(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[7]
G02F 1/1335

(45) 공고일자 2004년10월15일
(11) 등록번호 10-0452669
(24) 등록일자 2004년10월04일

(21) 출원번호 10-2003-0050428 (분할)
(22) 출원일자 2003년07월23일
(62) 원출원 특허 10-2001-0052333
원출원일자 : 2001년08월29일

(65) 공개번호 10-2003-0069141
(43) 공개일자 2003년08월25일
심사청구일자 2001년08월29일

(30) 우선권주장 JP-P-2001-00003186 2001년01월11일 일본(JP)

(73) 특허권자 가부시키가이샤 히타치세이사쿠쇼
일본 도쿄토 치요다쿠 간다스루가다이 4쪼메 6반치

(72) 발명자 히로따쇼오이찌
일본도꾜도지요다꾸마루노우찌1쪼메5방1고신마루노우찌비루가부시키가이샤히타치세이사쿠쇼지떼끼소유껜혼부내

아오또가쯔히데
일본도꾜도지요다꾸마루노우찌1쪼메5방1고신마루노우찌비루가부시키가이샤히타치세이사쿠쇼지떼끼소유껜혼부내

쯔무라마꼬또
일본도꾜도지요다꾸마루노우찌1쪼메5방1고신마루노우찌비루가부시키가이샤히타치세이사쿠쇼지떼끼소유껜혼부내

다께모또이와오
일본도꾜도지요다꾸마루노우찌1쪼메5방1고신마루노우찌비루가부시키가이샤히타치세이사쿠쇼지떼끼소유껜혼부내

(74) 대리인 주성민
장수길

심사관 : 양재석

(54) 액정 표시 소자 및 이를 이용한 액정 표시 장치

요약

본 발명은 고속 응답성을 갖추고 또한 고콘트라스트인 액정 표시 소자 및 그것을 사용한 표시 장치가 제공된다.
반사형 액정 라이트 밸브를 사용한 표시 장치이고, 예를 들면, 편광 빔 스플리터와 같은 편광소자와 반사형 액정 라이트 밸브사이에 설치한 위상차판의 위상차를 대략 입사광의 파장에 대해서 4분의 1파장으로 하고, 또한 위상차판의 광학축(지상축 내지 진상축)과 입사 편광의 편광 방향을 0도보다 약간 크게 어긋나게 하여 배치했다.

대표도

도 1

색인어

액정 표시 소자, 응답성, 액정 라이트 밸브, 편광 빔 스플리터, 위상차, 광학축, 액정 표시 장치

명세서

도면의 간단한 설명

도1은 본 발명의 액정 표시 소자의 설명도.
도2는 본 발명의 액정 표시 소자의 단면도.
도3은 액정층으로서 트위스트 네마틱 배향을 채용했을 때의 각 광학축의 관계를 나타내는 도면.
도4a 및 도4b는, 트위스트 각도와 파장 규격화 리터데이션 및 액정 배향 각도의 관계를 나타내는 그래프.
도5a 및 도5b는, 트위스트 각도 50도일 때의 백표시의 특성 곡선을 나타내는 그래프.
도6a 및 도6b는, 트위스트 각도 50도일 때의 흑표시의 특성 곡선을 나타내는 그래프.
도7a 및 도7b는, 트위스트 각도 60도일 때의 백표시의 특성 곡선을 나타내는 그래프.
도8a 및 도8b는, 트위스트 각도 60도일 때의 흑표시의 특성 곡선을 나타내는 그래프.
도9a 및 도9b는, 트위스트 각도 70도일 때의 백표시의 특성 곡선을 나타내는 그래프.
도10a 및 도10b는, 트위스트 각도 70도일 때의 흑표시의 특성 곡선을 나타내는 그래프.
도11a 및 도11b는, 트위스트 각도 80도일 때의 백표시의 특성 곡선을 나타내는 그래프.
도12a 및 도12b는, 트위스트 각도 80도일 때의 흑표시의 특성 곡선을 나타내는 그래프.
도13a 및 도13b는, 트위스트 각도 90도일 때의 백표시의 특성 곡선을 나타내는 그래프.
도14a 및 도14b는, 트위스트 각도 90도일 때의 흑표시의 특성 곡선을 나타내는 그래프.
도15는 액정층으로서 호메오트로픽 배향을 채용했을 때의 각 광학축의 관계를 나타내는 다이어그램.
도16a 및 도16b는, 화소간 횡전계의 영향을 설명하기 위한 단면도.
도17은 θ_t 의 정의를 설명하기 위한 다이어그램.
도18a 및 도18b은 호메오트로픽 배향일 때의 전압-반사율 특성을 나타내는 그래프.
도19a 및 도19b는 호메오트로픽 배향일 때의 흑표시의 특성 곡선을 나타내는 그래프.
도20a 및 도20b는 호메오트로픽 배향일 때의 백표시의 특성 곡선을 나타내는 그래프.
도21은 본 발명을 통용한 액정 프로젝터의 실시예를 나타내는 모식 다이어그램.
〈도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명〉
101 : 광
102 : 편광 빔 스플리터
103 : 부착 계면
104 : 위상차판
109 : 액정 라이트 밸브
130 : 글래스 기판
131 : 액정층
135 : 트랜지스터
137 : 반사전극

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 액정 표시 소자 및 액정 표시 소자를 사용한 액정 표시 장치, 예를 들면, 액정 프로젝터에 관한 것이다.
네마틱 액정을 사용한 반사형 액정 라이트 밸브용 액정 표시 모드에는 크게 분류하여 3종류의 방식이 있다. 경사 호메오트로픽 ECB(Homeotropic Electrically Controlled Birefringence) 모드, 호모지니어스(Homogenious Electrically Controlled Birefringence) ECB 모드, 반사형 트위스트 네마틱 모드이다.
경사 호메오트로픽 ECB 모드란, 경사 증착법을 사용하여 액정 분자를 기판 수직 방향에서 약간 기울여서 배치시키는 배향 방식으로, 예를 들면 어플라이드 · 피직스 · 레터즈(Applied Physics Letters) 20,199(1972년)에 기재되어 있다.
호모지니어스 ECB 모드란, 액정 분자를 기판에 대하여 대략 평행하게 배향시키는 방식으로, 예를 들면, JP-A-1-7021에 기재되어 있다.
반사형 트위스트 네마틱 모드란, 액정 분자를 기판에 대하여 대략 평행하게 배향시킴과 동시에 액정 분자를 협지하는

2개의 기판 근방에서의 배향 방향을 뒤틀린 위치 관계로 하는 방식이다. 또한, 트위스트 네마틱 모드에는 그 외에 몇 가지 방식이 제안되고 있는데, 그 예로서 HFE(Hybrid Field Effect) 모드, TN-ECB(Twisted Nematic-Electrically Controlled Birefringence) 모드, SCTN(Self-Compensated Twisted Nematic) 모드, MTN(Mixed mode Twisted Nematic) 모드 등이 있다.
TN-ECB 모드에 대해서는 제펜 · 디스플레이(Japan Display) '89, p.192(1989년)에, SCTN 모드에 대해서는 JP-A-10-090731에, MTN 모드에 대해서는 어플라이드 · 피직스 · 레터즈(Applied Physics Letters)68, p. 1455(1996년)에 각각 기재되어 있다. 또, 상기 반사형 트위스트 네마틱 모드 전체에 대한 포괄적인 해석이 프로시딩 · 오브 · 에스 · 피 · 아이 · 이(Proceeding of SPIE)3685,P.87(1999년) 및 프로시 딩 · 오브 · 아이 · 디 · 더블류(Proceeding of IDW) '99, p.985(1999년)에 기재되어 있다.
또, 이 중 HFE 모드는 전압 0 Vrms일 때에는 흑(암)표시가 되고, 전압을 인가했을 때에는 백(명)표시가 되는, 소위 노멀리 블랙(normally black)형 표시 모드이다. 다른 세 모드는 전압 0 Vrms일 때에는 백(명)표시가 되고, 전압을 인가했을 때에는 흑(암)표시가 되는, 소위 노멀리 화이트(normally white)형의 표시 모드이다.
그리고, 이들 반사형 액정 라이트 밸브를 사용한 광학계로서 대표적인 것은 편광 빔 스플리터를 사용한 광학계이고, 예를 들면 JP-A-61-13885호 공보에 기재되어 있다. 또, 다른 예로서는, 주된 광학축을 액정 라이트 밸브의 연직 방향에 대해서 기울이는 광학계가 JP-A-4-319910에 기재되어 있다.
또, 반사형 액정 라이트 밸브와 위상차판을 조합한 기술로서, 편광 빔 스플리터와 1/4파장판과 반사형 액정 라이트 밸브를 조합하고, 또한 1/4파장판의 진상축 또는 지상축이 편광 빔 스플리터의 입사광축과 반사광축을 포함하는 평면에 직교하도록 배치하는 기술이 JP-A-2-250026 및 US Patent 5,327,270에, 편광 빔 스플리터와 조합하는 위상차판의 리터데이션(retardation)을 0.25(즉, 1/4파장)이상으로 하는 기술이 US Patent 5,576,854에 각각 개시되어 있다. 또, JP-A-1-7021에는 복굴절 물질층을 구비한 편광 제어 장치에 대해서 기재되어 있다.
상기 프로시딩 · 오브 · 에스 · 피 · 아이 · 이(Proceeding of SPIE) 3685, P.87 (1999년)는, 노멀리 화이트형의 반사형의 트위스트 네마틱 모드 중에 있어서, MTN 모드를 포함하는 조건이 광이용 효율, 색도 특성, 구동 전압(콘트라스트비)의 각 특성의 밸런스에 있어서 가장 뛰어나다고 보고하고 있다.
그러나, 액정의 고속 응답 특성을 중시한다면, TN-ECB 모드를 포함하는 조건이 보다 바람직하다. 액정 분자의 고속 응답 특성의 중시성에 대해서 퍼스널 컴퓨터의 디스플레이에 사용되는 경우를 예로 들어 설명한다.
퍼스널 컴퓨터에 있어서의 화상신호는 통상 1초당 적어도 60프레임 이상의 화상신호에 의해 구성된다. 즉, 퍼스널 컴퓨터의 디스플레이에 화상을 표시할 경우, 표시가 화상신호로 확실하게 추수(追隨)하기 위해서는 1프레임에 대응하는 시간 이하, 즉 1/60초 = 16.7밀리초 이하에서 액정이 응답할 필요가 있다. 만약, 액정의 응답 시간이 1프레임에 대응하는 시간 이상이면, 화상신호와는 다른 화상이 디스플레이에 표시되고, 화상의 이동방향 후방으로 본래에는 보이지 않아야 할 잔상으로서 인식되고 만다. 이것은 특히 동화상에 있어서 현저하여 화상의 품질을 현저하게 저하시키게 된다. 따라서, 양호한 화상 품질의 액정 디스플레이를 실현하기 위해서는 액정 응답이 고속이고 액정의 표시 모드를 선택할 필요가 있다.
그리고, 일반적으로 액정의 응답 시간은 액정층 두께의 자승에 비례하는 것이 알려져 있기 때문에, 두께가 얇을수록 고속 응답을 기대할 수 있다. 이 점에 있어서, TN-ECB 모드를 포함하는 조건은 MTN 모드를 포함하는 조건보다 훨씬 요구되는 규격화 리터데이션(retardation)이 작으므로, 동일한 액정 재료를 사용할 경우이더라도 MTN 모드를 포함하는 조건보다 액정층의 두께를 얇게 할 수 있다. 따라서, MTN 모드보다도 액정의 응답 시간의 단축, 즉 액정 응답의 고속화를 꾀할 수 있다.
또한, 투과형 액정 라이트 밸브보다도 반사형 액정 라이트 밸브를 사용하는 것이 응답 시간을 단축할 수 있다. 이하, 이것에 대해서 설명한다.
라이트 밸브에 있어서의 광의 변조에 기여하는 성분으로서, 리터데이션이 있다. 리터데이션은 액정층의 두께(d)와, 액정의 굴절률 이방성(Δn)의 곱으로 주어진다.
투과형 액정 라이트 밸브의 경우는 리터데이션은 dΔn으로 주어지는데, 반사형 액정 라이트 밸브의 경우는 반사 미러에 의해 광로가 되돌려지게 되므로 액정층을 입사광이 왕복한다. 즉, 반사형 액정 라이트 밸브의 경우는 광의 변조에 기여하는 리터데이션이 2배인 2dΔn이 되어, 동일한 액정층 두께이더라도 투과형 액정 라이트 밸브의 2배의 리터데이션을 얻을 수 있다. 즉, 반사형 액정 라이트 밸브에서는 동일한 굴절률 이방성의 액정 재료를 사용한 경우이더라도, 소망하는 리터데이션을 얻기 위해서 필요한 액정층 두께를 투과형 액정 라이트 밸브의 대략 2분의 1로 할 수 있다. 따라서, 반사형 액정 라이트 밸브의 대폭적인 고속 응답성을 기대할 수 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서 본 발명의 주된 목적의 하나는, 고속 응답이 가능한 액정 표시 장치를 제공하는 것이다.
또, 투과형의 액정 라이트 밸브에 있어서는 약간의 직류 전압의 중첩에 의한 플리커(flicker)의 발생을 방지하기 위한 인접 화소의 인가 전압이 서로 역극성이 되는 구동을 한다. 그러나, 인가 전압의 극성이 다른 인접 화소간의 영역에는 횡전계가 생기기 때문에, 이 영역에서는 액정의 배향이 흐트러진다. 이것은, 예를 들면, 광누락에 의한 콘트라스트비의 저하로 이어진다.
그 때문에 투과형 액정 라이트 밸브에 있어서는 액정 배향이 흐트러진 영역을 차광하므로써 콘트라스트비의 저하를 방지하고 있다. 그러나, 이것은 1화소에 있어서의 개구부가 차지하는 비율인 개구율을 대폭적으로 저하시키고 마는 과제를 남긴다.

