



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0107801

(43) 공개일자 2015년09월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 5/28 (2006.01) A61B 3/06 (2006.01)
G02C 7/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 5/285 (2013.01)
A61B 3/066 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7021642
(22) 출원일자(국제) 2014년01월08일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2015년08월11일
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/010630
(87) 국제공개번호 WO 2014/110101
국제공개일자 2014년07월17일
(30) 우선권주장
61/751,994 2013년01월14일 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
(74) 대리인
양영준, 조윤성, 김영

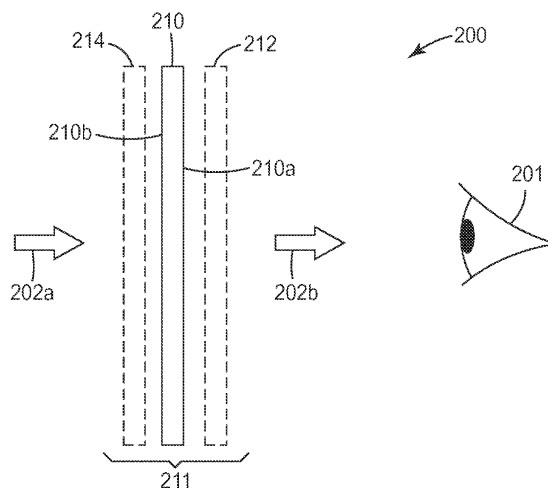
전체 청구항 수 : 총 31 항

(54) 발명의 명칭 색각 이상자를 위해 색 식별력을 향상시키기 위한 필터

(57) 요약

소정 필터가 색맹자로도 알려진 색각 이상(CVD)을 가진 사람에 대해 색 식별력을 향상시키는 것으로 밝혀졌다. 이러한 필터는 일반적으로 가시 스펙트럼의 녹색 영역의 일부분에서 강한, 좁은 반사 대역을 가진 다층 광학 필름을 포함한다. 필터는 420 내지 680 nm에 걸쳐 50%, 60%, 또는 70% 이상의 평균 내부 투과율, 및 60 nm 또는 50 nm 이하의 폭(FWHM)을 갖는 반사 대역과 관련된, 550 nm를 포함하는 10 nm 폭 범위에 걸쳐 $\leq 10\%$, 5%, 2%, 또는 1%의 평균 내부 투과율을 갖는다. 필터는 글레이어를 감소시키기 위해 다층 광학 필름의 관찰자측 상에 배치되는 자홍색 층을 포함할 수 있으며, 자홍색 층은 녹색 광을 선택적으로 흡수한다. 다층 광학 필름과 조합된 자홍색 층은 그 폭(FWHM)이 60 nm 이하인 저지 대역을 제공할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류
G02C 7/104 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

색각 이상(color vision deficiency)을 가진 사람을 위해 색 식별력(color discrimination)을 개선하는 데 사용하기에 적합한 필터로서,

설계 입사각에서 420 내지 680 nm에 걸쳐 50% 이상의 평균 내부 투과율을 갖는 다층 광학 필름 - 상기 필름은 또한 설계 입사각에서 60 nm 이하의 폭(FWHM)을 갖는 반사 대역과 관련된, 550 nm를 포함하는 10 nm 폭 파장 범위에 걸쳐 10% 이하의 평균 내부 투과율을 가짐 -; 및

다층 광학 필름의 일 면 상에 배치되는 흡수성 자홍색 층 - 상기 흡수성 자홍색 층은 녹색 광을 선택적으로 흡수함 - 을 포함하는, 필터.

청구항 2

제1항에 있어서, 필름은 설계 입사각에서 10 nm 폭 파장 범위에 걸쳐 5% 이하의 평균 내부 투과율을 갖는, 필터.

청구항 3

제2항에 있어서, 필름은 설계 입사각에서 10 nm 폭 파장 범위에 걸쳐 2% 이하, 또는 1% 이하의 평균 내부 투과율을 갖는, 필터.

청구항 4

제1항에 있어서, 필름은 설계 입사각에서 550 nm에서 10% 이하의 내부 투과율을 갖는, 필터.

청구항 5

제4항에 있어서, 필름은 설계 입사각에서 550 nm에서 5% 이하, 또는 2% 이하, 또는 1% 이하의 내부 투과율을 갖는, 필터.

청구항 6

제1항에 있어서, 필터는 설계 입사각에서 420 내지 680 nm에 걸쳐 60% 이상의 평균 내부 투과율을 갖는, 필터.

청구항 7

제6항에 있어서, 필터는 설계 입사각에서 420 내지 680 nm에 걸쳐 70% 이상의 평균 내부 투과율을 갖는, 필터.

청구항 8

제1항에 있어서, 반사 대역의 폭(FWHM)은 50 nm 이하인, 필터.

청구항 9

제8항에 있어서, 반사 대역의 폭(FWHM)은 20 내지 50 nm 범위 내인, 필터.

청구항 10

제9항에 있어서, 반사 대역의 폭(FWHM)은 20 내지 40 nm 범위 내인, 필터.

청구항 11

제1항에 있어서, 반사 대역의 폭(FWHM)은 반사 대역의 단파장 대역 에지와 장파장 대역 에지를 한정하고, 다층 광학 필름은 설계 입사각에서 420 nm로부터 단파장 대역 에지까지 그리고 장파장 대역 에지로부터 680 nm까지 평균할 때 60% 이상의 내부 투과율을 갖는, 필터.

청구항 12

제11항에 있어서, 다층 광학 필름의 내부 투과율은 420 nm로부터 단파장 대역 에지까지 그리고 장파장 대역 에지로부터 680 nm까지 평균할 때 75% 이상, 또는 90% 이상인, 필터.

청구항 13

제1항에 있어서, 반사 대역은 적외선 반사 대역의 고조파(harmonic)인, 필터.

청구항 14

색각 이상을 가진 사람을 위해 색 식별력을 개선하는 데 사용하기에 적합한 필터를 포함하는 아이웨어(eyewear)로서, 필터는 설계 입사각에서 420 내지 680 nm에 걸쳐 50% 이상의 평균 내부 투과율을 갖는 다층 광학 필름을 포함하고, 필름은 또한 설계 입사각에서 60 nm 이하의 폭(FWHM)을 갖는 반사 대역과 관련된, 550 nm를 포함하는 10 nm 폭 파장 범위에 걸쳐 10% 이하의 평균 내부 투과율을 갖는, 아이웨어.

청구항 15

제14항에 있어서, 필터는 100 mm보다 큰 곡률 반경을 갖는, 아이웨어.

청구항 16

제14항에 있어서, 필터는 본질적으로 다층 광학 필름으로 구성되는, 아이웨어.

청구항 17

제14항에 있어서, 필터는 흡수성 층과 조합하여 다층 광학 필름을 포함하는, 아이웨어.

청구항 18

제17항에 있어서, 흡수성 층은 아이웨어의 사용자를 향하는 필터의 면 상에 배치되는, 아이웨어.

청구항 19

제17항에 있어서, 흡수성 층은 녹색 광을 선택적으로 흡수하는, 아이웨어.

청구항 20

필터로서,

가시 반사 대역을 갖는 다층 광학 필름; 및

다층 광학 필름의 일 면 상에 배치되는 흡수성 자홍색 층 - 상기 흡수성 자홍색 층은 녹색 광을 선택적으로 흡수하는 흡수 대역을 가짐 - 을 포함하고,

가시 반사 대역은 설계 입사각에서 흡수 대역과 조합하여 저지 대역(rejection band)을 제공하고, 저지 대역은 60 nm 이하의 폭(FWHM)을 가지며,

다층 광학 필름과 흡수성 자홍색 층의 조합이 설계 입사각에서 550 nm를 포함하는 10 nm 폭 파장 범위에 걸쳐 10% 이하의 평균 내부 투과율을 갖고,

다층 광학 필름과 흡수성 자홍색 층의 조합은 상기 조합에 설계 입사각으로 입사하는 광에 대해 그리고 광이 다층 광학 필름에 입사하기 전에 흡수성 자홍색 층을 통과하도록 하는 방향으로부터, 500 내지 600 nm의 파장 범위에 걸쳐 50% 미만의 최대 퍼센트 반사율을 갖는, 필터.

청구항 21

제20항에 있어서, 흡수 대역은 최대 흡수와 최소 투과에 대응하는 피크를 갖고, 상기 피크는 530 nm 이상 및 560 nm 이하의 파장에 배치되는, 필터.

청구항 22

제20항에 있어서, 흡수 대역은 최대 흡수와 최소 투과에 의해 특징지어지는 피크를 갖고, 상기 피크는 20% 초과

이지만 80% 미만인 내부 투과율을 갖는, 필터.

청구항 23

제20항에 있어서, 다층 광학 필름과 흡수성 자홍색 층의 조합은 설계 입사각에서 10 nm 폭 파장 범위에 걸쳐 5% 이하의 평균 내부 투과율을 갖는, 필터.

청구항 24

제20항에 있어서, 다층 광학 필름과 흡수성 자홍색 층의 조합은 설계 입사각에서 10 nm 폭 파장 범위에 걸쳐 2% 이하의 평균 내부 투과율을 갖는, 필터.

청구항 25

제20항에 있어서, 저지 대역의 폭(FWHM)은 50 nm 이하이거나, 20 내지 50 nm 범위 내에 있거나, 20 내지 40 nm 범위 내에 있는, 필터.

청구항 26

제20항에 있어서, 다층 광학 필름과 흡수성 자홍색 층의 조합은 설계 입사각에서 420 내지 680 nm에 걸쳐 50% 이상의 평균 내부 투과율을 갖는, 필터.

청구항 27

제20항에 있어서, 필터는 본질적으로 다층 광학 필름과 흡수성 자홍색 층으로 구성되는, 필터.

청구항 28

제20항의 필터를 포함하는 아이웨어.

청구항 29

제28항에 있어서, 필터는 100 mm보다 큰 곡률 반경을 갖는, 아이웨어.

청구항 30

색각 이상을 가진 사람의 색 식별력을 개선하는 방법으로서, 사람에 의해 인지되는 광을 필터로 필터링하는 단계를 포함하고, 필터는 설계 입사각에서 420 내지 680 nm에 걸쳐 50% 이상의 평균 내부 투과율을 가지며, 필터는 설계 입사각에서 60 nm 이하의 폭(FWHM)을 갖는 저지 대역과 관련된, 550 nm를 포함하는 10 nm 폭 파장 범위에 걸쳐 10% 이하의 평균 내부 투과율을 갖는, 방법.

청구항 31

제30항에 있어서, 필터는 설계 입사각에서 420 내지 680 nm에 걸쳐 60% 이상의 평균 내부 투과율, 및 550 nm를 포함하는 10 nm 폭 파장 범위에 걸쳐 5% 이하의 평균 내부 투과율을 갖는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 일반적으로 광학 필름에 관한 것으로, 특히 색맹자를 위해 색 식별력(color discrimination)을 향상시키는 데 사용될 수 있는 그러한 필름에 적용된다. 본 발명은 또한 그러한 필름을 통합하는 물품 및 시스템과, 그러한 필름을 제조하고 사용하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

흔히 색맹으로도 불리는 색각 이상(color vision deficiency, CVD)은 소정 색들 사이의 차이를 인지하는 일부 사람의 제한된 능력을 지칭한다. CVD는 사람 눈의 하나 이상의 색 광수용체(color photoreceptor)의 부족 또는 결핍에 의해 초래된다. 그러한 색 광수용체는 3가지 유형을 갖는다: 각각 가시 스펙트럼의 적색, 녹색, 및 청색 부분에 민감한 장파장(L), 중파장(M), 및 단파장(S) 추상체. 대략 남성의 7 내지 10%와 여성의 0.5 내지 1%

가 어느 정도 색각 이상을 갖는다. 적록 색맹이 CVD의 가장 흔한 형태이다.

발명의 내용

[0003]

CVD를 가진 사람에 대해, 즉 색맹자에 대해 색 식별력을 향상시키는 것으로 밝혀진 필터를 개발하였다. 이러한 필터는 일반적으로 가시 스펙트럼의 녹색 영역의 일부분에서 강하지만 좁은 반사 대역을 가진 다층 광학 필름을 포함한다. 그러나, 가시 스펙트럼의 나머지에서, 필름은 바람직하게는 비교적 높은 투과율을 가지며, 예컨대 필름은 좁은 녹색 반사 대역과 다른 상당한 가시 반사 대역을 갖지 않을 수 있다. 필름은 420 내지 680 nm에 걸쳐 50%, 60%, 또는 70% 이상의 평균 내부 투과율을 가질 수 있다. 좁은 녹색 반사 대역은 60 nm 또는 50 nm 이하의, 또는 20 내지 40 또는 20 내지 50 nm 범위 내의 폭(FWHM)을 가질 수 있다. 550 nm를 포함하는 10 nm 폭 파장 범위에 걸쳐 다층 광학 필름에 대한 10%, 5%, 2%, 또는 1% 이하의 평균 내부 투과율이 좁은 녹색 반사 대역과 관련된다. (즉, 아래에서 논의되는 바와 같이 수직 입사 또는 관심 있는 다른 설계 각도에서, 그에 걸쳐 다층 광학 필름의 평균 내부 투과율이 10%, 5%, 2%, 또는 1% 이하인, 550 nm를 포함하는 적어도 하나의 10 nm 폭 파장 범위(예컨대, 540 내지 550 nm 범위, 또는 545 내지 555 nm 범위, 또는 549 내지 559 nm 범위, 또는 550 내지 560 nm 범위)를 찾을 수 있다.) 몇몇 경우에, 필터는 본질적으로 다층 광학 필름만으로 구성될 수 있는 한편, 다른 경우에, 필터는 또한 글레이(glare)를 감소시키기 위해 다층 광학 필름의 관찰자측 상에 배치되는 흡수성 자홍색 층과 같은 추가의 층과 코팅을 포함할 수 있으며, 흡수성 자홍색 층은 녹색 광을 선택적으로 흡수한다. 흡수성 자홍색 층의 흡수 대역이 80 nm 이하의 폭(FWHM)을 가질 수 있고, 이러한 흡수 대역은 다층 광학 필름의 반사 대역과 조합하여 60 nm 이하의 폭(FWHM)을 가질 수 있다. 필터는 추가적으로 또는 대안적으로 다른 유색 흡수성 층, 예컨대 청색 및 적색 가시 파장을 선택적으로 흡수하는 층, 또는 청색 가시 파장을 선택적으로 흡수하는 층을 포함할 수 있다. 설계 입사각에서, 필터는 420 내지 680 nm에 걸쳐 50%, 60%, 또는 70% 이상의 평균 내부 투과율, 및 550 nm를 포함하는 10 nm 폭 파장 범위에 걸쳐 10% 이하, 5% 이하, 2% 이하, 또는 1% 이하의 평균 내부 투과율(그 폭(FWHM)이 60 nm 이하, 또는 50 nm 이하, 또는 20 내지 40 또는 20 내지 50 nm 범위 내인 저지 대역(rejection band)(예컨대, 흡수 대역과 조합된 반사 대역)과 관련됨)을 가질 수 있다. 설계 입사각은 전형적으로 아주 작으며, 예컨대 15도 이하, 또는 10도 이하, 또는 5도 이하, 또는 실질적으로 0도이며, 여기서 0도는 필터 또는 필름의 평면에 수직한 축을 따라 전파하는 광을 지칭한다. 많은 경우에, 설계 입사각은 실질적으로 수직 입사(0도 입사각)일 수 있다. 필터는 아이웨어(eyewear) 또는 다른 물품 내에 통합될 수 있다. 예를 들어, 필터는 렌즈, 윈도우, 전자 디스플레이, 또는 광-투과성 실드(shield)에 적용될 수 있다. 필터는 바람직하게는 보다 큰 필름 롤로부터 커팅되는 작은 필름 피스(piece)일 수 있는 개별 필터가 합리적인 비용으로 제조될 수 있도록 대량 필름 제조 공정에 적합하다.

[0004]

따라서, 본 출원은 색각 이상을 가진 사람을 위해 색 식별력을 개선하는 데 사용하기에 적합한 필터를 개시한다. 이러한 필터는 설계 입사각에서 420 내지 680 nm에 걸쳐 50% 이상의 평균 내부 투과율을 갖는 다층 광학 필름을 포함하고, 이러한 다층 광학 필름은 또한 설계 입사각에서 550 nm를 포함하는 10 nm 폭 파장 범위에 걸쳐 10% 이하의 평균 내부 투과율(60 nm 이하의 폭(FWHM)을 갖는 반사 대역과 관련됨)을 갖는다. 다층 광학 필름은 설계 입사각에서 10 nm 폭 파장 범위에 걸쳐 5% 이하, 또는 2% 이하, 또는 1% 이하의 평균 내부 투과율을 가질 수 있다. 다층 광학 필름은 설계 입사각에서 550 nm에서 10% 이하, 또는 5% 이하, 또는 2% 이하, 또는 1% 이하의 내부 투과율을 가질 수 있다. 필터는 설계 입사각에서 420 내지 680 nm에 걸쳐 60% 이상, 또는 70% 이상의 평균 내부 투과율을 가질 수 있다. 다층 광학 필름의 반사 대역은 50 nm 이하, 또는 20 내지 50 nm, 또는 20 내지 40 nm 범위 내의 폭(FWHM)을 가질 수 있다. 반사 대역의 폭(FWHM)은 반사 대역의 단파장 대역 에지와 장파장 대역 에지를 한정할 수 있고, 다층 광학 필름은 420 nm로부터 단파장 대역 에지까지 그리고 장파장 대역 에지로부터 680 nm까지 평균할 때 60% 이상, 또는 75% 이상, 또는 90% 이상의 내부 투과율을 가질 수 있다. 반사 대역은 적외선 반사 대역의 고조파(harmonic)일 수 있다. 몇몇 경우에, 필터는 본질적으로 (단지) 다층 광학 필름으로 구성될 수 있지만, 그들 경우에도 필터는 여전히 다른 물품 또는 물체, 예컨대 아이웨어에 적용될 수 있다. 다른 경우에, 필터는 다층 광학 필름뿐만 아니라 유색 흡수성 층, 예컨대 다층 광학 필름의 일 면 상에 배치되는 흡수성 자홍색 층도 또한 포함할 수 있으며, 흡수성 자홍색 층은 녹색 광을 선택적으로 흡수한다.

[0005]

다층 광학 필름과 흡수성 자홍색 층을 포함하는 필터를 또한 개시하며, 다층 광학 필름은 가시 반사 대역을 갖고, 흡수성 자홍색 층은 다층 광학 필름의 일 면 상에 배치되고 녹색 광을 선택적으로 흡수하는 흡수 대역을 갖는다. 가시 반사 대역은 설계 입사각에서 흡수 대역과 조합하여 60 nm 이하의 폭(FWHM)을 갖는 저지 대역을 제공한다. 다층 광학 필름과 흡수성 자홍색 층의 조합은 설계 입사각에서 550 nm를 포함하는 10 nm 폭 파장 범위에 걸쳐 10% 이하의 평균 내부 투과율을 갖는다. 또한, 다층 광학 필름과 흡수성 자홍색 층의 조합은 이러한

조합에 설계 입사각으로 입사하는 광에 대해 그리고 광이 다층 광학 필름에 입사하기 전에 흡수성 자홍색 층을 통과하도록 하는 방향으로부터, 500 내지 600 nm의 파장 범위에 걸쳐 50% 미만의 최대 (피크) 반사율을 갖는다. 이러한 500 내지 600 nm의 파장 범위에 걸친 최대 피크 반사율은 또한 40%, 30%, 또는 20% 미만일 수 있다.

[0006] 흡수 대역은 최대 흡수와 최소 투과에 대응하는 피크를 가질 수 있으며, 피크는 530 nm 이상 및 560 nm 이하의 파장에 배치된다. 흡수 대역의 피크는 20% 초과이지만 80% 미만인 내부 투과율을 가질 수 있다. 다층 광학 필름과 흡수성 자홍색 층의 조합은 설계 입사각에서 10 nm 폭 파장 범위에 걸쳐 5% 이하, 또는 2% 이하, 또는 1% 이하의 평균 내부 투과율을 가질 수 있다. 저지 대역은 50 nm 이하, 또는 20 내지 50 또는 20 내지 40 nm 범위 내의 폭(FWHM)을 가질 수 있다. 다층 광학 필름과 흡수성 자홍색 층의 조합은 설계 입사각에서 420 내지 680 nm에 걸쳐 50% 이상의 평균 내부 투과율을 가질 수 있다.

[0007] 흡수성 자홍색 층은 다층 광학 필름의 관찰자측 상에 배치될 때 다층 광학 필름의 반사율과 관련된 글레어를 크게 감소시키고 동시에, 저지 대역의 대역폭과 420 내지 680 nm에 걸친 필터의 평균 투과율에 불리한 영향을 거의 미치지 않을 수 있다.

[0008] 필터는 본질적으로 (단지) 다층 광학 필름과 흡수성 자홍색 층으로 구성될 수 있다.

[0009] 개시된 필터를 포함할 수 있는 아이웨어가 또한 개시된다.

[0010] 색각 이상을 가진 사람의 색 식별력을 개선하는 방법을 또한 개시한다. 그러한 방법은 사람에 의해 인지되는 광을 필터로 필터링하는 단계를 포함할 수 있으며, 필터는 설계 입사각에서 420 내지 680 nm에 걸쳐 50% 이상의 평균 내부 투과율을 갖고, 필터는 설계 입사각에서 550 nm를 포함하는 10 nm 폭 파장 범위에 걸쳐 10% 이하의 평균 내부 투과율(60 nm 이하의 폭(FWHM)을 갖는 저지 대역과 관련됨)을 갖는다. 필터는 또한 설계 입사각에서 420 내지 680 nm에 걸쳐 60% 이상의 평균 내부 투과율, 및 10 nm 폭 파장 범위에 걸쳐 5% 이하의 평균 내부 투과율을 가질 수 있다.

[0011] 본 문헌 전반에 걸쳐 사용되는 바와 같이, 설계 입사각은 필터 또는 필름이 작동하도록 설계되는 임의의 적합한 각도일 수 있다. 대부분의 응용에서, 이러한 각도는 전형적으로 예컨대 15, 또는 10, 또는 5 이하, 또는 실질적으로 0도(즉, 수직 입사)와 같이 아주 작을 것이다. 이러한 각도가 0이 아니면, 그것은 다층 광학 필름의 반사 대역이 수직 입사와 반사 대역의 스펙트럼 위치에 비해 보다 짧은 파장으로 이동하게 한다. 예를 들어, 교번 PET/coPMMA 미세층으로 제조된 다층 광학 필름이 수직 입사시(입사각 = 0) 550 nm에 중심설정되는 좁은 1차 반사 대역을 생성하는 층 두께 프로파일을 가지면, 그러한 다층 광학 필름에 대한 반사 대역의 중심은 10도의 입사각에서 546 nm로 이동하고, 15도의 입사각에서 542 nm로 이동한다. 결과적으로, 다층 광학 필름의 반사 대역이 550 nm(또는 다른 목표 파장)에 중심설정되는 것이 요구되고, 다층 광학 필름이 예컨대 10도의 크기 않은 각도로 사용자의 시선에 대해 기울어지는 프레임(예컨대, 안경테) 내에 장착될 것이면, 다층 광학 필름은 그 수직 입사시의 중심 파장이 목표 파장보다 소량만큼 큰, 예컨대 목표 파장이 550 nm이면 대략 554 nm인 반사 대역을 갖도록 설계될 수 있다.

[0012] 주어진 필터 또는 필름의 스펙트럼 폭(FWHM)의 적절한 특정된 값은 그러한 주어진 필터 또는 필름의 내부 투과율에 기초할 수 있다.

[0013] 관련 방법, 시스템, 및 물품이 또한 논의된다.

[0014] 본 출원의 이들 및 다른 태양이 이하의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다. 그러나, 어떠한 경우에도 상기의 개요는 청구된 발명 요지에 대한 제한으로서 해석되어서는 안 되며, 그 발명 요지는 절차를 수행하는 동안 보정될 수 있는 첨부된 청구범위에 의해서만 한정된다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1a는 색맹을 확인하기 위해 시력 검사에 사용되는 것을 대표하는 패턴(이시하라(Ishihara) 색 검사 판 또는 플라크(plaque))의 정면도로서, 패턴은 유색이지만 도면의 목적을 위해 그레이스케일로 도시됨.

도 1b는 정상 색각을 가진 사람이 식별할 수 있을 이미지를 보여주기 위해 패턴 내의 선택된 점이 흑화되어 있는 도 1의 패턴의 정면도.

도 2는 필터가 CVD 사람에 의해 관찰되는 광을 필터링하기 위해 사용되는 시스템의 개략적인 측면도로서, 필터는 색을 구별하거나 식별하는 사람의 능력을 향상시키도록 맞추어짐.

도 3은 가상적인 필터, 또는 다층 광학 필름과 같은 그의 구성요소의 투과 스펙트럼의 그래프로서, 필터는 가시

스펙트럼의 녹색 영역의 일부분에서 협대역 내의 광을 차단함.

