



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.

G02F 1/139 (2006.01)
C09K 19/02 (2006.01)
G02F 1/1337 (2006.01)
C09K 19/02 (2006.01)
G02F 1/1337 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0057219
(43) 공개일자 2007년06월04일

(21) 출원번호 10-2007-7007188
(22) 출원일자 2007년03월29일
심사청구일자 2007년03월29일
번역문 제출일자 2007년03월29일

(87) 국제공개번호 WO 2006/025234
국제공개일자 2006년03월09일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2005/015315
국제출원일자 2005년08월24일

(30) 우선권주장 JP-P-2004-00253609 2004년08월31일 일본(JP)

(71) 출원인 샤프 가부시킴가이샤
일본 오사카후 오사카시 아베노구 나가이쵸 22방 22고

(72) 발명자 이노우에, 이이찌로
일본 514-0008 미에쵸 쓰시 가미하마쵸 6-쵸메 283-301
미야찌, 고이찌
일본 619-0232 교토쵸 소라쿠군 세이카쵸 사쿠라가오카 3-쵸메9-7
시바하라, 세이지
일본 271-0096 시바쵸 마쓰도시 시모야끼리 267-4
이시하라, 쇼이찌
일본 576-0034 오사카후 가타노시 아마노가하라쵸 1-34-8

(74) 대리인 구영창
장수길

전체 청구항 수 : 총 31 항

(54) 표시 소자 및 표시 장치

(57) 요약

본 발명의 표시 소자는 대향하는 한쌍의 기관 사이에, 전계 무인가시에 광학적 등방성을 나타내고, 전계의 인가에 의해 광학적 이방성을 발현하는 물질층이 설치되어 있고, 상기 한쌍의 기관 사이에 전계를 인가함으로써 표시가 행해진다. 상기 물질층은 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 물질을 포함하고, 상기 액정성 매질의 네마틱상 상태에서의 550 nm에서의 굴절률 이방성을 Δn 으로 하고, 1 kHz에서의 유전율 이방성의 절대치를 $|\Delta \epsilon|$ 로 하면, $\Delta n \times |\Delta \epsilon|$ 가 1.9 이상이다. 상기 표시 소자, 및 상기 표시 소자를 구비한 표시 장치는 응답 속도가 빠르고, 구동 전압이 낮으면서, 넓은 온도 범위에서 구동할 수 있다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

대향하는 한쌍의 기관과 상기 한쌍의 기관 사이에 협지된 물질층을 구비하고, 상기 한쌍의 기관 사이에 전계를 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자이며,

상기 물질층은 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 매질을 포함하면서, 전계 무인가시에 광학적 등방성을 나타내고, 전계의 인가에 의해 광학적 이방성을 발현하는 동시에,

상기 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 매질의 네마틱상 상태에서의 550 nm에서의 굴절률 이방성을 Δn 으로 하고, 1 kHz에서의 유전율 이방성의 절대치를 $|\Delta\epsilon|$ 로 하면, $\Delta n \times |\Delta\epsilon|$ 가 1.9 이상인 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 Δn 이 0.14 이상이고, 상기 $|\Delta\epsilon|$ 가 14 이상인 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 $\Delta n \times |\Delta\epsilon|$ 가 4.0 이상인 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 Δn 이 0.2 이상이고, 상기 $|\Delta\epsilon|$ 가 20 이상인 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 $\Delta\epsilon$ 가 음인 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 6.

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 한쌍의 기관 사이에 상기 전계의 인가에 의한 광학적 이방성의 발현을 촉진하기 위한 배향 보조재가 설치되는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 7.

제6항에 있어서, 상기 배향 보조재가 상기 물질층 내에 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 8.

제7항에 있어서, 상기 배향 보조재가 구조적 이방성을 갖는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 9.

제7항에 있어서, 상기 배향 보조재가 상기 물질층 중의 액정성 매질이 액정상을 나타내는 상태로 형성된 것임을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 10.

제7항에 있어서, 상기 배향 보조재가 중합성 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 11.

제7항에 있어서, 상기 배향 보조재가 고분자 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 12.

제11항에 있어서, 상기 배향 보조재가 쇄상 고분자 화합물, 망상 고분자 화합물 및 환상 고분자 화합물로 이루어지는 군에서 선택되는 1종의 이상의 고분자 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 13.

제7항에 있어서, 상기 배향 보조재가 수소 결합체를 포함하는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 14.

제7항에 있어서, 상기 배향 보조재가 다공질 재료를 포함하는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 15.

제7항에 있어서, 상기 배향 보조재가 상기 물질층 중의 액정성 매질을 소 영역으로 분할하는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 16.

제15항에 있어서, 상기 소 영역의 크기가 가시광 파장 이하인 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 17.

제7항에 있어서, 상기 배향 보조재가 상기 한쌍의 기관 중 적어도 한쪽 기관에 설치된 수평 배향막인 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 18.

제17항에 있어서, 상기 수평 배향막에 러빙 처리 또는 광 조사 처리가 실시되어 있는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 19.

제18항에 있어서, 상기 수평 배향막이 상기 한쌍의 기관 각각에 설치되는 동시에, 상기 러빙 처리 또는 광 조사 처리에서의 러빙 방향 또는 광 조사 방향이 서로 평행 또는 반평행하게 되도록 배치되는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 20.

제19항에 있어서, 상기 물질층의 두께를 $d(\mu\text{m})$, 입사광의 파장을 $\lambda(\text{nm})$ 로 하면, $\lambda/4 \leq \Delta n \times d \leq 3\lambda/4$ 를 만족시키는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 21.

제18항에 있어서, 상기 수평 배향막이 상기 한쌍의 기관 각각에 설치되는 동시에, 상기 러빙 처리 또는 광 조사 처리에서의 러빙 방향 또는 광 조사 방향이 서로 직교하도록 배치되는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 22.

제21항에 있어서, 상기 물질층의 두께를 $d(\mu\text{m})$ 로 하면, $350(\text{nm}) \leq \Delta n \times d \leq 650(\text{nm})$ 을 만족시키는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 23.

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 물질층에 추가로 미립자가 봉입되어 있는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 24.

제1항 내지 제23항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 물질층에 전계의 2차에 비례하여 굴절률이 변화되는 매질이 봉입되어 있는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 25.

제1항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 물질층에 유극성 분자를 함유하는 매질이 봉입되어 있는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 26.

제1항 내지 제25항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 물질층이 한쪽 방향의 손대칭성만의 비틀림 구조를 이루는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 27.

제1항 내지 제26항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 물질층에 키랄성을 나타내는 매질이 봉입되어 있는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 28.

제1항 내지 제27항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 액정성 매질이 400 nm 이하의 선택 반사 파장 영역 또는 나선 피치를 갖는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 29.

제1항 내지 제28항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 물질층이 유전성 물질을 포함하는 유전성 물질층인 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 30.

제1항 내지 제29항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 한쌍의 기관의 기관면 법선 방향으로 전계를 발생시켜 상기 물질층에 전계를 인가하는 전계 인가 수단을 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 표시 소자.

청구항 31.

제1항 내지 제30항 중 어느 한 항에 기재된 표시 소자를 구비하는 것을 특징으로 하는 표시 장치.

명세서

기술분야

본 발명은 표시 소자 및 표시 장치에 관한 것으로, 특히 저전압 및 넓은 온도 범위에서 구동 가능하면서, 광시야각성과 고속 응답성을 겸비한 표시 소자 및 표시 장치에 관한 것이다.

배경기술

액정 표시 소자는 각종 표시 소자 중에서도 박형이고 경량이면서 소비 전력이 작다는 이점을 갖고 있다. 이 때문에, 액정 표시 소자는 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. 특히, 네마틱 액정을 이용한 액정 표시 소자는 시계나 전자 계산기 등의 수치 세그먼트형 표시 소자로부터 시작하여, 최근에는 공간 절약 및 저소비 전력이라는 장점을 살려서 노트북 컴퓨터(personal computer), 데스크탑 모니터용 디스플레이로서 널리 보급되어 있다.

또한, 최근에는 CRT(Cathode Ray Tube)로 독점되었던 텔레비전(TV) 시장에서도 FPD(Flat Panel Display)의 대표격으로서 LCD(Liquid Crystal Display)-TV는 확고한 지위를 쌓고 있다.

액정 표시 소자의 표시 방식으로서, 종래에는 예를 들면 네마틱 액정상의 액정 표시 모드(네마틱 액정 모드)인 트위스티드 네마틱(TN) 모드나, 위상차판에서 광학적으로 보상한 TN 모드, 인플레인 스위칭(IPS) 모드, 버티컬 얼라인먼트(VA) 모드, 광학 보상 밴드(OCB) 모드 등이 알려져 있고, 이들 표시 방식을 이용한 액정 표시 장치의 일부는 이미 상품화되어 시장에 출시되어 있다.

그러나, 상기한 네마틱 액정 모드는 모두 벌크의 액정상에서의 액정 분자의 배향 방향이 변화됨으로써 얻어지는, 광학 이방성을 나타내는 방향의 변화를 이용한 표시 방식으로 되어 있다. 즉, 이들 표시 방식에서는 액정 분자가 일정방향으로 정렬된 상태에 있어 액정 분자에 대한 각도에 따라 다르게 보이기 때문에, 보는 각도, 보는 방위에 따라 화질이 완전히 동일하게는 되지 않는다.

또한, 이들 표시 방식은 모두 전계 인가에 의한 액정 분자의 회전을 이용하는 것으로서, 액정 분자가 정렬된 채로 일제히 회전하기 때문에 응답에 시간을 요한다. 따라서, 벌크의 액정상이 응답하기 위해서는 아무래도 수십 내지 수백 밀리초 정도의 시간을 요하게 되어, 수 밀리초 이하로 한층 더 고속 응답화하기는 곤란하다.

이 때문에, 이들 액정 표시 소자 및 이들 액정 표시 소자를 이용한 액정 표시 장치에서는 응답 속도(응답 특성)나 시야각 특성을 더욱 향상시키는 것이 요망되고 있다. 특히, LCD-TV를 더욱 보급시키기 위해서는, 동화상 표시에 적합한 고속 동화상 응답 성능과, 보는 각도에 따라 화상이나 화질이 변화되지 않는 광시야각 성능을 실현하는 것이 요망되고 있다.

그런데, 네마틱 액정 모드에서는 기관 계면의 배향 규제력이, 액정 분자 자체가 갖는 자기 배향성에 의해 셀 내부의 벌크 전체에 전파시켜 벌크 전체의 액정 분자를 배향시키도록 되어 있다. 즉, 네마틱 액정 모드에서는 액정 분자 자체가 갖는 자기 배향성이 전파됨에 따른 장거리 질서(long-range-order)를 이용하여 표시를 행한다.

그러나, 액정 분자 자체가 갖는 자기 배향성의 전파 속도를 향상시키는 것은 본질적으로 한계가 있다. 이 때문에, 네마틱 액정 표시 모드를 이용하는 한, LCD-TV에서 필수적인 고속 응답성 및 광시야각성의 실현은 곤란하다.

또한, 네마틱 액정상의 액정 표시 모드 외에, 네마틱 액정상보다 질서도가 높은 스펙트릭 액정상에 있어서 강유전성이 발현된 강유전성 액정(FLC) 모드 또는 반강유전성 액정(AFLC) 모드가 있다. 이들 액정 표시 모드(스펙트릭 액정 모드)는 본질적으로 마이크로 초 정도의 매우 고속의 응답 특성을 나타낸다. 그러나, 내충격성, 온도 특성 등의 과제가 해결되지 않아 실용화에는 이르지 못했다.

또한, 그 밖의 액정 표시 모드로서는, 산란 상태와 투명 상태를 스위칭시키는 고분자 분산형 액정(PDLC) 모드가 있다. 이 PDLC 모드는 편광판이 불필요하고, 고휘도 표시가 가능하지만, 산란 상태와 투명 상태의 콘트라스트 차이가 적고, 또한 구동 전압이 높다는 등의 과제가 있어 실용화되지 못했다.

한편, 전계 인가에 의한 벌크에 있어서의 액정 분자의 회전을 이용하는 이들 표시 모드에 대하여 2차적인 전기 광학 효과를 이용한 전자 분극에 의한 표시 방식이 제안되었다.

전기 광학 효과란 물질의 굴절률이 외부 전계에 의해 변화하는 현상이다. 전기 광학 효과에는 전계의 1차에 비례하는 효과와 2차에 비례하는 효과가 있고, 각각 포켈스(Pockels) 효과, 커(Kerr) 효과라고 불리고 있다. 특히, 2차의 전기 광학 효과인 커 효과는 고속 광 셔터로의 응용이 일찍부터 진행되고 있으며, 특수한 계측 기기에서 실용화되어 있다.

커 효과는 1875년에 제이. 커(J. Kerr)에 의해 발견된 것으로, 지금까지 커 효과를 나타내는 재료로서는 니트로벤젠이나 이황화탄소 등의 유기 액체 등의 재료가 알려져 있다. 이들 재료는, 예를 들면 상기한 광 셔터, 광 변조 소자, 광 편광 소자, 또는 전력 케이블 등의 고전계 강도 측정 등에 이용되고 있다.

그 후, 액정 재료가 큰 커 상수를 갖는다고 밝혀져, 광변조 소자, 광편광 소자, 나아가 광집적 회로 응용에 대한 기초 검토가 이루어져, 상기 니트로벤젠의 200배를 초과하는 커 상수를 나타내는 액정 화합물도 보고되었다.

이러한 상황에서, 커 효과의 표시 장치로의 응용이 검토되기 시작하였다. 커 효과는 전계의 2차에 비례하기 때문에, 전계의 1차에 비례하는 포켈스 효과에 비해 상대적으로 저전압 구동을 기대할 수 있는 데다가, 본질적으로 수마이크로 초 내지 수밀리 초의 응답 특성을 나타내기 때문에, 고속 응답 표시 장치로의 응용이 기대된다.

그런데, 커 효과를 표시 소자로 응용 전개함에 있어서의 실용상의 큰 문제 중 하나는 종래의 액정 표시 소자와 비교하여 구동 전압이 큰 것이다. 이 문제에 대하여, 예를 들면 일본 공개 공보인 일본 특허 공개 제2001-249363호 공보(공개일 2001년 9월 14일 이하, "특허 문헌 1"이라 함)에서는 네가티브형 액정성을 갖는 분자를 배향시키는 표시 소자에 있어서, 기관 표면에 미리 배향 처리를 실시해 두고, 커 효과가 발현되기 쉬운 상태를 만들어내는 수법이 제안되었다.

또한, 커 효과를 표시 소자에 응용함에 있어서의 또 하나의 큰 문제는 종래의 액정 표시 소자와 비교하여 온도 범위가 좁은 것이다. 이 문제에 대해서는, 예를 들면 일본 공개 공보인 일본 특허 공개 (평)11-183937호 공보(공개일 1999년 7월 9일, 대응 미국 특허 제6,266,109호, 이하, "특허 문헌 2"라 함)에 유전율 이방성이 양인 액정 재료(포지티브형)를 이용하여, 이 액정 재료를 소 영역으로 분할함으로써 커 효과의 온도 의존성을 해결하기 위한 기술이 개시되어 있다.

상기 특허 문헌 1에는 기관 상에 배향막을 제막하여 러빙 등의 배향 처리를 실시함으로써 등방상 중의 커 상수를 실효적으로 높게 할 수 있어, 결과적으로 저전압화를 실현할 수 있다고 기재되어 있다.

그러나, 상기 특허 문헌 1에는 사용하고 있는 액정 재료의 굴절률 이방성(Δn : 굴절률 변화) 및 유전율 이방성($\Delta \epsilon$)에 대해서는 언급되어 있지 않고, 상기 액정 재료에 상기 굴절률 이방성(Δn) 및 유전율 이방성($\Delta \epsilon$)의 절대치가 충분히 큰 재료를 사용하는 것은 전혀 기재되어 있지 않다.

이 때문에, 상기 특허 문헌 1에 기재된 방법에 따르면, 상기 배향막에 배향 처리가 실시되었다 하더라도 기관 계면 근방의 분자밖에 배향시킬 수 없어, 커 효과가 발현되기 쉬워지는 범위는 기관 계면 근방의 영역으로 한정된다. 따라서, 특허 문헌 1의 기술에서는 구동 전압을 미소하게 밖에 감소시킬 수 없어, 저전압화의 효과는 실제 사용에 있어서 결코 충분하지 않다. 또한, 특허 문헌 1의 기술에서는 표시가 가능해지는 온도 범위도 편 포인트로서, 표시 장치로서 실용화하기에 이른 수준은 아니다.

상기 문제는 특허 문헌 1의 기술에서 액정층을 등방상(아이소트로픽상)에서 구동시키고 있는 데에 기인한다.

즉, 종래의 네마틱 액정 모드를 이용한 액정 디스플레이는 액정상을 네마틱상에서 구동시키고 있다. 네마틱상에 있어서는, 상기한 바와 같이 기관 계면에 미리 배향 처리를 실시한 배향막이 계기가 되어 기관 계면상의 액정 분자의 배향 방향(극각, 방위각)이 규정되고, 이것이 셀 내부 방향을 향해 액정 분자 자체가 갖는 자기 배향 능력에 따라 전파되고, 벌크의 액정층 전체가 똑같이 배향한 상태에서 스위칭된다.

이에 반해, 특허 문헌 1에 개시되어 있는 기술은 네마틱상 위의 상, 즉 온도를 상승시켰을 때에 네마틱상 다음에 나타나는 상인 등방상(아이소트로픽상)에서 전계를 인가하고, 전계 강도의 2차에 비례하는 굴절률 변화(커 효과)를 발현시키는 것이다.

액정 재료는, 네마틱상으로부터 온도를 올려 가면 일정 임계 온도(네마틱-아이소트로픽상 전이 온도(T_{ni})) 이상의 온도에서 등방상으로 상 전이된다. 등방상에 있어서는, 통상적인 액체와 마찬가지로 열역학적 흔들림의 요소(운동 에너지)가 분자 사이에 작용하는 힘보다 커서 분자는 자유롭게 이동·회전한다. 이러한 등방상 중에 있어서 액정 분자 사이에 기능하는 자기 배향 능력(분자간 상호 작용)은 거의 작용하지 않기 때문에, 기관 계면에 배향 처리를 실시하더라도 그 효과는 셀 내부에 그다지 전해지지 않는다. 이 때문에, 다소의 저전압화는 실현할 수 있어도 디스플레이로서 실용화할 수 있는 수준으로까지는 이르지 못했다. 또한, 상술한 열역학적 흔들림의 요소(운동 에너지)는 온도가 상승하면 현저히 커진다. 이 때문에, 커 효과를 발현시키기 위한 전압이 현저히 상승한다.

한편, 특허 문헌 2에는 액정 재료의 영역을 특정 재료로 소 구역으로 분할함으로써 액정의 커 상수의 온도 의존성을 억제할 수 있고, 또한 액정 단일체에서의 커 상수를 거의 유지할 수 있다고 개시되어 있다.

그러나, 특허 문헌 2에 개시되어 있는 액정 재료는 유전율 이방성이 양인 액정 재료(포지티브형)에 한정되어 있다. 또한, 표시 소자의 구성으로서도 기관 면내 방향 전계를 인가하는 것과 같은 빗살 무늬 전극 구조(횡전계 구조, Inter-digital electrode structure)가 전제이다.

상기 특허 문헌 2의 실시예 중에는 기관 법선 방향으로 전계(종전계)를 인가하는 구성도 기재되어 있기는 하나, 포지티브형 액정 재료도 이용하고 있는 것에는 변함이 없고, 또한 이 경우, 포지티브형 액정 재료에 색소를 첨가하여 편광판이 없는 구성으로 하는, 소위 게스트 호스트형 표시 모드에 대한 개시로서, 본 발명과 같이 직교 편광판하(크로스니콜하)에서 광학적 이방성을 발현시켜서 표시를 얻는 모드와는 근본적으로 전혀 다른 것이다.

또한, 특허 문헌 2에 기재되어 있는 포지티브형 액정 재료를 이용한 빗살 무늬 전극 구성은, 소위 IPS(In-plane-switching) 모드와 마찬가지로, 화소 내에 배치된 전극 면적만큼 확실히 개구율이 저하된다. 또한 등방상 액정 중에 커 효과를 발현시키기 위한 전압을 내리기 위해서는 빗살 무늬 전극 간격을 좁게 할 수밖에 없지만, 제조상의 측면에서 빗살 무

니 전극 간격은 예를 들면 5 μm 정도 이하로 좁히는 것은 거의 불가능하다. 따라서, 특허 문헌 2에 개시된 기술에서는 본질적으로 실구동 전압을 종래의 TFT(박막 트랜지스터) 소자나 드라이버로 구동 가능한 현실적인 범위 내까지 내리는 것은 매우 곤란하다.

또한 구동 온도 범위를 확대하기 위해, 특허 문헌 2에서는 상기와 같은 액정 재료와 전극 구성을 포함하는 표시 소자를 고분자 네트워크 등으로 소 영역으로 구분하는 기술이 기록되어 있기는 하나, 고분자 안정화하기 이전에 구동 전압이 저하되지 않은 것을 고분자 안정화하면 한층 더 구동 전압이 상승하여, 실용화로부터 멀어지게 되는 것은 피할 수 없다.

본 발명은 상기 종래의 문제점을 감안하여 이루어진 것으로, 그의 목적은 응답 속도가 빠르고 구동 전압이 낮으면서, 넓은 온도 범위에서 구동할 수 있는 표시 소자 및 표시 장치를 제공하는 데에 있다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 표시 소자는 상기 과제를 해결하기 위해, 대향하는 한쌍의 기관과, 상기 한쌍의 기관 사이에 협지된 물질층, 예를 들면 유전성 물질층을 구비하고, 상기 한쌍의 기관 사이에 전계를 인가함으로써 표시를 행하는 표시 소자이며, 상기 물질층은 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 매질을 포함하면서, 전계 무인가시에 광학적 등방성을 나타내고, 전계의 인가에 의해 광학적 이방성을 발현하는 동시에, 상기 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 매질의 네마틱상 상태에 있어서의 550 nm에서의 굴절률 이방성을 Δn 으로 하고, 1 kHz에서의 유전율 이방성의 절대치를 $|\Delta\epsilon|$ 로 하면, $\Delta n \times |\Delta\epsilon|$ 가 1.9 이상인 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 표시 소자는 상기 양 기관 사이, 바람직하게는 상기 한쌍의 기관에 대하여 대략 수직, 보다 바람직하게는 수직(즉, 기관면 법선 방향)으로 전계를 발생시켜서 상기 물질층에 전계를 인가하는 전계 인가 수단을 구비하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 상기 표시 소자에 있어서, 상기 양 기관에는 상기 양 기관 사이에 전계를 인가하기 위한 전극이 각각 형성되어 있는 것이 바람직하다. 상기 전극이 상기 양 기관에 각각 형성되어 있음으로써, 상기 한쌍의 기관의 기관 사이, 즉, 상기 한쌍의 기관의 기관면 법선 방향으로 전계를 발생시킬 수 있다. 그리고, 이와 같이 상기 전극이 상기 한쌍의 기관의 기관면 법선 방향으로 전계를 발생시킴으로써, 전극 면적 부분을 희생시키지 않고 기관 상의 전체 영역을 표시 영역으로 하는 것이 가능하며, 개구율의 향상, 투과율의 향상, 나아가서는 구동 전압의 저전압화를 실현할 수 있다. 또한, 상기 구성에 따르면, 상기 물질층에서의 양 기관과의 계면 부근에 한정되지 않고, 양 기관으로부터 떨어진 영역에서도 광학적 이방성의 발현을 촉진할 수 있다. 또한, 구동 전압에 대해서도, 빗살 무늬 전극에서 전극 간격을 협껏화하는 경우와 비교하여 협껏화가 가능하다.

본 발명에 있어서, 상기 물질층, 즉 상기한 바와 같이 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 매질을 포함하면서, 전계 무인가시에 광학적 등방성을 나타내고, 전계 인가에 의해 광학적 이방성을 발현하는 층으로서의 유전성 물질을 포함하는 유전성 물질층이 바람직하게 이용된다.

따라서, 본 발명에 따른 표시 소자는 대향하는 한쌍의 기관, 상기 한쌍의 기관 사이에 협지된 유전성 물질층, 및 상기 유전성 물질층에 전계를 인가하기 위한 전계 인가 수단을 구비한 표시 소자이며, 상기 전계 인가 수단은 상기 한쌍의 기관의 기관면 법선 방향으로 전계를 발생시키고, 상기 유전성 물질층은 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 매질을 포함하면서, 전계 무인가시에 광학적 등방성을 나타내고, 전계 인가에 의해 광학적 이방성을 발현하는 동시에, 상기 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 매질의 네마틱상 상태에 있어서의 550 nm에서의 굴절률 이방성을 Δn 으로 하고, 1 kHz에서의 유전율 이방성의 절대치를 $|\Delta\epsilon|$ 로 하면, $\Delta n \times |\Delta\epsilon|$ 가 1.9 이상인 것이 보다 바람직하다.

이와 같이 전계 무인가시에는 광학적 등방성을 나타내고, 전계 인가에 의해 광학적 이방성을 발현하는 물질(매질), 특히 전계 인가에 의해 분자의 배향 방향이 변화함으로써 광학적 이방성을 발현하는 물질(매질)을 이용하여 표시를 행하는 표시 소자는 본질적으로 고속 응답 특성 및 광시야각 특성을 갖고 있다.

즉, 본 발명의 표시 소자에서는 전계 인가에 따라 전계 무인가시와 전계 인가시에 굴절률 타원체의 형상이 변화하는 점을 이용함으로써, 상이한 표시 상태를 실현한다.

물질 층의 굴절률은 일반적으로는 등방적이 아니라 방향에 따라 달라지며, 상기 굴절률의 이방성, 즉, 상기 물질의 광학적 이방성은 통상적으로 굴절률 타원체로 표시된다. 일반적으로, 임의의 방향으로 진행하는 빛에 대해서는 원점을 통과하여 광파의 진행 방향과 수직인 면이 굴절률 타원체의 절단면이라고 여겨지며, 이 타원의 주축 방향이 광파의 편광 성분 방향이고, 주축 길이의 반이 그 방향의 굴절률에 상당한다. 따라서, 이러한 굴절률 타원체로 광학적 이방성을 파악하면, 종래의

액정 표시 장치에서는 전계 인가시와 전계 무인가시에 액정 분자의 굴절률 타원체 형상(굴절률 타원체의 절단면 형상)은 타원형 상태에서 변화하지 않고, 그 장축 방향의 방향이 변화(회전)함으로써 상이한 표시 형태를 실현했던 것에 반해, 본 발명에서는 전계 무인가시와 전계 인가시에 있어서의 상기 매질을 구성하는 분자의 굴절률 타원체 형상(굴절률 타원체의 절단면 형상)의 변화를 이용함으로써 상이한 표시 상태를 실현하도록 되어 있다.

이와 같이, 종래의 액정 표시 소자는 전계 인가에 따른 액정 분자의 회전에 의한 배향 방향의 변화만을 이용하여 표시를 행하는 것으로서, 액정 분자가 일정 방향으로 정렬된 상태에서 일체회전하기 때문에, 액정 고유의 점도가 응답 속도에 크게 영향을 미쳤다. 이에 반해, 본 발명과 같이 전계 인가에 의해 광학적 이방성을 발현하는 매질을 이용하여 표시를 행하는 표시 소자에 있어서는, 종래의 액정 표시 소자와 같이 액정 고유의 점도가 응답 속도에 크게 영향을 미치는 것 같은 문제가 없기 때문에, 고속 응답을 실현할 수 있다. 또한, 본 발명과 같이 전계 인가에 의해 광학적 이방성을 발현하는 매질을 이용하여 표시를 행하는 표시 소자는 고속 응답성을 구비하고 있기 때문에, 예를 들면 필드 시퀀셜 컬러 방식의 표시 장치에 이용할 수도 있다.

또한, 종래의 액정 표시 소자에서는 구동 온도 범위가 액정상의 상전이점 근방의 온도로 제한되어, 매우 고정밀한 온도 제어가 필요하다는 문제가 있었다. 이에 반해, 본 발명과 같이 전계 인가에 의해 광학적 이방성을 발현하는 매질을 이용하여 표시를 행하는 표시 소자는, 상기 매질을, 전계 인가에 의해 광학적 이방성의 정도가 변화하는 상태가 되는 온도로 유지하는 것만으로 충분하기 때문에, 온도 제어를 용이하게 할 수 있다.

또한, 본 발명과 같이 전계 인가에 의해 광학적 이방성을 발현하는 매질을 이용하여 표시를 행하는 표시 소자는 매질에서의 광학적 이방성의 정도 변화를 표시에 이용하고 있기 때문에, 액정 분자의 배향 방향을 변화시켜 표시를 행하는 종래의 액정 표시 소자보다도 광시야각 특성을 실현할 수 있다.

그러나, 이러한 표시 소자는 상기 효과를 갖는 한편, 종래, 구동 전압이 매우 높다는 문제점을 갖고 있다.

이에 반해, 본 발명에 따르면, 상기 물질층(구체적으로는, 유전성 물질층)에서의 액정성 매질의 굴절률 이방성 Δn 과 유전율 이방성의 절대치 $|\Delta \epsilon|$ 와의 곱이 충분히 크기 때문에, 상기 고속 응답 특성 및 광시야각 특성을 나타낼 뿐만 아니라, 전계(전압) 인가시에 보다 낮은 전압으로 효과적으로 광학적 이방성을 발현시킬 수 있는 동시에 넓은 온도 범위를 실현할 수 있다.

