

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁷
G02B 5/30

(45) 공고일자 2005년10월11일
(11) 등록번호 10-0519883
(24) 등록일자 2005년09월30일

(21) 출원번호	10-2000-7004064	(65) 공개번호	10-2001-0031156
(22) 출원일자	2000년04월15일	(43) 공개일자	2001년04월16일
번역문 제출일자	2000년04월15일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1998/003354	(87) 국제공개번호	WO 1999/21034
국제출원일자	1998년02월20일	국제공개일자	1999년04월29일

(81) 지정국

국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바르바도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 일본, 케냐, 키르기스스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크멘, 터키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 가나, 인도네시아, 시에라리온, 세르비아 앤 몬테네그로, 짐바브웨, 감비아, 기니 비사우,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 가나, 짐바브웨, 감비아,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기스스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스,

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고,

(30) 우선권주장 08/953,128 1997년10월17일 미국(US)

(73) 특허권자 미네소타 마이닝 앤드 매뉴팩처링 캄파니
미합중국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오. 박스 33427 3층 센터

(72) 발명자 사후아니핫산
미국미네소타55133-3427세인트폴포스트오피스박스33427

다모다란선다라벨
미국미네소타55133-3427세인트폴포스트오피스박스33427

보이드게리티
미국미네소타55133-3427세인트폴포스트오피스박스33427

쿠마르라메쉬

미국미네소타55133-3427세인트폴포스트오피스박스33427

(74) 대리인 나영환
 김성기

심사관 : 정소연

(54) 광각의 광학적 지연제

요약

본 발명은 아크릴로니트릴계 지연제에 관한 것인데, 이 지연제에서는 입사각이 넓은 범위에 걸쳐 변동함에 따라 비교적 균일한 성능이 얻어진다. 인성 부여 재료는 아크릴로니트릴계 중합체와 혼합하여 지연제의 처리를 촉진시키고, 광학적 성능의 손상 없이 지연제의 기계적 성능을 개선시킬 수 있다. 비교적 균일한 광각을 제공하는 고무 개질된 아크릴로니트릴계 지연제는 통상의 처리 기법을 사용하여 제조할 수 있다. 그러한 지연제는 비교적 광범위한 입사각을 사용하는 다수의 특정 용도에 특히 적합하다.

대표도

도 1a

명세서

기술분야

본 발명은 일반적으로는 광학적 지연제에 관한 것이고, 보다 구체적으로는 광범위한 입사각에 걸쳐 작동 가능한 광학적 지연제에 관한 것이다.

배경기술

광학적 지연제(optical retarder)는 일반적으로 지연제를 통과하는 편광의 상대적인 위상을 변화시키는 어떤 방식으로 사용된다. 광학적 지연제는 특히 편광에 대한 제어가 요구되는 분야에서 사용하기에 적합하다. 편광이란 일반적으로 전기장(또는 자기장) 벡터 진동을 단일 편으로 제한시키는 작용을 말한다. 전자기 복사의 편광 방향은 일반적으로 전기장 벡터가 전후로 진동하는 방향으로 간주된다. 편광 벡터는 광관내 빔(beam)의 방향에 직교한다.

편광은 다수의 상이한 형태를 가질 수 있다. 광의 빔이 주어진 지점에서 단 하나의 방향으로 진동하는 경우에 빔이 선형으로(또는 편상으로) 편광된다고 말한다. 진동 방향이 편광의 방향이다. 광의 빔이 위상이 90°로 변화하는 두 개의 직교 편광 방향을 가지면, 빔은 타원형으로 또는 원형으로 편광된다고 말한다. 원형 편광은 두 진동의 크기가 동일한 경우(즉, 전기장 벡터의 끝이 원으로 움직임)에 일어난다. 타원형 편광은 그 크기가 동일하지 않은 경우(즉 전기장 벡터의 끝이 타원으로 움직임)에 일어난다. 대조적으로, 비편광에 대한 직교 진동은 불규칙적으로 변동하는 위상차에도 평균적으로 동일하다.

선형 편광은 전기장이 단일 편에서 진동하는 것들을 제외하고는 비편광 빔으로부터 모든 파동을 제거함으로써 얻을 수 있다. 광학적 지연제를 사용하여 예컨대, 선형 편광을 원형 또는 타원형 편광으로 전환시킬 수 있다. 편광의 제어에 사용할 때, 지연제는 통상 1/4파 지연 및 1/2파 지연을 유도하도록 제조된다. 일반적으로, 그러한 지연제를 사용하여 편광의 두 선형 성분 사이에 목적하는 상대 위상 지체를 산출한다.

광학적 지연제의 한 가지 통상적인 용도는 계내 기타 광학 부재의 기계적 또는 광학적 변위에 의해 도입된 편광의 두 성분들 사이의 위상차를 보정하기 위해 입사광의 위상 지체를 도입하는 데 사용되는 보상체이다. 액정 디스플레이(LCD)에서, 예컨대, 액정 셀의 복굴절은 선형 편광이 약간 타원형으로 되게 할 수 있다. 지연제는 타원형 편광을 다시 선형 편광으로 전환시키는 데 사용한다. 보상성 지연제는 광로에 배치하고, 액정의 복굴절에 의해 도입된 구체적인 위상차에 맞춘다.

통상적인 광학적 지연제는 복굴절성 물질로 구성된다. 복굴절성 물질은 지연제의 두 개의 직교하는 동일면 축을 따라 신속한 경로 및 느린 경로를 형성한다. 복굴절성 지연제의 축이 입사광의 편광 방향에 대해 45°로 배열되는 경우, 두 편광 부재 사이의 위상차를 도입하거나 보상하는 데 지연제를 사용할 수 있다. 복굴절성 지연제의 신속한 경로 및 느린 경로로 인해 지연제의 동일면 축을 따라 편광되는 광은 상이한 굴절률을 나타내게 된다. 두 동일면 축 사이의 굴절률 차를 증가시킴으로써 및/또는 지연제의 두께를 증가시킴으로써 두 편광축 사이의 지연거리차를 크게 할 수 있다. 따라서, 지연제내 복굴절성 물질의 두께 및 굴절률을 제어함으로써, 지연제의 광학적 성질을 제어할 수 있다.

지연제의 동일면 축을 따라 편광되는 광에 대한 굴절률 외에도, 두께 방향으로 편광되는 광에 대한 굴절률은 주어진 용도에서 지연제의 성능에 영향을 끼칠 수 있다. LCD 디스플레이 기술에 사용되는 보상제는 예컨대, 비교적 큰 각도 범위에 걸쳐 보상제상에 입사하는 광의 비교적 균일한 지연을 제공하여야 한다. LCD 디스플레이에 대한 확대된 조망 각도는 두께 방향으로 편광되는 광에 대한 굴절률을 제어하는 지연 필름을 이용함으로써 얻을 수 있다는 것이 제안되어 있다.

균일한 광각 성능을 갖는 지연제를 생산하기 위한 현재의 시도는 제조 비용이 비싸고, 제조가 어려운 것으로 입증되었으며, 균일한 광각의 광학적 성질을 얻는 데 있어 한정된 범위에서만 성공하였다. 균일한 광각 성능을 얻기 위한 시도는 다양하며, 예컨대, 연신시에 연신 방향에 수직인 방향으로 수축시키는 방법, 연신에 의해 전기장하에서 용융된 중합체 또는 중합체 용액으로부터 생성된 원필름(raw film)의 복굴절을 제어하는 방법, 통상의 위상 지연제상에 전기장하에서 생성된 필름을 적층시키는 방법 등을 들 수 있다. 그러한 방법은 통상 매우 복잡하고 비용이 많이 들며, 제한적으로만 성공할 수 있다. 지연제의 복굴절성 부분의 형성에 사용되는 방법 및 재료가 더 복잡해짐에 따라, 그러한 재료를 지연제내로 도입하는 것은 더욱 어려워진다.

발명의 상세한 설명

발명의 요약

일반적으로, 본 발명은 광학적 지연제에 관한 것이다. 일 양태로, 광학적 지연제는 지연제의 판에 대해 법선인 각도로부터 최대 각도 약 30°이상까지 변동하는 광범위한 입사각에 걸쳐 지연제상에 입사하는 광을 균일하게 지연시키는 것이 제공된다. 광학적 지연제는 기재 및 기재상에 배치된 아크릴로니트릴계 중합체와 탄성 공중합체의 혼합 필름을 포함할 수 있다. 지연의 크기는 입사각이 법선 입사각으로부터 최대 입사각까지 변동함에 따라 법선 입사각의 약 25% 미만 만큼 변동한다. 일 양태에서, 최대 각도는 약 60°보다 클 수 있다. 최대각이 더 작으면, 지연의 변동은 더 작아질 수 있다.

또 다른 양태로, 아크릴로니트릴계 지연 거울이 제공된다. 지연 거울에 의해 반사되는 선형 편광은 회전하여 실질적으로 직교하는 선형 편광이 된다. 편광 방향의 회전은 지연 거울상에서 비교적 광범위한 입사각에 걸쳐 비교적 균일하다. 또 다른 양태로, 반사 방지성 광학적 구조물은 반사 방지성 구조물의 법선 이탈 각 성능을 개선시키기 위해 아크릴로니트릴계 지연제를 포함한다.

상기 본 발명의 요약은 본 발명의 각각 예시된 양태 또는 모든 실시 형태를 기재하고자 한 것이 아니다. 후술하는 도면 및 상세한 설명에서 다양한 양태를 더 구체적으로 예시한다.

도면의 간단한 설명

본 발명은 첨부 도면과 관련한 본 발명의 다양한 양태의 하기 상세한 설명을 고려하여 보다 완전히 이해할 수 있다.

도 1a~1b는 본 발명의 일 양태에 따른 지연제를 예시한 것이다.

도 2a~2c는 본 발명의 일 양태에 따른 지연제의 특성을 예시한 것이다.

도 3a~3c는 본 발명의 일 양태에 따른 지연제의 특성을 예시한 것이다.

도 4a~4b는 본 발명의 일 양태에 따른 지연제의 특성을 예시한 것이다.

도 5a~5b는 본 발명의 일 양태에 따른 광학적 지연제의 구체적인 용도를 예시한 것이다.

도 6은 본 발명의 일 양태에 따른 광학적 지연제의 또 다른 구체적인 용도를 예시한 것이다.

