

(19)대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.	(45) 공고일자	2006년11월14일
C09K 19/04 (2006.01)	(11) 등록번호	10-0645830
C09K 19/40 (2006.01)	(24) 등록일자	2006년11월07일

(21) 출원번호	10-2005-0090984	(65) 공개번호
(22) 출원일자	2005년09월29일	(43) 공개일자

(73) 특허권자 고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자 임동건
서울 서초구 방배3동 신동아아파트 7동 1005호

이지훈
경남 진주시 유곡동 한보아파트 1804호

(74) 대리인 현중철

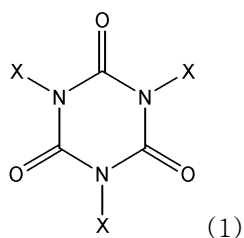
심사관 : 조성신

(54) 극성 네마틱 액정 어셈블리 및 이를 이용한 액정 소자

요약

극성 네마틱 액정 어셈블리가 제공된다.

본 발명에 따른 극성 네마틱 액정 어셈블리는 하기 식 1의 구조를 갖는 도판트 5 내지 7.5 중량%와 선형 알킬체인을 갖는 스펙틱 액정 분자 92.5 내지 95중량%를 포함하며, 상기 도판트의 N 결합 잔기와 스펙틱 액정 분자의 알킬 체인간의 자발적 결합에 의하여 소정 방향으로 거시적 자발분극을 갖는 것을 특징으로 하며,



(상기 식에서 X는 탄소수 3 이상의 알킬, 알케닐 또는 헤테로 알킬임)

상기 액정 어셈블리를 이용하여 제조된 액정 소자는 전기적으로 극성을 가지고 있기 때문에 전기장의 부호를 바꿈으로써 양방향으로 같은 속도를 낼 수 있어 기존 액정 소자보다 훨씬 빠른 응답속도를 낼 수 있고, 네마틱 상을 가지기 때문에 충격에 대한 안정성이 뛰어나며, 배향막 처리 공정 없이도 우수한 배향성을 갖는 소자를 제조할 수 있기 때문에 배향막 처리 공정시 수반되는 투과도 저하, 색순도 저하 및 불량에 의한 문제점들을 원칙적으로 해결할 수 있다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 극성 네마틱 액정 어셈블리에 대한 개략적인 구조도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 사용되는 극성 네마틱 액정 분자의 전기장 제거시와 인가시 나열 형태에 대한 개략도이다.

도 3은 본 발명에 따른 실시예 1, 2, 3 및 비교예 1, 2, 3에 의해 제조된 액정 소자에 대한 응답속도(상승 및 하강시간) 및 대비비를 나타내는 그래프이다.

도 4는 실시예 1에서 제조된 액정 소자에 대하여 각도를 변화시키며 IR을 조사한 경우에 흡수도에 대한 그래프이다.

도 5는 실시예 1에서 제조된 액정 소자에 대하여 소자의 표면에 노말한 방향으로 IR을 조사한 경우에 흡수도에 대한 그래프이다.

도 6은 실시예 1에서 제조된 액정 소자에 대하여 DC 전기장 인가시 전기장에 따른 코노스코피(Conoscopy) 사진을 나타낸다.

도 7은 실시예 1에서 제조된 액정 소자에 삼각파 인가시 투과도를 나타내는 도면이다.

도 8은 실시예 1에서 제조된 액정 소자에 삼각파를 인가한 상태에서 상기 액정 소자에 흐르는 전류 (switching current)를 측정한 도면이다.

도 9는 실시예 1, 비교예 1 및 비교예 6에 의해 제조된 액정 소자에 대하여 X-선 산란실험 결과를 나타내는 그래프이다.

도 10은 실시예 1에서 제조된 액정 소자에 전기장을 인가하지 않은 상태에서, 백색 LED를 사용하여 백색광을 조사한 경우의 투과상태와 반사상태를 나타내는 사진이다.

도 11은 실시예 1에서 제조된 액정 소자에 전압을 인가하며 그에 따른 투과도 변화를 나타내는 그래프이다.

도 12는 실시예 6 및 7에서 제조된 액정 소자에 전압을 인가하며 그에 따른 투과도 변화를 나타내는 그래프이다.

도 13은 실시예 8에 따라 제조된 액정 소자의 배향성 및 구부림에 대한 안정성을 확인한 사진이다.

도 14는 실시예 4에 의해 제조된 액정 소자에 대하여 응답속도(상승 및 하강시간)를 나타내는 그래프이다.

도 15는 실시예 5에 의해 제조된 액정 소자에 대하여 삼각파를 인가하였을 때에 전압에 대한 투과도 변화를 나타내는 그래프이다.

도 16은 비교예 3에 의해 제조된 액정 소자에 대하여 전기장 인가에 따른 투과도의 변화를 측정한 그래프이다.

도 17은 실시예 8에 의해 제조된 액정 소자에 대하여 빛을 수직하게 입사시킨 경우와 빛을 비스듬히 입사시킨 경우의 빛의 투과 정도에 대한 사진이다.

도 18은 실시예 8에 의해 제조된 액정 소자에 대하여 70°의 입사각으로 빛을 입사시키며 광학적 이방성(birefringence)를 측정한 결과 그래프이다.

도 19는 실시예 9에 의해 제조된 액정 소자의 개략도이다.

도 20은 실시예 9에 의해 제조된 액정 소자에 대하여 전기장을 인가하지 않은 상태 및 인가한 상태의 사진이다.

도 21은 실시예 1에서 제조된 액정 소자와, 비교예 5에서 제조된 액정 소자에 대하여 전기장을 인가함에 따른 응답속도의 비($\tau_{LC} / \tau_{doped LC}$) 및 비교예 4에서 제조된 액정 소자와, 비교예 6에서 제조된 액정 소자에 대하여 전기장을 인가함에 따른 응답속도의 비($\tau_{LC} / \tau_{doped LC}$)를 도시한 그래프이다.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

1...도판트 2...액정분자

3...광축방향 4...액정 소자

5...백색광원 6...소자에 반사된 빛

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 극성 네마틱 액정 어셈블리에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 전기적으로는 전기장의 부호에 따라 분자들의 정렬상태가 다르게 정해지는 극성소자이면서 액정 분자의 질서도 (ordering)는 네마틱상을 갖는 극성 네마틱 (polar nematic) 액정 어셈블리 및 이를 이용한 액정 소자에 관한 것이다.

현재 평판형 디스플레이 (display) 장치로 상용화된 LCD는 거시적인 자발분극(spontaneous polarization)이 없는 상유전성인 네마틱 액정상을 갖는 액정 물질을 이용하고 있다. 이러한 네마틱 액정은 유체적인 성질이 강하여 충격에 대한 안정성이 높은 반면에, 그 응답속도가 약 10 msec 정도로서 낮기 때문에 액정이 전계의 변화에 빠르게 응답하지 못하고 어느 정도의 시간이 지난 후에 액정 분자의 배열이 안정화되어서, 화면 잔상이 남게 되며 화면 끌림 현상이 나타난다는 문제점이 있었다. 따라서, 이처럼 화면 잔상 문제를 해결하기 위하여 다양한 액정물질 및 구동모드가 제시되고 있다.

이러한 대안으로서, 1980년대부터 키랄리티(chirality)를 갖는 액정분자들을 표면 배향제를 이용하여 일정한 방향으로 배열하여 거시적인 자발분극을 갖게 만드는 강유전성 액정 소자 (ferroelectric liquid crystal)가 활발히 연구되어 왔는데, 강유전성 액정은 거시적 자발분극이 전기장과 선형적으로 상호작용함으로써 낮은 크기의 전압으로도 네마틱 액정에 비해 1000배 가까운 빠른 응답속도를 낼 수 있다는 장점을 갖고 있지만 결정성이 강하여 충격에 매우 약하다는 단점이 있다.

따라서, 강유전성 액정의 장점인 극성 (polar) 특성과 네마틱 액정의 장점인 충격에 대한 안정성 모두를 가진 액정 소자가 있다면 이는 현재 당면한 LCD의 기술적 문제점을 모두 해결할 수 있는데, 학계에서는 이와 관련하여 1990년대 후반부터 거시적 자발분극을 가지면서 위치질서도가 없는 극성 네마틱 (polar nematic) 액정의 존재가 이론적으로 가능하다고 예측되어 왔다. [L. M. Blinov, Liquid Crystals, 24 (1998) 143] 하지만 현재까지 세계 어느 연구 그룹에서도 그와 같은 실험결과는 보고된 바 없다.

한편, 기존의 LCD는 기본적으로 액정분자를 균일하게 배향시키기 위해 제조공정상 기판 (substrate)에 배향막 (aligner) 처리 과정이 필수적이다. 그 과정에서 소요되는 배향막 재료뿐 아니라 표면 코팅 (coating) 및 경화 (baking), 문지르기 (rubbing)에 따른 시설과 시간 비용문제는 제조원가를 높이고 수율을 낮추는 요인이 되며 또한 배향막이 갖는 고유의 색에 의한 색순도의 저하 및 투과도 저하와 같은 품질의 저하가 수반되어 큰 난관이 되어 왔고 이에 대한 대안 연구가 모색되어 왔다.

