



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년08월23일
(11) 등록번호 10-1299575
(24) 등록일자 2013년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02F 1/1335 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7023804
(22) 출원일자(국제) 2009년09월15일
심사청구일자 2011년10월10일
(85) 번역문제출일자 2011년10월10일
(65) 공개번호 10-2011-0126171
(43) 공개일자 2011년11월22일
(86) 국제출원번호 PCT/US2009/057010
(87) 국제공개번호 WO 2010/104528
국제공개일자 2010년09월16일
(30) 우선권주장
61/158,398 2009년03월09일 미국(US)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
JP2003322855 A*
KR1020030068323 A*
KR1020050072310 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
픽셀 키 코퍼레이션
미국 캘리포니아 산 브루노 스위트 180 베이힐 드
라이브 1001 (우: 94066)
(72) 발명자
루, 루이보
미국 94066 캘리포니아 산브루노 수잔 드라이브
3815 아파트먼트 # F2
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 28 항

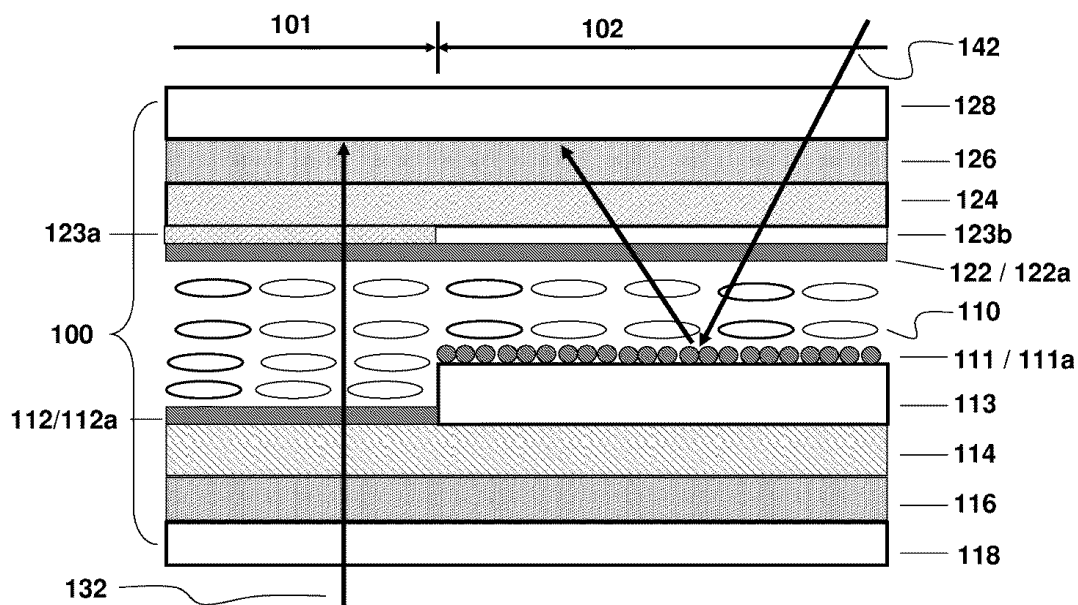
심사관 : 장경태

(54) 발명의 명칭 트랜스플렉티브 액정 디스플레이와 그 제조방법, 컴퓨터

(57) 요약

전기적으로 제어가능한 광학 복굴절을 갖는 수형 배향된 액정 재료들을 이용하는 정규의 블랙 멀티-모드 LCD들에 대한 기술들이 제시된다. 광 재순환/재지향 막이 BLU와 편광층 근처 사이에 추가되어, LCD 유닛 구조의 반사부로부터 동일 구조의 투과부로의 백라이트를 재순환하여, BLU의 광 출력 효율을 증가시킬 수 있다. 투과부 및 반사부에 대한 전극들은 다양한 동작 모드들에서 개별적으로 구동될 수 있다. 이점은, 높은 투과율, 높은 반사율, 넓은 시야각, 개선된 광 재순환 효율 및 낮은 제조 비용을 포함한다.

대표도



(30) 우선권주장

61/159,441	2009년03월11일	미국(US)
61/159,442	2009년03월12일	미국(US)
61/160,685	2009년03월16일	미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

복수의 유닛 구조들을 포함하는 트랜스플렉티브(transflective) 액정 디스플레이로서,

각각의 유닛 구조는 반사부 및 투과부를 포함하고,

상기 반사부는,

제 1 편광층, 제 2 편광층, 제 1 기관층 및 제 2 기관층의 제 1 부분들 — 상기 제 2 기관층은 상기 제 1 기관층에 대향함 —;

제 1 공통 전극부;

상기 제 1 공통 전극부 아래의 반사 전극;

상기 제 1 기관층 및 상기 제 2 기관층 중 하나에 인접하는 오버-코팅층;

상기 제 1 기관층에 인접한 반사층 — 상기 반사층은 상기 오버-코팅층상에 있고 상기 오버-코팅층은 상기 제 1 기관층상에 있고, 상기 제 1 기관층 및 상기 제 2 기관층은 상기 제 1 편광층과 상기 제 2 편광층 사이에 있음 —; 및

상기 제 1 기관층과 상기 제 2 기관층 사이의 액정층의 제 1 액정층 부분 —상기 제 1 부분들의 폭들은 상기 제 1 액정층 부분의 폭에 대응하고, 상기 제 1 액정층 부분의 액정 분자들은 전압-오프 상태에서 제 1 방향을 따라 실질적으로 균질하게(homogeneously) 정렬됨 — 을 포함하며,

상기 투과부는,

상기 제 1 편광층, 상기 제 2 편광층, 상기 제 1 기관층 및 상기 제 2 기관층의 제 2 부분들;

상기 제 1 기관층과 상기 제 2 기관층 사이의 상기 액정층의 제 2 액정층 부분 — 상기 제 2 부분들의 폭들은 상기 제 2 액정층 부분의 폭에 대응함 —;

상기 제 2 액정층 부분상의 제 2 공통 전극부 — 공통 전극은 상기 제 1 공통 전극부 및 상기 제 2 공통 전극부를 포함함 —; 및

상기 제 2 액정층 부분 아래의 투과 전극을 포함하고,

상기 제 1 액정층 부분의 셀 갭은 상기 제 2 액정층 부분의 셀 갭과 상이하며, 상기 제 2 액정층 부분의 액정 분자들은 상기 전압-오프 상태에서 제 2 방향을 따라 실질적으로 균질하게 정렬되고,

상기 유닛 구조는 상기 제 1 기관층에 인접한 제 1 반파막 및 상기 제 2 기관층에 인접한 제 2 반파막을 포함하고, 상기 제 1 반파막은 상기 반사부에 대응하는 제 1 반파막 부분 및 상기 투과부에 대응하는 제 2 반파막 부분을 포함하며, 상기 제 2 반파막은 상기 반사부에 대응하는 제 3 반파막 부분 및 상기 투과부에 대응하는 제 4 반파막 부분을 포함하고, 반파 지연막은 상기 반사부의 상기 제 3 반파막 부분인,

트랜스플렉티브 액정 디스플레이.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 유닛 구조는 상기 투과부의 적어도 일 영역을 커버하는 적어도 하나의 컬러 필터를 더 포함하고, 상기 유닛 구조는 상기 적어도 하나의 컬러 필터의 컬러와 연관된 컬러 값을 표현하도록 구성되는,

트랜스플렉티브 액정 디스플레이.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 유닛 구조는 복합 픽셀의 일부이고, 상기 복합 픽셀은 상기 유닛 구조에 의해 표현되는 상기 컬러 값 이외

의 상이한 컬러 값을 표현하도록 구성되는 다른 유닛 구조를 포함하는,
트랜스플렉티브 액정 디스플레이.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
상기 제 1 기관층의 표면의 수직 방향은 상기 제 1 방향 및 상기 제 2 방향 중 하나 이상과 평행하게 정렬되는,
트랜스플렉티브 액정 디스플레이.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 유닛 구조는 하나 이상의 배향 막들을 더 포함하고, 상기 제 1 방향 및 상기 제 2 방향 중 하나 이상은 상기 하나 이상의 배향 막들 중 적어도 하나의 러빙(rubbing) 방향을 따르는,
트랜스플렉티브 액정 디스플레이.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

제 1 항에 있어서,
상기 제 2 반파막은 단축(uni-axial) 지연막, 2축 지연막 또는 비스듬한 지연막 중 하나인,
트랜스플렉티브 액정 디스플레이.

청구항 9

제 1 항에 있어서,
상기 액정층은 광학 복굴절(optical birefringence)이 전기적으로 제어가능한 액정 물질을 포함하는,
트랜스플렉티브 액정 디스플레이.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

제 1 항에 있어서,
상기 반사부에 대응하는 상기 제 2 반파막의 제 1 부분 및 상기 전압-오프 상태인 상기 제 1 액정층 부분은 상기 반사부에서 광대역 1/4파 플레이트를 형성하고, 상기 전압-오프 상태인 상기 제 2 액정층 부분의 상부 절반 및 상기 투과부에 대응하는 상기 제 2 반파막의 제 2 부분은 상기 투과부에서 제 1 광대역 1/4파 플레이트를 형성하며, 상기 전압-오프 상태인 상기 제 2 액정층 부분의 하부 절반 및 상기 제 1 반파막은 상기 투과부에서 제 2 광대역 1/4파 플레이트를 형성하는,
트랜스플렉티브 액정 디스플레이.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 반파막은 θ_h 의 방위각을 갖고, 상기 제 1 액정층 부분은 θ_q 의 각도를 가지며, 상기 제 2 반파막의 방위각은 실질적으로 θ_h 이고, 상기 방위각들은 (1) $60 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq 120$ 또는 (2) $-120 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq -60$ 중 하나를 충족시키는,

트랜스플렉티브 액정 디스플레이.

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 유닛 구조는 상기 반사 전극이 상기 투과 전극에 전기적으로 연결되는지 여부를 제어하도록 구성되는 스위칭 소자(switching element)를 포함하는,

트랜스플렉티브 액정 디스플레이.

청구항 17

제 1 항에 있어서,

상기 공통 전극은 상기 액정층의 제 1 면(side) 상에 위치되고, 상기 투과 전극 및 상기 반사 전극은 상기 액정층의 대향하는 제 2 면 상에 위치되는,

트랜스플렉티브 액정 디스플레이.

청구항 18

삭제

청구항 19

제 1 항에 있어서,

상기 공통 전극, 상기 투과 전극 및 상기 반사 전극 중 적어도 하나는 전도성 물질의 비-관통형 평면층에 의해 형성되는,

트랜스플렉티브 액정 디스플레이.

청구항 20

제 1 항에 있어서,

상기 공통 전극, 상기 투과 전극 및 상기 반사 전극 중 적어도 하나는 복수의 별개의 전도성 컴포넌트들에 의해 형성되고, 2개의 이웃하는 별개의 전도성 컴포넌트들은 비-전도성 갭에 의해 공간적으로 분리되는,

트랜스플렉티브 액정 디스플레이.

청구항 21

제 1 항에 있어서,

상기 공통 전극, 상기 투과 전극 및 상기 반사 전극 중 적어도 하나는 하나 이상의 개구부들을 포함하고, 상기

개구부들 각각은 전도성 물질이 없는,
트랜스플렉티브 액정 디스플레이.

청구항 22

제 1 항에 있어서,
상기 공통 전극, 상기 투과 전극 및 상기 반사 전극 중 적어도 하나 상에 하나 이상의 극소-돌출부(micro-protrusion)들이 증착되는,
트랜스플렉티브 액정 디스플레이.

청구항 23

제 1 항에 있어서,
상기 공통 전극은 하나 이상의 개구부들을 포함하고 — 상기 개구부들 각각은 전도성 물질이 없음 —, 상기 투과 전극 및 상기 반사 전극 상에 하나 이상의 극소-돌출부들이 증착되며, 상기 하나 이상의 개구부들 및 상기 하나 이상의 극소-돌출부들은 상기 하나 이상의 개구부들 중 하나 및 상기 하나 이상의 극소-돌출부들 중 하나를 각각 포함하는 전극 하위구조들의 하나 이상의 쌍들을 형성하는,
트랜스플렉티브 액정 디스플레이.

청구항 24

제 1 항에 있어서,
상기 유닛 구조는 상기 제 1 기관층과 백라이트 유닛 사이에, 상기 반사부로부터의 백라이트를 상기 투과부로 재지향시키는 광 재순환(light recycling) 막을 더 포함하는,
트랜스플렉티브 액정 디스플레이.

청구항 25

제 24 항에 있어서,
상기 광 재순환 막은 임의의 편광 상태의 입사광을 특정 편광 상태를 갖는 재지향된 광으로 변환시키도록 구성되는,
트랜스플렉티브 액정 디스플레이.

청구항 26

컴퓨터로서,
하나 이상의 프로세서들; 및
상기 하나 이상의 프로세서들에 연결되고, 복수의 유닛 구조들을 포함하는 트랜스플렉티브 액정 디스플레이를 포함하며,
상기 유닛 구조는 반사부 및 투과부를 포함하고,
상기 반사부는,
제 1 편광층, 제 2 편광층, 제 1 기관층 및 제 2 기관층의 제 1 부분들 — 상기 제 2 기관층은 상기 제 1 기관층에 대향함 —;
제 1 공통 전극부;
상기 제 1 공통 전극부 아래의 반사 전극;
상기 제 1 기관층 및 상기 제 2 기관층 중 하나에 인접하는 오버-코팅층;
상기 제 1 기관층에 인접한 반사층 — — 상기 반사층은 상기 오버-코팅층상에 있고 상기 오버-코팅층은 상기 제 1 기관층상에 있고, 상기 제 1 기관층 및 상기 제 2 기관층은 상기 제 1 편광층과 상기 제 2 편광층 사이에

있음 -; 및

상기 제 1 기관층과 상기 제 2 기관층 사이의 액정층의 제 1 액정층 부분 -상기 제 1 부분들의 폭들은 상기 제 1 액정층 부분의 폭에 대응하고, 상기 제 1 액정층 부분의 액정 분자들은 전압-오프 상태에서 제 1 방향을 따라 실질적으로 균질하게 정렬됨 - 을 포함하고,

상기 투과부는,

상기 제 1 편광층, 상기 제 2 편광층, 상기 제 1 기관층 및 상기 제 2 기관층의 제 2 부분들;

상기 제 1 기관층과 상기 제 2 기관층 사이의 상기 액정층의 제 2 액정층 부분 - 상기 제 2 부분들의 폭들은 상기 제 2 액정층 부분의 폭에 대응함 -;

상기 제 2 액정층 부분상의 제 2 공통 전극부 - 공통 전극은 상기 제1 공통 전극부 및 상기 제 2 공통 전극부를 포함함 -; 및

상기 제 2 액정층 부분 아래의 투과 전극을 포함하며,

상기 제 1 액정층 부분의 셀 갭은 상기 제 2 액정층 부분의 셀 갭과 상이하고;

상기 제 2 액정층 부분의 액정 분자들은 상기 전압-오프 상태에서 제 2 방향을 따라 실질적으로 균질하게 정렬되고,

상기 유닛 구조는 상기 제 1 기관층에 인접한 제 1 반파막 및 상기 제 2 기관층에 인접한 제 2 반파막을 포함하고, 상기 제 1 반파막은 상기 반사부에 대응하는 제 1 반파막 부분 및 상기 투과부에 대응하는 제 2 반파막 부분을 포함하며, 상기 제 2 반파막은 상기 반사부에 대응하는 제 3 반파막 부분 및 상기 투과부에 대응하는 제 4 반파막 부분을 포함하고, 반파 지연막은 상기 반사부의 상기 제 3 반파막 부분인,

컴퓨터.

