



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0096221
(43) 공개일자 2020년08월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 5/22 (2006.01) G02B 5/28 (2006.01)
H04N 5/225 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 5/223 (2013.01)
G02B 5/208 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7014717
(22) 출원일자(국제) 2018년12월05일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2020년05월22일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2018/044776
(87) 국제공개번호 WO 2019/111965
국제공개일자 2019년06월13일
(30) 우선권주장
JP-P-2017-235002 2017년12월07일 일본(JP)

(71) 출원인
니혼 이타가라스 가부시키키가이샤
일본국 도쿄도 미나토쿠 미타 3초메 5반 27고
(72) 발명자
다카기 도미타카
일본국 도쿄도 미나토쿠 미타 3초메 5반 27고 니
혼 이타가라스 가부시키키가이샤 내
심모 가쓰히데
일본국 도쿄도 미나토쿠 미타 3초메 5반 27고 니
혼 이타가라스 가부시키키가이샤 내
(74) 대리인
한양특허법인

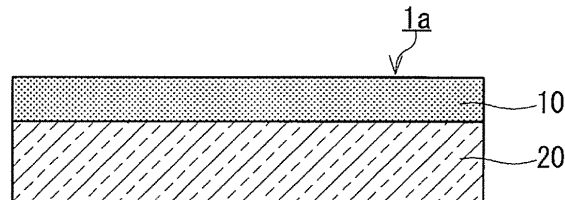
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 광학 필터 및 촬상 장치

(57) 요약

광학 필터(1a)는, 광흡수층(10)을 구비한다. 광흡수층은, 근적외선 영역의 적어도 일부의 광을 흡수한다. 광학 필터(1a)는, 0°의 입사 각도로 파장 300~1200nm의 광을 광학 필터(1a)에 입사시켰을 때에, 분광 투과율에 관한 소정의 조건을 만족한다. 광학 필터(1a)는, x°의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율과 y°의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율의 차의 절대치의 파장 Wnm~Vnm(여기서, W<V)의 범위에 있어서의 평균치를 $\Delta T_S^{x/y}$ 로 나타낼 때, $\Delta T_S^{0/40} \leq 3\%$, $\Delta T_S^{0/40} \leq 3\%$, 및 $\Delta T_S^{0/40} \leq 3\%$ 의 조건을 만족한다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

G02B 5/282 (2013.01)

H04N 5/2254 (2018.08)

명세서

청구범위

청구항 1

광학 필터로서,

근적외선 영역의 적어도 일부의 광을 흡수하는 광흡수체를 함유하고 있는 광흡수층을 구비하고,

0°의 입사 각도로 파장 300~1200nm의 광을 당해 광학 필터에 입사시켰을 때에, 하기 (1)~(9)의 조건을 만족하고,

- (1) 파장 380nm에 있어서의 분광 투과율이 20% 이하이다.
- (2) 파장 450nm에 있어서의 분광 투과율이 75% 이상이다.
- (3) 파장 500~600nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치가 80% 이상이다.
- (4) 파장 700nm에 있어서의 분광 투과율이 5% 이하이다.
- (5) 파장 715nm에 있어서의 분광 투과율이 3% 이하이다.
- (6) 파장 700~800nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치가 1% 이하이다.
- (7) 파장 750~1080nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치가 1% 이하이다.
- (8) 파장 1000~1100nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치가 2% 이하이다.
- (9) 파장 400~700nm의 범위에 있어서 75% 이상의 분광 투과율을 나타내는 파장대의 파장대폭이 170nm 이상이다.

x° 및 y° 의 입사 각도(여기서, $0 \leq x \leq 30$, $30 \leq y \leq 65$, 및 $x < y$)로 파장 300~1200nm의 광을 당해 광학 필터에 입사시켰을 때에, 동일한 파장에 대한, x° 의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율과 y° 의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율의 차의 절대치의 파장 $Wnm \sim Vnm$ (여기서, $W < V$)의 범위에 있어서의 평균치를 $\Delta T_s^{x/y}_{W-V}$ 로 나타낼 때,

$\Delta T_s^{0/40}_{380-530} \leq 3\%$, $\Delta T_s^{0/40}_{450-650} \leq 3\%$, 및 $\Delta T_s^{0/40}_{530-750} \leq 3\%$ 의 조건을 만족하고,

상기 정규화 분광 투과율은, 상기 입사 각도의 각각에 있어서 분광 투과율의 파장 400~650nm의 범위의 최대치가 100%가 되도록 상기 입사 각도의 각각에 있어서의 상기 분광 투과율을 정규화하여 정해지는,

광학 필터.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

$\Delta T_s^{0/40}_{650-1200} \leq 1\%$ 의 조건을 추가로 만족하는, 광학 필터.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

$\Delta T_s^{0/40}_{380-1200} \leq 1.5\%$ 의 조건을 추가로 만족하는, 광학 필터.

청구항 4

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

$\Delta T_s^{0/50}_{380-530} \leq 4\%$, $\Delta T_s^{0/50}_{450-650} \leq 4\%$, $\Delta T_s^{0/50}_{530-750} \leq 4\%$, $\Delta T_s^{0/50}_{650-1200} \leq 1.5\%$, 및 $\Delta T_s^{0/50}_{380-1200} \leq 2\%$ 의 조건을 추가로

만족하는, 광학 필터.

청구항 5

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

$\Delta T_s^{0/60}_{380-530} \leq 4.5\%$, $\Delta T_s^{0/60}_{450-650} \leq 4.5\%$, $\Delta T_s^{0/60}_{530-750} \leq 4.5\%$, $\Delta T_s^{0/60}_{650-1200} \leq 1.5\%$, 및 $\Delta T_s^{0/60}_{380-1200} \leq 2.5\%$ 의 조건을 추가로 만족하는, 광학 필터.

청구항 6

청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 한 항에 있어서,

$\Delta T_s^{0/65}_{380-530} \leq 5\%$, $\Delta T_s^{0/65}_{450-650} \leq 5\%$, $\Delta T_s^{0/65}_{530-750} \leq 5\%$, $\Delta T_s^{0/65}_{650-1200} \leq 1.5\%$, 및 $\Delta T_s^{0/65}_{380-1200} \leq 3\%$ 의 조건을 추가로 만족하는, 광학 필터.

청구항 7

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

$\Delta T_s^{30/40}_{380-530} \leq 3\%$, $\Delta T_s^{30/40}_{450-650} \leq 3\%$, $\Delta T_s^{30/40}_{530-750} \leq 3\%$, $\Delta T_s^{30/40}_{650-1200} \leq 1\%$, 및 $\Delta T_s^{30/40}_{380-1200} \leq 1.5\%$ 의 조건을 추가로 만족하는, 광학 필터.

청구항 8

청구항 1 내지 청구항 7 중 어느 한 항에 있어서,

$\Delta T_s^{30/50}_{380-530} \leq 3\%$, $\Delta T_s^{30/50}_{450-650} \leq 3\%$, $\Delta T_s^{30/50}_{530-750} \leq 3\%$, $\Delta T_s^{30/50}_{650-1200} \leq 1\%$, 및 $\Delta T_s^{30/50}_{380-1200} \leq 1.5\%$ 의 조건을 추가로 만족하는, 광학 필터.

청구항 9

청구항 1 내지 청구항 8 중 어느 한 항에 있어서,

$\Delta T_s^{30/60}_{380-530} \leq 4\%$, $\Delta T_s^{30/60}_{450-650} \leq 4\%$, $\Delta T_s^{30/60}_{530-750} \leq 4\%$, $\Delta T_s^{30/60}_{650-1200} \leq 1.5\%$, 및 $\Delta T_s^{30/60}_{380-1200} \leq 2\%$ 의 조건을 추가로 만족하는, 광학 필터.

청구항 10

청구항 1 내지 청구항 9 중 어느 한 항에 있어서,

$\Delta T_s^{30/65}_{380-530} \leq 4.5\%$, $\Delta T_s^{30/65}_{450-650} \leq 4.5\%$, $\Delta T_s^{30/65}_{530-750} \leq 4.5\%$, $\Delta T_s^{30/65}_{650-1200} \leq 1.5\%$, 및 $\Delta T_s^{30/65}_{380-1200} \leq 2.5\%$ 의 조건을 추가로 만족하는, 광학 필터.

청구항 11

청구항 1 내지 청구항 10 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광흡수제는, 포스폰산과 구리 이온에 의해 형성되어 있는, 광학 필터.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 포스폰산은, 아릴기를 갖는 제1 포스폰산을 포함하는, 광학 필터.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 포스폰산은, 알킬기를 갖는 제2 포스폰산을 추가로 포함하는, 광학 필터.

청구항 14

렌즈계와,

상기 렌즈계를 통과한 광을 수광하는 촬상 소자와,

상기 촬상 소자의 전방에 배치된, 청구항 1 내지 청구항 13 중 어느 한 항에 기재된 광학 필터를 구비한, 촬상 장치.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 촬상 소자의 전방에 배치되고, R(적), G(녹), 및 B(청)의 3색 필터를 갖는 컬러 필터를 추가로 구비하고,

상기 광학 필터는, 상기 컬러 필터의 전방에 배치되어 있는, 촬상 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 광학 필터 및 촬상 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래, 근적외선 컷 필터 등의 광학 필터를 구비한 촬상 장치가 알려져 있다. 예를 들면, 특허 문헌 1에는, 유리 기판의 적어도 편면에 근적외선 흡수제를 함유하는 수지층을 갖는 적층판을 포함하는 근적외선 컷 필터가 기재되어 있다. 예를 들면, 이 근적외선 컷 필터는, 적층판의 적어도 편면에 유전체 다층막을 갖는다. 이 근적외선 컷 필터에 있어서, 파장의 값(Y_a)과, 파장의 값(Y_b)의 차의 절대치 $|Y_a - Y_b|$ 가 15nm 미만이다. 파장의 값(Y_a)은, 파장 560~800nm의 범위에 있어서, 근적외선 컷 필터의 수직 방향으로부터 측정했을 경우의 투과율이 50%가 되는 파장의 값이다. 파장의 값(Y_b)은, 파장 560~800nm의 범위에 있어서, 근적외선 컷 필터의 수직 방향에 대해서 30° 의 각도로부터 측정했을 경우의 투과율이 50%가 되는 파장의 값이다. 이와 같이, 특허 문헌 1에 의하면, 근적외선 컷 필터에 있어서의 투과 특성의 광의 입사 각도 의존성이 작게 조절되어 있다.

[0003] 특허 문헌 2에는, 근적외선 흡수 유리 기재와, 근적외선 흡수층과, 유전체 다층막을 구비한, 근적외선 컷 필터가 기재되어 있다. 근적외선 흡수층은, 근적외선 흡수 색소 및 투명 수지를 함유하고 있다. 특허 문헌 2에는, 이 근적외선 컷 필터와, 고체 촬상 소자를 구비한 고체 촬상 장치가 기재되어 있다. 특허 문헌 2에 의하면, 근적외선 흡수 유리 기재와, 근적외선 흡수층을 적층함으로써, 유전체 다층막이 본래적으로 갖는, 광의 입사 각도에 의해 차폐 파장이 시프트하는 입사 각도 의존성의 영향을 거의 배제할 수 있다. 예를 들면, 특허 문헌 2에 있어서, 근적외선 컷 필터에 있어서의 입사각 0° 일 때의 투과율(T_0) 및 입사각 30° 일 때의 투과율(T_{30})이 측정되어 있다.

[0004] 특허 문헌 3 및 4에는, 투명 유전체 기판과, 적외선 반사층과, 적외선 흡수층을 구비한 적외선 컷 필터가 기재되어 있다. 적외선 반사층은, 유전체 다층막으로 형성되어 있다. 적외선 흡수층은, 적외선 흡수 색소를 함유하고 있다. 특허 문헌 3 및 4에는, 이 적외선 컷 필터를 구비한 촬상 장치가 기재되어 있다. 특허 문헌 3 및 4에는, 광의 입사 각도가 0° , 25° , 및 35° 인 경우의 적외선 컷 필터의 투과율 스펙트럼이 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본국 특허공개 2012-103340호 공보

(특허문헌 0002) 국제공개 제2014/030628호

(특허문헌 0003) 일본국 특허공개 2014-52482호 공보

(특허문헌 0004) 일본국 특허공개 2014-203044호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 상기의 특허 문헌에서는, 광학 필터로의 광의 입사 각도가 35° 보다 큰(예를 들면, 40° 이상) 경우의 광학 필터의 특성에 대해 구체적으로 검토되어 있지 않다. 그래서, 본 발명은, 불필요한 광선을 차폐할 수 있고, 또한, 광의 입사 각도가 보다 큰 경우에 있어서도 촬상 장치에 의해 생성되는 화상에 색얼룩이 발생하는 것을 방지하는데 유리한 특성을 갖는 광학 필터를 제공한다. 또한, 본 발명은, 이 광학 필터를 구비한 촬상 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명은,
 [0008] 광학 필터로서,
 [0009] 근적외선 영역의 적어도 일부의 광을 흡수하는 광흡수체를 함유하고 있는 광흡수층을 구비하고,
 [0010] 0°의 입사 각도로 파장 300~1200nm의 광을 당해 광학 필터에 입사시켰을 때에, 하기 (1)~(9)의 조건을 만족하고,
 [0011] (1) 파장 380nm에 있어서의 분광 투과율이 20% 이하이다.
 [0012] (2) 파장 450nm에 있어서의 분광 투과율이 75% 이상이다.
 [0013] (3) 파장 500~600nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치가 80% 이상이다.
 [0014] (4) 파장 700nm에 있어서의 분광 투과율이 5% 이하이다.
 [0015] (5) 파장 715nm에 있어서의 분광 투과율이 3% 이하이다.
 [0016] (6) 파장 700~800nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치가 1% 이하이다.
 [0017] (7) 파장 750~1080nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치가 1% 이하이다.
 [0018] (8) 파장 1000~1100nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치가 2% 이하이다.
 [0019] (9) 파장 400~700nm의 범위에 있어서 75% 이상의 분광 투과율을 나타내는 파장대의 파장대폭이 170nm 이상이다.
 [0020] x° 및 y° 의 입사 각도(여기서, $0 \leq x \leq 30$, $30 \leq y \leq 65$, 및 $x < y$)로 파장 300~1200nm의 광을 당해 광학 필터에 입사시켰을 때에, 동일한 파장에 대한, x° 의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율과 y° 의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율의 차의 절대치의 파장 $Wnm \sim Vnm$ (여기서, $W < V$)의 범위에 있어서의 평균치를 $\Delta T_{S \frac{x/y}{W-V}}$ 로 나타낼 때,
 [0021] $\Delta T_{S \frac{0/40}{380-530}} \leq 3\%$, $\Delta T_{S \frac{0/40}{450-650}} \leq 3\%$, 및 $\Delta T_{S \frac{0/40}{530-750}} \leq 3\%$ 의 조건을 만족하고,
 [0022] 상기 정규화 분광 투과율은, 상기 입사 각도의 각각에 있어서 분광 투과율의 파장 400~650nm의 범위의 최대치가 100%가 되도록 상기 입사 각도의 각각에 있어서의 상기 분광 투과율을 정규화하여 정해지는,
 [0023] 광학 필터를 제공한다.
 [0024] 또한, 본 발명은,
 [0025] 렌즈계와,
 [0026] 상기 렌즈계를 통과한 광을 수광하는 촬상 소자와,
 [0027] 상기 촬상 소자의 전방에 배치된, 상기의 광학 필터를 구비한,
 [0028] 촬상 장치를 제공한다.

발명의 효과

[0029] 상기의 광학 필터는, 불필요한 광선을 차폐할 수 있고, 또한, 광의 입사 각도가 보다 큰 경우에 있어서도 촬상 장치에 의해 생성되는 화상에 색얼룩이 발생하는 것을 방지하는데 유리한 특성을 갖는다. 또한, 상기의 촬상 장치에 있어서, 생성되는 화상에 색얼룩이 발생하기 어렵다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1a는, 본 발명의 광학 필터의 일례를 나타내는 단면도이다.

도 1b는, 본 발명의 광학 필터의 다른 일례를 나타내는 단면도이다.

도 1c는, 본 발명의 광학 필터의 또 다른 일례를 나타내는 단면도이다.

도 1d는, 본 발명의 광학 필터의 또 다른 일례를 나타내는 단면도이다.

도 1e는, 본 발명의 광학 필터의 또 다른 일례를 나타내는 단면도이다.

도 2는, 본 발명에 따른 촬상 장치의 일례를 나타내는 단면도이다.

도 3a는, 광의 입사 각도가 0° , 30° , 35° , 및 40° 일 때의 실시예 1에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼이다.

도 3b는, 광의 입사 각도가 45° , 50° , 55° , 60° , 및 65° 일 때의 실시예 1에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼이다.

도 4a는, 광의 입사 각도가 0° , 30° , 35° , 및 40° 일 때의 실시예 1에 따른 광학 필터의 정규화 분광 투과율을 나타내는 그래프이다.

도 4b는, 광의 입사 각도가 45° , 50° , 55° , 60° , 및 65° 일 때의 실시예 1에 따른 광학 필터의 정규화 분광 투과율을 나타내는 그래프이다.

도 5a는, 광의 입사 각도가 0° , 30° , 35° , 및 40° 일 때의 실시예 2에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼이다.

도 5b는, 광의 입사 각도가 45° , 50° , 55° , 60° , 및 65° 일 때의 실시예 2에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼이다.

도 6a는, 광의 입사 각도가 0° , 30° , 35° , 및 40° 일 때의 실시예 2에 따른 광학 필터의 정규화 분광 투과율을 나타내는 그래프이다.

도 6b는, 광의 입사 각도가 45° , 50° , 55° , 60° , 및 65° 일 때의 실시예 2에 따른 광학 필터의 정규화 분광 투과율을 나타내는 그래프이다.

도 7a는, 광의 입사 각도가 0° , 30° , 35° , 및 40° 일 때의 실시예 3에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼이다.

도 7b는, 광의 입사 각도가 45° , 50° , 55° , 60° , 및 65° 일 때의 실시예 3에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼이다.

도 8a는, 광의 입사 각도가 0° , 30° , 35° , 및 40° 일 때의 실시예 3에 따른 광학 필터의 정규화 분광 투과율을 나타내는 그래프이다.

도 8b는, 광의 입사 각도가 45° , 50° , 55° , 60° , 및 65° 일 때의 실시예 3에 따른 광학 필터의 정규화 분광 투과율을 나타내는 그래프이다.

도 9a는, 광의 입사 각도가 0° 일 때의 실시예 4에 따른 광학 필터의 반제품의 투과율 스펙트럼이다.

도 9b는, 광의 입사 각도가 0° 일 때의 실시예 4에 따른 광학 필터의 다른 반제품의 투과율 스펙트럼이다.

도 9c는, 광의 입사 각도가 0° 일 때의 참고예 1에 따른 적층체의 투과율 스펙트럼이다.

도 9d는, 광의 입사 각도가 0° , 30° , 50° , 및 65° 일 때의 참고예 2에 따른 적층체의 투과율 스펙트럼이다.

도 10a는, 광의 입사 각도가 0° , 30° , 35° , 및 40° 일 때의 실시예 4에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼이다.

도 10b는, 광의 입사 각도가 45° , 50° , 55° , 60° , 및 65° 일 때의 실시예 4에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼이다.

도 11a는, 광의 입사 각도가 0° , 30° , 35° , 및 40° 일 때의 실시예 4에 따른 광학 필터의 정규화 분광 투과율을 나타내는 그래프이다.

도 11b는, 광의 입사 각도가 45° , 50° , 55° , 60° , 및 65° 일 때의 실시예 4에 따른 광학 필터의 정규화 분광 투과율을 나타내는 그래프이다.

도 12a는, 광의 입사 각도가 0° , 30° , 및 50° 일 때의 비교예 1에 따른 광학 필터의 반제품의 투과율 스펙트럼이다.

도 12b는, 광의 입사 각도가 0° 일 때의 참고예 3에 따른 적층체의 투과율 스펙트럼이다.

도 13a는, 광의 입사 각도가 0° , 30° , 35° , 및 40° 일 때의 비교예 1에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼이다.

도 13b는, 광의 입사 각도가 45° , 50° , 55° , 60° , 및 65° 일 때의 비교예 1에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼이다.

도 14a는, 광의 입사 각도가 0° , 30° , 35° , 및 40° 일 때의 비교예 1에 따른 광학 필터의 정규화 분광 투과율을 나타내는 그래프이다.

도 14b는, 광의 입사 각도가 45° , 50° , 55° , 60° , 및 65° 일 때의 비교예 1에 따른 광학 필터의 정규화 분광 투과율을 나타내는 그래프이다.

도 15a는, 광의 입사 각도가 0° 일 때의, 비교예 2에 따른 광학 필터의 제작에 이용한 광흡수성 투명 기판의 투과율 스펙트럼이다.

도 15b는, 광의 입사 각도가 0° , 30° , 및 50° 일 때의 참고예 4에 따른 적층체의 투과율 스펙트럼이다.

도 15c는, 광의 입사 각도가 0° 일 때의 참고예 5에 따른 적층체의 투과율 스펙트럼이다.

도 16a는, 광의 입사 각도가 0° , 30° , 35° , 및 40° 일 때의 비교예 2에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼이다.

도 16b는, 광의 입사 각도가 45° , 50° , 55° , 60° , 및 65° 일 때의 비교예 2에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼이다.

도 17a는, 광의 입사 각도가 0° , 30° , 35° , 및 40° 일 때의 비교예 2에 따른 광학 필터의 정규화 분광 투과율을 나타내는 그래프이다.

도 17b는, 광의 입사 각도가 45° , 50° , 55° , 60° , 및 65° 일 때의 비교예 2에 따른 광학 필터의 정규화 분광 투과율을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하, 본 발명의 실시 형태에 대해서 도면을 참조하면서 설명한다. 또한, 이하의 설명은, 본 발명의 일례에 관한 것이며, 본 발명은 이들에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0032] 본 발명자들은, 광학 필터에 관한 이하의 검토에 의해 얻어진 새로운 지견에 의거하여 본 발명에 따른 광학 필터를 고안해 냈다.

[0033] 스마트폰 등의 휴대 정보 단말에 탑재되어 있는 카메라 모듈 또는 촬상 장치에는, 가시광선 이외의 불필요한 광선을 차폐하는 광학 필터가 배치되어 있다. 불필요한 광선을 차폐하기 위해서 광흡수층을 구비한 광학 필터의 사용이 검토되고 있다. 특허 문헌 1~4에 기재된 광학 필터와 같이, 광흡수층을 구비한 광학 필터는, 많은 경우, 유전체 다층막에 의해 구성된 광반사층을 추가로 구비하고 있다.

[0034] 유전체 다층막에 의해 구성된 광반사층에 있어서, 각층의 표면 및 이면에서 반사하는 광선의 간섭에 의해 투과

하는 광선의 파장대 및 반사하는 광선의 파장대가 정해져 있다. 광학 필터에는 여러 가지 입사 각도로부터 광선이 입사할 수 있는데, 광의 입사 각도가 커지면, 광반사층의 각층에 있어서의 광로 길이가 변한다. 그 결과, 투과하는 광선의 파장대 및 반사하는 광선의 파장대가 단파장측에 시프트하는 현상이 보인다. 그래서, 유전체 다층막인 광반사층에 의해 소정의 파장대의 광을 반사시키는 경우에는, 광의 입사 각도에 의해 광학 필터의 투과율의 특성이 크게 변동하지 않도록, 차폐해야 할 광선의 파장대와 투과시켜야 할 광선의 파장대의 경계를 광의 흡수에 의해 정하는 것을 생각할 수 있다.

[0035] 특히 문헌 1 및 2에서는, 광의 입사 각도가 0° 및 30° 인 경우의 근적외선 컷 필터에 있어서의 광의 투과 특성이 평가되어 있다. 또한, 특허 문헌 3 및 4에서는, 광의 입사 각도가 0° , 25° , 및 35° 인 경우의 적외선 컷 필터의 투과율 스펙트럼이 평가되어 있다. 근래에는, 스마트폰 등의 휴대 정보 단말에 탑재되어 있는 카메라 모듈 또는 촬상 장치에 있어서, 보다 큰 화각 및 가일층의 저배화(低背化)를 실현하는 것이 요구되고 있다. 이 때문에, 광학 필터에 있어서, 광의 입사 각도가 보다 큰 경우(예를 들면, 40° 이상)에도, 광학 필터에 있어서의 광의 투과 특성의 변화가 작은 것이 바람직하다.

[0036] 이러한 관점으로부터, 예를 들면, 유전체 다층막에 의한 투과하는 광선의 파장대와 반사되는 광선의 파장대의 경계가, 광흡수층에 의한 투과하는 광선의 파장대와 흡수되는 광선의 파장대의 경계보다 충분히 장파장측에 위치하도록 광학 필터를 설계하는 것을 생각할 수 있다. 이 경우, 광의 입사 각도가 커져도, 광학 필터에 있어서 투과하는 광선의 파장대와 차폐되는 광선의 파장대의 경계가 단파장측에 시프트하는 것을 억제할 수 있다. 그러나, 광의 입사 각도가 더욱 커지면 광반사층의 각층에 있어서의 광로 길이의 변화량이 커지고, 광의 입사 각도에 따라서는, 투과시켜야 할 광선의 파장대에 있어서 국소적으로 광의 반사율이 증가하여 투과율이 감소하는 리플이라고 불리는 문제가 발생하는 경우가 있다. 특히, 광의 입사 각도가 $0^\circ \sim 35^\circ$ 의 범위에서는 리플이 발생하지 않도록 설계된 광학 필터이어도, 광의 입사 각도가 40° 이상이 되면 리플이 발생할 가능성이 있다. 리플이 발생하면, 촬상 장치의 특징의 파장에 대한 감도가 다른 파장에 대한 감도보다 저하하여, 얻어진 화상에 색 얼룩이 발생할 가능성이 있다.

[0037] 이러한 사정을 토대로 하여, 본 발명자들은, 불필요한 광선을 차폐할 수 있고, 또한, 광의 입사 각도가 보다 큰 경우에 있어서도 촬상 장치에 의해 생성되는 화상에 색얼룩이 발생하는 것을 방지하는데 유리한 광학 필터를 개발할 수 있도록, 시행착오를 거듭하였다. 그 결과, 본 발명자들은, 유전체 다층막에 의해 구성된 광반사층과 조합하지 않고, 소정의 광흡수층에 의해 광학 필터에 원하는 특성을 부여할 수 있는 것을 새롭게 찾아내어, 본 발명에 따른 광학 필터를 고안해 냈다.

[0038] 본 명세서에 있어서, 「분광 투과율」이란, 특정의 파장의 입사광이 시료 등의 물체에 입사할 때의 투과율이며, 「평균 투과율」이란, 소정의 파장 범위 내의 분광 투과율의 평균치이다. 또한, 본 명세서에 있어서, 「투과율 스펙트럼」이란, 소정의 파장 범위 내의 각 파장에 있어서의 분광 투과율을 파장의 순으로 늘어놓은 것이다.

