한 경우로, 도 2b에 도시된 바와 같이, 선편광자의 편광축(a)이 폴딩축(FX)과  $+45^\circ$ 를 이루고,  $\lambda/2$  리타더인 제1 하부 위상차층의 슬로우축(b1)이 선편광자의 편광축(a)에  $+15^\circ$ 를 이루고,  $\lambda/4$  리타더인 제2 하부 위상차층의 슬로우축(b2)이 선편광자의 편광축(a)에  $+75^\circ$ 를 이룬다.

[0083] 실험예 1은 선편광자의 편광축(a)이 폴딩축(FX)과  $+90^\circ$ 를 이루고,  $\lambda/2$  리타더인 제1 하부 위상차층의 슬로우축(b1)이 선편광자의 편광축(a)에  $+10^\circ$ 를 이루고,  $\lambda/4$  리타더인 제2 하부 위상차층의 슬로우축(b2)이 선편광자의 편광축(a)에  $+75^\circ$ 를 이룬다.

[0084] 도 4a 및 도 4b에서, a\* 축을 적색(Red)-녹색(Green) 축이라고 하며, b\* 축을 황색(Yellow)-청색(Blue) 축이라고 할 수 있다.  $a^*=0$  및  $b^*=0$ 인 원점은 반사 채도가 neutral black임을 의미한다. 원점에서 a\* 축의 양(+)의 방향으로 갈수록 적색(Red) 경향이 강해지며, 음(-)의 방향으로 갈수록 녹색(Green) 경향이 강해진다. 또한, 원점(0)에서 b\* 축의 양(+)의 방향으로 갈수록 황색(Yellow) 경향이 강해지며, 음(-)의 방향으로 갈수록 청색(Blue) 경향이 강해진다.

[0085] 도 4b를 참조하면, 실험예 1에 따른 광학 부재에서 시야각이 우측 방향으로 이동하는 경우, CIE a\*b\* 좌표가 점점 a\* 축의 음(-)의 방향으로 이동한다. 또한, 실험예 1에 따른 광학 부재에서 시야각이 상부 방향으로 이동하는 경우, CIE a\*b\* 좌표가 점점 a\* 축의 양(+)의 방향으로 이동하게 된다. 실험예 1에서는 수평 방향으로 시야각을 변경하는 경우와 수직 방향으로 시야각을 변경하는 경우에, 반사 채도가 CIE a\*b\* 좌표 상에서 서로 상이한 방향으로 이동하는 경향을 나타낸다. 예를 들면, 실험예 1에 따른 광학 부재는 시야각의 변화에 따라 수평 방향과 수직 방향의 시야각에서의 CIE a\*b\* 좌표상 거리가 점점 멀어지게 되므로, 주 시야각에서의 반사 색상의 차이가 크게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

[0086] 이와 관련하여, 도 4c를 참조하면, 실험예 1에 따른 광학 부재를 수평 방향으로  $45^\circ$ 에서 촬영한 사진은 적색(Red) 빛을 띄고 있으나, 수직 방향으로  $45^\circ$ 에서 촬영한 사진은 녹색(Green) 빛을 띄고 있다. 예를 들면, 도 4b에서 설명한 바와 같이, 실험예 1에 따른 광학 부재는 시야각의 변화에 따라 반사광이 현저하게 상이한 색을

나타내고 있음을 확인할 수 있었다.

- [0087] 다음으로, 도 4a를 참조하면, 실시예 1에 따른 광학 부재에서 시야각이 우측으로 이동하는 경우, CIE a\*b\* 좌표가 점점 b\* 축의 양(+)의 방향으로 이동한다. 또한, 실시예 1에 따른 광학 부재에서 시야각이 상부 방향으로 이동하는 경우에도, CIE a\*b\* 좌표가 점점 b\* 축의 양(+)의 방향으로 이동하게 된다. 실시예 1에서는 수평 방향으로 시야각을 변경하는 경우와 수직 방향으로 시야각을 변경하는 경우에, 반사 채도가 CIE a\*b\* 좌표 상에서 서로 동일한 방향으로 이동하는 경향을 나타낸다. 이는, 시야각이 변화하여도 주 시야각에서의 반사 색상의 차이가 크지 않다는 것을 의미한다. 예를 들면, 실시예 1은 주 시야각에서의 반사 색상 차이를 최소화하여 반사 시감이 향상된다.
- [0088] 도 5a는 실시예 2에 따른 광학 부재의 시야각 변화에 따른 반사 채도의 변화를 보여주는 CIE a\*b\* 좌표이다. 도 5b는 실험예 2에 따른 광학 부재의 시야각 변화에 따른 반사 채도의 변화를 보여주는 CIE a\*b\* 좌표이다. 도 5c는 실험예 2에 따른 광학 부재의 45°의 시야각에서의 색을 도시한 사진이다.
- [0089] 실시예 2는 본 명세서의 다른 실시예에 따른 폴더블 표시 장치에 사용되는 광학 부재를 사용한 경우로, 도 3b에 도시된 바와 같이, 선편광자의 편광축(a)이 폴딩축(FX)과 +90°를 이루고,  $\lambda/4$  리타더인 제1 하부 위상차층의 슬로우축(b3)이 선편광자의 편광축(a)에 +45°를 이루고, 제1 하부 위상차층 하부에 제2 하부 위상차층으로서 포지티브 C-플레이트를 사용하였다.
- [0090] 실험예 2는 선편광자의 편광축(a)이 폴딩축(FX)과 +90°를 이루고,  $\lambda/2$  리타더인 제1 하부 위상차층의 슬로우축(b3)이 선편광자의 편광축(a)에 +45°를 이루고, 제1 하부 위상차층 하부에 제2 하부 위상차층으로서 포지티브 C-플레이트를 사용하였다.
- [0091] 도 5b를 참조하면, 실험예 2에 따른 광학 부재에서 시야각이 우측 방향으로 이동하는 경우, CIE a\*b\* 좌표가 점점 b\* 축의 양(+)의 방향으로 소폭 이동한다. 시야각이 상부 방향으로 이동하는 경우, CIE a\*b\* 좌표가 점점 b\* 축의 양(+)의 방향과 a\* 축의 양(+)의 방향으로 대폭 이동하게 된다. 이에 따라, 실험예 2에 따른 광학 부재에서는 시야각의 변화에 따라 수평 방향과 수직 방향의 시야각에서의 CIE a\*b\* 좌표상 거리가 점점 멀어지게 된다. 예를 들면, 시야각이 변함에 따라 주 시야각에서의 반사 색상의 차이가 크다는 것을 의미하며, 반사 시감이 좋지 않음을 의미한다.
- [0092] 이와 관련하여, 도 5c를 참조하면, 실험예 2에 따른 광학 부재를 수평 방향으로 45°에서 촬영한 사진은 약한 녹색(weak green) 빛을 띄고 있으나, 수직 방향으로 45°에서 촬영한 사진은 약한 적색(weak red) 빛을 띄고 있다. 예를 들면, 도 5b에서 설명한 바와 같이, 실험예 2에 따른 광학 부재는 시야각의 변화에 따라 반사광이 현저하게 상이한 색을 나타내고 있음을 확인할 수 있었다.
- [0093] 도 5a를 참조하면, 실시예 2에 따른 광학 부재에서 시야각이 우측으로 이동하는 경우, CIE a\*b\* 좌표가 점점 b\* 축의 양(+)의 방향으로 이동한다. 또한, 시야각이 상부 방향으로 이동하는 경우에도, CIE a\*b\* 좌표가 점점 b\* 축의 양(+)의 방향으로 이동하게 된다. 예를 들면, 실시예 2에서는 수평 방향으로 시야각을 변경하는 경우와 수직 방향으로 시야각을 변경하는 경우에, 반사 채도가 CIE a\*b\* 좌표 상에서 서로 동일한 방향으로 유사한 정도만큼 이동하는 경향을 나타낸다. 이는, 시야각이 변화하여도 주 시야각에서의 반사 색상의 차이가 크지 않다는 것을 의미한다. 예를 들면, 실시예 2는 주 시야각에서의 반사 색상 차이를 최소화하여 반사 시감이 향상된다.
- [0094] 이하에서는, 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치에서, 위상차를 가지는 데코 필름의 사용 여부에 따라, 선글라스 착용시 블랙아웃 현상 및 레인보우 현상 발생 여부를 확인하였다.
- [0095] 도 6은 선글라스 착용 시 블랙아웃 현상 및 레인보우 현상 발생 여부를 도시한 사진들이다.
- [0096] 실험예 3은 실시예 1에 따른 광학 부재 상에 커버 기재로서 고 위상차를 가지는 폴리이미드 필름을 배치하였다. 실시예 3은 실험예 3의 광학 부재와 폴리이미드 필름 사이에 고 위상차를 가지는 PET로 이루어진 데코 필름을 더 배치하였다. 실험예 4는 실시예 1에 따른 광학 부재 상에 커버 기재로서 위상차를 가지지 않는 박판 강화 글래스를 배치하였다. 실시예 4는 실험예 4의 광학 부재와 박판 강화 글래스 사이에 고 위상차를 가지는 PET로 이루어진 데코 필름을 더 배치하였다. 실험예 3, 실시예 3, 실험예 4 및 실시예 4에 따른 샘플을 정면에서의 촬영을 통해 블랙아웃 발생 여부를 확인하였으며, 특정 시야각에서의 사진 촬영을 통해 레인보우 무라 발생 여부를 확인하였다.
- [0097] 도 6을 참조하면, 고 위상차를 가지는 데코 필름을 선편광자를 포함하는 광학 부재와 커버 기재 사이에 배치시키는 경우, 선글라스 착용 시 블랙아웃 현상이 발생하지 않은 것을 확인할 수 있었다. 또한, 고 위상차를 가지



는 폴리이미드 필름을 커버 기재로 사용한 경우, 광학 부재와 폴리이미드 필름 사이에 고 위상차를 가지는 테코 필름을 사용하여 레인보우 무라 또한 개선할 수 있었다.

