



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년03월24일

(11) 등록번호 10-2786048

(24) 등록일자 2025년03월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C03C 4/08 (2006.01) C03C 3/16 (2006.01)

C03C 3/17 (2006.01) C08L 23/16 (2006.01)

C08L 83/04 (2006.01) G02B 5/22 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C03C 4/08 (2013.01)

C03C 3/16 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-7000639

(22) 출원일자(국제) 2021년05월31일

심사청구일자 2023년01월05일

(85) 번역문제출일자 2023년01월05일

(65) 공개번호 10-2023-0022221

(43) 공개일자 2023년02월14일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2021/020579

(87) 국제공개번호 WO 2022/009558

국제공개일자 2022년01월13일

(30) 우선권주장

JP-P-2020-119553 2020년07월10일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

CN110255886 A

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 박수정

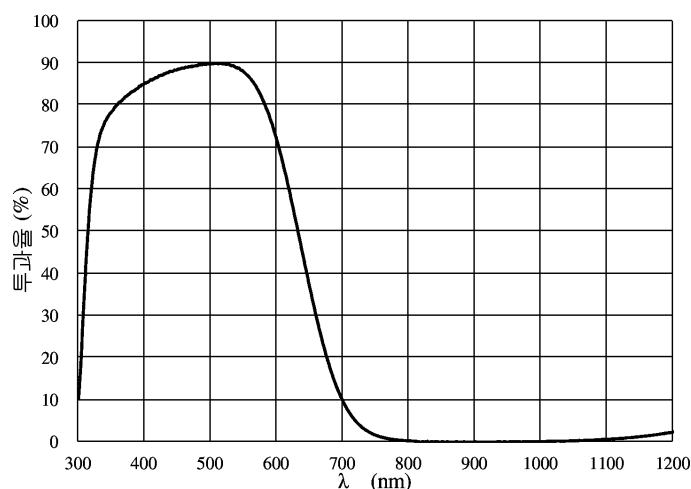
(54) 발명의 명칭 근적외선 흡수 유리 및 근적외선 컷 필터

(57) 요약

P 이온, Li 이온, Cu 이온, Al 이온, Ba 이온, Sr 이온, Ca 이온, Mg 이온, Zn 이온, K 이온, Na 이온, La 이온, Gd 이온 및 Y 이온으로 이루어지는 군에서 선택되는 주요 카티온을 4 종 이상 포함하고, P 이온, Li 이온 및 Cu 이온을 필수 카티온으로서 포함하고, 아니온으로서 적어도 O 이온을 포함하고, P 이온의 함유량에 대한 O

(뒷면에 계속)

대표도



이온의 함유량의 비율 (O 이온/P 이온) 이 3.15 이하이고, 아니온% 표시의 유리 조성에 있어서 O 이온의 함유량이 90.0 아니온% 이상이고, 산화물 기준의 유리 조성에 있어서, 물 기준으로, 상기 주요 카티온의 산화물의 합계 함유량이 90.0 % 이상이고, MgO 와 Al_2O_3 의 합계 함유량 ($MgO + Al_2O_3$) 이 8.0 % 이하이고, Li_2O 함유량에 대한 Na_2O 함유량, K_2O 함유량 및 ZnO 함유량의 합계의 비율 ($(Na_2O + K_2O + ZnO)/Li_2O$) 이 2.4 이하이고, B_2O_3 과 SiO_2 의 합계 함유량 ($B_2O_3 + SiO_2$) 이 3.0 % 이하이고, CuO 함유량이 α_1 % 이상이고, α_1 은 하기 식 1 에 의해 산출되는 값이고, 식 1 중, R 은 상기 비율 (O 이온/P 이온) 인 근적외선 흡수 유리. (식 1) $\alpha_1 = 70400 \times \exp(-2.855 \times R)$

(52) CPC특허분류

C03C 3/17 (2013.01)
C08L 23/16 (2025.01)
C08L 83/04 (2013.01)
G02B 5/22 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

CN110255897 A
 JP2016506350 A
 US04229220 A*
 JP5862566 B2*
 CN107108340 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

P 이온, Li 이온, Cu 이온, Al 이온, Ba 이온, Sr 이온, Ca 이온, Mg 이온, Zn 이온, K 이온, Na 이온, La 이온, Gd 이온 및 Y 이온으로 이루어지는 군에서 선택되는 주요 카티온을 4 종 이상 포함하고,

P 이온, Li 이온 및 Cu 이온을 필수 카티온으로서 포함하고,

아니온으로서 적어도 0 이온을 포함하고,

P 이온의 함유량에 대한 0 이온의 함유량의 비율 (0 이온/P 이온) 이 3.10 이하이고,

아니온% 표시의 유리 조성에 있어서, 0 이온의 함유량이 90.0 아니온% 이상이고,

산화물 기준의 유리 조성에 있어서,

물 기준으로,

상기 주요 카티온의 산화물의 합계 함유량이 90.0 % 이상이고,

MgO 와 Al_2O_3 의 합계 함유량 ($MgO + Al_2O_3$) 이 8.0 % 이하이고,

Li_2O 함유량에 대한 Na_2O 함유량, K_2O 함유량 및 ZnO 함유량의 합계의 비율 $((Na_2O + K_2O + ZnO)/Li_2O)$ 이 2.4 이하이고,

B_2O_3 과 SiO_2 의 합계 함유량 ($B_2O_3 + SiO_2$) 이 3.0 % 이하이고,

V_2O_5 함유량은 0 % 이상 1.0 % 이하이고,

CuO 함유량이 α_1 % 이상이고,

α_1 은 하기 식 1 :

(식 1)

$$\alpha_1 = 70400 \times \exp(-2.855 \times R)$$

에 의해 산출되는 값이고,

상기 식 1 중,

R 은 상기 비율 (0 이온/P 이온) 이고,

두께 0.21 mm 환산의 투과율 특성으로서, 파장 400 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T400 이 70 % 이상이고, 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 10 % 이하인, 근적외선 흡수 유리.

청구항 2

P 이온, Li 이온, Cu 이온, Al 이온, Ba 이온, Sr 이온, Ca 이온, Mg 이온, Zn 이온, K 이온, Na 이온, La 이온, Gd 이온 및 Y 이온으로 이루어지는 군에서 선택되는 주요 카티온을 4 종 이상 포함하고,

P 이온, Li 이온 및 Cu 이온을 필수 카티온으로서 포함하고,

아니온으로서 적어도 0 이온을 포함하고,

P 이온의 함유량에 대한 0 이온의 함유량의 비율 (0 이온/P 이온) 이 3.10 이하이고,

아니온% 표시의 유리 조성에 있어서, 0 이온의 함유량이 90.0 아니온% 이상이고,

산화물 기준의 유리 조성에 있어서,

몰 기준으로,

상기 주요 카티온의 산화물의 합계 함유량이 90.0 % 이상이고,

MgO 와 Al_2O_3 의 합계 함유량 ($MgO + Al_2O_3$) 이 8.0 % 이하이고,

Li_2O 함유량에 대한 Na_2O 함유량, K_2O 함유량 및 ZnO 함유량의 합계의 비율 ($(Na_2O + K_2O + ZnO)/Li_2O$) 이 2.4 이하이고,

B_2O_3 과 SiO_2 의 합계 함유량 ($B_2O_3 + SiO_2$) 이 3.0 % 이하이고,

V_2O_5 함유량은 0 % 이상 1.0 % 이하이고,

하기 식 2 :

(식 2)

$$C - 3200 \times \exp(-2.278 \times R) \geq 0$$

을 만족하고,

상기 식 2 중,

C 는, 유리의 몰 체적당 CuO 함유량 (단위 : 밀리몰/cc) 이고,

R 은 상기 비율 (O 이온/P 이온) 이고,

두께 0.21 mm 환산의 투과율 특성으로서, 파장 400 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T400 이 70 % 이상이고, 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 10 % 이하인, 근적외선 흡수 유리.

청구항 3

P 이온, Li 이온, Cu 이온, Al 이온, Ba 이온, Sr 이온, Ca 이온, Mg 이온, Zn 이온, K 이온, Na 이온, La 이온, Gd 이온, Y 이온, B 이온 및 Si 이온으로 이루어지는 군에서 선택되는 주요 카티온을 4 종 이상 포함하고,

P 이온, Li 이온 및 Cu 이온을 필수 카티온으로서 포함하고,

아니온으로서 적어도 O 이온을 포함하고,

P 이온의 함유량에 대한 O 이온의 함유량의 비율 (O 이온/P 이온) 이 3.10 이하이고,

아니온% 표시의 유리 조성에 있어서, O 이온의 함유량이 90.0 아니온% 이상이고,

산화물 기준의 유리 조성에 있어서,

몰 기준으로,

상기 주요 카티온의 산화물의 합계 함유량이 90.0 % 이상이고,

MgO 와 Al_2O_3 의 합계 함유량 ($MgO + Al_2O_3$) 이 8.0 % 이하이고,

Li_2O 함유량에 대한 Na_2O 함유량, K_2O 함유량 및 ZnO 함유량의 합계의 비율 ($(Na_2O + K_2O + ZnO)/Li_2O$) 이 2.4 이하이고,

V_2O_5 함유량은 0 % 이상 1.0 % 이하이고,

하기 식 3 :

(식 3)

$$A_1 = \{O(P) - O(others)\} \times Cu$$

에 의해 산출되는 A_1 이 2500 이상이고,

상기 식 3 중,

$O(P)$ 는, 산화물 기준의 유리 조성에 있어서 P 이온의 산화물을 구성하는 산소량을 나타내고,

$O(others)$ 는, 산화물 기준의 유리 조성에 있어서 상기 주요 카티온의 산화물을 구성하는 산소량으로부터 상기 $O(P)$ 를 제외한 산소량을 나타내고,

Cu 는, 산화물 기준의 유리 조성에 있어서의 물 기준의 CuO 함유량을 나타내고,

두께 0.21 mm 환산의 투과율 특성으로서, 파장 400 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T400 이 70 % 이상이고, 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 10 % 이하인, 근적외선 흡수 유리.

청구항 4

P 이온, Li 이온, Cu 이온, Al 이온, Ba 이온, Sr 이온, Ca 이온, Mg 이온, Zn 이온, K 이온, Na 이온, La 이온, Gd 이온, Y 이온, B 이온 및 Si 이온으로 이루어지는 군에서 선택되는 주요 카티온을 4 종 이상 포함하고,

P 이온, Li 이온 및 Cu 이온을 필수 카티온으로서 포함하고,

아니온으로서 적어도 O 이온을 포함하고,

P 이온의 함유량에 대한 O 이온의 함유량의 비율 (O 이온/P 이온) 이 3.10 이하이고,

아니온% 표시의 유리 조성에 있어서, O 이온의 함유량이 90.0 아니온% 이상이고,

산화물 기준의 유리 조성에 있어서,

물 기준으로,

상기 주요 카티온의 산화물의 합계 함유량이 90.0 % 이상이고,

MgO 와 Al_2O_3 의 합계 함유량 ($MgO + Al_2O_3$) 이 8.0 % 이하이고,

Li_2O 함유량에 대한 Na_2O 함유량, K_2O 함유량 및 ZnO 함유량의 합계의 비율 ($(Na_2O + K_2O + ZnO)/Li_2O$) 이 2.4 이하이고,

V_2O_5 함유량은 0 % 이상 1.0 % 이하이고,

하기 식 4 :

(식 4)

$$A_2 = \{O(P) - O(others)\} \times C$$

에 의해 산출되는 A_2 가 700 이상이고,

상기 식 4 중,

C 는, 유리의 물 체적당 CuO 함유량 (단위 : 밀리몰/cc) 이고,

$O(P)$ 는, 산화물 기준의 유리 조성에 있어서 P 이온의 산화물을 구성하는 산소량을 나타내고,

$O(others)$ 는, 산화물 기준의 유리 조성에 있어서 상기 주요 카티온의 산화물을 구성하는 산소량으로부터 상기 $O(P)$ 를 제외한 산소량을 나타내고,

두께 0.21 mm 환산의 투과율 특성으로서, 파장 400 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T400 이 70 % 이상이고, 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 10 % 이하인, 근적외선 흡수 유리.

청구항 5

P 이온, Li 이온, Cu 이온, Al 이온, Ba 이온, Sr 이온, Ca 이온, Mg 이온, Zn 이온, K 이온, Na 이온, La 이

온, Gd 이온 및 Y 이온으로 이루어지는 군에서 선택되는 주요 카티온을 4 종 이상 포함하고,

P 이온, Li 이온 및 Cu 이온을 필수 카티온으로서 포함하고,

아니온으로서 적어도 O 이온을 포함하고,

P 이온의 함유량에 대한 O 이온의 함유량의 비율 (O 이온/P 이온) 이 3.10 이하이고,

아니온% 표시의 유리 조성에 있어서, O 이온의 함유량이 90.0 아니온% 이상이고,

산화물 기준의 유리 조성에 있어서,

물 기준으로,

상기 주요 카티온의 산화물의 합계 함유량이 90.0 % 이상이고,

MgO 와 Al_2O_3 의 합계 함유량 ($MgO + Al_2O_3$) 이 8.0 % 이하이고,

Li_2O 함유량에 대한 Na_2O 함유량, K_2O 함유량 및 ZnO 함유량의 합계의 비율 ($(Na_2O + K_2O + ZnO)/Li_2O$) 이 2.4 이하이고,

V_2O_5 함유량은 0 % 이상 1.0 % 이하이고,

CuO 함유량이 a_2 % 이상이고,

a_2 는 하기 식 5 :

(식 5)

$$a_2 = 76522 \times \exp(-2.855 \times R)$$

에 의해 산출되는 값이고,

상기 식 5 중,

R 은 상기 비율 (O 이온/P 이온) 이고,

두께 0.21 mm 환산의 투과율 특성으로서, 파장 400 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T400 이 70 % 이상이고, 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 10 % 이하인, 근적외선 흡수 유리.

청구항 6

P 이온, Li 이온, Cu 이온, Al 이온, Ba 이온, Sr 이온, Ca 이온, Mg 이온, Zn 이온, K 이온, Na 이온, La 이온, Gd 이온 및 Y 이온으로 이루어지는 군에서 선택되는 주요 카티온을 4 종 이상 포함하고,

P 이온, Li 이온 및 Cu 이온을 필수 카티온으로서 포함하고,

아니온으로서 적어도 O 이온을 포함하고,

P 이온의 함유량에 대한 O 이온의 함유량의 비율 (O 이온/P 이온) 이 3.10 이하이고,

아니온% 표시의 유리 조성에 있어서, O 이온의 함유량이 90.0 아니온% 이상이고,

산화물 기준의 유리 조성에 있어서,

물 기준으로,

상기 주요 카티온의 산화물의 합계 함유량이 90.0 % 이상이고,

MgO 와 Al_2O_3 의 합계 함유량 ($MgO + Al_2O_3$) 이 8.0 % 이하이고,

Li_2O 함유량에 대한 Na_2O 함유량, K_2O 함유량 및 ZnO 함유량의 합계의 비율 ($(Na_2O + K_2O + ZnO)/Li_2O$) 이 2.4 이하이고,

V_2O_5 함유량은 0 % 이상 1.0 % 이하이고,

하기 식 6 :

(식 6)

$$C - 3478 \times \exp(-2.278 \times R) \geq 0$$

을 만족하고,

상기 식 6 중,

C 는, 유리의 몰 체적당 CuO 함유량 (단위 : 밀리몰/cc) 이고,

R 은 상기 비율 (O 이온/P 이온) 이고,

두께 0.21 mm 환산의 투과율 특성으로서, 파장 400 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T400 이 70 % 이상이고, 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 10 % 이하인, 근적외선 흡수 유리.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

Na_2O 함유량, K_2O 함유량의 합계 함유량이 15.0 몰% 미만인, 근적외선 흡수 유리.

청구항 8

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

Al_2O_3 함유량이 2.0 몰% 미만인, 근적외선 흡수 유리.

청구항 9

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

Al_2O_3 , La_2O_3 , Y_2O_3 및 Gd_2O_3 의 합계 함유량 ($Al_2O_3 + La_2O_3 + Y_2O_3 + Gd_2O_3$) 이 0.1 몰% 이상인, 근적외선 흡수 유리.

청구항 10

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

파장 550 nm 이상에서 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장인 반치 λ_{T50} 이 633 nm 가 되는 유리의 두께가 0.25 mm 이하이고,

상기 두께에 있어서, 파장 600 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T600 이 50 % 이상이고, 또한 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 30 % 이하인, 근적외선 흡수 유리.

청구항 11

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

파장 550 nm 이상에서 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장인 반치 λ_{T50} 이 633 nm 가 되는 유리의 두께가 0.25 mm 이하이고,

상기 두께에 있어서, 파장 600 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T600 이 50 % 이상이고, 또한 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 $\beta 1$ % 이하이고,

$\beta 1$ 은 하기 식 B1 :

(식 B1)

$$\beta 1 = 64 \times R - 170$$

에 의해 산출되는 값이고,

상기 식 B1 중,

R 은 상기 비율 (O 이온/P 이온) 인, 근적외선 흡수 유리.

청구항 12

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

두께 0.11 mm 환산의 투과율 특성으로서, 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장인 반치 λ_{T50} 이 600 nm ~ 650 nm 의 범위에 있고, 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 30 % 이하이고, 또한 파장 400 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T400 이 70 % 이상인, 근적외선 흡수 유리.

청구항 13

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

두께 0.21 mm 환산의 투과율 특성으로서, 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장인 반치 λ_{T50} 이 600 nm ~ 650 nm 의 범위에 있는, 근적외선 흡수 유리.

청구항 14

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

파장 550 nm 이상에서 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장인 반치 λ_{T50} 이 645 nm 가 되는 유리의 두께가 0.25 mm 이하이고,

상기 두께에 있어서, 파장 600 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T600 이 50 % 이상이고, 또한 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 30 % 이하인, 근적외선 흡수 유리.

청구항 15

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

파장 550 nm 이상에서 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장인 반치 λ_{T50} 이 645 nm 가 되는 유리의 두께가 0.25 mm 이하이고,

상기 두께에 있어서, 파장 600 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T600 이 50 % 이상이고, 또한 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 $\beta 1$ % 이하이고,

상기 $\beta 1$ 은 하기 식 B1 :

(식 B1)

$$\beta 1 = 64 \times R - 170$$

에 의해 산출되는 값이고,

상기 식 B1 중,

R 은 상기 비율 (O 이온/P 이온) 인, 근적외선 흡수 유리.

청구항 16

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 기재된 근적외선 흡수 유리로 이루어지는 근적외선 컷 필터.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 근적외선 흡수 유리 및 근적외선 컷 필터에 관한 것이다.

[0001]

배경기술

- [0002] 최근의 스마트폰 등으로 대표되는 소형 카메라에 있어서는, 얻어진 화상 정보를 단순히 디지털화할 뿐만 아니라, 그 화상 정보에 대해 여러 가지 전산 처리를 실시함으로써 화상을 재구성한다. 예를 들어, 특정한 대상을 추출하고, 화상의 색채나 콘트라스트를 조정하는 것이 주류가 되고 있다. 그 때, 광학 소자 중의 광의 반사에 의해, 본래 존재하지 않는 색 정보가 촬상 소자에 입력되면, 그 정보를 제거해야만 하여 바람직하지 않다.
- [0003] 근적외선 컷 필터는, 촬상 소자의 감도 과장역에 있어서의 불필요한 근적외광 (파장 700 ~ 1200 nm) 을 컷하는 기능을 갖는다. 근적외선 컷 필터는, 일반적으로 촬상 소자의 직전에 형성되는 경우가 많다.
- [0004] 근적외선 컷 필터로는, 근적외선 흡수 유리를 기재로 하여, 평판 상에 연마 가공된 것이 널리 사용되고 있다.
- [0005] 근적외선 흡수 유리는, 일반적으로 Cu 이온을 포함한다. 근적외선 흡수 유리의 분광 투과 특성의 일례를 도 1 에 나타낸다. 또한, 도 1 은, 본 발명을 전혀 한정하는 것은 아니다. 파장 700 ~ 1200 nm 부근의 광 흡수 특성은, 유리 중의 Cu 이온 (Cu^{2+}) 에 의해 발현된다. 그 중에서도, Cu 이온과 함께 P 이온을 포함하는 유리는, Cu 이온 (Cu^{2+}) 이 갖는 근적외선 흡수 특성을 광범위한 파장역으로 나타낼 수 있기 때문에, 근적외선 컷 필터용의 유리로서 유용하다 (예를 들어 특허문헌 1 참조).
- [0006] 도 1 의 파장 600 nm 이후의 투과율 커브에 있어서, 투과율 50 % 가 되는 파장은 「반치」 라고 불리고, 근적외선 컷 필터의 주요 규격의 하나로 되어 있다. 반치는, 필터의 사양에 따라 상이하지만, 파장 600 nm ~ 650 nm 의 범위로 설정되는 경우가 많다. 반치를 원하는 값으로 하는 일반적인 방법으로는, 람베르트-비어의 법칙에 따라, 유리 기재의 판두께나, 유리 중의 Cu 이온 (Cu^{2+}) 농도 중 어느 것을 조절하는 방법이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2014-12630호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 근적외선 컷 필터에는, 근적외선을 컷하는 능력이 우수한 것 (즉 원하는 반치를 가지면서 근적외광의 투과율이 낮은 것) 과 함께, 가시역 (자색 영역 ~ 적색 영역) 의 투과율이 높은 것도 요구된다.
- [0009] 또, 최근, 스마트폰 등에 탑재되는 촬상 소자 모듈에는, 소형화와 고성능화의 양립이 요구되고 있으며, 근적외선 컷 필터의 판두께는 박육화가 요구되고 있다. 그 때문에, 근적외선 흡수 유리의 두께도, 종래의 1 mm 에 서, 최근에는 0.45 mm, 0.3 mm 또는 0.2 mm 정도까지 박육화되고, 나아가서는 0.1 mm 대로 박육화하는 것도 요망되고 있다.
- [0010] 근적외선 흡수 유리를 단순히 박육화하면, 근적외선 흡수에 필요한 CuO 의 광학 농도 (몰수 × 두께) 가 감소함으로써, 근적외선의 흡수 효율은 저하되어 버린다. 이것을 해결하기 위해서는 CuO 를 증량하는 것을 생각할 수 있다. 그러나, CuO 를 증량하는 것만으로는, CuO 의 흡수가 파장 600 nm 부근의 가시역 (즉 적색 영역) 에 이르고, 또 단파장측의 투과율도 저하되는 경향이 있기 때문에, 가시역 (자색 영역 ~ 적색 영역) 의 투과율 과 근적외선의 흡수를 함께 유지하는 것은 곤란하다.
- [0011] 또한, 근적외선 흡수 유리에는, 고온 고습 환경하에 있어서의 사용에 바람직한 근적외선 컷 필터를 제공하기 위해서, 고온 고습 환경하에 있어서의 내후성의 저하가 억제되어 있는 것이 요망된다. 그러나, 본 발명자의 검토에 의하면, 가시역 (자색 영역 ~ 적색 영역) 의 투과율과 근적외선의 흡수를 함께 유지하는 것에 더하여, 내후성의 저하를 억제하는 것은 용이하지 않다.
- [0012] 상기를 감안하여, 본 발명의 일 양태는, 박육화에 의해서도 가시역 (자색 영역 ~ 적색 영역) 의 투과율이 높고, 근적외선 컷 능력이 우수하고, 또한 내후성의 저하의 억제가 가능한 근적외선 흡수 유리, 및 이러한 근적

외선 흡수 유리로 이루어지는 근적외선 컷 필터를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명의 일 양태는,
- [0014] P 이온, Li 이온, Cu 이온, Al 이온, Ba 이온, Sr 이온, Ca 이온, Mg 이온, Zn 이온, K 이온, Na 이온, La 이온, Gd 이온 및 Y 이온으로 이루어지는 군에서 선택되는 주요 카티온을 4 종 이상 포함하고,
- [0015] P 이온, Li 이온 및 Cu 이온을 필수 카티온으로서 포함하고,
- [0016] 아니온으로서 적어도 O 이온을 포함하고,
- [0017] P 이온의 함유량에 대한 O 이온의 함유량의 비율 (O 이온/P 이온) 이 3.15 이하이고,
- [0018] 아니온% 표시의 유리 조성에 있어서, O 이온의 함유량이 90.0 아니온% 이상이고,
- [0019] 산화물 기준의 유리 조성에 있어서,
- [0020] 물 기준으로,
- [0021] 상기 주요 카티온의 산화물의 합계 함유량이 90.0 % 이상이고,
- [0022] MgO 와 Al_2O_3 의 합계 함유량 ($MgO + Al_2O_3$) 이 8.0 % 이하이고,
- [0023] Li_2O 함유량에 대한 Na_2O 함유량, K_2O 함유량 및 ZnO 함유량의 합계의 비율 ($(Na_2O + K_2O + ZnO)/Li_2O$) 이 2.4 이하이고,
- [0024] B_2O_3 과 SiO_2 의 합계 함유량 ($B_2O_3 + SiO_2$) 이 3.0 % 이하이고,
- [0025] CuO 함유량이 α_1 % 이상이고,
- [0026] α_1 은 하기 식 1 :
- [0027] (식 1)
- [0028] $\alpha_1 = 70400 \times \exp(-2.855 \times R)$
- [0029] 에 의해 산출되는 값이고,
- [0030] 상기 식 1 중,
- [0031] R 은 상기 비율 (O 이온/P 이온) 인,
- [0032] 근적외선 흡수 유리 (이하, 「유리 1」 이라고도 부른다.),
- [0033] 에 관한 것이다.
- [0034] 또, 본 발명의 일 양태는,
- [0035] P 이온, Li 이온, Cu 이온, Al 이온, Ba 이온, Sr 이온, Ca 이온, Mg 이온, Zn 이온, K 이온, Na 이온, La 이온, Gd 이온 및 Y 이온으로 이루어지는 군에서 선택되는 주요 카티온을 4 종 이상 포함하고,
- [0036] P 이온, Li 이온 및 Cu 이온을 필수 카티온으로서 포함하고,
- [0037] 아니온으로서 적어도 O 이온을 포함하고,
- [0038] P 이온의 함유량에 대한 O 이온의 함유량의 비율 (O 이온/P 이온) 이 3.15 이하이고,
- [0039] 아니온% 표시의 유리 조성에 있어서, O 이온의 함유량이 90.0 아니온% 이상이고,
- [0040] 산화물 기준의 유리 조성에 있어서,
- [0041] 물 기준으로,
- [0042] 상기 주요 카티온의 산화물의 합계 함유량이 90.0 % 이상이고,

- [0043] MgO 와 Al_2O_3 의 합계 함유량 ($MgO + Al_2O_3$) 이 8.0 % 이하이고,
- [0044] Li_2O 함유량에 대한 Na_2O 함유량, K_2O 함유량 및 ZnO 함유량의 합계의 비율 ($(Na_2O + K_2O + ZnO)/Li_2O$) 이 2.4 이하이고,
- [0045] B_2O_3 과 SiO_2 의 합계 함유량 ($B_2O_3 + SiO_2$) 이 3.0 % 이하이고,
- [0046] 하기 식 2 :
- [0047] (식 2)
- [0048] $C - 3200 \times \exp(-2.278 \times R) \geq 0$
- [0049] 을 만족하고,
- [0050] 상기 식 2 중,
- [0051] C 는, 유리의 몰 체적당 CuO 함유량 (단위 : 밀리몰/cc) 이고,
- [0052] R 은 상기 비율 (O 이온/P 이온) 인,
- [0053] 근적외선 흡수 유리 (이하, 「유리 2」 라고도 부른다.),
- [0054] 에 관한 것이다.
- [0055] 또, 본 발명의 일 양태는,
- [0056] P 이온, Li 이온, Cu 이온, Al 이온, Ba 이온, Sr 이온, Ca 이온, Mg 이온, Zn 이온, K 이온, Na 이온, La 이온, Gd 이온, Y 이온, B 이온 및 Si 이온으로 이루어지는 군에서 선택되는 주요 카티온을 4 종 이상 포함하고,
- [0057] P 이온, Li 이온 및 Cu 이온을 필수 카티온으로서 포함하고,
- [0058] 아니온으로서 적어도 O 이온을 포함하고,
- [0059] P 이온의 함유량에 대한 O 이온의 함유량의 비율 (O 이온/P 이온) 이 3.15 이하이고,
- [0060] 아니온% 표시의 유리 조성에 있어서, O 이온의 함유량이 90.0 아니온% 이상이고,
- [0061] 산화물 기준의 유리 조성에 있어서,
- [0062] 몰 기준으로,
- [0063] 상기 주요 카티온의 산화물의 합계 함유량이 90.0 % 이상이고,
- [0064] MgO 와 Al_2O_3 의 합계 함유량 ($MgO + Al_2O_3$) 이 8.0 % 이하이고,
- [0065] Li_2O 함유량에 대한 Na_2O 함유량, K_2O 함유량 및 ZnO 함유량의 합계의 비율 ($(Na_2O + K_2O + ZnO)/Li_2O$) 이 2.4 이하이고,
- [0066] 하기 식 3 :
- [0067] (식 3)
- [0068] $A_1 = \{O(P) - O(others)\} \times Cu$
- [0069] 에 의해 산출되는 A_1 이 2500 이상이고,
- [0070] 상기 식 3 중,
- [0071] O(P) 는, 산화물 기준의 유리 조성에 있어서 P 이온의 산화물을 구성하는 산소량을 나타내고,
- [0072] O(others) 는, 산화물 기준의 유리 조성에 있어서 상기 주요 카티온의 산화물을 구성하는 산소량으로부터 상기 O(P) 를 제외한 산소량을 나타내고,
- [0073] Cu 는, 산화물 기준의 유리 조성에 있어서의 몰 기준의 CuO 함유량을 나타내는, 근적외선 흡수 유리 (이하, 「유리 3」 이라고도 부른다.),

- [0074] 에 관한 것이다.
- [0075] 또, 본 발명의 일 양태는,
- [0076] P 이온, Li 이온, Cu 이온, Al 이온, Ba 이온, Sr 이온, Ca 이온, Mg 이온, Zn 이온, K 이온, Na 이온, La 이온, Gd 이온, Y 이온, B 이온 및 Si 이온으로 이루어지는 군에서 선택되는 주요 카티온을 4 종 이상 포함하고,
- [0077] P 이온, Li 이온 및 Cu 이온을 필수 카티온으로서 포함하고,
- [0078] 아니온으로서 적어도 O 이온을 포함하고,
- [0079] P 이온의 함유량에 대한 O 이온의 함유량의 비율 (O 이온/P 이온) 이 3.15 이하이고,
- [0080] 아니온% 표시의 유리 조성에 있어서, O 이온의 함유량이 90.0 아니온% 이상이고,
- [0081] 산화물 기준의 유리 조성에 있어서,
- [0082] 물 기준으로,
- [0083] 상기 주요 카티온의 산화물의 합계 함유량이 90.0 % 이상이고,
- [0084] MgO 와 Al_2O_3 의 합계 함유량 ($MgO + Al_2O_3$) 이 8.0 % 이하이고,
- [0085] Li_2O 함유량에 대한 Na_2O 함유량, K_2O 함유량 및 ZnO 함유량의 합계의 비율 ($(Na_2O + K_2O + ZnO)/Li_2O$) 이 2.4 이하이고,
- [0086] 하기 식 4 :
- [0087] (식 4)
- [0088] $A_2 = \{O(P) - O(others)\} \times C$
- [0089] 에 의해 산출되는 A_2 가 700 이상이고,
- [0090] 상기 식 4 중,
- [0091] C 는, 유리의 물 체적당 CuO 함유량 (단위 : 밀리몰/cc) 이고,
- [0092] O(P) 는, 산화물 기준의 유리 조성에 있어서 P 이온의 산화물을 구성하는 산소량을 나타내고,
- [0093] O(others) 는, 산화물 기준의 유리 조성에 있어서 상기 주요 카티온의 산화물을 구성하는 산소량으로부터 상기 O(P) 를 제외한 산소량을 나타내는, 근적외선 흡수 유리. (이하, 「유리 4」 라고도 부른다.),
- [0094] 에 관한 것이다.
- [0095] 본 발명의 일 양태는,
- [0096] P 이온, Li 이온, Cu 이온, Al 이온, Ba 이온, Sr 이온, Ca 이온, Mg 이온, Zn 이온, K 이온, Na 이온, La 이온, Gd 이온 및 Y 이온으로 이루어지는 군에서 선택되는 주요 카티온을 4 종 이상 포함하고,
- [0097] P 이온, Li 이온 및 Cu 이온을 필수 카티온으로서 포함하고,
- [0098] 아니온으로서 적어도 O 이온을 포함하고,
- [0099] P 이온의 함유량에 대한 O 이온의 함유량의 비율 (O 이온/P 이온) 이 3.15 이하이고,
- [0100] 아니온% 표시의 유리 조성에 있어서, O 이온의 함유량이 90.0 아니온% 이상이고,
- [0101] 산화물 기준의 유리 조성에 있어서,
- [0102] 물 기준으로,
- [0103] 상기 주요 카티온의 산화물의 합계 함유량이 90.0 % 이상이고,
- [0104] MgO 와 Al_2O_3 의 합계 함유량 ($MgO + Al_2O_3$) 이 8.0 % 이하이고,
- [0105] Li_2O 함유량에 대한 Na_2O 함유량, K_2O 함유량 및 ZnO 함유량의 합계의 비율 ($(Na_2O + K_2O + ZnO)/Li_2O$) 이 2.4

이하이고,

[0106] CuO 함유량이 a_2 % 이상이고,

[0107] a_2 는 하기 식 5 :

[0108] (식 5)

[0109] $a_2 = (76522) \times \exp(-2.855 \times R)$

[0110] 에 의해 산출되는 값이고,

[0111] 상기 식 5 중,

[0112] R 은 상기 비율 (O 이온/P 이온) 인,

[0113] 근적외선 흡수 유리 (이하, 「유리 5」 라고도 부른다.),

[0114] 에 관한 것이다.

