

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7076192号
(P7076192)

(45)発行日 令和4年5月27日(2022.5.27)

(24)登録日 令和4年5月19日(2022.5.19)

(51)国際特許分類		F I	
C 0 3 C	3/068(2006.01)	C 0 3 C	3/068
G 0 2 B	1/00 (2006.01)	G 0 2 B	1/00

請求項の数 10 (全27頁)

(21)出願番号	特願2017-218658(P2017-218658)	(73)特許権者	000128784 株式会社オハラ
(22)出願日	平成29年11月13日(2017.11.13)		神奈川県相模原市中央区小山1丁目15番30号
(65)公開番号	特開2018-90474(P2018-90474A)	(74)代理人	100137589 弁理士 右田 俊介
(43)公開日	平成30年6月14日(2018.6.14)	(74)代理人	100160864 弁理士 高橋 政治
審査請求日	令和2年4月9日(2020.4.9)	(74)代理人	100158698 弁理士 水野 基樹
(31)優先権主張番号	特願2016-232685(P2016-232685)	(72)発明者	向川 勝之 神奈川県相模原市中央区小山1-15-30 株式会社オハラ内
(32)優先日	平成28年11月30日(2016.11.30)	審査官	有田 恭子
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学ガラス、プリフォーム材及び光学素子

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

酸化物基準の質量%で、

L a ₂ O ₃ 成分を0%超～24.0%、T i O ₂ 成分を17.0%超～45.0%、及び

B a O 成分を0%超～45.0%

N b ₂ O ₅ 成分を0～10.0%

含有し、

S i O ₂ 成分とB ₂ O ₃ 成分の合計量が10.0%以上30.0%以下であり、L n ₂ O ₃ 成分(式中、L nはL a、G d、Y、Y bからなる群より選択される1種以上)の合計が5.0%以上26.0%以下、T i O ₂ / (T i O ₂ + B a O) の質量比が0.30以上0.80以下であり、T i O ₂ / (L a ₂ O ₃ + N b ₂ O ₅ + G d ₂ O ₃ + Y b ₂ O ₃) の質量比が0.8以上3.00以下、屈折率(n_d)が1.85以上、アッペ数(d)が35.0以下、部分分散比(g, F)が0.57以上の範囲の光学定数を有する光学ガラス。

【請求項2】

酸化物基準の質量%で、

S i O ₂ 成分 0～30.0%、及びB ₂ O ₃ 成分 0～30.0%

である請求項 1 記載の光学ガラス。

【請求項 3】

酸化物基準の質量%で、

ZnO 成分 0 ~ 30.0%、

Y₂O₃ 成分 0 ~ 15.0%、

Yb₂O₃ 成分 0 ~ 15.0%、

Gd₂O₃ 成分 0 ~ 15.0%、及び

Bi₂O₃ 成分 0 ~ 10.0%、

である請求項 1 又は 2 記載の光学ガラス。

【請求項 4】

酸化物基準の質量%で、

(La₂O₃ + Nb₂O₅ + Gd₂O₃ + Yb₂O₃) の質量和が 0 超 40.0% 以下である請求項 1 から 3 のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項 5】

酸化物基準の質量%で、

Rn₂O 成分 (式中、Rn は Li、Na、K からなる群より選択される 1 種以上) の質量和が 15.0% 以下である請求項 1 から 4 のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項 6】

酸化物基準の質量%で、

RO 成分 (式中、R は Mg、Ca、Sr、Ba、からなる群より選択される 1 種以上) の質量和が 0% 超 45.0% 以下である請求項 1 から 5 のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項 7】

酸化物基準の質量%で、

ZrO₂ 成分 0 ~ 20.0%、

WO₃ 成分 0 ~ 10.0%、

Ta₂O₅ 成分 0 ~ 10.0%、

MgO 成分 0 ~ 15.0%、

CaO 成分 0 ~ 30.0%、

SrO 成分 0 ~ 30.0%、

Li₂O 成分 0 ~ 15.0%、

Na₂O 成分 0 ~ 15.0%、

K₂O 成分 0 ~ 15.0%、

P₂O₅ 成分 0 ~ 10.0%、

GeO₂ 成分 0 ~ 10.0%、

Al₂O₃ 成分 0 ~ 15.0%、

Ga₂O₃ 成分 0 ~ 15.0%、

TeO₂ 成分 0 ~ 10.0%、

SnO₂ 成分 0 ~ 3.0%、及び

Sb₂O₃ 成分 0 ~ 1.0%

を含有する請求項 1 から 6 のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか記載の光学ガラスからなるプリフォーム材。

【請求項 9】

請求項 1 から 7 のいずれか記載の光学ガラスからなる光学素子。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の光学素子を備える光学機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学ガラス、プリフォーム及び光学素子に関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

近年、光学系を使用する機器のデジタル化や画像・映像の高精細化が急速に進んでいる。特に画像・映像の高精細化は、デジタルカメラやビデオカメラ、プロジェクタ等の光学機器で顕著である。また同時に、これらの光学機器に内蔵される光学系ではレンズやプリズムなどの光学素子の数を削減することで軽量化、小型化を図っている。

【0003】

光学素子を作製する光学ガラスの中でも特に、光学系全体の軽量化及び小型化を図ることが可能な、1.80以上の高い屈折率(n_d)を有し、15.0以上35.0以下の低いアッペ数(ν_d)を有する高屈折率高分散ガラスの需要が非常に高まっている。このような高屈折率高分散ガラスとしては、特許文献1に代表されるようなガラス組成物が知られている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2010-215503号公報

特開2011-178571号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載されたガラスは、高屈折率高分散化させるためにNb₂O₅成分やLa₂O₃成分などのレアアースを多く含んでおり、生産コストが高くなるという問題点があった。そのため、高屈折率・高分散を有しながらも生産コストが低い光学ガラスが求められていた。

20

【0006】

他方で、色収差のうち青色領域の収差(二次スペクトル)の補正において、光学設計で着目される光学特性の指標として、部分分散比(g, F)が用いられている。部分分散比(g, F)は、下式(1)により示される。

$$g, F = (n_g - n_f) / (n_f - n_c) \cdots \cdots (1)$$

【0007】

ここで、低分散の凸レンズと高分散の凹レンズとを組み合わせることで色収差の補正を行う光学系では、低分散側のレンズに部分分散比(g, F)の小さい光学材料を用い、高分散側のレンズに部分分散比(g, F)の大きい光学材料を用い、これらを組み合わせることで、二次スペクトルを補正できる。

30

【0008】

しかし、特許文献2に記載されたガラスでは、高屈折率及び高分散を有していても、Ta₂O₅成分が必須であるため生産コストが大きく、加えて部分分散比が小さいため二次スペクトルを補正するレンズとして用いるには十分でなかった。すなわち、高い屈折率(n_d)及び低いアッペ数(ν_d)を有しながらも、部分分散比(g, F)の大きい光学ガラスが求められていた。

40

【0009】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、高屈折率及び高分散を有し、且つ生産コストの低い光学ガラスと、これを用いたプリフォーム及び光学素子を提供することにある。

また、本発明は、高屈折率及び高分散を有し、且つ色収差の補正に好ましく用いられる光学ガラスと、これを用いたプリフォーム及び光学素子を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明者らは、上記課題を解決するために、鋭意試験研究を重ねた結果、La₂O₃成分、TiO₂成分及びBaO成分を併用しながら、SiO₂成分とB₂O₃成分の合計量や

50

$TiO_2 / (TiO_2 + BaO)$ の質量比を調整することによって、所望の高屈折率及び高分散を得られながらも、生産コストを抑えつつ、且つ所望の部分分散比が得られることを見出し、本発明を完成するに至った。

具体的には、本発明は以下のものを提供する。

【0011】

(1) 酸化物基準の質量%で、

La_2O_3 成分を 0% 超 ~ 35.0%、

TiO_2 成分を 0% 超 ~ 45.0%、及び

BaO 成分を 0% 超 ~ 45.0%

含有し、

SiO_2 成分と B_2O_3 成分の合計量が 5.0% 以上 30.0% 以下であり、

$TiO_2 / (TiO_2 + BaO)$ の質量比が 0.10 以上 0.90 以下であり、

屈折率 (n_d) が 1.80 以上、アッペ数 (d) が 35 以下、部分分散比 (g, F) が 0.57 以上の範囲の光学定数を有する光学ガラス。

10

【0012】

(2) 酸化物基準の質量%で、

SiO_2 成分 0 ~ 30.0%、及び

B_2O_3 成分 0 ~ 30.0%

である(1)記載の光学ガラス。

20

【0013】

(3) 酸化物基準の質量%で、

ZnO 成分 0 ~ 30.0%、

Y_2O_3 成分 0 ~ 15.0%、

Nb_2O_5 成分 0 ~ 25.0%、

Yb_2O_3 成分 0 ~ 15.0%、

Gd_2O_3 成分 0 ~ 15.0%、及び

Bi_2O_3 成分 0 ~ 10.0%、

である(1)又は(2)記載の光学ガラス。

【0014】

(4) 酸化物基準の質量%で、

($La_2O_3 + Nb_2O_5 + Gd_2O_3 + Yb_2O_3$) の質量和が 0 超 40.0% 以下である(1)から(3)のいずれか記載の光学ガラス。