한편, 반사형 라이트 밸브는 반사 화소 전극에 의해 화소의 거의 전 영역을 덮을 수 있기 때문에, 100%에 한없이 가까운 개구율을 실현할 수 있다는 큰 특징을 가지고 있다. 단, 물론 상기 인접화소간 영역에 생기는 횡전계에 기인하는 액정 배향의 흐트러짐을 가능한 한 피할 필요가 있다. 그 때문에 반사형 라이트 밸브에 있어서는 1프레임마다 인가전압의 극성을 반전하는 프레임 반전 구동을 행하므로써 인접 화소끼리가 서로 역극성이 되지 않도록 하고 있다. 그래도, 예를 들면, 백화상과 흑화상의 경계부의 인접 화소간에는 횡전계가 생길 경우가 있다.
이 횡전계에 의해 액정 배향이 흐트러지지 않도록 하기 위해서는 기판과 액정 분자가 이루는 각도인 소위 선경사각(pretilt angle)을 적절히 조정할 필요가 있다.
호메오트로픽 배향에 있어서, 인접화소간의 횡전계에 의한 액정 배향의 흐트러짐을 방지하기 위해서는, 기판 계면의 액정 분자의 각도를 기판 연직 방향에서 몇도 기울일 필요가 있다. 그러나, 액정 분자를 기울이면 위상차가 생기기 때문에 콘트라스트비가 저하한다. 즉, 내횡전계성(耐橫電界性)과 콘트라스트비는 트레이드 오프의 관계에 있다. 따라서, 이들을 고려하여 가장 적절한 관계를 구할 필요가 있다.
본 발명의 다른 목적은, 콘트라스트비가 높은 액정 표시 장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일실시형태에 있어서는, 투명전극과 반사전극으로 협지되는 액정층과, 액정층을 구동하는 다수의 화소 회로를 구비한 반사형의 액정 라이트 밸브와, 위상차판을 구비한 액정 표시 소자에 있어서, 상기 위상차판을, 위상차판의 광학축(지상축 내지 진상축)과 위상차판으로의 입사 편광의 편광 방향을 약간 어긋나게 하여 배치한 액정 표시 소자를 제공한다.
또한, 상기 액정 표시 소자에 있어서의 위상차판의 리터데이션이, 위상차판으로의 입사광 파장의 대략 4분의 1인 액정 표시 소자를 제공한다.
본 발명의 액정 표시 소자에 있어서의 액정층으로서 적절한 예로는 트위스트 네마틱 배향의 액정이 있다. 트위스트 각도를 대략 50도에서 90도의 범위 내로 하고, 또한 위상차판 각도를 0도보다 크고 10도 이하로 하므로써 고콘트라스트비를 실현할 수 있다.
혹은 상기 구성에 있어서, 또한, 트위스트 각도를 대략 50도에서 90도의 범위내로 하고, 또한 위상차판 각도를 90도보다도 작고 80도 이상으로 하므로써 고콘트라스트비를 실현할 수 있다.
본 발명의 액정 표시 소자에 있어서의 액정층의 다른 적절한 예로는 호메오트로픽 배향의 액정이 있다. 제1의 액정 배향 방향이 45도일 때, 위상차판 각도를 0도보다 작고 -10도 이상으로 하므로써 고콘트라스트비를 실현할 수 있다. 혹은, 위상차판 각도를 90도보다 크고 100도이하로 하므로써 고콘트라스트비를 실현할 수 있다.
또한, 상기 과제를 해결하기 위해서 본 발명에 있어서는, 투명전극과 반사전극으로 협지된 액정층과, 액정층을 구동하는 다수의 화소 회로를 구비한 반사형의 액정 라이트 밸브와, 위상차판을 구비한 액정 표시 소자와, 편광 광학 소자와, 광원을 구비한 액정 표시 소자에 있어서, 상기 위상차판은 상기 액정 라이트 밸브와 상기 편광 광학 소자 사이에 배치되고, 상기 위상차판의 리터데이션은 상기 위상차판으로의 입사광 파장의 대략 4분의 1이고, 상기 위상차판의 광학축과 상기 편광 광학 소자의 편광축이 이루는 각도의 절대치가 적어도 0도보다 크고, 또한 10도 이하인 액정 표시 장치를 제공한다.
또한, 상기 액정 표시 장치에 있어서의 액정 표시 소자가, 상기 액정 표시 소자 중의 하나인 액정 표시 장치를 제공한다.
(실시예 1)
도1은 본 발명의 액정 표시 장치에 있어서의 각 광학 소자의 광학축의 관계를 나타낸 도면이다.
또, 본 액정 표시 장치는 액정 프로젝터나 액정 텔레비젼 등의 제품에 적용할 수 있다.
도1은 설명을 간단하게 설명하기 위하여, 반사형의 액정 라이트 밸브(109), 위상차판(104), 편광 빔 스플리터(102)만으로 기술한다.
또한, 액정 라이트 밸브(109)는 이 라이트 밸브를 구동하는 액정 구동 드라이버(도시하지 않음)에 접속되고, 액정 구동 드라이버는 입력되는 화상 정보에 따라 적절하게 액정층을 구동한다.
편광 빔 스플리터(102)는 편광자 겸 검광자의 편광 소자로서 사용되고 있고, 구조로서는 2개의 프리즘을 부착한 것이다. 이것으로 인해 편광 빔 스플리터(102)는 부착 계면(103)에 있어서, 편광 성분에 따라 투과 또는 반사하는 특성을 갖는다.
위상차판(104)은 액정 라이트 밸브(109)와 편광 빔 스플리터(102) 사이에 배치된다. 위상차판(104)의 재료로서는, 예를 들면, 폴리카보네이트 필름을 연신해서 복굴절성을 갖춘 재료가 적절하다. 다른 재료로서는 폴리비닐알콜필름, 폴리스틸렌필름, 노르보르넨필름 등도 적절하다. 또, 여기서 예로 든 재료는 적절한 재료의 일예로서 상기 재료만으로 한정되는 것은 아니다. 또, 위상차판(104)에 있어서, 편광 빔 스플리터(102)의 부착 계면(103)에 대한 s편광의 편광면과 평행한 축을 광학축(105), p편광의 편광면과 평행한 축을 광학축(106)이라 한다. 또, 광학축에는 진상축과 지상축이 있는데 여기서는 편의상 진상축을 108, 지상축을 107이라 한다. 또, 진상축과 지상축의 관계는 교체해도 되고, 다른 실시예에 있어서도 마찬가지이다.
다음에 각 광학 소자의 배치에 있어서의 작용에 대하여 설명한다.
광원(도시하지 않음)이 발한 광(101)은 편광 빔 스플리터(102)에 입사한다. 입사한 광(101) 중, 편광 빔 스플리터(102)의 부착 계면(103)(이하, 단순히 '계면(103)'이라 함)에 대한 s편광 성분이 위상차판(104) 방향으로 반사한다. 그리고 이 반사한 s편광은 위상차판(104)을 투과하여 액정 라이트 밸브(109)에 도착한다. 그리고 액정 라이트 밸브(109)에서 반사하여 다시 위상차판(104)을 투과하고, 편광 빔 스플리터(102)에 입사한다. 또한, 이 경우 s편광 성분의 광은

위상차판(104) 및 액정 라이트 밸브(109)를 투과할 때에 위상 변조를 받는다. 따라서, 편광 빔 스플리터(102)에 다시 입사하는 광은 위상 변조에 의해 계면(103)에 대한 p편광 성분을 발생하고 있고, 이 p편광성분이 계면(103)을 투과하여 출사광(110)이 되고, 투사렌즈계(도시하지 않음)를 통하여, 스크린 상(도시하지 않음)에 화상을 형성하게 된다. 한편, 부착 계면(103)에 대한 s편광 성분은 부착 계면(103)에서 광원(도시하지 않음)의 방향으로 반사되어 스크린으로 투사되는 일은 없다. 또, 액정 라이트 밸브(109)를 구동하므로써 광원으로 되돌아가는 광과 스크린을 향하는 광의 강도비를 조정할 수 있다. 즉, 스크린으로 향하는 광의 강도가 최대가 될 때가 백(명)표시 상태이고, 반대로 광원 램프로 되돌아가는 광의 강도가 최대가 될 때가 흑(암)표시 상태가 된다.

도2는 본 발명의 액정 표시 소자의 단면도이고, 액정 라이트 밸브(109) 및 위상차판(104)의 단면을 나타낸다.

액정 라이트 밸브(109)는 글래스 기판(130)과 액정층(131)과 액티브 매트릭스 기판(132)을 갖추고 구성된다.

실시예1에서는 액티브 매트릭스 기판(132)으로서 단결정 실리콘 기판이 사용되고 있다. 액티브 매트릭스 기판(132)은 n형 기판(133)상에 p형 우물(134), MOS(Metal Oxide Semiconductor)트랜지스터(135), 유지 용량(136), 각 트랜지스터간의 배선, 절연막, 반사전극(137)과 그 보호막(140) 등을 갖추고 있다. 또, 프로젝터용 라이트 밸브는 고강도광에 드러나기 때문에 광이 MOS트랜지스터(135) 영역에 침입하지 않도록 차광층(141)을 갖추고 있다.

글래스 기판(130)은 투명 전극(138)을 갖추고 있고, 액티브 매트릭스 기판(132)과 글래스 기판(130) 사이에는 액정층(131), 지지대(139)가 설치되어 있다. 또, 지지대(139)는 액정층(131)의 두께는 일정하게 유지한다.

위상차판(104)은 액정 라이트 밸브(109)의 글래스 기판(130)측에 배치되어 있다. 실시예1에 있어서는 액정 라이트 밸브(109)와 떨어지게 배치되어 있는데, 글래스 기판(130)상에 부착해도 된다. 또, 위상차판(104)에는 광 이용 효율의 저하나 콘트라스트비의 저하를 방지하기 위한 반사방지 코팅처리를 해두는 것도 바람직하다.

또, 위상차판(104)의 리터데이션은 대략 위상차판으로 입사하는 광 파장의 4분의 1 정도이면 된다. '대략 위상차판으로의 입사광 파장의 4분의 1 정도이면 된다'라는 것은 가시광의 파장 영역인 400nm에서 700nm의 4분의 1인 100nm에서 175nm의 범위내이면 된다는 것을 의미한다. 이것은 다른 실시예에 있어서도 마찬가지이다.

(실시예2)

실시예2에서는 액정층에 트위스트 네마틱 배향을 적용하고 있다.

우선 도3을 이용하여 광학 배치에 대해서 설명한다.

도3은 패널에 있어서 연직 방향에서 봤을 때의 각 광학축의 상대 관계를 나타낸 도면이고, 투명 기판은 바로 앞쪽에, 반사기판은 안쪽에 배치하고 있다. 여기서 투명기판상의 액정 배향 방향을 제1 액정 배향 방향(120), 반사기판상의 액정 배향 방향을 제2 액정 배향 방향(121), 제1 및 제2 액정 배향 방향이 이루는 각도이고, 액정의 비틀림 각도를 트위스트 각도(122)로 각각 정의한다. 또, 트위스트 각도(122)의 부호는 반시계 방향을 정(正), 시계 방향을 부(負)로 하고, 다른 도면에 있어서도 마찬가지이다.

