



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년04월14일  
(11) 등록번호 10-1029441  
(24) 등록일자 2011년04월07일

(51) Int. Cl.

G02B 5/28 (2006.01) G02B 5/30 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2005-7012275

(22) 출원일자(국제출원일자) 2003년12월24일

심사청구일자 2008년12월24일

(85) 번역문제출일자 2005년06월29일

(65) 공개번호 10-2005-0084510

(43) 공개일자 2005년08월26일

(86) 국제출원번호 PCT/US2003/041339

(87) 국제공개번호 WO 2004/061491

국제공개일자 2004년07월22일

(30) 우선권주장

10/335,460 2002년12월31일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US6498683 B2

US6045894 A

US6157490 A

전체 청구항 수 : 총 5 항

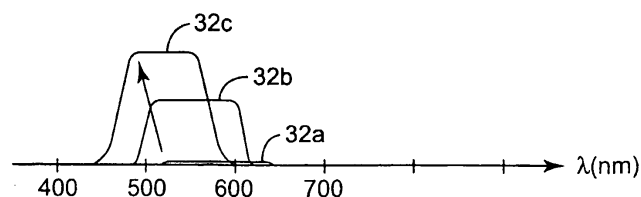
심사관 : 정성용

(54) 수직 입사광을 위한 가시 스펙트럼에서 실질적으로 반사밴드가 없고, 입사각에 따라 설계된 컬러 변동을 갖는 광학편광 필름

(57) 요약

다층 필름은 스펙트럼의 가시 영역에서 하나 이상의 반사 밴드(32b, 32c)의 결과로서 경사각에서 보여질 때 채색된 기색을 나타내도록 제공된다. 그러나 필름은 필름 상의 광 수직 입사를 위하여 가시 영역이든지 적외선 영역 부근이든지 실질적인 반사 밴드가 제공되지 않는다. 필름은 필수적으로 시안이 되는 것 없이 입사의 경사각에서 임의로 설계된 채색으로 수직 입사각에서 클리어 되도록 이루어질 수 있다. 이들 특성은 층 두께 및 굴절 인덱스의 적절한 선택으로 구성된 다층 간섭 필름과 함께 달성될 수 있다. 필름은 복굴절되는 적어도 하나의 물질을 가진 제1 및 제2 광 전송 가능한 물질의 교번 층을 포함하므로, 평면 내 축을 따른 인접한 층의 굴절 인덱스의 실질적인 매치와 두께 축을 따른 굴절 인덱스의 미스매치가 존재한다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

존자 제임스 엠.

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스  
33427

러프 앤드류 티.

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스  
33427

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

복수의 반복 유닛을 포함하는 광학 필름이며,

반복 유닛 각각은 적어도 제1 폴리머의 제1 교번 층 및 적어도 제2 폴리머의 제2 교번 층을 포함하며,

제1 폴리머를 포함하는 교번 층들은 등방성이고, 제2 폴리머를 포함하는 교번 층들은 복굴절성이고, 교번 층들은 서로 직각인 x-축 및 y-축이 층들에 대해 평행하게 연장되고 z-축이 x-축 및 y-축에 대해 직각인 좌표 시스템을 한정하고,

제1 및 제2 교번 층들은 0.1 이상의 z축을 따른 굴절 인덱스 차이를 갖고, 0.02 이하의 x-축을 따른 굴절 인덱스 차이를 갖고, 0.02 이하의 y-축을 따른 굴절 인덱스 차이를 갖고,

필름 내의 반복 유닛은 200nm 내지 350nm인 제2 교번 층의 광학 두께와 제1 교번 층의 광학 두께의 합을 가져서, 광학 필름은 경사각에서 채색된 것으로 보이도록 경사각에서 가시 스펙트럼의 일부분을 커버하는 반사 밴드를 갖고,

광학 필름은 수직 입사광을 위한 반사 밴드를 갖지 않고,

필름은 경사진 입사각으로 편광시키고,

또한 제2 폴리머는 적어도 1.61의 굴절 인덱스를 갖고 제1 폴리머에서 복굴절을 야기시키는데 필요한 조건 하에서 배향될 때 등방성을 유지하도록 적어도 20℃의 충분히 낮은 유리 전이 온도를 갖는 광학 필름.

### 청구항 2

제1항에 있어서, x-축 및 y-축을 따른 굴절 인덱스 차이는 0.01 이하인 광학 필름.

### 청구항 3

제1항에 있어서, z-축을 따른 굴절 인덱스 차이는 0.15보다 큰 광학 필름.

### 청구항 4

제1항에 있어서, 제2 폴리머는 티타니아 및 지르코니아로 구성되는 군으로부터 선택되는 입자를 포함하는 광학 필름.

### 청구항 5

제1항에 있어서, 필름의 일부가 박막화되어 형상, 패턴 또는 기호 중 적어도 하나가 형성된 광학 필름.

### 청구항 6

삭제

### 청구항 7

삭제

### 청구항 8

삭제

### 청구항 9

삭제

### 청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은 광학 필름에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 화면 형상(viewing geometry)의 함수로서 명백한 컬러 변동을 갖는 광학 필름에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 화면 형상의 함수로서 가시적인 컬러 변동을 나타내는 광학 필름은 알려져 있다. 예를 들어, "컬러 변동 필름(Color Shifting Film)"이라는 제목으로 PCT 공보 제W0 99/36258호(웨버 등)를 참조한다. "채색된 보안 필름

에 대한 클리어(Clear to Colored Security Film)"라는 제목으로 미국 특허 제6,045,894호(존자 등)를 또한 참조한다. 이들 참조는 많은 다른 필름들을 개시하며, 그 각각은 관찰 또는 입사각  $\theta$ (표면 법선으로부터 측정됨)가 변화할 때 명백한 컬러에서의 변동을 나타낸다. 축적된 한 더미의 무기물의 등방성 물질을 갖는 유리 또는 다른 단단한 기질을 포함하는 필터가 또한 컬러 변동을 나타낼 수 있다.

[0003] 이들 필름의 공통의 특징은 수직 입사각( $\theta=0$ )을 위한 하나 이상의 반사 밴드의 존재이며, 이 밴드는  $\theta$ 가 증가할 때 보다 짧은 파장으로 변동한다. 소위 반사 밴드의 "블루 변동(blue shift)"이라 칭하는 이러한 물리적 현상은 다층(10)의 일부분이 크게 확대되어 도시되는 도1과 관련하여 설명될 수 있다. 광선(12)은 각도  $\theta_1$ 에서 [단순성을 위하여 등방성 반사 인덱스( $n_1$ )을 갖는] 매체(1)로부터 입사된다. 광선의 일부는 매체(1)와 매체(2) 사이의 상부 인터페이스(2)에서 반사되고, 다른 부분은 물리적인 두께가  $d$ 인 매체(2)의 층을 통과한 후에 하부 인터페이스(16)에서 반사된다. 매체(2)는 단순성을 위하여 등방성 반사 인덱스( $n_2$ )를 갖는 것을 생각할 수 있다. 2개의 반사 층(18, 20)은 결국 건설적으로 또는 파괴적으로 층들의 상대 위상에 따라 간섭한다. 상대 위상도 또한 다음에 주어진 광선들 사이의 광학 경로차(OPD)의 함수이다.

$$OPD = 2 \cdot n_1 \cdot d \cdot \cos(\theta_2) \quad (\text{식1})$$

[0005] 이 양은 더 짧은 파장으로의 변동에 대응하여 입사각이 증가함에 따라 감소한다. 분석이 보다 복잡하지만, 등방성이라기 보다는 복굴절(birefringent)인 적어도 일부 광학 층을 갖는 다층 광학 필름은 증가하는 각도에 따라 블루 변동을 또한 겪는다.

[0006] 밴드가 더 짧은 파장으로 변동할 때, 밴드는 또한 s-편광된 광을 위한 하나와, p-편광된 광을 위한 다른 하나인 2개의 다른 밴드로 각각 분할하고, 여기서 s-편광된 광은 입사의 평면에 직교하여 진동하는 전기장 벡터를 갖는 선형적으로 편광된 광으로 언급하며, p-편광된 광은 입사의 평면에 평행하게 진동하는 전기장을 갖는 선형적으로 편광된 광으로 언급한다. 보다 짧은 파장으로의 변동은 반사 밴드의 모양 및 스펙트럼의 폭에서의 변동과 밴드 외(out-of band) 및 밴드 내(in-band) 반사성에서의 변동에 의해 또한 달성될 수 있다. 달성할 수 있는 블루 변동의 양은 제한되며, 필름이 침지되는 매체의 함수이고, 필름 구성의 상세의 함수이다.

[0007] 이들 알려진 필름의 관찰된 컬러 변화는 더 짧은 파장으로의 반사 밴드의 변동의 표시이다. 인간 가시 영역이 약 400 내지 700 nm로부터 연장하는 전자기적 스펙트럼의 구획에 대응하기 때문에, 수직 입사각에서 클리어되는 (즉, 실질적으로 컬러가 없는) 필름은 적외선 영역 근처 내에(즉, 약 700 nm에서 또는 이상에) 있는 수직 입사각에서의 위치를 갖는 반사 밴드의 변동에 의해서만 경사각에서 채색될 수 있다. 이 밴드가 관찰각 증가와 함께 가시 영역 내로 이동되기 시작할 때, 레드에서의 긴 가시 파장을 차단하기 시작하여, 전송에서 시안(cyan) 기색을 일으킨다. 이것은 도2에 개략적으로 도시되어 있으며, 여기서 수직 입사각을 위한 반사 밴드(30a)가 스펙트럼의 거의 적외선 영역에서 초기에 위치되고, 그리고 나서 관찰각이 증가할 때 더 짧은 파장에서 밴드(30a) 내로 변화한다. [도2에서, 개별의 s- 및 p- 편광 반사 밴드 내로의 스펙트럼 링잉(ringing)과 분리는 설명을 쉽게 하기 위하여 무시된다.]

[0008] 수직 입사각에서의 반사 밴드의 스펙트럼 위치는 필름 내의 광학적 반복 유닛의 광학적 두께에 의해 설정된다. 하나의 층의 광학적 두께는 광의 관련된 반사 인덱스에 의해 증가된 물리적 두께로 언급한다. 광학적 반복 유닛은, 모든 반복 층들이 동일한 두께를 가질 필요가 없지만, 다층 광학적 필름의 두께를 가로질러 반복하는 2개 이상의 개개의 층으로 된 한 더미로 언급한다. 예를 들어, 알려진 클리어 대 채색(clear-to-colored) 필름은 360 내지 450 나노미터의 범위의 광학적 두께(반사되기를 원하는 광의 파장의 절반)를 갖는 광학적 반복 유닛을 이용함으로써 약 720 내지 900 나노미터의 수직 입사광을 반사한다.

