



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.

G02F 1/1337 (2006.01)

G02F 1/1343 (2006.01)

(45) 공고일자

2007년08월07일

(11) 등록번호

10-0747391

(24) 등록일자

2007년08월01일

(21) 출원번호

10-2004-0102958

(65) 공개번호

10-2005-0055608

(22) 출원일자

2004년12월08일

(43) 공개일자

2005년06월13일

심사청구일자

2004년12월08일

(30) 우선권주장

JP-P-2003-00409400

2003년12월08일

일본(JP)

JP-P-2003-00409401

2003년12월08일

일본(JP)

JP-P-2004-00053745

2004년02월27일

일본(JP)

JP-P-2004-00091227

2004년03월26일

일본(JP)

(73) 특허권자

샤프 가부시키가이샤

일본 오사카후 오사카시 아베노구 나가이께조 22방 22고

(72) 발명자

구메야스히로

일본 오사카후 가와찌나가노시 기요미다이 4-7-1

나가에노부까즈

일본 나라켄 덴리시 이소노까미조 260-203

다마이가즈히코

일본 미에켄 나바리시 쯔쓰지가오까미나미 1-65

오니시노리아끼

일본 나라켄 나라시 후지와라조 268-4

구리하라다까시

일본 나라켄 이코마시 시까노다이니시 1-4-7

(74) 대리인

구영창

장수길

(56) 선행기술조사문현

KR 2001-085598 A

KR 2002-079583 A

KR 2003-058012 A

KR 2000-047826 A

심사관 : 신영교

전체 청구항 수 : 총 60 항

(54) 액정 표시 장치 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명은, 화소 내에 적어도 1개의 축 대칭 배향 도메인을 갖는 액정 표시 장치에서, 액정의 배향을 충분히 안정화할 수 있으며, 또한 콘트라스트비 또는 개구율의 저하를 억제한 액정 표시 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해, 제1 기판(1110a)과, 제1 기판에 대향하도록 설치된 제2 기판(1110b)과, 제1 기판과 제2 기판 사이에 설치된 수직 배향형 액정 층(1120)을 가지며, 각각이 제1 기판 위에 형성된 제1 전극(1111)과, 제2 기판 위에 형성된 제2 전극(1131)과, 제1 전극과 제2 전극 사이에 설치된 액정층을 포함하는 복수의 화소를 구비하고, 제2 전극(1131)은 화소 내의 소정의 위치에 형성된 적어도 1개의 개구부(1114)을 가지고, 또한 제1 기판은 복수의 화소의 간극에 차광 영역을 가지며, 차광 영역의 액정층 층에, 규칙적으로 배열된 벽 구조체(1115)를 갖고, 액정층은 적어도 소정의 전압을 인가하였을 때에, 축 대칭 배향을 나타내는 적어도 1개의 액정 도메인을 형성하며, 적어도 1개의 액정 도메인의 축 대칭 배향의 중심축은 적어도 1개의 개구부 내 또는 그 근방에 형성된다.

내용

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

제1 기판과, 상기 제1 기판에 대향하도록 설치된 제2 기판과, 상기 제1 기판과 상기 제2 기판 사이에 설치된 수직 배향형의 액정층을 갖고,

각 화소가 상기 제1 기판 상에 형성된 제1 전극과, 상기 제2 기판 상에 형성된 제2 전극과, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극의 사이에 설치된 상기 액정층을 포함하는 복수의 화소를 포함하고,

상기 제2 전극은, 화소 내의 소정의 위치에 형성된 적어도 하나의 개구부를 갖고, 또한 상기 제1 기판은, 상기 복수의 화소의 간극에 차광 영역을 갖고, 상기 차광 영역의 상기 액정층 층에, 규칙적으로 배열된 벽 구조체를 갖고,

상기 액정층은, 적어도 소정의 전압을 인가했을 때에, 축 대칭 배향을 나타내는 적어도 하나의 액정 도메인을 형성하고, 상기 적어도 하나의 액정 도메인의 축 대칭 배향의 중심축은 상기 적어도 하나의 개구부 내 또는 그 근방에 형성되며,

상기 벽 구조체의 높이 WH와, 상기 액정층의 투과 영역의 두께 dt가, $0.25dt < WH < 0.4dt$ 의 관계를 만족하는 액정 표시 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이의 상기 액정층에, 상대 투과율이 10%로 되는 전압을 인가했을 때, 상기 제2 전극의 상기 적어도 하나의 개구부의 전위가 상기 액정층의 임계값 전압보다도 작은 액정 표시 장치.

청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 개구부의 크기 Wh는, $2\mu\text{m} \leq Wh \leq 20\mu\text{m}$ 의 조건을 만족하는 액정 표시 장치.

청구항 4.

제1항에 있어서,

상기 제1 전극은 적어도 하나의 절결부를 갖는 액정 표시 장치.

청구항 5.

제1항에 있어서,

상기 복수의 화소의 간극에 차광 영역을 갖고, 상기 차광 영역에 상기 액정층의 두께를 규정하는 지지체가 설치되어 있는 액정 표시 장치.

청구항 6.

제1항에 있어서,

상기 제1 전극은, 투과 영역을 규정하는 투명 전극과 반사 영역을 규정하는 반사 전극을 포함하고, 상기 투과 영역 내의 상기 액정층의 두께 dt 와, 상기 반사 영역 내의 상기 액정층의 두께 dr 이, $0.3dt < dr < 0.7dt$ 의 관계를 만족하는 액정 표시 장치.

청구항 7.

제1항에 있어서,

상기 제1 전극은, 투과 영역을 규정하는 투명 전극과 반사 영역을 규정하는 반사 전극을 포함하고, 상기 적어도 하나의 액정 도메인은, 상기 투과 영역에 형성된 액정 도메인을 포함하며, 상기 적어도 하나의 개구부는, 상기 투과 영역에 형성된 상기 액정 도메인의 중심축에 대응하는 개구부를 포함하고,

상기 제1 전극은, 상기 개구부를 중심으로 점대칭으로 배치된 복수의 절결부를 갖는 액정 표시 장치.

청구항 8.

제6항에 있어서,

상기 반사 영역에 대응하는 상기 제2 기판의 부분에 선택적으로 투명 유전체층이 설치되어 있는 액정 표시 장치.

청구항 9.

제8항에 있어서,

상기 투명 유전체층은, 광을 산란하는 기능을 갖는 액정 표시 장치.

청구항 10.

제6항에 있어서,

상기 제2 기판에 설치된 컬러 필터층을 더 갖고, 상기 반사 영역의 상기 컬러 필터층의 광학 농도가 상기 투과 영역의 상기 컬러 필터층보다도 작은 액정 표시 장치.

청구항 11.

제1항에 있어서,

상기 제1 기판 및 상기 제2 기판을 개재하여 상호 대향하도록 배치된 한쌍의 편광판을 갖고, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판 중 적어도 하나와 상기 한쌍의 편광판 사이에 적어도 하나의 2축성 광학 이방성 매체층을 더 갖는 액정 표시 장치.

청구항 12.

제1항에 있어서,

상기 제1 기판 및 상기 제2 기판을 개재하여 상호 대향하도록 배치된 한쌍의 편광판을 더 갖고, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판 중 적어도 하나와 상기 한쌍의 편광판 사이에 적어도 하나의 1축성 광학 이방성 매체층을 더 갖는 액정 표시 장치.

청구항 13.

제1 기판과, 상기 제1 기판에 대향하도록 설치된 제2 기판과, 상기 제1 기판과 상기 제2 기판 사이에 설치된 수직 배향형의 액정층을 갖고,

각 화소가 상기 제1 기판 상에 형성된 제1 전극과, 상기 제2 기판 상에 형성된 제2 전극과, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 설치된 상기 액정층을 포함하는 복수의 화소를 포함하고,

상기 제1 기판은, 상기 복수의 화소의 간극에 차광 영역을 갖고, 상기 차광 영역의 상기 액정층측에, 규칙적으로 배열된 벽 구조체를 갖고,

상기 제1 전극은, 화소 내의 소정의 위치에 형성된 적어도 하나의 제1 개구부를 갖고, 상기 제2 전극은, 화소 내의 소정의 위치에 형성된 적어도 하나의 제2 개구부를 갖고, 또한,

상기 액정층은, 적어도 소정의 전압을 인가했을 때에, 축 대칭 배향을 나타내는 적어도 하나의 액정 도메인을 형성하고, 상기 적어도 하나의 액정 도메인의 축 대칭 배향의 중심축은 상기 적어도 하나의 제1 개구부 및 상기 적어도 하나의 제2 개구부 내의 적어도 하나의 개구부 내 또는 그 근방에 형성되며,

상기 적어도 하나의 제1 개구부와 상기 적어도 하나의 제2 개구부는, 상기 액정층을 개재하여 상호 적어도 일부가 중첩되는 위치에 배치되어 있는 액정 표시 장치.

청구항 14.

제13항에 있어서,

상기 적어도 하나의 액정 도메인의 축 대칭 배향의 중심축의 일단은, 상기 적어도 하나의 제1 개구부 내 또는 그 근방에 있고, 타단은 상기 적어도 하나의 제2 개구부 내 또는 그 근방에 있는 액정 표시 장치.

청구항 15.

삭제

청구항 16.

제13항에 있어서,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이의 상기 액정층에, 상대 투과율이 10%로 되는 전압을 인가했을 때, 상기 적어도 하나의 제1 개구부 및 제2 개구부 중 적어도 한쪽에서의 전위가 상기 액정층의 임계값 전압보다도 작은 액정 표시 장치.

청구항 17.

제16항에 있어서,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이의 상기 액정층에, 상대 투과율이 10%로 되는 전압을 인가했을 때, 상기 적어도 하나의 제1 개구부 및 제2 개구부에서의 전위가 상기 액정층의 임계값 전압보다도 작은 액정 표시 장치.

청구항 18.

제13항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 개구부 및 제2 개구부의 크기 Wh' 는, 모두 $1\mu\text{m} \leq Wh' \leq 18\mu\text{m}$ 의 조건을 만족하는 액정 표시 장치.

청구항 19.

제13항에 있어서,

상기 제1 전극은, 적어도 하나의 절결부를 갖는 액정 표시 장치.

청구항 20.

제13항에 있어서,

상기 복수의 화소의 간극에 차광 영역을 갖고, 상기 차광 영역에 상기 액정층의 두께를 규정하는 지지체가 설치되어 있는 액정 표시 장치.

청구항 21.

제13항에 있어서,

상기 제1 전극은, 투과 영역을 규정하는 투명 전극과 반사 영역을 규정하는 반사 전극을 포함하고, 상기 투과 영역 내의 상기 액정층의 두께 dt 와, 상기 반사 영역 내의 상기 액정층의 두께 dr 이, $0.3dt < dr < 0.7dt$ 의 관계를 만족하는 액정 표시 장치

청구항 22.

제13항에 있어서,

상기 제1 전극은, 투과 영역을 규정하는 투명 전극과 반사 영역을 규정하는 반사 전극을 포함하고, 상기 적어도 하나의 액정 도메인은, 상기 투과 영역에 형성된 액정 도메인을 포함하며, 상기 제1 개구부 및 상기 제2 개구부 중 적어도 하나는, 상기 투과 영역에 형성된 상기 액정 도메인의 중심축에 대응하는 개구부를 포함하고,

상기 제1 전극은, 상기 개구부를 중심으로 점대칭으로 배치된 복수의 절결부를 갖는 액정 표시 장치.

청구항 23.

제21항에 있어서,

상기 반사 영역에 대응하는 상기 제2 기판의 부분에 선택적으로 투명 유전체층이 형성되어 있는 액정 표시 장치.

청구항 24.

제23항에 있어서,

상기 투명 유전체층은, 광을 산란하는 기능을 갖는 액정 표시 장치.

청구항 25.

제21항에 있어서,

상기 제2 기판에 설치된 컬러 필터층을 더 갖고, 상기 반사 영역의 상기 컬러 필터층의 광학 농도가 상기 투과 영역의 상기 컬러 필터층보다도 작은 액정 표시 장치.

청구항 26.

제13항에 있어서,

상기 제1 기판 및 상기 제2 기판을 개재하여 상호 대향하도록 배치된 한쌍의 편광판을 갖고, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판 중 적어도 하나와 상기 한쌍의 편광판 사이에 적어도 하나의 2축성 광학 이방성 매체층을 더 갖는 액정 표시 장치.

청구항 27.

제13항에 있어서,

상기 제1 기판 및 상기 제2 기판을 개재하여 상호 대향하도록 배치된 한쌍의 편광판을 더 갖고, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판 중 적어도 하나와 상기 한쌍의 편광판 사이에 적어도 하나의 1축성 광학 이방성 매체층을 더 갖는 액정 표시 장치.

청구항 28.

제1 기판과, 상기 제1 기판에 대향하도록 설치된 제2 기판과, 상기 제1 기판과 상기 제2 기판 사이에 설치된 액정층을 갖고,

각 화소가 상기 제1 기판 상에 형성된 제1 전극과, 상기 제1 기판과 상기 제1 전극 사이에 설치된 충간 절연막과, 상기 제2 기판 상에 형성된 제2 전극과, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극의 사이에 설치된 상기 액정층을 포함하는 복수의 화소를 포함하고,

상기 충간 절연막은, 소정의 위치에 설치된 적어도 하나의 오목부를 갖고, 상기 액정층은, 적어도 소정의 전압을 인가했을 때에, 상기 적어도 하나의 오목부에 의해 규정되는 방위로 경사진 액정 분자를 포함하는 적어도 하나의 액정 도메인을 형성하며,

상기 충간 절연막의 두께 Id 와 상기 적어도 하나의 오목부의 깊이 h 와의 관계가 $h < 0.8 \cdot Id$ 의 관계를 만족하는 액정 표시 장치.

청구항 29.

제28항에 있어서,

상기 제1 전극은, 적어도 하나의 개구부를 갖고, 상기 적어도 하나의 개구부는 상기 적어도 하나의 오목부에 대응하는 위치에 형성된 개구부를 포함하는 액정 표시 장치.

청구항 30.

제28항에 있어서,

상기 복수의 화소는 매트릭스 형상으로 배열되어 있고, 짧은 쪽의 피치를 P_S 로 하면, 상기 적어도 하나의 오목부의 최대 내부 직경 폭 D_C 는, $D_C < 0.35 \cdot P_S$ 의 관계를 만족하는 액정 표시 장치.

청구항 31.

삭제

청구항 32.

제28항에 있어서,

상기 제1 전극은, 적어도 하나의 절결부를 더 갖는 액정 표시 장치.

청구항 33.

제28항에 있어서,

상기 충간 절연막과 일체로 형성된 벽 구조체를 더 갖고, 상기 벽 구조체는, 상기 복수의 화소 각각의 주위에 규칙적으로 배열되어 있는 액정 표시 장치.

청구항 34.

제33항에 있어서,

상기 복수의 화소 각각의 주위에 차광 영역을 갖고, 상기 벽 구조체는 상기 차광 영역에 규칙적으로 배치되어 있는 액정 표시 장치.

청구항 35.

제28항에 있어서,

상기 액정층은 수직 배향형의 액정층으로서, 상기 액정층에 적어도 소정의 전압을 인가했을 때에 형성되는 상기 적어도 하나의 액정 도메인은 축 대칭 배향을 나타내는 액정 도메인을 포함하고, 축 대칭 배향의 중심축은, 상기 적어도 하나의 오목부 내 또는 근방에 형성되는 액정 표시 장치.

청구항 36.

제28항에 있어서,

상기 제2 전극은, 화소 내의 소정의 위치에 형성된 적어도 하나의 또 다른 개구부를 갖고,

상기 액정층은 수직 배향형의 액정층으로서, 상기 액정층에 적어도 소정의 전압을 인가했을 때에 형성되는 상기 적어도 하나의 액정 도메인은 축 대칭 배향을 나타내는 액정 도메인을 포함하고, 축 대칭 배향의 중심축은, 상기 적어도 하나의 또 다른 개구부 내 또는 근방에 형성되는 액정 표시 장치.

청구항 37.

제28항에 있어서,

상기 제1 전극에 전기적으로 접속된 스위칭 소자를 상기 제1 기판 상에 더 갖고, 상기 스위칭 소자 중 적어도 일부는 상기 충간 절연막에 피복되어 있는 액정 표시 장치.

청구항 38.

제28항에 있어서,

상기 제1 전극은, 투과 영역을 규정하는 투명 전극과 반사 영역을 규정하는 반사 전극을 포함하는 액정 표시 장치.

청구항 39.

제38항에 있어서,

상기 적어도 하나의 액정 도메인은, 상기 투과 영역에 형성되어 축 대칭 배향을 나타내는 액정 도메인을 포함하고, 축 대칭 배향의 중심축은 상기 적어도 하나의 오목부 내 또는 근방에 형성되어 있는 액정 표시 장치.

청구항 40.

제38항에 있어서,

상기 충간 절연막은, 표면이 평탄한 제1 영역과 표면이 요철 형상을 갖는 제2 영역을 갖고, 상기 투명 전극은 상기 제1 영역 상에 형성되어 있고, 상기 반사 전극은 상기 제2 영역 상에 형성되어 있는 액정 표시 장치.

청구항 41.

제28항에 있어서,

상기 제1 기판 및 상기 제2 기판을 개재하여 상호 대향하도록 배치된 한쌍의 편광판을 갖고, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판 중 적어도 하나와 상기 한쌍의 편광판 사이에 적어도 하나의 2축성 광학 이방성 매체층을 더 갖는 액정 표시 장치.

청구항 42.

제28항에 있어서,

상기 제1 기판 및 상기 제2 기판을 개재하여 상호 대향하도록 배치된 한쌍의 편광판을 더 갖고, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판 중 적어도 하나와 상기 한쌍의 편광판 사이에 적어도 하나의 1축성 광학 이방성 매체층을 더 갖는 액정 표시 장치.

청구항 43.

제1 기판과, 상기 제1 기판에 대향하도록 설치된 제2 기판과, 상기 제1 기판과 상기 제2 기판 사이에 설치된 액정층을 갖고, 각 화소가 상기 제1 기판 상에 형성된 제1 전극과, 상기 제1 기판과 상기 제1 전극 사이에 설치된 충간 절연막과, 상기 제2 기판 상에 형성된 제2 전극과, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극의 사이에 설치된 상기 액정층을 포함하는 복수의 화소를 포함하고, 상기 충간 절연막은, 소정의 위치에 설치된 적어도 하나의 오목부를 갖고, 상기 액정층은, 적어도 소정의 전압을 인가했을 때에, 상기 적어도 하나의 오목부에 의해 규정되는 방위로 경사진 액정 분자를 포함하는 적어도 하나의 액정 도메인을 형성하며, 상기 충간 절연막의 두께 Id 와 상기 적어도 하나의 오목부의 깊이 h 와의 관계가 $h < 0.8 \cdot Id$ 의 관계를 만족하는 액정 표시 장치의 제조 방법으로서,

제1 기판 상에 회로 요소를 형성하는 공정과,

상기 회로 요소를 회복하는 포지티브형의 감광성 수지막을 형성하는 공정과,

상기 감광성 수지막을 노광하는 공정으로서, 노광량이 서로 다른 소정의 영역을 형성하는 공정과,

노광된 상기 감광성 수지막을 현상함으로써, 상기 회로 요소의 일부를 노출시키는 컨택트홀과, 적어도 하나의 오목부를 갖는 충간 절연막을 형성하는 공정과,

상기 충간 절연막 상에 제1 전극을 형성하는 공정

을 포함하는 액정 표시 장치의 제조 방법.

청구항 44.

제43항에 있어서,

상기 충간 절연막을 형성하는 공정은, 표면이 평탄한 제1 영역과, 표면이 요철 형상을 갖는 제2 영역을 형성하는 공정을 포함하며,

상기 제1 전극을 형성하는 공정은, 상기 제1 영역의 상기 층간 절연막 상에 투명 전극을 형성하는 공정과, 상기 제2 영역의 상기 층간 절연막 상에 반사 전극을 형성하는 공정을 포함하는 액정 표시 장치의 제조 방법.

청구항 45.

제44항에 있어서,

상기 노광 공정은,

제1 포토마스크를 이용하여, 상기 제2 영역으로 되는 영역과 그 밖의 영역을 형성하는 제1 노광 공정과,

상기 그 밖의 영역에, 제2 포토마스크를 이용하여, 상기 컨택트홀로 되는 영역 및 상기 적어도 하나의 오목부로 되는 영역을 형성하는 제2 노광 공정을 포함하는 액정 표시 장치의 제조 방법.

청구항 46.

제45항에 있어서,

상기 액정 표시 장치는, 상기 복수의 화소 각각의 주위에 규칙적으로 배열되어 상기 층간 절연막과 일체로 형성된 벽 구조체를 더 갖고,

상기 제1 노광 공정은, 상기 제2 영역으로 되는 영역과 벽 구조체로 되는 영역을 형성하는 공정인 액정 표시 장치의 제조 방법.

청구항 47.

제43항에 있어서,

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 중 적어도 하나를 형성하는 공정은, 도전막을 형성하는 공정과, 상기 도전막을 패터닝하는 공정을 포함하고, 상기 패터닝하는 공정은, 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 중 적어도 하나의 소정의 위치에 복수의 개구부 또는 절결부를 형성하는 공정을 포함하는 액정 표시 장치의 제조 방법.

청구항 48.

제1 기판과, 상기 제1 기판에 대향하도록 설치된 제2 기판과, 상기 제1 기판과 상기 제2 기판 사이에 설치된 수직 배향형의 액정층을 갖고,

각 화소가 상기 제1 기판 상에 형성된 제1 전극과, 상기 제2 기판 상에 형성된 제2 전극과, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극의 사이에 설치된 상기 액정층을 포함하는 복수의 화소를 포함하며,

상기 액정층은, 적어도 소정의 전압을 인가했을 때에, 축 대칭 배향을 취하는 적어도 하나의 액정 도메인을 형성하고,

상기 제1 전극은, 상기 적어도 하나의 액정 도메인의 축 대칭 배향의 중앙에 대응하는 위치에 설치된 적어도 하나의 제1 개구부와, 상기 적어도 하나의 액정 도메인의 주변의 일부에 대응하는 위치에 설치된 적어도 하나의 절결부 또는 제2 개구부를 갖고,

상기 적어도 하나의 절결부 또는 제2 개구부는 사각형 부분을 포함하고, 상기 적어도 하나의 절결부 또는 제2 개구부의 상기 사각형 부분의 폭 EW는 상기 적어도 하나의 제1 개구부의 폭 EC보다도 큰 액정 표시 장치.

청구항 49.

제48항에 있어서,

상기 액정층은, 적어도 소정의 전압을 인가했을 때에, 축 대칭 배향을 취하는 2개 이상의 액정 도메인을 형성하고, 상기 적어도 하나의 제1 개구부는 상기 2개 이상의 액정 도메인 내의 상기 축 대칭 배향의 중앙에 대응하는 위치에 설치된 2개 이상의 개구부를 포함하는 액정 표시 장치.

청구항 50.

제48항에 있어서,

상기 제1 전극은, 상기 복수의 화소마다 설치된 화소 전극으로서, 상기 적어도 하나의 절결부 또는 제2 개구부의 폭 EW는, 상호 인접하는 화소 전극간의 간극과 동일하거나 그것보다도 큰 액정 표시 장치.

청구항 51.

제48항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 개구부를 기판의 법선 방향에서 보았을 때의 형상은, 회전 대칭성을 갖고 있는 액정 표시 장치.

청구항 52.

제48항에 있어서,

상기 적어도 하나의 절결부 또는 제2 개구부는, 소정의 위치에 형성된 복수의 절결부 또는 제2 개구부를 갖고, 상기 적어도 하나의 제1 개구부에 대하여 점대칭으로 배치된 절결부 또는 제2 개구부를 포함하는 액정 표시 장치.

청구항 53.

제48항에 있어서,

상기 제1 기판의 상기 액정층측에 규칙적으로 배치된 벽 구조체를 더 갖고, 상기 벽 구조체는, 상기 적어도 하나의 절결부 또는 제2 개구부의 상기 사각형 부분 내에 형성된 제1 벽 부분을 포함하는 액정 표시 장치.

청구항 54.

제53항에 있어서,

상기 벽 구조체는, 상기 제1 벽 부분으로부터 연장하여 설치된 제2 벽 부분을 포함하는 액정 표시 장치.

청구항 55.

제53항에 있어서,

상기 벽 구조체는, 상기 제1 전극을 포위하는 영역에 설치된 제3 벽 부분을 포함하는 액정 표시 장치.

청구항 56.

제48항에 있어서,

상기 제1 전극은, 투과 영역을 규정하는 투명 전극과 반사 영역을 규정하는 반사 전극을 포함하고, 상기 투과 영역 내의 상기 액정층의 두께 dt 는, 상기 반사 영역의 상기 액정층의 두께 dr 보다도 큰 액정 표시 장치.

청구항 57.

제56항에 있어서,

상기 제2 기판은, 상기 반사 영역에, 투명 유전체층을 갖는 액정 표시 장치.

청구항 58.

제56항에 있어서,

상기 액정층은, 적어도 소정의 전압을 인가했을 때에, 축 대칭 배향을 취하는 2개 이상의 액정 도메인을 형성하고,

상기 2개 이상의 액정 도메인은, 상기 투과 영역에 형성된 액정 도메인과 상기 반사 영역에 형성된 액정 도메인을 포함하며,

상기 적어도 하나의 제1 개구부는, 상기 2개 이상의 액정 도메인의 축 대칭 배향의 중앙에 대응하는 위치에 설치된 2개 이상의 개구부를 포함하는 액정 표시 장치.

청구항 59.

제48항에 있어서,

상기 제1 기판 및 상기 제2 기판 중 적어도 한쪽은, 상기 액정층의 두께를 규정하는 지지체를 갖는 액정 표시 장치.

청구항 60.

제48항에 있어서,

상기 제1 기판은, 상기 복수의 화소 각각에 대응하여 설치된 능동 소자를 더 갖고, 상기 제1 전극은, 상기 복수의 화소마다 설치되고, 상기 능동 소자에 접속된 화소 전극인 액정 표시 장치.

청구항 61.

제48항에 있어서,

상기 제1 기판 및 상기 제2 기판을 개재하여 상호 대향하도록 배치된 한쌍의 편광판을 갖고, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판 중 적어도 하나와 상기 한쌍의 편광판 사이에 적어도 하나의 2축성 광학 이방성 매체층을 더 갖는 액정 표시 장치.

청구항 62.

제48항에 있어서,

상기 제1 기판 및 상기 제2 기판을 개재하여 상호 대향하도록 배치된 한쌍의 편광판을 더 갖고, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판 중 적어도 하나와 상기 한쌍의 편광판 사이에 적어도 하나의 1축성 광학 이방성 매체층을 더 갖는 액정 표시 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은, 액정 표시 장치 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 특히 휴대 정보 단말기(예를 들면 PDA), 휴대 전화, 차량 탑재용 액정 디스플레이, 디지털 카메라, 퍼스널 컴퓨터, 오락 기기, 텔레비전 등에 적합하게 이용되는 액정 표시 장치에 관한 것이다.

정보 인프라는 나날이 진보하여, 휴대 전화, PDA, 디지털 카메라, 비디오 카메라, 차량 탑재용 내비게이션 등의 기기는 사람들의 생활에 깊이 침투하여, 이 대부분에 액정 표시 장치가 채용되고 있다. 이들 액정 표시 장치는 본체가 취급하는 정보량의 증가에 수반하여, 보다 많은 정보를 표시하는 것이 바람직하며, 고콘트라스트, 광 시야각, 고화도, 다색, 고정밀화에 대한 시장의 요구가 높아지고 있다.

고콘트라스트화 및 광시야각화를 실현할 수 있는 표시 모드로서, 수직 배향형 액정층을 이용한 수직 배향 모드가 주목받고 있다. 수직 배향형 액정층은, 일반적으로, 수직 배향막과 유전 이방성이 마이너스인 액정 재료를 이용하여 형성된다.

예를 들면, 특히 문헌1에는, 화소 전극에 액정층을 개재하여 대향하는 대향 전극에 설치한 개구부의 주변에 경사 전계를 발생시켜, 개구부 내에서 수직 배향 상태에 있는 액정 분자를 중심으로 주위의 액정 분자를 경사 배향시킴으로써, 시각 특성이 개선된 액정 표시 장치가 개시되어 있다.

그러나, 특히 문헌1에 기재되어 있는 구성에서는, 화소 내의 전체 영역에 경사 전계를 형성하는 것이 어려워, 그 결과, 전압에 대한 액정 분자의 응답이 지연되는 영역이 화소 내에 발생하여, 잔상 현상이 나타나는 문제가 발생한다.

특히 문헌2에는, 슬릿 전극(개구 패턴)을 화소 전극과 대향측의 공통 전극의 양측에 설치함과 함께, 양 전극 중 적어도 한쪽은 슬릿 전극을 형성하는 영역에 단자를 배치함으로써, 개구 패턴을 이용하여 전계 경사를 4 방향으로 균일하게 분산시켜 광시야각화를 실현하는 기술을 개시하고 있다.

한편, 특히 문헌3에는, 화소 내에 규칙적으로 복수의 볼록부를 설치함으로써, 볼록부를 중심으로 출현하는 경사 형상 방사 배향의 액정 도메인의 배향 상태를 안정화하는 기술이 개시되어 있다. 또한, 이 문헌에는, 볼록부에 의한 배향 규제력과 함께, 전극에 설치한 개구부에 의한 경사 전계를 이용하여 액정 분자의 배향을 규제함으로써, 표시 특성을 개선할 수 있는 것을 개시하고 있다.

한편, 최근, 옥외 또는 옥내 중 어디에서도 고품위의 표시가 가능한 액정 표시 장치가 제안되고 있다(예를 들면 특히 문헌4 및 특히 문헌5). 이 액정 표시 장치는, 반투과형 액정 표시 장치라고 하며, 화소 내에 반사 모드로 표시를 행하는 반사 영역과, 투과 모드로 표시를 행하는 투과 영역을 갖고 있다.

현재 시판되고 있는 반투과형 액정 표시 장치는, ECB 모드나 TN 모드 등이 이용되고 있지만, 상기 특히 문헌3에는, 투과형 액정 표시 장치뿐만 아니라, 반투과형 액정 표시 장치에 적용한 구성도 개시되어 있다. 또한, 특히 문헌6에는, 수직 배향형 액정층의 반투과형 액정 표시 장치에서, 투과 영역의 액정층의 두께를 반사 영역의 액정층의 두께의 2배로 하기 위해

설치하는 절연층에 형성한 오목부에 의해 액정의 배향(다축 배향)을 제어하는 기술이 개시되어 있다. 오목부는 예를 들면 정팔각형으로 형성되고, 액정층을 개재하여 오목부에 대향하는 위치에 돌기(볼록부) 또는 슬릿(전극 개구부)이 형성된 구성이 개시되어 있다(예를 들면, 특히 문헌6의 도 4 및 도 16 참조).

또한, 반사 모드에서의 표시 품위를 개선하기 위해, 확산 반사 특성이 우수한 확산 반사층을 형성하는 기술이 검토되고 있다. 예를 들면, 특히 문헌7에는 2층의 감광성 수지막을 이용한 포토리소그래피 공정을 거쳐, 반사 전극의 표면에 랜덤하게 배치된 미세한 요철 형상을 형성함으로써, 양호한 확산 반사 특성을 얻는 기술이 개시되어 있다. 또한, 특히 문헌8에는, 제조 프로세스의 간략화를 목적으로 하여, 1층의 감광성 수지를 이용하여, 컨택트홀 및 미세한 요철을 형성하기 위한 포토마스크를 통하여 노광하고, 이것을 현상함으로써, 미세한 요철 형상을 갖는 반사 전극을 형성하는 기술이 개시되어 있다.

<특허 문헌1>

일본 특개평6-301036호 공보

<특허 문헌2>

일본 특개2002-55374호 공보

<특허 문헌3>

일본 특개2003-167253호 공보

<특허 문헌4>

일본 특허 제2955277호 공보

<특허 문헌5>

미국 특허 제6195140호 명세서

<특허 문헌6>

일본 특개2002-350853호 공보

<특허 문헌7>

일본 특개평6-75238호 공보

<특허 문헌8>

일본 특개평9-90426호 공보

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

특히 문헌3에 개시되어 있는 기술은, 화소 내에 볼록부를 설치하여 복수의 액정 도메인을 형성하고(즉, 화소 분할하고), 액정 분자에 대한 배향 규제력을 강화하고 있지만, 본 발명자의 검토에 의하면, 충분한 배향 규제력을 얻기 위해서는, 화소 내부에 규칙적으로 배치한 볼록부의 배향 제어 구조를 형성하는 것이 필요하므로, 제조 공정이 복잡해지는 과제가 있다. 또한, 화소 내에 볼록부의 배향 규제 구조를 설치함으로써 볼록부의 주변으로부터 광 누설이 발생하기 때문에 콘트라스트 비가 저하하거나, 혹은 이것을 방지하기 위한 차광부를 설치하면 실효 개구율이 저하하는 경우도 있다.

또한, 특히 문헌6에 개시된 기술에서는, 다축 배향을 제어하기 위해 설치되는 오목부와 반대측에 볼록부 또는 전극 개구부를 배치하는 것이 필요해져, 상기 종래 기술과 마찬가지의 문제가 발생한다.

본 발명은 상기한 여러가지를 감안하여 이루어진 것으로, 그 목적의 하나는, 화소 내에 적어도 하나의 축 대칭 배향 도메인(「방사 형상 경사 배향 도메인」이라고도 함)을 갖는 액정 표시 장치에서, 액정의 배향을 충분히 안정화할 수 있고, 또한 콘트라스트비 또는 실효 개구율의 저하를 억제한 액정 표시 장치를 제공하는데 있다.

또한, 예를 들면, 반투과형 액정 표시 장치의 반사 모드의 표시 품위를 개선하기 위해, 특히 문헌7 또는 특히 문헌8에 기재되어 있는 방법을 이용하여 반사 전극을 형성하면, 제조 프로세스가 복잡해지는 문제가 있다. 즉, 배향 규제를 위한 블록부 뿐만 아니라, 확산 반사 특성을 개선하기 위한 미세한 요철을 형성할 필요가 발생하여, 액정 표시 장치의 비용 상승으로 이어진다.

본 발명의 다른 목적은, 비교적 간편한 구성으로, 액정의 배향을 충분히 안정화할 수 있음과 함께, 종래보다도 간편한 프로세스로 제조할 수 있는 액정 표시 장치 및 그 제조 방법을 제공하는데 있다.

본 발명의 또 다른 목적은, 화소 내에 적어도 하나의 축 대칭 배향 도메인을 갖는 액정 표시 장치에서, 편측의 기판 상에만 축 대칭 배향의 배향 규제 구조를 설치한 비교적 간편한 구성으로, 액정의 배향을 충분히 안정화할 수 있어, 종래와 동등 이상의 표시 품위가 얻어지는 액정 표시 장치를 제공하는데 있다.

발명의 구성

본 발명의 제1 국면의 액정 표시 장치는, 제1 기판과, 상기 제1 기판에 대향하도록 설치된 제2 기판과, 상기 제1 기판과 상기 제2 기판 사이에 설치된 수직 배향형의 액정층을 갖고,

각각이, 상기 제1 기판 상에 형성된 제1 전극과, 상기 제2 기판 상에 형성된 제2 전극과, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극의 사이에 설치된 상기 액정층을 포함하는 복수의 화소를 구비하고, 상기 제2 전극은, 화소 내의 소정의 위치에 형성된 적어도 하나의 개구부를 갖고, 또한 상기 제1 기판은, 상기 복수의 화소의 간극에 차광 영역을 갖고, 상기 차광 영역의 상기 액정층측에, 규칙적으로 배열된 벽 구조체를 갖고, 상기 액정층은, 적어도 소정의 전압을 인가했을 때에, 축 대칭 배향을 나타내는 적어도 하나의 액정 도메인을 형성하고, 상기 적어도 하나의 액정 도메인의 축 대칭 배향의 중심축은 상기 적어도 하나의 개구부 내 또는 그 근방에 형성되는 것을 특징으로 한다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이의 상기 액정층에 상대 투과율이 10%로 되는 전압을 인가했을 때, 상기 제2 전극의 상기 적어도 하나의 개구부의 전위가 상기 액정층의 임계값 전압보다도 작은 것이 바람직하다. 복수의 액정 도메인이 형성되는 경우, 각각의 액정 도메인의 중심축에 대응하는 개구부를 형성하는 것이 바람직하지만, 일부의 액정 도메인에 대하여 개구부를 생략해도 된다.

임의의 실시 형태에서, 상기 적어도 하나의 개구부의 크기 Wh는, $2\mu\text{m} \leq Wh \leq 20\mu\text{m}$ 의 조건을 만족하는 것이 바람직하다. 크기 Wh는, 상기 적어도 하나의 개구부가 원형인 경우에는 직경으로 표시되고, 다각형인 경우에는 가장 긴 대각선의 길이로 표시된다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 전극은, 적어도 하나의 절결부를 갖는다.

임의의 실시 형태에서, 상기 복수의 화소의 간극에 차광 영역을 갖고, 상기 차광 영역에 상기 액정층의 두께를 규정하는 지지체가 설치되어 있다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 전극은, 투과 영역을 규정하는 투명 전극과 반사 영역을 규정하는 반사 전극을 포함하고, 상기 투과 영역 내의 상기 액정층의 두께 dt와, 상기 반사 영역 내의 상기 액정층의 두께 dr이, $0.3dt < dr < 0.7dt$ 의 관계를 만족하는 것이 바람직하다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 전극은, 투과 영역을 규정하는 투명 전극과 반사 영역을 규정하는 반사 전극을 포함하고, 상기 적어도 하나의 액정 도메인은, 상기 투과 영역에 형성된 액정 도메인을 포함하고, 상기 적어도 하나의 개구부는, 상기 투과 영역에 형성된 상기 액정 도메인의 중심축에 대응하는 개구부를 포함하며, 상기 제1 전극은, 상기 개구부를 중심으로 접대칭으로 배치된 복수의 절결부를 갖는다. 반사 영역에 형성되는 액정 도메인에 대응하는 개구부는 생략해도 된다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제2 기판의 상기 반사 영역에 선택적으로 투명 유전체층이 설치되어 있다.

임의의 실시 형태에서, 상기 투명 유전체층은, 광을 산란하는 기능을 갖는다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제2 기판에 설치된 컬러 필터층을 더 갖고, 상기 반사 영역의 상기 컬러 필터층의 광학 농도가 상기 투과 영역의 상기 컬러 필터층보다도 작다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판을 개재하여 상호 대향하도록 배치된 한쌍의 편광판을 갖고, 상기 제1 기판 및/또는 상기 제2 기판과 상기 한쌍의 편광판 사이에 적어도 하나의 2축성 광학 이방성 매체층을 더 갖는다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판을 개재하여 상호 대향하도록 배치된 한쌍의 편광판을 더 갖고, 상기 제1 기판 및/또는 상기 제2 기판과 상기 한쌍의 편광판 사이에 적어도 하나의 1축성 광학 이방성 매체층을 더 갖는다.

본 발명의 제2 국면의 액정 표시 장치는, 제1 기판과, 상기 제1 기판에 대향하도록 설치되어 있던 제2 기판과, 상기 제1 기판과 상기 제2 기판 사이에 설치된 수직 배향형의 액정층을 갖고,

각각이, 상기 제1 기판 상에 형성된 제1 전극과, 상기 제2 기판 상에 형성된 제2 전극과, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극의 사이에 설치된 상기 액정층을 포함하는 복수의 화소를 구비하고, 상기 제1 기판은, 상기 복수의 화소의 간극에 차광 영역을 갖고, 상기 차광 영역의 상기 액정층측에, 규칙적으로 배열된 벽 구조체를 갖고, 상기 제1 전극은, 화소 내의 소정의 위치에 형성된 적어도 하나의 제1 개구부를 갖고, 상기 제2 전극은, 화소 내의 소정의 위치에 형성된 적어도 하나의 제2 개구부를 갖고, 또한 상기 액정층은, 적어도 소정의 전압을 인가했을 때에, 축 대칭 배향을 나타내는 적어도 하나의 액정 도메인을 형성하고, 상기 적어도 하나의 액정 도메인의 축 대칭 배향의 중심축은 상기 적어도 하나의 제1 개구부 및 상기 적어도 하나의 제2 개구부의 내의 적어도 하나의 개구부 내 또는 그 근방에 형성되는 것을 특징으로 한다.

임의의 실시 형태에서, 상기 적어도 1개의 액정 도메인의 축 대칭 배향의 중심축의 일단은, 상기 적어도 1개의 제1 개구부 내 또는 그 근방에 있으며, 타단은 상기 적어도 1개의 제2 개구부 내 또는 그 근방에 있다.

임의의 실시 형태에서, 상기 적어도 1개의 제1 개구부와 상기 적어도 1개의 제2 개구부는, 상기 액정층을 개재하여 상호 적어도 일부가 중첩되는 위치에 배치되어 있는 것이 바람직하다. 복수의 액정 도메인이 형성되는 경우, 각각의 액정 도메인의 중심축에 대응하는 제1 개구부 및 제2 개구부(한쌍의 개구부)를 형성하는 것이 바람직하지만, 일부의 액정 도메인에 대해서는 한쪽 또는 양쪽의 개구부를 생략해도 된다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이의 상기 액정층에, 상대 투과율이 10%로 되는 전압을 인가하였을 때, 상기 적어도 1개의 제1 개구부 및 제2 개구부 중 적어도 한쪽에 있어서의 전위가 상기 액정층의 임계값 전압보다 작다.

임의의 실시 형태에서, 상기 적어도 1개의 제1 개구부 및 제2 개구부의 크기 Wh는, 모두, $1\mu\text{m} \leq Wh \leq 18\mu\text{m}$ 의 조건을 만족한다. 제1 개구부와 제2 개구부의 크기는 서로 달라도 되고, 동일해도 된다. 또한, 개구부의 크기 Wh는, 상기 적어도 1개의 제1 및 제2 개구부가 원형인 경우에는 직경으로 표시되며, 다각형인 경우에는 가장 긴 대각선의 길이로 표시된다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 전극은, 적어도 1개의 절결부를 갖는다.

임의의 실시 형태에서, 상기 복수의 화소의 간극에 차광 영역을 갖고, 상기 차광 영역에 상기 액정층의 두께를 규정하는 지체가 설치되어 있다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 전극은, 투과 영역을 규정하는 투명 전극과 반사 영역을 규정하는 반사 전극을 포함하고, 상기 투과 영역 내의 상기 액정층의 두께 dt와, 상기 반사 영역 내의 상기 액정층의 두께 dr이, $0.3dt < dr < 0.7dt$ 의 관계를 만족한다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 전극은, 투과 영역을 규정하는 투명 전극과 반사 영역을 규정하는 반사 전극을 포함하며, 상기 적어도 1개의 액정 도메인은, 상기 투과 영역에 형성된 액정 도메인을 포함하고, 상기 적어도 1개의 제1 개구부 및/또

는 제2 개구부는, 상기 투과 영역에 형성된 상기 액정 도메인의 중심축에 대응하는 개구부를 포함하고, 상기 제1 전극은, 상기 개구부를 중심으로 점대칭으로 배치된 복수의 절결부를 갖는다. 반사 영역에 형성되는 액정 도메인에 대응하는 제1 개구부 및/또는 제2 개구부를 생략해도 된다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제2 기판의 상기 반사 영역에 선택적으로 투명 유전체층이 형성되어 있다. 이 때, 반사 영역에 형성되는 액정 도메인에 대응하는 제2 개구부를 생략해도 된다.

임의의 실시 형태에서, 상기 투명 유전체층은, 광을 산란하는 기능을 갖는다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제2 기판에 형성된 컬러 필터층을 더 갖고, 상기 반사 영역의 상기 컬러 필터층의 광학 농도가 상기 투과 영역의 상기 컬러 필터층보다 작다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판을 개재하여 상호 대향하도록 배치된 한쌍의 편광판을 갖고, 상기 제1 기판 및/또는 상기 제2 기판과 상기 한쌍의 편광판 사이에 적어도 1개의 2축성 광학 이방성 매체층을 더 갖는다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판을 개재하여 상호 대향하도록 배치된 한쌍의 편광판을 더 갖고, 상기 제1 기판 및/또는 상기 제2 기판과 상기 한쌍의 편광판 사이에 적어도 1개의 1축성 광학 이방성 매체층을 더 갖는다.

본 발명의 제3 국면의 액정 표시 장치는, 제1 기판과, 상기 제1 기판에 대향하도록 설치된 제2 기판과, 상기 제1 기판과 상기 제2 기판 사이에 형성된 액정층을 갖고, 각각이, 상기 제1 기판 상에 형성된 제1 전극과, 상기 제1 기판과 상기 제1 전극 사이에 형성된 충간 절연막과, 상기 제2 기판 상에 형성된 제2 전극과, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 형성된 상기 액정층을 포함하는 복수의 화소를 구비하고, 상기 충간 절연막은, 소정의 위치에 형성된 적어도 1개의 오목부를 갖고, 상기 액정층은, 적어도 소정의 전압을 인가하였을 때에, 상기 적어도 1개의 오목부에 의해 규정되는 방위로 경사진 액정 분자를 포함하는 적어도 1개의 액정 도메인을 형성하는 것을 특징으로 한다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 전극은, 적어도 1개의 개구부를 갖고, 상기 적어도 1개의 개구부는 상기 적어도 1개의 오목부에 대응하는 위치에 형성된 개구부를 포함한다.

임의의 실시 형태에서, 상기 복수의 화소는 매트릭스 형상으로 배열되어 있으며, 짧은 쪽의 피치를 P_s 로 하면, 상기 적어도 1개의 오목부의 최대 내부 직경 폭 D_c 는, $D_c < 0.35 \cdot P_s$ 의 관계를 만족한다.

임의의 실시 형태에서, 상기 충간 절연막의 두께 Id 와 상기 적어도 1개의 오목부의 깊이 h 와의 관계가, $h < 0.8 \cdot Id$ 의 관계를 만족한다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 전극은, 적어도 1개의 절결부를 더 갖는다.

임의의 실시 형태에서, 상기 충간 절연막과 일체로 형성된 벽 구조체를 더 갖고, 상기 벽 구조체는, 상기 복수의 화소의 각각의 주위에 규칙적으로 배열되어 있다.

임의의 실시 형태에서, 상기 복수의 화소의 각각의 주위에 차광 영역을 갖고, 상기 벽 구조체는 상기 차광 영역에 규칙적으로 배치되어 있다.

임의의 실시 형태에서, 상기 액정층은 수직 배향형의 액정층으로, 상기 액정층에 적어도 소정의 전압을 인가하였을 때에 형성되는 상기 적어도 1개의 액정 도메인은 축 대칭 배향을 나타내는 액정 도메인을 포함하며, 축 대칭 배향의 중심축은, 상기 적어도 1개의 또 다른 개구부 내 또는 근방에 형성된다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제2 전극은, 화소 내의 소정의 위치에 형성된 적어도 1개의 또 다른 개구부를 갖고, 상기 액정층은 수직 배향형의 액정층으로, 상기 액정층에 적어도 소정의 전압을 인가하였을 때에 형성되는 상기 적어도 1개의 액정 도메인은 축 대칭 배향을 나타내는 액정 도메인을 포함하며, 축 대칭 배향의 중심축은, 상기 적어도 1개의 또 다른 개구부 내 또는 근방에 형성된다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 전극에 전기적으로 접속된 스위칭 소자를 상기 제1 기판 상에 더 갖고, 상기 스위칭 소자의 적어도 일부는 상기 충간 절연막으로 피복되어 있다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 전극은, 투과 영역을 규정하는 투명 전극과 반사 영역을 규정하는 반사 전극을 포함한다.

임의의 실시 형태에서, 상기 적어도 1개의 액정 도메인은, 상기 투과 영역에 형성되며 축 대칭 배향을 나타내는 액정 도메인을 포함하고, 축 대칭 배향의 중심축은 상기 적어도 1개의 오목부 내 또는 근방에 형성되어 있다.

임의의 실시 형태에서, 상기 층간 절연막은, 표면이 실질적으로 평탄한 제1 영역과 표면이 요철 형상을 갖는 제2 영역을 갖고, 상기 투명 전극은 상기 제1 영역 상에 형성되어 있으며, 상기 반사 전극은 상기 제2 영역 상에 형성되어 있다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판을 개재하여 상호 대향하도록 배치된 한쌍의 편광판을 갖고, 상기 제1 기판 및/또는 상기 제2 기판과 상기 한쌍의 편광판 사이에 적어도 1개의 2축성 광학 이방성 매체층을 더 갖는다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판을 개재하여 상호 대향하도록 배치된 한쌍의 편광판을 더 갖고, 상기 제1 기판 및/또는 상기 제2 기판과 상기 한쌍의 편광판 사이에 적어도 1개의 1축성 광학 이방성 매체층을 더 갖는다.

본 발명의 제3 국면의 액정 표시 장치의 제조 방법은, 제1 기판과, 상기 제1 기판에 대향하도록 설치된 제2 기판과, 상기 제1 기판과 상기 제2 기판 사이에 형성된 액정층을 갖고, 각각이, 상기 제1 기판 상에 형성된 제1 전극과, 상기 제1 전극에 전기적으로 접속된 회로 요소와, 상기 제1 기판과 상기 제1 전극 사이에 형성된 층간 절연막과, 상기 제2 기판 상에 형성된 제2 전극과, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 형성된 상기 액정층을 포함하는 복수의 화소를 구비하는 액정 표시 장치의 제조 방법으로서, 제1 기판 상에 회로 요소를 형성하는 공정과, 상기 회로 요소를 폐복하는 포지티브형의 감광성 수지막을 형성하는 공정과, 상기 감광성 수지막을 노광하는 공정으로, 노광량이 서로 다른 소정의 영역을 형성하는 공정과, 노광된 상기 감광성 수지막을 현상함으로써, 상기 회로 요소의 일부를 노출하는 컨택트홀과, 적어도 1개의 오목부를 갖는 층간 절연막을 형성하는 공정과, 상기 층간 절연막 상에 제1 전극을 형성하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

임의의 실시 형태에서, 상기 층간 절연층을 형성하는 공정은, 표면이 실질적으로 평탄한 제1 영역과, 표면이 요철 형상을 갖는 제2 영역을 형성하는 공정을 포함하고, 상기 제1 전극을 형성하는 공정은, 상기 제1 영역의 상기 층간 절연막 상에 투명 전극을 형성하는 공정과, 상기 제2 영역의 상기 층간 절연막 상에 반사 전극을 형성하는 공정을 포함한다.

임의의 실시 형태에서, 상기 노광 공정은, 제1 포토마스크를 이용하여, 상기 제2 영역으로 되는 영역과 그 밖의 영역을 형성하는 제1 노광 공정과, 상기 그 밖의 영역에, 제2 포토마스크를 이용하여, 상기 컨택트홀로 되는 영역 및 상기 적어도 1개의 오목부로 되는 영역을 형성하는 제2 노광 공정을 포함한다.

임의의 실시 형태에서, 상기 액정 표시 장치는, 상기 복수의 화소의 각각의 주위에 규칙적으로 배열되어 상기 층간 절연막과 일체로 형성된 벽 구조체를 더 갖고, 상기 제1 노광 공정은, 상기 제2 영역으로 되는 영역과 벽 구조체로 되는 영역을 형성하는 공정이다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 전극 및/또는 상기 제2 전극을 형성하는 공정은, 도전막을 형성하는 공정과, 상기 도전막을 패터닝하는 공정을 포함하고, 상기 패터닝하는 공정은, 상기 제1 전극 및/또는 상기 제2 전극의 소정의 위치에 복수의 개구부 또는 절결부를 형성하는 공정을 포함한다.