청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 유닛 구조는 상기 투과부의 적어도 일 영역을 커버하는 적어도 하나의 컬러 필터를 더 포함하고, 상기 유닛 구조는 상기 적어도 하나의 컬러 필터의 컬러와 연관된 컬러 값을 표현하도록 구성되는,

컴퓨터.

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

제 26 항에 있어서,

상기 액정층은 광학 복굴절이 전기적으로 제어가능한 액정 물질을 포함하는,

컴퓨터.

청구항 31

삭제

청구항 32

제 26 항에 있어서,

상기 반사부에 대응하는 상기 제 2 반파막의 제 1 부분 및 상기 전압-오프 상태의 상기 제 1 액정층 부분은 상기 반사부에서 광대역 1/4파 플레이트를 형성하고, 상기 전압-오프 상태의 상기 제 2 액정층 부분의 상부 절반

및 상기 반사부에 대응하는 상기 제 2 반파막의 제 2 부분은 상기 투과부에서 제 1 광대역 1/4파 플레이트를 형성하며, 상기 전압-오프 상태의 상기 제 2 액정층 부분의 하부 절반 및 상기 제 1 반파막은 상기 투과부에서 제 2 광대역 1/4파 플레이트를 형성하는,

컴퓨터.

청구항 33

삭제

청구항 34

제 26 항에 있어서,

상기 유닛 구조는 상기 반사 전극이 상기 투과 전극에 전기적으로 연결되는지 여부를 제어하도록 구성되는 스위칭 소자를 포함하는,

컴퓨터.

청구항 35

삭제

청구항 36

제 26 항에 있어서,

상기 공통 전극은 하나 이상의 개구부들을 포함하고 — 상기 개구부들 각각은 전도성 물질이 없음 —, 상기 투과 전극 및 상기 반사 전극 상에 하나 이상의 극소-돌출부들이 증착되며, 상기 하나 이상의 개구부들 및 상기 하나 이상의 극소-돌출부들은 상기 하나 이상의 개구부들 중 하나 및 상기 하나 이상의 극소-돌출부들 중 하나를 각각 포함하는 전극 하위구조들의 하나 이상의 쌍들을 형성하는,

컴퓨터.

청구항 37

제 26 항에 있어서,

상기 유닛 구조는 상기 제 1 기관층과 백라이트 유닛 사이에, 상기 반사부로부터의 백라이트를 상기 투과부로 재지향시키는 광 재순환 막을 더 포함하는,

컴퓨터.

청구항 38

트랜스플렉티브 액정 디스플레이를 제조하는 방법으로서,

복수의 유닛 구조들을 제공하는 단계를 포함하고,

유닛 구조는 반사부 및 투과부를 포함하며,

상기 반사부는,

제 1 편광층, 제 2 편광층, 제 1 기관층 및 제 2 기관층의 제 1 부분들 — 상기 제 2 기관층은 상기 제 1 기관층에 대향함 —;

제 1 공통 전극부;

상기 제 1 공통 전극부 아래의 반사 전극;

상기 제 1 기관층 및 상기 제 2 기관층 중 하나에 인접하는 오버-코팅층;

상기 제 1 기관층에 인접한 반사층 — 상기 반사층은 상기 오버-코팅층상에 있고 상기 오버-코팅층은 상기 제 1 기관층상에 있고, 상기 제 1 기관층 및 상기 제 2 기관층은 상기 제 1 편광층과 상기 제 2 편광층 사이에 있음

—; 및

상기 제 1 기관층과 상기 제 2 기관층 사이의 액정층의 제 1 액정층 부분 —상기 제 1 부분들의 폭들은 상기 제 1 액정층 부분의 폭에 대응하고, 상기 제 1 액정층 부분의 액정 분자들은 전압-오프 상태에서 제 1 방향을 따라 실질적으로 균질하게 정렬됨 — 을 포함하고,

상기 투과부는,

상기 제 1 편광층, 상기 제 2 편광층, 상기 제 1 기관층 및 상기 제 2 기관층의 제 2 부분들;

상기 제 1 기관층과 상기 제 2 기관층 사이의 상기 액정층의 제 2 액정층 부분 — 상기 제 2 부분들의 폭들은 상기 제 2 액정층 부분의 폭에 대응함 —;

상기 제 2 액정층 부분상의 제 2 공통 전극부 — 공통 전극은 상기 제1 공통 전극부 및 상기 제 2 공통 전극부를 포함함 —; 및

상기 제 2 액정층 부분 아래의 투과 전극을 포함하며,

상기 제 1 액정층 부분의 셀 갭은 상기 제 2 액정층 부분의 셀 갭과 상이하고;

상기 제 2 액정층 부분의 액정 분자들은 상기 전압-오프 상태에서 제 2 방향을 따라 실질적으로 균질하게 정렬되고,

상기 유닛 구조는 상기 제 1 기관층에 인접한 제 1 반파막 및 상기 제 2 기관층에 인접한 제 2 반파막을 포함하고, 상기 제 1 반파막은 상기 반사부에 대응하는 제 1 반파막 부분 및 상기 투과부에 대응하는 제 2 반파막 부분을 포함하며, 상기 제 2 반파막은 상기 반사부에 대응하는 제 3 반파막 부분 및 상기 투과부에 대응하는 제 4 반파막 부분을 포함하고, 반파 지연막은 상기 반사부의 상기 제 3 반파막 부분인,

트랜스플렉티브 액정 디스플레이를 제조하는 방법.

청구항 39

제 38 항에 있어서,

상기 유닛 구조는 상기 투과부의 적어도 일 영역을 커버하는 적어도 하나의 컬러 필터를 더 포함하고, 상기 유닛 구조는 상기 적어도 하나의 컬러 필터의 컬러와 연관된 컬러 값을 표현하도록 구성되는,

트랜스플렉티브 액정 디스플레이를 제조하는 방법.

청구항 40

제 38 항에 있어서,

상기 액정층은 광학 복굴절이 전기적으로 제어가능한 액정 물질을 포함하는,

트랜스플렉티브 액정 디스플레이를 제조하는 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 출원은 액정 디스플레이(LCD)들에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 이 섹션에서 설명되는 접근방법들은 추구될 수 있는 접근방법들이지만, 반드시 이미 인지되거나 추구되었던 접근방법들이나 것은 아니다. 따라서, 달리 나타내지 않으면, 이 섹션에서 설명되는 임의의 접근방법들이 단지 이 섹션에 포함된 것 때문에 종래기술로 분류되는 것으로 가정해서는 안된다.

[0003] 반사부 및 투과부를 각각 갖는 픽셀들 또는 서브-픽셀들의 어레이를 포함하는 트랜스플렉티브(transflective) LCD는, 트랜스플렉티브 LCD의 가독성이 주위 조명 조건들에 의해 제한되지 않기 때문에 셀폰, 전자북 및 개인용 컴퓨터들에 이용될 수 있다. 트랜스플렉티브 LCD의 픽셀 또는 서브-픽셀의 반사부 및 투과부는 단일한 픽셀 또는 서브-픽셀 값을 표현하기 위해 동시에 이용될 수 있다. 그러나, 픽셀 또는 서브-픽셀 값을 표현하기 위해

반사부 및 투과부 중 오직 하나만 이용되는 경우, 나머지 부분은 종종 픽셀 또는 서브-픽셀의 전체 휘도 레벨을 왜곡시킨다.

[0004] 정규의 백색 트랜스플렉티브 LCD는 픽셀의 투과부 및 반사부 중 하나를 다크 블랙(dark black) 상태에 두기 위해 네마틱-하이드리드 지연기(retarder)와 같은 보상 지연기를 이용하여, 픽셀의 전체 휘도 레벨의 왜곡을 방지할 수 있다. 그러나, 보상 지연기는 통상적으로 값비싸고, 보상 지연기를 통상적인 백색 트랜스플렉티브 LCD에 통합시키는 것은 제조 프로세스를 복잡하게 한다.

[0005] 또한, 정규의 백색 픽셀을 다크 블랙 상태로 변환시켜 동작시키기 위해 추가적인 전력 소모가 요구된다. 따라서, 종래의 LCD에서, 배터리 전력의 거의 75%가 백라이트 유닛(BLU)에 의해 소모될 것이다.

발명의 내용

도면의 간단한 설명

[0006] 이하, 본 발명의 다양한 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 설명할 것이고, 도면들은 본 발명을 예시하기 위해 제공되고, 제한하러 제공되는 것이 아니며, 도면에서 유사한 지정은 유사한 엘리먼트들을 나타낸다.

도 1a는 전압-오프 상태인 예시적인 정규의 블랙 트랜스플렉티브 ECB (Electrically-Controlled-Birefringence) LCD 유닛 구조의 개략적 단면도를 도시한다.

도 1b는 전압-온 상태인 예시적인 정규의 블랙 트랜스플렉티브 ECB LCD 유닛 구조의 개략적 단면도를 도시한다.

도 2a는 전압-오프 상태인 예시적인 정규의 블랙 트랜스플렉티브 FFS(Fringe-Field-Switching) LCD 유닛 구조의 개략적인 단면도를 도시한다.

도 2b는 전압-온 상태인 예시적인 정규의 블랙 트랜스플렉티브 FFS LCD 유닛 구조의 개략적인 단면도를 도시한다.

도 3a는 전압-오프 상태인 예시적인 정규의 블랙 트랜스플렉티브 FEC(Flower-like-Electrode-Configuration) LCD 유닛 구조의 개략적인 단면도를 도시한다.

도 3b는 예시적인 정규의 블랙 트랜스플렉티브 FEC LCD 유닛 구조의 예시적인 전극 구조를 도시한다.

도 3c는 전압-온 상태인 예시적인 정규의 블랙 트랜스플렉티브 FEC LCD 유닛 구조의 개략적인 단면도를 도시한다.

도 4는 LCD 유닛 구조들 중 임의의 구조에 이용될 수 있는 예시적인 백라이트 재순환 방식을 도시한다.

도면들은 축척에 맞춰 도시되지 않았다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007] 정규의 블랙(NB) 트랜스플렉티브 LCD들에 대한 기술들이 설명된다. 바람직한 실시예들에 대한 다양한 변형 및 본 명세서에 설명되는 일반적인 원리들 및 특성들은 당업자에게 자명할 것이다. 따라서, 본 발명은 예시된 실시예들에 한정되도록 의도되지 않으며, 본 명세서에 설명되는 원리들 및 특성들에 부합하는 최광의 범주에 포함된다.

1. 일반적 개관

[0009] 실시예들에서, 정규의 블랙 트랜스플렉티브 LCD들은, 투과 또는 트랜스플렉티브 동작 모드에서 컬러 이미지들을 나타내기 위해 백라이트 또는 추가적인 주위 광을 이용하고, 반사 동작 모드에서 흑백 이미지들을 나타내기 위해서는 오직 주위 광을 이용한다. 실시예들에서, 정규의 블랙 트랜스플렉티브 LCD들은 넓은 시야각을 갖는다. 실시예들에서, 정규의 블랙 트랜스플렉티브 LCD들은 더 작은 지연막들을 갖고, 다른 것들보다 더 적은 제조 비용을 발생시킨다. 실시예들에서, 정규의 블랙 트랜스플렉티브 LCD들은 양호한 주위 광 가독성 및 낮은 전력 소모를 나타낸다.

[0010] 실시예들에서, 정규의 블랙 트랜스플렉티브 LCD의 유닛 구조는 반사부 및 투과부 모두에 균질하게 정렬된(homogeneously aligned) 액정층을 포함한다. 본 명세서에서 사용되는 "균질하게 정렬된 액정층"은, 전압-오프 상태에서 액정층이 투과부 및 반사부 각각 내에서는 동일한 방향으로 균질하게 정렬되어 유지되지만, 투과부의 액정층 부분이 반사부의 액정층 부분에 따라 정렬될 수도 있고 정렬되지 않을 수도 있음을 의미한다. 실시예들

에서, 정규의 블랙 트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조는 투과부에서의 높은 투과율 및 반사부에서의 높은 반사율을 나타낸다. 실시예들에서, 정규의 블랙 트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조의 반사부의 백라이트는 투과부로 재순환된다.

[0011] 실시예들에서, 트랜스플렉티브 액정 디스플레이는 복수의 유닛 구조들을 포함하고, 각각의 유닛 구조는 반사부 및 투과부를 포함한다. 반사부는, 제 1 편광층, 제 2 편광층, 제 1 기관층 및 제 2 기관층의 제 1 부분들 - 제 2 기관층은, 제 1 기관층; 제 1 공통 전극부; 반사 전극; 제 1 기관층 및 제 2 기관층 중 하나에 인접하는 오버-코팅층; 제 1 기관층에 인접한 반사층; 반파(half-wave) 지연막에 대향함 -; 및 제 1 기관층과 제 2 기관층 사이의 액정층의 제 1 액정층 부분 -상기 제 1 액정층 부분의 액정 분자들은 전압-오프 상태에서 일 방향을 따라 실질적으로 균질하게 정렬됨- 을 포함하고, 제 1 기관층 및 제 2 기관층은 제 1 편광층과 제 2 편광층 사이에 있다. 투과부는, 제 1 편광층, 제 2 편광층, 제 1 기관층 및 제 2 기관층의 제 2 부분들; 제 1 기관층과 제 2 기관층 사이의 액정층의 제 2 액정층 부분; 제 2 공통 전극부; 및 투과 전극을 포함하고, 제 1 액정층 부분의 셀 갭은 제 2 액정층 부분의 셀 갭과 상이하고; 제 2 액정층 부분의 액정 분자들은 전압-오프 상태에서 제 2 방향을 따라 실질적으로 균질하게 정렬된다. 몇몇 실시예들에서, 제 1 방향과 제 2 방향은 전압-오프 상태에서 동일한 한편, 몇몇 다른 실시예들에서, 제 1 방향과 제 2 방향은 전압-오프 상태에서 상이하다.

[0012] 실시예들에서, 유닛 구조는, 투과부의 적어도 일 영역을 커버하는 적어도 하나의 컬러 필터를 더 포함하고, 유닛 구조는 적어도 하나의 컬러 필터의 컬러와 연관된 컬러 값을 표현하도록 구성된다. 이 실시예들 중 일부에서, 유닛 구조는 복합 픽셀의 일부이고, 이 복합 픽셀은, 상기 유닛 구조에 의해 표현되는 컬러 값 이외의 상이한 컬러 값을 표현하도록 구성되는 다른 유닛 구조를 포함한다.

[0013] 몇몇 실시예들에서, 제 1 기관층의 표면의 수직 방향은 제 1 방향 및 제 2 방향 중 하나 이상과 평행하게 배향된다. 몇몇 다른 실시예들에서, 유닛 구조는 하나 이상의 배향 막들을 포함하고, 제 1 방향 및 제 2 방향은 하나 이상의 배향 막들 중 적어도 하나의 러빙(rubbing) 방향을 따른다.

[0014] 실시예들에서, 반파 지연막은, 실질적으로 반사부만을 커버하는 셀 내(in-cell) 지연막이다.

[0015] 실시예들에서, 유닛 구조는 제 1 반파막 및 제 2 반파막을 포함하고, 이들 각각은 반사부의 제 1 부분 및 투과부의 제 2 부분을 포함하고, 반파 지연막은 반사부의 제 2 반파막의 제 1 부분이다.

[0016] 몇몇 실시예들에서, 제 2 반파막은 단축(uni-axial) 지연막이다. 몇몇 다른 실시예들에서, 제 2 반파막은 2축 지연막 또는 대안적으로 비스듬한 지연막이다.

[0017] 실시예들에서, 액정층은, 전기적으로 제어가능한 광학 복굴절을 갖는 액정 재료를 포함한다.