[0009] 존재하는 반사 밴드의 단순한 블루 변동에 의해 야기된 것보다는 인간 가시 컬러 변동이 나타날 수 있는 광학적 설계의 배열에서의 필름을 구비하는 것이 유리하다. 또한, 수직 화면에서의 클리어로부터 경사각에서의 어떤 희망하는 컬러로 변이할 수 있는 이용 가능한 필름을 구비하는 것이 유리하다.

### 발명의 상세한 설명

[0010] 본 출원은 입사각 증가에 따라 더 짧은 파장으로 단순히 변동하는 수직 입사각을 위한 반사 밴드의 존재를 요구하지 않고 각도에 대해 명백한 컬러 변동을 갖는 필름을 개시한다.

[0011] 일 태양에서, 본 명세서는 광학 필름이 경사각에서 채색된 것으로 보이도록 경사각에서 가시 스펙트럼의 일부분을 커버하는 반사 밴드를 제공하기 위해서 효과적인 복수의 층을 갖는 광학 필름을 개시한다. 그러나, 복수의

층들은 실질적으로 수직 입사광을 위한 반사 밴드가 제공되지 않는다.

[0012] 다른 태양에서, 명세서는 복수의 광학 반복 유닛을 형성하는 층을 갖는 광학 필름을 개시한다. 광학 반복 유닛의 적어도 일부는 가시광의 파장의 절반과 같은 광학 두께를 갖지만, 그럼에도 광학 필름은 수직 입사각에서 클리어 기색을 갖는다.

[0013] 또 다른 태양에서, 명세서는 관찰각의 각도의 범위에 걸쳐서 실질적으로 클리어로부터 제1 컬러로의 전송된 기색 변화를 갖는 광학적 필름을 개시한다. 그러나, 이들 광학 필름의 적어도 일부는 이러한 각도 범위에 걸쳐서 시안이 보이지 않는다.

[0014] 개시된 실시예의 이들 및 다른 태양은 아래의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다. 그러나, 상기 요약은 청구된 주제에 대한 제한으로서 구성되지 않아야 하며, 이 주제는 출원 중에 보정될 수도 있는 부착된 청구범위에 의해서만 한정된다.

## 실시예

[0025] 이미 공지된 컬러 변경 필름과 본 명세서에 기술된 바와 같은 컬러 변경 필름 사이의 차이를 강조하기 위해서, 도3은 본 명세서에 기술된 바와 같은 피름을 위한 반사 밴드의 계략도를 제공한다. 수직 및 거의 수직 입사광의 경우에, 곡선(32a)은 실질적으로 전혀 반사 밴드가 없는 것을 단순히 보여주기 위해 제공된다. 아래에 설명되는 바와 같이, 개개의 층들 사이의 굴절 인덱스의 적은 평면 미스매치는 거의 인식할 수 없는 반사 밴드를 일으킬 수도 있지만, 이러한 밴드의 반사성은 일반적으로 20% 이하, 보다 전형적으로 10% 또는 5% 이하이다. (본 명세서에서 주어진 반사성 값은 주목하지 않는다면 편광되지 않은 광을 갖는 조명으로 추정한다. 반사 밴드의 반사성은 필름의 어떤 외부 표면 반사를 제외하고 이러한 밴드의 최대 반사성이 되는 것으로 본 명세서에서 이해된다.) 관찰각이 증가할 때, 반사 밴드는 가시 영역에서 보여지고 곡선(32b)에 의해 도시된 바와 같이 강도에서 증가한다. 반사 밴드는 곡선(32c)에 의해 도시된 바와 같이 관찰각이 증가함에 따라 여전히 또한 증가한다. 따라서 반사 밴드의 최고 반사성은, 어떤 환경에서 몇 퍼센트의 최고 반사성에서의 약간의 증가가 평면 내(in-plane) 굴절 인덱스 미스매치(mismatch)가 나타난 경우에 낮은 반사성 값에서  $\theta$ 가 증가함에 따라 일어날 수도 있지만,  $\theta$ 가 증가함에 따라 실질적으로 변화없이 증가한다. 블루 변동이 도3의 순차(도2의 순차에서의 경우와 같이)에서 볼 수 있음에도 불구하고, 도3은 반사 밴드가 단순히 왼쪽에 걸쳐서 변동하기 보다는 어느 곳에서부터 본질적으로 나타난다는 사실에 의해 아주 명확히 구별된다. 광학 필름에서의 층 두께의 적절한 선택에 의해, 하나 이상의 반사 밴드는 도3에 도시된 것과 같은 방식으로 선택된 경사각에서 가시 스펙트럼에서의 어느곳에서 보여지게 될 수 있어서, 선택된 경사각에서 필름이 어떤 희망하는 전송된 컬러로 변동되게 허용한다. 클리어 대 그린(clear-green), 클리어 대 옐로우, 클리어 대 마젠타, 클리어 대 레드, 및 클리어 대 블루는 가능한 컬러 변동의 예들이다. 필름은, CIE 컬러 좌표  $a^*$  및  $b^*$ 를 갖고, 각각이 5 이하인 경우, 또는  $a^{*2} + b^{*2}$ 의 제곱근이 5 이하인 경우에 클리어가 고려될 수 있다. 필름이 진입각의 사용 범위를 넘어서 시안이 보이지 않는 곳에서 아주 많은 실시예들이 존재함에도 불구하고, 어떤 실시예에서는 필름이 그렇게 설계된 경우에 어떤 진입각에서 시안이 잘 보일 수도 있음을 주목한다. 만약 흡수제가 기준선 축상의 기색을 클리어로부터 특정한 컬러로 변화시키기 위해서 추가된다면, 또 다른 전이가 옐로우 대 레드 또는 블루 대 그린과 같이 가능하다.

[0026] 도3의 반사 밴드는 s-편광된 광이 아니라 p-편광된 광과 관련된다. 따라서 필름은 경사각에서 편광 필름이다. s-편광된 광은 실질적인 반사없이(실질적으로 영향을 받지 않는 파장이기 때문에 고려되지 않는 가능한 외면 반사를 제외하고) 필름을 관통한다. 이것 때문에, 도3의 반사 밴드는 편광되지 않은 광을 위한 최대 반사성의 50%에 도달할 수 있고, 필름의 컬러 채도(통상의 편광되지 않은 광으로 조명되고 전송으로 보여질 때)는 양쪽 편광을 여과할 수 있는 필름에 크게 비교하는 바와 같이 될 수 없다. 다르게 진술된 바와 같이, 명백한 컬러 채도는 필름이 단지 p-편광된 광으로 조명되는 경우에 또는 단지 p-편광된 광을 전송하는 분석기를 통해 관찰되는 경우에 크게 향상될 수 있다. 반대로, 피름의 채색된 기색은 필름이 단지 s-편광된 광으로 조명되는 경우에 또는 단지 s-편광된 광을 전송하는 분석기를 통해 관찰되는 경우에 높은 경사각에서도 본질적으로 제거될 수 있다. 현저하게, 필름의 기색(조명 및 보는 조건에 따라, 채색되든지 안되든지 여하간에)은, 필름의 평면에 직교하는 축에 대한 필름의 회전에, 그리고 관찰각  $\theta$ 가 일정하게 유지되는 방식으로 필름에 대한 관찰자의 회전에 영향을 받지 않는다.

[0027] 광학 특성은 층 두께 및 굴절 인덱스의 적절한 선택으로 다층 간섭 필름 구성에 도달될 수 있다. 단순한 4분의 1 파장 스택 구성에서, 필름은 제1 및 제2 광 전송 물질(A, B)의 교번 층을 포함하고, 이 층은 반사될 가시 파

장의 1/5과 같은 광학적 두께를 갖는다. 그리고 나서 인접한 A, B 층의 한 쌍은 광학 두께가  $1/2 \lambda$ 를 갖는 층의 광학 반복 유닛을 형성한다. 이것의 변동은 층의 광학 두께가 동일하지 않거나, 다시 말하면 f-비율이 0.05보다 다른 경우이다. 이것의 보다 일반적인 상황은 도4에 도시된다. 거기에, 광학 필름(40)은 6개의 광학 반복 유닛 (ORU1, ORU2, ... ORU6)을 형성하는 교번 층(A, B)이 제공된다. 이들은 개별적으로 인가 가능한 A 층 및 인접한 B 층의 광학 두께의 총합인 대응하는 광학 두께(OT1, OT2, ... OT6)를 갖는다. 단지 6개의 광학 반복 유닛이 도시되었지만, 전형적인 필름은 10개, 100개, 또는 1000개의 개별적인 층을 포함할 수도 있다. 광학 반복 유닛 두께는 모두 같을 수 있고, 이 경우에 비교적 좁은 반사 밴드가 발생되거나 그들이 보다 넓은 반사 밴드를 발생시키는 필름의 두께 축을 따라 층 두께에서 선형 경사도를 갖춘 경우인 바와 같이 다를 수 있다. 다른 층 두께 경사도는 또한 "예리한 밴디지를 갖춘 광학 필름(Optical Film With Sharpened Bandedge)"이라는 제목으로 미국 특허 제6,157,490호[휘틀리(Wheatley) 등]에서 기술된 바와 같이 또한 참조될 수 있다.

[0028] 필름(40)은 국부적 x-y-z 우선회의 데카르트 좌표 시스템의 내용으로 도시되며, 여기서 필름은 x-y 평면에 평행하게 연장되고, z-축은 두께 축에 대응하는 필름에 직교한다. 개별적인 A 층의 굴절 인덱스는 각각 x-, y-, 및 z-축을 따라 진동하는 전기장 벡터를 가진 편광된 광을 위하여 다음과 같이 표시된다.

[0029] 
$$n_{1x}, n_{1y}, n_{1z}$$

[0030] 같은 방식으로, 개별적인 B 층의 굴절 인덱스는 다음과 같이 표시된다.

