



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년03월17일
(11) 등록번호 10-2511733
(24) 등록일자 2023년03월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 51/14 (2006.01) B29C 51/26 (2006.01)
B29C 51/42 (2006.01) B29C 55/16 (2006.01)
B29D 11/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B29C 51/14 (2013.01)
B29C 51/262 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7013056
(22) 출원일자(국제) 2018년10월23일
심사청구일자 2021년09월23일
(85) 번역문제출일자 2020년05월07일
(65) 공개번호 10-2020-0073238
(43) 공개일자 2020년06월23일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2018/058253
(87) 국제공개번호 WO 2019/082079
국제공개일자 2019년05월02일
(30) 우선권주장
62/578,135 2017년10월27일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
FR2600936 A1
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박
스 33427 쓰리엠 센터
(72) 발명자
제닝스 로버트 엠
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오
피스 박스 33427 쓰리엠 센터
페이 윌리엄 터
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오
피스 박스 33427 쓰리엠 센터
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 13 항

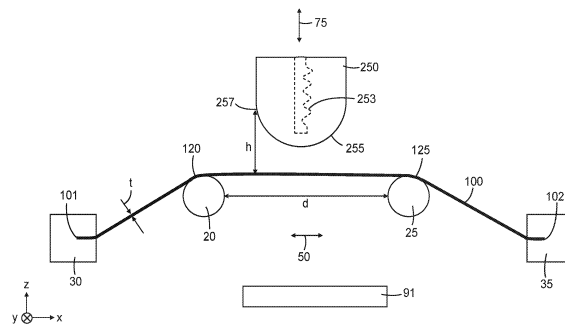
심사관 : 정현진

(54) 발명의 명칭 형상화된 광학 필름 및 광학 필름을 형상화시키는 방법

(57) 요약

만곡된 형상을 갖는 광학 필름 및 광학 필름을 형상화시키는 방법이 설명된다. 광학 필름을 형상화시키는 방법은, 광학 필름을 제1 방향을 따라 이격되는 제1 롤러 및 제2 롤러에 인접하게 배치하는 단계, 광학 필름의 서로 반대편에 있는 제1 단부 및 제2 단부를 고정시키는 단계, 만곡된 몰드 표면을 제공하는 단계, 및 광학 필름을 제1 방향을 따라 신장시키면서 광학 필름을 만곡된 몰드 표면과 접촉시키고 그리고 광학 필름 좌굴을 감소시키기 위해 제1 롤러와 접촉하는 그리고 만곡된 몰드 표면과 접촉하는 광학 필름 상의 가장 가까운 지점들 사이의 임계 거리를 광학 필름의 폭보다 작게 유지시킴으로써 광학 필름을 형상화시키는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

B29C 51/268 (2013.01)
B29C 51/42 (2013.01)
B29C 55/16 (2013.01)
B29D 11/00278 (2013.01)
B29D 11/0073 (2013.01)
B29D 11/00788 (2013.01)
B29D 11/00932 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020170056016 A
US20170068100 A1
KR1020110114593 A
KR1020120101401 A
KR1020160054517 A

(72) 발명자

에터 조 에이

미국 55113 미네소타주 로즈빌 브레너 애비뉴 1960

코츠 아서 엘

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

아스투엔 데이비드 제이 더블유

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

명세서

청구범위

청구항 1

광학 필름을 형상화시키는 방법으로서,

광학 필름의 제1 부분이 제1 롤러와 접촉하고 광학 필름의 제2 부분이 제2 롤러와 접촉하도록 광학 필름을 제1 롤러 및 제2 롤러에 인접하게 배치하는 단계 - 제1 롤러 및 제2 롤러는 제1 방향을 따라 이격되고, 광학 필름의 제1 부분은 제1 방향에 직교하는 제2 방향을 따른 제1 폭을 가짐 -;

광학 필름의 서로 반대편에 있는 제1 단부 및 제2 단부를 고정시키는 단계 - 제1 단부 및 제2 단부는 제1 방향을 따라 이격되고, 제1 부분 및 제2 부분은 제1 단부와 제2 단부 사이에 배치됨 -;

만곡된 몰드 표면을 제공하는 단계; 및

광학 필름을 제1 방향을 따라 신장시키면서 광학 필름을 만곡된 몰드 표면과 접촉시킴으로써 광학 필름을 형상화시키는 단계를 포함하고,

형상화시키는 단계는 가장 가까운 제1 지점과 제2 지점 사이의 임계 거리(threshold distance)를 제1 폭보다 작게 유지시키는 단계를 포함하며, 광학 필름 상의 제1 지점은 제1 롤러와 접촉하고, 광학 필름 상의 제2 지점은 만곡된 몰드 표면과 접촉하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 형상화시키는 단계는 광학 필름의 제1 단부 및 제2 단부의 위치를 변화시켜 제1 방향을 따라 광학 필름의 장력을 제어하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 장력은 광학 필름에서 원하는 두께 변화를 생성하도록 제어되는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 광학 필름을 광학 필름의 유리 전이 온도보다 높은 온도로 가열하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 방법은 제1 방향을 따른 제1 최대 처짐, 및 제2 방향을 따른 제2 최대 처짐을 갖는 형상화된 광학 필름을 생성하고, 제1 최대 처짐은 제2 최대 처짐 이상이며, 제2 최대 처짐은 0 초과이고, 형상화된 광학 필름의 총 면적의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 80% 초과 반사율을 갖는 방법.

청구항 6

광학 필름을 형상화시키는 방법으로서,

광학 필름의 제1 부분이 제1 롤러와 접촉하고 광학 필름의 제2 부분이 제2 롤러와 접촉하도록 광학 필름을 제1 롤러 및 제2 롤러에 인접하게 배치하는 단계 - 제1 롤러 및 제2 롤러는 제1 방향을 따라 이격되고, 광학 필름의 제1 부분은 제1 방향에 직교하는 제2 방향을 따른 제1 폭을 가짐 -;

광학 필름의 서로 반대편에 있는 제1 단부 및 제2 단부를 고정시키는 단계 - 제1 단부 및 제2 단부는 제1 방향을 따라 이격되고, 제1 부분 및 제2 부분은 제1 단부와 제2 단부 사이에 배치됨 -;

만곡된 몰드 표면을 제공하는 단계; 및

광학 필름을 제1 방향을 따라 신장시키면서 광학 필름을 만곡된 몰드 표면과 접촉시킴으로써 광학 필름을 형상

화시키는 단계를 포함하고,

형상화시키는 단계는 제1 방향을 따라 제1 롤러와 제2 롤러 사이의 이격 거리를 변화시켜, 광학 필름의 종방향 에지들 사이에서의 그들로부터 멀어지는 제2 방향을 따른, 제1 롤러와 제2 롤러 사이에서의 광학 필름 좌굴을 감소시키는 단계를 포함하는 방법.

청구항 7

광학 필름을 형상화시키는 방법으로서,

광학 필름의 서로 반대편에 있는 제1 단부 및 제2 단부를 고정시키는 단계 - 제1 단부 및 제2 단부는 제1 방향을 따라 이격됨 -;

광학 필름의 서로 반대편에 있는 제3 단부 및 제4 단부를 고정시키는 단계 - 제3 단부 및 제4 단부는 제1 방향에 직교하는 제2 방향을 따라 이격됨 -;

만곡된 몰드 표면을 제공하는 단계; 및

광학 필름을 신장시키면서 광학 필름을 만곡된 몰드 표면과 접촉시켜, 적어도 제1 방향을 따라 만곡되는 만곡된 광학 필름을 생성함으로써 광학 필름을 형상화시키는 단계를 포함하고,

형상화시키는 단계 동안 광학 필름을 신장시키는 단계는 제2 방향을 따른 임의의 신장의 3배를 초과하여 제1 방향을 따라 광학 필름을 신장시키는 단계를 포함하는 방법.

청구항 8

복수의 중합체 층을 포함하는 만곡된 광학 필름으로서, 복수의 중합체 층은,

제2 방향 및 기준 평면에 직교하는 제1 평면과 광학 필름의 교차부인 제1 곡선이 최적합 제1 원호(best-fit first circular arc)를 갖고 - 최적합 제1 원호는 제1 원호의 곡률 중심에서 180도 초과인 제1 각도를 이루고, 광학 필름은 기준 평면에서 최대 투영 영역을 가짐 -;

제1 방향 및 기준 평면에 직교하는 제2 평면과 광학 필름의 교차부인 제2 곡선이 최적합 제2 원호를 갖도록 - 최적합 제2 원호는 제2 원호의 곡률 중심에서 적어도 30도의 제2 각도를 이룸 - 직교하는 제1 방향 및 제2 방향을 따라 형상화되고,

광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 80% 초과인 반사율 및 2% 미만의 투과율을 갖는 만곡된 광학 필름.

청구항 9

복수의 중합체 층을 포함하는 만곡된 광학 필름으로서, 복수의 중합체 층은,

제2 방향 및 기준 평면에 직교하는 제1 평면과 광학 필름의 교차부인 제1 곡선이 최적합 제1 원호를 갖고 - 최적합 제1 원호는 제1 원호의 곡률 중심에서 적어도 90도의 제1 각도를 이루고, 광학 필름은 기준 평면에서 최대 투영 영역을 가짐 -;

제1 방향 및 기준 평면에 직교하는 제2 평면과 광학 필름의 교차부인 제2 곡선이 최적합 제2 원호를 갖도록 - 최적합 제2 원호는 제2 원호의 곡률 중심에서 적어도 30도의 제2 각도를 이룸 - 직교하는 제1 방향 및 제2 방향을 따라 형상화되고,

광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 80% 초과인 반사율 및 2% 미만의 투과율을 가지며,

제1 곡선은 광학 필름의 중심을 통과하고, 광학 필름은 제1 곡선을 따른 제1 위치에서의 제1 두께 및 제1 곡선을 따른 제2 위치에서의 제2 두께를 가지며, 제2 위치는 제1 위치로부터 최적합 제1 원호의 반경 R_1 의 적어도 0.7배인 제1 곡선을 따른 거리만큼 이격되고, 제1 곡선을 따른 광학 필름의 중심으로부터 제1 위치까지의 거리는 $0.2R_1$ 이하이며, 제1 곡선을 따른 제2 위치로부터 광학 필름의 에지까지의 거리는 $0.2R_1$ 이하이고, 제1 두께 및 제2 두께는 5% 이하만큼 상이한 만곡된 광학 필름.

청구항 10

복수의 중합체 층을 포함하는 만곡된 광학 필름으로서, 복수의 중합체 층은,

제2 방향 및 기준 평면에 직교하는 제1 평면과 광학 필름의 교차부인 제1 곡선이 최적합 제1 원호를 갖고 - 최적합 제1 원호는 제1 원호의 곡률 중심에서 적어도 90도의 제1 각도를 이루고, 광학 필름은 기준 평면에서 최대 투영 영역을 가짐 -;

제1 방향 및 기준 평면에 직교하는 제2 평면과 광학 필름의 교차부인 제2 곡선이 최적합 제2 원호를 갖도록 - 최적합 제2 원호는 제2 원호의 곡률 중심에서 적어도 30도의 제2 각도를 이루고 - 직교하는 제1 방향 및 제2 방향을 따라 형상화되고,

광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 80% 초과와 반사율 및 2% 미만의 투과율을 가지며,

제1 곡선은 광학 필름의 중심을 통과하고, 광학 필름은 제1 곡선을 따른 제1 위치에서의 제1 장파장 대역 에지 및 제1 곡선을 따른 제2 위치에서의 제2 장파장 대역 에지를 가지며, 제2 위치는 제1 위치로부터 최적합 제1 원호의 반경 R_1 의 적어도 0.7배의 제1 곡선을 따른 거리만큼 이격되고, 제1 곡선을 따른 광학 필름의 중심으로부터 제1 위치까지의 거리는 $0.2R_1$ 이하이며, 제1 곡선을 따른 제2 위치로부터 광학 필름의 에지까지의 거리는 $0.2R_1$ 이하이고, 제1 장파장 대역 에지 및 제2 장파장 대역 에지는 5% 이하만큼 상이한 만곡된 광학 필름.

청구항 11

복수의 중합체 층을 포함하는 광학 필름으로서, 광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 80% 초과와 반사율 및 5% 미만의 투과율을 갖고, 광학 필름의 중심 위치에서 서로 교차하는 각각의 제1 곡선 및 제2 곡선을 따라 광학 필름과 교차하는 직교하는 제1 평면 및 제2 평면에 대해, 광학 필름은, 제1 곡선을 따라 광학 필름의 중심 위치로부터 제1 에지 위치까지 감소하고 제2 곡선을 따라 중심 위치로부터 제2 에지 위치까지 증가하는 두께를 갖는 광학 필름.

청구항 12

복수의 중합체 층을 포함하는 광학 필름으로서, 광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 80% 초과와 반사율 및 5% 미만의 투과율을 갖고, 광학 필름의 중심 위치에서 서로 교차하는 각각의 제1 곡선 및 제2 곡선을 따라 광학 필름과 교차하는 직교하는 제1 평면 및 제2 평면에 대해, 광학 필름은, 제1 곡선을 따라 광학 필름의 중심 위치로부터 제1 에지 위치까지 감소하고 제2 곡선을 따라 중심 위치로부터 제2 에지 위치까지 증가하는 장파장 대역 에지를 갖는 광학 필름.

청구항 13

광학 필름을 처리하기 위한 장치로서,

제1 방향을 따라 이격되는 제1 롤러 및 제2 롤러 - 제1 롤러 및 제2 롤러는 제1 방향을 따라 제1 롤러 및 제2 롤러를 이동시키도록 구성되는 각각의 제1 스테이지 및 제2 스테이지 상에 배치되고, 제1 롤러 및 제2 롤러는 제1 방향에 직교하는 제2 방향을 따른 각각의 제1 폭 및 제2 폭을 가짐 -;

광학 필름의 서로 반대편에 있는 제1 단부 및 제2 단부를 고정시키기 위한 제1 고정 수단 및 제2 고정 수단 - 제1 롤러 및 제2 롤러는 제1 고정 수단과 제2 고정 수단 사이에 배치되고, 장치는 광학 필름의 제1 단부 및 제2 단부가 제1 고정 수단 및 제2 고정 수단 내에 고정될 때, 광학 필름이 제1 롤러 및 제2 롤러와 접촉하도록 구성됨 -;

만곡된 몰드 표면을 갖는 몰드 - 몰드는 제1 방향 및 제2 방향에 직교하는 제3 방향을 따라 몰드를 이동시키도록 구성되는 몰드 스테이지 상에 배치됨 -;

광학 필름을 가열하기 위한 수단;

광학 필름의 장력을 측정하기 위한 장력 측정 수단; 및

장력 측정 수단, 제1 스테이지 및 제2 스테이지, 제1 고정 수단 및 제2 고정 수단, 및 몰드 스테이지에 통신가능하게 결합되는 제어기 - 제어기는 광학 필름의 장력을 제어하면서 몰드를 제3 방향을 따라 이동시키는 동시에 제1 롤러 및 제2 롤러를 제1 방향을 따라 이동시키도록 구성됨 - 를 포함하는 장치.

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

발명의 설명

기술 분야

배경 기술

[0001] 광학 필름은 만곡된 형상으로 열성형될 수 있다.

발명의 내용

[0002] 본 발명의 일부 태양에서, 광학 필름을 형상화시키는 방법이 제공된다. 본 방법은, 광학 필름의 제1 부분이 제1 롤러와 접촉하고 광학 필름의 제2 부분이 제2 롤러와 접촉하도록 광학 필름을 제1 롤러 및 제2 롤러에 인접하게 배치하는 단계 - 제1 롤러 및 제2 롤러는 제1 방향을 따라 이격되고, 광학 필름의 제1 부분은 제1 방향에 직교하는 제2 방향을 따른 제1 폭을 가짐 -; 광학 필름의 서로 반대편에 있는 제1 단부 및 제2 단부를 고정시키는 단계 - 제1 단부 및 제2 단부는 제1 방향을 따라 이격되고, 제1 부분 및 제2 부분은 제1 단부와 제2 단부 사이에 배치됨 -; 만곡된 몰드 표면을 제공하는 단계; 및 광학 필름을 제1 방향을 따라 신장시키면서 광학 필름을 만곡된 몰드 표면과 접촉시킴으로써 광학 필름을 형상화시키는 단계를 포함한다. 형상화시키는 단계는 가장 가까운 제1 지점과 제2 지점 사이의 임계 거리(threshold distance)를 대략 제1 폭보다 작게 유지시키는 단계를 포함하며, 여기에서 광학 필름 상의 제1 지점은 제1 롤러와 접촉하고, 광학 필름 상의 제2 지점은 만곡된 몰드 표면과 접촉한다.

[0003] 본 발명의 일부 태양에서, 광학 필름을 형상화시키는 방법이 제공된다. 본 방법은, 광학 필름의 제1 부분이 제1 롤러와 접촉하고 광학 필름의 제2 부분이 제2 롤러와 접촉하도록 광학 필름을 제1 롤러 및 제2 롤러에 인접하게 배치하는 단계 - 제1 롤러 및 제2 롤러는 제1 방향을 따라 이격되고, 광학 필름의 제1 부분은 제1 방향에 직교하는 제2 방향을 따른 제1 폭을 가짐 -; 광학 필름의 서로 반대편에 있는 제1 단부 및 제2 단부를 고정시키는 단계 - 제1 단부 및 제2 단부는 제1 방향을 따라 이격되고, 제1 부분 및 제2 부분은 제1 단부와 제2 단부 사이에 배치됨 -; 만곡된 몰드 표면을 제공하는 단계; 및 광학 필름을 제1 방향을 따라 신장시키면서 광학 필름을 만곡된 몰드 표면과 접촉시킴으로써 광학 필름을 형상화시키는 단계를 포함한다. 형상화시키는 단계는 제1 방향을 따라 제1 롤러와 제2 롤러 사이의 이격 거리를 변화시켜, 광학 필름의 종방향 에지들 사이에서의 그들로부터 멀어지는 제2 방향을 따른, 제1 롤러와 제2 롤러 사이에서의 광학 필름 좌굴을 감소시키는 단계를 포함한다.

[0004] 본 발명의 일부 태양에서, 광학 필름을 형상화시키는 방법이 제공된다. 본 방법은, 광학 필름의 서로 반대편에 있는 제1 단부 및 제2 단부를 고정시키는 단계 - 제1 단부 및 제2 단부는 제1 방향을 따라 이격됨 -; 광학 필름의 서로 반대편에 있는 제3 단부 및 제4 단부를 고정시키는 단계 - 제3 단부 및 제4 단부는 제1 방향에 직교하는 제2 방향을 따라 이격됨 -; 만곡된 몰드 표면을 제공하는 단계; 및 광학 필름을 신장시키면서 광학 필름을 만곡된 몰드 표면과 접촉시켜, 적어도 제1 방향을 따라 만곡되는 만곡된 광학 필름을 생성함으로써 광학 필름을

형상화시키는 단계를 포함한다. 형상화시키는 단계 동안 광학 필름을 신장시키는 단계는 제2 방향을 따른 임의의 신장의 3배를 초과하여 제1 방향을 따라 광학 필름을 신장시키는 단계를 포함한다.

[0005] 본 발명의 일부 태양에서, 직교하는 제1 방향 및 제2 방향을 따라 형상화되는 복수의 중합체 층을 포함하는 만곡된 광학 필름이 제공된다. 제2 방향 및 기준 평면에 직교하는 제1 평면과 광학 필름의 교차부(intersection)인 제1 곡선이 최적합 제1 원호(best-fit first circular arc)를 가지며, 이러한 최적합 제1 원호는 제1 원호의 곡률 중심에서 180도 초과 제1 각도를 이루며, 여기에서 광학 필름은 기준 평면에서 최대 투영 영역(maximum projected area)을 갖는다. 제1 방향 및 기준 평면에 직교하는 제2 평면과 광학 필름의 교차부인 제2 곡선이 최적합 제2 원호를 가지며, 이러한 최적합 제2 원호는 제2 원호의 곡률 중심에서 적어도 30도의 제2 각도를 이룬다. 광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 약 80% 초과 반사율 및 약 2% 미만의 투과율을 갖는다.

[0006] 본 발명의 일부 태양에서, 직교하는 제1 방향 및 제2 방향을 따라 형상화되는 복수의 중합체 층을 포함하는 만곡된 광학 필름이 제공된다. 제2 방향 및 기준 평면에 직교하는 제1 평면과 광학 필름의 교차부인 제1 곡선이 최적합 제1 원호를 가지며, 이러한 최적합 제1 원호는 제1 원호의 곡률 중심에서 적어도 90도의 제1 각도를 이루며, 여기에서 광학 필름은 기준 평면에서 최대 투영 영역을 갖는다. 제1 방향 및 기준 평면에 직교하는 제2 평면과 광학 필름의 교차부인 제2 곡선이 최적합 제2 원호를 가지며, 이러한 최적합 제2 원호는 제2 원호의 곡률 중심에서 적어도 30도의 제2 각도를 이룬다. 광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 약 80% 초과 반사율 및 약 2% 미만의 투과율을 갖는다. 제1 곡선은 광학 필름의 중심을 통과한다. 광학 필름은 제1 곡선을 따른 제1 위치에서의 제1 두께 및 제1 곡선을 따른 제2 위치에서의 제2 두께를 가지며, 여기에서 제2 위치는 제1 위치로부터 최적합 제1 원호의 반경 R_1 의 적어도 0.7배의 제1 곡선을 따른 거리만큼 이격되고, 제1 곡선을 따른 광학 필름의 중심으로부터 제1 위치까지의 거리는 $0.2R_1$ 이하이며, 제1 곡선을 따른 제2 위치로부터 광학 필름의 에지까지의 거리는 $0.2R_1$ 이하이다. 제1 두께 및 제2 두께는 5% 이하만큼 상이하다.

[0007] 본 발명의 일부 태양에서, 직교하는 제1 방향 및 제2 방향을 따라 형상화되는 복수의 중합체 층을 포함하는 만곡된 광학 필름이 제공된다. 제2 방향 및 기준 평면에 직교하는 제1 평면과 광학 필름의 교차부인 제1 곡선이 최적합 제1 원호를 가지며, 이러한 최적합 제1 원호는 제1 원호의 곡률 중심에서 적어도 90도의 제1 각도를 이루며, 여기에서 광학 필름은 기준 평면에서 최대 투영 영역을 갖는다. 제1 방향 및 기준 평면에 직교하는 제2 평면과 광학 필름의 교차부인 제2 곡선이 최적합 제2 원호를 가지며, 이러한 최적합 제2 원호는 제2 원호의 곡률 중심에서 적어도 30도의 제2 각도를 이룬다. 광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 약 80% 초과 반사율 및 약 2% 미만의 투과율을 갖는다. 제1 곡선은 광학 필름의 중심을 통과한다. 광학 필름은 제1 곡선을 따른 제1 위치에서의 제1 장파장 대역 에지 및 제1 곡선을 따른 제2 위치에서의 제2 장파장 대역 에지를 가지며, 여기에서 제2 위치는 제1 위치로부터 최적합 제1 원호의 반경 R_1 의 적어도 0.7배의 제1 곡선을 따른 거리만큼 이격되고, 제1 곡선을 따른 광학 필름의 중심으로부터 제1 위치까지의 거리는 $0.2R_1$ 이하이며, 제1 곡선을 따른 제2 위치로부터 광학 필름의 에지까지의 거리는 $0.2R_1$ 이하이다. 제1 장파장 대역 에지 및 제2 장파장 대역 에지는 5% 이하만큼 상이하다.

[0008] 본 발명의 일부 태양에서, 복수의 중합체 층을 포함하는 광학 필름이 제공된다. 광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 약 80% 초과 반사율 및 약 5% 미만의 투과율을 갖는다. 광학 필름의 중심 위치에서 서로 교차하는 각각의 제1 곡선 및 제2 곡선을 따라 광학 필름과 교차하는 직교하는 제1 평면 및 제2 평면에 대해, 광학 필름은, 제1 곡선을 따라 광학 필름의 중심 위치로부터 제1 에지 위치까지 감소하고 제2 곡선을 따라 중심 위치로부터 제2 에지 위치까지 증가하는 두께를 갖는다.

[0009] 본 발명의 일부 태양에서, 복수의 중합체 층을 포함하는 광학 필름이 제공된다. 광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 약 80% 초과 반사율 및 약 5% 미만의 투과율을 갖는다. 광학 필름의 중심 위치에서 서로 교차하는 각각의 제1 곡선 및 제2 곡선을 따라 광학 필름과 교차하는 직교하는 제1 평면 및 제2 평면에 대해, 광학 필름은, 제1 곡선을 따라 광학 필름의 중심 위치로부터 제1 에지 위치까지 감소하고 제2 곡선을 따라 중심 위치로부터 제2 에지 위치까지 증가하는 장파장 대역 에지를 갖는다.

[0010] 본 발명의 일부 태양에서, 복수의 중합체 층을 포함하는 광학 필름이 제공된다. 광학 필름의 총 면적의 적어도

90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 약 80% 초과와 반사율 및 약 5% 미만의 투과율을 갖는다. 각각의 제1 곡선 및 제2 곡선을 따라 광학 필름과 교차하는 직교하는 제1 평면 및 제2 평면에 대해, 광학 필름은 제2 평면을 중심으로 하는 반사 하에서 실질적으로 대칭인 제1 곡선을 따른 제1 두께 분포, 및 제1 평면을 중심으로 하는 반사 하에서 실질적으로 대칭인 제2 곡선을 따른 제2 두께 분포를 가지며, 이때 제1 두께 분포 및 제2 두께 분포는 상이하다.

[0011] 본 발명의 일부 태양에서, 복수의 중합체 층을 포함하는 광학 필름이 제공된다. 광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 약 80% 초과와 반사율 및 약 5% 미만의 투과율을 갖는다. 각각의 제1 곡선 및 제2 곡선을 따라 광학 필름과 교차하는 직교하는 제1 평면 및 제2 평면에 대해, 광학 필름은 제2 평면을 중심으로 하는 반사 하에서 실질적으로 대칭인 제1 곡선을 따른 제1 장파장 대역 에지 분포, 및 제1 평면을 중심으로 하는 반사 하에서 실질적으로 대칭인 제2 곡선을 따른 제2 장파장 대역 에지 분포를 가지며, 이때 제1 장파장 대역 에지 분포 및 제2 장파장 대역 에지 분포는 상이하다.

[0012] 본 발명의 일부 태양에서, 적어도 직교하는 제1 방향 및 제2 방향을 따라 형상화되는 복수의 중합체 층을 포함하는 만곡된 반사 편광기가 제공된다. 제1 방향을 따른 제1 최대 처짐 대 대응하는 제1 직경의 제1 비는 적어도 0.1이고, 제2 방향을 따른 제2 최대 처짐 대 대응하는 제2 직경의 제2 비는 적어도 0.05이다. 사전결정된 파장 범위 내의 수직 입사광에 대해, 반사 편광기 상의 각각의 위치는 차단 편광 상태에 대한 약 80% 초과와 최대 평균 반사율 및 약 2% 미만의 대응하는 최소 평균 투과율, 및 직교하는 통과 편광 상태에 대한 약 80% 초과와 최대 평균 투과율을 갖는다. 반사 편광기의 총 면적의 적어도 80%의 면적을 갖는 반사 편광기의 영역 내의 각각의 위치는 최대 평균 투과율을 최소 평균 투과율로 나눈 것인 콘트라스트 비가 적어도 500이다.

[0013] 본 발명의 일부 태양에서, 직교하는 제1 방향 및 제2 방향을 따라 형상화되는 복수의 중합체 층을 포함하는 만곡된 반사 편광기가 제공된다. 반사 편광기의 총 곡률은 적어도 0.25이며, 여기에서 총 곡률은 반사 편광기의 총 면적에 걸친 반사 편광기의 가우스 곡률(Gaussian curvature)의 면적분(surface integral)이다. 사전결정된 파장 범위 내의 수직 입사광에 대해, 반사 편광기 상의 각각의 위치는 차단 편광 상태에 대한 약 80% 초과와 최대 평균 반사율 및 약 2% 미만의 대응하는 최소 평균 투과율, 및 직교하는 통과 편광 상태에 대한 약 80% 초과와 최대 평균 투과율을 갖는다. 반사 편광기의 총 면적의 적어도 80%의 면적을 갖는 반사 편광기의 영역 내의 각각의 위치는 최대 평균 투과율을 최소 평균 투과율로 나눈 것인 콘트라스트 비가 적어도 500이다.

[0014] 본 발명의 일부 태양에서, 적어도 직교하는 제1 방향 및 제2 방향을 따라 형상화되는 복수의 중합체 층을 포함하는 만곡된 반사 편광기가 제공된다. 제1 방향을 따른 제1 최대 처짐 대 대응하는 제1 직경의 제1 비는 적어도 약 0.1이고, 제2 방향을 따른 제2 최대 처짐 대 대응하는 제2 직경의 제2 비는 적어도 약 0.05이다. 사전결정된 파장을 갖는 수직 입사광에 대해, 반사 편광기의 총 면적의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치는 차단 편광 상태에 대한 약 80% 초과와 최대 반사율 및 약 0.2% 미만의 대응하는 최소 투과율, 및 직교하는 통과 편광 상태에 대한 약 80% 초과와 최대 투과율을 갖는다.

[0015] 본 발명의 일부 태양에서, 직교하는 제1 방향 및 제2 방향을 따라 형상화되는 복수의 중합체 층을 포함하는 만곡된 반사 편광기가 제공된다. 반사 편광기의 총 곡률은 적어도 0.25이며, 여기에서 총 곡률은 반사 편광기의 총 면적에 걸친 반사 편광기의 가우스 곡률의 면적분이다. 사전결정된 파장을 갖는 수직 입사광에 대해, 반사 편광기의 총 면적의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치는 차단 편광 상태에 대한 약 80% 초과와 최대 반사율 및 약 0.2% 미만의 대응하는 최소 투과율, 및 직교하는 통과 편광 상태에 대한 약 80% 초과와 최대 투과율을 갖는다.

[0016] 본 발명의 일부 태양에서, 광학 필름을 처리하기 위한 장치가 제공된다. 장치는, 제1 방향을 따라 이격되는 제1 롤러 및 제2 롤러 - 제1 롤러 및 제2 롤러는 제1 방향을 따라 제1 롤러 및 제2 롤러를 이동시키도록 구성되는 각각의 제1 스테이지 및 제2 스테이지 상에 배치되고, 제1 롤러 및 제2 롤러는 제1 방향에 직교하는 제2 방향을 따른 각각의 제1 폭 및 제2 폭을 가짐 -; 광학 필름의 서로 반대편에 있는 제1 단부 및 제2 단부를 고정시키기 위한 제1 고정 수단 및 제2 고정 수단 - 제1 롤러 및 제2 롤러는 제1 고정 수단과 제2 고정 수단 사이에 배치되고, 장치는 광학 필름의 제1 단부 및 제2 단부가 제1 고정 수단 및 제2 고정 수단 내에 고정될 때, 광학 필름이 제1 롤러 및 제2 롤러와 접촉하도록 구성됨 -; 만곡된 몰드 표면을 갖는 몰드 - 몰드는 제1 방향 및 제2 방향에 직교하는 제3 방향을 따라 몰드를 이동시키도록 구성되는 몰드 스테이지 상에 배치됨 -; 광학 필름을 가열하기 위한 수단; 광학 필름의 장력을 측정하기 위한 장력 측정 수단; 및 장력 측정 수단, 제1 스테이지 및 제2 스테이지, 제1 고정 수단 및 제2 고정 수단, 및 몰드 스테이지에 통신가능하게 결합되는 제어기를 포함한다. 제어기는 광학 필름의 장력을 제어하면서 몰드를 제3 방향을 따라 이동시키는 동시에 제1 롤러 및 제2 롤러를 제1

방향을 따라 이동시키도록 구성된다.

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

발명의 효과

도면의 간단한 설명

[0017]

도 1a 내지 도 1e는 광학 필름을 형상화시키는 방법의 개략도이다.

도 2 및 도 3은 광학 필름을 형상화시키는 방법의 단계의 개략적인 측면도이다.

도 4a는 광학 필름을 형상화시키기 위한 장치의 개략적인 측면도이다.

