



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I853166 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 08 月 21 日

(21)申請案號：110115864

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 05 月 03 日

(51)Int. Cl. : C03C3/068 (2006.01)

G02B1/00 (2006.01)

(30)優先權：2020/05/14 日本

2020-084907

(71)申請人：日商HOYA股份有限公司(日本)HOYA CORPORATION (JP)  
日本

(72)發明人：佐佐木創 SASAKI, SO (JP)；桑谷俊伍 KUWATANI, SHUNGO (JP)

(74)代理人：洪澄文；洪茂

(56)參考文獻：

TW 202010717A

CN 109956666A

JP 2013-82623A

JP 2019-112292A

審查人員：李南漳

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：0 共 25 頁

(54)名稱

光學玻璃及光學元件

(57)摘要

本發明提供折射率及硬度高的光學玻璃，其以質量基準計， $\text{SiO}_2$  含量為 3.00%以上且 20.00% 以下、 $\text{TiO}_2$  含量為 20.00%以上且 40.00%以下、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$  含量為 3.00%以上且 15.00%以下、 $\text{La}_2\text{O}_3$  含量為 20.00%以上且 50.00%以下、 $\text{ZrO}_2$  含量為 3.00%以上且 15.00%以下，質量比( $\text{B}_2\text{O}_3/\text{La}_2\text{O}_3$ )為 0.070 以下，質量比( $\text{B}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ )為 0.700 以下，質量比( $(\text{TiO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5)/(\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3)$ )為 2.00 以上，並且質量比( $(\text{ZnO} + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{TiO}_2)/(\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3)$ )為 7.00 以上。



I853166

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 光學玻璃及光學元件

【中文】

本發明提供折射率及硬度高的光學玻璃，其以質量基準計， $\text{SiO}_2$ 含量為3.00%以上且20.00%以下、 $\text{TiO}_2$ 含量為20.00%以上且40.00%以下、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 含量為3.00%以上且15.00%以下、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 含量為20.00%以上且50.00%以下、 $\text{ZrO}_2$ 含量為3.00%以上且15.00%以下，質量比 $(\text{B}_2\text{O}_3/\text{La}_2\text{O}_3)$ 為0.070以下，質量比 $(\text{B}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2)$ 為0.700以下，質量比 $((\text{TiO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5)/(\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3))$ 為2.00以上，並且質量比 $((\text{ZnO} + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{TiO}_2)/(\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3))$ 為7.00以上。

【指定代表圖】 無

【代表圖之符號簡單說明】 無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 光學玻璃及光學元件

【技術領域】

【0001】 本發明涉及一種光學玻璃及光學元件。

【先前技術】

【0002】 折射率高的光學玻璃被公開於例如專利文獻1中。

現有技術文獻

專利文獻

【0003】 專利文獻1：日本特開2019-116408號公報

【發明內容】

發明要解決的問題

【0004】 折射率高的光學玻璃例如可通過將由該玻璃形成的透鏡與由色散性不同的玻璃形成的其它透鏡組合而製成接合透鏡，從而補正色差，同時實現光學系統的小型化。因此，該光學玻璃作為構成攝像光學系統、投影儀等投射光學系統的光學元件用材料是有用的。

【0005】 作為光學玻璃所期望的物性，可舉出高硬度。高硬度的光學玻璃的機械加工性優異，在例如拋光、磨削這樣的機械加工中，不易產生裂紋、破裂等，因此從成品率提高的觀點考慮是優選的。

