

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 3월 24일 (24.03.2016)



(10) 국제공개번호
WO 2016/043497 A2

- (51) 국제특허분류:
G02F 1/1347 (2006.01) G02F 1/1334 (2006.01)
G02F 1/137 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/009672
- (22) 국제출원일: 2015년 9월 15일 (15.09.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2014-0122565 2014년 9월 16일 (16.09.2014) KR
10-2014-0123564 2014년 9월 17일 (17.09.2014) KR
10-2014-0127436 2014년 9월 24일 (24.09.2014) KR
10-2014-0157016 2014년 11월 12일 (12.11.2014) KR
10-2014-0159071 2014년 11월 14일 (14.11.2014) KR
10-2014-0159081 2014년 11월 14일 (14.11.2014) KR
- (71) 출원인: 엘지디스플레이 주식회사 (LG DISPLAY CO.,LTD.) [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 이문선 (LEE, Moon Sun); 30088 세종시 금남면 금병로 31-18, Sejong (KR). 안지영 (AHN, Ji Young); 10374 경기도 고양시 일산서구 강선로 187 1001 동 1102 호, Gyeonggi-do (KR). 김푸름 (KIM, Pu Reum); 21523 인천시 남동구 만수서로 55 137 동 1402

호, Incheon (KR). 김기한 (KIM, Ki Han); 10932 경기도 파주시 독암길 14 104 동 802 호, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 오세일 (OH, Seil); 06222 서울시 강남구 언주로 425 재송빌딩 5층, Seoul (KR).

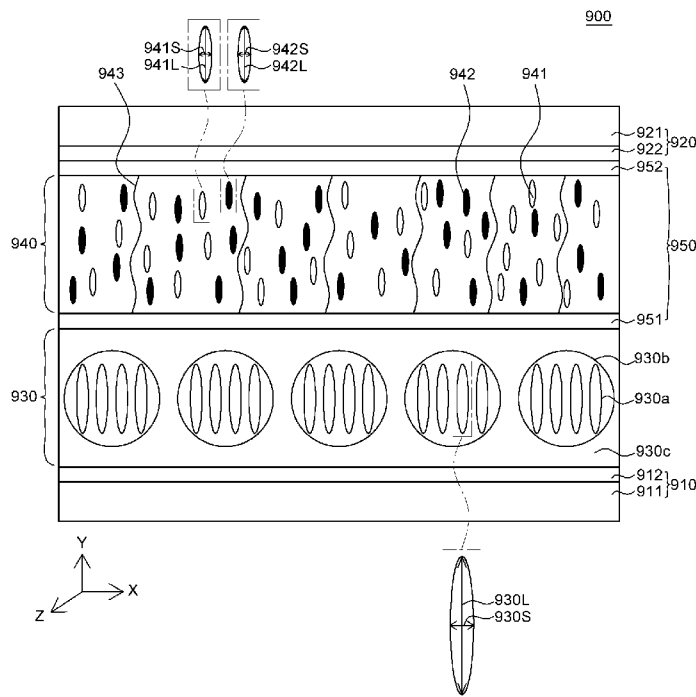
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: LIGHT CONTROL DEVICE, METHOD FOR MANUFACTURING LIGHT CONTROL DEVICE AND DISPLAY DEVICE COMPRISING LIGHT CONTROL DEVICE

(54) 발명의 명칭: 광 제어 장치, 광 제어 장치의 제조 방법 및 광 제어 장치를 포함하는 표시 장치



(57) Abstract: Provided are a light control device, a method for manufacturing a light control device, and a display device comprising a light control device. The light control device comprises: a first substrate and a second substrate which face each other; and a plurality of liquid crystal units between the first substrate and the second substrate, wherein the plurality of liquid crystal units comprise: a first liquid crystal unit which comprises a droplet and a polymer, the droplet having a first liquid crystal; and a second liquid crystal unit which is disposed on or below the first liquid crystal unit and is a polymer network liquid crystal (PNLC) having a second droplet, a color developing member and a network.

(57) 요약서: 광 제어 장치, 광 제어 장치의 제조 방법 및 광 제어 장치를 포함하는 표시 장치가 제공된다. 광 제어 장치는 서로 마주보는 제 1 기판 및 제 2 기판, 제 1 기판과 제 2 기판 사이의 복수의 액정부를 포함하고, 복수의 액정부는 제 1 액정과 갖는 액적(droplet) 및 폴리머를 포함하는 제 1 액정과와 상기 제 1 액정부 상에 또는 아래에 배치되며, 제 2 액정, 발색부재 및 그물막(network)을 갖는 고분자 네트워크 액정(PNLC)인 제 2 액정부를 포함한다.

WO 2016/043497 A2

공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

명세서

발명의 명칭: 광 제어 장치, 광 제어 장치의 제조 방법 및 광 제어 장치를 포함하는 표시 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 복수의 액정부를 통해 투명 모드 및 차광 모드를 구현할 수 있는 광 제어 장치, 광 제어 장치의 제조 방법 및 광 제어 장치를 포함하는 표시 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 정보화 시대로 접어들어 따라 대량의 정보를 처리 및 표시하는 디스플레이(display) 분야가 급속도로 발전해 왔고, 이에 부응하여 여러 가지 다양한 표시 장치가 개발되어 각광받고 있다.
- [3] 이와 같은 표시 장치의 구체적인 예로는 액정 표시 장치(Liquid Crystal Display device: LCD), 플라즈마 표시 장치(Plasma Display Panel device: PDP), 전계 방출 표시 장치(Field Emission Display device: FED), 전기 발광 표시 장치(Electroluminescence Display device: ELD), 유기 발광 소자(Organic Light Emitting Diodes: OLED) 등을 들 수 있다. 이 표시 장치는 박형화, 경량화, 및 저소비전력화의 우수한 성능을 보여 현재는 표시 장치의 적용 분야가 계속 증가하고 있다. 특히 대부분의 전자 장치나 모바일 기기에서 표시 장치가 사용자 인터페이스의 하나로 사용되고 있다.
- [4] 또한, 최근에는 특성상 사용자가 표시 장치를 투과해 반대편에 위치한 사물 또는 이미지를 볼 수 있는 투명 표시 장치에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.
- [5] 투명 표시 장치는 공간활용성, 인테리어 및 디자인의 장점을 가지며, 다양한 응용분야를 가질 수 있다. 투명 표시 장치는 정보인식, 정보처리 및 정보표시의 기능을 하는 표시 장치를 투명한 전자기기로 구현함으로써, 기존 표시 장치 대비 전자기기의 공간적 및 시각적 제약을 해소할 수 있다. 이러한 투명 표시 장치는 스마트 창(smart window)에 사용될 수 있으며 스마트 창은 스마트 홈이나 스마트 자동차에서 사용되는 창으로 응용될 수 있다.
- [6] 이 중 LCD는 에지 타입의 백라이트를 적용하여 투명 표시 장치로 구현될 수 있으나, LCD를 활용한 투명 표시 장치는 투과율이 매우 낮고, 블랙(black) 구현을 위해 사용되는 편광판에 의해 투명도가 저하되는 단점이 있으며, 야외 시인성에 대해 단점을 가지고 있다.
- [7] 그리고, OLED를 접목한 투명 표시 장치는 소비 전력이 LCD를 활용한 투명 표시 장치에 비해 높으며, 트루 블랙(true black) 표현에 어려움이 있으며, 어두운 환경에서는 명암비(contrast ratio)에 문제가 없으나 빛이 있는 일반 환경에서는 명암비가 저하되는 투명 표시 장치로서의 단점을 가지고 있다.
- [8] 따라서, 투명 모드 및 차광 모드를 구현하기 위해서, OLED를 접목한 투명 표시

장치의 광 제어 장치로 고분자 분산형 액정(polymer dispersed liquid crystal, PDLC) 및 고분자 네트워크 액정(polymer networked liquid crystal, PNLC)을 활용하는 방안이 제안되고 있다. 고분자 분산형 액정(polymer dispersed liquid crystal, PDLC) 또는 고분자 네트워크 액정(polymer networked liquid crystal, PNLC)은 모노머(monomer)와 액정을 혼합한 후 자외선(UV)을 조사하여 형성될 수 있다.

- [9] 특히 고분자 분산형 액정(PDLC)은 액적 내에 액정이 형성된 구조이고, 고분자 네트워크 액정(PNLC)은 액정 상에 폴리머가 네트워크 구조로 분포된 구조이다.
- [10] 고분자 분산형 액정(PDLC) 또는 고분자 네트워크 액정(PNLC)에 전기장을 인가하게 되면 액정의 배열이 변화하여, 외부로부터 입사하는 빛을 산란 또는 투과시킬 수 있다. 즉, 고분자 분산형 액정(PDLC) 또는 고분자 네트워크 액정(PNLC)를 이용하는 장치는 편광판이 없이도 빛을 산란시키거나 빛을 투과시킬 수 있으므로, 투명 표시 장치의 광 제어 장치로 적용하는 것이 가능하다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [11] 본 발명의 목적은 전압이 인가되지 않는 초기 상태에서 외부로부터 들어온 빛을 통과시켜, 초기 상태에서 투명 모드를 구현할 수 있으므로, 소비 전력이 감소된 광 제어 장치를 제공하는 것이다.
- [12] 또한, 본 발명의 다른 목적은 외부로부터 들어오는 빛을 차단하여 색을 표시하거나 또는 장치의 뒷 배경을 보이지 않게 할 수 있는 광 제어 장치를 제공하는 것이다.
- [13] 또한, 본 발명의 또 다른 목적은 투명 표시 장치에 결합되어 사용자에게 투명 모드를 제공하거나 외부의 빛을 차단하는 차광 모드를 제공함으로써 영상 시인성이 높은 광 제어 장치를 제공할 수 있다.
- [14] 본 발명이 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 한정되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [15] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 광 제어 장치는 서로 마주보는 제1 기판 및 제2 기판, 제1 기판과 제2 기판 사이의 복수의 액정부를 포함하고, 복수의 액정부는 제1 액정을 갖는 액적(droplet) 및 폴리머를 포함하는 제1 액정부와 제1 액정부 상에 또는 아래에 배치되며, 제2 액정, 발색부재 및 그물막(network)을 갖는 고분자 네트워크 액정(PNLC)인 제2 액정부를 포함한다.
- [16] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 광 제어 장치는 제1 기판과 복수의 액정부 사이에 있는 제1 전극 및 제2 기판과 복수의 액정부 사이에 있는 제2 전극을 더

- 포함하고, 제2 액정은 네거티브 액정이고, 제1 전극 및 제2 전극은 복수의 액정부에 수직 전기장을 인가하도록 구성될 수 있다.
- [17] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 액정은 네거티브 액정이며, 제1 액정부에 전기장이 인가되지 않은 상태에서 제1 기판 및 제2 기판에 대해 수직 방향으로 배열될 수 있다.
- [18] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 액정부의 제1 액정의 단축의 굴절률, 제1 액정부의 폴리머의 굴절률, 제2 액정부의 제2 액정의 단축의 굴절률 및 제2 액정부의 그물막의 굴절률은 서로 동일할 수 있다.
- [19] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 액정부의 제1 액정의 장축의 굴절률은 제1 액정부의 폴리머의 굴절률과 서로 상이할 수 있다.
- [20] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 액정은 포지티브 액정이며, 제1 액정부에 전기장이 인가되지 않은 상태에서 제1 기판 및 제2 기판에 수평 방향으로 배열될 수 있다.
- [21] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 액정부의 제1 액정의 장축의 굴절률, 제1 액정부의 폴리머의 굴절률, 제2 액정부의 제2 액정의 단축의 굴절률 및 제2 액정부의 그물막의 굴절률은 서로 동일할 수 있다.
- [22] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 액정부의 제1 액정의 단축의 굴절률은 제1 액정부의 폴리머의 굴절률과 서로 상이할 수 있다.
- [23] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 액정은 포지티브 액정 또는 네거티브 액정이고, 제1 액정부에 전기장이 인가되지 않은 상태에서 아이소트로픽 상(isotropic state)일 수 있다.
- [24] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 액정부의 제1 액정의 평균 굴절률, 제1 액정부의 폴리머의 굴절률, 제2 액정부의 제2 액정의 단축의 굴절률 및 제2 액정부의 그물막의 굴절률은 서로 동일할 수 있다.
- [25] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 액정부의 제1 액정의 단축의 굴절률 또는 장축의 굴절률은 제1 액정부의 폴리머의 굴절률과 서로 상이할 수 있다.
- [26] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 광 제어 장치는 제1 기판과 복수의 액정부 사이에 있고, 복수의 패턴 전극으로 구성된 제1 전극을 더 포함하고, 제2 액정은 포지티브 액정이고, 제1 전극은 복수의 액정부에 수평 전기장을 인가하도록 구성된 복수의 패턴 전극을 포함할 수 있다.
- [27] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 액정은 네거티브 액정이며, 제1 액정부에 전기장이 인가되지 않은 상태에서 제1 기판 및 제2 기판에 수평 방향으로 배열될 수 있다.
- [28] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 액정부의 제1 액정의 장축의 굴절률, 제1 액정부의 폴리머의 굴절률, 제2 액정부의 제2 액정의 단축의 굴절률 및 제2 액정부의 그물막의 굴절률은 서로 동일할 수 있다.
- [29] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 액정부의 제1 액정의 단축의 굴절률은 제1 액정부의 폴리머의 굴절률과 서로 상이할 수 있다.

- [30] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 액정은 포지티브 액정이며, 제1 액정부에 전기장이 인가되지 않은 상태에서 제1 기판 및 제2 기판에 대해 수직 방향으로 배열될 수 있다.
- [31] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 액정부의 제1 액정의 단축의 굴절률, 제1 액정부의 폴리머의 굴절률, 제2 액정부의 제2 액정의 단축의 굴절률 및 제2 액정부의 그물막의 굴절률은 서로 동일할 수 있다.
- [32] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 액정부의 제1 액정의 장축의 굴절률은 제1 액정부의 폴리머의 굴절률과 서로 상이할 수 있다.
- [33] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 액정부의 액정은 포지티브 액정 또는 네거티브 액정이며, 제1 액정부에 전기장이 인가되지 상태에서 아이소트로픽 상일 수 있다.
- [34] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 액정부의 제1 액정의 평균 굴절률, 제1 액정부의 폴리머의 굴절률, 제2 액정부의 제2 액정의 단축의 굴절률 및 제2 액정부의 그물막의 굴절률은 서로 동일할 수 있다.
- [35] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 액정부의 제1 액정의 단축의 굴절률 또는 장축의 굴절률은 제1 액정부의 폴리머의 굴절률과 서로 상이할 수 있다.
- [36] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 광 제어 장치는 제1 기판과 제1 전극 사이의 절연층 및 절연층과 제1 기판 사이의 공통 전극을 더 포함하고, 제1 전극과 공통 전극은 복수의 액정부에 수평 전기장을 인가하도록 구성될 수 있다.
- [37] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 광 제어 장치는 제2 액정부에 위치하는 격벽을 더 포함하고, 격벽은 빛을 통과시키는 투명한 재질의 포토 레지스트(photo resist), 폴리디메틸실록산(Polydimethylsiloxane) 및 광 경화성 폴리머 중 어느 하나로 이루어질 수 있다.
- [38] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 광 제어 장치는 제2 액정부의 액정을 배열하기 위해 제2 액정부 상에 또는 아래에 배치되는 배향막을 더 포함할 수 있다.
- [39] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 광 제어 장치는 복수의 액정부 상에 또는 아래에 있는 굴절률 매칭층을 더 포함할 수 있다.
- [40] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치는 표시 패널 및 표시 패널의 일면에 있는 광 제어 장치를 포함하고, 광 제어 장치는, 서로 마주보는 제1 기판 및 제2 기판, 제1 기판과 제2 기판 사이에 배치되고, 전기장이 인가되지 않는 경우 빛을 투과시키는 투명 모드로 구현되고, 전기장이 인가되는 경우 빛을 차단하는 차광 모드로 구현되는 복수의 액정부를 포함하고, 복수의 액정부는 액정을 갖는 액적(droplet)을 포함하는 고분자 분산형 액정(PDLC) 및 고분자 분산형 액정(PDLC) 상에 또는 아래에 배치되는, 고분자 네트워크 액정(PNLC)을 포함할 수 있다.
- [41] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 표시 패널은 유기 발광 표시 패널일 수 있다.
- [42] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 광 제어 장치는 표시 패널의 전면(front

surface) 및 배면(rear surface) 중 적어도 하나에 부착될 수 있다.

[43] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 표시 패널은 투과 영역과 발광 영역을 포함하는 투명 표시 패널이고, 표시 패널이 화상을 표시하는 표시 모드에서 복수의 액정부는 차광 모드로 구현되고, 표시 패널이 화상을 표시하지 않는 비표시 모드에서 복수의 액정부는 투명 모드 또는 차광 모드로 구현될 수 있다.

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

[45] 본 발명은 복수 개의 액정부가 적층된 구조를 포함하여, 하나의 액정부로 구성된 광 제어 장치에 비해 투명 모드에서 투과율을 높이고, 차광 모드에서 차광률을 높일 수 있는 광 제어 장치를 제공할 수 있다.

[46] 본 발명은 복수 개의 액정부가 적층된 구조를 포함하여, 하나의 액정부로 구성된 광 제어 장치에 비해 차광 모드에서 산란되는 빛의 경로가 길어지므로, 발색부재에 의한 광흡수가 증가되어 차광 모드에서의 차광률을 높일 수 있다. 또한, 발색부재에 의한 광흡수가 증가되므로 발색부재의 양을 줄일 수 있으므로, 투명 모드에서 투과율을 높일 수 있다.

[47] 본 발명은 전압의 인가 없이도 외부로부터 입사되는 빛을 통과시켜 투명 모드로 구현할 수 있는 광 제어 장치를 제공할 수 있다.

[48] 또한, 본 발명의 광 제어 장치는 초기 상태에서 액정이 외부로부터 입사되는 빛을 통과시키는 배열을 이루고 있기 때문에, 초기 상태에서 투명 모드를 구현할 수 있으므로, 본 발명은 소비 전력이 감소된 광 제어 장치를 제공할 수 있다.

[49] 또한, 본 발명은 색을 가지는 염료(dye)로 이루어지는 발색부재를 포함하여 블랙 또는 블랙 이외의 다른 색을 표현함으로써 광 제어 장치의 뒷 배경을 보이지 않게 하는 차광 모드로 구현하는 광 제어 장치를 제공할 수 있다.

[50] 또한, 본 발명은 액정부 내부에 위치한 격벽을 사용하여 발색부재가 특정 영역으로 쏠리는 현상을 방지함으로써 액정부 내에서 고르지 못한 발색부재에 의한 빛샘을 방지하므로 광 제어 장치의 차광률을 높일 수 있다.

[51] 또한, 본 발명은 액정부 내부에 위치하는 격벽을 사용하여 외부에서 가해지는 충격을 흡수할 수 있으므로, 플렉서블(flexible) 표시 장치에 적용될 수 있는 광 제어 장치를 제공할 수 있다.

[52] 또한, 본 발명은 굴절률 매칭층을 이용하므로 굴절률 차이를 줄여 투명 모드 구현 시 광 제어 장치의 투과율을 향상시킬 수 있고, 광 제어 장치 내부에서 발생하는 단선(short)을 예방하여 광 제어 장치의 구동 신뢰성을 높일 수 있다.

[53] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 한정되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

[54] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도이다.

[55] 도 2는 도 1에 도시된 광 제어 장치의 투명 모드를 도시한 단면도이다.

[56] 도 3은 도 1에 도시된 광 제어 장치의 차광 모드를 도시한 단면도이다.

- [57] 도 4a는 도 1에 도시된 광 제어 장치의 차광 모드에서의 제1 액정부의 개략적인 평면도이다.
- [58] 도 4b는 도 1에 도시된 광 제어 장치의 차광 모드에서의 제2 액정부의 개략적인 평면도이다.
- [59] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도이다.
- [60] 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도이다.
- [61] 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도들이다.
- [62] 도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도이다.
- [63] 도 9a 및 도 9b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도들이다.
- [64] 도 10a는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도이다.
- [65] 도 10b는 도 10a에 도시된 광 제어 장치의 제1 액정부가 포지티브 액정인 경우 광 제어 장치의 차광 모드를 도시한 개략적인 단면도이다.
- [66] 도 10c는 도 10a에 도시된 광 제어 장치의 제1 액정부가 네거티브 액정인 경우 광 제어 장치의 차광 모드를 도시한 개략적인 단면도이다.
- [67] 도 11a 및 도 11b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도들이다.
- [68] 도 12a는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도이다.
- [69] 도 12b는 도 12a에 도시된 광 제어 장치의 투명 모드를 도시한 단면도이다.
- [70] 도 12c는 도 12a에 도시된 광 제어 장치의 차광 모드를 도시한 단면도이다.
- [71] 도 13a 및 도 13b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도들이다.
- [72] 도 14는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도이다.
- [73] 도 15a 및 도 15b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도들이다.
- [74] 도 16a는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도이다.
- [75] 도 16b는 도 16a에 도시된 광 제어 장치의 제1 액정부가 포지티브 액정인 경우 광 제어 장치의 차광 모드를 도시한 개략적인 단면도이다.
- [76] 도 16c는 도 16a에 도시된 광 제어 장치의 제1 액정부가 네거티브 액정인 경우 광 제어 장치의 차광 모드를 도시한 개략적인 단면도이다.
- [77] 도 17a 및 도 17b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도들이다.
- [78] 도 18a 내지 도 18e는 본 발명의 일 실시예에 따른 광 제어 장치의 제조 방법을 설명하기 위한 공정 단면도들이다.
- [79] 도 19a 내지 도 19c는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 제조 방법을 설명하기 위한 공정 단면도들이다.
- [80] 도 20a 내지 도 20d는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 제조

방법을 설명하기 위한 공정 단면도들이다.

- [81] 도 21a는 본 발명의 실시예에 따른 광 제어 장치가 적용된 표시 장치를 설명하기 위한 개략적인 평면도이다.
- [82] 도 21b는 도 21a의 XXI-XXI'에 따른 표시 장치의 단면도이다.
- [83] 도 21c 및 도 21d는 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 표시 장치의 단면도들이다.
- [84] 도 22a는 본 발명의 실시예에 따른 광 제어 장치가 적용된 표시 장치를 설명하기 위한 개략적인 평면도이다.
- [85] 도 22b는 도 22a의 XXII-XXII'에 따른 표시 장치의 단면도이다.
- [86] 도 22c는 본 발명의 다른 실시예에 따른 표시 장치의 단면도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [87] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [88] 본 발명의 실시 예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 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.
- [89] 본 명세서에서 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.
- [90] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.
- [91] 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.
- [92] 시간 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~후에', '~에 이어서', '~다음에', '~전에' 등으로 시간적 선후 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 연속적이지 않은 경우도 포함할 수 있다.
- [93] 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 한정되지 않는다. 이들 용어들은 단지 하나의

구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있다.

- [94] "X축 방향", "Y축 방향" 및 "Z축 방향"은 서로 간의 관계가 수직으로 이루어진 기하학적인 관계만으로 해석되어서는 아니 되며, 본 발명의 구성이 기능적으로 작용할 수 있는 범위 내에서보다 넓은 방향성을 가지는 것을 의미할 수 있다.
- [95] "적어도 하나"의 용어는 하나 이상의 관련 항목으로부터 제시 가능한 모든 조합을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 예를 들어, "제1 항목, 제2 항목 및 제3 항목 중에서 적어도 하나"의 의미는 제1 항목, 제2 항목 또는 제3 항목 각각 뿐만 아니라 제1 항목, 제2 항목 및 제3 항목 중에서 2개 이상으로부터 제시될 수 있는 모든 항목의 조합을 의미할 수 있다.
- [96] 본 발명의 여러 실시 예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하고, 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시 예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시할 수도 있다.
- [97] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다.
- [98] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도이다. 도 2는 도 1에 도시된 광 제어 장치의 투명 모드를 도시한 단면도이다. 도 3은 도 1에 도시된 광 제어 장치의 차광 모드를 도시한 단면도이다. 도 1 내지 도 3을 참조하면, 광 제어 장치(100)는 제1 전극부(110), 제2 전극부(120), 제1 액정부(130), 제2 액정부(140) 및 배향부(150)를 포함한다.
- [99] 도 1을 참조하면, 제1 전극부(110)는 제1 기관(111) 및 제1 전극(112)을 포함한다. 보다 구체적으로 제1 전극부(110)는 투명 재질로 이루어지는 제1 기관(111)과 제1 기관(111) 상에 위치하는 제1 전극(112)을 포함한다. 제1 기관(111)은 일반적인 표시 장치 또는 플렉서블 표시 장치에서 사용되는 기관을 한정 없이 사용할 수 있다. 구체적으로 제1 기관(111)은 투명한 유리 계열 또는 투명한 플라스틱 계열의 물질로 이루어질 수 있고, 예를 들어, TAC(triacetyl cellulose) 또는 DAC(diacetyl cellulose) 등과 같은 셀룰로오스 수지(cellulose resin), 노르보르넨 유도체(norbornene derivatives) 등의 COP(cyclo olefin polymer), COC(cyclic olefin copolymer), PMMA(poly(methylmethacrylate)) 등의 아크릴 수지(acrylic resin), PC(polycarbonate), PE(polyethylene) 또는 PP(polypropylene) 등의 폴리올레핀(polyolefin), PVA(polyvinyl alcohol), PES(poly ether sulfone), PEEK(polyetheretherketone), PEI(polyetherimide), PEN(polyethylenenaphthalate), PET(polyethyleneterephthalate) 등의 폴리에스테르(polyester), PI(polyimide), PSF(polysulfone), 또는 불소 수지(fluoride resin) 등을 포함하는 시트 또는 필름이 제1 기관(111)으로 사용될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [100] 제1 전극(112)은 제1 기관(111)의 일 면 상에 배치되고, 패턴을 가지지 않는

형상을 가진다. 제1 전극(112)은 전도성을 가지는 동시에 외부 광을 투과시킬 수 있는 투명한 도전물질로 이루어진다. 예를 들어, 제1 전극(112)은 은 산화물(예; AgO 또는 Ag_2O 또는 Ag_2O_3), 알루미늄 산화물(예; Al_2O_3), 텅스텐 산화물(예; WO_2 또는 WO_3 또는 W_2O_3), 마그네슘 산화물(예; MgO), 몰리브덴 산화물(예; MoO_3), 아연 산화물(예; ZnO), 주석 산화물(예; SnO_2), 인듐 산화물(예; In_2O_3), 크롬 산화물(예; CrO_3 또는 Cr_2O_3), 안티몬 산화물(예; Sb_2O_3 또는 Sb_2O_5), 티타늄 산화물(예; TiO_2), 니켈 산화물(예; NiO), 구리 산화물(예; CuO 또는 Cu_2O), 바나듐 산화물(예; V_2O_3 또는 V_2O_5), 코발트 산화물(예; CoO), 철 산화물(예; Fe_2O_3 또는 Fe_3O_4), 니오븀 산화물(예; Nb_2O_5), 인듐 주석 산화물(예; Indium Tin Oxide, ITO), 인듐 아연 산화물(예; Indium Zinc Oxide, IZO), 알루미늄 도핑된 아연 산화물(예; Aluminium doped Zinc Oxide, ZAO), 알루미늄 도핑된 주석 산화물(예; Aluminum Tin Oxide, TAO) 및 안티몬 주석 산화물(예; Antimony Tin Oxide, ATO) 등으로 이루어진 군으로부터 선택되는 물질로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [101] 제2 전극부(120)는 제1 기판(111)과 마주보는 제2 기판(121) 및 제2 전극(122)을 포함한다. 보다 구체적으로 제2 전극부(120)는 투명 재질로 이루어지는 제2 기판(121)과 제2 기판(121) 상에 위치하는 제2 전극(122)을 포함한다. 제2 전극부(120)의 제2 기판(121) 및 제2 전극(122)의 형상 및 물질은 제1 전극부(110)의 제2 기판(111) 및 제2 전극(112)의 형상 및 물질과 동일할 수 있다. 제1 전극부(110)의 제1 전극(112)과 제2 전극부(120)의 제2 전극(122)이 광 제어 장치(100)의 상부 및 하부에 각각 배치됨에 따라 제1 전극(112) 및 제2 전극(122)은 복수의 액정부(130, 140)에 수직 전기장을 인가하도록 구성될 수 있다.
- [102] 앞선 설명에서는 복수의 전극부(110, 120)가 각각의 기판(111, 121) 및 각각의 기판(111, 112)에 형성된 전극(112, 122)으로 구성되는 것으로 설명하였지만 이외에도 전극부(110, 120)는 기판 없이 각각의 전극(112, 122)만으로 구성될 수 있다. 즉, 통전극 형상을 가지고 서로 마주보는 복수의 전극(112, 122) 사이에 후술할 복수의 액정부(130, 140)가 위치할 수도 있다.
- [103] 도 1을 참조하면, 광 제어 장치(100)는 제1 전극부(110)와 제2 전극부(120) 사이의 복수의 액정부(130, 140)를 포함한다. 복수의 액정부(130, 140)는 제1 전극부(110) 상의 제1 액정부(130) 및 제1 액정부(120)와 제2 전극부(120) 사이의 제2 액정부(140)를 포함한다.
- [104] 제1 액정부(130)는 액정(130a)을 포함하는 액적(droplet; 130b) 및 폴리머(130c)를 갖는 고분자 분산형 액정(PDLC)로 구성된다. 제1 액정부(130)의 액정(130a)은 초기 상태(normally)에서 제1 전극부(110) 및 제2 전극부(120)에 대해 수직으로 배열된 호메오토프 상(homeotropic state)을 갖는다. 광 제어 장치(100)의 제1 전극(112) 및 제2 전극(122)에 전압이 인가되지 않아 제1 액정부(130)에 전기장이 인가되지 않은 상태인 초기 상태라 한다. 이때 제1

액정부(130)의 액정(130a)의 장축(130L)은 제1 전극부(110) 및 제2 전극부(120)에 대해 수직 방향으로 배열된다. 또한, 제1 액정부(130)의 액정(130a)은 수직(y축) 전기장에 의해 배열이 변경되는 네거티브(negative) 액정일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 제1 액정부(130)는 폴리머(130c)로 인해 액적(130b)을 제외한 나머지 부분이 고체 상태에 있다. 따라서, 제1 액정부(130)는 스페이서 또는 격벽이 없이도 셀 갭을 유지할 수 있다.

- [105] 제1 액정부(130)의 액정(130a)은 장축(130L)과 단축(130S)을 가진다. 이 때 제1 액정부(130)의 단축(130S)의 굴절률은 폴리머(130c)의 굴절률과 같고 장축(130L)의 굴절률은 폴리머(130c)의 굴절률과 다르다. 일반적으로 네거티브 액정은 단축보다 장축의 굴절률이 크다. 따라서 제1 액정부(130)의 액정(130a)은 장축(130L)의 굴절률이 단축(130S)의 굴절률 보다 크다. 예를 들어, 액정(130a)의 단축(130S)의 굴절률이 1.4이고 장축(130L)의 굴절률을 1.5인 네거티브 액정으로 이루어질 경우, 폴리머(130c)는 액정(130a)의 단축(130S)의 굴절률과 동일한 굴절률을 갖는 물질을 사용하면 된다. 반대로 폴리머(130c)의 굴절률이 먼저 선택될 경우, 이에 맞춰 단축(130S)의 굴절률이 폴리머(130c)의 굴절률과 같고 장축(130L)의 굴절률이 폴리머(130c)의 굴절률과 다른 네거티브 액정이 액정(130a)으로 사용될 수 있다.
- [106] 제1 액정부(130)는 액정(130a)과 UV와 같은 광에 의해 폴리머로 변화되는 모노머를 혼합하여 제조된다. 즉, 광 경화성 모노머와 액정(130a)을 혼합하여 혼합 액정을 만든 후 이 혼합 액정에 광을 조사하게 되면 모노머는 고체 상태의 폴리머(130c)로 변하게 되는데 이 과정에서 액정(130a)을 포함하는 액적(130b)이 폴리머(130c) 내에 위치하게 된다.
- [107] 제2 액정부(140)는 액정(141) 및 발색부재(142)를 갖는 게스트 호스트 액정(GHLC)으로 구성된다. 제2 액정부(140)의 액정(141)은 초기 상태에서 제1 전극부(110) 및 제2 전극부(120)에 대해 수직으로 배열된 호메�트로픽 상을 갖는다. 광 제어 장치(100)의 제1 전극(112) 및 제2 전극(122)에 전압이 인가되지 않아 제2 액정부(140)에 전기장이 인가되지 않은 상태인 초기 상태라 한다. 이때 제2 액정부(140)의 액정(141)의 장축(141L)은 제1 전극부(110) 및 제2 전극부(120)에 대해 수직 방향으로 배열된다. 또한, 제2 액정부(140)의 액정(141)은 수직(y축) 전기장에 의해 배열이 변경되는 네거티브 액정일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [108] 제2 액정부(140)의 액정(141)의 초기 상을 수직으로 배열하기 위해 배향부(150)가 제2 액정부(140)의 상부 및 하부에 배치된다. 구체적으로, 배향부(150)는 제1 액정부(130)와 제2 액정부(140) 사이에 배치된 제1 배향막(151) 및 제2 액정부(140)와 제2 전극부(120) 사이에 배치된 제2 배향막(152)을 포함한다.
- [109] 배향부(150)는 초기 상태에 있어서 제2 액정부(140)의 액정(141)의 배열을 제1 전극부(110) 및 제2 전극부(120)에 대해서 수직하는 호메�트로픽 상으로

배열하기 위한 수직 배향 물질로 이루어진다. 배향부(150)의 수직 배향 물질로는 예를 들어, 폴리이미드(polyimide) 계열, 포스파티딜콜린(phosphatidylcholine, PPC) 계열 중 어느 하나 또는 이들의 혼합물로 이루어질 수 있다. 이외에도 배향부(150)는 수직 배향 물질인 HTAB(hexadecyltrimethylammonium Bromide) 혹은 CTAB(cetyl trimethyl ammonium bromide)를 이소프로필알코올(isopropyl alcohol, IPA)과 같은 용매(solvent)에 섞어서 제2 전극부(120)의 하부 또는 제2 액정부(140)의 하부에 각각 코팅 후 용매를 증발시킴으로써 형성될 수 있다.

[110] 배향부(150)의 제1 배향막(151)은 제1 액정부(130)의 상부, 다시 말하면 제1 액정부(130)와 제2 액정부(140) 사이에 위치한다. 이에 따라, 제1 배향막(151)은 제조 공정 중 제2 액정부(140)에 포함된 발색부재(142)가 다른 액정부 즉, 제1 액정부(130)로 이동하는 것을 막는 배리어 층(barrier layer)의 역할을 할 수 있다.

[111] 제2 액정부(140)의 액정(141)은 장축(141L)과 단축(141S)을 가진다. 이 때 제2 액정부(140)의 단축(141S)의 굴절률은 제1 액정부(130)의 액정(130a)의 단축(130S)의 굴절률 및 제1 액정부(130)의 폴리머(130c)의 굴절률과 같고, 제2 액정부(140)의 액정(141)의 장축(141L)의 굴절률은 단축(141S)의 굴절률과 다르다. 또한, 제2 액정부(140)의 액정(141)의 장축(141L)의 굴절률은 제1 액정부(130)의 액정(130a)의 장축(130L)의 굴절률과 서로 다를 수 있다. 다시 말하면, 제2 액정부(140)의 액정(130a)은 제1 액정부(140)의 액정(141)과 동일한 네거티브 액정이거나, 단축의 굴절률만이 동일한 네거티브 액정일 수 있다.

[112] 발색부재(142)는 제2 액정부(140)에 포함된다. 보다 구체적으로 발색부재(142)는 앞서 설명한 복수의 액정부(130, 140) 중 최상단에 위치하는 액정부에 포함될 수 있다. 도 1을 참조하면, 발색부재(142)는 장축(142S)과 단축(142S)을 가지는 동시에 발색부재(142)가 위치하는 제2 액정부(140)의 액정(141)의 배열 방향에 영향을 받아 배열이 변화된다. 즉, 초기 상태의 발색부재(142)는 제2 액정부(140)의 액정(141)을 따라서 제1 전극부(110) 및 제2 전극부(120)에 대해 수직 방향으로 배열되기 때문에 발색부재(142)의 장축(142L)이 길수록, 그리고 단축(142S)이 짧을수록 투명 모드 구동시 높은 투명도를 유지할 수 있으며 차광 모드 구동시 높은 차광도를 유지할 수 있다.

[113] 보다 구체적으로 도 2를 참조하면 전기장이 인가되지 않은 상태에서의 네거티브 액정(140a)은 제1 전극부(110) 또는 제2 전극부(120)에 대해 수직하게 배열된다. 따라서 발색부재(142) 역시 제1 전극부(110) 또는 제2 전극부(120)에 대해 수직하게 배열된다.

[114] 발색부재(142)는 색을 가지는 염료로 이루어질 수 있으며 블랙, 레드(red), 그린(green), 블루(blue), 옐로우(yellow) 중 어느 하나의 색을 가지거나 또는 이들의 혼합으로 이루어지는 색을 가질 수 있다. 예를 들어 광 제어 장치(100)가 표시 장치를 구성하는 투명 표시 패널의 배면(rear surface)에 결합될 경우 영상을 구현하는 동안에는 영상의 시인성을 향상시키기 위하여 배면으로부터 들어오는 빛을 차단해야 한다. 따라서 발색부재(142)는 블랙을 가지는 염료로 이루어질 수

있다. 이외에도 광 제어 장치(100)가 사용되는 장소와 목적에 따라 발색 부재(142)가 가질수 있는 색을 선택적으로 변경함으로써 사용자에게 심미적 효과를 제공할 수 있다.

- [115] 이하에서는, 도 2 및 도 3을 참조로 광 제어 장치(100)의 투명 모드 및 차광 모드의 구동 방식을 설명한다.
- [116] 도 2에 도시한 바와 같이, 광 제어 장치(100)의 초기 상태에서의 제2 액정부(140)의 액정(141)은 제1 전극부(110) 및 제2 전극부(120)에 수직하기 때문에 발색부재(142) 또한 제1 전극부(110) 및 제2 전극부(120)에 대해 수직 방향으로 배열된다. 이때 초기 상태라 함은 광 제어 장치(100)의 제조공정이 완료된 후 제1 전극부(110) 및 제2 전극부(120)에 전압이 인가되지 않은 상태 또는 제1 전극부(110)와 제2 전극부(120) 사이에 전압 차이가 없는 상태를 포함한다.
- [117] 상술한 바와 같이, 제1 액정부(130)의 액정(130a)의 단축(130S)의 굴절률, 제1 액정부(130)의 폴리머(130c)의 굴절률 및 제2 액정부(140)의 액정(141)의 단축(141S)의 굴절률이 서로 동일하다. 따라서 제1 액정부(130) 및 제2 액정부(140)에 전기장이 인가되지 않은 상태에서 광 제어 장치(100)로 입사하는 빛(L)은 광 제어 장치(100)를 통과하게 된다. 또한, 광 제어 장치(100)로 입사하는 빛(L)은 발색부재(142)의 장축(142L)보다 상대적으로 길이가 짧은 발색부재(142)의 단축(142S)에 닿게 된다. 따라서 빛(L)이 발색부재(142)에 흡수되는 양은 미비하다. 또한 대다수의 빛(L)은 제1 액정부(130) 및 제2 액정부(140)를 통과하기 때문에 광 제어 장치(100)는 투명한 상태를 유지하는 투명 모드로 구현될 수 있다.
- [118] 즉 제2 액정부(140)에 전기장이 인가되지 않은 상태에서 제1 액정부(130)의 액정(130a) 및 제2 액정부(140)의 액정(141)은 빛을 통과시키는 배열이다. 또한 빛(L)이 발색부재(142)에 닿는 영역은 아주 미비하기 때문에 광 제어 장치(100)는 투명한 상태를 유지할 수 있게 된다.
- [119] 따라서, 광 제어 장치(100)는 초기 상태에서는 외부로부터 들어온 빛(L)을 통과시키는 상 배열을 이루고 있기 때문에, 초기 상태에서 투명 모드를 구현할 수 있다. 이에 따라 광 제어 장치(100)의 소비 전력이 감소될 수 있다.
- [120] 도 2에 도시한 바와 같이, 제1 액정부(130)의 액정(130a) 및 제2 액정부(140)의 액정(141)은 초기 상태에서 호메오토프릭 상으로 이루어져 있다. 따라서 광 제어 장치(100)를 차광 모드로 구현하기 위해 제1 액정부(130)의 액정(130a) 및 제2 액정부(140)의 액정(141)의 배열은 변화되어야 한다. 이에 따라, 제1 전극부(110)와 제2 전극부(120)에 전압 차이를 만들어야 하므로, 액정부(130)에 전기장이 인가되어야 한다. 따라서 도 3에 도시된 바와 같이, 제1 전극부(110)의 제1 전극(112) 및 제2 전극부(120)의 제2 전극(122)에 전원(160)이 연결될 수 있다.
- [121] 구체적으로, 네거티브 액정의 경우, 네거티브 액정의 단축이 전기장 방향과 평행하게 움직인다. 따라서 제1 전극부(110)와 제2 전극부(120)에 전압을

공급하여 수직 전기장을 형성하여 액정(130a) 및 액정(141)의 배열이 변화될 수 있다. 여기서, 제1 전극부(111)와 제2 전극부(112)에 인가되는 전압의 차이는 5V 이상이지만 이에 한정되는 것은 아니다.

- [122] 이하에서는 광 제어 장치(100)의 차광 모드에서의 제1 액정부(130)의 액정(130a) 및 제2 액정부(140)의 액정(141)과 발색부재(142)의 배열을 설명하기 위해 도 4a 및 도 4b를 함께 참조한다.
- [123] 도 4a는 도 1에 도시된 광 제어 장치의 차광 모드에서의 제1 액정부의 개략적인 평면도이다. 도 4b는 도 1에 도시된 광 제어 장치의 차광 모드에서의 제2 액정부의 개략적인 평면도이다.
- [124] 먼저, 도 3 및 도 4a를 참조하면, 제1 전극부(110)와 제2 전극부(120)에 전압이 인가되어 제1 액정부(130)에 전기장이 인가된다. 이에 따라 제1 액정부(130)의 액정(130a)은 외부로부터 들어오는 빛(L)을 산란시킬 수 있는 상 배열을 가진다.
- [125] 즉, 제1 액정부(130)에 전기장이 인가되면 액정(130a)은 장축(130L)이 제1 전극부(110) 및 제2 전극부(120)에 대해 수직하는 호메오토프릭 상에서 플레너 상(planar state)으로 변한다. 따라서 폴리머(130c)와 액정(130a) 사이에 굴절률의 차이가 발생하게 되어 외부로부터 들어오는 빛(L)은 산란된다. 여기서, 플레너 상은 액정(130a)의 장축(130L)이 제1 전극부(110) 및 제2 전극부(120)에 대해 수평한 면에 놓이는 배열을 의미한다. 이에 따라 제1 액정부(130)에서 산란된 빛(L)은 제2 액정부(140) 방향으로 진행될 수 있다.
- [126] 이에 대해 도 3 및 도 4a를 참조로 설명하면, 제1 액정부(130)에 전기장이 인가되면 제1 액정부(130)의 액정(130a)은 장축(130L)이 X 방향 또는 Z 방향으로 눕게 된다. 이때 액정(130a)은 플레너 상이 되고, 폴리머(130c)와 액정(130a)의 장축(130L)은 서로 굴절률이 상이하기 때문에 빛의 산란이 일어나게 된다.
- [127] 이와 같은 빛 산란을 통해 제1 액정부(130)를 통과하여 제2 액정부(140)로 입사하는 빛(L)의 입사광 경로는 제1 액정부(130)로 입사하는 빛(L)의 입사광 경로 대비 길어지게 된다. 즉 제1 액정부(130)에 의해 빛(L)은 산란되어 입사광 경로가 길어진다. 따라서 입사광 경로가 길어진 빛(L)은 제2 액정부(140) 내에 위치하는 발색부재(142)에 닿을 확률이 높아지게 된다.
- [128] 이어서, 도 3 및 도 4b를 참조하면, 제1 전극부(110)와 제2 전극부(120)에 전압이 인가되어 제2 액정부(140)에 전기장이 인가된다. 따라서 제2 액정부(140)의 액정(141)은 외부로부터 들어오는 빛(L)을 산란시킬 수 있는 상 배열을 가진다.
- [129] 제1 액정부(130)와 제2 액정부(140)에 전기장이 인가되면 제2 액정부(140)의 액정(141)은 장축(141L)이 제1 전극부(110) 및 제2 전극부(120)에 대해 수직하는 호메오토프릭 상이 된다. 이 때 제2 액정부(140)의 액정(141)은 제1 전극부(110) 및 제2 전극부(120)에 대해 X 방향 또는 Z 방향으로 눕게 된다. 이에 따라서 제2 액정부(140)의 액정(141)은 제1 전극부(110) 및 제2 전극부(120)에 대해 수평한 면에 놓이는 플레너 상이 된다. 이때 제1 액정부(130)를 거쳐 들어오는 빛(L)은 제2 액정부(140)의 액정(141)에 의해 산란된다.

