



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년09월24일

(11) 등록번호 10-2709744

(24) 등록일자 2024년09월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 5/30 (2022.01) B29D 11/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G02B 5/305 (2013.01)
B29D 11/00548 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-7013057

(22) 출원일자(국제) 2018년10월03일

심사청구일자 2021년09월10일

(85) 번역문제출일자 2020년05월07일

(65) 공개번호 10-2020-0072490

(43) 공개일자 2020년06월22일

(86) 국제출원번호 PCT/US2018/054162

(87) 국제공개번호 WO 2019/079033

국제공개일자 2019년04월25일

(30) 우선권주장

62/574,921 2017년10월20일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020160091359 A*

US20170299898 A1

US20180052328 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박
스 33427 쓰리엠 센터

(72) 발명자

앰버 그레그 에이

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

손백 벤자민 지

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

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 12 항

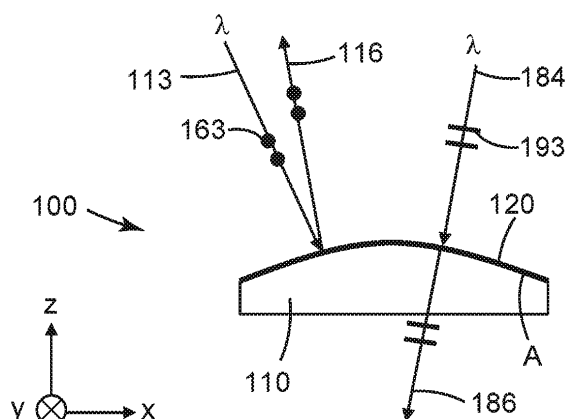
심사관 : 박정욱

(54) 발명의 명칭 광학 조립체

(57) 요약

광학 스택 상에 직접 인서트 성형된 광학 요소를 포함하는 광학 조립체가 제공된다. 광학 스택은 광학 필름을 포함하고, 라이너를 포함할 수 있는데, 이때 광학 필름은 광학 요소와 라이너 사이에 배치된다. 라이너(포함되어 있는 경우)는 광학 필름에 대한 실질적인 손상 없이 광학 필름으로부터 제거가능하다. 광학 필름의 최외각 층은 광학 요소의 주 표면에 확산 접합될 수 있다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

B29D 11/0073 (2013.01)

B29D 11/00865 (2013.01)

(72) 발명자

에터 조 에이

미국 55113 미네소타주 로즈빌 브레너 애비뉴 1960

윙 티모시 엘

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

클론 토마스 피

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

포코니 리차드 제이

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

쿤시 벤자민 알

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

던 더글라스 에스

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

코스탈리크 헨리 에이 4세

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

디그로 크리스토퍼 에스

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

제이콥슨 존 알

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

장 춘지

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

명세서

청구범위

청구항 1

광학 조립체로서, 광학 스택 상에 직접 인서트 성형된 광학 요소를 포함하고,

광학 스택은 광학 필름 및 라이너(liner)를 포함하고,

광학 필름은 광학 요소와 라이너 사이에 배치되고, 광학 필름은 광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키는 복수의 교번하는 중합체 층을 포함하고,

광학 요소에 대한 광학 필름의 접합은, 광학 필름 내의 적어도 한 쌍의 바로 인접한 층들 사이의 층간(interlayer) 접합보다 강하고, 광학 필름은 광학 요소에 확산 접합되고,

라이너는 광학 필름에 대한 실질적인 손상 없이 광학 필름으로부터 제거가능한, 광학 조립체.

청구항 2

제1항에 있어서,

광학 요소는 광학 스택 상에 직접 사출 인서트 성형되고, 광학 요소의 용융 온도는 광학 필름의 유리 전이 온도보다 실질적으로 더 높은, 광학 조립체.

청구항 3

제2항에 있어서, 광학 요소의 용융 온도는 광학 필름의 용융 온도와 동일한, 광학 조립체.

청구항 4

제1항에 있어서, 광학 필름과 라이너 사이에서 광학 필름 상에 보호 코팅이 배치되고, 보호 코팅은 적어도 부분적으로 경화된 조성물을 포함하고, 적어도 부분적으로 경화된 조성물은,

- a) 성분 a) 내지 d)의 총 중량을 기준으로, 3 내지 9의 평균 (메트)아크릴레이트 작용성을 갖는 70 내지 90 중량%의 우레탄 (메트)아크릴레이트 화합물;
- b) 성분 a) 내지 d)의 총 중량을 기준으로, 1 내지 2의 (메트)아크릴레이트 작용성을 갖는 5 내지 20 중량%의 (메트)아크릴레이트 단량체 - (메트)아크릴레이트 단량체는 우레탄 (메트)아크릴레이트 화합물이 아님 -;
- c) 성분 a) 내지 d)의 총 중량을 기준으로, 0.5 내지 2 중량%의 실리콘 (메트)아크릴레이트; 및
- d) 선택적인 유효량의 광개시제를 포함하는, 광학 조립체.

청구항 5

광학 조립체로서,

일체로 형성된 다층 광학 필름; 및

광학 필름 상에 직접 사출 인서트 성형된 제1 광학 요소를 포함하고, 광학 필름은 광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키는 복수의 교번하는 중합체 층을 포함하고, 광학 필름의 총 면적의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 80% 초과와 반사율을 가지며,

제1 광학 요소의 용융 온도는 광학 필름의 유리 전이 온도보다 적어도 50℃ 더 높고, 제1 광학 요소의 용융 온도와 광학 필름의 용융 온도는 10℃ 미만만큼 상이한, 광학 조립체.

청구항 6

광학 조립체로서,

광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키는 복수의 교번하는 중합체 층을 포함하는, 일체로 형성된 다층 광학 필름; 및

광학 필름 상에 직접 인서트 성형된 광학 요소를 포함하고, 광학 필름은 광학 요소에 확산 접합되고,

광학 요소에 대한 광학 필름의 접합은, 광학 필름 내의 적어도 한 쌍의 바로 인접한 층들 사이의 층간(interlayer) 접합보다 강한, 광학 조립체.

청구항 7

광학 조립체로서,

광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키는 복수의 교번하는 중합체 층을 포함하는, 일체로 형성된 다층 광학 필름 - 광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 90% 초과 반사율을 가짐 -; 및

광학 필름 상에 직접 인서트 성형된 광학 요소를 포함하고, 광학 필름은 광학 요소에 확산 접합되는, 광학 조립체.

청구항 8

광학 조립체로서,

광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키는 복수의 교번하는 중합체 층을 포함하는 광학 필름 - 광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 90% 초과 반사율을 가짐 -; 및

광학 필름 상에 직접 인서트 성형된 렌즈를 포함하고, 렌즈는 제1 방향으로의 최대 측방향 치수를 따라 더 많이 변하고 직교하는 제2 방향으로의 최대 측방향 치수를 따라 더 적게 변하는 광학 지연(optical retardance)을 가지며, 렌즈 상의 각각의 위치에서의 광학 지연은 10 nm 이하인, 광학 조립체.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 제1 광학요소는 렌즈이고,

상기 다층 광학 필름은 서로 반대편에 있는 제1 및 제2 주 표면들을 갖고, 제1 주 표면은 렌즈의 제1 면의 제1 부분 상에 배치되고,

렌즈의 제1 면의 제2 부분은 다층 광학 필름의 제2 주 표면과 실질적으로 동일 평면에 있는, 광학 조립체.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 광학 요소는 렌즈이고,

렌즈는 광학 스택의 에지 둘레를 적어도 부분적으로 감싸는, 광학 조립체.

청구항 11

제5항에 있어서,

상기 제1 광학 요소는 만곡된 리세스(recess)를 내부에 한정하는 제1 주 표면을 갖는 렌즈이고,

상기 다층 광학 필름은 만곡된 리세스에 접착되고 그에 순응하는, 광학 조립체.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 광학 요소는 렌즈이고,

상기 광학 필름에서, 광학 필름의 총 면적의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일

한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 80% 초과와 반사율을 가지고,

상기 렌즈는 렌즈의 주 표면의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치에서 10 nm 이하의 광학 지연을 가지며, 제1 렌즈 위치에서의 렌즈 두께는 제2 렌즈 위치에서의 렌즈 두께보다 적어도 20% 더 큰, 광학 조립체.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

발명의 설명

배경 기술

[0001] 다양한 응용에서, 광학 필름이 광학 요소 상에 배치될 수 있다.

발명의 내용

[0002] 본 발명의 일부 태양에서, 광학 스택 상에 직접 인서트 성형된 광학 요소를 포함하는 광학 조립체가 제공된다. 광학 스택은 광학 필름 및 라이너(liner)를 포함하며, 광학 필름은 광학 요소와 라이너 사이에 배치된다. 라이너는 광학 필름에 대한 실질적인 손상 없이 광학 필름으로부터 제거가능하다.

[0003] 본 발명의 일부 태양에서, 일체로 형성된 다층 광학 필름, 및 광학 필름 상에 직접 사출 인서트 성형된 제1 광학 요소를 포함하는 광학 조립체가 제공된다. 광학 필름은, 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키는 복수의 교번하는 중합체 층을 포함한다. 광학 필름의 총 면적의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치는, 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 80% 초과와 반사율을 갖는다. 제1 광학 요소의 용융 온도는 광학 필름의 유리 전이 온도보다 실질적으로 더 높다.

[0004] 본 발명의 일부 태양에서, 일체로 형성된 다층 광학 필름, 및 광학 필름 상에 직접 인서트 성형된 광학 요소를 포함하는 광학 조립체가 제공된다. 광학 필름은, 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키는 복수의 교번하는 중합체 층을 포함한다. 광학 필름은 광학 요소에 확산 접합된다. 광학 요소에 대한 광학 필름의 접합은, 광학 필름 내의 적어도 한 쌍의 바로 인접한 층들 사이의 층간(interlayer) 접합보다 강하다.

[0005] 본 발명의 일부 태양에서, 일체로 형성된 다층 광학 필름, 및 광학 필름 상에 직접 인서트 성형된 광학 요소를 포함하는 광학 조립체가 제공된다. 광학 필름은 광학 요소에 확산 접합된다. 광학 필름은, 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키는 복수의 교번하는 중합체 층을 포함한다. 광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는, 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 90% 초과와 반사율을 갖는다.

[0006] 본 발명의 일부 태양에서, 광학 필름, 및 광학 필름 상에 직접 인서트 성형된 렌즈를 포함하는 광학 조립체가 제공된다. 광학 필름은, 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키는 복수의 교번하는 중합체 층을 포함한다. 광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는, 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 90% 초과와 반사율을 갖는다. 렌즈는 제1 방향으로의 최대 측방향 치수를 따라 더 많이 변하고 직교하는 제2 방향으로의 최대 측방향 치수를 따라 더 적게 변하는 광학 지연(optical retardance)을 갖는다. 렌즈 상의 각각의 위치에서의 광학 지연은 약 10 nm 이하이다.

[0007] 본 발명의 일부 태양에서, 렌즈, 및 서로 반대편에 있는 제1 및 제2 주 표면들 - 제1 주 표면은 렌즈의 제1 면의 제1 부분 상에 배치됨 - 을 갖는 다층 광학 필름을 포함하는 광학 조립체가 제공된다. 다층 광학 필름의 총 면적의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치는, 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 80% 초과와 반사율을 갖는다. 렌즈의 제1 면의 제2 부분은 다층 광학 필름의 제2 주 표면과 실질적으로 동일 평면에 있다.

- [0008] 본 발명의 일부 태양에서, 렌즈, 및 렌즈의 주 표면 상에 배치된 광학 스택을 포함하는 광학 조립체가 제공된다. 렌즈는 광학 스택의 에지 둘레를 적어도 부분적으로 감싼다.
- [0009] 본 발명의 일부 태양에서, 광학 조립체는, 만곡된 리세스(recess)를 내부에 한정하는 제1 주 표면을 갖는 렌즈, 및 만곡된 리세스에 접촉되고 그에 순응하는 다층 광학 필름을 포함한다.
- [0010] 본 발명의 일부 태양에서, 광학 필름, 및 광학 필름 상에 직접 사출 성형된 렌즈를 포함하는 광학 조립체가 제공된다. 광학 필름의 총 면적의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치는, 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 80% 초과와 반사율을 갖는다. 렌즈는, 렌즈의 주 표면의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치에서 약 10 nm 이하의 광학 지연을 갖는다. 제1 렌즈 위치에서의 렌즈 두께는 제2 렌즈 위치에서의 렌즈 두께보다 적어도 약 20% 더 크다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1a 및 도 1b는 광학 조립체의 개략적인 단면도이다.
- 도 1c는 광학 요소의 개략적인 단면도이다.
- 도 2는 광학 스택의 개략적인 단면도이다.
- 도 3은 광학 필름의 개략적인 단면도이다.
- 도 4a는 광학 스택의 개략적인 단면도이다.
- 도 4b는 도 4a의 광학 스택의 개략적인 저면도이다.
- 도 4c 및 도 4d는 광학 스택의 개략적인 단면도이다.
- 도 5a 및 도 5b는 광학 조립체의 개략적인 단면도이다.
- 도 5c는 렌즈의 개략적인 단면도이다.
- 도 5d는 도 5c의 렌즈의 개략적인 상면도이다.
- 도 6a 및 도 6b는 광학 조립체의 개략적인 단면도이다.
- 도 7a 내지 도 7e는 광학 요소를 광학 필름 상으로 사출 인서트 성형하기 위한 공정을 예시한다.
- 도 8a 내지 도 8c는 광학 조립체의 개략적인 단면도이다.
- 도 9는 광학 요소의 개략적인 단면도이다.
- 도 10은 렌즈의 개략적인 상면 평면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 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.
- [0013] 광학 요소 상에 광학 필름을 배치하는 것이 요구되는 매우 다양한 응용이 있다. 예를 들어, 디스플레이는, 광학 필름이 프리즘의 빔면 상에 배치되는 편광 빔 스플리터(polarizing beam splitter, PBS)를 이용할 수 있다. 광학 필름은, 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키는 다층 중합체 광학 필름일 수 있다. 다른 예로서, 디스플레이 시스템은, 예를 들어, 미국 특허 제9,557,568호(Ouderkirk 등)에 기재된 바와 같이 서로 인접하게 배치되며 서로로부터 이격된 부분 반사기 및 반사 편광기를 포함하는 절첩형 광학계 시스템을 이용할 수 있다. 일부 경우에, 반사 편광기를 렌즈의 주 표면 상에 배치하는 것이 요구된다.
- [0014] 본 발명의 광학 조립체는 전형적으로, 광학 렌즈와 같은 광학 요소 상에 배치된, 일체로 형성된 다층 광학 필름과 같은 광학 필름을 포함한다. 예를 들어, 광학 필름은 양면 볼록(biconvex) 렌즈, 평볼록(plano-convex) 렌즈, 정의 메니스커스(positive meniscus) 렌즈, 부의 메니스커스(negative meniscus) 렌즈, 평오목(plano-concave) 렌즈, 또는 양면 오목(biconcave) 렌즈의 어느 하나의 주 표면 상에 배치될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 요소는 광학 필름 상에 사출 성형되어서, 광학 필름과 광학 요소 사이에 확산 접합이 형성되도록 한

다. 일부 실시 형태에서, 확산 접합은, 광학 필름 내의 인접한 층들 사이의 층간 접합보다 강하다. 일부 실시 형태에서, 인서트 성형 공정으로부터 생성되는 광학 요소는 10 nm 미만의 광학 복굴절을 가지며, 일부 실시 형태에서, 광학 복굴절은 일 방향을 따르는 것이 직교 방향을 따르는 것보다 많이 변한다.

[0015] 도 1a는 광학 요소(110) 및 광학 스택(120)을 포함하는 광학 조립체(100)의 개략적인 단면도이다. 일부 실시 형태에서, 광학 요소(110)는 광학 스택(120) 상에 직접 인서트 성형된다. 광학 스택을 몰드 내로 인서트하고 이어서 광학 스택 상으로 광학 요소를 성형함으로써 광학 스택 상에 광학 요소가 인서트 성형될 수 있다. 인서트 성형은 사출 인서트 성형, 압축 인서트 성형 또는 일부 다른 형태의 인서트 성형일 수 있다. 전형적으로, 광학 요소(110)를 형성하는 재료는, 그것이 광학 스택(120)과 접촉할 때 용융되어, 재료가 임의의 추가의 접착제 층을 포함하지 않고서 광학 스택(120)과의 적합한 접합을 형성하도록 하는 것이 바람직하다. 일부 실시 형태에서, 광학 요소(110)를 형성하는 재료 및 광학 스택(120)의 최외각 표면을 형성하는 재료는, 광학 스택(120)과 광학 요소(110) 사이에 적합한 확산 접합이 형성되도록 서로 상용성(compatible)인 것으로 선택된다. 예를 들어, 일부 실시 형태에서, 광학 요소(110)를 형성하는 재료 및 광학 요소(110)에 대면하는 광학 스택(120)의 최외각 표면을 형성하는 재료에 대해 유사한 중합체, 또는 달리 상용성인 것(예컨대, 부분적으로 혼화성인 것)이 사용된다. 유사한 중합체 또는 상용성인 중합체는, 예를 들어, 대략 동일한 용점(예컨대, 50℃ 이내, 또는 30℃ 이내, 또는 20℃ 이내, 또는 10℃ 이내)을 가질 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 스택(120)은 복수의 교번하는 중합체 층을 포함하는 광학 필름을 포함하고, 광학 요소(110)에 대한 광학 필름의 접합은 광학 필름 내의 적어도 한 쌍의 바로 인접한 층들 사이의 층간 접합보다 강하다.

