



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.	(45) 공고일자	2006년11월27일
G02F 1/1333 (2006.01)	(11) 등록번호	10-0649039
C09K 19/42 (2006.01)	(24) 등록일자	2006년11월16일

(21) 출원번호	10-2005-0003830	(65) 공개번호	10-2005-0075307
(22) 출원일자	2005년01월14일	(43) 공개일자	2005년07월20일
심사청구일자	2005년01월14일		

(30) 우선권주장	JP-P-2004-00008444	2004년01월15일	일본(JP)
	JP-P-2004-00253425	2004년08월31일	일본(JP)
	JP-P-2005-00007497	2005년01월14일	일본(JP)

(73) 특허권자      샤프 가부시기가이샤  
일본 오사카후 오사카시 아베노꾸 나가이게쵸 22방 22고

(72) 발명자      미야찌,고이찌  
일본 619-0232 교토 소라꾸군 세이까쵸 사쿠라가오까 3쵸메 9-7

시바하라,세이지  
일본 632-0004 나라 덴리시 이찌노모또쵸 2613-1-831

이노우에,이찌로  
일본 632-0004 나라 덴리시 이찌노모또쵸 2613-1-757

이시하라,쇼이찌  
일본 576-0034 오사카 가따노시 아마노가하라쵸 1-34-8

고이테,다까꼬  
일본 634-0043 나라 가시하라시 고조노쵸 2015-에이101

(74) 대리인      장수길  
구영창

(56) 선행기술조사문헌  
13249363 \*  
\* 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 한상수

전체 청구항 수 : 총 63 항

(54) 표시 소자 및 표시 장치, 및 표시 소자의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 2장의 기관에서의 한쪽면에 전극 및 러빙 처리를 실시한 배향막을 각각 설치하고, 두 기관에서의 다른쪽 면에 편광판을 각각 설치한다. 그리고, 두 기관의 배향막을 형성한 면을 대향시켜, 두 기관에 협지되어 이루어지는 영역인 물질층에, 네가티브형 액정성 화합물에 광중합성 단량체 및 중합 개시제를 첨가한 매질을 주입한다. 그리고, 이 매질이 액정상을 나타내는 상태로 유지하면서, 자외선을 조사함으로써 광중합성 단량체를 중합시켜 고분자쇄를 형성한다. 이에 따라, 전계(외장)를 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하며, 구동에 필요한 전계(외장)의 강도가 작은 표시 소자를 제공할 수 있다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.  
삭제

청구항 2.  
삭제

청구항 3.  
삭제

청구항 4.  
삭제

청구항 5.  
삭제

청구항 6.  
삭제

청구항 7.  
삭제

청구항 8.

적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관, 및 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자에 있어서, 상기 물질층은 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질을 포함하고, 수소 결합체를 포함하는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 9.

적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관, 및 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자에 있어서, 상기 물질층은 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질을 포함하고, 미립자를 포함하는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 10.

제9항에 있어서, 상기 미립자의 평균 입경이  $0.2\ \mu\text{m}$  이하인 표시 소자.

#### 청구항 11.

제9항에 있어서, 상기 미립자의 함유량이 해당 미립자 및 상기 물질층을 구성하는 매질의 총 중량에 대하여 0.05 중량% 내지 20 중량%인 표시 소자.

#### 청구항 12.

적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관, 및 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자에 있어서, 상기 물질층은 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질을 포함하고, 중합성 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

#### 청구항 13.

제12항에 있어서, 상기 중합성 화합물의 함유량이 해당 중합성 화합물 및 상기 물질층을 구성하는 매질의 총 중량에 대하여 0.05 중량% 이상 15 중량% 이하인 표시 소자.

#### 청구항 14.

제12항에 있어서, 상기 중합성 화합물이 고분자를 포함하는 표시 소자.

#### 청구항 15.

제14항에 있어서, 상기 고분자가 쇠상 고분자, 망상 고분자, 환상 고분자 중 어느 하나를 포함하는 표시 소자.

#### 청구항 16.

제12항에 있어서, 상기 중합성 화합물이 구조적 이방성을 갖는 표시 소자.

#### 청구항 17.

제12항에 있어서, 상기 물질층에는 액정성을 나타내는 매질이 밀봉되어 있고, 상기 중합성 화합물이 상기 매질에 액정상을 발현시킨 상태로 중합되는 것인 표시 소자.

#### 청구항 18.

제12항에 있어서, 상기 중합성 화합물이 외장 인가 시 또는 외장 무인가 시에 광학적으로 등방성인 표시 소자.

#### 청구항 19.

제12항에 있어서, 상기 중합성 화합물이 상기 물질층을 다수의 소 영역으로 분할하고, 상기 매질을 구성하는 분자의 배향 질서 구조를 고정화하는 것인 표시 소자.

## 청구항 20.

적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관, 및 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자에 있어서, 상기 물질층은 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질을 포함하고, 상기 물질층에는 다공질 구조체가 형성된 것을 특징으로 하는 표시 소자.

## 청구항 21.

제20항에 있어서, 상기 다공질 구조체가 다공질 무기 재료를 포함하는 표시 소자.

## 청구항 22.

제20항에 있어서, 상기 다공질 구조체가 미소 세공 필름인 표시 소자.

## 청구항 23.

제20항에 있어서, 상기 다공질 구조체가 구조적 이방성을 갖는 표시 소자.

## 청구항 24.

제20항에 있어서, 상기 다공질 구조체가 외장 인가 시 또는 외장 무인가 시에 광학적으로 등방성인 표시 소자.

## 청구항 25.

제8항, 제9항, 제12항 및 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 광학적 이방성 정도의 변화가 상기 매질을 구성하는 분자의 배향 방향이 변화함으로써 발현되는 표시 소자.

## 청구항 26.

제8항, 제9항, 제12항 및 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 매질이 전계를 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 표시 소자.

## 청구항 27.

제26항에 있어서, 상기 물질층이 전계의 2차에 비례하여 굴절률이 변화하는 매질이 밀봉되어 이루어지는 표시 소자.

## 청구항 28.

제26항에 있어서, 상기 물질층이 유극성 분자를 함유하는 매질이 밀봉되어 이루어지는 표시 소자.

### 청구항 29.

제8항, 제9항, 제12항 및 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 물질층이 외장 인가 시 또는 외장 무인가 시에 광학적 등방성을 나타내는 표시 소자.

### 청구항 30.

제8항, 제9항, 제12항 및 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 매질을 구성하는 분자가 외장 인가 시 또는 외장 무인가 시에 광학 파장 미만의 질서 구조를 가지며, 외장을 인가함으로써 질서 구조가 변화하는 표시 소자.

### 청구항 31.

제8항, 제9항, 제12항 및 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 매질이 400 nm 이하의 선택 반사 파장역 또는 나선 피치를 갖는 표시 소자.

### 청구항 32.

제8항, 제9항, 제12항 및 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 매질이 큐빅 대칭성을 나타내는 질서 구조를 갖는 표시 소자.

### 청구항 33.

제32항에 있어서, 상기 매질이 큐빅상 또는 스멕틱 D상을 나타내는 분자를 포함하는 표시 소자.

### 청구항 34.

제8항, 제9항, 제12항 및 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 매질이 액정 마이크로 에멀전을 포함하는 표시 소자.

### 청구항 35.

제8항, 제9항, 제12항 및 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 매질이 미셀상, 역미셀상, 스폰지상, 큐빅상 중 어느 하나를 나타내는 리오토로픽 액정을 포함하는 표시 소자.

### 청구항 36.

제8항, 제9항, 제12항 및 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 매질이 미셀상, 역미셀상, 스폰지상, 큐빅상 중 어느 하나를 나타내는 액정 미립자 분산계를 포함하는 표시 소자.

### 청구항 37.

제8항, 제9항, 제12항 및 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 매질이 덴드리머를 포함하는 표시 소자.

**청구항 38.**

제8항, 제9항, 제12항 및 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 매질이 콜레스테릭 블루상을 나타내는 분자를 포함하는 표시 소자.

**청구항 39.**

제8항, 제9항, 제12항 및 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 매질이 스멕틱 블루상을 나타내는 분자를 포함하는 표시 소자.

**청구항 40.**

제26항에 있어서, 상기 물질층에는 네가티브형 네마틱 액정상을 나타내는 매질이 밀봉되어 있는 표시 소자.

**청구항 41.**

제26항에 있어서, 상기 물질층에는 포지티브형 네마틱 액정상을 나타내는 매질이 밀봉되어 있는 표시 소자.

**청구항 42.**

제17항에 있어서, 상기 한쌍의 기관 중 적어도 한쪽 기관에 상기 매질을 구성하는 분자를 원하는 방향으로 배향시키기 위한 배향막이 형성되어 있는 표시 소자.

**청구항 43.**

제42항에 있어서, 상기 배향막이 수평 배향막인 표시 소자.

**청구항 44.**

제42항에 있어서, 상기 배향막이 러빙 처리 또는 광조사를 실시하여 이루어지는 표시 소자.

**청구항 45.**

제8항, 제9항, 제12항 및 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 두 기관에 서로의 러빙 방향이 다른 방향이 되도록 러빙 처리가 실시된 배향막이 각각 형성되어 있는 표시 소자.

**청구항 46.**

제26항에 있어서, 상기 두 기관의 기관면 법선 방향으로 전계를 발생하는 전극을 구비하는 표시 소자.

**청구항 47.**

제46항에 있어서, 상기 한쌍의 기관의 한쪽에만 스위칭 소자와 컬러 필터 및 차광막이 형성되어 있고, 상기 물질층에는 광조사에 의해 중합된 중합성 화합물이 형성되어 있는 표시 소자.

#### 청구항 48.

제47항에 있어서, 상기 스위칭 소자와 컬러 필터 및 차광막이 형성된 기관과 대향하는 다른쪽 기관, 및 이 다른쪽 기관 상에 형성되는 전극이 투명한 것인 표시 소자.

#### 청구항 49.

제26항에 있어서, 적어도 한쪽 기관에 기관면 평행 방향으로 전계를 발생하는 전극을 구비하는 표시 소자.

#### 청구항 50.

제49항에 있어서, 상기 물질층에는 광조사에 의해 중합된 중합성 화합물이 형성되어 있고, 상기 전극이 투명한 것인 표시 소자.

#### 청구항 51.

제50항에 있어서, 상기 물질층에는 광조사에 의해 중합된 중합성 화합물이 형성되어 있고, 상기 전극이 스위칭 소자와 컬러 필터 및 차광막이 형성된 기관 상에 형성되는 표시 소자.

#### 청구항 52.

제51항에 있어서, 상기 스위칭 소자와 컬러 필터 및 차광막이 형성된 기관과 대향하는 기관이 투명한 표시 소자.

#### 청구항 53.

제8항, 제9항, 제12항 및 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 물질층에 키랄제가 첨가된 매질이 밀봉되어 있는 표시 소자.

#### 청구항 54.

제8항, 제9항, 제12항 및 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 물질층에 키랄성을 나타내는 매질이 밀봉되어 있는 표시 소자.

#### 청구항 55.

제8항, 제9항, 제12항 및 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 매질을 구성하는 분자의 광학적 이방성이 발현되는 상태에서의 배향 방향이 한쪽 방향의 대칭성만의 비틀림 구조를 이루는 표시 소자.

#### 청구항 56.

제53항에 있어서, 상기 물질층에 첨가 농도 8 중량% 이상의 키랄제가 첨가된 매질이 밀봉되어 있는 표시 소자.

**청구항 57.**

삭제

**청구항 58.**

삭제

**청구항 59.**

삭제

**청구항 60.**

삭제

**청구항 61.**

삭제

**청구항 62.**

삭제

**청구항 63.**

적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관, 및 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자의 제조 방법이며,

외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질에 수소 결합성 재료를 첨가하는 공정을 포함하는, 표시 소자의 제조 방법.

**청구항 64.**

적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관, 및 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자의 제조 방법이며,

외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질에 중합성 화합물을 첨가하는 공정,

상기 물질층에 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질을 밀봉하는 매질 밀봉 공정,

상기 물질층에 밀봉한 매질에 액정상을 발현시키는 액정상 발현 공정, 및

상기 매질에 액정상을 발현시킨 상태로 상기 물질층에 고분자쇄를 형성하는 고분자쇄 형성 공정을 포함하는, 표시 소자의 제조 방법.

**청구항 65.**

삭제

**청구항 66.**



적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관, 및 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자의 제조 방법이며,

외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질에 미립자를 첨가하는 공정을 포함하는, 표시 소자의 제조 방법.

#### 청구항 67.

적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관, 및 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자의 제조 방법이며,

외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질에 다공질 구조체 또는 다공질 구조체가 되는 재료를 첨가하는 공정을 포함하는, 표시 소자의 제조 방법.

#### 청구항 68.

적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관, 및 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자의 제조 방법이며,

외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질에 중합성 화합물을 첨가하는 공정,

상기 물질층에 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질을 밀봉하는 매질 밀봉 공정, 및

상기 물질층에 첨가한 중합성 화합물을 중합시키는 공정을 포함하는, 표시 소자의 제조 방법.

#### 청구항 69.

제68항에 있어서, 상기 중합성 화합물로서 광을 조사함으로써 중합되는 것을 사용하고, 상기 중합성 화합물을 중합시키는 공정에서는 상기 중합성 화합물에 광을 조사하는 광 조사법에 의해 중합성 화합물을 중합시키는, 표시 소자의 제조 방법.

#### 청구항 70.

제68항에 있어서, 상기 중합성 화합물로서 가열함으로써 중합되는 것을 사용하고, 상기 중합성 화합물을 중합시키는 공정에서는 상기 중합성 화합물을 가열하는 가열법에 의해 중합성 화합물을 중합시키는, 표시 소자의 제조 방법.

#### 청구항 71.

제68항에 있어서, 상기 중합성 화합물로서 광을 조사함으로써 중합되는 관능기, 및 가열함으로써 중합되는 관능기를 갖는 것을 사용하고, 상기 중합성 화합물을 중합시키는 공정에서는 광 조사법 및 가열법을 병용함으로써 중합성 화합물을 중합시키는, 표시 소자의 제조 방법.

#### 청구항 72.

제68항에 있어서, 상기 물질층에 밀봉한 매질에 액정상을 발현시키는 액정상 발현 공정을 추가로 포함하고, 상기 중합성 화합물을 중합시키는 공정을 상기 매질에 액정상을 발현시킨 상태로 행하는, 표시 소자의 제조 방법.

**청구항 73.**

제68항에 있어서, 상기 매질에 상기 중합성 화합물의 중합을 신속하게 행하게 하기 위한 중합 개시제를 첨가하는, 표시 소자의 제조 방법.

**청구항 74.**

제64항 또는 제72항에 있어서, 상기 액정상 발현 공정에서는, 상기 물질층의 온도를 해당 표시 소자가 표시를 행할 때의 온도보다 저온으로 함으로써 상기 매질에 액정상을 발현시키는, 표시 소자의 제조 방법.

**청구항 75.**

제64항 또는 제72항에 있어서, 상기 액정상 발현 공정에서는 상기 물질층에 전압을 인가함으로써 상기 매질에 액정상을 발현시키는, 표시 소자의 제조 방법.

**청구항 76.**

제64항 또는 제72항에 있어서, 상기 매질이 키랄제를 나타내는 매질, 또는 키랄제가 첨가된 매질, 또는 해당 매질을 구성하는 분자의 광학적 이방성이 발현되는 상태에서의 배향 방향이 한쪽 방향의 대칭성만의 비틀림 구조를 이루는 매질이고, 상기 한쌍의 기관 중 적어도 한쪽 기관에 상기 매질을 구성하는 분자를 원하는 방향으로 배향시키기 위한 배향막을 형성하는 공정을 포함하는, 표시 소자의 제조 방법.

**청구항 77.**

제69항 또는 제71항에 있어서, 스위칭 소자와 컬러 필터 및 차광막이 상기 한쌍의 기관의 한쪽에만 형성된 기관을 사용하고, 다른쪽 기관에 투명 기관을 사용함과 동시에, 상기 중합성 화합물을 중합시키는 공정에서는 상기 투명 기관측으로부터 상기 중합성 화합물에 광을 조사함으로써 중합성 화합물을 중합시키는, 표시 소자의 제조 방법.

**명세서****발명의 상세한 설명****발명의 목적****발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

본 발명은 구동에 필요한 외장의 강도가 작고, 고속 응답 특성 및 넓은 시야각 특성을 구비한 표시 소자 및 표시 장치, 및 표시 소자의 제조 방법에 관한 것이다.

액정 표시 소자는 각종 표시 소자 중에서도 박형으로 경량이고 또한 소비 전력이 작다는 이점을 갖고 있다. 이 때문에, 텔레비전이나 모니터 등의 화상 표시 장치나 워드 프로세서, 퍼스널 컴퓨터 등의 OA(Office Automation)기기, 비디오 카메라, 디지털 카메라, 휴대 전화 등의 정보 단말기 등에 구비된 화상 표시 장치에 널리 사용되고 있다.

액정 표시 소자의 액정 표시 방식으로서, 종래, 예를 들면 네마틱(nematic) 액정을 사용한 트위스티드 네마틱(TN) 모드나, 강유전성 액정(FLC) 또는 반강유전성 액정(AFLC)을 사용한 표시 모드, 고분자 분산형 액정 표시 모드 등이 알려져 있다.

이러한 액정 표시 방식 중, 예를 들면 TN 모드의 액정 표시 소자는 종래부터 실용화되어 있다. 그러나 TN 모드를 사용한 액정 표시 소자에는, 응답이 느리다, 시야각이 좁다는 등의 결점이 있고, 이러한 결점은 CRT(cathode ray tube)를 능가하는 데에 있어서 큰 방해가 되고 있다.

또한, FLC 또는 AFLC를 사용한 표시 모드는, 응답이 빠르고, 시야각이 넓다는 이점을 갖고는 있지만, 내쇼크성, 온도 특성 등의 면에서 큰 결점이 있어, 널리 실용화되기에 이르지 않았다.

또한, 광 산란을 이용하는 고분자 분산형 액정 표시 모드는, 편광판을 필요로 하지 않고, 고휘도 표시가 가능하지만, 본질적으로 위상판에 의한 시각 제어를 할 수 없는 데다가 응답 특성의 면에서 과제를 갖고 있고, TN 모드에 대한 우위성은 적다.

이들 표시 방식은 모두 액정 분자가 일정 방향으로 정렬한 상태에 있고, 액정 분자에 대한 각도에 의해서 보이는 방향이 다르기 때문에, 시각 제한이 있다. 또한, 이들 표시 방식은 모두 전계 인가에 의한 액정 분자의 회전을 이용하는 것이고, 액정 분자가 정렬한 채로 다 같이 회전하기 때문에, 응답에 시간을 요한다. 또한, FLC나 AFLC를 사용한 표시 모드인 경우, 응답 속도나 시야각의 면에서는 유리하지만 외력에 의한 비가역적인 배향 파괴가 문제된다.

한편, 전계 인가에 의한 액정 분자의 회전을 이용하는 이들 표시 방식에 대하여 이차의 전기 광학 효과를 이용한 전자 분극에 의한 표시 방식이 제안되고 있다.

전기 광학 효과란, 물질의 굴절률이 외부 전계에 의해서 변화하는 현상이다. 전기 광학 효과에는 전계의 일차에 비례하는 효과와 이차에 비례하는 효과가 있고, 각각 포켈스(Pockels) 효과, 커(Kerr) 효과라고 불린다. 특히, 이차의 전기 광학 효과인 커 효과는, 고속의 광 서터로의 응용이 일찍부터 진행되고 있고, 특수한 계측 기기에서 실용화되고 있다.

커 효과는, 1875년에 제이. 커(J. Kerr)에 의해서 발견된 것이고, 지금까지 커 효과를 표시하는 재료로서는, 니트로벤젠이나 이황화탄소 등의 유기 액체가 알려져 있다. 이들 재료는, 예를 들면 상기한 광 서터, 광 변조 소자, 광 편광 소자 또는 전력 케이블 등의 고전계 강도 측정 등에 사용되고 있다.

그 후, 액정 재료가 큰 커 상수를 갖는 것이 나타나고, 광 변조 소자, 광 편향 소자, 그 위에 광 집적 회로 응용에 향하여 기초 검토가 행하여져, 상기 니트로 벤젠의 200 배를 넘는 커 상수를 나타내는 액정 화합물도 보고되고 있다.

이러한 상황에 있어서, 커 효과의 표시 장치로의 응용이 검토되기 시작하고 있다. 커 효과는, 전계의 이차에 비례하기 때문에, 전계의 일차에 비례하는 포켈스 효과와 비교하여, 상대적으로 저전압 구동을 기대할 수 있는 데다가, 본질적으로 수 마이크로 초 내지 수 밀리 초의 응답 특성을 나타내기 때문에 고속 응답 표시 장치로의 응용이 기대된다.

그런데, 커 효과를 표시 소자로 응용 전개하는데 있어서 실용상의 큰 문제 중 하나는, 종래의 액정 표시 소자와 비교하여 구동 전압이 크다는 것이다. 이 문제에 대하여, 예를 들면 일본국 공개 특허 공보인 특개 제2001-249363호 공보(공개일 2001년 9월 14일)에서는, 기관 표면에 미리 배향 처리를 실시해 두고, 커 효과가 발현하기 쉬운 것 같은 상태를 만들어 내는 기법이 제안되고 있다.

또한, 일본국 공개 특허 공보인 특개평 제11-183937호 공보(공개일 1999년 7월 9일)에는 고분자에 의해 액정 재료를 소구역으로 분할함으로써, 고속이고 넓은 시야각의 액정 광학 스위치 소자를 실현하기 위한 수법이 제안되고 있다. 상기 일본 특개평 제11-183937호 공보에서는 액정 재료를 평균 직경이 0.1  $\mu\text{m}$  이하의 소구역으로 분할하는 것으로, 전압의 비인가 시에 광학적 등방성을 나타내는 액정의 커 상수의 온도 의존성을 억제하는 것이 제안되고 있다.

그러나, 상기 공보에 개시되어 있는 방식으로서, 커 효과가 발현하기 쉬워지는 범위는 기관 계면 근방으로 한정된다. 즉, 상기 공보의 기술로서는, 배향 처리가 실시된 기관 계면 근방의 분자 밖에 배향되지 않는다. 이 때문에, 상기 공보의 기술로서는 구동 전압을 조금 밖에 저감할 수 없다.

이는, 전계 인가에 의해서 발생하는 분자의 배향, 즉 커 효과에 의한 분자의 배향은 장거리 질서가 작기 때문이다. 즉, 예를 들면 TN 모드 등의 액정 표시장치로는 기관 법선 방향의 거의 전역에서 액정 분자의 배향 방향이 변화하지만, 커 효과를 사용한 액정 표시 장치로는 기관 근방의 분자 배향 질서가 셀 내부(벌크 영역)로 전파되기 어렵다. 이 때문에, 상기 공보의 방식에 의해서 얻어지는 구동 전압의 저감 효과는, 실용상의 문제를 해결하기에는 이르지 않는다.

또한, 기관 법선 방향으로 전계를 발생시킴에 따라 네가티브형 액정성을 갖는 분자를 배향시키는 표시 소자에, 상기 공보의 기술을 적용할 경우, 벌크 영역에서의 분자 길이 축 방향의 방위가 한 방향으로 정해지지 않는다는 문제가 있다. 즉, 러빙 처리가 실시된 기관 근방에서는 전계 인가에 의해 액정 분자가 러빙 방향으로 배열되려고 하지만, 기관으로부터 떨어진 벌크 영역에서는 분자 길이 축 방향의 방위가 기관면 내 방향의 모든 방위를 향한다. 이는 분자의 분극이 배열되었다고 해도, 분극이 대체로 분자 단축 방향으로 존재하기 때문이다. 즉, 전계 인가에 의해 분극이 배향되어 있어도, 벌크 영역을 정면 방향(기관면 법선 방향)으로부터 보면 광학적으로는 등방이고 광학 응답에 기여할 수 없다. 따라서, 이 표시 소자에 상기 공보의 기술을 적용하여도 실용 수준의 전압으로 얻어지는 광학 응답은 기관 근방 뿐이고, 실용 수준을 훨씬 상회하는 구동 전압을 인가하지 않는 한, 벌크 영역에서 광학 응답을 얻을 수 없다.

또한, 기관면 내 방향의 전계에 의해, 포지티브형 액정을 배향시키는 표시 소자에서는, 벌크 영역의 배향 방위는 전계 방향과 거의 동일한 방향으로 결정된다. 그러나, 포지티브형 액정을 배향시키는 표시 소자에 상기 공보의 기술을 적용하여도, 배향 처리에 의해서 배향이 저전압화되는 영역은 기관 계면 근방 뿐이고, 역시 구동 전압을 실용 수준으로 저감시킬 수 없다.

또한, 상기 특개평 제11-183937호 공보의 기술로서는, 첨가 단량체 및 가교재의 비율은 16 중량% 내지 40 중량%로 높기 때문에, 구동 전압의 증대를 초래하게 된다. 상기 특개평 제11-183937호 공보에는, 분할된 소구역은 반드시 완전히 분할되지 않아도 된다는 것이 기재되어 있다. 그러나, 상기 특개평 제11-183937호 공보에서는, 소구역으로 분할하는 재료로 마이크로 캡슐과 같이 각 소구역에 있어서의 액정 재료의 거의 전체를 덮고, 각 소구역을 독립적으로 분할하지 않으면 소구역의 평균 직경이 필연적으로 커져 전압 무인가 시(전압 비인가 시)에 광학적 등방성을 나타내지 않게 된다. 이 때문에, 소구역을 거의 전체에 걸쳐 고분자 등으로 덮을 필요가 있으며, 첨가 단량체의 함유량이 필연적으로 많아지게 된다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기한 과제에 감안하여 이루어진 것으로, 그 목적은 외장(外場)을 인가함으로써 광학적 이방성의 정도가 변화하며 구동 전압이 낮은(또는 구동에 필요한 외장의 강도가 작은) 표시 소자 및 표시 장치, 및 표시 소자의 제조 방법을 제공하는 것에 있다.

### 발명의 구성

본 발명의 표시 소자는 상기한 과제를 해결하기 위해서 적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관과 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자이며, 상기 물질층은 외장을 인가함으로써 광학적 이방성의 정도가 변화하는 매질을 포함하고, 또한, 상기 물질층에는 배향 보조재가 형성되어 있는 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 외장은 상기 매질의 광학 이방성의 정도를 변화시킬 수 있는 것이면 되며, 특별히 한정되는 것은 아니지만, 예를 들면 전계, 자장, 광 등을 사용할 수 있다.

또한, 배향 보조재란 벌크 영역의 분자의 배향을 안정시키는 것, 또는 벌크 영역의 분자를 배향하기 쉽게 하는 것(배향을 촉진시키는 것)이다. 이러한 기능을 발휘하는 것이면, 상기 배향 보조재의 형상은 특별히 한정되는 것은 아니다. 따라서, 상기 배향 보조재는, 예를 들면 상기 특개평 제11-183937호 공보에 기재되어 있는 액정 재료를 소구역으로 분할하는 재료와 같이, 각 소구역을 거의 완전히 덮는 것이 아닐 수도 있다.

또한, 상기 특개평 제11-183937호 공보에는, 소구역이 반드시 완전히 독립적으로 분할되어 있지 않아도 되는 것이 기재되어 있다. 그러나, 상기 특개평 제11-183937호 공보의 기술로서는, 소구역으로 분할하는 재료로 마이크로 캡슐과 같이 액정 재료의 각 소구역을 거의 전체를 덮음으로써 각 소구역을 독립적으로 분할하지 않으면 소구역의 평균 직경이 필연적으로 커지고, 광학적 등방성을 나타내지 않게 된다. 즉, 상기 특개평 제11-183937호 공보의 기술로서는 각 소구역을 거의 전체에 걸쳐 덮을 필요가 있다.

또한, 상기 특개평 제11-183937호 공보에 기재되어 있는 액정을 소구역으로 분할하는 재료는, 커 상수의 온도 의존성을 억제하는 것만을 목적으로 하고 있다. 이에 대하여, 본 발명에서 배향 보조재는, 매질에서의 광학적 이방성의 정도가 변화할 때의 분자의 배향의 안정이나 배향의 촉진을 목적으로 하고 있다. 이 때문에, 상기 특개평 제11-183937호 공보에서는 본 발명과 같은 배향 보조재에 관하여는 전혀 언급되어 있지 않다.

즉, 배향 보조재에 따라서 매질을 구성하는 분자(예를 들면, 액정 분자) 또는 분자의 집합체가 나란한 경우, 그 배향 방향은 배향 보조재의 구조를 어느 정도 반영한 것이 된다. 예를 들면, 배향 보조재의 배향 방향이 일축적인 경우, 매질을 구성하는 분자 또는 분자의 집합체의 배향도 어느 정도 일축적인 경향을 나타낸다. 한편, 상기 특개평 제11-183937호 공보에서는, 액정 분자의 배향 방향이 갖추어진 구형의 미소 영역이 전압 무인가 시 및 전압 인가 시에 존재하고 있다. 그리고, 이 미소 영역은, 온도 의존성을 작게 하는 것을 목적으로 하여 형성된 것이며, 광학적 이방성의 정도를 변화시킬 때의 분자나 분자의 집합체에서의 배향의 안정이나 축진을 목적으로 하는 것이 아니다.

상기한 구성에 따르면, 배향 보조재에 의해서, 벌크 영역의 분자의 배향을 안정시키는 것 또는 벌크 영역의 분자의 배향을 축진시키는 것에 의해, 외장 인가에 따르는 물질층에서의 광학적 이방성의 정도의 변화를 보조할 수 있다. 이에 따라, 이 표시 소자에서 표시를 행하기 위해 필요한 외장의 강도를 작게 하는 것이 가능하게 된다.

또한, 상기 물질층은, 외장 인가 시와 외장 무인가 시에 광학적 이방성의 정도가 변화하는 매질을 포함한다. 여기서, 광학적 이방성의 정도가 변화한다는 것은, 굴절률 타원체의 형상이 변하는 것을 의미한다. 즉, 본 발명의 표시 소자는 외장 무인가 시와 외장 인가 시에 있어서의 굴절률 타원체의 형상의 변화를 이용하는 것으로, 다른 표시 상태를 실현하는 것이다.

한편, 종래의 액정 표시 소자로서는, 표시를 행하기 위해서 매질에 전계를 인가하고 있다. 그리고, 전계 인가 시와 전계 무인가 시에 굴절률 타원체는 타원 그대로, 그 길이축 방향이 변화된다. 즉, 종래의 액정 표시 소자에서는, 전계 무인가 시와 전계 인가 시에 있어서의 굴절률 타원체의 길이축 방향이 변화되어 다른 표시 상태를 실현하였다. 따라서, 본 발명의 표시 소자와 종래의 액정 표시 소자에서는 표시의 원리가 크게 차이난다.

이와 같이, 종래의 액정 표시 소자에서는, 액정 분자의 배향 방향의 변화를 이용하고 있었기 때문에, 액정 고유의 점도가 응답 속도에 크게 영향을 주었다. 이에 대하여, 상기한 구성에서는, 매질에서의 광학적 이방성의 정도의 변화를 이용하여 표시를 행한다. 따라서, 상기한 구성에 따르면, 종래의 액정 표시 소자와 같이, 액정 고유의 점도가 응답 속도에 크게 영향을 준다는 문제가 없기 때문에, 고속 응답을 실현할 수가 있다. 또한, 본 발명의 표시 소자는 고속 응답성을 구비하고 있기 때문에, 예를 들면 필드 시퀀셜 컬러(field sequential color) 방식의 표시 장치에 이용할 수도 있다.

또한, 종래의 전기 광학 효과를 이용한 액정 표시 소자에서는, 구동 온도 범위가 액정 상의 상전이점 근방의 온도로 제한되고, 매우 고정밀도인 온도 제어가 필요하다는 문제가 있었다. 이에 대하여, 상기한 구성에 따르면, 상기 매질을 외장 인가에 의해서 광학적 이방성이 변화하는 상태가 되는 온도로 유지하는 것만으로 되기 때문에, 온도 제어를 쉽게 할 수가 있다.

또한, 종래의 전기 광학 효과를 이용한 액정 표시 소자는 고속 응답 특성 및 넓은 시야각 특성을 나타낸다는 이점이 있는 반면, 구동 전압이 매우 높다는 문제가 있었다. 이에 대하여, 상기한 구성에 따르면, 배향 보조재에 의해서, 매질을 구성하는 분자의 배향을 안정시키는 것, 또는 벌크 영역의 분자의 배향을 축진시키는 것을 할 수가 있다. 이에 따라, 보다 작은 외장에서 광학적 이방성의 정도를 변화시키는 것이 가능해지기 때문에, 실용 수준의 외장의 강도로 동작 가능하고, 고속 응답 특성 및 넓은 시야각 특성을 구비한 표시 소자를 실현할 수가 있다.

또한, 상기한 구성으로서, 매질에서의 광학적 이방성의 정도의 변화를 사용하여 표시를 행하기 때문에, 액정 분자의 배향 방향을 변화시키고 표시를 행하는 종래의 액정 표시 소자보다도 넓은 시야각 특성을 실현할 수 있다.

또한, 본 발명의 표시 소자는, 적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관과, 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자이며, 상기 물질층은 외장을 인가함으로써 광학적 이방성의 정도가 변화하는 매질을 포함하고, 또한 수소 결합체, 미립자, 중합성 화합물, 다공질 구조체 중 어느 하나를 포함하는 구성일 수도 있다.

상기한 구성에 따르면, 상기 수소 결합체, 또는 미립자, 또는 중합성 화합물, 또는 다공질 구조체에 의해서 상기 외장 인가에 의한 광학적 이방성의 정도의 변화를 촉진할 수가 있다.

본 발명의 표시 장치는, 상기한 과제를 해결하기 위해서, 상기 어느 하나의 표시 소자를 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기한 구성에 따르면, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성의 정도가 변화하는 표시 소자이며, 구동에 필요한 외장의 강도가 작은 표시 소자를 구비하고 있다. 따라서, 표시를 위해 필요한 외장의 강도가 작은 표시 장치를 실현할 수 있다.

본 발명의 표시 소자의 제조 방법은, 상기한 과제를 해결하기 위해서, 적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관과, 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자의 제조 방법이며, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 광학적 이방성의 정도가 변화하는 매질을 봉입하는 매질 봉입 공정과, 상기 물질층에 봉입한 매질에 액정상을 발현시키는 액정상 발현 공정과, 상기 매질에 액정상을 발현시킨 상태로 상기 물질층에 배향 보조재를 형성하는 배향 보조재 형성 공정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

상기한 제조 방법에 따르면, 상기 배향 보조재의, 상기 매질을 구성하는 분자가 액정상을 나타내는 상태에서 배향하고 있는 방향에 따르는 부분의 비율을 크게 할 수 있다. 이 때문에, 외장 인가 시에 상기 매질을 구성하는 분자가 상기 액정상 상태에서의 배향 방향과 마찬가지로의 방향으로 배향하도록 이 분자의 배향을 촉진시키는 것 또는 벌크 영역에서의 분자의 배향을 고정화하는 것이 가능한 배향 보조재를 구비한 표시 소자를 실현할 수 있다. 따라서, 상기한 제조 방법에 따르면, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성의 정도가 변화하고, 구동에 필요한 외장의 강도가 작은 표시 소자를 제조할 수가 있다.

또한, 상기한 제조 방법에 따르면, 작은 강도의 외장에서 광학적 이방성의 정도를 변화시킬 수 있고, 실용 수준의 강도의 외장에서 동작 가능하고, 고속 응답특성 및 넓은 시야각 특성을 구비한 표시 소자를 실현할 수가 있다.

본 발명의 표시 소자의 제조 방법은, 적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관과, 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하여, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자의 제조 방법이며, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성의 정도가 변화하는 매질에 배향 보조재 또는 배향 보조재가 되는 재료를 첨가하는 첨가 공정을 포함하는 것을 특징으로 한다. 배향 보조재 또는 배향 보조재가 되는 재료로서는, 예를 들면 수소 결합성 재료, 미립자, 다공질 구조체가 되는 재료, 중합성 화합물 등을 들 수 있다.

상기한 제조 방법에 따르면, 배향 보조재에 의해서, 상기 매질을 구성하는 분자의, 외장에 의한 분자의 배향을 촉진시키는 것 또는 벌크 영역에서의 분자의 배향을 고정화시키는 것이 가능한 표시 소자를 제조할 수 있다. 따라서, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성의 정도가 변화하며, 구동에 필요한 외장의 강도가 작은 표시 소자를 제조할 수가 있다.

본 발명의 표시 소자의 제조 방법은, 적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관과, 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하여, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자의 제조 방법이며, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성의 정도가 변화하는 매질에 중합성 화합물을 첨가하는 공정과, 상기 물질층에 상기 매질을 봉입하는 공정과, 상기 매질에 첨가한 중합성 화합물을 중합시키는 공정을 포함한다.

상기한 제조 방법에 따르면, 상기 중합성 화합물에 의해서, 상기 매질을 구성하는 분자의, 외장에 의한 분자의 배향을 촉진시키는 것 또는 벌크 영역에서의 분자의 배향을 고정화시키는 것이 가능한 표시 소자를 제조할 수 있다. 따라서, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하며, 구동에 필요한 외장의 강도가 작은 표시 소자를 제조할 수가 있다.

본 발명의 다른 목적, 특징 및 우수한 점은 이하에 나타내는 기재에 의해서 충분히 알 수 있을 것이다. 또한, 본 발명의 이점은 첨부 도면을 참조한 다음의 설명으로 명백하게 될 것이다.

#### <실시태양 1>

본 발명의 일 실시태양에 대해서 도면에 기초하여 설명한다. 또한, 본 명세서에서 각 실시태양에서는, 주로 매질의 광학적 이방성의 정도를 변화시키기 위한 수단으로서 전계를 사용하는 경우에 대해서 설명하지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고, 예를 들면 자장이나 광 등의 다른 외장을 이용할 수도 있다. 또한, 본 실시태양에서는, 전계(외장) 인가 시 또는 전계(외장) 무인가 시에 광학적 등방성(거시적, 구체적으로는, 가시광 파장 영역, 즉, 가시광의 파장 스케일 또는 이보다도 큰 스케일에서 보아 등방일 수도 있다)을 나타내는 매질을 사용하고 표시를 행하는 경우를 중심으로 설명하지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니다. 즉, 반드시 전계(외장) 인가 시 또는 전계(외장) 무인가 시에 광학적 등방성을 나타내는 매질을 사용할 필요는 없고, 전계(외장) 무인가 시에 광학적 이방성을 나타내고, 전계(외장)를 인가함으로써 광학적 이방성의 정도가 변화하는 매질을 사용할 수도 있다.

도 1은 본 실시태양에 따른 표시 소자(본 표시 소자)의 개략적인 구성을 나타내는 단면 모식도이다. 본 표시 소자는 구동 회로나 신호선(데이터 신호선), 주사선(주사 신호선), 스위칭 소자 등과 함께 표시 장치에 구비되는 것이다. 또한, 본 표시 소자는 전계 무인가 시에는 등방상을 나타내고, 전계 인가에 의해서 광학적 이방성을 나타내는 매질을 사용하여 표시를 행하는 것이다.

도 21은 본 표시 소자를 사용하는 표시 장치의 주요부의 개략적인 구성을 나타내는 블록도이고, 도 22는 도 21에 나타난 표시 장치에 사용되는 본 표시 소자(표시 소자 (10))의 주변의 개략적인 구성을 나타내는 모식도이다.

도 21에 나타난 바와 같이, 본 실시태양에 따른 표시 장치 (100)은 화소(110)···이 매트릭스상으로 배치된 표시 패널 (102)와, 구동 회로로서의 소스 드라이버 (103) 및 게이트 드라이버 (104)와, 전원 회로 (106) 등을 구비하고 있다.

상기 각 화소 (110)에는, 도 22에 나타난 바와 같이, 본 표시 소자(표시 소자 (10)) 및 스위칭 소자 (21)이 설치된다.

또한, 상기 표시 패널 (102)에는, 복수의 데이터 신호선 SL1 내지 SLn(n은 2 이상의 임의의 정수를 나타낸다)과, 각 데이터 신호선 SL1 내지 SLn에 각각 교차하는 복수의 주사 신호선 GL1 내지 GLm(m은 2 이상의 임의의 정수를 나타낸다)이 설치되고, 이들 데이터 신호선 SL1 내지 SLn, 및 주사 신호선 GL1 내지 GLm의 조합 마다, 상기 화소 (110)···이 설치된다.

상기 전원 회로 (106)은 상기 소스 드라이버 (103) 및 게이트 드라이버 (104)에, 상기 표시 패널 (102)로써 표시를 행하기 위한 전압을 공급하고, 이에 따라 상기 소스 드라이버 (103)은, 상기 표시 패널 (102)의 데이터 신호선 SL1 내지 SLn을 구동하고, 게이트 드라이버 (104)는, 표시 패널 (102)의 주사 신호선 GL1 내지 GLm을 구동한다.

상기 스위칭 소자 (21)로서는, 예를 들면 FET(전계 효과형 트랜지스터) 또는 TFT(박막 트랜지스터) 등이 사용되고, 상기 스위칭 소자 (21)의 게이트 전극 (22)가 주사 신호선 GLi에, 드레인 전극 (23)이 데이터 신호선 SLi에, 또한, 소스 전극 (24)가 표시 소자 (10)에 접속되어 있다. 또한, 표시 소자 (10)의 다른 단은, 전 화소 (110)···에 공통의 도시하지 않는 공통 전극선에 접속되어 있다. 이에 따라, 상기 각 화소 (110)에 있어서, 주사 신호선 GLi(i는 1 이상의 임의의 정수를 나타낸다)가 선택되면, 스위칭 소자 (21)이 도통(導通)하고, 도시하지 않는 컨트롤러로부터 입력되는 표시 데이터 신호에 기초하여 결정되는 신호 전압이 소스 드라이버 (103)에 의해 데이터 신호선 SLi(i는 1 이상의 임의의 정수를 나타낸다)를 통해 표시 소자 (10)에 인가된다. 표시 소자 (10)은 상기 주사 신호선 GLi의 선택 기간이 종료하여 스위칭 소자 (21)이 차단되는 사이에, 이상적으로는, 차단 시의 전압을 계속 유지한다.

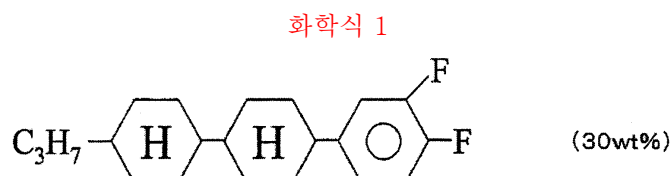
도 1에 나타난 바와 같이, 본 표시 소자는 대향하는 2 장의 투명 기관 (기관 (1) 및 (2)) 사이에, 광학 변조층인 물질층 (3)이 협지되어 이루어진다. 또한, 기관 (1) 및 기관 (2)에서 두 기관의 대향면(내측)에는, 물질층 (3)에 전계를 인가하기 위한 전계 인가 수단인 전극(투명 전극) (4) 및 (5)가 각각 배치되어 있다. 또한, 전극 (4) 및 (5)의 내측에는 배향막 (8) 및 (9)가 구비되어 있다. 또한, 기관 (1) 및 (2)에 있어서, 두 기관의 대향면과 반대측의 면(외측)에는, 각각 편광판 (6) 및 (7)이 구비되어 있다.

기관 (1) 및 (2)는, 유리 기관으로 구성되어 있다. 또한, 본 표시 소자에 있어서의 양 기관 사이의 간격, 즉 물질층 (3)의 두께는 5  $\mu\text{m}$ 이다. 또한, 전극 (4) 및 (5)는 ITO(인듐주석 산화물)를 포함한다.

도 2는, 배향막(수평 배향막) (8) 및 (9)의 러빙 방향과, 편광판 (6) 및 (7)의 흡수축 방향을 나타내고 있다. 배향막 (8) 및 (9)는, 이 도면에 나타난 바와 같이, 서로의 러빙 방향이 안티 병렬(역평행, 반평행, 평행이면서 방향이 반대)이 되도록 수평 러빙 처리가 실시된다. 또한, 배향막 (8) 및 (9)는 폴리이미드를 포함한다.