[0018] 실시예들에서, 반파 지연막 및 제 1 액정층 부분은 전압-오프 상태에서 광대역 1/4파 플레이트를 형성한다. 이 실시예들 중 일부에서, 반파 지연막은 Θ_h 인 방위각을 갖고, 제 1 액정층 부분은 Θ_q 인 방위각을 갖고, 방위각들은 (1) $60 \leq 4\Theta_h - 2\Theta_q \leq 120$ 또는 (2) $-120 \leq 4\Theta_h - 2\Theta_q \leq -60$ 중 하나를 충족시킨다. 이 실시예들 중 일부에서, Θ_q 는 $\pm 5^\circ$ 의 각 변량 내에서, (1) 0° 또는 90° , 또는 (2) 10° 또는 100° 중 하나이다.

[0019] 실시예들에서, 유닛 구조는 제 1 반파막 및 제 2 반파막을 포함하고, 반파 지연막은 제 2 반파막의 제 1 부분이고, 전압-오프 상태인 반파 지연막 및 제 1 액정층 부분은 반사부에서 광대역 1/4파 플레이트를 형성하고, 전압-오프 상태인 제 2 반파막의 제 2 부분 및 제 2 액정층 부분의 제 1 절반은 투과부에서 제 1 광대역 1/4파 플레이트를 형성하고, 전압-오프 상태인 제 1 반파막 및 제 2 액정층 부분의 나머지 제 2 절반은 투과부에서 제 2 광대역 1/4파 플레이트를 형성한다. 이 실시예들 중 일부에서, 제 1 반파막은 Θ_h 인 방위각을 갖고, 제 1 액정층 부분은 Θ_q 인 방위각을 갖고, 제 2 반파막의 방위각은 실질적으로 Θ_h 이고, 방위각들은 (1) $60 \leq 4\Theta_h - 2\Theta_q \leq 120$ 또는 (2) $-120 \leq 4\Theta_h - 2\Theta_q \leq -60$ 중 하나를 충족시킨다. 이 실시예들 중 일부에서, Θ_q 는 $\pm 5^\circ$ 의 각 변량 내에서, (1) 0° 또는 90° , 또는 (2) 10° 또는 100° 중 하나이다.

[0020] 실시예들에서, 유닛 구조는 제 1 반파막, 제 2 반파막, 제 1 1/4파장막 및 제 2 1/4파장막을 포함하고, 반파 지연막은 제 2 반파막의 일부이고, 제 1 반파막 및 제 1 1/4파장은 투과부 및 반사부 모두에서 제 1 광대역 1/4파 플레이트를 형성하고, 제 2 반파막 및 제 2 1/4파장은 투과부 및 반사부 모두에서 제 2 광대역 1/4파 플레이트를 형성한다. 이 실시예들 중 일부에서, 제 1 반파막은 Θ_h 인 방위각을 갖고, 제 1 1/4파장막은 Θ_q 인 방위각을 갖고, 제 2 반파막의 방위각은 실질적으로 Θ_h 이고, 제 2 1/4파장막의 방위각은 실질적으로 Θ_h 이고, 방위각들은

(1) $60 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq 120$ 또는 (2) $-120 \leq 4\theta_h - 2\theta_q \leq -60$ 중 하나를 충족시킨다. 이 실시예들 중 일부에서, θ_q 는 $\pm 5^\circ$ 의 각 변량 내에서, (1) 0° 또는 90° , 또는 (2) 10° 또는 100° 중 하나이다.

[0021] 실시예들에서, 유닛 구조는, 반사 전극이 투과 전극에 전기 접속되는지 여부를 제어하도록 구성되는 스위칭 소자를 포함한다. 이 실시예들 중 일부에서, 스위칭 소자는 하나 이상의 박막 트랜지스터들을 포함한다.

[0022] 실시예들에서, 공통 전극 중 적어도 하나 및 투과 전극과 반사 전극의 조합은 상이한 평면에 위치되는 2개의 공간 부분들을 포함한다.

[0023] 실시예들에서, 공통 전극은 액정층의 제 1 측에 위치되고, 투과 전극 및 반사 전극은 액정층의 대향하는 제 2 측에 위치된다.

[0024] 실시예들에서, 공통 전극, 투과 전극 및 반사 전극은 액정층의 동일 측에 위치되고, 유닛 구조는 패시베이션 층(passivation layer)을 더 포함하고, 공통 전극은 패시베이션 층의 제 1 측에 위치되고, 투과 전극 및 반사 전극은 패시베이션 층의 대향하는 제 2 측에 위치된다.

[0025] 실시예들에서, 공통 전극, 투과 전극 및 반사 전극 중 적어도 하나는 전도성 물질의 비-관통형 평면층에 의해 형성된다.

[0026] 실시예들에서, 공통 전극, 투과 전극 및 반사 전극 중 적어도 하나는 복수의 별개의 전도성 컴포넌트들에 의해 형성되고, 2개의 이웃하는 별개의 전도성 컴포넌트들은 비-전도성 갭에 의해 공간에서 분리된다.

[0027] 실시예들에서, 공통 전극, 투과 전극 및 반사 전극 중 적어도 하나는, 각각 전도성 물질을 갖지 않는 하나 이상의 개구부들을 포함한다. 이 실시예들 중 일부에서, 하나 이상의 개구부들 중 적어도 하나는 대칭 형상을 갖는다.

[0028] 실시예들에서, 공통 전극, 투과 전극 및 반사 전극 중 적어도 하나에 하나 이상의 극소-돌출부(micro-protrusion)들이 증착된다. 이 실시예들 중 일부에서, 하나 이상의 극소-돌출부들 중 적어도 하나는 고체 유전체 재료이다. 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 극소-돌출부들 중 적어도 하나는 전도성 물질에 의해 코팅된다.

[0029] 실시예들에서, 공통 전극은, 각각 전도성 물질을 갖지 않는 하나 이상의 개구부들을 포함하고, 투과 전극 및 반사 전극 상에 하나 이상의 극소-돌출부들이 증착되고, 하나 이상의 개구부들 및 하나 이상의 극소-돌출부들은, 하나 이상의 개구부들 중 하나 및 하나 이상의 극소-돌출부들 중 하나를 각각 포함하는 전극 하위구조들의 하나 이상의 쌍을 형성한다.

[0030] 실시예들에서, 공통 전극, 투과 전극 및 반사 전극 중 적어도 하나는 투명 전도성 물질을 포함한다.

[0031] 실시예들에서, 반사 전극은 반사층이다.

[0032] 실시예들에서, 유닛 구조는 제 1 기관층과 백라이트 유닛 사이에, 반사부로부터의 백라이트를 투과부로 재지향시키는 광 재순환 막을 더 포함한다. 이 실시예들 중 일부에서, 광 재순환 막은 임의의 편광 상태인 입사광을 특정 편광 상태를 갖는 재지향 광으로 변환시키도록 구성된다.

[0033] 몇몇 실시예들에서, 여기에 설명되는 트랜스플렉티브 LCD는, 랩탑 컴퓨터, 넷북 컴퓨터, 셀룰러 무선전화, 전자 북 판독기, 판매시점 단말, 데스크탑 컴퓨터, 컴퓨터 워크스테이션, 컴퓨터 키오스크(kiosk), 또는 가솔린 펌프에 연결되거나 그에 통합된 컴퓨터, 및 다양한 다른 유형의 단말들 및 디스플레이 유닛들을 포함하는 컴퓨터의 일부를 형성하지만, 이에 한정되지는 않는다.

[0034] 몇몇 실시예들에서, 일 방법은 설명된 바와 같은 트랜스플렉티브 LCD 및 그 트랜스플렉티브 LCD에 대한 백라이트 소스를 제공하는 단계를 포함한다.

[0035] 본 명세서에 설명된 바람직한 실시예들 및 일반적 원리들과 특성들에 대한 다양한 변형은 당업자에게 자명할 것이다. 따라서, 본 출원은 설명된 실시예들에 한정되도록 의도되지 않으며, 본 명세서에 설명되는 원리들 및 특징들에 일치하는 최광의 범주에 따른다.

[0036] 2. 구조적 개관.

[0037] 2.1 전기 제어되는 복굴절

[0038] 도 1a는 전압-오프 상태인 예시적인 NB 트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조(100)의 개략적 단면도를 도시한다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "전압-오프 상태인 트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조"는, 유닛 구조가, (1) 유닛

구조의 액정층에 전압이 인가되지 않은 상태, 또는 (2) 인가된 경우에도, 전압이 인가되지 않은 경우의 액정층의 상태에서부터 편차를 유발시키는 임계값보다 아래에 있는 상태임을 의미한다. 용어 "트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조"는 트랜스플렉티브 LCD의 픽셀 또는 서브-픽셀을 지칭할 수 있다. LCD 유닛 구조(100)는 2이상의 부분들을 포함할 수 있다. 도시된 바와 같이, LCD 유닛 구조(100)는 도 1a의 수평 방향을 따라 투과부(101) 및 반사부(102)를 포함한다. 투과부(101) 및 반사부(102)는 도 1a의 수직 방향을 따라 상이하게 적층된 구조들을 갖는다.

[0039] LCD 유닛 구조(100)는 균질하게 정렬된 액정 재료의 층(110)을 포함한다. 투과부(101) 및 반사부(102) 모두 여기에 도시된 바와 같이 ECB 모드에서 동작하는 구조들을 포함하는 경우, 투과부(101) 및 반사부(102) 모두는 전압-오프 상태에서 동일한 방향으로 배향될 수 있다. 액정층(110)은 진공 조건 하에서 모세관 효과(capillary effect) 또는 ODF(one drop filling) 처리에 의해 셀 공간으로 충전(filling)될 수 있다. 제시된 실시예들에서, 액정층(110)은 통상적으로 $\Delta \epsilon > 0$ 을 갖는 포지티브 유전체 이방성(dielectric anisotropy) 유형이다.

[0040] 투과부(101)는 반사부(102)와는 다른 액정 셀 갭을 가질 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "액정 셀 갭"은 투과부 또는 반사부의 액정층의 두께를 지칭한다. 예를 들어, 몇몇 실시예들에서, LCD 유닛 구조(100)는 반사부(102)의 바닥 기관층(114) 상에 또는 그 근처에 오버-코팅층(113)을 포함한다. 오버-코팅층(113)은 포토리소그래피 에칭 처리에 의한 복수의 부분 에칭된 영역들에 형성될 수 있다. 다양한 실시예들에서, 오버-코팅층(113)은 아크릴 수지, 폴리아미드 또는 노볼락(novolac) 에폭시 수지를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서는, 오버-코팅층(113)에 부분적으로 기인하여, 반사부(102)의 액정층(110) 부분의 셀 갭이 투과부의 액정층(110)의 다른 부분의 셀 갭의 약 1/2이다.

[0041] 도 1a의 상면인, 오버-코팅층(113)의 내부 표면은 반사 전극(111a)으로 동작하도록 알루미늄(Al) 또는 은(Ag)과 같은 금속 반사층(111)으로 커버된다. 몇몇 실시예들에서, 금속 반사층(111)은 울퉁불퉁한 금속층일 수 있다.

[0042] 바닥 기관층(114)은 유리로 이루어질 수 있다. 액정층(110)에 대면하는, 투과부(101)의 바닥 기관층(114)의 내부 표면 상에, 투명한 인듐-주석 산화물(ITO)층(112)이 투과 전극(112a)으로 제공될 수 있다.

[0043] 상단 기관층(124)의 표면 상에 또는 그 근처에 컬러 필터들(123a)이 증착될 수 있다. 컬러 필터들은 투과부(101) 및 반사부(102) 모두를 커버할 수도 있고, 오직 투과부(101)만을 커버할 수 있다. 액정층(110)에 대면하는, 투과부(101)의 상단 기관층(124)의 내부 표면 상에 또는 그 근처에 증착된 적, 녹 및 청(RGB) 컬러 필터들(123a)이 존재할 수 있다. 컬러 필터들(123a)에 의해 커버되지 않은 영역들에, 제 2 오버-코팅층(123b)이 구성될 수 있다. 이 제 2 오버-코팅층(123b)은, 플라즈마 화학기상증착 또는 기타 유사한 스퍼터링 방법들에 의해 준비되는, 실리콘 질화물(SiNx) 및 실리콘 산화물(SiO₂)과 같은 무기 재료 또는 a-Si:C:O 및 a-Si:O:F와 같은 유기 재료를 포함하는 패시베이션 층일 수 있다.

[0044] ITO층(122)은 상단 기관층(124)과 액정층(110) 사이에 공통 전극(122a)으로서 위치될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 이 ITO층(122)은 LCD 유닛 구조의 전체 영역을 커버한다.

[0045] 실질적으로 동일한 편광축을 갖는 바닥 선형 편광층(116) 및 상단 선형 편광층(126)이 각각 바닥 기관층(114) 및 상단 기관층(124)의 외부 표면들 상에 부착될 수 있다.

[0046] 유닛 구조(100)에 스위칭 소자가 구성되어, 반사 전극(111a)이 투과부(101)의 투과 전극(112a)에 접속되는지 또는 접속해제되는지를 제어할 수 있다. 예를 들어, LCD 유닛 구조(100)를 포함하는 트랜스플렉티브 LCD 디스플레이의 몇몇 동작 모드들에서, 디스플레이 모드 제어 로직과 함께 동작하는 스위칭 소자는 반사 전극(111a)이 투과 전극(112a)에 접속되게 할 수 있고; 따라서, 전극들(111a 및 112a)이 동일한 신호에 의해 구동되어, 투과부(101) 및 반사부(102)가 동일한 픽셀 또는 서브-픽셀 값을 동시에 표현하게 할 수 있다. 한편, 몇몇 다른 동작 모드들에서, 스위칭 소자는 반사 전극(111a)이 투과 전극(112a)으로부터 접속해제되게 할 수 있고; 따라서, 전극들(111a 및 112a)이 별개의 신호들에 의해 구동되어, 투과부(101) 및 반사부(102)가 상이한 픽셀 또는 서브-픽셀 값들을 독립적으로 표현하게 할 수 있다. 예를 들어, 투과 동작 모드에서, 투과부(101)는 이미지 데이터에 기초한 픽셀 또는 서브-픽셀 값에 따라 설정될 수 있는 한편, 반사부(102)는 다크 블랙 상태로 설정될 수 있다. 한편, 반사 동작 모드에서, 반사부(102)는 이미지 데이터에 기초한 픽셀 또는 서브-픽셀 값에 따라 설정되는 한편, 투과부(101)는 다크 블랙 상태로 설정될 수 있다.

[0047] 스위칭 소자는 반사부(102)의 금속 반사층(111) 아래에 숨겨진 하나 이상의 박막 트랜지스터들(TFTs)에 의해 구현되어 트랜스플렉티브 LCD의 개구율(aperture ratio)을 개선시킬 수 있다.