【0006】 鑒於以上情況，本發明的一個方式的目的是提供一種折射率及硬度高的光學玻璃。

解決問題的方法

【0007】 本發明的一個方式涉及一種光學玻璃，其中，以質量基準計， $\text{SiO}_2$  含量為3.00%以上且20.00%以下、 $\text{TiO}_2$  含量為20.00%以上且40.00%以下、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$  含量為3.00%以上且15.00%以下、 $\text{La}_2\text{O}_3$  含量為20.00%以上且50.00%以下、 $\text{ZrO}_2$  含量為3.00%以上且15.00%以下， $\text{B}_2\text{O}_3$  含量相對於 $\text{La}_2\text{O}_3$  含量的質量比( $\text{B}_2\text{O}_3/\text{La}_2\text{O}_3$ )為0.070以下， $\text{B}_2\text{O}_3$  含量相對於 $\text{SiO}_2$  含量的質量比( $\text{B}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ )為0.700 以下， $\text{TiO}_2$  與 $\text{Nb}_2\text{O}_5$  的合計含量相對於 $\text{SiO}_2$  與 $\text{B}_2\text{O}_3$  的合計含量的質量比( $(\text{TiO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5)/(\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3)$ )為2.00以上，並且 $\text{ZnO}$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$  及 $\text{TiO}_2$  的合計含量相對於 $\text{SiO}_2$  與 $\text{B}_2\text{O}_3$  的合計含量的質量比( $(\text{ZnO} + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{TiO}_2)/(\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3)$ )為7.00以上。

【0008】 上述光學玻璃具有上述玻璃組成。由此，上述光學玻璃可以是折射率及硬度高的光學玻璃。

發明的效果

【0009】 根據本發明的一個方式，可以提供折射率及硬度高的光學玻璃。另外，根據本發明的一個方式，還可以提供由該光學玻璃形成的光學元件。

【圖式簡單說明】

無。

【實施方式】

【0010】 [光學玻璃]

【0011】 <玻璃組成>

在本發明及本說明書中，用氧化物基準的玻璃組成來表示玻璃組成。此處，「氧化物基準的玻璃組成」是指，按照玻璃原料在熔融時全部分解而在玻璃中以氧化物的形式存在的物質進行換算而得到的玻璃組成。另外，只要沒有特別

記載，則玻璃組成用質量基準(質量%、質量比)表示。

【0012】 本發明及本說明書中的玻璃組成可以通過例如 ICP-AES(Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry)等方法求出。定量分析使用ICP-AES，對各元素分別進行。然後，將分析值換算成氧化物表示。基於ICP-AES的分析值有時會包含例如分析值的 $\pm 5\%$ 左右的測定誤差。因此，對於由分析值換算的氧化物表示的值，有時也同樣地包含 $\pm 5\%$ 左右的誤差。

【0013】 另外，在本發明及本說明書中，構成成分的含量為0.00%、或不含有、或者不導入是指實質上不包含該構成成分，該構成成分的含量為雜質水準程度以下，雜質水準程度以下是指例如小於0.01%。

【0014】 以下，對上述光學玻璃的玻璃組成更詳細地進行說明。

【0015】  $\text{SiO}_2$ 是形成玻璃的網路的成分。從玻璃的穩定性提高的觀點考慮， $\text{SiO}_2$ 含量為3.00%以上，優選為4.00%以上，以5.00%以上、6.00%以上、7.00%以上的順序更優選。另外，從玻璃的穩定性提高的觀點考慮， $\text{SiO}_2$ 含量為20.00%以下，優選為19.00%以下，以18.00%以下、17.00%以下、16.00%以下、15.00%以下、14.00%以下、13.00%以下、12.00%以下的順序更優選。

【0016】  $\text{TiO}_2$ 及 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 均是發揮提高折射率的作用的成分(高折射率化成分)。

【0017】 從高折射率化的觀點考慮， $\text{TiO}_2$ 含量為20.00%以上，優選為21.00%以上，以22.00%以上、23.00%以上、24.00%以上的順序更優選。另外，從玻璃的穩定性提高的觀點考慮， $\text{TiO}_2$ 含量為40.00%以下，優選為39.00%以下，以38.00%以下、37.00%以下、36.00%以下、35.00%以下、34.00%以下、33.00%以下、32.00%以下、31.00%以下、30.00%以下、29.00%以下的順序更優選。

【0018】 從高折射率化的觀點考慮， $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 含量為3.00%以上，優選為4.00%以上，以5.00%以上、6.00%以上、7.00%以上的順序更優選。另外，從玻

璃的穩定性提高的觀點考慮， $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 含量為15.00%以下，優選為14.00%以下，以13.00%以下、12.00%以下、11.00%以下、10.00%以下、9.00%以下的順序更優選。