[0039] 도 1a에 나타내는 바와 같이, 광학 필터(1a)는, 광흡수층(10)을 구비하고 있다. 광흡수층(10)은, 광흡수제를 함유하고 있으며, 근적외선 영역의 적어도 일부의 광을 흡수한다. 0° 의 입사 각도로 파장 300~1200nm의 광을 광학 필터(1a)에 입사시켰을 때에, 하기 (1)~(9)의 조건이 만족된다.

[0040] (1) 파장 380nm에 있어서의 분광 투과율이 20% 이하이다.

[0041] (2) 파장 450nm에 있어서의 분광 투과율이 75% 이상이다.

[0042] (3) 파장 500~600nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치가 80% 이상이다.

[0043] (4) 파장 700nm에 있어서의 분광 투과율이 5% 이하이다.

[0044] (5) 파장 715nm에 있어서의 분광 투과율이 3% 이하이다.

[0045] (6) 파장 700~800nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치가 1% 이하이다.

[0046] (7) 파장 750~1080nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치가 1% 이하이다.

[0047] (8) 파장 1000~1100nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치가 2% 이하이다.

[0048] (9) 파장 400~700nm의 범위에 있어서 75% 이상의 분광 투과율을 나타내는 파장대의 파장대폭이 170nm 이상이다.

[0049] 상기 (9)의 조건에 관하여, 파장 400~700nm의 범위에 있어서 75% 이상의 분광 투과율을 나타내는 복수의 이산한 파장대가 존재할 경우, 그 복수의 파장대의 파장대폭의 합을 「파장대폭」이라고 정한다.

- [0050] x° 및 y° 의 입사 각도(여기서, $0 \leq x \leq 30$, $30 \leq y \leq 65$, 및 $x < y$)로 파장 300~1200nm의 광을 광학 필터(1a)에 입사시켰을 때에, 동일한 파장에 대한, x° 의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율과 y° 의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율의 차의 절대치의 파장 $Wnm \sim Vnm$ (여기서, $W < V$)의 범위에 있어서의 평균치를 $\Delta T_{S \frac{x/y}{W-V}}^{0/40}$ 로 나타낸다. 이 경우, 광학 필터(1a)는, $\Delta T_{S \frac{0/40}{380-530}} \leq 3\%$, $\Delta T_{S \frac{0/40}{450-650}} \leq 3\%$, 및 $\Delta T_{S \frac{0/40}{530-750}} \leq 3\%$ 의 조건을 만족한다.
- [0051] 또한, 상기의 정규화 분광 투과율은, 상기의 입사 각도의 각각에 있어서 분광 투과율의 파장 400~650nm의 범위의 최대치가 100%가 되도록 상기의 입사 각도의 각각에 있어서의 분광 투과율을 정규화하여 정해진다. 전형적으로는, 0° , 30° , 35° , 40° , 45° , 50° , 55° , 60° , 및 65° 의 입사 각도에 있어서, 파장 300~1200nm의 광을 광학 필터(1a)에 입사시켜, 파장 300~1200nm의 범위에서 1nm마다 분광 투과율을 측정한다. 이와 같이 하여 측정된 각 입사 각도의 분광 투과율에 있어서, 각 파장에 있어서의 분광 투과율을 파장 400~650nm의 범위의 분광 투과율의 최대치로 나눈 값을 백분율로 나타내 정규화 분광 투과율이 정해진다.
- [0052] 광학 필터(1a)는, 상기의 특성을 가지므로, 유전체 다층막에 의해 구성된 광반사층을 갖지 않아도, 근적외선 영역의 광선 등의 불필요한 광선을 적절히 차폐할 수 있다. 또한, 자외선 영역의 광선도 적절히 차폐할 수 있다. 광학 필터(1a)는, 유전체 다층막에 의해 구성된 광반사층을 구비하지 않기 때문에, 광의 입사 각도가 커도 투과해야 할 광선의 파장대에 리플이 발생하지 않고, 광학 필터(1a)를 구비한 촬상 장치에 있어서 생성되는 화상에 색얼룩이 발생하기 어렵다. 추가로, 광학 필터(1a)에 있어서, 투과하는 광선의 파장대와 차폐되는 광선의 파장대의 경계가 광의 입사 각도의 증가에 수반하여 단파장측에 시프트하는 것이 방지된다. 광학 필터(1a)는, $\Delta T_{S \frac{0/40}{380-530}} \leq 3\%$, $\Delta T_{S \frac{0/40}{450-650}} \leq 3\%$, 및 $\Delta T_{S \frac{0/40}{530-750}} \leq 3\%$ 의 조건을 만족하므로, 파장 380~530nm의 범위, 파장 450~650nm의 범위, 및 파장 530~750nm의 범위에 있어서, 0° 의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상과 40° 의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상의 어긋남이 작다.
- [0053] 예를 들면, CCD(Charge-Coupled Device) 또는 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor) 등의 촬상 소자의 화소마다 R(적), G(녹), 및 B(청)의 컬러 필터(이하, 「RGB 컬러 필터」라고 한다)가 배치되어 있는 경우에 광학 필터(1a)를 이용하는 것을 생각할 수 있다. 이 경우, 광학 필터(1a)에 의해 촬상 소자의 각 화소로부터의 출력이 적절히 조정되고, 촬상 소자의 각 화소에 대응한 분광 감도 특성이 민감도와 양호하게 정합되기 쉽다.
- [0054] 불필요한 광선을 차폐하는 광학 필터는, 통상, 촬상 소자의 근처에 있어서 그 주면이 촬상 소자의 수광면과 평행이 되도록 배치된다. 이 경우, 광학 필터에 입사하여 추가로 촬상 소자에 입사하는 광의 광학 필터에 있어서의 입사 각도는 촬상 소자에 있어서의 입사 각도와 실질적으로 동일하다. 촬상 소자의 중앙 부근에 입사하는 주광선의 입사 각도는 0° 에 가깝고, 촬상 소자의 주변부에 입사하는 주광선의 입사 각도는 크다. 이 때문에, 촬상 장치에 있어서 광의 입사 각도에 의해 분광 감도 곡선의 형상이 변화하면, 촬영된 화상을 표시 또는 인쇄했을 경우에 화상에 있어서의 색조가 화상의 중앙부와 주변부에서 다르다. 이것에 의해, 화상에 있어서 동일한 색이어야 할 피사체의 색이, 화상의 중앙부로부터 주변부를 향하여 변화하여, 색얼룩으로서 인식되기 쉽다. 또한, $5^\circ \sim 10^\circ$ 정도의 좁은 입사 각도의 범위에 있어서 분광 감도 곡선의 형상이 변화하면, 화상의 좁은 범위에 있어서 색미가 변화하게 되어, 특히 색얼룩으로서 인식되기 쉽다. 광학 필터에 있어서 입사 각도에 의한 정규화 분광 투과율 곡선의 형상 변화를 작게 억제할 수 있으면, 입사 각도에 의한 분광 감도 곡선의 형상 변화를 억제할 수 있고, 촬상 장치에 있어서 생성되는 화상에 색얼룩이 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [0055] 광학 필터(1a)는, 바람직하게는, $\Delta T_{S \frac{0/40}{650-1200}} \leq 1\%$ 의 조건을 추가로 만족한다. 이 경우, 파장 650~1200nm의 범위에 있어서도, 0° 의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상과 40° 의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상의 어긋남이 작다.
- [0056] 광학 필터(1a)는, 바람직하게는, $\Delta T_{S \frac{0/40}{380-1200}} \leq 1.5\%$ 의 조건을 추가로 만족한다. 이 경우, 파장 380~1200nm의 범위에 걸쳐서, 0° 의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상과 40° 의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상의 어긋남이 작다.
- [0057] 파장 380~530nm의 범위는, 촬상 소자에 편입되어 있는, 또는 촬상 소자의 근방에 배치되어 있는 RGB의 컬러 필터 중, B(청) 필터에 대응한 화소의 감도 특성을 특정하기 위한 파장의 범위에 대응하고 있다. 파장 450~650nm의 범위는, 촬상 소자에 편입되어 있는, 또는 촬상 소자의 근방에 배치되어 있는 RGB의 컬러 필터 중, G(녹) 필터에 대응한 화소의 감도 특성을 특정하기 위한 파장의 범위에 대응하고 있다. 파장 530~750nm의 범위는, 촬상

소자에 편입되어 있는, 또는 촬상 소자의 근방에 배치되어 있는 RGB의 컬러 필터 중, R(적) 필터에 대응한 화소의 감도 특성을 특정하기 위한 파장의 범위에 대응하고 있다. 파장 650~1200nm의 범위는, 차폐해야 할 근적외선의 파장의 범위에 대응하고 있다. 파장 380~1200nm의 범위는, 상기의 파장의 범위를 포함하고 있으며, 카메라 모듈 또는 촬상 장치가 광학 필터를 통하여 거두어들이는 광의 밝기를 특정하기 위한 파장의 범위에 대응하고 있다.

[0058] 광학 필터(1a)는, 바람직하게는, $\Delta T_s^{0/50}_{380-530} \leq 4\%$, $\Delta T_s^{0/50}_{450-650} \leq 4\%$, $\Delta T_s^{0/50}_{530-750} \leq 4\%$, $\Delta T_s^{0/50}_{650-1200} \leq 1.5\%$, 및 $\Delta T_s^{0/50}_{380-1200} \leq 2\%$ 의 조건을 추가로 만족한다. 이 경우, 0°의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상과 50°의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상의 어긋남이 작다. 이것에 의해, 촬상 장치에 있어서, 광학 필터(1a)에 50°의 입사 각도로 광이 입사하는 경우에도, 촬상 장치에 있어서 생성되는 화상에 색얼룩이 발생하는 것을 방지하기 쉽다.

[0059] 광학 필터(1a)는, 바람직하게는, $\Delta T_s^{0/60}_{380-530} \leq 4.5\%$, $\Delta T_s^{0/60}_{450-650} \leq 4.5\%$, $\Delta T_s^{0/60}_{530-750} \leq 4.5\%$, $\Delta T_s^{0/60}_{650-1200} \leq 1.5\%$, 및 $\Delta T_s^{0/60}_{380-1200} \leq 2.5\%$ 의 조건을 추가로 만족한다. 이 경우, 0°의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상과 60°의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상의 어긋남이 작다. 이것에 의해, 촬상 장치에 있어서, 광학 필터(1a)에 60°의 입사 각도로 광이 입사하는 경우에도, 촬상 장치에 있어서 생성되는 화상에 색얼룩이 발생하는 것을 방지하기 쉽다.

[0060] 광학 필터(1a)는, 바람직하게는, $\Delta T_s^{0/65}_{380-530} \leq 5\%$, $\Delta T_s^{0/65}_{450-650} \leq 5\%$, $\Delta T_s^{0/65}_{530-750} \leq 5\%$, $\Delta T_s^{0/65}_{650-1200} \leq 1.5\%$, 및 $\Delta T_s^{0/65}_{380-1200} \leq 3\%$ 의 조건을 추가로 만족한다. 이 경우, 0°의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상과 65°의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상의 어긋남이 작다. 이것에 의해, 촬상 장치에 있어서, 광학 필터(1a)에 65°의 입사 각도로 광이 입사하는 경우에도, 촬상 장치에 있어서 생성되는 화상에 색얼룩이 발생하는 것을 방지하기 쉽다. 예를 들면, 화각이 큰 광각렌즈를 이용한 촬상이 가능한 촬상 장치가 광학 필터(1a)를 구비하고 있으면, 이러한 광각렌즈를 이용하여 촬영한 화상에 색얼룩이 발생하는 것을 방지하기 쉽다.

[0061] 촬상 장치에 있어서 광각렌즈를 사용하는 경우, 렌즈의 설계에 따라서는 촬상 소자의 수광면에 입사하는 광선의 입사 각도를 작게 억제하는 것은 가능하다. 한편, 촬상 장치에 있어서, 렌즈보다 전방에 위치하는 커버 유리에 입사하는 광선에는, 필연적으로 큰 입사 각도로 입사하는 광도 포함된다. 광학 필터(1a)에 있어서 상기의 조건이 만족된다면, 촬상 장치에 있어서 광학 필터(1a)를 커버 유리로서 이용해도, 촬상 장치에 있어서 생성되는 화상에 색얼룩이 발생하기 어렵다. 또한, 광학 필터(1a)가 커버 유리로서도 기능하면, 촬상 장치의 부품 점수를 삭감할 수 있고 촬상 장치를 저배화하기 쉽다. 또한, 렌즈 설계의 자유도도 커진다. 또한, 커버 유리와는 별도로 배치되는 종래의 광학 필터의 주면에 있어서의 반사에 의해 발생하고 있던 플레어 또는 고스트를 방지할 수도 있다.

[0062] 광학 필터(1a)는, 바람직하게는, $\Delta T_s^{30/40}_{380-530} \leq 3\%$, $\Delta T_s^{30/40}_{450-650} \leq 3\%$, $\Delta T_s^{30/40}_{530-750} \leq 3\%$, $\Delta T_s^{30/40}_{650-1200} \leq 1\%$, 및 $\Delta T_s^{30/40}_{380-1200} \leq 1.5\%$ 의 조건을 추가로 만족한다. 이 경우, 30°의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상과 40°의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상의 어긋남이 작다.

[0063] 광학 필터(1a)는, 바람직하게는, $\Delta T_s^{30/50}_{380-530} \leq 3\%$, $\Delta T_s^{30/50}_{450-650} \leq 3\%$, $\Delta T_s^{30/50}_{530-750} \leq 3\%$, $\Delta T_s^{30/50}_{650-1200} \leq 1\%$, 및 $\Delta T_s^{30/50}_{380-1200} \leq 1.5\%$ 의 조건을 추가로 만족한다. 이 경우, 30°의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상과 50°의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상의 어긋남이 작다.

[0064] 광학 필터(1a)는, 바람직하게는, $\Delta T_s^{30/60}_{380-530} \leq 4\%$, $\Delta T_s^{30/60}_{450-650} \leq 4\%$, $\Delta T_s^{30/60}_{530-750} \leq 4\%$, $\Delta T_s^{30/60}_{650-1200} \leq 1.5\%$, 및 $\Delta T_s^{30/60}_{380-1200} \leq 2\%$ 의 조건을 추가로 만족한다. 이 경우, 30°의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상과 60°의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상의 어긋남이 작다.

[0065] 광학 필터(1a)는, 바람직하게는, $\Delta T_s^{30/65}_{380-530} \leq 4.5\%$, $\Delta T_s^{30/65}_{450-650} \leq 4.5\%$, $\Delta T_s^{30/65}_{530-750} \leq 4.5\%$, $\Delta T_s^{30/65}_{650-1200} \leq 1.5\%$, 및 $\Delta T_s^{30/65}_{380-1200} \leq 2.5\%$ 의 조건을 추가로 만족한다. 이 경우, 30° 의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상과 65° 의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상의 어긋남이 작다.

[0066] 광의 입사 각도 x° 가 0° 일 때에, 광학 필터(1a)에 있어서의 $\Delta T_s^{0/y}_{W-V}$ 의 값은, 바람직하게는 표 1에 나타내는 조건을 만족한다.

[표 1]

	$\Delta T_s^{0/y}_{W-V}$							
	$y=30^\circ$	$y=35^\circ$	$y=40^\circ$	$y=45^\circ$	$y=50^\circ$	$y=55^\circ$	$y=60^\circ$	$y=65^\circ$
W=380nm;V=530nm	$\leq 3\%$	$\leq 3\%$	$\leq 3\%$	$\leq 4\%$	$\leq 4\%$	$\leq 4.5\%$	$\leq 4.5\%$	$\leq 5\%$
W=450nm;V=650nm	$\leq 3\%$	$\leq 3\%$	$\leq 3\%$	$\leq 4\%$	$\leq 4\%$	$\leq 4.5\%$	$\leq 4.5\%$	$\leq 5\%$
W=530nm;V=750nm	$\leq 3\%$	$\leq 3\%$	$\leq 3\%$	$\leq 4\%$	$\leq 4\%$	$\leq 4.5\%$	$\leq 4.5\%$	$\leq 5\%$
W=650nm;V=1200nm	$\leq 1\%$	$\leq 1\%$	$\leq 1\%$	$\leq 1\%$	$\leq 1.5\%$	$\leq 1.5\%$	$\leq 1.5\%$	$\leq 1.5\%$
W=380nm;V=1200nm	$\leq 1.5\%$	$\leq 1.5\%$	$\leq 1.5\%$	$\leq 2\%$	$\leq 2\%$	$\leq 2.5\%$	$\leq 2.5\%$	$\leq 3\%$

[0068]

[0069] 광의 입사 각도 x° 가 30° 일 때에, 광학 필터(1a)에 있어서의 $\Delta T_s^{30/y}_{W-V}$ 의 값은, 바람직하게는 표 2에 나타내는 조건을 만족한다.

[표 2]

	$\Delta T_s^{30/y}_{W-V}$						
	$y=35^\circ$	$y=40^\circ$	$y=45^\circ$	$y=50^\circ$	$y=55^\circ$	$y=60^\circ$	$y=65^\circ$
W=380nm;V=530nm	$\leq 3\%$	$\leq 3\%$	$\leq 3\%$	$\leq 3\%$	$\leq 4\%$	$\leq 4\%$	$\leq 4.5\%$
W=450nm;V=650nm	$\leq 3\%$	$\leq 3\%$	$\leq 3\%$	$\leq 3\%$	$\leq 4\%$	$\leq 4\%$	$\leq 4.5\%$
W=530nm;V=750nm	$\leq 3\%$	$\leq 3\%$	$\leq 3\%$	$\leq 3\%$	$\leq 4\%$	$\leq 4\%$	$\leq 4.5\%$
W=650nm;V=1200nm	$\leq 1\%$	$\leq 1\%$	$\leq 1\%$	$\leq 1\%$	$\leq 1\%$	$\leq 1.5\%$	$\leq 1.5\%$
W=380nm;V=1200nm	$\leq 1.5\%$	$\leq 1.5\%$	$\leq 1.5\%$	$\leq 1.5\%$	$\leq 2\%$	$\leq 2\%$	$\leq 2.5\%$

[0071]

[0072] 광흡수층(10)에 함유되어 있는 광흡수제는, 근적외선 영역의 적어도 일부의 광을 흡수하고, 광학 필터(1a)에 있어서 상기의 (1)~(9)의 조건과, $\Delta T_s^{0/40}_{380-530} \leq 3\%$, $\Delta T_s^{0/40}_{450-650} \leq 3\%$, 및 $\Delta T_s^{0/40}_{530-750} \leq 3\%$ 의 조건이 만족되는 한 특별히 제한되지 않는다. 광흡수제는, 예를 들면, 포스폰산과 구리 이온에 의해 형성되어 있다. 이 경우, 광흡수층(10)에 의해, 근적외선 영역 및 근적외선 영역에 인접하는 가시 영역의 넓은 파장대에 있어서 광을 흡수할 수 있다. 이 때문에, 광학 필터(1a)가 광반사층을 구비하지 않아도 원하는 특성을 발휘할 수 있다.

[0073] 광흡수층(10)이 포스폰산과 구리 이온에 의해 형성된 광흡수제를 포함하는 경우, 그 포스폰산은, 예를 들면, 아릴기를 갖는 제1 포스폰산을 포함한다. 제1 포스폰산에 있어서 아릴기는 인 원자에 결합되어 있다. 이것에 의해, 광학 필터(1a)에 있어서 상기의 조건이 만족되기 쉽다.

[0074] 제1 포스폰산이 갖는 아릴기는, 예를 들면, 페닐기, 벤질기, 톨루일기, 니트로페닐기, 히드록시페닐기, 페닐기에 있어서의 적어도 1개의 수소 원자가 할로젠 원자로 치환되어 있는 할로젠화 페닐기, 또는 벤질기의 벤젠고리에 있어서의 적어도 1개의 수소 원자가 할로젠 원자로 치환되어 있는 할로젠화 벤질기이다.

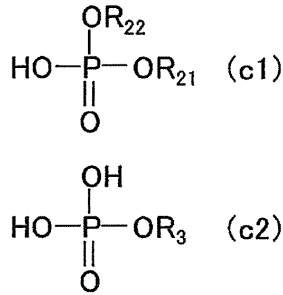
[0075] 광흡수층(10)이 포스폰산과 구리 이온에 의해 형성된 광흡수제를 포함하는 경우, 그 포스폰산은, 바람직하게는, 추가로, 알킬기를 갖는 제2 포스폰산을 포함한다. 제2 포스폰산에 있어서, 알킬기는 인 원자에 결합되어 있다.

[0076] 제2 포스폰산이 갖는 알킬기는, 예를 들면, 6개 이하의 탄소 원자를 갖는 알킬기이다. 이 알킬기는, 직쇄 및 분기쇄 중 어느 하나를 갖고 있어도 된다.

[0077] 광흡수층(10)이 포스폰산과 구리 이온에 의해 형성된 광흡수제를 포함하는 경우, 광흡수층(10)은, 예를 들면, 광흡수제를 분산시키는 인산에스테르와, 매트릭스 수지를 추가로 포함한다. 광흡수층(10)은, 필요에 따라서, 알콕시실란 모노머의 가수분해 축중합물을 추가로 포함한다.

[0078] 광흡수층(10)에 함유되어 있는 인산에스테르는, 광흡수제를 적절히 분산할 수 있는 한 특별히 제한되지 않는데, 예를 들면, 하기 식 (c1)로 표시되는 인산디에스테르 및 하기 식 (c2)로 표시되는 인산모노에스테르 중 적어도 한쪽을 포함한다. 하기 식 (c1) 및 하기 식 (c2)에 있어서, R_{21} , R_{22} , 및 R_3 은, 각각, $-(CH_2CH_2O)_nR_4$ 로 표시되는 1가의 관능기이고, n 은, 1~25의 정수이며, R_4 는, 탄소수 6~25의 알킬기를 나타낸다. R_{21} , R_{22} , 및 R_3 은, 서로 동

일 또는 다른 종류의 관능기이다.



[0079]

[0080]

인산에스테르는, 특별히 제한되지 않는데, 예를 들면, 플라이서프 A208N : 폴리옥시에틸렌알킬(C12, C13)에테르 인산에스테르, 플라이서프 A208F : 폴리옥시에틸렌알킬(C8)에테르인산에스테르, 플라이서프 A208B : 폴리옥시에틸렌라우릴에테르인산에스테르, 플라이서프 A219B : 폴리옥시에틸렌라우릴에테르인산에스테르, 플라이서프 AL : 폴리옥시에틸렌스티렌화페닐에테르인산에스테르, 플라이서프 A212C : 폴리옥시에틸렌트리데실에테르인산에스테르, 또는 플라이서프 A215C : 폴리옥시에틸렌트리데실에테르인산에스테르일 수 있다. 이들은 모두 다이이치공업제약사 제조의 제품이다. 또한, 인산에스테르는, NIKKOL DDP-2 : 폴리옥시에틸렌알킬에테르인산에스테르, NIKKOL DDP-4 : 폴리옥시에틸렌알킬에테르인산에스테르, 또는 NIKKOL DDP-6 : 폴리옥시에틸렌알킬에테르인산에스테르일 수 있다. 이들은, 모두 닛코케미컬즈사 제조의 제품이다.

[0081]

광흡수층(10)에 포함되는 매트릭스 수지는, 예를 들면, 광흡수제를 분산시킬 수 있어, 열경화 또는 자외선 경화가 가능한 수지이다. 또한, 매트릭스 수지로서, 그 수지에 의해 0.1mm의 수지층을 형성했을 경우에, 그 수지층의 파장 350~900nm의 광에 대한 투과율이 예를 들면 80% 이상이고, 바람직하게는 85% 이상이며, 보다 바람직하게는 90% 이상인 수지를 이용할 수 있는데, 광학 필터(1a)에 있어서 상기 (1)~(9)의 조건과, $\Delta T_s^{0/40}_{380-530} \leq 3\%$, $\Delta T_s^{0/40}_{450-650} \leq 3\%$, 및 $\Delta T_s^{0/40}_{530-750} \leq 3\%$ 의 조건이 만족되는 한, 매트릭스 수지는 특정의 수지에 제한되지 않는다. 광흡수층(10)에 있어서의 포스폰산의 함유량은, 예를 들면, 매트릭스 수지 100질량부에 대해서 3~180질량부이다.

[0082]

광흡수층(10)에 포함되는 매트릭스 수지는, 예를 들면 (폴리)올레핀 수지, 폴리이미드 수지, 폴리비닐부티랄 수지, 폴리카보네이트 수지, 폴리아미드 수지, 폴리설폰 수지, 폴리에테르설폰 수지, 폴리아미드이미드 수지, (변성)아크릴 수지, 에폭시 수지, 또는 실리콘 수지이다. 매트릭스 수지는, 페닐기 등의 아릴기를 포함하고 있어도 되고, 바람직하게는 페닐기 등의 아릴기를 포함하고 있는 실리콘 수지이다. 광흡수층(10)이 딱딱하면, 그 광흡수층(10)의 두께가 더해짐에 따라, 광학 필터(1a)의 제조 공정 중에 경화 수축에 의해 크랙이 발생하기 쉽다. 매트릭스 수지가 아릴기를 포함하는 실리콘 수지이면 광흡수층(10)이 양호한 내크랙성을 갖기 쉽다. 또한, 아릴기를 포함하는 실리콘 수지를 이용하면, 상기의 포스폰산과 구리 이온에 의해 형성된 광흡수제를 함유하는 경우에 광흡수제가 응집하기 어렵다. 또한, 광흡수층(10)의 매트릭스 수지가 아릴기를 포함하는 실리콘 수지인 경우에, 광흡수층(10)에 포함되는 인산에스테르가 식 (c1) 또는 식 (c2)로 표시되는 인산에스테르와 같이 옥시알킬기 등의 유연성을 갖는 직쇄 유기 관능기를 갖는 것이 바람직하다. 왜냐하면, 상기의 포스폰산과, 아릴기를 포함하는 실리콘 수지와, 옥시알킬기 등의 직쇄 유기 관능기를 갖는 인산에스테르의 조합에 의거하는 상호 작용에 의해, 광흡수제가 응집하기 어렵고, 또한, 광흡수층에 양호한 강성 및 양호한 유연성을 가져올 수 있기 때문이다. 매트릭스 수지로서 사용되는 실리콘 수지의 구체예로서는, KR-255, KR-300, KR-2621-1, KR-211, KR-311, KR-216, KR-212, KR-251, 및 KR-5230을 들 수 있다. 이들은 모두 신에츠화학공업사 제조의 실리콘 수지이다.

[0083]

광학 필터(1a)에 포함될 수 있는 알콕시실란 모노머의 가수분해 축중합물은, 예를 들면, 이하의 알콕시실란 모노머의 가수분해 축중합물이다. 그 알콕시실란 모노머는, 테트라메톡시실란, 테트라에톡시실란, 메틸트리메톡시실란, 메틸트리에톡시실란, 디메틸디에톡시실란, 디메틸디메톡시실란, 페닐트리메톡시실란, 페닐트리메톡시실란, 3-글리시독시프로필트리메톡시실란, 3-글리시독시프로필트리메톡시실란, 또는 3-글리시독시프로필메틸디에톡시실란이다.