[0098] 본 명세서의 다양한 실시예들에 따른 폴더블 표시 장치는 다음과 같이 설명될 수 있다.

[0099] 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치는 폴딩축을 중심으로 폴딩되는 폴딩 영역 및 비폴딩 영역을 포함하는 표시 패널, 표시 패널 상의 제1 하부 위상차층, 표시 패널과 제1 하부 위상차층 사이의 제2 하부 위상차층, 제1 하부 위상차층 상에 배치되고, 폴딩축에 대하여  $45 \pm 5^\circ$  또는  $135 \pm 5^\circ$ 의 편광축을 가지는 선편광자, 및 선편광자 상의 윈도우 부재를 포함한다.

[0100] 본 명세서의 몇몇 실시예에 따르면, 선편광자는 폴딩축에 대하여  $45 \pm 5^\circ$ 의 편광축을 가지고, 제1 하부 위상차층은 선편광자의 편광축에 대하여  $\pm 15^\circ$ 의 슬로우축을 갖는  $\lambda/2$  리타더이고, 제2 하부 위상차층은 선편광자의 광흡수축에 대하여  $\pm 75^\circ$ 의 슬로우축을 갖는  $\lambda/4$  리타더일 수 있다.

[0101] 본 명세서의 몇몇 실시예에 따르면, 제1 하부 위상차층의 슬로우축과 제2 하부 위상차층의 슬로우축은 선편광자의 편광축에 대하여 동일한 방향일 수 있다.

[0102] 본 명세서의 몇몇 실시예에 따르면, 선편광자는 폴딩축에 대하여  $45 \pm 5^\circ$ 의 편광축을 가지고, 제1 하부 위상차층은 선편광자의 편광축에 대하여  $\pm 45^\circ$ 의 슬로우축을 갖는  $\lambda/4$  리타더이고, 제2 하부 위상차층은 포지티브 C-플레이트일 수 있다.

[0103] 본 명세서의 몇몇 실시예에 따르면, 포지티브 C-플레이트의 두께 방향의 위상 지연값(Rth)이  $-60\text{nm}$  내지  $-110\text{nm}$ 일 수 있다.

[0104] 본 명세서의 몇몇 실시예에 따르면, 윈도우 부재는 커버 기재 및 커버 기재 상에 배치된 상부 위상차층을 포함하고, 상부 위상차층은  $\lambda/4$  리타더일 수 있다.

[0105] 본 명세서의 몇몇 실시예에 따르면, 윈도우 부재는 커버 기재 및 커버 기재 하부에 배치된 테코 필름을 포함하고, 테코 필름은  $550\text{nm}$  파장에서  $10\text{nm}$  내지  $5000\text{nm}$ 의 위상차를 가질 수 있다.

[0106] 본 명세서의 몇몇 실시예에 따르면, 커버 기재는 강화 글래스이고, 테코 필름은  $550\text{nm}$  파장에서  $2000\text{nm}$  내지  $5000\text{nm}$ 의 위상차를 가질 수 있다.

[0107] 본 명세서의 몇몇 실시예에 따르면, 커버 기재는 위상차를 가지는 폴리머 필름이고, 테코 필름은  $550\text{nm}$  파장에서  $10\text{nm}$  내지  $1000\text{nm}$ 의 위상차를 가질 수 있다.

[0108] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 제한하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 제한되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 제한적이지 않은 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

## 부호의 설명

[0109] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 제한되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 면적, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 제한되는 것은 아니다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 본 발명 상에서 언급된 '포함한다', '갖는다', '이루어진다' 등이 사용되는 경우 '~만'이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성 요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.

구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.

위치 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~상에', '~상부에', '~하부에', '~옆에' 등으로 두 부분의 위치 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 두 부분 사이에 하나 이상의 다른 부분이 위치할 수도 있다.

소자 또는 층이 다른 소자 또는 층 "위 (on)"로 지칭되는 것은 다른 소자 바로 위에 또는 중간에 다른 층 또는 다른 소자를 개재한 경우를 모두 포함한다.

또한 제1, 제2 등이 다양한 구성 요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성 요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않는다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성 요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성 요소일 수도 있다.

명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

도면에서 나타난 각 구성의 면적 및 두께는 설명의 편의를 위해 도시된 것이며, 본 발명이 도시된 구성의 면적 및 두께에 반드시 한정되는 것은 아니다.

본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하고, 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시할 수도 있다.

이하에서는 도면을 참조하여 본 명세서에 대해 설명하기로 한다.

도 1a 내지 도 2b는 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치를 설명하기 위한 도면들이다.

도 1a는 본 명세서의 일 실시예에 따른 폴더블 표시 장치의 평면도이다. 도 1b는 도 1a가 폴딩된 상태를 나타낸 사시도이다.

본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)는 표시 패널(110), 광학 부재(120) 및 윈도우 부재(130)를 포함한다. 이하에서는 설명의 편의를 위해 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)가 유기 발광 표시 장치인 것으로 가정하여 설명하나 이에 제한되지 않는다.

도 1a를 참조하면, 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)는 표시 영역(DA) 및 비표시 영역(NDA)을 포함한다. 표시 영역(DA)은 복수의 화소가 배치되어 실질적으로 영상이 표시되는 영역이다. 표시 영역(DA)에는 영상을 표시하기 위한 발광 영역을 포함하는 복수의 화소 및 화소를 구동하기 위한 박막 트랜지스터, 및 커패시터 등이 배치될 수 있다. 하나의 화소는 복수의 서브 화소(SP)를 포함할 수 있다. 서브 화소(SP)는 표시 영역을 구성하는 최소 단위로 각각의 서브 화소(SP)는 특정한 파장 대역의 광을 발광하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 각각의 서브 화소(SP)는 적색, 녹색, 청색 또는 백색 광을 발광하도록 구성될 수 있다. 비표시 영역(NDA)은 표시 영역(DA)을 둘러싸도록 배치된다. 비표시 영역(NDA)은 실질적으로 영상이 표시되지 않는 영역으로, 표시 영역(DA)에 배치되는 화소 및 구동 소자들을 구동하기 위한 다양한 배선, 및 구동 IC 등이 배치된다. 예를 들어, 비표시 영역(NDA)에는 게이트 드라이버 IC, 데이터 드라이버 IC와 같은 다양한 IC, VSS 배선 등이 배치될 수 있다.

도 1a 및 도 1b를 참조하면, 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)는 폴딩 영역(FA) 및 비폴딩 영역(NFA)을 포함한다. 폴딩 영역(FA)은 폴더블 표시 장치(100)를 폴딩할 때 접히는 영역으로, 폴딩축(FX)을 기준으로 특정한 곡률 반경에 따라 폴딩될 수 있다. 예를 들어, 폴딩 영역(FA)의 폴딩축(FX)은 Y축 방향으로 형성될 수 있고, 비폴딩 영역(NFA)은 폴딩축(FX)과 수직인 X축 방향으로 폴딩 영역(FA)으로부터 연장될 수 있다.

폴더블 표시 장치(100)를 폴딩할 때, 폴딩 영역(FA)이 폴딩축(FX)을 기준으로 폴딩되는 경우, 폴딩 영역(FA)은 원 또는 타원의 일부를 형성할 수 있다. 폴딩 영역(FA)의 곡률 반경은 폴딩 영역(FA)이 형성하는 원 또는 타원의 반지름일 수 있다. 폴더블 표시 장치(100)에서 영상이 표시되는 상면이 표시면이고, 표시면의 반대면인 폴더블 표시 장치(100)의 하면을 배면으로 하였을 때, 폴딩 영역(FA)은 폴더블 표시 장치(100)의 표시면이 외부로 노출되도록 폴딩하는 외측 폴딩(out-folding) 방식 또는 폴더블 표시 장치(100)의 표시면이 서로 마주보도록 폴딩하는 내측 폴딩(in-folding) 방식 중 선택된 방식으로 폴딩될 수 있다.

비폴딩 영역(NFA)은 폴더블 표시 장치(100)를 폴딩할 때 폴딩되지 않는 영역이다. 예를 들면, 비폴딩 영역(NFA)은 폴더블 표시 장치(100)를 폴딩할 때, 평면 상태를 유지한다. 비폴딩 영역(NFA)은 폴딩 영역(FA)의 양측에 위치할 수 있다. 예를 들면, 비폴딩 영역(NFA)은 폴딩축(FX)을 기준으로 X축 방향으로 연장된 영역일 수 있다.



폴딩 영역(FA)은 비폴딩 영역(NFA) 사이에 있을 수 있다. 또한, 폴딩축(FX)을 기준으로 폴더블 표시 장치(100)가 폴딩될 때, 비폴딩 영역(NFA)은 서로 중첩될 수 있다.

도 1a 및 도 1b에서는 폴더블 표시 장치(100)가 하나의 폴딩 영역(FA) 및 두 개의 비폴딩 영역(NFA)이 배치된 것으로 도시하였으나, 폴딩 영역(FA) 및 비폴딩 영역(NFA)의 개수 및 위치는 다양하게 변경될 수 있으며, 이에 제한되지 않는다.