[0016] 일부 실시 형태에서, 광학 요소(110)는 렌즈이다. 일부 실시 형태에서, 렌즈는 적어도 하나의 방향에서의 광학 굴절력을 갖는다. 예를 들어, 광학 요소(110)는 하나의 방향(예컨대, x-방향)에서의 광학 굴절력을 갖는 원통형 렌즈, 또는 2개의 방향(예컨대, x-방향 및 y-방향)에서의 광학 굴절력을 갖는 구면 또는 비구면 렌즈일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 다른 유형의 광학 요소가 사용될 수 있다. 예를 들어, 광학 요소는 프리즘일 수 있고, 광학 스택(120)은 프리즘의 면(예컨대, 만곡되거나 또는 실질적으로 평면인 빔면) 상에 배치될 수 있다.

[0017] 일부 실시 형태에서, 광학 스택(120)은 광학 요소(110)의 만곡된 주 표면 상에 배치되고, 일부 실시 형태에서, 광학 스택(120)은 광학 요소(110)의 실질적으로 평면인 주 표면 상에 배치된다. 광학 스택(120)은 광학 요소(110)의 만곡된 주 표면 상에 배치되어, 광학 요소(110)의 제1 만곡된 주 표면 상의 적어도 하나의 위치가 2개의 상호 직교하는 방향(예컨대, x-방향 및 y-방향) 각각에서 약 6 mm 내지 약 1000 mm 범위의 곡률 반경을 갖도록 할 수 있다. 최적합 구체(best-fit sphere)가 약 2000 mm 초과인 반경을 갖는 경우, 표면은 실질적으로 평면형인 것으로 기술될 수 있다.

[0018] 광학 스택(120)은 광학 필름일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 미러 필름이고, 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 반사 편광기이다. 반사 편광기의 예는 다층 중합체 필름 반사 편광기 및 와이어-그리드 편광기를 포함하며, 와이어-그리드 편광기는, 일반적으로 반사 편광기의 차단축(block axis)으로 연장되며 중합체 기재일 수 있는 기재 상에 배치되는 와이어를 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 스택(120)은, 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키는 복수의 교번하는 중합체 층을 포함하는 일체로 형성된 다층 광학 필름이다. 일부 실시 형태에서, 광학 스택(120)은, 일체로 형성된 다층 광학 필름, 및 다층 광학 필름과 일체가 아닌 적어도 하나의 추가 층을 포함한다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 제2 요소와 "일체로 형성된" 제1 요소란, 제1 및 제2 요소들이 별도로 제조된 후에 후속하여 결합되기보다는 오히려 함께 제조되는 것을 의미한다. 일체로 형성되는 것은, 제1 요소를 제조하는 것, 이어서 제1 요소 상에 제2 요소를 제조하는 것을 포함한다. 복수의 층을 포함하는 광학 필름(예컨대, 반사 편광기)은, 층들이 별도로 제조된 후 후속하여 결합되기보다는 오히려 함께 제조되는(예컨대, 용융물 스트림으로서 조합되고 이어서 냉각 롤 상으로 캐스팅되어 층들 각각을 갖는 캐스트 필름을 형성하고, 이어서 캐스트 필름을 배향하는) 경우 일체로 형성된다. 일체로 형성된 다층 광학 필름과 일체가 아닌 추가 층이란, 추가 층이 다층 광학 필름과 일체로 형성되지 않음을 의미한다. 예를 들어, 추가 층은 별도로 형성된 후 후속하여 다층 광학 필름에 접착될 수 있다(예컨대, 광학적으로 투명한 접착제를 이용하여 라미네이팅될 수 있다).

[0019] 일부 실시 형태에서, 광학 스택 또는 광학 스택 내에 포함된 광학 필름은 미러 필름(예컨대, 가시 미러 또는 적외선 미러) 또는 반사 편광기 필름이다. 도 1a의 광학 스택(120)은 반사 편광기로 도시되어 있고, 도 1b의 광학 스택(120b)은 미러로 도시되어 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 스택(120) 또는 광학 스택(120) 내에 포함된 광학 필름의 총 면적의 적어도 약 80%, 또는 적어도 약 90%, 또는 적어도 약 95%, 또는 전부에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 80% 초과, 또는 약 90% 초과, 또는 약 95% 초과인 반사율을 갖는다. 사전결정된 파장은 사전결정된 파장 범위 내의 임의의 또는 모든

파장일 수 있다. 사전결정된 파장 범위는 가시 범위(400 nm 내지 700 nm)일 수 있고/있거나 적외선 및/또는 자외선 파장을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 사전결정된 파장은 약 550 nm이다.

[0020] 일부 실시 형태에서, 광학 스택(120) 또는 광학 스택(120) 내에 포함된 광학 필름의 총 면적의 적어도 약 80%, 또는 적어도 90%, 또는 적어도 약 95%, 또는 전부에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 제1 편광 상태에 직교하는 동일한 제2 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 80% 초과, 또는 약 90% 초과, 또는 약 95% 초과를 반사율을 갖는다.

[0021] 편광 상태는, 수직 입사광에 대해 광학 필름에 접하는 축을 정의하는 전기장 벡터의 방향에 의해 특징지어질 수 있다. 광학 필름 상의 2개의 상이한 위치에서의 수직 입사광의 전기장을 따른 광학 필름 또는 광학 스택에 접하는 축이 일정 곡선을 따라 광학 필름과 각각 교차하는 평행한 평면 내에 있는 경우, 편광 상태는 동일한 것으로 간주될 수 있다. 광학 필름 또는 광학 스택에 접하고 광학 필름 상의 2개의 상이한 위치에서의 수직 입사광의 전기장에 수직인 축이 일정 곡선을 따라 광학 필름과 각각 교차하는 평행한 평면 내에 있는 경우, 편광 상태는 또한 동일한 것으로 간주될 수 있다. 예를 들어, 마이너스 z -방향에 평행하게 이동하고 광학 스택(120)의 정점(가장 큰 z -좌표를 갖는 지점)에 입사하는 광은, y -방향을 따른 전기장을 갖는 제1 편광 상태 및 x -방향을 따른 전기장을 갖는 제2 편광 상태를 가질 수 있다. 광선(113)의 제1 편광 상태(163)는, 정점에 입사하는 광의 제1 편광 상태와 동일한데, 그 이유는 입사 지점에서의 전기장 벡터가 두 경우 모두에서 y - z 평면에 평행한 평면 내에 있기 때문이다. 광선(184)의 제2 편광 상태(193)는, 정점에 입사하는 광의 제2 편광 상태와 동일한데, 그 이유는 입사 지점에서의 전기장 벡터가, 두 경우 모두에서 y - z 평면에 평행한 평면 내에 있고 광학 필름에 접하는 축(y -축에 평행함)에 직교하기 때문이다.

[0022] 일부 실시 형태에서, 광학 스택(120)은 광학 필름을 포함하며, 여기서 광학 필름은, 사전결정된 파장 및 차단 편광 상태를 갖는 수직 입사광을 실질적으로 반사하고 사전결정된 파장 및 직교하는 통과 편광 상태를 갖는 수직 입사광을 실질적으로 투과시키는 반사 편광기이다. 실질적으로 반사하는 것은 적어도 60%의 반사율을 의미하는 것으로 이해될 수 있으며, 실질적으로 투과시키는 것은 적어도 60%의 투과율을 의미하는 것으로 이해될 수 있다. 반사 편광기의 차단 편광 상태는 반사 편광기를 통한 최저 투과율을 갖는 편광 상태로서 기술될 수 있고, 통과 편광 상태는 직교하는 편광 상태이다. 반사 편광기의 중심에서의 차단 편광 상태는 제1 편광 상태일 수 있다. 차단 편광 상태는, 예를 들어, 광학 필름을 만족된 형상으로 열성형함으로써 유도되는 변화로 인해 제1 편광 상태에서부터 중심 위치에서 멀어지게 변할 수 있다(예컨대, 차단축은 평면에서 볼 때 약 5도 미만, 또는 약 2도 미만만큼 변할 수 있다).

[0023] 사전결정된 파장(λ)을 갖는 광선(113)은 제1 편광 상태(163)에서 광학 스택(120) 상에 대략 수직으로 입사하고, 광학 스택(120)으로부터 반사된 광선(116)으로서 반사된다. 예시를 용이하게 하기 위해 0이 아닌 작은 입사각이 도시되어 있다. 이 경우에, 광선(116)은 광학 스택(120)으로부터 전적으로 반사하는 것(100%의 반사율 및 0%의 투과율)으로 개략적으로 예시되지만, 광학 스택(120)은 100% 미만의 반사율을 가질 수 있고, 제1 편광 상태(163)에서의 일부 광이 광학 스택(120)을 통하여 투과될 수 있다. 사전결정된 파장(λ)을 갖는 광선(184)은 제2 편광 상태(193)에서 광학 스택(120) 상에 대략 수직으로 입사하고, 광학 스택(120)을 통하여 투과된 광선(186)으로서 투과된다. 이 경우에, 광선(184)은 광학 스택(120)으로부터 전적으로 투과되는 것(100%의 투과율 및 0%의 반사율)으로 개략적으로 예시되지만, 광학 스택(120)은 100% 미만의 투과율을 가질 수 있고, 제2 편광 상태(193)에서의 일부 광이 (예컨대, 프레넬 반사로 인해) 광학 스택(120)으로부터 반사될 수 있다. 제1 편광 상태(163)는 광학 스택(120) 내의 반사 편광기의 차단 편광 상태일 수 있거나, 또는 대략 그러할 수 있다(예컨대, 평면에서 볼 때 제1 편광 상태(163)의 축의 2도 이내의 차단축). 제2 편광 상태(193)는 광학 스택(120) 내의 반사 편광기의 통과 편광 상태일 수 있거나, 또는 대략 그러할 수 있다(예컨대, 평면에서 볼 때 제2 편광 상태의 축의 2도 이내의 통과축).

[0024] 다른 실시 형태에서, 광학 스택(120)은, 제1 편광 상태(163) 및 제2 편광 상태(193) 둘 모두를 실질적으로 반사시키는 미러 필름을 포함한다. 이는, 광학 스택(120)이 광학 스택(120b)으로 대체된 것을 제외하고는 광학 조립체(100)와 유사한 광학 조립체(100b)를 도시하는 도 1b에 예시되어 있다. 광학 조립체(100b)는, 제2 편광 상태(193)에 대한 반사 및 투과 특성을 제외하고는 광학 조립체(100)에 대해 기술된 특성을 가질 수 있다. 도 1b의 경우에, 광선(184)은 광학 스택(120b)으로부터 전적으로 반사하는 것(100%의 반사율 및 0%의 투과율)으로 개략적으로 예시되지만, 광학 스택(120b)은 100% 미만의 반사율을 가질 수 있고, 제2 편광 상태(193)에서의 일부 광이 광학 스택(120b)을 통하여 투과될 수 있다. 광학 스택(120, 120b)은, 각각의 광학 스택의 반사율 및 투과율을 실질적으로 결정하는 광학 필름을 포함할 수 있다.

- [0025] 반사율 및/또는 투과율은 광학 스택 또는 광학 필름의 총 면적의 일부 특정 분율인 면적 A에 걸쳐 특정될 수 있다. 예를 들어, 면적 A는 총 면적의 적어도 약 80%일 수 있고, 예를 들어 광학 스택의 주연부 부근의 총 면적의 20%를 배제할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 면적 A는 광학 스택(120 또는 120b)의 총 면적이거나 또는 광학 스택 내에 포함된 광학 필름의 총 면적이다.
- [0026] 광학 조립체(100)는, 광학 요소(110) 반대편의 광학 스택(120) 상에 배치된 제2 광학 요소(도 1a 및 도 1b에 예시되지 않음)를 추가로 포함할 수 있다. 예를 들어, 광학 요소(110)는 제1 렌즈일 수 있고, 제2 광학 요소는 제2 렌즈일 수 있다.
- [0027] 도 1c는 최대 두께(h1) 및 최소 두께(h2)를 예시하는 광학 요소(110)의 개략적인 단면도이다. 광학 요소의 일정 위치에서의 두께는, 그 위치를 통한 그리고 광학 요소의 서로 반대편에 있는 주 표면들을 통한 최단 거리로서 기술될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 요소(110)는 렌즈이다. 일부 실시 형태에서, 렌즈는 렌즈 두께가, 위치에 따라 약 50% 이하($(H2-H1)/H1 \times 100\%$ 가 약 50%이하임), 또는 약 30% 이하, 또는 약 20% 이하, 또는 약 10% 이하만큼 변한다. 일부 실시 형태에서, 렌즈는 렌즈 두께가, 위치에 따라 적어도 약 20%($(H2-H1)/H1 \times 100\%$ 가 적어도 약 20%임), 또는 적어도 약 30%, 또는 적어도 약 40%, 또는 적어도 약 50%, 또는 적어도 약 60%, 또는 적어도 약 75%, 또는 적어도 약 100%, 또는 적어도 약 150%, 또는 적어도 약 200%만큼 변한다. 위치에 따라 적어도 특정 백분율만큼 변하는 렌즈 두께는, 적어도 하나의 제2 렌즈 위치에서의 렌즈 두께보다 적어도 특정 백분율 더 큰 적어도 하나의 제1 렌즈 위치를 가질 것이다. 예를 들어, H2가 H1의 적어도 1.5배인 경우, 렌즈 두께는 위치에 따라 적어도 50%만큼 변하고, 중심 위치에서의 두께(H2)는 에지 위치에서의 두께(H1)보다 적어도 50% 더 크다.
- [0028] 도 2는 일체로 형성된 다층 광학 필름(222), 및 선택적인 접착제 층(232)을 통해 광학 필름(222)에 접합된 추가 필름 또는 층(230)을 포함하는 광학 스택(220)의 개략적인 단면도이다. 광학 필름(222)은 복수의 간섭 층(224) 및 비간섭 층(226a, 226b)을 포함한다. 복수의 간섭 층(224)은 교번하는 제1 및 제2 중합체 층들(221, 223)을 포함한다.
- [0029] 복수의 간섭 층(224)은 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시킨다. 간섭 층은, 간섭 층의 반사율 및 투과율이 광학 간섭에 의해 합리적으로 기술될 수 있거나 또는 광학 간섭으로부터 야기되는 것으로 합리적으로 정확하게 모델링될 수 있을 때 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키는 것으로 기술될 수 있다. 그러한 간섭 층은, 예를 들어 미국 특허 제5,882,774호(Jonza 등) 및 미국 특허 제6,609,795호(Weber 등)에 기재되어 있으며, 교번하는 중합체 층을 갖는 용융물 스트림을 공압출하고, 용융물 스트림을 캐스팅하여 캐스트 필름을 형성하고, 이어서 캐스트 필름을 (미러 필름에 대해 이축으로 그리고 반사 편광기 필름에 대해 실질적으로 일축으로) 배향하여 당업계에 알려진 바와 같은 복굴절성 층(예컨대, 간섭 층 내의 모든 다른 층은 복굴절성일 수 있는 한편, 모든 다른 층은 실질적으로 등방성으로 유지됨)을 생성함으로써 제조될 수 있다. 상이한 굴절률을 갖는 간섭 층의 인접한 쌍은, 그 쌍이, 조합된 광학 두께(굴절률 \times 물리적 두께)가 광의 파장의 1/2일 때 광을 반사한다. 간섭 층은 전형적으로 물리적 두께가 약 200 나노미터 미만이다. 비간섭 층은, 간섭을 통한 가시광의 반사에 기여하기에는 너무 큰 광학 두께를 갖는다. 전형적으로, 비간섭 층은 물리적 두께가 적어도 1 마이크로미터, 또는 사전결정된 파장의 적어도 3배, 또는 사전결정된 범위 내의 최대 파장의 적어도 3배이다. 일부 실시 형태에서, 하나 초과와 비간섭 층이 포함된다. 일부 실시 형태에서, 적어도 하나의 비간섭 층(예시된 실시 형태에서의 비간섭 층(226a, 226b))은 복수의 간섭 층(224)과 일체로 형성되고, 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키지 않는다.
- [0030] 일부 실시 형태에서, 추가 층(230)은 광학 필름(222)에 이형가능하게 접합되는 라이너이다. 광학 필름에 접합되어 있지만 광학 필름을 실질적으로 손상시키지 않고서 광학 필름으로부터 깨끗하게 제거될 수 있는 라이너는, 광학 필름에 이형가능하게 접합된 것으로 기술될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름에 이형가능하게 접합되는 라이너는 광학 필름에 대한 가시적인 손상 없이 광학 필름으로부터 제거될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 라이너가 광학 필름에 대한 실질적인 손상 없이 광학 필름으로부터 제거가능할 때, 광학 필름의 총 면적의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치에 대해, 라이너가 제거되기 전과 후의 위치에서의 광학 필름의 반사율 간의 차이는 약 5% 미만(예컨대, 라이너가 제거되기 전과 후의 반사율의 차이의 절대값을 라이너가 제거된 후의 반사율로 나눈 값 $\times 100\%$ 가 5% 미만일 수 있음), 또는 약 2% 미만, 또는 약 1% 미만이다. 예를 들어, 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키는 복수의 교번하는 중합체 층을 포함하고, 광학 필름의 총 면적의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치는, 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 80% 초과와 반사율을 가지며, 라이너는, 라이너가 제거되기 전과 후의 위치에서의 광학 필름의 반사율 간의 차이가 약 5% 미만, 또는 약 2% 미만, 또는 약 1% 미만이 되도록 광학 필름에 이