[0084]

도 1a에 나타내는 바와 같이, 광학 필터(1a)는, 예를 들면, 투명 유전체 기판(20)을 추가로 구비하고 있다. 투명 유전체 기판(20)의 한쪽의 주면은 광흡수층(10)으로 덮여 있다. 투명 유전체 기판(20)의 특성은, 광학 필터

(1a)에 있어서, 상기의 (1)~(9)의 조건과, $\Delta T_s^{0/40}_{380-530} \leq 3\%$, $\Delta T_s^{0/40}_{450-650} \leq 3\%$, 및 $\Delta T_s^{0/40}_{530-750} \leq 3\%$ 의 조건이 만족되는 한, 특별히 제한되지 않는다. 투명 유전체 기관(20)은, 예를 들면, 450~600nm에 있어서 높은 평균 투과율(예를 들면, 80% 이상, 바람직하게는 85% 이상, 보다 바람직하게는 90% 이상)을 갖는 유전체 기관이다.

[0085] 투명 유전체 기관(20)은, 예를 들면, 유리제 또는 수지제이다. 투명 유전체 기관(20)이 유리제인 경우, 그 유리는, 예를 들면, D263 T eco 등의 붕규산 유리, 소다 석회 유리(청판), B270 등의 백판 유리, 무알칼리 유리, 또는 구리를 함유하고 있는 인산염 유리 혹은 구리를 함유하고 있는 불소인산염 유리 등의 적외선 흡수성 유리이다. 투명 유전체 기관(20)이, 구리를 함유하고 있는 인산염 유리 또는 구리를 함유하고 있는 불소인산염 유리 등의 적외선 흡수성 유리인 경우, 투명 유전체 기관(20)이 갖는 적외선 흡수 성능과 광흡수층(10)이 갖는 적외선 흡수 성능의 조합에 의해 광학 필터(1a)에 원하는 적외선 흡수 성능을 가져올 수 있다. 이러한 적외선 흡수성 유리는, 예를 들면, SCHOTT사 제조의 BG-60, BG-61, BG-62, BG-63, 혹은 BG-67이고, 니콘일렉트릭글래스사 제조의 500EXL이며, 또는 HOYA사 제조의 CM5000, CM500, C5000, 혹은 C500S이다. 또한, 투명 유전체 기관(20)은 자외선 흡수 특성을 갖고 있어도 된다.

[0086] 투명 유전체 기관(20)은, 산화마그네슘, 사파이어, 또는 석영 등의 투명성을 갖는 결정성의 기관이어도 된다. 예를 들면, 사파이어는 고경도이므로, 흠이 나기 어렵다. 이 때문에, 판형의 사파이어는, 촬상 장치에 있어서의 프로텍트 필터 또는 커버 유리 등의 내찰상성의 보호 재료로서, 스마트폰 및 휴대 전화 등의 휴대 단말에 구비되어 있는 카메라 모듈 또는 렌즈의 전면면에 배치되는 경우가 있다. 이러한 판형의 사파이어 상에 광흡수층(10)이 형성됨으로써, 카메라 모듈 또는 렌즈를 보호할 수 있음과 더불어, 근적외선 등의 불필요한 광선을 컷할 수 있다.

[0087] 투명 유전체 기관(20)이 수지제인 경우, 그 수지는, 예를 들면, (폴리)올레핀 수지, 폴리이미드 수지, 폴리비닐부티랄 수지, 폴리카보네이트 수지, 폴리아미드 수지, 폴리설폰 수지, 폴리에테르설폰 수지, 폴리아미드이미드 수지, (변성)아크릴 수지, 에폭시 수지, 또는 실리콘 수지이다.

[0088] 광학 필터(1a)는, 예를 들면, 광흡수층(10)을 형성하기 위한 코팅액을 투명 유전체 기관(20)의 한쪽의 주면에 도포하여 도막을 형성하고, 그 도막을 건조시킴으로써 제조할 수 있다. 광흡수층(10)이, 포스폰산과 구리 이온에 의해 형성된 광흡수제를 포함하는 경우를 예로, 코팅액의 조제 방법 및 광학 필터(1a)의 제조 방법을 설명한다.

[0089] 우선, 코팅액의 조제 방법의 일례를 설명한다. 아세트산구리일수화물 등의 구리염을 테트라히드로푸란(THF) 등의 소정의 용매에 첨가하고 교반하여, 구리염의 용액을 얻는다. 다음으로, 이 구리염의 용액에, 식 (c1)로 표시되는 인산디에스테르 또는 식 (c2)로 표시되는 인산모노에스테르 등의 인산에스테르 화합물을 더하고 교반하여, A액을 조제한다. 또한, 제1 포스폰산을 THF 등의 소정의 용매에 더하고 교반하여, B액을 조제한다. B액이 복수 종류의 제1 포스폰산을 포함하는 경우, 포스폰산의 종류마다 THF 등의 소정의 용매를 더하고 미리 조제된 복수의 액을 혼합하여 B액을 조제해도 된다. 또한, 광학 필터(1a)가 알콕시실란 모노머의 가수분해 축중합물을 포함하는 경우, 예를 들면 알콕시실란 모노머가 추가로 더해져 B액이 조제된다.

[0090] 다음으로, A액을 교반하면서, A액에 B액을 더하고 소정 시간 교반한다. 다음으로, 이 용액에 톨루엔 등의 소정의 용매를 더하고 교반하여, C액을 얻는다. 다음으로, C액을 가온하면서 소정 시간 탈용매 처리를 행하여, D액을 얻는다. 이것에 의해, THF 등의 용매 및 아세트산(비점 : 약 118℃) 등의 구리염의 해리에 의해 발생하는 성분이 제거되고, 제1 포스폰산과 구리 이온에 의해 광흡수제가 생성된다. C액을 가온하는 온도는, 구리염으로부터 해리한 제거되어야 할 성분의 비점에 의거하여 정해져 있다. 또한, 탈용매 처리에 있어서는, C액을 얻기 위해서 이용한 톨루엔(비점 : 약 110℃) 등의 용매도 휘발한다. 이 용매는, 코팅액에 있어서 어느 정도 잔류하고 있는 것이 바람직하므로, 이 관점으로부터 용매의 첨가량 및 탈용매 처리의 시간이 정해져 있으면 된다. 또한, C액을 얻기 위해서 톨루엔을 대신하여 o-크실렌(비점 : 약 144℃)을 이용할 수도 있다. 이 경우, o-크실렌의 비점은 톨루엔의 비점보다 높으므로, 첨가량을 톨루엔의 첨가량의 4분의 1 정도로 저감할 수 있다. D액에 실리콘 수지 등의 매트릭스 수지를 더하고 교반하여 코팅액을 조제할 수 있다.

[0091] 코팅액을 투명 유전체 기관(20)의 한쪽의 주면에 도포하여 도막을 형성한다. 예를 들면, 코팅액을 다이 코팅, 스핀 코팅, 또는 디스펜서에 의한 도포에 의해, 투명 유전체 기관(20)의 한쪽의 주면에 도포하여 도막을 형성한다. 다음으로, 이 도막에 대해서 소정의 가열 처리를 행하여 도막을 경화시킨다. 예를 들면, 50℃~200℃의 온도의 환경에 소정 시간 이 도막을 노출시킨다.

[0092] 코팅액에는 제2 포스폰산이 추가로 포함되어 있어도 된다. 이 경우, 예를 들면, D액과, 제2 포스폰산을 포함하

는 H액과, 매트릭스 수지를 혼합하고 교반하여, 코팅액을 조제할 수 있다. H액은, 예를 들면, 이하와 같이 조제할 수 있다.

[0093] 아세트산구리일수화물 등의 구리염을 테트라히드로푸란(THF) 등의 소정의 용매에 첨가하고 교반하여, 구리염의 용액을 얻는다. 다음으로, 이 구리염의 용액에, 식 (c1)로 표시되는 인산디에스테르 또는 식 (c2)로 표시되는 인산모노에스테르 등의 인산에스테르 화합물을 더하고 교반하여, E액을 조제한다. 또한, 제2 포스폰산은 THF 등의 소정의 용매에 더하고 교반하여, F액을 조제한다. 다음으로, E액을 교반하면서, E액에 F액을 더하고 소정 시간 교반한다. 다음으로, 이 용액에 톨루엔 등의 소정의 용매를 더하고 교반하여 G액을 얻는다. 다음으로, G액을 가온하면서 소정 시간 탈용매 처리를 행하여, H액이 얻어진다.

[0094] 광학 필터(1a)에 있어서, 광흡수층(10)은, 단일의 층으로 하여 형성되어 있어도 되고, 복수의 층으로 하여 형성되어 있어도 된다. 광흡수층(10)이 복수의 층으로 하여 형성되어 있는 경우, 광흡수층(10)은, 예를 들면, 제1 포스폰산과 구리 이온에 의해 형성된 광흡수제를 함유하고 있는 제1층과, 제2 포스폰산과 구리 이온에 의해 형성된 광흡수제를 함유하고 있는 제2층을 갖는다. 이 경우, 제1층을 형성하기 위한 코팅액은 D액에 실리콘 수지 등의 매트릭스 수지를 더하고 교반하여 얻어진다. 한편, 제2층은, 제1층을 형성하기 위한 코팅액과는 별도로 조제된 코팅액을 이용하여 형성된다. 제2층을 형성하기 위한 코팅액은, 예를 들면, H액에 실리콘 수지 등의 매트릭스 수지를 더하고 교반하여 얻어진다.

[0095] 제1층을 형성하기 위한 코팅액 및 제2층을 형성하기 위한 코팅액을 도포하여 도막을 형성하고, 이 도막에 대해서 소정의 가열 처리를 행하여 도막을 경화시킴으로써, 제1층 및 제2층을 형성할 수 있다. 예를 들면, 50℃~200℃의 온도의 환경에 소정 시간 이 도막을 노출시킨다. 제1층 및 제2층을 형성하는 순서는 특별히 제한되지 않으며, 제1층 및 제2층은 다른 기간에 형성되어도 되고, 동일한 기간에 형성되어도 된다. 또한, 제1층과 제2층의 사이에는, 보호층이 형성되어도 된다. 보호층은, 예를 들면, SiO₂의 증착막에 의해 형성되어 있다.

[0096] < 변형예 >

[0097] 광학 필터(1a)는, 여러 가지 관점으로부터 변경 가능하다. 예를 들면, 광학 필터(1a)는, 도 1b~도 1e에 나타내는 광학 필터(1b~1e)의 각각으로 변경되어도 된다. 광학 필터(1b~1e)는, 특별히 설명하는 경우를 제외하고, 광학 필터(1a)와 동일하게 구성되어 있다. 광학 필터(1a)의 구성 요소와 동일 또는 대응하는 광학 필터(1b~1e)의 구성 요소에는 동일한 부호를 붙이고, 상세한 설명을 생략한다. 광학 필터(1a)에 관한 설명은, 기술적으로 모순되지 않는 한 광학 필터(1b~1e)에도 적합하다.

[0098] 도 1b에 나타내는 바와 같이, 광학 필터(1b)에 있어서, 투명 유전체 기판(20)의 양쪽의 주면 상에 광흡수층(10)이 형성되어 있다. 이것에 의해, 1개의 광흡수층(10)에 의해서가 아닌, 투명 유전체 기판(20)에 의해 사이가 떨어진 2개의 광흡수층(10)에 의해, 상기의 (1)~(9)에 나타내는 조건과, $\Delta T_s^{0/40} \substack{380-530} \leq 3\%$, $\Delta T_s^{0/40} \substack{450-650} \leq 3\%$, 및 $\Delta T_s^{0/40} \substack{530-750} \leq 3\%$ 의 조건이 만족된다. 투명 유전체 기판(20)의 양쪽의 주면 상에 있어서의 광흡수층(10)의 두께는 동일해도 되고, 달라도 된다. 즉, 광학 필터(1b)가 원하는 광학 특성을 얻기 위해서 필요한 광흡수층(10)의 두께가 균등하게 또는 불균등하게 분배되도록, 투명 유전체 기판(20)의 양쪽의 주면 상에 광흡수층(10)이 형성되어 있다. 이것에 의해, 광학 필터(1b)의 투명 유전체 기판(20)의 한쪽의 주면 상에 형성된 각 광흡수층(10)의 두께는, 광학 필터(1a)의 그것보다 작다. 투명 유전체 기판(20)의 양쪽의 주면 상에 광흡수층(10)이 형성되어 있으므로, 투명 유전체 기판(20)이 얇은 경우에도, 광학 필터(1b)에 있어서 휨이 억제된다. 2개의 광흡수층(10)의 각각은, 복수의 층으로 하여 형성되어 있어도 된다.

[0099] 도 1c에 나타내는 바와 같이, 광학 필터(1c)에 있어서, 투명 유전체 기판(20)의 양쪽의 주면 상에 광흡수층(10)이 형성되어 있다. 추가로, 광학 필터(1c)는, 반사 방지막(30)을 구비하고 있다. 반사 방지막(30)은, 광학 필터(1c)와 공기의 계면을 이루도록 형성된, 가시 영역의 광의 반사를 저감하기 위한 막이다. 반사 방지막(30)은, 예를 들면, 수지, 산화물, 및 불화물 등의 유전체에 의해 형성된 막이다. 반사 방지막(30)은, 굴절률이 다른 2종류 이상의 유전체를 적층하여 형성된 다층막이어도 된다. 특히, 반사 방지막(30)은, SiO₂ 등의 저굴절률 재료와 TiO₂ 또는 Ta₂O₅ 등의 고굴절률 재료로 이루어지는 유전체 다층막이어도 된다. 이 경우, 광학 필터(1c)와 공기의 계면에 있어서의 프레넬 반사가 저감되어, 광학 필터(1c)를 투과하는 가시 영역의 광량을 증대시킬 수 있다. 반사 방지막(30)은, 광학 필터(1c)의 양면에 형성되어 있어도 되고, 광학 필터(1c)의 편면에 형성되어 있어도 된다.

- [0100] 도 1d에 나타내는 바와 같이, 광학 필터(1d)는, 광흡수층(10)만에 의해 구성되어 있다. 광학 필터(1d)는, 예를 들면, 유리 기판, 수지 기판, 금속 기판(예를 들면, 스틸 기판 또는 스테인리스 기판) 등의 소정의 기판에 코팅액을 도포하여 도막을 형성하고, 이 도막을 경화시킨 후에 기판으로부터 박리시킴으로써 제조할 수 있다. 광학 필터(1d)는, 캐스트법에 의해 제조되어도 된다. 광학 필터(1d)는, 투명 유전체 기판(20)을 구비하지 않기 때문에 얇다. 이 때문에, 광학 필터(1d)는, 촬상 장치의 저배화에 의해 공헌할 수 있다.
- [0101] 도 1e에 나타내는 바와 같이, 광학 필터(1e)는, 광흡수층(10)과, 그 양면에 배치된 한 쌍의 반사 방지막(30)을 구비하고 있다. 이 경우, 광학 필터(1e)는, 촬상 장치의 저배화에 공헌할 수 있고, 또한, 광학 필터(1d)에 비해 가시 영역의 광량을 증대시킬 수 있다.
- [0102] 광학 필터(1a~1e)는, 각각, 필요에 따라서, 광흡수층(10)과는 별도로, 적외선 흡수층(도시 생략)을 구비하도록 변경되어도 된다. 적외선 흡수층은, 예를 들면, 시아닌계, 프탈로시아닌계, 스쿼어리움(Squarylium)계, 디임모늄계, 및 아조계 등의 유기계의 적외선 흡수제 또는 금속 착체로 이루어지는 적외선 흡수제를 함유하고 있다. 적외선 흡수층은, 예를 들면, 이러한 적외선 흡수제로부터 선택되는 1개 또는 복수의 적외선 흡수제를 함유하고 있다. 이 유기계의 적외선 흡수제는, 흡수 가능한 광의 파장 범위(흡수 밴드)가 작고, 특정의 범위의 파장의 광을 흡수하는데 적합하다.
- [0103] 광학 필터(1a~1e)는, 각각, 필요에 따라서, 광흡수층(10)과는 별도로, 자외선 흡수층(도시 생략)을 구비하도록 변경되어도 된다. 자외선 흡수층은, 예를 들면, 벤조페논계, 트리아진계, 인돌계, 메로시아닌계, 및 옥사졸계 등의 자외선 흡수제를 함유하고 있다. 자외선 흡수층은, 예를 들면, 이러한 자외선 흡수제로부터 선택되는 1개 또는 복수의 자외선 흡수제를 함유하고 있다. 이러한 자외선 흡수제는, 예를 들면 300~340nm부근의 자외선을 흡수하고, 흡수한 파장보다 긴 파장의 광(형광)을 발하여, 형광제 또는 형광증백제로서 기능하는 것도 포함될 수 있는데, 자외선 흡수층에 의해, 수지 등의 광학 필터에 사용되고 있는 재료의 열화를 초래하는 자외선의 입사를 저감할 수 있다.
- [0104] 상기의 적외선 흡수제 및/또는 자외선 흡수제를, 수지제의 투명 유전체 기판(20)에 미리 함유시키고, 적외선 및/또는 자외선을 흡수하는 특성을 갖는 기판을 형성해도 된다. 이 경우, 수지는, 적외선 흡수제 및/또는 자외선 흡수제를 적절히 용해 또는 분산시킬 수 있고, 또한, 투명한 것이 필요하다. 이러한 수지로서, (폴리)올레핀 수지, 폴리이미드 수지, 폴리비닐부티랄 수지, 폴리카보네이트 수지, 폴리아미드 수지, 폴리설폰 수지, 폴리에테르설폰 수지, 폴리아미드이미드 수지, (변성)아크릴 수지, 에폭시 수지, 및 실리콘 수지를 예시할 수 있다.
- [0105] 도 2에 나타내는 바와 같이, 광학 필터(1a)는, 예를 들면, 촬상 장치(100)(카메라 모듈)를 제조하는데 사용된다. 촬상 장치(100)는, 렌즈계(2)와, 촬상 소자(4)와, 광학 필터(1a)를 구비하고 있다. 광학 필터(1a)에 있어서 상기의 (1)~(9)의 조건과, $\Delta T_S^{0/40}_{380-530} \leq 3\%$, $\Delta T_S^{0/40}_{450-650} \leq 3\%$, 및 $\Delta T_S^{0/40}_{530-750} \leq 3\%$ 의 조건이 만족되므로, 촬상 장치(100)에 있어서 생성되는 화상에 색얼룩이 발생하기 어렵다.
- [0106] 도 2에 나타내는 바와 같이, 촬상 장치(100)는, 예를 들면, 촬상 소자(4)의 전방에 배치되고, R(적), G(녹), 및 B(청)의 3색 필터를 갖는 컬러 필터(3)를 추가로 구비한다. 광학 필터(1a)는, 컬러 필터(3)의 전방에 배치되어 있다. 컬러 필터(3) 및 촬상 소자(4)는, 렌즈계(2)를 통과한 광을 수광한다. 예를 들면, 광흡수층(10)은, 투명 유전체 기판(20)의 렌즈계(2)에 가까운 면에 접하여 형성되어 있다. 전술한 바와 같이, 투명 유전체 기판(20)에 사파이어 등의 고경도의 재료를 이용함으로써, 렌즈계(2) 또는 촬상 소자(4)를 보호하는 효과가 증대한다. 예를 들면, 컬러 필터(3)에 있어서 R(적), G(녹), 및 B(청)의 3색 필터가 매트릭스형으로 배치되어 있고, 촬상 소자(4)의 각 화소의 바로 위에 R(적), G(녹), 및 B(청) 중 어느 하나의 색 필터가 배치되어 있다. 촬상 소자(4)는, 렌즈계(2), 광학 필터(1a), 및 컬러 필터(3)를 통과한 피사체로부터의 광을 수광한다. 촬상 장치(100)는, 촬상 소자(4)에 있어서 수광한 광에 의해 발생한 전하에 관한 정보에 의거하여 화상을 생성한다. 또한, 컬러 필터(3)와 촬상 소자(4)가 일체화되고, 컬러 이미지 센서가 구성되어 있어도 된다.
- [0107] 광학 필터(1a)가 컬러 필터(3)에 근접하여 배치되도록 촬상 장치(100)가 변형되어도 된다. 또한, 광학 필터(1a)를 대신하여, 또는, 광학 필터(1a)와 더불어, 광학 필터(1b~1e)의 적어도 1개를 구비하도록 촬상 장치(100)가 변형되어도 된다.
- [0108] [실시예]
- [0109] 실시예에 의해, 본 발명을 보다 상세하게 설명한다. 또한, 본 발명은 이하의 실시예에 한정되지 않는다.
- [0110] <투과율 스펙트럼 측정>

[0111] 파장 300~1200nm의 광을 실시예 및 비교예에 따른 광학 필터, 일부의 실시예 및 비교예에 따른 광학 필터의 반제품, 또는 참고예에 따른 적층체에 입사시켰을 때의 투과율 스펙트럼을, 자외선 가시 분광 광도계(일본분광사 제조, 제품명 : V-670)를 이용하여 측정하였다. 투과율 스펙트럼의 측정에 있어서, 입사광의 입사 각도를 0° , 30° , 35° , 40° , 45° , 50° , 55° , 60° , 및 65° 의 적어도 어느 1개로 설정하였다. 또한, 실시예 및 비교예에 따른 광학 필터의 각 입사 각도에 있어서의 투과율 스펙트럼 측정의 결과로부터, 파장 400~650nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치가 100%가 되도록 정규화된 분광 투과율 곡선(정규화 분광 투과율 곡선)을 입사 각도마다 얻었다. 각 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선에 의거하여, x° 의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율과 y° 의 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율의 차의 절대치의 파장 W_{nm} ~ V_{nm} (여기서, $W < V$)의 범위에 있어서의 평균치 $\Delta T_s^{x/y}_{W-V}$ 를 산출하였다.

[0112] <실시예 1>

[0113] 아세트산구리일수화물($(CH_3COO)_2Cu \cdot H_2O$) 1.125g과, 테트라히드로푸란(THF) 60g을 혼합하고 3시간 교반하여, 아세트산구리 용액을 얻었다. 다음으로, 얻어진 아세트산구리 용액에, 인산에스테르 화합물인 플라이서프 A208N(다이이치공업제약사 제조)을 0.412g 더하고 30분간 교반하여, A액을 얻었다. 페닐포스포산($C_6H_5PO(OH)_2$)(닛산화학공업사 제조) 0.176g에 THF 10g을 더하고 30분간 교반하여, B1-1액을 얻었다. 4-브로모페닐포스포산($C_6H_4BrPO(OH)_2$)(도쿄화학공업사 제조) 1.058g에 THF 10g을 더하고 30분간 교반하여, B1-2액을 얻었다. 다음으로, B1-1액과 B1-2액을 혼합하여 1분간 교반하고, 메틸트리에톡시실란(MTES : $CH_3Si(OC_2H_5)_3$)(신에츠화학공업사 제조) 2.166g과 테트라에톡시실란(TEOS : $Si(OC_2H_5)_4$)(키시다화학사 제조 특급) 0.710g을 더하고 추가로 1분간 교반하여, B1액을 얻었다. A액을 교반하면서 A액에 B1액을 더하고, 실온에서 1분간 교반하였다. 다음으로, 이 용액에 톨루엔 25g을 더한 후, 실온에서 1분간 교반하여, C1액을 얻었다. C1액을 플라스크에 넣고 오일 베스(도쿄리카기계사 제조, 형식 : OSB-2100)로 가온하면서, 회전증발기(도쿄리카기계사 제조, 형식 : N-1110 SF)에 의해 탈용매 처리를 행하였다. 오일 베스의 설정 온도는 $105^\circ C$ 로 조정하였다. 그 후, 플라스크 중으로부터 탈용매 처리 후의 액을 취출(取出)하여, D1액을 얻었다. D1액은, 페닐포스포산구리와 4-브로모페닐포스포산구리를 포함하는 페닐계 포스포산구리(광흡수제)의 미립자의 분산액이었다. D1액은 투명하고, D1액에 있어서 광흡수제의 미립자가 양호하게 분산하고 있었다.

[0114] 아세트산구리일수화물 1.125g과 THF 36g을 혼합하고 3시간 교반하여, 아세트산구리 용액을 얻었다. 다음으로, 얻어진 아세트산구리 용액에, 인산에스테르 화합물인 플라이서프 A208N을 0.643g 더하고 30분간 교반하여, E1액을 얻었다. 또한, n-부틸포스포산($C_4H_9PO(OH)_2$)(일본화학공업사 제조) 0.722g에 THF 10g을 더하고 30분간 교반하여, F1액을 얻었다. E1액을 교반하면서 E1액에 F1액을 더하고, 실온에서 1분간 교반하였다. 다음으로, 이 용액에 톨루엔 25g을 더한 후 실온에서 1분간 교반하여, G1액을 얻었다. G1액을 플라스크에 넣고 오일 베스로 가온하면서, 회전증발기에 의해, 탈용매 처리를 행하였다. 오일 베스의 설정 온도는 $105^\circ C$ 로 조정하였다. 그 후, 플라스크 중으로부터 탈용매 처리 후의 액을 취출하여, H1액을 얻었다. H1액은, 부틸포스포산구리의 미립자의 분산액이었다. H1액은 투명하고, H1액에 있어서 미립자가 양호하게 분산하고 있었다.

[0115] D1액에 실리콘 수지(신에츠화학공업사 제조, 제품명 : KR-300)를 2.200g 첨가하고 30분간 교반하여, I1액을 얻었다. H1액을 I1액에 더하고 30분간 교반하여, 실시예 1에 따른 광흡수성 조성물을 얻었다.