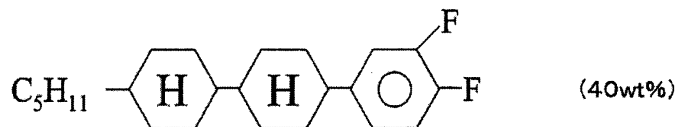
또한, 편광판 (6) 및 (7)은, 이 도면에 나타난 바와 같이, 서로의 흡수축이 직교함과 동시에 편광판 (6) 및 (7)의 흡수축과 배향막 (8) 및 (9)의 러빙 방향이, 서로 45 도의 각도를 이루도록 배치되어 있다.

물질층 (3)은, 도 1에 나타난 바와 같이, 분자 (12)를 포함하는 네가티브형 액정 혼합물(매질) 및 고분자쇄(배향 보조제) (11)을 포함하고 있다. 이 네가티브형 액정성 혼합물은, 하기의 화학식 1의 화합물(30 중량%), 화학식 2의 화합물(40 중량%), 화학식 3의 화합물(30 중량%)을 포함한다.

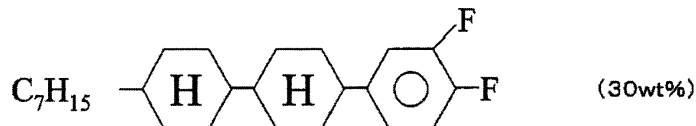




화학식 2

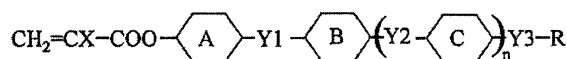


화학식 3

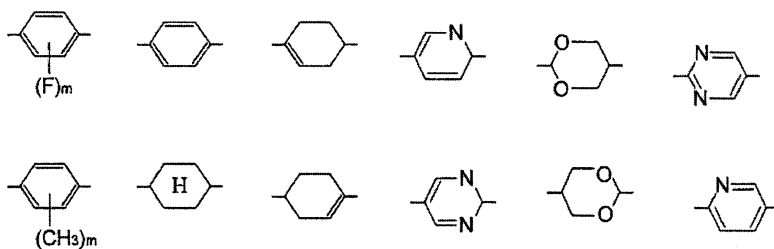


또한, 고분자쇄 (11)은, 광 중합성 단량체(중합성 화합물)을 중합(경화)시킨 것이다. 예를 들면, 고분자쇄 (11)은 하기의 화학식 4로 표시되는 화합물(액정 (메트)아크릴레이트, 중합성 화합물)을 중합하여 얻을 수 있다.

화학식 4



또한, 상기 화학식 4에 있어서, X는 수소 원자 또는 메틸기를 나타낸다. 또한, n은 0 또는 1의 정수이다. 또한, 6 원환 A, B, C는 1,4-페닐렌기 또는 1,4-트랜스시클로헥실기(trans-1,4-시클로헥실렌기) 등의 6 원환 구조를 갖는 치환기를 나타낸다. 단, 6 원환 A, B, C는, 이들 치환기에만 한정되는 것이 아니고, 하기 구조를 갖는 치환기 중 어느 1종의 치환기를 가질 수 있고, 서로 동일하거나 또는 상이할 수도 있다.



또한, 상기 치환기에 있어서, m은 1 내지 4의 정수를 나타낸다.

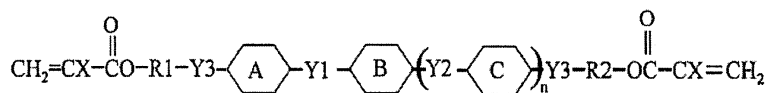
또한, 상기 화학식 4에 있어서, Y1 및 Y2는 각각 독립적으로, 단결합,  $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ ,  $-\text{CH}_2\text{O}-$ ,  $-\text{OCH}_2-$ ,  $-\text{OCO}-$ ,  $-\text{COO}-$ ,  $-\text{CH}=\text{CH}-$ ,  $-\text{C}\equiv\text{C}-$ ,  $-\text{CF}=\text{CF}-$ ,  $-(\text{CH}_2)_4-$ ,  $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ ,  $-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ ,  $-\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ ,  $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}-$ 를 나타낸다. 즉, Y1 및 Y2는 상기 어느 하나의 구조를 가지면, 동일한 것일 수도 있고, 상이한 것일 수도 있다.

또한, Y3은 단결합,  $-\text{O}-$ ,  $-\text{OCO}-$ ,  $-\text{COO}-$ 를 나타낸다. 또한, R은 수소 원자, 할로젠 원자, 시아노기, 탄소수 1 내지 20의 알킬기, 알케닐기, 알콕실기를 나타낸다. 또한, 이 화합물은 실온 근방의 온도에서 액정상을 나타내기 때문에, 배향 규제력을 부여하는 능력이 높고, 물질층 (3)에 봉입하는 매질로서 바람직하다.

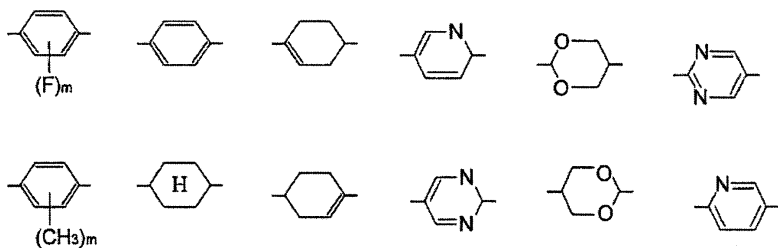
또한, 광 중합성 단량체(중합성 화합물)로서는, 상술한 바와 같은 비키랄 물질에 한정되지 않고, 키랄 물질을 사용할 수도 있다. 키랄성을 나타내는 광 중합성 단량체로서는, 예를 들면 하기의 화학식 5를 포함하는 중합성 화합물을 사용할 수 있다.



화학식 5



상기 화학식 5에 있어서, X는 수소 원자 또는 메틸기를 나타낸다. 또한, n은 0 또는 1의 정수이다. 또한, 6 원환 A, B, C는 1,4-페닐렌기 또는 1,4-트랜스시클로헥실기(trans-1,4-시클로헥실렌기) 등의 6 원환 구조를 갖는 치환기를 나타낸다. 단, 6 원환 A, B, C는 이들 치환기에만 한정되는 것이 아니고, 하기 구조를 갖는 치환기 중 어느 1종의 치환기를 가질 수 있고, 서로 동일하거나 또는 상이할 수도 있다.

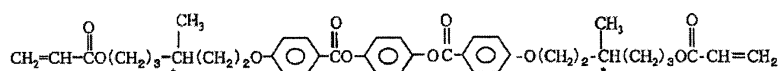


또한, 상기 치환기에 있어서, m은 1 내지 4의 정수를 나타낸다.

또한, 상기 화학식 5에서 Y1 및 Y2는, 각각 독립적으로, 10 개까지의 탄소 원자를 갖는 직쇄상 또는 분지쇄상의 알킬기 또는 알케닐기이고, 이 기 중에 존재하는 1개의 CH<sub>2</sub>기 또는 인접하지 않은 2개의 CH<sub>2</sub>기는 -O-, -S-, -CO-O- 및(또는) -O-CO-에 의해 치환될 수도 있고, 단결합, -CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-, -CH<sub>2</sub>O-, -OCH<sub>2</sub>-, -OCO-, -COO-, -CH=CH-, -C≡C-, -CF=CF-, -(CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>-, -CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O-, -OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-, -CH=CHCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O-, -CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH=CH-를 포함할 수도 있다. 또한, 키랄 탄소를 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있다. 즉, Y1 및 Y2는 상기한 어느 하나의 구조를 갖고 있으면, 동일한 것일 수도 있고 상이한 것일 수도 있다.

또한, Y3는 단결합, -O-, -OCO-, -COO-를 나타낸다. 또한, R1은 키랄 탄소를 가지며 또한 분지쇄 구조를 포함하는 탄소수 3 내지 20의 알킬기를 나타낸다. R2는 탄소수 1 내지 20의 알킬기를 나타내고, 키랄 탄소를 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있다. 또한, 이들 화합물은 액정상을 나타내기 때문에 배향 규제력을 부여하는 능력이 높고, 물질층 (3)에 봉입하는 매질로서 바람직하다. 이러한 화합물로서는, 예를 들면 하기의 화학식 6의 화합물을 들 수 있다.

화학식 6



또한, 이 화학식 6의 화합물은 69 °C 내지 97 °C의 범위에서 콜레스테릭상을 나타낸다.

또한, 물질층 (3)에는, 중합을 신속히 행하게 하기 위한 개시제(중합 개시제, 도시하지 않음)인 메틸에틸케톤퍼옥시드가 첨가된다.

여기서, 본 표시 소자의 제조 방법에 대해서 설명한다. 우선, 기관 (1) 및 (2)의 표면에 전극 (4) 및 (5)를 형성한다. 양 전극 (4) 및 (5)의 형성 방법은 종래의 액정 표시 소자에 적용할 수 있는 방법과 동일한 방법을 사용할 수 있다.

다음으로, 배향막 (8)을 기관 (1) 상에, 전극 (4)를 덮도록 형성한다. 또한, 배향막 (9)을 기관 (2) 상에, 전극 (5)를 덮도록 형성한다. 또한, 배향막 (8) 및 (9)에는 미리 러빙 처리를 실시하여 놓는다. 또한, 배향막 (8) 및 (9)의 러빙 방향은 서로 역평행하도록 한다.

또한, 기관 (1) 및 (2)의, 전극 (4) 및 (5)를 형성한 면과는 반대측의 면에, 편광판 (6) 및 (7)을 접합시킨다. 이 때, 편광판 (6) 및 (7)의 흡수축이 서로 직교함과 동시에 편광판 (6) 및 (7)의 흡수축이 배향막 (8) 및 (9)의 러빙 방향과 45도의 각도를 이루도록 접합시킨다.

다음으로, 기관 (1) 및 (2)를, 플라스틱 비드 등의 스페이서(도시하지 않음)를 통하여, 양자의 간격(물질층 (3)의 두께)이 5  $\mu\text{m}$ 가 되도록 조정하고, 시일재(도시하지 않음)로 주위를 봉하여 고정한다. 이 때, 후에 주입하는 매질(예를 들면, 유전성 액체)의 주입구(도시하지 않음)가 되는 부분은 봉지시키지 않고 개구시켜 놓는다. 또한, 스페이서 및 시일재의 재질은 특별히 한정되는 것은 아니며, 종래의 액정 표시 소자에 사용되는 것을 사용할 수 있다.

다음으로, 두 기관 사이에 상기한 매질, 즉, 화학식 1의 화합물(30 중량%), 화학식 2의 화합물(40 중량%), 화학식 3의 화합물(30 중량%)을 포함하는 네가티브형 액정성 혼합물에, 광 중합성 단량체인 상기한 액정 (메트)아크릴레이트, 중합 개시제인 메틸에틸케톤퍼옥시드를 첨가한 것을 주입한다. 여기서, 광 중합성 단량체의 첨가량은 0.05 중량% 내지 15 중량%로 한다. 또한, 중합 개시제의 첨가량은 10중량% 이하로 한다.

다음으로, 외부 가온 장치(도시하지 않음)에 의해서 두 기관의 온도를 100℃로 유지한 상태에서, 이 셀(본 표시 소자)에 자외선을 조사한다. 이에 따라, 물질층 (3)에 주입된 광 중합성 단량체를 중합(경화)시켜, 고분자쇄 (11)을 형성한다. 또한, 상기한 네가티브형 액정성 혼합물은, 113℃ 미만에서 네가티브형 네마틱 액정상을 나타내고, 그 이상의 온도에서는 등방상을 나타낸다. 즉, 본 실시태양에서는, 물질층 (3)에 봉입한 매질이 액정상을 나타내고 있는 상태로, 광 중합성 단량체를 중합시켜 고분자쇄 (11)을 형성한다.

이와 같이, 물질층 (3)에 봉입한 매질이 액정상을 나타내고 있는 상태에서는, 이 매질에서의 액정 분자(분자 (12))는, 배향막 (8) 및 (9)에 실시한 러빙의 영향을 받고, 러빙 방향에 따라서 배향된다. 따라서, 이 상태에서 광 중합성 단량체를 중합시킴으로써 중합에 의해서 얻어지는 고분자쇄 (11)은 분자 (12)의 배향 방향에 따르는 부분의 비율이 커진다(도 1 참조). 즉, 고분자쇄 (11)은, 러빙의 영향에 따라서 배향되는 분자 (12)의 배향 방향으로 향하고 있는 비율이 커지도록, 구조적 이방성을 갖는다.

이와 같이 하여 얻어진 본 표시 소자는, 외부 가온 장치에 의해 네마틱-등방상의 상전이점 바로 윗쪽 근방의 온도(상전이 온도보다도 약간 높은 온도, 예를 들면 +0.1 K)로 유지하고, 두 전극 (4·5) 사이에 전압(전계)을 인가함으로써, 투과율이 변화한다. 즉, 물질층 (3)에 봉입한 매질을 이 매질의 액정상-등방상의 상전이점보다 약간 높은 온도로 유지시켜 등방상 상태로 하고, 두 전극 (4·5) 사이에 전압(전계)을 인가함으로써, 물질층 (3)의 투과율을 변화시킬 수 있다. 또한, 본 표시 소자에서는, 양 전극 사이에 인가하는 전압이 110 V일 때 최대 투과율을 얻을 수 있었다.

한편, 본 표시 소자와 비교하기 위해서, 광 중합성 단량체 및 개시제를 첨가하지 않고, 또한 자외선 조사 공정을 실시하지 않는 것 이외에는 본 표시 소자와 마찬가지로의 조건으로 제조한 비교용 셀(비교용 표시 소자)을 준비하였다. 그리고, 이 비교용 표시 소자를 본 표시 소자의 경우와 같이, 네마틱-등방상의 상전이 바로 윗쪽 근방의 온도로 유지하고, 양 전극 사이에 전압(전계)을 인가하였다. 이 경우, 양 전극 사이에 인가되는 전압이 150 V일 때 최대 투과율을 얻을 수 있었다.

도 3a 내지 도 3c는 비교용 표시 소자에서의 인가 전압과 투과율과의 관계를 설명하기 위한 설명도이다. 또한, 도 3a는 전압(전계) 무인가의 상태, 도 3b는 양 전극 (4·5) 사이에 전압 V1을 인가한 상태, 도 3c는 양 전극 (4·5) 사이에 전압 V2(>V1)을 인가한 상태를 나타낸다.

도 3b에 나타난 바와 같이, 두 기관 (4·5) 사이에 전압 V1을 인가한 경우, 물질층 (3) 중의 기관 근방(영역 A)에서의 분자는 배향막 (8) 및 (9)에 실시한 러빙 방향으로 배향된다. 그러나, 벌크 영역(영역 B)에서의 분자의 배향 방향은 변화하지 않는다. 즉, 계면의 배향 처리(러빙 처리)의 효과에 의해, 계면근방의 분자가 배향되는 전압이 저감되었기 때문에, 영역 A에서의 분자는 러빙 방향으로 배향한다. 그러나, 분자간 상호 작용은 벌크(벌크 영역)에까지 미치지 못하기 때문에 영역 B의 분자의 배향 방향은 변화되지 않는다.

한편, 도 3c에 나타난 바와 같이, 양 기관 (4·5) 사이에 전압 V2를 인가한 경우, 영역 A 뿐만 아니라 영역 B에서의 분자의 배향 방향도 변화한다. 그러나, 영역 B의 분자는 광학 응답에는 거의 기여하지 않는다. 이 이유에 대해서, 도 4를 사용하여 설명한다.

도 4는 두 기관 (4·5) 사이에 전압 V2를 인가한 경우, 영역 A 및 영역 B에서의 분자의 배향 방향을 설명하기 위한 설명도이다. 또한, 도 4의 상단은 기관면에 평행인 방향에서 본 경우의 분자의 배향 방향 및 그 분극 방향을 나타내고, 하단은 기관면 법선 방향(전계 방향)으로부터 본 경우의 분자의 배향 방향 및 쌍극자 방향(분극 방향)을 나타내고 있다.

이 도면에 나타난 바와 같이, 두 기관 (4·5) 사이에 전압 V2를 인가한 경우, 영역 A에서는 전계에 의해 분자의 분극이 전계 방향으로 갖추어지게 되고, 또한 계면의 배향 처리의 효과에 의해 분자가 러빙 방향으로 배향하여 배향 a의 상태가 된

다. 한편, 영역 B에서는 분자의 분극이 전계 방향으로 갖추어지게 되지만, 분자간 상호 작용이 거의 기능하지 않기 때문에, 배향 처리의 효과가 영역 B에는 미치지 못한다. 이 때문에, 분자의 배향 방향은 기관면 내 방향(기관면에 평행한 방향)의 모든 방향을 향하게 된다(배향 b의 상태). 이 때문에, 영역 B는 광학적으로는 등방이고, 광학 응답에 기여하지 않는다.

이와 같이 비교용 표시 소자에서는, 양 기관 (4·5) 사이에 전압 V2를 인가함으로써, 물질층 (3)에서의 모든 영역(영역 A 및 B)에 전계가 인가되지만, 광학 응답에 기여하는 것은 기관 근방(영역 A) 뿐이다. 광학 응답에 기여하는 영역을 넓히기 위해서는 양 기관 (4·5) 사이에 인가하는 전압을 더욱 높일 필요가 있다. 따라서, 비교용 표시 소자의 구동 전압은 높아지게 된다.

한편, 본 표시 소자는 도 1에 나타난 모식도와 같이, 쇠상 고분자(고분자쇄 (11))가 셀 내에 형성되어 있다. 또한, 이 고분자쇄 (11)은 매질(예를 들면, 유전성 액체)을 미리 저온으로 하여 네마틱상을 발현시키고, 그 상태에서 중합성 단량체를 반응시켜 형성된다. 이 때문에, 이 고분자쇄 (11)은 네마틱상의 분자 배향 방향에 대략 평행하게 존재하고 있는 부분의 비율이 많다.

이러한 상태를 갖는 본 표시 소자를 네마틱-등방상의 상전이 근방의 온도의 액체 상태(등방상 상태)로 유지하고, 양 전극 (4·5) 사이에 전압 V1을 인가하면, 계면 근방 뿐만 아니라, 벌크 영역을 포함하는 모든 영역에서 분자가 배향하기 시작한다. 또한, 전압을 높게 하면 물질층 (3)에서의 모든 영역의 분자의 배향 질서가 상승하여 큰 광학 응답을 얻을 수 있다.

이것은, 비교용 표시 소자에서는 분자 배향을 재촉하는 역할을 기관 표면(배향막 8 및 9)에 실시한 배향 처리만이 담당하는데 대하여, 본 표시 소자에서는 미리 원하는 배향 방향에 형성된 고분자쇄 (11)이 셀 내의 모든 영역에 존재하기 때문이다. 즉, 본 표시 소자에서는 배향막 (8) 및 (9)에 실시한 러빙 처리에 더하여 이 러빙 방향에 따라서 배향하는 부분의 비율이 많아지도록 형성한 고분자쇄 (11)이, 분자의 러빙 방향으로의 배향을 재촉하는 역할을 담당하고 있다. 이에 따라, 본 표시 소자는 비교용 표시 소자보다도 저전압으로 최대 투과율을 얻을 수 있다.

이상과 같이, 본 표시 소자는 전계 무인가 시에는 등방상 상태인 매질에 대하여, 전계를 인가함으로써 매질을 구성하는 분자를 배향시키고 표시를 행하는 것으로, 매질 중에 형성된 중합성 화합물(배향 보조재)에 의해서 전계 인가 시의 분자의 배향을 촉진시키고 있다. 이 중합성 화합물(배향 보조재)은 매질이 액정상을 나타내는 상태, 즉, 매질을 구성하는 분자가 광학적 이방성을 발현하도록 배향하고 있는 상태로 형성된다. 이러한 상태에서 형성된 중합성 화합물(배향 보조재)은, 등방상 상태를 나타내는 매질에 전계를 인가한 경우에, 매질을 구성하는 분자가 중합성 화합물(배향 보조재)을 형성하였을 때의 배향 상태(액정상 때의 배향 상태)가 되도록 분자의 배향을 촉진시킨다. 따라서, 본 표시 소자는 이 중합성 화합물(배향 보조재)의 동작에 의해 낮은 전압으로 구동할 수 있다.

또한, 본 실시태양에서는, 중합성 화합물(배향 보조재)을 형성할 때에 액정상을 발현시키는 방법으로서, 저온으로 하여 네마틱상을 출현시켰지만 이 방법에 한정되는 것이 아니다. 예를 들면, 저온으로 하지 않고도 통상 표시에는 사용하지 않는 고전압, 즉 본 표시 소자의 구동 전압보다도 훨씬 큰 전압을 인가함으로써 강제적으로 분자를 배향시키고, 액정상을 발현시킬 수도 있다. 즉, 액정상을 발현시키기 위해서는 온도(전형적으로는 저온으로 한다), 또는 전계 등의 외장을 제공할 수 있다. 또한, 액정상을 발현시키기 위해서 제공되는 외장은, 표시 시의 환경과 다른 환경으로 하는 것이 바람직하다.

또한, 중합성 화합물(배향 보조재)을 형성할 때에 발현시키는 액정상은 네마틱상에 한정되는 것이 아니다. 표시 소자의 구동 상태와는 다른 외장을 제공함에 따라 광학적 이방성을 나타내는 상태일 수 있고, 예를 들면 스멕틱상, 결정상 등일 수도 있다. 단, 양호한 중합성 화합물(배향 보조재)을 형성하기 위해서는, 예를 들면 네마틱상이나 스멕틱 A상 등과 같이 배향에 유연성이 있고, 또한 배향 결함이 생기기 어려운 것이 보다 바람직하다.

물질층 (3)에 봉입하는 매질로서는, 마이너스의 유전 이방성을 갖는 매질인 것이 바람직하고, 예를 들면 특개 제2001-249363호 공보에 기재된 것과 같은 액정성 물질 중, 3HPFF와 5HPFF와 7HPFF와의 혼합물, 1,2-디플루오로-4-[트랜스-4-(트랜스-4-n-프로필시클로헥실)시클로헥실]벤젠과, 1,2-디플루오로-4-[트랜스-4-(트랜스-4-n-펜틸시클로헥실)시클로헥실]벤젠과, 1,2-디플루오로-4-[트랜스-4-(트랜스-4-n-헵틸시클로헥실)시클로헥실]벤젠을 포함하는 혼합물) 등을 적용할 수도 있다.

또한, 물질층 (3)에 봉입하는 매질은 유전성을 갖는 매질에 한정되지 않고, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성의 정도가 변화하는 것일 수 있다. 전형적으로는, 전계(외장) 무인가 시에는 광학적으로 대략 등방이고, 전계(외장) 인가에 의해 광학 변조를 유발시키는 매질일 수도 있다. 즉, 전형적으로는 전계(외장) 인가에 따라 분자 또는 분자 집합체(클러스터)의 배향 질서도가 상승하는 물질일 수도 있다.

또한, 물질층 (3)에 봉입하는 매질로서, 예를 들면 광학 파장 미만의 질서 구조를 가지고, 광학적으로는 등방적으로 보이는 액정상으로서, 유전 이방성이 마이너스인 것을 적용할 수가 있다. 또는, 액정 분자가 광의 파장 미만의 크기로 방사상으로 배향하고 있는 집합체로 충전된, 광학적으로 등방적으로 보이는 것과 같은 계를 사용할 수도 있다. 이들에 전계를 인가함으로써 분자 또는 집합체의 미세 구조에 변형을 주고, 광학 변조를 유발시킬 수 있다. 또한, 이러한 매질을 사용하는 경우에도 중합성 화합물(배향 보조제)를 형성하여 분자의 배향을 촉진할 수 있기 때문에, 저전압(작은 강도의 외장)으로 구동할 수 있게 된다.

이러한 매질로서, 예를 들면 3HPFF와 5HPFF와 7HPFF의 혼합계를 사용할 수가 있다. 또한, 이 혼합계는 마이너스의 유전 이방성을 갖는다.

상기한 바와 같이 3HPFF와 5HPFF와 7HPFF의 혼합계는, 질서 구조가 광학 파장 미만이기 때문에 투명하다. 즉, 전계 무인가의 경우에는 광학적으로 등방성을 나타낸다. 따라서, 이 혼합계를 본 표시 소자에 적용할 경우, 직교니콜 하에 있어서 양호한 흑 표시를 행할 수 있다.

한편, 상기한 혼합계가 전계 무인가 시에 광학적 등방성을 나타내는 온도 범위로 제어하면서, 전극 (4·5) 사이에 전계를 인가하면 광학적 등방성을 나타내는 구조에 왜곡이 생겨, 광학적 이방성이 발현된다. 즉, 상기한 혼합계는 전계 무인가 상태에서는 광학적으로 등방성이고, 전계 인가에 의해 광학적 이방성이 발현된다.

이와 같이, 상기한 구성의 본 표시 장치로서는, 전계를 인가함으로써 광학적 등방성을 나타내는 구조에 왜곡이 생겨, 복굴절이 발생하기 때문에, 양호한 백 표시를 행할 수 있다. 또한, 복굴절이 발생하는 방향은 일정하고, 그 크기가 전계 인가에 의해서 변화한다. 또한, 전극 (4·5) 사이에 인가한 전압(전계)과 투과율과의 관계를 나타내는 전압 투과율 곡선은, 안정한 곡선이 된다. 즉, 상기 구성의 본 표시 장치로서는, 전계 무인가 시에 광학적 등방성을 나타내는 온도 범위에서 안정한 전압 투과율 곡선을 얻을 수 있고, 온도 제어가 매우 용이해진다.

여기서, 상기한 혼합계와 같이 전계 인가에 의해서 분자의 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질을 이용한 경우의 본 표시 소자와, 종래의 표시 방식의 액정 표시 소자와의 표시 원리의 상위점에 대해서 설명한다.

도 8은 상기 혼합계를 이용한 경우의 본 표시 소자 및 종래의 표시 방식의 액정 표시 소자에 있어서의, 표시 원리의 차이를 설명하기 위한 설명도이고, 전계 인가 시 및 전계 무인가 시에 있어서의 굴절을 타원체의 형상 및 방향을 모식적으로 나타낸 것이다. 또한, 도 8에서는, 종래의 표시 방식으로서, TN 방식, VA(Vertical Alignment, 수직 배향) 방식, IPS(In Plane Switching, 면 내 응답) 방식에 있어서의 표시 원리를 나타내고 있다.

이 도면에 나타난 바와 같이, TN 방식의 액정 표시 소자는, 대향하는 기판 사이에 액정층이 협지되어 있고, 두 기판 상에 각각 투명 전극이 구비된 구성이다. 그리고, 전계 무인가 시에는, 액정층에서의 액정 분자의 길이축 방향이 나선상으로 비틀어져 배향되어 있지만, 전계 인가 시에는, 액정 분자의 길이축 방향이 전계 방향에 따라서 배향된다. 이 경우에 있어서의 평균적인 굴절을 타원체는, 도 8에 나타난 바와 같이, 전계 무인가 시에는 길이축 방향이 기판면에 평행한 방향을 향하고 있고, 전계 인가 시에는 길이축 방향이 기판면 법선 방향을 향한다. 즉, 전계 무인가 시와 전계 인가 시에서, 굴절을 타원체의 형상은 타원이고, 전계 인가에 의해서 그 길이축 방향이 변화된다(굴절을 타원체가 회전한다). 또한, 전압 무인가 시와 전압 인가 시에서, 굴절을 타원체의 형상은 거의 변하지 않는다. 또한, VA 방식의 액정 표시 소자는, TN 방식과 마찬가지로, 대향하는 기판 사이에 액정층이 협지되어 있고, 두 기판 상에 각각 투명 전극이 구비된 구성이다. 단, VA 방식의 액정 표시 소자에서는, 전계 무인가 시에는 액정층에서의 액정 분자의 길이축 방향이 기판면에 대하여 대략 수직인 방향으로 배향되어 있지만, 전계 인가 시에는 액정 분자의 길이축 방향이 전계에 수직인 방향으로 배향된다. 이 경우에 있어서의 평균적인 굴절을 타원체는, 도 8에 나타난 바와 같이, 전계 무인가 시에는 길이축 방향이 기판면 법선을 향하고 있고, 전계 인가 시에는 길이축 방향이 기판 면에 평행한 방향을 향한다. 즉, 전계 무인가 시와 전계 인가 시에서, 굴절을 타원체의 형상은 타원이고, 전계 인가에 의해서, 그 길이축 방향(굴절을 타원체의 방향)이 변화된다(굴절을 타원체가 회전한다). 또한, 전계 무인가 시와 전계 인가 시에서, 굴절을 타원체의 형상은 거의 변하지 않는다.

또한, IPS 방식의 액정 표시 소자는, 1 개의 기판 상에 대향하는 1 쌍의 전극이 구비되어 있고, 두 전극 사이의 영역에 액정층이 형성되는 구성이다. 그리고, 전계 인가에 의해서 액정 분자의 배향 방향을 변화시켜, 전계 무인가 시와 전계 인가 시에서, 상이한 표시 상태를 실현할 수 있게 된다. 따라서, IPS 방식의 액정 표시 소자라도, 도 8에 나타난 바와 같이, 전계 무인가 시와 전계 인가 시에서, 굴절을 타원체의 형상은 타원이고, 그 길이축 방향이 변화된다(굴절을 타원체가 회전한다). 또한, 전계 무인가 시와 전계 인가 시에서, 굴절을 타원체의 모양은 거의 변하지 않는다.

이와 같이, 종래의 표시 방식의 액정 표시 소자에서는, 전계 무인가 시에서도 액정 분자가 어떠한 방향(전형적으로는 한 방향)으로 배향되어 있고, 전계를 인가함으로써, 각 분자의 배향 방향이 갖추어진 상태로, 그 배향 방향을 일제히 변화시키고 표시(투과율의 변조)를 행하고 있다. 또한, 전계 무인가 시와 전계 인가 시에서, 굴절률 타원체의 모양은 거의 변하지 않는다. 즉, 종래의 표시 방식의 액정 표시 소자에서는, 전계 무인가 시와 전계 인가 시에서, 굴절률 타원체의 형상은 타원이고, 전계 인가에 의해서 그 길이축 방향이 변화되는(굴절률 타원체가 회전한다) 것을 이용하여 표시를 행하고 있다. 이 때문에, 굴절률 타원체의 길이축 방향은 전계 인가 방향에 대하여 수직 또는 평행이라고는 한정되지 않는다. 이에 대하여 본 표시 소자에서는, 후술하는 바와 같이, 굴절률 타원체의 방향은 전계 인가 방향에 대하여 수직 또는 평행하다.

이와 같이, 종래의 표시 방식의 액정 표시 소자에서는, 액정 분자의 가시광 이상에서의 배향 질서도는 거의 일정하고, 배향 방향을 변화시킴에 따라 표시를 행하고 있다.

이러한 표시 방식에 대하여 3HPFF와 5HPFF와 7HPFF의 혼합계를 사용한 본 표시 소자에서는, 전계 무인가 시에 분자가 모든 방향을 향하고 있다. 단, 이러한 분자는 광의 파장 스케일 미만의 질서(질서 구조, 배향 질서)를 갖고 있기 때문에, 광학적 이방성이 발현되지 않고(가시광 이상의 스케일에서의 배향 질서도 $\approx 0$ 이고), 도 8에 나타낸 바와 같이, 굴절률 타원체가 종래의 액정 표시 소자와는 달리 구형이 된다.

그런데, 전계를 인가하면, 개개의 분자가 마이너스의 유전 이방성을 갖고 있기 때문에 기판면 내 방향(기판면에 평행한 방향)을 향하도록 배향 상태가 변화한다. 또한, 이 때, 광학 파장 미만의 질서 구조에 왜곡이 생겨 광학적 이방성(가시광 이상의 스케일에서의 배향 질서도 $>0$ )이 발현되어, 굴절률 타원체가 타원이 된다. 이 때, 굴절률 타원체의 길이축 방향은 전계 방향과 수직이 된다. 보다 상세하게는, 물질층 (3)에 봉입하는 매질의 유전 이방성이 마이너스인 경우, 굴절률 타원체의 길이축 방향은 전계 방향에 수직이 되고, 물질층 (3)에 봉입하는 매질의 유전 이방성이 플러스인 경우, 굴절률 타원체의 길이축 방향은 전계 방향으로 평행하게 된다. 즉, 상기한 혼합계를 이용한 본 표시 소자에서는, 전계 무인가 시에는 굴절률 타원체의 모양이 등방적( $n_x=n_y=n_z$ )이고, 전계 인가에 의해서 굴절률 타원체의 모양에 이방성( $n_x>n_y$ )이 발현된다. 여기서,  $n_x$ ,  $n_y$ ,  $n_z$ 는, 각각 기판면에 평행한 도 8의 좌우 방향, 기판면에 평행한 도 8의 깊이 방향, 기판면에 수직인 방향에 대한 굴절률을 나타내고 있다.

또한, 가시광 이상에서의 배향 질서도 $\approx 0$ (배향 질서도가 거의 없다)라고 하는 것은, 가시광보다 작은 스케일로 본 경우에는, 액정 분자 등이 있는 방향으로 배열하고 있는 비율이 많지만(배향 질서가 있다), 가시광보다 큰 스케일로 보면 배향 방향이 평균화되어 있고 배향 질서가 없다는 것을 의미한다.

즉, 본 발명에 있어서, 가시광 파장 이상의 스케일에서의 배향 질서도 $\approx 0$ 이란 배향 질서도가 가시광 파장역, 및 가시광 파장역보다 큰 파장의 광에 대하여 아무런 영향을 주지 않는 정도로 작다는 것을 나타낸다. 예를 들면, 크로스니콜 하에서 흑 표시를 실현하고 있는 상태를 나타낸다. 한편, 본 발명에 있어서, 가시광 파장 이상의 스케일에서의 배향 질서도 $>0$ 이란 가시광 파장 이상의 스케일에서의 배향 질서도가, 거의 제로의 상태보다도 큰 것을 나타내고, 예를 들면 크로스니콜 하에서 백 표시를 실현하고 있는 상태를 나타낸다(이 경우, 계조 표시인 회색도 포함된다).

또한, 본 실시태양에 따른 표시 소자에서는, 물질층 (3)이 음의 유전 이방성을 갖기 때문에, 상기 전계 인가 시의 굴절률 타원체의 길이축 방향은 전계 방향에 대하여 항상 수직이 된다(또한, 물질층 (3)이 양의 유전 이방성을 갖는 경우, 굴절률 타원체의 길이축 방향은 전계 방향에 대하여 평행하게 된다). 이에 대하여, 종래의 액정 표시 소자에서는, 전계 인가에 의해서 굴절률 타원체의 길이축 방향을 회전시키고 표시를 행하기 때문에, 굴절률 타원체의 길이축 방향은, 전계 방향에 대하여 항상 수직 또는 평행으로 된다고는 한정되지 않는다.

이와 같이, 3HPFF와 5HPFF와 7HPFF의 혼합계를 사용한 본 표시 소자에서는, 광학적 이방성의 방향은 일정(전계 인가 방향은 변화하지 않는다)하고, 가시광 이상에 있어서의 배향 질서도를 변조시킴에 따라 표시를 행하고 있다. 즉, 상기한 혼합계를 사용한 본 표시 소자에서는, 매질 그 자체의 광학적 이방성(또는 가시광 이상에 있어서의 배향 질서)의 정도가 변화된다. 따라서, 상기한 혼합계를 이용한 본 표시 소자의 표시 원리는, 다른 표시 방식의 액정 표시 소자와 크게 상이하다.

또한, 상기한 혼합계를 사용한 본 표시 소자에서는, 광학적 등방성을 나타내는 구조에 생기는 왜곡, 즉, 매질에 있어서의 광학적 이방성의 정도의 변화를 사용하고 표시를 행하기 때문에, 액정 분자의 배향 방향을 변화시키고 표시를 행하는 종래의 표시 방식의 액정 표시 장치보다도 넓은 시야각 특성을 실현할 수 있다. 또한, 상기한 혼합계를 사용한 본 표시 장치에서는, 복굴절이 발생하는 방향이 일정하고, 광축 방향이 변화되지 않기 때문에, 보다 넓은 시야각 특성을 실현할 수 있다.

또한, 상기한 혼합계를 사용한 본 표시 장치에서는, 미소 영역의 구조(결정과 같은 격자)의 왜곡에 의해서 발현되는 이방성을 사용하여 표시를 행하고 있다. 이 때문에, 종래 방식의 표시 원리와 같이, 액정 고유의 점도가 응답 속도에 크게 영향을 준다는 문제가 없고, 1 ms 정도의 고속 응답을 실현할 수가 있다. 즉, 종래 방식의 표시 원리에서는 액정 분자의 배향 방향의 변화를 이용하고 있었기 때문에, 액정 고유의 점도가 응답 속도에 크게 영향을 미쳤지만, 상기한 혼합계를 사용한 본 표시 장치에서는, 미소 영역의 구조의 왜곡을 이용하기 때문에 액정 고유의 점도의 영향이 작고, 고속 응답을 실현할 수가 있다. 따라서, 본 표시 소자는 고속 응답성을 구비하고 있기 때문에, 예를 들면 필드 시퀀셜 컬러 방식의 표시 장치에도 바람직하다.

또한, 물질층 (3)에 봉입하는 매질은 단일 화합물로 액정성을 나타내는 것일 수도 있고, 복수의 물질의 혼합에 의해 액정성을 나타내는 것일 수도 있다. 또는, 이들에 다른 비액정성 물질이 혼입될 수도 있다.

또한, 본 표시 소자에서는, 기관 (1) 및 (2)를 유리 기관으로 구성하였지만 이에 한정되는 것이 아니다. 또한, 본 표시 소자에 있어서의 두 기관 사이의 간격은 5  $\mu\text{m}$ 로 하였지만, 이에 한정되는 것이 아니고, 임의로 설정할 수도 있다. 또한, 전극 (4) 및 (5)는 ITO로 구성되는 것으로 하였지만 이에 한정되는 것이 아니고, 적어도 한쪽이 투명 전극 재료일 수도 있다.

또한, 본 표시 소자에서는, 폴리이미드를 포함하는 배향막 (8) 및 (9)를 사용하였지만 이에 한정되는 것이 아니다. 예를 들면, 폴리아미드산을 포함하는 배향막을 사용할 수도 있다. 또는, 폴리비닐알코올, 실란 커플링제, 폴리비닐신나메이트 등을 이용할 수도 있다.

또한, 폴리아미드산이나 폴리비닐알코올을 이용할 경우에는, 기관 상에 이러한 재료를 도포하여 배향막을 형성한 후에 러빙 처리를 실시할 수도 있다. 또한, 실란 커플링제를 사용할 경우에는, LB막과 같이 인상법으로 제조할 수도 있다. 또한, 폴리비닐신나메이트를 사용하는 경우에는, 기관 상에 폴리비닐신나메이트를 도포한 후, UV(자외선) 조사할 수도 있다.

또한, 본 표시 소자에서는, 배향막 (8) 및 (9)에 실시하는 러빙 방향이 서로 역평행하도록 하였지만 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 양자의 러빙 방향을 평행 또한 동일 방향(병렬 방향)으로 하거나, 또는 양자의 러빙 방향을 다른 방향으로 할 수도 있다. 또한, 어느 한쪽만을 러빙할 수도 있다. 또한, 본 실시태양에서는, 배향막 (8) 및 (9)로서 러빙 처리를 실시한 수평 배향막을 사용하고 있지만 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 광 조사를 실시한 수평 배향막을 사용할 수도 있다. 이 경우, 조사광은 편광 조사를 실시할 수도 있고, 또는 비편광을 경사로부터 조사할 수도 있다. 또한, 수평 배향막에 한정되지 않으며, 예를 들면 수직 배향막을 사용할 수도 있다. 다만, 수평 배향막을 사용할 경우, 종래부터 액정 표시 소자 등에서의 사용 실적이 있고, 또한, 액정 재료와 매우 상성이 좋은 배향막 재료를 그대로 전용할 수가 있다. 또한, 수직 배향막과는 달리, 수평 배향막이 액정 분자에 제공하는 기관면 내 방향이 강한 배향 규제력을 이용할 수가 있고, 전계 인가 시의 광학적 이방성 발현을 보다 촉진시킬 수가 있다.

또한, 광 중합성 단량체(중합성 화합물)는, 상기한 화합물에 한정되는 것은 아니고, 예를 들면 액정 골격과 중합성 관능기를 분자 내에 갖는 다른 액정 (메트)아크릴레이트일 수도 있다. 또한, 액정성 (메트)아크릴레이트로서는, 중간 조표시와 저전압 구동을 양립하기 위해서는 액정 골격과 중합성 관능기의 사이에 메틸렌 스페이서가 없는 단관능 액정성 아크릴레이트인 것이 바람직하다. 즉, 2 개 또는 3 개의 6 원환을 갖는 액정 골격을 부분 구조로서 갖는 화합물의 아크릴산 또는 메타크릴산에스테르인 단관능 (메트)아크릴레이트 등이 바람직하다.

이러한 단관능 (메트)아크릴레이트는, (메트)아크릴로일옥시기와 액정 골격 간에, 알킬렌기 또는 옥시알킬렌기 등의 유연성 연결기가 없다. 이 때문에, 이 종류의 단관능 (메트)아크릴레이트를 중합시켜 얻어지는 중합체의 주쇄는, 강직한 액정 골격이 연결기를 통하지 않고 직접 통합되어 있고, 액정 골격의 열 운동이 고분자 주쇄에 의해 제한되기 때문에, 이 주쇄에 의해서 영향을 받는 액정 분자의 배향을 보다 안정화시킨다.

또한, 물질층 (3)에 봉입하는 매질에 첨가하는 광 중합성 단량체로서, 에폭시 아크릴레이트를 사용할 수도 있다. 에폭시아크릴레이트로서는, 예를 들면 비스페놀 A형 에폭시아크릴레이트, 브롬화비스페놀 A형 에폭시아크릴레이트, 페놀노볼락형 에폭시아크릴레이트 등을 사용할 수 있다. 에폭시아크릴레이트는, 1 분자 중에 광 조사에 의해 중합되는 아크릴기와 가열에 의해 중합되는 카르보닐기, 수산기를 함께 가지고 있다. 이 때문에, 경화법으로서 광 조사법과 가열법을 함께 사용할 수 있다. 이 경우, 적어도 어느 한쪽의 관능기가 반응하여 중합(경화)될 가능성이 높다. 따라서, 미반응 부분이 보다 적어져, 충분한 중합을 행할 수 있다.

또한, 이 경우 반드시 광 조사법과 가열법을 함께 사용할 필요는 없고, 어느 한쪽의 방법을 사용할 수도 있다. 즉, 본 표시 소자는 광 중합성 단량체를 자외선(광)에 의해서 중합시켜 중합성 화합물(배향 보조제)을 형성하는 방법에 한정되지 않고,

사용하는 중합성 화합물(배향 보조제)의 특성에 맞춰서 중합시키는 방법을 적절하게 선택할 수 있다. 다시 말하면, 본 표시 소자에 있어서 중합성 화합물(배향 보조제)을 형성하기 위해서 매질에 첨가하는 중합성 단량체는, 광 조사에 의해서 중합되는 광 중합성 단량체에 한정되지 않고, 광 조사 이외의 방법으로 중합되는 중합성 단량체일 수도 있다.

또한, 물질층 (3)에 봉입하는 매질에 첨가하는 중합성 단량체로서는, 그밖에도, 아크릴레이트 단량체(예를 들면, 알드리치(Aldrich)사 제조의 EHA, TMHA)와 디아크릴레이트 단량체(예를 들면, 머크(Merk)사 제조의 RM257)와의 혼합물 등을 사용할 수 있다.