도 4b는 스테이지 상에 배치된 가열 수단 및 렌즈 마운트(lens mount)의 개략적인 측면도이다.

도 5a는 광학 필름을 형상화시키기 위한 장치의 측면도이다.

도 5b는 도 5a의 장치의 사시도이다.

도 6 및 도 7은 광학 필름 위에 배치된 몰드의 개략적인 평면도이다.

도 8a는 좌굴을 보이는 광학 필름의 일부분의 개략적인 평면도이다.

도 8b는 도 8a의 광학 필름 내의 좌굴부(buckle)를 통한 개략적인 단면도이다.

도 8c는 광학 필름의 사전결정된 영역을 예시한 광학 필름의 개략적인 전방 평면도(front plan view)이다.

도 9a 및 도 9b는 직교 평면들에서의 광학 필름의 개략적인 단면도이다.

도 10a 내지 도 10c는 광학 필름의 개략적인 사시도이다.

도 11a는 제1 곡선 및 최적합 제1 원호의 개략도이다.

도 11b는 제2 곡선 및 최적합 제2 원호의 개략도이다.

도 11c 및 도 11d는 도 11a의 제1 곡선을 따른 가능한 두께 프로파일의 개략적인 선도이다.

도 11e는 도 11b의 제2 곡선을 따른 가능한 두께 프로파일의 개략적인 선도이다.

도 11f 및 도 11g는 도 11a의 제1 곡선을 따른 가능한 장파장 대역 예지 프로파일의 개략적인 선도이다.

도 11h는 도 11b의 제2 곡선을 따른 가능한 장파장 대역 예지 프로파일의 개략적인 선도이다.

도 12는 몰드의 개략적인 측면도이다.

도 13은 광학 필름의 개략적인 단면도이다.

도 14는 광학 필름의 개략적인 전방 평면도이다.

도 15a 및 도 15b는 제1 두께 분포 및 제2 두께 분포의 개략도이다.

도 15c 및 도 15d는 제1 장파장 대역 예지 분포 및 제2 장파장 대역 예지 분포의 개략도이다.

도 16은 통과 상태 및 차단 상태에 대한 반사 편광기의 투과율의 개략적인 선도이다.

도 17은 통과 상태 및 차단 상태에 대한 반사 편광기의 반사율의 개략적인 선도이다.

도 18a 및 도 18b는 광학 필름의 개략적인 단면도이다.

도 19는 광학 필름에 대한 층 두께 대 층 개수의 선도이다.

도 20a는 광학 렌즈에 근접한 만곡된 몰드 표면 상에 배치된 광학 필름의 일부분의 개략적인 단면도이다.

도 20b는 렌즈 조립체의 개략적인 단면도이다.

도 21a는 광학 필름이 그 상에 배치된 광학 렌즈를 유지시키는 렌즈 마운트의 개략도이다.

도 21b는 렌즈 조립체의 개략적인 단면도이다.

도 22a 및 도 22b는 풀다운 공정(pulldown process) 및 가압 공정(pressurization process)을 사용하여 형상화된 필름의 두께 분포의 선도이다.

도 23a 및 도 23b는 몰드의 이미지이다.

도 24는 반사 편광기의 개략적인 평면도이다.

도 25는 반사 편광기의 평균 차단 상태 투과율의 선도이다.

도 26은 반사 편광기의 평균 통과 상태 투과율의 선도이다.

도 27은 반사 편광기의 콘트라스트 비의 선도이다.

도 28은 반사 편광기의 장파장 대역 에지의 선도이다.

도 29는 반사 편광기의 평균 차단 상태 투과율의 등고선 선도(contour plot)이다.

도 30은 반사 편광기의 평균 통과 상태 투과율의 등고선 선도이다.

도 31은 반사 편광기의 콘트라스트 비의 등고선 선도이다.

도 32는 다양한 공정 조건에 대해 형상화 공정 동안의 시간의 함수로서 몰드 상의 광학 필름의 하프 랩 길이(half wrap length)를 나타낸 선도이다.

도 33은 다양한 공정 조건에 대해 형상화 공정 동안의 시간의 함수로서 몰드 상의 접촉점과 롤러 상의 접촉점 사이의 광학 필름의 스패 길이(span length)를 나타낸 선도이다.

도 34는 다양한 공정 조건에 대해 형상화 공정 동안의 시간의 함수로서 광학 필름의 길이를 따른 장력을 나타낸 선도이다.

도 35 내지 도 38은 다양한 공정 조건에 대한 형상화된 광학 필름의 두께 분포의 선도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 하기 설명에서, 본 명세서의 일부를 형성하고 다양한 실시 형태가 예시로서 도시되어 있는 첨부 도면을 참조한다. 도면은 반드시 축척대로 그려진 것은 아니다. 다른 실시 형태가 고려되며 본 발명의 범주 또는 사상으로부터 벗어남이 없이 이루어질 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 따라서, 하기의 상세한 설명은 제한적 의미로 해석되어서는 안 된다.

[0019] 본 발명의 일부 태양에 따르면, 광학 필름을 형상화시키는 방법이 제공된다. 일부 실시 형태에서, 본 발명의 방법은 광학 필름이 광학 필름의 대부분 또는 전부에 걸쳐 원하는 광학 특성을 유지하면서 종래의 열성형 기법을 사용하여서는 달성하기 어려울 형상으로 형성되도록 허용한다. 예를 들어, 광학 필름은 광학 필름의 곡률 중심에서 180도 초과인 각도를 이루도록 만곡될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 본 발명의 방법은 종래의 방법에 의해 열성형된 광학 필름의 두께 변화와는 상이한 광학 필름의 두께 변화를 제공한다. 예를 들어, 두께는 광학 필름의 중심으로부터 하나의 축을 따라 증가하고 그 중심으로부터 직교 축을 따라 감소할 수 있다. 다른 예로서, 두께는 광학 필름의 중심으로부터 광학 필름의 에지까지 적어도 하나의 방향을 따라 비단조적으로 변할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 반사 편광기이고, 본 발명의 방법은 반사 편광기의 형상화 동안 통과 축을 따라서보다 차단 축을 따라서 반사 편광기의 실질적으로 더 많은 신장을 허용하며, 이는 차단 축을 따라 편광된 광의 투과율을 감소시키고, 반사 편광기의 콘트라스트 비를 증가시키는 것으로 밝혀졌다.

[0020] 본 발명의 광학 필름은 복수의 교번하는 중합체 층을 포함할 수 있고, 주로 광학 간섭에 의해 광을 투과시키고 반사할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 미러 필름(mirror film)이고, 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 반사 편광기이다. 어느 경우든, 형상화된 광학 필름의 총 면적의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 약 80% 초과 반사율을 가질 수

있다. 반사 편광기의 경우에, 사전결정된 파장 및 동일한 직교하는 제2 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 투과율은 형상화된 광학 필름의 총 면적의 적어도 80%, 또는 적어도 85%, 또는 적어도 90%, 또는 적어도 95%에 걸친 각각의 위치에서 80% 초과일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 사전결정된 파장은 사전결정된 파장 범위 내의 파장이다.

[0021] 사전결정된 파장 범위는 광학 필름을 포함하는 광학 시스템이 그에 걸쳐 작동하도록 설계되는 파장 범위일 수 있다. 예를 들어, 사전결정된 파장 범위는 가시 범위(400 nm 내지 700 nm) 또는 가시 범위의 상당한 서브세트(subset)(예컨대, 450 nm 내지 650 nm)일 수 있다. 다른 예로서, 사전결정된 파장 범위는 하나 이상의 가시 파장 범위를 포함할 수 있다. 예를 들어, 사전결정된 파장 범위는 하나 초과와 좁은 파장 범위들의 합집합(union)(예컨대, 디스플레이 패널의 발광 색들에 대응하는 분리된 적색, 녹색 및 청색 파장 범위들의 합집합)일 수 있다. 그러한 파장 범위는 본 발명과 모순되지 않는 범위에서 본 명세서에 참고로 포함되는 미국 특허 출원 공개 제2017/0068100호(Onderkirk 등)에서 추가로 설명된다. 일부 실시 형태에서, 사전결정된 파장 범위는 다른 파장 범위(예컨대, 적외선(예컨대, 근적외선(약 700 nm 내지 약 2500 nm)), 또는 자외선(예컨대, 근자외선(약 300 nm 내지 약 400 nm)))뿐만 아니라 가시 파장 범위를 포함한다. 예를 들어, 광학 필름은 적외선 반사기일 수 있고, 사전결정된 파장 범위는 근적외선 범위일 수 있다. 사전결정된 파장은 사전결정된 파장 범위 내의 임의의 파장일 수 있다. 예를 들어, 사전결정된 파장 범위는 400 nm 내지 700 nm일 수 있고, 사전결정된 파장은, 예를 들어 500 nm 또는 550 nm일 수 있다.

[0022] 본 발명에 따른 광학 필름을 형상화시키는 방법이 도 1a 내지 도 1e에 예시되어 있다. 도 1a는 광학 필름(100)의 제1 부분(120)이 제1 롤러(20)와 접촉하고 광학 필름(100)의 제2 부분(125)이 제2 롤러(25)와 접촉하도록 제1 및 제2 롤러들(20, 25)에 인접하게 배치된 광학 필름(100)의 개략적인 단면도이다. 도 1b는 도 1a의 시스템의 개략적인 평면도이다. 제1 및 제2 롤러들(20, 25)은 제1 방향(50)(x-방향에 평행함)을 따라 이격된다. 광학 필름(100)의 제1 부분(120)은 제1 방향(50)에 직교하는 제2 방향(67)(y-방향에 평행함)을 따른 제1 폭 W1을 갖는다. 제1 롤러(20)는 제2 방향(67)을 따른 제1 폭 WR1을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 폭 WR1은 폭 W1보다 크다. 광학 필름(100)의 제2 부분(125)은 제2 방향(67)을 따른 제2 폭 W2를 갖는다. 제2 롤러(25)는 제2 방향(67)을 따른 제2 폭 WR2를 갖는다. 일부 실시 형태에서, 폭 WR2는 폭 W2보다 크다. 일부 실시 형태에서, W1 및 W2는 동일하거나 거의 동일하다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 W1 및 W2와 거의 동일한 실질적으로 일정한 폭(예컨대, 10% 이하의 변화)을 갖는다. 일부 실시 형태에서, WR1 및 WR2는 동일하거나 거의 동일하다.

[0023] 본 방법은 광학 필름(100)의 제1 및 제2 단부들(101, 102)을 고정시키는 단계를 포함한다. 예시된 실시 형태에서, 고정 수단들(30, 35)이 제1 및 제2 단부들(101, 102)을 고정시키는 데 사용된다. 고정 수단들(30, 35)은 클랩(clap), 그립(grip) 또는 롤러(예를 들어, 캡스턴 롤러(Capstan roller))일 수 있거나 그를 포함할 수 있고, 제1 방향(50)을 따라 이동하도록 구성될 수 있다. 제1 및 제2 단부들(101, 102)은 제1 및 제2 부분들(120, 125)이 제1 단부(101)와 제2 단부(102) 사이에 배치된 상태로 제1 방향(50)을 따라 이격된다.

[0024] 몰드(250)는 만곡된 몰드 표면(255)을 갖는다. 몰드(250)는 제1 방향(50)을 따른 길이 L1 및 제2 방향(67)을 따른 길이 L2를 갖는다. 만곡된 몰드 표면은 제1 방향 및 제2 방향을 따라 동일하거나 유사한 길이를 가질 수 있다. 광학 필름(100)은 도 1b에 예시된 바와 같이 L2보다 큰 폭(예컨대, W1 및/또는 W2)을 가질 수 있다. 이러한 경우에, 광학 필름(100)의 일부분은 성형되지 않은 에지를 제거하기 위해 원하는 형상으로 성형된 후에 절제될 수 있다. 다른 실시 형태에서, 광학 필름(100) 대신에 사용될 수 있는 광학 필름(100b)은 도 1c에 예시된 바와 같이 L2보다 작은 폭(예컨대, W1 및/또는 W2)을 가질 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름의 폭은 제2 방향(67)을 따른 몰드(250)의 길이 L2와 거의 동일하다. 몰드(250)는 몰드를 가열하는 데 사용될 수 있는 선택적인 가열 요소(들)(253)를 포함한다. 선택적인 가열 요소(들)(253)는, 예를 들어, 몰드(250) 내에 또는 몰드의 표면 상에 배치될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 몰드(250)는 주위 온도보다 높은 온도로 가열된다. 예를 들어, 일부 실시 형태에서, 몰드(250)는 30℃ 초과, 또는 40℃ 초과와 온도로 가열된다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름(100)은 광학 필름(100)을 형상화시키기 전에 사전결정된 온도로 가열된다. 일부 실시 형태에서, 몰드(250)는 이러한 사전결정된 온도보다 낮은 온도로 가열된다.

[0025] 일부 실시 형태에서, 광학 필름(100)은 광학 필름(100)을 제1 방향(50)을 따라 신장시키면서 광학 필름(100)을 만곡된 몰드 표면(255)과 접촉시킴으로써 형상화된다. 이는, 만곡된 몰드 표면(255)이 광학 필름과 접촉할 때까지 몰드(250)를 제1 및 제2 방향들(50, 67)에 직교하는 제3 방향(75)(z-방향에 평행함)을 따라 광학 필름(100)을 향해 이동시키고, 광학 필름(100)이 만곡된 몰드 표면(255)의 적어도 일부분에 순응할 때까지 몰드(250)를 계속 이동시킴으로써 행해질 수 있다. 이는 제3 방향(75)을 따라 만곡된 몰드 표면(255)의 경계 상의 지점(257)과 광학 필름(100) 사이의 이격 거리 h를 변화시키는 것으로 설명될 수 있다. 만곡된 몰드 표면(25

5)의 경계는 그러한 경계가 존재하는 경우 곡률이 급격히 변화하는 물리적 경계인 것으로 간주될 수 있거나, 또는 경계는 광학 필름(100)의 형상화 동안 광학 필름(100)과 접촉하는 만곡된 몰드 표면의 최대 영역의 경계인 것으로 간주될 수 있다. 도 1d는 몰드(250)가 초기에 광학 필름(100)과 접촉한 형상화 방법의 단계의 개략적인 단면도이고, 도 1e는 광학 필름(100)의 연속 부분이 만곡된 몰드 표면(255)과 접촉한 후의 형상화 방법의 일정 시점의 개략적인 단면도이다. 예시된 실시 형태에서, 고정 수단들(30, 35)은 제1 및 제2 롤러들(20, 25)보다 낮게(더 작은 z -좌표) 위치된다. 다른 실시 형태에서, 몰드(250)가 초기에 광학 필름(100)과 접촉할 때, 고정 수단들(30, 35)은 고정 수단(30)과 몰드(250) 사이의 필름의 스패(span), 고정 수단(35)과 몰드(250) 사이의 필름의 스패, 및 제1 롤러(20)와 제2 롤러(25) 사이의 필름의 스패가 서로 평행하도록 위치된다.

[0026] 일부 실시 형태에서, 광학 필름의 온도는 만곡된 몰드 표면과 접촉하지 않는 광학 필름의 제2 지점(예컨대, 지점(135)과 지점(136) 사이의 중간에 있는 지점, 또는 지점(133)과 지점(134) 사이의 중간에 있는 지점)에서보다 만곡된 몰드 표면과 접촉하는 광학 필름의 제1 지점(예컨대, 지점(134) 또는 지점(135))에서 더 낮다.

[0027] 광학 필름(100)의 형상화는 바람직하게는, 가장 가까운 제1 지점(133)과 제2 지점(134) 사이의 임계 거리 d_1 을 대략 제1 폭 W_1 보다 작게 유지시키는 것을 포함하며, 여기에서 광학 필름(100) 상의 제1 지점(133)은 제1 롤러(20)와 접촉하고, 광학 필름(100) 상의 제2 지점(134)은 만곡된 몰드 표면(255)과 접촉한다. 바꾸어 말하면, d_1 은 제1 롤러(20)와 접촉하는 광학 필름(100) 상의 임의의 지점과 만곡된 몰드 표면(255)과 접촉하는 광학 필름(100) 상의 임의의 지점 사이의 최소 거리이고, 광학 필름(100)을 형상화시키는 방법은 d_1 을 대략 W_1 보다 작게 유지시키는 단계를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름(100)의 형상화는 가장 가까운 제3 지점(135)과 제4 지점(136) 사이의 임계 거리 d_2 를 대략 제2 폭 W_2 보다 작게 유지시키는 것을 추가로 포함하며, 여기에서 광학 필름(100) 상의 제3 지점(135)은 만곡된 몰드 표면(255)과 접촉하고, 광학 필름(100) 상의 제4 지점(136)은 제2 롤러(25)와 접촉한다. 바꾸어 말하면, d_2 는 만곡된 몰드 표면(255)과 접촉하는 광학 필름(100) 상의 임의의 지점과 제2 롤러(25)와 접촉하는 광학 필름(100) 상의 임의의 지점 사이의 최소 거리이고, 광학 필름(100)을 형상화시키는 방법은 d_2 를 대략 W_2 보다 작게 유지시키는 단계를 포함한다. d_1 및/또는 d_2 를 원하는 범위 내로 유지시키는 것은, 전형적으로, 제1 및/또는 제2 롤러들(20 및/또는 25)을 제1 방향(50)을 따라 이동시키는 것을 포함한다. 바람직한 실시 형태에서, 제1 및 제2 롤러들(20, 25)은 d_1 및 d_2 둘 모두를 원하는 범위 내로 유지시키기 위해 제1 롤러(20)와 제2 롤러(25) 사이의 거리 d 가 광학 필름(100)의 형상화 동안 변화하도록 제1 방향(50)을 따라 이동된다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름(100)이 형상화될 때 제1, 제2, 제3, 및 제4 지점들(133, 134, 135, 136) 중 하나 이상 또는 전부가 제1 방향(50)을 따라 이동한다.

[0028] 제1 및 제2 롤러들(20, 25)이 없으면, 광학 필름(100)(또는 100b)은 전형적으로 영역(73)(또는 73b)에서 제2 방향(67)을 따라 좌굴될 것이다. 제1 및 제2 롤러들(20, 25)을 포함하고 d_1 및/또는 d_2 를 원하는 범위 내로 유지시키는 것이 제2 방향으로의 광학 필름 좌굴을 감소시키거나 제거할 수 있는 것으로 밝혀졌다. 제1 및 제2 롤러들(20, 25)과 광학 필름(100)(또는 100b) 사이의 마찰은 제2 방향을 따라 광학 필름(100)(또는 100b)에 양의 장력을 생성할 수 있고, 이러한 장력은 좌굴을 방지할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 롤러들(20, 25)은 매끄러운 표면을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 롤러들(20, 25)은 스프레더 롤러(spreader roller)이다. 스프레더 롤러는, 예를 들어, 제2 방향(67)을 따라 광학 필름(100)(또는 100b)에 증가된 장력을 생성할 수 있는 홈을 포함한다. 스프레더 롤러는 당업계에 알려져 있으며, 예를 들어 미국 특허 제6,843,762호(Munche 등)에서 설명된다.

[0029] 일부 실시 형태에서, 임계 거리 d_1 은 W_1 이하, 또는 $0.9W_1$ 이하, 또는 $0.8W_1$ 이하, 또는 $0.7W_1$ 이하, 또는 $0.6W_1$ 이하, 또는 $0.5W_1$ 이하, 또는 $0.4W_1$ 이하, 또는 $0.3W_1$ 이하로 유지된다. 일부 실시 형태에서, 임계 거리 d_1 은 적어도 $0.001W_1$, 또는 적어도 $0.01W_1$, 또는 광학 필름(100)(또는 100b)의 두께 t 의 적어도 2배, 또는 그 두께의 적어도 5배, 또는 그 두께의 적어도 10배로 유지된다. 일부 실시 형태에서, 임계 거리 d_2 는 W_2 이하, 또는 $0.9W_2$ 이하, 또는 $0.8W_2$ 이하, 또는 $0.7W_2$ 이하, 또는 $0.6W_2$ 이하, 또는 $0.5W_2$ 이하, 또는 $0.4W_2$ 이하, 또는 $0.3W_2$ 이하로 유지된다. 일부 실시 형태에서, 임계 거리 d_1 은 적어도 $0.001W_2$, 또는 적어도 $0.01W_2$, 또는 광학 필름(100)(또는 100b)의 두께의 적어도 2배, 또는 그 두께의 적어도 5배, 또는 그 두께의 적어도 10배로 유지된다.

[0030] 일부 실시 형태에서, 임계 거리들 d_1 및 d_2 는 독립적으로 제어된다. 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 롤러들(20, 25)은 d_1 이 d_2 와 동일하거나 거의 동일하도록 몰드(250)를 중심으로 실질적으로 대칭으로 배치된다. 다른 실시 형태에서, 제1 및 제2 롤러들(20, 25)은 d_1 및 d_2 가 상이하도록 몰드(250)를 중심으로 비대칭으로 배치된다. 일부 경우에, 이는 광학 필름(100)을 비대칭 형상(예컨대, 눈물방울 형상)으로 형상화시키는 것을 용이하

게 하기 위해 행해질 수 있다.

- [0031] 일부 실시 형태에서, 광학 필름(100)(또는 100b)의 형상화는 제1 방향(50)을 따라 제1 롤러(20)와 제2 롤러(25) 사이의 이격 거리 d를 변화시켜, 광학 필름(100)(또는 100b)의 종방향 예지들(71, 72)(또는 71b, 72b) 사이에서의 그들로부터 멀어지는 제2 방향(67)을 따른, 제1 롤러(20)와 제2 롤러(25) 사이의 영역(73)(또는 73b)에서의 광학 필름(100)(또는 100b) 좌굴을 감소시키는 것을 포함한다. 일부 경우에, 종방향 예지(71, 72)를 따른 좌굴은 허용가능할 수 있는데, 왜냐하면 좌굴이 후속하여 제거될 수 있고/있거나, 종방향 예지(71, 72)를 따른 광학 필름의 일부분들이, 예를 들어, 광학 시스템에 형상화된 광학 필름을 사용하기 전에 제거될 수 있기 때문이다.
- [0032] 제1 및 제2 고정 수단들(30, 35)은 제1 방향(50)을 따라 이동하도록 구성될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 단부들(101, 102)의 위치는 제1 방향(50)을 따라 광학 필름(100)(또는 100b)의 장력을 제어하도록 변화된다. 제1 및 제2 단부들(101, 102)의 위치는 제1 및 제2 고정 수단들(30, 35)을 제1 방향(50)을 따라 이동시킴으로써 변화될 수 있다. 대안적으로, 제1 및 제2 고정 수단들(30, 35)은 롤러일 수 있으며, 여기에서 필름의 단부는 롤러 상에 또는 롤러 내에 고정되고, 제1 방향(50)으로의 장력은 롤러를 회전시킴으로써 변화될 수 있다. 이러한 경우에, 제1 및 제2 단부들(101, 102)의 위치는 롤러의 회전으로 인해 변화될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 방향(50)을 따른 광학 필름(100)(또는 100b)의 장력은 필름이 신장될 때 실질적으로 일정하다. 장력은, 광학 필름이 형상화되고 있는 시간의 적어도 90%에 걸쳐 그가 10% 이하만큼 변하는 경우 실질적으로 일정하거나 실질적으로 변하지 않는 것으로 설명될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 방향(50)을 따른 광학 필름(100)의 장력은 광학 필름(100)의 신장 동안 점진적으로 증가한다. 일부 실시 형태에서, 장력은 광학 필름에서 원하는 두께 변화를 생성하도록 제어된다. 예를 들어, 원하는 두께는 제1 방향(50)을 따라 실질적으로 일정할 수 있다. 다른 예로서, 원하는 두께 분포는 광학 필름의 중심으로부터 제1 방향(50)을 따라 반대편 예지들 각각까지 대체적으로 감소할 수 있다. 광학 필름의 반사 대역 예지는 전형적으로 두께에 비례한다. 원하는 대역 예지 분포는, 예를 들어, 원하는 두께 분포를 결정할 수 있다.
- [0033] 일부 실시 형태에서, 광학 필름(100)(또는 100b)은 가열된다. 일부 실시 형태에서, 가열은 광학 필름(100)의 신장 전에 그리고 선택적으로 광학 필름(100)의 신장 동안 수행될 수 있다. 가열은 적외선(IR) 가열, 대류 가열 및 복사 가열 중 하나 이상을 이용할 수 있다. 도 1a는 광학 필름(100)을 가열하도록 배치된 히터(91)를 개략적으로 도시한다. 히터(91)는 만곡된 몰드 표면(255) 반대편에 있는 광학 필름(100)의 측부 상에 배치된다. 일부 실시 형태에서, 히터(91)는 적외선 히터이다. 일부 실시 형태에서, 적외선 반사 표면이 적외선 히터 반대편에서 광학 필름에 근접하게 배치된다. 예를 들어, 일부 실시 형태에서, 만곡된 몰드 표면(255)은 광학 필름(100)의 가열 동안 광학 필름(100)에 근접하게 위치되는 적외선 반사 표면이다. 다른 실시 형태에서, 별개의 적외선 반사기가 광학 필름(100)의 가열 동안 만곡된 몰드 표면(255)과 광학 필름(100) 사이에 배치된다. 이어서, 별개의 적외선 반사기는 광학 필름(100)의 형상화 전에 제거된다.
- [0034] 일부 실시 형태에서, 광학 필름(100)(또는 100b)은 120℃ 내지 200℃의 범위, 또는 160℃ 내지 200℃의 범위 내의 온도로 가열된다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름(100)은 광학 필름(100)의 유리 전이 온도보다 높은 온도로 가열된다. 일부 실시 형태에서, 몰드(250)는 광학 필름(100)의 형상화 전에 그리고/또는 광학 필름(100)의 형상화 동안 가열된다. 예를 들어, 몰드(250)는 30℃ 초과와 온도로 가열될 수 있다. 형상화 전에, 몰드(250)의 온도는 광학 필름(100)의 온도보다 낮을 수 있다. 일부 실시 형태에서, 형상화 단계 동안의 광학 필름(100)의 온도는 만곡된 몰드 표면(255)의 정점과 접촉하는 광학 필름의 지점에서 가장 낮고, 만곡된 몰드 표면(255)과 접촉하지 않는 광학 필름(100)의 부분들에서 더 높다. 일부 실시 형태에서, 형상화 단계 동안, 광학 필름(100)의 온도는 제1 롤러와 제2 롤러 사이의 광학 필름(100)의 중간점으로부터 제1 롤러 및 제2 롤러 각각을 향해 변화한다. 일부 실시 형태에서, 형상화 단계 동안, 광학 필름(100)의 온도는 종방향 예지들(71, 72) 사이의 그리고 제1 롤러(20)와 제2 롤러(25) 사이의 중간점으로부터 각각의 종방향 예지를 향해 변화한다. 광학 필름(100)의 중간점은 만곡된 몰드 표면(255)의 정점과 접촉하는 지점일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 롤러들(20, 25)도 또한 (예컨대, 30℃ 초과와 온도로) 가열된다. 본 명세서의 다른 곳에서 설명되는 제3 롤러 및 제4 롤러도 또한 가열될 수 있다.
- [0035] 광학 필름의 유리 전이 온도는 광학 필름의 임의의 층의 유리 전이 온도를 지칭할 수 있다. 예를 들어, 광학 필름의 유리 전이 온도는 광학 필름의 층들 중 임의의 층의 최고 유리 전이 온도일 수 있거나, 광학 필름의 층들 중 임의의 층의 최저 유리 전이 온도일 수 있거나, 광학 필름이 교번하는 비-복굴절 층 및 복굴절 층을 포함할 때 광학 필름의 복굴절 간섭 층의 유리 전이 온도일 수 있거나, 또는 광학 필름(300)이 교번하는 더 높은 굴절률의 간섭 층 및 더 낮은 굴절률의 간섭 층을 포함할 때 광학 필름(300)의 더 높은 굴절률의 간섭 층의 유리 전이 온도일 수 있다. 유리 전이 온도는 시차 주사 열량 측정법(differential scanning calorimetry)에 의해

결정될 수 있다.

- [0036] 일부 실시 형태에서, 광학 필름을 형상화시키기 전에, 광학 필름은 광학 필름의 용융 온도 미만인 온도로 가열된다. 용융 온도는 광학 필름의 층들 중 임의의 층의 용융 온도를 지칭할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 용융 온도는 더 높은 굴절률의 층 또는 복굴절 층의 용융 온도이다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름을 형상화시키기 전에, 광학 필름은 광학 필름의 최대 유리 전이 온도보다 높고 광학 필름의 최저 용융 온도보다 낮은 온도로 가열된다.
- [0037] 일부 실시 형태에서, 광학 필름(100)(또는 100b)은 실질적으로 제1 방향을 따른 차단 축을 갖는 반사 편광기이다. 차단 축은 제1 방향과 차단 축 사이의 각도가 30도 미만인 경우 실질적으로 제1 방향을 따르는 것으로 설명될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 방향과 차단 축 사이의 각도는 20도 미만, 또는 10도 미만, 또는 5도 미만이다.
- [0038] 일부 실시 형태에서, 광학 필름(100)은 반사 편광기이고, 본 공정은 몰드(250)를 사용하여 광학 필름을 형상화시키기 전에 제1 방향(50)을 따라 반사 편광기를 신장시키는 것을 포함한다. 이는 반사 편광기의 차단 상태 누출을 감소시키고 반사 편광기의 콘트라스트 비를 증가시키는 것으로 밝혀졌다. 일부 경우에, 이러한 신장에 의해 광학 필름에 좌굴이 도입되지만, 이러한 좌굴은 제1 및 제2 롤러들(20, 25)을 몰드(250)에 충분히 가깝게 위치시킴으로써 성형 동안 후속하여 제거된다.
- [0039] 일부 실시 형태에서, 본 방법은 광학 필름을 제3 롤러 및 제4 롤러에 인접하게 배치하는 단계를 추가로 포함한다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름의 형상화는 제3 롤러 및 제4 롤러를 제1 방향을 따라 이동시키는 것을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 제3 롤러는 광학 필름과 제1 롤러의 접촉각을 증가시키도록 배치된다. 일부 실시 형태에서, 제4 롤러는 광학 필름과 제2 롤러의 접촉각을 증가시키도록 배치된다. 일부 실시 형태에서, 제1 롤러와 제3 롤러 사이의 간격은 형상화 단계 동안 10% 이하만큼 변하고, 제2 롤러와 제4 롤러 사이의 간격은 형상화 단계 동안 10% 이하만큼 변한다. 예를 들어, 일부 실시 형태에서, 제1 롤러 및 제3 롤러는 공통 선형 스테이지 상에 배치되고, 따라서 광학 필름의 형상화 동안 함께 이동한다. 유사하게, 일부 실시 형태에서, 제2 롤러 및 제4 롤러는 공통 선형 스테이지 상에 배치되고, 따라서 광학 필름의 형상화 동안 함께 이동한다. 다른 실시 형태에서, 제1, 제2, 제3 및 제4 롤러들 각각은 이격 거리들이 독립적으로 제어될 수 있도록 독립적인 스테이지 상에 배치될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제3 롤러는 제2 롤러보다 제1 롤러에 더 가깝고, 제4 롤러는 제1 롤러보다 제2 롤러에 더 가깝다. 도 2 및 도 3은 제3 롤러 및 제4 롤러가 포함되는 2가지 실시 형태를 예시한다.
- [0040] 도 2는 몰드(350)가 초기에 광학 필름(200)과 접촉한 형상화 공정의 일정 시점을 예시한 개략적인 단면도이다. 광학 필름(200)은 제1 및 제2 롤러들(111, 112)에 인접하게 그리고 제3 롤러(123) 및 제4 롤러(124)에 인접하게 배치되며, 여기에서 제3 롤러(123)는 제2 롤러(112) 반대편에서 제1 롤러(111)에 근접하고, 제4 롤러(124)는 제1 롤러(111) 반대편에서 제2 롤러(112)에 근접한다. 도 2에 예시된 형상화 공정의 일정 시점은, 제3 및 제4 롤러들(123, 124)이 포함되고, 제1 및 제2 파지 수단들(130, 135)이 롤러로서 개략적으로 예시되어 있는 것을 제외하고는, 도 1d에 예시된 도 1a 내지 도 1e의 형상화 공정의 일정 시점과 많은 면에서 유사하다. 형상화 방법은 도 1a 내지 도 1e의 형상화 공정에 대해 예시되고 설명된 바와 같이 진행된다. 제1 롤러(111)와 제2 롤러(112) 사이의 간격 d 는 전형적으로, 본 명세서의 다른 곳에서 추가로 설명되는 바와 같이 임계 거리들 d_1 및 d_2 (도 1d 및 도 1e 참조)를 원하는 범위 내로 유지시키도록 변한다. 제3 롤러(123)는 광학 필름(200)과 제1 롤러(111)의 접촉각 θ 를 증가시키도록 배치된다. 유사하게, 제4 롤러(124)는 광학 필름(200)과 제2 롤러(112)의 접촉각을 증가시키도록 배치된다. 제1 및 제2 롤러들(111, 112)과의 접촉각을 증가시키는 것은 제2 방향으로의 롤러들을 따른 광학 필름(200)의 임의의 미끄러짐을 감소시키는 것으로 밝혀졌으며, 이는 광학 필름(200)의 임의의 좌굴을 추가로 감소시키는 것으로 밝혀졌다.
- [0041] 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 롤러들(111, 112)은 광학 필름(200)의 형상화 전에 그리고/또는 광학 필름(200)의 형상화 동안 가열된다. 일부 실시 형태에서, 제3 및 제4 롤러들(123, 124)도 또한 가열된다. 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 롤러들(111, 112)은 각각 형상화 단계 동안 제3 및 제4 롤러들(123, 124) 각각보다 높은 온도에 있다.
- [0042] 도 3은 몰드(450)가 초기에 광학 필름(400)과 접촉한 형상화 공정의 일정 시점을 예시한 개략적인 단면도이다. 광학 필름(300)은 제1 및 제2 롤러들(211, 212)에 인접하게 그리고 제3 및 제4 롤러들(223, 224)에 인접하게 배치된다. 제3 롤러(223)는 제1 롤러(211)에 근접하고, 제4 롤러(224)는 제2 롤러(212)에 근접한다. 광학 필름(300)의 단부들은, 예를 들어 클램프, 그립 또는 실런더일 수 있거나 그를 포함할 수 있는 제1 및 제2 고정 수

단들(230, 235) 내에 배치된다. 도 3은 제3 및 제4 롤러들(223, 224) 및 제1 및 제2 고정 수단들(230, 235)의 위치를 제외하고는, 도 2에 대해 설명된 바와 같을 수 있다. 제3 롤러(223)는 광학 필름(300)과 제1 롤러(211)의 접촉각 θ 를 증가시키도록 배치된다. 유사하게, 제4 롤러(224)는 광학 필름(300)과 제2 롤러(212)의 접촉각을 증가시키도록 배치된다. 제1 롤러(111)와 제2 롤러(112) 사이의 간격 d 는 전형적으로, 본 명세서의 다른 곳에서 추가로 설명되는 바와 같이 임계 거리들 d_1 및 d_2 (도 1d 및 도 1e 참조)를 원하는 범위 내로 유지시키도록 변한다.