- [130] 다시 말하면 제2 액정부(140)에 전기장이 인가되면 제2 액정부(140)의 액정(141)은 빛(L)을 산란시키기 위하여 장축(141L)이 제1 전극부(110) 및 제2 전극부(120)에 대해 수평하게 놓이는 플레너 상이 된다. 이 때, 제1 액정부(130)에 의해 1차 산란된 빛(L)은 플레너 상을 가지는 제2 액정부(140)의 액정(141)에 의해 2차 산란된다. 이에 따라 2차 산란되어 광 경로가 더욱 길어지게 된 빛(L)은 발색부재(142)에 닿을 확률이 더욱 높아지게 된다.
- [131] 제2 액정부(140)에 전기장이 인가되어 액정(141)은 플레너 상이 된다. 이때 발색부재(142)는 전기장의 영향을 받은 주변에 있는 액정(141)이 눕는 방향(즉, 액정(141)의 배열 방향)을 따라 눕는다. 발색부재(142)의 배열 방향이 변하는 것은 액정(141)은 액체이고 발색부재(142)는 고체이다. 따라서 액체가 흐르는 방향(즉 액정(141)의 상이 변하는 방향)으로 고체인 발색부재(142)의 배열이 변하게 되는 원리에 따른 것이다.
- [132] 즉, 도 3 및 도 4b를 참조하면, 제2 액정부(140)에 전기장이 인가된 상태에서의 액정(141)은 제1 전극부(110) 및 제2 전극부(120)에 대해 플레너 상으로 배열된다. 따라서 발색부재(142) 역시 주변에 있는 액정(141)의 영향을 받아 제1 전극부(110) 및 제2 전극부(120)에 대해 플레너 상으로 배열된다.
- [133] 예를 들어, 액정(141)이 X 방향으로 누우면 근처에 있는 발색부재(142)는 액정(141)을 따라 X 방향으로 눕게 되고, 액정(141)이 Z 방향으로 누우면 근처에 있는 발색부재(142)는 액정(141)을 따라 Z 방향으로 눕게 된다. 이에 따라, 발색부재(142)의 장축(142L)은 제1 전극부(110) 및 제2 전극부(120)와 평행한 면에 놓이게 된다.
- [134] 제1 액정부(130)의 액정(130a)과 제2 액정부(140)의 액정(141)에 의해 산란된 빛(L)은 단축(142S)보다 상대적으로 길이가 긴 발색부재(142)의 장축(142L)에 닿게 된다. 이에 따라, 빛(L)이 발색부재(142)에 닿는 영역은 상당히 많다. 따라서 대부분의 빛(L)은 발색부재(142)에 흡수된다.
- [135] 즉, 전기장이 인가된 상태에서의 제2 액정부(140) 내부에서는 빛의 산란과 빛의 흡수가 동시에 일어난다. 이에 따라서 광 제어 장치(100)는 발색부재(142)가 가지는 색, 예를 들어, 블랙을 표현하면서 차광 상태를 유지하는 차광 모드로 구동할 수 있다.
- [136] 이후 제1 액정부(130)에 전기장이 없어지면 제1 액정부(130)의 액정(130a)은 호메오토ropic 상으로 변한다. 이때 제1 액정부(130)의 액정(130a)의 장축(130L)은 제1 전극부(110) 및 제2 전극부(120)에 대해 수직하게 배열 된다. 이때 폴리머(130c)와 액정(130a)의 단축(130S)은 서로 굴절률이 동일하기 때문에 빛(L)은 제1 액정부(130)을 통과하여 제2 액정부(140) 방향으로 진행할 수 있다.
- [137] 또한, 제2 액정부(140)에 전기장이 없어지면 제2 액정부(140)의 액정(141)은 호메오토ropic 상으로 변한다. 이 때 제2 액정부(140)의 액정(141)의 장축(141L)은 다시 제1 전극부(110) 및 제2 전극부(120)에 대해 수직하게 배열된다. 이 때 액정(141)의 단축(141S)의 굴절률은 제1 액정부(130)의 폴리머(130c)의 굴절률과

액정(130a)의 단축(130S)의 굴절률과 동일하기 때문에, 제1 액정부(130)를 통과한 빛(L)은 제2 액정부(140)를 통과할 수 있다.

- [138] 종합하면 도 1 내지 도 3을 참조로 설명한 바와 같이 제1 액정부(130)는 빛(L)을 산란시켜 빛(L)의 입사광 경로를 길게 만들 수 있다. 제2 액정부(140)는 색을 가지는 발색부재(142)가 내부에 위치하고 제1 액정부(130) 상에 배치된다. 따라서 제1 액정부(130) 및 제2 액정부(140) 구조를 포함하는 광 제어 장치(100)는 차광 모드 구동 시 빛(L)이 산란한다. 이에 따라 산란된 빛(L)은 발색부재(142)에 흡수될 확률이 높아진다. 따라서 광 제어 장치(100)는 적은 양의 발색부재(142)를 사용해도 차광 모드를 충분히 구현할 수 있다. 즉 본 발명의 일 실시예에 따른 광 제어 장치(100)와 같은 구조로 액정부를 구성하게 되면 적은 양의 발색부재(142)를 사용하더라도 색을 표시할 수 있는 차광 모드를 구현하는 동시에 광 제어 장치(100)를 박형화시킬 수 있다. 또한 광 제어 장치(100)가 투명 모드로 구동할 경우에 대다수의 빛(L)은 발색부재(142)에 닿지 않고 제1 액정부(130) 및 제2 액정부(140)를 그대로 통과하기 때문에 하나의 액정부에 발색부재가 포함된 광 제어 장치보다 높은 투명도를 제공할 수 있다.
- [139] 도 1 내지 도 3에서는 광 제어 장치(100)에 2개의 액정부(130, 140)가 포함되는 것으로 설명하였으나, 이에 한정되지 않고 광 제어 장치(100)에는 3개 이상의 액정부가 포함될 수 있다. 즉, 광 제어 장치(100)는 고분자 분산형 액정 또는 게스트 호스트 액정으로 구성된 추가적인 액정부를 더 포함할 수 있다. 또한, 광 제어 장치(100)는 고분자 네트워크 액정(PNLC)로 구성된 추가적인 액정부를 더 포함할 수도 있다.
- [140] 도 1 내지 도 3에서는 광 제어 장치(100)에서 제1 액정부(130) 상에 제2 액정부(140)가 배치되는 것으로 설명하였으나, 이에 한정되지 않고 제2 액정부(140)가 제1 액정부(130) 상에 배치될 수도 있다.
- [141] 도 1 내지 도 3에서는 배향부(150)가 제2 액정부(140)의 상부 및 하부 모두에 배치되는 것으로 도시하였으나, 배향부(150)는 제2 액정부(140)의 상부 및 하부 중 어느 하나에만 배치될 수도 있다. 이 때 배향부(150)는 제2 액정부(140)의 물질이 제1 액정부(130)로 이동하는 것을 방지하기 위해 제2 액정부(140)의 하부에 배치되는 것이 바람직하다.
- [142] 도 1 내지 도 3에서는 광 제어 장치(100) 내부에 배향부(150)가 위치하고 제2 액정부(140)의 외부에 위치하는 것으로 설명하였다. 이 때 배향부(150)는 예를 들어, HTAB(hexadecyltrimethylammonium bromide), CTAB(cetyl trimethyl ammonium bromide), POSS(polyhedral oligomeric silsesquioxane), 덴드로나이즈드 폴리머(dendronized polymer), 덴드리머(dendrimer) 또는 이들의 혼합물 중 어느 하나로 이루어져 제2 액정부(140)에 혼합되어 있을 수 있다. 다만 배향부(150)의 물질이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [143] 도 1 내지 도 3에서는 발색부재(142)가 제2 액정부(140)에 포함되는 것으로 설명하였다. 이 때 발색부재(142)는 복수의 액정부 중 적어도 하나의 액정부에

포함될 수 있다. 즉, 발색부재(142)는 하나의 액정부에만 포함될 수도 있고, 복수의 액정부에 포함될 수도 있다.

- [144] 또한, 발색부재(142)는 광 제어 장치(100)가 차광 모드인 경우의 차광 효율을 위하여 제1 액정부(130)에도 위치할 수 있다. 이때 제1 액정부(130)에 위치하는 발색부재의 양은 제2 액정부(140)에 위치하는 발색부재(142)의 양보다 적을 수 있다. 이에 따라 광 제어 장치(100)가 투명 모드로 구동할 경우 투명도에 영향을 주지 않을 수 있다..
- [145] 몇몇 실시예에서, 광 제어 장치(100)의 외곽 영역에 실링부재가 추가적으로 배치될 수 있다. 보다 구체적으로 실링부재는 광 제어 장치(100) 내부에서 산란되는 빛이 광 제어 장치(100)의 측부 또는 측부의 가장자리에서 누설되는 것을 억제할 뿐만 아니라 광 제어 장치(100)를 외부로부터 보호할 수 있다.
- [146] 몇몇 실시예에서, 제1 액정부(130)의 액정(130a)의 크기와 제2 액정부(140)의 액정(141)의 크기는 서로 다르게 이루어질 수 있다. 제1 액정부(130)로 입사하는 빛(L)을 가능한 많이 산란시키기 위하여 제1 액정부(130)의 액정(130a)의 크기는 제2 액정부(140)의 액정(141)의 크기보다 상대적으로 작을 수 있다. 즉, 한정된 공간 안에 포함되는 액정(130a)의 수를 많게 하는 동시에 빛을 산란시킬 액정(130a)의 표면적을 증가시킴으로써, 제1 액정부(130)로 입사하는 빛이 최대한 산란될 수 있다.
- [147] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도이다. 도 5를 참조하면, 광 제어 장치(200)는 제1 전극부(210), 제2 전극부(220), 제1 액정부(230), 제2 액정부(240), 배향부(250) 및 격벽(270)을 포함한다. 도 5의 제1 전극부(210), 제2 전극부(220), 제1 액정부(230), 제2 액정부(240) 및 배향부(250)는 도 1 내지 도 3을 참조하여 설명한 제1 전극부(110), 제2 전극부(120), 제1 액정부(130), 제2 액정부(140) 및 배향부(150)와 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 5의 제1 전극부(210), 제2 전극부(220), 제1 액정부(230), 제2 액정부(240) 및 배향부(250)에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- [148] 도 5를 참조하면, 광 제어 장치(200)는 제1 액정부(230) 상에 배치되어 제2 액정부(240)에 위치하는 격벽(270)을 포함한다.
- [149] 도 5에 도시된 바와 같이, 격벽(270)은 요철 형태로 형성된다. 격벽(270)에서 돌출된 부분들 사이에는 제2 액정부(240)의 액정(241) 및 발색부재(242)가 배치된다. 따라서 제2 액정부(240)의 내부는 격벽(270)에 의해 여러 공간으로 나뉘게 된다. 이때 각 구획에 위치하는 액정(241) 및 발색부재(242)는 다른 공간으로 이동할 수 없게 된다. 다시 말하면 격벽(270)에 의해 형성된 공간 안에 발색부재(242)가 위치하는 구조에서는 발색부재(242)의 이동이 매우 한정적이다. 따라서 발색부재(242)는 제2 액정부(240) 내에서 고르게 분포될 수 있다. 예를 들어, 격벽(270)에 의해 구획된 공간들 사이에서 액정(141)과 발색부재(142)의 비율은 1% 이내로 차이가 날 수 있다. 격벽(270)에 의해 구획된 공간들 사이에서 액정(141)과 발색부재(142)의 비율이 1%보다 크게 차이가 나는

경우 각각의 공간들 사이에서 투명 모드에서 투과율과 차광 모드에서 차광률이 서로 다를 수 있다. 이에, 본 발명의 다른 실시예에 따른 광 제어 장치(200)에서는 격벽(270)이 공간을 나누고 있기 때문에, 광 제어 장치(200)의 상태 또는 광 제어 장치(200)의 외부로부터 가해지는 힘에 의해서 특정 공간에 발색부재(270)의 밀도가 높아질 수 없다. 따라서, 광 제어 장치(200)는 차광 모드 구동시 모든 공간에서 균일한 차광 모드에서의 차광률을 제공할 수 있다.

- [150] 격벽(270)은 빛을 통과시키는 투명한 재질의 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 격벽(270)은 포토 레지스트(photo resist), 폴리디메틸실록산(Polydimethylsiloxane) 및 광 경화성 폴리머 중 어느 하나로 이루어질 수 있으며 이들에만 한정되는 것은 아니다.
- [151] 격벽(270)은 제2 액정부(240)의 내부를 지지할 수 있다. 즉, 격벽(270)이 제1 액정부(230)와 제2 액정부(240) 사이를 지지함으로써 광 제어장치(200)를 구조적으로 안정하게 할 수 있다. 또한, 격벽(270)은 외부로부터 가해지는 힘에 대해 제2 액정부(240)의 내부를 보호할 수 있다. 따라서, 상술한 바와 같은 격벽(270)을 포함하는 광 제어 장치(200)는 플렉서블한 표시 장치에 적용이 가능하다.
- [152] 배향부(250)의 제2 배향막(252)은 접착물질을 포함하여 격벽(270) 상의 제1 배향막(251)과 접착될 수 있다. 이 때, 격벽(270)의 돌출부들의 면적이 넓을수록 제1 배향막(251)과 제2 배향막(252)의 접착 면적이 넓어지므로, 제1 배향막(251)과 제2 배향막(252) 사이의 접착력이 높아질 수 있다. 따라서, 제2 액정부(240)가 외부 압력에 취약한 점을 보완할 수 있으므로 플렉서블한 광 제어 장치(200)가 구현될 수 있다. 또한, 제1 기판(211) 및 제2 기판(221)이 플라스틱 물질로 이루어지는 경우, 제1 배향막(251)과 제2 배향막(252) 사이의 접착력을 높이기 위해 제1 배향막(251)과 제2 배향막(252)의 접착 면적을 넓힐 수 있다. 이때 격벽(270)의 돌출부들의 면적이 넓어질수록 제2 액정부(240)에서 액정(241) 및 발색부재(242)가 위치할 수 있는 공간이 좁아지고, 차광 모드에서 차광 불량이 발생할 수 있다. 따라서, 격벽(270)의 돌출부들의 면적은 차광 모드에서의 차광률과 접착력을 고려하여 설정될 수 있다.
- [153] 도 5에 도시된 광 제어 장치(200)의 구동 방식은 도 1 내지 도 3을 참조하여 설명한 광 제어 장치(100)의 구동 방식과 실질적으로 동일하므로, 자세한 설명은 생략한다.
- [154] 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도이다. 도 6을 참조하면, 광 제어 장치(300)는 제1 전극부(310), 제2 전극부(320), 제1 액정부(330), 제2 액정부(340), 배향부(350) 및 굴절률 매칭층(380)을 포함한다. 도 6의 제1 전극부(310), 제2 전극부(320), 제1 액정부(330), 제2 액정부(340) 및 배향부(350)는 도 1 내지 도 3을 참조하여 설명한 제1 전극부(110), 제2 전극부(120), 제1 액정부(130), 제2 액정부(140) 및 배향부(150)와 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 6의 제1 전극부(310), 제2 전극부(320), 제1 액정부(330), 제2

액정부(340) 및 배향부(350)에 대한 자세한 설명은 생략한다.

- [155] 도 6을 참조하면, 광 제어 장치(300)는 복수의 액정부(330, 340) 상에 그리고 아래에 있는 굴절률 매칭층(380)을 포함한다. 굴절률 매칭층(380)은 제1 전극부(310)의 내부 및 제2 전극부(320)의 내부에 위치한다. 보다 구체적으로, 굴절률 매칭층(380)은 제1 기관(311)과 제1 전극(312) 사이 및 제2 기관(321)과 제2 전극(322) 사이에 위치한다. 도 6에서는, 굴절률 매칭층(380)은 제1 전극부(310)의 내부 및 제2 전극부(320)의 내부에 위치하는 것으로 도시되었으나, 굴절률 매칭층(380)은 제1 전극부(310)의 내부 및 제2 전극부(320)의 내부 중 어느 하나에만 위치할 수도 있다. 또한, 굴절률 매칭층(380)은 제1 전극부(310)와 제1 액정부(330)의 사이 또는 제2 전극부(320)와 제2 액정부(340) 사이에도 위치할 수 있다. 즉, 굴절률 매칭층(380)은 광 제어 장치(300)를 구성하는 구성요소 중 굴절률의 차이가 있는 구성요소들 사이에는 어디든지 위치할 수 있다.
- [156] 굴절률 매칭층(380)은 예를 들어, OCA(optically clear adhesive)와 같은 투명 접착 필름, 열 경화 또는 UV 경화가 가능한 유기 화합물 점착제 등으로 이루어질 수 있다.
- [157] 서로 인접하는 층들 사이에 굴절률 차이가 존재하는 경우, 굴절률 차이에 의해 프레넬 반사가 발생할 수 있다. 예를 들어, 제1 기관(311)과 제1 전극(312) 사이에 굴절률 차이가 존재하는 경우, 제1 기관(311)을 통해 입사한 빛이 제1 기관(311)과 제1 전극(312) 사이의 굴절률 차이로 인해 제1 기관(311)과 제1 전극(312)의 계면에서 반사될 수 있다. 따라서, 제1 기관(311)과 제1 전극(312) 사이에 배치되는 굴절률 매칭층은 제1 기관(311)과 제1 전극(312) 사이의 굴절률 차이를 줄이기 위해 제1 기관(311)의 굴절률과 제1 전극(312)의 굴절률 사이의 굴절률을 가질 수 있다. 예를 들어, 제1 기관(311)의 굴절률이 대략 1.6이고, 제1 전극(312)의 굴절률이 대략 1.8이라면, 제1 기관(311)과 제1 전극(312) 사이의 굴절률 매칭층(380)의 굴절률은 1.6 내지 1.8일 수 있다. 마찬가지로, 제2 기관(321)과 제2 전극(322) 사이의 굴절률 매칭층(380) 또한 제2 기관(321)의 굴절률과 제2 전극(322)의 굴절률 사이의 굴절률을 가질 수 있다.
- [158] 또한, 굴절률 매칭층(380)이 제1 전극부(310)와 제1 액정부(330) 사이에 배치되는 경우, 굴절률 매칭층(380)은 제1 전극(312)의 굴절률과 제1 액정부(330) 사이의 굴절률을 가질 수 있다. 또한, 굴절률 매칭층(380)이 제2 전극부(320)와 제2 액정부(340) 사이에 배치되는 경우, 굴절률 매칭층(380)은 제2 전극(322)의 굴절률과 제2 액정부(340) 사이의 굴절률을 가질 수 있다.
- [159] 또한, 배향부(350)의 굴절률도 배향부(350)에 인접하는 구성요소들의 굴절률을 고려하여 구성될 수 있다.
- [160] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치(300)에서는 서로 인접하는 구성요소 사이의 굴절률 차이에 의한 프레넬 반사가 일어나는 것을 최소화할 수 있다. 이를 위해 서로 인접하여 위치한 구성요소들의 굴절률, 사이의 굴절률을

갖는 굴절률 매칭층(380)을 사용한다. 따라서, 광 제어 장치(300)의 외부에서 들어오는 빛이 최대한 손실 없이 광 제어 장치(300)의 내부를 통과할 수 있다. 따라서, 광 제어 장치(300)가 투명 모드로 구동하여 투명 상태를 유지하는 동안 사용자에게 보다 향상된 투명도를 제공할 수 있다. 또한, 광 제어 장치(300)가 차광 모드로 구동하여 차광 상태를 유지하는 동안 사용자에게 보다 향상된 차광도를 제공할 수 있다.

- [161] 또한, 앞서 언급한 바와 같이 굴절률 매칭층(380)은 OCA와 같은 투명 접착 필름, 열 경화 또는 UV 경화가 가능한 유기 화합물 점착제와 같은 절연 물질로 이루어진다. 따라서, 광 제어 장치(300) 내부에서 발생할 수 있는 단선을 예방할 수 있다. 보다 구체적으로 광 제어 장치(300)에 물리적으로 압력이 가해질 경우 제1 전극(312)과 제2 전극(322)이 서로 맞닿게 되어 광 제어 장치(300) 내부에서는 단선이 발생할 수 있다. 또한 광 제어 장치(300) 제조 공정 도중 미세한 이물질이 제1 액정부(330) 및 제2 액정부(340)에 섞이거나 제1 기관(311) 및 제2 기관(321)의 표면에 배치될 가능성이 있다. 이러한 이물질은 제1 액정부(330) 및 제2 액정부(340) 내에서 제1 전극부(310)와 제2 전극부(320)의 전기적 연결을 가능케 하는 전도체의 역할을 할 수도 있다. 그러나, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 굴절률 매칭층(380)은 앞서 언급한 바와 같은 절연 물질로 이루어지기 때문에, 굴절률 매칭층(380)은 광 제어 장치(300) 내부에서 단선이 발생하거나 제1 전극(312) 및 제2 전극(322)의 성능이 저하되는 것을 예방할 수 있으며 이를 통해 광 제어 장치(300)의 구동 신뢰성을 높일 수 있다.
- [162] 도 6에 도시된 광 제어 장치(300)의 구동 방식은 도 1 내지 도 3을 참조하여 설명한 광 제어 장치(100)의 구동 방식과 실질적으로 동일하므로, 자세한 설명은 생략한다.
- [163] 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도들이다. 먼저, 도 7a를 참조하면, 광 제어 장치(400)는 제1 전극부(410), 제2 기관(421), 제1 액정부(430), 제2 액정부(440) 및 배향부(450)를 포함한다. 도 7a의 배향부(450)는 도 1 내지 도 3을 참조하여 설명한 배향부(150)와 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 7a의 배향부(450)에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- [164] 도 7a를 참조하면, 제1 전극부(410)는 제1 기관(411) 및 제1 전극(412)을 포함한다. 제1 기관(411)은 도 1 내지 도 3을 참조하여 설명한 제1 기관(111)과 실질적으로 동일하므로 자세한 설명은 생략한다. 제1 전극(412)은 전도성을 가지는 동시에 외부 광을 투과시킬 수 있는 투명한 도전물질로 이루어진다.
- [165] 제1 전극(412)은 복수의 패턴 전극(412a, 412b)을 포함한다. 구체적으로, 제1 전극(412)은 복수의 액정부(430, 440)에 수평 전기장을 인가하도록 구성된 복수의 패턴 전극(412a, 412b)을 포함한다. 예를 들어, 패턴 전극(412a)에 양(+)의 전압이 인가되고, 패턴 전극(412a)에 인접한 패턴 전극(412b)에 음(-)의 전압이 인가되어, 복수의 액정부(430, 440)에 수평 전기장이 인가될 수 있다.
- [166] 제1 액정부(430)는 액정(430a)을 포함하는 액적(430b) 및 폴리머(430c)를 갖는

고분자 분산형 액정(PDLC)로 구성된다. 제1 액정부(430)의 액정(430a)은 초기 상태에서 제1 전극부(410) 및 제2 전극부(420)에 대해 수직으로 배열된 호메오토프릭 상을 갖는다. 또한, 제1 액정부(430)의 액정(430a)은 수평(x축) 전기장에 의해 배열이 변경되는 포지티브(positive) 액정일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 제1 액정부(430)는 폴리머(430c)로 인해 액적(430b)을 제외한 나머지 부분이 고체 상태에 있다. 제1 액정부(430)의 액정(430a)은 장축(430L)과 단축(430S)을 가진다. 이때 제1 액정부(430)의 액정(430a)의 단축(430S)의 굴절률은 폴리머(430c)의 굴절률과 같고 장축(430L)의 굴절률은 폴리머(430c)의 굴절률과 다르다.

- [167] 제2 액정부(440)는 제1 액정부(430) 및 배향부(450)의 제1 배향막(451) 상에 배치된다. 제2 액정부(440)는 액정(441) 및 발색부재(442)를 갖는 게스트 호스트 액정(GHLC)으로 구성된다. 제2 액정부(440)의 액정(441)은 초기 상태에서 제1 전극부(410) 및 제2 전극부(420)에 대해 수직으로 배열된 호메오토프릭 상을 갖는다. 또한, 제2 액정부(440)의 액정(441)은 수평(x축) 전기장에 의해 배열이 변경되는 포지티브 액정일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 제2 액정부(440)의 액정(441)은 장축(441L)과 단축(441S)을 가진다. 이때 제2 액정부(440)의 액정(441)의 단축(441S)의 굴절률은 제1 액정부(430)의 액정(430a)의 단축(430S)의 굴절률 및 제1 액정부(430)의 폴리머(430c)의 굴절률과 같다. 제2 액정부(440)의 액정(441)의 장축(441L)의 굴절률은 제2 액정부의 액정(441)의 단축(441S)의 굴절률과 다르다. 또한, 제2 액정부(440)의 액정(441)의 장축(441L)의 굴절률은 제1 액정부(430)의 액정(430a)의 장축(430L)의 굴절률과 서로 다를 수 있다. 다시 말하면, 제2 액정부(440)의 액정(430a)은 제1 액정부(440)의 액정(441)과 동일한 포지티브 액정이거나, 단축의 굴절률만이 동일한 포지티브 액정일 수 있다. 제2 액정부(440)의 발색부재(442)는 도 1 내지 도 3에서 설명된 발색부재(142)와 실질적으로 동일하므로 자세한 설명은 생략한다.

- [168] 제2 기관(421)이 제2 액정부(440) 및 배향부(450)의 제2 배향막(452) 상에 배치된다. 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치(400)에서는 도 1 내지 도 3에 도시된 광 제어 장치(100)와는 상이하게 제2 액정부(440) 상에 제2 기관(421)만이 배치되고, 추가적인 전극이 배치되지 않는다.

- [169] 다음으로, 도 7b를 참조하면, 광 제어 장치(400)의 제1 전극부(410)는 제1 기관(411), 제1 전극(412), 절연층(413) 및 공통 전극(414)을 포함한다. 구체적으로, 제1 기관(411) 상에 복수의 액정부(430, 440)에 수평 전기장을 인가하도록 구성된 복수의 패턴 전극(412a, 412b)을 포함하는 제1 전극(412)이 배치되고, 제1 기관(411)과 제1 전극(412) 사이에 절연층(413)이 배치되고, 절연층(413)과 제1 기관(411) 사이에 공통 전극(414)이 배치된다.

- [170] 공통 전극(414)은 제1 기관(411) 상에서 층 형상으로 배치된다. 공통 전극(414)은 전도성을 가지는 동시에 외부 광을 투과시킬 수 있는 투명한

도전물질로 이루어질 수 있다. 공통 전극(414)은, 예를 들어, 제1 전극(412)과 동일한 물질로 이루어질 수 있다.

[171] 절연층(413)은 제1 전극(412)과 공통 전극(414)을 절연시킨다. 절연층(413)은 예를 들어, 실리콘 산화물(Silicon Oxide) 또는 실리콘 질화물(Silicon Nitride)과 같은 무기계 절연 물질로 이루어질 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다. 즉, 절연층(413)은 포토 아크릴(Photo acryl) 또는 벤조사이클로부텐(BCB) 등과 같은 유기계 절연 물질로 이루어질 수도 있다.

[172] 제1 전극(412) 및 공통 전극(414)은 복수의 액정부(430, 440)에 수평 전기장을 인가하도록 구성된다. 구체적으로, 제1 전극(412)과 공통전극(414)에는 각기 다른 극성의 전압이 공급될 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(412)의 복수의 패턴 전극(412a, 412b)에는 양(+)의 전압이 인가되고, 공통 전극에는 음(-)의 전압이 인가되어, 복수의 액정부(430, 440)에 수평 전기장이 인가될 수 있다.

[173] 이하에서는, 도 7a 및 도 7b에 도시된 광 제어 장치(400)의 투명 모드 및 차광 모드의 구동 방식을 설명한다.

[174] 광 제어 장치(400)의 초기 상태에서의 제2 액정부(440)의 액정(441)은 제1 전극부(410) 및 제2 전극부(420)에 수직하기 때문에 발색부재(442) 또한 제1 전극부(410) 및 제2 전극부(420)에 대해 수직 방향으로 배열된다. 상술한 바와 같이, 제1 액정부(430)의 액정(430a)의 단축(430S)의 굴절률, 제1 액정부(430)의 폴리머(430c)의 굴절률 및 제2 액정부(440)의 액정(441)의 단축(441S)의 굴절률이 서로 동일하다. 따라서, 제1 액정부(430) 및 제2 액정부(440)에 전기장이 인가되지 않은 상태에서 광 제어 장치(400)로 입사하는 빛은 광 제어 장치(400)를 통과하게 된다. 또한, 광 제어 장치(400)로 입사하는 빛은 발색부재(442)의 장축(442L)보다 상대적으로 길이가 짧은 발색부재(442)의 단축(442S)에 닿게 되기 때문에 빛이 발색부재(442)에 흡수되는 양은 미비하다. 이에 따라 대다수의 빛은 제1 액정부(430) 및 제2 액정부(440)를 통과하기 때문에 광 제어 장치(400)는 투명한 상태를 유지하는 투명 모드로 구현될 수 있다. 즉, 광 제어 장치(400)는 초기 상태에서는 외부로부터 들어온 빛을 통과시키는 상 배열을 이루고 있다. 따라서 광 제어 장치(400)는 초기 상태에서 투명 모드를 구현할 수 있으므로, 광 제어 장치(400)의 소비 전력이 감소될 수 있다.

[175] 포지티브 액정의 경우, 포지티브 액정의 장축이 전기장 방향에 대해 움직이므로, 제1 전극부(410)의 복수의 패턴 전극(412a, 412b), 또는 복수의 패턴 전극(412a, 412b) 및 공통 전극(414)에 전압을 공급하여 수평 전기장을 형성하여 액정(430a) 및 액정(441)의 배열이 변화할 수 있다.

[176] 복수의 패턴 전극(412a, 412b), 또는 복수의 패턴 전극(412a, 412b) 및 공통 전극(414)에 전압이 인가되면 제1 액정부(430)에 전기장이 형성된다. 이때 제1 액정부(430)의 액정(430a)은 외부로부터 들어오는 빛을 산란시킬 수 있는 상 배열을 가진다. 즉, 제1 액정부(430)에 전기장이 인가되면 액정(430a)은 장축(430L)이 제1 전극부(410) 및 제2 전극부(420)에 대해 수직하는

호메오토ropic 상에서 플레너 상으로 변하기 때문에 폴리머(430c)와 액정(430a) 사이에 굴절률의 차이가 발생하게 된다. 따라서 외부로부터 들어오는 빛은 산란된다. 이와 같은 빛 산란을 통해 제1 액정부(430)를 통과하여 제2 액정부(440)로 입사하는 빛의 입사광 경로는 제1 액정부(430)로 입사하는 빛의 입사광 경로 대비 길어지게 된다. 이와 같이, 제1 액정부(430)에 의해 산란된 빛은 입사광 경로가 길어져 있기 때문에 제2 액정부(440) 내에 위치하는 발색부재(442)에 닿을 확률이 높아지게 된다.

- [177] 복수의 패턴 전극(412a, 412b), 또는 복수의 패턴 전극(412a, 412b) 및 공통 전극(414)에 전압이 인가되면 제2 액정부(440)에 전기장이 형성된다. 이때 제2 액정부(440)의 액정(441)은, 장축(441L)이 제1 전극부(410) 및 제2 전극부(420)에 대해 수직하는 호메오토ropic 상에서 제1 전극부(410) 및 제2 전극부(420)에 대해 X 방향 또는 Z 방향으로 눕게 된다. 이에 따라 제1 액정부(430)를 거쳐 들어오는 빛은 제2 액정부(440)의 액정(441)에 의해 산란된다.
- [178] 따라서, 제1 액정부(430)에 의해 1차 산란된 빛은 플레너 상을 가지는 제2 액정부(440)의 액정(441)에 의해 2차 산란된다. 이에 따라 제1 액정부(430)에 의해 1차 산란된 빛은 제2 액정부(440) 내부에서 2차 산란되어 광 경로가 더욱 길어지게 됨으로써 발색부재(442)에 닿을 확률이 더욱 높아지게 된다.
- [179] 제2 액정부(440)에 전기장이 인가되어 액정(441)이 플레너 상이 되면, 발색부재(442)는 전기장의 영향을 받은 주변에 있는 액정(441)이 눕는 방향(즉, 액정(441)의 배열 방향)을 따라 눕는다.
- [180] 이에 따라 제1 액정부(430)의 액정(430a)과 제2 액정부(440)의 액정(441)에 의해 산란된 빛은 발색부재(442)의 단축(442S)보다 상대적으로 길이가 긴 발색부재(442)의 장축(442L)에 닿게 된다. 이에 따라, 빛이 발색부재(442)에 닿는 영역은 상당히 많기 때문에 대부분의 빛은 발색부재(442)에 흡수된다. 즉, 전기장이 인가된 상태에서의 제2 액정부(440) 내부에서는 빛의 산란과 빛의 흡수가 동시에 일어난다. 이에 따라서 광 제어 장치(400)는 발색부재(442)가 가지는 색, 예를 들어, 블랙을 표현하면서 차광 상태를 유지하는 차광 모드로 구동할 수 있다.
- [181] 도 7a 및 도 7b에서는 도시되지 않았으나, 광 제어 장치(400)에도 도 5 및 도 6에 도시된 격벽(270) 및 굴절률 매칭층(380)이 적용될 수 있다.
- [182] 도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도이다. 도 8을 참조하면, 광 제어 장치(500)는 제1 전극부(510), 제2 전극부(520), 제1 액정부(530), 제2 액정부(540) 및 배향부(550)를 포함한다. 도 5의 제1 전극부(510), 제2 전극부(520), 제2 액정부(540) 및 배향부(550)는 도 1 내지 도 3을 참조하여 설명한 제1 전극부(110), 제2 전극부(120), 제2 액정부(140) 및 배향부(150)와 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 5의 제1 전극부(510), 제2 전극부(520), 제2 액정부(540) 및 배향부(550)에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- [183] 도 8을 참조하면, 제1 액정부(530)는 액정(530a)을 포함하는 액적(530b) 및

폴리머(530c)를 갖는 고분자 분산형 액정(PDLC)로 구성된다. 제1 액정부(530)의 액정(530a)은 초기 상태에서 제1 전극부(510) 및 제2 전극부(520)에 대해 수평으로 배열된 플레너 상을 갖는다. 즉, 광 제어 장치(500)의 제1 전극(512) 및 제2 전극(522)에 전압이 인가되지 않아 제1 액정부(530)에 전기장이 인가되지 않은 상태인 초기 상태에서, 제1 액정부(530)의 액정(530a)의 장축(530L)은 제1 전극부(510) 및 제2 전극부(520)에 대해 수평 방향으로 배열된다. 또한, 제1 액정부(530)의 액정(530a)은 수평(x축) 전기장에 의해 배열이 변경되는 포지티브 액정일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 제1 액정부(530)는 폴리머(530c)로 인해 액적(530b)들을 제외한 나머지 부분이 고체 상태에 있다.

- [184] 제1 액정부(530)의 액정(530a)은 장축(530L)과 단축(530S)을 가진다. 이 때 제1 액정부(530)의 액정(530a)의 장축(530L)의 굴절률은 폴리머(530c)의 굴절률과 같고 단축(530S)의 굴절률은 폴리머(530c)의 굴절률과 다르다. 또한, 제1 액정부(530)의 액정(530a)의 장축(530L)의 굴절률은 제2 액정부(540)의 액정(541)의 단축(541S)의 굴절률과 동일하다.
- [185] 이하에서는, 도 8에 도시된 광 제어 장치(500)의 투명 모드 및 차광 모드의 구동 방식을 설명한다.
- [186] 상술한 바와 같이, 제1 액정부(530)의 액정(530a)의 장축(530L)의 굴절률, 제1 액정부(530)의 폴리머(530c)의 굴절률 및 제2 액정부(540)의 액정(541)의 단축(541S)의 굴절률이 서로 동일하다. 이에 따라, 광 제어 장치(500)의 초기 상태, 즉, 제1 액정부(530) 및 제2 액정부(540)에 전기장이 인가되지 않은 상태에서 광 제어 장치(500)로 입사하는 빛은 광 제어 장치(500)를 통과하게 된다. 따라서, 광 제어 장치(500)는 초기 상태에서는 외부로부터 들어온 빛을 통과시키는 상 배열을 이루고 있다. 이에 따라 광 제어 장치(500)는 초기 상태에서 투명 모드를 구현할 수 있으므로, 광 제어 장치(500)의 소비 전력이 감소될 수 있다.
- [187] 포지티브 액정의 경우 포지티브 액정의 장축이 전기장 방향에 대해 움직이고, 네거티브 액정의 경우 네거티브 액정의 단축이 전기장 방향에 대해 움직인다. 따라서, 제1 전극(512)과 제2 전극(522)에 전압을 공급하여 수직 전기장을 형성하면, 포지티브 액정인 제1 액정부(530)의 액정(530a) 및 네거티브 액정인 제2 액정부(540)의 액정(541)의 배열이 변화할 수 있다.
- [188] 제1 전극(512) 및 제2 전극(522)에 전압이 인가되어 제1 액정부(530)에 전기장이 인가되면 제1 액정부(530)의 액정(530a)은 외부로부터 들어오는 빛을 산란시킬 수 있는 상 배열을 가진다. 즉, 제1 액정부(530)에 전기장이 인가되면 액정(530a)은 장축(530L)이 제1 전극부(510) 및 제2 전극부(520)에 대해 수직하는 호메오토프 상으로 변한다. 따라서, 폴리머(530c)와 액정(530a) 사이에 굴절률의 차이가 발생하게 되어 외부로부터 들어오는 빛은 산란된다.
- [189] 제1 전극(512) 및 제2 전극(522)에 전압이 인가되어 제2 액정부(540)에 전기장이 인가되면 제2 액정부(540)의 액정(541)은 눕게 된다. 이때 제2 액정부(540)의

액정(541)의 장축(541L)이 제1 전극부(510) 및 제2 전극부(520)에 대해 X 방향 또는 Z 방향으로 된다. 이에 따라 제1 액정부(530)를 거쳐 들어오는 빛은 제2 액정부(540)의 액정(541)에 의해 산란된다.

[190] 따라서, 제1 액정부(530)에 의해 1차 산란된 빛은 플래너 상을 가지는 제2 액정부(540)의 액정(541)에 의해 2차 산란된다. 따라서 제1 액정부(530)에 의해 1차 산란된 빛은 제2 액정부(540) 내부에서 2차 산란되어 광 경로가 더욱 길어지게 됨으로써 발색부재(542)에 닿을 확률이 더욱 높아지게 된다.

[191] 제2 액정부(540)에 전기장이 인가되어 액정(541)이 플래너 상이 되면, 발색부재(542)는 전기장의 영향을 받은 주변에 있는 액정(541)이 눕는 방향을 따라 눕는다. 따라서 제1 액정부(530)의 액정(530a)과 제2 액정부(540)의 액정(541)에 의해 산란된 빛은 발색부재(542)의 단축(542S)보다 상대적으로 길이가 긴 발색부재(542)의 장축(542L)에 닿게 된다. 이에 따라 빛이 발색부재(542)에 닿는 영역은 상당히 많기 때문에 대부분의 빛은 발색부재(542)에 흡수된다. 이 때 광 제어 장치(500)는 발색부재(542)가 가지는 색, 예를 들어, 블랙을 표현하면서 차광 상태를 유지하는 차광 모드로 구동할 수 있다.

[192] 도 8에서는 도시되지 않았으나, 광 제어 장치(500)에도 도 5 및 도 6에 도시된 격벽(270) 및 굴절률 매칭층(380)이 적용될 수 있다.

[193] 도 9a 및 도 9b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도들이다. 먼저, 도 9a를 참조하면, 광 제어 장치(600)는 제1 전극부(610), 제2 기판(621), 제1 액정부(630), 제2 액정부(640) 및 배향부(650)를 포함한다. 도 9a의 제1 전극부(610), 제2 기판(621), 제2 액정부(640) 및 배향부(650)는 도 7a 및 도 7b를 참조하여 설명한 제1 전극부(410), 제2 기판(421), 제2 액정부(440) 및 배향부(450)와 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 9a의 제1 전극부(610), 제2 기판(621), 제2 액정부(640) 및 배향부(650)에 대한 자세한 설명은 생략한다.

[194] 도 9a를 참조하면, 제1 액정부(630)는 액정(630a)을 포함하는 액적(630b) 및 폴리머(630c)를 갖는 고분자 분산형 액정(PDLC)로 구성된다. 제1 액정부(630)의 액정(630a)은 초기 상태에서 제1 전극부(610) 및 제2 전극부(620)에 대해 수평으로 배열된 플래너 상을 갖는다. 즉, 광 제어 장치(600)의 제1 전극(612) 및 제2 전극(622)에 전압이 인가되지 않아 제1 액정부(630)에 전기장이 인가되지 않은 상태인 초기 상태에서, 제1 액정부(630)의 액정(630a)의 장축(630L)은 제1 전극부(610) 및 제2 전극부(620)에 대해 수평 방향으로 배열된다. 또한, 제1 액정부(630)의 액정(630a)은 수직(y축) 전기장에 의해 배열이 변경되는 네거티브 액정일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 제1 액정부(630)는 폴리머(630c)로 인해 액적(630b)들을 제외한 나머지 부분이 고체 상태에 있다.

[195] 제1 액정부(630)의 액정(630a)은 장축(630L)과 단축(630S)을 가지는데 장축(630L)의 굴절률은 폴리머(630c)의 굴절률과 같고 단축(630S)의 굴절률은 폴리머(630c)의 굴절률과 다르다. 또한, 제1 액정부(630)의 액정(630a)의

장축(630L)의 굴절률은 제2 액정부(640)의 액정(641)의 단축(641S)의 굴절률과 동일하다.

- [196] 다음으로, 도 9b를 참조하면, 광 제어 장치(600)의 제1 전극부(610)는 제1 기관(611), 제1 전극(612), 절연층(613) 및 공통 전극(614)을 포함한다. 구체적으로, 제1 기관(611) 상에 복수의 액정부(630, 640)에 수평 전기장을 인가하도록 구성된 복수의 패턴 전극(612a, 612b)을 포함하는 제1 전극(612)이 배치된다. 제1 기관(611)과 제1 전극(612) 사이에 절연층(613)이 배치된다. 절연층(613)과 제1 기관(611) 사이에 공통 전극(614)이 배치된다. 절연층(613) 및 공통 전극(614)은 도 7b에 도시된 절연층(413) 및 공통 전극(414)과 실질적으로 동일하므로 자세한 설명은 생략한다.
- [197] 이하에서는, 도 9a 및 도 9b에 도시된 광 제어 장치(600)의 투명 모드 및 차광 모드의 구동 방식을 설명한다.
- [198] 광 제어 장치(600)의 초기 상태에서의 제2 액정부(640)의 액정(641)은 제1 전극부(610) 및 제2 전극부(620)에 수직하기 때문에 발색부재(642) 또한 제1 전극부(610) 및 제2 전극부(620)에 대해 수직 방향으로 배열된다. 상술한 바와 같이, 제1 액정부(630)의 액정(630a)의 장축(630L)의 굴절률, 제1 액정부(630)의 폴리머(630c)의 굴절률 및 제2 액정부(640)의 액정(641)의 단축(641S)의 굴절률이 서로 동일하다. 따라서 제1 액정부(630) 및 제2 액정부(640)에 전기장이 인가되지 않은 상태에서 광 제어 장치(600)로 입사하는 빛은 광 제어 장치(600)를 통과하게 된다. 또한, 광 제어 장치(600)로 입사하는 빛은 발색부재(642)의 장축(642L)보다 상대적으로 길이가 짧은 발색부재(642)의 단축(642S)에 닿게 된다. 이에 따라 광 제어 장치(600)로 입사한 빛이 발색부재(642)에 흡수되는 양은 미비한 반면 대다수의 빛은 제1 액정부(630) 및 제2 액정부(640)를 통과하기 때문에 광 제어 장치(600)는 투명한 상태를 유지하는 투명 모드로 구현될 수 있다. 따라서 광 제어 장치(600)는 초기 상태에서는 외부로부터 들어온 빛을 통과시키는 상 배열을 이루고 있다. 따라서 광 제어 장치(600)는 초기 상태에서 투명 모드를 구현할 수 있으므로, 광 제어 장치(600)의 소비 전력이 감소될 수 있다.
- [199] 포지티브 액정의 경우 포지티브 액정의 장축이 전기장 방향에 대해 움직이고, 네거티브 액정의 경우 네거티브 액정의 단축이 전기장 방향에 대해 움직인다. 따라서, 제1 전극(612)의 복수의 패턴 전극(612a, 612b), 또는 복수의 패턴 전극(612a, 612b) 및 공통 전극(614)에 전압을 공급하여 수평 전기장을 형성하면, 네거티브 액정인 제1 액정부(630)의 액정(630a) 및 포지티브 액정인 제2 액정부(640)의 액정(641)의 배열이 변화할 수 있다.
- [200] 복수의 패턴 전극(612a, 612b), 또는 복수의 패턴 전극(612a, 612b) 및 공통 전극(614)에 전압이 인가되어 제1 액정부(630)에 전기장이 인가되면 제1 액정부(630)의 액정(630a)은 외부로부터 들어오는 빛을 산란시킬 수 있는 상 배열을 가진다. 즉, 제1 액정부(630)에 전기장이 인가되면 액정(630a)은 장축(630L)이 제1 전극부(610) 및 제2 전극부(620)에 대해 수직하는

호메오토픽 상으로 변한다. 따라서 폴리머(630c)와 액정(630a) 사이에 굴절률의 차이가 발생하게 되어 외부로부터 들어오는 빛은 산란된다. 이와 같은 빛 산란을 통해 제1 액정부(630)를 통과하여 제2 액정부(640)로 입사하는 빛의 입사광 경로는 제1 액정부(630)로 입사하는 빛의 입사광 경로 대비 길어지게 된다. 제1 액정부(630)에 의해 산란된 빛은 입사광 경로가 길어져 있기 때문에 제2 액정부(640) 내에 위치하는 발색부재(642)에 닿을 확률이 높아지게 된다.

- [201] 복수의 패턴 전극(612a, 612b), 또는 복수의 패턴 전극(612a, 612b) 및 공통 전극(614)에 전압이 인가되어 제2 액정부(640)에 전기장이 인가되면 제2 액정부(640)의 액정(641)은, 장축(641L)이 제1 전극부(610) 및 제2 전극부(620)에 대해 수직하는 호메오토픽 상에서 제1 전극부(610) 및 제2 전극부(620)에 대해 X 방향 또는 Z 방향으로 눕게 된다. 이에 따라서 제1 액정부(630)를 거쳐 들어오는 빛은 제2 액정부(640)의 액정(641)에 의해 산란된다.
- [202] 따라서, 제1 액정부(630)에 의해 1차 산란된 빛은 플래너 상을 가지는 제2 액정부(640)의 액정(641)에 의해 2차 산란된다. 이에 따라서 제1 액정부(630)에 의해 1차 산란된 빛은 제2 액정부(640) 내부에서 2차 산란되어 광 경로가 더욱 길어지게 됨으로써 발색부재(642)에 닿을 확률이 더욱 높아지게 된다.
- [203] 제2 액정부(640)에 전기장이 인가되어 액정(641)이 플래너 상이 되면, 발색부재(642)는 전기장의 영향을 받은 주변에 있는 액정(641)이 눕는 방향(즉, 액정(641)의 배열 방향)을 따라 눕는다.
- [204] 이에 따라서 제1 액정부(630)의 액정(630a)과 제2 액정부(640)의 액정(641)에 의해 산란된 빛은 발색부재(642)의 단축(642S)보다 상대적으로 길이가 긴 발색부재(642)의 장축(642L)에 닿게 된다. 이에 따라 빛이 발색부재(642)에 닿는 영역은 상당히 많기 때문에 대부분의 빛은 발색부재(642)에 흡수된다. 이 때 광 제어 장치(600)는 발색부재(642)가 가지는 색, 예를 들어, 블랙을 표현하면서 차광 상태를 유지하는 차광 모드로 구동할 수 있다.
- [205] 도 9a 및 도 9b에서는 도시되지 않았으나, 광 제어 장치(600)에도 도 5 및 도 6에 도시된 격벽(270) 및 굴절률 매칭층(380)이 적용될 수 있다.
- [206] 도 10a는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도이다. 도 10b는 도 10a에 도시된 광 제어 장치의 제1 액정부가 포지티브 액정인 경우 광 제어 장치의 차광 모드를 도시한 개략적인 단면도이다. 도 10c는 도 10a에 도시된 광 제어 장치의 제1 액정부가 네거티브 액정인 경우 광 제어 장치의 차광 모드를 도시한 개략적인 단면도이다. 도 10a를 참조하면, 도 10a를 참조하면, 광 제어 장치(700)는 제1 전극부(710), 제2 전극부(720), 제1 액정부(730), 제2 액정부(740) 및 배향부(750)를 포함한다. 도 10a의 제1 전극부(710), 제2 전극부(720), 제2 액정부(740) 및 배향부(750)는 도 1 내지 도 3을 참조하여 설명한 제1 전극부(110), 제2 전극부(120), 제2 액정부(140) 및 배향부(150)와 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 10a의 제1 전극부(710), 제2 전극부(720), 제2 액정부(740) 및 배향부(750)에 대한 자세한 설명은 생략한다.