제1 액정 배향 방향(120)과 광학축(105 혹은 106)과 이루는 각도이고, 어느 작은 쪽의 각도를 액정 배향 각도(θ)(123)로 정의한다. 도3에 있어서는 제1 액정 배향 방향(120)과 광학축(105)이 이루는 각도로 기술하고 있다. 또, 배향 각도(123)의 부호는 시계 방향을 정, 반시계 방향을 부로 하고, 다른 도면에 있어서도 마찬가지이다.

위상차판(104)의 지상축(107) 또는 진상축(108)과, 광학축(105 또는 106) 중 액정 배향 각도(123)를 정의한 광학축과 이루는 각도 중 예각측을 위상차판 각도(θ_p)(124a)라 정의한다. 또, 도3에 있어서는 지상축(107)과 광학축(105)이 이루는 각도로 기술하고 있는데, 지상축(107) 대신에 진상축(108)이어도 상관없다.

그리고, 위상차판(104)의 지상축(107) 또는 진상축(108)과, 광학축(105 또는 106)이 이루는 각도이고, 가장 작은 각도를 절대 위상차판 각도(124b)로 정의한다. 또한, 절대 위상차판 각도(124b)의 부호는 정 뿐이다.

이하, 액정층(131) 및 위상차판(104)의 구체적인 패러미터에 대해서 설명한다. 우선, 액정층(131)의 패러미터에 대해서 설명한다.

트위스트 네마틱 액정층은 n층의 복굴절 매체를 광학축을 ø/n씩 어긋나게 적층한 모델에 의해 잘 기술되어지는 것으로 알려져 있다. 특히, n=∞일 때의 전파행렬은 죤스행렬이라 불리는 다음식으로 주어진다.

$$J_\infty=\begin{pmatrix} a & b \\ -b^* & a^* \end{pmatrix} \quad (1)$$

단,

$$a=\cos\varnothing\cos\beta+\frac{1}{\sqrt{1+\alpha^2}}\sin\varnothing\sin\beta-\frac{i\alpha}{\sqrt{1+\alpha^2}}\cos\varnothing\sin\beta \quad (2)$$

$$b=-\sin\varnothing\cos\beta+\frac{1}{\sqrt{1+\alpha^2}}\cos\varnothing\sin\beta-\frac{i\alpha}{\sqrt{1+\alpha^2}}\sin\varnothing\sin\beta \quad (3)$$

$$\alpha=\frac{d\triangle n}{\lambda}\frac{\pi}{\varnothing} \quad (4)$$

$$\beta=\varnothing\sqrt{1+\alpha^2} \quad (5)$$

이다. 여기서, ø는 트위스트 각도, d는 셀갭(cell gap), θ_n은 굴절률 이방성, λ는 파장을 나타낸다. 또, 반사형 액정 라이트 밸브의 경우, 광의 반사를 받고 또한 액정층을 2회 통과하게 되므로 전파행렬은 이하와 같이 기술할 수 있다.

$$J_{R\infty}=R(\varnothing)J_\infty R(-\varnothing)R_e J_\infty \quad (6)$$

여기서, R(ø)은 회전행렬, Re는 반전행렬이다. 이것을 이용한 편광배치가 직교니콜인 경우의 반사율(R)을 계산하면 이하와 같이 된다.

$$R=1-\left(\cos^2\beta+\frac{1-\alpha^2}{1+\alpha^2}\sin^2\beta\right)^2-4\alpha^2\left(\frac{\sin^2\beta\sin2\theta}{1+\alpha^2}+\frac{\sin\beta\cos\beta\cos2\theta}{\sqrt{1+\alpha^2}}\right)^2 \quad (7)$$

여기서, θ는 액정 배향 각도이다. 그리고 반사율(R)을 최대(R=1)로 하기 위해서는 식(7)에 있어서 각 자승항을 0으로 하면 된다.

도4a는 식(7)에 있어서 R=1로 했을 경우에, 트위스트 각도(ø)와 dΔn/λ의 관계를 나타내는 도면이고, 도면 중의 실선은 R=1을 만족시키는 해를 나타낸 선이다. 도4a의 실선을 봤을 때, R=1 즉 반사효율이 100%가 되는 조건이 존재하는 것은 트위스트 각도 73도 이하로 한정되는 것을 확인할 수 있다(실선은 ø=73도를 최대치로 한 곡선이다). 또한, 트위스트 각도(ø)=73도의 영역에서는, 하나의 트위스트각(ø)에 대한 dΔn/λ의 최적 조건이 2개의 값을 갖고 있다. 즉 2개의 가지(B1, B2)로 분기하고 있다.

한편, 트위스트 각도(ø)>73도에서의 효율 최대의 최적 조건은,

$$\partial R/\partial(d\triangle n/\lambda)=0 \quad (8)$$

$$\partial^2 R/\partial(d\triangle n/\lambda)^2>0 \quad (9)$$

를 풀어서 구할 수 있고, 이 해를 도4a 중의 점선(B3)에 나타낸다. 또, 도4b에 도4a에 나타낸 조건으로부터 유도되는 액정 배향 각도(θ)의 트위스트 각도(ø) 의존성을 나타낸다. 이것은 도4b 중의 B1, B2 및 B3는 각각 도4a의 B1, B2 및 B3와 대응하는 것이다.

다음에 대표하는 패러미터 조건으로서 트위스트 각도가 50도, 60도, 70도, 80도, 90도일 때의 패러미터를 이용하여 위상차판(104)의 위상차판 각도(124a)와 액정 라이트 밸브의 반사율과의 관계에 대해서 설명한다. 또, 각 패러미터 조건은 도4a 및 도4b에 있어서의 흰 원(201에서 210)의 조건에 해당한다. 또한, 트위스트 각을 90도 이하로 한 것은 반사율이 실용적인 레벨로서 80%가 바람직하기 때문이고, 50도 이상으로 한 것은 흑(암) 표시시에 있어서의 가시영역의 광의 반사율을 1%이하(콘트라스트비 약100)로 억제하기 위하여 바람직하기 때문이다. 우선, 트위스트 각도가 50도인 경우에 대해서, 도5a, 도5b를 이용하여 설명한다. 도5a, 도5b는 백(명)표시시의 반사 스펙트럼을, 다양한 위상차판(104)의 각도(θ_p)(위상차판 각도(124a))에 대해서 나타낸 도면이다. 또, 종축은 반사율을, 횡축은 파장을 나타내고 있다. 또한, 인가전압은 0 Vrms이다.

도5a에서는, 위상차판 각도(θ_p)=0일 때의 반사율을 기준으로 하여, θ_p를 점점 크게 하면 반사율이 점점 작아지는 양상을 알 수 있다. 한편, 도5b에서는 θ_p=90도일 때의 반사율을 기준으로 하여, θ_p를 점점 작게 하면 반사율의 최대치가 거의 동등하고 약간 단파장측으로 피크가 이동해가는 것을 알 수 있다.

다음으로 이때의 흑(암)표시시의 반사 스펙트럼을 도6a, 도6b에 나타낸다. 인가전압은 5Vrms이다.

도6a에서는 위상차 각도 θ_p=0도일 때의 반사율을 기준으로 하여 θ_p를 점점 크게 하면 반사율이 작아지는 것을 알 수 있다. 특히 가시영역의 중심이고, 콘트 라스트에 크게 관계하는 파장 0.55㎛근방에 착안하면, θ_p가 5도에서 6도 근방일 때에 반사율이 최소가 되고, 또한 θ_p를 크게 하면 반대로 반사율이 커지는 것을 알 수 있다. 따라서, 위상차판 각도(124a)(θ_p)는 0도 보다 크고 10도 이하 정도라고 할 수 있다. 또, 도6b에 나타낸 바와 같이 θp=90도의 반사율을 기준으로 하여 θ_p를 점점 작게 하면 반사율이 작아지는 것을 알 수 있다. 상기와 동일하게 파장 0.55㎛ 근방에 착안하면 θ_p가 85도 근방일 때의 반사율이 최소가 되고, 또한 θ_p를 작게 하면 반대로 반사율이 커지는 것을 알 수 있다. 따라서, 위상차판 각도(124a)(θ_p)는 90도보다 작고 또한 80도 이상 정도라고 할 수 있다.

다음으로, 트위스트 각도가 60도일 경우에 대해서, 도7a, 도7b를 이용하여 설명한다. 도7a, 도7b는 백(명)표시시의 반사 스펙트럼을, 다양한 위상차판(104)의 각도(θ_p)(위상차판 각도(124a))에 대해서 나타낸 도면이다. 또, 종축은 반사율을, 횡축은 파장을 나타내고 있다. 또한, 인가전압은 0 Vrms이다.

도7a에서는, 위상차판 각도(θ_p)=0일 때의 반사율을 기준으로 하여, θ_p를 점점 크게 하면 반사율이 점점 작아지는 양상을 알 수 있다. 한편, 도7b에서는 θ_p=90도일 때의 반사율을 기준으로 하여, θ_p를 점점 작게 하면 반사율의 최대치가 거의 동등하고 약간 단파장측으로 피크가 이동해가는 것을 알 수 있다.

다음으로 이때의 흑(암)표시시의 반사 스펙트럼을 도8a, 도8b에 나타낸다. 인가전압은 5 Vrms이다.

도8a에서는 위상차 각도 θ_p=0도일 때의 반사율을 기준으로 하여 θ_p를 점점 크게 하면 반사율이 작아지는 것을 알 수 있다. 특히 가시영역의 중심이고, 콘트라스트에 크게 관계하는 파장 0.55 ㎛근방에 착안하면, θ_p가 5도 근방일 때에 반사율이 최소가 되고, 또한 θ_p를 크게 하면 반대로 반사율이 커지는 것을 알 수 있다. 따라서, 위상차판 각도(124a)(θ_p)는 0도 보다 크고 10도 이하 정도라고 할 수 있다. 또, 도8b에 나타낸 바와 같이 θ_p=90도의 반사율을 기준으로 하여 θ_p를 점점 작게 하면 반사율이 작아지는 것을 알 수 있다. 상기와 동일하게 파장 0.55㎛ 근방에 착안하면 θ_p가 86도 근방일 때의 반사율이 최소가 되고, 또한 θ_p를 작게 면 반대로 반사율이 커지는 것을 알 수 있다. 따라서, 위상차판 각도(124a)(θ_p)는 90도보다 작고 또한 80도 이상 정도라고 할 수 있다.

또, 트위스트 각도가 70도일 때에 대해서, 도9a, 도9b를 이용하여 설명한다. 도9a, 도9b는 백(명)표시시의 반사 스펙트럼을, 다양한 위상차판(104)의 각도(θ_p)위상차판 각도(124a))에 대해서 나타낸 도면이다. 또, 종축은 반사율을, 횡축은 파장을 나타내고 있다. 또한, 인가전압은 0 Vrms이다.

도9a에서는, 위상차판 각도 θ_p=0일 때의 반사율을 기준으로 하여, θ_p를 점점 크게 하면 반사율이 점점 작아지는 양상을 알 수 있다. 한편, 도9b에서는 θ_p=90도일 때의 반사율을 기준으로 하여, θ_p를 점점 작게 하면 반사율의 최대치가 거의 동등하고 약간 단파장측으로 피크가 이동해가는 것을 알 수 있다.

다음으로 이때의 흑(암)표시시의 반사 스펙트럼을 도10a, 도10b에 나타낸다. 인가전압은 5Vrms이다.