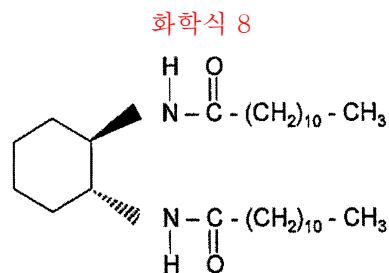
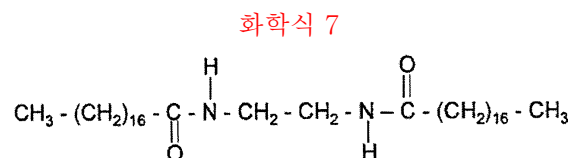
또한, 상기한 어느 하나의 중합성 화합물을 사용할 경우에 있어서도, 중합성 화합물의 첨가량은 0.05 중량% 내지 15 중량%의 범위 내인 것이 바람직하다. 이것은 경화한 부분의 농도가 0.05 중량% 미만에서는 배향 보조제로서의 기능이 저하되고(배향 규제력이 약하고), 15 중량% 보다 많으면 배향 보조제에 인가되는 전계의 비율이 커져 구동 전압이 증대해 버리기 때문이다.

또한, 본 실시태양에서는, 중합성 화합물(배향 보조제)로서 고분자쇄(쇄상 고분자) (11)을 형성하였지만, 이에 한정되는 것이 아니다. 전계(외장) 인가에 의해서 분자가 배향되는 것을 보조(촉진)할 수 있는 것일 수 있고, 예를 들면 망상 고분자(망상 고분자 재료), 환상 고분자(환상 고분자 재료) 등일 수도 있다.

또한, 배향 보조제는 반드시 중합성 화합물로부터 형성될 필요는 없다. 예를 들면, 배향 보조제로서 다공질 무기 재료를 사용할 수도 있다. 이 경우, 예를 들면 티탄산바륨 등의 졸겔 재료(다공질 무기 재료)를 물질층 (3)에 봉입하는 매질(예를 들면, 유전성 액체)에 미리 첨가해 둘 수 있다. 또한, 그 밖의 예로서, 폴리스티렌 미립자와 SiO<sub>2</sub> 미립자를 사용하여 다공질 무기층을 제조할 수도 있다. 예를 들면, 입경 100 nm의 폴리스티렌 미립자와 입경 5 nm의 SiO<sub>2</sub> 미립자가 혼합 분산된 수용액 중에, 슬릿을 갖는 투명 전극 부착 유리 기판을 침지하고, 인상법으로 혼합 미립자의 자기 집합 현상을 이용하여 수 μm의 막 두께를 제조한 후, 고온도 하에서 소성한 폴리스티렌을 기화시킴으로써 100 nm의 구멍을 갖는 역오팔 구조의 구멍질 무기층을 갖는 기판을 얻을 수 있다. 그리고, 이 기판을 접합시켜 셀화한 후에 매질을 주입하여, 구멍에 매질을 채움으로써 셀을 제조할 수도 있다. 이러한 다공질 무기 재료를 사용하는 경우에도 고분자쇄 (11)(중합성 화합물)을 포함하는 배향 보조제와 사용하는 경우와 동등한 효과를 얻을 수 있다.

또한, 물질층 (3)에 형성되는 배향 보조제로서, 수소 결합 네트워크(수소 결합체, 수소 결합성 재료)를 사용할 수 있다. 여기서, 수소 결합 네트워크란 화학 결합이 아니라 수소 결합에 의해서 형성된 결합체를 의미한다.

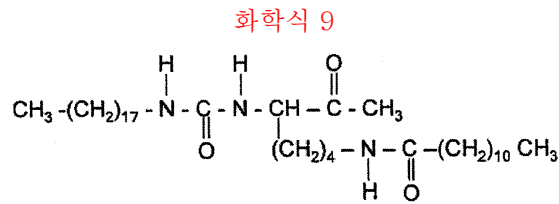
이러한 수소 결합 네트워크는, 예를 들면 겔화제(수소 결합성 재료)를 물질층 (3)에 봉입하는 매질에 혼합함으로써 얻어진다. 겔화제로서는, 아미드기를 포함하는 겔화제가 바람직하고, 1 개의 분자 내에 아미드기를 2 개 이상 포함하는 겔화제, 우레아계, 리신계의 겔화제가 보다 바람직하다. 예를 들면, 하기의 화학식 7 및 8을 포함하는 겔화제(겔화제 A 또는 겔화제 B)를 사용할 수 있다.



이들 겔화제는 액정성 물질 등의 유전성 물질을 소량의 겔화제를 혼입시켜서 겔화시킬 수 있다.



또한, 예를 들면 문헌[Norihiro Mizoshita, Kenji Hanabusa, Takashi Kato, "Fast and High-Contrast Electro-optical Switching of Liquid-Crystalline Physical Gels: Formation of Oriented Microphase-Separated Structures", Advanced Functional Materials, APRIL 2003, Vol. 13, No. 4, p.314, Fig. 2]에 기재되어 있는 겔화제(수소 결합성 재료), Lys18(하기 화학식 9 참조)을 물질층 (3)에 봉입하는 매질에 0.15 mol% 혼합시켜서 얻어진다.



즉, Lys18을 매질에 0.15 mol% 혼합함으로써 실현되는 문헌[Norihiro Mizoshita, Kenji Hanabusa, Takashi Kato, "Fast and High-Contrast Electro-optical Switching of Liquid-Crystalline Physical Gels: Formation of Oriented Microphase-Separated Structures", Advanced Functional Materials, APRIL 2003, Vol. 13, No. 4, p.314, Fig. 1]과 같은 겔 상태를 나타내는 수소 결합 네트워크를 배향 보조재로서 사용할 수 있다. 이러한 수소 결합 네트워크를 배향 보조재로서 사용하는 경우에도, 중합성 화합물을 중합시켜 얻어지는 배향 보조재를 사용하는 경우와 동등한 효과를 얻을 수 있다. 또한, 고분자 네트워크의 경우, 자외선 조사의 공정 증가, 자외선 조사에 의한 재료의 열화, 미반응기에 의한 신뢰성의 저하 등의 염려 사항이 있지만, 이들은 겔화제의 경우, 발생하지 않는다는 이점이 있다.

또한, 배향 보조재로서 미립자를 사용할 수도 있다. 물질층 (3) 중에 미립자를 분산시킨 계에 있어서는 액정 분자 등의 유전성 물질이 미립자의 계면의 영향을 받아 배향된다. 따라서, 미립자가 분산된 계에서는 그 분산 상태에 기인하여 유전성 물질의 배향 상태가 안정화된다.

이 경우, 물질층 (3)은 액정성 물질 등의 유전성 재료와 미립자가 봉입되어 이루어진다. 유전성 물질 및 미립자는 각각, 1종 또는 2종 이상의 것에 의해 구성된다. 또한, 유전성 재료 중에 미립자를 분산시킴으로써 물질층 중에 미립자가 분산한 형태가 되도록 하는 것이 바람직하다.

또한, 이 경우 평균 입경이 0.2  $\mu\text{m}$  이하의 미립자를 사용하는 것이 바람직하다. 평균 입경 0.2  $\mu\text{m}$  이하의 미소한 크기의 미립자를 이용하여, 물질층 (3) 내에서의 분산성이 안정하고, 장시간 지나도 미립자가 응집하거나 상이 분리하지 않는다. 따라서, 예를 들면 미립자가 침전하여 국소적인 미립자의 얼룩이 생김으로써 표시 소자로서 얼룩이 생기는 것을 충분히 억제할 수 있다.

또한, 각 미립자의 입자 사이 거리는 200 nm 이하인 것이 바람직하고, 190 nm 이하인 것이 보다 바람직하다.

삼차원적으로 분포한 입자에 광을 입사하면 어떤 파장에 있어서 회절 광이 발생한다. 이 회절 광의 발생을 억제하면 광학적 등방성이 향상되어 표시 소자의 콘트라스트가 상승한다.

삼차원적으로 분포한 입자에 의한 회절 광은 입사하는 각도에도 의존하지만 회절되는 파장  $\lambda$ 은 대략  $\lambda=2d$ 에서 주어진다. 여기서,  $d$ 는 입자 사이 거리이다.

여기서, 회절 광의 파장이 400 nm 이하이면, 인간의 눈에 거의 인식되지 않는다. 이 때문에,  $\lambda \leq 400 \text{ nm}$ 으로 하는 것이 바람직하고, 그 경우, 입자 사이 거리  $d$ 를 200 nm 이하로 할 수 있다.

또한, 국제 조명 위원회 CIE(Commission Internationale de l'Eclairage)에서는, 인간의 눈으로 인식할 수 없는 파장은 380 nm 이하라고 정하고 있다. 이 때문에,  $\lambda \leq 380 \text{ nm}$ 으로 하는 것이 보다 바람직하고, 그 경우, 입자 사이 거리  $d$ 를 190 nm 이하로 할 수 있다.

또한, 입자 사이 거리가 길면 입자 사이의 상호 작용이 충분히 기능하지 않고, 미셀상, 스폰지상, 큐빅상, 역미셀상 등의 상이 발현하기 어려워지기 때문에, 이 관점으로부터도 입자 사이 거리는 200 nm 이하인 것이 바람직하고, 190 nm 이하인 것이 보다 바람직하다.



또한, 물질층 (3)에 있어서의 미립자의 농도(함유량)를, 이 미립자와 물질층 (3)에 봉입하는 매질의 총 중량에 대하여 0.05 중량% 내지 20 중량%로 하는 것이 바람직하다. 물질층 (3)에서의 미립자의 농도가 0.05 중량% 내지 20 중량%가 되도록 제조함으로써 미립자의 응집을 억제할 수가 있다.

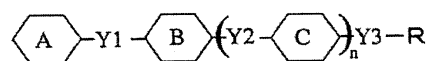
또한, 물질층 (3)에 봉입되는 미립자는 특별히 한정되는 것은 아니고, 투명한 것일 수도 불투명한 것일 수도 있다. 또한, 미립자는 고분자 등의 유기질 미립자일 수도 있고, 무기질 미립자나 금속계 미립자 등일 수도 있다.

유기질 미립자를 사용하는 경우, 예를 들면 폴리스티렌비드, 폴리메틸메타크릴레이트비드, 폴리히드록시아크릴레이트비드, 디비닐벤젠비드 등의 중합체 비드 형태의 미립자를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 이러한 미립자는 가교될 수도 있고, 가교되지 않을 수도 있다. 무기질 미립자를 사용하는 경우, 예를 들면 유리 비드나 실리카 비드 등의 미립자를 사용하는 것이 바람직하다.

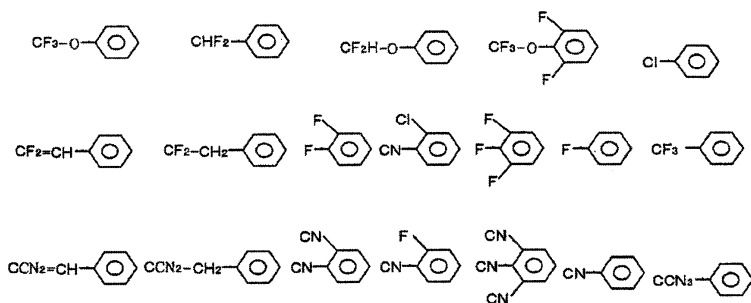
금속계 미립자를 사용하는 경우, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 전이 금속, 희토(希土)류 금속이 바람직하다. 예를 들면, 티타니아, 알루미늄, 팔라듐, 은, 금, 구리 또는 이들 금속 원소의 산화물 등을 포함하는 미립자를 사용하는 것이 바람직하다. 이들 금속계 미립자는 1 종류의 금속만으로 사용할 수도 있고, 2 종류 이상의 금속을 합금화, 복합화하여 형성할 수도 있다. 예를 들면 은 입자의 주위를 티타니아나 팔라듐으로 덮을 수도 있다. 은 입자만으로 금속 미립자를 구성하면 은의 산화에 의해 표시 소자의 특성이 변화될 우려가 있지만, 팔라듐 등의 금속으로 표면을 덮음으로써 은의 산화를 막을 수 있다. 또한, 비드 형태의 금속계 미립자는 그대로 사용할 수도 있고, 가열 처리한 것이나, 비드 표면에 유기물을 부여한 것을 사용할 수도 있다. 부여되는 유기물로서는 액정성을 나타내는 것이 바람직하다. 비드 표면에 액정성을 나타내는 유기물을 부여함으로써, 액정성 분자에 따라서, 주변부의 매질(유전성 물질)이 배향하기 쉬워진다. 즉, 배향 보조재로서의 기능이 더욱 향상한다(배향 규제력이 강해진다).

예를 들면, 하기의 화학식 10을 포함하는 화합물이 바람직하다.

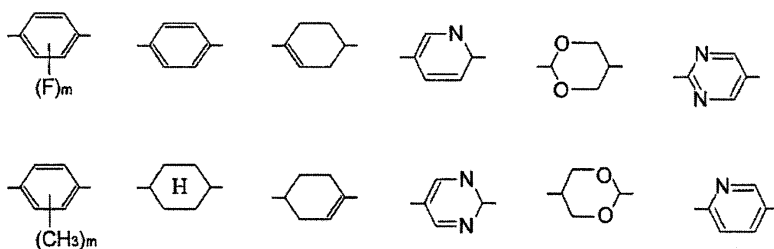
화학식 10



여기서, n은 0 내지 2의 정수이다. 또한, 6 원환 A는 하기의 관능기 중 어느 하나가 바람직하다.



또한, 6 원환 B, C는 1,4-페닐렌기 또는 1,4-트랜스시클로헥실기(trans-1,4-시클로헥실렌기) 등의 6 원환 구조를 갖는 치환기를 나타낸다. 단, 6 원환 B, C는 상기 예시한 치환기에만 한정되는 것은 아니고, 하기 구조를 갖는 치환기 중, 어느 1 종의 치환기를 가질 수 있다.



또한, 상기 치환기에 있어서, m은 1 내지 4의 정수를 나타낸다. 또한, 6 원환 B, C는 서로 동일하거나 또는 상이할 수도 있다.

또한, 상기 화학식 10에서의 Y1, Y2 및 Y3은 각각 10 개까지의 탄소 원자를 갖는 직쇄상 또는 분지쇄상의 알킬기 또는 알케닐기이고, 이 기 중에 존재하는 1 개의 CH<sub>2</sub>기 또는 인접하지 않은 2 개의 CH<sub>2</sub>기는 -O-, -S-, -CO-O- 및(또는) -O-CO-에 의해 치환될 수도 있고, 단결합, -CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-, -CH<sub>2</sub>O-, -OCH<sub>2</sub>-, -OCO-, -COO-, -CH=CH-, -C≡C-, -CF=CF-, -(CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>-, -CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O-, -OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-, -CH=CHCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O-, -CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH=CH-를 포함할 수도 있다. 또한, 키랄 탄소를 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있다. 또한, Y1, Y2 및 Y3은 상기한 어느 하나의 구조를 가지면, 동일하거나 또는 상이한 것일 수도 있다.

또한, 상기 화학식 10에서 R은 수소 원자, 할로젠 원자, 시아노기, 탄소수 1 내지 20의 알킬기, 알케닐기, 알콕실기 중 어느 하나를 나타낸다.

또한, 금속 미립자의 표면에 부여되는 유기물은, 금속 1 몰에 대하여 1 몰 이상 50 몰 이하의 비율로 존재하는 것이 바람직하다.

상기한 유기물을 부여한 금속계 미립자는, 예를 들면 금속 이온을 용매에 용해 또는 분산시킨 후, 상기 유기물과 혼합하고, 이것을 환원시켜 얻어진다. 상기 용매로서는 물, 알코올류, 에테르류를 사용할 수 있다.

또한, 분산시키는 미립자로서 프라렌 및(또는) 카본 나노튜브로 형성된 것을 사용할 수도 있다. 프라렌으로서는, 탄소 원자를 구각(球殼)형으로 배치한 것일 수 있으며, 예를 들면 탄소 원자수 n이 24 내지 96의 안정한 구조의 것이 바람직하다. 이러한 프라렌으로서는, 예를 들면, 탄소 원자 60 개를 포함하는 C<sub>60</sub>의 구상 폐각 탄소 분자군 등을 들 수 있다. 또한, 카본 나노튜브로서는, 예를 들면 두께 수 원자층의 그래파이트상 탄소 원자면을 뭉친 원통 형상의 나노튜브 등이 바람직하다.

또한, 미립자의 형상은 특별히 한정되는 것은 아니고, 예를 들면 구상, 타원체상, 덩어리상, 기둥상, 송곳상이나 이들 형태에 돌기를 가진 형태, 이들 형태에 구멍이 개방하고 있는 형태 동일 수도 있다. 또한, 미립자의 표면 형태에 대해서도 특별히 한정되는 것은 아니고, 예를 들면 평활일 수도 있고, 요철이나 구멍, 홈을 가질 수도 있다.

또한, 미립자의 함유량은 미립자 및 유전성 물질의 총 중량에 대하여 0.05 중량% 내지 20 중량%인 것이 바람직하다. 0.05 중량% 미만이면 미립자의 혼합비가 적기 때문에, 미립자에 의한 배향 보조재로서의 작용 효과가 충분히 발휘되지 않을 우려가 있고, 20 중량%를 초과하면 미립자의 혼합 비율이 지나치게 많아서 미립자가 응집하여, 그것에 기인하여 배향 보조재로서의 효과가 발휘되지 않을 뿐만 아니라 광이 산란될 우려가 있다.

또한, 본 실시태양에서는 중합 개시제를 첨가하고 있지만, 중합 개시제는 배향 보조재를 중합성 화합물로부터 형성하는 경우이어도 반드시 첨가시킬 필요는 없다. 단, 중합성 화합물을, 예를 들면 광이나 열에 의해 중합하여 고분자화하기 위해서는 중합 개시제를 첨가하는 것이 바람직하다. 중합 개시제를 첨가함으로써 중합을 신속하게 행할 수 있다.

또한, 본 실시태양에서는, 중합 개시제로서 메틸에틸케톤퍼옥시드를 사용했지만 이에 한정되는 것은 아니다. 중합 개시제로서는, 메틸에틸케톤퍼옥시드 이외에, 예를 들면 벤조일퍼옥시드, 큐멘히드로퍼옥시드, t-부틸퍼옥토에이트, 디큐밀퍼옥시드나, 벤조일알킬에테르계, 아세토페논계, 벤조페논계, 크산톤계 벤조인에테르계, 벤질케탈계의 중합 개시제 등을 사용할 수 있다. 또한, 시판품에서는, 예를 들면 머크사 제조의 다로큐어 1173, 1116, 시바 케미컬사 제조의 이르가큐어 184, 369, 651, 907, 닛본 가야꾸사 제조의 카야큐어 DETX, EPA, ITA, 알드리치사 제조의 DMPAP 등(모두 등록 상표)을 그대로, 또는 적절하게 혼합하여 사용할 수 있다.

또한, 중합 개시제의 첨가량은, 중합성 화합물에 대하여 10 중량% 이하인 것이 바람직하다. 10 중량% 보다 많이 첨가하면 중합 개시제가 불순물로서 작용하여 표시 소자의 비저항이 저하되기 때문이다.

또한, 본 실시태양에 따른 표시 소자는, 기판면 법선 방향으로 전계를 인가하는 구성(세로 전계), 물질층 (3)에 봉입하는 매질로서 네가티브형 액정을 사용하는 구성(네가티브형 액정), 양 기판에 구비되는 배향막의 러빙 방향을 평행으로 하는 구성(병렬 러빙), 물질층 (3)에 배향 보조재를 형성하여 분자의 배향을 보조하는 구성(중합체 고정)을 기본 구성으로 하는 것이라고 표현할 수도 있다.

또한, 본 발명을 커 효과를 이용한 표시 장치에 적용함으로써, 고속 응답 특성을 나타내는 커 효과를 이용한 표시 장치를 실현할 수 있다. 또한, 이 경우, 구동 전압을 대폭 저감시킬 수 있고, 그 실용적 가치는 매우 높다. 또한, 본 발명의 목적은 구동 전압이 실용 수준까지 저감된 커 효과에 의한 표시 소자를 제공하는 것에 있다고 표현할 수도 있다.

또한, 본 표시 소자를 사용하여 표시 장치를 형성함으로써, 실용 수준의 구동 전압(외장 강도)으로 동작 가능하고, 고속 응답 특성 및 넓은 시야각 특성을 구비한 표시 장치를 제공할 수가 있다.

또한, 상기한 제조 방법에서는, 기관 (1) 및 (2)의 대향면에, 전극 (4) 및 (5), 배향막 (8) 및 (9)를 형성하고, 기관 (1) 및 (2)에서의 전극 (4) 및 (5)를 형성한 면과는 반대측의 면에 편광판 (6) 및 (7)을 접합시키고, 두 기관 사이에 광 중합성 단량체 및 중합 개시제를 첨가한 매질을 봉입한 후, 자외선을 조사하여 광 중합성 단량체를 중합시키지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

예를 들면, 기관 (2)에 컬러 필터를 접착하고, 기관 (1)에 TFT(박막 트랜지스터)를 형성한 상태에서, 자외선 조사를 행하도록 할 수도 있다. 다만, 이 경우, 패널의 표면측(칼라 필터를 접착한 기관 (2)측)으로부터의 노광(자외선 조사)이면, 컬러 필터에 상당한 비율의 자외광이 흡수되어 버리기 때문에, 효과적으로 광 중합을 행할 수 없다. 이 때문에, 컬러 필터를 통과시키지 않는 경우에 비하여 훨씬 강한 자외선이 필요하게 되어, 큰 문제가 된다. 또한, 컬러 필터는 화소에 의해 적색, 녹색, 청색의 영역이 있지만 적색, 녹색, 청색 각각의 영역에서 자외광의 투과율이 크게 다르기 때문에, 컬러 필터를 통해서 자외광을 조사하여 광 중합을 행하면 화소마다 큰 얼룩이 생기게 된다.

따라서, 패널의 이면측(TFT를 형성한 기관 (1)측)으로부터 노광하도록 할 수도 있다. 그런데, 패널 이면측에서 노광하는 경우에는, 신호선, 주사선, TFT(박막 트랜지스터) 등의 차광부가 있다. 이러한 부분은, 투명 전극(투명 재료)으로 형성하기가 어렵다. ITO 등의 투명 전극은 알루미늄이나 구리, 탄탈 등의 금속에 비하여 저항이 높기 때문에, 신호선이나 주사선에 사용하는 것은 적합하지 않기 때문이다. 특히, 액정 텔레비전 등의 대형, 대화면의 표시 소자인 경우에는 신호선이나 주사선이 막대하게 되기 때문에, 이들을 투명화하는 것은 부적합하다. 따라서, 패널 이면측에서 노광할 경우에는 신호선 상, 주사선 상, TFT 상의 영역은 차광부가 되어 버리고, 이들의 영역의 매질은 광 중합을 행할 수 없다. 이 때문에, 신호선, 주사선, TFT의 옛지 부분은 차광막으로 덮을 필요가 있고, 개구율 저하의 원인이 된다. 또한, 차광부의 영역에 있는 미반응의 광 중합성의 단량체나 개시제는 전압 유지율 저하 등 신뢰성 악화의 원인도 될 수 있기 때문에, 미반응 부분이 있는 것은 바람직하지 않다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서, 컬러 필터, 차광막을 TFT 기관(TFT를 형성한 기관 (1))측에 형성함과 동시에 반대측의 기관(기관 (2))측에서 노광할 수도 있다. 이에 따라, TFT(스위칭 소자), 컬러 필터, 차광막 등을 통하여 광을 조사할 필요가 없기 때문에, 물질층 (3)의 보다 넓은 영역을 노광할 수가 있다. 따라서, 차광 부분이 없어지기 때문에, 물질층 (3)을 전면적으로 노광할 수가 있다. 따라서, 상기한 것과 같은 옛지 부분을 차광막으로 덮을 필요가 없어지기 때문에, 개구율이 향상한다. 또한, 미반응의 중합성 단량체, 중합 개시제 등이 남는 일도 없어지기 때문에, 신뢰성 악화를 방지할 수 있다.

또한, 이 경우, 반대측의 기관(중래, 컬러 필터를 접착하고 있었던 기관 (2)) 및 반대측의 기관에 형성되는 전극 (5)를 투명 재료로 형성하는 것이 바람직하다. 이에 따라, 자외선의 조사량을 삭감시킬 수 있다.

## <실시태양 2>

본 발명의 다른 실시태양에 대해서 도면에 기초하여 설명한다. 또한, 설명의 편의상, 실시태양 1에 따른 표시 소자와 동일한 구성 및 기능을 갖는 부재에 대해서는 동일 부호를 붙여, 그 설명을 생략한다.

본 실시태양에 따른 표시 소자는, 실시태양 1에 따른 표시 소자에 있어서, 배향막 (8) 및 (9)에 실시하는 러빙의 방향을 서로 다르게 한 것이다. 즉, 본 실시태양에 따른 표시 소자는, 배향막 (8) 및 (9)에서의 러빙 방향이 다른 것 이외에는 실시태양 1에 따른 표시 소자와 동일한 구성을 구비하고 있다. 또한, 본 실시태양에 따른 표시 소자는, 물질층 (3)에 봉입하는 매질로서, 실시태양 1 중에 기재한 각 매질 중 유전 이방성이 마이너스인 것을 사용할 수 있다. 또한, 본 실시태양에 따른 표시 소자는, 예를 들면 실시태양 1에 따른 표시 소자 대신에 표시 장치 (100)에 구비된다.

도 12는, 본 실시태양에 따른 표시 소자에서, 배향막 (8) 및 (9)의 러빙 방향 및 편광판 (6) 및 (7)의 흡수축 방향을 나타내는 설명도이다. 이 도면에 나타난 바와 같이, 배향막 (8) 및 배향막 (9)의 러빙 방향은 서로 직교하고 있다. 또한, 기관 (1)

측의 배향막 (8)에 실시한 러빙 방향은, 편광판 (6)의 흡수축 방향과 평행하다. 또한, 기관 (2)측에 구비되는 배향막 (9)에 실시한 러빙 방향은, 편광판 (7)의 흡수축 방향과 평행하다. 또한, 편광판 (6)의 흡수축 방향과 편광판 (7)의 흡수축 방향은 직교하고 있다.

또한, 각 배향막에 있어서의 러빙 방향은, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 배향막 (8)의 러빙 방향을 편광판 (6)의 흡수축 방향과 직교시켜, 배향막 (9)의 러빙 방향을 편광판 (7)의 흡수축 방향과 직교시키도록 할 수도 있다. 또한, 배향막 (8) 및 (9)의 러빙 방향은, 반드시 직교할 필요는 없고, 서로의 방향이 상이할 수도 있다.

또한, 본 실시태양에 따른 표시 소자의 제조 방법은, 배향막 (8) 및 (9)의 러빙 방향을 상기한 바와 같이 서로 직교하게 하는 것 이외에는, 실시태양 1에 따른 표시 소자의 제조 방법과 동일하다.

이와 같이, 두 기관 (1·2)에 각각 구비되는 배향막 (8) 및 (9)의 러빙 방향을 상이하게 한 경우, 물질층 (3)에 봉입한 매질이 액정상을 나타내는 온도로 유지하면 물질층 (3)에서의 분자의 배향을 트위스트 구조(비틀림 구조)로 할 수 있다. 즉, 전계(외장) 인가 시에는, 분자의 길이축 방향이 기관면에 평행한 방향을 향함과 동시에, 한쪽의 기관측에서 다른 쪽의 기관측에 걸쳐서 차례로 비틀어지도록 배향된다.

그리고, 이러한 트위스트 구조를 유지한 상태로, 광 중합성 단량체를 중합(경화)시키면 고분자쇄 (11)은 분자의 배향 방향에 따르는 부분의 비율이 커진다. 즉, 고분자쇄 (11)은 길이 방향이 분자의 배향 방향에 따르는 부분의 비율이 커지도록 구조적 이방성을 갖고 있다.

이와 같이 하여 얻어진 표시 소자는, 실시태양 1에 따른 표시 소자와 동일하게, 외부 가온 장치에 의해 액정상-등방상의 상전이점 바로 윗쪽 근방의 등방상을 나타내는 온도로 유지하고, 양 전극 (4·5) 사이에 전계를 인가함으로써, 투과율을 변화시킬 수 있다. 또한, 이 경우, 트위스트 구조를 유지한 상태에서의 분자의 배향 방향에 따르는 부분의 비율이 커지도록 형성한 고분자쇄 (11)이, 분자의 배향을 재촉하는 역할을 한다. 이 때문에, 본 실시태양에 따른 표시 소자로서는, 전계 인가에 의한 분자의 배향 방향을 트위스트 구조로 할 수 있다.

따라서, 본 실시태양에 따른 표시 소자는, 실시태양 1에 따른 표시 소자와 동일하게, 저전압으로 최대 투과율을 얻을 수 있다.

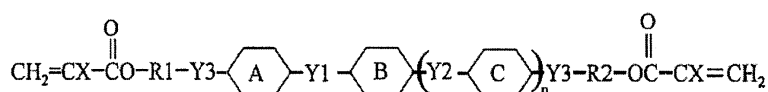
그런데, 실시태양 1에 따른 표시 소자는, 분자가 한 방향으로 배향되는 균일(동종) 구조이다. 이 경우, 매질(예를 들면, 유전성 액체)의 파장 분산에 의한 착색이 발생할 가능성이 있다. 이에 대하여 본 실시태양에 따른 표시 소자는, 상기한 바와 같이 분자가 트위스트 구조를 하도록 배향된다. 이 때문에, 파장 분산에 의한 착색 현상을 완화시키는 효과를 발휘한다.

또한, 상기 트위스트 구조는, 좌측 비틀림과 우측 비틀림의 양자가 존재하고, 멀티 도메인을 형성하고 있다. 이 때문에, 도메인의 경계에서는 투과율이 내려가게 될 가능성이 있다.

그래서, 물질층 (3)에 봉입하는 매질에, 미리 키랄제를 첨가하여 놓을 수도 있다. 이와 같이 매질에 키랄제를 첨가해 놓음으로써 좌측 비틀림 또는 우측 비틀림 중 어느 하나의 비틀림만으로 할 수 있기 때문에, 투과율을 향상시킬 수 있다.

또한, 물질층 (3)에 봉입하는 매질(예를 들면, 유전성 액체)로서, 그 매질 자신이 키랄성을 갖는 것(키랄 물질)을 사용할 수도 있다. 이 경우, 배향 보조재(예를 들면, 중합성 화합물 또는 수소 결합체) 자체만, 또는 배향 보조재(예를 들면, 중합성 화합물 또는 수소 결합체) 이외만, 또는 배향 보조재(예를 들면, 중합성 화합물 또는 수소 결합체)와 그것 이외의 양쪽이 키랄성을 가질 수도 있다. 중합성 화합물 자체가 키랄성을 나타내는 물질로서는 하기의 화학식 5의 화합물을 들 수 있다.

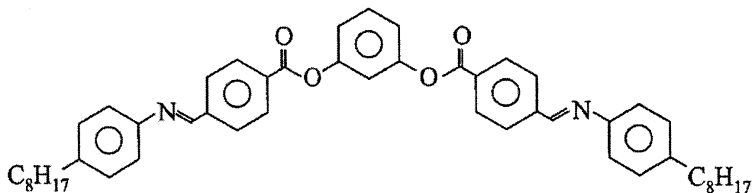
<화학식 5>



키랄성의 광 중합성 단량체는, 그 자체가 키랄이기 때문에, 자발적으로 비틀림 구조를 취한다. 이 때문에, 그 상태를 광 중합에 의해 고정화하여, 우측 비틀림 또는 좌측 비틀림을 갖는 배향 보조재를 형성할 수가 있다.

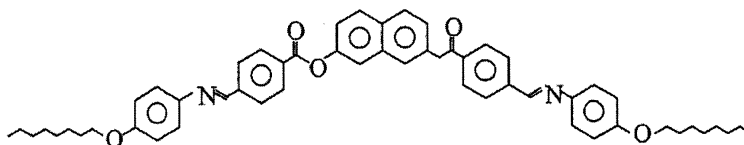
또한, 바나나형(굴곡형) 액정과 같이 부제(不齊) 탄소 원자를 갖지 않지만(분자 자체는 키랄성을 갖지 않지만), 분자 형상의 이방성과 패킹 구조에 의해 계로서 키랄성이 발생하는 분자를 포함하는 매질일 수도 있다. 바나나형(굴곡형) 액정으로서, 예를 들면 P8PIMB를 들 수 있다(하기 화학식 11 참조).

화학식 11

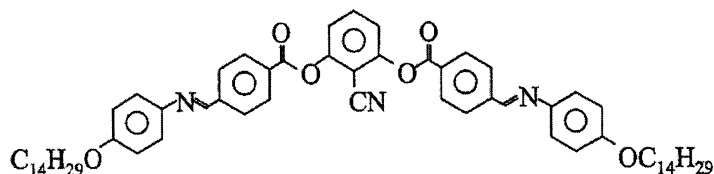


또한, 바나나형(굴곡형) 액정으로서, P8PIMB에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 화학 구조식에서의 굴곡부가 페닐렌기 등의 벤젠환일 수도 있고, 또는 나프탈렌환이나 메틸렌쇄 등으로 결합되어 이루어지는 것일 수도 있다. 이러한 바나나형(굴곡형) 액정으로서, 예를 들면 하기 화학식 12 내지 15에 나타내는 화합물 등을 들 수 있다.

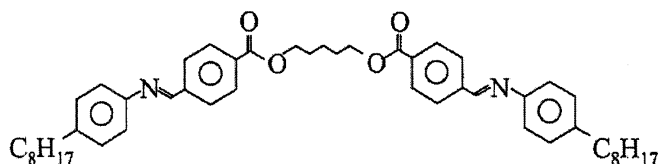
화학식 12



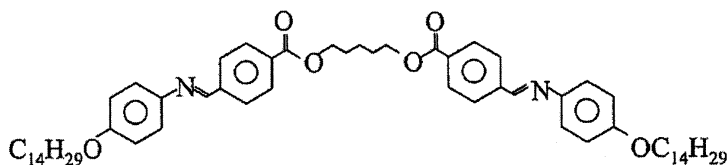
화학식 13



화학식 14

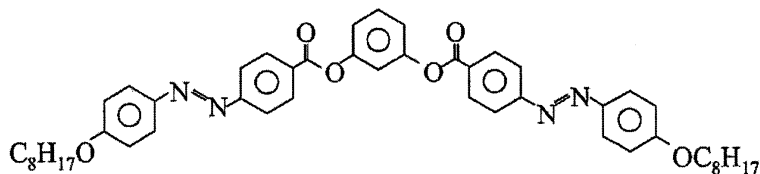


화학식 15



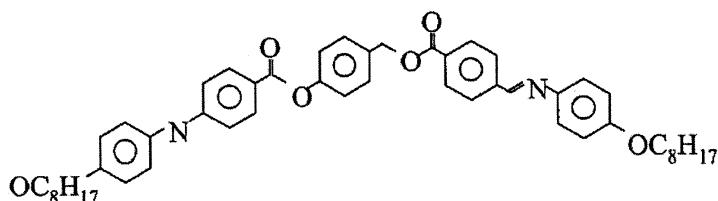
또한, 아조기가 포함된 바나나형(굴곡형) 액정을 사용할 수도 있다. 이러한 바나나형(굴곡형) 액정으로서, 예를 들면 하기 화학식 16에 나타내는 화합물 등을 들 수 있다.

화학식 16



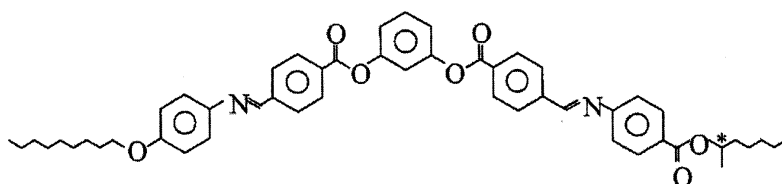
또한, 상기한 바나나형(굴곡형) 액정은 결합부의 좌우에서 대칭적인 화학 구조를 가지고 있지만, 결합부(굴곡부)의 좌우에서 비대칭적인 화학 구조를 가지고 있을 수도 있다. 이러한 바나나형(굴곡형) 액정으로서, 예를 들면 하기 화학식 17의 화합물 등을 들 수 있다.

화학식 17



또한, 상기한 바나나형(굴곡형) 액정 분자는 키랄 탄소를 포함하고 있지 않지만, 반드시 이것에 한정되는 것은 아니며, 키랄 탄소를 1 개, 또는 복수 개 포함할 수도 있다. 이러한 바나나형(굴곡형) 액정으로서, 예를 들면 하기 화학식 18의 화합물 등을 들 수 있다.

화학식 18



또한, 이러한 바나나형(굴곡형) 액정 분자를 사용하는 경우에도, 좌측 비틀림 또는 우측 비틀림 중 어느 하나의 비틀림 구조를 유발시킬 수 있고, 투과율을 향상시킬 수 있다.

이와 같이, 물질층 (3)에 포함되는 매질에서의 분자의 배향 방향이, 한방향의 대칭성, 즉, 우측 비틀림 또는 좌측 비틀림 중 어느 한쪽의 비틀림 구조가 되는 경우, 각 비틀림 구조는 서로의 방위에 상관없이 일정한 선광성(旋光性)을 갖는다. 이 때문에, 물질층 전체로서 큰 선광성을 발현할 수가 있다. 이에 따라, 낮은 전압으로 최대 투과율을 얻을 수 있고, 구동 전압을 실용 가능한 수준으로까지 저감시킬 수 있다. 또한, 물질층 (3)에는 전계 인가 시에 광학적 이방성 발현을 촉진하기 위한 배향 보조재가 형성되어 있고, 전계 인가에 의한 상기 매질 중의 분자의 배향이 어시스트되기 때문에, 보다 효율적으로 광학적 이방성을 발현시키는 것이 가능해진다.

또한, 본 실시태양에 따른 표시 소자는, 기판면 법선 방향으로 전계를 인가하는 구성(세로 전계), 물질층 (3)에 봉입하는 매질로서 네가티브형 액정을 이용하는 구성(네가티브형 액정), 양 기판에 구비되는 배향막의 러빙 방향을 다르게 한 구성(트위스트 러빙), 물질층 (3)에 배향 보조재를 형성하고 분자의 배향을 보조함과 동시에 물질층 (3)에 키랄제를 첨가해 놓음으로써 분자의 배향 방향의 비틀림을 좌우 어느 하나만으로 하는 구성(중합체 고정 (+키랄))을 기본 구성으로 하는 것이라고 표현할 수 있다.

또한, 본 실시태양에 따른 표시 소자를 사용하여 표시 장치를 형성함으로써, 실용 수준의 구동 전압(외장)으로 동작 가능하고, 고속 응답 특성 및 넓은 시야각 특성을 구비하고, 또한, 착색 현상의 발생이 완화된 표시 장치를 제공할 수 있다.

또한, 본 실시태양에 따른 표시 소자는, 실시태양 1과 같이 컬러 필터, 차광막을 TFT 기관(TFT를 형성한 기관 (1))측에 형성함과 동시에, 반대측의 기관(중래, 컬러 필터를 접착하고 있었던 기관 (2))을 투명하게 하고, 이 반대측의 기관(기관 (2)) 측에서 노광할 수도 있다.

### <실시태양 3>

본 발명의 또 다른 실시태양에 관해서 도면에 기초하여 설명한다. 또한, 설명의 편의상, 실시태양 1에 따른 표시 소자와 동일한 구성 및 기능을 갖는 부재에 대해서는 동일 부호를 붙여, 그 설명을 생략한다.

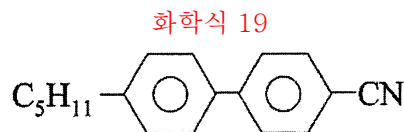
도 13은, 본 실시태양에 따른 표시 소자(표시 소자 (30))의 개략적인 구성을 나타내는 단면 모식도이다. 또한, 표시 소자 (30)은, 예를 들면 실시태양 1에 따른 표시 소자 대신에 표시 장치 (100)에 구비된다. 이 도면에 나타낸 바와 같이, 표시 소자 (30)은 대향하는 2 장의 기관(기관 (1) 및 (2)) 사이에, 광학 변조층인 물질층 (3)이 협지된다. 또한, 기관 (1)에 있어서의 기관 (2)의 대향면에는, 물질층 (3)에 전계를 인가하기 위한 전계 인가 수단인 빗살 무늬 전극(빗살 모양의 전극) (4a) 및 전극 (5a)가, 전계 인가 방향이 기관면 내 방향(기관면에 평행한 방향)이 되도록 서로 대향 배치되어 있다. 또한, 기관 (1) 및 (2)의 대향면에는, 배향막 (8) 및 (9)가 구비되어 있다. 또한, 기관 (1)측의 배향막 (8)은, 기관 (1) 상에 형성된 전극 (4a) 및 (5a)를 덮도록 형성되어 있다. 또한, 기관 (1) 및 (2)에서의 두 기관의 대향면의 반대측 면에는, 각각 편광판 (6) 및 (7)이 구비되어 있다.

기관 (1) 및 (2)는 유리 기관으로 구성되어 있다. 단, 이에 한정되지 않으며, 적어도 한쪽이 투명한 기관일 수도 있다. 또한, 양 기관 사이의 간격은 10  $\mu\text{m}$ 이지만 이에 한정되지 않으며, 임의로 설정할 수도 있다.

전극 (4a) 및 전극 (5a)는, 기관 (1)에서의 기관면 (2)와의 대향면 상에 서로 대향하도록 배치되어 있다. 또한, 전극 (4a) 및 (5a)의 재료로서는, ITO(인듐주석 산화물)를 사용하고 있지만, 이에 한정되지 않으며, 전극 재료로서 종래 공지된 각종 재료를 사용할 수 있다.

도 14는, 표시 소자 (30)에서의 편광판 (6) 및 (7)의 흡수축 방향, 배향막 (8) 및 (9)에 실시한 러빙 방향, 전계 인가 방향을 나타내는 설명도이다. 이 도면에 나타낸 바와 같이, 표시 소자 (30)에서는 편광판 (6) 및 (7)에서의 흡수축의 방향이 서로 직교하고 있다. 또한, 배향막 (8) 및 (9)에서의 러빙 방향은, 서로 역평행인과 동시에 편광판 (6) 및 (7)의 흡수축 방향과 45 도의 각도를 이루고 있다. 또한, 전극 (4a) 및 (5a)에 의한 전계 인가 방향은, 배향막 (6) 및 (7)의 러빙 방향과 평행이고, 편광판 (8) 및 (9)의 흡수축 방향과 45 도의 각도를 이룬다. 또한, 배향막 (8) 및 (9)의 재료로서는, 실시태양 1에 따른 표시 소자와 동일한 것을 사용할 수 있다.

물질층 (3)에는 하기의 화학식 19를 포함하는 포지티브형 액정성 화합물(매질)이 봉입되어 있다. 또한, 이 포지티브형 액정성 화합물은 33.3  $^{\circ}\text{C}$  미만으로 네마틱상을 나타낸다.



또한, 표시 소자 (30)에서의 물질층 (3)에는, 실시태양 1에서의 물질층 (3)과 같이 고분자쇄를 포함하는 배향 보조재(도시하지 않음)가 형성되어 있다. 또한, 물질층 (3)에 봉입되어 있는 상기한 포지티브형 액정성 화합물에는 중합을 신속하게 행하게 하기 위한 중합 개시제인, 메틸에틸케톤퍼옥시드가 첨가되어 있다.

다음으로, 표시 소자 (30)의 제조 방법에 대해서 설명한다.

우선, 기관 (1)의 표면에, 전극 (4a) 및 (5a)를 형성한다. 형성 방법은, 종래의 액정 표시 소자의 제조 방법과 동일한 방법을 사용할 수 있다.

다음으로, 배향막 (8)을 기관 (1) 상에, 전극 (4a) 및 전극 (5a)를 덮도록 형성한다. 또한, 배향막 (9)를 기관 (2) 상에 형성한다. 또한, 배향막 (8) 및 (9)에는 미리 러빙 처리를 실시하여 놓는다. 또한, 배향막 (8) 및 (9)의 러빙 방향은 서로 역평행하게 되도록 한다.

또한, 기관 (1) 및 (2)의 대향면과는 반대측의 면에, 편광판 (6) 및 (7)을 접합시킨다. 여기서, 도 14에 나타난 바와 같이, 편광판 (6) 및 (7)의 흡수축이 서로 직교함과 동시에, 편광판 (6) 및 (7)의 흡수축 방향이 배향막 (8) 및 (9)의 러빙 방향과 45도의 각도를 이루도록 접합시킨다.