본 발명의 제4 국면의 액정 표시 장치는, 제1 기판과, 상기 제1 기판에 대향하도록 설치된 제2 기판과, 상기 제1 기판과 상기 제2 기판 사이에 형성된 수직 배향형의 액정층을 갖고, 각각이, 상기 제1 기판 상에 형성된 제1 전극과, 상기 제2 기판 상에 형성된 제2 전극과, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 형성된 상기 액정층을 포함하는 복수의 화소를 구비하고, 상기 액정층은, 적어도 소정의 전압을 인가하였을 때에, 축 대칭 배향을 취하는 적어도 1개의 액정 도메인을 형성하며, 상기 제1 전극은, 상기 적어도 1개의 액정 도메인의 축 대칭 배향의 대략 중앙에 대응하는 위치에 설치된 적어도 1개의 제1 개구부와, 상기 적어도 1개의 액정 도메인의 주변의 일부에 대응하는 위치에 형성된 적어도 1개의 절결부 또는 제2 개구부를 갖고, 상기 적어도 1개의 절결부 또는 제2 개구부는 사각형 부분을 포함하고, 상기 적어도 1개의 절결부 또는 제2 개구부의 상기 사각형 부분의 폭 EW는, 상기 적어도 1개의 제1 개구부의 폭 EC보다 크다고 하는 구성을 갖는 것을 특징으로 한다.

임의의 실시 형태에서, 상기 액정층은, 적어도 소정의 전압을 인가하였을 때에, 축 대칭 배향을 취하는 2개 이상의 액정 도메인을 형성하고, 상기 적어도 1개의 제1 개구부는 상기 2개 이상의 액정 도메인 내의 상기 축 대칭 배향의 대략 중앙에 대응하는 위치에 형성된 2개 이상의 개구부를 포함한다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 전극은, 상기 복수의 화소마다 설치된 화소 전극이고, 상기 적어도 1개의 절결부 또는 제2 개구부의 폭 EW는, 상호 인접하는 화소 전극간의 간극과 동일하거나 그것보다 크다.

임의의 실시 형태에서, 상기 적어도 1개의 제1 개구부를 기판의 법선 방향으로부터 보았을 때의 형상은, 회전 대칭성을 갖고 있다.

임의의 실시 형태에서, 상기 적어도 1개의 절결부 또는 제2 개구부는, 소정의 위치에 형성된 복수의 절결부 또는 제2 개구부를 갖고, 상기 적어도 1개의 제1 개구부에 대하여 점대칭으로 배치된 절결부 또는 제2 개구부를 포함한다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 기판의 상기 액정층측에 규칙적으로 배치된 벽 구조체를 더 갖고, 상기 벽 구조체는, 상기 적어도 1개의 절결부 또는 제2 개구부의 상기 사각형 부분 내에 형성된 제1 벽 부분을 포함한다.

임의의 실시 형태에서, 상기 벽 구조체는, 상기 제1 벽 부분으로부터 연장되어 형성된 제2 벽 부분을 포함한다.

임의의 실시 형태에서, 상기 벽 구조체는, 상기 제1 전극을 포위하는 영역에 형성된 제3 벽 부분을 포함한다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 전극은, 투과 영역을 규정하는 투명 전극과 반사 영역을 규정하는 반사 전극을 포함하고, 상기 투과 영역 내의 상기 액정층의 두께 dt는, 상기 반사 영역의 상기 액정층의 두께 dr보다 크다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제2 기판은, 상기 반사 영역에, 투명 유전체층을 갖는다.

임의의 실시 형태에서, 상기 액정층은, 적어도 소정의 전압을 인가하였을 때에, 축 대칭 배향을 취하는 2개 이상의 액정 도메인을 형성하고, 상기 2개 이상의 액정 도메인은, 상기 투과 영역에 형성된 액정 도메인과 상기 반사 영역에 형성된 액정 도메인을 포함하며, 상기 적어도 1개의 제1 개구부는, 상기 2개 이상의 액정 도메인의 축 대칭 배향의 대략 중앙에 대응하는 위치에 설치된 2개 이상의 개구부를 포함한다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판 중 적어도 한쪽은, 상기 액정층의 두께를 규정하는 지지체를 갖는다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 기판은, 상기 복수의 화소의 각각에 대응하여 설치된 능동 소자를 더 갖고, 상기 제1 전극은, 상기 복수의 화소마다 설치되며, 상기 능동 소자에 접속된 화소 전극이다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판을 개재하여 상호 대향하도록 배치된 한쌍의 편광판을 갖고, 상기 제1 기판 및/또는 상기 제2 기판과 상기 한쌍의 편광판 사이에 적어도 1개의 2축성 광학 이방성 매체층을 더 갖는다.

임의의 실시 형태에서, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판을 개재하여 상호 대향하도록 배치된 한쌍의 편광판을 더 갖고, 상기 제1 기판 및/또는 상기 제2 기판과 상기 한쌍의 편광판 사이에 적어도 1개의 1축성 광학 이방성 매체층을 더 갖는다.

<실시예>

이하에, 도면을 참조하면서 본 발명의 제1 국면에 따른 실시 형태의 액정 표시 장치의 구성을 구체적으로 설명한다.

(투과형 액정 표시 장치)

우선, 본 발명의 제1 국면에 따른 실시 형태의 투과형 액정 표시 장치(1100)의 구성을 도 1을 참조하면서 설명한다. 도 1은 투과형 액정 표시 장치(1100)의 1개의 화소의 구성을 모식적으로 도시하는 도면으로, 도 1의 (a)는 평면도이고, 도 1의 (b)는 도 1의 (a)에서의 1B-1B'선을 따라 취한 단면도이다.

여기서는, 1화소를 2분할($N=2$)한 예를 나타내지만, 화소 피치에 따라 분할수($=N$)는 3 이상으로 설정할 수 있고, 이 경우에는 제2 기판측의 분할 영역의 대략 중심부에 형성하는 개구부의 수($=n$)도 화소 분할수($=N$)와 동일하게 하는 것이 바람직하다. 또한, 화소의 고정밀화에 대응하여 분할수($=N$)를 작게 함으로써 실효 개구율의 향상을 기대할 수 있다. 또한, 화소를 분할하지 않은($N=1$ 로 표현하는 경우도 있음) 경우에도 본 발명을 적용할 수 있다. 또한 분할된 영역을 「서브 화소」라고 하는 경우도 있다. 서브 화소에는 전형적으로는 1개의 액정 도메인이 형성된다.

액정 표시 장치(1100)는, 투명 기판(예를 들면 글래스 기판)(1110a)과, 투명 기판(1110a)에 대향하도록 설치된 투명 기판(1110b)과, 투명 기판(1110a)과 투명 기판(1110b) 사이에 형성된 수직 배향형의 액정층(1120)을 갖는다. 기판(1110a, 1110b) 상의 액정층(1120)에 접하는 면에는 수직 배향막(도시 생략)이 형성되어 있어, 전압 무인가 시에는, 액정층(1120)의 액정 분자는, 수직 배향막의 표면에 대하여 대략 수직으로 배향하고 있다. 액정층(1120)은, 유전 이방성이 마이너스의 네마티 액정 재료를 포함하고, 필요에 따라, 카이럴제를 더 포함한다.

액정 표시 장치(1100)는, 투명 기판(1110a) 상에 형성된 화소 전극(1111)과, 투명 기판(1110a)에 대향하도록 설치된 투명 기판(1110b) 상에 형성된 대향 전극(1131)을 갖고, 화소 전극(1111)과 대향 전극(1131) 사이에 형성된 액정층(1120)이 화소를 규정한다. 여기서는, 화소 전극(1111) 및 대향 전극(1131) 모두 투명 도전층(예를 들면 ITO층)으로 형성되어 있다. 또한, 전형적으로는, 투명 기판(1110b)의 액정층(1120)측에는, 화소에 대응하여 설치되는 컬러 필터(1130)(복수의 컬러 필터를 통합하여 전체를 컬러 필터층(1130)이라고 하는 경우도 있음)와, 인접하는 컬러 필터(1130) 사이에 형성되는 블랙 매트릭스(차광층)(1132)가 형성되며, 이들 상에 대향 전극(1131)이 형성되지만, 대향 전극(1131) 상(액정층(1120) 측)에 컬러 필터층(1130)이나 블랙 매트릭스(1132)를 형성해도 된다.

분할수(=N)가 2인 도 1에 도시한 액정 표시 장치(1100)에서는, 투명 기판(1110a) 상의 화소 전극(1111)에는, 화소 주위의 차광 영역 상에 후술하는 벽 구조체(1115)를 배치함과 함께, 필요에 따라 소정의 위치에 4개의 절결부(1113)를 갖고 있다. 한편, 대향측의 투명 기판(1110b) 상에는 서브 화소의 소정 위치에 분할수에 따른 수(도 1에서는, n=2)의 개구부(1114)를 갖고 있다.

이 액정층에 소정의 전압을 인가하면, 각각이 축 대칭 배향을 나타내는 2개(분할수 N과 동수)의 액정 도메인이 형성되며, 이들 액정 도메인의 각각의 축 대칭 배향의 중심축은, 개구부(1114) 내 또는 그 근방에 형성된다. 후에 설명한 바와 같이, 대향 전극(1131)에 형성한 개구부(1114)가 축 대칭 배향 도메인의 중심축의 위치를 고정하도록 작용한다. 벽 구조체(1115)는 그 경사면 효과로 액정 분자가 전압 인가 시(전계 발생 시)에 경사지는 방향을 규정하도록 작용한다. 벽 구조체(1115)의 경사진 측면에 의한 배향 규제력은, 전압 무인가 시에도 작용하여, 액정 분자를 경사지게 한다.

또한, 화소 전극(1111)에 형성되는 절결부(1113)는 축 대칭 배향 도메인의 경계 부근에 형성되며, 액정 분자가 전계에 의해 쓰러지는 방향을 규정하여, 축 대칭 배향 도메인을 형성하도록 작용한다. 개구부(1114) 및 절결부(1113)의 주변에는, 화소 전극(1111)과 대향 전극(1131) 사이에 인가되는 전압에 의해, 경사 전계가 형성되며, 이 경사 전계와 벽 구조체(1115)에 의해 왜곡되어 형성되는 벽면에서의 전계의 작용으로 액정 분자가 경사지는 방향이 규정되는 결과, 상술한 바와 같이 축 대칭 배향이 형성된다. 또한, 여기서는, 절결부(1113)는, 화소(여기서는 전체가 투과 영역)에 형성되는 액정 도메인의 중심축에 대응하는 개구부(여기서는 도 1에서의 우측의 개구부)(1114)를 중심으로 점대칭으로 배치된 4개의 절결부(1113)를 포함하고 있다.

이러한 절결부(1113)를 형성함으로써, 전압 인가 시에 액정 분자가 쓰러지는 방향이 규정되어, 2개의 액정 도메인이 형성된다. 또한, 도 1에서, 화소 전극(1111)의 좌측에 절결부를 형성하지 않는 이유는, 도시한 화소 전극(1111)의 좌측에 위치하는 화소 전극(도시 생략)의 우단에 형성한 절결부에 의해 마찬가지의 작용이 얻어지기 때문에, 화소의 실효 개구율을 저하하는 절결부를 화소 전극(1111)의 좌단에서는 생략하고 있다. 여기서는, 후술하는 벽 구조체(1115)에 의한 배향 규제력도 얻어지기 때문에, 화소 전극(1111)의 좌단에 절결부를 형성하지 않아도, 절결부를 형성한 경우와 같이 안정된 액정 도메인이 형성되는 것 외에, 실효 개구율이 향상된다고 하는 효과가 얻어진다.

여기서는, 4개의 절결부(1113)를 형성하였지만, 절결부는, 인접하는 액정 도메인 사이에 적어도 1개 설치하면 되고, 예를 들면, 여기서는, 화소의 중앙부에 가늘고 긴 절결부를 형성하고, 다른 것을 생략해도 된다.

축 대칭 배향 도메인의 중심축을 고정하기 위해 대향 전극(1131)의 소정 위치에 형성하는 개구부(1114)의 형상은, 예시한 바와 마찬가지로 원형인 것이 바람직하지만 이것에 한정되지 않는다. 단, 전방위적으로 거의 동일한 배향 규제력을 발휘시키기 위해서는, 사각형 이상의 다각형의 것이 바람직하고, 정다각형인 것이 바람직하다. 축 대칭 배향 도메인 내의 액정 분자가 전계에 의해 쓰러지는 방향을 규정하도록 작용하는 절결부(1113)의 형상은, 인접하는 축 대칭 배향에 대하여 거의 동일한 배향 규제력을 발휘하도록 설정되며, 예를 들면 4각형이 바람직하다.

액정 표시 장치(1100)는, 인접하는 화소 사이에 차광 영역을 갖고, 이 차광 영역 내의 투명 기판(1110a) 상에 벽 구조체(1115)를 갖고 있다. 여기서, 차광 영역이란, 투명 기판(1110a) 상의 화소 전극(1111)의 주변 영역에 형성되는, 예를 들면 TFT나 게이트 신호 배선, 소스 신호 배선, 또는, 투명 기판(1110b) 상에 형성되는 블랙 매트릭스에 의해 차광되는 영역으로, 이 영역은 표시에 기여하지 않는다. 따라서, 차광 영역에 형성된 벽 구조체(1115)는 표시에 악영향을 미치지 않는다.

여기서 예시한 벽 구조체(1115)는, 화소를 포위하도록 연속한 벽으로서 설치되어 있지만, 이에 한정되지 않고 복수의 벽으로 분단되어 있어도 된다. 이 벽 구조체(1115)는 액정 도메인의 화소의 외연 근방에 형성되는 경계를 규정하도록 작용하기 때문에, 어느 정도의 길이를 갖는 것이 바람직하다. 예를 들면, 벽 구조체를 복수의 벽(벽부)으로 구성한 경우, 개개의 벽의 길이는, 인접하는 벽 사이의 길이보다 긴 것이 바람직하다.

액정층(1120)의 두께(셀 갭이라고도 함)를 규정하기 위한 지지체(1133)를 차광 영역(여기서는 블랙 매트릭스(1132)에 의해 규정되는 영역)에 형성하면, 표시 품위를 저하시키지 않기 때문에 바람직하다. 지지체(1133)는, 투명 기판(1110a, 1110b)의 어느 쪽에 형성해도 되고, 예시한 바와 같이, 차광 영역에 설치된 벽 구조체(1115) 상에 설치하는 경우에 한정되지 않는다. 벽 구조체(1115) 상에 지지체(1133)를 형성하는 경우에는, 벽 구조체(1115)의 높이와 지지체(1133)의 높이와의 합이 액정층(1120)의 두께로 되도록 설정된다. 벽 구조체(1115)가 형성되어 있지 않은 영역에 지지체(1133)를 설치하는 경우에는, 지지체(1133)의 높이가 액정층(1120)의 두께로 되도록 설정된다. 지지체(1133)는, 예를 들면, 감광성 수지를 이용하여 포토리소그래피 공정에서 형성할 수 있다.

이 액정 표시 장치(1100)에서는, 화소 전극(1111) 및 대향 전극(1131)에 소정의 전압(임계값 전압 이상의 전압)을 인가하면, 대향 전극(1131)의 길이 방향의 중앙부에 형성한 2개의 개구부(1114) 내 또는 그 근방에 각각의 중심축이 안정화된 2개의 축 대칭 배향이 형성되며, 벽 구조체(1115)의 벽면에서 왜곡된 전계 및 벽 구조체의 벽면 효과에 의해 주로 인접하는 2개의 액정 도메인 내의 액정 분자가 전계에 의해 쓰러지는 방향을 규정하고, 한쌍의 절결부에 의한 경사 전계 작용으로 인접하는 2개의 액정 도메인 내의 액정 분자가 전계에 의해 쓰러지는 배향 규제력이 협동적으로 작용하여, 액정 도메인의 배향을 안정화한다고 생각된다. 또한, 절결부는 생략할 수도 있다.

대향 전극(1131)의 축 대칭 배향 액정 도메인의 중심축에 대응하는 위치에 개구부(1114)를 형성함으로써, 중심축의 위치가 고정·안정화되기 때문에, 액정 표시 패널 내의 전면에 걸쳐, 축 대칭 배향 액정 도메인의 중심축이 일정한 위치에 배치되는 결과, 표시의 균일성이 향상된다. 또한, 축 대칭 배향이 안정화되는 결과, 중간조 표시에서의 응답 시간을 짧게 할 수 있다고 하는 효과도 얻어진다. 또한, 액정 표시 패널의 누름에 의한 잔상을 저감할(회복하는 시간을 짧게 할) 수도 있다.

또한, 투명 기판(1110a)의 액정층(1120)측에는, 예를 들면 TFT 등의 능동 소자 및 TFT에 접속된 게이트 배선 및 소스 배선 등의 회로 요소(모두 도시되지 않음)가 설치된다. 또한, 투명 기판(1110a)과, 투명 기판(1110a) 상에 형성된 회로 요소 및 상술한 화소 전극(1111), 벽 구조체(1115), 지지체(1133)(지지체는 액티브 매트릭스 기판 및 컬러 필터 기판 중 어느 쪽에 형성해도 상관없음) 및 배향막 등을 통합하여 액티브 매트릭스 기판이라고 하는 경우가 있다. 한편, 투명 기판(1110b)과 투명 기판(1110b) 상에 형성된 컬러 필터층(1130), 블랙 매트릭스(1132), 대향 전극(1131) 및 배향막 등을 통합하여 대향 기판 또는 컬러 필터 기판이라고 하는 경우가 있다.

또한, 상기의 설명에서는 생략하였지만, 액정 표시 장치(1100)는, 투명 기판(1110a, 1110b)을 개재하여 상호 대향하도록 배치된 한쌍의 편광판을 더 갖는다. 한쌍의 편광판은 전형적으로는 투과축이 상호 직교하도록 배치된다. 또한, 후술하는 바와 같이, 2축성 광학 이방성 매체층 또는 1축성 광학 이방성 매체층을 형성해도 된다.

(반투과형 액정 표시 장치)

다음으로, 도 2를 참조하면서, 본 발명의 제1 국면에 따른 실시 형태의 반 투과형 액정 표시 장치(200)의 구성을 설명한다.

도 2는 본 발명의 제1 국면에 따른 실시 형태의 투과형 액정 표시 장치(1200)의 1개의 화소의 구성을 모식적으로 도시하는 도면으로, 도 2의 (a)는 평면도이고, 도 2의 (b)는 도 2의 (a)에서의 2B-2B'선을 따라 취한 단면도이다.

여기서는, 1화소를 3분할($N=3$, 투과 영역이 2분할, 반사 영역이 1분할)한 예를 나타내지만, 화소 피치에 따라 분할수($=N$)는 적어도 2개 이상(투과 영역이 최저 1분할, 반사 영역이 최저 1분할)으로 설정할 수 있다. 대향 기판(제2 기판)측의 분할 영역(축 대칭 배향 도메인이 형성되는 영역)의 대략 중심에 형성하는 개구부의 수($=n$)도 화소 분할수($=N$)와 동일하게 하는 것이 바람직하다. 단, 예를 들면 후술하는 바와 같이, 대향 기판의 반사 영역의 액정층측에 선택적으로 투명 유전체층을 형성하는 경우에는, 대향 전극(제2 전극)의 반사 영역에는 개구부를 형성하지 않아도 된다. 또한, 분할수($=N$)가 많아지면, 실효 개구율은 저하되는 경향이 있기 때문에, 고정밀한 표시 패널에 적용하는 경우에는, 분할수($=N$)를 작게 하는 것이 바람직하다.

액정 표시 장치(1200)는, 투명 기판(예를 들면 글래스 기판)(1210a)과, 투명 기판(1210a)에 대향하도록 설치된 투명 기판(1210b)과, 투명 기판(1210a)과 투명 기판(1210b) 사이에 형성된 수직 배향형의 액정층(1220)을 갖는다. 양쪽 기판

(1210a, 1210b) 상의 액정층(1220)에 접하는 면에는 수직 배향막(도시 생략)이 형성되어 있고, 전압 무인가 시에는, 액정 층(1220)의 액정 분자는, 수직 배향막의 표면에 대하여 대략 수직으로 배향되어 있다. 액정층(1220)은, 유전 이방성이 마이너스의 네마티 액정 재료를 포함하고, 필요에 따라, 카이럴제를 더 포함한다.

액정 표시 장치(1200)는, 투명 기판(1210a) 상에 형성된 화소 전극(1211)과, 투명 기판(1210) 상에 형성된 대향 전극(1231)을 갖고, 화소 전극(1211)과 대향 전극(1231) 사이에 형성된 액정층(1220)이 화소를 규정한다. 투명 기판(1210a) 상에는, 후술하는 바와 같이 TFT 등의 회로 요소가 형성되어 있다. 투명 기판(1210a) 및 이 위에 형성된 구성 요소를 통합하여 액티브 매트릭스 기판(1210a)이라고 하는 경우가 있다.

또한, 전형적으로는, 투명 기판(1210b)의 액정층(1220)측에는, 화소에 대응하여 설치되는 컬러 필터(1230)(복수의 컬러 필터를 통합하여 전체를 컬러 필터층(1230)이라고 하는 경우도 있음)와, 인접하는 컬러 필터(1230) 사이에 형성되는 블랙 매트릭스(차광층)(1232)가 형성되며, 이를 상에 대향 전극(1231)이 형성되지만, 대향 전극(1231) 상(액정층(1220)측)에 컬러 필터층(1230)이나 블랙 매트릭스(1232)를 형성해도 된다. 투명 기판(1210b) 및 이 위에 형성된 구성 요소를 통합하여 대향 기판(컬러 필터 기판)(1210b)이라고 하는 경우가 있다.

화소 전극(1211)은, 투명 도전층(예를 들면 ITO층)으로 형성된 투명 전극(1211a)과, 금속층(예를 들면, Al층, Al을 포함하는 합금층, 및 이들 중 어느 하나를 포함하는 적층막)으로 형성된 반사 전극(1211b)을 갖는다. 그 결과, 화소는, 투명 전극(1211a)에 의해 규정되는 투명 영역 A와, 반사 전극(1211b)에 의해 규정되는 반사 영역 B를 포함한다. 투명 영역 A는 투과 모드로 표시를 행하고, 반사 영역 B는 반사 모드로 표시를 행한다.

화소 분할수(=N)가 3(투과 영역이 2분할, 반사 영역이 1분할)인 도 2에 도시한 액정 표시 장치(1200)는, 투명 기판(1210a) 상의 화소 전극(1211) 주위의 차광 영역 상에 후술하는 벽 구조체(1215)를 가짐과 함께, 화소 전극(1211)의 소정의 위치에 4개의 절결부(1213)를 갖고 있다. 한편, 대향측의 투명 기판(1210b) 상의 대향 전극(1231)은, 투과 영역의 분할된 서브 화소의 소정의 위치에, 분할수에 따른 2개의 개구부(1214)를 갖고 있다.

이 액정층에 소정의 전압을 인가하면, 각각이 축 대칭 배향을 나타내는 3개(분할수 N과 동수)의 액정 도메인이 형성되며, 투과 영역에 형성되는 2개의 액정 도메인의 각각의 축 대칭 배향의 중심축은, 개구부(1214) 내 또는 그 근방에 형성된다. 후에 설명한 바와 같이, 대향 전극(1231)의 소정의 위치에 형성한 개구부(1214)가 축 대칭 배향의 중심축의 위치를 고정하도록 작용한다. 벽 구조체(1215)는 그 경사면 효과로 액정 분자가 전압 인가 시(전계 발생 시)에 경사지는 방향을 규정하도록 작용한다. 또한, 필요에 따라 배치하는 절결부(1213)는 축 대칭 배향 도메인의 경계 부근에 형성되며, 액정 분자가 전계에 의해 쓰러지는 방향을 규정하여, 축 대칭 배향 도메인을 형성하도록 작용한다. 개구부(1214) 및 절결부(1213)의 주변에는, 화소 전극(1211)과 대향 전극(1231) 사이에 인가되는 전압에 의해, 경사 전계가 형성되며, 이 경사 전계와 벽 구조체(1215)에 의해 왜곡되어 형성되는 벽면에서의 전계의 작용으로 액정 분자가 경사지는 방향이 규정되는 결과, 상술한 바와 같이 축 대칭 배향이 형성된다.

또한, 여기서는 절결부(1213)는, 화소의 투과 영역에 형성되는 액정 도메인의 중심축에 대응하는 개구부(여기서는 도 2의 (a) 중 우측의 개구부)(1214)를 중심으로 점대칭으로 배치된 4개의 절결부(1213)를 포함하고 있다. 이러한 절결부(1213)를 형성함으로써, 전압 인가 시에 액정 분자가 쓰러지는 방향이 규정되어, 3개의 액정 도메인이 형성된다. 벽 구조체(1215)나 개구부(1214)나 절결부(1213)의 배치 및 이들의 바람직한 형상에 대해서는, 상술한 투과형 액정 표시 장치(100)의 경우와 마찬가지이다. 도 12에는 투과 영역 A에 2개의 액정 도메인을 형성하여, 반사 영역 B에 하나의 액정 도메인을 형성하는 예를 나타내었지만, 이에 한정되지 않는다. 또, 개개의 액정 도메인은 대략 정방형의 형상으로 하는 것이, 시야각 특성 및 배향의 안정성의 관점에서 바람직하다.

액정 표시 장치(1200)는 인접하는 화소 사이에 차광 영역을 갖고, 이 차광 영역의 투명 기판(1210a) 위에 벽 구조체(1215)를 갖고 있다. 차광 영역은 표시에 기여하지 않기 때문에, 차광 영역에 형성된 벽 구조체(1215)는 표시에 악영향을 미치지 않는다. 여기서 예시한 벽 구조체(1215)는 화소를 포위하도록 연속한 벽으로서 형성되어 있지만, 이에 한하지 않고 복수의 벽으로 분단되어 있어도 된다. 이 벽 구조체(1215)는 액정 도메인의 화소의 외연 근방에 형성되는 경계를 규정하도록 작용하기 때문에, 어느 정도의 길이를 갖는 것이 바람직하다. 예를 들면, 벽 구조체(1215)를 복수의 벽으로 구성한 경우, 개개의 벽의 길이는 인접한 벽 사이의 길이보다도 긴 것이 바람직하다.

액정층(1220)의 두께(셀 캡이라고도 함)를 규정하기 위한 지지체(1233)를 차광 영역(여기서는 블랙 매트릭스(1232)에 의해 규정되는 영역)에 형성하면, 표시 품위를 저하시키지 않기 때문에 바람직하다. 지지체(1233)는 투명 기판(1210a, 1210b) 중의 어느 쪽에 형성해도 되고, 예시한 바와 같이 차광 영역에 형성된 벽 구조체(1215) 위에 형성하는 경우에 한정

되지 않는다. 벽 구조체(1215) 위에 지지체(1233)를 형성하는 경우에는, 벽 구조체(1215)의 높이와 지지체(1233)의 높이의 합이 액정층(1220)의 두께로 되도록 설정된다. 벽 구조체(1215)가 형성되어 있지 않은 영역에 지지체(1233)를 형성하는 경우에는, 지지체(1233)의 높이가 액정층(1220)의 두께로 되도록 설정된다.

이 액정 표시 장치(1200)에서는, 화소 전극(1211) 및 대향 전극(1231)에 소정의 전압(임계값 전압 이상의 전압)을 인가하면, 투과 영역 A에 2개의 개구부(1214) 내 또는 그 근방에 각각의 중심축이 안정화된 2개의 축 대칭 배향 액정 도메인과, 반사 영역 B에 하나의 축 대칭 배향 도메인이 형성된다. 벽 구조체(1215)의 벽면에서 왜곡된 전계 및 벽 구조체의 벽면 효과에 의해 주로 인접한 3개의 액정 도메인 내(투과 영역 2개, 반사 영역 1개)의 액정 분자가 전계에 의해 쓰러지는 방향을 규정하고, 4개의 절결부에 의한 경사 전계 작용으로 인접한 3개의 액정 도메인 내의 액정 분자가 전계에 의해 쓰러지는 배향 규제력이 협동적으로 작용하여, 액정 도메인의 축 대칭 배향이 안정화된다. 또한 투과 영역 A에 형성되는 2개의 축 대칭 배향 액정 도메인의 중심축은, 각각 개구부(1214) 내 또는 근방에 고정되어, 안정화된다.

다음으로, 투과 모드 표시와 반사 모드 표시 양방을 행할 수 있는 반 투과형 액정 표시 장치(1200)에 특유한 바람직한 구성을 설명한다.

투과 모드 표시에서는, 표시에 이용되는 광은 액정층(1220)을 일회 통과할 뿐인 반면에, 반사 모드 표시에서는, 표시에 이용되는 광은 액정층(1220)을 2회 통과한다. 따라서, 도 2의 (b)에 모식적으로 도시한 바와 같이, 투과 영역 A의 액정층(1220)의 두께 dt 를 반사 영역 B의 액정층(1220)의 두께 dr 의 약 2배로 설정하는 것이 바람직하다. 이와 같이 설정함으로써, 양 표시 모드의 광에 대하여 액정층(1220)이 부여하는 리터레이션을 대략 같게 할 수 있다. $dr=0.5dt$ 가 가장 바람직하지만, $0.3dt < dr < 0.7dt$ 의 범위 내에 있으면 양방의 표시 모드에서 양호한 표시를 실현할 수 있다. 물론, 용도에 따라서는 $dt=dr$ 이어도 된다.

액정 표시 장치(1200)에서는, 반사 영역 B의 액정층(1220)의 두께를 투과 영역 A의 액정층의 두께보다도 작게 하기 위해서, 클래스 기판(1210b)의 반사 영역 B에만 투명 유전체층(1234)을 형성하고 있다. 이러한 구성을 채용하면, 반사 전극(1211b) 하에 절연막 등을 이용하여 단차를 형성할 필요가 없기 때문에, 액티브 매트릭스 기판(1210a)의 제조를 간략화할 수 있다는 이점이 얻어진다. 또한, 액정층(1220)의 두께를 조정하기 위한 단차를 형성하기 위한 절연막 위에 반사 전극(1211b)을 형성하면, 절연막의 경사면(테이퍼부)을 피복하는 반사 전극에 의해서 투과 표시에 이용되는 광이 차단되거나, 혹은 절연막의 경사면에 형성된 반사 전극에서 반사되는 광은, 내부 반사를 반복하기 때문에, 반사 표시에도 유효하게 이용되지 않는다는 문제가 발생하지만, 상기 구성을 채용하면 이들 문제의 발생이 억제되어, 광의 이용 효율을 개선할 수 있다.

또한, 이 투명 유전체층(1234)에 광을 산란하는 기능(확산 반사 기능)을 갖는 것을 이용하면, 반사 전극(1211b)에 확산 반사 기능을 부여하지 않아도, 양호한 페이퍼화이트에 가까운 백 표시를 실현할 수 있다. 투명 유전체층(1234)에 광 산란능을 부여하지 않아도, 반사 전극(1211b)의 표면에 요철 형상을 부여함으로써, 페이퍼화이트에 가까운 백 표시를 실현할 수도 있지만, 요철의 형상에 따라서는 축 대칭 배향의 중심축의 위치가 안정되지 않는 경우가 있다. 이에 대하여, 광 산란능을 갖는 투명 유전체층(1234)과 평탄한 표면을 갖는 반사 전극(1211b)을 이용하면, 반사 전극(1211b)에 형성하는 개구부(1214)에 의해서 중심축의 위치를 보다 확실하게 안정화할 수 있다는 이점이 얻어진다. 또, 반사 전극(1211b)에 확산 반사 기능을 부여하기 위해서, 그 표면에 요철을 형성하는 경우, 요철 형상은 간접 색이 발생하지 않도록 연속한 과 형상으로 하는 것이 바람직하고, 축 대칭 배향의 중심축을 안정화할 수 있도록 설정하는 것이 바람직하다.

또한, 투과 모드에서는 표시에 이용되는 광은 컬러 필터층(1230)을 일회 통과할 뿐인 반면에, 반사 모드 표시에서는 표시에 이용되는 광은 컬러 필터층(1230)을 2회 통과한다. 따라서, 컬러 필터층(1230)으로서, 투과 영역 A 및 반사 영역 B에 동일한 광학 농도의 컬러 필터층을 이용하면, 반사 모드에서의 색 순도 및/또는 휘도가 저하하는 경우가 있다. 이 문제의 발생을 억제하기 위해서, 반사 영역의 컬러 필터층의 광학 농도를 투과 영역의 컬러 필터층보다도 작게 하는 것이 바람직하다. 또, 여기서 말하는 광학 농도는 컬러 필터층을 특징짓는 특성값이고, 컬러 필터층의 두께를 작게 하면, 광학 농도를 작게 할 수 있다. 혹은, 컬러 필터층의 두께를 그대로, 예를 들면 첨가하는 색소의 농도를 저하시켜서, 광학 농도를 작게 할 수도 있다. 이와 같이 투과 영역 A와 반사 영역 B에서 서로 다른 컬러 필터의 색층을 형성하는 것은 표시의 색 재현성을 향상시킬 목적으로 매우 효과가 크다.

다음으로, 도 3 및 도 4를 참조하여, 반 투과형 액정 표시 장치에 적합하게 이용되는 액티브 매트릭스 기판의 구조의 일례를 설명한다. 도 3은 액티브 매트릭스 기판의 부분 확대도이고, 도 4는 도 3 중 X-X'선을 따라 취한 단면도이다. 도 3 및 도 4에 도시한 액티브 매트릭스 기판은, 투과 영역 A에 하나의 액정 도메인을 형성하는 구성을 갖고 있는 점(즉, 개구부(1214) 및 절결부(1213)의 수가 적은 점)에서, 도 2에 도시한 액티브 매트릭스 기판(1211a)과 다르지만, 다른 구성을 동일해도 된다.

도 3 및 도 4에 도시한 액티브 매트릭스 기판은, 예를 들면 글래스 기판으로 이루어지는 투명 기판(1)을 갖고, 투명 기판(1) 위에는, 게이트 신호선(1002) 및 소스 신호선(1003)이 서로 직교하도록 형성되어 있다. 이들 신호 배선(1002, 1003)의 교차부의 근방에 TFT(4)를 형성하고 있고, TFT(1004)의 드레인 전극(1005)은 화소 전극(1006)에 접속되어 있다.

화소 전극(1006)은, ITO 등의 투명 도전층으로 형성된 투명 전극(1007)과, Al 등으로 형성된 반사 전극(1008)을 갖고, 투명 전극(1007)이 투과 영역 A를 규정하고, 반사 전극(1008)이 반사 영역 B를 규정한다. 화소 전극(1006)의 소정의 영역에는, 상술한 바와 같이 축 대칭 배향 도메인의 배향을 제어하기 위해서 절결부(1014)가 형성되어 있다. 또한 축 대칭 배향 도메인의 배향 상태를 규정하기 위해서 화소 외의 비표시 영역의 신호선(차광 영역)의 부분에는 화소를 둘러싼 벽 구조체(도시되지 않음)가 형성된다.

화소 전극(1006)은 다음단의 게이트 신호선 위에 게이트 절연막(1009)을 개재하여 중첩시키고 있고, 보조 용량이 형성되어 있다. 또한, TFT(4)는 게이트 신호선(1002)으로부터 분기한 게이트 전극(1010) 상부에 게이트 절연막(1009), 반도체층(1012s), 채널 보호층(1012c) 및 n^+ -Si층(1011sd)(소스/드레인 전극)이 적층된 구조를 갖고 있다.

또, 여기서는 보텀 게이트형 TFT의 구성예를 나타내었지만, 이에 한정되지 않고, 톱 게이트형 TFT를 이용할 수도 있다.

상술한 바와 같이, 도 2에 도시한 구성을 갖는 액정 표시 장치(1200)는, 투과 영역에 형성되는 축 대칭 배향 액정 도메인의 중심축은, 대향 전극(1231)에 형성된 개구부(1214)에 의해 위치가 고정되어, 안정화된다. 그 결과, 액정 표시 장치(100)와 마찬가지로, 액정 표시 패널 내의 전면에 걸쳐서, 축 대칭 배향 액정 도메인의 중심축이 일정한 위치에 배치되는 결과, 표시의 균일성이 향상된다. 또한, 축 대칭 배향이 안정화되는 결과, 중간조 표시에서의 응답 시간을 짧게 할 수 있다는 효과도 얻어진다. 또한, 액정 표시 패널의 가압에 의한 잔상을 저감할 수도 있다(회복하는 시간을 짧게 할 수도 있다).

또한, 투명 유전체층(1234) 및/또는 컬러 필터층(1230)을 상술된 바와 같이 구성함으로써, 투과 모드 및 반사 모드에서의 표시의 밝기나 색 순도를 향상시킬 수 있다. 또, 상기한 예에서는, 반사 영역에 형성되는 축 대칭 배향 액정 도메인의 중심축에 대응하는 개구부를 생략하였지만, 물론 반사 영역의 대향 전극(1231)에도 개구부를 형성해도 된다.

[동작 원리]

도 5를 참조하여, 수직 배향형 액정층을 갖는 본 발명의 제1 국면의 실시 형태의 액정 표시 장치가 우수한 광 시야각 특성을 갖는 이유를 설명한다.

도 5는 액티브 매트릭스 기판측에 형성한 벽 구조체(1015) 및 컬러 필터 기판측에 형성한 개구부(1014)에 의한 배향 규제력의 작용을 설명하기 위한 도면으로, 도 5의 (a)는 전압 무인가 시, 도 5의 (b)는 전압 인가 시의 액정 분자의 배향 상태를 모식적으로 도시하고 있다. 도 5의 (b)에 도시한 상태는 중간조를 표시하고 있는 상태이다.

도 5에 도시한 액정 표시 장치는, 투명 기판(1001) 위에, 절연막(1016), 화소 전극(1006), 벽 구조체(1015)를 형성하여, 배향막(1012)을 이 순서대로 배치하고 있다. 다른 쪽의 투명 기판(1017) 위에는, 컬러 필터층(1018)과 소정의 위치에 개구부(1014)를 형성한 대향 전극(1019) 및 배향막(1032)이 이 순서대로 형성되어 있다. 양 기판 간에 형성된 액정층(1020)은, 마이너스인 유전 이방성을 갖는 액정 분자(1021)를 포함한다.

도 5의 (a)에 도시한 바와 같이, 전압 무인가 시에는, 액정 분자(1021)는 수직 배향막(1012, 1032)의 배향 규제력에 의해 기판 표면에 대하여 대략 수직으로 배향한다.

한편, 전압 인가 시에는, 도 5의 (b)에 도시한 바와 같이, 유전 이방성이 마이너스인 액정 분자(1021)는 분자 장축이 전기력선에 대하여 수직으로 되려고 하기 때문에, 개구부(1015)의 주변에 형성되는 경사 전계 및 벽 구조체(1115)의 측면(벽면)의 전계 왜곡이나 배향 규제력에 의해서, 액정 분자(1021)가 쓰러지는 방향이 규정되게 된다. 따라서, 예를 들면 개구부(1015)를 중심으로 하는 축 대칭 형상으로 배향하게 된다. 이 축 대칭 배향 도메인 내에서는 액정 디렉터는 전방위(기판면 내의 방위)로 배향하고 있기 때문에, 시야각 특성이 우수하다. 여기서, 축 대칭 배향이란, 방사 형상 경사 배향과 동의이고, 액정 분자는 축 대칭 배향의 중심축(방사 형상 경사 배향의 중심) 주위에는 디스크리네이션 라인을 형성하지 않고, 연속적으로 배향하고 있고, 액정 분자의 장축을 방사 형상(radial), 동심원 형상(tangential), 스파이럴 형상으로 배향하고 있는 상태를 말한다. 또한, 어느 하나의 경우에도, 액정 분자의 장축이 배향의 중심으로부터 방사 형상으로 경사진 성분(경사 전계에 평행한 성분)을 갖고 있다.

여기서는, 개구부(1015) 주위에 형성되는 경사 전계의 작용이나 벽 구조체(1115)에서의 배향 규제력에 대하여 설명했지만, 화소 전극(1006)의 옛지부에 형성되는 절결부 근방에서도 마찬가지로 경사 전계가 형성되고, 액정 분자(1021)가 전계에 의해서 기우는 방향이 규정된다.

다음으로, 도 6의 (a) 및 도 6의 (b)을 참조하여, 본 발명의 제1 국면에 따른 실시 형태의 액정 표시 장치에서, 대향 전극에 형성한 개구부가 축 대칭 배향의 중심축을 안정화하는 메카니즘을 상세히 설명한다.

도 6의 (a) 및 도 6의 (b)는, 액정층에 상대 투과율이 10%로 되는 전압(여기서는 3V)을 인가한 후, 200m초 경과 후의 액정 분자(도면 중 선분)의 배향 상태와, 액정층 내에 형성되는 전계의 등전위선을 2차원 전계 시뮬레이션으로 구한 결과를 모식적으로 도시하는 도면으로, 도 6의 (a)는 대향 전극에 개구부를 형성하지 않은 경우, 도 6의 (b)는 대향 전극에 개구부를 형성한 경우를 나타내고 있다. 도 6의 (b)는 도 1 및 도 2 중 6B-6B'선을 따라 취한 단면도에 상당한다. 여기서, 액정층의 두께는, $4.0\mu\text{m}$ 이고, 액정 재료의 유전율은 -4.5 , 굴절율은 $no=1.485$, $ne=1.495$ 이다. 또한, 벽 구조체의 높이는 $0.5\mu\text{m}$ 로 하고, 화소 피치 ($50\mu\text{m} \times 16\mu\text{m}$)로 했다.

도 6의 (a)에 도시한 바와 같이, 개구부를 형성하지 않은 대향 전극(1019')을 구비하는 구성에서는, 액정 분자(1021)의 축 대칭 배향의 중심축의 위치가 일정한 영역에 효과적으로 고정되지 않고, 양측의 벽 구조체(1015)의 중앙에 형성되지 않는 경우가 있다. 이에 대하여, 양측의 벽 구조체(15)의 중앙 부근에 개구부(1014)를 형성한 구성에서는, 도 6의 (b)에 도시한 바와 같이, 액정 분자(1021)의 축 대칭 배향의 중심축이 개구부(1014) 내에 고정되어, 안정화된다. 개구부(1014)의 중앙 부근에 위치하는 액정 분자(1021)는 수직으로 배열하여, 축 대칭 배향의 중심축으로 된다. 이것은 대향 전극(1019)에 형성된 개구부(1014)에 등전위선이 인입됨으로써 형성되는 경사 전계의 작용에 의한다. 전압 인가 직후에는 거의 일정하게 수직으로 배향하고 있던 액정 분자(1021)는, 시간 경과와 함께 축 대칭 배향을 형성하고, 개구부(1014)의 중심에 중심축이 형성되어, 고정·안정화된다.

또한, 상세히 대향 전극(1019)에 형성한 개구부(1014)에서의 전계와 액정 분자(1021)의 배향 거동의 관계를 상세히 해석한 결과, 전압 인가 시에 개구부의 중앙에서의 전위 V_a (예를 들면 상기 전계 시뮬레이션으로 구해짐)가 액정층의 임계값 전압 V_{th} 보다도 작은 경우에는, 개구부(1014)의 중앙에 액정 분자(1021)가 움직이지 않고 고정되는 것을 알 수 있다. 즉, 개구부(1014)의 중앙의 전위가 액정층의 임계값 전압 V_{th} 보다도 작은 경우($V_a < V_{th}$)에는, 액정층에 전압이 인가되어도 액정 분자는 초기의 수직 배향 상태 그대로이기 때문에 분자축은 일정하게 수직으로 선 상태이다. 한편, 전압 인가 시에 개구부(1014) 중앙에서의 전위 V_a 가 액정층의 임계값 전압 V_{th} 보다도 큰 경우($V_a > V_{th}$)에는 액정 분자가 전계의 영향을 받아 등전위선을 따르도록(유전 이방성이 마이너스인 액정 재료의 경우) 배열하여, 경사 배향하도록 되어 축 위치가 효과적으로 정해지기 어려워진다. 이 영향으로, 축 위치가 불균일해지거나, 중간조 전압 변화 시의 완화 응답 시간이 증대하게 되어, 위화감의 증가나 응답 시간이 늦어져서 잔상 현상 등이 현저해지기 쉬워진다. 중간조로 축 대칭 배향을 충분히 안정화시키기 위해서는, 예를 들면 상대 투과율이 10%로 되는 전압을 인가했을 때에, 개구부의 중앙의 전위가 액정층의 임계값 전압보다도 작아지도록 개구부의 크기를 설정하는 것이 바람직하다.

또한, 개구부의 형상은, 원형인 것이 바람직하지만 이에 한정되지 않는다. 단, 전방위적으로 거의 동일한 배향 규제력을 발휘시키기 위해서는, 4각형 이상의 다각형인 것이 바람직하고, 정다각형인 것이 바람직하다. 또한, 개구부의 크기 Wh 는, $2\mu\text{m} \leq Wh \leq 20\mu\text{m}$ 의 조건을 만족하는 것이 바람직하다. 개구부의 크기 Wh 는, 개구부가 원형인 경우에는 직경으로 표시되고, 다각형인 경우에는 가장 긴 대각선의 길이로 나타난다.

도 7 및 도 8을 참조하여, 개구부의 크기 Wh 는 $2\mu\text{m} \leq Wh \leq 20\mu\text{m}$ 의 조건을 만족하는 것이 바람직한 이유를 설명한다. 이하에서는 원형인 개구부에 대하여 검토한 결과를 설명한다. 액정층 및 액정 재료는, 도 6인 경우와 동일하다.

도 7은 개구부 직경 Wh 와, 3V 인가 시의 개구부 전위 V_a 의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 8은 3V 인가 시에 개구부 내에서 상대 투과율이 0%로 되는 영역의 직경, 즉 액정 분자가 수직으로 배향하고 있는 영역의 직경(이하, 수직 배향 영역 직경) Lh 와, 개구부 직경 Wh 의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 7에서 알 수 있듯이, 개구부의 직경 Wh 가 커지면, 그에 따라 개구부 전위 V_a 는 단조롭게 감소한다. 여기서 검토한 액정층의 임계값 전압 V_{th} 는 $2.7V$ 이기 때문에, 바람직한 개구부 직경 Wh 의 범위의 하한값은 $2\mu\text{m}$ 로 된다. 또, 액정층의 임계값 전압은, 상술한 액정 패널의 구성을 기초로 한 광학 시뮬레이션으로 산출한 전압-투과율 특성으로 액정층의 상대 투과율이 0%인 상태로부터 변화한 최소 전압값이라고 정의했다. 시뮬레이션 결과의 유효성은, 실제 패널의 평가에 의해서 확인했다.

또한, 도 8에서 알 수 있듯이, 개구부 직경 Wh가 커지지 않으면 수직 배향 영역 직경 Lh가 단조롭게 증대한다. 수직 배향 영역이 커지면 투과율이 저하하게 되기 때문에, 투과율의 관점에서는 수직 배향 영역은 작은 쪽이 바람직하다. 하나의 액정 도메인이 형성되는 서브 화소의 크기를 약 $500\mu\text{m}^2$ (1 화소를 $50\mu\text{m} \times 16\mu\text{m}$ 로 하고, 하나의 액정 도메인이 형성되는 영역(서브 화소)을 $33\mu\text{m} \times 16\mu\text{m}$ 로 한 경우, 수직 배향 영역 직경 Lh가 $10\mu\text{m}$ 을 초과하면 실효 개구율이 약 15% 저하하게 되기 때문에, 충분한 표시 휘도를 확보하기 위해서는, 개구부 직경 Wh는 $20\mu\text{m}$ 이하인 것이 바람직하다. 또한, 축 대칭 배향을 안정화하는 작용을 높이기 위해서는 개구부 직경 Wh는 $4\mu\text{m}$ 이상인 것이 바람직하고, 투과율의 저하를 억제하기 위해서는, 개구부 직경 Wh는 $15\mu\text{m}$ 이하인 것이 보다 바람직하다. 또, 상대 투과율이 0%로 되는 영역의 직경(수직 배향 영역 직경)은, 2차원의 전계(광학) 시뮬레이션으로 구하고, 액정층을 구동시키는 전압을 인가했을 때에도 액정 디렉터가 개구부 근방에서 수직 방향으로 고정되어 광선이 투과하지 않는(실질적으로 복굴절을 발생하지 않는 흑 표시) 영역의 직경을 나타낸다.

다음으로, 본 발명의 제1 국면에서의 액정 표시 장치의 구성에 관하여 설명한다.

도 9에 도시한 액정 표시 장치는, 백 라이트와, 반 투과형 액정 패널(1050)과, 반 투과형 액정 패널(1050)을 개재하여 서로 대향하도록 형성된 한쌍의 편광판(1040, 1043)과, 편광판(1040, 1043)과 액정 패널(1050) 간에 형성된 1/4 파장판(1041, 1044)과, 1/4 파장판(1041, 1044)과 액정 패널(50) 간에 형성된 광학 이방성이 마이너스인 위상차판(42, 45)을 갖고 있다. 액정 패널(1050)은, 투명 기판(액티브 매트릭스 기판)(1001)과 투명 기판(대향 기판)(1017) 간에 수직 배향형 액정층(1020)을 갖고 있다. 액정 패널(1050)로서, 여기서는 도 2에 도시한 액정 표시 장치(1200)와 마찬가지의 구성을 갖는 것을 이용한다.

도 9에 도시한 액정 표시 장치의 표시 동작을 이하에 간단히 설명한다.

반사 모드 표시에 대해서는, 상측으로부터의 입사광은 편광판(1043)을 통하여, 직선 편광으로 된다. 이 직선 편광은, 편광판(1043)의 투과축과 1/4 파장판(1044)의 지상축이 이루는 각이 45° 가 되도록 배치된 1/4 파장판(1044)에 입사하면 원편광으로 되어, 기판(1017) 위에 형성한 컬러 필터층(도시되지 않음)을 투과한다. 또, 여기서는 법선 방향으로부터 입사하는 광에 대하여 위상차를 부여하지 않는 위상차판(45)을 이용하고 있다.

전압 무인가 시에는, 액정층(1020) 내의 액정 문자는 기판면에 대략 수직으로 배향하고 있기 위해서 입사광은 위상차가 거의 0으로 투과하여, 하측 기판(1001)에 형성한 반사 전극에 의해 반사된다. 반사된 원편광은 다시 액정층(1020) 내를 통과하여 컬러 필터층을 통하여, 재차 광학 이방성이 마이너스인 위상차판(1045)을 원편광으로 통과하여, 1/4 파장판(1044)을 거쳐서 최초로 입사하여 편광판(1043)을 투과했을 때의 편광 방향과 직교하는 편광 방향의 직선 편광으로 변환되어 편광판(1043)에 도달하기 때문에, 광은 편광판(1043)을 투과할 수 없어 흑 표시가 된다.

한편, 전압 인가 시에는, 액정층(1020) 내의 액정 문자는 기판면에 수직인 방향으로부터 수평 방향으로 기울기 때문에, 입사한 원편광은 액정층(1020)의 복굴절에 의해 타원 편광으로 되어, 하측 기판(1001)에 형성한 반사 전극에 의해 반사된다. 반사된 광은 액정층(1020)에서 편광 상태가 더 변화하고, 다시 액정층(1020) 내를 통과하여 컬러 필터층을 통하여, 재차 광학 이방성이 마이너스인 위상차판(1045)을 통하여, 1/4 파장판(1044)에 타원 편광으로서 입사하기 때문에, 편광판(1043)에 도달할 때에 입사 시의 편광 방향과 직교한 직선 편광으로는 되지 않고, 편광판(1043)을 투과한다. 즉, 인가 전압을 조절함으로써 액정 문자가 기우는 정도가 제어되어, 편광판(1043)을 투과할 수 있는 반사광량이 변조되어, 계조 표시가 가능해진다.