- [207] 도 10a를 참조하면, 제1 액정부(730)는 액정(730a)을 포함하는 액적(730b) 및 폴리머(730c)를 갖는 고분자 분산형 액정(PDLC)로 구성된다. 제1 액정부(730)의 액정(730a)은 초기 상태에서 아이소트로픽 상(isotropic state)을 갖는다. 여기서, 아이소트로픽 상은 도 10a에 도시된 바와 같이, 액정(730a)의 장축의 일단이 액적(730b)의 중심부를 향하고 액정(730a)의 장축의 일단과 대향하는 타단이 액적(730b)의 외곽부를 향하도록 배치된 것을 의미한다. 또한, 제1 액정부(730)의 액정(730a)은 수직(y축) 전기장에 의해 배열이 변경되는 네거티브 액정 또는 수평(x축) 전기장에 의해 배열이 변경되는 포지티브 액정일 수 있다. 제1 액정부(730)는 폴리머(730c)로 인해 액적(730b)들을 제외한 나머지 부분이 고체 상태에 있다.
- [208] 제1 액정부(730)의 액정(730a)의 평균 굴절률은 폴리머(730c)의 굴절률과 동일하다. 아이소트로픽 상으로 배열된 제1 액정부(730)의 액정(730a)은 수직 배향 또는 수평 배향과 같이 특정 방향으로 배향되어 있지 않다. 따라서, 제1 액정부(730)의 액정(730a)의 평균 굴절률과 동일한 굴절률을 갖는 물질로 폴리머(730c) 구성하여, 초기 상태에서의 제1 액정부(730)의 액정(730a)과 폴리머(730c)의 굴절률이 일치될 수 있다. 이때 액정(730a)의 평균 굴절률은 액정(730a)의 단축(730S)의 굴절률과 장축(730L)의 굴절률 사이의 값을 갖는다. 제1 액정부(730)의 액정(730a)이 포지티브 액정인 경우와 네거티브 액정인 경우 모두 액정(730a)의 평균 굴절률은 폴리머(730c)의 굴절률과 동일하다. 또한, 제1 액정부(730)의 액정(730a)의 평균 굴절률은 제2 액정부(740)의 액정(741)의 단축(741S)의 굴절률과 동일하다.
- [209] 여기서, 제1 액정부(730)의 액정(730a)은 도 10a에 도시된 바와 같이 장축(730L) 및 단축(730S)을 갖는다. 이 때, 액정(730a)이 포지티브 액정인 경우, 액정(730a)의 단축(730S)의 굴절률은 폴리머(730c)의 굴절률과 상이하다. 또한, 액정(730a)이 네거티브 액정인 경우, 액정(730a)의 장축(730L)의 굴절률은 폴리머(730c)의 굴절률과 상이하다.
- [210] 예를 들어, 액정(730a)이 포지티브 액정이고 폴리머(730c)의 굴절률이 1.5인 경우, 액정(730a)의 구성 물질은, 액정(730a)의 평균 굴절률이 1.5이고 액정(730a)의 단축(730S)의 굴절률이 1.5가 아니도록 결정될 수 있다. 또한, 액정(730a)이 네거티브 액정이고 폴리머(730c)의 굴절률이 1.5인 경우, 액정(730a)의 구성 물질은, 액정(730a)의 평균 굴절률이 1.5이고 액정(730a)의 장축(730L)의 굴절률이 1.5가 아니도록 결정될 수 있다.
- [211] 이하에서는, 도 10a에 도시된 광 제어 장치(700)의 투명 모드의 구동 방식을 설명한다.
- [212] 광 제어 장치(700)의 초기 상태에서의 제2 액정부(740)의 액정(741)은 제1 전극부(710) 및 제2 전극부(720)에 수직하기 때문에 발색부재(742) 또한 제1 전극부(710) 및 제2 전극부(720)에 대해 수직 방향으로 배열된다. 상술한 바와 같이, 제1 액정부(730)의 액정(730a)의 평균 굴절률, 제1 액정부(730)의

폴리머(730c)의 굴절률 및 제2 액정부(740)의 액정(741)의 단축(741S)의 굴절률이 서로 동일하다. 따라서 제1 액정부(730) 및 제2 액정부(740)에 전기장이 인가되지 않은 상태에서 광 제어 장치(700)로 입사하는 빛은 광 제어 장치(700)를 통과하게 된다. 또한, 광 제어 장치(700)로 입사하는 빛은 발색부재(742)의 장축(742L)보다 상대적으로 길이가 짧은 발색부재(742)의 단축(742S)에 닿게 된다. 이에 따라 광 제어 장치(700)로 입사하는 빛이 발색부재(742)에 흡수되는 양은 미비한 반면 대다수의 빛은 제1 액정부(730) 및 제2 액정부(740)를 통과한다. 따라서 광 제어 장치(700)는 투명한 상태를 유지하는 투명 모드로 구현될 수 있다. 따라서, 광 제어 장치(700)는 초기 상태에서는 외부로부터 들어온 빛을 통과시키는 상 배열을 이루고 있다. 이에 따라 광 제어 장치(700)는 초기 상태에서 투명 모드를 구현할 수 있으므로, 광 제어 장치(700)의 소비 전력이 감소될 수 있다.

- [213] 이하에서는, 도 10a에 도시된 광 제어 장치(700)의 차광 모드의 구동 방식을 설명하기 위해 도 10b 및 도 10c를 함께 참조한다.
- [214] 먼저, 도 10b를 참조하면, 포지티브 액정의 경우 포지티브 액정의 장축이 전기장 방향에 대해 움직이고, 네거티브 액정의 경우 네거티브 액정의 단축이 전기장 방향에 대해 움직인다. 따라서, 제1 전극(712) 및 제2 전극(722)에 전원(760)을 사용하여 전압을 공급하여 수직 전기장을 형성하면, 포지티브 액정인 제1 액정부(730)의 액정(730a) 및 네거티브 액정인 제2 액정부(740)의 액정(741)의 배열이 변화할 수 있다.
- [215] 제1 전극(712) 및 제2 전극(722)에 전압이 인가되어 제1 액정부(730)에 전기장이 인가되면 제1 액정부(730)의 액정(730a)은 외부로부터 들어오는 빛(L)을 산란시킬 수 있는 상 배열을 가진다. 즉, 제1 액정부(730)에 전기장이 인가되면 액정(730a)은 장축(730L)이 제1 전극부(710) 및 제2 전극부(720)에 대해 수직하는 호메오토프릭 상으로 변한다. 따라서 폴리머(730c)와 액정(730a) 사이에 굴절률의 차이가 발생하게 되어 외부로부터 들어오는 빛(L)은 산란된다. 이와 같은 빛 산란을 통해 제1 액정부(730)를 통과하여 제2 액정부(740)로 입사하는 빛(L)의 입사광 경로는 제1 액정부(730)로 입사하는 빛(L)의 입사광 경로 대비 길어지게 된다. 이와 같이, 제1 액정부(730)에 의해 산란된 빛(L)은 입사광 경로가 길어져 있기 때문에 제2 액정부(740) 내에 위치하는 발색부재(742)에 닿을 확률이 높아지게 된다.
- [216] 제1 전극(712) 및 제2 전극(722)에 전압이 인가되어 제2 액정부(740)에 전기장이 인가되면 제2 액정부(740)의 액정(741)은 장축(741L)이 제1 전극부(710) 및 제2 전극부(720)에 대해 X 방향 또는 Z 방향으로 눕게 된다. 이에 따라서 제1 액정부(730)를 거쳐 들어오는 빛(L)은 제2 액정부(740)의 액정(741)에 의해 산란된다.
- [217] 따라서, 제1 액정부(730)에 의해 1차 산란된 빛(L)은 플레너 상을 가지는 제2 액정부(740)의 액정(741)에 의해 2차 산란된다. 이에 따라 제1 액정부(730)에 의해 1차 산란된 빛(L)은 제2 액정부(740) 내부에서 2차 산란되어 광 경로가 더욱

- 길어지게 됨으로써 발색부재(742)에 닿을 확률이 더욱 높아지게 된다.
- [218] 제2 액정부(740)에 전기장이 인가되어 액정(741)이 플레너 상이 되면, 발색부재(742)는 전기장의 영향을 받은 주변에 있는 액정(741)이 눕는 방향(즉, 액정(741)의 배열 방향)을 따라 눕는다.
- [219] 이에 따라 제1 액정부(730)의 액정(730a)과 제2 액정부(740)의 액정(741)에 의해 산란된 빛(L)은 발색 부재(742)의 단축(742S)보다 상대적으로 길이가 긴 발색부재(742)의 장축(742L)에 닿게 된다. 이때 빛(L)이 발색부재(742)에 닿는 영역은 상당히 많기 때문에 대부분의 빛(L)은 발색부재(742)에 흡수된다. 이에 따라 광 제어 장치(700)는 발색부재(742)가 가지는 색, 예를 들어, 블랙을 표현하면서 차광 상태를 유지하는 차광 모드로 구동할 수 있다.
- [220] 도 10c를 참조하면, 네거티브 액정의 경우 네거티브 액정의 단축이 전기장 방향에 대해 움직인다. 따라서, 제1 전극(712) 및 제2 전극(722)에 전압을 공급하여 수직 전기장을 형성하면, 네거티브 액정인 제1 액정부(730)의 액정(730a) 및 제2 액정부(740)의 액정(741)의 배열이 변화할 수 있다.
- [221] 제1 전극(712) 및 제2 전극(722)에 전압이 인가되어 제1 액정부(730)에 전기장이 인가되면 제1 액정부(730)의 액정(730a)은 외부로부터 들어오는 빛(L)을 산란시킬 수 있는 상 배열을 가진다. 즉, 제1 액정부(730)에 전기장이 인가되면 액정(730a)은 장축(730L)이 제1 전극부(710) 및 제2 전극부(720)에 대해 수평하는 플레너 상으로 변한다. 따라서 폴리머(730c)와 액정(730a) 사이에 굴절률의 차이가 발생하게 되어 외부로부터 들어오는 빛(L)은 산란된다. 제2 액정부(740)의 액정(741)의 상 변화 및 빛(L)의 산란은 도 10b를 참조하여 설명한 내용과 실질적으로 동일하므로, 자세한 설명은 한다.
- [222] 도 10a 내지 도 10c에서는 도시되지 않았으나, 광 제어 장치(700)에도 도 5 및 도 6에 도시된 격벽(270) 및 굴절률 매칭층(380)이 적용될 수 있다.
- [223] 도 11a 및 도 11b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도들이다. 먼저, 도 11a를 참조하면, 광 제어 장치(800)는 제1 전극부(810), 제2 기관(821), 제1 액정부(830), 제2 액정부(840) 및 배향부(850)를 포함한다. 도 11a의 제1 전극부(810), 제2 기관(821), 제2 액정부(840) 및 배향부(850)는 도 7a 및 도 7b를 참조하여 설명한 제1 전극부(410), 제2 기관(421), 제2 액정부(440) 및 배향부(450)와 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 11a의 제1 전극부(810), 제2 기관(821), 제2 액정부(840) 및 배향부(850)에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- [224] 도 11a를 참조하면, 제1 액정부(830)는 액정(830a)을 포함하는 액적(830b) 및 폴리머(830c)를 갖는 고분자 분산형 액정(PDLC)로 구성된다. 제1 액정부(830)의 액정(830a)은 초기 상태에서 아이소트로픽 상을 갖는다. 또한, 제1 액정부(830)의 액정(830a)은 수직(y축) 전기장에 의해 배열이 변경되는 네거티브 액정 또는 수평(x축) 전기장에 의해 배열이 변경되는 포지티브 액정일 수 있다. 제1 액정부(830)는 폴리머(830c)로 인해 액적(830b)들을 제외한 나머지 부분이 고체 상태에 있다.

- [225] 제1 액정부(830)의 액정(830a)의 평균 굴절률은 폴리머(830c)의 굴절률과 동일하다. 즉, 제1 액정부(830)의 액정(830a)이 포지티브 액정인 경우와 네거티브 액정인 경우 모두 액정(830a)의 평균 굴절률은 폴리머(830c)의 굴절률과 동일하다. 또한, 제1 액정부(830)의 액정(830a)의 평균 굴절률은 제2 액정부(840)의 액정(841)의 단축(841S)의 굴절률과 동일하다.
- [226] 여기서, 제1 액정부(830)의 액정(830a)은 도 11a에 도시된 바와 같이 장축(830L) 및 단축(830S)을 갖는다. 이 때, 액정(830a)이 포지티브 액정인 경우, 액정(830a)의 단축(830S)의 굴절률은 폴리머(830c)의 굴절률과 상이하다. 또한, 액정(830a)이 네거티브 액정인 경우, 액정(830a)의 장축(830L)의 굴절률은 폴리머(830c)의 굴절률과 상이하다.
- [227] 다음으로, 도 11b를 참조하면, 광 제어 장치(800)의 제1 전극부(810)는 제1 기관(811), 제1 전극(812), 절연층(813) 및 공통 전극(814)을 포함한다. 구체적으로, 제1 기관(811) 상에 복수의 액정부(830, 840)에 수평 전기장을 인가하도록 구성된 복수의 패턴 전극(812a, 812b)을 포함하는 제1 전극(812)이 배치되고, 제1 기관(811)과 제1 전극(812) 사이에 절연층(813)이 배치되고, 절연층(813)과 제1 기관(811) 사이에 공통 전극(814)이 배치된다. 절연층(813) 및 공통 전극(814)은 도 7b에 도시된 절연층(413) 및 공통 전극(414)과 실질적으로 동일하므로 자세한 설명은 생략한다.
- [228] 이하에서는, 도 11a 및 도 11b에 도시된 광 제어 장치(800)의 투명 모드 및 차광 모드의 구동 방식을 설명한다.
- [229] 광 제어 장치(800)의 초기 상태에서의 제2 액정부(840)의 액정(841)은 제1 전극부(810) 및 제2 전극부(820)에 수직하기 때문에 발색부재(842) 또한 제1 전극부(810) 및 제2 전극부(820)에 대해 수직 방향으로 배열된다. 상술한 바와 같이, 제1 액정부(830)의 액정(830a)의 평균 굴절률, 제1 액정부(830)의 폴리머(830c)의 굴절률 및 제2 액정부(840)의 액정(841)의 단축(841S)의 굴절률이 서로 동일하다. 따라서 제1 액정부(830) 및 제2 액정부(840)에 전기장이 인가되지 않은 상태에서 광 제어 장치(800)로 입사하는 빛은 광 제어 장치(800)를 통과하게 된다. 또한, 광 제어 장치(800)로 입사하는 빛은 발색부재(842)의 장축(842L)보다 상대적으로 길이가 짧은 발색부재(842)의 단축(842S)에 닿게 되기 때문에 빛이 발색부재(842)에 흡수되는 양은 미비하다. 따라서 광 제어 장치(800)로 입사한 대다수의 빛은 제1 액정부(830) 및 제2 액정부(840)를 통과하기 때문에 광 제어 장치(800)는 투명한 상태를 유지하는 투명 모드로 구현될 수 있다. 따라서, 광 제어 장치(800)는 초기 상태에서는 외부로부터 들어온 빛을 통과시키는 상 배열을 이루고 있다. 이에 따라 광 제어 장치(800)는 초기 상태에서 투명 모드를 구현할 수 있으므로, 광 제어 장치(800)의 소비 전력이 감소될 수 있다.
- [230] 포지티브 액정의 경우 포지티브 액정의 장축이 전기장 방향에 대해 움직이고, 네거티브 액정의 경우 네거티브 액정의 단축이 전기장 방향에 대해 움직인다. 이에, 제1 전극부(810)의 복수의 패턴 전극(812a, 412b), 또는 복수의 패턴

전극(812a, 412b) 및 공통 전극(814)에 전압을 공급하여 수평 전기장을 형성하여 액정(830a) 및 액정(841)의 배열이 변화할 수 있다.

- [231] 복수의 패턴 전극(812a, 412b), 또는 복수의 패턴 전극(812a, 412b) 및 공통 전극(814)에 전압이 인가되어 제1 액정부(830)에 전기장이 인가되면 제1 액정부(830)의 액정(830a)은 외부로부터 들어오는 빛을 산란시킬 수 있는 상 배열을 가진다. 즉, 액정(830a)이 포지티브 액정인 경우 제1 액정부(830)에 전기장이 인가되면 액정(830a)은 장축(830L)이 제1 전극부(810) 및 제2 전극부(820)에 대해 수직하는 호메오토ropic 상으로 변한다. 따라서 폴리머(830c)와 액정(830a) 사이에 굴절률의 차이가 발생하게 되어 외부로부터 들어오는 빛은 산란된다. 또한, 액정(830a)이 네거티브 액정인 경우 제1 액정부(830)에 전기장이 인가되면 액정(830a)은 장축(830L)이 제1 전극부(810) 및 제2 전극부(820)에 대해 수평하는 플레너 상으로 변한다. 따라서 폴리머(830c)와 액정(830a) 사이에 굴절률의 차이가 발생하게 되어 외부로부터 들어오는 빛은 산란된다. 이와 같은 빛 산란을 통해 제1 액정부(830)를 통과하여 제2 액정부(840)로 입사하는 빛의 입사광 경로는 제1 액정부(830)로 입사하는 빛의 입사광 경로 대비 길어지게 된다. 이와 같이, 제1 액정부(830)에 의해 산란된 빛은 입사광 경로가 길어져 있기 때문에 제2 액정부(840) 내에 위치하는 발색부재(842)에 닿을 확률이 높아지게 된다.
- [232] 복수의 패턴 전극(812a, 412b), 또는 복수의 패턴 전극(812a, 412b) 및 공통 전극(814)에 전압이 인가되어 제2 액정부(840)에 전기장이 인가되면 제2 액정부(840)의 액정(841)은 눕게 된다. 이때 제2 액정부(840)의 액정(841)의 장축(841L)이 제1 전극부(810) 및 제2 전극부(820)에 대해 X 방향 또는 Z 방향으로 된다. 이에 따라 제1 액정부(830)를 거쳐 들어오는 빛은 제2 액정부(840)의 액정(841)에 의해 산란된다.
- [233] 따라서, 제1 액정부(830)에 의해 1차 산란된 빛은 플레너 상을 가지는 제2 액정부(840)의 액정(841)에 의해 2차 산란된다. 이에 따라 제1 액정부(830)에 의해 1차 산란된 빛은 제2 액정부(840) 내부에서 2차 산란되어 광 경로가 더욱 길어진다. 따라서 산란된 빛은 발색부재(842)에 닿을 확률이 더욱 높아지게 된다.
- [234] 제2 액정부(840)에 전기장이 인가되어 액정(841)이 플레너 상이 되면, 발색부재(842)는 전기장의 영향을 받은 주변에 있는 액정(841)이 눕는 방향(즉, 액정(841)의 배열 방향)을 따라 눕는다.
- [235] 이에 따라 제1 액정부(830)의 액정(830a)과 제2 액정부(840)의 액정(841)에 의해 산란된 빛은 단축(842S)보다 상대적으로 길이가 긴 발색부재(842)의 장축(842L)에 닿게 된다. 이에 따라 빛이 발색부재(842)에 닿는 영역은 상당히 많기 때문에 대부분의 빛은 발색부재(842)에 흡수된다. 이에 따라 광 제어 장치(800)는 발색부재(842)가 가지는 색, 예를 들어, 블랙을 표현하면서 차광 상태를 유지하는 차광 모드로 구동할 수 있다.
- [236] 도 11a 및 도 11b에서는 도시되지 않았으나, 광 제어 장치(800)에도 도 5 및 도

6에 도시된 격벽(270) 및 굴절률 매칭층(380)이 적용될 수 있다.

- [237] 도 12a는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도이다. 도 12b는 도 12a에 도시된 광 제어 장치의 투명 모드를 도시한 단면도이다. 도 12c는 도 1에 도시된 광 제어 장치의 차광 모드를 도시한 단면도이다. 도 12a 내지 도 12c를 참조하면, 광 제어 장치(900)는 제1 전극부(910), 제2 전극부(920), 제1 액정부(930), 제2 액정부(940) 및 배향부(950)를 포함한다. 도 12a 내지 도 12c의 제1 전극부(910), 제2 전극부(920), 제1 액정부(930) 및 배향부(950)는 도 1 내지 도 3을 참조하여 설명한 제1 전극부(110), 제2 전극부(120), 제1 액정부(130) 및 배향부(150)와 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 12a 내지 도 12c의 제1 전극부(910), 제2 전극부(920), 제1 액정부(930) 및 배향부(950)에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- [238] 도 12a를 참조하면, 제2 액정부(940)는 액정(941), 발색부재(942) 및 그물막(943)을 갖는 고분자 네트워크 액정(PNLC)으로 구성된다. 제2 액정부(940)의 액정(941)은 초기 상태에서 제1 전극부(910) 및 제2 전극부(920)에 대해 수직으로 배열된 호메오토토폭 상을 갖는다. 또한, 제2 액정부(940)의 액정(941)은 수직(y축) 전기장에 의해 배열이 변경되는 네거티브 액정일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [239] 발색부재(942)는 장축(942S)과 단축(942S)을 가지는 동시에 발색부재(942)가 위치하는 제2 액정부(940)의 액정(941)의 배열 방향에 영향을 받아 배열이 변화된다. 즉, 초기 상태의 발색부재(942)는 제2 액정부(940)의 액정(941)을 따라서 제1 전극부(910) 및 제2 전극부(920)에 대해 수직 방향으로 배열되기 때문에 발색부재(942)의 장축(942L)이 길수록, 그리고 단축(942S)이 짧을수록 투명 모드 구동시 높은 투명도를 유지할 수 있으며 차광 모드 구동시 높은 차광도를 유지할 수 있다.
- [240] 그물막(943)은 제2 액정부(940) 내부에 폴리머 네트워크(polymer networked) 형태로 위치한다. 그물막(943)은 빛을 통과시킬 수 있는 투명한 재질의 광 경화성 모노머 또는 투명한 재질의 열 경화성 모노머로 만들어진다. 구체적으로, 광 경화성 모노머와 액정(941)을 서로 섞어 혼합 액정을 만든 후 이 혼합 액정에 광을 조사하게 되면 액정(941)과 모노머가 상 분리되는 과정에서 모노머는 폴리머로 바뀌게 된다. 그 결과 제2 액정부(940) 내에 그물 모양(또는 망 형상 또는 네트워크 형상)을 가지는 그물막(943)이 만들어 지게 된다. 그물막(943)은 제1 액정부(930)의 폴리머(930c)의 굴절률과 동일한 굴절률을 갖는다.
- [241] 또한, 그물막(943)은 제2 액정부(940) 내에서 상부에서 하부 방향으로 그물 모양으로 형성되기 때문에 액정(941)이 수직으로 배열될 수 있도록 할 수 있다. 또한, 추가적으로는 그물막(943)은 제2 액정부(940)의 셀 갭을 유지할 수도 있다.
- [242] 이하에서는, 도 12b 및 도 12c를 참조로 광 제어 장치(900)의 투명 모드 및 차광 모드의 구동 방식을 설명한다.
- [243] 먼저, 도 12b를 참조하면, 광 제어 장치(900)의 초기 상태에서의 제2

액정부(940)의 액정(941)은 제1 전극부(910) 및 제2 전극부(920)에 수직하기 때문에 발색부재(942) 또한 제1 전극부(910) 및 제2 전극부(920)에 대해 수직 방향으로 배열된다. 상술한 바와 같이, 제1 액정부(930)의 액정(930a)의 단축(930S)의 굴절률, 제1 액정부(930)의 폴리머(930c)의 굴절률, 제2 액정부(940)의 액정(941)의 단축(941S)의 굴절률 및 제2 액정부(940)의 그물막(943)의 굴절률이 서로 동일하다. 따라서 제1 액정부(930) 및 제2 액정부(940)에 전기장이 인가되지 않은 상태에서 광 제어 장치(900)로 입사하는 빛(L)은 광 제어 장치(900)를 통과하게 된다. 또한, 광 제어 장치(900)로 입사하는 빛(L)은 발색부재(942)의 장축(942L)보다 상대적으로 길이가 짧은 발색부재(942)의 단축(942S)에 닿게 된다. 따라서 빛(L)이 발색부재(942)에 흡수되는 양은 미비하다. 또한 대다수의 빛(L)은 제1 액정부(930) 및 제2 액정부(940)를 통과하기 때문에 광 제어 장치(900)는 투명한 상태를 유지하는 투명 모드로 구현될 수 있다. 따라서, 광 제어 장치(900)는 초기 상태에서는 외부로부터 들어온 빛(L)을 통과시키는 상 배열을 이루고 있기 때문에, 초기 상태에서 투명 모드를 구현할 수 있으므로, 광 제어 장치(900)의 소비 전력이 감소될 수 있다.

- [244] 네거티브 액정의 경우, 네거티브 액정의 단축이 전기장 방향에 대해 움직이므로, 도 12c에 도시된 바와 같이 전원(1060)을 사용하여 제1 전극부(910)의 제1 전극(912) 및 제2 전극부(920)의 제2 전극(922)에 전압을 공급하여 수직 전기장을 형성하여 액정(930a) 및 액정(941)의 배열이 변화할 수 있다.
- [245] 제1 전극(912) 및 제2 전극(922)에 전압이 인가되어 제1 액정부(930)에 전기장이 인가되면 제1 액정부(930)의 액정(930a)은 외부로부터 들어오는 빛(L)을 산란시킬 수 있는 상 배열을 가진다. 즉, 제1 액정부(930)에 전기장이 인가되면 액정(930a)은 장축(930L)이 제1 전극부(910) 및 제2 전극부(920)에 대해 플래너 상으로 변하기 때문에 폴리머(930c)와 액정(930a) 사이에 굴절률의 차이가 발생하게 되어 외부로부터 들어오는 빛(L)은 산란된다. 이와 같은 빛 산란을 통해 제1 액정부(930)를 통과하여 제2 액정부(940)로 입사하는 빛(L)의 입사광 경로는 제1 액정부(930)로 입사하는 빛(L)의 입사광 경로 대비 길어지게 된다. 이와 같이 제1 액정부(930)에 의해 산란된 빛(L)은 입사광 경로가 길어져 있기 때문에 제2 액정부(940) 내에 위치하는 발색부재(942)에 닿을 확률이 높아지게 된다.
- [246] 제1 전극(912) 및 제2 전극(922)에 전압이 인가되어 제2 액정부(940)에 전기장이 인가되면 제2 액정부(940)의 액정(941)은 장축(941L)이 제1 전극부(910) 및 제2 전극부(920)에 대해 X 방향 또는 Z 방향으로 눕게 된다. 이에 따라 제1 액정부(930)를 거쳐 들어오는 빛(L)은 제2 액정부(940)의 액정(941)에 의해 산란된다. 또한, 제1 액정부(930)를 거쳐 들어오는 빛(L)은 플래너 상을 가지는 액정(941)에 의해 산란될 뿐만 아니라 그물막(943)에 의해서도 산란된다.

- [247] 따라서, 제1 액정부(930)에 의해 1차 산란된 빛(L)은 플래너 상을 가지는 제2 액정부(940)의 액정(941) 및 그물막(943)에 의해 2차 산란된다. 이에 따라 제1 액정부(930)에 의해 1차 산란된 빛(L)은 제2 액정부(940) 내부에서 2차 산란되어 광 경로가 더욱 길어지게 됨으로써 발색부재(942)에 닿을 확률이 더욱 높아지게 된다.
- [248] 제2 액정부(940)에 전기장이 인가되어 액정(941)이 플래너 상이 되면, 발색부재(942)는 전기장의 영향을 받은 주변에 있는 액정(941)이 눕는 방향(즉, 액정(941)의 배열 방향)을 따라 눕는다.
- [249] 이에 따라 제1 액정부(930)의 액정(930a)과 제2 액정부(940)의 액정(941)에 의해 산란된 빛(L)은 단축(942S)보다 상대적으로 길이가 긴 발색부재(942)의 장축(942L)에 닿게 된다. 이에 따라, 빛(L)이 발색부재(942)에 닿는 영역은 상당히 많기 때문에 대부분의 빛(L)은 발색부재(942)에 흡수된다. 이때 광 제어 장치(900)는 발색부재(942)가 가지는 색, 예를 들어, 블랙을 표현하면서 차광 상태를 유지하는 차광 모드로 구동할 수 있다.
- [250] 도 12a 내지 도 12c에서는 도시되지 않았으나, 광 제어 장치(900)에도 도 5 및 도 6에 도시된 격벽(270) 및 굴절률 매칭층(380)이 적용될 수 있다.
- [251] 도 13a 및 도 13b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도들이다. 먼저, 도 13a를 참조하면, 광 제어 장치(1000)는 제1 전극부(1010), 제2 기판(1021), 제1 액정부(1030), 제2 액정부(1040) 및 배향부(1050)를 포함한다. 도 13a의 제1 전극부(1010), 제2 기판(1021), 제1 액정부(1030) 및 배향부(1050)는 도 7a 및 도 7b를 참조하여 설명한 제1 전극부(1010), 제2 기판(1021), 제1 액정부(1030) 및 배향부(1050)와 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 13a의 제1 전극부(1010), 제2 기판(1021), 제1 액정부(1030) 및 배향부(1050)에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- [252] 도 13a를 참조하면, 제2 액정부(1040)는 액정(1041), 발색부재(1042) 및 그물막(1043)을 갖는 고분자 네트워크 액정(PNLC)으로 구성된다. 제2 액정부(1040)의 액정(1041)은 초기 상태에서 제1 전극부(1010) 및 제2 전극부(1020)에 대해 수직으로 배열된 호메�트로픽 상을 갖는다. 또한, 제2 액정부(1040)의 액정(1041)은 수평(x축) 전기장에 의해 배열이 변경되는 포지티브 액정일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [253] 발색부재(1042)는 장축(1042S)과 단축(1042S)을 가지는 동시에 발색부재(1042)가 위치하는 제2 액정부(1040)의 액정(1041)의 배열 방향에 영향을 받아 배열이 변화된다.
- [254] 그물막(1043)은 제2 액정부(1040) 내부에 폴리머 네트워크 형태로 위치한다. 그물막(1043)은 빛을 통과시킬 수 있는 투명한 재질의 광 경화성 모노머 또는 투명한 재질의 열 경화성 모노머로 만들어진다. 그물막(1043)은 제1 액정부(1030)의 폴리머(1030c)의 굴절률과 동일한 굴절률을 갖는다. 또한, 그물막(1043)은 제2 액정부(1040) 내에서 상부에서 하부 방향으로 그물 모양으로

형성되기 때문에 액정(1041)이 수직으로 배열될 수 있도록 할 수 있다. 또한, 추가적으로는 그물막(1043)은 제2 액정부(1040)의 셀 갭을 유지할 수도 있다.

[255] 다음으로, 도 13b를 참조하면, 광 제어 장치(1000)의 제1 전극부(1010)는 제1 기관(1011), 제1 전극(1012), 절연층(1013) 및 공통 전극(1014)을 포함한다. 구체적으로, 제1 기관(1011) 상에 복수의 액정부(1030, 440)에 수평 전기장을 인가하도록 구성된 복수의 패턴 전극(1012a, 412b)을 포함하는 제1 전극(1012)이 배치된다. 제1 기관(1011)과 제1 전극(1012) 사이에 절연층(1013)이 배치되고, 절연층(1013)과 제1 기관(1011) 사이에 공통 전극(1014)이 배치된다.

[256] 이하에서는, 도 13a 및 도 13b에 도시된 광 제어 장치(1000)의 투명 모드 및 차광 모드의 구동 방식을 설명한다.

[257] 광 제어 장치(1000)의 초기 상태에서의 제2 액정부(1040)의 액정(1041)은 제1 전극부(1010) 및 제2 전극부(1020)에 수직하기 때문에 발색부재(1042) 또한 제1 전극부(1010) 및 제2 전극부(1020)에 대해 수직 방향으로 배열된다. 상술한 바와 같이, 제1 액정부(1030)의 액정(1030a)의 단축(1030S)의 굴절률, 제1 액정부(1030)의 폴리머(1030c)의 굴절률, 제2 액정부(1040)의 액정(1041)의 단축(1041S)의 굴절률 및 제2 액정부(1040)의 그물막(1043)의 굴절률이 서로 동일하다. 따라서 제1 액정부(1030) 및 제2 액정부(1040)에 전기장이 인가되지 않은 상태에서 광 제어 장치(1000)로 입사하는 빛은 광 제어 장치(1000)를 통과하게 된다. 또한, 광 제어 장치(1000)로 입사하는 빛은 발색부재(1042)의 장축(1042L)보다 상대적으로 길이가 짧은 발색부재(1042)의 단축(1042S)에 닿게 된다. 광 제어 장치(1000)로 입사한 빛이 발색부재(1042)에 흡수되는 양은 미비한 반면 대다수의 빛은 제1 액정부(1030) 및 제2 액정부(1040)를 통과하기 때문에 광 제어 장치(1000)는 투명한 상태를 유지하는 투명 모드로 구현될 수 있다. 따라서, 광 제어 장치(1000)는 초기 상태에서는 외부로부터 들어온 빛을 통과시키는 상 배열을 이루고 있다. 따라서 광 제어 장치(1000)는 초기 상태에서 투명 모드를 구현할 수 있으므로, 광 제어 장치(1000)의 소비 전력이 감소될 수 있다.

[258] 포지티브 액정의 경우, 포지티브 액정의 장축이 전기장 방향에 대해 움직이므로, 제1 전극부(1010)의 복수의 패턴 전극(1012a, 1012b), 또는 복수의 패턴 전극(1012a, 1012b) 및 공통 전극(1014)에 전압을 공급하여 수평 전기장을 형성하여 액정(1030a) 및 액정(1041)의 배열이 변화할 수 있다.

[259] 복수의 패턴 전극(1012a, 1012b), 또는 복수의 패턴 전극(1012a, 1012b) 및 공통 전극(1014)에 전압이 인가되어 제1 액정부(1030)에 전기장이 인가되면 제1 액정부(1030)의 액정(1030a)은 외부로부터 들어오는 빛을 산란시킬 수 있는 상 배열을 가진다. 즉, 제1 액정부(1030)에 전기장이 인가되면 액정(1030a)은 호메�트로픽 상에서 플레너 상으로 변한다. 따라서 폴리머(1030c)와 액정(1030a) 사이에 굴절률의 차이가 발생하게 되어 외부로부터 들어오는 빛은 산란된다. 빛 산란을 통해 제1 액정부(1030)를 통과하여 제2 액정부(1040)로 입사하는 빛의 입사광 경로는 제1 액정부(1030)로 입사하는 빛의 입사광 경로

대비 길어지게 된다. 이와 같이, 제1 액정부(1030)에 의해 산란된 빛은 입사광 경로가 길어져 있기 때문에 제2 액정부(1040) 내에 위치하는 발색부재(1042)에 닿을 확률이 높아지게 된다.

- [260] 복수의 패턴 전극(1012a, 1012b), 또는 복수의 패턴 전극(1012a, 1012b) 및 공통 전극(1014)에 전압이 인가되어 제2 액정부(1040)에 전기장이 인가되면 제2 액정부(1040)의 액정(1041)은 장축(1041L)이 제1 전극부(1010) 및 제2 전극부(1020)에 대해 X 방향 또는 Z 방향으로 눕게 된다. 이에 따라서 제1 액정부(1030)를 거쳐 들어오는 빛은 제2 액정부(1040)의 액정(1041)에 의해 산란된다. 또한, 제1 액정부(1030)를 거쳐 들어오는 빛은 플래너 상을 가지는 액정(1041)에 의해 산란될 뿐만 아니라 그물막(1043)에 의해서도 산란된다.
- [261] 따라서, 제1 액정부(1030)에 의해 1차 산란된 빛은 플래너 상을 가지는 제2 액정부(1040)의 액정(1041) 및 그물막(1043)에 의해 2차 산란된다. 이에 따라서 제1 액정부(1030)에 의해 1차 산란된 빛은 제2 액정부(1040) 내부에서 2차 산란되어 광 경로가 더욱 길어지게 됨으로써 발색부재(1042)에 닿을 확률이 더욱 높아지게 된다.
- [262] 제2 액정부(1040)에 전기장이 인가되어 액정(1041)이 플래너 상이 되면, 발색부재(1042)는 전기장의 영향을 받은 주변에 있는 액정(1041)이 눕는 방향(즉, 액정(1041)의 배열 방향)을 따라 눕는다.
- [263] 이에 따라서 제1 액정부(1030)의 액정(1030a)과 제2 액정부(1040)의 액정(1041)에 의해 산란된 빛은 발색부재(1042)의 단축(1042S)보다 상대적으로 길이가 긴 발색부재(1042)의 장축(1042L)에 닿게 된다. 이에 따라, 빛이 발색부재(1042)에 닿는 영역은 상당히 많기 때문에 대부분의 빛은 발색부재(1042)에 흡수된다. 이때 광 제어 장치(1000)는 발색부재(1042)가 가지는 색, 예를 들어, 블랙을 표현하면서 차광 상태를 유지하는 차광 모드로 구동할 수 있다.
- [264] 도 13a 및 도 13b에서는 도시되지 않았으나, 광 제어 장치(1000)에도 도 5 및 도 6에 도시된 격벽(270) 및 굴절률 매칭층(380)이 적용될 수 있다.
- [265] 도 14는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도이다. 도 14를 참조하면, 광 제어 장치(1100)는 제1 전극부(1110), 제2 전극부(1120), 제1 액정부(1130), 제2 액정부(1140) 및 배향부(1150)를 포함한다. 도 14의 제1 전극부(1110), 제2 전극부(1120), 제1 액정부(1130) 및 배향부(1150)는 도 8을 참조하여 설명한 제1 전극부(510), 제2 전극부(520), 제1 액정부(530) 및 배향부(550)와 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 14의 제1 전극부(1110), 제2 전극부(1120), 제1 액정부(1130) 및 배향부(1150)에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- [266] 도 14를 참조하면, 제2 액정부(1140)는 액정(1141), 발색부재(1142) 및 그물막(1143)을 갖는 고분자 네트워크 액정(PNLC)으로 구성된다. 제2 액정부(1140)의 액정(1141)은 초기 상태에서 제1 전극부(1110) 및 제2

- 전극부(1120)에 대해 수직으로 배열된 호메오토록픽 상을 갖는다. 또한, 제2 액정부(1140)의 액정(1141)은 수직(y축) 전기장에 의해 배열이 변경되는 네거티브 액정일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [267] 발색부재(1142)는 장축(1142S)과 단축(1142S)을 가지는 동시에 발색부재(1142)가 위치하는 제2 액정부(1140)의 액정(1141)의 배열 방향에 영향을 받아 배열이 변화된다.
- [268] 그물막(1143)은 제2 액정부(1140) 내부에 폴리머 네트워크 형태로 위치한다. 그물막(1143)은 빛을 통과시킬 수 있는 투명한 재질의 광 경화성 모노머 또는 투명한 재질의 열 경화성 모노머로 만들어진다. 그물막(1143)은 제1 액정부(1130)의 폴리머(1130c)의 굴절률과 동일한 굴절률을 갖는다. 또한, 그물막(1143)은 제2 액정부(1140) 내에서 상부에서 하부 방향으로 그물 모양으로 형성되기 때문에 액정(1141)이 수직으로 배열될 수 있도록 할 수 있다. 또한, 추가적으로는 그물막(1143)은 제2 액정부(1140)의 셀 갭을 유지할 수도 있다.
- [269] 이하에서는, 도 14에 도시된 광 제어 장치(1100)의 투명 모드 및 차광 모드의 구동 방식을 설명한다.
- [270] 상술한 바와 같이, 제1 액정부(1130)의 액정(1130a)의 장축(1130L)의 굴절률, 제1 액정부(1130)의 폴리머(1130c)의 굴절률, 제2 액정부(1140)의 액정(1141)의 단축(1141S)의 굴절률 및 제2 액정부(1140)의 그물막(1143)의 굴절률이 서로 동일하기 때문에, 광 제어 장치(1100)의 초기 상태, 즉, 제1 액정부(1130) 및 제2 액정부(1140)에 전기장이 인가되지 않은 상태에서 광 제어 장치(1100)로 입사하는 빛은 광 제어 장치(1100)를 통과하게 된다. 따라서, 광 제어 장치(1100)는 초기 상태에서는 외부로부터 들어온 빛을 통과시키는 상 배열을 이루고 있다. 따라서 광 제어 장치(1100)는 초기 상태에서 투명 모드를 구현할 수 있으므로, 광 제어 장치(1100)의 소비 전력이 감소될 수 있다.
- [271] 포지티브 액정의 경우 포지티브 액정의 장축이 전기장 방향에 대해 움직이고, 네거티브 액정의 경우 네거티브 액정의 단축이 전기장 방향에 대해 움직인다. 따라서, 제1 전극(1112)과 제2 전극(1122)에 전압을 공급하여 수직 전기장을 형성하면, 포지티브 액정인 제1 액정부(1130)의 액정(1130a) 및 네거티브 액정인 제2 액정부(1140)의 액정(1141)의 배열이 변화할 수 있다.
- [272] 제1 전극(1112) 및 제2 전극(1122)에 전압이 인가되어 제1 액정부(1130)에 전기장이 인가되면 제1 액정부(1130)의 액정(1130a)은 외부로부터 들어오는 빛을 산란시킬 수 있는 상 배열을 가진다. 즉, 제1 액정부(1130)에 전기장이 인가되면 액정(1130a)은 장축(1130L)이 제1 전극부(1110) 및 제2 전극부(1120)에 대해 수직하는 호메오토록픽 상으로 변한다. 따라서 폴리머(1130c)와 액정(1130a) 사이에 굴절률의 차이가 발생하게 되어 외부로부터 들어오는 빛은 산란된다.
- [273] 제1 전극(1112) 및 제2 전극(1122)에 전압이 인가되어 제2 액정부(1140)에 전기장이 인가되면 제2 액정부(1140)의 액정(1141)은 장축(1141L)이 제1

전극부(1110) 및 제2 전극부(1120)에 대해 X 방향 또는 Z 방향으로 눕게 된다. 이에 따라 제1 액정부(1130)를 거쳐 들어오는 빛은 제2 액정부(1140)의 액정(1141)에 의해 산란된다. 또한, 제1 액정부(1130)를 거쳐 들어오는 빛은 플래너 상을 가지는 액정(1141)에 의해 산란될 뿐만 아니라 그물막(1143)에 의해서도 산란된다.

- [274] 따라서, 제1 액정부(1130)에 의해 1차 산란된 빛은 플래너 상을 가지는 제2 액정부(1140)의 액정(1141) 및 그물막(1143)에 의해 2차 산란된다. 이에 따라서 제1 액정부(1130)에 의해 1차 산란된 빛은 제2 액정부(1140) 내부에서 2차 산란되어 광 경로가 더욱 길어지게 됨으로써 발색부재(1142)에 닿을 확률이 더욱 높아지게 된다.
- [275] 제2 액정부(1140)에 전기장이 인가되어 액정(1141)이 플래너 상이 되면, 발색부재(1142)는 전기장의 영향을 받은 주변에 있는 액정(1141)이 눕는 방향(즉, 액정(1141)의 배열 방향)을 따라 눕는다.
- [276] 이에 따라서 제1 액정부(1130)의 액정(1130a)과 제2 액정부(1140)의 액정(1141)에 의해 산란된 빛은 발색부재(1142)의 단축(1142S)보다 상대적으로 길이가 긴 발색부재(1142)의 장축(1142L)에 닿게 된다. 이에 따라, 빛이 발색부재(1142)에 닿는 영역은 상당히 많기 때문에 대부분의 빛은 발색부재(1142)에 흡수된다. 이에 따라서 광 제어 장치(1100)는 발색부재(1142)가 가지는 색, 예를 들어, 블랙을 표현하면서 차광 상태를 유지하는 차광 모드로 구동할 수 있다.
- [277] 도 14에서는 도시되지 않았으나, 광 제어 장치(1100)에도 도 5 및 도 6에 도시된 격벽(270) 및 굴절률 매칭층(380)이 적용될 수 있다.
- [278] 도 15a 및 도 15b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도들이다. 먼저, 도 15a를 참조하면, 광 제어 장치(1200)는 제1 전극부(1210), 제2 기관(1221), 제1 액정부(1230), 제2 액정부(1240) 및 배향부(1250)를 포함한다. 도 15a의 제1 전극부(1210), 제2 기관(1221), 제1 액정부(1230) 및 배향부(1250)는 도 9a 및 도 9b를 참조하여 설명한 제1 전극부(610), 제2 기관(621), 제1 액정부(630) 및 배향부(650)와 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 15a의 제1 전극부(1210), 제2 기관(1221), 제1 액정부(1230) 및 배향부(1250)에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- [279] 도 15a를 참조하면, 제2 액정부(1240)는 액정(1241), 발색부재(1242) 및 그물막(1243)을 갖는 고분자 네트워크 액정(PNLC)으로 구성된다. 제2 액정부(1240)의 액정(1241)은 초기 상태에서 제1 전극부(1210) 및 제2 전극부(1220)에 대해 수직으로 배열된 호메�트로픽 상을 갖는다. 또한, 제2 액정부(1240)의 액정(1241)은 수평(x축) 전기장에 의해 배열이 변경되는 포지티브 액정일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [280] 발색부재(1242)는 장축(1242S)과 단축(1242S)을 가지는 동시에 발색부재(1242)가 위치하는 제2 액정부(1240)의 액정(1241)의 배열 방향에

영향을 받아 배열이 변화된다.

[281] 그물막(1243)은 제2 액정부(1240) 내부에 폴리머 네트워크 형태로 위치한다.