도 7은 본 발명의 일 양태에 따른 광학적 지연제의 또 하나의 다른 구체적인 용도를 예시한 것이다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 다수의 광학적 지연제에 적용할 수 있다. 본 발명은 지연시킬 광이 비교적 광범위한 입사각에 걸쳐 지연제상에 입사하는 환경에서 사용되는 광학적 지연제에 특히 적합하다. 그러한 지연제는 광학적 보상제, ¼와 및 ¼과 지연제 등으로 사용하기에 매우 적합하다. 본 발명의 설명을 용이하게 하기 위해, 그러한 지연제의 다양한 예를 하기한다.

본 발명의 한 가지 구체적인 양태에 따른 광학적 지연제는 도 1a와 관련하여 설명하고자 한다. 도 1a의 광학적 지연제 (101)는 아크릴로니트릴계 중합체 필름으로 이루어져 있다. 이 필름은 3개의 상호 직교하는 축들, 즉 2개의 동일면 축 x 및 y와 필름의 두께 방향으로의 제3의 축 z에 의해 설명할 수 있다. 도 1b에 예시한 바와 같이, 도 1a에 예시된 아크릴로니트릴계 지연 필름(101)은 기재(105)상에 배치될 수 있다. 기재(105)는 다양한 목적을 가질 수 있다. 예컨대, 기재는 유리 와 같이 광학적으로 중성일 수 있고, 주로 그 기계적 성질을 위해 및/또는 다른 광학 부재에 지연 필름(101)을 부가하기 위한 기초로서 사용할 수 있다. 기재는 또한 하나 이상의 광학적 기능을 수행할 수 있다. 예컨대, 지연 필름이 보다 큰 광학 구조물에서 광학적 지연제로서 기능하는 경우에 기재는 거울, 편광기 동일 수 있다. 기재는 중합체 필름일 수도 있다. 중합체 필름은 등방성이거나 또는 복굴절성(동일면 또는 면 외부)이어서 아크릴로니트릴계 지연제의 광학적 성능과 함께 작용하여 목적하는 전체 광학적 성능을 얻을 수 있다. 필름은 또한 보상제 필름과 배합되어 광학적 성능을 개선시킬 수도 있다.

일반적으로, 지연 필름(101)은 임의의 적합한 기재(105)와 관련하여 사용할 수 있다. 지연 필름(101)은 기재에 적층하거나, 접착제를 사용하여 부착하거나 또는 기재상에 적절하게 배치할 수 있다. 기재(105)상에 지연 필름(101)을 배치하는 데 사용되는 방법 및 방식이 궁극적인 지연제 구조물의 광학적 성능에 악영향을 끼치지 않도록 주의하여야 한다.

보다 상세히 후술하는 바와 같이, 아크릴로니트릴계 지연 필름이 광범위한 각도에 걸쳐 지연제상에 입사하는 광을 비교적 균일하게 지연시키는 것이 바람직한 용도에 사용하기에 특히 적합하다는 것은 본 발명과 관련하여 측정되었다. 도 1a에 관해 다시 언급하면, 지연제(101)의 지연 성능 및 각도 성능은 필름의 두께 d와 각각 x, y 및 z축의 방향으로 편광되는 광에 대한 필름의 상대 굴절률 n_x, n_y 및 n_z의 함수이다. 동일면 축을 따른 복굴절은 예컨대, 필름상에 입사하는 편광에 대해 짧은 광로 및 긴 광로를 생성시킨다. 일반적으로, 광은 동일면 굴절률의 축에 대해 45°각도로 배열되는 편광 방향으로 필름상에 입사한다.

필름의 지연은 일반적으로 입사면에 대해 평행(p) 및 수직(s)인 방향을 따라 배열되는 편광 E_p 및 E_s의 선형 성분들 사이에 도입된 위상차로 정의된다. 이상적인 ¼과 지연제의 경우, 예컨대, 하나의 축을 따라 편광된 광(즉, 축을 따라 편광된 광의 성분)은 다른 동일면 축을 따라 편광된 광에 대해 그 파장의 ¼만큼 지연된다. 편광된 광이 초기에 선형으로 편광되는 경우, 두 성분은 동일 위상이거나 180°반대 위상이다(즉, 위상차가 0 또는 π라디안임). 선형으로 편광된 광이 ¼과 지연제를 통과하는 경우, π/2 라디안의 위상차가 두 성분들 사이에 도입된다. 두 성분 E_p 및 E_s 사이의 총 위상차는 이제 π/2 또는 3π/2 라디안이다. 이러한 방식으로, ¼과 지연제를 사용하여 선형 편광과 원형 편광을 상호 전환시킬 수 있다.

광이 지연제의 면에 대해 법선인 각도로 지연제상에 입사하는 경우, 지연은 필름의 두께 및 동일면 굴절률 n_y 및 n_x의 차이의 함수이다. 입사각이 법선 입사각으로부터 벗어남에 따라, 지연제를 통과하는 광의 지연은 또한 지연제의 두께 방향 z으로 편광된 광에 대한 굴절률 n_z만큼 영향을 받는다. 주어진 지연제의 법선 이탈 성능은 법선 입사시의 지연의 크기와 법선 입사로부터 변동되는 입사각에 대한 지연의 크기를 비교하여 고려할 수 있다.

굴절률을 알고 있는 주어진 지연제의 경우, 상이한 각도에서의 지연의 상대적인 크기는 하기 수학적 식 1을 사용하여 검사할 수 있다

수학적 식 1
수학적 식 1

$$\delta = d \left[\frac{n_x}{n_z} \left(n_z^2 - (\sin(\theta))^2 \right)^{1/2} - \left(n_y^2 - (\sin(\theta))^2 \right)^{1/2} \right]$$

상기 식에서, δ 는 s 영역과 p 영역 사이의 지연의 크기이고, d 는 필름의 두께이며, n_x , n_y 및 n_z 는 주어진 파장의 광에 대한 필름의 각각의 굴절률이고, ϕ 는 x-z 판의 입사각(필름 면에 법선인 축으로부터 측정함)이다. 따라서, 수학식 1의 지연의 크기는 x-z 판의 입사각의 함수로서 입사광이 지연제를 통과함에 따라 입사광의 s-편광 및 p-편광 성분에 의해 나타나는 지연도의 차이를 나타낸다. 수학식 1은 지연을 나타내는 한 가지 방식으로 제공된다는 것을 이해하여야 한다. 유사한 식이 다른 면(예컨대, y-z 면)에서 변동하는 광의 함수로서 광에 대한 지연을 나타내도록 유도될 수 있다.

상기 수학식 1에서, 광이 필름에 법선인 방향(즉, $\phi=0$)으로 필름상에 입사하는 경우, 지연의 크기 δ 는 하기 수학식 2로 나타내어지는 두께 d 및 동일면 굴절률 차의 함수로 감소한다.

$$\text{수학식 2}$$

$$\delta = d(n_x - n_y)$$

따라서, 법선각 입사의 광에 대한 목적 지연도는 필름의 두께 및 동일면 굴절률을 제어함으로써 얻을 수 있다. n_x 및 n_y 사이의 차를 증가시키고/증가시키거나 두께를 증가시킴으로써 더 높은 지연도를 얻을 수 있다.

목적하는 지연의 양은 일반적으로 지연제가 사용될 구체적인 용도 및 지연시킬 광의 파장에 좌우된다. 전형적인 $\frac{1}{4}$ 파 지연제는 예컨대, 지연치가 약 115 nm 내지 약 158 nm이다. 전형적인 $\frac{1}{2}$ 파 지연제는 지연치가 약 230 nm 내지 약 316 nm이다. 전체 파 지연제를 사용하여 두 성분의 위상을 2π 라디안만큼 간단히 이동시킬 수 있다. 지연치가 약 115 nm 내지 약 158 nm인 아크릴로니트릴계 지연제에 특히 적합한 용도가 다수 있다. 다른 언급이 없으면, 후술하는 논의에서는 파장이 약 550 nm (가시광의 대략 중앙의 파장)인 광을 사용하여 지연제의 성능을 특성화한다. 그러한 광을 지연제의 특성화 수단으로 적절히 사용하는 반면에, 지연제를 사용하여 전체 가시광 범위에 걸쳐 또는 임의의 구체적인 파장 또는 그 파장 밴드에서 광을 지연시킬 수 있음을 이해하여야 한다.

법선으로부터 이탈되는 광의 지연과 법선각에서 입사하는 광의 지연 사이의 차를 사용하여 광이 법선각으로부터 최대 법선 이탈각까지 변동하는 광범위한 각도에 걸쳐서 지연제상에 입사하는 용도에 사용하기 위한 광학적 지연제의 적합성을 측정할 수 있다. 아래에서 보다 상세히 설명하는 바와 같이, 아크릴로니트릴계 지연제는 놀라운 법선 이탈 광학적 성능을 제공한다.

일반적으로, 재료를 연신시키거나 인발함으로써 중합체 재료에 복굴절이 유도된다. 재료가 연신됨에 따라, 분자는 연신된 방향으로 배열하는 경향이 있다. 유도된 분자 배향은 연신 방향 및 비연신 방향에서 편광된 광에 대한 굴절률 차를 생성시킨다. 중합체 필름을 연신시키면, 연신 방향으로 편광된 광에 대한 굴절률의 변화가 유도될 뿐만 아니라, 비연신 방향 및 두께 방향에서의 변화가 유도될 수도 있다. 텐터를 사용하는 전형적인 인발 조건하에, 예컨대, 비연신 방향 및 두께 방향으로 편광된 광에 대한 굴절률의 변화는 종종 매우 상이하다. 결과적으로, 필름이 연신되어 목적하는 동일면 굴절률 부정합을 얻음에 따라, 두께 방향 굴절률은 동일면 굴절률중의 어느 하나와 정합될 수 없다. 그러한 변화는 법선 입사광과 함께 사용되는 지연제의 성능에 영향을 미칠 수 없는 반면에, 상기 변화는 법선 이탈 입사광을 지연시키는 경우, 특히 비교적 큰 각도를 사용하는 경우에 지연제 성능에 상당한 영향을 끼칠 수 있다.