다음으로, 기관 (1) 및 (2)를, 플라스틱 비드 등의 스페이서(도시하지 않음)를 통하여, 양자 간격(물질층 (3)의 두께)이 5  $\mu\text{m}$ 가 되도록 조정하여, 시일재(도시하지 않음)로 주위를 봉하여 고정한다. 이 때, 후에 주입하는 매질(예를 들면, 유전성 액체)의 주입구(도시하지 않음)가 되는 부분은 봉하지 않고 개구시켜 놓는다. 또한, 스페이서 및 시일재의 재질은 특별히 한정되는 것은 아니며, 종래의 액정 표시 소자에 사용되는 것을 사용할 수 있다.

다음으로, 두 기관 사이에, 상기한 포지티브형 액정성 화합물을 포함하는 매질에 광 중합성 단량체인 액정 (메트)아크릴레이트, 중합 개시제인 메틸에틸케톤퍼옥시드를 첨가한 것을 주입한다. 여기서, 광 중합성 단량체의 첨가량은 0.05 중량% 내지 15 중량%로 한다. 또한, 중합 개시제의 첨가량은 10 중량% 이하로 한다.

다음으로, 외부 가온 장치(도시하지 않음)에 의해서 양 기관의 온도를 25  $^{\circ}\text{C}$ 로 유지한 상태로, 이 셀(표시 소자 (30))에 자외선을 조사한다. 이에 의해서, 물질층 (3)에 주입된 광 중합성 단량체를 중합시켜, 고분자쇄(도시하지 않음)를 형성한다. 또한, 상기한 포지티브형 액정성 혼합물은, 33.3  $^{\circ}\text{C}$  미만에서 네마틱상을 나타내고, 그 이상의 온도에서는 등방상을 나타낸다. 즉, 물질층 (3)에 봉입한 매질이 액정상을 나타내고 있는 상태에서, 광 중합성 단량체를 중합시켜 고분자쇄를 형성한다.

이와 같이, 물질층 (3)에 봉입한 매질이 액정상을 나타내고 있는 상태에서는, 이 매질에서의 분자는 배향막 (8) 및 (9)에 실시한 러빙의 영향을 받고, 러빙 방향에 따라서 배향된다. 따라서, 이 상태에서 광 중합성 단량체를 중합시킴으로써 중합에 의해서 얻어지는 고분자쇄는 분자의 배향 방향에 따르는 부분의 비율이 커진다. 즉, 고분자쇄는 길이 방향이 러빙의 영향에 의해서 배향되는 분자의 배향 방향에 향해 있는 비율이 커지도록 구조적 이방성을 갖고 있다.

이와 같이 하여 얻어진 표시 소자 (30)은, 외부 가온 장치에 의해 네마틱 등방상의 상전이 바로 윗쪽 근방의 등방상을 나타내는 온도로 유지되고, 전계를 인가함으로써, 투과율을 변화시킬 수 있다. 즉, 물질층 (3)에 봉입한 매질을, 이 매질의 액정상-등방상의 상전이점보다 간신히 높은 온도로 유지함에 따라 등방상 상태로 하고, 양 전극 (4a · 5a) 사이에 전계를 인가함으로써, 물질층 (3)의 투과율을 변화시킬 수 있다. 또한, 표시 소자 (30)에서는 양 전극 사이에 60 V의 전압을 인가한 경우에 최대 투과율을 얻을 수 있었다.

한편, 표시 소자 (30)과 비교하기 위해서 광 중합성 단량체 및 개시제를 첨가하지 않고, 또한 자외선 조사 공정을 실시하지 않는 것 이외에는 표시 소자 (30)과 동일한 조건으로 제조한 비교용 셀을 준비하였다. 이 비교용 셀을 표시 소자 (30)의 경우와 동일하게, 네마틱-등방상의 상전이 바로 윗쪽 근방의 온도로 유지하고, 양 전극 사이에 전계를 인가하였다. 이 경우, 양 전극 사이의 전압이 90 V일 때, 최대 투과율을 얻을 수 있었다.

이와 같이, 표시 소자 (30)이 비교용 표시 소자보다도 저전압으로 최대 투과율을 얻을 수 있었던 이유는, 실시태양 1과 동일하다. 즉, 비교용 표시 소자에서는, 기관 계면의 배향 처리가 분자 배향을 촉진하고 있을 뿐이며, 저전압으로 분자가 배향되는 것은 기관 근방만이다. 한편, 표시 소자 (30)에서는, 기관 계면의 배향 처리에 의한 분자의 배향 촉진에 더하여, 고분자쇄에 의해 셀 내 전체 영역의 분자 배향이 촉진된다. 즉, 고분자쇄와 분자와의 상호 작용에 의해서 저전압으로 분자를 배향시키는 효과가, 셀 내 전 영역에 효과적으로 작용하고 있다. 이 때문에, 표시 소자 (30)은, 비교용 표시 소자보다도 저전압으로 최대 투과율을 얻을 수 있다.

또한, 상기한 제조 방법으로서, 기관 (1)의 표면에, 전극 (4a) 및 (5a), 배향막 (8)을 형성하고, 기관 (2)의 표면에 배향막 (9)을 형성하여, 기관 (1) 및 (2)에서의 배향막 (8) 및 (9)을 형성한 면과는 반대측의 면에 편광판 (6) 및 (7)을 각각 접합시키고, 양 기관 사이에 광 중합성 단량체 및 중합 개시제를 첨가한 매질을 봉입한 후, 자외선을 조사하여 광 중합성 단량체를 중합시키지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

예를 들면, 기관 (1)에 TFT를 형성하고, 기관 (2)에 컬러 필터를 접착시킨 상태에서, 자외선의 조사를 행하도록 할 수도 있다. 다만, 이 경우, 패널의 표면측(컬러 필터를 접착한 기관 (2)측)으로부터의 노광(자외선 조사)이면, 컬러 필터로 상당한 비율의 자외광이 흡수되어 버리기 때문에, 효과적으로 광 중합을 행할 수 없다. 이 때문에, 컬러 필터를 통과시키지 않는 경우에 비교하여 훨씬 강한 자외선이 필요하게 되어, 큰 문제가 된다. 또한, 컬러 필터는 화소에 의해 적색, 녹색, 청색의 영역이 있지만 적색, 녹색, 청색 각각의 영역에 있어서 자외광의 투과율이 크게 다르기 때문에 컬러 필터를 통하여 자외광을 조사하여 광 중합을 행하면 화소마다 큰 얼룩이 생겨 버린다. 따라서, 패널의 표면측으로부터의 노광은 적절하지 않다.



따라서, 패널의 이면측(TFT를 형성한 기판 (1)측)으로부터 노광하도록 할 수도 있다. 다만, 패널의 이면측에서의 노광이면, 전극 (4a) 및 (5a)(화소 전극 및 대향 전극)에 의해 자외광이 차광되어 버려 전극 (4a) 상 및 전극 (5a) 상을 노광할 수 없다. 이 때문에, 전극 (4a) 상 및 전극 (5a) 상의 광 감응성 단량체는 중합할 수 없다. 그리고, 중합할 수 없는 영역은 콜레스테릭 블루상을 안정화시킬 수 없기 때문에 콜레스테릭 블루상은 좁은 온도 범위에서 밖에 발현되지 않는다. 이 결과, 전극 (4a)나 (5a)를 통하지 않고 광 조사된 영역의 매질은 넓은 온도 범위에서 콜레스테릭 블루상을 나타내지만, 광 조사가 행할 수 없는 전극 (4a) 상 및 (5a) 상의 매질은 콜레스테릭 블루상이 아닌 콜레스테릭상 등의 액정상을 나타낸다. 또한, 콜레스테릭 블루상과 콜레스테릭상과의 경계의 배향 상태는 결합이 되어 광 누설의 원인이 된다. 즉, 영역에 의해서 다른 배향 상태의 표시 소자가 되어 버린다. 이 때문에, 상기한 바와 같이 형성한 표시 소자에 있어서, 콜레스테릭 블루상의 영역을 표시 소자로서 이용하는 경우, 전극 (4a) 상이나 전극 (5a) 상 뿐만 아니라 그 엷지 부분도 차광막으로 숨길 필요가 있어 개구율이 저하된다.

따라서, 전극 (4a) 및 전극 (5a)를 투명하게 할 수도 있다. 즉, ITO(인듐주석 산화물) 등의 투명 전극으로 전극 (4a) 및 전극 (5a)를 형성하면, 이러한 전극상의 영역에도 자외광을 조사할 수가 있다.

그런데, 패널 이면측에서 노광하는 경우에는, 전극 (4a) 및 전극 (5a) 이외에도 신호선, 주사선, TFT(박막 트랜지스터) 등의 차광부가 있다. 이러한 부분은 전극 (4a)나 전극 (5a) 등과는 상이하고 투명 전극으로 형성하기가 어렵다. ITO 등의 투명 전극은 알루미늄이나 구리, 탄탈 등의 금속에 비하여 저항이 높기 때문에, 신호선이나 주사선에 사용하는 것은 알맞지 않기 때문이다. 특히, 액정 텔레비전 등의 대형, 대화면의 표시 소자의 경우에는, 신호선이나 주사선이 막대하게 되기 때문에, 이들을 투명화하는 것은 적당하지 않다. 따라서, 패널 이면측에서 노광하는 경우에는 신호선상, 주사선상, TFT상의 영역은 차광부로 되어 버리고, 이들의 영역의 매질은 광 중합을 행할 수 없다. 이 때문에, 전극 (4a) 및 전극 (5a)의 경우와 같이, 신호선, 주사선, TFT의 엷지 부분은 차광막으로 덮을 필요가 있어 개구율 저하의 원인이 된다. 또한, 차광부의 영역에 있는 미반응의 광 중합성의 단량체나 개시제는 전압 유지율 저하 등 신뢰성 악화의 원인으로 될 수 있기 때문에 미반응 부분이 있는 것은 바람직하지는 않다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서, 컬러 필터, 차광막을 TFT 기판(TFT를 형성한 기판 (1))측으로 형성함과 동시에, 반대측의 기판(종래, 컬러 필터를 접착하고 있었던 기판 (2))를 투명하게 하여, 이 반대측의 기판(기판 (2))측에서 노광할 수도 있다. 이 경우, 차광 부분이 없어지기 때문에, 물질층 (3)을 전면적으로 노광할 수가 있다. 따라서, 상기한 것과 같은 엷지 부분을 차광막으로 덮을 필요가 없어지기 때문에 개구율이 향상된다. 또한, 미반응의 중합성 단량체, 중합 개시제등이 남는 일도 없어지기 때문에 신뢰성 악화를 방지할 수 있다.

또한, 물질층 (3)에 형성되는 중합성 화합물(배향 보조제)로서는, 액정 (메트)아크릴레이트에 한정되지 않고, 실시태양 1에 기재한 것과 동일한 것을 사용할 수 있다. 또한, 실시태양 1과 같이 광 중합성 단량체의 첨가량은 0.05 중량% 내지 15 중량%인 것이 바람직하다.

또한, 중합성 화합물(배향 보조제)을 광 중합성 단량체로부터 형성하는 경우에 사용하는 중합 개시제는 메틸에틸케톤퍼옥시드에 한정되지 않으며, 실시태양 1에 기재한 것과 동일한 것을 사용할 수 있다. 또한, 중합 개시제를, 실시태양 1과 같이 반드시 사용할 필요는 없고, 사용하는 경우에는 첨가량을 10 중량% 이하로 하는 것이 바람직하다.

또한, 본 실시태양에 있어서 물질층 (3)에 봉입하는 매질은, 상기한 화합물에 한정되는 것은 아니며, 유전 이방성이 플러스의 매질일 수도 있다.

또한, 물질층 (3)에 봉입하는 매질은, 전형적으로는 전계 무인가 시에는 광학적으로 대략 등방이고, 전계 인가에 의해 광학 변조를 유발하는 매질할 수도 있다. 즉, 전형적으로는, 전계 인가에 따라 분자, 또는 분자 집합체(클러스터)의 배향 질서도가 상승하는 물질일 수도 있다.

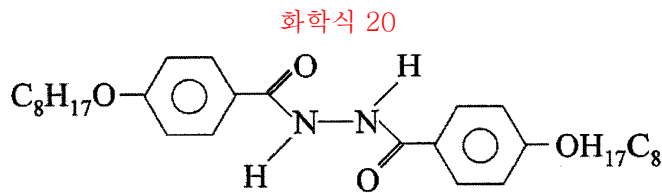
또한, 본 실시태양에 있어서 물질층 (3)에 봉입하는 매질로서, 예를 들면 광학 파장 미만의 질서 구조(배향 질서)를 가지고, 광학적으로 등방적으로 볼 수 액정상이며, 유전 이방성이 플러스인 것을 적용할 수가 있다. 또는, 액정 분자가 광의 파장 미만의 크기로 방사상으로 배향하고 있는 집합체로 충전된, 광학적으로 등방적으로 보이는 것과 같은 계를 사용할 수 있다. 이들에 전계를 인가함으로써, 분자 또는 집합체의 미세 구조에 변형을 제공하여 광학 변조를 유발시킬 수 있다. 또한, 이들 매질을 사용하는 경우에도, 중합성 화합물(배향 보조제)을 형성해 놓은 것에 따라 분자의 배향을 촉진할 수 있기 때문에 저전압으로 구동하는 것이 가능해진다.

이하에, 이러한 매질의 예를 매질로서 기재한다. 다만, 이하에 나타내는 매질에는, 이용 가능한 매질의 일례를 나타내는 것으로, 본 표시 소자에 이용 가능한 매질을 한정하는 것은 아니다.

#### <매질예 1>

물질층 (3)에 봉입되는 매질로서, 예를 들면 광학 파장 미만(가시광의 파장 미만)의 스케일의, 큐빅 대칭성(입방정의 대칭성)을 갖는 질서 구조를 포함하는 큐빅상(cubic phase, 입방정상)을 나타내는 매질을 사용할 수 있다.

이러한 매질로서는, 예를 들면 문헌[Macoto Yoneya, "분자 시뮬레이션으로 나노 구조 액정 탐구", 액정, 제7권, 제3호, p.238-245, 2003년] 및 문헌[Handbook of Liquid Crystals", Vol. 2B, p.887-900, Wiley-VCH, 1998]에 기재되어 있는 BABH8이 있다. 이 BABH8은 하기 화학식 20 으로 표시된다.



또한, 이 BABH8은 136.7 °C 이상 161 °C 이하에서는 광학 파장 미만(가시광의 파장 미만)의 스케일의 질서 구조를 포함하는 큐빅상을 나타낸다. 또한, 상기 문헌["분자 시뮬레이션으로 나노 구조 액정 탐구"]에는, 도 5 내지 도 7에 나타낸 바와 같은, 큐빅상의 구조 모델이 표시되어 있다.

상기한 바와 같이 BABH8은 격자 상수가 약 6 nm로 광학 파장보다 1 자릿수 이상 작고, 질서 구조(배향 질서)가 광학 파장 미만이기 때문에 투명하다. 즉, 상기 온도 범위에서, 전계 무인가의 경우에는 광학적으로 등방성을 나타낸다. 따라서, BABH8을 본 표시 소자에 적용하는 경우, 직교니콜하에 있어서 양호한 흑 표시를 행할 수 있다.

한편, 물질층 (3)의 온도를 136.7 °C 이상 161 °C 이하로 제어하면서 전극 (4·5) 사이에 전계를 인가하면, 큐빅 대칭성을 갖는 구조에 왜곡이 생겨, 광학적 이방성이 발현된다. 즉, BABH8은 상기한 온도 범위에서 전계 무인가 상태에서는 광학적으로 등방성이고, 전계 인가에 의해 광학적 이방성이 발현된다.

이와 같이, 상기한 구성의 본 표시 장치로서는 전계를 인가함으로써 큐빅 대칭성을 갖는 구조에 왜곡이 생겨, 복굴절이 발생하기 때문에, 양호한 백 표시를 행할 수 있다. 또한, 복굴절이 발생하는 방향은 일정하고, 그 크기가 전계 인가에 의해서 변화된다. 또한, 전극 (4·5) 사이에 인가하는 전압과 투과율과의 관계를 나타내는 전압 투과율 곡선은 상기한 것 같은 넓은 온도 범위에서 안정한 곡선이 된다. 즉, 상기 구성의 본 표시 장치로서는 136.7 °C 이상 161 °C 이하의 약 20 K의 온도 범위에서 안정한 전압 투과율 곡선을 얻을 수 있고, 온도 제어가 매우 용이할 수 있다.

또한, BABH8을 사용한 본 표시 소자로서는 큐빅 대칭성을 갖는 구조에 생기는 왜곡, 즉, 매질에 있어서의 광학적 이방성의 정도의 변화를 사용하여 표시를 행하기 때문에, 액정 분자의 배향 방향을 변화시키고 표시를 행하는 종래의 표시 방식의 액정 표시 장치보다도, 넓은 시야각 특성을 실현할 수 있다. 또한, BABH8을 이용한 본 표시 장치로서는, 복굴절이 발생하는 방향이 일정하고, 광축 방향이 변화하지 않기 때문에, 보다 넓은 시야각 특성을 실현할 수 있다.

또한, BABH8을 사용한 본 표시 장치에서는, 미소 영역의 구조(결정과 같은 격자)의 왜곡에 의해서 발현하는 이방성을 사용하여 표시를 행하고 있다. 이 때문에, 종래 방식의 표시 원리와 같이, 액정 고유의 점도가 응답 속도에 크게 영향을 준다는 문제가 없고, 1 ms 정도의 고속 응답을 실현할 수가 있다. 즉, 종래 방식의 표시 원리에서는, 액정 분자의 배향 방향의 변화를 이용하고 있었기 때문에 액정 고유의 점도가 응답 속도에 크게 영향 받았지만, BABH8을 사용한 본 표시 장치에서는, 미소 영역의 구조의 왜곡을 이용하기 때문에, 액정 고유의 점도의 영향이 작고, 고속 응답을 실현할 수가 있다. 또한, 본 표시 소자는 고속 응답성을 구비하고 있기 때문에, 예를 들면 필드 시퀀셜 컬러 방식의 표시 장치에 적용할 수 있다.

#### <매질예 2>

물질층 (3)에 봉입하는 매질로서, 액정상의 하나인 스멕틱 D상(SmD)을 나타내는 분자를 포함하는 매질을 적용할 수 있다.

스멕틱 D상을 나타내는 액정성 물질로서는, 예를 들면 ANBC 16이 있다. 또한, ANBC 16에 대해서는 문헌[Kazuya SAITO, Michio SORAI, "광학적으로 등방성인 새로운 서모트로픽 액정의 열역학", 액정, 제5권, 제1호, 2001년, p. 21, 도 1의 구조 1(n=16)]이나 문헌[Handbook of Liquid Crystals", Vol. 2B, p.887-900, Wiley-VCH, 1998, p. 888, Table 1, 화합물(compound no.) 1, 화합물 1a, 화합물 1a-1]에 기재되어 있다. 이러한 분자 구조를 이하에 표시한다.



4'-n-알콕시-3'-니트로-바이페닐-4-카르복실산

n-15 Cr 127 SmC 187 Cub 198 SmA 204 I

이 액정성 물질(ANBC 16, 상기 화학식 21에 있어서 n=16)은, 171.0 ℃ 내지 197.2 ℃의 온도 범위에서, 스멕틱 D상을 나타낸다. 스멕틱 D상은 복수의 분자가 정글짐(jungle gym) (등록 상표)과 같은 삼차원적 격자를 형성하고, 그 격자 상수가 수십 nm 이하이고, 광학 파장 미만이다. 즉, 스멕틱 D상은 분자의 서열이 큐빅 대칭성을 나타내는 질서 구조(배향 질서)를 갖는다. 또한, 상기 ANBC 16의 격자 상수는 약 6 nm이다. 이 때문에, 스멕틱 D상은 광학적으로는 등방성을 나타낸다.

또한, ANBC 16이 스멕틱 D상을 나타내는 상기한 온도 영역에서, ANBC 16을 포함하는 물질층 (3)에 전계를 인가하면, 분자 자체에 유전 이방성이 존재하기 때문에, 분자가 전계 방향으로 향하여 격자 구조에 왜곡이 생긴다. 즉, 물질층 (3)으로 광학적 이방성이 발현된다.

따라서, ANBC 16을 본 표시 소자의 물질층 (3)에 봉입하는 매질로서 적용할 수 있다. 또한, ANBC 16에 한정되지 않으며, 스멕틱 D상을 나타내는 물질이면, 전계 인가 시와 전계 무인가 시로 광학적 이방성의 정도가 변화하기 때문에, 본 표시 소자의 물질층 (3)에 봉입하는 매질로서 적용할 수 있다.

#### <매질에 3>

물질층 (3)에 봉입하는 매질로서, 액정 마이크로 에멀전을 적용할 수 있다. 여기서, 액정 마이크로 에멀전이란 야마모토 등에 의해서 이름 붙여진, O/W형 마이크로 에멀전(오일 중에 물을 계면활성제로 물방울의 모양으로 용해시킨 계에서, 오일이 연속상이 된다)의 기름성 분자를 서모트로픽 액정 분자로 치환한 시스템(혼합계)의 총칭이다(문헌[Jun YAMAMOTO, "액정 마이크로 에멀전", 액정, 제4권, 제3호, p.248-254, 2000년] 참조).

액정 마이크로 에멀전의 구체적인 예로서, 예를 들면 상기 문헌["액정 마이크로 에멀전"]에 기재된, 네마틱 액정상을 나타내는 서모트로픽 액정(온도 전이형 액정)인 펜틸시아노바이페닐(5CB)과, 역미셀상을 나타내는 리오토트로픽 액정(lyotropic liquid crystal, 농도 전이형 액정)인 디도데실 암모늄 브로마이드(DDAB)의 수용액과의 혼합계가 있다. 이 혼합계는, 도 9 및 도 10과 같은 모식도로 나타낸 구조를 갖고 있다.

또한, 이 혼합계는, 전형적으로는 역미셀의 직경이 50 Å 정도, 역미셀 사이의 거리가 200 Å 정도이다. 이러한 스케일은 광학 파장보다 한 자릿수 정도 작다. 즉, 상기한 혼합계(액정 마이크로 에멀전)는 광학 파장 미만인 질서 구조(배향 질서)를 갖는다. 또한, 역미셀이 삼차원 공간적으로 랜덤하게 존재하고 있고, 각 역미셀을 중심으로 5CB가 방사상으로 배향하고 있다. 따라서, 상기한 혼합계는 광학적으로는 등방성을 나타낸다.

그리고, 상기한 혼합계를 포함하는 매질에 전계를 인가하면, 5CB에 유전 이방성이 존재하기 때문에, 분자 자신이 전계 방향으로 향하게 한다. 즉, 역미셀을 중심으로 방사상으로 배향하고 있기 때문에 광학적으로 등방이던 계에, 배향 이방성이 발현되어, 광학적 이방성이 발현된다. 따라서, 상기한 혼합계를 본 표시 소자의 물질층 (3)에 봉입하는 매질로서 적용할 수 있다. 또한, 상기한 혼합계에 한정되지 않고, 전계 무인가와 전계 인가 시에 광학적 이방성의 정도가 변화하는 액정 마이크로 에멀전이면 본 표시 소자의 물질층 (3)에 봉입하는 매질로서 적용할 수 있다.

#### <매질에 4>

물질층 (3)에 봉입하는 매질로서, 특정한 상을 갖는 리오토로픽 액정을 적용할 수 있다. 여기서, 리오토로픽 액정이란 일반적으로 액정을 형성하는 주된 분자가 다른 성질을 갖는 용매(물이나 유기 용제 등)에 녹는 것과 같은 다른 성분계의 액정을 의미하는 것이다. 또한, 상기한 특정한 상이란 전계 인가 시와 전계 무인가 시에 광학적 이방성의 정도가 변화되는 상이다. 이러한 특정한 상으로서는, 예를 들면 문헌[Jun YAMAMOTO, "액정 이학 실험 강좌 제1회: 액정상의 동정: (4) 리오토로픽 액정", 액정, 제6권, 제1호, p.72-83]에 기재되어 있는 미셀상, 스폰지상, 큐빅상, 역미셀상이 있다. 도 11에, 리오토로픽 액정상의 분류도를 나타낸다.

양쪽 친매성 물질인 계면활성제에는, 미셀상을 발현하는 물질이 있다. 예를 들면, 이온성 계면활성제인 황산 도데실나트륨의 수용액이나 팔미트산칼륨의 수용액 등은 구형 미셀을 형성한다. 또한, 비이온성 계면활성제인 폴리옥시에틸렌노닐페닐에테르와 물과의 혼합액으로서는, 노닐페닐기가 소수기로서 기능하여, 옥시에틸렌쇄가 친수기로서 기능함으로써 미셀을 형성한다. 그 외에도, 스티렌-에틸렌옥시드 블록 공중합체의 수용액으로도 미셀을 형성한다.

예를 들면, 구형 미셀은 분자가 공간적 전체 방위에 파킹하여(분자 집합체를 형성하여) 구상을 나타낸다. 또한, 구상 미셀의 크기는 광학 파장 미만이기 때문에, 광학 파장 영역에서는 이방성을 나타내지 않고 등방적으로 보인다. 즉, 구상 미셀은 광학 파장 미만의 질서 구조(배향 질서)를 갖는다. 그러나, 이러한 구상 미셀에 전계를 인가하면, 구상 미셀이 왜곡되기 때문에 이방성을 발현한다. 따라서, 구상 미셀상을 나타내는 리오토로픽 액정을, 본 표시 장치의 물질층 (3)에 봉입하는 매질로서 적용할 수 있다. 또한, 구상 미셀상으로 한정하지 않고, 다른 형상의 미셀상, 즉, 끈형 미셀상, 타원형 미셀상, 막대형 미셀상 등을 나타내는 리오토로픽 액정을 물질층 (3)에 봉입하여도 대략 동일한 효과를 얻을 수 있다.

또한, 농도, 온도, 계면활성제의 조건에 의해서는 친수기와 소수기가 교체한 역미셀이 형성되는 것이 일반적으로 알려져 있다. 이러한 역미셀은 광학적으로는 미셀과 동일한 효과를 나타낸다. 따라서, 역미셀상을 나타내는 리오토로픽 액정을, 물질층 (3)에 봉입하는 매질로서 적용함으로써, 미셀상을 나타내는 리오토로픽 액정을 사용한 경우와 동등한 효과를 발휘한다. 또한, 매질에 2에서 설명한 액정 마이크로 에멀전은 역미셀상(역미셀 구조)을 나타내는 리오토로픽 액정의 일레이다.

또한 비이온성 계면활성제 펜타에틸렌글리콜-도데실에테르(Pentaethylenglychol-dodecylether,  $C_{12}E_5$ )의 수용액에는 도 11에 나타내는 것과 같은 스폰지상이나 큐빅상을 나타내는 농도 및 온도 영역이 존재한다. 이러한 스폰지상이나 큐빅상은 광학 파장 미만의 질서(질서 구조, 배향 질서)를 갖고 있기 때문에, 광학 파장 영역에서는 투명한 물질이다. 즉, 이러한 상을 포함하는 매질은 광학적으로는 등방성을 나타낸다. 그리고, 이러한 상을 포함하는 매질에 전계를 인가하면 질서 구조(배향 질서)에 왜곡이 생겨 광학적 이방성이 발현된다. 따라서, 스폰지상이나 큐빅상을 나타내는 리오토로픽 액정도, 본 표시 소자의 물질층 (3)에 봉입하는 매질로서 적용될 수 있다.

#### <매질에 5>

물질층 (3)에 봉입하는 매질로서, 미셀상, 스폰지상, 큐빅상, 역미셀상 등의, 전계 인가 시와 전계 무인가 시로 광학적 이방성의 정도가 변화하는 상을 나타내는 액정 미립자 분산계를 적용할 수 있다. 여기서, 액정 미립자 분산계란 용매(액정) 중에 미립자를 혼재시킨 혼합계이다.

이러한 액정 미립자 분산계로서는, 예를 들면 비이온성 계면활성제 펜타에틸렌글리콜-도데실에테르의 수용액에, 표면을 황산기로 수식(修飾)한 직경 100 Å 정도의 라텍스 입자를 혼재시킨, 액정 미립자 분산계가 있다. 이 액정 미립자 분산계에서는 스폰지상이 발현된다. 또한, 이 스폰지 상의 질서 구조(배향 질서)는 광학 파장 미만이다. 따라서, 상기 매질에 3의 경우와 동일하게, 상기한 액정 미립자 분산계를 본 표시 장치의 물질층 (3)에 봉입하는 매질로서 적용할 수 있다.

또한, 상기한 라텍스 입자를 매질에 2의 액정 마이크로 에멀전에서의 DDAB와 치환함으로써 매질에 2의 액정 마이크로 에멀전과 동일한 배향 구조를 얻을 수 있다.

#### <매질에 6>

물질층 (3)에 봉입하는 매질로서, 텐드리머(텐드리머 분자)를 적용할 수 있다. 여기서, 텐드리머란 단량체 단위마다 분지가 있는 삼차원상의 고분자 중합체이다.

텐드리머는 분지가 많기 때문에, 어느 정도 이상의 분자량이 되면 구형 구조가 된다. 이 구상 구조는 광학 파장 미만의 질서(질서 구조, 배향 질서)를 갖고 있기 때문에, 광학 파장 영역에서는 투명한 물질이고, 전계 인가에 의해서 배향 질서의 정도가 변화하여 광학적 이방성이 발현된다(광학적 이방성의 정도가 변화한다). 따라서, 텐드리머를 본 표시 소자의 물질층 (3)에 봉입하는 매질로서 적용할 수 있다.

또한, 상기 매질에 2의 액정 마이크로 에멀전에서의 DDAB를, 텐드리머 물질로 대체하는 것에 의해 상기 매질에 2의 액정 마이크로 에멀전과 동일한 배향 구조를 얻을 수 있고, 본 표시 소자의 물질층 (3)에 봉입하는 매질로서 적용할 수 있다.

#### <매질에 7>

물질층 (3)에 봉입하는 매질로서, 콜레스테릭 블루상을 나타내는 분자를 포함하는 매질을 적용할 수 있다. 또한, 도 5, 도 15에는 콜레스테릭 블루상의 개략적인 구조가 나타나 있다.

도 5, 도 15에 나타난 바와 같이, 콜레스테릭 블루상은 높은 대칭성의 구조를 갖고 있다. 또한, 콜레스테릭 블루상은 광학 파장 미만의 질서(질서 구조, 배향 질서)를 갖고 있기 때문에, 광학 파장 영역에서는 대강 투명한 물질이고, 전계 인가에 의해서 배향 질서의 정도가 변화하여 광학적 이방성이 발현된다(광학적 이방성의 정도가 변화한다). 즉, 콜레스테릭 블루상은, 대략 광학적으로 등방성을 나타내고, 전계 인가에 의해서 액정 분자가 전계 방향으로 향하게 하기 위해서 격자가 왜곡되고, 이방성을 발현한다. 따라서, 콜레스테릭 블루상을 나타내는 분자를 포함하는 매질을, 본 표시 장치의 물질층 (3)에 봉입하는 매질로서 적용할 수 있다.

또한, 콜레스테릭 블루상을 나타내는 물질로서는, 예를 들면 JC1041xx(네마틱 액정 혼합체, 지쑈(chisso)사 제조)를 48.2 mol%, 5CB(4-시아노-4'-펜틸 바이페닐, 네마틱 액정, 알드리치사 제조)를 47.4 mol%, ZLI-4572(키랄제, 머크사 제조)를 4.4 mol% 혼합한 물질이 있다. 이 물질은 330.7 K 내지 331.8 K의 온도 범위에서 콜레스테릭 블루상을 나타낸다.

또한, 이 혼합 물질에, 중합성 단량체, 또는 중합성 단량체 및 중합 개시제를 가할 수도 있다. 즉, 상기한 혼합 물질을 포함하는 매질을 구성하는 분자의 배향질서 구조를, 배향 보조재(중합성 화합물)에 의해서 물질층 내에 다수의 소 영역(미세 도메인)을 형성함으로써 고정화할 수도 있다. 그러나, 중합성 화합물 등에 의해 매질을 마이크로 캡슐과 같이 소구역(소 영역)으로 분할하는 것은 바람직하지 않다. 즉, 중합성 화합물 등으로 각 소 영역에서의 액정 분자를 독립적으로 덮을 것 같은 구조를 만들면, 콜레스테릭 블루상의 구조를 어지럽히게 되고, 고정화할 수 없다. 또한, 이 경우, 이 매질이 본 표시 장치의 물질층 (3)에 봉입된 후, 물질층 (3)에 전계가 인가되지 않은 때에도 분자의 배향 질서 구조를 고정화하는 구성일 수도 있다. 즉, 전계 무인가 시에서의 광학적 등방성의 질서 구조(전계 무인가 시에서의 물질층 (3)에 봉입한 매질의 질서 구조(배향 질서))를, 배향 보조재(중합성 화합물)에 의해 안정화시킬 수도 있다.

상기 구성에 따르면, 배향 보조재(중합성 화합물)에 의해서, 전계 무인가 시에서의 광학적 등방성의 질서 구조를 안정화시킬 수가 있다. 이에 따라, 구동 전압이 큰 온도 의존성을 나타내기 때문에, 실용적인 온도 범위에서 실질적으로 저 전압으로 구동할 수 없는 매질(저전압으로 구동할 수 있는 온도 범위가 좁고, 배향 보조재(중합성 화합물)이 없는 경우에는 실용적이지 않은 매질)을 사용하는 경우라도, 배향 보조재(중합성 화합물)를 설치하는 것에 의해 넓은 온도 범위에서 구동 전압을 저전압화할 수 있다. 따라서, 저전압으로 광학적 이방성을 발현시키는(광학적 이방성의 정도를 변화시킨다) 것이 가능해지기 때문에 실용 수준의 구동 전압으로 동작 가능하고, 고속 응답 특성 및 넓은 시야각 특성을 구비한 표시 소자를 실현할 수가 있다.

예를 들면, 광 중합성 단량체로서 EHA(2-에틸헥실 아크릴레이트, 모노아크릴레이트, 알드리치사 제조) 및 RM257(디아크릴레이트 단량체, 머크사 제조), 광 중합 개시제로서 DMPAP(2,2-디메톡시-2-페닐 아세토펜, 알드리치사 제조)를, 이하에 나타내는 분량비로 가할 수도 있다.

EHA: 4.0 mol% (2.4 중량%)

RM 257: 2.6 mol% (5.0 중량%)

DMPAP: 0.33 mol% (0.28 중량%)

JC-1041xx: 44.7 mol% (47.1 중량%)

5CB: 43.4 mol% (35.2 중량%)

ZLI-4572: 4.9 mol% (10.1 중량%)

또한, 상기한 분량비로 혼합한 후, 혼합 물질이 항상 콜레스테릭 블루상이 되도록 온도 조절하면서 전계를 인가하지 않고 자외선 조사를 행하여 얻어진 매질은, 326.4 K부터 260 K 이하까지 안정적으로 콜레스테릭 블루상을 나타내었다. 즉, 온도 범위를 종래의 1.1 K에서 대폭 확대할 수가 있었다. 이에 따라, 액체상 보다도 낮은 구동 전압을 갖지만 실용적인 온도 범위를 갖고 있지 않던 상의 온도 범위를 비약적으로 확대할 수가 있었다. 이러한 콜레스테릭 블루상은, 예를 들면 도 13과 같은 전극 구조로써 구동하는 것이 가능하고, 표시 소자로서 넓은 온도 범위에서 저전압으로 구동하는 것이 가능하게 된다. 도 15에 콜레스테릭 블루상 및 고정화의 메카니즘을 표시한다.

또한, 각 물질의 분량비는, 상기한 분량비에 한정되는 것은 아니다. 단, 광 중합성 단량체의 함유율이 작으면 콜레스테릭 블루상을 나타내는 온도 범위가 좁아지지 않는다. 예를 들면, JC1041xx를 45.1 mol%, 5CB를 45.8 mol%, ZLI-4572를 5.1 mol%, EHA를 2.4 mol% (1.4 중량%), RM257을 1.5 mol% (2.9 중량%), DMPAP를 0.2 mol%의 분량비 (조성)로 혼합한 경우 (이 경우, 광 반응성 단량체 함유율은 3.9 mol% (4.3 중량%)), 콜레스테릭 블루상은 326.3 K부터 319.5 K의 범위가 되고, 상기한 분량비로 혼합한 예에 비하여 좁은 온도가 되었다. 또한, 단량체 함유율이 크면 표시 소자로서 사용한 경우, 전계 무인가 시에 비하여 전계를 인가하였을 때 광학적 이방성의 변화에 기여하는 부분이 적어지고, 또한 구동 전압이 높아진다. 이 때문에, 광 중합성 단량체 (광 반응성 단량체) 함유율은 0.05 중량% 이상 15 중량% 이하인 것이 바람직하다. 또한, 2 mol% 내지 20 mol%의 범위인 것이 바람직하고, 3 mol% 내지 15 mol%의 범위인 것이 보다 바람직하고, 5 mol% 내지 11 mol%인 것이 보다 바람직하다.

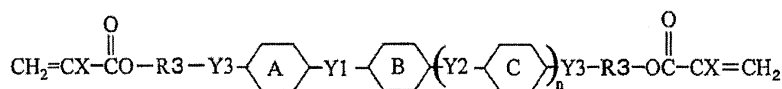
또한, 단량체 첨가 및 자외광(UV) 조사에 의해 등방상-액정상의 상전이 온도는 저하된다. 이 때문에, 표시 소자로서 사용할 때에 사용 온도 범위가 지나치게 좁아지지 않도록 단량체 함유 전의 액정 혼합물의 등방상-액정상의 상전이 온도가 55 °C 이상인 것이 바람직하다. 즉, 단량체 함유 전의 액정 혼합물의 등방상-액정상의 상전이 온도가 55 °C 이상이 되도록, 상기 혼합 물질의 분량비를 결정하는 것이 바람직하다. 표시 소자를 텔레비전 등의 제품에 응용하여 실제로 사용하는 경우, 단량체 함유 전의 액정 혼합물의 등방상-액정상의 상전이 온도가 55 °C 이상이면 대체로 문제는 없다. 예를 들면, JC1041xx를 48.2 mol%, 5CB를 47.4 mol%, ZLI-4572를 4.4 mol%의 조성으로 제조한 후, 자외광 조사한 경우, 등방상-액정상의 상전이 온도는, 상기한 바와 같이 331.8 K이지만, JC1041xx를 44.7 mol%, 5CB를 43.4 mol%, ZLI-4572를 4.9 mol%, EHA를 4 mol%, RM257을 2.6 mol%, DMPAP를 0.33 mol%의 조성으로 제조 후, 자외광 조사한 경우, 등방상-액정상의 상전이 온도는 326.4 K로 저하되었다.

또한, 액정상-고체상의 상전이 온도가 -10 °C 이하인 것이 바람직하고, -30 °C 이하인 것이 보다 바람직하다. 즉, 액정상-고체상의 상전이 온도가 -10 °C 이하, 보다 바람직하게는 -30 °C 이하가 되도록 상기 혼합 물질의 분량비를 결정하는 것이 바람직하다.

또한, 광 중합성 단량체 (광 반응성 단량체)로서, 아크릴레이트계 단량체를 이용하는 것이 바람직하다. 특히, 액정성 디아크릴레이트 단량체와 비액정성 아크릴레이트 단량체와의 혼합계가 바람직하다. 이것은, 액정성 디아크릴레이트 단량체와 액정성 아크릴레이트 단량체와의 혼합계인 경우, 콜레스테릭 블루상을 나타내는 온도 범위의 확대 폭이 작아지기 때문이다. 예를 들면, JC1041xx를 46.2 mol%, 5CB를 44.7 mol%, ZLI-4572를 5.0 mol%, 6CBA (액정성 아크릴레이트 단량체; 6-(4'-시아노바이페닐-4-일옥시)헥실 아실레이트)를 2.8 mol%, RM257을 1.1 mol%, DMPAP를 0.2 mol%의 조성으로 제조한 경우, 콜레스테릭 블루상을 나타내는 온도 범위는 329.8 K부터 327.7 K의 범위가 되었다.

액정성 단량체로서는, 주골격에 2 개 또는 3 개의 6 원환을 갖는 디아크릴레이트 화합물이 바람직하다. 이러한 화합물은 액정성을 나타내고 배향 규제력을 부여하는 능력이 높다. 이러한 액정성 단량체로서는, 예를 들면 하기와 같은 화학식 22의 화합물을 들 수 있다.

화학식 22



또한, 상기 화학식 22의 화합물에 있어서, R3은 키랄 탄소를 포함하지 않는 탄소수 1 내지 20의 알킬기를 나타낸다.

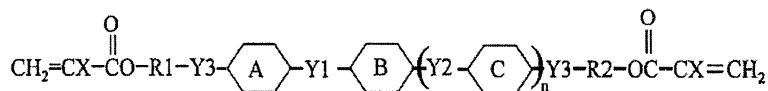


또한, 비액정성 단량체로서는, 분자 구조 중에 아크릴로일기 또는 메타크릴로일기를 포함하는 아크릴레이트계 단량체가 바람직하고, 특히 측쇄로서 알킬기를 갖는 분자 구조의 아크릴레이트계 단량체가 바람직하다. 알킬기로서는 탄소수 1 내지 4가 바람직하고, 이러한 알킬기를 포함하는 측쇄를 단량체 단위 당 적어도 1 개 이상 갖는 것이 바람직하다. 이러한 단량체로서는, 상기한 EHA 이외에, 예를 들면 TMHA(3,5,5-트리메틸헥실 아크릴레이트, 알드리치사 제조) 등을 들 수 있다.

또한, 분지 구조를 갖지 않은 아크릴레이트계 단량체로 광 중합을 행하면 콜레스테릭 블루상의 온도 범위의 확대 폭이 작아진다. 예를 들면, JC1041xx를 44.1 mol%, 5CB를 44.3 mol%, ZLI-4572를 5.2 mol%, HA(분지 구조를 갖지 않은 아크릴레이트계 단량체; n-헥실 아크릴레이트, 알드리치사 제조)를 4.0 mol%, RM257을 2.0 mol%, DMPAP를 0.3 mol%의 조성으로 제조한 경우, 콜레스테릭 블루상을 나타내는 온도 범위는 326.2 K부터 318.0 K의 범위로 되었다. 단, 분지 구조를 갖지 않은 아크릴레이트계 단량체(예를 들면, HA)를 사용한 경우라도, 그 아크릴레이트계 단량체의 비율을 증가시키면 콜레스테릭 블루상의 온도 범위의 확대폭을 넓어지게 할 수 있다. 또한, 분지 구조를 갖지 않은 아크릴레이트계 단량체를 사용할 경우에는, 알킬쇄가 긴 단량체를 사용하는 것이 바람직하다. 이러한 아크릴레이트 단량체를 사용하면, 분지 구조를 갖는 아크릴레이트와 거의 동일한 효과를 발휘한다. 분지 구조를 갖지 않은 아크릴레이트계 단량체이며, 알킬쇄가 긴 단량체로서는, 예를 들면 n-OA(n-옥틸 아크릴레이트, 알드리치사 제조) 등을 들 수 있다.

또한, 광 반응성 단량체로서는, 상술한 바와 같은 비키랄 물질에만 한정하지 않으며, 키랄인 광 반응성 단량체를 사용할 수도 있다. 키랄성을 나타내는 광 반응성 단량체로서는, 예를 들면 하기의 화학식 5의 화합물을 들 수 있다.

<화학식 5>



키랄성의 광 중합성 단량체는, 그 자체가 키랄이기 때문에 자발적으로 비틀림 구조를 취하므로, 콜레스테릭 블루상의 비틀림 구조와의 상용성이 좋고, 안정성이 높다.

또한, 상기 설명에서는 광 중합성의 중합성 화합물(배향 보조재)에 의해서 매질을 구성하는 분자의 배향 질서 구조를 고정화할 경우에 대해서 설명하였지만, 본 발명은 이와 같은 중합성 화합물(배향 보조재)의 형성에 의한 배향 질서 구조의 안정화에 한정되는 것은 아니다.