본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)는 표시 패널(110), 광학 부재(120) 및 윈도우 부재(130)를 포함한다. 표시 패널(110), 광학 부재(120) 및 윈도우 부재(130)의 구체적인 구성에 대해서는 도 2a 및 2b에서 상세히 설명한다.

도 2a는 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)의 단면도이다. 도 2b는 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)의 광학축들의 관계를 도시한 평면도이다.

도 2a를 참조하면, 표시 패널(110)은 영상이 구현되는 패널로, 영상을 구현하기 위한 표시 소자와 표시 소자를 구동하기 위한 회로부 등이 배치될 수 있다. 예를 들어, 폴더블 표시 장치(100)가 유기 발광 표시 장치인 경우, 표시 소자는 유기 발광 소자를 포함할 수 있다. 이하에서는 설명의 편의를 위해, 본 명세서의 다양한 실시예들에 따른 폴더블 표시 장치(100)가 유기 발광 소자를 포함하는 폴더블 표시 장치인 것으로 가정하나, 이에 제한되는 것은 아니다.

회로부는 유기 발광 소자를 구동하기 위한 다양한 박막 트랜지스터, 커패시터, 배선, 및 구동 IC 등을 포함할 수 있다. 예를 들어, 회로부는 구동 박막 트랜지스터, 스위칭 박막 트랜지스터, 스토리지 커패시터, 게이트 배선, 데이터 배선, 게이트 드라이버 IC, 및 데이터 드라이버 IC 등과 다양한 구성을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

폴더블 표시 장치(100)에서 표시 패널(110)은 플렉서블을 구현하기 위하여 두께가 매우 얇은 플렉서블 기판을 포함한다. 플렉서블 기판은 플렉서빌리티를 갖는 절연 물질로 형성될 수 있고, 예를 들어, 플렉서블 기판은 폴리이미드(polyimide), 폴리에테르술폰(polyethersulfone), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate) 및 폴리카보네이트(polycarbonate) 중에서 하나인 절연성의 플라스틱 기판일 수 있다. 그러나, 이에 제한되지 않고, 폴더블 표시 장치(100)를 반복적으로 폴딩하여도 파손되지 않는 물질이라면 플라스틱뿐만 아니라 플렉서빌리티를 갖는 다른 물질로도 이루어질 수 있다. 플렉서블 기판은 유연성이 우수한 반면에 유리 기판 대비 상대적으로 얇고 강성이 약하여 다양한 엘리먼트들이 배치되면 처짐이 발생할 수 있다. 이에, 필요에 따라 플렉서블 기판의 하부에 백 플레이트와 같은 지지 부재가 더 배치될 수 있다.

백 플레이트는 플렉서블 기판이 처지지 않도록 지지하고, 외부의 습기, 열, 충격 등으로부터 플렉서블 기판 상에 배치된 구성요소들을 보호한다. 백 플레이트는 폴리메틸메타크릴레이트(polymethylmethacrylate), 폴리카보네이트(polycarbonate), 폴리비닐 알코올(polyvinyl alcohol), 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌(acrylonitrile-butadiene-styrene), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate)와 같은 플라스틱 재질일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 플렉서블 기판의 하부에 백 플레이트가 배치되는 경우, 이들을 합착하기 위해 플렉서블 기판과 백 플레이트 사이에 접착층이 배치될 수 있다. 접착층으로는 광투명접착제, 감압 접착제, 및 광투명레진 등을 사용할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

표시 패널(110) 상에 광학 부재(120)가 배치된다. 예를 들면, 표시 패널(110)과 광학 부재(120) 사이에 접착층이 배치될 수 있다. 접착층은 광투명 접착제, 광투명 레진 또는 감압 접착제일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 광학 부재(120)는 제2 하부 위상차층(123), 제1 하부 위상차층(122), 및 선편광자(121)가 순차적으로 적층된 구조이다. 광학 부재(120)는 표시 패널(110)의 상부에 배치되어, 폴더블 표시 장치(100)의 외부에서 입사되는 외부광에 대한 반사율을 감소시킬 수 있다.

선편광자(121)는 광을 일방향으로 선편광시킨다. 예를 들면, 선편광자(121)는 배향된 이색성 염료 또는 배향된 고분자 사슬 자체의 공액 구조에 의하여 편광축과 일치하는 광은 투과시키고, 편광축과 일치하지 않는 광은 흡수하여 광을 선편광시킨다.

선편광자(121)는 연신된 고분자 필름을 포함하는 필름 타입의 편광자일 수 있다. 예를 들어, 연신된 고분자 필름은 연신된 폴리비닐알코올(polyvinylalcohol)계 필름일 수 있다. 선편광자(121)는 연신된 고분자 필름에 이색성 염료를 흡착하여 제조될 수 있다. 예를 들어, 선편광자(121)는 연신된 폴리비닐알코올 필름에 요오드를 흡착하여 제조될 수 있다. 예를 들면, 고분자 필름이 연신된 방향은 선편광자(121)의 광 흡수축이 될 수 있으며, 연신된 방향과 수직하는 방향은 선편광자(121)의 광 투과축이 될 수 있다. 예를 들면, 선편광자(121)와 제1 하부

위상차층(122) 사이에는 접착층이 배치될 수 있다. 접착층은 광투명 접착제, 광투명 레진 또는 감압 접착제일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

도 2b는 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)의 광학축들을 도시하였다. 도 2b에서 폴딩축(FX)은 폴더블 표시 장치(100)의 단축인 Y축 방향에 평행한 것으로 도시하였다. 도 2b를 참조하면, 선편광자(121)의 편광축(a)은 폴딩축(FX)과 약  $45^\circ$  또는 약  $135^\circ$ 의 사이각( $\theta 1$ )을 갖는다. 본 명세서의 실시예에서 "약  $45^\circ$ " 또는 "약  $135^\circ$ "는  $45^\circ$  또는  $135^\circ$ 를 목적으로 제조한 공정상 오차를 포함한다. 예를 들어, 선편광자(121)의 편광축(a)은 폴딩축(FX)과  $45 \pm 5^\circ$  또는  $135 \pm 5^\circ$ 의 사이각( $\theta 1$ )을 갖는다.

편광축(a)은 선편광자(121)의 광 흡수축 또는 광 투과축일 수 있고, 이하에서는 광 투과축인 것으로 설명한다. 따라서, 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)에서 선편광자(121)는 외부로부터 입사되는 외부광을 폴딩축(FX)을 기준으로  $45^\circ$  또는  $135^\circ$ 로 선편광하여 투과시킨다.

선편광자(121)는 적어도 하나의 보호층을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 선편광자(121)의 상부면 및 하부면 중 적어도 하나 이상의 면 상에 트리아세틸셀룰로오스(TAC)층을 더 포함할 수 있다.

선편광자(121) 하부에 제1 하부 위상차층(122) 및 제2 하부 위상차층(123)이 배치된다. 제1 하부 위상차층(122) 및 제2 하부 위상차층(123)은 복굴절 특성을 갖는 물질로 형성되거나 고분자 사슬을 적절히 배향시켜 복굴절 특성을 갖도록 할 수 있다. 제1 하부 위상차층(122) 및 제2 하부 위상차층(123)은 선편광자(121)를 통해 입사된 외부광이 표시 패널(110)에 의해 다시 반사되어 선편광자(121)로 다시 도달할 때, 광 경로를 변경시켜 편광자를 투과하지 못하게 한다. 이를 통해, 외부광에 대한 반사율을 감소시킬 수 있다.

제1 하부 위상차층(122) 및 제2 하부 위상차층(123)은 광학적 이방성을 가지며 광의 편광 상태를 변화시킨다. 제1 하부 위상차층(122) 및 제2 하부 위상차층(123)은 선편광자(121)를 투과한 광을 선편광 상태에서 원편광 상태로 바꿀 수 있다. 또한, 제1 하부 위상차층(122) 및 제2 하부 위상차층(123)은 원편광 상태의 광을 선편광 상태로 바꿀 수도 있다.

예를 들면, 선편광자(121) 하부에 배치되는 제1 하부 위상차층(122)은  $\lambda/2$  리타더이고, 제1 하부 위상차층(122)과 표시 패널(110) 사이에 배치되는 제2 하부 위상차층(123)은  $\lambda/4$  리타더이다.  $\lambda/2$  리타더는 광의 위상을  $\lambda/2$ 만큼 지연시키는 광학층이다. 예를 들어, 선편광자(121)를 투과하여  $\lambda/2$  리타더로 제공된 광의 파장이 550nm인 경우,  $\lambda$  리타더를 통과한 광은 275nm의 위상 지연값을 가질 수 있다. 또한,  $\lambda/4$  리타더는 광의 위상을  $\lambda/4$ 만큼 지연시키는 광학층이다. 예를 들어, 선편광자(121)를 투과하여  $\lambda/4$  리타더로 제공된 광의 파장이 550nm인 경우,  $\lambda$  리타더를 통과한 광은 137.5nm의 위상 지연값을 가질 수 있다.