이에 대한 대표적 연구사례로서 1990년대부터 활발히 연구된 광이성질화 물질을 이용한 광배향 (photo-align) 방법이 있는데, 현재까지 보고된 광이성질화 물질 가운데 충분한 표면 고정 힘 (anchoring force)을 갖는 물질이 없어서 실용화에 있어 여전히 어려움을 겪고 있다. 광배향 기술과는 별도로 특수하게 처리된 표면 위에서 고유한 배향 특성을 갖거나 혹은

이온결합과 같이 기본 단위체들의 자발적 결합 (self-assembly) 방식을 이용하는 방식이 최근들어 주목받고 있는데, 기존의 배향막을 이용한 방식에 비해 제조원가가 높고 투과도와 같은 기본 특성이 현저히 낮아 아직까지 그 가능성을 타진하는 정도의 기초적인 연구들만이 진행되고 있는 수준이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

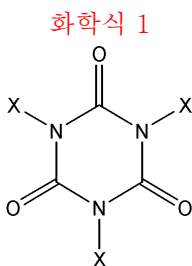
따라서, 본 발명이 이루고자 하는 첫 번째 기술적 과제는 기존의 네마틱 액정 분자보다 월등히 빠른 응답속도를 가지며, 강 유전성 액정 분자보다 탁월한 충격 안정성을 가지는 극성 네마틱 액정 어셈블리를 제공하는 것이다.

본 발명이 이루고자 하는 두 번째 기술적 과제는 상기 극성 네마틱 액정 어셈블리를 이용하여, 응답속도 및 충격 안정성이 탁월하며 배향막 처리 공정이 필요치 않은 액정 소자를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 상기 첫 번째 기술적 과제를 달성하기 위하여,

하기 화학식 1의 구조를 갖는 도판트 5 내지 7.5 중량%와 선형 알킬체인을 갖는 스멕틱 액정 분자 92.5 내지 95중량%를 포함하며, 상기 도판트의 N 결합 잔기와 스멕틱 액정 분자의 알킬 체인간의 자발적 결합에 의하여 소정 방향으로 거시적 자발분극을 갖는 극성 네마틱 액정 어셈블리를 제공한다.



(상기 식에서 X는 탄소수 3 이상의 알킬, 알케닐 또는 헤테로 알킬임)

또한, 본 발명은 상기 두 번째 기술적 과제를 달성하기 위하여,

액정 어셈블리; 상기 액정 어셈블리에 전압을 인가하는 전극을 포함하는 극성 네마틱 액정 소자를 제공한다.

이하, 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다.

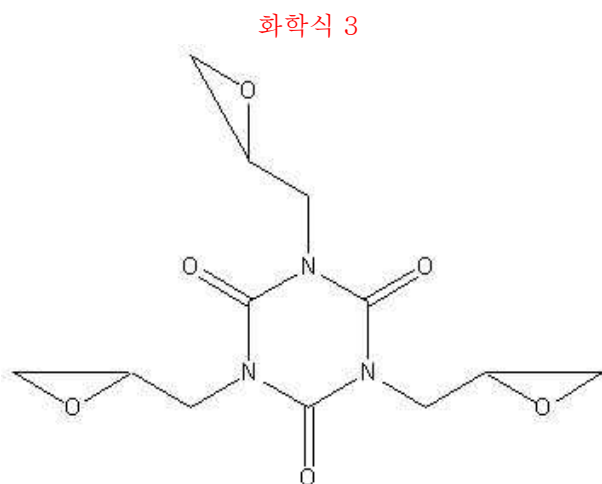
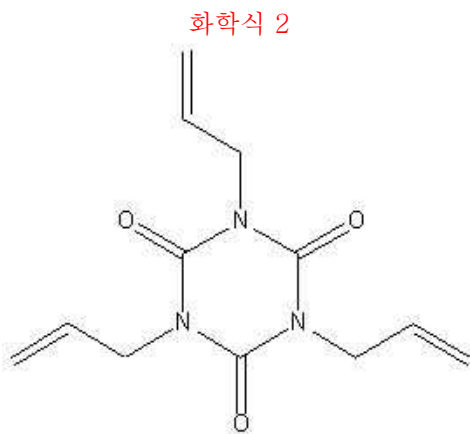
본 발명에 따른 네마틱 액정 어셈블리는 상기 화학식 1의 구조를 갖는 도판트 5 내지 7.5 중량%와 선형 알킬체인을 갖는 스멕틱 액정 분자 92.5 내지 95중량%를 포함하며, 상기 도판트의 N 결합 잔기와 스멕틱 액정 분자의 알킬 체인간의 자발적 결합에 의하여 소정 방향으로 거시적 자발분극을 가지며, 이에 의해 형성된 영구 쌍극자에 의해 극성을 띠게 되기 때문에 전기장 인가시 상기 쌍극자의 방향이 거시적으로 일정한 방향을 향하게 된다는 것을 특징으로 한다. 이러한 극성 네마틱 액정 어셈블리는 전기장의 부호에 따라서 양방향으로 동일한 속도로 동작할 수 있기 때문에 응답속도면에서 탁월할 뿐만 아니라, 분자의 질서도에 있어서 네마틱 상을 가지므로 충격 안정성이 우수하고, 따라서, 플라스틱 기판을 이용한 플렉서블 디스플레이에 적용할 수 있다.

본 발명에 따른 네마틱 액정 어셈블리에 사용되는 도판트의 함량이 5중량% 미만인 때에는 충분한 극성을 띠기 어렵기 때문에 응답속도가 떨어지며, 7.5중량%를 초과하는 때에는 상기 액정 분자의 함량이 충분하지 않아서 대비비(contrast)가 떨어질 우려가 있다.

도 1에는 본 발명에 따른 극성 네마틱 액정 어셈블리에 대한 개략적인 구조를 도시하였다. 본 도면을 참조하면 상기 극성 네마틱 액정 어셈블리는 2 종류 이상의 구성물질을 이용하여 그들 간의 상호작용에 의해 자발적 결합이 일어나고 이에 의해 영구 쌍극자가 형성되게 된다. 본 발명에서 도판트로 사용되는 상기 화학식 1의 화합물은 삼각발 형태를 가지며, 스멕틱 액정 분자가 상기 삼각발 형태의 다리부분에 분자간 상호작용에 의해 나란하게 자발적으로 결합되어 있는 것으로 판단

된다. 본 발명에 도판트로서 사용되는 상기 화학식 1의 화합물에서 X의 탄소수의 갯수는 3 이상인 것을 특징으로 하는데, 그 이유는 탄소수의 갯수가 3미만인 때에는 그 길이가 충분하지 않아서, 상기 스멕틱 액정 분자와 자발적 결합을 하기 어렵기 때문이다.

본 발명에 사용될 수 있는 바람직한 도판트로는 하기 화학식 2의 1,3,5-트리알릴-[1,3,5]트리아지난-2,4,6-트리온(1,3,5-triallyl-[1,3,5]triazinane-2,4,6-trione) 또는 하기 화학식 3의 1,3,5-트리스-옥시라닐메틸-[1,3,5]트리아지난-2,4,6-트리온(1,3,5-tris-oxiraylmethyl-[1,3,5]triazinane-2,4,6-trione)을 들 수 있다.



한편, 본 발명에 사용될 수 있는 상기 선형 알킬체인을 갖는 스멕틱 액정 분자는 분자의 구조가 선형이며, 액정 분자의 일 말단에 전자 끌림기(electron withdrawing group)가 있는 분자인 한 특별히 제한되지는 않는다. 상기 스멕틱 액정 분자에서 알킬 체인의 길이는 탄소수 8 이상인 것이 바람직한데, 그 이유는 탄소수의 갯수가 8 이상인 경우에만 상기 도판트의 N 결합 잔기(X)와의 분자간 상호작용에 의해 자발적 결합이 가능하기 때문이다. 본 발명에 있어서, 상기 도판트의 N 결합 잔기(X)와 스멕틱 액정 분자의 알킬 체인간의 자발적 결합은 특별히 한정되는 것은 아니지만, 상기 잔기와 알킬 체인의 길이가 일정 길이 이상이 되어야만 자발적 결합이 이루어지는 것으로 볼 때, 상기 자발적 결합은 분자간의 분산력 및 입체장애 효과(steric effect)에 기인하는 것으로 판단된다.

쌍극자의 방향을 음전하에서 양전하의 방향으로 향하는 것으로 정의할 때에 본 발명에 따른 극성 네마틱 액정 어셈블리는 도 1에 도시된 바와 같이 영구적인 쌍극자의 방향이 액정 분자에서 도판트의 중심방향을 향하게 되며, 따라서, 본 발명에 따른 극성 네마틱 액정 어셈블리의 광축(optic axis)과 일정한 방향을 유지하게 된다.

본 발명에 사용될 수 있는 상기 스멕틱 액정 분자로는 4'-옥틸-비페닐-4-카보니트릴, 4'-노닐-비페닐-4-카보니트릴, 4'-데실-비페닐-4-카보니트릴, 4'-운데실-비페닐-4-카보니트릴, 4'-도데실-비페닐-4-카보니트릴, 4'-옥틸옥시-비페닐-4-카보니트릴, 4'-노닐옥시-비페닐-4-카보니트릴, 4'-데실옥시-비페닐-4-카보니트릴, 4'-운데실옥시-비페닐-4-카보니트릴, 4'-도데실옥시-비페닐-4-카보니트릴 또는 이들의 혼합물을 들 수 있다.