예를 들면, 상기 특허 문헌 2와 같이 기관 면내 방향으로 전계를 인가하는 빗살 무늬 전극 구조를 갖는 셀은 유전율 이방성 $\Delta \epsilon$ 이 양인 액정성 매질을 이용하는 것이 전제가 되지만, 빗살 무늬 전극 상은 표시에 사용할 수 없기 때문에, 그만큼의 개구율이 저하되어 고투과율을 얻는 것은 곤란하다. 또한, 수 μm 정도로 까지 협궤화하는 것은 곤란해진다.

이에 반해, 본 발명에서는 상기 한쌍의 기관 사이에 전계를 인가하여 표시를 행함으로써, 구체적으로는, 상기 전계 인가 수단이 상기 한쌍의 기관의 기관면 법선 방향으로 전계를 발생시키도록 배치되어 있음으로써, 전극 면적 부분을 희생시키지 않고 기관 상의 전체 영역을 표시 영역으로 하는 것이 가능하며, 개구율 향상, 투과율 향상, 나아가서는 구동 전압의 저전압화를 실현할 수 있다. 또한, 상기 구성에 따르면, 상기 유전성 물질층에서의 양 기관과의 계면 부근에 한정되지 않고, 양 기관으로부터 떨어진 영역에서도 광학적 이방성의 발현을 촉진할 수 있다. 또한, 구동 전압에 대해서도, 빗살 무늬 전극에서 전극 간격을 협궤화하는 경우와 비교하여 협궤화가 가능하다.

본원 발명자들이 검토한 결과, 본 발명에 따른 표시 소자는 온도를 상승시켰을 때에 네마틱상 다음에 나타나는 상인 등방상에서 구동을 행하지만, 전계(전압) 인가시에는 상기 액정성 매질이 네마틱상에서 가지고 있는 굴절률 이방성 Δn 과 유전율 이방성 $\Delta \epsilon$ 에 기인한 특성이 현재화된다고 관명되었다.

충분히 높은 전압 인가시에는 네마틱상에 있어서 상기 액정성 매질 중의 분자가 갖는 고유의 굴절률 이방성 Δn 에 상당하는 광학적 이방성을 최대로 발현시킬 수 있어, 빛의 이용 효율이 우수한 표시 소자를 얻는 것이 가능해진다.

따라서, 보다 낮은 전압으로 광학적 이방성을 발현시키기 위해서는, 1 분자당 굴절률 이방성 Δn 이 큰 편이, 발현되는 위상차(리터레이션)가 커지고, 또한 유전율 이방성 $\Delta \epsilon$ 의 절대치에 대해서도 큰 편이, 보다 낮은 전압으로 상기 분자를 전계 방향과 수직인 방향으로 배향시키는 것이 가능해져 저전압화에 기여한다.

상기 액정성 매질로서 상기 $\Delta n \times |\Delta \epsilon|$ 이 1.9 이상인 액정성 매질을 사용하면, 상기 표시 소자의 구동 전압으로서 상기 물질층, 예를 들면 유전성 물질층에 인가할 수 있는 최대한의 전압치의 실효치를 제조상 가능한 셀 두께(즉, 물질층(유전성 물질층)의 두께)로 달성할 수 있다.

또한, 본 발명의 표시 장치는 상기 과제를 해결하기 위해 상기 본 발명에 따른 표시 소자를 구비하고 있는 것을 특징으로 한다.

상기 구성에 따르면, 본 발명의 표시 장치가 상기 본 발명에 따른 표시 소자를 구비함으로써, 표시를 위해 필요한 구동 전압을 저전압화하고, 넓은 온도 범위에서 구동할 수 있는 표시 장치를 실현할 수 있다. 따라서, 상기 구성에 따르면, 응답 속도가 빠르고, 구동 전압이 낮으면서, 넓은 온도 범위에서 구동할 수 있는 표시 장치를 실현할 수 있다.

본 발명의 또 다른 목적, 특징, 및 우수성은 이하에 나타내는 기재에 의해 충분히 알 수 있을 것이다. 또한, 본 발명의 이익은 첨부 도면을 참조한 다음의 설명으로 명백해질 것이다.

산업상 이용 가능성

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

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 액정 재료와 비교용 액정 재료를 각각 투명 평판 진극 셀에 봉입하여 측정된 전압-투과율 특성으로부터 추산한, 투과율이 최대가 되는 전압치($V_{100}(V)$)와, 굴절률 이방성 Δn 과 유전율 이방성 $\Delta \epsilon$ 의 절대치의 곱($\Delta n \times |\Delta \epsilon|$)과의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 표시 소자의 개략 구성을 나타내는 단면 모식도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 표시 소자를 이용한 표시 장치의 주요부의 개략 구성을 나타내는 블록도이다.

도 4는 도 3에 나타내는 표시 장치에 이용되는 표시 소자 주변의 개략 구성을 나타내는 모식도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 표시 소자에서의 배향막의 배향 처리 방향과 편광판의 흡수축 방향, 및 전계 인가 방향과의 관계를 나타내는 설명도이다.

도 6a는 도 2에 나타내는 표시 소자에서의 전계 인가의 일 액정 분자의 배향 상태를 나타내는 모식도이다.

도 6b는 도 6a에 나타내는 전계 인가에서의 일 액정 분자의 굴절률 타원체의 형상을 나타내는 모식도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 표시 소자의 전압-투과율 특성을 나타내는 그래프이다.

도 8a는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 표시 소자에서의 전계 무인가시의 액정 분자의 배향 상태를 나타내는 단면 모식도이다.

도 8b는 도 8a에 나타내는 표시 소자에서의 전계 인가의 액정 분자의 배향 상태를 나타내는 단면 모식도이다.

도 9는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 표시 소자의 다른 개략 구성을 나타내는 단면 모식도이다.

도 10a은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 표시 소자의 또 다른 개략 구성을 나타내는 단면 모식도이며, 상기 표시 소자에서의 전계 무인가시의 액정 분자의 배향 상태를 모식적으로 나타내는 단면 모식도이다.

도 10b는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 표시 소자의 또 다른 개략 구성을 나타내는 단면 모식도이며, 도 10a에 나타내는 표시 소자에서의 전계 인가의 액정 분자의 배향 상태를 모식적으로 나타내는 단면 모식도이다.

도 11은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 표시 소자의 또 다른 개략 구성을 나타내는 단면 모식도이다.

도 12는 도 11에 나타내는 표시 소자에서의 배향막의 배향 처리 방향과 편광판의 흡수축 방향, 및 전계 인가 방향과의 관계를 나타내는 설명도이다.

도 13은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 표시 소자의 또 다른 개략 구성을 나타내는 단면 모식도이다.

도 14는 도 13에 나타내는 표시 소자에서의 편광판의 흡수축 방향과 전계 인가 방향과의 관계를 나타내는 설명도이다.

도 15는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 표시 소자의 또 다른 개략 구성을 나타내는 단면 모식도이다.

도 16a는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 표시 소자의 또 다른 개략 구성을 나타내는 단면 모식도이며, 상기 표시 소자에서의 전계 무인가시의 액정 분자의 배향 상태를 모식적으로 나타내는 단면 모식도이다.

도 16b는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 표시 소자의 또 다른 개략 구성을 나타내는 단면 모식도이며, 도 16a에 나타내는 표시 소자에서의 전계 인가시의 액정 분자의 배향 상태를 모식적으로 나타내는 단면 모식도이다.

<발명을 실시하기 위한 최선의 형태>

본 발명의 일 실시 형태에 대하여 도 1 내지 도 16a 및 도 16b에 기초하여 설명하면 다음과 같다.

도 2는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 표시 소자의 개략 구성을 나타내는 단면 모식도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 표시 소자를 이용하는 표시 장치의 주요부의 개략 구성을 나타내는 블록도이다. 또한, 도 4는 도 3에 나타내는 표시 장치에 이용되는 표시 소자 주변의 개략 구성을 나타내는 모식도이다.

본 실시 형태에 따른 표시 소자는 구동 회로나 신호선(데이터 신호선), 주사선(주사 신호선), 스위칭 소자 등과 함께 표시 장치에 배치되어 이용된다.

도 3에 나타낸 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 표시 장치(100)는 화소(10)···가 매트릭스형으로 배치된 표시 패널(102), 구동 회로로서의 소스 드라이버(103) 및 게이트 드라이버(104) 및 전원 회로(106) 등을 구비한다.

상기 각 화소(10)에는 도 4에 나타낸 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 후술하는 표시 소자(20) 및 스위칭 소자(21)가 설치된다.

또한, 상기 표시 패널(102)에는 복수개의 데이터 신호선(SL1 내지 SLn)(n은 2 이상의 임의의 정수를 나타냄)과 각 데이터 신호선(SL1 내지 SLn)에 각각 교차하는 복수개의 주사 신호선(GL1 내지 GLm)(m은 2 이상의 임의의 정수를 나타냄)이 설치되고, 이들 데이터 신호선(SL1 내지 SLn) 및 주사 신호선(GL1 내지 GLm)의 조합마다 상기 화소(10)···가 설치된다.

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

상기 스위칭 소자(21)로서는 예를 들면 FET(전계 효과형 트랜지스터) 소자 또는 TFT(박막 트랜지스터) 소자 등이 이용되며, 상기 스위칭 소자(21)의 게이트 전극(22)이 주사 신호선(GLi)에, 소스 전극(23)이 데이터 신호선(SLi)에, 또한, 드레인 전극(24)이 표시 소자(20)에 접속되어 있다. 또한, 표시 소자(20)의 타단은 전체 화소(10)···에 공통적인 도시하지 않는 공통 전극선에 접속되어 있다. 이에 따라, 상기 각 화소(10)에 있어서, 주사 신호선(GLi)(i는 1 이상의 임의의 정수를 나타냄)이 선택되면, 스위칭 소자(21)가 도통하고, 도시하지 않는 컨트롤러로부터 입력되는 표시 데이터 신호에 기초하여 결정되는 신호 전압이 소스 드라이버(103)에 의해 데이터 신호선(SLi)(i는 1 이상의 임의의 정수를 나타냄)을 통해 표시 소자(20)에 인가된다. 표시 소자(20)는 상기 주사 신호선(GLi)의 선택 기간이 종료하여 스위칭 소자(21)가 차단되어 있는 동안, 이상적으로는 차단시의 전압을 계속 유지한다.

본 실시 형태에 있어서, 상기 표시 소자(20)는 전계(전압) 무인가시에는 광학적 등방성(등방성이란, 구체적으로는 거시적, 구체적으로는 가시광 파장 영역, 즉, 가시광의 파장 스케일, 또는 이보다도 큰 스케일로 보아 등방일 수 있음)을 나타내고,

전계(전압)의 인가에 의해, 주로 전자 분극이나 배향 분극 등에 의해 광학적 이방성이 발현(특히, 전계 인가에 의해 복굴절이 상승하는 것이 바람직함)되는 매질(11)(물질(유전성 물질), 도 2 참조)을 이용하여 표시를 행하도록 되어 있다. 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)의 구성에 대하여 도 2를 참조하여 이하에 상세히 설명한다.

도 2에 나타낸 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)는 적어도 한쪽이 투명한, 대향하는 한쌍의 기관(13, 14)(전극 기관) 사이에 광학 변조층인 유전성 물질층(유전성 액체층, 물질층)(3)이 협지되어 있는 구성을 갖고 있다. 상기 기관(13, 14)은 도 2에 나타낸 바와 같이, 예를 들면 유리 기관 등의 투명한 기관(1, 2)(투명 기관)을 각각 구비하고, 이들 기관(1, 2) 상에 유전성 물질층(3)에 전계를 인가하기 위한 전계 인가 수단인 전극(4, 5), 배향 보조재(L)로서의 배향막(8, 9)이 각각 구비되어 있는 구성을 갖고 있다. 상기 전극(4, 5)은 상기 기관(1, 2)에서의 상호 대향면(내측)에 배치되어 있다. 또한, 배향막(8, 9)은 상기 전극(4, 5)의 내측에 각각 구비되어 있다. 또한, 기관(1, 2)에서의 상호의 대향면과 반대측 면(외측)에는 각각 편광판(6, 7)이 구비되어 있다.

본 실시 형태에 있어서, 상기 표시 소자(20)에서의 기관(13, 14) 사이의 간격, 즉 유전성 물질층(3)의 두께(d)(도 8a 참조)는 1.3 μm 로 하였다. 또한, 전극(4, 5)에는 ITO(인듐 주석 산화물)를 포함하는 투명 전극을 이용하였다. 배향막(8, 9)에는 JSR 가부시끼가이샤 제조의 폴리이미드 "JALS-1048"(상품명)을 포함하는 수평 배향막을 사용하였다.

도 5는 배향막(8)의 배향 처리 방향(A) 및 배향막(9)의 배향 처리 방향(B)과, 편광판(6, 7)의 흡수축 방향, 및 전극(4, 5)으로의 전계 인가 방향과의 관계를 나타내고 있다. 상기 전극(4, 5)은 도 2 및 도 5에 나타낸 바와 같이, 상기 기관(1, 2)의 기관면 법선 방향으로 전계를 발생시키도록 배치되어 있다. 또한, 배향막(8, 9)은 도 2 및 도 5에 나타낸 바와 같이, 상호의 배향 처리 방향(A, B)이 예를 들면 역평행(antiparallel)(즉, 반평행(평행하면서 방향이 반대))이 되도록 기관(1, 2)의 기관면에 수평으로 러빙 처리(수평 러빙 처리) 또는 광 조사 처리(바람직하게는 편광 광 조사 처리) 등의 배향 처리가 실시되어 있다. 또한, 편광판(6, 7)은 도 5에 나타낸 바와 같이, 상호의 흡수축(6a, 7a)이 직교하는 동시에, 편광판(6, 7)의 흡수축(6a, 7a)과 배향막(8, 9)의 배향 처리 방향(A, B)이 서로 45도 각도를 이루도록 배치되어 있다.

상기 표시 소자(20)는 상기 기관(13)과 기관(14)을 도시하지 않은 밀봉재에 의해, 필요에 따라 예를 들면 도시하지 않은 플라스틱 비드나 유리 섬유 스페이서 등의 스페이서를 통해 접합하고, 그 공극에 매질(11)을 봉입함으로써 형성된다.

구체적으로는, 우선 도 2에 나타낸 바와 같이 기관(1) 및 기관(2)의 표면에 전극(4) 및 전극(5)을 각각 형성한다. 한편, 상기 전극(4, 5)의 형성 방법으로는 종래의 액정 표시 소자에 적용되는 방법과 동일한 방법을 사용할 수 있다.

다음으로, 배향막(8)을, 기관(1) 상에 상기 전극(4)을 덮도록 형성한다. 또한, 배향막(9)을, 기관(2) 상에 상기 전극(5)을 덮도록 형성한다. 한편, 배향막(8, 9)에는 러빙 처리 또는 광 조사 처리(편광 광 조사 처리) 등의 배향 처리를 실시해 둔다. 이 때, 배향막(8, 9)의 배향 처리 방향(배향 규제력 방향), 예를 들면 러빙 방향 또는 광 조사 방향(편광 광 조사 방향)은 서로 평행, 반평행, 직교 중 어느 하나의 관계를 갖도록 한다. 상기 러빙 처리로서는 종래에 상용되는 방법을 사용할 수 있다. 또한, 상기 광 조사 처리(편광 광 조사 처리)에 있어서는, 예를 들면 상기 배향막(8, 9) 표면에 조사광, 바람직하게는 편광이 서로 평행, 반평행 또는 직교하도록 자외광 조사(편광 자외광 조사)를 행하여 상기한 방향으로 배향 규제력을 발현시킬 수 있다. 본 실시 형태와 같이 배향막(8, 9)이 수평 배향막인 경우, 상기 광 조사 처리로서는 보다 러빙 처리에 가까운 배향 처리를 행할 수 있는 점에서 편광 광 조사 처리를 행하는 것이 유효하다.

다음으로, 상기 배향막(8, 9)이 형성된 기관(13, 14)(전극 기관)을, 플라스틱 비드 등의 스페이서(도시하지 않음)를 통해 양자의 간격(유전성 물질층(3)의 두께)이 1.3 μm 가 되도록 조정하고, 도시하지 않은 밀봉재에 의해 상기 기관(13, 14)의 주위를 봉하여 고정한다. 이 때, 나중에 주입하는 매질(11)(유전성 물질(유전성 액체))의 주입구(도시하지 않음)가 되는 부분은 밀봉하지 않고 개구시켜 둔다. 한편, 스페이서 및 밀봉재의 재질은 특별히 한정되는 것은 아니며, 종래의 액정 표시 소자에 이용되고 있는 것을 사용할 수 있다.

이와 같이 하여 기관(13, 14)을 접합시킨 후, 상기 기관(13, 14) 사이에 상기한 매질(11)을 주입함으로써, 상기 매질(11)로 이루어지거나 또는 상기 매질(11)을 포함하는 유전성 물질층(3)을 형성한다.

편광판(6, 7)은 기관(13, 14)을 접합하고, 그 간극에 상기 매질(11)을 주입하고, 상기 주입구를 밀봉하여 셀을 완성시킨 후에, 셀의 외측으로부터 접착을 행한다. 이 때, 이들 편광판(6, 7)은 흡수축(6a, 7a)이 서로 직교하는 동시에 편광판(6, 7)의 흡수축(6a, 7a)이 배향막(8, 9)의 배향 처리 방향(A, B)과 45도 각도를 이루도록 접합된다.

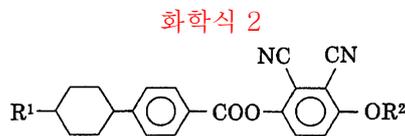
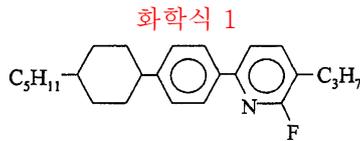
한편, 상기 배향 처리로서 자외광 조사(편광 자외광 조사) 등의 광 조사 처리를 행하는 경우에는 기관(13, 14)에 원하는 방향으로부터 자외광 조사 등을 행하고, 그 조사 방향끼리가 평행, 반평행 및 직교 중 어느 하나가 되도록 접합하고, 그 간극에 상기 매질(11)을 주입하고, 상기 주입구를 밀봉하여 셀을 완성시킨 후, 상기 셀의 외측으로부터 상기 편광판(6, 7)의 접착을 행한다.

본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)에 이용되는 유전성 물질층(3)은 상기 매질(11)(유전성 물질)로서 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 매질을 포함하고 있다. 본 실시 형태에서는 상기 액정성 매질에 유전율 이방성($\Delta\epsilon$)이 음인(즉, $\Delta\epsilon$ 가 음의 값을 나타냄) 네가티브형 액정성 혼합물(네가티브형 액정 재료)을 사용하기로 한다. 한편, 도 2 중, 매질(11)을 구성하는 네가티브형 액정성 혼합물의 1 액정 분자(1 액정성 분자)를 각각 액정 분자(12)로 나타낸다.

네가티브형 액정 재료, 즉 유전율 이방성이 음인 액정 재료(액정성 매질)이란, 저온으로 했을 때, 예를 들면 스멕틱상이나 본 실시 형태와 같이 네마틱상과 같은 액정상이 출현하는 액정성 화합물을 포함하는 재료(매질)이고, 분자 장축 방향의 유전율이 분자 단축 방향의 유전율보다도 작은(분자 장축 방향의 유전율 < 분자 단축 방향의 유전율) 막대형 분자를 포함하는 재료(매질)이다.

이러한 액정 재료(액정성 매질)에 전계를 인가하면, 개개의 분자는 도 2에 나타낸 바와 같이 기관 면내 방향(즉, 기관(1, 2)면에 평행한 방향)을 향하고자 하여 배향 상태가 변화되어 광학 변조를 유기시킬 수 있다. 이 때문에, 상기한 바와 같이 유전율 이방성($\Delta\epsilon$)이 음인 액정성 매질을 이용하면, 빗살 모양 전극으로 기관 면내 전계를 발생시키는 구성과 달리, 전계 인가시에 광학적 이방성을 개구율의 손실없이 보다 효율적으로 발현시키는 것이 가능해진다.

상기 네가티브형 액정성 혼합물은, 예를 들면 하기 화학식 1 및 2로 표시되는 액정 재료의 혼합 화합물(이하, 액정 재료(1)이라 함) 등으로 실현할 수 있다.



한편, 화학식 2 중, R¹ 및 R²는 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 7의 알킬기를 나타낸다.

본원 발명자들이 예의 검토한 결과, 본원 발명자들은 상기 유전성 물질층(3)이 상기한 바와 같이 네마틱 액정상을 나타내는 매질(11)(즉, 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 매질로 이루어지거나 또는 상기 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 매질을 포함하는 매질(11))을 포함하고, 전계 무인가시에 광학적 등방성(등방성)을 나타내고, 전계를 인가함으로써 광학적 이방성을 발현시키는 동시에, 상기 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 매질의 네마틱상 상태에서의 굴절률 이방성(Δn)과 유전율 이방성($\Delta\epsilon$)의 절대치($|\Delta\epsilon|$)를 적당한 범위 내로 설정함으로써, 낮은 전압으로 효율적으로 전계 인가시의 광학적 이방성을 발현시킬 수 있는 동시에 넓은 온도 범위화가 실현되어, 고속 응답성을 갖는 표시 소자의 실용화로의 길이 크게 열림을 발견하였다.

도 6a는 도 2에 나타내는 표시 소자(20)에서의 전계 인가시의 일 액정 분자(액정 분자(12))의 배향 상태를 나타내는 모식도이고, 상기 액정 분자(12)가 화살표 C로 나타내는 전계 인가 방향에 수직인, 기관(1, 2)에서의 기관 면내 방향으로 배향하고 있는 상태를 나타내고 있다. 또한, 도 6b는 도 6a에 나타낸, 전계 인가시에서의 일 액정 분자(액정 분자(12))의 굴절률 타원체(굴절률 타원체(12a))의 형상을 나타내는 모식도이다. 상기 굴절률 타원체(12a)의 형상은 원점을 통과하여 광파의 진행 방향으로 수직인 면을 절단면으로 하는, 굴절률 타원체(12a)(타원)의 절단면 형상으로 표시되고, 타원의 주축 방향이 광파의 편광 성분 방향이고, 주축 길이의 반이 그 방향의 굴절률에 상당한다.

본 실시 형태에 있어서 매질(11)은 상기한 바와 같이 전계 무인가시에 광학적으로 대략 등방(가시광 이상의 스케일에서의 배향 질서도가 거의 제로), 즉, 광학적 등방성(등방상)을 나타내고, 전계를 인가함으로써 광학적 이방성을 발현(광학 변조를 유기)시킨다. 이 때문에, 전계 무인가에서의 굴절률 타원체의 형상은 구형, 즉, 광학적으로 등방(배향 질서도=0)이고, 전계를 인가함으로써 이방성(가시광 파장 이상의 스케일에서의 배향 질서도>0)가 발현하도록 되어 있다.

따라서, 도 6a에 나타낸 바와 같이 전계 방향(C)에 수직인 방향의 굴절률에 의해 나타나는, 광학 이방성의 발현에 의한, 도 6b에 나타내는 전계 인가의 타원의 주축 방향(즉, 광파의 편광 성분 방향)의 굴절률, 즉, 상기 액정 분자(12)의 굴절률 타원체(12a)의 장축 방향에서의 굴절률(이상 광굴절률)을 n_e , 상기 타원의 주축 방향에 수직인 방향의 굴절률, 즉, 상기 액정 분자(12)의 굴절률 타원체(12a)의 단축 방향에서의 굴절률(정상 광굴절률)을 n_o 로 하면, 상기 굴절률 이방성(Δn)(복굴절 변화)는 $\Delta n = n_e - n_o$ 로 표시된다.

즉, 본 발명에 있어서, 상기 굴절률 이방성(Δn)은 $\Delta n = n_e - n_o$ (n_e : 이상 광굴절률, n_o : 정상 광굴절률)로 표시되는 복굴절 변화를 나타낸다. 한편, 본 발명은 상기 굴절률 이방성이 변화하는 데 반해, 종래의 액정 표시 장치는 상기 굴절률 이방성은 변화하지 않는다.

또한, 상기 전계 인가의 굴절률 타원체(12a)의 장축 방향은 유전 이방성이 음인 매질을 이용하는 경우, 전계 방향에 대하여 수직(한편, 유전 이방성이 양인 매질의 경우에는 평행)이 되지만, 종래의 액정 표시 소자에서는 전계 인가에 의해 굴절률 타원체의 장축 방향을 회전시켜 표시를 행하기 때문에, 굴절률 타원체의 장축 방향은 전계 방향에 대하여 항상 평행 또는 수직이 된다고는 할 수 없다.

즉, 유전성 물질의 유전 이방성이 음(네가티브형 액정)인 경우, 모든 전압치에 있어서 굴절률 타원체(12a)의 장축 방향은 전계 방향에 수직(직교 상태)이 되고, 유전 이방성이 양(포지티브형 액정)인 경우, 모든 전압치에 있어서 굴절률 타원체(12a)의 장축 방향은 전계 방향에 평행하게 된다. 본 실시 형태에 있어서, 전계 방향과 굴절률 타원체(12a)의 주축 방향 중 적어도 하나는 항상 평행하거나 또는 직교이다. 한편, 본 실시 형태에 있어서, 가시광 파장 이상의 스케일에서의 배향 질서도가 거의 제로(배향 질서도가 거의 없음)라는 것은 가시광보다 작은 스케일로 봤을 경우에는 액정 분자(12) 등이 임의의 방향으로 배열되어 있는 비율이 많지만(배향 질서가 있음), 가시광 이상의 스케일에서 보면, 배향 방향이 평균화되어 있어 배향 질서가 없는 것을 의미한다. 즉, 배향 질서도가 가시광 파장 영역 및 가시광 파장 영역보다 큰 파장의 빛에 대하여 아무런 영향을 주지 않는 정도로 작은 것을 나타낸다. 예를 들면, 크로스니콜하에서 흑 표시를 실현하고 있는 상태를 나타낸다. 한편, 본 실시 형태에 있어서 가시광 파장 이상의 스케일에서의 배향 질서도>0이란, 가시광 파장 이상의 스케일에서의 배향 질서도가 거의 제로인 상태보다도 큰 것을 나타내고, 예를 들면, 크로스니콜하에서 백색 표시를 실현하고 있는 상태를 나타낸다(이 경우, 계조 표시인 회색도 포함됨).

이와 같이, 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)는 광학적 이방성의 방향이 일정(전계 인가 방향은 변화되지 않음)하고, 예를 들면 가시광 파장 이상의 스케일에서의 배향 질서도를 변조시킴으로써 표시를 행하는 것이고, 매질(11) 그 자체의 광학적 이방성(예를 들면, 가시광 파장 이상의 스케일에서의 배향 질서)의 정도를 변화시킨다. 따라서, 종래의 액정 표시 소자와는 표시 원리가 크게 다르다.

한편, 본 발명에 있어서, 전계의 인가에 의해 매질의 광학적 이방성의 정도가 변화된다란, 전계의 인가에 따라 굴절률 타원체(12a)의 형상이 변화되는 것을 나타내고, 상기한 바와 같이 전계 무인가시에 광학적 등방성을 나타내고, 전계를 인가함으로써 광학적 이방성의 정도가 변화하는 경우, 즉, 전계를 인가함으로써 광학적 이방성이 발현되는 경우, 굴절률 타원체(12a)의 형상은 전계의 인가에 의해 구형에서 타원으로 변화한다.

또한, 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)에서는 광학적 등방성을 나타내는 구조에 생기는 변형, 즉, 매질(11)에서의 광학적 이방성의 정도의 변화를 이용하여 표시를 행하기 때문에, 액정 분자의 배향 방향을 변화시켜 표시를 행하는 종래의 표시 방식의 액정 표시 소자보다도 광시야각 특성을 실현할 수 있다. 또한, 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)에서는 복굴절이 발생하는 방향이 일정하고, 광축 방향이 변화되지 않기 때문에, 액정 분자의 배향 방향을 변화시켜서 표시를 행하는 종래의 액정 표시 소자보다도 보다 넓은 시야각 특성을 실현할 수 있다.

또한, 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)에서는 미소 영역의 구조의 변형에 의해 발현하는 이방성을 이용하여 표시를 행한다. 이 때문에, 종래 방식의 표시 원리와 같이, 액정 고유의 점도가 응답 속도에 크게 영향을 주는 것과 같은 문제가 없어, 1 ms 정도의 고속 응답을 실현할 수 있다. 즉, 종래 방식의 표시 원리에서는 전계 인가에 따른 액정 분자의 회전에 의한 배

향 방향의 변화만을 이용하여 표시를 행하는 것으로, 액정 분자가 일정 방향으로 정렬된 상태에서 일제히 회전하기 때문에, 액정 고유의 점도가 응답 속도에 크게 영향을 주었지만, 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)에서는 미소 영역의 구조의 변형을 이용하기 때문에, 액정 고유의 점도의 영향이 작아 고속 응답을 실현할 수 있다.

본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)는 상기한 표시 방식을 이용하기 때문에 고속 응답성을 구비하므로, 예를 들면, 필드 시퀀셜 컬러 방식의 표시 장치에 이용할 수도 있다.

또한, 종래의 액정 표시 소자에서는 구동 온도 범위가 액정상의 상 전이점 근방의 온도로 제한되어, 매우 고정밀한 온도 제어가 필요하다는 문제가 있었다. 이에 반해, 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)에 따르면, 상기 매질(11)을, 전계 인가에 의해 광학적 이방성의 정도가 변화하는 상태가 되는 온도로 유지하는 것만으로 충분하기 때문에, 온도 제어를 용이하게 할 수 있다.

본 실시 형태에 있어서, 상기 굴절률 이방성 Δn 은 아베 굴절계(아타고 제조의 "4T(상품명)")를 사용하여 파장 550 nm에서 측정하였다.