수학식 1로부터 두께 방향으로 편광된 광에 대한 굴절률 n_z 가 동일면 굴절률 n_y 및 n_x 사이에 있는 경우 법선 이탈 성능의 개선이 얻어지는 것으로 결정할 수 있다. 그러나, 전형적인 인발 조건하에서는 인발된 중합체 필름의 두께 방향 굴절률 n_z 가 동일면 굴절률 n_y 및 n_x 사이에 존재하지 않는다. 본 발명에 따라, 아크릴로니트릴계 중합체가 연신되는 경우, 비연신 방향 및 두께 방향으로 편광된 광에 대한 굴절률을 실질적으로 동일하게 유지하면서 동일면 굴절률 사이에서 목적하는 부정합을 얻을 수 있다. 더욱이, 필름이 비연신 방향으로 치수가 감소되도록 하는 방식으로(예컨대, 통상의 텐터 공정을 사용하여 필름을 연신하는 경우) 인발될 때조차도 매우 정합된 n_y 및 n_z 굴절률이 얻어진다.

수학식 1로부터 이해하는 바와 같이, 입사각이 증가함에 따라, 지연의 양이 변화한다. 본 발명의 아크릴로니트릴계 지연제의 경우에, 지연도의 변화의 크기는 실질적으로 동일한 굴절률(예컨대, n_y 및 n_z)의 결과로서 상당히 감소된다. 대조적으로, 폴리프로필렌과 같은 전형적인 복굴절 중합체는 예컨대, 통상의 텐터에서 연신될 때 비연신 및 두께 방향 굴절률에서의 부정합을 0.009의 크기로 나타낸다. 이 부정합의 결과로서, 그러한 지연제의 법선 이탈 성능은 아크릴로니트릴계 지연제와 비교하여 상당히 손상된다.

아크릴로니트릴계 지연 필름을 법선 및 법선 근처 입사광을 사용하는 지연제 용도에 사용할 수 있지만, 그러한 지연제는 입사광이 법선 입사각으로부터 약 30°이상의 법선 이탈각까지 변동하는 용도에 사용하기에 특히 적합하다. 그러한 용도에서, 아크릴로니트릴계 지연제를 사용하면 법선 입사각과 법선 이탈 입사각 사이의 지연도 차이가 법선 입사 지연도의 15% 미만, 보다 바람직하게는 10% 미만, 보다 더 바람직하게는 약 6% 미만이 되게 할 수 있다. 법선 이탈 입사각이 증가함에 따라 지연도 차이 역시 증가한다. 그러나, 60°와 같이 높은 법선 이탈각에서, 아크릴로니트릴계 지연제의 지연도 차는 법선 입사 지연도의 30% 미만이고, 보다 바람직하게는 약 25% 미만이며, 보다 더 바람직하게는 약 20% 미만이다. 아크릴로니트릴계 지연제를 사용하여 더 낮은 입사각에서 균일한 지연을 얻을 수도 있다. 예컨대, 최대 법선 이탈각이 약 15°이상 또는 심지어 그 미만일 때 잇점이 얻어진다. 아크릴로니트릴계 지연제의 예시적인 형태를 후술한다.

상기한 바와 같이, 광각 지연제의 제조에 대해 제안되고 사용되는 제조 기법은 복잡하고 비용이 많이 든다. 그러한 기법은 종종 다중 재료를 함께 적층시키는 단계, 고도로 특수제작된 장치를 사용하여 복굴절 재료를 연신시켜 각각의 굴절률을 제어하는 단계 등을 포함한다. 대조적으로, 본 발명의 일 양태에서는 아크릴로니트릴계 지연제는 연신용 텐터와 같은 표준 처리 장치를 변형을 거의 시키지 않거나 변형 없이 사용하여 제조할 수 있다. 따라서, 상당한 비용 절감을 달성할 수 있다. 더욱이, 그 공정은 아크릴로니트릴계 지연제를 제조하는 비용을 추가로 감소시키며 고수율을 촉진한다.

광학적 지연제에 특히 적합할 것으로 확인되는 한 가지 아크릴로니트릴계 필름은 아크릴로니트릴상 및 인성 부여상(toughening phase)의 혼합물이다. 탄성(고무성) 공중합체는 예컨대, 혼합물내 인성부여제로서 사용할 수 있다. 인성 부여상의 첨가에 의해 다수의 장점이 얻어진다. 예컨대, 생성되는 필름은 충격에 대한 내성이 증가하고, 필름이 더 유연하게 되며, 균열, 분할 및 인렬에 대한 내성이 증가한다. 탄성상 역시 인발능을 증가시킬 수 있다.

그러나, 인성 부여상의 첨가는 광학적 지연제의 형성에서 고려되어야 한다. 아래에서 보다 상세히 설명하는 바와 같이, 일 양태에 따르면, 아크릴로니트릴계 중합체 및 탄성 공중합체 혼합물을 일축 연신시켜 지연제의 목적하는 복굴절 및 두께를 얻는다. 아크릴로니트릴 중합체 및 탄성 공중합체가 부과된 긴장(strain)과 관련하여 반대 복굴절성이기 때문에, 탄성상의 굴절률에서의 긴장 유도된 변화가 연신된 필름의 전체 지연도를 감소시킨다. 따라서, 탄성 공중합체를 포함하는 혼합된 아크릴로니트릴계 필름은 동일한 전체 지연도를 얻기 위하여 탄성 공중합체를 포함하지 않은 아크릴로니트릴계 필름보다 더 두껍게 만들어야 한다. 그러나, 두께의 증가는 전체 흡수도 및 법선 이탈 지연을 증가시킨다. 이것은 투과 강도 및/또는 법선 이탈 색상 변화를 초래하는데, 이들은 모두 다수의 지연 용도에 있어 유해할 수 있는 것이다. 증가된 두께는 특정 예에서는 필름 취급 및 처리를 개선하는 데 바람직할 수도 있다(즉, 필름이 두꺼울수록 더 용이하게 적층될 수 있다).

용도에 따라, 상이한 양의 인성 부여성 공중합체를 혼합물에 첨가할 수 있다. 일반적으로, 상충하는 이해 사이에 균형이 이루어져야 한다. 예컨대, 사용된 인성 부여제의 양은 목적하는 지연도를 얻는 데 필요한 증가된 두께에 대해 계량되어야 한다. 일반적으로 탄성 공중합체를 사용하는 경우에, 탄성상은 약 18 내지 20 중량% 미만인 것이 바람직하다. 비교적 높은 투과율이 필요한 경우에는 탄성상이 약 15% 미만, 보다 바람직하게는 약 10% 미만, 더욱 바람직하게는 약 5% 미만인 것이 바람직하다.

인성 부여제를 사용할 경우, 인성 부여제의 기타 광학적 성질도 고려하여야 한다. 아크릴로니트릴계 중합체 및 인성 부여제의 굴절률이 비교적 근사한 것이 일반적으로 바람직하다. 이것은 지연제가 상이한 상과 상호작용하기 때문에 지연제를 통과하는 광의 확산 분산 및 반사를 감소시키는 데 중요하다. 상기 예에서, 아크릴로니트릴계 중합체 및 탄성 공중합체의 연신 전에 등방성 굴절률을 정합시킴으로써 비교적 근사한 정합을 얻을 수 있다. 이것이 연신된 필름에서 정확한 정합을 산출할 수는 없지만, 연신중 굴절률의 상이한 변화로 인해 굴절률은 다수의 용도에 있어 충분할 만큼 근사하다. 상기 연신 공정에서 두 상의 굴절률이 연신된 필름에서 헤이즈 형성을 추가로 감소 또는 제거하면서 서로 근접하도록 재료, 조성 및 초기 굴절률을 선택할 수도 있다.

본 발명의 이해를 돕기 위해서, 아크릴로니트릴계 중합체/탄성 공중합체 혼합물로 구성된 예시적 지연제를 설명하고자 한다. 하기 실시예들은 웹가 주도된 다음 텐터를 사용하여 횡방향으로 연신되는 공정을 설명하지만, 기타 통상적인 임의의 다수의 필름 처리 기법중 어느 것도 사용할 수 있다. 예컨대, 중합체는 압출 주도 또는 용매 주도된 것일 수 있다. 웹는 개방된 면의 휠상에 또는 닙(nip)내에 주도될 수 있다. 연신은 다양한 방식으로 일으킬 수 있다. 예컨대, 필름은 일축 연신(기계 방향 또는 횡방향) 또는 통상의 기계 방향 연신기 및/또는 텐터(예컨대, 기계 및 선행-모터)를 사용하여 이축 연신시킬 수 있다. 필름은 또한 닙에서 캘린더 조작하거나, 용융된 중합체를 냉각전에 웹내로 연신시키는 등에 의하여 팽창된 필름(예컨대, 단일 기포 및 이중 기포) 공정을 사용하여 연신시킬 수도 있다.

한 가지 구체적인 양태로, 지연체는 고무 개질된 아크릴로니트릴-메틸 아크릴레이트 공중합체를 사용하여 제조한다(공중합체 72~99.5%, 탄성상 18~0.5%). 아크릴로니트릴-메틸 아크릴레이트 공중합체의 조성은 아크릴로니트릴 70~100% 및 메틸 아크릴레이트 30~0%의 범위를 가진다. 고무 개질되고 탄성상이 10% 및 18%인 아크릴로니트릴-메틸 아크릴레이트 공중합체는 BP 케미컬스(바렉스^R 210 및 218)에서 시판된다.

본 명세서에서 제시하는 실시예는 메틸 아크릴레이트와 공중합된 아크릴로니트릴을 사용하지만, 다른 유형의 아크릴로니트릴계 중합체를 사용할 수도 있다. 예컨대, 아크릴로니트릴을 함유하는 적합한 공중합체는 아크릴로니트릴을 유리 전이 온도(Tg)가 약 20°C 미만인 다양한 (메트)아크릴레이트 단량체와 공중합시켜서 얻을 수 있다. 그러한 (메트)아크릴레이트 단량체로는 예컨대 메틸 아크릴레이트, 프로필 아크릴레이트, 부틸 아크릴레이트, 이소옥틸 아크릴레이트 및 2-에틸헥실 아크릴레이트 또는 그러한 단량체들의 혼합물이 있다.

본 발명의 일 양태에 따라, 고무 개질된 아크릴로니트릴계 광학적 지연체를 제조하였다. 지연체는 탄성상이 10% 또는 18%인 아크릴로니트릴계 조성물이었다. 공중합체상의 조성은 아크릴로니트릴이 75%이고 메틸 아크릴레이트가 25%였다. 탄성상은 부타디엔 70% 및 아크릴로니트릴 30%를 함유하였다. 상기한 바와 같이, 탄성상을 포함시키면, 조성물에 인성이 부여된다. 두 상(공중합체상과 부타디엔계 탄성상)의 조성물은 매우 정합된 굴절률을 얻도록 선택된다. 그러한 조성물은 압출 및 사출 성형 등급으로 BP 케미컬스(바렉스^R 210 및 218)로부터 시판되고 있다. 아크릴로니트릴 수지의 바렉스 균은 통상 고기체 차단성 충전 재료 등을 형성하는 데 사용된다.