도10a에서는 위상차 각도 θ_p=0도일 때의 반사율을 기준으로 하여 θ_p를 점점 크게 하면 반사율이 작아지는 것을 알 수 있다. 특히 가시영역의 중심이고, 콘트라스트에 크게 관계하는 파장 0.55 ㎛근방에 착안하면, θ_p가 3도에서 4도 근방일 때에 반사율이 최소가 되고, 또한 θ_p를 크게 하면 반대로 반사율이 커지는 것을 알 수 있다. 따라서, 위상차판 각도(124a)(θ_p)는 0도 보다 크고 10도 이하 정도라고 할 수 있다. 또, 도10b에 나타낸 바와 같이 θ_p=90도의 반사율을 기준으로 하여 θ_p를 점점 작게 하면 반사율이 작아지는 것을 알 수 있다. 상기와 동일하게 파장 0.55㎛ 근방에 착안하면 θ_p가 87도 근방일 때의 반사율이 최소가 되고, 또한 θ_p를 작게 하면 반대로 반사율이 커

지는 것을 알 수 있다. 따라서, 위상차판 각도(124a)(θ_p)는 90도보다 작고 또한 80도 이상 정도라고 할 수 있다.
또한, 트위스트 각도가 80도일 때에 대해서, 도11a, 도11b를 이용하여 설명한다. 도11a, 도11b는 백(명)표시시의 반사 스펙트럼을, 다양한 위상차판(104)의 각도(θ_p)(위상차판 각도(124a))에 대해서 나타낸 도면이다. 또, 종축은 반사율을, 횡축은 파장을 나타내고 있다. 또한, 인가전압은 0 Vrms이다.
도11a에서는, 위상차판 각도 (θ_p)=0일 때의 반사율을 기준으로 하여, θ_p 를 점점 크게 하면 반사율이 점점 작아지는 양상을 알 수 있다. 한편, 도11b에서는 θ_p =90도일 때의 반사율을 기준으로 하여, θ_p 를 점점 작게 하면 반사율의 최대치가 거의 동등하고 약간 단파장측으로 피크가 이동해가는 것을 알 수 있다.
다음으로 이때의 흑(암)표시시의 반사 스펙트럼을 도12a, 도12b에 나타낸다. 인가전압은 5Vrms이다.
도12a에서는 위상차 각도 θ_p =0도일 때의 반사율을 기준으로 하여 θ_p 를 점점 크게 하면 반사율이 작아지는 것을 알 수 있다. 특히 가시영역의 중심이고, 콘트라스트에 크게 관계하는 파장 0.55 ㎛근방에 착안하면, θ_p 가 3도 근방일 때에 반사율이 최소가 되고, 또한 θ_p 를 크게 하면 반대로 반사율이 커지는 것을 알 수 있다. 따라서, 위상차판 각도(124a)(θ_p)는 0도 보다 크고 10도 이하 정도라고 할 수 있다. 또, 도12b에 나타낸 바와 같이 θ_p =90도의 반사율을 기준으로 하여 θ_p 를 점점 작게 하면 반사율이 작아지는 것을 알 수 있다. 상기와 동일하게 파장 0.55㎛ 근방에 착안하면 θ_p 가 88도에서 87도 근방일 때의 반사율이 최소가 되고, 또한 θ_p 를 작게 하면 반대로 반사율이 커지는 것을 알 수 있다. 따라서, 위상차판 각도(124a)(θ_p)는 90도보다 작고 또한 80도 이상 정도라고 할 수 있다.
다음으로, 트위스트 각도가 90도일 때에 대해서, 도13a, 도13b를 이용하여 설명한다. 도13a, 도13b는 백(명)표시시의 반사 스펙트럼을, 다양한 위상차판(104)의 각도(θ_p)(위상차판 각도(124a))에 대해서 나타낸 도면이다. 또, 종축은 반사율을, 횡축은 파장을 나타내고 있다. 또한, 인가전압은 0 Vrms이다.
도13a에서는, 위상차판 각도(θ_p)=0일 때의 반사율을 기준으로 하여, θ_p 를 점점 크게 하면 반사율이 점점 작아지는 양상을 알 수 있다. 한편, 도13b에서는 θ_p =90도일 때의 반사율을 기준으로 하여, θ_p 를 점점 작게 하면 반사율의 최대치가 거의 동등하고 약간 단파장측으로 피크가 이동해가는 것을 알 수 있다.
다음으로 이때의 흑(암)표시시의 반사 스펙트럼을 도14a, 도14b에 나타낸다. 인가전압은 5Vrms이다.
도14a에서는 위상차 각도 θ_p =0도일 때의 반사율을 기준으로 하여 θ_p 를 점점 크게 하면 반사율이 작아지는 것을 알 수 있다. 특히 가시영역의 중심이고, 콘트라스트에 크게 관계하는 파장 0.55 ㎛근방에 착안하면, θ_p 가 0.5도에서 1도 근방일 때에 반사율이 최소가 되고, 또한 θ_p 를 크게 하면 반대로 반사율이 커지는 것을 알 수 있다. 따라서, 위상차판 각도(124a)(θ_p)는 0도 보다 크고 10도 이하 정도라고 할 수 있다. 또, 도14b에 나타낸 바와 같이 θ_p =90도의 반사율을 기준으로 하여 θ_p 를 점점 작게 하면 반사율이 작아지는 것을 알 수 있다. 상기와 동일하게 파장 0.55 ㎛ 근방에 착안하면 θ_p 가 89.5도에서 89도 근방일 때의 반사율이 최소가 되고, 또한 θ_p 를 작게 하면 반대로 반사율이 커지는 것을 알 수 있다. 따라서, 위상차판 각도(124a)(θ_p)는 90도보다 작고 또한 80도 이상 정도라고 할 수 있다.
이상을 정리하면, 트위스트 각도가 작을수록, 흑(암)표시시의 반사율을 최저로 하기 위하여 큰 절대 위상차판 각도(124b)를 필요로 한다. 그러나, 아무리 트위스트 각도가 50도일 때이더라도 5도에서 6도 정도이고, 10도를 넘는 일은 없다고 할 수 있다.
따라서, 실시예2는 위상차판 각도(124a)가 0도보다 크고 또한 10도 이하이거나, 혹은 80도 이상이고 또한 90도 보다 작을 것을 특징으로 한다. 바꿔 말하면, 절대 위상차판 각도(124b)가 0도보다 크고 또한 10도 이하인 것을 특징으로 한다.
또, 도4로부터도 알 수 있듯이, 트위스트 각도가 작으면 표시에 필요한 파장규격화 리터데이션도 작아지는 것을 알 수 있다. 즉, 동일한 액정 재료를 사용했을 경우에 있어서, 트위스트 각도가 작을수록 액정층의 두께를 좁게 할 수 있고, 고속 응답화를 꾀할 수 있다. 단, 도5 내지 도10을 비교하면 알 수 있듯이 트위스트 각도가 70도 이하에서는 트위스트 각도가 작을수록 흑(암)표시의 반사율을 최저로 했을 때의 백(명)표시의 반사율이 낮아지는 것은 고려해야할 점이다. 또, 도9 내지 도14를 비교하면 알 수 있듯이 트위스트 각도가 70도 이상에서는 트위스트 각도가 클수록 흑(암)표시의 반사율을 최저로 했을 때의 백(명)표시의 반사율이 낮은 것도 고려해야 할 점이다. 실용적인 백(명)표시의 반사율을 80%로 하면 트위스트 각도는 대략 50도에서 90도의 범위 내로 하는 것이 바람직하고, 최대의 백(명)표시의 반사율을 얻기 위해서는 트위스트 각도를 70도 근방으로 하는 것이 보다 바람직하다. 또한, 가시영역의 중심인 0.55 ㎛의 파장에 있어서의 최소 반사율에 주목하면, θ_p 는 0.5도에서 6도 사이인 것도 바람직하다.
(실시예3)
실시예3에서는 액정층으로서 경사 호메오트로픽 배향을 적용하고 있다.
도15는 실시예3의 구체적인 광학배치를 나타낸다. 도15는 도3과 동일하게 액정패널에 대해서 연직 방향에서 봤을 때의 각 광학축의 상대 관계를 나타낸다. 실시예3에 있어서 트위스트 각도는 0도이고, 배향 각도(123)는 대략 45도이다.
우선, 도16a 및 도16b을 이용하여 인접화소간의 횡전계에 의한 액정 배향이 흐트러지는 문제에 대해서 설명한다.
도16a 및 도16b는 액정 라이트 밸브의 단면도이고, 액정 라이트 밸브 각각의 액정층에 면하는 글래스 기판(130)에는 투명전극(138)이, 액티브 매트릭스 기판(132)의 액정층에 면하는 측에는 반사 전극(137)이 형성되어 있다. 또, 투명전극(138)에는 공통 전압(Vcom)이 인가되어 있다. 도16a에서는 인접하는 반사 전극(137)(화소에 상당)에 동등한 전압(V1)이, 도16b에는 인접하는 반사 전극(137)사이에 상이한 전압(일측에 V1, 타측에 V2, V1＞V2)이 인가되고 있는 경우를 나타내고 있다. 또한, 도16a, 16b의 각각에 있어서 등전위선(160)을 나타낸다.
도16a에 있어서는 인접화소간의 횡전계(종방향의 등전위선)가 거의 없는데 비하여, 도16b에 있어서는 인접화소간에 있어서 횡전계가 발생한다. 따라서, 도16a에서는 액정층(131)에 있어서의 액정 분자(150)의 기울기 방향이 대략 일정한데 비하여, 도16b에서는 인접 반사 전극간에 있어서의 액정 분자(150)가 기우는 방향이 다른 영역과 비교했을 때

반전하고 마는 영역이 생긴다. 이와 같은 영역은 액정의 응답이 매우 늦어서 표시에 악영향을 미치게 된다. 이 문제를 방지하기 위해서는 기판 계면에서의 액정 분자의 기울기 각도를 적절히 제어할 필요가 있다.

도17에 기판(151) 계면에 있어서의 액정 분자(150)의 배향의 모식도를 나타낸다. 여기서는 기판계면에서의 액정 분자의 기울기 각도, 즉 기판(151)의 연직 방향과 액정 분자(150)의 장축방향이 이루는 각도를 θ_t로 정의한다. 액정 분자가 기우는 방향의 반전을 방지하는, 즉 횡전계로의 내성을 유지하기 위해서는 θ_t는 4도에서 6도가 바람직하다. 그러나, θ_t를 크게 하면 흑(암)표시시의 반사율이 증가하고, 콘트라스트비가 저하하고 마는 문제가 생긴다. 즉, 인접 반사 전극간의 횡전계로의 내성과 콘트라스트비가 트레이드 오프의 관계가 되고 있다. 도18a, 18b에 θ_t를 2도, 4도, 6도로 했을 때의 인가전압-반사율 특성을 나타낸다. 도18a는 리니어 플롯이고, 도18a는 동일한 도면의 대수 플롯이다. 동일 도면에 있어서, θ_t가 증가해도 백(명) 표시시(약 3.5V 부근)의 반사율은 동일한 정도인데 비하여, 흑(암) 표시시(약 0V 부근)의 반사율은 증가 경향을 나타내고 있다. 콘트라스트비는 백(명)표시시의 반사율을 흑(암) 표시시의 반사율로 나눈 값으로 주어지기 때문 에 도18a, 18b로부터는 θ_t의 증가에 대하여 콘트라스트비가 저하하는 양상을 알 수 있다.

도19a 및 19b는 위상차판(104)의 각도에 대한 흑(암)표시시의 반사 스펙트럼을 나타낸 도면이다. 도19a는 θ_p가 0도 근방인 경우의 반사 스펙트럼을, 도19b는 θ_p가 90도 근방인 경우의 반사 스펙트럼을 각각 나타내고 있다.

도19a는, 위상차판 각도(124b)인 θ_p를 0도보다 점점 작게하면 반사율이 작아지는 양상을 나타내고 있다. 특히 가시영역의 중심이고, 콘트라스트에 크게 관계하는 파장 0.55 ㎛ 근방에 착안하면, θ_p가 −1도에서 −1.5도 사이에서 반사율이 최소가 되고, 더욱 θ_p를 작게 하면 반대로 반사율이 커지는 것을 알 수 있다. 따라서, 위상차판 각도(124a)는 0도보다 작고 −10도 이상일 필요가 있다고 할 수 있다. 또, 도19b에 나타낸 바와 같이, θ_p=90도인 경우에 비해 θ_p를 점점 크게 하면 반사율이 작아지는 양상을 알 수 있다. 또, 여기서도 파장 0.55 ㎛ 근방에 착안하면 θ_p가 91도에서 91.5도 사이의 반사율이 최소가 되고, 또한 θ_p를 크게 하면 반대로 반사율이 커지는 것을 알 수 있다. 따라서, 위상차판 각도(124a)는 90도보다 크고 100도 이하일 필요가 있다고 할 수 있다. 따라서, 바꿔 말하면, 실시예3의 특징은 절대 위상차판 각도(124b)가 적어도 0도보다 크고 10도 이하인 것이다.

도20a, 도20b는 위상차판(104)의 각도에 대한 백(명)표시시의 반사 스펙트럼 을 나타낸다. 도20a, 도20b는, 위상차판 각도(124a)인 θ_p를 0도에서 −2도, 또는 90도에서 92도로 해도 반사 스펙트럼에는 큰 변화가 없고, 콘트라스트비에 있어서의 허용 범위내인 것을 알 수 있다.

따라서, 위상차판 각도(124a)인 θ_p를 −1도에서 −1.5도, 또는 91도에서 91.5도로 하므로써 콘트라스트비가 대폭적으로 향상한다. 바꿔 말하면, 절대 위상차판 각도(124b)를 1도에서 1.5도로 하므로써 콘트라스트비가 대폭적으로 향상된다.

(실시예4)

실시예1의 액정 라이트 밸브를 사용한 액정 프로젝터의 실시예에 대해서 도21을 이용하여 설명한다. 실시예4의 액정 프로젝터는 백색 광원(301)과, 편광 빔 스플리터(102)와, 다이크로익 미러(302, 303)와 실시예1의 액정 라이트 밸브(109R, 109G, 109B)와, 위상차판(104R, 104G, 104B), 투사렌즈(304) 등을 갖추고 구성된다.