또한, 본 발명에 있어서, 유전율 이방성($\Delta\epsilon$)이란 유전율의 이방성을 나타내고, 상기 액정 분자(12)의 장축 방향에서의 유전율을 ϵ_e , 상기 액정 분자(12)의 단축 방향에서의 유전율을 ϵ_o 로 하면, 상기 유전율 이방성($\Delta\epsilon$)(유전율 변화)는 $\Delta\epsilon = \epsilon_e - \epsilon_o$ 로 표시되는 값이다.

상기 유전율 이방성 $\Delta\epsilon$ 은 임피던스 분석기(도요 테크니카사 제조의 "SI1260(상품명)")를 사용하여 주파수 1 kHz에서 측정하였다.

한편, 네마틱상에 있어서는 네마틱-아이소트로픽 상전이 온도(T_{ni})에 매우 가까운 온도를 제외하고(즉, 안정적으로 네마틱상을 나타내는 온도에 있어서는), 상기 굴절률 이방성(Δn) 및 유전율 이방성($\Delta\epsilon$) 등의 물성치는 온도에 대하여 비교적 균일한 특성을 나타낸다. 즉, 온도에 대한 의존성은 그다지 크지 않다. 따라서, 본 실시 형태에 있어서, 상기 굴절률 이방성(Δn) 및 유전율 이방성($\Delta\epsilon$)의 측정 온도 T_k 는 상기 매질(11), 즉, 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 매질이 네마틱상 상태를 나타내는 온도이면 특별히 한정되는 것은 아니지만, $T_k = 0.5T_{ni}$ 내지 $0.95T_{ni}$ (즉, T_{ni} 의 0.5 내지 0.95배)의 온도 범위 내(단위: K)인 것이 바람직하다.

본 실시 형태에 있어서, 상기 화학식 1로 표시되는 화합물($T_{ni} = 62\text{ }^\circ\text{C}$)의 굴절률 이방성 Δn (측정 파장 550 nm, 측정 온도 $25\text{ }^\circ\text{C}(0.89T_{ni})$)는 0.155, 유전율 이방성 $\Delta\epsilon$ (측정 주파수 1 kHz, 측정 온도 $25\text{ }^\circ\text{C}(0.89T_{ni})$)는 -4.0, 동일 조건에서의 상기 화학식 2로 표시되는 화합물의 유전율 이방성 $\Delta\epsilon$ 은 -18이고, 동일 조건에서의 상기 네가티브형 액정성 혼합물(네가티브형 액정 재료), 즉 상기 액정 재료(1)의 네마틱상 상태에서의 굴절률 이방성 Δn 은 0.14, 유전율 이방성 $\Delta\epsilon$ 은 -14이다. 즉, 본 실시 형태에서는 상기 액정 재료(1)로서, 네마틱상 상태에서의 상기 굴절률 이방성 Δn 이 0.14, 유전율 이방성 $\Delta\epsilon$ 이 -14가 되는 조합으로 상기 화학식 1 및 2로 표시되는 화합물이 배합되어 이루어지는 네가티브형 액정성 혼합물(액정 재료(1))을 사용하였다.

이와 같이 하여 얻어진 상기 표시 소자(20)를 외부 가온 장치에 의해 상기 액정 재료(1)의 네마틱-아이소트로픽 상전이 온도(T_{ni})의 바로 위 근방의 온도(T_{ni} 보다도 약간 높은 온도 T_e , 예를 들면 $T_e = T_{ni} + 0.1\text{K}$)로 유지하고, 상기 전극(4, 5) 사이에 전계(전압)를 인가하여 전기 광학 특성, 여기서는 전압-투과율 특성(V-T 특성)의 실측을 행하였다. 한편, 이 결과를 도 7에 나타내었다. 한편, 도 7 중에서 종축은 투과율(임의 단위(a.u.))를 나타내고, 횡축은 전압(V)을 나타낸다.

도 7에 나타낸 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 상기 표시 소자(20)는 비교적 낮은 전압(24 V 정도)에서 거의 최대 투과율에 도달하였고, 상기 네가티브형 액정성 혼합물(액정 재료(1))을 이용하면 저전압 구동이 실현되었음을 알 수 있다.

그 이유는 다음과 같이 생각할 수 있다. 상기한 바와 같이 상기 화학식 1 및 2로 표시되는 화합물을 포함하는 네가티브형 액정성 혼합물(액정 재료(1))은 상기한 바와 같이 네마틱상 상태에서의 굴절률 이방성을 Δn 으로 하고, 마찬가지로 네마틱상 상태에서의 유전율 이방성을 $\Delta\epsilon$ 로 하면, 네마틱상 상태에서의 굴절률 이방성 Δn 이 0.14, 마찬가지로 네마틱상 상태에서의 유전율 이방성 $\Delta\epsilon$ 이 -14로 비교적 크다.

본원 발명자들이 검토한 결과, 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)는 네마틱상의 위의 상, 즉 온도를 상승시켰을 때에 네마틱상 다음에 나타나는 상인 등방상(아이소트로픽상)에서 구동을 행하고 있지만, 전계 인가시에는 배향막(8, 9) 계면의 배향 규제력의 영향과, 상기 액정성 매질, 즉 상기 네가티브형 액정성 혼합물이 네마틱상에서 가지고 있는 굴절률 이방성 Δn 과 유전율 이방성 $\Delta \epsilon$ 에 기인한 특성이 현재화되는 것이 판명되었다.

본원 발명자들은 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)에 있어서 전계 인가시에는 광학적 이방성이 발현되는 메카니즘(구조, 원리)을 이하에 나타낸 바와 같이 추찰하였다. 즉, 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)는 상기 액정성 매질에 네가티브형의 액정 재료를 사용하기 때문에, 상기 매질(11)에서의 각 액정 분자(12)는 전계와 수직인 방향인 기관 면내 방향으로 배향한다. 이 때, 상기 배향막(8, 9) 계면에서는 예를 들면 역평행하게 러빙 처리 등의 배향 처리를 행하기 때문에, 도 2에 나타낸 바와 같이 그 배향 처리 방향(A, B)을 따라서 액정 분자(12)가 배향하고, 벌크의 내부에까지 그 배향 규제력이 미쳐 1축 배향이 실현된다. 그 결과, 빛이 투과된다.

이 광학적 이방성 발현의 메카니즘을 도 8a 및 도 8b에 나타낸다. 도 8a 및 도 8b는 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)의 광학적 이방성 발현의 메카니즘을 나타내는 도면이고, 도 8a는 상기 표시 소자(20)에서의 전계 무인가시의 액정 분자(12)의 배향 상태를 나타내는 단면 모식도, 도 8b는 도 8a에 나타내는 표시 소자(20)에서의 전계 인가시의 액정 분자(12)의 배향 상태를 나타내는 단면 모식도이다.

상기한 표시 소자(20)에 있어서, 도 8a에 나타낸 바와 같이 전계(전압) 무인가시($V=0$)에는 2장의 투명 평판 전극을 포함하는 전극(4, 5)이 설치된 기관(13, 14)에 의해 협지된 유전성 물질층(3)은 광학적 등방성을 나타내고, 액정 분자(12)의 배향 방향은 완전히 랜덤하다. 그러나, 도 8b에 전계 방향을 화살표 C로 나타낸 바와 같이, 기관 법선 방향, 즉 기관(13, 14)을 구성하는 기관(1, 2)의 법선 방향으로 전계를 인가하면, 상기 유전성 물질층(3) 중의 액정 분자(12)는 기관 면내 방향, 즉 기관(1, 2)의 면내 방향으로 배향하는 동시에, 상하의 기관(1, 2)의 계면의 배향막(8, 9)의 배향 처리 방향(A, B)을 따라서 배열하려고 한다. 그 결과, 액정 분자(12)는 일정 역치(V_{th})를 초과하는 전압 인가시($V > V_{th}$)에는 배향 처리 방향(A, B)으로 일체화 배향하여, 도 5에 나타내는 배치를 형성함으로써 빛이 투과되게 된다.

한편, 충분히 높은 전압 인가시에는 유전성 물질층(3) 중의 거의 모든 액정 분자(12)가 상기 배향 처리 방향(A, B)으로 배향한다.

따라서, 충분히 높은 전압 인가시에는, 최대로, 네마틱상에 있어서 액정 분자(12)(즉, 1 액정 분자)가 갖는 고유의 굴절률 이방성 $\Delta n = n_e - n_o$ (n_e : 이상 광굴절률, n_o : 정상 광굴절률)에 상당하는 광학적 이방성을 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)에서도 발현시킬 수 있어, 빛의 이용 효율이 우수한 표시 소자를 얻는 것이 가능해진다.

따라서, 보다 낮은 전압으로 광학적 이방성을 발현시키기 위해서는 1 분자당의 굴절률 이방성 Δn 이 큰 편이, 발현되는 위상차(리터데이션: $\Delta n \times d$)가 커지기 때문에 바람직함을 알 수 있다. 또한, 유전율 이방성 $\Delta \epsilon$ 의 절대치에 대해서도 큰 편이, 보다 낮은 전압으로 액정 분자(12)를 전계 방향(C)과 수직인 방향으로 배향시키는 것이 가능해져 저전압화에 기여함을 알 수 있었다.

특히, 상기 매질(11)로서, 굴절률 이방성 Δn 과 유전율 이방성 $\Delta \epsilon$ 의 절대치의 곱($\Delta n \times |\Delta \epsilon|$)이 1.9 이상인 액정성 매질(네가티브형 액정 재료), 바람직하게는 상기 네가티브형 액정성 혼합물($\Delta n \times |\Delta \epsilon| = 1.96$)을 사용하면, 본원 발명자들이 우선 제1 목표로 설정하였던 24 V의 구동 전압을, 제조상 가능한 1.3 μm 의 셀 두께(기관 법선 방향의 전극간 간격, 구체적으로는 유전성 물질층(3)의 두께: d)로 달성할 수 있었다.

한편, 본원 발명자들이 24 V의 구동 전압을 제1 목표로 한 이유는 다음과 같다.

상기 스위칭 소자(21)로서 TFT 소자의 게이트 전극의 막 두께와 막질을 최적화한 경우에 게이트 전극에 인가할 수 있는 내압은 최대 63 V이다. 여기서, 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 V 만큼을 차감한 48 Vpp($63 - 10 - 5 = 48$ Vpp(peak-to-peak))가, 유전성 물질층(3)에 인가할 수 있는 최대한의 전압치이다. 이 전압치는 실효치(rms: root-mean-square)로 말하면 ± 24 V가 되어, 본원 발명자들이 제1 목표로 한 전압치가 된다.

한편, 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)에서는 상기한 바와 같이 종방향 전계, 즉 기관 법선 방향의 전계를 인가하는 평판 투명 전극(전극(4, 5))을 이용한 구성(중전계 구조)이 전제이다.

한편, 상기 특허 문헌 2에 개시되어 있는 종래 기술에서는, 표시 소자의 구성으로서 기관 면내 방향 전계를 인가하는 빗살 무늬 전극 구조(횡전계 구조: Inter-digital electrode structure)가 전제였다.

본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)와 같은 중전계 구조와 종래 기술과 같은 횡전계 구조의 결정적인 차이는 다음과 같다.

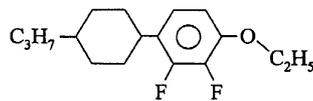
우선, 빗살 무늬 전극 구조에서는 유전율 이방성 $\Delta\epsilon$ 이 양인 포지티브형 액정 재료(포지티브형 액정성 매질)를 이용하는 것이 전제가 된다. 그러나, 빗살 무늬 전극 상은 표시에 사용할 수 없기 때문에, 그 만큼의 개구율이 저하되어 고투과율을 얻는 것은 곤란하다. 또한, 빗살 무늬 전극 구조에서 구동 전압을 내리기 위해서는 빗살 무늬 전극 간격을 좁게 할 수밖에 없지만, 제조상의 정밀도나 공정 마진, 공정 비용 등의 제한 때문에, 수 μm 정도로까지 협궤화하는 것은 곤란해진다.

한편, 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)와 같은 중전계 구조에서는 네가티브형 액정 재료를 이용하는 것이 전제이고, 상기 전극(4, 5)과 같이 투명 평판 전극을 사용할 수 있다. 이 때문에, 이러한 표시 소자(20)에서는 기관(13, 14) 상의 전체 영역을 표시 영역으로 하는 것이 가능해져, 고개구율 및 고투과율의 표시 소자를 실현할 수 있다. 또한, 구동 전압에 대해서도, 빗살 무늬 전극에서 전극 간격을 협궤화하는 경우와 비교하여 셀 두께(d)를 좁게 하는 것은 제조상의 측면에서 비교적 용이하여 최소 1 μm 정도까지는 협궤화가 가능하다.

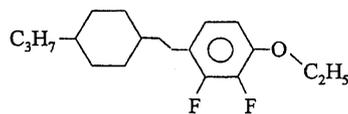
다음으로, 본 실시 형태에서 이용한 상술한 네가티브형 액정성 혼합물인 액정 재료(1)와, 상기 액정 재료(1)를 발견하기 이전에 검토하였던 몇몇 액정 재료를 이용한 실험 결과에 대하여 이하에 설명한다.

우선, 본 실시 형태에서 이용한 상술한 액정 재료를 액정 재료(1)로 하고, 상기 액정 재료(1)를 발견하기 이전에 검토했던 하기 화학식 3 내지 6으로 표시되는 액정 재료를 순서대로 각각 비교용 액정 재료(1) 내지 (4)로 하여 이들 액정 재료의 물성치(Δn : 굴절률 이방성, $\Delta\epsilon$: 유전율 이방성, 및 $\Delta n \times |\Delta\epsilon|$)를 측정된 결과를 하기 표 1에 나타내었다. 한편, 상기 굴절률 이방성 Δn 및 유전율 이방성 $\Delta\epsilon$ 의 측정 조건은 상기한 바와 같다.

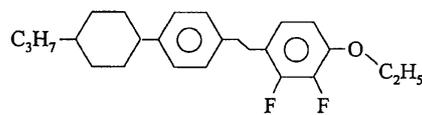
화학식 3



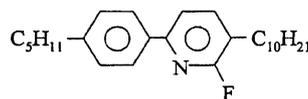
화학식 4



화학식 5



화학식 6



[표 1]

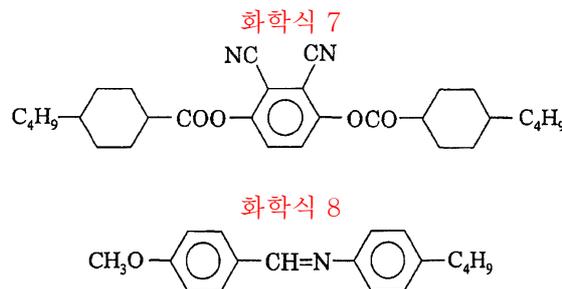
	Δn	$\Delta \epsilon$	$\Delta n \times \Delta \epsilon $
액정 재료 (1)	0. 1 4	-1 4	1. 9 6
비교용 액정 재료(1)	0. 1 1 0 1	-7. 2	0. 7 9
비교용 액정 재료(2)	0. 1 0 9 8	-5. 7	0. 6 3
비교용 액정 재료(3)	0. 1 2 8 0	-4. 9	0. 6 3
비교용 액정 재료(4)	0. 1 1 0 7	-4. 3	0. 4 8

다음으로, 이들 액정 재료를 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)와 동일한 투명 평판 전극 셀(중전계 셀)에 봉입하고, 외부 가온 장치에 의해 각 액정 재료의 네마틱-아이소트로픽 상전이 온도(T_{ni})의 바로 위 근방의 온도 T_e (T_{ni} 보다도 약간 높은 온도, $T_e = T_{ni} + 0.1K$)로 유지하고, 상기 도 7에 나타난 측정과 동일하게 하여 전압-투과율 특성(V-T 특성)을 실측하였다. 한편, 셀 두께(d)는 모두 1.3 μm 로 하였다.

그리고, 이 전압-투과율 특성 커브로부터, 투과율이 최대가 되는 전압치($V_{100}(V)$)를 추산하고, 이 전압치($V_{100}(V)$)와, 굴절률 이방성 Δn 과 유전율 이방성 $\Delta \epsilon$ 의 절대치의 곱($\Delta n \times |\Delta \epsilon|$)과의 관계를 플롯팅한 것을 도 1에 나타낸다. 한편, 도 1 중에서 종축은 $V_{100}(V)$, 횡축은 $\Delta n \times |\Delta \epsilon|$ 을 나타내고, 도 1 중에서 "◆"은 비교용 액정 재료(1) 내지 (4), "◇"는 본 실시 형태에 따른 액정 재료(1)를 나타낸다.

도 1에 나타난 바와 같이, 구동 전압 $V_{100}(V)$ 은 상기 신규한 매개 변수 $\Delta n \times |\Delta \epsilon|$ 와 강한 상관을 보였고, 일정 곡선상을 따르고 있음을 추찰할 수 있다. 굴절률 이방성 Δn 과 유전율 이방성 $\Delta \epsilon$ 의 절대치 $|\Delta \epsilon|$ 는 모두 클수록 저전압화에 기여한다. 이에, 이 곡선을 더욱 외부 삽입하여 추가적인 저전압화를 시도하였다. 예를 들면 $\Delta n \times |\Delta \epsilon|$ 가 4라고 하면, $V_{100}(V)$ 은 도 1 중 "●"로 나타난 바와 같이 6.8 V로 개선된다. 이 전압은 종래의 TFT 소자, 범용의 드라이버를 이용하여 구동할 수 있는 전압 범위내로서, 드라이버 등의 비용 상승없이 그야말로 실용화로의 목표가 달성되는 수치 범위내이다.

상기 $\Delta n \times |\Delta \epsilon|$ 가 4인 액정 재료로서는, 예를 들면 네마틱상 상태에서의 굴절률 이방성 Δn 이 0.20, 유전율 이방성 $\Delta \epsilon$ 이 -20인 액정 재료로 실현할 수 있다. 일반적으로, 액정 재료에 있어서, 굴절률 이방성 Δn 만을 매우 크게 하는 것이나, 유전율 이방성 $\Delta \epsilon$ 만을 매우 크게 하는 것은 매우 곤란하다고 여겨지고 있다. 본원 발명자들이 예의 검토한 결과, 본원 발명자들은 상기 굴절률 이방성 Δn 과 유전율 이방성 $\Delta \epsilon$ 의 균형을 취하여 $\Delta n \times |\Delta \epsilon| \geq 4$ 를 달성하기 위해서는 $\Delta n \geq 0.20$, $|\Delta \epsilon| \geq 20$ 인 것이 바람직하다는 결론에 이르렀다. 이러한 네가티브형 액정 재료는 예를 들면, 하기 화학식 7, 8로 표시되는 화합물(액정 재료)의 혼합물 등으로 실현할 수 있다.



한편, 상기 화학식 7로 표시되는 화합물 및 상기 화학식 8로 표시되는 화합물의 굴절률 이방성 Δn 은 모두 상기 조건 ($\Delta n \geq 0.20$, $|\Delta \epsilon| \geq 20$)을 만족시킨다.

또한, 상기 설명에서는 액정 재료의 매개 변수의 수치 범위를 규정할 때에 셀 두께(d)를 1.3 μm 로 고정하여 규정했지만, 셀 두께가 1.3 μm 보다도 두꺼운 경우에는 구동 전압이 반드시 상승한다. 이 때문에, 셀 두께가 1.3 μm 보다도 두꺼운 경우, $\Delta n \times |\Delta \epsilon|$ 은 더욱 크게 할 필요가 있어, 필연적으로 본 발명의 수치 범위내에 들어간다고 생각된다.

한편, 셀 두께(d)가 1.3 μm 보다도 얇아지는 경우가 있는데, 현 상태의 제조 공정에서는 1 μm 정도가 하한이다. 따라서 1.3 μm 로 추산해 두면, 아무런 문제는 없으리라 생각된다. 그러나, 장래적으로 제조 공정이 진보하여 1 μm 미만의 셀 두께(d)를

갖는 표시 소자의 제조도 가능해지지 않는다고는 할 수 없다. 그러나, 1 μm 미만의 셀 두께(d)를 실현할 수 있다 하더라도, 범용 TFT 소자 및 드라이버를 사용하여 비용 상승이 없는 표시 소자를 실현하고자 하면, 이를 위해 액정 재료가 만족시켜야만 하는 매개 변수 범위는 적어도 $\Delta n \times |\Delta \epsilon| \geq 1.9$, 보다 바람직하게는 $\Delta n \times |\Delta \epsilon| \geq 1.96$ 으로 규정해 두면, 매개 변수의 하한치로서는 문제없으리라는 결론에 본원 발명자들은 달하였다.

한편, 상기한 바와 같이, 상기 굴절률 이방성(Δn) 및 유전율 이방성($\Delta \epsilon$)의 측정 온도 T_k 는 상기 액정 재료, 즉 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 매질이 네마틱상 상태를 나타내는 온도이면 특별히 한정되는 것은 아니지만, $T_k = 0.5T_{ni}$ 내지 $0.95T_{ni}$ 의 온도 범위내인 것이 바람직하다. 즉, 본 실시 형태에 있어서, 상기 액정 재료는 네마틱상 상태에서의 550 nm에서의 굴절률 이방성 Δn 과 네마틱상 상태에서의 1 kHz에서의 유전율 이방성의 절대치 $|\Delta \epsilon|$ 의 곱($\Delta n \times |\Delta \epsilon|$)이 1.9 이상이면 바람직하지만, 측정 온도 $0.5 T_{ni}$ 내지 $0.95 T_{ni}$, 측정 파장 550 nm에서의 굴절률 이방성 Δn 과 측정 온도 $0.5 T_{ni}$ 내지 $0.95 T_{ni}$, 측정 주파수 1 kHz에서의 유전율 이방성의 절대치 $|\Delta \epsilon|$ 의 곱($\Delta n \times |\Delta \epsilon|$)이 1.9 이상인 것이 보다 바람직하다.

본 실시 형태에 있어서, 저전압 구동의 목적을 위해서는 상기 매개 변수 $\Delta n \times |\Delta \epsilon|$ 의 값은 크면 클수록 구동 전압이 내려가서 바람직하다. 그러나, 범용의 TFT 소자나 구동 회로, IC(집적 회로)에는 전압치의 변동이 존재한다. 이 때문에, 그 변동치 정도의 전압치를 구동 전압으로 한 경우, 계조 표시가 정해지지 않을 우려가 있다. 이러한 변동치는 최대로 추산하여 0.2 V 정도이다. 따라서, 상기 매개 변수 $\Delta n \times |\Delta \epsilon|$ 의 값은 크면 클수록 바람직하지만, 범용의 TFT 소자나 구동 회로, IC를 사용하여 비용 상승이 없는 표시 소자를 실현하고자 하면, 상기 변동을 고려하여 실제 사용상 구동 전압 V(V)은 상기 변동치보다도 큰 것이 바람직하고, 구동 전압 V_{100} (V)을, 변동치 추산의 최대치인 0.2 V보다도 크게 함으로써, 안정된 계조 표시를 행할 수 있다고 생각된다. 따라서, 셀 두께(d)를 1.3 μm로 고정한 경우의 도 1의 곡선을 추가로 외부 삽입하여 추산한 결과, 상기 매개 변수 $\Delta n \times |\Delta \epsilon|$ 는 24 이하(즉, $1.9 \leq \Delta n \times |\Delta \epsilon| \leq 24$, 특히 $4 \leq \Delta n \times |\Delta \epsilon| \leq 24$)인 것이 바람직하고, 20 이하(즉, $1.9 \leq \Delta n \times |\Delta \epsilon| \leq 20$, 특히 $4 \leq \Delta n \times |\Delta \epsilon| \leq 20$)인 것이 보다 바람직하다고 판단된다.

또한, 이상의 논의에서는 액정 재료의 굴절률 이방성 Δn 및 유전율 이방성 $\Delta \epsilon$ 으로만 바람직한 범위의 규정을 행하였지만, 전기 광학 특성(예를 들면, 전압-투과율 특성)은 액정 재료의 물성치 뿐만 아니라, 셀 두께(d)의 요소도 기여한다. 즉, 상기한 바와 같이, 위상차(리터데이션)는 $\Delta n \times d$ 로 결정되고, 이것이 투과율에 대응한다.

도 2 및 도 5에 기재된 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)는 상기한 바와 같이 배향 처리 방향(예를 들면 러빙 방향)이, 예를 들면 역평행이 되도록 셀을 짜고 있는, 소위 ECB(Electrically Controlled Birefringence) 타입으로서, 상기한 바와 같이 배향 처리 방향이 서로 평행 또는 반평행인 경우, 즉 평행 배향 모드의 경우에 그 빛의 이용 효율이 최대가 되는(즉, 투과율이 최대가 되는) 수치 범위로서는, 반파장 조건($\lambda/2$ 조건: 구체적으로는 $\lambda = 550$ nm로 했을 경우에 $\lambda/2 = 275$ nm)을 중심으로 한 $\lambda/4 \leq \Delta n \times d \leq 3\lambda/4$ 의 범위내, 구체적인 수치로서는 $137.5(\text{nm}) \leq \Delta n \times d \leq 412.5(\text{nm})$ 의 범위내가 바람직하다. 보다 바람직하게는, $175(\text{nm}) \leq \Delta n \times d \leq 375(\text{nm})$ 의 범위내이다. 또한, 상기 배향 처리 방향이 서로 직교하는 경우, 즉 90도 비틀림 배향 모드(소위 TN 모드)의 경우에는 $350(\text{nm}) \leq \Delta n \times d \leq 650(\text{nm})$ 의 범위에서 빛의 이용 효율이 최대가 된다. 본 실시 형태에 따르면, 상기 각 조건을 만족시킴으로써, 빛의 이용 효율을 향상시킬 수 있다. 한편, 상기 각 식 중에서 λ 는 입사광(가시광)의 파장(nm), 즉 관찰 파장(nm)을 나타내고, d는 셀 두께(μm), 즉 유전성 물질층(3)의 두께를 나타낸다.

한편, 상기 규정은 등방상 온도 영역 중에서 발생시키는 위상차($\Delta n \times d$)에 관한 규정이다. 따라서, 상기 규정에서의 굴절률 이방성 Δn 은 가능한 한 등방상을 보이는 온도에 가까운 온도인 것이 바람직하다. 따라서, 상기 위상차($\Delta n \times d$)의 산출에 있어서, 상기 굴절률 이방성 Δn 은 상기한 바와 같이 네마틱상 상태에서 550 nm에서 측정된 값일 수 있지만, 가능한 한 등방상을 보이는 온도에 가까운 온도(안전하게는 $T_k(K) = T_{ni}(K) - 5(K)$)에서 측정된 값인 것이 바람직하다.

상기한 바와 같이, 본 실시 형태에서는 주로 상기 표시 소자(20)로서 전극(4, 5)의 내측, 즉, 기관(13, 14)에서의 상호 대향면에 상호 배향 처리 방향(A, B)이 상기한 바와 같이, 예를 들면 역평행이 되도록, 기관(1, 2)의 기관면에 수평으로 러빙 처리 또는 광 조사 처리(바람직하게는 편광 광 조사 처리) 등의 배향 처리가 실시된 배향막(8, 9)(수평 배향막)이 설치되는 경우를 예로 들어 설명하였다. 그러나, 본 발명은 상기 구성에만 한정되는 것은 아니다.

즉, 상기 표시 소자(20)에서는 전계의 인가에 의한 광학적 이방성의 발현(즉, 전계 인가에서의 매질(11)의 배향 변화)을 촉진하기 위한 배향 보조재(L)로서, 예를 들면 상기 한쌍의 기관(13, 14) 중 적어도 한쪽 기관에, 수평 배향막으로서 상기 배향막(8, 9)의 적어도 한쪽, 바람직하게는 양쪽이 설치됨으로써, 상기 유전성 물질층(3)에서의 상기 수평 배향막과의 계면 부근에서의 액정 분자(12)의 배향 방향을 기관 면내 방향으로 규정할 수 있다. 이 때문에, 상기 구성에 따르면, 상기한 액정성 매질에 액정상, 즉 네마틱 액정상을 발현시킨 상태에 있어서, 상기 액정성 매질을 구성하는 액정 분자(12)를 기관

면내 방향으로 배향시킬 수 있다. 따라서, 상기 배향 보조재(L)를 상기 기관 면내 방향에 따른 부분의 비율이 커지도록 형성할 수 있다. 이에 따라, 상기 배향 보조재(L)에 의해, 상기 액정성 매질을 구성하는 액정 분자(12)가 전계 인가시에 상기 기관 면내 방향으로 배향하도록 상기 액정 분자(12)의 배향을 촉진시킬 수 있다. 따라서, 전계 인가시에서의 광학적 이방성의 발현을 확실하면서 효율적으로 촉진시킬 수 있다. 특히, 수평 배향막은 상기 $\Delta\epsilon$ (유전율 이방성)이 음인 액정성 매질을 이용하여 액정 분자(12)를 전계 인가시에 기관 면내 방향으로 배향시키는 본 발명의 목적에 적합하며, 수직 배향막을 이용한 경우와 달리 전계 인가시에 기관 면내에 효율적으로 액정 분자(12)를 배향시키는 것이 가능하며, 보다 효과적으로 광학적 이방성을 발현시킬 수 있다.

그리고, 특히 상기 배향 보조재(L)로서 상기 수평 배향막에 러빙 처리 또는 광 조사 처리 등의 배향 처리를 실시한 것을 사용하면, 전계 인가시에 액정 분자(12)의 배향 방향을 한쪽 방향으로 균일하게 일치시키는 것이 가능해지기 때문에, 전계 인가시에 한층 더 효과적으로 광학적 이방성을 발현시킬 수 있다. 효과적으로 광학적 이방성을 발현시킬 수 있으면, 보다 낮은 전압으로 구동 가능한 표시 소자를 실현할 수 있다.