형가능하게 접합된다. 이형가능하게 접합된 라이너는, 기재에 강하게 접합되지만 광학 필름에는 약하게 접합되는 접착제 층을 갖는 기재를 포함할 수 있다. 예를 들어, 라이너는, 접착제에 대한 그의 접합을 증가시키도록 처리된 표면을 갖는 기재에 적용되는 낮은 점착성 접착제의 얇은 층을 포함할 수 있다. 다른 적합한 라이너에는, 예를 들어 미국 특허 제6,991,695호(Tait 등)에 기재된 바와 같이 광학 필름에 정전기적으로 접합되는 것들이 포함된다. 적합한 라이너의 일례는 Sun A Kaken Co, Ltd.로부터 입수가능한 OCPET NSA33T이다.

[0031] 일부 실시 형태에서, 광학 스택(220)은 만곡된 형상으로 형성되고, 이어서 추가 층(230) 반대편의 광학 스택 상에 광학 컴포넌트가 인서트 성형된다. 일부 실시 형태에서, 추가 층(230)은, 광학 스택(220)을 곡선 형상으로 형성하기 전에 광학 필름(222)에 부착되는 라이너이며, 라이너는, 광학 요소가 광학 필름(222)에 대한 실질적인 손상 없이 광학 스택(220) 상에 인서트 성형된 후에 생성된 광학 조립체로부터 제거가능하다.

[0032] 일부 실시 형태에서, 추가 층(230)은 광학적으로 투명하다. 일부 실시 형태에서, 추가 층(230)은 광학적으로 투명한 보호 층일 수 있는 보호 층이다. 층(예컨대, 접착제 층 또는 하드코트 층)은, 투과 하에서의 탁도가 10% 미만인 경우 광학적으로 투명한 것으로 기술될 수 있다. 탁도는 ASTM D1003-13 시험 표준에 따라 결정될 수 있다. 탁도를 측정하기 위한 적합한 기기는 Haze-Gard Plus 탁도 측정기(미국 메릴랜드주 콜럼비아 소재의 BYK Gardner)이다.

[0033] 도 3은 광학 스택에 선택적으로 사용될 수 있는 광학 필름(322)(예컨대, 광학 스택(220) 내의 광학 필름(222)을 대체함)의 개략도이다. 광학 필름(322)은, 비간섭 층(326b)에 의해 분리된 간섭 층들의 제1 및 제2 패킷들(224-1, 224-2)을 포함한다. 광학 필름(322)은 외부 비간섭 층(326a, 326c)을 추가로 포함한다. 광학 필름(322)은 일체로 형성될 수 있다. 제1 및 제2 패킷들(224-1, 224-2)은, 예를 들어, 2017년 3월 6일자로 출원되고 발명의 명칭이 "High Contrast Optical Film and Devices Including the Same"인 미국 가특허 출원 제 62/467712호에 기재된 바와 같은 중첩 두께 범위를 이용하여, 높은 콘트라스트 비(통과 상태 투과율 대 차단 상태 투과율의 비)를 갖는 반사 편광기 또는 낮은 누설을 갖는 미러를 제공할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 중첩 두께 범위를 갖는 패킷을 이용하는 반사 편광기는, 예를 들어, 적어도 99%, 또는 적어도 99.5%, 또는 적어도 99.8%의 차단 상태 반사율을 갖는다.

[0034] 일부 실시 형태에서, 광학 필름(222 또는 322)은 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 80% 초과 반사율을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름 또는 광학 스택(예컨대, 광학 스택(220))이 만곡된 형상으로 열성형되고 광학 요소가 광학 필름 또는 스택 상에 성형된 후에도, 광학 필름(222 또는 322) 또는 본 발명의 다른 광학 필름은 여전히 높은 반사율을 갖는다. 예를 들어, 일부 실시 형태에서, 광학 필름의 총 면적의 적어도 약 80%, 또는 적어도 약 90%, 또는 전부에 걸친 각각의 위치는, 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 80% 초과, 또는 약 90% 초과 반사율을 갖는다. 광학 필름은 또한, 형성되고 광학 필름 상에 광학 요소가 성형된 후에도 낮은 누설을 가질 수 있다. 예를 들어, 일부 실시 형태에서, 광학 필름의 총 면적의 적어도 약 80%, 또는 적어도 약 90%, 또는 전부에 걸친 각각의 위치는, 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 5% 미만, 또는 약 2% 미만, 또는 약 1% 미만, 또는 약 0.6% 미만, 또는 약 0.5% 미만의 투과율을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은, 사전결정된 파장 및 차단 편광 상태를 갖는 수직 입사광을 실질적으로 반사하고 사전결정된 파장 및 직교하는 통과 편광 상태를 갖는 수직 입사광을 실질적으로 투과시키는 반사 편광기이다. 일부 실시 형태에서, 반사 편광기의 총 면적의 적어도 약 80%, 또는 적어도 약 90%, 또는 전부에 걸친 각각의 위치는, 사전결정된 파장 및 차단 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 5% 미만, 또는 약 2% 미만, 또는 약 1% 미만, 또는 약 0.6% 미만, 또는 약 0.5% 미만의 투과율을 갖는다.

[0035] 일부 실시 형태에서, 광학 스택은 광학 필름, 및 광학 필름의 주연부를 넘어서 연장되는 추가 층을 포함한다. 예를 들어, 추가 층은, 광학 필름의 주연부를 따라 광학 필름에 접하는 모든 방향으로 연장될 수 있다. 도 4a 및 도 4b는 광학 필름(422) 및 추가 층(430)을 포함하는 광학 스택(420)의 개략적인 측면도 및 저면도이다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름(422)은 본 명세서의 어딘가 다른 곳에서 추가로 기술되는 바와 같이 일체로 형성된 다층 광학 필름이다(예컨대, 광학 필름(422)은 광학 필름(222 또는 322)에 대응할 수 있다). 일부 실시 형태에서, 추가 층(430)은 보호 층(예컨대, 광학적으로 투명한 하드코트) 또는 라이너이다. 일부 실시 형태에서, 추가 층(430)은 광학 필름(422)에 이형가능하게 접합된 라이너이다. 광학 필름(422)은 주연부(425)를 가지며, 추가 층(430)은 광학 필름(422)을 완전히 덮고 광학 필름(422)의 주연부(425)를 넘어서 연장된다. 일부 실시 형태에서, 추가 층(430)과 광학 필름(422) 사이의 계면(428)은 광학적으로 매끄럽다. 다른 실시 형태에서, 계면(428)은 텍스처화된다. 표면은, 표면 조도로 인한 산란이 실질적으로 없을 정도로 충분히 매끄러운 경우 광학적으로 매끄럽다. 예를 들어, 표면 조도 파라미터(Ra)가 가시광의 파장보다 상당히 작은(예컨대, 50 nm 미만

인) 경우, 표면 조도로부터의 광학 효과는 무시될 수 있고, 표면은 광학적으로 매끄러운 것으로 기술될 수 있다. 텍스처화된 표면은 전형적으로, 표면이 광학적으로 매끄럽지 않을 정도로 충분히 큰 진폭을 갖는 텍스처를 포함한다.

[0036] 일부 실시 형태에서, 추가 층(430), 또는 본 명세서의 어딘가 다른 곳에 기술되는 다른 추가 층은 보호 층(예컨대, 코팅을 경화시킴으로써 형성되는 층), 또는 보호 필름(예컨대, 보호 코팅을 갖는 필름)이다. 일부 실시 형태에서, 보호 코팅은 적어도 부분적으로 경화된 조성물을 포함하며, 적어도 부분적으로 경화된 조성물은,

[0037] a) 성분 a) 내지 d)의 총 중량을 기준으로, 3 내지 9의 평균 (메트)아크릴레이트 작용성을 갖는 70 내지 90 중량%의 우레탄 (메트)아크릴레이트 화합물;

[0038] b) 성분 a) 내지 d)의 총 중량을 기준으로, 1 내지 2의 (메트)아크릴레이트 작용성을 갖는 5 내지 20 중량%의 (메트)아크릴레이트 단량체 - 여기서 (메트)아크릴레이트 단량체는 우레탄 (메트)아크릴레이트 화합물이 아님 -;

[0039] c) 성분 a) 내지 d)의 총 중량을 기준으로, 0.5 내지 2 중량%의 실리콘 (메트)아크릴레이트; 및

[0040] d) 선택적인 유효량의 광개시제를 포함한다.

[0041] 그러한 보호 코팅은, 2016년 12월 16일자로 출원되고, 발명의 명칭이 "Infrared-Reflecting Optically Transparent Assembly and Method of Making the Same"이며, 이로써 본 발명에 모순되지 않는 정도로 본 명세서에 참고로 포함된 미국 가특허 출원 제62/549082호에 추가로 기재되어 있다. 조성물은 광학 필름 상에 코팅되고, 이어서 광학 필름을 원하는 형상으로 형성(예컨대, 열성형)하기 전에 경화될 수 있다.

[0042] 접두어 "(메트)아크릴"은 메타크릴 및/또는 아크릴을 지칭한다. "우레탄 (메트)아크릴레이트 화합물"은 적어도 하나의(바람직하게는 적어도 2, 3, 4개, 또는 그 이상의) 카르바메이트 기(즉, $-NHC(=O)O-$) 및 적어도 하나의 (메트)아크릴 기를 갖는 화합물을 의미한다. 정의에 의하면, 조성물 중의 성분들의 총 중량 백분율은 100 중량%를 초과할 수 없다.

[0043] 3 내지 9의 평균 (메트)아크릴레이트 작용성을 갖는 예시적인 우레탄 (메트)아크릴레이트 화합물은 상업적 공급원으로부터 입수가 가능하고/하거나 공지된 방법에 따라 제조될 수 있다. 구매가능한 우레탄 (메트)아크릴레이트 화합물에는, EBECRYL 264 지방족 우레탄 트리아크릴레이트, EBECRYL 265 지방족 우레탄 트리아크릴레이트, EBECRYL 1258 지방족 우레탄 트리아크릴레이트, EBECRYL 4100 지방족 우레탄 트리아크릴레이트, EBECRYL 4101 지방족 우레탄 트리아크릴레이트, EBECRYL 8412 지방족 우레탄 아크릴레이트 (3작용성), EBECRYL 4654 지방족 우레탄 트리아크릴레이트, EBECRYL 4666 지방족 우레탄 트리아크릴레이트, EBECRYL 4738 지방족 알로파네이트 우레탄 트리아크릴레이트, EBECRYL 4740 지방족 알로파네이트 우레탄 트리아크릴레이트, EBECRYL 8405 지방족 우레탄 테트라아크릴레이트, EBECRYL 8604 지방족 우레탄 테트라아크릴레이트, EBECRYL 4500 방향족 우레탄 테트라아크릴레이트, EBECRYL 4501 방향족 우레탄 테트라아크릴레이트, EBECRYL 4200 지방족 우레탄 테트라아크릴레이트, EBECRYL 4201 지방족 우레탄 테트라아크릴레이트, EBECRYL 8702 지방족 우레탄 헥사아크릴레이트, EBECRYL 220 방향족 우레탄 헥사아크릴레이트, EBECRYL 221 방향족 우레탄 헥사아크릴레이트, EBECRYL 2221 방향족 우레탄 헥사아크릴레이트, EBECRYL 2221 방향족 우레탄 헥사아크릴레이트, EBECRYL 5129 지방족 우레탄 헥사아크릴레이트, EBECRYL 1290 지방족 우레탄 헥사아크릴레이트, EBECRYL 1291 지방족 우레탄 헥사아크릴레이트, EBECRYL 8301-R 지방족 우레탄 헥사아크릴레이트, EBECRYL 8602 지방족 우레탄 아크릴레이트 (9작용성) - 이들 모두는 벨기에 브루셀스 소재의 Allnex로부터 입수가 가능함 -; 및 미국 펜실베이니아주 엑스톤 소재의 Sartomer Co.로부터의 CN929 3작용성 우레탄 아크릴레이트 및 CN9006 지방족 우레탄 아크릴레이트(6작용성)가 포함된다. 일부 실시 형태에서, 우레탄 (메트)아크릴레이트 화합물은, 폴리아이소시아네이트 화합물을 하이드록실-작용성 (메트)아크릴레이트 화합물과 반응시킴으로써 합성될 수 있다. 다양한 폴리아이소시아네이트가 우레탄 (메트)아크릴레이트 화합물을 제조하는 데 이용될 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 용어 "폴리아이소시아네이트"는, 예를 들어, 다이아이소시아네이트, 트리아이소시아네이트, 테트라아이소시아네이트, 및 이들의 혼합물과 같은, 단일 분자 내에 2개 이상의 반응성 아이소시아네이트($-NCO$)기를 가진 임의의 유기 화합물을 의미한다. 개선된 풍화 및 감소된 황변을 위해, 본 명세서에 채용되는 우레탄 (메트)아크릴레이트 화합물(들)은 바람직하게는 지방족이며, 따라서 지방족 폴리아이소시아네이트로부터 유도된다.

[0044] 평균 (메트)아크릴레이트 작용성은 하기 방식으로 계산된다. 각각의 화합물에 대한 첨가된 아크릴레이트의 작용성이 먼저 계산된다. 예를 들어, 조성물은, 1.0 당량의 DESN100(미국 펜실베이니아주 피츠버그 소재의

Covestro LLC.로부터 입수가 가능한, DESMODUR N100 뷰렛계(biuret-based) 헥사메틸렌 다이아이소시아네이트 올리고머, 100% 고형물, 22.0 중량% NCO, 191 g/당량), 0.25 당량의 HEA(미국 매사추세츠주 텍스베리 소재의 Alfa Aesar로부터 입수가 가능한, 2-하이드록시에틸 아크릴레이트), 및 0.75 당량의 PET3A(미국 펜실베이니아주 엑스톤 소재의 Sartomer Co.로부터 SR444C로서 입수가 가능한, 펜타에리트리톨 트리아크릴레이트)를 포함할 수 있다. 이는, 화합물이 1 당량의 아이소시아네이트 기(DES N100으로서)와 0.25 하이드록실 당량의 하이드록시에틸 아크릴레이트 및 0.75 하이드록실 당량의 PET3A의 반응 생성물임을 의미한다. HEA는 하이드록실 기당 1개의 아크릴레이트 기를 가지며, PET3A는 하이드록실 기당 3개의 아크릴레이트 기를 갖는다. 이어서, 이러한 화합물에 대한 첨가된 아크릴레이트의 작용성은 $(0.25 \times 1) + (0.75 \times 3)$ 또는 2.5이다. 평균 (메트)아크릴레이트 작용성은, 각각의 화합물에 대한 첨가된 아크릴레이트의 작용성에 폴리아이소시아네이트의 평균 작용성을 곱함으로써 얻어진다. Covestro에 따르면, DES N100에 대한 평균 작용성은 3.6이어서, 화합물에 대한 평균 (메트)아크릴레이트 작용성은 2.5×3.6 또는 9가 된다. DES N3300, DES N3800, 및 DES Z4470BA에 대한 폴리아이소시아네이트의 다른 추정된 평균 작용성은 각각 3.5, 3.0, 및 3.3이다.