[0043] 도 4a는 광학 필름(400)을 처리하기 위한 장치(1000)의 개략적인 단면도이다. 장치(1000)는 제1 방향(x-방향에 평행함)을 따라 이격되는 제1 및 제2 롤러들(420, 425)을 포함하며, 이러한 제1 및 제2 롤러들(420, 425)은 제1 방향을 따라 제1 및 제2 롤러들(420, 425)을 이동시키도록 구성되는 각각의 제1 및 제2 스테이지들(421, 426) 상에 배치된다. 제1 및 제2 롤러들(420, 425)은 제1 방향에 직교하는 제2 방향(y-방향에 평행함)을 따라 각각의 제1 폭 및 제2 폭(예컨대, 도 1b에 도시된 WR1 및 WR2에 대응함)을 갖는다. 장치(1000)는 광학 필름(400)의 서로 반대편에 있는 제1 단부 및 제2 단부를 고정시키기 위한 제1 및 제2 고정 수단들(430, 435); 만곡된 몰드 표면(1655)을 갖는 몰드(1650) - 몰드(1650)는 제1 방향 및 제2 방향에 직교하는 제3 방향(z-방향에 평행함)을 따라 몰드를 이동시키도록 구성되는 몰드 스테이지(1656) 상에 배치됨 -; 광학 필름(400)을 가열하기 위한 수단(1691); 광학 필름의 장력을 측정하기 위한 장력 측정 수단(1682); 및 제어기(1630)를 추가로 포함한다. 예시된 실시 형태에서, 장력 측정 수단(1682)은 제1 장력 측정 유닛(1682a) 및 제2 장력 측정 유닛(1682b)을 포함한다. 제1 및 제2 고정 수단들(430, 435)은 각각 제1 및 제2 장력 측정 유닛들(1682a, 1682b)을 포함한다.

[0044] 제1 및 제2 롤러들(420, 425)은 제1 고정 수단(430)과 제2 고정 수단(435) 사이에 배치된다. 일부 실시 형태에서, 장치는 광학 필름(400)의 제1 단부 및 제2 단부가 제1 및 제2 고정 수단들(430, 435) 내에 고정될 때, 광학 필름(400)이 제1 및 제2 롤러들(420, 425)과 접촉하도록 구성된다.

[0045] 일부 실시 형태에서, 광학 필름(400)을 가열하기 위한 수단(1691)은 적외선 히터, 대류 히터, 및 복사 히터 중 하나 이상일 수 있거나 그를 포함할 수 있는 히터를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름을 가열하기 위한 수단은 몰드(1650) 내에 또는 몰드(1650) 상에 배치되는 가열 요소를 추가로 포함한다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름(400)을 가열하기 위한 수단(1691)은 제2 방향(y-방향에 평행함)을 따라 그 수단(1691)을 이동시키도록 구성되는 스테이지(1696) 상에 배치된다. 이는 광학 필름(400)이 냉각될 수 있도록 공정의 종료 무렵에 수단(1692)을 광학 필름(400)으로부터 더 멀리 이동시키기 위해 행해질 수 있다. 일부 실시 형태에서, 도 4b에 개략적으로 예시된 바와 같이 렌즈 마운트(1693)가 스테이지(1696) 상에 배치된다. 이는 본 명세서의 다른 곳에서 추가로 설명되는 바와 같이, 형상화된 필름이 몰드(1650)와 여전히 접촉하고 있는 동안 형상화된 필름에 광학 렌즈를 부착(예컨대, 광학적으로 투명한 접착제를 사용한 접합)하기 위해 행해질 수 있다.

[0046] 제어기(1630)는 장력 측정 수단(1682), 제1 및 제2 스테이지들(421, 426), 제1 및 제2 고정 수단들(430, 435), 및 몰드 스테이지(1656)에 통신가능하게 결합된다. 이러한 통신 결합은 유선 또는 무선일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제어기는 광학 필름(400)의 장력을 제어하면서 몰드를 제3 방향을 따라 이동시키는 동시에 제1 롤러 및 제2 롤러를 제1 방향을 따라 이동시키도록 구성된다.

[0047] 예시된 실시 형태에서, 제1 및 제2 고정 수단들(430, 435)은 각각의 제3 및 제4 스테이지들(431, 436)을 포함한다. 대안적으로, 제1 및 제2 고정 수단들(430, 435)은 제어기(1630)에 통신가능하게 결합되는 각각의 별개의 스테이지 상에 배치되는 고정 그립, 클램프, 또는 롤러인 것으로 설명될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제3 및 제4 스테이지들(431, 436)은 제1 방향을 따라 이동하도록 구성된다. 일부 실시 형태에서, 제3 및 제4 스테이지들(431, 436)은 제어기(1630)에 통신가능하게 결합된다. 다른 실시 형태에서, 제1 및 제2 고정 수단들(430, 435) 중 적어도 하나는 광학 필름(400)을 고정시키기 위한 롤러를 포함하고, 필름의 장력을 제어하기 위해 롤러를 회전시키기 위한 회전 스테이지를 포함한다. 이러한 경우에, 장력 측정 수단은 롤러에 부착되는 토크 미터(torque meter)일 수 있거나 그를 포함할 수 있다.

[0048] 도 5a 및 도 5b는 각각의 제1 및 제2 스테이지들(5021, 5026) 상에 배치된 제1 및 제2 롤러들(5020, 5025)을 포함하는 장치(5000)의 측면도 및 사시도이다. 제1 및 제2 스테이지들(5021, 5026)은 제1 및 제2 롤러들(5020, 5025)을 제1 방향(550)을 따라 이동시키도록 구성되는 각각의 선형 액추에이터들(5022, 5027)을 포함한다. 장치(5000)는 예시된 실시 형태에서, 고정 롤러를 포함하는 제1 및 제2 고정 수단들(5030, 5035)을 포함한다. 다른 실시 형태에서, 고정 그립 또는 클램프가 고정 롤러 대신에 사용될 수 있다. 장치(5000)는, 광학 필름의 제1 단부 및 제2 단부가 제1 및 제2 고정 수단들(5030, 5035) 내에 고정될 때, 광학 필름이 제1 및 제2 롤러들(5020, 5025)과 접촉하도록 구성된다. 장치(5000)는 예시된 실시 형태에서 적외선 히터인, 광학 필름을 가열하

기 위한 수단(5091)을 포함한다. 장치(5000)는 제1 및 제2 로드 셀(load cell)들(5082a, 5082b)을 포함하는, 광학 필름의 장력을 측정하기 위한 장력 측정 수단을 포함한다. 예시된 실시 형태에서, 로드 셀들(5082a, 5082b)은 S-타입 인장 로드 셀(S-type tension load cell)이다. 다른 유형의 로드 셀들이 대안적으로 사용될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 고정 수단들(5030, 5035)은 광학 필름의 제1 단부 및 제2 단부를 제1 방향(550)을 따라 이동시키도록 구성되는 각각의 제3 및 제4 스테이지들(5031, 5036)을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 제3 및 제4 스테이지들(5031, 5036)은 제어기에 통신가능하게 결합된다. 예를 들어, 제3 및 제4 스테이지들(5031, 5036)은 제어기에 유선 연결되는 선형 액추에이터를 포함할 수 있다. 장치(5000)는, 만곡된 몰드 표면을 갖고 액추에이터 로드(5052)를 통해 선형 액추에이터(5056)에 부착된 몰드 마운트(mold mount)(5051) 상에 배치되는 몰드(5050)를 포함한다. 액추에이터 로드(5052)를 포함하는 선형 액추에이터(5056)와 몰드 마운트(5051)의 조합은 몰드 스테이지로서 설명될 수 있다. 이러한 몰드 스테이지는 몰드(5050)를 제3 방향(5075)을 따라 이동시키도록 구성된다. 선형 액추에이터(5056) 및 다른 구성요소들을 지지하기 위해 프레임(예시의 용이함을 위해 도시되지 않음)이 전형적으로 포함된다.

[0049] 일부 실시 형태에서, 광학 필름을 형상화시키는 방법은 광학 필름을 신장시키면서 광학 필름을 만곡된 몰드 표면과 접촉시켜, 적어도 제1 방향을 따라 그리고 일부 경우에 직교하는 제1 방향 및 제2 방향을 따라 만곡되는 만곡된 광학 필름을 생성하는 단계를 포함하며, 여기에서 형상화 단계 동안 광학 필름을 신장시키는 것은 제2 방향을 따른 임의의 신장의 3배를 초과하여 제1 방향을 따라 광학 필름을 신장시키는 것을 포함한다. 이는 롤러들과 몰드 사이의 필름의 스패를 따라 임계 거리를 원하는 범위 내로 유지시키기 위해 이동될 수 있는 제1 롤러 및 제2 롤러를 사용하여 달성될 수 있다. 이는 또한, 각각 제1 방향 및 제2 방향을 따라 광학 필름에 제어된 제1 장력 및 제2 장력을 인가함으로써 달성될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 제1 방향을 따라 이격되는 제1 단부 및 제2 단부를 갖고, 제2 방향을 따라 이격되는 제3 단부 및 제4 단부를 갖는다. 제1 단부 및 제2 단부는 제1 단부 및 제2 단부를 제1 방향을 따라 이동시키도록 구성되는 제1 고정 수단 및 제2 고정 수단 내에 고정될 수 있고, 제3 단부 및 제4 단부는 제2 방향을 따라 이동하도록 구성되는 제3 고정 수단 및 제4 고정 수단 내에 고정될 수 있다.

[0050] 도 6은, 대체로 십자 형상을 갖고 제1 단부와 제2 단부 사이에 그리고 제3 단부와 제4 단부 사이에 배치된 중심 영역(40)을 포함하는 광학 필름(600) 위에 배치된 몰드(650)의 개략적인 평면도이다. 제1, 제2, 제3 및 제4 단부들은, 본 명세서의 다른 곳에서 추가로 설명되는 바와 같이 클램프, 그립, 또는 롤러일 수 있거나 그를 포함할 수 있는 제1, 제2, 제3 및 제4 고정 수단들(630, 635, 633, 637) 내에 각각 고정된다. 광학 필름(600)은 중심 영역(40)으로부터 각각 제1 단부 및 제2 단부까지 연장되는 제1 및 제2 단부 영역들(41, 42)을 포함하고; 중심 영역(40)으로부터 각각 제3 단부 및 제4 단부까지 연장되는 제3 및 제4 단부 영역들(43, 44)을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 단부 영역들(41, 42)은 거의 동일할 수 있는, 제2 방향(167)(y-방향에 평행함)을 따른 실질적으로 일정한 제1 폭 및 제2 폭을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 제3 및 제4 단부 영역들(43, 44)은 거의 동일할 수 있는, 제1 방향(150)(x-방향에 평행함)을 따른 실질적으로 일정한 제3 폭 및 제4 폭을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 제1, 제2, 제3 및 제4 폭들은 거의 동일하다.

[0051] 일부 실시 형태에서, 광학 필름(600)은 각각 제1, 제2, 제3 및 제4 롤러들(620, 625, 653, 654)에 인접하게 배치된다. 다른 실시 형태에서, 제1, 제2, 제3 및 제4 롤러들(620, 625, 653, 654)은 생략된다. 제1 및 제2 롤러들(620, 625)은 제1 방향(150)을 따라 이동하도록 구성될 수 있고, 각각의 롤러와 접촉하는 광학 필름(600) 상의 지점과 몰드(650)의 만곡된 몰드 표면과 접촉하는 지점 사이의 각각의 최단 거리가 d1 및 d2에 대해 본 명세서의 다른 곳에서 설명되는 범위들 중 임의의 범위일 수 있는 바람직한 범위 내로 유지되도록 이동될 수 있다. 유사하게, 제3 및 제4 롤러들(653, 654)은 제2 방향(167)을 따라 이동하도록 구성될 수 있고, 각각의 롤러와 접촉하는 광학 필름(600) 상의 지점과 몰드(650)의 만곡된 몰드 표면과 접촉하는 지점 사이의 각각의 최단 거리가 d1 및 d2에 대해 본 명세서의 다른 곳에서 설명되는 범위들 중 임의의 범위일 수 있는 바람직한 범위 내로 유지되도록 이동될 수 있다.

[0052] 제1 및 제2 롤러들(620, 625)은, 예를 들어, 도 2 및 도 3에 예시된 바와 같은 롤러들의 쌍들로 대체될 수 있다. 이러한 경우에, 제3 및 제4 롤러들(653, 654)은 제5 롤러 및 제6 롤러로 지칭될 수 있다. 제3 및 제4 롤러들(653, 654)도 또한, 예를 들어, 도 2 및 도 3에 예시된 바와 같은 롤러들의 쌍들로 대체될 수 있다.

[0053] 일부 실시 형태에서, 형상화 단계 동안 광학 필름(600)을 신장시키는 것은 제2 방향(167)을 따른 임의의 신장의 3배를 초과하여, 또는 5배를 초과하여, 또는 7배를 초과하여 제1 방향(150)을 따라 광학 필름을 신장시키는 것을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 형상화 단계는 광학 필름(600)의 제1 단부 및 제2 단부의 위치를 변화시켜 제1 방향(150)을 따라 광학 필름(600)의 제1 장력을 제어하는 것을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 이는 제1

및 제2 고정 수단들(630, 635)을 제1 방향(150)을 따라 이동시킴으로써 달성된다. 다른 실시 형태에서, 제1 및 제2 고정 수단들(630, 635) 중 적어도 하나는 광학 필름(600)을 고정시키기 위한 물러를 포함하고, 제1 장력을 제어하기 위해 물러를 회전시키기 위한 회전 스테이지를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 형상화 단계는 광학 필름(600)의 제3 단부 및 제4 단부의 위치를 변화시켜 제2 방향(167)을 따라 광학 필름(600)의 제2 장력을 제어하는 것을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 이는 제3 및 제4 고정 수단들(633, 637)을 제2 방향(167)을 따라 이동시킴으로써 달성된다. 다른 실시 형태에서, 제3 및 제4 고정 수단들(633, 637)은 광학 필름(600)을 고정시키기 위한 물러를 포함하고, 제2 장력을 제어하기 위해 물러를 회전시키기 위한 회전 스테이지를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 제1 장력은 제2 장력의 2배 초과, 또는 3배 초과, 또는 5배 초과이다.

[0054] 일부 실시 형태에서, 형상화 단계는 광학 필름(600)의, 제3 및 제4 고정 수단들(633, 637) 내에 있는 제3 단부 및 제4 단부의 위치를 변화시켜 제2 방향(167)으로의 광학 필름(600) 좌굴을 감소시키거나 제거하는 것을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 제2 방향(167)을 따른 광학 필름(600)의 신장은 실질적으로 없다. 예를 들어, 광학 필름(600)이 제2 방향(167)으로 수축하지 못하게 하기 위해 제2 방향(167)으로의 장력이 인가될 수 있지만, 광학 필름(600)의 형상화 동안, 제2 방향으로 곡선을 따라 측정되는 바와 같은 필름의 길이는 변화하지 않을 수 있거나, 또는 5% 미만만큼 변화할 수 있다.

[0055] 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 형상화 전에 제2 방향(167)보다 제1 방향(150)을 따라 더 많이(예컨대, 적어도 2배, 또는 적어도 3배, 또는 적어도 5배 더 많이) 사전신장된다. 일부 실시 형태에서, 고정 단계, 사전신장 단계, 및 형상화 단계가 순차적으로 수행된다.

[0056] 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 중심 영역 및 제1 단부 영역 내지 제6 단부 영역을 갖는 형상으로 절단된다. 이는 도 7에 예시된 바와 같이 광학 필름을 직교하는 제2 방향에서보다 제1 방향에서 실질적으로 더 큰 직경을 갖는 형상으로 형상화시키는 데 유용하다.

[0057] 도 7은 제1 단부와 제2 단부 사이에, 제3 단부와 제4 단부 사이에, 그리고 제5 단부와 제6 단부 사이에 배치된 중심 영역(140)을 포함하는 광학 필름(700) 위에 배치된 몰드(750)의 개략적인 평면도이다. 제1, 제2, 제3, 제4, 제5, 및 제6 단부들은, 본 명세서의 다른 곳에서 추가로 설명되는 바와 같이 그림 또는 롤러일 수 있는 제1, 제2, 제3, 제4, 제5 및 제6 고정 수단들(730, 735, 733, 737, 763, 767) 내에 각각 고정된다. 광학 필름(700)은 중심 영역(140)으로부터 각각 제1 단부 및 제2 단부까지 연장되는 제1 및 제2 단부 영역들(141, 142)을 포함하고; 중심 영역(40)으로부터 각각 제3 단부 및 제4 단부까지 연장되는 제3 및 제4 단부 영역들(143, 144)을 포함하며; 중심 영역(40)으로부터 각각 제3 단부 및 제4 단부까지 연장되는 제5 및 제6 단부 영역들(165, 166)을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 단부 영역들(141, 142)은 거의 동일할 수 있는, 제2 방향(267)(y-방향에 평행함)을 따른 실질적으로 일정한 제1 폭 및 제2 폭을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 제3 및 제4 단부 영역들(143, 144)은 거의 동일할 수 있는, 제1 방향(205)(x-방향에 평행함)을 따른 실질적으로 일정한 제3 폭 및 제4 폭을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 제5 및 제6 단부 영역들(165, 166)은 거의 동일할 수 있는, 제1 방향(205)을 따른 실질적으로 일정한 제5 폭 및 제6 폭을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 제1, 제2, 제3, 제4, 제5, 및 제6 폭들은 거의 동일하다.

[0058] 일부 실시 형태에서, 광학 필름(700)은 각각 제1, 제2, 제3, 제4, 제5, 및 제6 롤러들(720, 725, 753, 754, 775, 776)에 인접하게 배치된다. 다른 실시 형태에서, 제1, 제2, 제3, 제4, 제5, 및 제6 롤러들(720, 725, 753, 754, 775, 776)은 생략된다. 제1, 제2, 제3, 및 제4 롤러들(720, 725, 753, 754)은 제1, 제2, 제3, 및 제4 롤러들(620, 625, 653, 654)에 대해 설명된 바와 같이 각각의 롤러와 접촉하는 광학 필름(700) 상의 지점과 몰드(750)의 만곡된 몰드 표면과 접촉하는 지점 사이의 각각의 최단 거리를 유지시키기 위해 (제1 및 제2 롤러들(720, 725)의 경우 제1 방향(205)을 따라, 그리고 제3 및 제4 롤러들(753, 754)의 경우 제2 방향(267)을 따라) 이동하도록 구성될 수 있다. 유사하게, 제5 및 제6 롤러들(775, 776)은 제2 방향(267)을 따라 이동하도록 구성될 수 있고, 각각의 롤러와 접촉하는 광학 필름(700) 상의 지점과 몰드(750)의 만곡된 몰드 표면과 접촉하는 지점 사이의 각각의 최단 거리가 d1 및 d2에 대해 본 명세서의 다른 곳에서 설명되는 범위들 중 임의의 범위일 수 있는 바람직한 범위 내로 유지되도록 이동될 수 있다.

[0059] 광학 필름(600) 또는 광학 필름(700)은 광학 필름(100)에 대해 설명된 바와 같이 형상화 단계 전에(그리고 선택적으로 형상화 단계 동안) 가열될 수 있다. 몰드 및 롤러가 또한, 형상화 단계 전에 그리고 선택적으로 형상화 단계 동안 가열될 수 있다.

[0060] 도 6 및 도 7의 방법은 또한, 광학 필름을 만곡된 형상으로 형상화시킴이 없이 광학 필름(600 또는 700)의 두께 분포를 변경하는 데 사용될 수 있다. 이는 광학 필름이 신장될 때 제1 방향 및 제2 방향으로의 장력들을 적합

하게 선택함으로써 행해질 수 있다.

[0061] 도 8a는 좌굴을 나타내는 광학 필름의 일부분(873)의 개략적인 평면도이다. 좌굴부(888)가 예시되어 있다. 광학 필름 내의 좌굴부(888b)를 통한 단면도가 도 8b에 개략적으로 예시되어 있다. 좌굴부(888b)는 좌굴부(888)에 대응할 수 있다. 도 8a 및 도 8b에 나타난 좌굴은 y-방향을 따른다. 좌굴부는 부호가 변하는 곡률(curvature changing sign)에 의해 특징지어진다. 좌굴부(888b)는 곡률이 부호가 변하는 지점들을 갖는 도 8b의 단면도에서 양의 곡률 영역 및 음의 곡률 영역을 갖는다. 부분(873)은 x-방향을 따라 이격된 제1 롤러와 제2 롤러(예컨대, 제1 롤러(20)와 제2 롤러(25)) 사이의 광학 필름의 임의의 부분일 수 있거나, y 방향을 따라 이격된 제3 롤러와 제4 롤러(예컨대, 제3 롤러(653)와 제4 롤러(654)) 사이의 광학 필름의 임의의 부분일 수 있거나, 또는 광학 필름의 형상화 동안 만곡된 몰드 표면과 접촉하거나 접촉할 광학 필름의 임의의 부분일 수 있다. 좌굴된 필름이 몰드 상에 형성될 때, 국소 새들(local saddle) 형상이 하나의 방향을 따라 좌굴되면서 직교 방향을 따라 만곡되는 것으로부터 생성되는 음의 가우스 곡률의 영역들이 있을 수 있다. 이러한 경우에, 가우스 곡률이 부호가 변하는 위치들이 있다. 일부 실시 형태에서, 본 발명의 방법은 형상화된 광학 필름 전체에 걸쳐 음이 아닌 가우스 곡률을 갖는 형상화된 광학 필름을 생성한다. 일부 실시 형태에서, 가우스 곡률은 형상화된 광학 필름 전체에 걸쳐 양이다.

[0062] 도 8b에 도시된 진동(oscillation)의 진폭을 감소시키는 것 및/또는 좌굴부(888b)의 개수를 감소시키는 것이 광학 필름 좌굴을 감소시키는 것으로 설명될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 본 명세서에서 설명되는 방법은 광학 필름 좌굴을 감소시키거나 제거한다.

[0063] 도 8c는 사전결정된 영역(1010)을 예시하는 광학 필름(555)의 개략적인 전방 평면도이다. 광학 필름(555)은 사전결정된 영역(1010)이 광학 필름의 나머지 부분(1012)으로부터 제거되기 전에는, 본 발명의 광학 필름들 중 임의의 광학 필름(예컨대, 광학 필름(100), 광학 필름(100b), 광학 필름(200), 광학 필름(300), 광학 필름(400))에 대응할 수 있다. 광학 필름(555)은 형상화된 것으로 이해될 수 있지만, 곡률은 도 8c의 개략적인 전방 평면도에 도시되어 있지 않다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름(555)을 형상화시킨 후에, 광학 필름(555)의 사전결정된 영역(1010) 밖에 있는 광학 필름(555)의 부분(1012)은 (예컨대, 절단에 의해) 제거된다. 사전결정된 영역(1010)은, 예를 들어, 광학 렌즈의 주 표면에 대응할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 형상화된 광학 필름은 곡률이 부호가 변하는 사전결정된 영역(1010) 내의 지점들을 갖지 않는다. 일부 실시 형태에서, 형상화된 광학 필름은 사전결정된 영역(1010)에서 좌굴을 갖지 않는다. 일부 실시 형태에서, 본 발명의 방법은 생성된 형상화된 광학 필름이 사전결정된 영역(1010)에 대응하도록 부분(1012)을 제거하는 단계를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 형상화 동안 그리고 형상화 후에, 그러나 부분(1012)을 제거하기 전에, 광학 필름은 가능하게는 사전결정된 영역(1010) 밖에 있는 종방향 에지(571 및/또는 572)를 따라서를 제외하고는 좌굴을 갖지 않는다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 형상화 단계 동안 종방향 에지(571 및/또는 572)를 따라 좌굴을 가지며, 이러한 좌굴은 종방향 에지(571 및/또는 572)를 따른 광학 필름의 열 유도 수축으로 인해 후속하여 제거된다.

[0064] 광학 필름은 제1 방향을 따른 어느 정도의 특정 변화 및 직교하는 제2 방향을 따른 어느 정도의 특정 변화를 갖는 것으로 설명될 수 있다. 제1 방향 및 제2 방향은 이들 특정 변화가 유지되는 광학 필름에 대한 임의의 직교 방향들일 수 있다. 일부 경우에, 본 명세서의 다른 곳에서 추가로 설명되는 바와 같이 특정 제1 방향 및 제2 방향을 특정하는 것이 바람직할 수 있다. 광학 필름을 설명하는 데 사용되는 제1 방향 및 제2 방향은 광학 필름을 형상화시키는 방법을 설명하는 데 언급되는 제1 방향 및 제2 방향에 대응할 수 있거나 그렇지 않을 수 있다. 제1 방향을 따른 광학 필름의 최대 처짐은 제1 방향과 제1 방향 및 제2 방향에 직교하는 제3 방향을 포함하는 평면에서 제3 방향을 따른 광학 필름의 최대 변위로서 설명될 수 있다. 유사하게, 제2 방향을 따른 광학 필름의 최대 처짐은 제2 방향 및 제3 방향을 포함하는 평면에서 제3 방향을 따른 광학 필름의 최대 변위로서 설명될 수 있다. 이는 도 9a 및 도 9b에 개략적으로 예시되어 있다. 제1, 제2, 및 제3 방향들은 각각 x' , y' , 및 z' 방향들이다. 광학 필름(900)은 제1 방향을 따라 제1 최대 처짐 S_1 및 대응하는 제1 직경 D_1 을 갖고, 제2 방향을 따라 제2 최대 처짐 S_2 및 대응하는 제2 직경 D_2 를 갖는다.

[0065] 일부 실시 형태에서, 제1 방향을 따른 제1 최대 처짐 S_1 대 대응하는 제1 직경 D_1 의 제1 비 S_1/D_1 은 적어도 0.05, 또는 적어도 0.1, 또는 적어도 0.15, 또는 적어도 0.2, 또는 적어도 0.3, 또는 적어도 0.4, 또는 적어도 0.5, 또는 적어도 0.7이다. 일부 실시 형태에서, 제1 비는 1 미만, 또는 0.9 미만, 또는 0.8 미만이다. 일부 실시 형태에서, 제2 방향을 따른 제2 최대 처짐 S_2 대 대응하는 제2 직경 D_2 의 제2 비 S_2/D_2 는 적어도 0.05, 또는 적어도 0.1, 또는 적어도 0.15, 또는 적어도 0.2, 또는 적어도 0.3, 또는 적어도 0.4이다. 일부 실시 형태에서, 제2 비는 0.8 미만, 또는 0.7 미만, 또는 0.6 미만, 또는 0.5 미만이다. 일부 실시 형태에서, 제2 비는 제1 비보다 작다. 일부 실시 형태에서, 제1 비는 제2 비보다 실질적으로 더 크다(예컨대, 1.5배, 또는 2배 더

크). 일부 실시 형태에서, 제2 비는 제1 비와 거의 동일하다.