또한, 투과 모드 표시에 대해서는, 상하 2매의 편광판(1043) 및 편광판(1040)은 각각 그 투과축이 직교하도록 배치되어 있고, 광원으로부터 출사된 광은 편광판(1040)으로 직선 편광이 되고, 이 직선 편광은 편광판(1040)의 투과축과 1/4 파장판(1041)의 지상축이 이루는 각이 45° 가 되도록 배치된 1/4 파장판(1041)에 입사하면 원편광으로 되어 광학 이방성이 마이너스인 위상차판(1042)을 거쳐서 하측 기판(1)의 투과 영역 A에 입사한다. 또, 여기서는 법선 방향으로부터 입사하는 광에 대하여 위상차를 부여하지 않은 위상차판(1042)을 이용하고 있다.

전압 무인가 시에는, 액정층(1020) 내의 액정 문자는 기판면에 대략 수직으로 배향하고 있기 때문에, 입사광은 위상차가 거의 0으로 투과하고, 하측 기판(1001)에 원편광의 상태에서 입사하여, 원편광의 상태에서 액정층(1020) 및 상측의 기판(1017)을 거쳐서 상측의 광학 이방성이 마이너스인 위상차판(1045)을 투과하여 1/4 파장판(1044)에 이른다. 여기서, 하측의 1/4 파장판(1041)과 상측의 1/4 파장판(1044)의 지상축이 서로 직교하도록 배치함으로써, 투과하여 온 편광은 하측

의 1/4 파장판(1041)에 생긴 위상차를 상측의 1/4 파장판(1044)으로 캔슬하게 되어, 원래의 직선 편광으로 되돌아간다. 상측의 1/4 파장판(1044)을 투과한 편광은 편광판(1040)의 투과축(편광축)과 평행한 직선 편광으로 되고, 편광판(1040)과 투과축이 직교하는 편광판(1043)으로 흡수되어 흑 표시로 된다.

한편, 전압 인가 시에는 액정층(1020) 내의 액정 분자(1021)는 기판면에 수직인 방향으로부터 수평 방향으로 기울기 때문에 액정 표시 장치에의 입사한 원편광은 액정층(1020)의 복굴절에 의해 타원 편광으로 되고, 상측의 CF 기판(1017)이나 상측의 광학 이방성이 마이너스인 위상차판(1045) 및 1/4 파장판(1044)을 타원 편광으로서 편광판(1043)에 이르기 때문에 입사 시의 편광 성분과 직교한 직선 편광으로는 되지 않고, 편광판(1043)을 통하여 광이 투과한다. 즉, 인가 전압을 조절함으로써 액정 분자가 기우는 정도가 제어되고, 편광판(1043)을 투과할 수 있는 투과광량이 변조되어, 계조 표시가 가능해진다.

광학 이방성이 마이너스인 위상차판은 액정 분자가 수직 배향 상태에서의 시야각을 변화시킨 경우의 위상차의 변화량을 최소로 억제하고, 광 시야각으로부터의 관찰 시의 흑 들뜸 현상을 억제한다. 또한, 마이너스인 위상차판과 1/4 파장판과의 조합 대신에, 광학 이방성이 마이너스인 위상차판과 1/4 파장판을 일체화시킨 2축성 위상차판을 이용해도 된다.

본 발명의 제1 국면과 같이 전압 무인가 시에 흑 표시를 행하여, 전압 인가 시에 백 표시로 되는 노멀 블랙 모드를 축 대칭 배향 도메인으로 행한 경우, 액정 표시 장치(패널)의 상하에 한쌍의 1/4 파장판을 형성함으로써, 편광판에 기인하는 소광(消光) 모양을 해소시켜 밝기를 개선하는 것도 가능해진다. 또한, 상하의 편광판의 투과축을 서로 직교하여 배치하여 노멀 블랙 모드를 축 대칭 배향 도메인으로 행한 경우에는, 원리적으로는 크로스 니콜로 배치한 한쌍의 편광판과 동일한 정도의 흑 표시를 실현할 수 있기 때문에, 매우 높은 콘트라스트비를 실현할 수 있음과 함께, 전방위적인 배향에 유도된 넓은 시야각 특성을 달성할 수 있다.

또한, 본 발명의 제1 국면에서 규정한 투과 영역의 액정층 두께 dt 와 반사 영역의 액정층 두께 dr 의 관계에 대해서는, 도 10에 투과 영역과 반사 영역의 전압-반사율(투과율)의 액정 두께의 의존성에 도시한 바와 같이, $0.3dt < dr < 0.7dt$ 의 조건을 만족하는 것이 바람직하며, $0.4dt < dr < 0.6dt$ 의 범위인 것이 보다 바람직하다. 하한값보다도 낮은 반사 영역의 액정층 두께로는 최대 반사율의 50% 이하로 되고, 충분한 반사율이 얻어지지 않게 된다. 한편, 상한값보다도 반사 영역의 액정층 두께 dr 이 큰 경우에는 전압-반사율 특성에서 투과 표시 시와는 서로 다른 구동 전압으로 반사율이 최대로 되는 극대값이 존재함과 함께 투과 표시에서의 최적의 백 표시 전압으로는 상대 반사율이 저하하는 경향이 크며, 최대 반사율의 50% 이하로 되기 때문에 충분한 반사율이 얻어지게 된다. 그러나, 반사 영역 B에서는 액정층의 광로 길이가 투과 영역의 2배로 되기 때문에, 투과 영역 A와 동일한 설계를 하는 경우에는, 액정 재료의 광학적인 복굴절 이방성(Δn)과 패널의 셀 두께 설계가 매우 중요해진다.

본 발명의 제1 국면에 따른 실시 형태에 따른 반 투과형 액정 표시 장치의 구체적인 특성을 이하에 예시한다.

여기서는, 도 9에 도시한 구성을 갖는 액정 표시 장치를 제작했다. 액정 셀(1050)에는, 도 2에 도시한 액정 표시 장치(1200)와 마찬가지 구성의 액정 셀을 이용했다. 대향 기판측의 대향 전극에는, 투과 영역 및 반사 영역 각각의 소정의 위치에 직경 $8\mu\text{m}$ 의 축 대칭 배향 도메인의 축 중심 고정용 전극 개구부를 배치했다. 또한, 컬러 필터 기판에는 투명 유전체층(1234)에 광 산란능을 갖지 않는 것을 이용하여, 반사 전극(1211b)의 하층부에 표면에 요철 형상의 연속 형상을 실시한 수지층을 형성하여, 반사 표시 시의 확산 반사 특성을 조정했다.

공지의 배향막 재료를 이용하여, 공지의 방법으로 수직 배향막을 형성했다. 러빙 처리는 행하지 않는다. 액정 재료로서는, 유전율 이방성이 마이너스인 액정 재료($\Delta n: 0.1, \Delta\epsilon:-4.5$)를 이용하였다. 여기서는, 투과 영역의 액정층 두께 dt 를 $4\mu\text{m}$, 반사 영역의 액정층 두께 dr 을 $2.2\mu\text{m}$ ($dr=0.55dt$)로 하였다.

본 실시예의 액정 표시 장치의 구성은, 위로부터 순서대로 편광판(관찰측), 1/4 파장판(위상차판(1)), 광학 이방성이 마이너스인 위상차판(위상차판(2)(NR판)), 액정층(상측; 컬러 필터 기판, 하측: 액티브 매트릭스 기판), 광학 이방성이 마이너스인 위상차판(위상차판(3)(NR판)), 1/4 파장판(위상차판(4)), 편광판(백 라이트측)의 적층 구조로 했다. 또한, 액정층의 상하의 1/4 파장판(위상차판(1)과 위상차판(4))으로서는 서로의 지상축을 직교시켜, 각각의 위상차를 140nm 로 한다. 광학 이방성이 마이너스인 위상차판(위상차판(2)과 위상차판(3))은 각각의 위상차를 135nm 로 한다. 또한, 2매의 편광판(관찰측, 백 라이트측)에서는, 투과축을 직교시켜 배치했다.

액정 표시 장치에 구동 신호를 인가(액정층에 4V 인가)하여 표시 특성을 평가했다.

투과 표시에서의 시각-콘트라스트의 특성 결과를 도 11에 도시한다. 투과 표시에서의 시야각 특성은 거의, 전방위적으로 대칭인 특성을 나타내고, CR>10인 영역은 $\pm 80^\circ$ 로 양호하고, 투과 콘트라스트도 정면에서 300:1 이상으로 높은 것이었다.

한편, 반사 표시의 특성은, 분광 측색계(미놀타사제 CM2002)로 평가하고, 표준 확산판을 기준으로 하여 약 8.3%(개구율 100% 확산값), 반사 표시의 콘트라스트값은 21이고, 종래의 액정 표시 장치에 비하여 높은 콘트라스트를 나타내어 양호하였다.

또한, 중간조(8 계조 분할 시에서의 계조 레벨 2)에서의 경사 방향으로부터의 표시의 위화감을 눈으로 확인하여 평가한 결과, 전혀 위화감은 느껴지지 않았다. 이에 대하여, 비교를 위해 대향 기판측의 대향 전극에 개구부를 배치하지 않은 것이 이 외에는 완전히 동일 조건으로 제작한 액정 표시 장치에서는, 중간조의 경사 시각에서의 표시가 위화감이 현저하였다. 편광 축을 서로 직교시킨 광학 현미경 하에서의 관찰에는, 전자의 전극 개구부를 형성한 경우에는, 중심축이 균일하게 갖추어진 축 대칭 배향 도메인이 인정된 반면에, 후자의 전극 개구부를 형성하지 않은 경우에는 일부 액정 도메인의 중심축이 서브 화소의 중심부로부터 어긋난 것도 존재하고 있어, 이 중심축의 위치의 변동이 위화감의 주요인인 것이 확인되었다.

또한, 대향 전극에 개구부를 형성한 경우의 전자와 개구부를 형성하지 않았던 경우의 후자의 액정 표시 장치에서의 중간조 응답 시간(8 계조 분할 시에서의 계조 레벨 3으로부터 계조 레벨 5의 변화에 요하는 시간 ; m초)을 비교한 바, 전자는 38m초이고, 후자는 60m초였다. 대향 전극에 개구부를 형성함으로써, 중간조 표시에서의 응답 시간을 단축할 수 있는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 전압 4V 인가(백 표시) 시에 손끝으로 패널면을 눌렀을 때의 배향 복원력에 대해서는, 전자의 경우, 가압부에서의 잔상이 거의 보이지 않은(즉시 복원함) 데에 대하여, 후자의 경우에는 몇분간의 잔상이 인정되고, 가압에 의한 배향 흐트러짐이 발생했을 때의 복원력에 차가 인정되었다.

즉, 대향 전극에 개구부를 형성함으로써, 축 대칭 배향 도메인의 중심축의 위치를 고정·안정화하는 효과가 얻어져, 중간조에서의 경사 시각에서의 표시의 위화감의 저감 중간조 표시에서의 응답 속도의 개선 및 가압 잔상의 저감 등의 효과가 얻어졌다.

다음으로, 도면을 참조하여 본 발명의 제2 국면에 따른 실시 형태의 액정 표시 장치의 구성을 구체적으로 설명한다.

(투과형 액정 표시 장치)

우선, 본 발명의 제2 국면에 따른 실시 형태의 투과형 액정 표시 장치(2100)의 구성을 도 12를 참조하여 설명한다. 도 12는 투과형 액정 표시 장치(2100)의 하나의 화소의 구성을 모식적으로 도시하는 도면으로, 도 12의 (a)는 평면도이고, 도 12의 (b)는 도 12의 (a) 내 12B-12B'선을 따라 취한 단면도이다.

여기서는, 1 화소를 2 분할($N=2$)한 예를 나타내지만, 화소 피치에 따라서 분할수($=N$)는 3 이상으로 설정할 수 있고, 이 경우에는 제2 기판측의 분할 영역의 대략 중심부에 형성하는 개구부의 수($=n$)도 화소 분할수($=N$)와 동일하게 하는 것이 바람직하다. 또, 분할수($=N$)가 많아지면, 실효 개구율은 저하하는 경향이 있기 때문에, 고정밀한 표시 패널에 적용하는 경우에는, 분할수($=N$)를 작게 하는 것이 바람직하다. 또한, 화소를 분할하지 않은($N=1$ 로 표현하는 경우도 있음) 경우에도 본 발명을 적용할 수 있다. 또 분할된 영역을 「서브 화소」라고 하는 경우도 있다. 서브 화소에는 전형적으로는 하나의 액정 도메인이 형성된다.

액정 표시 장치(2100)는, 투명 기판(예를 들면 글래스 기판)(2110a)과, 투명 기판(2110a)에 대향하도록 형성된 투명 기판(2110b)과, 투명 기판(2110a, 2110b) 간에 형성된 수직 배향형의 액정층(2120)을 갖는다. 기판(2110a, 2110b) 위의 액정층(2120)에 접하는 면에는 수직 배향막(도시되지 않음)이 형성되고 있고, 전압 무인가 시에는, 액정층(2120)의 액정 분자는, 수직 배향막의 표면에 대하여 대략 수직으로 배향하고 있다. 액정층(2120)은, 유전 이방성이 마이너스인 네마틱 액정 재료를 포함하며, 필요에 따라, 카이럴제를 더 포함한다.

액정 표시 장치(2100)는, 투명 기판(2110a) 위에 형성된 화소 전극(2111)과, 투명 기판(2110a)에 대향하도록 형성된 투명 기판(2110b) 위에 형성된 대향 전극(2131)을 갖고, 화소 전극(2111)과 대향 전극(2131) 간에 형성된 액정층(2120)이 화소를 규정한다. 여기서는, 화소 전극(2111) 및 대향 전극(2131) 모두 투명 도전층(예를 들면 ITO층)으로 형성되어 있다. 또, 전형적으로는, 투명 기판(2110b)의 액정층(2120)측에는, 화소에 대응하여 형성되는 컬러 필터(2130)(복수의 컬러

필터를 통합하여 전체를 컬러 필터층(2130)이라고 하는 경우도 있음)와, 인접하는 컬러 필터(2130) 간에 형성되는 블랙 매트릭스(차광층)(2132)가 형성되고, 이들 위에 대향 전극(2131)이 형성되지만, 대향 전극(2131) 위(액정층(2120)측)에 컬러 필터층(2130)이나 블랙 매트릭스(2132)를 형성해도 된다.

분할수(=N)가 2인 도 12에 도시한 액정 표시 장치(2100)에서는, 투명 기판(2110a) 위의 화소 전극(2111) 주위의 차광 영역 위에 후술하는 벽 구조체(2115)가 형성되어 있다. 또한, 화소 전극(2111)은, 화소 내의 소정의 위치에 분할수에 따른 수(도 12에서는, n=2)의 제1 개구부(2114a)를 갖고 있다. 화소 전극(2111)은, 또한 소정의 위치에 4개의 절결부(2113)를 갖고 있다. 한편, 대향측의 투명 기판(2110b) 위의 대향 전극(2131)은, 소정의 위치에 분할수에 따른 수(도 12에서는, n=2)의 제2 개구부(2114b)를 갖고 있다.

여기서는, 제1 개구부(2114a)와 제2 개구부(2114b)는 액정층(2120)을 개재하여 서로 공간적으로 중첩되는 위치 관계에 배치되어 있다. 또한, 제1 개구부(2114a) 및 제2 개구부(2114b)(서로 대향하는 한쌍의 개구부를 개구부(2114)라고 하는 경우도 있음)는 동일한 크기(직경)를 갖고 있고, 도 12의 (a)에서는 서로 중첩되어 있다.

이 액정층(2120)에 소정의 전압을 인가하면, 각각이 축 대칭 배향을 나타내는 2개(분할수 N과 동수)의 액정 도메인이 형성되고, 이들 액정 도메인 각각의 축 대칭 배향의 중심축은, 제1 개구부(2114a) 및 제2 개구부(2114b) 내 또는 이들 근방에 형성된다. 후에 상세히 설명한 바와 같이, 한쌍의 개구부(2114)는 축 대칭 배향 도메인의 중심축의 위치를 고정하도록 작용한다. 여기서 예시한 바와 같이, 제1 개구부(2114a)와 제2 개구부(2114b)가 액정층을 개재하여 서로 중첩되도록 배치하면, 한쌍의 개구부(2114)에 의한 실효 개구율의 저하를 억제할 수 있다. 제1 개구부와 제2 개구부의 작용에 의해 하나의 중심축을 고정·안정화하기 때문에, 제1 개구부(2114a) 또는 제2 개구부(2114b)가 발현할 작용은, 하나의 개구부에서 중심축을 고정·안정화하는 경우보다도 작아도 되기 때문에, 제1 개구부(2114a) 및 제2 개구부(2114b)의 직경을 작게 할 수 있고, 그 결과 실효 개구율의 저하를 억제할 수 있다. 벽 구조체(2115)는 그 경사면 효과로 액정 문자가 전압 인가 시(전계 발생 시)에 경사진 방향을 규정하도록 작용한다. 벽 구조체(2115)가 경사진 측면에 따른 배향 규제력은, 전압 무인가 시에도 작용하여, 액정 문자를 경사지게 한다.

또한, 화소 전극(2111)에 형성되는 절결부(2113)는, 축 대칭 배향 도메인의 경계 부근에 형성되고, 액정 문자가 전계에 의해서 쓰러지는 방향을 규정하여, 축 대칭 배향 도메인을 형성하도록 작용한다. 개구부(2114) 및 절결부(2113) 주변에는, 화소 전극(2111)과 대향 전극(2131) 사이에 인가되는 전압에 의해서, 경사 전계가 형성되어, 이 경사 전계와 벽 구조체(2115)에 의해서 왜곡되어 형성되는 벽면에서의 전계의 작용으로 액정 문자가 경사지는 방향이 규정되는 결과, 상술된 바와 같이 축 대칭 배향이 형성된다. 또한, 여기서는 절결부(2113)는, 화소(여기서는 전체가 투과 영역)에 형성되는 액정 도메인의 중심축에 대응하는 개구부(여기서는 도 12 중 우측의 개구부)(2114)를 중심으로 점대칭으로 배치된 4개의 절결부(2113)를 포함하고 있다.

이러한 절결부(2113)를 형성함으로써, 전압 인가 시에 액정 문자가 쓰러지는 방향이 규정되어, 2개의 액정 도메인이 형성된다. 또, 도 12 중, 화소 전극(2111)의 좌측에 절결부를 형성하지 않은 이유는, 도시한 화소 전극(2111)의 좌측에 위치하는 화소 전극(도시되지 않음)의 우단에 형성한 절결부에 의해서 마찬가지의 작용이 얻어지기 때문에, 화소의 실효 개구율을 저하하는 절결부를 화소 전극(2111)의 좌단에는 생략하고 있다. 여기서는, 후술하는 벽 구조체(2115)에 의한 배향 규제력도 얻어지기 때문에, 화소 전극(2111)의 좌단에 절결부를 형성하지 않아도, 절결부를 구비한 경우와 마찬가지로 안정된 액정 도메인이 형성되는 것 외에 추가로, 실효 개구율이 향상된다고 하는 효과가 얻어진다.

여기서는, 4개의 절결부(2113)를 형성했지만, 절결부는, 인접하는 액정 도메인의 간에 적어도 하나 형성하면 되고, 예를 들면 여기서는 화소의 중앙부에 가늘고 긴 절결부를 형성하여, 그 외의 것은 생략해도 된다.

축 대칭 배향 도메인의 중심축을 고정하기 위해서 화소 전극(2111) 및 대향 전극(2131)의 소정의 위치에 형성하는 제1 개구부(2114a) 및 제2 개구부(2114b)의 형상은, 예시한 바와 같이 원형인 것이 바람직하지만 이에 한정되지 않는다. 또한, 제1 개구부(2114a) 및 제2 개구부(2114b)의 형상이 다르더라도 된다. 단, 전방위적으로 거의 동일한 배향 규제력을 발휘시키기 위해서는, 4각형 이상의 다각형인 것이 바람직하고, 정다각형인 것이 바람직하다.

또한, 여기서는 동일한 크기의 제1 개구부(2114a)와 제2 개구부(2114b)를 서로 중첩되도록 배치한 구성을 예시하였지만, 제1 개구부(2114a) 및 제2 개구부(2114b)의 구성 및 배치는 이에 한정되지 않는다. 제1 개구부(2114a)와 제2 개구부(2114b)는 서로 중첩되지 않아도, 각각이 축 대칭 배향을 고정·안정화하는 효과는 얻어진다. 단, 제1 개구부(2114a)에 의해서, 액정 도메인의 축 대칭 배향의 중심축의 일단을 고정하고, 제2 개구부(2114b)에 의해서 타단을 고정하도록 배치하면, 축 대칭 배향의 중심축을 더 안정적으로 고정할 수 있다. 또한, 제1 개구부(2114a)와 제2 개구부(2114b)가 액정층을 통하여 서로 적어도 일부가 중첩되도록 배치하면, 개구부(2114)에 의한 실효 개구율의 저하를 억제할 수 있다. 이 때, 제1

개구부와 제2 개구부의 작용에 의해서 하나의 중심축을 고정·안정화하기 때문에, 제1 개구부(2114a) 또는 제2 개구부(2114b)가 발현할 작용은, 하나의 개구부에서 중심축을 고정·안정화하는 경우보다도 작아도 되고, 여기서 예시한 바와 같이 동일한 크기의 제1 개구부(2114a)와 제2 개구부(2114b)를 서로 중첩되도록 배치함으로써, 실효 개구율의 저하를 최소화할 수 있다.

축 대칭 배향 도메인 내의 액정 분자가 전계에 의해서 쓰러지는 방향을 규정하도록 작용하는 절결부(2113)의 형상은, 인접하는 축 대칭 배향에 대하여 거의 같은 배향 규제력을 발휘하도록 설정되고, 예를 들면 4각형이 바람직하다. 또, 절결부는 생략할 수도 있다.

액정 표시 장치(2100)는 인접하는 화소 사이에 차광 영역을 갖고, 이 차광 영역 내의 투명 기판(2110a) 위에 벽 구조체(2115)를 갖고 있다. 여기서, 차광 영역이란, 투명 기판(2110a) 위의 화소 전극(2111)의 주변 영역에 형성되는, 예를 들면 TFT나 게이트 신호 배선, 소스 신호 배선, 또는 투명 기판(2110b) 위에 형성되는 블랙 매트릭스에 의해 차광되는 영역이고, 이 영역은 표시에 기여하지 않는다. 따라서, 차광 영역에 형성된 벽 구조체(2115)는 표시에 악영향을 미치지 않는다.

여기서 예시한 벽 구조체(2115)는, 화소를 포위하도록 연속한 벽으로서 형성되어 있지만, 이에 한하지 않고 복수의 벽으로 분단되어 있어도 된다. 이 벽 구조체(2115)는 액정 도메인의 화소의 외연 근방에 형성되는 경계를 규정하도록 작용하기 때문에, 어느 정도의 길이를 갖는 것이 바람직하다. 예를 들면, 벽 구조체를 복수의 벽(벽부)으로 구성한 경우, 개개의 벽의 길이는, 인접한 벽 사이의 길이보다도 긴 것이 바람직하다.

액정층(2120)의 두께(셀 캡이라고도 함)를 규정하기 위한 지지체(2133)를 차광 영역(여기서는 블랙 매트릭스(2132)에 의해서 규정되는 영역)에 형성하면, 표시 품위를 저하시키지 않기 때문에 바람직하다. 지지체(2133)는, 투명 기판(2110a, 2110b) 중의 어느 쪽에 형성해도 되고, 예시한 바와 같이 차광 영역에 형성된 벽 구조체(2115) 위에 형성하는 경우에 한정되지 않는다. 벽 구조체(2115) 위에 지지체(2133)를 형성하는 경우에는, 벽 구조체(2115)의 높이와 지지체(2133)의 높이의 합이 액정층(2120)의 두께로 되도록 설정된다. 벽 구조체(2115)가 형성되어 있지 않은 영역에 지지체(2133)를 형성하는 경우에는, 지지체(2133)의 높이가 액정층(2120)의 두께로 되도록 설정된다. 지지체(2133)는, 예를 들면 감광성 수지를 이용하여 포토리소그래피 공정으로 형성할 수 있다.

이 액정 표시 장치(2100)에서는, 화소 전극(2111) 및 대향 전극(2131)에 소정의 전압(임계값 전압 이상의 전압)을 인가하면, 화소 전극(2111) 및 대향 전극(2131)의 길이 방향의 중앙부에 형성한 2쌍의 개구부(2114) 내 또는 그 근방에 각각의 중심축이 안정화된 2개의 축 대칭 배향 액정 도메인이 형성되고, 벽 구조체(2115)의 벽면에서 왜곡된 전계 및 벽 구조체의 벽면 효과에 의해 주로 인접하는 2개의 액정 도메인 내의 액정 분자가 전계에 의해 쓰러지는 방향을 규정하고, 한쌍의 절결부에 의한 경사 전계 작용으로 인접하는 2개의 액정 도메인 내의 액정 분자가 전계에 의해 쓰러지는 배향 규제력이 협동적으로 작용하여, 액정 도메인의 배향을 안정화한다고 생각된다.

이와 같이, 화소 전극(2111) 및 대향 전극(2131)의 축 대칭 배향 액정 도메인의 중심축에 대응하는 위치에 개구부(2114)를 형성함으로써, 중심축의 위치가 고정·안정화되기 때문에, 액정 표시 패널 내의 전면에 걸쳐, 축 대칭 배향 액정 도메인의 중심축이 일정한 위치에 배치되는 결과, 표시의 균일성이 향상된다. 또한, 축 대칭 배향이 안정화되는 결과, 중간조 표시에서의 응답 시간을 짧게 할 수 있다는 효과도 얻어진다. 또한, 액정 표시 패널의 가압에 의한 잔상을 저감할 수도 있다(회복하는 시간을 짧게 할 수도 있다).

또, 투명 기판(2110a)의 액정층(2120)측에는, 예를 들면 TFT 등의 능동 소자 및 TFT에 접속된 게이트 배선 및 소스 배선 등의 회로 요소(모두 도시되지 않음)가 형성된다. 또한, 투명 기판(2110a)과, 투명 기판(2110a) 위에 형성된 회로 요소 및 상술한 화소 전극(2111), 벽 구조체(2115), 지지체(2133)(지지체는 액티브 매트릭스 기판 및 컬러 필터 기판 어느 쪽에 형성해도 상관없다) 및 배향막 등을 통합하여 액티브 매트릭스 기판이라고 하는 경우가 있다. 한편, 투명 기판(2110b)과 투명 기판(2110b) 위에 형성된 컬러 필터층(2130), 블랙 매트릭스(2132), 대향 전극(2131) 및 배향막 등을 통합하여 대향 기판 또는 컬러 필터 기판이라고 하는 경우가 있다.

또한, 상기한 설명에서는 생략했지만, 액정 표시 장치(2100)는, 투명 기판(2110a, 2110b)을 개재하여 서로 대향하도록 배치된 한쌍의 편광판을 더 갖는다. 한쌍의 편광판은 전형적으로는 투과축이 서로 직교하도록 배치된다. 또한, 후술하는 바와 같이, 2축성 광학 이방성 매체층 또는 1축성 광학 이방성 매체층을 형성해도 된다.

(반 투과형 액정 표시 장치)

다음으로, 도 13을 참조하여, 본 발명의 제2 국면에 따른 실시 형태의 반 투과형 액정 표시 장치(200)의 구성을 설명한다.

도 13은 본 발명의 제2 국면에 따른 실시 형태의 투과형 액정 표시 장치(2200)의 하나의 화소의 구성을 모식적으로 도시하는 도면으로, 도 13의 (a)는 평면도이고, 도 13의 (b)는 도 13의 (a) 중 13B-13B'선을 따라 취한 단면도이다.

여기서는, 1 화소를 3 분할($N=3$, 투과 영역이 2 분할, 반사 영역이 1 분할)한 예를 나타내지만, 화소 피치에 따라서 분할수($=N$)는 적어도 2개 이상(투과 영역이 최저 1 분할, 반사 영역이 최저 1 분할)으로 설정할 수 있다. 대향 기판(제2 기판)측의 분할 영역(축 대칭 배향 도메인이 형성되는 영역)의 대략 중심으로 형성하는 개구부의 수($=n$)도 화소 분할수($=N$)와 동일하게 하는 것이 바람직하다. 단, 예를 들면 후술하는 바와 같이, 대향 기판의 반사 영역의 액정층측에 선택적으로 투명 유전체층을 형성하는 경우에는, 대향 전극(제2 전극)의 반사 영역에는 개구부를 형성하지 않아도 된다. 또한, 분할수($=N$)가 많아지면, 실효 개구율은 저하하는 경향이 있기 때문에, 고정밀한 표시 패널에 적용하는 경우에는, 분할수($=N$)를 작게 하는 것이 바람직하다.

액정 표시 장치(2200)는, 투명 기판(예를 들면 글래스 기판)(2210a)과, 투명 기판(2210a)에 대향하도록 형성된 투명 기판(2210b)과, 투명 기판(2210a, 2210b) 간에 형성된 수직 배향형의 액정층(2220)을 갖는다. 양방의 기판(2210a, 2210b) 위의 액정층(2220)에 접하는 면에는 수직 배향막(도시되지 않음)이 형성되고 있고, 전압 무인가 시에는, 액정층(2220)의 액정 분자는 수직 배향막의 표면에 대하여 대략 수직으로 배향하고 있다. 액정층(2220)은 유전 이방성이 마이너스인 네마티ック 액정 재료를 포함하며, 필요에 따라, 카이럴체를 더 포함한다.

액정 표시 장치(2200)는, 투명 기판(2210a) 위에 형성된 화소 전극(2211)과, 투명 기판(2210b) 위에 형성된 대향 전극(2231)을 갖고, 화소 전극(2211)과 대향 전극(2231) 간에 형성된 액정층(2220)이 화소를 규정한다. 투명 기판(2210a) 위에는, 후술하는 바와 같이 TFT 등의 회로 요소가 형성되어 있다. 투명 기판(2210a) 및 이 위에 형성된 구성 요소를 통합하여 액티브 매트릭스 기판(2210a)이라고 하는 경우가 있다.

또한, 전형적으로는, 투명 기판(2210b)의 액정층(2220)측에는, 화소에 대응하여 형성되는 컬러 필터(2230)(복수의 컬러 필터를 통합하여 전체를 컬러 필터층(2230)이라고 하는 경우도 있음)와, 인접하는 컬러 필터(2230) 간에 형성되는 블랙 매트릭스(차광층)(2232)가 형성되고, 이들 위에 대향 전극(2231)이 형성되지만, 대향 전극(2231) 위(액정층(2220)측)에 컬러 필터층(2230)이나 블랙 매트릭스(2232)를 형성해도 된다. 투명 기판(2210b) 및 이 위에 형성된 구성 요소를 통합하여 대향 기판(컬러 필터 기판) 기판(2210b)이라고 하는 경우가 있다.

화소 전극(2211)은, 투명 도전층(예를 들면 ITO층)으로 형성된 투명 전극(2211a)과, 금속층(예를 들면, Al층, Al을 포함하는 합금층, 및 이들 중 어느 하나를 포함하는 적층막)으로 형성된 반사 전극(2211b)을 갖는다. 그 결과, 화소는 투명 전극(2211a)에 의해서 규정되는 투명 영역 A와, 반사 전극(2211b)에 의해서 규정되는 반사 영역 B를 포함한다. 투명 영역 A는 투과 모드로 표시를 행하고, 반사 영역 B는 반사 모드로 표시를 행한다.

화소 분할수($=N$)가 3(투과 영역이 2 분할, 반사 영역이 1 분할)인 도 13에 도시한 액정 표시 장치(2200)에서는, 화소 전극(2211) 주위의 차광 영역 위에 후술하는 벽 구조체(2215)가 형성되어 있다. 또한, 화소 전극(2211)은, 화소 내의 소정의 위치에 분할수에 따른 수(도 13에서는, $n=3$)의 제1 개구부(2214a)를 갖고 있다. 화소 전극(2211)은, 또한 소정의 위치에 4개의 절결부(2213)를 갖고 있다. 한편, 대향측의 투명 기판(2210b) 위의 대향 전극(2231)은, 투과 영역의 분할수에 따른 2개의 제2 개구부(2214b)를 갖고 있다.

이 액정층에 소정의 전압을 인가하면, 각각이 축 대칭 배향을 나타내는 3개(분할수 NT와 동수)의 액정 도메인이 형성되고, 이들 액정 도메인의 각각의 축 대칭 배향의 중심축은, 제1 개구부(2214a) 및 제2 개구부(2214b) 내 또는 그 근방에 형성된다. 후에 설명한 바와 같이, 화소 전극(2211) 및 대향 전극(2231)의 소정의 위치에 형성한 개구부(2214a, 2214b)가 축 대칭 배향의 중심축의 위치를 고정하도록 작용한다. 여기서 예시한 바와 같이, 투과 영역에서, 제1 개구부(2214a)와 제2 개구부(2214b)가 액정층을 개재하여 서로 중첩되도록 배치하면, 한쌍의 개구부(2214)에 의한 실효 개구율의 저하를 억제할 수 있다. 제1 개구부와 제2 개구부의 작용에 의해서 하나의 중심축을 고정·안정화하기 때문에, 제1 개구부(2214a) 또는 제2 개구부(2214b)가 발현할 작용은, 하나의 개구부에서 중심축을 고정·안정화하는 경우보다도 작아도 되기 때문에, 제1 개구부(2214a) 및 제2 개구부(2214b)의 직경을 작게 할 수 있고, 그 결과 실효 개구율의 저하를 억제할 수 있다. 벽 구조체(2215)는 그 경사면 효과로 액정 분자가 전압 인가 시(전계 발생 시)에 경사진 방향을 규정하도록 작용한다.

또한, 필요에 따라 배치하는 절결부(2213)는 축 대칭 배향 도메인의 경계 부근에 형성되고, 액정 분자가 전계에 의해서 쓰러지는 방향을 규정하고, 축 대칭 배향 도메인을 형성하도록 작용한다. 절결부(2213) 주변에는, 개구부(2214a, 2214b)와

마찬가지로, 화소 전극(2211)과 대향 전극(2213) 사이에 인가되는 전압에 의해, 경사 전계가 형성되고, 이 경사 전계와 벽 구조체(2215)에 의해서 왜곡되어 형성되는 벽면에서의 전계의 작용으로 액정 분자가 경사지는 방향이 규정되는 결과, 상술된 바와 같이 축 대칭 배향이 형성된다.

또한, 여기서는 절결부(2213)는, 화소의 투과 영역에 형성되는 액정 도메인의 중심축에 대응하는 개구부(여기서는 도 13의 (a) 중 우측의 개구부)(2214a)를 중심으로 점대칭으로 배치된 4개의 절결부(2213)를 포함하고 있다. 이러한 절결부(2213)를 형성함으로써, 전압 인가 시에 액정 분자가 쓰러지는 방향이 규정되어, 3개의 액정 도메인이 형성된다. 벽 구조체(2215)나 개구부(2214)나 절결부(2213)의 배치 및 이들의 바람직한 형상에 대해서는, 상술한 투과형 액정 표시 장치(100)의 경우와 마찬가지이다. 도 13에는, 투과 영역 A에 2개의 액정 도메인을 형성하고, 반사 영역 B에 하나의 액정 도메인을 형성하는 예를 나타내었지만, 이에 한정되지 않는다. 또, 개개의 액정 도메인은 대략 정방형의 형상으로 하는 것이, 시야각 특성 및 배향의 안정성의 관점에서 바람직하다.

액정 표시 장치(2200)는, 인접하는 화소 사이에 차광 영역을 갖고, 이 차광 영역의 투명 기판(2210a) 위에 벽 구조체(2215)를 갖고 있다. 차광 영역은 표시에 기여하지 않기 때문에, 차광 영역에 형성된 벽 구조체(2215)는 표시에 악영향을 미치지 않는다. 여기서 예시한 벽 구조체(2215)는, 화소를 포위하도록 연통한 벽으로서 형성되어 있지만, 이에 한하지 않고 복수의 벽으로 분단되어 있어도 된다. 이 벽 구조체(2215)는 액정 도메인의 화소의 외연 근방에 형성되는 경계를 규정하도록 작용하기 때문에, 어느 정도 길이를 갖는 것이 바람직하다. 예를 들면, 벽 구조체(2215)를 복수의 벽으로 구성한 경우, 개개의 벽의 길이는, 인접한 벽 사이의 길이보다도 긴 것이 바람직하다.

액정층(2220)의 두께(셀 캡이라고도 함)를 규정하기 위한 지지체(2233)를 차광 영역(여기서는 블랙 매트릭스(2232)에 의해서 규정되는 영역)에 형성하면, 표시 품위를 저하시키지 않기 때문에 바람직하다. 지지체(2233)는 투명 기판(2210a, 2210b) 중의 어느 쪽에 형성해도 되고, 예시한 바와 같이, 차광 영역에 형성된 벽 구조체(2215) 위에 형성하는 경우에 한정되지 않는다. 벽 구조체(2215) 위에 지지체(2233)를 형성하는 경우에는, 벽 구조체(2215)의 높이와 지지체(2233)의 높이의 합이 액정층(2220)의 두께로 되도록 설정된다. 벽 구조체(2215)가 형성되어 있지 않은 영역에 지지체(2233)를 형성하는 경우에는, 지지체(2233)의 높이가 액정층(2220)의 두께로 되도록 설정된다.

이 액정 표시 장치(2200)에서는, 화소 전극(2211) 및 대향 전극(2231)에 소정의 전압(임계값 전압 이상의 전압)을 인가하면, 투과 영역 A에 2개의 축 대칭 배향 액정 도메인과, 반사 영역 B에 하나의 축 대칭 배향 도메인이 형성된다. 벽 구조체(2215)의 벽면에서 왜곡된 전계 및 벽 구조체의 벽면 효과에 의해 주로 인접한 3개의 액정 도메인 내(투과 영역 2개, 반사 영역 1개)의 액정 분자가 전계에 의해 쓰러지는 방향을 규정하고, 4개의 절결부에 의한 경사 전계 작용으로 인접한 3개의 액정 도메인 내의 액정 분자가 전계에 의해 쓰러지는 배향 규제력이 협동적으로 작용하여, 액정 도메인의 축 대칭 배향이 안정화된다. 또한 투과 영역 A에 형성되는 2개의 축 대칭 배향 액정 도메인의 중심축은, 각각 한쌍의 개구부(2214)(서로 대향하는 2214a 및 2214b) 내 또는 근방에 고정되어, 안정화된다. 반사 영역 B에 형성되는 하나의 축 대칭 액정 도메인의 중심축은 개구부(2214a)에 의해서 안정화된다.

다음으로, 투과 모드 표시와 반사 모드 표시 양방을 행할 수 있는 반 투과형 액정 표시 장치(2200)에 특유의 바람직한 구성을 설명한다.

투과 모드 표시에서는, 표시에 이용되는 광은 액정층(2220)을 일회 통과할 뿐인 반면에, 반사 모드 표시에서는, 표시에 이용되는 광은 액정층(2220)을 2회 통과한다. 따라서, 도 13의 (b)에 모식적으로 도시한 바와 같이, 투과 영역 A의 액정층(2220)의 두께 dt 를 반사 영역 B의 액정층(2220)의 두께 dr 의 약 2배로 설정하는 것이 바람직하다. 이와 같이 설정함으로써, 양 표시 모드의 광에 대하여 액정층(2220)이 부여하는 리터레이션을 대략 같게 할 수 있다. $dr=0.5dt$ 가 가장 바람직하지만, $0.3dt < dr < 0.7dt$ 의 범위 내에 있으면 양방의 표시 모드에서 양호한 표시를 실현할 수 있다. 물론, 용도에 따라서는, $dt=dr$ 이어도 된다.

액정 표시 장치(2200)에 있어서는, 반사 영역 B의 액정층(2220)의 두께를 투과 영역 A의 액정층의 두께보다도 작게 하기 위해, 글래스 기판(2210b)의 반사 영역 B에만 투명 유전체층(2234)을 형성하고 있다. 이러한 구성을 채용하면, 반사 전극(2211b) 하에 절연막 등을 이용하여 단차를 형성할 필요가 없기 때문에, 액티브 매트릭스 기판(2210a)의 제조를 간략화할 수 있다는 이점이 얻어진다. 또한, 액정층(2220)의 두께를 조정하기 위한 단차를 형성하기 위한 절연막 위에 반사 전극(2211b)를 형성하면, 절연막의 경사면(테이퍼부)을 피복하는 반사 전극에 의해서 투과 표시에 이용되는 광이 차단되거나, 혹은 절연막의 경사면에 형성된 반사 전극에서 반사되는 광은, 내부 반사를 반복하기 때문에, 반사 표시에도 유효하게 이용되지 않는다는 문제가 발생하지만, 상기 구성을 채용하면 이들 문제의 발생이 억제되어, 광의 이용 효율을 개선할 수 있다.

또한, 이 투명 유전체층(2234)에 광을 산란하는 기능(확산 반사 기능)을 갖는 것을 이용하면, 반사 전극(2211b)에 확산 반사 기능을 부여하지 않아도, 양호한 페이퍼화이트에 가까운 백 표시를 실현할 수 있다. 투명 유전체층(2234)에 광 산란능을 부여하지 않아도, 반사 전극(2211b)의 표면에 요철 형상을 부여함으로써, 페이퍼화이트에 가까운 백 표시를 실현할 수도 있지만, 요철의 형상에 따라서는 축 대칭 배향의 중심축의 위치가 안정되지 않는 경우가 있다. 이에 대하여, 광 산란능을 갖는 투명 유전체층(2234)과 평탄한 표면을 갖는 반사 전극(2211b)을 이용하면, 반사 전극(2211b)에 형성하는 개구부(2214a)에 의해서 중심축의 위치를 보다 확실하게 안정화할 수 있다는 이점이 얻어진다. 물론, 대향 전극(2231)의 반사 영역 B에 개구부(2214b)를 형성함으로써 축 대칭 배향의 중심축을 더 안정화할 수 있다. 또, 반사 전극(2211b)에 확산 반사 기능을 부여하기 위해서, 그 표면에 요철을 형성하는 경우, 요철 형상은 간접 색이 발생하지 않도록 연속한 괴형상으로 하는 것이 바람직하고, 축 대칭 배향의 중심축을 안정화할 수 있도록 설정하는 것이 바람직하다.

또한, 투과 모드에서는 표시에 이용되는 광은 컬러 필터층(2230)을 일회 통과할 뿐인 반면에, 반사 모드 표시에서는, 표시에 이용되는 광은 컬러 필터층(2230)을 2회 통과한다. 따라서, 컬러 필터층(2230)으로서, 투과 영역 A 및 반사 영역 B에 동일한 광학 농도의 컬러 필터층을 이용하면, 반사 모드에서의 색 순도 및/또는 휘도가 저하하는 경우가 있다. 이 문제의 발생을 억제하기 위해서, 반사 영역의 컬러 필터층의 광학 농도를 투과 영역의 컬러 필터층보다도 작게 하는 것이 바람직하다. 또, 여기서 말하는 광학 농도는, 컬러 필터층을 특징짓는 특성값으로, 컬러 필터층의 두께를 작게 하면, 광학 농도를 작게 할 수 있다. 혹은, 컬러 필터층의 두께를 그대로이고, 예를 들면 첨가하는 색소의 농도를 저하시켜, 광학 농도를 작게 할 수도 있다. 이와 같이 투과 영역 A와 반사 영역 B로 다른 컬러 필터의 색층을 형성하는 것은 표시의 색 재현성을 향상시킬 목적으로 매우 효과가 크다.

다음으로, 도 14 및 도 15를 참조하여, 반 투과형 액정 표시 장치에 적합하게 이용되는 액티브 매트릭스 기판의 구조의 일례를 설명한다. 도 14는 액티브 매트릭스 기판의 부분 확대도이고, 도 15는 도 14 중 X-X'선을 따라 취한 단면도이다. 도 14 및 도 15에 도시한 액티브 매트릭스 기판은, 투과 영역 A에 하나의 액정 도메인을 형성하는 구성을 갖고 있는 점(즉, 개구부(2214a) 및 절결부(2213)의 수가 적은 점)에서, 도 13에 도시한 액티브 매트릭스 기판(2211a)과 다르지만, 다른 구성을 동일해도 된다.

도 14 및 도 15에 도시한 액티브 매트릭스 기판은, 예를 들면 글래스 기판으로 이루어지는 투명 기판(1)을 갖고, 투명 기판(1) 위에는, 게이트 신호선(2002) 및 소스 신호선(2003)이 서로 직교하도록 형성되어 있다. 이들 신호 배선(2002, 2003)의 교차부의 근방에 TFT(2004)를 형성하고 있고, TFT(2004)의 드레인 전극(2005)은 화소 전극(2006)에 접속되어 있다.

화소 전극(2006)은, ITO 등의 투명 도전층으로 형성된 투명 전극(2007)과, AI 등으로 형성된 반사 전극(2008)을 갖고, 투명 전극(2007)이 투과 영역 A를 규정하고, 반사 전극(2008)이 반사 영역 B를 규정한다. 화소 전극(2006)의 소정의 영역에는, 상술한 바와 같이 축 대칭 배향 도메인의 배향을 제어하기 위해서 절결부(2014)가 형성되어 있다. 또한 축 대칭 배향 도메인의 배향 상태를 규정하기 위해서 화소 외의 비표시 영역의 신호선(차광 영역)의 부분에는 화소 영역을 둘러싼 벽 구조체(도시되지 않음)가 형성된다.

화소 전극(2006)은 다음단의 게이트 신호선 위에 게이트 절연막(2009)을 개재하여 중첩시키고 있고, 보조 용량이 형성되어 있다. 또한, TFT(2004)은 게이트 신호선(2002)으로부터 분기한 게이트 전극(2010) 상부에 게이트 절연막(2009), 반도체층(2012s), 채널 보호층(2012c) 및 n⁺-Si층(2011sd)(소스·드레인 전극)이 적층된 구조를 갖고 있다.

또, 여기서는 보텀 게이트형의 TFT의 구성예를 나타내었지만, 이에 한정되지 않고, 톱 게이트형의 TFT를 이용할 수도 있다.

상술한 바와 같이, 도 13에 도시한 구성을 갖는 액정 표시 장치(2200)는, 투과 영역에 형성되는 축 대칭 배향 액정 도메인의 중심축은, 화소 전극(2211)에 형성된 개구부(2214a)와 대향 전극(2231)에 형성된 개구부(2214b)에 의해 위치가 고정되어, 안정화된다. 또한, 반사 영역에 형성되는 축 대칭 배향 도메인의 중심축은, 화소 전극(2211)에 형성된 개구부(2214a)에 의해서 위치가 고정되어, 안정화된다. 그 결과, 액정 표시 장치(100)와 같이, 액정 표시 패널 내의 전면에 걸쳐, 축 대칭 배향 액정 도메인의 중심축이 일정한 위치에 배치되는 결과, 표시의 균일성이 향상된다. 또한, 축 대칭 배향이 안정화되는 결과, 중간조 표시에서의 응답 시간을 짧게 할 수 있다는 효과도 얻어진다. 또한, 액정 표시 패널의 가압에 의한 잔상을 저감할 수도 있다(회복하는 시간을 짧게 할 수도 있다).

또한, 투명 유전체층(2234) 및/또는 컬러 필터층(2230)을 상술된 바와 같이 구성함으로써, 투과 모드 및 반사 모드에서의 표시의 밝기나 색 순도를 향상할 수 있다. 또, 상기한 예에서는, 반사 영역에 형성되는 축 대칭 배향 액정 도메인의 중심폭에 대응하는 개구부(2214b)를 생략했지만, 물론 반사 영역의 대향 전극(2231)에도 개구부를 형성해도 된다. 이 경우, 투명 유전체층(2234)의 액정층(2220)측의 대향 전극(2231)을 형성하는 것이 바람직하다.

[동작 원리]

도 16을 참조하여, 수직 배향형 액정층을 갖는 본 발명의 제2 국면에 따른 실시 형태의 액정 표시 장치가 우수한 광 시야각 특성을 갖는 이유를 설명한다.

도 16은 액티브 매트릭스 기판측에 형성한 벽 구조체(2015) 및 개구부(2014a)와, 컬러 필터 기판측에 형성한 개구부(2014b)에 의한 배향 규제력의 작용을 설명하기 위한 도면으로, 도 16의 (a)는 전압 무인가 시, 도 16의 (b)는 전압 인가 시의 액정 분자의 배향 상태를 모식적으로 나타내고 있다. 도 16의 (b)에 도시한 상태는 중간조를 표시한 상태이다.

도 16에 도시한 액정 표시 장치는, 투명 기판(2001) 위에, 절연막(2016), 소정의 위치에 개구부(2014a)를 갖는 화소 전극(2006), 벽 구조체(2015)를 형성하고, 배향막(2012)을 이 순서대로 배치하고 있다. 다른 쪽의 투명 기판(2017) 위에는 컬러 필터층(2018)과 소정의 위치에 개구부(2014b)를 갖는 대향 전극(2019) 및 배향막(2032)이 이 순서대로 형성되어 있다. 양 기판 간에 형성된 액정층(2020)은, 마이너스인 유전 이방성을 갖는 액정 분자(2021)를 포함한다.

도 16의 (a)에 도시한 바와 같이, 전압 무인가 시에는, 액정 분자(2021)는 수직 배향막(2022, 2032)의 배향 규제력에 의해 기판 표면에 대하여 대략 수직으로 배향한다.

한편, 전압 인가 시에는, 도 16의 (b)에 도시한 바와 같이, 유전 이방성이 마이너스인 액정 분자(2021)는 분자 장축이 전기력선에 대하여 수직으로 되려고 하기 때문에, 한쌍의 개구부(2014a, 2014b)의 주변에 형성되는 경사 전계 및 벽 구조체(2015)의 측면(벽면)의 전계 왜곡이나 배향 규제력에 의해서, 액정 분자(2021)가 쓰러지는 방향이 규정되게 된다. 따라서, 예를 들면 개구부(2014a, 2014b)를 중심으로 하는 축 대칭 형상으로 배향하게 된다. 이 축 대칭 배향 도메인 내에서는 액정 디렉터는 전방위(기판면 내의 방위)로 배향하고 있기 때문에, 시야각 특성이 우수하다.

여기서는, 개구부(2014a, 2014b) 주위에 형성되는 경사 전계의 작용이나 벽 구조체(2015)에서의 배향 규제력에 대하여 설명했지만, 화소 전극(2006)의 옛지부에 형성되는 절결부의 근방에서도 마찬가지로 경사 전계가 형성되어, 액정 분자(21)가 전계에 의해서 기우는 방향이 규정된다.

다음으로, 도 17의 (a) 및 도 17의 (b)을 참조하여, 본 발명의 제2 국면에 따른 실시 형태의 액정 표시 장치에서, 화소 전극에 형성한 개구부와 대향 전극에 형성한 개구부가 축 대칭 배향의 중심축을 효과적으로 안정화하는 메카니즘을 상세히 설명한다.