[0045] 일부 실시 형태에서, 폴리아이소시아네이트 상의 아이소시아네이트 기의 일부는, 예를 들어, 스웨덴 소재의 Perstorp Holding AB로부터 Polyol 4800으로 입수가 가능한 알콕실화 폴리올과 같은 폴리올과 반응할 수 있다. 그러한 폴리올은, 500 내지 1000 mg KOH/g의 하이드록실가 및 적어도 200 또는 250 g/몰 내지 500 g/몰 이하의 범위의 분자량을 가질 수 있다.

[0046] 일부 실시 형태에서, 폴리아이소시아네이트 상의 아이소시아네이트 기의 일부는 1,6-헥산다이올과 같은 폴리올과 반응할 수 있다.

[0047] 폴리아이소시아네이트를 (메트)아크릴레이트 알코올과 반응시키는 데 사용되는 반응 조건의 선택, 및 촉매(만약 있다면)의 선택은 당업자에게 명백할 것이다.

[0048] 유용한 (메트)아크릴레이트 단량체(이는 바람직하게는 비우레탄이고, 바람직하게는 비실리콘이지만, 이는 요구 조건은 아님)는 1 내지 2의 (메트)아크릴레이트 작용성을 갖는다. 이들 단량체는, 예를 들어, 희석제 또는 용매로서, 점도 저감제로서, 경화될 때의 결합제로서, 그리고 가교결합제로서 기능할 수 있다. 유용한 (메트)아크릴레이트의 예는 하기를 포함한다: 모노(메트)아크릴레이트, 예를 들어 옥틸 (메트)아크릴레이트, 노닐페놀 에톡실레이트 (메트)아크릴레이트, 아이소노닐 (메트)아크릴레이트, 아이소보르닐 (메트)아크릴레이트, 2-(2-에톡시에톡시)에틸 (메트)아크릴레이트, 2-에틸헥실 (메트)아크릴레이트, 라우릴 (메트)아크릴레이트, 베타-카르복시에틸 (메트)아크릴레이트, 아이소부틸 (메트)아크릴레이트, 2-하이드록시에틸 (메트)아크릴레이트, 아이소데실 (메트)아크릴레이트, 도데실(메트)아크릴레이트, n-부틸 (메트)아크릴레이트, 메틸 (메트)아크릴레이트, 헥실 (메트)아크릴레이트, (메트)아크릴산, 스테아릴 (메트)아크릴레이트, 하이드록시 작용성 카프로락톤 에스테르 (메트)아크릴레이트, 아이소옥틸 (메트)아크릴레이트, 하이드록시메틸 (메트)아크릴레이트, 하이드록시프로필 (메트)아크릴레이트, 하이드록시아이소프로필 (메트)아크릴레이트, 하이드록시부틸(메트)아크릴레이트, 하이드록시아이소부틸 (메트)아크릴레이트, 테트라하이드로푸르푸릴 (메트)아크릴레이트, 및 상기 (메트)아크릴레이트 단량체의 알콕실화 버전, 예를 들어 알콕실화 테트라하이드로푸르푸릴 (메트)아크릴레이트, 및 이들의 조합. 일부 실시 형태에서는 테트라하이드로푸르푸릴 (메트)아크릴레이트가 바람직하며; 다이(메트)아크릴레이트, 예를 들어 1,6-헥산다이올 다이(메트)아크릴레이트, 폴리(에틸렌 글리콜) 다이(메트)아크릴레이트, 폴리부타디엔 다이(메트)아크릴레이트, 폴리우레탄 다이(메트)아크릴레이트, 에틸렌 글리콜 다이(메트)아크릴레이트, 헥산다이올 다이(메트)아크릴레이트, 다이에틸렌 글리콜 다이(메트)아크릴레이트, 트리에틸렌 글리콜 다이(메트)아크릴레이트, 테트라에틸렌 글리콜 다이(메트)아크릴레이트, 네오펜틸 글리콜 다이(메트)아크릴레이트, 상기 다이(메트)아크릴레이트의 알콕실화 버전, 및 이들의 조합. 이들 중, 일부 실시 형태에서는 1,6-헥산다이올 다이아크릴레이트가 바람직하다. (예컨대, 상기에 열거된 바와 같은) 1 또는 2의 작용성을 갖는 (메트)아크릴레이트 단량체가 널리 구매가능하다.

[0049] 예시적인 유용한 실리콘 (메트)아크릴레이트에는 1 작용성 및 다작용성 실리콘 (메트)아크릴레이트가 포함된다. 이들 중, 실리콘 폴리(메트)아크릴레이트가 바람직할 수 있는데, 그 이유는 경화 후에 비결합 실리콘 (메트)아크릴레이트가 존재할 가능성이 일반적으로 감소되기 때문이다. 예시적인 실리콘 (메트)아크릴레이트에는, Allnex로부터의 EBECRYL 350 실리콘 다이아크릴레이트 및 EBECRYL 1360 실리콘 헥사아크릴레이트,

[0050] Sartomer Co.로부터의 CN9800 지방족 실리콘 아크릴레이트 및 CN990 실리콘 처리 우레탄 아크릴레이트 화합물, 및 미국 뉴저지주 파시패니 소재의 Evonik Industries로부터의 TEGO RAD 2100, TEGO RAD 2250, 및 TEGO RAD 2500 실리콘 폴리에테르 아크릴레이트가 포함된다.

- [0051] 경화성 조성물은 선택적으로, 그러나 바람직하게는, 유효량의 광개시제를 추가로 포함할 수 있다. 용어 "유효량"은, 적어도 주위 조건 하에서 경화성 조성물의 경화를 야기할 정도로 충분한 양인 양을 의미한다. 중합성(메트)아크릴레이트 기가 남아 있더라도 경화가 완료될 수 있음이 인식될 것이다.
- [0052] 예시적인 광개시제에는, α -절단(cleavage) 광개시제, 예를 들어 벤조인 및 그 유도체, 예를 들어 α -메틸벤조인; α -페닐벤조인; α -알릴벤조인; α -벤질벤조인; 벤조인 에테르, 예를 들어 벤질 다이메틸 케탈(미국 뉴욕주 테리타운 소재의 Ciba Specialty Chemicals로부터 IRGACURE 651로 입수가가능함), 벤조인 메틸 에테르, 벤조인 에틸 에테르, 벤조인 n-부틸 에테르; 아세토페논 및 그 유도체, 예를 들어 2-하이드록시-2-메틸-1-페닐-1-프로판논(Ciba Specialty Chemicals로부터 DAROCUR 1173으로 입수가가능함) 및 1-하이드록시사이클로헥실 페닐 케톤(Ciba Specialty Chemicals로부터 IRGACURE 184로 입수가가능함); 2-메틸-1-[4-(메틸티오)페닐]-2-(4-모르폴리닐)-1-프로판논(Ciba Specialty Chemicals로부터 IRGACURE 907로 입수가가능함); 2-벤질-2-(다이메틸아미노)-1-[4-(4-모르폴리닐)페닐]-1-부탄논(Ciba Specialty Chemicals로부터 IRGACURE 369로 입수가가능함); 티타늄 착물, 예를 들어 비스(η^5 -2,4-사이클로펜타다이엔-1-일)비스[2,6-다이플루오로-3-(1H-피롤-1-일)페닐]티타늄(Ciba Specialty Chemicals로부터 CGI 784 DC로 입수가가능함); 모노- 및 비스-아실포스핀(Ciba Specialty Chemicals로부터 IRGACURE 1700, IRGACURE 1800, IRGACURE 1850, 및 DAROCUR 4265로 입수가가능함)이 포함된다. 하나의 유용한 광개시제, 2작용성 알파 하이드록시케톤이, 이탈리아 알비자테 소재의 Lamberti S.p.A로부터 ESACURE ONE으로 입수가가능하다.
- [0053] 도 4c는 광학 스택(420c)이 광학 필름(422)에 더하여 제1 및 제2 층들(430c, 430b)을 포함하는 대안적인 실시 형태를 예시한다. 제1 층(430c)은 광학 필름(422)의 주연부(425)를 넘어서 연장되지만, 제2 층(430b)은 그렇지 않다. 일부 실시 형태에서, 제2 층(430b)은 보호 층(예컨대, 하드코트)이고, 제1 층(430c)은 라이너이다.
- [0054] 일부 실시 형태에서, 광학 스택은, 라이너의 제1 주 표면과 광학 필름의 최외각 주 표면 사이의 계면을 갖는 광학 필름을 포함한다. 계면은 광학적으로 매끄러울 수 있거나 텍스처화될 수 있다. 계면은, 일부 응용에서는(예컨대, 경면 반사를 제공하기 위해) 광학적으로 매끄럽고, 다른 응용에서는(예컨대, 달리 경면 반사에 어느 정도의 확산 특성을 추가하기 위해) 텍스처화되는 것이 바람직할 수 있다. 도 4d는 라이너(430d), 광학 필름(422d) 및 이들 사이의 텍스처화된 계면(428d)을 포함하는 광학 스택(420d)의 개략적인 단면도이다. 광학 필름은 종종 광학적으로 매끄러운 표면으로 시작되지만, 표면은 후속 필름 가공에서 텍스처화될 수 있다. 계면은, 예를 들어 성형 공정으로 인해 텍스처화될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은, 예를 들어 열성형 공정에서 원하는 형상으로 형성될 수 있고, 열성형 공정에 사용되는 몰드로부터의 텍스처는 광학 필름의 외부 표면에 부여될 수 있는데, 이것은 후속하여 라이너에 의해 덮여진다. 몰드에서의 텍스처는, 예를 들어, 몰드 내로 설계될 수 있거나, 또는 몰드가 어떻게 제조되었는지의 아티팩트(artifact)일 수 있다. 다른 실시 형태에서, (후속 인서트 성형 공정에 사용되는 동일한 라이너일 수 있거나 그렇지 않을 수 있는) 라이너가 열성형 전에 광학 필름에 적용되고, 몰드로부터의 임의의 텍스처가 광학 필름에 부여되지 않는다.
- [0055] 도 5a는 서로 반대편에 있는 제1 및 제2 주 표면들(515, 517)을 갖는 렌즈, 및 렌즈(510) 상에 배치된 광학 스택(520)을 포함하는 광학 조립체(500)의 개략적인 단면도이다. 제1 주 표면(515)은 제1 부분(512) 및 제2 부분(514)을 포함한다. 광학 스택은 광학 필름(522) 및 선택적인 추가 필름 또는 층(530)을 포함한다. 추가 층(530)은 또한 제1 층으로도 지칭될 수 있다. 하나 초과와 추가 층(530)이 포함될 수 있다. 예를 들어, 추가 층은, 광학 필름(522) 상에 배치된 제1 층, 및 렌즈(510) 반대편의 제1 층 상에 배치된 제2 층을 포함할 수 있다(예컨대, 제1 층은 하드코트일 수 있고, 제2 층은 라이너일 수 있다). 본 명세서의 어딘가 다른 곳에서 추가로 기술되는 바와 같은 다층 광학 필름일 수 있는 광학 필름(522)은 제1 및 제2 주 표면들(527, 529)을 갖는다. 광학 필름(522)의 제1 주 표면(527)은, 렌즈(510)의 제1 주 표면(515)의 제1 부분(512) 상에 배치된다. 광학 필름(522)은, 예를 들어, 라이너 또는 보호 층일 수 있는 추가 층(530)과 렌즈(510) 사이에 배치된다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름(522)은 일체로 형성된 다층 광학 필름이고, 추가 층(530)은 광학 필름(522)과 일체가 아니다.
- [0056] 제2 주 표면(529)은 제1 주 표면(515)의 제2 부분(514)과 실질적으로 동일 평면에 있다. 주 표면과 다른 표면 사이의 간격이 필름 또는 층의 두께의 약 30% 이하인 경우, 필름 또는 층의 주 표면이 다른 표면과 실질적으로 동일 평면에 있는 것으로(또는 다른 표면이 필름 또는 층의 주 표면과 실질적으로 동일 평면에 있는 것으로) 기술될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 필름 또는 층의 주 표면과 다른 표면 사이의 간격은 필름 또는 층의 두께의 20% 이하, 또는 10% 이하이다.
- [0057] 제1 주 표면(515)의 제2 부분(514)은 도 5a에 개략적으로 예시된 바와 같이 제1 주 표면(515)의 제1 부분(512)

으로부터 수직으로 연장될 수 있거나, 또는 제2 부분(514)은 제1 부분(512)으로부터 소정 각도로 연장될 수 있다. 정밀한 각도는, 렌즈가 광학 스택(520) 상에 인서트 성형될 때 광학 필름(522)의 에지의 형상에 의해 결정될 수 있다. 에지의 형상은, 광학 필름(522)을 더 큰 필름(예컨대, 광학 필름의 롤)으로부터 어떻게 잘라냈는지에 좌우될 수 있다.

[0058] 일부 실시 형태에서는, 추가 층(530)이 포함되지 않는다. 일부 실시 형태에서, 광학 조립체(500)는, 후속하여 제거되는 라이너인 추가 층(530)을 갖도록 형성된다. 도 5b는, 예를 들어 광학 조립체(500)로부터 추가 층(530)을 제거함으로써 형성될 수 있는 광학 조립체(500b)의 개략도이다.

[0059] 도 5c는 제1 주 표면(515) 상에 배치된 광학 필름(들)이 없는 렌즈(510)의 개략적인 단면도이고, 도 5d는 렌즈(510)의 개략적인 상면도이다. 제1 주 표면(515)은 만곡된 리세스(519)를 한정하는 것으로 기술될 수 있다. 예시된 실시 형태에서, 만곡된 리세스(519)는 제1 주 표면(515)의 제1 부분(512)에 걸쳐 연장되고, 제1 주 표면(515)의 제2 부분(514)에 의해 경계지어진다.

[0060] 도 5a에 예시된 실시 형태에서, 렌즈(510)는 광학 스택(520)의 에지 둘레를 적어도 부분적으로 감싸는 것으로 기술될 수 있다. 광학 스택(520)의 에지는 광학 필름(522)의 에지(551a) 및 추가 층(530)의 에지(551b)를 포함한다. 예시된 실시 형태에서, 렌즈(510)는 광학 스택(520)의 광학 필름(522) 부분의 에지(551a) 둘레를 적어도 부분적으로 감싸서 광학 필름(522)과 동일 평면에 있게 한다. 예를 들어, 프리즘과 같은 다른 광학 요소가, 광학 필름 상에 성형될 수 있고, 광학 필름의 에지 둘레를 적어도 부분적으로 감싸서 선택적으로 광학 필름과 동일 평면에 있게 한다.

[0061] 다른 실시 형태에서, 렌즈는 또한 추가 층의 에지 둘레를 적어도 부분적으로 감쌀 수 있다. 도 6a는 렌즈(610)의 제1 주 표면(615)의 제1 부분(612) 상에 배치된 광학 스택(620)을 포함하는 광학 조립체(600)의 개략적인 단면도이다. 렌즈(610)는 제1 주 표면(615) 반대편의 제2 주 표면(617)을 갖는다. 광학 스택(620)은 다층 광학 필름(622), 및 다층 광학 필름(622) 상에 배치된 추가 층 또는 필름(630)을 포함한다. 렌즈(610)는 광학 스택(620)의 에지 둘레를 적어도 부분적으로 감싼다. 예시된 실시 형태에서, 렌즈(610)는 광학 필름(622)의 에지 둘레를 감싸고, 추가 필름(630)의 에지 둘레를 적어도 부분적으로 감싼다. 일부 실시 형태에서, 렌즈(610)는 추가 필름(630)의 에지 둘레를 적어도 부분적으로 감싸서 추가 필름(630)과 동일 평면에 있게 한다. 예를 들어, 제1 부분(612) 반대편의 추가 필름(630)의 최외각 주 표면은 제1 주 표면(615)의 제2 부분(614)과 동일 평면에 있을 수 있다.

[0062] 다층 광학 필름(622)은, 제1 부분(612) 상에 배치된 제1 주 표면(627)을 포함하고, 반대편 제2 주 표면(629)을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 렌즈는 다층 광학 필름(622)의 에지 둘레를 완전히 감싸고, 렌즈(610)의 제1 주 표면(615)의 중심에서의 렌즈(610)에 대한 법선(653)에 평행한 방향으로 다층 광학 필름(622)의 제2 주 표면(629)을 지나 연장된다.