- [0066] 도 10a 내지 도 10c는 광학 필름(3000)의 개략적인 사시도이다. 기준 평면(3100)은 광학 필름(3000)이 기준 평면(3100)에서 최대 투영 영역(3110)을 갖도록 정의되고, 광학 필름(3000)과 기준 평면(3100)은 교차하지 않으며, 광학 필름(3000)의 총 면적의 적어도 대부분(예컨대, 적어도 60%, 또는 적어도 80%, 또는 전부)이 기준 평면(3100)을 향해 오목하다. 광학 필름(3000)은 기준 평면(3100)으로부터 광학 필름(3000) 상의 가장 먼 지점인 정점(1015)을 갖는다. 기준 평면(3100) 상으로의 정점(1015)의 투영부(projection)(1075)가 예시되어 있다. 기준 평면(3100) 내에서의 제1 및 제2 방향들(3150, 3167)이 예시되어 있다. 제1 및 제2 방향들(3150, 3167) 각각은 기준 평면(3100) 내에 있고, 기준 평면(3100) 상으로의 정점(1015)의 투영부(1075)를 통과한다. 정점(1015)에서의 접평면(tangent plane) 내에서의 제1 및 제2 방향들(1016, 1017)이 또한 예시되어 있다. 제1 방향(1016)은 제1 방향(3150)에 평행할 수 있고, 제2 방향(1017)은 제2 방향(3167)에 평행할 수 있다. 전형적으로, 광학 필름(3000)의 특성은 기준 평면 내에서의 제1 방향 및 제2 방향에 관하여 그리고 접평면 내에서의 제1 방향 및 제2 방향에 관하여 동등하게 특정될 수 있다.
- [0067] 일반적으로, 광학 필름(3000)이 직교하는 제1 방향 및 제2 방향을 따라 어느 정도의 특정 변화를 가질 때, 제1 및 제2 방향들(3150, 3167)은 광학 필름(3000)이 특정 변화를 갖는 임의의 직교 방향들로 간주될 수 있다. 일부 경우에, 광학 필름(3000)의 특성에 관하여 제1 및 제2 방향들(3150, 3167)을 구체적으로 정의하는 것이 편리하다. 제1 및 제2 방향들(3150, 3167)의 적어도 2가지 유용한 정의가 있다.
- [0068] 일부 실시 형태에서, 광학 필름(3000)의 특성(예컨대, 본 명세서의 다른 곳에서 추가로 설명되는 제1 및 제2 처짐 대 직경 비들)은 제1 및 제2 방향들(3150, 3167)에 대해 특정되며, 여기에서 제2 방향(3167)은 기준 평면(3100) 상으로의 정점의 투영부(1075)를 통해 투영 영역(3110)의 반대편 측부들(3201, 3202) 사이의 최단 거리를 따르고, 제1 방향(3150)은 정점(1015)의 투영부(1075)를 통해 기준 평면(3100) 내에서의 직교 방향을 따른다.
- [0069] 일부 실시 형태에서, 광학 필름(3000)은 반사 편광기이다. 일부 실시 형태에서, 반사 편광기의 특성(예컨대, 본 명세서의 다른 곳에서 추가로 설명되는 제1 및 제2 처짐 대 직경 비들)은 제1 및 제2 방향들(1016, 1017)에 대해 특정되며, 여기에서 제1 방향(1016)은 정점(1015)에서의 반사 편광기의 차단 축을 따르고, 제2 방향(1017)은 정점(1015)에서의 반사 편광기의 통과 축을 따른다.
- [0070] 광학 필름과 평면이 교차하지 않는 조건 및 광학 필름의 총 면적의 적어도 대부분이 평면을 향해 오목한 조건을 만족시키는, 기준 평면(3100)에 평행한 평면이 제1 방향 및 제2 방향의 동등한 정의를 가져온다. 동일한 최대 투영 영역을 갖고 이들 조건을 만족시키는 하나 초과와 평행하지 않은 평면이 있는 경우, 제1 방향 및 제2 방향은 특정 변화(예컨대, 처짐 비)가 유지되는 그리고 최대 투영 영역을 갖는 평면들 중 하나에 평행한 평면 내에 있는 직교 방향들인 것으로 간주될 수 있다. 이들 평면 중 하나가 최대 투영 영역을 갖는 다른 평면보다 그 평면에 대해 정의된 바와 같은 제1 방향 및 제2 방향 각각을 따라 필름의 중심에 더 가까운 정점을 생성하는 경우, 그 평면은 제1 방향 및 제2 방향을 정의하는 데 사용될 수 있다.
- [0071] 일부 실시 형태에서, 광학 필름의 특성은 제1 곡선 및 제2 곡선에 대해 또는 제1 곡선 및 제2 곡선을 따라 특정된다. 제1 곡선은 제2 방향 및 기준 평면에 직교하는 제1 평면과 광학 필름의 교차부로서 주어질 수 있다. 제1 평면은 제1 방향을 포함할 수 있고, 광학 필름의 정점을 포함할 수 있다. 유사하게, 제2 곡선은 제1 방향 및 기준 평면에 직교하는 제2 평면과 광학 필름의 교차부일 수 있다. 제2 평면은 제2 방향을 포함할 수 있고, 광학 필름의 정점을 포함할 수 있다. 여기에서, 제1 방향 및 제2 방향은 제1 및 제2 방향들(3150, 3167)에 대응할 수 있거나, 제1 및 제2 방향들(1016, 1017)에 대응할 수 있다.
- [0072] 도 10b는 제2 방향(3167) 및 기준 평면(3100)에 직교하는 제1 평면(3001)을 도시한다. 예시된 실시 형태에서, 제1 평면(3001)은 제1 방향(3150) 및 정점(1015)을 포함한다. 광학 필름(3000)과 제1 평면(3001)의 교차부인 제1 곡선(3010)이 예시되어 있다.
- [0073] 도 10c는 제1 방향(3150) 및 기준 평면(3100)에 직교하는 제2 평면(3002)을 도시한다. 예시된 실시 형태에서, 제2 평면(3002)은 제2 방향(3167) 및 정점(1015)을 포함한다. 광학 필름(3000)과 제2 평면(3002)의 교차부인 제2 곡선(3020)이 예시되어 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 평면(3001)과 제2 평면(3002)의 교차부는 제1 곡선(3010)과 제2 곡선(3020)의 교차부에서 광학 필름(3000)에 수직인 선(3888)을 한정한다.
- [0074] 일부 경우에, 가우스 곡률 및/또는 총 곡률에 관하여 광학 필름의 형상을 특징짓는 것이 유용하다. 가우스 곡률은 주 곡률(principle curvature)들의 곱이다. 예를 들어, 광학 필름(3000)의 정점(1015)에서의 주 곡률들

이 제1 및 제2 평면들(3001, 3002)에서 발생하는 경우, 정점에서의 가우스 곡률은 제1 및 제2 곡선들(3010, 3020)의 정점(1015)에서의 곡률들의 곱으로서 표현될 수 있다. 또한, 제1 및 제2 곡선들(3010, 3020)이 정점(1015)에서 r_1 및 r_2 의 곡률 반경을 갖는 경우, 정점에서의 가우스 곡률은 $1/(r_1 \cdot r_2)$ 로서 표현될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름의 총 면적의 적어도 80%, 또는 적어도 90%, 또는 적어도 95%에 걸친 각각의 위치는 적어도 0.0001 cm^{-2} , 또는 적어도 0.001 cm^{-2} , 또는 적어도 0.005 cm^{-2} 의 가우스 곡률을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름의 총 면적의 적어도 80%, 또는 적어도 90%, 또는 적어도 95%에 걸친 각각의 위치는 100 cm^{-2} 이하, 또는 1 cm^{-2} 이하, 또는 0.2 cm^{-2} 이하의 가우스 곡률을 갖는다. 광학 필름의 곡률은 또한 광학 필름의 총 면적에 걸친 광학 필름의 가우스 곡률의 면적분인 총 곡률에 관하여 특징지어질 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 적어도 0.25, 또는 적어도 0.5, 또는 적어도 1, 또는 적어도 2, 또는 적어도 3의 총 곡률을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 총 곡률은 10 이하, 또는 9 이하, 또는 8 이하이다.

[0075] 도 11a는 제1 곡선(1110) 및 최적합 제1 원호(1120)의 개략도이다. 제1 곡선(1110)은, 예를 들어, 제1 곡선(3010)에 대응할 수 있다. 최적합 제1 원호(1120)는 제1 원호(1120)의 곡률 중심(1177)에서 각도 α_1 을 이룬다. 각도 α_1 은 제1 곡선(1110)에 의해 결정되는데, 왜냐하면 더 긴 원호 및 더 짧은 원호 둘 모두가 제1 곡선(1110)에 대한 더 불량한 피팅을 제공할 것이기 때문이다. 제1 원호(1120)는 최적합 제1 원호(1120) 상의 임의의 지점(예컨대, 제1 종점(1120a))으로부터 곡률 중심(1177)까지의 거리인 반경 R_1 을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 최적합 제1 원호(1120)는 제1 원호(1120)로부터 제1 곡선(1110) 상의 지점들까지의 법선 벡터들을 따른 제곱 거리들(예컨대, 벡터들(640a 내지 640d)을 따른 거리들)의 합을 최소화시키는 원호이다. 일부 실시 형태에서, 제1 곡선(1110)의 제1 종점(1110a)은 제1 원호(1120)의 제1 종점(1120a)에서 제1 원호(1120)에 대한 제1 법선 벡터(640a)를 따르고, 제1 곡선(1110)의 반대편 제2 종점(1110b)은 제1 원호(1120)의 반대편 제2 종점(1120b)에서 제1 원호(1120)에 대한 제2 법선 벡터(640d)를 따른다. 일부 실시 형태에서, 최적합 최소화에 사용되는 제1 곡선(1110) 상의 지점들은 제1 곡선(1110)에 걸쳐 균일하게 분포된 사전결정된 지점들의 세트로부터 선택된다. 일부 실시 형태에서, 최소화에 사용되는 제1 원호(1120) 상의 지점들은 제1 원호(1120)에 걸쳐 균일하게 분포된 사전결정된 지점들의 세트로부터 선택된다. 일부 실시 형태에서, 사전결정된 지점들의 세트는 10개 내지 500개의 지점들의 세트이다.

[0076] 도 11b는 제2 곡선(1112) 및 최적합 제2 원호(1122)의 개략도이다. 제2 곡선(1112)은, 예를 들어, 제2 곡선(3020)에 대응할 수 있다. 최적합 원호는 제2 원호(1122)의 곡률 중심(1178)에서 각도 α_2 를 이룬다. 각도 α_2 는 제2 곡선(1112)에 의해 결정되는데, 왜냐하면 더 긴 원호 및 더 짧은 원호 둘 모두가 제2 곡선(1112)에 대한 더 좋지 못한 피팅을 제공할 것이기 때문이다. 제2 원호(1122)는 최적합 제2 원호(1122) 상의 임의의 지점으로부터 곡률 중심(1178)까지의 거리인 반경 R_2 를 갖는다. 최상의 피팅은 제1 곡선(1110)에 대해 설명된 바와 같이 결정될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 최적합 제2 원호(1122)는 제2 원호(1122)로부터 제2 곡선(1112) 상의 지점들까지의 법선 벡터들을 따른 제곱 거리들(예컨대, 벡터(641)를 따른 거리들)의 합을 최소화시키는 원호이다. 일부 실시 형태에서, 제2 곡선(1112)의 제1 종점은 제2 원호(1122)의 제1 종점에서 제2 원호(1122)에 대한 제1 법선 벡터를 따르고, 제2 곡선(1112)의 반대편 제2 종점은 제2 원호(1122)의 반대편 제2 종점에서 제2 원호(1122)에 대한 제2 법선 벡터를 따른다. 일부 실시 형태에서, 최적합 최소화에 사용되는 제2 곡선(1112) 상의 지점들은 제2 곡선(1112)에 걸쳐 균일하게 분포된 사전결정된 지점들의 세트로부터 선택된다. 일부 실시 형태에서, 최소화에 사용되는 제2 원호(1122) 상의 지점들은 제2 원호(1122)에 걸쳐 균일하게 분포된 사전결정된 지점들의 세트로부터 선택된다. 일부 실시 형태에서, 사전결정된 지점들의 세트는 10개 내지 500개의 지점들의 세트이다.

[0077] 광학 필름의 중심(1115)과 제1 곡선(1110) 상의 제1 및 제2 위치들(1130, 1131)이 도 11a에 예시되어 있다. 중심(1115)은 제1 곡선(1110)과 제2 곡선(1112)이 교차하는 곳일 수 있고, 본 명세서의 다른 곳에서 추가로 설명되는 바와 같이 광학 필름의 정점에 있을 수 있다. 제2 위치(1131)는 제1 위치(1130)로부터 적어도 $0.6R_1$, 또는 적어도 $0.7R_1$, 또는 적어도 $0.8R_1$, 또는 적어도 R_1 , 또는 적어도 $1.2R_1$ 의 제1 곡선을 따른 거리만큼 이격된다. 제1 곡선을 따른 광학 필름의 중심(1115)으로부터 제1 위치(1130)까지의 거리는 $0.2R_1$ 이하, 또는 $0.1R_1$ 이하이다. 제1 곡선(1110)을 따른 제2 위치(1131)로부터 광학 필름의 에지(종점(1110b))까지의 거리는 $0.2R_1$ 이하, 또는 $0.1R_1$ 이하이다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 제1 위치(1130)에서 제1 두께를 그리고 제2 위치(1131)에서 제2 두께를 가지며, 여기에서 제1 두께 및 제2 두께는 5% 이하, 또는 3% 이하, 또는 2% 이하만큼 상이하다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 제1 위치(1130)에서 제1 장파장 대역 에지를 그리고 제2 위치(1131)에서 제2 장파장 대역 에지를 가지며, 여기에서 제1 장파장 대역 에지 및 제2 장파장 대역 에지는 5% 이하, 또는 3% 이하, 또는 2% 이하만큼 상이하다.

- [0078] 도 11c는 제1 곡선(1110)을 따른 하나의 가능한 두께 프로파일의 개략적인 선도이다. 도 11g는 제1 곡선(1110)을 따른 하나의 가능한 장파장 대역 에지 프로파일의 대응하는 개략적인 선도이다. 장파장 대역 에지는 두께에 비례하거나 대략 비례할 수 있으며, 따라서 동일하거나 유사한 형상의 프로파일을 가질 수 있다. 두께(및/또는 장파장 대역 에지)는 중심(1115)에서의 국소 극치(local extremum)(예시된 실시예에 도시된 바와 같은 국소 최대치, 또는 국소 최소치)일 수 있다. 제1 위치(1130)에서의 두께(및/또는 장파장 대역 에지)는 제2 위치(1131)에서의 두께(및/또는 장파장 대역 에지)와 거의 동일할 수 있다. 두께(및/또는 장파장 대역 에지)는 제1 위치(1130)로부터 제2 위치(1131)까지 비단조적으로 변할 수 있다. 제1 곡선(1110)을 따른 다른 가능한 두께 변화가 도 11d에 개략적으로 예시되어 있고, 제1 곡선(1110)을 따른 대응하는 가능한 장파장 대역 에지 변화가 도 11g에 개략적으로 예시되어 있다. 이러한 경우에, 두께(및/또는 장파장 대역 에지)는 제1 곡선(1110)을 따라 중심(1115)으로부터 종점들(1110a, 1110b)까지 비단조 감소한다. 제2 곡선(1112)을 따른 가능한 두께 변화가 도 11e에 예시되어 있고, 제2 곡선(1112)을 따른 대응하는 가능한 장파장 변화가 도 11h에 예시되어 있다. 이러한 경우에, 두께(및/또는 장파장 대역 에지)는 제2 곡선(1112)을 따라 중심(1115)으로부터 종점들까지 비단조 증가한다. 두께(및/또는 장파장 대역 에지) 분포는 광학 필름의 형성 시에 제1 방향을 따라 적절한 장력을 인가함으로써 결정될 수 있다. 이러한 분포는 광학 필름의 중심으로부터 비단조적 또는 단조적(예컨대, 도 15a 내지 도 15d 참조)일 수 있다. 일부 경우에, 두께(및/또는 장파장 대역 에지)가 적어도 하나의 방향으로 비단조적으로 변화하도록 허용되는 경우, 더 작은 전체 두께 변화(및/또는 더 작은 전체 장파장 대역 에지 변화)가 달성될 수 있는 것으로 밝혀졌다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름의 최대 두께 변화((최대 두께 - 최소 두께)/최대 두께)는 12% 미만, 또는 10% 미만, 또는 8% 미만, 또는 6% 미만, 또는 5% 미만, 또는 4% 미만이다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름의 최대 장파장 대역 에지 변화는 12% 미만, 또는 10% 미만, 또는 8% 미만, 또는 6% 미만, 또는 5% 미만, 또는 4% 미만이다.
- [0079] 본 발명의 방법에 의해 달성가능한 최대 각도 $\alpha 1$ 및 $\alpha 2$ 는 종래의 열성형 방법에서 달성가능한 것들보다 높다. 예를 들어, 일부 실시 형태에서, $\alpha 1$ 은 180도 초과, 또는 185도 초과, 또는 190도 초과, 또는 195도 초과, 또는 200도 초과이다. 그러한 큰 각도는, 예를 들어, 헤드-마운트 디스플레이(head-mounted display) 응용에 유용할 수 있다. 다른 실시 형태에서, $\alpha 1$ 은 180도 이하이다. 일부 실시 형태에서, $\alpha 1$ 은 적어도 90도, 또는 적어도 100도, 또는 적어도 110도, 또는 적어도 120도, 또는 적어도 130도, 또는 적어도 140도, 또는 적어도 150도, 또는 적어도 160도, 또는 적어도 170도, 또는 적어도 180도이다. 일부 실시 형태에서, $\alpha 2$ 는 적어도 30도, 또는 적어도 40도, 또는 적어도 50도, 또는 적어도 60도, 또는 적어도 70도, 또는 적어도 80도, 또는 적어도 90도, 또는 적어도 100도, 또는 적어도 110도, 또는 적어도 120도이다. 일부 실시 형태에서, $\alpha 1$ 은 350도 이하, 또는 320도 이하, 또는 300도 이하, 또는 280도 이하이다. 일부 실시 형태에서, $\alpha 2$ 는 220도 이하, 또는 200도 이하, 또는 180도 이하, 또는 160도 이하, 또는 140도 이하이다. 일부 실시 형태에서, $\alpha 1$ 은 $\alpha 2$ 이상이다.
- [0080] 도 12는 광학 필름을 180도 초과와 원호각(subtended angle)(예컨대, $\alpha 1$ 및 선택적으로 $\alpha 2$)으로 형상화시키는 데 사용될 수 있는 몰드(1250)의 개략적인 측면도이다. 몰드(1250)는, 예시된 실시 형태에서 구체의 표면의 절반보다 큰 만곡된 몰드 표면(1255)을 포함한다. 몰드(1250)는 몰드 액추에이터에 장착하기 위한 부분(1256)을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 몰드(1250)를 사용하여 형상화되고, 광학 필름은 형상화 후에 그 가 몰드(1250)로부터 제거되도록 허용하기에 충분히 가요성이고 신장가능하다.
- [0081] 도 13은 제1 곡선(1310)을 포함하는 평면 내에서의 광학 필름(1300)의 개략적인 단면도이다. 예시된 실시 형태에서, 제1 곡선(1310)은 180도 초과와 각도 α 를 이루는 원호이다. 다른 실시 형태에서, 제1 곡선(1310)은 원형이 아닐 수 있지만, 180도 초과와 각도 α 를 이루는 최적화 원호를 한정할 수 있다. 일부 경우에, 각도 α 는 360도에 근접할 수 있다(예컨대, 약 350도). 직교 방향으로 제2 곡선을 따른 호 각도는 각도 α 이하일 수 있다.
- [0082] 도 14는 광학 필름(1400)의 개략적인 전방 평면도이다. 제1 및 제2 곡선들(1410, 1420)이 예시되어 있다. 제1 곡선(1410)과 제2 곡선(1420)은 중심 위치(1430)에서 교차한다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 중심 위치는 광학 필름의 중심으로부터보다 광학 필름의 가장 가까운 에지로부터 적어도 2배 먼 위치이고, 에지 위치는 광학 필름의 가장 가까운 에지로부터보다 광학 필름의 중심으로부터 적어도 2배 먼 위치이다. 중심은 본 명세서의 다른 곳에서 추가로 설명되는 바와 같이 정점(기준 평면으로부터 가장 먼 지점)인 것으로 이해될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 곡선(1410)과 제2 곡선(1420)은 정점(1415)에서 서로 교차한다.
- [0083] 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 곡선들(1410, 1420)은 광학 필름(1400)과, 서로 직교하고 광학 필름(1400)이 최대 투영 영역을 갖는 기준 평면(예컨대, x-y 평면)에 직교하는 각각의 제1 평면 및 제2 평면의 교차부에 의해

한정된다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 제2 평면을 중심으로 하는 반사 하에서 실질적으로 대칭인 제1 곡선(1410)을 따른 제1 두께 분포, 및 제1 평면을 중심으로 하는 반사 하에서 실질적으로 대칭인 제2 곡선(1420)을 따른 제2 두께 분포를 가지며, 여기에서 제1 두께 분포 및 제2 두께 분포는 상이하다. 예를 들어, 제1 두께 분포는 도 15a에 예시된 바와 같을 수 있고, 제2 두께 분포는 도 15b에 예시된 바와 같을 수 있다. 일정 곡선을 따른 두께 분포는, 그 곡선의 길이의 적어도 70%에 걸친 각각의 지점에서의 두께가 반사된 지점(reflected point)에서의 대응하는 두께와 20% 이하만큼 상이한 경우, 일정 평면을 중심으로 하는 반사 하에서 실질적으로 대칭인 것으로 설명될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 곡선의 길이의 적어도 80%에 걸친 각각의 지점에서의 두께는 반사된 지점에서의 대응하는 두께와 15% 이하만큼 상이하다. 일부 실시 형태에서, 곡선의 길이의 적어도 90%에 걸친 각각의 지점에서의 두께는 반사된 지점에서의 대응하는 두께와 10% 이하만큼 상이하다.

[0084] 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 제2 평면을 중심으로 하는 반사 하에서 실질적으로 대칭인 제1 곡선(1410)을 따른 제1 장파장 대역 예지 분포, 및 제1 평면을 중심으로 하는 반사 하에서 실질적으로 대칭인 제2 곡선(1420)을 따른 제2 장파장 대역 예지 분포를 가지며, 여기에서 제1 장파장 대역 예지 분포 및 제2 장파장 대역 예지 분포는 상이하다. 예를 들어, 제1 장파장 대역 예지 분포는 도 15c에 예시된 바와 같을 수 있고, 제2 장파장 대역 예지 분포는 도 15d에 예시된 바와 같을 수 있다. 일정 곡선을 따른 장파장 대역 예지 분포는, 그 곡선의 길이의 적어도 70%에 걸친 각각의 지점에서의 장파장 대역 예지가 반사된 지점에서의 대응하는 장파장 대역 예지와 20% 이하만큼 상이한 경우, 일정 평면을 중심으로 하는 반사 하에서 실질적으로 대칭인 것으로 설명될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 곡선의 길이의 적어도 80%에 걸친 각각의 지점에서의 장파장 대역 예지는 반사된 지점에서의 장파장 대역 예지와 15% 이하만큼 상이하다. 일부 실시 형태에서, 곡선의 길이의 적어도 90%에 걸친 각각의 지점에서의 장파장 대역 예지는 반사된 지점에서의 대응하는 장파장 대역 예지와 10% 이하만큼 상이하다.

[0085] 일부 실시 형태에서, 광학 필름(1400)은, 제1 곡선(1410)을 따라 광학 필름(1400)의 중심 위치(1430)로부터 제1 예지 위치(1431)까지 감소하고 제2 곡선을 따라 중심 위치(1430)로부터 제2 예지 위치(1432)까지 증가하는 두께를 갖는다. 일부 실시 형태에서, 두께는 제1 곡선(1410)을 따라 중심 위치(1430)로부터 제1 예지 위치(1431)까지 비단조 감소한다. 일부 실시 형태에서, 두께는 제1 곡선(1410)을 따라 중심 위치(1430)로부터 제1 예지 위치(1430)까지 실질적으로 단조 감소한다. 일부 실시 형태에서, 두께는 제2 곡선(1420)을 따라 중심 위치(1430)로부터 제2 예지 위치(1432)까지 비단조 증가한다. 일부 실시 형태에서, 두께는 제2 곡선(1420)을 따라 중심 위치(1430)로부터 제2 예지 위치(1432)까지 실질적으로 단조 증가한다. 일부 실시 형태에서, 두께는 제1 곡선(1410)을 따라 중심 위치(1430)로부터 제1 예지 위치(1431) 반대편의 제3 예지 위치(1433)까지 (예컨대, 비단조 또는 실질적으로 단조) 감소한다. 일부 실시 형태에서, 두께는 제2 곡선(1420)을 따라 중심 위치(1430)로부터 제2 예지 위치(1432) 반대편의 제4 예지 위치(1434)까지 (예컨대, 비단조 또는 실질적으로 단조) 증가한다. 일부 실시 형태에서, 중심 위치(1430)에서의 두께는 제1 예지 위치(1431)에서의 두께보다 적어도 1%, 또는 적어도 2%, 또는 적어도 3%, 또는 적어도 4%, 또는 적어도 5% 더 크다. 일부 실시 형태에서, 중심 위치(1430)에서의 두께는 제3 예지 위치(1433)에서의 두께보다 적어도 1%, 또는 적어도 2%, 또는 적어도 3%, 또는 적어도 4%, 또는 적어도 5% 더 크다. 일부 실시 형태에서, 제2 예지 위치(1432)에서의 두께는 중심 위치(1430)에서의 두께보다 적어도 1%, 또는 2%, 또는 3%, 또는 적어도 4%, 또는 적어도 5% 더 크다. 일부 실시 형태에서, 제4 예지 위치(1434)에서의 두께는 중심 위치(1430)에서의 두께보다 적어도 1%, 또는 2%, 또는 3%, 또는 적어도 4%, 또는 적어도 5% 더 크다.

[0086] 도 15a 및 도 15b는 각각의 제1 곡선 및 제2 곡선을 따른 제1 및 제2 두께 분포들(333, 335)의 개략도이다. 도 15c 및 도 15d는 각각의 제1 곡선 및 제2 곡선을 따른 제1 및 제2 장파장 대역 예지 분포들(334, 336)의 개략도이다. 제1 곡선 및 제2 곡선은 본 명세서의 다른 곳에서 추가로 설명되는 바와 같이 광학 필름과 제1 및 제2 평면들의 교차부에 의해 한정될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 두께 분포(333)는 제2 평면을 중심으로 하는 반사 하에서 실질적으로 대칭이고, 제2 두께 분포(335)는 제1 평면을 중심으로 하는 반사 하에서 실질적으로 대칭이다. 제1 및 제2 두께 분포들(333, 335)은 상이하다. 제1 두께 분포(333)는 제1 곡선을 따라 중심 위치로부터 반대편 예지 위치들 각각까지 감소하는 두께를 포함한다. 제2 두께 분포(335)는 제2 곡선을 따라 중심 위치로부터 반대편 예지 위치들 각각까지 증가하는 두께를 포함한다. 예시된 실시 형태에서, 두께는 제1 곡선을 따라 중심 위치로부터 반대편 예지 위치들 각각까지 단조 감소하고, 제2 곡선을 따라 중심 위치로부터 반대편 예지 위치들 각각까지 단조 증가한다. 다른 실시 형태에서, 두께 변화는 제1 곡선 및 제2 곡선 중 어느 하나를 따라 비단조적일 수 있다.

[0087] 일부 실시 형태에서, 제1 장파장 대역 예지 분포(334)는 제2 평면을 중심으로 하는 반사 하에서 실질적으로 대

칭이고, 제2 장파장 대역 예지 분포(336)는 제1 평면을 중심으로 하는 반사 하에서 실질적으로 대칭이다. 제1 및 제2 장파장 대역 예지 분포들(334, 336)은 상이하다. 제1 장파장 대역 예지 분포(334)는 제1 곡선을 따라 중심 위치로부터 반대편 예지 위치들 각각까지 감소하는 장파장 대역 예지를 포함한다. 제2 장파장 대역 예지 분포(336)는 제2 곡선을 따라 중심 위치로부터 반대편 예지 위치들 각각까지 증가하는 장파장 대역 예지를 포함한다. 예시된 실시 형태에서, 장파장 대역 예지는 제1 곡선을 따라 중심 위치로부터 반대편 예지 위치들 각각까지 단조 감소하고, 제2 곡선을 따라 중심 위치로부터 반대편 예지 위치들 각각까지 단조 증가한다. 다른 실시 형태에서, 장파장 대역 예지 변화는 제1 곡선 및 제2 곡선 중 어느 하나를 따라 비단조적일 수 있다. 제1 및 제2 장파장 대역 예지 분포들(334, 336)은 각각 제1 및 제2 두께 분포들(333, 335)에 비례할 수 있다.

[0088]

광학 필름의 두께 또는 장파장 대역 예지와 같은 양은, 일정 범위 내의 임의의 더 큰 중간 지점에서의 양이 그 범위 내의 임의의 더 작은 중간 지점에서의 양보다 작거나 그와 거의 동일한 경우, 그러한 범위에 걸쳐 그 범위의 제1 종점(예컨대, 광학 필름의 중심 위치)으로부터 그 범위의 제2 종점(예컨대, 광학 필름의 예지 위치)까지 실질적으로 단조 감소한다고 말할 수 있다. 유사하게, 일정 범위 내의 임의의 더 큰 중간 지점에서의 양이 그 범위 내의 임의의 더 작은 중간 지점에서의 양보다 크거나 그와 거의 동일한 경우, 그 양은 그러한 범위에 걸쳐 그 범위의 제1 종점으로부터 그 범위의 제2 종점까지 실질적으로 단조 증가한다고 말할 수 있다. 일정 범위에 걸친 위치들에 따라 변하는 양(예컨대, 중심 위치로부터 예지 위치까지의 일정 범위의 위치들에 걸친 두께 또는 장파장 대역 예지)에 대해, 일정 지점에서의 양이 일정 값(예컨대, 다른 지점에서의 양)과 거의 동일하다고 말할 수 있는 경우는 그 지점에서의 양이 그 일정 값과 동일한 경우 또는 그 지점에서의 양이 그 일정 값 $\pm$ 그 일정 범위에 걸친 양의 최대치 - 최소치의 5%의 범위 내에 있는 경우이다.

[0089]

광학 필름을 대체로 돔형 형상으로 열성형하는 다른 방법은, 필름의 중심에서 크고 모든 방향으로 예지를 향해 감소하거나, 그 중심 부근에서 작고 모든 방향으로 예지를 향해 증가하는 두께(또는 장파장 대역 예지)를 제공한다. 도 22a 및 도 22b는 가압 공정 및 풀다운 공정(pulldown process)에서, 각각 120도 및 180도의 각도를 이루는 구형 캡으로 형성된 광학 필름에서의 두께 분포를 플로팅한다. 이들 선도에서의 각도 θ 는 필름의 중심에 대한 각위치(angular position)이다. 필름의 예지는 각각 도 22a 및 도 22b에서 60도 및 90도의 θ 를 갖는다. 두께는 이들 경우에 필름의 정점을 통한 광축을 중심으로 회전 대칭이다. 이들 두께 프로파일을 결정함에 있어서, 광학 필름을 등방성 및 비압축성인 것으로 가정하였고, 원주방향 신장을 풀다운 공정에서 일정한 것으로 가정하였으며, 반경방향 신장을 가압 공정에서 일정한 것으로 가정하였다. 이들 곡선은, 반경방향 신장이 아니라 원주방향 신장이 실질적으로 일정하도록 필름이 신장되는 풀다운 열성형 공정에 대해; 그리고 원주방향 신장이 아니라 반경방향 신장이 실질적으로 일정하도록 필름이 신장되는 가압 공정에 대해 예상되는 대략적인 두께 프로파일을 나타낸다. 여기에서 신장은 $1 +$ 변형률을 지칭하며, 따라서 신장은 변형률이 일정할 때 일정하다. 풀다운 공정은, 2017년 10월 26일자로 출원되고 발명의 명칭이 "SHAPED OPTICAL FILMS AND METHODS OF SHAPING OPTICAL FILMS"인 미국 가특허 출원 제62/577474호에서 설명된 바와 같은 MAAC 진공 열성형 기계(MAAC Machinery Corporation(미국 일리노이주 캐롤 스트립 소재)으로부터 입수가가능함)에서 구현될 수 있고, 가압 공정은 미국 가특허 출원 제62/577474호에서 설명된 Hy-Tech 성형 기계(Hy-Tech Forming Systems (USA), Inc.(미국 애리조나주 피닉스 소재)로부터 입수가가능함)에서 구현될 수 있다. 풀다운 공정에 대해 180도의 원호각을 갖는 필름의 예지에서 두께가 0으로 떨어지며, 이는 풀다운 공정에서 이러한 큰 원호각으로 필름을 형성하려고 시도하는 것이 필름의 국소 항복을 유발할 것임을 나타낸다. 본 발명의 방법은, 필름이 큰 원호각으로 형상화될 때 실질적으로 더 작은 전체 두께 변화(및/또는 실질적으로 더 작은 전체 장파장 대역 예지 변화)가 얻어지도록 허용하고/허용하거나, 두께가 상이한 방향으로 상이하게 변화도록 그리고/또는 실질적으로 단조적일 수 있거나 그렇지 않을 수 있는 원하는 두께 분포를 갖게 제어되도록 허용한다.