도 17의 (a) 및 도 17의 (b)는, 액정층에 상대 투과율이 10%로 되는 전압(여기서는 3V)을 인가한 후, 200m초 경과 후의 액정 분자(도면 중 선분)의 배향 상태와, 액정층 내에 형성되는 전계의 등전위선을 2차원 전계 시뮬레이션으로 구한 결과를 모식적으로 도시하는 도면으로, 도 17의 (a)는 화소 전극(2019') 및 대향 전극(2006')에 개구부를 형성하지 않은 경우, 도 17의 (b)는 화소 전극(2006)에 개구부(2014a)를 형성하고, 대향 전극(2019)에 개구부(2014b)를 형성한 경우를 나타내고 있다. 도 17의 (b)는, 도 12 및 도 13 중 17B-17B'선을 따라 취한 단면도에 상당한다. 여기서, 액정층의 두께는, 4.0 μm 이고, 액정 재료의 유전율은 -4.5, 굴절율은 $no=1.485$, $ne=1.495$ 이다. 또한, 벽 구조체의 높이는 $0.5\mu\text{m}$ 로 하여, 화소 퍼치($50\mu\text{m} \times 16\mu\text{m}$)로 했다.

도 17의 (a)에 도시한 바와 같이, 개구부를 형성하지 않은 화소 전극(2006') 및 대향 전극(2019')을 구비하는 구성에서는, 액정 분자(2021)의 축 대칭 배향의 중심축의 위치가 일정한 영역에 효과적으로 고정되지 않고, 양측의 벽 구조체(2015)의 중앙에 형성되지 않지 않는 경우가 있다. 이에 대하여, 양측의 벽 구조체(2015)의 중앙 부근에, 서로 대향하도록 화소 전극(2006) 및 대향 전극(2019)에 개구부(2014a, 2014b)를 형성한 구성에서는, 도 17의 (b)에 도시한 바와 같이, 액정 분자(2021)의 축 대칭 배향의 중심축이 한쌍의 개구부(2014a, 2014b) 내에 고정되어, 안정화된다. 한쌍의 개구부(2014a, 2014b)의 중앙 부근에 위치하는 액정 분자(2021)는 수직으로 배열하여, 축 대칭 배향의 중심축으로 된다. 이것은, 화소 전극(2006) 및 대향 전극(2019)에 형성된 개구부(2014a, 2014b)에 등전위선이 인입됨으로써 형성되는 경사 전계의 작용에 의한다. 전압 인가 직후에는 거의 일정하게 수직으로 배향하고 있던 액정 분자(2021)는, 시간 경과와 함께 축 대칭 배향을 형성하여, 개구부(2014a, 2014b)의 중심에 중심축이 형성되어, 고정·안정화된다.

또한, 화소 전극(2006) 및 대향 전극(2019)에 형성한 개구부(2014a, 2014b)에서의 전계와 액정 분자(2021)의 배향 거동의 관계를 상세히 해석한 결과, 전압 인가 시에 개구부(2014a, 2014b)의 중앙에서의 전위 V_a' (예를 들면 상기 전계 시뮬레이션으로 구해짐)가 액정층의 임계값 전압 V_{th} 보다도 작은 경우에는, 개구부(2014a, 2014b)의 중앙에서 액정 분자(21)가 움직이지 않고 고정되는 것을 알았다. 즉, 개구부(2014a, 2014b)의 중앙의 전위가 액정층의 임계값 전압 V_{th} 보다도 작은 경우($V_a' < V_{th}$)에는, 액정층에 전압이 인가되어도 액정 분자는 초기의 수직 배향 상태 그대로이기 때문에 분자축은 일정하게 수직으로 선 상태이다. 한편, 전압 인가 시에 개구부(2014a, 2014b)의 중앙에서의 전위 V_a' 가 액정층의 임계치 전압 V_{th} 보다도 큰 경우($V_a' > V_{th}$)에는 액정 분자가 전계의 영향을 받아 등전위선을 따라 취하도록(유전 이방성이 마이너스인 액정 재료의 경우) 배열하여, 경사 배향하도록 되어 축 위치가 효과적으로 정해지게 된다. 이 영향으로, 축 위치가 불균일해지거나, 중간조 전압 변화 시의 완화 응답 시간이 증대하게 되어, 위화감의 증가나 응답 시간이 지연되어도 잔상 현상 등이 현저해지기 쉬워진다. 중간조로 축 대칭 배향을 충분히 안정화시키기 위해서는, 예를 들면 상대 투과율이 10%로 되는 전압을 인가했을 때에, 개구부의 중앙의 전위가 액정층의 임계값 전압보다도 작아지도록 개구부의 크기를 설정하는 것이 바람직하다.

또한, 개구부(2014a, 2014b)의 형상은, 원형인 것이 바람직하지만 이에 한정되지 않는다. 단, 전방위적으로 거의 동일한 배향 규제력을 발휘시키기 위해서는, 4각형 이상의 다각형인 것이 바람직하고, 정다각형인 것이 바람직하다. 또한, 개구부(2014a, 2014b)의 크기 Wh' 는, 각각, $1\mu\text{m} \leq Wh' \leq 18\mu\text{m}$ 의 조건을 만족하는 것이 바람직하다. 개구부(2014a, 2014b)의 크기 Wh' 는, 개구부가 원형인 경우에는 직경으로 표시되고, 다각형인 경우에는 가장 긴 대각선의 길이로 표시된다.

도 18 및 도 19를 참조하여, 개구부의 크기 Wh' 는 $1\mu\text{m} \leq Wh' \leq 18\mu\text{m}$ 의 조건을 만족하는 것이 바람직한 이유를 설명한다. 이 하에서는 원형의 개구부에 대하여 검토한 결과를 설명한다. 액정층 및 액정 재료는, 도 17의 경우와 동일하다.

도 18은, 개구부 직경 Wh' 과, 3V 인가 시의 개구부 전위 V_a' 의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 19는 3V 인가 시에 개구부 내에서 상대 투과율이 0%로 되는 영역의 직경, 즉 액정 분자가 수직으로 배향하고 있는 영역의 직경(이하, 수직 배향 영역 직경) Lh' 과, 개구부 직경 Wh' 의 관계를 나타내는 그래프이다. 여기서는, 서로 중첩되도록 배치한 개구부의 크기 Wh' 이 동일한 경우를 나타내고 있다.

도 18로부터 알 수 있듯이, 개구부의 직경 Wh' 이 커지면, 그에 따라 개구부 전위 V_a' 는 단조롭게 감소한다. 여기서 검토한 액정층의 임계값 전압 V_{th} 는 2.7V 이기 때문에, 바람직한 개구부 직경 Wh' 의 범위의 하한값은 $1\mu\text{m}$ 로 된다. 또, 액정층의 임계값 전압은, 상술한 액정 패널의 구성을 기초로 한 광학 시뮬레이션으로 산출한 전압-투과율 특성으로 액정층의 상대 투과율이 0%인 상태에서 변화한 최소 전압값으로 정의했다. 시뮬레이션의 결과의 유효성은, 실제의 패널의 평가에 의해서 확인했다.

또한, 도 19에서 알 수 있듯이, 개구부 직경 Wh' 이 커지면 수직 배향 영역 직경 Lh' 이 단조롭게 증대한다. 수직 배향 영역이 커지면 투과율이 저하하게 되기 때문에, 투과율의 관점에서는 수직 배향 영역은 작은 쪽이 바람직하다. 하나의 액정 도메인이 형성되는 서브 화소의 크기를 약 $500\mu\text{m}^2$ (1 화소를 $50\mu\text{m} \times 16\mu\text{m}$ 로 하고, 하나의 액정 도메인이 형성되는 영역(서브 화소)를 $33\mu\text{m} \times 16\mu\text{m}$)로 한 경우, 수직 배향 영역 직경 Lh' 가 $10\mu\text{m}$ 을 초과하면 실효 개구율이 약 15% 저하되기 때문에, 충분한 표시 휴도를 확보하기 위해서는, 개구부 직경 Wh' 은 $18\mu\text{m}$ 이하에 있는 것이 바람직하다. 또한, 축 대칭 배향을 안정화하는 작용을 높이기 위해서는, 개구부 직경 Wh' 은 $3\mu\text{m}$ 이상인 것이 바람직하고, 투과율의 저하를 억제하기 위해서는, 개구부 직경 Wh' 은 $13\mu\text{m}$ 이하인 것이 보다 바람직하다. 또, 상대 투과율이 0%로 되는 영역의 직경(수직 배향 영역 직경)은, 2 차원의 전계(광학) 시뮬레이션으로 구하고, 액정층을 구동시키는 전압을 인가할 때에도 액정 다이렉터가 개구부 근방에서 수직 방향으로 고정되어 광선이 투과하지 않은(실질적으로 복굴절을 발생하지 않는 흑 표시) 영역의 직경을 나타낸다.

본 발명의 제2 국면에 따른 실시 형태에 따른 반 투과형 액정 표시 장치의 구체적인 특성을 이하에 예시한다.

여기서는, 도 9에 도시한 구성을 갖는 액정 표시 장치를 제작했다. 액정 셀(1050)에는 도 13에 도시한 액정 표시 장치(2200)와 마찬가지 구성의 액정 셀을 이용했다. 대향 기판측의 대향 전극에는, 투과 영역 및 반사 영역 각각의 소정의 위치에 직경 $8\mu\text{m}$ 의 축 대칭 배향 도메인의 축 중심 고정용 전극 개구부를 배치했다. 또한, 컬러 필터 기판으로서는 투명 유전체 층(2234)에 광 산란능을 갖지 않는 것을 이용하여, 반사 전극(2211b)의 하층부에 표면에 요철 형상의 연속 형상을 실시한 수지층을 형성하여, 반사 표시 시의 확산 반사 특성을 조정했다.

공지의 배향막 재료를 이용하여, 공지의 방법으로 수직 배향막을 형성했다. 러빙 처리는 행하고 있지 않다. 액정 재료로서는, 유전율 이방성이 마이너스인 액정 재료($\Delta n: 0.1, \Delta \varepsilon: -4.5$)를 이용했다. 여기에서는, 투과 영역의 액정층 두께 dt 를 4 μm , 반사 영역의 액정층 두께 dr 를 2.2 μm ($dr=0.55dt$)로 했다.

본 실시예의 액정 표시 장치의 구성은, 위로부터 순서대로 편광판(관찰측), 1/4 파장판(위상차판(1)), 광학 이방성이 마이너스인 위상차판(위상차판(2)(NR판)), 액정층(상측; 컬러 필터 기판, 하측; 액티브 매트릭스 기판), 광학 이방성이 마이너스인 위상차판(위상차판(3)(NR판)), 1/4 파장판(위상차판(4)), 편광판(백 라이트측)의 적층 구조로 했다. 또, 액정층의 상하의 1/4 파장판(위상차판(1)과 위상차판(4))으로서는 서로의 지상축을 직교시켜, 각각의 위상차를 140nm로 한다. 광학 이방성이 마이너스인 위상차판(위상차판(2)과 위상차판(3))은 각각의 위상차를 135nm로 했다. 또한, 2매의 편광판(관찰측, 백 라이트측)에서는, 투과축을 직교시켜 배치했다.

액정 표시 장치에 구동 신호를 인가(액정층에 4V 인가)하여 표시 특성을 평가했다.

투과 표시에서의 시각-콘트라스트의 특성 결과는, 도 11에 도시한 것과 마찬가지였다. 투과 표시에서의 시야각 특성은 거의, 전방위적이고 대칭인 특성을 나타내고, $CR>10$ 의 영역은 $\pm 80^\circ$ 로 양호하고, 투과 콘트라스트도 정면에서 300:1 이상으로 높은 것이었다.

한편, 반사 표시의 특성은, 분광 측색계(미놀타사제 CM2002)로 평가하고, 표준 확산판을 기준으로 하여 약 8.3%(개구율 100% 환산값), 반사 표시의 콘트라스트치는 21이고, 종래의 액정 표시 장치에 비하여 높은 콘트라스트를 나타내어 양호했다.

또한, 중간조(8 계조 분할 시에서의 계조 레벨2)에서의 경사 방향으로부터의 표시의 위화감을 눈으로 확인함으로 평가한 결과, 전혀 위화감은 느껴지지 않았다. 이에 대하여, 비교를 위해 화소 전극 및 대향 전극에 개구부를 형성하지 않는 것 이외는 완전히 동일 조건으로 제작한 액정 표시 장치에서는, 중간조의 경사 시각에서의 표시가 위화감이 현저했다. 편광축을 서로 직교시킨 광학 현미경 하에서의 관찰에서는, 전자의 전극 개구부를 구비한 경우에는, 중심축이 균일하게 갖추어진 축 대칭 배향 도메인이 인정된 반면에, 후자의 전극 개구부를 형성하지 않은 경우에는 일부의 액정 도메인의 중심축이 서브 화소의 중심부로부터 어긋난 것도 혼재하고 있고, 이 중심축의 위치의 변동이 위화감의 주요인인 것이 확인되었다.

또한, 화소 전극 및 대향 전극에 서로 대향하는 한쌍의 개구부를 형성한 경우의 전자와 개구부를 형성하지 않은 경우의 후자의 액정 표시 장치에서의 중간조 응답 시간(8 계조 분할 시에서의 계조 레벨 3으로부터 계조 레벨 5의 변화에 요하는 시간 ; m초)을 비교한 바, 전자는 35m초이고, 후자는 60m초였다. 대향 전극에 개구부를 형성함으로써, 중간조 표시에서의 응답 시간을 단축할 수 있는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 전압 4V 인가(백 표시) 시에 손끝으로 패널면을 누를 때의 배향 복원력에 대해서는, 전자의 경우, 가압부에서의 잔상이 거의 보이지 않았던(즉시 복원함) 데에 대하여, 후자의 경우에는 수분간의 잔상이 인정되어, 가압에 의한 배향 흐트러짐이 발생할 때의 복원력에 차가 인정되었다. 또한, 이 실시예인 경우, 투과 모드로 표시한 경우의 정면 투과율은, 개구부를 일체 형성하지 않은 경우에 비하여, 저하율은 약 2%이고, 휴도의 저하는 거의 문제가 되지 않는 레벨이었다.

즉, 화소 전극 및 대향 전극에 서로 대향하는 한쌍의 개구부를 형성함으로써, 축 대칭 배향 도메인의 중심축의 위치를 고정·안정화하는 효과가 얻어지고, 중간조에서의 경사 시각에서의 표시가 위화감의 저감, 중간조 표시에서의 응답 속도의 개선 및 가압 잔상의 저감 등의 효과가 얻어졌다.

본 발명의 제3 국면에 따른 실시 형태의 액정 표시 장치는, 제1 기판(예를 들면 TFT측 글래스 기판)과, 제1 기판에 대향하도록 형성된 제2 기판(예를 들면 컬러 필터측 글래스 기판)과, 이들 기판 간에 형성된 액정층(예를 들면 수직 배향형 액정층)과, 제1 기판 위에 형성된 제1 전극(예를 들면 화소 전극)과, 제2 기판 위에 형성되어 제2 전극(예를 들면 대향 전극)과, 제1 전극과 제1 기판 간에 형성된 층간 절연막을 갖고 있다. 층간 절연막은 규칙적으로 배치된 적어도 하나의 오목부를 갖고 있고, 이 오목부가 액정층측의 표면에 형성하는 오목부가 액정 분자가 전계에 의해서 경사지는 방향을 규정한다. 오목부의 형상 및 배치에 의해서, 하나의 화소 내에 액정 분자가 전계에 의해서 경사진 방위가 서로 다른 복수의 영역을 형성할 수 있다. 이하에서는, 개개의 액정 도메인이, 전계에 의해서 서로 다른 방위에 경사진 액정 분자를 포함하는 축 대칭 배향 도메인을 형성하는 구성을 예시하지만, 이에 한하지 않고, 예를 들면 개개의 액정 도메인 내의 액정 분자가 경사진 방향이 동일하고, 그 방향이 서로 다른 복수의 도메인(바람직하게는 90° 씩 서로 다른 4개의 도메인)을 형성하도록 오목부를 배치해도 된다.

본 발명은, 수직 배향형 액정층을 이용하고, 각각의 화소에 복수의 축 대칭 배향 도메인을 형성하는 경우에, 특히 광 시야 각으로 고콘트라스트비인 표시가 가능한 액정 표시 장치를 실현 가능하다. 따라서, 이하에서는, 수직 배향형 액정층을 이용한 액정 표시 장치(소위 VA 모드의 액정 표시 장치)를 예로 들어 본 발명의 실시 형태를 설명하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고, 적어도 소정의 전압을 인가했을 때에, 서로 다른 방향으로 배향한 액정 분자를 포함하는 적어도 하나의 액정 도메인이 화소 내에 형성되는 액정 표시 장치에 적용할 수 있다. 또, 시야각 특성의 관점에서는, 액정 분자의 배향 방향이 4 방향 이상의 액정 도메인을 갖는 것이 바람직하여, 이하에는 축 대칭 배향 도메인을 예시한다.

또한, 이하의 실시 형태에서는, 투과형과 반투과형의 액정 표시 장치를 예시하지만, 반사형 표시 장치에도 적용할 수 있다.

이하에, 도면을 참조하여 본 발명의 제3 국면에 따른 실시 형태의 액정 표시 장치의 구성을 구체적으로 설명한다.

(투과형 액정 표시 장치)

우선, 본 발명의 제3 국면에 따른 실시 형태의 일례의 투과형 액정 표시 장치(3100)의 구성을 도 20을 참조하여 설명한다. 도 20은 투과형 액정 표시 장치(3100)의 하나의 화소의 구성을 모식적으로 도시하는 도면으로, 도 20의 (a)는 평면도이고, 도 20의 (b)는 도 20의 (a) 중 20B-20B'선을 따라 취한 단면도이다.

여기서는, 1 화소를 2 분할($N=2$)한 예를 나타내지만, 화소 피치에 따라서 분할수($=N$)는 3 이상으로 설정할 수 있다. 또, 분할수($=N$)가 많아지면, 유효 개구율은 저하하는 경향이 있기 때문에, 고정밀한 표시 패널에 적용하는 경우에는 분할수($=N$)를 작게 하는 것이 바람직하다. 또한, 화소를 분할하지 않은($N=1$ 로 표현하는 경우도 있음) 경우에도 본 발명을 적용할 수 있다. 또 분할된 영역을 「서브 화소」라고 하는 경우도 있다. 본 발명의 바람직한 실시 형태에서는, 서브 화소에 하나의 축 대칭 배향 도메인이 형성된다.

액정 표시 장치(3100)는, 투명 기판(예를 들면 글래스 기판)(3110a)과, 투명 기판(3110a)에 대향하도록 형성된 투명 기판(3110b)과, 투명 기판(3110a, 3110b) 간에 형성된 수직 배향형의 액정층(3120)을 갖는다. 기판(3110a, 3110b) 위의 액정층(3120)에 접하는 면에는 수직 배향막(도시되지 않음)이 형성되어 있고, 전압 무인가 시에는, 액정층(3120)의 액정 분자는, 수직 배향막의 표면에 대하여 대략 수직으로 배향하고 있다. 액정층(3120)은, 유전 이방성이 마이너스인 네마틱 액정 재료를 포함하며, 필요에 따라서, 카이럴체를 더 포함한다.

액정 표시 장치(3100)는, 투명 기판(3110a) 위에 형성된 화소 전극(3111)과, 투명 기판(3110a)과 화소 전극(3111) 간에 형성된 층간 절연막(3115a)와, 투명 기판(3110b) 위에 형성된 대향 전극(3131)을 갖고, 화소 전극(3111)과 대향 전극(3131) 간에 형성된 액정층(3120)이 화소를 규정한다. 여기서는, 화소 전극(3111) 및 대향 전극(3131) 모두가 투명 도전층(예를 들면 ITO 층)으로 형성되어 있다. 또, 전형적으로는, 투명 기판(3110b)의 액정층(3120)측에는, 화소에 대응하여 형성되는 컬러 필터(3130)(복수의 컬러 필터를 통합하여 전체를 컬러 필터층(3130)이라고 하는 경우도 있음)와, 인접하는 컬러 필터(3130) 간에 형성되는 블랙 매트릭스(차광층)(3132)가 형성되고, 이들 위에 대향 전극(3131)이 형성되지만, 대향 전극(3131) 위(액정층(3120)측)에 컬러 필터층(3130)이나 블랙 매트릭스(3132)를 형성해도 된다.

층간 절연막(3115a)는, 화소 내의 소정의 위치에 형성된 오목부(3117)를 갖고, 이 오목부(3117)는 액정층측의 표면에 오목부를 형성하고, 그 형상 효과에 의해서, 액정 분자의 축 대칭 배향의 중심축을 고정·안정화하도록 작용한다. 여기서는, 화소 전극(3111)이 오목부(3117)에 대응하는 위치에 개구부(3114)를 갖고, 오목부(3117)는 개구부(3114) 내에 형성되어 있다. 화소 전극(3111)의 개구부(3114)는 전압 인가 시에 그 주변에 경사 전계를 생성하고, 오목부(3114)에 의한 형상 효과와 함께, 축 대칭 배향의 중심축을 고정·안정화하도록 작용하지만, 개구부(3114)를 생략해도, 화소 전극(3111)의 액정층측의 표면(또한 그 위에 형성되는 배향막의 표면)에 오목부(3117)에 대응하는 오목부가 형성된다.

또한, 액정 표시 장치(3100)는, 각각의 화소의 주변에 차광 영역을 갖고, 이 차광 영역 내의 투명 기판(3110a) 위에 벽 구조체(3115b)를 갖고 있다. 벽 구조체(3115b)는 투명 기판(3110a) 위에 형성된 회로 요소(스위칭 소자 등의 능동 소자뿐만 아니라, 배선이나 전극을 포함함: 여기서는 도시되지 않음)를 피복하도록 형성된 층간 절연막(3115a)과 일체로 형성되어 있다. 예를 들면, 후술하는 바와 같이, 회로 요소로서 TFT를 갖는 투과형 액정 표시 장치에서 층간 절연막을 형성하면, 화소 전극(3111)을 게이트 신호 배선 및/또는 소스 신호 배선과 일부 중첩시켜 형성하는 것이 가능해지고, 개구율을 향상 시킬 수 있다.

여기서, 차광 영역이란, 투명 기판(3110a) 위의 화소 전극(3111)의 주변 영역에 형성되는, 예를 들면 TFT나 게이트 신호 배선, 소스 신호 배선, 또는 투명 기판(3110b) 위에 형성되는 블랙 매트릭스에 의해서 차광되는 영역이고, 이 영역은 표시에 기여하지 않는다. 따라서, 차광 영역에 형성된 벽 구조체(3115b)는 표시에 악영향을 미치지 않는다.

예시한 벽 구조체(3115b)는, 화소를 포위하도록 연속한 벽으로서 형성되어 있지만, 이에 한하지 않고 복수의 벽으로 분단되어 있어도 된다. 이 벽 구조체(3115b)는 액정 도메인의 화소의 외연 근방에 형성되는 경계를 규정하도록 작용하기 때문에, 어느 정도의 길이를 갖는 것이 바람직하다. 예를 들면, 벽 구조체(3115b)를 복수의 벽으로 구성한 경우, 개개의 벽의 길이는 인접한 벽 사이의 길이보다도 긴 것이 바람직하다.

여기서 예시한 화소 전극(3111)은 오목부(3117)에 대응하는 위치에 형성된 2개의 개구부(3114)과 4개의 절결부(3113)를 갖고 있다. 이 액정층에 소정의 전압을 인가하면, 각각이 축 대칭 배향을 나타내는 2개의 액정 도메인이 형성되고, 이들 액정 도메인의 각각의 축 대칭 배향의 중심축은, 층간 절연막(3115a)에 형성된 오목부(3117) 내 또는 그 근방에 형성된다. 후에 자세히 설명한 바와 같이, 오목부(3117)(및 화소 전극(3111)의 개구부(3114))가 축 대칭 배향의 중심축의 위치를 고정하도록 작용한다. 절결부(3113)는 축 대칭 배향 도메인의 경계 부근에 형성되고, 액정 분자가 전계에 의해서 쓰러지는 방향을 규정하여, 축 대칭 배향 도메인을 형성하도록 작용한다. 절결부(3113)의 주변에는 화소 전극(3111)과 대향 전극(3113) 사이에 인가되는 전압에 의해 경사 전계가 형성되고, 이 경사 전계에 의해서 액정 분자가 경사진 방향이 규정되는 결과, 상술된 바와 같이 작용한다. 또한, 여기서는 절결부(3113)는 화소(여기서는 전체가 투과 영역)에 형성되는 액정 도메인의 중심축에 대응하는 오목부(여기서는 도 20 중 우측의 오목부)(3117)를 중심으로 점대칭으로 배치된 4개의 절결부(3113)를 포함하고 있다.

이러한 절결부(3113)를 형성함으로써, 전압 인가 시에 액정 분자가 쓰러지는 방향이 규정되어, 2개의 액정 도메인이 형성된다. 또, 도 20 중, 화소 전극(3111)의 좌측에 절결부를 형성하지 않은 이유는, 도시한 화소 전극(3111)의 좌측에 위치하는 화소 전극(도시되지 않음)의 우단에 형성한 절결부에 의해서 마찬가지의 작용이 얻어지기 때문에, 화소의 유효 개구율을 저하하는 절결부를 화소 전극(3111)의 좌단에는 생략하고 있다. 여기서는, 상술한 벽 구조체(3115b)에 의한 배향 규제력도 얻어지기 때문에, 화소 전극(3111)의 좌단에 절결부를 형성하지 않아도, 절결부를 형성한 경우와 같이 안정된 액정 도메인이 형성되는 것 외에 추가로, 유효 개구율이 향상된다고 하는 효과가 얻어진다. 여기서는, 4개의 절결부(3113)를 형성했지만, 절결부는, 인접하는 액정 도메인의 간에 적어도 하나 형성하면 되고, 예를 들면 여기서는, 화소의 중앙부에 가늘고 긴 절결부를 형성하고, 그 외의 것은 생략해도 된다.

축 대칭 배향 도메인의 중심축을 고정하기 위해서 서브 화소(액정 도메인)의 대략 중앙에 형성하는 오목부(3117)의 형상은, 예시한 바와 같이 원형인 것이 바람직하지만 이에 한정되지 않는다. 단, 전방위적으로 거의 동일한 배향 규제력을 발휘시키기 위해서는, 4각형 이상의 다각형인 것이 바람직하고, 정다각형인 것이 바람직하다. 또, 이 오목부(3117)에 대응하는 개구부(3114)를 화소 전극(3111)에 형성하는 경우, 개구부(3114)의 형상도 오목부(3117)와 마찬가지로 설계되는 것이 바람직하고, 동일한 형상인 것이 바람직하다. 여기서는, 개구부(3114) 및 오목부(3117)의 형상을 모두 원형으로 하고 있다.

벽 구조체(3115)는, 오목부(3117)를 갖는 층간 절연막(3115a)와 일체로 형성되어 있기 때문에, 예를 들면 감광성 수지막(3115)을 성막, 노광, 현상하는 일련의 공정에서 제작할 수 있다. 예를 들면, 스위칭 소자(예를 들면 TFT) 등의 회로 요소를 피복하도록 감광성 수지막(바람직하게는 포지티브형 감광성 수지)을 형성하고, 감광성 수지막에 컨택트 홀(화소 전극과 회로 요소(예를 들면, TFT의 드레인 전극에 접속된 전극(접속 전극이라고 하는 경우가 있음))을 접속하기 위한 컨택트 홀)를 형성하는 노광·현상 공정에서, 소정의 영역마다 노광량을 바꿈으로써(선택적으로 노광하지 않은 경우를 포함함으로써) 형성할 수 있다. 예를 들면, 포지티브형 감광성 수지막을 이용하는 경우에는, 노광하지 않은 영역을 벽 구조체(3115b)로 하여, 완전 노광 영역에 컨택트 홀을 형성함과 함께, 중간의 노광량의 영역에 오목부(3117)를 형성할 수 있다. 또, 여기서는 오목부(3117)가 되는 영역보다도 노광량이 적은 영역 위에 화소 전극(3111)이 형성되고, 화소 전극(3111)의 개구부(3114) 내에 오목부(3117)가 노출된다.

또한, 축 대칭 배향 도메인 내의 액정 분자가 전계에 의해서 쓰러지는 방향을 규정하도록 작용하는 절결부(3113)의 형상은, 인접하는 축 대칭 배향에 대하여 거의 동일한 배향 규제력을 발휘하도록 설정되고, 예를 들면 4각형이 바람직하다. 절결부(3113)는 개구부(3114)와 함께, 화소 전극(3111)을 패터닝하는 공정에서 동시에 형성된다.

액정층(3120)의 두께(셀 캡이라고도 함)를 규정하기 위한 지지체(3133)를 차광 영역(여기서는 블랙 매트릭스(3132)에 의해서 규정되는 영역)에 형성하면, 표시 품위를 저하시키지 않기 때문에 바람직하다. 지지체(3133)는, 투명 기판(3110a, 3110b) 중의 어느 쪽에 형성해도 되고, 예시한 바와 같이, 차광 영역에 형성된 벽 구조체(3115b) 위에 형성하는 경우에 한

정되지 않는다. 벽 구조체(3115b) 위에 지지체(3133)를 형성하는 경우에는, 벽 구조체(3115b)의 높이와 지지체(3133)의 높이의 합이 액정층(3120)의 두께로 되도록 설정된다. 벽 구조체(3115b)가 형성되어 있지 않은 영역에 지지체(3133)를 형성하는 경우에는, 지지체(3133)의 높이가 액정층(3120)의 두께로 되도록 설정된다. 지지체(3133)는, 예를 들면 노광성 수지를 이용하여 포토리소그래피 공정으로 형성할 수 있다.

이 액정 표시 장치(3100)에서는, 화소 전극(3111) 및 대향 전극(3131)에 소정의 전압(임계치 전압 이상의 전압)을 인가하면, 서브 화소(축 대칭 배향 도메인)의 대략 중앙에 형성된 오목부(3117)(및 개구부(3114)) 내 또는 그 근방에 각각의 중심 축이 안정화된 2개의 축 대칭 배향 도메인이 형성되고, 화소 전극(3111)의 길이 방향의 중앙부에 형성한 한쌍의 절결부(3113)가 인접하는 2개의 액정 도메인 내의 액정 문자가 전계에 의해 쓰러지는 방향을 규정하고, 벽 구조체(3115b) 및 화소 전극(3111)의 코너부에 형성된 절결부(3113)가 액정 도메인의 화소의 외연 근방의 액정 문자가 전계에 의해 쓰러지는 방향을 규정한다. 벽 구조체(3115b)와 오목부(3117)(및 개구부(3114)) 및 절결부(3113)에 의한 배향 규제력이 협동적으로 작용하여, 액정 도메인의 배향을 안정화한다고 생각된다.

또, 투명 기판(3110a)의 액정층(3120)측에는, 예를 들면 TFT 등의 능동 소자 및 TFT에 접속된 게이트 신호 배선 및 소스 신호 배선 등의 회로 요소(모두 도시되지 않음)가 형성된다. 또한, 투명 기판(3110a)과, 투명 기판(3110a) 위에 형성된 회로 요소 및 상술한 화소 전극(3111), 벽 구조체(3115b), 지지체(3133) 및 배향막 등을 통합하여 액티브 매트릭스 기판이라고 하는 경우가 있다. 한편, 투명 기판(3110)과 투명 기판(3110b) 위에 형성된 컬러 필터층(3130), 블랙 매트릭스(3132), 대향 전극(3131) 및 배향막 등을 통합하여 대향 기판 또는 컬러 필터 기판이라고 하는 경우가 있다.

또한, 상기한 설명에서는 생략했지만, 액정 표시 장치(3100)는 투명 기판(3110a, 3110b)을 개재하여 서로 대향하도록 배치된 한쌍의 편광판을 더 갖는다. 한쌍의 편광판은 전형적으로는 투과축이 서로 직교하도록 배치된다. 또한, 후술하는 바와 같이, 2축성 광학 이방성 매체층 및/또는 1축성 광학 이방성 매체층을 형성해도 된다.

다음으로, 도 21a 및 도 21b를 참조하여, 투과형 액정 표시 장치(3100)에 적합하게 이용되는 액티브 매트릭스 기판의 구조의 일례를 설명한다. 도 21a는 액티브 매트릭스 기판의 부분 확대도이고, 도 21b는 도 21a 중 X-X'선을 따라 취한 단면도이다. 도 21a 및 도 21b에 도시한 액티브 매트릭스 기판은, 절결부(3113)의 수가 적은 점에서, 도 20에 도시한 액티브 매트릭스 기판과 다르지만, 다른 구성은 동일해도 된다.

도 21a 및 도 21b에 도시한 액티브 매트릭스 기판은, 예를 들면 클래스 기판으로 이루어지는 투명 기판(3110a)을 갖고, 투명 기판(3110a) 위에는, 게이트 신호선(3002) 및 소스 신호선(3003)이 서로 직교하도록 형성되어 있다. 이들 신호 배선(3002, 3003)의 교차부의 근방에 TFT(3004)가 형성되고 있고, TFT(3004)의 드레인 전극(3005)은 화소 전극(3111)에 접속되어 있다.

액티브 매트릭스 기판은, 게이트 신호선(3002), 소스 신호선(3003)이나 TFT(3004)를 회복하는 충간 절연막(3115a)을 갖고, 충간 절연막(3115a)에는 오목부(3117)가 형성되어 있다. 오목부(3117)는, 화소 내에 형성되는 축 대칭 배향 도메인의 대략 중앙에 위치하도록 형성되어 있다. 또한, 화소의 주변부에 형성된 벽 구조체(3115b)는, 충간 절연막(3115a)과 일체로 형성되어 있고, 상술한 바와 같이, 일련의 프로세스로 단일의 감광성 수지막(3115)으로 형성하는 것이 가능하고, 간편한 프로세스로 제조할 수 있다.

화소 전극(3111)은, ITO 등의 투명 도전층으로 형성되고 투명 전극이고, 충간 절연막(3115a) 위에 형성되어 있다. 충간 절연막(3115a)의 컨택트 홀 내에 형성된 컨택트부(3111a)에서 드레인 전극(3005)에 접속되어 있다. 화소 전극(3111)의 소정의 영역에는, 상술한 바와 같이 축 대칭 배향 도메인의 배향을 제어하기 위해서 절결부(3113) 및 개구부(3114)가 형성되어 있다. 개구부(3114)는, 그 내부에 오목부(3117)가 노출되도록 형성되어 있다.

화소 전극(3111)은 다음단의 게이트 신호선 상에 게이트 절연막(3009)을 개재하여 중첩시키고 있다. 또한, TFT4는 게이트 신호선 2로부터 분기된 게이트 전극(3010)의 상부에 게이트 절연막(3009), 반도체층(3012s), 채널 보호층(3012c) 및 n⁺-Si층(3011sd)(소스·드레인 전극)이 적층된 구조를 갖고 있다.

덧붙여서, 여기서는 보텀 게이트형 TFT의 구성예를 나타내었지만, 이것에 한정되지 않으며, 톱 게이트형 TFT를 이용할 수도 있다. 또한, TFT 이외의 스위칭 소자(예를 들면, MIM)를 이용할 수도 있다.

액정 표시 장치(3100)에서는, 투명 기판(3110a) 상의 충간 절연막(3115a)에 오목부(3117)를 형성함과 함께, 충간 절연막(3115a)과 일체로 벽 구조체(3115a)를 설치하고 있다. 또한, 충간 절연막(3115a) 상에 형성된 화소 전극(3111)에 개구부

(3114a) 및 절결부(3113)를 형성하고 있다. 즉, 축 대칭 배향 도메인을 형성하기 위한 배향 제어 구조의 전체를 투명 기판(3110a) 측에 형성하고 있으며, 대향 기판(3110b) 측에는 배향 규제 구조를 설치하고 있지 않다. 본 실시예에 따르면, 이러한 단순한 구성에 의해 안정된 축 대칭 배향 도메인을 형성할 수 있다는 이점이 얻어진다. 그러나, 이것에 한정되지 않으며, 예를 들면 도 22에 도시하는 액정 표시 장치(3100')와 같이 대향 기판(3110b) 측에도 배향 규제 구조를 설치하여도 된다. 이러한 구성을 채용함으로써, 액정 분자의 배향을 보다 안정화시킬 수 있다.

액정 표시 장치(3100')는, 대향 전극(3131)에 개구부(3114')를 갖고 있는 점 이외에는, 액정 표시 장치(3100)와 실질적으로 동일한 구성을 갖고 있으며, 액정 표시 장치(3100)와 공통된 구성 요소는 공통된 참조 부호로 나타내고, 여기서는 설명을 생략한다.

액정 표시 장치(3100')의 대향 기판(3131)에 형성된 개구부(3114')는 기판 범선 방향으로부터 보았을 때에, 화소 전극(3111)에 형성된 오목부(3117) 및 개구부(3114)와 대략 중첩되는 위치에 형성되어 있으며, 액정 표시 장치(3100)의 평면도는, 도 20의 (a)와 실질적 동일하다. 이와 같이, 배치된 개구부(3114')는 화소 전극(3111)에 형성된 오목부(3117) 및 개구부(3114)와 함께 축 대칭 배향의 중심축을 고정·안정하도록 작용한다. 그 결과, 축 대칭 배향 도메인의 배향이 보다 안정화된다.

덧붙여서, 대향 기판(3110b)측에는, 벽 구조체 등의 구조적인 배향 규제 구조를 설치하지 않는 것이 바람직하다. 벽 구조체 등을 형성하기 위해서는, 전극에 형성되는 개구부나 절결부와 달리, 제조 공정이 증가되기 때문에 비용 상승의 요인으로 되어서 바람직하지 못하다. 또한, 절결부(3113)는 중심축을 고정하는 작용을 갖는 오목부와 달리, 벽 구조체(3115)의 측면의 앵커링 작용과 협동하여 액정 분자가 전계에 의해 기울어지는 방향을 규정하도록 형성되기 때문에, 벽 구조체(3115)와 동일한 기판(3110a)에만 형성하는 것이 바람직하다.

(반투과형 액정 표시 장치)

다음으로, 도 23을 참조하면서 본 발명의 제3 국면에 따른 실시예의 반투과형 액정 표시 장치(3200)의 구성을 설명한다.

도 23은 본 발명에 따른 실시예의 반투과형 액정 표시 장치(3200)의 1개의 화소의 구성을 모식적으로 도시하는 도면이며, 도 23의 (a)는 평면도이고, 도 23의 (b)는 도 23의 (a)의 23B-23B'선을 따른 단면도이다.

액정 표시 장치(3200)는, 투명 기판(예를 들면, 글래스 기판)(3210a)과, 투명 기판(3210a)에 대향하도록 설치된 투명 기판(3210b)과, 투명 기판(3210a 및 3210b) 사이에 설치된 수직 배향형 액정층(3220)을 갖는다. 양쪽 기판(3210a 및 3210b) 상의 액정층(3220)에 접하는 면에는, 수직 배향막(도시 생략)이 형성되어 있으며, 전압 무인가 시에는 액정층(3220)의 액정 분자는, 수직 배향막의 표면에 대하여 대략 수직으로 배향되어 있다. 액정층(3220)은, 유전 이방성이 마이너스인 네마틱 액정 재료를 포함하며, 필요에 따라, 카이럴체를 더 포함한다.

액정 표시 장치(3200)는, 투명 기판(3210a) 상에 형성된 화소 전극(3211)과, 투명 기판(3210b) 상에 형성된 대향 전극(3231)을 가지며, 화소 전극(3211)과 대향 전극(3231) 사이에 설치된 액정층(3220)이 화소를 규정한다. 투명 기판(3210a) 상에는 후술하는 바와 같이, TPT 등의 회로 요소가 형성되어 있다. 투명 기판(3210a) 및 이 위에 형성된 구성 요소를 통합하여 액티브 매트릭스 기판(3210a)이라고 하는 경우가 있다.

또한, 전형적으로는, 투명 기판(3210b)의 액정층(3220)측에는, 화소에 대응하여 설치되는 컬러 필터(3230)(복수의 컬러 필터를 통합하여 전체를 컬러 필터층(3230)이라 하는 경우도 있음)와, 인접하는 컬러 필터(3230) 사이에 설치되는 블랙 매트릭스(차광층)(3232)가 형성되고, 이들 위에 대향 전극(3231)이 형성되지만, 대향 전극(3231) 상(액정층(3220)측)에 컬러 필터층(3230)이나 블랙 매트릭스(3232)를 형성하여도 된다. 투명 기판(3210b) 및 이 위에 형성된 구성 요소를 통합하여 대향 기판(컬러 필터 기판) 기판(3210b)이라 하는 경우가 있다.

화소 전극(3211)은, 투명 도전층(예를 들면, ITO층)으로 형성된 투명 전극(3211a)과, 금속층(예를 들면, Al층, Al을 포함하는 합금층, 및 이들 중 어느 하나를 포함하는 적층막)으로 형성된 반사 전극(3211b)을 갖는다. 그 결과, 화소는 투명 전극(3211a)에 의해 규정되는 투명 영역 A와, 반사 전극(3211b)에 의해 규정되는 반사 영역 B를 포함한다. 투명 영역 A는 투과 모드에서 표시를 행하고, 반사 영역 B는 반사 모드에서 표시를 행한다.

액정 표시 장치(3200)는, 각각의 화소 주변에 차광 영역을 가지며, 이 차광 영역의 투명 기판(3210a) 상에 벽 구조체(3215b)를 갖고 있다. 또한, 액티브 매트릭스 기판(3210a)는 층간 절연막(3215a)의 서브 화소(액정 도메인)의 대략 중앙에 오목부(117)를 갖고 있다. 또한, 화소의 주위에 규칙적으로 배치된 벽 구조체(115b)를 가지며, 이 벽 구조체(3215b)는

투명 기판(3210a) 상에 형성된 회로 요소(스위칭 소자 등의 능동 소자뿐만 아니라, 배선이나 전극을 포함함: 여기서는 도시 생략)를 피복하도록 형성된 층간 절연막(3215a)과 일체로 형성되어 있다. 예를 들면, 회로 요소로서 TFT를 갖는 투과형 액정 표시 장치에서 층간 절연막을 형성하면, 화소 전극을 게이트 신호 배선 및/또는 소스 신호 배선과 일부 중첩시켜 형성하는 것이 가능해져서, 개구율을 향상할 수 있다는 이점이 있다.

또한, 차광 영역은 표시에 기여하지 않기 때문에, 차광 영역에 형성된 벽 구조체(3215b)는 표시에 악영향을 미치지 않는다. 여기서 예시한 벽 구조체(3215b)는 화소를 포위하도록 연속된 벽으로서 설치되어 하지만, 이것에 한하지 않으며 복수의 벽으로 분단되어 있어도 된다. 이 벽 구조체(3215b)는 액정 도메인의 화소의 외연 근방에 형성되는 경계를 규정하도록 작용하기 때문에, 어느 정도의 길이를 갖는 것이 바람직하다. 예를 들면, 벽 구조체(3215b)를 복수의 벽으로 구성한 경우, 개개의 벽의 길이는 인접하는 벽 간의 길이보다도 긴 것이 바람직하다.

여기서 예시한 화소 전극(3211)은, 투과 전극(3211a)에 오목부(3217)에 대응하도록 형성된 개구부(3214)와, 4개의 절결부(3213)를 갖고 있다. 또한, 반사 전극(3211b)은 1개의 개구부(3214)를 갖고 있다. 이 액정층에 소정의 전압을 인가하면, 각각이 축 대칭 배향을 나타내는 3개의 액정 도메인이 형성되고, 이들 액정 도메인 각각의 축 대칭 배향의 중심축은, 오목부(3217) 및 개구부(3214) 내 또는 그 근방에 형성된다. 후에 설명한 바와 같이, 서브 화소의 대략 중앙에 형성한 오목부(3217)가 축 대칭 배향의 중심축의 위치를 고정하도록 작용하고, 절결부(3213)가 축 대칭 배향 도메인 내의 액정 분자가 전계에 의해 기울어지는 방향을 규정하도록 작용한다. 개구부(3214) 및 절결부(3213) 주변에는 화소 전극(3211)과 대향 전극(3213) 사이에 인가되는 전압에 의해, 경사 전계가 형성되고, 이 경사 전계에 의해 액정 분자가 기울어지는 방향이 규정되는 결과, 상술된 바와 같이 작용한다. 오목부(3217)는 그 형상 효과에 의해 액정 분자가 기울어지는 방향을 규정한다.

또한, 여기서는 절결부(3213)는 화소의 투과 영역 A에 형성되는 액정 도메인의 중심축에 대응하는 오목부(여기서는, 도 20 중 우측의 오목부)(3217)를 중심으로 점 대칭으로 배치된 4개의 절결부(3213)를 포함하고 있다. 이러한 절결부(3213)를 형성함으로써, 전압 인가 시에 액정 분자가 기울어지는 방향이 규정되어, 3개의 액정 도메인이 형성된다. 오목부(3217) 및 개구부(3214)나 절결부(3213)의 배치 및 이들의 바람직한 형상에 대해서는, 상술한 투과형 액정 표시 장치(100)의 경우와 마찬가지이다. 도 23에는, 투과 영역 A에 2개의 액정 도메인을 형성하고, 반사 영역 B에 1개의 액정 도메인을 형성하는 예를 나타내었지만, 이것에 한정되지는 않는다. 덧붙여서, 개개의 액정 도메인은 대략 정방형의 형상으로 하는 것이, 시야각 특성 및 배향의 안정성의 관점으로부터 바람직하다.

액정층(3220)의 두께(셀 갭이라고도 함)를 규정하기 위한 지지체(3233)을 차광 영역(여기서는, 블랙 매트릭스(3232)에 의해 규정되는 영역)에 형성하면, 표시 품위를 저하시키지 않기 때문에 바람직하다. 지지체(3233)는 투명 기판(3210a 및 3210b)의 어느 쪽에 형성하여도 되며, 예시한 바와 같이, 차광 영역에 설치된 벽 구조체 3215(1) 상에 설치하는 경우에 한정되지는 않는다. 벽 구조체(3215b) 상에 지지체(3233)를 형성하는 경우에는, 벽 구조체(3215b)의 높이와 지지체(3233)의 높이의 합이 액정층(3220)의 두께로 되도록 설정된다. 벽 구조체(3215b)가 형성되어 있지 않은 영역에 지지체(3233)를 설치하는 경우에는, 지지체(3233)의 높이가 액정층(3220)의 두께로 되도록 설정된다.

이 액정 표시 장치(3200)에서는, 화소 전극(3211) 및 대향 전극(3231)에 소정의 전압(임계값 전압 이상의 전압)을 인가하면, 3개의 개구부(3214) 및 오목부(3217) 내 또는 그 근방에 각각의 중심축이 안정화된 3개의 축 대칭 배향이 형성되고, 화소 전극(3211)에 형성한 4개의 절결부(3213)가 인접하는 3개의 액정 도메인 내의 액정 분자가 전계에 의해 기울어지는 방향을 규정하며, 벽 구조체(3215b)가 액정 도메인의 화소의 외연 근방에 형성되는 경계를 안정화한다.

다음으로, 투과 모드의 표시와 반사 모드의 표시 둘 다를 행할 수 있는 반투과형 액정 표시 장치(3200)에 특유한 바람직한 구성을 설명한다.

투과 모드의 표시에서는, 표시에 이용되는 광은 액정층(3220)을 1회 통과할 뿐인 데 비해, 반사 모드의 표시에서는 표시에 이용되는 광은 액정층(3220)을 2회 통과한다. 따라서, 도 23의 (b)에 모식적으로 도시한 바와 같이, 투과 영역 A의 액정층(3220)의 두께 dt 를 반사 영역 B의 액정층(3220)의 두께 dr 의 약 2배로 설정하는 것이 바람직하다. 이와 같이 설정함으로써, 양 표시 모드의 광에 대하여 액정층(3220)이 부여하는 리터레이션을 대략 동일하게 할 수 있다. $dr=0.5dt$ 가 가장 바람직하지만, $0.3dt < dr < 0.7dt$ 의 범위 내에 있으면 양쪽 표시 모드에서 양호한 표시를 실현할 수 있다. 물론, 용도에 따라서는 $dt=dr$ 이어도 된다.

액정 표시 장치(3200)에서는, 반사 영역 B의 액정층(3220)의 두께를 투과 영역 A의 액정층의 두께보다도 작게 하기 위해, 클래스 기판(3210b)의 반사 영역 B에만 투명 유전체층(3234)을 형성하고 있다. 이러한 구성을 채용하면, 반사 전극(3211b)의 아래에 절연막 등을 이용하여 단차를 제공할 필요가 없기 때문에, 액티브 매트릭스 기판(3210a)의 제조를 간략

화할 수 있다는 이점이 얻어진다. 또한, 액정층(3220)의 두께를 조정하기 위한 단차를 제공하기 위한 절연막 상에 반사 전극(3211b)을 설치하면, 절연막의 사면(테이퍼부)을 피복하는 반사 전극에 의해 투과 표시에 이용되는 광이 차단되거나, 혹은 절연막의 사면에 형성된 반사 전극에 의해 반사되는 광은 내부 반사를 반복하기 때문에, 반사 표시에도 유효하게 이용되지 않는다는 문제가 발생하지만, 상기 구성을 채용하면 이들 문제의 발생이 억제되어, 광의 이용 효율을 개선할 수 있다.

또한, 이 투명 유전체층(3234)에 광을 산란하는 기능(확산 반사 기능)을 갖는 것을 이용하면, 반사 전극(3211b)에 확산 반사 기능을 부여하지 않고도, 양호한 페이퍼 화이트에 가까운 백 표시를 실현할 수 있다. 투명 유전체층(3234)에 광 산란능을 부여하지 않고도, 반사 전극(3211b)의 표면에 요철 형상을 부여함으로써, 페이퍼 화이트에 가까운 백 표시를 실현할 수도 있지만, 요철 형상에 따라서는 축 대칭 배향의 중심축의 위치가 안정되지 않는 경우가 있다. 이에 대하여, 광 산란능을 갖는 투명 유전체층(3234)과 평탄한 표면을 갖는 반사 전극(3211b)을 이용하면, 반사 전극(3211b)을 형성하는 개구부(3214)에 의해 중심축의 위치를 보다 확실하게 안정화할 수 있다는 이점이 얻어진다. 덧붙여서, 반사 전극(3211b)에 확산 반사 기능을 부여하기 위해, 그 표면에 요철을 형성하는 경우, 요철 형상은 간접색이 발생하지 않도록 연속된 파(波) 형상으로 하는 것이 바람직하며, 축 대칭 배향의 중심축을 안정화할 수 있도록 설정하는 것이 바람직하다.

또한, 투과 모드에서는 표시에 이용되는 광은 컬러 필터층(3230)을 1회 통과할 뿐인 데 비해, 반사 모드의 표시에서는 표시에 이용되는 광은 컬러 필터층(3230)을 2회 통과한다. 따라서, 컬러 필터층(3230)으로서, 투과 영역 A 및 반사 영역 B에 동일한 광학 농도의 컬러 필터층을 이용하면, 반사 모드에서의 색 순도 및/또는 휘도가 저하되는 경우가 있다. 이 문제의 발생을 억제하기 위해, 반사 영역의 컬러 필터층의 광학 농도를 투과 영역의 컬러 필터층보다도 작게 하는 것이 바람직하다. 덧붙여서, 여기서 말하는 광학 농도는 컬러 필터층을 특징짓는 특성값이며, 컬러 필터층의 두께를 작게 하면, 광학 농도를 작게 할 수 있다. 혹은, 컬러 필터층의 두께를 그대로 두고, 예를 들면 첨가하는 색소의 농도를 저하시켜, 광학 농도를 작게 할 수도 있다.