[0063] 일부 실시 형태에서, 추가 필름(630)은 보호 필름(예컨대, 하드코트)이다. 일부 실시 형태에서, 추가 필름(630)은 이형가능하게 부착된 라이너이다. 도 6b는, 추가 층(630)이 제거된 것을 제외하고는 광학 조립체(600)에 대응하는 광학 조립체(600b)의 개략적인 단면도이다.

[0064] 일부 실시 형태에서, 렌즈는 만곡된 리세스를 내부에 한정하는 제1 주 표면을 가지며, 다층 광학 필름이 만곡된 리세스에 접착되고 그에 순응한다. 예를 들어, 도 5a와 도 5b 및 도 6a와 도 6b에 예시된 실시 형태들 중 임의의 실시 형태는 제1 주 표면에 의해 한정되는 만곡된 리세스에 순응하는 광학 필름을 갖는 것으로 기술될 수 있다. 광학 필름은, 예를 들어, 본 명세서의 어딘가 다른 곳에서 추가로 기술되는 바와 같이, 확산 접합을 통해 렌즈에 확산 접합됨으로써 만곡된 리세스에 접착될 수 있다. 대안적으로, 렌즈는 별도로 형성되고, 광학 필름은, 예를 들어 광학적으로 투명한 접착제를 이용하여 만곡된 리세스에 접합될 수 있다.

[0065] 일부 실시 형태에서, 광학 요소 상에 배치된 광학 필름은 광학 요소를 향해 불록하다. 일부 실시 형태에서, 광학 요소 상에 배치된 광학 필름은 광학 요소를 향해 오목하다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 불록한 표면(예컨대, 만곡된 리세스의 불록한 표면)에 접착되고 그에 순응한다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 오목한 표면(예컨대, 만곡된 리세스의 오목한 표면)에 접착되고 그에 순응한다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 평면 표면에 접착되고 그에 순응한다.

[0066] 도 7a 내지 도 7c는 광학 조립체를 제조하는 방법을 개략적으로 예시한다. 본 방법은 제1 만곡된 몰드 표면(462)을 갖는 제1 몰드(460)를 제공하는 단계(도 7a), 및 제1 만곡된 몰드 표면(462) 상에 형상화된 광학 필름 또는 광학 스택(720)을 배치하는 단계(도 7b 및 도 7c)를 포함한다. 광학 스택은 바람직하게는, 제1 만곡된 몰

드 표면(462)의 형상과 실질적으로 매칭되는 원하는 형상으로 (예컨대, 열성형을 통해) 형상화된다. 필름 또는 광학 스택의 열성형은, 예를 들어, 미국 특허 제9,557,568호(Ouderkerk 등) 및 제6,788,463호(Merrill 등)에 의해 일반적으로 기재된 바와 같이, 필름 또는 광학 스택을 가열하고, 광학 스택을 연신하면서 광학 스택을 만곡된 몰드와 접촉시킴으로써 수행될 수 있다. 다음으로, 제2 몰드(470)의 제2 몰드 표면(472)이 제1 만곡된 몰드 표면(462)으로부터 이격되고 그와 정렬되도록 제2 몰드(470)가 배치된다. 제2 몰드 표면(472)은 예시된 바와 같이 실질적으로 평면형이거나 만곡될 수 있다. 제1 및 제2 몰드 표면들(462, 472)은 그들 사이의 몰드 공동(480)을 한정한다(도 7b). 다음으로, 몰드 공동(480)은 유동성 재료(483)로 충전되거나 실질적으로 충전되는 데(도 7c), 이는 이어서 고화되어 광학 스택(720)에 접합된 중실 광학 요소를 형성한다(예컨대, 광학 요소(110) 광학 조립체(100) 참조). 유동성 재료(483)는 게이트(481)를 통해 몰드 공동(480) 내로 도입될 수 있다. 제1 및 제2 몰드들(460, 470)은 제거될 수 있고, 임의의 과량의 재료(예컨대, 게이트(481)로부터의 러너 재료(runner material))가 제거될 수 있다. 몰드 공동을 실질적으로 충전하는 것은, 몰드 공동을 50 체적% 초과로 충전하는 것을 의미하는 것으로 이해될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 몰드 공동은 적어도 80 체적%, 또는 적어도 90 체적%, 또는 적어도 95 체적%로 충전된다. 일부 실시 형태에서, 몰드 공동(480)은, 광학 스택(720)에 의해 점유되는 체적을 제외하고는 유동성 재료(483)로 완전히 충전된다.

[0067] 일부 실시 형태에서, 유동성 재료(483)는, 유동성 재료(483)가 공동(480) 내로 유입할 때 광학 스택(720)의 유리 전이 온도보다 더 높은 온도를 갖는다. 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 몰드들(460, 470)은, 유동성 재료(483)를 고화하기 위해 유동성 재료(483)의 용점보다 낮은 온도에서 유지된다. 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 몰드들(460, 470)의 온도는 또한, 유동성 재료(483)가 공동(480) 내로 유입할 때 광학 스택(720)의 유리 전이 온도보다 낮다. 예를 들어, 유동성 재료(483)는, 그것이 공동(480) 내로 도입될 때 250 내지 300℃ 범위의 온도를 가질 수 있고, 제1 및 제2 몰드들은 75 내지 100℃ 범위의 온도를 가질 수 있고, 광학 스택(720)은 105 내지 130℃ 범위의 유리 전이 온도를 가질 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 스택(720)은 다수의 층을 가지며, 유동성 재료(483)는, 유동성 재료(483)가 공동(480) 내로 유입할 때 광학 스택(720)의 각각의 층의 유리 전이 온도보다 더 높은 온도를 갖는다. 일부 실시 형태에서, 광학 스택(720)은 다수의 층을 가지며, 유동성 재료(483)는, 유동성 재료(483)가 공동(480) 내로 유입할 때 광학 스택(720)의 적어도 하나의 층의 유리 전이 온도보다 더 높은 온도를 갖는다. 일부 실시 형태에서, 광학 스택(720)은 다수의 층을 가지며, 유동성 재료(483)는, 유동성 재료(483)가 공동(480) 내로 유입하고 광학 스택(720)과 접촉할 때 유동성 재료(483)에 바로 인접한 광학 스택(720)의 층의 유리 전이 온도보다 더 높은 온도를 갖는다. 이러한 층은, 예를 들어 광학 스택(720) 내에 포함된 일체로 형성된 광학 필름의 스킨 층일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 스택(720)은 복굴절성 중합체 층을 포함하는 다수의 층을 포함하고, 유동성 재료(483)는, 유동성 재료(483)가 공동(480) 내로 유입할 때 복굴절성 중합체 층의 유리 전이 온도보다 더 높은 온도를 갖는다.

[0068] 일부 실시 형태에서, 형성된 광학 요소의 용융 온도는 광학 필름 또는 광학 스택의 유리 전이 온도보다 실질적으로 더 높다(유리 전이 온도는 전술된 유리 전이 온도들 중 임의의 것일 수 있다). 실질적으로 더 높은 온도는, 달리 지시되지 않는 한, 10℃ 초과보다 더 높은 온도를 지칭한다. 일부 실시 형태에서, 광학 요소의 용융 온도는 광학 필름의 유리 전이 온도보다 적어도 약 50℃ 더 높거나, 또는 적어도 약 80℃ 더 높다. 일부 실시 형태에서, 광학 요소의 용융 온도와 광학 필름의 용융 온도 사이의 차이의 절대값은 약 50℃ 미만, 또는 약 30℃ 미만, 또는 약 20℃ 미만, 또는 약 10℃ 미만이다. 일부 실시 형태에서, 광학 요소의 용융 온도는 광학 필름의 용융 온도와 거의 동일하다. 거의 동일한 온도는, 달리 지시되지 않는 한, 10℃ 미만만큼 상이한 온도를 지칭한다. 광학 필름의 용융 온도는 유리 전이 온도에 대해 기술된 층들 중 임의의 층의 용융 온도일 수 있다. 예를 들어, 용융 온도는, 유동성 재료(483)가 공동(480) 내로 유입하고 광학 필름과 접촉할 때 유동성 재료(483)에 바로 인접한 광학 필름의 층일 수 있다.

[0069] 일부 실시 형태에서, 광학 스택(720)은 본 명세서의 어딘가 다른 곳에 기술된 바와 같은 라이너를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 라이너는 약 50℃ 초과 또는 약 80℃ 초과 유리 전이 온도를 갖는다.

[0070] 다양한 필름 또는 층의 유리 전이 온도는, 시험 표준 ASTM E1356-08(2014) "Standard Test Method for Assignment of the Glass Transition Temperatures by Differential Scanning Calorimetry"에 기재된 바와 같이 시차 주사 열량법에 의해 결정될 수 있다.

[0071] 일부 실시 형태에서, 제1 몰드(460)는, 몰드 베이스 내에 배치되도록 구성되는 제1 몰드 인서트이다. 유사하게, 일부 실시 형태에서, 제2 몰드(470)는, 몰드 베이스 내에 배치되도록 구성되는 제2 몰드 인서트이다.

[0072] 제1 만곡된 몰드 표면(462)은, 일부 실시 형태에서 약 30 mm 내지 약 1000 mm의 범위 내에 있는 최적합 구체의

제1 곡률 반경(R)을 갖는다. 제1 만곡된 몰드 표면(462)은 새그(sag)(S)를 갖는다. 일부 실시 형태에서, 새그(S) 대 최적합 구체의 제1 곡률 반경(R)의 비는, 약 0.02 내지 약 0.2의 범위, 또는 약 0.02 내지 약 0.15의 범위, 또는 약 0.02 내지 약 0.12의 범위, 또는 약 0.03 내지 약 0.12의 범위, 또는 약 0.04 내지 약 0.12의 범위에 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 스택(720)은 이들 범위 중 임의의 범위에 있는 새그 대 반경 비를 갖는다.

[0073] 도 7d는 제1 몰드(460)의 제1 만곡된 몰드 표면(462) 상에 배치된 대안적인 광학 스택(720d)의 개략적인 단면도이다. 이 경우에, 광학 스택(720d)은 제1 만곡된 몰드 표면(462)의 에지까지 연장되지 않는다. 렌즈를 광학 스택(720d) 상에 사출 성형하는 것에 기인하는 광학 조립체는, 예를 들어 광학 조립체(600)에 대해 기술된 바와 같을 수 있다.

[0074] 도 7e는 제1 몰드(460)의 제1 만곡된 몰드 표면(462) 상에 배치된 대안적인 광학 스택(720e)의 개략적인 단면도이다. 이 경우에, 광학 스택(720e)은, 제1 만곡된 몰드 표면(462)의 에지까지 연장되지 않는 광학 필름(722e), 및 추가 층(730e)(예컨대, 광학 필름(722e)에 이형가능하게 부착된 라이너)을 포함한다. 렌즈를 광학 스택(720e) 상에 사출 성형하는 것에 기인하는 광학 조립체는, 예를 들어 광학 조립체(500)에 대해 기술된 바와 같을 수 있다.

[0075] 인서트 성형 공정은, 제2 인서트 성형 공정에 대한 인서트로서 광학 필름 상에 사출 성형된 제1 광학 요소를 사용하여 반복될 수 있으며, 제2 인서트 성형 공정은 제1 광학 요소 반대편의 광학 필름 상에 제2 광학 요소를 형성한다.

[0076] 도 8a는, 광학 스택 또는 광학 필름(820); 광학 필름(820) 상에 직접 사출 인서트 성형될 수 있는 제1 광학 요소(810a); 및 제1 광학 요소(810a) 반대편의 광학 필름(820) 상에 배치된 제2 광학 요소(810b)를 포함하는 광학 조립체(800)의 개략적인 단면도이다. 제2 광학 요소(810b)는 제1 광학 요소(810a) 반대편의 광학 필름(820) 상에 직접 사출 인서트 성형될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 광학 요소들(810a, 810b)은 제1 및 제2 렌즈들이다. 일부 실시 형태에서, 각각의 제1 및 제2 렌즈들 상의 각각의 위치는 약 10 nm 이하의 광학 지연을 갖는다.

[0077] 일부 실시 형태에서, 제2 광학 요소(810b)의 형상을 갖는 렌즈가, 제1 광학 요소(810a)를 포함하지 않고서 광학 필름(820) 상에 성형된다. 도 8b는 광학 필름(820) 및 광학 요소(810b)를 포함하는 광학 조립체(800b)의 개략적인 단면도이며, 광학 요소는 광학 필름(820) 상에 직접 사출 인서트 성형될 수 있다.

[0078] 다른 실시 형태는, 광학 스택 또는 광학 필름(820c), 및 광학 스택 또는 광학 필름(820c) 상에 인서트 성형된 광학 요소(810c)를 포함하는 광학 조립체(800c)의 개략적인 단면도인 도 8c에 예시되어 있다. 이 경우에, 광학 스택 또는 광학 필름(820c)은 광학 요소(810c)의 실질적으로 평면인 표면 상에 배치된다.

[0079] 렌즈와 같은 광학 요소 상의 위치에서의 광학 지연은, 광학 요소를 통한 최단 경로를 가지며 그 위치를 통과하는, 광학 요소를 통하여 투과되는 광의 위상 지연이다. 예를 들어, 도 9는 위치(987)에서 광학 요소(910) 상에 입사하며 광학 요소(910)를 통하여 투과되는 2개의 광선(988, 989)을 개략적으로 예시한다. 광학 지연은 광선(989)에 대해 특정되는데, 그 이유는 이것이 위치(987)를 통과하는 광선에 대해 광학 요소(910)를 통한 최단 경로를 갖기 때문이다. 광학 요소(910)의 서로 반대편에 있는 주 표면들이 거의 평행할 때, 대략 수직 입사광은 광학 요소를 통한 최단 경로를 갖는다. 서로 반대편에 있는 주 표면들이 평행하지 않을 때, 최단 경로는 비-수직 입사광에 대한 것일 수 있다. 위상 지연은, 위치를 통한 2개의 직교 편광된 광선에 대한 최대 위상 차이이다. 입사 광선의 파장은 달리 명시되지 않는 한 약 550 nm이다. 광학 요소의 광학 지연은 광학 요소의 주 표면 상의 위치에 의해 특징지어질 수 있다. 일부 실시 형태에서, 렌즈와 같은 광학 요소는 낮은 광학 지연을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 광학 지연은 광학 요소의 (표면적에 의한) 주 표면의 적어도 80%, 또는 적어도 90%에 걸친 각각의 위치에서 약 10 nm 이하이다. 일부 실시 형태에서, 광학 요소의 각각의 위치에서의 광학 지연은 약 10 nm 이하, 또는 약 7 nm 이하이다. 일부 실시 형태에서, 광학 요소는, 렌즈의 중심에서의 광학 지연이 약 5 nm 이하인 렌즈이다.

[0080] 일부 실시 형태에서, 광학 지연은, 렌즈가 상당한 두께 변화를 가지더라도 낮다(예컨대, 상기 범위들 중 임의의 범위 내에 있다). 예를 들어, 일부 실시 형태에서, 렌즈는 렌즈의 주 표면의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치에서 약 10 nm 이하의 광학 지연을 가지며, 제1 렌즈 위치에서의 렌즈 두께가 제2 렌즈 위치에서의 렌즈 두께보다 적어도 약 20% 더 크거나, 또는 적어도 약 30% 더 크거나, 적어도 약 40% 더 크거나, 또는 적어도 약 50% 더 크거나, 또는 적어도 약 75% 더 크거나, 또는 적어도 약 100% 더 크거나, 또는 적어도 약 150% 더 크거나, 또는

적어도 약 200% 더 크다.

[0081] 광학 요소의 광학 지연은, 광학 요소를 제조할 시에 유동성 재료(483)로서 낮은 지연 재료를 사용함으로써 그리 고/또는 몰드 공동(480)을 유동성 재료(483)로 충전한 후에 복굴절이 실질적으로 이완될 정도로 충분히 오랫동안 유동성 재료(483)를 승온에서 유지함으로써 낮게(예컨대, 10 nm 미만) 제조될 수 있다 유동성 재료(483)에 사용될 수 있는 적합한 재료에는, 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리카르보네이트, 폴리스티렌, 환형 올레핀, 및 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)가 포함된다. 낮은 복굴절을 제공하는 적합한 PMMA는, 예를 들어 Mitsubishi Gas Chemical Company, Inc.로부터 입수가 가능한 Optimas 7500이다. 복수의 교번하는 중합체 층을 갖는 광학 필름은, 광학 요소가 낮은 복굴절로 이완되게 된 경우에도, 렌즈 또는 광학 요소가 광학 필름의 유리 전이 온도보다 더 높지만 광학 필름의 용융 온도보다 낮은 융점을 가질 때, 여전히 적어도 하나의 편광 상태에 대한 높은 반사율을 제공할 수 있다는 것이 밝혀졌다.