백색 광원(301)에서 출사한 광은 우선 편광 빔 스플리터(102)에 입사한다. 그리고, 편광 빔 스플리터(102)에서는 지면에 수직인 편광 성분의 광만이 반사한다. 반사한 광은 다이크로익 미러(302 및 303)에서 적색, 청색, 녹색의 삼원색광으로 분리된 후 각각의 액정 라이트 밸브(109R, 109G, 109B)에 입사한다. 각 액정 라이트 밸브에 입사한 광은 각각의 액정층에 의해 위상 변조를 받고 화소전극에 의해 반사되어 다시 다이크로익 미러(302 및 303)에 의해 색합성된다. 그 후, 지면 에 평행하게 편광 성분만이 편광 빔 스플리터(102)를 투과하고, 투사렌즈(304)를 통하여 스크린(도21에서는 도시하지 않음)으로 투사된다.

여기서는 실시예1의 액정 표시 소자를 사용하고 있기 때문에 콘트라스트비가 높고 또한 액정의 응답시간이 짧은 액정 프로젝터, 구체적으로 말하면 동화상 표시를 매우 매끄럽게 행할 수 있는 액정 프로젝터를 실현할 수 있다.

또, 각 색마다 위상차판(104R, 104G, 104B)의 위상차판 각도(124a)는 색마다 최적화하는 것이 바람직한 것은 말할 것도 없다. 덧붙여 말하면, 도5에서 도14까지로부터 알 수 있듯이 위상차판(104)의 절대 위상차판 각도(124b)는 어느 색에 있어서도 0도보다 크고 또한 크더라도 10도 이하가 바람직하다

실시예4에서는 편광 빔 스플리터(102)와 위상차판(104) 사이에 다이크로익 미러(302, 303)를 설치했는데, 다이크로익 미러 대신에 프리즘으로 구성해도 된다. 왜냐하면, 편광소자인 편광 빔 스플리터와 액정 라이트 밸브 사이에 배치한 위상차판의 광학축의 각도인 위상차판 각도와 편광 빔 스플리터의 편광축을 어긋나게 배치하는 것이 본 발명의 본질이기 때문이다.

또, 동일한 이유로 인해 실시예4에 있어서는 편광 빔 스플리터(102)와 위상차판(104) 사이에 다이크로익 미러(302, 303)를 설치했는데, 백색 광원(301)으로부터의 광(101)을 다이크로익 미러 등에 의해 미리 삼원색으로 분리한 후에 편광 빔 스플리터에 입사하는 구성으로 해도 된다. 이 경우에는 삼원색의 각 색마다 편광 빔 스플리터가 필요하다.

혹은 또 동일한 이유로 이해, 기타 에스 · 아이 · 디2000 다이제스트, p.92에 기재되어 있는 바와 같은 색편광 필터와 편광 빔 스플리터를 조합한 광학계에 있어서도 본 발명은 유효하다.

또한, 실시예4에서는 실시예1에 있어서 설명한 액정 라이트 밸브를 사용하고 있는데, 물론 실시예2, 3에 있어서 설명한 액정 라이트 밸브를 사용하는 것도 가능한 것은 말할 것도 없다.

발명의 효과

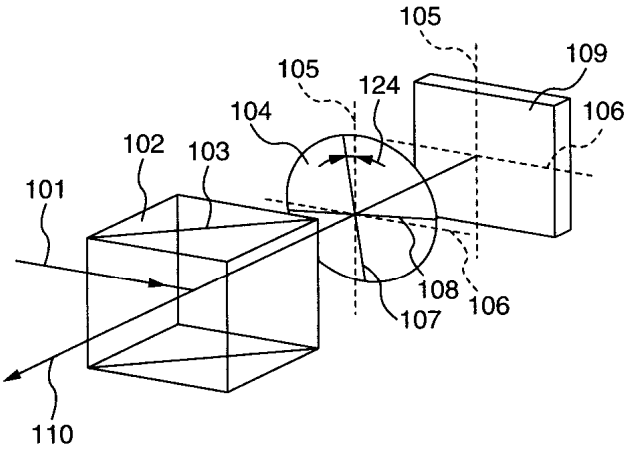
본 발명에 따라, 고속 응답이 가능하며 콘트라스트비가 높은 액정 표시 장치를 제공할 수 있다.

(57) 청구의 범위

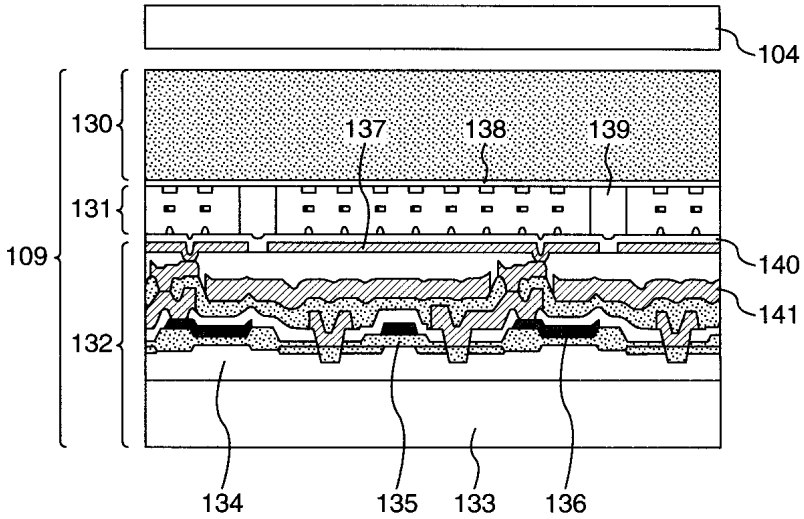
청구항 1.
삭제
청구항 2.
삭제
청구항 3.
삭제
청구항 4.
(a) 한 쌍의 기판과, 상기 한 쌍의 기판 중 어느 일측에 형성되는 투명 전극과, 상기 한 쌍의 기판의 다른 일측에 형성된 반사전극과, 상기 한 쌍의 기판에 협지되는 액정층을 갖춘 액정 라이트 밸브와, 위상차판을 갖춘 액정 표시 소자와, (b) 광원과, (c) 편광 광학 소자를 가지는 액정 표시 장치에 있어서,
상기 액정 라이트 밸브와 상기 광원과의 사이에 상기 위상차판과 상기 편광 광학 소자가 배치되고, 상기 위상차판의 광학축과 상기 편광 광학 소자의 편광축이 어긋나서 배치되고,
상기 액정층은 트위스트 네마틱 배향의 액정층이고,
상기 액정 표시 소자에 있어서의 상기 액정층의 트위스트 각도가 50도에서 90도의 범위내이고, 상기 위상차판의 광학축과 상기 편광 광학 소자의 편광축이 이루는 각도의 절대치가 0도보다 크고 10도 이하인 것을 특징으로 하는 액정 표시 장치.
청구항 5.
(a) 한 쌍의 기판과, 상기 한 쌍의 기판 중 어느 일측에 형성되는 투명 전극과, 상기 한 쌍의 기판의 다른 일측에 형성된 반사전극과, 상기 한 쌍의 기판에 협지되는 액정층을 갖춘 액정 라이트 밸브와, 위상차판을 갖춘 액정 표시 소자와, (b) 광원과, (c) 편광 광학 소자를 가지는 액정 표시 장치에 있어서,
상기 액정 라이트 밸브와 상기 광원과의 사이에 상기 위상차판과 상기 편광 광학 소자가 배치되고, 상기 위상차판의 광학축과 상기 편광 광학 소자의 편광축이 어긋나서 배치되고,
상기 액정층은 트위스트 네마틱 배향의 액정층이고,
상기 액정 표시 소자에 있어서의 상기 액정층의 트위스트 각도가 50도에서 90도의 범위내이고, 상기 위상차판의 광학축과 상기 편광 광학 소자의 편광축이 이루는 각도의 절대치가 90도보다 작고 80도 이상인 것을 특징으로 하는 액정 표시 장치.
청구항 6.
제4항에 있어서, 상기 액정 표시 소자에 있어서의 상기 위상차판의 리터데이션이, 100nm에서 175nm의 범위내인 것을 특징으로 하는 액정 표시 장치.
청구항 7.
제4항에 있어서, 상기 위상차판의 리터데이션은 상기 위상차판으로의 입사광 파장의 대략 4분의 1인 것을 특징으로 하는 액정 표시 장치.
청구항 8.
제5항에 있어서, 상기 액정 표시 소자에 있어서의 상기 위상차판의 리터데이션이, 100nm에서 175nm의 범위내인 것을 특징으로 하는 액정 표시 장치.
청구항 9.
제5항에 있어서, 상기 위상차판의 리터데이션은 상기 위상차판으로의 입사광 파장의 대략 4분의 1인 것을 특징으로 하는 액정 표시 장치.