30

【0015】

(5) 酸化物基準の質量%で、

Ln_2O_3 成分(式中、 Ln は La 、 Gd 、 Y 、 Yb からなる群より選択される1種以上)の合計が 0% 超 50.0% 以下である(1)から(4)のいずれか記載の光学ガラス。

【0016】

(6) 酸化物基準で、

$TiO_2 / (La_2O_3 + Nb_2O_5 + Gd_2O_3 + Yb_2O_3)$ の質量比が 0 超 5.00 以下である(1)から(5)のいずれか記載の光学ガラス。

40

【0017】

(7) 酸化物基準の質量%で、

Rn_2O 成分(式中、 Rn は Li 、 Na 、 K からなる群より選択される1種以上)の質量和が 15.0% 以下である(1)から(6)のいずれか記載の光学ガラス。

【0018】

(8) 酸化物基準の質量%で、

RO 成分(式中、 R は Mg 、 Ca 、 Sr 、 Ba からなる群より選択される1種以上)の質量和が 0% 超 45.0% 以下である(1)から(7)のいずれか記載の光学ガラス。

【0019】

(9) 酸化物基準の質量%で、

50

ZrO₂成分 0～20.0%、
 WO₃成分 0～10.0%、
 Ta₂O₅成分 0～10.0%、
 MgO成分 0～15.0%、
 CaO成分 0～30.0%、
 SrO成分 0～30.0%、
 Li₂O成分 0～15.0%、
 Na₂O成分 0～15.0%、
 K₂O成分 0～15.0%、
 P₂O₅成分 0～10.0%、
 GeO₂成分 0～10.0%、
 Al₂O₃成分 0～15.0%、
 Ga₂O₃成分 0～15.0%、
 TeO₂成分 0～10.0%、
 SnO₂成分 0～3.0%、及び
 Sb₂O₃成分 0～1.0%

を含有する(1)から(8)のいずれか記載の光学ガラス。

【0020】

(10) (1)から(9)のいずれか記載の光学ガラスからなるプリフォーム材

【0021】

(11) (1)から(9)のいずれか記載の光学ガラスからなる光学素子。

【0022】

(12) (11)に記載の光学素子を備える光学機器。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、高屈折率及び高分散を有し、且つ生産コストの低い光学ガラスと、これを用いたプリフォーム及び光学素子を提供できる。

また、本発明によれば、高屈折率及び高分散を有し、且つ色収差の補正に好ましく用いられる光学ガラスと、これを用いたプリフォーム及び光学素子を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】部分分散比(g, F)が縦軸でアッペ数(d)が横軸の直交座標に表されるノーマルラインを示す図である。

【図2】本願の実施例のガラスについての部分分散比(g, F)とアッペ数(d)の関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

本発明の光学ガラスは、質量%で、La₂O₃成分を0%超～35.0%、TiO₂成分を0%超～45.0%、及びBaO成分を0%超～45.0%含有し、SiO₂成分とB₂O₃成分の合計量が5.0%以上30.0%以下であり、TiO₂/(TiO₂+BaO)の質量比が0.10以上0.90以下であり、屈折率(n_d)が1.80以上、アッペ数(d)が35.0以下、部分分散比(g, F)が0.57以上の範囲の光学定数を有する光学ガラスである。

本発明によれば、La₂O₃成分、TiO₂成分及びBaO成分を併用しながら、各成分の含有量を調整することによって、ガラスにおいて高屈折率及び高分散化が図られながらも、ガラスの安定性が高められる。このため、高屈折率及び高分散を有し、且つ生産コストの低い光学ガラスと、これを用いたプリフォーム及び光学素子を提供できる。

また、各成分の含有量を調整することによって、高屈折率及び高分散化が図られながらも、ガラスの部分分散比がより一層高められる。このため、高屈折率及び高分散を有し、且つ色収差の補正に好ましく用いられる光学ガラスと、これを用いたプリフォーム及び光学

10

20

30

40

50

素子を提供できる。

【0026】

[ガラス成分]

本発明の光学ガラスを構成する各成分の組成範囲を以下に述べる。本明細書中において、各成分の含有量は特に断りがない場合は、全て酸化物基準のガラス全質量に対する質量%で表示されるものとする。ここで、「酸化物基準」は、本発明のガラス構成成分の原料として使用される酸化物、複合塩、金属弗化物等が熔融時に全て分解されて酸化物に変化すると仮定した場合に、当該酸化物の総質量を100質量%として、ガラス中に含有される各成分を表記した組成である。

【0027】

<必須成分、任意成分について>

La_2O_3 成分は、ガラスの屈折率を高め、分散を小さくする成分である。特に、 La_2O_3 成分を0%超含有することで、所望の高屈折率を得ることができる必須成分である。従って、 La_2O_3 成分の含有量は、好ましくは0%超、より好ましくは1.0%、さらに好ましくは2.0%、さらに好ましくは3.0%、さらに好ましくは4.5%を下限とする。

一方、 La_2O_3 成分の含有量を35.0%以下にすることで、ガラスの耐失透性を高め、アッペ数を小さくでき、ガラスの比重の増加を抑えられ、且つ生産コストを低くすることができる。従って、 La_2O_3 成分の含有量は、好ましくは35.0%、より好ましくは24.0%、さらに好ましくは21.0%、さらに好ましくは18.0%を上限とする。 La_2O_3 成分は、原料として La_2O_3 、 $La(NO_3)_3 \cdot XH_2O$ (Xは任意の整数)等を用いることができる。

【0028】

TiO_2 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率を高め、アッペ数を低く調整し、部分分散比を高められ、且つ耐失透性を高められる必須成分である。そのため、 TiO_2 成分の含有量は、好ましくは0%超、好ましくは10.0%、さらに好ましくは17.0%超、さらに好ましくは21.5%、さらに好ましくは23.5%を下限とする。

一方で、 TiO_2 成分の含有量を45.0%以下にすることで、ガラスの着色を低減して可視光透過率を高められる。また、 TiO_2 成分の過剰な含有による失透を抑えられる。従って、 TiO_2 成分の含有量は、好ましくは45.0%、より好ましくは38.0%、さらに好ましくは35.0%、さらに好ましくは32.0%を上限とする。

TiO_2 成分は、原料として TiO_2 等を用いることができる。

【0029】

BaO 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率や耐失透性を高められ、且つ、ガラス原料の熔融性を高められる必須成分である。従って、 BaO 成分の含有量は、好ましくは0%超、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは8.0%、さらに好ましくは10.0%を下限とする。

他方で、 BaO 成分の含有量を45.0%以下にすることで、ガラスの屈折率を低下し難くし、且つガラスの失透を低減することができる。従って、 BaO 成分の含有量は、好ましくは45.0%、より好ましくは35.0%、さらに好ましくは32.0%、さらに好ましくは30.0%を上限とする。

BaO 成分は、原料として $BaCO_3$ 、 $Ba(NO_3)_2$ 等を用いることができる。

【0030】

B_2O_3 成分及び SiO_2 成分の含有量の和(質量和)は、5.0%以上30.0%以下が好ましい。

特に、この和を5.0%以上にすることで、 B_2O_3 成分や SiO_2 成分の欠乏による耐失透性の低下を抑えられる。従って、質量和($B_2O_3 + SiO_2$)は、好ましくは5.0%、より好ましくは10.0%、さらに好ましくは13.0%、さらに好ましくは15.0%を下限とする。

一方で、この和を30.0%以下にすることで、これらの成分の過剰な含有による屈折率

10

20

30

40

50

の低下が抑えられるので、所望の高屈折率を得易くできる。従って、質量和 ($B_2O_3 + SiO_2$) は、好ましくは 30.0%、より好ましくは 24.0%、さらに好ましくは 22.0% を上限とする。

【0031】

ここで、 TiO_2 成分及び BaO 成分の含有量の和に対する TiO_2 の含有量の比率 (質量比) は、0.10 以上であることが好ましい。これにより、高い屈折率と高い分散を維持しながらも、部分分散比を大きくすることができる。従って、質量比 $TiO_2 / (TiO_2 + BaO)$ は、好ましくは 0.10、より好ましくは 0.30、さらに好ましくは 0.40、さらに好ましくは 0.45 を下限とする。

一方で、この質量比を 0.90 以下にすることで、ガラスの着色を低減して可視光透過率を高められ、且つ失透を抑えられる。従って、質量比 $TiO_2 / (TiO_2 + BaO)$ は、好ましくは 0.90、より好ましくは 0.80、さらに好ましくは 0.75 を上限とする。