그리고, 상기 수평 배향막이 상기 한쌍의 기관(13, 14)의 각각에 설치되는 동시에, 상기 러빙 처리 또는 광 조사 처리에서의 러빙 방향 또는 광 조사 방향이 서로 평행, 반평행 또는 직교하도록 배치됨으로써, 종래의 네마틱 액정 모드와 마찬가지로 전계 인가시의 빛의 이용 효율이 높아지기 때문에 투과율이 향상되고, 나아가서는 저전압 구동이 가능해지는 동시에, 상기 유전성 물질층(3)의 상기 수평 배향막과의 계면 부근에서의 상기 액정 분자(12)의 배향 방향을 원하는 방향으로 확실하게 규정할 수 있다. 그리고, 특히 이 경우, 상기 러빙 방향 또는 광 조사 방향이 서로 상이하도록 상기 러빙 처리 또는 광 조사 처리가 실시되어 있음으로써, 예를 들면, 상기 러빙 방향 또는 광 조사 방향이 서로 직교하도록 상기 수평 배향막이 배치됨으로써, 전계 인가시에 상기 액정성 매질을 구성하는 상기 액정 분자(12)가 비틀림 구조를 이루도록 배향시킬 수 있다. 즉, 상기 액정 분자(12)의 장축 방향이 기관면에 평행한 방향을 향하는 동시에, 한쪽 기관측으로부터 다른쪽 기관측에 걸쳐서 기관면 평행 방향으로 차례로 비틀리도록 배향하는 비틀림 구조가 되도록 상기 액정 분자(12)를 배향시킬 수 있다. 이에 따라, 상기 액정성 매질의 과장 분산에 의한 착색 현상을 완화시킬 수 있다.

또한, 전계 인가에 의한 광학적 이방성의 발현을 촉진하기 위한 배향 보조재(L)는 반드시 상기한 바와 같이 기관(13, 14)의 대향면 표면에 형성되어 있을 필요는 없고, 상기 한쌍의 기관(13, 14) 사이, 부연 설명하면, 상기 한쌍의 기관(1, 2) 사이에 설치되어 있으면 바람직하다.

전계 무인가시에는 광학적 등방성을 나타내고, 전계 인가에 의해 광학적 이방성을 발현하는 유전성 물질, 특히 전계 인가에 의해 분자의 배향 방향이 변화됨으로써 광학적 이방성을 발현하는 유전성 물질을 이용하여 표시를 행하는 표시 소자는 고속 응답 특성 및 광시야각 특성을 나타내는 한편, 종래에 구동 전압이 매우 높다는 문제가 있었다.

이에 반해, 상기한 바와 같이 상기 한쌍의 기관(1, 2) 사이에 상기 배향 보조재(L)가 설치됨으로써, 전계의 인가에 의해 상기 유전성 물질 층의 액정 분자(12)의 배향 상태의 변화를 촉진시킬 수 있어, 전계 인가시에 보다 효율적으로 광학적 이방성을 발현시킬 수 있다. 따라서, 상기한 바와 같이 상기 한쌍의 기관(1, 2) 사이에 상기 배향 보조재(L)가 설치됨으로써, 저전압으로 광학적 이방성을 발현시키는 것이 가능해지기 때문에, 실용 수준의 구동 전압으로 동작 가능하고, 고속 응답 특성 및 광시야각 특성을 구비한 표시 소자를 실현할 수 있다.

본 실시 형태에 있어서, 상기 배향 보조재(L)는 상기 유전성 물질층(3) 내에 형성될 수 있다. 이 경우, 상기 배향 보조재(L)는 구조적 이방성을 갖는 것이 바람직하다. 또한, 상기 배향 보조재(L)는 상기 유전성 물질층(3) 중의 액정성 매질이 액정상을 나타내는 상태로 형성된 것이 바람직하다. 상기 배향 보조재(L)는 중합성 화합물을 포함하는 것일 수도 있고, 고분자 화합물을 포함하는 것일 수도 있다. 또한, 상기 배향 보조재(L)는 쇄상 고분자 화합물, 망상 고분자 화합물 및 환상 고분자 화합물로 이루어지는 군에서 선택되는 1종 이상의 고분자 화합물을 포함하는 것일 수도 있고, 수소 결합체를 포함하는 것일 수도 있으며, 다공질 재료를 포함하는 것일 수도 있다.

상기 각 구성은 상기 전계의 인가에 의한 광학적 이방성의 발현을 촉진하기 위한 배향 보조재(L)로서 바람직하다.

또한, 상기 배향 보조재(L)는 상기 유전성 물질층(3) 중의 액정성 매질을 소 영역으로 분할하는 것(재료)인 것이 바람직하다. 특히, 상기 소 영역의 크기가 가시광 파장 이하인 것이 바람직하다.

상기 구성에 따르면, 액정성 매질이 소 영역, 바람직하게는 가시광 파장 이하의 매우 작은 소 영역에 가둬져 있기 때문에, 액정성 매질이 등방성 온도 영역에 있어서 전계 인가시의 전기 광학 효과(예를 들면 커 효과를)를 넓은 온도 범위에서 발현시

킬 수 있다. 그리고, 상기 소 영역의 크기가 가시광 파장 이하이면, 상기 배향 보조재(L), 즉 상기 액정성 매질을 소 영역으로 분할시키는 재료와 액정성 매질과의 굴절률의 불일치에 의한 광 산란을 억제해 두는 것이 가능해져, 고콘트라스트의 표시 소자(20)를 얻을 수 있다.

즉, 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)의 유전성 물질층(3)에는 상기 매질(11), 구체적으로는, 상기 네가티브형 액정성 혼합물(액정성 매질)에 추가하여 상기한 배향 보조재(L)가 포함될 수 있다. 또한, 상기 배향 보조재(L)는 배향 보조재(L)로서의 상기 수평 배향막을 대신하여 설치될 수도 있고, 상기 수평 배향막과 함께 설치될 수도 있다. 한편, 이하의 설명에서는 도 2에 나타내는 표시 소자(20)에 있어서 상기 유전성 물질층(3) 내에 상기한 배향 보조재(L)가 형성되어 있는 경우를 예로 들어 설명하기로 하지만, 본 발명은 여기에 한정되는 것은 아니다.

상기 유전성 물질층(3) 내에 형성되는 배향 보조재(L)는, 예를 들면 광 중합성 단량체(중합성 화합물) 및 광 중합 개시제를 적량, 미리 상기 네가티브형 액정성 혼합물에 첨가해 두고, 상기 액정성 혼합물이 네마틱상 상태에서 자외선(UV)을 조사하여 상기 광 중합성 단량체를 중합하고, 도 9에 나타낸 바와 같이 상기 유전성 물질층(3) 내에 고분자쇄(15)를 형성함으로써 얻을 수 있다.

이 경우, 상기 네가티브형 액정성 혼합물은 네마틱상을 나타내는 상태에서 상기 UV 조사를 행하기 때문에, 상기 고분자쇄(15)는 도 9에 나타낸 바와 같이 배향막(8, 9) 계면의 배향 처리 방향(A, B)을 따라서 표시 소자(20) 내부(셀 내부)까지 상기 액정 분자(12)가 똑같이 배향한 상태 그대로 고정화되게 된다.

즉, 상기 고분자쇄(15)는 1축 배향하고 있는 액정 분자(12)를 일정 크기로 둘러싼 형태로 3차원적 벽을 형성한다. 둘러싸인 영역(캡슐, 소 영역)의 크기는 광 중합성 단량체(중합성 화합물)의 첨가량이나 UV광의 조사 에너지 등으로 결정되는 것으로서, 상기한 바와 같이 상기 고분자쇄(15)를 구성하는 고분자 화합물(쇄상 고분자 화합물)의 굴절률과 액정 분자(12)의 굴절률과의 미스매치(굴절률의 불일치)로부터 생기는 광 산란에 의한 콘트라스트 저하를 방지하기 위해서는, 상기 캡슐(소 영역)의 크기는 가시광 파장 이하인 것이 바람직하다.

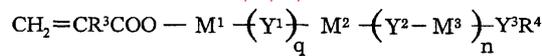
이와 같이, 예를 들면 네마틱상에서 상기 고분자쇄(15)의 형성(고정화)을, 실시한 유전성 물질층(3)을 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)의 구동 온도 영역인, 네마틱-아이소트로픽 상전이 온도(T_{ni}) 위의 등방상에 가온하면, 각각의 캡슐 중의 액정성 매질은 광학적 등방상으로 상전이된다.

그러나, 상기한 바와 같이 고분자 화합물로 캡슐화나 네트워크화를 실시한 것은 고분자 화합물의 벽 효과(고분자벽의 앵커링 효과)를, 액정 분자(12)가 등방상의 상태에 있는 경우라도 유효하게 작용시킬 수 있기 때문에, 사용 가능한 온도 범위의 확대가 가능해진다. 따라서, 본 실시 형태에 따르면, 보다 넓은 온도 범위에서 구동 가능한 표시 소자를 실현할 수 있다.

다음으로, 상기 고분자쇄(15)(쇄상 고분자 화합물)의 형성(고정화)에 대하여 이하에 상세히 설명한다.

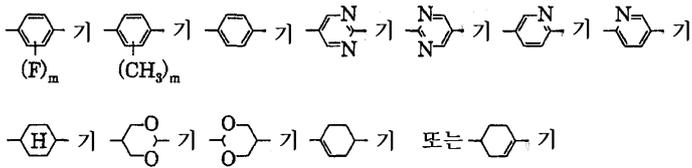
상기 고분자쇄(15)는, 예를 들면 광 중합성 단량체 등의 중합성 화합물을 중합(경화)시켜 이루어지는 고분자 화합물이며, 예를 들면 하기 화학식 9로 표시되는 화합물(액정(메트)아크릴레이트, 광 중합성 단량체)를 중합함으로써 얻을 수 있다.

화학식 9



한편, 화학식 9 중, R^3 은 수소 원자 또는 메틸기를 나타내고, q 및 n은 각각 독립적으로 0 또는 1의 정수를 나타낸다. 한편, 상기 q, n으로 표시되는 정수(반복 단위)가 0인 경우, 단순히 단일 결합되었음을 나타낸다.

또한, 상기 화학식 9 중, M^1 , M^2 , M^3 은 각각 독립적으로 1,4-페닐렌기, trans-1,4-시클로헥실렌기 등의 6원환 구조를 갖는 치환기를 나타낸다. 단, 상기 M^1 , M^2 , M^3 은 상기에서 예시한 치환기뿐만 한정되는 것은 아니며, 하기 구조를 갖는 치환기 중, 어느 1종의 치환기를 가질 수 있고, 서로 동일하거나 상이할 수 있다. 한편, 상기 치환기에 있어서, m은 1 내지 4의 정수를 나타낸다.



또한, 상기 화학식 9 중, Y¹ 및 Y²는 각각 독립적으로 -CH₂CH₂-기, -CH₂O-기, -OCH₂-기, -OCO-기, -COO-기, -CH=CH-기, -C≡C-기, -CF=CF-기, -(CH₂)₄-기, -CH₂CH₂CH₂O-기, -OCH₂CH₂CH₂-기, -CH=CHCH₂CH₂O-기 또는 -CH₂CH₂CH=CH-기를 나타낸다. 즉, 상기 Y¹ 및 Y²는 상기 어느 하나의 구조를 가지면, 서로 동일하거나 상이하여도 상관없다.

또한, 상기 화학식 9 중, Y³은 -O-기, -OCO-기 또는 -COO-기를 나타낸다. 또한, R⁴는 수소 원자, 할로젠 원자, 시아노기, 탄소수 1 내지 20의 알킬기, 알케닐기, 알콕실기를 나타낸다.

상기 화학식 9로 표시되는 화합물(액정 (메트)아크릴레이트, 중합성 화합물)은 실온 근방의 온도에서 액정상을 나타내기 때문에, 상기 화합물을 중합함으로써 얻어지는 고분자쇄(15)(즉, 배향 보조재(L))에 배향 규제력을 부여하는 능력이 높아, 유전성 물질층(3) 내에 봉입하는 상기 배향 보조재(L)의 재료로서 바람직하다.

이들 광 중합성 단량체(중합성 화합물)의 중합을 개시하는 방법은 특별히 한정되는 것은 아니며, 다양한 방법을 채용할 수 있지만, 상기 중합을 신속히 수행시키기 위해서는 상기 유전성 물질층(3)에 중합 개시에 앞서 미리 중합 개시제가 첨가되어 있는 것이 바람직하다. 상기 중합 개시제는 특별히 한정되는 것은 아니며, 종래 공지된 중합 개시제를 사용할 수 있지만, 구체적으로는, 예를 들면 메틸에틸케톤퍼옥시드 등을 들 수 있다.

여기서, 상기 고분자쇄(15)를 포함하는 배향 보조재(L)가 형성된 표시 소자(20)의 제조 방법의 일례(일 제조예)에 대하여 설명한다.

상기 고분자쇄(15)를 포함하는 배향 보조재(L)가 형성된 표시 소자(20)의 제조 방법에 있어서, 기관(1, 2)의 표면에 전극(4, 5), 배향막(8, 9)을 각각 적층하여 기관(13, 14)을 형성하고, 이들 기관(13, 14)을 도시하지 않은 밀봉재에 의해, 필요에 따라 예를 들면 도시하지 않은 플라스틱 비드나 유리 섬유 스페이서 등의 스페이서를 통해 접합시키기까지의 공정은 상기한 바와 같고, 유전성 물질층(3) 내에 상기 고분자쇄(15)를 포함하는 배향 보조재(L)를 형성하는 경우라도 상기한 제조 방법과 동일한 방법을 사용할 수 있다. 한편, 본 제조예에 있어서도, 상기 기관(13, 14)(전극 기관)은 플라스틱 비드 등의 스페이서(도시하지 않음)를 통해 양자의 간격(유전성 물질층(3)의 두께)이 1.3 μm가 되도록 조정한 후에, 나중에 주입하는 매질(11)(유전성 액체)의 주입구(도시하지 않음)가 되는 부분을 제외하고, 밀봉재(도시하지 않음)에 의해 상기 기관(13, 14)의 주위를 밀봉하여 고정하도록 한다. 또한, 본 제조예에서도 상기 기관(13, 14)을 접합하고, 그 간극에 매질(11)을 주입한 후, 상기 주입구를 밀봉하여 셀을 완성시키고, 상기 셀의 외측으로부터 편광판(6, 7)의 접착을 행한다.

본 제조예에서는, 상기 기관(13, 14) 사이에 상기 매질(11), 즉 상기 네가티브형 액정성 혼합물(액정 재료(1), 액정성 매질)에 상기 배향 보조재(L)의 재료(배향 보조재 재료)로서 광 중합성 단량체의 일종인 상기 화학식 9로 표시되는 액정 (메트)아크릴레이트(중합성 화합물) 및 중합 개시제인 메틸에틸케톤퍼옥시드를 첨가한 것을 주입한다. 상기 매질(11)(액정성 매질)에 대한 광 중합성 단량체(중합성 화합물)의 첨가량은 0.05 중량% 내지 15 중량%의 범위내인 것이 바람직하다. 이는, 상기 매질(11)에 대한 광 중합성 단량체(중합성 화합물)의 첨가량이 0.05 중량% 미만인 경우, 상기 광 중합성 단량체를 중합(경화)하여 이루어지는 고분자쇄(15)의 상기 매질(11)에 대한 비율이 적어서 배향 보조재(L)로서의 기능이 저하되어 충분한 배향 규제력을 발휘할 수 없게 될 우려가 있으며, 상기 매질(11)에 대한 광 중합성 단량체(중합성 화합물)의 첨가량이 15 중량%를 초과하면, 상기 고분자쇄(15)를 포함하는 배향 보조재(L)에 인가되는 전계의 비율이 커져 구동 전압이 증대하는 경향이 있기 때문이다.

또한, 상기 매질(11)에 대한 광 중합성 단량체(중합성 화합물)의 첨가량을 상기 범위내로 함으로써, 1축 배향하고 있는 액정 분자(12)를 가시광 파장 이하의 크기의 3차원적 벽을 포함하는 고분자쇄(15)로 포위할 수 있어, 상기한 바와 같이, 얻어진 고분자쇄(15)(고분자 화합물)의 굴절률과 액정 분자(12)의 굴절률과의 미스매치로부터 생기는 광 산란에 의한 콘트라스트 저하를 방지할 수 있다.

또한, 상기 중합성 화합물에 대한 중합 개시제의 첨가량은 상기 중합성 화합물의 종류나 사용량 등에 따라 적절히 설정할 수 있고, 특별히 한정되는 것은 아니지만, 상기 중합성 화합물에 대하여 10 중량% 이하의 범위내가 되도록 억제하는 것이 상기 표시 소자(20)의 비저항의 저하를 방지하는 데 있어서 바람직하다. 상기 중합성 화합물에 대한 중합 개시제의 첨가량이 10 중량%를 초과하면, 상기 중합 개시제가 불순물로서 작용하여 상기 표시 소자(20)의 비저항이 저하될 우려가 있다.

본 실시 형태에 있어서, 상기 중합성 화합물의 중합 조건(반응 조건)은 특별히 한정되는 것은 아니지만, 상기한 바와 같이 상기 배향 보조재(L)는 상기 매질(11)(액정성 매질)이 액정상을 나타내는 상태로 형성된 것이 바람직하다. 이와 같이, 상기 배향 보조재(L)가 상기 유전성 물질층(3) 중의 액정성 매질이 액정상, 즉 본 실시 형태에서는 네마틱 액정상을 나타내고 있는 상태로 형성됨으로써, 얻어진 배향 보조재(L)(고분자쇄(15))는 상기 액정성 매질이 액정상(네마틱 액정상)을 나타내는 상태에서의 상기 액정성 매질을 구성하는 액정 분자(12)의 배향 방향에 대략 평행한 부분의 비율이 커진다.

즉, 본 실시 형태에 있어서, 상기한 바와 같이 유전성 물질층(3)을 구성하는 매질(11)이 액정상을 나타내고 있는 상태에서는 이 매질(11)에서의 액정 분자(12)는 배향막(8, 9)에 실시한 배향 처리의 영향을 받아, 도 2에 나타낸 바와 같이 배향 처리 방향(A, B)을 따라 배향하고 있다. 따라서, 이 상태에서 상기 광 중합성 단량체를 중합시킴으로써, 도 9에 나타낸 바와 같이, 상기 중합에 의해 얻어지는 고분자쇄(15)는 상기 액정 분자(12)의 배향 방향을 따르는 부분의 비율이 커진다. 즉, 상기 고분자쇄(15)는 배향 처리의 영향에 의해 배향하고 있는 액정 분자(12)의 배향 방향을 향하는 비율이 커지도록 구조적 이방성을 갖는다. 본 실시 형태에 따르면, 이와 같이 상기 배향 보조재(L)가 구조적 이방성을 가짐으로써, 상기 유전성 물질층(3) 중에서의 상기 액정 분자(12)의 배향 방향의 변화를 상기 배향 보조재(L)와의 분자간 상호 작용에 의해 촉진시킬 수 있다.

이러한 상태를 갖는 표시 소자(20)를 네마틱-아이소트로픽(등방상) 상전이 온도(T_{ni}) 바로 위 근방의 온도(상전이 온도보다 약간 높은 온도 T_e , 예를 들면 $T_e = T_{ni} + 0.1K$)의 액체 상태(등방상 상태)로 유지하고, 양 전극(4, 5) 사이에 전압을 인가하면, 상기 배향막(8, 9)의 계면 근방뿐만 아니라 벌크 영역을 포함하는 모든 영역에서 상기 액정 분자(12)가 배향하기 시작한다. 더욱 전압을 높게 해 가면, 유전성 물질층(3)에서의 모든 영역의 액정 분자(12)의 배향 질서가 상승하여 큰 광학 응답을 얻을 수 있다.

이는, 예를 들면 상기 도 2에 나타낸 바와 같이 상기 고분자쇄(15)를 포함하는 배향 보조재(L)가 형성되지 않은 표시 소자(20)에서는 분자 배향을 재촉하는 역할을 예를 들면 기관(13, 14) 표면(배향막(8, 9))에 실시한 배향 처리만이 담당했던 데 반해, 상기 도 9에 나타내는 표시 소자(20)에서는 미리 원하는 배향 방향으로 형성된 고분자쇄(15)가 셀 내의 모든 영역에 존재하기 때문이다. 즉, 본 제조예에서의 표시 소자(20)에서는 배향막(8, 9)에 실시한 배향 처리에 추가하여, 이 배향 처리 방향을 따라서 배향하는 부분의 비율이 많아지도록 형성한 고분자쇄(15)가 상기 액정 분자(12)의 상기 배향 처리 방향으로의 배향을 재촉하는 역할을 담당하고 있다. 이에 따라, 상기 구성에 따르면, 한층 더 저전압으로 최대 투과율을 얻을 수 있다.

이상과 같이, 본 실시 형태에 따르면, 상기 배향 보조재(L)에 의해, 전계 인가시에 상기 액정성 매질을 구성하는 액정 분자(12)가 상기 액정상 상태에서의 배향 방향과 동일한 방향으로 배향하도록 상기 액정 분자(12)의 배향을 촉진시킬 수 있다. 따라서, 전계 인가에서의 광학적 이방성의 발현을 확실히 촉진시킬 수 있다.

한편, 본 실시 형태에 있어서, 상기 중합성 화합물의 중합 반응에서의 반응 압력, 반응 시간 등의 반응 조건은 특별히 한정되는 것은 아니며, 상기 중합이 완료하도록 상기 중합성 화합물의 종류나 사용량, 반응 온도 등에 따라 적절히 설정할 수 있다.

본 제조예에서 사용되는 상기 네가티브형 액정성 혼합물(액정 재료(1))은 62 °C(T_{ni}) 미만에서 네마틱 액정상을 나타내고, 그 이상의 온도에서는 등방상을 나타낸다. 따라서, 본 제조예에서는 외부 가온 장치(도시하지 않음)에 의해 상기 기관(13, 14)의 온도를 상기 T_{ni} 보다도 낮은 온도(구체적으로는, 40 °C)로 유지한 상태에서 상기 기관(13, 14) 사이에 상기 매질(11) 및 상기 배향 보조재 재료를 주입한 셀(표시 소자(20))에 자외선을 조사하였다. 이에 따라, 상기 기관(13, 14) 사이에 주입된 상기 광 중합성 단량체를, 상기 유전성 물질층(3)을 구성하는 매질(11)이 액정상(네마틱 액정상)을 나타내는 상태에서 중합(경화)시켜 상기 고분자쇄(15)(배향 보조재(L))를 형성하였다.

이와 같이 하여 얻어진 상기 표시 소자(20)(도 9 참조)는 도 2에 나타내는 표시 소자(20)와 마찬가지로, 외부 가온 장치에 의해 네마틱-아이소트로픽(등방상) 상전이 온도(T_{ni}) 바로 위 근방의 온도(상전이 온도보다도 약간 높은 온도 T_e , 예를 들

면 $T_e = T_{ni} + 0.1K$ 로 유지하고, 양 전극(4, 5) 사이에 전압을 인가함으로써 투과율이 변화한다. 즉, 상기 유전성 물질층(3)에 봉입한 매질(11)을, 상기 매질(11)의 네마틱-아이소트로픽(등방상) 상전이 온도(T)보다 약간 높은 온도로 유지함으로써 등방상 상태로 하고, 양 전극(4, 5) 사이에 전압을 인가함으로써 유전성 물질층(3)의 투과율을 변화시킬 수 있었다.

한편, 유전성 물질층(3)에 봉입하는 매질(11)은 단일 화합물로 액정성을 나타내는 것일 수 있고, 여러 물질의 혼합에 의해 액정성을 나타내는 것일 수도 있다. 또는 이들에 다른 비액정성 물질이 혼입될 수도 있다.

상기 유전성 물질층(3)에 봉입되는 매질(11)에서의 액정성을 나타내는 물질(매질), 즉 액정성 매질(액정성 화합물 및 그의 혼합물, 또는 여러 물질의 혼합에 의해 액정성을 나타내는 액정성 혼합물 등)의 비율은 20 중량% 이상인 것이 바람직하고, 50 중량% 이상인 것이 보다 바람직하다.

또한, 광 중합성 단량체(중합성 화합물)는 상기 예시한 화합물에 한정되는 것은 아니며, 예를 들면 동일 분자 내에 액정 골격과 중합성 관능기를 갖는 다른 중합성 단량체, 예를 들면 다른 액정 (메트)아크릴레이트일 수도 있다. 한편, 중간조 표시와 저전압 구동을 양립하기 위해서는, 상기 액정성 (메트)아크릴레이트로서 예를 들면 상기 화학식 9에 나타난 바와 같이 액정 골격과 중합성 관능기 사이에 메틸렌기(메틸렌 스페이서) 등의 알킬렌기나 옥시알킬렌기 등의 유연성을 갖는 연결기(스페이서)가 없는 단관능 액정성 (메트)아크릴레이트인 것이 바람직하고, 단관능 액정성 아크릴레이트인 것이 보다 바람직하다. 즉, 상기 광 중합성 단량체로서는 2개 또는 3개의 6원환을 갖는 액정 골격을 구조 단위로서 갖는, 환상 알코올류, 페놀류, 또는 방향족 히드록시 화합물 등의 수산기 함유 화합물과, (메트)아크릴산과의 에스테르, 즉 상기 액정 골격을 에스테르 위치에 갖는 단관능 (메트)아크릴레이트 등이 바람직하다.

이러한 단관능 (메트)아크릴레이트는 (메트)아크릴로일옥시기와 액정 골격 사이에 알킬렌기 또는 옥시알킬렌기 등의 유연성을 갖는 연결기가 없다. 이 때문에, 이 종류의 단관능 (메트)아크릴레이트를 중합시켜 얻어지는 중합체(고분자 화합물)는 주쇄에 강직한 액정 골격이 연결기를 개재하지 않고 직접 결합된 구조를 갖고, 상기 액정 골격의 열 운동이 상기 고분자 화합물의 주쇄에 의해 제한되기 때문에, 이 주쇄에 의해 영향을 줄 수 있는 액정 분자(12)의 배향을 보다 안정화시킬 수 있다.

또한, 상기 유전성 물질층(3)에 봉입하는 매질(11)에 첨가하는 상기 다른 중합성 단량체(광 중합성 단량체)로는, 예를 들면 에폭시아크릴레이트류를 이용할 수 있다. 상기 에폭시아크릴레이트류로서는, 예를 들면 비스페놀 A형 에폭시아크릴레이트, 브롬화 비스페놀 A형 에폭시아크릴레이트, 페놀노볼락형 에폭시아크릴레이트 등을 사용할 수 있다. 에폭시아크릴레이트류는 1 분자 중에 광 조사에 의해 중합하는 아크릴기와 가열에 의해 중합하는 카르보닐기 및 수산기를 함께 가지고 있다. 이 때문에, 경화법으로서 광 조사법과 가열법을 함께 사용할 수 있다. 이 경우, 광 조사에 의해 중합하는 관능기와 가열에 의해 중합하는 관능기 중 적어도 어느 한쪽의 관능기가 반응하여 중합(경화)될 가능성이 높다. 따라서, 미반응 부분이 보다 적어져 충분한 중합을 행할 수 있다.

한편, 이 경우, 반드시 광 조사법과 가열법을 함께 이용할 필요는 없고, 어느 한 방법을 이용할 수 있다. 즉, 본 실시 형태에 있어서, 상기 배향 보조재(L)의 형성 방법, 즉 상기 중합성 단량체의 중합 방법으로서의 광 조사에 의해 중합하는 광 중합성 단량체를 사용하여 상기 광 중합성 단량체를 자외선(광)에 의해 중합시키는 방법에 한정되지 않고, 사용하는 중합성 화합물의 특성에 맞는 중합 방법을 적절히 선택할 수 있다. 다시 말하면, 본 실시 형태에서 상기 배향 보조재(L)를 형성하기 위해 매질(11)에 첨가하는 중합성 화합물(중합성 단량체)은 광 조사에 의해 중합하는 광 중합성 단량체에 한정되지 않고, 광 조사 이외의 방법으로 중합하는 중합성 단량체일 수도 있다.

또한, 유전성 물질층(3)에 봉입하는 매질(11)에 첨가하는 중합성 단량체로서는 이 이외에도 아크릴레이트 단량체(예를 들면, 알드리치사 제조의 에틸헥실아크릴레이트(EHA), 트리메틸헥실아크릴레이트(TMHA) 등)와 디아크릴레이트 단량체(예를 들면, 머크사 제조의 "RM257"(상품명))와의 혼합물 등을 이용할 수도 있다.

한편, 상기 어느 중합성 화합물을 이용하는 경우에도 상기한 이유로부터 상기 매질(11)(액정성 매질)에 대한 중합성 화합물의 첨가량은 0.05 중량% 내지 15 중량%의 범위내인 것이 바람직하고, 상기 중합성 화합물에 대한 중합 개시제의 첨가량은 10 중량% 이하인 것이 바람직하다.

본 실시 형태에 있어서, 상기 배향 보조재(L)를 중합성 화합물로부터 형성하는 경우이더라도, 상기 중합성 화합물을 중합함에 있어서 중합 개시제는 반드시 필수적인 것은 아니지만, 상기 중합성 화합물을 예를 들면 빛이나 열에 의해 중합하여 고분자량화하기 위해서는 상기한 바와 같이 중합 개시제를 첨가하는 것이 바람직하다. 중합 개시제를 첨가함으로써 중합을 신속히 행할 수 있다.