도 4 및 도 5는 제조하였고 시험하였던 다양한 다층 광학 필름의 측정된 외부 투과 스펙트럼의 그래프.

도 6은 제조하였고 시험하였던 다양한 흡수성 자홍색 염색된 필름의 측정된 외부 투과 스펙트럼의 그래프.

도 7은 녹색 가시 광의 일부분을 차단하는 반사 대역을 갖는 다층 광학 필름의 측정된 외부 투과 스펙트럼의 그래프로서, 반사 대역은 도 5의 필름의 그것보다 좁음.

도 8은 제조된 롤 상의 2개의 상이한 장소에서 샘플링된 바와 같은 다층 광학 필름의 측정된 외부 투과 스펙트럼의 그래프로서, 필름 샘플은 녹색 가시 광의 일부분을 차단하는 반사 대역을 갖고, 반사 대역은 도 7의 그것보다 좁음.

도 9는 녹색 가시 광의 일부분을 차단하는 반사 대역을 갖는 다층 광학 필름의 측정된 외부 투과 스펙트럼의 그래프로서, 반사 대역은 도 8의 그것과 유사한 폭을 가짐.

도 10은 각각이 녹색 가시 광의 일부분을 차단하는 반사 대역을 갖는 수개의 다층 광학 필름의 측정된 외부 투과 스펙트럼의 그래프로서, 이들 필름 각각에 대한 반사 대역은 도 9의 그것보다 좁음.

도 11은 형광 광원의 상대 스펙트럼 세기의 그래프에 중첩된, 협대역 녹색 반사 다층 광학 필름의 측정된 투과 스펙트럼의 그래프.

도 12는 필터가 CVD 사람에 의해 관찰되는 광을 필터링하기 위해 아이웨어에 적용되는 시스템의 개략적인 측면도로서, 필터는 사람의 색 식별력을 향상시키도록 맞추어짐.

도 12a는 개시된 필터와 함께 사용하기에 적합한 아이웨어의 사시도.

도 13은 도 6으로부터의 흡수성 자홍색 필름의 측정된 투과 스펙트럼 중 일부를 재현하는 그리고 그들에 도 7로부터의 협대역 녹색 반사 다층 광학 필름의 측정된 투과 스펙트럼을 중첩한 그래프.

도 14는 도 13으로부터의 흡수성 자홍색 층의 스펙트럼 흡수도(광학 밀도)의 그래프로서, 흡수도는 측정된 투과 스펙트럼으로부터 계산됨.

도 15는 도 13 및 도 14로부터의 흡수성 자홍색 층의 스펙트럼 흡수율의 그래프.

도 16은 어떻게 협대역 녹색 반사 다층 광학 필름으로부터의 글레어(반사)가 중간 피크 흡수율을 갖는 적합하게 배치된 흡수성 자홍색 층으로 상당히 감소될 수 있는지를 보여주는 그래프.

도 17은 수직 입사시의 협대역 녹색 반사 다층 광학 필름의 측정된 투과율과 비스듬한 각도에서의 그의 계산된 투과율의 그래프로서, 그래프는 또한 흡수성 자홍색 층의 측정된 투과율을 포함함.

도 18은 추가의 흡수성 자홍색 층의 측정된 투과율의 그래프로서, 그래프는 또한 협대역 녹색 반사 다층 광학 필름의 측정된 투과 스펙트럼을 포함함.

도 19는 도 18의 자홍색 층에 대한 스펙트럼 흡수율의 그래프.

도 20은 도 18 및 도 19의 자홍색 층에 대한 스펙트럼 흡수도(광학 밀도)의 그래프.

도 21은 흡수성 자홍색 층과 조합하여 협대역 녹색 반사 다층 광학 필름을 갖는 필터의 측정된 투과율의 그래프.

도 22는 각각이 흡수성 자홍색 층과 조합하여 협대역 녹색 반사 다층 광학 필름을 포함하는 2개의 필터의 측정된 투과율의 그래프.

도 23은 각각이 흡수성 자홍색 층과 조합하여 협대역 녹색 반사 다층 광학 필름을 갖는 추가의 필터의 측정된 투과율의 그래프.

도 24a는 필터링 없이, 대부분이 CVD인 19명의 상이한 사람에 의해 정확하게 평가된 이시하라 플라크의 개수(총 25개 플라크 중에서)를 보여주는 그래프.

도 24b는 19명의 사람 각각이 특정 협대역 필터를 통해 이시하라 플라크를 관찰한, 도 24a의 그것과 유사한 그래프.

도 25는 협대역 녹색 반사 다층 광학 필름, 흡수성 자홍색 층, 및 청색 및 적색 파장을 선택적으로 흡수하는 층

의 내부 투과율의 그래프.

도 26은 청색 및 적색 파장을 선택적으로 흡수하는 층과 조합하여 협대역 녹색 반사 다층 광학 필름으로 구성되는 제1 필터와 흡수성 자홍색 층이 제1 필터에 추가되는 제2 필터의 내부 투과율의 그래프.

도 27은 적색/청색 흡수성 층이 강한 염료 로딩(heavy dye loading)과 약한 염료 로딩(light dye loading) 사이에서 달라지는, 도 26의 그것과 유사한 필터에 대한 계산된 색 좌표 (a^* , b^*)를 보여주는 그래프.

도 28은 몇몇 협대역 녹색 차단 필터 내에 통합되었던 다양한 청색-흡수 염료 층의 측정된 투과율의 그래프.

도면들에서, 동일한 도면 부호는 동일한 요소를 지시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016]

다층 광학 필름 기술이 CVD를 가진 사람을 위해 색 식별력을 실질적으로 개선할 수 있는 필터를 구성하는 데 사용될 수 있는 것을 알게 되었다. 이러한 필터는 협대역 녹색 반사 다층 광학 필름, 또는 다른 층과 코팅, 예컨대 녹색 파장을 선택적으로 흡수하는 흡수성 자홍색 층 및/또는 청색 파장 및/또는 청색 및 적색 파장을 선택적으로 흡수하는 층과 조합되는 그러한 다층 광학 필름일 수 있다. 바람직한 필터링 특성은 550 nm에서의 또는 그 부근에서의 강하지만 좁은 저지 대역과, 필터가 과도하게 어두운 외양을 갖지 않도록 다른 가시 파장에서의 비교적 높은 투과율을 포함한다. 그러한 필터링 특성이 이론상 오로지 염료 및 안료와 같은 흡수성 재료로 얻어질 수 있지만, 조사한 흡수성 재료는 그들만으로는 (a) 550 nm에서의 또는 그 부근에서의 충분한 차단 강도(충분히 낮은 투과율)와 (b) 충분히 좁은 대역폭 양자의 최적 혼합을 제공할 수 없었다. 반면에, 다층 광학 필름이 관심 있는 그리고 협대역 내의 파장에서 강한 차단(상응하게 높은 반사율과 함께 매우 낮은 투과율)을 갖도록 맞추어질 수 있다. 다층 광학 필름의 투과 및 반사 특성은 하나 이상의 층 스택(stack) 내의 (전형적으로) 수십 개의, 수백 개의, 또는 수천 개의 개별 미세층의 계면에서의 광의 보강 또는 상쇄 간섭에 기초한다. 미세층에 대한 재료, 처리 조건, 및 두께의 적절한 선택에 의해, 투과 스펙트럼이 550 nm에서 또는 그 부근에서, 강하지만 좁은 반사 대역, 그에 따라 협대역 내에서의 강한 차단을 제공하도록 맞추어질 수 있다. 녹색 차단 대역이 파장 공간 내에서 좁아질수록(여전히 스펙트럼이 색 식별력을 개선하기에 충분히 넓은 상태에서), 개선된 색 균형을 제공하기 위해 스펙트럼의 적색 및/또는 청색 부분에서 보다 적은 광이 차단될 필요가 있거나, 보다 적은 청색 흡수가 필요하다.

[0017]

사람의 색 지각을 검사하는 하나의 흔한 방법은 이시하라 색 검사 판 또는 플라크를 사용하는 이른바 이시하라 색 검사에 의한 것이다. 하나의 그러한 이시하라 검사 판이 도 1a에 도시된다. 패턴을 구성하는 개별 점은 특정 숫자의 이미지를 형성하는 상이한 색을 갖는다. 숫자의 이미지는 정상적인 색각을 가진 사람에 의해 인지될 수 있지만, CVD를 가진 사람에 의해서는 그렇지 않을 수 있다. 도 1a는 그러한 이시하라 검사 판의 그레이스케일 표현이고, 점의 패턴 내에서 이미지가 식별될 수 없을 정도까지 CVD를 가진 사람의 인지를 적절하게 나타낸다.

[0018]

도 1b는 도 1a의 동일한 이시하라 검사 판의 도면이지만, 여기서는 선택된 점이 (이러한 그레이스케일 표현에서) 유색 숫자의 이미지를 보여주기 위해 흑화되었다. 흑화된 점은 숫자 "57"의 이미지를 형성한다. 이 이미지는 정상적인 색각을 가진 사람에게 이시하라 검사 판으로부터 식별가능하다. 일반적으로, 개시된 필터는 CVD를 가진 사람이 또한 숫자의 이미지를 식별하도록 허용한다.

[0019]

CVD 사람에 의해 관찰되는 광을 필터링하기 위해 사용되는 그러한 필터가 도 2의 시스템(200)에 필터(211)로서 개략적으로 도시된다. 이러한 필터(211)는 입사 광(202a)을 수광하고, 이러한 광의 선택된 파장을 필터링하여 필터링된 광(202b)을 제공한다. 필터링된 광(202b)은 CVD를 갖고 있을 수 있는 사람의 눈(201)에 의해 인지된다. 적절하게 설계되는 경우 필터(211)의 효과는 색을 구별하거나 식별하는 CVD를 가진 사람의 능력을 실질적으로 향상시키는 것이다. 이러한 목적을 위한 필터의 유효성이 저지 대역의 파장 범위와 같은 필터(211)의 설계 파라미터에 크게 의존할 수 있는 것을 실험적으로 알아내었다. 예를 들어, 550 nm에서의 또는 그 부근에서의 파장이 특히 효과적인 반면, 570 nm에서의 또는 그 부근에서의 파장이 거의 또는 전혀 유효성을 갖지 않는 것을 알게 되었다.

[0020]

필터(211)는 전형적으로 적어도, 550 nm에서 또는 그 부근에서 강하지만 좁은 저지 대역을 갖지만 다른 가시 파장에 대해 비교적 높은 투과율을 갖는 다층 광학 필름(210)을 포함한다. 따라서, 예를 들어, 필름(210)은 설계 입사각(예컨대, 수직 입사)에서, 420 내지 680 nm에 걸쳐 50% 이상 또는 60% 이상의 평균 내부 투과율을 가질 수 있다. 필름(210)은 또한 설계 입사각에서 550 nm를 포함하는 10 nm 폭 파장 범위에 걸쳐 10% 이하, 또는 5%

이하, 또는 2% 이하, 또는 1% 이하의 평균 내부 투과율을 가질 수 있으며, 이러한 감소된 투과율은 60 nm 이하의, 또는 50 nm 이하의, 또는 20 내지 50 또는 20 내지 40 nm 범위 내의 폭(FWHM)을 갖는 반사 대역과 관련된다. 이들 광학 특성은 도 3과 관련하여 추가로 논의된다. 다층 광학 필름의 광학 특성은 때때로 수직 입사에서, 또는 관심 있는 상이한 입사 방향에서 특정되는데, 왜냐하면 다층 광학 필름의 투과 및 반사 특성이 광의 입사 방향의 함수로서 실질적으로 변할 수 있기 때문이다.

[0021]

다층 광학 필름은 일부 광학 파장에 대해 높은 반사율과 낮은 투과율을 갖고 다른 광학 파장에 대해 낮은 반사율과 높은 투과율을 갖도록 설계될 수 있다. 그러한 필름은 보통 무시해도 될 정도의 흡수율을 가지며, 따라서 반사되지 않은 임의의 광이 적어도 가시, 근적외선, 및 근자외선 파장에 걸쳐 실질적으로 투과되고 그 반대의 경우도 마찬가지이다. 그러한 필름은 광학적으로 얇은 미세층의 스택을 전형적으로 이산화규소와 이산화티타늄의 교번 층과 같은, 큰 굴절률 부정합을 갖는 재료의 교번 배열로 포함하지만, 다른 적합한 무기 또는 유기 재료가 또한 사용될 수 있다. 그러한 반사기는 유리 또는 다른 적합한 기재 상에, 예컨대 렌즈 부재의 외측 표면 바로 위에, 또는 그러한 표면에 후속적으로 적용될 수 있는 필름 또는 기재 상에, 교번 층의 진공 침착에 의해 제조될 수 있다. 대안적으로, 적합한 반사 필름이 예컨대 미국 특허 제5,882,774호(존자(Jonza) 등), 제6,531,230호(웨버(Weber) 등), 및 제6,783,349호(네빈(Neavin) 등)에 기술된 바와 같이, 교번 중합체 재료의 공압출과 생성된 다층 중합체 웨브의 연신을 수반할 수 있는 연속 공정에 의해 제조될 수 있다. 이색성 반사기에 사용되는 재료와 사용되는 제조 방법에 상관없이, 반사기에는 파장의 함수로서 원하는 투과 및 반사 특성을 제공하도록 맞추어지는, 미세층의 스택에 대한 층 두께 프로파일이 제공된다. 이러한 두께 프로파일은 예를 들어 파장의 협대역 내의 광이 고도로 반사되고(상응하게 낮은 투과율을 갖고서) 파장의 협대역 밖의 광이 고도로 투과되는(상응하게 낮은 반사율을 갖고서) 협대역 반사기로서 작동하는 다층 광학 필름을 제공하도록 맞추어질 수 있다.

[0022]

그러한 다층 광학 필름의, 저지 대역으로도 지칭될 수 있는 반사 대역은 광의 입사 방향의 함수로서 파장이 이동한다. 광이 필름의 평면에 직교하는 방향을 따라 입사하는 수직 입사시, 반사 대역은 제1 파장 또는 파장 범위에 있다. 이어서, 광이 점점 더 비스듬한 각도로 필름에 입사하게 됨에 따라, 반사 대역은 대체로 제1 파장 또는 파장 범위보다 짧은 파장으로 단조적으로 이동한다.

[0023]

필름(210)에 더하여, 필터(211)는 또한 추가의 층 또는 코팅, 예컨대 흡수성 자홍색 층(212) 및 다른 흡수성 유색 층(214)을 포함할 수 있다. 자홍색 층(212)은 녹색 광을 선택적으로 흡수하며, 따라서 투과시 자홍색 외양을 갖는다. 자홍색 층(212)이 관찰자(201)를 향하는 필름(210)의 주 표면(210a)에 적용되면, 또는 더욱 일반적으로 층(212)이 필름(210)과 관찰자(201) 사이에 배치되면, 층(212)은 유리하게는 필름(210)으로부터 반사되는 광에 의해 유발되는 글레이어를 감소시키기 위해 사용될 수 있다. 필름(210)은 그의 좁은 반사 대역과 관련된 녹색 파장에서 특히 높은 반사율을 가져서, 글레이어의 감소를 최대화시킨다. 자홍색 층(212)의 흡수 대역(및/또는 피크 흡수율)이 설계 입사각에서 파장에 있어 필름(210)의 반사 대역과 적어도 대략 정렬되는 것이 유리하다.

[0024]

층(214)은 필터(211) 내에 포함될 수 있는 다른 선택적인 층이다. 몇몇 경우에, 층(214)은 필름(210)과 선택적인 층(212)에 대한 적어도 부분적인 색 보정을 위해 사용될 수 있다. 즉, 필름(210)과 층(212)이 적어도 일부 녹색 파장을 선택적으로 차단하고 다른 가시 파장에 대해 보다 높은 투과율을 갖기 때문에, 이들은 투과시 자홍색을 갖는 경향이 있을 수 있으며, 이는 관찰자(201)에게 만족스럽지 못할 수 있다. CVD 사람을 위한 필터(211)의 색 식별 능력을 여전히 유지시키면서 자홍색을 적어도 부분적으로 감소시키기 위해, 층(214)은 적색 및/또는 청색 파장을 선택적으로 흡수하도록 맞추어질 수 있다. 층(214)은 도면에 도시된 바와 같이 주 표면(210a)에 대항하는 층(212)의 주 표면(210b)에 적용될 수 있다. 대안적으로, 층(214)은 필름(210)과 층(212) 사이, 또는 층(212)의 외측 표면 상을 비롯한 필터(211) 내의 다른 곳에 적용되거나 배치될 수 있다. 위에 언급된 바와 같이, 다층 광학 필름의 녹색 차단 대역이 좁아질수록(파장에 있어), 개선된 색 균형을 제공하기 위해 보다 적은 적색 및/또는 청색 광이 층(214)에 의해 차단될 필요가 있고 그 반대의 경우도 마찬가지이다.

[0025]

층(214)(및/또는 필터(211)의 다른 층)은 또한 이른바 심청색 차단체(deep blue blocker)이거나 그것을 포함할 수 있다. 심청색 차단체는 자외선 범위 내의 그리고 대략 400, 410, 또는 420 nm까지의 광의 강한 차단(흡수, 반사, 또는 다른 메커니즘에 의한)을 제공한다. 그러한 층은 사용자의 눈을 자외선과 근자외선 방사선으로부터 보호하기 위한 아이웨어(eyewear)와 관련하여 특히 유용하다.

[0026]

층(212, 214)과 필름(210)은 서로 분리되는 것으로 예시적인 목적을 위해 도시되지만, 전형적으로 이들은 예컨대 내부 공기/필름 계면 없이 단일 구성으로 함께 부착된다. 부착은 하나 이상의 접착제 층, 예컨대 광학적으로 투명한 접착제(들)를 사용하여, 또는 다른 알려진 부착 재료 또는 메커니즘에 의해 달성될 수 있다. 독자는

또한 도 2에 도시된 필터(211)의 주어진 구성요소가 2개 이상의 층 또는 필름으로 대체되어 동일한 원하는 기능을 달성할 수 있고, 필터(211)의 구성요소들 중 2개 이상이 단일 층 또는 필름으로 조합되어 역시 동일한 원하는 기능을 달성할 수 있는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 층(214) 및/또는 층(212)은 필요할 경우 다층 광학 필름(210)의 대향측들 상에 배치될 수 있는 2개 이상의 층(보다 얇거나 달리 덜 흡수성일 수 있음)으로 분할될 수 있다. 다른 예에서, 층(212, 214)을 제조하기 위해 사용되는 염료가 분리된 층(212, 214)과 동일한 투과 특성을 갖는 단일 층으로 조합될 수 있다. 필터(211)의 구성요소의 배열과 순서는 원하는 대로 재배열될 수 있다.

[0027]

다층 광학 필름과 같은 가상적인 필터 또는 그의 하나 이상의 구성요소의 투과 특성이 도 3에 도시된다. 이 도면에서, 퍼센트 투과율이 나노미터 단위의 광학 파장 λ 에 대해 플로팅되며, 파장 축은 때때로 사람 가시 파장 범위로 취급되는 400 내지 700 nm 범위에 걸쳐 연장된다. 그러나, 본 출원의 목적을 위해, 사람 가시 범위가 420 내지 680 nm의 파장 범위인 것으로 고려하기로 하자. 곡선(301)은 수직 입사 또는 다른 설계 입사각에서 전체 필터 또는 그의 하나 이상의 개별 구성요소의 측정된 투과율을 나타낼 수 있다. 일반성을 잃지 않고, 도 3의 논의의 나머지에 대해, 간단함을 위해, 곡선(301)이 전체 필터의 투과율을 나타낸다고 가정할 것이다(그러나, 필터가 몇몇 경우에 단지 다층 광학 필름일 수 있는 것에 유의하여야 함). 필터는 곡선(301)의 저지 대역(301a)의 낮은 투과율에 의해 입증되는, 가시 스펙트럼의 녹색 영역의 일부분에서 협대역 내의 광을 선택적으로 차단한다. 저지 대역(301a)은 반사 대역, 흡수 대역, 또는 반사 대역과 흡수 대역의 조합일 수 있다.

[0028]

곡선(301)의 관련 특징을 정량화하기 위해, 곡선(301)의 기준선 값 B, 곡선(301)의 피크 값 P(이 경우에 피크 값 P는 점 p3에 도시된, 저지 대역(301a)에 대한 최소 투과율에 대응함), 및 P와 B 사이의 중간에 있는, 곡선(301)의 중간 값 H를 식별한다. 곡선(301)은 그 파장 값이 저지 대역(301a)의 각각 단파장 대역 예지 λ_1 및 장파장 대역 예지 λ_2 와 동일한 점 p1 및 p2에서의 값 H와 교차한다. 단파장 및 장파장 대역 예지는 관심 있는 2개의 다른 파라미터, 즉 $\lambda_2 - \lambda_1$ 와 동일한, 저지 대역(301a)의 폭(반치전폭(full width at half-maximum), 또는 FWHM); 및 $(\lambda_1 + \lambda_2)/2$ 와 동일한, 저지 대역(301a)의 중심 파장 λ_c 를 계산하기 위해 사용될 수 있다. 중심 파장 λ_c 가, 저지 대역(301a)이 얼마나 대칭 또는 비대칭인지에 따라, 저지 대역(301a)의 피크 파장(점 p3 참조)과 동일하거나 그것과 상이할 수 있는 것에 유의하여야 한다.

[0029]

기준선 B는 저지 대역(301a)의 양측 상에 있는 곡선(301)의 비교적 평평한 영역에 의해 예시된 바와 같이, 좁은 저지 대역 밖에서 거의 또는 전혀 흡수율 또는 반사율을 갖지 않는 필터의 경우 식별하기 쉽다. 그러나, 몇몇 경우에, 주어진 필터가 더욱 복잡한 스펙트럼, 예컨대 다수의 피크와 밸리를 가진 스펙트럼을 가질 수 있고, 몇몇 필터(예컨대, 염색된 층)가 매우 광대역이어서 모든 가시 파장에서 상당한 흡수율을 보일 수 있으며, 그러한 경우에 대안적인 기준선이 사용될 수 있다. 이들 더욱 복잡한 필터에서 유용한 기준선은 아래에서 정의되는 바와 같이 필터의 내부 투과율의 플롯 상의 100% 투과율 값이다. 더욱 복잡한 스펙트럼을 가진 그러한 필터의 예는 그 스펙트럼이 아래에서 도 18에 곡선(1801 내지 1804)으로서 제공되는 흡수성 자홍색 필름이다. 이들 염색된 필름의 스펙트럼 폭(FWHM)을 계산하기 위해 사용되는 기준선 값은 도 19의 대응하는 흡수율 플롯의 0 흡수율에 대응하는, 그러한 필름에 대한 100% 내부 투과율 값이었다.

[0030]

필터(또는 그의 구성요소(들))의 투과율은 일반적으로 투과된 광 세기를 입사 광 세기로 나눈 것을 지칭하지만(주어진 파장, 입사 방향 등의 광에 대해), "외부 투과율" 또는 "내부 투과율"에 관하여 표현될 수 있다. 광학 요소의 외부 투과율은 공기 중에 있을 때의 광학 요소의 투과율이며, 요소의 전방에 있는 공기/요소 계면에서의 프레넬 반사(Fresnel reflection) 또는 요소의 후방에 있는 요소/공기 계면에서의 프레넬 반사에 대해 어떠한 보정도 하지 않는다. 광학 요소의 내부 투과율은 그의 전방 및 후방 표면에서의 프레넬 반사가 제거되었을 때의 요소의 투과율이다. 전방 및 후방 프레넬 반사의 제거는 계산적으로(예컨대, 외부 투과 스펙트럼으로부터 적절한 함수를 뺄으로써) 또는 실험적으로 행해질 수 있다. 많은 유형의 중합체와 유리 재료에 대해, 프레넬 반사는 2개의 외측 표면 각각에서 약 4 내지 5%이며(수직 또는 거의 수직 입사각의 경우), 이는 내부 투과율에 비해 외부 투과율에 대한 약 10%의 하향 이동을 유발한다. 도 3은 이들 투과율 중 어느 것이 사용되는지를 특정하지 않으며, 따라서, 그것은 일반적으로 내부 또는 외부 투과율에 적용될 수 있다. 투과율이 본 명세서에서 내부 또는 외부로 특정됨이 없이 지칭되면, 독자는 투과율이 문맥에 의해 달리 지시되지 않는 한 외부 투과율을 지칭한다고 가정할 수 있다. 많은 아이웨어 렌즈에서, 표면 반사-방지 코팅의 적용은 T내부 $\approx$ T외부의 결과를 가져올 수 있다.