【0019】  $\text{La}_2\text{O}_3$ 是具有提高折射率而不提高色散(不降低阿貝數)的作用的成分。從高折射率化且低色散化的觀點考慮， $\text{La}_2\text{O}_3$ 含量為20.00%以上，優選為22.00%以上，以24.00%以上、26.00%以上、28.00%以上、30.00%以上、32.00%以上、34.00%以上、36.00%以上、38.00%以上的順序更優選。另外，從玻璃的穩定性提高的觀點考慮， $\text{La}_2\text{O}_3$ 含量為50.00%以下，優選為48.00%以下，以46.00%以下、44.00%以下的順序更優選。

【0020】 從玻璃的穩定性提高的觀點考慮， $\text{ZrO}_2$ 含量為3.00%以上且15.00%以下。 $\text{ZrO}_2$ 含量優選為4.00%以上、更優選為5.00%以上。另外， $\text{ZrO}_2$ 含量優選為13.00%以下、更優選為11.00%以下、進一步優選為9.00%以下。

【0021】 從高折射率化且低色散化的觀點考慮， $\text{B}_2\text{O}_3$ 相對於 $\text{La}_2\text{O}_3$ 含量的質量比( $\text{B}_2\text{O}_3/\text{La}_2\text{O}_3$ )為0.070以下，優選為0.069以下，以0.068以下、0.067以下、0.066以下、0.065以下、0.064以下、0.063以下、0.062以下、0.061以下、0.060以下的順序更優選。質量比( $\text{B}_2\text{O}_3/\text{La}_2\text{O}_3$ )可以為0.000以上或大於0.000，從玻璃的穩定性提高的觀點考慮，優選為0.010以上，以0.015以上、0.018以上、0.020以上、0.022以上的順序更優選。

【0022】 從提高玻璃的硬度的觀點考慮， $\text{B}_2\text{O}_3$ 含量相對於 $\text{SiO}_2$ 含量的質量比( $\text{B}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ )為0.700以下。另外，從玻璃的穩定性提高及高折射率化的觀點考慮，也優選質量比( $\text{B}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ )為0.700以下。質量比( $\text{B}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ )優選為0.600以下，以0.500以下、0.400以下的順序更優選。質量比( $\text{B}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ )可以為0.000以上或大於0.000，從玻璃的穩定性提高的觀點考慮，優選為0.050以上，以0.070以上、0.100以上的順序更優選。

【0023】 從高折射率化的觀點考慮， $\text{TiO}_2$ 與 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 的合計含量相對於 $\text{SiO}_2$

與 $B_2O_3$ 的合計含量的質量比 $((TiO_2 + Nb_2O_5)/(SiO_2 + B_2O_3))$ 為2.00以上，優選為2.50以上，更優選為3.00以上。另外，從玻璃的穩定性提高的觀點考慮，質量比 $((TiO_2 + Nb_2O_5)/(SiO_2 + B_2O_3))$ 優選為4.50以下，以4.25以下、4.00以下、3.75以下的順序更優選。

【0024】 從高折射率化的觀點考慮， $ZnO$ 、 $La_2O_3$ 、 $Gd_2O_3$ 、 $Y_2O_3$ 、 $ZrO_2$ 、 $Nb_2O_5$ 及 $TiO_2$ 的合計含量相對於 $SiO_2$ 與 $B_2O_3$ 的合計含量的質量比 $((ZnO + La_2O_3 + Gd_2O_3 + Y_2O_3 + ZrO_2 + Nb_2O_5 + TiO_2)/(SiO_2 + B_2O_3))$ 為7.00以上，優選為7.20以上，以7.40以上、7.60以上、7.80以上、8.00以上的順序更優選。另外，從玻璃的穩定性提高的觀點考慮，質量比 $((ZnO + La_2O_3 + Gd_2O_3 + Y_2O_3 + ZrO_2 + Nb_2O_5 + TiO_2)/(SiO_2 + B_2O_3))$ 優選為10.00以下，以9.80以下、9.60以下、9.40以下的順序更優選。

【0025】 以下，對上述光學玻璃的玻璃組成更詳細地進行說明。

【0026】  $B_2O_3$ 是發揮改善玻璃的穩定性及熔融性的作用的成分，其含量可以為0.00%以上、大於0.00%、0.50%以上或1.00%以上。另外，從保持玻璃的穩定性、並進一步提高折射率及硬度的觀點考慮， $B_2O_3$ 含量優選為5.00%以下、更優選為4.50%以下，以4.00%以下、3.50%以下、3.00%以下的順序更優選。