[0082] 복굴절이 더 낮은 값으로 이완되게 된 경우에도, 여전히 잔류 복굴절 및 광학 지연이 있을 수 있지만, 광학 지연은 낮을(예컨대, 10 nm 이하일) 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 지연은 약 10 nm 이하로 유지하면서 광학 요소를 통한 일부 공간적 변화를 나타낸다. 일부 실시 형태에서, 렌즈일 수 있는 광학 요소의 에지에 더 가까운 적어도 하나의 위치에서의 광학 요소의 광학 지연은 광학 요소의 중심에 더 가까운 적어도 하나의 위치에서의 광학 요소의 광학 지연보다 더 크다.

[0083] 도 10은 제1 방향(x-방향에 평행함)을 따른 최대 측방향 치수가 D1이며 직교하는 제2 방향(y-방향에 평행함)을 따른 최대 측방향 치수가 D2인 렌즈(1010)의 개략적인 상면 평면도이다. D1은 D2보다 더 크거나, 그보다 더 작거나, 그와 거의 동일할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 렌즈(1010)는, 제1 방향으로의 최대 측방향 치수(D1)를 따라 더 많이 변하고 직교하는 제2 방향으로의 최대 측방향 치수(D2)를 따라 더 적게 변하고 렌즈(1010) 상의 각각의 위치에서 약 10 nm 이하인 광학 지연을 갖는다. 일부 경우에, 광학 지연의 변화는, 게이트 부근에서 더 높고 다른 곳에서 더 낮은 광학 지연을 갖는 렌즈(1010)를 제조하는 데 이용되는 사출 인서트 성형 공정에 기인한다. 예를 들어, 제1 에지 위치(1094)는 게이트 부근의 에지 위치일 수 있고, 중심 위치(1095)보다 더 높은 광학 지연을 가질 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 에지 위치(1094)는 중심 위치(1095)에서의 광학 지연보다 더 높고 제2 에지 위치(1096)에서의 광학 지연보다 더 높은 광학 지연을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 제3 에지 위치(1097) 및 제4 에지 위치(1098)는 중심 위치(1095)에서의 광학 지연의 R1 내의 광학 지연을 갖고, 제1 에지 위치(1094)는 R2보다 더 큰 광학 지연 + 중심 위치(1095)에서의 광학 지연을 가지며, 여기서 $R2 > R1$ 이다. 예를 들어, R2는 2.5 nm일 수 있고, R1은 1.5 nm일 수 있고, 중심 위치(1095)에서의 광학 지연은 4 nm일 수 있고, 제2, 제3 및 제4 에지 위치들(1096, 1097, 1098) 각각에서의 광학 지연은 각각 약 5 nm일 수 있고, 제1 에지 위치(1094)에서의 광학 지연은 약 7 nm일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 최고 광학 지연은 제1 에지 위치(1094)(게이트 부근)에서 발생하고, 최저 광학 지연은 중심 위치(1095)에서 발생한다.

[0084] 에지 및 중심 위치들은, 각각, 렌즈(1010)의 에지 또는 중심에 더 가까운 위치들을 지칭한다. 렌즈(1010)의 중심은, 제1 방향과 제2 방향이 교차하는 평면에서 볼 때의 중심을 지칭할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 중심 위치는 렌즈(10)의 중심의 D1 및 D2 중 더 작은 것의 10% 이내이고, 에지 위치는 렌즈(10)의 에지의 D1 및 D2 중 더 작은 것의 10% 이내이다.

[0085] 일부 실시 형태에서, 렌즈(1010)는 광학 필름 또는 광학 필름을 포함하는 광학 스택 상에 성형되며, 여기서 광학 필름은 반사 편광기이고, 반사 편광기 상의 각각의 위치는 사전결정된 파장 및 차단 편광 상태를 갖는 수직 입사광을 실질적으로 반사하고 사전결정된 파장 및 직교하는 통과 편광 상태를 갖는 수직 입사광을 실질적으로 투과시킨다. 일부 실시 형태에서, 제1 방향은 반사 편광기의 중심에서 차단 편광 상태에 실질적으로 평행하다. 일부 실시 형태에서, 제1 방향은 반사 편광기의 중심에서 통과 편광 상태에 실질적으로 평행하다. 일부 실시 형태에서, 제1 방향은 반사 편광기의 중심에서 차단 편광 상태에 대해 경사 각도로 있다. 예를 들어, 반사 편광기의 중심에서의 반사 편광기의 차단축은, D1을 따라 제1 방향과 각도(α)를 이루는 축(1099)을 따라 있을 수 있다. 일부 실시 형태에서, 각도(α)는 10도 미만이다.

[0086] "약" 또는 "실질적으로"와 같은 용어는 그것이 본 명세서에서 사용되고 기술된 맥락에서 당업자에 의해 이해될 것이다. 특정부 크기, 양 및 물리적 특성을 표현하는 양에 적용되는 바와 같은 "약"의 사용은, 그것이 본 명세서에서 사용되고 기술된 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 명세서에서 사용되고 기술된 맥락에서 당업자에게 달리 명백하지 않다면, 약 1의 값을 갖는 양은 그 양이 0.9 내지 1.1의 값을 가지며, 그 값이 1일 수 있음을 의미한다.

- [0087] 하기는 본 발명의 예시적인 실시 형태들의 목록이다.
- [0088] 실시 형태 1은 광학 조립체로서, 광학 조립체는 광학 스택 상에 직접 인서트 성형된 광학 요소를 포함하고, 광학 스택은 광학 필름 및 라이너를 포함하고, 광학 필름은 광학 요소와 라이너 사이에 배치되고,
- [0089] 라이너는 광학 필름에 대한 실질적인 손상 없이 광학 필름으로부터 제거가능하다.
- [0090] 실시 형태 2는, 광학 필름의 총 면적의 적어도 약 80%에 걸친 각각의 위치가 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 80% 초과와 반사율을 갖는, 실시 형태 1의 광학 조립체이다.
- [0091] 실시 형태 3은, 광학 필름의 총 면적의 적어도 약 80%에 걸친 각각의 위치가 사전결정된 파장 및 제1 편광 상태에 직교하는 동일한 제2 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 80% 초과와 반사율을 갖는, 실시 형태 2의 광학 조립체이다.
- [0092] 실시 형태 4는, 광학 필름의 총 면적의 적어도 약 80%에 걸친 각각의 위치가 사전결정된 파장 및 제1 편광 상태에 직교하는 동일한 제2 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 80% 초과와 투과율을 갖는, 실시 형태 2의 광학 조립체이다.
- [0093] 실시 형태 5는, 광학 필름의 총 면적의 적어도 약 80%에 걸친 각각의 위치가 사전결정된 파장 및 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 5% 미만의 투과율을 갖는, 실시 형태 2의 광학 조립체이다.
- [0094] 실시 형태 6은, 광학 필름이 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키는 복수의 교번하는 중합체 층을 포함하는, 실시 형태 1 내지 실시 형태 5 중 임의의 하나의 실시 형태의 광학 조립체이다.
- [0095] 실시 형태 7은, 광학 요소가 광학 스택 상에 직접 사출 인서트 성형되는, 실시 형태 1의 광학 조립체이다.
- [0096] 실시 형태 8은, 광학 요소의 용융 온도가 광학 필름의 유리 전이 온도보다 실질적으로 더 높은, 실시 형태 7의 광학 조립체이다.
- [0097] 실시 형태 9는, 광학 요소의 용융 온도가 광학 필름의 용융 온도와 거의 동일한, 실시 형태 7의 광학 조립체이다.
- [0098] 실시 형태 10은, 라이너가 약 50℃ 초과와 유리 전이 온도를 갖는, 실시 형태 1의 광학 조립체이다.
- [0099] 실시 형태 11은, 라이너가 광학 필름을 완전히 덮고 광학 필름의 주연부를 넘어서 연장되는, 실시 형태 1의 광학 조립체이다.
- [0100] 실시 형태 12는, 광학 요소가 렌즈인, 실시 형태 1 내지 실시 형태 11 중 임의의 하나의 실시 형태의 광학 조립체이다.
- [0101] 실시 형태 13은, 광학 요소가 광학 요소 상의 각각의 위치에서 약 10 nm 이하의 광학 지연을 갖는, 실시 형태 1 내지 실시 형태 12 중 임의의 하나의 실시 형태의 광학 조립체이다.
- [0102] 실시 형태 14는, 광학 요소의 에지에 더 가까운 적어도 하나의 위치에서의 광학 요소의 광학 지연이 광학 요소의 중심에 더 가까운 적어도 하나의 위치에서의 광학 요소의 광학 지연보다 더 큰, 실시 형태 1 내지 실시 형태 13 중 임의의 하나의 실시 형태의 광학 조립체이다.
- [0103] 실시 형태 15는, 라이너의 제1 주 표면과 광학 필름의 최외각 주 표면 사이의 계면이 광학적으로 매끄러운, 실시 형태 1의 광학 조립체이다.
- [0104] 실시 형태 16은, 라이너의 제1 주 표면과 광학 필름의 최외각 주 표면 사이의 계면이 텍스처화되는, 실시 형태 1의 광학 조립체이다.
- [0105] 실시 형태 17은, 광학 필름과 라이너 사이에서 광학 필름 상에 보호 코팅이 배치되는, 실시 형태 1의 광학 조립체이다.
- [0106] 실시 형태 18은, 광학 필름이 복수의 간섭 층 및 최외각 비간섭 층을 포함하는, 실시 형태 1의 광학 조립체이다.
- [0107] 실시 형태 19는, 최외각 비간섭 층이 보호 코팅을 포함하는, 실시 형태 18의 광학 조립체이다.
- [0108] 실시 형태 20은, 보호 코팅이 하드코트인, 실시 형태 17 또는 실시 형태 19의 광학 조립체이다.

- [0109] 실시 형태 21은, 보호 코팅이 적어도 부분적으로 경화된 조성물을 포함하고, 적어도 부분적으로 경화된 조성물은,
- [0110] a) 성분 a) 내지 d)의 총 중량을 기준으로, 3 내지 9의 평균 (메트)아크릴레이트 작용성을 갖는 70 내지 90 중량%의 우레탄 (메트)아크릴레이트 화합물;
- [0111] b) 성분 a) 내지 d)의 총 중량을 기준으로, 1 내지 2의 (메트)아크릴레이트 작용성을 갖는 5 내지 20 중량%의 (메트)아크릴레이트 단량체 - (메트)아크릴레이트 단량체는 우레탄 (메트)아크릴레이트 화합물이 아님 -;
- [0112] c) 성분 a) 내지 d)의 총 중량을 기준으로, 0.5 내지 2 중량%의 실리콘 (메트)아크릴레이트; 및
- [0113] d) 선택적인 유효량의 광개시제를 포함하는, 실시 형태 17, 실시 형태 19, 또는 실시 형태 20의 광학 조립체이다.
- [0114] 실시 형태 22는, 광학 요소가 광학 스택의 에지 둘레를 적어도 부분적으로 감싸는, 실시 형태 1의 광학 조립체이다.
- [0115] 실시 형태 23은, 광학 요소가 광학 필름의 에지 둘레를 적어도 부분적으로 감싸서 광학 필름과 실질적으로 동일 평면에 있게 하는, 실시 형태 1의 광학 조립체이다.
- [0116] 실시 형태 24는 광학 조립체로서, 광학 조립체는
- [0117] 일체로 형성된 다층 광학 필름; 및
- [0118] 광학 필름 상에 직접 사출 인서트 성형된 제1 광학 요소를 포함하고, 광학 필름은 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키는 복수의 교번하는 중합체 층을 포함하고, 광학 필름의 총 면적의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 80% 초과와 반사율을 가지며,
- [0119] 제1 광학 요소의 용융 온도는 광학 필름의 유리 전이 온도보다 실질적으로 더 높다.
- [0120] 실시 형태 25는, 제1 광학 요소의 용융 온도가 광학 필름의 유리 전이 온도보다 적어도 약 50℃ 더 높은, 실시 형태 24의 광학 조립체이다.
- [0121] 실시 형태 26은, 일체로 형성되는, 실시 형태 24의 광학 조립체이다.
- [0122] 실시 형태 27은, 광학 필름의 최외각 층이 제1 광학 요소의 주 표면에 확산 접합되는, 실시 형태 24의 광학 조립체이다.
- [0123] 실시 형태 28은, 광학 요소에 대한 광학 필름의 접합이, 광학 필름 내의 적어도 한 쌍의 바로 인접한 층들 사이의 층간 접합보다 강한, 실시 형태 27의 광학 조립체이다.
- [0124] 실시 형태 29는, 제1 광학 요소가 렌즈인, 실시 형태 24의 광학 조립체이다.
- [0125] 실시 형태 30은, 제1 광학 요소의 용융 온도와 광학 필름의 용융 온도 간의 차이의 절대값이 50℃ 미만인, 실시 형태 24의 광학 조립체이다.
- [0126] 실시 형태 31은, 제1 광학 요소가 제1 방향으로의 최대 측방향 치수를 따라 더 많이 변하고 직교하는 제2 방향으로의 최대 측방향 치수를 따라 더 적게 변하는 광학 지연을 갖는, 실시 형태 24의 광학 조립체이다.
- [0127] 실시 형태 32는, 광학 필름이 반사 편광기이고, 반사 편광기 상의 각각의 위치가 사전결정된 파장 및 차단 편광 상태를 갖는 수직 입사광을 실질적으로 반사하고 사전결정된 파장 및 직교하는 통과 편광 상태를 갖는 수직 입사광을 실질적으로 투과시키고, 제1 방향은 반사 편광기의 중심에서 차단 편광 상태에 실질적으로 평행한, 실시 형태 31의 광학 조립체이다.
- [0128] 실시 형태 33은 광학 조립체로서, 광학 조립체는
- [0129] 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키는 복수의 교번하는 중합체 층을 포함하는, 일체로 형성된 다층 광학 필름; 및
- [0130] 광학 필름 상에 직접 인서트 성형된 광학 요소를 포함하고, 광학 필름은 광학 요소에 확산 접합되고,
- [0131] 광학 요소에 대한 광학 필름의 접합은, 광학 필름 내의 적어도 한 쌍의 바로 인접한 층들 사이의 층간 접합보다

강하다.

- [0132] 실시 형태 34는, 광학 필름 상의 각각의 위치가 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 80% 초과 반사율을 갖는, 실시 형태 33의 광학 조립체이다.
- [0133] 실시 형태 35는, 광학 필름 상의 각각의 위치가 사전결정된 파장 및 제1 편광 상태에 직교하는 동일한 제2 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 80% 초과 반사율을 갖는, 실시 형태 34의 광학 조립체이다.
- [0134] 실시 형태 36은, 광학 필름 상의 각각의 위치가 사전결정된 파장 및 제1 편광 상태에 직교하는 동일한 제2 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 80% 초과 투과율을 갖는, 실시 형태 34의 광학 조립체이다.
- [0135] 실시 형태 37은, 광학 요소가 광학 필름 상에 직접 사출 인서트 성형되고, 제1 광학 요소의 용융 온도가 광학 필름의 유리 전이 온도보다 적어도 약 50℃ 더 높은, 실시 형태 33의 광학 조립체이다.
- [0136] 실시 형태 38은 광학 조립체로서, 광학 조립체는
- [0137] 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키는 복수의 교번하는 중합체 층을 포함하는, 일체로 형성된 다층 광학 필름 - 광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 90% 초과 반사율을 가짐 -; 및
- [0138] 광학 필름 상에 직접 인서트 성형된 광학 요소를 포함하고, 광학 필름은 광학 요소에 확산 접합된다.
- [0139] 실시 형태 39는, 광학 요소의 용융 온도가 광학 필름의 유리 전이 온도보다 실질적으로 더 높은, 실시 형태 38의 광학 조립체이다.
- [0140] 실시 형태 40은, 광학 요소의 용융 온도가 광학 필름의 유리 전이 온도보다 적어도 약 50℃ 더 높은, 실시 형태 38의 광학 조립체이다.
- [0141] 실시 형태 41은, 제1 광학 요소의 용융 온도와 광학 필름의 용융 온도 간의 차이의 절대값이 약 50℃ 미만인, 실시 형태 38의 광학 조립체이다.
- [0142] 실시 형태 42는, 광학 요소에 대한 광학 필름의 접합이, 광학 필름 내의 적어도 한 쌍의 바로 인접한 층들 사이의 층간 접합보다 강한, 실시 형태 38의 광학 조립체이다.
- [0143] 실시 형태 43은, 광학 필름이 반사 편광기이고, 반사 편광기 상의 각각의 위치가 사전결정된 파장 및 차단 편광 상태를 갖는 수직 입사광을 실질적으로 반사하고 사전결정된 파장 및 직교하는 통과 편광 상태를 갖는 수직 입사광을 실질적으로 투과시키고, 제1 편광 상태는 반사 편광기의 중심에서 차단 편광 상태인, 실시 형태 38의 광학 조립체이다.
- [0144] 실시 형태 44는, 광학 필름 상의 각각의 위치가 사전결정된 파장 및 차단 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 1% 미만의 투과율을 갖는, 실시 형태 43의 광학 조립체이다.
- [0145] 실시 형태 45는 광학 조립체로서, 광학 조립체는
- [0146] 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키는 복수의 교번하는 중합체 층을 포함하는 광학 필름 - 광학 필름의 총 면적의 적어도 90%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 90% 초과 반사율을 가짐 -; 및 광학 필름 상에 직접 인서트 성형된 렌즈를 포함하고, 렌즈는 제1 방향으로의 최대 측방향 치수를 따라 더 많이 변하고 직교하는 제2 방향으로의 최대 측방향 치수를 따라 더 적게 변하는 광학 지연을 가지며, 렌즈 상의 각각의 위치에서의 광학 지연은 약 10 nm 이하이다.
- [0147] 실시 형태 46은, 광학 필름이 반사 편광기이고, 반사 편광기 상의 각각의 위치가 사전결정된 파장 및 차단 편광 상태를 갖는 수직 입사광을 실질적으로 반사하고 사전결정된 파장 및 직교하는 통과 편광 상태를 갖는 수직 입사광을 실질적으로 투과시키는, 실시 형태 45의 광학 조립체이다.
- [0148] 실시 형태 47은, 광학 필름 상의 각각의 위치가 사전결정된 파장 및 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 5% 미만의 투과율을 갖는, 실시 형태 45의 광학 조립체이다.
- [0149] 실시 형태 48은, 렌즈가 광학 필름의 에지 둘레를 적어도 부분적으로 감싸서 광학 필름과 실질적으로 동일 평면에 있게 하는, 실시 형태 45의 광학 조립체이다.
- [0150] 실시 형태 49는, 광학 필름이 렌즈에 확산 접합되어, 렌즈에 대한 광학 필름의 접합이, 광학 필름 내의 적어도 한 쌍의 바로 인접한 층들 사이의 층간 접합보다 강하게 되는, 실시 형태 45의 광학 조립체이다.

