



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0059866
(43) 공개일자 2018년06월05일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02C 7/10 (2006.01) G02B 5/28 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G02C 7/107 (2013.01)
G02B 5/28 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7011733
- (22) 출원일자(국제) 2016년09월20일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2017년04월25일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2016/052580
- (87) 국제공개번호 WO 2017/058562
국제공개일자 2017년04월06일
- (30) 우선권주장
62/236,247 2015년10월02일 미국(US)

- (71) 출원인
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터
- (72) 발명자
월드 채드 알
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터
웨버 마이클 에프
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터
조단 마이론 케이
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터
- (74) 대리인
양영준, 조윤성, 김영

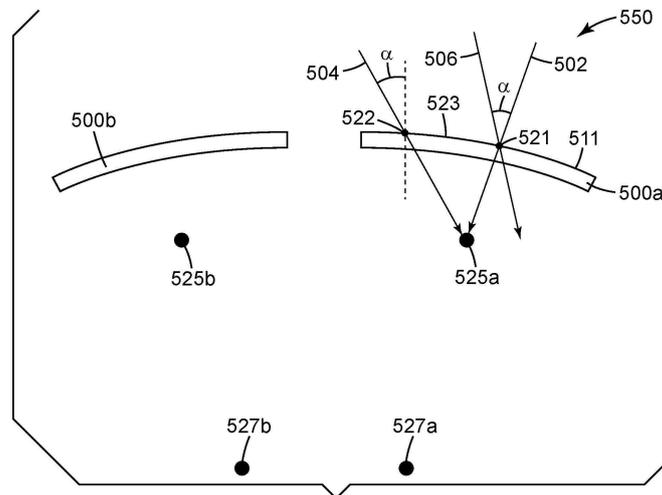
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 광학 필터

(57) 요약

중합체 다층 광학 필름을 포함하는 광학 필터가 제공된다. 광학 필름은 반사 대역 에지를 갖는 반사 대역을 가지며, 반사 대역 에지는, 위치에 독립적으로, 반사 대역의 단파장 측에서의 단파장 대역 에지 및 반사 대역의 장파장 측에서의 장파장 대역 에지 중 하나이다. 반사 대역 에지는 수직 입사 반사 대역 에지 파장을 가지며, 수직 입사 반사 대역 에지 파장은, 위치에 따라 변하고, 제1 위치에서 제1 파장이고 제1 위치와는 상이한 제2 위치에서 제2 파장이다. 제1 파장은 제2 파장보다 적어도 2% 더 높을 수 있다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

G02C 7/104 (2013.01)

G02C 7/105 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

광학 필터로서,

중합체 다층 광학 필름을 포함하고, 중합체 다층 광학 필름은 제1 반사 대역 에지를 갖는 반사 대역을 갖고, 제1 반사 대역 에지는 위치 의존적 수직 입사 제1 반사 대역 에지 파장을 갖고, 제1 반사 대역 에지는, 위치에 독립적으로, 반사 대역의 단파장 측에서의 단파장 대역 에지 및 반사 대역의 장파장 측에서의 장파장 대역 에지 중 하나이고, 수직 입사 제1 반사 대역 에지 파장은 제1 위치에서 제1 파장이고 제1 위치와는 상이한 제2 위치에서 제2 파장이고, 제1 파장은 제2 파장보다 적어도 2% 더 높은 광학 필터.

청구항 2

제1항에 있어서, 반사 대역은, 제2 위치에서보다 제1 위치에서 적어도 2% 더 높은 수직 입사 반사 대역 중심 파장을 갖는 광학 필터.

청구항 3

제1항에 있어서, 수직 입사 제1 반사 대역 에지 파장은 중합체 다층 광학 필름의 적어도 일부분에서 렌즈의 에지에 가장 가까운 부분의 제1 단부로부터 제1 단부의 반대편인 부분의 제2 단부까지 원호 길이를 따라 실질적으로 단조적으로 감소하는 광학 필터.

청구항 4

제1항에 있어서, 수직 입사 시의 필름의 적어도 하나의 부분의 경우, 반사 대역은 60 nm 이하의 폭(FWHM)을 갖고, 중합체 다층 광학 필름은 420 내지 680 nm로부터의 평균 내부 투과율이 적어도 50%이고, 반사 대역과 연관되고 550 nm를 포함하는 10 nm 폭의 파장 범위에 걸친 평균 내부 투과율이 10% 이하인 광학 필터.

청구항 5

제1항에 있어서, 제1 대역 에지는 장파장 대역 에지이고, 수직 입사 시의 중합체 다층 광학 필름의 적어도 일부 부분들의 경우, 장파장 대역 에지는 420 내지 440 nm의 범위에 있고, 중합체 다층 광학 필름은 반사 대역을 가로질러 2% 미만의 평균 광 투과율을 갖고, 수직 입사 시에 장파장 대역 에지보다 10 nm 이상 긴 파장을 갖는 청색 광의 적어도 80%를 투과시키는 광학 필터.

청구항 6

제1항에 있어서, 반사 대역은 제2 대역 에지를 갖고, 제1 대역 에지는 단파장 대역 에지이고, 제2 대역 에지는 장파장 대역 에지이고, 수직 입사 시의 중합체 다층 광학 필름의 적어도 일부 부분들의 경우, 단파장 대역 에지는 약 400 nm 이하에 있고, 장파장 대역 에지는 420 내지 440 nm의 범위에 있고, 중합체 다층 광학 필름은 반사 대역을 가로질러 2% 미만의 평균 광 투과율을 갖고, 장파장 대역 에지보다 10 nm 더 긴 파장을 갖는 청색 광의 적어도 80%를 투과시키는 광학 필터.

청구항 7

제1항에 있어서, 반사 대역은 제2 대역 에지를 갖고, 제1 대역 에지는 단파장 대역 에지이고, 제2 대역 에지는 장파장 대역 에지이고, 수직 입사 시의 중합체 다층 광학 필름의 적어도 일부분은, 440 nm 내지 480 nm의 파장 범위에서 적어도 80%를 반사시키고, 장파장 대역 에지보다 10 nm 더 긴 파장에서 그리고 단파장 대역 에지보다 10 nm 더 짧은 파장에서의 청색 광의 50% 초과를 투과시키는 광학 필터.

청구항 8

안경류(eyewear)로서,

제1항에 따른 제1의 광학 필터를 포함하는 제1 안경류 렌즈;

제1항에 따른 제2의 광학 필터를 포함하는 제2 안경류 렌즈; 및

제1 렌즈 장착 부분, 및 제1 렌즈 장착 부분에 근접한 제2 렌즈 장착 부분을 갖는 프레임을 포함하고, 제1 안경류 렌즈는 제1 렌즈 장착 부분 상에 장착되고 제2 안경류 렌즈는 제2 렌즈 장착 부분 상에 장착되는 안경류.

청구항 9

광학 필터로서,

중합체 다층 광학 필름을 포함하고, 필름은 반사 대역을 갖고,

필름은 제1 위치에서의 수직 입사 시에 렌즈 상에 입사되는 광에 대한 제1 반사 대역 예지 파장을 갖고, 제1 위치에서의 25도 입사각으로 렌즈 상에 입사되는 광에 대한 제2 반사 대역 예지 파장을 갖고, 제2 반사 대역 예지 파장은 제1 반사 대역 예지 파장과 제1 백분율만큼 상이하고,

필름은 제1 위치와는 상이한 제2 위치에서의 25도 입사각으로 렌즈 상에 입사되는 광에 대한 제3 반사 대역 예지 파장을 갖고, 제3 반사 대역 예지 파장은 제1 반사 대역 예지 파장과 제1 백분율의 1/2 미만인 제2 백분율만큼 상이하고,

제1, 제2 및 제3 반사 대역 예지 파장들 각각은 반사 대역의 단파장 측에서의 단파장 대역 예지의 파장들이거나, 또는 제1, 제2 및 제3 반사 대역 예지 파장들 각각은 반사 대역의 장파장 측에서의 장파장 대역 예지의 파장들인 광학 필터.

청구항 10

제9항에 있어서,

광학 필름은 제1 위치에서의 수직 입사 시에 렌즈 상에 입사되는 광에 대한 제1 반사 대역 중심 파장을 갖고,

제1 위치에서의 25도 입사각으로 렌즈 상에 입사되는 광에 대한 제2 반사 대역 중심 파장을 갖고, 제2 반사 대역 중심 파장은 제1 반사 대역 중심 파장과 제3 백분율만큼 상이하고,

광학 필름은 제2 위치에서의 25도 입사각으로 렌즈 상에 입사되는 광에 대한 제3 반사 대역 중심 파장을 갖고,

제3 반사 대역 중심 파장은 제1 반사 대역 중심 파장과 제3 백분율의 1/2 미만인 제4 백분율만큼 상이한 광학 필터.

청구항 11

제10항에 있어서, 제1 반사 대역 중심 파장과 제2 반사 대역 중심 파장 사이의 차이의 절대값이 적어도 12 nm이고, 제1 반사 대역 중심 파장과 제3 반사 대역 중심 파장 사이의 차이의 절대값이 6 nm 미만인 광학 필터.

청구항 12

제10항에 있어서, 광학 필름은 제1 위치에서의 30도 입사각에서 제4 반사 대역 중심 파장을 갖고, 제4 반사 대역 중심 파장은 제1 반사 대역 중심 파장과 제5 백분율만큼 상이하고, 광학 필름은 제1 및 제2 위치들과는 상이한 제3 위치에서의 30도 입사각에서 제5 반사 대역 중심 파장을 갖고, 제5 반사 대역 중심 파장은 제1 반사 대역 중심 파장과 제5 백분율의 1/2 미만인 제6 백분율만큼 상이한 광학 필터.

청구항 13

제9항에 있어서, 제1 광선이 렌즈의 외부 표면으로부터의 수직 입사 시에 제1 위치에 입사될 때, 제1 광선은 외부 표면의 반대편인 렌즈에 근접한 지점을 통과하고, 제2 광선이 25도 입사각으로 렌즈의 외부 표면으로부터 제2 위치에 입사될 때, 제2 광선은 그 지점을 통과하는 광학 필터.

청구항 14

안경류로서,

제9항에 따른 제1의 광학 필터를 포함하는 제1 안경류 렌즈;

제9항에 따른 제2의 광학 필터를 포함하는 제2 안경류 렌즈; 및

제1 렌즈 장착 부분, 및 제1 렌즈 장착 부분에 근접한 제2 렌즈 장착 부분을 갖는 프레임을 포함하고, 제1 안경류 렌즈는 제1 렌즈 장착 부분 상에 장착되고 제2 안경류 렌즈는 제2 렌즈 장착 부분 상에 장착되는 안경류.

청구항 15

광학 필터로서,

반사 대역을 갖는 중합체 다층 광학 필름을 포함하고, 공기 중에서 렌즈의 외부 표면 상에 입사되고 외부 표면의 반대편인 렌즈에 근접한 고정된 지점을 통과하는 광선의 입사 위치가 외부 표면의 일부분을 통하여 변하여, 외부 표면과의 광선의 입사각이 0도 내지 25도로 변화하도록 될 때, 광학 필터는 2.5% 미만의 제1 최대 변동을 갖는 반사 대역 에지 파장을 제공하는 광학 필터.

청구항 16

제15항에 있어서, 렌즈는 곡률 반경을 갖고, 고정된 지점은 렌즈의 곡률 중심으로부터 적어도 곡률 반경의 절반만큼 분리되어 있는 광학 필터.

청구항 17

제15항에 있어서, 외부 표면과의 광선의 입사각이 0도 내지 25도로 변할 때, 광학 필터는 2.5% 미만의 제3 최대 변동을 갖는 반사 대역 중심 파장을 제공하는 광학 필터.

청구항 18

안경류로서,

제1 안경류 렌즈를 포함하고, 제1 안경류 렌즈는 제15항에 따른 광학 필터를 포함하고, 안경류는, 착용 시에, 고정된 지점이 눈의 회전 중심이 되도록 구성되는 안경류.

청구항 19

제1항 내지 제7항 또는 제9항 내지 제13항 또는 제15항 내지 제17항 중 어느 한 항에 따른 광학 필터를 포함하는 헤드 마운트 디스플레이.

청구항 20

제1항 내지 제7항 또는 제9항 내지 제13항 또는 제15항 내지 제17항 중 어느 한 항에 따른 광학 필터를 포함하는 광학 검출기를 포함하는 기계 비전 시스템(machine vision system).

발명의 설명

기술 분야

배경 기술

[0001] 원하는 반사 대역을 제공하기 위해 다층 광학 필름들이 이용될 수 있다. 다층 광학 필름의 반사 및 투과 특성들은 광학 필름 상의 광의 입사각에 의존한다. 안경류 렌즈(eyewear lens)가 다층 광학 필름을 포함할 수 있다.

발명의 내용

[0002] 본 발명의 일부 태양에서, 반사 대역을 갖는 중합체 다층 광학 필름을 포함하는 광학 필터가 제공된다. 반사 대역은 위치 의존적 수직 입사 제1 반사 대역 에지 파장을 갖는 제1 반사 대역 에지를 갖는다. 제1 반사 대역 에지는, 위치에 독립적으로, 반사 대역의 단파장 측에서의 단파장 대역 에지 및 반사 대역의 장파장 측에서의 장파장 대역 에지 중 하나이다. 수직 입사 제1 반사 대역 에지 파장은 제1 위치에서 제1 파장이고 제1 위치와는 상이한 제2 위치에서 제2 파장이고, 제1 파장은 제2 파장보다 적어도 2% 더 높다.

[0003] 본 발명의 일부 태양에서, 반사 대역을 갖는 중합체 다층 광학 필름을 포함하는 광학 필터가 제공된다. 필름은 제1 위치에서의 수직 입사 시에 렌즈 상에 입사되는 광에 대한 제1 반사 대역 예지 파장을 갖고, 제1 위치에서의 25도 입사각으로 렌즈 상에 입사되는 광에 대한 제2 반사 대역 예지 파장을 갖는다. 제2 반사 대역 예지 파장은 제1 반사 대역 예지 파장과 제1 백분율만큼 상이하다. 필름은 제1 위치와는 상이한 제2 위치에서의 25도 입사각으로 렌즈 상에 입사되는 광에 대한 제3 반사 대역 예지 파장을 갖고, 제3 반사 대역 예지 파장은 제1 반사 대역 예지 파장과 제1 백분율의 1/2 미만인 제2 백분율만큼 상이하다. 제1, 제2 및 제3 반사 대역 예지 파장들 각각은 반사 대역의 단파장 측에서의 단파장 대역 예지의 파장들이거나, 또는 제1, 제2 및 제3 반사 대역 예지 파장들 각각은 반사 대역의 장파장 측에서의 장파장 대역 예지의 파장들이다.

[0004] 본 발명의 일부 태양에서, 반사 대역을 갖는 중합체 다층 광학 필름을 포함하는 광학 필터가 제공된다. 공기 중에서 렌즈의 외부 표면 상에 입사되고 외부 표면의 반대편인 렌즈에 근접한 고정된 지점을 통과하는 광선의 입사 위치가, 외부 표면의 일부분을 통하여 변하여, 외부 표면과의 광선의 입사각이 0도 내지 25도로 변화하도록 될 때, 광학 필터는 2.5% 미만의 제1 최대 변동을 갖는 반사 대역 예지 파장을 제공한다.

도면의 간단한 설명

- [0005] 도 1은 사람에 의해 관찰되는 광을 필터링하는 광학 렌즈의 개략적인 측면도이다.
- 도 2는 본 명세서에 기술된 안경류 렌즈들을 이용한 예시적인 안경류의 사시도이다.
- 도 3은 가상적 광학 필터의 투과 스펙트럼의 그래프이다.
- 도 4는 입사각의 함수로서의 중합체 다층 광학 필름의 반사 대역 중심 파장의 그래프이다.
- 도 5는 렌즈 기하형상의 개략도이다.
- 도 6은 렌즈를 통한 시야 방향의 함수로서의 안경류 렌즈 내의 필름 상의 광의 부호있는 입사각의 그래프이다.
- 도 7은 시야 방향의 함수로서의 렌즈를 통한 시야 방향을 따른 반사 대역 중심 파장의 그래프이다.
- 도 8은 렌즈의 원호 길이를 따른 좌표계의 예시이다.
- 도 9는 렌즈의 원호 길이를 따른 거리의 함수로서의 렌즈를 통한 시야 방향의 그래프이다.
- 도 10은 렌즈의 원호 길이를 따른 거리의 함수로서의 렌즈를 통한 시야 방향을 따른 반사 대역 중심 파장의 그래프이다.
- 도 11은 렌즈의 원호 길이를 따른 거리의 함수로서의 렌즈를 통한 시야 방향에 독립적인 반사 대역 중심 파장을 생성하기 위해 필요한 반사 대역 중심 파장의 % 변화의 그래프이다.
- 도 12는 렌즈의 원호 길이를 따른 거리의 함수로서의 렌즈를 통한 시야 방향에 독립적인 실제 입사 반사 대역 중심 파장을 생성하기 위해 필요한 수직 입사 반사 대역 중심 파장의 그래프이다.
- 도 13a는 금형의 개략적인 사시도이다.
- 도 13b는 열성형된 필름 또는 라미네이트의 사시도이다.
- 도 14는 렌즈의 원호 길이를 따른 거리의 함수로서의, 렌즈를 통한 시야 방향에 독립적인 반사 대역 중심 파장을 생성하기 위해 필요한 반사 대역 중심 파장의 % 변화 및 샘플 렌즈에서 획득된 % 변화의 그래프이다.
- 도 15는 기계 비전 시스템(machine vision system)의 개략적인 예시이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0006] 하기 설명에서, 본 명세서의 일부를 형성하고 다양한 실시 형태들이 예시로서 도시되어 있는 첨부 도면을 참조한다. 도면은 반드시 축척대로 그려진 것은 아니다. 다른 실시 형태들이 고려되며 본 발명의 범주 또는 사상으로부터 벗어남이 없이 이루어질 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 따라서, 하기의 상세한 설명은 제한적 의미로 해석되어서는 안 된다.