도 2b를 참조하면,  $\lambda/2$  리타더인 제1 하부 위상차층(122)은 광의 투과 속도를 지연시키며, 선편광자(121)의 편광축(a)과 약  $15^\circ$ 의 사이각( $\theta 2$ )을 갖도록 설정된 슬로우축(slow axis)(b1)을 갖는다.  $\lambda/4$  리타더인 제2 하부 위상차층(123)은 제1 하부 위상차층(122)을 투과한 외부광의 투과 속도를 지연시키며, 선편광자(121)의 편광축(a)에 대해 약  $75^\circ$ 의 사이각( $\theta$ )을 갖도록 설정된 슬로우축(b2)을 갖는다. 상술한 바와 같이, "약  $15^\circ$ " 및 "약  $75^\circ$ "는 제조한 공정상 오차를 포함한다. 예를 들어, 제1 하부 위상차층(122)의 슬로우축(b1)은 선편광자(121)의 편광축(a)과  $15 \pm 5^\circ$ 의 사이각( $\theta 2$ )을 가지며, 제2 하부 위상차층(123)의 슬로우축(b2)은 선편광자(121)의 편광축(a)과  $75 \pm 5^\circ$ 의 사이각( $\theta 3$ )을 갖는다.

본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)에 있어서, 상술한 바와 같이 광학 부재(120)를 구성하는 경우, 외부광이 광학 부재(120)를 통과할 때, 외부광은 선편광자(121)에 의해 선편광되고, 제1 하부 위상차층(122) 및 제2 하부 위상차층(123)에 의해 원편광된다. 이후, 표시 패널(110)에 의해 반사된 광이 다시 제1 하부 위상차층(122) 및 제2 하부 위상차층(123)을 투과하여 선편광자(121)에 도달하면, 반사된 광은 원 편광되어 있기 때문에 편광축이 다른 선편광자(121)를 투과하지 못하고 대부분 흡수된다.

또한, 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)에 있어서, 광학 부재(120)를 구성하는 선편광자(121)의 편광축(a), 제1 하부 위상차층(122)의 슬로우축(b1) 및 제2 하부 위상차층(123)의 슬로우축(b2)의 각도를 상술한 범위로 조절함으로써, 반사 시감을 크게 개선할 수 있다. 예를 들면, 주 시야각에서의 반사 색상의 차이를 최소화함으로써, 사용자의 시야각이 수평 방향(좌/우) 또는 수직 방향(상/하)으로 변경되어도 반사 색상의 변화가 적어 블랙 시감 및 반사 시감이 향상된 폴더블 표시 장치(100)를 제공할 수 있다.

광학 부재(120) 상에 윈도우 부재(130)가 배치된다. 윈도우 부재(130)는 커버 기재(131), 상부 위상차층(132), 데코 필름(133, 134), 및 접착층(135)을 포함한다. 윈도우 부재(130)는 광학 부재(120) 상에 배치되어 광학 부

재(120) 및 표시 패널(110)을 보호한다.

커버 기재(131)는 외부 충격 및 스크래치로부터 표시 장치(100)를 보호한다. 이에 커버 기재(131)는 투명하면서 내충격성 및 내스크래치성이 우수한 물질로 형성될 수 있다.

예를 들어, 커버 기재(131)는 강화 글래스일 수 있다. 예를 들면, 커버 기재(131)는 박판 강화 글래스일 수 있다. 폴더블 표시 장치(100)로 구현하고자 하는 경우 커버 기재(131)로 폴리머 필름을 사용할 수 있다. 예를 들어, 폴리머 필름은 폴리이미드, 폴리아미드 이미드, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리프로필렌 글리콜, 폴리카보네이트 등의 폴리머를 포함하는 필름일 수 있다. 다른 예로, 폴리머 필름은 사이클로 올레핀 (공)중합체, 광등방성 폴리카보네이트, 광등방성 폴리메틸메타크릴레이트 등의 광등방성 폴리머 필름일 수 있다.

커버 기재(131) 상에 상부 위상차층(132)이 배치된다. 상부 위상차층(132)은 사용자가 편광 기능을 갖는 선글라스 등을 착용하는 경우 발생하는 블랙아웃 현상을 방지한다. 예를 들면, 광학 부재(120)로부터 출사된 광은 광학 부재(120)의 최상단에 위치하는 선편광자(121)에 의하여 선편광된다. 이에, 광학 부재(120)로부터 출사된 광을 사용자가 편광 기능을 가지는 선글라스를 착용하여 보게되는 경우, 화면이 아무것도 보이지 않고 검게 표시되는 블랙아웃 현상이 발생할 수 있다.

상부 위상차층(132)은 위상차가 큰 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 상부 위상차층(132)은 PET(polyethylene terephthalate)로 형성될 수 있다. 상부 위상차층(132)은 위상차가 큰 물질로 이루어진 경우, 선편광자(121)를 통해 출사된 광이 선편광되지 않으며, 사용자가 편광 기능을 갖는 선글라스 등을 착용하더라도 선편광에 의한 블랙아웃 현상이 발생하지 않는다.

또한, 상부 위상차층(132)은  $\lambda/4$  리타더와 같은 원편광 위상차 필름일 수 있다. 상부 위상차층(132)이  $\lambda/4$  리타더인 경우, 선편광자(121)를 통해 출사된 광이  $\lambda$ 리타더에 의해 원편광되므로 사용자가 편광 기능을 갖는 선글라스 등을 착용하더라도 선편광에 의한 블랙아웃 현상이 발생하지 않는다.

본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치에서, 상부 위상차층(132)은 필요에 따라 생략될 수 있으며, 커버 기재(131) 또는 데코 필름(133, 134)을 통해 대체될 수도 있다.

데코 필름(133, 134)은 광학 부재(120)와 커버 기재(131) 사이에 배치된다. 데코 필름(133, 134)은 비표시 영역(NDA)에 배치되는 배선 등의 구성요소들이 사용자에게 시인되지 않도록 하고 빛샘을 방지하며 외부 충격으로부터 표시 패널(110)을 보호한다. 데코 필름(133, 134)은 베이스층(133) 및 데코층(134)을 포함한다.

베이스층(133)은 광학 부재(120) 상에 배치된다. 베이스층(133)은 데코층(134)이 형성되는 기재일 수 있다. 베이스층(133)은 유연하면서 투명한 폴리머로 형성된다. 예를 들어, 베이스층(133)은 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리이미드, 폴리아미드이미드, 폴리카보네이트, 폴리메틸메타크릴레이트 및 사이클로 올레핀 (공)중합체로부터 선택된 1종 이상의 폴리머로 형성될 수 있다. 바람직한 예로 베이스층(133)은 폴리에틸렌테레프탈레이트를 포함할 수 있으며, 이는 저렴하고 입수가 용이하며 표시 장치의 광학적 특성에 영향을 주지 않는다.

베이스층(133)의 두께는  $10\mu\text{m}$  내지  $200\mu\text{m}$  또는  $30\mu\text{m}$  내지  $100\mu\text{m}$ 일 수 있다. 이 범위 내에서 완충 특성이 우수하여 외부 충격으로부터 표시 패널(110)의 손상을 방지할 수 있고 폴딩 특성이 우수할 수 있다.

데코층(134)은 비표시 영역(NDA)에 중첩하도록 배치된다. 데코층(134)은 표시 패널(110)의 비표에 영역에 배치되는 다양한 배선, 및 구동 IC 등이 시인되지 않도록 하고, 비표시 영역(NDA)에서의 빛샘을 차단한다. 이에 따라 데코층(134)은 차광층 또는 블랙 매트릭스일 수도 있으며, 용어에 한정되는 것은 아니다.

데코층(134)은 비표시 영역(NDA)에 배치된 다양한 배선 등이 사용자에게 시인되지 않도록 차광성이 높은 블랙 물질로 형성될 수 있다. 그러나 이에 제한되지 않고, 백색, 적색, 청색, 및 녹색 등 다양한 색상으로 형성될 수 있다. 또한, 데코층(134)은 서로 다른 색상의 데코층이 적층된 복층 구조로 형성될 수도 있다. 또한, 데코층(134)은 표시 장치를 식별하는 로고(logo), 상표, 또는 문구를 나타내는 패턴을 포함할 수도 있다.

데코 필름(133, 134)과 표시 패널(110)의 사이에는 접착층(135)이 배치된다. 접착층(135)은 데코 필름(133, 134)을 광학 부재(120) 상에 합착시킨다. 접착층은 광투명 접착제, 광투명 레진 또는 감압 접착제일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 접착층은 데코 필름(133, 134)에서 베이스층(133)과 데코층(134) 사이에서 발생한 단차를 제거하기 위해, 데코층(134)을 커버하는 오버코팅층의 기능을 할 수 있다.

데코 필름(133, 134)은 위상차를 가질 수 있다. 예를 들면, 데코 필름(133, 134)을 구성하는 베이스층(133)은

위상차를 가지는 물질로 이루어질 수 있다. 이 경우, 테코 필름(133, 134)은 상부 위상차층(132) 대신 또는 상부 위상차층(132)과 함께, 사용자가 편광 기능을 갖는 선글라스 등을 착용하는 경우 발생하는 블랙아웃 현상을 방지할 수 있다.

예를 들면, 테코 필름(133, 134)을 구성하는 베이스층(133)은 550nm 파장에서 10nm 내지 5000nm의 위상차를 갖는다. 베이스층(133)의 위상차는 테코 필름(133, 134) 상부에 배치되는 커버 기재(131)의 종류에 따라 조절될 수 있다. 예를 들어, 커버 기재(131)가 위상차가 없거나 매우 작은 박판 강화 글래스 또는 광등방성 폴리머로 이루어진 경우, 베이스층(133)이 550nm 파장에서 2000nm 내지 5000nm의 고위상차를 가질 수 있다. 또한, 커버 기재(131)가 고위상차를 가지는 폴리머 필름, 예를 들어, 폴리이미드로 이루어진 경우, 베이스층(133)이 550nm 파장에서 10nm 내지 1000nm의 저위상차를 가질 수 있다.