그물막(1243)은 빛을 통과시킬 수 있는 투명한 재질의 광 경화성 모노머 또는 투명한 재질의 열 경화성 모노머로 만들어진다. 그물막(1243)은 제1 액정부(1230)의 폴리머(1230c)의 굴절률과 동일한 굴절률을 갖는다. 또한, 그물막(1243)은 제2 액정부(1240) 내에서 상부에서 하부 방향으로 그물 모양으로 형성되기 때문에 액정(1241)이 수직으로 배열될 수 있도록 할 수 있다. 또한, 추가적으로는 그물막(1243)은 제2 액정부(1240)의 셀 갭을 유지할 수도 있다.

[282] 다음으로, 도 15b를 참조하면, 광 제어 장치(1200)의 제1 전극부(1210)는 제1

기관(1211), 제1 전극(1212), 절연층(1213) 및 공통 전극(1214)을 포함한다.

구체적으로, 제1 기관(1211) 상에 복수의 액정부(1230, 1240)에 수평 전기장을 인가하도록 구성된 복수의 패턴 전극(1212a, 1212b)을 포함하는 제1

전극(1212)이 배치된다. 제1 기관(1211)과 제1 전극(1212) 사이에 절연층(1213)이 배치되고, 절연층(1213)과 제1 기관(1211) 사이에 공통 전극(1214)이 배치된다.

[283] 이하에서는, 도 15a 및 도 15b에 도시된 광 제어 장치(1200)의 투명 모드 및 차광 모드의 구동 방식을 설명한다.

[284] 광 제어 장치(1200)의 초기 상태에서의 제2 액정부(1240)의 액정(1241)은 제1

전극부(1210) 및 제2 전극부(1220)에 수직하기 때문에 발색부재(1242) 또한 제1 전극부(1210) 및 제2 전극부(1220)에 대해 수직 방향으로 배열된다. 상술한 바와

같이, 제1 액정부(1230)의 액정(1230a)의 단축(1230S)의 굴절률, 제1

액정부(1230)의 폴리머(1230c)의 굴절률, 제2 액정부(1240)의 액정(1241)의

단축(1241S)의 굴절률 및 제2 액정부(1240)의 그물막(1243)의 굴절률이 서로

동일하다. 따라서 제1 액정부(1230) 및 제2 액정부(1240)에 전기장이 인가되지

않은 상태에서 광 제어 장치(1200)로 입사하는 빛은 광 제어 장치(1200)를

통과하게 된다. 또한, 광 제어 장치(1200)로 입사하는 빛은 발색부재(1242)의

장축(1242L)보다 상대적으로 길이가 짧은 발색부재(1242)의 단축(1242S)에 닿게

되기 때문에 빛이 발색부재(1242)에 흡수되는 양은 미비하다. 광 제어

장치(1200)로 입사한 대다수의 빛은 제1 액정부(1230) 및 제2 액정부(1240)를

통과하기 때문에 광 제어 장치(1200)는 투명한 상태를 유지하는 투명 모드로

구현될 수 있다. 따라서, 광 제어 장치(1200)는 초기 상태에서는 외부로부터

들어온 빛을 통과시키는 상 배열을 이루고 있다. 따라서 광 제어 장치(1200)는

초기 상태에서 투명 모드를 구현할 수 있으므로, 광 제어 장치(1200)의 소비

전력이 감소될 수 있다.

[285] 포지티브 액정의 경우 포지티브 액정의 장축이 전기장 방향에 대해 움직이고,

네거티브 액정의 경우 네거티브 액정의 단축이 전기장 방향에 대해 움직인다.

따라서, 제1 전극부(1210)의 복수의 패턴 전극(1212a, 1212b), 또는 복수의 패턴

전극(1212a, 1212b) 및 공통 전극(1214)에 전압을 공급하여 수평 전기장을

형성하여 액정(1230a) 및 액정(1241)의 배열이 변화할 수 있다.

- [286] 복수의 패턴 전극(1212a, 1212b), 또는 복수의 패턴 전극(1212a, 1212b) 및 공통 전극(1214)에 전압이 인가되어 제1 액정부(1230)에 전기장이 인가되면 제1 액정부(1230)의 액정(1230a)은 외부로부터 들어오는 빛을 산란시킬 수 있는 상 배열을 가진다. 이때 제1 액정부(1230)에 전기장이 인가되면 액정(1230a)은 플레너 상에서 호메옴트로픽 상으로 변한다. 따라서 폴리머(1230c)와 액정(1230a) 사이에 굴절률의 차이가 발생하게 되어 외부로부터 들어오는 빛은 산란된다. 이와 같은 빛 산란을 통해 제1 액정부(1230)를 통과하여 제2 액정부(1240)로 입사하는 빛의 입사광 경로는 제1 액정부(1230)로 입사하는 빛의 입사광 경로 대비 길어지게 된다. 이와 같이, 제1 액정부(1230)에 의해 산란된 빛은 입사광 경로가 길어진다. 따라서 입사광의 광 경로가 길어진 빛(L)은 제2 액정부(1240) 내에 위치하는 발색부재(1242)에 닿을 확률이 높아지게 된다.
- [287] 복수의 패턴 전극(1212a, 1212b), 또는 복수의 패턴 전극(1212a, 1212b) 및 공통 전극(1214)에 전압이 인가되어 제2 액정부(1240)에 전기장이 인가되면 제2 액정부(1240)의 액정(1241)은 장축(1241L)이 제1 전극부(1210) 및 제2 전극부(1220)에 대해 X 방향 또는 Z 방향으로 눕게 된다. 이에 따라 제1 액정부(1230)를 거쳐 들어오는 빛은 제2 액정부(1240)의 액정(1241)에 의해 산란된다. 또한, 제1 액정부(1230)를 거쳐 들어오는 빛은 플레너 상을 가지는 액정(1241)에 의해 산란될 뿐만 아니라 그물막(1243)에 의해서도 산란된다.
- [288] 따라서, 제1 액정부(1230)에 의해 1차 산란된 빛은 플레너 상을 가지는 제2 액정부(1240)의 액정(1241) 및 그물막(1243)에 의해 2차 산란된다. 이에 따라 제1 액정부(1230)에 의해 1차 산란된 빛은 제2 액정부(1240) 내부에서 2차 산란되어 광 경로가 더욱 길어지게 됨으로써 발색부재(1242)에 닿을 확률이 더욱 높아지게 된다.
- [289] 제2 액정부(1240)에 전기장이 인가되어 액정(1241)이 플레너 상이 되면, 발색부재(1242)는 전기장의 영향을 받은 주변에 있는 액정(1241)이 눕는 방향(즉, 액정(1241)의 배열 방향)을 따라 눕는다.
- [290] 이에 따라 제1 액정부(1230)의 액정(1230a)과 제2 액정부(1240)의 액정(1241)에 의해 산란된 빛은 발색부재(1242)의 단축(1242S)보다 상대적으로 길이가 긴 발색부재(1242)의 장축(1242L)에 닿게 된다. 이에 따라, 빛이 발색부재(1242)에 닿는 영역은 상당히 많기 때문에 대부분의 빛은 발색부재(1242)에 흡수된다. 이에 따라서 광 제어 장치(1200)는 발색부재(1242)가 가지는 색, 예를 들어, 블랙을 표현하면서 차광 상태를 유지하는 차광 모드로 구동할 수 있다.
- [291] 도 15a 및 도 15b에서는 도시되지 않았으나, 광 제어 장치(1200)에도 도 5 및 도 6에 도시된 격벽(270) 및 굴절률 매칭층(380)이 적용될 수 있다.
- [292] 도 16a는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도이다. 도 16b는 도 16a에 도시된 광 제어 장치의 제1 액정부가 포지티브 액정인 경우 광 제어 장치의 차광 모드를 도시한 개략적인 단면도이다. 도 16c는 도 16a에 도시된 광 제어 장치의 제1 액정부가 네거티브 액정인 경우 광 제어 장치의 차광 모드를

도시한 개략적인 단면도이다. 도 16a 내지 도 16c를 참조하면, 광 제어 장치(1300)는 제1 전극부(1310), 제2 전극부(1320), 제1 액정부(1330), 제2 액정부(1340) 및 배향부(1350)를 포함한다. 도 16a 내지 도 16c의 제1 전극부(1310), 제2 전극부(1320), 제1 액정부(1330) 및 배향부(1350)는 도 10a 내지 도 10b를 참조하여 설명한 제1 전극부(710), 제2 전극부(720), 제1 액정부(730) 및 배향부(750)와 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 16a 내지 도 16c의 제1 전극부(1310), 제2 전극부(1320), 제1 액정부(1330) 및 배향부(1350)에 대한 자세한 설명은 생략한다.

- [293] 도 16a를 참조하면, 제2 액정부(1340)는 액정(1341), 발색부재(1342) 및 그물막(1343)을 갖는 고분자 네트워크 액정(PNLC)으로 구성된다. 제2 액정부(1340)의 액정(1341)은 초기 상태에서 제1 전극부(1310) 및 제2 전극부(1320)에 대해 수직으로 배열된 호메�트로픽 상을 갖는다. 또한, 제2 액정부(1340)의 액정(1341)은 수직(y축) 전기장에 의해 배열이 변경되는 네거티브 액정일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [294] 발색부재(1342)는 장축(1342S)과 단축(1342S)을 가지는 동시에 발색부재(1342)가 위치하는 제2 액정부(1340)의 액정(1341)의 배열 방향에 영향을 받아 배열이 변화된다.
- [295] 그물막(1343)은 제2 액정부(1340) 내부에 폴리머 네트워크 형태로 위치한다. 그물막(1343)은 빛을 통과시킬 수 있는 투명한 재질의 광 경화성 모노머 또는 투명한 재질의 열 경화성 모노머로 만들어진다. 그물막(1343)은 제1 액정부(1330)의 폴리머(1330c)의 굴절률과 동일한 굴절률을 갖는다. 또한, 그물막(1343)은 제2 액정부(1340) 내에서 상부에서 하부 방향으로 그물 모양으로 형성되기 때문에 액정(1341)이 수직으로 배열될 수 있도록 할 수 있다. 또한, 추가적으로는 그물막(1343)은 제2 액정부(1340)의 셀 갭을 유지할 수도 있다.
- [296] 이하에서는, 도 16a에 도시된 광 제어 장치(1300)의 투명 모드의 구동 방식을 설명한다.
- [297] 광 제어 장치(1300)의 초기 상태에서의 제2 액정부(1340)의 액정(1341)은 제1 전극부(1310) 및 제2 전극부(1320)에 수직하기 때문에 발색부재(1342) 또한 제1 전극부(1310) 및 제2 전극부(1320)에 대해 수직 방향으로 배열된다. 상술한 바와 같이, 제1 액정부(1330)의 액정(1330a)의 평균 굴절률, 제1 액정부(1330)의 폴리머(1330c)의 굴절률, 제2 액정부(1340)의 액정(1341)의 단축(1341S)의 굴절률 및 제2 액정부(1340)의 그물막(1343)의 굴절률이 서로 동일하다. 따라서, 제1 액정부(1330) 및 제2 액정부(1340)에 전기장이 인가되지 않은 상태에서 광 제어 장치(1300)로 입사하는 빛은 광 제어 장치(1300)를 통과하게 된다. 또한, 광 제어 장치(1300)로 입사하는 빛은 발색부재(1342)의 장축(1342L)보다 상대적으로 길이가 짧은 발색부재(1342)의 단축(1342S)에 닿게 되기 때문에 빛이 발색부재(1342)에 흡수되는 양은 미비하다. 이에 따라 대다수의 빛은 제1 액정부(1330) 및 제2 액정부(1340)를 통과하기 때문에 광 제어 장치(1300)는

투명한 상태를 유지하는 투명 모드로 구현될 수 있다. 따라서, 광 제어 장치(1300)는 초기 상태에서는 외부로부터 들어온 빛을 통과시키는 상 배열을 있다. 따라서 광 제어 장치(1300)는 초기 상태에서 투명 모드를 구현할 수 있으므로, 광 제어 장치(1300)의 소비 전력이 감소될 수 있다.

- [298] 이하에서는, 도 16a에 도시된 광 제어 장치(1300)의 차광 모드의 구동 방식을 설명하기 위해 도 16b 및 도 16c를 함께 참조한다.
- [299] 먼저, 도 16b를 참조하면, 포지티브 액정의 경우 포지티브 액정의 장축이 전기장 방향에 대해 움직이고, 네거티브 액정의 경우 네거티브 액정의 단축이 전기장 방향에 대해 움직인다. 따라서, 전원(1360)을 사용하여 제1 전극(1312) 및 제2 전극(1322)에 전압을 공급하여 수직 전기장을 형성하면, 포지티브 액정인 제1 액정부(1330)의 액정(1330a) 및 네거티브 액정인 제2 액정부(1340)의 액정(1341)의 배열이 변화할 수 있다.
- [300] 제1 전극(1312) 및 제2 전극(1322)에 전압이 인가되어 제1 액정부(1330)에 전기장이 인가되면 제1 액정부(1330)의 액정(1330a)은 외부로부터 들어오는 빛(L)을 산란시킬 수 있는 상 배열을 가진다. 즉, 제1 액정부(1330)에 전기장이 인가되면 액정(1330a)은 장축(1330L)이 제1 전극부(1310) 및 제2 전극부(1320)에 대해 수직하는 호메오토로픽 상으로 변하기 때문에 폴리머(1330c)와 액정(1330a) 사이에 굴절률의 차이가 발생하게 되어 외부로부터 들어오는 빛(L)은 산란된다.
- [301] 제1 전극(1312) 및 제2 전극(1322)에 전압이 인가되어 제2 액정부(1340)에 전기장이 인가되면 제2 액정부(1340)의 액정(1341)은 눕게 된다. 이때 제2 액정부(1340)의 액정(1341)의 장축(1341L)이 제1 전극부(1310) 및 제2 전극부(1320)에 대해 X 방향 또는 Z 방향으로 된다. 이에 따라 제1 액정부(1330)를 거쳐 들어오는 빛(L)은 제2 액정부(1340)의 액정(1341)에 의해 산란된다. 또한, 제1 액정부(1330)를 거쳐 들어오는 빛(L)은 플레너 상을 가지는 액정(1341)에 의해 산란될 뿐만 아니라 그물막(1343)에 의해서도 산란된다.
- [302] 따라서, 제1 액정부(1330)에 의해 1차 산란된 빛(L)은 플레너 상을 가지는 제2 액정부(1340)의 액정(1341) 및 그물막(1343)에 의해 2차 산란된다. 따라서 제1 액정부(1330)에 의해 1차 산란된 빛(L)은 제2 액정부(1340) 내부에서 2차 산란되어 광 경로가 더욱 길어지게 됨으로써 발색부재(1342)에 닿을 확률이 더욱 높아지게 된다.
- [303] 제2 액정부(1340)에 전기장이 인가되어 액정(1341)이 플레너 상이 되면, 발색부재(1342)는 전기장의 영향을 받은 주변에 있는 액정(1341)이 눕는 방향(즉, 액정(1341)의 배열 방향)을 따라 눕는다.
- [304] 따라서 제1 액정부(1330)의 액정(1330a)과 제2 액정부(1340)의 액정(1341)에 의해 산란된 빛(L)은 발색부재(1342)의 단축(1342S)보다 상대적으로 길이가 긴 발색부재(1342)의 장축(1342L)에 닿게 된다. 이에 따라, 빛(L)이 발색부재(1342)에 닿는 영역은 상당히 많기 때문에 대부분의 빛(L)은

발색부재(1342)에 흡수된다. 이때 광 제어 장치(1300)는 발색부재(1342)가 가지는 색, 예를 들어, 블랙을 표현하면서 차광 상태를 유지하는 차광 모드로 구동할 수 있다.

- [305] 도 16c를 참조하면, 네거티브 액정의 경우 네거티브 액정의 단축이 전기장 방향에 대해 움직인다. 따라서, 전원(1360)을 사용하여 제1 전극(1312) 및 제2 전극(1322)에 전압을 공급하여 수직 전기장을 형성하면, 네거티브 액정인 제1 액정부(1330)의 액정(1330a) 및 제2 액정부(1340)의 액정(1341)의 배열이 변화할 수 있다.
- [306] 제1 전극(1312) 및 제2 전극(1322)에 전압이 인가되어 제1 액정부(1330)에 전기장이 인가되면 제1 액정부(1330)의 액정(1330a)은 외부로부터 들어오는 빛(L)을 산란시킬 수 있는 상 배열을 가진다. 즉, 제1 액정부(1330)에 전기장이 인가되면 액정(1330a)은 장축(1330L)이 제1 전극부(1310) 및 제2 전극부(1320)에 대해 수평하는 플레너 상으로 변한다. 따라서 폴리머(1330c)와 액정(1330a) 사이에 굴절률의 차이가 발생하게 되어 외부로부터 들어오는 빛(L)은 산란된다. 제2 액정부(1340)의 액정(1341)의 상 변화 및 빛(L)의 산란은 도 16b를 참조하여 설명한 내용과 실질적으로 동일하므로, 자세한 설명은 한다.
- [307] 도 16a 내지 도 16c에서는 도시되지 않았으나, 광 제어 장치(1300)에도 도 5 및 도 6에 도시된 격벽(270) 및 굴절률 매칭층(380)이 적용될 수 있다.
- [308] 도 17a 및 도 17b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 단면도들이다. 먼저, 도 17a를 참조하면, 광 제어 장치(1400)는 제1 전극부(1410), 제2 기관(1421), 제1 액정부(1430), 제2 액정부(1440) 및 배향부(1450)를 포함한다. 도 17a의 제1 전극부(1410), 제2 기관(1421), 제1 액정부(1430) 및 배향부(1450)는 도 11a 및 도 11b를 참조하여 설명한 제1 전극부(810), 제2 기관(821), 제1 액정부(830) 및 배향부(850)와 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 17a의 제1 전극부(1410), 제2 기관(1421), 제1 액정부(1430) 및 배향부(1450)에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- [309] 도 17a를 참조하면, 제2 액정부(1440)는 액정(1441), 발색부재(1442) 및 그물막(1443)을 갖는 고분자 네트워크 액정(PNLC)으로 구성된다. 제2 액정부(1440)의 액정(1441)은 초기 상태에서 제1 전극부(1410) 및 제2 전극부(1420)에 대해 수직으로 배열된 호메�트로픽 상을 갖는다. 또한, 제2 액정부(1440)의 액정(1441)은 수평(x축) 전기장에 의해 배열이 변경되는 포지티브 액정일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [310] 발색부재(1442)는 장축(1442S)과 단축(1442S)을 가지는 동시에 발색부재(1442)가 위치하는 제2 액정부(1440)의 액정(1441)의 배열 방향에 영향을 받아 배열이 변화된다.
- [311] 그물막(1443)은 제2 액정부(1440) 내부에 폴리머 네트워크 형태로 위치한다. 그물막(1443)은 빛을 통과시킬 수 있는 투명한 재질의 광 경화성 모노머 또는 투명한 재질의 열 경화성 모노머로 만들어진다. 그물막(1443)은 제1

액정부(1430)의 폴리머(1430c)의 굴절률과 동일한 굴절률을 갖는다. 또한, 그물막(1443)은 제2 액정부(1440) 내에서 상부에서 하부 방향으로 그물 모양으로 형성되기 때문에 액정(1441)이 수직으로 배열될 수 있도록 할 수 있다. 또한, 추가적으로는 그물막(1443)은 제2 액정부(1440)의 셀 갭을 유지할 수도 있다.

[312] 다음으로, 도 17b를 참조하면, 광 제어 장치(1400)의 제1 전극부(1410)는 제1 기관(1411), 제1 전극(1412), 절연층(1413) 및 공통 전극(1414)을 포함한다. 구체적으로, 제1 기관(1411) 상에 복수의 액정부(1430, 1440)에 수평 전기장을 인가하도록 구성된 복수의 패턴 전극(1412a, 1412b)을 포함하는 제1 전극(1412)이 배치된다. 제1 기관(1411)과 제1 전극(1412) 사이에 절연층(1413)이 배치되고, 절연층(1413)과 제1 기관(1411) 사이에 공통 전극(1414)이 배치된다.

[313] 이하에서는, 도 17a 및 도 17b에 도시된 광 제어 장치(1400)의 투명 모드 및 차광 모드의 구동 방식을 설명한다.

[314] 광 제어 장치(1400)의 초기 상태에서의 제2 액정부(1440)의 액정(1441)은 제1 전극부(1410) 및 제2 전극부(1420)에 수직하기 때문에 발색부재(1442) 또한 제1 전극부(1410) 및 제2 전극부(1420)에 대해 수직 방향으로 배열된다. 상술한 바와 같이, 제1 액정부(1430)의 액정(1430a)의 평균 굴절률, 제1 액정부(1430)의 폴리머(1430c)의 굴절률, 제2 액정부(1440)의 액정(1441)의 단축(1441S)의 굴절률 및 제2 액정부(1440)의 그물막(1443)의 굴절률이 서로 동일하다. 따라서 제1 액정부(1430) 및 제2 액정부(1440)에 전기장이 인가되지 않은 상태에서 광 제어 장치(1400)로 입사하는 빛은 광 제어 장치(1400)를 통과하게 된다. 또한, 광 제어 장치(1400)로 입사하는 빛은 발색부재(1442)의 장축(1442L)보다 상대적으로 길이가 짧은 발색부재(1442)의 단축(1442S)에 닿게 되기 때문에 빛이 발색부재(1442)에 흡수되는 양은 미비하다. 따라서 광 제어 장치(1400)로 입사한 대다수의 빛은 제1 액정부(1430) 및 제2 액정부(1440)를 통과하기 때문에 광 제어 장치(1400)는 투명한 상태를 유지하는 투명 모드로 구현될 수 있다. 따라서, 광 제어 장치(1400)는 초기 상태에서는 외부로부터 들어온 빛을 통과시키는 상 배열을 이루고 있다. 이에 따라 광 제어 장치(1400)는 초기 상태에서 투명 모드를 구현할 수 있으므로, 광 제어 장치(1400)의 소비 전력이 감소될 수 있다.

[315] 포지티브 액정의 경우 포지티브 액정의 장축이 전기장 방향에 대해 움직이고, 네거티브 액정의 경우 네거티브 액정의 단축이 전기장 방향에 대해 움직인다. 이에, 제1 전극부(1410)의 복수의 패턴 전극(1412a, 1412b), 또는 복수의 패턴 전극(1412a, 1412b) 및 공통 전극(1414)에 전압을 공급하여 수평 전기장을 형성하여 액정(1430a) 및 액정(1441)의 배열이 변화할 수 있다.

[316] 복수의 패턴 전극(1412a, 1412b), 또는 복수의 패턴 전극(1412a, 1412b) 및 공통 전극(1414)에 전압이 인가되어 제1 액정부(1430)에 전기장이 인가되면 제1 액정부(1430)의 액정(1430a)은 외부로부터 들어오는 빛을 산란시킬 수 있는 상 배열을 가진다. 즉, 액정(1430a)이 포지티브 액정인 경우 제1 액정부(1430)에 전기장이 인가되면 액정(1430a)은 장축(1430L)이 제1 전극부(1410) 및 제2

- 전극부(1420)에 대해 수직하는 호메오토픽 상으로 변한다. 따라서 폴리머(1430c)와 액정(1430a) 사이에 굴절률의 차이가 발생하게 되어 외부로부터 들어오는 빛은 산란된다. 또한, 액정(1430a)이 네거티브 액정인 경우 제1 액정부(1430)에 전기장이 인가되면 액정(1430a)은 장축(1430L)이 제1 전극부(1410) 및 제2 전극부(1420)에 대해 수평하는 플레너 상으로 변한다. 따라서 폴리머(1430c)와 액정(1430a) 사이에 굴절률의 차이가 발생하게 되어 외부로부터 들어오는 빛은 산란된다. 이와 같은 빛 산란을 통해 제1 액정부(1430)를 통과하여 제2 액정부(1440)로 입사하는 빛의 입사광 경로는 제1 액정부(1430)로 입사하는 빛의 입사광 경로 대비 길어지게 된다. 이와 같이, 제1 액정부(1430)에 의해 산란된 빛은 입사광 경로가 길어져 있기 때문에 제2 액정부(1440) 내에 위치하는 발색부재(1442)에 닿을 확률이 높아지게 된다.
- [317] 복수의 패턴 전극(1412a, 1412b), 또는 복수의 패턴 전극(1412a, 1412b) 및 공통 전극(1414)에 전압이 인가되어 제2 액정부(1440)에 전기장이 인가되면 제2 액정부(1440)의 액정(1441)은 눕게 된다. 이때 제2 액정부(1440)의 액정(1441)의 장축(1441L)이 제1 전극부(1410) 및 제2 전극부(1420)에 대해 X 방향 또는 Z 방향으로 된다. 이에 따라 제1 액정부(1430)를 거쳐 들어오는 빛은 제2 액정부(1440)의 액정(1441)에 의해 산란된다. 또한, 제1 액정부(1430)를 거쳐 들어오는 빛은 플레너 상을 가지는 액정(1441)에 의해 산란될 뿐만 아니라 그물막(1443)에 의해서도 산란된다.
- [318] 따라서, 제1 액정부(1430)에 의해 1차 산란된 빛은 플레너 상을 가지는 제2 액정부(1440)의 액정(1441) 및 그물막(1443)에 의해 2차 산란된다. 이에 따라 제1 액정부(1430)에 의해 1차 산란된 빛은 제2 액정부(1440) 내부에서 2차 산란되어 광 경로가 더욱 길어진다. 따라서 산란된 빛은 발색부재(1442)에 닿을 확률이 더욱 높아지게 된다.
- [319] 제2 액정부(1440)에 전기장이 인가되어 액정(1441)이 플레너 상이 되면, 발색부재(1442)는 전기장의 영향을 받은 주변에 있는 액정(1441)이 눕는 방향(즉, 액정(1441)의 배열 방향)을 따라 눕는다.
- [320] 이에 따라 제1 액정부(1430)의 액정(1430a)과 제2 액정부(1440)의 액정(1441)에 의해 산란된 빛은 단축(1442S)보다 상대적으로 길이가 긴 발색부재(1442)의 장축(1442L)에 닿게 된다. 이에 따라, 빛이 발색부재(1442)에 닿는 영역은 상당히 많기 때문에 대부분의 빛은 발색부재(1442)에 흡수된다. 이에 따라 광 제어 장치(1400)는 발색부재(1442)가 가지는 색, 예를 들어, 블랙을 표현하면서 차광 상태를 유지하는 차광 모드로 구동할 수 있다.
- [321] 도 17a 및 도 17b에서는 도시되지 않았으나, 광 제어 장치(1400)에도 도 5 및 도 6에 도시된 격벽(270) 및 굴절률 매칭층(380)이 적용될 수 있다.
- [322] 도 18a 내지 도 18e는 본 발명의 일 실시예에 따른 광 제어 장치의 제조 방법을 설명하기 위한 공정 단면도들이다. 도 18a 내지 도 18e는 도 1 내지 도 4에 도시된 광 제어 장치(100)의 제조 방법을 설명하기 위한 공정 단면도들이다.

- [323] 우선 도 18a에 도시된 바와 같이, 유리 계열 또는 투명한 플라스틱 계열로 이루어질 수 있는 제1 기관(111)에 제1 전극(112)을 형성하여 제1 전극부(110)를 준비한다. 그리고 유리 계열 또는 투명한 플라스틱 계열로 이루어질 수 있는 제2 기관(121)에 제2 전극(122)을 형성하여 제2 전극부(120)를 준비한다. 제1 기관(111)에 제1 전극(112)을 형성하고, 제2 기관(121)에 제2 전극(122)을 형성할 때 스퍼터링(Sputtering), 패터닝(patterning), CVD(Chemical Vapor Deposition), 코팅(coating) 방식 등을 이용할 수 있다.
- [324] 이어서, 도 18b를 참조하면, 제1 전극부(110) 상에 제1 액정부(130)를 형성한다.
- [325] 구체적으로, 제1 액정부(130)를 형성하기 위한 제1 혼합 액정을 제1 전극부(110) 상에 도포하고, UV 경화하여 제1 액정부(130)를 형성할 수 있다. 제1 혼합 액정은 표면 에너지가 다른 복수의 모노머, 액정(130a) 및 광개시제를 포함한다. 이 때 복수의 모노머와 액정(130a)들의 혼합 비율은 30 wt%: 70 wt% 내지 50 wt%: 50 wt% 일 수 있다. 제1 혼합 액정에 포함된 복수의 모노머의 비율이 30 wt% 이하가 되면, 제1 액정부(130)의 차광 모드에서의 차광률이 낮아진다. 또한, 제1 혼합 액정 내에서 복수의 모노머의 비율이 50 wt% 이상이 되면 제1 액정부(130)의 투명 모드에서의 투과율이 낮아진다. 따라서, 복수의 모노머와 액정(130a)의 혼합 비율은 차광률이나 투과율을 고려하여 상기 범위 내에서 결정될 수 있다. 다만, 제1 액정부(130)의 셀 갭, 제1 기관(111)의 경화 강도 및 사용 목적에 따라 상기 비율이 변경될 수도 있다.
- [326] UV 경화를 통해 제1 액정부(130)를 형성한다. 이때 제1 액정부(130)의 액정(130a)이 수직 방향(y축 방향)으로 배열되기 위해 복수의 모노머는 표면 에너지가 서로 다른 모노머로 구성된다. 서로 다른 복수의 모노머 중 표면 에너지가 상대적으로 높은 모노머는 UV 경화 시 폴리머(130c)가 되고, 표면 에너지가 상대적으로 낮은 모노머는 UV 경화 시 액적(130b)의 표면부가 된다. 따라서 액적(130b)의 표면 에너지가 낮아지게 된다. 이에 따라 표면 에너지가 낮아진 액적(130b)은 제1 액정(130a)을 수직 방향(y축 방향)으로 배열되게 한다. UV 경화 시, UV 파장대는 10 내지 400nm 일 수 있으며, 바람직하게는 320 내지 380nm 일 수 있다. 그리고, 복수의 모노머들에 따라 UV 조사 시간은 다르지만, 예를 들어, UV 조사 시간은 10초 내지 100초일 수 있다. 이 때, UV 강도는 20 내지 50 mW/cm²으로 할 수 있다.
- [327] 이어서, 도 18c를 참조하면, 제1 액정부(130) 상에 제1 배향막(151)을 형성한다. 예를 들어, 배향 물질을 이소프로필알코올(isopropyl alcohol, IPA)과 같은 용매에 섞어서 제1 액정부(130) 상에 코팅 후 용매를 증발시킴으로써 제1 배향막이 형성될 수 있다. 다만, 제1 배향막(151)의 제조 방법이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [328] 이어서, 도 18d를 참조하면, 제1 배향막(151) 상에 제2 액정부(140)를 형성한다. 제2 액정부(140)를 형성하기 위해 제1 배향막(151) 상에 제2 혼합 액정은 주입 또는 도포될 수 있다. 제2 혼합 액정은 액정(141) 및 발색부재(142)를 포함한다.

제2 혼합 액정에 포함된 발색부재(142)는 제2 혼합 액정에 0.5 wt% 내지 5 wt% 로 포함될 수 있다. 차광 모드에서 발색부재(142)에 의한 충분한 차광률을 얻기 위해 발색부재(142)가 제2 혼합 액정에 0.5 wt% 이상 포함될 수 있다. 또한, 발색부재(142)는 투명 모드에서도 빛을 일부 흡수할 수 있다. 따라서 투명 모드에서 충분한 투과율을 얻기 위해서는 투과율이 크게 저하되지 않을 정도로 발색부재(142)의 양을 결정해야 한다. 이에 따라 발색부재(142)는 제2 혼합 액정에 5 wt% 이하로 포함될 수 있다.

- [329] 이어서, 도 18e를 참조하면, 제2 액정부(140) 상에 제2 배향막(152) 및 제2 전극부(120)를 형성한다. 구체적으로, 제2 전극부(120) 상에 제2 배향막(152)을 형성한 후, 제2 배향막(152)이 형성된 제2 전극부(120)를 제2 액정부(140) 상에 배치할 수 있다. 이에 따라 광 제어 장치(100)가 제조될 수 있다. 제2 배향막(152)을 제2 전극부(120) 상에 제조하는 방법은 제1 배향막(151)의 제조 방법과 동일할 수 있다.
- [330] 몇몇 실시예에서, 제1 액정부(130)의 액정(130a)은 수평 방향(x축 방향)으로 배열되거나, 아이소트로픽 상으로 배열될 수도 있다. 즉, 제1 액정부(130)의 액정(130a)은 도 8에 도시된 제1 액정부(530)의 액정(530a)과 같이 수평 방향으로 배열될 수도 있고, 도 10a에 도시된 제1 액정부(730)의 액정(730a)과 같이 아이소트로픽 상으로 배열될 수도 있다. 이와 같이 제1 액정부(130)의 액정(130a)의 배열을 변경하기 위해서 제1 혼합 액정의 UV 경 시화 공정 조건을 변경할 수 있다. 예를 들어, 제1 액정부(130)를 형성하기 위한 UV 조사 시간, UV 과장대, UV 강도, 온도 조건 등을 변경할 수 있다. 이에 따라 제1 액정부(130)의 액정(130a)은 수평 방향으로 배열되거나 아이소트로픽 상으로 배열될 수 있다. 또는, 제1 혼합 액정에 포함되는 모노머의 종류, 액정(130a)의 종류를 변경하여, 제1 액정부(130)의 액정(130a)이 수평 방향으로 배열되거나 아이소트로픽 상으로 배열될 수 있다.
- [331] 몇몇 실시예에서, UV 경화 공정 없이 제1 액정부(130)가 형성될 수 있다. 구체적으로, 액정(130a)과 모노머의 중합을 통해 액정(130a)을 감싸는 액적(130b)이 형성된다. 이어서, 액적(130b)은 용매에 분산되고, 액적이 분산된 용매는 제1 전극부(110) 상에 도포된다. 이때 액적(130b) 내의 액정(130a)은 특정 방향으로 배열되지 않고 랜덤하게 배열된 상태로 제1 전극부(110) 상에 배치된다. 이어서, 용매를 건조시켜서 용매는 기화되고, 액적(130b)은 구형에서 타원형으로 변형된다. 이와 같이 액적(130b)의 형상이 변화하는 과정에서 액적(130b)이 늘리면서 액적(130b)내의 액정(130a)은 수직 배향의 형태로 정렬된다. 이와 같은 방식으로 UV 경화 공정 없이 제1 액정부(130)가 형성될 수 있다.
- [332] 몇몇 실시예에서, 도 18a 내지 도 18e에 도시된 광 제어 장치(100)의 제조 방법은 롤투롤(roll to roll) 방식을 사용할 수 있다.
- [333] 도 19a 내지 도 19c는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 제조

방법을 설명하기 위한 공정 단면도들이다. 도 19a 내지 도 19c는 도 5에 도시된 광 제어 장치(200)의 제조 방법을 설명하기 위한 공정 단면도들이다. 제1 전극부(210) 및 제1 액정부(230)를 형성하는 공정은 도 18a 및 도 18b를 참조하여 설명한 제1 전극부(110) 및 제1 액정부(230)를 형성하는 공정과 실질적으로 동일하므로, 자세한 설명은 생략한다.

- [334] 도 19a를 참조하면, 제1 전극부(230) 상에 격벽(270)을 형성한다. 격벽(270)은 임프린팅(imprinting) 방식 또는 포토리소그래피(photolithography) 방식으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 격벽(270)이 임프린팅 방식으로 형성되는 경우, 격벽(270)을 형성하기 위한 물질은 제1 액정부(230) 상에 도포된 후, 실리콘, 석영 또는 고분자 물질로 이루어지는 몰드(mold)로 가압함으로써, 격벽(270)이 형성될 수 있다. 몰드에는 격벽(270)의 형상에 대응하는 패턴이 형성되어 있다. 또한, 예를 들어, 격벽(270)이 포토리소그래피 방식으로 형성되는 경우, 격벽(270)을 형성하기 위한 물질을 제1 액정부(230) 상에 도포된 후 포토리소그래피 공정을 이용하여 노광 등의 공정을 진행함으로써, 격벽(270)을 형성될 수 있다. 격벽(270)은 빛을 통과시키는 투명한 물질로 이루어질 수 있고, 예를 들어, 포토레지스트, 광 경화성 폴리머 및 폴리디메틸실록산 중 어느 하나의 물질로 이루어질 수 있다.
- [335] 이어서, 도 19b를 참조하면, 격벽(270) 상에 제1 배향막(251)을 형성하고, 제2 액정부(240)를 형성한다. 제1 배향막(251) 및 제2 액정부(240)를 형성하는 공정은 도 18c 및 도 18d를 참조하여 설명한 제1 배향막(151) 및 제2 액정부(140)를 형성하는 공정과 실질적으로 동일하므로, 자세한 설명은 생략한다.
- [336] 이어서, 도 19c를 참조하면, 제2 액정부(240) 및 제1 배향막(251) 상에 제2 배향막(252) 및 제2 전극부(220)를 형성한다. 구체적으로, 제2 전극부(220) 상에 제2 배향막(252)을 형성한 후, 제2 배향막(252)이 형성된 제2 전극부(220)를 제2 액정부(240) 상에 배치할 수 있다. 제2 배향막(252)은 격벽(270) 상에 있는 제1 배향막(251)과 접촉될 수 있도록 접촉 물질을 포함할 수 있다. 따라서, 격벽(270) 상에 마련된 제1 배향막(251)은 제2 배향막(252)과 접촉될 수 있다. 따라서, 제1 전극부(210)와 제2 전극부(220)는 접촉될 수 있다. 격벽(270)의 볼록부의 면적이 넓을수록 제1 배향막(251)과 제2 배향막(252)의 접촉 면적이 넓어지므로, 제1 배향막(251)과 제2 배향막(252) 사이의 접착력이 높아질 수 있다. 따라서, 제1 액정부(230)가 외부 압력에 취약한 점을 보완할 수 있으므로, 플렉서블(flexible) 광 제어 장치(200)를 구현할 수 있다. 또한, 제1 기판(211) 및 제2 기판(221)이 플라스틱 필름인 경우, 제1 배향막(251)과 제2 배향막(252) 사이의 접착력을 높이기 위해 제1 배향막(251)과 제2 배향막(252)의 접촉 면적을 넓힐 수 있다. 이때 격벽(270)의 돌출부의 면적이 넓어질수록 제2 액정부(240)이 배치되는 공간이 좁아진다. 이 때, 액정(241)과 발색부재(242)가 차지하는 공간이 좁아지기 때문에, 차광 모드에서 차광 불량이 발생할 수 있다. 따라서, 격벽(270)의 돌출부의 면적은 차광률과 접착력을 고려하여 설정될 수 있다. 예를 들어,

격벽(270) 상에 마련된 제1 배향막(251)과 제2 배향막(252)의 접착력은 0.05 내지 0.3 N/cm 일 수 있다. 이때, N/cm는 1cm의 폭을 갖는 광 제어 장치(200)를 구부렸을 때, 제1 배향막(251)과 제2 배향막(252)의 접착 부분이 받는 힘을 가리킨다.

- [337] 몇몇 실시예에서, 도 19a 내지 도 19c에 도시된 광 제어 장치(200)의 제조 방법은 롤투롤(roll to roll) 방식을 사용할 수 있다.
- [338] 도 20a 내지 도 20d는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광 제어 장치의 제조 방법을 설명하기 위한 공정 단면도들이다. 도 20a 내지 도 20d는 도 12a에 도시된 광 제어 장치(900)의 제조 방법을 설명하기 위한 공정 단면도들이다.
- [339] 먼저, 도 20a를 참조하면, 제1 전극부(910), 제1 액정부(930) 및 제1 배향막을 형성한다. 제1 전극부(910), 제1 액정부(930) 및 제1 배향막(951)을 형성하는 공정은 도 18a 내지 도 18c를 참조하여 설명한 제1 전극부(110), 제1 액정부(130) 및 제1 배향막(151)을 형성하는 공정과 실질적으로 동일하므로, 자세한 설명은 생략한다.
- [340] 이어서, 도 20b 내지 도 20d를 참조하면, 제1 배향막(951) 상에 제2 액정부(940)를 형성하기 위한 혼합 액정(MLC)을 도포하고, UV 경화하여 제2 액정부(940)를 형성한다. 혼합 액정(MLC)은 1 종 이상의 모노머, 액정(941), 발색부재(942) 및 광개시제를 포함한다. 여기서, 액정(941)과 모노머의 혼합 비율은 70 wt%: 30 wt% 내지 90 wt%: 10 wt% 일 수 있다. 액정(941)과 모노머의 혼합 비율은 제2 액정부(940)의 헤이즈 유발 정도를 고려하여 결정될 수 있다. 다만, 제2 액정부(940)의 셀 갭 및 사용 목적에 따라 상기 비율이 변경될 수도 있다. 도 20c에 도시된 바와 같이, 도포된 혼합 액정(MLC)에 UV를 조사함에 의해 혼합 액정(MLC)의 모노머가 폴리머화 된다. 따라서 도 20d에 도시된 바와 같은 그물막(943)이 형성된다.
- [341] 이어서, 제2 액정부(940) 상에 제2 배향막(952) 및 제2 전극부(920)를 형성한다. 제2 배향막(952) 및 제2 전극부(920)를 형성하는 공정은 도 18c를 참조하여 설명한 제2 배향막(152) 및 제2 전극부(120)를 형성하는 공정과 실질적으로 동일하므로, 자세한 설명은 생략한다.
- [342] 도 21a는 본 발명의 실시예에 따른 광 제어 장치가 적용된 표시 장치를 설명하기 위한 개략적인 평면도이다. 도 21b는 도 21a의 XXI-XXI'에 따른 표시 장치의 단면도이다. 도 21a 및 도 21b를 참조하면, 표시 장치(2100)는 표시 패널(2190) 및 광 제어 장치(200)를 포함한다. 도 21a에서는 설명의 편의를 위해 표시 장치(2100)의 복수의 화소(P) 중 일부만을 도시하였고, 표시 장치(2100)의 블랙 매트릭스(2140) 및 격벽(270)만을 도시하였다. 도 21b에 도시된 광 제어 장치(200)는 도 5를 참조하여 설명한 광 제어 장치(200)와 실질적으로 동일하므로, 중복 설명은 생략한다.
- [343] 표시 패널(2190)은 영상을 표시하기 위한 패널로서, 예를 들어, 유기 발광 표시 패널일 수 있다. 구체적으로, 표시 패널(2190)은 도 21b에 도시된 바와 같이 투과

영역(TA)을 포함하는 투명 유기 발광 표시 패널 또는 투명 플렉서블 유기 발광 표시 패널일 수 있다. 다만, 이에 한정되지 않고, 표시 패널(2190)은 다양한 방식으로 영상을 표시할 수 있다.

- [344] 도 21b를 참조하면, 표시 패널(2190)은 유기 발광 소자(2130)로부터 발광된 광이 상부 기관(2115) 측으로 출광되는 탑 에미션(top emission) 방식의 유기 발광 표시 패널이다. 또한, 표시 패널(2190)은 투과 영역(TA)을 포함하는 투명 유기 발광 표시 패널이다.
- [345] 도 21a 및 도 21b를 참조하면, 표시 패널(2190)은 복수의 화소(P)를 포함하고, 각각의 화소(P)는 투과 영역(TA), 발광 영역(EA) 및 회로 영역(CA)을 포함한다. 투과 영역(TA)은 표시 패널(2190) 외부로부터 입사하는 외부 광을 투과시키는 영역으로서, 사용자는 투과 영역(TA)을 통해 배경, 즉, 표시 장치(2100)의 뒷 배경을 시인할 수 있다. 발광 영역(EA)은 유기 발광 소자(2130)로부터 발광된 광이 방출되는 영역으로서, 유기 발광 소자(2130)에 의해 영상이 표시되는 영역이다. 회로 영역(CA)은 유기 발광 소자(2130)를 구동하기 위한 다양한 회로들이 배치되는 영역으로서, 발광 영역(EA)과 중첩할 수 있다.
- [346] 도 21b를 참조하면, 표시 패널(2190)의 하부 기관(2111) 상에 박막 트랜지스터(2120)가 배치된다. 구체적으로 박막 트랜지스터(2120)는 회로 영역(CA)에 배치되고, 게이트 전극, 액티브층, 소스 전극 및 드레인 전극을 포함한다. 또한, 게이트 전극과 액티브층을 절연시키기 위한 게이트 절연층(2112)이 배치된다. 박막 트랜지스터(2120) 상에 박막 트랜지스터(2120) 상부를 평탄화하기 위한 평탄화층(2113)이 배치되고, 평탄화층(2113) 상에 유기 발광 소자(2130)가 배치된다. 유기 발광 소자(2130)는 발광 영역(EA)에 배치되고, 유기 발광층(2132)에 정공을 공급하는 애노드(2131), 유기 발광층(2132) 및 유기 발광층(2132)에 전자를 공급하는 캐소드(2133)를 포함한다. 애노드(2131)는 평탄화층(2113)의 컨택홀을 통해 박막 트랜지스터(2120)와 전기적으로 연결된다. 상술한 바와 같이, 표시 패널(2190)이 탑 에미션 방식의 유기 발광 표시 패널이므로, 애노드(2131)는, 예를 들어, 적어도 투명 도전성 산화물(TCO)로 이루어지는 투명 도전층 및 투명 도전층 하부에 배치되며 유기 발광 소자(2130)로부터 발광된 광을 표시 패널(2190) 상부로 반사시키는 반사층을 포함한다. 다만, 애노드(2131)는 투명 도전층만을 포함하는 것으로 정의되고, 반사층은 애노드(2131)와 별개의 구성요소인 것으로 정의될 수도 있다. 애노드(2131) 상에는 발광 영역(EA)을 정의하는 बैं크(2114)가 배치되고, 애노드(2131) 및 बैं크(2114) 상에 유기 발광층(2132) 및 캐소드(2133)가 배치된다. 유기 발광층(2132)은 특정 색의 광을 발광할 수 있으며, 예를 들어, 백색, 적색, 녹색 및 청색 중 어느 하나의 색의 광을 발광할 수 있다. 이하에서는, 유기 발광층(2132)이 백색광을 발광하는 것으로 설명한다. 유기 발광층(2132) 상에 캐소드(2133)가 배치된다. 상술한 바와 같이, 표시 패널(2190)은 탑 에미션 방식의 유기 발광 표시 패널(2190)이므로, 캐소드(2133)는 투명 도전성 물질 또는

금속 물질로 이루어질 수 있다. 캐소드(2133)가 금속 물질로 이루어지는 경우, 매우 얇은 두께로 캐소드(2133)가 형성되어 유기 발광층(2132)으로부터 발광된 광이 캐소드(2133)를 통과할 수 있다.