10

【0032】

SiO_2 成分は、0% 超含有する場合に、耐失透性を高められる任意成分である。従って、 SiO_2 成分の含有量は、好ましくは 0% 超、より好ましくは 0.5% 超、さらに好ましくは 1.0% 超、さらに好ましくは 2.0% 超を下限とする。

他方で、 SiO_2 成分の含有量を 30.0% 以下にすることで、 SiO_2 成分を熔融ガラス中に溶解し易くし、高温での溶解を回避することができる。従って、 SiO_2 成分の含有量は、好ましくは 30.0%、より好ましくは 28.0%、さらに好ましくは 23.0%

20

、さらに好ましくは 18.0%、さらに好ましくは 16.0% を上限とする。 SiO_2 成分は、原料として SiO_2 、 K_2SiF_6 、 Na_2SiF_6 等を用いることができる。

【0033】

B_2O_3 成分は、0% 超含有する場合に、ガラス内部で網目構造を形成し、安定なガラス形成を促して耐失透性を高められる任意成分である。従って、 B_2O_3 成分の含有量は、好ましくは 0% 超、より好ましくは 0.5% 超、さらに好ましくは 1.0% 超、さらに好ましくは 2.0% 超を下限とする。

他方で、 B_2O_3 成分の含有量を 30.0% 以下にすることで、屈折率の低下を抑えられ、アッペ数を小さくでき、且つ化学的耐久性の悪化を抑えられる。従って、 B_2O_3 成分の含有量は、好ましくは 30.0%、より好ましくは 28.0%、さらに好ましくは 25.0%、さらに好ましくは 23.0%、さらに好ましくは 20.0% を上限とする。

30

B_2O_3 成分は、原料として H_3BO_3 、 $Na_2B_4O_7$ 、 $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ 、 BPO_4 等を用いることができる。

【0034】

ZnO 成分は、0% 超含有する場合に、ガラスの熔融性を改善でき、ガラス転移点を低くでき、且つ失透を低減できる任意成分である。従って、 ZnO 成分の含有量は、好ましくは 0% 超、より好ましくは 0.5% 超、さらに好ましくは 1.0% 超、さらに好ましくは 2.0% 超を下限とする。

他方で、 ZnO 成分の含有量を 30.0% 以下にすることで、屈折率の低下や失透を低減できる。また、これにより熔融ガラスの粘性が高められるため、ガラスへの脈理の発生を低減できる。従って、 ZnO 成分の含有量は、好ましくは 30.0%、より好ましくは 23.0%、さらに好ましくは 17.0%、さらに好ましくは 14.0% を上限とする。

40

ZnO 成分は、原料として ZnO 、 ZnF_2 等を用いることができる。

【0035】

Y_2O_3 成分は、0% 超含有する場合に、ガラスの材料コストの上昇を抑え、且つ屈折率を高められる任意成分である。

Y_2O_3 成分の含有量を 15.0% 以下にすることで、ガラスの屈折率の低下を抑えられ、アッペ数を小さくでき、且つガラスの耐失透性を高められる。従って、 Y_2O_3 成分の含有量は、好ましくは 15.0%、より好ましくは 10.0%、さらに好ましくは 5.0%

50

%を上限とする。

Y_2O_3 成分は、原料として Y_2O_3 、 YF_3 等を用いることができる。

【0036】

Nb_2O_5 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率を高められ、ガラスの部分分散比を大きくし、且つ耐失透性を高められる任意成分である。そのため、 Nb_2O_5 成分の含有量は、好ましくは0%超、より好ましくは0.5%、さらに好ましくは1.0%を下限とする。

一方で、 Nb_2O_5 成分の含有量を25.0%以下にすることで、 Nb_2O_5 成分の過剰な含有によるガラスの耐失透性の低下や、可視光の透過率の低下を抑えることができ、且つアッペ数を小さくすることができる。従って、 Nb_2O_5 成分の含有量は、好ましくは25.0%、より好ましくは18.0%、さらに好ましくは13.0%、さらに好ましくは10.0%を上限とする。

10

Nb_2O_5 成分は、原料として Nb_2O_5 等を用いることができる。

【0037】

Yb_2O_3 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率を高め、且つ分散を小さくできる任意成分である。

一方で、 Yb_2O_3 成分の含有量を15.0%以下にすることで、ガラスの耐失透性を高められ、生産コストを抑えることができる。従って、 Yb_2O_3 成分の含有量は、好ましくは15.0%、より好ましくは10.0%、さらに好ましくは5.0%を上限とする。

Yb_2O_3 成分は、原料として Yb_2O_3 等を用いることができる。

20

【0038】

Gd_2O_3 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率を高め、且つアッペ数を高められる任意成分である。

一方で、希土類元素の中でも特に高価な Gd_2O_3 成分を15.0%以下に低減することで、ガラスの材料コストが低減されるため、より安価な光学ガラスを作製できる。また、これによりガラスのアッペ数の必要以上の上昇を抑えられる。従って、 Gd_2O_3 成分の含有量は、それぞれ好ましくは15.0%、より好ましくは10.0%、さらに好ましくは5.0%を上限とする。

Gd_2O_3 成分は、原料として Gd_2O_3 、 GdF_3 等を用いることができる。

【0039】

Bi_2O_3 成分は、0%超含有する場合に、屈折率を高め、且つガラス転移点を下げられる任意成分である。

一方で、 Bi_2O_3 成分の含有量を10.0%以下にすることで、ガラスの耐失透性を高められ、生産コストを抑えることができ、且つガラスの着色を低減して可視光透過率を高められる。また、これによりガラスのアッペ数の必要以上の上昇を抑えられる。従って、 Bi_2O_3 成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは3.0%を上限とする。

Bi_2O_3 成分は、原料として Bi_2O_3 等を用いることができる。

30

【0040】

また、本発明の光学ガラスでは、 La_2O_3 成分、 Nb_2O_5 成分、 Gd_2O_3 成分及び Yb_2O_3 の含有量の和(質量和)は、40.0%以下であることが好ましい。これにより、これら高価な成分の含有量が低減されるため、ガラスの材料コストを抑えられる。従って質量和($La_2O_3 + Nb_2O_5 + Gd_2O_3 + Yb_2O_3$)は、好ましくは40.0%、より好ましくは30.0%、さらに好ましくは25.0%、さらに好ましくは23.0%を上限とする。

40

一方で、0%超含有することで、所望の高屈折率を得ることができる。従って、好ましくは0%超、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは8.0%下限とする。

【0041】

Ln_2O_3 成分(式中、 Ln は La 、 Gd 、 Y 、 Yb からなる群より選択される1種以上)の含有量の和(質量和)は、0%超50.0%以下であることが好ましい。

50

特に、この質量和を0%超にすることで、ガラスの屈折率を高められるため、高屈折率ガラスを得易くできる。また、これにより着色を低減できる。従って、 Ln_2O_3 成分の含有量の質量和は、好ましくは0%超、より好ましくは1.0%、さらに好ましくは3.0%、さらに好ましくは5.0%を下限とする。

他方で、この質量和を50.0%以下にすることで、耐失透性を高められ、生産コストを抑えることができ、且つガラスのアップ数の必要以上の上昇を抑えられる。従って、 Ln_2O_3 成分の含有量の質量和は、好ましくは50.0%、より好ましくは40.0%未満、さらに好ましくは31.0%、さらに好ましくは26.0%、さらに好ましくは21.0%を上限とする。

【0042】

ここで、 La_2O_3 成分、 Nb_2O_5 成分、 Gd_2O_3 成分及び Yb_2O_3 の含有量の和に対する、 TiO_2 の含有量の比率(質量比)は、0超であることが好ましい。これにより、高い屈折率と高い分散を維持しながらも、高い部分分散比を得ることができ、且つ生産コストを抑えることができる。従って、質量比 $\text{TiO}_2 / (\text{La}_2\text{O}_3 + \text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{Yb}_2\text{O}_3)$ は、好ましくは0超、より好ましくは0.50、さらに好ましくは0.80、さらに好ましくは1.00を下限とする。

一方で、この質量比を5.0以下にすることで、ガラスの着色を低減して可視光透過率を高められ、且つ失透を抑えられる。従って、質量比 $\text{TiO}_2 / (\text{La}_2\text{O}_3 + \text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{Yb}_2\text{O}_3)$ は、好ましくは5.00、より好ましくは4.00、さらに好ましくは3.00、さらに好ましくは2.80を上限とする。

【0043】

Rn_2O 成分(式中、 Rn は Li 、 Na 、 K からなる群より選択される1種以上)の合計量は、15.0%以下が好ましい。これにより、ガラスの屈折率の低下を抑え、且つ耐失透性を高められる。従って、 Rn_2O 成分の質量和は、好ましくは15.0%、より好ましくは10.0%、さらに好ましくは5.0%を上限とする。