상부 위상차층(132)에 대해 설명한 바와 같이, 사용자가 편광 기능을 갖는 선글라스 등을 착용하는 경우, 선편광자(121)를 통해 출사된 광이 선편광을 가지게 되어, 화면이 아무것도 보이지 않고 검게 표시되는 블랙아웃 현상이 발생할 수 있다. 그러나, 위상차를 가지는 테코 필름(133, 134)을 사용하여 선편광자(121)를 통해 출사된 광의 선편광 특성을 소멸시킴으로써, 사용자가 편광 기능을 갖는 선글라스 등을 착용하더라도 선편광에 의한 블랙아웃 현상을 해소할 수 있다.

그리고, 커버 기재(131)가 고위상차를 가지는 경우, 커버 기재(131)가 갖는 위상차로 인해 원편광이 타원형 편광으로 변형될 수 있으며, 이로 인해 레인보우 무라 현상이 발생할 수 있다. 타원형 편광이 선글라스의 편광판을 지나게 되면 다시 선편광이 되는데, 이때 파장에 따른 투과율 차이로 인해 레인보우 무라 현상이 발생할 수 있다. 이에, 고위상차를 가지는 테코 필름(133, 134)을 사용하는 경우, 가시광선 전 파장대의 투과율을 향상시킴으로써, 레인보우 무라 현상을 억제할 수 있다.

테코 필름(133, 134)을 구성하는 베이스층(133)의 두께는 0.1 $\mu$ m 내지 100 $\mu$ m 또는 1 $\mu$ m 내지 80 $\mu$ m일 수 있다. 베이스층(133)의 두께가 상기 범위를 만족하는 경우, 윈도우 부재(130)에 고위상차를 부여할 수 있으며, 폴딩 성능을 만족시킬 수 있다.

도 3a 및 도 3b는 본 명세서의 다른 실시예에 따른 폴더블 표시 장치를 설명하기 위한 도면들이다. 도 3a는 본 명세서의 다른 실시예에 따른 폴더블 표시 장치의 단면도이다. 도 3b는 본 명세서의 다른 실시예에 따른 폴더블 표시 장치의 광학축들의 관계를 도시한 평면도이다. 도 3a 도 3b에 도시된 폴더블 표시 장치(200)는 광학 부재(220)의 구성을 제외하고는 도 1 내지 도 2b에 도시된 폴더블 표시 장치(100)와 실질적으로 동일하다. 이에 따라 중복되는 구성요소에 관한 설명은 생략하기로 한다.

도 3a를 참조하면, 본 명세서의 다른 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(200)는 표시 패널(110) 상에 배치되는 광학 부재(220)를 포함한다. 광학 부재(220)는 제2 하부 위상차층(223), 제1 하부 위상차층(222) 및 선편광자(221)가 순차적으로 적층된 구조이다. 광학 부재(220)는 표시 패널(110)의 상부에 배치되어, 폴더블 표시 장치(200)의 외부에서 입사되는 외부광에 대한 반사율을 감소시킬 수 있다.

도 3a 도 3b에 도시된 폴더블 표시 장치(200)의 선편광자(221)는 도 1 내지 도 2b에 도시된 폴더블 표시 장치(100)의 선편광자(121)와 동일한 기능을 수행하고 동일한 물질로 이루어질 수 있으므로, 이에 대한 중복 설명은 생략한다.

도 3b를 참조하면, 선편광자(221)의 편광축(a)은 폴딩축(FX)과 약 45° 또는 약 135°의 사이각( $\theta 1$ )을 갖는다.

선편광자(221) 하부에 제1 하부 위상차층(222) 및 제2 하부 위상차층(223)이 배치된다. 제1 하부 위상차층(222) 및 제2 하부 위상차층(223)은 복굴절 특성을 갖는 물질로 형성되거나 고분자 사슬을 적절히 배향시켜 복굴절 특성을 갖도록 할 수 있다. 제1 하부 위상차층(222) 및 제2 하부 위상차층(223)은 선편광자(221)를 통해 입사된 외부광이 표시 패널(110)에 의해 다시 반사되어 선편광자(221)로 다시 도달할 때, 광 경로를 변경시켜 편광자를 통과하지 못하게 한다. 이를 통해, 외부광에 대한 반사율을 감소시킬 수 있다.

제1 하부 위상차층(222) 및 제2 하부 위상차층(223)은 광학적 이방성을 가지며 광의 편광 상태를 변화시킨다. 제1 하부 위상차층(222) 및 제2 하부 위상차층(223)은 선편광자(221)를 투과한 광을 선편광 상태에서 원편광 상태로 바꿀 수 있다. 또한, 제1 하부 위상차층(222) 및 제2 하부 위상차층(223)은 원편광 상태의 광을 선편광 상태로 바꿀 수도 있다.

예를 들면, 선편광자(221) 하부에 배치되는 제1 하부 위상차층(222)은  $\lambda/4$  리타더이고, 제1 하부 위상차층(222)과 표시 패널(110) 사이에 배치되는 제2 하부 위상차층(223)은 포지티브 C-플레이트(Positive C-Plate)이

다.  $\lambda/4$  리타더는 광의 위상을  $\lambda/4$ 만큼 지연시키는 광학층이다. 예를 들어, 선편광자(221)를 투과하여  $\lambda/4$  리타더로 제공된 광의 파장이 550nm인 경우,  $\lambda$  리타더를 통과한 광은 137.5nm의 위상 지연값을 가질 수 있다. 포지티브 C-플레이트는 두께 방향의 위상 지연값(Rth)을 보상한다. 예를 들어, 포지티브 C-플레이트는 두께 방향의 위상 지연값(Rth)이 -50nm 내지 -150nm의 값 또는 -60nm 내지 -110nm의 값을 가질 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

도 3b를 참조하면,  $\lambda/4$  리타더인 제1 하부 위상차층(222)은 광의 투과 속도를 지연시키면, 선편광자(221)의 편광축(a)과 약  $45^\circ$ 의 사이각( $\Theta_4$ )을 갖도록 설정된 슬로우축(b3)을 갖는다. 본 명세서의 실시예에서 "약  $45^\circ$ "는  $45^\circ$ 를 목적으로 제조한 공정상 오차를 포함한다. 예를 들어, 제1 하부 위상차층(222)의 슬로우축(b3)은 선편광자(221)의 편광축(a)과  $45 \pm 5^\circ$ 의 사이각( $\Theta_4$ )을 갖는다.

본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(100)에 있어서, 광학 부재(220)를 구성하는 경우, 외부광이 광학 부재(220)를 통과할 때, 외부광은 선편광자(221)에 의해 선편광되고, 제1 하부 위상차층(222) 및 제2 하부 위상차층(223)에 의해 원편광된다. 이후, 표시 패널(110)에 의해 반사된 광이 다시 제1 하부 위상차층(222) 및 제2 하부 위상차층(223)을 투과하여 선편광자(221)에 도달하면, 반사된 광은 원 편광되어 있기 때문에 편광축이 다른 선편광자(221)를 투과하지 못하고 대부분 흡수된다.

또한, 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치(200)에 있어서, 광학 부재(220)를 구성하는 선편광자(221)의 편광축(a)과 제1 하부 위상차층(222)의 슬로우축(b3)의 각도를 상술한 범위로 조절하고, 제2 하부 위상차층(223)을 포지티브 C-플레이트로 구성함으로써, 반사 시감을 크게 개선할 수 있다. 예를 들면, 주 시야각에서의 반사 색상의 차이를 최소화함으로써, 사용자의 시야각이 수평 방향(좌/우) 또는 수직 방향(상/하)으로 변경되어도 반사 색상의 변화가 적어 블랙 시감 및 반사 시감이 향상된 폴더블 표시 장치를 제공할 수 있다.

이하에서는 실시예 및 실험예를 통하여 상술한 본 명세서의 효과를 보다 구체적으로 설명한다. 그러나, 이하의 실시예는 본 명세서의 예시를 위한 것이며, 하기 실시예에 의해 본 명세서의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도 4a는 실시예 1에 따른 광학 부재의 시야각 변화에 따른 반사 채도의 변화를 보여주는 CIE a\*b\* 좌표이다. 도 4b는 실험예 1에 따른 광학 부재의 시야각 변화에 따른 반사 채도의 변화를 보여주는 CIE a\*b\* 좌표이다. 도 4c는 실험예 1에 따른 광학 부재의  $45^\circ$ 의 시야각에서의 색을 도시한 사진이다.

먼저, 실시예 1은 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치에 사용되는 광학 부재를 사용한 경우로, 도 2b에 도시된 바와 같이, 선편광자의 편광축(a)이 폴딩축(FX)과  $+45^\circ$ 를 이루고,  $\lambda/2$  리타더인 제1 하부 위상차층의 슬로우축(b1)이 선편광자의 편광축(a)에  $+15^\circ$ 를 이루고,  $\lambda/4$  리타더인 제2 하부 위상차층의 슬로우축(b2)이 선편광자의 편광축(a)에  $+75^\circ$ 를 이룬다.