[0031] 
$$n_{2x}, n_{2y}, n_{2z}$$

[0032] 엄밀히 말해서 대부분의 광 전송 물질의 굴절 인덱스가 또한 파장 의존성이 있음에도 불구하고, 이러한 의존성은 특히 가시 영역 내에서 전형적으로 매우 작으며, 여기서 무시될 것이다. 상술된 광학적 특성을 달성하기 위해서, 각각의 광학 반복 유닛 내에서 A 및 B 층의 적어도 하나는 복굴절이므로, 평면 내 축을 따른 인접한 층의 굴절 인덱스의 실질적인 매치와, 두께 축을 따른 굴절 인덱스의 실질적인 미스매치가 존재한다. 만약  $\Delta n$ 과 같은 특정한 축을 따라  $n_2 - n_1$ 의 크기를 표시한다면, 이 설정의 조건은 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$\Delta n_x \approx 0$$

$$\Delta n_y \approx 0$$

$$\Delta n_z \approx \text{크다}$$

[0033]

[0034] 생성된 필름은 "오프-축 편광자(off-axis polarizer)" 또는 "p-편광자"로서 언급된다. 일반적으로 "광학 필름"이라는 제목으로 미국 특허 제5,882,774호(존자 등)를 참조한다. 위에서 도시된 관계에서,  $\Delta n_x$  및  $\Delta n_y$ 가 제로인 것은 차이가 편광을 위한 축상( $\theta=0$ )의 반사성의 무시할 수 있는 양, 예를 들어 20%, 또는 10%, 또는 5% 미만을 생성하도록 충분히 작은 것을 의미한다. 이것은 낮은 반사성을 유지하도록 평면 내 인덱스 차이의 보다 작은 절대값을 일반적으로 요구하는 광학 층 또는 광학 반복 유닛의 더 많은 수와 함께 필름에서 채택된 광학 반복 유닛의 전체 수에, 그리고 광학 반복 유닛의 두께 분포(또는 "층 밀도" - 광학 두께의 범위 당 층의 수)에 또한 의존할 것이다. 수백이지만 1000 이하의 광학 층의 전체 수를 갖는 필름을 위하여, 약 0.02 이상의 굴절 인덱스 차이가 전형적으로 받아들일 수 있지만, 0.01 이하의 차이가 바람직하다.  $\Delta n_z$ 가 "크다"라는 것은 오프-축 반사성의 바람직한 실질적인 양, p-편광된 광을 위한 반사성의 바람직하게 적어도 50% 및 보다 바람직하게 적어도 80%가, 발생하기에 충분히 크다는 것을 의미한다. 이들 레벨은 전형적으로 50 내지 80°C, 바람직하게 약 60°C의 경사각  $\theta$ (공기 매체로 측정됨)에서 달성된다.  $\Delta n_x$ 를 위한 바람직한 값은 약 0.1 이상이다.  $\Delta n_x$ 의 값이 크면 클수록, 주어진 경사각에서의 p-편광된 광을 위한 광학 필름에서의 각각의 광학 반복 유닛의 반사성을 더 크고, 광학 반복 유닛의 고정된 수를 위한 필름의 반사성은 더 크거나, 희망하는 반사성 레벨을 위한 필름에서 요구된 광학 반복 유닛은 더 작아진다. "큰 Z-축 굴절 인덱스 차이를 갖춘 P-편광자(P-Polarizer With Large Z-Axis Refractive Index Difference)"라는 제목으로 공통적으로 양도된 미국 출원 번호 제10/334,836호에 참조된다.

[0035] 이들 굴절 인덱스 관계를 갖춘 다층 필름은 수직 입사광을 위하여 필수적으로 반사 밴드가 나타나지 않는다. 이것은 평면 내 축을 따라서만 진동하는 이러한 광의 전기장 벡터 때문이고, 이에 의해 평면 내 굴절 인덱스만을 샘플링한다. 이들 인덱스는 층 대 층(layer-to-layer)으로부터 실질적으로 매치되기 때문에, 광 빔은 마치



내부 간섭이 없는 모놀리식 물질을 통해 이동하는 것처럼 거동한다. 실질적인 굴절 인덱스 차이는, 광이 z-축에 대한 실질적인 각도에서 전파될 때에만, 전기장 벡터가 z-축을 따른 구성요소(p-편광된 광)를 갖는 곳에서만, 개별적인 층 간섭에서 광에 의해 경험되어서, 구조적인 간섭에 의해 반사를 발생시키게 된다.

[0036] 그러나, 상술된 굴절 인덱스 관계에 부가하여, 광학 반복 유닛은 불균일한 인간 가시 스펙트럼에 걸쳐서 경사각에서 반사성을 발생시키는 광학 두께를 가져야만 하므로, 필름은 이러한 각도에서 전송된 광에서 채색된 기색을 나타낸다. 광학 반복 유닛의 광학 두께는 단일, 비교적 좁은 반사 밴드가 입사각이 증가함에 따라 가시 스펙트럼의 희망하는 부분에서 발생되도록 모두 동일하게 선택될 수 있다. 대안으로, 광학 반복 유닛의 다수의 패킷이 사용될 수 있고, 여기서 각각의 패킷은 균일한 광학 두께의 광학 반복 유닛을 갖지만, 이러한 광학 두께는 다른 좁은 반사 밴드가 가시 스펙트럼의 희망하는 부분에서 발생하도록 다른 패킷을 위하여 다르게 된다. 대안으로 또는 부가적으로, 두께 경사도는 가시 스펙트럼의 부분에 걸쳐서 폭넓은 반사 밴드를 발생하도록 채택될 수 있다. 다수의 반사 밴드는 블루, 그린 또는 레드와 같은 희망하는 파장 밴드에 걸쳐서 그 사이에 높은 전송(전송 밴드)의 스펙트럼 영역을 한정하도록 충분한 각도로 분리될 수 있다. 따라서 광학 반복 유닛의 두께의 적절한 선택은 시안에서만인 아닌 수직 입사각에서 실질적으로 클리어되는 필름을 위해서도 경사진 관찰각에서 어느 희망하는 컬러 기색에 거의 도달하도록 설계자의 폭넓은 범위를 준다.

[0037] 주어진 광학 반복 유닛의 반사성은 수직 입사각에서 광학 반복 유닛의 광학적 두께의 두배와 같은 파장  $\lambda$ 에서 최대를 나타낸다. 본 출원의 목적을 위하여, 광학 반복 유닛의 광학적 두께는 일정하게, 그리고 수직 입사광을 위한 광학 반복 유닛을 구성하는 광학 층의 광학적 두께의 총합과 같도록 고려된다. 주체의 필름에서 광학 반복 유닛의 적어도 일부(및 바람직하게 실질적으로 모두)에서 입사의 제로가 아닌 각도의 범위에 걸쳐서, 즉 입사의 경사각의 범위에 걸쳐서 가시광을 반사한다. 따라서, 큰 입사각에서의 반사 밴드가 작은 입사각에서의 반사 밴드에 대한 어느 범위로 블루 변동되지만, 본 명세서에 기술된 대부분의 광학 필름은, 가시이든지 적외선 영역이든지 여하간에 수직 입사각에서 실질적으로 반사 밴드를 갖지 않거나 혹은 실질적으로 클리어되는 수직각 전송된 기색을 또한 구비하는 동안에, 가시광의 파장의 절반, 또는 약 400 내지 700 nm, 약 200 내지 350nm의 파장의 절반과 같은 광학적 두께(수직 입사각에서)를 갖는 적어도 일부의 광학 반복 유닛을 가질 것이다.

[0038] 상술된 바와 같이, 각각의 광학 반복 유닛은 본질적으로 단지 2개의 광 전송 가능한 광학 층으로 구성할 수 있다. 그러나 독자(reader)는 다른 알려진 광학 반복 유닛 설계가 상기 교시와 일치하여 또한 사용될 수 있음을 이해할 것이다. 예를 들어, "적외선 반사 광학 간섭 필름(Infrared Reflective Optical Interference Film)"이라는 제목으로 미국 특허 제5,103,337호[쉬렌크(Schrenk) 등]에서 기술된 바와 같은 3개의 다른 물질을 이용하는 4개의 층 설계와, "2개의 구성요소의 적외선 반사 필름(Two Component Infrared Reflecting Film)"이라는 제목으로 미국 특허 제5,360,659호에서 기술된 바와 같은 2개의 물질을 이용하는 6개의 층 설계가 또한 사용될 수 있다. 그러나 대부분의 경우에, 단순히 2개의 구성요소의 4분의 1 파장(0.50 f-비율) 설계는 최하부 순서 반사를 위한 높은 반사성을 제공하기 때문에 그리고 더 높은 순서 반사가 일반적으로 관계하지 않기 때문에 바람직하다.

[0039] 다양한 광 전송 물질은 주체의 필름의 광학 반복 유닛을 보상하는 광학 층을 위하여 사용될 수 있다. 그러나 바람직하게, 물질은 다층 다이로부터 동시 압출되고 그 후에 캐스트되고 연속적이거나 동시적인 스트레칭 작동으로 지향될 수 있는 열가소성 폴리머이다. 광학적으로, 두꺼운 표피 층은 보호 및 손쉬운 핸들링을 위하여 추가될 수 있고, 이 층은 만약 하나 이상의 층 배열기가 피드블록(feedblock) 및 다이(die) 사이에 사용된다면 완성된 필름 내에서 광학 층의 패킷들 사이에 보호 경계층이 될 수 있다.

[0040] 삭제

[0041] 유리하게 발견된 하나의 접근에서, 하나의 광 전송 가능한 폴리머 물질(임의로 지정된 A)은 제조 공정 전체에 걸쳐서 등방성을 유지하고, 다른 것(임의로 지정된 B)은 제조 공정에서 스트레칭 공정 동안에 복굴절된다. 스트레칭은 복굴절 물질의 평면 내 굴절 인덱스가 결국 서로 거의 동등하게 되고, 등방성 물질의 굴절 인덱스와 동등하게 되도록 x- 및 y- 축 모두를 따라 수행된다. 그리고 나서 복굴절 물질의 평면 외(out-of-plane) 굴절 인덱스는 등방성 물질의 굴절 인덱스로부터 실질적으로 다르다. 특히 이러한 접근의 바람직한 변형에서, 물질 A는 비교적 높은(등방성) 굴절 인덱스를 갖고, 물질 B는 오리엔테이션(orientation) 이전에 캐스트 필름 내의 약간 하부 등방성 굴절 인덱스를 갖는다. 오리엔테이션 동안에 B 물질의 굴절 인덱스는 A 물질의 인덱스와 매치되도록 2개의 직교 스트레치 방향을 따라 증가하고, B 물질의 Z-축 굴절 인덱스는 A 물질의 인덱스와 이것 사이의 간격을 넓히도록 감소된다. 한편, 필름 온도, 스트레치율, 및 스트레치 비율과 같은 스트레치 조건의 조



심스런 제어와 적절한 물질 선택에 따라, A 물질의 굴절 인덱스는 오리엔테이션 동안 일정하고 등방성으로 유지된다. 물질 A는 지향된 물질 B의 평면 내 굴절 인덱스와 매치되도록 높은 굴절 인덱스를 갖고, 물질 B에서 복굴절을 야기하는데 필요한 조건으로 지향할 때 등방성을 유지하도록 낮은 충분한 유리 전이 온도  $T_g$ 를 갖는다. 바람직하게, 필름은 스트레칭 동안 등방성 물질의 유리 전이 온도에 걸쳐서 적어도 약 20°C의 온도에서 유지된다.