도면

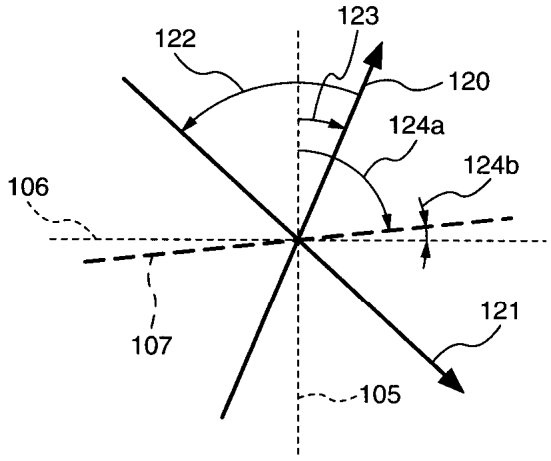
도면1


105
109
105
124
104
106
102
103
101
108
106
107
110

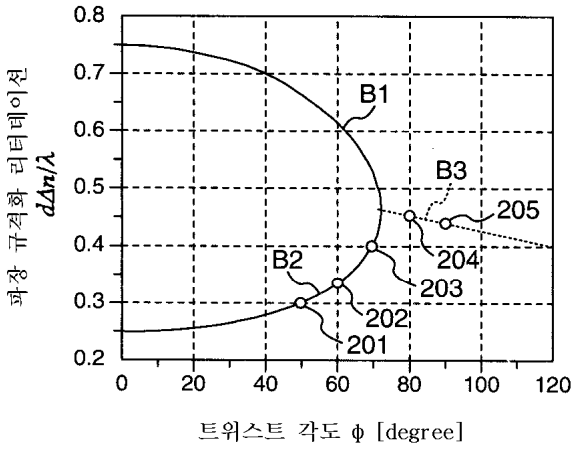
도면2


104
130
137
138
139
131
109
140
141
132
134
135
133
136

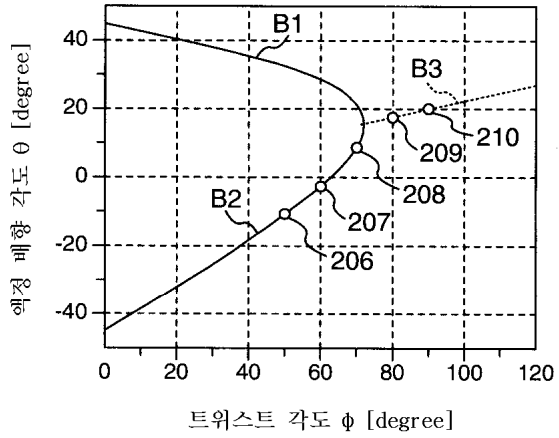
도면3


123
122
120
124a
124b
106
107
121
105

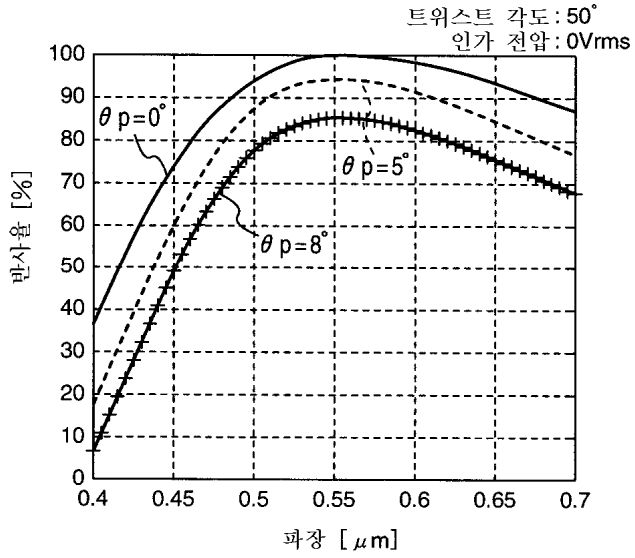
도면4a



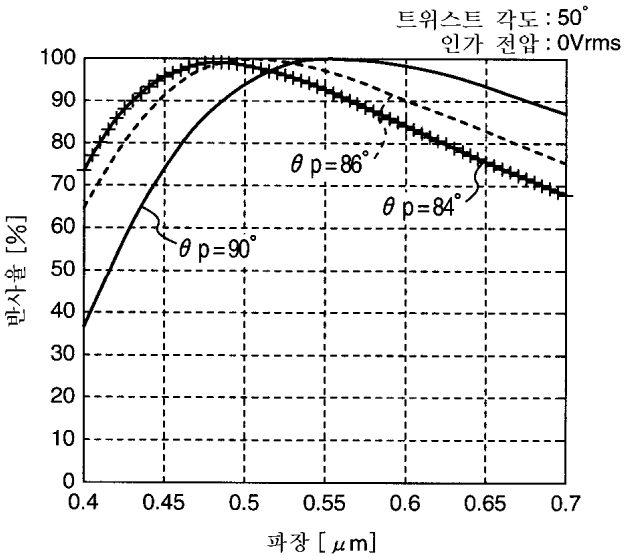
도면4b



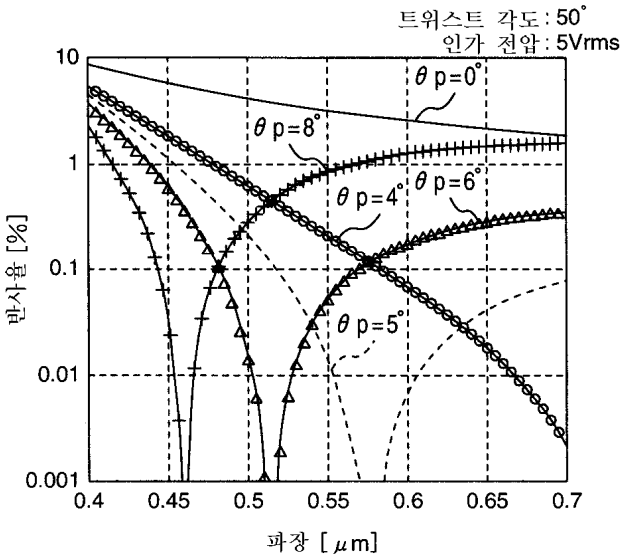
도면5a



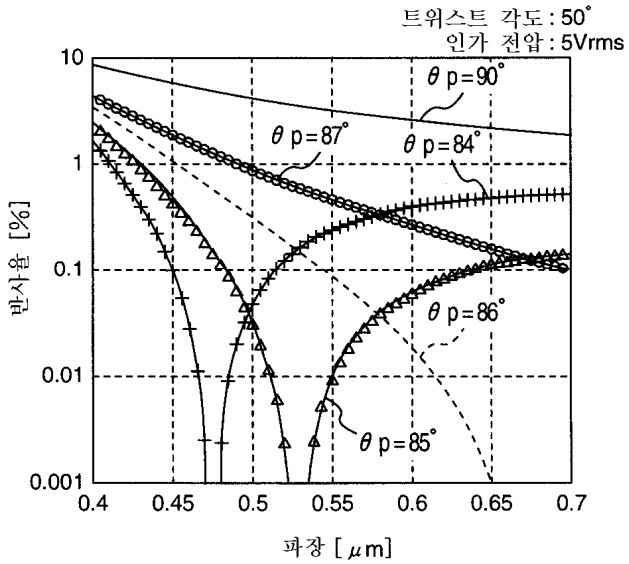
도면5b


트위스트 각도 : 50°
인가 전압 : 0Vrms
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
θ p=86°
θ p=84°
θ p=90°
반사율 [%]
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
파장 [μm]

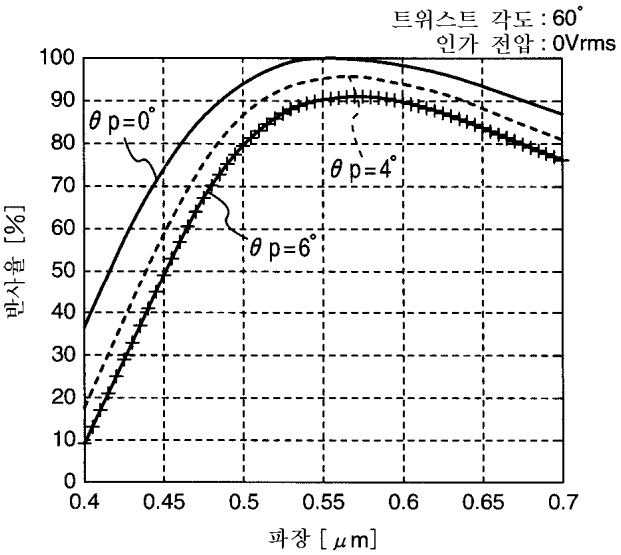
도면6a


트위스트 각도 : 50°
인가 전압 : 5Vrms
10
1
0.1
0.01
0.001
θ p=0°
θ p=8°
θ p=4°
θ p=6°
θ p=5°
반사율 [%]
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
파장 [μm]

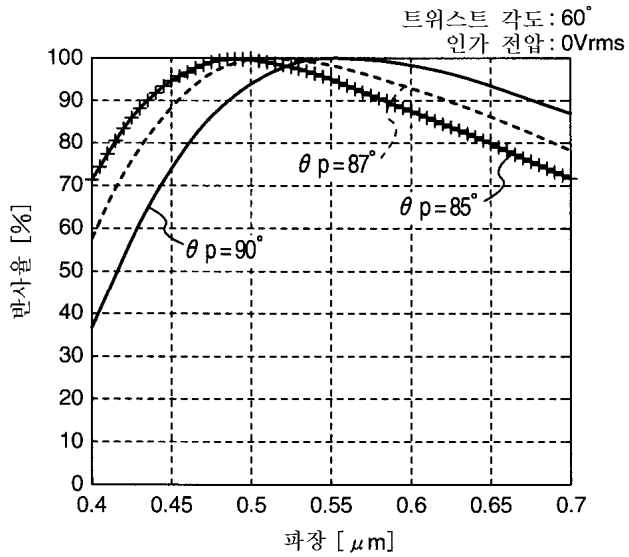
도면6b


트위스트 각도 : 50°
인가 전압 : 5Vrms
θ p=90°
θ p=87°
θ p=84°
θ p=86°
θ p=85°
반사율 [%]
10
1
0.1
0.01
0.001
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
파장 [μm]

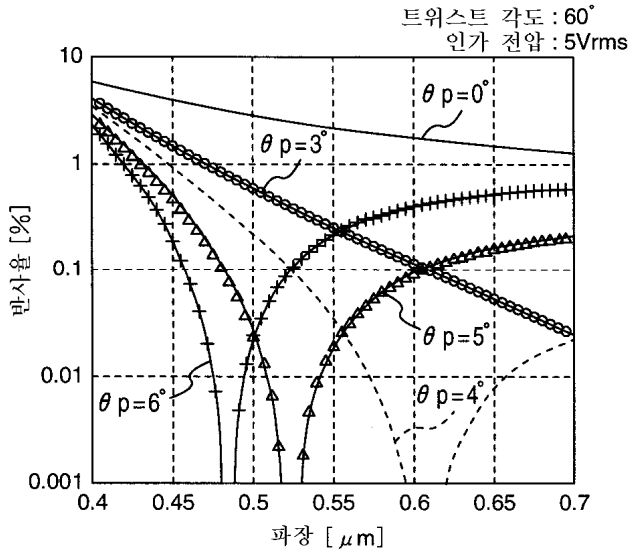
도면7a


트위스트 각도 : 60°
인가 전압 : 0Vrms
θ p=0°
θ p=4°
θ p=6°
반사율 [%]
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
파장 [μm]

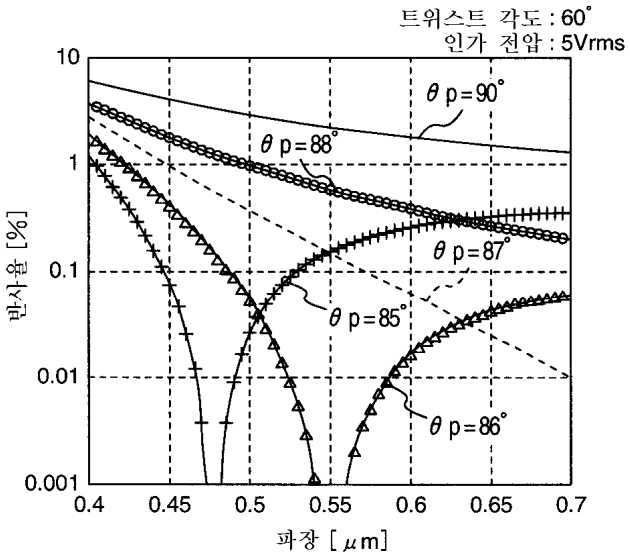
도면7b


트위스트 각도 : 60°
인가 전압 : 0Vrms
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
반사율 [%]
θ p=87°
θ p=85°
θ p=90°
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
파장 [μm]

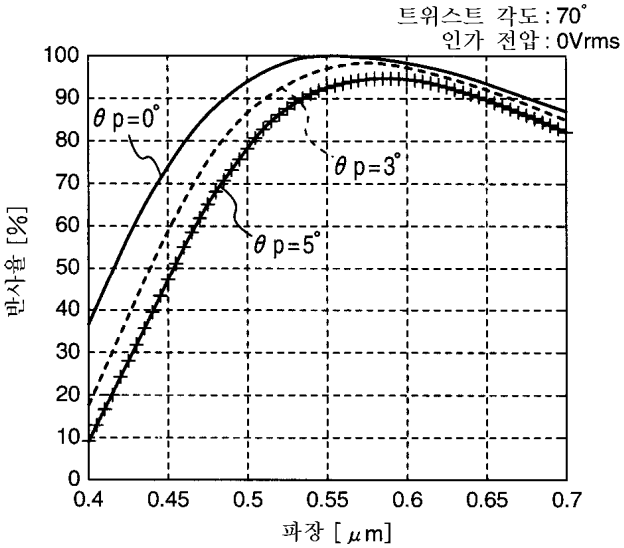
도면8a


트위스트 각도 : 60°
인가 전압 : 5Vrms
10
1
0.1
0.01
0.001
반사율 [%]
θ p=0°
θ p=3°
θ p=5°
θ p=4°
θ p=6°
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
파장 [μm]

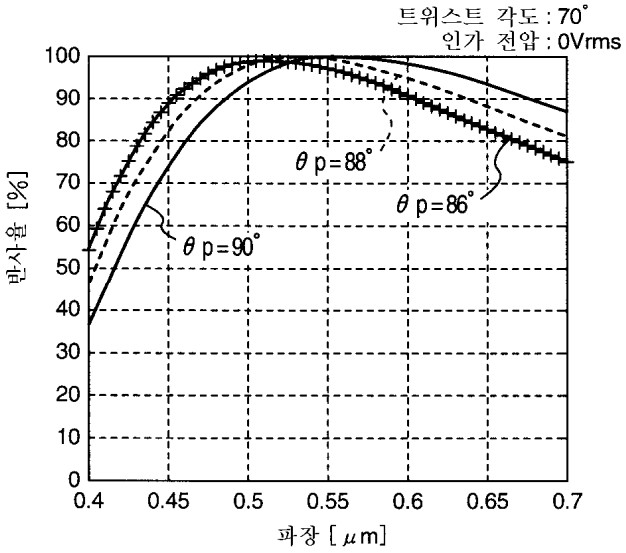
도면8b


트위스트 각도 : 60°
인가 전압 : 5Vrms
θ p=90°
θ p=88°
θ p=87°
θ p=85°
θ p=86°
반사율 [%]
10
1
0.1
0.01
0.001
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
파장 [μm]

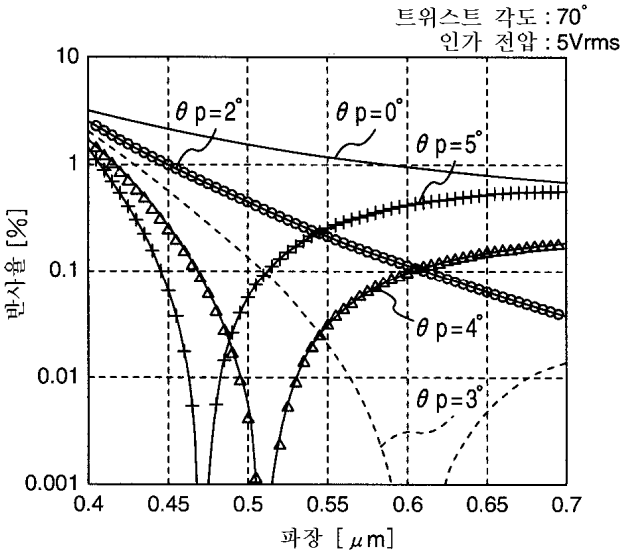
도면9a


트위스트 각도 : 70°
인가 전압 : 0Vrms
θ p=0°
θ p=3°
θ p=5°
반사율 [%]
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
파장 [μm]