- [347] 표시 패널(2190)의 상부 기관(2115)에 블랙 매트릭스(2140)가 배치된다. 블랙 매트릭스(2140)는 화소(P)의 경계 및 투과 영역(TA)과 발광 영역(EA)의 경계에 배치된다. 또한, 컬러 필터(2150)가 표시 패널(2190)의 상부 기관(2115)에서 발광 영역(EA)에 배치된다. 컬러 필터(2150)는 적색 컬러 필터, 녹색 컬러 필터 및 청색 컬러 필터 중 하나일 수 있으나, 이에 한정되지 않고 다른 색의 광을 통과시킬 수 있는 컬러 필터일 수도 있다. 상부 기관(2115)과 하부 기관(2111)은 접착층(2160)에 의해 합착된다. 이때 유기 발광 소자(2130)를 외부로부터의 수분 및 산소로부터 보호하기 위한 봉지층이 표시 패널(2190)에 더 포함될 수도 있다.
- [348] 광 제어 장치(200)는 표시 패널(2190)과 결합할 수 있다. 따라서, 광 제어 장치(200)는 사용자에게 차광 모드와 투명 모드를 제공할 수 있다. 보다 구체적으로, 광 제어 장치(200)는 표시 패널(2190)의 출광면인 표시 패널(2190)의 전면(front surface)의 반대면인 표시 패널(2190)의 배면에 합착될 수 있다. 이때 광학용 투명 접착제 중 하나인 OCA와 같은 접착 부재를 이용하여 광 제어 장치(200)를 투명 표시 패널(2190)의 배면에 부착한 후 라미네이션(lamination) 과정을 거치게 되면 최종적으로 광 제어 장치(200)와 표시 패널(2190)이 결합될 수 있다. 또한, OCA는 1.4 내지 1.9 사이의 범위의 선택된 굴절률을 가질 수 있다.
- [349] 광 제어 장치(200)의 격벽(270)은 표시 패널(2190)의 블랙 매트릭스(2140)에 대응하도록 배치된다. 즉, 도 21a 및 도 21b에 도시된 바와 같이 광 제어 장치(200)의 격벽(270)은 표시 패널(2190)의 블랙 매트릭스(2140)와 중첩하도록 배치되어, 표시 패널(2190)의 화소(P)들간의 경계 및 투과 영역(TA)과 발광 영역(EA)간의 경계 모두에 배치된다. 이 때, 격벽(270)의 폭(WA)은 블랙 매트릭스(2140)의 폭(WB)과 동일하거나 블랙 매트릭스(2140)의 폭(WB)보다 더 작을 수 있다. 광 제어 장치(200)의 격벽(270)이 상술한 바와 같이 배치되는 경우, 격벽(270)은 도 21a에 도시된 바와 같이 평면 상에서 메쉬(mesh) 구조로 배치될 수 있다. 또한 격벽(270)은 블랙 매트릭스(2140) 일부와 중첩되도록 스트라이프(stripe) 구조로 배치될 수도 있다.
- [350] 이하에서는, 표시 장치(2100)가 영상을 제공하는 것과 관련하여 광 제어 장치(200)의 투명 모드 및 차광 모드의 구동 방식을 설명한다.
- [351] 표시 패널(2190)이 영상을 제공하지 않는 동안 광 제어 장치(200)는 투명 모드로 구동된다. 또한, 표시 패널(2190)이 영상을 제공하는 동안 광 제어 장치(200)는 표시 패널(2190)의 출광면인 전면의 반대면인 배면으로부터 입사하는 빛을 차단하도록 차광 모드로 구동된다. 이에 따라 제1 액정부(230) 및 제2 액정부(240)는 외부로부터 들어오는 빛을 산란시키게 되고, 광 제어 장치(200)는 외부로부터의 빛이 표시 패널(2190)의 배면을 통해 시인되는 것을 차단하므로, 영상의 화질을 향상시킬 수 있다. 또한, 광 제어 장치(200)는 발색

부재(242)가 가지는 색깔을 나타냄으로써 사용자에게 색깔을 가지는 배경 화면을 제공할 수도 있다. 따라서, 필요에 따라서는 차광 기능 이외에도 사용자에게 심미적 효과를 줄 수 있다. 광 제어 장치(200)의 투명 모드 및 차광 모드의 구체적인 구동 방식은 도 5에서 설명한 광 제어 장치(200)의 구동 방식과 실질적으로 동일하므로, 자세한 설명은 생략한다.

- [352] 도 21b에서는 광 제어 장치(200)의 격벽(270)이 표시 패널(2190)의 화소(P)들간의 경계 및 투과 영역(TA)과 발광 영역(EA)간의 경계 모두에 배치되는 것으로 도시되었으나, 격벽(270)은 표시 패널(2190)의 화소(P)들간의 경계에 배치된 블랙 매트릭스(2140)에만 중첩하도록 배치될 수도 있다.
- [353] 또한, 표시 패널(2190)의 발광 영역(EA)은 빛이 발광되는 영역이고, 외부 광을 통과시킬 수 있는 영역이 아니므로, 발광 영역(EA)에 대응하는 광 제어 장치(200)의 부분이 차광 모드와 투명 모드로 구현되지 않을 수 있다. 즉, 발광 영역(EA)에 대응하는 광 제어 장치(200)의 부분은 항상 투명 모드이어도 무방하다. 이에, 도 21b에서는 제1 전극부(210)의 제1 전극(212) 및 제2 전극부(220)의 제2 전극(222)이 발광 영역(EA) 및 투과 영역(TA) 모두에 대응하도록 배치되는 것으로 도시되었으나, 제1 전극(212) 및 제2 전극(222)은 투과 영역(TA)에만 배치될 수도 있다.
- [354] 도 21b에서는 광 제어 장치(200)로서 도 5에 도시된 광 제어 장치(200)가 사용되는 것으로 도시되었으나, 이에 한정되지 않고 본 명세서에서 설명된 다양한 광 제어 장치에 격벽이 적용된 경우라면 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(2100)에 모두 적용될 수 있다.
- [355] 또한, 도 21b에서는 광 제어 장치(200)의 제2 전극부(220)가 표시 패널(2190)의 하부 기판(2111)과 접하는 것으로 도시되었으나, 광 제어 장치(200)의 제1 전극부(210)가 표시 패널(2190)의 하부 기판(2111)과 접할 수도 있다.
- [356] 또한, 표시 패널(2190)의 하부 기판(2111)이 광 제어 장치(200)의 제1 전극부(210) 또는 제2 전극부(220)를 구성하는 기판 중 하나가 될 수도 있다. 예를 들어, 광 제어 장치(200)를 구성하는 제1 전극부(210)의 제1 전극(212) 또는 제2 전극부(220)의 제2 전극(222)을 표시 패널(2190)의 하부 기판(2111)의 배면에 형성하면 제1 전극부(210) 또는 제2 전극부(220)를 구성하는 기판(211, 121)의 역할을 표시 패널(2190)의 하부 기판(2111)이 하게 된다. 따라서, 하부 기판(2111)과 제1 전극부(210)의 제1 전극(212) 또는 제2 전극부(220)의 제2 전극(222)의 구성이 앞서 설명한 제1 전극부(210) 또는 제2 전극부(220)가 될 수 있다.
- [357] 도 21c는 본 발명의 다른 실시예에 따른 표시 장치의 단면도이다. 본 실시예를 설명함에 있어 이전 실시예와 동일 또는 대응되는 구성요소에 대한 설명은 생략하기로 한다. 이하, 이를 참조하여 본 실시예에 따른 표시 장치에 대해 설명하기로 한다.
- [358] 도 21c를 참조하면, 광 제어 장치(200)의 격벽(270)은 표시 패널(2190)의 블랙

매트릭스(2140)와 중첩하도록 배치되고, 표시 패널(2190)의 발광 영역(EA)에도 배치될 수 있다. 이 때, 블랙 매트릭스(2140)에만 중첩하는 격벽(270)의 폭(WA1)은 블랙 매트릭스(2140)의 폭(WB)과 동일하고, 블랙 매트릭스(2140) 및 발광 영역(EA)과 중첩하는 격벽(270)의 폭(WA2)보다 작다. 표시 패널(2190)의 발광 영역(EA)은 빛이 발광되는 영역이고, 외부 광을 통과시킬 수 있는 영역이 아니므로, 발광 영역(EA)에 대응하는 광 제어 장치(200)의 부분에 외부 광을 차단하거나 통과시키기 위한 제2 액정부(240)의 액정(241) 및 발색 부재(242)가 배치되지 않을 수 있다. 따라서, 도 21c에 도시된 바와 같이 발광 영역(EA) 전체에 대응하도록 광 제어 장치(200)의 격벽(270)이 형성될 수도 있다.

- [359] 표시 패널(2190)과 결합된 광 제어 장치(200)의 구동 방식은 앞서 도 21b를 참조하여 설명한 바와 동일하므로, 중복 설명을 생략한다.
- [360] 도 21c에서는 격벽(270)이 발광 영역(EA) 전체에 대응하도록 형성되는 것으로 도시되었으나, 격벽(270)은 발광 영역(EA)의 일부 영역에만 대응하도록 형성될 수도 있다.
- [361] 도 21d는 본 발명의 다른 실시예에 따른 표시 장치의 단면도이다. 본 실시예를 설명함에 있어 이전 실시예와 동일 또는 대응되는 구성요소에 대한 설명은 생략하기로 한다. 이하, 이를 참조하여 본 실시예에 따른 표시 장치에 대해 설명하기로 한다.
- [362] 도 21d를 참조하면, 광 제어 장치(200)는 표시 패널(2190)의 출광면인 전면에 합착될 수 있다. 이때 광학용 투명 접착제 중 하나인 OCA와 같은 접착 부재를 이용하여 광 제어 장치(200)를 투명 표시 패널(2190)의 배면에 부착한 후 라미네이션 과정을 거치게 되면 최종적으로 광 제어 장치(200)와 표시 패널(2190)이 결합될 수 있다.
- [363] 광 제어 장치(200)의 격벽(270)은 표시 패널(2190)의 블랙 매트릭스(2140)에 대응하도록 배치된다. 즉, 도 21d에 도시된 바와 같이 광 제어 장치(200)의 격벽(270)은 표시 패널(2190)의 블랙 매트릭스(2140)와 중첩되도록 배치되어, 표시 패널(2190)의 화소(P)들간의 경계 및 투과 영역(TA)과 발광 영역(EA)간의 경계 모두에 배치된다. 이 때, 격벽(270)의 폭(WA)은 블랙 매트릭스(2140)의 폭(WB)과 동일하거나 블랙 매트릭스(2140)의 폭(WB)보다 더 작을 수 있다. 광 제어 장치(200)의 격벽(270)이 상술한 바와 같이 배치되는 경우, 격벽(270)은 평면 상에서 메쉬(mesh) 구조로 배치될 수 있다. 또한, 격벽(270)은 도시되지 않았으나 블랙 매트릭스(2140) 일부와 중첩되도록 스트라이프(stripe) 구조로 배치될 수도 있다.
- [364] 광 제어 장치(200)가 표시 패널(2190)의 전면에 배치됨에 따라, 제1 전극부(210)의 제1 전극(212) 및 제2 전극부(220)의 제2 전극(222)은 투과 영역(TA)에만 대응하도록 형성된다. 광 제어 장치(200)의 제조 공정 상 제2 액정부(240)의 액정(241) 및 발색 부재(242)는 광 제어 장치(200)의 모든 영역에 배치된다. 따라서, 발광 영역(EA)에도 제1 전극(212) 및 제2 전극(222)이

배치되는 경우 발광 영역(EA)에서도 광 제어 장치(200)가 구동될 것이고, 이에 따라 발광 영역(EA)에서 방출되는 빛이 광 제어 장치(200)에 의해 차단될 수도 있다. 이에, 도 21d에 도시된 바와 같이, 제1 전극(212) 및 제2 전극(222)을 투과 영역(TA)에만 대응하도록 형성하여, 투과 영역(TA)에 대응하는 광 제어 장치(200)의 부분만을 구동시키고, 발광 영역(EA)에 대응하는 광 제어 장치(200)의 부분은 투명 모드로 유지할 수 있다.

[365] 이하에서는, 표시 장치(2100)가 영상을 제공하는 것과 관련하여 광 제어 장치(200)의 투명 모드 및 차광 모드의 구동 방식을 설명한다.

[366] 표시 패널(2190)이 영상을 제공하지 않는 동안 광 제어 장치(200)는 투명 모드로 구동된다. 즉, 광 제어 장치(200)에 전압이 인가되지 않은 상태에서 광 제어 장치(200)는 외부로부터 들어오는 빛을 통과시키는 투명 모드로 구현된다.

[367] 표시 패널(2190)이 영상을 제공하는 동안 광 제어 장치(200)는 배면으로부터 입사하는 빛을 차단하도록 구현된다. 구체적으로, 표시 패널(2190)이 영상을 제공하는 동안 광 제어 장치(200)의 제1 전극(212) 및 제2 전극(222)에 전압을 인가하여 제1 액정부(230)의 액정(230a) 및 제2 액정부(240)의 액정(241)이 제1 전극부(210) 및 제2 전극부(220)에 대해 수평 방향으로 배열되고, 제2 액정부(240)의 발색부재(242)가 액정(241)을 따라 수평 방향으로 눕게 된다. 따라서, 제1 액정부(230)의 액정(230a) 및 제2 액정부(240)의 액정(241)은 외부로부터 들어오는 빛을 산란시키게 되고, 산란된 빛을 발색부재(242)가 흡수하여, 광 제어 장치(200)는 외부로부터의 빛이 표시 패널(2190)의 투과 영역(TA)을 통해 시인되는 것을 차단하므로, 영상의 화질을 향상시킬 수 있다. 이때 발광 영역(EA)에 대응하는 광 제어 장치(200)의 부분에는 제1 전극(212) 및 제2 전극(222)이 형성되지 않으므로, 여전히 투명 모드로 구현되고, 사용자는 발광 영역(EA)을 통해 영상을 시인할 수 있다.

[368] 도 21d에서는 광 제어 장치(200)의 격벽(270)이 표시 패널(2190)의 화소(P)들간의 경계 및 투과 영역(TA)과 발광 영역(EA)간의 경계 모두에 배치되는 것으로 도시되었으나, 격벽(270)은 표시 패널(2190)의 화소(P)들간의 경계에 배치된 블랙 매트릭스(2140)에만 중첩하도록 배치될 수도 있다.

[369] 또한, 표시 패널(2190)의 상부 기판(2115)이 광 제어 장치(200)의 제1 전극부(210) 또는 제2 전극부(220)를 구성하는 기판 중 하나가 될 수도 있다. 예를 들어, 광 제어 장치(200)를 구성하는 제1 전극부(210)의 제1 전극(212) 또는 제2 전극부(220)의 제2 전극(222)을 표시 패널(2190)의 상부 기판(2115)의 전면에 형성하면 제1 전극부(210) 또는 제2 전극부(220)를 구성하는 기판(211, 121)의 역할을 표시 패널(2190)의 상부 기판(2115)이 하게 된다. 따라서, 상부 기판(2115)과 제1 전극부(210)의 제1 전극(212) 또는 제2 전극부(220)의 제2 전극(222)의 구성이 앞서 설명한 제1 전극부(210) 또는 제2 전극부(220)가 될 수 있다.

[370] 또한, 광 제어 장치(200)는 표시 패널(2190)의 출광면인 전면에 합착될 때,

격벽(270)이 발광 영역(EA)에도 형성될 수 있다. 즉, 도 21c에 도시된 바와 같이 격벽(270) 중 일부는 블랙 매트릭스(2140)와만 중첩되고, 다른 일부는 블랙 매트릭스(2140) 및 발광 영역(EA)과 중첩될 수 있다. 상술한 바와 같이, 격벽(270)은 빛을 통과시킬 수 있는 투명한 재질로 만들어지므로, 격벽(270)을 발광 영역(EA) 전체에 대응하도록 형성하여 발광 영역(EA)에 대응하는 광 제어 장치(200)의 부분이 항상 빛을 투과시키도록 할 수 있다.

- [371] 도 21a 내지 도 21d에서는 표시 패널(2100)이 탑 에미션 방식의 유기 발광 표시 패널이거나 바텀 에미션 방식의 유기 발광 표시 패널인 것으로 설명하였으나, 표시 패널(2100)은 양면 발광 방식의 유기 발광 표시 패널일 수도 있다. 즉, 표시 패널(2100)은 표시 패널의 전면 및 배면을 통해 영상을 표시할 수 있다. 이때 광 제어 장치(200)는 표시 패널(2100)의 전면 및 배면 중 어느 하나에만 배치될 수도 있고, 표시 패널(2100)의 전면 및 배면 둘 모두에 배치될 수도 있다. 즉, 적어도 하나의 광 제어 장치(200)가 표시 패널(2100)에 부착될 수 있다.
- [372] 도 22a는 본 발명의 실시예에 따른 광 제어 장치가 적용된 표시 장치를 설명하기 위한 개략적인 평면도이다. 도 22b는 도 22a의 XXII-XXII'에 따른 표시 장치의 단면도이다. 도 22a 및 도 22b를 참조하면, 표시 장치(2200)는 표시 패널(2290) 및 광 제어 장치(200)를 포함한다. 도 22a에서는 설명의 편의를 위해 표시 장치(2200)의 복수의 화소(P) 중 일부만을 도시하였고, 표시 장치(2200)의 블랙 매트릭스(2240) 및 격벽(270)만을 도시하였다. 본 실시예를 설명함에 있어 이전 실시예와 동일 또는 대응되는 구성요소에 대한 설명은 생략하기로 한다. 이하, 이를 참조하여 본 실시예에 따른 표시 장치(2200)에 대해 설명하기로 한다.
- [373] 도 22b를 참조하면, 표시 패널(2290)은 유기 발광 소자(2230)로부터 발광된 광이 하부 기관(2211) 측으로 출광되는 바텀 에미션(bottom emission) 방식의 유기 발광 표시 패널이다. 또한, 표시 패널(2290)은 투과 영역(TA)을 포함하는 투명 유기 발광 표시 패널이다.
- [374] 도 22a 및 도 22b를 참조하면, 표시 패널(2290)은 복수의 화소(P)를 포함하고, 각각의 화소(P)는 투과 영역(TA), 발광 영역(EA) 및 회로 영역(CA)을 포함한다. 도 21a 및 도 21b를 참조하여 설명한 표시 장치(2100)와 비교하여, 도 22a 및 도 22b에 도시된 표시 패널(2290)은 바텀 에미션 방식의 유기 발광 표시 패널이므로, 발광 영역(EA)과 회로 영역(CA)은 서로 중첩하지 않는다. 즉, 발광 영역(EA)에서 발광된 빛이 하부 기관(2211)을 통과하여 외부로 출광되어야 하므로, 다양한 회로들이 배치된 회로 영역(CA)은 발광 영역(EA)과 중첩하지 않는다.
- [375] 도 22b를 참조하면, 표시 패널(2290)의 하부 기관(2211) 상에 박막 트랜지스터(2220)가 배치된다. 구체적으로 박막 트랜지스터(2220)는 회로 영역(CA)에 배치된다. 또한, 게이트 전극과 액티브층을 절연시키기 위한 게이트 절연층(2212)이 배치된다. 박막 트랜지스터(2220) 상에 박막 트랜지스터(2220) 상부를 평탄화하기 위한 평탄화층(2213)이 배치되고, 평탄화층(2213) 상에 유기 발광 소자(2230)가 배치된다. 유기 발광 소자(2230)는 발광 영역(EA)에 배치되고,

유기 발광층(2232)에 정공을 공급하는 애노드(2231), 유기 발광층(2232) 및 유기 발광층(2232)에 전자를 공급하는 캐소드(2233)를 포함한다. 애노드(2231)는 평탄화층(2213)의 컨택홀을 통해 박막 트랜지스터(2220)와 전기적으로 연결된다. 상술한 바와 같이, 표시 패널(2290)이 바텀 에미션 방식의 유기 발광 표시 패널이므로, 애노드(2231)는 투명 도전성 산화물(TCO)로 이루어지는 투명 도전층을 포함한다. 애노드(2231) 상에는 발광 영역(EA)을 정의하는 बैं크(2214)가 배치되고, 애노드(2231) 및 बैं크(2214) 상에 유기 발광층(2232) 및 캐소드(2233)가 배치된다. 유기 발광층(2232)은 특정 색의 광을 발광할 수 있으며, 예를 들어, 백색, 적색, 녹색 및 청색 중 어느 하나의 색의 광을 발광할 수 있다. 이하에서는, 유기 발광층(2232)이 백색광을 발광하는 것으로 설명한다. 유기 발광층(2232) 상에 캐소드(2233)가 배치된다. 상술한 바와 같이, 표시 패널(2290)이 바텀 에미션 방식의 유기 발광 표시 패널이므로, 캐소드(2233)는 금속 물질로 이루어질 수 있다. 상부 기관(2215)과 하부 기관(2211)은 접착층(2260)에 의해 합착된다. 이때 유기 발광 소자(2230)를 외부로부터의 수분 및 산소로부터 보호하기 위한 봉지층이 표시 패널(2290)에 더 포함될 수도 있다.

- [376] 표시 패널(2290)의 하부 기관(2211)에 블랙 매트릭스(2240)가 배치된다. 블랙 매트릭스(2240)는 화소(P)들간의 경계, 발광 영역(EA)과 회로 영역(CA)간의 경계, 투과 영역(TA)과 회로 영역(CA)간의 경계 및 회로 영역(CA)에 배치된다. 또한, 컬러 필터(2250)가 표시 패널(2290)의 하부 기관(2211)에서 발광 영역(EA)에 배치된다. 컬러 필터(2250)는 적색 컬러 필터, 녹색 컬러 필터 및 청색 컬러 필터 중 하나일 수 있으나, 이에 한정되지 않고 다른 색의 광을 통과시킬 수 있는 컬러 필터일 수도 있다. 컬러 필터(2250) 상에 컬러 필터(2250) 상부를 평탄화시키는 오버코팅층(2216)이 배치되고, 오버코팅층(2216) 상에 박막 트랜지스터(2220)가 배치된다.
- [377] 광 제어 장치(200)는 표시 패널(2290)과 결합하여 차광판 기능을 할 수 있다. 보다 구체적으로 도 22b를 참조하면, 광 제어 장치(200)는 표시 패널(2290)의 출광면인 표시 패널(2290)의 배면의 반대면인 표시 패널(2290)의 전면에 합착될 수 있다. 이때 광학용 투명 접착제 중 하나인 OCA와 같은 접착 부재를 이용하여 광 제어 장치(200)를 투명 표시 패널(2290)의 배면에 부착한 후 라미네이션 과정을 거치게 되면 최종적으로 광 제어 장치(200)와 표시 패널(2290)이 결합될 수 있다.
- [378] 광 제어 장치(200)의 격벽(270)은 표시 패널(2290)의 블랙 매트릭스(2240)에 대응하도록 배치된다. 광 제어 장치(200)의 격벽(270)은 화소(P)들간의 경계, 발광 영역(EA)과 회로 영역(CA)간의 경계, 투과 영역(TA)과 회로 영역(CA)간의 경계 및 회로 영역(CA)에 배치된다. 이때 화소(P)의 경계에 배치된 격벽(270)의 폭(WA1)은 화소(P)의 경계에 배치된 블랙 매트릭스(2240)의 폭(WB1)과 동일하거나 블랙 매트릭스(2240)의 폭(WB1)보다 작을 수 있다. 회로 영역(CA)에 배치된 격벽(270)의 폭(WA2)은 회로 영역(CA)에 배치된 블랙 매트릭스(2240)의

폭(WB2)과 동일하거나 블랙 매트릭스(2240)의 폭(WB2)보다 작을 수 있다. 광 제어 장치(200)의 격벽(270)이 상술한 바와 같이 배치되는 경우, 격벽(270)은 도 22a에 도시된 바와 같이 평면 상에서 메쉬(mesh) 구조로 배치될 수 있다. 또한, 격벽(270)은 도시되지 않았으나 블랙 매트릭스(940) 일부와 중첩하도록 스트라이프(stripe) 구조로 배치될 수도 있다.

- [379] 이하에서는, 표시 장치(2200)가 영상을 제공하는 것과 관련하여 광 제어 장치(200)의 투명 모드 및 차광 모드의 구동 방식을 설명한다.
- [380] 표시 패널(2290)이 영상을 제공하지 않는 동안 광 제어 장치(200)는 투명 모드로 구동된다. 또한, 표시 패널(2290)이 영상을 제공하는 동안 광 제어 장치(200)는 표시 패널(2290)의 출광면인 배면의 반대면인 전면으로부터 입사하는 빛을 차단하도록 구동된다. 이에 따라 제1 액정부(230) 및 제2 액정부(240)는 외부로부터 들어오는 빛을 산란시키게 되고, 광 제어 장치(200)는 외부로부터의 빛이 표시 패널(2290)의 전면을 통해 시인되는 것을 차단하여 영상의 화질을 향상시킬 수 있다. 또한 광 제어 장치(200)는 필요에 따라서는 차광 기능 이외에도 사용자에게 심미적 효과를 줄 수 있다. 예를 들어 광 제어 장치(200)를 구성하는 발색 부재(240)가 가지는 색깔을 나타냄으로써 광 제어 장치(200)는 사용자에게 색깔을 가지는 배경 화면이나 뒷 배경을 제공할 수도 있다. 광 제어 장치(200)의 투명 모드 및 차광 모드의 구체적인 구동 방식은 도 5에서 설명한 광 제어 장치(200)의 구동 방식과 실질적으로 동일하므로, 자세한 설명은 생략한다.
- [381] 도 22b에서는 광 제어 장치(200)의 격벽(270)이 표시 패널(2290)의 화소(P)들간의 경계, 발광 영역(EA)과 회로 영역(CA)간의 경계, 투과 영역(TA)과 회로 영역(CA)간의 경계 및 회로 영역(CA) 모두에 배치되는 것으로 도시되었으나, 격벽(270)은 표시 패널(2290)의 화소(P)의 경계에 배치된 블랙 매트릭스(2240)에 중첩하도록 배치될 수도 있다.
- [382] 또한, 광 제어 장치(200)의 격벽(270)은 발광 영역(EA)에도 배치될 수 있다. 격벽(270)은 빛을 통과시킬 수 있는 투명한 재질로 만들어질 수 있다. 따라서 격벽(270)을 발광 영역(EA) 전체에 대응하도록 형성하여 발광 영역(EA)에 대응하는 광 제어 장치(200)의 부분이 빛을 투과시키도록 할 수 있다. 이 경우 격벽(270)은 회로 영역(CA)에는 배치되지 않을 수도 있다.
- [383] 또한, 도 22b에서는 제1 전극부(210)의 제1 전극(212) 및 제2 전극부(220)의 제2 전극(222)이 발광 영역(EA) 및 투과 영역(TA) 모두에 대응하도록 배치되는 것으로 도시되었으나, 제1 전극(212) 및 제2 전극(222)은 투과 영역(TA)에 배치될 수도 있다. 즉, 표시 패널(2290)의 발광 영역(EA)은 빛이 발광되는 영역이고, 외부 광을 통과시킬 수 있는 영역이 아니므로, 발광 영역(EA)에 대응하는 광 제어 장치(200)의 부분이 차광 모드와 투명 모드로 구동되지 않을 수 있다. 즉, 발광 영역(EA)에 대응하는 광 제어 장치(200)의 부분은 항상 투명 모드이어도 무방하다. 이에 따라 제1 전극(212) 및 제2 전극(222)은 투과 영역(TA)에 배치될

수도 있다.

- [384] 도 22b에서는 광 제어 장치(200)로서 도 5에 도시된 광 제어 장치(200)가 사용되는 것으로 도시되었으나, 이에 한정되지 않고 본 명세서에서 설명된 다양한 광 제어 장치에 격벽이 적용된 경우라면 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(2200)에 모두 적용될 수 있다.
- [385] 또한, 표시 패널(2290)의 상부 기판(2215)이 광 제어 장치(200)의 제1 전극부(210) 또는 제2 전극부(220)를 구성하는 기판 중 하나가 될 수도 있다. 예를 들어, 광 제어 장치(200)를 구성하는 제1 전극부(210)의 제1 전극(212) 또는 제2 전극부(220)의 제2 전극(222)을 표시 패널(2290)의 상부 기판(2215)의 전면에 형성하면 제1 전극부(210) 또는 제2 전극부(220)를 구성하는 기판(211, 121)의 역할을 표시 패널(2290)의 상부 기판(2215)이 하게 된다. 따라서, 상부 기판(2215)과 제1 전극부(210)의 제1 전극(212) 또는 제2 전극부(220)의 제2 전극(222)의 구성이 앞서 설명한 제1 전극부(210) 또는 제2 전극부(220)가 될 수 있다.
- [386] 도 22a 및 도 22b에서는, 하나의 화소(P)에서 투과 영역(TA), 회로 영역(CA), 발광 영역(EA)의 순서로 각각의 영역들이 배치되는 것으로 도시되었으나, 하나의 화소(P)에서 투과 영역(TA), 회로 영역(CA) 및 발광 영역(EA)의 배치 순서는 이에 한정되지 않는다.
- [387] 도 22c는 본 발명의 다른 실시예에 따른 표시 장치의 단면도이다. 본 실시예를 설명함에 있어 이전 실시예와 동일 또는 대응되는 구성요소에 대한 설명은 생략하기로 한다. 이하, 이를 참조하여 본 실시예에 따른 표시 장치에 대해 설명하기로 한다.
- [388] 도 22c를 참조하면, 광 제어 장치(200)는 표시 패널(2290)이 영상을 출광하는 표시 패널(2290)의 배면에 합착될 수 있다. 이때 광학용 투명 접착제 중 하나인 OCA와 같은 접착 부재를 이용하여 광 제어 장치(200)를 투명 표시 패널(2290)의 배면에 부착한 후 라미네이션 과정을 거치게 되면 최종적으로 광 제어 장치(200)와 표시 패널(2290)이 결합될 수 있다.
- [389] 광 제어 장치(200)의 격벽(270)은 표시 패널(2290)의 블랙 매트릭스(2240)에 대응하도록 배치된다. 광 제어 장치(200)의 격벽(270)은 표시 패널(2290)의 블랙 매트릭스(2240)와 중첩하도록 배치되어, 표시 패널(2290)의 화소(P)들간의 경계, 발광 영역(EA)과 회로 영역(CA)간의 경계, 투과 영역(TA)과 회로 영역(CA)간의 경계 및 회로 영역(CA) 모두에 배치된다.
- [390] 광 제어 장치(200)가 표시 패널(2290)의 배면에 배치됨에 따라, 제1 전극부(210)의 제1 전극(212) 및 제2 전극부(220)의 제2 전극(222)은 투과 영역(TA)에 대응하도록 형성된다. 제2 액정부(240)의 액정(241) 및 발색 부재(242)는 광 제어 장치(200)의 모든 영역에 배치된다. 따라서, 발광 영역(EA)에도 제1 전극(212) 및 제2 전극(222)이 배치되는 경우 발광 영역(EA)에서도 광 제어 장치(200)가 구동된다. 이에 따라 발광 영역(EA)에서

방출되는 빛이 광 제어 장치(200)에 의해 차단될 수도 있다. 따라서 제1 전극(212) 및 제2 전극(222)을 투과 영역(TA)에 대응하도록 형성하여, 투과 영역(TA)에 대응하는 광 제어 장치(200)의 부분을 구동시키고, 발광 영역(EA)에 대응하는 광 제어 장치(200)의 부분은 투명 모드로 유지되도록 할 수 있다.

[391] 이하에서는, 표시 장치(2200)가 영상을 제공하는 것과 관련하여 광 제어 장치(200)의 투명 모드 및 차광 모드의 구동 방식을 설명한다.

[392] 표시 패널(2290)이 영상을 제공하지 않는 동안 광 제어 장치(200)는 투명 모드로 구현된다. 표시 패널(2290)이 영상을 제공하는 동안 광 제어 장치(200)는 배면으로부터 입사하는 빛을 차단하도록 차광 모드로 구현된다. 구체적으로, 표시 패널(2290)이 영상을 제공하는 동안 광 제어 장치(200)의 제1 전극(212) 및 제2 전극(222)에 전압을 인가하여 제1 액정부(230)의 액정(230a) 및 제2 액정부(240)의 액정(241)이 제1 전극부(210) 및 제2 전극부(220)에 대해 수평 방향으로 배열된다. 이때 제2 액정부(240)의 발색부재(242)가 액정(241)을 따라 수평 방향으로 놓게 된다. 따라서, 제1 액정부(230)의 액정(230a) 및 제2 액정부(240)의 액정(241)은 외부로부터 들어오는 빛을 산란시키게 되고, 산란된 빛을 발색부재(242)가 흡수한다. 따라서 광 제어 장치(200)는 외부로부터의 빛이 표시 패널(2190)의 투과 영역(TA)을 통해 시인되는 것을 차단하므로, 영상의 화질을 향상시킬 수 있다. 이때 발광 영역(EA)에 대응하는 광 제어 장치(200)의 부분에는 제1 전극(212) 및 제2 전극(222)이 형성되지 않으므로, 여전히 투명 모드로 구현되고, 사용자는 발광 영역(EA)을 통해 영상을 시인할 수 있다.

[393] 도 22c에서는 광 제어 장치(200)의 격벽(270)이 화소(P)들간의 경계, 발광 영역(EA)과 회로 영역(CA)간의 경계, 투과 영역(TA)과 회로 영역(CA)간의 경계 및 회로 영역(CA) 모두에 배치되는 것으로 도시되었으나, 격벽(270)은 표시 패널(2290)의 화소(P)의 경계에 배치된 블랙 매트릭스(2240)에만 중첩하도록 배치될 수도 있다.

[394] 또한, 광 제어 장치(200)의 격벽(270)은 발광 영역(EA)에도 배치될 수 있다. 격벽(270)은 빛을 통과시킬 수 있는 투명한 재질의 광 경화성 모노머를 통해 만들어지므로, 격벽(270)을 발광 영역(EA) 전체에 대응하도록 형성하여 발광 영역(EA)에 대응하는 광 제어 장치(200)의 부분이 항상 빛을 투과시키도록 할 수 있다. 이 경우 격벽(270)은 회로 영역(CA)에는 배치되지 않을 수도 있다.

[395] 표시 패널(2290)의 하부 기관(2211)은 광 제어 장치(200)의 제1 전극부(210) 또는 제2 전극부(220)를 구성하는 기관 중 하나가 될 수도 있다. 예를 들어, 광 제어 장치(200)를 구성하는 제1 전극부(210)의 제1 전극(212) 또는 제2 전극부(220)의 제2 전극(222)을 표시 패널(2290)의 하부 기관(2211)의 전면에 형성하면 제1 전극부(210) 또는 제2 전극부(220)를 구성하는 기관(211, 121)의 역할을 표시 패널(2290)의 하부 기관(2211)이 하게 된다. 따라서, 하부 기관(2211)과 제1 전극부(210)의 제1 전극(212) 또는 제2 전극부(220)의 제2 전극(222)의 구성이 앞서 설명한 제1 전극부(210) 또는 제2 전극부(220)가 될 수

있다.

- [396] 이상 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 이는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명에 따른 광 제어 장치 및 이의 제조 방법에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당해 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함은 명백하다고 할 것이다.
- [397] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 모두 본 발명의 영역에 속하는 것으로 본 발명의 구체적인 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의하여 명확해질 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 서로 마주보는 제1 기관 및 제2 기관;
 상기 제1 기관과 상기 제2 기관 사이의 복수의 액정부를 포함하고,
 상기 복수의 액정부는 제1 액정을 갖는 액적(droplet) 및 폴리머를 포함하는 제1 액정부와 상기 제1 액정부 상에 또는 아래에 배치되며, 제2 액정, 발색부재 및 그물막(network)을 갖는 고분자 네트워크 액정(PNLC)인 제2 액정부를 포함하는, 광 제어 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 제1 기관과 상기 복수의 액정부 사이에 있는 제1 전극; 및
 상기 제2 기관과 상기 복수의 액정부 사이에 있는 제2 전극을 더 포함하고,
 상기 제2 액정은 네거티브 액정이고,
 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극은 상기 복수의 액정부에 수직 전기장을 인가하도록 구성된, 광 제어 장치.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
 상기 제1 액정은 네거티브 액정이며, 상기 제1 액정부에 전기장이 인가되지 않은 상태에서 상기 제1 기관 및 상기 제2 기관에 대해 수직 방향으로 배열되는, 광 제어 장치.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
 상기 제1 액정부의 제1 액정의 단축의 굴절률, 상기 제1 액정부의 폴리머의 굴절률, 상기 제2 액정부의 제2 액정의 단축의 굴절률 및
 상기 제2 액정부의 그물막의 굴절률은 서로 동일한, 광 제어 장치.
- [청구항 5] 제3항에 있어서,
 상기 제1 액정부의 제1 액정의 장축의 굴절률은 상기 제1 액정부의 폴리머의 굴절률과 서로 상이한, 광 제어 장치.
- [청구항 6] 제2항에 있어서,
 상기 제1 액정은 포지티브 액정이며, 상기 제1 액정부에 전기장이 인가되지 않은 상태에서 상기 제1 기관 및 상기 제2 기관에 수평 방향으로 배열되는, 광 제어 장치.
- [청구항 7] 제6항에 있어서,
 상기 제1 액정부의 제1 액정의 장축의 굴절률, 상기 제1 액정부의 폴리머의 굴절률, 상기 제2 액정부의 제2 액정의 단축의 굴절률 및
 상기 제2 액정부의 그물막의 굴절률은 서로 동일한, 광 제어 장치.
- [청구항 8] 제6항에 있어서,
 상기 제1 액정부의 제1 액정의 단축의 굴절률은 상기 제1 액정부의 폴리머의 굴절률과 서로 상이한, 광 제어 장치.
- [청구항 9] 제2항에 있어서,

- 상기 제1 액정은 포지티브 액정 또는 네거티브 액정이고, 상기 제1 액정부에 전기장이 인가되지 상태에서 아이소트로픽 상(isotropic state)인, 광 제어 장치.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 제1 액정부의 제1 액정의 평균 굴절률, 상기 제1 액정부의 폴리머의 굴절률, 상기 제2 액정부의 제2 액정의 단축의 굴절률 및 상기 제2 액정부의 그물막의 굴절률은 서로 동일한, 광 제어 장치.
- [청구항 11] 제9항에 있어서,
상기 제1 액정부의 제1 액정의 단축의 굴절률 또는 장축의 굴절률은 상기 제1 액정부의 폴리머의 굴절률과 서로 상이한, 광 제어 장치.
- [청구항 12] 제1항에 있어서,
상기 제1 기판과 상기 복수의 액정부 사이에 있고, 복수의 패턴 전극으로 구성된 제1 전극을 더 포함하고,
상기 제2 액정은 포지티브 액정이고,
상기 제1 전극은 상기 복수의 액정부에 수평 전기장을 인가하도록 구성된 복수의 패턴 전극을 포함하는, 광 제어 장치.
- [청구항 13] 제12항에 있어서,
상기 제1 액정은 네거티브 액정이며, 상기 제1 액정부에 전기장이 인가되지 않은 상태에서 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판에 수평 방향으로 배열되는, 광 제어 장치.
- [청구항 14] 제13항에 있어서,
상기 제1 액정부의 제1 액정의 장축의 굴절률, 상기 제1 액정부의 폴리머의 굴절률, 상기 제2 액정부의 제2 액정의 단축의 굴절률 및 상기 제2 액정부의 그물막의 굴절률은 서로 동일한, 광 제어 장치.
- [청구항 15] 제13항에 있어서,
상기 제1 액정부의 제1 액정의 단축의 굴절률은 상기 제1 액정부의 폴리머의 굴절률과 서로 상이한, 광 제어 장치.
- [청구항 16] 제12항에 있어서,
상기 제1 액정은 포지티브 액정이며, 상기 제1 액정부에 전기장이 인가되지 않은 상태에서 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판에 대해 수직 방향으로 배열되는, 광 제어 장치.
- [청구항 17] 제16항에 있어서,
상기 제1 액정부의 제1 액정의 단축의 굴절률, 상기 제1 액정부의 폴리머의 굴절률, 상기 제2 액정부의 제2 액정의 단축의 굴절률 및 상기 제2 액정부의 그물막의 굴절률은 서로 동일한, 광 제어 장치.
- [청구항 18] 제16항에 있어서,
상기 제1 액정부의 제1 액정의 장축의 굴절률은 상기 제1 액정부의

- 폴리머의 굴절률과 서로 상이한, 광 제어 장치.
- [청구항 19] 제12항에 있어서,
상기 제1 액정부의 액정은 포지티브 액정 또는 네거티브 액정이며,
상기 제1 액정부에 전기장이 인가되지 상태에서 아이소트로픽 상인, 광 제어 장치.
- [청구항 20] 제19항에 있어서,
상기 제1 액정부의 제1 액정의 평균 굴절률, 상기 제1 액정부의 폴리머의 굴절률, 상기 제2 액정부의 제2 액정의 단축의 굴절률 및
상기 제2 액정부의 그물막의 굴절률은 서로 동일한, 광 제어 장치.
- [청구항 21] 제19항에 있어서,
상기 제1 액정부의 제1 액정의 단축의 굴절률 또는 장축의 굴절률은 상기 제1 액정부의 폴리머의 굴절률과 서로 상이한, 광 제어 장치.
- [청구항 22] 제12항에 있어서,
상기 제1 기판과 상기 제1 전극 사이의 절연층; 및
상기 절연층과 상기 제1 기판 사이의 공통 전극을 더 포함하고,
상기 제1 전극과 상기 공통 전극은 상기 복수의 액정부에 수평 전기장을 인가하도록 구성된, 광 제어 장치.
- [청구항 23] 제1항에 있어서,
상기 제2 액정부에 위치하는 격벽을 더 포함하고,
상기 격벽은 빛을 통과시키는 투명한 재질의 포토 레지스트(photo resist), 폴리디메틸실록산(Polydimethylsiloxane) 및 광 경화성 폴리머 중 어느 하나로 이루어지는, 광 제어 장치.
- [청구항 24] 제1항에 있어서,
상기 제2 액정부의 액정을 배열하기 위해 상기 제2 액정부 상에 또는 아래에 배치되는 배향막을 더 포함하는, 광 제어 장치.
- [청구항 25] 제1항에 있어서,
상기 복수의 액정부 상에 또는 아래에 있는 굴절률 매칭층을 더 포함하는, 광 제어 장치.
- [청구항 26] 표시 패널; 및
상기 표시 패널의 일 면에 있는 광 제어 장치를 포함하고,
상기 광 제어 장치는,
서로 마주보는 제1 기판 및 제2 기판;
상기 제1 기판과 상기 제2 기판 사이에 배치되고, 전기장이 인가되지 않는 경우 빛을 투과시키는 투명 모드로 구현되고,
전기장이 인가되는 경우 빛을 차단하는 차광 모드로 구현되는 복수의 액정부를 포함하고,
상기 복수의 액정부는 액정을 갖는 액적(droplet)을 포함하는

고분자 분산형 액정(PDLC) 및 상기 고분자 분산형 액정(PDLC) 상에 또는 아래에 배치되는, 고분자 네트워크 액정(PNLC)을 포함하는, 표시 장치.

[청구항 27]

제26항에 있어서,
상기 표시 패널은 유기 발광 표시 패널인, 표시 장치.

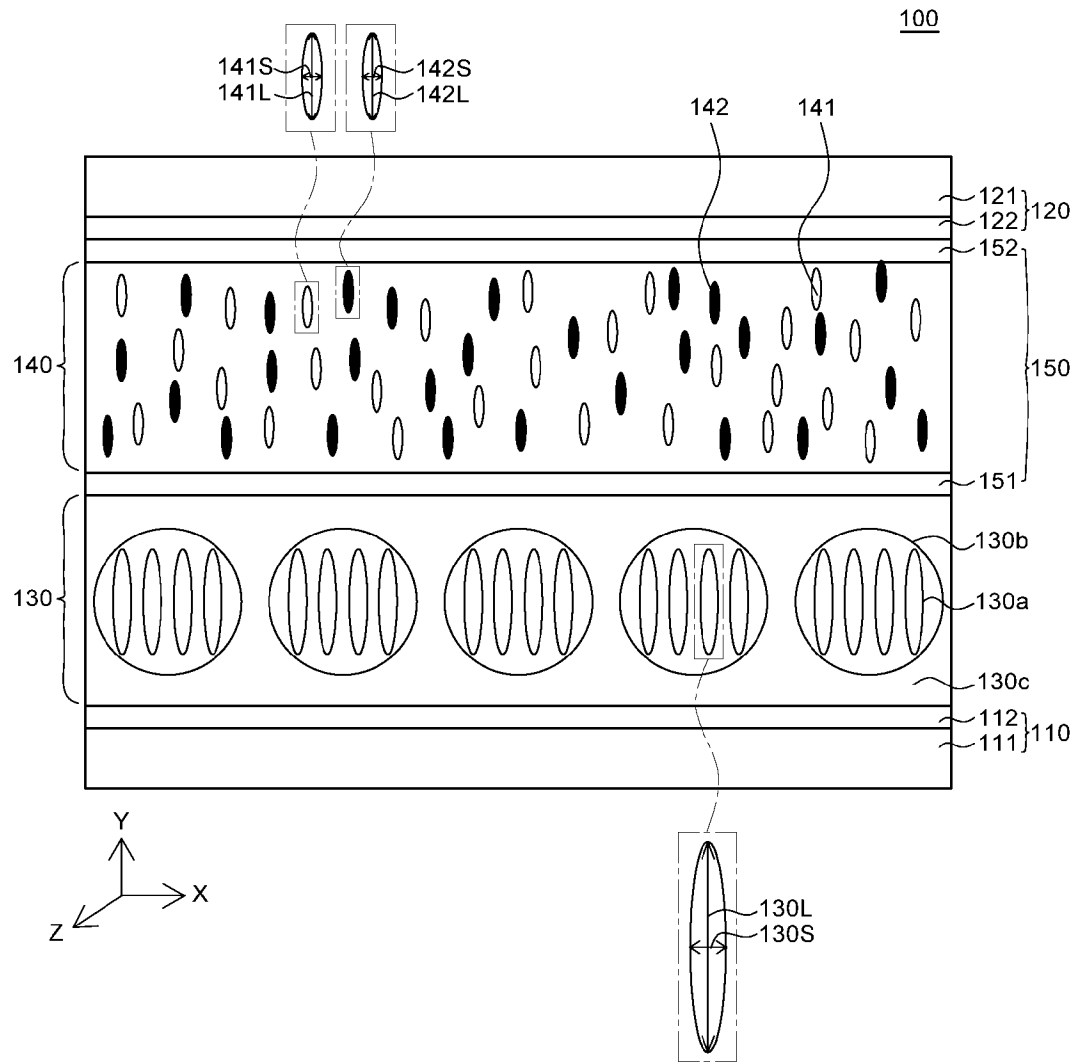
[청구항 28]

제26항에 있어서,
상기 광 제어 장치는 상기 표시 패널의 전면(front surface) 및 배면(rear surface) 중 적어도 하나에 부착된, 표시 장치.