【0044】

RO 成分(式中、 R は Mg 、 Ca 、 Sr 、 Ba からなる群より選択される1種以上)の含有量の和(質量和)は、0%超45.0%以下が好ましい。これにより、 RO 成分の過剰な含有による失透を低減でき、且つ屈折率の低下を抑えられる。従って、 RO 成分の含有量の質量和は、好ましくは45.0%、より好ましくは40.0%未満、さらに好ましくは38.0%、さらに好ましくは35.0%未満、さらに好ましくは32.0%を上限とする。

他方で、この和を0%超にすることで、ガラス原料の熔融性やガラスの安定性を高められる。従って、 RO 成分の合計含有量は、好ましくは0%超、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは15.0%、さらに好ましくは20.0%超を下限としてもよい。

【0045】

ZrO_2 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの高屈折率化及び低分散化に寄与でき、且つガラスの耐失透性を高められる任意成分である。そのため、 ZrO_2 成分の含有量は、好ましくは0%超、より好ましくは0.5%、さらに好ましくは1.0%を下限としてもよい。

一方で、 ZrO_2 成分を20.0%以下にすることで、 ZrO_2 成分の過剰な含有によるガラスの耐失透性の低下を抑えられる。従って、 ZrO_2 成分の含有量は、好ましくは20.0%、より好ましくは15.0%、さらに好ましくは10.0%を上限とする。

ZrO_2 成分は、原料として ZrO_2 、 ZrF_4 等を用いることができる。

【0046】

WO_3 成分は、0%超含有する場合に、屈折率を高め、部分分散比を高め、且つガラスの耐失透性を高められる任意成分である。また、 WO_3 成分は、ガラス転移点を低くできる成分でもある。そのため、 WO_3 成分の含有量は、好ましくは0%超、より好ましくは0.1%、さらに好ましくは0.3%、さらに好ましくは0.5%超を下限としてもよい。

一方で、 WO_3 成分の含有量を10.0%以下にすることで、 WO_3 成分によるガラスの

10

20

30

40

50

着色を低減して可視光透過率を高めることができる。従って、 $W O_3$ 成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは3.0%を上限とする。 $W O_3$ 成分は、原料として $W O_3$ 等を用いることができる。

【0047】

$T a_2 O_5$ 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率を高め、且つ耐失透性を高められる任意成分である。

一方で、高価な $T a_2 O_5$ 成分を10.0%以下に低減することで、ガラスの材料コストが低減されるため、より安価な光学ガラスを作製できる。また、 $T a_2 O_5$ 成分の含有量を10.0%以下にすることで、原料の熔解温度が低くなり、原料の熔解に要するエネルギーが低減されるため、光学ガラスの製造コストをも低減できる。従って、 $T a_2 O_5$ 成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは8.0%、さらに好ましくは5.0%を上限とする。特に、より安価な光学ガラスを作製する観点では、 $T a_2 O_5$ 成分の含有量は、好ましくは4.0%、より好ましくは3.0%を上限とし、さらに好ましくは1.0%未満とし、最も好ましくは含有しない。

$T a_2 O_5$ 成分は、原料として $T a_2 O_5$ 等を用いることができる。

【0048】

$M g O$ 成分は、0%超含有する場合に、ガラス原料の熔融性やガラスの耐失透性を高められる任意成分である。

一方で、 $M g O$ 成分の含有量を15.0%以下にすることで、これらの成分の過剰な含有による、屈折率の低下や耐失透性の低下を抑えられる。従って、 $M g O$ 成分の含有量は、好ましくは15.0%、より好ましくは10.0%、さらに好ましくは5.0%を上限とする。

$M g O$ 成分は、原料として $M g C O_3$ 、 $M g F_2$ 等を用いることができる。

【0049】

$C a O$ 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率や耐失透性を高められ、且つ、ガラス原料の熔融性を高められる任意成分である。従って、 $C a O$ 成分の含有量は、好ましくは0%超、より好ましくは0.5%、さらに好ましくは1.5%、さらに好ましくは3.0%を下限とする。

他方で、 $C a O$ 成分の含有量を30.0%以下にすることで、ガラスの屈折率を低下し難くし、且つガラスの失透を低減することができる。従って、 $C a O$ 成分の含有量は、好ましくは30.0%、より好ましくは25.0%、さらに好ましくは20.0%、さらに好ましくは16.0%、さらに好ましくは13.0%を上限とする。

$C a O$ 成分は、原料として $C a C O_3$ 、 $C a F_2$ 等を用いることができる。

【0050】

$S r O$ 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率や耐失透性を高められ、且つ、ガラス原料の熔融性を高められる任意成分である。従って、 $S r O$ 成分の含有量は、好ましくは0%超、より好ましくは0.5%、さらに好ましくは1.5%を下限とする。

他方で、 $S r O$ 成分の含有量を30.0%以下にすることで、ガラスの屈折率を低下し難くし、且つガラスの失透を低減することができる。従って、 $S r O$ 成分の含有量は、好ましくは30.0%、より好ましくは25.0%、さらに好ましくは20.0%、さらに好ましくは17.0%、さらに好ましくは15.0%を上限とする。

$S r O$ 成分は、原料として $S r C O_3$ 、 $S r F_2$ 等を用いることができる。

【0051】

$L i_2 O$ 成分、 $N a_2 O$ 成分及び $K_2 O$ 成分は、少なくともいずれかを0%超含有する場合に、ガラスの熔融性を改善できる任意成分である。特に、 $K_2 O$ 成分は、ガラスの部分分散比をより一層高める成分でもある。

他方で、 $L i_2 O$ 成分、 $N a_2 O$ 成分又は $K_2 O$ 成分の含有量を低減することで、ガラスの屈折率の低下を抑えられ、且つ失透を低減できる。特に、 $L i_2 O$ 成分の含有量を低減することで、ガラスの部分分散比の低下を抑えられる。従って、 $L i_2 O$ 成分、 $N a_2 O$ 成分及び $K_2 O$ 成分のうち少なくともいずれかの含有量は、好ましくは15.0%以下、

10

20

30

40

50

より好ましくは10.0%未満、さらに好ましくは5.0%未満とする。

Li₂O成分、Na₂O成分及びK₂O成分は、原料としてLi₂CO₃、LiNO₃、LiF、Na₂CO₃、NaNO₃、NaF、Na₂SiF₆、K₂CO₃、KNO₃、KF、KHF₂、K₂SiF₆等を用いることができる。

【0052】

P₂O₅成分は、0%超含有する場合に、ガラスの耐失透性を高められる任意成分である。特に、P₂O₅成分の含有量を10.0%以下にすることで、ガラスの化学的耐久性、特に耐水性の低下を抑えられる。従って、P₂O₅成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは3.0%を上限とする。

P₂O₅成分は、原料としてAl(PO₃)₃、Ca(PO₃)₂、Ba(PO₃)₂、BPO₄、H₃PO₄等を用いることができる。

10

【0053】

GeO₂成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率を高め、且つ耐失透性を向上できる任意成分である。しかしながら、GeO₂は原料価格が高いため、その量が多いと材料コストが高くなることで、Gd₂O₃成分やTa₂O₅成分を低減することによるコスト低減の効果が減殺される。従って、GeO₂成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは1.0%を上限とし、最も好ましくは含有しない。

GeO₂成分は、原料としてGeO₂等を用いることができる。

【0054】

20

Al₂O₃成分及びGa₂O₃成分は、0%超含有する場合に、ガラスの化学的耐久性を高め、且つガラスの耐失透性を高められる任意成分である。

一方で、Al₂O₃成分及びGa₂O₃成分の各々の含有量を15.0%以下にすることで、これらの過剰な含有によるガラスの耐失透性の低下を抑えられる。従って、Al₂O₃成分及びGa₂O₃成分の各々の含有量は、好ましくは15.0%、より好ましくは8.0%、さらに好ましくは3.0%を上限とする。

Al₂O₃成分及びGa₂O₃成分は、原料としてAl₂O₃、Al(OH)₃、AlF₃、Ga₂O₃、Ga(OH)₃等を用いることができる。

【0055】

TeO₂成分は、0%超含有する場合に、屈折率を高め、且つガラス転移点を下げられる任意成分である。

30

しかしながら、TeO₂は白金製の坩堝や、熔融ガラスと接する部分が白金で形成されている熔融槽でガラス原料を熔融する際、白金と合金化しうる問題がある。従って、TeO₂成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは3.0%を上限とし、さらに好ましくは含有しない。

TeO₂成分は、原料としてTeO₂等を用いることができる。

【0056】

F成分は、0%超含有する場合に、ガラスのアップ数を高め、ガラス転移点を低くし、且つ耐失透性を向上できる任意成分である。

しかし、F成分の含有量、すなわち上述した各金属元素の1種又は2種以上の酸化物の一部又は全部と置換した弗化物のFとしての合計量が10.0%を超えると、F成分の揮発量が多くなるため、安定した光学恒数が得られ難くなり、均質なガラスが得られ難くなる。また、アップ数が必要以上に上昇する。