[0115] 또, 본 발명의 일 양태는,

[0116] P 이온, Li 이온, Cu 이온, Al 이온, Ba 이온, Sr 이온, Ca 이온, Mg 이온, Zn 이온, K 이온, Na 이온, La 이온, Gd 이온 및 Y 이온으로 이루어지는 군에서 선택되는 주요 카티온을 4 종 이상 포함하고,

[0117] P 이온, Li 이온 및 Cu 이온을 필수 카티온으로서 포함하고,

[0118] 아니온으로서 적어도 O 이온을 포함하고,

[0119] P 이온의 함유량에 대한 O 이온의 함유량의 비율 (O 이온/P 이온) 이 3.15 이하이고,

[0120] 아니온% 표시의 유리 조성에 있어서, O 이온의 함유량이 90.0 아니온% 이상이고,

[0121] 산화물 기준의 유리 조성에 있어서,

[0122] 물 기준으로,

[0123] 상기 주요 카티온의 산화물의 합계 함유량이 90.0 % 이상이고,

[0124] MgO 와 Al_2O_3 의 합계 함유량 ($MgO + Al_2O_3$) 이 8.0 % 이하이고,

[0125] Li_2O 함유량에 대한 Na_2O 함유량, K_2O 함유량 및 ZnO 함유량의 합계의 비율 $((Na_2O + K_2O + ZnO)/Li_2O)$ 이 2.4 이하이고,

[0126] 하기 식 6 :

[0127] (식 6)

[0128] $C - (3478) \times \exp(-2.278 \times R) \geq 0$

[0129] 을 만족하고,

[0130] 상기 식 6 중,

[0131] C 는, 유리의 몰 체적당 CuO 함유량 (단위 : 밀리몰/cc) 이고,

[0132] R 은 상기 비율 (O 이온/P 이온) 인,

[0133] 근적외선 흡수 유리 (이하, 「유리 6」 이라고도 부른다.),

[0134] 에 관한 것이다.

발명의 효과

[0135] 본 발명의 일 양태에 의하면, 박육화에 의해서도 가시역 (자색 영역 ~ 적색 영역) 의 투과율이 높고, 근적외선 컷 능력이 우수하고, 또한 내후성의 저하의 억제가 가능한 근적외선 흡수 유리를 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 양태에 의하면, 이러한 근적외선 흡수 유리로 이루어지는 근적외선 컷 필터를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0136] 도 1 은, 근적외선 흡수 유리의 분광 투과 특성의 일례를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0137] [근적외선 흡수 유리]

[0138] 이하에 있어서, 유리 1 ~ 6 을 정리하여 간단히 「유리」 또는 「근적외선 흡수 유리」 라고도 부른다. 특별히 기재하지 않는 한, 유리 조성 및 물성에 관한 기재는, 유리 1 ~ 6 모두에 적용되는 것으로 한다.

[0139] 본 발명 및 본 명세서에 있어서, 근적외선 흡수 유리란, 적어도 근적외선의 파장역 (파장 700 ~ 1200 nm) 의 전체 영역 또는 일부의 파장의 광을 흡수하는 성질을 갖는 유리이다. 또, 본 발명의 일 양태에 관련된 근적외선 흡수 유리는, 구성 이온으로서 0 이온을 포함하기 때문에, 산화물 유리일 수 있다. 산화물 유리란, 유리의 주요 네트워크 형성 성분이 산화물인 유리이다. 또한, 본 발명의 일 양태에 관련된 근적외선 흡수 유리는, 구성 이온으로서 0 이온 (아니온) 과 함께 P 이온 (카티온) 을 포함하기 때문에, 인산염 유리일 수 있다. 또한, 0 이온은, 산소 원자의 아니온이고, 일반적으로 산화물 이온 (oxide ion) 이라고도 불린다.

[0140] 이하, 유리 1 ~ 6 에 대해, 더욱 상세하게 설명한다.

[0141] <유리 조성>

[0142] (분석 방법)

[0143] 유리를 구성하는 각종 성분 에 대해서는, 공지된 방법, 예를 들어, 유도 결합 플라즈마 발광 분광 분석법 (ICP-AES), 유도 결합 플라즈마 질량 분석법 (ICP-MS) 등에 의해, 유리 중에 포함되는 원소의 함유량 (원소의 질량%) 을 정량할 수 있다.

[0144] 아니온 성분 에 대해서는, 공지된 분석법, 예를 들어 이온 크로마토그래피법, 비분산 적외선 흡수법 (ND-IR) 등에 의해, 유리에 포함되는 아니온 성분을 동정 및 정량할 수 있다.

[0145] 또한, 본 발명 및 본 명세서에 있어서, 구성 성분의 함유량이 0 % 또는 포함하지 않거나 혹은 도입하지 않는다는 것, 이 구성 성분을 실질적으로 포함하지 않는 것을 의미하고, 이 구성 성분이 불가피적 불순물 레벨로 포함되는 것은 허용된다.

[0146] (산화물 기준의 유리 조성의 표기)

[0147] 상기의 분석으로 얻어진 결과를 기초로, 산화물 기준의 유리 조성에 있어서의 각 성분의 함유량 (단위 : 몰%) 을 산출할 수 있다. 구체적 방법은 이하와 같다.

[0148] 상기의 분석 방법으로 얻어진 원소 i 의 함유량 (원소의 질량% P_i) 을 원소 i 의 원자량 M_i 로 나눔으로써, 각 원소의 몰수 $n_i = P_i/M_i$ 를 구한다.

[0149] 상기의 원소 i 가 카티온 성분 A_i 인 경우에는, 상기에서 얻어진 원소의 몰수 n_i 를, 대응하는 산화물의 몰수 n'_i 로 치환한다. 구체적으로는 원소 i 에 대응하는 카티온 성분 A_i 의 산화물의 조성식이 $A_i x O_y$ 로 나타내어질 때, $n'_i = n_i/x$ 가 된다.

[0150] 상기의 원소 i 가 0 이온 이외의 아니온 성분 B_i 인 경우의, 대응하는 상기의 원소의 몰수 n_i 는 이후 m_i 로 표기한다.

[0151] 산화물 기준의 유리 조성에 있어서의 카티온 성분 A_i 의 산화물 $A_i x O_y$ 로서의 함유량 PA_i (몰%) 는,

[0152] $PA_i = n'_i / (\sum n'_i + \sum m_i) \times 100$

[0153] 으로 나타낸다. 산화물 기준의 유리 조성에 있어서의 함유량은, 산화물 기준 분율이라고 할 수도 있다.

[0154] 산화물 기준의 유리 조성에 있어서, 0 이온 이외의 아니온 성분 B_i 의 산화물 기준 분율 PB_i (몰%) 는,

[0155] $PB_i = m_i / (\sum n'_i + \sum m_i) \times 100$

- [0156] 으로 나타낸다.
- [0157] 여기서, $\sum n'_i$ 는, 유리에 포함되는 카티온 성분의 산화물 $A_i x O_y$ 의 몰수의 합계이다. 단 함유량의 유효 숫자에 따라서는, 미량인 성분을 무시해도 계산 결과에 영향을 미치지 않는다.
- [0158] (아니온 %)
- [0159] 「아니온 %」란, 「(주목하는 아니온 i 의 몰% 표시의 함유량)/(유리에 포함되는 아니온의 몰% 표시의 총수) $\times 100$ 」으로 산출되는 값으로서, 주목하는 아니온량의 아니온의 총량에 대한 몰 백분율을 의미한다.
- [0160] 상기의 산화물 기준의 유리 조성의 표기의 설명에 기초하는 0 이온의 아니온 % 는,
- [0161] 원소 i 에 대응하는 카티온 성분 A_i 의 산화물의 조성식이 $A_i x O_y$ 로 나타내고, 카티온 성분 A_i 의 산화물에 포함되는 0 의 개수를, 카티온 성분 A_i 의 산화물 기준 분율 PA_i (몰%) 를 사용하여 $O_i = PA_i \times y$, 아니온 성분 B_k 의 가수를 N_k 로 했을 때
- [0162] $(\sum O_i - \sum (N_k/2)B_k)/(\sum O_i - \sum (N_k/2)B_k + \sum B_k) \times 100$
- [0163] 으로서 계산할 수 있다.
- [0164] 여기서 $\sum O_i$ 는, 산화물 기준의 유리 조성의 0 이온의 몰수의 총합이고, $\sum (N_k/2)B_k$ 는, 아니온 성분 B_k 에 의해 치환된 0 이온의 몰수를 나타낸다. 식의 분자 $(\sum O_i - \sum (N_k/2)B_k)$ 가 유리 중에 포함되는 0 이온의 몰수가 된다.
- [0165] 한편, 본 발명 및 본 명세서에 있어서, 산소의 함유량에 대해서는, 공지된 방법에 의한 분석에 의해 산소 이외의 아니온 성분이 검출되지 않는 경우에는, 아니온 성분 중 모두 (즉 100 아니온%) 가 0 이온인 것으로 한다.
- [0166] (카티온 성분)
- [0167] 카티온 성분의 가수에 대해서는 각 카티온의 형식 가수를 사용한다. 형식 가수란, 주목하는 카티온의 산화물에 대해, 산화물을 구성하는 0 이온의 가수를 -2 로 했을 때에 산화물이 전기적 중성을 유지하기 위해서 필요한 가수이고, 산화물의 화학식으로부터 일의적 (一義的) 으로 구할 수 있다.
- [0168] 예를 들어, Cu 이온에 대해서는, 산화물 CuO 의 화학식에 포함되는 O^{2-} 와 Cu 의 전기적 중성을 유지하기 위해서 Cu 의 가수는 +2 가 된다. 또, 예를 들어 P 이온에 대해서는, 산화물 P_2O_5 의 화학식에 포함되는 O^{2-} 와 P 의 전기적 중성을 유지하기 위해서 P 의 가수는, $+2 \times 5/2 = +5$ 가 된다. 이것을 일반화하면, 산화물 $A_i x O_y$ 에 포함되는 카티온 A_i 의 형식 가수는 「 $+2y/x$ 」가 된다. 따라서, 유리 조성을 분석할 때, 카티온의 가수까지 분석하지 않아도 된다.
- [0169] 또, 아니온의 가수 (예를 들어 0 이온의 가수가 -2) 에 대해서도, 0 이온이 2 개의 전자를 수용하여 폐각 구조를 취한다는 생각에 기초한 형식 가수이다. 따라서, 유리 조성을 분석할 때, 아니온의 가수까지 분석하지 않아도 된다. 또, Cu^{2+} 의 일부는 용해시에 Cu^+ 가 될 수 있지만, 통상, 그 양은 적으므로, Cu 의 가수는 모두 +2 로 해도 지장이 없다.
- [0170] (아니온 성분)
- [0171] 상기 유리는, 아니온으로서 적어도 0 이온을 포함하고, 그 함유량은, 아니온% 표시의 유리 조성에 있어서 90.0 아니온% 이상이다. 이와 같이 아니온으로서 0 이온을 주체로 하는 유리에 있어서 O/P 비율을 낮게 함으로써, CuO 의 적색 영역의 흡수를 장파장측으로 시프트시킬 수 있고, 그에 의해 적색 영역의 투과율을 저하시키는 일 없이 CuO 의 함유율을 높여 근적외선 컷 능력을 향상시키는 것이 가능해진다고 본 발명자는 생각하고 있다. 아니온% 표시의 유리 조성에 있어서의 0 이온 함유량은, 90.0 % 이상이고, 95.0 % 이상인 것이 바람직하고, 98.0 % 이상인 것이 보다 바람직하고, 99.0 % 이상인 것이 더욱 바람직하다. 아니온 성분에서 차지하는 0 이온의 비율이 높은 것은, 유리 용융시의 휘발을 억제하는 데에 있어서도 바람직하다. 유리 용융시의 휘발을 억제하는 것은, 맥리의 발생을 억제하는 관점에서 바람직하다. 특히 유리 용융시의 휘발을 억제하여, 생산성을 높임과 함께 제조시의 유해 가스의 발생을 억제하는 관점에서는, 0 이온의 함유량이 100 % 인 것이 바람직하다. 또한, 0 이온의 형식 가수는 -2 이다.

- [0172] 상기 유리는, 아니온으로서, 일 형태에서는 O 이온만을 포함할 수 있고, 다른 일 형태에서는 O 이온과 함께 다른 아니온을 1 종 이상 포함할 수 있다. 다른 아니온으로는, F 이온, Cl 이온, Br 이온, I 이온 등을 들 수 있다. 또한, F 이온, Cl 이온, Br 이온, I 이온의 형식 가수는 -1 이다.
- [0173] F 이온의 함유량은, 유리의 균질성 향상 및 강도 향상의 관점에서, 아니온% 표시의 유리 조성에 있어서 15.0 아니온% 이하인 것이 바람직하고, 10.0 아니온% 이하인 것이 보다 바람직하고, 5.0 아니온% 이하인 것이 더욱 바람직하고, 2.0 아니온% 이하인 것이 한층 바람직하고, 1.0 아니온% 이하인 것이 보다 한층 바람직하다. 특히 유리 용융시의 휘발을 억제하여, 생산성을 높임과 함께 제조시의 유해 가스의 발생을 억제하는 관점에서, 상기 유리는, F 이온을 포함하지 않는 유리일 수도 있다.
- [0174] (O/P 비율)
- [0175] 카티온의 함유량과 아니온의 함유량의 몰비는, 모든 카티온 성분과 모든 아니온 성분의 총량을 100 몰% 로 했을 때의 주목하는 성분끼리의 함유량 (몰% 표시) 의 비율이다. 따라서, P 이온의 함유량에 대한 O 이온의 함유량의 비율 (O 이온/P 이온) 은, 모든 카티온 성분과 모든 아니온 성분의 총량을 100 몰% 로 했을 때의 P 이온과의 함유량 (몰% 표시) 에 대한 O 이온의 함유량 (몰% 표시) 의 비율이다.
- [0176] O/P 비율의 산출 방법 1
- [0177] O/P 비율 (R 로도 표기한다.) 에 대해, 상기의 산화물 기준의 유리 조성의 표기의 설명에 기초하는 O/P 비율은,
- [0178] 원소 i 에 대응하는 카티온 성분 A_i 의 산화물의 조성식이 $A_i x O_y$ 로 나타내어지고, 카티온 성분 A_i 의 산화물에 포함되는 O 의 개수를, 카티온 성분 A_i 의 산화물 기준 분율 PA_i (몰%) 를 사용하여 $O_i = PA_i \times y$, 아니온 성분 B_k 의 가수를 N_k 로 했을 때
- [0179] 식 D1 : $R1 = \sum O_i - \sum (N_k/2)B_k$
- [0180] 식 D2 : $R2 = P \text{ 이온의 산화물 (즉 } P_2O_5) \text{ 기준 분율 (몰\%)} \times 2$
- [0181] O/P 비율 (R) 은
- [0182] 식 D3 : $R = R1/R2$
- [0183]로부터 구할 수 있다.
- [0184] 예를 들어, 후술하는 비교예 A 를 예로 들어 설명하면, 비교예 A 의 산화물 기준의 유리 조성에 있어서의 함유량은, 몰% 표시의 값으로서, $P_2O_5 = 53.59$, $Li_2O = 19.30$, $CuO = 27.11$ 이다. 분자식에 포함되는 O 의 수는, P_2O_5 는 5 개, Li_2O 는 1 개, CuO 는 1 개이다. 분자식에 포함되는 O 의 몰수는, P_2O_5 는 267.95, Li_2O 는 19.30, CuO 는 27.11 이다.
- [0185] 이 예의 유리의 O/P 비율은, 이하와 같이 구할 수 있다.
- [0186] 유리의 분자식 : $53.59P_2O_5-19.30Li_2O-27.11CuO$ 에 있어서의 O 이온의 수 N_s 를 구한다. 유리의 분자식이란, 유리에 포함되는 분자의 합계가 100 이 되도록 나타낸 유리의 조성식이다.
- [0187] 즉 각 산화물의 분자식 $MxOy$ 에 포함되는 O 이온의 개수 (P_2O_5 : 5, Li_2O : 1, CuO : 1) 를 사용하여,
- [0188] $N_s = 53.59 \times 5 + 19.30 \times 1 + 27.11 \times 2 = 314.36$
- [0189]으로서 N_s 를 산출한다.
- [0190] 상기의 예의 유리는, 유리의 분자식 중, 다른 아니온에 의해 치환된 O 이온이 제로개이기 때문에, 이 $N_s = 314.36$ 을, P_2O_5 에 포함되는 P 의 몰수 53.59×2 로 나눔으로써, O/P 비율 = $314.36/(53.59 \times 2) = 2.93 \dots$ 이 구해진다.
- [0191] O/P 비율의 산출 방법 2
- [0192] 공지된 방법에 의한 분석에 의해 산소에 더하여 1 종 이상의 다른 아니온 성분이 검출된 경우에는, 산소의 함유

량으로는, (1) 유리에 포함되는 카티온 성분의 가수 및 원소의 몰% 를 기준으로 한 카티온의 함유량과 (2) 산소 이외의 아니온 성분의 가수 및 원소의 몰% 를 기준으로 한 아니온의 함유량으로부터, 이하의 (3) 의 방법에 의해 산출되는 함유량 (단위 : 아니온%) 을 채용할 수 있다.

- [0193] 즉, 공지된 방법에 의한 동정 및 정량 분석의 결과로부터,
- [0194] (1) 유리에 포함되는 카티온 성분에 대해, 「산화물 M_xO_y 의 산소의 수 y 와 카티온의 수 x 로 이루어지는, 카티온 1 개당 산소수 $y/x \times$ 원소의 몰% 를 기준으로 한 카티온 함유량」의 합계 U 를 산출한다.
- [0195] (2) 산소를 제외한 아니온 성분에 대해서도, 공지된 방법에 의한 동정 및 정량 분석의 결과와, 아니온의 가수 z 로부터, 「원소의 몰% 를 기준으로 한 아니온의 함유량 $\times$ 아니온 1 개당 치환되는 산소수 $z/2$ 」의 합계 V 를 산출한다.
- [0196] (3) $U-V$ 를, P 이온의 함유율에 대한 O 이온의 함유율로서 채용할 수도 있다.
- [0197] 산출 방법 2 의 산출예로서, 이하의 산출예 1 및 산출예 2 를 나타낸다.
- [0198] 산출예 1 : P 이온, Li 이온, Cu 이온의 원소의 몰 백분율이 22.0, 8.0, 5.5 (원소의 몰% 표시의 함유량) 로 정량되었을 때, 대응하는 산화물 : P_2O_5 , Li_2O , CuO 의 y/x 는 각각 2.5, 0.5, 1.0 이기 때문에,
- [0199] $U = 22 \times 2.5 + 8 \times 0.5 + 5.5 \times 1.0 = 64.5$ 로 구해지고,
- [0200] $V = 0$ 이 된다.
- [0201] 따라서, 원소의 몰 백분율을 기준으로 한 O 이온의 몰 백분율은 64.5 (원소의 몰% 표시의 함유량) 가 된다.
- [0202] 이와 같이 구한 O 이온의 값과, 분석된 P 이온의 몰 백분율의 비율로부터, O/P 비율 = $64.5/22 = 2.93 \dots$ 을 구할 수 있다.
- [0203] 산출예 2 : P 이온, Li 이온, Cu 이온의 원소의 몰 백분율이 22.0, 8.0, 5.5 (원소의 몰% 표시의 함유량), F 이온의 원소의 몰 백분율이 4.0 (원소의 몰% 표시의 함유량) 으로 정량되었을 때, 대응하는 산화물 : P_2O_5 , Li_2O , CuO 의 y/x 는 각각 2.5, 0.5, 1.0 이고, F 의 가수는 -1 이기 때문에,
- [0204] $U = 22 \times 2.5 + 8 \times 0.5 + 5.5 \times 1.0 = 64.5$ 로 구해지고,
- [0205] $V = 4 \times 1/2 = 2$ 가 된다.
- [0206] 따라서, 원소의 몰 백분율을 기준으로 한 O 이온의 몰 백분율은 62.5 (원소의 몰% 표시의 함유량) 가 된다.
- [0207] 이와 같이 구한 O 이온의 값과, 분석된 P 이온의 몰 백분율의 비율로부터, O/P 비율 = $62.5/22 = 2.84 \dots$ 를 구할 수 있다.
- [0208] 유리 1 ~ 6 에 있어서, 가시역의 투과율 향상과 근적외선 컷 능력 향상의 양립의 관점, 그리고 유리의 열적 안정성을 향상시키는 관점에서, P 이온의 함유량에 대한 O 이온의 함유량의 비율 (O/P 비율) 은 3.15 이하이다.
- [0209] 유리 1 ~ 유리 6 에 있어서, O/P 비율은, 3.14 이하인 것이 바람직하고, 3.13 이하, 3.12 이하, 3.11 이하, 3.10 이하, 3.09 이하, 3.08 이하, 3.07 이하, 3.06 이하, 3.05 이하, 3.04 이하, 3.03 이하, 3.02 이하, 3.01 이하, 3.00 이하의 순으로 보다 바람직하다.
- [0210] 한편, 내후성의 향상, 및/또는 용해성의 저하를 억제하는 관점에서는, 유리 1 ~ 유리 6 에 있어서, O/P 비율은 큰 것이 바람직하다. 이 점에서, 유리 1 ~ 유리 6 에 있어서, O/P 비율은, 2.50 이상인 것이 바람직하고, 2.60 이상, 2.65 이상, 2.70 이상, 2.73 이상, 2.75 이상, 2.77 이상, 2.80 이상, 2.81 이상, 2.82 이상, 2.83 이상, 2.84 이상, 2.85 이상, 2.86 이상, 2.87 이상, 2.88 이상, 2.89 이상, 2.90 이상의 순으로 보다 바람직하다.
- [0211] (카티온 성분)
- [0212] 유리 1 ~ 6 은, P 이온, Li 이온, Cu 이온, Al 이온, Ba 이온, Sr 이온, Ca 이온, Mg 이온, Zn 이온, K 이온, Na 이온, La 이온, Gd 이온 및 Y 이온으로 이루어지는 군에서 선택되는 주요 카티온을 4 종 이상 포함하고, P 이온, Li 이온 및 Cu 이온을 필수 카티온으로서 포함한다. 유리 1 ~ 6 의 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서, 상기 주요 카티온의 산화물의 합계 함유량은 90.0 % 이상이다.