【0027】  $ZnO$ 是對於色散(阿貝數)的調整有效的成分，也是具有改善玻璃的熔融性的作用的成分，其含量可以為0.00%以上、大於0.00%、0.50%以上或1.00%以上。從保持玻璃的穩定性、並進一步提高折射率的觀點考慮， $ZnO$ 含量優選為3.00%以下，以2.50%以下、2.00%以下、1.50%以下的順序更優選。

【0028】  $Gd_2O_3$ 、 $Y_2O_3$ 及 $Yb_2O_3$ 均是具有提高折射率而不提高色散(不降低阿貝數)的作用的成分。

【0029】  $Gd_2O_3$ 含量可以為0.00%以上或大於0.00%，優選為0.50%以上，以1.00%以上、2.00%以上、3.00%以上、4.00%以上、5.00%以上、6.00%以上的

順序更優選。另外， $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 是在玻璃成分中提高比重的成分，而且也是高價的成分。從這些觀點考慮， $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 含量優選為10.00%以下，以9.00%以下、8.00%以下、7.00%以下的順序更優選。

【0030】  $\text{Y}_2\text{O}_3$ 含量可以為0.00%以上、大於0.00%、0.10%以上、0.20%以上、0.30%以上或0.40%以上。從進一步提高玻璃的穩定性的觀點考慮， $\text{Y}_2\text{O}_3$ 含量優選為3.00%以下，以2.50%以下、2.00%以下、1.50%以下、1.00%以下、0.50%以下的順序更優選。

【0031】  $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 含量可以為0.00%以上、大於0.00%、0.10%以上、0.20%以上、0.30%以上或0.40%以上。另外，從抑制玻璃的比重的增加的觀點考慮， $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 含量優選為3.00%以下，以2.50%以下、2.00%以下、1.50%以下、1.00%以下、0.50%以下的順序更優選。

【0032】 從進一步的高折射率化的觀點及低色散化的觀點考慮， $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 及 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 及合計含量( $\text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3$ )優選為35.00%以上，以37.50%以上、40.00%以上、42.50%以上、45.00%以上的順序更優選。從玻璃的穩定性提高的觀點考慮，合計含量( $\text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3$ )優選為60.00%以下，以57.50%以下、55.00%以下、52.5%以下、50.00%以下的順序更優選。

【0033】 從玻璃的穩定性提高的觀點考慮， $\text{SiO}_2$ 含量相對於 $\text{TiO}_2$ 含量的質量比( $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ )優選為0.270以上，以0.280以上、0.290以上、0.300以上的順序更優選。從進一步的高折射率化的觀點考慮，質量比( $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ )優選為0.460以下，以0.450以下、0.440以下、0.430以下、0.420以下的順序更優選。

【0034】  $\text{WO}_3$ 含量可以為0.00%以上或大於0.00%。大量含有 $\text{WO}_3$ 的玻璃的分光透射率的短波長側的光吸收端長波長化，因此，紫外線的透射率明顯低。另一方面，在相機鏡頭等攝像光學系統、投影儀等投射光學系統等光學系統中，為了補正色差，有時會將由具有不同光學特性的光學玻璃形成的光學元件(透鏡)

彼此接合。透鏡彼此接合而成的接合透鏡的製作通常如下所述地進行。首先，在透鏡彼此的接合面塗布紫外線固化型粘接劑，使透鏡彼此貼合，然後，通過透鏡對粘接劑照射紫外線，使粘接劑固化。這裡，如果構成透鏡的光學玻璃的紫外線透射率低，則粘接劑的固化耗費時間，或者固化變得困難，因此，作為用於上述光學系統的光學玻璃，期望為具有將分光透射率的短波長側的光吸收端短波長化且適於接合透鏡的製作的吸收特性的光學玻璃。根據這一點， $\text{WO}_3$ 含量優選為2.00%以下，以1.50%以下、1.00%以下、0.50%以下、0.10%以下的順序更優選，進一步優選為0.00%。

【0035】  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 含量可以為0.00%以上或大於0.00%。 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 是高折射率化成分中高價的成分，也是增加玻璃比重的成分。因此，從抑制玻璃的生產成本從而更穩定地供給玻璃、並且抑制比重增加的觀點考慮， $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 含量優選為5.00%以下，以4.00%以下、3.00%以下、2.00%以下、1.00%以下、0.50%以下、0.10%以下的順序更優選，進一步優選為0.00%。