[0007] 중합체 다층 광학 필름들을 포함하는 광학 필터들이, 원하는 반사 및 투과 특성들을 제공하기 위해 안경류 렌즈들 내에 통합될 수 있다. 일부 경우에, 특정 파장의 광을 차단하는 것이 요구된다. 그러한 차단은, 차단하도록 요구되는 파장들에서 반사 대역을 제공하는 중합체 다층 광학 필름을 사용함으로써 달성될 수 있다. 그러한

중합체 다층 광학 필름들은 간섭 필터들로서 설명될 수 있는데, 이는 그러한 필름들이 전형적으로 하나 이상의 층 적층물(stack)들 내의 (전형적으로는) 수십, 수백 또는 수천의 개별 마이크로층들의 계면들에서의 광의 보강 간섭 또는 상쇄 간섭에 기초하기 때문이다. 본 발명의 광학 필터들은 렌즈들 내에 통합될 수 있다. 광학 필터는 중합체 다층 간섭 필터를 포함할 수 있고, 일부 경우에, 예를 들어, 선택된 파장들에서 흡수함으로써 눈부심을 감소시키기 위해 포함될 수 있는 하나 이상의 흡수 층들을 추가로 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 안경류 렌즈들은 광학 도수(optical power)를 가질 수 있고, 처방 렌즈들로서 사용될 수 있다. 다른 실시 형태에서, 안경류 렌즈들은 실질적으로 광학 도수를 갖지 않고, 예를 들어, 보호 안경류(예컨대, 보안경, 고글, 안면 보호막(face-shield)(예컨대, 실험실 사용을 위한 안면 보호막 또는 헬멧 내에 통합된 안면 보호막) 등)에서 사용될 수 있거나, 또는 안경류 렌즈들 내의 중합체 다층 광학 필름에 의해 제공되는 광학 효과들을 위해 주로 사용될 수 있다. 본 발명의 안경류 렌즈들에 의해 제공되는 광학 효과들은, 예를 들어, 색맹 교정 필터들, 청색 예지 필터들, 레이저 광 차단 필터들, 및 헤드 마운트 디스플레이들 - 여기서 렌즈는 이미지 공급원(예컨대, 프로젝터)으로부터 렌즈 상에 입사되는 광을 변경 또는 방향전환하는 데 사용될 수 있음 - 을 포함하는 다양한 응용들에서 유용할 수 있다.

[0008] 광학 필터들은 또한 안경류 렌즈들 이외의 다른 응용들에서 사용될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 광학 검출기들(예컨대, 전자 검출기 눈(electronic detector eye)들)을 포함할 수 있는 기계 비전 시스템들에서, 하나 이상의 투과 대역들을 이용하도록(예컨대, 특정 색상을 갖는 일부에 초점을 맞추도록) 요구될 수 있고, 투과 대역(들)이 상이한 방향들로부터 광학 센서로 전송되는 광에 대해 시프트되지 않을 것이 요구될 수 있다. 본 발명의 광학 필터들은 그러한 고정된 투과 대역(들)을 제공하는 데 이용될 수 있다. 이것은, 원하는 투과 대역(들)을 둘러싸는 반사 대역들을 갖는 다층 광학 필름을 이용함으로써 그리고 선택적으로, 추가적인 흡수 필터들(예컨대, 다층 광학 필름 상에 코팅될 수 있는 염료들)을 사용하여 반사 대역들로부터 반사된 광의 적어도 일부 부분을 흡수함으로써 행해질 수 있다. 이러한 방식으로, 적합한 대역 통과 필터가 제공될 수 있다. 필터는 대칭적일 수 있거나(예컨대, 구형 캡의 중심으로부터의 방사상 거리에 따라 변하는 두께를 갖는 전자 눈(electronic eye)을 중심으로 위치된 구형 캡으로서 형상화됨), 또는 비대칭적일 수 있다.

[0009] 예시적인 기계 비전 시스템은 도 15에 개략적으로 예시되어 있는데, 이는 본 발명의 광학 필터들 중 임의의 광학 필터를 포함하는 렌즈(1500)를 갖는 광학 검출기(1533)를 포함하는 기계 비전 시스템(1531)을 도시한다. 기계 비전 시스템(1531)은 또한, (하나 이상의 유선 또는 무선 접속들을 통해) 광학 검출기(1533)로부터 이미지 데이터를 수신하도록 구성된 컴퓨터 시스템(1534)을 포함한다. 컴퓨터 시스템(1534)은, 예를 들어, 광학 검출기(1533)로부터 수신된 데이터에 기초하여 하나 이상의 공정 파라미터들을 제어하도록 구성될 수 있다.

[0010] 일부 실시 형태에서, 광학 필터는, 제1 편광 상태를 갖는 광 및 제2 직교 편광 상태를 갖는 광에 대해 반사성인 반사 대역을 제공한다. 다른 실시 형태에서, 광학 필터는, 제1 편광 상태(예컨대, 제1 축을 따른 선형 편광)를 갖는 광에 대해 반사성이고 직교하는 제2 편광 상태(예컨대, 제1 축에 직교하는 제2 축을 따른 선형 편광)를 갖는 광에 대해 반사성이 아닌 반사 편광기일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 필터는, 100 nm 이하, 또는 60 nm 이하, 또는 50 nm 이하, 또는 40 nm 이하의 수직 입사 시에 반치전폭을 갖는 하나 이상의 반사 대역들을 제공하는 노치 필터(notch filter)이다.

[0011] 본 발명의 광학 필터의 적합한 응용의 일례는, 본 발명에 모순되지 않는 정도로 본 명세서에 참고로 포함되는 PCT 공개 WO2014/110101호(월드(World) 등)에 기술된 것들과 같은 색맹 교정 필터들에 있다. 그러한 광학 필터들은 전형적으로, 550 nm를 포함하고 60 nm 이하의 반치전폭(FWHM)을 갖는 설계 입사각(예컨대, 수직 입사)에서의 반사 대역을 갖는 중합체 다층 광학 필름을 포함한다. 그러한 반사 대역들은, 색약(color vision deficiency, CVD)인 사람들이 색상들을 더 잘 구별하거나 식별하는 것을 돕는 데 유용한 것으로 밝혀졌다. 그러나, 중합체 다층 광학 필름의 반사 대역은 입사각에 의존하고, 종래의 중합체 다층 광학 필름이 안경류 렌즈 내에 포함될 때, 생성된 반사 대역은 필름을 통한 눈 시야 방향에 의존한다. 이것은, 종래의 중합체 다층 광학 필름들이 균일한 두께를 갖고, 비수직 입사 시에 필름을 통과하는 광이 필름의 두께보다 더 큰 필름을 통한 경로 길이를 가질 것이기 때문이다. 전형적인 종래의 중합체 다층 광학 필름들은, 진공 증착에 의해 제조되는 금속-산화물 필름 적층물들 또는 금속-산화물/얇은 금속 적층물들과 비교하여 중합체 재료들의 비교적 낮은 굴절률들로 인해 입사각에 따른 신속한 스펙트럼 시프트를 나타낸다. 종래의 중합체 다층 광학 필름들은, 예를 들어, 보호 렌즈들로서 사용되는 것들과 같은, 랩-어라운드 스타일(wrap-around style) 안경류 렌즈들에 사용될 때, 그리고 예를 들어 100 mm 이하의 곡률 반경들을 갖는 안경류 렌즈들에 사용될 때 특히 큰 반사 대역 시프트들을 나타낸다.

[0012] 본 발명에 따르면, 중합체 다층 광학 필름들의 두께는, 필름이 안경류 렌즈 내에 통합될 때, 그 필름이, 종래의

필름들과 비교하여 눈 시야 방향에 대한 훨씬 감소된 또는 심지어 실질적으로 제거된 의존성을 갖는 반사 대역을 제공하는 방식으로 변화될 수 있다는 것이 밝혀졌다. 눈 시야 방향에 따라 현저하게 시프트되지 않는 반사 대역을 갖는 것은, 특정 좁은 파장 대역이 요구되는 응용들, 예컨대 색맹 교정 필터들에 유용하다. 본 명세서의 어딘가 다른 곳에서 추가로 기술되는 바와 같이, 광학 필름들에서의 원하는 두께 변화는, 열성형 기법들을 이용하여 필름을 제어된 불균일한 방식으로 연신하여 달성될 수 있다. 가변 두께의 중합체 다층 광학 필름을 사용하는 것은, 광학 필름이 높은 곡률들을 갖는 안경류 렌즈들에 효과적으로 사용되게 한다. 예를 들어, 일부 실시 형태에서, 본 발명에 따른 안경류 렌즈는 약 100 mm 미만의 곡률 반경을 가질 수 있다.

[0013] 일부 실시 형태에서, CVD 교정 안경류 렌즈들에 사용하기에 적합한 중합체 다층 광학 필름은, 하나 이상의 위치들에서 그리고 수직 입사 시에, 60 nm 이하, 또는 40 nm 이하의 폭(FWHM)을 갖는 반사 대역을 갖고, 중합체 다층 광학 필름은 420 내지 680 nm로부터의 평균 내부 투과율이 적어도 30% 또는 적어도 50%이고, 필름의 적어도 하나의 부분은, 반사 대역과 연관되고 550 nm를 포함하는 10 nm 폭의 파장 범위에 걸친 수직 입사 시의 평균 내부 투과율이 10% 이하, 또는 5% 이하, 또는 2% 이하, 또는 1% 이하이다. CVD 안경류 렌즈들에 사용될 때, 550 nm를 포함하는 10 nm 폭의 파장 범위에 걸친 내부 투과율이 가능한 한 작도록 그리고 이러한 10 nm 폭의 파장 범위에 걸친 내부 투과율이 심지어 실질적으로 0이 되도록 요구될 수 있다. 반사 대역 폭(FWHM)은 20 nm 내지 60 nm, 또는 20 nm 내지 50 nm, 또는 20 nm 내지 40 nm의 범위에 있을 수 있다.

[0014] 일부 실시 형태에서, 광학 필름을 포함하는 안경류 렌즈 상의 외부 표면과의 광선의 입사각이 0도 내지 25도, 또는 30도로 변하고, 외부 표면의 반대편인 렌즈에 근접한 고정된 지점과 교차할 때, 550 nm의 파장이 반사 대역에 유지되고, 반사 대역의 폭(FWHM)이 60 nm 이하, 또는 40 nm 이하로 유지된다. 광학 필름은 또한, 예를 들어, 눈부심을 감소시키기 위해 필름의 관찰자 측을 향해 배치된 염료 층을 포함할 수 있다. 반사 대역 폭(FWHM)은 20 nm 내지 60 nm, 또는 20 nm 내지 50 nm, 또는 20 nm 내지 40 nm의 범위에 유지될 수 있다.

[0015] 일부 실시 형태에서, 안경류 렌즈는 CVD 교정용 중합체 다층 광학 필름에 더하여 편광기를 포함한다. 편광기를 포함하는 것은 CVD 교정 효과를 향상시킬 수 있다는 것이 밝혀졌다. 편광기는 반사 편광기, 흡수 편광기, 또는 반사 편광기 및 흡수 편광기의 차단 축들이 정렬된 상태로 반사 편광기 및 흡수 편광기 둘 모두를 포함하는 다층 광학 적층물일 수 있다.

[0016] 반사 대역이 요구되는 응용의 다른 예는, 본 발명에 모순되지 않는 정도로 본 명세서에 참고로 포함되는 미국 특허 공개 제2015/0146166호(웨버(Weber) 등)에 기술된 것들과 같은 청색 에지 필터들이다. 중합체 다층 광학 필름일 수 있거나 이를 포함할 수 있는 그러한 필터들은, 보다 짧은 파장 광(예컨대, 자색 및/또는 자외선(UV) 및/또는 근자외선 광)의 유해한 영향들을 감소시키기 위해 선글라스들 및/또는 교정 렌즈들에 사용될 수 있다. 문구 "청색 광"은 400 내지 500 nm 범위의 파장을 갖는 광을 지칭한다. 문구 "자색 광"은 400 내지 420 nm 범위의 파장을 갖는 광을 지칭한다. 문구 "자외선 광"은 400 nm 미만 또는 100 내지 400 nm 범위의 파장을 갖는 광을 지칭하며, "근자외선 광"은 300 내지 400 nm 범위의 파장을 갖는 광을 지칭한다. 본 발명에 따르면, 중합체 다층 광학 필름의 두께 프로파일은, 필름이, 중합체 다층 광학 필름을 포함하는 안경류 렌즈를 통한 눈 시야 방향에 오직 약하게 의존하거나 또는 실질적으로 전혀 의존하지 않는 대역 에지를 갖는 청색 에지 필터를 제공하도록 조정(tailor)될 수 있다.

[0017] 일부 실시 형태에서, 안경류 렌즈들에 사용하기에 적합한 중합체 다층 광학 필름은, 파장의 함수로서의 광의 낮은 투과율로부터 높은 투과율로의 신속한 전이들을 제공하기 위해 예리한 대역 에지를 생성한다. 중합체 필름 또는 중합체 간섭 필터는 청색 광의 대역을 반사시키는 더 높은 차수의 고조파를 갖는 적외선 반사 필름일 수 있다. 안경류 렌즈는 440 nm 이하의 청색 광을 차단할 수 있고(투과율이 10% 미만임), 460 nm 또는 450 nm 초과인 청색 광을 투과시킬 수 있다(투과율이 50% 초과임). 렌즈를 통해서 투과되는 광의 백색 밸런스(white balance)를 개선시키기 위해 황색 광의 대역이 차단될 수 있다. 400 nm 이하의 광 파장들을 차단하기 위해 UV 흡수제가 포함될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 중합체 다층 광학 필름은 황색 광의 대역을 반사시킨다. 일부 실시 형태에서, 중합체 다층 광학 필름은 40 nm 미만의 FWHM을 갖는 가시광 또는 황색 광의 대역들을 반사시키는 대역저지 필터(bandstop filter)일 수 있고, 가시광 또는 황색 광의 반사된 대역의 1% 플로어(floor)가 20 nm 초과 또는 FWHM 값의 1/2 초과인 폭을 가질 수 있다. 1% 플로어의 폭은, 반사 대역의 평균 투과율이 1% 미만인 파장들의 최대 범위이다.

[0018] 일부 실시 형태에서, 중합체 다층 광학 필름은 장파장 대역 에지를 갖고, 중합체 다층 광학 필름의 적어도 일부 부분들에 대해, 장파장 대역 에지는 수직 입사 시에 420 내지 440 nm의 범위에 있다. 중합체 다층 광학 필름은 반사 대역을 가로질러 수직 입사 시에 2% 미만의 평균 광 투과율을 가질 수 있고, 수직 입사 시에 장파장 대역

에지보다 10 nm 이상 긴 파장을 갖는 청색 광의 적어도 80%를 투과시킬 수 있다. 일부 실시 형태에서, 반사 대역은 단파장 대역 에지 및 장파장 대역 에지를 갖고, 수직 입사 시의 중합체 다층 광학 필름의 적어도 일부 부분들의 경우, 단파장 대역 에지는 약 400 nm 이하에 있고, 장파장 대역 에지는 420 내지 440 nm의 범위에 있고, 중합체 다층 광학 필름은 반사 대역을 가로질러 2% 미만의 평균 광 투과율을 갖고, 장파장 대역 에지보다 10 nm 이상 긴 파장을 갖는 청색 광의 적어도 80%를 투과시킬 수 있다.

[0019] 반사 대역이 요구되는 응용의 다른 예는, 본 발명에 모순되지 않는 정도로 본 명세서에 참고로 포함되는, 2014년 3월 20일자로 출원된 미국 특허 출원 제14/220193호(웨버 등)에 기술된 것들과 같은 일주기 리듬(circadian rhythm) 붕괴를 감소시키기 위해 사용되는 광학 필름들이다. 일주기 리듬 필름으로서 사용하기 위한 적합한 중합체 다층 광학 필름들은, 단파장 대역 에지 및 장파장 대역 에지를 갖고, 440 nm 내지 480 nm 범위의 청색 광의 대역을 반사시키고 장파장 대역 에지보다 10 nm 더 긴 파장에서 그리고 단파장 대역 에지보다 10 nm 더 짧은 파장에서의 청색 광의 50% 초과를 투과시키는 중합체 대역저지 필터를 포함할 수 있다. 본 발명에 따르면, 중합체 다층 광학 필름의 두께 프로파일은, 필름이, 중합체 다층 광학 필름을 포함하는 안경류 렌즈를 통한 눈 시야 방향에 오직 약하게 의존하거나 또는 실질적으로 전혀 의존하지 않는 대역 에지들을 갖는 대역저지 필터를 제공하도록 조정될 수 있다.

[0020] 본 발명의 중합체 다층 광학 필름들이 유용한 안경류 렌즈들의 다른 유형은, 사람에게 유해할 수 있는 소정의 파장 범위를 차단하는 보호 안경류 렌즈들이다. 예를 들어, 레이저 광을 차단하기 위해 레이저 보호 안경류가 사용된다. 전형적으로, 안경류가 시야각들의 전체 범위에 걸쳐 적어도 소정 파장들(레이저에 의해 생성되는 파장(들)에 대응함)을 차단하는 것이 요구된다. 일부 실시 형태에서, 수직 입사 시의 중합체 다층 광학 필름의 적어도 일부분은, 1025 nm 내지 1100 nm, 또는 793 nm 내지 1064 nm, 또는 770 nm 내지 1200 nm, 또는 760 nm 내지 1300 nm, 또는 760 nm 내지 1330 nm의 파장 범위에서의 적외선 광의 적어도 80%를 반사시킨다. 일부 실시 형태에서, 중합체 다층 광학 필름을 포함하는 안경류 렌즈는, -30도 내지 +30도의 눈 시야 방향들 전체에 걸쳐 1025 nm 내지 1100 nm, 또는 793 nm 내지 1064 nm, 또는 770 nm 내지 1200 nm, 또는 760 nm 내지 1300 nm, 또는 760 nm 내지 1330 nm의 파장 범위에서의 적외선 광의 적어도 80%를 차단한다. 그러한 안경류 렌즈들은 다양한 레이저 광원들로부터의 광을 차단하는 데 유용하다. 예를 들어, 약 1064 nm의 파장들을 생성하는 네오디뮴-도핑된 이트륨 알루미늄 가넷(Nd:YAG) 레이저로부터의 광을 차단하는 것이 요구될 수 있다. 또한, 보호 안경류 렌즈가 다양한 레이저 다이오드들로부터의 광을 차단하는 것이 요구될 수 있다. 레이저 다이오드들로부터의 광의 파장들은 793 nm, 808 nm, 830 nm, 905 nm, 및 980 nm를 포함한다. 따라서, 일부 경우에는, 적어도 793 nm 내지 1064 nm의 광을 차단하는 것이 요구될 수 있다.