- [0213] 유리 1 ~ 6 에 있어서, 주요 카티온의 산화물의 합계 함유량이 90.0 % 이상인 것은, 유리의 열적 안정성 향상에 기여할 수 있고, 및/또는 맥리나 휘발 등을 억제함으로써 유리의 광학적인 균질성을 향상시키는 것에 기여할 수 있다. 상기의 점에서, 유리 1 ~ 6 에 있어서의 상기 주요 카티온의 산화물의 합계 함유량은, 92.0 % 이상인 것이 바람직하고, 93.0 % 이상, 95.1 % 이상, 96.1 % 이상, 97.1 % 이상, 98.1 % 이상, 98.6 % 이상, 99.1 % 이상, 99.6 % 이상의 순으로 보다 바람직하고, 100 % 일 수도 있다. 일 형태에서는, 유리 1 ~ 6 에 있어서의 상기 주요 카티온의 산화물의 합계 함유량은, 100 % 이하 또는 99.5 % 이하, 99 % 이하, 98.5 % 이하, 98.0 % 이하, 97.5 % 이하일 수 있다.
- [0214] 이하, 카티온 성분의 함유량에 대해, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서의 함유량으로서 설명한다.
- [0215] CuO 는 유리에 근적외선 컷 능력을 가져오기 위한 필수 성분이기 때문에, 유리 1 ~ 6 은, 필수 카티온으로서 Cu 이온을 포함한다.
- [0216] 유리 1 에 있어서, CuO 함유량은 α_1 % 이상이다. α_1 은, 하기 식 1 에 의해 산출되는 값이다.
- [0217] (식 1)
- [0218] $\alpha_1 = 70400 \times \exp(-2.855 \times R)$
- [0219] 식 1 중, R 은 O/P 비율이다.
- [0220] 또, 유리 2 에 대해서는, CuO 함유량의 하한은, 유리의 몰 체적당 CuO 함유율에 의해 하기 식 2 에 의해 규정된다.
- [0221] (식 2)
- [0222] $C - 3200 \times \exp(-2.278 \times R) \geq 0$
- [0223] 식 2 중, C 는, 유리의 몰 체적당 CuO 함유량 (단위 : 밀리몰/cc) 이고, R 은 O/P 비율이다.
- [0224] 식 2 중, 상기 C 는, 이하의 방법에 의해 구해진다.
- [0225] C 는, 유리의 비중값 D (g/cc) 를 측정하고, 앞서 기재한 바와 같이 분석하여 얻어진 유리 조성을 기초로, 유리 조성 1 몰 상당의 질량, 즉 몰 분자량 M (g/몰) 을 구하고, 유리의 몰 체적 M/D (단위 : cc/몰) 를 구함으로써,
- [0226] $C = \text{CuO의 몰\%} / (M/D) \times 1000$ (단위 : 밀리몰/cc)
- [0227] 으로서 산출할 수 있다.
- [0228] 상기 몰 분자량 M 은,
- [0229] 상기의 산화물 기준의 유리 조성의 표기의 설명에 기초하여, 상기의 카티온 성분 A_i 의 대응하는 산화물의 식량 MA_i , 아니온 성분 B_k 의 원자량을 MB_k , 산소의 원자량을 M_o 로 할 때,
- [0230] $M = \{ \sum (PA_i \times MA_i) + \sum (PB_k \times MB_k) - \sum (N_k/2)M_o \} / \sum PA_i$
- [0231] 로서 구할 수 있다.
- [0232] 예를 들어, 유리 조성은, 산화물 기준으로 s 몰% 의 A_2O 성분, 산화물 기준으로 t 몰% 의 BO 성분, 및 u 몰% 의 F 성분으로 구성되고, $s + t + u = 100$ (%), A_2O 성분의 식량이 M_A (g/몰), BO 성분의 식량이 M_B (g/몰), F 의 원자량이 M_F (g/몰), 산소의 원자량이 M_o (g/몰) 일 때,
- [0233] $M = (s \times M_A + t \times M_B + u \times M_F - u/2 \times M_o) / (s + t)$
- [0234] 가 된다.
- [0235] 예를 들어, 후술하는 비교예 A (산화물 기준의 유리 조성에 있어서의 몰% 표시의 함유량은, $P_2O_5 = 53.59$, $Li_2O = 19.30$, $CuO = 27.11$) 의 몰 분자량 M 은,
- [0236] P_2O_5 의 식량 : 141.94 (g/몰)

- [0237] Li_2O 의 식량 : 29.88 (g/몰)
- [0238] CuO 의 식량 : 79.55 (g/몰)
- [0239] 를 사용하여, $M = (53.59 \times 141.94 + 19.30 \times 29.88 + 27.11 \times 79.55)/(53.59 + 19.30 + 27.11) = 103.40$ (g/몰) 으로 계산할 수 있다.
- [0240] 본 발명자는 예의 검토를 거듭한 결과, 아니온으로서 O 이온을 주체로 하는 유리에 있어서 O/P 비율을 저하시키면, CuO 의 적색 영역의 흡수가 장파장측으로 시프트됨으로써 적색 영역의 투과율의 저하를 억제하면서 CuO 함유량을 증량시킬 수 있는 것을 새롭게 알아내었다. 또한 본 발명자는, O/P 비율과 소정 두께로 소정 반치를 달성하기 위한 CuO 함유량 사이에 양호한 상관이 있는 것을 새롭게 알아내어, O/P 비율이 앞서 기재한 범위인 유리 1 에 대해서는 식 1 에 의해, 유리 5 에 대해서는 식 5 에 의해 CuO 함유량의 하한 (α_1 , α_2) 을 규정하기에 이르렀다. 또, O/P 비율이 앞서 기재한 범위인 유리 2 에 대해서는 식 2 에 의해, 유리 6 에 대해서는 식 6 에 의해, 유리의 몰 체적당 CuO 함유율을 규정하기에 이르렀다.
- [0241] 유리 3 에 있어서는, CuO 함유량은 하기 식 3 에 의해 산출되는 A_1 에 기초하여 규정되고, A_1 은 2500 이상이다.
- [0242] (식 3)
- [0243] $A_1 = \{O(P) - O(\text{others})\} \times \text{Cu}$
- [0244] 식 3 중, $O(P)$ 는, 산화물 기준의 유리 조성에 있어서 P 이온의 산화물을 구성하는 산소량을 나타내고, $O(\text{others})$ 는, 산화물 기준의 유리 조성에 있어서 유리 3 의 앞에 나타난 주요 카티온의 산화물을 구성하는 산소량으로부터 상기 $O(P)$ 를 제외한 산소량을 나타내고, Cu 는, 산화물 기준의 유리 조성에 있어서의 몰 기준의 CuO 함유량을 나타낸다.
- [0245] 식 3 중의 「 $O(P)$ 」 는, 이하와 같이 산출된다.
- [0246] 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서의 P_2O_5 함유량이 M 몰% 인 경우, P_2O_5 의 화학식에 포함되는 산소의 수 : 5 를 사용하여, $O(P)$ 는, 「 $O(P) = M \times 5$ 」 로서 산출된다.
- [0247] 동일하게, P 이온 이외의 주요 카티온에 대해서도, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서의 산화물로서의 함유량의 값과, 각 카티온이 형식 가수의 상태로 형성하는 산화물에 포함되는 산소의 수를 사용하여 각 카티온의 산화물을 구성하는 산소량이 산출된다.
- [0248] 이렇게 하여 주요 카티온의 산화물에 대해 산출된 산소량의 합계로부터 $O(P)$ 를 뺀 값으로서, 「 $O(\text{others})$ 」 가 산출된다.
- [0249] 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서의 CuO 함유량이 N 몰% 인 경우, 「 A_1 」 는, $A_1 = \{O(P) - O(\text{others})\} \times N$ 으로서 산출된다.
- [0250] 상기와 같이, 아니온으로서 O 이온을 주체로 하는 유리에 있어서 O/P 비율을 저하시키면, CuO 의 적색 영역의 흡수가 장파장측으로 시프트됨으로써 적색 영역의 투과율의 저하를 억제하면서 CuO 함유량을 증량시킬 수 있는 것을 본 발명자에 의해 새롭게 알아내었다. 또한, CuO 에 배위하는 P-O 이외의 화학종을, 보다 이온 반경이 작고, 또한 가수가 작은 화학종으로 구성함으로써, 하기 1) 및 2) 에 의해 결과적으로 가시역 (자색 영역 ~ 적색 영역) 의 투과율을 높게 할 수 있다는 지견도 새롭게 얻어졌다. 유리 3 에 대해서는, 이러한 지견에 기초하여, CuO 함유량이 식 3 에 의해 산출되는 A_1 에 기초하여 규정된다.
- [0251] 1) Cu^{2+} 에서 유래하는 흡수를 보다 장파장화함으로써 적색 영역의 투과율을 높일 수 있다.
- [0252] 2) 유리를 저온에서 액상 상태로 하는 것이 가능해짐으로써, 파장 400 nm 부근의 자색 영역의 흡수를 가져오는 Cu^+ 의 발생을 억제할 수 있다.
- [0253] 유리 3 에 대해, 가시역의 투과율 향상과 근적외선 컷 능력 향상의 양립의 관점에서, A_1 은 2500 이상이고, 2800 이상인 것이 바람직하고, 2900 이상, 3000 이상, 3100 이상, 3200 이상, 3300 이상, 3400 이상, 3500 이상, 3600 이상, 3700 이상, 3800 이상, 3900 이상, 4000 이상, 4100 이상, 4200 이상, 4300 이상, 4400 이상, 4500 이상, 4600 이상, 4700 이상, 4800 이상, 4900 이상, 5000 이상, 5100 이상, 5200 이상, 5300 이상, 5400

이상, 5500 이상, 5600 이상, 5700 이상, 5800 이상, 5900 이상, 6000 이상, 6100 이상, 6200 이상, 6300 이상, 6400 이상, 6500 이상의 순으로 보다 바람직하다. 한편, Cu, O 가 다량으로 포함되는 것에 의한 유리의 열적 안정성의 저하, 바람직한 반치의 파장에 있어서의 투과율의 저하, 및/또는 O(others) 가 과소가 되는 것에 의한 유리의 열적 안정성의 저하 혹은 내후성의 저하의 추가적인 억제에 관점에서는, A₁ 은 20000 이하인 것이 바람직하고, 19000 이하, 18000 이하, 17000 이하, 16000 이하, 15000 이하, 14000 이하, 13000 이하, 12000 이하, 11000 이하, 10000 이하, 9000 이하, 8000 이하인 것이 보다 바람직하다. 또한, 보다 얇은 두께로 바람직한 반치를 달성하기 위해서는, 이 수치는 큰 것이 바람직한 경향이 있다.

[0254] 유리 4 에 있어서, CuO 함유량은 하기 식 4 에 의해 산출되는 A₂ 에 기초하여 규정되고, A₂ 는 700 이상이다.

[0255] (식 4)

[0256] $A_2 = \{O(P) - O(others)\} \times C$

[0257] 식 4 중, C 는, 유리의 몰 체적당 CuO 함유량 (단위 : 밀리몰/cc) 이다. O(P) 는, 산화물 기준의 유리 조성 에 있어서 P 이온의 산화물을 구성하는 산소량을 나타내고, O(others) 는, 산화물 기준의 유리 조성 에 있어서 상기 주요 카티온의 산화물을 구성하는 산소량으로부터 상기 O(P) 를 제외한 산소량을 나타낸다.

[0258] 유리 4 에 대해, 가시역의 투과율 향상과 근적외선 컷 능력 향상의 양립의 관점에서, A₂ 는 700 이상이고, 800 이상인 것이 바람직하고, 850 이상, 890 이상, 1000 이상, 1100 이상, 1200 이상, 1300 이상, 1400 이상, 1500 이상, 1600 이상, 1700 이상, 1800 이상의 순으로 보다 바람직하다. 한편, Cu, O 가 다량으로 포함되는 것에 의한 유리의 열적 안정성의 저하, 바람직한 반치의 파장에 있어서의 투과율의 저하, 및/또는 O(others) 가 과소가 되는 것에 의한 유리의 열적 안정성의 저하 혹은 내후성의 저하의 추가적인 억제의 관점에서는, A₂ 는 5000 이하인 것이 바람직하고, 4000 이하, 3500 이하, 3000 이하, 2500 이하, 2000 이하인 것이 보다 바람직하다. 또한, 보다 얇은 두께로 바람직한 투과율 반치를 달성하기 위해서는, 이 수치는 큰 것이 바람직한 경향이 있다.

[0259] 또, 유리 5 에 있어서, CuO 함유량은 a₂ % 이상이다. a₂ 는, 하기 식 5 로부터 산출되는 값이다.

[0260] (식 5)

[0261] $a_2 = 76522 \times \exp(-2.855 \times R)$

[0262] 식 5 중, R 은 O/P 비율이다.

[0263] 또, 유리 6 에 대해서는, CuO 함유량의 하한은, 유리의 몰 체적당 CuO 함유율에 의해 하기 식 6 에 의해 규정된다.

[0264] (식 6)

[0265] $C - 3478 \times \exp(-2.278 \times R) \geq 0$

[0266] 식 6 중, C 는, 유리의 몰 체적당 CuO 함유량 (단위 : 밀리몰/cc) 이고, R 은 O/P 비율이다.

[0267] 유리 1 ~ 6 의 CuO 함유량은, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서, 4.0 % 이상인 것이 바람직하고, 5.0 % 이상, 6.0 % 이상, 7.0 % 이상, 7.5 % 이상, 8.0 % 이상, 8.5 % 이상, 9.0 % 이상, 9.5 % 이상, 10.0 % 이상, 10.5 % 이상, 11.0 % 이상, 11.5 % 이상, 12.0 % 이상, 12.5 % 이상, 13.0 % 이상, 13.5 % 이상, 14.0 % 이상, 14.5 % 이상, 15.0 % 이상, 15.5 % 이상, 16.0 % 이상, 16.5 % 이상, 17.0 % 이상, 17.5 % 이상, 18.0 % 이상, 18.5 % 이상, 19.0 % 이상, 19.5 % 이상, 20.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다. CuO 함유량은, 유리 형성 성분의 도입 여지를 남기고, 유리의 열적 안정성을 유지하는 관점에서는, 48.0 % 이하인 것이 바람직하고, 나아가서는, 47.0 % 이하, 46.0 % 이하, 45.0 % 이하, 44.0 % 이하, 43.5 % 이하, 43.0 % 이하, 42.5 % 이하, 42.0 % 이하, 41.5 % 이하, 41.0 % 이하, 40.5 % 이하, 40.0 % 이하, 39.5 % 이하, 39.0 % 이하, 38.5 % 이하, 38.0 % 이하, 37.5 % 이하, 37.0 % 이하, 36.5 % 이하, 36.0 % 이하, 35.5 % 이하, 35.0 % 이하, 34.5 % 이하, 34.0 % 이하, 33.5 % 이하, 33.0 % 이하, 32.5 % 이하, 32.0 % 이하, 31.5 % 이하, 31.0 % 이하의 순으로 보다 바람직하다.

[0268] 두께 0.11 mm 환산의 투과율 특성으로서, 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이

600 nm ~ 650 nm 의 범위이기 위해서는, CuO 함유량은, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서, 15.0 % 이상인 것이 바람직하고, 15.5 % 이상, 16.0 % 이상, 16.5 % 이상, 17.0 % 이상, 17.5 % 이상, 18.0 % 이상, 18.5 % 이상, 19.0 % 이상, 19.5 % 이상, 20.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

[0269] 두께 0.21 mm 환산의 투과율 특성으로서, 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이 600 nm ~ 650 nm 의 범위이기 위해서는, CuO 함유량은, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서, 10.0 % 이상인 것이 바람직하고, 10.5 % 이상, 11.0 % 이상, 11.5 % 이상, 12.0 % 이상, 12.5 % 이상, 13.0 % 이상, 13.5 % 이상, 14.0 % 이상, 14.5 % 이상, 15.0 % 이상, 15.5 % 이상, 16.0 % 이상, 16.5 % 이상, 17.0 % 이상, 17.5 % 이상, 18.0 % 이상, 18.5 % 이상, 19.0 % 이상, 19.5 % 이상, 20.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

[0270] 두께 0.25 mm 환산의 투과율 특성으로서, 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이 600 nm ~ 650 nm 의 범위이기 위해서는, CuO 함유량은, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서, 10.0 % 이상인 것이 바람직하고, 10.5 % 이상, 11.0 % 이상, 11.5 % 이상, 12.0 % 이상, 12.5 % 이상, 13.0 % 이상, 13.5 % 이상, 14.0 % 이상, 14.5 % 이상, 15.0 % 이상, 15.5 % 이상, 16.0 % 이상, 16.5 % 이상, 17.0 % 이상, 17.5 % 이상, 18.0 % 이상, 18.5 % 이상, 19.0 % 이상, 19.5 % 이상, 20.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

[0271] 한편, 두께 0.25 mm 환산의 투과율 특성은, CuO 함유량이 다량으로 되면, 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이 600 nm 을 하회할 가능성이 있기 때문에, CuO 함유량은, 35.0 % 이하인 것이 바람직하고, 34.0 % 이하, 33.0 % 이하, 32.0 % 이하, 31.0 % 이하, 30.0 % 이하, 29.5 % 이하, 29.0 % 이하, 28.5 % 이하, 28.0 % 이하, 27.5 % 이하, 27.0 % 이하, 26.5 % 이하, 26.0 % 이하, 25.5 % 이하, 25.0 % 이하, 24.5 % 이하, 24.0 % 이하, 23.5 % 이하, 23.0 % 이하, 22.5 % 이하, 22.0 % 이하, 21.5 % 이하, 21.0 % 이하, 20.5 % 이하, 20.0 % 이하의 순으로 보다 바람직하다.

[0272] 파장 550 nm 이상에서 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이 645 nm 가 되는 유리의 두께가 0.25 mm 이하이기 위해서는, CuO 함유량은, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서, 10.0 % 이상인 것이 바람직하고, 10.5 % 이상, 11.0 % 이상, 11.5 % 이상, 12.0 % 이상, 12.5 % 이상, 13.0 % 이상, 13.5 % 이상, 14.0 % 이상, 14.5 % 이상, 15.0 % 이상, 15.5 % 이상, 16.0 % 이상, 16.5 % 이상, 17.0 % 이상, 17.5 % 이상, 18.0 % 이상, 18.5 % 이상, 19.0 % 이상, 19.5 % 이상, 20.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

[0273] 파장 550 nm 이상에서 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이 633 nm 가 되는 유리의 두께가 0.25 mm 이하이기 위해서는, CuO 함유량은, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서, 10.5 % 이상인 것이 바람직하고, 11.0 % 이상, 11.5 % 이상, 12.0 % 이상, 12.5 % 이상, 13.0 % 이상, 13.5 % 이상, 14.0 % 이상, 14.5 % 이상, 15.0 % 이상, 15.5 % 이상, 16.0 % 이상, 16.5 % 이상, 17.0 % 이상, 17.5 % 이상, 18.0 % 이상, 18.5 % 이상, 19.0 % 이상, 19.5 % 이상, 20.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

[0274] 유리 2 및 유리 4 에 있어서, C 의 값은, 3.0 이상인 것이 바람직하고, 3.1 이상, 3.3 이상, 3.5 이상, 3.7 이상, 3.9 이상, 4.0 이상, 4.1 이상, 4.2 이상, 4.3 이상, 4.4 이상, 4.5 이상, 4.6 이상, 4.7 이상, 4.8 이상, 4.9 이상, 5.0 이상, 5.1 이상, 5.2 이상, 5.3 이상, 5.4 이상, 5.5 이상의 순으로 보다 바람직하다. C 의 값은, 유리 형성 성분의 도입 여지를 남기고, 유리의 열적 안정성을 유지하는 관점에서는, 16.0 이하인 것이 바람직하고, 나아가서는 15.0 이하, 14.0 이하, 13.5 이하, 13.0 이하, 12.5 이하, 12.0 이하, 11.9 이하, 11.8 이하, 11.7 이하, 11.6 이하, 11.5 이하, 11.4 이하, 11.3 이하, 11.2 이하, 11.1 이하, 11.0 이하, 10.9 이하, 10.8 이하, 10.7 이하, 10.6 이하, 10.5 이하, 10.4 이하, 10.3 이하, 10.2 이하, 10.1 이하, 10.0 이하, 9.9 이하, 9.8 이하, 9.7 이하, 9.6 이하, 9.5 이하, 9.4 이하, 9.3 이하, 9.2 이하, 9.1 이하, 9.0 이하, 8.9 이하, 8.8 이하, 8.7 이하, 8.6 이하, 8.5 이하의 순으로 보다 바람직하다.

[0275] 유리 1 ~ 6 에 있어서, CuO 함유량은, α_3 % 이상일 수 있다. α_3 은, 하기 식 7 로부터 산출되는 값이다.

[0276] (식 7)

- [0277] $a_3 = (70400 \times 0.25/d) \times \exp(-2.855 \times R)$
- [0278] 식 7 중, R 은 O/P 비율이다. d 는, 0 초과 0.25 이하의 값을 취할 수 있다. 예를 들어, d 는, 0.25, 0.24, 0.23, 0.22, 0.21, 0.20, 0.19, 0.18, 0.17, 0.16, 0.15, 0.14, 0.13, 0.12, 0.11, 0.10, 0.09, 0.08, 0.07, 0.06, 0.05, 0.04, 0.03, 0.02, 0.01 등일 수 있다. 단, d 의 값은 이들에 한정되지 않는다. 보다 얇은 두께로 바람직한 투과율 반치를 달성하기 위해서는, d 의 값이 작은 것이 바람직한 경향이 있다.
- [0279] 예를 들어, d = 0.11 일 때, CuO 함유량은, a_3 % 이상일 수 있고, a_3 은, 이하의 식에 의해 산출된다.
- [0280] $a_3 = (70400 \times 0.25/0.11) \times \exp(-2.855 \times R)$
- [0281] 유리에 있어서 파장 633 nm 의 광에 대한 외부 투과율이 50 % 가 될 때의 유리의 판두께가 D (mm) 일 때, 일 형태에서는, 상기 식 7 에 있어서, d = D 일 수 있다. 이 경우, a_3 은, 이하의 식에 의해 산출된다.
- [0282] $a_3 = (70400 \times 0.25/D) \times \exp(-2.855 \times R)$
- [0283] 유리 1 ~ 6 에 대해서는, CuO 함유량의 하한은, 유리의 몰 체적당 CuO 함유율에 의해 하기 식 8 에 의해 규정 되는 값일 수도 있다.
- [0284] (식 8)
- [0285] $C - 3200 \times 0.25/d \times \exp(-2.855 \times R) \geq 0$
- [0286] 식 8 중, d 는, 0 초과 0.25 이하의 값을 취할 수 있다. 예를 들어, d 는, 0.25, 0.24, 0.23, 0.22, 0.21, 0.20, 0.19, 0.18, 0.17, 0.16, 0.15, 0.14, 0.13, 0.12, 0.11, 0.10, 0.09, 0.08, 0.07, 0.06, 0.05, 0.04, 0.03, 0.02, 0.01 등일 수 있다. 단, d 의 값은 이들에 한정되지 않는다. 보다 얇은 두께로 바람직한 투과율 반치를 달성하기 위해서는, d 의 값이 작은 것이 바람직한 경향이 있다.
- [0287] 예를 들어, d = 0.11 일 때, 식 8 은 이하의 식이다.
- [0288] $C - 3300 \times 0.25/0.11 \times \exp(-2.855 \times R) \geq 0$
- [0289] 유리에 있어서 파장 633 nm 의 광에 대한 외부 투과율이 50 % 가 될 때의 유리의 판두께가 D (mm) 일 때, 일 형태에서는, 상기 식 8 에 있어서, d = D 일 수 있다.
- [0290] CuO 함유량에 관해, 유리 1 ~ 6 은, 각각, 다른 유리에 관한 식의 1 개 이상의 규정을 만족할 수도 있다.
- [0291] 유리 1 ~ 6 은, 필수 카티온으로서 P 이온을 포함한다. 앞서 기재한 바와 같이, 가시역의 투과율 향상과 근적외선 컷 능력 향상의 양립의 관점에서, O/P 비율이 낮은 것은 바람직하다. O/P 비율을 저하시키기 위해서는, P₂O₅ 함유량을 높게 하는 것이 바람직하다. 이 점에서, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서의 P₂O₅ 함유량은, 33.0 % 이상인 것이 바람직하고, 34.0 % 이상, 35.0 % 이상, 36.0 % 이상, 37.0 % 이상, 38.0 % 이상, 39.0 % 이상, 40.0 % 이상, 40.5 % 이상, 41.0 % 이상, 41.5 % 이상, 42.0 % 이상, 42.5 % 이상, 43.0 % 이상, 43.5 % 이상, 44.0 % 이상, 44.5 % 이상, 45.0 % 이상, 45.5 % 이상, 46.0 % 이상, 46.5 % 이상, 47.0 % 이상, 47.5 % 이상, 48.0 % 이상, 48.5 % 이상, 49.0 % 이상, 49.5 % 이상, 50.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다. P₂O₅ 자체는 근적외선 흡수 능력을 갖지 않는 성분이기 때문에, 근적외선 흡수 능력을 갖는 CuO 함유량을 높이는 관점에서는, P₂O₅ 함유량은, 72.0 % 이하인 것이 바람직하고, 71.0 % 이하, 70.0 % 이하, 69.5 % 이하, 69.0 % 이하, 68.5 % 이하, 68.0 % 이하, 67.5 % 이하, 67.0 % 이하, 66.5 % 이하, 66.0 % 이하, 65.5 % 이하, 65.0 % 이하, 64.5 % 이하, 64.0 % 이하, 63.5 % 이하, 63.0 % 이하, 62.5 % 이하, 62.0 % 이하, 61.5 % 이하, 61.0 % 이하, 60.5 % 이하, 60.0 % 이하의 순으로 보다 바람직하다. 또, P₂O₅ 함유량이 상기의 값 이하인 것은, 내후성의 저하를 보다 한층 억제하는 관점, 및/또는 용해성의 저하를 억제하는 관점에서도 바람직하다.
- [0292] 상기 유리는, 산화물 기준의 유리 조성이, P₂O₅, Li₂O 및 CuO 로 주로 구성되는 것이, 원하는 투과율 특성을 얻기 위해서 바람직하다. 이 점에서, P₂O₅, Li₂O 및 CuO 의 합계 함유량 (P₂O₅ + Li₂O + CuO) 은, 50.0 % 이상인 것이 바람직하고, 55.0 % 이상, 60.0 % 이상, 65.0 % 이상, 70.0 % 이상, 75.0 % 이상, 80.0 % 이상, 83.0 % 이상, 86.0 % 이상, 88.0 % 이상, 90.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다. 상기 유리는, 필

수 카티온으로서 P 이온, Li 이온 및 Cu 이온을 포함하고, 유리의 열적 안정성 및/또는 유리의 화학적 내구성을 얻기 위해서, 주요 카티온의 군에서 선택되는 1 종 이상의 카티온을 추가로 포함한다. 따라서, 합계 함유량 ($P_2O_5 + Li_2O + CuO$) 은, 100 % 미만이고, 99.9 % 이하인 것이 바람직하고, 99.8 % 이하, 99.7 % 이하, 99.6 % 이하, 99.5 % 이하, 99.4 % 이하, 99.2 % 이하, 99.0 % 이하, 98.0 % 이하, 97.0 % 이하, 96.0 % 이하, 95.0 % 이하, 94.0 % 이하, 93.0 % 이하, 92.0 % 이하, 91.0 % 이하, 90.0 % 이하, 89.0 % 이하, 88.0 % 이하, 87.0 % 이하, 86.0 % 이하, 85.0 % 이하의 순으로 보다 바람직하다.

[0293] 일 형태에서는, 두께 0.11 mm 환산의 투과율 특성으로서, 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이 600 nm ~ 650 nm 의 범위이기 위해서는, P_2O_5 , Li_2O 및 CuO 의 합계 함유량 ($P_2O_5 + Li_2O + CuO$) 은, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서, 84.0 % 이상인 것이 바람직하고, 85.0 % 이상, 86.0 % 이상, 87.0 % 이상, 88.0 % 이상, 89.0 % 이상, 90.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

[0294] 두께 0.21 mm 환산의 투과율 특성으로서, 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이 600 nm ~ 650 nm 의 범위이기 위해서는, P_2O_5 , Li_2O 및 CuO 의 합계 함유량 ($P_2O_5 + Li_2O + CuO$) 은, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서, 80.0 % 이상인 것이 바람직하고, 81.0 % 이상, 82.0 % 이상, 83.0 % 이상, 84.0 % 이상, 85.0 % 이상, 86.0 % 이상, 87.0 % 이상, 88.0 % 이상, 89.0 % 이상, 90.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

[0295] 두께 0.25 mm 환산의 투과율 특성으로서, 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이 600 nm ~ 650 nm 의 범위이기 위해서는, P_2O_5 , Li_2O 및 CuO 의 합계 함유량 ($P_2O_5 + Li_2O + CuO$) 은, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서, 75.0 % 이상인 것이 바람직하고, 76.0 % 이상, 77.0 % 이상, 78.0 % 이상, 79.0 % 이상, 80.0 % 이상, 81.0 % 이상, 82.0 % 이상, 83.0 % 이상, 84.0 % 이상, 85.0 % 이상, 86.0 % 이상, 87.0 % 이상, 88.0 % 이상, 89.0 % 이상, 90.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

[0296] 파장 550 nm 이상에서 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이 645 nm 가 되는 유리의 두께가 0.25 mm 이하이기 위해서는, 또, P_2O_5 , Li_2O 및 CuO 의 합계 함유량 ($P_2O_5 + Li_2O + CuO$) 은, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서, 80.0 % 이상인 것이 바람직하고, 81.0 % 이상, 82.0 % 이상, 83.0 % 이상, 84.0 % 이상, 85.0 % 이상, 86.0 % 이상, 87.0 % 이상, 88.0 % 이상, 89.0 % 이상, 90.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

[0297] 파장 550 nm 이상에서 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이 633 nm 가 되는 유리의 두께가 0.25 mm 이하이기 위해서는, P_2O_5 , Li_2O 및 CuO 의 합계 함유량 ($P_2O_5 + Li_2O + CuO$) 은, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서, 81.0 % 이상인 것이 바람직하고, 82.0 % 이상, 83.0 % 이상, 84.0 % 이상, 85.0 % 이상, 86.0 % 이상, 87.0 % 이상, 88.0 % 이상, 89.0 % 이상, 90.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

[0298] 상기의 일 형태에 해당하는 유리로는, 후술하는 실시예 1 ~ 60 의 유리를 들 수 있다.

[0299] 한편, 다른 일 형태로서, Li_2O , Na_2O 및 K_2O 의 합계 함유량 ($Li_2O + Na_2O + K_2O$) 에 대한 MgO , CaO , SrO , BaO 및 ZnO 의 합계 함유량 ($MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO$) 의 몰비 ($(MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO)/(Li_2O + Na_2O + K_2O)$) 가 2.0 이상인 유리에 대해서는, 두께 0.11 mm 환산의 투과율 특성으로서, 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이 600 nm ~ 650 nm 의 범위이기 위해서는, P_2O_5 , Li_2O 및 CuO 의 합계 함유량 ($P_2O_5 + Li_2O + CuO$) 은, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서, 65.0 % 이상인 것이 바람직하고, 66.0 % 이상, 67.0 % 이상, 68.0 % 이상, 69.0 % 이상, 70.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

[0300] 상기의 다른 일 형태에 대해, 두께 0.21 mm 환산의 투과율 특성으로서, 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이 600 nm ~ 650 nm 의 범위이기 위해서는, P_2O_5 , Li_2O 및 CuO 의 합계 함유량 ($P_2O_5 + Li_2O + CuO$) 은, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서, 60.0 % 이상인 것이 바람직하고, 61.0 % 이상, 62.0 % 이상, 63.0 % 이상, 64.0 % 이상, 65.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

[0301] 상기의 다른 일 형태에 대해, 두께 0.25 mm 환산의 투과율 특성으로서, 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50

% 가 되는 파장 λ_{T50} 이 600 nm ~ 650 nm 의 범위이기 위해서는, P_2O_5 , Li_2O 및 CuO 의 합계 함유량 ($P_2O_5 + Li_2O + CuO$) 은, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서, 55.0 % 이상인 것이 바람직하고, 56.0 % 이상, 57.0 % 이상, 58.0 % 이상, 59.0 % 이상, 60.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

[0302] 상기의 다른 일 형태에 대해, 파장 550 nm 이상에서 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이 645 nm 가 되는 유리의 두께가 0.25 mm 이하이기 위해서는, 또, P_2O_5 , Li_2O 및 CuO 의 합계 함유량 ($P_2O_5 + Li_2O + CuO$) 은, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서, 60.0 % 이상인 것이 바람직하고, 61.0 % 이상, 62.0 % 이상, 63.0 % 이상, 64.0 % 이상, 65.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

[0303] 상기의 다른 일 형태에 대해, 파장 550 nm 이상에서 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이 633 nm 가 되는 유리의 두께가 0.25 mm 이하이기 위해서는, P_2O_5 , Li_2O 및 CuO 의 합계 함유량 ($P_2O_5 + Li_2O + CuO$) 은, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서, 61.0 % 이상인 것이 바람직하고, 62.0 % 이상, 63.0 % 이상, 64.0 % 이상, 65.0 % 이상, 66.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

[0304] 상기의 다른 일 형태에 해당하는 유리로는, 후술하는 실시예 61 ~ 66 을 들 수 있다.