- [0048] 몇몇 실시예들에서, 전압-오프 상태에서는, 투과부(101)의 액정층(110)은 실질적으로 반파판이 되게 하는 한편, 반사부(102)의 액정층(110)은 실질적으로 1/4파 플레이트가 되게 하는 방향으로, 균질하게 정렬된 액정층(110)이 정렬될 수 있다. 다른 실시예에서, 상이한 전기적으로 제어가능한 복굴절 특성들을 갖는 액정 재료들이 액정층(110)에 이용될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 도 1a에는 도시되지 않은 러빙된 폴리이미드(rubbed polyimide)층들이 (1) 금속 반사층(111) 및 ITO 층들(112, 122) 중 하나와 (2) 액정층(110) 사이에 형성되어, 러빙된 폴리이미드 층들 근처의 액정층(110) 내의 분자들이, 기관층들(114 및 124)의 평탄한 표면들과 평행한 러빙 방향을 따라 균질하게 정렬되게 할 수 있다.
- [0049] 몇몇 실시예들에서, 제 1 반파 지연막(116)이 편광층(118) 위에 배열되는 한편, 제 2 반파 지연막(126)이 편광층(128) 아래에 배열된다. 이 편광층들(118 및 128)은 실질적으로 할당된 편광축을 가질 수 있다. 여기서 배향된 분자들의 "특이한(extraordinary)" 또는 세로(longitudinal) 방향일 수 있는, 제 1 및 제 2 반파 지연막들(116 및 126)의 광축(slow axis) 방향들은 실질적으로 유닛 구조(100)에서 동일한 방향을 따라 존재할 수 있다. 액정층(110)이 전압-오프 상태에서 반파판이기 때문에, 제 1 반파 지연막(116)에 진입할 때 제 1 편광 상태를 갖는 BLU로부터의 백라이트(132)는 제 2 반파 지연막(126)을 빠져 나갈 때 제 2 직교 편광 상태를 갖는 광으로 변한다. 이 제 2 직교 편광 상태를 갖는 광은 편광층(128)에 의해 차단된다. 이것은, LCD 유닛 구조(100)의 투과부(101)에 대해 정규의 블랙 액정 모드를 발생시킨다.
- [0050] 반사부(102)에서, 주위 광(142)의 광로는 액정층(110)을 2번 통과한다. 반사부(102)의 액정층(110)이 전압-오프 상태에서 1/4파 플레이트가 되기 때문에, 주위 광(142)의 광로가 액정층(110)을 2번 통과한 후의 액정층(110)의 전체 효과는 1/2파장판이 된다. 투과부(101)에 대한 분석과 유사한 분석에 의해, 주위 광(142)은 전압-오프 상태에서 반사부(102)에서 유사하게 차단된다. 따라서, LCD 유닛 구조(100)의 반사부(102)에 대한 정규의 블랙 액정 모드가 또한 발생된다.
- [0051] 몇몇 실시예들에서, 제 1 반파 지연막(116) 및 제 2 반파 지연막(126)의 방위각들은 예를 들어, Θ_h 로 동일하다. 전압-오프 상태에서, 투과부(101)의 액정층(110)에 의해 형성된 반파판은 한 쌍의 1/4파 플레이트들로 고려될 수 있고; 쌍을 이룬 1/4파 플레이트들의 방위각들은 또한 예를 들어, Θ_q 로 동일하다. 제 1 반파 지연막(116)과 1/4파 플레이트 중 하나는 광대역 1/4파 플레이트를 형성하는 한편, 제 2 반파 지연막(126)과 1/4파 플레이트 중 다른 하나는 또 다른 광대역 1/4파 플레이트를 형성한다. 따라서, 투과부(101)의 광학 구성은 설명된 바와 같이 2개의 광대역 1/4파 플레이트들을 포함한다.
- [0052] 유사하게, 반사부(116)에서는, 오직 제 2 반파 지연막(126) 및 액정층(110)이 주위 광(142)의 광로에 있다. 언급한 바와 같이, 전압-오프 상태에서, 반사부(102)의 액정층(110)은 1/4파 플레이트이다. 제 2 반파 지연막(126) 및 액정층(110)의 방위각들은 각각 Θ_h 및 Θ_q 이다. 주위 광(142)의 광로가 제 2 반파 지연막(126) 및 액정층(110)을 2번 통과하기 때문에, 반사부(102)의 광학 구성은 또한 실질적으로, 투과부(101)의 광학 구성의 방위각들과 동일한 방위각들 Θ_h 및 Θ_q 을 갖는 2개의 광대역 1/4파장을 포함한다. 380nm 내지 780nm의 가시 범위에서 최적화된 중심 파장의 선택에 따라, 광대역 1/4파 플레이트들의 지연값은 160nm 내지 400nm 사이의 값으로 구성될 수 있다. 또한, 몇몇 실시예들에서, 방위각들 Θ_h 및 Θ_q 은 다음 2개의 관계식들 중 하나를 충족시키도록 구성될 수 있다.
- [0053] $60 \leq 4\Theta_h - 2\Theta_q \leq 120$ 관계식(1a)
- [0054] 또는
- [0055] $-120 \leq 4\Theta_h - 2\Theta_q \leq -60$ 관계식(1b)
- [0056] 몇몇 실시예들에서, 투과부 및 반사부 모두에서 한 쌍의 무색(achromatic) 광대역 1/4파 플레이트들을 구현하기 위해, 방위각들 Θ_h 및 Θ_q 은 다음과 같은 특정 관계식을 실질적으로 충족시키도록 구성될 수 있다.
- [0057] $4\Theta_h - 2\Theta_q = \pm 90$ 관계식(1c)
- [0058] 전압-오프 상태인 액정층(110)의 색 분산을 감소시키기 위해, Θ_q 는, $\pm 5^\circ$ 의 각 변량으로, 액정 배향 방향인 러빙 방향으로의 배향에 대해 0° 또는 90° 로 구성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, Θ_h 는 관계식(1c)에 기초하여 약 $\pm 67.5^\circ$ 로 설정된다. 편광자 쌍이 서로 수직인 대신 평행하게 배향되고, 투과부(101) 및 반사부(102)의

광학 구성들이 실질적으로 동일하기 때문에, LCD 유닛 구조(100)는 다른 구조보다 투과 모드와 반사 모드 사이에서 양호한 감마 커브 매칭 능력을 나타낸다.

[0059] 도 1b는 전압-온 상태인 예시적인 NB 트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조(100)의 개략적 단면도를 도시한다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "전압-온 상태인 트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조"는, 유닛 구조가, 유닛 구조의 액정층에 임계값보다 큰 전압이 인가되어 전압이 인가되지 않은 경우의 액정층의 상태로부터 편차가 유발되는 상태임을 의미한다.

[0060] 도 1b에 도시된 바와 같이, 투과부(101)에서는, 전압-온 상태에서 균질하게 정렬된 액정층(110)이 층(110)의 액정 재료의 유전체 이방성에 기인한 ECB 효과만큼 기울어질 것이다. 층(110)의 액정 재료의 기울어짐은 광학 이방성 변화를 유발시킨다. 이 광학 이방성 변화는 투과부(101)의 액정층(110)이 더 이상 반파판이 되지 않게 한다. 그 결과, 전압-오프 상태에서 차단되는 백라이트(132)는 이제 편광층들(118 및 128)을 통과하여 투과부(101)에서 밝은 상태를 나타낼 수 있다.

[0061] 유사하게, 반사부(102)에서는, 전압-온 상태에서, 균질하게 정렬된 액정층(110)이 층(110)의 액정 재료의 유전체 이방성에 기인한 ECB 효과만큼 기울어질 것이다. 층(110)의 액정 재료의 이 기울어짐은 광학 이방성 변화를 유발시킨다. 이 변화는 반사부(102)의 액정층(110)이 더 이상 1/4파 플레이트가 되지 않게 한다. 그 결과, 전압-오프 상태에서 차단되는 주위 광(142)은 이제 금속 반사층(111)으로부터 반사되어 반사부(102)에서 밝은 상태를 나타낼 수 있다.

[0062] 명확한 예를 도시하기 위해, 도 2b의 투과부(101) 및 반사부(102) 모두는 전압-온 상태이다. 그러나, 몇몇 실시예들에서, 투과부(101)의 전압-온 상태 및 반사부(102)의 전압-온 상태는 독립적으로 설정될 수 있다. 예를 들어, 설명된 스위칭 소자가 반사 전극(111a)이 투과 전극(112a)에 접속되게 하는 경우, 투과부(101) 및 반사부(102) 모두는 동일한 픽셀 값에 기초한 휘도 상태로 설정될 수 있다. 한편, 반사 전극(111a)이 투과 전극(112a)에 접속해제되는 경우, 투과부(101)는 제 1 휘도 상태로 설정될 수 있는 한편, 반사부(102)는 상이한 제 2 휘도 상태로 독립적으로 설정될 수 있다.

[0063] 몇몇 실시예들에서, 투과 또는 트랜스플렉티브 동작 모드들에서는 투과부(101)의 R.G.B 컬러 필터들(123a)과 결합하여 컬러 이미지들이 디스플레이될 수 있는 한편, 반사 동작 모드들에서는 반사부(102)에서 흑백 이미지들이 나타날 수 있다.

[0064] 몇몇 실시예들에서, 액정층(110)에 대한 파라미터들은: 복굴절율 $\Delta n=0.067$, 유전체 이방율 $\Delta \epsilon=6.6$ 및 회전 점성율 $\gamma_1=0.143\text{Pa} \cdot \text{s}$ 이다. 액정층(110)은 초기 전압-오프 상태에서 균질한 정렬을 갖는다. 액정층(110)에 대한 방위각 Θ_h 는 0° 이다. 액정층(110)에 대한 프리틸트(pre-tilt) 각은 2° 이내이다. 표 1은 이 실시예에서 LCD 유닛 구조에 대한 추가적 파라미터들을 나타내고, 투과부(101)와 반사부(102) 사이의 영역비는 40:60이다.

표 1

성분들		예시적인 값
편광층(118)	흡수 축 ($^\circ$)	0
반파막(116)	광축 방향 ($^\circ$)	67.5
	위상 지연 (nm)	275
투과부(101)의 LC층(110)	배향 방향 ($^\circ$)	0
	셀 갭 (μm)	4
반사부(102)의 LC층(110)	배향 방향 ($^\circ$)	0
	셀 갭 (μm)	2
반파막(126)	광축 방향 ($^\circ$)	67.5
	위상 지연 (nm)	275
편광층(128)	흡수 축 ($^\circ$)	0

[0066] 몇몇 실시예들에서, 제 1 및 제 2 반파 지연막들(116 및 126)은 단축(uni-axis) 지연기들로 이루어진다. 상기 예의 파라미터 값들 및 단축 지연기들을 갖는 LCD 유닛 구조(100)에 대한 최대 정규화된 투과율은 RGB 원색들에 대해 각각 99.98%, 97.32% 및 79.70%이다. 예시적인 정규 백색 트랜스플렉티브 ECB LCD에 대한 최대 정규화된 투과율은 $\lambda=450\text{nm}$, 550nm 및 650nm 에서 각각 98.81%, 81.08% 및 59.38%이다. NB 트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조(100)는 RGB 원색들의 투과율에서 종래의 정규 백색 트랜스플렉티브 ECB LCD에 비해 1.17%, 16.24% 및

20.32%의 이득을 갖는다. NB 트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조(100)는 93.59%의 최대 정규화된 반사율을 갖는 한편, 종래의 정규 백색 트랜스플렉티브 LCD의 반사율은 87.11%의 최대 정규화된 반사율을 갖는다. 따라서, NB 트랜스플렉티브 LCD(100)는 종래의 정규 백색 트랜스플렉티브 ECB LCD에 비해 반사율에서 6.48%의 이득을 갖는다.

[0067] 투과부(101)에서, 0Vrms와 5Vrms 사이의 인가 전압 및 BLU로서 백색 발광 다이오드(LEDs)를 갖는 NB 트랜스플렉티브 LCD(100)는 약 $\pm 15^\circ$ 의 시야 영역(view cone) 내에서 300:1의 높은 콘트라스트 비 및 약 $\pm 40^\circ$ 의 10:1의 콘트라스트 비 바(bar)를 달성한다.

[0068] 반대로, 동일한 백라이트 조건들 하에서 0Vrms와 5Vrms 사이의 인가 전압을 갖는 예시적인 종래의 정규 백색 트랜스플렉티브 ECB LCD는 수직 입사각에서 300:1의 콘트라스트 비를 달성할 수 있다. 그러나, 시야 영역은 오직 $\pm 5^\circ$ 로 협소하다. 10:1의 콘트라스트 비 바의 경우, 종래의 ECB LCD에 대한 범위는 오직 약 $\pm 30^\circ$ 이다.

[0069] 따라서, NB 트랜스플렉티브 LCD(100)는 종래의 정규 백색 트랜스플렉티브 ECB LCD보다 더 넓은 시야각을 갖는다.

[0070] 소형 휴대용 디스플레이들은 종종 기울어져서, 사용자에게 의해 비스듬한 시야각에서 관찰될 수 있다. 45° 의 비스듬한 입사각을 갖고 반사부에서 0Vrms와 5Vrms 사이의 인가 전압을 갖는 "D65" 주위 광 조건들 하의 NB 트랜스플렉티브 LCD(100)는 약 $\pm 40^\circ$ 의 넓은 시야 영역에서 10:1의 콘트라스트 비, 및 $\pm 80^\circ$ 의 거의 전체의 디스플레이 시야 영역에서 1보다 큰 콘트라스트 비를 구현할 수 있다. 따라서, LCD 유닛 구조(100)를 이용하는 디스플레이 상의 흑백 이미지들은 그레이스케일 전환없이 주위 광 조건들 하에서 관독될 수 있다.

[0071] 몇몇 실시예들에서, 단축 지연기들을 이용하는 대신, 제 1 및 제 2 반파 지연막들(116 및 126)은 다른 유형의 이방성 지연기들로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 2축 지연기들 및 기울어진 지연기들이 또한 이용될 수 있다. 2축 지연기들이 제 1 및 제 2 반파 지연막들(116 및 126)로 이용되는 경우, 네거티브 또는 포지티브 2축 지연기들이 이용될 수 있다.

[0072] 네거티브 2축 지연기들이 반파 지연막들(116 및 126)로 이용되는 몇몇 실시예에서, 일 범위 내에서 N_z 가 선택될 수 있다. N_z 는 $(n_x - n_z)/(n_x - n_y)$ 로 정의된다. 가능한 N_z 값들의 예시적인 범위는 $0.2 \leq N_z \leq 0.9$ 일 수 있다. 일 실시예에서, N_z 는 0.35일 수 있다. 전술한 바와 유사한 셀 구성 및 TFT 구동 전압 하에서, 설명된 LCD 유닛 구조(100)의 시야 영역은 투과부(101)에서는 10:1의 콘트라스트 비에서 $\pm 60^\circ$ 보다 크고, 반사부(102)에서는 "D65" 태양광 조건 하에서 약 $\pm 60^\circ$ 이다.

[0073] 이 실시예들에서, 편광층들(118 및 128) 및 반파 지연막들(116 및 126)의 편광 흡수축 모두가 액정 배향 방향으로부터 1° 만큼 반시계방향으로 시프트하는 경우에도, 투과부의 수직 입사각에서의 콘트라스트 비는 여전히 75와 100 사이의 범위이고; 10:1의 콘트라스트 비의 시야 영역은 약 $\pm 60^\circ$ 로 유지된다. 반사부에서, 수직 입사각에서의 콘트라스트 비는 여전히 75와 100 사이의 범위이고, 10:1의 콘트라스트 비의 시야 영역은 약 $\pm 60^\circ$ 이다.

[0074] 포지티브 2축 지연기들이 반파 지연막(116 및 126)으로 이용되는 몇몇 실시예들에서는, 예를 들어, -0.5와 0 사이의 범위에서 N_z 가 선택될 수 있다. 일 실시예에서, N_z 는 -0.1일 수 있다. 전술한 바와 유사한 셀 구성 및 TFT 구동 전압 하에서, 설명된 LCD 유닛 구조(100)의 시야 영역은 투과부(101)에서는 10:1의 콘트라스트 비에서 약 $\pm 60^\circ$ 이고, 반사부(102)에서는 "D65" 태양광 조건 하에서 약 $\pm 60^\circ$ 이다.

[0075] 이 실시예들에서, 편광층들(118 및 128) 및 반파 지연막들(116 및 126)의 편광 흡수축 모두가 액정 배향 방향으로부터 1° 만큼 반시계방향으로 시프트하는 경우에도, 투과부의 수직 입사각에서의 콘트라스트 비는 75와 100 사이의 범위이고; 10:1의 콘트라스트 비의 시야 영역은 약 $\pm 60^\circ$ 로 유지된다. 반사부에서, 수직 입사각에서의 콘트라스트 비는 75와 100 사이의 범위이고, 10:1의 콘트라스트 비의 시야 영역은 $\pm 50^\circ$ 보다 크다.