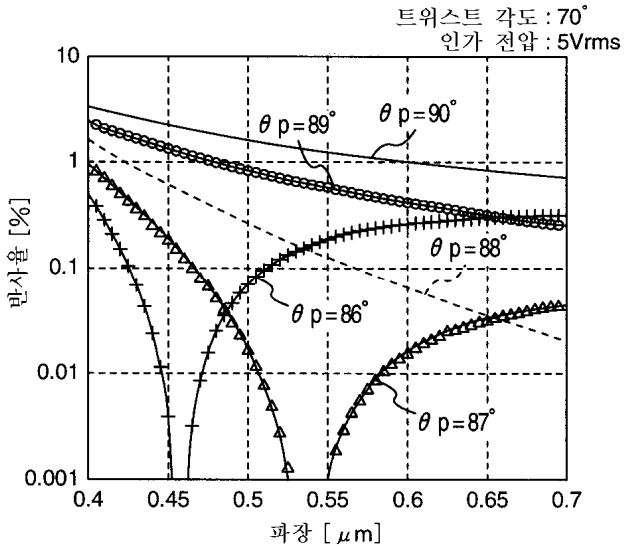
도면9b


트위스트 각도 : 70°
인가 전압 : 0Vrms
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
반사율 [%]
θ p=88°
θ p=86°
θ p=90°
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
파장 [μm]

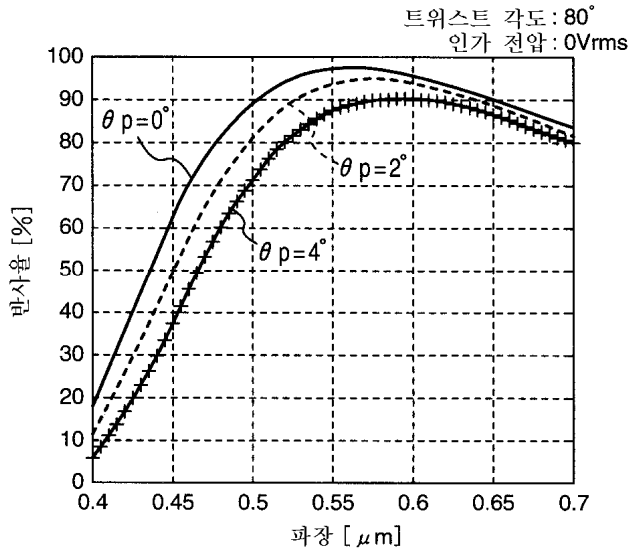
도면10a


트위스트 각도 : 70°
인가 전압 : 5Vrms
10
1
0.1
0.01
0.001
반사율 [%]
θ p=2°
θ p=0°
θ p=5°
θ p=4°
θ p=3°
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
파장 [μm]

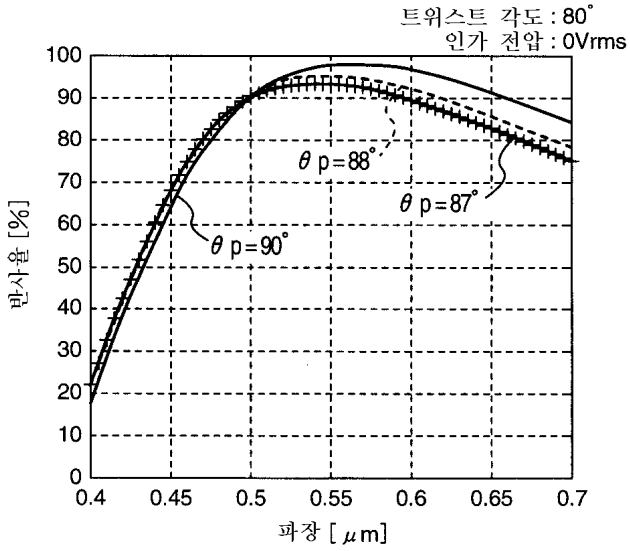
도면10b


트위스트 각도 : 70°
인가 전압 : 5Vrms
10
1
0.1
0.01
0.001
반사율 [%]
θ p=89°
θ p=90°
θ p=88°
θ p=86°
θ p=87°
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
파장 [μm]

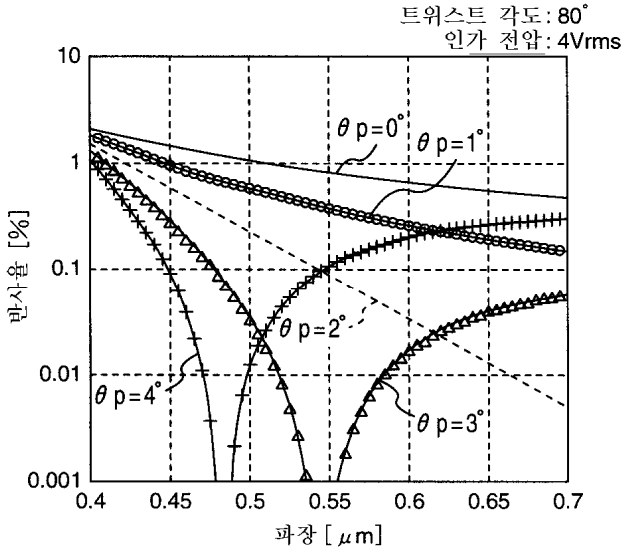
도면11a


트위스트 각도 : 80°
인가 전압 : 0Vrms
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
반사율 [%]
θ p=0°
θ p=2°
θ p=4°
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
파장 [μm]

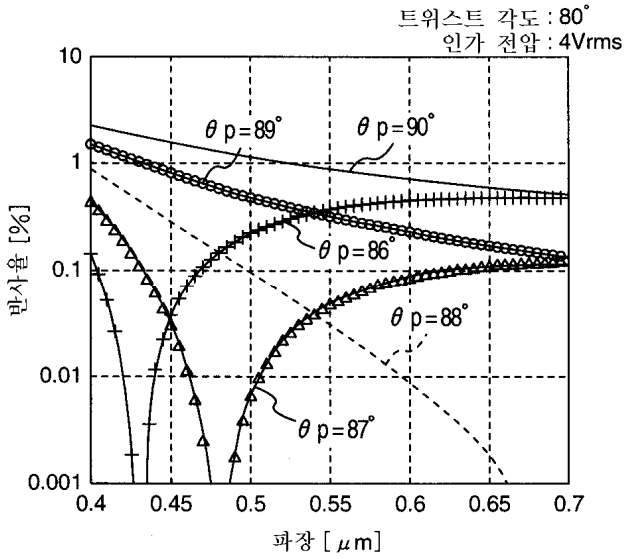
도면11b


트위스트 각도 : 80°
인가 전압 : 0Vrms
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
반사율 [%]
θ p=88°
θ p=87°
θ p=90°
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
파장 [μm]

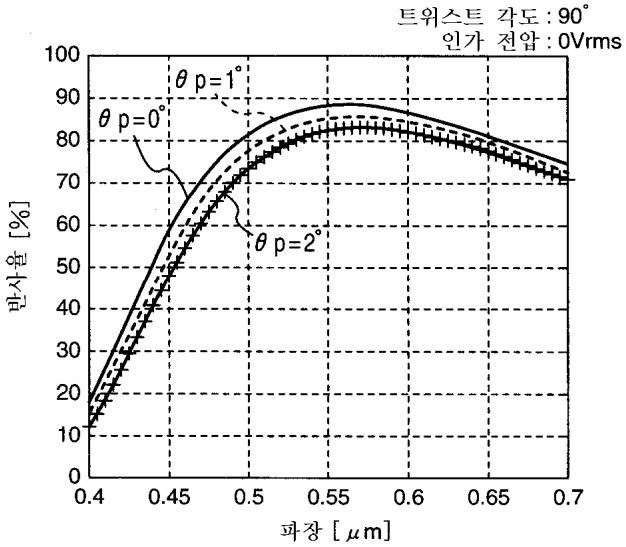
도면12a


트위스트 각도 : 80°
인가 전압 : 4Vrms
10
1
0.1
0.01
0.001
반사율 [%]
θ p=0°
θ p=1°
θ p=2°
θ p=4°
θ p=3°
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
파장 [μm]

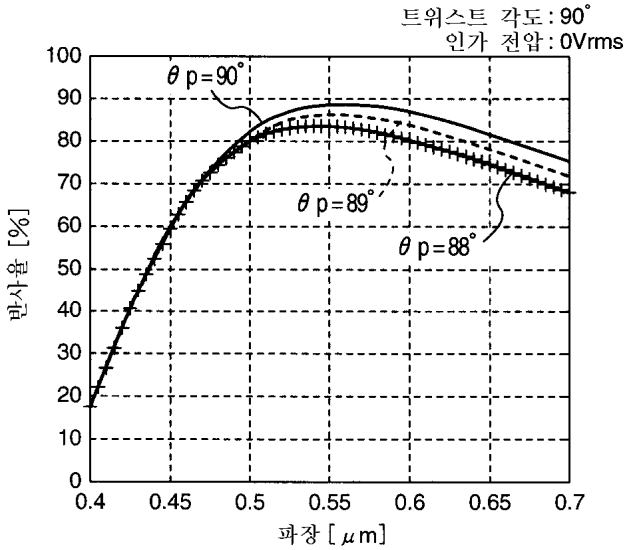
도면12b


트위스트 각도 : 80°
인가 전압 : 4Vrms
θ p=89°
θ p=90°
θ p=86°
θ p=88°
θ p=87°
반사율 [%]
10
1
0.1
0.01
0.001
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
파장 [μm]

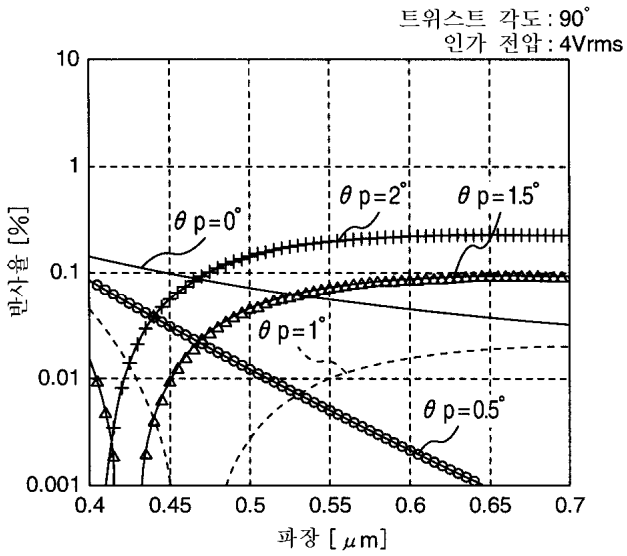
도면13a


트위스트 각도 : 90°
인가 전압 : 0Vrms
θ p=1°
θ p=0°
θ p=2°
반사율 [%]
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
파장 [μm]

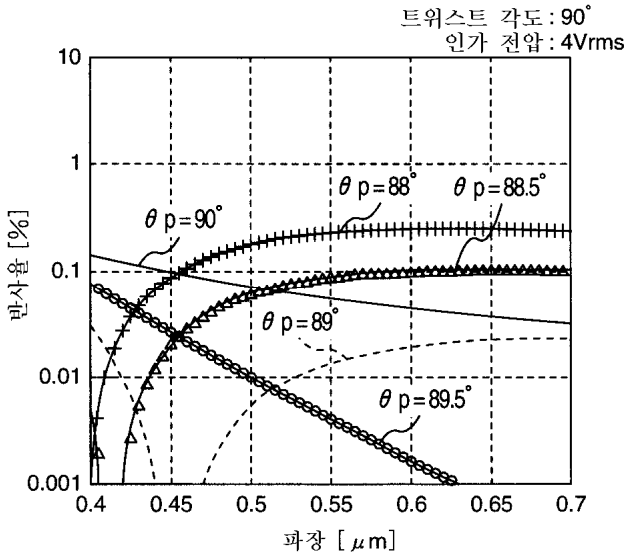
도면13b


트위스트 각도 : 90°
인가 전압 : 0Vrms
θ p=90°
θ p=89°
θ p=88°
반사율 [%]
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
파장 [μm]