[0305] 유리 3 및 4 에 대해 앞서 기재한 주요 카티온의 군에는, B 이온 및 Si 이온이 포함된다. 한편, 유리 1, 2, 5 및 6 에 대해 앞서 기재한 주요 카티온의 군에는, B 이온 및 용해 온도를 높이기 쉬운 Si 이온은 포함되지 않는다. 유리 1 ~ 6 은, 일 형태에서는, 유리의 근적외선 컷 능력을 높이고, 또한 가시역의 투과율을 향상시키는 관점에서, 반치를 단파장측으로 시프트시키는 경향이 있는 B 이온 및 Si 이온의 일방 또는 양방을 포함하는 유리일 수 있고, 다른 일 형태에서는, B 이온도 Si 이온도 포함하지 않는 유리일 수도 있다.

[0306] 유리 1 및 유리 2 에 대해, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서, 가시역의 투과율을 향상시키는 관점에서, B_2O_3 과 SiO_2 의 합계 함유량 ($B_2O_3 + SiO_2$) 은 3.0 % 이하이고, 2.5 % 이하인 것이 바람직하고, 2.0 % 이하, 1.5 % 이하, 1.0 % 이하, 0.5 % 이하의 순으로 보다 바람직하다.

[0307] 유리 3 ~ 6 에 대해, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서, 가시역의 투과율을 보다 한층 향상시키는 관점에서, B_2O_3 과 SiO_2 의 합계 함유량 ($B_2O_3 + SiO_2$) 은 3.0 % 이하인 것이 바람직하고, 2.5 % 이하, 2.0 % 이하, 1.5 % 이하, 1.0 % 이하, 0.5 % 이하의 순으로 보다 바람직하다.

[0308] 유리 1 ~ 6 에 있어서, B_2O_3 과 SiO_2 의 합계 함유량 ($B_2O_3 + SiO_2$) 은, 0 %, 0 % 이상 또는 0 % 초과일 수 있다.

[0309] 유리 1 ~ 6 에 있어서, 가시역의 투과율을 보다 한층 향상시키는 관점에서, B_2O_3 과의 함유량은 3.0 % 이하인 것이 바람직하고, 2.5 % 이하, 2.0 % 이하, 1.5 % 이하, 1.0 % 이하, 0.5 % 이하의 순으로 보다 바람직하다. B_2O_3 함유율은 0 % 일 수도 있다.

[0310] 한편, 유리 1 ~ 6 에 대해, 유리의 균질화를 촉진시키기 위해서 유리의 조 (粗) 용해를 석영제 도가니로 실시하는 경우, SiO_2 함유량은 0 % 초과인 것이 바람직하고, 0.01 % 이상, 0.02 % 이상, 0.03 % 이상, 0.04 % 이상, 0.05 % 이상, 0.1 % 이상, 0.2 % 이상, 0.3 % 이상의 순으로 보다 바람직하다. 단 유리 중으로의 과잉인 SiO_2 의 도입은, 유리의 광학적인 균질성을 저하시키는 경향이 있다. 이 점에서, 유리 1 ~ 6 에 있어서, SiO_2 함유량은, 2.0 % 이하인 것이 바람직하고, 1.4 % 이하, 0.9 % 이하, 0.8 % 이하, 0.6 % 이하, 0.4 % 이하의 순으로 보다 바람직하다.

[0311] 유리 1 ~ 6 은, 필수 카티온으로서 Li 이온을 포함한다. Li_2O 는, 각종 유리 성분과 비교하여, CuO 의 흡수를 장파장역에 유지하는 능력이 높고, 또 내후성에 미치는 악영향도 작다. 이 관점에서, Li_2O 함유량은, 0.1 % 이상인 것이 바람직하고, 0.5 % 이상, 1.0 % 이상, 1.5 % 이상, 2.0 % 이상, 2.5 % 이상, 3.0 % 이상, 3.5 % 이상, 4.0 % 이상, 4.5 % 이상, 5.0 % 이상, 5.5 % 이상, 6.0 % 이상, 6.5 % 이상, 7.0 % 이상, 7.5 % 이상, 8.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다. 한편, 유리의 열적 안정성을 확보하는 관점 및 /또는 내후성의 저하를 보다 한층 억제하는 관점에서는, Li_2O 함유량은, 35.0 % 이하인 것이 바람직하고, 34.0 % 이하, 33.0 % 이하, 32.0 % 이하, 31.0 % 이하, 30.0 % 이하, 29.5 % 이하, 29.0 % 이하, 28.5 % 이하, 28.0 % 이하, 27.5 % 이하, 27.0 % 이하, 26.5 % 이하, 26.0 % 이하, 25.5 % 이하, 25.0 % 이하,

24.5 % 이하, 24.0 % 이하, 23.5 % 이하, 23.0 % 이하, 22.5 % 이하, 22.0 % 이하, 21.5 % 이하, 21.0 % 이하, 20.5 % 이하, 20.0 % 이하의 순으로 보다 바람직하다.

[0312] 유리 1 ~ 6 에 있어서, MgO 와 Al_2O_3 의 합계 함유량 ($MgO + Al_2O_3$) 은, 용해성 향상 및 가시역에 있어서의 투과율 향상의 관점에서, 8.0 % 이하이고, 7.5 % 이하인 것이 바람직하고, 7.0 % 이하, 6.5 % 이하, 6.0 % 이하, 5.5 % 이하, 5.0 % 이하, 4.5 % 이하, 4.0 % 이하, 3.5 % 이하, 3.0 % 이하, 2.5 % 이하, 2.0 % 이하, 1.8 % 이하, 1.6 % 이하, 1.5 % 이하, 1.4 % 이하의 순으로 보다 바람직하고, 0 % 일 수도 있다.

한편, MgO 와 Al_2O_3 의 합계 함유량 ($MgO + Al_2O_3$) 은, 유리의 내후성을 높이고, 유리의 기계적 강도를 향상시키는 관점에서는, 0 % 초과일 수 있고, 0.1 % 이상인 것이 바람직하고, 0.2 % 이상, 0.3 % 이상, 0.4 % 이상, 0.5 % 이상, 0.6 % 이상, 0.7 % 이상, 0.8 % 이상, 0.9 % 이상, 1.0 % 이상, 1.1 % 이상, 1.3 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

[0313] Al_2O_3 은, 내후성을 특별히 높이는 것에 기여할 수 있는 성분이다. Al_2O_3 함유량은, 0 %, 0 % 이상 또는 0 % 초과일 수 있고, 내후성 향상의 관점에서는, 0.1 % 이상인 것이 바람직하고, 0.2 % 이상, 0.3 % 이상, 0.4 % 이상, 0.5 % 이상, 0.6 % 이상, 0.7 % 이상, 0.9 % 이상, 1.1 % 이상, 1.3 % 이상, 1.5 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

한편, 가시역에 있어서의 투과율 저하를 보다 한층 억제하는 관점에서는, Al_2O_3 함유량은, 8.0 % 이하인 것이 바람직하고, 7.5 % 이하, 7.0 % 이하, 6.0 % 이하, 5.5 % 이하, 5.0 % 이하, 4.5 % 이하, 4.0 % 이하, 3.5 % 이하, 3.0 % 이하, 2.5 % 이하의 순으로 보다 바람직하다.

일 형태에서는, 유리의 내후성의 유지보다 근적외선 흡수 특성의 향상을 우선시하고, CuO 의 흡수의 단파장측 시프트를 억제함으로써 가시역의 투과율을 보다 높이고, 또한 근적외선 흡수 특성을 향상시키는 관점에서는, Al_2O_3 함유량은 2.0 % 미만인 것이 바람직하고, 1.9 % 이하, 1.8 % 이하, 1.7 % 이하, 1.6 % 이하, 1.5 % 이하, 1.4 % 이하, 1.3 % 이하, 1.2 % 이하, 1.1 % 이하, 1.0 % 이하, 0.9 % 이하, 0.8 % 이하, 0.7 % 이하, 0.6 % 이하, 0.5 % 이하의 순으로 보다 바람직하다.

[0314] MgO 는, 유리의 열적 안정성의 조정의 이유로 적절히 첨가할 수 있는 성분이지만, CuO 의 흡수를 단파장측으로 시프트시키기 때문에, CuO 함유량을 늘리기 어렵게 하는 경향이 있다. 또, MgO 함유량의 증가에 수반하여 유리의 용해성은 저하되는 경향이 있다.

이들의 관점에서, MgO 함유량은, 9.0 % 이하인 것이 바람직하고, 8.0 % 이하, 7.0 % 이하, 6.0 % 이하, 5.0 % 이하, 4.0 % 이하, 3.0 % 이하, 2.0 % 이하의 순으로 보다 바람직하다.

MgO 함유량은 0 % 일 수도 있다. 일 형태에서는, 유리의 기계적 강도를 향상시키는 관점에서, MgO 함유량은 0 % 초과일 수 있고, 0.5 % 이상인 것이 바람직하고, 1.0 % 이상인 것이 보다 바람직하다.

[0315] La_2O_3 은, 유리의 근적외선 흡수 특성을 저해하는 일 없이 내후성을 높이는 것에 기여할 수 있는 성분이다. La_2O_3 함유량은, 0.10 % 이상인 것이 바람직하고, 0.15 % 이상, 0.18 % 이상, 0.21 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

한편, 가시역에 있어서의 투과율 저하를 보다 한층 억제하는 관점에서는, La_2O_3 함유량은, 8.0 % 이하인 것이 바람직하고, 7.0 % 이하, 6.5 % 이하, 6.0 % 이하, 5.5 % 이하, 5.0 % 이하, 4.5 % 이하, 4.0 % 이하, 3.5 % 이하, 3.0 % 이하, 2.5 % 이하, 2.0 % 이하, 1.5 % 이하, 1.0 % 이하의 순으로 보다 바람직하다.

[0316] Y_2O_3 도, 유리의 근적외선 흡수 특성을 저해하는 일 없이 내후성을 높이는 것에 기여할 수 있는 성분이다. Y_2O_3 함유량은, 0.10 % 이상인 것이 바람직하고, 0.15 % 이상, 0.20 % 이상, 0.25 % 이상, 0.30 % 이상, 0.35 % 이상, 0.40 % 이상, 0.45 % 이상, 0.50 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

한편, 가시역에 있어서의 투과율 저하를 보다 한층 억제하는 관점에서는, Y_2O_3 함유량은, 8.0 % 이하인 것이 바람직하고, 7.0 % 이하, 6.5 % 이하, 6.0 % 이하, 5.5 % 이하, 5.0 % 이하, 4.5 % 이하, 4.0 % 이하, 3.5 % 이하, 3.0 % 이하, 2.5 % 이하, 2.0 % 이하, 1.5 % 이하, 1.0 % 이하의 순으로 보다 바람직하다.

또한 유리의 비중을 높이는 일 없이 유리의 물 체적을 증대시키는 관점에서 Y_2O_3 을 도입할 수도 있다.

[0317] Gd_2O_3 도 내후성을 높이는 것에 기여할 수 있는 성분이다. Gd_2O_3 함유량은, 0.10 % 이상인 것이 바람직하고, 0.15 % 이상, 0.18 % 이상, 0.21 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

한편, 가시역에 있어서의 투과율 저하를 보다 한층 억제하는 관점에서는, Gd_2O_3 함유량은, 8.0 % 이하인 것이 바람직하고, 7.0 % 이

하, 6.5 % 이하, 6.0 % 이하, 5.5 % 이하, 5.0 % 이하, 4.5 % 이하, 4.0 % 이하, 3.5 % 이하, 3.0 % 이하, 2.5 % 이하, 2.0 % 이하, 1.5 % 이하, 1.0 % 이하의 순으로 보다 바람직하다.

[0318] 또한, 산화물 기준의 유리 조성에 Lu_2O_3 , Sc_2O_3 등의 상기 이외의 희토류 산화물의 1 종 또는 2 종 이상이 포함되어 있고, 포함되지 않아도 된다. 그것들 성분은 일반적으로 고가이기 때문에, La_2O_3 , Y_2O_3 및 Gd_2O_3 이외의 희토류 산화물의 함유량 (2 종 이상 포함되는 경우에는 그들의 합계 함유량) 은, 2.5 % 이하인 것이 바람직하고, 1.5 % 이하, 1.0 %, 0.5 % 이하가 바람직하고, 0 % 일 수도 있다.

[0319] 유리 1 ~ 6 에 있어서, Al_2O_3 , La_2O_3 , Y_2O_3 및 Gd_2O_3 의 합계 함유량 ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3$) 은, 내후성 향상의 관점에서는, 0.1 % 이상인 것이 바람직하고, 0.15 % 이상, 0.20 % 이상, 0.25 % 이상, 0.30 % 이상, 0.35 % 이상, 0.40 % 이상, 0.45 % 이상, 0.50 % 이상의 순으로 보다 바람직하다. 한편 합계 함유량 ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3$) 은, 유리의 열적 안정성의 확보 및/또는 용융 온도를 저하시키는 관점에서는, 8.0 % 이하인 것이 바람직하고, 7.0 % 이하, 6.5 % 이하, 6.0 % 이하, 5.5 % 이하, 5.0 % 이하, 4.5 % 이하, 4.0 % 이하, 3.5 % 이하, 3.0 % 이하, 2.5 % 이하, 2.0 % 이하, 1.5 % 이하, 1.0 % 이하의 순으로 보다 바람직하다.

[0320] 형식 가수가 +2 인 카티온은, 유리 조성 전체를 보았을 때, 가시역에 있어서의 투과율 향상에 관해서도, 내후성에 관해서도, 돌출된 작용은 발휘되기 어려운 경향이 있다. 그 때문에, 형식 가수가 +2 인 카티온의 산화물인 MgO , CaO , SrO 및 BaO 의 합계 함유량에 대해서는, 필수 카티온인 Li 이온의 산화물 Li_2O 의 함유량에 대한 몰비 ($(\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO})/\text{Li}_2\text{O}$) 가 2.0 이하인 것이 바람직하고, 1.5 이하, 1.3 이하, 1.2 이하, 1.1 이하, 1.0 이하, 0.9 이하, 0.8 이하, 0.7 이하, 0.6 이하, 0.5 이하, 0.4 이하, 0.3 이하, 0.2 이하인 것이 보다 바람직하다. 후술하는 바와 같이, 상기 성분은, 일부의 알칼리 성분과 함께 반치를 조정할 때에 사용할 수 있는 임의 성분이다.

[0321] 또, 형식 가수가 +2 인 카티온의 산화물인 MgO , CaO , SrO , BaO 및 ZnO 의 합계 함유량에 대해서는, 가시역에 있어서의 투과율 향상의 관점에서는, 필수 카티온인 Li 이온의 산화물 Li_2O 의 함유량에 대한 몰비 ($(\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO})/\text{Li}_2\text{O}$) 가 2.0 이하인 것이 바람직하고, 1.5 이하, 1.3 이하, 1.2 이하, 1.1 이하, 1.0 이하, 0.9 이하, 0.8 이하, 0.7 이하, 0.6 이하, 0.5 이하, 0.4 이하, 0.3 이하, 0.2 이하인 것이 보다 바람직하다. 한편, 내후성을 향상시키는 관점에서는, $(\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO})/\text{Li}_2\text{O}$ 가 2.0 이상인 것이 바람직하고, 2.5 이상, 3.0 이상, 3.5 이상, 4.0 이상의 순으로 보다 바람직하다. 후술하는 바와 같이, 상기 성분은, 일부의 알칼리 성분과 함께 반치를 조정할 때에 사용할 수 있는 임의 성분이다.

[0322] BaO 함유량은, 0 %, 0 % 이상 또는 0 % 초과일 수 있다. BaO 는 일정량의 도입에 의해 내후성을 높일 수 있는 성분이고, 또한 도입에 의한 T600 의 변화가 작다. T600 에 대해서는 후술한다. BaO 는, 유리의 열적 안정성을 높이고, 용해성을 조정할 목적으로 첨가할 수 있다. 또, BaO 는, CuO 의 농도의 조정을 위해서 사용할 수도 있다. BaO 함유량은, 0.5 % 이상인 것이 바람직하고, 1.0 % 이상, 1.5 % 이상, 2.0 % 이상, 2.5 % 이상, 3.0 % 이상, 3.5 % 이상, 4.0 % 이상, 4.5 % 이상, 5.0 % 이상, 5.5 % 이상, 6.0 % 이상, 6.5 % 이상, 7.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다. 단 과잉인 도입에 의해 T400 이 저하되는 경향이 있다. T400 에 대해서는 후술한다. 상기의 관점에서, BaO 함유량은, 36.0 % 이하인 것이 바람직하고, 35.0 % 이하, 34.0 % 이하, 33.0 % 이하, 32.0 % 이하, 31.0 % 이하, 30.0 % 이하, 29.0 % 이하, 28.0 % 이하, 27.0 % 이하, 26.0 % 이하, 25.0 % 이하, 24.0 % 이하, 23.0 % 이하, 22.0 % 이하, 21.0 % 이하, 20.0 % 이하, 19.0 % 이하, 18.0 % 이하, 17.0 % 이하, 16.0 % 이하, 15.0 % 이하, 14.0 % 이하, 13.0 % 이하, 12.0 % 이하, 11.0 % 이하, 10.0 % 이하, 9.0 % 이하의 순으로 보다 바람직하다.

[0323] SrO 함유량은, 0 %, 0 % 이상 또는 0 % 초과일 수 있다. BaO 와 동일하게, SrO 는, 내후성을 비교적 저하시키기 어려운 성분이고, 유리의 열적 안정성의 조정 등의 이유로 적절히 첨가할 수 있는 성분이다. SrO 는, CuO 의 농도의 조정에 사용할 수도 있다. SrO 함유량은, 0.5 % 이상인 것이 바람직하고, 1.0 % 이상, 1.5 % 이상, 2.0 % 이상, 2.5 % 이상, 3.0 % 이상, 3.5 % 이상, 4.0 % 이상, 4.5 % 이상, 5.0 % 이상, 5.5 % 이상, 6.0 % 이상, 6.5 % 이상, 7.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다. 단 과잉인 도입에 의해 T400 이 저하되는 경향이 있으므로, SrO 함유량은, 30.0 % 이하인 것이 바람직하고, 29.0 % 이하, 28.0 % 이하, 27.0 % 이하, 26.0 % 이하, 25.0 % 이하, 24.0 % 이하, 23.0 % 이하, 22.0 % 이하, 21.0 % 이하, 20.0 % 이하, 19.0 % 이하, 18.0 % 이하, 17.0 % 이하, 16.0 % 이하, 15.0 % 이하, 14.0 % 이하, 13.0 % 이하의 순으로 보다 바람직하다.

% 이하, 12.0 % 이하, 11.0 % 이하, 10.0 % 이하, 9.0 % 이하의 순으로 보다 바람직하다.

[0324] CaO 함유량은, 0 %, 0 % 이상 또는 0 % 초과일 수 있다. CaO 는, 내후성을 비교적 저하시키기 어려운 성분이고, 유리의 열적 안정성의 조정 등의 이유로 적절히 첨가할 수 있는 성분이다. CaO 는, CuO 의 농도의 조정에 사용할 수도 있다. CaO 함유량은, 0.5 % 이상인 것이 바람직하고, 1.0 % 이상, 1.5 % 이상, 2.0 % 이상, 2.5 % 이상, 3.0 % 이상, 3.5 % 이상, 4.0 % 이상, 4.5 % 이상, 5.0 % 이상, 5.5 % 이상, 6.0 % 이상, 6.5 % 이상, 7.0 % 이상인 것이 바람직하다. 단 과잉인 도입에 의해 T400 이 저하되는 경향이 있으므로, CaO 함유량은, 30.0 % 이하인 것이 바람직하고, 29.0 % 이하, 28.0 % 이하, 27.0 % 이하, 26.0 % 이하, 25.0 % 이하, 24.0 % 이하, 23.0 % 이하, 22.0 % 이하, 21.0 % 이하, 20.0 % 이하, 19.0 % 이하, 18.0 % 이하, 17.0 % 이하, 16.0 % 이하, 15.0 % 이하, 14.0 % 이하, 13.0 % 이하, 12.0 % 이하, 11.0 % 이하, 10.0 % 이하, 9.0 % 이하의 순으로 보다 바람직하다.

[0325] 앞서 기재한 주요 카티온의 군에 포함되는 카티온 중에서, Na 이온, K 이온 및 Zn 이온은, 유리의 내후성을 악화시키는 경향이 있기 때문에, 필수 카티온인 Li 이온 대신에 자유롭게 사용하는 것은 어렵다. 이 점에 더하여 가시역 또는 근적외역의 투과율을 개선하는 관점에서, 유리 1 ~ 6 에 있어서, Li₂O 함유량에 대한 Na₂O 함유량, K₂O 함유량 및 ZnO 함유량의 합계의 비율 ((Na₂O + K₂O + ZnO)/Li₂O) 은, 2.4 이하이고, 나아가서는 2.3 이하인 것이 바람직하고, 2.2 이하, 2.1 이하, 2.0 이하, 1.9 이하, 1.8 이하, 1.7 이하, 1.6 이하, 1.5 이하, 1.4 이하, 1.3 이하, 1.2 이하, 1.1 이하, 0.9 이하, 0.8 이하, 0.7 이하, 0.6 이하, 0.5 이하, 0.4 이하, 0.3 이하, 0.2 이하, 0.1 이하, 0.05 이하의 순으로 보다 바람직하고, 0.00 으로 할 수도 있다. 한편 유리의 원료비를 억제하는 관점에서는, 몰비 ((Na₂O + K₂O + ZnO)/Li₂O) 는, 0, 0 이상 또는 0 초과일 수 있고, 복수의 성분을 혼재시킴으로써 후술하는 Tg 나 Tm 의 저하를 촉진하는 관점에서는, 0.05 이상인 것이 바람직하고, 0.1 이상, 0.2 이상, 0.3 이상일 수도 있다.

[0326] 또, Na 이온, K 이온 및 Zn 이온의 함유량이 많을수록, 내후성을 유지하기 위해서 P₂O₅ 를 많이 도입하기 어려워지고, 결과적으로 바람직한 양의 P₂O₅ 를 도입하기 어려워진다. 이러한 관점 및 상기와 같은 내후성의 저하 억제의 관점에서, Na₂O, K₂O 및 ZnO 의 합계 함유량 (Na₂O + K₂O + ZnO) 은, 30.0 % 이하인 것이 바람직하고, 25.0 % 이하, 20.0 % 이하, 15.0 % 이하, 12.0 % 이하, 10.0 % 이하, 9.0 % 이하, 8.0 % 이하, 7.0 % 이하, 6.0 % 이하, 5.0 % 이하, 4.0 % 이하, 3.0 % 이하, 2.0 % 이하, 1.0 % 이하의 순으로 보다 바람직하다. 상기 합계 함유량은 0 % 일 수도 있다. 한편 유리의 원료비를 억제하는 관점에서는, 합계 함유량 (Na₂O + K₂O + ZnO) 은, 1.0 % 이상, 2.0 % 이상, 3.0 % 이상, 5.0 % 이상일 수도 있다.

[0327] Na₂O 함유량은, 0 %, 0 % 이상 또는 0 % 초과일 수 있다. Na₂O 는 과잉 도입에 의해 내후성이 저하되는 경향이 있다. 이 때문에 Na₂O 함유량은, 20.0 % 이하인 것이 바람직하고, 19.0 % 이하, 18.0 % 이하, 17.0 % 이하, 16.0 % 이하, 15.0 % 이하, 14.0 % 이하, 13.0 % 이하, 12.0 % 이하, 11.0 % 이하, 10.0 % 이하, 9.0 % 이하, 8.0 % 이하의 순으로 보다 바람직하다. 한편 Na₂O 는 입수하기 쉽고 저렴한 원료인 것 외에, 용해성의 개선을 위해서 적절히 첨가할 수 있기 때문에, Na₂O 함유량은, 예를 들어, 0.5 % 이상일 수 있고, 나아가서는 1.0 % 이상, 1.5 % 이상, 2.0 % 이상, 2.5 % 이상, 3.0 % 이상, 3.5 % 이상, 4.0 % 이상, 5.0 % 이상일 수도 있다.

[0328] K₂O 함유량은, 0 %, 0 % 이상 또는 0 % 초과일 수 있다. K₂O 도 과잉 도입에 의해 내후성이 저하되는 경향이 있다. 또한, CuO 의 흡수를 단파장화하는 경향이 있어, 적극적으로는 도입하지 않는 것이 바람직하다. 이들의 관점에서, K₂O 함유량은, 20.0 % 이하인 것이 바람직하고, 19.0 % 이하, 18.0 % 이하, 17.0 % 이하, 16.0 % 이하, 15.0 % 이하, 14.0 % 이하, 13.0 % 이하, 12.0 % 이하, 11.0 % 이하, 10.0 % 이하, 9.0 % 이하, 8.0 % 이하의 순으로 보다 바람직하다. 한편 K₂O 는 유리의 용해성의 개선을 위해서 적절히 첨가할 수 있다. 이 관점에서, K₂O 함유량은, 0.2 % 이상인 것이 바람직하고, 0.5 % 이상, 1.0 % 이상, 1.5 % 이상, 2.0 % 이상, 2.5 % 이상, 3.0 % 이상, 3.5 % 이상, 4.0 % 이상, 5.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

[0329] Cs₂O 함유량은, 0 %, 0 % 이상 또는 0 % 초과일 수 있다. Cs₂O 도 내후성을 저하시키는 경향이 있기 때문에, 적극적으로 도입하지 않는 것이 바람직하다. Cs₂O 함유량은, 15.0 % 이하, 14.0 % 이하, 13.0 %

이하, 12.0 % 이하, 11.0 % 이하, 10.0 % 이하, 9.0 % 이하, 8.0 % 이하, 7.0 % 이하, 6.0 % 이하의 순으로 보다 바람직하다. 한편, 열적 안정성이나 용해성의 조정을 위해, Cs₂O 함유량은, 0.5 % 이상으로 할 수 있고, 1.0 % 이상, 1.5 % 이상, 2.0 % 이상, 2.5 % 이상, 3.0 % 이상, 3.5 % 이상, 4.0 % 이상으로 할 수도 있다.

[0330] 유리의 용해성을 높이는 관점에서는, Li₂O, Na₂O 및 K₂O 의 합계 함유량 (Li₂O + Na₂O + K₂O) 은, 1.8 % 이상인 것이 바람직하고, 2.1 % 이상, 2.3 % 이상, 2.5 % 이상, 3.5 % 이상, 4.5 % 이상, 5.5 % 이상, 6.5 % 이상, 7.5 % 이상, 8.5 % 이상, 9.5 % 이상, 10.0 % 이상, 10.5 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

[0331] 한편, 내후성의 저하를 보다 한층 억제하는 관점에서는, 합계 함유량 (Li₂O + Na₂O + K₂O) 은, 35.0 % 이하인 것이 바람직하고, 33.5 % 이하, 32.5 % 이하, 31.5 % 이하, 30.5 % 이하, 29.5 % 이하, 28.5 % 이하, 27.5 % 이하, 26.5 % 이하, 25.5 % 이하, 24.5 % 이하, 23.5 % 이하, 21.5 % 이하, 20.5 % 이하, 19.5 % 이하, 18.5 % 이하, 17.5 % 이하, 16.6 % 이하, 15.5 % 이하, 14.5 % 이하, 13.5 % 이하의 순으로 보다 바람직하다. 합계 함유량 (Li₂O + Na₂O + K₂O) 이 상기의 값 이하인 것은, 열팽창 계수가 증대됨으로써 유리의 팽창 수축량이 증가하고, 유리의 체적 변화가 다른 부재에 의해 규제되었을 때에 유리에 응력이 가해져 유리에 결락이나 균열이 생기는 것을 회피하는 관점에서도 바람직하다.

[0332] 유리의 조해성 (潮解性) 을 억제하는 관점에서는, Na₂O 와 K₂O 의 합계 함유량 (Na₂O + K₂O) 은, 30.0 % 이하인 것이 바람직하고, 29.0 % 이하, 28.0 % 이하, 27.0 % 이하, 26.0 % 이하, 25.0 % 이하, 24.0 % 이하, 23.0 % 이하, 22.0 % 이하, 21.0 % 이하, 20.0 % 이하, 19.0 % 이하, 18.0 % 이하, 17.0 % 이하, 16.0 % 이하, 15.0 % 이하, 14.0 % 이하, 13.0 % 이하, 12.0 % 이하, 11.0 % 이하, 10.0 % 이하, 9.0 % 이하, 8.0 % 이하, 7.0 % 이하, 6.0 % 이하, 5.0 % 이하, 4.0 % 이하, 3.0 % 이하, 2.0 % 이하, 1.0 % 이하, 0.5 % 이하의 순으로 보다 바람직하다. Na₂O 와 K₂O 의 합계 함유량 (Na₂O + K₂O) 을 0 % 로 함으로써 조해성을 보다 한층 억제한 유리를 얻을 수도 있다. 한편 유리의 용해성을 억제하고, 또한 T600 의 저하를 억제하면서, 유리의 원료비를 억제하는 관점에서는, 합계 함유량 (Na₂O + K₂O) 을 1.0 % 이상으로 할 수 있고, 나아가서는 2.0 % 이상, 3.0 % 이상, 4.0 % 이상, 5.0 % 이상, 6.0 % 이상, 7.0 % 이상, 8.0 % 이상, 9.0 % 이상, 10.0 % 이상, 11.0 % 이상, 12.0 % 이상, 13.0 % 이상, 14.0 % 이상, 15.0 % 이상으로 할 수도 있다.