[0090]

본 발명의 광학 필름은, 예를 들어, 미러 필름 또는 반사 편광기일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 형상화된 광학 필름의 총 면적의 적어도 80%에 걸친, 또는 85%에 걸친, 또는 적어도 90%에 걸친, 또는 적어도 95%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 약 80% 초과와 반사율을 갖는다. 편광 상태는, 수직 입사광에 대해 광학 필름에 접하는 축을 한정하는 전기장 벡터의 방향에 의해 특징지어질 수 있다. 광학 필름 상의 2개의 상이한 위치에서 수직 입사광의 전기장을 따라 광학 필름에 접하는 축이 (각각의 제1 위치 및 제2 위치에서 어느 평면도 광학 필름에 접하지 않도록) 곡선을 따라 광학 필름과 각각 교차하는 평행한 평면들 내에 있는 경우, 편광 상태들은 동일한 것으로 간주될 수 있다. 광학 필름에 접하고 광학 필름 상의 2개의 상이한 위치에서 수직 입사광의 전기장에 수직인 축이 곡선을 따라 광학 필름과 각각 교차하는 평행한 평면들 내에 있는 경우, 편광 상태들은 또한 동일한 것으로 간주될 수 있다. 예를 들어, 다시 도 14를 참조하면, 제1 편광 상태는 수직 입사광의 전기장이 중심 위치(1430)에서 제1 곡선(1410)을 한정하는 제1 평면(예컨대, 제1 평면(3001)에 대응할 수 있는 x-z 평면에 평행한 평면) 내의 축(1437)을 따르는 중

심 위치(1430)에서의 상태일 수 있다. 상이한 위치에 수직으로 입사하는 광에 대한 편광 상태는, 광학 필름에 접하고 상이한 위치에서의 수직 입사광의 전기장을 따르는 축이 제1 평면에 평행한 평면 내에 있는 경우 동일한 제1 편광 상태이다. 예를 들어, 위치(1441)에서의 수직 입사광은 위치(1441)에 입사할 때 축(1443)을 따른 전기장을 가질 수 있고, 이러한 축은 제1 평면에 평행한 평면(1453) 내에 있다. 수직 입사광에 대한 동일한 제2 편광 상태가 제1 편광 상태에 직교하는 편광 상태로서 각각의 위치에서 한정될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 미리 필름이고, 제1 편광 상태 및 제2 편광 상태에 대해 거의 동일한 반사율을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 제2 편광 상태에 대해서보다 제1 편광 상태에 대해 실질적으로 더 높은 반사율을 갖는 반사 편광기이다.

[0091] 일부 실시 형태에서, 광학 필름(1400)은 반사 편광기이다. 일부 실시 형태에서, 반사 편광기 상의 각각의 위치는 차단 축을 따라 편광된 수직 입사광에 대한 최대 반사율 및 대응하는 최소 투과율, 및 직교하는 통과 축을 따라 편광된 수직 입사광에 대한 최대 투과율을 갖는다. 예를 들어, 위치(1455)에서의 축들(1455b, 1455p)은 각각 차단 축 및 통과 축일 수 있다. 수직 입사광은 사전결정된 파장(예컨대, 약 550 nm)을 가질 수 있거나, 사전결정된 파장 범위(예컨대, 450 nm 내지 650 nm, 또는 400 nm 내지 700 nm) 내의 파장을 가질 수 있다.

[0092] 도 16은 반사 편광기에 수직으로 입사하는 광에 대한 반사 편광기의 통과 상태 및 차단 상태에 대한 반사 편광기의 투과율의 개략적인 선도이다. 파장들에 걸친 투과율의 평균은 통과 편광 상태를 갖는(통과 축을 따라 편광된) 수직 입사광에 대해 최대이고, 파장들에 걸친 투과율의 평균은 차단 편광 상태를 갖는(차단 축을 따라 편광된) 수직 입사광에 대해 최소이다. λ_1 내지 λ_2 의 사전결정된 파장 범위 내의 파장들에 걸친 투과율의 평균은 통과 상태에서 T_p 이고, 차단 상태에서 T_b 이다. 일부 실시 형태에서, λ_1 은 약 450 nm이고, λ_2 는 약 650 nm이다. 일부 실시 형태에서, λ_1 은 약 400 nm이고, λ_2 는 약 700 nm이다. 일부 실시 형태에서, T_p 는 약 80% 초과, 또는 약 85% 초과, 또는 88% 초과이다. 일부 실시 형태에서, T_b 는 약 10% 이하, 또는 약 5% 이하, 또는 약 2% 이하, 또는 약 1% 이하, 또는 약 0.5% 이하, 또는 0.2% 이하, 또는 0.15% 이하, 또는 0.1% 이하, 또는 0.05% 이하, 또는 0.04% 이하, 또는 0.03% 이하이다. 일부 실시 형태에서, T_p 및/또는 T_b 는 형상화된 광학 필름의 총 면적의 적어도 80%, 또는 적어도 85%, 또는 적어도 90%, 또는 적어도 95%에 걸친 형상화된 광학 필름 상의 각각의 위치에서 이들 범위 중 임의의 범위 내에 있다.

[0093] 반사 편광기 상의 일정 위치에서의 콘트라스트 비는 T_p/T_b 로 정의될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 반사 편광기의 총 면적의 적어도 80%의 면적을 갖는 반사 편광기의 영역 내의 각각의 위치는 최대 평균 투과율(T_p)을 최소 평균 투과율(T_b)로 나눈 것인 콘트라스트 비가 적어도 500이다. 일부 실시 형태에서, 그 영역은 총 면적의 적어도 85%, 또는 적어도 90%, 또는 적어도 95%의 면적을 갖는다. 그 영역은, 예를 들어, 에지 부근의 작은 부분들을 제외하고는 반사 편광기의 전부일 수 있다. 광학 필름(1400)의 영역(1490)이 도 14에 예시되어 있다. 영역(1490)은 에지를 따른 작은 부분을 제외하고는 광학 필름(1400)의 전부이다. 일부 실시 형태에서, 그 영역은 반사 편광기를 포함하는 광학 시스템에 이용되는 반사 편광기의 부분이다. 일부 실시 형태에서, 그 영역은 전체 반사 편광기이다. 일부 실시 형태에서, 그 영역 내의 각각의 위치에서의 콘트라스트 비 T_p/T_b 는 적어도 1000, 또는 적어도 1100, 또는 적어도 1200, 또는 적어도 1300, 또는 적어도 1500, 또는 적어도 1600, 또는 적어도 1700, 또는 적어도 1800, 또는 적어도 1900, 또는 적어도 2000이다. 일부 실시 형태에서, 반사 편광기는 최대 콘트라스트 비가 적어도 2000(즉, 반사 편광기 상의 적어도 하나의 위치는 콘트라스트 비가 적어도 2000임), 또는 적어도 2500이다.

[0094] 반사 편광기 상의 일정 위치에서의 다른 콘트라스트 비는 사전결정된 파장에서의 최대 투과율을 사전결정된 파장에서의 최소 투과율로 나눈 것으로 정의될 수 있다. 사전결정된 파장은 λ_1 내지 λ_2 의 사전결정된 파장 범위 내의 파장일 수 있다. 예를 들어, 사전결정된 파장은 $(\lambda_1 + \lambda_2)/2$ 일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 사전결정된 파장은 약 550 nm이다. 사전결정된 파장에서 정의된 콘트라스트 비는 사전결정된 파장 범위에 걸친 평균들인 T_p 및 T_b 에 관하여 정의된 콘트라스트 비에 대한 위의 조건들 중 임의의 조건을 만족시킬 수 있다. 예를 들어, 일부 실시 형태에서, 반사 편광기의 총 면적의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치는 사전결정된 파장에서의 수직 입사광에 대한 최대 투과율을 사전결정된 파장에서의 수직 입사광에 대한 최소 투과율로 나눈 것인 콘트라스트 비가 적어도 500이다.

[0095] 일부 실시 형태에서, 반사 편광기는 복수의 중합체 간섭 층을 포함한다. 반사 편광기의 콘트라스트 비는 주어진 범위 내에 더 많은 간섭 층을 포함시킴으로써 증가될 수 있다. 이는, 주어진 두께 범위 내에서 교번하는 중합체 층들의 단일 패킷 내에 더 많은 층을 포함시킴으로써, 또는 본 명세서의 다른 곳에서 추가로 설명되는 바와 같이 중첩 두께 범위들을 갖는 교번하는 중합체 층들의 하나 초과 패킷을 포함함으로써 행해질 수 있다. 그러한 기법은 낮은 T_b (예컨대, 0.2% 미만)를 제공하는 데 사용될 수 있다. 본 발명의 방법은 직교하는 통과

축을 따라서보다 차단 축을 따라서 반사 편광기의 실질적으로 더 많은 신장을 허용하며, 이는 초기 형상화되지 않은 반사 편광기에 비해 형상화된 반사 편광기의 콘트라스트 비를 증가시키는 것으로 밝혀졌다. 일부 실시 형태에서, 초기 형상화되지 않은 필름은 제1 콘트라스트 비를 갖고, 형상화된 반사 편광기는 제2 콘트라스트 비를 갖는다. 일부 실시 형태에서, 반사 편광기의 총 면적의 적어도 60%에 걸친, 또는 적어도 70%에 걸친, 또는 적어도 80%에 걸친, 또는 적어도 90%에 걸친, 또는 100%에 걸친 각각의 위치에 대해, 제2 콘트라스트 비는 제1 콘트라스트 비 초과, 또는 제1 콘트라스트 비의 1.2배 초과, 또는 제1 콘트라스트 비의 1.5배 초과, 또는 제1 콘트라스트 비의 2배 초과이다.

[0096] 도 17은 반사 편광기에 수직으로 입사하는 광에 대한 반사 편광기의 통과 상태 및 차단 상태에 대한 반사 편광기의 반사율의 개략적인 선도이다. 파장들에 걸친 반사율의 평균은 차단 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 최대이고, 파장들에 걸친 반사율의 평균은 통과 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 최소이다. λ_1 내지 λ_2 의 사전결정된 파장 범위 내의 파장들에 걸친 반사율의 평균은 통과 상태에서 R_p 이고, 차단 상태에서 R_b 이다. 일부 실시 형태에서, R_b 는 약 75% 초과, 또는 약 80% 초과, 또는 약 85% 초과, 또는 약 90% 초과이다. 일부 실시 형태에서, R_p 는 약 20% 이하, 또는 약 15% 이하, 또는 약 10% 이하, 또는 약 5% 이하이다. 일부 실시 형태에서, R_p 및/또는 R_b 는 형상화된 광학 필름의 총 면적의 적어도 80%, 또는 적어도 85%, 또는 적어도 90%, 또는 적어도 95%에 걸친 형상화된 광학 필름 상의 각각의 위치에서 이들 범위 중 임의의 범위 내에 있다.

[0097] 장파장 대역 에지 λ_3 가 도 16 및 도 17에 예시되어 있고, 단파장 대역 에지 λ_0 가 도 17에 표시되어 있다. 반사 대역은, 전형적으로, 반사율이 급격히 떨어지는 장파장 대역 에지 및 단파장 대역 에지 둘 모두를 갖는다. 예시된 실시 형태에서, 단파장 대역 에지 λ_0 는 λ_1 미만이고, 장파장 대역 에지 λ_3 는 λ_2 초과이다. 대역 에지들은 반사 편광기가 입사광을 향해 불록한 상태에서 수직 입사광에 대해 결정될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 두께 변화에 대해 본 명세서의 다른 곳에서 설명되는 패턴에 비례하는 패턴으로 위치에 따라 변하는 장파장 대역 에지 λ_3 (및/또는 단파장 대역 에지 λ_0)를 갖는다. 두께 변화가 특정되는 본 발명의 임의의 광학 필름에서, 광학 필름은 두께 변화에 비례하는 변화를 갖는 장파장 대역 에지를 가질 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 도 11c 내지 도 11e 또는 도 15a 및 도 15b 중 임의의 것에 도시된 두께 변화에 비례하는 위치의 함수로서 장파장 대역 에지를 갖는다.

[0098] 대역 에지의 정확한 파장은 여러 상이한 기준을 사용하여 한정될 수 있다. 대역 에지에 의해 나타나는 공간 변화 패턴은, 전형적으로, 사용되는 정확한 기준에 의존하지 않는다. 대역 에지의 파장은, 예를 들어, 차단 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 반사율이 $\frac{1}{2}R_b$ 로 떨어지는 파장 또는 차단 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 투과율이 10%로 증가하는 파장인 것으로 간주될 수 있다. 달리 지시된 경우를 제외하고는, 대역 에지는 차단 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 투과율이 10%로 증가하는 파장을 지칭하는 것으로 이해될 수 있다.

[0099] 반사율 및 투과율은 광학 필름의 양면에 수직으로 입사하는 광에 대해 결정될 수 있다. 전형적으로, 양쪽 측정에 대해 유사한 결과가 얻어진다. 광학 필름은 광이 광학 필름의 일면에 입사하는 특정 응용에 사용하기 위해 형상화될 수 있다. 이러한 경우에, 특정 반사율 및 투과율은 이러한 면에 입사하는 광에 대한 것이다. 형상화된 광학 필름이 양쪽 배향으로 사용될 수 있는 경우에, 특정 반사율 및 투과율은 형상화된 광학 필름이 입사광을 향해 불록하도록 형상화된 광학 필름의 면에 입사하는 광에 대한 것으로 이해될 수 있다.

[0100] 도 18a는 복수의 간섭 층(1234) 및 비간섭 층(1233)을 포함하는 광학 필름(1200)의 개략적인 단면도이다. 일부 실시 형태에서, 복수의 간섭 층은 교번하는 중합체 층들(1236, 1237)을 포함한다. 예시된 실시 형태에서, 단일의 비간섭 층(1233)이 포함된다. 간섭 층은, 간섭 층의 반사율 및 투과율이 광학 간섭에 의해 합리적으로 설명되거나 광학 간섭에 기인하는 것으로 합리적으로 정확하게 모델링될 수 있을 때 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키는 것으로 설명될 수 있다. 그러한 간섭 층은, 예를 들어, 미국 특허 제5,882,774호(Jonza 등), 및 미국 특허 제6,609,795호(Weber 등)에서 설명된다. 상이한 굴절률들을 갖는 간섭 층들의 인접한 쌍들은 그 쌍이 광의 파장의 1/2의 조합 광학 두께(굴절률 $\times$ 물리적 두께)를 가질 때 광학 간섭에 의해 광을 반사한다. 간섭 층은 전형적으로 약 200 나노미터 미만의 물리적 두께를 갖는다. 비간섭 층은 간섭을 통해 가시광의 반사에 기여하기에는 너무 큰 광학 두께를 갖는다. 전형적으로, 비간섭 층은 적어도 1 마이크로미터의 물리적 두께를 갖는다. 일부 실시 형태에서, 하나 초과와 비간섭 층이 포함된다. 일부 실시 형태에서, 적어도 하나의 비간섭 층(예시된 실시 형태의 비간섭 층(1233))은 복수의 간섭 층(1234)과 일체로 형성되고, 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키지 않는다.

[0101] 일부 실시 형태에서, 간섭 층들 중 적어도 하나는 필름을 만족된 형상으로 형성하기 전에 실질적으로 일축 배향된다. 예를 들어, 층들(1237) 각각은 실질적으로 일축 배향될 수 있다. 반사 편광기 또는 반사 편광기 내의

층은, 그것이 하나의 면내 방향으로 실질적으로 배향되고 직교하는 면내 방향으로 실질적으로 배향되지 않으며 두께 방향으로 실질적으로 배향되지 않는 경우 실질적으로 일축 배향된다. 실질적으로 일축 배향된 반사 편광기는 3M Company로부터 상표명 Advanced Polarizing Film 또는 APF로 입수가 가능하다. 다른 유형의 다층 광학 필름 반사 편광기(예컨대, 3M Company로부터 입수가 가능한 Dual Brightness Enhancement Film 또는 DBEF)가 또한 사용될 수 있다. DBEF 필름은 직교하는 면내 방향보다 하나의 면내 방향으로 실질적으로 더 많이 배향되고, 또한 두께 방향으로의 배향을 보인다. DBEF 필름은 "실질적으로 일축 배향된"이 본 명세서에 사용되는 바와 같이 실질적으로 일축 배향되지 않는다.

[0102] 일부 실시 형태에서, 만곡된 형상으로 형성하기 전의 반사 편광기는 그것이 적어도 0.7, 또는 적어도 0.8, 또는 적어도 0.85의 일축 특성도 U를 갖는다는 점에서 실질적으로 일축 배향되며, 여기에서 $U = (1/MDDR - 1) / (TDDR^{1/2} - 1)$ 이고, 이때 MDDR은 종방향 연신비로 정의되고, TDDR은 횡방향 연신비로 정의된다. 그러한 실질적으로 일축 배향된 다층 광학 필름은 본 발명과 모순되지 않는 범위에서 본 명세서에 참고로 포함되는 미국 특허 제2010/0254002호(Merrill 등)에서 설명되고, 복수의 교번하는 제1 중합체 층 및 제2 중합체 층을 포함할 수 있으며, 이때 제1 중합체 층은 길이 방향(예컨대, x-방향) 및 두께 방향(예컨대, z-방향)으로의 굴절률들이 실질적으로 동일하지만 폭 방향(예컨대, y-방향)으로의 굴절률과는 실질적으로 상이하다. 예를 들어, x-방향 및 z-방향에서의 굴절률들의 차이의 절대값은 0.02 미만 또는 0.01 미만일 수 있고, x-방향 및 y-방향에서의 굴절률들의 차이의 절대값은 0.05 초과 또는 0.10 초과일 수 있다. 달리 명시된 경우를 제외하고는, 굴절률은 550 nm의 파장에서의 굴절률을 지칭한다. 만곡된 형상으로 형성한 후에, 반사 편광기는 적어도 하나의 위치에서 실질적으로 일축 배향되는 적어도 하나의 층을 가질 수 있다. 일부 실시 형태에서, 적어도 하나의 위치에서의 적어도 하나의 층은 층의 두께를 따른 제1 방향으로의 제1 굴절률, 제1 방향에 직교하는 제2 방향으로의 제2 굴절률, 및 제1 방향 및 제2 방향에 직교하는 제3 방향으로의 제3 굴절률을 가지며, 이때 제1 굴절률과 제3 굴절률의 차이의 절대값은 약 0.02 미만, 또는 약 0.01 미만이고, 제2 굴절률과 제3 굴절률의 차이의 절대값은 약 0.05 초과, 또는 약 0.10 초과이다. 일부 실시 형태에서, 만곡된 형상으로 형성된 후에, 반사 편광기는 복수의 위치에서 실질적으로 일축 배향되는 적어도 하나의 층을 갖는다.

[0103] 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 높은 콘트라스트를 제공하기 위해 교번하는 중합체 간섭 층들의 2개 이상의 패킷을 포함한다. 그러한 광학 필름은, 2017년 3월 6일자로 출원되고 본 발명과 모순되지 않는 범위에서 본 명세서에 참고로 포함되는 미국 가특허 출원 제62/467712호(Haag 등)에서 추가로 설명된다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 반사 편광기이고, 복수의 패킷을 포함하며, 여기에서 각각의 패킷은 실질적으로 연속적인 곡선인 층 두께 대 층 개수를 갖는다. 도 18b는 비간섭 층(1326b)에 의해 분리된 간섭 층들의 제1 및 제2 패킷들(1224-1, 1224-2)을 포함하는 광학 필름(1322)의 개략적인 단면도이다. 광학 필름(1322)은 외부 비간섭 층들(1326a, 1326c)을 추가로 포함한다. 제1 및 제2 패킷들(1224-1, 1224-2)은 중첩 두께 범위들을 이용하여, 예를 들어 높은 콘트라스트 비(통과 상태 투과율 대 차단 상태 투과율의 비)를 갖는 반사 편광기 또는 낮은 누출을 갖는 미러를 제공할 수 있다. 도 19는 2개의 패킷(패킷 1 및 패킷 2)을 포함하는 광학 필름(예컨대, 반사 편광기)에 대한 층 두께 대 층 개수를 예시한다. 일부 실시 형태에서, 두께 프로파일들은 실질적으로 중첩된다(예컨대, 패킷 1의 두께 범위의 50% 초과가 패킷 2의 두께 범위의 50% 초과와 중첩됨). 다른 실시 형태에서, 두께 범위들에서의 중첩이 거의 또는 전혀 없다.

[0104] 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 가시광 미러 또는 근적외선 미러와 같은 미러 필름이다. 적합한 미러 필름은 3M Company(미국 미네소타주 세인트 폴 소재)로부터 입수가 가능한 Enhanced Specular Reflector(ESR) 필름을 포함한다.

[0105] 광학 필름(1200) 및/또는 광학 필름(1322)은 일체로 형성될 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 제2 요소와 "일체로 형성된" 제1 요소는 제1 요소 및 제2 요소가 별도로 제조된 다음에 후속하여 결합되기보다는 함께 제조되는 것을 의미한다. 일체로 형성된 것은, 제1 요소를 제조한 뒤에 제1 요소 상에 제2 요소를 제조하는 것을 포함한다. 복수의 층을 포함하는 광학 필름은, 층들이 별도로 제조된 다음에 후속하여 결합되기보다는 함께 제조되는(예컨대, 용융 스트림으로서 조합된 다음에 냉각 롤 상에 주조되어 층들 각각을 갖는 주조 필름을 형성하고, 이어서 주조 필름을 배향시킴) 경우 일체로 형성된다. 일부 실시 형태에서, 비간섭 층(1326a, 1326c)은 간섭 층들의 제1 및 제2 패킷들(1224-1, 1224-2) 및 비간섭 층(1326b)과 일체로 형성된다.

[0106] 일체로 형성된 다층 광학 필름과 일체형이 아닌 추가 층은 추가 층이 다층 광학 필름과 일체로 형성되지 않음을 의미한다. 예를 들어, 추가 층은 별도로 형성된 다음에 후속하여 다층 광학 필름에 접착될(예컨대, 광학적으로 투명한 접착제를 사용하여 라미네이팅될) 수 있다. 일부 실시 형태에서, 추가 층은 광학 필름에 이형가능하게

부착되는 라이너이다. 일부 실시 형태에서, 2개의 라이너가 포함된다. 예를 들어, 일부 실시 형태에서, 비간섭 층(1326a, 1326c)은 제1 및 제2 패킷들(1224-1, 1224-2)에 이형가능하게 접합되고 그에 순응하는 이형 라이너일 수 있다. 이러한 경우에, 광학 필름(1322)은 광학 스택으로 지칭될 수 있고, 비간섭 층들(1326a, 1326c) 사이의 층들은 광학 필름으로 지칭될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 이형 라이너(들)는 광학 필름의 형상화 전에 제거된다. 일부 실시 형태에서, 이형 라이너(들)는 생성된 형상화된 광학 스택이 광학 필름에 이형가능하게 접합되고 그에 순응하는 라이너(들)를 포함하도록 광학 필름과 함께 형상화된다.

[0107] 광학 필름에 접합되지만 광학 필름을 실질적으로 손상시킴이 없이 광학 필름으로부터 깨끗하게 제거될 수 있는 라이너가 광학 필름에 이형가능하게 접합되는 것으로 설명될 수 있고, 이형 라이너로서 설명될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름에 이형가능하게 접합되는 라이너는 광학 필름에 대한 가시적인 손상 없이 광학 필름으로부터 제거될 수 있다. 이형가능하게 접합된 라이너는 접착제 층을 갖는 기재를 포함할 수 있으며, 이러한 접착제 층은 기재에는 강하게 접합되지만 광학 필름에는 약하게 접합된다. 예를 들어, 라이너는 표면에 접착제에 대한 접합을 증가시키도록 처리된 기재에 적용되는 저점착성 접착제의 얇은 층을 포함할 수 있다. 다른 적합한 라이너는, 예를 들어, 미국 특허 제6,991,695호(Tait 등)에서 설명된 바와 같이 광학 필름에 정전기식으로 접합되는 것들을 포함한다. 적합한 라이너의 일례는 Sun A Kaken Co, Ltd.로부터 입수가능한 OCPET NSA33T이다.

[0108] 광학 필름(1200 또는 1322) 내의 더 높은 굴절률의 간섭 층에 적합한 재료는, 예를 들어, 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN), PEN 및 폴리에스테르를 함유하는 공중합체(예컨대, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 또는 다이벤조산), 글리콜 개질 폴리에틸렌 테레프탈레이트를 포함한다. 광학 필름(1200 또는 1322) 내의 더 낮은 굴절률의 간섭 층에 적합한 재료는, 예를 들어, PEN에 기초한 코폴리에스테르, PET에 기초한 코폴리에스테르, 폴리카르보네이트(PC), 또는 이들 3가지 부류의 재료의 블렌드를 포함한다. 원하는 개수의 층들로 높은 반사율을 달성하기 위해, 인접 미세층들은, 예를 들어, 차단 축을 따라 편광된 광에 대해 적어도 0.2의 굴절률 차이를 보일 수 있다.

[0109] 일부 실시 형태에서, 광학 필름(1200 또는 1322)은 두 직교 편광 상태 각각에 대해 사전결정된 파장 범위 내의 수직 입사광을 실질적으로 반사하는 미러 필름이다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름(1200 또는 1322)은, 차단 축을 따라 편광된 사전결정된 파장 범위 내의 수직 입사광을 실질적으로 반사하고 직교하는 통과 축을 따라 편광된 사전결정된 파장 범위 내의 수직 입사광을 실질적으로 반사하는 반사 편광기이다.

[0110] 일부 실시 형태에서, 이러한 공정으로부터 생성되는 형상화된 광학 필름은 광학 렌즈에 접합된다. 이는 광학 필름을 형상화시키는 방법의 단계로서 행해질 수 있다. 도 20a는 몰드(1850)의 만곡된 몰드 표면에 적어도 부분적으로 순응하도록 신장되고 형상화된 광학 필름(1800)의 일부분의 개략적인 단면도이다. 광학 렌즈(1890)가 몰드(1850) 반대편에서 광학 필름(1800)에 인접하게 배치된다. 일부 실시 형태에서, 광학 렌즈(1890)는 렌즈 마운트(예컨대, 렌즈 마운트(1693)) 상에 배치된다. 일부 실시 형태에서, 접착제가 광학 렌즈(1890)의 만곡된 주 표면(1892)에 적용된다. 일부 실시 형태에서, 렌즈 마운트 및 몰드(1850)는 광학 렌즈(1890) 상의 접착제가 광학 필름(1800)과 접촉하고 광학 필름(1800)을 광학 렌즈(1890)에 접합시킬 때까지 서로를 향해 이동할 수 있다. 접착제는 광학 렌즈(1890)의 만곡된 주 표면(1892)에 균일하게 적용될 수 있거나, 또는 접착제는 만곡된 주 표면(1892)의 중심 부근에 액적으로서 적용될 수 있으며, 이어서 이러한 액적은 광학 렌즈(1890)와 몰드가 서로 근접하게 접근할 때 접착제 층 내로 유동하여 만곡된 주 표면(1892)을 습윤시킨다. 이어서, 몰드(1850)와 광학 필름(1800)의 임의의 초과 부분이 제거되어 렌즈 조립체(1842)를 형성한다. 도 20b는 광학 렌즈(1890), 접착제 층(1844), 및 접착제 층(1844)을 통해 광학 렌즈(1890)에 접합된 광학 필름(1800)을 포함하는 렌즈 조립체(1842)의 개략적인 단면도이다. 광학 필름(1800)은 광학 렌즈(1890)의 만곡된 주 표면(1892)에 순응한다.

[0111] 일부 실시 형태에서, 광학 렌즈는 만곡된 몰드 표면을 포함한다. 도 21a는 광학 필름(1900)을 형성하는 데 있어서 몰드로서 사용될 수 있는 광학 렌즈(1990)를 유지시키도록 구성되는 렌즈 마운트(1950)의 개략도이다. 예를 들어, 일부 실시 형태에서, 본 명세서의 다른 곳에서 설명되는 광학 필름을 형상화시키는 방법에 사용되는 몰드(예컨대, 몰드(250))는 렌즈 마운트(1950) 및 광학 렌즈(1990)로 대체된다. 도 21a는 광학 렌즈(1990)의 만곡된 주 표면(1992)에 적어도 부분적으로 순응하도록 신장되고 형상화된 광학 필름(1900)의 일부분을 예시한다. 광학 필름(1900)을 형상화시키기 전에 만곡된 주 표면(1992)에 접착제가 적용되어 광학 필름(1900)을 만곡된 주 표면에 접합시킬 수 있다. 도 21b는 광학 렌즈(1990), 및 광학 렌즈(1990)의 만곡된 주 표면(1992)에 접합되고 순응하는 광학 필름(1900)을 포함하는 렌즈 조립체(1942)의 개략적인 단면도이다. 렌즈 조립체(1942)는 렌즈 마운트(1950) 및 광학 필름(1900)의 임의의 초과 부분을 제거함으로써 얻어질 수 있다.

- [0112] "실질적으로" 및 "약"과 같은 용어는 그것들이 본 발명에서 사용되고 설명되는 맥락에서 당업자에 의해 이해될 것이다. 특정부 크기, 양 및 물리적 특성을 표현하는 양에 적용되는 바와 같은 "약"의 사용은, 그것이 본 발명에서 사용되고 설명되는 맥락에서 당업자에게 달리 명백하지 않다면, "약"은 명시된 값의 10% 이내를 의미하는 것으로 이해될 것이다. 명시된 값이 약으로서 주어진 양은 정확하게 그러한 명시된 값일 수 있다. 예를 들어, 본 발명에서 사용되고 설명되는 맥락에서 당업자에게 달리 명백하지 않다면, 약 1의 값을 갖는 양은 그 양이 0.9 내지 1.1의 값을 갖고, 그 값이 1일 수 있음을 의미한다.
- [0113] 하기는 본 발명의 예시적인 실시 형태들의 목록이다.
- [0114] 실시 형태 1은 광학 필름을 형상화시키는 방법으로서,
- [0115] 광학 필름의 제1 부분이 제1 롤러와 접촉하고 광학 필름의 제2 부분이 제2 롤러와 접촉하도록 광학 필름을 제1 롤러 및 제2 롤러에 인접하게 배치하는 단계 - 제1 롤러 및 제2 롤러는 제1 방향을 따라 이격되고, 광학 필름의 제1 부분은 제1 방향에 직교하는 제2 방향을 따른 제1 폭을 가짐 -;
- [0116] 광학 필름의 서로 반대편에 있는 제1 단부 및 제2 단부를 고정시키는 단계 - 제1 단부 및 제2 단부는 제1 방향을 따라 이격되고, 제1 부분 및 제2 부분은 제1 단부와 제2 단부 사이에 배치됨 -;
- [0117] 만곡된 몰드 표면을 제공하는 단계; 및
- [0118] 광학 필름을 제1 방향을 따라 신장시키면서 광학 필름을 만곡된 몰드 표면과 접촉시킴으로써 광학 필름을 형상화시키는 단계를 포함하고,
- [0119] 형상화시키는 단계는 가장 가까운 제1 지점과 제2 지점 사이의 임계 거리를 대략 제1 폭보다 작게 유지시키는 단계를 포함하며, 광학 필름 상의 제1 지점은 제1 롤러와 접촉하고, 광학 필름 상의 제2 지점은 만곡된 몰드 표면과 접촉하는 방법이다.
- [0120] 실시 형태 2는 실시 형태 1의 방법으로서, 제1 지점은 광학 필름이 형상화됨에 따라 제1 방향을 따라 이동하는 방법이다.
- [0121] 실시 형태 3은 실시 형태 1의 방법으로서, 제2 지점은 광학 필름이 형상화됨에 따라 제1 방향을 따라 이동하는 방법이다.
- [0122] 실시 형태 4는 실시 형태 1의 방법으로서, 가장 가까운 제1 지점과 제2 지점 사이의 임계 거리를 대략 제1 폭보다 작게 유지시키는 단계는 제1 롤러를 제1 방향을 따라 이동시키는 단계를 포함하는 방법이다.
- [0123] 실시 형태 5는 실시 형태 1의 방법으로서, 광학 필름을 형상화시키는 단계는 제1 방향 및 제2 방향에 직교하는 제3 방향을 따라 만곡된 몰드 표면의 경계 상의 지점과 광학 필름 사이의 이격 거리를 변화시키는 단계를 포함하는 방법이다.
- [0124] 실시 형태 6은 실시 형태 1의 방법으로서, 가장 가까운 제1 지점과 제2 지점 사이의 임계 거리를 대략 제1 폭보다 작게 유지시키는 단계는 제1 방향을 따라 제1 롤러와 제2 롤러 사이의 이격 거리를 변화시키는 단계를 포함하는 방법이다.
- [0125] 실시 형태 7은 실시 형태 6의 방법으로서, 제1 방향을 따라 제1 롤러와 제2 롤러 사이의 이격 거리를 변화시키는 단계는 제2 방향을 따른 광학 필름 좌굴을 감소시키는 방법이다.
- [0126] 실시 형태 8은 실시 형태 1의 방법으로서, 형상화시키는 단계는 광학 필름의 제1 단부 및 제2 단부의 위치를 변화시켜 제1 방향을 따라 광학 필름의 장력을 제어하는 단계를 포함하는 방법이다.
- [0127] 실시 형태 9는 실시 형태 8의 방법으로서, 제1 방향을 따른 광학 필름의 장력은 필름이 신장될 때 실질적으로 일정한 방법이다.
- [0128] 실시 형태 10은 실시 형태 8의 방법으로서, 제1 방향을 따른 광학 필름의 장력은 광학 필름의 신장 동안 점진적으로 증가하는 방법이다.
- [0129] 실시 형태 11은 실시 형태 8의 방법으로서, 장력은 광학 필름에서 원하는 두께 변화를 생성하도록 제어되는 방법이다.
- [0130] 실시 형태 12는 실시 형태 8의 방법으로서, 장력은 제1 방향을 따라 실질적으로 일정한 광학 필름의 두께를 생성하도록 제어되는 방법이다.