[0031]

저지 대역의, 예컨대 그의 반치전폭(FWHM)으로서 계산되는 스펙트럼 폭은 그것이 내부 투과율에 기초하여 계산되는지 외부 투과율에 기초하여 계산되는지에 따라 약간 상이할 수 있다. 내부 투과율에 기초하여 계산되는

FWHM은 전형적으로 외부 투과율에 기초하여 계산되는 FWHM보다 예컨대 5 nm 미만만큼 약간 더 크다. FWHM 값을 보고하는 아래의 표 각각에서, 달리 지시되지 않는 한, FWHM은 내부 투과율에 기초하여 계산된다.

- [0032] 곡선(301)의 다른 잠재적으로 관련 있는 특징은 420 내지 680 nm의 파장 범위에 걸친 그의 평균 (내부 또는 외부) 투과율이다. 420 nm로부터 680 nm까지 곡선(301) 아래의 면적을, 예컨대 적분에 의해 계산하고 그 결과를 260 nm로 나눔으로써 얻어질 수 있는 이러한 파라미터는 총 가시 광이 필터에 의해 어느 정도 차단되는지의 표시를 제공한다. 이러한 파라미터는 대안적으로 단순히 420 내지 680 nm의 모든 파장 값에 대해(예컨대, 1 nm의 증분 또는 다른 적합하게 작은 증분으로) (내부 또는 외부) 투과율을 평균함으로써 계산될 수 있다.
- [0033] 곡선(301)의 다른 잠재적으로 관련 있는 특징은 550 nm를 포함하는 10 nm 폭 파장 범위에 걸친 그의 평균 (내부 또는 외부) 투과율이다. 예를 들어, 540 내지 550 nm 범위, 또는 545 내지 555 nm 범위, 또는 549 내지 559 nm 범위, 또는 550 내지 560 nm 범위의 파장에 걸쳐 곡선(301)의 평균 (내부 또는 외부) 투과율을 계산할 수 있다.
- [0034] 곡선(301)의 또 다른 잠재적으로 관련 있는 특징은 420 nm로부터 λ_1 까지 그리고 λ_2 로부터 680 nm까지 곡선(301) 아래의 면적을 계산하고 그 결과를 $((\lambda_1 - 420) + (680 - \lambda_2))$ nm로 나눔으로써 얻어질 수 있는, 저지 대역(301a) 밖의 가시 영역에 걸친 그의 평균 (내부 또는 외부) 투과율이다. 이러한 파라미터는 대안적으로 저지 대역의 양측 상에 있는 가시 스펙트럼의 부분에 걸친 단순 평균에 의해 계산될 수 있다.
- [0035] 여러 유형의 필터를 CVD 사람(들)이 색을 더 잘 구별하거나 식별하는 것을 돕는 데 있어 그들의 유용성을 결정하기 위해 제조하였고 한 명 이상의 CVD 사람에게 시험하였다. 그 중 일부가 단지 다층 광학 필름만으로 구성된 이들 필터가 이제 설명될 것이다.
- [0036] 비교적 좁은 반사 대역을 형성하도록 중합체 수지 층을 공압출함으로써 좁은 반사 대역을 갖는 다층 광학 필름이 제조될 수 있다. 아크릴과 같은 저 굴절률 재료와 조합하여, 폴리에스테르와 같은 고도로 복굴절성인 재료를 사용하는 것은 교번 층들 사이의 큰 굴절률 차이를 제공하며, 이는 이어서 반사 대역에서 높은 반사율을 제공한다. 이들 반사기를 제조하기 위해 여러 선택 사항이 존재한다. 몇몇 경우에, 미세층의 층 두께 프로파일은 원하는 가시 파장, 예컨대 550 nm의 또는 그 부근의 파장에서 1차 반사 대역(수직 입사시)을 제공하도록 맞추어질 수 있다. 다른 경우에, 미세층은 수직 입사시의 1차 반사 대역이 적외선 파장에 있지만 적외선 대역의 고차 고조파(예컨대, 2차, 3차, 또는 4차 고조파)가 원하는 가시 파장에 있도록 보다 두껍게 제조될 수 있다. 이러한 후자의 설계 접근법과 후속하는 중합체 처리 기술이 미국 특허 제6,531,230호(웨버 등)에서 논의된다.
- [0037] 하나의 다층 광학 필름에 대해, 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN)와 폴리메틸 메타크릴레이트(PMMA)의 교번 층을 공압출시키고 이축으로 배향시켜 대략 412개 미세층을 갖는 필름을 형성하였다. 각각 275개 층과 137개 층을 갖는 중합체 미세층의 제1 군과 제2 군이 수직 입사시 2개의 별개의 1차 적외선 반사 대역, 즉 약 1125 nm에서의 IR 대역과 같은 제1 IR 대역, 및 약 1650 nm에서의 IR 대역과 같은 제2 IR 대역을 가진 필름을 제공하였다. 제1 IR 대역의 2차 고조파는 제2 IR 대역의 3차 고조파와 실질적으로 겹쳐지거나 그 상에 중첩되어 대략 560 내지 590 nm의 가시 파장에서 강하지만 다소 좁은 반사 대역을 생성하였다. 400 내지 700 nm 범위 내에서, 수직 입사시 이러한 필름의 측정된 외부 투과율이 도 4에 곡선(401)으로 도시된다. 제1 IR 대역의 2차 고조파와 제2 IR 대역의 3차 고조파의 조합인 가시 광 반사 대역(401a)이 도면에서 쉽게 식별될 수 있다. (필요할 경우, 예컨대 단지 하나의 1차 IR 반사 대역만을 제공하고 그것을 2차 또는 3차 고조파가 대역(401a)과 유사한 가시 광 반사 대역을 제공하도록 맞추으로써, 대안적인 설계의 다층 광학 필름이 도 4의 그것과 유사한 가시 광 반사 대역을 갖도록 제조될 수 있다. 그러한 대안적인 필름은, 대안적으로 PEN과 PMMA, 또는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)와 코-폴리메틸 메타크릴레이트(coPMMA), 또는 다른 적합한 중합체 조합으로 제조될 수 있는, 예를 들어 대략 총 300개의 미세층을 가질 수 있다. 또 다른 대안적인 다층 광학 필름이 가시 영역에서 반사 대역(401a)과 유사한 1차 반사 대역을 생성하는, 미세층에 대한 두께 구배를 제공할 수 있다.)
- [0038] 도 4의 스펙트럼은 또한 420 nm 이하에 있는 파장에 대한 심청색 차단 대역을 보인다. 이러한 반사 대역은 1125 nm에 있는 1차 IR 반사 대역의 3차 고조파이다. 2차 고조파는 전술된 바와 같이 575 nm에 위치된다. 이렇게 다양한 고차 고조파 대역을 이용함으로써, 원하는 황색 또는 녹색 반사 대역을 생성하는 동일한 층을 사용하여 심청색 차단 대역이 형성될 수 있다. 예를 들어, IR 대역의 3차 고조파가 550 nm 부근에 중심설정되면, 4차 고조파 대역이 420 nm 부근에 위치될 것이며, 여기서 정확한 위치는 다층 광학 필름 내의 미세층을 위해 사용되는 구성 재료의 굴절률 분산에 의존할 것이다.
- [0039] 도 4의 다층 광학 필름의 관련 광학 특성, 예컨대 반사 대역(401a)의 단파장 및 장파장 대역 에지(λ_1 및 λ_2)

및 다른 파라미터가 아래에서 표 1에 제공된다. 이러한 필름을 2명의 CVD 사람에 의해, 필름을 그들의 눈에 가깝게 유지시키고 필름을 통해 이시하라 검사 판 및/또는 다른 유색 물체를 관찰함으로써 시험하였다. 이들 시험을 위한 환경은 확산 일광과 천장 형광등의 균형 잡힌 혼합으로 조명되는 사무실이었다. 각각의 사람에 대해, 필름의 평면이 사람의 시선에 수직하였을 때, 색 식별력의 개선을 거의 또는 전혀 경험하지 못하였다. 그러나, 필름을 시선에 대해 비스듬한 각도로 기울임으로써(그 결과 반사 대역(401a)이 도 4에 비해 보다 짧은 파장으로 이동됨), 사람 각각이 색 식별력의 상당한 개선을 보였다.

[0040]

도 4의 필름의 피스를 취하고 그러한 피스를 상이한 양만큼 이축 연신시켜 도 4의 그것과 동일한 기본 구성을 갖지만(예컨대, 각각의 필름이 여전히 총 412개의 미세층과, 그 3차 및 2차 고조파가 역시 중첩되어 하나의 가시 광 반사 대역을 생성하는 2개의 별개의 IR 반사 대역을 가짐), 보다 얇아서 도 4의 그것보다 짧은 파장에서 가시 광 반사 대역을 갖는 필름을 생성함으로써 2개의 추가의 다층 광학 필름을 얻었다. 400 내지 700 nm 범위에서, 수직 입사시 이들 2개의 추가의 필름의 측정된 외부 투과율이 도 5에 곡선(502, 503)으로 도시된다. 이들 필름의 각각 가시 광 반사 대역(502a, 503a)이 도면에서 쉽게 식별될 수 있다.

[0041]

이들 2개의 추가의 다층 광학 필름(도 5에서 그들의 라벨(502, 503)에 의해 식별됨)의 관련 광학 특성이 아래에서 표 1에 제공된다. 이들 필름을 2명의 CVD 사람에 의해, 필름이 약 60 mm의 실린더형 곡률 반경을 갖고서 그리고 각각의 렌즈의 곡률 중심이 각각의 눈의 망막 바로 뒤에 위치되는 상태로 수직 입사시 그들의 눈에 가깝게 유지되는 아이웨어 프레임의 사용에 의해 그리고 필름을 통해 이시하라 검사 판 및/또는 다른 유색 물체를 관찰함으로써 시험하였다. 이들 시험을 위한 환경은 확산 일광과 천장 형광등의 균형 잡힌 혼합으로 조명되는 사무실이었다. 각각의 사람에 대해, 필름의 평면이 사람의 시선에 수직하든 비스듬한 각도이든 간에 상관없이, 색 식별력의 개선을 거의 또는 전혀 경험하지 못하였다.

[0042]

다른 다층 광학 필름을 제조하였다. 이 필름을 도 4의 그것과 유사한 방식으로 제조하였지만, 압출 동안 주조 휠(casting wheel)의 속도를 변경하였다. 필름은 역시 총 412개의 미세층과, 그 3차 및 2차 고조파가 역시 중첩되어 하나의 가시 광 반사 대역을 생성하는 2개의 별개의 IR 반사 대역을 가졌다. 수직 입사시 가시 파장 반사 대역은 도 4의 필름에 비해 보다 짧은 파장에 있었지만, 곡선(502, 503)과 관련된 필름에 비해서는 보다 긴 파장에 있었다. 400 내지 700 nm 범위 내에서, 수직 입사시 필름의 측정된 외부 투과율이 도 5에 곡선(501)으로 도시된다. 이러한 필름의 가시 광 반사 대역(501a)이 도면에서 쉽게 식별될 수 있다.

[0043]

이러한 다층 광학 필름(도 5에서 그의 라벨(501)에 의해 식별됨)의 관련 광학 특성이 아래에서 표 1에 제공된다. 이러한 필름을 2명의 CVD 사람에 의해, 필름이 약 60 mm의 실린더형 곡률 반경을 갖고서 그리고 각각의 렌즈의 곡률 중심이 각각의 눈의 망막 바로 뒤에 위치되는 상태로 수직 입사시 그들의 눈에 가깝게 유지되는 아이웨어 프레임의 사용에 의해 그리고 필름을 통해 이시하라 검사 판 및/또는 다른 유색 물체를 관찰함으로써 시험하였다. 이들 시험을 위한 환경은 확산 일광과 천장 형광등의 균형 잡힌 혼합으로 조명되는 사무실이었다. 각각의 사람에 대해, 필름의 평면이 사람의 시선에 수직하였을 때, 색 식별력의 상당한 개선을 경험하였다.

[0044]

[표 1]

다양한 다층 광학 필름의 광학 특성

필름 (곡선 라벨)	λ_1 (nm)	λ_2 (nm)	FWHM 대역폭 (nm)	λ 중심 (nm)	550 nm를 포함한 10 nm 범위에 걸친 평균 내부 T%	420 내지 680에 걸친 평균 내부 T%	420 내지 λ_1, λ_2 내지 680에 걸친 평균 내부 T%
401	551	611	60	581	25.2 (550-560)	87.8	70.6
501	528	586	58	557	0.00 (545-555)	71.6	89.6
502	481	531	50	506	77.1 (540-550)	74.0	89.3
503	464	515	51	489	85.9 (540-550)	75.0	90.6

[0045]

[0046]

염료 또는 안료가 충분히 좁은 흡수 대역 내에서 충분히 강하게 흡수성이면, 다층 광학 필름보다는 염색된 또는 착색된 필름으로부터 제조되는 필터로부터 CVD 사람에 대한 유사한 색 향상 결과를 예상할 것이다. 그러나, 대부분의 염료는 특히 좁은 흡수 대역을 갖지 않으며, 강한 차단(낮은 투과율) 및 대략 60 nm 또는 50 nm 이하의 대역폭(FWHM) 둘 모두를 갖는 염색된 필름을 얻기 어렵다. 쉽게 찾을 수 있는 가장 좁은 대역폭의 녹색 흡수 염료는 미국 뉴저지주 뉴어크 소재의 에폴린, 인크.(Epolin, Inc.)에 의해 판매되는 에폴라이트(Epolight)TM 5391 가시 광 염료로 알려진 염료였다. 이러한 염료를 투명한 캐리어 필름(carrier film) 상에 상이한 양으로

코팅함으로써 5개의 상이한 흡수성 필터를 제조하였다. 녹색 흡수로 인해, 이들 필터 또는 필름 각각은 투과시 자홍색 외양을 가졌다.

[0047]

에플라이트 5391 염료를 투명한 PET 기부 필름 상의 비텔(Vitel) 코팅 내에 혼입하였다. 비텔 및 5391 염료 둘 모두를 메틸 에틸 케톤(MEK) 내에서 상이한 비율로 용해시켰고, 이어서 50 마이크로미터 투명 폴리에스테르 필름 상에 메이어 로드(Mayer rod)로 상이한 두께 값으로 코팅하였다. 혼합과 코팅 상제 사항이 강한 염료 용액(heavy dye solution)에 대해 표 2에 그리고 보다 약한 염료 용액(lighter dye solution)에 대해 표 3에 요약된다. 이들 샘플을 손으로 코팅하였으며, 따라서 균일성이 제조 코팅 작업만큼 우수하지 않았고, 결과가 변할 수 있다. 그러나, 코팅 두께, 또는 비텔 내의 염료 농도를 원하는 대로 조절하는 것은 간단한 문제이다. 많은 다른 중합체가 또한 염료 캐리어로서 사용될 수 있다. 비텔 내의 염료의 2가지 농도에 대한 코팅 용액이 표 2와 표 3에 주어지며, 후자는 총 고형물에 대한 염료의 퍼센트 고형물에 관하여 첫 번째 것의 농도의 절반이다. 이들 두 혼합물의 경우, 염료 코팅의 광학 밀도의 큰 범위가 다양한 메이어 로드로 상이한 코팅 두께를 사용하여 형성될 수 있다.

[0048]

[표 2]

강한 염료 용액

성분	양 (g)	전체 중 중량%	고형물 중 중량%
에플라이트 5391 염료	0.1	0.14%	1.2%
MEK	51.2	74%	
비텔 2200 코폴리에스테르	8	12%	98.8%
톨루엔	10	14%	
총계	69.3	100%	
코팅 용액	%고형물	11.7%	

[0049]

[0050]

[표 3]

보다 약한 염료 용액

성분	양 (g)	전체 중 중량%	고형물 중 중량%
에플라이트 5391 염료	0.1	0.09%	0.6%
MEK	73.2	67%	
비텔 2200 코폴리에스테르	16	15%	99.4%
톨루엔	20	18%	
총계	109.3	100%	
코팅 용액	%고형물	14.7%	

[0051]

[0052]

이러한 절차로 상이한 염료 로딩(loading)의 5개의 필름 샘플을 제조하였다. (이와 관련하여 용어 염료 "로딩"은 염료 농도 및/또는 염료 두께를 포함하도록 의도된다.) 400 내지 700 nm 범위 내에서, 수직 입사시 이들 필름의 측정된 외부 투과 스펙트럼이 도 6에 곡선(601, 602, 603, 604, 605)으로 도시된다. 이들 곡선은 염료 로딩을 감소시키는 순서대로 열거되며, 즉 곡선(601)의 필름이 가장 강한 염료 로딩을 갖고, 곡선(605)의 필름이 가장 약한 염료 로딩을 갖는다. 곡선(602, 603)의 필름을 표 1의 코팅 특성을 사용하여 제조하였고; 곡선(604, 605)의 필름을 표 2의 코팅 특성을 사용하여 제조하였으며; 곡선(601)의 필름을 곡선(602)의 필름들 중 2개를 광학 접촉체로 함께 라미네이팅함으로써 제조하였다. 이들 필름의 가시 광 흡수 대역을 도면에서 바로 알 수 있다. 이들 곡선 각각은 550 nm 부근의 파장에서 최소 투과율을 갖는다(예컨대 곡선(605)에 대한 점 p 참조). 따라서, 염색된 필름은 녹색 가시 광을 선택적으로 흡수하며, 그 결과 이들 필름 각각은 투과시 자홍색 외양을 가졌다. 염료 로딩이 증가함에 따라 흡수 대역의 폭(FWHM)이 증가하는 것이 또한 도면으로부터 명백하며, 이는 2개의 가장 강한 로딩, 즉 곡선(601, 602)에 대해, 가시 스펙트럼의 녹색 부분의 대부분과 일부 청록색 광을 차단하는 결과를 가져온다.

[0053]

이들 염색된 필름(도 6에 사용되는 그들의 라벨에 의해 식별됨)의 관련 광학 특성이 아래에서 표 4에 제공된다. (표의 계산된 FWHM은 아래에서 도 15에 도시된 바와 같이 내부 투과율의 흡수 플롯에 대해 얻어진다.) 이들 필름을 CVD 사람에 의해, 각각의 필름을 그의 눈에 가깝게 유지시키고 필름을 통해 이시하라 검사 판(들) 및/또는 다른 유색 물체를 관찰함으로써 시험하였다. 이들 시험을 위한 환경은 확산 일광과 천장 형광등의 균형 잡힌 혼합을 갖는 창이 있는 방이었다. 이러한 사람의 경우, 곡선(603, 604, 605)의 필름에 대해 색 식별력의 개선을 거의 또는 전혀 경험하지 못하였다. 나머지 필름, 즉 곡선(601, 602)의 필름에 대해, CVD 사람이 색 식별력의 어느 정도의 개선을 경험하였지만, 필름이 녹색 광 함량이 거의 없이 어두웠다.

[0054]

[표 4]

다양한 흡수성 자홍색 필름의 광학 특성

필름 (곡선 라벨)	λ_1 (nm)	λ_2 (nm)	FWHM 대역폭 (nm)	λ 중심 (nm)	λ 피크 (nm)	λ 피크에서의 내부 T%	550 nm를 포함한 10 nm 범위에 걸친 평균 내부 T%	420 내지 680에 걸친 평균 내부 T%	420 내지 λ_1, λ_2 내지 680에 걸친 평균 내부 T%
601	495	582	87	538	554	1.53	1.98	64.2	87.4
602	500	580	80	540	554	3.08	3.82	67.8	88.9
603	512	575	63	543	554	24.6	25.9	82.3	91.6
604	520	572	52	546	554	40.2	41.6	86.7	94.9
605	522	572	50	547	554	57.9	59.0	89.4	94.5

[0055]

[0056]

스펙트럼의 녹색 영역에서 충분한 광 차단을 갖는 도 6의 흡수성 자홍색 필름은 비-최적(어두운, 낮은 광 수준) 색 관찰을 야기할 정도로 넓은 대역폭을 갖는다. 그러나, 보다 낮은 염료 로딩과 보다 덜한 녹색 광 차단을 갖는 그러한 필름은 반사기로부터의 글레이어를 감소시키는 데 도움을 주기 위해 예컨대 다층 광학 필름의 관찰자측 상에 코팅될 때 협대역 녹색-반사 다층 광학 필름과 조합되어 사용될 수 있다. 글레이어를 유발하는 반사된 녹색 광은 본질적으로 염료 코팅을 2회 통과하여, 보다 약한 염료 로딩이 글레이어의 상당한 감소를 제공하도록 허용할 수 있다. 이는 도 12와 관련하여 아래에서 추가로 논의된다. 글레이어는 또한 개시된 필터가 그에 적용되는 안경 또는 아이웨어의 설계 상세 사항에 의해 감소될 수 있다. 예를 들어, 아이웨어는 사용자 뒤로부터의 보다 적은 광이 아이웨어의 렌즈에 입사하는 결과를 가져오는 만곡된 랩-어라운드 설계(curved wrap-around design)를 이용할 수 있다. 반사기의 내부 층의 반사율에 영향을 미칠 수 없는 반사-방지 코팅이 또한 렌즈의 표면으로부터 광의 광대역 반사를 감소시켜 렌즈로부터의 글레이어를 추가로 감소시키기 위해 추가될 수 있다.

[0057]

또 다른 다층 광학 필름을 제조하였다. 도 4 및 도 5의 필름과 마찬가지로, 이들 필름을 수백 개의 교번 중합체 층을 공압출하고 이러한 다층 압출물을 주조 휠 상에 주조하며 이러한 주조 필름을 이축 연신시켜 다층 광학 필름을 형성함으로써 제조하였다. 하나의 경우에, 다층 광학 필름을 223개 개별 미세층의 스택으로 제조하였으며, 미세층은 PET와 coPMMA 중합체 재료 사이에서 교번하였다. 스택의 층 두께 프로파일을 스펙트럼의 적외선 영역에서 1차 반사 대역을 생성하도록 맞추었다. IR 반사 대역의 3차 고조파는 550 nm에서 또는 그 부근에서 가시 영역 내에 있었다. 400 내지 700 nm 범위 내에서, 수직 입사시 이러한 필름의 측정된 외부 투과율이 도 7에 곡선(701)으로 도시된다. 이러한 필름의 가시 광 반사 대역(701a)이 도면에서 쉽게 식별될 수 있다.

[0058]

이러한 다층 광학 필름(도 7에서 그의 라벨에 의해 식별됨)의 관련 광학 특성이 아래에서 표 5에 제공된다. 반사 대역(701a)의 폭(FWHM)이 반사 대역(501a)의 그것보다 작은 것에 유의한다.

[0059]

다른 다층 광학 필름을 275개 개별 미세층의 스택으로 제조하였으며, 미세층은 PET와 coPMMA 중합체 재료 사이에서 교번하였다. 스택의 층 두께 프로파일을 스펙트럼의 적외선 영역에서 1차 반사 대역을 생성하도록 맞추었다. IR 반사 대역의 3차 고조파는 550 nm에서 또는 그 부근에서 가시 영역 내에 있었다. 이러한 필름의 광학 특성은 제조된 필름 웨브 상의 위치의 함수로서 약간 변화하였다. 수직 입사시의 외부 투과율을 필름 상의 2개의 상이한 장소에서 측정하였으며, 그 결과가 도 8에 곡선(801, 802)으로 도시된다. 이러한 필름의 가시 광 반사 대역(801a, 802a)이 도면에서 쉽게 식별될 수 있다.

[0060]

이러한 다층 광학 필름(2개의 측정된 위치에 대해 도 8에서 그의 라벨에 의해 식별됨)의 관련 광학 특성이 아래에서 표 5에 제공된다. 반사 대역(801a, 801b)의 폭(FWHM)이 반사 대역(501a, 701a)의 그것보다 작은 것에 유의한다. 이러한 필름을 CVD 사람에 의해, 필름이 약 60 mm의 실린더형 곡률 반경을 갖고서 그리고 각각의 렌즈의 곡률 중심이 각각의 눈의 망막 바로 뒤에 위치되는 상태로 수직 입사시 눈에 가깝게 유지되는 아이웨어 프레임의 사용에 의해 그리고 필름을 통해 이시하라 검사 판(들) 및/또는 다른 유색 물체를 관찰함으로써 시험하였다. 이들 시험을 위한 환경은 확산 일광과 천장 형광등의 균형 잡힌 혼합을 갖는 창이 있는 방이었다. 각각의 사람에 대해, 색 식별력의 상당한 개선을 경험하였다.