[0333] 유리의 두께를 조정함에 있어서, CuO 를 다른 성분으로 치환할 수도 있지만, 그 때에는, Na₂O, K₂O, CaO, SrO 및 BaO 의 합계 함유량 (Na₂O + K₂O + CaO + SrO + BaO) 을 0 % 이상의 유리로 함으로써, 근적외선 흡수의 위치를 크게 바꾸는 일 없이 CuO 농도를 조정할 수 있다. 합계 함유량 (Na₂O + K₂O + CaO + SrO + BaO) 은, 0.5 % 이상인 것이 바람직하고, 1.0 % 이상, 1.5 % 이상, 2.0 % 이상, 2.5 % 이상, 3.0 % 이상, 3.5 % 이상, 4.0 % 이상, 4.5 % 이상, 5.0 % 이상, 5.5 % 이상, 6.0 % 이상, 6.5 % 이상, 7.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다. 단 파잉인 도입에 의해 T400 이 저하되는 경향이 있으므로, 합계 함유량 (Na₂O + K₂O + CaO + SrO + BaO) 은, 36.0 % 이하인 것이 바람직하고, 35.0 % 이하, 34.0 % 이하, 33.0 % 이하, 32.0 % 이하, 31.0 % 이하, 30.0 % 이하, 29.0 % 이하, 28.0 % 이하, 27.0 % 이하, 26.0 % 이하, 25.0 % 이하, 24.0 % 이하, 23.0 % 이하, 22.0 % 이하, 21.0 % 이하, 20.0 % 이하, 19.0 % 이하, 18.0 % 이하, 17.0 % 이하, 16.0 % 이하, 15.0 % 이하, 14.0 % 이하, 13.0 % 이하, 12.0 % 이하, 11.0 % 이하, 10.0 % 이하, 9.0 % 이하의 순으로 보다 바람직하다. 유리의 근적외선 흡수 특성을 최대화하는 관점에서는, 합계 함유량 (Na₂O + K₂O + CaO + SrO + BaO) 은, 8.0 % 이하, 7.0 % 이하, 6.0 % 이하, 5.0 % 이하 또는 4.0 % 이하일 수도 있다.

[0334] 내후성에 대해서는, 유리의 조해가 억제되어 있는 것, 고온 고습하에 있어서의 유리 표면의 석출물의 발생이 억제되어 있는 것의 일방 또는 양방을, 내후성의 지표로 할 수 있다. 이 점에 대해서는 더 후술한다. 내후성을 보다 한층 향상시키기 위해서는, Al₂O₃ 의 도입이 보다 바람직하고, 이어서 Y₂O₃, La₂O₃ 및 Gd₂O₃ 의 1 종 이상의 도입이 바람직하다. 또 BaO 는 비교적 많은 도입에 의해 상기의 내후성을 향상시킬 수 있고, SrO 나 CaO 는 내후성 향상의 관점에서는 더 많은 도입을 필요로 하므로, 「(3 × Al₂O₃ + Y₂O₃ + La₂O₃ + Gd₂O₃ + BaO/3 + (CaO + SrO)/6) 」 으로서 산출되는 값 (단위 : 몰%) 은, 0 % 이상인 것이 바람직하고, 0 % 초과인 것이 보다 바람직하고, 0.5 % 이상, 1.0 % 이상, 2.0 % 이상, 3.0 % 이상, 4.0 % 이상, 5.0 % 이상, 6.0 % 이

상, 7.0 % 이상, 8.0 % 이상으로 하는 것이 바람직하다. 또한 유리의 내후성이나 기계적 강도를 증시하는 경우에는, 9.0 % 이상, 10.0 % 이상, 11.0 % 이상, 12.0 % 이상, 13.0 % 이상, 14.0 % 이상, 15.0 % 이상, 16.0 % 이상, 17.0 % 이상, 18.0 % 이상, 19.0 % 이상의 순으로 더욱 바람직하다. 「 $(3 \times \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{BaO}/3 + (\text{CaO} + \text{SrO})/6)$ 」에 있어서, 「 Al_2O_3 」은 Al_2O_3 함유량, 「 Y_2O_3 」은 Y_2O_3 함유량, 「 La_2O_3 」은 La_2O_3 함유량, 「 Gd_2O_3 」은 Gd_2O_3 함유량, 「 BaO 」는 BaO 함유량, 「 CaO 」는 CaO 함유량, 「 SrO 」는 SrO 함유량이다. 즉, 「 $(3 \times \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{BaO}/3 + (\text{CaO} + \text{SrO})/6)$ 」은, Al_2O_3 함유량을 3 배로 하여 산출되는 값과, Y_2O_3 함유량, La_2O_3 함유량, Gd_2O_3 함유량, BaO 함유량의 1/3 로서 산출되는 값과, CaO 함유량과 SrO 함유량의 합계의 1/6 으로서 산출되는 값의 합계이고, 이렇게 하여 산출되는 값에 단위로서 % (몰%) 를 부여하여 표시하는 것으로 한다.

[0335] 한편 「 $(3 \times \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{BaO}/3 + (\text{CaO} + \text{SrO})/6)$ 」의 값을 지나치게 크게 하면 유리의 용해성이 악화되는 경향이 있는 것, 근적외선 흡수의 위치가 가시광측으로 시프트되는 경향이 있는 것 등으로부터, 「 $(3 \times \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{BaO}/3 + (\text{CaO} + \text{SrO})/6)$ 」 으로서 산출되는 값은 40.0 % 이하인 것이 바람직하고, 37.0 % 이하, 35.0 % 이하, 33.0 % 이하, 32.0 % 이하, 30.0 % 이하, 28.0 % 이하, 26.0 % 이하, 25.0 % 이하, 24.0 % 이하, 23.0 % 이하, 22.0 % 이하, 21.0 % 이하의 순으로 보다 바람직하다.

[0336] P_2O_5 , Li_2O 및 CuO 의 합계 함유량에 대한, 「 $(3 \times \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{BaO}/3 + (\text{CaO} + \text{SrO})/6)$ 」에 의해 산출되는 값의 비율, 즉, 「 $(3 \times \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{BaO}/3 + (\text{CaO} + \text{SrO})/6)/(\text{P}_2\text{O}_5 + \text{Li}_2\text{O} + \text{CuO})$ 」는, 0.0 이상일 수 있다. Al_2O_3 , Y_2O_3 , La_2O_3 , Gd_2O_3 , BaO , CaO 및 SrO 로 이루어지는 군에서 선택되는 성분은, 필수 성분인 P_2O_5 , Li_2O 및 CuO 에 대해 일정량 이상을 도입하는 것이 바람직하다. 따라서, 상기 비율은, 0.01 이상인 것이 바람직하고, 0.02 이상, 0.03 이상, 0.04 이상, 0.05 이상, 0.06 이상, 0.07 이상, 0.08 이상, 0.09 이상의 순으로 보다 바람직하다. 내후성을 더욱 높이하고자 하는 경우, 상기 비율은, 0.10 이상으로 하는 것이 한층 바람직하고, 0.11 이상, 0.12 이상, 0.13 이상, 0.14 이상, 0.15 이상, 0.16 이상, 0.17 이상, 0.18 이상, 0.19 이상, 0.20 이상, 0.21 이상, 0.22 이상, 0.23 이상, 0.24 이상 또는 0.25 이상의 순으로 보다 한층 바람직하다.

[0337] 한편, 상기 비율을 지나치게 크게 하면 유리의 투과율 특성이 저하되고, 나아가서는 유리의 안정성이 저하되는 경향도 강해지기 때문에, 상기 비율은, 0.36 이하인 것이 바람직하고, 0.35 이하, 0.34 이하, 0.33 이하, 0.32 이하, 0.31 이하, 0.30 이하, 0.29 이하, 0.28 이하의 순으로 보다 바람직하다.

[0338] ZnO 함유량은, 0 %, 0 % 이상 또는 0 % 초과일 수 있다. ZnO 는 유리의 열적 안정성의 조정 등의 이유로 적절히 첨가할 수 있는 성분이지만, 유리의 내후성을 저하시키는 경향이 있는 것 외에, 필수 성분인 P_2O_5 의 도입량을 충분히 확보하는 관점에서, 그 함유량의 상한은 20.0 % 이하인 것이 바람직하고, 19.0 % 이하, 18.0 % 이하, 17.0 % 이하, 16.0 % 이하, 15.0 % 이하, 14.0 % 이하, 13.0 % 이하, 12.0 % 이하, 11.0 % 이하, 10.0 % 이하, 9.0 % 이하, 8.0 % 이하, 7.0 % 이하, 6.0 % 이하, 5.0 % 이하의 순으로 보다 바람직하다. 다른 성분의 도입 효과를 우선하는 경우, ZnO 의 함유량은 4.0 % 이하, 3.0 % 이하, 2.0 % 이하, 1.0 % 이하로 할 수도 있다. 한편 유리의 열적 안정성의 조정, T_g 및/또는 T_m 을 저하시키기 위해서 ZnO 를 도입하는 경우, 0.4 % 이상, 0.6 % 이상, 0.8 % 이상, 1.0 % 이상, 1.2 % 이상, 1.4 % 이상, 1.6 % 이상, 1.8 % 이상, 2.0 % 이상의 순으로 보다 바람직하다.

[0339] 상기 유리는, 기본적으로 상기 성분에 의해 구성되는 것이 바람직하지만, 상기 성분이 발휘하는 작용 효과를 방해하지 않는 범위에 있어서, 그 밖의 성분을 함유시키는 것도 가능하다. 또, 상기 유리에 대해, 불가피적 불순물의 함유를 배제하는 것은 아니다.

[0340] 예를 들어, Nb_2O_5 , ZrO_2 는, 상기 성분 이외의 성분으로서, 유리의 내후성이나 기계적 강도의 조정, 또는 열적 안정성의 향상을 위해서, 각각, 0 % 초과, 0.1 % 이상 또는 0.2 % 이상을 적절히 도입할 수도 있지만, 각각의 함유량은, 5.0 % 이하가 바람직하고, 4.0 % 이하, 3.0 % 이하, 2.0 % 이하, 1.0 % 이하, 0.5 % 이하, 0.3 % 이하의 순으로 보다 바람직하다. 이들 성분의 함유량은, 각각 0 % 일 수도 있다.

[0341] TiO_2 , WO_3 , Bi_2O_3 도, 상기 성분 이외의 성분으로서, 유리의 투과율에 영향을 미치지 않을 정도로, 유리의 내후

성이나 기계적 강도의 조정, 또는 열적 안정성의 향상을 위해서, 각각, 0 % 초과, 0.1 % 이상 또는 0.2 % 이상을 적절히 도입할 수도 있지만, 각각의 함유량은, 4.0 % 이하가 바람직하고, 3.0 % 이하, 2.0 % 이하, 1.0 % 이하, 0.5 % 이하, 0.3 % 이하의 순으로 보다 바람직하다. 이들 성분의 함유량은, 각각 0 % 일 수도 있다.

- [0342] Pb, As, Cd, Tl, Be, Se 는 모두 독성을 갖는다. 그 때문에, 상기 유리는 이들을 유리 성분으로서 함유하지 않는 것이 바람직하다.
- [0343] U, Th, Ra 는 모두 방사성 원소이다. 그 때문에, 상기 유리는 이들을 유리 성분으로서 함유하지 않는 것이 바람직하다.
- [0344] V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Tb, Dy, Ho, Er, Tm 은, 유리의 착색을 증대시켜, 형광의 발생원이 될 수 있다. 그 때문에, 상기 유리에서는, 이들 원소의 산화물 유리 기준에서의 산화물 기준에서의 함유량은 총량으로 10 질량ppm 이하로 하는 것이 바람직하고, 이들 원소를 유리 성분으로서 함유하지 않는 것이 보다 바람직하다.
- [0345] 그 중에서도, V_2O_5 는, 독성이 있으므로 사용하지 않는 것이 바람직하다. 즉, 일 형태에서는, 유리 1 ~ 6 은, V 이온을 포함하지 않는 유리인 것이 바람직하고, 산화물 기준의 유리 조성 (몰 기준) 에 있어서, V_2O_5 함유량은, 1.0 % 이하인 것이 바람직하고, 0.3 % 이하, 0.1 % 이하, 0.01 % 이하의 순으로 보다 바람직하고, V_2O_5 를 포함하지 않는 것이 더욱 바람직하다.
- [0346] 일례로서, V_2O_5 와, 필수 성분인 Li_2O 의 비율로서, Li_2O 함유량에 대한 V_2O_5 함유량의 비율 (V_2O_5/Li_2O) 은, 0.0080 이하인 것이 바람직하고, 0.0048 이하, 0.0028 이하, 0.0018 이하, 0.0014 이하의 순으로 보다 바람직하다.
- [0347] CoO 는, 유리의 가시역의 투과율을 저하시켜 버리는 것 외에, 독성도 있기 때문에, 사용하지 않는 것이 바람직하다. 즉, 일 형태에서는, 유리 1 ~ 6 은, Co 이온을 포함하지 않는 유리인 것이 바람직하고, 산화물 기준의 유리 조성에 있어서 CoO 를 포함하지 않는 것이 바람직하다.
- [0348] Ge 및 Ta 를 유리에 도입하기 위한 원료는 고가이다. 그 때문에, 상기 유리는, 이들을 유리 성분으로서 함유하지 않는 것이 바람직하다.
- [0349] Sb (Sb_2O_3), Sn (SnO_2), Ce (CeO_2), 및 SO_3 은 청징제로서 기능하는 임의로 첨가 가능한 원소이다. 이 중, Sb (Sb_2O_3) 는, 청징 효과가 큰 청징제이다.
- [0350] Sn (SnO_2), Ce (CeO_2) 는, Sb (Sb_2O_3) 와 비교하여, 청징 효과가 작다. 이들 청징제는, 다량으로 첨가하면 유리의 착색이 강해지는 경향이 있다. 따라서, 청징제를 첨가하는 경우에는, 첨가에 의한 착색의 영향을 고려하면서, Sb (Sb_2O_3) 를 첨가하는 것이 바람직하다.
- [0351] 이하에 기재된 청징제로서 기능할 수 있는 성분의 함유량에 대해서는, 산화물 기준의 유리 조성에 있어서의 값을 나타낸다.
- [0352] Sb_2O_3 함유량은, 외할 (外割) 표시로 한다. 즉, Sb_2O_3 , SnO_2 , CeO_2 및 SO_3 이외의 전체 유리 성분의 산화물로서의 합계 함유량을 100.0 질량% 로 했을 때의 Sb_2O_3 함유량은, 2.0 질량% 미만인 것이 바람직하고, 1.5 질량% 이하, 1.2 질량% 이하, 1.0 질량% 이하, 0.9 질량% 이하, 0.8 질량% 이하, 0.7 질량% 이하, 0.6 질량% 이하, 0.5 질량% 이하, 0.4 질량% 이하, 0.3 질량% 이하, 0.2 질량% 이하, 0.1 질량% 미만의 순으로 보다 바람직하다. Sb_2O_3 의 함유량은 0 질량% 여도 된다. 단 유리의 산화를 촉진하여 가시역의 투과율을 높이는 관점에서는, Sb_2O_3 함유량을 0.01 질량% 이상으로 할 수 있고, 0.02 질량% 이상, 0.03 질량% 이상, 0.04 질량% 이상, 0.05 질량% 이상, 0.06 질량% 이상 또는 0.08 질량% 이상으로 할 수도 있다.
- [0353] SnO_2 함유량도 외할 표시로 한다. 즉, SnO_2 , Sb_2O_3 , CeO_2 및 SO_3 이외의 전체 유리 성분의 산화물로서의 합계 함유량을 100.0 질량% 로 했을 때의 SnO_2 의 함유량은, 2.0 질량% 미만인 것이 바람직하고, 1.0 질량% 미만, 더욱 바람직하게는 0.9 질량% 이하, 0.8 질량% 이하, 0.7 질량% 이하, 0.6 질량% 이하, 0.5 질량% 이하, 0.4 질량% 이하, 0.3 질량% 이하, 0.2 질량% 이하, 0.1 질량% 의 순으로 보다 바람직하다. SnO_2 의 함

유량은 0 질량% 여도 된다. SnO₂ 함유량을 상기 범위로 함으로써 유리의 청징성을 개선할 수 있다.

[0354] CeO₂ 함유량도 외할 표시로 한다. 즉, CeO₂, Sb₂O₃, SnO₂ 및 SO₃ 이외의 전체 유리 성분의 산화물로서의 합계 함유량을 100.0 질량% 로 했을 때의 CeO₂ 함유량은, 2.0 질량% 미만인 것이 바람직하고, 1.0 질량% 미만, 더욱 바람직하게는 0.9 질량% 이하, 0.8 질량% 이하, 0.7 질량% 이하, 0.6 질량% 이하, 0.5 질량% 이하, 0.4 질량% 이하, 0.3 질량% 이하, 0.2 질량% 이하, 0.1 질량% 미만의 순으로 보다 바람직하다. CeO₂ 함유량은 0 질량% 여도 된다. CeO₂ 함유량을 상기 범위로 함으로써 유리의 청징성을 개선할 수 있다.

[0355] SO₃ 함유량도 외할 표시로 한다. 즉, SO₃, Sb₂O₃, SnO₂, CeO₂ 이외의 전체 유리 성분의 산화물로서의 합계 함유량을 100.0 질량% 로 했을 때의 SO₃ 함유량은, 바람직하게는 2.0 질량% 미만, 보다 바람직하게는 1.0 질량% 미만, 더욱 바람직하게는 0.5 질량% 미만, 한층 바람직하게는 0.1 질량% 미만의 범위이다. SO₃ 함유량은 0 질량% 여도 된다. SO₃의 함유량을 상기 범위로 함으로써 유리의 청징성을 개선할 수 있다.

[0356] <유리 물성>

[0357] (투과율 특성)

[0358] 상기 유리는, 근적외선 컷 필터용 유리로서 바람직하다. 본 발명 및 본 명세서에 있어서, 특별히 기재하지 않는 한, 「투과율」이란, 반사 손실을 포함하는 외부 투과율을 말하는 것으로 한다.

[0359] 근적외선 컷 능력에 대해서는, 파장 550 nm 이상에서 투과율이 50 % 가 되는 파장인 반치 λ_{T50} 을 지표로 할 수 있고, 파장 1200 nm 에 있어서의 투과율 T1200 을 지표로 할 수도 있고, 파장 1100 nm 에서 800 nm 의 범위에 있어서의 투과율의 평균값 (「Ave.T1100 - 800」 이라고 기재한다.) 을 지표로 할 수도 있고, 파장 750 nm 에 있어서의 투과율 T750 을 지표로 할 수도 있다.

[0360] 또, 상기 유리는, 가시역에 있어서 높은 투과율을 나타낼 수도 있다. 가시역에 있어서의 투과율에 대해서는, 파장 400 nm 에 있어서의 투과율 T400 을 지표로 할 수 있고, 파장 600 nm 에 있어서의 투과율 T600 을 지표로 할 수도 있다.

[0361] 유리의 투과율 특성은, 이하의 방법에 의해 구해지는 값이다.

[0362] 유리 샘플을, 서로 평행하고 또한 광학 연마된 평면을 갖도록 가공하고, 파장 200 ~ 1200 nm 에 있어서의 외부 투과율을 측정한다. 외부 투과율에는, 시료 표면에 있어서의 광선의 반사 손실도 포함된다.

[0363] 광학 연마된 일방의 평면에 수직으로 입사하는 광선의 강도를 강도 A 로 하고, 타방의 평면으로부터 출사하는 광선의 강도를 강도 B 로 하여, 반사 손실을 포함하는 분광 투과율 B/A 를 산출한다. 파장 550 nm 이상에서 분광 투과율이 50 % 가 되는 파장을 반치 λ_{T50} 으로 한다. 파장 400 nm 에 있어서의 분광 투과율을 T400, 파장 600 nm 에 있어서의 분광 투과율을 T600, 또, 파장 1200 nm 에 있어서의 분광 투과율을 T1200 으로 한다. 파장 1100 nm 내지 800 nm 의 범위에 있어서의 분광 투과율의 평균값을 Ave.T1100 - 800, 파장 750 nm 에 있어서의 분광 투과율을 T750 으로 한다.

[0364] 또, 측정 대상의 유리가 환산되는 두께의 유리가 아닌 경우에는, 그 유리의 두께를 d 로 하여, 이하의 식 A 에 의해, 각 파장 λ 에 있어서의 투과율을 환산하는 것으로 하고, 환산에 의해 얻어진 투과율 특성으로부터, 각종 환산값을 구할 수 있다.

[0365] 식 A : $T(\lambda) = (1 - R(\lambda))^2 \times \exp(\log_e((T_0(\lambda)/100)/(1 - R(\lambda))^2)) \times d/d_0 \times 100$

[0366] 식 A 중, T(λ) : 파장 λ 에 있어서의 환산 투과율 (%), T₀(λ) : 파장 λ 에 있어서의 실측 투과율 (%), d : 환산되는 두께 (mm), d₀ : 유리의 두께 (mm), $R(\lambda) = ((n(\lambda) - 1)/(n(\lambda) + 1))^2$ 로 나타내는, 파장 λ 에 있어서의 반사율, n(λ) : 파장 λ 에 있어서의 굴절률이다. 여기서, n(λ) = 1.51680, R(λ) = 0.042165 의 정수 (定數) 로 간주하여 계산한다.

[0367] 적색 영역의 투과율인 T600 의 값이 높고, 또한 근적외역의 투과율인 T1200 의 값이 낮은 것은, 가시역에 있어서의 투과율 향상과 근적외선 컷 능력 향상이 양립되어 있는 것을 의미할 수 있다. 또, 자색 영역의 투과율

인 T400 의 값이 높은 것도, 가시역에 있어서의 투과율이 향상되어 있는 것을 의미할 수 있다.

[0368] 이상의 관점에서, T400, T600 및 T1200 에 대해, 각각, 바람직한 범위는 이하와 같다.

[0369] T400 에 대해서는, 70 % 이상인 것이 바람직하고, 나아가서는, 71 % 이상, 72 % 이상, 73 % 이상, 74 % 이상, 75 % 이상, 76 % 이상, 77 % 이상, 78 % 이상, 79 % 이상, 80 % 이상의 순으로 보다 바람직하다. T400 은, 예를 들어 98 % 이하, 97 % 이하 또는 96 % 이하일 수 있지만, T400 이 보다 높은 것은 가시광 투과성이 보다 우수한 것을 의미한다고 할 수 있기 때문에, 상기 예시한 값을 상회하는 것도 바람직하다.

[0370] T600 에 대해서는, 50 % 이상인 것이 바람직하고, 나아가서는, 55 % 이상, 56 % 이상, 57 % 이상, 58 % 이상, 59 % 이상, 60 % 이상, 61 % 이상, 62 % 이상, 63 % 이상, 64 % 이상, 65 % 이상, 66 % 이상, 67 % 이상, 68 % 이상, 69 % 이상, 70 % 이상, 71 % 이상, 72 % 이상, 73 % 이상, 74 % 이상, 75 % 이상의 순으로 보다 바람직하다. T600 은, 예를 들어 90 % 이하, 85 % 이하 또는 80 % 이하일 수 있지만, T600 이 보다 높은 것은 가시광 투과성이 보다 우수한 것을 의미한다고 할 수 있기 때문에, 상기 예시한 값을 상회하는 것도 바람직하다.

[0371] T1200 에 대해서는, 30 % 이하인 것이 바람직하고, 29 % 이하, 28 % 이하, 27 % 이하, 26 % 이하, 25 % 이하, 24 % 이하, 23 % 이하, 22 % 이하, 21 % 이하, 20 % 이하, 19 % 이하, 18 % 이하, 17 % 이하, 16 % 이하, 15 % 이하, 14 % 이하, 13 % 이하, 12 % 이하, 11 % 이하, 10 % 이하, 9 % 이하, 8 % 이하, 7 % 이하, 6 % 이하, 5 % 이하, 4 % 이하, 3 % 이하, 2 % 이하, 1 % 이하의 순으로 보다 바람직하다. T1200 은, 가시광 투과율과의 양립을 목적으로 하여, 예를 들어 1 % 이상, 3 % 이상, 5 % 이상 또는 7 % 이상일 수 있지만, T1200 이 보다 낮은 것은 근적외선 컷 능력이 보다 우수한 것을 의미한다고 할 수 있기 때문에, 상기 예시한 값을 하회하는 것도 바람직하다.

[0372] 일 형태에서는, T1200 은, $\beta 1$ % 이하일 수도 있다.

[0373] $\beta 1$ 은 하기 식 B1 에 의해 산출된다. 식 B1 중, R 은 O/P 비율이다.

[0374] (식 B1)

[0375] $\beta 1 = 64 \times R - 170$

[0376] 또, 일 형태에서는, T1200 은, 이하 식 B2 ~ B6 에 나타내는 $\beta 2$, $\beta 3$, $\beta 4$, $\beta 5$, $\beta 6$ 에 나타내는 수치 이하일 수도 있다 (단위 : %). 하기 식 중, R 은 O/P 비율이다.

[0377] 식 B2 : $\beta 2 = 64 \times R - 175$

[0378] 식 B3 : $\beta 3 = 64 \times R - 180$

[0379] 식 B4 : $\beta 4 = 80 \times R - 220$

[0380] 식 B5 : $\beta 5 = 80 \times R - 224$

[0381] 식 B6 : $\beta 6 = 80 \times R - 228$

[0382] 파장 550 nm 이상에서 분광 투과율이 50 % 가 되는 파장인 반치 λ_{T50} 은, 600 nm 이상이 바람직하고, 610 nm 이상, 613 nm 이상, 615 nm 이상, 617 nm 이상, 620 nm 이상, 623 nm 이상, 625 nm 이상, 628 nm 이상의 순으로 보다 바람직하다. 반치 λ_{T50} 은, 650 nm 이하가 바람직하고, 나아가서는, 647 nm 이하, 645 nm 이하, 643 nm 이하, 641 nm 이하, 640 nm 이하, 639 nm 이하, 638 nm 이하의 순으로 보다 바람직하다. 파장 550 nm 이상에서 분광 투과율이 50 % 가 되는 파장인 반치 λ_{T50} 을, 소정 이하의 유리 두께로 달성할 수 있는 것은, 유리의 박육화와 근적외선 컷 능력 향상의 양립의 관점에서 바람직하다. 소정 이하의 유리 두께란, 바람직하게는 0.25 mm 이하이다.

[0383] 또 상기 유리는 근적외역의 흡수 특성이 우수한 점에서, 「Ave.T1100 - 800」 을 15 % 이하로 억제할 수 있다. 「Ave.T1100 - 800」 은, 14 % 이하인 것이 바람직하고, 13 % 이하, 12 % 이하, 11 % 이하, 10 % 이하, 9 % 이하, 8 % 이하, 7 % 이하, 6 % 이하, 5 % 이하, 4 % 이하, 3 % 이하, 2 % 이하, 1.3 % 이하, 1.0 % 이하, 0.3 % 이하, 0.1 % 이하, 0.03 % 이하, 0.01 % 이하의 순으로 보다 바람직하다.

[0384] 또, 상기 유리는 근적외역의 흡수 특성이 우수한 점에서, T750 을 25 % 이하로 억제할 수 있다. T750 은, 24 % 이하인 것이 바람직하고, 23 % 이하, 22 % 이하, 21 % 이하, 20 % 이하, 19 % 이하, 18 % 이하,

17 % 이하, 16 % 이하, 15 % 이하, 14 % 이하, 13 % 이하, 12 % 이하, 11 % 이하, 10 % 이하, 9 % 이하, 8 % 이하, 7 % 이하, 6 % 이하, 5 % 이하, 4 % 이하, 3 % 이하, 2 % 이하, 1.3 % 이하, 1.0 % 이하, 0.3 % 이하, 0.1 % 이하, 0.03 % 이하, 0.01 % 이하의 순으로 보다 바람직하다.

- [0385] 상기 유리는, 상세를 후술하는 바와 같이, 일 형태에서는, 두께가 0.25 mm 이하인 근적외선 컷 필터용 유리로서 사용할 수 있다.
- [0386] 상기 유리에 대해, 두께가 0.25 mm 이하인 박육화된 근적외선 컷 필터용 유리로서 바람직한 투과율 특성으로는, 하기 (a) ~ (h) 를 들 수 있다. 상기 유리는, 하기 (a) ~ (h) 의 1 개 이상을 만족하는 것이 바람직하고, 2 개 이상을 만족할 수도 있다. 앞서 설명한 유리 조성 조정을 실시함으로써, 바람직한 투과율 특성을 갖는 유리를 얻을 수 있다.
- [0387] (a) 파장 550 nm 이상에서 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이 633 nm 가 되는 유리의 두께가 0.25 mm 이하이고,
- [0388] 상기 두께에 있어서, 파장 600 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T600 이 50 % 이상이고, 또한 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 30 % 이하이다.
- [0389] 상기 (a) 에 대해, 파장 550 nm 이상에서 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이 633 nm 가 되는 유리의 두께는, 0.25 mm 이하이고, 근적외선 컷 필터의 두께에 대해 후술하는 두께 범위인 것이 보다 바람직하다. 이 점은, 하기 (b), (e) 및 (f) 에 대해서도 동일하다.
- [0390] (b) 파장 550 nm 이상에서 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장이 633 nm 가 되는 유리의 두께가 0.25 mm 이하이고,
- [0391] 상기 두께에 있어서, 파장 600 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T600 이 50 % 이상이고, 또한 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 $\beta 1$ % 이하이다. $\beta 1$ 은 하기 식 B1 로부터 산출되는 값이다. 식 B1 중, R 은, 상기 유리의 O/P 비율이다.
- [0392] (식 B1)
- [0393]
$$\beta 1 = 64 \times R - 170$$
- [0394] 앞서 기재한 바와 같이, T1200 은, 상기 $\beta 2$ % 이하, $\beta 3$ % 이하, $\beta 4$ % 이하, $\beta 5$ % 이하 또는 $\beta 6$ % 이하일 수도 있다.
- [0395] (c) 두께 0.11 mm 환산의 투과율 특성으로서, 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이 600 nm ~ 650 nm 의 범위에 있고, 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 30 % 이하이고, 또한 파장 400 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T400 이 70 % 이상이다.
- [0396] (d) 두께 0.21 mm 환산의 투과율 특성으로서, 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이 600 nm ~ 650 nm 의 범위에 있고, 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 25 % 이하이고, 또한 파장 400 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T400 이 70 % 이상이다.
- [0397] (e) 파장 550 nm 이상에서 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장이 645 nm 가 되는 유리의 두께가 0.25 mm 이하이고,
- [0398] 상기 두께에 있어서, 파장 600 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T600 이 50 % 이상이고, 또한 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 30 % 이하이다.
- [0399] (f) 파장 550 nm 이상에서 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이 645 nm 가 되는 유리의 두께가 0.25 mm 이하이고,
- [0400] 상기 두께에 있어서, 파장 600 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T600 이 50 % 이상이고, 또한 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 $\beta 1$ % 이하이고, $\beta 1$ 은 앞서 기재한 식 B1 에 의해 산출되는 값이다.
- [0401] (g) 두께 0.23 mm 환산의 투과율 특성으로서, 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이 600 nm ~ 650 nm 의 범위에 있고, 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이

18 % 이하이고, 또한 파장 400 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T400 이 70 % 이상이다.