또한, 상기 제조예에서는 중합 개시제로서 메틸에틸케톤퍼옥시드를 이용했지만, 상기 중합 개시제로서는 상기에서 예시한 화합물에만 한정되는 것은 아니며, 상기 예시한 화합물 이외에도, 예를 들면 벤조일퍼옥시드, 쿠멘하이드로퍼옥시드, tert-부틸퍼옥토에이트, 디쿠밀퍼옥시드 등을 들 수 있다. 또한, 이들 화합물 이외에도, 예를 들면 벤조일알킬에테르계, 아세토페논계, 벤조페논계, 크산톤계, 벤조인에테르계, 벤질케탈계 등의 중합 개시제를 이용할 수 있다.

한편, 시판품으로는, 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 적절히 혼합하여 사용할 수 있다.

또한, 본 실시 형태에서는 배향 보조재(L)로서, 주로 고분자쇄(15)(쇄상 고분자)를 형성하는 경우를 예로 들어 설명했지만, 본 발명은 여기에 한정되는 것은 아니며, 상기 배향 보조재(L)로서는 전계 인가에 의한 분자(액정 분자(12))의 배향을 보조(촉진)할 수 있는 것이면 바람직하다.

상기 배향 보조재(L)로서는, 예를 들면 상기한 바와 같이 망상 고분자 화합물(망상 고분자 재료), 환상 고분자 화합물(환상 고분자 재료) 등일 수 있다. 상기 망상 고분자 화합물은, 예를 들면 상기 중합성 화합물의 중합시 또는 중합후에 가교제를 첨가하거나, 또는 예를 들면 자기 가교형 중합성 화합물을 사용하는 등의 가교 반응에 의해, 얻어지는 고분자 화합물에 3차원 망상 구조를 도입함으로써 용이하게 얻을 수 있다. 마찬가지로, 환상 고분자 화합물도 또한 사용하는 중합성 화합물이나 첨가제를 적절히 선택함으로써 환화 중합시키는 등 용이하게 얻을 수 있다. 한편, 이들 중합 반응에서의 중합 조건은 이들 중합 반응이 완료되도록 적절히 설정할 수 있고, 특별히 한정되는 것은 아니다.

한편, 본 실시 형태에 있어서, 상기 고분자 화합물은 상기한 바와 같이 전계 인가에 의한 분자(액정 분자(12))의 배향을 보조(촉진)할 수 있기만 하면 되고, 그의 종류는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 상기 분자(액정 분자(12))의 배향을 보조(촉진)함에 있어서 중합도(x)가 8 이상, 5000 이하의 고분자 화합물인 것이 바람직하고, 중합도(x)가 10 이상, 1000 이하인 고분자 화합물인 것이 보다 바람직하다.

상기 중합도(x)란, 고분자 화합물의 분자량을 그 단량체(구성 단위), 즉 사용한 중합성 화합물의 몰 질량으로 나눈 값을 나타낸다. 상기 중합도(x)가 작으면, 얻어진 배향 보조재(L)는 고분자 화합물(중합체)의 특성보다도 그 단량체(중합성 화합물)의 특성을 나타낸다. 이 때문에, 얻어진 배향 보조재(L)는 그 구조(고분자 화합물의 구조)가 취약하고, 유전성 물질층(3)의 배향을 보조(촉진)하는 효과를 얻는 것이 곤란해진다. 또한, 중합도(x)가 $x > 1000$, 특히, $x > 5000$ 이 되면, 고분자 화합물끼리의 엉킴이 보다 조밀해져 3차원 망상 구조가 얻어지기 어려워지는 경향이 있다. 또한, 이 경우, 3차원 망상 구조가 얻어졌다 하더라도, 상기 3차원 망상 구조에 의해 형성되는 공간이 좁아지므로, 얻어진 고분자 화합물은 전계 인가에 의한 상기 분자(액정 분자(12))의 배향을 보조(촉진)하는 효과가 작아지는 경향이 있다. 따라서, 상기 고분자 화합물의 중합도(x)는 상기 범위내인 것이 바람직하다.

상기 유전성 물질층(3) 내의 상기 고분자 화합물의 비율, 즉 상기 매질(11) 중의 상기 고분자 화합물의 비율(구체적으로는, 상기 매질(11)(액정성 매질)과 상기 고분자 화합물의 총 중량에 대한 상기 고분자 화합물의 비율)은 0.05 중량% 내지 15 중량%의 범위내인 것이 바람직하다. 이는, 상기 매질(11) 중의 고분자 화합물의 농도, 즉 상기 유전성 물질층(3)에서의 경화된 부분의 농도(배향 보조재(L)의 비율)가 0.05 중량% 미만이면, 배향 보조재(L)로서의 기능이 저하되고(배향 규제력이 약하고), 15 중량%보다도 많으면, 배향 보조재(L)에 인가되는 전계의 비율이 커져 구동 전압이 증대하기 때문이다.

또한, 배향 보조재(L)는 반드시 중합성 화합물로 형성할 필요는 없다. 예를 들면, 배향 보조재(L)로서 상기한 바와 같이 다공질 재료를 이용할 수 있다. 이 경우, 예를 들면 상기 중합성 화합물을 대신하여 티탄산바륨 등의 졸겔 재료(다공질 재료)를 유전성 물질층(3)에 봉입하는, 액정성 매질 등의 매질(11)(유전성 물질(유전성 액체))에 미리 첨가해 둘 수 있다. 이에 따라, 고분자쇄(15)를 포함하는 배향 보조재(L)를 이용하는 경우와 동등한 효과를 얻을 수 있다.

특히, 상기 배향 보조재(L)로서 다공질 재료를 사용하는 경우에는 상기 유전성 물질층(3)을 협지하는 상기 기관(13, 14) 계면(예를 들면 상기 배향막(8, 9))에만 배향 처리를 실시한 후에 상기 다공질 재료층을 형성시키면, 상기 기관(13, 14) 계면의 이방성에 따라서 자기 조직적으로 상기 다공질 재료층(배향 보조재(L))을 이방성 성장시키는 것이 가능해진다. 따라서, 상기 다공질 재료를 이용하는 경우에는 배향 보조재(L)를 반드시 상기 액정성 매질이 액정상을 나타내고 있는 상태에서 형성시킬 필요는 없어, 제조 공정의 간략화를 실현할 수 있다.

한편, 본 실시 형태에 있어서, 상기 다공질 재료로서는 상기 졸겔 재료 이외에, 예를 들면 도 10a 및 도 10b에 나타낸 바와 같이, 내부에 기관 면내 방향으로 신장(연신)된 미소 세공(16a)을 갖는 미소 세공 필름(16)을 사용할 수 있다. 도 10a 및 도

10b는 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)의 또 다른 개략 구성을 나타내는 단면 모식도이고, 도 10a는 상기 표시 소자(20)에서의 전계(전압) 무인가시($V=0$)의 액정 분자(12)의 배향 상태를 모식적으로 나타내는 단면 모식도이고, 도 10b는 도 10a에 나타내는 표시 소자에서의 전계(전압) 인가시($V>V_{th}$ (역치))의 액정 분자(12)의 배향 상태를 모식적으로 나타내는 단면 모식도이다.

여기서, 필름 내부에 기관 면내 방향의 일 방향으로 신장(연신)된 형상을 갖는 미소 세공(16a)을 구비한 미소 세공 필름(16)을 포함하는 배향 보조재(L)로서, 멤브레인 필터 등의 미소 세공을 갖는 시판되는 필름을 연신하여 이루어지는 필름을 미소 세공 필름(16)으로 하는 배향 보조재(L)가 형성된 표시 소자(20)의 제조 방법의 일례(일 제조예)에 대하여 설명한다.

상기 미소 세공 필름(16)을 포함하는 배향 보조재(L)가 형성된 표시 소자(20)의 제조 방법에 있어서, 기관(1, 2)의 표면에 전극(4, 5)을 각각 적층하여 기관(13, 14)을 형성하기까지의 공정은 상기한 바와 같다. 한편, 상기 배향 보조재(L)로서 미소 세공 필름(16)을 형성하는 경우, 상기 기관(13, 14) 계면의 배향막은 없을 수도 있다. 본 제조예에서는 도 10a 및 도 10b에 나타낸 바와 같이, 상기 기관(13, 14)의 계면에 배향막은 형성하지 않는다. 또한, 본 제조예에서도 상기 기관(13, 14)을 접합하고, 그 간극에 매질(11)을 주입한 후, 상기 주입구를 밀봉하여 셀을 완성시키고, 상기 셀의 외측으로부터 편광판(6, 7)의 접착을 행한다.

단, 상기 배향 보조재(L)로서 상기 미소 세공 필름(16)을 형성하는 경우에는, 이들 기관(13, 14) 사이에 기관 면내 방향의 일 방향으로 연장되는 미소 세공(16a)(연통구멍)이 형성된 상기 미소 세공 필름(16)을 협지하도록 이들 기관(13, 14)을, 나중에 주입하는 매질(11)(유전성 액체)의 주입구(도시하지 않음)가 되는 부분을 제외하고 밀봉재(도시하지 않음)에 의해 상기 기관(13, 14)의 주위를 밀봉하여 고정한다. 그 후, 상기 기관(13, 14) 사이에 상기 매질(11)을 주입한다. 이에 따라, 상기 미소 세공 필름(16)에 설치된 미소 세공(16a)에 상기 매질(11)이 봉입되어 이루어지는 유전성 물질층(3)을 형성할 수 있다. 한편, 도 10a 및 도 10b 중 미소 세공 필름(16)의 연신 방향을 화살표 D로 나타낸다.

도 10a 및 도 10b에 나타낸 바와 같이, 화살표 D로 나타낸 바와 같이 기관 면내 방향의 일 방향으로 연신된 미소 세공(16a)은 기관 면내 방향의 일 방향 D로 신장된 타원체 형상이 된다. 그리고 그 속에 주입된 매질(11)의 액정 분자(12)는 도 10a에 나타낸 바와 같이 등방상 중에 있어서는 배향 방위가 완전히 랜덤한 상태를 나타내고 있어 광학적으로는 등방성이다. 그러나, 이 상태에서부터, 도 10b에 나타낸 바와 같이 일정 역치(V_{th})를 초과하는 전압(V)을 기관 법선 방향으로 인가하면, 액정 분자(12)는 기관 면내 방향을 향하고자 하는 동시에, 타원체의 미소 세공(16a)의 영향, 보다 구체적으로는 타원체 형상의 미소 세공(16a)을 형성하는 벽(미소 세공 외벽)의 영향도 받아서 정확히 연신 방향 D와 동일한 방향으로 평균적으로 배향하게 되어 광학적 이방성이 발현된다.

편광판(6, 7)의 흡수축(6a, 7a)은 미소 세공 필름(16)의 연신 방향 D와 45도 각도를 이루고 있는 것이 빛의 이용 효율상 바람직하다.

상기 미소 세공 필름(16)으로서는, 예를 들면 상기한 바와 같이 멤브레인 필터 등의 미소 세공을 갖는 시판되는 필름을 연신하여 이루어지는 필름 등을 사용할 수 있다. 상기 멤브레인 필터로서, 구체적으로는 예를 들면, "뉴클리포르"(상품명, 노무라 마이크로 사이언스사 제조), "Isopore"(상품명, 닛본 밀리포어사 제조), "Hipore"(상품명, 아사히카세이사 제조), "Millipore"(상품명, 닛본 밀리포어사 제조), "유포어"(상품명, 우베 고산 제조) 등을 들 수 있다.

한편, 상기 멤브레인 필터는, 예를 들면 폴리카보네이트, 폴리올레핀, 셀룰로오스 혼합 에스테르, 셀룰로오스 아세테이트, 폴리불화비닐리덴, 아세틸셀룰로오스, 아세트산 셀룰로오스와 질산 셀룰로오스와의 혼합물 등 상기 미소 세공 필름(16)에 봉입되는 액정성 매질 등의 유전성 물질과 반응하지 않는 재질로 이루어지는 것이 바람직하다.

상기 미소 세공 필름(16)에서의 미소 세공(16a)의 연신 방향(타원체 장축 방향)의 크기(즉, 긴 직경)는 상기 미소 세공 필름(16)(미소 세공(16a))에 상기 매질(11)을 봉입했을 때, 상기 유전성 물질층(3)이 광학적으로 등방적인 동시에 상기 매질(11)(액정 분자(12))을 고정화할 수 있는 점에서, 가시광 파장의 1/4 이하, 구체적으로는 140 nm 이하인 것이 바람직하고, 100 nm 이하인 것이 보다 바람직하다. 이에 따라, 상기 유전성 물질층(3)이 충분한 투명 상태를 발현하는 것이 가능해진다.

또한, 상기 미소 세공 필름(16)의 두께는 50 μm 이하인 것이 바람직하고, 10 μm 이하인 것이 보다 바람직하다.

한편, 상기 미소 세공 필름(16)의 구조는 나선형 결정 등, 비틀림 구조를 갖는 것일 수 있다. 이러한 미소 세공 필름(16)으로서는, 예를 들면 폴리올레핀계 필름이나 폴리펩티드계 필름 등을 들 수 있다.

상기 비틀림 구조를 갖는 폴리펩티드계 필름으로서, 나선 구조, 즉 α -헬릭스 형성능이 있는 합성 폴리펩티드가 바람직하다.

α -헬릭스 형성능이 있는 합성 폴리펩티드로서는, 예를 들면 폴리- γ -벤질-L-글루타메이트, 폴리- γ -메틸-L-글루타메이트, 폴리- γ -에틸-L-글루타메이트 등의 폴리글루탐산 유도체; 폴리- β -벤질-L-아스파르테이트 등의 폴리아스파라긴산 유도체; 폴리-L-로이신; 폴리-L-알라닌 등을 들 수 있다.

이들 합성 폴리펩티드는 시판되는 것 또는 문헌 등에 기재된 방법에 준하여 제조한 것을 그대로, 또는 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄 등의 난수용성의 헬릭스 용매 등으로 희석하여 사용할 수 있다.

또한, 시판되는 α -헬릭스 형성능이 있는 합성 폴리펩티드로서는, 예를 들면 "아지코트 A-2000"(상품명, 아지노모토 가부시끼가이샤 제조), "XB-900"(상품명, 아지노모토 가부시끼가이샤 제조), "PLG-10, -20, -30"(상품명, 교와 핫코 고교 가부시끼가이샤 제조) 등의 폴리- γ -메틸-L-글루타메이트 등을 들 수 있다.

상기 배향 보조재(L)로서 상기한 바와 같이 비틀림 구조를 갖는 미소 세공 필름(16)을 이용한 경우, 매질(11)(유전성 물질)이 키랄성을 나타낼 때에, 상기 매질(11)의 비틀림 구조와 상기 미소 세공 필름(16)의 비틀림 구조가 유사한 경우에는 큰 변형이 생기지 않고, 상기 매질(11)의 안정성이 높아진다. 또한, 상기 배향 보조재(L)로서 상기한 바와 같이 비틀림 구조를 갖는 미소 세공 필름(16)을 이용함으로써, 상기 매질(11)이 키랄성을 나타내지 않는 경우라도 상기 미소 세공 필름(16)의 비틀림 구조에 따라서 상기 매질(11)이 배향하기 때문에, 그 결과, 상기 매질(11)이 키랄성을 나타내는 경우와 유사한 성질을 나타낸다.

또한, 상기 배향 보조재(L)로서 이용되는 그 밖의 다공질 재료로서는 미립자를 포함하는 다공질 무기층, 예를 들면 폴리스티렌 미립자와 SiO_2 미립자를 포함하는 다공질 무기층을 이용할 수 있다.

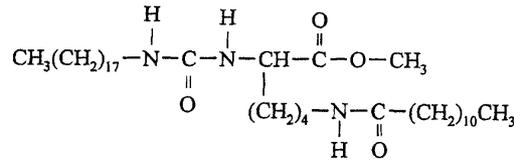
여기서, 상기 다공질 무기층을 포함하는 배향 보조재(L)가 형성된 표시 소자(20)의 제조 방법의 일례(일 제조예)에 대하여 설명한다. 한편, 이하의 제조예에서는 본 제조예에서 제조되는 표시 소자(20)가, 미소 세공 필름(16)이 설치된 상기 표시 소자(20)에 있어서, 배향 보조재(L)로서의 배향막(8, 9) 및 미소 세공 필름(16)을 대신하여 상기 다공질 무기층을 포함하는 배향 보조재(L)가 형성되어 있는 구성을 갖고 있는 경우를 예로 들어 설명하기로 한다.

상기 배향 보조재(L)로서 상기 폴리스티렌 미립자와 SiO_2 미립자를 포함하는 다공질 무기층을 형성하는 경우, 우선, 예를 들면 중량 평균 입경 100 nm의 폴리스티렌 미립자와 중량 평균 입경 5 nm의 SiO_2 미립자가 혼합 분산된 수용액 중에 투명 전극이 부착된 기판으로서 예를 들면 전극(4, 5)이 형성된 기판(1, 2)(유리 기판)을 침지하고, 인상법으로 상기 폴리스티렌 미립자와 SiO_2 미립자의 혼합 미립자의 자기 집합 현상을 이용하여 수 μm 의 막 두께의 혼합 미립자층을 제조한다. 그 후, 고온하에서 소성하여 폴리스티렌을 기화시킴으로써, 도 2 또는 도 9 등에 나타내는 배향막(8, 9)을 포함하는 배향 보조재(L) 대신에 공경 100 nm의 미소 세공을 갖는 역 오팔(opal) 구조의 다공질 무기층을 배향 보조재(L)로 하여, 상기 전극(4, 5)이 형성된 기판(1, 2) 표면에 형성된 기판(전극 기판)을 배향 보조재가 부착된 기판(13, 14)으로서 얻을 수 있다. 그 후, 나중에 주입하는 매질(11)(유전성 액체)의 주입구(도시하지 않음)가 되는 부분을 제외하고 밀봉재(도시하지 않음)에 의해 상기 기판(13, 14)의 주위를 밀봉하여 고정하고, 이들 기판(13, 14) 사이에 상기한 매질(11)을 주입함으로써, 상기 다공질 무기층에 설치된 미소 세공에 상기 매질(11)이 봉입되어 이루어지는 유전성 물질층(3)이 형성된 셀(표시 소자(20))을 얻을 수 있다.

또한, 상기 유전성 물질층(3) 내에 형성되는 배향 보조재(L)로서는 도 15에 나타낸 바와 같이, 수소 결합 네트워크(18)(수소 결합체) 등을 이용할 수도 있다. 여기서, 수소 결합 네트워크란 화학 결합이 아닌 수소 결합, 즉, 예를 들면 산소-질소-불소 등과 같이 전기 음성도가 큰 원자 2개 사이에 수소 원자가 개재됨으로써 가능한 결합에 의해 형성된 결합체를 의미한다.

이러한 수소 결합 네트워크는 예를 들면, 문헌["Norihito 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.313-317"] (이하, "비특허 문헌 1"이라 함)에 기재된 겔화제(예를 들면, 상기 비특허 문헌 1의 p.314, Fig.2 참조, 수소 결합성 재료)인 하기 화학식 10으로 표시되는 화합물(Lys18)을 상기 매질(11)에 대하여 0.15 mol%의 비율로 첨가 및 혼합함으로써 얻을 수 있다.

화학식 10



즉, 본 실시 형태에서는 상기 화학식 10으로 표시되는 화합물(Lys18)을 매질(11)에 대하여 0.15 mol%의 비율로 혼합함으로써 실현되는, 비특히 문헌 1(p.314, Fig.1)에 기재된 겔 상태를 나타내는 수소 결합 네트워크(18)를 상기 배향 보조재(L)로서 사용할 수 있다. 이와 같이, 수소 결합 네트워크(18)를 배향 보조재(L)로서 이용하는 경우라도 중합성 화합물을 중합시켜 얻어지는 배향 보조재(L)(고분자쇄(15))를 이용하는 경우와 동등한 효과를 얻을 수 있다.

즉, 상기 매질(11) 중에서 수소 결합 네트워크를 형성하는 화합물, 예를 들면 상기 화학식 10으로 표시되는 화합물(Lys18)을 매질(11)에 첨가 및 혼합함으로써, 수소 결합 네트워크(18)(수소 결합체)가, 도 15에 나타낸 바와 같이, 배향막(8, 9) 계면의 배향 처리 방향(A, B)을 따라서 표시 소자(20) 내부(셀 내부)까지 액정 분자(12)가 똑같이 배향된 상태 그대로 고정화되게 된다. 즉, 상기 수소 결합 네트워크는 1축 배향하고 있는 액정 분자(12)를 일정 크기로 둘러싼 형태로 겔상의 네트워크를 형성함으로써, 전계 인가시의 광학적 이방성의 발현을 촉진한다.

또한, 본 실시 형태에 있어서, 상기 유전성 물질층(3)은 배향 보조재(L)를 대신하여, 또는 도 16a 및 도 16b에 나타낸 바와 같이 배향 보조재(L)(예를 들면, 배향막(8, 9))에 추가하여 미립자(19)를 포함할 수 있다.

도 16a 및 도 16b은 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)의 또 다른 개략 구성을 나타내는 단면 모식도이고, 도 16a는 상기 표시 소자(20)에서의 전계(전압) 무인가시(V=0)의 액정 분자(12)의 배향 상태를 모식적으로 나타내는 단면 모식도이고, 도 16b는 도 16a에 나타내는 표시 소자에서의 전계(전압) 인가시(V>Vth(역치))의 액정 분자(12)의 배향 상태를 모식적으로 나타내는 단면 모식도이다.

이와 같이, 본 실시 형태에서는 상기 유전성 물질층(3)으로서, 액정 분자(12)가 가시광 파장 미만의 크기로 방사상으로 배향된 집합체로 충전된, 광학적으로 등방적으로 보이는 계를 실현하는 것도 가능하고, 그 수법으로서, 예를 들면 문헌["하쿠세키 유키히데 외 4명, "액정 분자로 보호한 팔라듐 나노 입자-제조와 게스트-호스트 모드 액정 표시 소자로의 응용", 고분자 논문집, 2002년 12월, Vol.59, NO.12, p.753-759](이하, "비특히 문헌 2"라 함)에 기재된 액정·미립자 분산계(용매(액정) 중에 미립자를 혼재시킨 혼합계, 이하, 단순히 액정 미립자 분산계라 함)의 수법을 응용하는 것도 가능하다. 상기 비특히 문헌 2에는 이러한 액정 미립자 분산계의 예로서, 예를 들면 팔라듐 입자에 4-시아노-4'-펜틸비페닐("5CB"(약칭))을 흡착시킴으로써, "5CB"를 포함하는 액정 분자로 보호된 팔라듐 나노 입자의 분산액이 개시되어 있다. 이러한 액정 미립자 분산계에 전계를 인가하면, 방사상 배향의 집합체에 변형이 가해져 광학 변조를 유지시키는 것이 가능해진다.

이와 같이, 예를 들면 상기 유전성 물질층(3) 중에 미립자(19)를 분산시킨 계에서는 액정 분자(12) 등의 유전성 물질이 미립자(19)의 계면의 영향(유전성 물질층(3)으로서의 미립자(19)의 계면의 배향 규제력)을 받아 배향한다. 즉, 미립자(19)의 계면 근방의 매질(11)(유전성 물질)이 미립자(19)의 계면의 영향을 강하게 받아 배향하고, 또한 그 주위의 매질(11)은 미립자(19)를 분산시킨 계 전체가 안정된 상태(자유 에너지가 작은 상태)가 되도록 배향한다. 따라서, 미립자(19)가 분산된 계(유전성 물질층(3))에서는 미립자(19)의 분산 상태에 기인하여 매질(11)(유전성 물질)의 배향 상태가 안정화된다. 이와 같이 상기 유전성 물질층(3)이 미립자(19)를 함유함으로써, 바꿔 말하면, 상기 매질(11)에 미립자(19)를 첨가함으로써, 전계 무인가시의 상기 매질(11)의 배향 상태(배향 질서)를 안정화시킬 수 있다.

즉, 본 실시 형태에 있어서, 상기한 배향 보조재(배향 보조재(L))가 전계 인가시의 매질(11)의 배향 변화를 촉진함으로써 매질(11)의 광학적 이방성을 안정화시키는 데 반해, 상기 미립자(19)는 전계 무인가시의 매질(11) 중의 분자(액정성 분자(12))의 배향을 규제함으로써 전계 무인가시의 매질(11)의 배향 질서(즉, 광학적 등방성의 상태)를 안정화시키는 배향 보조재(이하, "배향 보조재 N"이라 함)로서 기능한다.

이 경우, 상기 유전성 물질층(3)은 액정성 물질 등의 유전성 재료(유전성 물질)와 미립자(19)가 봉입되어 이루어진다. 유전성 물질 및 미립자(19)는 각각 1종 또는 2종 이상의 것으로 구성된다. 상기 유전성 물질층(3)은 상기 유전성 재료(유전성 물질) 중에 미립자(19)를 분산시킴으로써, 상기 유전성 물질층(3) 중에 미립자(19)가 분산된 형태가 되도록 하는 것이 바람직하다.

본 실시 형태에 있어서, 미립자(미립자(19))란 그 평균 입경이 $0.2 \mu\text{m}$ 이하인 미립자를 나타낸다. 이와 같이, 평균 입경이 $0.2 \mu\text{m}$ 이하인 미소한 크기의 미립자(19)를 이용함으로써, 상기 유전성 물질층(3) 내에서의 상기 미립자(19)의 분산성이 안정되어, 장시간 경과하더라도 미립자(19)가 응집되거나 상이 분리되지 않는다. 따라서, 예를 들면 미립자(19)가 침전하여 국소적인 미립자(19)의 불균일이 생김으로써 표시 소자로서 불균일이 생기는 것을 충분히 억제할 수 있다.

상기 미립자(19)로서는 상기한 바와 같이, 평균 입경이 $0.2 \mu\text{m}$ 이하인 미립자이면 특별히 한정되는 것은 아니지만, 상기 미립자(19)로서는 평균 입경이 1 nm 이상, $0.2 \mu\text{m}$ 이하인 미립자가 보다 바람직하고, 평균 입경이 3 nm 이상, $0.1 \mu\text{m}$ 이하인 미립자가 더욱 바람직하다. 미립자(19)의 입경이 1 nm 미만인 경우, 미립자(19)의 표면은 활성이 된다. 이 때문에, 상기 미립자(19)의 평균 입경이 1 nm 미만인 경우, 미립자(19)끼리가 응집하기 쉬워진다. 이에 반해, 상기 미립자(19)의 입경이 커지면, 미립자(19)의 표면은 그다지 활성이 되지 않게 된다. 이 때문에, 상기 미립자(19)는 그 평균 입경이 커짐에 따라서 응집하기 어려워진다. 또한, 평균 입경이 $0.2 \mu\text{m}$ 이하인 미립자(19)를 사용함으로써, 미립자(19)의 분산성이 안정된다.

또한, 각 미립자(19)의 입자간 거리는 200 nm 이하인 것이 바람직하고, 190 nm 이하인 것이 더욱 바람직하다. 또한, 본 실시 형태에서는 상기 미립자(19)는 매질(11)(유전성 물질)의 배향을 규제하기 위해 입자 사이에 매질(11)이 들어가는 공간을 필요로 하기 때문에, 각 미립자(19)는 서로 이격되어 있는(즉, 상기 입자간 거리는 0 이 아님) 것이 바람직하고, 상기 입자간 거리는 수 nm 이상(예를 들면, 이용하는 매질(11)의 분자 길이 이상)인 것이 보다 바람직하다. 예를 들면, 상기 5CB의 분자 길이는 약 3 nm 이기 때문에, 상기 입자간 거리는 3 nm 이상인 것이 바람직하다.

일반적으로, 3차원적으로 분포한 입자에 빛을 입사하면, 일정 파장에서 회절광이 생긴다. 이 회절광의 발생을 억제하면, 광학적 등방성이 향상되고, 표시 소자의 콘트라스트가 상승한다.

3차원적으로 분포한 입자에 의해 회절되는 회절광의 파장 λ 는 이들 입자에 입사되는 빛의 각도(입사 각도)에도 의존하지만, 대략 $\lambda = 2d \sin \theta$ 로 주어진다. 여기서, d 는 입자간 거리이다.

통상적으로 상기 회절광의 파장 λ 가 400 nm 이하이면, 사람의 눈에 거의 인식되지 않는다. 이 때문에, 본 실시 형태에 있어서, 상기 배향 보조재(N)로서 이용되는 미립자(19)에 의한 회절광의 파장의 λ 는 $\lambda \leq 400 \text{ nm}$ 로 하는 것이 바람직하고, 그 경우, 상기 미립자(19)의 입자간 거리 d 를 200 nm 이하로 할 수 있다.

또한, 국제 조명 위원회 CIE(Commission International de l' Eclairage)에서는 사람의 눈으로 인식할 수 없는 파장은 380 nm 이하라고 정하고 있다. 이 때문에, $\lambda \leq 380 \text{ nm}$ 으로 하는 것이 더욱 바람직하고, 그 경우, 상기 미립자(19)의 입자간 거리 d 를 190 nm 이하로 할 수 있다.

상기 유전성 물질층(3)에 봉입하는 미립자(19)는 상기한 바와 같이 평균 입경이 $0.2 \mu\text{m}$ 이하인 미립자이면 특별히 한정되는 것은 아니고, 투명한 것일 수도 있고, 불투명한 것일 수도 있다. 또한, 상기 미립자(19)로서는 고분자 화합물을 포함하는 미립자 등의 유기질 미립자일 수도 있고, 무기질 미립자나 금속계 미립자 등일 수도 있다.

상기 미립자(19)로서 유기질 미립자를 이용하는 경우, 상기 유기질 미립자로서는 중합체 형태의 비드를 이용하는 것이 바람직하다. 예를 들면 폴리스티렌 비드, 폴리메틸메타크릴레이트 비드, 폴리히드록시아크릴레이트 비드, 디비닐벤젠 비드 등의 중합체 비드 형태의 미립자를 이용하는 것이 바람직하다. 또한, 이들 유기질 미립자는 가교될 수도 있고, 가교되지 않을 수도 있다.