- [0061] 다른 다층 광학 필름을 제조하였다. 이러한 다층 광학 필름은 도 8과 관련하여 전술된 다층 광학 필름의 웹의 다른 부분으로부터의 피스였다. 필름의 외부 투과율을 수직 입사시 측정하였고, 그 결과가 도 9에 곡선(901)으로 도시된다. 이러한 필름의 가시 광 반사 대역(901a)이 도면에서 쉽게 식별될 수 있다.
- [0062] 이러한 다층 광학 필름(도 9에서 그의 라벨에 의해 식별됨)의 관련 광학 특성이 아래에서 표 5에 제공된다. 반사 대역(901a)의 폭(FWHM)이 반사 대역(501a, 701a)의 그것보다 작고 반사 대역(801a, 802a)의 그것과 대략 동일한 것에 유의한다. 이러한 필름을 도 8의 필름과 별도로 시험하지 않았다.
- [0063] 훨씬 더 많은 다층 광학 필름을 도 8 및 도 9의 필름에 대한 것과 동일한 층 수, 3차 반사 대역 및 재료를 사용하여, 그러나 훨씬 더 좁은 반사 대역을 생성하도록 층 두께 범위의 약간의 변화를 갖고서 제조하였다. 동일한 275개 층 압출물을 사용하여, 상이한 주조 휠 속도를 사용함으로써 3개의 상이한 다층 광학 필름을 얻었다. 이들 필름의 외부 투과율을 수직 입사시 측정하였고, 그 결과가 도 10에 곡선(1001, 1002, 1003)으로 도시된다. 이들 필름의 가시 광 반사 대역(1001a, 1002a, 1003a)이 도면에서 쉽게 식별될 수 있다. 유사한 제조 접근법으로 인해, 대역(1001a, 1002a, 1003a)의 형상은 유사하지만, 그들의 대역 중심은 사용되는 상이한 연신율로 인해 파장이 이동된다.
- [0064] 이들 다층 광학 필름(도 10에서 그들의 라벨에 의해 식별됨)의 관련 광학 특성이 아래에서 표 5에 제공된다. 반사 대역(1001a, 1002a, 1003a)의 폭(FWHM)이 반사 대역(501a, 701a, 801a, 802a, 901a)의 그것보다 작은 것에 유의한다. 이들 필름을 CVD 사람에 의해, 필름이 약 60 mm의 실린더형 곡률 반경을 갖고서 그리고 각각의 렌즈의 곡률 중심이 각각의 눈의 망막 바로 뒤에 위치되는 상태로 수직 입사시 눈에 가깝게 유지되는 아이웨어 프레임의 사용에 의해 그리고 필름을 통해 이시하라 검사 판(들) 및/또는 다른 유색 물체를 관찰함으로써 시험하였다. 이들 시험을 위한 환경은 확산 일광과 천장 형광등의 균형 잡힌 혼합을 갖는 창이 있는 방이었다. 이러한 사람의 경우, 곡선(1002)의 다층 광학 필름으로 색 식별력의 최대 향상을 경험하였고; 곡선(1001, 1003)의 다층 광학 필름으로 보다 적은 양이긴 하지만 어느 정도의 색 식별력의 향상을 경험하였다.
- [0065] 본 명세서에 기술된 색 지각 검사의 대부분을 확산 일광과 천장 형광등의 균형 잡힌 혼합을 갖고서 실내에서, 또는 몇몇 경우에 단지 형광 조명만에 의해 조명되는 방에서 수행하였다. 또한, 색 지각 검사에 미치는 환경 조명의 영향을 조사하였다. 특히, 3가지 상이한 환경 조명 조건, 즉 단지 형광 조명만에 의한 조명; 확산 일광과 형광 조명의 균형 잡힌 혼합에 의한 조명; 및 단지 일광만에 의한 조명을 조사하였다. 각각이 그 중심 파장이 550 nm에 있거나 그 부근에 있지만 그 FWHM 대역폭이 상이한 반사 대역을 갖는 몇몇 특정 다층 광학 필름에 대한 색 지각 검사에서 이들 상이한 환경 조명 조건을 사용하였다. 제1 필름은 필름의 면적에 걸쳐 작은 변화를 갖는, 약 550 nm의 중심 파장과 48 내지 49 nm의 대역폭을 갖는, 곡선(701)의 필름이었다. 제2 필름은 549 nm의 중심 파장을 갖는 그리고 필름의 면적에 걸친 변화로 인해 범위가 35 내지 38 nm인 대역폭을 갖는, 동일한 필름 물의 상이한 부분인, 곡선(801, 802)과 관련된 필름이었다. 제3 필름은 548 nm의 중심 파장과 26 nm의 대역폭을 갖는, 곡선(1002)의 필름이었다. 이들 3개의 다층 광학 필름 각각을 필름이 수직 입사시 눈에 가깝게 유지되는 아이웨어 프레임 내로 삽입하였고, 아이웨어를 사용하여, 필름들 중 주어진 필름을 통해 이시하라 검사 판(들)을 관찰함으로써 상이한 환경 조명 조건 하에서 CVD 사람에 의해 시험하였다. 이들 시험의 결과는 3개의 필름 각각에 대해, FWHM 대역폭에 따라, 형광만의 조명 환경의 경우 실질적으로 향상된 색 식별력을 보였고, 형광/일광 혼합 조명 환경의 경우 약간 덜한 색 식별력 향상을 보였으며, 일광만의 조명 환경의 경우 덜한 색 식별력 향상을 보였다는 것이었다. 일광만의 환경에서, 제1 및 제2 필름(각각 49 nm 및 37 nm의 대역폭을 갖는)은 특히 그들이 약하게 흡수하는 자홍색 염료(추가로 후술되는 바와 같은)와 조합될 때 CVD 사람이 적색 물체를 훨씬 더 잘 보는 데 도움을 주었다. 제3 필름(26 nm의 대역폭을 갖는)은 특히 제3 필름이 흡수 자홍색 염료 없이 단독으로 사용되었을 때 일광만의 조명 환경에서 색 식별력 향상을 거의 또는 전혀 제공하지 못하였다.
- [0066] CVD 사람에게 색 식별력의 최대 향상을 제공하기 위해, 필터(또는 다층 광학 필름)가 특히 환경 조명이 (부분적인 또는 완전한) 형광 조명을 포함할 때 그 중심 파장(λ 중심)이 설계 입사각에서 540 내지 560 nm 범위 내에 있는 저지 대역을 갖는 것이 바람직하다. 이를 표현하는 대안적인 방식은 545 내지 555 nm 범위에 걸친(또는 550 nm를 포함하는 대안적인 10 nm 폭 파장 범위에 걸친) 평균 내부 또는 외부 투과율에 관하여 표현하는 것이며, 예컨대 그러한 평균은 바람직하게는 10%, 5%, 2%, 또는 1% 이하이어야 함과 동시에, 있다 하더라도 적은 다른 가시 반사 대역과 가시 파장 범위에 걸친 높은 평균 투과율을 가져야 한다. 도 11은 시험에 사용한 몇몇 환경으로부터의 전형적인 사무실 형광 광원의, 측정된 상대 세기(곡선(1102) 참조)에 중첩된, 대표적인 다층 광학 필름의 측정된 투과율(곡선(1101) 참조)을 도시한다. 적어도 일부 그러한 형광등을 포함하는 환경의 경우, 색 식별력 향상에 효과적이기 위해, 다층 광학 필름의 녹색 반사 대역(1101a)이 사무실 형광등으로부터의 녹색 방

출 피크와 적어도 부분적으로 중첩되는 것이 유리한 것으로 추정된다. 곡선(1101)은 도 9의 곡선(901)과 동일하다. 따라서, 표 5에서 곡선(901)에 대한 광학 특성을 찾아봄으로써 곡선(1101)의 다층 광학 필름의 관련 광학 특성을 알아낼 수 있다.

[표 5]

다양한 다층 광학 필름의 광학 특성

필름 (곡선 라벨)	λ_1 (nm)	λ_2 (nm)	FWHM 대역폭 (nm)	λ 중심 (nm)	550 nm를 포함한 10 nm 폭 범위에 걸린 평균 내부 T%	420 내지 680에 걸린 평균 내부 T%	420 내지 λ_1, λ_2 내지 680에 걸린 평균 내부 T%
701	524	573	49	548	3.20 (545-555)	78.4	94.3
801	532	567	35	549	0.02 (545-555)	85.2	96.4
802	530	568	38	549	0.02 (545-555)	84.5	96.8
901	532	567	35	549	0.01 (545-555)	84.6	96.0
1001	525	553	28	539	13.10 (540-550)	86.9	95.5
1002	534	562	28	548	0.03 (541-551)	87.0	95.6
1003	549	577	28	563	14.40 (550-560)	86.9	95.3

도 12의 시스템(1200)은 글레어의 문제를 예시하는 데 도움을 준다. 환경 백색 광(1202a)이 이시하라 검사 판 또는 임의의 다른 적합한 물체일 수 있는 물체를 조명하며, 이러한 물체는 일부 광을 흡수하고, 나머지 광을 광(1202b)으로서 산란시킨다. CVD 사람일 수 있는 관찰자(1201)가 아이웨어(1209), 예컨대 고글, 안경(spectacles), 또는 안경(glasses)을 사용하여 물체를 그의 산란된 광(1202b)에 의해 관찰한다. 독자는 관찰자(1201)의 한 눈만이 그리고 아이웨어의 하나의 부분만이 도시되지만, 아이웨어가 도 12에 도시된 것과 실질적으로 동일한 다른 반쪽과, 아이웨어를 관찰자의 머리 상의 적소에 유지시키기 위한 적합한 프레임, 스트랩, 및/또는 다른 지지 구조체를 포함할 수 있는 것을 이해할 것이다. 아이웨어는 렌즈(1216)와 이러한 렌즈의 표면(1216a)에 적용되는 필터(1211)를 포함한다. 필터(1211)는 CVD 사람을 위해 색 식별력을 향상시키기 위한 본 명세서에 개시된 필터들 중 임의의 것일 수 있다. 렌즈(1216)는 메니스커스 렌즈(meniscus lens)로 도시되지만, 임의의 다른 유형의 렌즈가 또한 사용될 수 있다. 또한, 이와 관련하여 용어 "렌즈"는 양 또는 음의 광학 (집속) 파워(optical (focusing) power)를 갖는 종래의 렌즈를 지칭할 뿐만 아니라, 실드 또는 윈도우로서 기능할 수 있는, 0의 광학 파워를 갖는 균일한 두께의 평평하거나 만곡된 판을 포함하기에 충분히 넓다.

산란된 광(1202b)은 렌즈(1216)를 통과하고, 필터(1211)에 의해 필터링되어, 물체를 인지하기 위해 관찰자(1201)에 의해 사용되는 필터링된 광(1202c)을 제공한다. 필터(1211)는 바람직하게는 적어도 다층 광학 필름(1210)과 흡수성 자홍색 층(1212)을 포함한다. 다층 광학 필름(1210)은 가시 스펙트럼의 녹색 영역의 일부에서 강하지만 좁은 반사 대역을 갖는다. 자홍색 층(1212)은 예컨대 비교적 좁은 흡수 대역 내에서 녹색 광을 선택적으로 흡수한다. 필터(1211)는 본 명세서의 다른 곳에서 논의되는 바와 같은 다른 층과 특징부를 포함할 수 있고/있거나, 그것은 본 명세서에 기술된 필터들 중 임의의 것으로 대체될 수 있다. 필터(1211)는 광학적으로 투명한 접착제 또는 임의의 다른 적합한 재료 또는 공정을 통해 렌즈(1216)에 적용될 수 있다. 바람직하게는, 부착은 필터(1211)와 렌즈(1216) 사이에 공기 갭(gap)이 존재하지 않도록 이루어진다.

관찰자(1201) 뒤로부터 또는 관찰자(1201)의 측부로부터 유래할 수 있거나 관찰자의 안면으로부터 반사되는 광이거나 그를 포함할 수 있는 미광(1203a)이 아이웨어(1209)의 관찰자측에, 즉 산란된 광(1202b)과 반대인 방향으로부터 입사한다. 그러한 미광은 아이웨어 내에 적합한 설계 특징, 예컨대 랩-어라운드 설계를 통합함으로써, 그리고/또는 아이웨어 설계에서 불투명 측부 실드를 포함함으로써 최소화되거나 감소될 수 있다. 그러나, 그러한 설계 특징은 모든 경우에 적절하지는 않을 수 있으며, 그러한 설계 특징이 포함될 때에도, 이들은 충분한 미광을 제거하지 못할 수 있다. 미광(1203a)은 전형적으로 통상의 아이웨어의 경우 문제를 일으키지 않을 것인데, 왜냐하면 통상의 아이웨어는 전형적으로 미광의 단지 작은 백분율만을 또한 글레어(1203b)로 지칭할 수 있는 반사된 광(1203b)으로서 반사할 것이기 때문이다. 그러나, 통상의 아이웨어와는 달리, 다층 광학 필름(1210)은 스펙트럼의 녹색 영역의 일부에서 강한 반사 대역을 갖는다(그리고 이러한 반사 대역은 점점 더 비스듬한 각도에서 보다 짧은 파장으로 이동함). 따라서, 가시 적색 및 청색 파장에 있는 미광(1203a)의 부분이 거의 반사 없이 아이웨어(1209)를 실질적으로 통과할 수 있다 하더라도, 적어도 다층 광학 필름(1210)의 반사 대역 내에 있는 녹색 파장의 부분이 글레어(1203b)로서 강하게 반사될 것이며, 그러한 녹색 글레어(1203b)는

관찰자(1201)에게 교란되게 하거나 짜증나게 하거나 달리 바람직하지 않을 수 있다.

[0072]

흡수성 자홍색 층(1212)은 그러한 글레이어를 상당히 감소시키기 위해 필터(1211)에 채용될 수 있다. 이를 달성하기 위해, 자홍색 층(1212)은 글레이어(1203b)가 되는 임의의 광이 자홍색 층(1212)을 2회 통과하도록 다층 광학 필름(1210)의 관찰자측 상에 배치된다. 또한, 자홍색 층은 적어도 일부 녹색 가시 광을 선택적으로 흡수하는 흡수 대역을 갖도록 맞추어지고, 이러한 흡수 대역(및/또는 그러한 대역의 피크 흡수율)은 바람직하게는 필터(1210)의 반사 대역과 파장이 적어도 대략 정렬된다. 광이 글레이어(1203b)가 되기 위해서는 자홍색 층(1212)을 2회 통과하여야 하기 때문에, 자홍색 층은 유리하게는 (단일 패스(single pass)) 투과시 측정될 때, 비교적 작은 피크 흡수율을 가지면서 비교적 큰 양의 글레이어 감소를 제공할 수 있다(흡수의 메커니즘에 의해). 예시적인 실시예에서, 다층 광학 필름의 반사 대역과 자홍색 층의 흡수 대역은 조합되어 설계 입사각에서의 그 폭(FWHM)이 60 nm 이하, 또는 50 nm 이하, 또는 20 내지 50 nm 범위 내, 또는 20 내지 40 nm 범위 내의 저지 대역을 형성하고; 그리고/또는 다층 광학 필름과 자홍색 층의 조합이 설계 입사각에서 550 nm를 포함하는 10 nm 폭 파장 범위에 걸쳐 10% 이하, 또는 5% 이하, 또는 2% 이하, 또는 1% 이하의 평균 내부 투과율을 가지며; 그리고/또는 다층 광학 필름과 흡수성 자홍색 층의 조합은 이러한 조합에 설계 입사각으로 입사하는 광에 대해 그리고 광이 다층 광학 필름에 입사하기 전에 흡수성 자홍색 층을 통과하도록 하는 방향으로부터, 500 내지 600 nm의 파장 범위에 걸쳐 50% 미만, 또는 40% 미만, 또는 30% 미만, 또는 20% 미만의 최대 퍼센트 반사율을 갖고; 그리고/또는 자홍색 층의 최대 흡수와 최소 투과에 대응하는 흡수 피크가 530 nm 이상 및 560 nm 이하의 파장에 배치될 수 있으며; 그리고/또는 흡수 피크는 20% 초과이지만 80% 미만인 내부 투과율을 가질 수 있다.

[0073]

적합한 프레임과 개시된 필터가 그에 부착되거나 달리 통합될 수 있는 한 쌍의 렌즈를 포함하는 예시적인 아이웨어 실시예가 도 12a에 도시되지만; 아이웨어(1209)는 임의의 적합한설계를 가질 수 있다. 교정 렌즈 아이웨어의 경우, 아이웨어(1209)는 필터(1211)를 사용자의 시선에 대해, 또는 사용자의 안면에 수직한 축에 대해 대략 10도의 각도로 기울일 수 있다. 필터(1211)는 약간 만곡된 아이웨어 렌즈(예컨대, 100 mm보다 큰 곡률 반경을 가짐)의 내측 면 또는 외측 면 중 어느 하나에 라미네이팅되거나 달리 부착될 수 있다. PET-기반인 다층 광학 필름이 그러한 곡률에 합치하도록 냉압되고(cold pressed) 거기에서 구매가능한 광학 접착제로 유지될 수 있지만, 필름을 100 mm만큼 작은 곡률에 합치시키기 위해서는 어느 정도의 열의 인가가 필요할 수 있다. 그 곡률 반경이 대략 100 mm 이하인 렌즈에 대한 중합체 필터의 적용은 약 100℃ 이상의 저 수준 가열의 사용으로 보조될 수 있다. 중합체 필터를 작은 곡률 반경 표면으로 열성형할 때 필름의 불균일한 연신을 회피하기 위해 주의를 기울일 수 있다. 필터는 렌즈의 전면 또는 후면에 라미네이팅될 수 있거나, 그것은 기계적 및/또는 자기적 부착 요소를 이용하는 "클립-온(clip-on)" 구조체로서 아이웨어에 부착될 수 있다. 대안적으로, 필름은 미국 특허 제5,827,614호(발라키아(Bhalakia) 등) 및/또는 제6,328,446호(발라키아 등)에서 논의된 것과 같은 방법을 사용하여 렌즈 내에 통합될 수 있다. 다른 부착 기술은 필터에 대한 렌즈 재료의 사출 성형, 또는 렌즈를 2개의 부품으로 제조한 다음에 광학 필터 또는 그의 다수의 구성요소를 렌즈 부품들 중 하나 또는 다른 하나에 라미네이팅한 후에 2개의 렌즈 부품을 함께 광학적으로 접합하는 것을 포함한다. 필터는 임의의 교정 렌즈에 부착될 필요가 없지만, 자립형이고 임의의 적합한 아이웨어 프레임, 예컨대 종래의 아이웨어 프레임에 의해 적소에 유지될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 필터, 또는 보강 라미네이트 내의 필터가 2개의 필터 각각을 열성형 없이 40 mm 이상의 곡률 반경을 가진 실린더형 구성으로 기계적으로 적소에 유지시키는 프레임과 함께 사용될 수 있다. 몇몇 경우에, 아이웨어 렌즈의 전방 표면 상에 편광 염료를 포함하는 것이 바람직할 수 있다. 몇몇 경우에, 아이웨어(1209)는 예컨대 중합체 필름 필터를 적합한 프레임에 사용하여 적소에 유지시킴으로써, 또는 필터를 평평하든 평평하지 않든 간에, 예컨대 사용자의 안면에 대한 수직 방향에 대해 원하는 입사각(경사각)으로 그리고 원하는 곡률 반경으로 달리 유지시킴으로써 렌즈(1216)를 생략할 수 있다.

[0074]

이제 예컨대 글레이어를 감소시키기 위해 개시된 다층 광학 필름과 조합하여 개시된 필터에 사용될 수 있는 다양한 흡수성 자홍색 염료와 재료를 설명하기 시작할 것이고, 또한 개시된 필터에 사용하기 위한 다른 흡수성 유색 층을 설명할 것이다.

[0075]

협대역 염료의 스펙트럼 폭 - 염료의 광학 밀도(아래에서 추가로 논의됨)에 관하여 측정되면 - 은 전형적으로 염료 로딩과 관계없다. 그러나, 퍼센트 내부 투과율, 퍼센트 흡수율, 또는 흡수율 플롯으로부터 측정되는 바와 같은 스펙트럼 폭은 염료 로딩 증가에 따라 실질적으로 증가한다. 이러한 효과는, 협대역 반사 다층 광학 필름이 협대역 염색된 층(또는 유사한 협대역 흡수성 층)과 조합되는 필터의 성능에 대해, 투과되는 광의 협대역 차단 및 반사되는 글레이어의 보다 큰 흡수를 위한 보다 넓은 대역의 제공 둘 모두에 있어서 상당한 영향을 가진다.

[0076]

염료 또는 다른 흡수성 재료 또는 층은 그 FWHM 폭이 내부 투과율, 흡수, 또는 흡수율로부터 측정시 예컨대 40% 내지 80% 범위 내의 비교적 중간의 피크 흡수율을 가진 희석된 코팅을 사용함으로써 비교적 좁게 맞추어지는 녹

색 선택 흡수 대역을 갖도록 선택될 수 있다. 이는 다층 광학 필름의 반사 대역 밖에 있는 광의 비교적 높은 투과를 허용한다. 흡수성 층이 다층 광학 필름의 관찰자에게 적용될 때, 다층 광학 필름으로부터의 반사 전과 후의, 흡수체를 통한 광의 이중 패스(double pass)는 흡수 대역폭과 경로 길이의 효과적인 증가로 인해 단일 패스 흡수에 비해 반사 광의 광학 감쇠(optical attenuation)를 증가시킨다. 바꾸어 말하면, 중간 정도로 흡수하는 염료의 FWHM은 단일 패스 투과된 광에 대해서보다 이중 패스 반사된 광에 대해 실질적으로 더 크다. 이는 염료의 피크 흡수율 값에 있지 않는 반사된 녹색 광의 파장의 보다 큰 감쇠를 제공한다.

[0077]

글래어 감소에 더하여, 흡수성 층(예컨대, 회색된 염료)의 협대역폭은 설계 입사각에서 다층 광학 필름과 유사한 투과시 색을 관찰자에게 제공한다. 흡수성 층 및 다층 광학 필름 둘 모두를 포함하는 필터가 큰 범위의 각도에 걸쳐 투과 관찰될 때, 이러한 복합 필름의 겉보기 색은 흡수성 층이 필터로부터 생략된 경우, 또는 흡수성 층이 광대역 회색 흡수 필름과 같은 덜 색 선택적인 경우보다 덜 뚜렷한 색 변화를 보인다. 이러한 특징은 관찰각을 가진 다층 광학 필름의 반사 대역의 알려진 색 변화에 의해 유발되는 관찰자의 가능한 교란을 감소시킨다(예컨대 미국 특허 제6,531,230호(웨버 등) 참조). 약 20 또는 30도보다 큰 비-수직 관찰각의 경우, 관찰자에 대한 색 향상 이득이 다층 반사기의 대역이동으로 인해 감소될 수 있지만, 레이저 보호 아이웨어와 같은 몇몇 응용과는 달리, 이러한 경우에 아이웨어의 사용자에게 어떠한 위험도 부과되지 않을 수 있다. 레이저 보호 아이웨어의 경우에, 각도의 함수로서의 반사 대역 이동의 현상은 매우 바람직하지 않은 것으로 고려되며, 그러한 이유로 그러한 응용에서의 다층 반사기는 일반적으로 고도로 만족된 기재(예컨대, 렌즈, 윈도우, 또는 실드), 예컨대 그 곡률 반경이 40 내지 60 mm 범위 내에 있는 기재 상에 배치되며, 이때 기재와 반사기의 곡률 중심은 대체로 사용자의 눈의 망막 뒤에 또는 그 부근에 위치된다. 반면에, 본 명세서에 개시된 아이웨어와 그러한 아이웨어에 적용되는 개시된 필터는 그러한 큰 곡률을 가질 필요가 없지만, 필요할 경우 그러한 수도 있다. 예를 들어, 그러한 아이웨어(예컨대, 렌즈)와 필터는 100 mm보다 큰, 또는 150 mm보다 큰 곡률 반경을 가질 수 있으며, 이들 범위는 무한한 곡률 반경, 즉 평평한 렌즈 표면 또는 필터를 포함한다.

[0078]

이제 도 6과 관련하여 위에서 논의된 흡수성 자홍색 염색된 필름을 재논의하고, 이들 필름을 더욱 상세히 평가한다. 도 13은 측정된 외부 투과 스펙트럼(601, 602, 603, 604)을 재현하고, 단순히 그들을 각각 1301, 1302, 1303, 및 1304로 재라벨링한다. 이들 스펙트럼과 관련된 필름은 전술된 바와 같이 상이한 로딩 양의 에폴라이트™ 5391 염료를 사용하였다. 도 13은 또한 도 7로부터의 협대역 녹색 반사 다층 광학 필름의 측정된 외부 투과 스펙트럼(곡선(701) 참조)을 이들 스펙트럼에 중첩하며, 이러한 스펙트럼은 도 13에서 1305로 재라벨링된다. 이러한 중첩된 투과 스펙트럼은 흡수성 자홍색 층의 흡수 대역, 및/또는 대역의 피크 흡수율이 어떻게 다층 광학 필름의 반사 대역과 파장이 적어도 대략 정렬될 수 있는지를 그래프로 보여준다.