[0402] (h) 두께 0.25 mm 환산의 투과율 특성으로서, 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장 λ_{T50} 이 600 nm ~ 650 nm 의 범위에 있고, 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 16 % 이하이고, 또한 파장 400 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T400 이 70 % 이상이다.

[0403] (내후성)

[0404] 상기 유리는, 앞서 설명한 조성을 가짐으로써, 우수한 내후성을 나타낼 수 있다. 내후성에 대해서는, 예를 들어, 후술하는 실시예에 기재된 방법에 의해 육안으로 평가되는 내후성의 평가 결과를 지표로 할 수 있고, 이러한 평가 결과가 S ~ D 중 어느 것인 것이 바람직하고, S ~ C 중 어느 것인 것이 보다 바람직하고, S ~ B 중 어느 것인 것이 더욱 바람직하고, S 또는 A 인 것이 한층 바람직하고, S 인 것이 보다 한층 바람직하다.

[0405] 또한, 내후성에 대해서는, 헤이즈미터에 의해 측정되는 헤이즈(Haze) 값을 지표로 할 수도 있다. 보다 한층 내후성이 우수한 유리로는, 헤이즈값이 15 % 이하인 유리를 들 수 있다.

[0406] 내후성에 대해서는, 상기의 육안으로 평가되는 평가 결과가 S 또는 A 로서 (바람직하게는 S 로서), 또한 헤이즈미터에 의해 측정되는 헤이즈값이 15 % 이하인 것이, 더 한층 바람직하다.

[0407] (유리 전이 온도 Tg, 용해에 의한 흡열 반응이 수속되는 온도 Tm)

[0408] 상기 유리의 유리 전이 온도는, 특별히 한정되지 않지만, 유리의 용융성을 개선함으로써 유리의 단파장영역의 투과율을 높이는 관점, 및 어닐로나 성형 장치에 대한 부담 경감의 관점에서는, Tg 는, 450 °C 이하인 것이 바람직하고, 나아가서는, 440 °C 이하, 430 °C 이하, 420 °C 이하, 410 °C 이하, 400 °C 이하의 순으로 보다 바람직하다. 유리의 화학적 내구성 및/또는 내열성을 높이는 관점에서, Tg 는 250 °C 이상인 것이 바람직하고, 나아가서는 260 °C 이상, 270 °C 이상, 280 °C 이상, 290 °C 이상, 300 °C 이상의 순으로 보다 바람직하다.

[0409] 유리의 Tg 의 값은, Li₂O 나 Na₂O, K₂O 의 함유량이나 그 합계 함유량, ZnO 함유량, MgO 함유량이나 Al₂O₃ 함유량이나 그 합계 함유량의 조정 등에 의해 제어할 수 있다.

[0410] 상기 유리의 용해에 의한 흡열 반응이 수속되는 온도 Tm 은, 특별히 한정되지 않지만, Tm 이 낮을수록 용해성이 양호해지고, 보다 고점도에서의 성형을 실시해도 유리 중에 실투가 발생하지 않는 경향이 있다. 또, 용해성이 양호해질수록 유리의 단파장영역의 가시역에 있어서의 투과율을 높일 수 있는 경향이 있다. 이들의 관점에서는, Tm 은, 890 °C 이하인 것이 바람직하고, 나아가서는, 880 °C 이하, 870 °C 이하, 860 °C 이하, 850 °C 이하, 840 °C 이하, 830 °C 이하, 820 °C 이하, 810 °C 이하, 800 °C 이하, 790 °C 이하, 780 °C 이하, 770 °C 이하, 760 °C 이하, 750 °C 이하, 740 °C 이하, 730 °C 이하, 720 °C 이하, 710 °C 이하, 700 °C 이하, 690 °C 이하, 680 °C 이하, 670 °C 이하, 660 °C 이하, 650 °C 이하의 순으로 보다 바람직하다. Tm 의 하한은 특별히 한정되지 않지만, Tm 이 지나치게 낮은 것에 의해 유리의 내후성이 저하되는 경향도 있기 때문에, Tm 은, 500 °C 이상, 550 °C 이상, 580 °C 이상, 600 °C 이상, 620 °C 이상, 640 °C 이상일 수도 있다.

[0411] 유리의 Tm 의 값은, Li₂O 나 Na₂O, K₂O 의 함유량이나 그 합계 함유량, ZnO 함유량, MgO 함유량이나 Al₂O₃ 함유량이나 그 합계 함유량의 조정 등에 의해 제어할 수 있다.

[0412] (비중)

[0413] 근적외선 컷 필터가 경량인 것은, 이 필터가 장착되는 소자나 장치의 경량화로 연결되기 때문에 바람직하다. 이 점에서, 상기 유리의 비중은, 3.40 이하인 것이 바람직하고, 나아가서는, 3.35 이하, 3.30 이하, 3.25 이하, 3.20 이하, 3.15 이하, 3.10 이하, 3.05 이하, 3.00 이하, 2.95 이하, 2.90 이하, 2.85 이하, 2.80 이하, 2.75 이하, 2.70 이하, 2.65 이하, 2.60 이하의 순으로 보다 바람직하다.

[0414] 비중은, 예를 들어 2.0 이상 또는 2.4 이상일 수 있지만, 상기 관점에서 비중이 낮은 것은 바람직하기 때문에, 여기에 예시한 값을 하회하는 것도 바람직하다.

[0415] (몰 체적)

[0416] 유리의 몰 체적 M/D 에 대해서는, 특별히 한정되지 않지만, 단위 체적당 CuO 량을 많게 함으로써 근적외선 흡수능력을 높이는 관점에서는, 유리의 몰 체적은, 보다 작은 것이 바람직하다. 몰 체적은, P₂O₅, La₂O₃, Y₂O₃, Gd₂O₃, BaO, K₂O 등을 Li₂O 로 치환하면 작게 할 수 있고, Al₂O₃ 이나 CuO, Na₂O 를 Li₂O 로 치환하면, 약간 작게

할 수 있다. 한편 CaO, ZnO, SrO 를 Li_2O 로 치환해도 몰 체적은 크게 변화하지 않고, MgO 를 Li_2O 로 치환하면 몰 체적이 증가하는 경향이 있다. 이들의 경향을 감안하여 유리 조성을 조정함으로써, 유리의 몰 체적을 조정할 수 있다. 몰 체적은, 45 cc/몰 이하인 것이 바람직하고, 43 cc/몰 이하, 42 cc/몰 이하, 41 cc/몰 이하, 40 cc/몰 이하, 39.5 cc/몰 이하, 39.0 cc/몰 이하, 38.5 cc/몰 이하, 38.0 cc/몰 이하, 37.5 cc/몰 이하의 순으로 보다 바람직하다.

[0417] 한편, 유리의 내후성을 유지하는 관점에서는 몰 체적을 크게 할 수도 있고, 이 점에서, 상기 유리의 몰 체적은, 34.0 cc/몰 이상일 수 있고, 35.0 cc/몰 이상, 36.0 cc/몰 이상, 36.5 cc/몰 이상, 37.0 cc/몰 이상, 37.5 cc/몰 이상, 38.0 cc/몰 이상, 38.5 cc/몰 이상, 39.0 cc/몰 이상, 39.5 cc/몰 이상일 수도 있다.

[0418] <유리의 제조 방법>

[0419] 상기 유리는, 각종 유리 원료를 조합, 용융, 성형함으로써 얻을 수 있다. 제조 방법에 대해서는, 후술하는 기재도 참조할 수 있다.

[0420] 상기 근적외선 흡수 유리는, 근적외선 컷 필터용 유리로서 바람직하다. 또, 상기 근적외선 흡수 유리는, 근적외선 컷 필터 이외의 광학 소자 (렌즈 등) 에도 적용할 수 있고, 그 밖에, 여러 가지 유리체의 제품에 대해 적용 가능하고, 여러 가지 변형도 가능하다.

[0421] [근적외선 컷 필터]

[0422] 본 발명의 일 양태는, 상기 근적외선 흡수 유리로 이루어지는 근적외선 컷 필터 (이하, 간단히 「필터」 라고도 기재한다.) 에 관한 것이다.

[0423] 상기 필터를 구성하는 유리에 대해서는 앞서 기재한 바와 같다.

[0424] 이하에, 상기 필터의 제조 방법의 구체예에 대해 설명한다. 단, 이하의 제조 방법은 예시로서, 본 발명을 한정하는 것은 아니다.

[0425] 용융 유리를, 인산염, 산화물, 탄산염, 질산염, 황산염, 불화물 등의 유리 원료를 적절히 사용하여, 원하는 조성이 되도록 원료를 칭량하고, 혼합한 후, 백금제 도가니 등의 용융 용기 중에서, 예를 들어 800 °C ~ 1100 °C 에서 용해시킨다. 그 때, 휘발성 성분의 휘발을 억제하기 위해서 백금 등의 덮개를 사용할 수도 있다. 또, 용융은 대기 중에서 실시할 수 있고, Cu 의 가수 변화를 억제하기 위해서, 산소 분위기로 하거나, 용융 유리 중에 산소를 버블링할 수도 있다. 용융 상태의 유리는, 교반 및 청징에 의해 기포가 저감된 (바람직하게는 기포를 포함하지 않는) 균질화된 용융 유리가 된다. 또한 유리를 900 °C ~ 1100 °C 에서 청징한 후, 유리의 산화를 촉진하기 위해서 유리를 800 °C ~ 1000 °C 로 강온한 후에 유리를 얻을 수도 있다. 단 용해 온도나 청징 온도가 장시간 유리의 액상 온도를 하회하는 것은 바람직하지 않다.

[0426] 용융 상태의 유리를 교반 및 청징을 실시한 후, 유리를 흘리기 시작하고, 서랭한 후, 원하는 형상으로 성형한다. 유리를 흘리기 시작할 때는 액상 온도 부근의 온도까지 강온하고, 유리의 점도를 높이고 나서 실시하면, 흘리기 시작한 유리의 대류가 일어나기 어렵고, 맥리가 생기기 어렵기 때문에 바람직하다. 서랭 속도로는, -50 °C/hr ~ -1 °C/hr 사이의 속도를 선택할 수 있고, -30 °C/hr 이나 -10 °C/hr 을 선택할 수도 있다.

[0427] 유리의 성형 방법으로는, 캐스트, 파이프 유출, 롤, 프레스 등의 공지된 방법을 사용할 수 있다. 성형된 유리는 미리 유리의 전이점 부근에 가열된 어닐로로 옹기고, 실온까지 서랭된다. 이렇게 하여, 근적외선 컷 필터를 제조할 수 있다.

[0428] 성형 방법의 일례에 대해, 이하에 설명한다. 평탄하고 또한 수평인 바닥면과, 이 바닥면을 사이에 두고 서로 평행하게 대향하는 1 쌍의 측벽과, 1 쌍의 측벽 사이에 위치하는 일방의 개구부를 막는 두판에 의해 구성된 주형을 준비한다. 이 주형에 백금 합금제의 파이프로부터 일정한 유출 스피드로 균질화된 용융 유리를 주입 (鑄入) 한다. 주입된 용융 유리는 주형 내에 퍼져, 1 쌍의 측벽에 의해 일정한 폭으로 규제된 유리판으로 성형된다. 성형된 유리판은, 주형의 개구부로부터 연속적으로 인출되어 간다. 여기서 주형의 형상, 치수, 용융 유리의 유출 스피드 등의 성형 조건을 적절히 설정함으로써, 대판 (大判) 또한 두께가 두꺼운 유리 블록을 성형할 수 있다. 성형된 유리 성형체는, 미리 유리 전이 온도 부근으로 가열된 어닐로에 옮겨져, 실온까지 서랭된다. 서랭에 의해 변형이 제거된 유리 성형체에는, 슬라이스, 연삭, 연마 가공 등의 기계 가공이 실시된다. 이렇게 하여, 판상, 렌즈 형상 등의 용도에 따른 형상의 근적외선 컷 필터를 얻을 수 있다.

또는, 상기 유리로 이루어지는 프리폼을 성형하고, 이 프리폼을 가열, 연화시켜 프레스 성형하는 방법 (특히 광학 기능면에 연삭, 연마 등의 기계 가공을 실시하지 않고 최종 제품을 프레스 성형하는 정밀 프레스 성형법) 등도 사용 가능하다. 필터의 표면에는 필요에 따라 광학 다층막을 형성해도 된다.

- [0429] 상기 근적외선 컷 필터는, 우수한 근적외선 컷 능력과 가시역에 있어서의 높은 투과율을 겸비할 수 있다. 이러한 근적외선 컷 필터에 의하면, 반도체 촬상 소자의 색감도 보정을 양호하게 실시할 수 있다.
- [0430] 또, 상기 근적외선 컷 필터는, 반도체 이미지 센서와 조합함으로써, 촬상 장치에 적용하는 것이 가능하다. 반도체 이미지 센서는, 패키지 내에 CCD 나 CMOS 등의 반도체 촬상 소자를 장착하고, 수광부를 투광성 부재로 커버한 것이다. 투광성 부재를 근적외선 컷 필터가 겸할 수도 있고, 투광성 부재를 근적외선 컷 필터와는 별개의 것으로 할 수도 있다.
- [0431] 상기 촬상 장치는, 반도체 이미지 센서의 수광면에 피사체의 이미지를 결상하기 위한 렌즈, 또는 프리즘 등의 광학 소자를 구비할 수도 있다.
- [0432] 또, 상기 근적외선 컷 필터에 의하면, 색감도 보정이 양호하게 이루어져, 우수한 화질의 화상을 얻는 것이 가능한 촬상 장치를 제공할 수 있다.
- [0433] 상기 근적외선 컷 필터는, 일 형태에서는, 두께가 0.25 mm 이하인 근적외선 컷 필터일 수 있다. 최근, 스마트폰의 등장에 의해, 촬상 소자의 카메라 두께의 감소 경향이 현저하고, 이에 수반하여 근적외선 컷 필터에도 보다 얇은 두께로 성능을 발휘할 것이 요망되고 있다. 그러한 근적외선 컷 필터로서도, 상기 근적외선 컷 필터는 바람직하다. 상기 근적외선 컷 필터의 두께는, 0.24 mm 이하, 0.23 mm 이하, 0.22 mm 이하, 0.21 mm 이하, 0.20 mm 이하, 0.19 mm 이하, 0.18 mm 이하, 0.17 mm 이하, 0.16 mm 이하, 0.15 mm 이하, 0.14 mm 이하, 0.13 mm 이하 또는 0.12 mm 이하일 수 있다. 상기 근적외선 컷 필터의 두께는, 예를 들어 0.21 mm 또는 0.11 mm 일 수 있다. 또, 상기 근적외선 컷 필터의 두께는, 예를 들어 0.50 mm 이상일 수 있지만, 이것에 한정되는 것은 아니다. 본 발명 및 본 명세서에 있어서, 「두께」란, 투과율을 측정하는 영역의 시료의 두께를 말하는 것으로 하고, 시크니스 게이지나 마이크로미터 등에 의해 측정할 수 있다. 예를 들어, 투과광이 통과하는 위치의 거의 중심부의 두께를 측정해도 되고, 또는 투과광의 스폿 내에서 복수점의 두께를 측정하고, 그 평균값을 취해도 된다.
- [0434] 상기 근적외선 컷 필터의 투과율 특성에 대해서는, 유리 1 ~ 6 에 관한 앞의 기재를 참조할 수 있다. 또, 상기 근적외선 컷 필터의 물성에 대해서도, 유리 1 ~ 6 에 관한 앞의 기재를 참조할 수 있다.
- [0435] 실시예
- [0436] 이하에, 본 발명을 실시예에 의해 더욱 상세하게 설명한다. 단, 본 발명은 실시예의 형태에 한정되는 것은 아니다.
- [0437] [실시예 1 ~ 66, 비교예 X, A ~ D]
- [0438] 유리 원료로서, 인산염, 불화물, 탄산염, 질산염, 산화물 등을, 표 1 에 나타내고 있는 조성의 유리가 150 g ~ 300 g 얻어지도록 칭량 혼합하고, 백금제 도가니 중 또는 석영 도가니 중에 투입하고, 800 ℃ ~ 1000 ℃ 에서, 80 분 ~ 100 분 용해시키고, 교반하고 탈포, 균질화를 실시한 후, 예열한 금형에 흘리기 시작하여, 소정 형상으로 성형하였다. 얻어진 유리 성형체를 유리 전이 온도 부근으로 가열한 어닐로로 옮기고, 실온까지 서랭하였다. 얻어진 유리로부터 테스트 피스를 잘라내고, 양면을 경면 연마하여 두께 약 0.2 mm 로 한 후, 이하의 방법에 의해 각종 평가를 실시하였다.
- [0439] [평가 방법]
- [0440] <투과율 특성>
- [0441] 각 테스트 피스의 파장 200 ~ 1200 nm 의 투과율을 분광 광도계를 사용하여 측정하였다. 측정 결과로부터, 반치 645 nm 환산, 반치 633 nm 환산, 두께 0.11 mm 환산, 두께 0.21 mm 환산, 두께 0.23 mm 환산 및 두께 0.25 mm 환산의 값으로서, 반치 (단위 : nm), T400, T600, T1200, Ave.T1100 - 800 (단위 : %) 을 구하였다.
- [0442] <유리 전이 온도 Tg, 용해에 의한 흡열 반응이 수속되는 온도 Tm>
- [0443] Rigaku 사 제조의 시차 주사 열량 분석 장치 (DSC8270) 를 사용하여, 승온 속도 10 ℃/분으로 하여 유리 전이 온도 Tg 및 용해에 의한 흡열 반응이 수속되는 온도 Tm 을 측정하였다. 측정 온도 범위는 실온 내지 1050

℃ 의 범위로 하였다.

- [0444] < 비중 >
- [0445] 아르키메데스법에 의해 비중을 측정하였다.
- [0446] < 물 체적 >
- [0447] 측정된 비중의 값으로부터, 앞서 기재된 방법에 의해 물 체적을 산출하였다.
- [0448] < 내후성의 평가 구분 >
- [0449] 각 테스트 피스를, 온도 85 ℃ 상대습도 85 % 의 항온 항습조 내에 3.5 시간 유지하였다. 그 후, 각 테스트 피스를 형광등하의 육안에 의한 외관 평가에 부여하였다. 평가 결과로부터, 이하의 기준에 의해 내후성을 평가하였다.
- [0450] S : 표면에 관찰되는 흐림 및/또는 석출물은 극히 정도이다.
- [0451] A : 표면에 관찰되는 흐림 및/또는 석출물은 정도이다.
- [0452] B : 표면에 약간 강한 흐림이 관찰되거나, 및/또는 석출물이 발생하고 있다.
- [0453] C : 조해를 나타내는 표면의 젖음이 관찰되지만 정도이거나, 및/또는 두께를 띤 석출물이 발생하고 있다.
- [0454] D : 분명한 판두께 감소는 관찰되지 않을 정도의 조해, 및/또는 소(素)유리를 덮는 석출물이 발생하고 있다.
- [0455] E : 분명한 판두께 감소를 관찰할 수 있을 정도의 조해, 및/또는 소유리가 보이지 않게 될 정도의 석출물이 발생하고 있다.

[0456] [표 1-1]

실시예 비교예 No	P ₂ O ₅ (mol%)	Li ₂ O (mol%)	CuO (mol%)	Al ₂ O ₃ (mol%)	Y ₂ O ₃ (mol%)	La ₂ O ₃ (mol%)	Gd ₂ O ₃ (mol%)	Na ₂ O (mol%)	K ₂ O (mol%)	MgO (mol%)	CaO (mol%)	SrO (mol%)	BaO (mol%)	ZnO (mol%)
실시예 1	61.36	10.15	26.31	1.45	0.50	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 2	59.16	10.34	26.80	1.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.22	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 3	60.04	10.50	27.21	1.50	0.52	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 4	57.87	10.67	27.65	1.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.29	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 5	58.76	10.83	28.08	1.55	0.54	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 6	57.56	11.15	28.90	1.60	0.55	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 7	56.61	10.99	28.48	1.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.35	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 8	57.72	7.87	30.59	0.00	2.68	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 9	56.73	10.31	30.06	0.00	2.03	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 10	57.22	9.10	30.32	0.00	2.36	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 11	58.23	6.62	30.86	0.00	3.01	1.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 12	56.24	11.50	29.81	0.00	1.72	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 13	56.24	11.50	29.81	0.00	1.47	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 14	56.24	11.50	29.81	0.00	1.96	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 15	56.24	11.50	29.81	0.00	2.20	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 16	56.24	11.50	29.81	0.00	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 17	56.24	11.50	29.80	0.83	1.14	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 18	56.24	11.50	29.80	1.23	0.86	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 19	56.24	11.50	29.80	0.42	1.43	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 20	56.24	11.50	29.80	1.65	0.25	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 21	56.24	11.50	29.80	1.65	0.57	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 22	56.24	11.50	29.80	2.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 23	55.33	16.23	24.40	1.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.42	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 24	55.33	11.31	28.32	1.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.42	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 25	56.24	11.50	21.44	1.65	0.57	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.37	0.00
실시예 26	56.24	11.50	22.48	1.65	0.57	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.33	0.00
실시예 27	56.24	20.55	20.76	1.65	0.57	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 28	56.24	19.87	21.44	1.65	0.57	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예 29	53.59	15.72	23.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.35	0.00	0.00	4.71	0.00
실시예 30	53.59	15.72	23.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.70	0.00	0.00	2.35	0.00

[0457]

[0458] [표 1-2]

실시예 비교예No	P ₂ O ₅ (mol%)	Li ₂ O (mol%)	CuO (mol%)	Al ₂ O ₃ (mol%)	Y ₂ O ₃ (mol%)	La ₂ O ₃ (mol%)	Gd ₂ O ₃ (mol%)	Na ₂ O (mol%)	K ₂ O (mol%)	MgO (mol%)	CaO (mol%)	SrO (mol%)	BaO (mol%)	ZnO (mol%)
실시예31	53.59	9.23	23.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.55	0.00	0.00	0.00
실시예32	53.59	9.23	23.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.55	0.00	0.00	0.00
실시예33	53.59	9.23	23.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.55	0.00
실시예34	56.35	9.71	31.37	2.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예35	54.44	15.97	24.01	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.78	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예36	55.27	11.75	30.46	1.68	0.58	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예37	54.34	11.56	29.97	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.48	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예38	57.72	10.66	25.97	5.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예39	54.63	10.09	32.61	2.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예40	54.17	12.04	31.21	1.73	0.60	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예41	53.19	12.30	31.88	1.76	0.61	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예42	55.89	16.92	21.29	5.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예43	55.89	22.72	15.49	5.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예44	52.07	8.48	26.70	2.25	0.00	0.00	0.00	2.56	5.11	0.83	0.00	0.00	1.64	0.37
실시예45	55.42	22.23	15.48	5.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96
실시예46	52.18	12.56	32.56	1.80	0.62	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예47	52.89	23.50	16.37	6.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.02
실시예48	50.85	25.32	17.26	6.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예49	50.32	24.78	17.26	6.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.07
실시예50	51.36	5.60	26.83	1.48	0.00	0.00	0.00	4.28	8.57	0.54	0.00	0.00	1.08	0.25
실시예51	52.52	21.41	14.07	5.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.33
실시예52	49.60	19.99	13.70	5.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.40
실시예53	56.24	8.50	32.80	1.65	0.57	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예54	56.24	5.50	35.80	1.65	0.57	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예55	56.24	2.50	38.80	1.65	0.57	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예56	53.66	15.03	14.16	3.98	0.00	0.00	0.00	2.71	5.42	1.46	0.00	0.00	2.92	0.66
실시예57	52.92	12.01	14.23	3.18	0.00	0.00	0.00	4.54	9.09	1.17	0.00	0.00	2.33	0.52
실시예58	52.16	8.95	14.31	2.37	0.00	0.00	0.00	6.40	12.79	0.87	0.00	0.00	1.74	0.39
실시예59	53.59	15.72	23.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.05	0.00	0.00	0.00	0.00
실시예60	53.59	9.23	23.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.55
비교예A	50.67	2.76	14.45	0.73	0.00	0.00	0.00	10.15	20.30	0.27	0.00	0.00	0.54	0.12
비교예B	53.59	19.30	27.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
비교예C	53.59	12.73	33.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
비교예D	53.59	22.77	23.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
비교예D	36.07	23.63	9.87	3.32	0.00	0.00	0.00	0.00	10.45	2.74	5.31	1.99	6.61	0.00

[0459]

[0460] [표 1-3]

실시예 비교예 No	P ₂ O ₅ (mol%)	L ₂ O (mol%)	CuO (mol%)	Al ₂ O ₃ (mol%)	Y ₂ O ₃ (mol%)	La ₂ O ₃ (mol%)	Gd ₂ O ₃ (mol%)	Na ₂ O (mol%)	K ₂ O (mol%)	MgO (mol%)	CaO (mol%)	SrO (mol%)	BaO (mol%)	ZnO (mol%)
실시예61	51.65	1.09	16.9	1.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.63	0.00
실시예62	51.16	1.10	16.2	1.50	0.44	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.40	0.00
실시예63	53.00	1.28	17.7	2.97	0.00	0.00	0.00	0.00	2.63	0.00	0.00	0.00	22.34	0.00
실시예64	51.16	1.16	20.7	1.50	0.44	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.85	0.00
실시예65	50.60	0.40	17.8	2.80	0.46	0.21	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	26.89	0.00
실시예66	50.79	0.40	17.82	1.53	0.99	0.46	0.00	0.00	0.78	0.00	0.00	0.00	27.19	0.00

[0461]

[0462] [표 2-1]

실시예 비교예 No	B ₂ O ₃ (mol%)	SO ₂ (mol%)	Ta ₂ O ₅ (mol%)	TiO ₂ (mol%)	ZrO ₂ (mol%)	Nb ₂ O ₅ (mol%)	WO ₃ (mol%)	B ₁₂ O ₃ (mol%)	Cs ₂ O (mol%)	V ₂ O ₅ (mol%)	합계 (mol%)	몰 분자량 M(g/mol)	비중 (g/cc)	물 체적 (cc/mol)	주요 카티온의 군에서 선택되는 카티온 성분의 수	O/P 비율	주요 카티온의 산화물의 합계 함유량 (mol%)	O 이온 함유량 (이온%)
실시예1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	114.39	2.78	41.103	6	2.850	100.00	100.00
실시예2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	110.79	2.78	39.923	5	2.870	100.00	100.00
실시예3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	113.45	2.80	40.517	6	2.870	100.00	100.00
실시예4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	109.80	2.80	39.202	5	2.890	100.00	100.00
실시예5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	112.54	2.82	39.908	6	2.890	100.00	100.00
실시예6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	111.68	2.84	39.379	6	2.910	100.00	100.00
실시예7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	108.84	2.82	38.583	5	2.911	100.00	100.00
실시예8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	118.39	2.94	40.269	5	2.933	100.00	100.00
실시예9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	114.93	2.91	39.537	5	2.933	100.00	100.00
실시예10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	116.85	2.93	39.866	5	2.933	100.00	100.00
실시예11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	120.17	2.95	40.579	5	2.933	100.00	100.00
실시예12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	113.25	2.89	39.132	5	2.933	100.00	100.00
실시예13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	113.49	2.90	39.149	5	2.933	100.00	100.00
실시예14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	113.01	2.89	39.117	5	2.933	100.00	100.00
실시예15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	112.76	2.88	39.140	5	2.933	100.00	100.00
실시예16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	112.51	2.88	39.122	4	2.933	100.00	100.00
실시예17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	112.00	2.88	38.914	6	2.933	100.00	100.00
실시예18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	111.36	2.87	38.843	6	2.933	100.00	100.00
실시예19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	112.62	2.89	39.023	6	2.933	100.00	100.00
실시예20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	111.06	2.87	38.697	6	2.933	100.00	100.00
실시예21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	110.74	2.86	38.719	6	2.933	100.00	100.00
실시예22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	109.48	2.84	38.522	4	2.933	100.00	100.00
실시예23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	105.42	2.77	38.113	5	2.933	100.00	100.00
실시예24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	107.86	2.84	38.020	5	2.933	100.00	100.00
실시예25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	116.92	2.95	39.606	7	2.933	100.01	100.00
실시예26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	116.15	2.94	39.494	7	2.933	100.01	100.00
실시예27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	106.25	2.73	38.862	6	2.933	100.01	100.00
실시예28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	106.59	2.74	38.957	6	2.933	100.01	100.00
실시예29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	107.73	2.87	37.602	5	2.933	100.00	100.00
실시예30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	105.07	2.81	37.378	5	2.933	100.00	100.00

[0463]

[0464] [표 2-2]