[0021] 일부 실시 형태에서, 중합체 다층 광학 필름은, 광학 필름이 안경류 렌즈 내에 포함될 때 -25도 내지 +25도 또는 -30도 내지 +30도의 눈 시야 방향들 전체에 걸쳐 1064 nm 초과인 장파장 대역 에지를 제공한다. 일부 실시 형태에서, 중합체 다층 광학 필름은, 광학 필름의 적어도 일부 위치들에서 1064 nm 초과, 또는 1100 nm 초과, 또는 1200 nm 초과인 수직 입사 시의 장파장 대역 에지 파장을 갖는 반사 대역을 제공한다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름을 포함하는 안경류 렌즈 상의 외부 표면과의 광선의 입사각이 0도 내지 25도, 또는 30도로 변하고, 외부 표면의 반대편인 렌즈에 근접한 고정된 지점과 교차할 때, 광학 필름은 1064 nm 초과, 또는 1100 nm 초과, 또는 1200 nm 초과로 유지되는 장파장 대역 에지를 갖는 반사 대역을 제공한다. 일부 실시 형태에서, 중합체 다층 광학 필름은, 광학 필름의 적어도 일부 위치들에서 793 nm 미만, 또는 780 nm 미만, 또는 770 nm 미만, 또는 760 nm 미만인 수직 입사 시의 단파장 대역 에지 파장을 갖는 반사 대역을 제공한다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은, 수직 입사 시에, 광학 필름의 적어도 일부 위치들에서 적어도 793 nm 내지 1064 nm 범위의 파장들을 포함하는 반사 대역을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름을 포함하는 안경류 렌즈 상의 외부 표면과의 광선의 입사각이 0도 내지 25도, 또는 30도로 변하고, 외부 표면의 반대편인 렌즈에 근접한 고정된 지점과 교차할 때, 적어도 793 nm 내지 1064 nm 범위의 파장들이 반사 대역에 유지된다. 일부 실시 형태에서, 수직 입사 시의 중합체 광학 필름의 적어도 일부분은, 예를 들어, 793 nm 내지 1064 nm의 파장 범위, 또는 770 nm 내지 1200 nm의 범위, 또는 760 nm 내지 1300 nm의 범위에서의 적외선 광의 적어도 80%를 반사시킨다.

[0022] 도 1은 사람(201)에 의해 관찰되는 광을 필터링하는 안경류 렌즈(100)의 개략적인 측면도이다. 안경류 렌즈(100)는 제1 및 제2 기재들(112, 114), 및 기재들 상에 배치된 중합체 다층 광학 필름(110)을 포함한다. 중합체 다층 광학 필름(110)은, 선택적인 염료 재료(111)와 함께, 광학 필터(115)를 형성한다. 중합체 다층 광학 필름(110)이 제1 기재(112)를 제2 기재(114)로부터 분리하는 것으로 예시되어 있지만, 필요에 따라, 중합체 다층 광학 필름(110)이 하나의 기재 상에만 배치될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 또한, 접착제가 중합체 다층 광학 필름(110)을 제1 기재(112) 및 제2 기재(114) 중 하나 또는 둘 모두에 고정시킬 수 있다는 것을 이해해야

한다. 기재들(112, 114)은, 예를 들어, 전형적으로 교정 렌즈용 또는 선글라스용 안경류에 이용되는 것과 같이 구형으로 만곡될 수 있거나, 또는 임의의 다른 적합한 기하형상이 사용될 수 있다.

[0023] 제1 및/또는 제2 기재들(112, 114)은, 예를 들어, 150°C 이상의 승온에서의 사출 성형에 의해 형성될 수 있는 만곡된 중합체 기재들(예를 들어, 폴리카르보네이트로부터 형성됨)일 수 있다. 제1 및/또는 제2 기재들은 두께가 적어도 0.5 mm, 또는 적어도 1 mm, 또는 적어도 2 mm일 수 있다. 일부 경우에, 제1 및 제2 기재들(112, 114)은 개별적으로 형성되고, 이어서 제1 기재(112)와 제2 기재(114) 사이에 광학 필름(110)이 라미네이팅될 수 있다. 일부 경우에, 광학 필름이 2개의 중합체 시트들(예를 들어, 0.25 mm 내지 2 mm의 두께를 갖는 폴리카르보네이트 시트들) 사이에 라미네이팅될 수 있고, 이어서 열성형 공정을 사용하여 라미네이트로부터 만곡된 렌즈(100)가 형성될 수 있다. 일부 경우에, 2개의 얇은 중합체 시트들(예를 들어, 약 0.25 mm의 두께를 갖는 폴리카르보네이트 시트들) 사이에 광학 필름이 라미네이팅될 수 있고, 광학 필름을 포함하는 만곡된 "웨이퍼"를 형성하기 위해 열성형 공정이 이용될 수 있다. 열성형 공정은 승온에서 금형 내로 새깅(sagging)함으로써 라미네이트를 형상화하는 단계를 포함할 수 있다. 이어서, 추가적인 사출 성형 단계를 이용하여, 만곡된 웨이퍼의 일면 또는 양면에 추가적인 중합체 층들(예컨대, 보다 두꺼운 폴리카르보네이트 층들)을 추가하여, 만곡된 렌즈를 생성할 수 있다. 본 명세서의 어딘가 다른 곳에서 논의되는 바와 같이, 열성형 공정은 광학 필름을 선택적으로 연신하여, 생성된 필름이 종래의 필름들과 비교하여 눈 시야 방향에 대한 의존성을 거의 또는 실질적으로 전혀 갖지 않는 반사 대역 및 가변 두께를 갖게 하도록 구성될 수 있다.

[0024] 중합체 다층 광학 필름(110)은 입사광(102a)을 수신하고, 광의 선택된 파장들을 필터링하여 필터링된 광(102b)을 제공한다. 필터링된 광(102b)은 사람(201)의 눈에 의해 인지된다. 중합체 다층 광학 필름(110)의 효과는, 원치 않는 광을 차단하면서 동시에 원하는 색상 밸런싱된 백색 투과율을 제공하는 것일 수 있다. 중합체 다층 광학 필름(110)은 중합체 간섭 필터로서 기술될 수 있고, 하나 이상의 반사 대역들을 제공함으로써 원치 않는 광을 차단할 수 있다.

[0025] 렌즈(100)는 선택적으로 염료 재료(111)를 포함할 수 있는데, 염료 재료는 중합체 다층 광학 필름(110)의 표면에 적용되는 코팅일 수 있거나, 또는 중합체 다층 광학 필름(110) 내에 포함되거나 또는 그에 추가되는 추가 층일 수 있다. 염료 재료(111)는 중합체 다층 광학 필름(110)과 기재(114) 사이에 배치될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 염료 재료(111)는 중합체 다층 광학 필름(110)과 관찰자(201) 사이에 배치된다. 이것은, 중합체 다층 광학 필름(110)이 염료 재료에 의해 흡수되는 파장들을 갖는 광에 대한 좁은 반사 대역을 포함하는 경우 눈 부심을 감소시키는 데 유용하다.

[0026] 일부 실시 형태에서, 염료 재료(111)는 마젠타 층이다. 적합한 마젠타 염료들은 미국 뉴저지주 뉴어크 소재의 에폴린, 인크.(Epolin, Inc.)에 의해 판매되는 에포라이트(Epolight)TM 5391 비저블 라이트 다이(Visible Light Dye)를 포함한다. 다른 적합한 마젠타 염료들 및 층들은 PCT 공개 WO 2014/110101호(월드 등)에 기술되어 있다. 일부 실시 형태에서, 염료 재료(111)는, 주로 560 내지 600 nm의 파장 범위 내의 광을 흡수하는 황색 광 흡수 재료일 수 있다. 유용한 황색 광 흡수 염료들은, 에폴린 코퍼레이션(Epolin Corporation)으로부터의 에포라이트TM 5819 및 엑시톤 코퍼레이션(Exciton Corp.)으로부터의 염료들 ABS 584 및 ABS 574를 포함한다. 에포라이트 5819 및 엑시톤(Exciton) ABS 584는 584 nm 근처에서 흡수 피크를 갖고, ABS 574는 574 nm 근처에서 피크 흡수를 갖는다.

[0027] 도 2는 제1 및 제2 안경류 렌즈들(100a, 100b)을 이용한 예시적인 안경류(150)의 사시도이며, 안경류 렌즈들 각각은 본 명세서에 기술된 안경류 렌즈 중 임의의 것(예컨대, 도 1의 안경류 렌즈(100))에 대응할 수 있다. 안경류(150)는 제1 렌즈 장착 부분(291) 및 제1 렌즈 장착 부분(291)에 근접한 제2 렌즈 장착 부분(292)을 갖는 프레임(290)을 포함한다. 제1 안경류 렌즈(100a)는 제1 렌즈 장착 부분(291) 상에 장착되고, 제2 안경류 렌즈(100b)는 제2 렌즈 장착 부분(292)에 장착된다. 안경류(150)는 임의의 유용한 구성을 가질 수 있다는 것이 이해된다.

[0028] 다른 실시 형태에서, 안경류 렌즈들(100a, 100b)은 본 발명의 광학 필터를 포함하는 디스플레이 시스템들로 대체될 수 있고, 안경류(150)는 가상 현실 또는 증강 현실 시스템일 수 있는 헤드 마운트 디스플레이 시스템일 수 있다. 또 다른 실시 형태에서, (예컨대, 고글 또는 안면 보호막 응용들에서) 안경류 렌즈(100a)가 양쪽 눈 위치들에 걸쳐 연장될 수 있고 안경류 렌즈(100b)가 생략될 수 있다.

[0029] 도 3은 가상적 광학 필터 또는 그의 하나 이상의 구성요소들, 예컨대 다층 광학 필름의 투과 스펙트럼의 그래프이다. 가상적 필터는 중합체 간섭 필터(예컨대, 본 명세서에 기술되는 바와 같은 중합체 다층 광학 필름) 또는 중합체 간섭 필터와 염색된 층 또는 다른 필터의 조합일 수 있다. 이 도면에서, % 투과율은 나노미터 단위의

광학 파장 λ 에 대해서 플로팅되어 있고, 파장 축은 400 내지 700 nm 범위에 걸쳐서 연장되어 있고, 이것은 때로는 인간 가시 파장 범위로서 처리된다. 곡선(301)은 수직 입사 또는 다른 설계 입사각에서 전체 필터, 또는 그의 하나 이상의 개별 구성요소들의 측정된 투과율을 나타낼 수 있다. 일반적으로 벗어나지 않으면서, 도 3의 논의의 나머지 부분에 대해서, 단순화를 위해서 곡선(301)은 전체 필터(그러나 필터는 일부 경우에 단지 중합체 다층 광학 필름일 수 있음에 주목해야 함)의 투과율을 나타낸다고 가정될 것이다. 예시된 필터는 가시광 스펙트럼의 녹색 영역의 일부분에서 좁은 대역 내의 광을 선택적으로 차단하는데, 이는 곡선(301)의 저지 대역(301a)의 낮은 투과율에 의해서 증명된다. 저지 대역(301a)은, 중합체 다층 광학 필름의 반사 대역으로서 또는 중합체 다층 광학 필름의 반사 대역과 중합체 다층 광학 필름에 더하여 필터 내에 포함된 하나 이상의 흡수 층들의 흡수 대역의 조합으로서 제공될 수 있다.

[0030] 곡선(301)의 관련 특징들을 정량화하기 위해, 곡선(301)의 기준선 값(B), 곡선(301)의 피크 값(P)(이 경우에, 피크 값(P)은, 지점(p3)에 도시된, 저지 대역(301a)에 대한 투과율 최소치에 대응함), 및 P와 B 사이의 가운데 썸의, 곡선(301)의 중간 값(H)이 도 3에서 식별된다. 곡선(301)은 지점들(p1, p2)에서 값(H)과 교차한다. 이러한 지점들은 각각 저지 대역(301a)의 단파장 대역 예지(307) 및 장파장 대역 예지(309) 상에 놓이고, 단파장 대역 예지 파장(λ_1) 및 장파장 대역 예지 파장(λ_2)을 정의한다. 단파장 대역 예지 파장 및 장파장 대역 예지 파장을 사용하여 다른 2개의 관심 파라미터들, 즉, $\lambda_2 - \lambda_1$ 과 같은 저지 대역(301a)의 폭(반치전폭, 또는 "FWHM"); 및 $(\lambda_1 + \lambda_2)/2$ 와 같은 저지 대역(301a)의 중심 파장(λ_c)을 계산할 수 있다. 중심 파장(λ_c)은 저지 대역(301a)이 얼마나 대칭인지 또는 비대칭인지에 따라, 저지 대역(301a)의 피크 파장(지점(p3) 참조)과 동일할 수 있거나 또는 상이할 수 있다.

[0031] 중합체 다층 광학 필름 또는 광학 필터(또는 그의 구성요소(들))의 투과율은 일반적으로 (주어진 파장, 입사 방향 등의 광에 대한) 투과된 광 세기를 입사광 세기로 나눈 값을 지칭하지만, "외부 투과율" 또는 "내부 투과율"에 관하여 표현될 수 있다. 광학 요소의 외부 투과율은, 요소의 전면의 공기/요소 계면에서의 프레넬 반사(Fresnel reflection) 또는 요소의 후면의 요소/공기 계면에서의 프레넬 반사에 대해서 어떠한 교정도 하지 않은, 공기 중에 존재할 때의 광학 요소의 투과율이다. 광학 요소의 내부 투과율은 요소의 전면 및 후면에서의 프레넬 반사가 제거되었을 때의 요소의 투과율이다. 전면 및 후면 프레넬 반사의 제거는 컴퓨터로 (예를 들어, 외부 투과 스펙트럼으로부터 적절한 함수를 감산함으로써), 또는 실험적으로 수행될 수 있다. 많은 유형의 중합체 및 유리 재료들의 경우, 프레넬 반사는 2개의 외부 표면들 각각에서 (수직 또는 거의 수직인 입사각들에 대해서) 약 4 내지 6%이며, 이것은 내부 투과율에 비해서 외부 투과율에 대한 약 10%의 하향 시프트를 야기한다. 도 3은 이들 투과율 중 어느 것이 사용되는 지를 특정하지 않으며, 따라서 그것은 일반적으로 내부 투과율 또는 외부 투과율 중 어느 하나에 적용할 수 있다. 투과율이 본 명세서에서 내부 또는 외부로서 특정되지 않고서 사용되면, 문맥에 의해서 달리 지시되지 않는 한, 그 투과율은 외부 투과율을 지칭하는 것이라고 가정될 수 있다. 많은 안경류 렌즈들에서, 표면 반사방지 코팅들의 적용은 $T_{\text{internal}} \approx T_{\text{external}}$ 을 야기할 수 있다.

[0032] 일부 실시 형태에서, 중합체 다층 광학 필름은 (예컨대, 도 3의 지점(p3)에서) 적어도 60%, 또는 적어도 70%, 또는 적어도 80%의 최대 반사율(또는 40% 미만, 또는 30% 미만, 또는 20% 미만인 최소 투과율)을 갖는 반사 대역을 가질 수 있다. 일부 경우에, 광학 필름을 통한 내부 투과율은 반사 대역의 양측 상의 영역들에서 적어도 60%, 또는 적어도 70%, 또는 적어도 80%일 수 있다. 예를 들어, 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 반사 대역에서의 최소 내부 투과율이 20% 미만일 수 있고, 반사 대역의 단파장 대역 예지보다 10 nm 더 짧거나 또는 20 nm 더 짧은 파장에서의 내부 투과율이 적어도 80%일 수 있고/있거나, 광학 필름은 반사 대역의 장파장 대역 예지보다 10 nm 더 길거나, 또는 20 nm 더 긴 파장에서의 내부 투과율이 적어도 80%일 수 있다.

[0033] 본 명세서에 기술된 다층 중합체 광학 필름들은, 예를 들어, 자외선, 가시광 및/또는 적외선 광의 다양한 대역들을 반사시키도록 제조될 수 있다. 반사 광학 필름들은, 예를 들어, 미국 특허 제5,882,774호(존자(Jonza) 등), 제6,531,230호(웨버 등), 및 제6,783,349호(니빈(Neavin) 등)에 기술된 바와 같은, 교호하는 저 굴절률 중합체 재료와 고 굴절률 중합체 재료의 공압출 및 생성된 다층 중합체 웨브의 연신의 연속 공정에 의해서 제조될 수 있다. 층 두께 프로파일들은, 예를 들어 좁은 대역 반사기로서 작동하여, 그에 의해, 파장들의 좁은 대역 내의 광이 (상응하게 낮은 투과율로) 고도로 반사되고, 파장들의 좁은 대역 밖의 광이 (상응하게 낮은 반사율로) 고도로 투과되도록 하는 다층 광학 필름을 제공하도록 조정될 수 있다. 일부 경우에, 예리한 대역 예지들을 갖는 좁은 반사 대역이 요구된다. 다른 경우에, 예리한 대역 예지(예컨대, 필름이 투과성일 수 있는 가시광 파장들과 필름이 반사성일 수 있는 적외선 파장들 사이의 대역 예지)를 갖는 넓은 반사 대역(예컨대, 적외선 대역)이 요구될 수 있다. 예리한 대역 예지들을 얻기 위해서, 층 두께 프로파일들이 미국 특허 제6,157,490

호(휘틀리(Wheatley) 등)에 논의된 것들과 유사하게 등급화될 수 있고, 미국 특허 US 6,531,230호 뿐만 아니라 공개물[T. J. Nevitt and M.F. Weber "Recent advances in Multilayer Polymeric Interference Reflectors" in Thin Solid Films 532 (2013) 106 -112]에 기술된 바와 같이 더 높은 차수의 고조파 대역들이 사용되었다.

[0034] 좁은 반사 대역을 갖는 다층 광학 필름은 비교적 좁은 반사 대역을 형성하도록 중합체 수지 층을 공압출함으로써 제조될 수 있다. 저 굴절률 재료, 예컨대 아크릴과 조합하여 고 굴절률 재료, 예컨대 폴리에스테르를 사용하는 것은 교호하는 층들 사이에 유용한 굴절률 차이를 제공하며, 이는 이어서 반사 대역에서 높은 반사율을 제공한다. 이러한 반사기를 제조하기 위한 여러 옵션들이 존재한다. 일부 경우에, 마이크로층의 층 두께 프로파일은, 원하는 가시광 파장에서 (수직 입사 시에) 1차(first-order) 반사 대역을 제공하도록 조정될 수 있다. 다른 경우에, 수직 입사 시의 1차 반사 대역이 적외선 파장에 있지만, 적외선 대역의 높은 차수의 고조파(예를 들어, 2차, 3차 또는 4차 고조파)가 원하는 가시광 파장에 있도록 마이크로층들은 더 두껍게 제조될 수 있다. 이러한 후자의 설계 접근법, 및 후속의 중합체 처리 기법은 미국 특허 제6,531,230호(웨버 등)에 논의되어 있다.