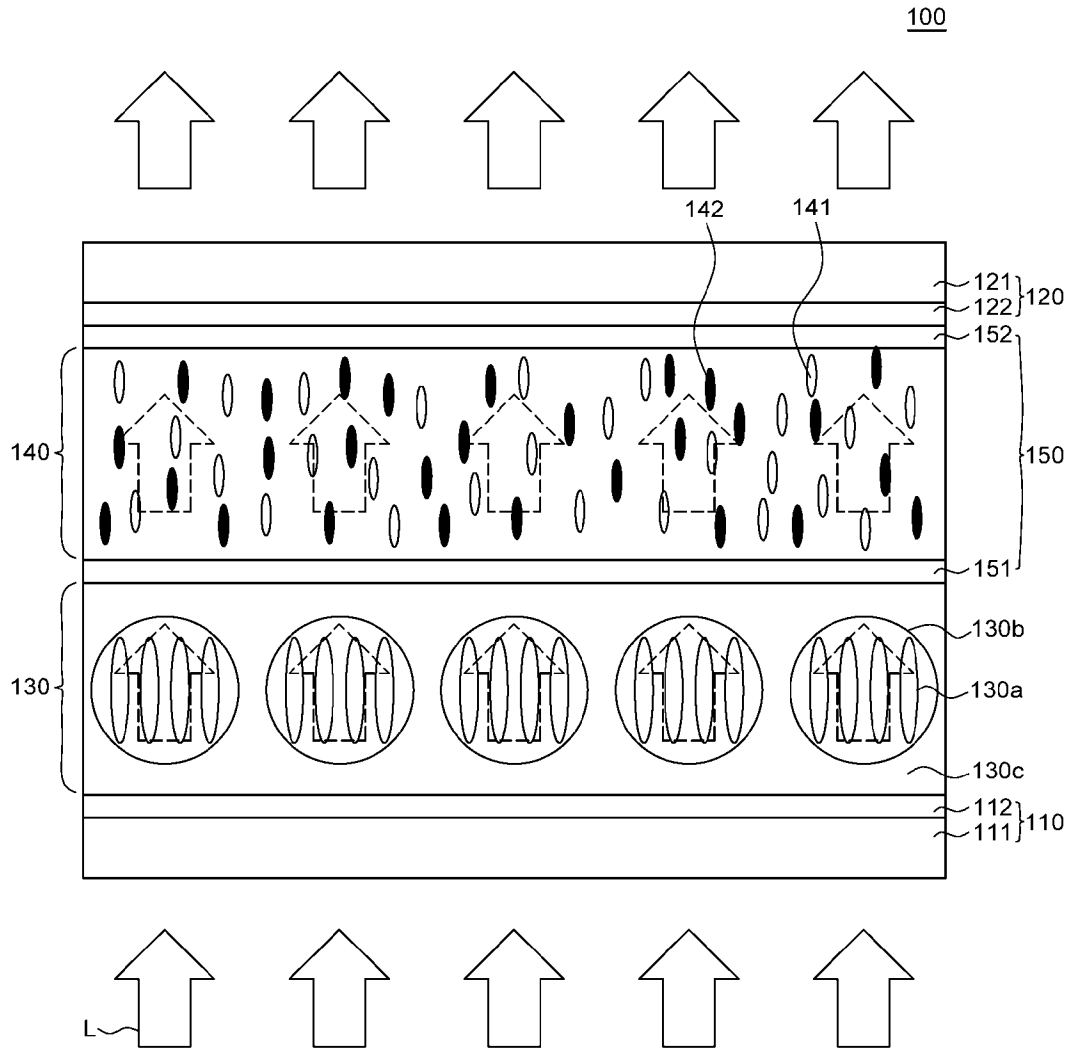
[청구항 29]

제27항에 있어서,
상기 표시 패널은 투과 영역과 발광 영역을 포함하는 투명 표시 패널이고,
상기 표시 패널이 화상을 표시하는 표시 모드에서 상기 복수의 액정부는 차광 모드로 구현되고, 상기 표시 패널이 화상을 표시하지 않는 비표시 모드에서 상기 복수의 액정부는 투명 모드 또는 차광 모드로 구현되는, 표시 장치.

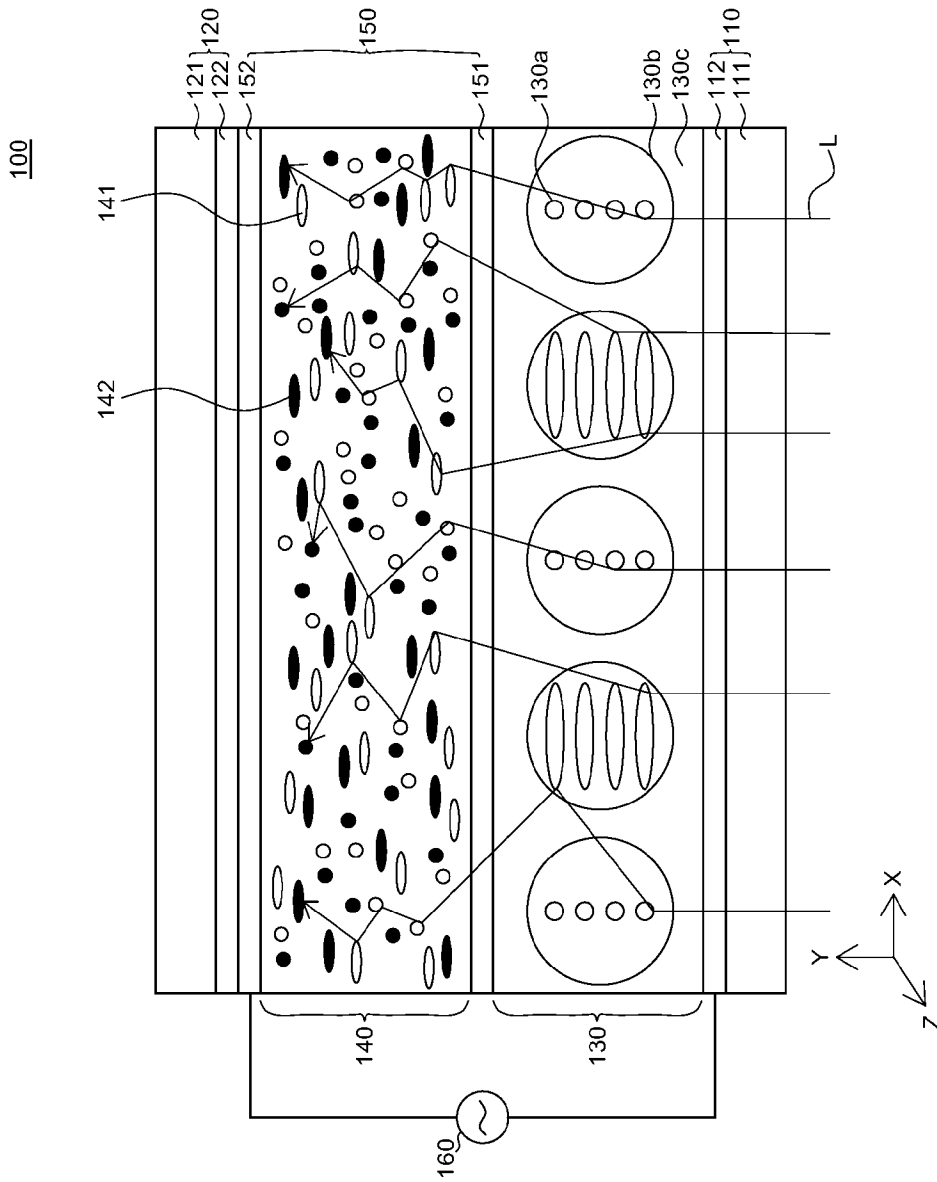
[Fig. 1]



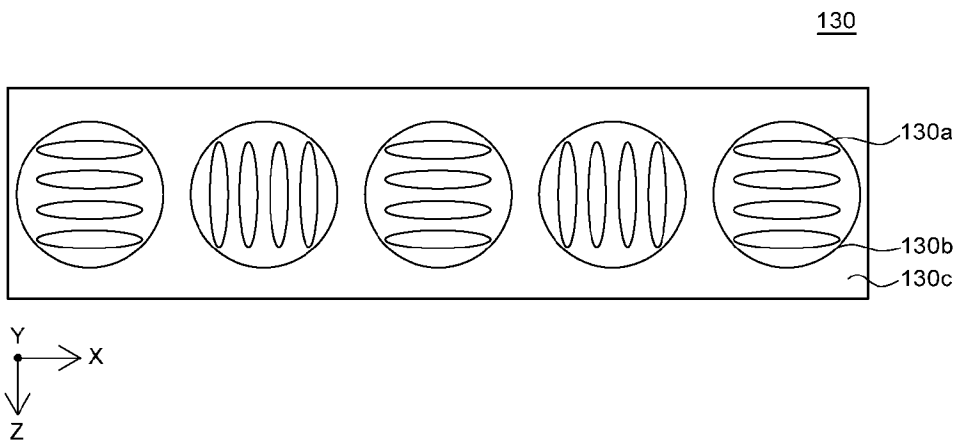
[Fig. 2]



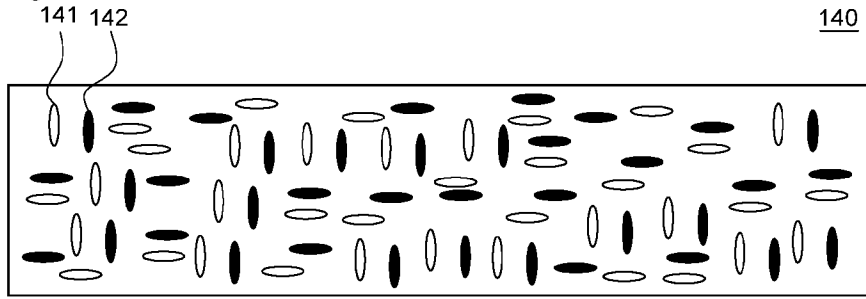
[Fig. 3]



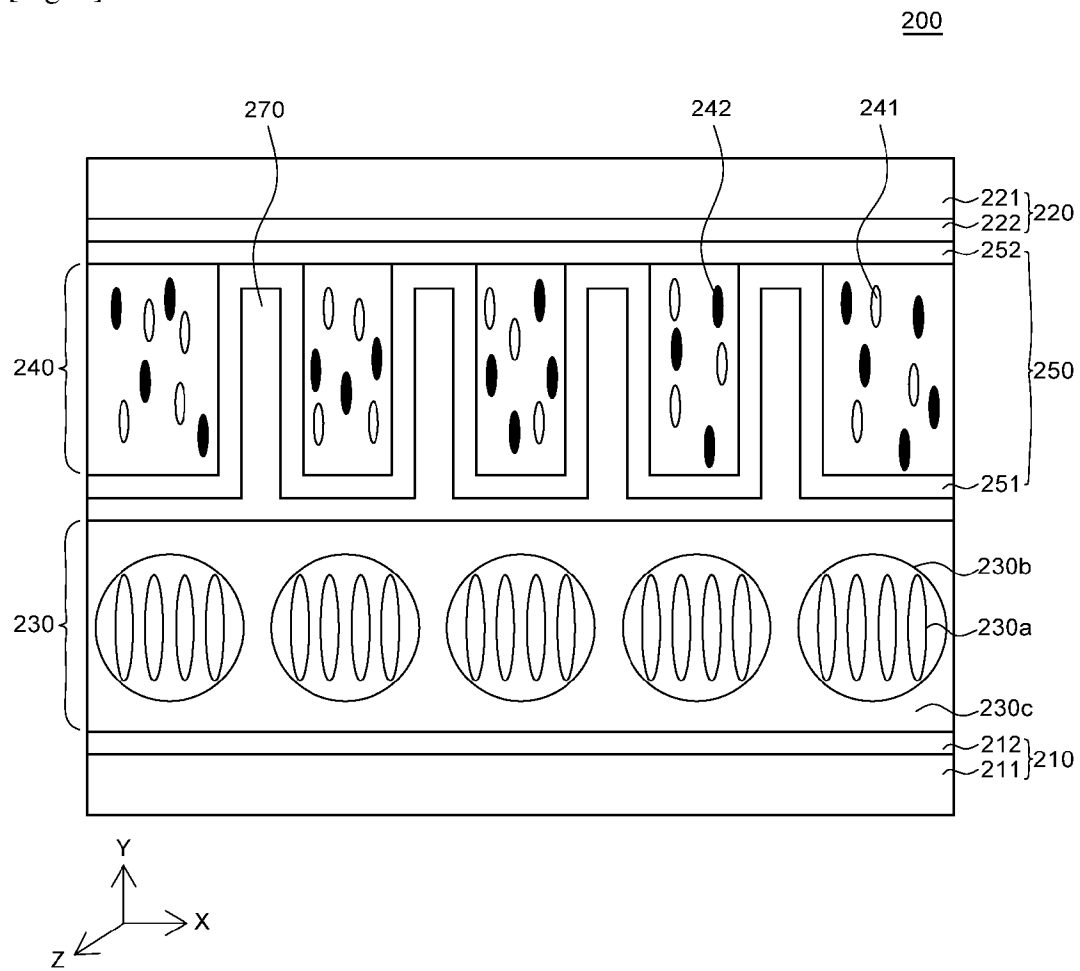
[Fig. 4a]



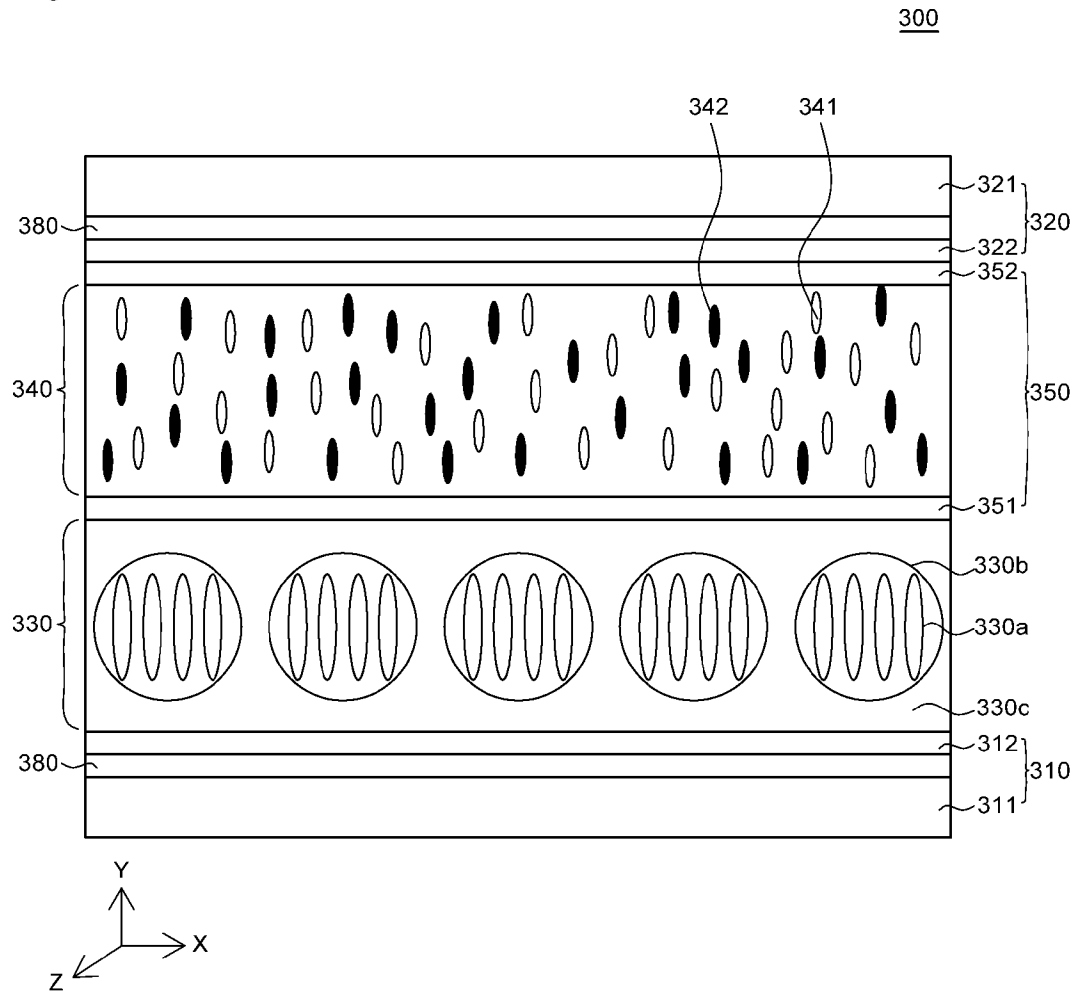
[Fig. 4b]



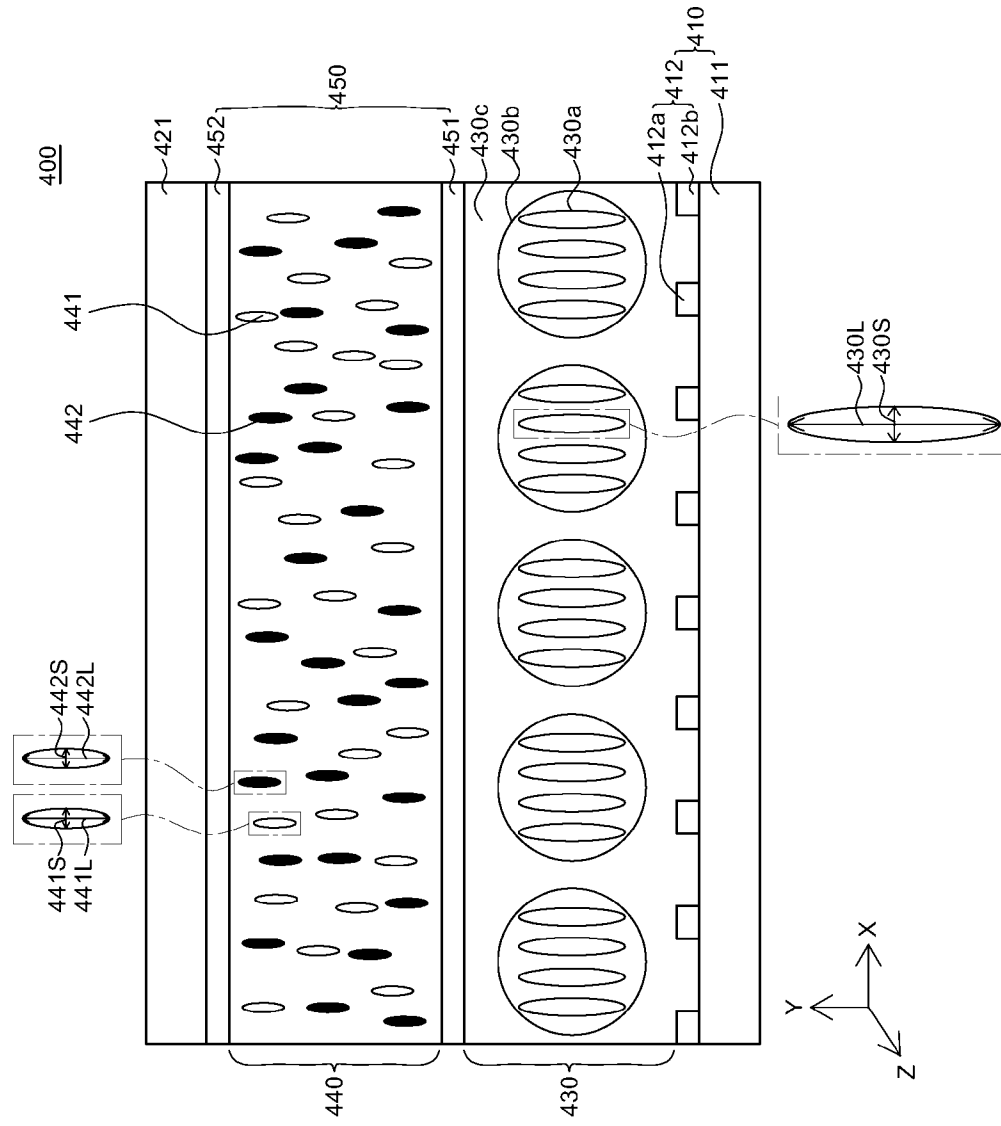
[Fig. 5]



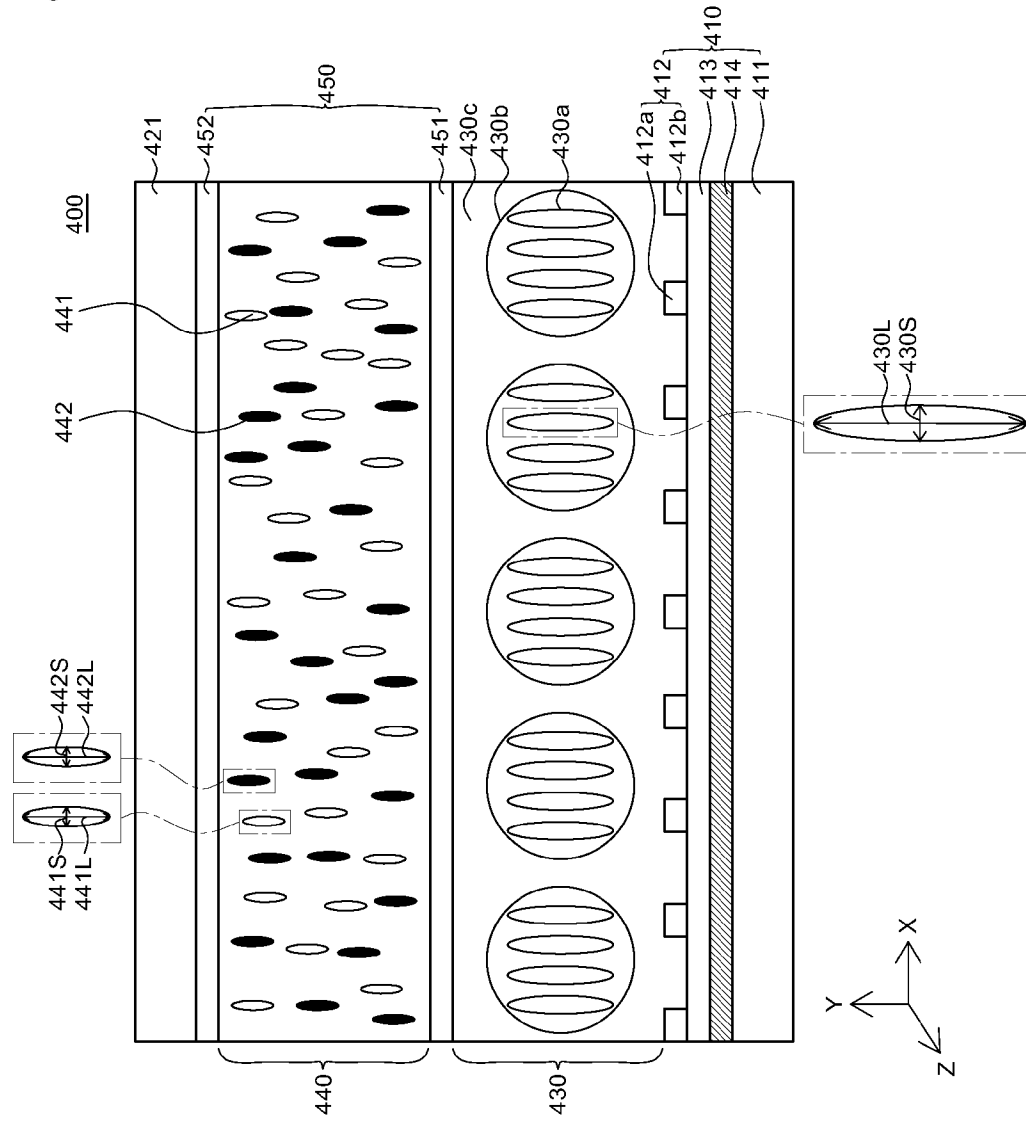
[Fig. 6]



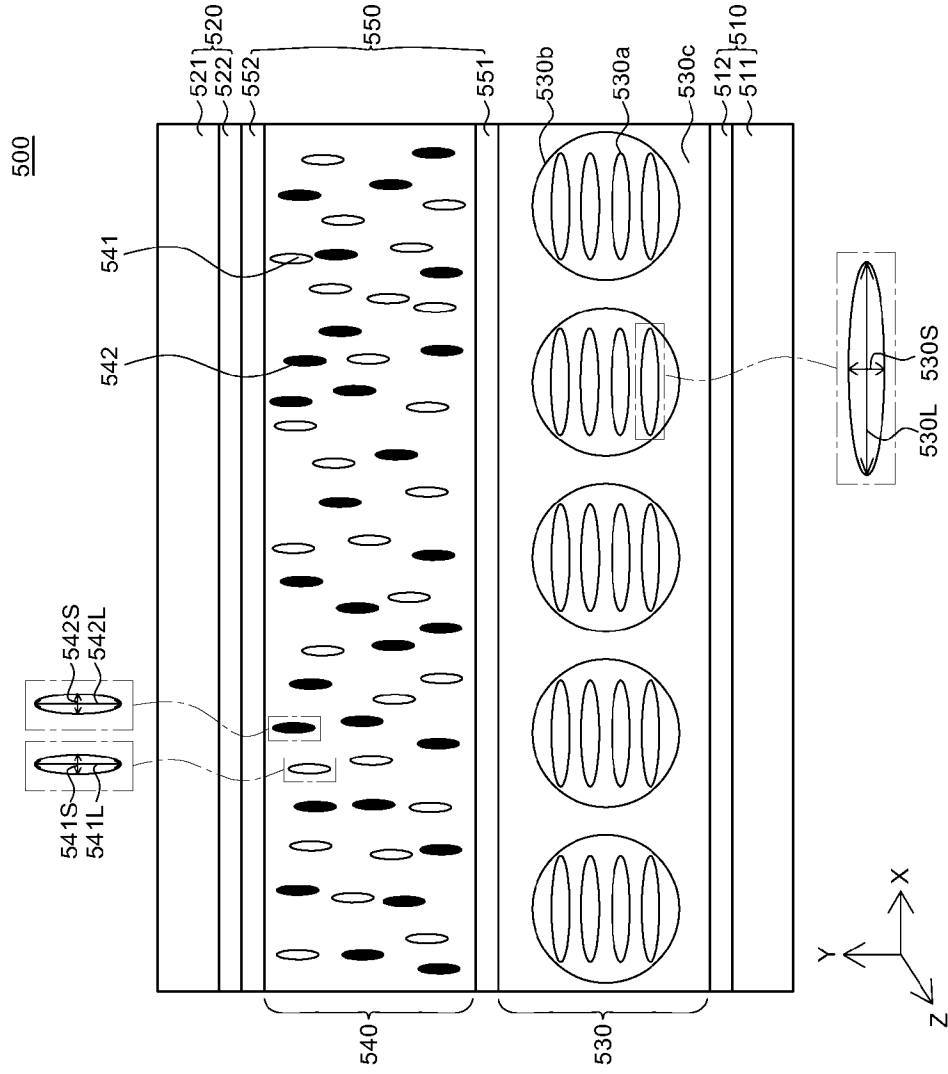
[Fig. 7a]



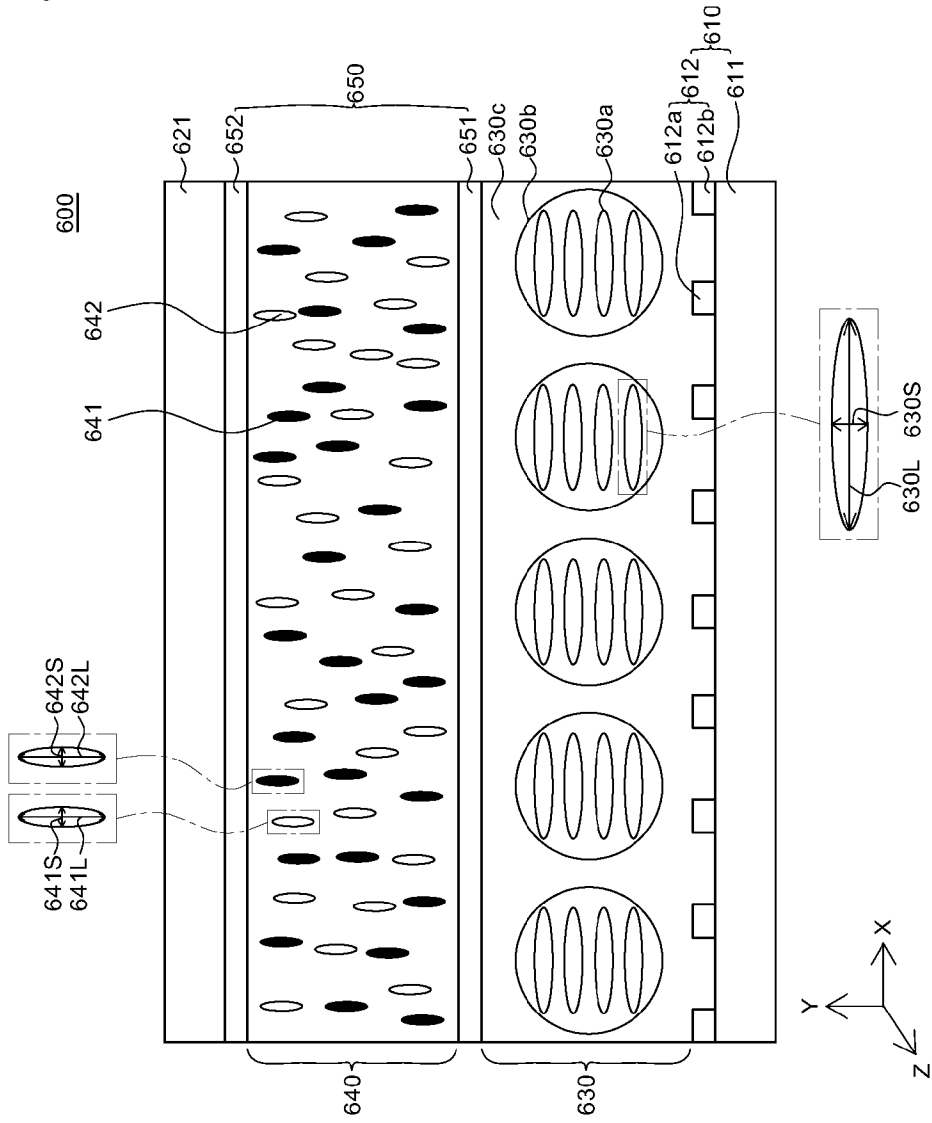
[Fig. 7b]



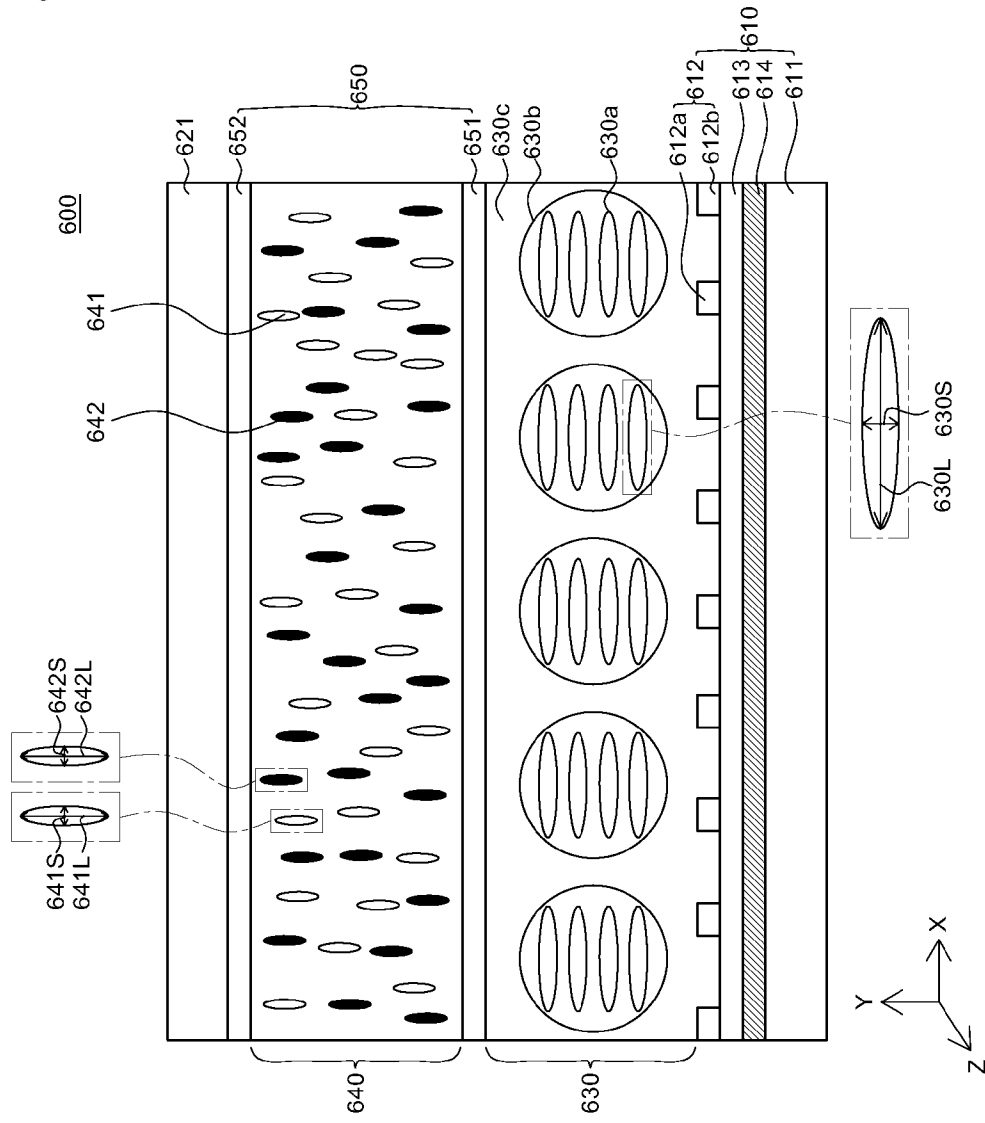
[Fig. 8]



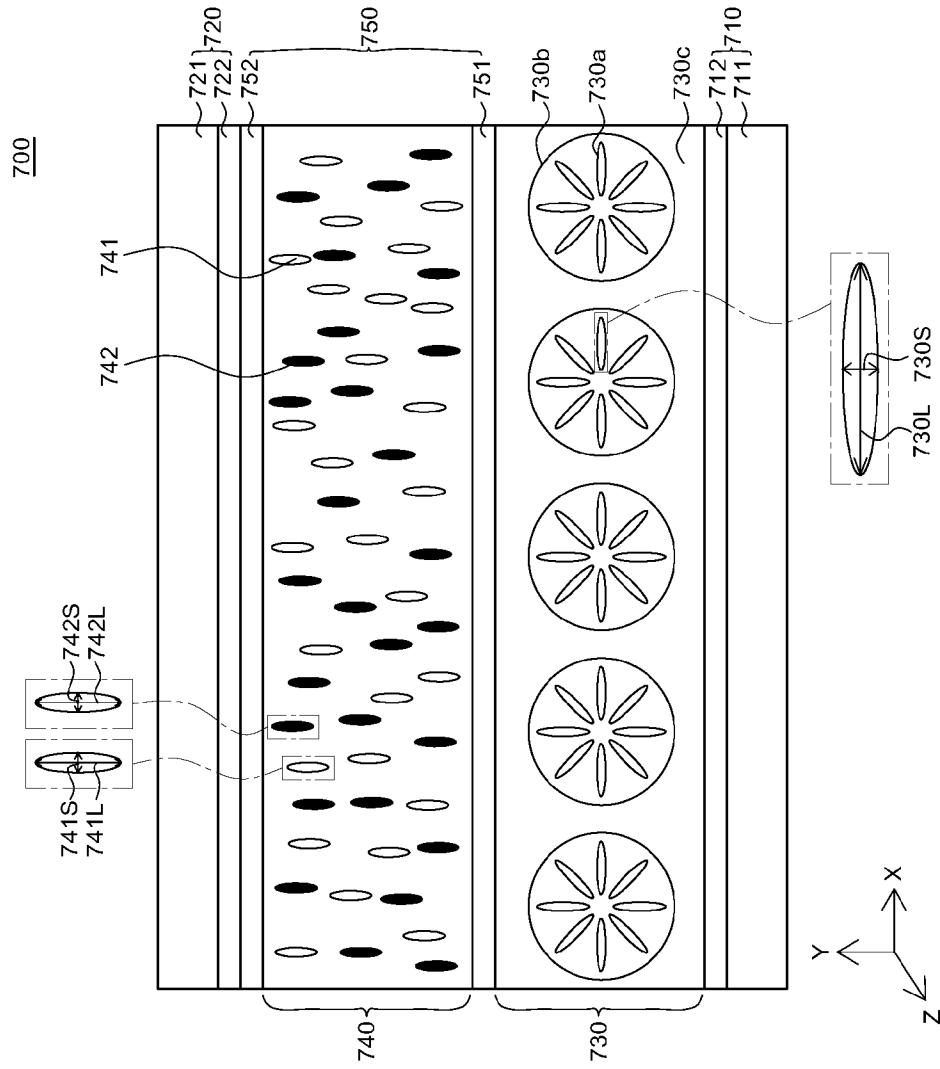
[Fig. 9a]



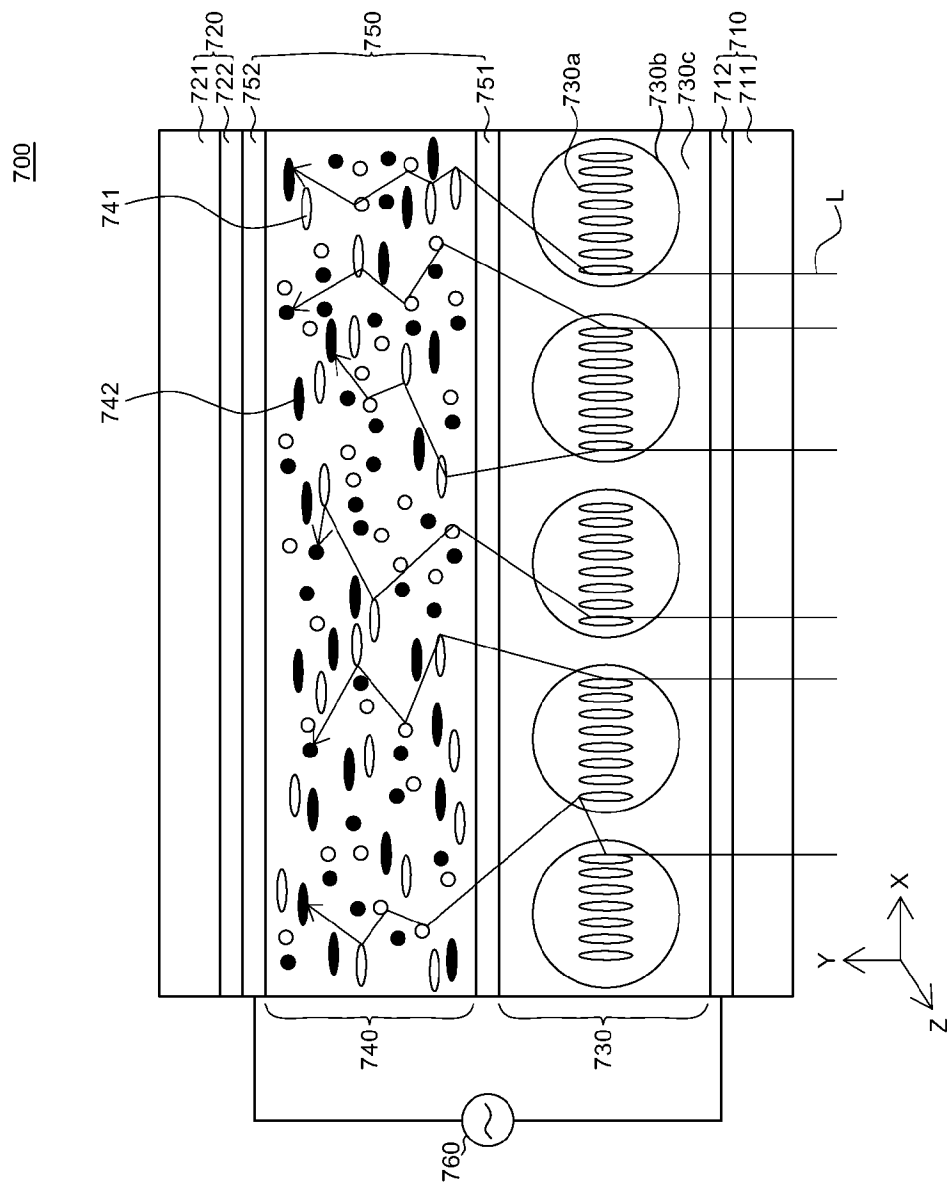
[Fig. 9b]



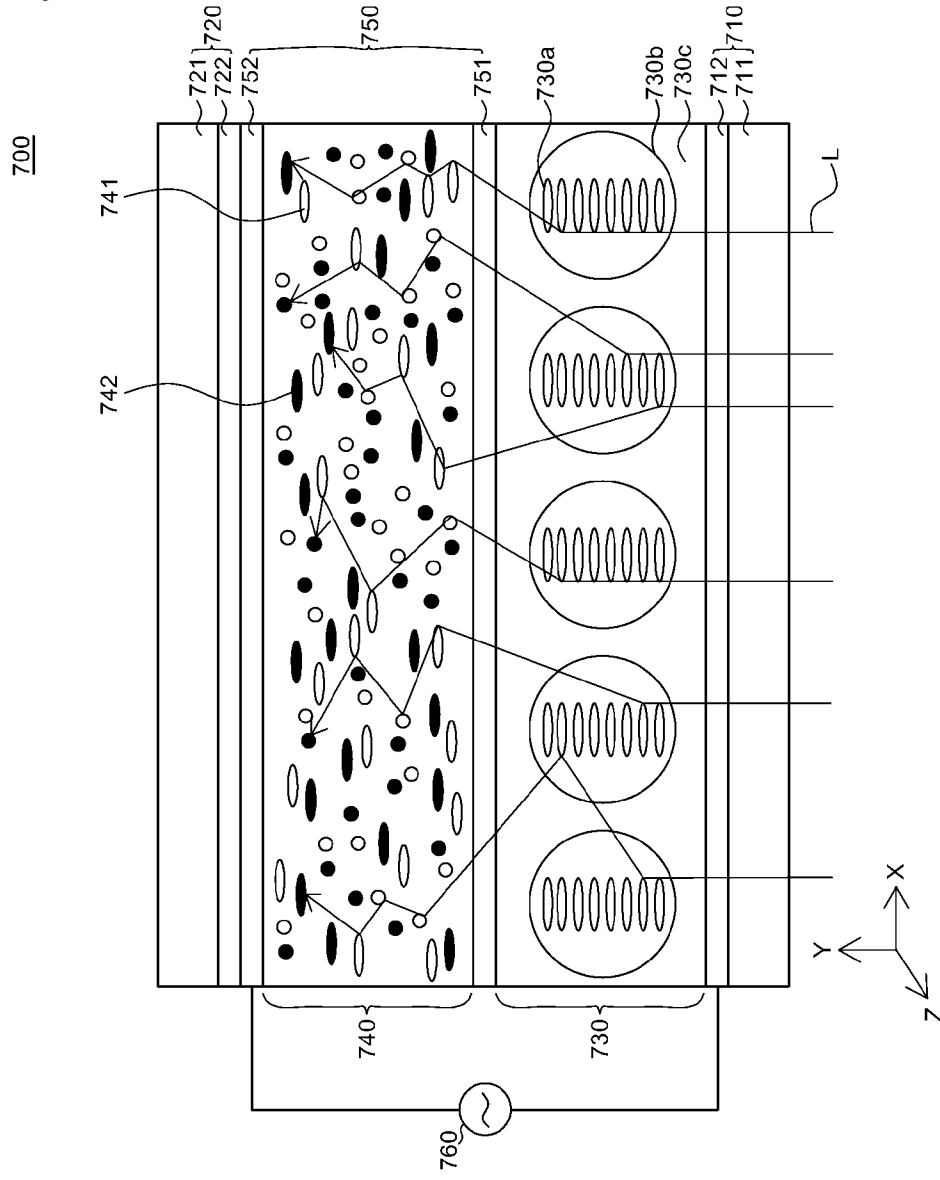
[Fig. 10a]