상기 조성물의 웨브는 초기 두께 254~355 μm 로 구조되었다. 구조 웨브는 표적 지연치가 약 100~140 nm가 되도록 처리하였다. 구조 웨브는 텐터에서 일축으로 인발되었다. 그러한 필름에 대한 인발 온도는 일반적으로 약 25°C 내지 120°C의 범위이다. 인발 온도는 약 90°C 내지 110°C가 보다 바람직하고, 90°C 내지 105°C이면 더 바람직하다. 그러한 공정에 대한 인발비는 대략 1.5:1 내지 5.0:1의 범위를 가진다. 인발비는 약 2.0:1 내지 5.0:1이 바람직하고, 약 2.5:1 내지 4.0:1이 더 바람직하다. 적합한 인발 속도는 초당 약 1% 내지 3000%의 범위이다. 인발 속도는 초당 약 5% 내지 1000%가 더 바람직하고, 초당 약 10% 내지 200%가 더욱 더 바람직하다.

10% 탄성 조성물을 사용할 때, 두께 63~115 μm 인 광학적 지연 필름이 제조되었는데, 이것은 표적으로 하는 지연 범위를 제공하였다. 이 필름은 또한 최소의 법선 이탈 착색을 나타냈다. 그러한 필름의 투과 강도는 92%를 넘었다.

18% 탄성 조성물을 사용할 때는 인발된 두께를 증가시키기 위해(예컨대, 254~635 μm) 상당히 더 두꺼운 초기 웨브를 사용하여서만 표적 지연치를 얻을 수 있음이 명백하였다. 따라서, 18% 탄성상으로 이루어진 지연체는 감소된 투과도와 열화된 법선 이탈 성능을 나타냈다. 탄성상의 최적 농도는 5~10%로 보인다. 그러한 농도는 비교적 높은 지연치 및 광 투과도가 요구되는 경우에 최적의 균형을 이루는 것으로 생각된다. 아래에서 보다 상세히 설명하는 바와 같이, 탄성상을 약 10% 포함하는 조성물로부터 제조된 지연체는 비교적 저렴한 방식으로 제조할 수 있고, 광범위한 입사각에 걸쳐 비교적 균일한 성능을 가진다.

상기한 바와 같이, 아크릴로니트릴계 조성물에 탄성상과 같은 인성 부여제를 포함시키면, 연신에 의해 필름에 목적하는 복굴절을 유도하는 능력이 감소되는 경향이 있다. 통상의 텐터 공정에서는 필름이 다수의 예에서 목적하는 지연도를 얻기 위한 파단점 근처에서 연신되어야 하기 때문에 초기 웨브는 연신전 기계 방향으로 실질적으로 연신이 없는 것이 바람직하다. 이것은 비연신 방향으로의 초기 연신이 연신 방향의 목적 연신을 얻을 수 있기 전에 텐터 조작중에 극복되어야 하기 때문이다. 텐터 중에서 10% 고무 개질된 아크릴로니트릴계 웨브를 인발하여 투과도가 높은 $\frac{1}{4}$ 파 지연체를 얻는 데는 예컨대, 사전 연신된 웨브가 기계 방향으로 어떠한 연신도 없을 것을 통상 필요로 한다. 따라서, 구조 웨브가 기계 방향으로 의도하지 않거나 잔류하는 분자의 연신을 최소화하거나 또는 어떤 경우에는 제거하는 방식으로 초기에 구조되는 것이 바람직하다.

어떤 경우에는 필름을 구조 공정에 필요한 요건을 완화시키는 초기 연신 방향으로 인발할 수 있다. 예컨대, 필름은 길이 연신기(LO)를 사용하여 기계 방향으로 구조한 다음, 인발시킬 수 있다. 그러한 LO 공정은 초기 기계 방향을 이용할 수 있다. 실제로, 그러한 경우 기계 방향 연신은 목적하는 복굴절의 형성을 보조하도록 구조 중에 의도적으로 유도할 수 있다. 기타의 연신 공정을 사용할 수도 있다. 예컨대, 기계 방향 연신은 용융된 중합체가 형틀을 이탈하고 고화되기 전에 용융된 중합체에서 유도할 수 있다. 일반적으로, 연신시키기 전에 필름은 그것이 연신되는 방법 및/또는 방향에 관계 없이 비연신 방향으로 실질적인 연신을 갖지 않는 것이 바람직하다.

균일한 두께의 주조 웨브를 전술하였지만, 주조 웨브의 두께를 변화시킬 수 있다. 상기한 바와 같이, 지연은 지연제 두께의 함수이다. 따라서, 필름을 가로질러 변동하는 지연 프로필을 가진 지연제 필름은 웨브상의 상이한 지점에서 두께 차이를 생성시키기 위해 주조 공정을 제어함으로써 제조할 수 있다.

본 발명의 주조 웨브는 통상의 텐터를 사용하여 주조 방향에 직교하는 방향으로 인발할 수 있다. 인발 온도, 속도 및 비율은 인발된 웨브의 동일면 굴절률 사이에 목적하는 굴절률 차를 유도하도록 선택한다. 이런 방식으로, 목적하는 지연도 δ 는 비인발 및 두께 방향으로 편광된 광에 대한 인발된 웨브의 굴절률에 실질적으로 정합하면서 수학적식 $\delta = d(n_x - n_y)$ 에 따라 얻어진다. 법선 이탈 지연은 수학적식 1(n_y 및 n_z 는 실질적으로 동일함)로부터 측정할 수 있다.

도 2a-2c는 본 발명에 따른 아크릴로니트릴계 지연제의 다양한 광학적 성질을 예시하고 있다. 상기 일반적 공정을 사용하여 투명한 아크릴로니트릴계 지연 필름을 얻었다. 10% 고무 개질된 아크릴로니트릴-메틸 아크릴레이트 312 μm 두께의 압출된 웨브를 사용하였는데, 이것은 초기의 등방성이 그 형성에서 실질적으로 보존된 것이었다. 웨브는 횡 방향으로 그 본래의 폭의 3배까지 일축 연신되었다. 인발 온도는 약 90°C였다. 생성되는 필름은 두께가 88.5 μm 였는데, 그 굴절률은 연신 방향으로 편광된 550 nm의 광이 1.5128(n_x)이고 비연신 및 두께 방향(각각 n_y 및 n_z) 둘다로 편광된 550 nm의 광이 1.5142였다.

상기 필름에 대한 지연치를 측정하고, 수학적식 1을 사용하여 측정된 지연치와 비교하였다. 도 2a는 법선, 10°, 30° 및 40°의 입사각에서 필름에 대해 수학적식 1을 사용하여 측정된 굴절률로부터 유래한 지연치와 측정된 지연치(201)를 비교 예시한 것이다. 입사각이 법선으로부터 40도까지 증가함에 따라 지연도의 차이는 법선 입사 지연도의 약 10%(13 nm)이다. 대조적으로, 유사한 법선각 지연도를 갖는 폴리프로필렌 필름이 40° 입사각에서 약 50%(60 nm) 만큼 변동한다. 폴리스티렌 필름의 지연도는 법선 입사각에서 허용 가능한 지연 성능을 가지면서 40° 법선 이탈각에서 입사하는 광에 대해 약 80%(100 nm)만큼 강하한다.

수학적식 1을 사용하여, 입사광이 상기 필름에 대한 법선 입사로부터 이동함에 따른 지연차를 측정하였다. 도 2b는 상이한 입사각에서의 필름의 지연치(nm)(211), 입사광이 법선으로부터 이탈하여 이동함에 따른 지연치의 변화(213) 및 법선 입사각에서의 지연율로서 각각의 입사각에서의 지연치를 나열한 것이다. 도 2c는 필름의 지연치(nm)의 입사각의 함수로서의 플롯이다.

제2 아크릴로니트릴계 지연제 필름은 317.5 μm 두께의 광학적 등방성의 압출 필름을 온도 95°C에서 횡 방향으로 그 본래의 폭의 4배까지 일축 연신시킴으로써 제조하였다. 생성되는 필름은 약 84 μm 였다. n_x 가 연신 방향으로 편광된 광에 대한 굴절률인, 각 방향을 따라 편광된 광에 대한 굴절률은 488 nm, 550 nm 및 700 nm의 광에 대해 다음과 같이 측정되었다:

	488 nm	550 nm	700 nm
n_x	1.5162	1.5124	1.5055
n_y	1.5175	1.5139	1.5066
n_z	1.5174	1.5139	1.5066

도 3a는 다양한 각도(301)에서 필름상에 입사하는 550 nm의 광에 대한 지연치(nm)(303)를 나타낸 표를 예시하고 있다. 도 3a는 또한 입사광이 법선 입사각으로부터 이동함에 따른 지연거리차(nm)(305)를 나타낸 것이다. 도 3a는 또한 법선 입사각에서 지연치의 비율(307)로서 법선 이탈 입사각에서의 지연을 나타낸 것이다. 도 3b는 입사각의 함수로서 지연치(nm)(311)의 플롯을 예시하고 있다. 도 3c는 각의 함수로서 지연거리차(nm)를 예시하고 있다. 이들 도면에 예시한 바와 같이, 아크릴로니트릴계 지연제의 법선 이탈 성능은 다른 단일 필름 지연제에 비해 비교적 균일한데, 이것은 광범위의 입사각에 대해 균일한 지연이 요구되는 다수의 용도에 매우 적합하게 한다.

상기한 바와 같이, 아크릴로니트릴계 지연제의 개선된 법선 이탈 성능은 n_y 및 n_z 굴절률의 정합으로부터 기인한다. 도 4a-4b는 n_y 및 n_z 의 차이의 증가가 지연제의 법선 이탈 성능에 얼마나 영향을 끼치는지를 예시한 것이다. 도 4a에서는 입

사각의 함수로서의 아크릴로니트릴계 지연제의 지연치(401)를 도 3a-3c와 관련하여 기재한 지연제에 대해 예시하고 있다. 칼럼 403, 405 및 407은 굴절률 n_y 및 n_z 의 차가 각각 0.0003으로부터 0.0009까지 증가함에 따라 동일한 법선 축 지연치를 가진 지연제의 법선 이탈 성능을 예시한다. 광각 입사에서의 지연도가 상당히 변화한다.