[0079]

곡선(1301 내지 1304)의 비교 및 표 4의 검토 둘 모두로부터, 도 15(곡선(1301 내지 1304)와 관련된 흡수성 필름의 광학 특성을 포함함)로부터의 데이터를 사용하여, 이들 흡수성 자홍색 필름의 흡수 대역의 FWHM 폭이 염료 로딩의 함수로서 변하는 것을 볼 수 있다. 흡수 대역 폭은 가시 범위에 걸쳐 보다 적은 양의 염료 로딩과 보다 높은 평균 투과율을 가진 필름(예컨대, 곡선(1304) 참조)의 경우 가장 좁다. 흡수 대역 폭은 가시 범위에 걸쳐 보다 많은 양의 염료 로딩과 보다 낮은 평균 투과율을 가진 필름(예컨대, 곡선(1301) 참조)의 경우 가장 넓다. 보다 낮은 염료 로딩을 가진 보다 좁은 대역의 필름은 허용가능한 협대역 글래어 감소기로서 기능할 수 있다.

[0080]

흥미롭게도, 다음과 같이, 즉

[0081]

광학 밀도(또는 OD) = 흡수도 = $-\text{Log}_{10}((\text{내부 투과율 } \%) / 100)$

[0082]

과 같이 흡수성 자홍색 필름의 투과 특성이 광학 밀도(OD) 또는 흡수도에 관하여 재공식화되면, 다양한 필름의 생성된 투과 스펙트럼이 염료 로딩에 훨씬 덜 의존하는 흡수도 폭을 보인다. 도 13의 염색된 필름들 중 일부의 광학 밀도 또는 흡수도를 우선 각각의 외부 투과 스펙트럼으로부터 중합체/공기 계면에서의 광의 반사의 영향을 수학적으로 제거한(퍼센트 내부 투과율을 얻기 위해) 다음에 100으로 나누고 위의 수학식에 따라 음의 로그를 계산함으로써 계산하였다. 중합체/공기 계면에서의 (프레넬) 반사율은 필름의 측정된 외부 투과율 "T외부"로부터 필름의 내부 투과율 "T내부"를 계산하는 하기의 공식으로 수학적으로 제거될 수 있다:

[0083]

$T_{\text{내부}} = (-b + \sqrt{b^2 - 4ac}) / 2a$, 여기서:

[0084]

$a = r_1 \cdot r_2 \cdot t$

[0085]

$b = 1 - r_1 - r_2 + r_1 \cdot r_2$

[0086]

$c = -T_{\text{외부}}$

- [0087] r_1 = 그의 굴절률로부터 계산된 제1 중합체/공기 표면의 반사율, 및
- [0088] r_2 = 그의 굴절률로부터 계산된 제2 중합체/공기 표면의 반사율.
- [0089] 이들 계산의 결과가 도 14에 도시된다. 거기서, 곡선(1401, 1402, 1403)은 각각 곡선(1302, 1303, 1304)의 흡수성 자홍색 필름에 대한 계산된 광학 밀도 또는 흡수도이다. 도 14의 각각의 곡선에 대해, 흡수도가 최대치의 절반인 단파장 및 장파장 위치를 마킹하기 위해 2개의 가는 수직선이 제공된다.
- [0090] 도면으로부터, 다양하게 염색된 필름의 흡수도 또는 광학 밀도 스펙트럼이 염료 로딩에 덜 의존하는 폭(각각 약 40 nm)을 갖는 것을 볼 수 있다. 그러나, CVD 사람을 위한 색 식별력 향상의 본 출원의 경우, 이러한 흡수 대역폭의 측정(흡수성 층의 광학 밀도에 기초함)은 흡수성 층에 의해 흡수되는 광의 분율 또는 백분율에 기초하여, 즉 흡수율 또는 내부 투과율에 기초하여 측정되는 대역폭보다 덜 중요하다. "흡수율"은 범위가 0 내지 1인 파라미터이고, 1 빼기 내부 투과율(내부 투과율이 백분율보다는 소수 값으로 표현되는 경우)과 동일하다. 도 6 및 도 13과 관련하여 본 바와 같이, 도 14와는 대조적으로, 염색된 필름의 흡수 대역의 폭(FWHM)이 염료 로딩에 따라 실질적으로 변한다. 그러나, 엄밀히 말하면, 도 6과 도 13은 프레넬 표면 반사의 영향을 포함하며, 따라서 내부 투과율보다는 외부 투과율에 관한 것이다. 더욱 정확한 결과를 얻기 위해 외부 투과 스펙트럼으로부터 전술된 바와 같이 전방 및 후방 프레넬 표면 반사의 영향을 쉽게 수학적으로 제거할 수 있다.
- [0091] 이러한 접근법을 따라, 곡선(1302, 1303, 1304)에 대한 흡수율이 계산되었고, 도 15에 각각 곡선(1501, 1502, 1503)으로 플로팅된다. 도 15의 각각의 곡선에 대해, 역시 흡수율이 최대치의 절반인 단파장 및 장파장 위치를 마킹하기 위해 2개의 가는 수직선이 제공된다. 곡선(1501, 1502, 1503)에 대한 FWHM 폭의 이러한 결과는 각각 80 nm, 63 nm, 및 52 nm와 동일하다. 따라서, 역시, 이들 흡수성 자홍색 필름에 대한 흡수 대역의 폭이 염료 로딩이 증가함에 따라(그리고 피크 흡수율이 증가함에 따라) 실질적으로 증가하는 것을 볼 수 있다. 유사하게, 인접 다층 반사기로부터의 반사에 의한 염료 층을 통한 광의 이중 패스가 염료 로딩을 효과적으로 배가시켜, 단일 패스 투과된 광에 대한 염료 층의 FWHM에 비해 반사된 광에 대한 염료 층의 FWHM을 증가시킨다.
- [0092] 도 13(및 도 15)으로부터, 곡선(1303, 1304)(곡선(1502, 1503))의 흡수성 자홍색 필름이 곡선(1305)의 다층 광학 필름의 대역폭에 근사한 대역폭을 갖고, 이들 2개의 흡수성 자홍색 필름이 다층 광학 필름의 반사 대역 밖에서 비교적 소량의 광을 흡수하는 것을 볼 수 있다. 따라서, 이들 흡수성 필름의 비교적 희석된 코팅에서, 흡수의 대부분이 다층 광학 필름의 반사 대역에 의해 이미 차단된 대역에서 일어나고, 이들 대역은 (개별적으로 그리고 함께) 전체 녹색 가시 범위의 일부분만을 차단한다. 따라서, 곡선(1305)의 다층 광학 필름과 곡선(1303 또는 1304) 중 어느 하나의 흡수성 자홍색 층의 조합으로부터 제조되는 필터를 사용하는 관찰자가 여전히 관찰 유색 물체와 이미지에 대해 상당한 양의 녹색 가시 광을 인지할 수 있는 한편, 다층 광학 필름이 녹색 가시 범위의 선택된 부분에 대한 차단 능력의 대부분을 제공한다.
- [0093] 도 16은 협대역 녹색 반사 다층 광학 필름으로부터의 글레이(반사)가 어떻게 중간의 피크 흡수율을 갖는 적합하게 배치된 흡수성 자홍색 층으로 상당히 감소될 수 있는지를 보여주는 몇몇 예시적인 투과율 및 반사율 곡선을 제공한다. 곡선(1601)은 협대역 녹색 반사 다층 광학 필름의 반사율(수직 입사시의 측정된 외부 투과율로부터 계산됨)이다. 곡선(1602)은 에플라이트 5391 염료를 사용하여 제조된, 도 6의 그것과 유사한 흡수성 자홍색 필름의 내부 투과율이다. 이러한 흡수성 자홍색 필름의 경우, 염료를 내스크래치성 UV 경화성 아크릴레이트 하드 코트의 용매 내에서 용해시킨 다음에 그의 수지와 혼합시켰다. 아크릴레이트에 43% 실리카 실란을 로딩하였고, 염료 로딩을 원하는 피크 흡수율 값을 제공하도록 조절하였다. 아래에서 표 6에 나타난 바와 같이, 하드코트 내의 염료의 스펙트럼 폭(FWHM)은 비텔 코팅 내의 동일한 염료의 경우보다 크다. 표 4의 염료 곡선(604, 605)의 FWHM 값과 피크 투과율을 표 6의 곡선(1602)의 그것과 비교한다. 이러한 상이한 염료 호스트(host)는 또한 피크 흡수 파장을 비텔에서 554 nm로부터 551 nm의 보다 낮은 값으로 이동시킨다. 자홍색 염료 층을 통한 광의 이중 패스 투과는 소정 파장의 광만이 다층 스택에 의해 완전히 반사되고 염료 층을 통한 이중 패스를 겪는다는 사실을 고려하는 곡선(1603)에 의해 근사화된다. 곡선(1603, 1604)은 곡선(1601, 1602)에 기초하여 계산된다. 구체적으로, 곡선(1603)은 다층 광학 필름의 반사 대역(1601a)의 영역에서를 제외하고는 실질적으로 곡선(1602)을 따른다. 반사 대역(1601)의 영역에서, 곡선(1603)은 이러한 파장 영역의 광이 흡수성 자홍색 필름을 2회 통과한다는 사실을 고려할 때(도 12 참조) 흡수성 자홍색 필름의 "이중-패스" 내부 투과율이다. 곡선(1603)의 피크 흡수율은 곡선(1602)의 피크 흡수율보다 실질적으로 크다. 도 13과 도 15의 곡선에서 유추하여, 흡수 곡선(1603)의 유효 FWHM도 또한 곡선(1602)의 FWHM보다 실질적으로 커서, 반사된 글레이의 보다 큰 흡수를 위한 보다 넓은 대역을 제공함과 동시에, 색 물체와 이미지를 관찰하기 위해 투과된 광의 보다 좁은 흡수 대역을 제

공한다.

[0094] 곡선(1604)은 수직 입사시의 다층 광학 필름의 반사율(곡선(1601))과 곡선(1603)의 투과 스펙트럼(그에 의해 제공되는 흡수)에 기초하는 계산된 전체 반사율 또는 글레어이다. 이 그래프는 흡수성 자홍색 필름에 의해 상당히 흡수되는 광의 모든 파장이 반사 대역의 제한된 대역폭으로 인해 다층 광학 필름에 의해 상당히 반사되지 않는다는 사실을 고려한다. (입사각의 함수로서의 반사 대역의 이동의 영향도 또한 고려될 수 있으며, 아래에서 도 17과 관련하여 논의된다.) 이들 고려 사항은 흡수성 층의 흡수 대역의 폭과 피크 흡수율의 복잡한 "증폭"의 정도를 가져온다.

[0095] 흡수성 자홍색 필름(그의 라벨(1602)에 의해 식별됨)의 관련 광학 특성이 아래에서 표 6에 제공되고, 다층 광학 필름(그의 라벨(1601)에 의해 식별됨)의 관련 광학 특성이 아래에서 표 7에 제공된다. 다층 광학 필름의 반사 대역은 염료의 FWHM 폭보다 좁은 FWHM 폭을 갖는다. 따라서, 다층 광학 필름은 흡수성 자홍색 필름이 상당한 흡수를 갖는 모든 파장을 반사하지 않을 것이고, 흡수성 자홍색 필름은 그의 전체 흡수 대역에 걸쳐 완전한 이중 패스 흡수를 생성하지 않을 것이다.

[0096] 그러나, 필름에 거의 수직 입사로 전파하는 광의 경우, 예를 들어 관찰자의 안구로부터 또는 관찰자의 눈 부근의 피부로부터 반사하는 광으로 인해, 흡수성 자홍색 필름을 통한 광의 이중 패스가 여전히 도 16의 곡선(1603)에 의해 개략적으로 도시된 바와 같이 반사각의 대역폭 내에 있는 광의 감쇠를 가져올 것이다. 따라서, 수직 대역 에지를 갖고서 다층 광학 필름에 수직 입사하는 경우에, 글레어가 여전히 도 16의 곡선(1604)에 의해 근사하게 주어질 것이다. 따라서, 이러한 필터 구성은 500 내지 600 nm 범위에 걸쳐 실질적으로 감소된 피크 반사율을 제공한다.

[0097] 비-수직 각도로 흡수성 필름에 입사한 다음에 다층 광학 필름(그 반사 대역이 비-수직 입사각으로 인해 스펙트럼 이동됨)으로부터 반사하는 광의 경우는 그것이 각도에 의존하기 때문에 더욱 복잡하다. 도 17의 그래프는 도 16에서와 동일한 협대역 녹색 반사 다층 광학 필름 및 동일한 흡수성 자홍색 필름에 대해 이러한 상황을 살핀다. 도 17에서, 수직 입사시의 다층 광학 필름의 측정된 외부 투과율이 곡선(1701)으로 플로팅되고, 30도의 비스듬한 각도에서의 동일한 필름의 계산된 외부 투과율이 곡선(1702)으로 플로팅된다. 도 17은 또한 1703으로 라벨링되는, 흡수성 자홍색 필름의 측정된 외부 투과율을 포함한다. 30도 입사각에서, 흡수성 자홍색 필름을 통한 광의 이중 패스는 주로 대략 500 내지 530 nm의 파장에 대해 일어난다. 흡수성 필름은 여전히 이들 파장에서 상당한 흡수를 갖고, 어느 정도의 글레어-방지 이득을 제공할 것이다. 여기에서의 예에서, 비텔 내의 동일한 염료에 비해, 하드코트에서의 약간 넓어진 에플라이트 5391 염료 대역폭과 그의 파장 이동된 피크의 사용은 보다 낮은 파장에서 더욱 많은 흡수를 제공한다. 45도 내지 60도와 같은 보다 큰 입사각에서, 다층 광학 필름의 반사 대역은 흡수성 필름이 훨씬 더 적은 흡수를 갖는, 그러나 또한 사람 눈의 명소시 민감성 응답의 감소로 인해 눈에 덜 띄는 파장 범위 내에 있는 청색 가시 영역으로 이동할 것이다.

[0098] 필터로부터 큰 범위의 각도로 반사하는 고 세기 광에 대해 글레어-방지 해결책이 요구되는 경우에 광대역 흡수체(예컨대, 광대역 염료 또는 집합적으로 광대역 흡수를 생성하는 다수의 염료의 조합)가 또한 글레어-방지 층으로서 사용될 수 있다. 그러한 광대역 흡수체는 가시 영역에 걸쳐 파장의 함수로서 비교적 균일한 투과(그리고 비교적 균일한 흡수)를 가질 수 있다. 생성된 필터 구조체(협대역 녹색 반사 다층 광학 필름 더하기 광대역 흡수체)가 광의 보다 낮은 총 투과율을 가질 것이지만, 예컨대 420 nm 내지 680 nm의 광의 평균 투과율이 50% 미만, 또는 30% 미만, 또는 심지어 20% 미만일 수 있지만, 그것은 훨씬 더 낮은 전체 투과율이 요구될 수 있는 밝은 일광의 실외 환경에서 유용할 수 있다.

[0099] [표 6]

다양한 흡수성 자홍색 필름의 광학 특성

필름 (곡선 라벨)	λ_1 (nm)	λ_2 (nm)	FWHM 대역폭 (nm)	λ 중심 (nm)	λ 피크 (nm)	λ 피크에서의 내부 T%	550 nm를 포함한 10 nm 범위에 걸친 평균 내부 T%	420 내지 680에 걸친 평균 내부 T%	420 내지 λ_1, λ_2 내지 680에 걸친 평균 내부 T%
1602	505	573	68	539	551	51.6	52.3	85.5	93.2
1801	514	575	61	544	553	52.7	54.2	82.8	88.7
1802	499	580	81	539	554	30.0	31.3	68.8	78.6
1803	499	587	88	543	559	9.2	14.2	55.9	68.4
1804	473	595	122	534	559	2.8	4.8	42.2	57.3

[0100]

[0101] [표 7]

다층 광학 필름의 광학 특성

필름 (곡선 라벨)	λ_1 (nm)	λ_2 (nm)	FWHM 대역폭 (nm)	λ 중심 (nm)	550 nm를 포함한 10 nm 범위에 걸친 평균 내부 T%	420 내지 680에 걸친 평균 내부 T%	420 내지 λ_1, λ_2 내지 680에 걸친 평균 내부 T%
1601	532	567	35	549	0.01 (545-555)	84.6	96.0

[0102]

[0103]

에폴라이트 5391 협대역 염료의 대체물을 조사하였다. 이러한 대체물은 일본 도쿄 소재의 야마모토 케미칼즈, 인크.(Yamamoto Chemicals, Inc.)로부터 입수가능한 타입 SD-048 협대역 염료였다. 이어서, 에폴라이트 5391 염료로 제조된 필름과 유사한 방식으로 다양한 염료 로딩으로 SD-048 염료를 사용하여 또 다른 흡수성 자홍색 필름을 제조하였다. 비텔 중 일부와 PMMA 중 하나인, 4가지 상이한 염료 로딩에 대한 제조 상세 사항이 아래에서 표 8, 표 9, 표 10, 및 표 11에 제공된다. 이들 염료 용액 각각의 핸드 코팅을 메이어 바(Mayer bar) #24를 사용하여 50 마이크로미터 투명 폴리에스테르 필름 상에 형성함으로써 4개의 염색된 필름을 제조하였다.

[0104] [표 8]

비텔 V2200 1:1 염료 용액

성분	양 (g)	전체 중 중량%	고형물 중 중량%
야마모토 SD-048 염료	0.1	0.17%	1.2%
MEK	42	70%	
비텔 2200 코폴리에스테르	8	13%	98.8%
톨루엔	10	17%	
총계	60.1	100%	
코팅 용액	%고형물	13.5%	

[0105]

[0106] [표 9]

비텔 V2200 1:2 염료 용액

성분	양 (g)	전체 중 중량%	고형물 중 중량%
야마모토 SD-048 염료	0.1	0.10%	0.6%
MEK	64	63.94%	
비텔 2200 코폴리에스테르	16	15.98%	99.4%
톨루엔	20	19.98%	
총계	100.1	100%	
코팅 용액	%고형물	16.1%	

[0107]

[0108]

[표 10]

비텔 V2200 3:1 염료 용액

성분	양 (g)	전체 중 중량%	고형물 중 중량%
야마모토 SD-048 염료	0.3	0.30%	3.6%
MEK	82	81.75%	
비텔 2200 코폴리에스테르	8	7.98%	96.4%
톨루엔	10	9.97%	
총계	100.3	100%	
코팅 용액	%고형물	8.3%	

[0109]

[0110]

[표 11]

PMMA VO44 3:1 염료 용액

성분	양 (g)	전체 중 중량%	고형물 중 중량%
야마모토 SD-048 염료	0.3	0.30%	3.6%
MEK	60	59.82%	
아세톤	22	21.93%	
VO44 PMMA	8	7.98%	96.4%
톨루엔	10	9.97%	
총계	100.3	100%	
코팅 용액	%고형물	8.3%	

[0111]

[0112]

생성된 4개의 흡수성 자홍색 필름 각각에 대해, 수직 입사시의 외부 투과율을 측정하였다. 대표적인 외부 투과 스펙트럼이 도 18에 곡선(1801, 1802, 1803, 1804)으로 플로팅된다. 곡선(1801)은 표 9의 염료 용액(비텔 1:2 용액)으로부터 제조되는 필름에 대응하고, 곡선(1802)은 표 8의 염료 용액(비텔 1:1 용액)으로부터 제조되는 필름에 대응하며, 곡선(1803)은 표 10의 염료 용액(비텔 3:1 용액)으로부터 제조되는 필름에 대응하고, 곡선(1804)은 표 11의 염료 용액(PMMA 3:1 용액)으로부터 제조되는 필름에 대응한다. 이들 흡수성 자홍색 필름(그들 각각의 라벨에 의해 식별됨)의 관련 광학 특성이 도 19의 데이터로부터 위에서 표 6에 제공된다. 도 7로부터의 다층 광학 필름의 수직 입사 외부 투과율이 또한 도 18에 곡선(1805)으로 플로팅된다. (투과 스펙트럼(1805) 및 관련 반사 대역(1805a)은 각각 투과 스펙트럼(701) 및 반사 대역(701a)에 정확히 대응한다.) 그러한 다층 광학 필름은 흡수성 필름으로 인한 감소된 글레이어를 갖고서 색을 구별하거나 식별하는 CVD를 가진 사람의 능력을 실질적으로 향상시키기 위한 필터를 제공하기 위해 흡수성 필름들 중 임의의 것과 조합될 수 있다.

[0113]

흡수성 자홍색 필름의 특성은 도 13 내지 도 15와 관련하여 전술된 기술을 사용하여 흡수도 또는 광학 밀도(OD)에 관하여, 또는 흡수율에 관하여 재계산될 수 있다. 이러한 방식으로, 각각 외부 투과율 곡선(1801, 1802, 1803, 1804)에 기초하여 도 19의 흡수율 곡선(1901, 1902, 1903, 1904)을 계산하였다. 곡선(1901, 1902, 1903, 1904)의 FWHM 폭은 각각 61 nm, 81 nm, 88 nm, 및 122 nm인 것으로 계산되었다. 여기서, 역시 에폴라이트 5391로 제조된 필름과 마찬가지로, 이들 흡수성 자홍색 필름에 대한 흡수 대역의 폭이 염료 로딩이 증가함에 따라, 그리고 피크 흡수율이 증가함에 따라 실질적으로 증가하는 것을 볼 수 있다. 낮은 염료 로딩에서, 이러한 염료는 반사 대역 파장 범위 밖에서 비교적 높은 투과를 그리고 대역 내에서 우수한 흡수를 제공할 수 있다. 80 nm 이하의 FWHM 폭이 많은 경우에 우수한 글레이어 제어와 허용가능한 대역의 투과에 충분할 수 있다.

[0114]

도 20의 흡수도 또는 광학 밀도 곡선(2001, 2002, 2003, 2004)을 또한 각각 외부 투과율 곡선(1801, 1802, 1803, 1804)에 기초하여 계산하였다. 곡선(2001, 2002, 2003, 2004)의 FWHM 폭은 각각 47 nm, 56 nm, 40 nm, 및 43 nm인 것으로 계산되었다. 이는 역시 다양하게 염색된 필름의 흡수도 또는 광학 밀도 스펙트럼이 염료 로딩에 덜 의존하는 폭을 갖는 것을 보여준다.

- [0115] 흡수성 자홍색 층과 조합되는(그에 라미네이팅되는) 협대역 녹색 반사 다층 광학 필름을 통합하는 다양한 복합 필터를 제조하였고, 그러한 필터를 색 식별력의 임의의 개선을 확인하기 위해 CVD 사람(들)에 의해 시험하였다. 도 21 내지 도 23은 그러한 필터의 측정된 외부 투과 스펙트럼을 도시한다.
- [0116] 도 21의 필터의 경우, 곡선(701)의 협대역 녹색 반사 다층 광학 필름(도 7 참조; 이 필름은 단독으로 49 nm의 FWHM 폭을 가짐)을 곡선(1304)의 흡수성 자홍색 필름(도 13 참조; 이 필름은 단독으로 52 nm의 FWHM 폭을 가짐)에 라미네이팅하였다. 생성된 복합 필터는 도 21에 곡선(2101)에 의해 도시된 수직 입사시의 측정된 외부 투과율을 가졌다. 550 nm에 또는 그 부근에 배치되는 저지 대역(2101a)을 쉽게 볼 수 있다. 이러한 복합 필터의 관련 광학 특성이 아래에서 표 12에 제공된다. 복합 필터의 FWHM 폭(54 nm)은 다층 광학 필름만의 그것(49 nm) 또는 흡수성 자홍색 층만의 그것(52 nm)보다 단지 약간 크다.
- [0117] 2개의 복합 필터가 도 22와 관련된다. 이들 필터를 도 21의 필터와 동일한 방식으로 제조하였지만, 이때 반사 대역을 원하는 파장으로 이동시키기 위해 주조 휠 속도를 조절하였다. 제1 그러한 필터에서, 협대역 녹색 반사 다층 광학 필름을 곡선(1304)의 흡수성 자홍색 필름에 라미네이팅하였다. 도 21에서와 같이, 다층 광학 필름의 반사 대역은 550 nm보다 약간 작은 중심 파장과 약 48 nm의 FWHM 폭을 갖는 3차 대역이었다. 생성된 복합 필터의 수직 입사시의 측정된 외부 투과율이 도 22에 곡선(2201)에 의해 도시된다. 이러한 복합 필터의 관련 광학 특성이 아래에서 표 12에 제공된다. FWHM은 58 nm로 증가되는데, 왜냐하면 다층 광학 필름의 반사 대역이 보다 짧은 파장으로 이동되었고, 염료의 흡수 대역은 그렇지 않았기 때문이다. 보다 좁은 스펙트럼 폭(FWHM)을 가진 저지 대역을 제공하기 위해, 보다 짧은 파장에서 흡수 대역을 갖는 대안적인 염료를 사용하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0118] 도 22의 제2 복합 필터는 550 nm보다 약간 더 큰 중심 파장을 갖는다. 반사 대역은 약 49 nm의 FWHM 폭을 가졌다. 이러한 다층 광학 필름을 곡선(2201)의 복합 필터에 사용된 동일한 흡수성 자홍색 필름에 라미네이팅하였다. 생성된 복합 필터의 수직 입사시의 측정된 외부 투과율이 곡선(2202)에 의해 도시된다. 이러한 복합 필터의 관련 광학 특성이 아래에서 표 12에 제공된다. FWHM은 59 nm로 증가되는데, 왜냐하면 다층 광학 필름의 반사 대역이 보다 짧은 파장으로 이동되었고, 염료의 흡수 대역은 그렇지 않았기 때문이다. 보다 좁은 스펙트럼 폭(FWHM)을 갖는 저지 대역을 제공하기 위해, 보다 짧은 파장에서 흡수 대역을 갖는 대안적인 염료를 사용하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0119] 각각이 다층 반사기와 흡수성 자홍색 염료 층으로 구성되는 3개의 복합 필터가 도 23과 관련된다. 이들 3개의 필터 각각에 대한 다층 반사기는 그 3차 고조파가 550 nm에서 또는 그 부근에서 가시 반사 대역을 생성하는, 적 외선에서 1차 반사 대역을 생성하는 층 두께 구배를 갖고서, PET와 coPMMA의 275개의 교번하는 층을 가졌다. 다층 광학 필름 각각에 대한 가시 반사 대역의 정확한 스펙트럼 위치를 압출 공정에서 주조 휠 속도를 변화시킴으로써 그의 원하는 값으로 조절하였다. 제1 다층 광학 필름(제1 복합 필터의 구성요소)에 대한 가시 반사 대역은 550 nm보다 약간 작은 중심 파장을 가졌고, 제2 다층 광학 필름(제2 복합 필터의 구성요소)에 대한 가시 반사 대역은 550 nm에 가장 근사한 중심 파장을 가졌으며, 제3 다층 광학 필름(제3 복합 필터의 구성요소)에 대한 가시 반사 대역은 550 nm보다 약간 큰 중심 파장을 가졌다. 복합 필터를 생성하기 위해, 이들 다층 광학 필름 각각을 흡수성 자홍색 필름에 부착하였다. 각각의 경우에, 사용되는 흡수성 자홍색 필름은 51%의 최소 내부 투과율을 갖는, 곡선(2501)(아래의 도 25 참조)에 의해 표시되는 염료 로딩을 가진 흡수성 자홍색 염료 필름이었다. 이는 또한 곡선(1602)에 대해 사용되고 측정된 동일한 염색된 필름이다. 곡선(1703)은 이러한 동일한 염료 층의 외부 투과율을 도시한다. 이러한 흡수성 자홍색 필름과 3개의 다층 광학 필름의 조합은 그 수직 입사시의 측정된 외부 투과율이 도 23에 각각 곡선(2301, 2302, 2303)에 의해 도시되는 제1, 제2, 및 제3 복합 필터를 생성하였다. 각각의 다층 광학 필름의 (3차) 반사 대역과 흡수성 자홍색 필름의 흡수 대역의 조합인 이들 필터의 저지 대역을 도면에서 쉽게 볼 수 있다. 이들 복합 필터의 관련 광학 특성이 아래에서 표 12에 제공된다. 곡선(1602)(68 nm FWHM)의 자홍색 층의 추가 후에 곡선(2301 내지 2303)의 좁은 스펙트럼 폭(FWHM) 값이 35 nm(곡선(1701))의 기부 광학 필름 값보다 단지 약간 큰 것에 유의한다.