[0042]

가요성 설계를 위하여, 다이스(dyes)와 피그먼트(pigment)와 같은 종래의 흡수체는, 가시 효과를 위한 필름 또는 아티클에 기준선 컬러 또는 틴트(tint)를 추가시키기 위해서, 필름의 하나 이상의 층에 추가될 수 있거나, 접착제, 잉크 또는 하드 코트와 같은 하나 이상의 코팅으로 인가될 수 있거나, 혹은 주제의 다층 광학 필름에 결과적으로 적층되는 개별적인 필름 또는 기관 내에 병합될 수 있다. 이 기준선 컬러는 모든 보는 각도에서 효과적이다. 추가적인 층 및 코팅은 필름의 광학적, 기계적 또는 화학적 특성을 변형시키기 위해서 또한 추가될 수 있다. "추가적인 코팅 또는 층을 갖춘 다층 폴리머 필름(Multilayer Polymer Film With Additional Coatings or Layers)"이라는 제목으로 미국 특허 제6,368,699호(길버트 등)를 참조한다. p-편광 필름과 다른 종래의 다층 필름 및 편광자는 또한 본 명세서에 기술된 필름에 적층되거나 그렇지 않으면 함께 사용될 수 있다. 이러한 종래의 필름은 심미적 및/또는 실용적인 목적을 위해 스펙트럼의 가시 영역 및/또는 적외선 영역 부근에서 반사 밴드를 가질 수도 있다.

[0043]

주제의 필름의 유일한 기색 특성은 특징, 패턴 또는 표시를 한정하기 위해서 필름의 부분을 선택적으로 박막화 함으로써 또한 변형될 수 있다. 이러한 선택적인 박막화는 경사각에서의 인식된 컬러가 이들 위치에서 변화하도록 바람직하게 표피 층 또는 코팅을 박막화시키는 것보다는 차라리 국소된 위치에서 필름의 두께를 통한 광학층을 모두 박막화시키는 것을 포함한다. 이것은 국소적인 가열, 엠보싱, 또는 적합한 레이저 방사에 의한 노출에 의해 행해질 수 있다. 바람직하게 박막화는 희망하는 굴절 인덱스 관계가 오리엔테이션 공정을 통해 달성된 후에 행해진다. 그 방식에서 박막화된 위치 및 유지 부분 모두는 상술된 바람직한 굴절 인덱스 및 파장 특성을 나타낸다. 예는 도5에서 도시된다. 부분(52)은 비박막화된 부분 또는 배경부(54)를 또한 포함하는 광학 필름(50) 상의 회사 로고의 형태로 박막화되었다. 양쪽 부분에서, 인접한 광학 층의 평면 내 굴절 인덱스는 실질적으로 매치되고, 이러한 층의 평면 외 굴절 인덱스는 실질적으로 미스매치된다. z-축을 따라 수직으로 보았을 때, 양쪽 부분이 실질적으로 수직 입사광을 전송하기 때문에 패턴이 식별될 수 없다. 필름(50)은 만약 흡수체가 존재한다면 완전히 클리어 또는 균일한 컬러가 될 수 있다. 그러나 경사각에서, 비박막화된 부분(54)은 제1 전송 컬러로 변화하고 박막화된 부분(52)은 컬러의 부분(54)에 대하여 블루 변동되는 제2 저농 컬러로 변화하며, 블루 변동의 양은 광학 층의 박막화의 정도에 비례한다. 따라서, 패턴은 수직 견망에서 검출하기 어렵지만 경사각에서 명확히 보여진다. 패턴은 2개 부분 이상으로 병합할 수 있고, 각각은 다른 두께를 가짐으로써 경사각에서 다른 컬러를 가지며, 또한 단계 변화라기 보다는 필름의 일부분으로부터 다른 부분으로 점차적인 두께 변화를 또한 병합할 수 있다.

[0044]

대안으로, 표시는 국소적인 표면 거칠기 또는 텍스처링(texturing)에 의해 필름에 추가될 수 있다. 이러한 거칠기는 s- 및 p- 편광된 광을 흩어지게 하고, 거칠어진 영역은 주변 광학 필름으로부터 두드러진다. 국소적인 표면 텍스처링은 레이저 마킹, 샌드블래스팅(sandblasting), 매트 완성 롤(matte finish roll)로 엠보싱, 러빙(rubbing), 및 임핑잉 제트(impinging jets)와 같은 다양한 공지 기술에 의해 달성될 수 있다.

[0045]

본 명세서에 기술된 바와 같은 필름과 이러한 필름을 병합하는 아티클은 다양한 최종 용도 응용예에서 사용될 수 있다. 예를 들어, 특별한 광학 시스템이 p-편광자의 유일한 특성으로부터 이점이 될 수 있다. 예를 들어, "편광된 광원과 와이드각 P-편광 반사 편광자를 갖춘 헤드업 디스플레이(Head-Up Display With Polarized Light Source and Wide-Angle P-Polarization Reflective Polarizer)"라는 제목으로 공통적으로 양도된 미국 출원 제10/335,458호를 참조한다. 다른 최종 용도 응용예는 인증 시스템의 영역이다. 주제의 필름은, 관찰자가 필름을 통해 서류를 판독할 수 있도록 패스포트와 같은 서류에 영구히 부착시킬 수 있는 한편, 선택적으로 분석 편광자 또는 편광된 광으로 경사각에서의 유일한 컬러 변동을 관찰함으로써, 서류가 진짜인지 아닌지를 또한 알 수 있게 한다. 필름이 인가되는 서류 또는 다른 기관은 경사각에서 필름의 전송된 컬러가 판독하기 어렵게 하는 인덱스표시의 컬러와 매치하고, 반면에 그들이 수직 입사각에서 쉽게 판독되는 방식으로 채색되는 표시를 포함할 수 있다. 필름은 인증 목적을 위해 소비품을 위한 패키지 또는 서류에 접착식으로 고정될 수 있는 테이프 또는 라벨 형태로 판매될 수 있다. 접착제(바람직하게 압력 감지 접착제이지만 대안적으로 열용융 또는 만곡 가능한 접착제)는 대상물에 인가될 수 있도록 필름의 하나의 주요 표면에 인가될 수 있다. 필름은 또한 보안 서류 내로 병합되도록 보안 나사의 형태로 채택될 수 있다.

[0046] 종래의 프린트된 이미지 및/또는 홀로그래픽 이미지는 어느 적합한 기술에 의해 필름의 어느 주요 표면 상에 제공될 수 있다. 주제의 필름 내로 병합될 수 있는 다른 종래의 보안 특징부, 또는 필름이 일부분인 어느 적합한 구성은, 탬퍼링(tampering)을 효과적으로 방지하는 마이크로퍼포레이션(microperforation), 열의 인가에 의해 탬퍼링(tempering)을 방지하는 열 쉬링크 특성, 및 탬퍼링의 징후를 제공하는 내부 델라미네이션(delamination) 특성을 포함한다. 주제의 필름은 아이템의 표면 상이든지 내부 층에서든지 여하간에 적합한 라벨, 박판, 또는 (인식 카드 또는 투명하거나 반투명한 재정 처리 카드와 같은)카드 내로 또한 병합될 수 있다.

[0047] 예

[0048] 필름의 예가 이제 기술될 것이다. 필름 구조의 등방성 층에 사용된 폴리머가 필수적인 유동학적, 화학적, 열적, 및 광학적 특성을 달성하도록 특별히 공식화되었다. 필름에 사용된 폴리머는 다음의 조건에 따라 선택되거나 혹은 개발되었다. 그들은 동시 압출되어야 하고, 그들은 적절한 내층 접착을 가져야 하고, 등방성 폴리머는 스트리칭 후에 복굴절 폴리머의 평면 내 굴절 인덱스와 매치하기 위해서 비통상적으로 높은 굴절 인덱스를 가져야 하며, 다른 폴리머 물질 내에 복굴절을 야기하는데 필수적인 조건 하에서 지향될 때 등방성을 유지하도록 낮은 충분한 유리 전이 온도를 가져야 한다. 바람직하게, 필름은 스트레칭 동안 등방성 물질의 유리 전이 온도 이상으로 적어도 약 20℃의 온도로 유지된다.

[0049] 폴리머 1-co-PEN-HNLT

[0050] 공폴리에스테르(copolyester)는, 127.3 kg의 디메틸 나프탈렌 디카르복실레이트, 4.2 kg의 디메틸 이소프탈레이트, 38.4 kg의 헥산 디올, 50.5 kg의 에틸렌 글리콜, 8.6 kg의 1,3 부틸 에틸 프로판디올, 1.3 kg의 트리메틸 올 프로판, 34 g의 아연 아세테이트, 25 g의 코발트 아세테이트, 및 75 g의 안티몬 트리아세테이트의 원료로 일단의 반응기에서 합성되었다. 0.20 Mpa의 압력 하에서, 이 혼합물은 메탄올을 제거하는 동안 254℃로 가열되었다. 34.5 kg의 메탄올이 제거된 후에, 56 g의 트리에틸 포스포노아세테이트(triethyl phosphonoacetate)가 반응기에 충전되고 이어서 압력이 285℃로 가열하는 동안에 133 Pa로 점차로 감소되었다.

[0051] 응축 반응 부산물, 에틸렌 글리콜은 86℃에서 60/40 wt.% 페놀/오-디클로로벤젠으로 측정된 바와 같이 0.84 dL/g의 고유 밀도를 갖는 폴리머가 생성될 때까지 연속적으로 제거되었다. 이 물질, 열가소성 폴리머는 20℃/분의 스캔율을 가진 ASTM D3418을 이용하는 DSC에 의해 측정된 바와 같이, 약 50%의 상대습도에서, 76℃의 유리 전이 온도( $T_g$ )를 갖는다. 폴리머의 열적 히스토리(history)는 샘플 상의 2개의 DSC 열 스캔을 수행하고 제2 열 스캔의  $T_g$ 를 기록함으로써 계수로서 제거되었다.

[0052] 폴리머 2- PET

[0053] 예에서 사용된 폴리에틸렌 테레프탈레이트는, 5,000 kg의 디메틸 테레프탈레이트, 3,502 kg의 에틸렌 글리콜, 1.2 kg의 망간 아세테이트, 및 1.6 kg의 안티몬 트리아세테이트의 원료 충전으로 일단의 반응기에서 합성된다. 1520 torr의 압력 하에서, 이 혼합물은 트랜스에스테르화 반응 부산물 메탄올을 제거하는 동안 254℃로 가열된다. 1,649 kg의 메탄올이 제거된 후에, 2.45 kg의 트리에틸 포스포노아세테이트가 반응기에 충전되고 이어서 압력이 280℃로 가열하는 동안에 1 torr로 점차로 감소된다.

[0054] 응축 반응 부산물, 에틸렌 글리콜은 86℃에서 60/40 wt.% 페놀/오-디클로로벤젠으로 측정된 바와 같이 0.60 dL/g의 고유 밀도를 갖는 폴리머가 생성될 때까지 연속적으로 제거된다. 이 물질, 열가소성 폴리머는 20℃/분의 스캔율을 가진 ASTM D3418을 이용하는 DSC에 의해 측정된 바와 같이, 약 50%의 상대습도에서, 255℃의 용융 온도( $T_m$ )를 갖는다. 폴리머의 열적 히스토리는 샘플 상의 2개의 DSC 열 스캔을 수행하고 제2 열 스캔의  $T_g$ 를 기록함으로써 계수로서 제거된다.