도 4에 예시하고 있는 바와 같이, n_y 및 n_z 의 차가 커지면 보다 큰 입사각에서의 지연도의 강하가 커진다. 특정 용도에서는, 법선 입사와 60°입사 사이의 전체 지연거리차가 법선 입사 지연거리의 약 20%(예컨대, 20~30 nm) 미만인 것이 바람직할 수 있다. 이것은 n_y 및 n_z 굴절률이 실질적으로 동일한 아크릴로니트릴계 지연제를 사용하여 얻을 수 있다. 예컨대, 상기 데이터가 예시하고 있는 바와 같이, 적어도 네번째 소수점까지 동일한 굴절률은 비교적 균일한 광각 성능을 제공한다. 도 4b는 굴절률로부터 계산된 것과 상기 필름의 법선 이탈 지연도(411)의 비교 플롯이다.

도 4a 및 4b의 데이터에 의해 예시되는 바와 같이, n_y 및 n_z 의 약간의 변화 조차도 지연제의 법선 이탈 성능에 상당한 영향을 끼칠 수 있다. 이것은 아크릴로니트릴계 광학적 지연제, 특히 균일한 광각 성능이 요구되는 용도에 사용되는 그러한 지연제의 특별한 적합성을 보장하는 것이다. 더욱이, 그러한 지연제는 균일한 두께 및 광학적 특성을 가진 비교적 큰 지연제의 생산을 허용하고 비교적 단순한 공정을 사용하여 제조할 수 있다.

상기 예에서는 부타디엔 탄성 인성 부여 재료를 아크릴로니트릴계 지연제에 첨가하지만, 다른 아크릴로니트릴계 지연제도 유사한 바람직한 광학적 성질을 가진다는 것을 인식하게 될 것이다. 일반적으로, 재료가 지연제의 광학적 성능에 상당한 영향을 미치지 않는 한 기타 적합한 재료를 지연제에 첨가할 수 있다. 예컨대, 이소프렌계 고무, 천연 고무 등을 사용할 수 있다.

상기한 바와 같이, 아크릴로니트릴계 지연제는 광범위한 입사각에 걸쳐 비교적 균일한 지연도를 요구하는 용도에 특히 적합하다. 보다 구체적인 본 발명의 양태는 그러한 용도에서 후술한다.

본 발명의 일 양태에 따라서, 아크릴로니트릴계 지연제는 지연제 또는 편광 회전 거울의 기재로서 사용한다. 비한정적인 예로서, 특정 ¼파 거울을 설명하고자 한다. ¼파 거울을 사용하여 거울로부터 반사되는 선형 편광의 편광 방향을 90°만큼 회전시킨다. 한 가지 구체적인 ¼파 거울 배열(500)은 도 5a에 예시되어 있다. 아크릴로니트릴계 지연제(501)는 거울(503)의 반사 표면에 평행한 판에 배치한다. 광원은 입사각 ϕ 에서 선형 편광(505)을 거울로 유도한다. 지연제(501)는 그 표면에 대해 법선인 각도(즉, $\phi=0$)에서 지연제상에 입사하는 광은 그 파장의 ¼만큼 지연되도록 입사광에 대해 배향된다. 이 구조에서, 선형 편광(505)은 그것이 지연제(501)를 통과함에 따라 제1 회전 방향으로 원형 편광(505A)로 전환된다.

원형 편광(505A)은 거울(503)의 표면으로부터 반사한다. 거울(503)에 의해 반사된 광(505B)은 반대 회전 방향으로 원형 편광된다. 반사된 광은 각도 ϕ 에서 지연제(501)상으로 되돌아간다. 반사된 원형 편광(505B)이 지연제(501)를 두번째로 통과함에 따라, 또 다른 ¼파 위상차가 도입되어 원형 편광(505B)을 선형 편광(507)으로 전환시킨다. 반사된 선형 편광(507)의 편광 방향은 입사광(505)의 초기 편광 방향과 실질적으로 직교한다.

이해할 수 있는 바와 같이, 상기 설명은 지연제(501)을 통한 각각의 통과에 대한 법선 입사 및 정확한 ¼파 지체를 가정한 것이다. 입사각 ϕ 이 법선으로부터 변동함에 따라, 상대 위상 이동은 지연제(501)의 법선 이탈 지연 편향의 결과로서 영향을 받는다. 따라서, 선형 편광(505)이 보다 큰 입사각에서 지연제를 통과함에 따라, 지연제(501)에 의해 편광대로 도입된 타원율은 증가한다. 법선 이탈 입사광이 반사됨에 따라, 거울이 실질적으로 평평하다고 가정할 때 그 광은 또한 입사각 ϕ 에서 지연제를 다시 통과한다. 법선 이탈 지연거리차에 의해 도입된 타원율은 제1의 통과에 의해 도입된 타원율에 첨가된다.

상기 논의에서 예시하고 있는 바와 같이, 초기의 선형 편광(505)은 지연제를 두번 통과한다. ¼파 거울(500)로부터 반사된 편광(507)대로 도입된 타원율은 입사각에 따라 변동한다. 그러한 타원율은 반사광의 선형 편광 상태에 좌우되는 용도의 성능을 저하시키는 경향이 있다. 따라서, ¼파 거울 및 비교적 광각의 입사각을 사용하는 용도에서는, 반사광이 실질적으로 선형으로 편광되고, 편광 방향이 90°만큼 회전되도록 법선 이탈 지연거리차를 최소화하는 것이 바람직하다.

상기 설명으로부터 알 수 있는 바와 같이, 아크릴로니트릴계 지연제를 사용하여 구성된 ¼파 거울(500)은 비교적 낮은 비용 및 복잡도로 제조될 수 있는 형태로 비교적 균일한 법선 이탈 성능을 제공한다. 그 구조는 비교적 큰 입사각에서 회전된 선형 편광에 실질적인 타원율을 도입하지 않으면서 선형 편광의 편광 방향의 회전을 가능하게 한다. 일반적으로, 법선 이탈 입사각에서 도입된 0의 타원율로부터 어떠한 편차도 약 10% 미만인 것이 바람직하다. 편차는 약 5% 미만인 것이 더 바람직하다. 특정 입사각에서는 타원율이 모든 입사각에 대해 1% 미만일 것이 필요하다. 아크릴로니트릴계 지연제에 대한 상기 설명으로부터 알 수 있는 바와 같이, 상기의 결과는 지연제의 특정의 광각 광학 성능으로 인해 얻어질 수 있다.

도 5a에서 지연제(501)는 거울(503)로부터 분리된 것으로 예시되어 있다. 도 5b에, 지연 거울(510)의 또 다른 양태가 예시되어 있는데, 이것은 아크릴로니트릴계 지연제(511)가 접착제(514)에 의해 거울(513)에 적층 또는 부착되어 있다. 거울 배열의 광학적 성능은 일반적으로 도 5a와 관련하여 상기한 것과 동일하다. 그러한, 구조에 의해 도입되는 임의의 추가 성분 에 대해서도 고려하여야 한다. 예컨대, 적층 결합, 접착제의 굴절률 등을 고려하여야 한다.

도 5a 및 5b에 예시된 유형의 지연 거울을 도입한 광학적 시스템은 예컨대, 도 6에 예시되어 있다. 도 6의 광학적 시스템은 폴딩된 광로를 도입한 투사 디스플레이 시스템(600)이다. 폴딩된 광로 투사 디스플레이 시스템의 일반적인 조작은 도 6에 예시되어 있다. 아래에서 보다 상세히 설명하는 바와 같이, 투사 시스템(600)은 광범위한 입사각에 걸쳐 작동하여야 하는 중요 부재로서 아크릴로니트릴계 4과 지연제/거울 배치(605)를 도입한다. 디스플레이 시스템(600)의 조작에는 또한 4과 지연제/거울 배치(605)에 의해 반사되는 광이 고도로 선형 편광될(예컨대, 최소 타원율을 나타냄) 것이 요구된다. 그러한 시스템에 대한 보다 상세한 논의는 미국 특허 제5,557,343호(발명의 명칭: Optical System Including a Reflective Polarizer for a Rear Projection Picture Display Apparatus) 및 공개된 유럽특허출원 EP 0,783,133호(발명의 명칭: Projecting Images)를 참조할 수 있다.

도 6의 광학적 시스템에서, 디스플레이될 이미지를 나타내는 광은 이미지원 (601)으로부터 스크린 어셈블리(603)상에 투사된다. 이미지원(601)로부터 나온 광(602)은 제1 방향으로 선형 편광된다. 스크린 어셈블리(603)의 후방 표면은 반사 편광기를 포함한다. 반사 편광 필름은 미네소타 마이닝 앤드 매뉴팩춰링 캄파니에서 듀얼 브라이트니스 인헨스먼트 필름(DBEF)이라는 명칭으로 시판되고 있다. 기타 반사성 편광 필름은 미국 특허 출원 제08/402,041호(출원일: 1995.03.10, 발명의 명칭: Optical Film) 제08/610,092호(출원일: 1996.02.29, 발명의 명칭: An Optical Film)에 기재되어 있는데 이들 특허 문헌의 내용을 본원에 참고로 인용한다.

스크린 어셈블리의 반사성 편광기는 한 가지 특정 선형 편광의 광을 반사하고, 반대(직교)의 선형 편광의 광을 투과한다. 반사 편광기의 배향 및 반사 편광기에 초기에 입사하는 광의 편광 방향은 입사광이 아크릴로니트릴계 지연 거울 어셈블리(605)를 향해 반사 편광기에 의해 초기에 반사되도록 하는 것이다. 지연 거울 어셈블리(605)는 도 5a 및 5b에 예시된 유형일 수 있고, 선형 편광의 편광 방향을 90°만큼 회전시키는 역할을 한다.

조작시, 선형 편광은 반사 편광기로부터 반사하고, 지연 거울(605)상에 입사한다. 광은 반사되고, 편광 방향은 90°만큼 회전하여 편광 방향이 반사 편광기의 통과 방향으로 정렬된다. 따라서, 광은 조망을 위해 스크린 어셈블리(603)을 통과한다. 모든 광이 스크린을 통과하여 조망 밝기를 증가시키는 것이 바람직하다. 그러나, 본래의 편광 방향으로 배열된 광의 성분이 여전히 스크린에 의해 반사되기 때문에 광에서의 어떠한 타원율도 스크린을 통과하는 광의 양을 감소시킨다.