40

従って、F成分の含有量は、好ましくは10.0%以下、より好ましくは5.0%未満、さらに好ましくは3.0%未満、さらに好ましくは1.0%未満、さらに好ましくは含有しない。

【0057】

SnO₂成分は、0%超含有する場合に、熔融ガラスの酸化を低減して熔融ガラスを清澄でき、且つガラスの光線透過率を悪化し難くできる任意成分である。

他方で、SnO₂成分の含有量を3.0%以下にすることで、熔融ガラスの還元によるガ

50

ラスの着色や、ガラスの失透を生じ難くできる。また、 SnO_2 成分と熔解設備（特にPt等の貴金属）との合金化が低減されるため、熔解設備の長寿命化を図れる。従って、 SnO_2 成分の含有量は、好ましくは3.0%以下、より好ましくは2.0%未満、さらに好ましくは1.0%未満、さらに好ましくは含有しない。

SnO_2 成分は、原料として SnO 、 SnO_2 、 SnF_2 、 SnF_4 等を用いることができる。

【0058】

Sb_2O_3 成分は、0%超含有する場合に、熔融ガラスを脱泡できる任意成分である。他方で、 Sb_2O_3 成分の含有量を1.0%以下にすることで、過度の発泡を生じ難くでき、且つ、熔解設備（特にPt等の貴金属）との合金化を低減できる。従って、 Sb_2O_3 成分の含有量は、好ましくは1.0%以下、より好ましくは0.5%未満、さらに好ましくは0.3%未満、さらに好ましくは0.1%未満とする。

Sb_2O_3 成分は、原料として Sb_2O_3 、 Sb_2O_5 、 $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 等を用いることができる。

【0059】

なお、ガラスを清澄し脱泡する成分は、上記の Sb_2O_3 成分に限定されるものではなく、ガラス製造の分野における公知の清澄剤、脱泡剤或いはそれらの組み合わせを用いることができる。

<含有すべきでない成分について>

次に、本発明の光学ガラスに含有すべきでない成分、及び含有することが好ましくない成分について説明する。

【0060】

本発明の光学ガラスには、他の成分を本願発明のガラスの特性を損なわない範囲で必要に応じ、添加することができる。ただし、 GeO_2 成分はガラスの分散性を高めてしまうため、実質的に含まないことが好ましい。

【0061】

また、Ti、Zr、Nb、W、La、Gd、Y、Yb、Luを除く各遷移金属成分、例えばHf、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Ag、Mo、Ce、Nd等は、それぞれを単独又は複合して少量含有する場合でもガラスが着色し、可視域の特定の波長の光に対して吸収を生じる性質があるため、特に可視領域の波長を使用する光学ガラスにおいては、実質的に含まないことが好ましい。

【0062】

さらに、PbO等の鉛化合物及び As_2O_3 等のヒ素化合物、並びに、Th、Cd、Tl、Os、Be、Seの各成分は、近年有害な化学物質として使用を控える傾向にあり、ガラスの製造工程のみならず、加工工程、及び製品化後の処分に至るまで環境対策上の措置が必要とされる。従って、環境上の影響を重視する場合には、不可避な混入を除き、これらを実質的に含有しないことが好ましい。これにより、光学ガラスに環境を汚染する物質が実質的に含まれなくなる。そのため、特別な環境対策上の措置を講じなくとも、この光学ガラスを製造し、加工し、及び廃棄することができる。

【0063】

[製造方法]

本発明の光学ガラスは、例えば以下のように作製される。すなわち、上記原料を各成分が所定の含有量の範囲内になるように均一に混合し、作製した混合物を白金坩堝、石英坩堝又はアルミナ坩堝に投入して粗熔融した後、金坩堝、白金坩堝、白金合金坩堝又はイリジウム坩堝に入れて900~1400の温度範囲で1~5時間熔融し、攪拌均質化して泡切れ等を行った後、1200以下の温度に下げてから仕上げ攪拌を行って脈理を除去し、成形型を用いて成形することにより作製される。ここで、成形型を用いて成形されたガラスを得る手段としては、熔融ガラスを成形型の一端に流下すると同時に、成形型の他端側から成形されたガラスを引き出す手段や、熔融ガラスを金型に鑄込んで徐冷する手段が挙げられる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 4 】

[物 性]

本発明の光学ガラスは、高屈折率及び高分散を有する。

特に、本発明の光学ガラスの屈折率 (n_d) は、好ましくは 1.80、より好ましくは 1.85、さらに好ましくは 1.90 を下限とする。この屈折率の上限は、好ましくは 2.20 以下、より好ましくは 2.10 以下、さらに好ましくは 2.05 未満であってもよい。

また、本発明の光学ガラスのアッベ数 (ν_d) は、好ましくは 15.0 以上、より好ましくは 20.0 以上、さらに好ましくは 21.0 以上、さらに好ましくは 22.0 以上を下限とし、好ましくは 35.0 以下、より好ましくは 30.0 以下、さらに好ましくは 27.0 未満を上限とする。

10

本発明の光学ガラスは、このような屈折率及びアッベ数を有するため、光学設計上有用であり、特に高い結像特性等を図りながらも、光学系の小型化を図ることができ、光学設計の自由度を広げることができる。

【 0 0 6 5 】

本発明の光学ガラスは、可視光透過率、特に可視光のうち短波長側の光の透過率が高く、それにより着色が少ないことが好ましい。

特に、本発明の光学ガラスは、ガラスの透過率で表すと、厚み 10 mm のサンプルで分光透過率 70 % を示す波長 (λ_{70}) は、好ましくは 520 nm、より好ましくは 510 nm、さらに好ましくは 500 nm、さらに好ましくは 490 nm を上限とする。

20

また、本発明の光学ガラスにおける、厚み 10 mm のサンプルで分光透過率 5 % を示す最も短い波長 (λ_5) は、好ましくは 400 nm、より好ましくは 390 nm、さらに好ましくは 380 nm を上限とする。

これらにより、ガラスの吸収端が紫外領域の近傍になり、可視光に対するガラスの透明性が高められるため、この光学ガラスを、レンズ等の光を透過させる光学素子に好ましく用いることができる。

【 0 0 6 6 】

本発明の光学ガラスは、高い部分分散比 (g, F) を有することが好ましい。より具体的には、本発明の光学ガラスの部分分散比 (g, F) は、好ましくは 0.570、より好ましくは 0.580、さらに好ましくは 0.595、さらに好ましくは 0.605、さらに好ましくは 0.612 を下限とする。

30

また、本発明の光学ガラスの部分分散比 (g, F) は、アッベ数 (ν_d) との関係において、好ましくは (g, F) ($-0.00162 \times \nu_d + 0.6450$) の関係を満たす。

このように、本発明の光学ガラスでは、希土類元素成分を多く含有する従来公知のガラスよりも高い部分分散比 (g, F) を有する。そのため、ガラスの高屈折率及び高分散化を図りながらも、この光学ガラスから形成される光学素子を、色収差の補正に好ましく用いることができる。

ここで、本発明の光学ガラスの部分分散比 (g, F) は、好ましくは ($-0.00162 \times \nu_d + 0.6450$)、より好ましくは ($-0.00162 \times \nu_d + 0.6470$)、さらに好ましくは ($-0.00162 \times \nu_d + 0.6500$) を下限とする。他方で、本発明の光学ガラスの部分分散比 (g, F) の上限は、特に限定されないが、概ね ($-0.00162 \times \nu_d + 0.6800$) 以下、より具体的には ($-0.00162 \times \nu_d + 0.6700$) 以下、さらに具体的には ($-0.00162 \times \nu_d + 0.6650$) 以下であることが多い。本発明で特定される組成のガラスでは、部分分散比 (g, F) 及びアッベ数 (ν_d) がこの関係を満たすものであっても、安定なガラスを得られる。

40

【 0 0 6 7 】

上述の部分分散比 (g, F) とアッベ数 (ν_d) の関係式は、部分分散比を縦軸に、アッベ数を横軸にした直角座標において、ノーマルラインと平行な直線を用いて表した。ノーマルラインは、従来公知のガラスの部分分散比 (g, F) とアッベ数 (ν_d) の間に

50

みられる直線的な関係を表したものであり、部分分散比 (g, F) を縦軸に、アッペ数 (d) を横軸に採用した直交座標上で、NSL7とPBM2の部分分散比及びアッペ数をプロットした2点を結ぶ直線で表される(図1参照)。そして、従来公知のガラスの部分分散比とアッペ数の関係は、概ねノーマルラインと重複する。

ここで、NSL7とPBM2は株式会社オハラ社製の光学ガラスであり、PBM2のアッペ数 (d) は36.3、部分分散比 (g, F) は0.5828、NSL7のアッペ数 (d) は60.5、部分分散比 (g, F) は0.5436である。