- [0151] 실시 형태 50은 광학 조립체로서, 광학 조립체는
- [0152] 렌즈; 및
- [0153] 서로 반대편에 있는 제1 및 제2 주 표면들을 갖는 다층 광학 필름을 포함하고, 제1 주 표면은 렌즈의 제1 면의 제1 부분 상에 배치되고, 다층 광학 필름의 총 면적의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 80% 초과와 반사율을 가지며,
- [0154] 렌즈의 제1 면의 제2 부분은 다층 광학 필름의 제2 주 표면과 실질적으로 동일 평면에 있다.
- [0155] 실시 형태 51은, 렌즈가 다층 광학 필름 상에 직접 사출 성형되는, 실시 형태 50의 광학 조립체이다.
- [0156] 실시 형태 52는, 렌즈가 다층 광학 필름을 포함하는 광학 스택 상에 직접 사출 성형되는, 실시 형태 50의 광학 조립체이다.
- [0157] 실시 형태 53은, 광학 스택이 다층 광학 필름과 일체가 아닌 제1 층을 추가로 포함하고, 다층 광학 필름이 렌즈와 제1 층 사이에 배치되는, 실시 형태 52의 광학 조립체이다.
- [0158] 실시 형태 54는, 제1 층이 렌즈의 제1 면의 제2 부분 및 광학 필름을 가로질러 연장되는, 실시 형태 53의 광학 조립체이다.
- [0159] 실시 형태 55는, 제1 층이 보호 층인, 실시 형태 53 또는 실시 형태 54의 광학 조립체이다.
- [0160] 실시 형태 56은, 보호 층이 적어도 부분적으로 경화된 조성물을 포함하고, 적어도 부분적으로 경화된 조성물은,
- [0161] a) 성분 a) 내지 d)의 총 중량을 기준으로, 3 내지 9의 평균 (메트)아크릴레이트 작용성을 갖는 70 내지 90 중량%의 우레탄 (메트)아크릴레이트 화합물;
- [0162] b) 성분 a) 내지 d)의 총 중량을 기준으로, 1 내지 2의 (메트)아크릴레이트 작용성을 갖는 5 내지 20 중량%의 (메트)아크릴레이트 단량체 - (메트)아크릴레이트 단량체는 우레탄 (메트)아크릴레이트 화합물이 아님 -;
- [0163] c) 성분 a) 내지 d)의 총 중량을 기준으로, 0.5 내지 2 중량%의 실리콘 (메트)아크릴레이트; 및
- [0164] d) 선택적인 유효량의 광개시제를 포함하는, 실시 형태 55의 광학 조립체이다.
- [0165] 실시 형태 57은, 제1 층이 다층 광학 필름에 이형가능하게 부착된 라이너인, 실시 형태 53 또는 실시 형태 54의 광학 조립체이다.
- [0166] 실시 형태 58은, 렌즈의 제1 면의 제2 부분이 렌즈의 제1 면의 제1 부분의 주연부를 실질적으로 둘러싸는, 실시 형태 50의 광학 조립체이다.
- [0167] 실시 형태 59는, 광학 필름이 렌즈에 확산 접합되어, 렌즈에 대한 광학 필름의 접합이, 광학 필름 내의 적어도 한 쌍의 바로 인접한 층들 사이의 층간 접합보다 강하게 되는, 실시 형태 50의 광학 조립체이다.
- [0168] 실시 형태 60은 광학 조립체로서, 광학 조립체는
- [0169] 렌즈; 및
- [0170] 렌즈의 주 표면 상에 배치된 광학 스택을 포함하고,
- [0171] 렌즈는 광학 스택의 에지 둘레를 적어도 부분적으로 감싼다.
- [0172] 실시 형태 61은, 광학 스택이 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하거나 투과시키는 복수의 교번하는 중합체 층을 포함하는 다층 광학 필름을 포함하는, 실시 형태 60의 광학 조립체이다.
- [0173] 실시 형태 62는, 렌즈가 다층 광학 필름의 에지 둘레를 적어도 부분적으로 감싸는, 실시 형태 61의 광학 조립체이다.
- [0174] 실시 형태 63은, 렌즈가 다층 광학 필름의 에지 둘레를 적어도 부분적으로 감싸서 다층 광학 필름과 동일 평면에 있게 하는, 실시 형태 62의 광학 조립체이다.
- [0175] 실시 형태 64는, 광학 스택이 다층 광학 필름과 일체가 아닌 추가 필름을 추가로 포함하는, 실시 형태 61의 광학 조립체이다.
- [0176] 실시 형태 65는, 다층 광학 필름이 추가 필름과 렌즈 사이에 배치되는, 실시 형태 64의 광학 조립체이다.

- [0177] 실시 형태 66은, 렌즈가 추가 필름의 에지 둘레를 감싸지 않는, 실시 형태 64 또는 실시 형태 65의 광학 조립체이다.
- [0178] 실시 형태 67은, 렌즈가 추가 필름의 에지 둘레를 적어도 부분적으로 감싸는, 실시 형태 64 또는 실시 형태 65의 광학 조립체이다.
- [0179] 실시 형태 68은, 렌즈가 추가 필름의 에지 둘레를 적어도 부분적으로 감싸서 추가 필름과 동일 평면에 있게 하는, 실시 형태 64 또는 실시 형태 65의 광학 조립체이다.
- [0180] 실시 형태 69는 광학 조립체로서, 광학 조립체는
- [0181] 만곡된 리세스를 내부에 한정하는 제1 주 표면을 갖는 렌즈; 및
- [0182] 만곡된 리세스에 접촉되고 그에 순응하는 다층 광학 필름을 포함한다.
- [0183] 실시 형태 70은, 다층 광학 필름이 서로 반대편에 있는 최외각 제1 및 제2 주 표면들을 포함하고, 다층 광학 필름의 제1 주 표면이 만곡된 리세스에 접촉되고, 렌즈의 제1 주 표면의 일부분이 다층 광학 필름의 제2 주 표면과 동일 평면에 있는, 실시 형태 69의 광학 조립체이다.
- [0184] 실시 형태 71은, 다층 광학 필름이 서로 반대편에 있는 최외각 제1 및 제2 주 표면들을 포함하고, 다층 광학 필름의 제1 주 표면이 만곡된 리세스에 접촉되고, 렌즈의 제1 주 표면의 일부분이 다층 광학 필름의 에지 둘레를 감싸고 렌즈의 제1 주 표면의 중심에서의 렌즈에 대한 법선에 평행한 방향으로 다층 광학 필름의 제2 주 표면을 지나 연장되는, 실시 형태 69의 광학 조립체이다.
- [0185] 실시 형태 72는, 렌즈 반대편의 다층 광학 필름 상에 배치된 추가 층을 추가로 포함하고, 추가 층은 다층 광학 필름과 일체가 아니며, 렌즈의 제1 주 표면의 일부분이 다층 광학 필름 반대편의 추가 층의 최외각 주 표면과 동일 평면에 있는, 실시 형태 71의 광학 조립체이다.
- [0186] 실시 형태 73은, 광학 필름이 렌즈에 확산 접합되어, 렌즈에 대한 광학 필름의 접합이, 광학 필름 내의 적어도 한 쌍의 바로 인접한 층들 사이의 층간 접합보다 강하게 되는, 실시 형태 69의 광학 조립체이다.
- [0187] 실시 형태 74는, 다층 광학 필름의 총 면적의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치가 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 80% 초과 반사율을 갖는, 실시 형태 69의 광학 조립체이다.
- [0188] 실시 형태 75는 광학 조립체로서, 광학 조립체는
- [0189] 광학 필름 - 광학 필름의 총 면적의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치는 동일한 사전결정된 파장 및 동일한 제1 편광 상태를 갖는 수직 입사광에 대한 약 80% 초과 반사율을 가짐 -; 및
- [0190] 광학 필름 상에 직접 사출 성형된 렌즈를 포함하고, 렌즈는 렌즈의 주 표면의 적어도 80%에 걸친 각각의 위치에서 약 10 nm 이하의 광학 지연을 가지며, 제1 렌즈 위치에서의 렌즈 두께는 제2 렌즈 위치에서의 렌즈 두께보다 적어도 약 20% 더 크다.
- [0191] 실시 형태 76은, 광학 필름이 복수의 교번하는 중합체 층을 포함하고, 광학 필름이 렌즈에 확산 접합되어, 렌즈에 대한 광학 필름의 접합이 복수의 교번하는 중합체 층 내의 적어도 한 쌍의 바로 인접한 층들 사이의 층간 접합보다 강하게 되는, 실시 형태 75의 광학 조립체이다.
- [0192] **실시예**
- [0193] **실시예 1: APF 상의 렌즈의 인서트 성형**
- [0194] 다층 광학 필름 반사 편광기(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 3M Company로부터 입수가 가능한 Advanced Polarizing Film(APF))를, 미국 특허 제9,557,568호(Ouderkirk 등)에 일반적으로 기재된 바와 같이 8 베이스(Base) 렌즈 형상으로 열성형하였다.
- [0195] 8 베이스 렌즈 블랭크 사출 성형 도구를 사용하여 Krauss Maffei 65톤 사출 성형기 상에서 광학 필름 인서트 성형을 행하였다. 열성형된 광학 필름을 정확한 크기로 트리밍(trim)하여 사출 성형 도구에 끼워맞추고, 이어서 성형 도구의 볼록한 면 상에 배치하였다. 다음으로, 99℃의 성형 도구 공동 내로 276℃의 온도에서 사출되는 PMMA 성형 재료(Optimas 7500, Mitsubishi Gas Chemical Company, Inc)를 사용하여 사출 성형 공정을 수행하였다. 생성된 광학 조립체를 66초의 총 사출 성형 사이클 시간 후에 사출 성형기로부터 제거하였다. 열성형 및

성형 공정 전과 후의 필름의 시각적 검사는 반사율에 있어서의 어떠한 주목할 만한 변화도 나타내지 않았다.

[0196] 크로스 해치 테이프 당김 시험(cross hatch tape pull test)을 이용하여 렌즈에 대한 필름의 접합 강도를 시험하였다. 이는 크로스 해치 패턴으로 렌즈 표면 상의 인서트 성형된 필름을 통해 스코어링(scoring)하고, 스코어링된 크로스 해치 필름 표면 위에 테이프를 접착시키고, 테이프를 표면으로부터 당김으로써 행하였다. 다층 광학 필름은 광학 필름의 일부분이 테이프로 제거되고 다른 부분이 렌즈 상에 남아 있는 상태로 분리된 것으로 밝혀졌다. PMMA 성형 재료는, 폴리카르보네이트와 코폴리에스테르의 블렌드(PC:coPET)인 APF 필름의 외부 층에 강하게 접합된 것으로 결론지어졌다. 비교를 위해, 유사한 공정으로 열성형된 APF 상에 환형 올레핀 수지를 사출 성형하고, 전술한 바와 같이 접착을 시험하였다. APF가 테이프로 완전히 제거되어 렌즈 상에 광학 필름을 남기지 않는 것으로 밝혀졌다.

[0197] 사출 성형에 의해 제조된 렌즈의 지연을 결정하기 위해, 광학 필름 없이 전술된 바와 같이 렌즈를 형성하였고, Axometrics AxoScan™ Muller 매트릭스 편광계(미국 앨라배마주 헨츠빌 소재의 Axometrics, Inc.로부터 입수가 가능함)를 사용하여 지연을 측정하였다. 렌즈는 약 2 mm의 대략 일정한 두께, 36 mm의 곡률 반경 및 70 mm의 직경을 가졌다. (렌즈의 정점으로부터 측정된 편각을 갖는 구면 좌표를 이용한) 편각 및 방위각의 함수로서의 지연(nm 단위)이 표 1에 나타나 있다. 550 nm의 파장을 사용하였고, 결과를 20회 스캔에 걸쳐 평균하였다. 중복 지점들을 측정하여 결과들의 반복성을 결정하였다(예컨대, 48도의 편각 및 0도의 방위각은 마이너스 48도의 편각 및 180도의 방위각과 등가이다). 지연은 게이트 축(약 -48도의 편각 및 약 0도의 방위각)으로부터 렌즈의 반대측으로의 방향으로 더 많이 변하였고, 직교 방향으로 더 적게 변하였다. 지연은 게이트 부근의 작은 영역에서 10 nm 초과였으며, 렌즈의 적어도 80%에 걸쳐 10 nm 미만이었다. 더 긴 어닐링 시간이 게이트 부근의 지연을 감소시켜 지연이 렌즈 전체에 걸쳐 10 nm 미만이 되도록 한 것으로 여겨진다.

[0198] [표 1]

지연 (nm)

편각 (도) 방위각 (도)	-48	-36	-24	-12	0	12	24	36	48
0	30	6.4	2	1.7	1.4	1	0.66	1	5.8
30	17	4.2	2.3	1.7	1.4	1	0.9	0.9	4.3
60	9.3	2.3	2.4	1.7	1.3	1.3	1.5	1.2	3.5
90	5.5	1.4	2.2	1.6	1.4	1.5	2	1.5	4.97
120	3.4	1.3	1.7	1.3	1.4	1.6	2.2	2.1	8.3
150	4.2	1.2	1	1.1	1.3	1.7	2.1	3.5	14.7
180	5.6	1.3	0.7	1	1.4	1.6	1.9	5.3	28.4

[0199]

[0200] 실시예 2: APF 및 라이너의 광학 스택 상에의 렌즈의 인서트 성형

[0201] 광학 스택을, 미국 특허 제9,557,568호(Ouderkirk 등)에 일반적으로 기재된 바와 같이 8 베이스 렌즈 형상으로 열성형하였다. 광학 스택은 다층 광학 필름 반사 편광기(APF)의 각각의 주 표면 상에 배치된 보호 필름 라이너(OCPET NSA33T, Sun A Kaken Co, Ltd)를 갖는 APF였다. 라이너는 APF와 정렬되고, APF의 에지를 지나 연장되지 않았다.