본 발명에 따른 상기 액정 어셈블리는 전기장이 인가되지 않은 상태에서 콜레스테릭 특성을 가지는 것을 특징으로 하는데, 일반적인 콜레스테릭 액정 분자는 응답시간이 매우 느린데 반해, 본 발명에 따른 액정 어셈블리는 응답시간이 4ms 미만으로서 매우 빠르다는 장점이 있다. 또한, 일반적인 콜레스테릭 액정분자와 마찬가지로 빛의 파장에 따라 선택적으로 빛을 반사하는 성질이 있기 때문에 칼라필터를 사용하지 않고도 칼라 액정 디스플레이를 제조할 수 있는 가능성을 가진다.

상기 본 발명에 따른 네마틱 액정 어셈블리에 사용된 도판트와 스멕틱 액정분자는 모두 어키랄(achiral)구조지만, 이들의 자발적 결합에 의해 형성된 상기 네마틱 액정 어셈블리는 키랄(chiral)구조를 갖는다는 특징이 있다. 이러한 키랄성(chirality)은 상기 네마틱 액정 어셈블리가 콜레스테릭 특성을 가짐으로 인해 생겨나는데, 구체적으로 상기 네마틱 액정 어셈블리가 헬릭스 구조를 가지게 되기 때문에 이러한 헬릭스 구조에 의해 키랄성이 생겨나게 되는 것이다.

본 발명에 따른 극성 네마틱 액정 소자는 상기 극성 네마틱 액정 어셈블리를 사용하여 제조되는데, 전기장에 의해 상기 쌍극자의 방향을 제어함으로써 입사되는 빛에 대한 상기 어셈블리의 광축 방향을 제어하여 수직하게 놓은 편광자(polarizer) 사이에서 위상의 지연(phase retardation)차를 각각 달리하는 효과를 얻을 수 있으며 그 결과 투과되는 빛의 양을 조절할 수 있게 되는 것을 특징으로 한다. 또한, 상기 전기장의 세기를 달리함으로써 상기 쌍극자의 방향을 조절할 수 있기 때문에 본 발명에 따른 극성 네마틱 액정 소자는 아날로그 계조(analogue grayscale)가 가능하다는 장점이 있다.

한편, 본 발명에 따른 극성 네마틱 액정 소자는 사용되는 상기 극성 네마틱 액정 어셈블리가 자발적인 영구 쌍극자를 가지기 때문에, ITO 기판 등의 전도성 물질을 사용하는 경우에는 그 계면에 수직한 방향으로 상기 어셈블리가 배향하게 되어 균일한 배향상태를 얻을 수 있다. 따라서, 배향막 처리 공정이 없더라도 액정 소자를 제조할 수 있기 때문에 소자의 제조원가를 획기적으로 낮출 수 있고 수율을 높일 수 있으며, 배향막에 의한 색순도 저하 등의 문제점을 해결할 수 있다.

본 발명에 따른 극성 네마틱 액정 소자는 배향막을 사용하여 제조될 수 있는데, 이처럼 배향막을 사용하여 제조된 액정 소자의 개략도를 도 2에 도시하였다. 도 2(a)에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 액정 어셈블리의 쌍극자 및 광축이 배향막의 문지르기 방향으로 전체적으로 기울어져 있고, 이는 기판에 수직하게 입사하는 빛에 대해 이방성을 갖게 된다. 그 결과 전기장이 인가되지 않은 상태에서 수직 편광자 사이에서 빛이 투과하는 상태(normally white)가 된다. 다음으로 인가하는 전기장의 세기를 증가시키게 되면 도 2(b)에 도시된 바와 같이 쌍극자 및 광축의 방향은 가해진 전기장의 크기에 비례하여 정렬하게 되고, 그 과정에서 빛에 대한 이방성이 변해서 투과도가 변하게 된다. 다시 말해 아날로그 계조의 구현이 가능하게 되는 것이다.

본 발명에 따른 극성 네마틱 액정 소자는 배향막을 사용하지 않는 경우에는 IPS(In Plane Switching) 타입인 것이 바람직하다. 만일 배향막을 사용하지 않고 기판 양쪽 모두에 전극을 사용하게 되면, 전기장을 인가하지 않았을 경우와 전기장을 인가한 경우에 광학적 이방성 차이가 나지 않기 때문에 소자를 구현하기 곤란한 문제점이 있을 수 있다. IPS 타입의 소자로 제작시 대향하는 두개의 기판의 일면에만 패턴형태의 전극을 구비시키게 되는데, 전기장 제거시 상기 액정 어셈블리의 광축이 상기 유리기판에 수직한 방향으로 배열되고, 전기장 인가시 기판의 표면에 평행한 방향으로 배열되도록 함으로써 광학적 이방성 차이를 이용하여 액정소자를 구성할 수 있다.

한편, 본 발명에 따른 극성 네마틱 액정 소자는 충격에 대한 안정성이 뛰어나기 때문에 기판을 플라스틱 기판을 사용함으로써 플렉시블 액정 소자를 제조할 수도 있다.

이하, 바람직한 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세하게 설명하지만, 본 발명이 이에 의해 제한되는 것은 아니다.

실시예 1

투명전극(ITO)이 증착된 유리 기판에 배향막(polyimide solution)을 코팅 하여 열로 경화시킨 후 상하 기판의 문지르기(rubbing) 방향을 반대가 되게 하여 합착시켰다. 상기 기판 사이의 간격은 세라믹 스페이서(spacer)를 사용하여 5.32 μm 로 유지하였다. 다음으로 도판트로서 1,3,5-트리알릴-[1,3,5]트리아지난-2,4,6-트리온(Aldrich사 제조) 5중량%를 사용하고, 스멕틱 액정 분자로서 4'-옥틸-비페닐-4-카르보니트릴(Aldrich사 제조) 95중량%를 사용하였으며, 70°C에서 상기 기판 사이에 주입하여 액정 소자를 제조하였다.

실시예 2

상기 도판트의 함량을 6.5중량%로 혼합하고, 스멕틱 액정 분자로서 4'-옥틸-비페닐-4-카르보니트릴(Aldrich사 제조) 93.5중량%를 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 액정 소자를 제조하였다.

실시예 3

상기 도판트의 함량을 7.5중량%로 혼합하고, 스멕틱 액정 분자로서 4'-옥틸-비페닐-4-카르보니트릴(Aldrich사 제조) 92.5중량%를 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 액정 소자를 제조하였다.

실시예 4

투명전극(ITO)이 증착된 유리 기판에 배향막(polyimide solution)을 코팅 하여 열로 경화시킨 후 상하 기판의 문지르기(rubbing) 방향을 반대가 되게 하여 합착시켰다. 상기 기판 사이의 간격은 세라믹 스페이서(spacer)를 사용하여 5.32 μm 로 유지하였다. 다음으로 도판트로서 1,3,5-트리스-옥시라닐메틸-[1,3,5]트리아지난-2,4,6-트리온(Aldrich사 제조) 5중량%를 사용하고, 스멕틱 액정 분자로서 4'-옥틸-비페닐-4-카르보니트릴(Aldrich사 제조) 95중량%를 사용하였으며, 70℃에서 상기 기판 사이에 주입하여 액정 소자를 제조하였다.

실시예 5

투명전극(ITO)이 증착된 유리 기판에 배향막(polyimide solution)을 코팅 하여 열로 경화시킨 후 상하 기판의 문지르기(rubbing) 방향을 반대가 되게 하여 합착시켰다. 상기 기판 사이의 간격은 세라믹 스페이서(spacer)를 사용하여 5.32 μm 로 유지하였다. 다음으로 도판트로서 1,3,5-트리아릴-[1,3,5]트리아지난-2,4,6-트리온(Aldrich사 제조) 6중량%를 사용하고, 스멕틱 액정 분자로서 4'-옥틸-비페닐-4-카르보니트릴(Aldrich사 제조) 54중량%와 4'-옥틸옥시-비페닐-4-카르보니트릴(Aldrich사 제조) 40중량%를 혼합하여 사용하였으며 70℃에서 상기 기판 사이에 주입하여 액정 소자를 제조하였다.

실시예 6

스멕틱 액정 분자로서 4'-노닐-비페닐-4-카보니트릴(Aldrich사 제조)을 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 액정 소자를 제조하였다.

실시예 7

스멕틱 액정 분자로서 4'-도데실-비페닐-4-카보니트릴(Aldrich사 제조)을 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 액정 소자를 제조하였다.

비교예 1

투명전극(ITO)이 증착된 유리 기판에 배향막(polyimide solution)을 코팅 하여 열로 경화시킨 후 상하 기판의 문지르기(rubbing) 방향을 반대가 되게 하여 합착시켰다. 상기 기판 사이의 간격은 세라믹 스페이서(spacer)를 사용하여 5.32 μm 로 유지하였다. 다음으로 도판트로서 1,3,5-트리아릴-[1,3,5]트리아지난-2,4,6-트리온(Aldrich사 제조) 2.5중량%를 사용하고, 스멕틱 액정 분자로서 4'-옥틸-비페닐-4-카르보니트릴(Aldrich사 제조) 97.5중량%를 사용하였으며, 상기 기판 사이에 주입하여 액정 소자를 제조하였다.