예를 들면, 가열에 의해서 중합하는 열반응성 단량체, 광 조사와 가열에 의해서 중합하는 단량체를 이용할 수도 있다. 또한, 쇠상 고분자일 수도 있고, 망상 고분자(망상 고분자 재료)나 환상 고분자(환상 고분자 재료) 등일 수도 있다. 또한, 배향 보조재는 반드시 중합성 화합물로부터 형성할 필요는 없고, 예를 들면 상기한 바와 같은 다공질 무기 재료나 수소 결합 네트워크(수소 결합체), 미립자, 다공질 구조체(예를 들면, 다공질 무기재료) 등을 사용할 수도 있다.

또한, 다공질 구조체로서는, 멤브레인 필터 등의미소 세공 필름을 이용할 수도 있다. 미소 세공 필름으로서, 예를 들면 뉴클리오어(노무라 마이크로·사이언스사 제조), 이소포어(Isopore)(닛본 미리포어사 제조), 히포어(Hipore)(아사히 가세이사 제조), 밀리포어(Millipore)(닛본 밀리포어사 제조), 유포어(우베 고산 제조) 등을 사용할 수 있다.

또한, 미소 세공 필름의 재질로서는, 폴리카르보네이트, 폴리올레핀, 셀룰로오스 혼합 에스테르, 셀룰로오스 아세테이트, 폴리불화비닐리덴, 아세틸셀룰로오스, 아세트산셀룰로오스와 질산셀룰로오스의 혼합물 등, 미소 세공 필름에 봉입하는 매질(예를 들면, 액정성 물질 등의 유전성 물질)과 반응을 일으키지 않는 재질로 만들어진 것이 바람직하다. 미소 세공의 크기(직경)는, 매질을 봉입하였을 때 광학적으로 등방적으로 보임과 동시에, 매질을 고정화할 수 있는 계를 실현하기 위해서, 가시광의 파장의 1/4 이하인 것이 바람직하고, 또한 50 nm 이하인 것이 바람직하다. 이에 따라, 물질층이 가시광에 대하여 충분한 투명 상태를 발현하는 것이 가능하다. 또한, 미소 세공 필름의 두께는 50 μm 이하인 것이 바람직하고, 10 μm 이하인 것이 보다 바람직하다.

또한, 상기한 설명에서는 콜레스테릭 블루상을 나타내는 매질에서의 분자의 배향 질서 구조를 고정화하는 구성에 대해서 설명하였지만, 고정화하는 매질은 이에 한정되는 것은 아니다. 본 명세서 중에 기재된 다른 매질(다른 질서 구조를 갖는 상을 나타내는 매질)을 사용할 경우에도 분자의 배향 질서 구조를 고정화할 수도 있다. 이에 따라, 표시 소자로서 사용하는

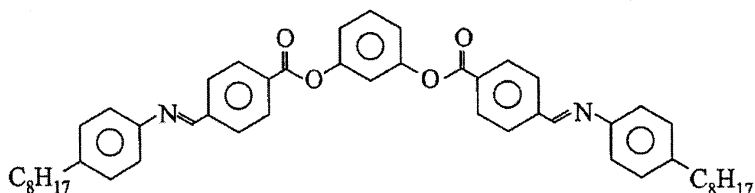
경우의 사용 온도 범위를 비약적으로 확대할 수 있다. 또한, 이들의 매질을 사용하는 경우, 이들의 매질이 본 표시 장치의 물질층 (3)에 봉입된 후, 물질층 (3)에 전계가 인가되어 있지 않은 때에도 분자의 배향 질서 구조를 고정화하는 구성으로 할 수도 있다.

또한, 미소 세공 필름의 구조로서는 나선상 결정 등, 비틀림 구조를 갖는 것일 수도 있다. 예를 들면, 폴리올레핀계의 필름이나 폴리펩티드계의 필름 등을 들 수 있다. 비틀림 구조를 갖는 폴리펩티드계의 필름으로서, 나선 구조, 즉  $\alpha$ -헬릭스 형성능이 있는 합성 폴리펩티드가 바람직하다.  $\alpha$ -헬릭스 형성능이 있는 합성 폴리펩티드로서는 폴리- $\gamma$ -벤질-L-글루타메이트, 폴리- $\gamma$ -메틸-L-글루타메이트, 폴리- $\gamma$ -에틸-L-글루타메이트 등의 폴리글루타민산 유도체, 폴리- $\beta$ -벤질-L-아스팔테이트 등의 폴리아스파라긴산 유도체, 폴리-L-로이신, 폴리-L-알라닌 등을 들 수 있다. 이러한 합성 폴리펩티드는, 시판된 것 또는 문헌 등에 기재된 방법에 준하여 제조된 것을 그대로 또는 난수용성의 헬릭스 용매 등, 예를 들면 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄으로 희석하여 사용할 수 있다. 시판되는  $\alpha$ -헬릭스 형성능이 있는 합성 폴리펩티드로서는, 예를 들면 아지코트 A-2000, XB-900[아지노모토(주)사 제조], PLG-10, -20, -30[교와핫코고교(주)사 제조] 등의 폴리- $\gamma$ -메틸-L-글루타메이트를 들 수 있다.

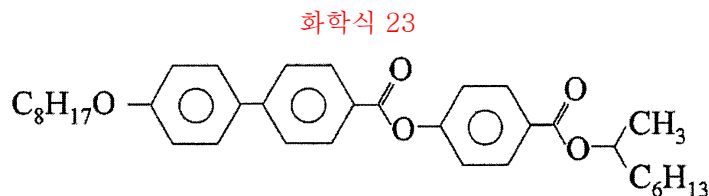
비틀림 구조를 갖는 필름을 사용한 경우, 매질이 키랄성을 나타낼 때, 그 매질의 비틀림 구조와 필름의 비틀림 구조가 가까운 경우에 큰 왜곡이 생기지 않기 때문에, 매질의 안정성이 높아진다. 또한, 매질이 키랄성을 나타내지 않는 경우라도 필름의 비틀림 구조에 따라서 매질이 배향되기 때문에, 매질이 키랄성을 나타내는 경우에 가까운 성질을 나타낸다.

또한, 콜레스테릭 블루상을 나타내는 다른 물질로서, 예를 들면 ZLI-2293(혼합 액정, 머크사 제조)을 67.1 중량%, P8PIMB(1,3-페닐렌 비스[4-(4-8-알킬페닐이미노메틸)-벤조에이트], 바나나형(굴곡형) 액정, 하기 화학식 11 참조)를 15 중량%, MLC-6248(키랄제, 머크사 제조)을 17.9 중량% 혼합한 물질을 사용할 수도 있다. 이 물질은, 77.2 °C 내지 82.1 °C의 온도 범위에서 콜레스테릭 블루상을 나타낸다. 또한, 상기한 각 물질의 혼합비를 적절하게 변경하여 이용할 수도 있다. 예를 들면, ZLI-2293을 69.7 중량%, P8PIMB를 15 중량%, MLC-6248(키랄제)을 15.3 중량% 혼합한 물질은 80.8 °C 내지 81.6 °C의 온도 범위에서 콜레스테릭 블루상을 나타낸다.

<화학식 11>



또한, 콜레스테릭 블루상을 나타내는 또 다른 물질로서, 예를 들면 ZLI-2293(혼합 액정, 머크사 제조)를 67.1 중량%, MHPOBC(4-(1-메틸헵틸옥시카르보닐)페닐-4'-옥틸카르복시바이페닐-4-카르복실레이트, 직선상 액정, 하기 화학식 23 참조)를 15 중량%, MLC-6248(키랄제, 머크사 제조)를 17.9 중량% 혼합한 물질을 사용할 수도 있다. 이 물질은 83.6 °C 내지 87.9 °C의 온도 범위에서 콜레스테릭 블루상을 나타낸다. 또한, 상기한 각 물질의 혼합비를 적절하게 변경하여 이용할 수도 있다. 예를 들면 ZLI-2293을 69.7 중량%, MHPOBC를 15 중량%, MLC-6248(키랄제)을 15.3 중량% 혼합한 물질은 87.8 °C 내지 88.4 °C의 온도 범위에서 콜레스테릭 블루상을 나타낸다.



또한, ZLI-2293과 MLC-6248을 혼합하는 것만으로는 콜레스테릭 블루상을 발현시킬 수는 없었지만, 바나나형(굴곡형)을 한 액정 P8PIMB나 직선상 액정 MHPOBC를 첨가함으로써 콜레스테릭 블루상을 나타냈다.

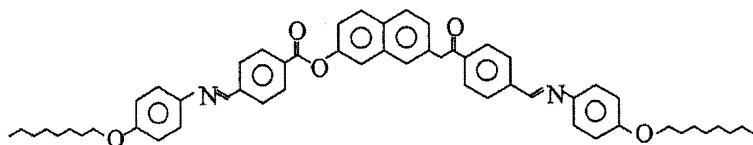
또한, 상기 예에서는, 직선상 액정으로서 라세미체를 사용하였지만 반드시 라세미체에 한정되는 것은 아니고 키랄체를 사용할 수도 있다.



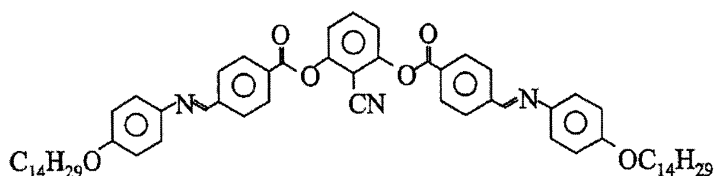
또한, 직선상 액정이란, 화학 구조식에서 거의 가로 길이의 직선에 가까운 액정 분자를 나타내기 위해서 사용한 총칭이고, 실제의 입체 배치는 화학 구조식과 같이 한 평면 내에 있다고 한정되지는 않지만, 절곡(折曲)되는 것이 있다고도 할 수 없다.

또한, 바나나형(굴곡형) 액정이란, 화학 구조식에 있어서 굴곡부를 갖는 액정 분자를 나타내기 위해서 사용한 총칭이고, P8PIMB에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 화학 구조식에서의 굴곡부가 페닐렌기 등의 벤젠환일 수도 있고, 또는 나프탈렌환이나 메틸렌쇄 등으로 결합되어 이루어지는 것일 수도 있다. 이러한 바나나형(굴곡형) 액정으로서, 예를 들면 하기 화학식 12 내지 15에 나타내는 화합물을 들 수 있다.

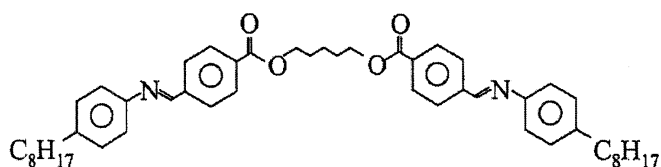
<화학식 12>



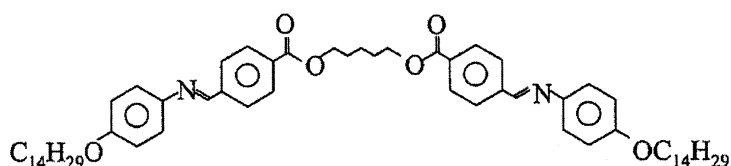
<화학식 13>



<화학식 14>

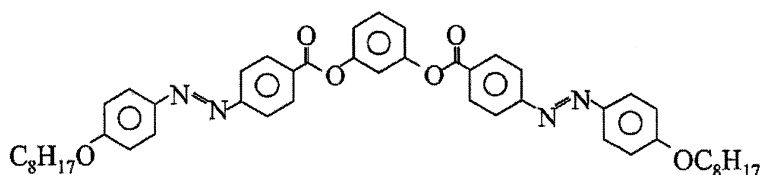


<화학식 15>



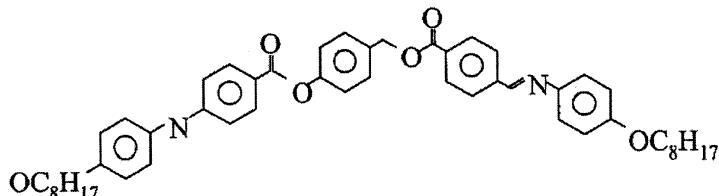
또한, 아조기가 포함된 바나나형(굴곡형) 액정을 사용할 수도 있다. 이러한 바나나형(굴곡형) 액정으로서, 예를 들면 하기 화학식 16에 나타내는 화합물 등을 들 수 있다.

<화학식 16>



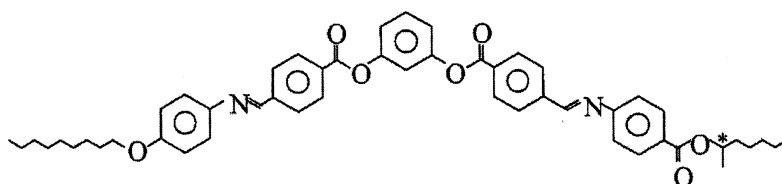
또한, 상기 바나나형(굴곡형) 액정은 결합부의 좌우에서 대칭적인 화학 구조를 갖고 있지만, 결합부(굴곡부)의 좌우에서 비대칭적인 화학 구조를 가질 수도 있다. 이러한 바나나형(굴곡형) 액정으로서, 예를 들면 하기 화학식 17로 나타내는 화합물 등을 들 수 있다.

<화학식 17>



또한, 상기 바나나형(굴곡형) 액정 분자는 키랄 탄소를 포함하고 있지 않지만, 반드시 이것으로 한정되는 것은 아니며, 키랄 탄소를 1 개 또는 복수 개 포함할 수도 있다. 이러한 바나나형(굴곡형) 액정으로서, 예를 들면 하기 화학식 18로 나타내는 화합물 등을 들 수 있다.

<화학식 18>



또한, 상기한 바와 같이 본 발명에 적합한 콜레스테릭 블루상은 광학 파장 미만의 결합 질서를 갖고 있기 때문에 광학 파장 영역에서는 대체로 투명하고, 대체로 광학적으로 등방성을 나타낸다. 여기서, 대체로 광학적으로 등방성을 나타낸다는 것은 콜레스테릭 블루상은 액정의 나선 피치를 반영한 색을 나타내는데, 이 나선 피치에 의해 드러난 색을 제외하고 광학적으로 등방성을 나타내는 것을 의미한다. 또한, 나선 피치를 반영한 파장의 광을 선택적으로 반사하는 현상은 선택 반사라고 불리운다. 상기 선택 반사의 파장역이 가시 영역에 없는 경우에는 색을 드러내지 않지만(드러난 색이 인간 눈에는 인식되지 않음), 가시 영역에 있는 경우에는 그 파장에 대응한 색을 나타낸다.

여기서, 400 nm 이상의 선택 반사 파장역 또는 나선 피치를 갖는 경우, 콜레스테릭 블루상에서는 그 나선 피치를 반영한 색을 나타낸다. 즉, 가시광이 반사되기 때문에, 그에 따라 드러나는 색이 인간 눈에 인식되게 된다. 따라서, 예를 들면, 본 발명의 표시 소자로 풀 컬러 표시를 실현하여 텔레비전 등에 응용하는 경우, 그 반사 피크가 가시 영역에 있는 것은 바람직하지 않다.

또한, 선택 반사 파장은 상기 매질이 갖는 나선축에의 입사 각도에도 의존한다. 따라서, 상기 매질의 구조가 일차원적이지 않을 때, 즉 콜레스테릭 블루상과 같이 삼차원적인 구조를 갖는 경우에는 광의 나선축에의 입사 각도는 분포를 갖게 된다. 따라서, 선택 반사 파장의 폭에도 분포가 생긴다.

이 때문에, 블루상의 선택 반사 파장역 또는 나선 피치는 가시 영역 이하, 즉 400 nm 이하인 것이 바람직하다. 블루상의 선택 반사 파장역 또는 나선 피치가 400 nm 이하이면, 상기와 같이 드러난 색이 인간 눈에 거의 인식되지 않는다.

또한, 국제 조명 위원회 CIE에서는 인간 눈에 인식되지 않는 파장은 380 nm 이하라고 정하고 있다. 따라서, 블루상의 선택 반사 파장역 또는 나선 피치가 380 nm 이하인 것이 보다 바람직하다. 이 경우, 상기와 같이 드러난 색이 인간 눈에 인식되는 것을 확실하게 방지할 수 있다.

또한, 상기와 같이 드러난 색은 나선 피치, 입사 각도 뿐만 아니라, 매질의 평균 굴절률과도 연관이 있다. 이 때, 드러난 색의 광은 파장  $\lambda = nP$ 를 중심으로 한 파장폭  $\Delta\lambda = P\Delta n$ 의 광이다. 여기서,  $n$ 은 평균 굴절률이고,  $P$ 는 나선 피치이다. 또한,  $\Delta n$ 은 굴절률의 이방성이다.

$\Delta n$ 은 물질에 따라 각각 상이하지만, 예를 들어 액정성 물질을 상기 물질층 (3)에 밀봉하는 물질로서 사용했을 경우, 액정성 물질의 평균 굴절률은 1.5 정도이고,  $\Delta n$ 은 0.1 정도이기 때문에, 이 경우 드러난 색이 가시 영역에 나타나지 않게 하기 위해서는 나선 피치  $P$ 는,  $\lambda=400$ 으로 하면  $P=400/1.5=267$  nm가 된다. 또한,  $\Delta\lambda$ 은  $\Delta\lambda=0.1 \times 267=26.7$ 이 된다. 따라서, 상기와 같이 드러난 색이 인간 눈에 거의 인식되지 않도록 하기 위해서는, 상기 매질의 나선 피치를 267 nm로부터 26.7 nm의 약 반인 13.4 nm을 뺀 253 nm 이하로 하는 것이 바람직하다. 즉, 상기와 같이 색이 드러나는 것을 방지하기 위해서는, 상기 매질의 나선 피치가 253 nm 이하인 것이 바람직하다.

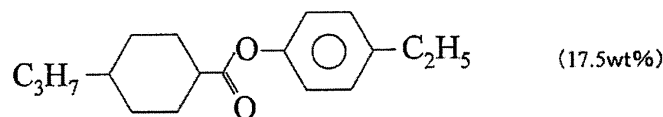
또한, 상기 설명에서는  $\lambda=nP$ 의 관계에 있어서  $\lambda$ 를 400 nm로 했지만,  $\lambda$ 를 국제 조명 위원회 CIE가 인간 눈에 인식되지 않는 파장으로서 정하고 있는 380 nm로 했을 경우에는, 드러난 색을 가시 영역 밖으로 하기 위한 나선 피치는 240 nm 이하가 된다. 즉, 상기 매질의 나선 피치를 240 nm 이하로 함으로써, 상기와 같이 색이 드러나는 것을 확실하게 방지할 수 있다.

예를 들면, JC1041(혼합 액정, 지쑤사 제조)을 50.0 중량%, 5CB(4-시아노-4'-펜틸 바이페닐, 네마틱 액정)를 38.5 중량%, ZLI-4572(키랄 도펀트, 머크사 제조)를 11.5 중량%의 조성으로 혼합(제조)한 시료는 약 53 °C 이하에서 액체적인 등방상으로부터 광학적인 등방상으로 상전이하지만, 나선 피치가 약 220 nm이고, 가시 영역 이하에 있기 때문에 색을 드러내지는 않았다.

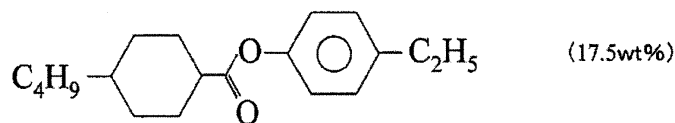
또한, 상기 혼합 시료를 87.1 중량%, TMPTA(트리메틸로프로판 트리아크릴레이트, 알드리치사 제조)를 5.4 중량%, RM257을 7.1 중량%, DMPA(2,2-디메톡시-2-페닐-아세트페논)을 0.4 중량% 혼합하고, 콜레스테릭-콜레스테릭 블루 상 전이 온도 근방에서 콜레스테릭 블루상으로 유지하면서 자외선을 조사하여 광 반응성 단량체를 중합한 시료를 제조하였다. 이 시료가 콜레스테릭 블루상을 나타내는 온도 범위는 상기 혼합 시료보다 넓었다.

그 밖의 예로서는 하기 화학식 24 내지 28의 화합물을 포함하는 각 화합물을, 각 화학식의 우측에 나타낸 비율(즉, 화학식 24 내지 28로 나타낸 화합물을 각각 17.5 중량%, 17.5 중량%, 17.5 중량%, 17.5 중량%, 30 중량%)로 혼합한 시료는 약 20 °C 이하에서 등방상으로부터 블루상으로 상전이하지만, 나선 피치가 가시 영역 이하에 있기 때문에 색을 드러내지는 않았다. 또한, 상기 혼합계에서는 하기 화학식 28에 나타낸 바와 같이 키랄제를 30 중량% 혼합하였다.

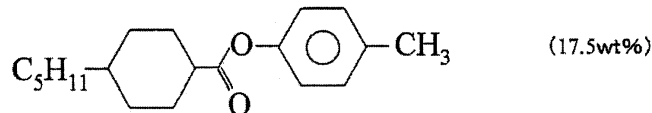
화학식 24



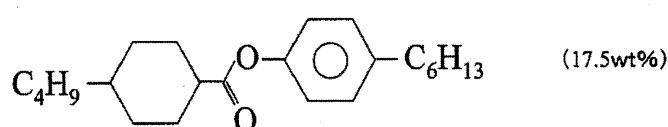
화학식 25



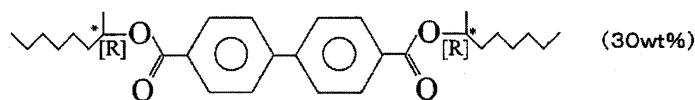
화학식 26



화학식 27



화학식 28



상술한 바와 같이, 본 발명에 적합한 콜레스테릭 블루상은 광학 파장 미만의 결함 질서를 갖고 있다. 결함 구조는 인접하는 분자가 크게 뒤틀려 있는 것에 기인하기 때문에, 콜레스테릭 블루상을 나타내는 매질은 큰 비틀림 구조를 발현시키기 위해 키랄성을 나타낼 필요가 있다. 큰 비틀림 구조를 발현시키기 위해서는, 예를 들면 상기 매질의 예와 같이 매질에 키랄제를 첨가하는 것이 바람직하다. 키랄제의 농도로서는, 키랄제가 갖는 꼬임력(Helical twist power)에도 의존하지만, 8 중량% 또는 4 mol% 이상인 것이 바람직하다. 고분자 네트워크(광 반응성 단량체를 광중합)에 의해 콜레스테릭 블루상을 나타내는 온도 범위의 확대를 도모하는 경우, 매질에서 차지하는 키랄제의 비율이 8 중량% 또는 4 mol% 이상이면, 콜레스테릭 블루상의 온도 범위가 약 1 ℃ 이상이 된다. 키랄제의 비율이 8 중량% 또는 4 mol% 미만인 경우에는, 콜레스테릭 블루상의 온도 범위가 좁아져 광중합 시의 온도 조절이 곤란하다.

또한, 키랄제의 농도가 11.5 중량% 이상인 것이 더욱 바람직하다. 키랄제의 농도가 11.5 중량%인 것을 첨가했을 경우, 나선 피치가 약 220 nm가 되어 색을 드러내지 않는다.

또한, 키랄제의 농도는 15 중량% 이상인 것이 보다 바람직하다. 바나나형(굴곡형) 액정이나 반사 구조를 갖는 직선상 액정을 첨가함으로써 콜레스테릭 블루상을 발현시키는 경우, 키랄제의 농도가 15 중량% 이상이면 콜레스테릭 블루상의 온도 범위가 약 1 ℃가 된다. 또한, 키랄제의 농도를 17.9 중량%로 늘림으로써 콜레스테릭 블루상의 온도 범위는 더욱 넓어진다.

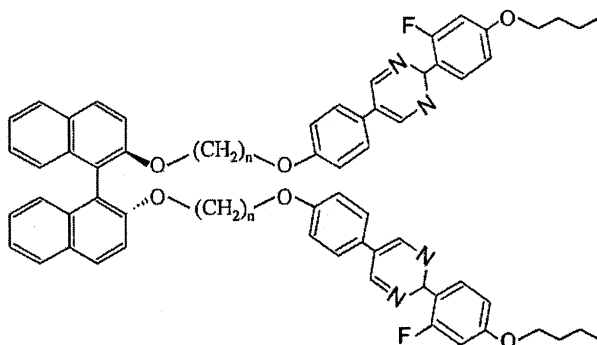
또한, 키랄제의 농도는 30 중량% 이상인 것이 보다 바람직하다. 상기 화학식 24 내지 28로 표시되는 각 화합물을 각 화학식의 우측에 나타낸 비율로 혼합한 경우(화학식 28로 표시된 키랄제의 농도가 30 중량%일 때), 콜레스테릭 블루상은 나선 피치가 가시 영역 이하에 있기 때문에 색을 드러내지 않는다. 이것은 키랄제를 많이 포함함으로써 나선 피치가 짧아졌기 때문이라고 여겨진다.

콜레스테릭 블루상에서는 그 나선 피치를 반영한 색으로 색을 드러내기 때문에, 풀 컬러 표시를 실현하여 텔레비전 등에 응용하는 경우, 그 반사 피크가 가시 영역에 있는 것은 바람직하지 않다. 또한, 키랄제의 농도를 30 중량%로부터 감소시켰더니, 콜레스테릭 블루상의 온도 범위가 좁아졌다.

단, 키랄제의 첨가량이 지나치게 많아지면, 물질층 (3) 전체의 액정성이 저하된다는 문제가 생긴다. 액정성의 결여는 전계 인가 시의 광학적 이방성의 발생 정도의 저하로 연결되며, 표시 소자로서의 기능 저하를 초래한다. 또한, 액정성이 저하함으로써 콜레스테릭 블루상의 안정성 저하로 연결되어, 콜레스테릭 블루상의 온도 범위 확대를 기대할 수 없게 된다. 이상의 이유로부터 키랄제의 첨가 농도의 상한치가 결정되며, 본 출원의 발명자들의 해석에 의하면 그 상한 농도는 80 중량%인 것을 알 수 있다. 즉, 키랄제의 농도는 80 중량% 이하인 것이 바람직하다.

또한, 본 실시태양에서는 키랄제로서 ZLI-4572나 MLC-6248을 사용했지만, 이것으로 한정되는 것은 아니다. 일례로서 S811(E.Merck사 제조) 등의 시판품을 사용할 수도 있다. 또한, 측 부제의 키랄제를 사용할 수도 있다. 측 부제의 키랄제로서는, 예를 들면 측 부제 바이나프틸 유도체(하기 화학식 29의 화합물 참조)를 사용할 수 있다.

화학식 29



여기서,  $n$ 은 4 내지 14의 정수이다.

또한, 상기 화학식 29의 화합물은  $n$ 이 홀수일 때 단독으로 블루상을 나타내는 경우가 있다. 예를 들면,  $n=7$ 의 경우에는 약 103 °C에서부터 약 94 °C의 범위에서 블루상을 나타낸다. 또한,  $n=9$  및  $n=11$ 에서도 블루상을 나타낸다(단,  $n=9$  및  $n=11$ 의 경우,  $n=7$ 일 때와 비교하여 블루상의 온도 범위는 좁아짐). 따라서, 상기 화학식 29의 화합물이 단독으로 블루상을 나타내는(액정성이 있는) 경우에는, 물질층 (3)에 밀봉하는 매질로서 상기 화학식 29의 화합물을 단독으로 사용할 수도 있다. 또한, 화학식 29의 화합물을 키랄제로서 사용할 수도 있다.

이와 같이 키랄제의 농도가 높으면 콜레스테릭 블루상을 발현하기 쉬워지고, 콜레스테릭 블루상이 갖는 나선 피치도 짧아지기 때문에 바람직하다.

또한, 상기 설명에서는 콜레스테릭 블루상에서의 키랄제 첨가에 의한 효과를 설명했지만, 키랄제 첨가에 의한 효과는 콜레스테릭 블루상으로 한정되는 것은 아니며, 스멕틱 블루상이나 네마틱상 등의 액정상 등의 매질에서도 대략 동일한 효과를 얻을 수 있다.

키랄제를 첨가함으로써 키랄제가 갖는 꼬임력을 효과적으로 작용시켜, 분자간에 근접 거리의 상호 작용(short-range-order)을 미치게 할 수 있다. 즉, 전계 무인가 시에는 광학적 등방성을 갖는 매질에, 전계 인가에 의해 매질 중의 분자를 소집단(클러스터)으로서 응집시킬 수 있다. 그에 따라, 본래 매우 좁은 온도 범위에서만 광학적 이방성이 발현되었던 매질에서도, 키랄제를 첨가함으로써 광학적 이방성이 발현되는 온도 범위를 확대시킬 수 있다.

또한, 키랄제가 첨가된 매질에서는 키랄제의 자체적인 비틀림 방향에 기인한 한쪽 방향의 비틀림에 의해, 입사한 광에 선광성이 생기기 때문에 효율적으로 광을 추출할 수 있게 된다.

[매질에 8]

물질층 (3)에 밀봉하는 매질로서 스멕틱 블루( $BP_{Sm}$ )상을 나타내는 분자를 포함하는 매질을 적용할 수 있다.

스멕틱 블루상은 콜레스테릭 블루상과 마찬가지로 높은 대칭성 구조를 갖고 있다. 또한, 광학 파장 미만의 질서(질서 구조, 배향 질서)를 갖고 있기 때문에 광학 파장 영역에서는 대략 투명한 물질이며, 전계 인가에 의해 배향 질서의 정도가 변화하여 광학적 이방성이 발현된다(광학적 이방성 정도가 변화함). 즉, 스멕틱 블루상은 대략 광학적으로 등방성을 나타내며, 전계 인가에 의해 액정 분자가 전계 방향을 향하고자 하기 때문에 격자가 왜곡되어 이방성을 발현한다. 따라서, 스멕틱 블루상을 나타내는 분자를 포함하는 매질을 본 표시 소자의 물질층 (3)에 밀봉하는 매질로서 적용할 수 있다.

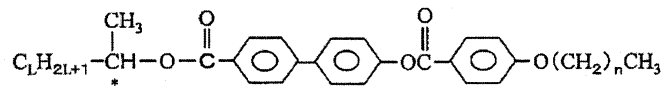
또한, 스멕틱 블루상을 나타내는 물질로서는, 예를 들면 문헌[Eric Grelet외 3명, "Structural Investigations on Smectic Blue Phases", PHYSICAL REVIEW LETTERS, The American Physical Society, 23 APRIL 2001, VOLUME 86, NUMBER 17, p.3791-3794]에 기재되어 있는 FH/FH/HH-14BTMHC를 들 수 있다. 이 물질은 74.4 °C 내지 73.2 °C에서  $BP_{Sm}$  3상, 73.2 °C 내지 72.3 °C에서  $BP_{Sm}$  2상, 72.3 °C 내지 72.1 °C에서  $BP_{Sm}$  1상을 나타낸다.

또한, 스멕틱 블루상을 나타내는 매질을 사용하는 경우에는, 콜레스테릭 블루상을 나타내는 매질을 사용하는 경우와 마찬가지로, 블루상의 선택 반사 파장역 또는 나선 피치는 400 nm 이하인 것이 바람직하고, 380 nm 이하인 것이 보다 바람직하다. 또한, 나선 피치는 253 nm 이하인 것이 바람직하고, 240 nm 이하인 것이 보다 바람직하다.

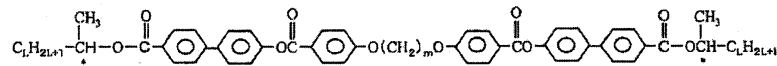
또한, 본 표시 소자의 물질층 (3)에 사용하는 매질로서는, 광학 파장 미만의 질서 구조(배향 질서)를 갖고 있어 전계 인가에 의해 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질인 것이 바람직하며, 스멕틱 블루상이나 콜레스테릭 블루상과 유사한 상을 갖는 물질일 수도 있다.

스멕틱 블루상이나 콜레스테릭 블루상과 유사한 상을 나타내는 물질로서는, 예를 들면 하기 화학식 30 및 31의 화합물의 혼합물을 들 수 있다.

## 화학식 30



## 화학식 31



여기서, L은 2 내지 10 중 어느 하나의 정수를 나타내고, m은 2 내지 14 중 어느 하나의 정수를 나타내며, n은 0 내지 6 중 어느 하나의 정수를 나타낸다.

또한, 화학식 30 및 31의 화합물을 혼합하는 경우에는,  $2 \times (n+1) = m$ 의 관계를 만족하도록 혼합하는 것이 바람직하다. 또한, 화학식 30 및 31의 화합물의 혼합 비율은 적절하게 설정하는 것이 바람직하다. 예를 들면, L=6, m=6, n=2의 경우, 화학식 30 및 31의 화합물을 등량 혼합하면, 스멕틱 블루상과 유사한 상(광학 파장 미만의 질서 구조(배향 질서)를 갖는 상)이 약 143 °C에서부터 약 130 °C의 범위에서 나타난다. 또한, L=6, m=6, n=2의 경우, 화학식 30의 화합물을 30 %, 화학식 31의 화합물을 70 %의 비율로 혼합했을 때에는 약 132 °C에서부터 약 120 °C의 범위에서 광학 파장 미만의 질서 구조(배향 질서)를 갖는 상을 나타낸다.

또한, 유전성 물질(물질층 (3)에 밀봉하는 매질)의 네마틱상 상태에서의 550 nm에서의 굴절률 이방성을  $\Delta n$ 으로 하고, 1 kHz에서의 유전율 이방성을  $\Delta \epsilon$ 로 하면  $\Delta n \times \Delta \epsilon$ 가 2.6 이상인 것이 바람직하다.

여기서, 굴절률 이방성( $\Delta n$ )은 전계 인가 시의 타원(굴절률 타원체)의 주축 방향(즉, 광과 편광의 성분 방향)의 굴절률(이상 광굴절률)을  $n_e$ , 상기 타원의 주축 방향에 수직인 방향의 굴절률(정상 광굴절률)을  $n_o$ 라고 하면,  $\Delta n = n_e - n_o$ 로 표시된다. 즉, 본 발명에 있어서, 상기 굴절률 이방성( $\Delta n$ )은  $\Delta n = n_e - n_o$ ( $n_e$ : 이상 광굴절률,  $n_o$ : 정상 광굴절률)로 나타나는 복굴절 변화를 나타낸다.

또한, 유전율 이방성(유전율 변화)( $\Delta \epsilon$ )은 유전율의 이방성을 나타내며, 액정 분자의 장축 방향에서의 유전율을  $\epsilon_e$ , 액정 분자의 단축 방향에서의 유전율을  $\epsilon_o$ 라고 하면,  $\Delta \epsilon = \epsilon_e - \epsilon_o$ 로 표시되는 값이다.

이어서, 물질층 (3)에 상기 매질에 5의 액정 미립자 분산계를 밀봉한 본 표시 소자에 대하여 행한, 구동 전압의 측정 결과에 대하여 설명한다.

용매로서는 상기 화학식 2의 화합물을 사용하였다. 상기 유전성 물질(액정 미립자 분산계)의  $\Delta n \times \Delta \epsilon$ 는 약 2.2였다. 또한, 물질층 (3)의 두께를 10  $\mu\text{m}$ , 빗살형 전극 (4·5)의 전극간 거리를 3.3  $\mu\text{m}$ 로 형성하였다. 또한, 상기 굴절률 이방성  $\Delta n$ 은 아베 굴절계(아타고 제조, "4T(상품명)")를 사용하여 파장 550 nm에서 측정하였다. 또한, 상기 유전율 이방성  $\Delta \epsilon$ 는 임피던스 분석기(도요 테크니카사 제조, "SI1260 (상품명)")를 사용하여 주파수 1 kHz에서 측정하였다.

이와 같이 형성한 본 표시 소자에 대하여, 구동 전압을 변화시키면서 투과율을 측정했더니 투과율이 최대가 되는 구동 전압은 약 28 V였다(도 16 참조).

그런데, 문헌[Handbook of Liquid Crystals", Vol. 1, p.484-485, Wiley-VCH, 1998]에 의하면, 전계 인가에 의해 발생하는 복굴절  $\Delta n(E)$ 은  $\Delta n(E) = \lambda B E^2$ 로 기술할 수 있다. 여기서,  $\lambda$ 는 광의 파장, B는 커 상수, E는 인가 전계 강도이다.

또한, 복굴절이 변화함으로써 투과율 T는 하기 수학적식과 같이 변화한다.

$$T = \sin^2(\pi \times \Delta n(E) \times d / \lambda) = \sin^2(\pi B E^2 d)$$

여기서, d는 물질층 (3)의 두께이다.

따라서, 상기 수학적식으로부터 투과율이 최대가 되는 것은  $\pi B E^2 d = \pi/2$ 의 경우이다.

또한, 상기 수학식으로부터  $\Delta B = \Delta n(E)/\lambda E^2 = \Delta n Q(E)/\lambda E^2$ 이다. 여기서,  $Q(E)$ 는 배향 질서 매개변수이다.

또한, 문헌[Handbook of Liquid Crystals", Vol. 1, p.484-485, Wiley-VCH, 1998]에 의하면  $Q \propto \Delta \epsilon \times E^2$ 이다.

따라서, 투과율이 최대가 되는 구동 전압  $V$ 는 빗살형 전극 (4·5)의 전극 간 거리를  $S$ 라고 하면,  $V = ES = S \times \sqrt{1/(2 \times B \times d)} \propto S \times \sqrt{1/(\Delta n \times \Delta \epsilon \times d)}$ 가 된다.

이상의 결과를 바탕으로 상기 유전성 물질을 본 표시 소자에 밀봉하여 측정된 전압-투과율 특성, 및 상기 구동 전압과  $\Delta n \times \Delta \epsilon$ 의 관계식으로부터 계산한, 투과율이 최대가 되는 전압치( $V(V)$ )와  $\Delta n \times \Delta \epsilon$ 의 관계를 도 16에 나타내었다.

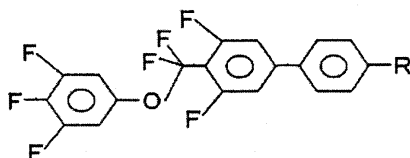
도 16에 나타난 바와 같이 굴절률 이방성  $\Delta n$ 과 유전율 이방성  $\Delta \epsilon$ 의 곱( $\Delta n \times \Delta \epsilon$ )이 2.6 이상인 유전율 물질을 사용하고, 물질층 (3)의 두께를  $10 \mu m$ , 빗살형 전극 (4·5)의 전극간 거리를  $3.3 \mu m$ 로 했을 경우, 투과율이 최대가 되는 구동 전압은 24 V가 된다.

본 표시 소자를 액티브 매트릭스 구동의 표시 장치에 적용하는 경우에는, 빗살형 전극 (4·5)에 인가하는 전계의 ON/OFF를 전환하는 스위칭 소자(TFT 소자)를 사용한다. 스위칭 소자(TFT 소자)의 게이트 전극의 막 두께와 막질을 최적화했을 경우, 게이트 전극에 인가하는 것이 가능한 내압(전압)을 측정했더니 최대 63 V였다. 따라서, 이 내압으로부터 게이트 전극의 전위가 High(즉, 게이트 전극 ON)일 때의 전압 10 V 및 게이트 전극의 전위가 Low(즉, 게이트 전극 OFF)일 때의 전압 5 V분을 뺀 48 Vpp( $63 - 10 - 5 = 48$  Vpp(peak-to-peak))가 물질층 (3)에 인가할 수 있는 최대한의 전압치이다. 이 전압치는 실효치(rms: root-mean-square)로 말하면  $\pm 24$  V가 된다.

따라서, 물질층 (3)의 두께를  $10 \mu m$ , 빗살형 전극 (4·5)의 전극 간 거리를  $3.3 \mu m$ 로 했을 경우에는, 굴절률 이방성  $\Delta n$ 과 유전율 이방성  $\Delta \epsilon$ 의 곱( $\Delta n \times \Delta \epsilon$ )이 2.6 이상인 유전율 물질을 사용함으로써, 스위칭 소자의 내압 범위 내에서 투과율을 최대로 할 수 있다.

또한,  $\Delta n \times \Delta \epsilon$ 가 2.6 이상인 유전율 물질로서는, 예를 들면 하기 화학식 32의 화합물을 들 수 있다.

화학식 32



여기서, R은 알킬기를 나타내고, 화학식 32의 화합물은  $\Delta \epsilon$ 이 약 25이고,  $\Delta n$ 이 약 0.15이며,  $\Delta n \times \Delta \epsilon = 3.75$ 가 된다.

또한, 빗살 무늬 전극 구조의 본 표시 소자에 있어서, 추가로 투과율이 최대가 되는 구동 전압을 낮추기 위해서는, 빗살 무늬 전극의 간격을 좁게 하는 것을 생각할 수 있지만, 제조 상의 정밀도나 공정 마진, 공정 비용 등의 제한으로부터 빗살 무늬의 전극 간격을 좁게 하는 데에는 한계가 있다.

또한, 빗살 무늬 전극 구조의 본 표시 소자에 있어서, 추가로 구동 전압을 낮추기 위해서는 물질층 (3)의 두께를 더욱 두껍게 하는 것도 고려할 수 있다. 그러나, 물질층의 두께를 단순히 두껍게 해도 전계가 인가되는 두께는 반드시 물질층의 두께 증가분만큼 증가하는 것은 아니다. 따라서, 물질층 (3)의 두께를  $10 \mu m$ 로부터 더욱 두껍게 해도 구동 전압의 감소에는 효과적이지 않다.

또한, 본 실시태양에 기재한 매질의 예 1 내지 8 중, 음의 유전 이방성을 갖는 매질에 대해서는 실시태양 1 및 2, 후술하는 실시태양 4의 표시 소자에 적용할 수 있다.

또한, 본 실시태양의 표시 소자는 기판면 평행 방향으로 전계를 인가하는 구성(횡전계), 물질층 (3)에 밀봉하는 매질로서 포지티브형 액정을 사용하는 구성(포지티브형 액정), 두 기판에 구비되는 배향막의 러빙 방향을 평행하게 하는 구성(병렬 러빙), 물질층 (3)에 배향 보조제를 형성하여 분자의 배향을 보조하는 구성(중합체 고정)을 기본 구성으로 한다고 표현할 수도 있다.



또한, 상기한 각 매질의 예에 한정되지 않고, 질서 구조의 크기가 크고, 본원 발명에 적용하기 어려운 매질이라도 배향 보조재에 의해 미세 도메인에 강제적으로 고정화함으로써 본원 표시 소자에 적용할 수 있다. 예를 들면, 상기한 고분자 네트워크, 겔화제, 미소 세공 필름 등을 포함하는 배향 보조재(미세 구조)를 매질 중에 형성해 두면, 네마틱상이나 콜레스테릭상이라도 거의 광학적으로 등방적인 상태를 만들어낼 수 있다.

고분자 네트워크로서는, 예를 들면 5CB에 아크릴레이트 단량체를 혼입시키고, 등방상에서 자외선을 조사함으로써 등방상 중에 형성되는 미세한 고분자 네트워크를 사용할 수 있다. 이와 같이 고분자 네트워크를 형성한 후, 온도를 저하시켜 네마틱상을 석출시키면, 미세한 고분자 네트워크에 의해 배향 결함 투성이 된다. 즉, 고분자 네트워크가 광학 파장 미만의 스케일로 형성되어 있으면, 통상의 일축 배향한 네마틱 배향은 되지 않으며, 광학적으로 등방인 네마틱상을 얻을 수 있다. 또한, 완전한 광학적 등방상을 얻지 못하고, 간신히 광이 산란하는 경우에는 미리 키랄제를 혼입시켜 둘 수도 있다. 그에 따라, 상기 고분자 네트워크 내에 형성되는 미세 도메인 내에 비틀림 구조를 유발할 수 있기 때문에, 미세 도메인의 광학적 이방성을 감소시킬 수 있다. 그 결과, 광의 산란을 억제할 수 있다.