다음으로, 도 24 및 도 25을 참조하면서, 반투과형 액정 표시 장치에 적합하게 이용되는 액티브 매트릭스 기판의 구조의 일례를 설명한다. 도 24는 액티브 매트릭스 기판의 부분 확대도이며, 도 25는 액정 표시 장치의 단면도이고, 도 24 중의 X-X'선을 따른 단면도에 상당한다. 도 24 및 도 25에 도시한 액티브 매트릭스 기판은 투과 영역 A에 1개의 액정 도메인을 형성하는 구성을 갖고 있는 점(즉, 개구부(3214), 오목부(3217)(투과 영역만) 및 절결부(3213)의 수가 적은 점)에서, 도 23에 도시한 액티브 매트릭스 기판과 상이하지만, 다른 구성을 동일하여도 되며, 공통인 구성 요소는 공통인 참조 부호로 나타낸다.

도 24 및 도 25에 도시하는 액티브 매트릭스 기판은, 예를 들면 글래스 기판으로 이루어지는 투명 기판(3210a)를 가지며, 투명 기판(3210a) 상에는 게이트 신호선(3002) 및 소스 신호선(3003)이 서로 직교하도록 설치되어 있다. 이들 신호 배선(3002 및 3003)의 교차부의 근방에 TFT(3004)가 설치되어 있으며, TFT(3004)의 드레인 전극(3005)은 화소 전극(3211)에 접속되어 있다.

화소 전극(3211)은 ITO 등의 투명 도전층으로 형성된 투명 전극(3211a)과, AI 등으로 이루어지는 형성된 반사 전극(3211b)을 가지며, 투명 전극(3211a)이 투과 영역 A를 규정하고, 반사 전극(3211b)이 반사 영역 B를 규정한다. 덧붙여서, 필요에 따라 반사 전극(3211b) 상에 투명 도전층을 형성하고 있어도 된다.

화소 전극(3211)은, 충간 절연막(3215a) 위에 형성되어 있으며, 화소 전극(3211)(투명 전극(3211a))은 충간 절연막(3215a)의 콘택트홀 내에 형성된 컨택트부(3211a)에 의해, 드레인 전극(5)에 접속된 접속 전극(3025)과 접속되어 있다. 반사 전극(3211b)은 투명 전극(3211a)에 접속되어 있다.

화소 전극(3211)은, 충간 절연막(3215a)과 일체로 형성된 벽 구조체(3215b)의 사면(斜面)상에까지 연장하여 설치되어도 된다. 이러한 구성을 함으로써, 액정층의 액정 문자가 전압 인가 시에 기울어지는 방향을 효율적으로 규제할 수 있다는 효과가 얻어진다. 화소 전극(3211)은, 소정의 영역에, 축 대칭 배향의 중심축을 고정·안정화하기 위한 개구부(3214) 및 축 대칭 배향 도메인의 배향을 제어하기 위해 절결부(3213)가 형성되어 있다. 덧붙여서, 접속 전극(3025)은 게이트 절연막(3009)을 개재하여 대향하도록 설치된 보조 용량 배선(보조 용량 전극)과 보조 용량을 구성한다. 보조 용량 배선은, 예를 들면 반사 전극(3211b)의 하부에 게이트 신호 배선(3002)과 평행하게 설치된다. 보조 용량 배선에는, 예를 들면 컬러 필터층 기판에 설치되는 대향 전극과 동일한 신호(공통 신호)가 공급된다.

본 실시예의 반투과형 액정 표시 장치의 반사 전극(3211b)은, 요철 형상의 표면을 갖고 있으며, 우수한 확산 반사 특성을 갖고 있다. 반사 전극(3211b) 표면의 요철 형상은 충간 절연막(3215)의 표면에 형성된 요철 형상을 반영한 것이다.

충간 절연막(3215a)은, 서브 화소(액정 도메인)의 대략 중앙에 규칙적으로 배치된 오목부(3217)를 가지며, 벽 구조체(3215b)와 일체로 형성되어 있다. 또한, 충간 절연막(3215a)은, 표면이 실질적으로 평탄한 영역(「제1 영역」이라 하는 경우가 있음)과, 표면이 요철 형상을 갖는 영역(「제2 영역」이라 하는 경우가 있음)을 갖고 있다. 표면이 평탄한 제1 영역 위에는 투명 전극(3211a)이 형성되며, 요철을 갖는 제2 영역 위에는 반사 전극(3211b)이 형성된다.

벽 구조체(3215b)와 일체로 형성되며, 오목부(3217)를 가지고, 또한 표면에 요철 형상을 갖는 영역(3215c)을 포함하는 충간 절연막(3215a)은, 후술하는 바와 같이, 단일 감광성 수지막으로 형성하는 것이 가능하며, 종래보다도 간편한 프로세스로 제조할 수 있다.

화소 전극(3211)은, 다음단의 게이트 신호선(3002) 상에 게이트 절연막(3009)을 개재하여 중첩시키고 있다. 또한, TFT(3004)는 게이트 신호선 2로부터 분기된 게이트 전극(3010)의 상부에 게이트 절연막(3009), 반도체층(3012s), 채널 보호층(3012c) 및 n^+ -Si층(3011sd)(소스·드레인 전극)이 적층된 구조를 갖고 있다.

덧붙여서, 여기서는 보텀 게이트형 TFT의 구성예를 나타내었지만, 이것에 한정되지 않고, 톱 게이트형 TFT를 이용할 수도 있다. 또한, TFT 이외의 스위칭 소자(예를 들면, MIM)을 이용할 수도 있다.

상술한 바와 같이, 도 23에 도시하는 구성을 갖는 액정 표시 장치(3200)는, 액정 표시 장치(100)와 마찬가지로, 한쪽 기판 위에만 축 대칭 배향의 배향 규제 구조(충간 절연막에 형성한 오목부(3217) 및 벽 구조(3215b)와 화소 전극(3211)에 형성한 절결부(3213) 및 개구부(3214))를 형성한 비교적 간단한 구조으로, 액정의 배향을 충분히 안정화할 수 있다는 효과를 갖는다. 덧붙여서, 도 22에 도시한 투과형 액정 표시 장치(3100')와 같이, 반투과형 액정 표시 장치(3200)에서도, 대향 기판측에 배향 규제 구조를 설치함으로써, 배향을 보다 안정화할 수 있다. 단, 상술한 이유로부터, 대향 기판에 설치하는 배향 규제 구조는, 축 대칭 배향의 중심축을 고정하기 위한 개구부만으로 하는 것이 바람직하다.

또한, 액정 표시 장치(3200)는 투명 유전층(3234) 및/또는 컬러 필터층(3230)을 상술된 바와 같이 구성함으로써, 투과 모드 및 반사 모드에서의 표시의 밝기나 색 순도를 향상할 수 있다.

다음으로, 도 26의 (a) 내지 (f)를 참조하면서, 오목부(3217)를 갖는 충간 절연층(3215a), 및 벽 구조체(3215b)의 형성 방법을 상세하게 설명한다. 덧붙여서, 도 25 및 도 26에서, 투명 기판(3210a) 및 그 위에 형성된 TFT, 신호 배선 등의 회로 요소를 통합하여 「회로 기판(3210A)」이라 부르기로 한다.

먼저, 도 26의 (b)에 도시한 바와 같이, TFT 등의 소정의 회로 요소가 형성된 회로 기판(3210A)을 준비하고, 회로 요소를 피복하도록, 포지티브형 감광성 수지막(예를 들면, 도쿄 오우카사제, OFPR-800)(3215)을 형성한다. 감광성 수지막(3215)의 두께는, 예를 들면 $4.5\mu\text{m}$ 이다.

다음으로, 도 26의 (b)에 도시한 바와 같이, 감광성 수지막(3215)을 노광한다. 이 때, 노광량이 서로 상이한 소정의 영역을 형성한다. 즉, 벽 구조체(3215b)로 되는 영역(소스 신호 배선이나 게이트 신호 배선 등에 의해 차광되는 영역), 표면에 요철을 형성하는 영역(반사 전극을 형성하는 영역)은 거의 노광하지 않고(노광량이 거의 제로), 그 밖의 영역은 소정량으로 노광(완전 노광하지 않은 중간 노광)한다.

구체적으로는, 반사 영역에 형성하는 볼록부(요철 표면의 내의 볼록부) 및 벽 구조체에 대응하는 위치에 차광부(3052a)를 가지며, 그 밖에는 투광부(3052b)인 포토마스크(3052)를 개재하여, 감광성 수지막(3215)을 노광한다. 반사 영역에 형성하는 볼록부에 대응하는 차광부(3052a)의 형상은, 예를 들면 원 형상 혹은 다각형이며, 소정의 중심 간격($5\sim30\mu\text{m}$)과 소정의 밀도로 랜덤하게 배치되어 있다. 이 볼록부의 배치는, 간접색의 발생을 억제하는 정도로 랜덤하면 된다. 광원으로서는, 예를 들면 초고압 수은등(예를 들면, i선의 조도: $20\sim50\text{mW}$)을 이용하여, 균일하게 노광한다(조사 시간: 1~4초). 노광량은, 예를 들면 $20\sim100\text{mJ/cm}^2$ 정도가 바람직하다.

다음으로, 도 26의 (c)에 도시한 바와 같이, 콘택트홀부에 대응한 투광부(3062b)와 화소 내의 소정 위치에 오목부(3217)를 제공하기 위한 투광부(3062c)를 가지며, 그 외에는 차광부(3062a)로 하는 포토마스크(3062)를 이용하여 균일하게 노광한다(조사 시간: 10~15초). 노광량은, 예를 들면 $200\sim500\text{mJ/cm}^2$ 정도가 바람직하다. 콘택트홀부 및 오목부가 형성되는 영역은, 앞의 노광 공정에서의 그 밖의 영역 내에 있다.

이 때, 특히, 오목부를 형성하는 투광부(3062c)의 조사 직경을 통상의 콘택트홀부의 투광부(3062b)의 조사 직경보다도 작게 설정함으로써(예를 들면, 콘택트홀부의 마스크 직경의 1/2 이하로 설계함) 1 단계 콘택트홀 형성 노광 공정에서도 충간 절연막이 하층의 접속 전극까지 관통하지 않고, 소정의 오목부의 깊이를 만족할 수 있다. 충간 절연막의 두께 Id와 오목부의 깊이 h는 $h < 0.8 \cdot Id$ 의 관계를 만족하는 것이 바람직하다. 이것에 대해서는 후술한다.

덧붙여서, 이것에 한정되지 않고, 콘택트홀을 형성하는 공정 전에 다른 노광 공정을 설치하고, 오목부의 형성의 노광 공정을 추가하여 연속으로 노광 공정을 행하여, 충간 절연막의 다단계 형상을 형성하는 것도 가능하다.

다음으로, 도 26의 (d)에 도시한 바와 같이, 예를 들면 TMAH(테트라메틸 암모늄 하이드로옥사이드)계 현상액을 이용하여 소정의 조건에서 현상 처리를 행한다. 예를 들면, 고노광량의 영역의 수지막이 완전 제거되고(콘택트홀(3229)가 형성되고), 미노광 영역의 수지막에서는 약 90%의 막이 남으며(벽 구조체 및 볼록부가 형성되며), 저노광 영역의 수지막에서는 약 40%의 막이 남는다(오목부(3217)가 형성됨).

또한, 도 26의 (e)에 도시한 바와 같이, 필요에 따라, 건조와 소성을 행한다. 소성은, 예를 들면 200°C에서 행해진다. 소성을 행함으로써, 복수의 미세한 볼록부가 형성된 반사 영역(3215c')의 수지가 열 처짐 현상 등에 의해, 원활한 요철 형상(3215c)이 얻어진다. 반사 전극(3211b)의 표면을 원활한 요철 형상으로 함으로써, 간접색의 발생이 억제된 양호한 확산 반사 특성을 얻을 수 있다.

이와 같이, 감광성 수지막(3215)에 대하여, 연속된 일괄 노광 공정을 행하고, 그 후의 현상 공정을 행함으로써, 벽 구조체(3215b)와 일체로 형성되어, 미세 요철 형상을 갖는 영역(3215c)과 화소 내의 액정 도메인의 대략 중앙에 규칙적으로 배치한 오목부(3217) 및 콘택트홀(3229)을 갖는 충간 절연막(3215a)가 얻어진다.

덧붙여서, 상기의 노광 공정에서는, 투광부와 차광부를 갖는 포토마스크를 이용하여, 영역마다 조사 시간을 조절함으로써 노광량이 상이한 영역을 형성하는 방법을 설명하였지만, 연속적으로 변화되는 농담 패턴을 갖는 그레이 스케일 마스크를 이용하여 노광함으로써, 형상이 연속적으로 변화되는 표면을 갖는 충간 절연막을 형성할 수도 있다.

또한, 노광 공정에서, 벽 구조체를 형성하는 영역이나 오목부만을 독립하여 차광부로 하는 별도 공정의 포토마스크를 이용하여, 콘택트홀을 형성하기 위한 노광 공정 전에, 별도의 공정의 노광 단계를 연속하여 행하는 것도 가능하다.

다음으로, 도 26의 (f)에 도시한 바와 같이, 상술한 바와 같은 공정을 거쳐 얻어진 충간 절연막(3215a) 및 벽 구조체(3215b) 상에, 화소 전극(3211)을 형성한다. 예를 들면, 투명 전극(3211a)은 투명 도전막(예를 들면, ITO막 등)을 스퍼터링법에 의해 소정의 막 두께(예를 들면, 100nm)로 퇴적하여, 패터닝함으로써 얻어진다. 반사 전극(3211b)은 반사 전극막(예를 들면, Al 박막 등)을 스퍼터링법에 의해 소정의 막 두께(예를 들면, 180nm)로 퇴적하여, 패터닝함으로써 형성된다. 각각의 전극(3211a 및 3211b)을 형성할 때에, 개구부(3214) 및 절결부(3213)를 형성한다.

덧붙여서, 본 실시예에 따르면, 화소 내에 오목부(3217)를 갖는 충간 절연막(3215a)과 동일한 층에서, 벽 구조체(3215b)와 반사 전극부의 미세 요철 형상이 형성되고, 그 상층에 화소 전극이 형성된다. 이 벽 구조체(3215b)의 특히 화소측의 경사 측면에도 화소 전극(3211)을 배치할 수 있다. 벽 구조체(3215b)의 경사 측면에 화소 전극(3211)을 연장하여 설치함으로써, 벽 구조체(3215b)의 측면 주변의 전계(전기력선)이 왜곡되기 때문에, 벽 구조체(3215b)에 의한 구조적인 배향 규제력과 아울러, 액정 분자의 경사 방향을 효율적으로 규제할 수 있는 효과가 얻어진다.

덧붙여서, 반사 전극(3211b) 상에, 필요에 따라, 투명 전극막을 형성하여도 된다. 반사 전극(3211b) 상에 투명 도전막을 형성함으로써, 반사 영역과 투과 영역과의 전위차(전극 전위차)의 어긋남을 저감할 수 있다. 반사 전극(3211b) 상에 형성하는 투명 전극막의 재료는 투명 전극(3211a)과 동일한 재료인 것이 바람직하다.

상술한 바와 같이, 본 실시예의 제조 방법에 따르면, 단일 감광성 수지막에 대하여 포토리소그래피 프로세스를 행하는 것만으로, 확산 반사 특성을 발현하기 위한 요철이나, 배향 제어 구조로서의 화소에 규칙적으로 배치되는 오목부와 화소 외에 배치되는 벽 구조체를 형성하는 것이 가능하여, 코스트 저감을 효과적으로 행할 수 있다.

이하, 상술된 바와 같이, 하여 얻어진 액티브 매트릭스 기판과 대향하는 대향 기판(CF 기판)에 수직 배향막을 소정의 조건으로 성막한 후, 시일 수지를 개재하여 이들을 상호 접합하고, 그 간극에 유전 이방성이 마이너스인 액정 재료를 봉입함으로써, 본 실시예의 액정 표시 장치를 얻을 수 있다. 이들 공정은 공지의 방법으로 실행되기 때문에 설명을 생략한다.

덧붙여서, 여기서는 반투과형 액정 표시 장치의 제조 방법의 예를 설명하였지만, 충간 절연막의 형성 시에, 액정 도메인의 배향 규제 구조인 벽 구조체, 액정 도메인 중앙에 배치하는 오목부와 콘택트홀 등을 일괄하여 연속 프로세스로 제작하는 기술은, 투과형 액정 표시 장치나 반사형 액정 표시 장치인 경우에도 물론 적용할 수 있어서, 종래보다도 간편한 프로세스로 코스트 저감이나 제작 시의 택트 타임의 단축 등의 효과를 발휘한다.

다음으로, 본 발명의 실시예에서, 화소 내의 액정 도메인의 대략 중앙에 규칙적으로 배치되는 오목부의 바람직한 구성에 대하여 도 27 및 도 28을 이용하여 설명한다.

도 27에 개략도로 도시한 바와 같이, 매트릭스 형상으로 배열된 화소가 짧은 쪽의 피치 $Ps(\mu\text{m})$ 와 오목부의 최대 내부 직경 폭 $Dc(\mu\text{m})$ 의 관계는 $Dc < 0.35 \cdot Ps$ 의 관계를 만족하는 것이 바람직하다. 최대 내부 직경 폭 Dc 는 오목부가 원 형상인 경우에는 직경이며, 그 밖의 형상인 경우에는 오목부의 내측에 있어서의 가장 긴 직선 길이로서 규정된다.

여기서, 도 28은 오목부의 최대 내부 직경 폭 Dc 와 유효 개구율 간의 관계를 나타내는 그래프이다. 오목부를 형성함으로써 유효 개구율은 단조롭게 감소되는 경향이 있지만, 개구율의 저하가 10% 이내인 경우에는, 액정층의 광학 설계의 최적화를 행함으로써 액정 표시 장치로서의 휘도 저하분을 거의 보충하는 것이 가능하기 때문에, 오목부를 형성하는 경우의 설정 개구율의 하한값을 90%로 한다. 이 조건을 만족하기 위해서는, 도 28로부터, 오목부의 최대 내부 직경 폭 $Dc(\mu\text{m})$ 은 $Dc < 0.35 \cdot Ps$ 의 관계를 만족하는 것이 필요하다는 것을 알 수 있다. 즉, 예를 들면 짧은 변의 피치가 $50\mu\text{m}$ 인 화소의 경우에는, 오목부의 최대 내부 직경은 $17\mu\text{m}$ 이하인 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는, $10\mu\text{m}$ 이하($Dc \leq 0.2Ps$)이다. 이 최대 내부 직경 폭의 규정값을 초과한 경우에는 유효 개구율이 10% 초 저하하여, 패널의 휘도 저하가 현저해져서, 표시 품위가 악화된다는 문제가 발생한다.

또한, 오목부의 깊이 $h(\mu\text{m})$ 과 충간 절연막의 두께 $Id(\mu\text{m})$ 간의 관계에 대해서는 후에 실험예를 나타내어 설명하는 바와 같이, $h < 0.8 \cdot Id$ 의 관계를 만족하는 것이 바람직하다. 오목부의 패여진 깊이가 커져서, 이 규정값보다도 커지면, 액정 도메인 내에서 액정 분자가 단차면에 따라 기울어져서 배향되는 경향이 커져서 복굴절을 갖기 때문에 오목부 근방에서의 광 누출이 현저해지기 때문에 콘트라스트비의 저하를 초래한다. 또한, 오목부의 깊이 h 가 커지면, 국소적으로 액정층 두께가 증대되기 때문에, 액정층으로의 기입 특성(충전 특성)이 변동되게 되어, 표시 특성이 변동되는 요인으로 된다. 보다 바람직한 오목부의 깊이 h 는 $h < 0.6Id$ 의 범위이다.

다음으로, 도 29의 (a) 및 (b)를 참조하면서, 벽 구조체(3215b) 및 충간 절연막(3215a)의 바람직한 형상을 보다 상세하게 설명한다. 도 29의 (a) 및 (b)는, 도 23의 29A-29A'선을 따C 단면도이며, 도 29의 (b)는 도 29의 (a)의 파선에 의해 둘러싸인 부분의 확대도이다.

본 발명의 실시예에 따르면, 상술한 바와 같이, 스위칭 소자 상층의 충간 절연막(3215a)과 오목부(3217) 및 벽 구조체(3215b)를 일괄 노광 공정을 거쳐 일체로 형성된다. 따라서, 도 29의 (a) 및 (b)에 도시한 바와 같이, 벽 구조체(3215b) 및 충간 절연막(3215a)의 제1 기판(3210a)에 수직인 면에서의 단면 형상은, 액정 도메인의 축 대칭 배향의 중심축이 형성되는 영역을 저부(3215B)로 하는 연속적인 형상으로 할 수 있다. 여기서는, 화소 전극(3211a)은 축 대칭 배향 도메인의 중심축의 위치를 고정·안정화시키기 위한 오목부(3217)를 갖기 때문에, 충간 절연막(3215a)의 단면 형상이 갖는 저부(3215B)는, 오목부(3217)에 대응하는 위치에 형성되어 있다.

이와 같이, 벽 구조체(3215b)의 경사된 측면(3215S)과 충간 절연막(3215a)의 상면이 연속된 유발형의 형상을 가지면, 유발형의 표면에 형성된 화소 전극(3211) 및 수직 배향막에 의해, 축 대칭 배향 도메인의 배향을 보다 안정화할 수 있다. 그 결과, 중간조에서의 응답 특성의 개선되는 효과나 중간조에서의 표시의 위화감을 저감하는 효과, 및 액정 패널이 가압되었을 때 배향 혼란이 발생하여도 단시간에 회복되는 효과를 얻을 수 있다. 덧붙여서, 유발형으로 함에 따른 배향의 안정화 효과는, 화소 전극 및 수직 배향막의 표면이 유발형으로 형성되기 때문에 얻어지는 것이다. 즉, 유발형의 표면을 갖는 화소 전극은, 액정층에 대하여 유발 저부를 중심으로 기울어진 전계를 생성하고, 유발형의 표면을 갖는 수직 배향막은 유발 저부를 중심으로 액정 분자를 기울이도록 배향 규제력을 발휘한다. 이와 같이, 유발형의 형상에 기인하는 배향 규제력이 부가적으로 얻어지기 때문에, 축 대칭 배향 도메인이 보다 안정화된다. 이 효과는 화소 내의 액정 도메인의 대략 중앙에 규칙적으로 오목부를 배치함으로써 유효하게 발휘할 수 있는 것을 기대할 수 있으며, 축 대칭 배향의 안정화와 중심축 고정이 보다 효과적으로 작용한다.

또한, 유발형의 형상은, 예를 들면 충간 절연막(3215a), 오목부(3217) 및 벽 구조체(3215b)를 구성하는 감광성 수지막을 패터닝한 후, 열 처리 공정의 온도나 시간 등을 조정함으로써 제어할 수 있다.

덧붙여서, 도 29의 (b)에 모식적으로 도시한 바와 같이, 벽 구조체(3215b)의 측면(3215S)의 기판(3210a)의 표면에 대한 경사각 α 는, 45° 이하인 것이 바람직하며, 25° 이하인 것이 바람직하다.

벽 구조체(3215b)의 측면(3215S) 상에 형성된 수직 배향막(도시 생략)은, 그 표면에 대하여 액정 분자가 수직으로 배향되도록 규제력을 갖기 때문에, 측면(3215)상의 액정 분자는 기판(3210a)의 표면에 대하여 기울어진 방향으로 배향된다. 액정 분자의 경사 정도는, 측면(3215S)의 경사각 α 가 클수록 커진다. 수직 배향막에 의한 배향 규제력은 전압의 유무에 무관하게 작용하기 때문에, 혹 표시 상태에서는 측면(3215S) 근방의 경사진 액정 분자에 기인하는 광 누출이 발생한다. 따라서, 벽 구조체(3215b)의 측면(3215S)의 경사각 α 가 너무 크면 콘트라스트비가 저하된다. 이 콘트라스트비의 저하를 억제하기 위해서는, 경사각 α 는 45° 이하인 것이 바람직하며, 25° 이하인 것이 더욱 바람직하다. 또한, 경사각 α 가 45° 를 초과하면, 액정 분자의 수직 배향성이 저하됨으로써 배향이 불안정해지는 경우도 있다. 단, 배향 안정화의 효과를 얻기 위해서는, 경사각 α 는 3° 이상인 것이 바람직하며, 5° 이상인 것이 보다 바람직하다. 여기서는, 충간 절연막(3215a)과 일체로 형성하는 오목부(3217) 등의 설계 파라미터에 대하여, 반투과형 액정 표시 장치의 예로 기재하였지만, 이 파라미터는 투과형 액정 표시 장치나 반사형 액정 표시 장치에서와 마찬가지로 적용 가능하다.

[동작 원리]

도 30을 참조하면서, 수직 배향형 액정층을 갖는 본 발명의 제3 국면에 따른 실시예의 액정 표시 장치의 우수한 광 시야각 특성을 갖는 이유를 설명한다.

도 30은, 충간 절연막(3016a)에 형성된 오목부(3016c), 충간 절연막(3016a)과 일체로 형성된 벽 구조체(3016b) 및 화소 전극(3006)에 구비하는 개구부(3006a)에 의한 배향 규제력의 작용을 설명하기 위한 도면이며, 도 30의 (a)는 전압 무인가시, 도 30의 (b)는 전압 인가 시의 액정 분자의 배향 상태를 모식적으로 도시하고 있다. 도 30의 (b)에 나타낸 상태는 중간 조를 표시하고 있는 상태이다.

도 30에 도시한 액정 표시 장치는, 투명 기판(3001) 상에, 충간 절연막(3016a), 개구부(3006a)를 갖는 화소 전극(3006), 배향막(3022) 순으로 갖고 있다. 또한, 충간 절연막(3016a)과 일체로 형성된 벽 구조체(3016b)를 화소 외에 갖고 있다. 오목부(3016c)에 대응하여 액정층(3020)의 표면(배향막(3012))에 오목부가 형성되어 있다. 다른쪽 투명 기판(3017) 상에는 컬러 필터층(3018), 대향 전극(3019) 및 배향막(3032) 순으로 형성되어 있다. 양 기판 사이에 설치된 액정층(3020)은, 마이너스의 유전 이방성을 갖는 액정 분자(3021)를 포함한다.

도 30의 (a)에 도시한 바와 같이, 전압 무인가시에는, 액정 분자(3021)는 수직 배향막(3012 및 3032)의 배향 규제력에 의해 기판 표면에 대하여 대략 수직으로 배향한다. 단, 벽 구조체(3016b)(전형적으로는, 벽 구조체를 피복하도록 수직 배향막을 형성함) 및 오목부(3016c)의 액정 분자는, 각각의 경사면에 대하여 대략 수직으로 배향되기 때문에, 기판면에 대하여 기울어진다. 즉, 벽 구조체(3016b) 및 오목부(3016c)는 액정 분자가 기울어지는 방향을 규정하고 있다.

전압 인가 시에는, 도 30의 (b)에 도시한 바와 같이, 유전 이방성이 마이너스인 액정 분자(3021)는 분자 장축이 전기력선에 대하여 수직으로 되려고 하기 때문에, 개구부(3006a) 주변에 형성되는 경사 전계에 의해, 액정 분자(3021)가 기울어지는 방향이 규정되게 된다. 따라서, 예를 들면 개구부(3006a)를 중심으로 하는 축 대칭 형상으로 배향되게 된다. 이 축 대칭 배향 도메인 내에서는, 액정 디렉터는 전방위(기판면 내의 방위)로 배향되어 있기 때문에, 시야각 특성이 우수하다. 덧붙여서, 경사 전계나 벽 구조체에 의한 액정 분자의 경사 방향을 규제력이 화소의 주위에서 강하여, 그 영향을 받은 액정 분자의 경사 배향이 화소의 내부로 진행되는 경향이 있기 때문에, 화소(서브 화소) 중앙의 오목부 근방에서 중심축이 안정화되기 쉬워진다.

여기서는, 개구부(3006a) 주위에 형성되는 경사 전계의 작용을 설명하였지만, 화소 전극(3006)의 옛지부에 형성되는 절결부의 근방에서도, 마찬가지로 경사 전계가 형성되며, 액정 분자(3021)가 전계에 의해 기울어지는 방향이 규정된다. 이 경사 전계에 의한 배향 규제력과, 상술한 오목부(3016c) 및 벽 구조체(3016b)에 의한 배향 규제력의 복합적인 작용에 의해, 전압 인가 시에서는 액정 도메인의 중심부에 의해 안정적으로 중심축이 고정되는 것이 나타난다.

이하에, 본 발명의 제3 국면의 액정 표시 장치에 관한 구체예를 기재하여 설명한다. 본 발명의 제3 국면에 따른 실시예의 액정 표시 장치는, 예를 들면 도 9에 도시한 구성을 갖는다. 액정 패널(1050)로서, 여기서는 도 23에 도시한 액정 표시 장치(3200)와 마찬가지의 구성을 갖는 것을 이용한다.

(제1 실시예)

도 25에 도시한 구성을 갖는 액티브 매트릭스 기판과, 대향측에는 컬러 필터층, 투명 유전체층(234), 대향 전극이 적층된 컬러 필터 기판을 배치하여 액정 표시 장치를 구성하였다.

덧붙여서, 본 실시예의 액티브 매트릭스 기판에서, 층간 절연막 및 벽 구조체는 상술한 프로세스에 의해, 이하의 노광 조건으로 형성하였다.

포지티브형 감광성 수지막에, 요철 형상 및 벽 구조체를 형성하기 위한 제1노광 공정은, 제1 포토마스크(52)를 이용하여, 저노광량 조건($60\text{mJ}/\text{cm}^2$)으로 실행하고, 화소 내의 액정 도메인의 대략 중앙에 규칙적으로 배치하여 축 위치를 제어하기 위해 형성하는 오목부 및 콘택트홀 등을 형성하기 위한 제2 노광 공정은, 제2 포토마스크(62)(오목부의 내부 직경 폭을 $1.5\mu\text{m}$; 콘택트홀의 직경 $5\mu\text{m}$)를 이용하여 고노광량 조건($300\text{mJ}/\text{cm}^2$)으로 실행하였다.

이 후, 상술한 일련의 공정을 실행함으로써, 본 실시예의 액티브 매트릭스 기판을 얻는다. 덧붙여서, 현상 후의 소성 공정은, 200°C 에서 1시간 행하였다. 그 결과, 벽 구조체의 측면의 경사각 α 는 약 10° 이며, 유발형의 단면 형상이 얻어졌다. 또한, 오목부에 대해서는 마무리 내부 직경이 $2\mu\text{m}$, 깊이는 $1.8\mu\text{m}$ 이며, 화소 내의 층간 절연막의 평탄부의 두께는 $2.5\mu\text{m}$ 이었다.

한편, 컬러 필터 기판은 반사 영역에 투명 유전체층의 단차를 배치하고, 표시 화소 외의 차광층부에 액정층 두께를 규정하기 위해 구비하는 지지체(유전체)를 형성하였다.

액티브 매트릭스 기판과 컬러 필터 기판에 수직 배향막을 소정의 조건으로 형성한(러빙 처리는 실시하지 않음) 후, 상호 기판을 시일 수지를 개재하여 접합하고, 유전율 이방성이 마이너스인 액정 재료(굴절율 이방성 Δn ; 0.1, 유전율 이방성 $\Delta \varepsilon$; -4.5)를 주입, 밀봉하여 액정 표시 패널을 제작하였다. 본 실시예에서는, 투과 영역의 액정층 두께 dt 를 $4\mu\text{m}$, 반사 영역의 액정층 두께 dr 을 $2.1\mu\text{m}$ 로 하였다.

계속해서, 이 액정 표시 패널의 양면에 이하의 용도로 광학 필름을 배치하여, 액정 표시 장치를 얻었다.

본 실시예의 액정 표시 장치의 구성은, 관찰자측으로부터 순서대로 편광판(관찰측), 1/4 파장판(위상차판 1), 광학 이방성이 마이너스인 위상차판(위상차판 2(NR판)), 액정층(상측; 컬러 필터 기판, 하측; 액티브 매트릭스 기판), 광학 이방성이 마이너스인 위상차판(위상차판 3(NR판)), 1/4 파장판(위상차판 4), 편광판(백 라이트측)의 적층 구조로 하였다. 덧붙여서, 액정층의 상하의 1/4 파장판(위상차판 1과 위상차판 4)에서는, 서로의 지상축을 직교시키고, 각각의 위상차를 140nm 로 하였다. 광학 이방성이 마이너스인 위상차판(위상차판 2와 위상차판 3)은, 각각의 위상차를 135nm 로 하였다. 또한, 2매의 편광판(관찰측, 백 라이트측)에서는, 흡수축을 직교시켜서 배치하였다.

얻어진 액정 표시 장치에 구동 신호를 인가(액정층에 4V 인가)하여, 표시 특성을 평가하였다.

투과 표시에서의 시각-콘트라스트의 특성 결과는, 도 11에 나타낸 것과 마찬가지이다. 투과 표시에서의 시야각 특성은, 거의 전방위에 걸쳐 대칭인 특성을 나타내며, $\text{CR}>10$ 인 영역은 $\pm 80^\circ$ 로 양호하고, 투과 콘트라스트도 정면에서 300:1 이상으로 높은 것이었다.

한편, 반사 표시의 특성은, 분광측 색계(미놀타사제 CM2002)에 의해 평가하며, 표준 확산판을 기준으로 하여 약 8.2%(개구율 100% 환산값), 반사 표시의 콘트라스트값은 20이어서, 종래의 액정 표시 장치에 비해 높은 콘트라스트를 나타내어 양호하였다.

또한, 중간조(8 계조 분할 시에서의 계조 레벨 2)에서의 위화감도 개선되는 것이 확인되었다. 또한, 중간조 응답 시간(8 계조 분할 시에서의 계조 레벨 3로부터 계조 레벨 5의 변화에 필요한 시간; ms)은 30ms이며, 종래의 유전 이방성이 플러스인 액정을 이용한 ECB 모드와 비교할 때 그 이상의 특성을 나타내었다.

또한, 전압 4V 인가(백 표시) 시에 손끝으로 표시 패널을 눌렀을 때에 발생하는 배향 혼란도 가압을 그만두면 즉시 회복하였다. 이와 같이, 화소 내의 액정 도메인의 대략 중앙에 규칙적으로 형성된 오목부에 효과적으로 중심축이 고정되고, 화소 실질적으로 포위하도록 형성된 벽상 구조체, 및 화소의 주위에 설치된 벽상 구조체의 측면으로부터 화소의 중앙을 향해 연속적으로 변화되는 유발형의 표면에 형성된 화소 전극 및 수직 배향막에 의해, 축 대칭 배향 도메인의 배향 안정성이 개선되었다.

덧붙여서, 단면 형상을 유발형으로 하지 않는 경우, 벽형 구조체의 측면의 경사각이 45° 를 초과하는 경우에는, 콘트라스트 비가 300:1에 도달하지 않거나, 혹은 가압에 의한 배향 혼란이 발생하거나 하는 경우를 볼 수 있었다.

(제2 실시예)

제1 실시예와 마찬가지의 프로세스로, 도 9에 나타낸 구조를 갖는 반투과형 액정 표시 장치를 시작(試作)하였다(시작예 1 내지 시작예 6). 각각의 시작예에서의 오목부의 형상 인자와 패널 특성에 대하여 아래의 표 1에 나타낸다.

여기서, 화소의 짧은 변의 폭 $Ps(\mu\text{m})$ 에 대한 최대 내부 직경 폭 $Dc(\mu\text{m})$ 의 비; Dc/Ps 와 층간 절연막(화소내 평탄부) $Id(\mu\text{m})$ 에 대한 오목부의 깊이 $h(\mu\text{m})$ 의 비; h/Id 의 값에 대하여 바람직한 조건을 검토하였다.

또한, 액정 패널의 특성으로서, 기준 백 라이트광($2000\text{cd}/\text{m}^2$)에 대한 전압 4V 인가 시의 투과율 및 전압 4V 인가 시의 정면 콘트라스트비와 내충격성을 평가한 결과를 더불어 기재하였다.

투과율의 설계값은 4.0%, 하한 허용값을 3.6%로 하였다. 정면 콘트라스트비에 대해서는, 설계값을 300으로 하고, 하한 허용값을 270으로 하였다. 또한, 내충격성 평가에서는, $1\text{kgf}/\text{cm}^2$ 의 압력으로 패널을 가압 후에 배향이 회복(원래의 배향 상태로 되돌아감)될 때까지의 시간을 평가하였다. 1분 이내로 불량 배향으로부터 정상 배향으로 복원된 경우를 ○, 1분 초과 5분 이내로 불량 배향으로부터 복원된 경우를 Δ, 10분 경과 후에도 배향 혼란이 남는 경우를 X로 하였다.

[표 1]

	D_c / P_s	h / I_d	투과율 (%)	정면 CR	내충격성
시작예 1	0. 1	0. 4	4. 2	3 1 5	△
시작예 2	0. 1	0. 6	4. 0	3 0 5	○
시작예 3	0. 3 8	0. 6	3. 7	2 7 0	○
시작예 4	0. 4 3	0. 6	3. 3	2 6 0	○
시작예 5	0. 1	0. 7 5	3. 6	2 7 0	○
시작예 6	0. 1	0. 8 5	3. 4	2 4 5	○

표 1의 결과로부터 알 수 있듯이, 화소 내의 액정 도메인의 대략 중앙에 규칙적으로 배치되는 오목부의 최대 내부 직경 폭 Dc 및 깊이 h 가 커질수록 유효 개구율의 감소에 수반되는 투과율의 저하나 오목부의 측면에서의 액정 문자가 기울어지는 영향에 의해 광 누출이 발생하기 쉬워지기 때문에 정면 CR이 저하되는 경향이 있다. 한편, 내충격성은 표 1에 기재한 시작 예에서는 가압에 의해 배향 불량이 발생하여도, 5분 이내에 복원되기 때문에, 본 발명에서의 오목부의 배치에 의한 효과가 큰 것이 확인되었다. 위화감에 대해서도 큰 개선 효과가 인정되었다.

(비교예 1)

실시예의 액정 패널과 마찬가지의 구성을 갖는 액정 패널을 이용하여 ECB 모드의 균일한(homogeneous) 배향의 액정 표시 패널을 제작하였다. 비교예 1의 액정 패널에는, 벽 구조체나, 화소 전극의 개구부 또는 절결부를 형성하지 않고 있다. 또한, 비교예 1의 액정 패널은, 실시예의 액정 패널의 수직 배향막 대신 수평 배향막을 이용하여, 액정층에는 유전율 이방성이 플러스인 액정 재료(Δn ; 0.07, $\Delta \varepsilon$; 8.5)를 주입하여, 균일한 배향의 액정층을 형성하였다. 투과 영역의 액정층 두께 dt 를 $4.3\mu\text{m}$, 반사 영역의 액정층 두께 dr 을 $2.3\mu\text{m}$ 로 하였다.

이 액정 표시 패널의 양면에 편광판, 1/4 파장판 등의 위상차판을 포함하는 복수의 광학층으로 형성된 광학 필름을 배치하여 비교예 1의 액정 표시 장치를 얻었다.

이 비교예 1의 액정 표시 장치에 구동 신호를 인가(액정층에 4V 인가)하여 실시예와 동일한 평가 방법에 따라 표시 특성을 평가하였다.

투과 표시에서의 시야각 특성은 CR>10인 영역은 $\pm 30^\circ$ 로 되며, 계조 반전도 현저하였다. 또한, 투과 콘트라스트는 140:1 이었다. 한편, 반사 표시의 특성은 표준 확산판을 기준으로 하여 약 9.3%(개구율 100% 환산값), 반사 표시의 콘트라스트 값은 8이고, 표시 화상은 수직 모드의 실시예에 비해 백 불선명하게 된 낮은 콘트라스트였다.

이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 액정 표시 장치는, 종래의 균일한 배향의 액정 표시 장치나 종래로부터의 공지 기술에 비해, 수직 배향 모드를 투과 표시 및 반사 표시에 적용함으로써 투과 및 반사의 양 표시에서도 양호한 콘트라스트비가 얻어진다.

또한, 본 발명의 실시예에서는, 한쪽 기판(예시에서는 액티브 매트릭스 기판)에만 액정 도메인 배향의 규제 구조(벽 구조체 및 개구부 또는 절결부)를 배치시키고, 더욱이, 벽 구조체를 층간 절연막과 일체로, 또한 반사부의 미세 요철 형상 형성이거나 콘택트홀 형성 공정과 일괄로 연속 형성할 수 있으므로, 제조 프로세스를 간략화할 수 있다. 또한, 벽 구조체나 개구부 또는 절결부의 배향 규제력에 의해, 러빙리스 공정에서 전압 인가 시에 액정 분자가 기울어지는 방향을 규제하는 것이 가능하다. 또한, 본 발명의 실시예에서 예시한 바와 같이, 액정 도메인의 배향 규제 구조를 설치함으로써, 전압 인가 시에 축 대칭 배향을 나타내는 액정 도메인이 화소마다 복수 형성되기 때문에, 전방위적으로 넓은 시야각 특성을 실현할 수 있다.

상기 실시예에서는, 수직 배향형 액정층을 구비하는 액정 표시 장치에 축 대칭 배향 도메인을 형성하는 구성을 예시하였지만, 층간 절연막에 형성하는 오목부의 형상 및 배치를 개변함으로써, 예를 들면 일본 특개평11-242225호 공보에 기재되어 있는 MVA 형 액정 표시 장치에도 적용할 수 있다.

이하에, 도면을 참조하면서 본 발명의 제4 국면에 따른 실시예의 액정 표시 장치의 구성을 설명한다.

먼저, 도 31~도 34를 참조하면서, 본 발명의 제4 국면에 따른 실시예의 액정 표시 장치에서 축 대칭 배향이 형성되는 메커니즘을 설명한다.

도 31은, 화소 전극(4006)에 형성한 제1 개구부(4014) 및 제2 개구부(4013)에 의한 배향 규제력의 작용을 설명하기 위한 도면이며, 도 31의 (a)는 전압 무인가 시, 도 31의 (b)는 전압 인가 시의 액정 분자의 배향 상태를 모식적으로 도시하고 있다. 도 31의 (b)에 나타낸 상태는 중간조를 표시하고 있는 상태이다. 도 32는, 중간조 표시 상태의 액정 분자의 배향 상태를 기판 법선 방향으로부터 본 도면(평면도)으로, 1개의 화소의 일부를 나타내고 있다.

도 31에 도시한 액정 표시 장치는, 투명 기판(4001) 상에, 제1 개구부(4014) 및 제2 개구부(4013)를 갖는 화소 전극(4006), 배향막(4012)을 이러한 순서로 갖고 있다. 다른쪽 투명 기판(4017) 상에는, 대향 전극(4019) 및 배향막(4032)이 이러한 순서로 형성되어 있다. 양 기판 사이에 설치된 액정층(4020)은 마이너스의 유전 이방성을 갖는 액정 분자(4021)를 포함한다.

도 31의 (a)에 도시한 바와 같이, 전압 무인가 시에는, 액정 분자(4021)는 수직 배향막(4012 및 4032)의 배향 규제력에 의해 기판 표면에 대하여 대략 수직으로 배향한다. 덧붙여서, 제1 개구부(4014) 및 제2 개구부(4013)에 의해 수직 배향막(4012)의 표면에 오목부가 형성되고, 이 오목부의 근방에서는 액정 분자(4021)는 오목부의 측면에 대략 수직으로 배향되지만, 간단하게 나타내기 위해, 도면에서는 생략하고 있다. 여기서는, 도 32에 도시한 바와 같이, 십자를 구성하도록 사각형 부분을 배치한 4개의 제2 개구부(4013)를 형성하고, 4개의 제2 개구부(4013)의 중심 근방에 원형의 제1 개구부(4014)를 형성하고 있다. 즉, 제1 개구부(4014)에 대하여 대략 점 대칭으로 배치된 4개의 제2 개구부(4013)가 형성되어 있으며, 1개의 제1 개구부(4014)와 4개의 제2 개구부(4013)의 조합이 화소 전극(4006)에 복수 형성되어 있다.

전압 인가 시에는, 도 31의 (b)에 도시한 바와 같이, 유전 이방성이 마이너스인 액정 분자(4021)는, 분자 장축이 전기력선 EF에 대하여 수직(등전위선에 평행)으로 되려고 하기 때문에, 제1 개구부(4014) 및 제2 개구부(4013) 주변에 형성되는 경사 전계에 의해, 액정 분자(4021)가 기울어지는 방향이 규정되게 된다. 도 32에 도시한 바와 같이, 십자의 제2 개구부(4013)를 형성하면, 4개의 제2 개구부(4013)에 의해 실질적으로 포위된 영역에 축 대칭 배향(「방사형 경사 배향」이라고도 함)된 액정 도메인이 형성된다(일부 액정 분자(21)는 생략하고 있음). 이 축 대칭 배향 도메인 내에서는 액정 디렉터는 전방위(기판면 내의 방위)로 배향되어 있기 때문에, 시야각 특성이 우수하다. 또한, 제1 개구부(4014)는 축 대칭 배향의 중심축을 고정·안정화하도록 작용한다.

도 33의 (a) 및 (b)를 참조하면서, 제1 개구부(4014)의 작용을 설명한다. 도 33의 (a)는, 제2 개구부(4013)의 중앙에 제1 개구부(4014)를 형성한 경우의 중간조 표시 상태에서의 액정 분자(4021)의 배향 상태를 모식적으로 나타낸 도면이며, 도 33의 (b)는 제1 개구부(4014)를 형성하지 않고 제2 개구부(4013)만을 구비하는 경우의 중간조 표시 상태에서의 액정 분자(4021)의 배향 상태를 모식적으로 나타낸 도면이다.

먼저, 도 33의 (b)를 참조한다. 제2 개구부(4013) 주변에 생성되는 경사 전계에 의해, 4개의 제2 개구부(4013) 각각의 근방으로부터 액정 분자(4021)가 기울어지기 시작한다(덧붙여서, 도 33에서는 2개의 제2 개구부(4013)만을 나타내고 있음). 4개의 제2 개구부(4013)의 근방으로부터 그것의 중앙의 위치(도 32에서 제1 개구부(4014)가 형성되어 있는 위치)를 향해 액정 분자(4021)의 배향이 전파되어 가서, 중앙 부근에 액정 분자(4021)가 수직 배향을 유지하는 영역(불연속 영역)이 형성된다. 액정 분자(4021)는 유전율 이방성을 갖고 있기 때문에, 액정 분자(4021)의 배향의 분포에 따라, 액정총(4020)에 형성되는 등전위선 EQ에 왜곡이 형성되게 되어, 액정 분자(4021)가 수직으로 배향되어 있는 영역에서, 등전위선 EQ에 오목부가 형성된다. 그러나, 이 등전위선의 오목부는, 4개의 제2 개구부(4013)의 근방에 형성되는 경사 전계에 의한 액정 분자(4021)의 배향이 서로 길항함으로써 발생되는 배향의 불연속성에 의해 형성되기 때문에, 불안정하며, 액정 분자(4021)가 수직인 배향을 유지하는 영역이 형성되는 위치는 일정하다.

이에 대하여, 도 33의 (a)에 도시한 바와 같이, 4개의 제2 개구부(4013)의 중심에 제1 개구부(4014)를 형성하면(도 32 참조), 제1 개구부(4014)의 근방에도 경사 전계가 형성되어, 제1 개구부(4014)에 대응하는 영역에 등전위선 EQ의 오목부가 형성된다. 따라서, 축 대칭 배향의 중심축은 이 제1 개구부(4014) 내 또는 그 근방에 안정적으로 형성되게 된다.

또한, 제2 개구부(4013)의 사각형 부분의 폭 EW를 제1 개구부(4014)의 폭 EC보다도 크게 하는 것이 바람직하다. 이 이유를 도 34의 (a) 및 도 34의 (b)를 참조하면서 설명한다. 덧붙여서, 도 34 중 1개의 중심에서 교차되는 4개의 직선은 중간조 표시 상태의 화소를 크로스 니콜(crossed Nichol prism) 하에서 관찰하였을 때의 소광 형태를 모식적으로 도시하고 있다. 4개의 직선의 교점이 축 대칭 배향의 중심을 나타내고 있다.

도 34의 (b)에 도시한 바와 같이, 제2 개구부(4013)의 폭 EW가 제1 개구부(4014)의 폭 EC와 동일하면, 제2 개구부(4013)에 의해 형성되는 등전위선의 오목부와 제1 개구부(4014)에 의해 형성되는 등전위선의 오목부의 깊이가 동일한 정도로 되기 때문에, 축 대칭 배향의 중심이 제2 개구부(4013)와 제1 개구부(4014) 사이에 형성된다. 이에 대하여, 도 34의 (a)에 도시한 바와 같이, 제2 개구부(4013)의 폭 EW가 제1 개구부(4014)의 폭 EC보다도 크면, 제2 개구부(4013)에 의해 형성되는 등전위선의 오목부의 깊이가 제1 개구부(4014)에 의해 형성되는 등전위선의 오목부의 깊이보다도 깊어지기 때문에, 제2 개구부(4013)에 의한 배향 규제력이 우세해져서, 4개의 제2 개구부(4013)의 중앙에 형성된 제1 개구부(4014)에 축 대칭 배향의 중심이 안정적으로 고정되게 된다.

액정 표시 장치의 표시 특성은, 액정 분자의 배향 상태(광학 이방성)에 기인하여, 방위각 의존성을 나타낸다. 표시 특성의 방위각 의존성을 저감하기 위해서는 각각의 화소 내의 액정 분자가 모든 방위각 방향에 대하여 동등한 확률로 배향되어 있는 것이 바람직하다. 따라서, 제1 개구부(4014)는 각각의 화소 영역 내의 액정 분자가 모든 방위각 방향에 대하여 동등한 확률로 배향되도록, 액정 도메인을 형성하는 형상을 갖고 있는 것이 바람직하며, 제1 개구부(4014)를 기판의 법선 방향으로부터 볼 때의 형상은 회전 대칭성을 갖는 것이 바람직하고, 2회 회전 대칭성 이상, 보다 더 나아가 4회 회전 대칭성 이상의 고차의 회전 대칭성(예를 들면, 정방형이나 원형)을 갖는 것이 바람직하다. 동일한 이유로부터, 제2 개구부(4013)는 제1 개구부(4014)에 대하여, 점 대칭 형상으로 배치하는 것이 바람직하다.

또한, 제1 개구부(4014)의 폭 EC는 $4\mu\text{m}$ 이하로 하는 것이 바람직하다. 제1 개구부(4014)의 폭 EC이 $4\mu\text{m}$ 보다 큰 경우, 축 대칭 배향 도메인의 축 중심 위치에 $4\mu\text{m}$ 정도의 어긋남이 발생하여, 중심축의 위치 어긋남에 의한 위화감이 시인되기 쉬워진다. 제1 개구부(4014)의 폭 EC를 $4\mu\text{m}$ 이하로 설정함으로써, 위화감을 눈에 띠지 않게 할 수 있다.