【0068】

[プリフォーム及び光学素子]

作製された光学ガラスから、例えば研磨加工の手段、又は、リヒートプレス成形や精密プレス成形等のモールドプレス成形の手段を用いて、ガラス成形体を作製することができる。すなわち、光学ガラスに対して研削及び研磨等の機械加工を行ってガラス成形体を作製したり、光学ガラスから作製したプリフォームに対してリヒートプレス成形を行った後で研磨加工を行ってガラス成形体を作製したり、研磨加工を行って作製したプリフォームや、公知の浮上成形等により成形されたプリフォームに対して精密プレス成形を行ってガラス成形体を作製したりすることができる。なお、ガラス成形体を作製する手段は、これらの手段に限定されない。

【0069】

このように、本発明の光学ガラスから形成したガラス成形体は、様々な光学素子及び光学設計に有用であるが、その中でも特に、レンズやプリズム等の光学素子に用いることが好ましい。ガラスの安定性が高められることで、径の大きなガラス成形体の形成が可能になるため、光学素子の大型化を図りながらも、カメラ等の光学機器に用いたときに高精細で高精度な結像特性及び投影特性を実現できる。

また、部分分散比が高められることで、光学素子を光学系における色収差の補正に有用に用いられるため、例えば光学素子をカメラに用いた場合は撮影対象物をより正確に表現でき、光学素子をプロジェクタに用いた場合は所望の映像をより高精彩に投影できる。

【実施例】

【0070】

本発明の実施例(No. 1~No. 55)のガラスの組成、並びに、これらのガラスの屈折率 (n_d)、アッペ数 (d)、透過率 (τ_{500}, τ_{700}) 及び部分分散比 (g, F) の値を表1~表10に示す。なお、以下の実施例はあくまで例示の目的であり、これらの実施例のみ限定されるものではない。

【0071】

実施例のガラスは、いずれも各成分の原料として各々相当する酸化物、水酸化物、炭酸塩、硝酸塩、弗化物、水酸化物、メタ燐酸化合物等の通常の光学ガラスに使用される高純度原料を選定し、秤量して均一に混合した後、白金坩堝に投入し、1250~1300の温度範囲の電気炉で2時間にわたって、ガラス原料の熔解と、熔解したガラス原料への攪拌による泡切れを行った後、1080~1180に温度を下げてさらに攪拌均質化してから金型に鋳込み、徐冷してガラスを作製した。

【0072】

実施例のガラスの屈折率 (n_d)、アッペ数 (d) 及び部分分散比 (g, F) は、ヘリウムランプのd線 (587.56nm) に対する測定値で示した。また、アッペ数 (d) は、上記d線の屈折率と、水素ランプのF線 (486.13nm) に対する屈折率 (n_F)、C線 (656.27nm) に対する屈折率 (n_C) の値を用いて、アッペ数 (d) = $[(n_d - 1) / (n_F - n_C)]$ の式から算出した。

部分分散比は、C線 (波長656.27nm) における屈折率 n_C 、F線 (波長486.13nm) における屈折率 n_F 、g線 (波長435.835nm) における屈折率 n_g を測定し、(g, F) = $(n_g - n_F) / (n_F - n_C)$ の式により算出した。

【0073】

実施例のガラスの透過率は、日本光学硝子工業会規格JOGIS02-2003に準じて

10

20

30

40

50

測定した。なお、本発明においては、ガラスの透過率を測定することで、ガラスの着色の有無と程度を求めた。具体的には、厚さ 1.0 ± 0.1 mm の対面平行研磨品を J I S Z 8 7 2 2 に準じ、 $200 \sim 800$ nm の分光透過率を測定し、 λ_5 (透過率 5 % 時の波長) 及び λ_{70} (透過率 70 % 時の波長) を求めた。

なお、本測定に用いたガラスは、徐冷降温速度を -2.5 / hr として、徐冷炉にて処理を行ったものを用いた。

【 0 0 7 4 】

【表 1】

wt%	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	7.17	7.17	7.17	7.17	7.17	7.17
B ₂ O ₃	11.39	11.39	11.39	11.39	11.39	11.39
La ₂ O ₃	19.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83
Y ₂ O ₃						
Gd ₂ O ₃						
Yb ₂ O ₃						
ZrO ₂	6.10	6.10	4.10	6.10	6.10	6.10
TiO ₂	24.56	26.56	26.56	26.56	26.56	26.56
Nb ₂ O ₅			2.00	2.00	2.00	2.00
WO ₃	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
ZnO	5.58	5.58	5.58	5.58	5.58	5.58
Li ₂ O						
Na ₂ O						
K ₂ O						
MgO						
CaO					5.00	10.00
SrO						
BaO	24.60	26.60	26.60	24.60	19.60	14.60
Sb ₂ O ₃						
SnO ₂						
合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si+B	18.56	18.56	18.56	18.56	18.56	18.56
Ti/(Ti+Ba)	0.50	0.50	0.50	0.52	0.58	0.65
La+Nb+Gd+Yb	19.83	15.83	17.83	17.83	17.83	17.83
Ln ₂ O ₃	19.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83
Ti/(La+Nb+Gd+Yb)	1.24	1.68	1.49	1.49	1.49	1.49
Rn ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RO	24.60	26.60	26.60	24.60	24.60	24.60
屈折率 (n _d)	1.940	1.946	1.949	1.955	1.947	1.938
アッベ数 (ν _d)	25.8	24.9	24.6	24.5	25.0	25.6
部分分散比 (θ _{g,F})	0.6155	0.6178	0.6207	0.6212	0.6183	0.6142
λ ₇₀	435	448	459	463	448	447
λ ₅	372	374	375	376	373	372

【 0 0 7 5 】

10

20

30

40

50

【表 2】

wt%	7	8	9	10	11	12
SiO ₂	7.17	7.17	7.17	6.17	6.17	6.17
B ₂ O ₃	11.39	11.39	11.39	11.39	11.39	11.39
La ₂ O ₃	12.83	9.83	9.83	10.83	10.83	10.83
Y ₂ O ₃						
Gd ₂ O ₃						
Yb ₂ O ₃						
ZrO ₂	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10
TiO ₂	29.56	29.56	28.06	28.06	28.06	28.06
Nb ₂ O ₅	2.00	5.00	6.50	6.50	5.00	5.00
WO ₃	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
ZnO	5.58	5.58	5.58	5.58	7.08	7.08
Li ₂ O						
Na ₂ O						
K ₂ O						
MgO						
CaO	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	8.00
SrO			2.00	2.00	2.00	2.00
BaO	14.60	14.60	12.60	12.60	12.60	14.60
Sb ₂ O ₃						
SnO ₂						
合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si+B	18.56	18.56	18.56	17.56	17.56	17.56
Ti/(Ti+Ba)	0.67	0.67	0.69	0.69	0.69	0.66
La+Nb+Gd+Yb	14.83	14.83	16.33	17.33	15.83	15.83
Ln ₂ O ₃	12.83	9.83	9.83	10.83	10.83	10.83
Ti/(La+Nb+Gd+Yb)	1.99	1.99	1.72	1.62	1.77	1.77
Rn ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RO	24.60	24.60	24.60	24.60	24.60	24.60
屈折率 (n _d)	1.953	1.960	1.956	1.963	1.958	1.961
アッベ数 (ν _d)	24.4	23.9	24.1	24.1	24.3	24.1
部分分散比 (θ _{g,F})	0.6200	0.6237	0.6205	0.6203	0.6193	0.6199
λ ₇₀	463	474	465	455	443	454
λ ₅	375	376	376	375	373	375

【 0 0 7 6 】

10

20

30

40

50

【表 3】

wt%	13	14	15	16	17	18
SiO ₂	6.17	6.17	6.17	6.17	6.17	6.17
B ₂ O ₃	11.39	11.39	11.39	11.39	11.39	11.39
La ₂ O ₃	11.33	6.33	13.83	14.83	13.83	13.83
Y ₂ O ₃						
Gd ₂ O ₃						
Yb ₂ O ₃						
ZrO ₂	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60
TiO ₂	28.06	28.06	28.06	28.06	28.06	28.06
Nb ₂ O ₅	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
WO ₃	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
ZnO	7.08	12.08	4.58	3.58		
Li ₂ O						
Na ₂ O						
K ₂ O						
MgO						
CaO	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	11.00
SrO	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
BaO	14.60	14.60	14.60	14.60	19.18	16.18
Sb ₂ O ₃						
SnO ₂						
合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si+B	17.56	17.56	17.56	17.56	17.56	17.56
Ti/(Ti+Ba)	0.66	0.66	0.66	0.66	0.59	0.63
La+Nb+Gd+Yb	16.33	11.33	18.83	19.83	18.83	18.83
Ln ₂ O ₃	11.33	6.33	13.83	14.83	13.83	13.83
Ti/(La+Nb+Gd+Yb)	1.72	2.48	1.49	1.42	1.49	1.49
Rn ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RO	24.60	24.60	24.60	24.60	29.18	29.18
屈折率 (n _d)	1.961	1.956	1.963	1.964	1.957	1.951
アッベ数 (ν _d)	24.1	24.0	24.2	24.1	24.4	24.7
部分分散比 (θ _{g,F})	0.6209	0.6203	0.6197	0.6202	0.6193	0.6172
λ ₇₀	453	461	458	460	444	438
λ ₅	375	375	375	375	374	372