실험예 1은 선편광자의 편광축(a)이 폴딩축(FX)과  $+90^\circ$ 를 이루고,  $\lambda/2$  리타더인 제1 하부 위상차층의 슬로우축(b1)이 선편광자의 편광축(a)에  $+10^\circ$ 를 이루고,  $\lambda/4$  리타더인 제2 하부 위상차층의 슬로우축(b2)이 선편광자의 편광축(a)에  $+75^\circ$ 를 이룬다.

도 4a 및 도 4b에서, a\* 축을 적색(Red)-녹색(Green) 축이라고 하며, b\* 축을 황색(Yellow)-청색(Blue) 축이라고 할 수 있다.  $a^*=0$  및  $b^*=0$ 인 원점은 반사 채도가 neutral black임을 의미한다. 원점에서 a\* 축의 양(+)의 방향으로 갈수록 적색(Red) 경향이 강해지며, 음(-)의 방향으로 갈수록 녹색(Green) 경향이 강해진다. 또한, 원점(0)에서 b\* 축의 양(+)의 방향으로 갈수록 황색(Yellow) 경향이 강해지며, 음(-)의 방향으로 갈수록 청색(Blue) 경향이 강해진다.

도 4b를 참조하면, 실험예 1에 따른 광학 부재에서 시야각이 우측 방향으로 이동하는 경우, CIE a\*b\* 좌표가 점점 a\* 축의 음(-)의 방향으로 이동한다. 또한, 실험예 1에 따른 광학 부재에서 시야각이 상부 방향으로 이동하는 경우, CIE a\*b\* 좌표가 점점 a\* 축의 양(+)의 방향으로 이동하게 된다. 실험예 1에서는 수평 방향으로 시야각을 변경하는 경우와 수직 방향으로 시야각을 변경하는 경우에, 반사 채도가 CIE a\*b\* 좌표 상에서 서로 상이한 방향으로 이동하는 경향을 나타낸다. 예를 들면, 실험예 1에 따른 광학 부재는 시야각의 변화에 따라 수평 방향과 수직 방향의 시야각에서의 CIE a\*b\* 좌표상 거리가 점점 멀어지게 되므로, 주 시야각에서의 반사 색상의 차이가 크게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

이와 관련하여, 도 4c를 참조하면, 실험예 1에 따른 광학 부재를 수평 방향으로  $45^\circ$ 에서 촬영한 사진은 적색(Red) 빛을 띄고 있으나, 수직 방향으로  $45^\circ$ 에서 촬영한 사진은 녹색(Green) 빛을 띄고 있다. 예를 들면, 도 4b에서 설명한 바와 같이, 실험예 1에 따른 광학 부재는 시야각의 변화에 따라 반사광이 현저하게 상이한 색을

나타내고 있음을 확인할 수 있었다.

다음으로, 도 4a를 참조하면, 실시예 1에 따른 광학 부재에서 시야각이 우측으로 이동하는 경우, CIE a\*b\* 좌표가 점점 b\* 축의 양(+)의 방향으로 이동한다. 또한, 실시예 1에 따른 광학 부재에서 시야각이 상부 방향으로 이동하는 경우에도, CIE a\*b\* 좌표가 점점 b\* 축의 양(+)의 방향으로 이동하게 된다. 실시예 1에서는 수평 방향으로 시야각을 변경하는 경우와 수직 방향으로 시야각을 변경하는 경우에, 반사 채도가 CIE a\*b\* 좌표 상에서 서로 동일한 방향으로 이동하는 경향을 나타낸다. 이는, 시야각이 변화하여도 주 시야각에서의 반사 색상의 차이가 크지 않다는 것을 의미한다. 예를 들면, 실시예 1은 주 시야각에서의 반사 색상 차이를 최소화하여 반사 시감이 향상된다.

도 5a는 실시예 2에 따른 광학 부재의 시야각 변화에 따른 반사 채도의 변화를 보여주는 CIE a\*b\* 좌표이다. 도 5b는 실험예 2에 따른 광학 부재의 시야각 변화에 따른 반사 채도의 변화를 보여주는 CIE a\*b\* 좌표이다. 도 5c는 실험예 2에 따른 광학 부재의 45°의 시야각에서의 색을 도식한 사진이다.

실시예 2는 본 명세서의 다른 실시예에 따른 폴더블 표시 장치에 사용되는 광학 부재를 사용한 경우로, 도 3b에 도시된 바와 같이, 선편광자의 편광축(a)이 폴딩축(FX)과 +90°를 이루고,  $\lambda/4$  리타더인 제1 하부 위상차층의 슬로우축(b3)이 선편광자의 편광축(a)에 +45°를 이루고, 제1 하부 위상차층 하부에 제2 하부 위상차층으로서 포지티브 C-플레이트를 사용하였다.

실험예 2는 선편광자의 편광축(a)이 폴딩축(FX)과 +90°를 이루고,  $\lambda/2$  리타더인 제1 하부 위상차층의 슬로우축(b3)이 선편광자의 편광축(a)에 +45°를 이루고, 제1 하부 위상차층 하부에 제2 하부 위상차층으로서 포지티브 C-플레이트를 사용하였다.

도 5b를 참조하면, 실험예 2에 따른 광학 부재에서 시야각이 우측 방향으로 이동하는 경우, CIE a\*b\* 좌표가 점점 b\* 축의 양(+)의 방향으로 소폭 이동한다. 시야각이 상부 방향으로 이동하는 경우, CIE a\*b\* 좌표가 점점 b\* 축의 양(+)의 방향과 a\* 축의 양(+)의 방향으로 대폭 이동하게 된다. 이에 따라, 실험예 2에 따른 광학 부재에서는 시야각의 변화에 따라 수평 방향과 수직 방향의 시야각에서의 CIE a\*b\* 좌표상 거리가 점점 멀어지게 된다. 예를 들면, 시야각이 변함에 따라 주 시야각에서의 반사 색상의 차이가 크다는 것을 의미하며, 반사 시감이 좋지 않음을 의미한다.

이와 관련하여, 도 5c를 참조하면, 실험예 2에 따른 광학 부재를 수평 방향으로 45°에서 촬영한 사진은 약한 녹색(weak green) 빛을 띄고 있으나, 수직 방향으로 45°에서 촬영한 사진은 약한 적색(weak red) 빛을 띄고 있다. 예를 들면, 도 5b에서 설명한 바와 같이, 실험예 2에 따른 광학 부재는 시야각의 변화에 따라 반사광이 현저하게 상이한 색을 나타내고 있음을 확인할 수 있었다.

도 5a를 참조하면, 실시예 2에 따른 광학 부재에서 시야각이 우측으로 이동하는 경우, CIE a\*b\* 좌표가 점점 b\* 축의 양(+)의 방향으로 이동한다. 또한, 시야각이 상부 방향으로 이동하는 경우에도, CIE a\*b\* 좌표가 점점 b\* 축의 양(+)의 방향으로 이동하게 된다. 예를 들면, 실시예 2에서는 수평 방향으로 시야각을 변경하는 경우와 수직 방향으로 시야각을 변경하는 경우에, 반사 채도가 CIE a\*b\* 좌표 상에서 서로 동일한 방향으로 유사한 정도만큼 이동하는 경향을 나타낸다. 이는, 시야각이 변화하여도 주 시야각에서의 반사 색상의 차이가 크지 않다는 것을 의미한다. 예를 들면, 실시예 2는 주 시야각에서의 반사 색상 차이를 최소화하여 반사 시감이 향상된다.

이하에서는, 본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치에서, 위상차를 가지는 데코 필름의 사용 여부에 따라, 선글라스 착용시 블랙아웃 현상 및 레인보우 현상 발생 여부를 확인하였다.

도 6은 선글라스 착용 시 블랙아웃 현상 및 레인보우 현상 발생 여부를 도식한 사진들이다.

실험예 3은 실시예 1에 따른 광학 부재 상에 커버 기재로서 고 위상차를 가지는 폴리이미드 필름을 배치하였다. 실시예 3은 실험예 3의 광학 부재와 폴리이미드 필름 사이에 고 위상차를 가지는 PET로 이루어진 데코 필름을 더 배치하였다. 실험예 4는 실시예 1에 따른 광학 부재 상에 커버 기재로서 위상차를 가지지 않는 박판 강화 글래스를 배치하였다. 실시예 4는 실험예 4의 광학 부재와 박판 강화 글래스 사이에 고 위상차를 가지는 PET로 이루어진 데코 필름을 더 배치하였다. 실험예 3, 실시예 3, 실험예 4 및 실시예 4에 따른 샘플을 정면에서의 촬영을 통해 블랙아웃 발생 여부를 확인하였으며, 특정 시야각에서의 사진 촬영을 통해 레인보우 무라 발생 여부를 확인하였다.

도 6을 참조하면, 고 위상차를 가지는 데코 필름을 선편광자를 포함하는 광학 부재와 커버 기재 사이에 배치시키는 경우, 선글라스 착용 시 블랙아웃 현상이 발생하지 않은 것을 확인할 수 있었다. 또한, 고 위상차를 가지



는 폴리이미드 필름을 커버 기재로 사용한 경우, 광학 부재와 폴리이미드 필름 사이에 고 위상차를 가지는 테코 필름을 사용하여 레인보우 무라 또한 개선할 수 있었다.

본 명세서의 다양한 실시예들에 따른 폴더블 표시 장치는 다음과 같이 설명될 수 있다.