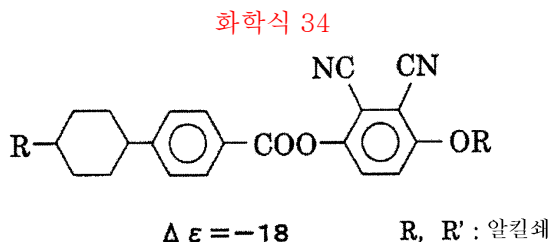
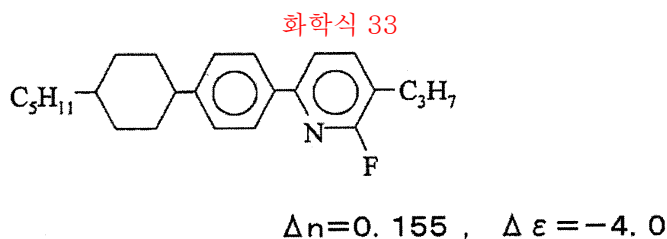
#### <실시태양 4>

본 발명의 다른 실시태양에 대하여 도면에 기초하여 설명한다. 또한, 설명의 편의상, 실시태양 1의 표시 소자와 동일한 구성 및 기능을 갖는 부재에 대해서는 동일한 부호를 붙이고, 그 설명을 생략한다.

본 실시태양의 표시 소자는 실시태양 1의 표시 소자에서, 물질층 (3)에 밀봉하는 매질을 변경함과 동시에, 이 매질에 키랄제를 첨가한 것이다. 도 17은 본 실시태양의 표시 소자 (10)의 단면도이다. 또한, 이 도면에서는 배향 보조재 (11)을 생략하였다.

또한, 본 실시태양에서는 배향막 (8) 및 (9)로서, JSR(주) 제조의 수평 배향막인 JALS-1048(폴리이미드)을 사용하였다. 또한, 본 실시태양의 표시 소자에서의 두 기판 간의 간격, 즉 물질층 (3)의 두께는 1.3  $\mu\text{m}$ 로 하였다.

물질층 (3)은 네가티브형 액정 혼합물을 포함하는 매질을 함유하고 있다. 또한, 상기 네가티브형 액정 혼합물을 구성하는 1 액정 분자 (12)의 배향 상태를 도 17에 모식적으로 나타내었다. 상기 네가티브형 액정 혼합물은, 예를 들면 하기 화학식 33 및 34의 액정 재료의 혼합 화합물 등으로 실현할 수 있다.

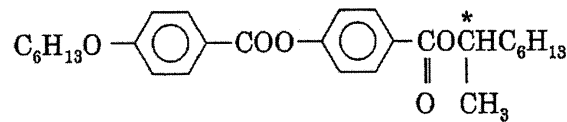


상기 네가티브형 액정 재료의 네마틱상 상태에서의 굴절률 이방성  $\Delta n$ 은 0.14이고, 유전율 이방성  $\Delta \epsilon$ 은 -14이며, 네마틱-이소트로픽 상전이 온도( $T_{ni}$ )는 62  $^{\circ}\text{C}$ 이다.

또한, 본 실시태양에서는 상기 액정 재료에 키랄제가 첨가되어 있다. 또한, 키랄제는 꼬임력에 의해 액정성 물질을 구성하는 액정 분자끼리를 결합시켜, 액정 분자가 배열되어 있는 평면마다 분자 장축의 각도가 틀어지는 트위스트(나선) 구조를 갖는 콜레스테릭상을 형성하는 것이다. 본 실시태양에서는 키랄제로서 하기 화학식 35로 표시되는 키랄제 S811(E, Merck사)를 사용하였다.



화학식 35



또한, 키랄제 S811과 상기 네가티브형 액정 재료의 혼합물(키랄제 첨가 액정 재료)은 키랄제 S811의 중량% 농도  $c$ 가 30 중량%가 되도록 조정하였다. 여기서, 상기 키랄제 S811과 상기 네가티브형 액정 재료의 혼합물에서의 네마틱-이소트로픽 상전이 온도( $T_{ni}$ )를 측정했더니 38 °C였다. 상기 네가티브형 액정 재료에서만은 62 °C였기 때문에, 키랄제를 첨가함으로써 응고점 강하와 같은 현상이 발생하여 상전이 온도가 저하했다고 여겨진다. 이 경우, 물질층 (3) 내에서  $T_{ni}$  온도 (38 °C) 이하에서는 콜레스테릭 액정상(키랄 네마틱 액정상)으로 되어 있다. 또한, 상기 키랄제 첨가 액정 재료의 자발적 비틀림량(내츄럴 키랄 피치)  $p$ 를 키랄제 첨가 액정 재료를 켜기형 셀에 주입하여 외부 압입에 의해 계산했더니  $p=0.59 \mu\text{m}$ 로서, 가시광 파장 정도인 것이 확인되었다. 여기서, 키랄(나선) 피치  $p$ 와 키랄 농도  $c$ 는 하기 수학식 1과 연관되어 있다는 것이 일반적으로 알려져 있다.

수학식 1

$$p = 1 / A c$$

여기서,  $A$ 는 비례 상수이고, HTP라는 키랄제의 꼬임력을 나타내는 지표이다. 즉, 키랄 첨가 농도가 증가할수록 키랄(나선) 피치는 짧아지는 것을 알 수 있다. 또한,  $A$ 의 값은 키랄제에 의해 상이한 재료 고유의 것임과 동시에, 혼합하는 상대의 액정 재료(호스트 액정 재료)에 따라서도 상이하다.

또한, 본 실시태양의 표시 소자 (10)을 외부 가온 장치(도시하지 않음)에 의해  $T_{ni}$  바로 윗쪽의 온도, 여기서는  $T=T_{ni}+0.1$  K로 유지하여 기관 법선 방향의 전계(종방향 전계)를 인가하였다. 상기한 바와 같이 물질층 (3)에는 네가티브형 액정 재료와 키랄제가 첨가되어 있고 상기 기관 계면에 수평 배향막이 구비되어 있어서, 표시 소자 (10)에서의 액정 분자는 전계 인가 시에는 도 17에 나타낸 바와 같이, 우측 비틀림 또는 좌측 비틀림의 한쪽 방향의 대칭성을 갖는 트위스트 구조를 이루는 클러스터(분자의 소집단)가 비교적 낮은 전압에서 발생하였다. 또한, 클러스터의 크기는 키랄(나선) 피치 정도인 것을 알 수 있다.

상기와 같이, 본 실시태양의 표시 소자 (10)에서 비교적 낮은 전압으로 한쪽 방향의 대칭성을 갖는 트위스트 구조가 발현된 원인으로서, 표시 소자 (10)에서는 기관 계면에 수평 배향막을 미리 설치한 것을 생각할 수 있다. 도 18에 모식적으로 나타낸 바와 같이, 전계 무인가 시에는 물질층 (3)은 벌크로서는 광학적 등방성을 나타내지만, 기관 계면의 분자는 수평 배향막 (8·9)의 배향 규제력에 따라 기관 면내 방향으로 배향, 또는 흡착되어 있다. 상기 계면의 분자층은 셀 두께와 비교하면 매우 얇은 층이며, 셀의 광학 특성에는 전혀 영향을 주지 않는다. 또한, 전계를 인가하면, 도 18에 나타낸 바와 같이 계면에 배향·흡착되어 있던 분자층이 원인이 되어 보다 효과적으로 셀 내부의 분자도 기관 면내 방향으로 배향됨과 동시에, 키랄제의 대칭성의 영향을 받아 트위스트 구조가 발현된다. 그 결과, 비교적 낮은 전압으로 본 표시 소자에서는 광학적 이방성이 발현된다.

본 실시태양의 표시 소자에서는 종방향 전계(기관 법선 방향 전계)를 인가하는 평판 투명 전극을 이용한 구성이 전체이지만, 횡방향 전계를 인가하는 빗살 모양 전극 구성(Inter-digital electrode structure)에서도 키랄제를 첨가하지 않은 경우와 비교하여 저구동 전압이 가능하다. 또한, 이 경우, 본 실시태양의 표시 소자 (10)과 같이 기관 법선 방향 전계를 인가한 셀과는 구동 전압, 광학적 이방성이 발현되는 임계치 전압은 동일해지지 않지만, 키랄제를 첨가하지 않은 경우와의 대소 관계나 정성적인 관계는 유지되는 것이 본 발명자들의 검토에 의해 밝혀졌다.

또한, 키랄제를 첨가하지 않은 것 이외에는, 본 실시태양의 표시 소자 (10)과 동일하게 형성한 비교용 표시 소자에서는, 표시 소자의 온도와 임계치(최대 투과율의 5 %에 도달하는 전압)를 측정했더니 임계치가 온도 변화에 대하여 균일해지는 온도 영역은 전혀 존재하지 않았다. 한편, 본 실시태양의 표시 소자 (10)에서는 상전이점보다 위 0.5 K 정도의 온도 영역에서는 임계치가 거의 균일하였다. 즉, 본 실시태양의 표시 소자 (10)에서는 키랄제를 30 중량%로 대량 첨가함으로써 온도 영역의 확대를 실현할 수 있고, 키랄제의 다량 첨가로 전계 무인가 시에 광학적 등방성을 보이는 매질 중에 전계 인가에 의해 효과적으로 광학적 이방성을 발현시킬 수 있다.

이것은 키랄제의 첨가는 광학적 등방성 매질 중에 전계 인가에 의해 키랄제의 꼬임력이 미칠 수 있는 영역(클러스터)이 형성되어 있는 것을 암시하며, 이 클러스터는 온도 상승에 대하여 비교적 안정적으로 존재하고, 보다 넓은 온도 범위에서 광학적 이방성을 발현하는 것으로 연결된다고 여겨진다.

또한, 상기 임계치의 균일한 온도 범위는 키랄제의 첨가량을 늘리면 더욱 넓힐 수 있다는 것도 확인되었다. 온도 범위를 넓히기 위한 키랄 첨가 농도의 하한이 30 중량%인 것을 알 수 있다. 또한, 예를 들면 문헌[첸들러 세갈 著, 기무라 하쓰오, 야마시타 마모루 공역, "액정의 물리학(원서 제2판)", 1995, 요시오카쇼팽, p.330]에 의하면, 키랄제를 다량으로 첨가한 액정 재료에서는 콜레스테릭 블루상을 나타내는 경우가 있다는 것이 기재되어 있다.

도 19a 및 도 19b는 콜레스테릭 블루상을 설명하기 위한 설명도이고, 도 19a는 키랄 피치  $p$  및 온도에 대한 상 상태의 변화를 나타내는 그래프이며, 도 19b는 콜레스테릭 블루상에서 형성되는 이중 비틀림 실린더(DTC) 구조를 나타내는 설명도이다.

도 19a에 나타난 바와 같이, 콜레스테릭 블루상은 이소트로픽상(등방상)과 콜레스테릭상 간의 상으로서 발현된다. 이 발현에는 키랄제가 크게 관여하며, 이소트로픽상을 나타내는 상태에서부터 키랄 피치  $p$ 가 작아져, 어느 임계 피치 이하가 되면 콜레스테릭 블루상이 발현한다.

블루상에 대해서는 학술적으로도 활발히 해석되고는 있지만, 여전히 미지의 부분도 많다. 또한, 콜레스테릭 블루상 중에도 추가로 몇가지 상이 존재한다고 여겨지고 있다. 이들은 저온측으로부터 BPI, BPⅡ, BPⅢ이라고 불리운다. 콜레스테릭 블루상에서는 키랄제의 근접적인 꼬임력에 의해, 그 꼬임력이 미치는 영역 내에서는 이중 비틀림 실린더(DTC) 구조의 통형 구조를 갖는다(도 19b 참조). 상기 통형 구조는 키랄제의 꼬임력과, 액정 분자가 연속적으로 배향을 연결하고자 하는 연속 탄성적 성질과의 길항에 의해 생기는 것이다. 상기 통형 구조의 외측은 키랄제의 꼬임력이 미치지 않는 영역이며, 그 중에는 배향 결함(디스클리네이션(Disclination))이 존재한다. 또한, 상기 통형 구조는 블루상에서 체심 입방 구조(도 15 중앙의 디스클리네이션의 위치를 나타낸 도면 참조)나 면심 입방 구조 등의 3차원 주기 구조를 갖고 있다는 것도 X선 해석 등에 의해 밝혀지고 있다.

본 실시태양의 표시 소자 (10)에서는 상 구조의 상세한 해석까지는 행하고 있지 않지만, 상기 문헌 중에 기술되는 콜레스테릭 블루상을 나타내는 것도 생각할 수 있다. 상기 블루상은 일정 온도 범위에서 나타나는 상이며, 그 온도 범위 내에서는 일정한 광학 특성(예를 들면, 임계치가 일정한 것이나, 최대 투과율에 도달하는 전압이 일정한 것 등)을 나타내는 것이 예상된다. 본 발명의 표시 소자는 상기한 바와 같은 광학 특성이 넓은 온도 범위에서 얻어지는 것이 바람직하며, 그러한 광학 특성의 기원이 콜레스테릭 블루상이라도 전혀 상관이 없다. 즉, 물질층 (3)에 밀봉되어 있는 매질은 콜레스테릭 블루상일 수도 있고, 상술한 스멕틱상으로 표시되는 스멕틱 블루상일 수도 있다. 또한, 상기한 광학 특성은 앞서 설명한 바와 같은 키랄제 다량 첨가가 초래하는 클러스터 형성에 기인하는 것일 수도 있다.

상기한 결과로부터, 본 실시태양의 표시 소자 (10)에서는 저전압으로 구동이 가능함과 동시에, 광의 이용 효율도 높아 밝은 표시를 실현할 수 있다. 또한, 본 실시태양의 표시 소자 (10), 즉, 키랄제 S811과 상기 네가티브형 액정 재료의 조합을 포함하는 매질을 사용하는 경우, 키랄제의 첨가 농도는 적어도 30 중량% 이상이면 저전압 구동이 가능하고, 광의 이용 효율이 높아 밝은 표시를 실현할 수 있다. 이것은 본 실시태양의 표시 소자 (10)의 경우, 키랄제의 첨가 농도를 30 중량% 이상으로 함으로써 키랄 피치가 적어도 가시광 파장이나, 그 이하가 되기 때문이다. 따라서, 본 실시태양에서 사용한 키랄제 S811과 상기 네가티브형 액정 재료의 조합에서는 키랄제의 첨가 농도가 30 중량% 이상이 바람직하다는 결과를 얻을 수 있지만, 보다 중요한 것은 최종적인 키랄제 첨가 액정으로서의 키랄(나선) 피치가 가시광 파장 영역이거나, 또는 그 이하의 범위라는 점이다. 이러한 구성으로 함으로써 키랄제 S811과 상기 네가티브형 액정 재료의 조합 이외의 매질을 사용하는 경우에도, 본 실시태양과 같이 구동 전압이 낮고, 광의 이용 효율이 우수한 표시 소자를 실현할 수 있다.

이어서, 본 실시태양의 표시 소자 (10)에서 광이 취출되고 있는 이유에 대하여 본 발명자들이 고찰을 행하였다. 본 실시태양의 표시 소자 (10)에서의 매질로서 사용하는 키랄제를 다량으로 첨가한 액정 재료 등은 일반적으로 광학 활성 물질이라고 불리우고 있다(예를 들면, 문헌[물리학사전 편집위원회 편집, "물리학사전", 1992, 바이후칸, p.631] 참조).

도 20은 광학 활성의 메카니즘을 모식적으로 나타낸 설명도이다. 이 도면에 나타난 바와 같이 직선 편광을 입사시키는 경우를 생각한다. 직선 편광은 위상, 진폭이 갖추어진 좌우 원편광으로 분해할 수 있다. 이것이 광학 활성 물질에 입사되면, 광학 활성 물질은 그 자체가 고유로 갖는 결정 구조나 비틀림(헬릭스) 구조 때문에 좌우 원편광에 대한 굴절률이 상이하다. 또한, 도 20에서는 간단히 하기 위해 우측 주변 원편광의 굴절률을  $n_+$ , 좌측 주변 원편광의 굴절률을  $n_-$ 로 표시하였다. 그

렇게 하면 광학 활성 물질로부터 출사할 때에는  $n_+$  와  $n_-$  의 굴절률차, 광학 활성 물질의 두께 d 등으로 결정되는 양만큼, 좌우 원편광의 위상이 서로 틀어지게 된다. 또한, 상기 출사시의 좌우 원편광을 합성하면, 마치 입사시의 직선 편광의 편광 방위와 비교하여 일정 각도분 만큼 편광 방위가 회전하는 직선 편광이 된다. 그 결과, 본 실시태양의 표시 소자 (10)과 같이 상하 편광판 (6, 7)을 직교 배치(크로스니콜 배치)해 두면 광이 투과해 오게 된다. 본 실시태양의 표시 소자 (10)에서는 상기와 같은 메카니즘에 의해 광을 취출할 수 있다는 것이 본 발명자들에 의해 밝혀졌다. 또한, 광학 활성 물질로서는, 예를 들면 자당이나 장뇌의 용액, 광축에 수직으로 절단된 수정의 평행 평면판, 길레이트형 금속 착화합물, 부정 탄소를 갖는 유기 화합물, 헬릭스 구조를 갖는 생체 고분자, 콜레스테릭 액정, 로셀염, 셀레늄이나 텔루륨 등의 나선 구조를 갖는 결정, 타르타르산, 포도당 용액 등을 들 수 있다.

또한, 본 실시태양의 표시 소자 (10)의 물질층 (3)에서는, 상기한 네가티브형 액정성 혼합물에 추가하여 광중합성 단량체 (중합성 화합물)와 중합 개시재를 적량 미리 첨가해 두고, 액정성 혼합물이 네마틱상 상태에서 자외선(UV)을 조사하여 셀 내에 고분자쇄(배향 보조재) (11)을 형성하고 있다.

이 경우, 액정성 혼합물은 네마틱상을 나타내는 상태로 조사를 행하기 때문에, 배향막 (8, 9) 계면의 배향 방향을 따라 액정 분자가 셀 내부까지 키랄제의 비틀림 방향을 따라 동일하게 배향된 상태로 고정화되게 된다. 즉, 고분자쇄 (11)은 비틀림 배향되어 있는 액정 분자를 일정 크기로 둘러싸는 형태로 3차원적 벽상으로 형성된다. 여기서, 고분자쇄 (11)에 둘러싸이는 영역(캡슐)의 크기는 광중합성 단량체의 첨가량이나 UV광의 조사 에너지 등으로 결정되지만, 고분자의 굴절률과 액정 분자의 굴절률의 미스매치로부터 생기는 광산란에 의한 콘트라스트 저하를 방지하기 위해서는, 캡슐의 크기가 가시광 파장 이하인 것이 바람직하다.

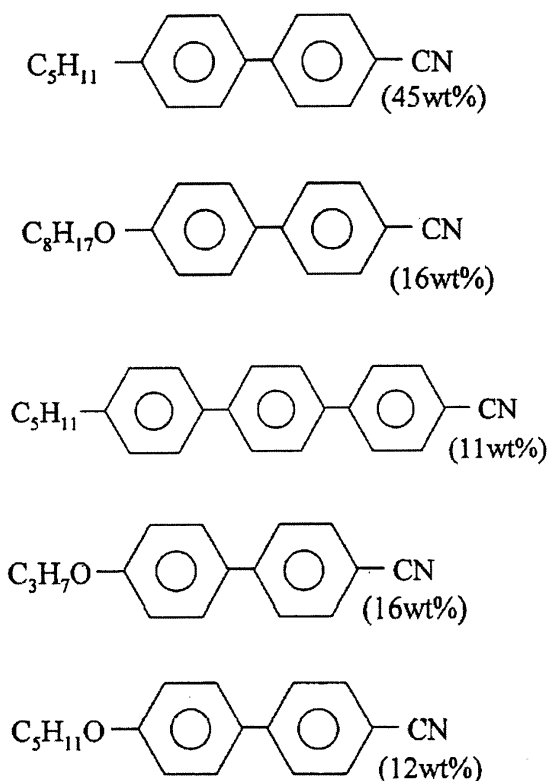
이와 같이, 예를 들면 네마틱상에 의해 물질층 (3)에 밀봉하는 매질의 배향 상태의 고정화를 실시한 것을, 본 실시태양의 표시 소자 (10)의 구동 온도 영역인 네마틱-이소트로픽 상전이 온도( $T_{ni}$ 점) 상의 등방상으로 가온하면, 각각의 캡슐 중의 액정은 광학적 등방상으로 상전이한다. 이러한 고정화를 실시하지 않은 표시 소자에서는 등방상 액정에 전계를 인가했을 때 광학적 이방성이 발현되는 온도 범위가 매우 좁다(예를 들면, 1 K 정도). 그러나, 본 실시태양의 표시 소자 (10)과 같이 고분자로 캡슐화나 네트워크화를 실시한 것은 고분자의 벽 효과(고분자벽의 앵커링 효과)를 액정 분자가 등방상을 나타내는 상태에서도 유효하게 작용시킬 수 있기 때문에, 온도 범위의 확대가 가능해진다. 따라서, 넓은 온도 범위에서 구동이 가능한 표시 소자를 실현할 수 있다.

또한, 상기와 같이 물질층 (3)에 밀봉하는 매질의 배향 상태가 고정화되는 배향 보조재(고정화 보조재)로서는, 실시태양 1 내지 3에 기재한 각 배향 보조재를 사용할 수 있다. 또한, 본 실시태양의 표시 소자 (10)의 제조 방법은 실시태양 1에 기재한 방법과 대략 동일한 방법을 적용할 수 있다.

또한, 본 실시태양의 표시 소자 (10)에 밀봉하는 매질은, 상기한 예로 한정되는 것은 아니다.

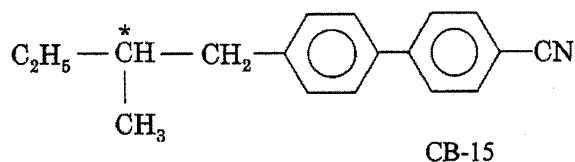
또한, 키랄제의 첨가 농도가 30 중량% 이상인 다른 예로서, 하기 화학식 36 으로 표시되는 BDH사의 네마틱 액정 E8에 하기 화학식 37로 표시되는 키랄제 CB15 를 42.5 중량%의 농도로 첨가한 재료계를 사용할 수도 있다. 이 재료계의 키랄 피치는 0.53  $\mu\text{m}$ , 즉 가시광 파장 범위 내이며, 콜레스테릭 블루상을 나타낸다.

화학식 36



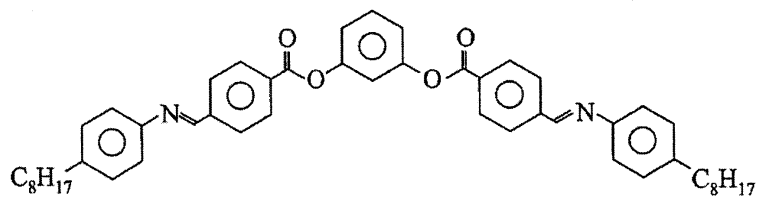
E8 : 상기 5개의 단품 액정의 혼합

화학식 37



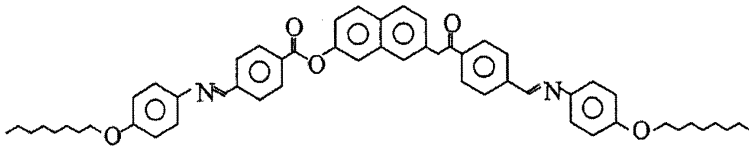
또한, 상기한 설명에서는 주로 한쪽 방향의 대칭성을 나타내는 매질을 준비하는 데 있어서, 호스트가 되는 액정 재료에 키랄성 물질(키랄제)을 첨가하는 계에 대하여 설명했지만, 이것으로 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 그 매질 자체가 키랄성을 갖는 것(키랄 물질)을 사용할 수도 있다. 또한, 바나나형(굴곡형) 액정과 같이 부제 탄소 원자를 갖지 않지만(분자 자체는 키랄성을 갖지 않지만), 분자 형상의 이방성과 패킹 구조에 의해 계로서 키랄성이 발생하는 분자를 포함하는 매질을 사용할 수도 있다. 이러한 바나나형(굴곡형) 액정으로서, 예를 들면 하기 화학식 11로 표시되는 P8PIMB를 들 수 있다.

<화학식 11>

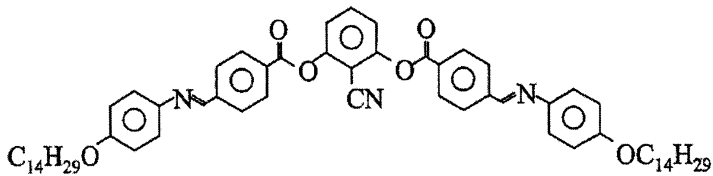


또한, 상기 P8PIMB 이외의 바나나형(굴곡형) 액정을 사용할 수도 있다. 예를 들면, 굴곡부는 페닐렌기 등의 벤젠환 뿐만 아니라, 나프탈렌환이나 메틸렌쇄로 결합될 수도 있다. 예를 들면, 하기 화학식 12 내지 15로 표시되는 화합물 등을 사용할 수도 있다.

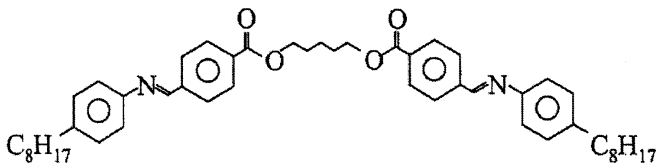
<화학식 12>



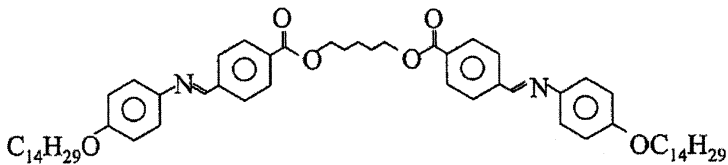
<화학식 13>



<화학식 14>

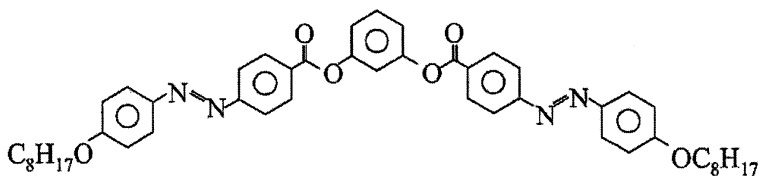


<화학식 15>



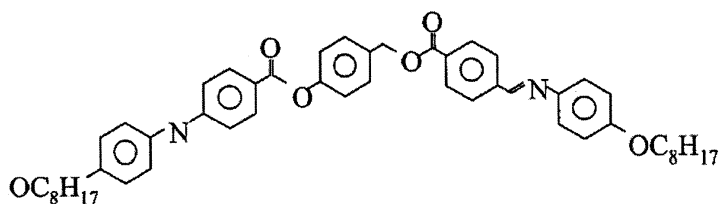
또한, 아조기가 포함되어 있는 바나나형(굴곡형) 액정을 사용할 수도 있다. 이러한 바나나형(굴곡형) 액정으로서, 예를 들면 하기 화학식 16의 화합물 등을 들 수 있다.

<화학식 16>



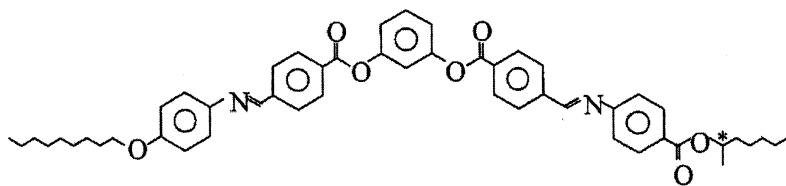
또한, 상기한 각 바나나형(굴곡형) 액정은 결합부(굴곡부)의 좌우에서 대칭적인 화학 구조를 갖지만, 결합부의 좌우에서 비대칭적인 화학 구조를 가질 수도 있다. 그러한 바나나형(굴곡형) 액정으로서, 예를 들면 하기 화학식 17의 화합물 등을 들 수 있다.

<화학식 17>



또한, 상기 바나나형(굴곡형) 액정 분자는 키랄 탄소를 포함하고 있지 않지만, 반드시 이것으로 한정되는 것은 아니며, 키랄 탄소를 1 개 또는 복수 개 포함할 수도 있다. 그러한 바나나형(굴곡형) 액정으로서, 예를 들면 하기 화학식 18의 화합물 등을 들 수 있다.

#### <화학식 18>



또한, 본 실시태양의 표시 소자는 기관면 법선 방향으로 전계를 인가하는 구성(중전계 인가 구성), 물질층 (3)에 밀봉하는 매질로서 키랄제를 첨가한 네가티브형 액정을 이용하는 구성, 두 기관면에는 배향막을 배치해 두는 구성, 물질층 (3)에 배향 보조재를 형성하여 전계 인가 시의 분자 배향을 보조하는 구성, 또는 물질층 (3)을 소 영역에 밀폐해 두는 구성을 기본 구성으로 하는 것이라고 표현할 수도 있다.

또는, 본 실시태양의 표시 소자는 기관면 법선 방향으로 전계를 인가하는 구성(중전계 인가 구성), 물질층 (3)에 밀봉하는 매질로서 키랄성 물질을 첨가한 네가티브형 액정을 이용하는 구성으로 표현할 수도 있다.

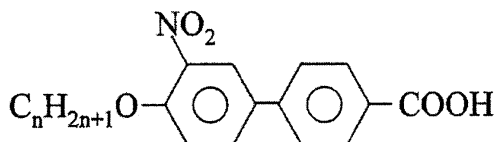
#### <실시태양 5>

본 발명의 다른 실시태양에 대하여 도면에 기초하여 설명한다. 또한, 설명의 편의상, 상기 각 실시태양의 표시 소자와 동일한 구성 및 기능을 갖는 부재에 대해서는 동일한 부호를 붙이고, 그 설명을 생략한다.

본 실시태양의 표시 소자는 실시태양 3의 표시 소자 (30)에서, 물질층 (3)에 밀봉하는 매질 및 기관 (1)과 기관 (2)의 간격을 변경한 것이다.

즉, 본 실시태양의 표시 소자에서는 물질층 (3)에 밀봉하는 매질을 투명한 유전성 물질인 4'-n-알콕시-3'-니트로바이페닐-4-카르복실산(ANBC-22)에 유기계 미립자를 0.05 중량% 이상 0.1 중량% 이하의 농도로 첨가한 물질로 하였다. ANBC-22의 화학식 21을 하기에 나타내었다. 또한, 화학식 21에 있어서 n=22이다.

#### <화학식 21>



또한, 기관 (1) 및 (2)에는 유리 기관을 사용하고, 두 기관 사이의 간격은 비드를 미리 산포(散布)해 둬으로써 4 μm가 되도록 조정하였다. 즉, 물질층 (3)의 두께를 4 μm로 하였다.

빛살형 전극 (4a · 5a)은 ITO를 포함하는 투명 전극으로 하였다. 또한, 두 기관의 내측(대향면)에는 러빙 처리를 실시한 폴리이미드를 포함하는 배향막을 형성하였다. 러빙 방향은 실시태양 3에서 도 14에 나타난 러빙 방향과 동일하다. 또한, 러

빔 방향은 이것으로 한정되는 것은 아니지만, 물질층 (3)에 밀봉한 매질이 스펙터 C상을 나타낼 때 밝은 상태가 되는 방향이 바람직하며, 전형적으로는 편광 관측 방향과 45도의 각도를 이루고 있는 것이 바람직하다. 또한, 기관 (1)측의 배향막에 대해서는 빗살형 전극 (4a · 5a)를 피복하도록 형성하였다.

편광판 (6 · 7)은, 도 14에 나타낸 바와 같이 서로의 흡수축이 직교함과 동시에 각 편광판에서의 흡수축과 빗살형 전극 (4a · 5a)에서의 빗살 무늬 부분의 전극 신장 방향이 약 45도의 각도를 이루도록, 각각 기관 (1) 및 (2)의 외측(대향면의 반대측)에 설치하였다.

이와 같이 하여 얻어진 표시 소자는 스펙터 C상-큐빅상의 상전이 온도보다 저온측의 온도에서는 스펙터 C상이 된다. 또한, 스펙터 C상은 전계 무인가 상태에서 광학적 이방성을 나타낸다.

또한, 상기 표시 소자를 외부 가온 장치에 의해 스펙터 C상-큐빅상의 상전이 근방의 온도(상기 상전이 온도로부터 그 저온측 10 K 정도까지의 온도)로 유지하고, 빗살형 전극 (4a · 5a) 사이에 전계 인가(전압 50 V 정도의 교류 전계(주파수는 0 보다 크고 수백 kHz까지))를 행했다니 투과율을 변화시킬 수 있었다. 즉, 전계 무인가 시에 광학적 이방성을 나타내는 스펙터 C상(밝은 상태)에 전계를 인가함으로써, 등방적인 큐빅상(어두운 상태)으로 변화시킬 수 있었다. 즉, 상기 표시 소자는 전계 무인가 시에 광학적 이방성을 나타내며, 전계를 인가함으로써 광학적 등방성을 나타낸다. 또한, 이 때 굴절률 타원체는 타원으로부터 구형으로 변화한다.

또한, 각 편광판의 흡수축과 빗살형 전극이 이루는 각도는 45 도로 한정되지 않고, 0 내지 90도의 모든 각도로 표시를 행할 수 있다. 이것은 밝은 상태를 전계 무인가 시에 실현하고 있기 때문에, 즉 밝은 상태를 두 배향막에 실시한 러빙 방향과 두 편광판의 편광판 흡수축 방향의 관계만으로 달성하고 있기 때문이다.

또한, 상기 표시 소자에서 어두운 상태는 전계 인가에 의한 매질의 광학적 등방상에의 전계 유발 상전이로 실현되고 있다. 따라서, 각 편광판 흡수축은 서로 직교만하고 있으면 되며, 각 편광판 흡수축과 각 빗살형 전극의 방향과의 관계는 표시에 기여하지 않는다.

따라서, 배향 처리(러빙 처리)는 반드시 필요하지 않으며, 비정질 배향 상태(랜덤 배향 상태)에서도 표시를 행할 수 있다.

또한, 기관 (1) 및 (2)에 각각 전극을 설치하고, 기관면 법선 방향의 전계를 발생시켜도 기관 (1) 상에 빗살형 전극 (4a · 5a)를 설치하는 경우와 거의 동일한 효과를 얻을 수 있다. 즉, 전계 방향을 기관면 수평 방향이 아니라, 기관면 법선 방향으로 한 경우에도 거의 동일한 결과를 얻을 수 있다.

이와 같이 물질층 (3)에 밀봉하는 매질로서, 전계 무인가 시에 광학적 이방성을 가지며, 전계 인가에 의해 광학적 이방성이 소실되어 광학적 등방성을 나타내는 매질을 사용할 수도 있다.

또한, 배향 보조재에 의해 물질층 (3) 내에 다수의 소 영역(미세 도메인)을 형성함으로써, 물질층 (3)에 밀봉하는 매질(상기 혼합 물질을 포함하는 매질)을 구성하는 분자의 전계 인가 시의 배향 질서 구조를 고정화할 수도 있다. 또한, 물질층 (3)에 밀봉하는 매질에, 예를 들면 중합성 단량체(예를 들면, 아크릴레이트계 단량체 등의 광중합성 단량체), 또는 중합성 단량체 및 중합 개시제를 첨가하여 중합할 수도 있다. 즉, 전계 인가 시의 광학적 등방성의 질서 구조를 중합성 화합물(배향 보조재)에 의해 안정화할 수도 있다. 또한, 전계 인가 시에서의 광학적 등방성의 질서 구조를 미립자, 다공질 구조체, 수소 결합체 등의 배향 보조재에 의해 안정화할 수도 있다.

또한, 본 실시태양에서는 물질층 (3)에 밀봉하는 매질로서 ANBC-22와 유기계 미립자의 혼합 물질을 사용했지만, 이것으로 한정되는 것은 아니다. 전계 무인가 시에 광학적 이방성을 가지며, 전계 인가에 의해 광학적 이방성이 소실되어 광학적 등방성을 나타내는 매질이라면, 상기한 혼합 물질을 사용하는 경우와 대략 동일한 효과를 얻을 수 있다. 또한, 물질층 (3)에 밀봉하는 매질은 전계 무인가 시에 광학적 이방성을 가지며, 전계 인가에 의해 광학적 이방성이 소실되어 광학적 등방성을 나타내는 매질이라면 혼합 물질일 필요는 없다.

또한, 본 실시태양의 표시 소자에 있어서 물질층 (3)에 사용되는 매질은 양의 유전 이방성을 가질 수도 있고, 음의 유전 이방성을 가질 수도 있다. 예를 들면, 상기 각 실시태양에 기재한 매질 중 어느 하나를 사용할 수도 있다. 양의 유전율 이방성을 갖는 매질을 사용한 경우에는 기관에 대략 평행한 전계에서 구동할 필요가 있지만, 음의 유전 이방성을 갖는 매질을 적용한 경우에는 그것으로 한정되지 않는다. 예를 들면, 기관에 기울어진 전계에 의해서도 구동이 가능하며, 수직인 전계에 의해서도 구동이 가능하다. 이 경우에는 대향하는 한쌍의 기관(기관 (1) 및 (2))의 양쪽에 전극을 구비하며, 두 기관에 구비된 전극 간에 전계를 인가함으로써 물질층 (3)에 전계를 인가하게 된다.

또한, 전계를 기관면 평행 방향으로 인가하는 경우라도, 또는 기관면 수직 방향 또는 기관면에 대하여 경사 방향으로 인가하는 경우라도 전극의 형상, 재질, 전극의 수, 및 배치 위치 등은 적절하게 변경하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 투명 전극을 사용하여 기관면에 대하여 수직으로 전계를 인가하면, 개구율면에서 유리하다.

본 발명의 표시 장치는 상기한 어느 하나에 기재된 표시 소자를 구비하는 것을 특징으로 한다. 따라서, 표시를 위해 필요한 구동 전압을 저전압화한 표시 장치를 실현할 수 있고, 온도 범위가 넓은 표시 장치를 실현할 수 있게 된다.

또한, 상기 각 실시태양에 있어서는, 상기 매질의 광학적 이방성 정도를 변화시키는 수단으로서, 주로 전계 인가를 예들 들어 설명했지만, 본 발명이 이것으로 한정되는 것은 아니며, 전계 이외의 외장을 인가함으로써 외장 인가 시와 무인가 시에 광학적 이방성 정도를 변화시킬 수도 있다. 즉, 적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관, 및 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장(전계)을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자이며, 상기 물질층은 외장(전계) 인가에 의해 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질을 포함하고, 상기 물질층에는 배향 보조재가 형성되어 있는 구성일 수도 있다. 그에 따라, 구동에 필요한 외장 강도가 작은 표시 소자를 실현할 수 있다.

예를 들면, 전계를 인가하는 대신에 자장을 인가할 수도 있다. 이 경우, 매질의 자기 이방성을 이용함으로써 자장 인가 시와 무인가 시의 매질의 광학적 이방성 정도를 변화시키게 된다. 따라서, 매질로서는 자화율의 이방성이 큰 것이 바람직하다.

유기 분자의 경우, 자화율에의 기여 대부분은 반사성 자화율에 의한 것으로, 자계 변화에 의해  $\pi$  전자가 분자 내에서 환상으로 운동할 수 있는 경우 그 절대치가 커진다. 따라서, 예를 들면 분자 내에 방향환이 있는 경우, 자계 방향에 대하여 방향환이 수직을 향하는 경우에 자화율의 절대치가 커진다. 이 경우, 방향환의 수평면 방향의 자화율 절대치는 수직 방향과 비교하여 작기 때문에, 자화율의 이방성이 커진다. 따라서, 매질은 분자 내에 6 원환 등의 환상 구조가 존재하는 것이 바람직하다.

또한, 자화율의 이방성을 높이기 위해서는 매질 내의 전자 스핀을 배열시키는 것도 바람직하다. 분자 내에 N이나 O나 NO의 라디칼 전자 스핀을 도입함으로써 분자가 안정된 스핀을 가질 수 있다. 스핀을 평행하게 배열시키기 위해서는, 예를 들면 평면 상의 공액계 분자를 중첩시킴으로써 실현할 수 있다. 예를 들면, 중심 코어 부분이 겹쳐져 칼럼을 형성하고 있는 디스코틱 액정이 바람직하다.

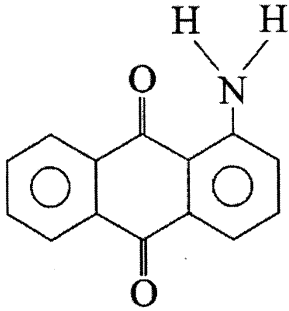
또한, 상기 매질의 광학적 이방성 정도를 변화시키기 위한 외장으로서 광을 이용할 수도 있다. 이 경우, 외장으로서 이용하는 광의 파장은 특별히 한정되는 것은 아니지만, 예를 들면 Nd:YAG 레이저로 532 nm의 광을 발진시켜 매질에 조사함으로써 매질의 광학적 이방성 정도를 변화시킬 수 있다.

이 경우 사용하는 매질은 특별히 한정되는 것은 아니며, 광조사에 의해 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질인 것이 바람직하다. 예를 들면, 상기한 전계를 이용하는 경우의 각 매질의 예와 동일한 것을 사용할 수 있다. 일례로서 상기한 펜틸시아노바이페닐(5CB)을 사용할 수도 있다.

또한, 외장으로서 광을 사용하는 경우, 매질 중에 색소가 소량 포함되어 있는 것이 바람직하다. 색소를 소량 첨가함으로써, 색소를 첨가하지 않은 경우와 비교하여 광학적 이방성 정도의 변화가 커진다. 또한, 매질 중의 색소의 함유량은 0.01 중량% 이상 5 % 미만인 것이 바람직하다. 0.01 % 미만이면 색소의 양이 적기 때문에 광학적 이방성 정도의 변화에 거의 기여하지 않고, 5 % 이상이면 여기광이 색소에 흡수되어 버리기 때문이다.

예를 들면, 펜틸시아노바이페닐(5CB)을 그대로 매질로서 사용할 수도 있지만, 상기 물질에 색소를 첨가한 것을 매질로서 사용할 수도 있다. 첨가하는 색소로서는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 색소의 흡수대가 여기광의 파장을 포함하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 1AAQ(1-아미노-안트로퀴논, 알드리치사 제조, 하기 화학식 참조)를 첨가할 수도 있다.





펜틸시아노바이페닐(5CB)에 1 AAQ를 0.03 % 첨가함으로써, 광 여기에 의한 광학적 이방성 정도의 변화는 1 AAQ를 첨가하기 전과 비교하여 10 배 정도 커진다.

또한, 상기 표시 소자에 있어서, 상기 광학적 이방성을 발생시키는 수단으로서, 상기한 바와 같이, 예를 들면 전계, 자장, 광 등을 들 수 있는데, 그 중에서도 전계가 상기 표시 소자의 설계 및 구동 제어가 용이하기 때문에 바람직하다.

따라서, 상기 표시 소자는 외장 인가 수단으로서, 예를 들면 전극 등의 전계 인가 수단이나, 전자석 등의 자장 인가 수단 등을 구비할 수도 있으며, 상기 외장 인가 수단으로서 상기 표시 소자의 설계 및 구동 제어면에서 전계 인가 수단인 것이 바람직하다.

또한, 본 발명에 있어서, 상기 외장 인가 수단으로서 외장 인가 전후에 상기 매질의 광학적 이방성 정도를 변화시킬 수 있는 것이면 특별히 한정되는 것은 아니며, 상기 외장 인가 수단으로서 전극 등의 전계 인가 수단이나, 전자석 등의 자장 인가 수단 외에 레이저 장치, 예를 들면 상기 Nd:YAG 레이저 등의 광조사 수단(여기광 생성 수단) 등을 이용할 수 있다.

따라서, 본 발명에 있어서, 상기 외장 인가 수단은 상기 표시 소자 자체가 구비할 수도 있고, 상기 표시 소자와는 별도로 설치될 수도 있다.

즉, 본 발명의 표시 장치는 상기 외장 인가 수단이 설치된 표시 소자를 구비할 수도 있고, 상기 표시 소자와는 별도로 상기 외장 인가 수단을 구비할 수도 있다. 다시 말해서, 상기 표시 장치는 본 발명의 상기 표시 소자, 및 상기 표시 소자에서의 매질에 외장을 인가하는 외장 인가 수단을 구비하는 구성을 가질 수도 있다.