【 0 0 7 7 】

10

20

30

40

50

【表 4】

wt%	19	20	21	22	23	24
SiO ₂	6.17	6.17	6.17	6.17	6.17	6.17
B ₂ O ₃	11.39	11.39	11.39	11.39	11.39	11.39
La ₂ O ₃	13.83	13.83	13.83	13.83	13.83	13.83
Y ₂ O ₃						
Gd ₂ O ₃						
Yb ₂ O ₃						
ZrO ₂	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60
TiO ₂	28.06	28.06	28.06	28.06	28.06	28.06
Nb ₂ O ₅	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
WO ₃	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
ZnO						
Li ₂ O						
Na ₂ O						
K ₂ O						
MgO						
CaO	10.00	8.00		6.00	6.00	11.00
SrO			10.00	2.00	4.00	
BaO	19.18	21.18	19.18	21.18	19.18	18.18
Sb ₂ O ₃						
SnO ₂						
合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si+B	17.56	17.56	17.56	17.56	17.56	17.56
Ti/(Ti+Ba)	0.59	0.57	0.59	0.57	0.59	0.61
La+Nb+Gd+Yb	18.83	18.83	18.83	18.83	18.83	18.83
Ln ₂ O ₃	13.83	13.83	13.83	13.83	13.83	13.83
Ti/(La+Nb+Gd+Yb)	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49
Rn ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RO	29.18	29.18	29.18	29.18	29.18	29.18
屈折率 (n _d)	1.955	1.959	1.967	1.961	1.960	1.953
アッベ数 (ν _d)	24.6	24.3	23.6	24.1	24.2	24.7
部分分散比 (θ _{g,F})	0.6190	0.6200	0.6236	0.6206	0.6204	0.6182
λ ₇₀	442	454	474	451	457	439
λ ₅	373	375	377	375	375	372

【 0 0 7 8 】

10

20

30

40

50

【表 5】

wt%	25	26	27	28	29	30
SiO ₂	6.17	6.17	6.17	6.17	6.17	
B ₂ O ₃	11.39	11.39	11.39	11.39	11.39	17.56
La ₂ O ₃	13.83	13.83	13.83	13.83	13.83	13.83
Y ₂ O ₃						
Gd ₂ O ₃						
Yb ₂ O ₃						
ZrO ₂	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60
TiO ₂	28.06	28.06	28.06	28.06	28.06	28.06
Nb ₂ O ₅	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
WO ₃	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
ZnO						
Li ₂ O						
Na ₂ O						
K ₂ O						
MgO						
CaO	5.00	9.00	7.00	8.00	6.00	6.00
SrO						2.00
BaO	24.18	20.18	22.18	21.18	23.18	21.18
Sb ₂ O ₃						
SnO ₂						
合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si+B	17.56	17.56	17.56	17.56	17.56	17.56
Ti/(Ti+Ba)	0.54	0.58	0.56	0.57	0.55	0.57
La+Nb+Gd+Yb	18.83	18.83	18.83	18.83	18.83	18.83
Ln ₂ O ₃	13.83	13.83	13.83	13.83	13.83	13.83
Ti/(La+Nb+Gd+Yb)	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49
Rn ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RO	29.18	29.18	29.18	29.18	29.18	29.18
屈折率 (n _d)	1.965	1.957	1.961	1.959	1.963	1.960
アッペ数 (ν _d)	23.9	24.4	24.2	24.3	24.0	24.1
部分分散比 (θ _{g,F})	0.6221	0.6194	0.6201	0.6201	0.6211	0.6217
λ ₇₀	471	447	460	447	460	471
λ ₅	376	374	376	374	376	377

【 0 0 7 9 】

10

20

30

40

50

【表 6】

wt%	31	32	33	34	35	36
SiO ₂	11.17	3.17	13.17	8.17	9.17	7.17
B ₂ O ₃	6.39	14.39	4.39	9.39	8.39	10.39
La ₂ O ₃	13.83	13.83	13.83	13.83	13.83	13.83
Y ₂ O ₃						
Gd ₂ O ₃						
Yb ₂ O ₃						
ZrO ₂	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60
TiO ₂	28.06	28.06	28.06	28.06	28.06	28.06
Nb ₂ O ₅	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
WO ₃	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
ZnO						
Li ₂ O						
Na ₂ O						
K ₂ O						
MgO						
CaO	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
SrO	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
BaO	21.18	21.18	21.18	21.18	21.18	21.18
Sb ₂ O ₃						
SnO ₂						
合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si+B	17.56	17.56	17.56	17.56	17.56	17.56
Ti/(Ti+Ba)	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
La+Nb+Gd+Yb	18.83	18.83	18.83	18.83	18.83	18.83
Ln ₂ O ₃	13.83	13.83	13.83	13.83	13.83	13.83
Ti/(La+Nb+Gd+Yb)	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49
Rn ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RO	29.18	29.18	29.18	29.18	29.18	29.18
屈折率 (n _d)	1.961	1.961	1.961	1.961	1.961	1.962
アッベ数 (ν _d)	24.2	24.1	24.2	24.1	24.1	24.1
部分分散比 (θ _{g,F})	0.6204	0.6213	0.6195	0.6206	0.6196	0.6203
λ ₇₀	447	478	440	454	451	454
λ ₅	375	379	374	375	375	375

10

20

30

40

【 0 0 8 0 】

50

【表 7】

wt%	37	38	39	40
SiO ₂	5.17	6.17	7.17	9.17
B ₂ O ₃	12.39	11.39	10.39	8.39
La ₂ O ₃	13.83	13.83	13.83	13.83
Y ₂ O ₃				
Gd ₂ O ₃				
Yb ₂ O ₃				
ZrO ₂	5.60	5.60	5.60	5.60
TiO ₂	28.06	28.04	28.04	28.04
Nb ₂ O ₅	5.00	5.00	5.00	5.00
WO ₃	0.78	0.78	0.78	0.78
ZnO				
Li ₂ O				
Na ₂ O				
K ₂ O				
MgO				
CaO	6.00	6.00	6.00	6.00
SrO	2.00	2.00	2.00	2.00
BaO	21.18	21.18	21.18	21.18
Sb ₂ O ₃		0.02	0.02	0.02
SnO ₂				
合計	100.00	100.00	100.00	100.00
Si+B	17.56	17.56	17.56	17.56
Ti/(Ti+Ba)	0.57	0.57	0.57	0.57
La+Nb+Gd+Yb	18.83	18.83	18.83	18.83
Ln ₂ O ₃	13.83	13.83	13.83	13.83
Ti/(La+Nb+Gd+Yb)	1.49	1.49	1.49	1.49
Rn ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00
RO	29.18	29.18	29.18	29.17
屈折率 (n _d)	1.962	1.961	1.962	1.961
アッベ数 (ν _d)	24.1	24.1	24.1	24.2
部分分散比 (θ _{g,F})	0.6210	0.6212	0.6203	0.6201
λ ₇₀	462	455	457	454
λ ₅	375	377	377	377

10

20

30

40

【 0 0 8 1 】

50

【表 8】

wt%	41	42	43	44	45	46
SiO ₂	8.17	6.81	6.24	6.13	6.88	7.11
B ₂ O ₃	9.39	9.71	9.59	9.43	11.04	11.40
La ₂ O ₃	13.83	20.15	25.25	30.61	26.85	26.33
Y ₂ O ₃						
Gd ₂ O ₃						
Yb ₂ O ₃						
ZrO ₂	5.60	5.80	4.78	4.69	4.94	5.10
TiO ₂	28.05	24.71	22.62	21.16	20.65	19.23
Nb ₂ O ₅	5.00	5.17	9.16	9.00	13.42	10.40
WO ₃	0.78	0.82	0.74	0.73		2.12
ZnO						3.16
Li ₂ O						
Na ₂ O						
K ₂ O						
MgO						
CaO	6.00	5.78	3.86	3.80	4.00	
SrO	2.00	2.06	1.89	1.33	1.39	1.44
BaO	21.18	18.97	15.85	13.10	10.81	13.69
Sb ₂ O ₃	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02
SnO ₂						
合計	100.01	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si+B	17.56	16.52	15.83	15.56	17.92	18.51
Ti/(Ti+Ba)	0.57	0.57	0.59	0.62	0.66	0.58
La+Nb+Gd+Yb	18.83	25.32	34.41	39.61	40.27	36.73
Ln ₂ O ₃	13.83	20.15	25.25	30.61	26.85	26.33
Ti/(La+Nb+Gd+Yb)	1.49	0.98	0.66	0.53	0.51	0.52
Rn ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RO	29.18	26.81	21.60	18.23	16.20	15.13
屈折率 (n _d)	1.96079	1.95679	1.97750	1.97964	1.974	1.962
アッベ数 (ν _d)	24.17	25.36	25.01	25.63	25.1	25.5
部分分散比 (θ _{g,F})	0.62036	0.61547	0.61602	0.61341	0.6154	0.6153
λ ₇₀	451	442	448	447	452	455
λ ₅	376.5	372	375	373	376	377