실시예 비교예 No	B ₂ O ₃ (mol%)	SiO ₂ (mol%)	Ta ₂ O ₅ (mol%)	TiO ₂ (mol%)	ZrO ₂ (mol%)	Nb ₂ O ₅ (mol%)	WO ₃ (mol%)	Bi ₂ O ₃ (mol%)	Ce ₂ O (mol%)	V ₂ O ₅ (mol%)	함께 (mol%)	물 분자량 M(g/mol)	비중 (g/cc)	물 제적 (cc/mol)	주요 카티온의 균에서 선택되는 카티온 성분의 수	O/P비율	주요 카티온의 산화물의 함께 함유량 (mol%)	O 이온 함유량 (니온%)
실시예31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	105.22	2.80	37.606	4	2.933	100.00	100.00
실시예32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	111.66	2.98	37.446	4	2.933	100.00	100.00
실시예33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	118.40	3.09	38.316	4	2.933	100.00	100.00
실시예34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	110.46	2.87	38.448	4	2.933	100.00	100.00
실시예35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	103.89	2.76	37.601	5	2.933	100.00	100.00
실시예36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	110.05	2.87	38.305	6	2.950	100.00	100.00
실시예37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	107.11	2.85	37.530	5	2.951	100.00	100.00
실시예38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	111.54	2.83	39.440	4	2.964	100.00	100.00
실시예39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	109.22	2.90	37.677	4	2.964	100.00	100.00
실시예40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	109.27	2.90	37.730	6	2.971	100.00	100.00
실시예41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	108.56	2.91	37.256	6	2.960	100.00	100.00
실시예42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	107.34	2.77	38.794	4	3.000	100.00	100.00
실시예43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	104.46	2.68	38.935	4	3.000	100.00	100.00
실시예44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	109.52	2.88	38.095	9	3.004	100.00	100.00
실시예45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	104.43	2.70	38.676	5	3.009	100.00	100.00
실시예46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	107.85	2.94	36.745	6	3.010	100.00	100.00
실시예47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	102.28	2.73	37.494	5	3.063	100.00	100.00
실시예48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	100.17	2.74	36.560	4	3.113	100.00	100.00
실시예49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	100.13	2.76	36.253	5	3.124	100.00	100.00
실시예50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	110.24	2.85	38.685	9	3.002	100	100.00
실시예51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	103.07	2.76	37.414	5	3.060	100	100.00
실시예52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	101.91	2.83	36.019	5	3.115	100	100.00
실시예53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	112.23	2.93	38.290	6	2.933	100.00	100.00
실시예54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	113.72	2.95	38.509	6	2.933	100.00	100.00
실시예55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	115.21	2.97	38.751	6	2.933	100.00	100.00
실시예56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	108.37	2.75	39.421	9	3.006	100.00	100.00
실시예57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	108.12	2.73	40.046	9	3.005	100	100.00
실시예58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	109.89	2.70	40.670	9	3.004	100	100.00
실시예59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	102.41	2.76	37.091	4	2.933	100.00	100.00
실시예60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	108.65	2.90	37.505	4	2.933	100.00	100.00
비교예 X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	111.44	2.66	41.958	9	3.001	100	100.00
비교예 A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	103.40	2.79	37.113	3	2.933	100	100.00
비교예 B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	106.66	2.89	36.882	3	2.933	100	100.00
비교예 C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	101.67	2.73	37.243	3	2.933	100	100.00
비교예 D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	95.52	2.95	32.413	9	3.478	99.99	100.00

[0465]

[0466] [표 2-3]

실시예 비교예 No	B ₂ O ₃ (mol%)	SiO ₂ (mol%)	Ta ₂ O ₅ (mol%)	TiO ₂ (mol%)	ZrO ₂ (mol%)	Nb ₂ O ₅ (mol%)	WO ₃ (mol%)	Bi ₂ O ₃ (mol%)	Cs ₂ O (mol%)	V ₂ O ₅ (mol%)	합계 (mol%)	몰 분자량 M(g/mol)	비중 (g/cc)	몰 체적 (cc/mol)	주요 카티온의 군에서 선택되는 카티온 성분 수	O/P비율	주요 카티온의 산화물의 합계 함유량 (mol%)	O이온 함유량 (0.1분%)
실시예61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.0	132.70	3.40	39.03	5	3.00	100	100.00
실시예62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.0	134.06	3.42	39.24	7	3.02	100	100.00
실시예63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.0	129.49	3.25	39.84	6	3.00	100	100.00
실시예64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.0	130.67	3.39	38.55	7	3.02	100	100.00
실시예65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.0	132.70	3.39	39.14	8	3.06	100	100.00
실시예66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.0	134.10	3.43	39.10	8	3.04	100	100.00

[0467]

[0468] [표 3-1]

실시예 비교예No	MgO·Al ₂ O ₃ (mol%)	(Na ₂ O·H ₂ O-ZnO)/Li ₂ O	O(P)	O(Chers)	O(P)- O(Chers)	A ₁ ²⁺ (O(P)-O(Chers)) × Cu	A ₂ ²⁺ (O(P)-O(Chers)) × C	C (mmol/sec)	α ₁ ²⁺ 70000 × exp(-2.855 × R)	α ₂ ²⁺ 76522 × exp(-2.855 × R)	C-3200 × exp(-2.278 × R)	C-3478 × exp(-2.278 × R)
실시예1	1.45	0.00	306.788	42.994	283.794	694.68	1688.85	6.40	20.98	22.37	1.96	1.14
실시예2	3.69	0.00	295.808	43.795	292.011	6754.91	1696.23	6.73	19.45	21.14	2.10	1.70
실시예3	1.30	0.00	300.182	44.464	255.718	6955.24	1717.61	6.72	19.44	21.13	2.09	1.69
실시예4	3.81	0.00	288.862	45.177	244.685	6751.70	1722.29	7.05	18.36	19.66	2.63	2.25
실시예5	1.55	0.00	293.692	45.680	247.842	6862.41	1744.69	7.04	18.36	19.65	2.61	2.23
실시예6	1.60	0.00	297.781	47.224	240.557	6852.94	1755.65	7.24	17.34	18.65	3.11	2.75
실시예7	3.32	0.00	283.159	46.529	236.630	6785.74	1745.78	7.38	17.31	18.61	3.18	2.79
실시예8	0.00	0.00	288.664	46.934	238.650	7895.89	1812.77	7.60	16.27	17.69	3.59	3.23
실시예9	0.00	0.00	293.628	46.077	234.552	7051.38	1763.51	7.60	16.27	17.69	3.59	3.24
실시예10	0.00	0.00	296.685	46.502	236.953	7174.03	1799.55	7.81	16.27	17.69	3.59	3.24
실시예11	0.00	0.00	291.127	46.374	240.752	7425.10	1826.76	7.98	16.27	17.69	3.57	3.22
실시예12	0.00	0.00	291.214	46.660	232.554	6931.77	1771.40	7.62	16.27	17.69	3.50	3.25
실시예13	0.00	0.00	291.214	46.660	232.554	6931.77	1770.90	7.61	16.27	17.69	3.50	3.25
실시예14	0.00	0.00	291.214	46.660	232.554	6931.77	1772.07	7.62	16.27	17.69	3.50	3.25
실시예15	0.00	0.00	291.214	46.660	232.554	6931.77	1771.03	7.62	16.27	17.69	3.50	3.25
실시예16	0.00	0.00	291.214	46.660	232.554	6931.77	1771.63	7.62	16.27	17.69	3.50	3.25
실시예17	0.83	0.00	281.150	46.681	232.509	6925.83	1760.78	7.66	16.26	17.67	3.54	3.30
실시예18	1.23	0.00	281.150	46.681	232.509	6925.83	1764.07	7.67	16.26	17.67	3.56	3.31
실시예19	0.42	0.00	281.150	46.681	232.509	6925.83	1775.82	7.64	16.26	17.67	3.52	3.27
실시예20	1.65	0.00	281.176	46.694	232.482	6925.69	1790.50	7.70	16.25	17.67	3.59	3.34
실시예21	1.65	0.00	281.176	46.694	232.482	6925.69	1789.47	7.70	16.25	17.67	3.58	3.33
실시예22	2.48	0.00	281.176	46.694	232.482	6925.69	1798.65	7.74	16.25	17.67	3.72	3.37
실시예23	4.04	0.00	276.631	47.908	228.724	5581.61	1464.90	6.40	16.25	17.67	2.39	2.04
실시예24	4.04	0.00	276.631	47.908	228.724	6705.50	1763.95	7.71	16.25	17.67	3.70	3.35
실시예25	1.65	0.00	281.176	46.700	232.475	4984.27	1258.45	5.41	16.25	17.67	1.40	1.05
실시예26	1.65	0.00	281.176	46.700	232.475	5221.04	1323.27	5.69	16.25	17.67	1.32	1.33
실시예27	1.65	0.00	281.176	46.703	232.473	4824.13	1238.69	5.33	16.25	17.66	1.68	1.68
실시예28	1.65	0.00	281.176	46.703	232.473	4984.21	1279.42	5.80	16.25	17.66	1.32	0.97
실시예29	2.35	0.00	267.643	46.411	221.532	5235.32	1362.88	6.29	16.26	17.66	2.27	1.92
실시예30	4.70	0.00	267.643	46.411	221.532	5235.32	1400.92	6.32	16.25	17.66	2.31	1.96

[0469]

[0470] [표 3-2]

실시예 비교예 No	MgO·Al ₂ O ₃ (mole)	(Na ₂ O·K ₂ O·ZrO) ₂ /Li ₂ O	OP	O(ethers)	O(P+ Oethers)	A ¹ = (O(P+Oethers))×O _u	A ² = (O(P+Oethers))×C	C (mmol/cc)	α ₁ ¹ = 70400×exp(−2.859×R)	α ₂ ¹ = 78522×exp(−2.855×R)	C×3200×exp(−2.278×R)	C×3478×exp(−2.278×R)
실시예31	0.00	0.00	267.941	46.412	221.529	5235.22	1392.38	6.29	16.25	17.66	227	227
실시예32	0.00	0.00	267.941	46.412	221.529	5235.22	1393.36	6.31	16.25	17.66	230	230
실시예33	0.00	0.00	267.941	46.412	221.529	5235.22	1396.59	6.17	16.25	17.66	216	216
실시예34	2.57	0.00	267.732	46.803	232.929	7307.34	1900.57	8.16	18.25	17.68	415	380
실시예35	5.58	0.00	272.206	47.158	225.048	5404.06	1432.23	6.39	18.25	17.68	237	203
실시예36	1.68	0.00	275.351	46.785	226.566	5901.85	1801.82	7.85	15.47	16.92	409	376
실시예37	4.13	0.00	271.706	46.663	222.745	5973.06	1778.56	7.86	15.46	16.90	413	379
비교예38	3.65	0.00	268.911	53.583	235.027	6102.86	1571.37	8.96	14.87	16.16	265	252
실시예39	2.67	0.00	273.160	50.715	222.445	7253.18	1925.11	8.65	14.87	16.16	432	439
실시예40	1.73	0.00	270.861	50.959	219.872	6861.75	1818.65	8.27	14.60	15.87	459	427
실시예41	1.76	0.00	265.938	57.064	213.854	6817.32	1829.86	8.56	13.83	15.03	503	472
실시예42	5.90	0.00	273.470	55.902	223.567	4759.86	1226.95	5.49	13.42	14.59	204	174
실시예43	5.90	0.00	273.470	55.902	223.567	3462.51	689.32	3.86	13.42	14.59	0.53	0.23
실시예44	3.07	0.95	260.326	52.432	207.894	5550.91	1457.13	7.01	13.29	14.44	359	329
실시예45	5.90	0.04	277.099	56.381	220.717	3417.79	883.69	4.00	13.09	14.23	0.63	0.33
실시예46	1.80	0.00	260.911	53.203	207.708	6763.62	1840.69	8.86	13.05	14.19	549	520
실시예47	6.24	0.04	264.427	58.587	204.841	3352.26	694.33	4.37	11.20	12.18	1.38	1.12
실시예48	6.57	0.00	254.242	62.297	191.945	3312.63	506.14	4.72	9.73	10.58	2.06	1.62
실시예49	6.58	0.04	251.589	82.834	168.758	3292.38	888.50	4.76	9.41	10.23	217	194
실시예50	2.03	2.340	258.801	51.606	205.195	5905.96	1422.93	6.93	13.33	14.49	351	321
실시예51	5.68	0.296	262.591	56.844	203.746	2865.91	764.008	3.76	11.30	12.28	0.76	0.50
실시예52	5.31	0.570	245.020	61.007	187.013	2561.40	711.130	3.80	9.67	10.51	1.15	0.82
실시예53	1.65	0.00	261.176	46.694	212.482	7683.14	1991.702	8.57	16.25	17.67	455	420
실시예54	1.65	0.00	261.176	46.694	212.482	6323.58	2161.474	9.30	16.25	17.67	526	492
실시예55	1.65	0.00	261.176	46.694	212.482	5021.03	2321.952	10.01	16.25	17.67	600	565
실시예56	5.44	0.385	266.282	54.313	213.969	3023.46	768.50	3.59	13.19	14.34	0.19	−0.10
실시예57	4.35	1.178	264.610	53.447	211.163	3005.00	750.39	3.55	13.23	14.38	0.15	−0.15
실시예58	3.24	2.187	260.892	52.570	208.322	2960.18	732.77	3.52	13.28	14.43	0.109	−0.20
실시예59	7.05	0.00	267.943	46.411	221.532	5235.22	1411.74	6.37	16.25	17.66	236	201
실시예60	0.00	1.47	267.941	46.412	221.529	5235.22	1396.15	6.30	16.25	17.66	229	194
비교예X	1.00	11.073	253.360	50.793	202.567	2921.50	697.72	3.44	13.38	14.54	0.009	−0.29
비교예A	0.00	0.000	267.943	46.411	221.532	6065.22		7.30	16.25	17.66	329	264
비교예B	0.00	0.000	267.943	46.411	221.532	7461.36		9.13	16.25	17.65	512	477
비교예C	0.00	0.000	267.943	46.411	221.532	5235.32		6.35	16.25	17.65	233	199
비교예D	6.06	0.44	180.350	70.590	109.790	1063.63		3.05	3.43	3.73	1.89	1.78

[0471]

[0472] [표 3-3]

실시예 비교예 No	MgO+Al ₂ O ₃ (mol%)	(Na ₂ O+K ₂ O+ZnO)/Li ₂ O	O(P)	O(others)	O(P)- O(others)	A _T = (O(P)-O(others))×Cu	A _T = (O(P)-O(others))×C	C (mmol/cc)	$\alpha_t =$ $70400 \times \exp(-2.855 \times R)$	$\alpha_r =$ $76522 \times \exp(-2.855 \times R)$	C-3200×exp(-2.278× R)	C-3478×exp(-2.278× R)
실시예 61	1.45	0.00	258.228	51.64	206.59	3498.49	896.34	4.34	13.42	14.59	0.894	0.595
실시예 62	1.48	0.00	255.780	53.08	202.70	3275.81	834.73	4.12	12.68	13.78	0.927	0.541
실시예 63	1.50	2.06	265.000	52.91	212.09	3792.81	944.35	4.45	13.42	14.59	1.008	0.708
실시예 64	1.52	0.00	255.803	53.08	202.72	4188.47	1086.61	5.36	12.68	13.78	2.061	1.774
실시예 65	1.55	1.98	252.999	56.34	196.66	3509.55	896.57	4.56	11.47	12.47	1.520	1.256
실시예 66	1.60	1.96	253.970	55.13	198.84	3542.58	906.10	4.56	11.87	12.90	1.433	1.162

[0473]

[0474]

[표 4-1]

실시예 비교예 No	B ₂ O ₃ +SiO ₂ (mol%)	P ₂ O ₅ +Li ₂ O+CuO (mol%)	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O (mol%)	Na ₂ O+K ₂ O (mol%)	Na ₂ O+K ₂ O+CaO +SrO+BaO (mol%)	Al ₂ O ₃ +Y ₂ O ₃ + La ₂ O ₃ +Ga ₂ O ₃ (mol%)	(3×Al ₂ O ₃ +Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃ +Ga ₂ O ₃ + BaO/3+(CaO+SrO)/8) (mol%)	(3×Al ₂ O ₃ +Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃ +Ga ₂ O ₃ + BaO/3+(CaO+SrO)/8)/ (P ₂ O ₅ +Li ₂ O+CuO)	O:온 (산화물과 계수 × 314.35의 몰%)
실시예1	0.00	97.82	10.15	0.00	0.00	2.18	5.09	0.052	349.78
실시예2	0.00	96.31	10.34	0.00	0.00	1.48	4.43	0.046	339.60
실시예3	0.00	97.75	10.50	0.00	0.00	2.25	5.26	0.054	344.65
실시예4	0.00	96.19	10.67	0.00	0.00	1.52	4.57	0.048	334.54
실시예5	0.00	97.68	10.83	0.00	0.00	2.32	5.43	0.056	339.70
실시예6	0.00	97.61	11.15	0.00	0.00	2.39	5.59	0.057	335.00
실시예7	0.00	96.08	10.99	0.00	0.00	1.57	4.71	0.049	329.59
실시예8	0.00	96.17	7.87	0.00	0.00	3.83	3.83	0.040	338.52
실시예9	0.00	97.10	10.31	0.00	0.00	2.90	2.90	0.030	332.71
실시예10	0.00	96.64	9.10	0.00	0.00	3.36	3.36	0.035	335.59
실시예11	0.00	95.70	6.82	0.00	0.00	4.30	4.30	0.045	341.50
실시예12	0.00	97.55	11.50	0.00	0.00	2.45	2.45	0.025	329.87
실시예13	0.00	97.55	11.50	0.00	0.00	2.45	2.45	0.025	329.87
실시예14	0.00	97.55	11.50	0.00	0.00	2.45	2.45	0.025	329.87
실시예15	0.00	97.55	11.50	0.00	0.00	2.45	2.45	0.025	329.87
실시예16	0.00	97.55	11.50	0.00	0.00	2.45	2.45	0.025	329.87
실시예17	0.00	97.54	11.50	0.00	0.00	2.46	4.11	0.042	329.87
실시예18	0.00	97.54	11.50	0.00	0.00	2.46	4.03	0.051	320.87
실시예19	0.00	97.54	11.50	0.00	0.00	2.46	3.29	0.034	329.87
실시예20	0.00	97.54	11.50	0.00	0.00	2.46	5.76	0.059	329.87
실시예21	0.00	97.54	11.50	0.00	0.00	2.46	5.76	0.059	329.87
실시예22	0.00	97.54	11.50	0.00	0.00	2.46	7.39	0.076	329.87
실시예23	0.00	95.96	16.23	0.00	0.00	1.62	4.85	0.051	324.54
실시예24	0.00	95.96	11.31	0.00	0.00	1.62	4.85	0.051	324.54
실시예25	0.00	89.17	11.50	0.00	8.37	2.46	8.55	0.086	329.88
실시예26	0.00	90.21	11.50	0.00	7.33	2.46	8.20	0.091	329.88
실시예27	0.00	97.55	20.55	0.00	0.00	2.46	5.76	0.059	329.88
실시예28	0.00	97.55	19.87	0.00	0.00	2.46	5.76	0.059	329.88
실시예29	0.00	92.95	15.72	0.00	4.71	0.00	1.57	0.017	314.35
실시예30	0.00	92.95	15.72	0.00	2.35	0.00	0.78	0.008	314.35

[0475]

[0476]

[표 4-2]

실시예 비교예 No	$B_2O_3+SiO_2$ (mol%)	$P_2O_5+Li_2O+Cu_2O$ (mol%)	$Li_2O+Na_2O+K_2O$ (mol%)	Na_2O+K_2O (mol%)	Na_2O+K_2O+CaO + SiO_2+BaO (mol%)	$Al_2O_3+Y_2O_3+La_2O_3+Gd_2O_3$ (mol%)	$(3 \times Al_2O_3+Y_2O_3+La_2O_3+Gd_2O_3+BaO)/3 \times (CaO+SiO_2)/6$ (mol%)	$(3 \times Al_2O_3+Y_2O_3+La_2O_3+Gd_2O_3+BaO)/3 \times (CaO+SiO_2)/6 / (P_2O_5+Li_2O+Cu_2O)$	O.이온 (산화물) 개수 x 카티온의 몰%
실시예31	0.00	86.45	9.23	0.00	13.55	0.00	2.26	0.026	314.35
실시예32	0.00	86.45	9.23	0.00	13.55	0.00	2.26	0.026	314.35
실시예33	0.00	86.45	9.23	0.00	13.55	0.00	4.52	0.052	314.35
실시예34	0.00	97.43	9.71	0.00	0.00	2.57	1.72	0.079	330.53
실시예35	0.00	94.42	15.97	0.00	0.00	0.80	2.40	0.025	319.36
실시예36	0.00	97.48	11.75	0.00	0.00	2.52	5.89	0.060	326.13
실시예37	0.00	95.87	11.56	0.00	0.00	1.65	4.96	0.052	320.67
실시예38	0.00	94.35	10.66	0.00	0.00	5.65	15.96	0.180	342.19
실시예39	0.00	97.33	10.09	0.00	0.00	2.67	8.02	0.082	323.88
실시예40	0.00	97.42	12.04	0.00	0.00	2.58	5.03	0.062	321.85
실시예41	0.00	97.36	12.30	0.00	0.00	2.64	5.16	0.063	316.02
실시예42	0.00	94.10	16.92	0.00	0.00	5.90	17.69	0.188	335.37
실시예43	0.00	94.10	22.72	0.00	0.00	5.90	17.69	0.188	335.37
실시예44	0.00	87.24	16.15	7.67	9.32	2.25	7.29	0.084	312.76
실시예45	0.00	93.14	22.23	0.00	0.00	5.90	17.70	0.190	333.48
실시예46	0.00	97.31	12.56	0.00	0.00	2.68	5.29	0.065	314.11
실시예47	0.00	92.75	23.50	0.00	0.00	6.24	18.71	0.202	324.01
실시예48	0.00	93.43	25.32	0.00	0.00	6.57	19.72	0.211	316.54
실시예49	0.00	92.35	24.78	0.00	0.00	6.58	19.73	0.214	314.42
실시예50	0.00	83.79	18.45	12.85	13.94	1.48	4.81	0.057	308.41
실시예51	0.00	87.99	21.41	0.00	0.00	5.68	17.04	0.194	321.43
실시예52	0.00	83.29	19.89	0.00	0.00	5.31	15.92	0.191	306.03
실시예53	0.00	97.54	8.50	0.00	0.00	2.46	5.76	0.059	329.87
실시예54	0.00	97.54	5.50	0.00	0.00	2.46	5.76	0.059	329.87
실시예55	0.00	97.54	2.50	0.00	0.00	2.46	5.76	0.059	329.87
실시예56	0.00	82.84	23.16	8.14	11.06	3.98	12.93	0.156	322.60
실시예57	0.00	79.16	25.64	13.63	15.96	3.18	10.33	0.131	318.06
실시예58	0.00	75.44	28.14	19.19	20.93	2.37	7.70	0.102	313.46
실시예59	0.00	92.95	15.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	314.35
실시예60	0.00	86.45	9.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	314.35
비교예 X	0.00	67.89	33.22	30.46	30.98	0.73	2.38	0.035	304.15
비교예 A	0.00	100.00	19.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	314.35
비교예 B	0.00	100.00	12.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	314.35
비교예 C	0.00	100.00	22.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	314.35
비교예 D	0.00	69.57	34.08	10.45	24.36	3.32	13.38	0.192	250.91

[0477]

[0478] [표 4-3]

실시예 비교예 No	B ₂ O ₃ +SiO ₂ (mol%)	P ₂ O ₅ +Li ₂ O+CuO (mol%)	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O (mol%)	Na ₂ O+K ₂ O (mol%)	Na ₂ O+K ₂ O+Ca O+SrO+BaO (mol%)	Al ₂ O ₃ +Y ₂ O ₃ + La ₂ O ₃ +Gd ₂ O ₃ (mol%)	(3×Al ₂ O ₃ +Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃ +Gd ₂ O ₃ + BaO/3+(CaO+SrO)/6) (mol%)	(3×Al ₂ O ₃ +Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃ +Gd ₂ O ₃ + BaO/3+(CaO+SrO)/6)/ (P ₂ O ₅ +Li ₂ O+CuO)	O 이온 (산화물의 계수 × 카티온의 물%)
실시예61	0.00	69.67	1.09	0.00	28.63	1.66	14.53	0.209	309.87
실시예62	0.00	68.42	1.10	0.00	29.40	2.14	14.93	0.218	308.86
실시예63	0.00	72.02	3.91	2.63	24.97	2.97	16.37	0.227	317.91
실시예64	0.00	72.98	1.16	0.00	24.85	2.14	13.42	0.184	308.88
실시예65	0.00	68.85	1.20	0.80	27.69	3.47	18.03	0.262	309.34
실시예66	0.00	69.01	1.18	0.78	27.97	2.98	15.11	0.219	309.10

[0479]

[0480]

[표 5-1]

실시예 비교예 No	관두께 (mm)	투과율 @ λ T50 = 645 nm					투과율 @ λ T50 = 633 nm					
		T1200 (%)	Ave.T1100-800 (%)	T750 (%)	T600 (%)	T400 (%)	관두께 (mm)	T1200 (%)	Ave.T1100-800 (%)	T750 (%)	T600 (%)	T400 (%)
실시예 1	0.170	2.420	0.386	4.049	75.895	85.936	0.225	0.751	0.071	1.483	71.402	84.147
실시예 2	0.153	3.585	1.204	4.379	76.550	87.133	0.203	1.241	0.297	1.619	72.148	85.676
실시예 3	0.151	3.304	0.637	4.417	76.165	86.742	0.200	1.130	0.134	1.660	71.725	85.187
실시예 4	0.136	4.985	1.520	4.866	76.366	86.849	0.180	1.935	0.410	1.879	71.971	85.323
실시예 5	0.138	4.423	0.915	4.817	76.262	86.684	0.182	1.673	0.216	1.873	71.874	85.121
실시예 6	0.117	6.096	1.176	5.454	75.642	85.667	0.153	2.610	0.316	2.255	71.209	83.849
실시예 7	0.120	6.150	1.639	5.209	76.483	86.596	0.159	2.578	0.459	2.071	72.136	85.002
실시예 8	0.099	10.089	3.639	6.913	75.589	86.127	0.129	5.181	1.391	3.167	71.295	84.500
실시예 9	0.105	9.073	3.852	6.382	75.878	86.330	0.137	4.449	1.474	2.808	71.568	84.728
실시예 10	0.103	9.130	3.065	6.520	75.821	86.198	0.134	4.514	1.098	2.909	71.534	84.572
실시예 11	0.093	10.940	3.725	7.342	75.600	86.153	0.121	5.795	1.447	3.452	71.352	84.550
실시예 12	0.110	7.889	2.030	5.618	76.300	86.133	0.145	3.614	0.614	2.310	71.954	84.421
실시예 13	0.103	8.303	2.000	5.860	75.822	86.018	0.135	3.940	0.524	2.490	71.467	84.314
실시예 14	0.105	7.935	1.805	5.707	75.906	85.851	0.137	3.713	0.551	2.411	71.572	84.101
실시예 15	0.110	7.829	2.111	5.651	75.926	86.081	0.145	3.644	0.673	2.377	71.591	84.393
실시예 16	0.110	7.829	1.868	5.713	75.952	85.683	0.144	3.630	0.569	2.401	71.601	83.873
실시예 17	0.109	7.545	2.461	5.570	76.229	85.959	0.143	3.427	0.798	2.299	71.896	84.208
실시예 18	0.107	8.279	3.704	5.792	75.944	85.808	0.141	3.909	1.379	2.446	71.595	84.036
실시예 19	0.111	7.955	2.039	5.741	75.769	85.493	0.145	3.730	0.641	2.433	71.409	83.644
실시예 20	0.109	7.575	1.719	5.696	75.771	85.549	0.143	3.492	0.517	2.404	71.402	83.712
실시예 21	0.111	7.517	2.820	5.485	76.196	86.037	0.146	3.417	0.967	2.258	71.865	84.313
실시예 22	0.113	6.912	2.245	5.486	76.144	85.839	0.149	3.065	0.720	2.252	71.810	84.061
실시예 23	0.136	6.235	1.524	4.997	76.331	86.869	0.180	2.616	0.418	1.952	71.928	85.350
실시예 24	0.109	7.924	2.518	5.792	76.199	86.061	0.143	3.648	0.821	2.414	71.847	84.335
실시예 25	0.166	5.967	1.064	4.555	76.384	86.422	0.220	2.453	0.263	1.715	71.964	84.758
실시예 26	0.164	6.131	1.032	4.644	76.229	86.462	0.216	2.571	0.259	1.782	71.826	84.831
실시예 27	0.178	5.716	0.962	4.490	76.476	87.041	0.237	2.297	0.227	1.667	72.040	85.550
실시예 28	0.166	5.871	0.952	4.567	76.344	86.795	0.220	2.383	0.226	1.707	71.878	85.230
실시예 29	0.147	5.614	1.100	4.346	76.437	85.384	0.194	2.269	0.272	1.616	72.043	83.418
실시예 30	0.141	6.138	1.191	4.708	76.434	86.083	0.187	2.562	0.306	1.804	72.057	84.330

[0481]

[0482] [표 5-2]