- [0131] 실시 형태 13은 실시 형태 1의 방법으로서, 형상화시키는 단계는 제1 지점과 제2 지점 사이의 임계 거리를 제1 폭의 0.001 내지 1배의 범위 내로 유지시키는 단계를 포함하는 방법이다.
- [0132] 실시 형태 14는 실시 형태 1의 방법으로서, 광학 필름의 제2 부분은 제2 방향을 따른 제2 폭을 갖고, 형상화시키는 단계는 가장 가까운 제3 지점과 제4 지점 사이의 임계 거리를 대략 제2 폭보다 작게 유지시키는 단계를 추가로 포함하며, 광학 필름 상의 제4 지점은 제2 롤러와 접촉하고, 광학 필름 상의 제3 지점은 만곡된 몰드 표면과 접촉하는 방법이다.
- [0133] 실시 형태 15는 실시 형태 14의 방법으로서, 형상화시키는 단계는 가장 가까운 제1 지점과 제2 지점 사이의 임계 거리가 제1 폭의 0.001 내지 1배의 범위 내로 유지되고 가장 가까운 제3 지점과 제4 지점 사이의 임계 거리가 제2 폭의 0.001 내지 1배의 범위 내로 유지되도록 제1 롤러와 제2 롤러 사이의 이격 거리를 변화시키는 단계를 포함하는 방법이다.
- [0134] 실시 형태 16은 실시 형태 1의 방법으로서, 광학 필름을 제3 롤러 및 제4 롤러에 인접하게 배치하는 단계를 추가로 포함하며, 제3 롤러는 제1 롤러에 인접하고, 제4 롤러는 제2 롤러에 인접하는 방법이다.
- [0135] 실시 형태 17은 실시 형태 16의 방법으로서, 형상화시키는 단계는 제1 방향을 따라 제3 롤러와 제4 롤러 사이의 이격 거리를 변화시키는 단계를 추가로 포함하는 방법이다.
- [0136] 실시 형태 18은 실시 형태 17의 방법으로서, 제1 롤러와 제3 롤러 사이의 간격은 형상화시키는 단계 동안 10% 이하만큼 변하고, 제2 롤러와 제4 롤러 사이의 간격은 형상화시키는 단계 동안 10% 이하만큼 변하는 방법이다.
- [0137] 실시 형태 19는 실시 형태 16의 방법으로서, 제1 롤러 및 제2 롤러는 각각 형상화시키는 단계 동안 제3 롤러 및 제4 롤러 각각보다 높은 온도에 있는 방법이다.
- [0138] 실시 형태 20은 실시 형태 16의 방법으로서, 제3 롤러는 광학 필름과 제1 롤러의 접촉각을 증가시키도록 배치되는 방법이다.
- [0139] 실시 형태 21은 실시 형태 16의 방법으로서, 제4 롤러는 광학 필름과 제2 롤러의 접촉각을 증가시키도록 배치되는 방법이다.
- [0140] 실시 형태 22는 실시 형태 1의 방법으로서, 상기 방법은 제1 방향을 따른 제1 최대 처짐 대 대응하는 제1 직경의 제1 비, 및 제2 방향을 따른 제2 최대 처짐 대 대응하는 제2 직경의 제2 비를 갖는 형상화된 광학 필름을 생성하고, 제1 비는 적어도 0.05인 방법이다.
- [0141] 실시 형태 23은 실시 형태 1의 방법으로서, 광학 필름은 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하고 투과시키는 복수의 교번하는 중합체 간섭 층을 포함하는 방법이다.
- [0142] 실시 형태 24는 실시 형태 1의 방법으로서, 광학 필름은 미러 필름인 방법이다.
- [0143] 실시 형태 25는 실시 형태 1의 방법으로서, 광학 필름은 반사 편광기이고, 반사 편광기 상의 각각의 위치는, 사전결정된 파장을 갖고 차단 축을 따라 편광된 수직 입사광에 대한 약 80% 초과와 최대 반사율, 및 사전결정된 파장을 갖고 직교하는 통과 축을 따라 편광된 수직 입사광에 대한 약 80% 초과와 최대 투과율을 갖는 방법이다.
- [0144] 실시 형태 26은 실시 형태 25의 방법으로서, 광학 필름을 형상화시키기 전에, 차단 축은 실질적으로 제1 방향을 따르는 방법이다.
- [0145] 실시 형태 27은 실시 형태 1의 방법으로서, 광학 필름을 가열하는 단계를 추가로 포함하는 방법이다.
- [0146] 실시 형태 28은 실시 형태 27의 방법으로서, 광학 필름을 신장시키기 전에 광학 필름을 가열하는 단계를 추가로 포함하는 방법이다.
- [0147] 실시 형태 29는 실시 형태 27 또는 실시 형태 28의 방법으로서, 광학 필름의 신장 동안 광학 필름을 가열하는 단계를 추가로 포함하는 방법이다.
- [0148] 실시 형태 30은 실시 형태 27의 방법으로서, 광학 필름은 광학 필름의 유리 전이 온도보다 높은 온도로 가열되는 방법이다.
- [0149] 실시 형태 31은 실시 형태 27의 방법으로서, 광학 필름은 광학 필름의 최대 유리 전이 온도보다 높고 광학 필름의 최저 용융 온도보다 낮은 온도로 가열되는 방법이다.
- [0150] 실시 형태 32는 실시 형태 1의 방법으로서, 광학 필름은 형상화시키는 단계 동안 광학 필름의 종방향 에지들 사

이에서의 그들로부터 멀어지는 제2 방향을 따른, 제1 롤러와 제2 롤러 사이에서의 좌굴부를 갖지 않는 방법이다.

- [0151] 실시 형태 33은 실시 형태 1 내지 실시 형태 32 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 상기 방법은 제1 방향을 따른 제1 최대 처짐, 및 제2 방향을 따른 제2 최대 처짐을 갖는 형상화된 광학 필름을 생성하고, 제1 최대 처짐은 제2 최대 처짐 이상이며, 제2 최대 처짐은 0 초과이고, 형상화된 광학 필름의 총 면적의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 약 80% 초과 반사율을 갖는 방법이다.
- [0152] 실시 형태 34는 실시 형태 1 내지 실시 형태 33 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 상기 방법은 형상화된 광학 필름을 생성하고, 형상화된 광학 필름은 반사 편광기이며, 반사 편광기 상의 각각의 위치는, 차단 축을 따라 편광되고 사전결정된 파장을 갖는 수직 입사광에 대한 최대 반사율 및 대응하는 최소 투과율, 및 직교하는 통과 축을 따라 편광되고 사전결정된 파장을 갖는 수직 입사광에 대한 최대 투과율을 갖고, 제1 방향은 정점에서의 차단 축을 따르며, 제2 방향은 정점에서의 통과 축을 따르는 방법이다.
- [0153] 실시 형태 35는 실시 형태 34의 방법으로서, 반사 편광기의 총 면적의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치는 최대 투과율을 최소 투과율로 나눈 것인 콘트라스트 비가 적어도 500인 방법이다.
- [0154] 실시 형태 36은 광학 필름을 형상화시키는 방법으로서,
- [0155] 광학 필름의 제1 부분이 제1 롤러와 접촉하고 광학 필름의 제2 부분이 제2 롤러와 접촉하도록 광학 필름을 제1 롤러 및 제2 롤러에 인접하게 배치하는 단계 - 제1 롤러 및 제2 롤러는 제1 방향을 따라 이격되고, 광학 필름의 제1 부분은 제1 방향에 직교하는 제2 방향을 따른 제1 폭을 가짐 -;
- [0156] 광학 필름의 서로 반대편에 있는 제1 단부 및 제2 단부를 고정시키는 단계 - 제1 단부 및 제2 단부는 제1 방향을 따라 이격되고, 제1 부분 및 제2 부분은 제1 단부와 제2 단부 사이에 배치됨 -;
- [0157] 만곡된 몰드 표면을 제공하는 단계; 및
- [0158] 광학 필름을 제1 방향을 따라 신장시키면서 광학 필름을 만곡된 몰드 표면과 접촉시킴으로써 광학 필름을 형상화시키는 단계를 포함하고,
- [0159] 형상화시키는 단계는 제1 방향을 따라 제1 롤러와 제2 롤러 사이의 이격 거리를 변화시켜, 광학 필름의 종방향 에지들 사이에서의 그들로부터 멀어지는 제2 방향을 따른, 제1 롤러와 제2 롤러 사이에서의 광학 필름 좌굴을 감소시키는 단계를 포함하는 방법이다.
- [0160] 실시 형태 37은 실시 형태 36의 방법으로서, 곡률이 부호가 변하는 지점을 갖지 않는 형상화된 광학 필름을 생성하는 방법이다.
- [0161] 실시 형태 38은 실시 형태 36의 방법으로서, 광학 필름은 형상화시키는 단계 동안 제1 롤러와 제2 롤러 사이에 좌굴부를 갖지 않는 방법이다.
- [0162] 실시 형태 39는 실시 형태 36의 방법으로서, 형상화시키는 단계는 가장 가까운 제1 지점과 제2 지점 사이의 임계 거리를 대략 제1 폭보다 작게 유지시키는 단계를 포함하며, 광학 필름 상의 제1 지점은 제1 롤러와 접촉하고, 광학 필름 상의 제2 지점은 만곡된 몰드 표면과 접촉하는 방법이다.
- [0163] 실시 형태 40은 실시 형태 36의 방법으로서, 형상화시키는 단계는 광학 필름의 제1 단부 및 제2 단부의 위치를 변화시켜 제1 방향을 따라 광학 필름의 장력을 제어하는 단계를 포함하는 방법이다.
- [0164] 실시 형태 41은 실시 형태 36의 방법으로서, 실시 형태 1 내지 실시 형태 35 중 어느 한 실시 형태에 의해 추가로 특징지어지는 방법이다.
- [0165] 실시 형태 42는 광학 필름을 형상화시키는 방법으로서,
- [0166] 광학 필름의 서로 반대편에 있는 제1 단부 및 제2 단부를 고정시키는 단계 - 제1 단부 및 제2 단부는 제1 방향을 따라 이격됨 -;
- [0167] 광학 필름의 서로 반대편에 있는 제3 단부 및 제4 단부를 고정시키는 단계 - 제3 단부 및 제4 단부는 제1 방향에 직교하는 제2 방향을 따라 이격됨 -;
- [0168] 만곡된 몰드 표면을 제공하는 단계; 및

- [0169] 광학 필름을 신장시키면서 광학 필름을 만곡된 몰드 표면과 접촉시켜, 적어도 제1 방향을 따라 만곡되는 만곡된 광학 필름을 생성함으로써 광학 필름을 형상화시키는 단계를 포함하고,
- [0170] 형상화시키는 단계 동안 광학 필름을 신장시키는 단계는 제2 방향을 따른 임의의 신장의 3배를 초과하여 제1 방향을 따라 광학 필름을 신장시키는 단계를 포함하는 방법이다.
- [0171] 실시 형태 43은 실시 형태 42의 방법으로서, 광학 필름을 형상화시키기 전에, 광학 필름은 대체로 십자형이고,
- [0172] 제1 단부와 제2 단부 사이에 그리고 제3 단부와 제4 단부 사이에 배치되는 중심 영역;
- [0173] 중심 영역으로부터 각각 제1 단부 및 제2 단부까지 연장되는 제1 단부 영역 및 제2 단부 영역; 및
- [0174] 중심 영역으로부터 각각 제3 단부 및 제4 단부까지 연장되는 제3 단부 영역 및 제4 단부 영역을 포함하는 방법이다.
- [0175] 실시 형태 44는 실시 형태 42의 방법으로서, 광학 필름을 가열하는 단계를 추가로 포함하는 방법이다.
- [0176] 실시 형태 45는 실시 형태 1 내지 실시 형태 23 또는 실시 형태 25 내지 실시 형태 44 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 광학 필름을 형상화시키기 전에, 광학 필름은 사전결정된 파장 범위 내의 수직 입사광에 대한 제1 콘트라스트 비를 갖고, 광학 필름을 형상화시킨 후에, 광학 필름은 사전결정된 파장 범위 내의 수직 입사광에 대한 제2 콘트라스트 비를 가지며, 광학 필름의 총 면적의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치에 대해, 제2 콘트라스트 비는 제1 콘트라스트 비보다 크고, 제1 콘트라스트 비 및 제2 콘트라스트 비 각각은 통과 편광 상태에 대한 광학 필름의 최대 투과율 대 차단 편광 상태에 대한 광학 필름의 최소 투과율의 비인 방법이다.
- [0177] 실시 형태 46은 복수의 중합체 층을 포함하는 만곡된 광학 필름으로서, 복수의 중합체 층은,
- [0178] 제2 방향 및 기준 평면에 직교하는 제1 평면과 광학 필름의 교차부인 제1 곡선이 최적합 제1 원호를 갖고 - 최적합 제1 원호는 제1 원호의 곡률 중심에서 180도 초과인 제1 각도를 이루고, 광학 필름은 기준 평면에서 최대 투영 영역을 가짐 -;
- [0179] 제1 방향 및 기준 평면에 직교하는 제2 평면과 광학 필름의 교차부인 제2 곡선이 최적합 제2 원호를 갖도록 - 최적합 제2 원호는 제2 원호의 곡률 중심에서 적어도 30도의 제2 각도를 이루고 - 직교하는 제1 방향 및 제2 방향을 따라 형상화되고,
- [0180] 광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 약 80% 초과인 반사율 및 약 2% 미만의 투과율을 갖는 광학 필름이다.
- [0181] 실시 형태 47은 실시 형태 46의 광학 필름으로서, 제1 각도는 적어도 185도인 광학 필름이다.
- [0182] 실시 형태 48은 실시 형태 46의 광학 필름으로서, 제1 곡선은 광학 필름의 중심을 통과하고, 광학 필름은 제1 곡선을 따른 제1 위치에서의 제1 두께 및 제1 곡선을 따른 제2 위치에서의 제2 두께를 가지며, 제2 위치는 제1 위치로부터 광학 필름의 중심에서의 제1 곡선의 곡률 반경 R의 적어도 0.7배의 제1 곡선을 따른 거리만큼 이격되고, 제1 곡선을 따른 광학 필름의 중심으로부터 제1 위치까지의 거리는 0.2R 이하이며, 제1 곡선을 따른 제2 위치로부터 광학 필름의 에지까지의 거리는 0.2R 이하이고, 제1 두께 및 제2 두께는 5% 이하만큼 상이한 광학 필름이다.
- [0183] 실시 형태 49는 복수의 중합체 층을 포함하는 만곡된 광학 필름으로서, 복수의 중합체 층은,
- [0184] 제2 방향 및 기준 평면에 직교하는 제1 평면과 광학 필름의 교차부인 제1 곡선이 최적합 제1 원호를 갖고 - 최적합 제1 원호는 제1 원호의 곡률 중심에서 적어도 90도의 제1 각도를 이루고, 광학 필름은 기준 평면에서 최대 투영 영역을 가짐 -;
- [0185] 제1 방향 및 기준 평면에 직교하는 제2 평면과 광학 필름의 교차부인 제2 곡선이 최적합 제2 원호를 갖도록 - 최적합 제2 원호는 제2 원호의 곡률 중심에서 적어도 30도의 제2 각도를 이루고 - 직교하는 제1 방향 및 제2 방향을 따라 형상화되고,
- [0186] 광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 약 80% 초과인 반사율 및 약 2% 미만의 투과율을 가지며,
- [0187] 제1 곡선은 광학 필름의 중심을 통과하고, 광학 필름은 제1 곡선을 따른 제1 위치에서의 제1 두께 및 제1 곡선을 따른 제2 위치에서의 제2 두께를 가지며, 제2 위치는 제1 위치로부터 최적합 제1 원호의 반경 R의 적어도

0.7배의 제1 곡선을 따른 거리만큼 이격되고, 제1 곡선을 따른 광학 필름의 중심으로부터 제1 위치까지의 거리는 $0.2R_1$ 이하이며, 제1 곡선을 따른 제2 위치로부터 광학 필름의 에지까지의 거리는 $0.2R_1$ 이하이고, 제1 두께 및 제2 두께는 5% 이하만큼 상이한 광학 필름이다.

[0188] 실시 형태 50은 실시 형태 46 내지 실시 형태 49 중 어느 한 실시 형태의 광학 필름으로서, 기준 평면은 광학 필름과 교차하지 않고, 광학 필름의 적어도 대부분은 기준 평면을 향해 오목하며, 광학 필름의 정점은 기준 평면으로부터의 최대 거리를 갖고, 제1 곡선 및 제2 곡선은 정점에서 교차하는 광학 필름이다.

[0189] 실시 형태 51은 실시 형태 46 내지 실시 형태 50 중 어느 한 실시 형태의 광학 필름으로서, 기준 평면은 광학 필름과 교차하지 않고, 광학 필름의 적어도 대부분은 기준 평면을 향해 오목하며, 광학 필름의 정점은 기준 평면으로부터의 최대 거리를 갖고, 제2 방향은 기준 평면 상으로의 정점의 투영부를 통해 최대 투영 영역의 반대편 측부들 사이의 최단 거리를 따르며, 제1 방향은 정점의 투영부를 통해 기준 평면 내에서의 직교 방향을 따르는 광학 필름이다.

[0190] 실시 형태 52는 실시 형태 46 내지 실시 형태 51 중 어느 한 실시 형태의 광학 필름으로서, 최적합 제1 원호는 제1 원호로부터 제1 곡선 상의 지점들까지의 법선 벡터들을 따른 제곱 거리들의 합을 최소화시키고, 제1 곡선의 제1 종점은 제1 원호의 제1 종점에서 제1 원호에 대한 제1 법선 벡터를 따르며, 제1 곡선의 반대편 제2 종점은 제2 원호의 반대편 제2 종점에서 제1 원호에 대한 제2 법선 벡터를 따르는 광학 필름이다.

[0191] 실시 형태 53은 실시 형태 52의 광학 필름으로서, 제1 곡선 상의 지점들은 제1 곡선에 걸쳐 균일하게 분포되는 사전결정된 지점들의 세트로부터 선택되는 광학 필름이다.

[0192] 실시 형태 54는 실시 형태 52의 광학 필름으로서, 제1 원호 상의 지점들은 제1 원호에 걸쳐 균일하게 분포되는 사전결정된 지점들의 세트로부터 선택되는 광학 필름이다.

[0193] 실시 형태 55는 실시 형태 53 또는 실시 형태 54의 광학 필름으로서, 사전결정된 지점들의 세트는 10개 내지 500개의 지점들의 세트인 광학 필름이다.

[0194] 실시 형태 56은 복수의 중합체 층을 포함하는 만곡된 광학 필름으로서, 복수의 중합체 층은,

[0195] 제2 방향 및 기준 평면에 직교하는 제1 평면과 광학 필름의 교차부인 제1 곡선이 최적합 제1 원호를 갖고 - 최적합 제1 원호는 제1 원호의 곡률 중심에서 적어도 90도의 제1 각도를 이루고, 광학 필름은 기준 평면에서 최대 투영 영역을 가짐 -;

[0196] 제1 방향 및 기준 평면에 직교하는 제2 평면과 광학 필름의 교차부인 제2 곡선이 최적합 제2 원호를 갖도록 - 최적합 제2 원호는 제2 원호의 곡률 중심에서 적어도 30도의 제2 각도를 이루고 - 직교하는 제1 방향 및 제2 방향을 따라 형상화되고,

[0197] 광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 약 80% 초과와 반사율 및 약 2% 미만의 투과율을 가지며,

[0198] 제1 곡선은 광학 필름의 중심을 통과하고, 광학 필름은 제1 곡선을 따른 제1 위치에서의 제1 장파장 대역 에지 및 제1 곡선을 따른 제2 위치에서의 제2 장파장 대역 에지를 가지며, 제2 위치는 제1 위치로부터 최적합 제1 원호의 반경 R_1 의 적어도 0.7배의 제1 곡선을 따른 거리만큼 이격되고, 제1 곡선을 따른 광학 필름의 중심으로부터 제1 위치까지의 거리는 $0.2R_1$ 이하이며, 제1 곡선을 따른 제2 위치로부터 광학 필름의 에지까지의 거리는 $0.2R_1$ 이하이고, 제1 장파장 대역 에지 및 제2 장파장 대역 에지는 5% 이하만큼 상이한 만곡된 광학 필름이다.

[0199] 실시 형태 57은 복수의 중합체 층을 포함하는 광학 필름으로서, 광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 약 80% 초과와 반사율 및 약 5% 미만의 투과율을 갖고, 광학 필름의 중심 위치에서 서로 교차하는 각각의 제1 곡선 및 제2 곡선을 따라 광학 필름과 교차하는 직교하는 제1 평면 및 제2 평면에 대해, 광학 필름은, 제1 곡선을 따라 광학 필름의 중심 위치로부터 제1 에지 위치까지 감소하고 제2 곡선을 따라 중심 위치로부터 제2 에지 위치까지 증가하는 두께를 갖는 광학 필름이다.

[0200] 실시 형태 58은 실시 형태 57의 광학 필름으로서, 제1 평면과 제2 평면의 교차부는 중심 위치에서 광학 필름에 수직인 선을 한정하는 광학 필름이다.

[0201] 실시 형태 59는 복수의 중합체 층을 포함하는 광학 필름으로서, 광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 약 80% 초과와 반사율

및 약 5% 미만의 투과율을 갖고, 광학 필름의 중심 위치에서 서로 교차하는 각각의 제1 곡선 및 제2 곡선을 따라 광학 필름과 교차하는 직교하는 제1 평면 및 제2 평면에 대해, 광학 필름은, 제1 곡선을 따라 광학 필름의 중심 위치로부터 제1 에지 위치까지 감소하고 제2 곡선을 따라 중심 위치로부터 제2 에지 위치까지 증가하는 장파장 대역 에지를 갖는 광학 필름이다.

[0202] 실시 형태 60은 실시 형태 59의 광학 필름으로서, 제1 평면과 제2 평면의 교차부는 중심 위치에서 광학 필름에 수직인 선을 한정하는 광학 필름이다.

[0203] 실시 형태 61은 복수의 중합체 층을 포함하는 광학 필름으로서, 광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 약 80% 초과와 반사율 및 약 5% 미만의 투과율을 갖고, 각각의 제1 곡선 및 제2 곡선을 따라 광학 필름과 교차하는 직교하는 제1 평면 및 제2 평면에 대해, 광학 필름은 제2 평면을 중심으로 하는 반사 하에서 실질적으로 대칭인 제1 곡선을 따른 제1 두께 분포, 및 제1 평면을 중심으로 하는 반사 하에서 실질적으로 대칭인 제2 곡선을 따른 제2 두께 분포를 가지며, 제1 두께 분포 및 제2 두께 분포는 상이한 광학 필름이다.

[0204] 실시 형태 62는 실시 형태 57 내지 실시 형태 61 중 어느 한 실시 형태의 광학 필름으로서, 제1 곡선은 최적합 제1 원호를 갖고, 최적합 제1 원호는 제1 원호의 곡률 중심에서 적어도 90도의 제1 각도를 이루며, 제2 곡선은 최적합 제2 원호를 갖고, 최적합 제2 원호는 제2 원호의 곡률 중심에서 적어도 30도의 제2 각도를 이루는 광학 필름이다.

[0205] 실시 형태 63은 복수의 중합체 층을 포함하는 광학 필름으로서, 광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 약 80% 초과와 반사율 및 약 5% 미만의 투과율을 갖고, 각각의 제1 곡선 및 제2 곡선을 따라 광학 필름과 교차하는 직교하는 제1 평면 및 제2 평면에 대해, 광학 필름은 제2 평면을 중심으로 하는 반사 하에서 실질적으로 대칭인 제1 곡선을 따른 제1 장파장 대역 에지 분포, 및 제1 평면을 중심으로 하는 반사 하에서 실질적으로 대칭인 제2 곡선을 따른 제2 장파장 대역 에지 분포를 가지며, 제1 장파장 대역 에지 분포 및 제2 장파장 대역 에지 분포는 상이한 광학 필름이다.

[0206] 실시 형태 64는 실시 형태 63의 광학 필름으로서, 제1 곡선 및 제2 곡선은 광학 필름의 중심 위치에서 교차하고, 제1 장파장 대역 에지 분포는 제1 곡선을 따라 광학 필름의 중심 위치로부터 제1 에지 위치까지 감소하는 장파장 대역 에지를 포함하는 광학 필름이다.

[0207] 실시 형태 65는 실시 형태 64의 광학 필름으로서, 제2 장파장 대역 에지 분포는 제2 곡선을 따라 광학 필름의 중심 위치로부터 제2 에지 위치까지 증가하는 장파장 대역 에지를 포함하는 광학 필름이다.

[0208] 실시 형태 66은 실시 형태 63의 광학 필름으로서, 제1 곡선 및 제2 곡선은 광학 필름의 중심 위치에서 교차하고, 제1 장파장 대역 에지 분포는 제1 곡선을 따라 광학 필름의 중심 위치로부터 제1 에지 위치까지 감소하는 장파장 대역 에지를 포함하며, 제2 장파장 대역 에지 분포는 제2 곡선을 따라 광학 필름의 중심 위치로부터 제2 에지 위치까지 증가하는 장파장 대역 에지를 포함하는 광학 필름이다.

[0209] 실시 형태 67은 복수의 중합체 층을 포함하는 만곡된 반사 편광기로서, 복수의 중합체 층은 제1 방향을 따른 제1 최대 처짐 대 대응하는 제1 직경의 제1 비가 적어도 0.1이고, 제2 방향을 따른 제2 최대 처짐 대 대응하는 제2 직경의 제2 비가 적어도 0.05이도록 적어도 직교하는 제1 방향 및 제2 방향을 따라 형상화되고, 사전결정된 파장 범위 내의 수직 입사광에 대해, 반사 편광기 상의 각각의 위치는 차단 편광 상태에 대한 약 80% 초과와 최대 평균 반사율 및 약 2% 미만의 대응하는 최소 평균 투과율, 및 직교하는 통과 편광 상태에 대한 약 80% 초과와 최대 평균 투과율을 가지며, 반사 편광기의 총 면적의 적어도 80%의 면적을 갖는 반사 편광기의 영역 내의 각각의 위치는 최대 평균 투과율을 최소 평균 투과율로 나눈 것인 콘트라스트 비가 적어도 500인 만곡된 반사 편광기이다.

[0210] 실시 형태 68은 복수의 중합체 층을 포함하는 만곡된 반사 편광기로서, 복수의 중합체 층은 반사 편광기의 총 곡률이 적어도 0.25이도록 직교하는 제1 방향 및 제2 방향을 따라 형상화되고, 총 곡률은 반사 편광기의 총 면적에 걸친 반사 편광기의 가우스 곡률의 면적분이며, 사전결정된 파장 범위 내의 수직 입사광에 대해, 반사 편광기 상의 각각의 위치는 차단 편광 상태에 대한 약 80% 초과와 최대 평균 반사율 및 약 2% 미만의 대응하는 최소 평균 투과율, 및 직교하는 통과 편광 상태에 대한 약 80% 초과와 최대 평균 투과율을 갖고, 반사 편광기의 총 면적의 적어도 80%의 면적을 갖는 반사 편광기의 영역 내의 각각의 위치는 최대 평균 투과율을 최소 평균 투과율로 나눈 것인 콘트라스트 비가 적어도 500인 반사 편광기이다.

- [0211] 실시 형태 69는 실시 형태 68의 반사 편광기로서, 제1 방향을 따른 제1 최대 처짐 대 대응하는 제1 직경의 제1 비는 적어도 0.1이고, 제2 방향을 따른 제2 최대 처짐 대 대응하는 제2 직경의 제2 비는 적어도 0.05인 반사 편광기이다.
- [0212] 실시 형태 70은 실시 형태 67 또는 실시 형태 68의 반사 편광기로서, 사전결정된 파장 범위 내의 사전결정된 파장에 대해, 반사 편광기의 총 면적의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치는 차단 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대해 약 0.2% 미만의 투과율을 갖는 반사 편광기이다.
- [0213] 실시 형태 71은 복수의 중합체 층을 포함하는 만곡된 반사 편광기로서, 복수의 중합체 층은 반사 편광기의 총 곡률이 적어도 0.25이도록 직교하는 제1 방향 및 제2 방향을 따라 형상화되고, 총 곡률은 반사 편광기의 총 면적에 걸친 반사 편광기의 가우스 곡률의 면적분이며, 사전결정된 파장을 갖는 수직 입사광에 대해, 반사 편광기의 총 면적의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치는 차단 편광 상태에 대한 약 80% 초과와 최대 반사율 및 약 0.2% 미만의 대응하는 최소 투과율, 및 직교하는 통과 편광 상태에 대한 약 80% 초과와 최대 투과율을 갖는 반사 편광기이다.
- [0214] 실시 형태 72는 실시 형태 71의 반사 편광기로서, 제1 방향을 따른 제1 최대 처짐 대 대응하는 제1 직경의 제1 비는 적어도 약 0.1이고, 제2 방향을 따른 제2 최대 처짐 대 대응하는 제2 직경의 제2 비는 적어도 약 0.05인 반사 편광기이다.
- [0215] 실시 형태 73은 실시 형태 71 또는 실시 형태 72의 반사 편광기로서, 반사 편광기의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 차단 편광 상태에 대해 약 0.2% 미만의 최소 투과율을 갖는 반사 편광기이다.
- [0216] 실시 형태 74는 필름을 처리하기 위한 장치로서,
- [0217] 제1 방향을 따라 이격되는 제1 롤러 및 제2 롤러 - 제1 롤러 및 제2 롤러는 제1 방향을 따라 제1 롤러 및 제2 롤러를 이동시키도록 구성되는 각각의 제1 스테이지 및 제2 스테이지 상에 배치되고, 제1 롤러 및 제2 롤러는 제1 방향에 직교하는 제2 방향을 따른 각각의 제1 폭 및 제2 폭을 가짐 -;
- [0218] 광학 필름의 서로 반대편에 있는 제1 단부 및 제2 단부를 고정시키기 위한 제1 고정 수단 및 제2 고정 수단 - 제1 롤러 및 제2 롤러는 제1 고정 수단과 제2 고정 수단 사이에 배치되고, 장치는 광학 필름의 제1 단부 및 제2 단부가 제1 고정 수단 및 제2 고정 수단 내에 고정될 때, 광학 필름이 제1 롤러 및 제2 롤러와 접촉하도록 구성됨 -;
- [0219] 만곡된 몰드 표면을 갖는 몰드 - 몰드는 제1 방향 및 제2 방향에 직교하는 제3 방향을 따라 몰드를 이동시키도록 구성되는 몰드 스테이지 상에 배치됨 -;
- [0220] 광학 필름을 가열하기 위한 수단;
- [0221] 광학 필름의 장력을 측정하기 위한 장력 측정 수단; 및
- [0222] 장력 측정 수단, 제1 스테이지 및 제2 스테이지, 제1 고정 수단 및 제2 고정 수단, 및 몰드 스테이지에 통신가능하게 결합되는 제어기 - 제어기는 광학 필름의 장력을 제어하면서 몰드를 제3 방향을 따라 이동시키는 동시에 제1 롤러 및 제2 롤러를 제1 방향을 따라 이동시키도록 구성됨 - 를 포함하는 장치이다.
- [0223] 실시 형태 75는 실시 형태 74의 장치로서, 제어기는 제1 고정 수단과 제2 고정 수단 사이의 제1 방향을 따른 거리를 조절함으로써 장력을 제어하도록 구성되는 장치이다.
- [0224] 실시 형태 76은 실시 형태 74의 장치로서, 제1 고정 수단 및 제2 고정 수단은 광학 필름의 제1 단부 및 제2 단부를 제1 방향을 따라 이동시키도록 구성되는 각각의 제3 스테이지 및 제4 스테이지를 포함하고, 제3 스테이지 및 제4 스테이지는 제어기에 통신가능하게 결합되는 장치이다.
- [0225] 실시 형태 77은 실시 형태 74 내지 실시 형태 76 중 어느 한 실시 형태의 장치로서, 제1 고정 수단 및 제2 고정 수단 각각은 고정 롤러 또는 고정 그리프를 포함하는 장치이다.
- [0226] 실시 형태 78은 실시 형태 74의 장치로서, 광학 필름을 가열하기 위한 수단은 제3 방향을 따라 몰드로부터 이격되는 히터를 포함하는 장치이다.
- [0227] 실시 형태 79는 실시 형태 74의 장치로서, 광학 필름을 가열하기 위한 수단은 몰드 내에 또는 몰드 상에 배치되는 가열 요소를 포함하는 장치이다.