[0076] 따라서, LCD 유닛 구조(100)에서 반파 지연막들(116 및 126)로 네거티브 또는 포지티브 2축 지연기들이 이용되는 실시예들에서는, 투과부(101) 및 반사부(102) 모두에서 더 넓은 시야각이 달성된다. 한편, 2축 지연기들을 갖는 LCD 유닛 구조(100)는, 유사하지만 단축 지연기들을 갖는 LCD 유닛 구조(100)보다 구조 내의 다른 광학 컴포넌트들에 대해 더 양호한 각 배향 공차를 갖는다.

[0077] 2.2 프린지 필드 스위칭(Fringe Field Switching)

[0078] 도 2a는 전압-오프 상태인 예시적인 NB 트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조(200)의 개략적인 단면도를 도시한다. 도 2a와 같이, LCD 유닛 구조(200)는 도 2a의 수평 방향을 따라 투과부(201) 및 반사부(202)를 포함한다. 투

과부(201) 및 반사부(202)는 도 2a의 수직 방향을 따라 상이하게 적층된 구조들을 갖는다.

- [0079] LCD 유닛 구조(200)는 균질하게 정렬된 액정 재료의 층(210)을 포함한다. 투과부(201) 및 반사부(202) 모두가 여기서 설명하는 바와 같이 FFS 모드에서 동작하는 구조들을 포함하는 경우, 투과부(201) 및 반사부(202) 모두의 액정층(210)은 전압-오프 상태에서 동일한 방향으로 배향될 수 있다. 액정층(210)은 진공 조건 하에서 모세관 효과 또는 ODF 처리에 의해 셀 공간으로 충전될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 액정층(210)은 $\Delta \epsilon > 0$ 을 갖는 포지티브 유전체 이방성 유형이다. 몇몇 실시예들에서, 액정층(210)은 $\Delta \epsilon < 0$ 을 갖는 네거티브 유전체 이방성 유형이다.
- [0080] 상단 기관층(224)의 표면 상에 또는 그 근처에 컬러 필터들(223a)이 증착될 수 있다. 컬러 필터들은 투과부(201) 및 반사부(202) 모두를 커버할 수도 있고, 오직 투과부(201)만을 커버할 수 있다. 액정층(210)에 대면하는, 투과부(201)의 상단 기관층(224)의 내부 표면 상에 또는 그 근처에 증착된 적, 녹 및 청(RGB) 컬러 필터들(223a)이 존재할 수 있다. 컬러 필터들(223a)에 의해 커버되지 않은 영역들에, 오버-코팅층(223b)이 구성될 수 있다. 이 오버-코팅층(223b)은, 플라즈마 화학기상증착 또는 기타 유사한 스퍼터링 방법들에 의해 준비되는, 실리콘 질화물(SiN_x) 및 실리콘 산화물(SiO_2)과 같은 무기 재료 또는 a-Si:C:O 및 a-Si:O:F와 같은 유기 재료를 포함하는 패시베이션 층일 수 있다.
- [0081] 반파판과 동등한 셀 내 지연기(254)가 (1) 컬러 필터들(223a) 또는 오버-코팅층(223b)를 포함하는 층과 (2) 제 2 오버-코팅층(213) 사이에 삽입될 수 있다. 제 2 오버-코팅층(213)은 포토리소그래피 에칭 처리에 의한 복수의 부분 에칭된 영역들에 형성될 수 있다. 다양한 실시예들에서, 제 2 오버-코팅층(213)은 아크릴 수지, 폴리이미드 또는 노볼락 에폭시 수지를 포함할 수 있다.
- [0082] 투과부(201)는 반사부(202)와는 상이한 액정 셀 갭을 가질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 셀 내 지연기(254) 및 제 2 오버-코팅층(213)에 부분적으로 기인하여, 반사부(202)의 액정 셀 갭은 투과부(201)의 액정 셀 갭의 약 1/2일 수 있다.
- [0083] ITO층(222)이, 액정층(210)과 대면하는, 바닥 기관층(214)의 내부 표면 상에 또는 그 근처에 공통 전극(222a)으로서 위치될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, ITO층(222)은 투과부(201) 및 반사부(202) 모두를 커버할 수도 있고, 투과부(201)만을 커버할 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 알루미늄(Al) 또는 은(Ag)과 같은 금속 반사층(211)이 바닥 기관층(214)의 내부면에 인접하여 삽입될 수 있다. ITO층(222)이 투과부(201) 및 반사부(202) 모두를 커버하는 실시예들에서, 금속 반사층(211)은 ITO층(222)의 상면 상에 증착될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 이 금속 반사층(211)은 울퉁불퉁한 금속층일 수 있다. 투과부(201) 및 반사층(211)의 ITO층(222)의 상단 상에, 전기 절연 패시베이션 층(252)이 증착될 수 있다.
- [0084] ITO층(212)이 패시베이션 층(252)의 상단 상에 증착될 수 있다. 이 ITO층(212)은 스트립 또는 원, 사각형 등과 같은 복수의 규칙적 형상들을 포함하는 관통형 패턴을 형성할 수 있다. 전도성 물질이 실질적으로 규칙적 형상들의 패턴들로만 증착된다. 몇몇 실시예들에서, ITO층(212)의 이러한 규칙적 형상들은 전기 절연되거나, 예를 들어, 유전체 재료 또는 단순히 액정 재료와 같은 비-전도성재의 갭에 의해 층(210)으로부터 분리된다.
- [0085] 직교하는 편광축들을 갖는 바닥 선형 편광층(216) 및 상단 선형 편광층(226)이 바닥 기관층(214) 및 상단 기관층(224)의 외부 표면 상에 각각 부착될 수 있다.
- [0086] 몇몇 실시예들에서, ITO층(212)의 관통형 패턴은 2개의 별도의 독립적 관통형 서브-패턴들을 포함할 수 있다. 2개의 별도의 독립적 관통형 서브-패턴들은 각각 투과부(201)에 대한 투과 전극 및 반사부(202)에 대한 반사 전극으로 이용될 수 있다. 유닛 구조(200) 내에 스위칭 소자가 구성되어, 반사 전극이 투과부(201)의 투과 전극에 접속되는지 또는 접속해제되는지를 제어할 수 있다. 예를 들어, LCD 유닛 구조(200)를 포함하는 트랜스플렉티브 LCD 디스플레이의 몇몇 동작 모드들에서, 디스플레이 모드 제어 로직과 함께 동작하는 스위칭 소자는 반사 전극이 투과 전극에 접속되게 할 수 있고; 따라서, 반사 및 투과 전극들이 동일한 신호에 의해 구동되어, 투과부(201) 및 반사부(202)가 동일한 픽셀 또는 서브-픽셀 값을 동시에 표현하게 할 수 있다. 한편, 몇몇 다른 동작 모드들에서, 스위칭 소자는 반사 전극이 투과 전극으로부터 접속해제되게 할 수 있고; 따라서, 반사 및 투과 전극들이 별개의 신호들에 의해 구동되어, 투과부(201) 및 반사부(202)가 상이한 픽셀 또는 서브-픽셀 값들을 독립적으로 표현하게 할 수 있다. 예를 들어, 투과 동작 모드에서, 투과부(201)는 이미지 데이터에 기초한 픽셀 또는 서브-픽셀 값에 따라 설정될 수 있는 한편, 반사부(202)는 다크 블랙 상태로 설정될 수 있다. 한편, 반사 동작 모드에서, 반사부(202)는 이미지 데이터에 기초한 픽셀 또는 서브-픽셀 값에 따라 설정되는 한편, 투과부(201)는 다크 블랙 상태로 설정될 수 있다.

- [0087] 스위칭 소자는 반사부(202)의 금속 반사층(211) 아래에 숨겨진 하나 이상의 TFT들에 의해 구현되어 트랜스플렉티브 LCD의 개구율을 개선시킬 수 있다.
- [0088] 몇몇 실시예들에서, 전압-오프 상태에서는, 투과부(201)의 액정층(210)은 광축이 통상적으로 상단 선형 편광층(226)의 흡수층을 따르는 실질적인 반파판이 되게 하는 한편, 반사부(202)의 액정층(210)은 실질적으로 1/4파 플레이트가 되게 하는 방향으로, 균질하게 정렬된 액정층(210)이 배향될 수 있다. 다른 실시예에서, 상이한 전기적으로 제어가능한 복굴절 특성들을 갖는 액정 재료들이 액정층(210)에 이용될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 도 2a에는 도시되지 않은 러빙된 폴리이미드층들이 액정층(210)과 금속 반사층(211) 및 ITO 층들(212, 222) 중 하나 사이에 형성되어, 러빙된 폴리이미드 층들 근처의 액정층(210)이, 기관층들(214 및 224)의 평탄한 표면들과 평행한 러빙 방향을 따라 균질하게 정렬되도록 할 수 있다.
- [0089] 액정층(210)이 전압-오프 상태에서 상단 편광층(226)의 편광축에 평행하게 배향되고, 액정층(210)이 전압-오프 상태에서 바닥 선형 편광층(216)의 편광축에 직교하게 배향되기 때문에, 바닥 편광층(216)을 통한 BLU로부터의 백라이트(232)는 전압-오프 상태에서 상단 편광층(226)에 의해 차단된다. 이것은, LCD 유닛 구조(200)의 투과부(201)에 대해 정규의 블랙 액정 모드를 발생시킨다.
- [0090] 반사부(202)에서, 주위 광(242)의 광로는 액정층(210)을 2번 통과한다. 반사부(202)의 액정층(210) 및 셀 내 지연기(254)가 전압-오프 상태에서 광대역 1/4파 플레이트를 형성하기 때문에, 주위 광(242)의 광로가 액정층(210) 및 셀 내 지연기(254)를 2번 통과한 후의 전체 효과는 1/2파장판이 된다. 도 1a의 반사부(101)에 대한 분석과 유사한 분석에 의해, 주위 광(242)은 전압-오프 상태에서 반사부(202)에서 차단된다. 따라서, LCD 유닛 구조(200)의 반사부(202)에 대한 정규의 블랙 액정 모드가 또한 발생된다.
- [0091] 몇몇 실시예들에서는, 반사부(216)에서, 셀 내 지연기(254)가, 예를 들어, Θ_h 의 방위각을 갖는다. 전압-오프 상태에서, 액정층(210)은, 예를 들어, Θ_q 의 방위각을 갖는 1/4파 플레이트이다. 설명되는 바와 같이, 셀 내 지연기(254) 및 액정층(210)은 광대역 1/4파 플레이트를 형성한다. 주위 광(242)의 광로가 셀 내 지연기(254) 및 액정층(210)을 2번 통과하기 때문에, 반사부(202)의 광학 구성은 실질적으로 동일한 방위각들 Θ_h 및 Θ_q 을 갖는 2개의 광대역 1/4파장을 포함한다. 380nm 내지 780nm의 가시 범위에서 최적화된 중심 파장의 선택에 따라, 광대역 1/4파 플레이트들의 지연값은 160nm 내지 400nm 사이의 값으로 구성될 수 있다. 또한, 몇몇 실시예들에서, 방위각들 Θ_h 및 Θ_q 은 다음 2개의 관계식들 중 하나를 충족시키도록 구성될 수 있다.
- [0092] $60 \leq 4\Theta_h - 2\Theta_q \leq 120$ 관계식(2a)
- [0093] 또는
- [0094] $-120 \leq 4\Theta_h - 2\Theta_q \leq -60$ 관계식(2b)
- [0095] 몇몇 실시예들에서, 반사부에서 한 쌍의 무색 광대역 1/4파 플레이트들을 구현하기 위해, 방위각들 Θ_h 및 Θ_q 은 다음과 같은 특정 관계식을 실질적으로 충족시키도록 구성될 수 있다.
- [0096] $4\Theta_h - 2\Theta_q = \pm 90$ 관계식(2c)
- [0097] 전압-오프 상태인 액정층(210)의 색 분산을 감소시키기 위해, Θ_q 는, $\pm 5^\circ$ 의 각 변량으로, 스트립형 ITO층(212)의 세로 방향에 대해 10° 및 러빙 방향으로부터 0° 가 되도록 구성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, Θ_h 는 관계식(2c)에 기초하여 약 $\pm 77.5^\circ$ 로 설정된다.
- [0098] 도 2b는 전압-온 상태인 예시적인 NB 트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조(200)의 개략적 단면도를 도시한다.
- [0099] 도 2b에 도시된 바와 같이, 투과부(201)에서는, 전압-온 상태에서, 투과 전극 위의 액정 분자들을 트위스트시키도록 공통 전극과 투과 전극 사이에 프린지 필드 효과가 존재하여, 백라이트의 전부 또는 일부가 제 2 편광층(226)을 통과하여 밝은 상태가 된다.
- [0100] 반사부(202)가 전압-온 상태인 경우, 프린지 필드 효과는 반사 전극 위의 액정 분자들을 트위스트시키도록 ITO층(212)의 일부인 반사 전극과 공통 전극 사이에 존재하여, 반사부(201)의 액정층(210)이 더 이상 1/4파 플레이트가 되지 않게 한다. 그 결과, 전압-오프 상태에서 차단되는 주위 광(242)은 이제, 금속 반사층(211)으로부터 반사되어 반사부(202)에 밝은 상태를 나타낼 수 있다.

[0101] 투과부(201)의 전압-온 상태와 반사부(202)의 전압-온 상태는 독립적으로 설정될 수 있다. 예를 들어, 스위칭 소자가 반사 전극으로 하여금 투과 전극에 접속되게 하는 경우, 투과부(201) 및 반사부(202) 모두는 동일한 픽셀 값에 기초하여 상관되는 휘도 상태로 설정될 수 있다. 반사 전극이 투과 전극에 접속해제되는 경우, 투과부(201)는 제 1 휘도 상태로 설정되는 한편, 반사부(202)는 상이한 제 2 휘도 상태로 독립적으로 설정될 수 있다.

[0102] 몇몇 실시예들에서, 투과 또는 트랜스플렉티브 동작 모드들에서는 투과부(201)의 R.G.B. 컬러 필터들(223a)과 결합하여 컬러 이미지들이 디스플레이될 수 있는 한편, 반사 동작 모드들에서는 반사부(202)에서 흑백의 단색 이미지들이 나타날 수 있다.

[0103] 일 실시예에서, 액정층(210)은 Merck로부터 상업적으로 입수가능한 MLC-6609로 이루어진다. 액정층(210)에 대한 파라미터들은: 복굴절을 $\Delta n=0.0777$ ($\lambda=550\text{nm}$ 에서) 및 유전체 이방을 $\Delta \epsilon < 0$ 이다. 액정층(210)은 스트립된 ITO(212)의 수평 방향에 대해 초기 전압-오프 상태에서 10° 의 러빙 각을 갖는 수평 정렬을 갖는다. 패시베이션 층(252)의 두께는 $0.15\mu\text{m}$ 이다. 예를 들어, ITO 스트립과 같은 각각의 전극 소자의 폭은 $3\mu\text{m}$ 인 한편, 2개의 이웃하는 ITO 스트립들 사이의 거리 또한 $3\mu\text{m}$ 이다. 표 2는 이 실시예에서 LCD 유닛 구조에 대한 추가적 파라미터들을 나타내고, 투과부(201)와 반사부(202) 사이의 영역비는 40:60이다.

표 2

성분들		예시적인 값
편광층(226)	흡수 축 ($^\circ$)	10
셀 내 지연기(254)	광축 방향 ($^\circ$)	77.5
	위상 지연 (nm)	275
투과부(201)의 LC층(210)	배향 방향 ($^\circ$)	10
	셀 갭 (μm)	4
반사부(202)의 LC층(210)	배향 방향 ($^\circ$)	10
	셀 갭 (μm)	1.8
편광층(216)	흡수 축 ($^\circ$)	100

[0105] 상기 예의 파라미터 값을 갖는 트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조(200)에 대한 최대 정규화된 투과율은 RGB 원색들에 대해 각각 79.00%, 94.57% 및 94.68%이다. 7Vrms에서 트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조(200)에 대한 정규화된 반사율은 $\lambda=450\text{nm}$, 550nm 및 650nm에서 각각 90.81%, 93.86% 및 90.71%이다.