비교예 2

상기 도판트의 함량을 10중량%로 하고, 스멕틱 액정 분자로서 4'-옥틸-비페닐-4-카르보니트릴(Aldrich사 제조) 90중량%를 사용한 것을 제외하고는 상기 비교예 1과 동일한 방법으로 액정 소자를 제조하였다.

비교예 3

도판트로서, N 결합 잔기(X)의 탄소수가 2인 1,3,5-트리스-(2-히드록시에틸)-[1,3,5]트리아지난-2,4,6-트리온(Aldrich사 제조) 5중량%를 사용하고, 스멕틱 액정 분자로서 4'-옥틸-비페닐-4-카르보니트릴(Aldrich사 제조) 95중량%를 사용한 것을 제외하고는 상기 비교예 1과 동일한 방법으로 액정 소자를 제조하였다.

비교예 4

스멕틱 액정분자로서 4'-펜틸-비페닐-4-카르보니트릴(Aldrich사 제조) 95중량%를 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 액정 소자를 제조하였다.

비교예 5

본 발명에 사용된 도판트를 사용하지 않고 단지 스멕틱 액정 분자로서 4'-옥틸-비페닐-4-카르보니트릴(Aldrich사 제조) 100중량%만을 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 액정 소자를 제조하였다.

비교예 6

본 발명에 사용된 도판트를 사용하지 않고 단지 스멕틱 액정 분자로서 4'-펜틸-비페닐-4-카르보니트릴(Aldrich사 제조) 100중량%만을 사용한 것을 제외하고는 상기 비교예 4와 동일한 방법으로 액정 소자를 제조하였다.

실시예 8

기판으로서 ITO가 증착된 플라스틱 기판(PES, Poly-ether-sulfone, 두께 120 μ m)을 사용하고, 배향막 처리공정을 하지 않았다는 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 액정 소자를 제조하였다.

실시예 9

한쪽에는 ITO 전극이 15 μ m 간격으로 패터닝되어 있는 기판을 사용하고, 다른 한쪽에는 일반 유리 기판을 사용하며, 수직 배향제(JSR Nippon사 제조, JALS series)를 상기 유리 기판에 스핀 코팅한 후 180 $^{\circ}$ C로 2시간 동안 열을 가한 후에 문지르기 과정 없이 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 액정 소자를 제조하였다.

시험예 1

응답속도 및 대비비 테스트

상기 실시예 1, 2, 3 및 비교예 1, 2에 의해 제조된 액정 소자에 대한 응답속도(상승 및 하강시간) 및 대비비를 도 3에 도시하였다. 응답속도 측정은 633nm 레이저 빔을 수직 편광자 사이에 놓인 상기 액정소자에 투과시키면서, 파형발생기를 이용하여 상기 액정 소자에 사각파를 인가했을 때 투과도가 10%에서 90%까지 변하는 동안의 시간을 응답시간으로 하였다. 도 3을 참조하면, 비교예 1의 경우 하강시간(reorganizing time)이 약 37ms으로서 응답시간이 상당히 느린데 반해, 본 발명에 따른 실시예 1 내지 3의 경우에는 하강시간이 13ms 미만으로서 현재 판매되고 있는 LCD의 가장 빠른 응답속도가 대개 16ms 정도인 것을 고려할 때에 상당히 빠른 응답속도를 보인다는 것을 알 수 있다. 또한 본 발명에 따른 실시예의 경우 대비비 역시 30:1 이상으로서 만족스러운 값을 보인다. 구체적으로 실시예 2의 경우에는 1 ms 이하의 상승시간(rising time)과 3.4 ms의 하강시간을 가지는 것을 확인할 수 있으며, 대비비 역시 100:1 정도의 높은 값을 나타낸다는 것을 확인할 수 있다.

시험예 2

액정 어셈블리의 구조 확인

본 발명에 따른 극성 네마틱 액정 어셈블리가 도 1에 도시된 바와 같은 구조를 가진다는 것을 확인하기 위하여 ITO가 증착되어 있는 CaF₂ plate에 배향막처리를 한 후, 상기 실시예 1에서 사용된 네마틱 액정 어셈블리를 그대로 사용하여 액정 소자를 제조하였다. 다음으로 상기 액정 소자를 FT-IR 장비(Bio-Rad사 제조, FTS-7000) 내에 위치시킨 후 IR 흡수도를 테스트하고 그 결과를 도 4 및 도 5에 도시하였다. 도 4(a)를 참조하면 전기장을 인가하지 않은 상태(ground state)에서 액정 분자의 장축 방향으로 간주되는 비페닐(biphenyl)기의 스트레칭(stretching)에 의한 흡수 피크(1606 cm⁻¹)와 도판트의 C=C 본드에 의한 스트레칭 (1644 cm⁻¹)에 의한 흡수 피크가 동일하게 15 $^{\circ}$ 의 입사각에서 최대 흡수를 나타낸다. 또한 포화 전기장 상태(saturation field state)에서 각 밴드의 흡수는 약 5 $^{\circ}$ 의 각도에서 동일하게 최대값을 나타낸다. 바닥상태와 포화 전기장 상태 모두에서 액정 분자의 비페닐링 스트레칭에 의한 흡수 피크와 도판트의 C=C 본드의 스트레칭에 의한 흡수 피크의 최대값이 일치한다는 것은 도 4(b)에 도시된 바와 같이 액정 분자의 코어(core)가 도판트의 C=C 본드와

나란하게 인터칼레이션(intercalation) 되어있음을 의미하며, 최대 흡수가 일어나는 각도가 바닥상태 및 포화 전기장 상태에서 각각 15° 와 5° 라는 것은 도판트의 삼각발 형태에 인터칼레이션이 되어 있는 액정 분자의 대칭축이 각각 서피스 노말(surface normal) 방향으로부터 15° 와 5° 만큼의 각도를 가진다는 것을 의미한다.

한편, IR을 소자의 표면에 노말(normal)하게 입사시키고 전기장을 인가하지 않은 상태와 포화 전기장 상태에서의 흡수 세기의 변화를 관찰하고 그 결과를 도 5에 도시하였다. 도 5(a)를 참조하면, 도판트 분자의 C=C 스트레칭 피크(1644 cm^{-1})와 액정 분자의 장축 방향의 비페닐링 스트레칭 피크(1606 cm^{-1})는 전기장을 인가하지 않은 상태에서보다 포화전기장 상태인 경우에 흡수 세기가 감소하였으나, 도판트 분자의 트리아진 링과 같은 평면상에 있는 C=O 스트레칭 피크(1693 cm^{-1})는 전기장을 인가하지 않은 상태에 비해, 포화 전기장 상태에서 흡수 세기가 증가하였음을 확인할 수 있다. IR이 표면에 노말한 방향으로 입사할 경우 편광은 표면에 평행하게 진동하므로 IR 흡수 세기가 증가한 것은 진동 본드(vibration bond)가 표면에 평행하게 놓여 있다는 것을 의미한다. 그러므로, 본 실험결과는 도 5(b)에 도시된 바와 같이, 전기장이 충분히 인가되면, 도판트 분자의 트리아진 링은 표면에 평행한 방향으로 정렬하고, 액정 분자의 장축은 표면에 수직한 방향 정렬하게 됨을 의미한다.

시험예 3

강유전성의 확인

도 6에는 Nikon Polarizing microscope ECLIPSE E600W POL을 이용하여, DC 전기장 인가시 전기장에 따른 코노스코피(Conoscopy) 사진을 도시하였다. 코노스코피는 물질의 광축의 위치를 확인할 수 있는 널리 알려진 광학적 실험방법으로서, 본 발명에 따른 실시예 1에서 제조된 액정 소자를 수직 편광자 사이에 놓은 후 빛을 여러 각도에서 동시에 입사시키면 십자무늬가 나타나게 되고 이 십자무늬의 중앙지점(교차점)이 바로 모든 방향의 빛의 입사각에 대하여 굴절률 이방성이 동일한 광축의 위치가 된다. 상기 도 6을 참조하면 전기장의 부호가 +일 때와 -일 때 십자무늬의 교차점의 위치(광축의 위치)가 다르게 정해지는 것이 확인되며, 이는 본 발명에 의한 액정소자가 전기장의 부호에 따라 그 정렬상태가 다르게 정해지는 극성 액정소자임을 의미한다. 또한 도 7에는 본 발명에 따른 실시예 1에서 제조된 액정 소자에 삼각파를 인가 시 투과도 그림을 도시하였다. 상기 도면을 참조하면 이력(hysteresis)을 가지고 있다는 것을 확인할 수 있는데 이 역시 극성 소자만이 갖는 고유의 특징이다. 한편, 도 8에는 실시예 1에 따라 제조된 액정 소자에 삼각파를 인가한 상태에서 상기 액정 소자에 흐르는 전류 (switching current)를 관찰한 도면을 도시하였다. 상기 도 8을 참조하면 자발분극 (spontaneous polarization)에 의해서만 나타나는 전류 피크를 확인할 수 있는데 이 역시 극성소자만이 가질 수 있는 특징이다. 이상을 통해 본 발명에 따라 제조된 액정 소자는 전기적으로 극성을 가진다는 것을 확인할 수 있으며, 따라서 본 발명에 따른 극성 네마틱 액정 소자는 종래의 무극성 네마틱 액정 소자와 달리 양방향으로 같은 속도로 응답속도를 구현할 수 있는 장점이 있다는 것을 확인할 수 있다.