【0036】  $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}$ 具有改善玻璃的熔融性的作用，但通過大量的導入，有時折射率會降低、玻璃的穩定性會降低。因此， $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 及 $\text{Cs}_2\text{O}$ 的合計含量優選為5.00%以下，以2.00%以下、1.00%以下、0.80%以下的順序更優選，也可以為0.00%。

【0037】  $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 具有改善玻璃的熔融性的作用，但通過大量的導入，有時折射率會降低、玻璃的穩定性會降低。因此， $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 及 $\text{BaO}$ 的合計含量優選為0.00%以上且5.00%以下，以2.00%以下、1.00%以下、0.80%以下的順序更優選，也可以為0.00%。

【0038】  $\text{GeO}_2$ 是形成網路的成分，也發揮提高折射率的作用，因此，是可以保持玻璃的穩定性並提高折射率的成分。然而， $\text{GeO}_2$ 也是非常高價的成分，因此，也是期望控制其含量的成分。 $\text{GeO}_2$ 含量優選為0.00%以上且2.00%以下，

以1.00%以下、0.80%以下的順序更優選，也可以為0.00%。

【0039】  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 發揮提高折射率並且還提高玻璃的穩定性的作用。從將分光透射率的短波長側的吸收端進一步短波長化的觀點考慮， $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 含量優選為0.00%以上且2.00%以下，以1.00%以下、0.80%以下的順序更優選，也可以為0.00%。

【0040】  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量優選為0.00%以上且2.00%以下，以1.00%以下、0.80%以下的順序更優選，也可以為0.00%。 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 是通過少量的導入就可以發揮改善玻璃的穩定性及化學耐久性的作用的成分。

【0041】  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 是可以作為澄清劑添加的成分。通過少量的添加就可以發揮抑制由Fe等雜質混入導致的透光率的降低的作用，但如果增加 $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 的添加量，則玻璃的著色顯示出增加的傾向。因此， $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 的添加量以外加比例計優選為0.00%以上且0.10%以下、更優選為0.00%以上且0.05%以下、進一步優選為0.00%以上且0.03%以下。基於外加比例的 $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 含量是指，將 $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 以外的玻璃成分的含量的合計設為100質量%時以質量%表示的 $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 的含量。

【0042】  $\text{SnO}_2$ 也可以作為澄清劑添加，但以外加比例超過1.00%而添加時，玻璃著色，對玻璃進行加熱、軟化而進行加壓成形等再成形時，Sn會發生成為晶核生成的起點而產生失透的傾向。因此，以外加比例計，優選將 $\text{SnO}_2$ 的添加量設為0.00%以上且1.00%以下、更優選設為0.00%以上且0.50%以下、特別優選不添加。基於外加比例的 $\text{SnO}_2$ 含量是指，將 $\text{SnO}_2$ 以外的玻璃成分的含量的合計設為100質量%時以質量%表示的 $\text{SnO}_2$ 的含量。

【0043】 上述光學玻璃可以不含Lu、Hf這樣的成分來製作。Lu、Hf是高價的成分，因此，優選將 $\text{Lu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{HfO}_2$ 的含量分別抑制為0.00%以上且2.00%以下、更優選分別抑制為0.00%以上且1.00%以下、進一步優選分別抑制為0.00%以上且0.80%以下、更進一步優選分別抑制為0.00%以上且0.10%以下、特別優選不導入

Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、不導入HfO<sub>2</sub>。

【0044】 另外，考慮到環境影響，優選也不導入As、Pb、U、Th、Te、Cd。

【0045】 此外，從發揮玻璃優異的透光性的觀點考慮，優選不導入Cu、Cr、V、Fe、Ni、Co等成為著色的主要原因的物質。

【0046】 F是顯著提高熔融時的玻璃的揮發性、成為降低玻璃的光學特性的穩定性及均質性的原因的成分。F含量可以用如前面記載的那樣求出的氧化物基準的F元素相對於玻璃組成的合計含量100質量%以外加比例計的含量(單位：質量%)來規定。在上述光學玻璃中，如此規定的F含量優選小於0.10%、更優選小於0.08%、進一步優選小於0.05%。F含量可以為0.00%以上，也可以為0.00%。