[0116] $76mm \times 76mm \times 0.07mm$ 의 치수를 갖는 봉규산 유리로 만들어진 투명 유리 기판(SCHOTT사 제조, 제품명 : D263 T eco)의 양면의 중심부의 $30mm \times 30mm$ 의 범위에 디스펜서를 이용하여 실시예 1에 따른 광흡수성 조성물을 도포하고 도막을 형성하였다. 광흡수성 조성물을 투명 유리 기판에 도포할 때에 도포액이 흘러 나오지 않도록, 도포액의 도포 범위에 상당하는 개구를 갖는 틀을 투명 유리 기판 상에 두어 도포액을 막았다. 투명 유리 기판의 편면에 도포한 후, 도포한 광흡수성 조성물의 유동성이 사라질 때까지 상온에서 방치한 후, 투명 유리 기판의 반대측의 면에도 동일하게 하여 광흡수성 조성물을 도포하였다. 광흡수성 조성물의 도포량은 투명 유리 기판의 양면에 있어서 광흡수성 조성물의 도막으로부터 유래하는 층의 두께의 총합이 최종적으로 $180\mu m$ 정도가 되도록 정하였다. 다음으로, 미건조의 광흡수성 조성물의 도막을 갖는 투명 유리 기판을 오븐에 넣고, $85^\circ C$ 에서 6시간 가열 처리를 행하여, 도막을 경화시켰다. 그 후, 온도 $85^\circ C$ 및 상대습도 85%로 설정된 항온항습조 내에, 상기의 도막이 형성된 투명 유리 기판을 20시간 두어 가습 처리를 행하였다. 가습 처리는, 투명 유리 기판 상에 도포된 광흡수성 조성물에 포함되는 알콕시실란 모노머의 가수분해 및 축중합을 촉진시켜, 광흡수층에 있어서 경질이면서 치밀한 매트릭스를 형성하기 위해서 행하였다. 그 후, 투명 유리 기판 상에 광흡수층이 형성된 영역

을 잘라내어, 실시예 1에 따른 광학 필터를 얻었다. 실시예 1에 따른 광학 필터의 양면에 있어서의 광흡수층의 두께의 총합은 $183\mu\text{m}$ 였다. 0° , 30° , 35° , 40° , 45° , 50° , 55° , 60° , 및 65° 의 입사 각도에 있어서의 실시예 1에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼을 도 3a 및 도 3b에 나타낸다. 0° 의 입사 각도에 있어서의 실시예 1에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼으로부터 읽어낸 특성치를 표 3에 나타낸다. 0° , 30° , 35° , 40° , 45° , 50° , 55° , 60° , 및 65° 의 입사 각도에 있어서의 실시예 1에 따른 광학 필터의 정규화 분광 투과율 곡선을 도 4a 및 도 4b에 나타낸다. 실시예 1에 따른 광학 필터에 있어서의, 입사 각도 x° 가 0° 일 때의 $\Delta T_{S\frac{0/y}{W-V}}$ 의 값 및 입사 각도 x° 가 30° 일 때의 $\Delta T_{S\frac{30/y}{W-V}}$ 의 값을 각각 표 4 및 표 5에 나타낸다.

[0117] 표 3에 나타내는 바와 같이, 실시예 1에 따른 광학 필터에 있어서, 상기의 (1)~(9)의 조건이 만족되어 있었다. 또한, 표 4 및 표 5에 나타내는 바와 같이, 실시예 1에 따른 광학 필터에 있어서의, $\Delta T_{S\frac{0/y}{W-V}}$ 의 값 및 $\Delta T_{S\frac{30/y}{W-V}}$ 의 값은 각각 표 1 및 표 2에 나타내는 조건을 만족하고 있었다. 도 3a 및 도 3b에 나타내는 바와 같이, 실시예 1에 따른 광학 필터에 있어서, 파장 380nm 이하의 영역 및 파장 700nm 이상의 영역에서의 투과율은 충분히 낮고, 파장 450nm 및 $500\sim 600\text{nm}$ 의 투과율은 충분히 높았다. 환언하면, 실시예 1에 따른 광학 필터는, 자외선 영역 및 근적외선 영역의 광을 양호하게 차폐할 수 있고, 또한, 가시 영역의 광을 충분히 투과시킬 수 있는 특성을 갖고 있었다. 도 4a 및 도 4b에 나타내는 바와 같이, 실시예 1에 따른 광학 필터에 있어서, $0^\circ\sim 65^\circ$ 의 입사 각도에 대한 파장 380nm 이하의 영역 및 파장 700nm 이상의 영역에 있어서의 정규화 분광 투과율은 충분히 낮고, 파장 450nm 및 파장 $500\sim 600\text{nm}$ 의 정규화 분광 투과율은 충분히 높았다. 이 때문에, 실시예 1에 따른 광학 필터는, 촬상 장치에 있어서 설계상 상정되는 촬상 소자로의 입사 각도에 따라서 광량의 저하를 보충하도록 감도 보정이 이루어지는 경우에도, 자외선 영역 및 근적외선 영역의 광을 양호하게 차폐하면서, 가시 영역의 광을 충분히 투과시키기 위해서 유리한 특성을 갖고 있었다. 또한, 실시예 1에 따른 광학 필터에 있어서, 각 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상의 어긋남이 작고, 실시예 1에 따른 광학 필터를 이용한 촬상 장치에서 생성되는 화상 내에서 색얼룩이 발생하기 어렵다고 생각할 수 있다.

[0118] <실시예 2>

[0119] 아세트산구리일수화물($(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu} \cdot \text{H}_2\text{O}$) 1.125g 과 테트라히드로푸란(THF) 60g 을 혼합하고 3시간 교반하여, 아세트산구리 용액을 얻었다. 다음으로, 얻어진 아세트산구리 용액에, 인산에스테르 화합물인 플라이서프 A208N(다이이치공업제약사 제조)을 0.412g 더하고 30분간 교반하여, A액을 얻었다. 페닐포스폰산($\text{C}_6\text{H}_5\text{PO}(\text{OH})_2$)(닛산화학공업사 제조) 0.441g 에 THF 10g 을 더하고 30분간 교반하여, B2-1액을 얻었다. 4-브로모페닐포스폰산($\text{C}_6\text{H}_4\text{BrPO}(\text{OH})_2$)(도쿄화학공업사 제조) 0.661g 에 THF 10g 을 더하고 30분간 교반하여, B2-2액을 얻었다. 다음으로, B2-1액과 B2-2액을 혼합하여 1분간 교반하고, 메틸트리에톡시실란(MTES : $\text{CH}_3\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$)(신에츠화학공업사 제조) 1.934g 과 테트라에톡시실란(TEOS : $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$)(키시다화학사 제조 특급) 0.634g 을 더하고 추가로 1분간 교반하여, B2액을 얻었다. A액을 교반하면서 A액에 B2액을 더하고 실온에서 1분간 교반하였다. 다음으로, 이 용액에 톨루엔 25g 을 더한 후, 실온에서 1분간 교반하여, C2액을 얻었다. C2액을 플라스크에 넣고 오일 베스(도쿄리카기계사 제조, 형식 : OSB-2100)로 가온하면서, 회전증발기(도쿄리카기계사 제조, 형식 : N-1110 SF)에 의해, 탈용매 처리를 행하였다. 오일 베스의 설정 온도는 105°C 로 조정하였다. 그 후, 플라스크 중으로부터 탈용매 처리 후의 액을 취출하여, D2액을 얻었다. D2액은, 페닐포스폰산구리와 4-브로모페닐포스폰산구리를 포함하는 페닐계 포스폰산구리(광흡수제)의 미립자의 분산액이었다. D2액은 투명하고, D2액에 있어서 미립자가 양호하게 분산하고 있었다.

[0120] 아세트산구리일수화물 1.125g 과 THF 36g 을 혼합하고 3시간 교반하여, 아세트산구리 용액을 얻었다. 다음으로, 얻어진 아세트산구리 용액에, 인산에스테르 화합물인 플라이서프 A208N을 0.710g 더하고 30분간 교반하여, E2액을 얻었다. 또한, n-부틸포스폰산($\text{C}_4\text{H}_9\text{PO}(\text{OH})_2$)(일본화학공업사 제조) 0.708g 에 THF 10g 을 더하고 30분간 교반하여, F2액을 얻었다. E2액을 교반하면서 E2액에 F2액을 더하고, 실온에서 1분간 교반하였다. 다음으로, 이 용액에 톨루엔 25g 을 더한 후, 실온에서 1분간 교반하여, G2액을 얻었다. 이 G2액을 플라스크에 넣고 오일 베스로 가온하면서, 회전증발기에 의해, 탈용매 처리를 행하였다. 오일 베스의 설정 온도는 105°C 로 조정하였다. 그 후, 플라스크 중으로부터 탈용매 처리 후의 액을 취출하여, H2액을 얻었다. H2액은, 부틸포스폰산구리의 미립자의 분산액이었다. H2액은 투명하고, H2액에 있어서 미립자가 양호하게 분산하고 있었다.

[0121] D2액에 실리콘 수지(신에츠화학공업사 제조, 제품명 : KR-300)를 2.200g 첨가하고 30분간 교반하여, I2액을 얻었다. H2액을 I2액에 더하고 30분간 교반하여, 실시예 2에 따른 광흡수성 조성물을 얻었다.

[0122] 76mm×76mm×0.21mm의 치수를 갖는 붕규산 유리로 만들어진 투명 유리 기관(SCHOTT사 제조, 제품명 : D263 T eco)의 한쪽의 주면의 중심부의 30mm×30mm의 범위에 디스펜서를 이용하여 실시예 2에 따른 광흡수성 조성물을 도포하여 도막을 형성하였다. 광흡수성 조성물을 투명 유리 기관에 도포할 때에 도포액이 흘러 나오지 않도록, 도포액의 도포 범위에 상당하는 개구를 갖는 틀을 투명 유리 기관 상에 두어 도포액을 막았다. 광흡수성 조성물의 도포량은 광흡수성 조성물의 도막으로부터 유래하는 층의 두께가 최종적으로 170 μm정도가 되도록 정하였다. 다음으로, 미건조의 광흡수성 조성물의 도막을 갖는 투명 유리 기관을 오븐에 넣고, 85℃에서 6시간 가열 처리를 행하여, 도막을 경화시켰다. 그 후, 온도 85℃ 및 상대습도 85%로 설정된 항온항습조 내에, 상기의 도막이 형성된 투명 유리 기관을 20시간 두고 가습 처리를 행하여, 투명 유리 기관 상에 광흡수층이 형성된 실시예 2에 따른 광학 필터를 얻었다. 가습 처리는, 투명 유리 기관 상에 도포된 광흡수성 조성물에 포함되는 알콕시실란 모노머의 가수분해 및 축중합을 촉진시켜, 광흡수층에 있어서 경질이면서 치밀한 매트릭스를 형성하기 위해서 행하였다. 그 후, 투명 유리 기관 상에 광흡수층이 형성된 영역을 잘라내어, 실시예 2에 따른 광학 필터를 얻었다. 실시예 2에 따른 광학 필터의 광흡수층의 두께는 170 μm였다. 0°, 30°, 35°, 40°, 45°, 50°, 55°, 60°, 및 65°의 입사 각도에 있어서의 실시예 2에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼을 도 5a 및 도 5b에 나타낸다. 0°의 입사 각도에 있어서의 실시예 2에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼으로부터 읽어낸 특성치를 표 6에 나타낸다. 0°, 30°, 35°, 40°, 45°, 50°, 55°, 60°, 및 65°의 입사 각도에 있어서의 실시예 2에 따른 광학 필터의 정규화 분광 투과율 곡선을 도 6a 및 도 6b에 나타낸다. 실시예 2에 따른 광학 필터에 있어서의, 입사 각도 x° 가 0°일 때의 $\Delta T_{S \text{ W-V}}^{0/y}$ 의 값 및 입사 각도 x° 가 30°일 때의 $\Delta T_{S \text{ W-V}}^{30/y}$ 의 값을 각각 표 7 및 표 8에 나타낸다.

[0123] 표 6에 나타내는 바와 같이, 실시예 2에 따른 광학 필터에 있어서, 상기의 (1)~(9)의 조건이 만족되어 있었다. 또한, 표 7 및 표 8에 나타내는 바와 같이, 실시예 2에 따른 광학 필터에 있어서의, $\Delta T_{S \text{ W-V}}^{0/y}$ 의 값 및 $\Delta T_{S \text{ W-V}}^{30/y}$ 의 값은 각각 표 1 및 표 2에 나타내는 조건을 만족하고 있었다. 도 5a 및 도 5b에 나타내는 바와 같이, 실시예 2에 따른 광학 필터에 있어서, 실시예 1에 따른 광학 필터와 비교하면, 투과 대역이 단파장측으로 연장되어 있고, 파장 380nm이면서 20% 약(弱)의 투과율을 나타냈다. 일본 공업 규격(JIS) Z 8120에 의하면, 가시광선에 상당하는 전자파의 파장 범위의 단파장 한계는 360~400nm라고 기재되어 있다. 실시예 2에 따른 광학 필터에 있어서 가시광선의 단파장 한계 부근에 있어서 파장의 증가와 더불어 투과율이 급격하게 증가한다고 할 수 있다. 실시예 2에 따른 광학 필터에 있어서, 파장 1100nm를 초과하는 대역에서는 약간의 광의 투과가 인정되었는데, 이 대역에 있어서 일반적인 촬상 소자는 감도가 낮다. 이 때문에, 실시예 2에 따른 광학 필터를 촬상 장치에 편입하는데 실용상의 문제는 없다고 생각할 수 있다.

[0124] 실시예 2에 따른 광학 필터에 있어서, 파장 380nm 미만의 영역 및 파장 700nm 이상의 영역에서의 투과율은, 파장 1100nm 이상의 영역을 제외하면 충분히 낮고, 파장 450nm 및 파장 500~600nm에 있어서의 투과율은 충분히 높다. 이 때문에, 실시예 2에 따른 광학 필터는, 자외선 영역 및 근적외선 영역에 있어서 광을 양호하게 차폐할 수 있고, 가시 영역에 있어서 충분히 광을 투과시킬 수 있는 특성을 갖고 있었다. 도 6a 및 도 6b에 나타내는 바와 같이, 실시예 2에 따른 광학 필터에 있어서, 0°~65°의 입사 각도에 대한 파장 380nm 미만의 영역 및 파장 700nm 이상의 영역에 있어서의 정규화 분광 투과율은, 파장 1100nm 이상의 영역을 제외하면 충분히 낮고, 파장 450nm 및 파장 500~600nm의 정규화 분광 투과율은 충분히 높았다. 이 때문에, 실시예 2에 따른 광학 필터는, 촬상 장치에 있어서 설계상 상정되는 촬상 소자로의 입사 각도에 따라서 광량의 저하를 보충하도록 감도 보정이 이루어지는 경우에도, 자외선 영역 및 근적외선 영역의 광을 양호하게 차폐하면서, 가시 영역의 광을 충분히 투과시키기 위해서 유리한 특성을 갖고 있었다. 또한, 실시예 2에 따른 광학 필터에 있어서, 각 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상의 어긋남이 작고, 실시예 2에 따른 광학 필터를 이용한 촬상 장치에서 생성되는 화상 내에서 색얼룩이 발생하기 어렵다고 생각할 수 있다. 또한, 실시예 2에 따른 광학 필터는, 투명 유리 기관의 편면에만 광흡수층을 구비하므로, 광흡수층에 있어서의 응력에 의해 투명 유리 기관의 휨을 억제하기 위해서 투명 유리 기관의 두께를 실시예 1에 따른 광학 필터의 투명 유리 기관의 두께에 비해 크게 하였다. 환언하면, 실시예 1에 따른 광학 필터와 같이 투명 유리 기관의 양면에 광흡수층을 형성하면, 투명 유리 기관의 두께를 얇게 하기 쉽다.

[0125] < 실시예 3 >

[0126] 아세트산구리일수화물($(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu} \cdot \text{H}_2\text{O}$) 1.125g과 테트라히드로푸란(THF) 60g을 혼합하고 3시간 교반하여, 아세트산구리 용액을 얻었다. 다음으로, 얻어진 아세트산구리 용액에, 인산에스테르 화합물인 플라이서프 A208N(다

이이치공업제약사 제조)을 0.412g 더하고 30분간 교반하여, A액을 얻었다. 페닐포스포산($C_6H_5PO(OH)_2$)(닛산화학공업사 제조) 0.176g에 THF 10g을 더하고 30분간 교반하여, B3-1액을 얻었다. 4-브로모페닐포스포산($C_6H_4BrPO(OH)_2$)(도쿄화학공업사 제조) 1.058g에 THF 10g을 더하고 30분간 교반하여, B3-2액을 얻었다. 다음으로, B3-1액과 B3-2액을 혼합하고 1분간 교반하여, 메틸트리에톡시실란(MTES : $CH_3Si(OC_2H_5)_3$)(신에츠화학공업사 제조) 2.166g과, 테트라에톡시실란(TEOS : $Si(OC_2H_5)_4$)(키시다화학사 제조 특급) 0.710g을 더하고 추가로 1분간 교반하여, B3액을 얻었다. A액을 교반하면서 A액에 B3액을 더하고, 실온에서 1분간 교반하였다. 다음으로, 이 용액에 톨루엔 25g을 더한 후, 실온에서 1분간 교반하여, C3액을 얻었다. 이 C3액을 플라스크에 넣고 오일 베스(도쿄리카기계사 제조, 형식 : OSB-2100)로 가온하면서, 회전증발기(도쿄리카기계사 제조, 형식 : N-1110 SF)에 의해, 탈용매 처리를 행하였다. 오일 베스의 설정 온도는 105℃로 조정하였다. 그 후, 플라스크 중으로부터 탈용매 처리 후의 액을 취출하여, D3액을 얻었다. D3액은, 페닐포스포산구리와 4-브로모페닐포스포산구리를 포함하는 페닐계 포스포산구리(광흡수제)의 미립자의 분산액이었다. D3액은 투명하고, D3액에 있어서 미립자가 양호하게 분산하고 있었다.

[0127] 아세트산구리일수화물 1.125g과 THF 36g을 혼합하고 3시간 교반하여, 아세트산구리 용액을 얻었다. 다음으로, 얻어진 아세트산구리 용액에, 인산에스테르 화합물인 플라이서프 A208N을 0.643g 더하고 30분간 교반하여, E3액을 얻었다. 또한, n-부틸포스포산($C_4H_9PO(OH)_2$)(일본화학공업사 제조) 0.722g에 THF 10g을 더하고 30분간 교반하여, F3액을 얻었다. E3액을 교반하면서 E3액에 F3액을 더하고, 실온에서 1분간 교반하였다. 다음으로, 이 용액에 톨루엔 25g을 더한 후, 실온에서 1분간 교반하여, G3액을 얻었다. 이 G3액을 플라스크에 넣고 오일 베스로 가온하면서, 회전증발기에 의해, 탈용매 처리를 행하였다. 오일 베스의 설정 온도는 105℃로 조정하였다. 그 후, 플라스크 중으로부터 탈용매 처리 후의 액을 취출하여, H3액을 얻었다. H3액은, 부틸포스포산구리의 미립자의 분산액이었다. H3액은 투명하고, H3액에 있어서 미립자가 양호하게 분산하고 있었다.

[0128] D3액에 실리콘 수지(신에츠화학공업사 제조, 제품명 : KR-300)를 2.200g 첨가하고 30분간 교반하여, I3액을 얻었다. H3액을 I3액에 더하고 30분간 교반하여, 실시예 3에 따른 광흡수성 조성물을 얻었다.

[0129] 76mm×76mm×0.21mm의 치수를 갖는 봉규산 유리로 만들어진 투명 유리 기관(SCHOTT사 제조, 제품명 : D263 T eco)의 한쪽의 주면의 중심부의 30mm×30mm의 범위에 디스펜서를 이용하여 실시예 3에 따른 광흡수성 조성물을 도포하여 도막을 형성하였다. 광흡수성 조성물을 투명 유리 기관에 도포할 때에 도포액이 흘러 나오지 않도록, 도포액의 도포 범위에 상당하는 개구를 갖는 틀을 투명 유리 기관 상에 두어 도포액을 막았다. 광흡수성 조성물의 도포량은, 광흡수성 조성물의 도막으로부터 유래하는 층의 두께가 최종적으로 135μm정도가 되도록 정하였다. 다음으로, 미건조의 도막을 갖는 투명 유리 기관을 오븐에 넣고, 85℃에서 6시간 가열 처리를 행하여, 도막을 경화시켰다. 그 후, 온도 85℃ 및 상대습도 85%로 설정된 항온항습조 내에, 상기의 도막이 형성된 투명 유리 기관을 20시간 두어 가습 처리를 행하고, 투명 유리 기관 상에 광흡수층을 형성하였다. 가습 처리는, 투명 유리 기관 상에 도포된 광흡수성 조성물에 포함되는 알콕시실란 모노머의 가수분해 및 축중합을 촉진시켜, 광흡수층에 있어서 경질이면서 치밀한 매트릭스를 형성하기 위해서 행하였다. 이와 같이 하여 얻어진 투명 유리 기관 상의 광흡수층을 박리함으로써, 실시예 3에 따른 광학 필터를 얻었다. 실시예 3에 따른 광학 필터의 두께는 135μm였다. 0°, 30°, 35°, 40°, 45°, 50°, 55°, 60°, 및 65°의 입사 각도에 있어서의 실시예 3에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼을 도 7a 및 도 7b에 나타낸다. 0°의 입사 각도에 있어서의 실시예 3에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼으로부터 읽어낸 특성치를 표 9에 나타낸다. 0°, 30°, 35°, 40°, 45°, 50°, 55°, 60°, 및 65°의 입사 각도에 있어서의 실시예 3에 따른 광학 필터의 정규화 분광 투과율 곡선을 도 8a 및 도 8b에 나타낸다. 실시예 3에 따른 광학 필터에 있어서의, 입사 각도 x° 가 0°일 때의 $\Delta T_s^{0/y}_{W-V}$ 의 값 및 입사 각도 x° 가 30°일 때의 $\Delta T_s^{30/y}_{W-V}$ 의 값을 각각 표 10 및 표 11에 나타낸다.

[0130] 표 9에 나타내는 바와 같이, 실시예 3에 따른 광학 필터에 있어서, 상기의 (1)~(9)의 조건이 만족되어 있었다. 또한, 표 10 및 표 11에 나타내는 바와 같이, 실시예 3에 따른 광학 필터에 있어서의, $\Delta T_s^{0/y}_{W-V}$ 의 값 및 $\Delta T_s^{30/y}_{W-V}$ 의 값은 각각 표 1 및 표 2에 나타내는 조건을 만족하고 있었다. 실시예 3에 따른 광학 필터에 있어서, 실시예 1 및 2에 따른 광학 필터와 비교하면, 파장 700nm 및 파장 715nm에 있어서의 투과율이 약간 높지만 허용 범위였다. 실시예 3에 따른 광학 필터에 있어서, 실시예 1에 따른 광학 필터와 비교하면, 파장 1100nm를 초과하는 대역에서는 약간의 광의 투과가 인정되었는데, 실시예 2에 따른 광학 필터와 비교하면 이 대역에 있어서의

광의 투과는 억제되어 있었다. 이 대역에 있어서 일반적인 촬상 소자는 감도가 낮으므로, 실시예 3에 따른 광학 필터를 촬상 장치에 편입하는데 실용상의 문제는 없다고 생각할 수 있다. 실시예 3에 따른 광학 필터에 있어서, 파장 380nm 이하의 영역에 있어서 투과율은 충분히 낮고, 파장 450nm 및 파장 500~600nm의 영역에 있어서 투과율은 충분히 높다. 환언하면, 실시예 3에 따른 광학 필터는, 자외선 영역 및 근적외선 영역에 있어서 양호하게 광을 차폐할 수 있고, 가시 영역에 있어서 충분히 광을 투과시킬 수 있는 특성을 갖고 있었다.

[0131] 도 8a 및 도 8b에 나타내는 바와 같이, 실시예 3에 따른 광학 필터에 있어서, 0° ~ 65° 의 입사 각도에 대한 파장 380nm 이하의 영역 및 파장 700nm 이상의 영역에 있어서의 정규화 분광 투과율은 충분히 낮고, 파장 450nm 및 파장 500~600nm의 정규화 분광 투과율은 충분히 높았다. 이 때문에, 실시예 3에 따른 광학 필터는, 촬상 장치에 있어서 설계상 상정되는 촬상 소자로의 입사 각도에 따라서 광량의 저하를 보충하도록 감도 보정이 이루어지는 경우에도, 자외선 영역 및 근적외선 영역의 광을 양호하게 차폐하면서, 가시 영역의 광을 충분히 투과시키기 위해서 유리한 특성을 갖고 있었다. 또한, 실시예 3에 따른 광학 필터에 있어서, 각 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상의 어긋남이 작고, 실시예 3에 따른 광학 필터를 이용한 촬상 장치에서 생성되는 화상 내에서 색얼룩이 발생하기 어렵다고 생각할 수 있다. 실시예 3에 따른 광학 필터는, 투명 유리 기판을 구비하지 않고, 광흡수층만으로 구성되어 있으므로, 광학 필터의 두께를 저감할 수 있었다.

[0132] <실시예 4>

[0133] 아세트산구리일수화물 1.1g과 테트라히드로푸란(THF) 60g을 혼합하고 3시간 교반하여 얻어진 액에, 인산에스테르(다이이치공업제약사 제조 제품명 : 플라이서프 A208F) 2.3g을 더하고 30분간 교반하여, A4액을 얻었다. 페닐포스폰산(도쿄화학공업사 제조) 0.6g에 THF 10g을 더하고 30분간 교반하여 B4액을 얻었다. A4액을 교반하면서 B4액을 더하고, 실온에서 1분간 교반하였다. 이 용액에 톨루엔 45g을 더한 후, 실온에서 1분간 교반하여, C4액을 얻었다. C4액을 플라스크에 넣고 120°C 로 조정된 오일 배스(도쿄리카기계사 제조, 형식 : OSB-2100)로 가온하면서, 회전증발기(도쿄리카기계사 제조, 형식 : N-1110 SF)에 의해, 25분간 탈용매 처리를 행하였다. 플라스크 중으로부터 탈용매 처리 후의 용액을 취출하여, 실리콘 수지(신에츠화학공업사 제조, 제품명 : KR-300)를 4.4g 첨가하고, 실온에서 30분간 교반하여, 광흡수성 조성물(IRA1)을 얻었다.

[0134] 아세트산구리일수화물 2.25g과 테트라히드로푸란(THF) 120g을 혼합하고 3시간 교반하여 얻어진 액에, 인산에스테르(다이이치공업제약사 제조 제품명 : 플라이서프 A208F) 1.8g을 더하고 30분간 교반하여, E4액을 얻었다. 부틸포스폰산 1.35g에 THF 20g을 더하고 30분간 교반하여, F4액을 얻었다. E4액을 교반하면서 F4액을 더하고 실온에서 3시간 교반한 후 톨루엔을 40g 더하고, 그 후 85°C 의 환경에서 7.5시간 들여 용매를 휘발시켰다. 이 액에 실리콘 수지(신에츠화학공업사 제조, 제품명 : KR-300) 8.8g을 더하고 3시간 교반하여, 광흡수성 조성물(IRA2)을 얻었다.

[0135] 얻어진 광흡수성 조성물(IRA1)을, 투명 유리 기판(SCHOTT사 제조, 제품명 : D263 T eco)의 한쪽의 주면에 다이코터에 의해 도포하고, 오븐에서 85°C 에서 3시간, 이어서 125°C 에서 3시간, 이어서 150°C 에서 1시간, 이어서 170°C 에서 3시간의 가열 처리를 행하여, 도막을 경화시켜 광흡수층(ira11)을 형성하였다. 투명 유리 기판의 반대측의 주면에도 동일하게 하여 광흡수성 조성물(IRA1)을 도포하고, 광흡수층(ira11)을 형성하기 위한 조건과 동일한 조건으로 도막을 경화시켜 광흡수층(ira12)을 형성하였다. 광흡수층(ira11)의 두께와 광흡수층(ira12)의 두께는 합하여 0.2mm였다. 이와 같이 하여, 반제품(α)을 얻었다. 0° 의 입사 각도로 파장 300~1200nm의 광을 반제품(α)에 입사시켰을 때의 투과율 스펙트럼을 도 9a에 나타낸다. 이 투과율 스펙트럼에 있어서, 파장 380nm에 있어서의 분광 투과율은 10.9%이고, 파장 450nm에 있어서의 분광 투과율은 85.7%이며, 파장 500~600nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치는 88.1%이고, 파장 700nm에 있어서의 분광 투과율은 2.3%이며, 파장 715nm에 있어서의 분광 투과율은 0.9%이고, 파장 700~800nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치는 0.4%이며, 파장 750~1080nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치는 7.6%이고, 파장 1000~1100nm의 범위의 분광 투과율의 최대치는 12.1%였다.