[0055] 폴리머 3- PETG

[0056] 이 공폴리에스테르는 미국 테네시주 킹스포트를 소재하는 이스트먼 케미컬 컴파니(Eastman Chemical Company)로부터 제품 코드 이스타 브랜드 PETG 6763 하에서, 상용으로 입수되었다. 이것은 83℃의 유리 전이 온도( $T_g$ )를 나타낸다.

[0057] 폴리머 4- PETG

[0058] 이것은 70 wt% PET와 30 wt% PETG의 혼합물이다. 이것은 약 81℃의 유리 전이 온도( $T_g$ )를 나타낸다.

[0059] 필름 예

[0060] 다층 광학 편광 필름은 광 전송 가능한 물질들 중 하나로서 폴리머 1과, 다른 물질을 위한 폴리머 4(70 wt% PET와 30 wt% PETG의 혼합물)를 이용하여 만들어졌다. 이들 물질은 폴리머 1 및 폴리머 4의 275 교번 층들의 한 더미를 발생시키도록 다층 용융 매니폴드를 통해 동시 압출된다. 폴리머 4로부터 이루어진 두꺼운 외부 보호 표면 층의 추가적인 세트는 277 전체 층과 0.021 인치(0.53 mm)의 전체 두께를 가진 캐스트 웨브를 형성하도록 275 층 더미의 어느 측면 상에 동시 압출된다. 이 캐스트 웨브에서, 모든 층은, 가시 파장에서 약 1.618의 인덱스를 갖는 폴리머 1과 약 1.567의 인덱스를 갖는 폴리머 4를 갖춘, 굴절 인덱스에서 등방성이다. 이 캐스트 웨브의 하나의 피스는 45초 동안 100℃에서 가열 공기로 충격에 의해 가열되고 이어서 3.6 x 3.6 의 최종 드로우 비율로 100%/초의 드로우 비율에서 2개의 직교 평면 내 방향에서 동시에 지향된다. 생성된 광학 필름은 약 0.0016 인치(0.041 mm)의 두께와 약 10인치당 10(약 650 cm<sup>2</sup>)의 사용 영역을 갖는다. 폴리머 4로 구성된 외부 표면 층의 굴절 인덱스는 완성된 필름 상의 632.8 nm에서 메트리콘 프리즘 굴절계로 측정되고 다음을 알 수 있다.

[0061] 폴리머 4:  $n_x = n_y = 1.635$ ;  $n_z = 1.51$

[0062] 다른 폴리머의 굴절 인덱스는 동일한 굴절계로 분쇄된 펠릿형으로 미리 측정되고 1.618 임을 알 수 있다. 완성된(스트레칭된) 필름의 광학 특성을 분석함으로써, 그리고 폴리머 4의 최종 굴절 인덱스를 알게 됨으로써, 이 다른 폴리머가 실질적으로 등방성이 유지되었는지, 즉 이것은 완성된 필름 내의 다음의 굴절 인덱스를 갖는지가 결정된다.

[0063] 폴리머 1:  $n_x = n_y = n_z = 1.618$

[0064] 그러므로, 이 필름을 위하여,

$$\Delta n_x = \Delta n_y \approx 0.017$$

$$\Delta n_z \approx 0.108$$

[0065]

[0066] 완성된 필름 내의 광학 반복 유닛의 상대 두께 측면은 원자력 마이크로스코프(AFM)로 측정된다. 이들 상대 측정은 전체 스케일링 요소와 필름의 관찰된 광학 특성과 잘 일치하기 위하여 선택된 f-비율 요소와 결합되고, 필름 내에서 275 광학 층의 생성된 물리적 두께 측면은 도6에 도시된다. 인접한 층은 대략 동일한 물리적 두께를

가지며, 그러므로 이 경우에 동일 측상의 광학적 두께를 갖는다 (**f-비율  $\approx 0.50$** ). 또한, 다수의 다른 제로가 아닌 층 두께 경사도는 필름 두께의 여러 가지 구획에 걸쳐서 검출될 수 있다. 개별적인 광학 층은 물리적인 두께가 약 100 nm 내지 약 125 nm까지의 범위이다. 상술된 바와 같이 2개의 물질의 굴절 인덱스 특성에 따라, 이들 두께는 단지 325 내지 405 nm 하에서의 범위로부터 광학 두께 범위를 가진 광학 반복 유닛을 산출한다. 이들 값을 배증하는 것은 단지 650 nm 내지 810 nm 하에서의 광학 파장에 대응한다.

[0067] 광학 반복 유닛의 일부는 광의 가시 파장의 절반에 대응하고, 필름은 수직 각도에서 볼 때(관찰각  $\theta=0$ ) 실질적으로 클리어 된다. 60℃의 관찰각에서 보여질 때, 필름은 마젠타 전송 기색을 갖는다. 이 컬러는 필름에 수직인 축에 대하여 필름의 회전에 영향을 받지 않는다. 또한, 컬러는 보다 포화되도록 이루어질 수 있거나 관찰자의 눈 앞에서 분석기를 이용하여 실질적으로 보이지 않도록 이루어질 수 있고, 분석기는 p-편광된 광과 s-편광된 광 각각을 전송하도록 회전된다. 또한, 필름은  $\theta = 0$  및 60℃ 사이의 어느 지점에서 시안이 되지 못한다. 공기 내의 필름의 퍼센트 전송율은 측정되고 수직 입사광 및 60℃에서의 광 입사를 위하여 도7a 및 도7b에 도시된다. 도7b에서, 곡선(60)은 s-편광된 광만의 전송율이고, 곡선(62)은 p-편광된 광만의 전송율이다. 도7a-7b 도표는 전방 및 후방 필름 공기 인터페이스에서 광대역 표면 반사를 위하여 정정 또는 오프셋이 포함되지 않는다. 수직 입사각에서 실질적인 반사 밴드가 부재한다는 것을 주목한다. 또한 60℃ 입사각에서 가시 영역 내의 p-편광된 광을 위한 중요한 반사 밴드가 존재함을 주목한다. 도7b에서 s-편광된 광의 약 50% 광대역의 반사성은 필름 공기 표면 반사로 인한 것이다.

[0068] 추가적인 폴리머 및 필름 실시예

[0069] 추가적인 폴리머가 상술된 조건을 만족시키도록 개발되거나 혹은 인식되었다. 그들은 동시 압출되어야 하고, 그들은 적절한 내층 접착을 가져야 하고, 등방성 폴리머는 스트레칭 후에 복굴절 폴리머의 평면 내 굴절 인덱스와 매치하기 위해서 비통상적으로 높은 굴절 인덱스를 가져야 하며, 다른 폴리머 물질 내에 복굴절을 야기하는데 필수적인 조건 하에서 지향될 때 등방성을 유지하도록 낮은 충분한 유리 전이 온도를 가져야 한다. 또한,

등방성 층으로 사용된 폴리머는 적어도 약 1.61, 보다 바람직하게 적어도 약 1.65의 굴절 인덱스를 가지므로, 보다 큰 복굴절(예를 들어, 순수한 PET)을 나타내는 폴리머가 보다 높은 반사성을 달성하도록 광학 층들 사이의  $z$ -인덱스 차이를 증가시키도록 사용될 수 있다.

[0070] 폴리머 5-co-PEN-5545HD

[0071] 공폴리에스테르는, 87.6 kg의 디메틸 나프탈렌 디카르복실레이트, 57 kg의 디메틸 테레프탈레이트, 12.3 kg의 헥산 디올, 81.6 kg의 에틸렌 글리콜, 0.7 kg의 트리메틸올 프로판, 34 g의 아연 아세테이트, 25 g의 코발트 아세테이트, 및 55 g의 안티몬 트리아세테이트의 원료로 일단의 반응기에서 합성되었다. 0.20 Mpa의 압력 하에서, 이 혼합물은 메탄올을 제거하는 동안 254°C로 가열되었다. 41.5 kg의 메탄올이 제거된 후에, 56 g의 트리에틸 포스포노아세테이트가 반응기에 충전되고 이어서 압력이 285°C로 가열하는 동안에 133 Pa로 점차로 감소되었다.

[0072] 응축 반응 부산물, 에틸렌 글리콜은 86°C에서 60/40 wt.% 페놀/오-디클로로벤젠으로 측정된 바와 같이 0.53 dL/g의 고유 밀도를 갖는 폴리머가 생성될 때까지 연속적으로 제거되었다. 이 물질, 열가소성 폴리머는 20°C/분의 스캔율을 가진 ASTM D3418을 이용하는 DSC에 의해 측정된 바와 같이, 약 50%의 상대습도에서, 92°C의 유리 전이 온도( $T_g$ )를 갖는다. 폴리머의 열적 히스토리는 샘플 상의 2개의 DSC 열 스캔을 수행하고 제2 열 스캔의  $T_g$ 를 기록함으로써 계수로서 제거되었다.

[0073] 폴리머는 다층 필름의 등방성 광학 층에서 사용하기에 적합하고 1.612의 굴절 인덱스를 갖는다.

[0074] 폴리머 6-co-PEN 함유 나노-티타니아(nano-titania)

[0075] 폴리머 1로서 기술된 coPEN-HNLT의 등방성 굴절 인덱스는 약 30 nm 미만의 평균 입자 크기로 약 30 wt% 티타니아 입자의 병합에 의해 1.65로 증가될 수 있다. 자체적으로 티타니아는 가시적으로 약 2.4의 굴절 인덱스를 갖는다. 나노-티타니아 입자는 폴리머 매트릭스에서 광의 과도한 흡입이나 흡어짐을 회피하도록 적절하게 분산되어야 한다.

[0076] 생성된 열가소성 폴리머를 기초로한 물질은 폴리머 1과 동일한 유리 전이 온도, 즉 76°C를 갖고 있으며, 다층 필름의 등방성 광학 층에서 사용하기에 적합하다.

[0077] 폴리머 7-co-PEN 함유 나노-지르코니아(nano-zirconia)

[0078] 폴리머 1로서 기술된 coPEN-HNLT의 등방성 굴절 인덱스는 약 30 nm 미만의 평균 입자 크기로 약 40 wt% 지르코니아 입자의 병합에 의해 1.65로 증가될 수 있다. 자체적으로 지르코니아는 가시적으로 약 2.2의 굴절 인덱스를 갖는다. 나노-지르코니아 입자는 폴리머 매트릭스에서 광의 과도한 흡입이나 흡어짐을 회피하도록 적절하게 분산되어야 한다.

[0079] 생성된 열가소성 폴리머를 기초로한 물질은 폴리머 1과 동일한 유리 전이 온도, 즉 76°C를 갖고 있으며, 다층 필름의 등방성 광학 층에서 사용하기에 적합하다.