또한, 상기 각 실시태양에 있어서, 물질층 (3)에 밀봉하는 매질은 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 것이 바람직하다. 따라서, 본 발명의 표시 소자에서는 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질로서, 예를 들면 외장을 인가함으로써 질서 구조(배향 질서)가 변화하고, 광학적 이방성 정도가 변화하는 것을 사용할 수 있다.

예를 들면, 외장 무인가 시에 광학적 등방성을 나타내고, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성을 나타내는 매질을 사용할 수도 있다. 즉, 외장 무인가 시에 광학 파장 미만의 질서 구조를 가지며, 외장 인가에 의해 질서 구조가 변화하여 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질을 사용할 수도 있다. 이 경우, 굴절률 타원체의 형상은 외장 무인가 시에는 구상이고, 외장을 인가함으로써 타원으로 변화한다.

또한, 외장 무인가 시에 광학적 이방성을 나타내고, 외장을 인가함으로써 광학적 등방성을 나타내는 것일 수도 있다. 즉, 외장 무인가 시에 광학적 이방성을 나타내는 질서 구조를 가지며, 외장 인가에 의해 질서 구조가 변화하여 광학적 등방성을 나타내는 매질을 사용할 수도 있다. 이 경우, 굴절률 타원체의 형상은 외장 무인가 시에는 타원이고, 외장을 인가함으로써 구상으로 변화한다.

또한, 외장 무인가 시에 광학적 이방성을 나타내고, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성이 발현되는 상태에 있어서, 그 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질을 사용할 수도 있다. 즉, 외장 무인가 시에 광학적 이방성을 나타내는 질서 구조를 가지며, 외장 인가에 의해 질서 구조가 변화하여 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질을 사용할 수도 있다. 이 경우, 굴절률 타원체의 형상은 외장 인가 전후에 장축 및 단축의 비율이 변화한다(또한, 상기 타원은 거의 구상일 수도 있음).

이와 같이 본 발명의 표시 소자는 적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관 사이에 협지된 매질에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자이며, 상기 매질은 외장을 인가함으로써 질서 구조가 변화하여 광학적 이방성 정도가 변화하는 것일 수도 있다.

또한, 본 발명에 있어서, 외장 인가에 의해 매질의 광학 이방성 정도가 변화한다는 것은, 상기한 바와 같이 외장 인가에 따라 굴절을 타원체의 형상이 변화하는 것을 나타낸다. 예를 들면, 상기한 바와 같이 외장 무인가 시에 광학적 등방성을 나타내고, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 경우, 즉 외장을 인가함으로써 광학적 이방성이 발현되는 경우, 굴절을 타원체의 형상은 외장 인가에 의해 구상으로부터 타원으로 변화한다. 또한, 상기 매질이 외장 무인가 시에 광학적 이방성을 나타내고, 외장 인가 시에 광학적 등방성을 나타내는 경우, 굴절을 타원체의 형상은 외장 인가에 의해 타원으로부터 구상으로 변화한다. 또한, 상기 매질이 외장 무인가 시에 광학적 이방성을 나타내고, 외장을 인가함으로써 외장 인가 전과 비교하여 광학적 이방성 정도가 커지거나, 또는 작아지는 경우, 굴절을 타원체의 장축 방향 또는 단축 방향의 길이가 외장 인가에 의해 신축되어, 외장 인가 전후에 장축 및 단축의 비율이 변화한다(그 결과, 예를 들면 곡률이 변화함). 그에 따라, 예를 들면 외장 인가 후에 광학적 이방성 정도가 보다 커지는 경우, 외장 인가에 의해 외장 인가 전(외장 무인가 시)보다 단축 방향의 길이에 대한 장축 방향의 길이 비율이 보다 큰 타원이 된다. 또한, 외장 인가 후에 광학적 이방성 정도가 보다 작아지는 경우, 외장 인가에 의해 외장 인가 전(외장 무인가 시)보다 단축 방향의 길이에 대한 장축 방향의 길이 비율이 보다 작은 타원(즉, 상기 비율이 1에 근접함(거의 구상인 것도 포함함))이 된다.

이 경우, 액정 분자의 배향 방향의 변화를 이용하는 종래의 액정 표시 소자와 같이 액정 고유의 점도가 응답 속도에 크게 영향을 주는 경우가 없기 때문에, 종래의 액정 표시 소자보다 고속 응답을 실현할 수 있다.

또한, 이 경우 상기 매질을 외장 인가 시 또는 외장 무인가 시에 소정의 질서 구조를 나타내는 상태(외장을 인가함으로써 질서 구조에 왜곡이 생겨, 광학적 이방성 정도가 변화하는 상태)가 되는 온도로 유지하는 것만으로도 충분하기 때문에, 온도 제어를 쉽게 행할 수 있다. 즉, 예를 들면 상기한 특개 제2001-249363호 공보에 기재되어 있는 바와 같은, 전계 인가에 의한 유극성 분자에서의 전자 편중을 이용하는 종래의 전기 광학 효과를 이용한 표시 장치에서는, 구동 온도 범위가 액정 상의 상전이점 근방의 온도로 제한되어, 매우 고정밀한 온도 제어가 필요하다는 문제가 있었다. 그에 대해, 상기 구성에 의하면 상기 매질을 외장 인가 시 또는 외장 무인가 시에 소정의 질서 구조를 나타내는 상태가 되는 온도로 유지하는 것만으로도 충분하기 때문에, 온도 제어를 쉽게 행할 수 있다.

또한, 본 발명의 표시 소자에 사용되는 매질은, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 것이 바람직하며, 반드시 커 효과를 나타내는 매질, 즉 전계의 2승에 비례하여 굴절률이 변화하는 매질일 필요는 없다.

본 발명의 표시 소자는 상기한 과제를 해결하기 위해 적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관, 및 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자이며, 상기 물질층은 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질을 포함하고, 상기 물질층에는 배향 보조재가 형성되어 있는 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 외장은 상기 매질의 광학 이방성 정도를 변화시킬 수 있는 것이 바람직하며, 특별히 한정되는 것은 아니지만, 예를 들면 전계, 자장, 광 등을 이용할 수 있다.

또한, 배향 보조재란 벌크 영역의 분자 배향을 안정시키는 것, 또는 벌크 영역의 분자를 배향하기 쉽게 하는 것(배향을 촉진시키는 것)이다. 이러한 기능을 발휘하는 것이면, 상기 배향 보조재의 형상은 특별히 한정되는 것이 아니다. 따라서, 상기 배향 보조재는, 예를 들면 상기 특개평 제11-183937호 공보에 기재되어 있는 액정 재료를 소구역으로 분할하는 재료와 같이, 각 소구역을 거의 완전히 피복하는 것이 아닐 수도 있다.

또한, 상기 특개평 제11-183937호 공보에는 반드시 소구역이 완전히 독립적으로 분할되어 있지 않을 수도 있다고 기재되어 있다. 그러나, 상기 특개평 제11-183937호 공보의 기술에서는 소구역으로 분할하는 재료로 마이크로 캡슐과 같이 액정 재료의 각 소구역의 거의 전체를 피복함으로써, 각 소구역을 독립적으로 분할하지 않으면 소구역의 평균 직경이 필연적으로 커져 광학적 등방성을 나타내지 않게 된다. 즉, 상기 특개평 제11-183937호 공보의 기술에서는 각 소구역을 거의 전체에 걸쳐 피복할 필요가 있다.

또한, 상기 특개평 제11-183937호 공보에 기재되어 있는 액정을 소구역으로 분할하는 재료는, 커 상수의 온도 의존성을 억제하는 것만을 목적으로 한다. 이에 대해, 본 발명에서의 배향 보조재는 매질에서의 광학적 이방성 정도가 변화할 때의 분자의 배향 안정이나 배향 촉진을 목적으로 한다. 따라서, 상기 특개평 제11-183937호 공보에서는 본 발명과 같은 배향 보조재에 대해서는 전혀 언급되어 있지 않다.

즉, 배향 보조재에 따라 매질을 구성하는 분자(예를 들면, 액정 분자) 또는 분자의 집합체가 병렬되어 있는 경우, 그 배향 방향은 배향 보조재의 구조를 어느 정도 반영한 것이 된다. 예를 들면, 배향 보조재의 배향 방향이 일축적인 경우, 매질을 구성하는 분자 또는 분자의 집합체 배향도 어느 정도 일축적인 경향을 나타낸다. 한편, 상기 특개평 제11-183937호 공보에서는 액정 분자의 배향 방향이 가지런한 구상의 미소 영역이 전압 무인가 시 및 전압 인가 시에 존재한다. 또한, 상기 미소 영역은 온도 의존성을 작게 하는 것을 목적으로서 형성된 것으로, 광학적 이방성 정도를 변화시킬 때의 분자나 분자 집합체에서의 배향 안정이나 축진을 목적으로 하는 것은 아니다.

상기 구성에 의하면, 배향 보조재에 의해 벌크 영역의 분자 배향을 안정시키거나, 또는 벌크 영역의 분자 배향을 촉진시킴으로써 외장 인가에 따른 물질층에서의 광학적 이방성 정도의 변화를 보조할 수 있다. 그에 따라, 이 표시 소자에서 표시를 행하기 위해 필요한 외장 강도를 작게 할 수 있게 된다.

또한, 상기 물질층은 외장 인가 시와 외장 무인가 시에 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질을 포함한다. 여기서, 광학적 이방성 정도가 변화한다는 것은 굴절률 타원체의 형상이 변하는 것을 의미한다. 즉, 본 발명의 표시 소자는 외장 무인가 시와 외장 인가 시의 굴절률 타원체 형상의 변화를 이용하는 것으로, 다른 표시 상태를 실현하는 것이다.

한편, 종래의 액정 표시 소자에서는 표시를 행하기 위해 매질에 전계를 인가하고 있다. 또한, 전계 인가 시와 전계 무인가 시에 굴절률 타원체는 타원 상태로 그 장축 방향이 변화한다. 즉, 종래의 액정 표시 소자에서는 전계 무인가 시와 전계 인가 시의 굴절률 타원체의 장축 방향이 변화함으로써 다른 표시 상태를 실현하였다. 따라서, 본 발명의 표시 소자, 및 종래의 액정 표시 소자는 표시 원리가 크게 상이하다.

이와 같이 종래의 액정 표시 소자에서는 액정 분자의 배향 방향의 변화를 이용하기 때문에, 액정 고유의 점도가 응답 속도에 크게 영향을 주었다. 그에 대해, 상기한 구성에서는 매질에서의 광학적 이방성 정도의 변화를 이용하여 표시를 행한다. 따라서, 상기 구성에 의하면, 종래의 액정 표시 소자와 같이 액정 고유의 점도가 응답 속도에 크게 영향을 준다는 문제가 없기 때문에, 고속 응답을 실현할 수 있다. 또한, 본 발명의 표시 소자는 고속 응답성을 구비하고 있기 때문에, 예를 들면 필드 시퀀셜 컬러 방식의 표시 장치에 이용할 수도 있다.

또한, 종래의 전기 광학 효과를 이용한 액정 표시 소자에서는 구동 온도 범위가 액정상의 상전이점 근방의 온도로 제한되어, 매우 고정밀한 온도 제어가 필요하다는 문제가 있었다. 그에 대해, 상기 구성에 의하면, 상기 매질을 외장 인가에 의해 광학적 이방성이 변화하는 상태가 되는 온도로 유지하는 것만으로 충분하기 때문에, 온도 제어를 쉽게 행할 수 있다.

또한, 종래의 전기 광학 효과를 이용한 액정 표시 소자는 고속 응답 특성 및 넓은 시야각 특성을 나타낸다는 이점이 있는 반면, 구동 전압이 매우 높다는 문제가 있었다. 그에 대해, 상기 구성에 의하면 배향 보조재에 의해 매질을 구성하는 분자의 배향을 안정시키거나, 또는 벌크 영역의 분자 배향을 촉진시킬 수 있다. 그에 따라, 보다 작은 외장에서 광학적 이방성 정도를 변화시키는 것이 가능해지기 때문에, 실용 수준의 외장 강도로 동작이 가능하고, 고속 응답 특성 및 넓은 시야각 특성을 구비한 표시 소자를 실현할 수 있다.

또한, 상기한 구성에서는 매질에서의 광학적 이방성 정도의 변화를 이용하여 표시를 행하기 때문에, 액정 분자의 배향 방향을 변화시켜 표시를 행하는 종래의 액정 표시 소자보다 넓은 시야각 특성을 실현할 수 있다.

또한, 상기 배향 보조재는 외장에 의한 광학적 이방성 정도의 변화를 촉진하는 것일 수도 있다. 그에 따라, 표시를 위해 필요한 외장 강도를 작게 할 수 있다.

또한, 상기 배향 보조재는 상기 매질의 질서 구조를 안정화하는 것일 수도 있다. 그에 따라, 상기 매질이 광학적 등방성 또는 광학적 이방성을 나타낼 때의 질서 구조를 안정화시킬 수 있게 되고, 표시를 위해 필요한 외장 강도를 작게 할 수 있다.

또한, 상기 배향 보조재는 구조적 이방성을 가질 수도 있다. 상기 구성에 의하면, 상기 분자의 배향 방향의 변화를, 상기 배향 보조재와의 분자 간 상호 작용에 의해 촉진시킬 수 있다. 따라서, 구조적 이방성을 갖는 배향 보조재는 외장 인가 시의 광학적 이방성 정도의 변화를 촉진시키기 때문에 바람직하다.

또한, 상기 물질층에는 액정성을 나타내는 매질이 밀봉되어 있으며, 상기 배향 보조재는 상기 매질에 액정상을 발현시킨 상태로 형성될 수도 있다.

상기 구성에 의하면, 상기 배향 보조재는 상기 매질이 액정상을 나타내는 상태에서의, 상기 매질을 구성하는 분자의 배향 방향에 따른 부분의 비율이 커진다. 따라서, 상기 배향 보조재에 의해 외장 인가 시 상기 매질을 구성하는 분자가 상기 액정상 상태에서의 배향 방향과 동일한 방향으로 배향되도록 분자 배향을 촉진시킬 수 있다. 따라서, 외장 인가 시의 광학적 이방성 정도의 변화를 확실하게 촉진시킬 수 있다.

또한, 상기 배향 보조재는 외장 인가 시 또는 외장 무인가 시에 광학적으로 등방성인 것이 바람직하다. 상기 구성에 의하면, 상기 배향 보조재가 적어도 외장 인가 시 또는 외장 무인가 시에 광학적으로 등방성이기 때문에, 외장 인가 시 또는 외장 무인가 시의 상기 매질의 투과율이 저하되는 경우 없이 양호한 표시를 행할 수 있다.

또한, 상기 배향 보조재는 상기 물질층을 다수의 소 영역으로 분할하고, 상기 매질을 구성하는 분자의 배향 질서 구조를 고정화하는 것일 수도 있다.

상기 구성에 의하면, 상기 배향 보조재에 의해 물질층 내에 다수의 소 영역을 형성하고, 상기 물질층에 밀봉되어 있는 매질을 구성하는 분자의 배향 질서 구조를 고정화한다. 그에 따라, 상기 물질층에 외장을 인가하지 않은 상태 또는 외장을 인가한 상태에 있어서, 상기 물질층을 광학적으로 등방적 상태로 할 수 있다. 또한, 상기 물질층이 광학적 등방성을 나타내는 온도 범위를 넓힐 수 있다. 그에 따라, 실용적인 온도 범위에서는 작은 강도의 외장에서는 구동할 수 없었던 매질에 있어서도, 작은 강도의 외장에서 구동할 수 있는 온도 범위 확대를 가능하게 할 수 있기 때문에, 실용성을 비약적으로 향상시킬 수 있다.

본 발명의 표시 소자는 적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관, 및 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자이며, 상기 물질층은 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질을 포함하고, 수소 결합체를 포함하는 구성일 수도 있다.

상기 구성에 의하면, 상기 수소 결합체에 의해 상기 외장 인가에 의한 광학적 이방성 정도의 변화를 촉진시킬 수 있다.

본 발명의 표시 소자는 적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관, 및 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자이며, 상기 물질층은 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질을 포함하고, 미립자를 포함하는 구성일 수도 있다.

물질층 중에 미립자를 분산시킨 계에 있어서는, 매질을 구성하는 분자가 미립자 계면의 영향을 받아 배향된다. 따라서, 미립자가 분산된 계에서는, 그 분산 상태에 기인하여 매질을 구성하는 분자의 배향 상태가 안정화되기 때문에, 상기 외장 인가에 의한 광학적 이방성 정도의 변화를 촉진시킬 수 있다.

또한, 이 경우, 상기 미립자는 평균 입경이  $0.2 \mu\text{m}$  이하일 수도 있다. 평균 입경이  $0.2 \mu\text{m}$  이하인 미소한 크기의 미립자를 사용함으로써 물질층 내에서의 분산성이 안정되고, 장시간 경과해도 미립자가 응집하거나 상이 분리되지 않는다. 따라서, 예를 들면 미립자가 침전하여 국소적인 미립자 불균일이 생김으로써 표시 소자로서 불균일이 생기는 것을 충분히 억제할 수 있다.

또한, 상기 미립자의 함유량은, 이 미립자 및 상기 물질층에 밀봉되는 매질의 총 중량에 대하여 0.05 중량% 내지 20 중량%일 수도 있다. 물질층에서의 미립자 함유량이 0.05 중량% 내지 20 중량%가 되도록 제조함으로써 미립자의 응집을 억제할 수 있다.

본 발명의 표시 소자는 적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관, 및 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자이며, 상기 물질층은 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질을 포함하고, 중합성 화합물을 포함하는 구성일 수도 있다.

또한, 상기 중합성 화합물의 함유량은, 이 중합성 화합물 및 상기 물질층을 구성하는 매질의 총 중량에 대하여 0.05 중량% 이상, 15 중량% 이하일 수도 있다. 상기 물질층에서의 중합성 화합물의 함유량이 0.05 중량% 내지 15 중량%가 되도록 제조함으로써, 상기 외장 인가에 의한 광학적 이방성 정도의 변화를 촉진할 수 있다. 또한, 첨가한 중합성 화합물의 농도가 0.05 중량% 미만인 경우에는, 배향 보조재로서의 기능이 저하된다(배향 규제력이 약해짐). 또한, 15 중량%보다 많은 경우에는, 배향 보조재에 인가되는 외장의 비율이 커져 구동에 필요한 외장 강도가 증대된다.

또한, 상기 중합성 화합물은 쇄상 고분자, 망상 고분자, 환상 고분자 등의 고분자일 수도 있다. 또한, 상기 중합성 화합물(배향 보조제)은 구조적 이방성을 가질 수도 있다. 이 경우, 상기 분자의 배향 방향의 변화를 상기 중합성 화합물(배향 보조제)과의 분자 간 상호 작용에 의해 촉진시키거나, 또는 벌크 영역의 분자 배향을 안정시킬 수 있다. 따라서, 구조적 이방성을 갖는 배향 보조제는 외장 인가 시의 광학적 이방성 정도의 변화를 촉진시키기 때문에 바람직하다.

또한, 상기 물질층에는 액정성을 나타내는 매질이 밀봉되어 있으며, 상기 중합성 화합물은 상기 매질에 액정상을 발현시킨 상태로 중합된 것일 수도 있다.

상기 구성에 의하면, 상기 중합성 화합물(배향 보조제)은 상기 매질이 액정상을 나타내는 상태에서의, 상기 매질을 구성하는 분자의 배향 방향에 따른 부분의 비율이 커진다. 따라서, 상기 중합성 화합물(배향 보조제)에 의해 외장 인가 시 상기 매질을 구성하는 분자가 상기 액정상 상태에서의 배향 방향과 동일한 방향으로 배향되도록 분자의 배향을 촉진시킬 수 있다. 따라서, 외장 인가 시의 광학적 이방성 정도의 변화를 확실하게 촉진시킬 수 있다.

또한, 상기 중합성 화합물은 외장 인가 시 또는 외장 무인가 시에 광학적으로 등방성인 것이 바람직하다. 상기 구성에 의하면, 상기 중합성 화합물이 적어도 외장 인가 시 또는 외장 무인가 시에 광학적으로 등방성이기 때문에, 외장 인가 시 또는 외장 무인가 시의 상기 매질의 투과율이 저하하는 경우 없이 양호한 표시를 행할 수 있다.

또한, 상기 중합성 화합물은 상기 물질층을 다수의 소 영역으로 분할하고, 상기 매질을 구성하는 분자의 배향 질서 구조를 고정화하는 것일 수도 있다.

상기 구성에 의하면, 상기 중합성 화합물에 의해 물질층 내에 다수의 소 영역을 형성하고, 상기 물질층에 밀봉되어 있는 매질을 구성하는 분자의 배향 질서 구조를 고정화한다. 그에 따라, 상기 물질층에 외장을 인가하지 않은 상태 또는 외장을 인가한 상태에 있어서, 상기 물질층을 광학적으로 등방적인 상태로 할 수 있다. 또한, 상기 물질층이 광학적 등방성을 나타내는 온도 범위를 넓힐 수 있다. 그에 따라, 실용적인 온도 범위에서는 작은 강도의 외장에서는 구동할 수 없었던 매질에 있어서도, 작은 강도의 외장에서 구동할 수 있는 온도 범위 확대를 가능하게 할 수 있기 때문에, 실용성을 비약적으로 향상시킬 수 있다.

본 발명의 표시 소자는 적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기판, 및 상기 두 기판 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자이며, 상기 물질층은 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질을 포함하고, 상기 물질층에는 다공질 구조체가 형성되는 구성일 수도 있다.

상기 구성에 의하면, 상기 외장 인가에 의한 광학적 이방성 정도의 변화를 촉진시킬 수 있다.

또한, 상기 다공질 구조체는 다공질 무기 재료일 수도 있다. 또는, 미소 세공 필름일 수도 있다. 여기서, 미소 세공 필름이란, 가시광 파장의 1/4 이하의 직경의 구멍을 갖는 필름이다.

상기 구성에 의하면, 물질층에 밀봉된 매질을 구성하는 분자의 배향 질서 구조를 고정화할 수 있고, 상기 외장 인가에 의한 광학적 이방성 정도의 변화를 촉진시킬 수 있다.

또한, 상기 다공질 구조체는 구조적 이방성을 가질 수도 있다.

상기 구성에 의하면, 물질층에 밀봉된 매질을 구성하는 분자의 배향 질서 구조를 고정화할 수 있고, 상기 외장 인가에 의한 광학적 이방성 정도의 변화를 촉진시킬 수 있다.

또한, 상기 다공질 구조체는 외장 인가 시 또는 외장 무인가 시에 광학적으로 등방성인 것이 바람직하다.

이 경우, 상기 다공질 구조체가 적어도 외장 인가 시 또는 외장 무인가 시에 광학적으로 등방성이기 때문에, 외장 인가 시 또는 외장 무인가 시의 상기 매질의 투과율이 저하하는 경우 없이 양호한 표시를 행할 수 있다.

또한, 상기 각 표시 소자에 있어서, 상기 광학적 이방성 정도의 변화는 상기 매질을 구성하는 분자의 배향 방향이 변화함으로써 발현하는 것일 수도 있다. 이 경우, 상기한 배향 보조제, 수소 결합체, 미립자, 중합성 화합물, 다공질 구조체에 의해 상기 매질을 구성하는 분자의 배향 방향의 변화를 촉진함으로써, 상기 광학적 이방성 정도의 변화를 촉진시킬 수 있다. 따라서, 상기 각 표시 소자에 있어서, 표시를 행하기 위해 필요한 외장의 강도를 작게 할 수 있게 된다.

또한, 상기 매질은 전계를 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 것이 바람직하다. 즉, 상기 매질의 광학적 이방성 정도를 변화시키기 위한 외장으로서, 표시 소자의 설계 및 구동 제어가 용이하기 때문에 전계가 바람직하다.

또한, 외장으로서 전계를 이용하는 경우, 상기 물질층에 전계의 2차에 비례하여 굴절률이 변화하는 매질이 밀봉되어 있는 구성을 취할 수도 있다.

이러한 전계의 2차에 비례하여 발현하는 굴절률의 변화는 응답 속도가 빠르다는 이점이 있다. 따라서, 상기 구성에 의하면, 고속 응답 특성을 구비한 표시 소자를 실현할 수 있다. 또한, 상기 표시 소자는 고속 응답성을 구비하고 있기 때문에, 예를 들면 필드 시퀀셜 컬러 방식의 표시 장치에 이용할 수도 있다.

또한, 외장으로서 전계를 이용하는 경우, 상기 물질층에 유극성 분자를 함유하는 매질이 밀봉되어 있는 구성을 취할 수도 있다. 상기 구성에 의하면, 전계 인가에 의해 상기 유극성 분자의 분극이 발현된다. 또한, 이 때 상기 배향 보조재, 수소 결합체, 미립자, 중합성 화합물, 다공질 구조체에 의해 상기 유극성 분자의 배향을 촉진시킬 수 있기 때문에, 작은 강도의 외장에서 광학적 이방성 정도를 변화시킬 수 있고, 구동에 필요한 외장 강도를 작게 할 수 있다.

또한, 상기 물질층은 외장 인가 시 또는 외장 무인가 시에 광학적 등방성을 나타내는 구성일 수도 있다.

상기 구성에 의하면, 외장 인가 시 또는 외장 무인가 시에 광학적으로 등방성을 나타내는 표시 소자에 있어서, 배향 보조재, 수소 결합체, 미립자, 중합성 화합물, 다공질 구조체 중 어느 하나가 형성되어 있음으로써, 외장 변화에 의한 광학적 이방성 정도의 변화를 촉진시킬 수 있다. 따라서, 작은 강도의 외장에서 광학적 이방성 정도를 변화시킬 수 있게 되고, 표시를 위해 필요한 외장 강도를 작게 할 수 있다.

또한, 상기 매질을 구성하는 분자는 외장 인가 시 또는 외장 무인가 시에 광학 파장 미만의 질서 구조를 가지며, 외장을 인가함으로써 질서 구조가 변화하는 것일 수도 있다.

또한, 상기 매질은 400 nm 이하의 선택 반사 파장역 또는 나선 피치를 가질 수도 있다.

상기 매질의 나선 피치가 400 nm 이상인 경우, 그 나선 피치를 반영한 색으로 색이 나타나는 경우가 있다. 이러한 나선 피치를 반영한 파장의 광을 선택적으로 반사하는 현상은 선택 반사라고 불리운다. 따라서, 상기 매질의 선택 반사 파장 또는 나선 피치를 400 nm 이하로 함으로써, 이와 같이 색이 드러나는 것을 방지할 수 있다.

또한, 상기 매질은 큐빅 대칭성을 나타내는 질서 구조를 가질 수도 있다. 또한, 상기 매질은 큐빅상 또는 스멕틱 D상을 나타내는 분자를 포함하는 것일 수도 있다. 또한, 상기 매질은 액정 마이크로 에멀전을 포함하는 것일 수도 있다. 또한, 상기 매질은 미셀상, 역미셀상, 스폰지상, 큐빅상 중 어느 하나를 나타내는 리오토로픽 액정을 포함하는 것일 수도 있다. 또한, 상기 매질은 미셀상, 역미셀상, 스폰지상, 큐빅상 중 어느 하나를 나타내는 액정 미립자 분산계를 포함하는 것일 수도 있다. 또한, 상기 매질은 덴드리머를 포함하는 것일 수도 있다. 또한, 상기 매질은 콜레스테릭 블루상을 나타내는 분자를 포함하는 것일 수도 있다. 또한, 상기 매질은 스멕틱 블루상을 나타내는 분자를 포함하는 것일 수도 있다.

상기 어느 하나의 구성에 의하면, 외장 인가에 의해 상기 물질층에 밀봉된 매질을 구성하는 분자의 질서 구조에 왜곡을 일으켜, 이 매질의 광학적 이방성을 변화시킬 수 있다. 따라서, 외장 무인가 시와 외장 인가 시에 다른 표시 상태를 실현할 수 있다.

또한, 상기 어느 하나의 구성에서는 매질을 구성하는 분자의 광학적 이방성 정도의 변화를 이용하여 표시를 행한다. 따라서, 액정 고유의 점도가 응답 속도에 미치는 영향이 작기 때문에, 고속 응답을 실현할 수 있다. 또한, 상기 어느 하나의 구성을 포함하는 표시 소자는 고속 응답성을 구비하고 있기 때문에, 필드 시퀀셜 컬러 방식의 표시 장치에 이용할 수도 있다.

또한, 이러한 외장 인가에 의해 분자의 질서 구조에 생기는 왜곡은, 온도의 영향이 작기 때문에 온도 제어가 용이해진다. 또한, 상기한 구성에서는 매질에서의 분자의 질서 구조의 왜곡에 의한 광학적 이방성 정도의 변화를 이용하여 표시를 행하기 때문에, 액정 분자의 배향 방향을 회전시켜 표시를 행하는 경우보다 넓은 시야각 특성을 실현할 수 있다.

또한, 외장으로서 전계를 이용하는 경우, 상기 물질층에 네가티브형 네마틱 액정상을 나타내는 매질이 밀봉되어 있는 구성을 취할 수도 있다. 또한, 외장으로서 전계를 이용하는 경우, 상기 물질층에 포지티브형 네마틱 액정상을 나타내는 매질이 밀봉되어 있는 구성을 취할 수도 있다.

상기 어느 하나의 구성에 의하면, 전계를 인가함으로써 상기 매질에서의 광학적 이방성 정도를 변화시킬 수 있다.

또한, 상기 한쌍의 기관 중 적어도 한쪽 기관에 상기 매질을 구성하는 분자를, 원하는 방향으로 배향시키기 위한 배향막이 형성되어 있는 구성으로 할 수도 있다.

상기 구성에 의하면, 상기 물질층의 상기 배향막과의 계면 부근에서의 상기 분자의 배향 방향을 원하는 방향으로 규정할 수 있다. 또한, 상기 구성에 의하면, 상기 매질에 액정상을 발현시킨 상태에 있어서 상기 매질을 구성하는 분자를 원하는 방향으로 배향시킬 수 있다. 따라서, 상기 배향 보조재 또는 상기 중합성 화합물을 원하는 방향에 따른 부분의 비율이 커지도록 형성할 수 있다. 그에 따라, 상기 배향 보조재 또는 상기 중합성 화합물에 의해, 상기 매질을 구성하는 분자가 외장 인가 시 원하는 방향으로 배향되도록 이 분자의 배향을 촉진시킬 수 있다. 따라서, 외장 인가 시의 광학적 이방성 정도의 변화를 확실하고 바람직하게 촉진시킬 수 있다.

또한, 상기 배향막은 수평 배향막일 수도 있다. 상기 구성에 의하면, 종래부터 액정 표시 소자 등에서 사용되고 있으며, 액정 재료와 매우 상성이 양호한 배향막 재료를 그대로 전용할 수 있다. 또한, 수직 배향막을 사용하는 경우와는 달리, 수평 배향막이 액정 분자에 제공하는 기관 면내 방향의 강한 배향 규제력을 이용할 수 있어, 외장 인가 시의 광학적 이방성 정도의 변화를 보다 촉진시킬 수 있다.

또한, 상기 배향막은 러빙 처리 또는 광조사가 실시되어 이루어질 수도 있다. 상기 구성에 의하면, 상기 물질층의 상기 배향막과의 계면 부근에서의, 상기 분자의 배향 방향을 원하는 방향으로 확실하게 규정할 수 있다. 또한, 상기 매질에 액정상을 발현시킨 상태에서 상기 매질을 구성하는 분자를 원하는 방향으로 확실하게 배향시킬 수 있다. 또한, 상기 구성에 의하면, 상기 배향막에 의한 배향 규제력을 더욱 견고하게 할 수 있다.

또한, 상기 두 기관에 서로의 러빙 방향이 다른 방향이 되도록 러빙 처리가 실시된 배향막이 각각 형성되어 있는 구성을 취할 수도 있다.

상기 구성에 의하면, 외장 인가 시 상기 매질을 구성하는 분자를 비틀림 구조를 이루도록 배향시킬 수 있다. 즉, 분자의 장축 방향이 기관면에 평행한 방향을 향함과 동시에, 한쪽 기관측에서 다른쪽 기관측에 걸쳐 기관면 평행 방향으로 차례로 비틀어지도록 배향되는 비틀림 구조가 되도록 상기 분자를 배향시킬 수 있다. 따라서, 매질의 파장 분산에 의한 착색 현상을 완화할 수 있다.

또한, 상기 두 기관의 기관면 법선 방향으로 전계를 발생하는 전극을 구비하는 구성을 취할 수도 있다.

상기 구성에 의하면, 상기 물질층에서의 두 기관과의 계면 부근에 한정되지 않고, 두 기관에서 떨어진 영역에서도 광학적 이방성 정도의 변화를 촉진시킬 수 있기 때문에, 구동에 필요한 외장 강도를 작게 할 수 있다.

또한, 두 기관의 기관면 법선 방향으로 전계가 발생하는 구성을 취하는 경우, 상기 한쌍의 기관 중 한쪽에만 스위칭 소자와 컬러 필터 및 차광막이 형성되어 있고, 상기 물질층에는 광조사에 의해 중합된 중합성 화합물이 형성되어 있을 수도 있다.

상기 구성에 의하면, 스위칭 소자와 컬러 필터 및 차광막이 한쪽 기관에만 형성되어 있다. 따라서, 다른쪽 기관측으로부터 광을 조사하여 상기 중합성 화합물을 중합시킴으로써, 상기 물질층을 노광할 수 있는 영역이 넓어져 미반응의 중합성 화합물이 남는 경우가 없어지므로, 표시 소자의 신뢰성 악화를 방지할 수 있다. 또한, 차광막이 한쪽 기관에만 형성되어 있기 때문에 개구율을 향상시킬 수 있다.

또한, 상기 스위칭 소자와 컬러 필터 및 차광막이 형성된 기관과 대향하는 다른쪽 기관, 및 이 다른쪽 기관 상에 형성되는 전극이 투명할 수도 있다. 그에 따라, 광의 조사량을 감소시킬 수 있다. 또한, 이 경우, 상기 전극이 형성되는 기관측으로부터 상기 광조사를 행하는 경우에도 상기 전극 상의 영역에 자외광을 조사할 수 있다. 따라서, 표시 소자의 개구율을 향상시킬 수 있다. 또한, 미반응의 중합성 화합물을 감소시킬 수 있기 때문에, 전압 유지율 저하 등의 신뢰성 악화를 방지할 수 있다.

또한, 적어도 한쪽 기관에서의 기관면 평행 방향으로 전계를 발생하는 전극을 구비하는 구성을 취할 수도 있다.

상기 구성에 의하면, 상기 물질층에서의 기관과의 계면 부근에 한정되지 않고, 기관으로부터 떨어진 영역에서도 광학적 이방성 정도의 변화를 촉진시킬 수 있기 때문에 구동에 필요한 외장 강도를 작게 할 수 있다.

또한, 이 경우, 상기 물질층에는 광조사에 의해 중합된 중합성 화합물이 형성되어 있으며, 상기 전극은 투명할 수도 있다. 그에 따라, 광의 조사량을 감소시킬 수 있다. 또한, 이 경우, 상기 전극이 형성되는 기관측으로부터 상기 광조사를 행하는 경우라도, 상기 전극 상의 영역에도 자외광을 조사할 수 있다. 따라서, 표시 소자의 개구율을 향상시킬 수 있다. 또한, 미반응의 중합성 화합물을 감소시킬 수 있기 때문에, 전압 유지율 저하 등의 신뢰성 악화를 방지할 수 있다.

또한, 상기 물질층에는 광조사에 의해 중합된 중합성 화합물이 형성되어 있으며, 상기 전극은 스위칭 소자와 컬러 필터 및 차광막이 형성된 기관 상에 형성되어 있을 수도 있다. 그에 따라, 광의 조사량을 감소시킬 수 있다. 또한, 스위칭 소자와 컬러 필터 및 차광막과 전극이 한쪽 기관에만 형성되어 있기 때문에, 다른쪽 기관측으로부터 광을 조사하여 상기 중합성 화합물을 중합시킴으로써, 상기 물질층을 노광할 수 있는 영역이 넓어져 미반응의 중합성 화합물이 남는 경우가 없어진다. 따라서, 표시 소자의 신뢰성 악화를 방지할 수 있다. 또한, 차광막이 한쪽 기관에만 형성되어 있기 때문에 개구율을 향상시킬 수 있다.

또한, 상기 스위칭 소자와 컬러 필터 및 차광막이 형성된 기관과 대향하는 기관은 투명할 수도 있다. 그에 따라, 광의 조사량을 더욱 감소시킬 수 있다.

또한, 상기 물질층에 키랄제가 첨가된 매질이 밀봉될 수도 있다. 또는 상기 물질층에 키랄성을 나타내는 매질이 밀봉될 수도 있다. 키랄성을 나타내는 매질로서는 그 매질 자체가 키랄성을 갖는 것일 수도 있고, 또는 바나나형(굴곡형) 액정과 같이 부제 탄소 원자를 갖지 않지만(분자 자체는 키랄성을 갖지 않지만), 분자 형상의 이방성과 패킹 구조에 의해 계로서 키랄성이 발생하는 분자를 포함하는 매질일 수도 있다.

상기 어느 하나의 구성에 의하면, 상기 매질을 구성하는 분자를 좌측 비틀림 또는 우측 비틀림의 어느 한쪽 방향의 대칭성의 비틀림 구조만으로 할 수도 있다. 따라서, 좌측 비틀림과 우측 비틀림의 두 비틀림 구조를 포함하는 멀티-도메인이 존재하는 경우와 같이, 도메인 경계에서 투과율이 저하되어 버리는 것과 같은 문제 없이 투과율을 향상시킬 수 있다.

또한, 상기 물질층에 밀봉되어 있는 매질을 구성하는 분자의 광학적 이방성이 발현되는 상태에서의 배향 방향이, 한쪽 방향의 대칭성만의 비틀림 구조를 이루는 구성으로 할 수도 있다.

상기 구성에 의하면, 상기 물질층에 포함되는 매질에서의 분자 배향 방향이 한쪽 방향의 대칭성, 즉 우측 비틀림 또는 좌측 비틀림 중 어느 한쪽의 비틀림 구조가 된다. 따라서, 각 비틀림 구조는 서로의 방위에 관련이 없어도 일정한 선광성을 갖는다. 따라서, 물질층 전체적으로 큰 선광성을 발현할 수 있다. 그에 따라, 작은 강도의 외장에서 최대 투과율을 얻을 수 있고, 구동에 필요한 외장 강도를 실용 가능한 수준으로까지 감소시킬 수 있다.

또한, 상기 구성에 의하면, 상기 물질층에는 외장 인가 시 광학적 이방성 정도의 변화를 촉진하기 위한 배향 보조재, 수소 결합체, 미립자, 중합성 화합물, 다공질 구조체 중 어느 하나가 형성되어 있어 외장 인가에 의한 상기 매질 중의 분자 배향이 어시스트(보조)되기 때문에, 보다 효율적으로 광학적 이방성 정도를 변화시킬 수 있다. 따라서, 작은 강도의 외장에서 구동이 가능함과 동시에, 광의 이용 효율도 높아 밝은 표시를 실현할 수 있다.

또한, 상기 물질층에 첨가 농도 8 중량% 이상의 키랄제가 첨가된 매질이 밀봉되어 있을 수도 있다. 또한, 상기 물질층에 키랄제가 첨가된 매질이 밀봉되어 있으며, 상기 키랄제가 첨가된 매질의 키랄 피치가 가시광 파장, 또는 가시광 파장 이하일 수도 있다.

이들 구성에 의하면, 작은 강도의 외장에서 구동이 가능하고, 광의 이용 효율이 높아 밝은 표시를 실현할 수 있다.

또한, 상기 배향 보조재, 또는 수소 결합체, 또는 미립자, 또는 중합성 화합물, 또는 다공질 구조체는 상기 물질층에 밀봉되는 매질을 다수의 소 영역으로 분할할 수도 있다.

상기 구성에 의하면, 상기 매질의 분자가 미세한 소 영역에 밀폐되어 있기 때문에, 각 소 영역 내의 매질의 배향 상태를 고정할 수 있고, 외장 인가에 의한 광학적 이방성 정도의 변화를 넓은 온도 범위에서 발현시킬 수 있다.

또한, 상기 분할된 각 소 영역의 크기는 가시광 파장 이하일 수도 있다.



상기 구성에 의하면, 상기 소 영역의 크기가 가시광 파장 이하이기 때문에, 상기 물질층을 다수의 소 영역으로 분할하고 있는 배향 보조재, 또는 수소 결합체, 또는 미립자, 또는 중합성 화합물, 또는 다공질 구조체와 매질의 굴절률의 불일치로부터 생기는 광산란을 억제할 수 있고, 높은 콘트라스트의 표시 소자를 실현할 수 있다.

본 발명의 표시 장치는 상기한 과제를 해결하기 위해 상기 어느 하나의 표시 소자를 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기 구성에 의하면, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 표시 소자이며, 구동에 필요한 외장 강도가 작은 표시 소자를 구비하고 있다. 따라서, 표시를 위해 필요한 외장 강도가 작은 표시 장치를 실현할 수 있다.

본 발명의 표시 소자의 제조 방법은, 상기한 과제를 해결하기 위해 적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관, 및 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자의 제조 방법이며, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질을 밀봉하는 매질 밀봉 공정, 상기 물질층에 밀봉한 매질에 액정상을 발현시키는 액정상 발현 공정, 상기 매질에 액정상을 발현시킨 상태로, 상기 물질층에 배향 보조재를 형성하는 배향 보조재 형성 공정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

상기 제조 방법에 의하면, 상기 배향 보조재의 상기 매질을 구성하는 분자가 액정상을 나타내는 상태에서 배향되어 있는 방향에 따른 부분의 비율을 크게할 수 있다. 따라서, 외장 인가 시, 상기 매질을 구성하는 분자가 상기 액정상 상태에서의 배향 방향과 동일한 방향으로 배향되도록, 이 분자의 배향을 촉진시킬 수 있는 배향 보조재를 구비한 표시 소자를 실현할 수 있다. 따라서, 상기 제조 방법에 의하면, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 표시 소자이며, 구동에 필요한 외장 강도가 작은 표시 소자를 제조할 수 있다.

또한, 상기 제조 방법에 의하면, 작은 강도의 외장에서 광학적 이방성 정도를 변화시킬 수 있어, 실용 수준 강도의 외장에서 동작이 가능하며, 고속 응답 특성 및 넓은 시야각 특성을 구비한 표시 소자를 실현할 수 있다.

또한, 본 발명의 표시 소자의 제조 방법은, 적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관, 및 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자의 제조 방법이며, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질에 수소 결합성 재료를 첨가하는 공정을 포함한다.

상기 제조 방법에 의하면, 상기 수소 결합성 재료에 의해 상기 매질을 구성하는 분자의 외장에 의한 배향 방향의 변화를 촉진시킬 수 있는 표시 소자를 제조할 수 있다. 따라서, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 표시 소자이며, 구동에 필요한 외장 강도가 작은 표시 소자를 제조할 수 있다.

또한, 본 발명의 표시 소자의 제조 방법은 적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관, 및 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자의 제조 방법이며, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질에 미립자를 첨가하는 공정을 포함한다.

상기 제조 방법에 의하면, 상기 미립자에 의해 상기 매질을 구성하는 분자의 외장에 의한 배향 방향의 변화를 촉진하거나, 또는 벌크 영역에서의 분자 배향을 고정화할 수 있는 표시 소자를 제조할 수 있다. 따라서, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 표시 소자이며, 구동에 필요한 외장 강도가 작은 표시 소자를 제조할 수 있다.

또한, 본 발명의 표시 소자의 제조 방법은 적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관, 및 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자의 제조 방법이며, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질 중에 다공질 구조체를 형성하는 공정을 포함한다.

상기 제조 방법에 의하면, 상기 다공질 구조체에 의해 상기 매질을 구성하는 분자의 외장에 의한 배향 방향의 변화를 촉진하거나, 또는 벌크 영역에서의 분자 배향을 고정화할 수 있는 표시 소자를 제조할 수 있다. 따라서, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 표시 소자이며, 구동에 필요한 외장 강도가 작은 표시 소자를 제조할 수 있다.