[0202] 8 베이스 렌즈 블랭크 사출 성형 도구를 사용하여 Krauss Maffei 65톤 사출 성형기 상에서 광학 스택 인서트 성형을 행하였다. 열성형된 광학 스택을 정확한 크기로 트리밍하여 사출 성형 도구에 끼워맞추고, 라이너들 중 하나를 제거하였다. 이어서, 열성형된 광학 스택을, 나머지 라이너가 몰드 공동으로부터 멀어지게 향하는 상태로 성형 도구의 볼록한 면 상에 배치하였다. 다음으로, 82℃의 성형 도구 공동 내로 268℃의 온도에서 사출되는 PMMA 성형 재료(Optimas 7500, Mitsubishi Gas Chemical Company, Inc)를 사용하여 사출 성형 공정을 수행하였다. 생성된 광학 조립체를 66초의 총 사출 성형 사이클 시간 후에 사출 성형기로부터 제거하였다.

[0203] 렌즈에 대한 필름의 접합 강도를 실시예 1에서와 같이 시험하였다. 다층 광학 필름은 광학 필름의 일부분이 테이프로 제거되고 다른 부분이 렌즈 상에 남아 있는 상태로 분리된 것으로 밝혀졌다.

[0204] 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 기술되어 있지만, 당업자는 본 발명의 범주로부터 벗어나지 않고서 다양한 대안 및/또는 등가의 구현예가 도시 및 기술된 특정 실시 형태를 대신할 수 있다

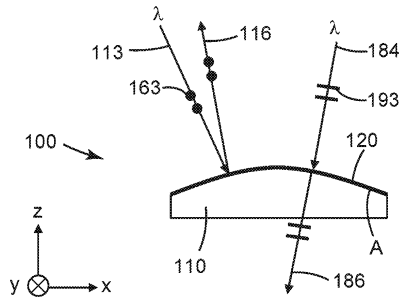
는 것을 이해할 것이다. 본 출원은 본 명세서에 논의된 구체적인 실시 형태의 임의의 개조 또는 변형을 포함하도록 의도된다. 따라서, 본 발명은 오직 청구범위 및 이의 등가물에 의해서만 제한되는 것으로 의도된다.

[0205]

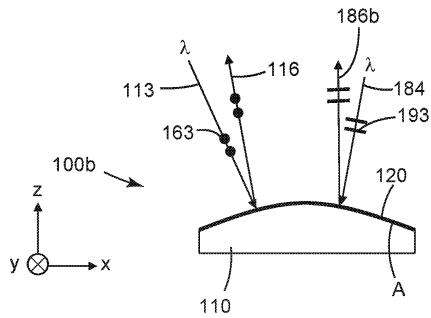
전술한 내용에 언급된 모든 참고 문헌, 특허 및 특허 출원은 본 명세서에 전체적으로 일관된 방식으로 참고로 포함된다. 본 출원과 포함되는 참고 문헌의 부분들 사이에 불일치 또는 모순이 있는 경우, 전술한 설명에서의 정보가 우선할 것이다.

도면

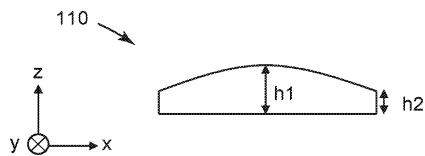
도면1a



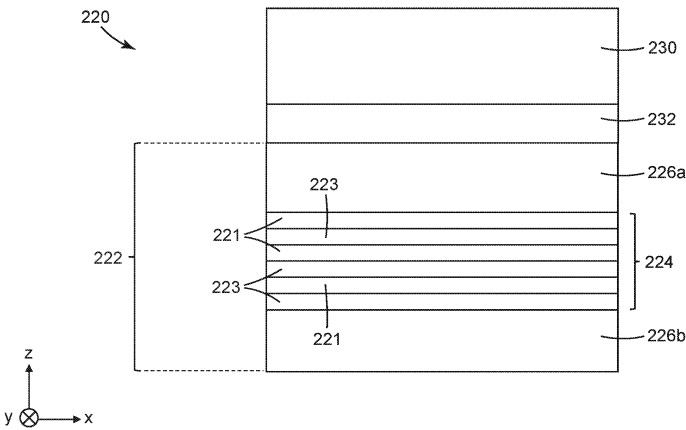
도면1b



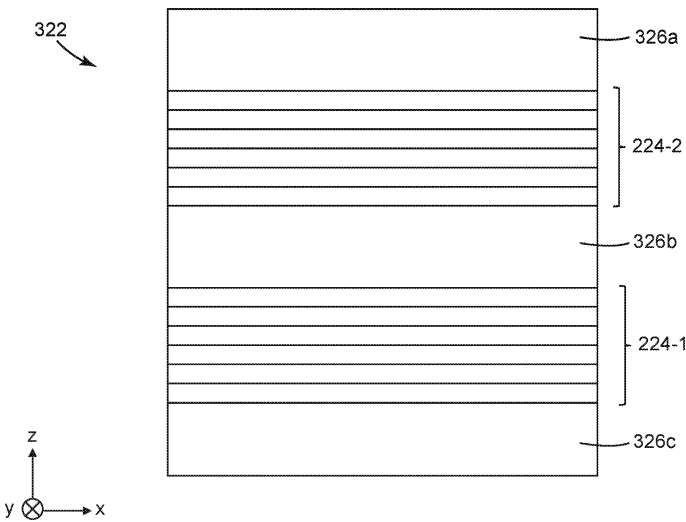
도면1c



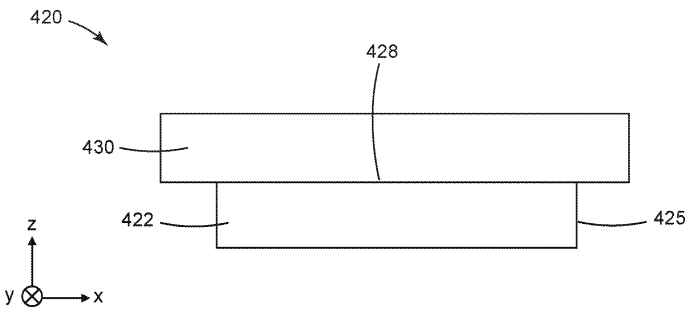
도면2



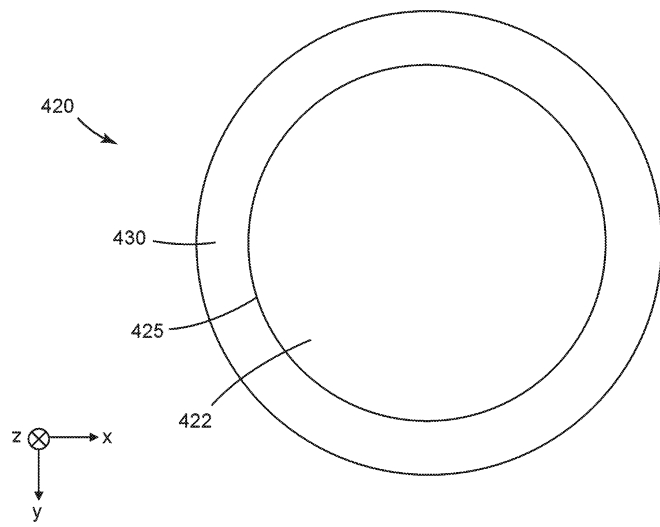
도면3



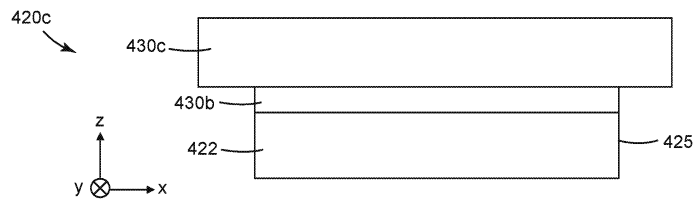
도면4a



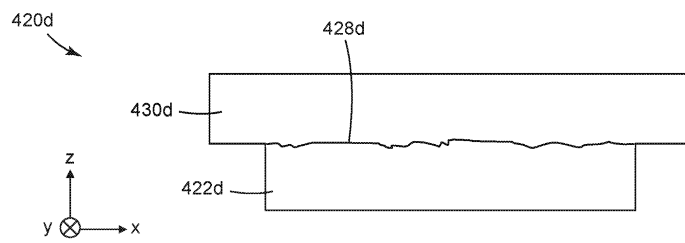
도면4b



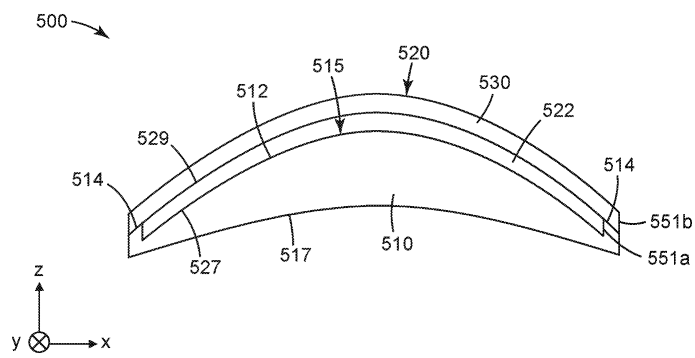
도면4c



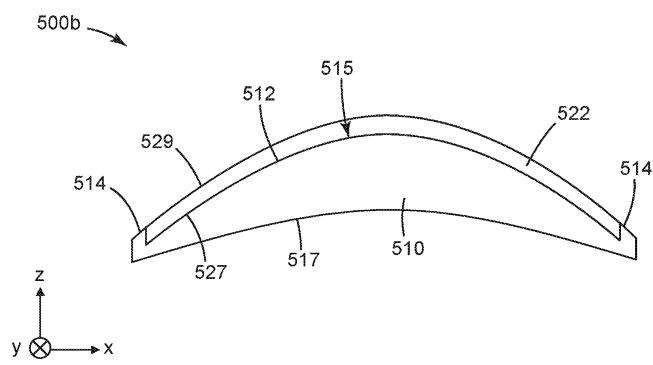
도면4d



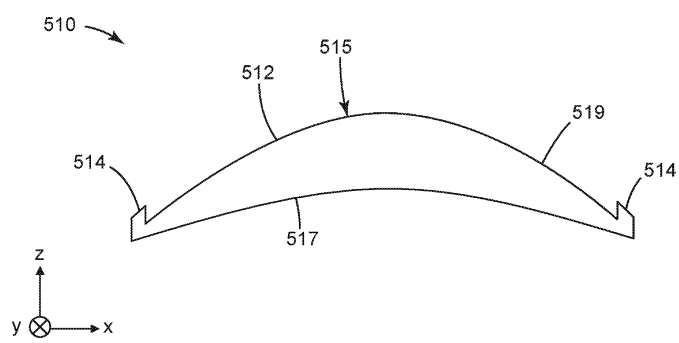
도면5a



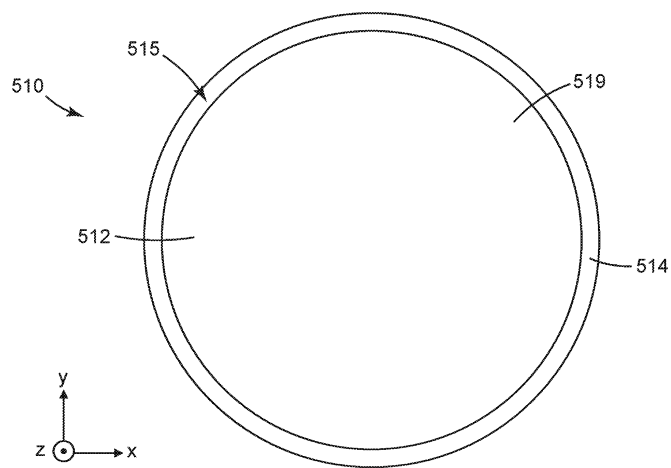
도면5b



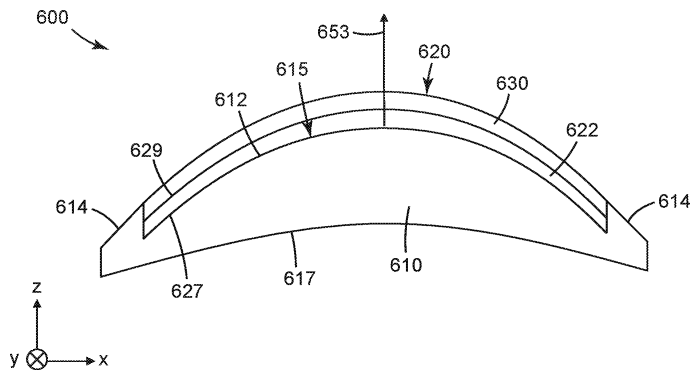
도면5c



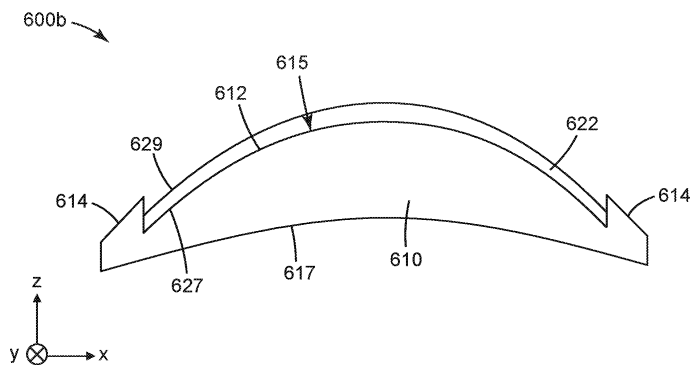
도면5d



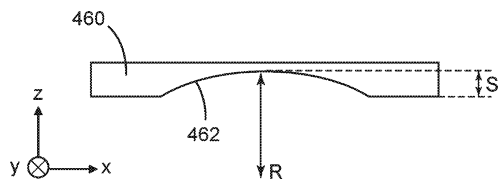
도면6a



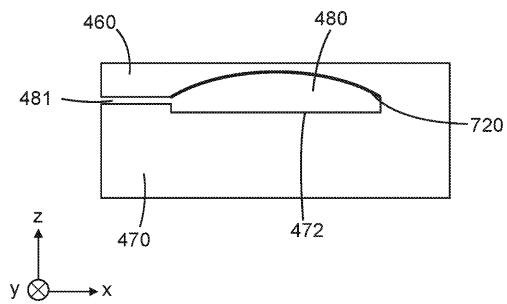
도면6b



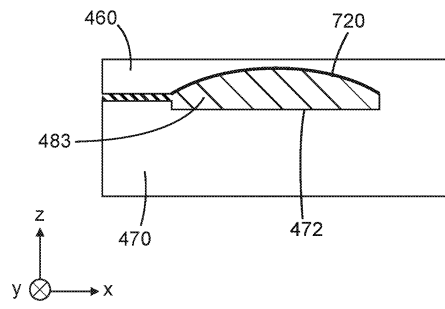
도면7a



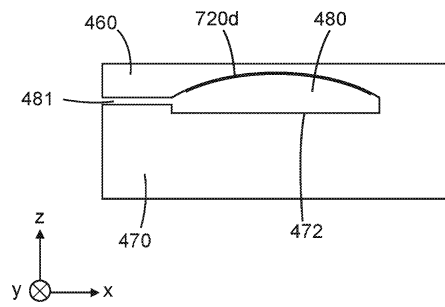
도면7b



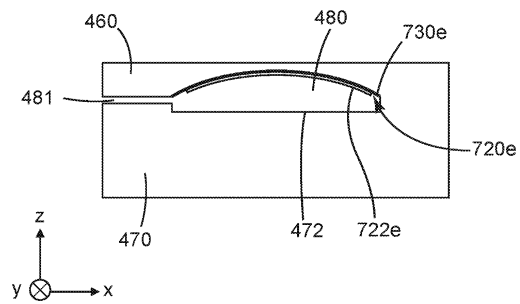
도면7c



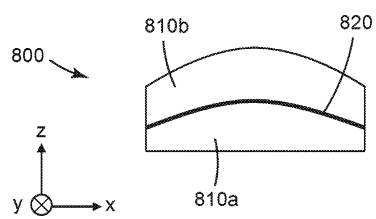
도면7d



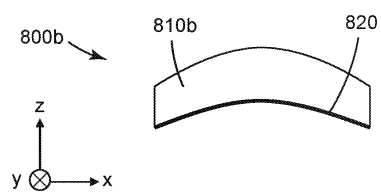
도면7e



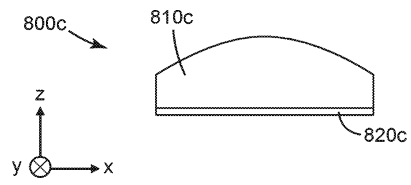
도면8a



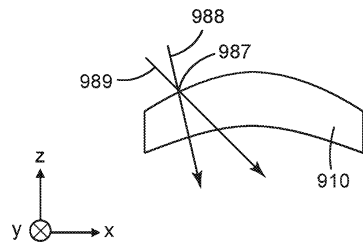
도면8b



도면8c



도면9



도면10