시험예 4

네마틱 특성의 확인

실시예 1, 비교예 1 및 비교예 5에 의해 제조된 액정 소자에 대하여 X-선 산란실험을 하고 그 결과를 도 9에 도시하였다. 도 9에서 알 수 있듯이, 도판트를 전혀 첨가하지 않은 비교예 5의 경우에는 샤프한 피크가 나타남에 비해, 도판트가 첨가됨에 따라 상기 피크가 사라지는 것을 확인할 수 있다. 본 도면을 참조하면 본 발명에 따른 액정 소자는 위치질서도를 갖지 않는 네마틱 상이라는 것을 알 수 있으며, 유체적 성질이 강한 네마틱 상의 특성상 충격에 대한 안정성이 뛰어나다는 것을 확인할 수 있다.

시험예 5

콜레스테릭 특성의 확인

실시예 1에서 제조된 액정 소자에 백색 LED를 사용하여 전기장이 인가되지 않은 상태에서 빛을 조사하면서 투과상태에서의 상기 액정 소자의 색깔 및 반사상태에서 상기 액정 소자에서 반사된 빛을 확인하고 그 결과를 도 10에 도시하였다. 도 10(a)를 참조하면 투과상태에서 액정 소자는 노란색을 띄고, 도 10(b)를 참조하면 상기 액정 소자에 반사된 빛은 파란색을 띄는데 이는 액정분자들이 나선형 (helical)구조를 가지고 있기 때문에 특정 파장의 빛을 선택적으로 반사한다는 것을 의미한다. 즉 전기장이 인가되지 않은 상태에서는 액정 혼합물은 나선형 구조를 가진 콜레스테릭 (cholesteric)상을 갖는다

는 것을 확인할 수 있다. 상기 본 발명에 따른 콜레스테릭 상의 액정 소자는 어키랄 액정 분자를 이용함에도 최종적으로 콜레스테릭 상을 갖도록 제조할 수 있기 때문에 생산원가를 대폭 절감할 수 있으며, 기존 콜레스테릭 상의 문제점이었던 응답속도가 느리다는 문제점을 해결하였으므로, 칼라필터를 사용하지 않으면서도 풀 칼라의 구현이 가능하며 매우 빠른 응답속도를 갖는 액정 소자를 제조할 수 있다.

시험예 6

제조 특성의 확인

상기 실시예 1에서 제조된 액정 소자에 전압을 인가하며 그때의 투과도(도 11에서 Tr로 표시함) 변화를 측정하여 도 11에 도시하였다. 전기장을 인가함에 따라 전체적으로 나선형 구조가 풀리면서 전기장의 방향에 평행하게 액정 어셈블리가 배열하게 되고 이 과정에서 빛에 대한 이방성이 변하며 투과도가 변하게 된다. 한편, 상기 실시예 6 및 7에서 제조된 액정 소자에 전압을 인가하여 그때의 투과도 변화(도 12에서 Tr로 표시함)를 측정하여, 도 12에 도시하였다. 이 경우에도 마찬가지로 전압의 인가에 따라 투과도가 변화되기 때문에 본 상기 액정 어셈블리는 극성을 가진다는 것을 확인할 수 있으며, 본 발명에 따른 액정 소자는 아날로그 제조의 구현이 가능하다는 것을 알 수 있다.

시험예 7

충격안정성의 확인

도 13에는 본 발명의 실시예 8에 따라 제조된 액정 소자의 배향성 및 구부림에 대한 안정성을 확인한 사진을 도시하였다. 약 100:1 정도의 높은 대비비와 함께 충분한 충격에 대한 안정성을 확인할 수 있다. 따라서, 기존의 강유전성 액정 소자에 비하여 월등히 우수한 충격안정성 때문에 플라스틱 기판을 이용한 플렉서블 디스플레이에 적용할 수 있다는 것을 알 수 있다.

시험예 8

응답속도 및 투과도 테스트

본 발명의 실시예 4에 의해 제조된 액정 소자에 대하여 응답속도(상승 및 하강시간)를 측정하여 도 14에 도시하였고, 실시예 5에 의해 제조된 액정 소자에 대하여 삼각파를 인가하였을 때에 전압에 대한 투과도 변화를 측정하여 도 15에 도시하였다. 도 14를 참조하면 1,3,5-트리스-옥시라닐메틸-[1,3,5]트리아지난-2,4,6-트리온을 도판트로서 사용한 실시예 4에 따른 액정 소자의 경우 하강 시간이 1.03ms로서 실시예 1에 의해 제조된 액정 소자의 하강 시간인 3.4 ms보다도 매우 빠른 응답속도를 보인다는 것을 확인할 수 있다. 또한, 도 15를 참조하면 도판트로서 1,3,5-트리알릴-[1,3,5]트리아지난-2,4,6-트리온을 사용하고 두 종류의 액정 분자 (4'-옥틸-비페닐-4-카르보니트릴 및 4'-옥틸옥시-비페닐-4-카르보니트릴)를 사용한 경우에도 이력을 가지고 있다는 것을 알 수 있으며, 본 실시예 5에 따른 액정 소자 역시 극성 네마틱 특성의 동작 특성이 있음을 확인할 수 있다. 한편, 비교예 3에 의해 제조된 액정 소자에 대하여 투과도를 측정하여 도 16에 도시하였다. 도 16을 참조하면, 인가된 전기장에 대하여 전혀 반응하지 않으며, 따라서, 비교예 3에 따른 액정 소자는 극성을 가지지 않는다는 것을 알 수 있다.

시험예 9

뛰어난 배향성의 확인

본 발명의 실시예 8에 의해 제조된 액정 소자에 대하여 빛을 수직하게 입사시킨 경우와 빛을 비스듬히 입사시킨 경우의 빛의 투과 정도에 대한 사진을 도 17에 도시하였다. 도 17(a)를 참조하면 수직하게 놓인 편광자 사이에서 액정 소자에 수직하게 입사한 빛이 투과하지 못하는 반면, 도 17(b)를 참조하면 빛이 비스듬히 입사하는 경우에는 빛이 투과한다는 것을 알 수 있으며 이를 통해 본 발명에 사용되는 액정 어셈블리는 배향막이 없더라도 기판에 수직한 광축을 가지며 정렬되어 있다는 것을 확인할 수 있다. 한편, 도 18에는 70°의 입사각으로 빛을 입사시키며 광학적 이방성(birefringence)을 측정한 결과에 대한 그래프를 도시하였으며, 광학적 이방성의 값이 0.136으로 얻어졌으므로, 본 발명에 따른 액정 소자는 배향막을 처리하지 않더라도 종래의 배향막 처리 방식에 의한 액정 소자와 대등한 수준의 높은 광학적 이방성을 갖고 있음을 알 수 있다.

시험예 10

IPS 형태의 소자 특성 테스트

본 발명에 따른 실시예 9에 의해 제조된 액정 소자의 개략도를 도 19에 도시하였고, 이에 대하여 전기장을 인가하지 않은 상태 및 인가한 상태의 사진을 도 20에 도시하였다. 도 20을 참조하면 전기장 제거시(도 20(a)) 기판에 수직하게 놓여있던 액정소자의 광축이 전기장을 인가시키자(도 20(b)) 기판의 표면에 평행하게 놓여져 빛이 투과하는 상태가 됨을 확인할 수 있다. 즉, 본 발명에 제시된 액정 소자는 전극 증착만으로 별도의 배향막 공정없이 균일한 배향 상태를 만들 수 있어 생산 원가를 획기적으로 절감시킬 수 있고 종래의 배향막을 처리한 액정 소자의 경우보다 높은 투과도 및 색순도를 보이는 액정 소자의 제조가 가능하다는 것을 알 수 있다.

시험예 11

실시예 1에서 제조된 액정 소자와, 동일한 액정 분자를 사용하되 도판트를 전혀 사용하지 않은 비교예인 비교예 5에서 제조된 액정 소자에 대하여 전기장을 인가함에 따른 응답속도의 비($\tau_{LC} / \tau_{doped LC}$)를 측정하고, 비교예 4에서 제조된 액정 소자와, 동일한 액정 분자를 사용하되 도판트를 전혀 사용하지 않은 비교예인 비교예 6에서 제조된 액정 소자에 대하여 전기장을 인가함에 따른 응답속도의 비($\tau_{LC} / \tau_{doped LC}$)를 측정하여, 그 결과를 도 21에 도시하였다. 도 21에서 알 수 있듯이 액정 분자의 알킬 체인의 탄소수의 갯수가 5개인 경우에는 도판트를 쓰기 전후의 응답시간이 거의 같기 때문에 응답속도의 비가 전기장의 세기에 따라 거의 변화되지 않지만, 8개의 탄소수를 가지는 액정의 경우에는 도판트를 사용함에 따라 응답시간이 훨씬 빨라지는 것을 확인할 수 있다. 즉, 액정 분자의 알킬 체인의 탄소수의 갯수가 5개인 경우에는 극성을 가지지 않는다고 할 수 있다.