[0136] 광흡수층(ira11) 및 광흡수층(ira12) 상에 진공 증착 장치를 이용하여 500nm의 두께를 갖는 SiO_2 막을 증착하고, 보호층(p1) 및 보호층(p2)을 각각 형성하였다. 보호층(p1)의 표면에 광흡수성 조성물(IRA2)을 다이 코터에 의해 도포하고, 오븐에서 85°C 에서 3시간, 이어서 125°C 에서 3시간, 이어서 150°C 에서 1시간, 이어서 170°C 에서 3시간의 가열 처리를 행하여, 도막을 경화시켜 광흡수층(ira21)을 형성하였다. 보호층(p2) 상에도 광흡수성 조성물(IRA2)을 도포하고, 광흡수층(ira21)을 형성하기 위한 가열 처리의 조건과 동일한 조건으로 가열 처리를 행하여 도막을 경화시켜, 광흡수층(ira22)을 형성하였다. 광흡수층(ira21)의 두께와 광흡수층(ira22)의 두께는 합하여 $50\mu\text{m}$ 였다. 이와 같이 하여, 반제품(β)을 얻었다. 0° 의 입사 각도로 파장 300~1200nm의 광을 반제품

(β)에 입사시켰을 때의 투과율 스펙트럼을 도 9b에 나타낸다. 이 투과율 스펙트럼에 있어서, 파장 380nm에 있어서의 분광 투과율은 10.5%이고, 파장 450nm에 있어서의 분광 투과율은 84.0%이며, 파장 500~600nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치는 87.2%이고, 파장 700nm에 있어서의 분광 투과율은 1.8%이며, 파장 715nm에 있어서의 분광 투과율은 0.6%이고, 파장 700~800nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치는 0.3%이며, 파장 750~1080nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치는 0.7%이고, 파장 1000~1100nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치는 1.2%였다.

[0137] 광흡수층(ira22) 상에 진공 증착 장치를 이용하여 500nm의 두께를 갖는 SiO₂막을 증착하여, 보호층(p3)을 형성하였다.

[0138] 가시 영역에 있어서 광의 흡수가 적고, 메틸에틸케톤(MEK)에 가용인 벤조페논계 자외선 흡수성 물질로 이루어지는 자외선 흡수성 물질과, 용매로서 MEK를 포함하는 용액에, 이 용액의 고형분의 60중량%에 상당하는 양의 폴리비닐부티랄(PVB)을 첨가한 후 2시간 교반하여, 광흡수성 조성물(UVA1)을 얻었다.

[0139] 보호층(p3) 위에 광흡수성 조성물(UVA1)을 스핀 코트로 도포하고, 도막을 140℃에서 30분간 가열하고 경화시켜, 광흡수층(uva1)을 형성하였다. 광흡수층(uva1)의 두께는 6μm였다. 별도, 투명 유리 기판(SCHOTT사 제조, 제품명: D263 T eco)의 한쪽의 주면에 광흡수성 조성물(UVA1)을 이용하여 6μm의 두께의 광흡수층(uva1)을 형성하고, 참고예 1에 따른 적층체를 얻었다. 0°의 입사 각도로 파장 300~1200nm의 광을 참고예 1에 따른 적층체에 입사시켰을 때의 투과율 스펙트럼을 도 9c에 나타낸다.

[0140] 광흡수층(ira21) 및 광흡수층(uva1) 상에 진공 증착에 의해, 각각, 반사 방지막(ar1) 및 반사 방지막(ar2)을 형성하였다. 반사 방지막(ar1) 및 반사 방지막(ar2)은, 동일한 사양을 갖고 있으며, SiO₂와 TiO₂를 교대로 적층한 막이었다. 반사 방지막(ar1) 및 반사 방지막(ar2)의 층수는 7층이며, 반사 방지막(ar1) 및 반사 방지막(ar2)의 전체의 두께는 약 0.4μm였다. 이와 같이 하여, 실시예 4에 따른 광학 필터를 얻었다. 또한, 투명 유리 기판(SCHOTT사 제조, 제품명: D263 T eco)의 편면에 반사 방지막(ar1)을 성막하여 참고예 2에 따른 적층체를 얻었다. 0°, 30°, 50°, 및 65°의 입사 각도로 파장 300~1200nm의 광을 참고예 2에 따른 적층체에 입사시켰을 때의 투과율 스펙트럼을 도 9d에 나타낸다. 도 9d에 나타내는 바와 같이, 참고예 2에 따른 적층체에 있어서, 입사 각도에 상관없이, 파장 400~700nm의 범위에 있어서 국소적으로 투과율이 저하하는 파장대는 존재하지 않았다.

[0141] 0°, 30°, 35°, 40°, 45°, 50°, 55°, 60°, 및 65°의 입사 각도에 있어서의 실시예 4에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼을 도 10a 및 도 10b에 나타낸다. 0°의 입사 각도에 있어서의 실시예 4에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼으로부터 읽어낸 특성치를 표 12에 나타낸다. 0°, 30°, 35°, 40°, 45°, 50°, 55°, 60° 및 65°의 입사 각도에 있어서의 실시예 4에 따른 광학 필터의 정규화 분광 투과율 곡선을 도 11a 및 도 11b에 나타낸다. 실시예 4에 따른 광학 필터에 있어서의, 입사 각도 x° 가 0°일 때의 $\Delta T_s^{0/y}_{W-V}$ 의 값 및 입사 각도 x° 가 30°일 때의 $\Delta T_s^{30/y}_{W-V}$ 의 값을 각각 표 13 및 표 14에 나타낸다.

[0142] 표 12에 나타내는 바와 같이, 실시예 4에 따른 광학 필터에 있어서, 상기의 (1)~(9)의 조건이 만족되어 있었다. 표 13 및 표 14에 나타내는 바와 같이, 실시예 4에 따른 광학 필터에 있어서의, $\Delta T_s^{0/y}_{W-V}$ 의 값 및 $\Delta T_s^{30/y}_{W-V}$ 의 값은 각각 표 1 및 표 2에 나타내는 조건을 만족하고 있었다. 실시예 4에 따른 광학 필터에 있어서, 파장 380nm 이하의 영역 및 파장 700nm 이상의 영역에 있어서 투과율은 충분히 낮고, 파장 450nm 및 파장 500~600nm의 영역에 있어서 투과율은 충분히 높다. 환언하면, 실시예 4에 따른 광학 필터는, 자외선 영역 및 근적외선 영역에 있어서 양호하게 광을 차폐할 수 있고, 가시 영역에 있어서 충분히 광을 투과시킬 수 있는 특성을 갖고 있었다. 또한, 실시예 4에 따른 광학 필터는 반사 방지막을 구비하므로, 실시예 1~3에 따른 광학 필터와 비교하여, 실시예 4에 따른 광학 필터에 있어서 가시 영역에 있어서의 투과율이 높았다. 또한, 0°~65°의 입사 각도로 실시예 4에 따른 광학 필터에 광을 입사시켜도, 파장 400~700nm의 범위에 있어서 리플이 발생하지 않았다. 또한, 실시예 4에 따른 광학 필터가 광흡수층(uva1)을 구비함으로써, 실시예 4에 따른 광학 필터에 있어서 파장 400nm부근으로부터 파장의 증가에 수반하여 투과율이 급격하게 증가하고 있었다.

[0143] 도 11a 및 도 11b에 나타내는 바와 같이, 실시예 4에 따른 광학 필터에 있어서, 0°~65°의 입사 각도에 대한 파장 380nm 이하의 영역 및 파장 700nm 이상의 영역에 있어서의 정규화 분광 투과율은 충분히 낮고, 파장 450nm 및 파장 500~600nm의 정규화 분광 투과율은 충분히 높았다. 이 때문에, 실시예 4에 따른 광학 필터는, 촬상 장

치에 있어서 설계상 상정되는 촬상 소자로의 입사 각도에 따라서 광량의 저하를 보충하도록 감도 보정이 이루어지는 경우에도, 자외선 영역 및 근적외선 영역의 광을 양호하게 차폐하면서, 가시 영역의 광을 충분히 투과시키기 위해서 유리한 특성을 갖고 있었다. 또한, 실시예 4에 따른 광학 필터에 있어서, 각 입사 각도에 있어서의 정규화 분광 투과율 곡선의 형상의 어긋남이 작고, 실시예 4에 따른 광학 필터를 이용한 촬상 장치에서 생성되는 화상 내에서 색일록이 발생하기 어렵다고 생각할 수 있다.

[0144] <비교예 1>

[0145] 투명 유리 기판(SCHOTT사 제조, 제품명 : D263 T eco)의 한쪽의 주면에, 증착 장치를 이용하여 SiO_2 와 TiO_2 를 교대로 50층 적층함으로써, 파장 730~1100nm의 범위에 있어서 광을 반사시키는 광반사층(irr1)을 형성하여, 반제품(γ)을 얻었다. 0° , 30° , 및 50° 의 입사 각도로 파장 300~1200nm의 광을 반제품(γ)에 입사시켰을 때의 투과율 스펙트럼을 도 12a에 나타낸다. 0° 의 입사 각도에 관한 투과율 스펙트럼에 있어서, 파장 380nm에 있어서의 분광 투과율이 0.2% 미만이고, 파장 450nm에 있어서의 분광 투과율이 94.8%이며, 파장 500~600nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치가 94.3%이고, 파장 700nm에 있어서의 분광 투과율이 62.8%이며, 파장 715nm에 있어서의 분광 투과율이 9.5%이고, 파장 700~800nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치는 6.1%이며, 파장 750~1080nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치는 1.0%이고, 파장 1000~1100nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치는 0.5%였다. 30° 의 입사 각도에 관한 투과율 스펙트럼에 있어서, 파장 380nm에 있어서의 분광 투과율이 0.2% 미만이고, 파장 450nm에 있어서의 분광 투과율이 94.6%이며, 파장 500~600nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치가 93.3%이고, 파장 700nm에 있어서의 분광 투과율이 3.2%이며, 파장 715nm에 있어서의 분광 투과율이 1.4%이고, 파장 700~800nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치가 1.0%이며, 파장 750~1080nm에 있어서의 분광 투과율의 최대치가 0.8%이고, 파장 1000~1100nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치가 0.6%였다. 50° 의 입사 각도에 관한 투과율 스펙트럼에 있어서, 파장 380nm에 있어서의 분광 투과율이 3.7%이고, 파장 450nm에 있어서의 분광 투과율이 84.0%이며, 파장 500~600nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치가 86.0%이고, 파장 700nm에 있어서의 분광 투과율이 1.6%이며, 파장 715nm에 있어서의 분광 투과율이 1.1%이고, 파장 700~800nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치가 0.9%이며, 파장 750~1080nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치가 6.8%이고, 파장 1000~1100nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치가 12.7%였다.

[0146] MEK에 가용인 시아닌계의 적외선 흡수 색소 및 스쿼어리리움계의 적외선 흡수 색소를 용매로서의 MEK에 첨가하여 조제한 용액에, 이 용액의 고형분의 99중량%에 상당하는 양의 PVB를 첨가하고, 그 후 2시간 교반하여, 코팅액을 얻었다. 이 코팅액을, 반제품(γ)에 있어서 광반사층(irr1)이 형성된 투명 유리 기판의 주면과 반대측의 주면에 스핀 코트로 도포하고, 140°C 에서 30분간 도막을 가열하고 경화시켜, 광흡수층(ira3)을 형성하였다. 별도, 투명 유리 기판(SCHOTT사 제조, 제품명 : D263 T eco)의 한쪽의 주면에 광흡수층(ira3)을 동일하게 형성하여 참고예 3에 따른 적층체를 얻었다. 0° 의 입사 각도로 파장 300~1200nm의 광을 참고예 3에 따른 적층체에 입사시켰을 때의 투과율 스펙트럼을 도 12b에 나타낸다. 이 투과율 스펙트럼에 있어서, 파장 380nm에 있어서의 분광 투과율은 80.1%이고, 파장 450nm에 있어서의 분광 투과율은 83.8%이며, 파장 500~600nm에 있어서의 분광 투과율의 평균치는 86.9%이고, 파장 700nm에 있어서의 분광 투과율은 2.0%이며, 파장 715nm에 있어서의 분광 투과율은 2.6%이고, 파장 700~800nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치는 15.9%이며, 파장 750~1080nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치는 90.2%이고, 파장 1000~1100nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치는 91.1%였다.

[0147] 광흡수층(ira3) 상에 진공 증착에 의해, 반사 방지막(ar1)을 실시예 4에 따른 광학 필터의 반사 방지막(ar1)과 동일한 사양으로 형성하였다. 이와 같이 하여, 비교예 1에 따른 광학 필터를 제작하였다.

[0148] 0° , 30° , 35° , 40° , 45° , 50° , 55° , 60° , 및 65° 의 입사 각도에 있어서의 비교예 1에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼을 도 13a 및 도 13b에 나타낸다. 0° 의 입사 각도에 있어서의 비교예 1에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼으로부터 읽어낸 특성치를 표 15에 나타낸다. 0° , 30° , 35° , 40° , 45° , 50° , 55° , 60° , 및 65° 의 입사 각도에 있어서의 비교예 1에 따른 광학 필터의 정규화 분광 투과율 곡선을 도 14a 및 도 14b에 나타낸다. 비교예 1에 따른 광학 필터에 있어서의, 입사 각도 x° 가 0° 일 때의 $\Delta T_{\text{S}}^{0/y}_{\text{W-V}}$ 의 값 및 입사 각도 x° 가 30° 일 때의 $\Delta T_{\text{S}}^{30/y}_{\text{W-V}}$ 의 값을 각각 표 16 및 표 17에 나타낸다.

[0149] 표 15에 나타내는 바와 같이, 비교예 1에 따른 광학 필터는, 상기의 (1)~(9)의 조건을 만족하고 있었다. 그러

나, 표 16에 나타내는 바와 같이, 비교예 1에 따른 광학 필터에 있어서의, $\Delta T_s^{0/y}_{W-V}$ 의 값은, $\Delta T_s^{0/30}_{450-650}$, $\Delta T_s^{0/30}_{530-750}$, 및 $\Delta T_s^{0/35}_{450-650}$ 을 제외하고, 표 1에 나타내는 조건을 만족하지 않았다. 또한, 표 17에 나타내는 바와 같이, 비교예 1에 따른 광학 필터에 있어서의, $\Delta T_s^{30/y}_{W-V}$ 의 값은, $\Delta T_s^{30/35}_{450-650}$, $\Delta T_s^{30/35}_{530-750}$, 및 $\Delta T_s^{30/35}_{650-1200}$ 을 제외하고, 표 2에 나타내는 조건을 만족하지 않았다. 도 13a 및 도 13b에 나타내는 바와 같이, 비교예 1에 따른 광학 필터에 있어서, 광의 입사 각도가 커짐에 따라, 광반사층(irr1)의 반사 대역이 단파장측에 시프트하는 영향이 나타남과 더불어, 500nm 전후에 큰 리플이 발생하고 있었다. 이 때문에, 비교예 1에 따른 광학 필터에 있어서의, $\Delta T_s^{0/y}_{W-V}$ 의 값 및 $\Delta T_s^{30/y}_{W-V}$ 의 값의 많음에 있어서, 표 1 및 표 2에 나타내는 상한치를 크게 웃돌고 있었다.

[0150] 비교예 1에 따른 광학 필터는, 광흡수층의 작용뿐만 아니라 광반사층의 작용에 의해서도, 근적외선 영역의 광을 차폐하고 있다. 광반사층은 다층막에 의한 간섭 효과에 의해 광을 반사하는 기능을 발휘하므로, 설계치를 초과하는 큰 입사 각도의 광선에 대해서는, 반사하는 파장대가 단파장측에 시프트할 뿐만 아니라, 본래 투과시키고 싶은 파장대에 리플을 발생시켜, 분광 투과율 곡선을 크게 변형시켜 버린다. 이 때문에, 비교예 1에 따른 광학 필터에 있어서, 수직으로 입사하는 광선에 대한 투과율 스펙트럼은 원하는 기준을 만족하고 있었지만, 큰 입사 각도의 광선에 대한 투과율 스펙트럼은 원하는 기준을 만족시킬 수 없었다. 이 때문에, 비교예 1에 따른 광학 필터가 편입된 촬상 장치를 이용하여 광각 촬영 등의 피사체에 대해서 넓은 화각의 촬영을 행하는 경우, 촬영된 화상에 있어서 피사체의 균일한 색조를 재현하는 것이 어렵고, 또한, 얻어진 화상 내에 강한 색얼룩이 발생하는 것이 염려된다.

[0151] <비교예 2>

[0152] 광흡수성 투명 기판(bg1)을 준비하였다. 0°의 입사 각도로 파장 300~1200nm의 광을 광흡수성 투명 기판(bg1)에 입사시켰을 때의 투과율 스펙트럼을 도 15a에 나타낸다. 이 투과율 스펙트럼에 있어서, 파장 380nm에 있어서의 분광 투과율은 86.8%이고, 파장 450nm에 있어서의 분광 투과율은 90.2%이며, 파장 500~600nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치는 86.5%이고, 파장 700nm에 있어서의 분광 투과율은 29.8%이며, 파장 715nm에 있어서의 분광 투과율은 25.3%이고, 파장 700~800nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치는 19.1%이며, 파장 750~1080nm에 있어서의 분광 투과율의 최대치는 30.2%이고, 파장 1000~1100nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치는 32.5%였다.

[0153] 광흡수성 투명 기판(bg1)의 한쪽의 주면에, 증착 장치를 이용하여 SiO₂와 TiO₂를 교대로 54층 적층함으로써, 파장 720~1100nm의 범위에 있어서 광을 반사시키는 광반사층(irr2)을 형성하였다. 별도, 투명 유리 기판(SCHOTT사 제조, 제품명: D263 T eco)의 한쪽의 주면에 광반사층(irr2)을 동일하게 형성하여, 참고예 4에 따른 적층체를 제작하였다. 0°, 30°, 및 50°의 입사 각도로 파장 300~1200nm의 광을 참고예 4에 따른 적층체에 입사시켰을 때의 투과율 스펙트럼을 도 15b에 나타낸다. 0°의 입사 각도에 관한 투과율 스펙트럼에 있어서, 파장 380nm에 있어서의 분광 투과율은 0.2% 미만이고, 파장 450nm에 있어서의 분광 투과율은 94.3%이며, 파장 500~600nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치는 94.7%이고, 파장 700nm에 있어서의 분광 투과율은 73.5%이며, 파장 715nm에 있어서의 분광 투과율은 9.8%이고, 파장 700~800nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치는 6.7%이며, 파장 750~1080nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치는 0.7%이고, 파장 1000~1100nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치는 0.3%였다. 30°의 입사 각도에 관한 투과율 스펙트럼에 있어서, 파장 380nm에 있어서의 분광 투과율은 1.6%이고, 파장 450nm에 있어서의 분광 투과율은 90.8%이며, 파장 500~600nm에 있어서의 평균 투과율은 93.2%이고, 파장 700nm에 있어서의 분광 투과율은 2.7%이며, 파장 715nm에 있어서의 분광 투과율은 1.1%이고, 파장 700~800nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치는 0.8%이며, 파장 750~1080nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치는 0.7%이고, 파장 1000~1100nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치는 1.0%였다. 50°의 입사 각도에 관한 투과율 스펙트럼에 있어서, 파장 380nm에 있어서의 분광 투과율은 49.4%이고, 파장 450nm에 있어서의 분광 투과율은 87.5%이며, 파장 500~600nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치는 89.8%이고, 파장 700nm에 있어서의 분광 투과율은 1.6%이며, 파장 715nm에 있어서의 분광 투과율은 0.8%이고, 파장 700~800nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치는 0.9%이며, 파장 750~1080nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치는 6.0%이고, 파장 1000~1100nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치는 13.0%였다.

[0154] 자외선 흡수제로서, 가시 영역에 있어서 광의 흡수가 적고, MEK에 가용인 벤조페논계 자외선 흡수성 물질을 이

용하여, 적외선 흡수제로서 스캐어리리움 화합물과 시아닌 화합물로 이루어지는 적외선 흡수 색소를 이용하였다. 이러한 자외선 흡수제 및 적외선 흡수제를 평량(評量)하여 용매로서의 MEK에 첨가하여 용액을 조제하고, 이 용액의 고형분의 99중량%의 PVB를 첨가하고, 그 후 2시간 교반하여 코팅액을 얻었다. 이 코팅액을 광흡수성 투명 기판(bg1)의 다른 쪽의 주면에 도포하고 경화시켜, 광흡수층(uvira2)을 형성하였다. 투명 유리 기판(SCHOTT사 제조, 제품명: D263 T eco)의 한쪽의 주면에 광흡수층(uvira2)을 동일하게 형성하여, 비교예 5에 따른 적층체를 얻었다. 0°의 입사 각도로 파장 300~1200nm의 광을 비교예 5에 따른 적층체에 입사시켰을 때의 투과율 스펙트럼을 도 15c에 나타낸다. 이 투과율 스펙트럼에 있어서, 파장 380nm에 있어서의 분광 투과율은 0.2% 미만이고, 파장 450nm에 있어서의 분광 투과율은 84.3%이며, 파장 500~600nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치는 88.7%이고, 파장 700nm에 있어서의 분광 투과율은 4.8%이며, 파장 715nm에 있어서의 분광 투과율은 8.4%이고, 파장 700~800nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치는 63.8%이며, 파장 750~1080nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치는 92.7%이고, 파장 1000~1100nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치는 92.7%였다.

[0155] 진공 증착에 의해, 광흡수성 투명 기판(bg1)의 다른 쪽의 주면에 형성된 광흡수층(uvira2) 상에 반사 방지막(ar1)을 실시예 4에 따른 광학 필터에 있어서의 반사 방지막(ar1)과 같은 사양으로 형성하였다. 이와 같이 하여, 비교예 2에 따른 광학 필터를 제작하였다.

[0156] 0°, 30°, 35°, 40°, 45°, 50°, 55°, 60°, 및 65°의 입사 각도에 있어서의 비교예 2에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼을 도 16a 및 도 16b에 나타낸다. 0°의 입사 각도에 있어서의 비교예 2에 따른 광학 필터의 투과율 스펙트럼으로부터 읽어낸 특성치를 표 18에 나타낸다. 0°, 30°, 35°, 40°, 45°, 50°, 55°, 60°, 및 65°의 입사 각도에 있어서의 비교예 2에 따른 광학 필터의 정규화 분광 투과율 곡선을 도 17a 및 도 17b에 나타낸다. 비교예 2에 따른 광학 필터에 있어서의, 입사 각도 x° 가 0°일 때의 $\Delta T_s^{0/y}_{W-V}$ 의 값 및 입사 각도 x° 가 30°일 때의 $\Delta T_s^{30/y}_{W-V}$ 의 값을 각각 표 19 및 표 20에 나타낸다.

[0157] 표 18에 나타내는 바와 같이, 비교예 2에 따른 광학 필터는, 상기의 (1)~(9)의 조건을 만족하고 있었다. 그러나, 표 19에 나타내는 바와 같이, 비교예 2에 따른 광학 필터에 있어서의, $\Delta T_s^{0/y}_{W-V}$ 의 값은, $\Delta T_s^{0/30}_{380-530}$, $\Delta T_s^{0/30}_{450-650}$, $\Delta T_s^{0/30}_{530-750}$, $\Delta T_s^{0/30}_{650-1200}$, $\Delta T_s^{0/30}_{380-1200}$, $\Delta T_s^{0/35}_{450-650}$, 및 $\Delta T_s^{0/35}_{530-750}$ 을 제외하고, 표 1에 나타내는 조건을 만족하지 않았다. 또한, 표 20에 나타내는 바와 같이, 비교예 2에 따른 광학 필터에 있어서의, $\Delta T_s^{30/y}_{W-V}$ 의 값은, $\Delta T_s^{30/35}_{380-530}$, $\Delta T_s^{30/35}_{450-650}$, $\Delta T_s^{30/35}_{530-750}$, $\Delta T_s^{30/35}_{650-1200}$, $\Delta T_s^{30/35}_{380-1200}$, 및 $\Delta T_s^{30/40}_{530-750}$ 을 제외하고, 표 2에 나타내는 조건을 만족하지 않았다. 도 16a 및 도 16b에 나타내는 바와 같이, 비교예 2에 따른 광학 필터에 있어서, 광의 입사 각도가 커짐에 따라, 광반사층(irr2)의 반사 대역이 단파장측에 시프트하는 영향이 나타남과 더불어, 500nm 전후에 큰 리플이 발생하고 있었다. 이 때문에, 비교예 2에 따른 광학 필터에 있어서의, $\Delta T_s^{0/y}_{W-V}$ 의 값 및 $\Delta T_s^{30/y}_{W-V}$ 의 값의 많음에 있어서, 표 1 및 표 2에 나타내는 상한치를 크게 웃돌고 있었다.

[0158] 비교예 2에 따른 광학 필터에 있어서, 근적외선 영역 및 자외선 영역 모두, 투과시키고 싶은 파장대와 차폐하고 싶은 파장대의 경계가 광의 흡수에 의해 정해져 있었다. 광반사층은 다층막에 의한 간섭 효과에 의해 광을 반사하는 기능을 발휘하므로, 설계치를 초과하는 큰 입사 각도의 광선에 대해서는, 반사하는 파장대가 단파장측에 시프트할 뿐만 아니라, 본래 투과시키고 싶은 파장대에 리플을 발생시켜, 분광 투과율 곡선을 크게 변형시켜 버린다. 비교예 2에 따른 광학 필터에 있어서, 근적외선 영역에 있어서 광흡수층에 의한 흡수 대역이 좁으므로, 광반사층에 의한 차폐 대역을 충분히 장파장측에 설정할 수 없었다. 이 때문에, 비교예 2에 따른 광학 필터에 있어서, 광의 입사 각도가 커짐에 따라서 반사 대역이 단파장측에 시프트해 오는 영향을 피할 수 없었다. 그 결과, 비교예 2에 따른 광학 필터에 있어서, 수직으로 입사하는 광선에 대한 투과율 스펙트럼은 원하는 기준을 만족하고 있었지만, 큰 입사 각도의 광선에 대한 투과율 스펙트럼은 원하는 기준을 만족시킬 수 없었다. 비교예 2에 따른 광학 필터가 편입된 촬상 장치를 이용하여 광각 촬영 등의 피사체에 대해서 넓은 화각의 촬영을 행하는 경우, 촬영된 화상에 있어서 피사체의 균일한 색조를 재현하는 것이 어렵고, 또한, 얻어진 화상 내에 강한 색얼룩이 발생하는 것이 염려된다.