실시예 비교예 No	투과율@λ T50 = 645 nm					투과율@λ T50 = 633 nm						
	판두께 (nm)	T1200 (%)	Ave.T1100-800 (%)	T750 (%)	T600 (%)	T400 (%)	판두께 (nm)	T1200 (%)	Ave.T1100-800 (%)	T750 (%)	T600 (%)	T400 (%)
실시예31	0.115	9.231	2.024	5.862	76.000	85.046	0.150	4.511	0.637	2.486	71.667	83.059
실시예32	0.118	8.642	1.911	5.389	75.947	83.451	0.155	4.099	0.584	2.202	71.548	80.992
실시예33	0.136	5.811	1.076	4.490	76.070	83.894	0.179	2.427	0.275	1.729	71.692	81.553
실시예34	0.095	8.422	3.869	6.327	75.500	78.928	0.123	4.090	1.514	2.818	71.178	75.416
실시예35	0.136	6.639	1.539	5.002	76.248	86.637	0.179	2.873	0.429	1.978	71.879	85.068
실시예36	0.098	9.186	2.418	6.354	75.858	85.818	0.127	4.546	0.813	2.810	71.575	84.084
실시예37	0.097	9.903	4.813	6.222	76.007	85.574	0.127	4.987	1.962	2.715	71.725	83.758
실시예38	0.089	13.671	4.955	8.284	74.773	79.147	0.115	7.946	2.187	4.174	70.538	75.984
실시예39	0.081	9.477	4.339	7.011	75.279	76.917	0.106	4.820	1.770	3.260	70.972	72.983
실시예40	0.093	10.613	2.829	6.630	75.612	84.696	0.121	5.515	1.008	2.987	71.303	82.666
실시예41	0.084	12.120	3.114	7.023	75.307	83.566	0.110	6.612	1.165	3.254	70.984	81.262
실시예42	0.123	12.199	2.875	7.832	75.001	81.159	0.159	6.780	1.088	3.700	70.728	78.313
실시예43	0.179	11.035	2.416	6.970	75.418	83.778	0.233	5.861	0.844	3.167	71.128	81.535
실시예44	0.121	5.836	1.463	4.971	75.636	83.755	0.158	2.483	0.416	2.013	71.239	81.421
실시예45	0.162	12.775	2.829	7.269	75.394	85.975	0.209	7.126	1.050	3.431	71.138	84.337
실시예46	0.077	13.453	3.828	7.299	75.463	82.431	0.100	7.596	1.520	3.435	71.199	79.845
실시예47	0.129	18.122	4.807	8.623	74.666	82.277	0.166	11.384	2.126	4.379	70.385	79.748
실시예48	0.108	21.057	6.228	9.481	74.244	76.092	0.138	14.069	3.048	5.091	70.061	72.289
실시예49	0.103	22.85	6.362	9.845	74.25	82.32	0.132	15.563	3.278	5.313	70.039	79.896
실시예50	0.142	3.235	1.070	3.535	76.009	82.607	0.188	1.088	0.260	1.224	71.490	79.832
실시예51	0.148	20.133	5.334	8.706	74.637	82.687	0.190	13.131	2.468	4.484	70.420	80.300
실시예52	0.130	24.979	6.961	9.278	74.584	80.034	0.167	17.341	3.486	4.879	70.375	77.026
실시예53	0.083	10.259		6.783	75.366	85.528	0.108	5.336	2.408	3.119	71.071	83.757
실시예54	0.077	10.318		7.232	75.154	85.485	0.100	5.410	2.276	3.414	70.853	83.719
실시예55	0.067	11.519		7.812	74.967	85.190	0.087	6.304	4.105	3.819	70.694	83.375
실시예56	0.232	6.624	1.106	4.899	75.666	82.733	0.304	2.925	0.295	1.969	71.265	80.114
실시예57	0.271	4.010	0.540	3.549	76.269	81.782	0.359	1.441	0.108	1.225	71.798	78.739
실시예58	0.315	2.547	0.268	2.575	76.479	79.774	0.421	0.766	0.041	0.777	71.951	76.121
실시예59	0.136	7.005	1.547	5.102	76.193	86.207	0.179	3.076	0.432	2.024	71.797	84.506
실시예60	0.123	9.383	2.532	5.946	76.147	86.607	0.182	4.617	0.847	2.539	71.859	85.069
비교예A	0.352	1.846	0.156	2.059	73.531	69.056	0.463	0.538	0.023	0.621	68.694	63.135
비교예B	0.125	5.963	2.057	4.579	76.344	81.915	0.166	2.459	0.610	1.733	71.929	78.960
비교예C	0.091	7.714	4.856	5.651	75.965	83.367	0.119	3.561	1.965	2.368	71.619	80.912
비교예D	0.147	5.181	0.938	4.201	76.536	85.249	0.196	2.010	0.217	1.521	72.100	83.212
비교예E	0.089	36.027	13.809	13.887	72.114	87.082	0.111	28.827	8.950	8.852	68.090	86.005

[0483]

[0484]

[표 5-3]

실시예 비교예 No	투과율@λ T50 = 645 nm						투과율@λ T50 = 633 nm					
	판두께 (mm)	T1200 (%)	Ave.T1100-800 (%)	T750 (%)	T600 (%)	T400 (%)	판두께 (mm)	T1200 (%)	Ave.T1100-800 (%)	T750 (%)	T600 (%)	T400 (%)
실시예61	0.160	9.22	1.689	5.851	75.040	86.070	0.209	4.578	0.536	2.527	70.664	84.520
실시예62	0.165	11.38	2.359	6.472	74.730	86.550	0.214	6.136	0.837	2.950	70.410	85.180
실시예63	0.160	8.30	1.562	5.826	74.868	86.022	0.210	4.009	0.482	2.527	70.485	84.474
실시예64	0.120	11.00	2.498	6.542	74.889	86.311	0.156	5.850	0.879	2.977	70.580	84.867
실시예65	0.119	13.52	2.865	7.513	74.388	83.546	0.154	7.806	1.158	3.662	70.124	81.432
실시예66	0.127	12.87	2.981	7.126	74.576	85.270	0.164	7.230	1.159	3.363	70.256	83.564

[0485]

[0486]

[표 6-1]

실시예 비교예 No	투과율 @ 판두께 0.11 mm						투과율 @ 판두께 0.21 mm					
	λ T50 (nm)	T1200 (%)	Ave.T1100-800 (%)	T750 (%)	T600 (%)	T400 (%)	λ T50 (nm)	T1200 (%)	Ave.T1100-800 (%)	T750 (%)	T600 (%)	T400 (%)
실시예1	666	8.785	2.590	12.245	81.175	87.953	636	1.041	0.113	1.963	72.627	84.642
실시예2	660	8.882	4.008	10.259	80.528	88.400	632	1.063	0.243	1.400	71.526	85.465
실시예3	660	8.168	2.414	10.090	80.124	88.077	631	0.906	0.097	1.356	70.842	84.870
실시예4	655	8.624	3.285	8.471	79.065	87.755	627	1.005	0.165	0.971	69.066	84.279
실시예5	655	8.150	2.287	8.725	79.157	87.681	627	0.902	0.087	1.028	69.219	84.143
실시예6	648	7.112	1.496	6.403	76.476	86.001	620	0.696	0.042	0.569	64.812	81.093
실시예7	649	7.775	2.313	6.682	77.700	87.031	622	0.825	0.088	0.618	66.807	82.956
실시예8	640	7.953	2.581	5.232	74.028	85.543	614	0.861	0.107	0.387	60.908	80.269
실시예9	643	8.149	3.332	5.639	75.212	86.087	616	0.902	0.176	0.447	62.782	81.246
실시예10	642	7.788	2.429	5.434	74.831	85.828	615	0.827	0.094	0.416	62.176	80.780
실시예11	637	7.494	2.120	4.885	73.042	85.195	611	0.769	0.074	0.314	59.369	79.648
실시예12	645	7.939	2.049	5.659	76.336	86.147	619	0.858	0.069	0.450	64.598	81.356
실시예13	642	7.045	1.546	4.846	74.839	85.639	616	0.683	0.042	0.334	62.190	80.442
실시예14	643	7.046	1.498	4.987	75.210	85.575	616	0.683	0.041	0.353	62.780	80.326
실시예15	645	7.910	2.144	5.717	75.986	86.104	618	0.852	0.078	0.459	64.022	81.277
실시예16	645	7.830	1.868	5.715	75.953	85.683	618	0.836	0.061	0.458	63.969	80.521
실시예17	644	7.310	2.352	5.376	76.051	85.888	618	0.733	0.090	0.408	64.126	80.889
실시예18	644	7.823	3.437	5.427	75.607	85.673	617	0.834	0.184	0.415	63.413	80.503
실시예19	645	8.056	2.078	5.823	75.844	85.524	618	0.882	0.073	0.475	63.793	80.235
실시예20	645	7.466	1.681	5.605	75.687	85.514	618	0.763	0.051	0.442	63.541	80.218
실시예21	645	7.672	2.900	5.613	76.311	86.082	619	0.804	0.140	0.443	64.546	81.238
실시예22	646	7.439	2.490	5.922	76.549	86.001	619	0.758	0.105	0.490	64.930	81.093
실시예23	855	10.451	3.312	8.739	79.076	87.785	627	1.450	0.175	1.031	69.083	84.333
실시예24	644	7.661	2.397	5.575	76.004	85.985	618	0.802	0.094	0.437	64.050	81.063
실시예25	665	15.063	4.679	12.600	81.277	88.190	635	2.914	0.344	2.073	72.800	85.078
실시예26	664	14.883	4.347	12.347	81.002	88.159	634	2.848	0.304	1.994	72.331	85.021
실시예27	668	16.528	5.335	14.240	81.991	88.812	638	3.480	0.437	2.618	74.027	86.226
실시예28	664	14.767	4.266	12.497	81.200	88.425	635	2.806	0.293	2.040	72.668	85.512
실시예29	658	11.294	3.272	9.321	80.009	86.933	630	1.682	0.172	1.166	70.648	82.778
실시예30	657	11.167	3.056	9.084	79.586	87.305	628	1.646	0.155	1.110	69.936	83.455

[0487]

[0488] [표 6-2]

실시예 비교예 No	λ T50 (nm)	투과율@판두께0.11 mm					투과율@판두께0.21 mm					
		T1200 (%)	Ave.T1100-800 (%)	T750 (%)	T600 (%)	T400 (%)	λ T50 (nm)	T1200 (%)	Ave.T1100-800 (%)	T750 (%)	T600 (%)	T400 (%)
실시예31	647	10.114	2.348	6.539	76.571	85.303	620	1.382	0.095	0.593	84.966	79.840
실시예32	648	10.083	2.447	6.485	76.890	83.989	621	1.355	0.103	0.583	85.483	77.474
실시예33	655	9.893	2.495	8.034	78.869	85.354	627	1.306	0.106	0.878	68.736	79.931
실시예34	638	5.725	2.341	4.106	73.159	77.032	612	0.480	0.093	0.244	59.551	65.714
실시예35	655	10.915	3.305	8.676	78.966	87.581	627	1.576	0.173	1.017	68.900	83.961
실시예36	639	6.865	1.538	4.532	74.054	85.095	614	0.650	0.042	0.294	60.950	79.469
실시예37	639	7.293	3.223	4.298	74.066	84.760	613	0.730	0.163	0.266	60.969	78.872
실시예38	635	8.768	2.535	4.727	71.289	76.466	606	1.037	0.107	0.319	56.679	64.796
실시예39	631	4.267	1.507	2.839	70.222	72.295	606	0.262	0.040	0.121	55.070	58.216
실시예40	637	7.065	1.488	4.039	72.903	83.428	611	0.687	0.040	0.236	59.155	76.524
실시예41	633	6.534	1.142	3.205	70.902	81.217	607	0.592	0.026	0.152	56.093	72.699
실시예42	650	15.078	4.098	9.910	76.505	82.211	621	2.920	0.277	1.310	65.021	74.406
실시예43	671	24.969	9.615	18.661	81.337	86.764	637	7.649	1.312	4.387	72.903	82.472
실시예44	649	7.453	2.101	6.439	76.943	84.435	621	0.781	0.074	0.575	65.570	78.296
실시예45	665	23.974	8.407	16.332	80.271	87.777	633	7.078	1.038	3.401	71.090	84.318
실시예46	629	5.874	1.006	2.448	69.361	78.709	604	0.483	0.020	0.091	53.789	66.472
실시예47	653	23.071	7.382	12.282	76.991	83.622	623	6.563	0.826	1.968	65.648	76.883
실시예48	644	20.512	5.944	9.106	73.965	75.830	615	5.255	0.555	1.115	60.810	63.784
실시예49	642	20.83	5.541	8.481	73.21	81.73	613	5.409	0.519	0.974	59.636	73.579
실시예50	657	6.896	2.888	7.386	79.315	84.591	629	0.656	0.135	0.748	69.482	78.574
실시예51	661	29.812	10.965	16.017	78.732	84.942	629	10.730	1.721	3.277	68.511	79.197
실시예52	654	30.583	10.293	13.259	77.030	81.755	623	11.272	1.589	2.285	65.712	73.621
실시예53	632	5.085	2.266	2.944	70.763	83.627	607	0.367	0.087	0.129	55.884	76.872
실시예54	629	4.013	1.552	2.412	68.947	82.914	604	0.233	0.043	0.088	53.177	75.626
실시예55	623	3.110	1.839	1.651	65.996	81.297	599	0.143	0.061	0.043	48.917	72.834
실시예56	684	26.390	10.936	22.873	83.736	87.356	650	8.502	1.664	6.470	77.063	83.549
실시예57	691	25.700	10.959	24.455	85.107	87.547	656	8.082	1.659	7.351	79.489	83.898
실시예58	697	26.282	11.455	26.383	86.102	87.378	663	8.435	1.801	8.497	81.274	83.589
실시예59	655	11.415	3.320	8.830	78.928	87.232	627	1.717	0.176	1.051	68.837	83.322
실시예60	650	11.986	3.707	7.894	77.691	87.147	623	1.887	0.215	0.867	66.792	83.167
비교예X	702	27.042	11.822	27.977	85.646	83.945	668	8.907	1.916	9.504	80.453	77.430
비교예A	651	8.277	3.230	6.560	78.045	83.036	624	0.929	0.162	0.596	67.374	75.838
비교예B	638	4.609	2.656	3.165	73.041	81.723	611	0.304	0.114	0.148	59.369	73.566
비교예C	658	10.745	2.941	9.189	80.140	86.853	630	1.529	0.143	1.134	70.868	82.633
비교예D	633	29.002	9.056	8.961	68.196	86.034	603	10.180	1.289	1.081	52.078	81.152

[0489]

[0490] [표 6-3]

실시예 비교예 No	투과율 @ 편두께 0.11 mm						투과율 @ 편두께 0.21 mm					
	λ T50 (nm)	T1200 (%)	Ave. T110 0-800 (%)	T750 (%)	T600 (%)	T400 (%)	λ T50 (nm)	T1200 (%)	Ave. T110 0-800 (%)	T750 (%)	T600 (%)	T400 (%)
실시예1	664.089	18.966	5.650	13.883	79.818	87.687	632.89	4.544	0.530	2.504	70.618	84.504
실시예2	666.119	22.795	7.758	15.647	79.897	88.114	633.85	6.455	0.911	3.147	70.753	85.292
실시예3	664.102	17.594	5.392	13.794	79.676	87.650	632.74	3.937	0.468	2.474	70.379	84.435
실시예4	649.438	13.229	3.396	8.227	76.193	86.736	620.60	2.284	0.191	0.922	64.622	82.762
실시예5	649.115	15.695	3.671	9.129	75.588	84.128	619.58	3.166	0.269	1.125	63.646	78.077
실시예6	652.109	16.642	4.559	9.955	76.583	86.040	622.36	3.540	0.366	1.327	65.255	81.500

[0491]

[0492] [표 7-1]

실시예 비교예 No	투과율 @ 판두께 0.23 mm				투과율 @ 판두께 0.25 mm				DSC		내후성
	λ T50 (nm)	T1200 (%)	T600 (%)	T400 (%)	λ T50 (nm)	T1200 (%)	T600 (%)	T400 (%)	Tg (°C)	Tm (°C)	
실시예 1	632	0.680	71.029	83.995	629	0.444	69.465	83.353	308	790	B
실시예 2	628	0.695	69.850	84.889	625	0.455	68.214	84.318	314	812	B
실시예 3	627	0.584	69.119	84.243	624	0.376	67.438	83.620	316	806	B
실시예 4	623	0.654	67.223	83.600	620	0.425	65.429	82.927	318	817	B
실시예 5	624	0.581	67.386	83.453	621	0.374	65.602	82.768	327	812	B
실시예 6	617	0.437	62.702	80.145	614	0.274	60.661	79.208	327	816	A
실시예 7	619	0.527	64.819	82.164	616	0.336	62.890	81.380	325	823	A
실시예 8	610	0.552	58.578	79.254	608	0.354	56.337	78.252	357	828	B
실시예 9	613	0.581	60.555	80.311	610	0.374	58.406	79.387	342	821	B
실시예 10	612	0.528	59.915	79.807	609	0.337	57.736	78.846	352	825	B
실시예 11	608	0.488	56.959	78.582	605	0.309	54.646	77.531	364	842	R
실시예 12	615	0.550	62.463	80.430	612	0.352	60.409	79.515	341	809	B
실시예 13	612	0.428	59.929	79.441	609	0.269	57.750	78.452	329	818	B
실시예 14	613	0.429	60.552	79.316	610	0.269	58.403	78.318	334	816	B
실시예 15	615	0.546	61.865	80.344	612	0.350	59.782	79.423	334	822	B
실시예 16	615	0.534	61.809	79.526	612	0.342	59.722	78.544	328	817	B
실시예 17	615	0.463	61.975	79.925	612	0.292	59.897	78.972	332	815	A
실시예 18	614	0.533	61.221	79.507	611	0.341	59.105	78.524	333	817	A
실시예 19	615	0.567	61.623	79.217	612	0.364	59.527	78.212	335	816	A
실시예 20	614	0.484	61.356	79.199	611	0.306	59.247	78.193	334	823	A
실시예 21	615	0.512	62.420	80.303	613	0.326	60.364	79.378	342	814	A
실시예 22	616	0.480	62.827	80.145	613	0.304	60.792	79.209	333	822	A
실시예 23	623	0.977	67.242	83.660	620	0.658	65.449	82.991			B
실시예 24	615	0.510	61.895	80.113	612	0.325	59.812	79.174	342	817	A
실시예 25	631	2.098	71.214	84.469	628	1.511	69.663	83.864	343	756	A
실시예 26	632	2.067	71.655	84.908	628	1.487	70.131	84.338	341	768	A
실시예 27	634	2.548	72.530	85.718	631	1.866	71.063	85.213	316	751	B
실시예 28	631	2.013	71.073	84.941	628	1.444	69.512	84.374	316	757	B
실시예 29	626	1.149	68.912	81.971	623	0.785	67.218	81.172			B
실시예 30	625	1.122	68.151	82.706	622	0.765	66.412	81.963			B

[0493]

[0494] [표 7-2]

실시에 비교예 No	투과율 @판두께 0.23 mm				투과율 @판두께 0.25 mm				DSC		내후성
	λ T50 (nm)	T1200 (%)	T600 (%)	T400 (%)	λ T50 (nm)	T1200 (%)	T600 (%)	T400 (%)	T _g (°C)	T _m (°C)	
실시에 31	616	0.912	62.865	78.790	613	0.611	60.832	77.754	352	856	B
실시에 32	617	0.907	63.414	76.237	614	0.607	61.409	75.019	361	794	B
실시에 33	623	0.871	66.874	78.888	620	0.581	65.060	77.859	355	789	A
실시에 34	609	0.278	57.150	63.659	606	0.168	54.845	61.667	373	840	B
실시에 35	623	1.070	67.047	83.255	620	0.727	65.243	82.555			B
실시에 36	610	0.406	58.622	78.390	607	0.253	56.383	77.325	344	823	B
실시에 37	610	0.461	58.642	77.745	607	0.291	56.404	76.633	341	828	B
실시에 38	605	0.677	54.138	62.685	602	0.442	51.711	60.643	408	820	S
실시에 39	603	0.150	52.457	55.748	600	0.086	49.968	53.384	383	839	B
실시에 40	608	0.431	56.733	75.213	605	0.270	54.411	73.925	356	819	B
실시에 41	604	0.368	53.525	71.106	601	0.228	51.075	69.547	364	818	B
실시에 42	617	2.103	62.924	72.936	614	1.514	60.894	71.496	401	798	S
실시에 43	633	6.037	71.324	81.639	630	4.765	69.779	80.815	393	835	S
실시에 44	618	0.482	63.505	77.123	615	0.305	61.506	75.967	348	752	A
실시에 45	629	5.545	69.384	83.643	625	4.345	67.719	82.973	393	824	S
실시에 46	601	0.293	51.122	66.591	598	0.178	48.587	64.761	367	807	B
실시에 47	619	5.117	63.589	75.578	616	3.981	61.594	74.315			S
실시에 48	611	4.002	58.474	61.614	608	3.048	56.228	59.517	392	794	S
실시에 49	609	4.131	57.239	72.049	606	3.155	54.938	70.550	391	803	S
실시에 50	625	0.410	67.667	77.422	622	0.256	65.899	76.288	332	704	B
실시에 51	625	8.746	66.632	78.095	621	7.130	64.804	77.009			B
실시에 52	619	9.232	63.656	72.094	616	7.561	61.665	70.599	370	785	B
실시에 53	604	0.217	53.307	75.588	601	0.128	50.849	74.326	359	848	B
실시에 54	601	0.132	50.486	74.247	598	0.075	47.930	72.894	360	860	B
실시에 55	596	0.078	48.073	71.251	593	0.042	43.395	69.701	377	873	B
실시에 56	546	6.778	75.794	82.808	641	5.404	74.545	82.073	348	762	S
실시에 57	652	6.412	78.411	83.187	648	5.088	77.348	82.481	326	833	B
실시에 58	659	6.720	80.341	82.851	655	5.354	79.419	82.120	307	656	B
실시에 59	623	1.175	68.979	82.561	620	0.805	65.172	81.808			C
실시에 60	619	1.304	64.803	82.393	616	0.901	62.873	81.626	324	796	D
비교예 X	664	7.133	79.453	76.190	660	5.712	78.466	74.969	273	690	E
비교예 A	620	0.600	65.422	74.475	617	0.387	63.526	73.137			E
비교예 B	608	0.176	56.958	72.035	605	0.102	54.645	70.536			E
비교예 C	627	1.036	69.147	81.813	624	0.701	67.467	81.002	319	751	F
비교예 D	599	8.257	49.343	80.209	596	6.697	46.753	79.278	374	733	S

[0495]

[0496] [표 7-3]

실시에 비교예 No	투과율 @판두께 0.23 mm				투과율 @판두께 0.25 mm				DSC		내후성
	λ T50 (nm)	T1200 (%)	T600 (%)	T400 (%)	λ T50 (nm)	T1200 (%)	T600 (%)	T400 (%)	T _g (°C)	T _m (°C)	
실시에 61	629	3.416	68.940	83.897	625	2.565	67.237	83.261	435		S
실시에 62	630	5.013	69.031	84.727	626	3.892	67.333	84.156	440		S
실시에 63	629	2.918	68.652	83.806	625	2.161	66.931	83.162	420		S
실시에 64	617	1.608	62.531	81.992	614	1.131	60.471	81.208	440		S
실시에 65	616	2.299	61.508	76.927	613	1.668	59.396	75.770	450		S
실시에 66	619	2.600	63.233	80.640	615	1.906	61.209	79.753	456		S

[0497]

[0498] 상기의 표에 나타내는 결과로부터, 실시에 1 ~ 66 의 유리는, 박육화에 의해서도 가시역 (자색 영역 ~ 적색 영역) 의 투과율이 높고, 근적외선 컷 능력이 우수하고, 또한 내후성의 저하가 억제되어 있는 것을 확인할 수 있다.

[0499] 내후성에 관해, 실시에 1 ~ 58 과 실시에 59 의 대비로부터, 「(3 × Al₂O₃ + Y₂O₃ + La₂O₃ + Gd₂O₃ + BaO/3 + (CaO + SrO)/6)」 으로서 산출되는 값이 0 인 실시에 59 에 대해, 이 값이 보다 큰 실시에 1 ~ 58 의 내후성이 보다 양호하다는 것을 확인할 수 있다.

[0500] 실시에 59 와 실시에 60 의 대비에 관해, 「(3 × Al₂O₃ + Y₂O₃ + La₂O₃ + Gd₂O₃ + BaO/3 + (CaO + SrO)/6)」 으로서 산출되는 값이 0 이고, 또한 「(Na₂O + K₂O + ZnO)/Li₂O」 의 값이 1.4 초과와, 실시에 59 와 비교하여 큰 실시에 60 은, 실시에 59 보다 조해의 정도가 크고, 내후성 면에서 약간 떨어진다.

[0501] 비교예 X 는 「(3 × Al₂O₃ + Y₂O₃ + La₂O₃ + Gd₂O₃ + BaO/3 + (CaO + SrO)/6)」 으로서 산출되는 값은 0 초과이

지만, 「 $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{ZnO})/\text{Li}_2\text{O}$ 」의 값이 11 초과로 크고, 내후성이 낮다.

[0502] 비교예 A, 비교예 B, 비교예 C 는, P_2O_5 , Li_2O 및 CuO 의 3 성분만으로 이루어지는 유리이고, 내후성이 매우 낮다.

[0503] 비교예 D 는, O/P 비율이 3.2 를 초과하고 있고, 원하는 투과율 특성이 얻어지지 않았다.

[0504] 앞서 기재된 육안에 의한 내후성 평가의 평가 구분이 S 또는 A 였던 실시예 중에서, 실시예 25, 33, 56, 61 ~ 66 에 대해서는, 헤이즈미터에 의해 헤이즈값도 구하였다. 구해진 헤이즈값을 표 8 에 나타낸다.

[0505] [표 8]

	내후성 (육안 평가)	헤이즈값	O/P비율	$(3 \times \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{BaO})/3 + (\text{CaO} + \text{SrO})/6$ (mol%)	$(\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO})/(\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$
실시예25	A	43.2%	2.93	8.55	0.73
실시예33	A	34.9%	2.93	4.52	1.47
실시예56	S	0.0%	3.01	12.93	0.22
실시예61	S	13.0%	3.00	14.53	26.38
실시예62	S	8.0%	3.02	14.93	26.64
실시예63	S	1.0%	3.00	16.37	5.72
실시예64	S	10.0%	3.02	13.42	21.45
실시예65	S	0.5%	3.08	18.03	22.36
실시예66	S	0.4%	3.04	15.11	23.00

[0506]

[0507] 표 8 에 나타내는 바와 같이, 육안에 의한 내후성 평가의 평가 구분이 A 였던 실시예 25 및 실시예 33 과 비교하여, 육안에 의한 내후성 평가의 평가 구분이 S 였던 실시예 56, 61 ~ 66 의 헤이즈값은 낮고, 15 % 이하였다.

[0508] 이상의 결과로부터, 가시역의 투과율 향상과 근적외선 컷 능력 향상의 양립을 하면서, 또한 헤이즈값을 15 % 이하로 하기 위해서는, O/P 비율이 3.00 ~ 3.15 의 범위이고, 또한 「 $(3 \times \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{BaO})/3 + (\text{CaO} + \text{SrO})/6$ 」 으로서 산출되는 값 (단위 : 몰%) 이 10.0 % ~ 40.0 % 의 범위인 것이 바람직한 것을 확인할 수 있다.

[0509] 마지막으로, 전술한 각 양태를 총괄한다.

[0510] 일 양태에 의하면, 앞서 상세히 서술한 유리 1 ~ 6 이 제공된다.

[0511] 일 형태에서는, 유리 1 ~ 6 에 있어서, Al_2O_3 함유량은 2.0 몰% 미만일 수 있다.

[0512] 일 형태에서는, 유리 1 ~ 6 에 있어서, Al_2O_3 , La_2O_3 , Y_2O_3 및 Gd_2O_3 의 합계 함유량 ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3$) 은 0.1 몰% 이상일 수 있다.

[0513] 일 형태에서는, 유리 1 ~ 6 은, 이하의 투과율 특성을 가질 수 있다.

[0514] 파장 550 nm 이상에서 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장인 반치 λ_{T50} 이 633 nm 가 되는 유리의 두께가 0.25 mm 이하이고,

[0515] 상기 두께에 있어서, 파장 600 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T600 이 50 % 이상이고, 또한 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 30 % 이하이다.

[0516] 파장 550 nm 이상에서 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장인 반치 λ_{T50} 이 633 nm 가 되는 유리의 두께가 0.25 mm 이하이고,

[0517] 상기 두께에 있어서, 파장 600 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T600 이 50 % 이상이고, 또한 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 $\beta 1$ % 이하이고,

[0518] $\beta 1$ 은 하기 식 B1 :

[0519] (식 B1)

- [0520] $\beta 1 = 64 \times R - 170$
- [0521] 에 의해 산출되는 값이고,
- [0522] 상기 식 B1 중,
- [0523] R 은 상기 비율 (O 이온/P 이온) 이다.
- [0524] 두께 0.11 mm 환산의 투과율 특성으로서, 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장인 반치 λ_{T50} 이 600 nm ~ 650 nm 의 범위에 있고, 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 30 % 이하이고, 또한 파장 400 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T400 이 70 % 이상이다.
- [0525] 두께 0.21 mm 환산의 투과율 특성으로서, 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장인 반치 λ_{T50} 이 600 nm ~ 650 nm 인 범위에 있고, 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 25 % 이하이고, 또한 파장 400 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T400 이 70 % 이상이다.
- [0526] 파장 550 nm 이상에서 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장인 반치 λ_{T50} 이 645 nm 가 되는 유리의 두께가 0.25 mm 이하이고,
- [0527] 상기 두께에 있어서, 파장 600 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T600 이 50 % 이상이고, 또한 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 30 % 이하이다.
- [0528] 파장 550 nm 이상에서 반사 손실을 포함하는 외부 투과율이 50 % 가 되는 파장인 반치 λ_{T50} 이 645 nm 가 되는 유리의 두께가 0.25 mm 이하이고,
- [0529] 상기 두께에 있어서, 파장 600 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T600 이 50 % 이상이고, 또한 파장 1200 nm 에 있어서의 반사 손실을 포함하는 외부 투과율 T1200 이 $\beta 1$ % 이하이고,
- [0530] 상기 $\beta 1$ 은 하기 식 B1 :
- [0531] (식 B1)
- [0532] $\beta 1 = 64 \times R - 170$
- [0533] 에 의해 산출되는 값이고,
- [0534] 상기 식 B1 중,
- [0535] R 은 상기 비율 (O 이온/P 이온) 이다.
- [0536] 일 양태에 의하면, 상기 근적외선 흡수 유리로 이루어지는 근적외선 컷 필터가 제공된다.
- [0537] 이번에 개시된 실시형태는 모든 점에서 예시로서 제한적인 것은 아니라고 생각되어야 한다. 본 발명의 범위는 상기한 설명이 아니라 청구의 범위에 의해 나타나고, 청구의 범위와 균등한 의미 및 범위 내에서의 모든 변경이 포함되는 것이 의도된다.
- [0538] 예를 들어, 상기의 예시된 유리 조성에 대해, 명세서에 기재된 조성 조정을 실시함으로써, 본 발명의 일 양태에 관련된 근적외선 흡수 유리를 얻을 수 있다.
- [0539] 또, 명세서에 예시 또는 바람직한 범위로서 기재한 사항의 2 개 이상을 임의로 조합하는 것은, 물론 가능하다.

도면

도면1