도 6에 예시된 광학적 기하 구조로부터 알 수 있는 바와 같이, 광은 광범위의 입사각 $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n$ 에 걸쳐 지연 거울(605) 상에 입사된다. 그러한 용도에서, 최대 입사각은 매우 클 수 있다. 상기한 바와 같이, 지연 거울(605)로부터 반사된 광 내로 도입되는 어떠한 타원율도 디스플레이 장치의 전체 성능을 저하시킨다. 도 6에 예시된 투사 장치에서, 지연 거울(605)은 아크릴로니트릴계 지연제로 이루어져 입사각이 변동함에 따라 반사광 내로 도입되는 타원율을 최소화한다. 그러한 시스템에서 0의 타원율로부터의 편차가 5% 미만인 것이 일반적으로 바람직하다. 특정 예에서는 타원율이 1%보다 훨씬 더 적은 것이 더 바람직하다. 상기 논의는 법선 입사각에서의 0의 타원율을 가정하고 있지만, 최대 타원율에 대한 바람직한 비율은 법선 입사각에서 지연 거울상에 입사하는 광이 또한 약간의 타원율로 지연 거울로부터 반사하는 경우에 적합하다.

전술한 아크릴로니트릴계 지연제는 상기 허용 범위내에서 타원율 변이를 나타내는 지연 거울 내로 도입될 수 있다. 따라서, 아크릴로니트릴계 지연 거울을 도입한 투사 장치는 다수의 전형적인 지연제에 대해 개선된 성능을 가지며, 비교적 저렴하게 제조할 수 있다. 더욱이 전술한 바와 같이 제조한 아크릴로니트릴계 지연제는 거울 표면 및 기타 기재에 적층시키는 데 매우 적합하다.

도 7은 본 발명의 또 다른 구체적인 양태에 따른 광학적 구조를 예시하고 있다. 도 7의 양태에서, 아크릴로니트릴계 지연제(701)는 눈부심 방지 광학 구조물 내로 도입된다. 눈부심 방지 광학 구조물은 2색성 편광기와 같은 흡수 편광기를 포함한다. 편광기(703)는 편광기 상에 입사하는 비편광된 광(705)을 선형 편광시킨다. 아크릴로니트릴계 지연제(701)는 흡수 편광기에 대해 배향하여 선형 편광(706)을 제1 회전 방향을 가진 원형 편광으로 전환시킨다. 원형 편광이 눈부심 방지 구조물에 의해 보호되는 광학 부재(707)의 표면으로부터 반사되는 경우, 광은 반대 방향으로 회전하는 원형 편광으로서 반

사된다. 원형 편광(708)은 지연제(701)를 통해 다시 통과한다. 따라서, 상기 지연 거울의 경우와 같이, 광의 편광 방향은 이제 90°만큼 회전한다. 90°만큼 회전하는 광은 흡수 편광기에 충돌하고, 이 때 흡수 방향으로 선형으로 편광되어 광학 부재(707)의 표면으로부터 반사된 광이 눈부심 방지 구조로부터 이탈하는 것을 방지한다.

광학 부재(707)는 눈부심을 감소시키는 데 바람직한 경우에는 어떤 유형의 반사 표면도 가능하다. 예컨대, 컴퓨터 모니터의 스크린일 수 있다. 그러한 용도에서, 편광기(703) 및 아크릴로니트릴계 지연제(701)는 통상 알려진 다양한 방식중 어느 하나로 모니터의 전면에 부착되거나 위치할 수 있다. 이해할 수 있는 바와 같이, 광학 부재(707)가 모니터인 경우에, 모니터로부터 방출하는 광(721)은 아크릴로니트릴계 지연제(701)을 통과하고, 흡수 편광기(703)에 의해 편광된다.

지연 거울에 관한 상기 설명에서처럼, 아크릴로니트릴계 지연제의 법선 이탈 성능은 광학 부재(707)로부터 반사된 광이 반사시 흡수 편광기(703)에 의해 흡수되도록 정확히 편광되게 하는 데에 중요하다. 또한, 비교적 큰 입사각 ϕ 이 반사 방지 광학 구조물에 의해 나타날 수 있음을 이해할 수 있다. 예컨대, 컴퓨터 모니터는 반사를 일으키는 광원 및 눈부심이 모니터에 대해 비교적 비스듬한 각도로 배치되는 환경에서 종종 사용된다. 따라서, 지연제의 개선된 광각 성능은 보호되는 광학 부재(707)로부터 눈부심 또는 반사를 더욱 감소 또는 제거하는 작용을 한다.

일 양태로, 입사광에 직면하는 흡수 편광기(703)의 표면은 편광기로부터 어떠한 반사도 감소시키도록 피복된 A/R일 수 있다. 흡수 편광기(703)는 또한 유리 또는 기타 필름과 같은 기재에 적층되거나 또는 부착될 수 있다. 기재는 또한 코팅된 A/R일 수 있다. 4과 필름(701)은 또한 기재에 적층에 의해 또는 다른 방식으로 부착될 수 있다. 특정 예에서, 이것은 편광기가 부착되는 것과 동일한 구조물일 수 있다. 유리 표면중 하나 이상은 코팅된 A/R일 수 있다.

상기한 바와 같이, 본 발명은 다수의 광학적 지연제에 적용 가능하다. 광이 광범위한 각에 걸쳐 지연제상에 입사하는 용도에 특히 유용한 것으로 생각된다. 따라서, 본 발명은 전술한 구체적인 예에 국한되는 것으로 간주되어서는 아니되고, 첨부하는 특허 청구의 범위에 제시되는 본 발명의 모든 측면을 포괄하는 것으로 이해되어야 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

지연제의 면에 대해 법선인 각으로부터 30도 이상의 최대 각도 ϕ_{max} 까지 변동하는 범위의 입사각에 걸쳐 지연제상에 입사하는 가시광을 균일하게 지연시키는 용도의 광학적 지연제(optical retarder)로서, 상기 광학적 지연제는

기재; 및 기재상에 배치된 아크릴로니트릴계 중합체와 탄성 공중합체의 필름을 포함하고, 이 필름은 하기 수학식으로 표시될 수 있는 지연도 크기 δ 를 가지며, 관심 파장의 광의 입사각 ϕ 가 법선각으로부터 최대각 ϕ_{max} 까지 변동함에 따라 필름의 지연도 크기 δ 가 법선 입사에서의 지연도 크기의 25% 미만 만큼 변동하는 것인 광학적 지연제:

$$\delta = d \left[\frac{n_x}{n_y} \left(n_z^2 - (\sin(\phi))^2 \right)^{1/2} - \left(n_y^2 - (\sin(\phi))^2 \right)^{1/2} \right]$$

상기 식에서, n_x 및 n_y 는 필름의 직교하는 동일면 축 x 및 y를 따라 편광되는 관심 파장의 광에 대한 필름의 굴절률이고, d는 x 및 y 동일면 축에 대해 서로 직교하는 z축 방향의 필름의 두께이며, n_z 는 z축을 따라 편광되는 관심 파장의 광에 대한 필름의 굴절률이고, ϕ 는 x-z면의 입사각이다.

청구항 2.

삭제

청구항 3.

삭제

청구항 4.

삭제

청구항 5.

삭제

청구항 6.

삭제

청구항 7.

삭제

청구항 8.

삭제

청구항 9.

삭제

청구항 10.

삭제

청구항 11.

삭제

청구항 12.

제1항에 있어서, 아크릴로니트릴계 공중합체가 (메트)아크릴레이트 단량체(들)과 공중합된 아크릴로니트릴을 포함하는 것이 특징인 광학적 지연제.

청구항 13.

제12항에 있어서, (메트)아크릴레이트 단량체가 메틸 아크릴레이트, 프로필 아크릴레이트, 부틸 아크릴레이트, 이소옥틸 아크릴레이트 또는 2-에틸 헥실 아크릴레이트로 구성된 군에서 선택되는 단량체를 포함하는 것이 특징인 광학적 지연제.

청구항 14.

제12항에 있어서, (메트)아크릴레이트 단량체가 메틸 아크릴레이트를 포함하는 것이 특징인 광학적 지연제.

청구항 15.

제14항에 있어서, 탄성 공중합체가 아크릴로니트릴과 공중합되는 부타디엔을 포함하는 것이 특징인 광학적 지연제.

청구항 16.

지연제의 면에 대해 법선인 각으로부터 30도 이상의 최대 각도 ϕ_{\max} 까지 변동하는 넓은 범위의 입사각에 걸쳐 지연제상에 입사하는 가시광을 지연시키는 용도의 광학적 지연제로서, 상기 광학적 지연제는

아크릴로니트릴계 중합체와 탄성 공중합체의 혼합물로 이루어진 필름을 포함하고, 이 필름은 수학식 $\delta_{in} = d(n_x - n_y)$ 으로 표시될 수 있는 동일면 지연도 크기 δ_{in} 를 가지는데, 상기 식에서 n_x 및 n_y 는 필름의 직교하는 동일면 축 x 및 y를 따라 편광되는 관심 파장의 광에 대한 필름의 굴절률이고, d는 x 및 y 동일면 축에 대해 서로 직교하는 z축 방향의 필름의 두께이며, 상기 필름은 또한 하기 수학식으로 표시될 수 있는 이탈면 지연도 크기 δ_{out} 를 가지고, 최대각 ϕ_{max} 에서의 필름에 입사하는 관심 파장의 광에 대한 동일면 지연도 크기 δ_{in} 과 이탈면 지연도 δ_{out} 사이의 지연도 크기차 $\Delta\delta$ 는 동일면 지연도 δ_{in} 의 25% 미만인 것인 광학적 지연제:

$$\delta = d \left[\frac{n_x}{n_z} \left(n_z^2 - (\sin(\phi))^2 \right)^{1/2} - \left(n_y^2 - (\sin(\phi))^2 \right)^{1/2} \right]$$

상기 수학식에서, n_z 는 z축을 따라 편광되는 관심 파장의 광에 대한 필름의 굴절률이고, ϕ 는 x-z면의 이탈면 입사각이다.

청구항 17.