또한, 상기 미립자(19)로서 무기질 미립자를 이용하는 경우, 상기 무기질 미립자로서는, 예를 들면 유리 비드나 실리카 비드 등의 미립자를 이용하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 미립자(19)로서 금속계 미립자를 이용하는 경우, 상기 금속계 미립자로서는 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 전이 금속, 희토류 금속으로 이루어지는 군에서 선택되는 1종 이상의 금속을 포함하는 미립자가 바람직하다. 예를 들면, 상기 금속계 미립자로서는 티타니아, 알루미늄, 팔라듐, 은, 금, 구리, 또는 이들 금속 원소의 산화물 등을 포함하는 미립자를 이용하는 것이 바람직하다. 이들 금속계 미립자는 1종의 금속만으로 이루어지는 것일 수도 있고, 2종 이상의 금속을 합금화 또는 복합화하여 이루어지는 것일 수도 있다. 예를 들면, 상기 금속계 미립자로서는 은 입자 주위가 티타니아 및/또는 팔라듐으로 피복된 미립자일 수도 있다. 은 입자만으로 금속 미립자를 구성하면, 은의 산화에 의해 표시 소자의 특성이 변화될 우려가 있다. 그러나, 팔라듐 등의 금속으로 은의 표면을 피복함으로써 은의 산화를 막을 수 있다. 또한, 비드 형태의 금속계 미립자는 상기 미립자로서 그대로 이용할 수도 있고, 가열 처리한 것이나 비드 표면(즉, 비드 형태의 금속계 미립자 표

면)에 유기물을 부여한 것을 상기 미립자(19)로서 이용할 수도 있다. 한편, 이 경우에 상기 비드 표면에 부여하는 유기물로서는 액정성을 나타내는 것이 바람직하다. 비드 표면에 액정성을 나타내는 유기물을 부여함으로써, 액정성 분자를 따라서 주변부의 매질(11)(유전성 물질)이 배향하기 쉬워진다. 즉, 배향 규제력이 강해진다.

또한, 상기 금속계 미립자 표면(예를 들면, 상기 금속 미립자의 표면)에 부여하는 유기물의 비율은 금속 1몰에 대하여 1몰 이상, 50몰 이하의 범위내인 것이 바람직하다.

상기 유기물을 부여한 금속계 미립자는, 예를 들면 금속 이온을 용매에 용해 또는 분산시킨 후 상기 유기물과 혼합하고, 이를 환원함으로써 얻어진다. 상기 용매로서는 물, 알코올류, 에테르류 등을 사용할 수 있다.

또한, 상기 유전성 물질층(3) 내에 분산시키는 미립자(19)로서는 플러린 및/또는 카본 나노튜브로 형성된 미립자를 이용할 수 있다. 상기 플러린으로서는 탄소 원자를 구각형으로 배치한 것일 수 있고, 예를 들면 탄소 원자수가 24 내지 96인 안정된 구조의 것이 바람직하다. 이러한 플러린으로서, 예를 들면 탄소 원자 60개로 이루어지는 C60의 구형 폐각 탄소 분자군 등을 들 수 있다. 또한, 카본 나노튜브로서는 단층 카본 나노튜브를 이용할 수 있고, 다층 카본 나노튜브(예를 들면, 2 내지 수십 원자층)를 이용할 수도 있다. 또한, 상기 카본 나노튜브로서는 원추형의 카본 나노콘(나노혼)을 이용할 수 있다. 상기 카본 나노튜브로서는 1 내지 10 원자층의 흑연상 탄소 원자면을 둥글린 원통 형상의 나노튜브가 바람직하게 사용된다.

상기 미립자(19)의 형상은 특별히 한정되는 것은 아니고, 예를 들면 구형, 타원체형, 덩어리형, 기둥형, 송곳형, 또는 이들 형상에 있어서 추가로 돌기가 설치되어 있는 형상(형태), 또는 이들 형상에 구멍이 설치되어 있는 형상(형태) 등일 수 있다. 또한, 미립자(19)의 표면 형태에 대해서도 특별히 한정되는 것은 아니며, 예를 들면 평활할 수도 있고, 요철이나 구멍, 홈을 가질 수도 있다.

본 실시 형태에 있어서, 상기 유전성 물질층(3)에서의 미립자(19)의 농도(함유량)는 상기 미립자(19)와 상기 유전성 물질층(3)에 봉입되는 유전성 물질(매질(11))의 총 중량에 대하여 0.05 중량% 내지 20 중량%의 범위내로 하는 것이 바람직하다. 상기 유전성 물질층(3)에서의 미립자(19)의 농도가 0.05 중량% 내지 20 중량%의 범위내가 되도록 조정함으로써, 상기 미립자(19)의 응집을 억제할 수 있다. 한편, 상기 유전성 물질층(3)에서의 미립자(19)의 농도(함유량)가 0.05 중량% 미만이면, 상기 유전성 물질(매질(11))에 대한 미립자(19)의 혼합비가 적기 때문에, 미립자(19)에 의한 배향 보조재(N)로서의 작용 효과가 충분히 발휘되지 않을 우려가 있다. 또한, 상기 유전성 물질층(3)에서의 미립자(19)의 농도(함유량)가 20 중량%를 초과하면, 상기 유전성 물질(매질(11))에 대한 미립자(19)의 혼합 비율이 너무 많아 미립자가 응집하고, 이에 기인하여 배향 규제력이 약해질 뿐만 아니라, 빛이 산란해 버릴 우려가 있다.

한편, 본 실시 형태에서는 주로 상기 표시 소자(20)가 배향 보조재(L)를 이용하여 전계 인가시의 광학적 이방성의 발현을 촉진함으로써 표시를 행하는 경우를 예로 들어 설명했지만, 본 발명은 여기에 한정되는 것은 아니고, 예를 들면 유전성 물질층(3)으로서, 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 매질에 키랄제를 다량으로 첨가한 계, 특히, 이러한 계에서 발현될 수 있는 콜레스테릭 블루상(청색상(BP상; Blue Phase))을 나타내는 액정성 매질을 이용하여 표시를 행하는 구성으로 할 수도 있다.

상기 네마틱 액정상은 상기한 막대형 액정 분자(12)에 있어서, 랜덤한 중심 배치에 장축 방향의 질서만이 가해진 가장 대칭성이 높은 액정상이고, 상기 콜레스테릭 블루상은 상기 네마틱 액정상을 출발점으로 하여 상기 액정 분자(12)에 손대칭성을 도입함으로써, 나선 구조를 갖고, 나선축을 따른 주기 구조가 고차 구조로서 네마틱상에 중첩된 구조를 갖고 있다. 상기 콜레스테릭 블루상은 미시적(국부적)으로는 하차의 네마틱상과 기본적으로는 동일 구조를 갖고, 거시적으로는 나선축이 3차원적으로 주기 구조를 형성하고 있는 구조를 갖고 있다(예를 들면, 문헌 ["Hirotosugu Kikuchi 외 4명, "Polymer-stabilized liquid crystal blue phases", p.64-68, [online], 2002년 9월 2일, Nature Materials, vol.1, [2003년 7월 10일 검색], 인터넷<URL: <http://www.nature.com/naturematerials>>"] ("비특허 문헌 3"), 및 문헌 ["Michi Nakata 외 3명, "Blue phases induced by doping chiral nematic liquid crystals with nonchiral molecules", PHYSICAL REVIEW E, The American Physical Society, 29 October 2003, Vol.68, NO.4, p.04710-1 내지 04701-6"] ("비특허 문헌 4") 참조).

상기 콜레스테릭 블루상은 온도를 상승시켰을 때에 키랄 네마틱상보다도 높은 온도 영역에서 보이는 상이고, 전계 무인가시에는 광학적 등방성, 전계 인가시에는 광학적 이방성을 나타낸다.

단, 상기 콜레스테릭 블루상은 전계 무인가시에 완전한 아이소트로픽상(등방상)이 아닌, 가시광 파장 정도 이하의 크기로 3차원적 주기 구조를 나타낸다고 알려져 있다.

상기 콜레스테릭 블루상은 일정 온도 범위내에서 상술한 바와 같이 일정한 주기 구조를 가지며, 온도 상승에 대하여 비교적 안정적으로 존재하고 있다. 따라서, 상기 콜레스테릭 블루상을 나타내는 액정성 매질을 이용하여 표시를 행하는 경우, 콜레스테릭 블루상은 자발적으로 안정화되어 있기 때문에, 상기한 바와 같이 배향 보조재(L)로 광학적 이방성의 발현을 촉진시킬 필요가 없어 공정을 간략화하는 것이 가능해진다.

본 실시 형태에서 사용되는 상기 콜레스테릭 블루상을 나타내는 액정성 매질로서, 구체적으로는 예를 들면 JC-1014XX" (상품명, 칫소사 제조의 네마틱 액정 혼합체), 4-시아노-4'-펜틸비페닐("5CB"(약칭), 알드리치(Aldrich)사 제조), 키랄 도펀트(머크(Merck)사 제조의 "ZLI-4572"(상품명))을 각각 48.2 mol%, 47.4 mol%, 4.4 mol%의 비율로 혼합하여 이루어지는 혼합물을 들 수 있다. 상기 화합물을 상기 비율로 혼합하면, 331.8K 내지 330.7K에서의 1.1K의 온도 범위에서 상기 콜레스테릭 블루상이 발현된다.

또한, 콜레스테릭 블루상을 나타내는 그 밖의 물질(액정성 매질)의 예로서는, 예를 들면 JC1041XX(네마틱 액정 혼합체, 칫소사 제조)를 50.0 중량%, 5CB(4-시아노-4'-펜틸 비페닐, 네마틱 액정, 알드리치사 제조)를 38.5 중량%, ZLI-4572 (키랄제, 머크사 제조)를 11.5 중량%의 조성으로 혼합(제조)한 물질(시료)을 들 수 있다. 이 물질(시료)은 약 53 °C 이하에서 액체적인 등방상으로부터 광학적인 등방상으로 상 전이하였다. 이 물질의 나선 피치는 약 220 nm이고, 정색은 보이지 않았다.

또한, 상기 혼합 시료를 87.1 중량%, TMPTA(트리메틸올프로판 트리아크릴레이트, 알드리치(Aldrich)사 제조)를 5.4 중량%, RM257을 7.1 중량%, DMPA(2,2-디메톡시-2-페닐-아세토페논)을 0.4 중량%의 비율로 혼합하고, 콜레스테릭-콜레스테릭 블루상 전이 온도 근방에서 콜레스테릭 블루상으로 유지하면서 자외선을 조사하여 광 반응성 단량체를 중합한 시료를 제조하였다. 이 시료가 콜레스테릭 블루상을 나타내는 온도 범위는 상기 혼합 시료보다도 넓어졌다.

또한, 본 발명에 적합한 콜레스테릭 블루상은 광학 파장 미만의 결함 질서를 갖고 있기 때문에, 광학 파장 영역에서는 대략 투명하고, 대략 광학적으로 등방성을 나타낸다. 여기서, 대략 광학적으로 등방성을 나타낸다는 것은 콜레스테릭 블루상은 액정의 나선 피치를 반영한 색을 나타내지만, 이 나선 피치에 의한 정색을 제외하고 광학적으로 등방성을 나타내는 것을 의미한다. 한편, 나선 피치를 반영한 파장의 빛을 선택적으로 반사하는 현상은 선택 반사라 불린다. 이 선택 반사의 파장 영역이 가시 영역에 없는 경우에는 콜레스테릭 블루상, 즉, 상기 액정성 매질(매질(11))은 정색하지 않지만(정색이 사람의 눈에 인식되지 않음), 가시 영역에 있는 경우에는 콜레스테릭 블루상은 그 파장에 대응한 색을 나타낸다.

여기서, 400 nm 이상의 선택 반사 파장 영역 또는 나선 피치를 갖는 경우, 콜레스테릭 블루상에서는 그 나선 피치를 반영한 색으로 정색한다. 즉, 가시광이 반사되기 때문에, 이에 따라 콜레스테릭 블루상이 나타내는 색이 사람의 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.

한편, 선택 반사 파장은 상기 액정성 매질(매질(11))에서의 나선축으로의 입사 각도에도 의존한다. 이 때문에, 상기 액정성 매질의 구조가 1차원적이지 않을 때, 즉 콜레스테릭 블루상과 같이 3차원적인 구조를 갖는 경우에는 빛의 나선축으로의 입사 각도는 분포를 갖게 된다. 따라서, 선택 반사 파장의 폭에도 분포가 가능하다.

이 때문에, 콜레스테릭 블루상의 선택 반사 파장 영역 또는 나선 피치, 즉, 상기 유전성 물질층(3)에서의 액정성 매질의 선택 반사 파장 영역 또는 나선 피치는 가시광 파장 이하(가시광 파장 영역 이하), 즉 400 nm 이하인 것이 바람직하다. 콜레스테릭 블루상의 선택 반사 파장 영역 또는 나선 피치가 400 nm 이하이면, 상기한 바와 같은 정색이 사람의 눈에 거의 인식되지 않는다.

또한, 상기한 바와 같이, 국제 조명 위원회 CIE는 사람의 눈에 인식할 수 없는 파장은 380 nm 이하라고 정하고 있다. 따라서, 콜레스테릭 블루상의 선택 반사 파장 영역 또는 나선 피치는 380 nm 이하인 것이 보다 바람직하다. 이 경우, 상기한 바와 같은 정색이 사람의 눈에 인식되는 것을 확실히 방지할 수 있다.

또한, 상기한 바와 같은 정색은 나선 피치, 입사 각도뿐만 아니라, 매질의 평균 굴절률과도 관계된다. 이 때, 정색하는 색의 빛은 파장 $\lambda = nP$ 를 중심으로 한 파장 폭 $\Delta\lambda = P\Delta n$ 의 빛이다. 여기서, n 은 평균 굴절률, P 는 나선 피치이다. 또한, Δn 은 네마틱상 상태에서의 굴절률 이방성이다.

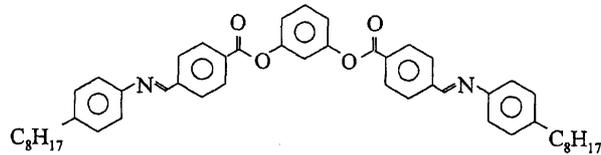
Δn 은 물질에 따라 각각 다르지만, 예를 들면 액정성 물질을 상기 매질(11)로서 이용한 경우, 일반적으로 액정성 물질의 평균 굴절률 n 은 1.4 내지 1.6 정도, Δn 은 0.1 내지 0.3 정도이다. 이 경우, 정색하는 색을 가시 영역 이외로 하기 위해서는,

상기 나선 피치 P는 $\lambda=400$, $n=1.5$ 로 하면, $400/1.5 \text{ nm}(=267 \text{ nm})$ 가 되고, $\lambda=400$, $n=1.6$ 으로 하면, $400/1.6 \text{ nm}(=250 \text{ nm})$ 가 된다. 또한, $\Delta\lambda$ 는 예를 들면 $\Delta n=0.1$, $n=1.5$ 의 경우, $0.1 \times 267 \text{ nm}(=26.7 \text{ nm})$ 가 되고, $\Delta n=0.3$, $n=1.6$ 의 경우, $0.3 \times 250 \text{ nm}(=75 \text{ nm})$ 가 된다. 따라서, 평균 굴절률 n 이 크고, $\Delta\lambda$ 를 크게 추산한 경우($\Delta n=0.3$, $n=1.6$ 의 경우), 상기 매질 (11)의 나선 피치 P를, 250 nm에서 75 nm의 약 반인 37.5 nm를 뺀 213 nm 이하로 함으로써, 이와 같은 정색을 방지할 수 있다.

또한, 상기 매질(11)의 나선 피치 P는 200 nm 이하인 것이 보다 바람직하다. 상기 설명에서는 $\lambda=nP$ 의 관계에 있어서, λ 를 400 nm(사람의 눈이 대략 인식할 수 없는 파장)로 했지만, λ 를 380 nm(사람의 눈이 확실하게 인식할 수 없는 파장(국제 조명 위원회 CIE가 사람의 눈으로는 인식할 수 없는 파장으로서 정한 파장))으로 한 경우에는, 매질(11)의 평균 굴절률 n 을 고려한 경우에 상기한 바와 같은 정색을 방지하기 위한 상기 매질(11)의 나선 피치 P는 200 nm 이하가 된다. 따라서, 상기 매질(11)의 나선 피치를 200 nm 이하로 함으로써, 상기와 같은 정색을 확실하게 방지할 수 있다.

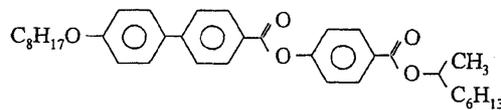
또한, 상기 콜레스테릭 블루상을 나타내는 다른 물질로서는, 예를 들면 "ZLI-2293"(상품명, 머크사 제조의 혼합 액정), 하기 화학식 11로 표시되는 화합물(바나나형(굴곡형) 액정, 클라리안트사 제조의 "P8PIMB"(약칭)), 키랄 도펀트(머크사 제조의 "MLC-6248"(상품명))를 각각 67.1 중량%, 15 중량%, 17.9 중량%의 비율로 혼합하여 이루어지는 혼합물을 들 수 있다. 상기 혼합물은 77.2 °C 내지 82.1 °C의 온도 범위에서 콜레스테릭 블루상을 나타내었다.

화학식 11



또한, 상기 혼합물 이외에도, 상기 "ZLI-2293"(머크사 제조의 혼합 액정)을 67.1%, 하기 화학식 12로 표시되는 화합물(직선상 액정, 클라리안트사 제조의 "MHPOBC"(상품명))를 15%, 키랄 도펀트(머크사 제조의 "MLC-6248"(상품명))을 17.9%의 비율로 혼합하여 이루어지는 혼합물도 83.6 °C 내지 87.9 °C의 온도 범위에서 콜레스테릭 블루상을 나타내었다.

화학식 12



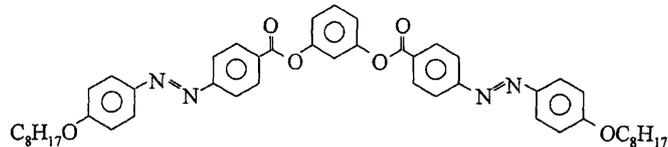
한편, 상기 "ZLI-2293"와 "MLC-6248"를 혼합하는 것만으로는 콜레스테릭 블루상을 발현시킬 수 없었지만, 바나나형(굴곡형) 액정 재료(액정성 매질)인 상기 화학식 11로 표시되는 화합물이나, 직선상의 액정 재료(액정성 매질)인 상기 화학식 12로 표시되는 화합물을 첨가함으로써, 콜레스테릭 블루상을 나타내었다.

한편, 본 실시 형태에서 사용되는 직선상의 액정 재료(직선상 액정)로서는 라세미체를 사용할 수 있고, 키랄체를 사용할 수도 있다. 상기 직선상 액정으로서의 상기 화학식 11로 표시되는 화합물(구체적으로는, 상기 "MHPOBC")과 같이 반경 구조(한층 마다 다른 방향을 향하고 있음)를 갖는 화합물이 바람직하다.

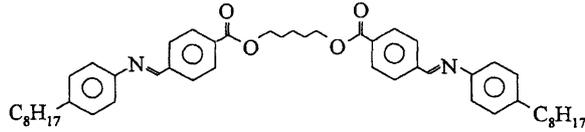
또한, 바나나형(굴곡형) 액정 재료(바나나형(굴곡형) 액정)에서의 굴곡부(결합부)는 페닐렌기 등의 벤젠환 이외에, 나프탈렌환이나 메틸렌쇄 등에 의해 형성될 수 있다. 또한, 상기 굴곡부(결합부)에는 아조기가 포함될 수 있다.

상기 바나나형(굴곡형) 액정으로서의 상기 "P8PIMB" 이외에도, 예를 들면 하기 화학식 13으로 표시되는 화합물("Azo-80"(약칭), 클라리안트사 제조), 하기 화학식 14로 표시되는 화합물("8Am5"(약칭), 클라리안트사 제조), 하기 화학식 15로 표시되는 화합물("14OAm5"(약칭), 클라리안트사 제조) 등을 들 수 있지만, 이들 화합물에만 한정되는 것은 아니다.

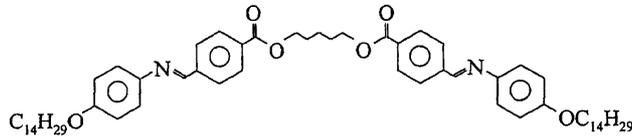
화학식 13



화학식 14



화학식 15



한편, 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)와 같이 상기 유전성 물질층(3) 내에 고분자 화합물을 고정화(안정화)하여 이루어지는 표시 소자, 또는 다공질 재료 등으로 액정 재료(액정성 매질)를 소 영역으로 분할하여 가둔 표시 소자 등에서는 상기 고분자 화합물이나 다공질 재료의 함유량에 따라서 인가 전압 강하(전압 드롭)가 생기는 경우가 있다. 즉, 상기한 구조를 갖는 표시 소자(20)에서는 상기 고분자 화합물이나 다공질 재료에서 인가 전압이 소비되는 분 만큼 상기 표시 소자(20)의 구동 전압이 상승하게 된다.

그러나, 본 실시 형태에서는 상기한 바와 같이 상기 유전성 물질층(3)에 사용하는 액정 재료(네가티브형 액정성 혼합물)의 굴절률 이방성 Δn 및 유전율 이방성 $\Delta \epsilon$ 을 상기한 범위내, 바람직하게는 예를 들면, $\Delta n \geq 0.20$, 및 $|\Delta \epsilon| \geq 20$ 의 범위내로 설정하고 있다. 이 경우, 구동 전압은 이미 종래의 TFT 소자 구조, 종래의 범용 드라이버를 이용하여 구동 가능한 6.8 V라는 값이 추산되고 있다. 따라서, 비록 상기 고분자 화합물이나 다공질 재료의 고정화에 의해 구동 전압이 예를 들면 3배 정도 증대하여 18 V가 되었다 하더라도, 18 V의 구동 전압이면, TFT 소자의 게이트 전극의 내압(게이트 내압)이 51 V로 대응 가능하여, 제1 목표로 한 24 V 구동의 경우에서의 게이트 내압의 한계치 63 V보다도 12 V나 낮게 된다. 따라서, 이 경우에도 게이트 전극의 막 두께나 막질의 마진을 종래보다 증가시킬 수 있어, 보다 제조하기 쉽고 보다 현실적인 소자 구조를 실현하는 것이 가능해진다.

따라서, 본 실시 형태에 따르면, 상기 구성으로 함으로써, 약간의 소자 구조면, 구동 회로면에서의 비용 상승은 있지만, 넓은 온도 범위에서 구동 가능한 표시 소자를 실현할 수 있어 실용화로의 큰 전진임은 확실하다.

한편, 본 실시 형태에서는 예를 들면 도 2 및 도 5 등에 나타낸 바와 같이, 주로 배향막(8, 9)을 역평행하게 배향 처리(러빙)하는 동시에, 상기 배향 처리 방향(러빙 방향)(A, B)과 상하의 편광판(6, 7)이 이루는 각도를 45°로 설정한 경우를 예로 들어 설명했지만, 본 발명은 여기에 한정되는 것은 아니다.

예를 들면, 도 11 및 도 12에 나타낸 바와 같이, 서로 직교하는 방향으로 배향막(8, 9)을 배향 처리(예를 들면, 러빙 처리)하고, 상하의 기관(13, 14)으로, 이들 기관(13, 14) 표면의 배향 처리 방향(예를 들면, 배향막(8, 9)의 러빙 방향)과 편광판(6, 7)의 흡수축 방향을 서로 평행 또는 직교 배치로 하는 종래의 TN-LCD와 같은 구성으로 할 수도 있다. 이 경우에도 TFT 소자의 내압 상, 구동 가능한 범위내의 전압치까지 저전압화하는 것이 가능해져 실용화로의 길이 크게 열린다.

단, 상기한 바와 같은 도 11 및 도 12에 나타내는 배치는 소위 TN(Twisted Nematic) 타입이고, 그 빛의 이용 효율이 최대가 되는 조건은 퍼스트 미니멈 조건(1st minimum condition)이라 불리는 것으로, $350(\text{nm}) \leq \Delta n \times d \leq 650(\text{nm})$, 보다 바람직하게는 $400(\text{nm}) \leq \Delta n \times d \leq 550(\text{nm})$ 이다.

또한, 본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)는 도 13 및 도 14에 나타낸 바와 같이 편광판(6, 7)을 설치하고, 상기 유전성 물질층(3)을 구성하는 매질(11)이 한쪽 방향의 손대칭성의 비틀림 구조를 갖는 구성으로 할 수도 있다. 이 경우에도, 종래의 TFT 소자의 내압 상, 구동 가능한 범위내의 전압치까지 저전압화하는 것이 가능해져 실용화로의 길이 크게 열린다.

단, 도 13에 나타낸 바와 같은 한쪽 방향의 손대칭성의 비틀림 타입에서는 빛의 이용 효율을 감안했을 경우, 진동의 피치는 가시광 파장 범위내, 또는 가시광 파장 범위 미만의 범위내인 것이 바람직하다.

여기서, 한쪽 방향의 손대칭성을 나타내는 매질(11)(액정성 매질)로서는, 예를 들면 상기 매질 자체가 키랄성을 갖는(광학적으로 활성인) 키랄 물질을 이용할 수 있다. 상기 매질(11)(액정성 매질)이 상기 키랄 물질을 포함하는 경우, 상기 매질(11)은 광학적으로 활성이기 때문에, 매질(11) 자체가 자발적으로 비틀림 구조를 취하여 안정한 상태가 된다. 키랄성을 갖는 키랄 물질로서는 분자 중에 비대칭 탄소 원자(키랄 중심)를 갖는 화합물이면 바람직하다.

이러한 키랄 물질로서, 구체적으로는 예를 들면, 4-(2-메틸부틸)페닐-4'-옥틸비페닐-4-카르복실레이트 등을 들 수 있지만, 상기에서 예시한 화합물에만 한정되는 것은 아니다.

또한, 상기 한쪽 방향의 손대칭성을 나타내는 매질(11)(액정성 매질)로서는, 예를 들면 상기 각종 바나나형(굴곡형) 액정과 같이 그 자체는 비대칭 탄소 원자를 갖지 않지만(즉, 분자 자체는 키랄성을 갖지 않음), 분자 형상의 이방성과 패킹 구조에 의해 계로서 키랄성이 발생하는 분자를 포함하는 매질일 수도 있다.

또한, 그 밖에 액정 용도로서 일반적인 키랄제(키랄 도펀트)를 액정 재료에 적당한 농도로 혼합한 키랄제 첨가 액정 재료일 수도 있다.

이러한 표시 소자(20)에서는, 도 13에 나타낸 바와 같이 전극(4, 5) 사이에 전계를 인가하면, 전계 인가에 의해 생기는 단거리 분자간 상호 작용에 의해 한쪽 방향의 손대칭성, 즉, 우측 비틀림 또는 좌측 비틀림 중 어느 한쪽만 비틀린 구조(트위스트 구조)를 갖는 클러스터(17)···(액정 분자(12)의 소집단)가 발생하여 선광성이 발생한다. 즉, 상기 표시 소자(20)에서의 광학적 이방성이 발현된 상태의 액정 분자(12)의 배향 방향은 한방향의 손대칭성만의 비틀림 구조가 된다.

따라서, 상기 표시 소자(20)는 각각의 클러스터(17)(각 비틀림 구조)의 방위에 상관성이 없더라도 일정한 선광성을 갖기 때문에, 전체적으로 큰 선광성을 발현할 수 있다. 이 때문에, 최대 투과율이 얻어지는 전압은 종래보다도 더욱 낮아진다.

특히, 상기 매질(11)(액정 재료)에 키랄제가 첨가되어 있으면, 상기 매질(11) 중의 액정 분자(12)의 배향 방향을 확실히 한쪽 방향의 손대칭성만의 비틀림 구조로 할 수 있다.

즉, 키랄제는 인접하는 액정 분자(12)와 서로 비틀림 구조를 취한다. 그 결과, 액정성 매질(액정성 물질)의 분자간의 상호 작용의 에너지가 낮아져 상기 액정성 매질은 자발적으로 비틀림 구조를 취하여 구조가 안정화된다. 그렇기 때문에, 키랄제를 포함하는 매질(11)(유전성 물질)은 상기 네마틱-아이소트로픽상전이 온도 T_{ni} 근방의 온도에서는 급격한 구조 변화가 발생하지 않고, 광학적 등방성을 갖는 액정상(네마틱 액정상)이 발현되어 상전이 온도를 저하시킬 수 있다.

이러한 키랄제로서는, 예를 들면 상기한 "ZLI-4572"(상품명, 머크사 제조), "MLC-6248"(상품명, 머크사 제조) 외에 "C15"(상품명, 머크사 제조), "CN"(상품명, 머크사 제조), "CB15"(상품명, 머크사 제조) 등을 들 수 있지만, 이들 예시한 키랄제에만 한정되는 것은 아니다.

상기 매질(11)이 키랄제를 포함하는 경우, 예를 들면 상기 매질(11)로서 상기한 키랄제 첨가 액정 재료를 사용하는 경우, 상기 매질(11)에서의 키랄제의 농도는 상기 매질(11)에서의 액정성 매질(액정성 물질)의 구조를 안정화시킬 수 있는 농도이면 특별히 한정되는 것은 아니고, 사용하는 키랄제의 종류, 표시 소자의 구성, 또는 설계 등에 따라 적절히 설정할 수 있지만, 상기 키랄제 첨가 액정 재료의 비틀림량, 즉 비틀림의 피치(키랄 피치)가 가시광 파장 영역 내 또는 가시광 파장 미만이 되도록 설정되어 있는 것이 저전압 구동화, 고효율화를 도모하는 데에 있어서 바람직하다.