[0106] 투과부(201)에서, 0Vrms와 5Vrms 사이의 인가 전압 및 BLU로서 백색 발광 다이오드들(LEDs)을 갖는 NB 트랜스플렉티브 LCD(200)는 약 $\pm 30^\circ$ 의 시야 영역 내에서 그리고 수직 입사 방향에서 500:1의 높은 콘트라스트 비를 달성한다. 약 $\pm 80^\circ$ 의 10:1의 콘트라스트 비를 갖는 넓은 시야 각이 획득될 수 있다.

[0107] 45° 의 비스듬한 입사각을 갖고 반사부에서 0Vrms와 5Vrms 사이의 인가 전압을 갖는 "D65" 주위 광 조건들 하의 NB 트랜스플렉티브 LCD(200)는 약 $\pm 35^\circ$ 의 넓은 시야 영역에서 10:1의 콘트라스트 비, 및 $\pm 80^\circ$ 의 거의 전체의 디스플레이 시야 영역에서 1보다 큰 콘트라스트 비를 구현할 수 있다.

[0108] 종래의 NB 트랜스플렉티브 FFS 또는 IPS LCD들은 원형 편광층들 및 하나 이상의 광대역 1/4 파장막을 이용한다. 종래의 LCD들에서 대형 원형 편광자 및 광대역 1/4파장막을 어셈블링 및 배향시키는 것을 포함하는 이용 비용은 LCD 유닛 구조(200)에서 한 쌍의 선형 편광층들 및 셀 내 지연자(254)를 이용하는 비용보다 훨씬 크다. 또한, 반사부에서 원형으로 편광된 백라이트가 차단되기 때문에, 종래의 LCD들에서는 백라이트를 재순환시키기가 곤란하다. 따라서, 반사부들의 영역이 투과부들의 영역에 필적할만한 경우, 종래의 LCD들의 출력 효율은 악화된다.

[0109] 한편, LCD 유닛 구조(200)는 높은 콘트라스트 비 및 넓은 시야각을 나타낸다. 반사부(202)로부터 투과부(201)로의 백라이트를 재순환하기 위해 BLU와 바닥 편광층(218) 사이에 광 재순환/재지향 막이 또한 부가될 수 있어서, 투과부(201) 및 반사부(202)가 필적할만한 경우에도, LCD 유닛 구조(200)를 이용하는 디스플레이에서 BLU의 높은 광학 출력 효율을 발생시킬 수 있다.

[0110] 2.3 플로어(FLOWER)-형 전극 구성

[0111] 도 3a는 전압-오프 상태인 예시적인 NB 트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조(300)의 개략적 단면도를 도시한다. 도시된 바와 같이, LCD 유닛 구조(300)는 도 3a의 수평 방향을 따라 투과부(301) 및 반사부(302)를 포함한다. 투과

부(301) 및 반사부(302)는 도 3a의 수직 방향을 따라 상이하게 적층된 구조들을 갖는다.

- [0112] LCD 유닛 구조(300)는 균질하게 정렬된 액정 재료의 층(310)을 포함한다. 투과부(301) 및 반사부(302) 모두가 여기서 설명하는 바와 같이 FEC 모드에서 동작하는 구조들을 포함하는 경우, 투과부(301) 및 반사부(302) 모두의 액정층(310)은 전압-오프 상태에서 동일한 방향으로 배향될 수 있다. 액정층(310)은 진공 조건 하에서 모세관 효과 또는 ODF 처리에 의해 셀 공간으로 충전될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 액정층(310)은 $\Delta \epsilon > 0$ 을 갖는 포지티브 유전체 이방성 유형이다. 몇몇 실시예들에서, 액정층(310)은 $\Delta \epsilon < 0$ 을 갖는 네거티브 유전체 이방성 유형이다.
- [0113] 액정층과 대면하는, 상단 기관층(324)의 표면 상에 또는 그 근처에 컬러 필터들(323a)이 증착될 수 있다. 컬러 필터들은 투과부(301) 및 반사부(302) 모두를 커버할 수도 있고, 오직 투과부(301)만을 커버할 수 있다. 적, 녹 및 청(RGB) 컬러 필터들(323a)이 존재할 수 있다. 컬러 필터들(323a)에 의해 커버되지 않은 영역들에, 오버-코팅층(323b)이 구성될 수 있다. 이 오버-코팅층(323b)은, 플라즈마 화학기상증착 또는 기타 유사한 스퍼터링 방법들에 의해 준비되는, 실리콘 질화물(SiNx) 및 실리콘 산화물(SiO₂)과 같은 무기 재료 또는 a-Si:C:O 및 a-Si:O:F와 같은 유기 재료를 포함하는 패시베이션 층일 수 있다.
- [0114] 투과부(301)는 반사부(302)와는 상이한 액정 셀 갭을 가질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, LCD 유닛 구조(300)는 반사부(302)의 상단 기관층(314) 근처에 오버-코팅층(313)을 포함한다. 오버-코팅층(313)은 포토리소그래피 에칭 처리에 의한 복수의 부분 에칭된 영역들에 형성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 오버-코팅층(313)에 부분적으로 기인하여, 반사부(302)의 액정 셀 갭은 투과부(301)의 액정 셀 갭의 약 1/2일 수 있다. 다양한 실시예들에서, 오버-코팅층(313)은 아크릴 수지, 폴리이미드 또는 노볼락 에폭시 수지를 포함할 수 있다.
- [0115] ITO층(322a)이 상단 기관층(324)과 액정층(310) 사이에 공통 전극(322)의 제 1 부로서 위치될 수 있다. ITO층(322b)이 오버-코팅층(313)과 액정층(310) 사이에 공통 전극(322)의 제 2 부로서 위치될 수 있다.
- [0116] 바닥 기관층(314)은 유리로 이루어질 수 있다. 투과부(301)에서는, 액정층(310)에 대면하는, 바닥 기관층(314)의 내부 표면 상에, 투명 인듐-주석-산화물(ITO)층(312)이 투과 전극으로서 제공될 수 있다.
- [0117] 반사부(302)에서는, 바닥 기관층(314)의 내부 표면이 알루미늄(Al) 또는 은(Ag)과 같은 금속 반사층(311b)에 의해 커버되어, 반사 전극으로 동작할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 이 금속 반사층(311b)은 울퉁불퉁한 금속층일 수 있다.
- [0118] 실질적으로 동일한 편광축을 갖는 바닥 선형 편광층(316) 및 상단 선형 편광층(326)이 각각 바닥 기관층(314) 및 상단 기관층(324)의 외부 표면들에 부착될 수 있다.
- [0119] 유닛 구조(300) 내에 스위칭 소자가 구성되어, 반사 전극(311a)이 투과부(301)의 투과 전극(312a)에 접속되는지 또는 접속해제되는지를 제어할 수 있다. 예를 들어, LCD 유닛 구조(300)를 포함하는 트랜스플렉티브 LCD 디스플레이의 몇몇 동작 모드들에서, 디스플레이 모드 제어 로직과 함께 동작하는 스위칭 소자는 반사 전극(311a)이 투과 전극(312a)에 접속되게 할 수 있고; 따라서, 전극들(311a 및 312a)이 동일한 신호에 의해 구동되어, 투과부(301) 및 반사부(302)가 동일한 픽셀 또는 서브-픽셀 값을 동시에 표현하게 할 수 있다. 몇몇 다른 동작 모드들에서, 스위칭 소자는 반사 전극(311a)이 투과 전극(312a)으로부터 접속해제되게 할 수 있고; 따라서, 전극들(311a 및 312a)이 별개의 신호들에 의해 구동되어, 투과부(301) 및 반사부(302)가 상이한 픽셀 또는 서브-픽셀 값들을 독립적으로 표현하게 할 수 있다. 예를 들어, 투과 동작 모드에서, 투과부(301)는 이미지 데이터에 기초한 픽셀 또는 서브-픽셀 값에 따라 설정될 수 있는 한편, 반사부(302)는 다크 블랙 상태로 설정될 수 있다. 한편, 반사 동작 모드에서, 반사부(302)는 이미지 데이터에 기초한 픽셀 또는 서브-픽셀 값에 따라 설정되는 한편, 투과부(301)는 다크 블랙 상태로 설정될 수 있다.
- [0120] 스위칭 소자는 반사부(302)의 금속 반사층(311) 아래에 숨겨진 하나 이상의 TFT들에 의해 구현되어 트랜스플렉티브 LCD의 개구율을 개선시킬 수 있다.
- [0121] 몇몇 실시예들에서는, 전압-오프 상태에서, 균질하게 정렬된 액정층(310)이 일 방향으로 배향될 수 있다. 다른 실시예들에서는, 상이한 전기적으로 제어가능한 복굴절 특성들을 갖는 액정 재료들이 액정층(310)에 이용될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 러빙된 폴리이미드층들이 LCD 유닛 구조(100)에 이용되지 않는다. 몇몇 실시예들에서, 액정층(310)의 배향 방향은 도 3a에 도시된 바와 같이 수직이다.
- [0122] 몇몇 실시예들에서, 제 1 반과 지연막(316) 및 제 1 1/4파장 지연막(336)은 바닥 기관(316) 위에 배치된다. 이 지연막들(316 및 336)의 순서는 도시된 바와 같을 수도 있고, 또는 반전될 수도 있다. 유사하게, 제 2 반과 지

연막(326) 및 제 2 1/4파장 지연막(346)이 바닥 기관층(314) 아래에 배치된다. 이 지연막들(326 및 346)의 순서는 도시된 바와 같을 수도 있고, 또는 반전될 수도 있다. 제 1 및 제 2 반파 지연막들(316 및 326)의 광축 방향은 실질적으로 제 1 방향을 따를 수 있다. 제 1 및 제 2 1/4파장 지연막들(336 및 346)의 광축 방향은 실질적으로 제 2 방향을 따를 수 있다.

[0123] 제 1 편광층(318)으로부터 빠져 나갈 때 제 1 편광 상태를 갖는 BLU로부터의 백라이트(332)는 제 2 편광층(328)에 진입할 때 제 2 직교 편광 상태를 갖는 광으로 변한다. 이 제 2 직교 편광 상태를 갖는 광은 편광층(328)에 의해 차단된다. 이것은, LCD 유닛 구조(300)의 투과부(301)에 대해 정규의 블랙 액정 모드를 발생시킨다.

[0124] 반사부(302)에서, 주위 광(342)의 광로는 제 2 반파막(326) 및 제 2 1/4파장막(346)을 2번 통과한다. 주위 광(342)의 광로에 대한 이 지연막들의 전체 효과는 반파판이 된다. 반사부(101)에 대한 분석과 유사한 분석에 의해, 주위 광(342)은 전압-오프 상태에서 반사부(302)에서 차단된다. 따라서, LCD 유닛 구조(300)의 반사부(302)에 대한 정규의 블랙 액정 모드가 또한 발생된다.

[0125] 몇몇 실시예들에서, 제 1 반파 지연막(316) 및 제 2 반파 지연막(326)의 방위각들은 예를 들어, Θ_h 로 동일하다. 유사하게, 몇몇 실시예들에서, 제 1 1/4파장 지연막(336) 및 제 2 1/4파장 지연막(346)의 방위각들은 예를 들어, Θ_q 로 동일하다. 제 1 반파 지연막(316)과 제 1 1/4파장 지연막(336)은 광대역 1/4파 플레이트를 형성하는 한편, 제 2 반파 지연막(326)과 제 2 1/4파장 지연막(346)은 또 다른 광대역 1/4파 플레이트를 형성한다. 따라서, 투과부(301)의 광학 구성은 설명된 바와 같이 2개의 광대역 1/4파 플레이트들을 포함한다.

[0126] 유사하게, 반사부(316)에서는, 오직 제 2 반파 지연막(326) 및 제 1 1/4파장 지연막(336)이 주위 광(342)의 광로에 있다. 제 2 반파 지연막(326) 및 제 1 1/4파장 지연막(336)의 방위각들은 각각 Θ_h 및 Θ_q 이다. 주위 광(342)의 광로가 제 2 반파 지연막(326) 및 제 1 1/4파장 지연막(336)을 2번 통과하기 때문에, 반사부(302)의 광학 구성은 또한 실질적으로, 동일한 방위각들 Θ_h 및 Θ_q 을 갖는 2개의 동일한 광대역 1/4파장을 포함한다. 380nm 내지 780nm의 가시 범위에서 최적화된 중심 파장의 선택에 따라, 광대역 1/4파 플레이트들의 지연값은 160nm 내지 400nm 사이의 값으로 구성될 수 있다. 또한, 몇몇 실시예들에서, 방위각들 Θ_h 및 Θ_q 은 다음 2개의 관계식들 중 하나를 충족시키도록 구성될 수 있다.

$$[0127] \quad 60 \leq 4\Theta_h - 2\Theta_q \leq 120 \quad \text{관계식(3a)}$$

[0128] 또는

$$[0129] \quad -120 \leq 4\Theta_h - 2\Theta_q \leq -60 \quad \text{관계식(3b)}$$

[0130] 몇몇 실시예들에서, 투과부 및 반사부 모두에서 한 쌍의 무색 광대역 1/4파 플레이트들을 구현하기 위해, 방위각들 Θ_h 및 Θ_q 은 다음과 같은 특정 관계식을 실질적으로 충족시키도록 구성될 수 있다.

$$[0131] \quad 4\Theta_h - 2\Theta_q = \pm 90 \quad \text{관계식(3c)}$$

[0132] 편광자 쌍이 서로 수직인 대신 평행하게 배향되고, 투과부(301) 및 반사부(302)의 광학 구성들이 실질적으로 동일하기 때문에, LCD 유닛 구조(300)는 다른 구조보다 투과 모드와 반사 모드 사이에서 양호한 감마 커브 매칭 능력을 나타낸다.

[0133] 몇몇 실시예들에서, LCD 유닛 구조(300)는, 전압-온 상태에서 복수의 플로어(flower)-형상과 유사한 전기장을 발생시키는 플로어-형 전극 구조를 포함한다. 몇몇 실시예들에서, 전극 구성은 (1) 공통 전극(322) 및 (2) 투과 전극(311a) 또는 반사 전극(311b) 중 하나; 및 다른 하나의 전극 상의 복수의 개구부들 상에 복수의 극소-돌출부(micro-protrusion)들을 포함한다. 몇몇 실시예들에서, 각각의 개구부는 원형, 사각형, 육각형, 팔각형 등과 같은 대칭 형상이다. 몇몇 실시예들에서, 극소-돌출부들은 바닥 기관층(314)에 더 근접한 전극층 상에 형성되는 한편, 개구부들은 상단 기관층(324)에 더 근접한 전극층 상에 형성된다.

[0134] 몇몇 실시예들에서, LCD 유닛 구조(300)의 전극 구성은 복수의 전극 하위구조들을 형성한다. 몇몇 실시예들에서, 투과부(301)의 전극 하위구조들은 서로 유사하고, 반사부(302)의 전극 하위구조들은 서로 유사하다. 도 3b는 제 1 전극부(372) 및 대응하는 제 2 전극부(378)를 포함하는 예시적인 전극 하위구조를 도시한다. 일 실시예에서, 제 1 전극부(372)는 공통 전극(322)에 위치되는 한편, 제 2 전극부(378)는 투과 전극(311a) 또는 반사 전극(311b)에 위치된다. 제 1 전극부(372)는 ITO와 같은 전도성 물질이 없는 개구부(374)를 포함한다. 극소-

돌출부(376)가 제 2 전극부(378) 상에 형성된다.