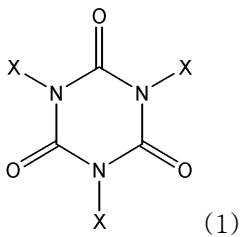
발명의 효과

상기에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 따른 극성 네마틱 액정 소자를 이용할 경우 전기적으로 극성을 가지고 있기 때문에 전기장의 부호를 바꿈으로써 양방향으로 같은 속도를 낼 수 있어 기존 액정 소자보다 훨씬 빠른 응답속도를 낼 수 있고, 따라서 현재 상용화된 LCD 제품들의 응답속도보다 훨씬 빠른 응답속도를 낼 수 있어서 기존 LCD의 문제점으로 제시되어왔던 고속영상 구현시의 잔상 문제를 해결할 수 있다. 더욱이 액정분자들의 질서도에 있어 네마틱 상을 가지기 때문에 충격에 대한 안정성에 있어서 기존에 제시된 강유전성 액정 소자에 비해 월등히 우수하여 플라스틱 기판을 이용한 플렉시블 디스플레이에 적용할 수 있다. 또한, 기존의 폴레스테릭 상 액정 소자에 비하여 월등히 빠른 응답속도를 가지기 때문에 칼라 필터 없이도 풀 칼라의 구현이 가능한 액정 소자를 제조할 수 있으며, 배향막 처리 공정 없이도 우수한 배향성을 갖는 소자를 제조할 수 있기 때문에 배향막 처리 공정시 수반되는 투과도 저하, 색순도 저하 및 불량에 의한 문제점들을 원칙적으로 해결 할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

하기 식 1의 구조를 갖는 도판트 5 내지 7.5 중량%와 선형 알킬체인을 갖는 스멕틱 액정 분자 92.5 내지 95중량%를 포함하며, 상기 도판트의 N 결합 잔기와 스멕틱 액정 분자의 알킬 체인간의 자발적 결합에 의하여 소정 방향으로 거시적 자발 분극을 갖는 극성 네마틱 액정 어셈블리.



(상기 식에서 X는 탄소수 3 이상의 알킬, 알케닐 또는 헤테로 알킬임)

청구항 2.

제 1항에 있어서, 상기 도판트는 1,3,5-트리알릴-[1,3,5]트리아지난-2,4,6-트리온 또는 1,3,5-트리스-옥시라닐메틸-[1,3,5]트리아지난-2,4,6-트리온인 것을 특징으로 하는 극성 네마틱 액정 어셈블리.

청구항 3.

제 1항에 있어서, 상기 스멕틱 액정 분자의 알킬 체인의 탄소수의 갯수는 8 이상인 것을 특징으로 하는 극성 네마틱 액정 어셈블리.

청구항 4.

제 1항에 있어서, 상기 스멕틱 액정 분자는 4'-옥틸-비페닐-4-카보니트릴, 4'-노닐-비페닐-4-카보니트릴, 4'-데실-비페닐-4-카보니트릴, 4'-운데실-비페닐-4-카보니트릴, 4'-도데실-비페닐-4-카보니트릴, 4'-옥틸옥시-비페닐-4-카보니트릴, 4'-노닐옥시-비페닐-4-카보니트릴, 4'-데실옥시-비페닐-4-카보니트릴, 4'-운데실옥시-비페닐-4-카보니트릴, 4'-도데실옥시-비페닐-4-카보니트릴 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 극성 네마틱 액정 어셈블리.

청구항 5.

제 1항에 있어서, 상기 자발적 결합은 분자간 상호작용에 의한 물리적 결합인 것을 특징으로 하는 극성 네마틱 액정 어셈블리.

청구항 6.

제 1항에 있어서, 상기 액정 어셈블리는 전기장이 인가되지 않은 상태에서 콜레스테릭 특성을 가지는 것을 특징으로 하는 극성 네마틱 액정 어셈블리.

청구항 7.

제 1항 내지 제 6항 중 어느 한 항에 따른 액정 어셈블리; 상기 액정 어셈블리에 전압을 인가하는 전극 및 대향하는 두개의 기판을 포함하는 극성 네마틱 액정 소자.

청구항 8.

제 7항에 있어서, 전기장의 부호에 따라 상기 네마틱 액정 어셈블리를 서로 반대되는 방향으로 동작시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 극성 네마틱 액정 소자.

청구항 9.

제 7항에 있어서, 전기장의 세기에 따라 아날로그 계조가 가능한 것을 특징으로 하는 네마틱 액정 소자.

청구항 10.

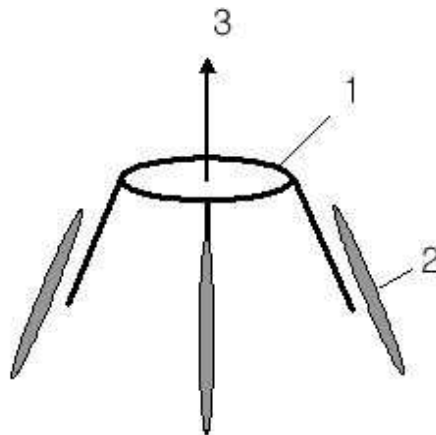
제 7항에 있어서, 상기 대향하는 두개의 기관의 일면에만 패턴형태의 전극이 구비되는 IPS 타입이며, 전기장 제거시 상기 액정 어셈블리의 광축이 상기 유리기관에 수직한 방향으로 배열되고, 전기장 인가시 기관의 표면에 평행한 방향으로 배열 되는 것을 특징으로 하는 극성 네마틱 액정 소자.

청구항 11.

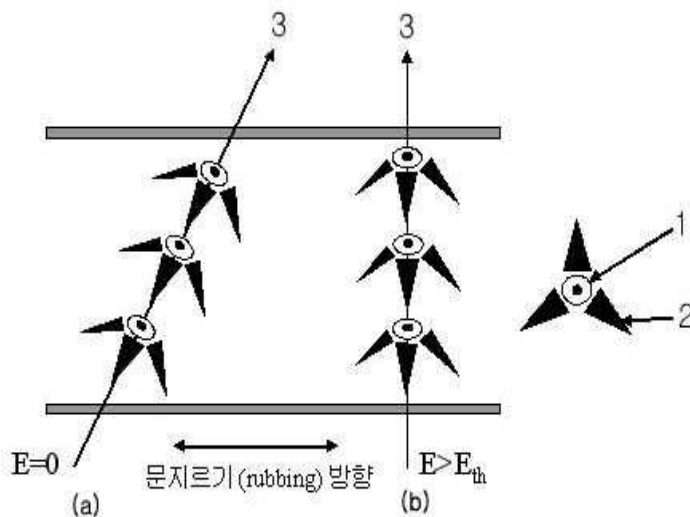
제 10항에 있어서, 상기 기관은 유리 또는 플라스틱으로 이루어져 있고, 상기 전극은 투명 ITO 전극인 것을 특징으로 하는 극성 네마틱 액정 소자.