[0159] [표 3]

(1) 파장 380 nm에 있어서의 분광 투과율	1.0%
(2) 파장 450 nm에 있어서의 분광 투과율	81.4%
(3) 파장 500 nm ~ 600 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치	86.0%
(4) 파장 700 nm에 있어서의 분광 투과율	2.3%
(5) 파장 715 nm에 있어서의 분광 투과율	0.8%
(6) 파장 700 nm ~ 800 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치	0.3%
(7) 파장 750 nm ~ 1080 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치	< 0.2 %
(8) 파장 1000 nm ~ 1100 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치	< 0.2 %
(9) 파장 400 ~ 700 nm의 사이에서 75 % 이상의 분광 투과율을 나타내는 파장대폭	177 nm

[0160]

[0161] [표 4]

	$\Delta T_s^{0/y}_{W-V}$							
	y=30°	y=35°	y=40°	y=45°	y=50°	y=55°	y=60°	y=65°
W=380nm;V=530nm	0.8 %	1.0 %	1.2 %	1.9 %	2.0 %	1.8 %	2.8 %	4.1 %
W=450nm;V=650nm	0.4 %	0.6 %	0.7 %	1.1 %	1.2 %	1.3 %	2.2 %	2.7 %
W=530nm;V=750nm	0.6 %	0.8 %	1.1 %	1.4 %	1.5 %	1.9 %	2.6 %	3.2 %
W=650nm;V=1200nm	< 0.2 %	< 0.2 %	0.2 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.4 %	0.5 %
W=380nm;V=1200nm	0.3 %	0.4 %	0.5 %	0.7 %	0.8 %	0.8 %	1.2 %	1.6 %

[0162]

[0163] [표 5]

	$\Delta T_s^{30/y}_{W-V}$						
	y=35°	y=40°	y=45°	y=50°	y=55°	y=60°	y=65°
W=380nm;V=530nm	0.2 %	0.5 %	1.1 %	1.2 %	1.3 %	2.2 %	3.3 %
W=450nm;V=650nm	< 0.2 %	0.3 %	0.6 %	0.7 %	1.0 %	1.9 %	2.3 %
W=530nm;V=750nm	0.2 %	0.5 %	0.7 %	0.9 %	1.3 %	1.9 %	2.6 %
W=650nm;V=1200nm	< 0.2 %	< 0.2 %	< 0.2 %	< 0.2 %	0.2 %	0.3 %	0.4 %
W=380nm;V=1200nm	< 0.2 %	0.2 %	0.4 %	0.5 %	0.6 %	0.9 %	1.3 %

[0164]

[0165] [표 6]

(1) 파장 380 nm에 있어서의 분광 투과율	17.3%
(2) 파장 450 nm에 있어서의 분광 투과율	83.6%
(3) 파장 500 nm ~ 600 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치	85.6%
(4) 파장 700 nm에 있어서의 분광 투과율	2.2%
(5) 파장 715 nm에 있어서의 분광 투과율	0.8%
(6) 파장 700 nm ~ 800 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치	0.4%
(7) 파장 750 nm ~ 1080 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치	1.0%
(8) 파장 1000 nm ~ 1100 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치	1.6%
(9) 파장 400 ~ 700 nm의 사이에서 75 % 이상의 분광 투과율을 나타내는 파장대폭	192 nm

[0166]

[0167] [표 7]

	$\Delta T_s^{0/y}_{W-V}$							
	y=30°	y=35°	y=40°	y=45°	y=50°	y=55°	y=60°	y=65°
W=380nm;V=530nm	0.4 %	0.5 %	0.6 %	0.6 %	1.0 %	2.0 %	3.6 %	4.5 %
W=450nm;V=650nm	0.5 %	0.5 %	0.7 %	0.9 %	1.1 %	1.3 %	1.8 %	2.2 %
W=530nm;V=750nm	0.6 %	0.7 %	1.0 %	1.3 %	1.5 %	1.7 %	1.8 %	1.9 %
W=650nm;V=1200nm	< 0.2 %	0.3 %	0.3 %	0.4 %	0.5 %	0.5 %	0.6 %	0.6 %
W=380nm;V=1200nm	0.3 %	0.4 %	0.5 %	0.6 %	0.7 %	1.0 %	1.3 %	1.5 %

[0168]

[0169] [표 8]

	$\Delta T_{s^{30/y_{W-V}}}$						
	y=35°	y=40°	y=45°	y=50°	y=55°	y=60°	y=65°
W=380nm;V=530nm	< 0.2 %	0.3 %	0.4 %	0.7 %	1.6 %	3.2 %	4.0 %
W=450nm;V=650nm	< 0.2 %	0.3 %	0.5 %	0.7 %	0.9 %	1.3 %	1.7 %
W=530nm;V=750nm	< 0.2 %	0.4 %	0.7 %	1.0 %	1.2 %	1.3 %	1.4 %
W=650nm;V=1200nm	< 0.2 %	< 0.2 %	0.2 %	0.3 %	0.4 %	0.4 %	0.4 %
W=380nm;V=1200nm	< 0.2 %	0.2 %	0.3 %	0.5 %	0.7 %	1.0 %	1.2 %

[0170]

[0171] [표 9]

(1) 파장 380 nm에 있어서의 분광 투과율	1.5%
(2) 파장 450 nm에 있어서의 분광 투과율	78.5%
(3) 파장 500 nm ~ 600 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치	85.0%
(4) 파장 700 nm에 있어서의 분광 투과율	4.8%
(5) 파장 715 nm에 있어서의 분광 투과율	2.2%
(6) 파장 700 nm ~ 800 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치	0.9%
(7) 파장 750 nm ~ 1080 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치	0.4%
(8) 파장 1000 nm ~ 1100 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치	0.7%
(9) 파장 400 ~ 700 nm의 사이에서 75 % 이상의 분광 투과율을 나타내는 파장대폭	173 nm

[0172]

[0173] [표 10]

	$\Delta T_{s^{0/y_{W-V}}}$						
	y=30°	y=35°	y=40°	y=45°	y=50°	y=55°	y=60°
W=380nm;V=530nm	0.8 %	0.9 %	1.1 %	1.5 %	1.9 %	2.2 %	2.5 %
W=450nm;V=650nm	0.3 %	0.5 %	0.6 %	0.7 %	0.9 %	1.0 %	1.1 %
W=530nm;V=750nm	0.6 %	0.8 %	1.0 %	1.2 %	1.4 %	1.6 %	1.7 %
W=650nm;V=1200nm	0.2 %	0.3 %	0.3 %	0.4 %	0.4 %	0.5 %	0.5 %
W=380nm;V=1200nm	0.3 %	0.4 %	0.5 %	0.7 %	0.8 %	0.9 %	1.0 %

[0174]

[0175] [표 11]

	$\Delta T_{s^{30/y_{W-V}}}$						
	y=35°	y=40°	y=45°	y=50°	y=55°	y=60°	y=65°
W=380nm;V=530nm	< 0.2 %	0.4 %	0.7 %	1.1 %	1.4 %	1.7 %	2.1 %
W=450nm;V=650nm	< 0.2 %	0.3 %	0.4 %	0.6 %	0.7 %	0.7 %	0.9 %
W=530nm;V=750nm	0.2 %	0.5 %	0.7 %	0.9 %	1.0 %	1.1 %	1.2 %
W=650nm;V=1200nm	< 0.2 %	< 0.2 %	< 0.2 %	0.2 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %
W=380nm;V=1200nm	< 0.2 %	0.2 %	0.3 %	0.5 %	0.6 %	0.7 %	0.7 %

[0176]

[0177] [표 12]

(1) 파장 380 nm에 있어서의 분광 투과율	< 0.2%
(2) 파장 450 nm에 있어서의 분광 투과율	82.5%
(3) 파장 500 nm ~ 600 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치	89.5%
(4) 파장 700 nm에 있어서의 분광 투과율	1.9%
(5) 파장 715 nm에 있어서의 분광 투과율	0.7%
(6) 파장 700 nm ~ 800 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치	0.3%
(7) 파장 750 nm ~ 1080 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치	0.6%
(8) 파장 1000 nm ~ 1100 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치	0.9%
(9) 파장 400 ~ 700 nm의 사이에서 75 % 이상의 분광 투과율을 나타내는 파장대폭	183 nm

[0178]

[0179] [표 13]

	$\Delta T_s^{0/y}_{W-V}$							
	y=30°	y=35°	y=40°	y=45°	y=50°	y=55°	y=60°	y=65°
W=380nm;V=530nm	0.8 %	1.1 %	1.3 %	1.5 %	1.6 %	1.6 %	1.6 %	1.9 %
W=450nm;V=650nm	0.8 %	1.1 %	1.4 %	1.7 %	2.0 %	2.2 %	2.4 %	2.7 %
W=530nm;V=750nm	0.9 %	1.2 %	1.6 %	2.0 %	2.5 %	2.9 %	3.2 %	3.4 %
W=650nm;V=1200nm	0.3 %	0.4 %	0.5 %	0.6 %	0.7 %	0.8 %	0.9 %	0.9 %
W=380nm;V=1200nm	0.5 %	0.6 %	0.8 %	1.0 %	1.2 %	1.3 %	1.4 %	1.6 %

[0180]

[0181] [표 14]

	$\Delta T_s^{30/y}_{W-V}$						
	y=35°	y=40°	y=45°	y=50°	y=55°	y=60°	y=65°
W=380nm;V=530nm	0.3 %	0.6 %	0.8 %	1.1 %	1.2 %	1.2 %	1.3 %
W=450nm;V=650nm	0.3 %	0.7 %	1.1 %	1.4 %	1.7 %	1.9 %	2.1 %
W=530nm;V=750nm	0.3 %	0.7 %	1.2 %	1.6 %	2.0 %	2.3 %	2.6 %
W=650nm;V=1200nm	< 0.2 %	< 0.2 %	0.3 %	0.4 %	0.5 %	0.6 %	0.6 %
W=380nm;V=1200nm	< 0.2 %	0.4 %	0.6 %	0.7 %	0.9 %	1.0 %	1.1 %

[0182]

[0183] [표 15]

(1) 파장 380 nm에 있어서의 분광 투과율	< 0.2%
(2) 파장 450 nm에 있어서의 분광 투과율	86.2%
(3) 파장 500 nm ~ 600 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치	90.2%
(4) 파장 700 nm에 있어서의 분광 투과율	1.4%
(5) 파장 715 nm에 있어서의 분광 투과율	0.3%
(6) 파장 700 nm ~ 800 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치	0.3%
(7) 파장 750 nm ~ 1080 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치	0.7%
(8) 파장 1000 nm ~ 1100 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치	0.5%
(9) 파장 400 ~ 700 nm의 사이에서 75 % 이상의 분광 투과율을 나타내는 파장대폭	196 nm

[0184]

[0185] [표 16]

	$\Delta T_s^{0/y}_{W-V}$							
	y=30°	y=35°	y=40°	y=45°	y=50°	y=55°	y=60°	y=65°
W=380nm;V=530nm	6.9 %	10.2 %	12.7 %	15.3 %	17.6 %	19.0 %	20.4 %	22.5 %
W=450nm;V=650nm	1.7 %	2.6 %	4.0 %	7.2 %	11.7 %	16.3 %	21.0 %	25.1 %
W=530nm;V=750nm	2.3 %	3.3 %	4.8 %	7.0 %	9.7 %	12.5 %	15.6 %	18.3 %
W=650nm;V=1200nm	1.2 %	2.0 %	3.0 %	4.1 %	5.6 %	6.9 %	8.5 %	11.0 %
W=380nm;V=1200nm	2.3 %	3.5 %	4.7 %	6.3 %	8.4 %	10.2 %	12.3 %	15.2 %

[0186]

[0187] [표 17]

	$\Delta T_s^{30/y}_{W-V}$						
	y=35°	y=40°	y=45°	y=50°	y=55°	y=60°	y=65°
W=380nm;V=530nm	4.1 %	8.1 %	12.4 %	16.3 %	18.4 %	19.6 %	20.0 %
W=450nm;V=650nm	1.9 %	3.5 %	6.3 %	11.2 %	15.6 %	20.0 %	24.2 %
W=530nm;V=750nm	1.6 %	3.2 %	5.1 %	7.9 %	10.7 %	13.5 %	16.4 %
W=650nm;V=1200nm	0.9 %	1.9 %	3.0 %	4.6 %	5.9 %	7.4 %	10.0 %
W=380nm;V=1200nm	1.5 %	3.1 %	4.9 %	7.3 %	9.3 %	11.3 %	13.9 %

[0188]

[0189] [표 18]

(1) 파장 380 nm에 있어서의 분광 투과율	< 0.2%
(2) 파장 450 nm에 있어서의 분광 투과율	84.6%
(3) 파장 500 nm ~ 600 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치	87.1%
(4) 파장 700 nm에 있어서의 분광 투과율	1.3%
(5) 파장 715 nm에 있어서의 분광 투과율	0.3%
(6) 파장 700 nm ~ 800 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균치	0.2%
(7) 파장 750 nm ~ 1080 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치	< 0.2%
(8) 파장 1000 nm ~ 1100 nm의 범위에 있어서의 분광 투과율의 최대치	< 0.2%
(9) 파장 400 ~ 700 nm의 사이에서 75% 이상의 분광 투과율을 나타내는 파장대폭	172 nm

[0190]

[0191] [표 19]

	$\Delta T_s^{0/y}_{w-v}$							
	y=30°	y=35°	y=40°	y=45°	y=50°	y=55°	y=60°	y=65°
W=380nm; V=530nm	1.9%	3.2%	5.4%	8.1%	10.8%	13.9%	16.7%	17.7%
W=450nm; V=650nm	1.7%	2.4%	4.2%	7.5%	11.0%	15.3%	19.9%	22.2%
W=530nm; V=750nm	1.9%	2.8%	4.3%	6.5%	8.6%	11.2%	14.2%	16.4%
W=650nm; V=1200nm	0.7%	1.2%	1.8%	2.2%	2.7%	3.1%	3.3%	3.9%
W=380nm; V=1200nm	1.0%	1.6%	2.5%	3.7%	5.0%	6.5%	8.0%	9.1%

[0192]

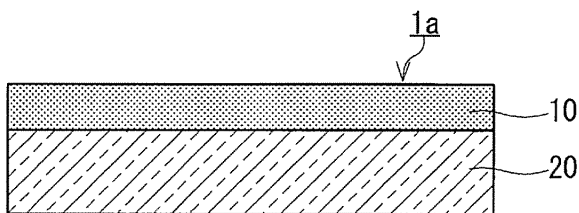
[0193] [표 20]

	$\Delta T_s^{30/y}_{w-v}$						
	y=35°	y=40°	y=45°	y=50°	y=55°	y=60°	y=65°
W=380nm; V=530nm	2.2%	4.3%	6.8%	9.8%	13.0%	15.6%	17.0%
W=450nm; V=650nm	1.7%	3.4%	6.2%	10.1%	14.5%	18.8%	21.4%
W=530nm; V=750nm	1.3%	2.8%	4.6%	6.8%	9.5%	12.4%	14.6%
W=650nm; V=1200nm	0.5%	1.1%	1.5%	2.1%	2.4%	2.7%	3.2%
W=380nm; V=1200nm	0.9%	1.8%	2.9%	4.2%	5.7%	7.2%	8.3%

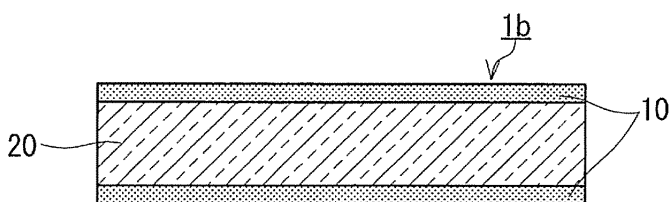
[0194]