- [0228] 실시 형태 80은 실시 형태 74의 장치로서, 광학 필름을 추가로 포함하고, 광학 필름의 온도는 만곡된 몰드 표면과 접촉하지 않는 광학 필름의 제2 지점에서보다 만곡된 몰드 표면과 접촉하는 광학 필름의 제1 지점에서 더 낮은 장치이다.
- [0229] 실시예
- [0230] 반사 편광기 1
- [0231] 굴절률이 약 1.57이고 일축 배향 시에 실질적으로 등방성으로 유지되도록 폴리카르보네이트와 코폴리에스테르의 블렌드(PC:coPET)로 제조된 저굴절률 등방성 층 및 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN)의 325개의 교번하는 층으로 각각의 패킷이 구성되는 2개의 다층 광학 패킷을 공압출하였으며, 여기에서 PC:coPET 몰비는 대략 42.5 몰%의 PC 및 57.5 몰%의 coPET이고, Tg가 섭씨 105도이다. 이러한 등방성 재료는, 신장 후에 2개의 비-신장 방향으로의 그것의 굴절률이 비-신장 방향으로의 복굴절 재료의 것과 실질적으로 일치되어 유지되는 반면 신장 방향으로 복굴절 층과 비-복굴절 층 사이에 굴절률의 실질적인 불일치가 존재하도록 선택하였다. PEN 및 PC/coPET 중합체를 별도의 압출기로부터 다층 공압출 피드블록으로 공급하였으며, 여기서 그것들을, 총 652개의 층에 대해, 325개의 교번 광학 층의 패킷(각각 "패킷 1" 및 "패킷 2") + 적층된 광학 패킷의 외층의, PC/coPET의 더 두꺼운 보호 경계 층으로 조립하였다. 필름을 미국 특허 제6,916,440호(Jackson 등)에서 설명된 바와 같이 포물선형 텐터(parabolic tenter)에서 실질적으로 일축 신장시켰다. 필름을 약 150℃의 온도에서 약 6의 연신비로 신장시켰다. 생성된 반사 편광기에 대한 층 두께 프로파일이 패킷들 1 및 2가 표시된 상태로 도 19에 도시되어 있다. 커패시턴스 게이지(capacitance gauge)에 의해 측정될 때 대략 62 내지 64 μm 의 총 두께를 갖는 여러 샘플을 제조하였다. 보호 올레핀 라이너를 반사 편광기의 각각의 면에 적용하였다.
- [0232] 실시예 1
- [0233] 도 2에 예시된 것과 유사한 장치를 사용하여 광학 필름을 형상화시켰다. (몰드(350)에 대응하는) 몰드의 사진이 도 23a에 제공된다. 몰드는 65.3 mm의 구면 곡률 반경, 90 mm의 직경, 곡률 중심에서 이루는 87.1도의 최대 각도, 99.3 mm의 윤곽선 길이(정점을 통한 측지선(geodesic)을 따른 길이), 17.9 mm의 처짐, 및 0.199의 처짐 대 직경 비, 및 1.72의 총 곡률을 갖는 베이스 8 형틀(Base 8 form)이었다.
- [0234] 2가지 처리 조건 중 하나를 사용하여 샘플을 형상화시켰다. 조건 1의 경우, 반사 편광기 1 필름의 80 mm × 1200 mm 폭의 피스(piece)를, 긴 방향이 필름의 차단 방향과 정렬된 상태로 절단하였다. 그립들(고정 수단(130, 135)에 대응함)을 680 mm 떨어진 거리로 설정하였고, 내부 롤러들(제1 및 제2 롤러들(111, 112)에 대응함)을 230 mm 떨어진 거리(중심으로부터 중심까지 측정됨)로 설정하였으며, 필름을 내부 롤러 위로 그리고 외부 롤러 아래로 통과시키면서 필름을 장치 내에 로딩하였다. 외부 롤러 중심을 내부 롤러 밖의 65 mm에 위치시켰고, 내부 롤러와 함께 이동시켰다. 이어서, 올레핀 라이너를 필름으로부터 박리시키고 롤러를 통해 빼내었다. 약 35 N의 장력을 필름에 인가하였다. 필름을, 필름 아래의 약 150 mm에 위치한 600 W, 125 mm × 125 mm 세라믹 유형 IR 히터(WECO International에 의해 공급됨)를 사용하여 170℃로 가열하였다. 12 mm의 스폿 크기(spot size)를 갖는 IR 온도 센서를 사용하여 온도를 모니터링하였다. 필름이 설정 온도에 도달하였을 때, 장력을 약 500 N으로 증가시켰고, 롤러를 105 mm의 내부 롤러들 사이의 중심간 이격 거리로 이동시켰다. 일단 롤러가 제자리에 놓이면, 몰드가 초기에 필름과 접촉한 후에 45 mm만큼 이동할 때까지 몰드를 2 mm/sec의 속도로 필름 내로 밀어 넣었다. 7.1초 후에, 몰드가 그의 하향 경로를 계속함에 따라 몰드 상의 접촉점과 각각의 롤러 상의 접촉점 사이의 약 15 내지 20 mm의 자유-스팬 길이(free-span length)를 유지시키기 위해 롤러를 외향으로 이동시켰다. 이러한 공정 동안, 그립 상에 장착된 2개의 로드 셀을 사용하여 필름 장력을 모니터링하였고, 그립들 약 500 N의 일정한 장력을 유지시키도록 이동시켰다. 이러한 공정 동안 필름 상에 IR 열을 유지시켰다. 일단 몰드와 롤러가 그들의 최종 위치에 도달하였으면, 이러한 부분을 필름 내의 임의의 응력을 완화시키는 데 도움을 주기 위해 추가로 113초 동안 IR 히터 위에 유지시켰다. 이어서, 히터를 멀리 이동시켰고, 필름(및 몰드)을 주위 공기 중에서 5분 동안 냉각되도록 허용하였다. 냉각 후에, 필름 장력을 제거하였고, 롤러와 몰드를 분리 이동시켜 형상화된 필름이 기계로부터 제거되도록 허용하였다.
- [0235] 조건 2의 경우, 반사 편광기 1 필름의 샘플을 조건 1에 대해 설명된 바와 같이 장치 내에 로딩하였고, 이어서 올레핀 라이너를 필름으로부터 박리시키고 롤러를 통해 빼내었다. 약 35 N의 장력을 필름에 인가하였다. 조건 1에 대해 설명된 바와 같이 필름을 170℃로 가열하였다. 필름이 설정 온도에 도달하였을 때, 장력을 약 250 N으로 증가시켰고, 롤러를 105 mm의 내부 롤러들 사이의 중심간 이격 거리로 이동시켰다. 일단 롤러가 제자리에 놓이면, 몰드가 초기에 필름과 접촉한 후에 55 mm만큼 이동할 때까지 몰드를 2 mm/sec의 속도로 필름 내로 밀어 넣었다. 6.7초 후에, 몰드가 그의 하향 경로를 계속함에 따라 몰드 상의 접촉점과 각각의 롤러 상의 접촉점 사

이의 약 10 내지 15 mm의 자유-스팬 길이를 유지시키기 위해 롤러를 외향으로 이동시켰다. 추가로 15초 후에, 필름 장력을 약 350 N으로 증가시켰다. 추가로 20초 후에, 롤러들 사이의 간격을 추가로 30 mm만큼 증가시켰고, 몰드를 추가로 17 mm만큼 아래로 밀어 넣었다. 이는 필름을 히터에 가깝게 위치시키기 위해 행하였다. 필름을 추가로 165초 동안 IR 히터 위에 유지시켰다. 이어서, 히터를 멀리 이동시켰고, 필름(및 몰드)을 주위 공기 중에서 5분 동안 냉각되도록 허용하였다. 냉각 후에, 필름 장력을 제거하였고, 롤러와 몰드를 분리 이동시켜 형상화된 필름이 기계로부터 제거되도록 허용하였다.

[0236] 반사 편광기 샘플을 측각기 고정구(goniometer fixture) 상에 장착하였고, 샘플을 회전시켜, 시험 영역 표면이 빔에 수직인 상태로 샘플의 원하는 영역을 광 경로 내에 배치하였다. 샘플이 입사 빔을 향해 불록하도록 샘플을 배향시켰다. 반사 편광기(2400)의 평면도인 도 24에 개략적으로 예시된 바와 같이, 샘플을 중심(C), 북쪽(N), 북동쪽(NE), 동쪽(E), 남동쪽(SE), 남쪽(S), 남서쪽(SW), 서쪽(W), 및 북서쪽(NW) 위치들에서 시험하였다. 반사 편광기의 차단 방향은 중심에서 남북 방향을 따랐다. Lambda 1050 분광 광도계(미국 매사추세츠주 월섬 소재의 PerkinElmer로부터 입수가가능함)를 사용하여 파장의 함수로서 수직 입사에서 통과 상태 투과율 및 차단 상태 투과율을 측정하였다. 450 nm 내지 650 nm의 파장 범위에 걸쳐 평균 차단 상태 투과율 T_b 및 평균 통과 상태 투과율 T_p 를 결정하였고, 대응하는 콘트라스트 비 T_p/T_b 를 결정하였다. 장파장 대역 예지는 차단 상태 투과율이 10%에 도달한 파장으로서 결정되었다. 평균 차단 상태 투과율, 평균 통과 상태 투과율, 콘트라스트 비, 및 장파장 대역 예지가, 각각, 조건들 1 및 2 하에서 형상화된 반사 편광기 1 샘플에 대해 그리고 형상화 전의 (사전형상화된) 샘플에 대해 도 25 내지 도 27에 도시되어 있다. 미국 특허 출원 제62/577474호에서 설명된 바와 같은 MAAC 시스템의 풀다운 공정에서 형상화된 반사 편광기 1 필름에 대한 결과가 비교를 위해 도시되어 있다. 차단 상태 투과율은 풀다운 공정에 비해 본 발명에 따라 형상화된 필름의 경우 상당히 더 낮았던 반면, 통과 상태 투과율은 더 높았고, 콘트라스트 비는 실질적으로 더 높았다. 조건 2를 사용하여 형상화된 샘플의 경우, 콘트라스트 비는 반사 편광기의 대부분에 걸쳐 사전형상화된 샘플보다 더 높았다.

[0237] 동일한 파장 범위에 걸친 평균 차단 상태 투과율 및 통과 상태 투과율과 대응하는 콘트라스트 비를, 또한, 위에 설명된 지점들에서 조건 2를 사용하여 형상화된 샘플에 대해 결정하였고, 그 결과를 필름의 일정 영역에 걸쳐 선형 보간하여 등고선 선도를 생성하였다. 반사 편광기에 수직으로 입사하는 광을 사용하여 측정을 수행하였고, 반사 편광기가 입사광을 향해 불록하도록 반사 편광기를 배향시켰다. 위치들은 각도들 ϕ_x 및 ϕ_y 에 관하여 설명되었으며, 여기에서 $\tan(\phi_x)=X/Z$, $\tan(\phi_y)=Y/X$ 이고, 여기에서 X, Y, Z는 원점이 반사 편광기의 곡률 중심에 있는 직교 좌표들이고, Z는 반사 편광기의 정점에서의 반사 편광기에 대한 법선을 따르고, Y는 정점에서의 차단 축을 따르며, X는 Y에 직교한다. 평균 차단 상태 투과율, 평균 통과 상태 투과율 및 콘트라스트 비의 결과적인 등고선 선도가 각각 도 29 내지 도 31에 도시되어 있다.

[0238] 실시예 2

[0239] 도 2에 예시된 것과 유사한 장치를 사용하여 광학 필름을 형상화시켰다. (몰드(350)에 대응하는) 몰드의 사진이 도 23b에 제공된다. 몰드는 50 mm의 구면 곡률 반경, 100 mm의 제1 (긴) 방향을 따른 직경, 50 mm의 직교하는 제2 방향을 따른 직경, 제1 방향을 따른 200도 및 제2 방향을 따른 73.7도의 곡률 중심에서 이루는 최대 각도, 174.5 mm의 제1 방향을 따른 윤곽선 길이(정점을 통한 측지선을 따른 길이), 제1 방향을 따른 58.7 mm의 최대 처짐 및 대응하는 직경 100 mm(0.587의 제1 S/D 비), 제2 방향을 따른 10 mm의 최대 처짐 및 60 mm의 대응하는 직경(0.167의 제2 S/D 비), 및 4.19의 총 곡률을 가졌다.

[0240] 반사 편광기 1 필름의 64 mm × 1200 mm 폭의 피스를, 긴 방향이 필름의 차단 방향과 정렬된 상태로 절단하였다. 그립들을 680 mm 떨어진 거리로 설정하였고, 내부 롤러들을 230 mm 떨어진 거리(중심으로부터 중심까지 측정됨)로 설정하였으며, 필름을 내부 롤러 위로 그리고 외부 롤러 아래로 통과시키면서 필름을 장치 내에 로딩하였다(외부 롤러 중심을 내부 롤러 밖의 65 mm에 위치시켰고, 내부 롤러와 함께 이동시켰음). 이어서, 올레핀 라이너를 필름으로부터 박리시키고 롤러를 통해 빼내었다. 15 N의 장력을 필름에 인가하였다. 필름을, 필름 아래의 약 150 mm에 위치한 600 W, 125 mm × 125 mm 세라믹 유형 IR 히터(WECO International에 의해 공급됨)를 사용하여 170℃로 가열하였다. 12 mm의 스폿 크기를 갖는 IR 온도 센서를 사용하여 온도를 모니터링하였다. 필름이 설정 온도에 도달하였을 때, 장력을 400 N으로 증가시켰고, 롤러를 105 mm의 중심간 이격 거리로 이동시켰다. 일단 롤러가 제자리에 놓이면, 형틀과 접촉하는 필름의 길이가 도 32 내지 도 34에 특정된 조건들 1 내지 4 중 하나에 대해 도 32에 도시된 바와 같도록 하는 속도로 몰드를 (위로부터) 필름 내로 밀어 넣었다. 형틀 상의 접촉점과 롤러 상의 접촉점 사이의 자유 스패ن 필름 길이(도 1e의 d_1 및 d_2 에 대응함)가 도 33에 예시된 바와 같도록 롤러들의 위치를 조절하였다. 이러한 공정 동안, 그립 상에 장착된 2개의 로드 셀을 사용하여 필름 장력을 모니터링하였고, 그립을 도 34에 특정된 장력을 유지시키도록 이동시켰다. 이러한 공정 동안 필름

상에 IR 열을 유지시켰다. 일단 형틀과 롤러가 그들의 최종 위치에 도달하였으면, 이러한 부분을 필름 내의 임의의 응력을 완화시키는 데 도움을 주기 위해 추가로 60초 동안 IR 히터 위에 유지시켰다. 이어서, 히터를 멀리 이동시켰고, 필름(및 형틀)을 주위 공기 중에서 5분 동안 냉각되도록 허용하였다. 냉각 후에, 필름 장력을 제거하였고, 롤러와 형틀을 분리 이동시켜 형상화된 필름이 기계로부터 제거되도록 허용하였다.

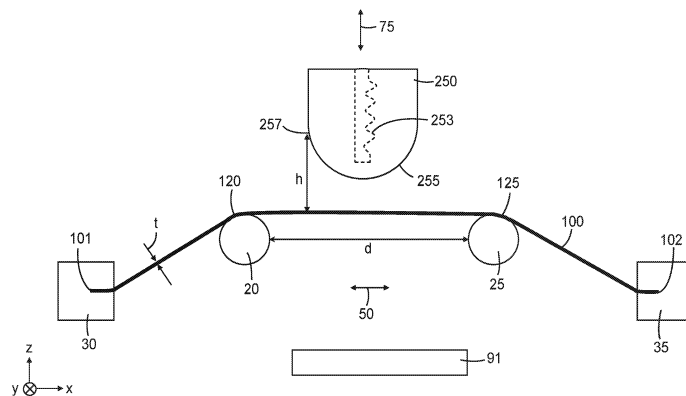
[0241] 제1 방향을 따른 두께(제1 곡선(3010)을 따른 두께에 대응함) 및 제2 방향을 따른 두께(제2 곡선(3020)을 따른 두께에 대응함)를, 구형 팁이 게이지 스탠드 상에 장착된 Mitutoyo 디지털 마이크로미터 헤드를 사용하여 측정하였으며, 이들 두께는 각각 조건들 1 내지 4를 사용하여 형상화된 필름에 대해 도 35 내지 도 38에 도시되어 있다.

[0242] 도면 내의 요소에 대한 설명은 달리 지시되지 않는 한, 다른 도면 내의 대응하는 요소에 동등하게 적용되는 것으로 이해되어야 한다. 특정 실시 형태가 본 명세서에 예시되고 설명되어 있지만, 당업자는 본 발명의 범주로부터 벗어나지 않고서 다양한 대안 및/또는 등가의 구현예가 도시 및 설명된 특정 실시 형태를 대신할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 본 출원은 본 명세서에서 논의된 구체적인 실시 형태의 임의의 개조 또는 변형을 포함하도록 의도된다. 따라서, 본 발명은 오직 청구범위 및 이의 등가물에 의해서만 제한되는 것으로 의도된다.

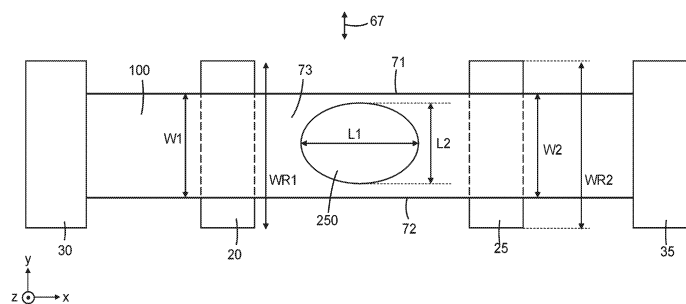
[0243] 전술한 내용에 인용된 모든 참고 문헌, 특허 및 특허 출원은 본 명세서에 전체적으로 일관된 방식으로 참고로 포함된다. 본 출원과 포함되는 참고 문헌의 부분들 사이에 불일치 또는 모순이 있는 경우, 전술한 설명에서의 정보가 우선할 것이다.