도면

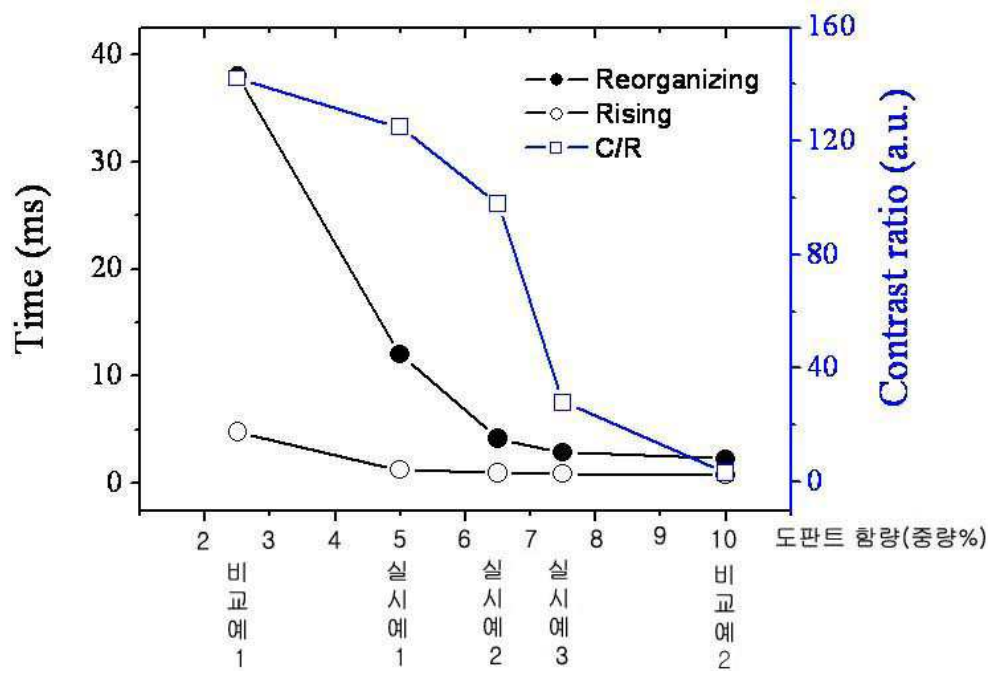
도면1



도면2

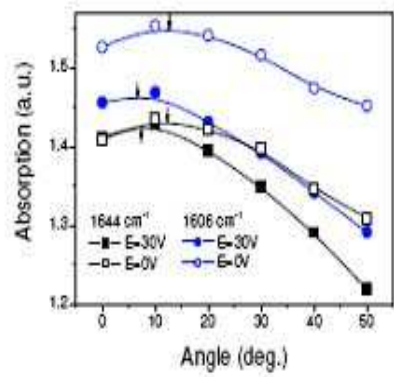


도면3

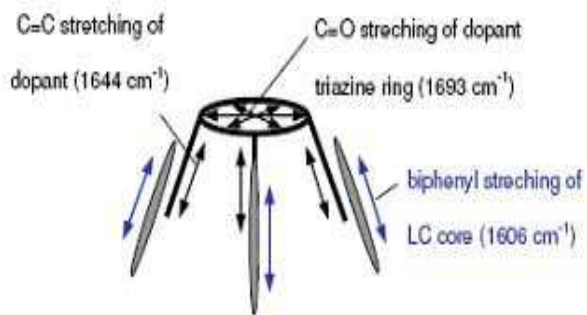


도면4

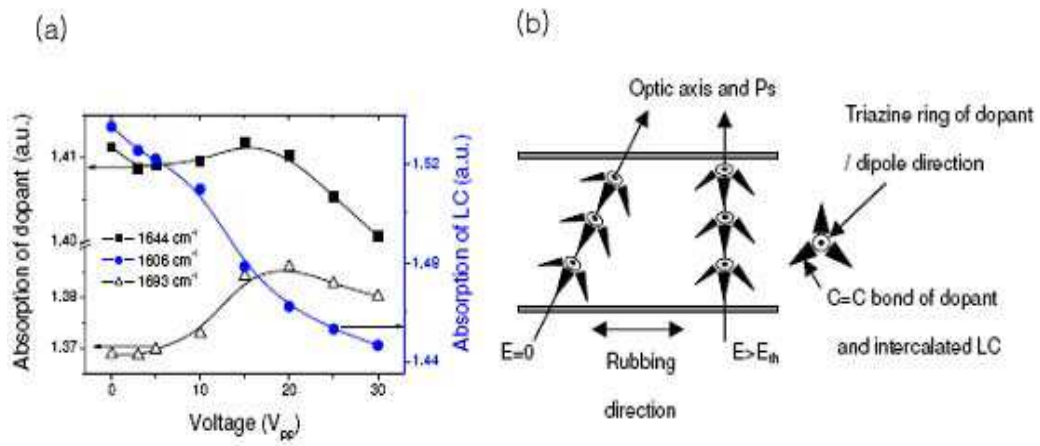
(a)



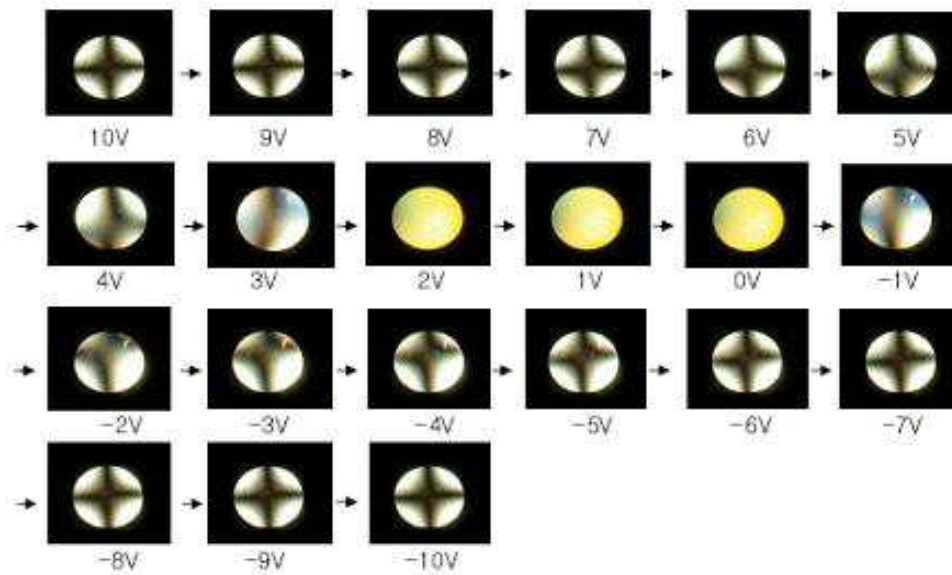
(b)