덧붙여서, 상기 설명에서는 화소 전극(4006) 내에 전극막이 없는 영역으로서 제2 개구부(4013)를 형성하였지만, 화소 전극(4006) 주변부에 절결부로서 형성하여도 된다. 화소 전극(4006) 주변부에서도 경사 전계가 형성되기 때문에, 절결부를 형성함으로써, 축 대칭 배향 도메인의 외연을 규정할 수 있다. 예를 들면, 도 35의 (a)에 도시한 바와 같이, 화소 전극(4006)의 길이 방향을 대략 2 등분하는 위치에 서로 대향하는 절결부(4013)를 형성하여도 된다. 한쌍의 절결부(4013) 및 화소 전극(4006)의 엣지부에 형성되는 경사 전계에 의해, 도 35의 (a)에 도시한 화소 내에는 2개의 축 대칭 배향 도메인이 형성된다. 덧붙여서, 도 35에서는 간단하게 나타내기 위해, 제1 개구부(4014)를 생략하고 있다.

다음으로, 도 35의 (a) 내지 (c)를 참조하면서, 배향 규제 구조로 하고 또한 벽 구조체(4015)를 설치한 구성을 설명한다. 도 35의 (a) 및 (b)는 화소 전극(4006)의 중앙 부근에 한쌍의 사각형 형상의 절결부(4013)를 구비하는 경우의 벽 구조체(4015)(4015a 및 4015b)의 배치예를 도시하는 평면도이다. 덧붙여서, 여기서 도시하는 절결부(4013)가 화소 전극(4006) 내에 형성된 제2 개구부(4013)(예를 들면, 도 32 참조)이더라도 마찬가지다.

벽 구조체(4015)는, 도 35의 (c)에 도시한 바와 같이, 경사진 측면(벽면)을 가지며, 경사 측면(정확하게는, 경사 측면 상에 형성되는 수직 배향막)에 의한 배향 규제력(앵커링 효과)에 의해, 수직 배향형 액정층의 액정 분자가 전계에 의해 기우는 방향이 규정된다. 여기서 예시한 바와 같이, 절결부(4013)와 함께 벽 구조체(4015)를 설치하면, 전압 인가에 절결부(4013) 주변에 형성되는 경사 전계에 의한 배향 규제력과, 벽 구조체(4015)에 의한 배향 규제력이 액정 분자가 기울어지는 방향을 규정하기 때문에, 축 대칭 배향을 보다 안정화할 수 있다. 또한, 경사 전계에 의한 배향 규제력은 전압이 낮으면 약해지는 데 대하여, 벽 구조체(4015)에 의한 배향 규제력은 전압에 의존하지 않기 때문에, 중간조 표시 상태에서도 배향 규제력을 발휘하여, 액정 분자가 기울어지는 방향을 안정적으로 규정한다. 그 결과, 중간조 표시에서의 표시 품위를 개선 할 수 있다.

벽 구조체(4015)는, 절결부(4013)에 의한 경사 전계와 동일한 방향에 액정 분자를 기울이도록, 절결부(4013)의 사각형 부분 내에 형성된 제1 벽 부분을 포함하도록 형성되는 것이 바람직하다. 예를 들면, 도 35의 (a)의 우측에 도시한 바와 같이, 벽 구조체(4015b)를 절결부(4013) 내에만 형성하여도 되고, 도 35의 (a)의 좌측에 도시한 바와 같이, 절결부(4013) 내에 형성된 벽 구조체(4015)를 연결하도록 벽 구조체(4015a)를 연장하여 설치하여도 된다. 즉, 기판 법선 방향으로부터 보았을 때에, 벽 구조체(4015)가 점선 형상으로 보이도록 설치하여도 되며, 실선으로 보이도록 설치하여도 된다.

다음으로, 도 35의 (b) 및 (c)를 참조하면서, 사각형 형상의 절결부(4013) 내에 그것과 평행하게 벽 구조체(4015)를 설치 하는 경우의 바람직한 구성을 설명한다.

사각형 형상의 절결부(4013)의 폭을 EW(도 35의 (b))로 하고, 벽 구조체(4015)의 폭을 WW로 하면, $0.6EW < WW < 0.9EW$ 의 관계를 만족하도록 구성하는 것이 바람직하다. $0.6EW > WW$ 인 경우, 벽 구조체(4015)에 의한 배향 규제력이 전극 영역의 액정 도메인에 미치는 영향이 작아져서, 화소 전극 영역의 액정 도메인을 안정화시키는 것이 곤란해지는 경우가 있다. 반대로, $WW > 0.9EW$ 인 경우, 제조 프로세스의 얼라인먼트 오차에 의해, 절결부(4013) 내에 벽 구조체(4015)가 배치되지 않는다는 상황(미스 얼라인먼트)이 발생하는 경우가 있다. 벽 구조체(4015)의 측면 균방의 액정 분자는 수직 배향으로부터 기울어져 있기 때문에, 흑 표시 상태에서 광 누출을 발생하기 때문에 바람직하지 않다.

또한, 절결부 폭 EW는 투과 영역의 액정층의 두께 dt에 대하여 $1.8dt < EW < 2.5dt$ 로 하는 것이 바람직하다. 인가 전압에 의해 발생하는 경사 전계에 의해 화소마다 안정적인 배향을 시키기 위해서는, 절결부 폭 EW를 액정층의 두께 dt에 대하여 크게 하고, 전극층이 존재하지 않은 영역에서의 등전위선을 충분히 왜곡되게 하도록 하여, 화소마다로 배향 상태가 연속되지 않게 할 수 있다.

단, 절결부(4013)의 폭 EW를 너무 크게 하면, 화소 내에서의 표시 부분이 작아져, 전압 인가 시에서도 표시 상태가 변화되는 영역이 적어지기 때문에 바람직하지 못하다. 또한, 액정층의 두께 dt를 작게 하면, 전계, 즉 단위 $V/\mu m$ 이 커져서, 단위 두께당 전계의 변화량이 커지고, 절결부 폭 EW를 크게 한 경우와 실질적으로 동일한 효과가 얻어진다. 즉, 어떤 셀 두께(액정층의 두께)에서, 화소마다 양호한 축 대칭 배향 도메인을 형성할 수 있으며, 또한 가능한 한 유효 개구율(실질적으로 표시에 기여하는 면적의 화소 면적에 대한 비율)을 크게 하기 위해서는, 절결부 폭 EW와 투과 영역의 액정층의 두께 dt가 $1.8dt < EW < 2.5dt$ 로 하는 것이 바람직하다. $1.8dt > EW$ 의 경우, 단위 두께 부근의 전계가 약해서, 화소에서 액정의 축 대칭 배향이 안정화되지 않아, 축 대칭 배향 중심의 위치가 복수의 화소 사이에서 변동되는 경우가 있다. 반대로, $EW > 2.5dt$ 인 경우, 적정한 액정층의 두께에 대하여 절결부(4013)가 너무 큰 결과, 유효 개구율이 저하되기 때문에 바람직하지 못하다.

또한, 벽 구조체(4015)의 높이 WH는, 액정층의 투과 영역의 두께 dt에 대하여 $0.25dt < WH < 0.4dt$ 로 하는 것이 바람직하다. $WH < 0.25dt$ 의 경우, 벽 구조체(4015)에 의한 배향 규제력이 약해져서, 안정된 배향 상태가 얻어지지 않는 경우가 있다. 반대로, $WH > 0.4dt$ 인 경우, 기판(액티브 매트릭스 기판)(4001)과 기판(대향 기판)(4017) 사이에 액정 재료를 주입할 때, 화소 전극 상에 규칙적으로 배치된 벽 구조체(4015)가 액정 주입을 저해하게 되어, 주입에 시간이 걸리게 되거나, 또는 주입이 불완전해지는 영역이 발생할 가능성이 높아진다. 특히, 반투과형 액정 표시 장치의 경우, 반사 영역의 액정층의 두께 dr(예를 들면, 도 36 또는 도 38 참조)은, 광학 최적 설계를 위해서는 투과 영역의 두께 dt의 거의 절반으로 설정되기 때문에, 거의 액정 재료가 들어가지 않게 되게 될 가능성마저 있다. 따라서, $0.25dt < WH < 0.4dt$ 로 하는 것이 바람직하다.

상기의 예에서는, 절결부(4013)에 대응시켜 벽 구조체(4015)를 설치한 구성을 예시하였지만, 이것에 한정되지 않으며, 도 35의 (b)에 나타내는 바와 같이, 화소 전극(4006)을 포위하는 영역에 벽 구조체(4015)를 설치하여도 된다. 화소 전극(4006) 주변 영역은, 예를 들면 TFT나 게이트 신호 배선, 소스 신호 배선 등이 형성되거나, 혹은 대향 기판에 블랙 매트릭스가 형성되기 때문에, 표시에 기여하지 않은 차광 영역으로 된다. 따라서, 이 영역에 형성된 벽 구조체(4015)는 표시에 악영향을 미치지는 않는다.

또한, 벽 구조체(4015)는, 개개의 액정 도메인을 형성하는 영역(「서브 화소」라고도 함)을 실질적으로 포위하도록 형성하여도 된다. 서브 화소마다 벽 구조체(4015)를 형성하지 않으면, 전압이 낮은 경우에 절결부(4013)에 의한 배향 규제력이 충분하지 않아, 액정 도메인의 축 대칭 배향 중심의 위치를 안정적으로 유지할 수 없어서, 복수의 화소 사이에서 변동되는 경우가 있다. 특히, 반투과형 액정 표시 장치에서는 적어도 투과 영역과 반사 영역 사이에, 절결부(또는 제2 개구부)를 형성하는 것이 바람직하며, 또한 이와 함께, 벽 구조체(4015)를 형성하는 것이 바람직하다. 투과 영역과 반사 영역 사이에 벽 구조체(4015)를 형성하지 않는 경우, 인가 전압이 낮을 때, 벽 구조체(4015)를 형성하고 있는 영역측의 배향 규제력이 다른쪽보다도 강하게, 축 대칭 배향의 중심 위치가 투과 영역 혹은 반사 영역에서의 서브가 화소 영역의 중심으로부터 어긋나게 되는 경우가 있다.

본 발명의 제4 국면에 따른 실시예의 액정 표시 장치는, 구체적으로는, 예를 들면 도 9에 도시한 구성을 갖는다. 액정 패널(1050)로서, 예를 들면 이후에 도 38을 참조하면서 설명하는 액정 표시 장치(4200)와 마찬가지의 구성을 갖는 것을 이용한다.

(투과형 액정 표시 장치)

먼저, 본 발명의 제4 국면에 따른 실시예의 투과형 액정 표시 장치(4100)의 구성을 도 36을 참조하면서 설명한다. 도 36은 투과형 액정 표시 장치(4100)의 1개의 화소의 구성을 모식적으로 도시하는 도면이며, 도 36의 (a)는 평면도이고, 도 36의 (b)는 도 36의 (a) 중 36B-36B'선을 따른 단면도이다.

액정 표시 장치(4100)는, 투명 기판(예를 들면, 글래스 기판)(4110a)과, 투명 기판(4110a)에 대향하도록 설치된 투명 기판(4110b)과, 투명 기판(4110a 및 4110b) 사이에 설치된 수직 배향형 액정층(4120)을 갖는다. 기판(4110a 및 4110b) 상의 액정층(4120)에 접하는 면에는, 수직 배향막(도시 생략)이 형성되어 있으며, 전압 무인가 시에는 액정층(4120)의 액정 분자는 수직 배향막의 표면에 대하여 대략 수직으로 배향되어 있다. 액정층(4120)은 유전 이방성이 마이너스인 네마틱 액정 재료를 포함하며, 필요에 따라, 카이럴제를 더 포함한다.

액정 표시 장치(4100)는, 투명 기판(4110a) 상에 형성된 화소 전극(4111)과, 투명 기판(4110a) 상에 형성된 대향 전극(4131)을 가지며, 화소 전극(4111)과 대향 전극(4131) 사이에 설치된 액정층(4120)이 화소를 규정한다. 여기서는, 화소 전극(4111) 및 대향 전극(4131) 모두 투명 도전층(예를 들면, ITO층)으로 형성되어 있다. 덧붙여서, 전형적으로는, 투명 기판(4110b)의 액정층(4120)측에는 화소에 대응하여 설치되는 컬러 필터(4130)(복수의 컬러 필터를 통합하여 전체를 컬러 필터층(4130)이라고 하는 경우도 있음)와, 인접하는 컬러 필터(4130) 사이, 즉 인접하는 화소 사이에 설치되는 블랙 매트릭스(차광층)(4132)가 형성되며, 이들 위에 대향 전극(4131)이 형성되지만, 대향 전극(4131) 상(액정층(4120)측)에 컬러 필터층(4130)이나 블랙 매트릭스(4132)를 형성하여도 된다.

여기서, 화소 전극(4111)은 소정의 위치에 형성된, 4개의 절결부(4113)를 갖고 있다. 4개의 절결부(4113)는 화소 전극(4111)을 대략 3 등분하도록, 2쌍의 절결부(4113)로서 형성되어 있다. 또한, 2쌍의 절결부(4113)에 의해 대략 분단된 3개의 영역 각각의 대략 중앙부에 제1 개구부(4114)가 형성되어 있다.

이 액정층에 소정의 전압을 인가하면, 2쌍의 절결부(4개의 절결부)(4113)에 의해 대략 분단된 3개의 영역에 각각이 축 대칭 배향을 나타내는 3개의 액정 도메인이 형성되고, 3개의 액정 도메인의 축 대칭 배향의 중심은 각각의 제1 개구부(4114)에 고정·안정화된다.

액정층(4120)의 두께(셀 갭이라고도 함) dt를 규정하기 위한 지지체(4133)는, 차광 영역에 형성하는 것이 바람직하다. 지지체(4133)를 차광 영역으로 하면, 지지체(4133)가 표시 품위를 저하시키는 것을 억제·방지할 수 있다. 지지체(4133)는, 예를 들면 감광성 수지를 이용하여 포토리소그래피 공정에서 형성할 수 있다. 지지체(4133)는 투명 기판(4110a 및 4110b) 어디에 형성하여도 된다.

덧붙여서, 투명 기판(4110a)의 액정층(4120)측에는, 예를 들면 TFT 등의 능동 소자 및 TFT에 접속된 게이트 배선 및 소스 배선 등의 회로 요소(모두 도시 생략)가 설치된다. 또한, 투명 기판(4110a)과, 투명 기판(4110a) 상에 형성된 회로 요소 및 상술한 화소 전극(4111), 지지체(4133) 및 배향막 등을 통합하여 액티브 매트릭스 기판이라 하는 경우가 있다. 한편, 투명 기판(4110b)과 투명 기판(4110b) 상에 형성된 컬러 필터층(4130), 블랙 매트릭스(4132), 대향 전극(4131) 및 배향막 등을 통합하여 대향 기판 또는 컬러 필터 기판이라 하는 경우가 있다.

또한, 상기의 설명에서는 생략하였지만, 액정 표시 장치(4100)는 투명 기판(4110a 및 4110b)을 개재하여 서로 대향하도록 배치된 한쌍의 편광판을 더 갖는다. 한쌍의 편광판은, 전형적으로는 투과축이 서로 직교하도록 배치된다. 또한, 상술한 바와 같이, 2축성 광학 이방성 매체층 또는 1축성 광학 이방성 매체층을 형성하여도 된다.

도 37의 (a) 및 (b)에 본 발명의 제4 국면에 따른 실시예의 다른 투과형 액정 표시 장치(4200)의 모식적인 구조를 도시한다. 도 37은 투과형 액정 표시 장치(4200)의 1개의 화소의 구성을 모식적으로 도시하는 도면이며, 도 37의 (a)는 평면도이고, 도 37의 (b)는 도 37의 (a) 중의 37B-37B'선을 따른 단면도이다.

액정 표시 장치(4200)은, 투명 기판(4210a) 상에 형성된 화소 전극(4211)과, 투명 기판(4210b) 상에 형성된 대향 전극(4231)을 가지며, 화소 전극(4211)과 대향 전극(4231) 사이에 설치된 액정층(4220)이 화소를 규정한다. 여기서는, 화소 전극(4211) 및 대향 전극(4231) 모두 투명 도전층(예를 들면, ITO층)으로 형성되어 있다. 덧붙여서, 전형적으로는 투명 기판(4210b)의 액정층(4220)측에는 화소에 대응하여 설치되는 컬러 필터(4230)(복수의 컬러 필터를 통합하여 전체를 컬러 필터층(4230)이라 하는 경우도 있음)와, 인접하는 컬러 필터(4230) 사이 즉, 인접하는 화소 사이에 설치되는 블랙 매트릭스(차광층)(4232)가 형성되고, 이들 위에 대향 전극(4231)이 형성되지만, 대향 전극(4231) 상(액정층(4220)측)에 컬러 필터층(4230)이나 블랙 매트릭스(4232)를 형성하여도 된다.

여기서, 화소 전극(4211)은 소정의 위치에 형성된, 2개의 절결부(4213)를 갖고 있다. 2개의 절결부(4213)는 화소 전극(4211)을 대략 2 등분하도록, 한쌍의 절결부(4213)로서 형성되어 있다. 또한, 한쌍의 절결부(4213)에 의해 대략 분단된 2개의 영역 각각의 대략 중앙부에 제1 개구부(4214)가 형성되어 있다. 또한, 투명 기판(4210a)의 액정층(4220)측에는 벽 구조체(4215)가 설치되어 있으며, 벽 구조체(4215)는 화소 전극(4211)을 포위하도록 설치된 벽 부분 및, 사각형 형상의 절결부(4213) 내에 이것과 평행하게 설치된 벽 부분과, 이들을 연결하도록 연장하여 설치된 벽 부분을 포함하고 있다.

이 액정층에 소정의 전압을 인가하면, 벽 구조체(4215)로 포위된 영역 내에 각각이 축 대칭 배향을 나타내는 2개의 액정 도메인이 형성된다. 여기서 예시한 벽 구조체(4215)는, 연속한 벽으로서 설치되어 있지만, 이것에 한하지 않고 복수의 벽으로 분단되어 있어도 된다. 이 벽 구조체(4215)는, 액정 도메인의 경계를 규정하도록 작용하기 때문에, 어느 정도의 길이를 갖는 것이 바람직하다. 예를 들면, 벽 구조체를 복수의 벽으로 구성한 경우, 개개의 벽의 길이는 인접하는 벽 사이의 길이보다도 긴 것이 바람직하다.

액정층(4220)의 두께(셀 갭이라고도 함) dt를 규정하기 위한 지지체(4233)는, 표시 품위의 저하를 억제·방지하기 위해 차광 영역에 형성하는 것이 바람직하다. 지지체(4233)는 투명 기판(4210a 및 4210b) 어디에 형성하여도 되고, 예시한 바와 같이, 차광 영역에 설치된 벽 구조체(4215) 상에 설치하는 경우에 한정되지는 않는다. 벽 구조체(4215) 위에 지지체(4233)를 형성하는 경우에는 벽 구조체(4215)의 높이와 지지체(4233)의 높이의 합이 액정층(4220)의 두께 dt로 되도록 설정된다. 벽 구조체(4215)가 형성되어 있지 않은 영역에 지지체(4233)를 설치하는 경우에는, 지지체(4233)의 높이가 액정층(4220)의 두께 dt로 되도록 설정된다.

(반투과형 액정 표시 장치)

다음으로, 도 38을 참조하면서, 본 발명의 제4 국면에 따른 실시예의 반투과형 액정 표시 장치(4300)의 구성을 설명한다. 도 38은 반투과형 액정 표시 장치(4300)의 1개의 화소의 구성을 모식적으로 도시하는 도면이며, 도 38의 (a)는 평면도이고, 도 38의 (b)는 도 38의 (a) 중의 38B-38B'선을 따른 단면도이다.

액정 표시 장치(4300)는, 투명 기판(예를 들면, 클래스 기판)(4310a)과, 투명 기판(4310a)에 대향하도록 설치된 투명 기판(4310b)과, 투명 기판(4310a 및 4310b) 사이에 설치된 수직 배향형 액정층(4320)을 갖는다. 양쪽 기판(4310a 및 4310b) 상의 액정층(4320)에 접하는 면에는, 수직 배향막(도시 생략)이 형성되어 있으며, 전압 무인가 시에는 액정층(4320)의 액정 분자는 수직 배향막의 표면에 대하여 대략 수직으로 배향되어 있다. 액정층(4320)은 유전 이방성이 마이너스인 네마틱 액정 재료를 포함하며, 필요에 따라, 카이럴 제를 더 포함한다.

액정 표시 장치(4300)는, 투명 기판(4310a) 상에 형성된 화소 전극(4311)과, 투명 기판(4310b) 상에 형성된 대향 전극(4331)을 가지며, 화소 전극(4311)과 대향 전극(4331) 사이에 설치된 액정층(4320)이 화소를 규정한다. 투명 기판(4310a) 상에는, 예를 들면 TFT 등의 회로 요소가 형성되어 있다. 투명 기판(4310a) 및 이 위에 형성된 구성 요소를 통합하여 액티브 매트릭스 기판(4310a)이라 하는 경우가 있다.

또한, 전형적으로는, 투명 기판(4310b)의 액정층(4320)측에는 화소에 대응하여 설치되는 컬러 필터(4330)(복수의 컬러 필터를 통합하여 전체를 컬러 필터층(4330)이라고 하는 경우도 있음)와, 인접하는 컬러 필터(4330) 사이 즉, 인접하는 화소 사이에 설치되는 블랙 매트릭스(차광층)(4332)가 형성되고, 이들 위에 대향 전극(4331)이 형성되지만, 대향 전극(4331) 상(액정층(4320)측)에 컬러 필터층(4330)이나 블랙 매트릭스(4332)를 형성하여도 된다. 투명 기판(4310b) 및 이 위에 형성된 구성 요소를 통합하여 대향 기판(컬러 필터 기판)(4310b)이라 하는 경우가 있다.

화소 전극(4311)은, 투명 도전층(예를 들면, ITO층)으로 형성된 투명 전극(4311a)과, 금속층(예를 들면, Al층, Al을 포함하는 합금층, 및 이들 중 어느 하나를 포함하는 적층막)으로 형성된 반사 전극(4311b)을 갖는다. 그 결과, 화소는 투명 전극(4311a)에 의해 규정되는 투명 영역 A와, 반사 전극(4311b)에 의해 규정되는 반사 영역 B를 포함한다. 투명 영역 A는 투과 모드로 표시를 행하고, 반사 영역 B는 반사 모드로 표시를 행한다.

여기서, 화소 전극(4311)은 소정의 위치에 형성된, 4개의 절결부(4313)를 갖고 있다. 4개의 절결부(4313)는 화소 전극(4311)을 대략 3 분할하도록, 2쌍의 절결부(4313)로서 형성되어 있다. 또한, 2쌍의 절결부(4313)에 의해 대략 분단된 3개의 영역 각각의 대략 중앙부에 제1 개구부(4314)가 형성되어 있다.

또한, 투명 기판(4310a)의 액정층(4320)측에는 벽 구조체(4315)가 설치되어 있으며, 벽 구조체(4315)는 화소 전극(4311)을 포위하도록 설치된 벽 부분 및, 사각형 형상의 절결부(4313) 내에 이것과 평행하게 설치된 벽 부분과, 또한 이들을 연결하도록 연장하여 설치된 벽 부분을 포함하고 있다. 화소 전극(4311)은 벽 구조체(4315)에 의해 주위가 포위됨과 함께, 3개의 영역으로 분단되어 있다.

이 액정층에 소정의 전압을 인가하면, 2쌍의 절결부(4개의 절결부)(4313) 및 벽 구조체(4315)에 의해 분단된 3개의 영역에 각각이 축 대칭 배향을 나타내는 3개의 액정 도메인(투과 영역 A 내에 2개, 반사 영역 B 내에 1개)이 형성된다. 절결부(4313) 및 벽 구조체(4315)는 각각의 액정 도메인의 외연을 규정하도록 작용한다. 또한, 3개의 액정 도메인의 축 대칭 배향의 중심은 각각의 제1 개구부(4314)에 고정·안정화된다.

여기서 예시한 벽 구조체(4315)는 연속한 벽으로서 설치되어 있지만, 이것에 한하지 않고 복수의 벽으로 분단되어 있어도 된다. 이 벽 구조체(4315)는 액정 도메인의 경계를 규정하도록 작용하기 때문에, 어느 정도의 길이를 갖는 것이 바람직하다. 예를 들면, 벽 구조체를 복수의 벽으로 구성한 경우, 개개의 벽의 길이는 인접하는 벽 사이의 길이보다도 긴 것이 바람직하다.

도 38에는 투과 영역 A에 2개의 액정 도메인을 형성하고, 반사 영역 B에 1개의 액정 도메인을 형성하는 예를 나타내었지만, 이것에 한정되지는 않는다. 덧붙여서, 개개의 액정 도메인은 대략 정방형의 형상으로 하는 것이, 시야각 특성 및 배향의 안정성의 관점으로부터 바람직하다.

액정층(4320)의 두께(셀 갭이라고도 함)를 규정하기 위한 지지체(4333)는, 표시 품위의 저하를 억제·방지하기 위해, 차광 영역에 형성하는 것이 바람직하다. 지지체(4333)는, 예를 들면 감광성 수지를 이용하여 포토리소그래피 공정에서 형성할 수 있다. 지지체(4333)는 투명 기판(4310a 및 4310b) 어디에 형성하여도 되고, 예시한 바와 같이, 차광 영역에 설치된 벽 구조체(4315) 상에 설치하는 경우에 한정되지는 않는다. 벽 구조체(4315) 상에 지지체(4333)를 형성하는 경우에는, 벽 구조체(4315)의 높이와 지지체(4333)의 높이의 합이 액정층(4320)의 두께 dt로 되도록 설정된다. 벽 구조체(4315)가 형성되어 있지 않은 영역에 지지체(4333)를 설치하는 경우에는, 지지체(4333)의 높이가 액정층(220)의 두께 dt로 되도록 설정된다.

다음으로, 투과 모드의 표시와 반사 모드의 표시 둘 다를 행할 수 있는 반투과형 액정 표시 장치(4300)의 특유의 바람직한 구성을 설명한다.

투과 모드의 표시에서는, 표시에 이용되는 광은 액정층(4320)을 1회 통과할 뿐인 데 비해, 반사 모드의 표시에서는 표시에 이용되는 광은 액정층(4320)을 2회 통과한다. 따라서, 도 38의 (b)에 모식적으로 도시하는 바와 같이, 투과 영역 A의 액정층(220)의 두께 dt를 반사 영역 B의 액정층(220)의 두께 dr의 약 2배로 설정하는 것이 바람직하다. 이와 같이 설정함으로

써, 양 표시 모드의 광에 대하여 액정층(4320)이 부여하는 리터레이션을 대략 동일하게 할 수 있다. $dr=0.5dt$ 가 가장 바람직하지만, $0.3dt < dr < 0.7dt$ 의 범위 내에 있으면 양쪽 표시 모드에서 양호한 표시를 실현할 수 있다. 물론, 용도에 따라서는 $dt=dr$ 이어도 된다.

액정 표시 장치(4300)에서는, 반사 영역 B의 액정층(4320)의 두께를 투과 영역 A의 액정층의 두께보다도 작게 하기 위해, 클래스 기판(4310b)의 반사 영역 B에만 투명 유전체층(4334)을 설치하고 있다. 이러한 구성을 채용하면, 반사 전극(4311b) 아래에 절연막 등을 이용하여 단차를 제공할 필요가 없기 때문에, 액티브 매트릭스 기판(4310a)의 제조를 간략화 할 수 있다는 이점이 얻어진다. 또한, 액정층(4320)의 두께를 조정하기 위한 단차를 제공하기 위한 절연막 위에 반사 전극(4311b)을 설치하면, 절연막의 사면(테이퍼부)을 피복하는 반사 전극에 의해 투과 표시에 이용되는 광이 차단되거나, 혹은 절연막의 사면에 형성된 반사 전극에 의해 반사되는 광은 내부 반사를 반복하기 때문에, 반사 표시에도 유효하게 이용되지 않는다는 문제가 발생하지만, 상기 구성을 채용하면 이들 문제의 발생이 억제되어, 광의 이용 효율을 개선할 수 있다.

또한, 이 투명 유전체층(4334)에 광을 산란하는 기능(확산 반사 기능)을 갖는 것을 이용하면, 반사 전극(4311b)에 확산 반사 기능을 부여하지 않고도, 양호한 페이퍼 화이트에 가까운 백 표시를 실현할 수 있다. 투명 유전체층(4334)에 광 산란능을 부여하지 않고도, 반사 전극(4311b)의 표면에 요철 형상을 부여함으로써, 페이퍼 화이트에 가까운 백 표시를 실현할 수도 있지만, 요철 형상에 따라서는 축 대칭 배향 중심의 위치가 안정되지 않는 경우가 있다. 이에 대하여, 광 산란능을 갖는 투명 유전체층(4334)과 평탄한 표면을 갖는 반사 전극(4311b)을 이용하면, 반사 전극(4311b)에 형성하는 제1 개구부(4314)에 의해 중심의 위치를 보다 확실하게 안정화할 수 있다는 이점이 얻어진다. 덧붙여서, 반사 전극(4311b)에 확산 반사 기능을 부여하기 위해, 그 표면에 요철을 형성하는 경우, 요철 형상은 간접색이 발생하지 않도록 연속한 과 형상으로 하는 것이 바람직하며, 축 대칭 배향의 중심을 안정화할 수 있도록 설정하는 것이 바람직하다.

또한, 투과 모드에서는 표시에 이용되는 광은 컬러 필터층(4330)을 1회 통과할 뿐인 데 비해, 반사 모드의 표시에서는 표시에 이용되는 광은 컬러 필터층(4330)을 2회 통과한다. 따라서, 컬러 필터층(4330)으로서, 투과 영역 A 및 반사 영역 B에 동일한 광학 농도의 컬러 필터층을 이용하면, 반사 모드에서의 색 순도 및/또는 휘도가 저하되는 경우가 있다. 이 문제의 발생을 억제하기 위해, 반사 영역의 컬러 필터층의 광학 농도를 투과 영역의 컬러 필터층보다도 작게 하는 것이 바람직하다. 덧붙여서, 여기서 말하는 광학 농도는 컬러 필터층을 특징짓는 특성값이며, 컬러 필터층의 두께를 작게 하면, 광학 농도를 작게 할 수 있다. 혹은, 컬러 필터층의 두께를 그대로로 하고, 예를 들면 첨가하는 색소의 농도를 저하시켜서, 광학 농도를 작게 할 수도 있다.

이하, 시작한 액정 표시 장치의 표시 특성을 구체적으로 설명한다.

(제3 실시예)

신호선 및 TFT(박막 트랜지스터)가 형성된 액티브 매트릭스 기판 위에 도 39의 (a)에 도시한 바와 같은 화소 전극(ITO층: 투명 전극)(4006)을 형성하였다. 여기서, 제1 개구부(4014)는 진원으로 하고, 그 폭(내부 직경) EC는 $3\mu\text{m}$ 로 하였다. 또한, 사각형 형상의 절결부(4013)의 폭 EW는 $8\mu\text{m}$ 로 하였다. 또한, 인접하는 화소 전극(4006) 사이의 간극도 $8\mu\text{m}$ 로 하였다. 제1 개구부(4014)는 절결부(4013)에 의해 대략 분단되는 영역(서브 화소)의 대략 중앙에 배치하였다. 또한, 화소 전극(4006) 주변부에 셀 두께를 규정하기 위한 지지체를 형성하였다. 이 지지체의 높이는 $3.6\mu\text{m}$ 로 하였다.

이상과 같이 제작한 액티브 매트릭스 기판과 컬러 필터층, 전극층을 형성한 대향 기판(컬러 필터 기판)에 수직 배향제를 도포하고, 소성함으로써 기판 위에 수직 배향층을 형성하였다. 액티브 매트릭스 기판 및 대향 기판을 접합하여, 마이너스의 유전율 이방성을 갖는 액정 재료($\Delta n=0.101$, $\Delta \varepsilon=-5.0$)를 주입, 밀봉하여 액정 표시 소자를 제작한다. 계속해서, 이 액정 표시 장치의 구성 기판의 양면에 광학 필름을 배치하여 액정 표시 장치를 얻었다.

본 실시예의 액정 표시 장치의 구성은 위에서부터 순서대로 편광판(관찰측), 1/4 파장판(위상차판 1), 광학 이방성이 마이너스인 위상차판(위상차판 2(NR판)), 액정층(상측; 컬러 필터 기판, 하측; 액티브 매트릭스 기판), 광학 이방성이 마이너스인 위상차판(위상차판 3(NR판)), 1/4 파장판(위상차판 4), 편광판(백 라이트측)의 적층 구조로 하였다. 덧붙여서, 액정층 상하의 1/4 파장판(위상차판 1과 위상차판 4)에서는 서로의 지상축을 직교시켜, 각각의 위상차를 140nm (가시 광(560nm)의 4분의 1)로 하였다.

광학 이방성이 마이너스인 위상차판(위상차판 2와 위상차판 3)은 광축(필름면에 수직)과 필름면에 평행한 방향에서의 위상차를 135nm 로 하였다. 또한, 2매의 편광판(관찰측, 백 라이트측)에서는 흡수축을 직교시켜 배치하였다.

액정 표시 장치에 구동 신호를 인가(액정층에 4V 인가)하여 표시 특성을 평가하였다. 제3 실시예의 액정 표시 장치는, 도 40에 나타내는 양호한 전압-투과율 특성을 갖고 있었다. 또한, 투과 표시에서의 시각-콘트라스트의 특성 결과는, 도 11에 나타낸 것과 마찬가지이었다. 투과 표시에서의 시야각 특성은 거의, 전방위에 걸쳐 대칭인 특성을 나타내고, CR>10(굵은 선으로 나타낸 영역)인 영역은 $\pm 80^\circ$ 로 양호하며, 투과 콘트라스트도 정면에서 300:1 이상으로 높은 것이었다. 또한, 중간 조에서의 응답 속도에 관해서도 8 계조 레벨에서의 6→7 계조(혹은 가까운 저전압) 응답에서의 응답 시간이 40ms이어서, 실용상 문제가 없는 것이었다.

(제4 실시예)

액티브 매트릭스 기판 위에 도 39의 (b)에 도시한 바와 같은 투명 전극(ITO 패턴)(4006a) 및 반사 전극(AI 패턴)(4006b)을 형성하였다. 투과 전극(4006a)이 투과 영역을 규정하고, 반사 전극(4006b)이 반사 영역 B를 규정하는 구성으로 하였다. 이 때의 제1 개구부(4014)의 폭(내부 직경)은 3 μm , 절결부 또는 제2 개구부(4013)의 사각형 부분의 폭은 8 μm 이었다. 또한, 인접하는 화소 전극(4006) 사이의 간격은 8 μm 이며, 벽 구조체(4015)의 폭은 6 μm 이었다. 또한, 셀 캡의 두께 설정용의 지지체를 표시 밖 영역에 형성하였다. 이 지지체의 높이는 3.6 μm 이었다.

이 액티브 매트릭스 기판의 대향 기판으로서, 컬러 필터층을 형성한 후, 반사 영역에 약 1.8 μm 두께의 단차를 형성하고, 이 기판 위에 ITO 전극층을 형성하여, 대향 기판(컬러 필터 기판)을 제작하였다. 이 액티브 매트릭스 기판 및 대향 기판 위에 수직 배향제를 도포하고, 계속해서 180°C에서 1.5h 소성하여 기판 위에 수직 배향층을 형성하였다. 이를 기판을 접합하고, 마이너스의 유전율 이방성을 갖는 액정 재료를 주입, 밀봉함으로써 액정 표시 소자를 제작하였다. 이 때, 컬러 필터 기판 위에 형성한 단차 1.8 μm 과 셀 캡 조정용 지지체 3.6 μm 에 의해, 투과 영역의 액정층의 두께는 3.6 μm , 반사 영역의 액정층의 두께는 1.8 μm 이었다. 이 후, 제3 실시예와 마찬가지로, 광학 필름 설정에 기초하여 필름을 액정 표시 소자에 부착하여, 액정 표시 장치를 제작하였다. 얻어진 액정 표시 장치는, 도 41에 도시한 바와 같은 양호한 전압-투과율 특성 및 전압-반사율 특성을 나타내었다. 투과 영역의 특성은, 거의 제3 실시예와 마찬가지의 양호한 표시 특성을 얻었다. 또한, 반사 영역의 특성으로서 표준 확산판을 기준으로 하여도 약 8.5%(개구율 100% 환산)이며, 콘트라스트는 20이었다.

(제5 실시예)

도 42에 도시한 바와 같이, 액티브 매트릭스 기판 위에 제3 실시예와 마찬가지의 화소 전극(ITO 전극)(4006)을 형성한 후, 절결부(4013) 및 제1 개구부(4014) 외에, 또한 벽 구조체(4015)를 형성하였다. 제1 개구부(4014)는 진원으로서, 그 폭(내부 직경) EC는 3 μm 로 하였다. 또한, 사각형 형상의 절결부(4013)의 폭 EW는 8 μm 로 하였다. 또한, 인접하는 화소 전극(4006) 사이의 간극도 8 μm 로 하였다. 벽 구조체(4015)의 폭은 6 μm 로 하였다. 또한, 벽 구조체(4015)와는 별도의 장소(차광부)에 셀 두께를 규정하기 위한 지지체를 형성하였다. 이 지지체의 높이는 4.0 μm 로 하였다. 그 후의 공정은 제3 실시예와 마찬가지로 행하고, 액정 표시 장치를 제작하였다.

본 실시예의 액정 표시 장치의 시야각 특성은, 제3 실시예와 마찬가지로 전방위에 걸쳐 대칭인 특성을 나타내며, 각각 80° 에서 CR>10 이상이었다. 응답 특성은 8 계조 레벨에서 6→7 계조(혹은 가까운 저전압) 응답에서의 응답 시간은 25ms이었다. 이것은 전기력선에 의한 배향 규제력이 낮은 상태인 중간조 표시에서도, 벽 구조체(4015)가 배향 규제력을 발휘하기 때문이며, 벽 구조체(4015)가 없는 제3 실시예보다도 다소 고속의 응답성을 나타내었다.

(비교예 2)

액티브 매트릭스 기판 위에 도 43에 도시한 바와 같은 화소 전극(ITO층 : 투명 전극)(4006)을 형성하였다. 이 때, 여기서, 제1 개구부(4014)는 진원으로 하고, 그 폭(내부 직경) EC는 8 μm 로 하였다. 또한, 사각형 형상의 절결부(4013)의 폭 EW는 6 μm 로 하였다. 인접하는 화소 전극(4006) 사이의 간극은 제3 실시예와 동일한 8 μm 이다. 남은 공정은 제3 실시예와 마찬가지로 행하여, 액정 표시 소자를 제작하였다. 또한, 제3 실시예와 마찬가지의 광학 필름 설정에서의 필름을 부착하여, 액정 표시 장치를 제작하였다.

얻어진 액정 표시 장치에 규정의 구동 신호를 인가하였을 때, 정면으로부터의 관찰에서는 문제없지만, 광 시야각측으로부터의 관찰에서는 전면에 동일하게 표시하였을 때(베타 화면 표시 시간)에 위화감(표시 얼룩)이 관찰되었다. 편광 현미경의 크로스 니콜 하에서 화소의 배향 상태를 관찰하였을 때, 백~명회색에서의 배향 상태에서, 축 대칭 배향의 중심축의 위치가 제1 개구부(4014)을 형성한 위치(서브 화소의 중심)보다 어긋나 있으며, 그 위치는 화소마다 불균일하였다. 이것은, 절

결부(4013)에 의한 등전위선의 오목부보다도 제1 개구부(4014)에 의한 등전위선의 오목부쪽이 깊어져서, 축 대칭 배향 도메인의 단부(경계)가 서브 화소의 중심에 형성된 제1 개구부(4014)로 형성되기 때문에, 축 대칭 배향의 중심축 위치가 서브 화소의 중심으로부터 어긋나는 것이다.

(참고예 1)

액티브 매트릭스 기판 위에 도 44에 도시한 바와 같은 화소 전극(ITO층 : 투명 전극)(4006)을 형성하였다. 이 때, 여기서, 제1 개구부(4014)는 진원으로 하고, 그 폭(내부 직경) EC는 $3\mu\text{m}$ 로 하였다. 또한, 사각형 형상의 절결부(4013)의 폭 EW는 $8\mu\text{m}$ 로 하였다. 인접하는 화소 전극(4006) 사이의 간극은 제3 실시예와 동일한 $8\mu\text{m}$ 이다. 단, 제1 개구부(4014)는 제3 실시예와 달리, 절결부(4013)에 의해 분단되는 서브 화소의 중앙으로부터 어긋난 위치에 배치하였다. 이 액티브 매트릭스 기판을 이용하여, 제3 실시예와 마찬가지의 공정을 거쳐, 액정 표시 장치를 제작하였다.

얻어진 액정 표시 장치에, 규정의 구동 전압 신호를 인가하여, 시야각 특성을 평가한 결과, 도 45에 도시한 바와 같이, 전방 위 방향이 아니라, 기울어진 방향으로 콘트라스트비가 높은 특성을 나타내었다. 이것은, 서브 화소의 중심으로부터 어긋난 위치에 형성된 제1 개구부(4014)에 중심축을 갖는 축 대칭 배향 도메인이 형성되었기 때문이며, 어떤 방향에만, 양호한 시야각 특성을 나타낸다. 액정 표시 장치의 용도에 따라서는 양호한 시야각 특성이 요구되는 경우가 있지만, 일반적으로는 제3 실시예와 같이 전방위에 걸쳐 대칭인 시야각 특성을 갖는 것이 바람직하다.

이상과 같이, 본 발명의 제4 국면에 의하면, 한쪽 기판 위에만 축 대칭 배향의 배향 규제 구조를 구비하는 비교적 간편한 구성을 의해, 액정의 배향을 충분히 안정화할 수 있어서, 종래와 동등하거나 그 이상의 표시 품위가 얻어지는 액정 표시 장치를 제공할 수 있다.

상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 액정 표시 장치는, 우수한 표시 품위의 액정 표시 장치를 비교적 간단한 구성으로 실현 할 수 있다. 본 발명은 투과형 액정 표시 장치 및 반투과형(투과·반사 양쪽용) 액정 표시 장치에 적합하게 적용된다. 특히, 반투과형 액정 표시 장치는, 휴대 전화 등의 이동 기기의 표시 장치로서 적합하게 이용된다.

발명의 효과

본 발명의 제1 국면의 액정 표시 장치는, 제1 기판의 차광 영역 내의 액정층측에 배치한 벽 구조체의 경사면 효과로 액정 분자가 전압 인가 시(전계 발생 시)에 경사지는 방향이 규정되어, 축 대칭 배향 도메인이 형성됨과 함께, 제2 전극(예를 들면 대향 전극)에 형성한 개구부가 축 대칭 배향의 중심축의 위치를 고정하도록 작용하고, 그 결과, 축 대칭 배향 도메인의 배향이 안정화된다. 또한, 제1 전극에 절결부를 형성하면, 절결부의 근방에 생성되는 경사 전계의 영향에 의해, 액정 분자가 쓰러지는 방향이 규정되어, 축 대칭 배향 도메인이 더욱 안정적으로 형성된다.

제1 기판측에 형성되는 벽 구조체는 차광 영역 내에 설치되어 있기 때문에, 실효 개구율이나 콘트라스트비를 저하하지 않고, 축 대칭 배향 도메인을 형성하는 것이 가능하게 된다. 또한, 제2 전극의 소정의 위치에 배치되는 적어도 1개의 개구부는, 축 대칭 배향의 중심축의 위치를 고정하여 안정화시키기 위해 형성되기 때문에, 그 크기는 비교적 작어, 실효 개구율의 저하는 작다. 또한, 제1 기판과 제2 기판을 접합할 때의 얼라인먼트 어긋남의 영향을 받기 어렵다.

축 대칭 배향 액정 도메인의 중심축에 대응하는 위치에 개구부를 형성함으로써, 중심축의 위치가 고정·안정화되기 때문에, 액정 표시 패널 내의 전면에 걸쳐, 축 대칭 배향 액정 도메인의 중심축이 일정한 위치에 배치되는 결과, 표시의 균일성이 향상된다. 예를 들면 중간조 표시를 경사로부터 관찰하였을 때의 위화감이 저감된다. 또한, 축 대칭 배향이 안정화되는 결과, 중간조 표시에서의 응답 시간을 짧게 할 수 있다고 하는 효과도 얻어진다. 또한, 액정 표시 패널이 눌려졌을 때에 발생하는 배향 흐트러짐(누름에 의한 잔상이라고 하는 경우가 있음)이 정상적인 배향으로 회복되는 시간을 짧게 할 수도 있다.

반투과형 액정 표시 장치에 적용하는 경우, 액정층의 두께를 제어하기 위한 투명 유전체층을 제2 기판측에 형성하는 구성을 채용하면, 제1 기판측에 단차를 형성하여 투과 영역과 반사 영역을 분할하는 종래의 반투과형 액정 표시 장치에 비해 투과 표시 시의 표시에 기여하지 않는 무효 영역을 저감하는 것이 가능해져, 투과 표시 시의 밝기를 개선할 수 있다. 또한, 반사 영역의 밝기를 개선하기 위해 설치하는 확산 반사판은 제1 기판의 반사 영역 상에 형성하는 것도 가능할 뿐만 아니라, 제2 기판의 투명 유전체층 상에 광 산란층(광 확산층)을 형성할 수도 있다. 이 경우에는 반사 전극의 표면에 요철 등을 형성할 필요를 없애는 것이 가능하다.

본 발명의 제2 국면의 액정 표시 장치는, 제1 기판의 차광 영역 내의 액정층측에 배치한 벽 구조체의 경사면 효과로 액정 분자가 전압 인가 시(전계 발생 시)에 경사지는 방향이 규정되어, 축 대칭 배향 도메인이 형성됨과 함께, 제1 전극(예를 들

면 화소 전극) 및 제2 전극(예를 들면 대향 전극)에 형성하는 개구부가 축 대칭 배향의 중심축의 위치를 고정하도록 작용하고, 그 결과, 축 대칭 배향 도메인의 배향이 안정화된다. 또한, 제1 전극에 절결부를 형성하면, 절결부의 근방에 생성되는 경사 전계의 영향에 의해, 액정 분자가 쓰러지는 방향이 규정되어, 축 대칭 배향 도메인이 더욱 안정적으로 형성된다.

제1 기판측에 형성되는 벽 구조체는 차광 영역 내에 설치되어 있기 때문에, 실효 개구율이나 콘트라스트비를 저하하지 않고, 축 대칭 배향 도메인을 형성하는 것이 가능하게 된다. 또한, 액정 도메인의 축 대칭 배향의 중심축의 일단이 제1 개구부 내 또는 그 근방에 고정되며, 타단이 제2 개구부 내 또는 그 근방에 고정되도록 제1 개구부 및 제2 개구부(개구부의 쌍)를 배치하면, 축 대칭 배향의 중심축이 더욱 안정적으로 고정된다. 또한, 제1 개구부와 제2 개구부(한쌍의 개구부)가 액정층을 개재하여 상호 적어도 일부가 중첩되도록 배치하면, 개구부에 의한 실효 개구율의 저하를 억제할 수 있다. 이 때, 제1 개구부와 제2 개구부와의 작용에 의해 1개의 중심축을 고정·안정화하기 때문에, 각각의 개구부(제1 개구부 또는 제2 개구부)가 발현해야 할 작용은, 1개의 개구부에서 중심축을 고정·안정화하는 경우보다 작아진다. 즉, 제1 개구부 및 제2 개구부의 크기(예를 들면 원형의 개구부의 직경)를 작게 할 수 있기 때문에, 실효 개구율의 저하를 더욱 억제할 수 있다. 제1 개구부 및 제2 개구부의 크기는 상호 동일해도 되고 서로 달라도 된다. 제1 개구부 및 제2 개구부는, 축 대칭 배향의 중심축의 위치를 고정하여 안정화시키기 위해 형성되기 때문에, 그 크기는 비교적 작아, 실효 개구율의 저하는 작다. 또한 제1 기판과 제2 기판을 접합할 때의 얼라인먼트 어긋남의 영향을 받기 어렵다.

축 대칭 배향 액정 도메인의 중심축에 대응하는 위치에 개구부를 형성함으로써, 중심축의 위치가 고정·안정화되기 때문에, 액정 표시 패널 내의 전면에 걸쳐, 축 대칭 배향 액정 도메인의 중심축이 일정한 위치에 배치되는 결과, 표시의 균일성이 향상된다. 예를 들면 중간조 표시를 경사로부터 관찰하였을 때의 위화감이 저감된다. 또한, 축 대칭 배향이 안정화되는 결과, 중간조 표시에서의 응답 시간을 짧게 할 수 있다고 하는 효과도 얻어진다. 또한, 액정 표시 패널이 눌려졌을 때에 발생하는 배향 흐트러짐(누름에 의한 잔상이라고 하는 경우가 있음)이 정상적인 배향으로 회복되는 시간을 짧게 할 수도 있다.

반투과형 액정 표시 장치에 적용하는 경우, 액정층의 두께를 제어하기 위한 투명 유전체층을 제2 기판측에 형성하는 구성을 채용하면, 제1 기판측에 단차를 형성하여 투과 영역과 반사 영역을 분할하는 종래의 반투과형 액정 표시 장치에 비해 투과 표시 시의 표시에 기여하지 않는 무효 영역을 저감하는 것이 가능해져, 투과 표시 시의 밝기를 개선할 수 있다. 또한, 반사 영역의 밝기를 개선하기 위해 설치하는 확산 반사판은 제1 기판의 반사 영역 상에 형성하는 것도 가능할 뿐만 아니라, 제2 기판의 투명 유전체층 상에 광 산란층(광 확산층)을 형성할 수도 있다. 이 경우에는 반사 전극의 표면에 요철 등을 형성할 필요를 없애는 것이 가능하다.

본 발명의 제3 국면의 액정 표시 장치는, 제1 전극(예를 들면 화소 전극)과 제1 기판 사이에 형성된 충간 절연막이 소정의 영역에 오목부를 갖는다. 이 오목부에 대응하여 액정층측의 표면에 형성되는 오목부가 배향 규제 구조로서 작용하여, 적어도 소정의 전압(임계값 이상의 전압)을 인가하였을 때에 액정 분자가 경사지는 방위를 규정한다. 충간 절연막은, 전형적으로는 제1 전극과 전기적으로 접속된 회로 요소(배선이나 스위칭 소자(TFT 등))를 회복하도록 형성되며, 상기 오목부는 충간 절연막에 컨택트홀을 형성하는 프로세스를 이용하여 형성할 수 있기 때문에, 제조 공정이 복잡하게 되지는 않는다. 또한, 제1 전극의 오목부에 대응하는 위치에 개구부를 형성하면, 전압 인가 시에 개구부의 근방에 발생하는 경사 전계에 의해, 액정 분자가 경사지는 방위(방향)를 규제할 수 있다.

또한, 제1 전극에 절결부를 형성하면, 절결부의 근방에 발생하는 경사 전계에 의해, 액정 분자가 경사지는 방향을 규정할 수 있다. 또한, 화소의 주위에 규칙적으로 배치된 벽 구조체를 설치함으로써, 액정 분자가 경사지는 방향을 규정할 수도 있다. 벽 구조체는, 그 경사 측면의 앵커링 작용(배향 규제력)에 의해, 액정 분자가 전계에 의해 기우는 방향을 규정하고, 벽 구조체에 의해 실질적으로 포위된 영역에, 배향 방향이 서로 다른 액정 분자를 포함하는 적어도 1개의 액정 도메인이 안정적으로 형성되는 작용을 나타낸다. 이 벽 구조체를 충간 절연막과 일체로 형성함으로써, 제조 공정의 복잡화를 회피할 수 있다. 또한, 화소의 주변은 차광 영역으로 되기 때문에, 벽 구조체에 의한 광 누설은 억제·방지된다.