[0080] 폴리머 8- 높은 인덱스 아크릴레이트 함유 나노-티타니아

[0081] 나프틸 티오-아크릴레이트와 나프틸 티오에틸 아크릴레이트 및/또는 나프틸 옥시에틸 아크릴레이트의 혼성 중합체는 약 1.65의 등방성 굴절 인덱스를 갖는 폴리머를 기초로한 물질을 생성시키도록 약 30 wt% 티타니아 입자와 합성될 수 있다. 30 nm 미만의 평균 크기를 가져야 하는 티타니아 입자는 아크릴레이트 폴리머 매트릭스에서 광의 과도한 흡입이나 흡어짐을 회피하도록 적절하게 분산되어야 한다.

[0082] 이 폴리머를 기초로 한 물질의 유리 전이 온도는 아크릴레이트 단량체의 상대 비율을 조정함으로써 맞춰질 수 있으므로, 나프틸 티오-아크릴레이트의 경우는  $T_g \approx 100^\circ\text{C}$ 이고, 나프틸 티오에틸 아크릴레이트의 경우는  $T_g \approx 40^\circ\text{C}$ 이고, 나프틸 옥시에틸 아크릴레이트의 경우는  $T_g \approx 9^\circ\text{C}$ 이다. 특히, 물질의 유리 전이 온도는 79°C, PET의 유리 전이 온도, 이하가 되도록 맞춰질 수 있다. 이 폴리머 8은 다층 필름의 등방성 광학 층에 사용하기에 적합하다.

[0083] 폴리머 9- 높은 인덱스 아크릴레이트 함유 나노-지르코니아

[0084] 나프틸 티오-아크릴레이트와 나프틸 티오에틸 아크릴레이트 및/또는 나프틸 옥시에틸 아크릴레이트의 혼성 중합체는 약 1.65의 등방성 굴절 인덱스를 갖는 폴리머를 기초로 한 물질을 생성시키도록 약 40 wt% 지르코니아 입



자와 합성될 수 있다. 30 nm 미만의 평균 크기를 가져야 하는 지르코니아 입자는 아크릴레이트 폴리머 매트릭스에서 광의 과도한 흡수나 흠집을 회피하도록 적절하게 분산되어야 한다.

[0085] 이 열가소성 폴리머를 기초로 한 물질의 유리 전이 온도는 폴리머 8과 관련하여 상술된 바와 같이 아크릴레이트 단량체의 상대 비율을 조정함으로써 맞춰질 수 있고, 79°C 이하가 되도록 맞춰질 수 있다. 이 폴리머 9는 다층 필름의 등방성 광학 층에 사용하기에 적합하다.

[0086] 폴리머 10- 고 인덱스 등방성 co-PEN

[0087] 공폴리에스테르는, 127.3 kg의 2,6-디메틸 나프탈렌 디카르복실레이트, 8.4 kg의 2,3-디메틸 나프탈렌 디카르복실레이트, 48.4 kg의 헥산 디올, 50.6 kg의 에틸렌 글리콜, 8.6 kg의 1,3 부틸 에틸 프로판디올, 1.3 kg의 트리메틸올 프로판, 34 g의 아연 아세테이트, 25 g의 코발트 아세테이트, 및 75 g의 안티몬 트리아세테이트의 원료로 일단의 반응기에서 합성될 수 있다. 0.20 Mpa의 압력 하에서, 이 혼합물은 메탄올을 제거하는 동안 254°C로 가열될 수 있다. 32.5 kg의 메탄올이 제거된 후에, 56 g의 트리에틸 포스포노아세테이트가 반응기에 충전되고 이어서 압력이 285°C로 가열하는 동안에 133 Pa로 점차로 감소될 수 있다.

[0088] 응축 반응 부산물, 에틸렌 글리콜은 86°C에서 60/40 wt.% 페놀/오-디클로로벤젠으로 측정된 바와 같이 적어도 0.6 dL/g의 고유 밀도를 갖는 폴리머가 생성될 때까지 연속적으로 제거될 수 있다. 이 물질, 열가소성 폴리머는 20°C/분의 스캔율을 가진 ASTM D3418을 이용하는 DSC에 의해 측정된 바와 같이, 약 50%의 상대습도에서, 약 76°C의 유리 전이 온도( $T_g$ )를 갖는다.

[0089] 열가소성 폴리머는 다층 필름의 등방성 광학 층에서 사용하기에 적합하고 1.63의 굴절 인덱스를 갖는다.

[0090] 폴리머 11-co-PHT

[0091] 공폴리에스테르는, 100 kg의 디메틸 테레프탈레이트, 93 kg의 1,6-헥산 디올, 3.1 kg의 트리에틸렌 글리콜, 0.9 kg의 트리메틸올 프로판, 50 g의 테트라 부틸 티타네이트, 30 g의 코발트 아세테이트, 및 35 g의 안티몬 트리아세테이트의 원료로 일단의 반응기에서 합성된다. 0.20 Mpa의 압력 하에서, 이 혼합물은 메탄올을 제거하는 동안 254°C로 가열된다. 33 kg의 메탄올이 제거된 후에, 35 g의 트리에틸 포스포노아세테이트가 반응기에 충전되고 이어서 압력이 270°C로 가열하는 동안에 133 Pa로 점차로 감소될 수 있다.

[0092] 응축 반응 부산물, 1,6 헥산 디올은 86°C에서 60/40 wt.% 페놀/오-디클로로벤젠으로 측정된 바와 같이 0.86 dL/g의 고유 밀도를 갖는 폴리머가 생성될 때까지 연속적으로 제거된다. 이 물질, 열가소성 폴리머는 20°C/분의 스캔율을 가진 ASTM D3418을 이용하는 DSC에 의해 측정된 바와 같이, 약 50%의 상대습도에서, 15°C의 유리 전이 온도( $T_g$ )와 142°C의 용융 온도( $T_m$ )를 갖는다. 폴리머의 열적 히스토리는 샘플 상의 2개의 DSC 열 스캔을 수행하고 제2 열 스캔의  $T_g$ 를 기록함으로써 계수로서 제거된다.

[0093] 폴리머는 다층 필름의 복굴절 광학 층에서 사용하기에 적합하고, 1.55의 프리-스트레치(pre-stretch) 굴절 인덱스를 갖는다. 적합한 2축의 스트레칭 조건 하에서, 평면 내 굴절 인덱스는 약 1.59 내지 1.61로 증가할 수 있고 평면 외 굴절 인덱스는 약 1.51로 감소할 수 있다.

[0094] 폴리머 12 - 80/20 폴리에스테르 혼합물

[0095] 이것은 80 wt% PET와 20 wt% PETG의 혼합물이다. 이것은 약 82°C의 유리 전이 온도( $T_g$ )를 갖는다.

[0096] 폴리머는 다층 필름의 복굴절 광학 층에서 사용하기에 적합하고, 약 1.568의 프리-스트레치 굴절 인덱스를 갖는다. 적합한 2축의 스트레칭 조건 하에서, 평면 내 굴절 인덱스는 약 1.638로 증가할 수 있고 평면 외 굴절 인덱스는 약 1.506으로 감소할 수 있다.

[0097] 폴리머 13 - CoPVN 등방성 혼성 중합체

[0098] 비닐 나프탈렌과 페녹시 에틸 아크릴레이트 또는 에틸 아크릴레이트, 부틸 아크릴레이트, 및 이소-옥틸 아크릴레이트와 같은 다른 낮은  $T_g$  아크릴레이트의 혼성 중합체는 1.65의 굴절 인덱스와 79°C 미만의 유리 전이 온도를 제공하도록 합성될 수 있다. 선택적으로, 부타디엔 또는 다른 낮은  $T_g$  러버 코모노머(rubber comonomer)는 1.65의 굴절 인덱스와 79°C 미만의 유리 전이 온도를 제공하도록 비닐 나프탈레이트와 혼성 중합될 수 있다.

[0099] 폴리머 14 - 아택틱(atactic) PVN

[0100] 아택틱 폴리비닐 나프탈렌은 1.68의 등방성 굴절 인덱스를 갖고, 이에 따라 증가된 반사성을 위한 z-축을 따라 인덱스 차이를 증가시키는데 유용할 수 있다. 이 물질의  $T_g$ 는 151°C이고, 그러므로 이것은 오리엔테이션 이후에 1.68-1.70의 평면 내 굴절 인덱스를 갖도록 설계된 복굴절 물질로서 더 높은  $T_g$  CoPEN으로 동시 압출 및 오리엔테이션을 위해 적합하다.

[0101] 폴리머 15 - 고  $T_g$  CoPEN 복굴절 폴리머

[0102] PEN(폴리에틸렌 나프탈레이트)의 혼성 중합체는 등방성 물질로서 아택틱 PVN의 것들과 매치시키기 위해서 1.68-1.7 아래로 PEN의 평면 내 굴절 인덱스를 감소하도록 코모노머로서 2,6 디메틸 나프탈레이트와 2,3 디메틸 나프탈레이트 또는 4,4 비페닐 디카르복실레이트를 활용하여 합성될 수 있다.

[0103] 다른 필름 실시예

[0104] 다층 광학 편광 필름은 등방성 광 전송 가능한 물질로서 폴리머 5와, 복굴절 광 전송 가능한 물질로서 폴리머 11(co-PHT)를 이용하여 만들어질 수 있다. 이들 물질은 폴리머 5 및 폴리머 11의 275(또는 다른 적합한 수) 교번 층들의 한 더미를 발생시키도록 다층 용융 매니폴드를 통해 동시 압출될 수 있다. 폴리머 11로부터 이루어진 두꺼운 외부 보호 표피 층의 추가적인 세트는 277 전체 층과 약 0.019 인치(0.48 mm)의 전체 두께 또는 다른 적합한 값을 가진 캐스트 웨브를 형성하도록 275 층 더미의 어느 측면 상에 동시 압출될 수 있다. 이 캐스트 웨브에서, 모든 층은, 가시 파장에서 약 1.612의 인덱스를 갖는 폴리머 5와 약 1.55의 인덱스를 갖는 폴리머 11을 갖춘, 굴절 인덱스에서 등방성이다. 이 캐스트 웨브는 가열 공기 또는 다른 종래의 가열 수단으로 충격에 의해 115°C와 같은 적합한 온도로 가열될 수 있고, 이어서 3.0 x 3.0과 같은 최종 드로우 비율로, 1000%/초와 같은 적합한 드로우율에서 2개의 직교 평면 내 방향으로 동시에 지향될 수 있다. 생성된 광학 필름은 약 0.002 인치(0.05 mm)의 두께를 가질 수 있다. 폴리머 11로 구성된 표피 및 광학 층은 완성된 필름에서 다음의 굴절 인덱스를 달성할 수 있다.