[0035] 중합체 반사기로 획득가능한 것들과 같은 비교적 작은 굴절률 차이를 가정하면, 다층 적층물의 주어진 반사율 차수(reflectance order)의 반사능(reflective power)은 차수에 반비례하고, 그것은 f-비(하기에 정의됨)에 상당히 좌우된다. 다층 간섭 반사기의 주어진 고조파 대역의 반사능은, 주어진 대역의 광학 밀도 스펙트럼 하의 면적, 즉 파장에 대해서 정규화되고 중합체 공기 표면에서 반사 효과(표면 반사는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 스킨 층이 존재할 때 대역외 파장의 경우 대략 12%(각각의 표면에 대해 6%)일 수 있음)를 제거한 후의, $-\text{Log}(T)$ 대 파장의 스펙트럼 곡선 하의 면적으로서 정의된다. 좁은 대역 반사기의 경우, 다양한 더 높은 차수의 고조파는 중첩되지 않고, 각각의 차수는 구별되는 반사 대역을 갖고, 반사능은 쉽게 측정될 수 있다. 따라서, 반사기에 사용하도록 요구되는 재료들 및 층들의 개수에 따라서, 주어진 더 높은 차수의 대역은 주어진 파장 범위에 대해서 원하는 반사율을 제공하기에 충분히 높은 반사능을 갖지 않을 수 있다. 그러한 경우에, 더 낮은 차수의 반사 대역이 사용될 수 있지만, 대역 예지가 더 높은 차수의 대역만큼 예리하지 않을 수 있고, 즉 가파르지 않을 수 있다. 대역 예지의 한계 선예도(sharpness) 또는 기울기는 1/4 파장 적층물(quarterwave stack)의 고유 대역폭(intrinsic bandwidth)(IBW)에 반비례하며, 이것은 하기와 같이 주어짐이 본 기술 분야에 주지되어 있다:

[0036]
$$\text{IBW} = \text{Sin}^{-1} [(n_h - n_l) / (n_h + n_l)]$$
 또는 작은 굴절률 차이의 경우, 간단히
$$\text{IBW} \approx (n_h - n_l) / (n_h + n_l).$$

[0037] 다양한 더 높은 차수의 고조파 반사 대역의 경우, 유효 굴절률(effective index) 차이 및 그에 따른 IBW는 $\text{Sin}[n \cdot \text{Pi} \cdot f] / n$ 의 절대값에 의해서 감소되며, 여기서 n은 차수이고, f는 f-비이다.

[0038] 전자의 굴절률 차이가 후자의 굴절률 차이의 1/3인 경우, 주어진 두께 등급화된 다층 적층물의 1차 반사 대역은 제2 재료 적층물의 3차 반사 대역과 동일한 대역 예지 기울기를 가질 수 있다. 대안적으로, 주어진 고 굴절률 재료 및 저 굴절률 재료 쌍의 유효 굴절률 차이는 단순히 그 층 쌍의 f-비를 변화시킴으로써 감소될 수 있다.

[0039] 간섭 적층물의 f-비는 $f\text{-비} = (n_h \cdot d_h) / (n_h \cdot d_h + n_l \cdot d_l)$ 로 주어지며, 여기서 n_h 및 n_l 은 적층물 내의 층 쌍의 고 굴절률 값 및 저 굴절률 값이고, d_h 및 d_l 은 그의 두께이다. 등급화된 층 두께 분포를 갖는 적층물에서, 저 굴절률 층 두께 분포 및 고 굴절률 층 두께 분포는 적층물 전체에 걸쳐서 일정한 f-비를 유지시키기 위해서 동등하게 등급화되어야 한다는 것에 주목해야 한다.

[0040] 275개 층의 PET 및 coPMMA(코-폴리메틸 메타크릴레이트)를 사용하는 경우, 3차, 4차 및 5차 고조파 대역에서 충분한 반사능이 존재한다. 따라서, 본 기술 분야에 공지된 장비로 제조될 수 있는 PET/coPMMA 다층의 더 높은 차수의 대역들 중 몇몇으로 더 예리한 대역 예지 및 허용가능한 반사율 및 대역폭이 일반적으로 달성될 수 있다. 무기물 증착된 1/4 파장 적층물을 사용하여 예리한 대역 예지를 달성하기 위해서 더 높은 차수의 대역을 사용하는 것은 일반적으로는 다음의 2가지 이유로 인해서 매우 회귀하다: 즉, 무기 재료 쌍과 후속의 적은 수의 층들의 큰 굴절률 차이는 비교적 기울기가 작은 대역 예지를 갖는 넓은 대역을 생성하고, 자동 컴퓨터화된 적층물 설계가 층 두께의 외견상의 무작위 변화를 되살아나게 하는 찾기 알고리즘을 사용하여 각각의 층의 두께를 규정하는 적층물 설계에 대한 상이한 접근법을 생성하기 때문이다. 후자의 경우에, 다수의 두께 값은 1차 값 부근이지만, 적층물이 임의의 주어진 차수의 것인지의 여부를 단정하기는 어렵다. 또한, 무기물 코팅의 침착은 전형적으로 높은 기재 온도가 필요하다. 추가로, 코팅은 그 다음에 기재와 함께 열성형될 수 없는데, 즉, 개별 렌즈가 원하는 곡률로 형성된 후 코팅이 개별 렌즈에 적용되어야 한다. 균일한 코팅은 만곡된 기재, 특히 구형

으로 만족된 기재 상에서, 특히 렌즈의 큰 어레이 상에서 대량 생산으로 달성하기 어렵다.

[0041] 도 4는 반사 대역 중심 파장 대 약 549 nm의 반사 대역 중심 파장을 갖는 중합체 다층 광학 필름에 대한 입사각의 그래프이다. 반사 대역은 또한, 단파장 대역 예지 및 장파장 대역 예지 각각에서 제1 및 제2 대역 예지 파장들을 갖는다. 그래프는 s-편광된 입사광 및 p-편광된 입사광에 대한 반사 대역 중심 파장을 도시한다. 중심 파장은 큰 입사각에서 2개의 편광 상태들에 대해 상이하고, 더 작은 입사각들에 대해 대략 동일하다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 달리 특정되지 않는 한, 반사 대역 예지 파장들 및 반사 대역 중심 파장들은 s-편광 및 p-편광에 대한 값들의 평균을 지칭한다. 안경류 렌즈 내에 포함될 때, 입사각들에 따른 반사 대역 예지 파장 또는 반사 대역 중심 파장의 시프트는, 안경류 렌즈를 통한 눈 시야각에 따른 반사 대역 예지 파장 또는 반사 대역 중심 파장의 시프트로 바뀐다. 다층 광학 필름을 포함하는 본 명세서에 기술되는 광학 필터들은, 안경류 렌즈 내의 위치에 따라 다층 광학 필름의 두께를 조정함으로써 눈 시야각에 따른 반사 대역 예지 파장 또는 반사 대역 중심 파장의 이러한 시프트를 적어도 부분적으로 보상할 수 있다.

[0042] 도 5는 안경류(예컨대, 가상 현실 또는 증강 현실 시스템과 같은 헤드 마운트 디스플레이 시스템 또는 고글 또는 안경)에 사용하기에 적합할 수 있는 광학 시스템(550) 내에 배치된 제1 및 제2 렌즈들(500a, 500b)을 도시하는 렌즈 기하형상의 개략도이다. 제1 렌즈(500a)는 제1 및 제2 위치들(521, 522), 및 제1 위치(521)와 제2 위치(522) 사이에 일부분(523)을 갖는 외부 표면(511)을 포함한다. 광선(502)은 수직 입사 시에 렌즈(500a)의 제1 위치(521) 상에 입사되고, 렌즈(500a)의 외부 표면(511)의 반대편인 렌즈(500a)에 근접한 고정된 지점(525a)을 통과한다. 제2 렌즈(500b)에 대한 대응하는 고정된 지점(525b)이 또한 도 5에 예시되어 있다. 제1 및 제2 렌즈(500a, 500b)를 포함하는 안경류를 착용할 때, 고정된 지점들(525a, 525b)은 각각 우측 눈 및 좌측 눈의 회전 중심들에 대응할 수 있다. 또한, 제1 및 제2 렌즈들(500a, 500b) 각각의 제1 및 제2 곡률 중심들(527a, 527b)이 도 5에 예시되어 있다. 광선(504)이 렌즈(500a)의 제2 위치(522) 상에 입사각(α)으로 입사되고, 고정된 지점(525a)을 통과한다. 광선(506)이 제1 위치(521) 상에 동일한 입사각(α)으로 입사된다. 입사각(α)은, 예를 들어, 20도, 또는 25도, 또는 30도일 수 있다.

[0043] 광선(504)에 대한 렌즈(500a)의 투과율 특성들이 광선(502)에 대해서와 실질적으로 동일할 것이 요구될 수 있다. 예를 들어, 렌즈(500a) 내에 포함된 중합체 다층 광학 필름이, 제1 대역 예지, 제2 대역 예지, 및/또는 광선들(502, 504)에 대해서와 동일하거나 또는 대략 동일한 반사 대역 중심 파장을 갖는 반사 대역을 가질 것이 요구될 수 있다. 그러나, 중합체 다층 광학 필름이 렌즈(500a) 전체에 걸쳐 일정한 두께를 갖는 경우, 광선(504)은 광선(502)과 비교하여 시프트된 반사 대역을 경험할 것이다. 본 발명의 일부 태양에 따르면, 중합체 다층 광학 필름은 이러한 시프트를 보상하는 가변 두께를 가질 수 있다. 가변 두께의 결과로서, 광학 필름은 수직 입사 단파장 대역 예지 파장(예를 들어, 도 3에서의 λ_1 에 대응함), 수직 입사 장파장 대역 예지 파장(예를 들어, 도 3에서의 λ_2 에 대응함), 및/또는 위치에 따라 변하는 수직 입사 반사 대역 중심 파장(예를 들어, 도 3에서의 λ_c 에 대응함)을 가질 수 있다. 그러나, 제1 렌즈(500a)를 통과하고 고정된 지점(525a)과 교차하는 광의 실제 입사각들에서의 중심 파장들 및/또는 대역 예지(들)는, 제1 렌즈(500a) 상의 위치에 대략 독립적일 수 있다.

[0044] 일부 실시 형태에서, 중합체 다층 광학 필름은 수직 입사 제1 반사 대역 예지 파장을 갖는 제1 반사 대역 예지를 갖는 반사 대역(예를 들어, 도 3에서의 대역(301a)에 대응함)을 갖는다. 수직 입사 제1 반사 대역 예지 파장은 위치 의존적이다. 즉, 수직 입사 제1 반사 대역 예지 파장은, 예를 들어, 안경류 렌즈(500a)의 외부 표면(511)을 따른 또는 광학 필름의 표면을 따른 위치에 의존한다. 제1 반사 대역 예지는, 위치에 독립적으로, 반사 대역의 단파장 측에서의 단파장 대역 예지(예를 들어, 도 3에서의 단파장 대역 예지(307)에 대응함) 및 반사 대역의 장파장 측에서의 장파장 대역 예지(예를 들어, 도 3에서의 장파장 대역 예지(309)에 대응함) 중 하나이다. 수직 입사 제1 반사 대역 예지 파장은 제1 위치(521)에서 제1 파장이고, 제2 위치(522)에서 제2 파장이다. 제1 파장은 제2 파장보다 적어도 2%, 또는 적어도 3%, 또는 적어도 4%, 또는 적어도 5% 더 높을 수 있고, 일부 경우에 제2 파장보다 10 또는 15 또는 20% 이하로 더 높을 수 있다. 위치에 따른 수직 입사 반사 대역 파장들의 시프트는, 광학 필름이 안경류 렌즈 내에 통합될 때 달리 발생하는 눈 시야 방향을 따른 반사 대역 파장들의 시프트들을 보상하기 위해 광학 필름의 두께를 위치에 따라 가변시킴으로써 조정될 수 있다.

[0045] 반사 대역은 또한 수직 입사 제2 반사 대역 예지 파장을 갖는 제2 반사 대역 예지를 가질 수 있고, 제1 및 제2 대역 예지 파장들의 산술 평균인 반사 대역 중심 파장을 가질 수 있다. 그러나, 일부 경우에, 중합체 다층 광학 필름과 함께 포함되는 염료들 또는 다른 흡수 층들로 인해 중합체 다층 광학 필름의 단파장 대역 예지 및 장파장 대역 예지 둘 모두를 관찰하는 것은 어려울 수 있다. 예를 들어, 중합체 다층 광학 필름은 UV 파장들 근처에서 반사 대역을 제공할 수 있고, PEN 층 또는 UV 흡수 염료의 단파장 흡수로 인해 중합체 다층 광학 필름의

장파장 반사 대역 에지만이 용이하게 관찰가능할 수 있다.

- [0046] 일부 실시 형태에서, 반사 대역은, 수직 입사 반사 대역 중심 파장(도 3에서의 중심 파장(λ_c)에 대응함)이, 제 2 위치(522)에서보다 제 1 위치(521)에서 적어도 2%, 또는 적어도 3%, 또는 적어도 4%, 또는 적어도 5% 더 높고, 일부 경우에 수직 입사 반사 대역 중심 파장은 제 2 위치(522)에서보다 제 1 위치(521)에서 10 또는 15 또는 20% 이하로 더 높다.
- [0047] 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 제 1 위치(521)에서의 수직 입사 시에 렌즈 상에 입사되는 광(502)에 대한 제 1 반사 대역 에지 파장을 갖고, 제 1 위치(521)에서 25도일 수 있는 입사각(α)으로 렌즈 상에 입사되는 광(506)에 대한 제 2 반사 대역 에지 파장을 갖는다. 제 2 반사 대역 에지 파장은 제 1 반사 대역 에지 파장과 제 1 백분율만큼 상이할 수 있다. 광학 필름은 제 2 위치(522)에서 입사각(α)으로 렌즈 상에 입사되는 광에 대한 제 3 반사 대역 에지 파장을 갖는다. 제 3 반사 대역 에지 파장은 제 1 반사 대역 에지 파장과, 제 1 백분율의 1/2 미만(또는 1/3 미만 또는 1/4 미만 또는 1/5 미만)일 수 있는 제 2 백분율만큼 상이할 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 제 2 양은 제 1 양과 소정의 백분율 - 이는 제 1 양과 제 2 양 사이의 차이의 절대값을 제 1 양의 절대값으로 나눈 값에 의해 주어짐 - 만큼 상이하다고 말할 수 있다. 제 1, 제 2 및 제 3 반사 대역 에지 파장들 각각은 반사 대역의 단파장 측에서의 단파장 대역 에지(예를 들어, 도 3에서의 단파장 대역 에지(307)에 대응함)의 파장들이거나, 또는 제 1, 제 2 및 제 3 반사 대역 에지 파장들 각각은 반사 대역의 장파장 측에서의 장파장 대역 에지(예를 들어, 도 3에서의 장파장 대역 에지(309)에 대응함)의 파장들이다.
- [0048] 일부 실시 형태에서, 제 1 백분율은 3.5%, 또는 3.6%, 또는 3.7% 초과 또는 적어도 그와 동일하고, 일부 경우에 10 또는 15 또는 20% 미만일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제 2 백분율은 2% 미만, 또는 1.5% 미만, 또는 약 1% 미만이다. 일부 실시 형태에서, 제 1 백분율은 적어도 3.7%이고 제 2 백분율은 1.5% 미만이다. 큰 제 1 백분율을 갖는 것은, 광학 필름의 두께가 반사 대역 파장들의 큰 변동을 감소시키거나 제거하도록 가변되지 않은 경우 광학 필름이 반사 대역 파장들의 이러한 큰 변동을 생성할 것임을 나타낸다. 작은 제 2 백분율을 갖는 것은, 변동의 상당 부분이 제거되었음을 나타낸다.
- [0049] 일부 실시 형태에서, 제 1 반사 대역 에지 파장과 제 2 반사 대역 에지 파장 사이의 차이의 절대값은 적어도 12 nm, 또는 적어도 15 nm이고, 제 1 반사 대역 에지 파장과 제 3 반사 대역 에지 파장 사이의 차이의 절대값은 5 nm 미만 또는 6 nm 미만이다.
- [0050] 광학 필름은 또한, 제 1 반사 대역 에지 파장과 유사한 거동을 나타내는 제 2 반사 대역 에지 파장 및 반사 대역 중심 파장을 가질 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 제 1 위치(521)에서의 수직 입사 시에 렌즈 상에 입사되는 광(502)에 대한 제 1 반사 대역 중심 파장을 갖고, 제 1 위치(521)에서 25도일 수 있는 입사각(α)으로 렌즈 상에 입사되는 광(506)에 대한 제 2 반사 대역 중심 파장을 갖는다. 제 2 반사 대역 중심 파장은 제 1 반사 대역 중심 파장과 제 3 백분율만큼 상이하다. 광학 필름은 또한, 제 2 위치(522)에서 입사각(α)으로 렌즈 상에 입사되는 광(504)에 대한 제 3 반사 대역 중심 파장을 갖는다. 제 3 반사 대역 중심 파장은 제 1 반사 대역 중심 파장과 제 4 백분율만큼 상이하다. 제 4 백분율은 제 3 백분율의 1/2 미만(또는 1/3 미만 또는 1/4 미만 또는 1/5 미만)일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제 1 반사 대역 중심 파장과 제 2 반사 대역 중심 파장 사이의 차이의 절대값은 적어도 12 nm, 또는 적어도 15 nm이고, 제 1 반사 대역 중심 파장과 제 3 반사 대역 중심 파장 사이의 차이의 절대값은 5 nm 미만 또는 6 nm 미만이다.
- [0051] 일부 실시 형태에서, 제 2 및 제 3 반사 대역 중심 또는 에지 파장들을 정의하는 데 사용된 입사각(α)은 25이다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 제 1 위치(521)에서의 30도 입사각에서 제 4 반사 대역 중심 또는 대역 에지 파장을 가지며, 여기서 제 4 반사 대역 중심 또는 대역 에지 파장은 제 1 반사 대역 중심 또는 대역 에지 파장과 제 5 백분율만큼 상이하다. 광학 필름은 또한, 제 1 및 제 2 위치들과는 상이한 제 3 위치에서의 30도 입사각에서 제 5 반사 대역 중심 또는 대역 에지 파장을 가지며, 여기서 제 5 반사 대역 중심 또는 대역 에지 파장은 제 1 반사 대역 중심 또는 대역 에지 파장과 제 6 백분율만큼 상이하다. 제 6 백분율은 제 5 백분율의 1/2, 또는 1/3, 또는 1/4 미만일 수 있다. 제 4 및 제 5 반사 대역 중심 또는 대역 에지 파장들은 각각 단파장 대역 에지 파장들, 또는 장파장 대역 에지 파장들, 또는 반사 대역 중심 파장들이다.
- [0052] 일부 실시 형태에서, 안경류 렌즈(500a)는 적어도 하나의 반사 대역 에지를 갖는 반사 대역(예를 들어, 도 3에서의 대역(301a)에 대응함)을 갖는 중합체 다층 광학 필름을 포함한다. 공기 중에서 렌즈의 외부 표면(511) 상에 입사되고 외부 표면(511)의 반대편인 렌즈에 근접한 고정된 지점(525a)을 통과하는 광선의 입사 위치가 외부 표면(511)의 일부분(523)을 통하여 변하여, 외부 표면과의 광선의 입사각(α)이 0도 내지 25도로 변하도록 될 때, 안경류 렌즈는 2.5% 미만, 또는 2% 미만 또는 1.5% 미만 또는 1% 미만의 제 1 최대 변동을 갖는 반사 대역

에지 파장을 제공한다. 렌즈의 일부분을 통한 파장의 최대 변동은, 그 일부분에서의 파장의 최대치와 최소치 사이의 차이를 그 일부분에서의 파장의 최소치로 나누고 100%를 곱한 값인 것으로 이해될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 입사각이 0 내지 30도로 변할 때, 반사 대역 에지 파장은 3% 미만, 또는 2.5% 미만, 또는 2% 미만, 또는 1.5% 미만, 또는 심지어 약 1% 미만의 제2 최대 변동을 갖는다. 입사각이 0 내지 25 또는 30도로 변할 때, 입사 위치는 렌즈의 원호 길이를 포함하고 고정된 지점(525a)을 포함하는 평면(예컨대, 도 5의 평면) 내에서 실질적으로 연속적으로 변할 수 있다.