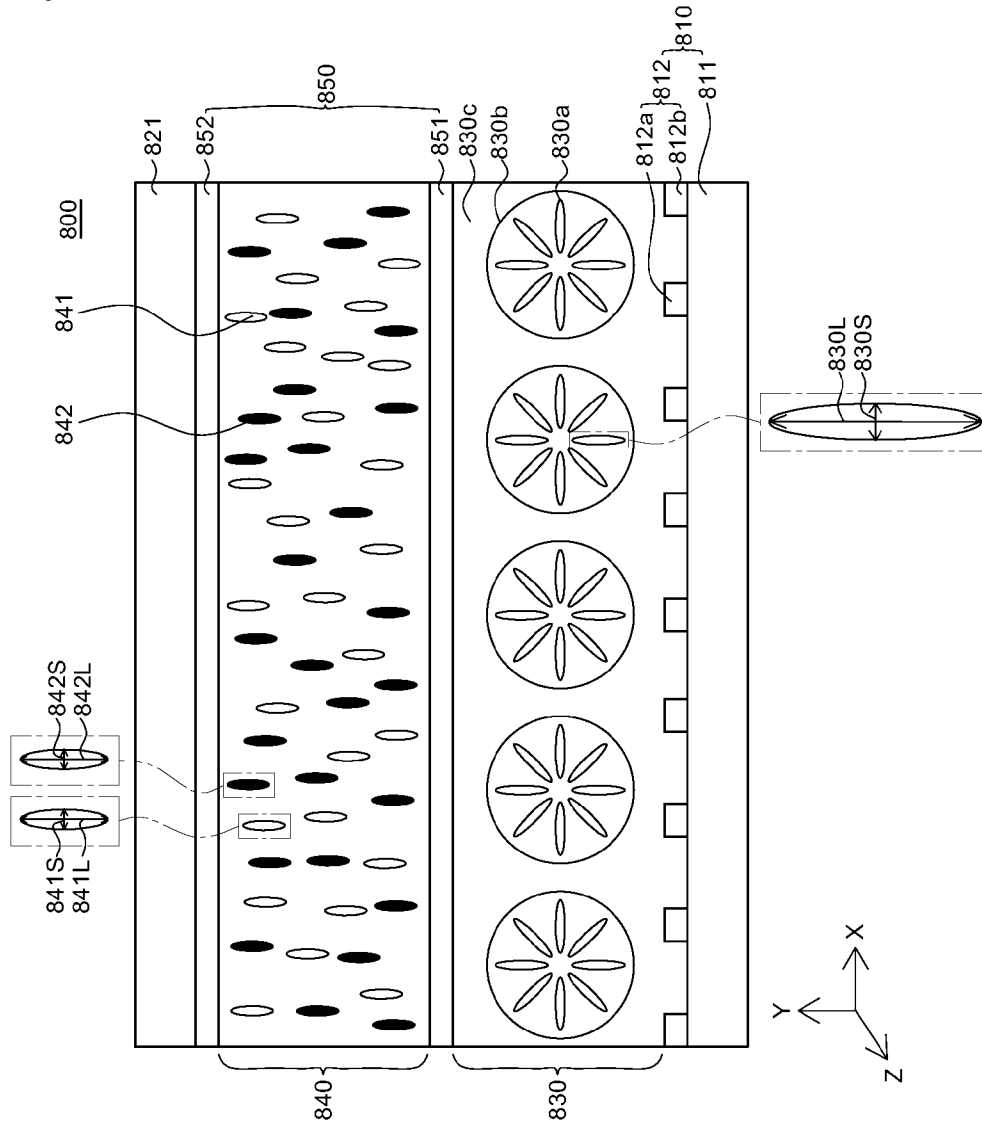
[Fig. 10b]



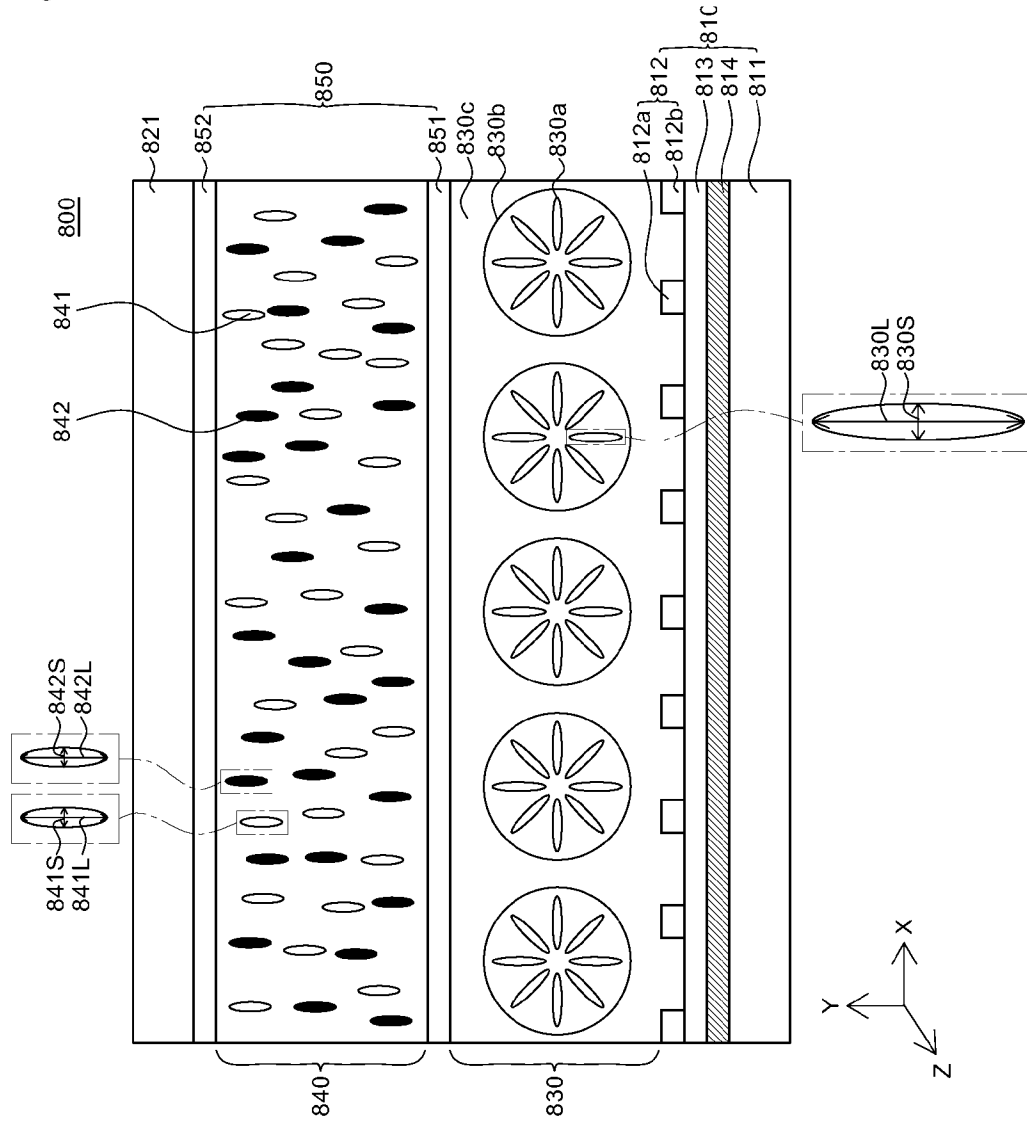
[Fig. 10c]



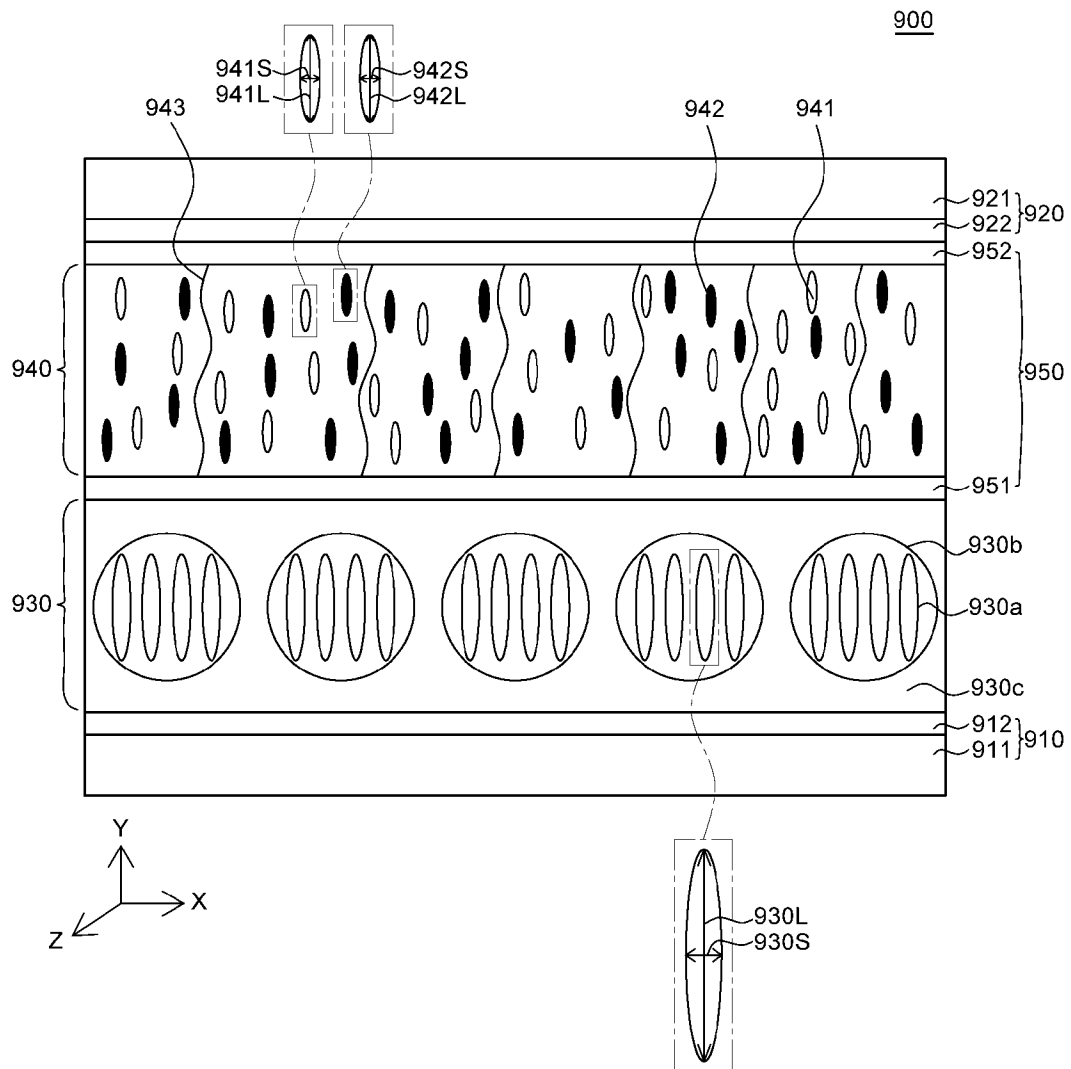
[Fig. 11a]



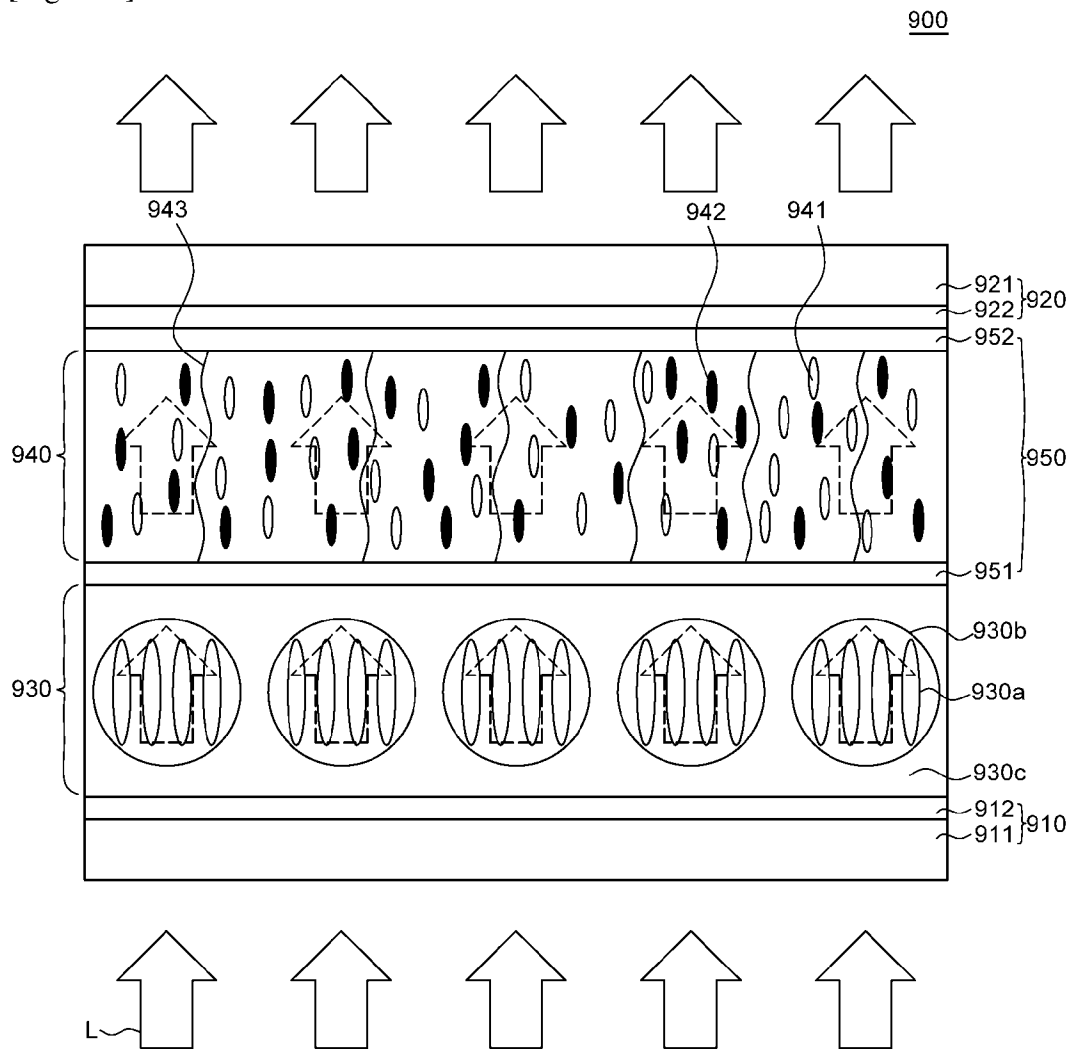
[Fig. 11b]



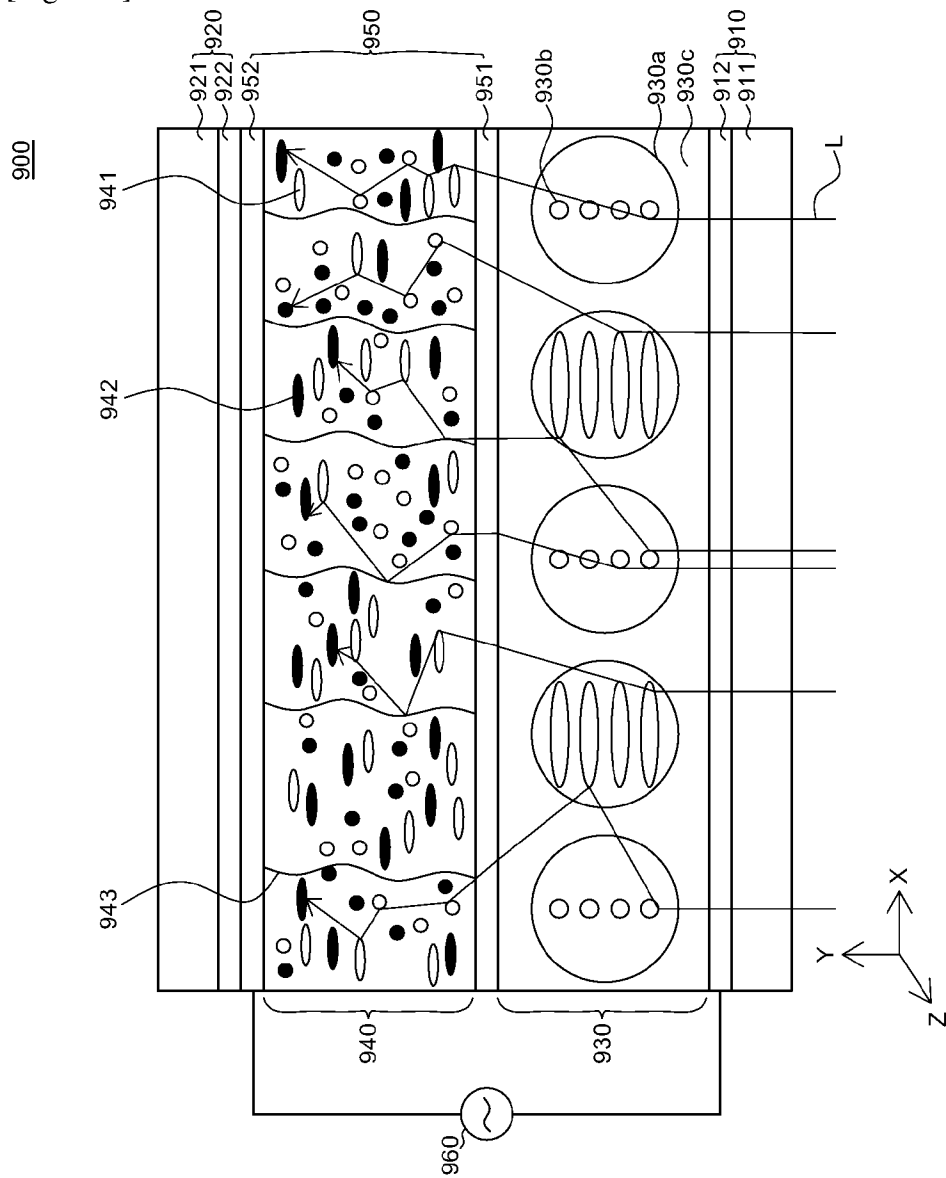
[Fig. 12a]



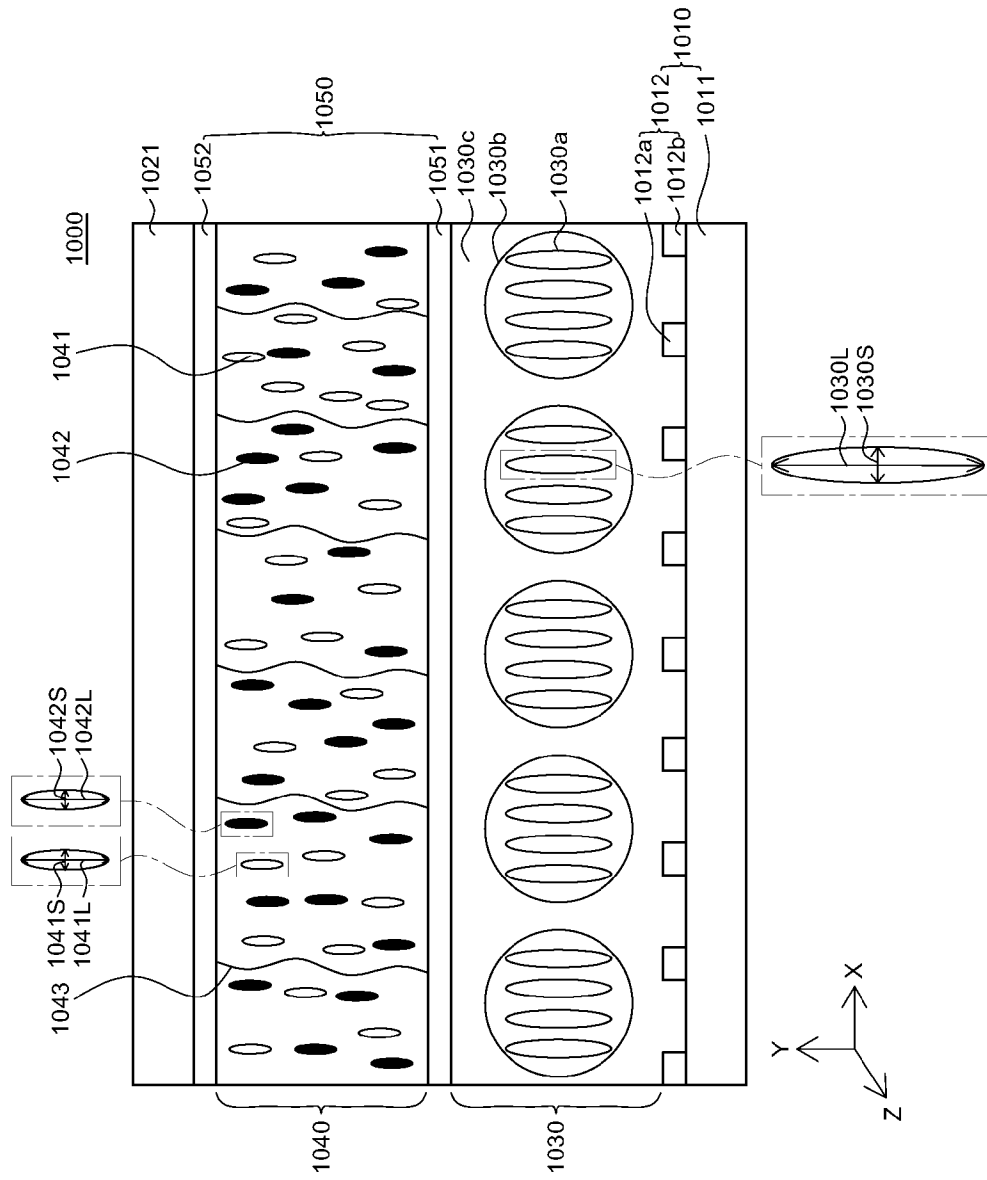
[Fig. 12b]



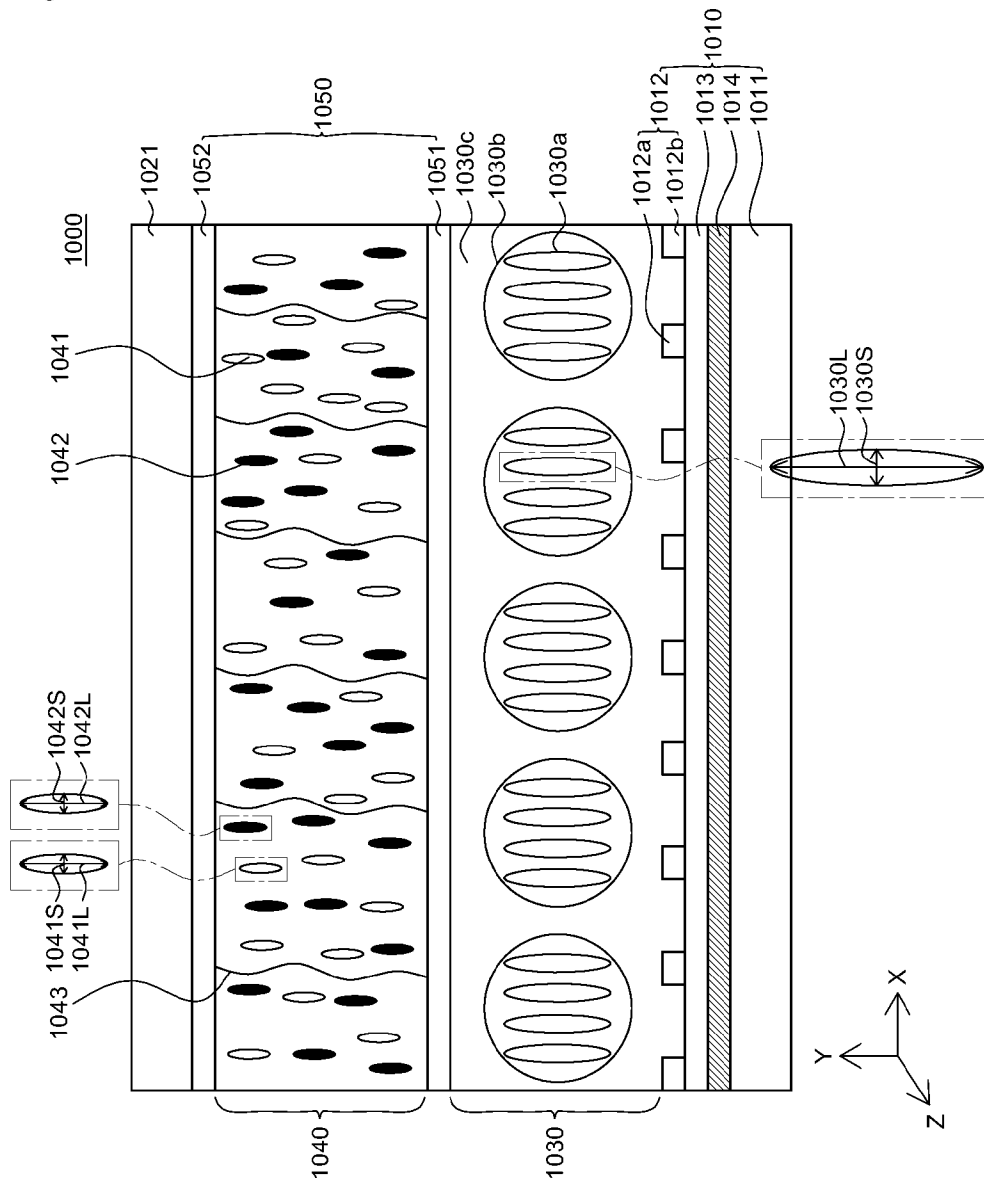
[Fig. 12c]



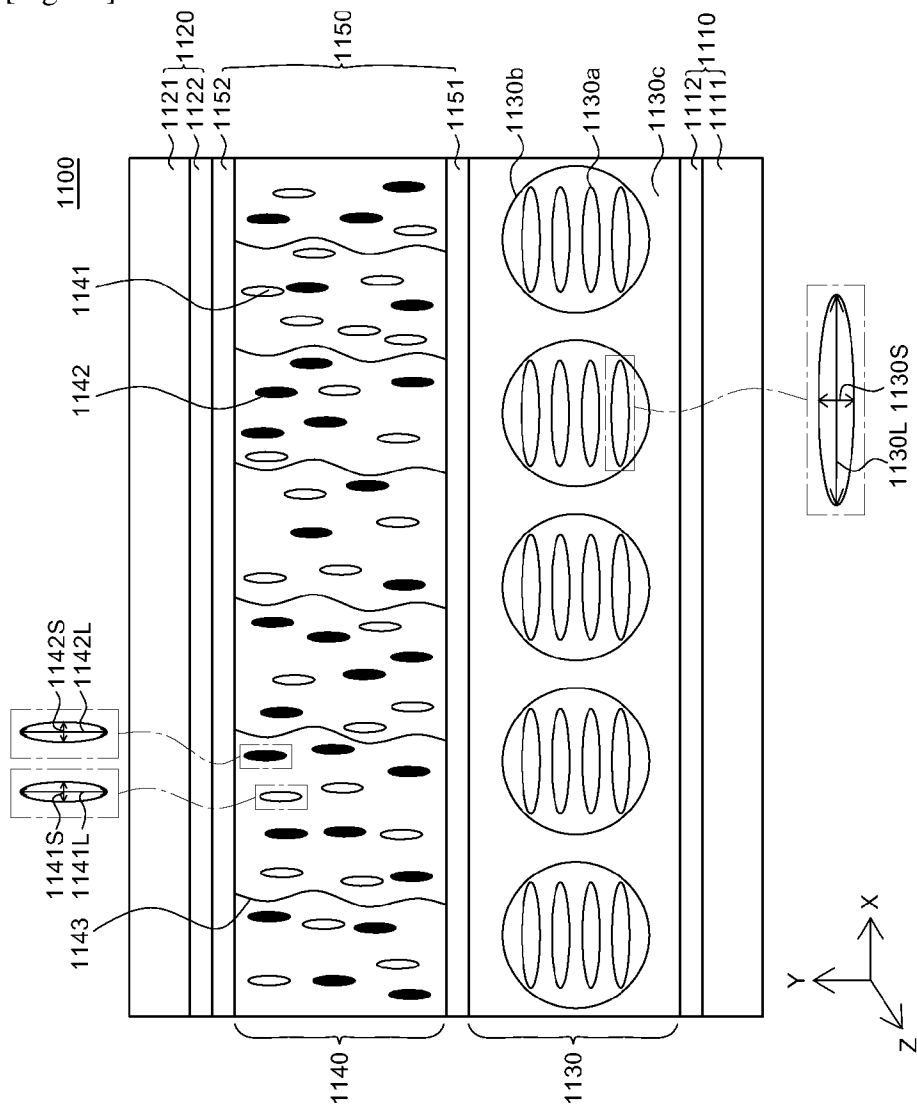
[Fig. 13a]



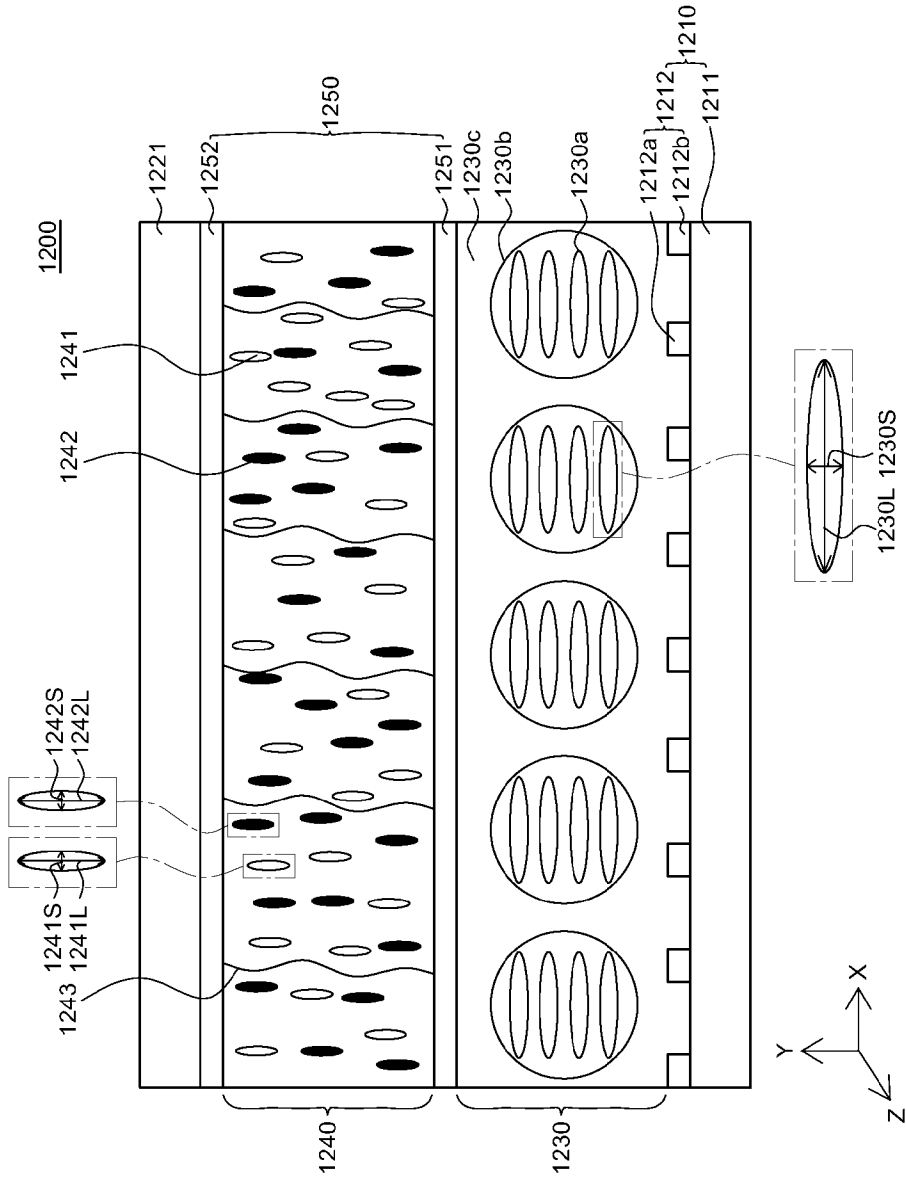
[Fig. 13b]



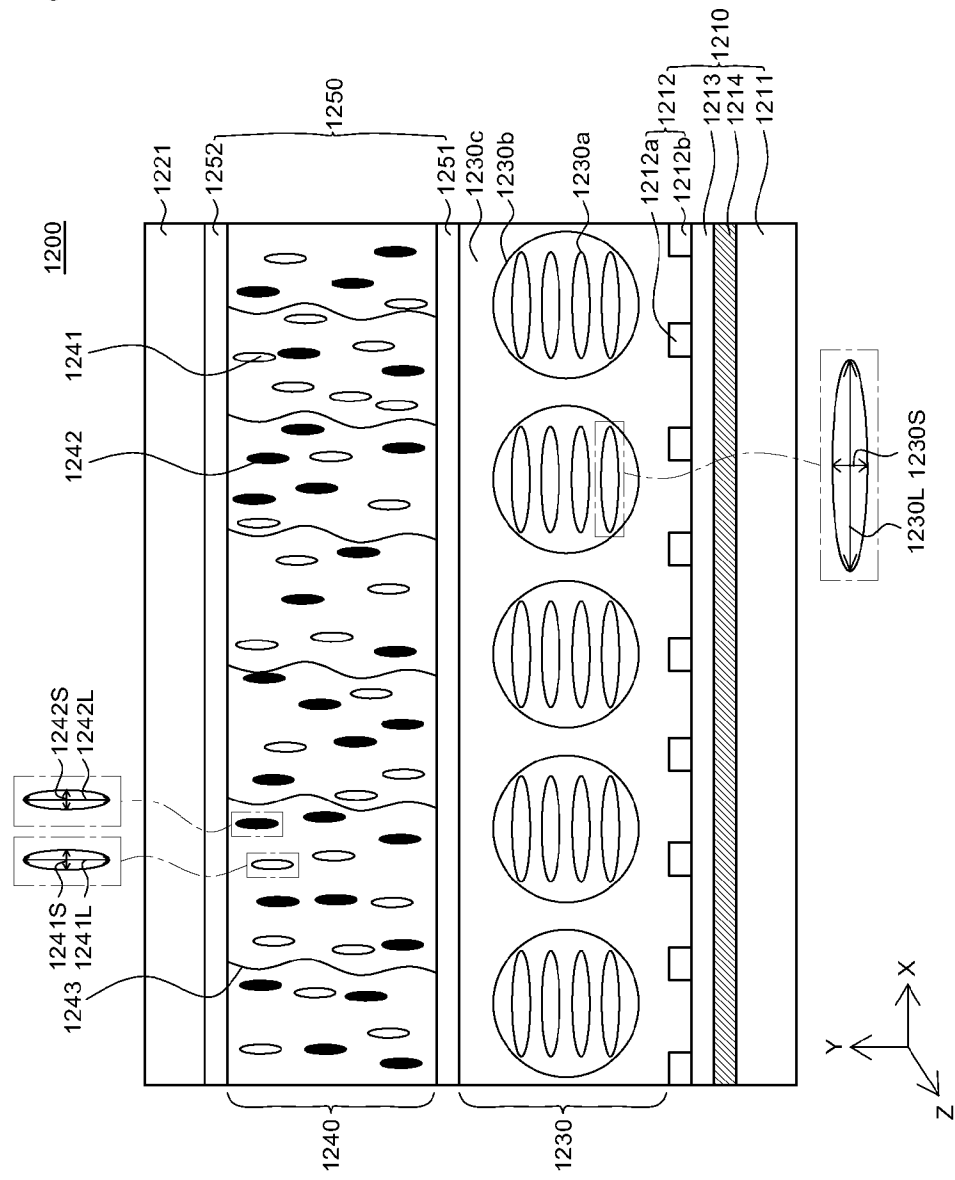
[Fig. 14]



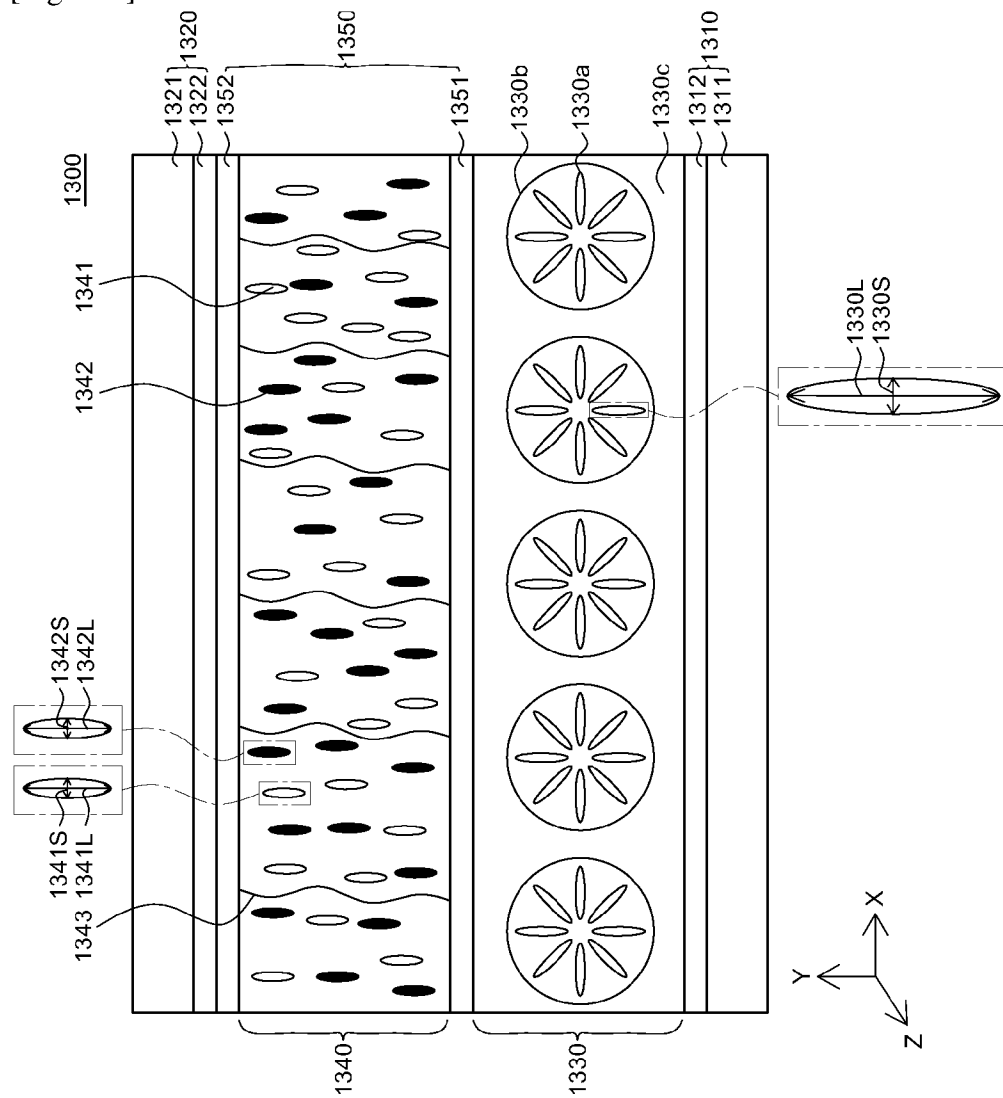
[Fig. 15a]



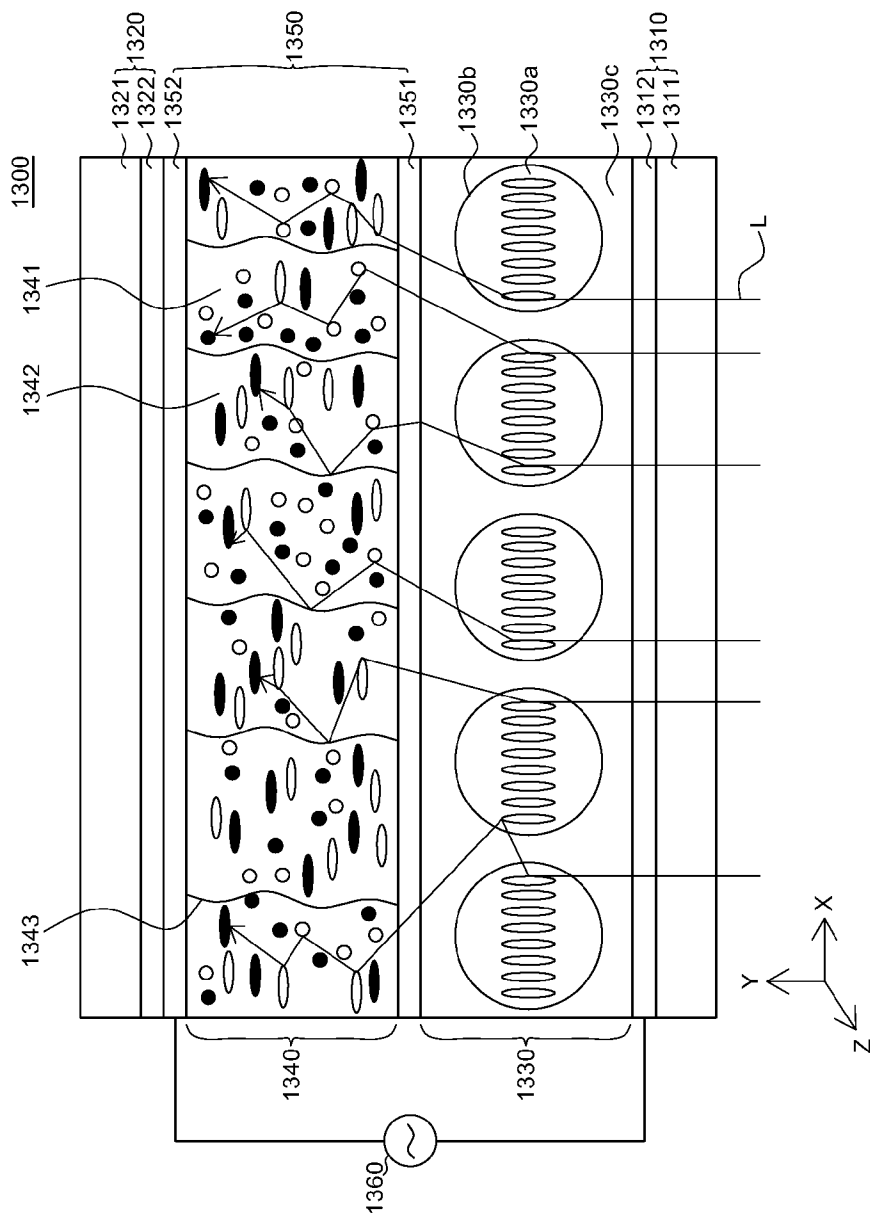
[Fig. 15b]



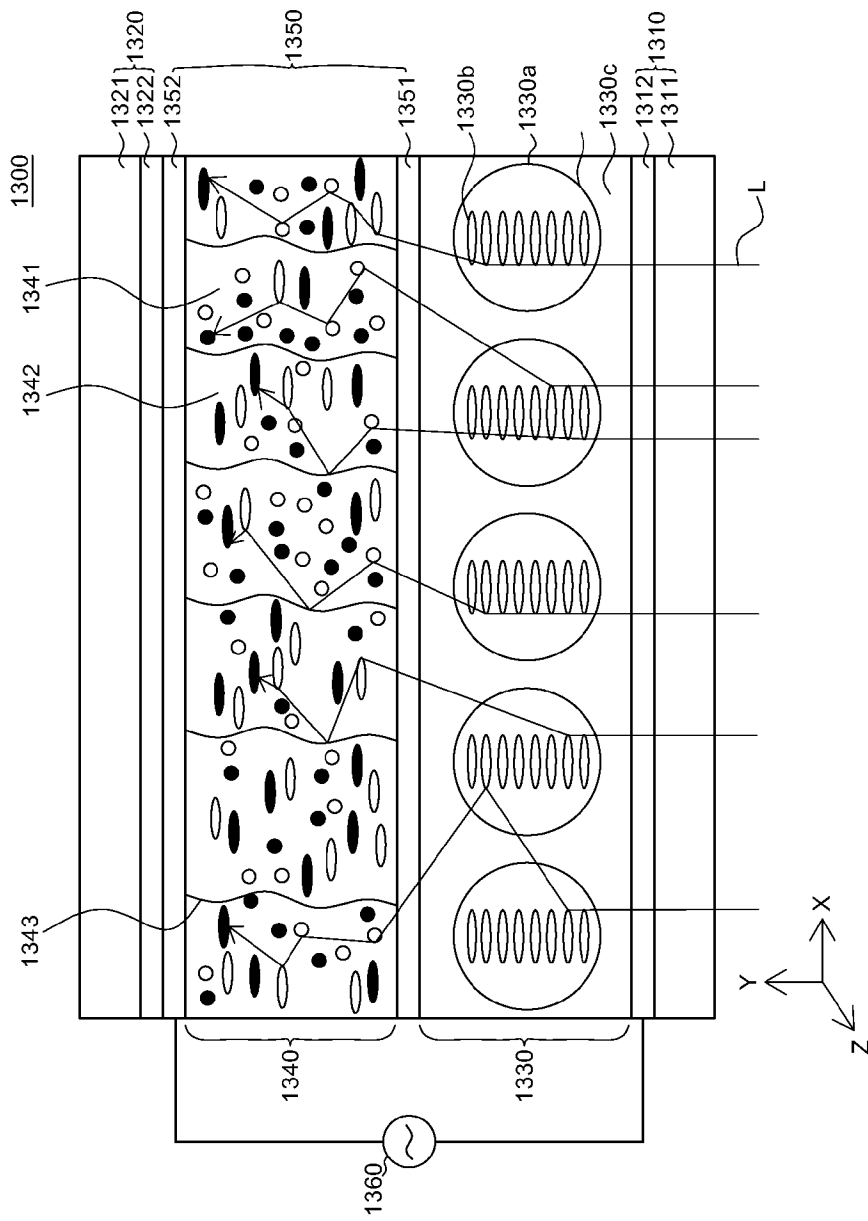
[Fig. 16a]



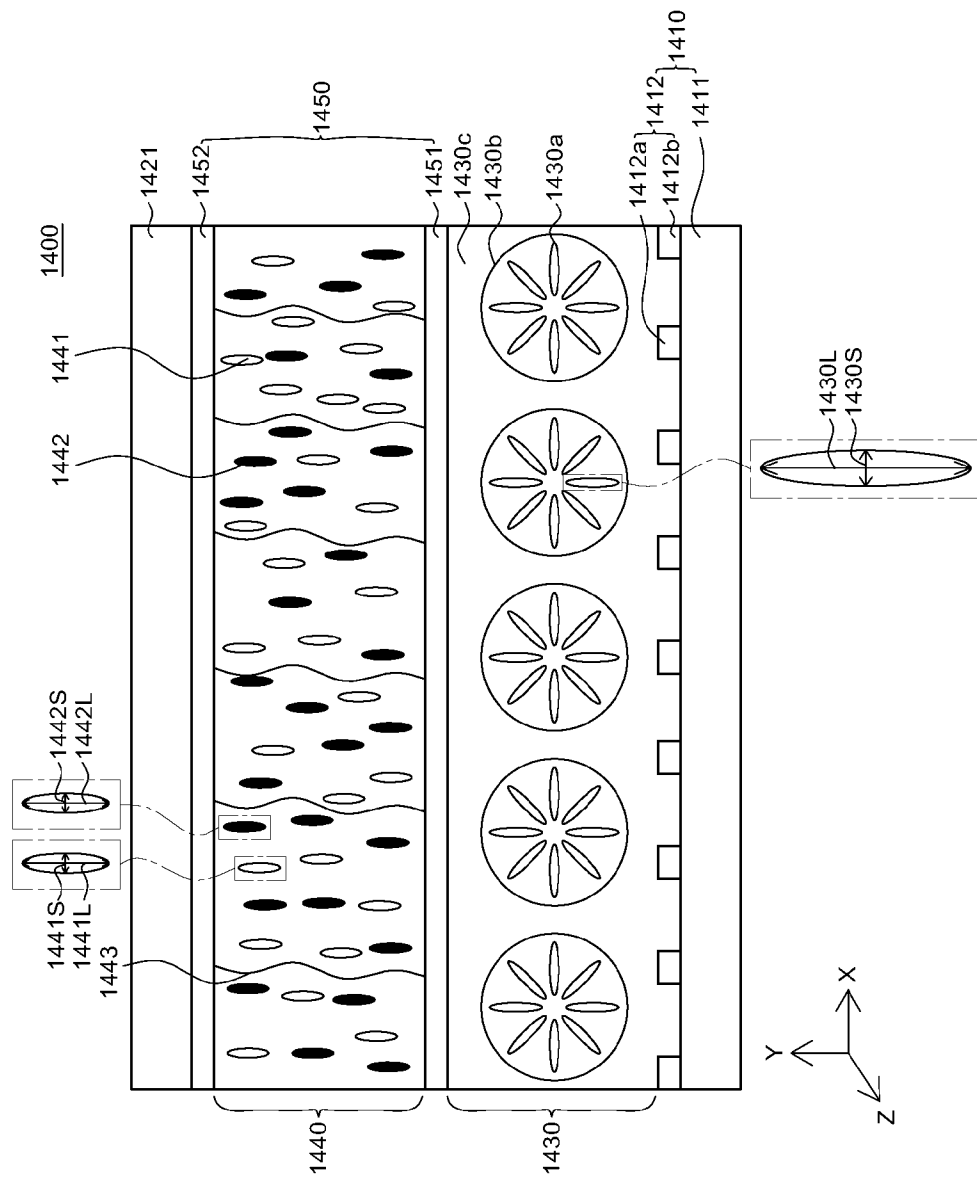
[Fig. 16b]