【 0 0 8 2 】

10

20

30

40

50

【表 9】

wt%	47	48	49	50	51	52
SiO ₂	9.20	9.72	8.99	8.32	9.62	7.84
B ₂ O ₃	9.37	9.15	11.71	10.85	12.54	6.97
La ₂ O ₃	8.10	8.93	12.18	20.37	13.46	11.32
Y ₂ O ₃						
Gd ₂ O ₃						
Yb ₂ O ₃						
ZrO ₂	6.98	6.23	5.98	5.55	6.41	6.54
TiO ₂	21.41	23.56	18.67	19.27	16.50	26.17
Nb ₂ O ₅	20.35	16.12	6.88	6.38	8.23	9.32
WO ₃	1.33	1.46	5.89	2.69	2.39	
ZnO			11.41	7.27	16.81	
Li ₂ O						
Na ₂ O						
K ₂ O						
MgO						
CaO	4.18	4.60		5.01		5.56
SrO		1.05	5.18	2.17		3.44
BaO	19.05	19.17	13.09	12.13	14.02	22.82
Sb ₂ O ₃	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
SnO ₂						
合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si+B	18.57	18.86	20.70	19.16	22.16	14.80
Ti/(Ti+Ba)	0.53	0.55	0.59	0.61	0.54	0.53
La+Nb+Gd+Yb	28.45	25.04	19.06	26.74	21.69	20.64
Ln ₂ O ₃	8.10	8.93	12.18	20.37	13.46	11.32
Ti/(La+Nb+Gd+Yb)	0.75	0.94	0.98	0.72	0.76	1.27
Rn ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RO	23.22	24.82	18.28	19.30	14.02	31.83
屈折率 (n _d)	1.977	1.970	1.911	1.926	1.900	1.977
アッベ数 (ν _d)	22.8	23.1	26.3	27.0	27.2	23.9
部分分散比 (θ _{g,F})	0.6245	0.6243	0.6124	0.6090	0.6096	0.6194
λ ₇₀	489	459	443	441	442	453
λ ₅	386	382	375	371	374	375

10

20

30

40

【 0 0 8 3 】

50

【表 10】

wt%	54	55
SiO ₂	9.59	9.46
B ₂ O ₃	7.23	7.98
La ₂ O ₃	5.51	8.81
Y ₂ O ₃		
Gd ₂ O ₃		
Yb ₂ O ₃		
ZrO ₂	6.79	8.28
TiO ₂	27.14	15.02
Nb ₂ O ₅	9.68	24.83
WO ₃		
ZnO		
Li ₂ O		
Na ₂ O		
K ₂ O		
MgO		
CaO	2.98	5.48
SrO	18.02	3.99
BaO	13.06	16.13
Sb ₂ O ₃	0.02	0.02
SnO ₂		
合計	100.00	100.00
Si+B	16.82	17.44
Ti/(Ti+Ba)	0.68	0.48
La+Nb+Gd+Yb	15.18	33.64
Ln ₂ O ₃	5.51	8.81
Ti/(La+Nb+Gd+Yb)	1.79	0.45
Rn ₂ O	0.00	0.00
RO	34.06	25.60
屈折率 (n _d)	1.959	1.960
アッベ数 (ν _d)	23.7	24.7
部分分散比 (θ _{g,F})	0.6201	0.6156
λ ₇₀	447	448
λ ₅	377	374

10

20

30

40

【0084】

表に示されるように、本発明の実施例の光学ガラスは、いずれも屈折率 (n_d) が 1.80 以上であるとともに、この屈折率 (n_d) は 2.20 以下、より詳細には 2.10 以下であり、所望の範囲内であった。

また、本発明の実施例の光学ガラスは、いずれもアッベ数 (ν_d) が 35.0 以下、より具体的には 30.0 以下であるとともに、このアッベ数 (ν_d) は 15.0 以上、より詳細には 20.0 以上であり、所望の範囲内であった。

【0085】

また、本発明の実施例の光学ガラスは、部分分散比 (θ_{g,F}) が 0.570 以上、より具体的には 0.605 以上であり、高い値を有していた。

50

また、本発明の実施例の光学ガラスは、部分分散比 (g, F) がアッペ数 (d) との間で (g, F) ($-0.00162 - d + 0.6450$) の関係を満たし、より具体的には (g, F) ($-0.00162 - d + 0.6500$) の関係を満たしていた。そして、本願の実施例のガラスについての部分分散比 (g, F) 及びアッペ数 (d) の関係は、図2に示されるようになった。

これらのことから、本発明の実施例の光学ガラスは、部分分散比 (g, F) が大きく、この光学ガラスによって得られる光学素子は色収差の補正に有用であることが明らかになった。

【0086】

従って、本発明の実施例の光学ガラスは、高屈折率及び高分散を有し、且つ部分分散比が高く色収差の補正に好ましく用いられることが明らかになった。

10

【0087】

さらに、本発明の実施例で得られた光学ガラスを用いて、リヒートプレス成形を行った後で研削及び研磨を行い、レンズ及びプリズムの形状に加工した。また、本発明の実施例の光学ガラスを用いて、精密プレス成形用プリフォームを形成し、この精密プレス成形用プリフォームを精密プレス成形加工した。いずれの場合も、加熱軟化後のガラスには乳白化及び失透等の問題は生じず、安定に様々なレンズ及びプリズムの形状に加工することができた。

【0088】

以上、本発明を例示の目的で詳細に説明したが、本実施例はあくまで例示の目的のみであって、本発明の思想及び範囲を逸脱することなく多くの改変を当業者により成し得ることが理解されよう。

20

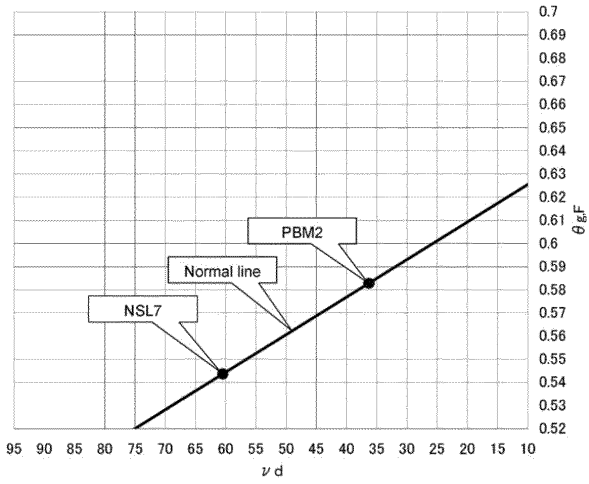
30

40

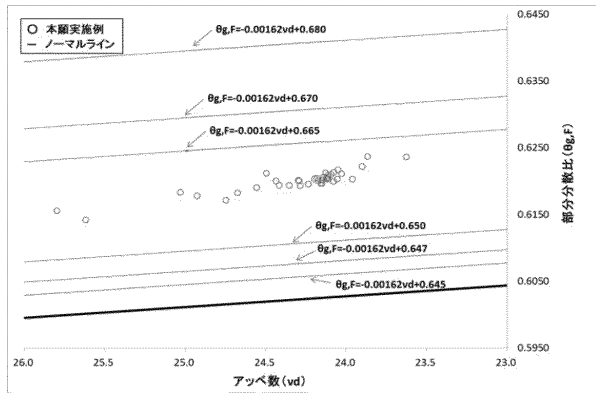
50

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-159537(JP,A)
特開平07-041334(JP,A)
特開2007-022846(JP,A)
特開2000-128570(JP,A)
特開2015-193515(JP,A)
特開2015-193516(JP,A)
特開2012-229135(JP,A)
特開2014-125408(JP,A)
特開2014-080317(JP,A)
特開2010-202508(JP,A)
特開2016-088759(JP,A)
特開2014-047098(JP,A)
特開2011-178571(JP,A)
特開昭59-050048(JP,A)
特開2011-153048(JP,A)
特開昭60-033229(JP,A)
中国特許第101318769(CN,B)
中国特許第101289276(CN,B)
特開2005-179142(JP,A)
特開2008-233547(JP,A)
国際公開第2010/053214(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
C03C 1/00 - 14/00
G02B 1/00
INTERGLAD