[0053] 일부 실시 형태에서, 두께는 안경류 렌즈(500a)의 적어도 일부분(예컨대, 일부분(523))에서 실질적으로 연속적으로 변한다. 두께는 렌즈(500a)의 적어도 일부분에서 실질적으로 단조적으로 증가 또는 실질적으로 단조적으로 감소할 수 있다. 유사하게, 반사 대역 에지 파장들 및/또는 반사 대역 중심 파장은 안경류 렌즈(500a)의 적어도 일부분에서 실질적으로 연속적으로 변할 수 있고, 안경류 렌즈(500a)의 적어도 일부분에서 실질적으로 단조적으로 증가 또는 실질적으로 단조적으로 감소할 수 있다. 두께 또는 반사 대역 파장들이 연속적으로 또는 단조적으로 변하는 일부분은, 예를 들어, 적어도 1 cm, 또는 적어도 2 cm, 또는 적어도 4 cm의 길이를 갖는 원호 - 이를 따라 파장들이 변함 - 를 포함할 수 있고, 일부분은, 예를 들어, 적어도 1 cm² 또는 적어도 4 cm², 또는 적어도 10 cm²의 면적을 가질 수 있다. 임의의 작은 국부적 무작위 변화들(예컨대, 1% 미만)을 포함하지 않는 두께가 연속적으로 변하는 경우 두께가 실질적으로 연속적으로 변한다고 말할 수 있다. 유사하게, 임의의 작은 국부적 무작위 변화들(예컨대, 1% 미만)을 포함하지 않는 두께가 단조적으로 변하는 경우 두께가 실질적으로 단조적으로 변한다고 말할 수 있다.

[0054] 임의의 적합한 안경류 렌즈 기하형상이 사용될 수 있다. 렌즈는, 예를 들어, 50 mm 내지 200 mm 범위, 또는 60 mm 내지 120 mm 범위의 곡률 반경을 가질 수 있다. 안경류 렌즈의 곡률 반경은 다음 식에 의해 베이스 넘버(base number) 또는 베이스 곡선 넘버에 관하여 관계적으로 기술된다: 곡률 반경(mm 단위) = 0.53/베이스 넘버 × 1000. 예를 들어, 베이스 6 렌즈(base 6 lens)는 곡률 반경이 88 mm이고 베이스 8 렌즈(base 8 lens)는 곡률 반경이 66 mm이다. 일부 실시 형태에서, 제1 렌즈(500a)(및 제2 렌즈(500b)에 대해 유사하게)는 렌즈(500a)와 제1 곡률 중심(527a) 사이의 거리인 곡률 반경을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 제1 고정된 지점(525a)은 곡률 중심(527a)으로부터 곡률 반경의 적어도 절반만큼 분리되어 있다.

[0055] 도 6 내지 도 12에서의 예시를 위해 사용되는 렌즈들은 베이스 6 렌즈들이다. 렌즈들은 32 mm 구면 중심 간격(sphere center separation)을 가지며(제1 및 제2 렌즈들(500a, 500b)의 제1 및 제2 곡률 중심들(527a, 527b) 사이의 대응하는 거리가 32 mm임), 64 mm의 눈 간격이 가정된다. 이러한 특정 렌즈 기하형상은 예시 목적만을 위해 선택되었다. 임의의 다른 적합한 렌즈 기하형상이 선택될 수 있음을 이해해야 한다. 일부 실시 형태에서, 안경류 렌즈는 6 내지 9의 범위, 또는 8 내지 9의 범위의 베이스 곡선 넘버를 가질 수 있다. 예를 들어, 베이스 곡선이 9인 안경류 렌즈가 랩-어라운드 스타일 안경류에 사용될 수 있다. 종래의 중합체 다층 광학 필름들은, 그러한 안경류 내에 통합될 때 눈 시야각에 따라 원치 않는 큰 대역 에지 시프트들을 나타낼 수 있다. 본 발명의 중합체 다층 광학 필름들은 그러한 응용들에 특히 유리할 수 있다.

[0056] 도 6은 렌즈를 통한 눈 시야 방향의 함수로서의 안경류 렌즈 내의 필름 상의 광의 부호있는 입사각의 그래프이다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 달리 나타내지 않는 한, 입사각 또는 입사 각도는, 입사 광선과 표면에 대한 법선 벡터 사이의 크기(0 내지 90도)를 지칭한다. 일부 경우에, 렌즈 상의 위치가, 예를 들어 도 5의 평면에서와 같이, 평면 내에서 변함에 따라, 입사각의 상대적인 부호를 계속해서 추적하는 것이 요구될 수 있다. 그러한 경우에, 부호있는 입사각을 참조하는 것이 유용할 수 있다. 예를 들어, 광선(504)은, 렌즈(500a) 상의 입사각이 25도인 것으로 그리고 렌즈(500a) 상의 부호있는 입사각이 -25도인 것으로 설명될 수 있다. 도 6에서, 0도의 눈 시야 방향은 똑바로 앞을 보고 있는 것에 대응하고, 렌즈가 머리에 대해 다소 만곡되어 있기 때문에(예컨대, 도 5 참조), 사용자가 똑바로 앞을 보고 있을 때 필름 상의 부호있는 입사각은 약 -10도이다.

[0057] 도 7은 눈 시야 방향의 함수로서의 렌즈를 통한 눈 시야 방향을 따른 반사 대역 중심 파장(777)의 그래프이다. 입사각이 눈 시야 방향에 따라 변하기 때문에(도 6에 예시된 바와 같음) 그리고 반사 대역 중심 파장이 입사각에 의존하기 때문에(도 4에 예시된 바와 같음), 반사 대역 중심 파장은 렌즈를 통한 눈 시야 방향에 따라 변한다. 도 7에서 이용되는 필름의 반사 대역은 단파장 대역 에지 및 장파장 대역 에지를 갖는다. 단파장 대역 에지 및 장파장 대역 에지 둘 모두는, 도 7에 예시된 반사 대역 중심 파장과 유사하게 눈 시야 방향에 따라 변하는 파장을 갖는다. 또한, 일부 실시 형태에서 요구될 수 있는 목표 중심 파장(779)이 도 7에 도시되어 있다. 목표 중심 파장(779)은 눈 시야 방향에 독립적이다.

[0058] 소정 응용에서, 반사 대역 중심 파장의 시프트 또는 제1 또는 제2 반사 대역 에지 파장들의 대응하는 시프트들

이 허용가능할 수 있다. 다른 응용에서, 그러한 변동을 상당히 감소시키거나 또는 제거하는 것이 요구될 수 있다. 예를 들어, 특정 파장 범위에서 좁은 대역폭을 갖는 차단 대역을 갖는 필름이, 어딘가 다른 곳에서 기술되는 바와 같은 색맹 교정 필름으로서 사용될 수 있다. 이 경우에, 반사 대역 중심 파장의 시프트가, 필요한 특정 파장 범위 밖으로 대역을 시프트하여, 필름의 성능을 열악하게 할 수 있다. 다른 예는 레이저들에 대한 보호 안경류에 사용되는 필름들이다. 그러한 경우에, 렌즈가 눈 시야 방향에 관계없이 유해한 레이저 광을 차단 하도록 눈 시야 방향에 따른 시프트가 없는 대역 에지를 갖는 것이 요구될 수 있다.

[0059] 렌즈를 통한 눈 시야 방향보다는 오히려 렌즈를 따른 거리에 관하여 반사 대역 중심 또는 에지 파장들을 설명하는 것이 보다 편리할 수 있다. 도 8은 렌즈(800)의 원호 길이를 따른 좌표계의 예시이다. 예시된 실시 형태에서, 렌즈(800)는 55 mm의 원호 길이를 갖고, 좌표계는, 렌즈를 착용할 때 눈들의 중심인 것으로 선택되는 0 지점을 갖는다. 이러한 0 지점은 렌즈(800)의 근위 에지(803)로부터 10 mm이다. 렌즈(800)는 또한, 근위 에지(803)의 반대편인 원위 에지(805)를 갖는다. 원호 길이는 근위 에지(803)로부터 원위 에지(805)까지 원호(807)를 따라 측정된다. 원호(807)는 렌즈(800)의 외부 표면의 측지 곡선(geodesic curve)인 것으로 이해될 수 있다. 또한, 원호(807)에 실질적으로 직교하는 원호(809)가 도 8에 도시되어 있다.

[0060] 도 9는 렌즈의 원호 길이(원호(807)를 따른 길이에 대응함)를 따른 거리의 함수로서의 렌즈를 통한 눈 시야 방향의 그래프이다. 도 9의 플롯은, 렌즈의 원호를 따른 거리의 함수로서의 반사 대역 중심 파장을 얻기 위해 도 7의 플롯과 조합될 수 있다. 이것은 도 10에서 행해지며, 도 10은 렌즈의 원호 길이를 따른 거리의 함수로서의 렌즈를 통한 눈 시야 방향을 따른 반사 대역 중심 파장(1077)의 그래프이다. 또한, 일부 실시 형태에서 요구될 수 있는 목표 중심 파장(1079)이 도 10에 도시되어 있다. 목표 중심 파장(1079)은 눈 시야 방향에 독립적이다.

[0061] 도 10으로부터, 일정한 반사 대역 중심 파장을 생성하기 위해 필요한 백분율 시프트가 결정될 수 있다. 이것은 도 11에 도시되어 있으며, 도 11은 렌즈의 원호 길이를 따른 거리의 함수로서의 렌즈를 통한 눈 시야 방향에 독립적인 반사 대역 중심 파장을 생성하기 위해 필요한 반사 대역 중심 파장의 % 변화의 그래프이다. +30도 또는 -30도의 시야각들에 대응하는 거리들(1178)이 나타나 있다. 반사 대역 중심 파장의 원하는 % 변화는 또한 필름의 두께에 요구되는 % 변화인데, 이는 반사 대역 중심 파장 및 반사 대역 에지 파장이 필름의 두께에 따라 크기 조정되기 때문이다. 수직 입사 반사 대역 중심 파장이 또한 결정될 수 있다. 이것은 도 12에 도시되어 있으며, 도 12는 렌즈의 원호 길이를 따른 거리의 함수로서의 렌즈를 통한 눈 시야 방향에 독립적인 실제 입사 반사 대역 중심 파장을 생성하기 위해 필요한 수직 입사 반사 대역 중심 파장(1277)의 그래프이다. +30도 또는 -30도의 시야각들에 대응하는 거리들(1278)이 나타나 있다. 또한, 일부 실시 형태에서 요구될 수 있는 목표 중심 파장(1279)이 도 12에 도시되어 있다. 목표 중심 파장(1279)은 눈 시야 방향에 독립적이다.

[0062] 원하는 위치 의존적 두께를 갖는 중합체 다층 광학 필름들이, 예를 들어, 열성형에 의해 제조될 수 있다. 예를 들어, 반구형 또는 타원형 형상의 금형들과 같은, 볼록한 또는 오목한 금형들을 사용하는 것은, 적합하게 선택된 금형 및 필름 온도들을 갖는 열성형 공정을 사용함으로써 필름 두께의 원하는 변화가 획득되게 한다. 그러한 금형이, 오목한 반구형 형상의 공동(1389)을 갖는 금형(1388)의 사시도인 도 13a에 예시되어 있다. 도 13b는, 다층 광학 필름이거나 또는 그를 포함하는 필름 또는 라미네이트(1386)를 도시한다. 필름 또는 라미네이트(1386)는, 다층 광학 필름의 각 면 상에 폴리카르보네이트를 갖는 라미네이트(예컨대, 다층 광학 필름의 각 면 상에 0.1 mm 내지 0.4 mm의 폴리카르보네이트를 갖는 웨이퍼, 또는 다층 광학 필름의 각 면 상에 0.25 mm 내지 2 mm의 폴리카르보네이트를 갖는 렌즈)일 수 있다. 폴리카르보네이트는 렌즈의 서로 반대편인 면들 상에서 동일 또는 상이한 두께를 가질 수 있다. 예를 들어, 폴리카르보네이트는 하나의 면 상에서 2 mm이고 반대편 면 상에서 0.25 mm일 수 있다. 도 13b는 또한 안경류 렌즈들에서 사용하기에 적합한 필름 또는 라미네이트(1386)의 부분(1310)을 도시한다. 일부 경우에, 안경류 렌즈에 사용될 열성형된 필름 또는 라미네이트(1386)의 부분(1310)은, 원하는 두께 프로파일을 제공하도록 선택된다. 예를 들어, 필름 또는 라미네이트(1386)의 부분(1310)은, 에지(1305) 근처에서보다 에지(1303) 근처에서 더 얇을 수 있다. 부분(1310)은 금형(1388)의 반전된 돔(inverted dome)(1389)의 정점부(이 경우에, 오목한 금형 내의 가장 깊은 지점)를 포함한다. 필름 또는 라미네이트(1386)의 부분(1310)은, 정점부 근처의 영역에서 가장 얇을 수 있고, 이에 따라 정점부에 대한 필름의 위치를 선택함으로써, 부분(1310)을 통한 두께들의 분포가 획득될 수 있다. 예를 들어, 금형(1388)의 형상, 금형(1388)에서의 부분(1310)의 위치 및 배향을 선택함으로써, 위치의 함수로서의 열성형된 광학 필름의 두께의 % 변화가 도 11에 도시된 곡선을 대략 추종하도록 선택될 수 있다.

[0063] 도 13a 및 도 13b에 예시된 실시 형태에서, 오목한 금형이 사용되고, 정점부에 가장 가까운 필름 또는 라미네이트(1386)의 영역이 가장 많이 연신되므로, 가장 얇게 된다. 다른 실시 형태에서, 볼록한 금형이 사용될 수 있다. 예를 들어, 반구형 돔을 갖는 볼록한 금형이 사용될 수 있고, 필름 또는 라미네이트가 돔 위에 형성될 수

있다. 이 경우에, 필름 또는 라미네이트는 정점부에 핀으로 고정(pinned)될 수 있고, 이것은 열성형 후에 필름 또는 라미네이트의 가장 두꺼운 영역일 수 있다. 필름 또는 라미네이트는 더 많이 연신될 것이고, 이에 따라서 정점부로부터 떨어지면서 더 얇아질 것이다. 열성형된 필름 또는 라미네이트의 일부분은 원하는 두께 분포를 제공하기 위해 선택될 수 있다. 일부 경우에, 렌즈를 형성하는 데 사용되는 금형의 부분은 다음과 같이 선택될 수 있다. 주어진 금형 및 처리 조건들에 대해, 광학 필름, 또는 광학 필름을 포함하는 라미네이트가 열성형될 수 있고, 광학 필름을 통한 두께 분포가 측정될 수 있다. 두께는, 예를 들어, 분광계를 사용하여 반사 대역 에지 파장을 위치의 함수로서 결정하고 이어서 파장으로부터 두께를 계산함으로써, 측정될 수 있다. 이러한 두께 분포로부터, 이어서, 폴리카르보네이트 또는 다른 중합체로 라미네이팅된 광학 필름, 또는 광학 필름의 적합한 부분이 식별되어서, 예를 들어, 백분율로서 표현될 때, 도 11에 도시된 곡선에 근사하는 광학 필름의 두께 프로파일을 제공할 수 있다.

[0064] 필름 또는 라미네이트(1386)의 부분(1310)의 배향 및 금형(1388)의 기하형상(예컨대, 반구형)은, 필름의 두께가 예지들(1303, 1305) 사이의 원호(1307)를 따라 (예컨대, 실질적으로 연속적으로) 변하고 직교 원호(1309)를 따라 실질적으로 일정하도록 선택될 수 있다. 대안적으로, 금형 기하형상 또는 배향은 또한 원호(1309)를 따라 원하는 두께 변화를 제공하도록 선택될 수 있다.

[0065] 일부 실시 형태에서, 필름의 생성된 두께 및/또는 수직 입사 반사 대역 에지 파장 및/또는 수직 입사 반사 대역 중심 파장은, 렌즈의 에지에 가장 가까운 부분의 제1 단부로부터 제1 단부의 반대편인 부분의 제2 단부까지 원호 길이를 따라 (예를 들어, 원호 길이의 적어도 0.5 cm에 걸쳐, 또는 적어도 1 cm에 걸쳐, 또는 적어도 2 cm, 또는 적어도 4 cm, 또는 적어도 5 cm 길이에 걸쳐) 중합체 다층 광학 필름의 적어도 일부분에서 실질적으로 단조적으로 감소된다.

[0066] 열성형 공정은 임의의 적합한 온도들 및 체류 시간들을 이용할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시 형태에서, 금형 온도는 150 °C 내지 250 °C의 범위에 있고, 5초 내지 90초 또는 20초 내지 60초의 예열 체류 시간이 이용될 수 있다. 주어진 베이스 넘버에 대해 더 작은 금형을 사용하는 것은 체류 시간이 감소되게 한다는 것이 밝혀졌다. 또한, 더 얇은 폴리카르보네이트 외부 층들을 사용하는 것이 또한 체류 시간이 감소되게 한다는 것이 밝혀졌다.