[0120] [표 12]

다층 광학 필름 + 흡수성 필름 조합의 광학 특성

필름 (곡선 라벨)	λ_1 (nm)	λ_2 (nm)	FWHM 대역폭 (nm)	λ 중심 (nm)	550 nm를 포함한 10 nm 범위에 걸친 평균 내부 T%	420 내지 680에 걸친 평균 내부 T%	420 내지 λ_1, λ_2 내지 680에 걸친 평균 내부 T%
2101	521	575	54	548	0.44 (545-555)	73.1	89.5
2201	509	567	58	538	0.34 (540-550)	73.0	90.3
2202	528	587	59	557	0.57 (545-555)	70.3	87.4
2301	519	562	43	540	2.12 (540-550)	77.3	89.5
2302	531	572	41	551	0.01 (545-555)	77.3	89.5
2303	535	582	47	558	1.05 (550-560)	74.6	87.4

[0121]

[0122]

도 21의 복합 필터를 대부분이 CVD인 19명의 사람에 의해 시험하였다. (한 사람은 정상 색각을 갖는 것으로 알려졌고 CVD가 아니었으며(도 24a, 도 24b의 사람 #10 참조); 다른 사람은 스스로 CVD인 것으로 믿었지만 시험 결과 그렇지 않은 것이 밝혀졌으며(도 24a, 도 24b의 사람 #4 참조); CVD를 갖는 또 다른 사람은 2회 시험하였고, 그 결과가 2명의 사람, 즉 사람 #1 및 사람 #11로서 별개로 보고된다.) 필터를 약 60 mm의 실린더형 곡률 반경을 갖고서 그리고 필름 표면에 대한 수직 입사시의 관찰을 위해 각각의 렌즈의 곡률 중심이 각각의 눈의 망막 바로 뒤에 위치되는 상태로 유지시키는 안경 프레임 내로 필터를 삽입하였다. 각각의 사람은 필터형 안경을 사용함이 없이 그리고 확산 일광과 천장 형광등의 균형 잡힌 혼합을 갖는 창이 있는 방의 환경에서 25개 이시하라 검사 판의 숫자 패턴을 읽도록 시도하였다. 각각의 사람에 의해 정확하게 식별된 이시하라 검사 판의 결과적인 개수(총 25개 중에서)가 도 24a에 플로팅된다. (정상 색각을 갖는 것으로 알려진 사람인 사람 #10의 경우 데이터 점이 플로팅되지 않는다. 이 사람은 25개 이시하라 검사 판 모두를 인식하였다.) 이 그래프에서, 수직 축은 정확하게 식별된 이시하라 검사 판의 개수이고, 수평축은 시험을 받은 사람의 식별 번호(1 내지 20)이다(수평축 상의 "사람들" 중 2명은 2회 시험을 받은 1명의 사람이라는 것에 주의한다.) 표준화된 방법론에 의해, 13개 이하의 정확한 응답의 스코어는 이상 색각(deficient color vision)을 가리키고, 17개 이상의 정확한 응답의 스코어는 정상 색각을 가리킨다. 가는 수평선이 기준 목적을 위해 13개와 17개에서 그래프 상에 제공된다. 20명의 사람 거의 모두가 이상 색각을 가진 것이 명백하다.

[0123]

이어서, 동일한 19명의 사람 각각이 필터형 안경을 착용한 상태에서, 그러나 그 외에는 실질적으로 동일한 조건 하에서 다시 시험을 받았다. 모든 19명의 사람에 대한 결과가 도 24a의 그것과 동일한 방식으로 설정되는 도 24b의 그래프에 정사각형 형상의 데이터 점으로 플로팅된다. 원래 데이터 점(사람이 필터형 안경을 착용하지 않았음)이 또한 편의상 도 24b에 재현되며, 원래 데이터 점은 원형 형상의 데이터 점으로 그려진다. 역시, 도 24b의 수평축 상의 "사람들" 중 2명, 즉 사람 #1과 사람 #11이 2회 시험을 받은 1명의 CVD 사람인 것에 유의한다. 또한, 사람 #10이 필터형 안경을 착용한 이 시험에서 또 다시 모든 25개 이시하라 판을 인식하였다.

[0124]

사람 #1을 제외하고는 동일한 19명의 사람 각각이 또한 필터형 안경을 착용한 상태에서, 그러나 상이한 조명 조건 하에서, 즉 방이 머리 위의 형광등만으로 조명되는 조건 하에서 다시 시험을 받았다. 사람 #1을 그가 또한 이러한 시험의 부분을 받도록 사람 #11로서 재시험하기 위해 재호출하였다. 이 경우에 모든 19명의 사람에 대한 결과가 도 24b의 그래프에 다이아몬드 형상의 데이터 점으로 플로팅된다(데이터 점이 제공되지 않는 사람 #10이 또 다시 모든 25개 이시하라 검사 판을 인식하였음을 유념한다).

[0125]

도 22의 필터로 색 식별력 시험을 또한 수행하였다. 이들 시험을 위해, 필터형 안경을, 도 21의 필터가 관찰자의 눈의 관점에서 거의 수직 입사 관찰을 제공하는, 동일한 실린더형 구성을 갖는 곡선(2201)의 필터(그 중심 파장이 위에서 도 12에 538 nm로 도시됨)로 대체되도록 변경하였다. 일반적으로 말하면, 이러한 그룹 내의 CVD 사람은 곡선(2101)의 필터를 가진 안경 및 곡선(2201)의 필터를 가진 안경 둘 모두가 필터형 안경 없이 이시하라 검사 판을 관찰하는 경우와 비교할 때 상당히 개선된 색 식별력을 제공하는 것을 알게 되었다. 일반적으로, 개선의 정도는 이들 두 유형의 안경에 대해 거의 동일하였고, 대부분의 CVD 사람은 곡선(2101, 2201)의 필터들 사이의 임의의 차이를 식별할 수 없었다.

[0126]

도 23의 필터와 수개의 다른 필터로 색 식별력 시험을 또한 수행하였다. 이들 시험에서, CVD이고 19명의 그룹 내의 CVD 사람을 적절하게 대표하는 것으로 간주되는, 도 21과 관련하여 위에서 논의된 19명의 사람 중 1명에게 수개의 상이한 이시하라 검사 판을 제공하였고, 각각의 판의 숫자 패턴을 읽도록 요청하였다. 조명 조건을 제

어하였다. "필터 없이" 사용할 때 그리고 하기의 필터들 중 하나가 적용된 아이웨어를 사용할 때, 사람이 이시하라 검사 판 숫자를 읽는 데 성공한 횟수와 실패한 횟수를 기록하였다:

• 곡선(2301)(도 23)의 복합 필터;

• 곡선(2302)(도 23)의 복합 필터;

• 곡선(2303)(도 23)의 복합 필터;

• 곡선(2101)(도 21)의 복합 필터;

• 수직 입사시 다음의 내부 투과 특성을 갖는 다층 광학 필름의 피스(본 명세서에서 MB530으로 지칭됨)만으로 구성되는 필터: $\lambda_1 = 513 \text{ nm}$; $\lambda_2 = 548 \text{ nm}$; FWHM 대역폭 = 35 nm; λ 중심 = 530 nm; 550 nm를 포함하는 10 nm 폭 파장 범위에 걸친(540 내지 550 nm 범위에 걸친, 이 범위는 최소 수치 결과를 제공하도록 선택되었음) 평균 내부 T% = 38%; 420 내지 680 nm에 걸친 평균 내부 T% = 86%; 420 내지 λ_1 과 λ_2 내지 680 nm에 걸친 평균 내부 T% = 97%; 및

• 수직 입사시 다음의 특성을 갖는 다층 광학 필름의 피스(본 명세서에서 MB570으로 지칭됨)만으로 구성되는 필터: $\lambda_1 = 552 \text{ nm}$; $\lambda_2 = 588 \text{ nm}$; FWHM 대역폭 = 36 nm; λ 중심 = 570 nm; 550 nm를 포함하는 10 nm 폭 파장 범위에 걸친(550 내지 560 nm 범위에 걸친, 이 범위는 최소 수치 결과를 제공하도록 선택되었음) 평균 내부 T% = 31%; 420 내지 680 nm에 걸친 평균 내부 T% = 85%; 420 내지 λ_1 과 λ_2 내지 680 nm에 걸친 평균 내부 T% = 96%.

표 13은 위의 필터링 조건 각각에 대한, 모든 전등을 끄고 일광이 창을 통해 방으로 들어오는 창이 있는 방의 환경에서의 CVD 사람의 이시하라 숫자 패턴의 관찰/해석을 포함한다. 사람의 색 식별력을 개선하는 주어진 필터의 능력은 검사된 이시하라 판 각각에 대해, (1) 실제 숫자 패턴; (2) 필터를 사용하지 않을 때 CVD 사람의 숫자 패턴의 해석; 및 (3) 주어진 필터를 사용할 때 CVD 사람의 숫자 패턴의 해석을 비교함으로써 확인될 수 있다.

[표 13]

CVD 사람의 숫자 패턴 해석(일광만)

이시하라 판	실제 숫자 패턴	필터: 없음	필터: MB530	필터: 곡선 2301	필터: 곡선 2302	필터: 곡선 2101	필터: 곡선 2303	필터: MB570
2	8	회미한 3	회미한 3	3	3	3	3	회미한 3
8	15	17	17	회미한 15	15	15	회미한 15	17
9	74	71 또는 21	71 또는 21	71 또는 74	71 또는 74	74	71	71 또는 21
13	45	없음	없음	없음	회미한 45	회미한 45	없음	없음
16	16	없음	없음	회미한 16	회미한 16	16	회미한 16	없음

표 14는 표 13과 동일한 필터링 조건을 가진 그러나 머리 위의 형광등만으로 밝게 조명되는 방의 환경에서의 동일한 CVD 사람의 동일한 이시하라 숫자 패턴의 관찰/해석을 포함한다:

[표 14]

CVD 사람의 숫자 패턴 해석(형광 조명만)

이시하라 판	실제 숫자 패턴	필터: 없음	필터: MB530	필터: 곡선 2301	필터: 곡선 2302	필터: 곡선 2101	필터: 곡선 2303	필터: MB570
2	8	회미한 3	회미한 8	8	선명한 8	선명한 8	8	없음
8	15	17	회미한 15	15	15	15	15	17
9	74	21 또는 71	71	74	74	선명한 74	74	21 또는 71
13	45	없음	없음	회미한 45	회미한 45	회미한 45	회미한 45	없음
16	16	없음	없음	16	16	선명한 16	16	없음

가시 녹색 파장을 선택적으로 흡수하는 흡수성 자홍색 필름에 더하여 그리고/또는 그 대신에, 개시된 필터는 또한 다른 유색 흡수성 필름 또는 층을 포함할 수 있다. 예를 들어, 청색 및 적색 가시 파장을 선택적으로 흡수하는 층, 또는 청색 가시 파장을 선택적으로 흡수하는 층이 필터의 투과 색을 더욱 중간색의 백색(또는 회색) 쪽으로 적어도 부분적으로 균형 맞추기 위해 사용될 수 있다. 색 균형을 시도하지 않으면, 필터는 전형적으로 녹색 파장 범위의 일부분에 걸친 강한 차단으로 인해 투과시 강한 또는 적어도 상당한 자홍색 외양을 가질 것이다. 그러한 외양은 몇몇 사용자가 필터가 색 식별력을 향상시키는 데 도움이 된다는 것을 알게 되더라도 그들 사용자에게 의해 만족스럽지 못한 것으로 간주될 수 있다. 반면에, 과도한 색 균형은 색 식별력을 향상시키는 필

터의 능력을 방해할 수 있다. 예를 들어, 녹색 광의 일부분을 선택적으로 차단하고 청색 광, 적색 광, 및 나머지 녹색 광을 자유롭게 통과시키는 다층 광학 필름에 의해 색 식별력이 향상되면, 적색 및 청색 광을 차단하지만 녹색 광을 통과시키는 흡수성 필터가 다층 광학 필름의 효과를 부분적으로 또는 완전히 상당히 방해할 수 있다.

[0140] 개시된 필터에서의 어느 정도의 색 균형이 흔히 바람직하고, 적색/녹색 색 식별력을 비롯한 색 식별력의 향상에 적합할 수 있는 것을 알게 되었다.

[0141] 녹색 염료(타입 213 화이트 플레임 그린(White flame Green))로 코팅된 필름을 리 필터즈(LEE Filters)(www.leefilters.com)로부터 얻었다. 이와 관련하여 "녹색" 염료는 청색 및 적색 파장을 선택적으로 흡수하고 녹색 광을 투과시켜 투과시 녹색 외양을 갖는 염료를 지칭한다. 이러한 흡수성 녹색 필름의 내부 투과 스펙트럼이 도 25에 곡선(2502)으로 플로팅된다. 자홍색 염료, 특히 에플라이트 5391 염료를 사용하여 제조된 자홍색 염료의 내부 투과 스펙트럼(곡선(2501) 참조)이 또한 도 25에 플로팅된다. 마지막으로, 곡선(2503)은 협대역 녹색 반사 다층 광학 필름의 내부 투과율을 플로팅한다. 이러한 다층 광학 필름은 각각 도 16과 도 17의 곡선(1601, 1701)과 관련된 동일한 필름이다. 필름의 반사 대역을 2503a에서 볼 수 있다. 전술된 바와 유사한 수학적 절차를 사용하여 외부 투과율 측정치로부터 외측 중합체/공기 표면 반사의 영향을 제거하여 내부 투과율 곡선(2501, 2502, 2503)을 얻었다.

[0142] 도 25의 내부 투과율 곡선은 하나 이상의 복합 필터를 수학적으로 구성하거나 모사하기 위해 사용될 수 있다. 관심 있는 제1 복합 필터는 도 25의 모든 3개의 필름, 즉 다층 광학 필름(곡선(2503)), 흡수성 자홍색 필름(곡선(2501)), 및 흡수성 녹색 필름(곡선(2502))의 라미네이트이다. 3개의 필름이 광학적으로 투명한 접착제로 함께 라미네이팅되면, 생성된 제1 복합 필터의 내부 투과율은 곡선(2501, 2502, 2503)의 조합일 것이다. 그러한 조합, 즉 제1 복합 필터의 내부 투과율이 도 26에 곡선(2602)으로 도시된다. 관심 있는 제2 복합 필터는 다층 광학 필름(곡선(2503))과 흡수성 녹색 필름(곡선(2502))의 라미네이트이다. 이들 2개의 필름이 광학적으로 투명한 접착제로 함께 라미네이팅되면, 생성된 제2 복합 필터의 내부 투과율은 도 26의 곡선(2601)일 것이다. 모사된 제1 복합 필터(곡선(2602))와 모사된 제2 복합 필터(곡선(2601)) 사이의 차이가 제2 복합 필터에서 흡수성 자홍색 필름의 부재인 것에 유의한다.

[0143] 간단한 계산 절차를 사용하여, 모사된 복합 필터들 각각 내의 흡수성 녹색 필름에 대한 보다 강한 또는 보다 약한 염료 로딩의 영향을 또한 조사할 수 있다. 이렇게 하는 하나의 이유는 어떻게 녹색 염료의 양의 그러한 변화가 예컨대 적어도 부분적인 색 균형을 위해 복합 필터의 겉보기 색을 변화시킬 수 있는지를 보기 위한 것일 수 있다. 간단함을 위해, 도 25의 곡선(2502)을 1 또는 "1X"의 녹색 염료 로딩 값과 관련시킬 수 있다. 이를 기준으로 하여, 흡수성 녹색 필름이 가질 내부 투과율(또는 흡수율 등)을 원래 염료 로딩의 2배(2X), 또는 원래 염료 로딩의 3배(3X), 또는 심지어 0의 염료 로딩(0X, 즉 흡수성 녹색 필름이 필터로부터 생략됨)으로 계산하는 것은 간단한 일이다.

[0144] 이들 시뮬레이션 틀에 의해, 모사된 제1 복합 필터(곡선(2602) 참조, 1X 녹색 염료 로딩 더하기 자홍색 염료의 경우에 대해)는 녹색 염료 로딩의 함수로서 다음의 광학 특성을 갖는 것으로 나타날 수 있다:

[0145] [표 15]

모사된 제1 복합 필터의 광학 특성

녹색 염료 로딩	0X	0.5X	1X	1.5X	2X	2.5X	3X
색도 x	0.3238	0.3203	0.3164	0.3121	0.3074	0.3024	0.2970
색도 y	0.2431	0.2542	0.2656	0.2773	0.2892	0.3012	0.3133
T lum	55.20	51.21	47.71	44.63	41.89	39.47	37.30
T a*	48.82	39.41	30.52	22.13	14.21	6.73	-0.33
T b*	-29.27	-24.67	-20.42	-16.49	-12.88	-9.56	-6.53
T L*	79.15	76.81	74.64	72.64	70.80	69.09	67.50

[0146]

[0147] 모사된 제2 복합 필터(곡선(2601) 참조, 1X 녹색 염료 로딩과 무 자홍색 염료의 경우에 대해)는 유사하게 녹색 염료 로딩의 함수로서 다음의 광학 특성을 갖는 것으로 나타날 수 있다:

[0148] [표 16]

모사된 제2 복합 필터의 광학 특성

녹색 염료 로딩	0X	0.5X	1X	1.5X	2X	2.5X	3X
색도 x	0.3134	0.3095	0.3052	0.3006	0.2956	0.2902	0.28
색도 y	0.2607	0.2732	0.2860	0.2989	0.3120	0.3251	0.34
T lum	65.40	61.13	57.37	54.03	51.06	48.41	46.04
T a*	35.34	25.57	16.38	7.71	-0.45	-8.13	-15.37
T b*	-25.12	-20.27	-15.79	-11.66	-7.88	-4.42	-1.26
T L*	84.69	82.45	80.39	78.48	76.72	75.08	73.57

[0149]

[0150]

이들 표 15와 표 16은 다음을 가정한다: 발광체 CIE D65; 관찰자 10도 - 1964; 파장 간격 1 nm. 또한, 이들 표에서, "색도 x"와 "색도 y"는 CIE 1931 x,y 색도 다이어그램에 관하여 모사된 복합 필터의 색 좌표를 지칭하고; "T lum"은 그러한 색 시스템에서 정의되는 바와 같은 발광 투과율(luminous transmission)을 지칭하며, "T a*", "T b*" 및 "T L*"은 CIE 1976 L*a*b* 색 공간 또는 CIELAB에서 정의되는 바와 같은 색 및 투과율 파라미터를 지칭한다.

[0151]

모사된 제1 및 제2 복합 필터의 (a*, b*) 색 좌표가 도 27에 흡수성 녹색 층 내의 녹색 염료 로딩의 함수로서 플로팅된다. 곡선(2702)은 모사된 제1 복합 필터의 (a*, b*) 색 좌표를 플로팅한다. 곡선의 단부(2702a)는 0의 녹색 염료 로딩(0X)에 대응하고, 단부(2702b)는 3X의 녹색 염료 로딩에 대응한다. 곡선(2701)은 모사된 제2 복합 필터의 (a*, b*) 색 좌표를 플로팅한다. 곡선의 단부(2701a)는 0의 녹색 염료 로딩(0X)에 대응하고, 단부(2701b)는 3X의 녹색 염료 로딩에 대응한다. 이들 곡선으로부터, 필터가 흡수성 자홍색 층 또는 필름을 포함하든지의 여부에 상관없이, 심지어 작은 녹색 염료 로딩을 가진 흡수성 녹색 필름도 필터의 색을 적어도 어느 정도의 양만큼 중간색 점(0, 0)에 더욱 가깝게 조절하는 데 도움을 줄 수 있는 것을 볼 수 있다. 녹색 광의 파장의 일부분만을 차단하는 협대역 녹색 차단 필름 또는 필터의 사용에 의해 색 균형이 용이해진다. 녹색 차단 반사기 또는 염료가 80 nm 또는 100 nm 이상과 같은 훨씬 더 넓은 대역 폭(FWHM)을 보였으면, 색 균형이 어렵거나 불가능하였을 것이다.

[0152]

CVD 사람을 색 식별력 면에서 돕는 주어진 필터의 능력에 미치는 유색 자홍색 필름과 다른 몇몇 유색 흡수성 필름의 영향을 또한 조사하였다. 리 필터즈(www.leefilters.com)로부터 얻어지는 염료를 사용하여 4개의 상이한 유색 흡수성 필름을 제조하였다. 염료 중 적어도 3개가 녹색 또는 적색 파장에서보다 청색 파장에서 더욱 강하게 흡수하였다. 제1 흡수성 필름을 리 염료 타입 764로 제조하였고; 이러한 필름의 측정된 외부 투과율이 도 28에 곡선(2801)으로 도시된다. 제2 흡수성 필름을 리 염료 타입 151로 제조하였고; 이러한 필름의 측정된 외부 투과율이 도 28에 곡선(2802)으로 도시된다. 제3 흡수성 필름을 리 염료 타입 009로 제조하였고; 이러한 필름의 측정된 외부 투과율이 도 28에 곡선(2803)으로 도시된다. 제4 흡수성 필름을 리 염료 타입 765로 제조하였고; 이러한 필름의 측정된 외부 투과율이 도 28에 곡선(2804)으로 도시된다.

[0153]

위의 표 13 및 표 14와 관련하여 시험한 동일한 CVD 사람을 이시하라 판들 중 4개로 유사한 방식으로 시험하였다. 시험을 모든 전등을 끄고 밝은 일광이 창을 통해 방으로 들어오는 창이 있는 방의 환경에서 행하였다. 사람에게 곡선(2302)(위의 도 23 참조)의 다층 광학 필름을 통해, 그리고 도 28의 4개의 유색 흡수성 필름 각각과 조합된 동일한 다층 광학 필름을 통해 이시하라 판을 관찰할 때 숫자 패턴을 식별하도록 요청하였다. 다양한 조건 하에서의 CVD 사람의 숫자 패턴의 해석이 아래에서 표 17에 요약된다. 다층 광학 필름의 색 식별 기능에 미치는 다양한 유색 흡수성 필름의 영향이 시험된 이시하라 판들 각각에 대해, (1) 실제 숫자 패턴; (2) 곡선(2302)의 다층 광학 필름만을 사용할 때 CVD 사람의 숫자 패턴의 해석; 및 (3) 주어진 유색 흡수성 필름과 조합하여 다층 광학 필름을 사용할 때 CVD 사람의 숫자 패턴의 해석을 비교함으로써 확인될 수 있다.