제16항에 있어서, 최대각 ϕ_{max} 가 50도 이상인 것이 특징인 광학적 지연제.

청구항 18.

제17항에 있어서, 지연도 크기차 $\Delta\delta$ 가 동일면 지연도 δ_{in} 의 15% 미만인 것이 특징인 광학적 지연제.

청구항 19.

삭제

청구항 20.

삭제

청구항 21.

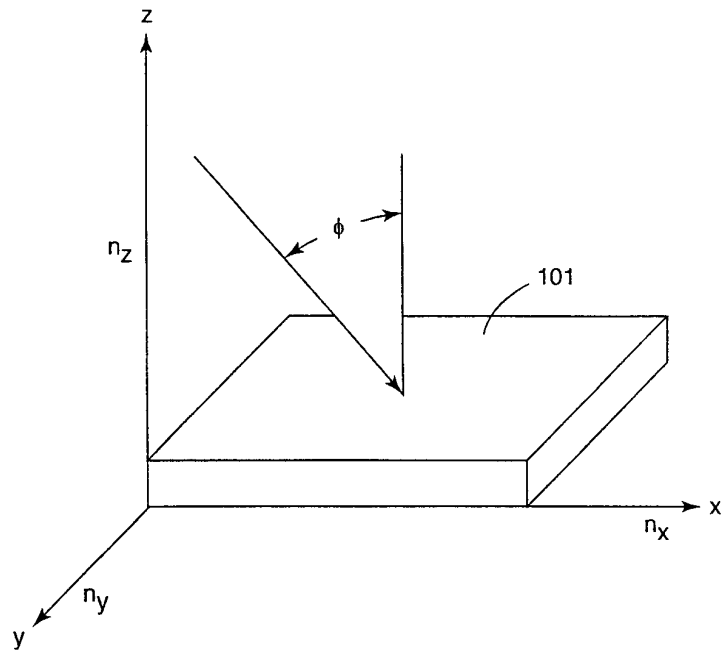
삭제

청구항 22.

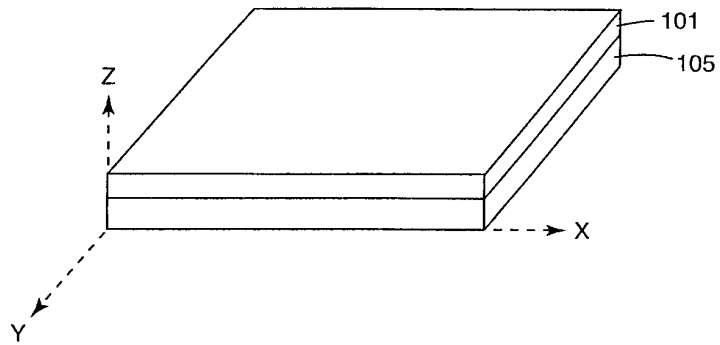
삭제

도면

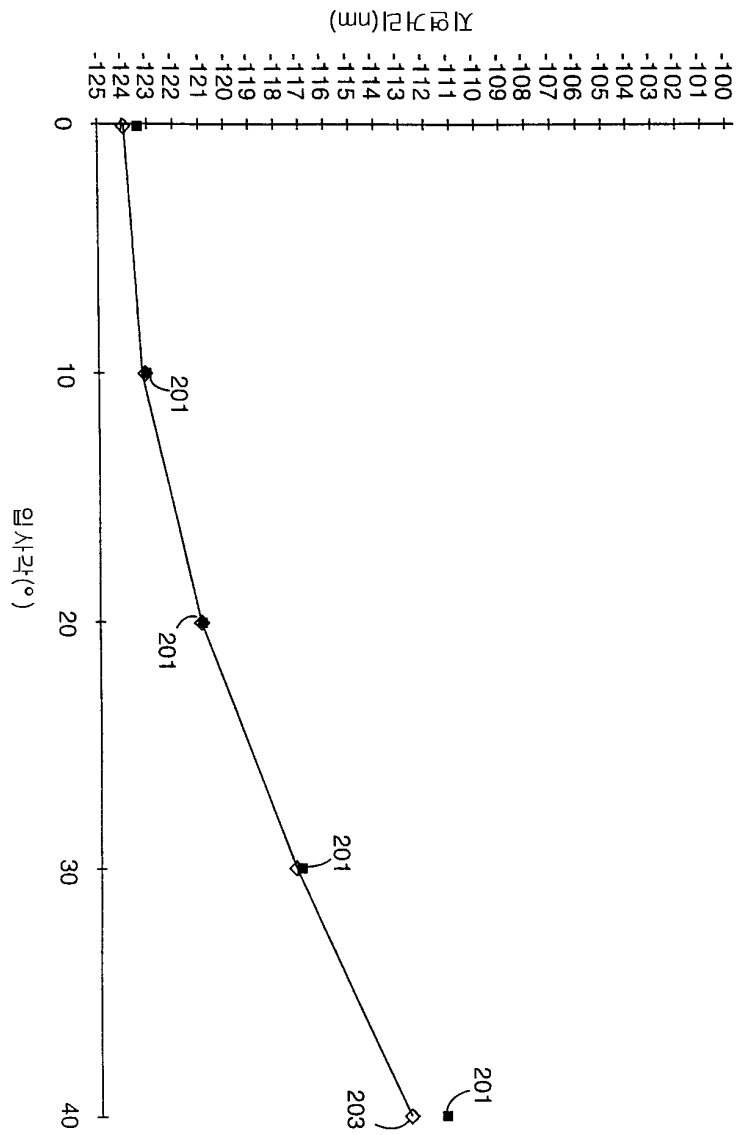
도면1a



도면1b



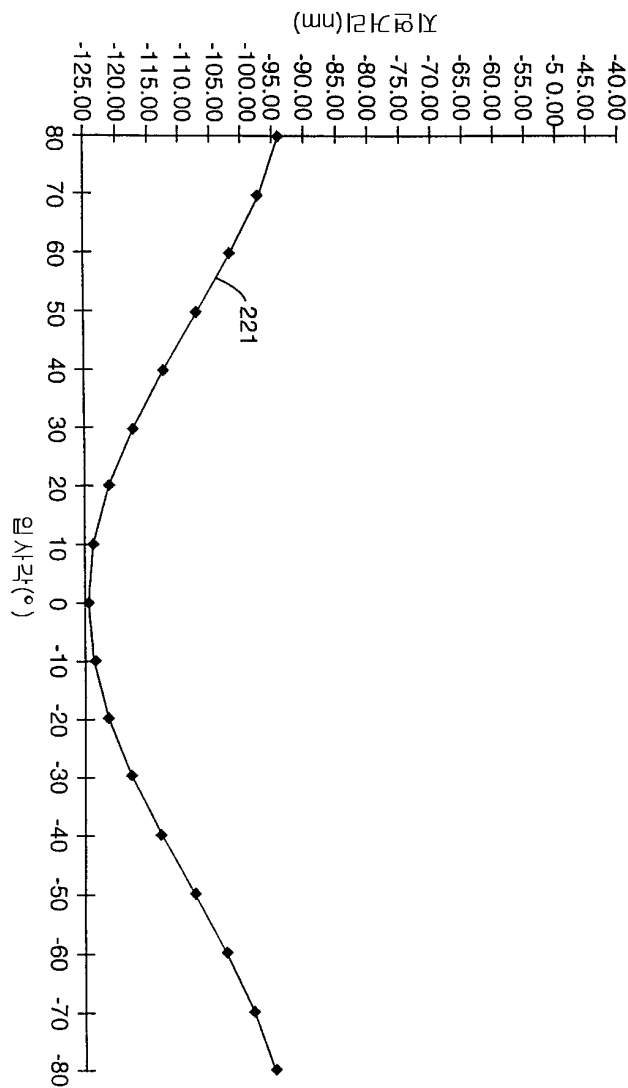
도면2a



도면2b

입사각(°)	지연거리(nm)	차이(nm)	비율
80	-94.12	-29.78	76.0
70	-97.15	-26.75	78.4
60	-101.63	-22.27	82.0
50	-106.87	-17.03	86.3
40	-112.18	-11.72	90.5
30	-116.95	-6.95	94.4
20	-120.70	-3.20	97.4
10	-123.08	-0.82	99.3
0	-123.90	0.00	100.0
-10	-123.08	-0.82	99.3
-20	-120.70	-3.20	97.4
-30	-116.95	-6.95	94.4
-40	-112.18	-11.72	90.5
-50	-106.87	-17.03	86.3
-60	-101.63	-22.27	82.0
-70	-97.15	-26.75	78.4
-80	-94.12	-29.78	76.0