- [0135] 극소-돌출부(376)는 투명 재료 또는 불투명 재료를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 극소-돌출부(376)는 유전체 재료를 포함할 수 있다. 유전체 재료는 액정층(310)과는 상이한 유전 상수를 가질 수 있다. 유전체 재료는 액정층(310)과 동일하거나 상이한 굴절율을 가질 수 있다.
- [0136] 극소-돌출부(376)는 도전층으로 코팅될 수도 있고 코팅되지 않을 수도 있는 원뿔형 표면을 포함할 수 있다. 코팅되면, 극소-돌출부(376)의 원뿔형 표면의 도전층은 투명한 도전층일 수도 있고 불투명한 금속층일 수도 있고; 도전층은 제 2 전극부(378)에 접속될 수도 있고 접속되지 않을 수도 있다.
- [0137] 다양한 실시예들에서, 여기에 설명되는 형상, 크기 및 영역은 반사부(302)의 대응부들로부터 투과부(301)에서는 상이할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 반사부(302)의 개구부의 영역은 투과부(301)에서보다 클 수 있다.
- [0138] 도 3c는 전압-온 상태인 예시적인 NB 트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조(300)의 개략적 단면도를 도시한다.
- [0139] 도 3c에 도시된 바와 같이, 투과부(301)에서는, 전압-온 상태에서, 균질하게 정렬된 액정층(310)이, 층(310)의 액정 재료의 유전체 이방성에 기인한 전극 구성에 의해 형성되는 전기장에 의해 트위스트될 것이다. 층(310)에서 액정 재료의 트위스트는 광 이방성 변화를 유발시킨다. 그 결과, 백라이트(332)는 이제 편광층들(318 및 328)을 통과하여, 투과부(301)에서 밝은 상태를 나타낸다.
- [0140] 유사하게, 반사부(302)에서는, 전압-온 상태에서, 균질하게 정렬된 액정층(310)이 층(310)의 액정 재료의 유전체 이방성에 기인한 전극 구성에 의해 형성되는 전기장에 의해 트위스트될 것이다. 층(310)에서 액정 재료의 트위스트는 광 이방성 변화를 유발시킨다. 그 결과, 주위 광(342)은 이제 금속 반사층(311)으로부터 반사되어, 반사부(302)에서 밝은 상태를 나타낸다.
- [0141] 투과부(301)의 전압-온 상태 및 반사부(302)의 전압-온 상태는 독립적으로 설정될 수 있다. 예를 들어, 반사 전극(311a)이 투과 전극(312a)에 접속되는 경우, 투과부(301) 및 반사부(302) 모두는 상판되는 휘도 상태로 설정될 수 있다. 반사 전극(311a)이 투과 전극(312a)에 접속해제되는 경우, 투과부(301)는 제 1 휘도 상태로 설정되는 한편, 반사부(302)는 상이한 제 2 휘도 상태로 설정될 수 있다.
- [0142] 몇몇 실시예들에서, 투과 또는 트랜스플렉티브 동작 모드들에서는 투과부(301)의 R.G.B. 컬러 필터들(323a)과 결합하여 컬러 이미지들이 디스플레이될 수 있는 한편, 반사 동작 모드들에서는 이 영역에 컬러 필터들이 없기 때문에, 반사부(302)에 흑백의 단색 이미지들이 나타날 수 있다.
- [0143] 일 실시예에서, 액정층(310)은 Merck로부터 상업적으로 입수가 가능한 MLC-6608로 이루어진다. 설명된 바와 같이, LCD 유닛 구조(200)는 도 3b에 도시된 바와 같은 복수의 전극 하위구조들을 포함할 수 있고, 투과부(301)에서 4 μm 의 셀 갭 및 반사부(302)에서 2.5 μm 의 셀 갭을 가질 수 있다. 이 실시예에서, 전극 하위구조들의 단위 면적들은, 예를 들어, 28 μm x 28 μm 로 동일하다. 개구부들의 단위 면적들은 8 μm 일 수 있다. 극소-돌출부들은 9 μm 의 직경 및 2.5 μm 의 높이를 갖는다. 액정층(310)에 대한 파라미터들은: 복굴절율 $\Delta n=0.083$ ($\lambda=550\text{nm}$ 에서) 및 유전체 이방율 $\Delta \epsilon < 0$ 이다. 액정층(310)은 초기 전압-오프 상태에서 수직 배향을 갖는다. 액정층(310)에 대한 프리틸트 각은 90° 이다. 표 3은 이 실시예에서 LCD 유닛 구조에 대한 추가적 파라미터들을 나타내고, 투과부(301)와 반사부(302) 사이의 영역비는 40:60이다.

표 3

[0144]

성분들		예시적인 값
편광층(318)	흡수 축 (°)	0
반파막(316)	광축 방향 (°)	15
	위상 지연 (nm)	275
1/4파장막(336)	광축 방향 (°)	75
	위상 지연 (nm)	138
1/4파장막(346)	광축 방향 (°)	75
	위상 지연 (nm)	138
반파막(326)	광축 방향 (°)	15
	위상 지연 (nm)	275
편광층(328)	흡수 축 (°)	0

- [0145] 상기 예의 파라미터 값들을 갖는 LCD 유닛 구조(300)에 대한 최대 정규화된 투과율은 RGB 원색들에 대해 각각 73.8%, 89.1% 및 87.4%이다. 지그재그 형상의 슬릿들을 이용하는 예시적인 종래의 4-도메인 트랜스플렉티브 VA LCD에 대한 최대 정규화된 투과율은 $\lambda=450\text{nm}$, 550nm 및 650nm에서 각각 61.1%, 74.5% 및 75.4%이다. NB 트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조(300)는 RGB 원색들의 투과율에서 종래의 4-도메인 트랜스플렉티브 VA LCD에 비해 20.78%, 19.59% 및 15.91%의 이득을 갖는다. NB 트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조(300)는 백색 광원에서 96.10%의 최대 정규화된 반사율을 갖는 한편, 종래의 4-도메인 트랜스플렉티브 VA LCD는 82.95%의 최대 정규화된 반사율을 갖는다. 따라서, NB 트랜스플렉티브 LCD(300)는 종래의 4-도메인 트랜스플렉티브 VA LCD에 비해 반사율에서 15.8%의 이득을 갖는다.
- [0146] 투과부(301)에서, 0Vrms와 5Vrms 사이의 인가 전압 및 BLU로서 백색 발광 다이오드(LEDs)를 갖는 NB 트랜스플렉티브 LCD(300)는 약 $\pm 20^\circ$ 의 시야 영역 내에서 그리고 수직 입사 방향에서 500:1의 높은 콘트라스트 비를 달성한다. 10:1의 콘트라스트 비 바가 약 $\pm 50^\circ$ 로 확장된다.
- [0147] 반사부에서 0Vrms와 5Vrms 사이의 인가 전압을 갖고 "D65" 주위 광 조건들 하의 NB 트랜스플렉티브 LCD(300)는 약 $\pm 50^\circ$ 의 넓은 시야 영역에서 10:1의 콘트라스트 비, 및 $\pm 70^\circ$ 의 거의 전체의 디스플레이 시야 영역에서 1보다 큰 콘트라스트 비를 구현할 수 있다.
- [0148] 명확한 예를 예시하기 위해, 복수의 개구부들은 바닥 기관층 및 상단 기관층 중 하나 근처에 위치될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 개구부들은 두 기관층들 모두 근처의 전극층들에 위치될 수 있다. 명확한 예를 예시하기 위해, 개구부들은 대칭 형상들일 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 개구부들은 비대칭 형상들일 수 있다.
- [0149] 3. 백라이트 재순환
- [0150] 몇몇 실시예들에서, 여기서 설명되는 LCD 유닛 구조들은 백라이트 재순환을 위한 배열을 포함할 수 있다.
- [0151] 도 4는 LCD 유닛 구조(100)에 대한 예시적인 배열을 도시한다. 도시된 바와 같이, 광 재순환/재지향 막(134)이 BLU(136)와 바닥 편광층(118) 사이에 삽입될 수 있다. 광 재순환/재지향 막(134)은 3M으로부터 상업적으로 입수가능한 이중 휘도 향상막(DBEF)과 같은 편광 재순환막일 수 있다. 광 재순환/재지향 막(134)은 제 1 편광 상태인 광을 반사하고, 제 2 직교 편광 상태인 광을 투과시킨다. 몇몇 실시예들에서, 광 재순환/재지향 막(134)은 입사 방향으로부터 입사되는 광을 특정 범위의 출사 방향으로 재지향시킬 수 있다. 입사광의 재지향은 막에서 광의 하나 이상의 굴절 및/또는 반사에 의해 달성될 수 있다.
- [0152] 반사부(102)에서, BLU(136)로부터의 백라이트(132)는 먼저 광 재순환막(134), 선형 편광층(118) 및 반파 지연막(116)을 통과하고, 제 1 편광 상태로 반사부(102)의 바닥 영역에 진입한다. 광은 반사층(11)에 의해 무작위적으로 반사될 수 있다. 반사된 광은 반파 지연막(116)을 통과할 수 있고, 동일한 제 1 편광 상태로 선형 편광층(118)을 빠져 나갈 수 있다. 광 재순환/재지향 막(134) 및 심지어 BLU(136)의 표면의 반사 및 재지향에 의해, 백라이트(132)는 투과부(101)로 재지향된다. 따라서, 반사부(102)의 BLU로부터의 백라이트는 투과부(101)로 재순환된다. 몇몇 실시예들에서, 이러한 백라이트 재순환에 의해, 다른 종래의 트랜스플렉티브 LCD에서는 낭비되었을 20~50% 더 많은 광이 반사부(102)로부터 투과부(101)로 재지향될 수 있다. 따라서, BLU의 높은 광학 출력이 투과부(101)에서의 향상된 휘도에 의해 달성될 수 있다.
- [0153] 명확한 예를 예시하기 위해, 백라이트 재순환을 설명하기 위해 LCD 유닛 구조(100)가 이용된다. 몇몇 실시예들에서, LCD 유닛 구조들(200 및 300)이 백라이트 재순환을 위해 설명되는 것과 동일하거나 유사한 구조를 이용한다.
- [0154] 3. 확장 및 변형
- [0155] 명확한 예를 예시하기 위해, 트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조의 투과부 및 반사부가 ECB, FFS 또는 FEC 모드들 중 하나에서 동작하는 것으로 설명하였다. 몇몇 실시예에서, 트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조는 하이브리드 모드에서 동작할 수 있다. 이 실시예들에서, 트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조의 투과부는 ECB, FFS 또는 FEC 모드들 중 하나에서 동작하는 전술한 투과 구조를 포함할 수 있는 한편, 동일한 트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조의 반사부는 ECB, FFS 또는 FEC 모드들 중 다른 모드에서 동작하는 전술한 반사 구조를 포함할 수 있다. 예를 들어, 투과부는 투과부(201)와 동일한 구조를 가질 수 있는 한편, 반사부는 반사부(102)와 같은 구조를 가질 수 있다. 대안적으로 및/또는 선택적으로, 투과부는 투과부(101)와 동일한 구조를 가질 수 있는 한편, 반사부는 반사부(202)와 같은 구조를 가질 수 있다. 대안적으로 및/또는 선택적으로, 투과부는 투과부(301)와 동일한 구조를 가질 수 있는 한편, 반사부는 반사부(102)와 같은 구조를 가질 수 있다. 트랜스플렉티브 LCD 유닛 구조에서 투과부

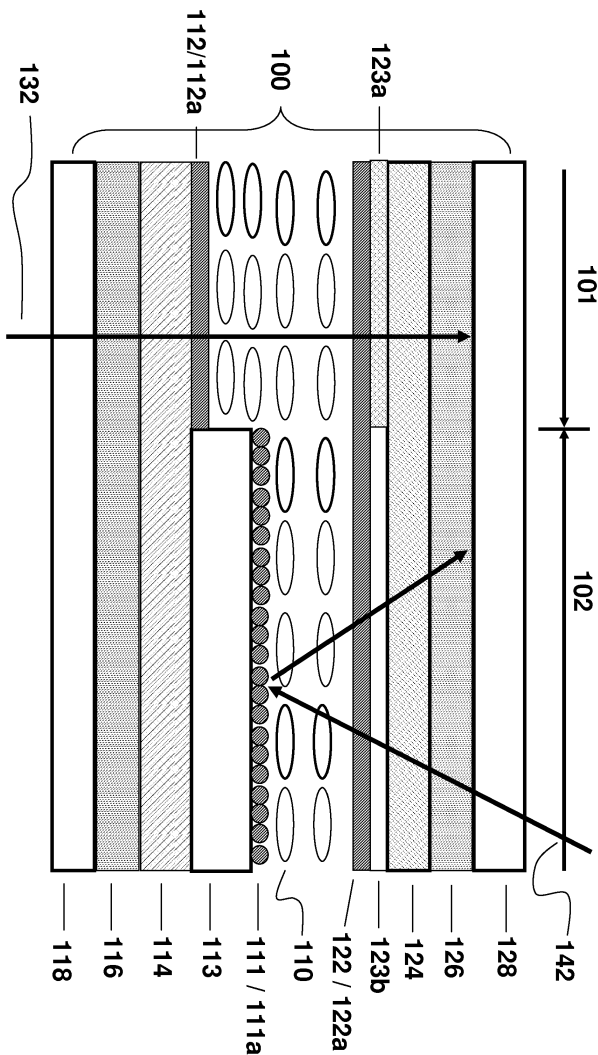
와 반사부의 다른 상이한 조합들이 또한 이용될 수 있다. 전술한 바와 같이, 액정층은 전압-오프 상태에서는 투과부 및 반사부 각각 내에서 동일한 방향으로 균질하게 정렬되어 유지된다. 그러나, 투과부의 액정층 부분은 전압-오프 상태에서 반사부의 액정층 부분에 따라 정렬될 수도 있고 정렬되지 않을 수도 있다.

[0156] 여기서 설명되는 LCD 유닛 구조들은 여러 컬러들을 표현하기 위해 이용될 수 있다. 하나의 컬러를 표현하기 위해 이용되는 LCD 유닛 구조에 대한 파라미터들은, 두 LCD 유닛 구조들 모두가 동일한 디스플레이 패널의 일부인 경우에도, 다른 컬러를 표현하기 위해 이용되는 다른 LCD 유닛 구조들에 대한 파라미터들과는 상이할 수 있다. 예를 들어, "녹색"에 대한 LCD 유닛 구조의 셀 갭들은, 두 LCD 유닛 구조들 모두가 동일한 LCD 디스플레이의 동일한 픽셀에 속하는 경우에도, "적색"에 대한 다른 LCD 유닛 구조에 대한 셀 갭들과는 상이할 수 있다.