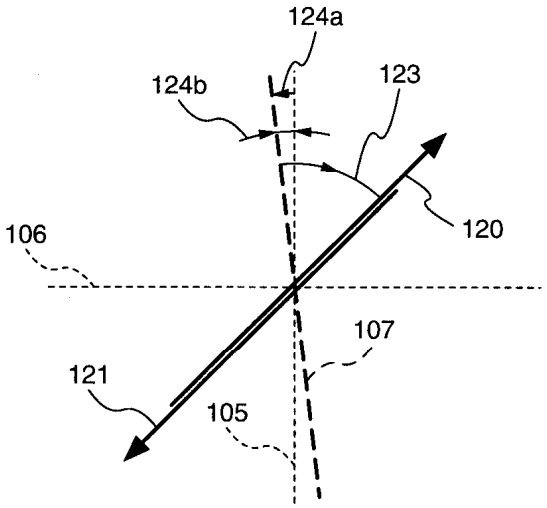
도면14a


트위스트 각도 : 90°
인가 전압 : 4Vrms
θ p=0°
θ p=2°
θ p=1.5°
θ p=1°
θ p=0.5°
반사율 [%]
10
1
0.1
0.01
0.001
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
파장 [μm]

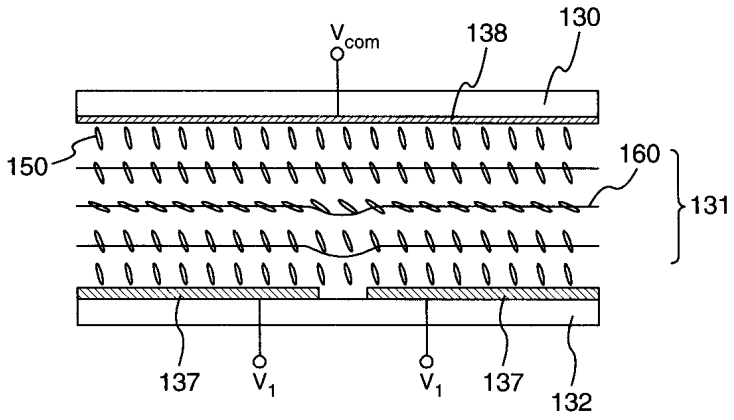
도면14b



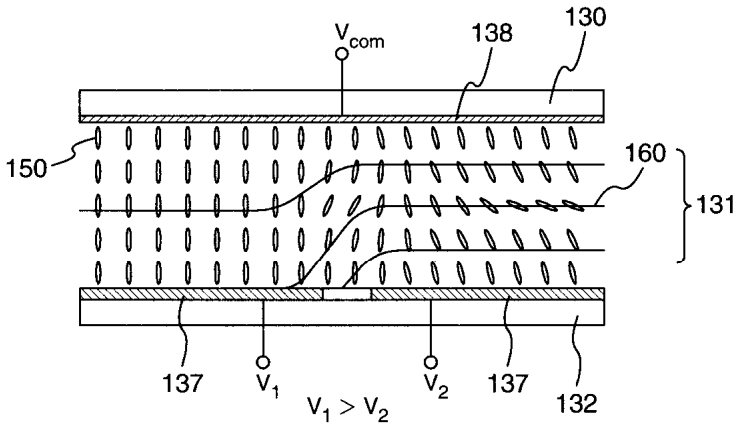
도면15



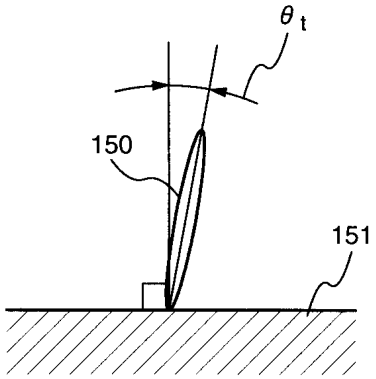
도면16a



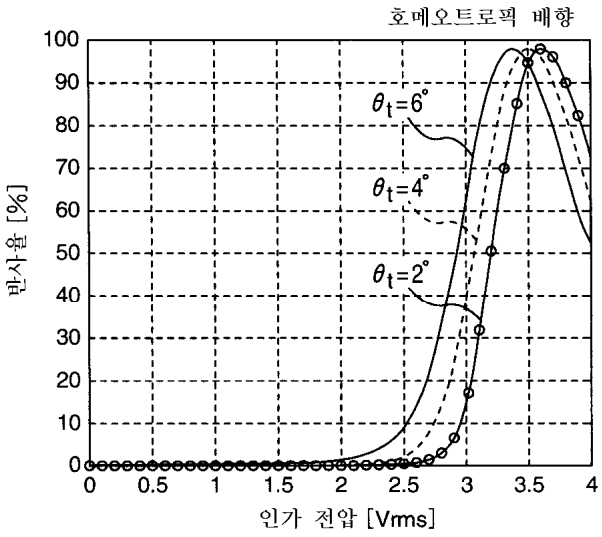
도면16b



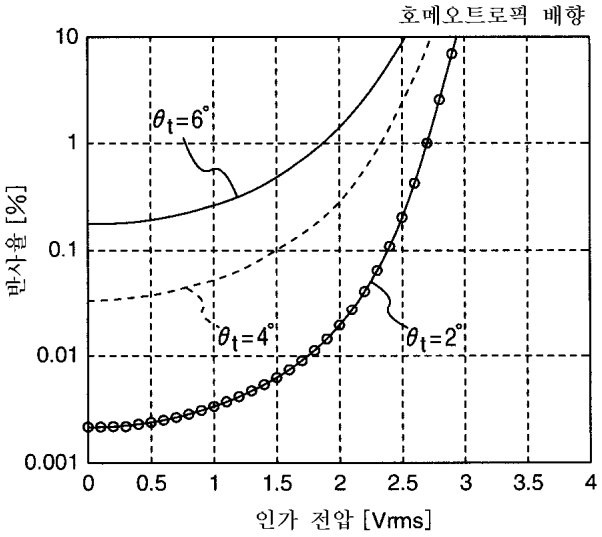
도면17



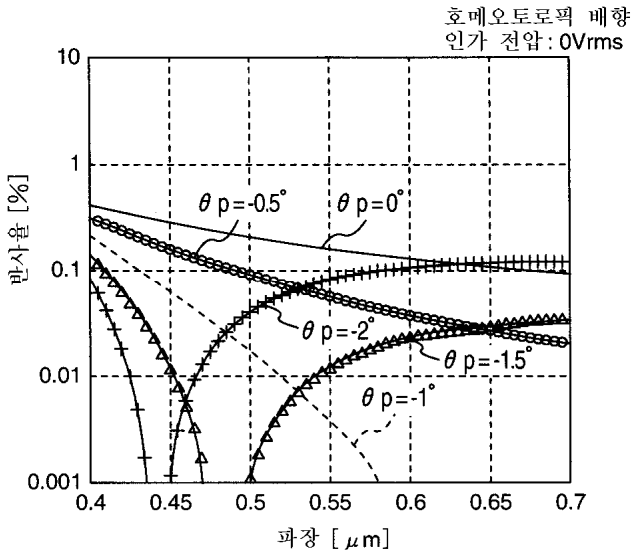
도면18a



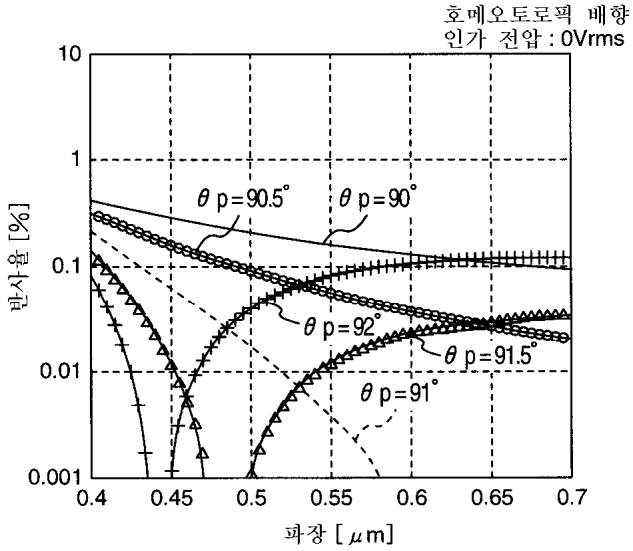
도면18b


호메오트로픽 배향
10
1
0.1
0.01
0.001
반사율 [%]
θt=6°
θt=4°
θt=2°
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
인가 전압 [Vrms]

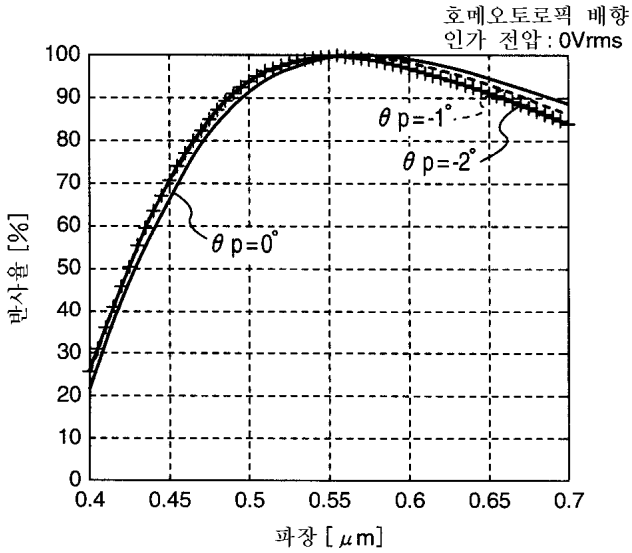
도면19a


호메오토로픽 배향
인가 전압 : 0Vrms
10
1
0.1
0.01
0.001
반사율 [%]
θ p=-0.5°
θ p=0°
θ p=-2°
θ p=-1.5°
θ p=-1°
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
파장 [μm]

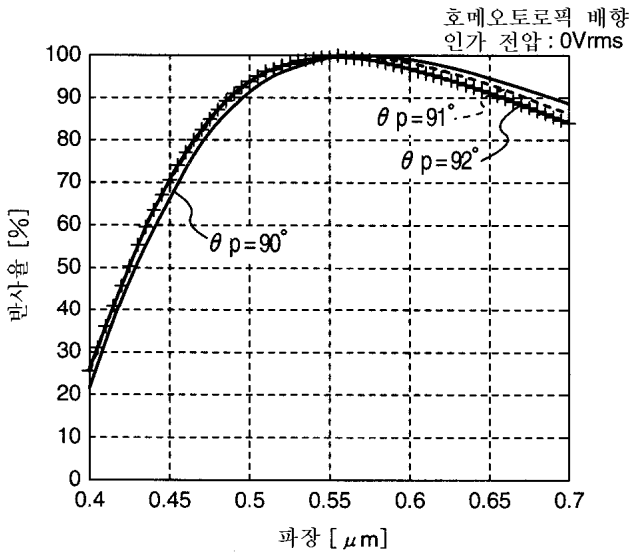
도면19b


호메오토로픽 배향
인가 전압 : 0Vrms
10
1
0.1
0.01
0.001
반사율 [%]
θ p=90.5°
θ p=90°
θ p=92°
θ p=91.5°
θ p=91°
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
파장 [μm]

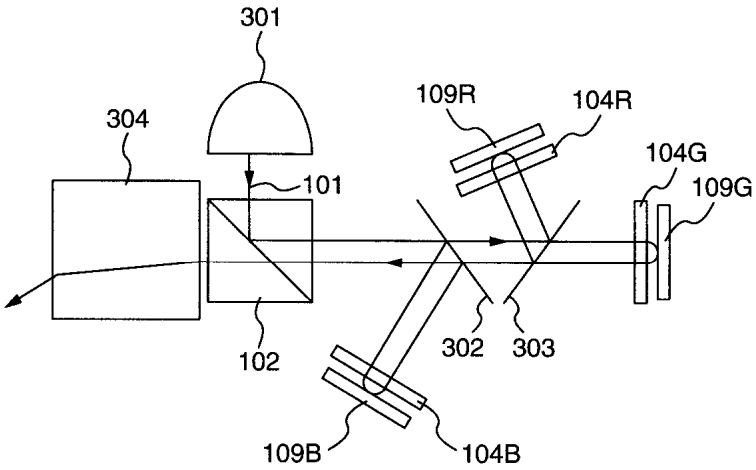
도면20a


호메오토로픽 배향
인가 전압 : 0Vrms
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
반사율 [%]
θ p=-1°
θ p=-2°
θ p=0°
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
파장 [μm]

도면20b


호메오토로픽 배향
인가 전압 : 0Vrms
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
반사율 [%]
파장 [μm]
θ p=91°
θ p=92°
θ p=90°

도면21


301
304
101
109R
104R
104G
109G
102
302
303
109B
104B