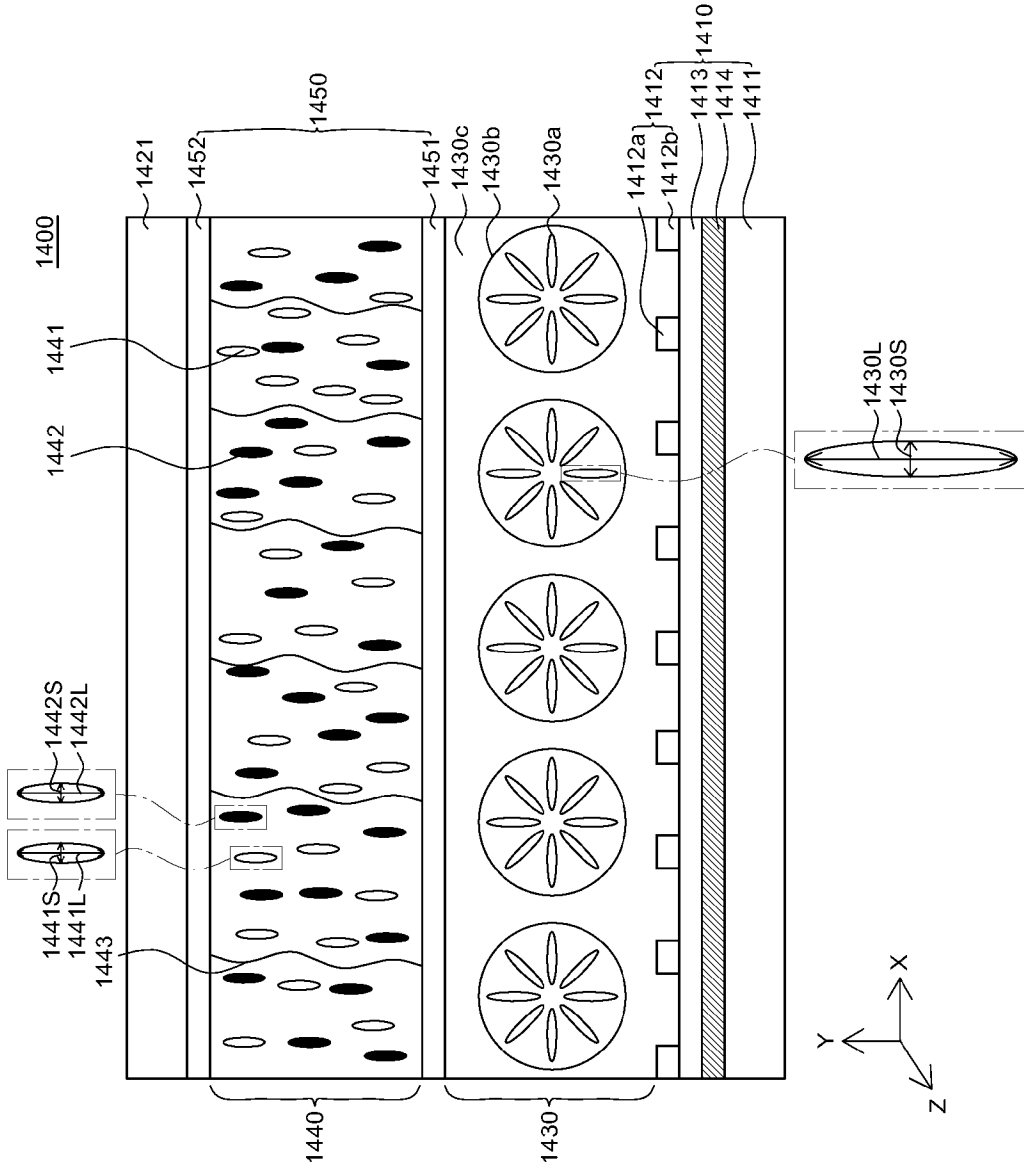
[Fig. 16c]



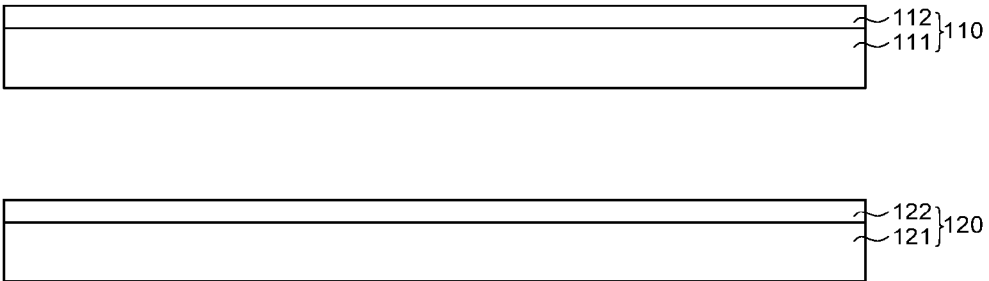
[Fig. 17a]



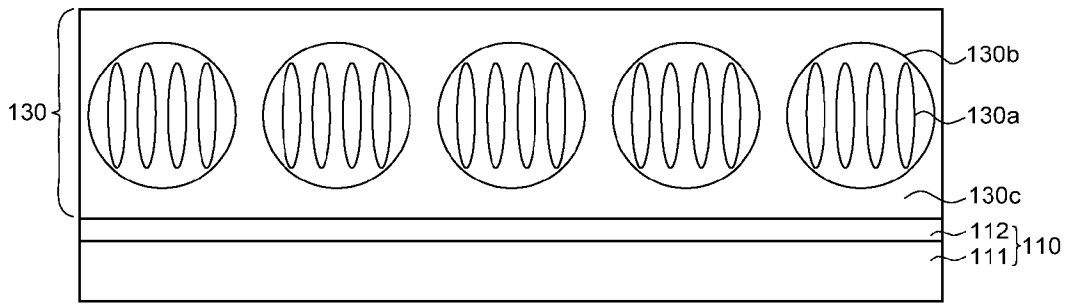
[Fig. 17b]



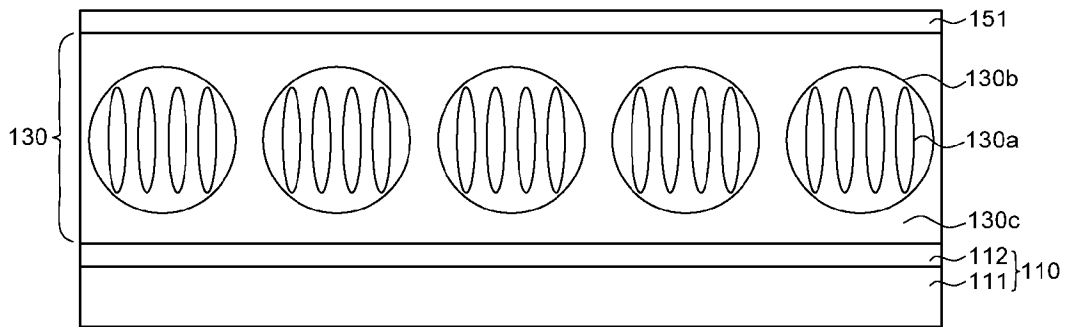
[Fig. 18a]



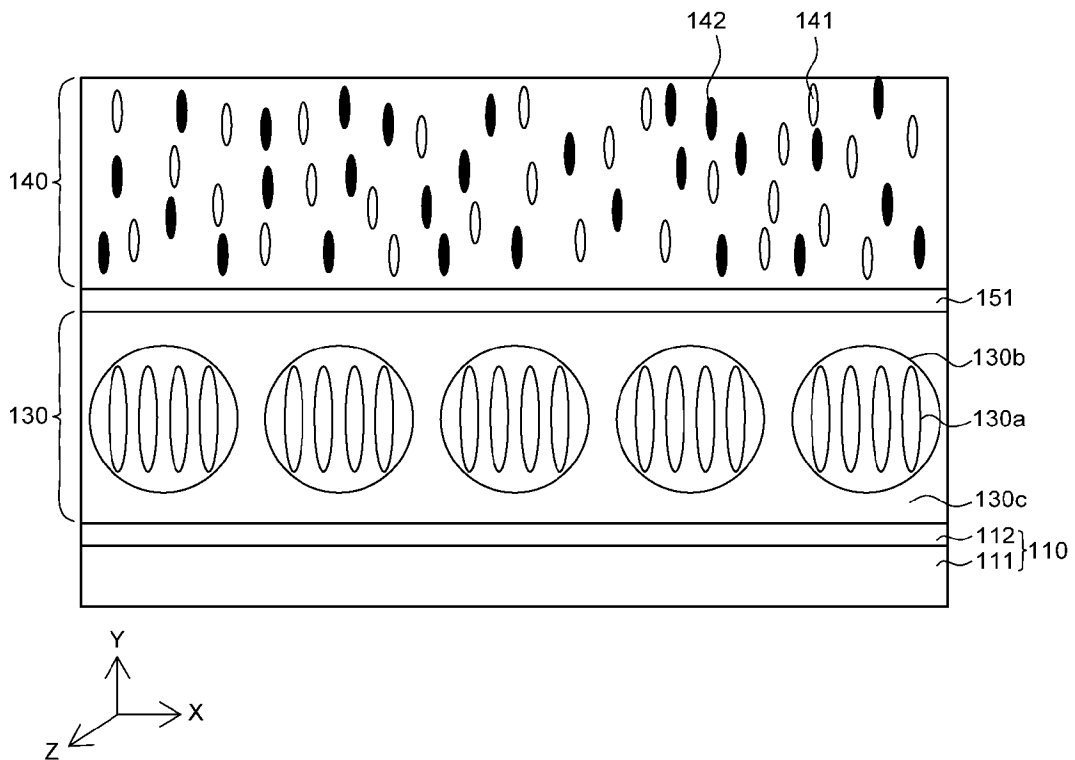
[Fig. 18b]



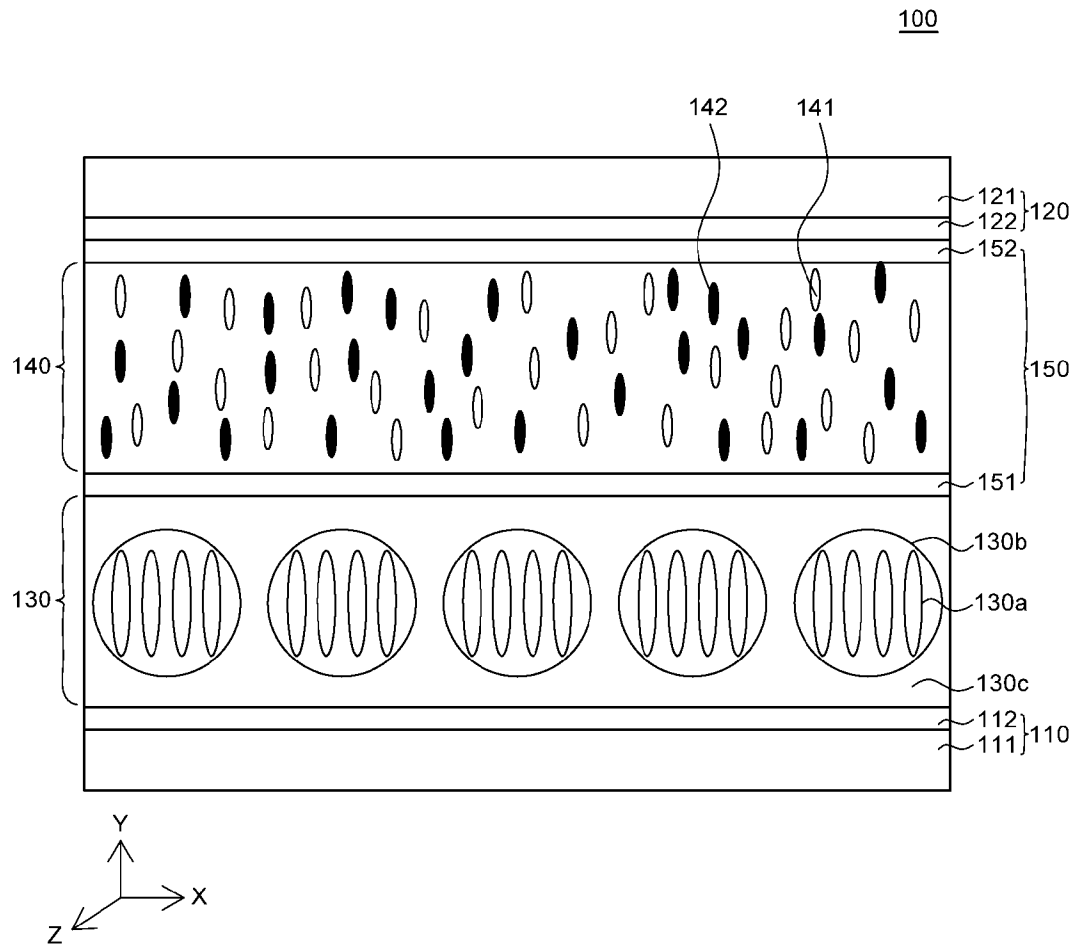
[Fig. 18c]



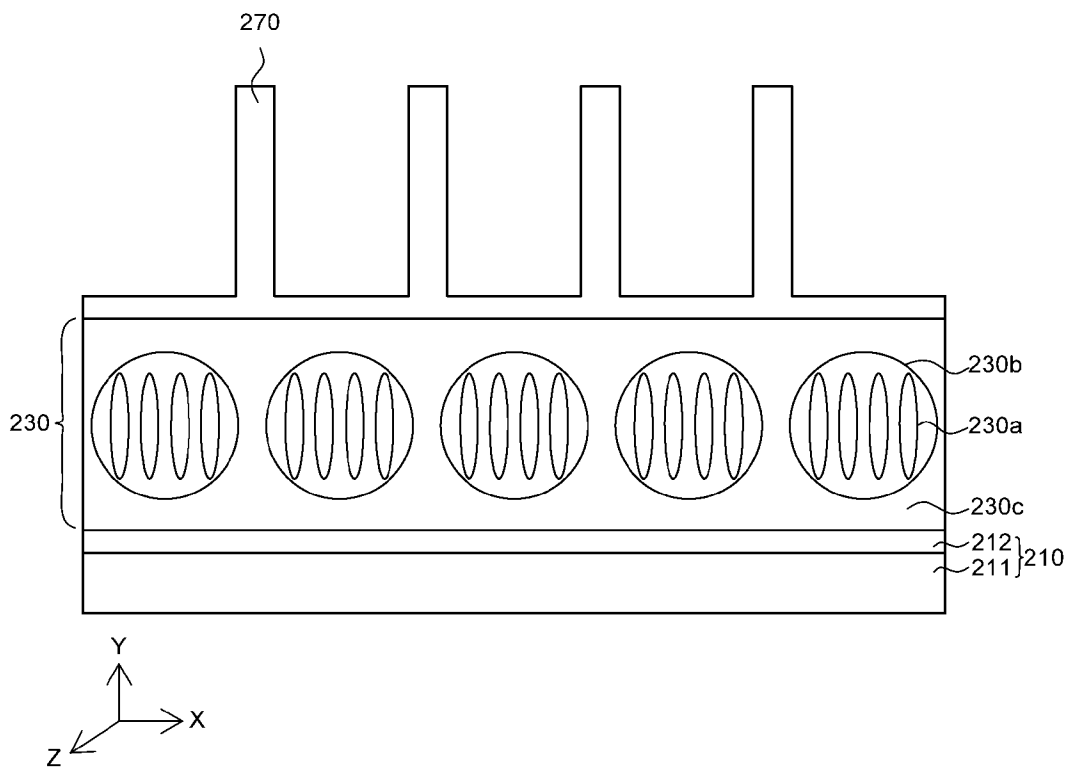
[Fig. 18d]



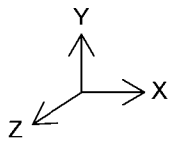
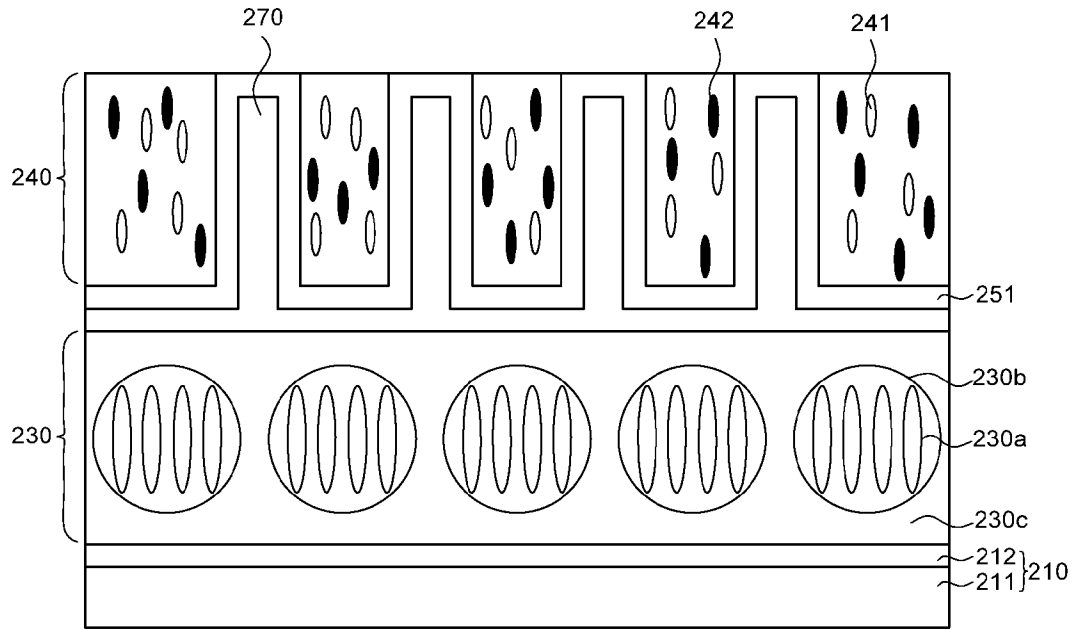
[Fig. 18e]



[Fig. 19a]

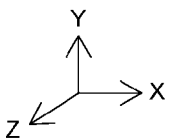
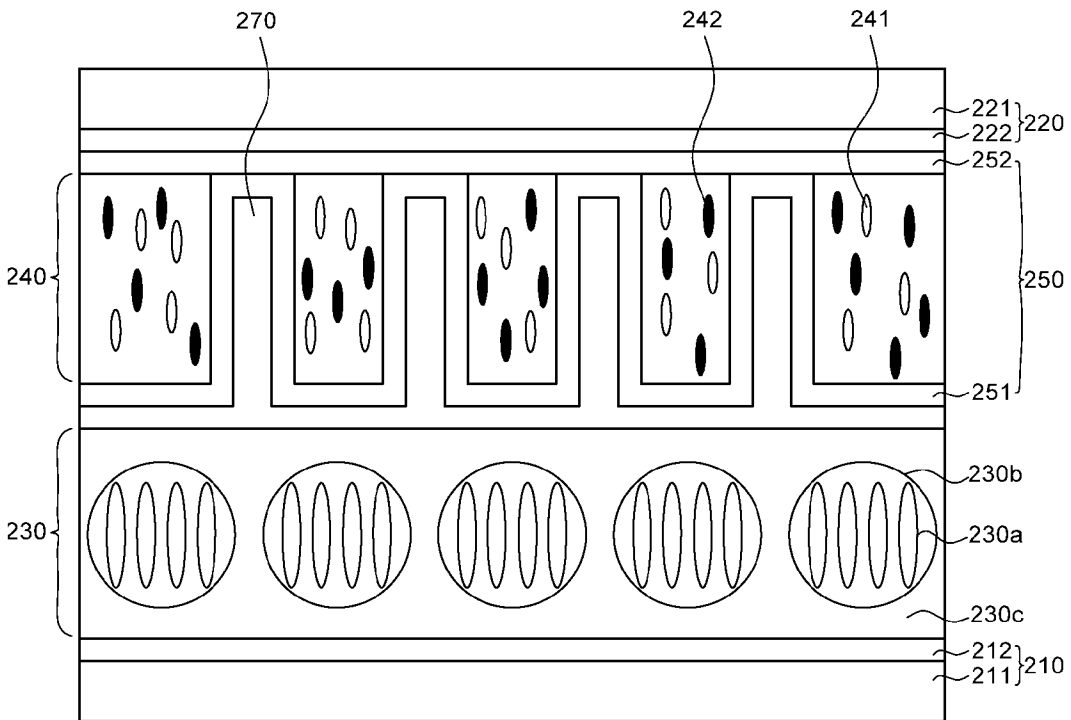


[Fig. 19b]

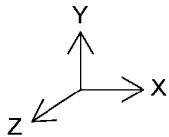
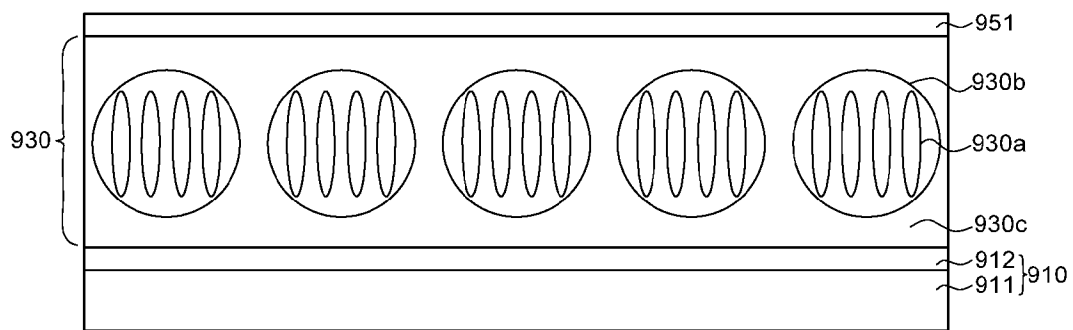


[Fig. 19c]

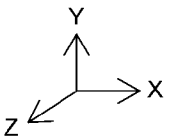
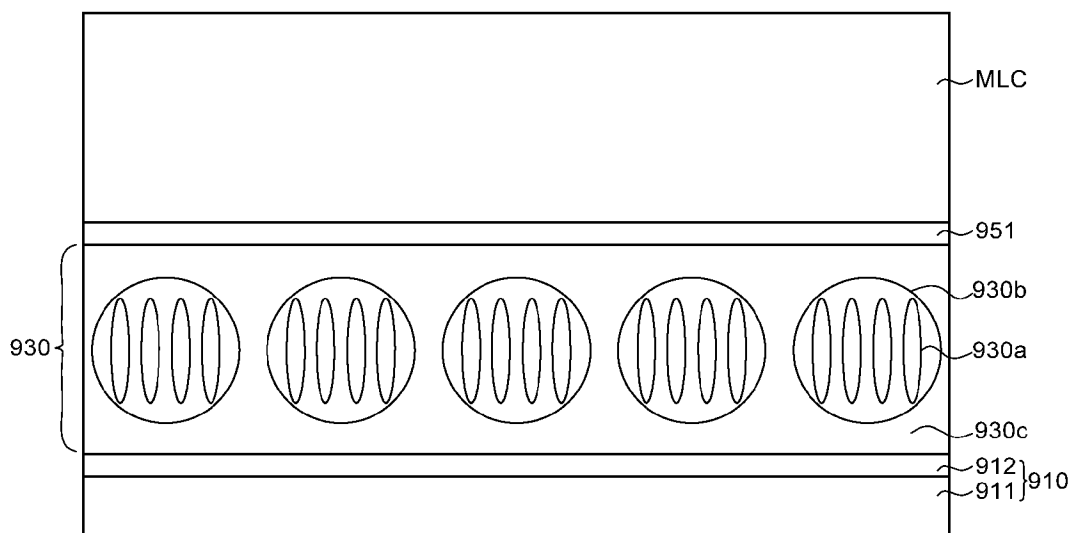
200



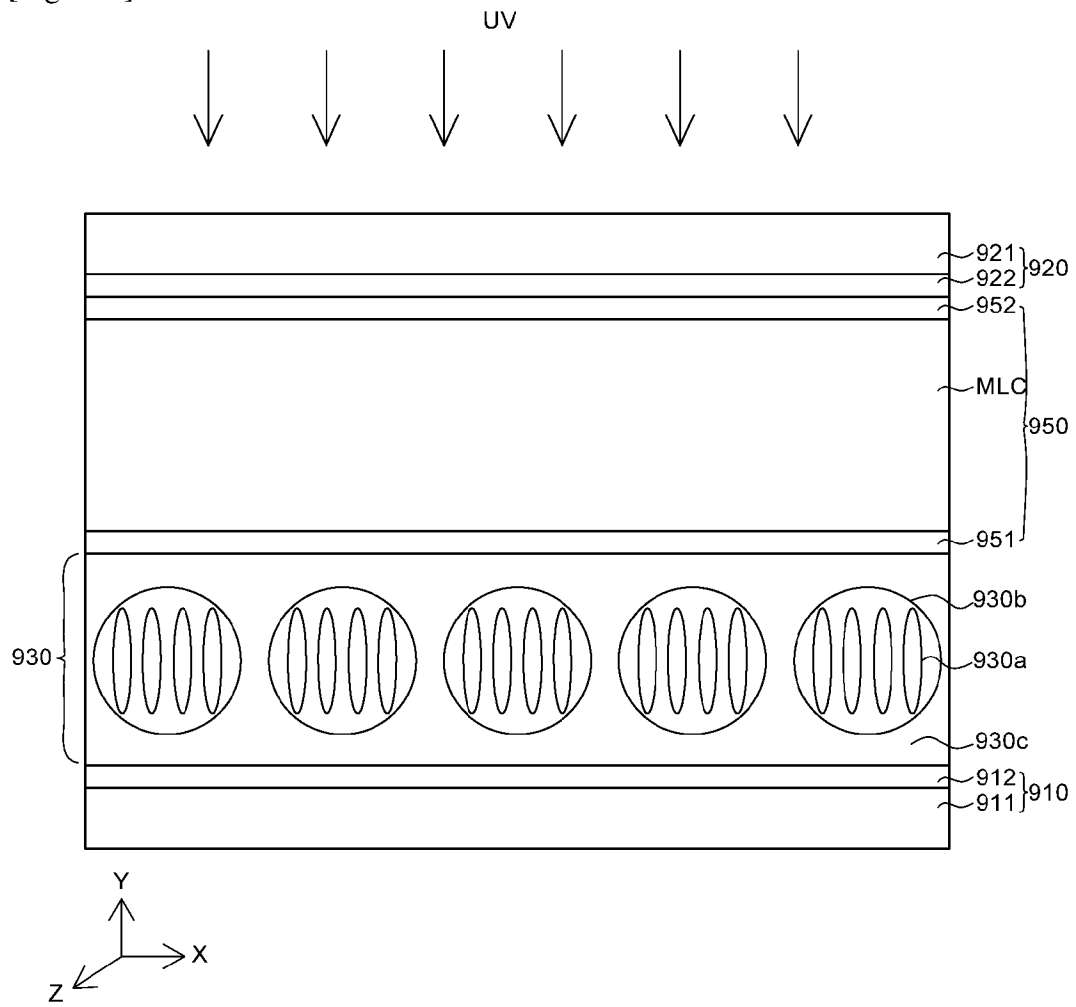
[Fig. 20a]



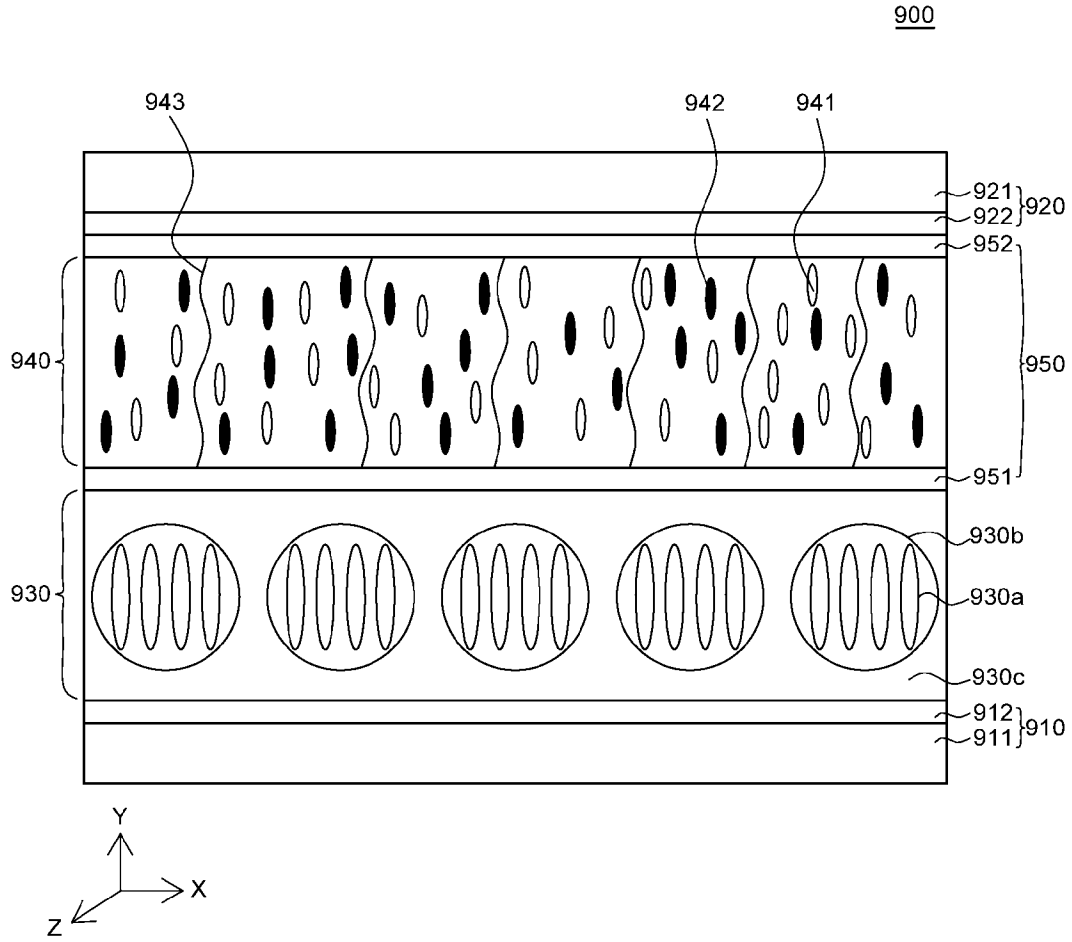
[Fig. 20b]



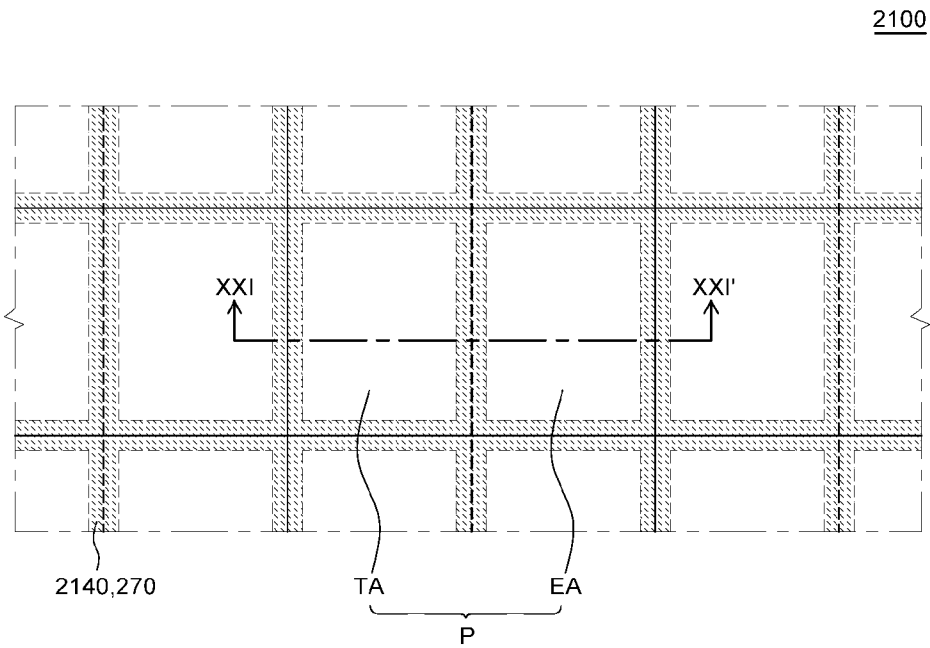
[Fig. 20c]



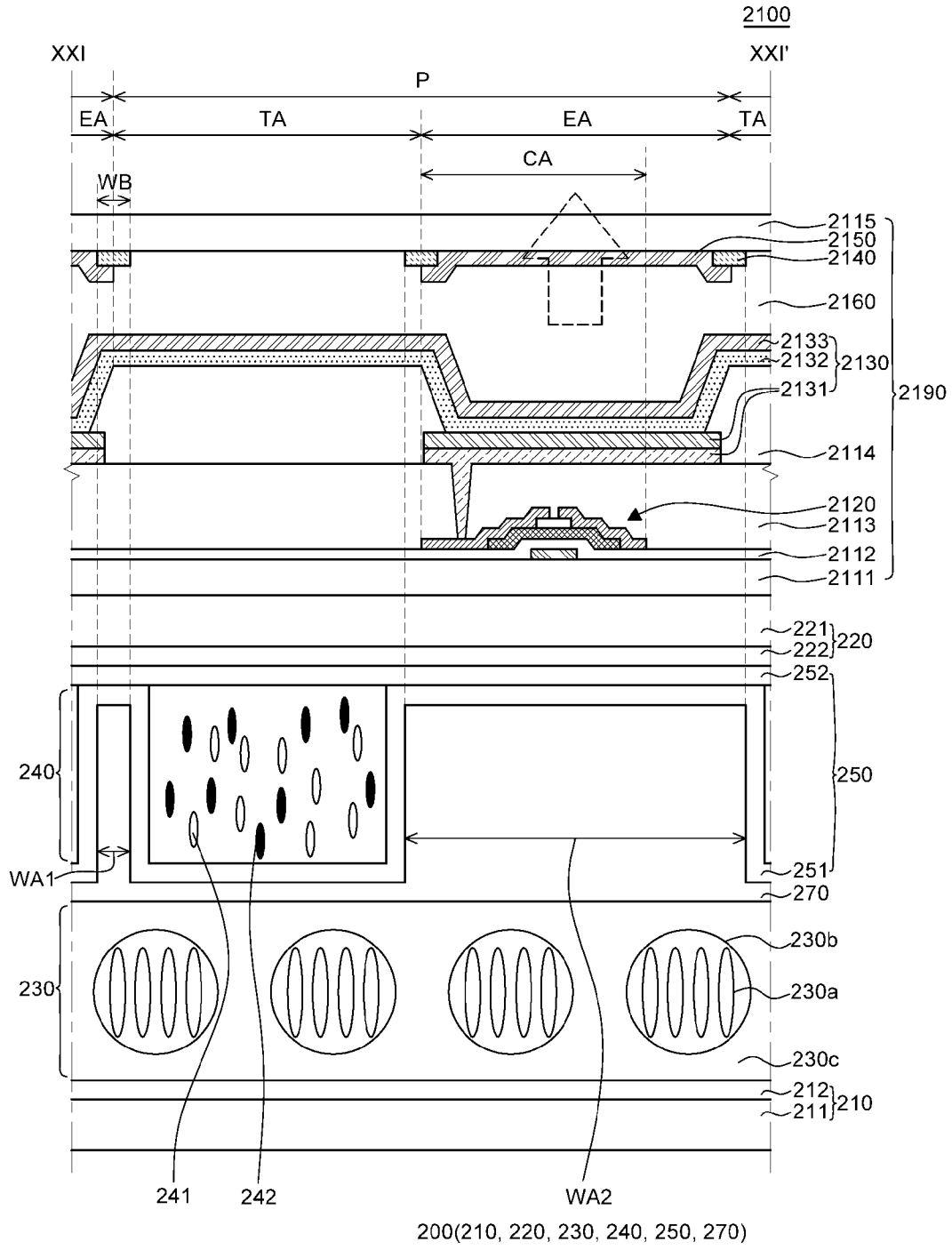
[Fig. 20d]



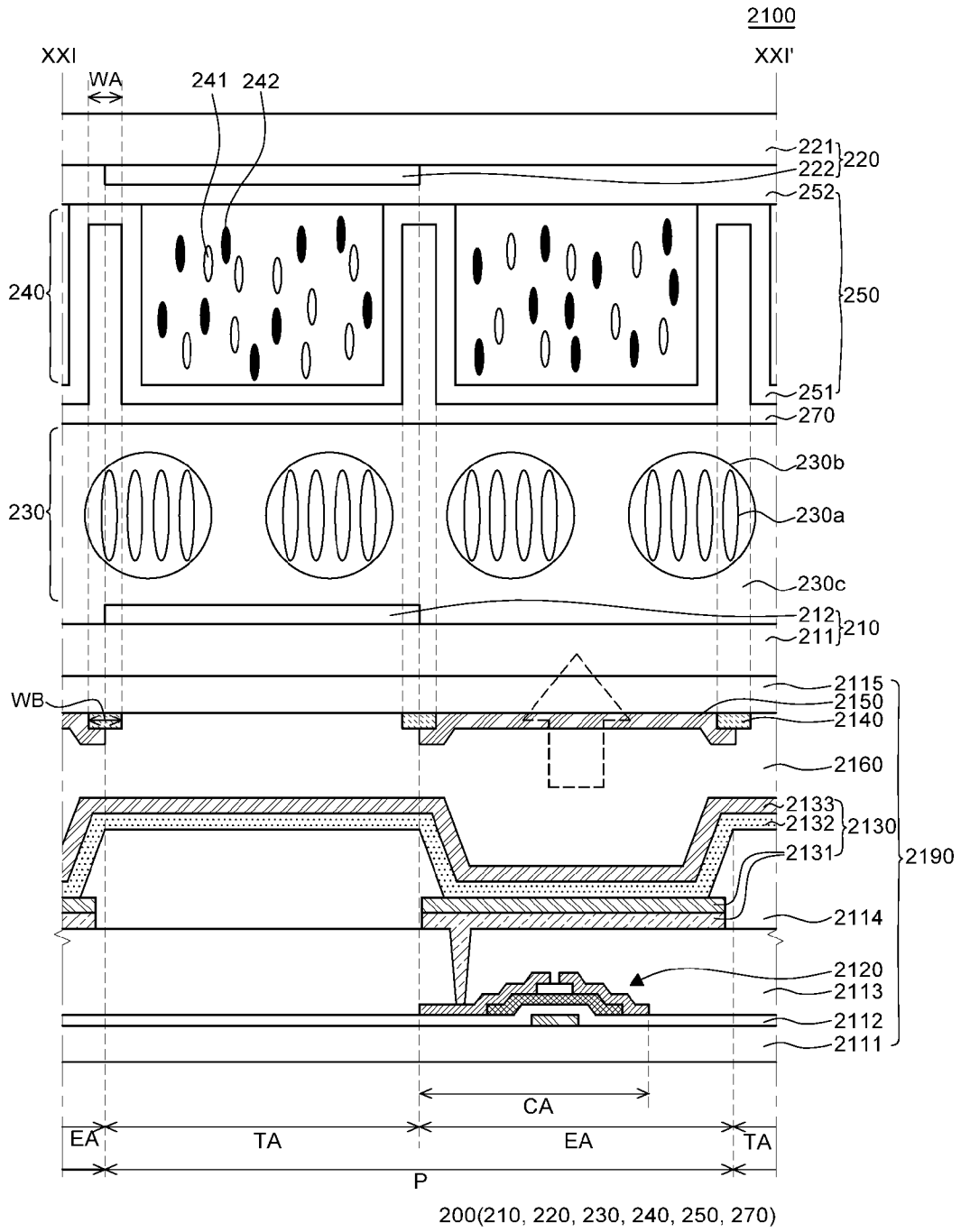
[Fig. 21a]



[Fig. 21c]

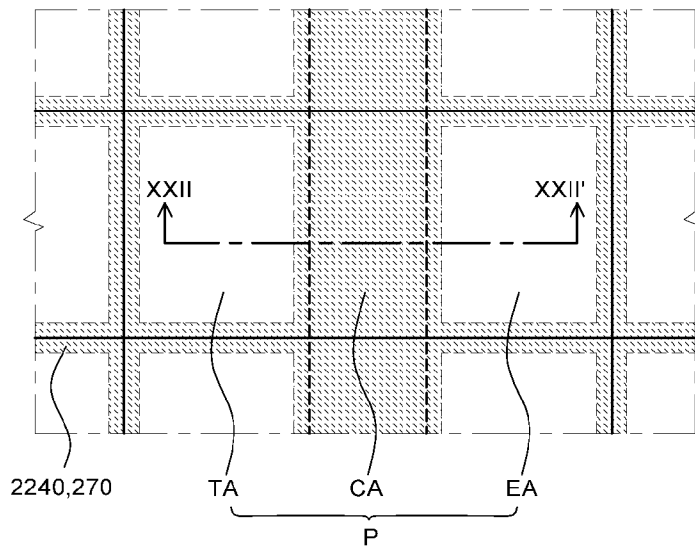


[Fig. 21d]

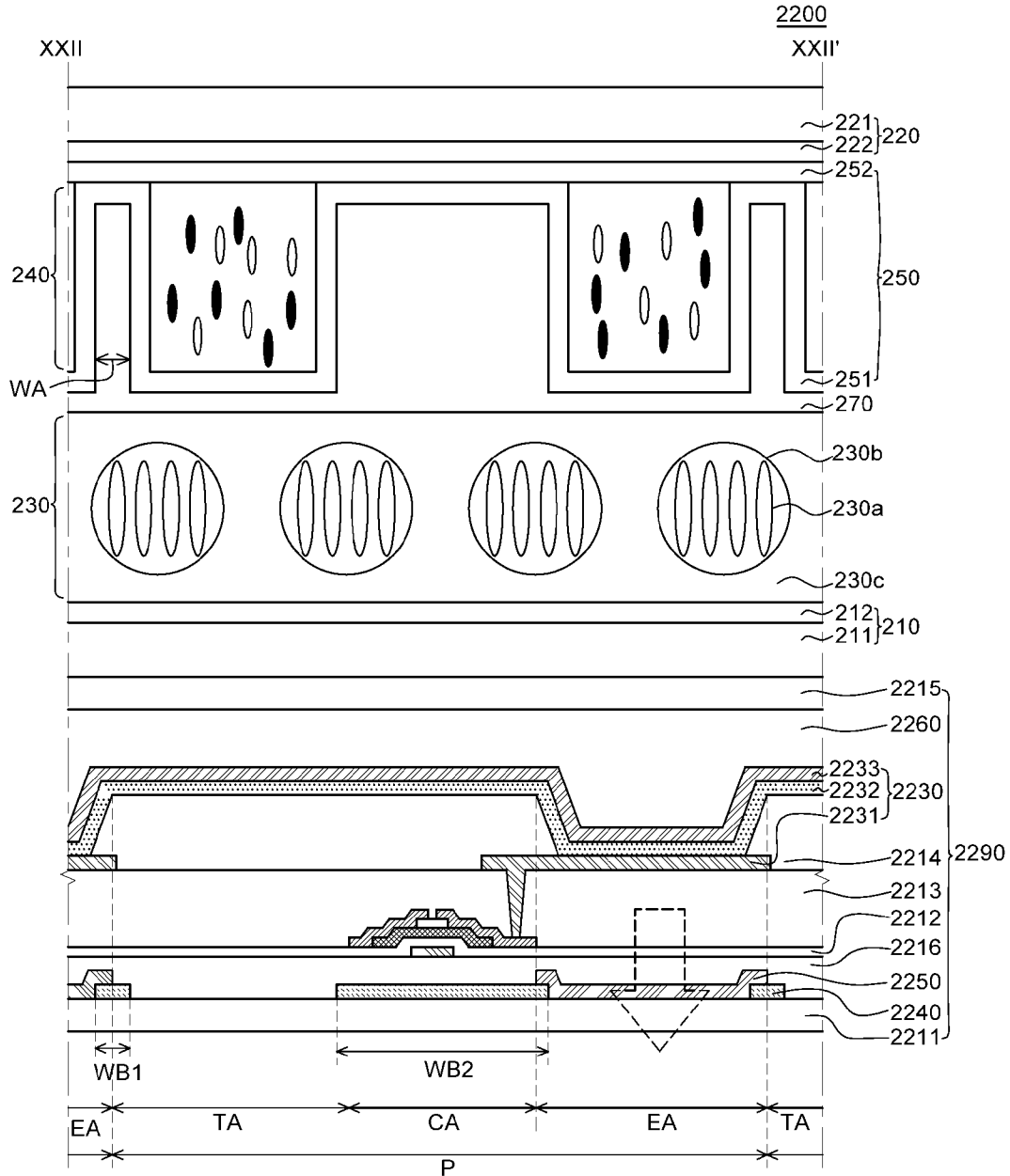


[Fig. 22a]

2200



[Fig. 22b]



200(210, 220, 230, 240, 250, 270)

[Fig. 22c]