[0067] 일부 경우에, 예를 들어, 비닐 또는 플루오로카본 필름들과 같은 제거가능한 외부 라미네이트들이, 열성형 이전에 중합체 다층 광학 필름에 추가될 수 있다. 그러한 외부 라미네이트들은, 외부 라미네이트의 유리 전이 온도 (Tg)보다 더 높은 온도일 수 있는 공구 위에서 필름을 성형한 후에 사전배향된 중합체 다층 광학 필름이 그 자체를 재배열하게 할 수 있다. 따라서, 제거가능한 외부 라미네이트는, 특히 볼록한 금형들이 사용될 때, 제어된 연신을 달성하는 데 유용할 수 있다.

[0068] 일부 경우에, 2개의 시트들 사이에 라미네이팅된 중합체 다층 광학 필름을 포함하는 라미네이트가 열성형될 수 있고, 열성형된 라미네이트에서의 적합한 위치로부터 웨이퍼를 절단하여, 원하는 두께 분포를 갖는 광학 필름을 포함하는 만곡된 웨이퍼를 생성할 수 있다. 추가적인 렌즈 재료가 별개의 사출 성형 단계에서 만곡된 웨이퍼에 추가될 수 있다. 예를 들어, 25 마이크로미터 두께의 (또는 15 내지 50 마이크로미터 두께의) 광학적으로 투명한 접착제를 사용하여 중합체 다층 광학 필름의 각 면에, 예를 들어, 0.25 mm 두께의 폴리카르보네이트 시트들을 라미네이팅할 수 있다. 라미네이트는 금형(1388)과 같은 금형을 사용하여 열성형될 수 있다. 이어서, 열성형된 라미네이트로부터 만곡된 웨이퍼를 절단할 수 있고, 사출 성형 공정을 사용하여, 2개의 만곡된 폴리카르보네이트 셀들 사이에 만곡된 라미네이트를 갖는 렌즈를 형성할 수 있다. 생성된 렌즈는, 예를 들어 2 mm 초과 두께를 가질 수 있다. 대안적으로, 더 두꺼운 라미네이트를 열성형하여, 추가적인 사출 성형 단계 없이 광학 필름을 통합한 만곡된 렌즈를 형성할 수 있다. 예를 들어, 25 마이크로미터 두께의 (또는 15 내지 50 마이크로미터 두께의) 광학적으로 투명한 접착제를 사용하여 중합체 다층 광학 필름의 각 면에, 예를 들어, 0.25 mm 내지 2.0 mm 범위의 두께를 갖는 폴리카르보네이트 시트들을 라미네이팅할 수 있다. 라미네이트는 금형(1388)과 같은 금형을 사용하여 열성형될 수 있다. 이어서, 열성형된 라미네이트로부터 만곡된 렌즈를 절단할 수 있다.

[0069] 원하는 두께 분포를 제공하기 위해 열성형된 광학 필터의 적합한 부분을 선택하는 것에 대한 대안은, 불균일한 (즉, 일정하지 않은) 온도 분포의 존재 시에 광학 필터를 연신하는 것이다. 필터의 더 뜨거운 부분들은 연신되어 필터의 더 차가운 부분들보다 더 얇아질 것이고, 따라서, 온도 분포를 적합하게 선택함으로써 원하는 두께 프로파일이 달성될 수 있다. 이것은, 예를 들어 스폿 히터(spot heater)를 사용하여 온도 분포를 제어함으로써 행해질 수 있다. 이것은 평탄한 광학 필터가 제조되게 한다. 대안적으로, 불균일한 온도 프로파일을 갖는 광학 필터를 연신하여 불균일한 두께 프로파일을 갖는 평탄한 또는 대략 평탄한 광학 필터를 제공할 수 있으며, 이는 이어서 원하는 형상(예컨대, 안경류 렌즈에 사용하기에 적합한 형상)으로 열성형될 수 있다. 초기 불균일

한 온도 프로파일은 조정될 수 있고, 열성형된 광학 필터의 부분은 원하는 두께 프로파일을 제공하도록 선택될 수 있다.

[0070] 실시예

[0071] 실시예 1

[0072] PCT 공개 WO 2014/110101호(월드 등)에 일반적으로 기술된 바와 같이 PET 중합체 재료와 coPMMA 중합체 재료 사이에 교호하는 275개의 개별 마이크로층들의 적층물로 중합체 다층 광학 필름을 제조하였다. 적층물의 층 두께 프로파일을 스펙트럼의 적외선 영역에서 1차 반사 대역을 생성하도록 조정하였다. IR 반사 대역의 3차 고조파는 550 nm 근처의 가시광 영역에 있었고, 약 40 nm의 대역 폭(FWHM)을 가졌다.

[0073] 층들 사이에 1 밀(mi1)(0.025 mm) 두께의 광학적으로 투명한 접착제(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)로부터 입수가능한 3M™ 옵티컬리 클리어 어드헤시브(Optically Clear Adhesive) 8171)를 사용하여, 광학 필름을 2개의 40 밀(1 mm) 두께의 폴리카르보네이트 시트들(미국 캘리포니아주 산타페 스프링스 소재의 맥마스터-카르(McMaster-Carr)로부터 입수가능함) 사이에 라미네이팅하였다. 열성형 공정 동안 라미네이트를 보호하기 위해 2개의 5 밀(0.13 mm) 두께의 PET 필름들 - 각각은 하나의 면에 대해 표면 처리를 함 - 을 사용하였다. 표면 처리된 면들이 라미네이트를 향해 또는 그로부터 멀어지게 대면하는 상태로 배치된 PET 필름들로 샘플들을 테스트하였고, 배향은 생성된 열성형된 라미네이트의 반사 대역에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 밝혀졌다. 다른 예들은, PET 이외의 보호 필름들, 예컨대 폴리에틸렌을 사용하여 제조되었다. 플래튼(platen) 온도 및 체류 시간에 따라, 폴리에틸렌 필름들을 사용하는 것은, PET 필름을 사용하는 것보다 더 양호한 투명도를 제공할 수 있다. 이어서, 도 13에 예시된 금형(1388)과 같은 금형을 사용하여 라미네이트를 열성형하였다. 사용되는 열성형 장비는 하이테크 포밍 시스템즈(Hytech Forming Systems)(미국 애리조나주 피닉스 소재)에 의한 IL 50 및 IL 75 어큐폼 시리즈(Accuform Series)와 유사하였다. 금형은 하이테크 포밍 시스템즈로부터 입수된 베이스 6 금형이었고, 35.4 mm의 깊이 및 88 mm의 곡률 반경을 갖도록 형상화된 보울(bowl)(반전 반구형 돔)이었다. 금형은, 라미네이트를 금형 내에 강제로 넣을 때 공기를 제거하기 위해 그리고 예열 체류 시간 전체에 걸쳐 상승 압력을 적용하기 위해 보울의 바닥에 핀 홀들을 포함하였다.

[0074] 45초의 예열 체류 시간 동안, 대략 400 ° F(204 ° C)의 플래튼 온도, 대략 100 ° F(38 ° C)의 금형(공구) 온도, 및 80 psi(552 kPa)의 프리몰드 상향 압력을 사용하여 라미네이트를 가열하였다. 체류 시간이 완료된 후에, 500 psi(3.45 MPa)의 하향 압력을 라미네이트에 적용하여 그것을 금형 내에 강제로 넣었다. 약 2초간 압력을 적용한 후에, 플래튼을 들어올리고, 금형으로부터 라미네이트를 제거하였다.

[0075] 측정을 용이하게 하기 위해 라미네이트의 일부분을 절단하였고, 분광계를 사용하여 그 일부분의 원호 길이를 따라 대략 10 mm마다 수직 입사 반사 대역 중심 파장을 측정하였다. 대역 중심 파장 분포로부터, 열성형된 라미네이트의 일부분을 선택하였고, 컴퓨터 수치 제어(Computerized Numerical Control, CNC) 밀을 사용하여 절단하여 안경류에서 사용하기에 적합한 일부분을 획득하였다.

[0076] 안경류 렌즈의 일부분의 원호 길이를 따른 수직 입사 시의 반사 대역 중심 파장을 분광계를 사용하여 측정하였다. 열성형되지 않은 필름에 대한 % 변화를 결정하였다. 도 14는 렌즈의 원호 길이를 따른 거리의 함수로서의 렌즈를 통한 눈 시야 방향에 독립적인 반사 대역 중심 파장을 생성하기 위한 반사 대역 중심 파장에서의 필요한 % 변화(1477) 및 실험 % 변화(1480)의 그래프이다. +30도 또는 -30도의 시야각들에 대응하는 거리들(1478)이 나타나 있다. 샘플 필름은, +30도 또는 -30도의 시야각들을 통해 원하는 % 변화에 합리적으로 가까운 % 변화를 제공하였다. 반사 대역 중심 파장의 % 변화(1480)는 또한 필름의 두께의 % 변화인데, 이는 반사 대역 중심 파장 및 반사 대역 예지 파장이 필름의 두께에 따라 크기 조정되기 때문이다.

[0077] 실시예 2 내지 실시예 4

[0078] 폴리카르보네이트 시트들의 두께, 공구 온도, 플래튼 온도 및 체류 시간을 하기 표에 따라 선택한 것 이외에는, 실시예 1에서와 같이 열성형된 라미네이트를 제조하였다.

실시에	폴리카르보네이트 두께(밀리미터)	플래튼 온도(°C)	공구(금형) 온도(°C)	체류 시간 (초)
1	1	204	38	45
2	0.76	204	49	15
3	0.76	204	49	20
4	1	204	46	45

[0079]

[0080]

라미네이트들의 일부분의 원호 길이를 따른 수직 입사 시의 반사 대역 중심 파장을 분광계를 사용하여 측정하였다. 각각의 경우에, 열성형된 라미네이트의 일부분은, 그 일부분의 원호 길이를 따른 위치에 따라 변하고 안경류 렌즈에 사용하기에 적합한 반사 대역 중심 파장을 가졌다.

[0081]

다음은 본 발명의 예시적인 실시 형태의 목록이다.

[0082]

실시 형태 1은 광학 필터로서, 중합체 다층 광학 필름을 포함하고, 중합체 다층 광학 필름은 제1 반사 대역 에지를 갖는 반사 대역을 갖고, 제1 반사 대역 에지는 위치 의존적 수직 입사 제1 반사 대역 에지 파장을 갖고, 제1 반사 대역 에지는, 위치에 독립적으로, 반사 대역의 단파장 측에서의 단파장 대역 에지 및 반사 대역의 장파장 측에서의 장파장 대역 에지 중 하나이고, 수직 입사 제1 반사 대역 에지 파장은 제1 위치에서 제1 파장이고 제1 위치와는 상이한 제2 위치에서 제2 파장이고, 제1 파장은 제2 파장보다 적어도 2% 더 높다.

[0083]

실시 형태 2는, 제1 위치에서의 그리고 수직 입사 시의 반사 대역이 100 nm 이하의 폭(FWHM)을 갖는, 실시 형태 1의 광학 필터이다.

[0084]

실시 형태 3은, 폭이 60 nm 이하인, 실시 형태 2의 광학 필터이다.

[0085]

실시 형태 4는, 폭이 40 nm 이하인, 실시 형태 2의 광학 필터이다.

[0086]

실시 형태 5는, 제1 반사 대역 에지가 장파장 대역 에지이고 제1 파장이 1064 nm 초과인, 실시 형태 1의 광학 필터이다.

[0087]

실시 형태 6은, 제1 위치에서의 수직 입사 시의 반사 대역이 적어도 793 nm 내지 1064 nm의 파장들을 포함하는, 실시 형태 5의 광학 필터이다.

[0088]

실시 형태 7은, 제1 위치에서의 수직 입사 시의 반사 대역이 적어도 760 nm 내지 1300 nm의 파장들을 포함하는, 실시 형태 6의 광학 필터이다.

[0089]

실시 형태 8은, 반사 대역이 제2 대역 에지를 갖고, 제1 대역 에지가 단파장 대역 에지이고, 제2 대역 에지가 장파장 대역 에지인, 실시 형태 1의 광학 필터이다.

[0090]

실시 형태 9는, 반사 대역이, 제2 위치에서보다 제1 위치에서 적어도 2% 더 높은 수직 입사 반사 대역 중심 파장을 갖는, 실시 형태 1의 광학 필터이다.

[0091]

실시 형태 10은, 수직 입사 반사 대역 중심 파장이 제2 위치에서보다 제1 위치에서 적어도 3% 더 높은, 실시 형태 9의 광학 필터이다.

[0092]

실시 형태 11은, 수직 입사 반사 대역 중심 파장이 제2 위치에서보다 제1 위치에서 적어도 4% 더 높은, 실시 형태 9의 광학 필터이다.

[0093]

실시 형태 12는, 제1 파장이 제2 파장보다 적어도 3% 더 높은, 실시 형태 1의 광학 필터이다.

[0094]

실시 형태 13은, 제1 파장이 제2 파장보다 적어도 4% 더 높은, 실시 형태 1의 광학 필터이다.

[0095]

실시 형태 14는, 수직 입사 제1 반사 대역 에지 파장이 중합체 다층 광학 필름의 적어도 일부분에서 렌즈의 에지에 가장 가까운 부분의 제1 단부로부터 제1 단부의 반대편인 부분의 제2 단부까지 원호 길이를 따라 실질적으로 단조적으로 감소하는, 실시 형태 1의 광학 필터이다.

[0096]

실시 형태 15는, 수직 입사 제1 반사 대역 에지 파장이 원호 길이의 적어도 1 cm 길이에 걸쳐 실질적으로 단조적으로 감소하는, 실시 형태 14의 광학 필터이다.

[0097]

실시 형태 16은, 수직 입사 제1 반사 대역 에지 파장이 원호 길이의 적어도 2 cm 길이에 걸쳐 실질적으로 단조적으로 감소하는, 실시 형태 14의 광학 필터이다.

- [0098] 실시 형태 17은, 수직 입사 제1 반사 대역 예지 파장이 원호 길이의 적어도 4 cm 길이에 걸쳐 실질적으로 단조적으로 감소하는, 실시 형태 14의 광학 필터이다.
- [0099] 실시 형태 18은, 광학 필름이 광학 필터의 적어도 일부분에서 실질적으로 연속적으로 변하는 위치 의존적 두께를 갖는, 실시 형태 1의 광학 필터이다.
- [0100] 실시 형태 19는, 일부분이 적어도 1 cm²의 면적을 갖는, 실시 형태 18의 광학 필터이다.
- [0101] 실시 형태 20은, 면적이 적어도 4 cm²인, 실시 형태 19의 광학 필터이다.
- [0102] 실시 형태 21은, 면적이 적어도 10 cm²인, 실시 형태 19의 광학 필터이다.
- [0103] 실시 형태 22는, 수직 입사 시의 필름의 적어도 하나의 부분의 경우, 반사 대역이 60 nm 이하의 폭(FWHM)을 갖고, 중합체 다층 광학 필름이 420 내지 680 nm로부터의 평균 내부 투과율이 적어도 50%이고, 반사 대역과 연관되고 550 nm를 포함하는 10 nm 폭의 파장 범위에 걸친 평균 내부 투과율이 10% 이하인, 실시 형태 1의 광학 필터이다.
- [0104] 실시 형태 23은, 10 nm 폭의 파장 범위에 걸친 평균 내부 투과율이 2% 이하인, 실시 형태 22의 광학 필터이다.
- [0105] 실시 형태 24는, 10 nm 폭의 파장 범위에 걸친 평균 내부 투과율이 1% 이하인, 실시 형태 22의 광학 필터이다.
- [0106] 실시 형태 25는, 제1 대역 예지가 장파장 대역 예지이고, 수직 입사 시의 중합체 다층 광학 필름의 적어도 일부 부분들의 경우, 장파장 대역 예지가 420 내지 440 nm의 범위에 있고, 중합체 다층 광학 필름이 반사 대역을 가로질러 2% 미만의 평균 광 투과율을 갖고, 수직 입사 시에 장파장 대역 예지보다 10 nm 이상 긴 파장을 갖는 청색 광의 적어도 80%를 투과시키는, 실시 형태 1의 광학 필터이다.
- [0107] 실시 형태 26은, 반사 대역이 제2 대역 예지를 갖고, 제1 대역 예지가 단파장 대역 예지이고 제2 대역 예지가 장파장 대역 예지이고, 수직 입사 시의 중합체 다층 광학 필름의 적어도 일부 부분들의 경우, 단파장 대역 예지가 약 400 nm 이하에 있고, 장파장 대역 예지가 420 내지 440 nm의 범위에 있고, 중합체 다층 광학 필름이 반사 대역을 가로질러 2% 미만의 평균 광 투과율을 갖고, 장파장 대역 예지보다 10 nm 이상 긴 파장을 갖는 청색 광의 적어도 80%를 투과시키는, 실시 형태 1의 광학 필터이다.
- [0108] 실시 형태 27은, 반사 대역이 제2 대역 예지를 갖고, 제1 대역 예지가 단파장 대역 예지이고 제2 대역 예지가 장파장 대역 예지이고, 수직 입사 시의 중합체 다층 광학 필름의 적어도 일부분이 440 nm 내지 480 nm의 파장 범위에서 적어도 80%를 반사시키고, 장파장 대역 예지보다 10 nm 더 긴 파장에서 그리고 단파장 대역 예지보다 10 nm 더 짧은 파장에서의 청색 광의 50% 초과를 투과시키는, 실시 형태 1의 광학 필터이다.
- [0109] 실시 형태 28은, 수직 입사 시의 중합체 다층 광학 필름의 적어도 일부분이 793 nm 내지 1064 nm의 파장 범위에서 적외선 광의 적어도 80%를 반사시키는, 실시 형태 1의 광학 필터이다.
- [0110] 실시 형태 29는, 수직 입사 시의 중합체 다층 광학 필름의 적어도 일부분이 770 nm 내지 1200 nm의 파장 범위에서 광의 적어도 80%를 반사시키는, 실시 형태 28의 광학 필터이다.
- [0111] 실시 형태 30은 실시 형태 1의 광학 필터를 포함하는 안경류 렌즈이다.
- [0112] 실시 형태 31은 안경류로서,
- [0113] 실시 형태 1에 따른 제1의 광학 필터를 포함하는 제1 안경류 렌즈;
- [0114] 실시 형태 1에 따른 제2의 광학 필터를 포함하는 제2 안경류 렌즈; 및
- [0115] 제1 렌즈 장착 부분, 및 제1 렌즈 장착 부분에 근접한 제2 렌즈 장착 부분을 갖는 프레임을 포함하고, 제1 안경류 렌즈는 제1 렌즈 장착 부분 상에 장착되고 제2 안경류 렌즈는 제2 렌즈 장착 부분 상에 장착된다.
- [0116] 실시 형태 32는 광학 필터로서, 중합체 다층 광학 필름을 포함하고, 필름은 반사 대역을 갖고,
- [0117] 필름은 제1 위치에서의 수직 입사 시에 렌즈 상에 입사되는 광에 대한 제1 반사 대역 예지 파장을 갖고, 제1 위치에서의 25도 입사각으로 렌즈 상에 입사되는 광에 대한 제2 반사 대역 예지 파장을 갖고, 제2 반사 대역 예지 파장은 제1 반사 대역 예지 파장과 제1 백분율만큼 상이하고,
- [0118] 필름은 제1 위치와는 상이한 제2 위치에서의 25도 입사각으로 렌즈 상에 입사되는 광에 대한 제3 반사 대역 예지 파장을 갖고, 제3 반사 대역 예지 파장은 제1 반사 대역 예지 파장과 제1 백분율의 1/2 미만인 제2 백분율만