도면

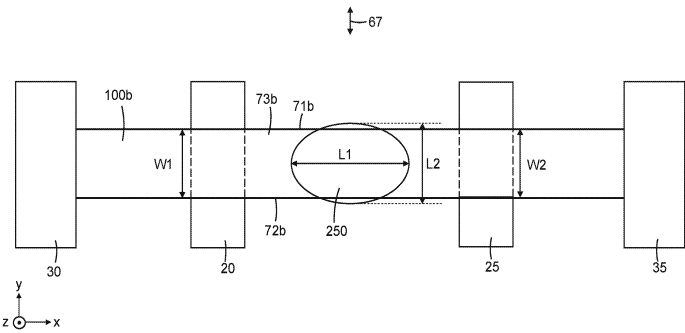
도면1a



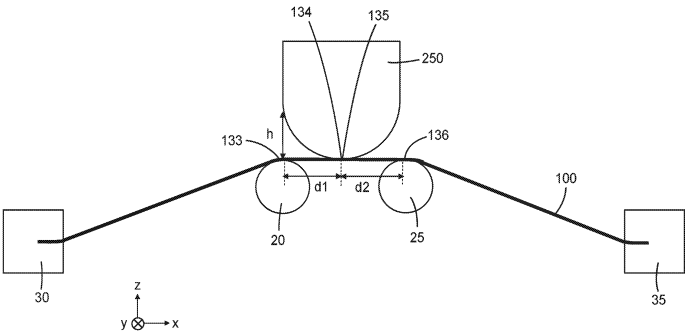
도면1b



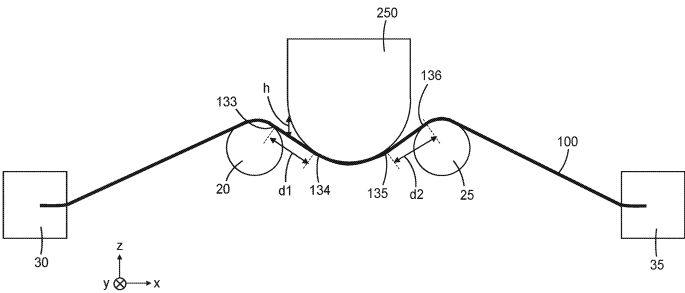
도면1c



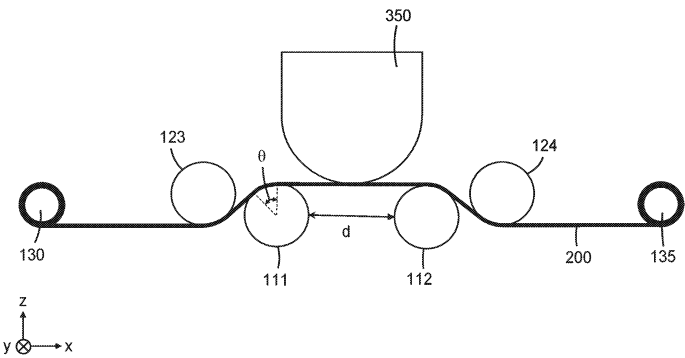
도면1d



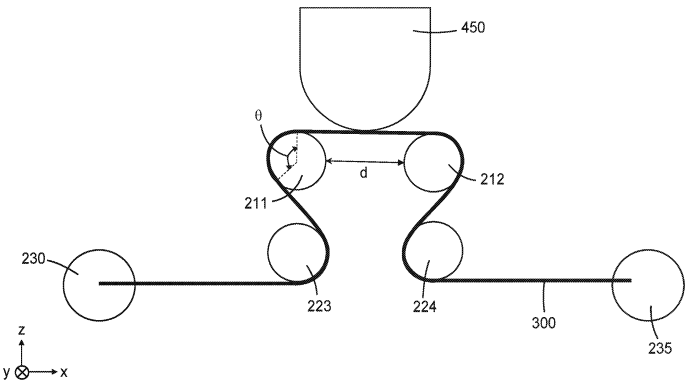
도면1e



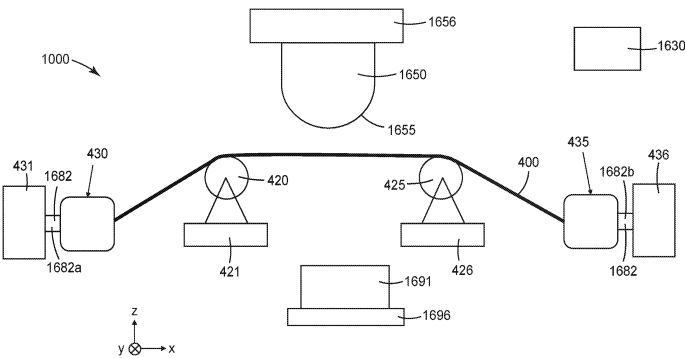
도면2



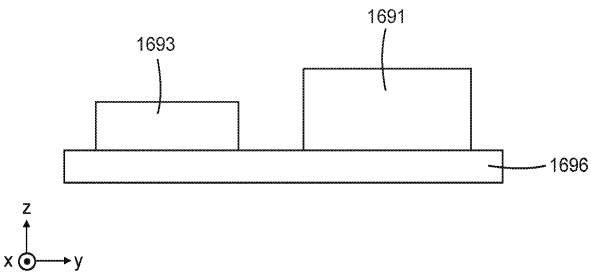
도면3



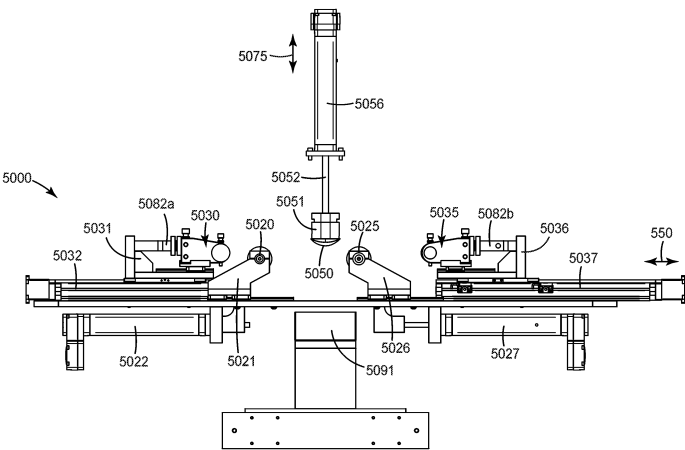
도면4a



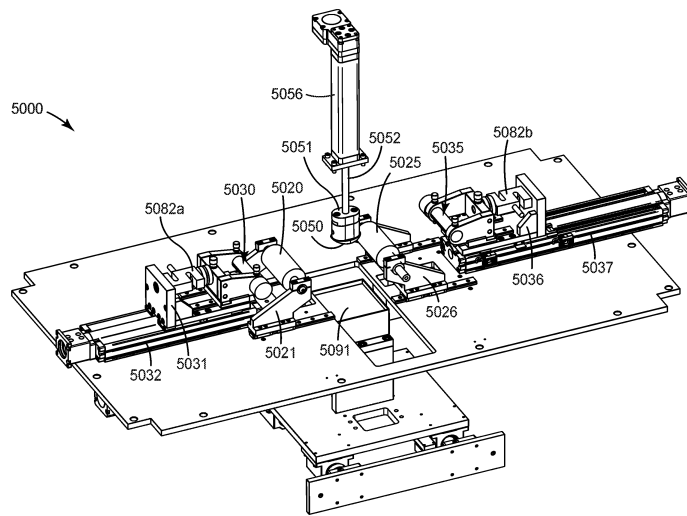
도면4b



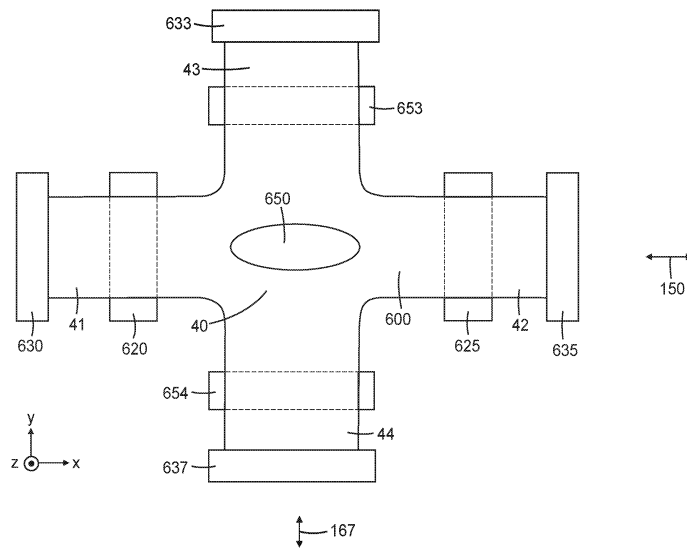
도면5a



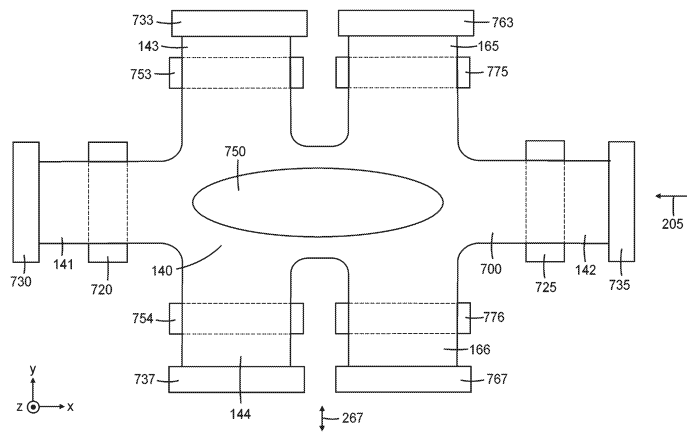
도면5b



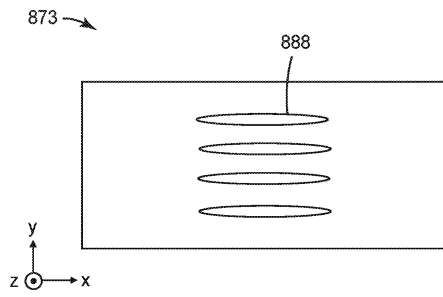
도면6



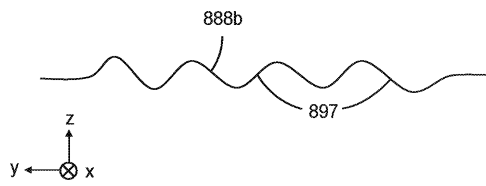
도면7



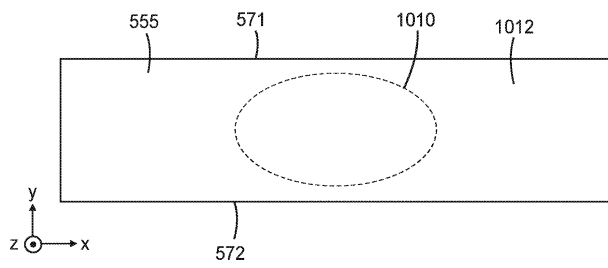
도면8a



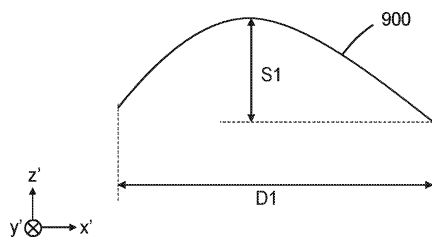
도면8b



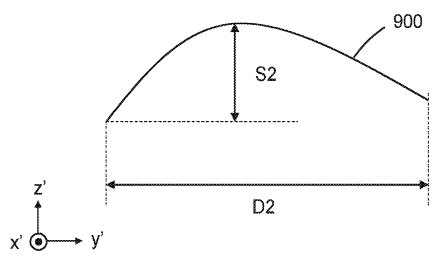
도면8c



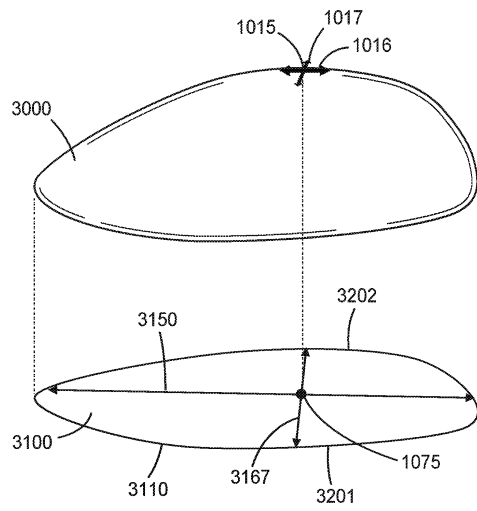
도면9a



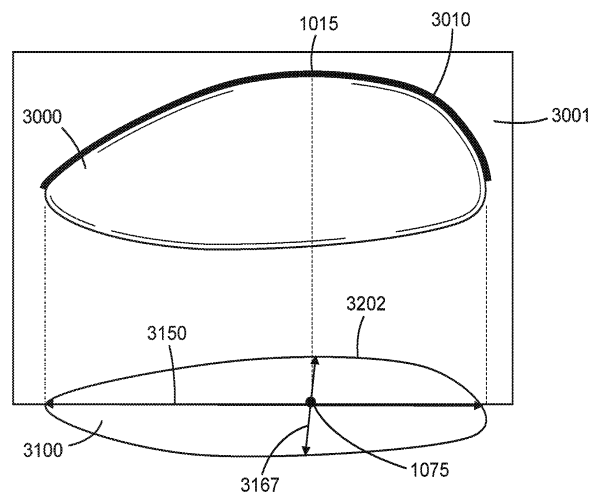
도면9b



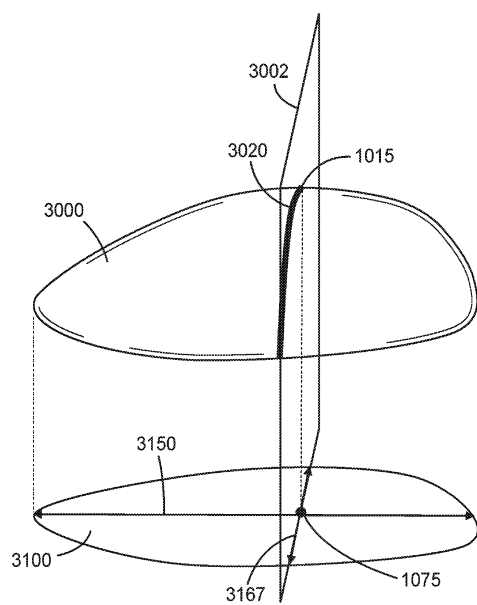
도면10a



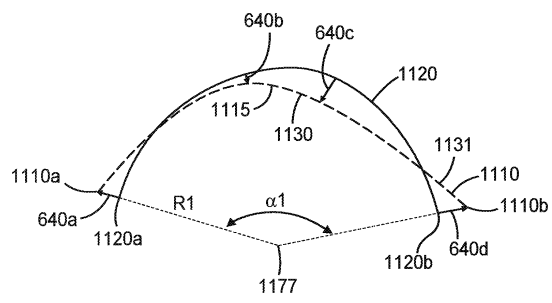
도면10b



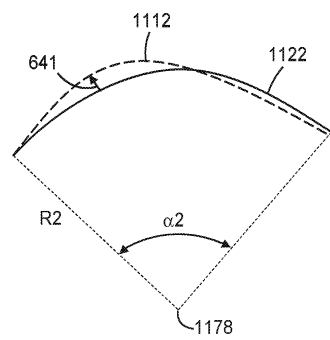
도면10c



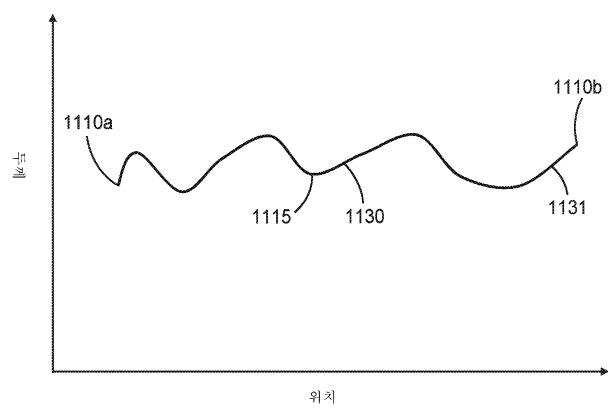
도면11a



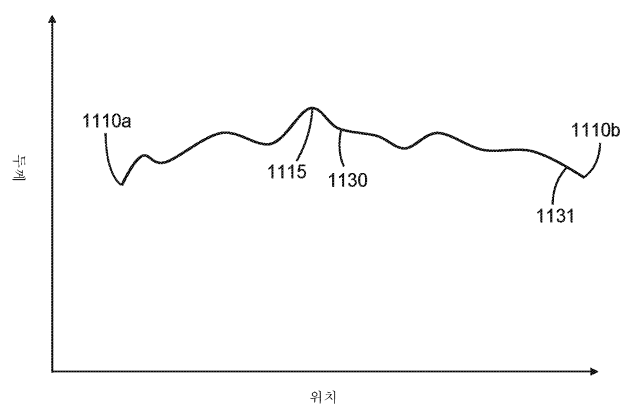
도면11b



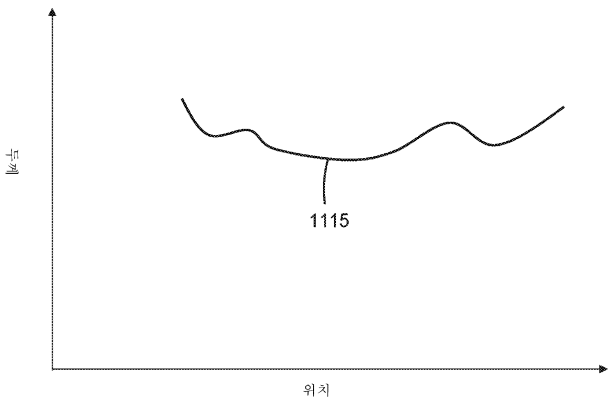
도면11c



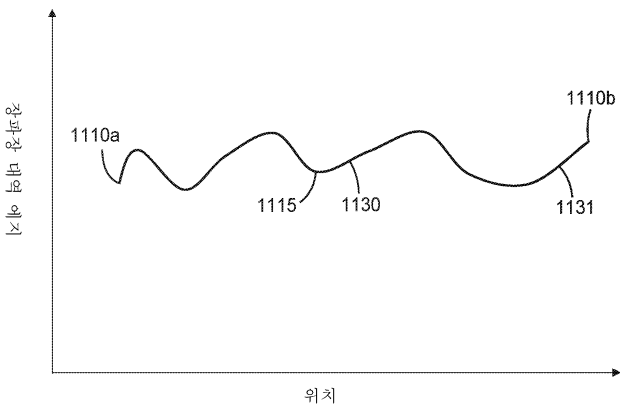
도면11d



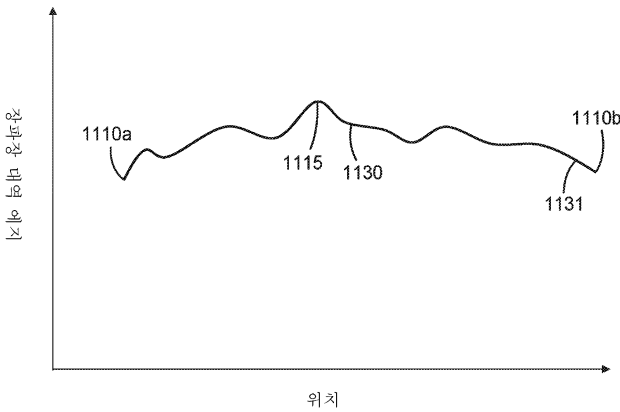
도면11e



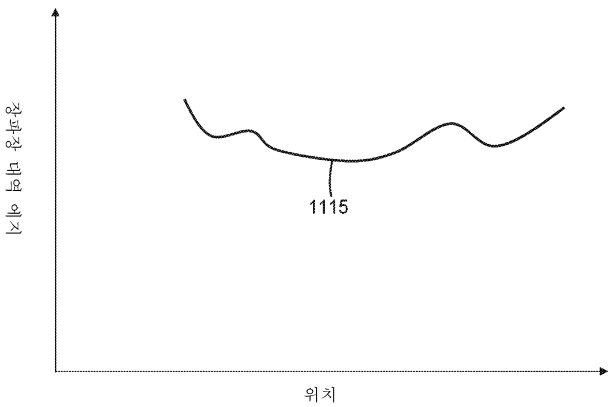
도면11f



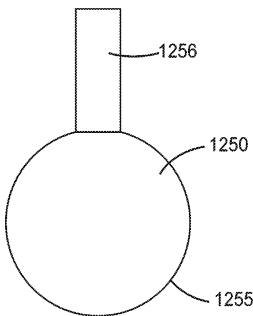
도면11g



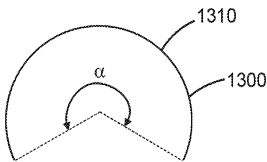
도면11h



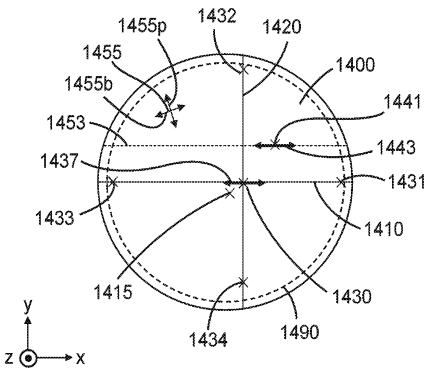
도면12



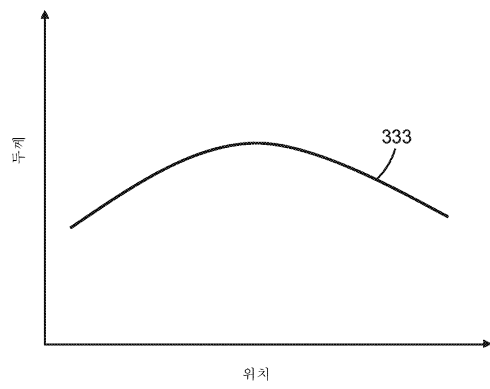
도면13



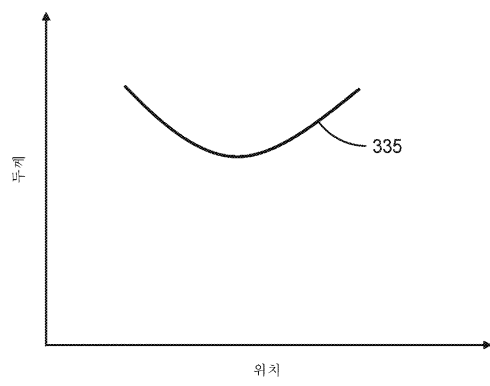
도면14



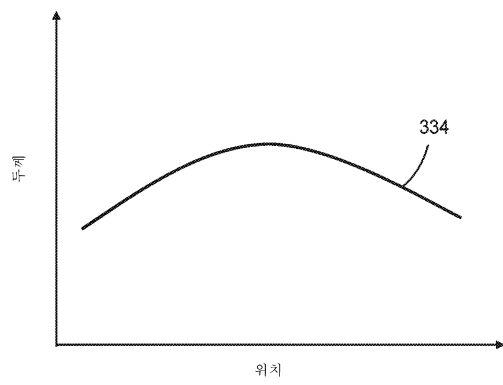
도면15a



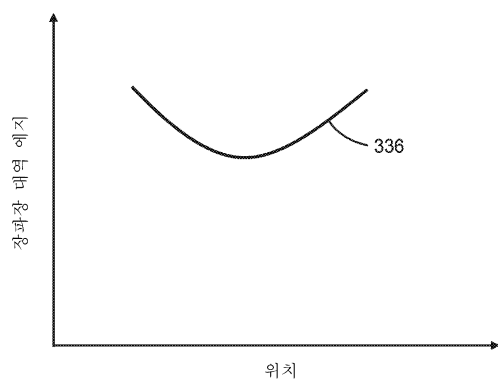
도면15b



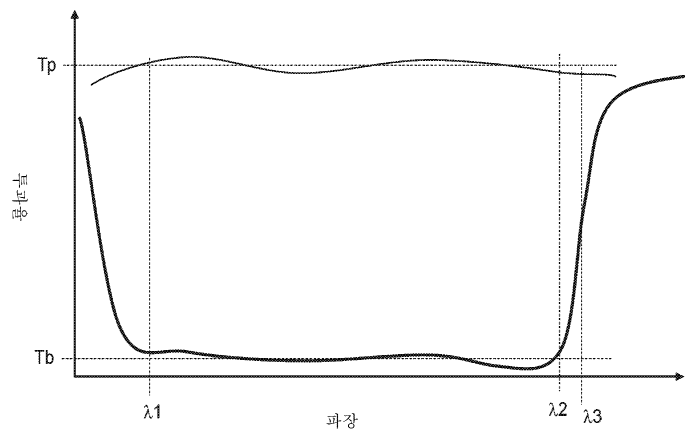
도면15c



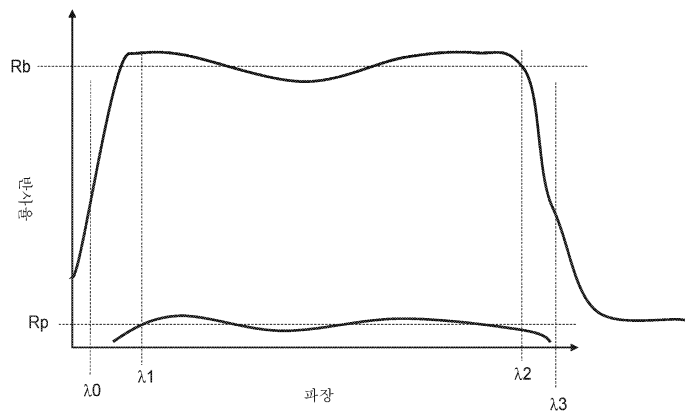
도면15d



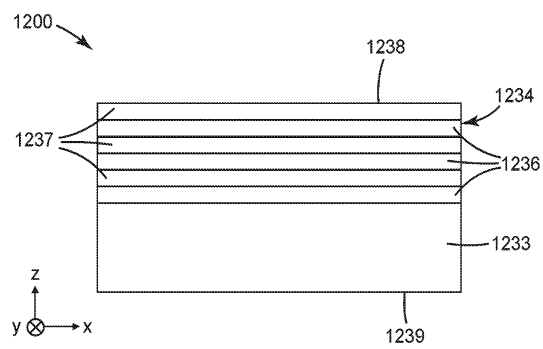
도면16



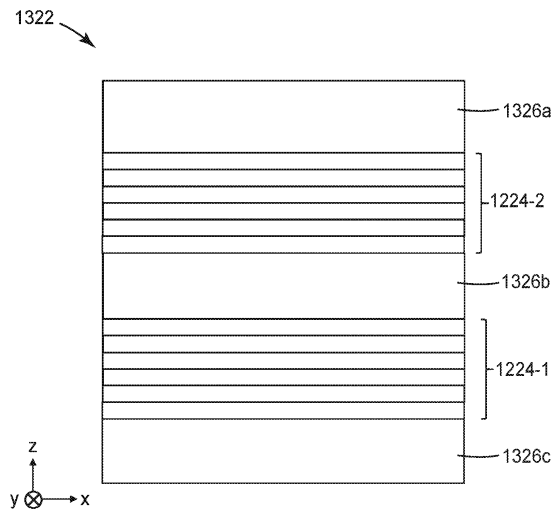
도면17



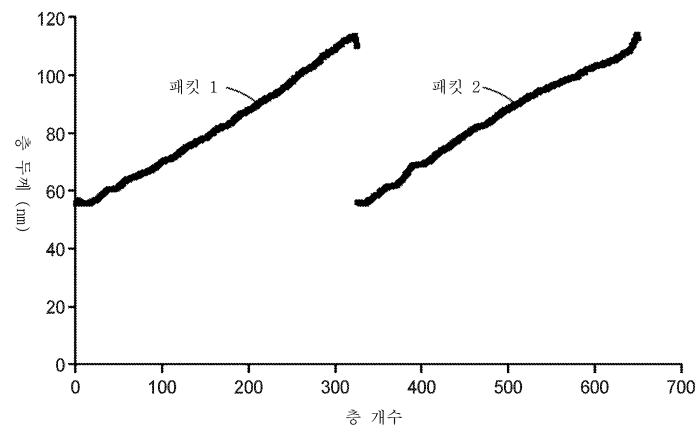
도면18a



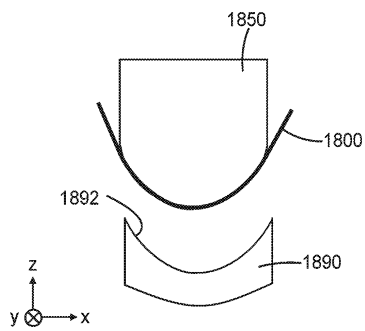
도면18b



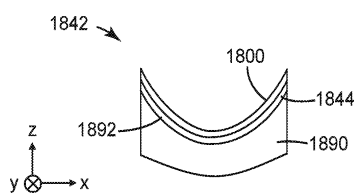
도면19



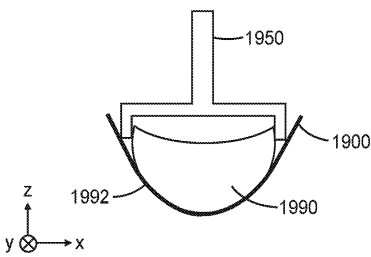
도면20a



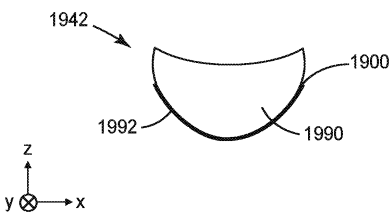
도면20b



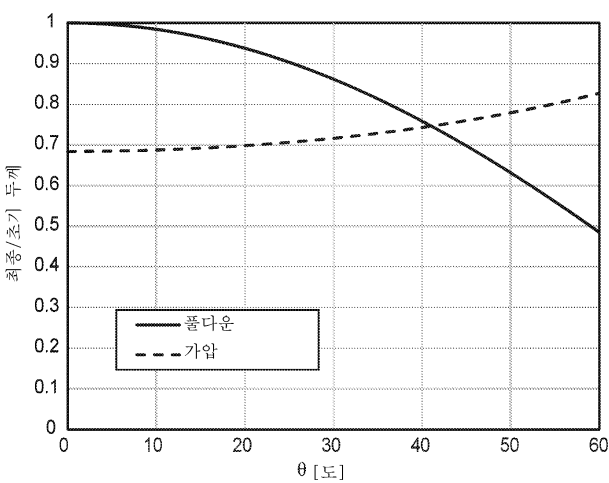
도면21a



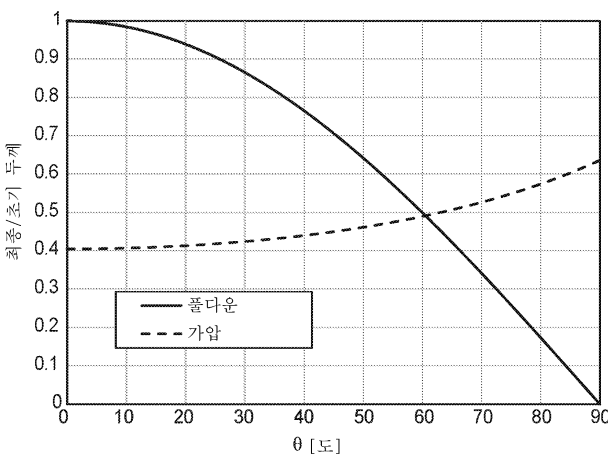
도면21b



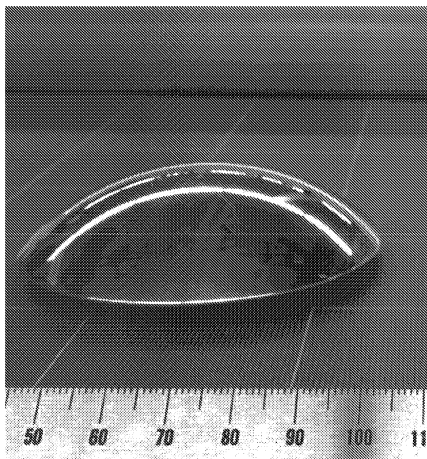
도면22a



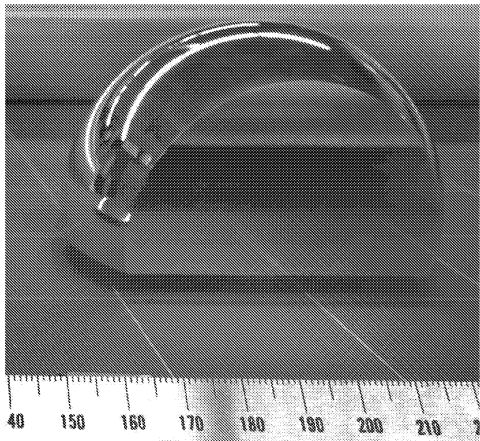
도면22b



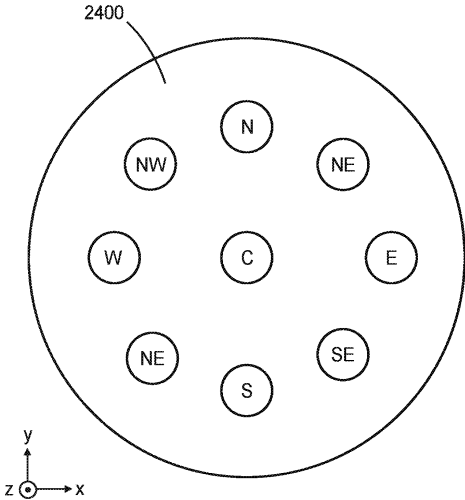
도면23a



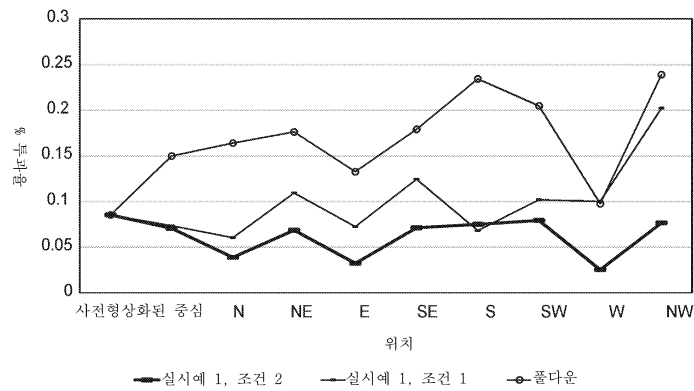
도면23b



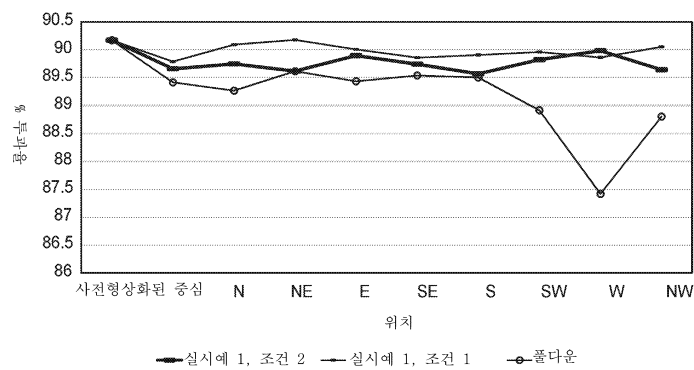
도면24



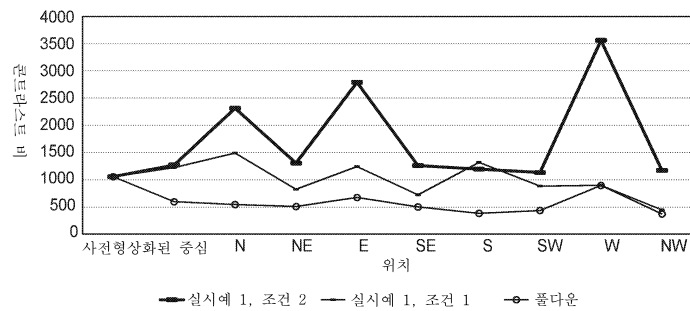
도면25



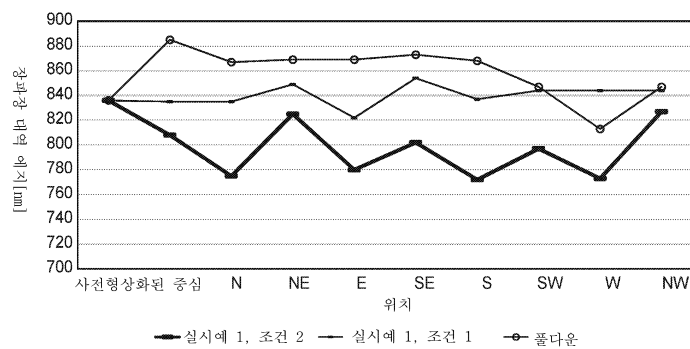
도면26



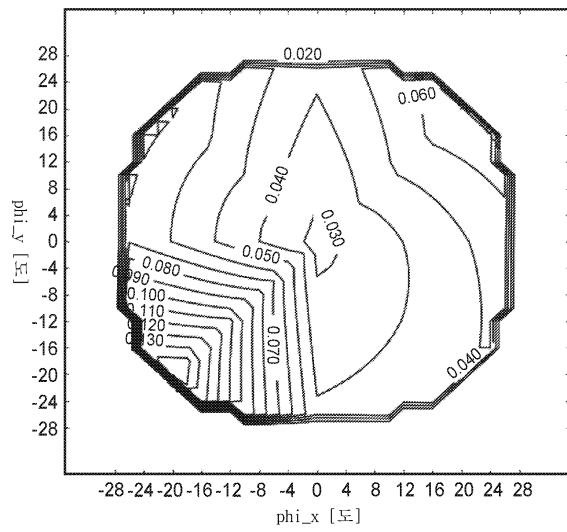
도면27



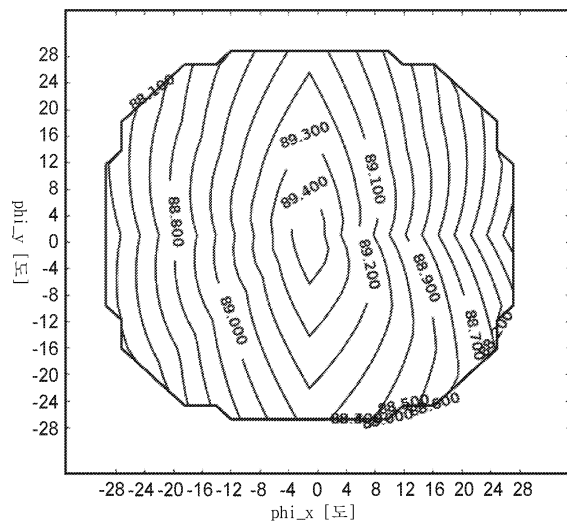
도면28



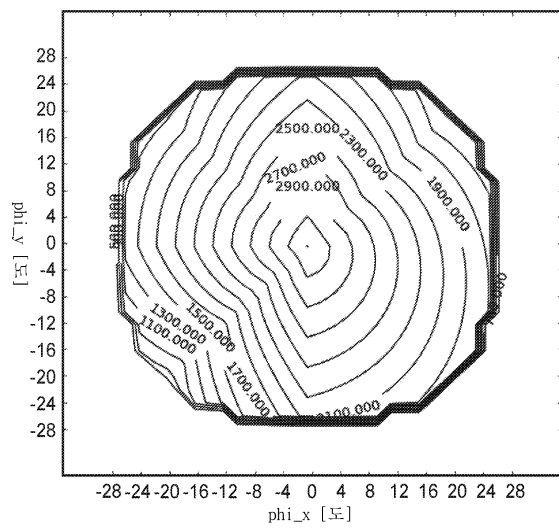
도면29



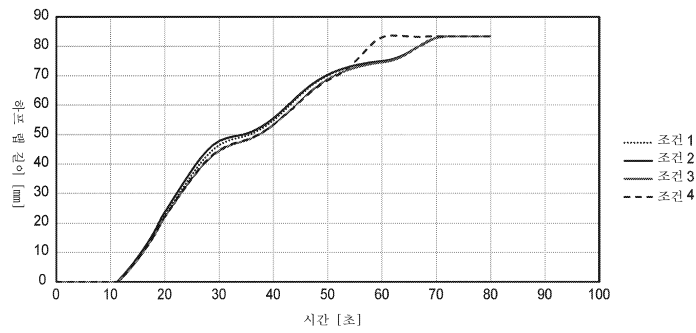
도면30



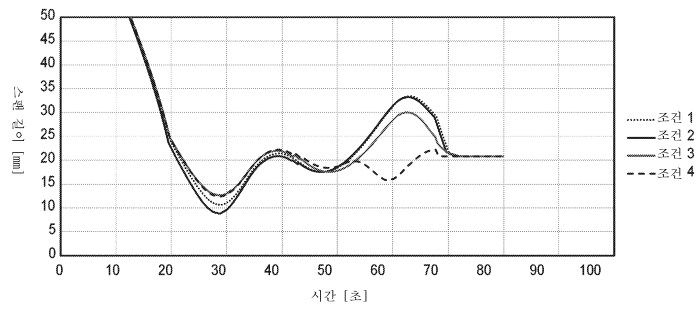
도면31



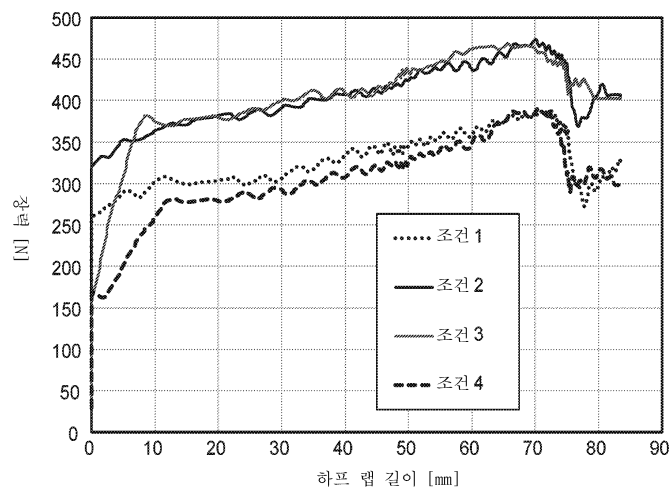
도면32



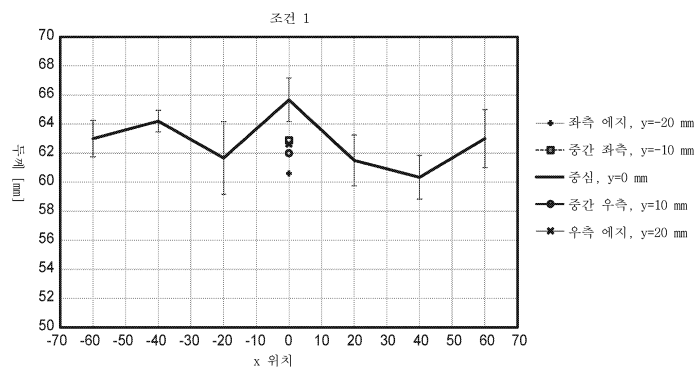
도면33



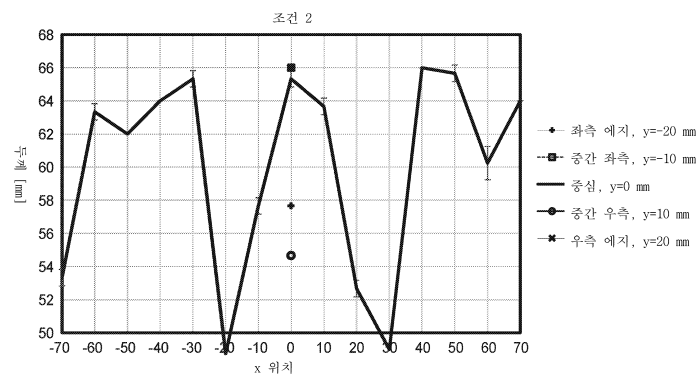
도면34



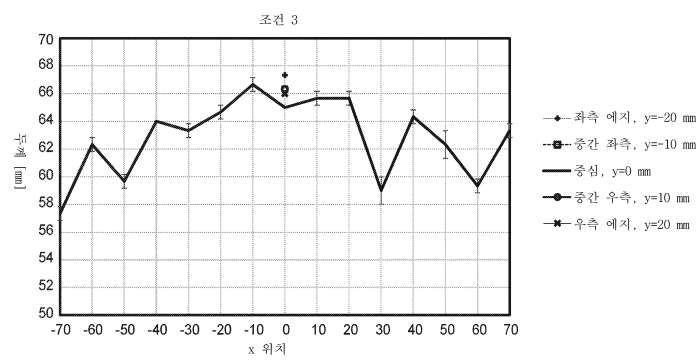
도면35



도면36



도면37



도면38