본 명세서의 실시예에 따른 폴더블 표시 장치는 폴딩축을 중심으로 폴딩되는 폴딩 영역 및 비폴딩 영역을 포함하는 표시 패널, 표시 패널 상의 제1 하부 위상차층, 표시 패널과 제1 하부 위상차층 사이의 제2 하부 위상차층, 제1 하부 위상차층 상에 배치되고, 폴딩축에 대하여  $45\pm5^\circ$  또는  $135\pm5^\circ$ 의 편광축을 가지는 선편광자, 및 선편광자 상의 윈도우 부재를 포함한다.

본 명세서의 몇몇 실시예에 따르면, 선편광자는 폴딩축에 대하여  $45\pm5^\circ$ 의 편광축을 가지고, 제1 하부 위상차층은 선편광자의 편광축에 대하여  $\pm15^\circ$ 의 슬로우축을 갖는  $\lambda/2$  리타더이고, 제2 하부 위상차층은 선편광자의 광흡수축에 대하여  $\pm75^\circ$ 의 슬로우축을 갖는  $\lambda/4$  리타더일 수 있다.

본 명세서의 몇몇 실시예에 따르면, 제1 하부 위상차층의 슬로우축과 제2 하부 위상차층의 슬로우축은 선편광자의 편광축에 대하여 동일한 방향일 수 있다.

본 명세서의 몇몇 실시예에 따르면, 선편광자는 폴딩축에 대하여  $45\pm5^\circ$ 의 편광축을 가지고, 제1 하부 위상차층은 선편광자의 편광축에 대하여  $\pm45^\circ$ 의 슬로우축을 갖는  $\lambda/4$  리타더이고, 제2 하부 위상차층은 포지티브 C-플레이트일 수 있다.

본 명세서의 몇몇 실시예에 따르면, 포지티브 C-플레이트의 두께 방향의 위상 지연값(Rth)이  $-60\text{nm}$  내지  $-110\text{nm}$ 일 수 있다.

본 명세서의 몇몇 실시예에 따르면, 윈도우 부재는 커버 기재 및 커버 기재 상에 배치된 상부 위상차층을 포함하고, 상부 위상차층은  $\lambda/4$  리타더일 수 있다.

본 명세서의 몇몇 실시예에 따르면, 윈도우 부재는 커버 기재 및 커버 기재 하부에 배치된 테코 필름을 포함하고, 테코 필름은  $550\text{nm}$  파장에서  $10\text{nm}$  내지  $5000\text{nm}$ 의 위상차를 가질 수 있다.

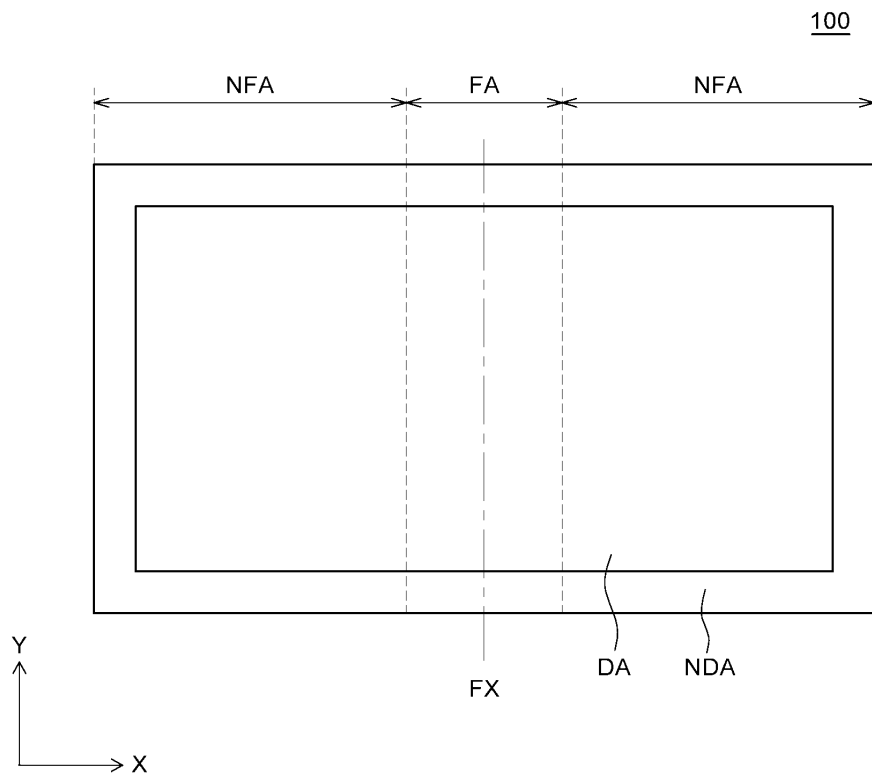
본 명세서의 몇몇 실시예에 따르면, 커버 기재는 강화 글래스이고, 테코 필름은  $550\text{nm}$  파장에서  $2000\text{nm}$  내지  $5000\text{nm}$ 의 위상차를 가질 수 있다.

본 명세서의 몇몇 실시예에 따르면, 커버 기재는 위상차를 가지는 폴리머 필름이고, 테코 필름은  $550\text{nm}$  파장에서  $10\text{nm}$  내지  $1000\text{nm}$ 의 위상차를 가질 수 있다.

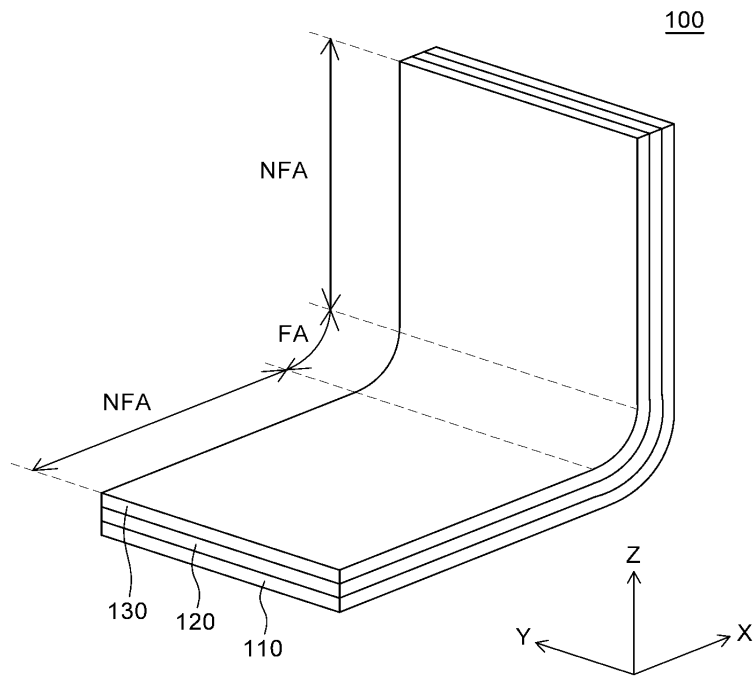
이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 제한하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 제한되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 제한적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