도면

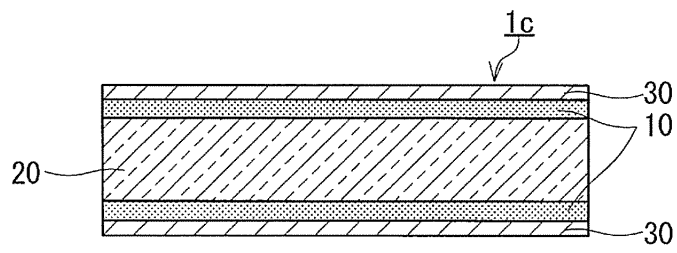
도면 1a



도면 1b



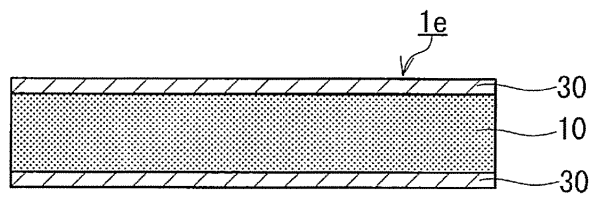
도면1c



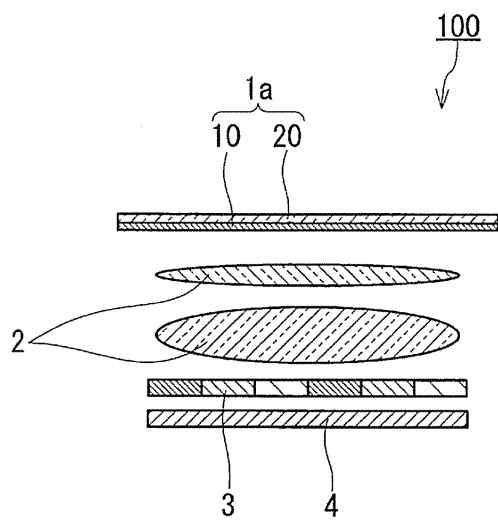
도면1d



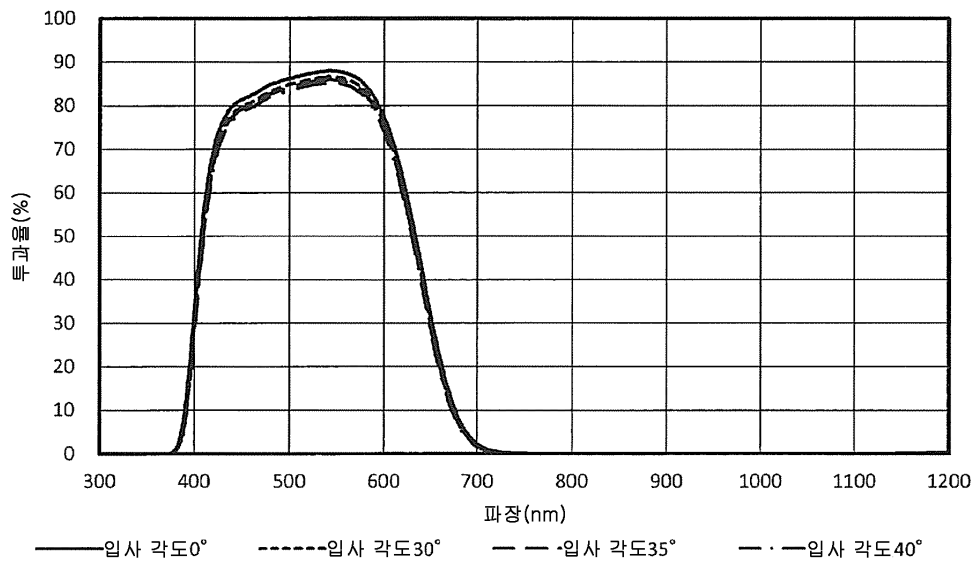
도면1e



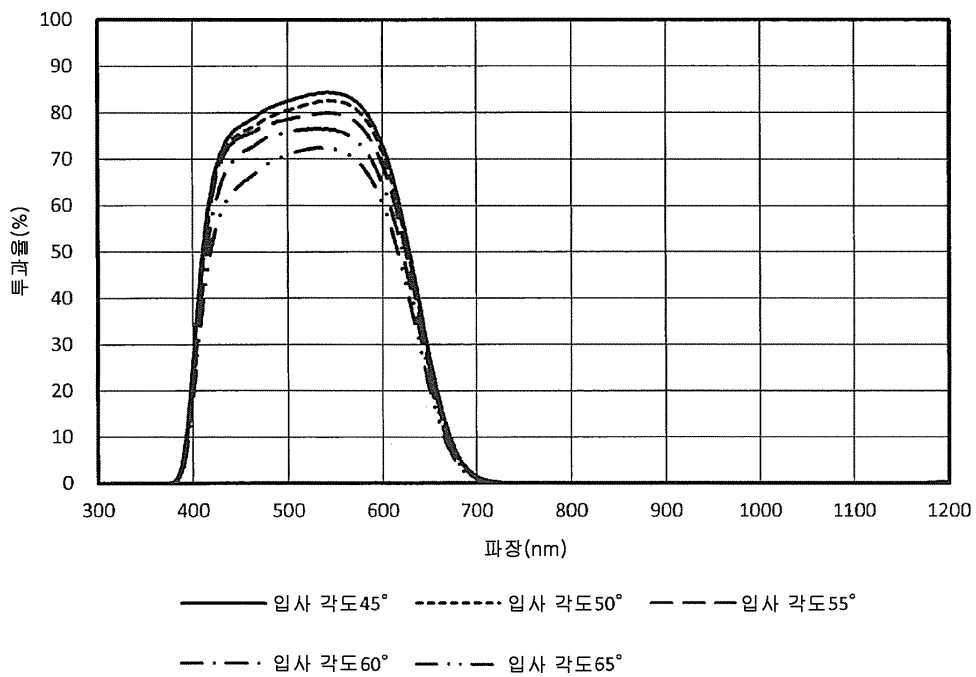
도면2



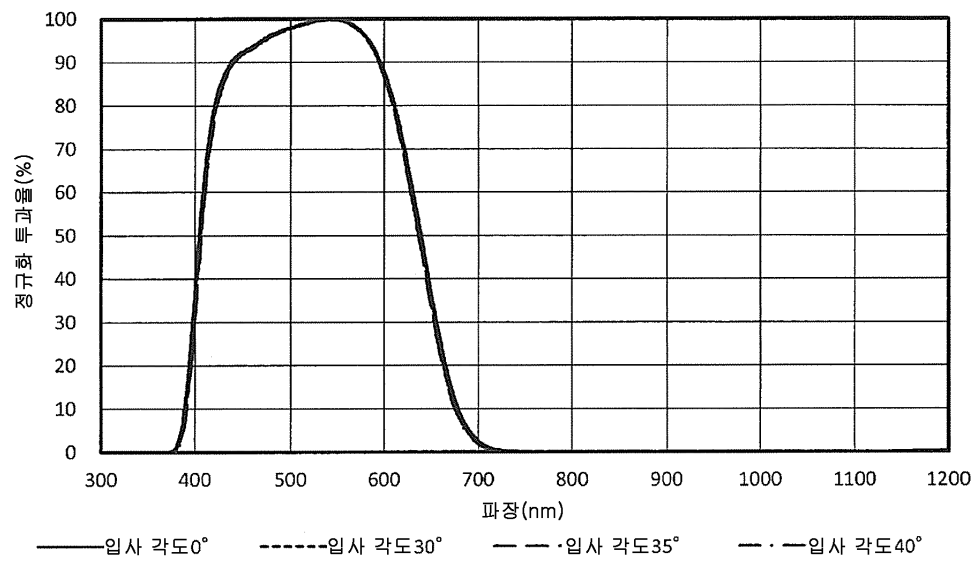
도면3a



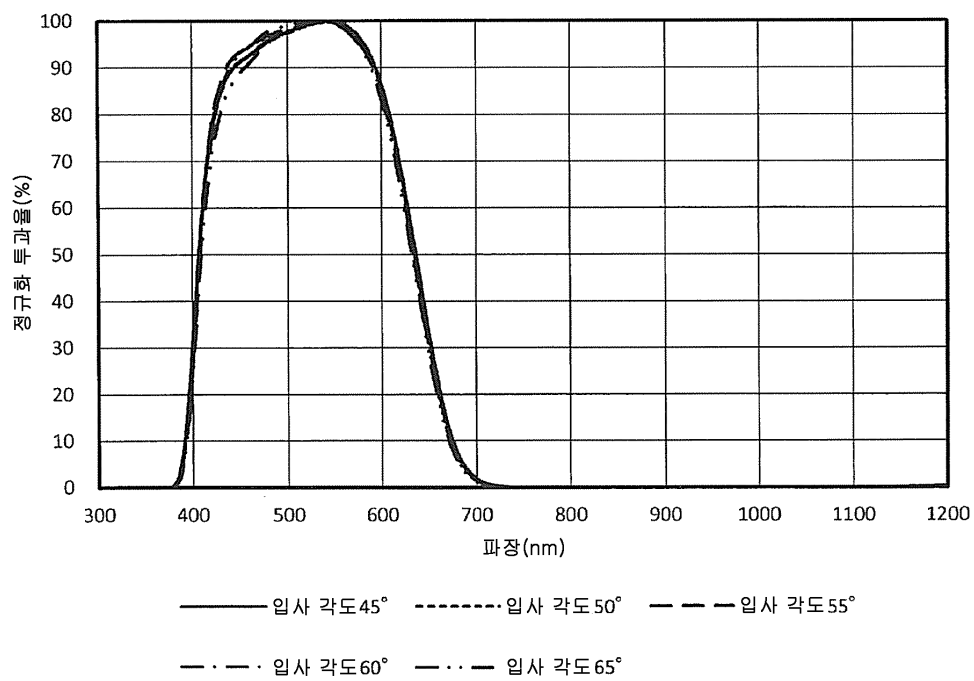
도면3b



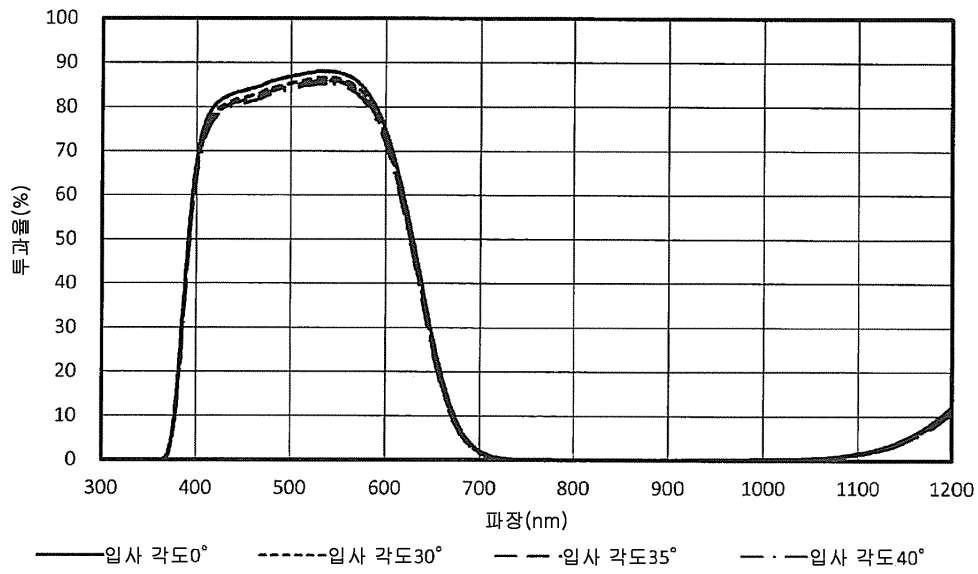
도면4a



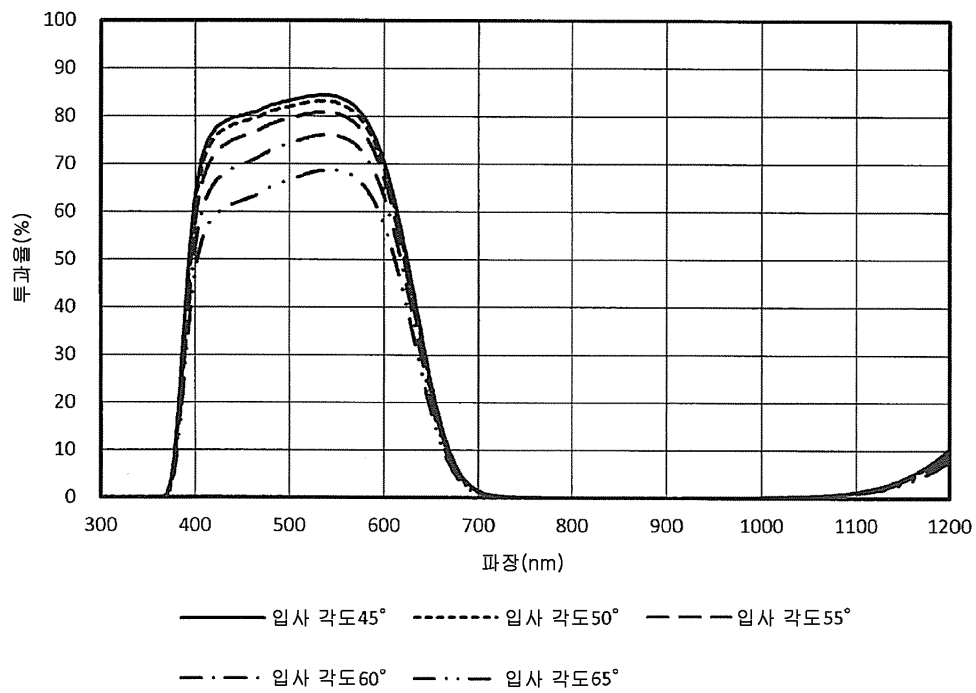
도면4b



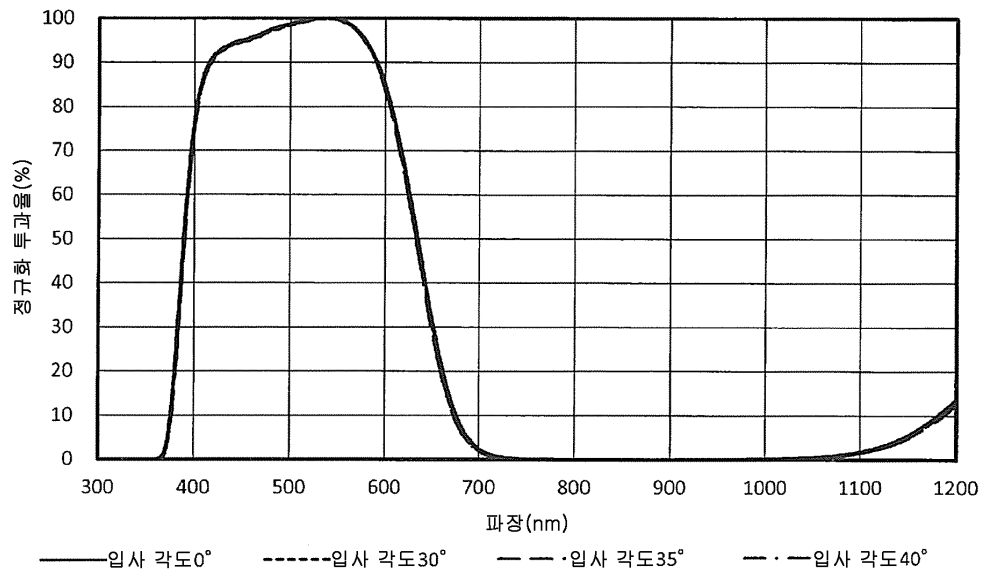
도면5a



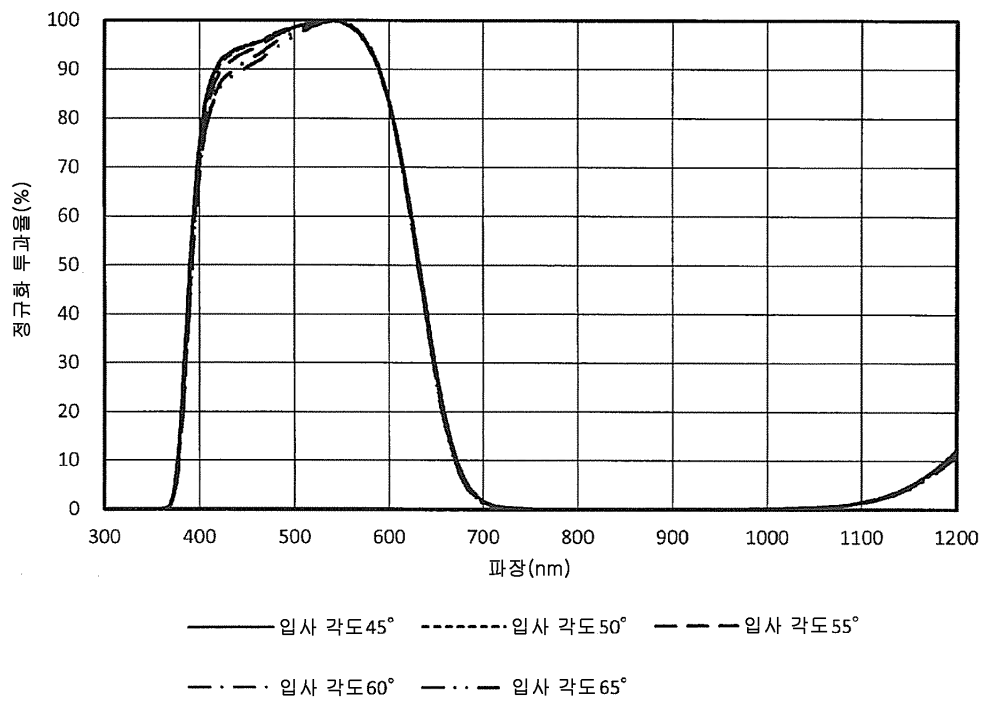
도면5b



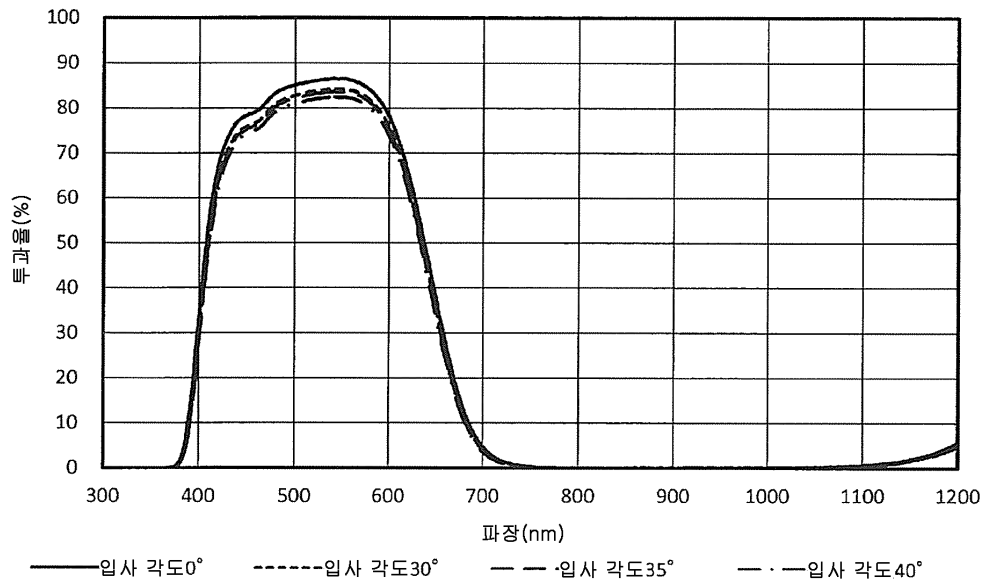
도면6a



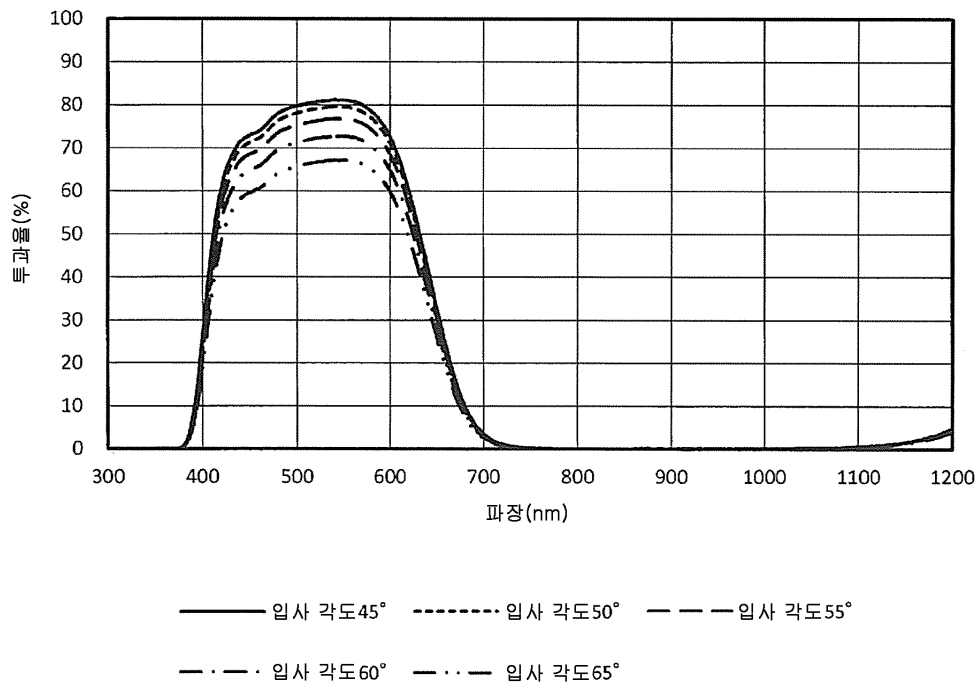
도면6b



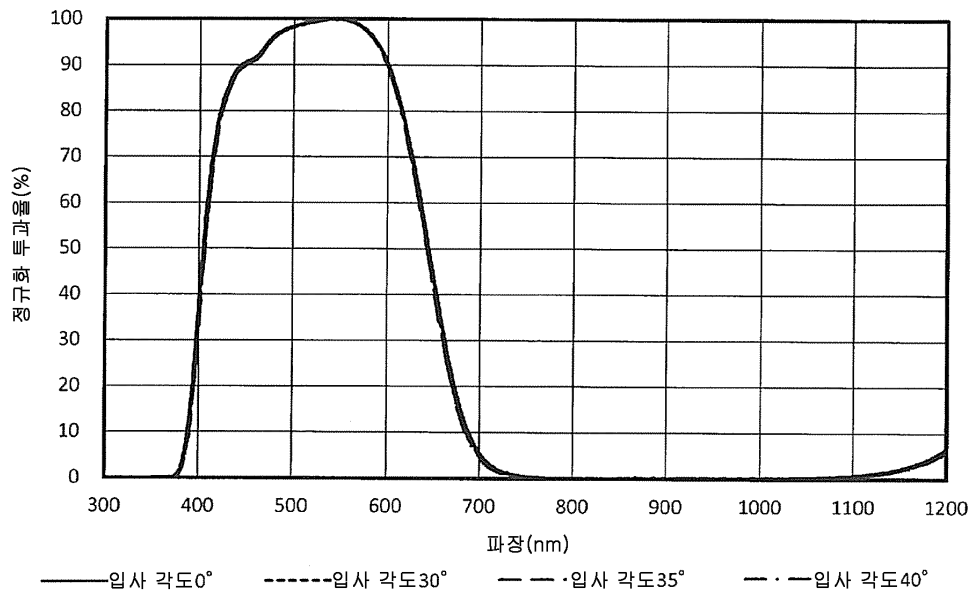
도면7a



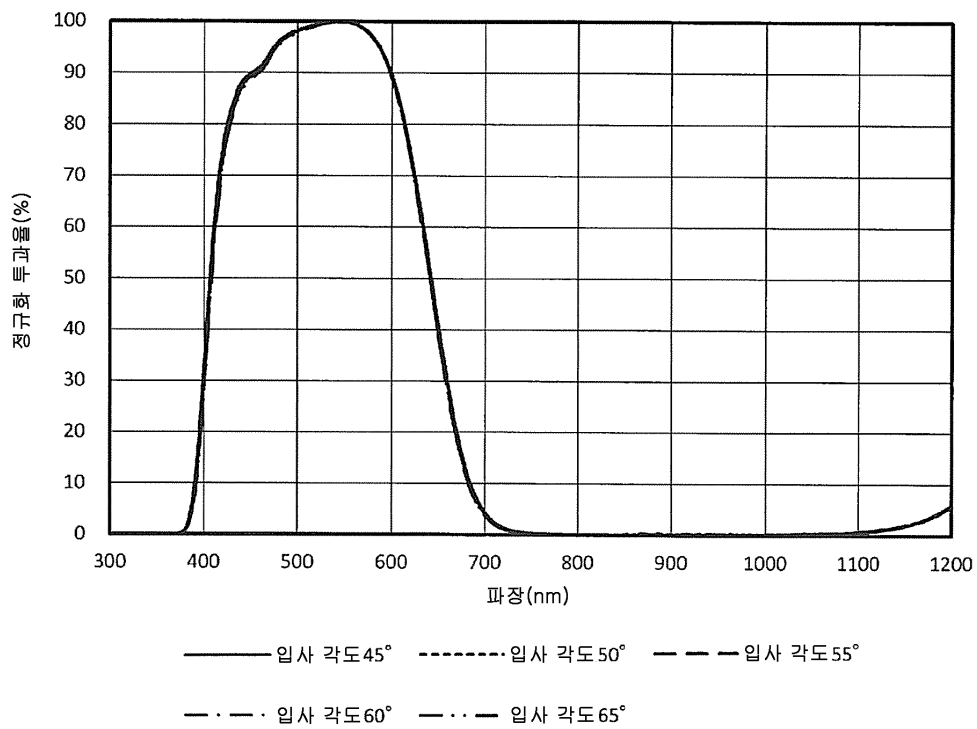
도면7b



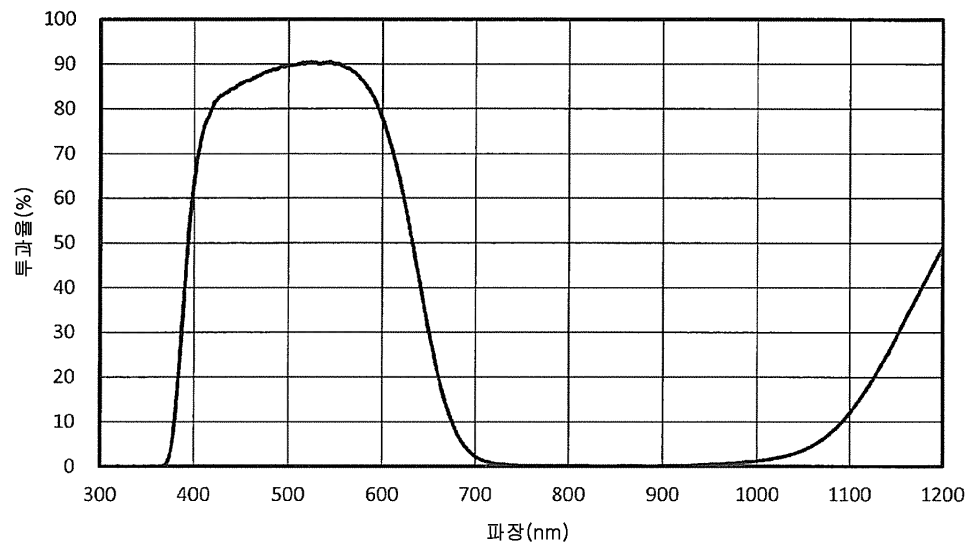
도면8a



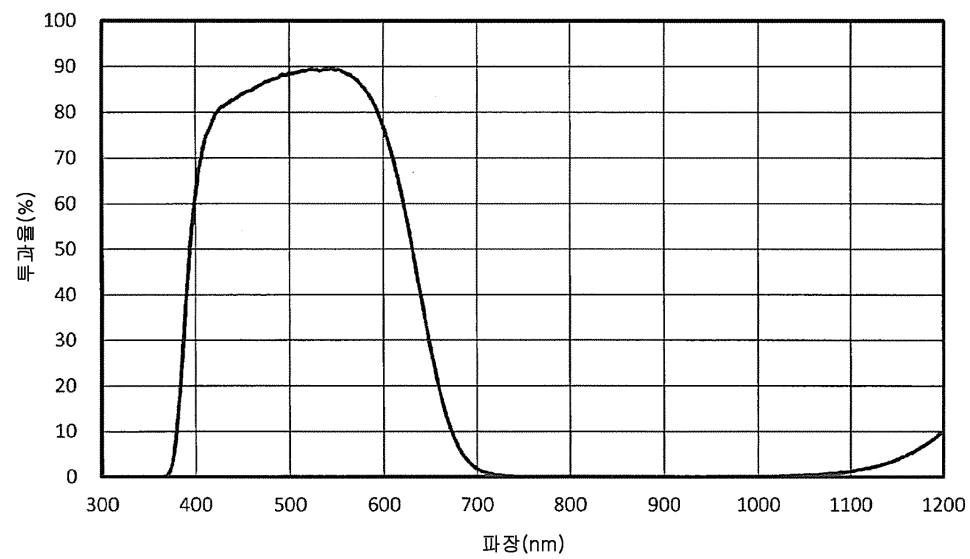
도면8b



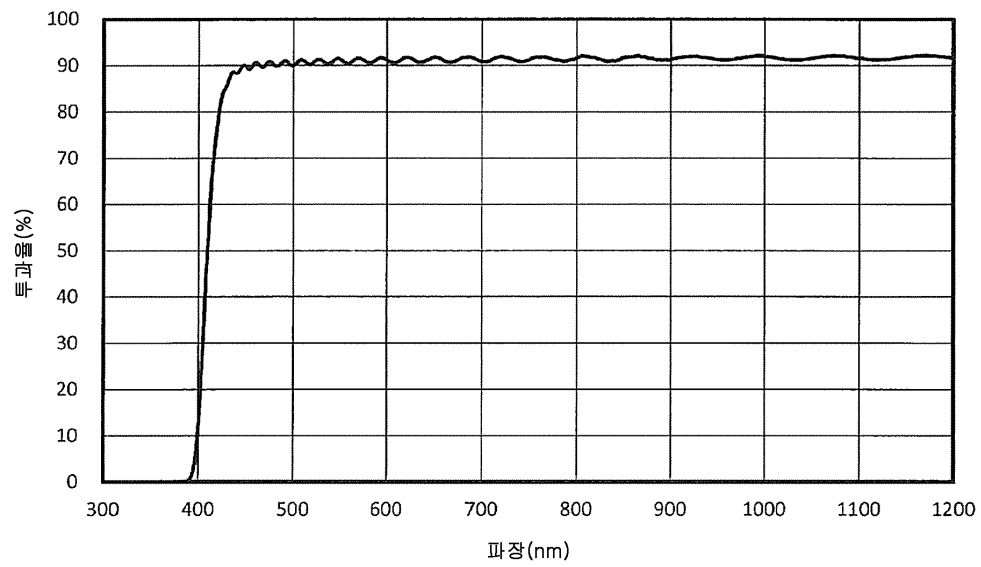