충간 절연막에 형성되는 오목부, 제1 전극(전형적으로는 화소 전극)에 형성되는 개구부, 및 벽 구조체라는 배향 규제 구조는, 모두 제1 기판측에 형성되며, 제2 기판측에 배향 규제 구조를 설치하지 않아도, 충분한 배향 규제력이 얻어진다.

예를 들면, 액정층으로서 수직 배향형 액정층을 이용하면, 상기 오목부 내 또는 근방에 중심축이 고정·안정화된 축 대칭 배향 도메인을 형성할 수 있다. 오목부에 대응하는 위치에 개구부를 형성함으로써, 더욱 확실하게 중심축이 고정·안정화된다. 또한, 절결부 및/또는 벽 구조체의 배향 규제력을 이용하여, 축 대칭 배향 그 자체를 안정화할 수도 있다. 특히 화소 내에 복수의 축 대칭 배향 도메인을 형성하는 경우에는, 이들 경계에 절결부를 형성함으로써, 축 대칭 배향 도메인을 효과적으로 안정화할 수 있다.

또한, 축 대칭 배향의 중심축의 고정·안정화를 위해, 제1 전극에 대향하는 제2 전극에 개구부를 형성하지 않아도 되고, 또한 필요에 따라 절결부를 형성해도 된다.

이와 같이, 본 발명의 제3 국면에 따르면, 예를 들면, 축 대칭 배향을 안정화하고, 또한, 그 중심축을 고정·안정화할 수 있기 때문에, 중심축의 위치가 표시 영역 내에서 불균일하게 되는(화소마다 변동됨) 것에 기인하는 표시의 위화감의 발생이나 중간조 전압간의 천이 시에 보이는 완화 응답 시간의 지연에 기인하는 잔상 현상 등을 개선할 수 있다. 또한, 각 화소에 적어도 1개의 액정 도메인이 형성되면 되지만, 화소의 크기나 형상에 따라, 2 이상의 액정 도메인을 형성해도 되고, 전형적인 사각형의 화소에 대해서는, 2 이상의 액정 도메인을 형성하는 것이 바람직하다.

본 발명의 제4 국면의 액정 표시 장치는, 제1 전극(예를 들면 화소 전극)이 제1 개구부와, 적어도 1개의 제2 개구부 또는 절결부를 갖고 있다. 이 제1 전극과, 제1 전극에 수직 배향형의 액정층을 개재하여 대향하는 제2 전극(예를 들면 대향 전극) 사이에 소정의 전압(임계값 이상의 전압)을 인가하면, 제1 전극의 주변(엣지부), 제1 개구부 및 제2 개구부 또는 절결부의 주위에 경사 전계가 형성되며, 이 경사 전계의 배향 규제력에 의해, 화소 내에 축 대칭 배향을 취하는 액정 도메인이 형성된다. 제1 개구부는 축 대칭 배향의 중심축을 고정·안정화하도록 작용하기 때문에, 제1 개구부는 액정 도메인의 대략 중앙에 위치하게 된다. 한편, 절결부 또는 제2 개구부는 사각형 부분을 갖고, 이 사각형 부분이 액정 도메인의 주변(복수의 액정 도메인이 형성되는 경우에는, 인접하는 액정 도메인간의 경계)의 액정 분자의 배향을 규정하도록 작용하기 때문에, 절결부 또는 제2 개구부는, 액정 도메인의 주변에 위치하게 된다. 또한, 절결부 또는 제2 개구부의 사각형 부분의 폭 EW가 제1 개구부의 폭 EC보다 크게 설정되어 있고, 그 결과, 제1 개구부에 액정 도메인의 중심이 효과적으로 고정·안정화된다. 또한, 절결부 또는 제2 개구부의 사각형 부분의 폭 EW를 인접하는 화소 전극(제1 전극)간의 간격과 동일하거나 그것보다 크게 함으로써, 사각형 부분의 주위에 형성되는 경사 전계에 의한 배향 규제력을 화소 전극의 엣지부에 형성되는 경사 전계에 의한 배향 규제력과 동등 이상으로 할 수 있기 때문에, 화소 내에 형성되는 액정 도메인의 배향을 더욱 안정화할 수 있다. 특히, 화소 내에 복수의 액정 도메인을 형성하는 경우, 인접하는 액정 도메인의 경계를 규정하기 위해 형성되는 절결부 또는 제2 개구부를 상술한 조건을 만족하도록 형성하면, 액정 도메인의 배향을 안정화하는 효과가 크다.

이와 같이, 본 발명의 제4 국면에 따르면, 제1 기판에 대향하는 제2 기판의 액정층측에 전극 개구부나 절결부 혹은 볼록부 등의 배향 규제 구조를 설치하지 않고, 종래보다 간단한 구성으로, 액정의 배향을 충분히 안정화할 수 있으며, 종래와 동등 이상의 표시 품위가 얻어진다.

또한, 제1 전극에 형성하는 제1 개구부 및 절결부 또는 제2 개구부 외에, 제1 기판 상에 벽 구조체를 설치함으로써, 액정 도메인의 배향을 더욱 안정화할 수 있다. 벽 구조체는 그 경사 측면(벽면)의 배향 규제력에 의해, 액정 도메인의 주변의 액정 분자의 배향을 규제한다. 벽 구조체는, 전압 무인가 상태에서도 배향 규제력을 발휘하기 때문에, 특히, 중간조 표시 상태 등 경사 전계에 의한 배향 규제력이 약한 경우의 액정 도메인의 배향을 안정화하는 효과를 발휘한다. 그 결과, 중간조 표시에서의 표시 품위를 개선할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 제1 국면에 따른 실시예의 투과형 액정 표시 장치(100)의 1개의 화소의 구성을 모식적으로 도시하는 도면으로, 도 1의 (a)는 평면도이며, 도 1의 (b)는 도 1의 (a) 중의 1B-1B'선을 따른 단면도.

도 2는 본 발명의 제1 국면에 따른 실시예의 반투과형 액정 표시 장치(1200)의 1개의 화소의 구성을 모식적으로 도시하는 도면으로, 도 1의 (a)는 평면도이며, 도 1의 (b)는 도 1의 (a) 중의 2B-2B'선을 따른 단면도.

도 3은 반투과형 액정 표시 장치(1200)의 액티브 매트릭스 기판(1210a)의 평면도.

도 4는 반투과형 액정 표시 장치(1200)의 액티브 매트릭스 기판(1210a)의 단면도.

도 5는 본 발명의 제1 국면에 따른 실시예의 액정 표시 장치의 동작 원리를 설명하는 개략도로서, 도 5의 (a)는 전압 무인가 시, (b) 전압 인가 시를 각각 나타내는 도면.

도 6의 (a) 및 (b)는, 액정층에 상대 투과율이 10%로 되는 전압을 인가한 후, 200ms 경과 후의 액정 분자(도면 중의 선분)의 배향 상태와, 액정층 내에 형성되는 전계의 등전위선을 2차원 전계 시뮬레이션에 의해 구한 결과를 모식적으로 나타내는 도면으로, 도 6의 (a)는 대향 전극에 개구부를 설치하고 있지 않은 경우를 나타내며, 도 6의 (b)는 대향 전극에 개구부를 설치한 경우를 나타내는 도면.

도 7은 본 발명의 제1 국면에 따른 실시예의 액정 표시 장치에서, 개구부 직경 Wh와, 3V 인가 시(중간조 전압)의 개구부 전위 Va 간의 관계를 나타낸 그래프.

도 8은 본 발명의 제1 국면에 따른 실시예의 액정 표시 장치에서, 3V 인가 시에 개구부 내에서 상대 투과율이 0%로 되는 영역의 직경(수직 배향 영역 직경) Lh와, 개구부 직경 Wh 간의 관계를 나타내는 그래프.

도 9는 본 발명의 제1 국면에 따른 실시예의 액정 표시 장치의 구성 일례를 도시하는 모식도.

도 10은 본 발명의 제1 국면에 따른 실시예의 액정 표시 장치에서의 투과 영역과 반사 영역의 전압-반사율(투과율)의 액정 층의 두께 의존성을 나타내는 그래프.

도 11은 본 발명의 제1 국면에 따른 실시예의 액정 표시 장치의 시야각-콘트라스트비 특성을 나타내는 도면.

도 12는 본 발명의 제2 국면에 따른 실시예의 투과형 액정 표시 장치(100)의 1개의 화소의 구성을 모식적으로 도시하는 도면으로, 도 12의 (a)는 평면도이며, 도 12의 (b)는 도 12의 (a) 중의 12B-12B'선을 따른 단면도.

도 13은 본 발명의 제2 국면에 따른 실시예의 반투과형 액정 표시 장치(200)의 1개의 화소의 구성을 모식적으로 도시하는 도면으로, 도 13의 (a)는 평면도이며, 도 13의 (b)는 도 13의 (a) 중의 13B-13B'선을 따른 단면도.

도 14는 반투과형 액정 표시 장치(2200)의 액티브 매트릭스 기판(2210a)의 평면도.

도 15는 반투과형 액정 표시 장치(2200)의 액티브 매트릭스 기판(2210a)의 단면도.

도 16은 본 발명의 제2 국면에 따른 실시예의 액정 표시 장치의 동작 원리를 설명하는 개략도로서, 도 16의 (a)는 전압 무인가 시, (b) 전압 인가 시를 각각 나타내는 도면.

도 17의 (a) 및 (b)는, 액정층에 상대 투과율이 10%로 되는 전압을 인가한 후, 200ms 경과 후의 액정 분자(도면 중의 선분)의 배향 상태와, 액정층 내에 형성되는 전계의 등전위선을 2차원 전계 시뮬레이션에 의해 구한 결과를 모식적으로 나타내는 도면으로, 도 17의 (a)는 대향 전극에 개구부를 설치하고 있지 않은 경우를 나타내며, 도 17의 (b)는 대향 전극에 개구부를 설치한 경우를 나타내는 도면.

도 18은 본 발명의 제2 국면에 따른 실시예의 액정 표시 장치에서, 개구부 직경 Wh'와, 3V 인가 시의 개구부 전위 Va' 간의 관계를 나타낸 그래프.

도 19는 본 발명의 제2 국면에 따른 실시예의 액정 표시 장치에서, 3V 인가 시에 개구부 내에서 상대 투과율이 0%로 되는 영역의 직경(수직 배향 영역 직경) Lh'와, 개구부 직경 Wh' 간의 관계를 나타내는 그래프.

도 20은 본 발명에 따른 실시예의 투과형 액정 표시 장치(3100)의 1개의 화소의 구성을 모식적으로 도시하는 도면으로, 도 20의 (a)는 평면도이며, 도 20의 (b)는 (a) 중의 20B-20B'선을 따른 단면도.

도 21a는 본 발명의 제3 국면에 따른 실시예의 다른 투과형 액정 표시 장치의 액티브 매트릭스 기판의 구성을 모식적으로 도시하는 평면도.

도 21b는 도 21a에 나타낸 액티브 매트릭스 기판의 구성을 모식적으로 도시하는 단면도.

도 22는 본 발명의 제3 국면에 따른 실시예의 다른 투과형 액정 표시 장치(3100')의 구성을 모식적으로 도시하는 단면도이다.

도 23은 본 발명의 제3 국면에 따른 실시예의 반투과형 액정 표시 장치(3200)의 1개의 화소의 구성을 모식적으로 도시하는 도면으로, 도 23의 (a)는 평면도이며, 도 23의 (b)는 도 23의 (a) 중의 23B-23B'선을 따른 단면도.

도 24는 본 발명의 제3 국면에 따른 실시예의 반투과형 액정 표시 장치의 액티브 매트릭스 기판의 구성을 모식적으로 도시하는 평면도.

도 25는 도 24에 도시한 액티브 매트릭스 기판을 구비하는 액정 표시 장치의 구성을 모식적으로 도시하는 단면도.

도 26의 (a) 내지 도 26의 (f)는, 도 25에 도시한 액티브 매트릭스 기판의 제조 방법을 설명하기 위한 모식도.

도 27은 오목부의 내부 직경 폭 Dc와 화소의 단(短)피치 Ps 간의 관계를 나타내는 개략도.

도 28은 오목부의 최대 내부 직경 폭 Dc와 유효 개구율 간의 관계를 나타내는 그래프.

도 29는 (a) 및 (b)는, 도 23의 29A-29A'선을 따른 단면도로서, 도 29의 (b)는 도 29의 (a)의 파선에 의해 둘러싸인 부분의 확대도.

도 30은 본 발명의 제3 국면에 따른 실시예의 액정 표시 장치의 동작 원리를 설명하는 개략도로서, 도 30의 (a)는 전압 무인가 시, 도 30의 (b)는 전압 인가 시를 각각 나타내는 도면.

도 31은 본 발명에 따른 실시형곰의 액정 표시 장치의 동작 원리를 설명하는 개략도로서, 도 31의 (a)는 전압 무인가 시, 도 31의 (b)는 전압 인가 시를 각각 나타낸다.

도 32는 본 발명에 따른 실시예의 액정 표시 장치의 동작 원리를 설명하는 개략도로서, 전압 인가 시의 액정 문자의 배향 상태를 도시하는 평면도.

도 33은 본 발명에 따른 실시예의 액정 표시 장치가 갖는 제1 개구부의 작용을 설명하기 위한 모식도로서, 도 33의 (a)는 제1 개구부를 형성한 경우, 도 33의 (b)는 제1 개구부를 형성하지 않은 경우의 액정 문자의 배향을 모식적으로 나타내는 도면.

도 34는 제2 개구부(4013)의 사각형 부분의 폭 EW를 제1 개구부(4014)의 폭 EC보다도 크게 함으로써 얻어지는 효과를 설명하기 위한 모식도로서, 도 34의 (a)는 EW>EC인 경우를 나타내며, 도 34의 (b)는 EW=EC인 경우를 나타내는 도면.

도 35의 (a) 내지 도 35의 (c)는 본 발명의 제4 국면에 따른 실시예의 액정 표시 장치에서의 절결부(4013) 및 벽 구조체(4015)의 바람직한 구성을 설명하기 위한 도면.

도 36은 본 발명의 제4 국면에 따른 실시예의 투과형 액정 표시 장치(4100)의 1개의 화소의 구성을 모식적으로 도시하는 도면으로, 도 36의 (a)는 평면도이며, 도 36의 (b)는 도 36의 (a) 중의 36B-36B'선을 따른 단면도.

도 37은 본 발명의 제4 국면에 따른 실시예의 투과형 액정 표시 장치(4200)의 1개의 화소의 구성을 모식적으로 도시하는 도면으로, 도 37의 (a)는 평면도이며, 도 37의 (b)는 도 37의 (a) 중의 37B-37B'선을 따른 단면도.

도 38은 본 발명의 제4 국면에 따른 실시예의 반투과형 액정 표시 장치(4300)의 1개의 화소의 구성을 모식적으로 도시하는 도면으로, 도 38의 (a)는 평면도이며, 도 38의 (b)는 도 38의 (a) 중의 38B-38B'선을 따른 단면도.

도 39의 (a)는 제3 실시예의 액정 표시 장치의 화소 전극에서의 절결부 및 제1 개구부의 배치를 나타내는 평면구이며, 도 39의 (b)는 제4 실시예의 액정 표시 장치에서의 화소 전극에서의 절결부 및 제2 개구부, 제1 개구부, 및 벽 구조체의 배치를 나타내는 평면도.

도 40은 제3 실시예의 액정 표시 장치의 전압-투과율 특성도.

도 41은 제4 실시예의 액정 표시 장치의 전압-반사-투과율 특성도.

도 42는 제5 실시예의 액정 표시 장치의 화소 전극에서의 절결부, 제1 개구부 및 벽 구조체의 배치를 나타내는 평면도.

도 43은 비교예 2의 액정 표시 장치의 화소 전극에서의 절결부 및 제1 개구부의 배치를 도시하는 평면도.

도 44는 참고예 1의 액정 표시 장치의 화소 전극에서의 절결부 및 제1 개구부의 배치를 나타내는 평면도.

도 45는 참고예 1의 액정 표시 장치와 동일한 콘트라스트 특성도.

〈도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명〉

1001 : TFT(액티브 매트릭스) 기판

1002 : 게이트 신호선

1003 : 소스 신호선

1004 : TFT

1005 : 드레인 전극

1006 : 화소 전극

1007 : 투명 전극

1008 : 반사 전극

1009 : 게이트 절연막

1010 : 게이트 전극

1011sd : 소스·드레인 전극(n^+ -Si $\frac{1}{3}$)

1012s : 반도체층

1012c : 채널 보호층

1014 : 개구 구조

1015 : 개구부

1016 : 절연막

1017 : 투명 기판(대향(CF) 기판)

1018 : 컬러 필터층

1019 : 대향 전극

1020 : 액정층

1021 : 액정 분자

1012, 1032 : 배향막

1050 : 액정 패널

1040, 1043 : 편광판

1041, 1044 : 1/4 파장판

1042, 1045 : 광학 이방성이 마이너스인 위상차판(NR판)

1100 : 투과형 액정 표시 장치

1110a : 액티브 매트릭스 기판

1110b : 대향 기판(컬러 필터 기판)

1111 : 화소 전극

1113 : 절결부

1114 : 개구부

1115 : 벽 구조체

1130 : 컬러 필터층

1131 : 대향 전극

1133 : 지지체

1200 : 반투과형 액정 표시 장치

1210a : 액티브 매트릭스 기판

1210b : 대향 기판(컬러 필터 기판)

1211 : 화소 전극

1213 : 절결부

1214 : 개구부

1215 : 벽 구조체

1230 : 컬러 필터층

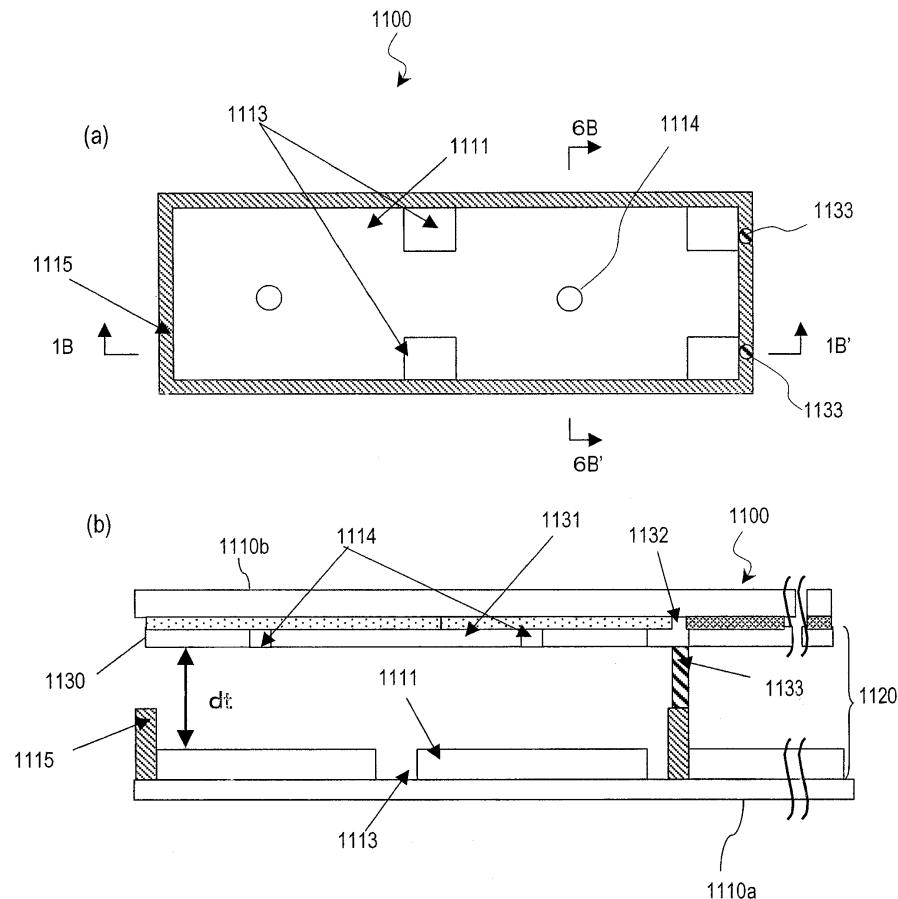
1231 : 대향 전극

1232 : 투명 유전체층(반사부 단차)

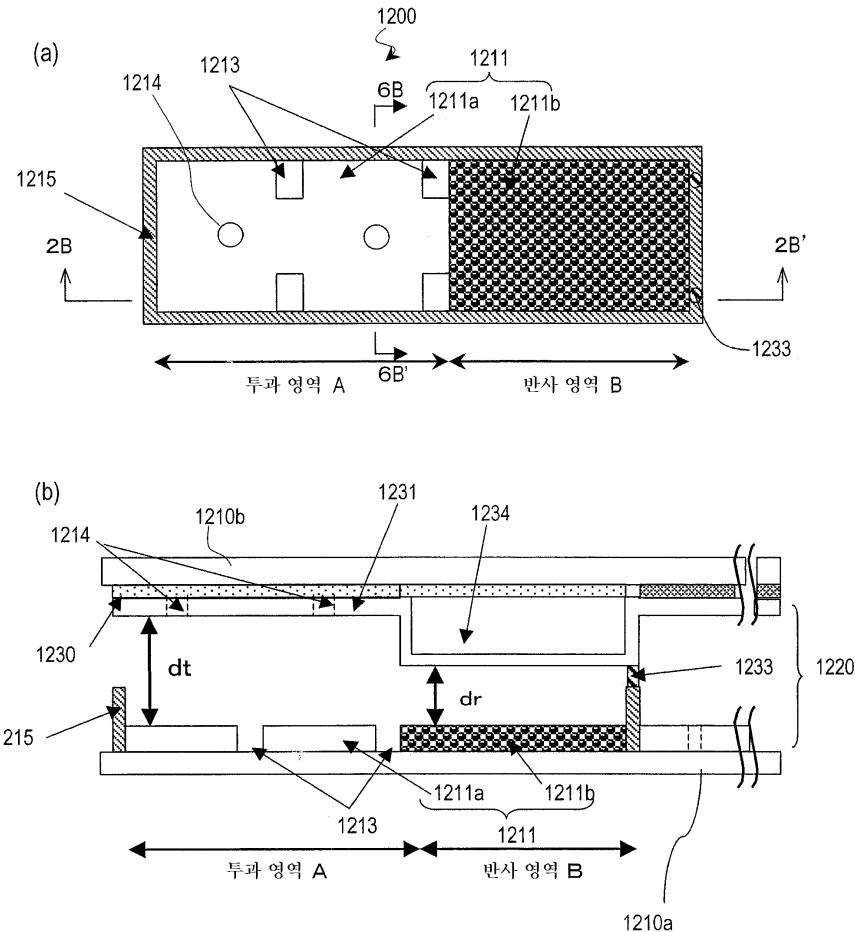
1233 : 지지체

도면

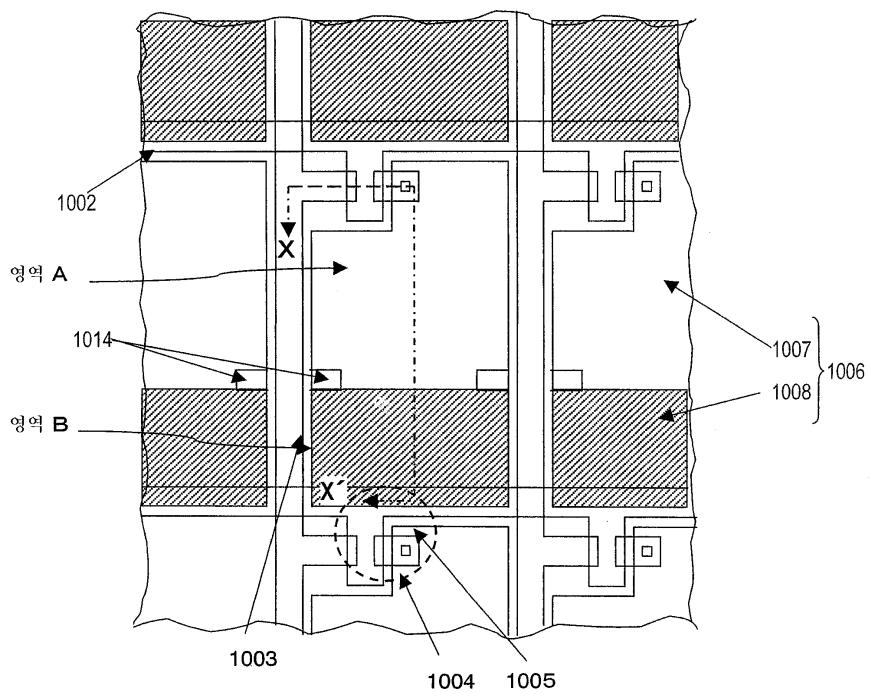
도면1



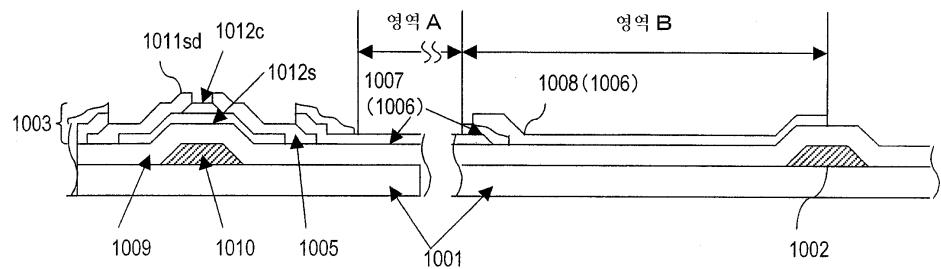
도면2



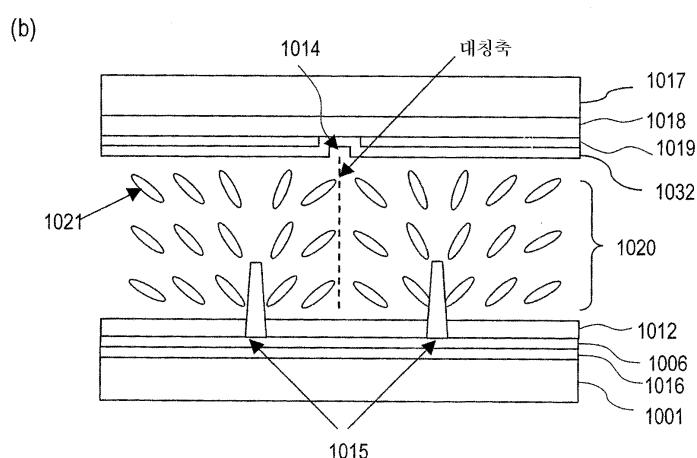
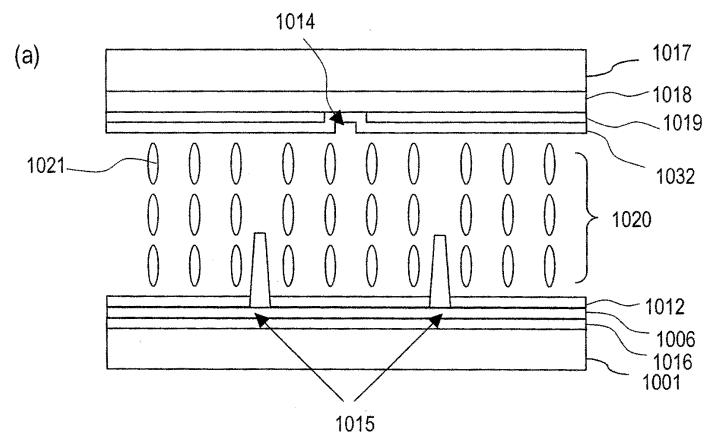
도면3



도면4

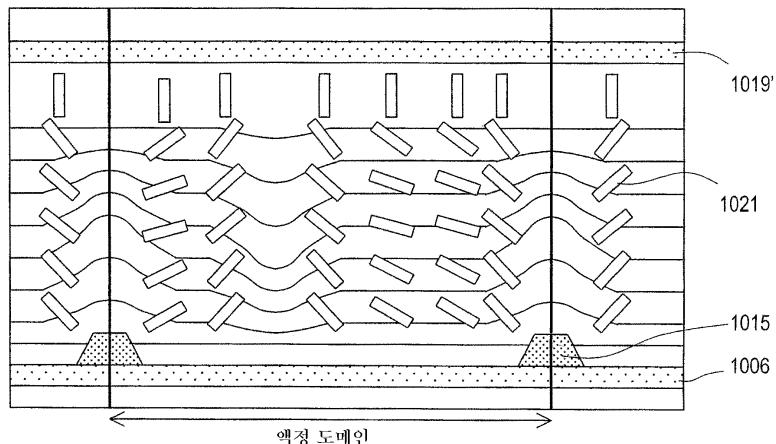


도면5

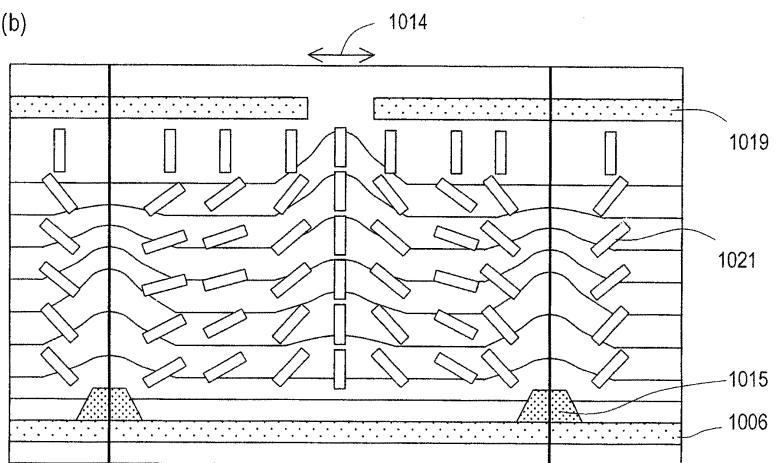


도면6

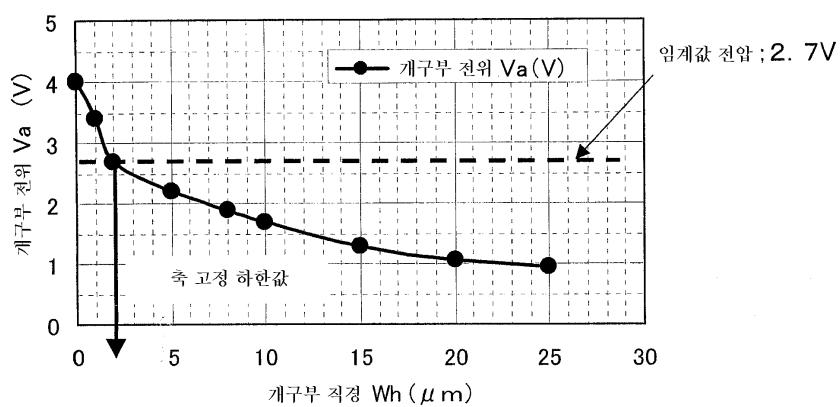
(a)



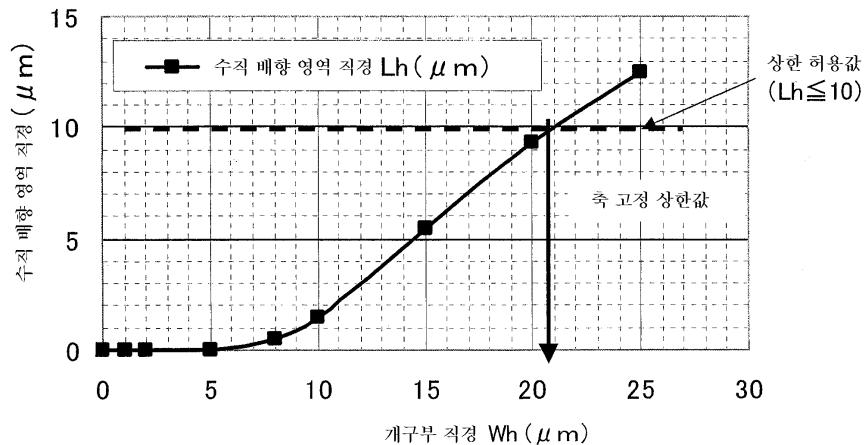
(b)



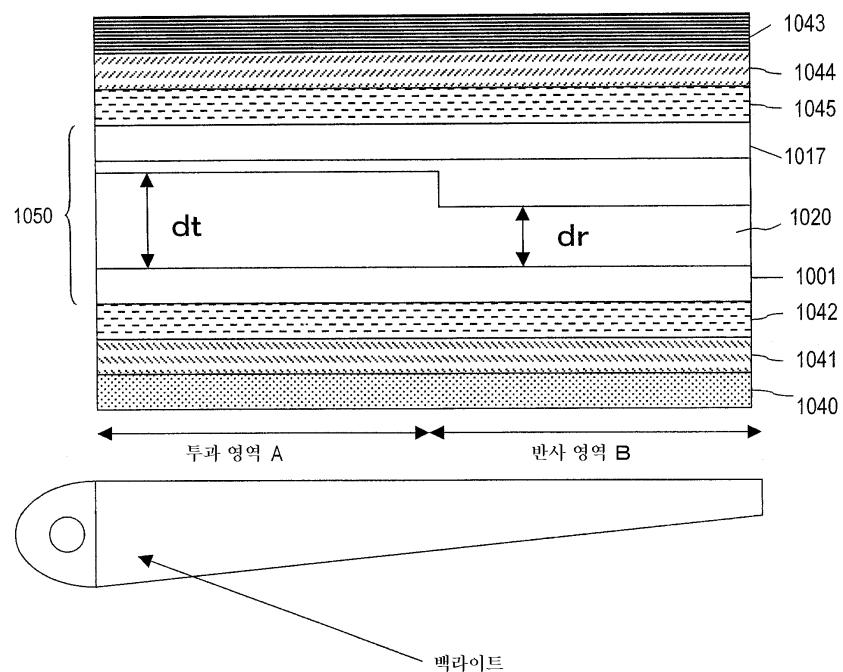
도면7



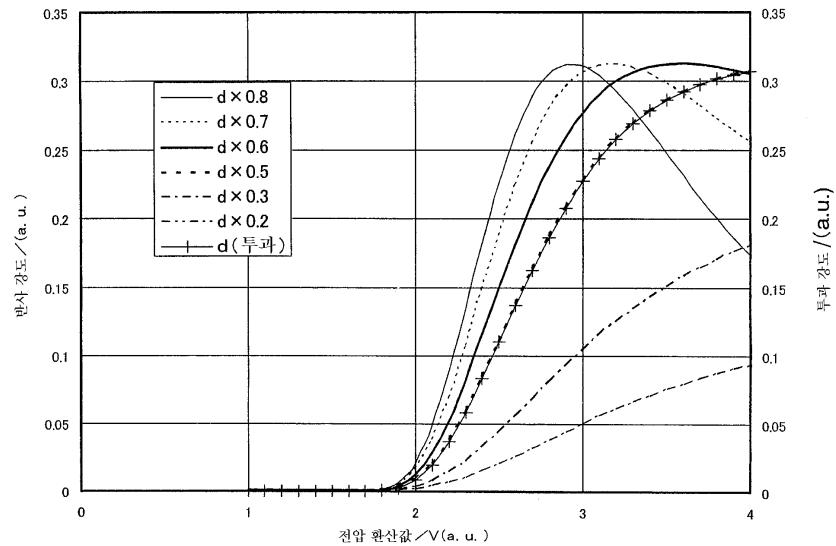
도면8



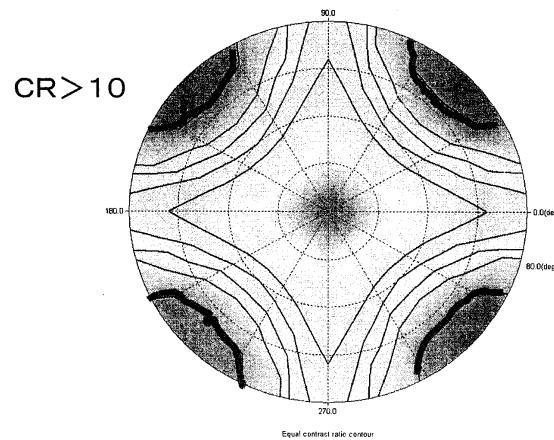
도면9



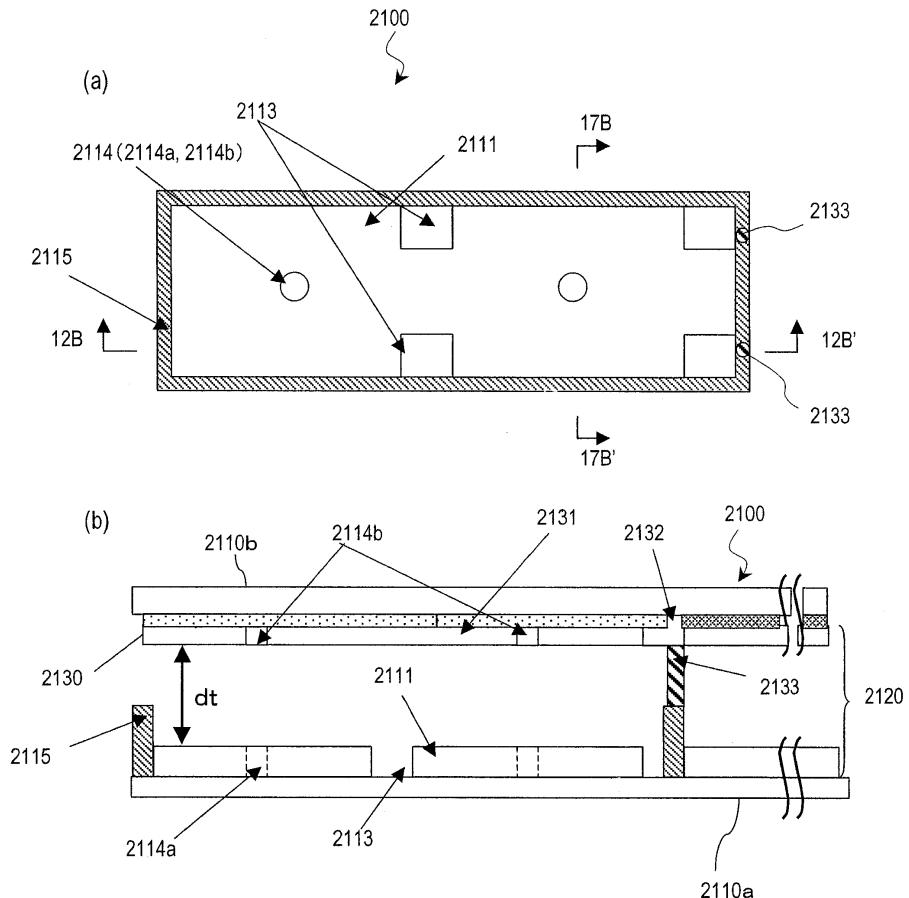
도면10



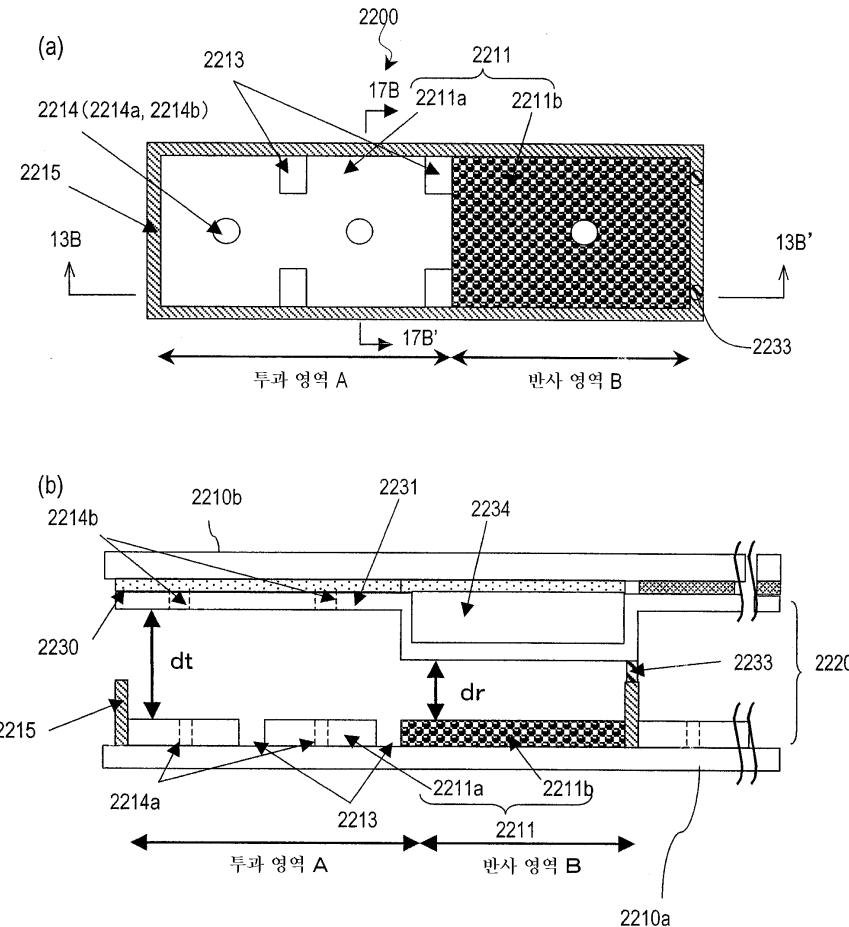
도면11



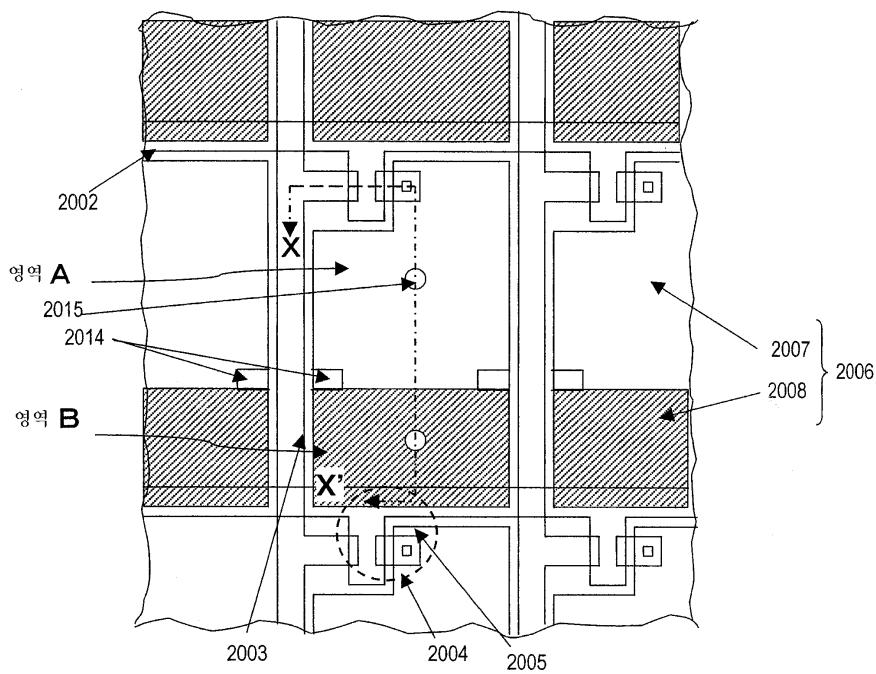
도면12



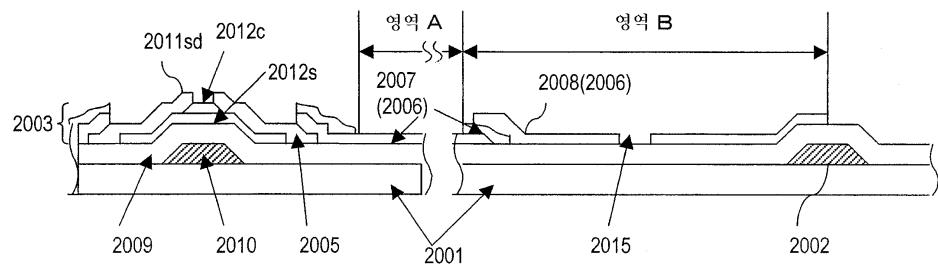
도면13



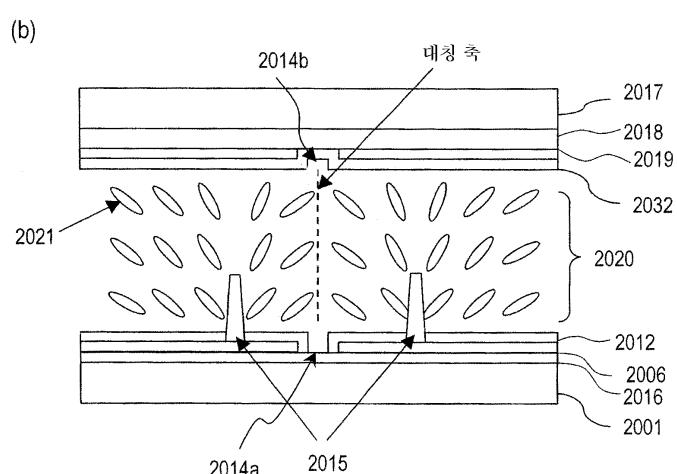
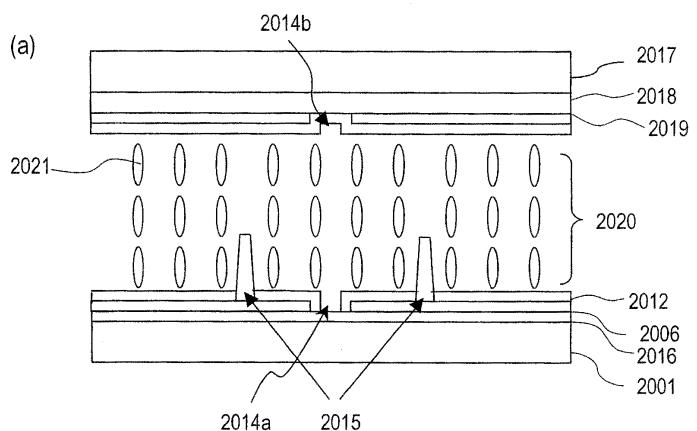
도면14



도면15

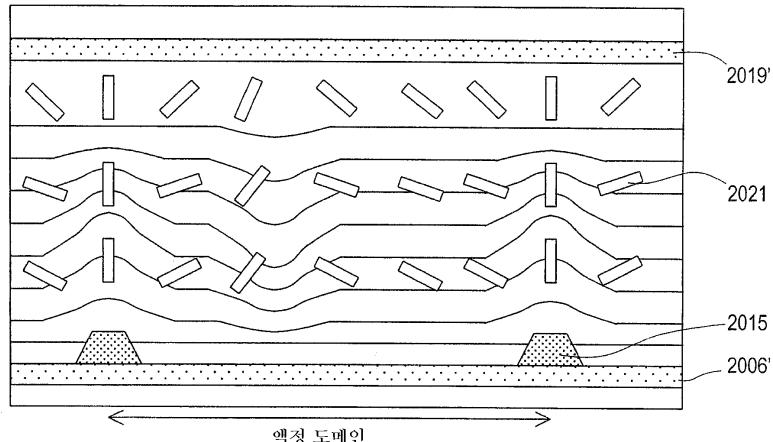


도면16

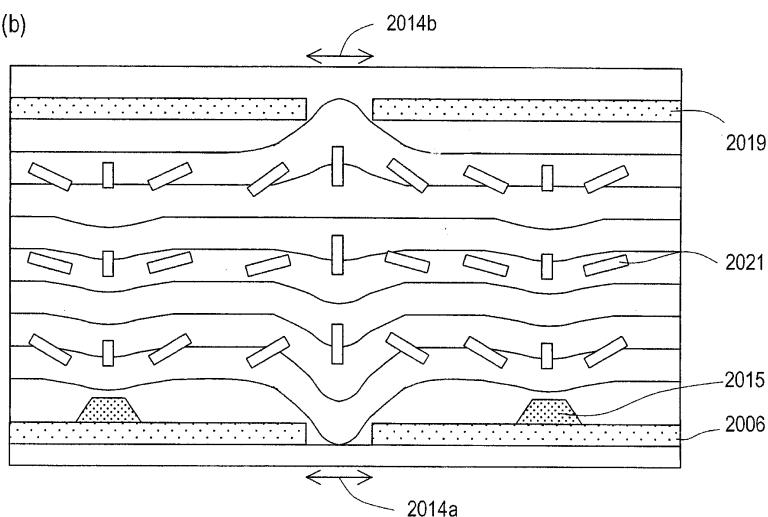


도면17

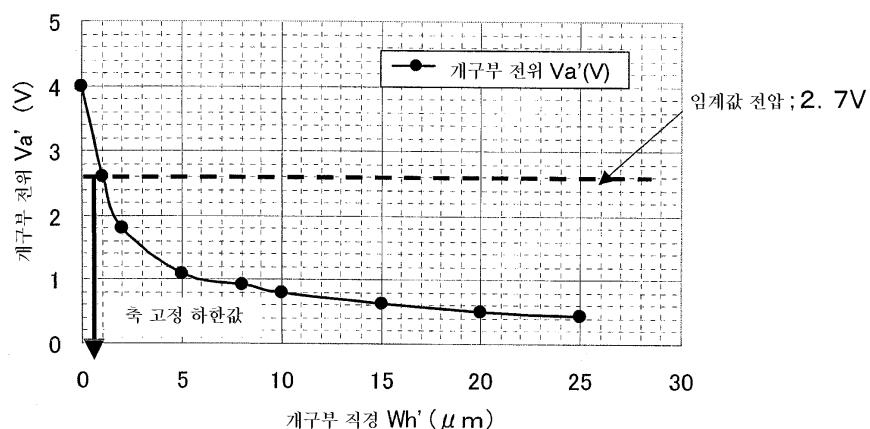
(a)



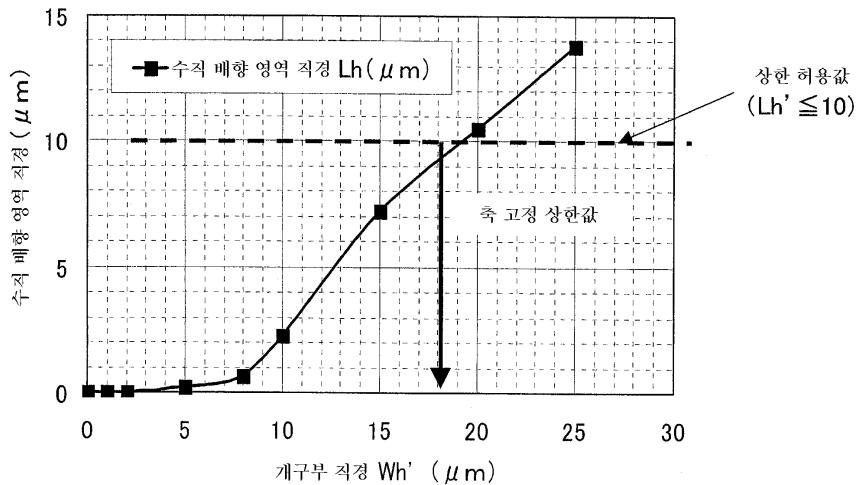
(b)