【0047】 <玻璃物性>

【0048】 (折射率nd)

上述光學玻璃可以是折射率高的玻璃。上述光學玻璃的折射率nd優選為2.000以上，以2.020以上、2.040以上、2.060以上的順序更優選。上述光學玻璃的折射率nd例如可以為2.160以下、2.150以下、2.140以下或2.130以下。在本發明及本說明書中，“折射率”是指“折射率nd”。

【0049】 (阿貝數vd)

阿貝數vd是表示與色散性相關的性質的值，使用d線、F線、C線中的各折射率nd、nF、nC表示為 $vd = (nd - 1)/(nF - nC)$ 。從作為光學元件用材料的有用性的觀點考慮，上述光學玻璃的阿貝數vd優選為21.00以上，以21.50以上、22.00以上、22.25以上、22.50以上、23.00以上、23.50以上、24.00以上、24.50以上、25.00以上的順序更優選。

【0050】 (維氏硬度Hv)

上述光學玻璃可以是高硬度的玻璃。作為硬度的指標，可舉出維氏硬度Hv。

本發明及本說明書中的維氏硬度Hv是基於日本工業標準JIS Z 2244：2009中記載的測定方法並通過在後面實施例中敘述的方法求出的值。

【0051】 上述光學玻璃的維氏硬度Hv優選為 $780\text{kgf} \cdot \text{mm}^{-2}$ 以上，以 $790\text{kgf} \cdot \text{mm}^{-2}$ 以上、 $800\text{kgf} \cdot \text{mm}^{-2}$ 以上、 $810\text{kgf} \cdot \text{mm}^{-2}$ 以上的順序更優選。上述光學玻璃的維氏硬度Hv例如可以為 $910\text{kgf} \cdot \text{mm}^{-2}$ 以下、 $900\text{kgf} \cdot \text{mm}^{-2}$ 以下或 $890\text{kgf} \cdot \text{mm}^{-2}$ 以下，但維氏硬度Hv的值大時，從抑制機械加工中的裂紋、破裂等的產生的觀點考慮是優選的，因此對上述光學玻璃的維氏硬度Hv的上限沒有特別限定。

【0052】 (比重)

在構成光學系統的光學元件中，根據構成光學元件的玻璃的折射率和光學元件的光學功能面(想要控制的光線入射、出射的面)的曲率來決定折射力。如果想要增大光學功能面的曲率，則光學元件的厚度也增加。其結果，光學元件變重。與此相對，如果使用折射率高的玻璃，則即使不增加光學功能面的曲率也能夠得到大的折射力。

【0053】 由此，只要能夠抑制玻璃的比重的增加、並且提高折射率，就可以實現具有一定的折射力的光學元件的輕質化。

【0054】 從以上的觀點考慮，上述光學玻璃的比重優選為5.20以下，以5.15以下、5.10以下的順序更優選。比重越低，從光學元件的輕質化的觀點考慮越優選，因此，對於上述光學玻璃的比重的下限沒有特別限定。在一個方式中，比重可以為4.75以上、4.80以上或4.85以上。

【0055】 (著色度 $\lambda 5$ )

玻璃的透光性、詳細來說抑制短波長側的光吸收端的長波長化可以通過著色度 $\lambda 5$ 和/或著色度 $\lambda 70$ 來進行評價。著色度 $\lambda 5$ 是指，從紫外區至可見區、厚度10mm的玻璃的分光透射率(包括表面反射損失)達到5%的波長。著色度 $\lambda 70$ 是

指，從紫外區至可見區、厚度10mm的玻璃的分光透射率(包括表面反射損失)達到70%的波長。後面敘述的實施例中所示的 $\lambda_5$ 及 $\lambda_{70}$ 是在250~700nm的波長區測定得到的值。更詳細而言，分光透射率是指，例如使用拋光成 $10.0\pm 0.1$ mm的厚度的具有相互平行的平面的玻璃試樣，對上述經拋光的面從垂直方向入射光而得到的分光透射率，即，是在將入射至上述玻璃試樣的光的強度設為 $I_{in}$ 、將透過上述玻璃試樣後的光的強度設為 $I_{out}$ 時的 $I_{out}/I_{in}$ 。