큼 상이하고,

- [0119] 제1, 제2 및 제3 반사 대역 예지 파장들 각각은 반사 대역의 단파장 측에서의 단파장 대역 예지의 파장들이거나, 또는 제1, 제2 및 제3 반사 대역 예지 파장들 각각은 반사 대역의 장파장 측에서의 장파장 대역 예지의 파장들이다.
- [0120] 실시 형태 33은, 제1 백분율이 3.5% 초과인, 실시 형태 32의 광학 필터이다.
- [0121] 실시 형태 34는, 제1 백분율이 적어도 3.7%인, 실시 형태 33의 광학 필터이다.
- [0122] 실시 형태 35는, 제2 백분율이 2% 미만인, 실시 형태 32의 광학 필터이다.
- [0123] 실시 형태 36은, 제1 백분율이 적어도 3.7%이고 제2 백분율이 1.5% 미만인, 실시 형태 32의 광학 필터이다.
- [0124] 실시 형태 37은, 제2 백분율이 약 1% 미만인, 실시 형태 36의 광학 필터이다.
- [0125] 실시 형태 38은, 제2 백분율이 제1 백분율의 1/3 미만인, 실시 형태 32의 광학 필터이다.
- [0126] 실시 형태 39는, 제2 백분율이 제1 백분율의 1/4 미만인, 실시 형태 32의 광학 필터이다.
- [0127] 실시 형태 40은,
- [0128] 광학 필름이 제1 위치에서의 수직 입사 시에 렌즈 상에 입사되는 광에 대한 제1 반사 대역 중심 파장을 갖고,
- [0129] 제1 위치에서의 25도 입사각으로 렌즈 상에 입사되는 광에 대한 제2 반사 대역 중심 파장을 갖고, 제2 반사 대역 중심 파장이 제1 반사 대역 중심 파장과 제3 백분율만큼 상이하고,
- [0130] 광학 필름이 제2 위치에서의 25도 입사각으로 렌즈 상에 입사되는 광에 대한 제3 반사 대역 중심 파장을 갖고,
- [0131] 제3 반사 대역 중심 파장이 제1 반사 대역 중심 파장과 제3 백분율의 1/2 미만인 제4 백분율만큼 상이한, 실시 형태 32의 광학 필터이다.
- [0132] 실시 형태 41은, 제3 백분율이 적어도 3.7%인, 실시 형태 40의 광학 필터이다.
- [0133] 실시 형태 42는, 제4 백분율이 약 1% 미만인, 실시 형태 41의 광학 필터이다.
- [0134] 실시 형태 43은, 제4 백분율이 제3 백분율의 1/4 미만인, 실시 형태 40의 광학 필터이다.
- [0135] 실시 형태 44는, 제1 반사 대역 중심 파장과 제2 반사 대역 중심 파장 사이의 차이의 절대값이 적어도 12 nm이고, 제1 반사 대역 중심 파장과 제3 반사 대역 중심 파장 사이의 차이의 절대값이 6 nm 미만인, 실시 형태 40의 광학 필터이다.
- [0136] 실시 형태 45는, 제1 반사 대역 중심 파장과 제2 반사 대역 중심 파장 사이의 차이의 절대값이 적어도 15 nm이고, 제1 반사 대역 중심 파장과 제3 반사 대역 중심 파장 사이의 차이의 절대값이 약 5 nm 이하인, 실시 형태 40의 광학 필터이다.
- [0137] 실시 형태 46은, 광학 필름이 제1 위치에서의 30도 입사각에서 제4 반사 대역 중심 파장을 갖고, 제4 반사 대역 중심 파장이 제1 반사 대역 중심 파장과 제5 백분율만큼 상이하고, 광학 필름이 제1 및 제2 위치들과는 상이한 제3 위치에서의 30도 입사각에서 제5 반사 대역 중심 파장을 갖고, 제5 반사 대역 중심 파장이 제1 반사 대역 중심 파장과 제5 백분율의 1/2 미만인 제6 백분율만큼 상이한, 실시 형태 40의 광학 필터이다.
- [0138] 실시 형태 47은, 제6 백분율이 제5 백분율의 1/3 미만인, 실시 형태 46의 광학 필터이다.
- [0139] 실시 형태 48은, 제6 백분율이 제5 백분율의 1/4 미만인, 실시 형태 46의 광학 필터이다.
- [0140] 실시 형태 49는, 제1, 제2 및 제3 반사 대역 예지 파장들 각각이 장파장 대역 예지의 파장들이고 제1 및 제3 반사 대역 예지 파장들 각각이 1064 nm 초과인, 실시 형태 32의 광학 필터이다.
- [0141] 실시 형태 50은, 제1 위치에서의 수직 입사 시의 반사 대역이 적어도 793 nm 내지 1064 nm의 파장들을 포함하는, 실시 형태 49의 광학 필터이다.
- [0142] 실시 형태 51은, 제1 위치에서의 수직 입사 시의 반사 대역이 적어도 760 nm 내지 1300 nm의 파장들을 포함하는, 실시 형태 50의 광학 필터이다.
- [0143] 실시 형태 52는, 제1 위치에서의 수직 입사 시의 반사 대역이 60 nm 이하의 폭(FWHM)을 갖고 550 nm를

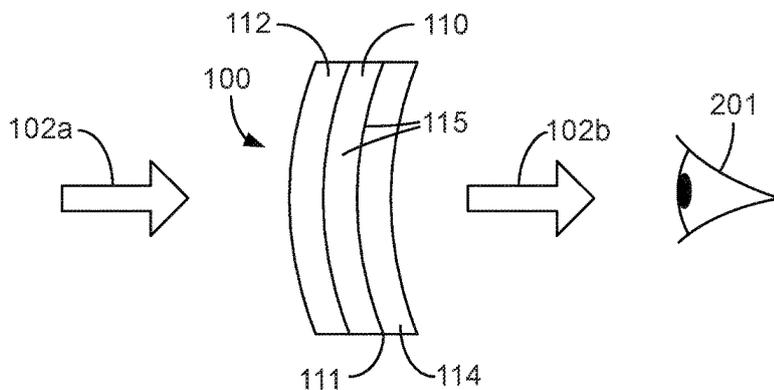
포함하는, 실시 형태 32의 광학 필터이다.

- [0144] 실시 형태 53은, 제1 위치에서의 수직 입사 시의 반사 대역이 40 nm 이하의 폭(FWHM)을 갖고 550 nm를 포함하는, 실시 형태 32의 광학 필터이다.
- [0145] 실시 형태 54는, 제1 광선이 렌즈의 외부 표면으로부터의 수직 입사 시에 제1 위치에 입사될 때, 제1 광선이 외부 표면의 반대편인 렌즈에 근접한 지점을 통과하고, 제2 광선이 25도 입사각으로 렌즈의 외부 표면으로부터 제2 위치에 입사될 때, 제2 광선이 그 지점을 통과하는, 실시 형태 32의 광학 필터이다.
- [0146] 실시 형태 55는 실시 형태 32의 광학 필터를 포함하는 안경류 렌즈이다.
- [0147] 실시 형태 56은 안경류로서,
- [0148] 실시 형태 32에 따른 제1의 광학 필터를 포함하는 제1 안경류 렌즈,
- [0149] 실시 형태 32에 따른 제2의 광학 필터를 포함하는 제2 안경류 렌즈, 및
- [0150] 제1 렌즈 장착 부분, 및 제1 렌즈 장착 부분에 근접한 제2 렌즈 장착 부분을 갖는 프레임 포함하고, 제1 안경류 렌즈는 제1 렌즈 장착 부분 상에 장착되고 제2 안경류 렌즈는 제2 렌즈 장착 부분 상에 장착된다.
- [0151] 실시 형태 57은 광학 필터로서, 반사 대역을 갖는 중합체 다층 광학 필름을 포함하고, 공기 중에서 렌즈의 외부 표면 상에 입사되고 외부 표면의 반대편인 렌즈에 근접한 고정된 지점을 통과하는 광선의 입사 위치가 외부 표면의 일부분을 통하여 변하여, 외부 표면과의 광선의 입사각이 0도 내지 25도로 변하도록 될 때, 광학 필터가 2.5% 미만의 제1 최대 변동을 갖는 반사 대역 에지 파장을 제공한다.
- [0152] 실시 형태 58은, 제1 최대 변동이 2% 미만인, 실시 형태 57의 광학 필터이다.
- [0153] 실시 형태 59는, 제1 최대 변동이 1.5% 미만인, 실시 형태 57의 광학 필터이다.
- [0154] 실시 형태 60은, 제1 최대 변동이 1% 미만인, 실시 형태 57의 광학 필터이다.
- [0155] 실시 형태 61은, 입사각이 0도 내지 30도로 변할 때, 반사 대역 에지 파장이 3% 미만의 제2 최대 변동을 갖는, 실시 형태 57의 광학 필터이다.
- [0156] 실시 형태 62는, 제2 최대 변동이 2.5% 미만인, 실시 형태 61의 광학 필터이다.
- [0157] 실시 형태 63은, 제2 최대 변동이 2% 미만인, 실시 형태 61의 광학 필터이다.
- [0158] 실시 형태 64는, 제2 최대 변동이 1.5% 미만인, 실시 형태 61의 광학 필터이다.
- [0159] 실시 형태 65는, 렌즈가 곡률 반경을 갖고, 고정된 지점이 렌즈의 곡률 중심으로부터 적어도 곡률 반경의 절반만큼 분리되어 있는, 실시 형태 57의 광학 필터이다.
- [0160] 실시 형태 66은, 입사 위치가, 렌즈의 원호 길이를 포함하고 고정된 지점을 포함하는 평면에서 실질적으로 연속적으로 변하는, 실시 형태 57의 광학 필터이다.
- [0161] 실시 형태 67은, 외부 표면과의 광선의 입사각이 0도 내지 25도로 변할 때, 광학 필터가 2.5% 미만의 제3 최대 변동을 갖는 반사 대역 중심 파장을 제공하는, 실시 형태 57의 광학 필터이다.
- [0162] 실시 형태 68은, 제3 최대 변동이 1% 미만인, 실시 형태 67의 광학 필터이다.
- [0163] 실시 형태 69는, 외부 표면과의 광선의 입사각이 0도 내지 25도로 변할 때, 550 nm의 파장이 반사 대역에 유지되고 반사 대역의 폭(FWHM)이 60 nm 이하로 유지되는, 실시 형태 57의 광학 필터이다.
- [0164] 실시 형태 70은, 외부 표면과의 광선의 입사각이 0도 내지 25도로 변할 때, 550 nm의 파장이 반사 대역에 유지되고 반사 대역의 폭(FWHM)이 40 nm 이하로 유지되는, 실시 형태 57의 광학 필터이다.
- [0165] 실시 형태 71은, 외부 표면과의 광선의 입사각이 0도 내지 25도로 변할 때, 반사 대역 에지 파장이 1064 nm 초과로 유지되는, 실시 형태 57의 광학 필터이다.
- [0166] 실시 형태 72는, 외부 표면과의 광선의 입사각이 0도 내지 25도로 변할 때, 적어도 793 nm 내지 1064 nm의 파장들이 반사 대역에 유지되는, 실시 형태 57의 광학 필터이다.
- [0167] 실시 형태 73은, 실시 형태 57에 따른 광학 필터를 포함하는 제1 안경류 렌즈를 포함하는 안경류이다.

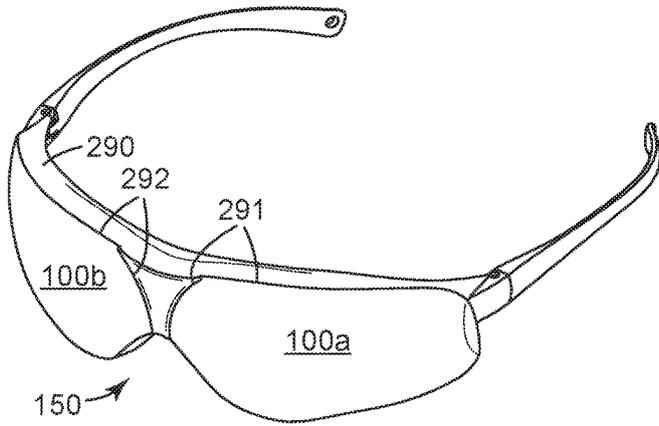
- [0168] 실시 형태 74는, 착용 시에, 고정된 지점이 눈의 회전 중심이 되도록 구성되는 실시 형태 73의 안경류이다.
- [0169] 실시 형태 75는 안경류로서,
- [0170] 실시 형태 57에 따른 제1의 광학 필터를 포함하는 제1 안경류 렌즈;
- [0171] 실시 형태 57에 따른 제2의 광학 필터를 포함하는 제2 안경류 렌즈; 및
- [0172] 제1 렌즈 장착 부분, 및 제1 렌즈 장착 부분에 근접한 제2 렌즈 장착 부분을 갖는 프레임을 포함하고, 제1 안경류 렌즈는 제1 렌즈 장착 부분 상에 장착되고 제2 안경류 렌즈는 제2 렌즈 장착 부분 상에 장착된다.
- [0173] 실시 형태 76은 실시 형태 1 내지 실시 형태 29 중 임의의 실시 형태 또는 실시 형태 32 내지 실시 형태 54 중 임의의 실시 형태 또는 실시 형태 57 내지 실시 형태 72 중 임의의 실시 형태의 광학 필터를 포함하는 안경류 렌즈이다.
- [0174] 실시 형태 77은, 6 내지 9의 베이스 곡선 넘버를 갖는, 실시 형태 76의 안경류 렌즈이다.
- [0175] 실시 형태 78은, 8 내지 9의 베이스 곡선 넘버를 갖는, 실시 형태 77의 안경류 렌즈이다.
- [0176] 실시 형태 79는 실시 형태 1 내지 실시 형태 29 중 임의의 실시 형태 또는 실시 형태 32 내지 실시 형태 54 중 임의의 실시 형태 또는 실시 형태 57 내지 실시 형태 72 중 임의의 실시 형태에 따른 광학 필터를 포함하는 안면 보호막이다.
- [0177] 실시 형태 80은 실시 형태 1 내지 실시 형태 29 중 임의의 실시 형태 또는 실시 형태 32 내지 실시 형태 54 중 임의의 실시 형태 또는 실시 형태 57 내지 실시 형태 72 중 임의의 실시 형태에 따른 광학 필터를 포함하는 고글이다.
- [0178] 실시 형태 81은 실시 형태 1 내지 실시 형태 29 중 임의의 실시 형태 또는 실시 형태 32 내지 실시 형태 54 중 임의의 실시 형태 또는 실시 형태 57 내지 실시 형태 72 중 임의의 실시 형태에 따른 광학 필터를 포함하는 헤드 마운트 디스플레이이다.
- [0179] 실시 형태 82는 기계 비전 시스템으로서, 광학 검출기를 포함하고, 광학 검출기는 실시 형태 1 내지 실시 형태 29 중 임의의 실시 형태 또는 실시 형태 32 내지 실시 형태 54 중 임의의 실시 형태 또는 실시 형태 57 내지 실시 형태 72 중 임의의 실시 형태에 따른 광학 필터를 포함한다.
- [0180] 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 구현 형태가 도시 및 기술된 특정 실시 형태를 대신할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 본 출원은 본 명세서에 논의된 특정 실시 형태의 임의의 개조 또는 변형을 포괄하도록 의도된다. 따라서, 본 발명은 오직 청구범위 및 이의 등가물에 의해서만 제한되는 것으로 의도된다.