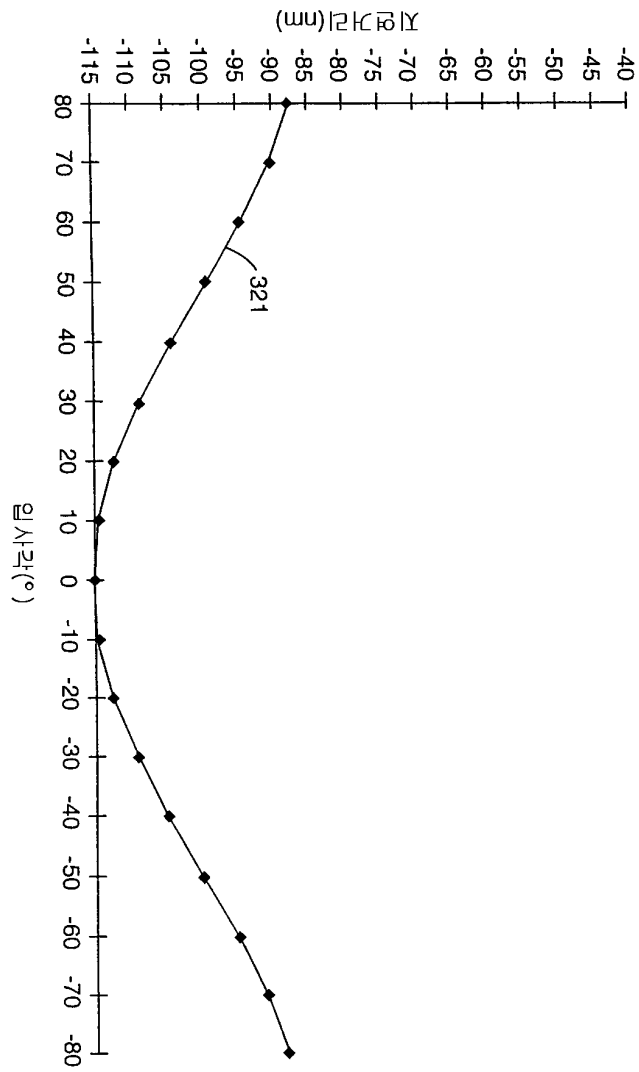
도면2c



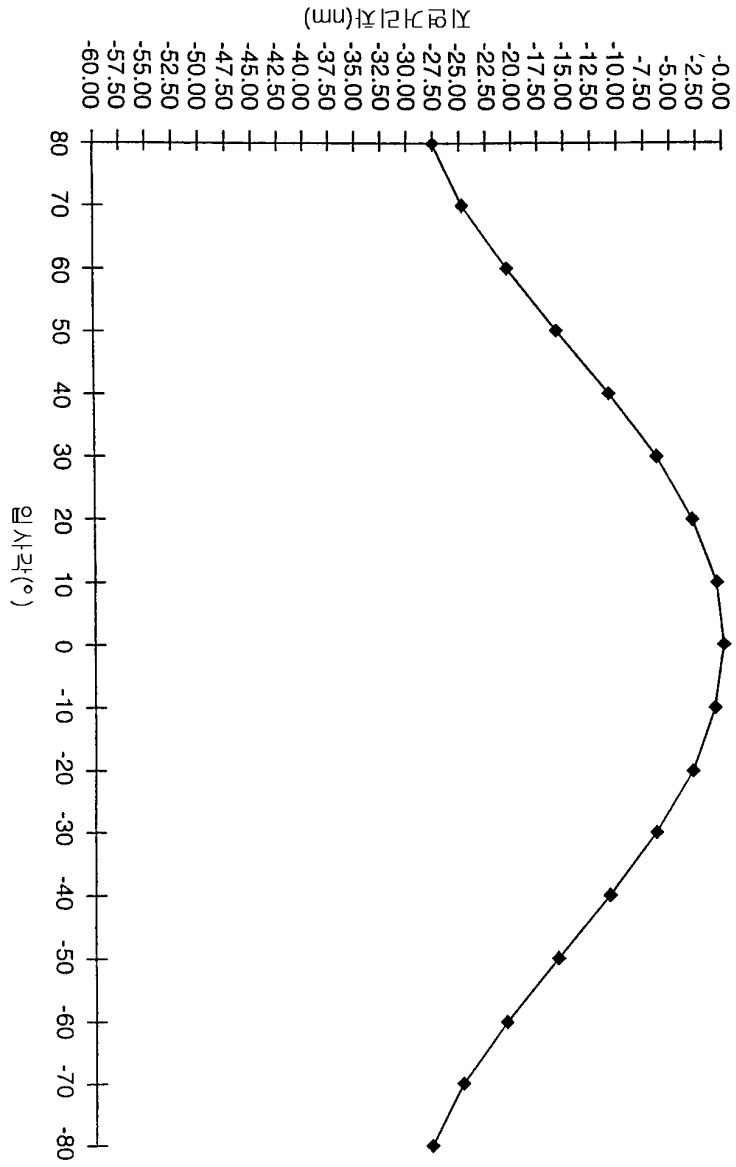
도면3a

301 ↙	303 ↙	305 ↙	307 ↙
입사각(°)	지연거리(nm)	차이(nm)	비율
-80	-87.2	-27.60	76.0
-70	-90.02	-24.78	78.4
-60	-94.17	-20.63	82.0
-50	-99.03	-15.77	86.3
-40	-103.94	-10.86	90.5
-30	-108.36	-6.44	94.4
-20	-111.83	-2.97	97.4
-10	-114.04	-0.76	99.3
0	-114.8	0.00	100.0
10	-114.01	-0.79	99.3
20	-111.83	-2.97	97.4
30	-108.36	-6.44	94.4
40	-103.94	-10.86	90.5
50	-99.17	-15.63	86.4
60	-94.17	-20.63	82.0
70	-90.02	-24.78	78.4
80	-87.2	-27.60	76.0

도면3b



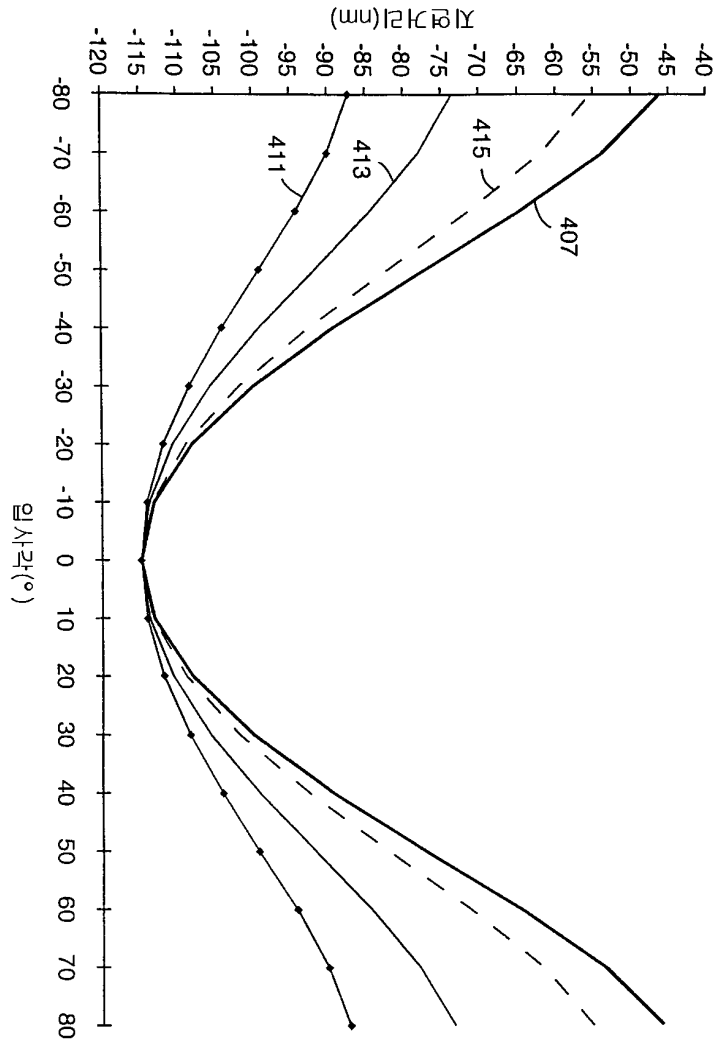
도면3c



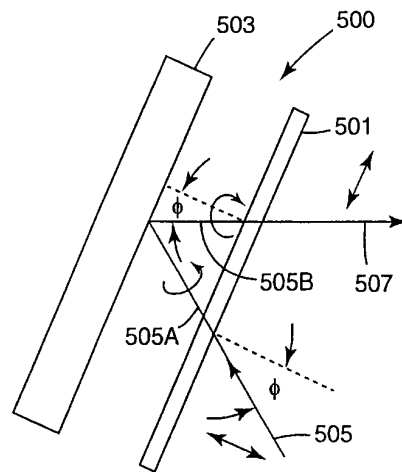
도면4a

입사각(°)	401 ny-nz=0.0000 지연거리(nm)	403 ny-nz=0.0003 지연거리(nm)	405 ny-nz=0.0007 지연거리(nm)	407 ny-nz=0.0009 지연거리(nm)
-80	-87.2	-73.52	-55.3	-46.19
-70	-90.02	-77.95	-61.88	-53.84
-60	-94.17	-84.37	-71.32	-64.8
-50	-99.03	-91.74	-82.02	-77.17
-40	-103.94	-99.05	-92.54	-89.28
-30	-108.36	-105.52	-101.74	-99.85
-20	-111.83	-110.55	-108.83	-107.98
-10	-114.04	-113.72	-113.28	-113.07
0	-114.8	-114.8	-114.8	-114.8
10	-114.01	-113.72	-113.28	-113.07
20	-111.83	-110.55	-108.83	-107.98
30	-108.36	-105.52	-101.74	-99.85
40	-103.94	-99.05	-92.54	-89.28
50	-99.17	-91.74	-82.02	-77.17
60	-94.17	-84.37	-71.32	-64.8
70	-90.02	-77.95	-61.88	-53.84
80	-87.2	-73.52	-55.3	-46.19

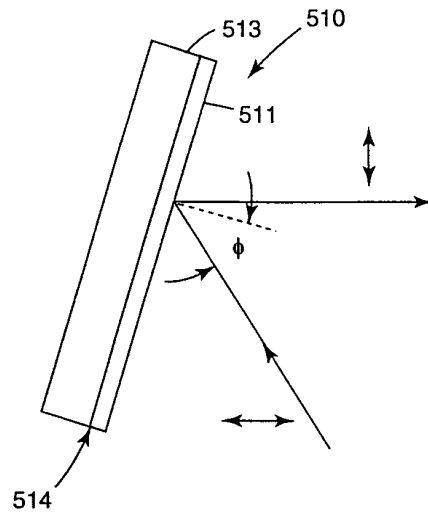
도면4b



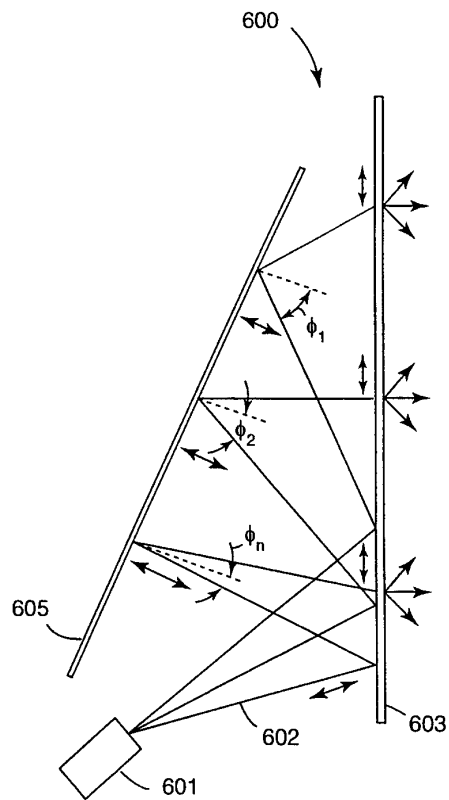
도면5a



도면5b



도면6



도면7