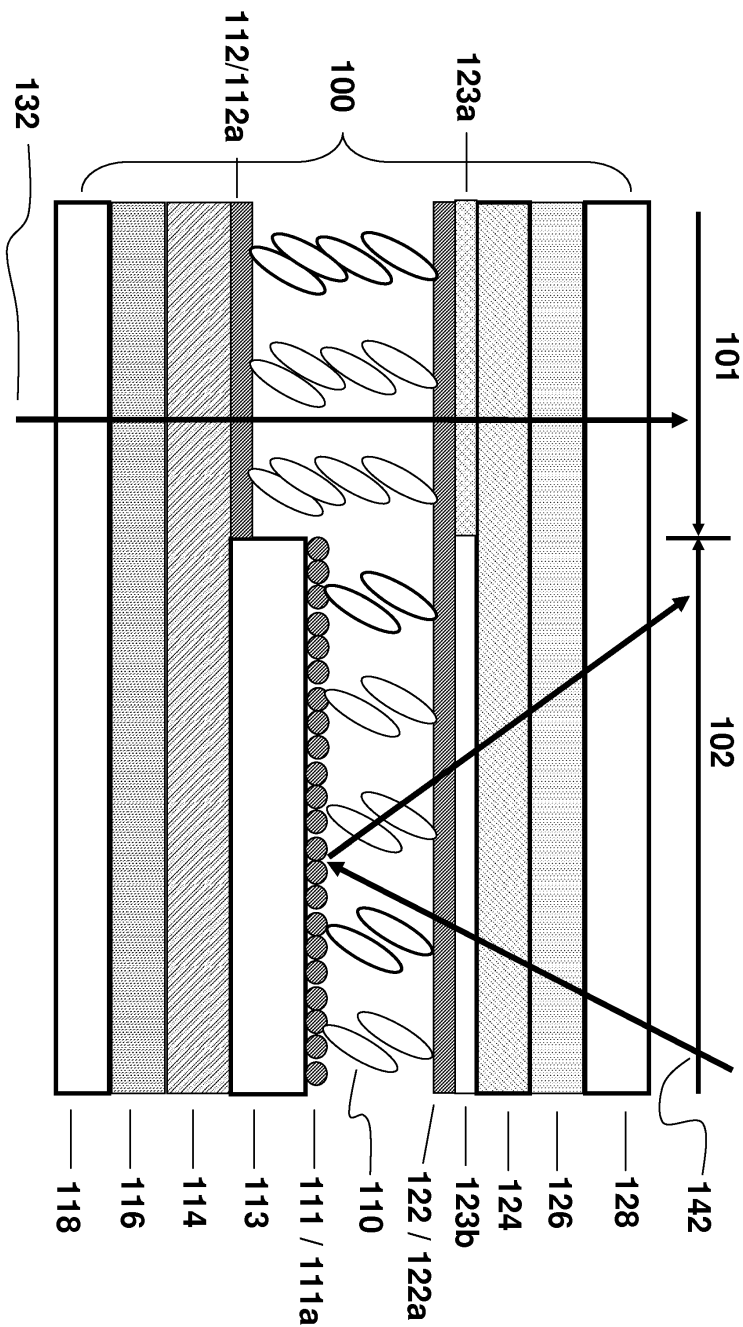
[0157] 본 발명의 바람직한 실시예들을 도시하고 설명했지만, 본 발명이 이 실시예들에 한정되지 않음은 명백할 것이다. 청구항들에 제시되는 바와 같이, 본 발명의 사상 및 범주를 벗어나지 않으면서, 다양한 변형, 변화, 변경, 대체 및 균등물들은 당업자에게 자명할 것이다.

도면

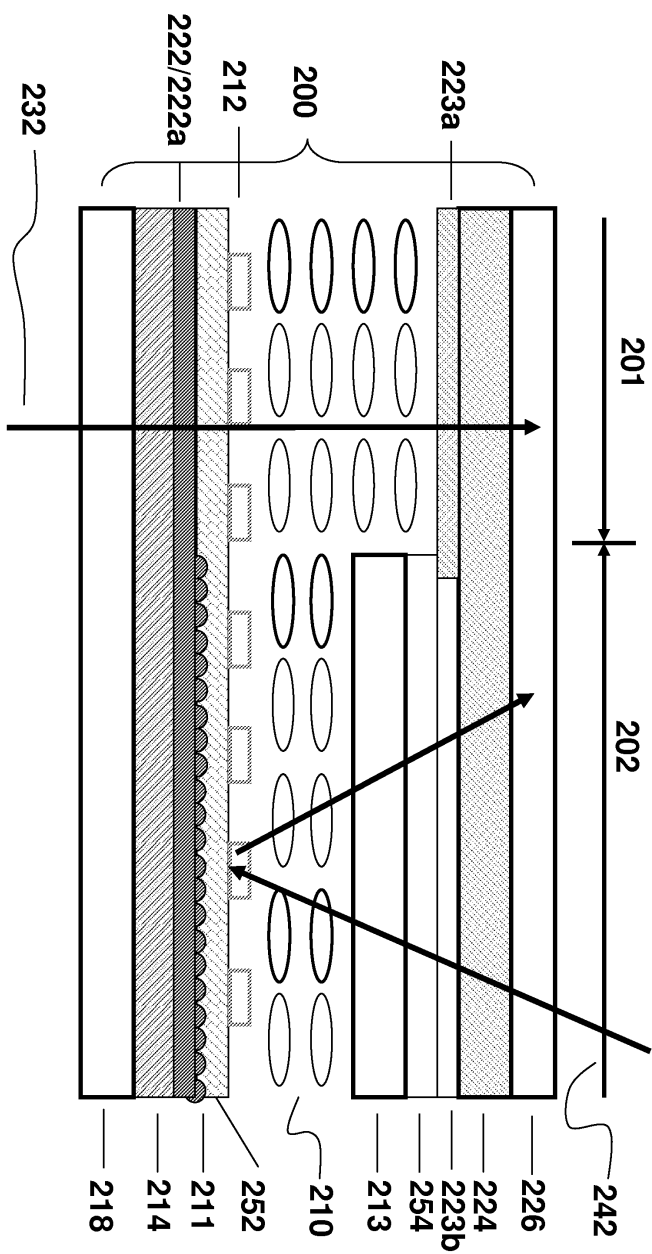
도면1a



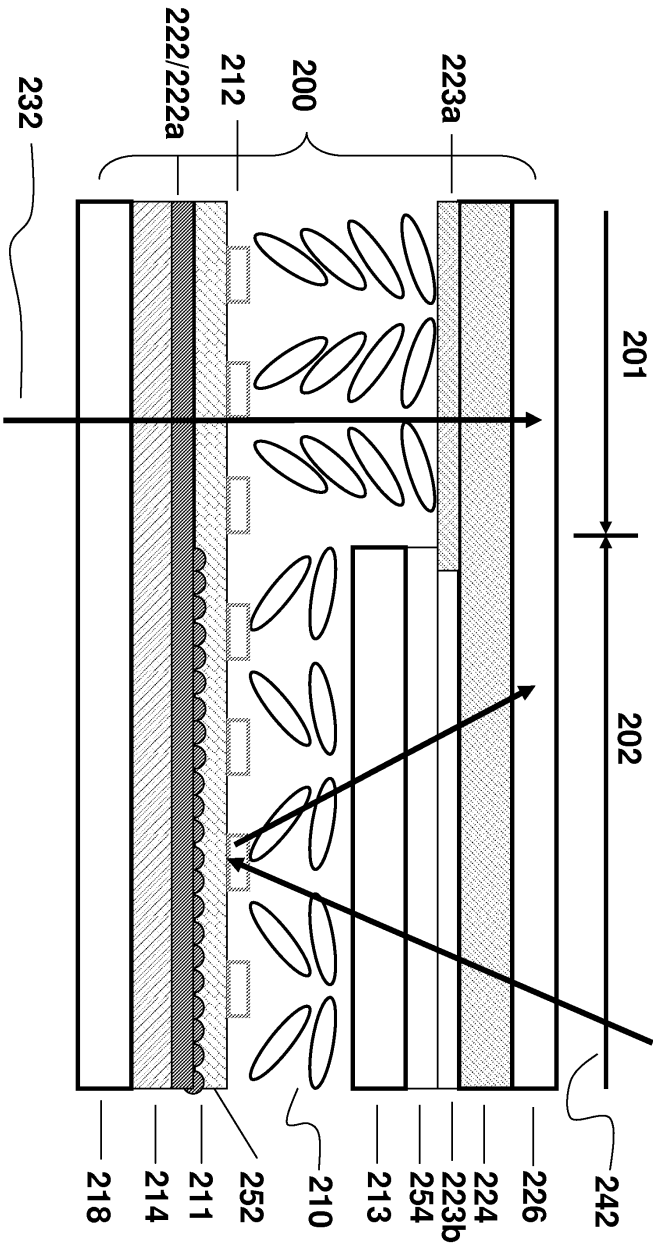
도면1b



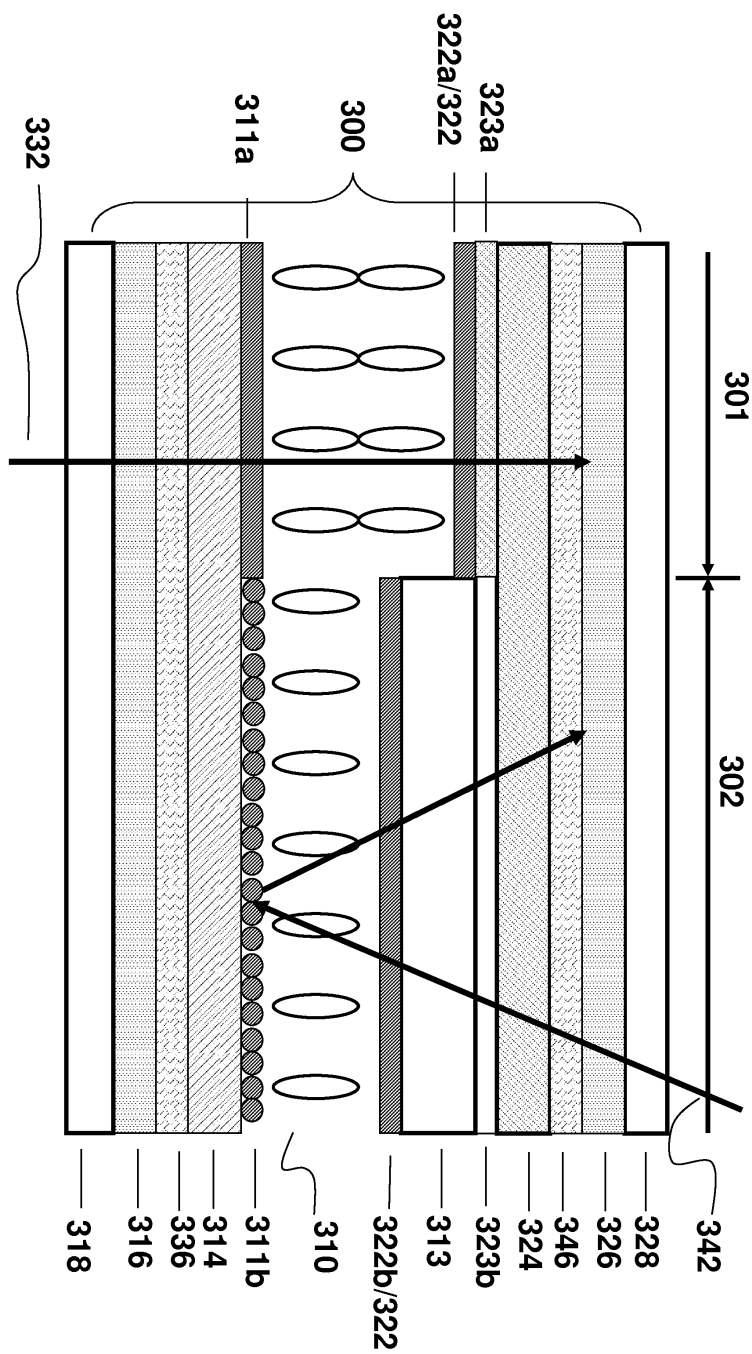
도면2a



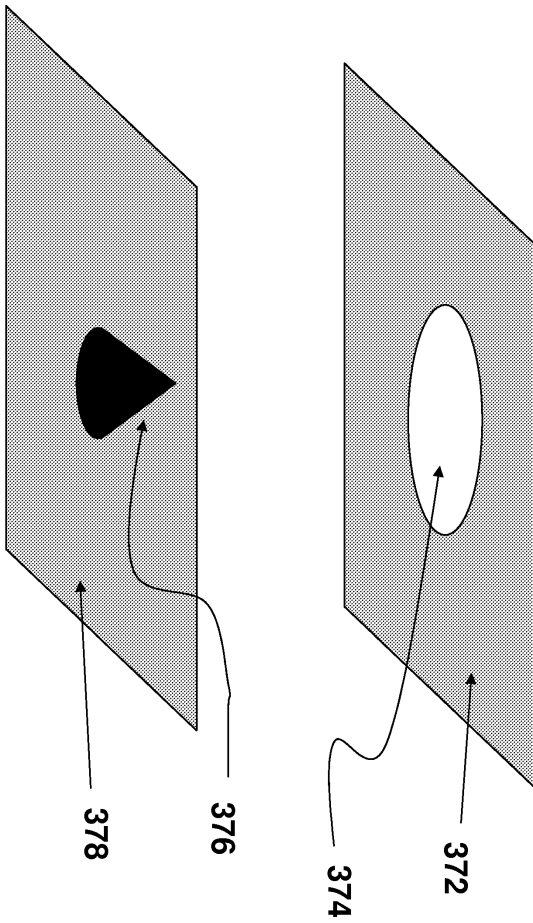
도면2b



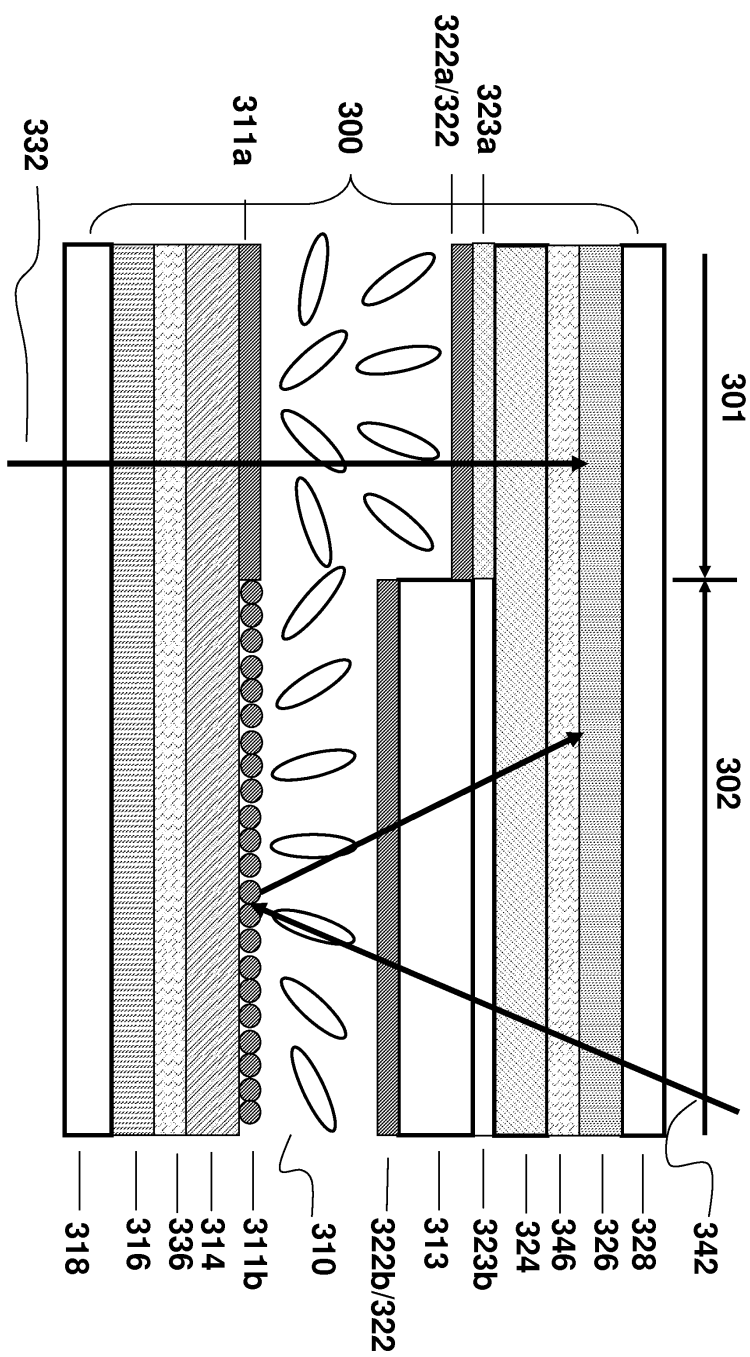
도면3a



도면3b



도면3c



도면4