[0154]

[표 17]

CVD 사람의 숫자 패턴 해석에 미치는 다른 유색 흡수성 필름의 영향(밝은 날, 간접 일광만)

이시하라 판	실제 숫자 패턴	필터: 곡선 2302	필터: 곡선 2302, 2801	필터: 곡선 2302, 2802	필터: 곡선 2302, 2803	필터: 곡선 2302, 2804
2	8	3	개선 없음	더 명확한 3 또는 8	더 명확한 3 또는 8	개선 없음
8	15	15	약간 더 명확한 15	더 명확한 15	더 명확한 15	개선 없음
13	45	희미한 45	약간 더 명확한 45	더 명확한 45	약간 더 명확한 45	덜 명확함
16	16	희미한 16	약간 더 명확한 16	훨씬 더 명확한 16	더 명확한 16	개선 없음

[0155]

[0156]

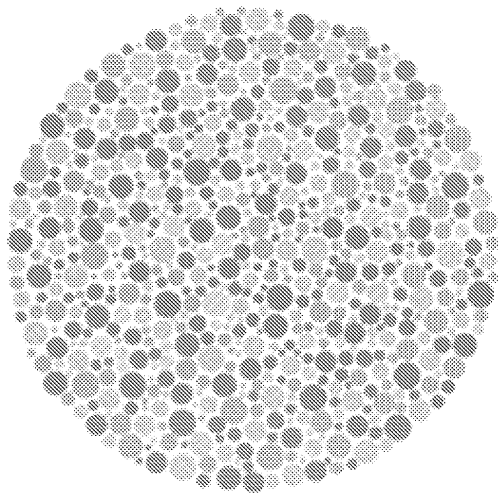
달리 지시되지 않는 한, 명세서 및 청구범위에서 사용되는 양, 특성의 측정치 등을 표현하는 모든 수는 "약"이라는 용어에 의해 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 반대로 지시되지 않는 한, 명세서 및 청구범위에 기술되는 수치 파라미터는 본 출원의 교시 내용을 이용하여 당업자가 얻고자 하는 원하는 특성에 따라 달라질 수 있는 근사치이다. 청구범위의 범주에 대한 평가물의 원칙의 적용을 제한하려고 시도함이 없이, 각각의 수치 파라미터는 적어도 보고된 유효 숫자의 수의 관점에서 그리고 통상의 반올림 기법을 적용하여 해석되어야 한다. 본 발명의 넓은 범주를 기재하는 수치 범위 및 파라미터가 근사치임에도 불구하고, 임의의 수치 값이 본 명세서에 기술된 특정 예에 기재되는 경우, 이들은 가능한 한 합리적으로 정확히 보고된다. 그러나, 임의의 수치 값은 시험 또는 측정 한계와 관련된 오차를 분명히 포함할 수 있다.

[0157]

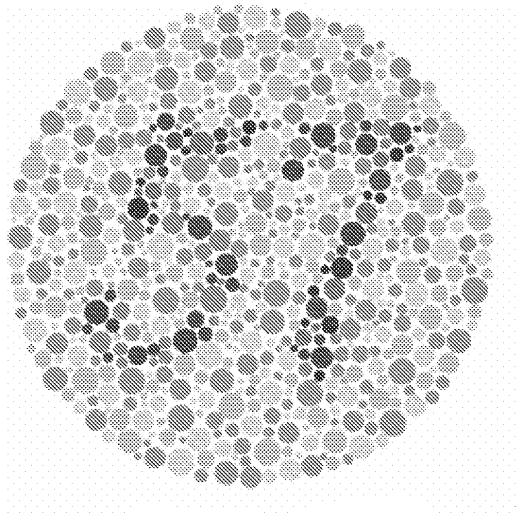
본 발명의 다양한 수정 및 변경이 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어남이 없이 당업자에게는 명백할 것이며, 본 발명이 본 명세서에 기재된 예시적인 실시예로 제한되지 않는다는 것을 이해하여야 한다. 독자는, 달리 지적하지 않는 한, 개시된 일 실시예의 특징이 다른 모든 개시된 실시예에 또한 적용될 수 있음을 추정해야 한다. 또한, 본 명세서에서 언급된 모든 미국 특허, 특허 출원 공개, 및 다른 특허와 비특허 문헌이, 전술된 개시 내용과 모순되지 않는 정도까지 참고로 포함된다는 것을 이해하여야 한다.