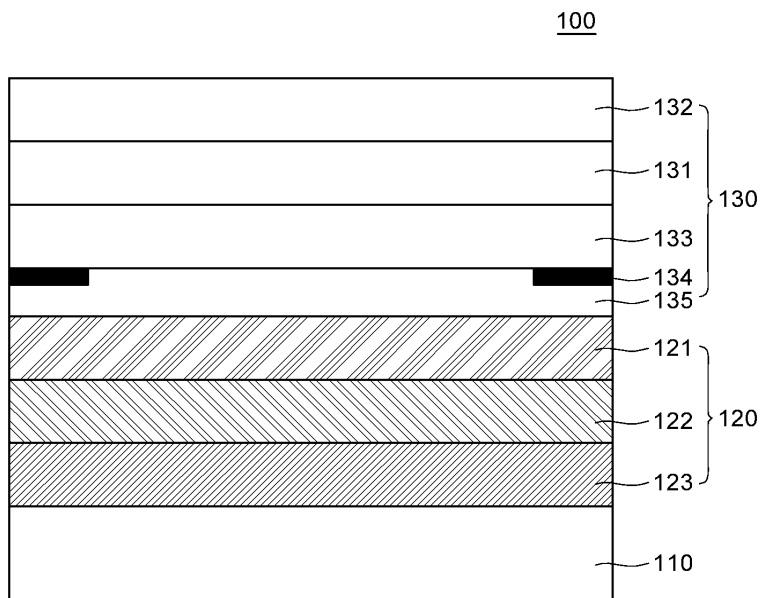
도면1a



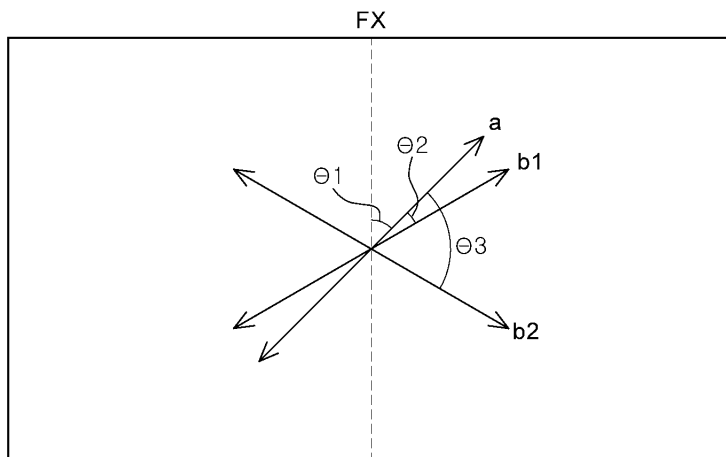
도면1b



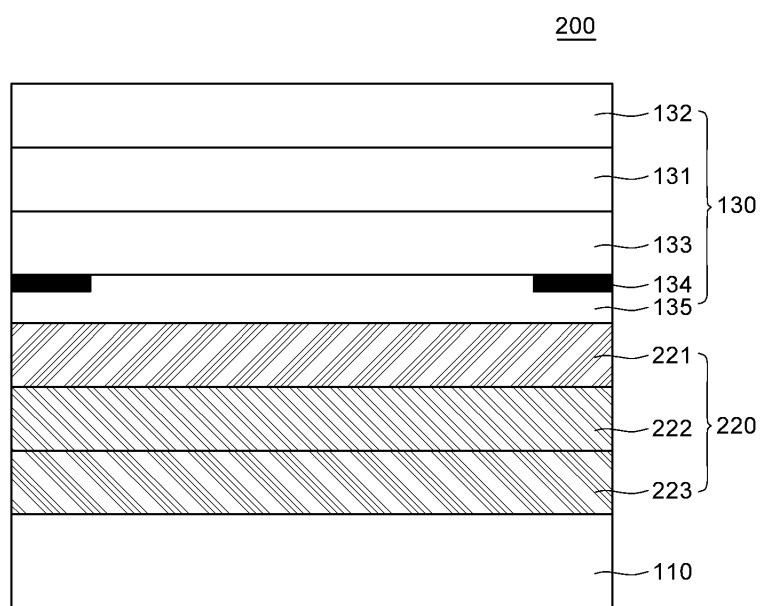
도면2a



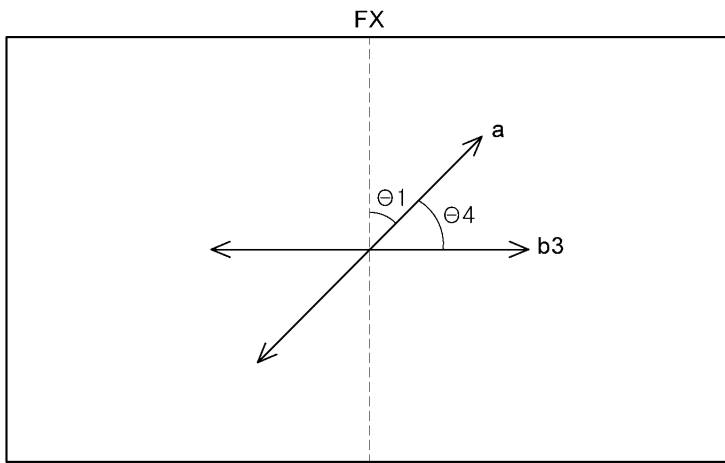
도면2b



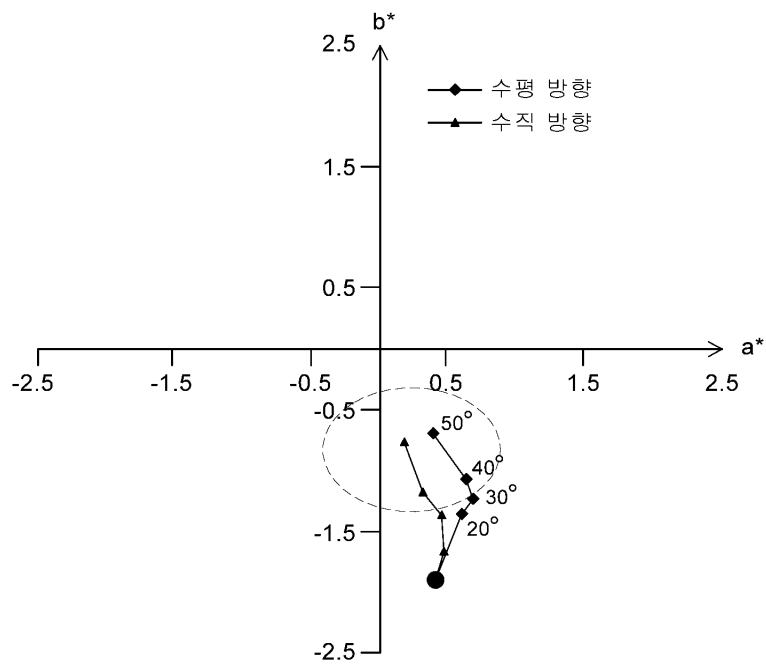
도면3a



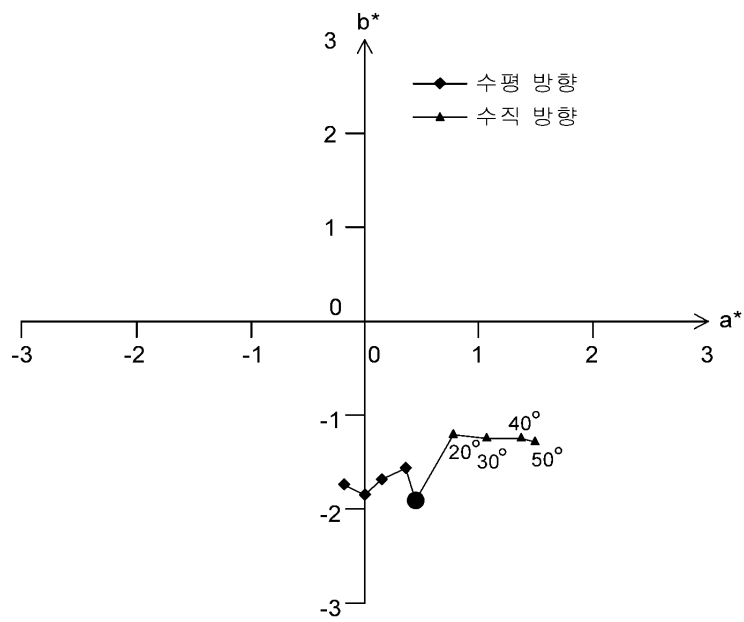
도면3b



도면4a



도면4b

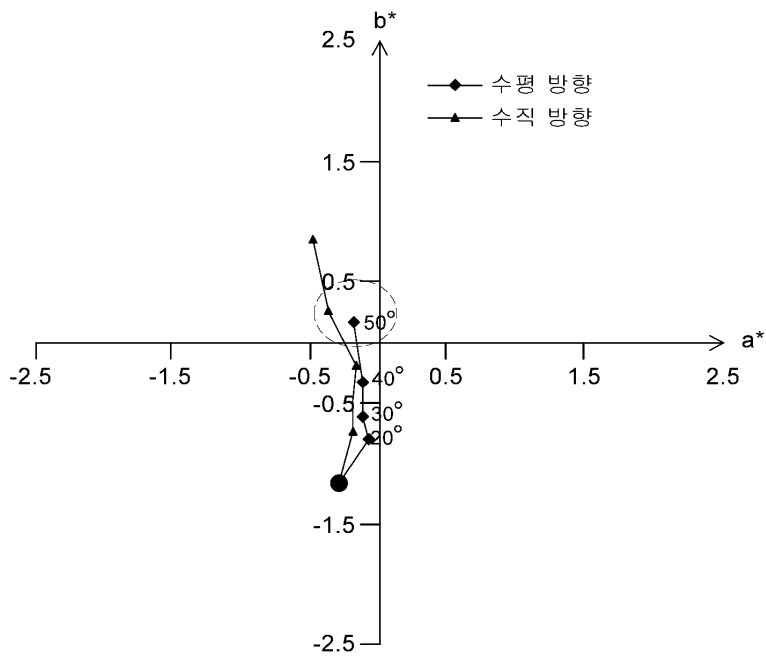


도면4c

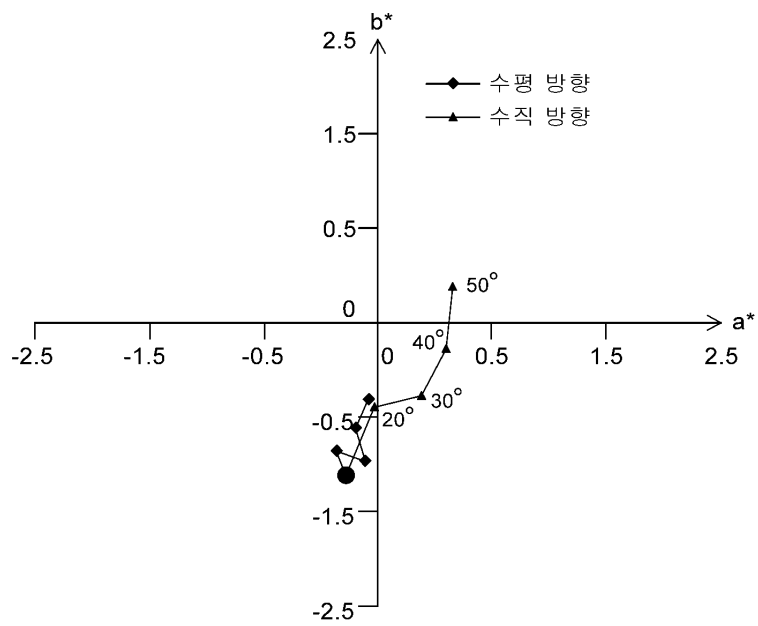
수평	수직
	
Weak Green	Weak Red





도면5a











도면5b



도면5c

수평	수직
	
Red	Green

도면6

	비교예 3	실시예 3	비교예 4	실시예 4
사진				
플렉아웃	반생	미반생	반생	미반생
사진				
레이포우 무라	강	약	미반생	약