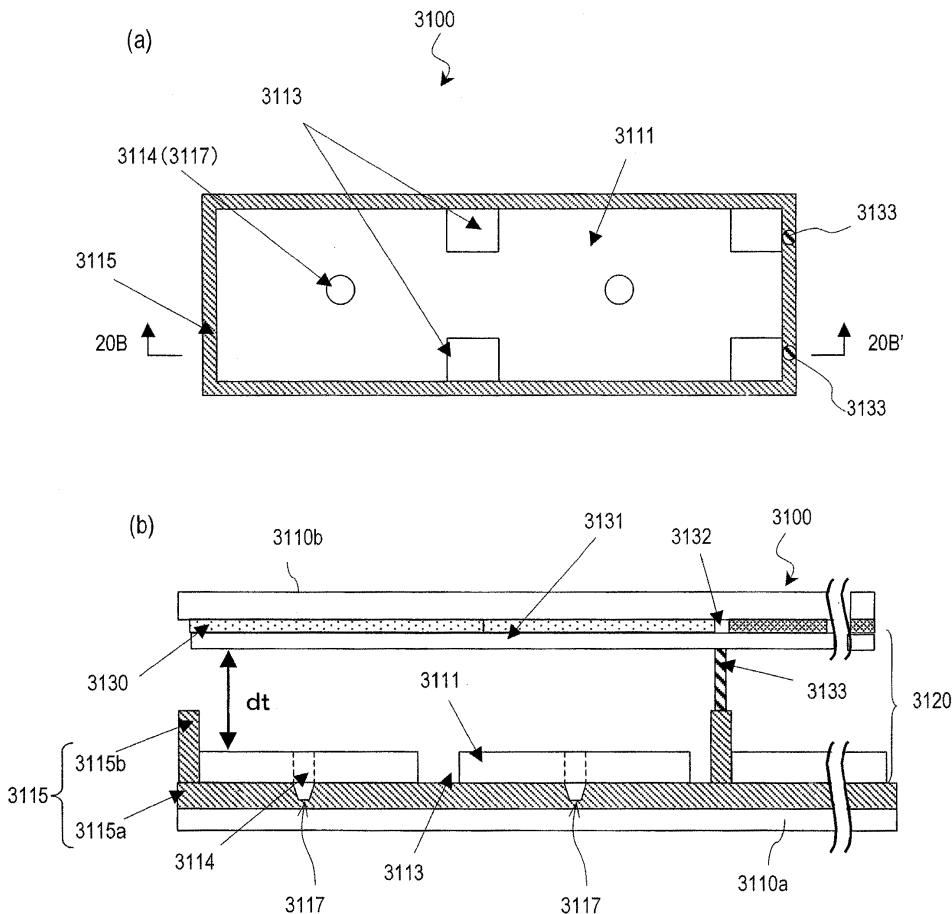
도면18



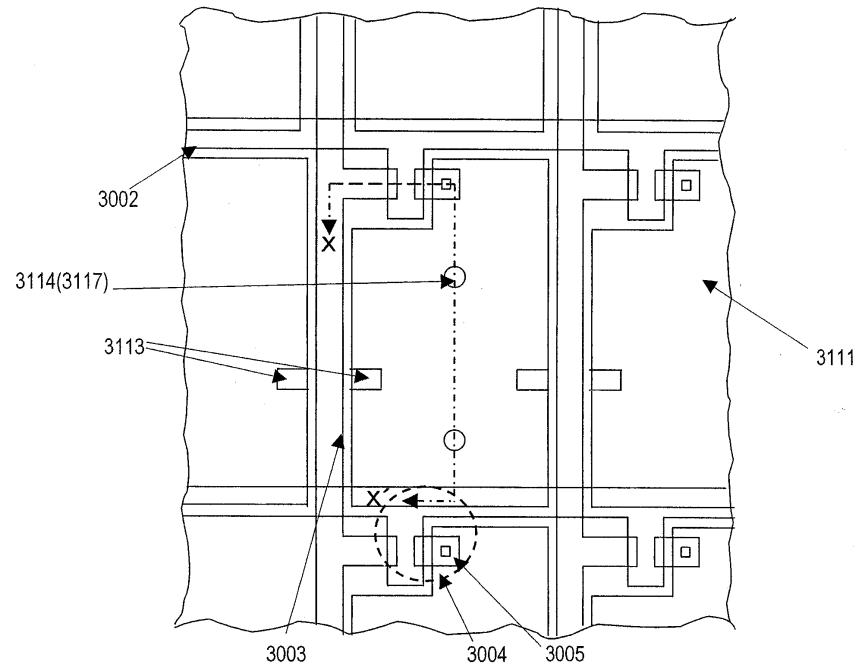
도면19



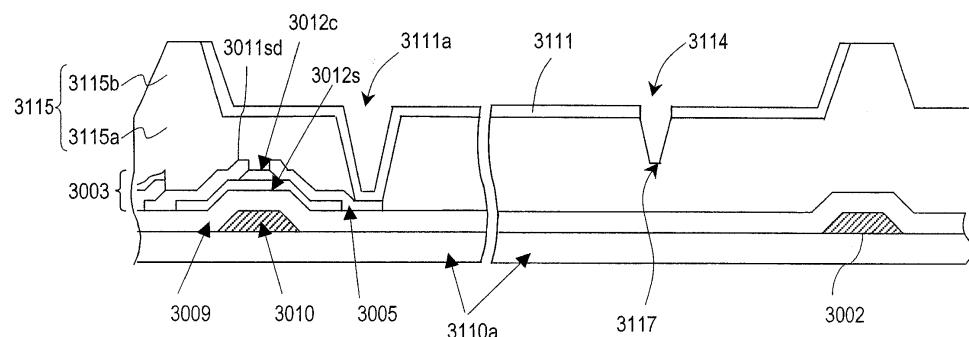
도면20



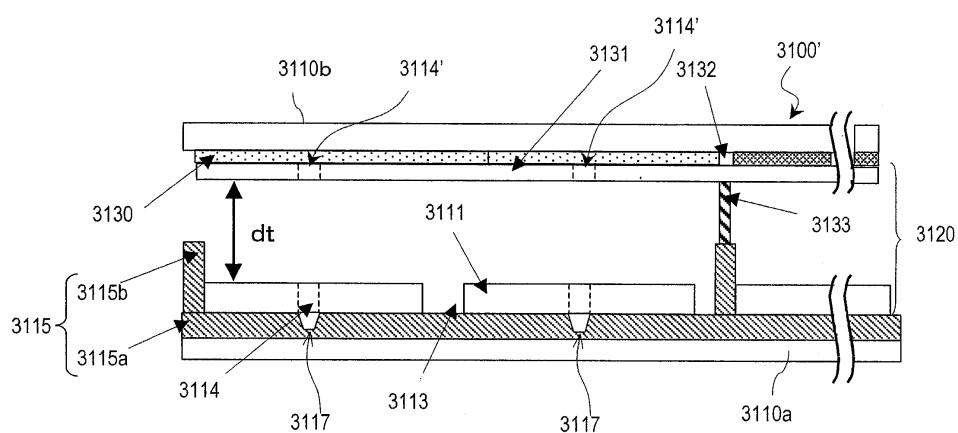
도면21a



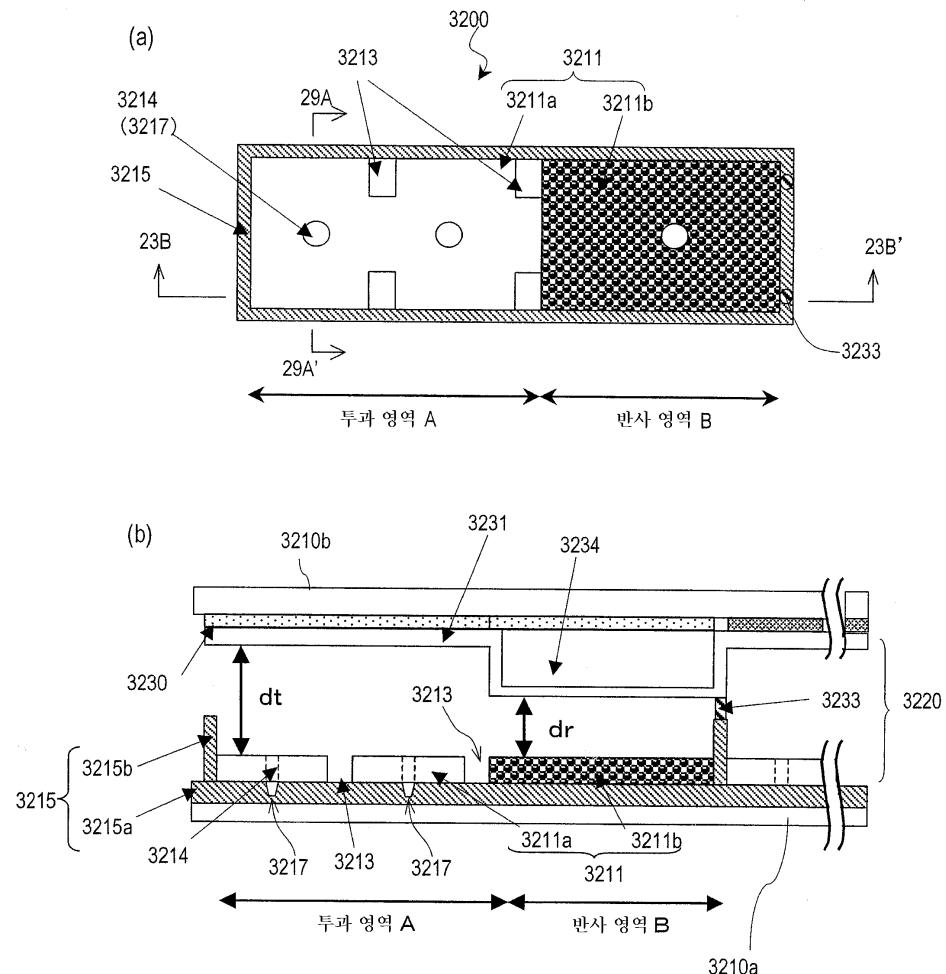
도면21b



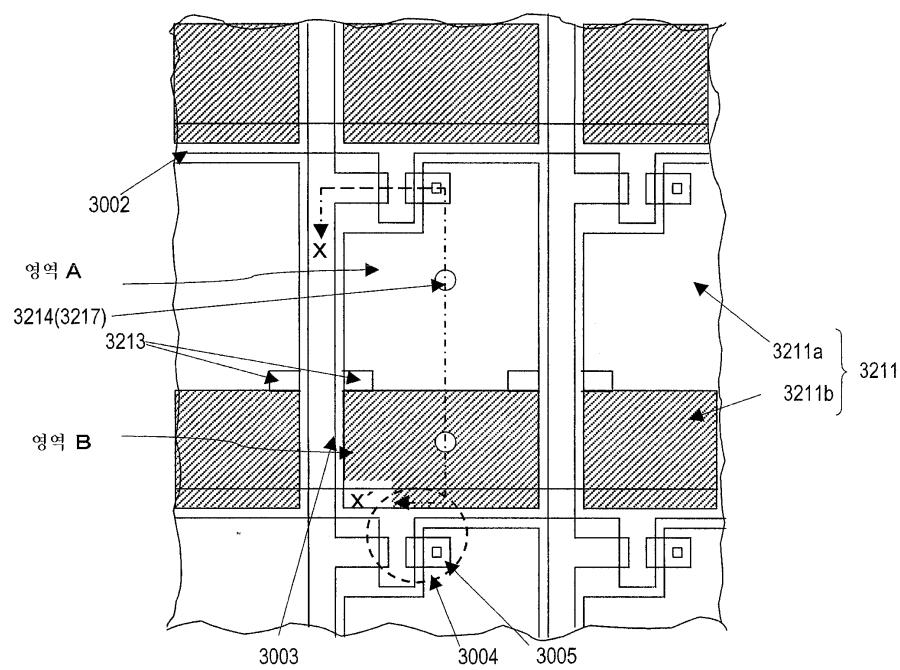
도면22



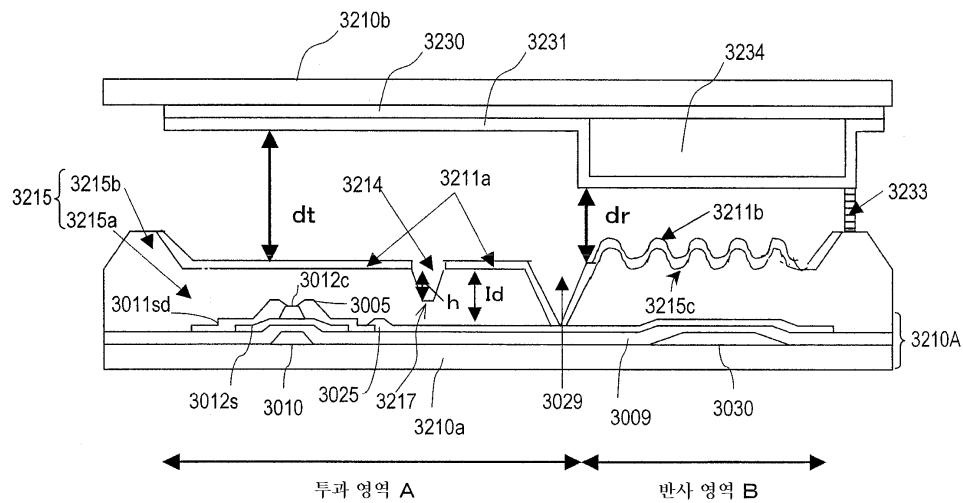
도면23



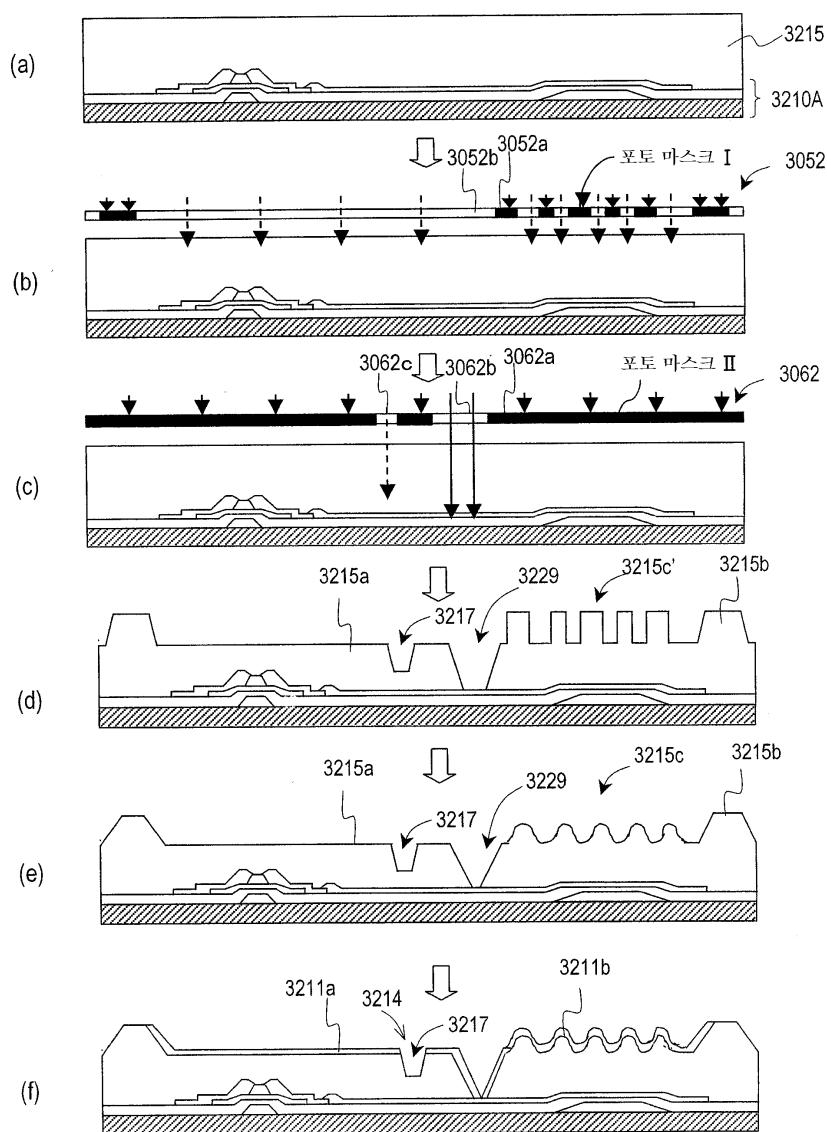
도면24



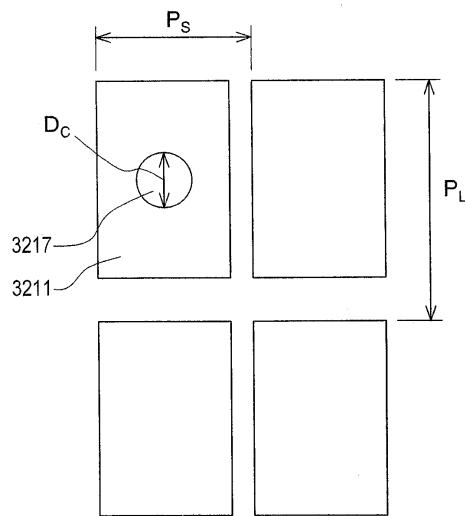
도면25



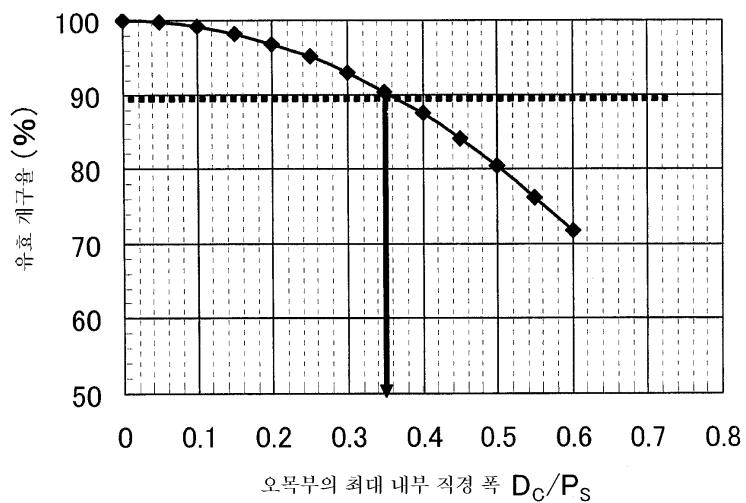
도면26



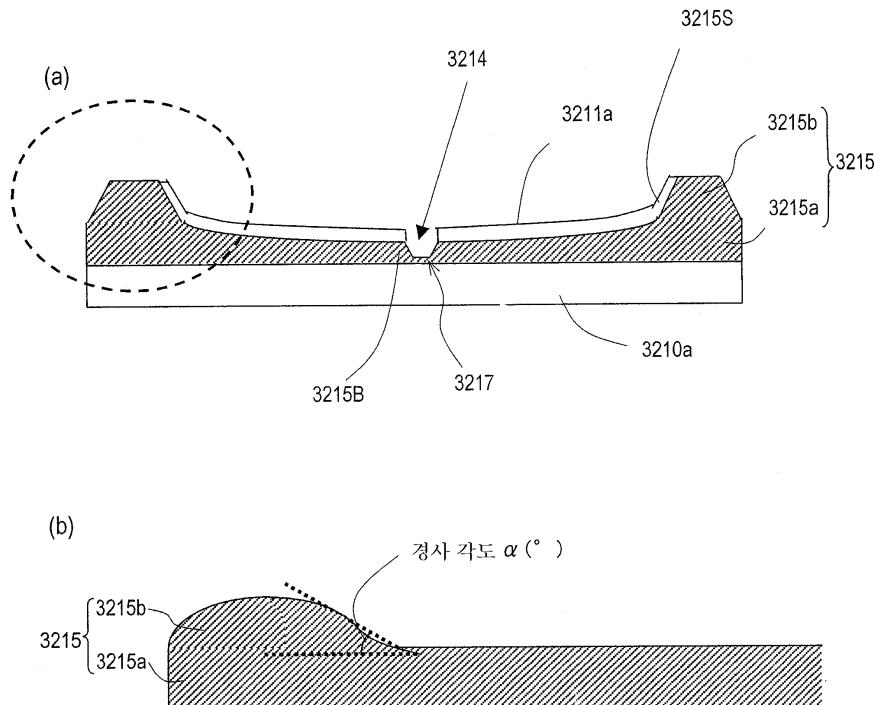
도면27



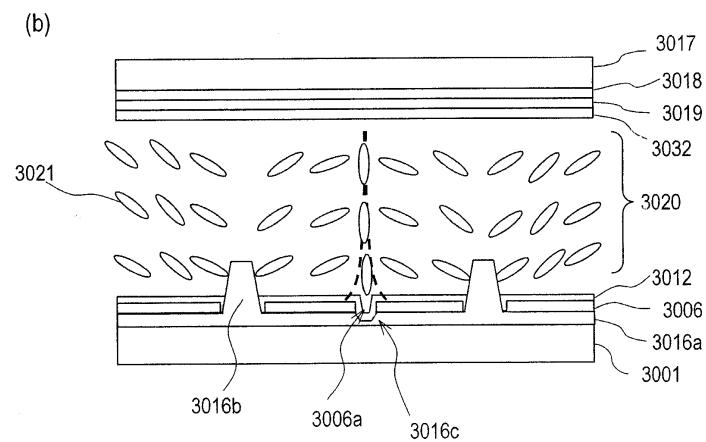
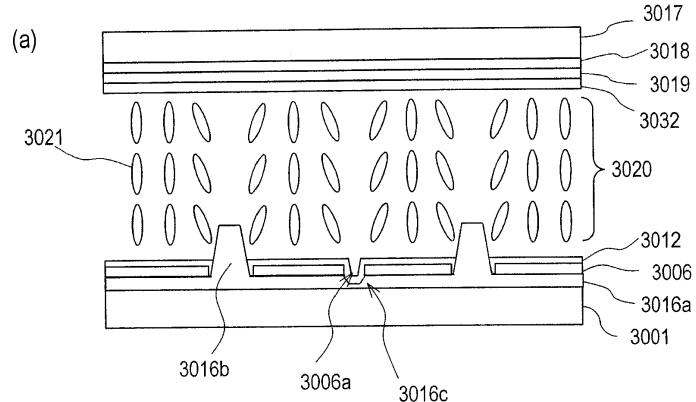
도면28



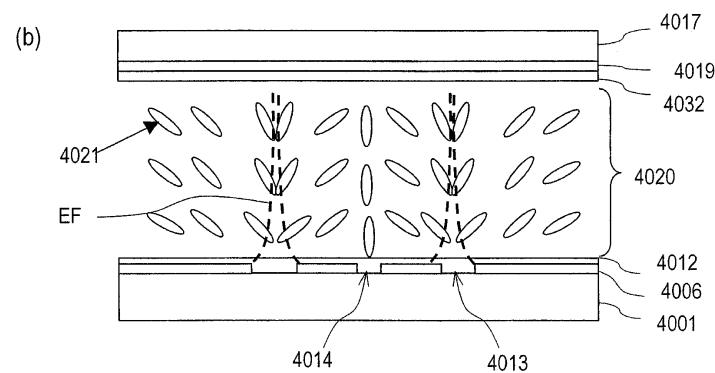
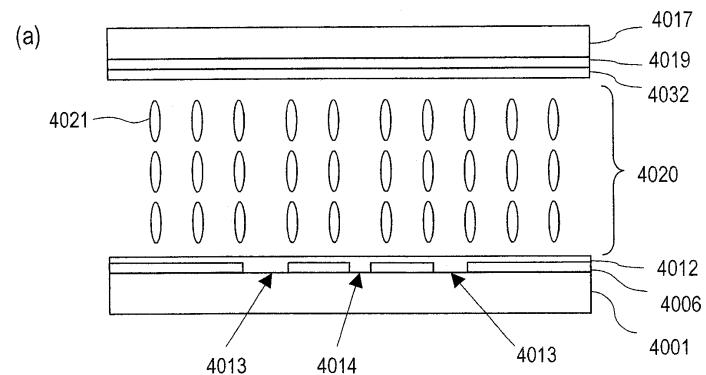
도면29



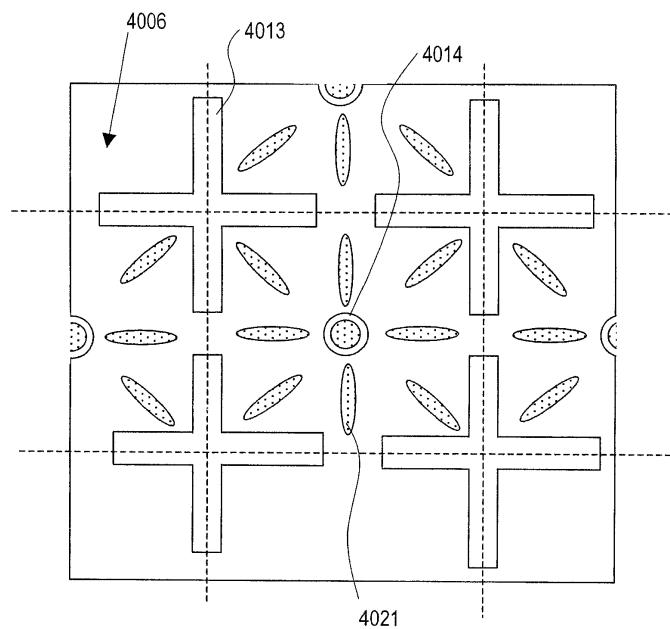
도면30



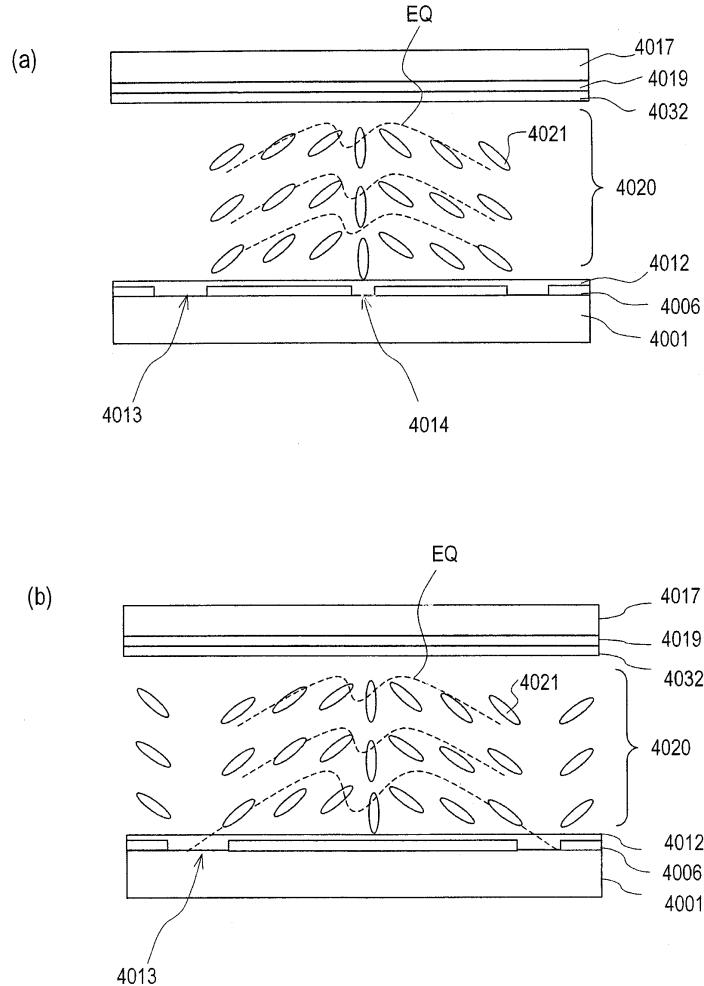
도면31



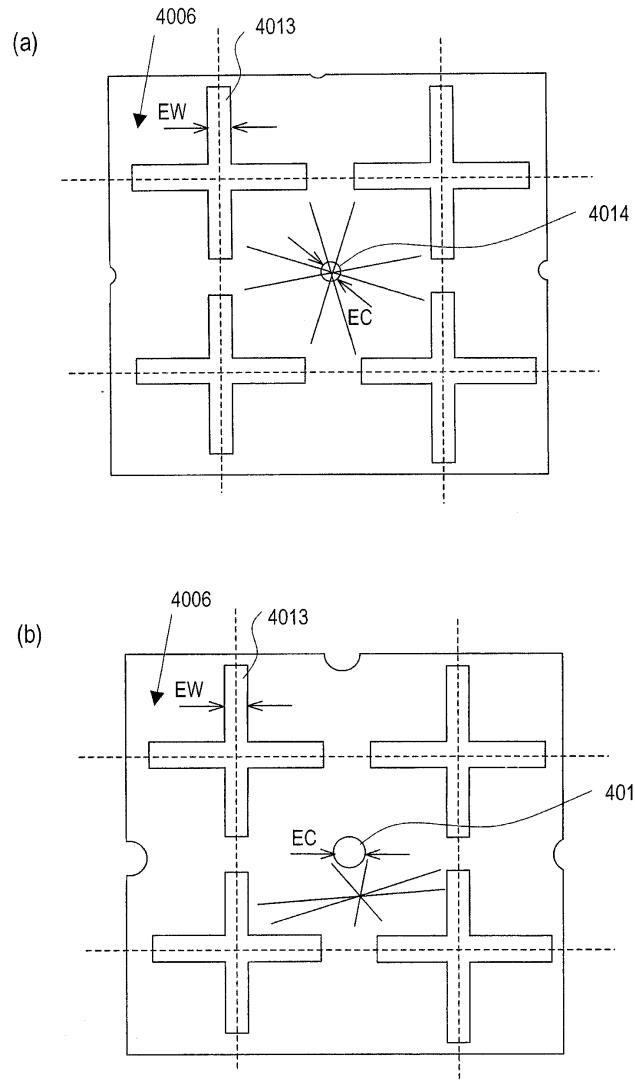
도면32



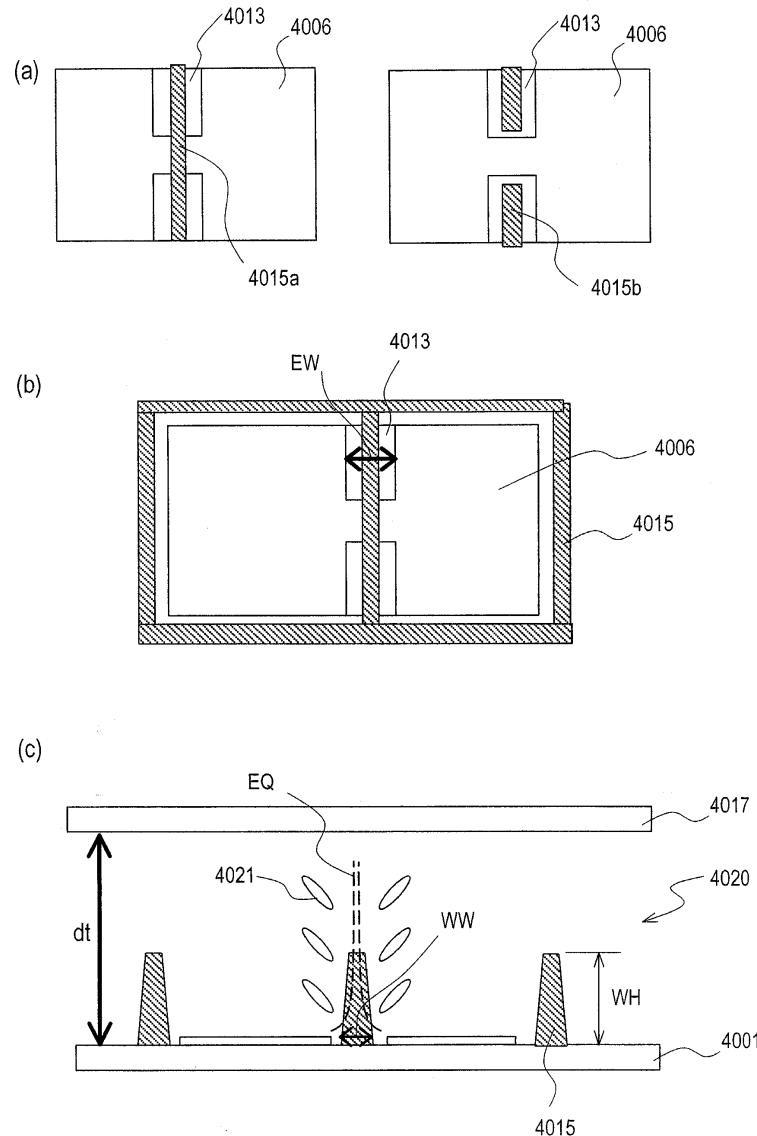
도면33



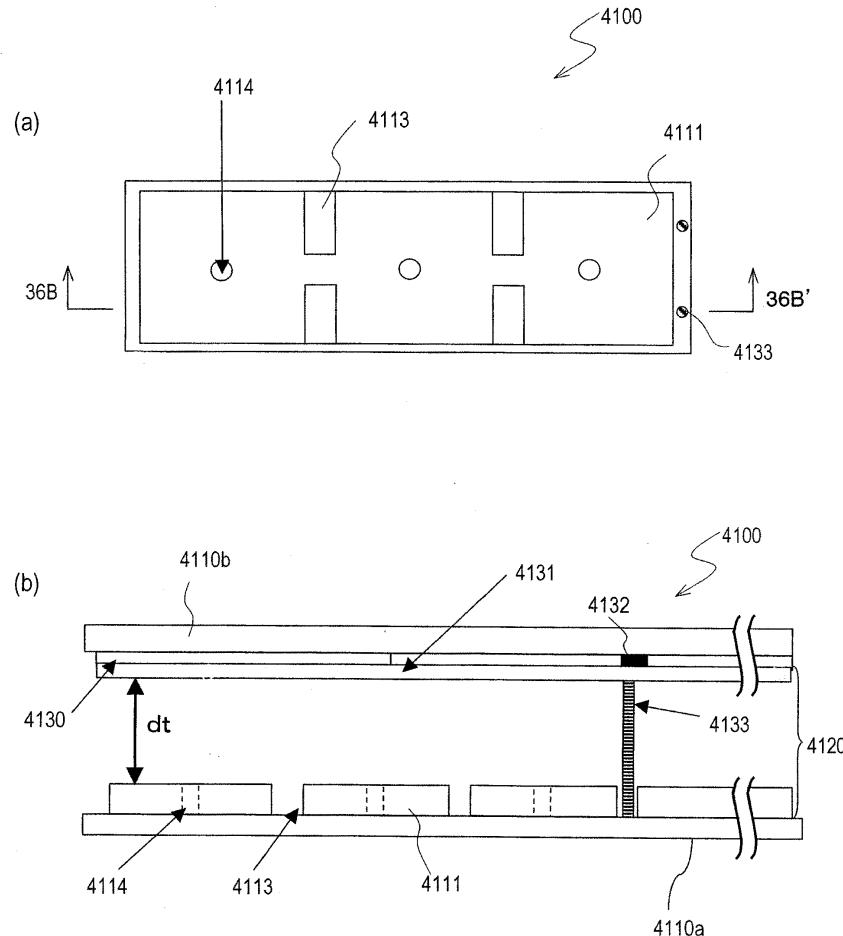
도면34



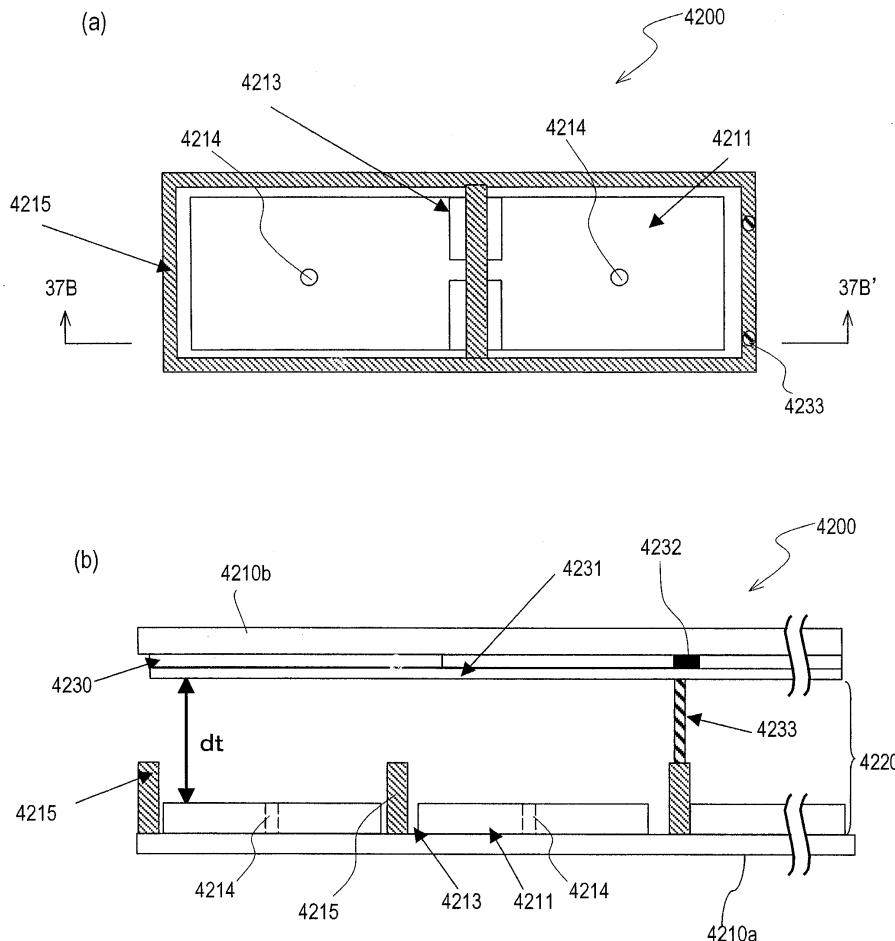
도면35



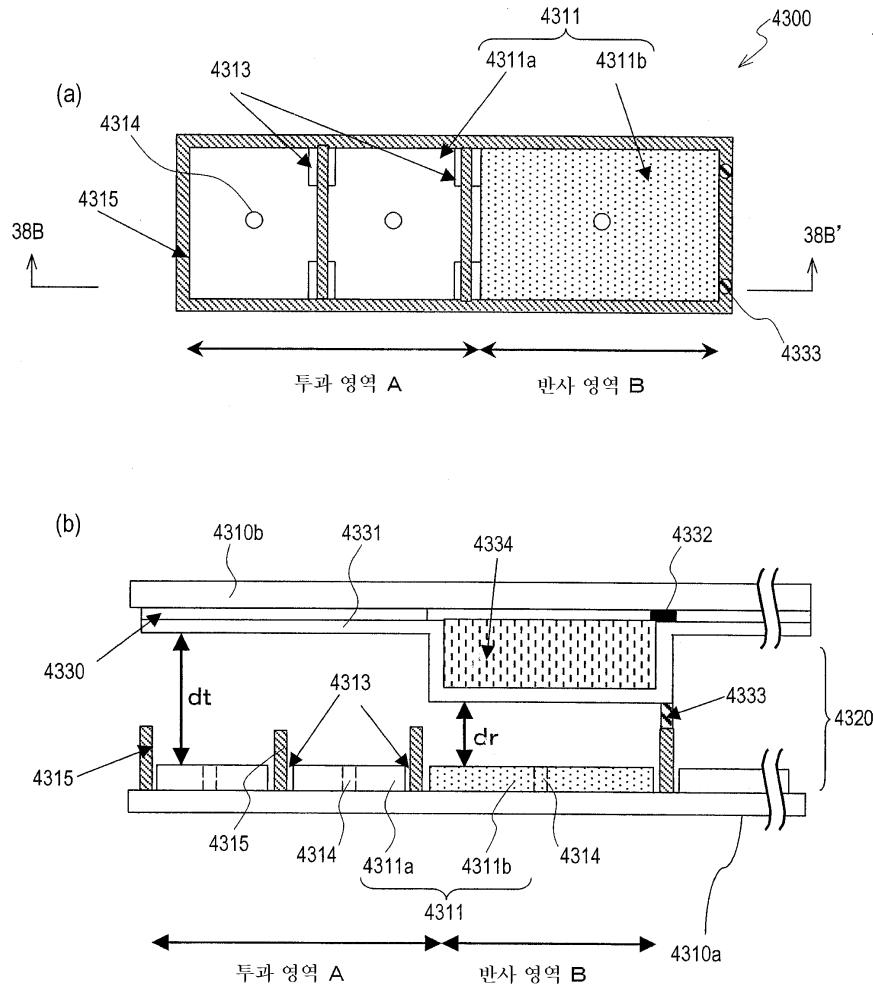
도면36



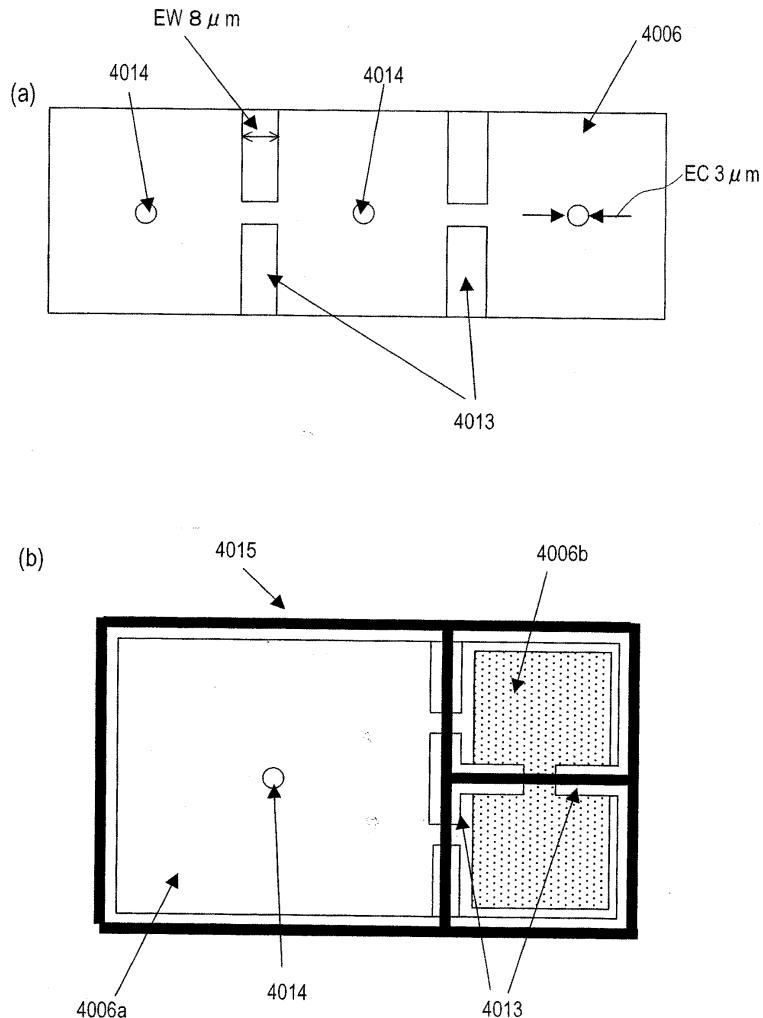
도면37



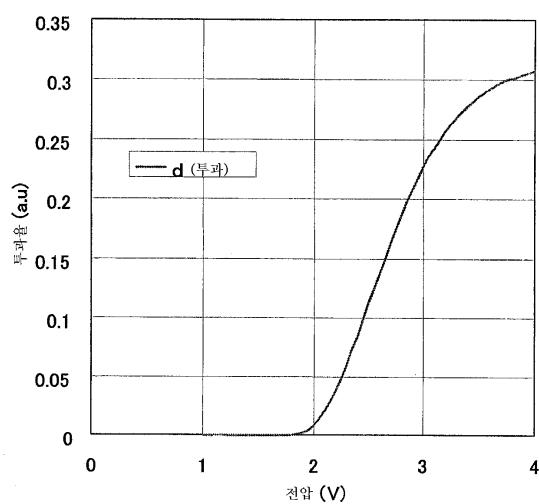
도면38



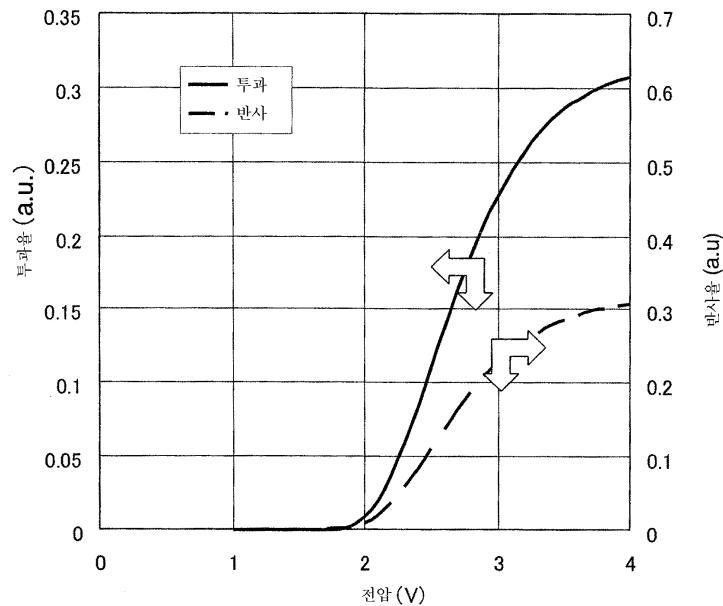
도면39



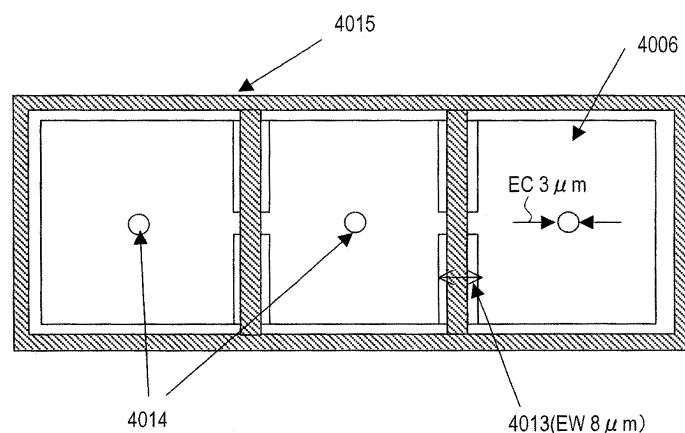
도면40



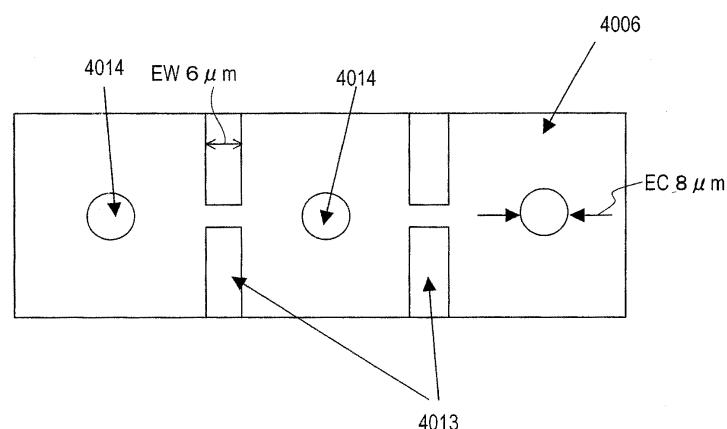
도면41



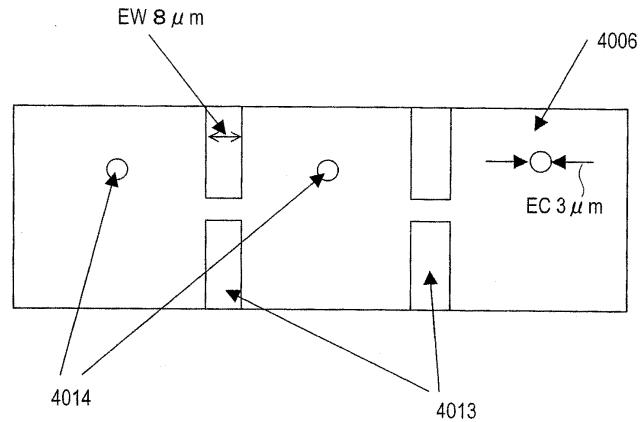
도면42



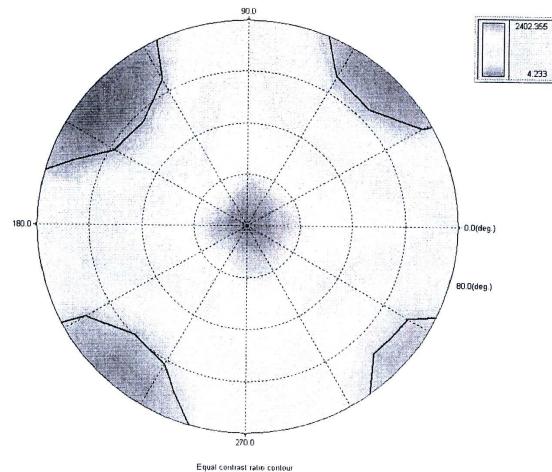
도면43



도면44



도면45



专利名称(译)	液晶显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	KR100747391B1	公开(公告)日	2007-08-07
申请号	KR1020040102958	申请日	2004-12-08
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
[标]发明人	KUME YASUHIRO 구메야스히로 NAGAE NOBUKAZU 나가에노부까즈 TAMAI KAZUHIKO 다마이가즈히코 ONISHI NORIAKI 오니시노리아끼 KURIHARA TAKASHI 구리하라다까시		
发明人	구메야스히로 나가에노부까즈 다마이가즈히코 오니시노리아끼 구리하라다까시		
IPC分类号	G02F1/1337 G02F1/1343 G02F1/1333 G02F1/1335 G02F1/1339 G02F1/139		
CPC分类号	G02F1/1393 G02F1/133555 G02F1/133707 G02F1/133753 G02F1/13394 G02F2001/134318		
代理人(译)	Jangsugil		
优先权	2004091227 2004-03-26 JP 2004053745 2004-02-27 JP 2003409401 2003-12-08 JP 2003409400 2003-12-08 JP		
其他公开文献	KR1020050055608A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

专利号10-0747391 本发明中，在具有在像素的至少一个轴对称取向畴的液晶显示装置中，也能够充分稳定液晶的取向，进而本发明的一个目的是提供具有降低的对比度的液晶显示装置，或在开口率降低。为此，第一板(1110A)和所述第一和第二基板(1110B)被安装成面对所述第一基板，具有第一基板和第二基板1120中，每个之间的第一垂直取向型的液晶层1和形成于基板，第一和第二电极1131，第一电极和多个像素，每个像素包括布置形成在第二基板上的两个电极之间的液晶层上的第一电极1111，第二电极(1131)已经形成在像素内的预定位置处的至少一个开口1114，和第一基板具有遮光区域中的多个像素中，光的液晶层侧封闭区域中，规则排列的壁结构之间的间隙1115有，当液晶层是hayeoteul至少一个预定的电压被施加，所述至少一个液晶畴被形成，并且两个液晶畴在至少一个开口或轴的轴对称取向的至少一个中心轴表示对称排列并且在其附近形成。 1

	D_c/P_s	h/I_d	구조율(%)	정면 CR	내충격성
시작에 1	0. 1	0. 4	4. 2	315	△
시작에 2	0. 1	0. 6	4. 0	305	○
시작에 3	0. 38	0. 6	3. 7	270	○
시작에 4	0. 43	0. 6	3. 3	260	○
시작에 5	0. 1	0. 75	3. 6	270	○
시작에 6	0. 1	0. 85	3. 4	245	○