상기 키랄 피치가 가시광 파장 영역 내 또는 가시광 파장 미만이면, 상기 매질(11) 중에 전계 인가에 의해 발생하는 키랄제의 자발적 비틀림 방향에 기인한 한쪽 방향의 비틀림에 의해, 입사된 빛에 선광성이 생겨 효율적으로 빛을 취출하는 것이 가능해진다. 그 결과, 낮은 전압으로 최대 투과율을 얻을 수 있고, 구동 전압이 낮으면서 빛의 이용 효율이 우수한 표시 소자(20)를 실현할 수 있다. 키랄제 첨가 액정과 같은 광학 활성 물질로 편광면 회전 현상을 현재화시키기 위해서는, 한쪽 방향의 손대칭성의 키랄 피치(내츄럴 키랄 피치)가 상기 조건을 만족시키는 것이 바람직하다.

그리고, 이를 위해서는, 예를 들면 상기 키랄제 첨가 액정 재료에서의 상기 키랄제의 함유량, 즉 상기 액정성 매질(바람직하게는 상기 네가티브형 액정성 혼합물)과 키랄제의 함계량 중의 상기 키랄제의 비율(키랄 첨가 농도)은 8 중량% 이상, 80 중량% 이하의 범위내로 설정되어 있는 것이 바람직하고, 30 중량% 이상, 80 중량% 이하의 범위내로 설정되어 있는 것이 보다 바람직하다.

상기 매질(11)에 있어서 키랄제를 바람직하게는 8 중량%(키랄 첨가 농도) 이상 첨가하는 것, 즉, 다시 말하면, 상기 매질의 비틀림의 피치(내츄럴 키랄 피치)를 가시광 파장 이하, 즉 가시광 파장 영역 내 또는 가시광 파장 미만으로 함으로써, 구동 온도 영역의 확대 경향이 얻어진다. 그리고, 보다 바람직하게는 상기 매질에 있어서 키랄제를 30 중량%(키랄 첨가 농도) 이상 첨가함으로써, 구동 온도 영역의 확대에 더하여, 구동 전압의 감소 및 빛의 이용 효율의 향상이 실현되어, 전체의 인가에 의해 효과적으로 광학적 이방성의 정도를 변화시키는 것이 가능해진다.

또한, 상기 액정성 매질과 키랄제의 합계량 중의 상기 키랄제의 비율이 30 중량% 이상이면, 상기 매질(11) 중의 액정 분자(12)에 키랄제가 갖는 꼬임력(Helical twist power)을 효과적으로 작용시켜서 상기 액정 분자(12, 12) 사이에 근접 거리의 상호 작용(short-range-order)을 미칠 수 있다. 이 때문에, 상기한 바와 같이 상기 액정성 매질에 대한 키랄제의 첨가 비율을 제어함으로써, 상기한 바와 같이 키랄 피치를 가시광 파장 영역이나 또는 가시광 파장 이하가 되도록 제어할 수 있다. 게다가, 상기 구성에 따르면, 전체 무인가시에는 광학적 등방성을 갖는 상기 매질(11)에 전체 인가에 의해 상기 매질(11) 중의 액정 분자(12)를 상기 액정 분자(12)의 소 집단(클러스터)으로 하여 응답시킬 수 있기 때문에, 종래에 매우 좁은 온도 범위에서밖에 발현할 수 없었던 광학적 이방성을 보다 넓은 온도 범위에서 발현시킬 수 있다.

한편, 키랄 피치의 하한치는 표시 소자(20)의 특성상, 짧으면 짧을수록 바람직하다. 단, 상기한 바와 같이, 상기 매질(11)로서 상기한 키랄제 첨가 액정 재료를 사용하는 경우(즉, 키랄제를 액정성 물질에 첨가하는 경우), 키랄제의 첨가량이 너무 많아지면, 유전성 물질층(3) 전체적인 액정성이 저하된다는 문제가 발생한다. 액정성의 결여는 전체 인가에서의 광학적 이방성의 발생 정도의 저하로 이어져, 표시 소자로서의 기능 저하를 초래한다. 따라서, 표시 소자로서 기능함에 있어서, 유전성 물질층(3) 전체적으로 적어도 액정성을 나타내야만 한다는 요청으로부터, 상기 키랄 첨가 농도의 상한치가 결정된다. 본원의 본 발명자들의 해석에 따르면, 유전성 물질층(3) 중에서의 액정성 물질의 비율은 상기한 바와 같이 20 중량% 이상인 것이 바람직하고, 상기 액정성 물질의 비율이 20 중량% 미만인 경우, 충분한 전기 광학 효과를 얻을 수 없을 우려가 있음을 알 수 있었다. 즉, 본원의 본 발명자들의 해석에 따르면, 상기 키랄 첨가 농도의 상한 농도는 80 중량%임을 알 수 있었다.

한편, 상기 키랄제의 농도(키랄 농도)의 상한치(키랄 피치로 말하면 하한치)가 적용되는 것은 상기한 바와 같이 키랄제를 액정성 매질(액정성 물질)에 첨가하는 경우로 한정되며, 키랄제와 같은 첨가 물질을 이용하지 않고 매질(11) 자체가 이미 한방향의 키랄성을 갖고 있는 매질(11)에서는 상기한 키랄 피치의 하한치는 적용되지 않는다.

본 실시 형태에 따른 표시 소자(20)에 있어서, 매질(11)로서 사용할 수 있는 물질은 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 매질을 포함하면서, 전체 무인가시에 광학적 등방성을 나타내고, 전체의 인가에 의해 광학적 이방성을 발현하는 동시에, 상기 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 매질의 네마틱상 상태에서의 $\Delta n \times |\Delta \epsilon|$ 가 상기한 조건을 만족시키는 것이면, 예를 들면, 커 효과를 나타내는 물질일 수도 있고, 포켈스 효과를 나타내는 물질일 수도 있으며, 그 밖의 유극성 분자 동일 수도 있고, 이들의 혼합물일 수도 있다.

특히, 전체의 2차(2승)에 비례하여 발현되는 굴절률의 변화는 응답 속도가 빠르다는 이점을 갖는다. 이 때문에, 전체의 2차에 비례하여 굴절률이 변화되는 매질(11), 즉, 커 효과를 나타내는 매질(11)(액정성 매질)을 이용한 유전성 물질층(3)은 전체의 인가에 의해 액정 분자(12)의 배향 방향이 변화하여, 하나의 분자 내에서의 전자의 치우침을 제어함으로써, 랜덤하게 배열된 개개의 액정 분자(12)가 각각 개별적으로 회전하여 방향을 바꾸기 때문에 상기한 바와 같이 응답 속도가 매우 빠를 뿐만 아니라, 상기 매질(11)을 구성하는 각 액정 분자(12)가 무질서하게 배열되어 있기 때문에 시각 제한이 없다. 따라서, 상기 구성에 따르면, 고속 응답성 및 광시야각 특성이 보다 우수한 표시 소자를 실현할 수 있다. 또한, 이 경우, 구동 전압을 대폭 감소시키는 것이 가능하여, 그 실용적 가치는 매우 높다.

또한, 상기 유전성 물질층(3)에 유극성 분자를 함유하는 매질(11)이 봉입되어 있음으로써, 전체 인가에 의해 상기 유극성 분자의 분극이 발현되어, 상기 유극성 분자의 배향을 더욱 촉진시킬 수 있기 때문에, 보다 낮은 전압으로 광학적 이방성을 발현시킬 수 있다. 한편, 이 때, 상기 한쌍의 기관(13, 14) 사이에 상기 배향 보조재(L)가 형성되어 있음으로써, 상기 배향 보조재(L)에 의해 상기 유극성 분자의 배향을 더욱 촉진시킬 수 있고, 보다 낮은 전압으로 광학적 이방성을 발현시킬 수 있어, 구동 전압의 저전압화가 실현된다.

따라서, 상기 매질(11)로서는 유극성 분자를 함유하는 것이 바람직하다. 상기 유극성 분자는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 예를 들면 니트로벤젠 등이 바람직하게 사용된다. 한편, 니트로벤젠도 커 효과를 나타내는 매질의 일종이다.

한편, 상기 매질(11)은 액정성 물질에 한정되지 않고, 전계 인가시 또는 전계 무인가시에 빛의 파장 이하의 질서 구조(배향 질서)를 갖는 것이 바람직하다. 질서 구조가 빛의 파장 이하이면, 광학적으로 등방성을 나타낸다. 따라서, 전계 인가시 또는 전계 무인가시에 질서 구조가 빛의 파장 이하가 되는 매질(11)을 이용함으로써, 전계 무인가시와 전계 인가시에서의 표시 상태를 확실하게 달리 할 수 있다.

한편, 본 실시 형태에서는 배향 보조재(L)를 형성할 때에 액정상을 발현시키는 방법으로서, 저온으로 하여 네마틱상을 출현시켰지만, 배향 보조재(L)를 형성할 때에 액정상을 발현시키는 방법은 상기 방법에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 저온으로 하지 않더라도, 통상적으로 표시에는 이용하지 않는 고전압, 즉 상기 표시 소자(20)의 구동 전압보다도 큰 전압을 인가함으로써, 강제적으로 액정 분자(12)를 배향시켜 액정상을 발현시킬 수 있다. 즉, 액정상을 발현시키기 위해서는, 예를 들면 온도를 조정하거나(전형적으로는 저온으로 함), 또는 전계 등의 외장을 부여할 수 있다. 한편, 액정상을 발현시키기 위해 부여하는 외장은 표시시의 환경과 다른 환경으로 하는 것이 바람직하다.

또한, 본 실시 형태에서는 상기 표시 소자(20)에서의 기관(1, 2)을 유리 기관으로 구성했지만, 본 발명은 여기에 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 실시 형태에서는 상기 표시 소자(20)에서의 기관(13, 14) 사이의 간격(d, 셀 두께)을 1.3 μm 로 했지만, 본 발명은 여기에 한정되는 것은 아니고, 임의로 설정할 수 있다. 단, 저전압 구동을 염두에 두면, 셀 두께(d)는 얇은 편이 바람직하지만, 1 μm 미만까지 협설화하는 것은 제조상 곤란해지기 때문에, 상기 셀 두께(d)는 제조 공정과의 균형으로 결정된다. 또한, 본 실시 형태에서는 전극(4, 5)을 ITO로 형성했지만, 본 발명은 여기에 한정되는 것은 아니고, 적어도 한 쪽 전극이 투명 전극 재료로 형성될 수 있다.

또한, 상기 표시 소자(20)에서는 상기 배향막(8, 9)으로서 폴리이미드를 포함하는 배향막을 이용했지만, 본 발명은 여기에 한정되는 것은 아니고, 예를 들면, 폴리아믹산을 포함하는 배향막을 이용할 수 있다. 또는, 폴리비닐알코올, 실란 커플링제, 폴리비닐신나메이트 등의 재료(배향막 재료)를 포함하는 배향막을 이용할 수 있다.

한편, 상기 배향막 재료로서 폴리아믹산이나 폴리비닐알코올을 이용하는 경우에는, 상기 전극(4, 5)이 형성된 기관(1, 2) 상에 상기 배향막 재료를 도포하여 배향막(8, 9)을 형성한 후에, 러빙 처리 또는 광 조사 처리 등의 배향 처리를 실시할 수 있다. 또한, 상기 배향막 재료로서 실란 커플링제를 이용하는 경우에는, LB막(Langmuir Blodgett Film)과 같이 인상법으로 제조할 수 있다. 또한, 상기 배향막 재료로서 폴리비닐신나메이트를 이용하는 경우에는, 상기 전극(4, 5)이 형성된 기관(1, 2) 상에 폴리비닐신나메이트를 도포한 후, 자외선(UV) 조사할 수 있다.

또한, 본 실시 형태에서는 상기 배향 처리 방향으로서, 주로 상기 배향막(8, 9)에 실시하는 배향 처리 방향(A, B)이 서로 역평행하게 되는 경우를 예로 들어 설명했지만, 본 발명은 여기에 한정되는 것은 아니며, 예를 들면 양자의 배향 처리 방향(A, B)을 평행하면서 동일 방향(병렬 방향)으로 할 수 있고, 또는 양자의 배향 처리 방향이 서로 다른 방향이 되도록 배향 처리할 수 있다. 또한, 어느 한쪽에만 배향 처리를 실시할 수도 있다.

이상과 같이, 본 실시 형태에 따른 표시 소자는, 예를 들면 대향하는 한쌍의 기관 사이에 협지된 물질층에 전계를 인가하기 위한 전계 인가 수단이 상기 한쌍의 기관의 기관면 법선 방향으로 전계를 발생시킴으로써 상기 한쌍의 기관 사이에 전계가 인가되고, 상기 물질층이 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 매질을 포함하면서, 전계 무인가시에 광학적 등방성을 나타내고, 전계의 인가에 의해 광학적 이방성을 발현하는 동시에, 상기 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 매질의 네마틱상 상태에서의 550 nm에서의 굴절률 이방성을 Δn 으로 하고, 1 kHz에서의 유전율 이방성의 절대치를 $|\Delta\epsilon|$ 로 하면, $\Delta n \times |\Delta\epsilon|$ 이 1.9 이상임으로써 전계 인가시에 낮은 전압으로 효율적으로 전계 인가시의 광학적 이방성을 발현시킬 수 있는 동시에, 넓은 온도 범위가 실현된다. 또한, 전계 무인가시에는 광학적 등방성을 나타내고, 전계 인가에 의해 광학적 이방성을 발현하는 매질을 이용하여 표시를 행하는 표시 소자는 본질적으로 고속 응답 특성 및 광시야각 특성을 갖고 있다. 따라서, 본 실시 형태에 따르면, 응답 속도가 빠르고, 구동 전압이 낮으면서, 넓은 온도 범위에서 구동할 수 있는 표시 소자를 실현할 수 있다. 따라서, 상기 구성에 따르면, 본질적으로 고속 응답 특성 및 광시야각 특성을 갖는 표시 소자의 실용화로의 길이 크게 열리게 된다.

한편, 본 실시 형태에 있어서, 상기 표시 소자는 상기 양 기관 사이, 바람직하게는 상기 한쌍의 기관에 대하여 대략 수직, 보다 바람직하게는 수직(즉, 기관면 법선 방향)으로 전계를 발생시켜 상기 물질층에 전계를 인가하는 전계 인가 수단을 구비하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 상기 표시 소자에 있어서, 상기 양 기관에는 상기 양 기관 사이에 전계를 인가하기 위한 전극이 각각 형성되어 있는 것이 바람직하다. 상기 전극이 상기 양 기관에 각각 형성되어 있음으로써, 상기 한쌍의 기관의 기관 사이, 즉, 상기 한쌍의 기관의 기관면 법선 방향으로 전계를 발생시킬 수 있다. 그리고, 이와 같이 상기 전극이 상기 한쌍의 기관의 기관면 법선 방향으로 전계를 발생시킴으로써, 전극 면적 부분을 희생시키지 않고 기관 상의 전체 영역을 표시 영역으로 하는 것이 가능하며, 개구율 향상, 투과율 향상, 나아가서는 구동 전압의 저전압화를 실현할 수 있다. 또

한, 상기 구성에 따르면, 상기 물질층에서의 양 기관과의 계면 부근에 한정되지 않고, 양 기관으로부터 떨어진 영역에서도 광학적 이방성의 발현을 촉진할 수 있다. 또한, 구동 전압에 대해서도, 빗살 무늬 전극으로 전극 간격을 협껏화하는 경우와 비교하여 협껏화가 가능하다.

또한, 본 실시 형태에 있어서, 상기 물질층, 즉, 상기한 바와 같이 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 매질을 포함하면서, 전계 무인가시에 광학적 등방성을 나타내고, 전계의 인가에 의해 광학적 이방성을 발현하는 층으로서의 유전성 물질을 포함하는 유전성 물질층이 바람직하게 이용된다.

따라서, 본 실시 형태에 따른 표시 소자는, 예를 들면 대향하는 한쌍의 기관, 상기 한쌍의 기관 사이에 협지된 유전성 물질층 및 상기 유전성 물질층에 전계를 인가하기 위한 전계 인가 수단을 구비한 표시 소자이며, 상기 전계 인가 수단은 상기 한쌍의 기관의 기관면 법선 방향으로 전계를 발생시키고, 상기 유전성 물질층은 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 매질을 포함하면서, 전계 무인가시에 광학적 등방성을 나타내고, 전계의 인가에 의해 광학적 이방성을 발현하는 동시에, 상기 네마틱 액정상을 나타내는 액정성 매질의 네마틱상 상태에서의 550 nm에서의 굴절률 이방성을 Δn 으로 하고, 1 kHz에서의 유전율 이방성의 절대치를 $|\Delta \epsilon|$ 로 하면, $\Delta n \times |\Delta \epsilon|$ 가 1.9 이상인 구성을 갖고 있는 것이 보다 바람직하다.

상기 어느 구성에서도 상기 액정성 매질에 상기 $\Delta n \times |\Delta \epsilon|$ 가 1.9 이상인 액정성 매질을 사용하면, 상기 표시 소자의 구동 전압으로서 상기 물질층, 예를 들면 유전성 물질층에 인가할 수 있는 최대한의 전압치의 실효치를 제조상 가능한 셀 두께(즉, 물질층(유전성 물질층)의 두께)로 달성할 수 있다.

특히, 상기 $\Delta n \times |\Delta \epsilon|$ 가 4.0 이상이면, 전계 인가시에 한층 더 낮은 전압으로 효과적으로 광학적 이방성을 발현시킬 수 있다. 상기 $\Delta n \times |\Delta \epsilon|$ 를 4.0 이상으로 함으로써, 종래의 TFT 소자, 범용의 드라이버를 이용하여 구동할 수 있는 전압으로, 드라이버 등의 비용 상승없이 실용화하는 것이 가능해진다.

따라서, 상기 각 구성에 따르면, 응답 속도가 빠르고, 구동 전압이 낮으면서, 넓은 온도 범위에서 구동할 수 있는 표시 소자를 실현할 수 있다. 따라서, 상기 각 구성에 따르면, 본질적으로 고속 응답 특성 및 광시야각 특성을 갖는 표시 소자의 실용화로의 길이 크게 열리게 된다.

또한, 상기 Δn 은 0.14 이상이면서 상기 $|\Delta \epsilon|$ 은 14 이상인 것이 바람직하다. 또한, 상기 Δn 은 0.2 이상이면서 상기 $|\Delta \epsilon|$ 은 20 이상인 것이 더욱 바람직하다.

상기 각 구성에 따르면, Δn 또는 $\Delta \epsilon$ 중 어느 한쪽만을 극단적으로 크게 하는 일없이 저전압 구동을 실현할 수 있고, 액정 재료 개발 지침으로서의 자유도를 크게 할 수 있다.

또한, 상기 $\Delta \epsilon$ (상기 액정성 매질의 유전율 이방성)은 음인 것이 바람직하다. 즉, 상기 액정성 매질은 그의 분자 장축 방향의 유전율이 분자 단축 방향의 유전율보다도 작은(분자 장축 방향의 유전율 < 분자 단축 방향의 유전율) 것이 바람직하다.

이러한 액정성 매질에 전계를 인가하면, 개개의 분자는 기관 면내 방향(기관면에 평행한 방향)을 향하고자 하여 배향 상태가 변화되어 광학 변조를 유기시킬 수 있다. 이 때문에, 상기한 바와 같이 상기 $\Delta \epsilon$ 가 음인 액정성 매질을 이용하면, 빗살 모양 전극으로 기관 면내 전계를 발생시키는 구성과 달리, 전계 인가시에 광학적 이방성을 개구율의 손실없이 보다 효율적으로 발현시키는 것이 가능해진다.

또한, 상기 액정 표시 소자는 상기 한쌍의 기관 사이에 상기 전계의 인가에 의한 광학적 이방성의 발현을 촉진하기 위한 배향 보조재가 설치되는 것이 바람직하다.

상기한 바와 같이, 전계 무인가시에는 광학적 등방성을 나타내고, 전계 인가에 의해 광학적 이방성을 발현하는 물질(예를 들면, 유전성 물질), 특히 전계 인가에 의해 분자의 배향 방향이 변화됨으로써 광학적 이방성을 발현하는 물질(예를 들면, 유전성 물질)을 이용하여 표시를 행하는 표시 소자는 고속 응답 특성 및 광시야각 특성을 나타내는 한편, 종래, 구동 전압이 매우 높다는 문제가 있었다.

이에 반해, 상기 구성에 따르면, 상기 한쌍의 기관 사이에 상기 배향 보조재가 설치됨으로써, 전계의 인가에 의해 상기 물질(예를 들면 유전성 물질) 중의 분자의 배향 상태의 변화를 촉진시킬 수 있어, 전계 인가시에 보다 효율적으로 광학적 이방성을 발현시킬 수 있다. 따라서, 상기 구성에 따르면, 저전압으로 광학적 이방성을 발현시키는 것이 가능해지기 때문에, 실용 수준의 구동 전압으로 동작 가능하고, 고속 응답 특성 및 광시야각 특성을 구비한 표시 소자를 실현할 수 있다.

상기 배향 보조재는 상기 물질(유전성 물질)층 내에 형성될 수도 있다. 이 경우, 상기 배향 보조재는 구조적 이방성을 갖고 있는 것이 바람직하다. 또한, 상기 배향 보조재는 상기 물질층 중의 액정성 매질이 액정상을 나타내고 있는 상태로 형성된 것이 바람직하다. 또한, 상기 배향 보조재는 중합성 화합물을 포함하는 것일 수 있고, 고분자 화합물을 포함하는 것일 수도 있다. 또한, 상기 배향 보조재는 쇄상 고분자 화합물, 망상 고분자 화합물 및 환상 고분자 화합물로 이루어지는 군에서 선택되는 1종 이상의 고분자 화합물을 포함하는 것일 수 있고, 수소 결합체를 포함하는 것일 수도 있으며, 다공질 재료를 포함하는 것일 수도 있다.

상기 각 구성은 상기 전계 인가에 의한 광학적 이방성의 발현을 촉진하기 위한 배향 보조재로서 바람직하다.

상기 배향 보조재는 상기 물질(유전성 물질)층 내에 형성되어 있음으로써, 상기 물질(유전성 물질) 내에서 상기 액정성 매질의 분자 배향을 촉진할 수 있다. 이 때문에, 높은 전압을 인가하지 않더라도 벌크 내부에까지 충분히 배향 규제력이 미쳐 1축 배향을 실현할 수 있다.

특히, 상기 배향 보조재가 구조적 이방성을 갖는 것, 예를 들면, 중합성 화합물을 중합함으로써 얻어지는 쇄상 고분자 화합물, 망상 고분자 화합물, 환상 고분자 화합물 등의 고분자 화합물이나 수소 결합체, 다공질 재료 등을 포함함으로써, 상기 물질층을 구성하는 물질 중의 분자의 배향 방향의 변화를 상기 배향 보조재와의 분자간 상호 작용에 의해 촉진시킬 수 있다. 즉, 상기 구성에 따르면, 상기 물질층을 구성하는 물질 중의 각 분자를, 상기 배향 보조재를 구성하는 각 물질(재료)과의 분자간 상호 작용에 의해, 상기 배향 보조재를 구성하는 각 물질(재료)이 갖는 구조적 이방성에 의해 규제되는 방향에 따라 용이하게 배향시킬 수 있다.

또한, 상기 배향 보조재가 상기한 각 물질(재료)을 포함함으로써, 상기 배향 보조재는 상기 물질층 내의 모든 영역에 존재한다. 즉, 상기 배향 보조재는 상기 물질층 내의 전역 또는 거의 전역에 걸쳐 형성할 수 있다. 따라서, 상기 배향 보조재는 배향 규제력이 우수하고, 물질층 내의 모든 영역에서의 액정성 매질의 분자의 배향 질서를 상승시킬 수 있다. 따라서, 상기 구성에 따르면, 큰 광학 응답을 얻을 수 있고, 한층 더 저전압으로 최대 투과율을 얻을 수 있다.

또한, 특히 상기 배향 보조재가, 상기 물질층 중의 액정성 매질이 액정상을 나타내고 있는 상태로 형성됨으로써, 얻어진 배향 보조재는 상기 액정성 매질이 액정상, 즉 네마틱 액정상을 나타내고 있는 상태에서의 상기 액정성 매질을 구성하는 분자의 배향 방향을 따르는 부분의 비율이 커진다. 따라서, 상기 배향 보조재에 의해, 전계 인가시에 상기 액정성 매질을 구성하는 분자가 상기 액정상 상태에서의 배향 방향과 동일 방향으로 배향하도록 분자의 배향을 촉진시킬 수 있다. 따라서, 전계 인가시에서의 광학적 이방성의 발현을 확실하게 촉진시킬 수 있다.

또한, 특히 상기 배향 보조재로서 다공질 재료를 사용하는 경우, 상기 물질층을 협지하는 상기 기판 계면에만 배향 처리를 실시한 후에 상기 다공질 재료를 포함하는 다공질 재료층을 형성시키면, 상기 기판 계면의 이방성에 따라서 자기 조직적으로 상기 다공질 재료층(배향 보조재)을 이방성 성장시키는 것이 가능해진다. 따라서, 상기 다공질 재료를 이용하는 경우에는 배향 보조재를 반드시 상기 액정성 매질이 액정상을 나타내는 상태로 형성시킬 필요가 없어 제조 공정의 간략화를 실현할 수 있다.

또한, 상기 배향 보조재는 상기 물질층 중의 액정성 매질을 소 영역으로 분할하는 것(재료)이 바람직하다. 특히, 상기 소 영역의 크기가 가시광 파장 이하인 것이 바람직하다.

상기 구성에 따르면, 액정성 매질이 소 영역, 바람직하게는 가시광 파장 이하의 아주 작은 소 영역에 가둬져 있기 때문에, 액정성 매질이 등방상 온도 영역에 있어서, 전계 인가시의 전기 광학 효과(예를 들면, 커 효과)를 넓은 온도 범위에서 발현시킬 수 있다. 그리고, 이 소 영역의 크기가 가시광 파장 이하이면, 상기 배향 보조재, 즉 상기 액정성 매질을 소 영역으로 분할시키고 있는 재료와 액정성 매질과의 굴절률의 불일치에 의한 광 산란을 억제하는 것이 가능해져 높은 콘트라스트의 표시 소자를 달성할 수 있다.

또한, 상기 배향 보조재는 상기 한쌍의 기판 중 적어도 한쪽 기판에 설치된 수평 배향막일 수도 있고, 상기 수평 배향막에는 러빙 처리 또는 광 조사 처리가 실시될 수도 있다. 즉, 상기 배향 보조재는 러빙 처리 또는 광 조사 처리가 실시된 수평 배향막일 수도 있다. 또한, 상기 광 조사 처리는 편광 광 조사 처리일 수도 있다.

상기 구성에 따르면, 상기 수평 배향막을 배향 보조재로서 이용함으로써, 상기 물질층에서의 상기 수평 배향막과의 계면 부근에서의 분자의 배향 방향을 기판 면내 방향으로 규정할 수 있다. 이 때문에, 상기 구성에 따르면, 상기 액정성 매질에 액정상, 즉 네마틱 액정상을 발현시킨 상태에 있어서, 상기 액정성 매질을 구성하는 분자(액정 분자)를 기판 면내 방향으로

배향시킬 수 있다. 따라서, 상기 배향 보조재를, 상기 기관 면내 방향을 따르는 부분의 비율이 커지도록 형성할 수 있다. 이에 따라, 상기 배향 보조재에 의해, 상기 액정성 매질을 구성하는 액정 분자가 전계 인가시에 상기 기관 면내 방향으로 배향하도록 상기 분자의 배향을 촉진시킬 수 있다. 따라서, 전계 인가시의 광학적 이방성의 발현을 확실하면서 효율적으로 촉진시킬 수 있다. 특히, 수평 배향막은 상기 $\Delta\epsilon$ (유전율 이방성)이 음인 액정성 매질을 이용하여 상기 액정성 매질을 구성하는 액정 분자를 전계 인가시에 기관 면내 방향으로 배향시키는 본 발명의 목적에 적합하고, 수직 배향막을 이용한 경우와 달리 전계 인가시에 기관 면내에 효율적으로 상기 액정 분자를 배향시키는 것이 가능하여 보다 효과적으로 광학적 이방성을 발현시킬 수 있다.

또한, 상기 배향 보조재로서 상기 수평 배향막에 러빙 처리 또는 광 조사처리를 실시한 것을 사용하면, 전계 인가시에 액정 분자의 배향 방향을 한 방향으로 균일하게 하는 것이 가능해지기 때문에, 전계 인가시에 한층 더 효과적으로 광학적 이방성을 발현시킬 수 있다. 효과적으로 광학적 이방성을 발현시킬 수 있으면, 보다 낮은 전압으로 구동 가능한 표시 소자를 실현할 수 있다.

상기 수평 배향막은 상기 한쌍의 기관의 각각에 설치되는 동시에, 상기 러빙 처리 또는 광 조사 처리에서의 러빙 방향 또는 광 조사 방향이 서로 평행, 반평행 또는 직교하도록 배치되는 것이 보다 바람직하다.