도면9a



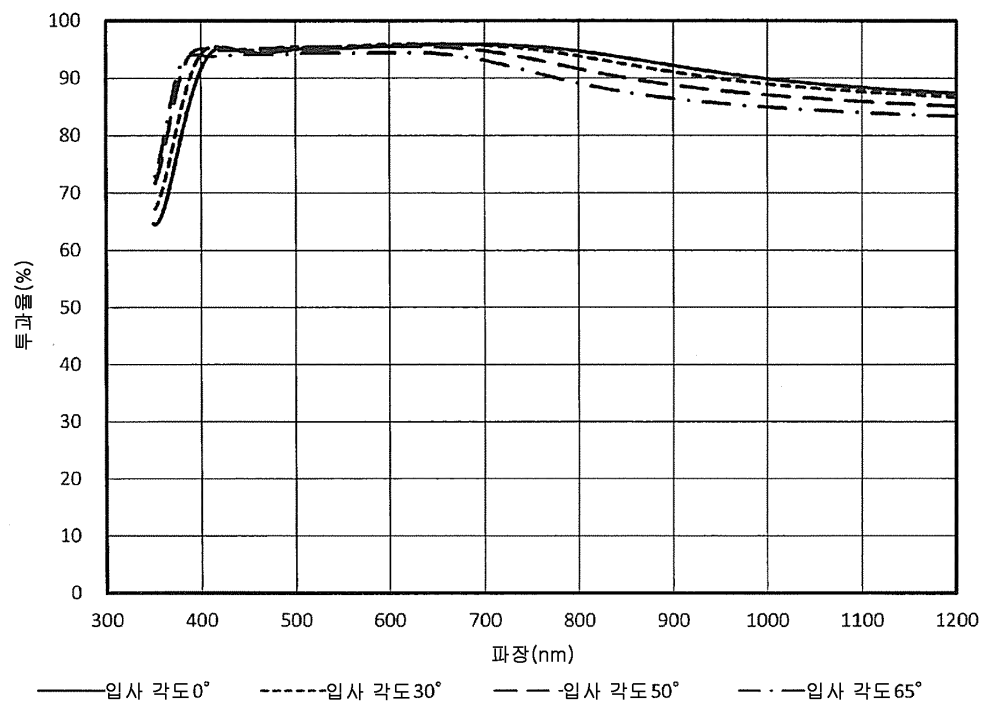
도면9b



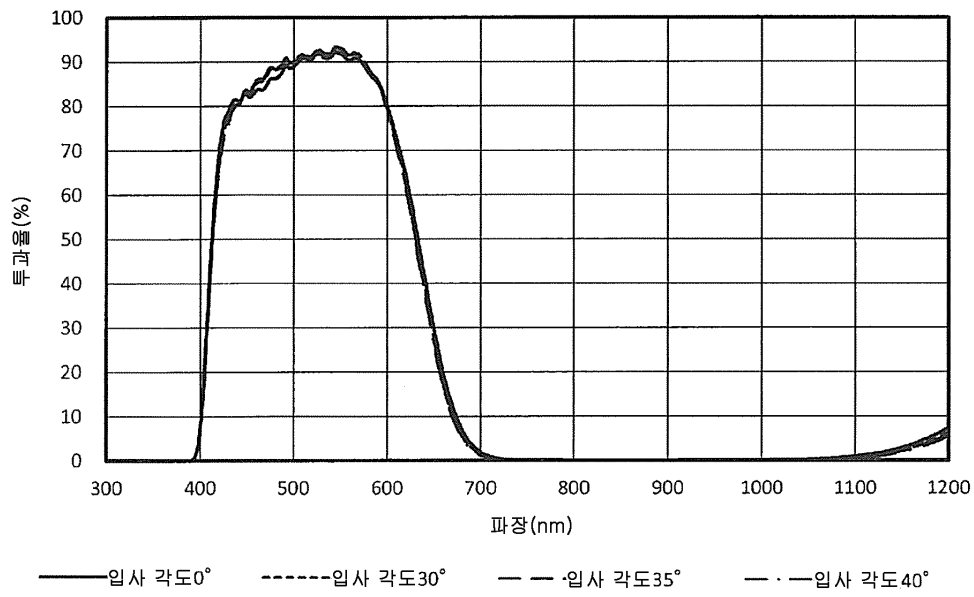
도면9c



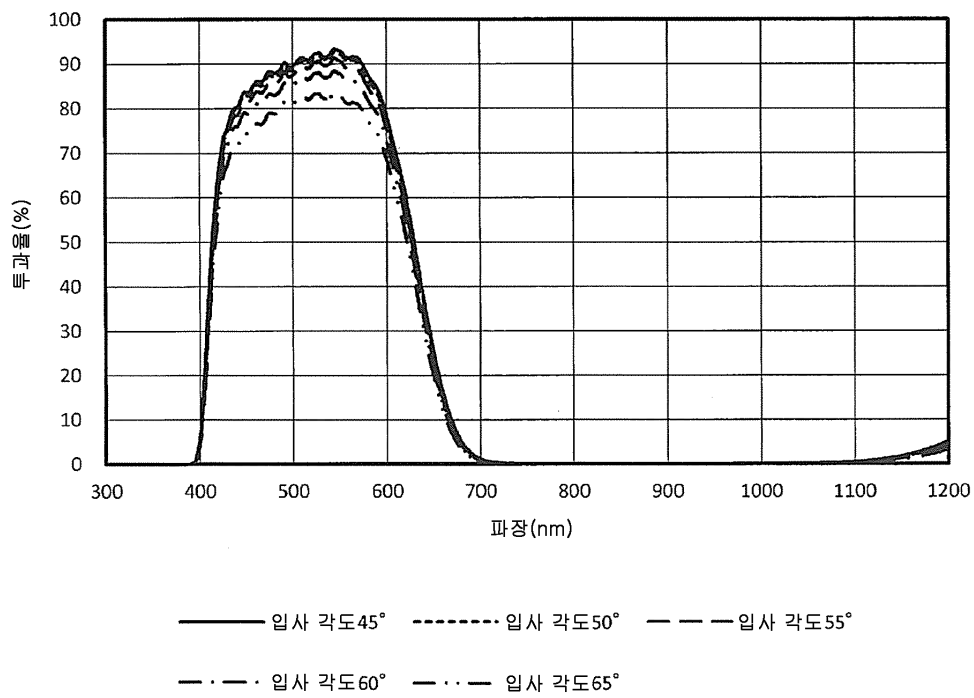
도면9d



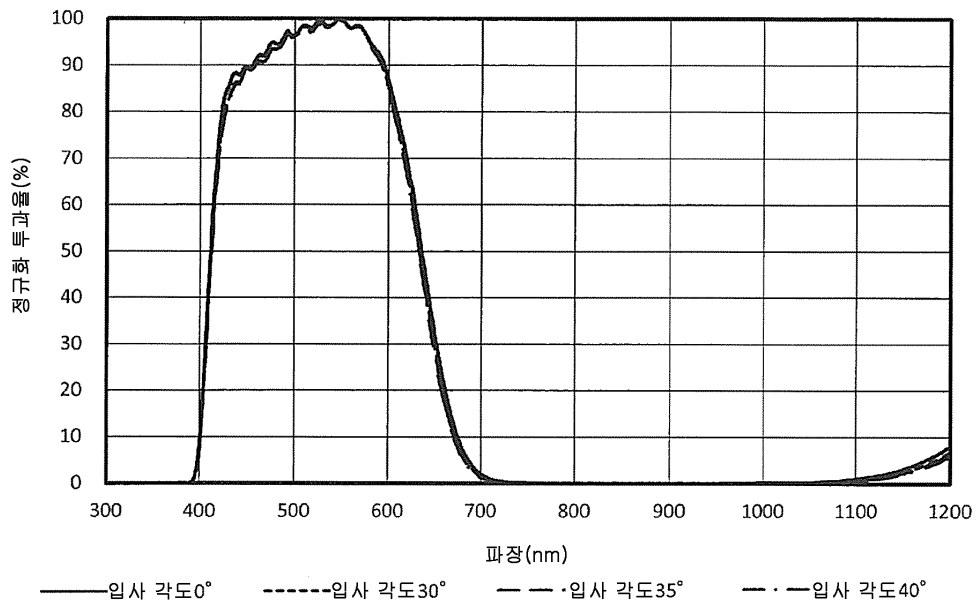
도면10a



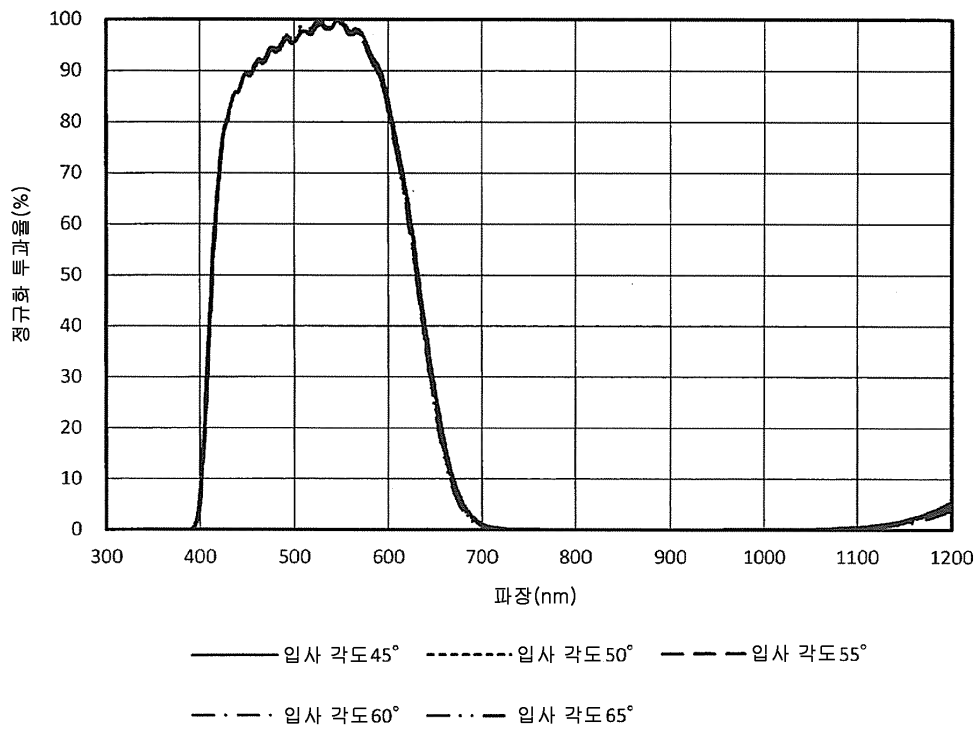
도면10b



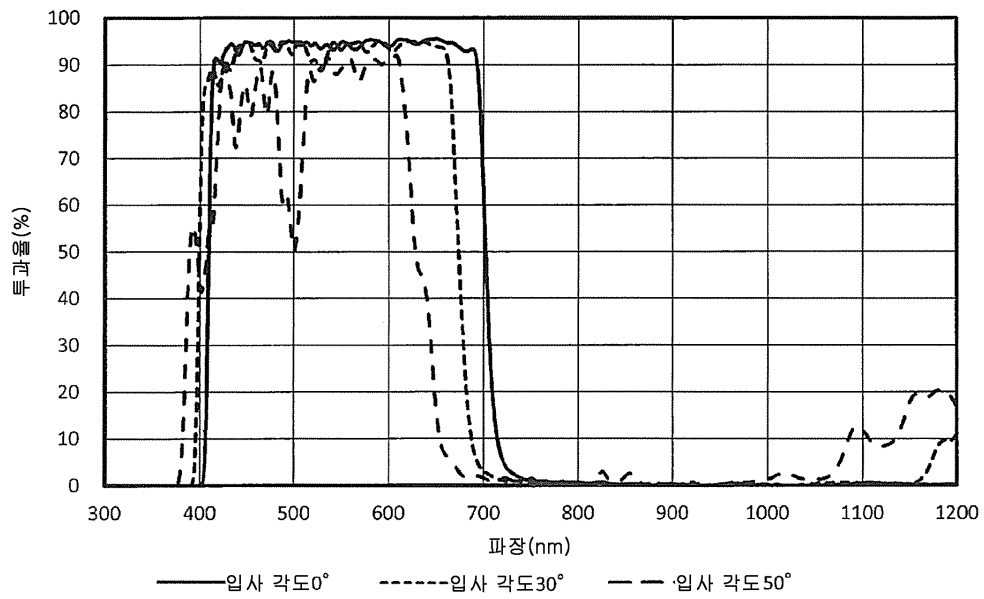
도면11a



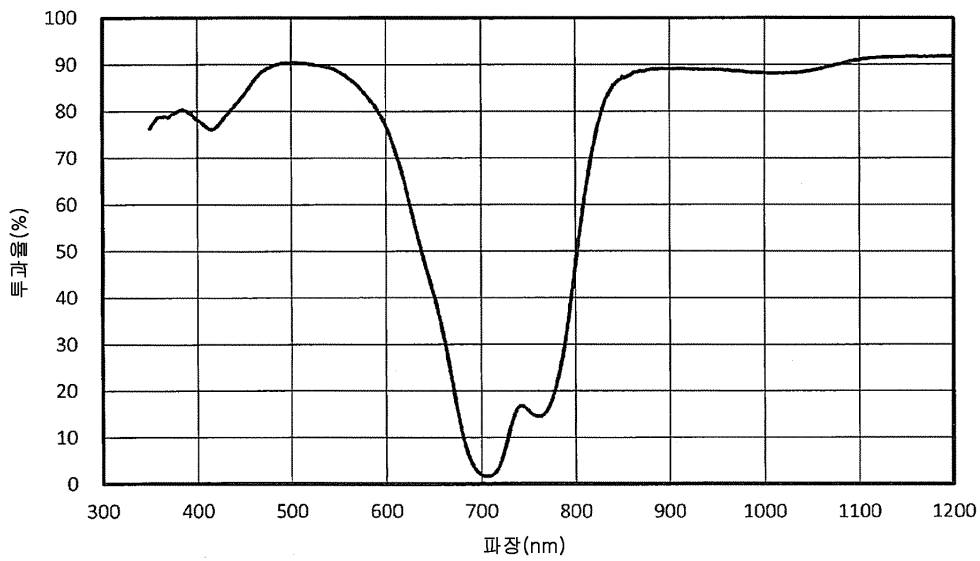
도면11b



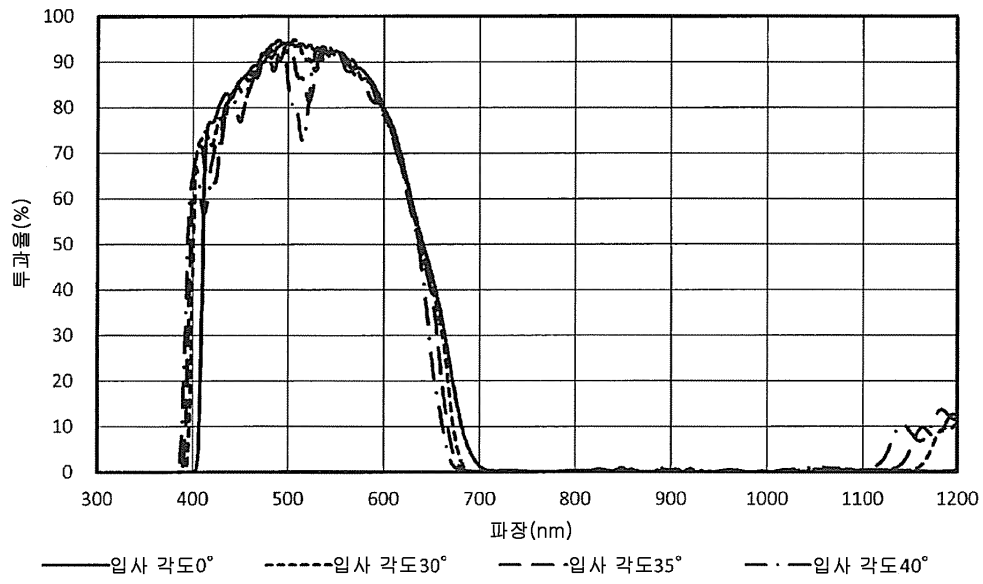
도면12a



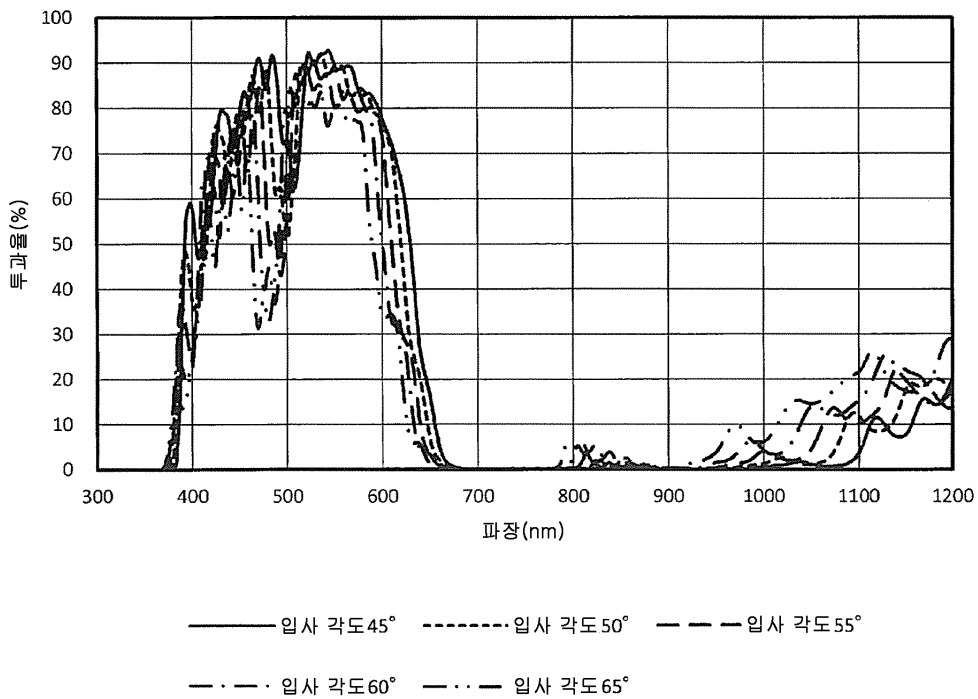
도면12b



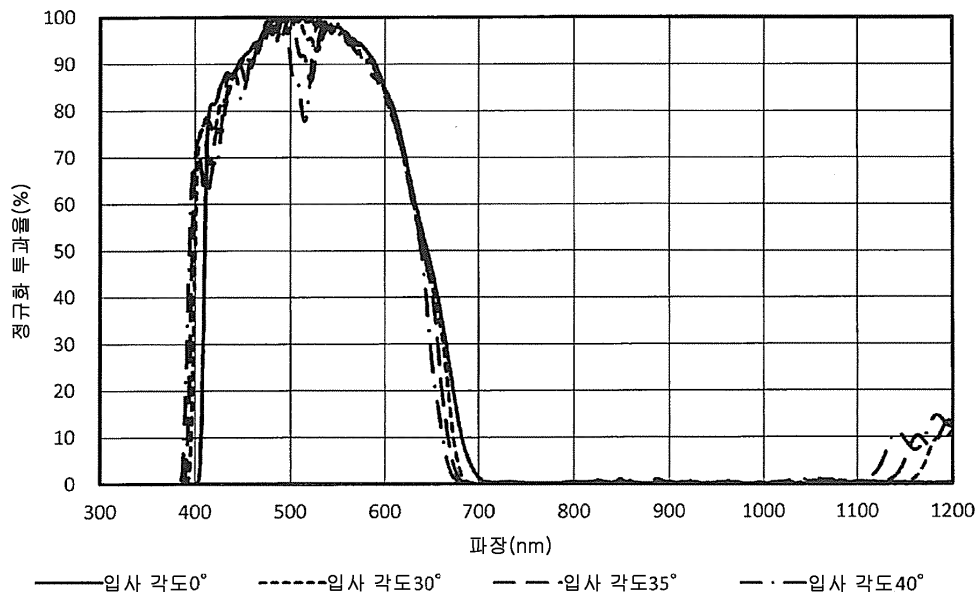
도면13a



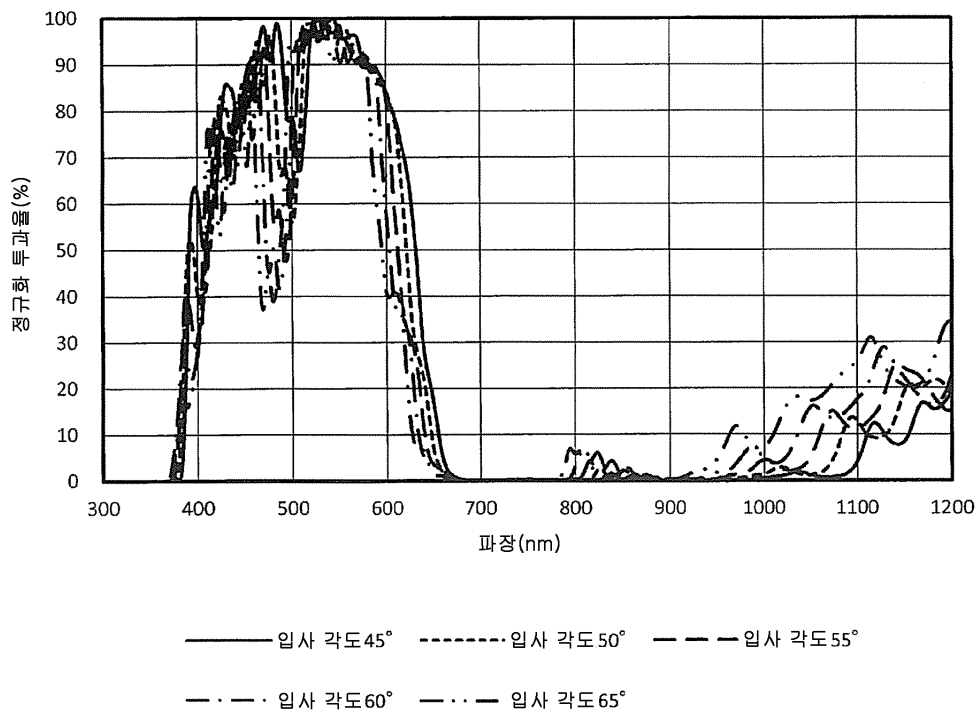
도면13b



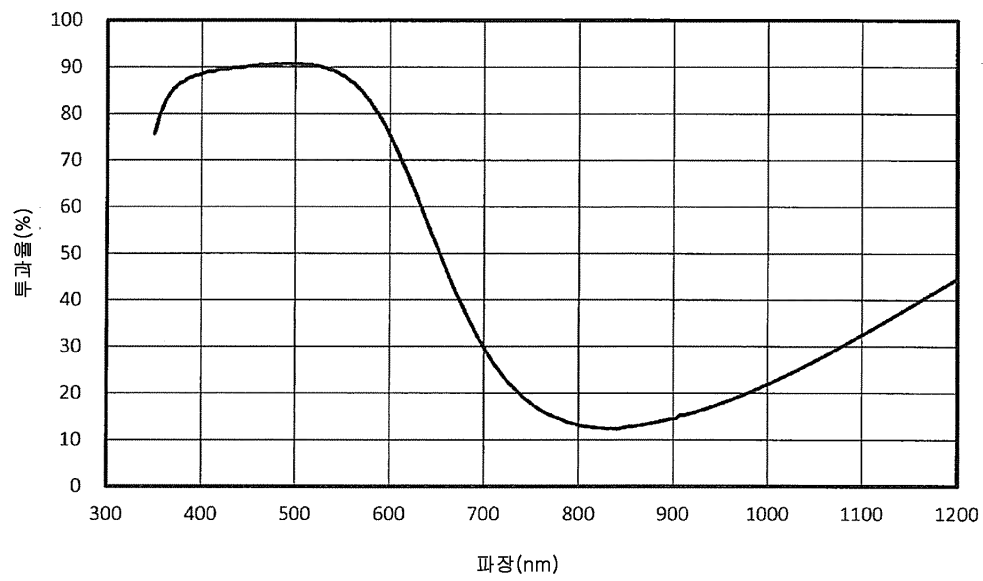
도면14a



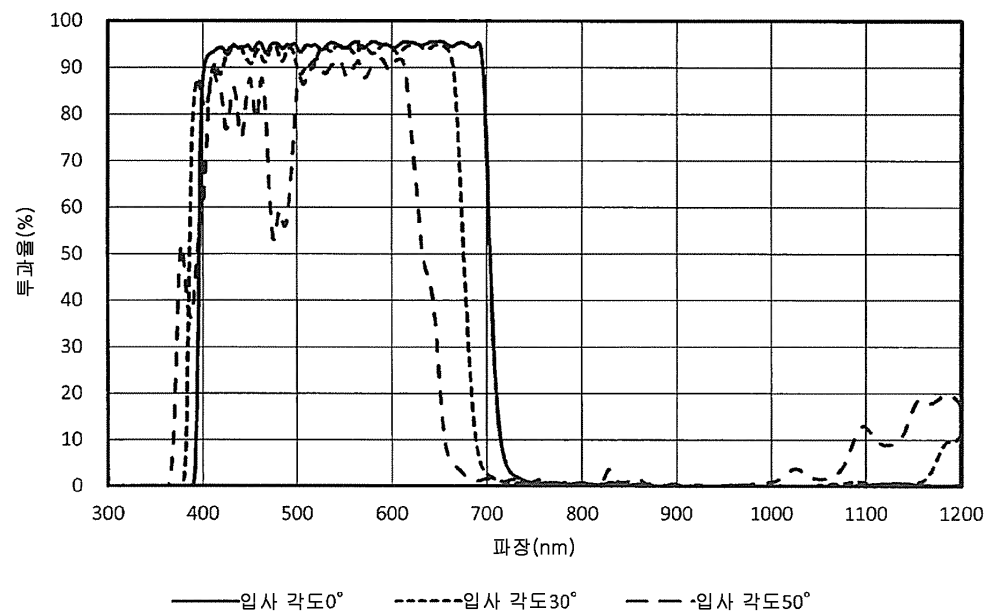
도면14b



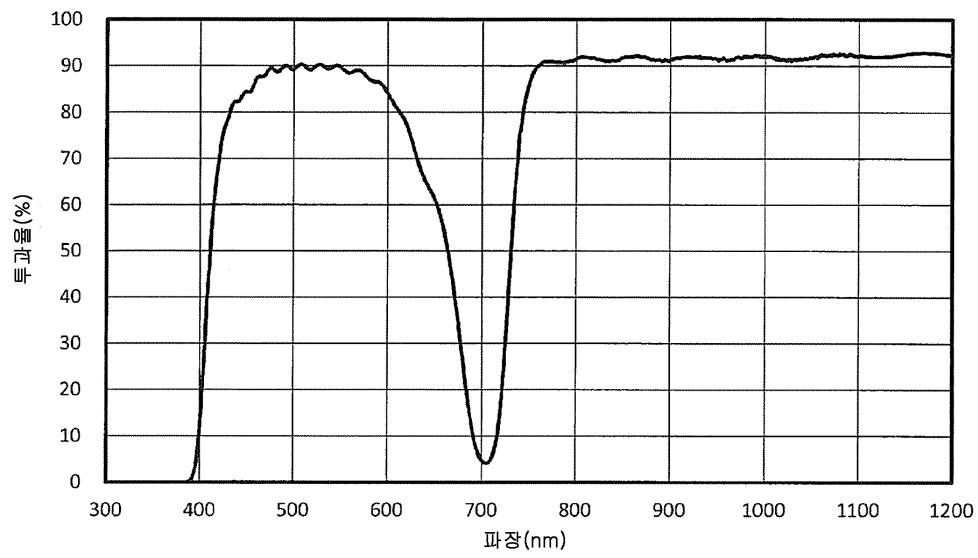
도면15a



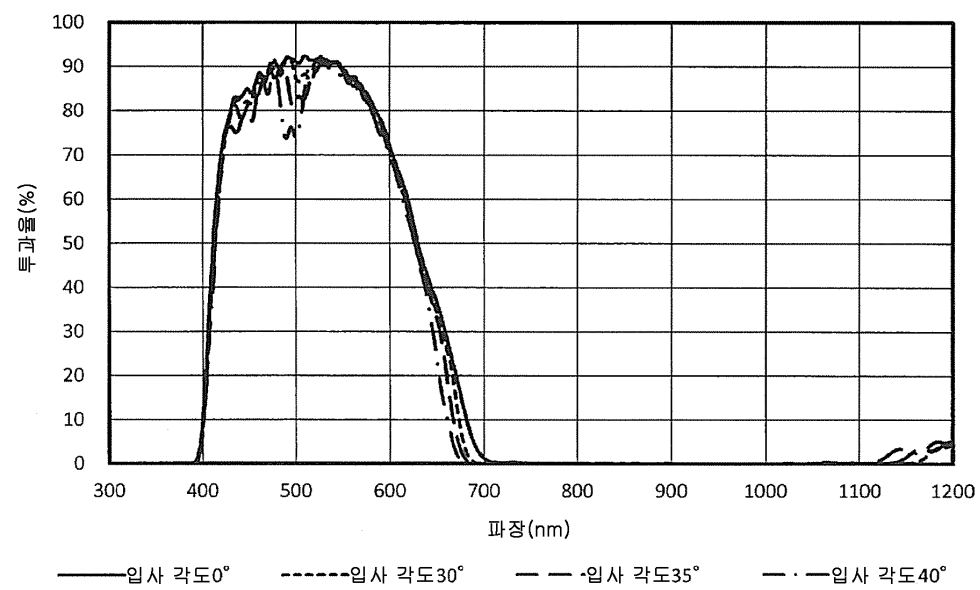
도면15b



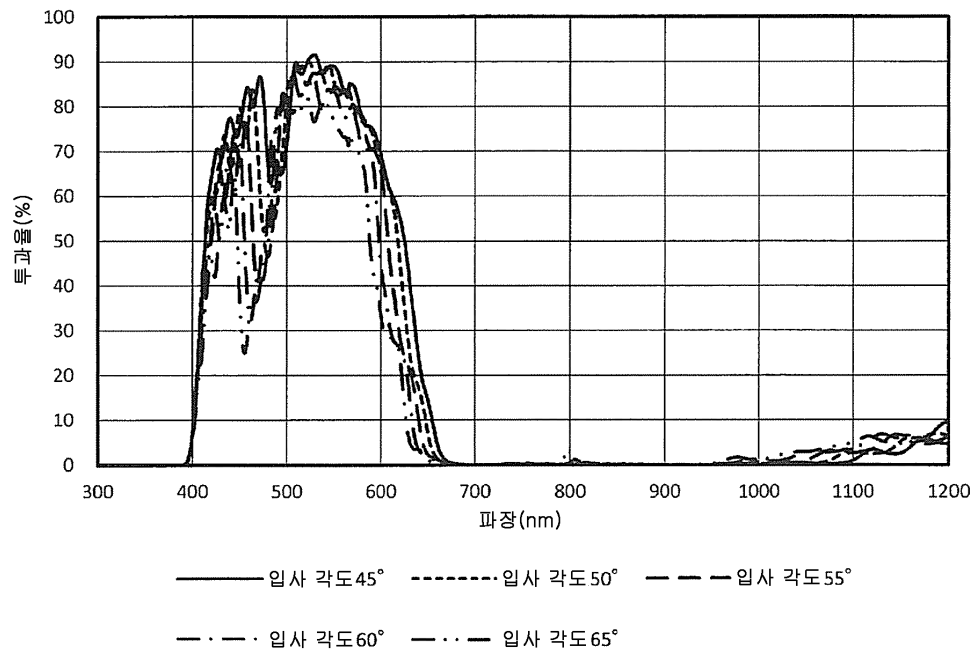
도면15c



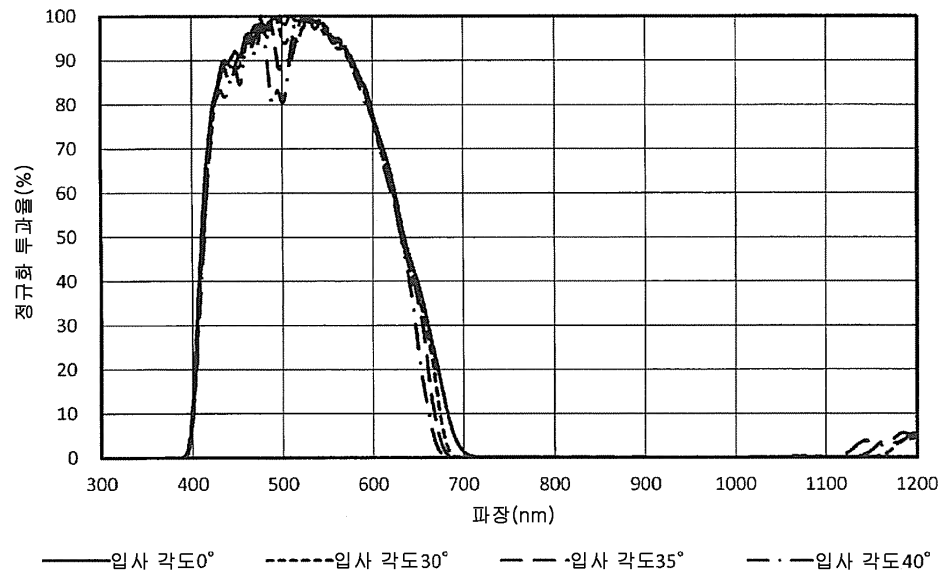
도면16a



도면16b



도면17a



도면17b