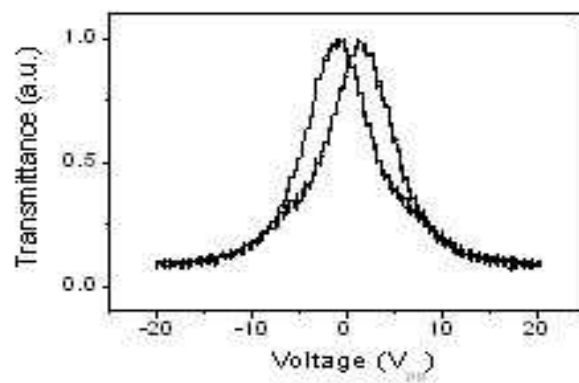
도면5



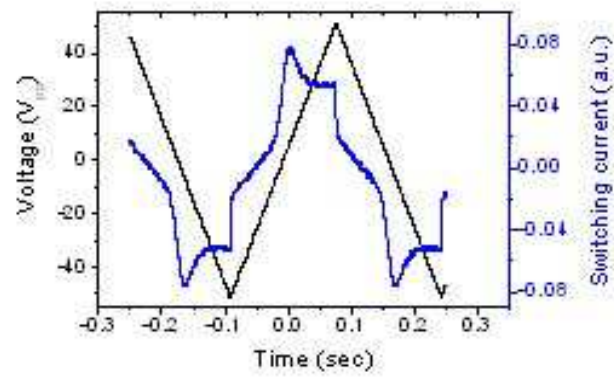
도면6



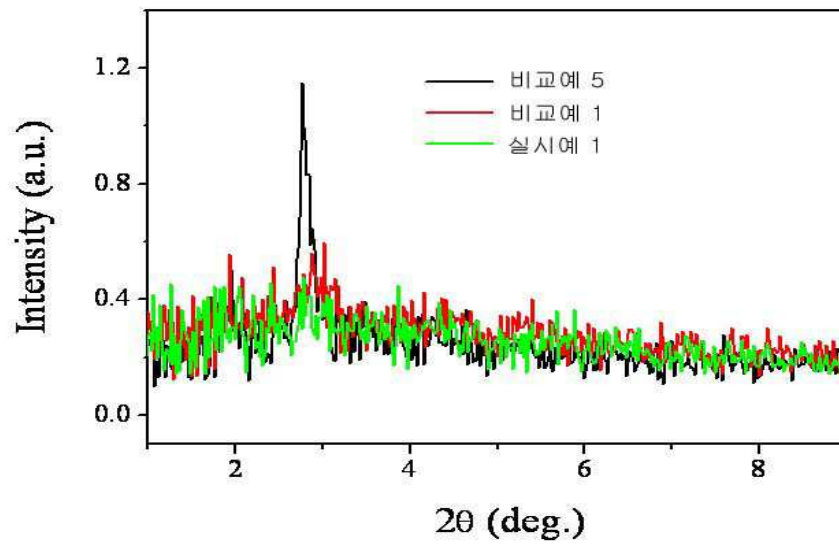
도면7



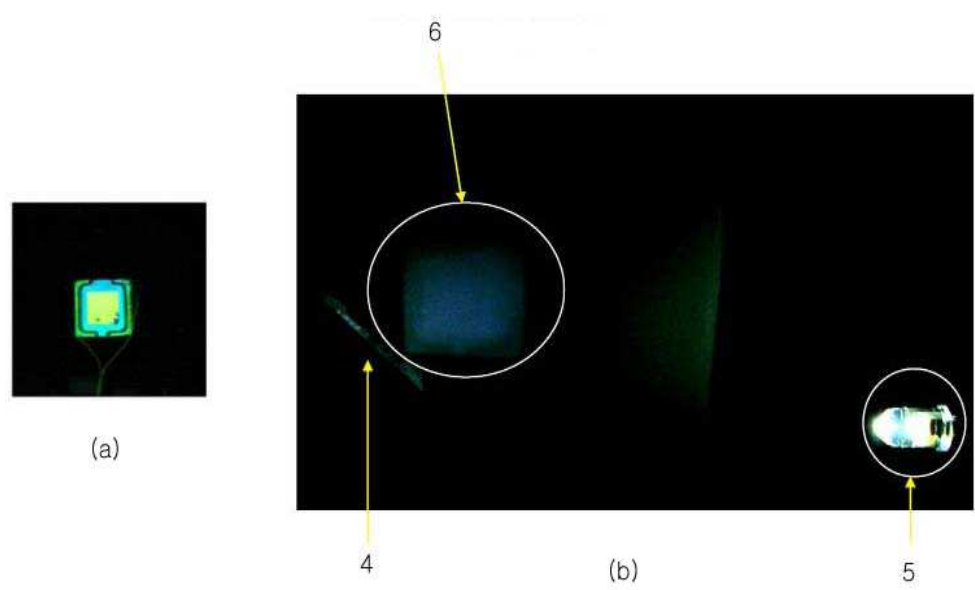
도면8



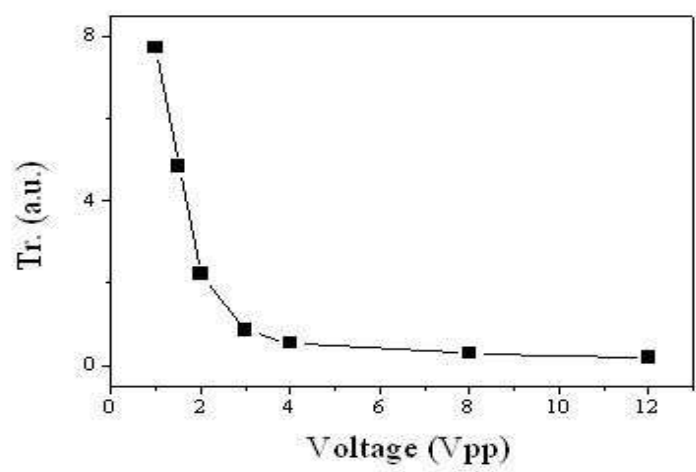
도면9



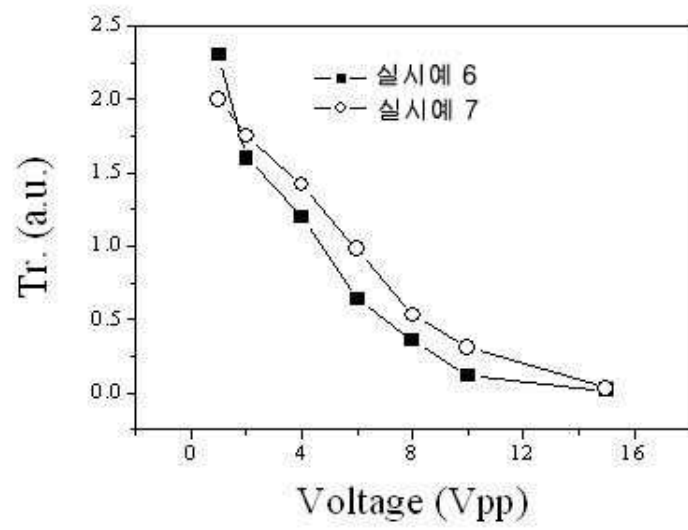
도면10



도면11



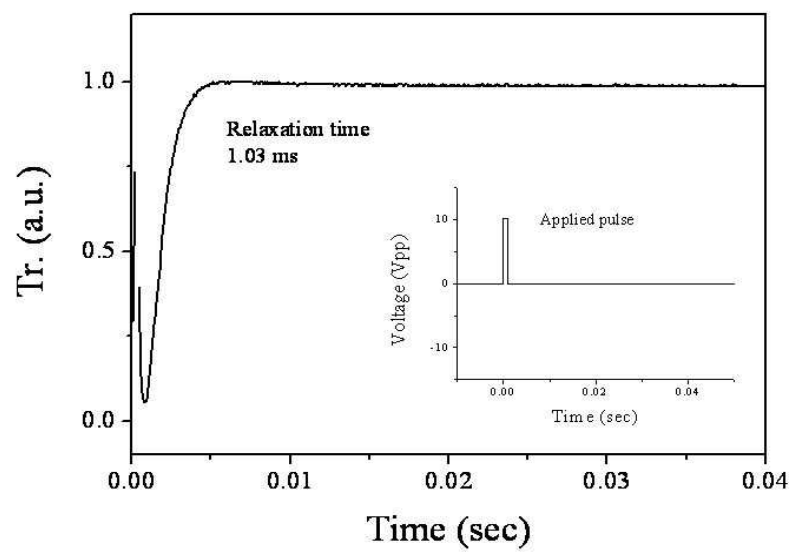
도면12



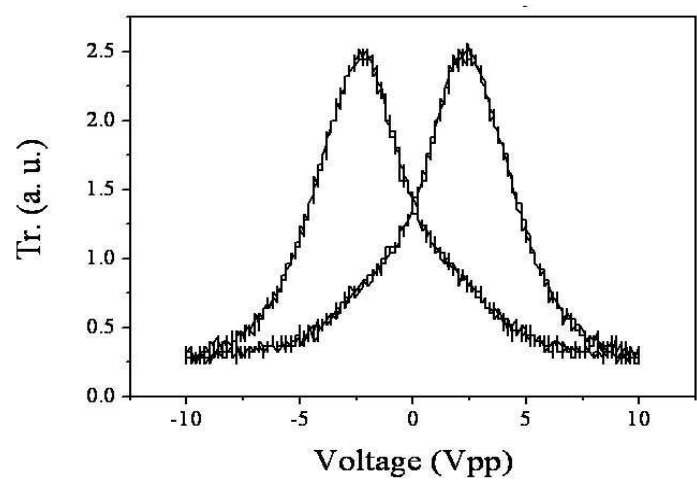
도면13



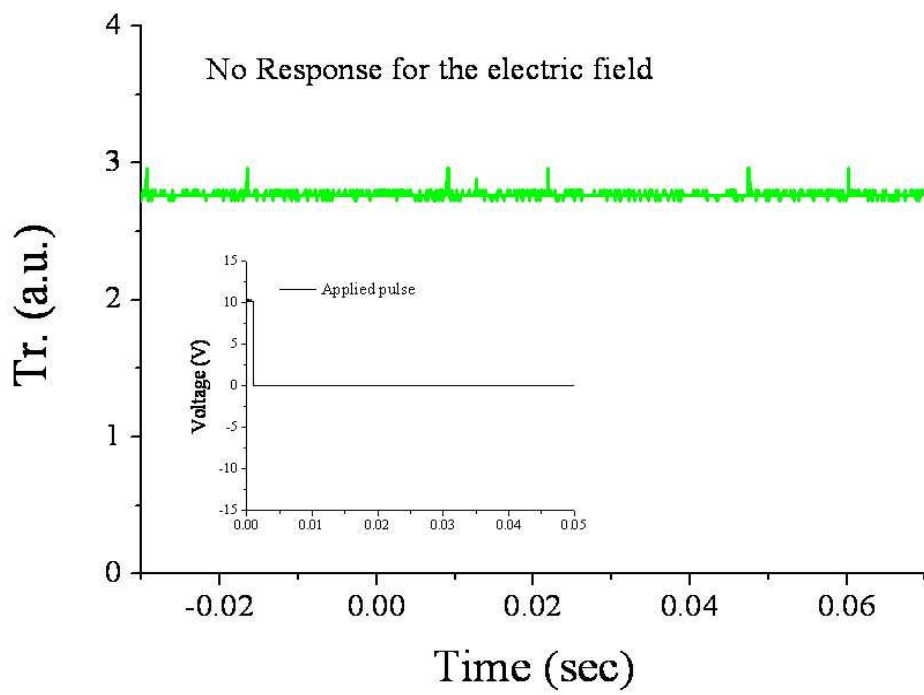
도면14



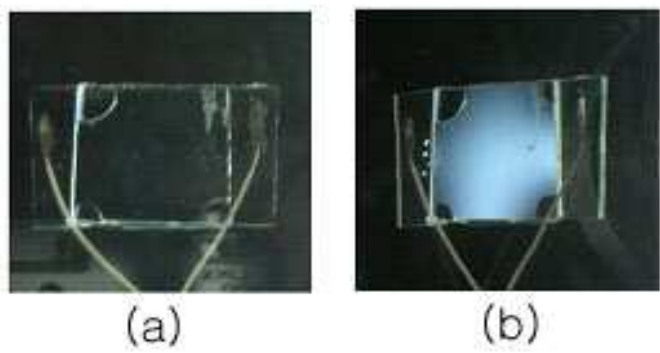
도면15



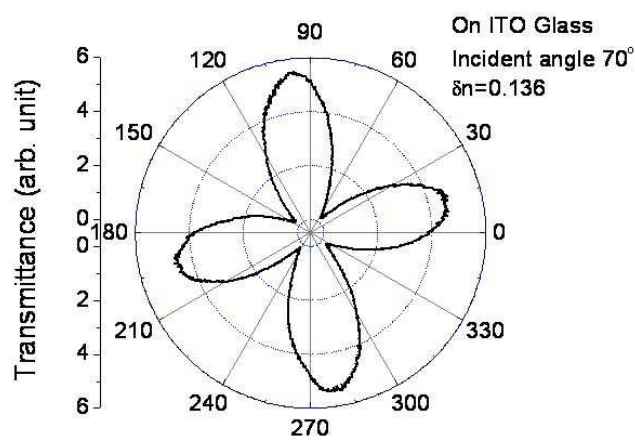
도면16



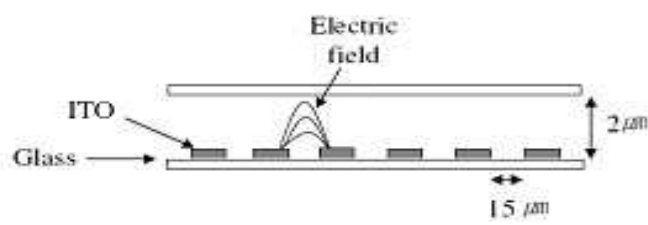
도면17



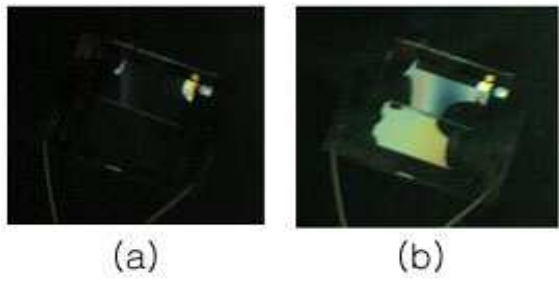
도면18



도면19



도면20



도면21