[0105] 폴리머 11:  $n_x = n_y = 1.61$ ;  $n_z = 1.51$

[0106] 다른 폴리머의 굴절 인덱스는, 1.612의 등방성 굴절 인덱스로, 스트레치 조건의 적절한 선택에 의해 등방성을 유지할 수 있다.

[0107] 폴리머 5:  $n_x = n_y = n_z = 1.612$

[0108] 그러므로, 이러한 필름을 위하여,

$$\Delta n_x = \Delta n_y \approx 0.002$$

$$\Delta n_z \approx 0.102$$

[0109]

[0110] 완성된 필름에서의 광학 층의 두께 측면은 균일, 단계, 선형 또는 다른 공지의 기능에서도 경사각에서 희망하는 전송된 컬러를 달성하는 적합한 기능을 할 수 있다.

[0111] 평면 내 굴절 인덱스 차이는 0.01 이하이고, 필름 내의 각각 그리고 모든 광학 반복 유닛이 가시 파장의 절반의 광학적 두께를 갖는다고 해도 0° 관찰각에서 보일 때 실질적으로 클리어되는 필름은 영향을 받기 쉽다는 것을 주목한다.

[0112] 다른 실시예에서, 다층 광학 편광 필름은 등방성 광 전송 가능한 물질로서 폴리머 1과, 복굴절 물질로서 폴리머 12(80 wt% PET와 20 wt% PETG의 혼합물)를 이용하여 만들어질 수 있다. 이들 물질은 폴리머 1 및 폴리머 12의 223(또는 다른 적합한 수) 교번 층들의 한 더미를 발생시키도록 다층 용융 매니폴드를 통해 동시 압출될 수 있다. 더미는 어느 층 두께 경사도를 가질 필요가 없지만, 바람직하게 약 100 nm의 완성된 필름에서 반사 밴드의 절반-최대(FWHM) 밴드폭에서 완전한 폭에 대응하는 경사도를 가진다. 이 더미는 압출이 약 1:1.44와 같은 적합한 비율의 동등하지 않은 폭으로 분할되는 비대칭 배열기에 제공될 수 있고, 2개의 광학 패킷들과 전체 445 광학 층을 제공하도록 폭을 동등화한 후에 적층될 수 있다. 폴리머 12로부터 이루어진 두꺼운 외부 보호 표피 층의 추가적인 세트는 447 전체 층과 약 0.020 인치(0.51 mm)의 전체 두께를 가진 캐스트 웨브를 형성하도록 445 층의 어느 측면 상에 동시 압출될 수 있다. 이 캐스트 웨브에서, 모든 층은, 가시 파장에서 약 1.618의 인덱스를 갖는 폴리머 1과 약 1.568의 인덱스를 갖는 폴리머 12를 갖춘, 굴절 인덱스에서 등방성이다. 이 캐스트 웨



브는 102℃에서 가열 공기로 충격에 의해 가열될 수 있고, 이어서 약 3.5 x 3.5과 같은 최종 드로우 비율로 적합한 드로우율에서 2개의 직교 평면 내 방향으로 지향될 수 있다. 폴리머 12로 구성된 표피 및 광학 층은 완성된 필름에서 다음의 굴절 인덱스를 달성할 수 있다.

[0113] 삭제

[0114] 폴리머 12:  $n_x = n_y = 1.638$ ;  $n_z = 1.506$

[0115] 다른 폴리머의 굴절 인덱스는 1.618의 등방성 굴절 인덱스로, 스트레치 조건의 적절한 선택에 의해 등방성을 유지할 수 있다.

[0116] 폴리머 1:  $n_x = n_y = n_z = 1.618$

[0117] 그러므로, 이러한 필름을 위하여,

$$\Delta n_x = \Delta n_y \approx 0.02$$

$$\Delta n_z \approx 0.112$$

[0118]

[0119] 생성된 광학 필름은, 경사진 입사광을 위하여, 필름에서 2개의 223 층 패킷에 대응하는 2개의 다른 p-편광 반사 밴드를 제공할 수 있다. 비대칭 배열기를 위한 각각의 패킷 및 폭 비율의 층 두께 측면의 적합한 제어에 따라, 반사 밴드들은 낮은 반사도 및 높은 전송율을 특징으로 하여 그 사이에 간격을 한정하도록 충분히 분리될 수 있다. 이러한 방식으로 수직 입사각에서의 클리어로부터 약 60℃에서의 그린으로 전송된 기색에서 변동하는 필름이 제공될 수 있다. p-편광된 광만을 위하여 그리고 60℃ 경사각에서 연산된 전송 스펙트럼은 도8에서 도시되며, 여기서 곡선(70, 72)은 피를 보상하는 2개의 개별적인 패킷의 연산된 전송율이다. 도시된 바와 같이, 각 패킷은 경사각으로 강한 반사 밴드를 생성한다. 이들 2개의 곡선의 수학적 결과는 60℃에서 p-편광된 광으로 조명될 때 필름의 연산된 전송을 산출한다. 물론, 단지 기술된 바와 같이 클리어 대 그린 다층 필름은, 광학 층 분포가 60℃에서 분리된 반사 밴드를 제공하도록 맞춰지는 한, 본 명세서에 기술된 다른 폴리머 조합으로 또한 이루어질 수 있다.

[0120] 또 다른 실시예에서, 다층 광학 간섭 필름은, 60℃에서 p-편광된 광을 위하여 약 500nm로부터 약 600nm까지 연장하는 단일 반사 밴드를 제공하는 제한들 사이에서 피의 두께에 대한 실질적으로 선형 층 두께 경사도를 제공하도록 제어될 수 있는 것을 제외하고, 필름 예와 같은 방식으로 이루어질 수 있다. 또한, 옐로우 다이(약 400 내지 500 nm를 흡수함)는 수직에서 봐서 필름에 대한 옐로우 기주넌 컬러를 제공하기에 충분한 양으로 필름(또는 개별 필름에서 또는 적층되거나 그렇지 않으면 다층 필름에 인가된 코팅) 내로 병합된다. 도9는 곡선(76)으로 옐로우 다이의 흡수를 예시하며, 여기서 곡선은 보는 각도 또는 경사각  $\theta$ 에서의 변화에 비교적 영향을 받지 않는다. 다른 한편을, 곡선(78)은  $\theta=60^\circ$ 에서 p-편광된 광을 위하여 광학 층 더미의 전송율을 예시한다. 물론, 곡선(78)은 수직 경사광을 위하여 퍼센트 전송율 크기의 상단부에서 편평한 선이 되는, 보는 각도에 따라 크게 변화한다. 이러한 흡수 다이와 컬러 변동 p-편광 피의 조합은  $\theta=0^\circ$ 에서의 옐로우로부터  $\theta=60^\circ$ 에서의 레드로 변화하는 필름을 생성한다.

[0121] 전술의 옐로우 대 레드 필름의 많은 변동들은 흡수제 및/또는 광학 더미 설계(및 반사 밴드 위치, 폭, 수, 및/또는 강도)를 변화시킴으로써 고려된다. 이러한 변동에서, 옐로우 다이는 약 600 내지 700 nm를 흡수하는 블루 다이와 교체된다. 또한, 500-600 nm 반사 밴드는 광학 층 두께에서 적절한 변화에 의해 60℃에서 p-편광된 광을 위한 약 400 내지 500 nm로 연장하는 밴드로 교체된다. 결과는  $\theta=0^\circ$ 에서의 블루로부터  $\theta=60^\circ$ 에서의 그린으로 변화하는 필름이다.

[0122] p-편광 다층 광학 필름을 위한 흥미로운 다른 물질 쌍은, 복굴절 광 전송 가능한 물질이 폴리머 2(PET)이고 등방성 광 전송 가능한 물질이 폴리머 6(나노-티타니아를 가진 co-PEN), 폴리머 7(나노-지르코니아를 가진 co-PEN), 폴리머 8(나노-티타니아를 가진 아크릴레이트), 및 폴리머 9(나노-지르코니아를 가진 아크릴레이트)의 그룹으로부터 선택되는 조합이다. 이들 물질 조합은 층이 다음의 굴절 인덱스를 갖는 완성된 다층 p-편광 필름을 제공하도록 예의 것들에 유사한 적합한 조건 하에서 동시 압출되고 지향될 수 있다.

등방성 물질 :  $n_x \approx n_y \approx n_z \approx 1.65$

복굴절 물질(폴리머 2) :  $n_x \approx n_y \approx 1.65$ ;  $n_z \approx 1.49$

및 따라서,

$$\Delta n_x \approx \Delta n_y \approx 0$$

$$\Delta n_z \approx 0.16$$

[0123]

[0124]

비교적 큰 z-인덱스 차이(0.15보다 큼)는 오프-축 p-편광된 광을 위하여 실질적으로 더 큰 반사도를 제공한다. 동시에, 좋은 평면 내 인덱스는 수직 경사각에서 실질적으로 반사 밴드가 없는 것을 보장한다.

[0125]

p-편광 다층 광학 필름을 위한 흥미로운 다른 물질 쌍은, 복굴절 광 전송 가능한 물질이 폴리머 12(80% PET/20% PETG)이고 등방성 광 전송 가능한 물질이 폴리머 10(고 인덱스 co-PEN)인 조합이다. 이들 물질은 층이 다음의 굴절 인덱스를 갖는 완성된 다층 p-편광 필름을 제공하도록 예의 것들에 유사한 적합한 조건 하에서 동시 압출되고 지향될 수 있다.

폴리머10:  $n_x \approx n_y \approx n_z \approx 1.63$

폴리머 2:  $n_x \approx n_y \approx 1.64$ ;  $n_z \approx 1.50$

및 따라서,

$$\Delta n_x = \Delta n_y \approx 0.01$$

$$\Delta n_z \approx 0.13$$

[0126]

[0127]

다른 실시예에서, sPS[신디오택틱 폴리스티렌(syndiotactic polystyrene)] 또는 sPN(신디오택틱 폴리나프탈렌)은 복굴절 물질로서 이용될 수 있다. 이들 폴리머는 스트레치 방향(x- 및 y- 축)을 따른 굴절 인덱스가 감소하고 z-축을 따른 굴절 인덱스가 오리엔테이션과 동시에 증가하 것을 특징으로 하며, 등방성 폴리머는 이것의 굴절 인덱스가 sPS 또는 sPN의 것보다 낮도록 선택되어야 한다. 예를 들어, sPS의 굴절 인덱스는 오리엔테이션 이전에 1.585이고 스트레칭 후 평면 내 굴절 인덱스는 1.56으로 감소되고 z-축 굴절 인덱스는 1.65로 증가한다. sPS의  $T_g$ 가 대략 105°C이기 때문에, PETG와 같은 혼성 중합체는 오리엔테이션 이후에 굴절 인덱스의 다음의 설정을 주도록 등방성 폴리머로서 사용될 수 있다.