또한, 본 발명의 표시 소자의 제조 방법은 적어도 한쪽이 투명한 한쌍의 기관, 및 상기 두 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 물질층에 외장을 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자의 제조 방법이며, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 매질에 중합성 화합물을 첨가하는 공정, 상기 물질층에 상기 매질을 밀봉하는 공정, 상기 매질에 첨가한 중합성 화합물을 중합시키는 공정을 포함한다.

상기 제조 방법에 의하면, 상기 중합성 화합물에 의해 상기 매질을 구성하는 분자의 외장에 의한 배향 방향의 변화를 촉진 하거나, 또는 벌크 영역에서의 분자 배향을 고정화할 수 있는 표시 소자를 제조할 수 있다. 따라서, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성 정도가 변화하는 표시 소자이며, 구동에 필요한 외장 강도가 작은 표시 소자를 제조할 수 있다.

또한, 상기 중합성 화합물로서, 광을 조사함으로써 중합하는 것을 이용하여 상기 중합성 화합물을 중합시키는 공정에서는 상기 중합성 화합물에 광을 조사하는 광 조사법에 의해 중합성 화합물을 중합시킬 수도 있다. 또는, 상기 중합성 화합물로서, 가열함으로써 중합하는 것을 사용하여 상기 중합성 화합물을 중합시키는 공정에서는 상기 중합성 화합물을 가열하는 가열법에 의해 중합성 화합물을 중합시킬 수도 있다.

이들 제조 방법에 의하면, 상기 중합성 화합물을 쉽게 중합시킬 수 있다.

또한, 상기 중합성 화합물로서 광을 조사함으로써 중합하는 관능기, 및 가열함으로써 중합하는 관능기를 갖는 것을 사용하고, 상기 중합성 화합물을 중합시키는 공정에서는 광 조사법 및 가열법을 병용함으로써 중합성 화합물을 중합시킬 수도 있다.

상기 제조 방법에 의하면, 광을 조사함으로써 중합하는 관능기 및 가열함으로써 중합하는 관능기의 적어도 어느 한쪽의 관능기가 반응하여 중합할 가능성이 높다. 따라서, 미반응 부분이 보다 적어져 충분한 중합을 행할 수 있다.

또한, 상기 물질층에 밀봉한 매질에 액정상을 발현시키는 액정상 발현 공정을 추가로 포함하고, 상기 중합성 화합물을 중합시키는 공정을 상기 매질에 액정상을 발현시킨 상태로 행할 수도 있다.

이 경우, 매질에 액정상을 발현시킨 상태에서 상기 중합성 화합물을 쉽게 형성할 수 있다.

또한, 상기 매질에 상기 중합성 화합물의 중합을 신속하게 행하게 하기 위한 중합 개시제를 추가로 첨가할 수도 있다. 그에 따라, 상기 중합성 물질을 신속하게 중합시킬 수 있다.

또한, 상기 액정상 발현 공정에서는 상기 물질층을 이 표시 소자의 표시를 행할 때의 온도보다 저온으로 함으로써, 상기 매질에 액정상을 발현시킬 수도 있다. 또는, 상기 액정상 발현 공정에서는 상기 물질층에 전압을 인가함으로써 상기 매질에 액정상을 발현시킬 수도 있다.

상기 어느 하나의 제조 방법에 의하면, 상기 매질에 용이하고 확실하게 액정상을 발현시킬 수 있다. 또한, 상기 매질의 광학적 이방성을 발현시키는 수단으로서 전계를 사용하는 경우이며, 전압을 인가함으로써 상기 매질에 액정상을 발현시키는 경우에는 액정상을 발현시키기 위해 필요한 전압이 매질의 광학적 이방성을 발현시키기 위한 전압보다 큰 것이 바람직하다.

또한, 상기 한쌍의 기관 중 적어도 한쪽 기관에 상기 물질층에 밀봉되는 매질을 구성하는 분자를 원하는 방향으로 배향시키기 위한 배향막을 형성하는 공정을 포함하도록 할 수도 있다.

또한, 상기 매질은 키랄제를 나타내는 매질, 또는 키랄제가 첨가된 매질, 또는 이 매질을 구성하는 분자의 광학적 이방성이 발현되는 상태에서의 배향 방향이 한쪽 방향의 대칭성만의 비틀림 구조를 이루는 매질이고, 상기 한쌍의 기관 중 적어도 한쪽 기관에 상기 매질을 구성하는 분자를 원하는 방향으로 배향시키기 위한 배향막을 형성하는 공정을 포함할 수도 있다.

상기 제조 방법에 의하면, 상기 매질에 액정상을 발현시킨 상태에서, 상기 매질을 구성하는 분자를 원하는 방향으로 배향시킬 수 있다. 따라서, 상기 배향 보조재 또는 중합성 화합물을 원하는 방향에 따른 부분의 비율이 커지도록 형성할 수 있다. 그에 따라, 상기 배향 보조재 또는 중합성 화합물에 의해 상기 매질을 구성하는 분자가 외장 인가 시 또는 외장 무인가 시에 원하는 방향으로 배향되도록, 이 분자의 배향을 촉진시키는 표시 소자를 제조할 수 있다. 따라서, 외장을 인가하는 경우의 광학적 이방성 정도의 변화를 확실하고 바람직하게 촉진시킬 수 있는 표시 소자를 실현할 수 있다.

또한, 광 조사법에 의해 중합하는 중합성 화합물을 사용하는 경우, 스위칭 소자와 컬러 필터 및 차광막이 상기 한쌍의 기관의 한쪽에만 형성된 기관을 사용하고, 다른쪽 기관에 투명 기관을 사용함과 동시에, 상기 중합성 화합물을 중합시키는 공정에서는 상기 투명 기관측으로부터 상기 중합성 화합물에 광을 조사함으로써 상기 중합성 화합물을 중합시킬 수도 있다.

상기 방법에 의하면, 스위칭 소자와 컬러 필터 및 차광막과 전극이 한쪽 기관에만 형성되어 있고, 다른쪽 기관에는 투명 기관이 사용되고 있다. 따라서, 다른쪽 기관측으로부터 광을 조사하여 상기 중합성 화합물을 중합시킴으로써, 상기 물질층을 노광할 수 있는 영역이 넓어져 미반응의 중합성 화합물이 남는 경우가 없어지므로, 표시 소자의 신뢰성 악화를 방지할 수 있다. 또한, 차광막이 한쪽 기관에만 형성되어 있기 때문에 개구율을 향상시킬 수 있다.

본 발명의 표시 장치는 텔레비전이나 모니터 등의 화상 표시 장치나, 워드 프로세서나 퍼스널 컴퓨터 등의 OA 기기, 또는 비디오 카메라, 디지털 카메라, 휴대용 전화기 등의 정보 단말기 등에 구비되는 화상 표시 장치에 넓게 적용할 수 있다.

본 발명은 상술한 각 실시태양으로 한정되는 것은 아니며, 특허 청구 범위에 나타난 범위에서 여러가지 변경이 가능하고, 다른 실시태양에 각각 개시된 기술적 수단을 적절하게 조합하여 얻어지는 실시태양도 본 발명의 기술적 범위에 포함된다.

## 발명의 효과

본 발명의 표시 소자는, 종래의 액정 표시 소자와 같은 액정 고유의 점도가 응답 속도에 크게 영향을 준다는 문제가 없기 때문에, 고속 응답을 실현할 수 있으며, 매질을 외장 인가에 의해서 광학적 이방성이 변화하는 상태가 되는 온도로 유지하는 것만으로 되기 때문에, 온도 제어를 쉽게 할 수가 있다. 또한, 보다 작은 외장에서 광학적 이방성의 정도를 변화시키는 것이 가능하기 때문에, 실용 수준의 외장 강도로 동작 가능하고, 고속 응답 특성 및 넓은 시야각 특성을 구비한 표시 소자를 실현할 수가 있다.

또한, 본 발명의 표시 소자의 제조 방법은, 외장을 인가함으로써 광학적 이방성의 정도가 변화하고, 구동에 필요한 외장의 강도가 작은 표시 소자를 제조할 수가 있게 하며, 작은 강도의 외장에서 광학적 이방성의 정도를 변화시킬 수 있고, 실용 수준의 강도의 외장에서 동작 가능하고, 고속 응답특성 및 넓은 시야 특성을 구비한 표시 소자를 실현할 수가 있다.

## 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시태양에 따른 표시 소자의 개략적인 구성을 나타내는 단면 모식도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시태양에 따른 표시 소자에서 배향막의 러빙 방향 및 편광판의 흡수축 방향을 나타내는 설명도이다.

도 3a 내지 도 3c는, 비교용 표시 소자에서, 인가 전압과 투과율과의 관계를 설명하기 위한 설명도이고, 도 3a는 전압 무인가의 상태, 도 3b는 두 전극 사이에 전압  $V_1$ 을 인가한 상태, 도 3c는 두 전극 사이에 전압  $V_2(>V_1)$ 를 인가한 상태를 나타낸다.

도 4는, 비교용 표시 소자에서, 양 기관 사이에 전압  $V_2$ 를 인가한 경우 분자의 배향 방향을 설명하기 위한 설명도이다.

도 5는 각종 액정상의 구조 모델이다.

도 6은 큐빅상의 구조 모델(로드 네트워크 모델)이다.

도 7은 큐빅상의 구조 모델이다.

도 8은 본 발명의 일 실시태양에 따른 표시 소자에 있어서, 물질층에 BABH8를 봉입한 경우와 종래의 액정 표시 소자에서의 표시 원리의 차이를 설명하기 위한 설명도이다.

도 9는 액정 마이크로 에멀전의 구조를 나타내는 모식도이다.

도 10은 액정 마이크로 에멀전의 구조를 나타내는 모식도이다.

도 11은 리�트로픽 액정상의 분류도이다.

도 12는 본 발명의 다른 실시태양에 따른 표시 소자에서, 배향막의 러빙 방향 및 편광판의 흡수축 방향을 나타내는 설명도이다.

도 13은 본 발명의 또 다른 실시태양에 따른 표시 소자의 개략적인 구성을 나타내는 단면 모식도이다.

도 14는 본 발명의 또 다른 실시태양에 따른 표시 소자에서, 편광판의 흡수축 방향, 배향막의 러빙 방향, 전계 인가 방향을 나타내는 설명도이다.

도 15는 콜레스테릭 블루상, 및 본 발명의 일 실시태양에서의 고정화의 메카니즘을 나타내는 설명도이다.

도 16은 본 발명의 실시의 한 태양에 따른 표시 소자에 대해서 측정된 전압-투과율 특성으로부터 추산한, 투과율이 최대가 되는 전압치와, 굴절률 이방성  $\Delta n$ 과 유전율 이방성  $\Delta \epsilon$ 의 곱( $\Delta n \times \Delta \epsilon$ )과의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 17은 본 발명의 또 다른 실시태양에 따른 표시 소자의 개략적인 구성을 나타내는 단면 모식도이다.

도 18a는 도 17에 나타낸 표시 소자에서 전계 무인가 시의 분자의 배향 상태를 나타내는 단면 모식도이고, 도 18b는, 도 17에 나타낸 표시 소자에서 전계 인가 시의 분자의 배향 상태를 나타내는 단면 모식도이다.

도 19a는 콜레스테릭 블루상에서, 키랄 피치 p 및 온도에 대한 상 상태의 변화를 나타내는 그래프이고, 도 19b는 콜레스테릭 블루상에서 형성되는 이중 비틀림 실린더(Double Twist Cylinder(DTC)) 구조를 나타내는 설명도이다.

도 20은 광학 활성의 메카니즘을 모식적으로 나타내는 설명도이다.

도 21은 본 발명의 일 실시태양에 따른 표시 소자를 사용하는 표시 장치의 주요부의 개략적인 구성을 나타내는 블록도이다.

도 22는 도 21에 나타낸 표시 장치에 사용되는 표시 소자의 주변의 개략적인 구성을 나타내는 모식도이다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

1: 기판

2: 기판

3: 물질층

4: 전극

4a: 전극

5: 전극

5a: 전극

6: 편광판

7: 편광판

8: 배향막

9: 배향막

10: 표시 소자

11: 고분자쇄

12: 분자

21: 스위칭 소자

22: 게이트 전극

23: 드레인 전극

24: 소스 전극

30: 표시 소자

100: 표시 장치

102: 표시 패널

103: 소스 드라이버

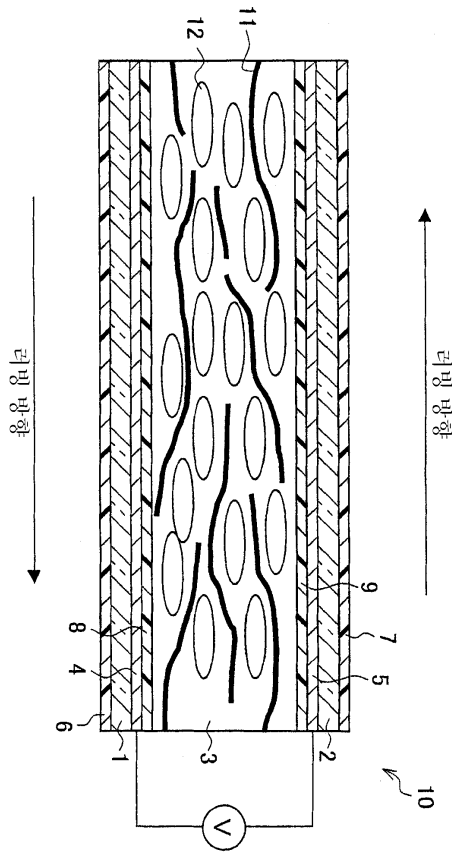
104: 게이트 드라이버

106: 전원 회로

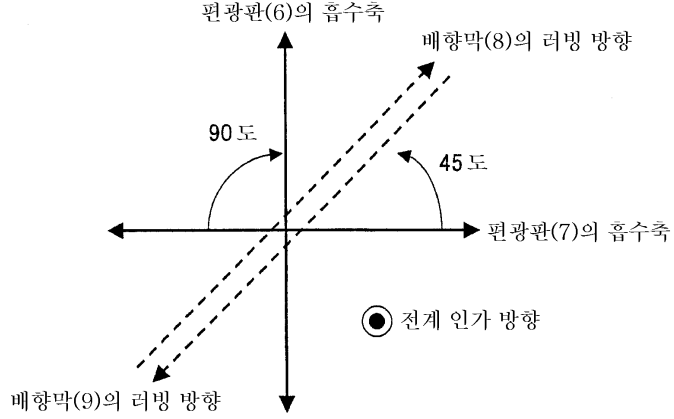
110: 화소

도면

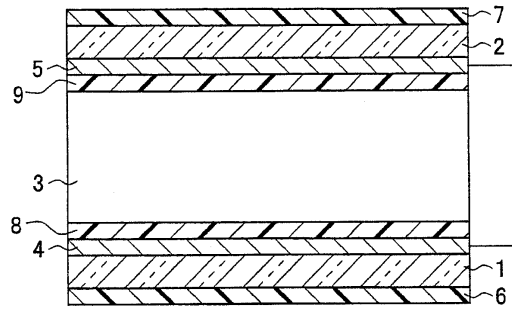
도면1



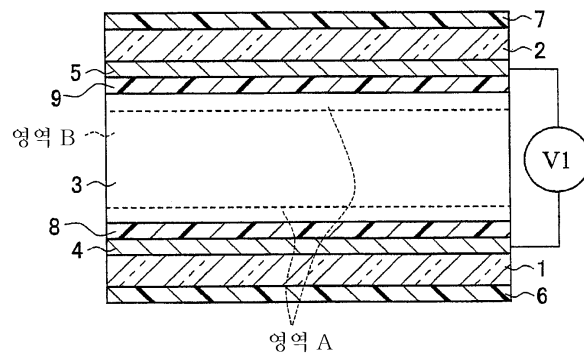
도면2



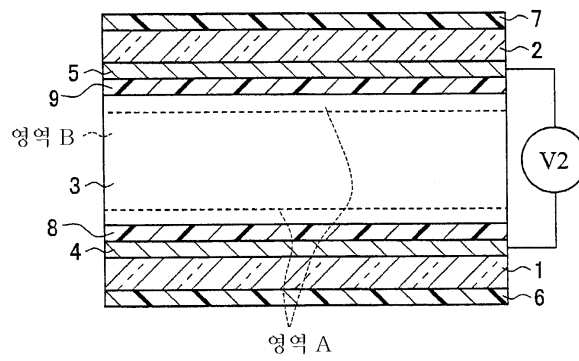
도면3a



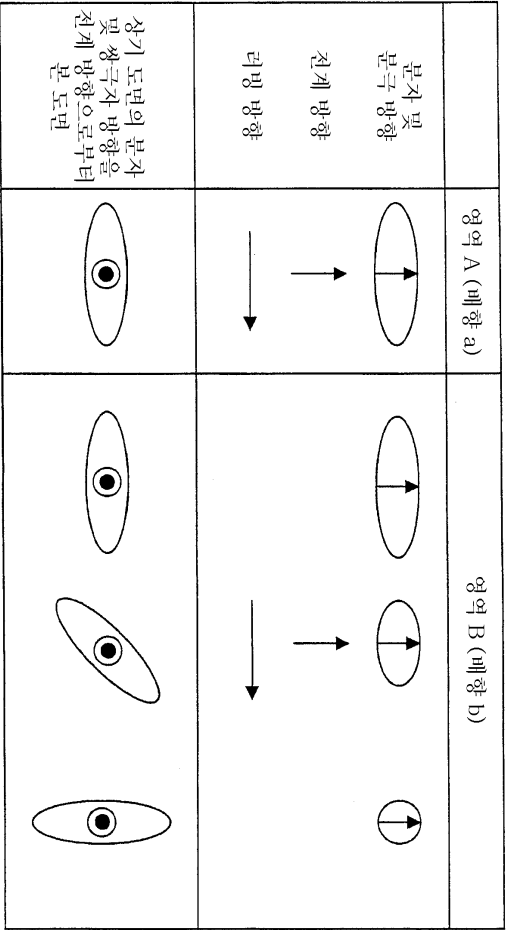
도면3b



도면3c

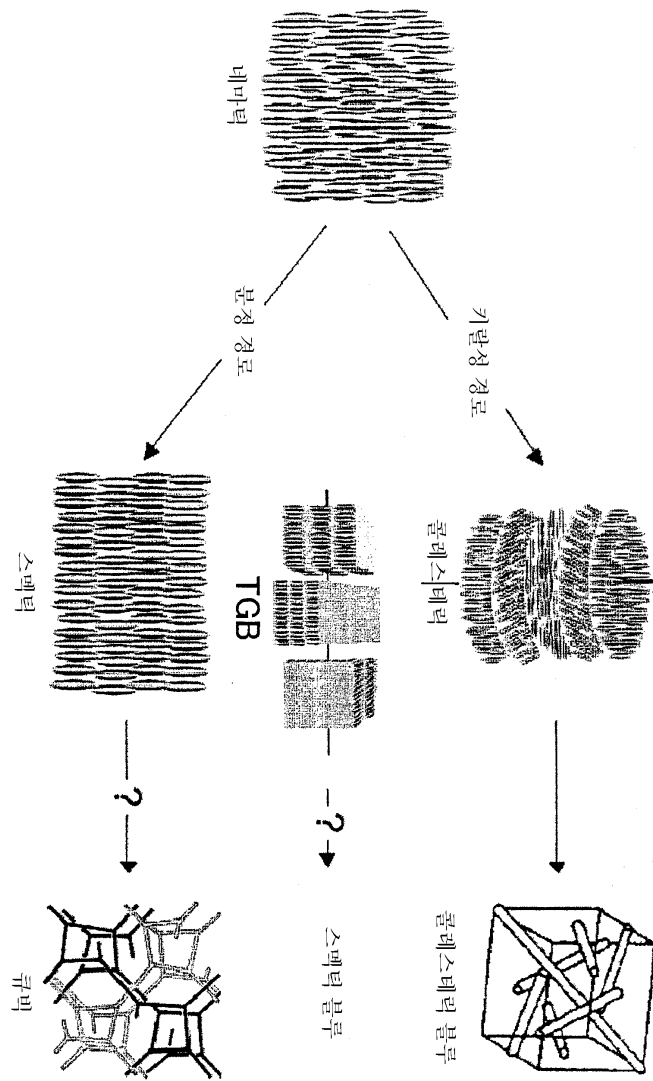


도면4

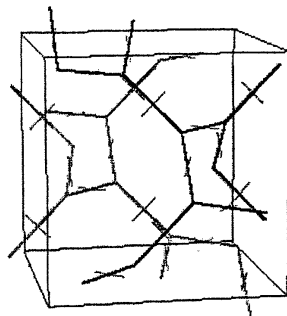




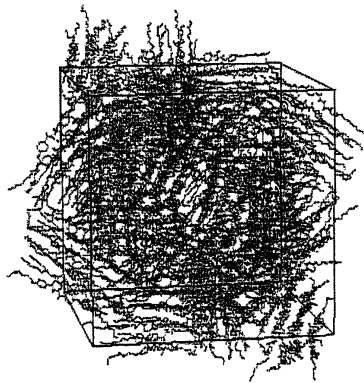
도면5



도면6



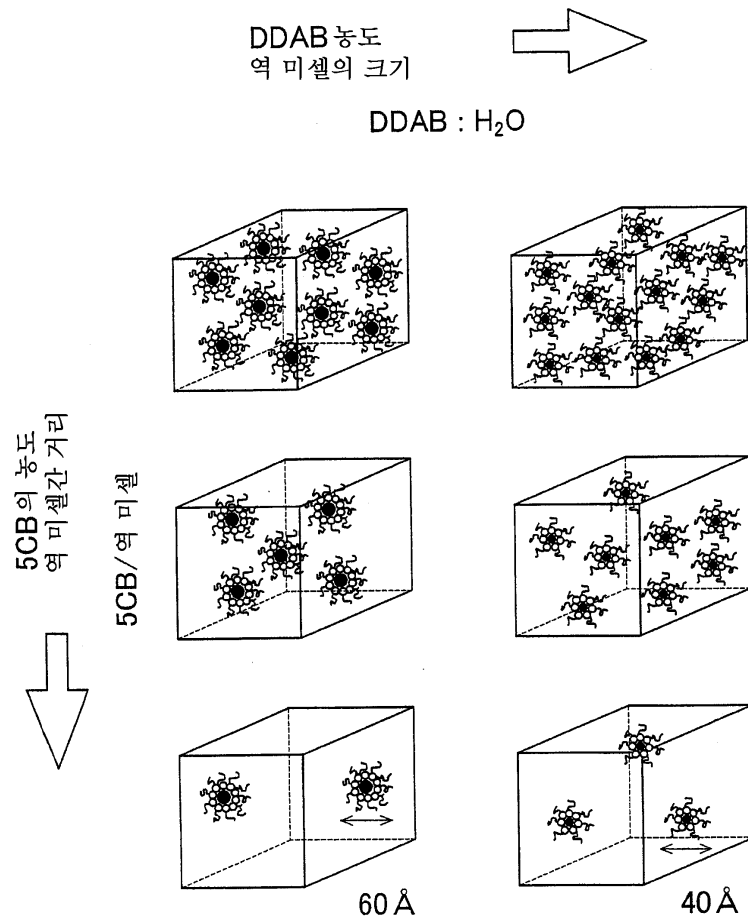
도면7



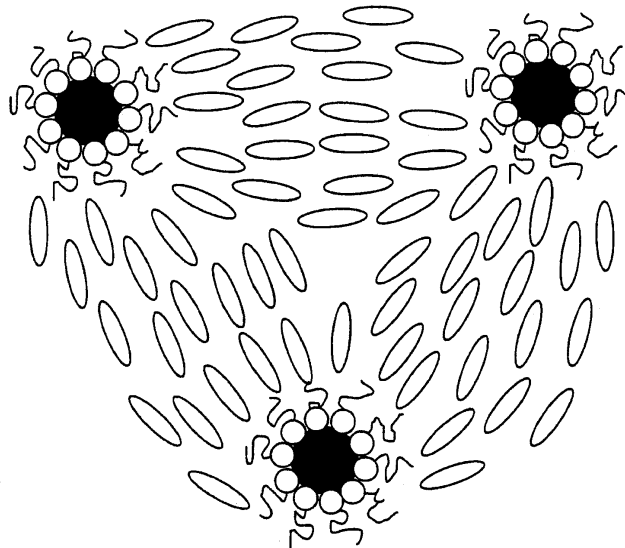
도면8

전압 무인가시의 배정의 평균적인 굴절률 타원체		전압 인가시의 배정의 평균적인 굴절률 타원체		배정 표시 장치: 굴절률 타원체 형은 변하지 않고 그 방향이 전압 인가에 의해 회전한다
TN 방식				
VA 방식				
IPS 방식				
본 표시 소자				전압 무인가시는 등방적 ( $n_x=n_y=n_z$ )이며, 인가에 의해 이방성( $n_x>n_y$ ) 이 발현한다

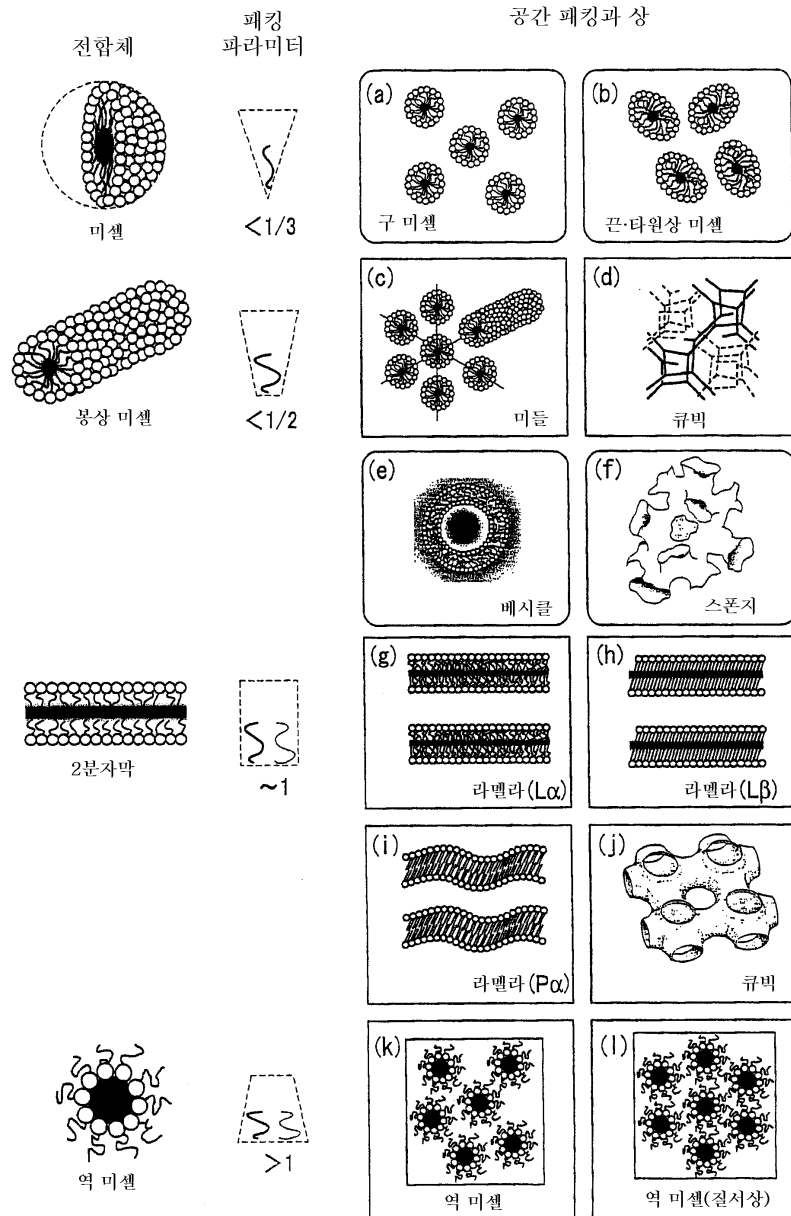
도면9



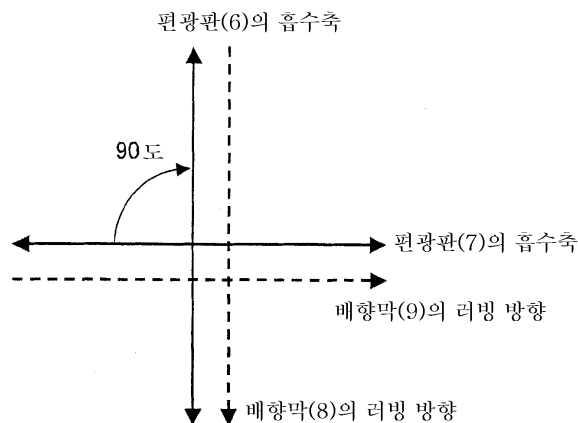
도면10



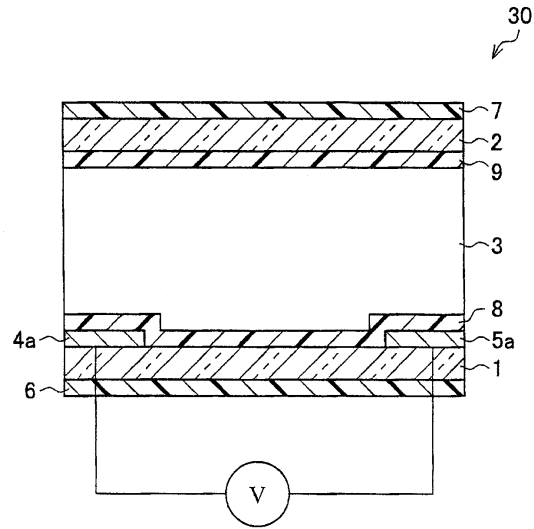
도면11



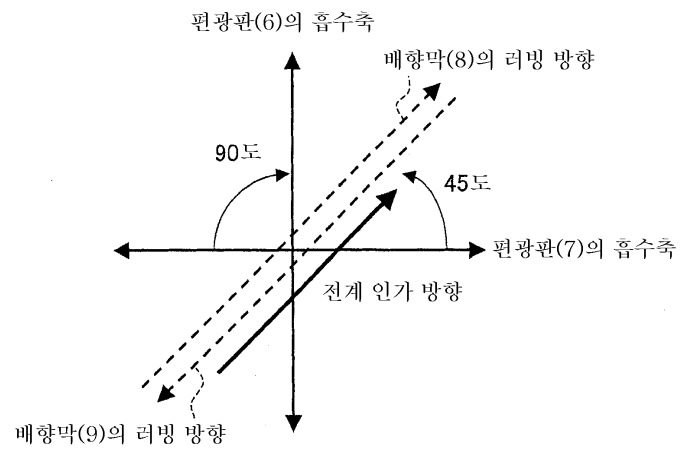
도면12



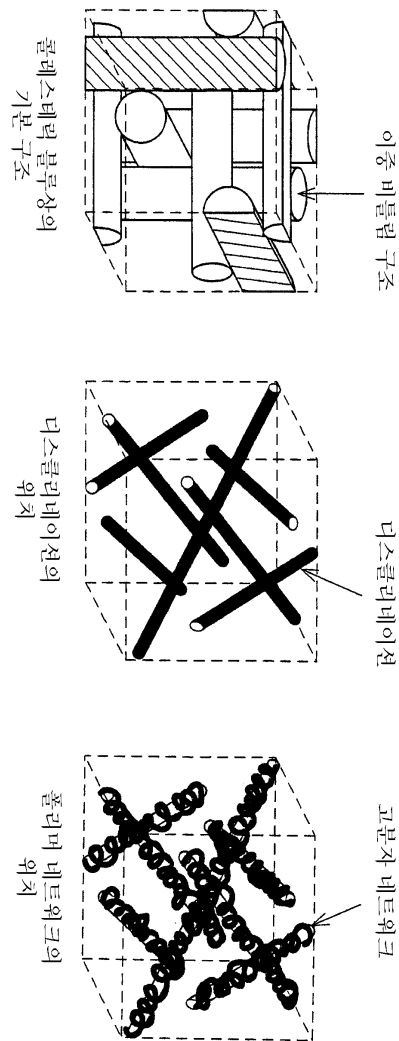
도면13



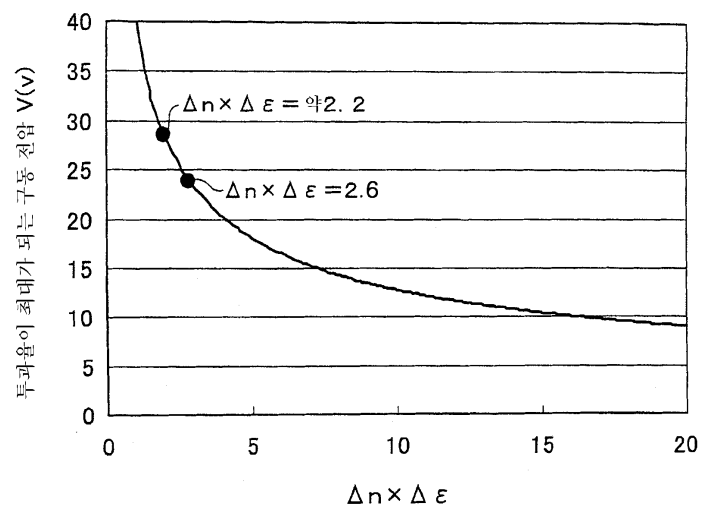
도면14



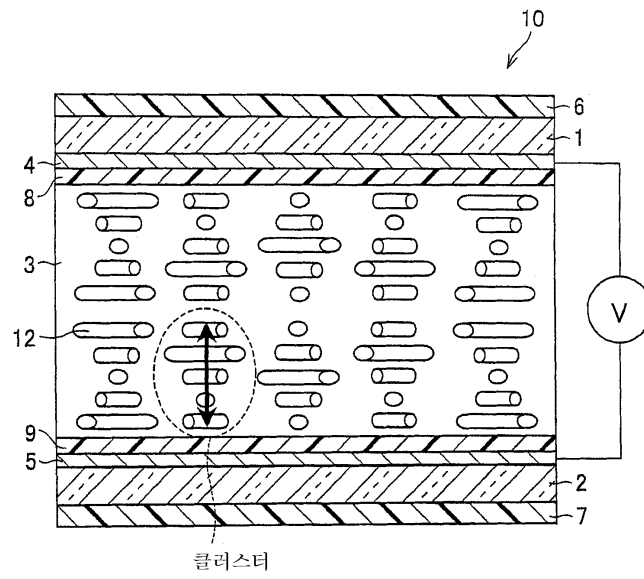
도면15



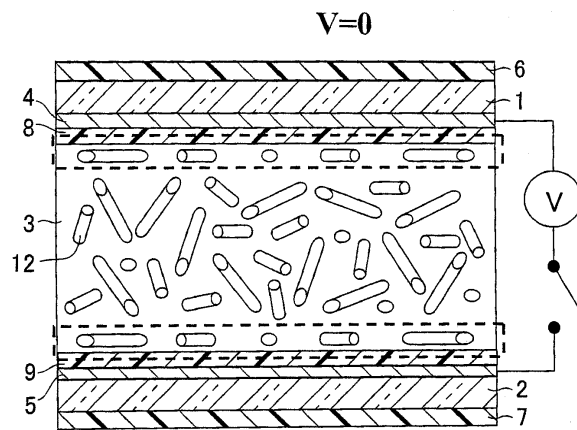
도면16



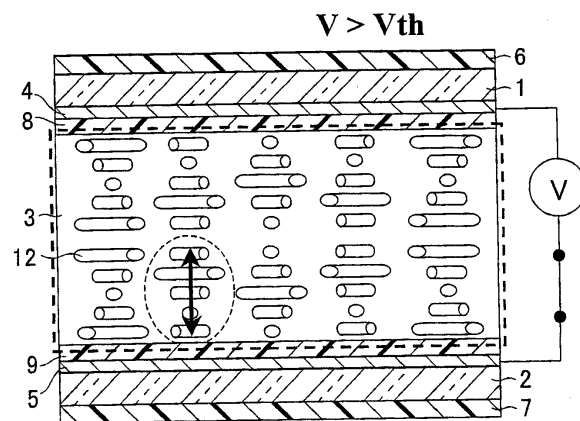
도면17



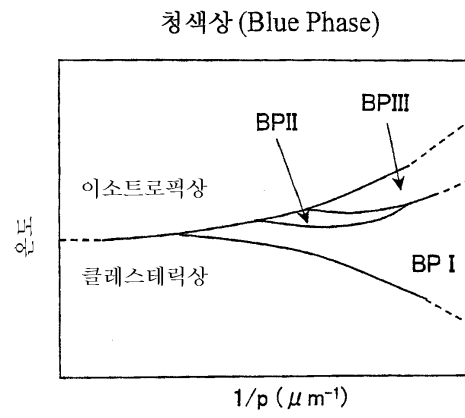
도면18a



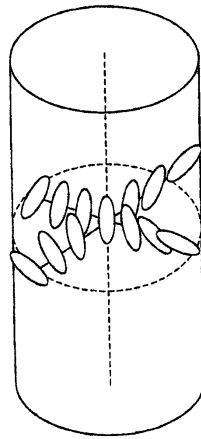
도면18b



도면19a



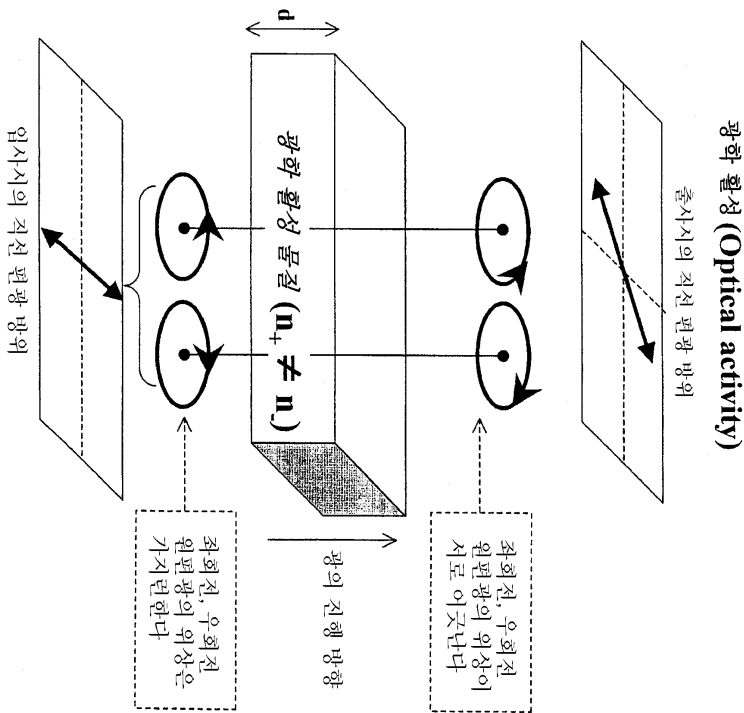
도면19b



이중 비틀림 실린더 (DTC)



도면20

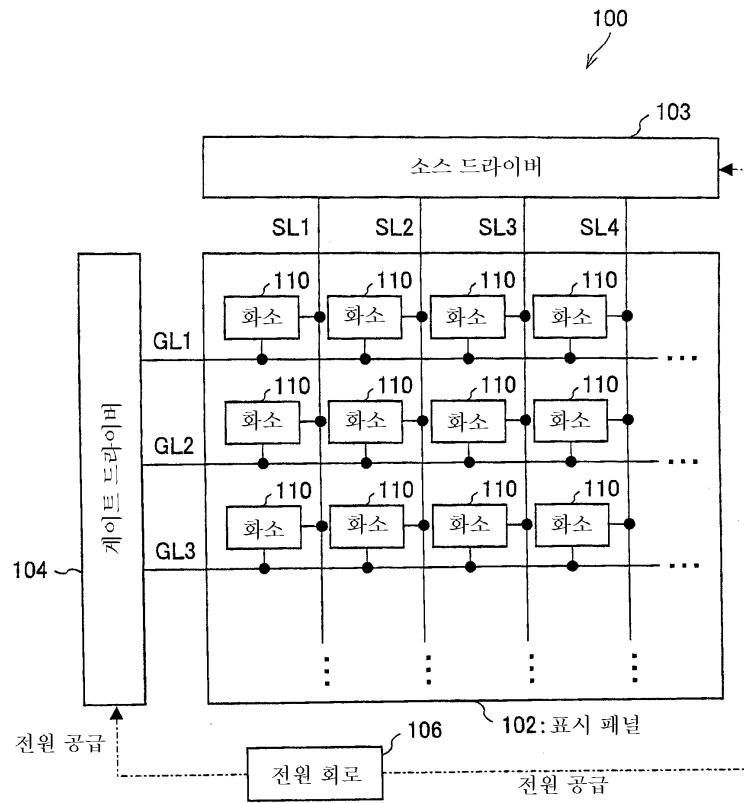


좌우 원편광에 대한 굴절률, 광학 활성 물질의 두께 등으로 결정되는 각도 부분, 편광 방위가 회전한다

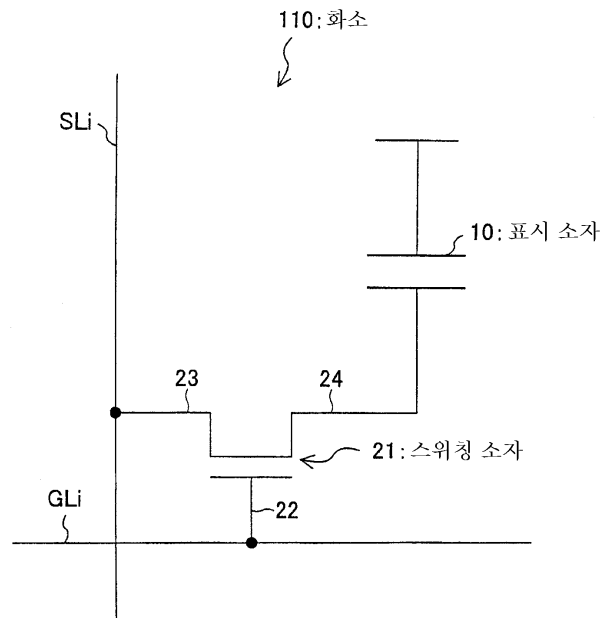
광학 활성 물질이 갖는 결정 구조나 나선 구조 때문에 좌우 원편광에 대한 굴절률 ( $n_+$ ,  $n_-$ )이 상이하다

직선 편광은 서로 진폭, 위상이 가지런한 좌우 원편광으로 분해할 수 있다

도면21



도면22



专利名称(译)	显示装置和显示装置，以及显示装置的制造方法		
公开(公告)号	<a href="#">KR100649039B1</a>	公开(公告)日	2006-11-27
申请号	KR1020050003830	申请日	2005-01-14
[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	MIYACHI KOICHI 미야찌고이찌 SHIBAHARA SEIJI 시바하라세이지 INOUE IICHIRO 이노우에이찌로 ISHIHARA SHOICHI 이시하라쇼이찌 KOIDE TAKAKO 고이데다까코		
发明人	미야찌,고이찌 시바하라,세이지 이노우에,이찌로 이시하라,쇼이찌 고이데,다까코		
IPC分类号	G02F1/1333 C09K19/42 C09K19/00 C09K19/02 C09K19/58 G02F1/07 G02F1/133 G02F1/137 G09G3/36		
CPC分类号	C09K2019/0492 G02F1/13718 C09K2019/0418 G02F1/07 C09K19/586 C09K19/02 G02F2001/13775		
代理人(译)	CHANG, SOO KIL		
优先权	2004008444 2004-01-15 JP 2004253425 2004-08-31 JP 2005007497 2005-01-14 JP		
其他公开文献	KR1020050075307A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

本发明在两片基板的一侧进行电极和摩擦处理的取向层，在每次安装时在另一侧设置偏振片，和双板。并且在被称为区域的材料层中并且被夹在双板中并且形成在双板的对准层的一侧，在负型液晶化合物和聚合引发剂中注入可光聚合单体的介质。并且当通过照射紫外线使该介质显示液晶相的状态保持时，光聚合性单体聚合并形成聚合物链。因此，授权驱动电场所需的电场（护套）的强度可以提供小型显示装置。显示装置，光学各向异性，摩擦处理，液晶。