도면

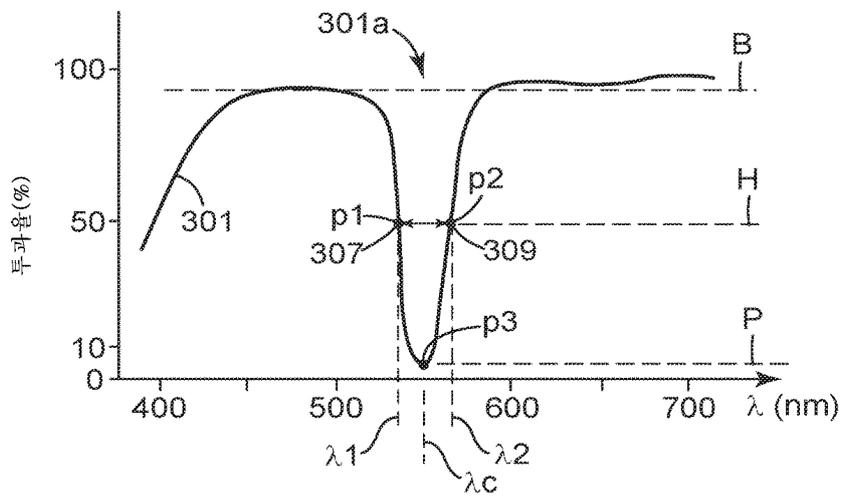
도면1



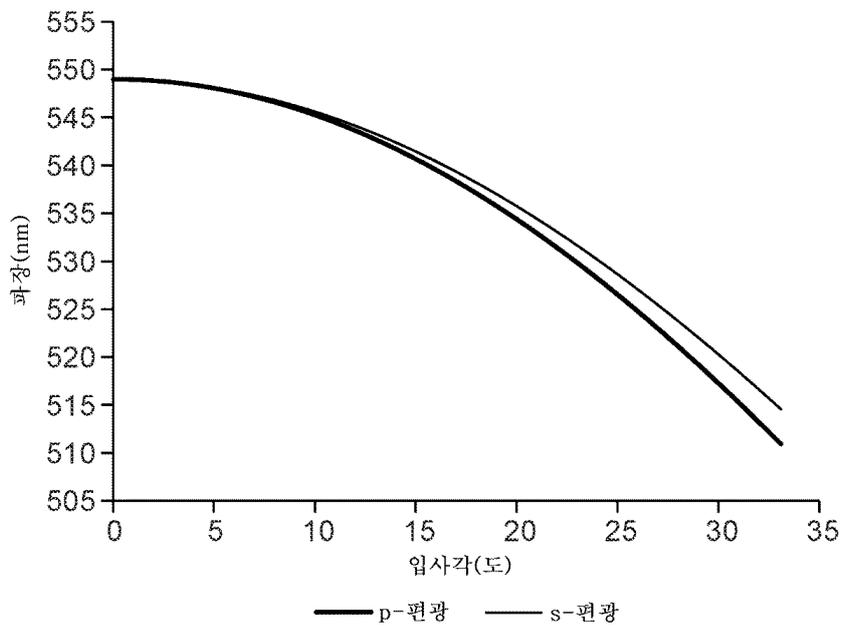
도면2



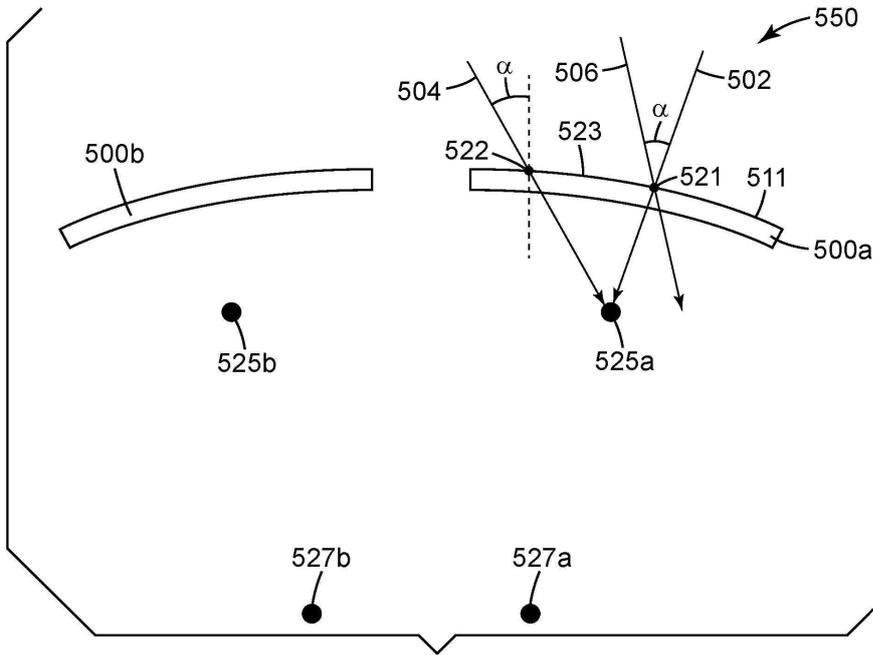
도면3



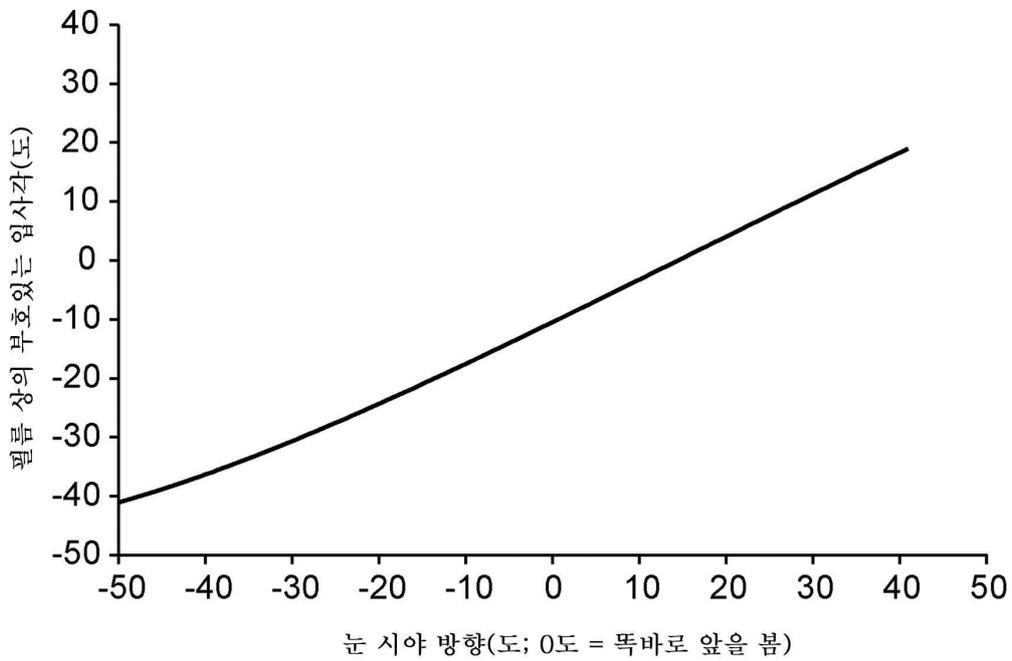
도면4



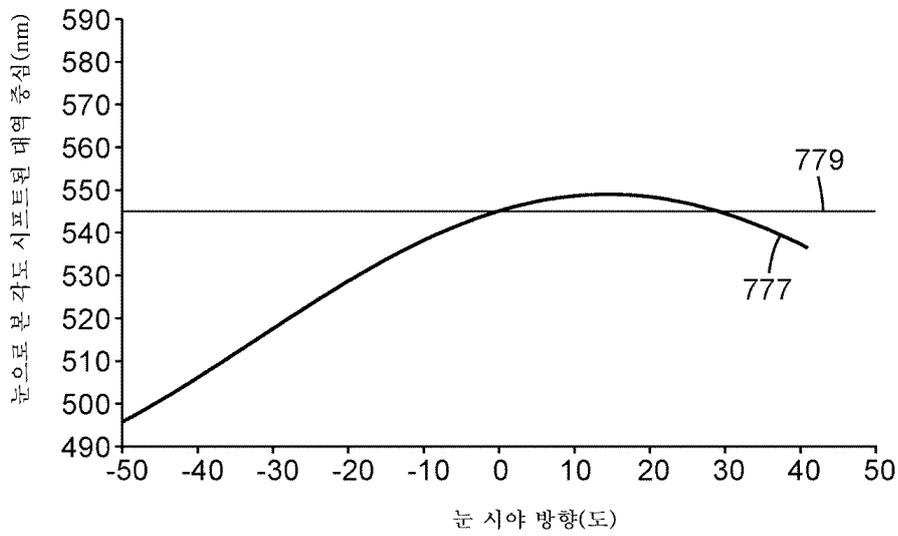
도면5



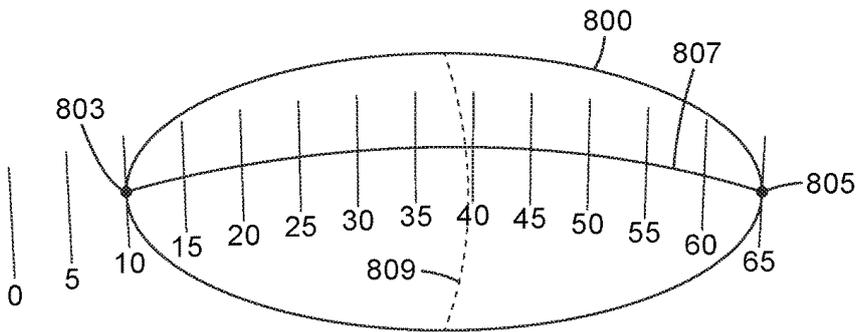
도면6



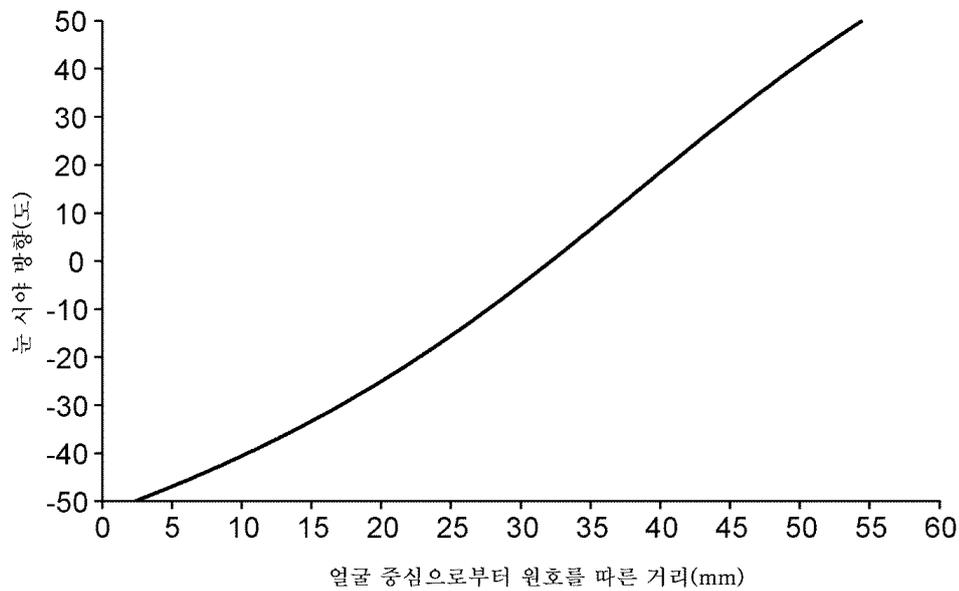
도면7



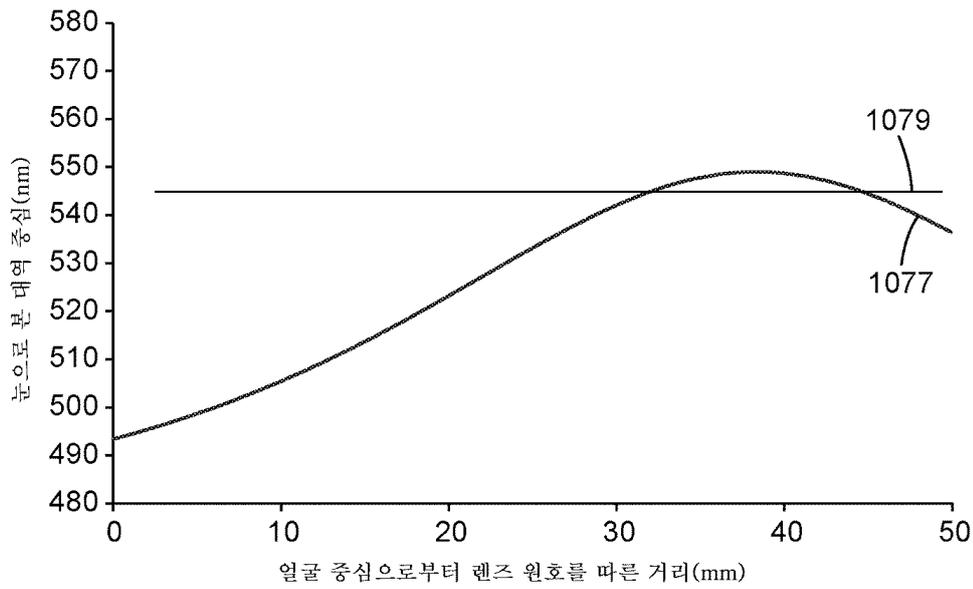
도면8



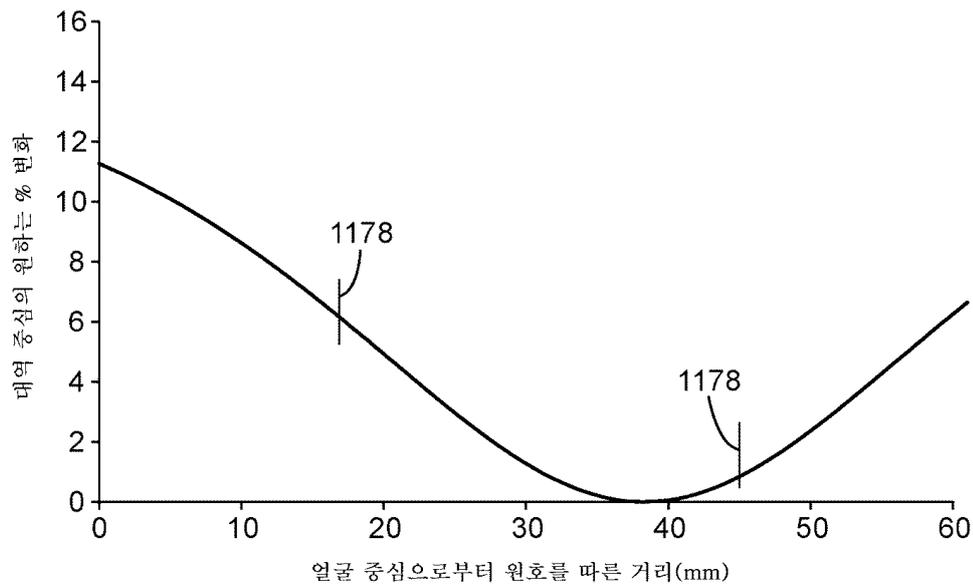
도면9



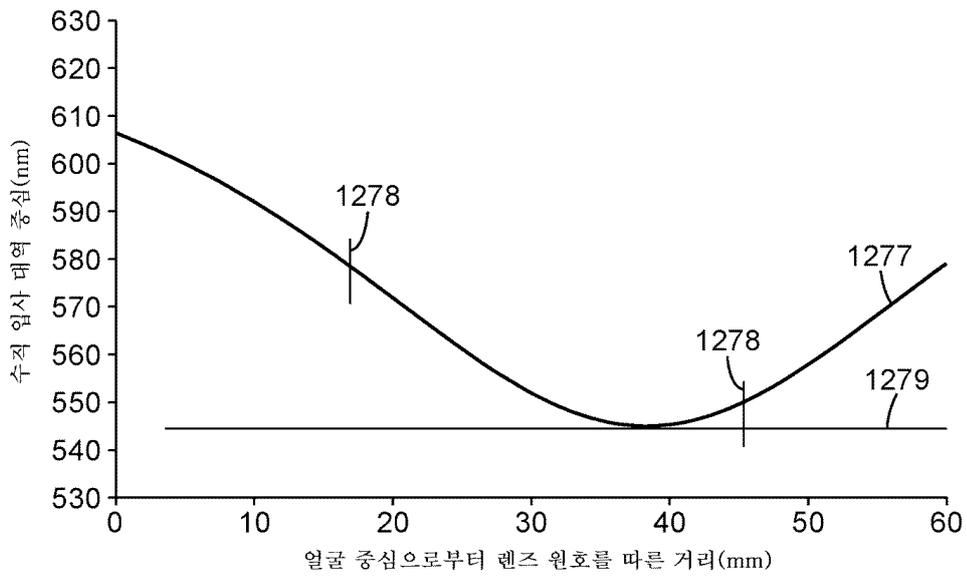
도면10



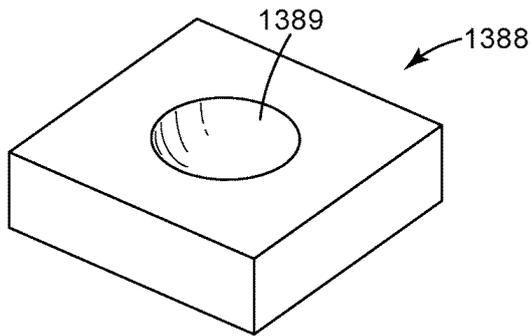
도면11



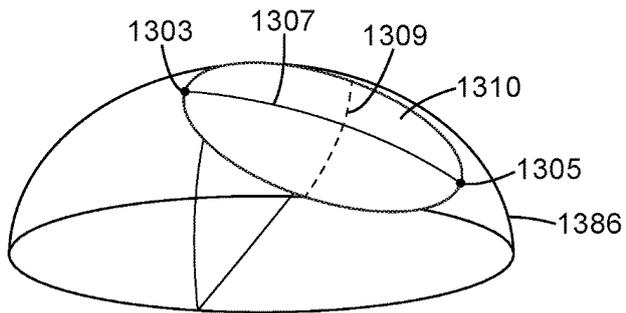
도면12



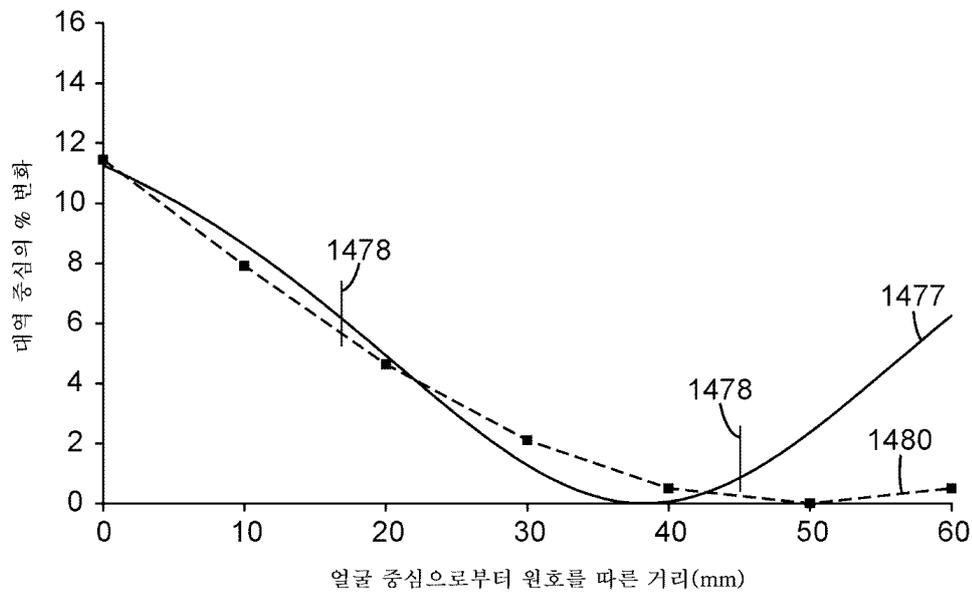
도면13a



도면13b



도면14



도면15