도면

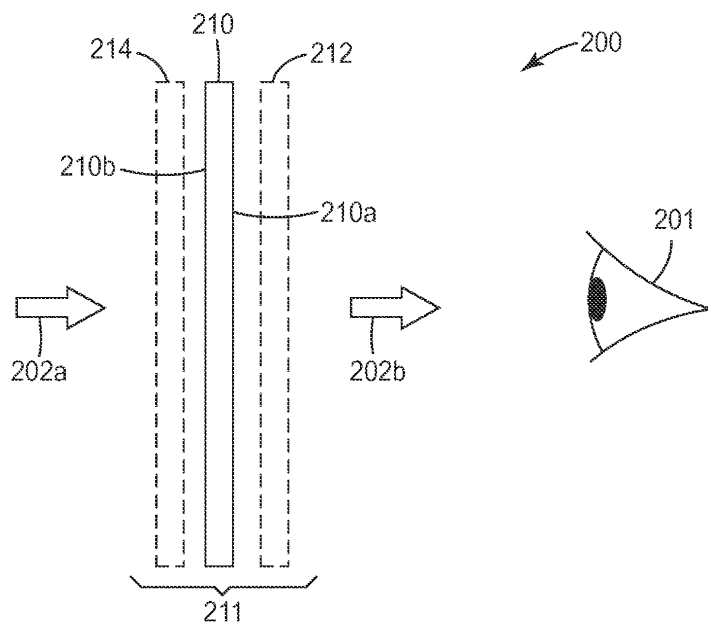
도면1a



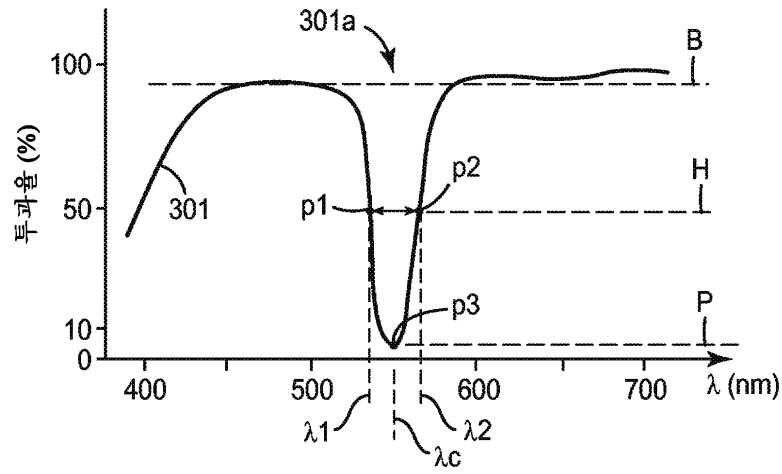
도면1b



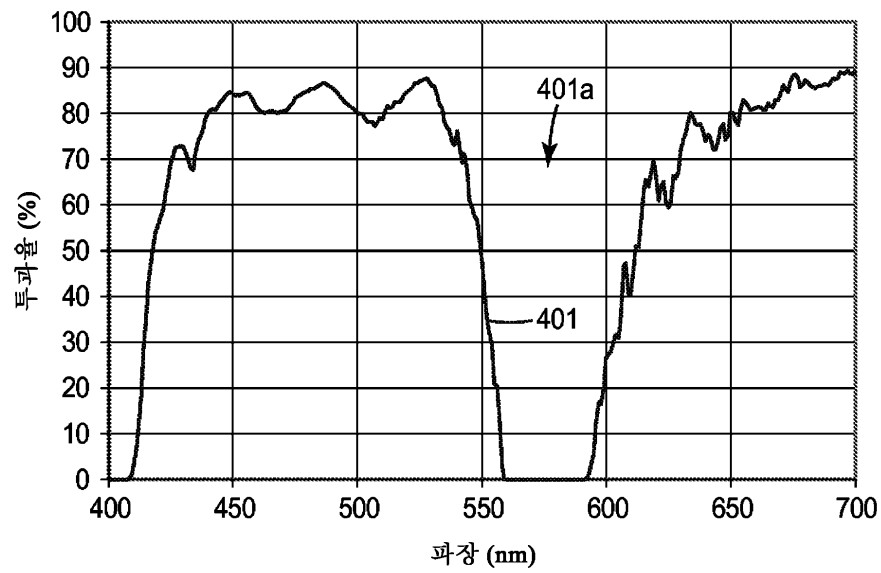
도면2



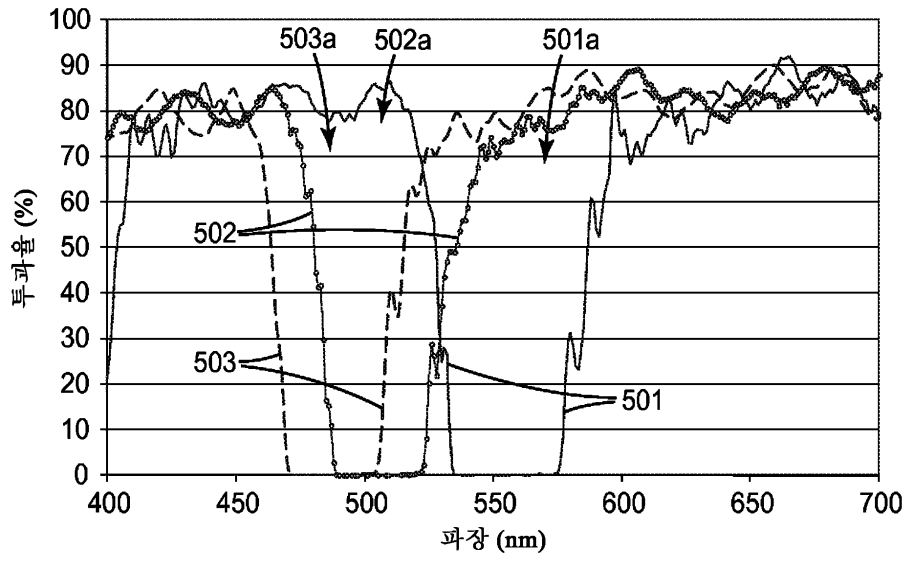
도면3



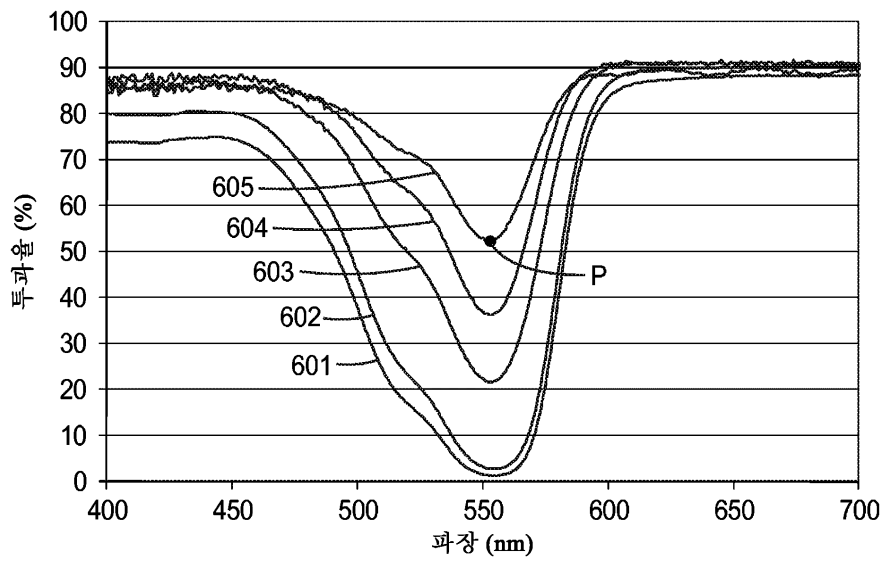
도면4



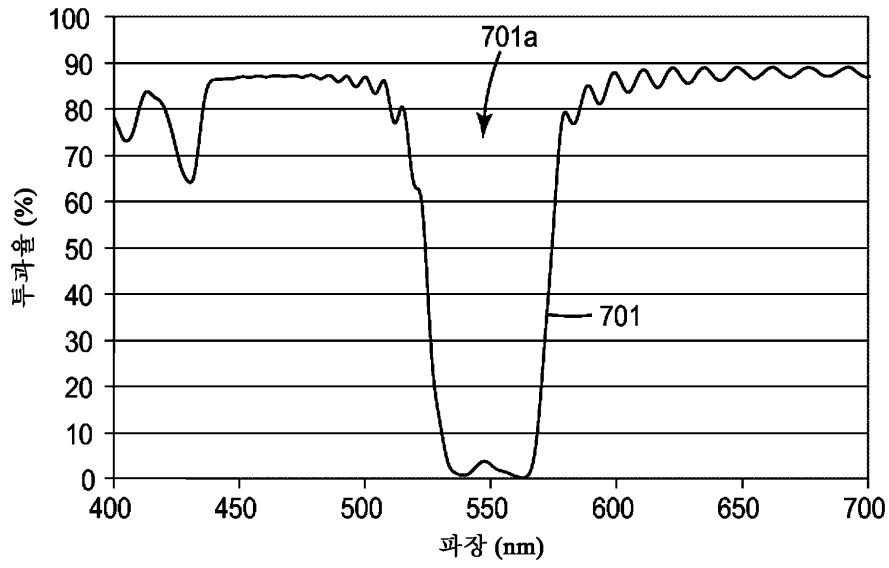
도면5



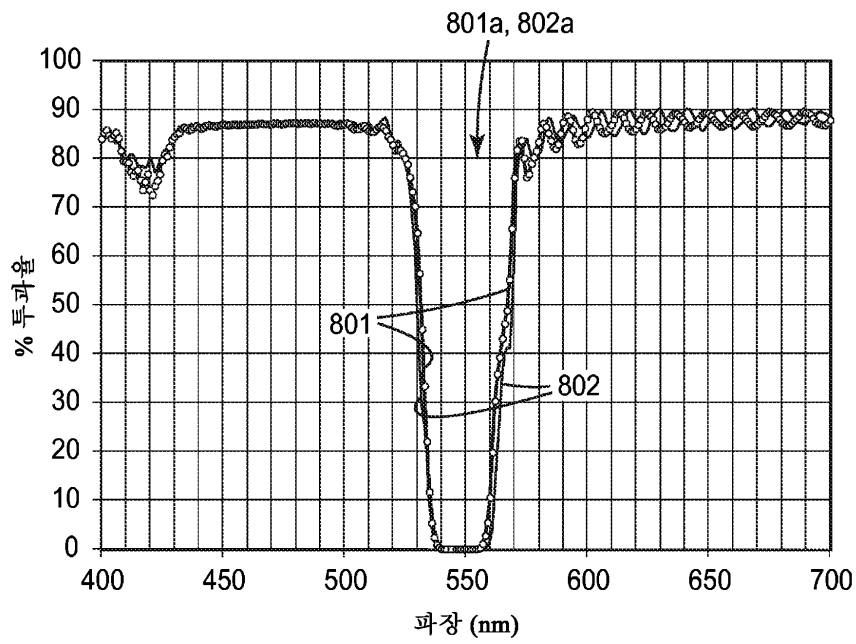
도면6



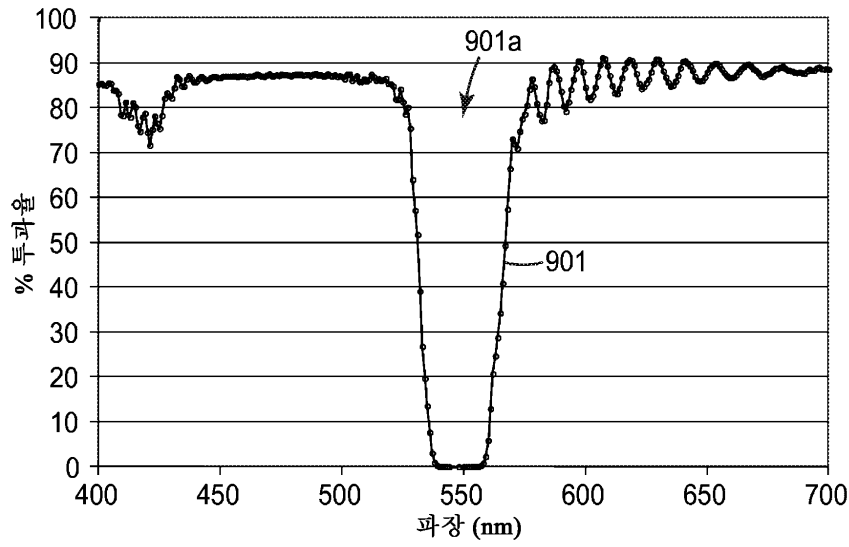
도면7



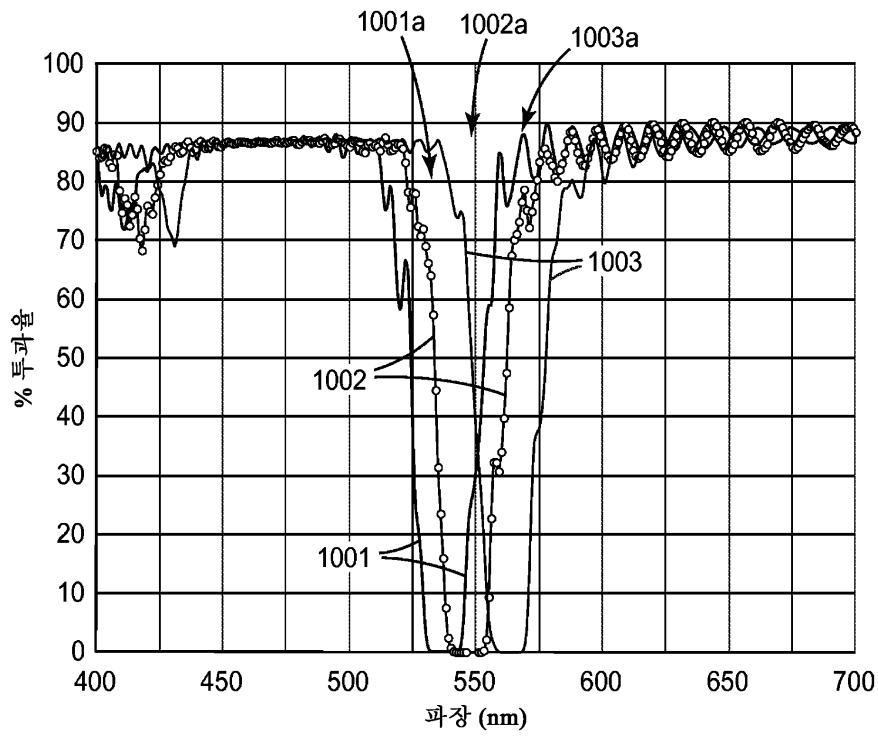
도면8



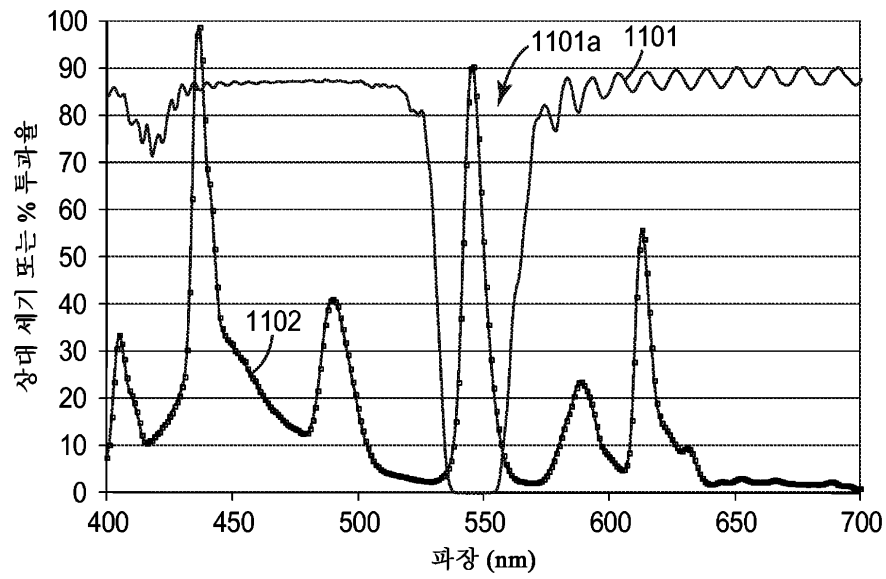
도면9



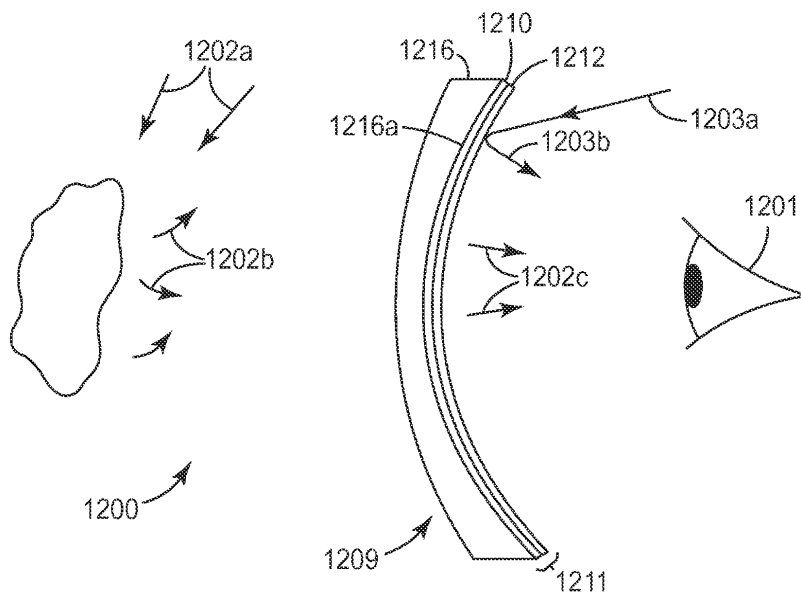
도면10



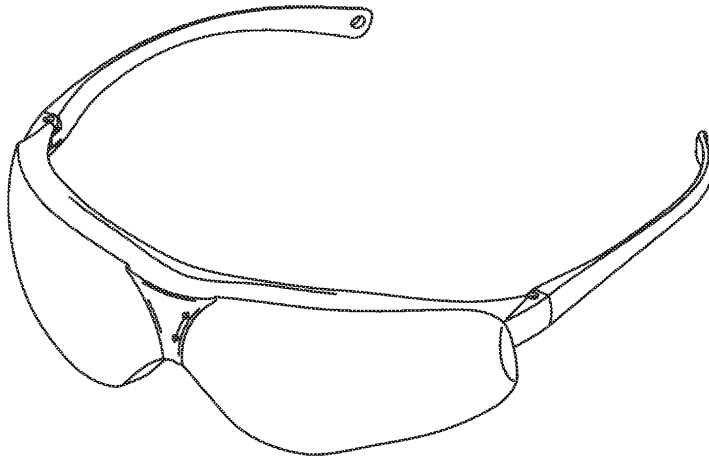
도면11



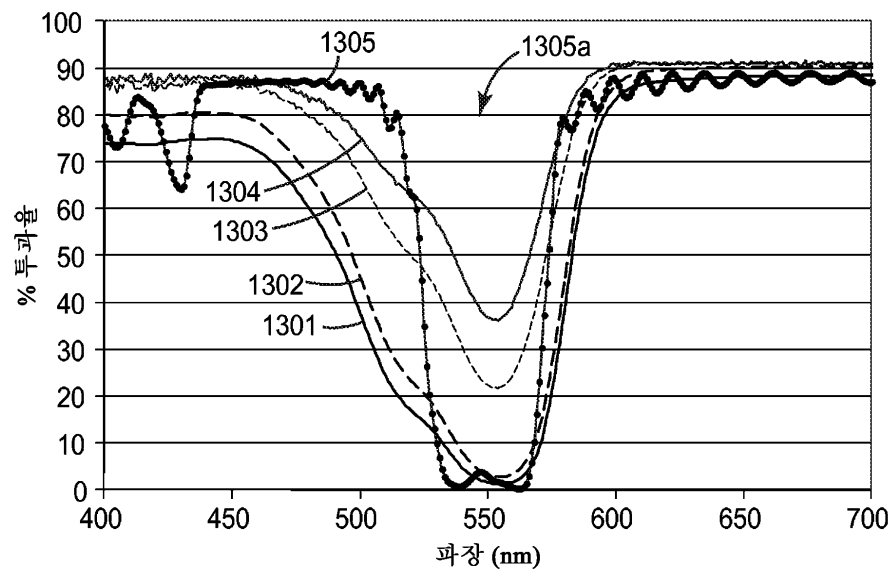
도면12



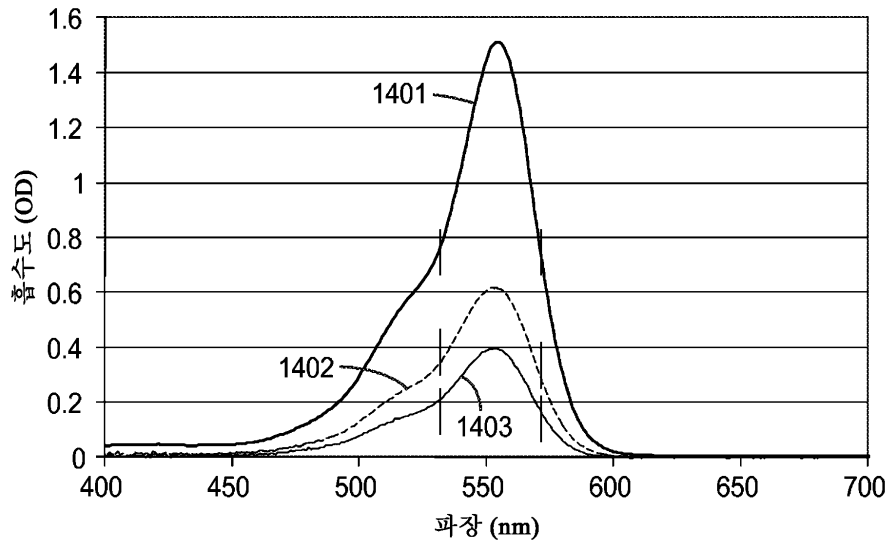
도면12a



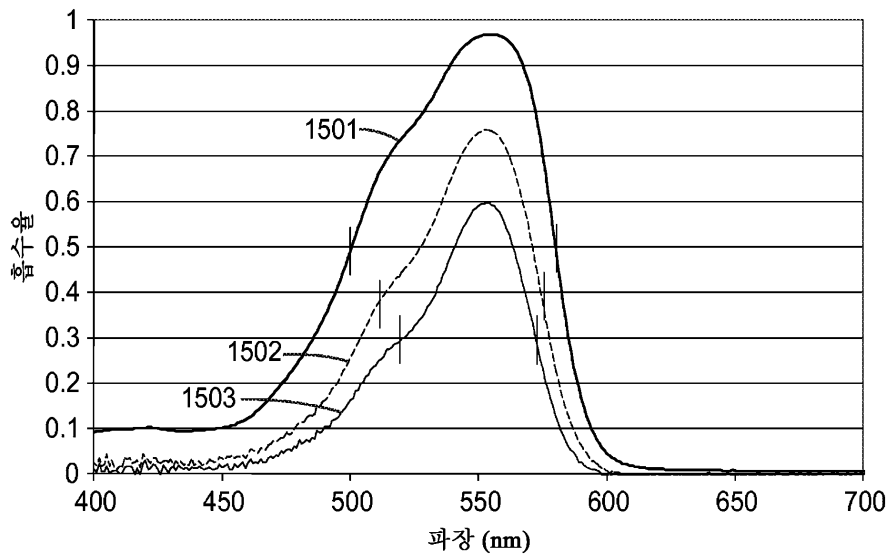
도면13



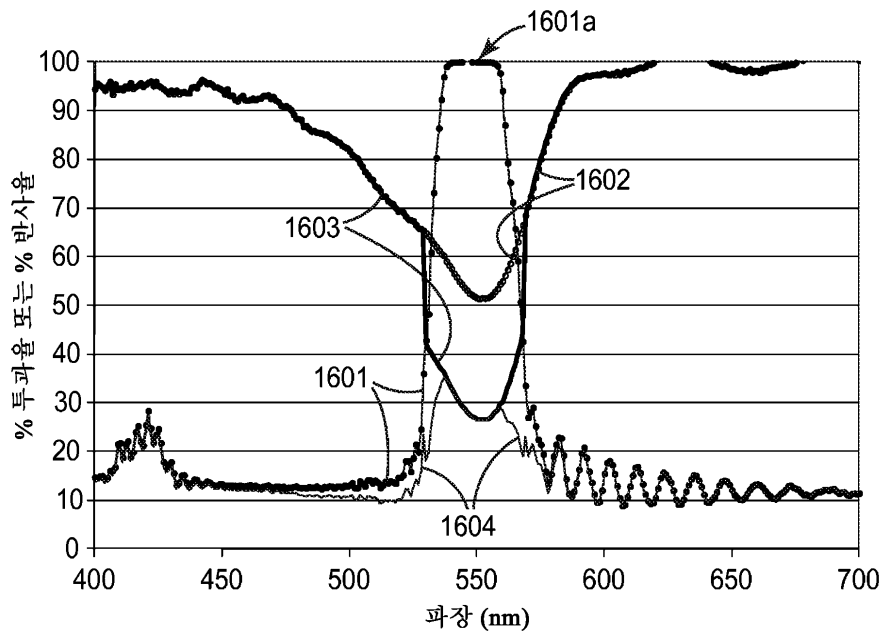
도면14



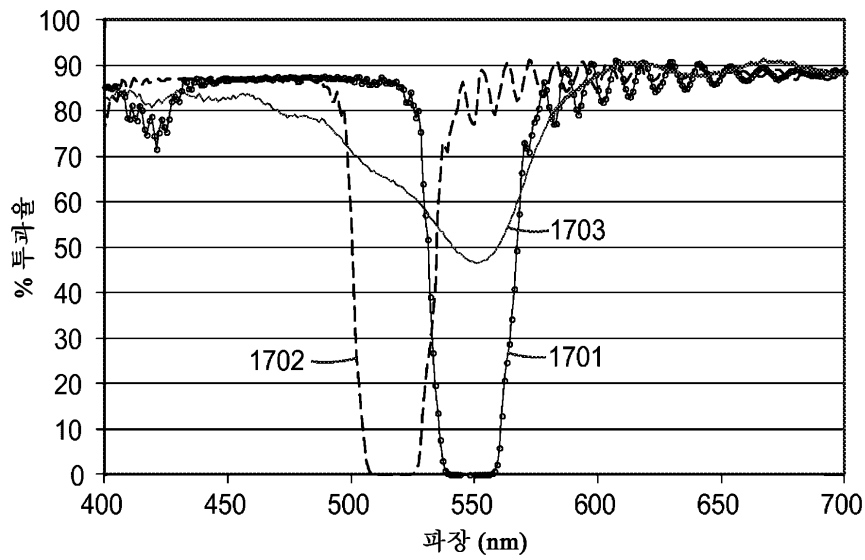
도면15



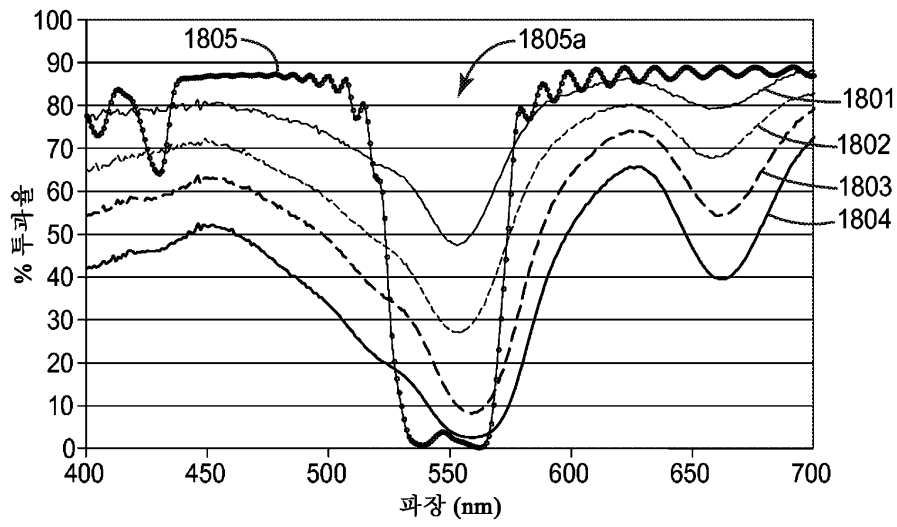
도면16



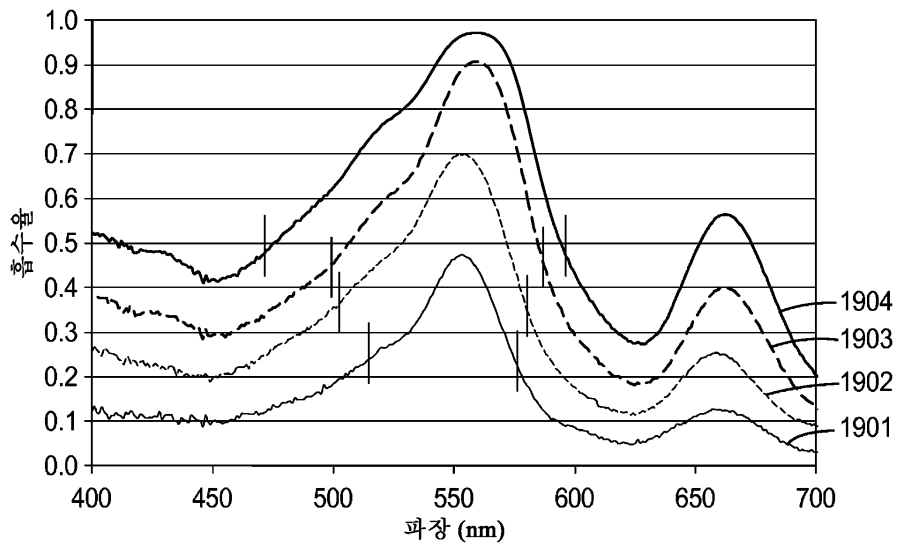
도면17



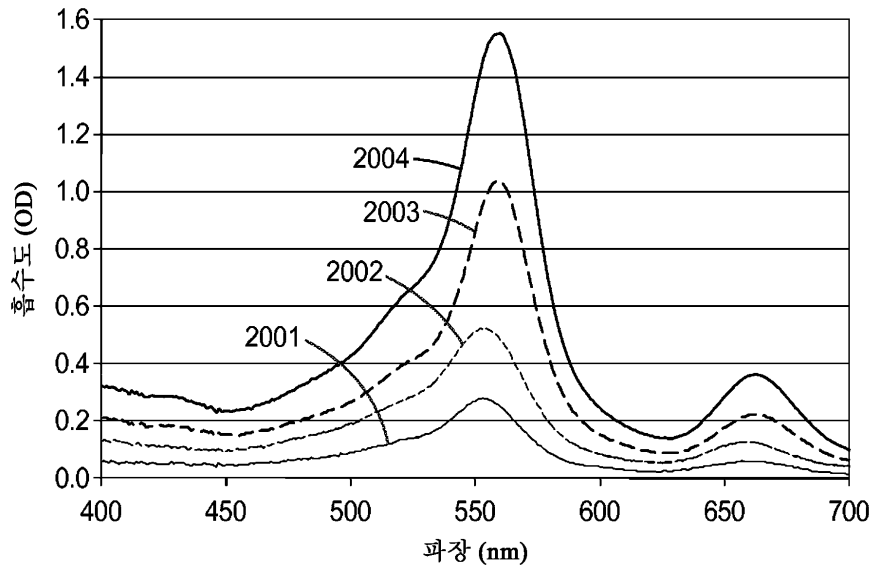
도면18



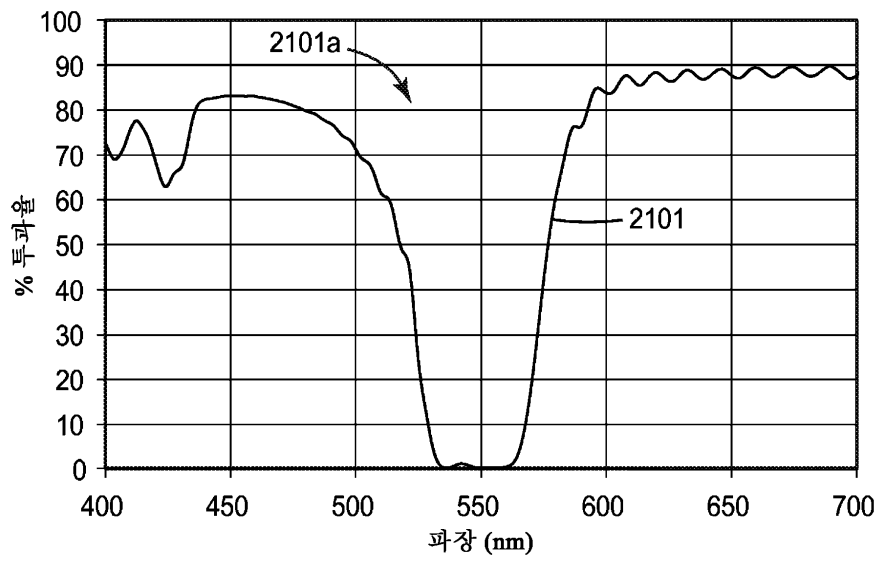
도면19



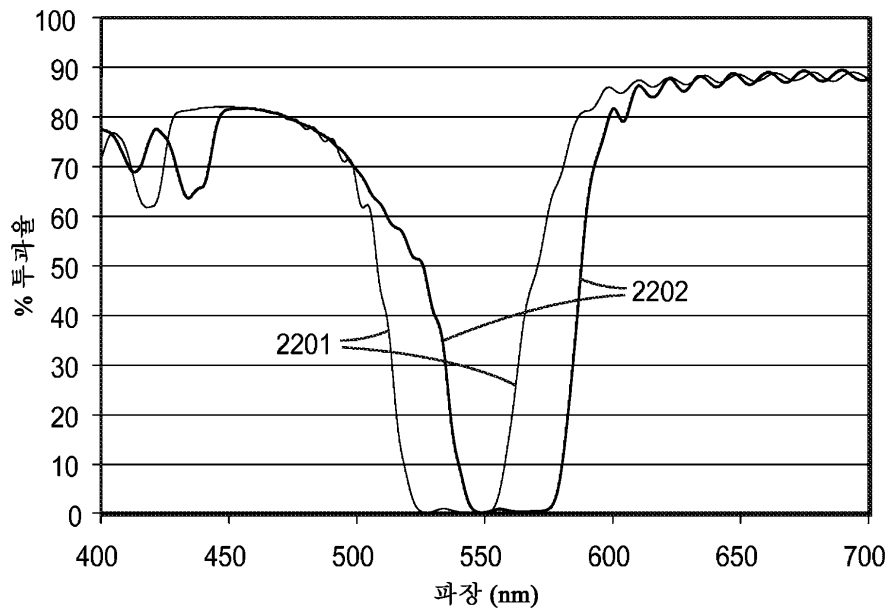
도면20



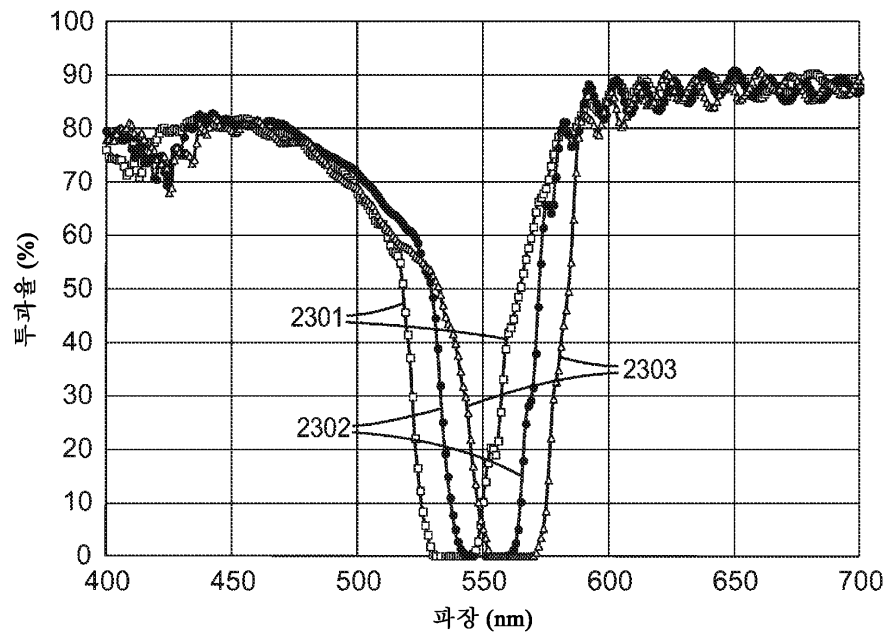
도면21



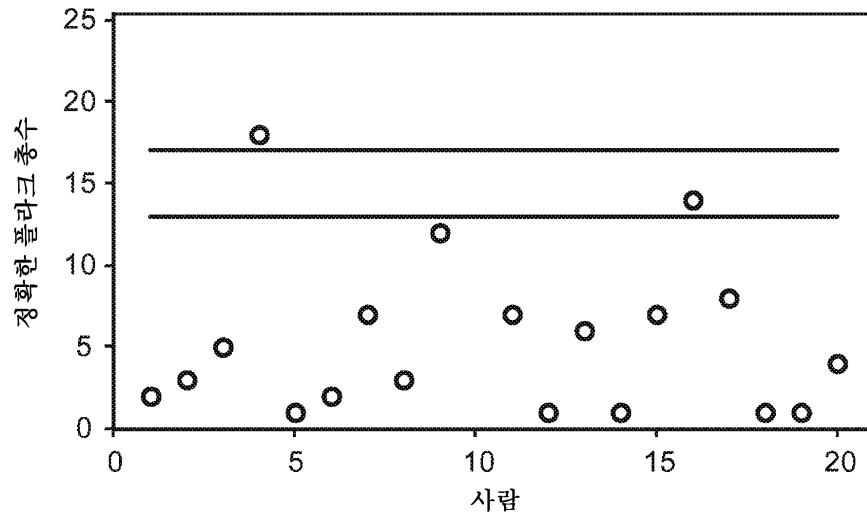
도면22



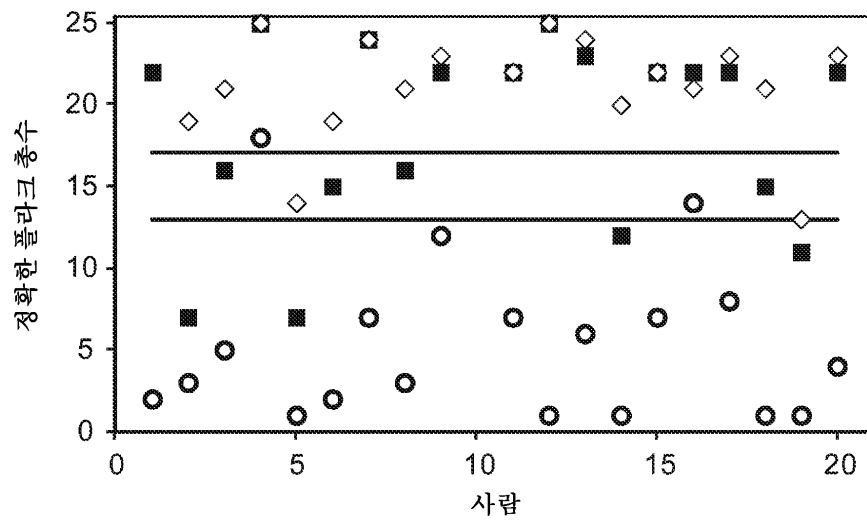
도면23



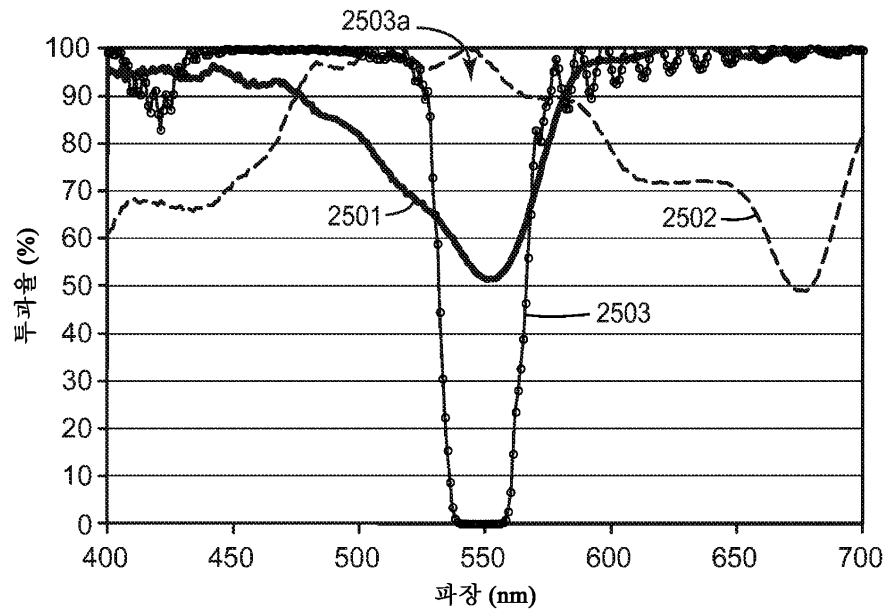
도면24a



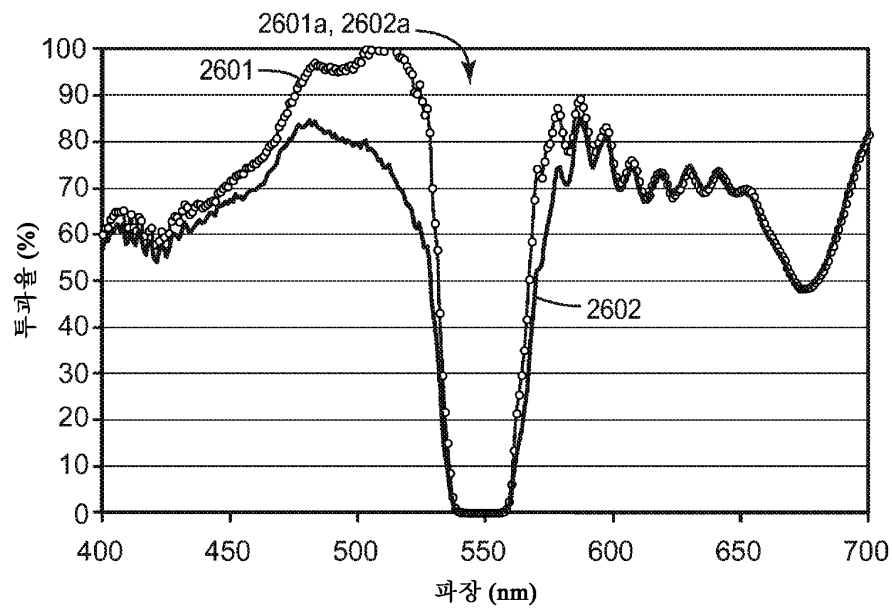
도면24b



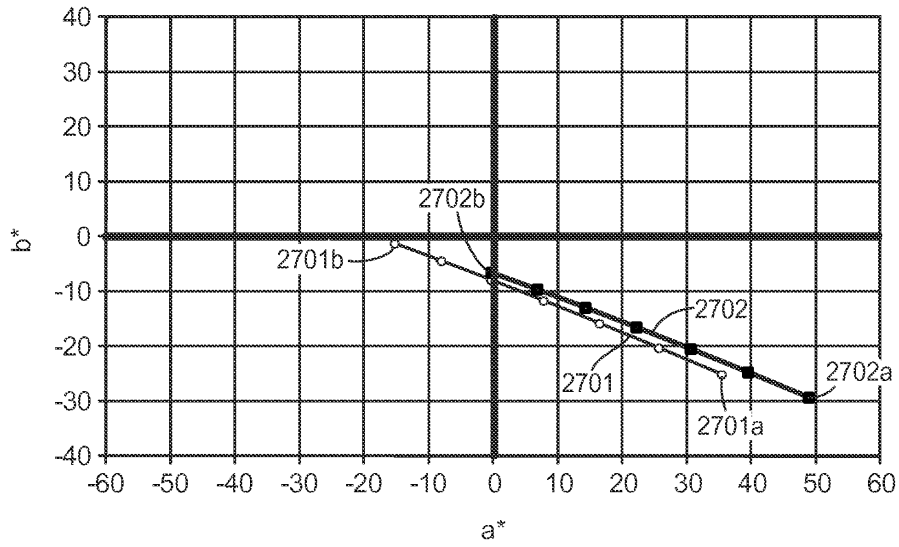
도면25



도면26



도면27



도면28