상기 구성에 따르면, 종래의 네마틱 액정 모드와 마찬가지로, 전계 인가시의 빛의 이용 효율이 높아지기 때문에 투과율이 향상되고, 나아가서는 저전압 구동이 가능해지는 동시에, 상기 물질층의 상기 수평 배향막과의 계면 부근에서의 상기 분자의 배향 방향을 원하는 방향으로 확실하게 규정할 수 있다. 그리고, 특히 이 경우, 상기 러빙 방향 또는 광 조사 방향이 서로 다르도록 상기 러빙 처리 또는 광 조사 처리가 실시됨으로써, 예를 들면 상기 러빙 방향 또는 광 조사 방향이 서로 직교하도록 상기 수평 배향막이 배치됨으로써, 전계 인가시에 상기 액정성 매질을 구성하는 분자가 비틀림 구조를 이루도록 배향시킬 수 있다. 즉, 상기 분자의 장축 방향이 기관면에 평행한 방향을 향하는 동시에, 한쪽 기관측으로부터 다른쪽 기관측에 걸쳐서 기관면 평행 방향으로 차례로 비틀리도록 배향하는 비틀림 구조가 되도록 상기 분자를 배향시킬 수 있다. 이에 따라, 상기 액정성 매질의 파장 분산에 의한 착색 현상을 완화시킬 수 있다.

전기 광학 특성(예를 들면, 전압-투과율 특성)에는 상기 Δn 에 더하여 상기 물질층(예를 들면, 유전성 물질층)의 두께 d 도 요소로서 기여한다. 즉, 위상차(리터레이션)는 상기 $\Delta n \times d$ 로 결정되며, 이것이 투과율에 대응한다.

따라서, 상기 표시 소자에서 상기 러빙 방향 또는 광 조사 방향이 서로 평행 또는 반평행인 경우에는 상기 물질층의 두께를 $d(\mu\text{m})$, 입사광의 파장을 $\lambda(\text{nm})$ 로 하면, $\lambda/4 \leq \Delta n \times d \leq 3\lambda/4$ 를 만족시키는 것이 바람직하다. 또한, 상기 표시 소자에서 상기 러빙 방향 또는 광 조사 방향이 서로 직교하는 경우에는 상기 물질층의 두께를 $d(\mu\text{m})$ 로 하면, $350(\text{nm}) \leq \Delta n \times d \leq 650(\text{nm})$ 을 만족시키는 것이 바람직하다.

러빙 방향 또는 광 조사 방향이 서로 평행 또는 반평행인 경우에는 반파장 조건($\lambda/2$)을 중심으로 한 $\lambda/4 \leq \Delta n \times d \leq 3\lambda/4$ 의 범위에서 반파장 조건을 만족시켜 빛의 이용 효율이 최대가 된다(즉, 투과율이 최대가 됨). 또한, 러빙 방향 또는 광 조사 방향이 서로 직교하는 경우에는 $350(\text{nm}) \leq \Delta n \times d \leq 650(\text{nm})$ 의 범위에서 빛의 이용 효율이 최대가 된다. 따라서, 본 발명에 따른 표시 소자는 상기 조건에 더하여 상기 조건을 만족시킴으로써, 상기 효과뿐만 아니라 빛의 이용 효율을 향상시킬 수 있다.

또한, 상기 물질층에는 추가로 미립자가 봉입되어 있는 것이 바람직하다. 즉, 상기 물질층 중에는 미립자를 함유하는 매질이 봉입되어 있는 것이 바람직하다.

상기 물질층이 추가로 미립자를 포함하는 것, 즉 상기 물질층 중의 매질에 미립자가 첨가됨으로써, 전계 무인가시의 상기 매질의 배향 상태(배향 질서)를 안정화시킬 수 있다.

또한, 상기 물질층에는 전계의 2차에 비례하여 굴절률이 변화되는 매질이 봉입되어 있는 것이 바람직하다.

전계의 2차에 비례하여 발현하는 굴절률의 변화는 응답 속도가 빠르다는 이점을 갖는다. 이와 같이, 전계의 2차에 비례하여 굴절률이 변화되는 매질을 구비한 물질층은 전계의 인가에 의해 분자의 배향 방향이 변화되어 하나의 분자 내에서의 전자의 치우침을 제어함으로써, 랜덤하게 배열된 개개의 분자가 각각 개별적으로 회전하여 방향을 바꾸기 때문에 상기한 바와 같이 응답 속도가 매우 빠를 뿐만 아니라, 분자가 무질서하게 배열되어 있기 때문에 시각적 제한이 없다. 따라서, 상기 구성에 따르면, 고속 응답성 및 광시야각 특성이 보다 우수한 표시 소자를 실현할 수 있다.

또한, 상기 물질층에는 유극성 분자를 함유하는 매질이 봉입될 수 있다.

상기 구성에 따르면, 전계 인가에 의해 상기 유극성 분자의 분극이 발현되어, 상기 유극성 분자의 배향을 더욱 촉진할 수 있기 때문에 보다 낮은 전압으로 광학적 이방성을 발현시킬 수 있다. 이 때, 상기 한쌍의 기관 사이에 상기 배향 보조재가 형성됨으로써, 상기 배향 보조재에 의해 상기 유극성 분자의 배향을 더욱 촉진할 수 있고, 보다 낮은 전압으로 광학적 이방성을 발현시킬 수 있어, 구동 전압의 저전압화가 실현된다.

또한, 상기 물질층은 한쪽 방향의 손대칭성만의 비틀림 구조를 이룰 수 있다. 또한, 상기 물질층에는 키랄성을 나타내는 매질이 봉입될 수 있다.

상기 각 구성에 따르면, 상기 물질층에 포함되는 매질에서의 분자의 배향 방향을 한쪽 방향의 손대칭성, 즉, 우측 비틀림 또는 좌측 비틀림 중 어느 한쪽만을 갖는 비틀림 구조로 할 수 있다. 특히, 상기 물질층에 키랄성을 나타내는 매질이 봉입되어 있음으로써, 상기 분자의 배향 방향을 확실하게 한쪽 방향의 손대칭성만의 비틀림 구조로 할 수 있다. 따라서, 상기 각 구성에 따르면, 상기 매질을 구성하는 분자를 좌측 비틀림 또는 우측 비틀림 중 어느 한쪽만을 갖는 비틀림 구조로 할 수 있다. 이 때문에, 좌측 비틀림 또는 우측 비틀림의 양쪽 비틀림 구조로 이루어지는 멀티도메인이 존재하는 경우와 같이 도메인 경계에서 투과율이 저하되는 문제가 해소되어 투과율이 향상된다. 또한, 각 비틀림 구조는 서로의 방위에 상관이 없더라도 일정한 선광성을 갖는다. 이 때문에, 상기 구성에 따르면, 물질층 전체적으로 큰 선광성을 발현할 수 있다. 이에 따라, 낮은 전압으로 최대 투과율을 얻는 수 있고, 구동 전압을 실용 수준까지 감소시킬 수 있다.

또한, 상기 물질층에 키랄성을 나타내는 매질(키랄제)이 봉입되어 있는 경우, 상기 키랄성을 나타내는 매질의 키랄 피치(자발적 비틀림 길이) 정도의 분자간 상호 작용을 등방성 액정성 매질 중에 작용시킬 수 있어, 저전압화에 기여할 뿐만 아니라, 보다 넓은 온도 범위에서 전계 인가의 광학적 이방성을 발현시킬 수 있다.

또한, 상기 액정성 매질은 400 nm 이하의 선택 반사 파장 영역 또는 나선 피치를 갖는 것일 수 있다.

상기 액정성 매질의 나선 피치가 400 nm보다도 큰 경우, 그 나선 피치를 반영한 색으로 정색하는 경우가 있다. 이러한 나선 피치를 반영한 파장의 빛을 선택적으로 반사하는 현상은 선택 반사라 불린다. 따라서, 상기 액정성 매질의 선택 반사 파장 영역 또는 나선 피치를 400 nm 이하로 함으로써, 이와 같은 정색을 방지할 수 있다.

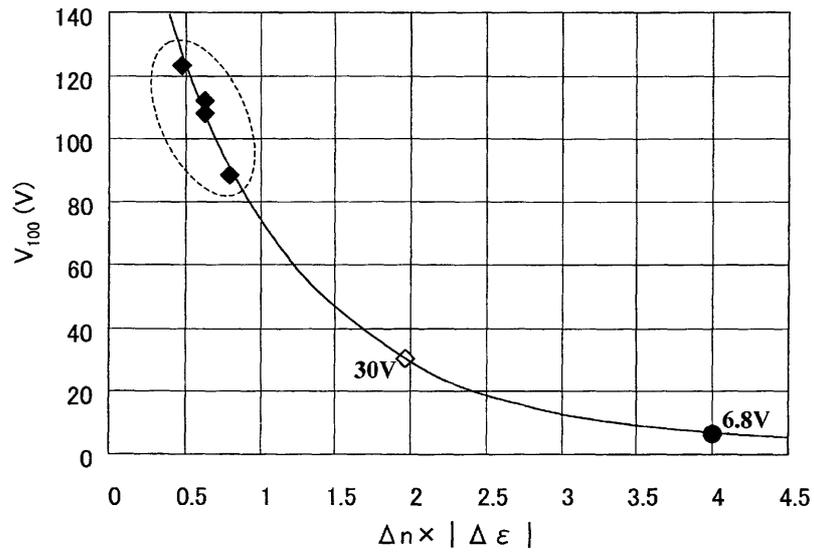
또한, 이상과 같이 본 발명의 표시 장치는 상기한 본 발명에 따른 표시 소자를 구비하여 이루어진다. 그렇기 때문에, 본 발명에 따르면, 응답 속도가 빠르고, 구동 전압이 낮으면서, 넓은 온도 범위에서 구동할 수 있는 표시 장치를 실현할 수 있다.

본 발명은 상술한 실시 형태에 한정되는 것은 아니며, 청구항에 나타난 범위에서 다양한 변경이 가능하다. 즉, 청구항에 나타난 범위에서 적절히 변경한 기술적 수단을 조합하여 얻어지는 실시 형태에 대해서도 본 발명의 기술적 범위에 포함된다.

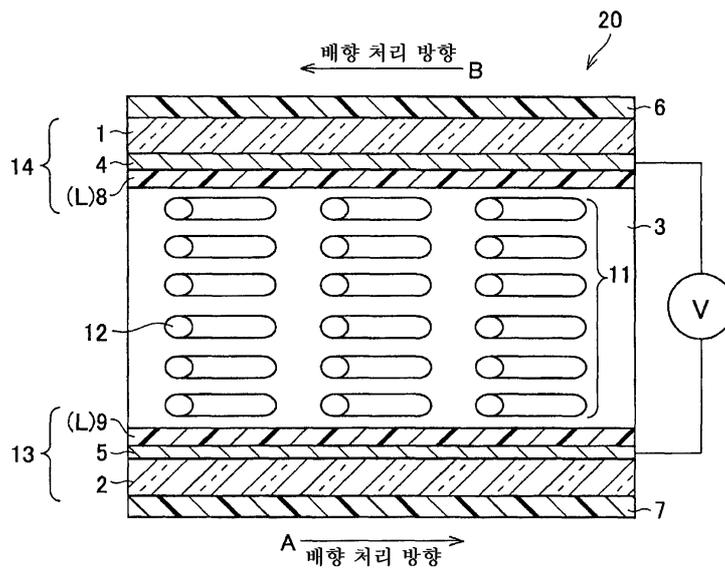
또한, 발명의 상세한 설명의 항에서 이루어진 구체적인 실시 양태 또는 실시예는 어디까지나 본 발명의 기술 내용을 밝히는 것으로서, 그와 같은 구체예로만 한정하여 협의로 해석되어야 하는 것은 아니며, 본 발명의 취지와 다음에 기재하는 특허 청구 사항의 범위내에서 다양하게 변경하여 실시할 수 있는 것이다.

도면

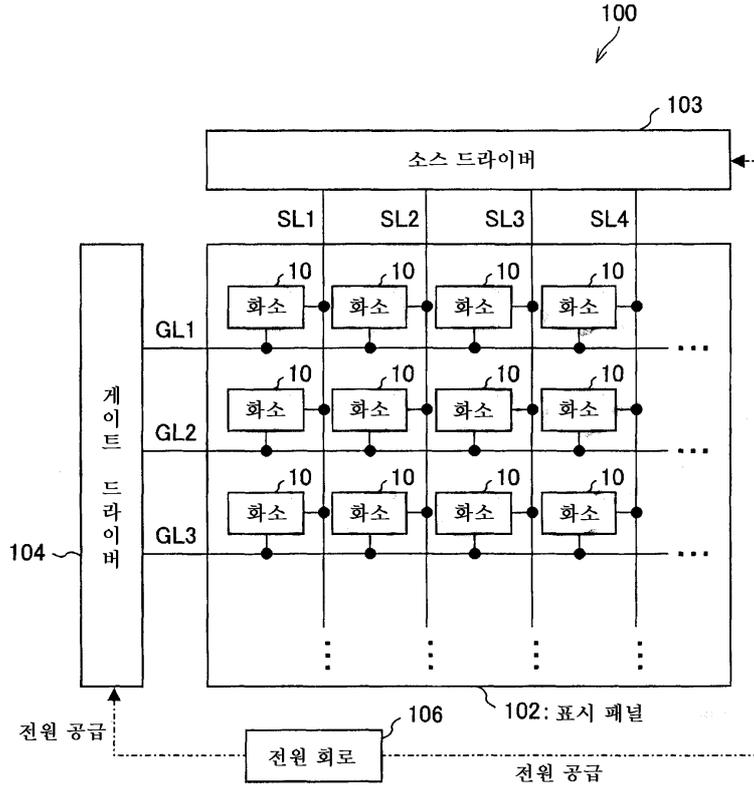
도면1



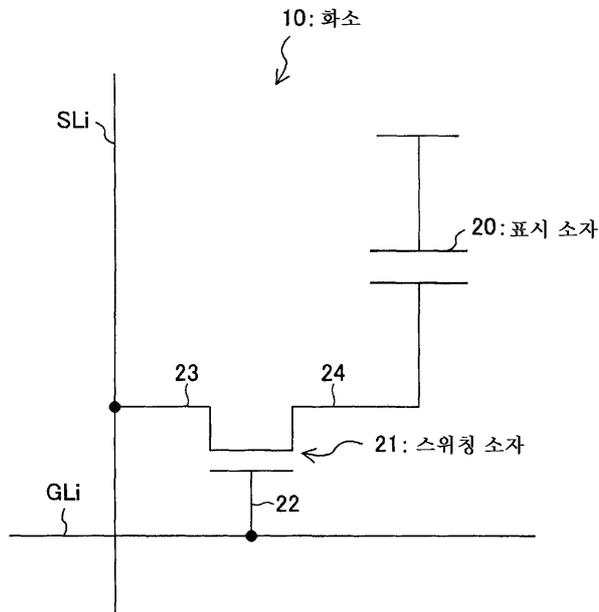
도면2



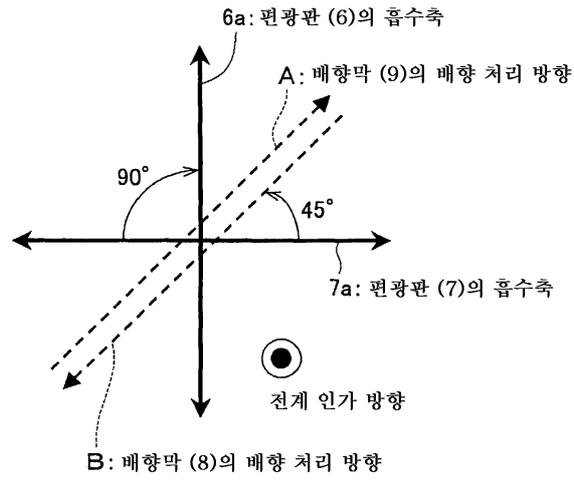
도면3



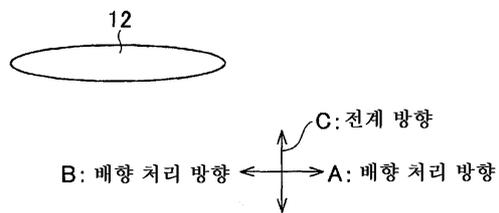
도면4



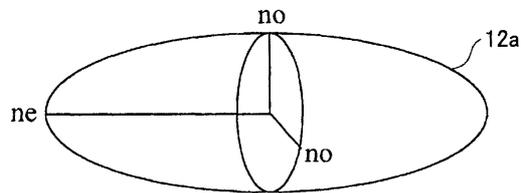
도면5



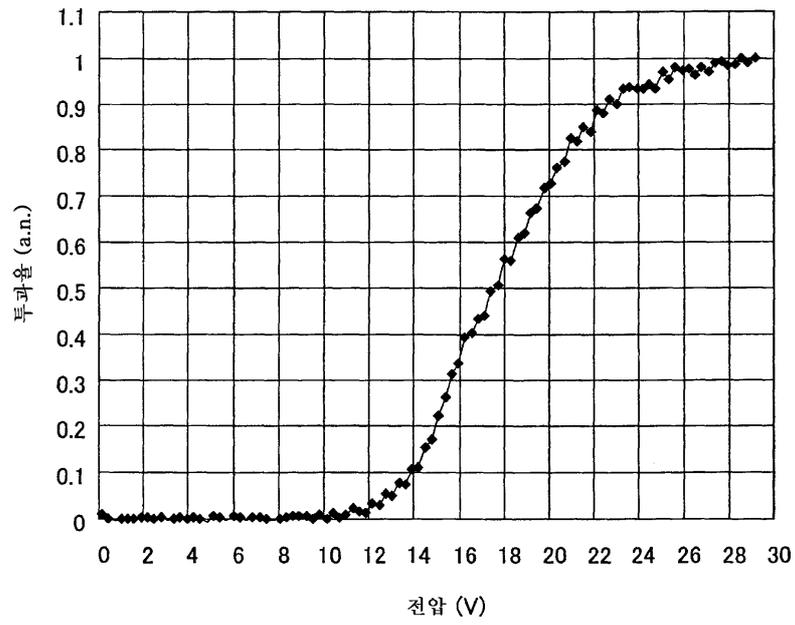
도면6a



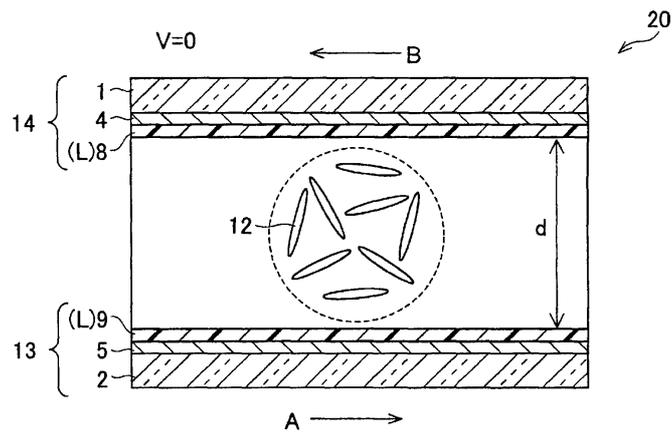
도면6b



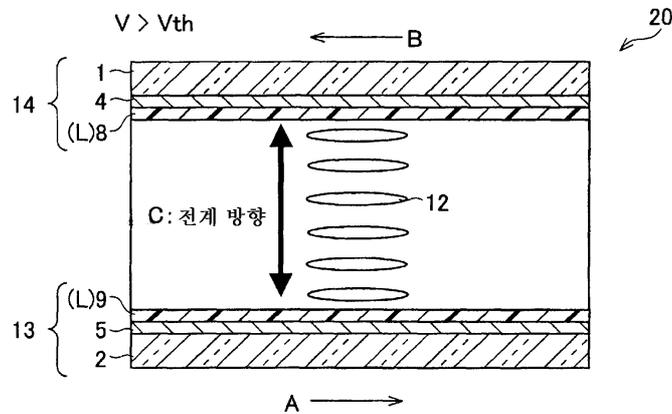
도면7



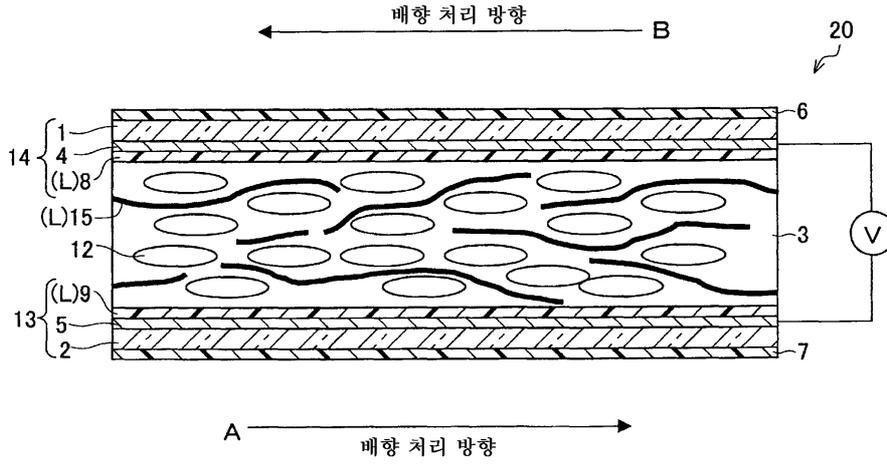
도면8a



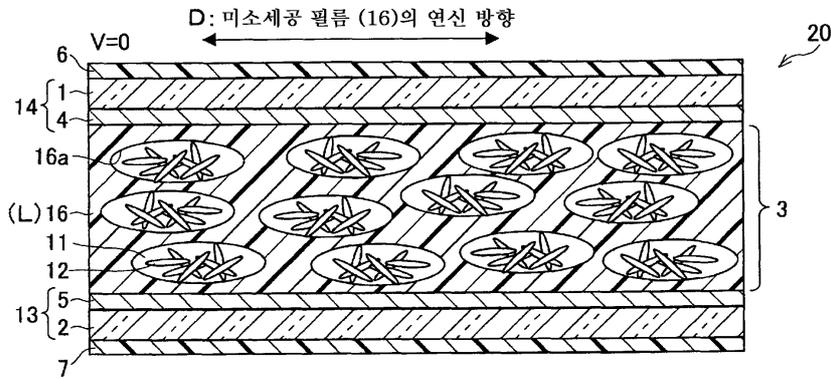
도면8b



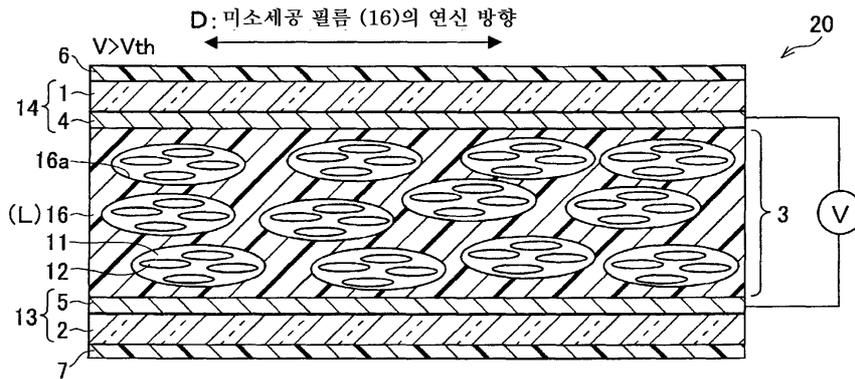
도면9



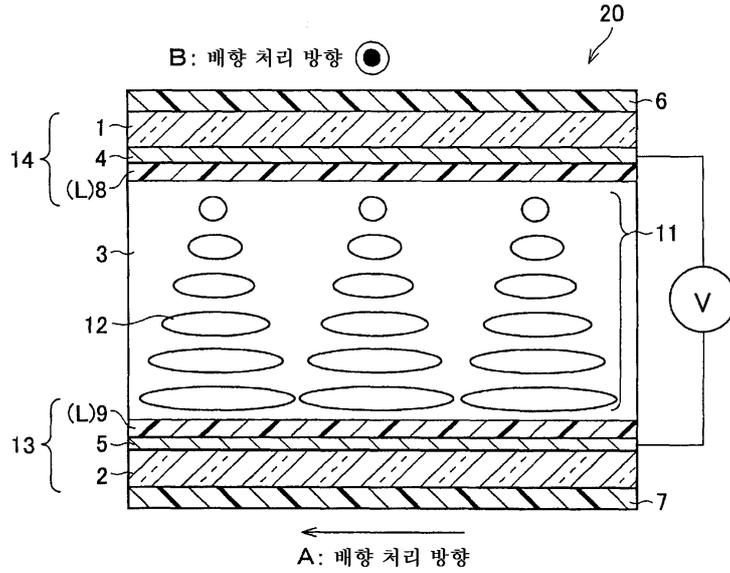
도면10a



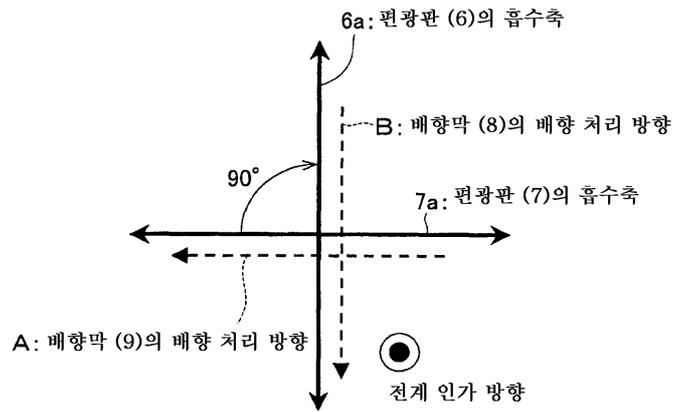
도면10b



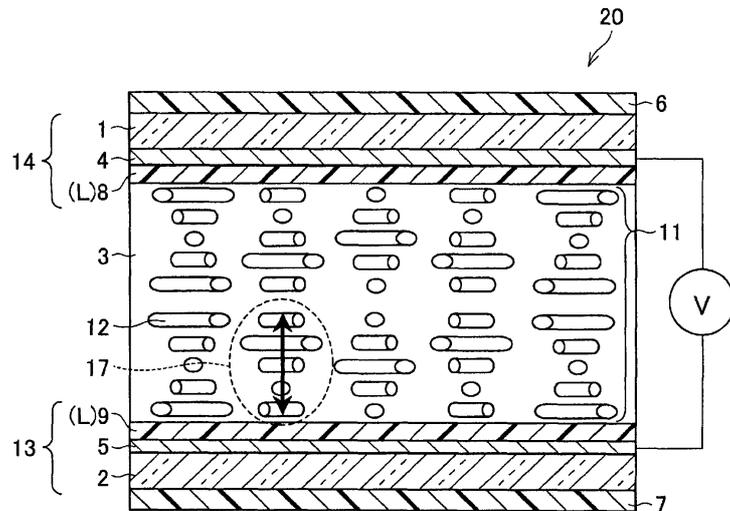
도면11



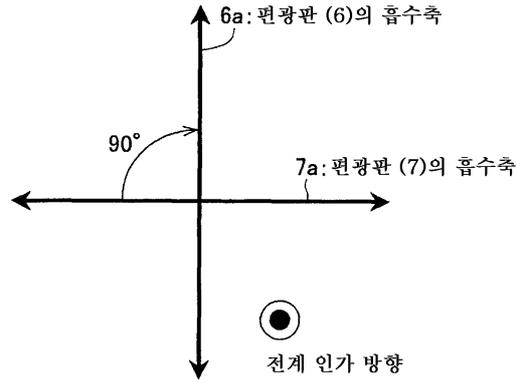
도면12



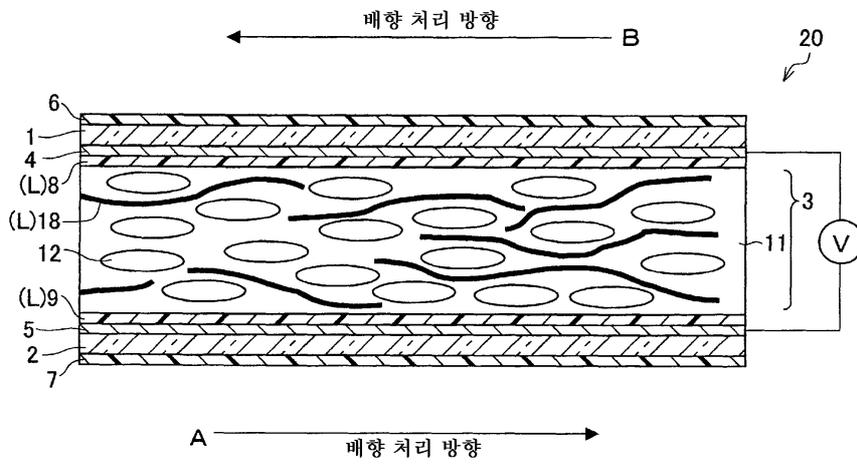
도면13



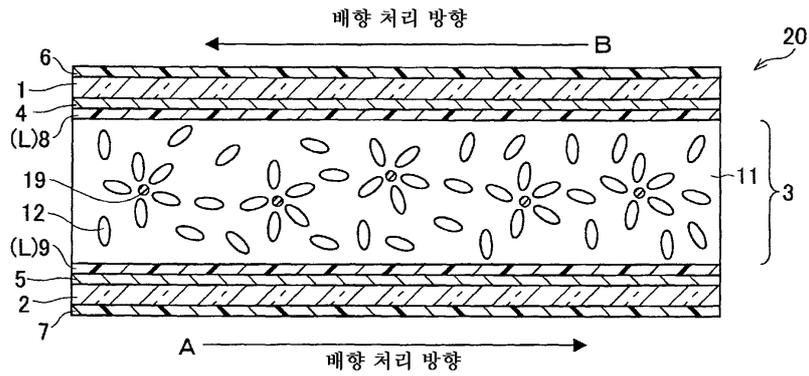
도면14



도면15



도면16a



도면16b