PETG:  $n_x \approx n_y \approx n_z \approx 1.56$

sPS:  $n_x \approx n_y \approx 1.56$ ;  $n_z \approx 1.65$

$$\Delta n_x \approx \Delta n_y \approx 0.0$$

$$\Delta n_z \approx 0.09$$

[0128]

[0129]

어떤 정해진 용어의 용어풀이

[0130]

F-비율: 주어진 ORU의 전체 광학적 두께에 대한 주어진 개별적인 층의 상대 분포. k-th 개별 층을 위한 f-비율

$$f_k = \frac{n_k \cdot d_k}{\sum_{m=1}^N n_m \cdot d_m}$$

은 이고, 여기서  $1 \leq k \leq N$ 이고, 여기서 N은 ORU에서의 구성 층들의 수이고,  $n_k(n_m)$ 은 k-th(m-th)의 관련된 굴절 인덱스이며,  $d_k(d_m)$ 은 층 k(m)의 물리적인 두께이다.

[0131]

광학 반복 유닛("ORU"): 대응하는 반복 층이 동일한 두께를 가질 필요는 없지만, 다층 광학 필름의 두께에 대해 반복하는 적어도 2개의 개별 층의 한 더미.

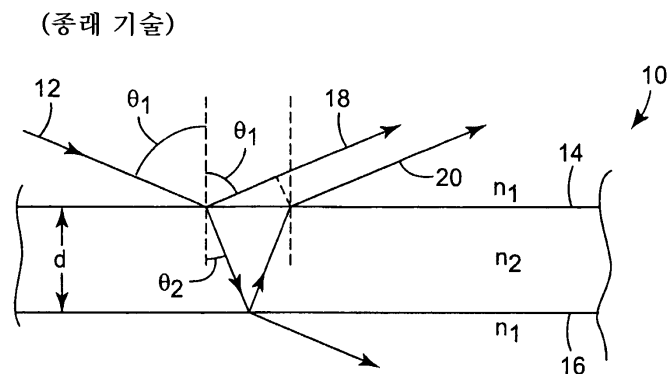
- [0132] 광학적 두께: 굴절 인덱스에 맞춰지는 주어진 물체의 물리적인 두께. 일반적으로, 이것은 파장 및 편광의 함수이다.
- [0133] 반사 밴드: 비교적 낮은 반사율의 영역에 의해 어느 측면 상에서 한정된 비교적 높은 반사율의 스펙트럼 영역.
- [0134] 본 발명의 다양한 수정 및 변형은 본 발명의 범위 및 정신으로부터 벗어나지 않고 당업자에게 명백해질 것이고, 본 발명이 본 명세서에서 개시된 예시적인 실시예에 제한되지 않음을 이해해야 한다.

### 도면의 간단한 설명

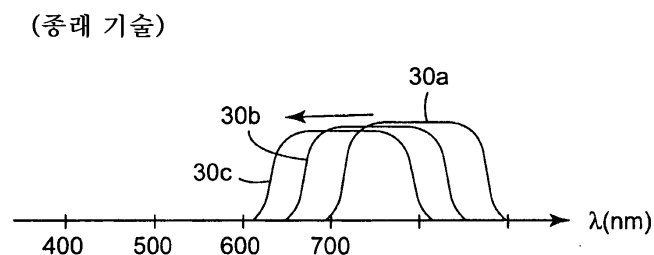
- [0015] 명세서 전체에 걸쳐서, 참조 부호는 같은 요소에 같은 참조 번호가 지시되는 첨부된 도면으로 이루어진다.
- [0016] 도1은 다층 광학 필름의 일부분의 단면도이다.
- [0017] 도2는 종래 기술의 광학 필름의 반사 밴드의 블루 시프트를 도시하는 계략도이다.
- [0018] 도3은 본 명세서에 다른 가시 영역의 일부분에서 반사 밴드의 발생을 도시하는 계략도이다.
- [0019] 도4는 본 명세서에 기술된 바와 같은 다층 필름의 일부분의 단면도이다.
- [0020] 도5는 일부분에서 용기되거나 그렇지 않으면 얇아진 본 명세서에 기술된 바와 같은 필름의 사시도이다.
- [0021] 도6은 아래에 기술된 실시예의 필름에서 모든 275 광학층의 물리적 두께의 플롯이다.
- [0022] 도7a 및 도7b는 각각 수직 입사 및 60° 에서 실시예의 필름의 측정된 전송을 도시한다.
- [0023] 도8은 전송된 녹색을 산출하도록 단일 광학 필름에서 사용될 수 있는 2개의 광학층 패킷의 약 60° 입사각에서 p-편광된 광을 위한 계산된 전송 스펙트럼을 도시한다.
- [0024] 도9는 염색한 광학 필름의 약 60° 입사각에서 p-편광된 광을 위한 계산된 전송 스펙트럼을 도시한다.

### 도면

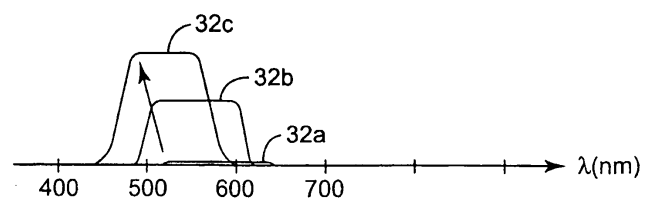
#### 도면1



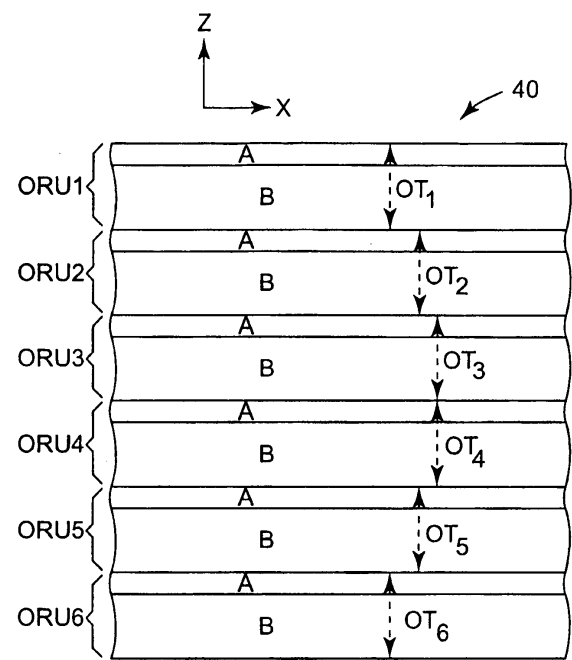
#### 도면2



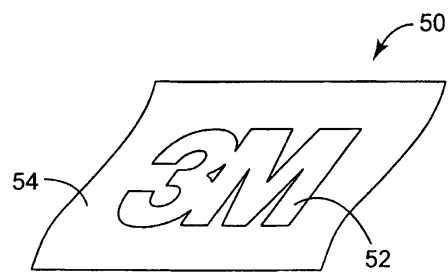
도면3



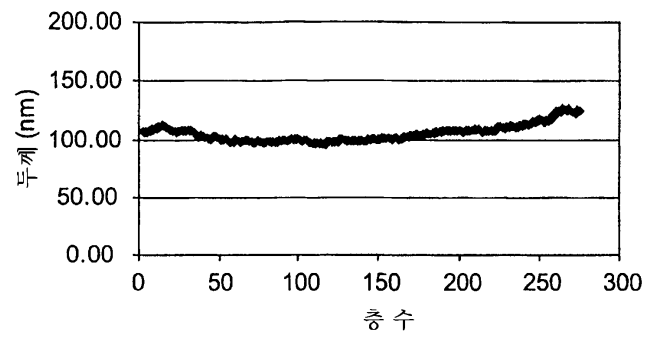
도면4



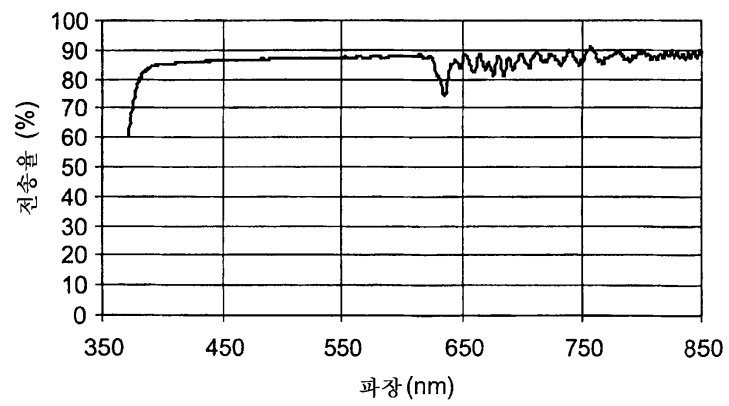
도면5



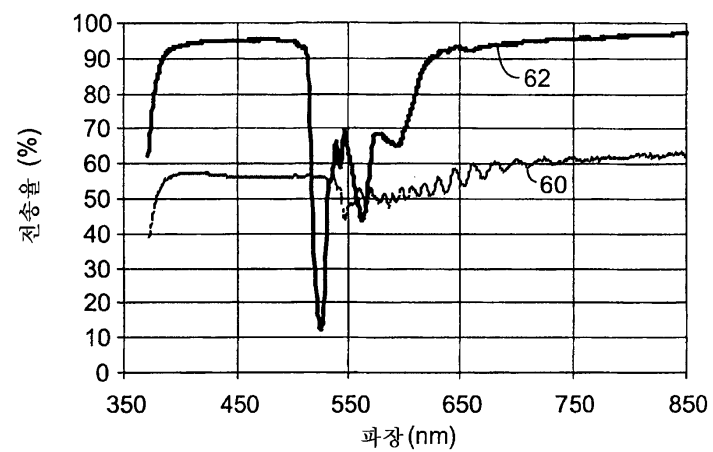
도면6



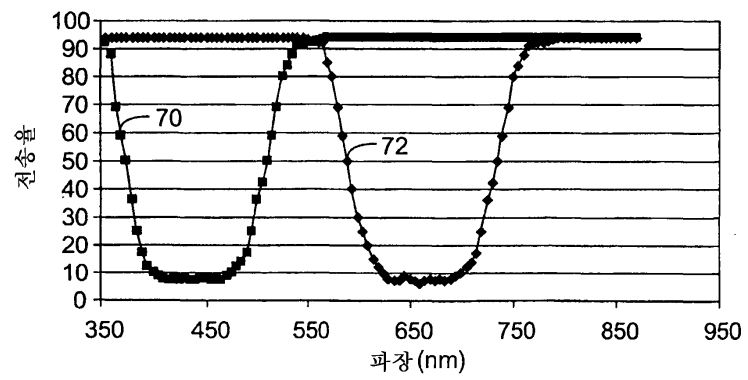
도면7a



도면7b



도면8



도면9