【0056】 根據著色度 $\lambda_5$ 和/或 $\lambda_{70}$ ，可以定量地評價分光透射率的短波長側的吸收端。在為了製作接合透鏡而通過紫外線固化型粘接劑將透鏡彼此接合時等，可進行下述操作：透過光學元件對粘接劑照射紫外線，使粘接劑固化。從高效地進行紫外線固化型粘接劑的固化的觀點考慮，優選分光透射率的短波長側的吸收端在短的波長區域內。作為定量地評價該短波長側的吸收端的指標，可使用著色度 $\lambda_5$ 和/或 $\lambda_{70}$ 。上述光學玻璃優選可以顯示出420nm以下的 $\lambda_5$ 。 $\lambda_5$ 以415nm以下、410nm以下、405nm以下、400nm以下、395nm以下的順序更優選。另外，上述光學玻璃優選可顯示出600nm以下的 $\lambda_{70}$ 。 $\lambda_{70}$ 以595nm以下、590nm以下、585nm以下、580nm以下、575nm以下的順序更優選。 $\lambda_5$ 及 $\lambda_{70}$ 越低越優選，其下限沒有特別限定。

【0057】 (玻璃化轉變溫度 $T_g$ )

從機械加工性的觀點考慮，上述光學玻璃的玻璃化轉變溫度 $T_g$ 優選為640.0°C以上、更優選為650.0°C以上、進一步優選為660.0°C以上。玻璃化轉變溫度高的玻璃存在進行切斷、切削、磨削、拋光等玻璃的機械加工時不易破損的傾向，因而優選。另一方面，從減輕對退火爐、成形模具的負擔的觀點考慮，玻璃化轉變溫度 $T_g$ 優選為850.0°C以下，以840.0°C以下、830.0°C以下、820.0°C以下、810.0°C以下的順序更優選。

【0058】 ( $T_x - T_g$ )

關於玻璃穩定性，可以將結晶溫度 $T_x$ 與玻璃化轉變溫度 $T_g$ 之差( $T_x - T_g$ )設為對暫時固化的玻璃進行再加熱時的耐失透性的指標。可以認為越是結晶溫度 $T_x$ 與玻璃化轉變溫度 $T_g$ 之差( $T_x - T_g$ )大的玻璃，上述的耐失透性越優異。

【0059】 玻璃化轉變溫度 $T_g$ 及結晶溫度 $T_x$ 如下所述地求出。在差示掃描量熱分析中，如果將玻璃試樣升溫，則出現伴隨著比熱的變化的吸熱行為、即吸熱峰，進一步升溫時，出現放熱峰。在差示掃描量熱分析中，得到將橫軸設為溫度、將縱軸設為與試樣的放熱吸熱對應的量的差示掃描量熱曲線(DSC曲線)。在該曲線中，將從基線至出現吸熱峰時斜率成為最大的點處的切線與上述基線的交點設為玻璃化轉變溫度 $T_g$ ，將出現放熱峰時斜率成為最大的點處的切線與上述基線的交點設為結晶溫度 $T_x$ 。玻璃化轉變溫度 $T_g$ 及結晶溫度 $T_x$ 的測定可以如下所述地進行：將玻璃用乳鉢等充分粉碎，作為試樣，使用差示掃描量熱儀，將升溫速度設為 $10^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 來進行。

【0060】 在對玻璃原材料進行加熱、軟化而成形為期望的形狀的再熱壓成形法中，將玻璃原材料加熱至高於玻璃化轉變溫度的高溫。如果成形時的玻璃的溫度到達結晶溫度區域，則發生失透，因此，( $T_x - T_g$ )小的玻璃在防止失透並進行成形的方面存在不利的傾向。相反，( $T_x - T_g$ )大的玻璃不會失透，在進行再加熱、軟化而進行成形的方面存在有利的傾向。

【0061】 根據上述理由，結晶溫度 $T_x$ 與玻璃化轉變溫度 $T_g$ 之差( $T_x - T_g$ )優選為 $80.0^{\circ}\text{C}$ 以上，以 $90.0^{\circ}\text{C}$ 以上、 $100.0^{\circ}\text{C}$ 以上、 $110.0^{\circ}\text{C}$ 以上、 $120.0^{\circ}\text{C}$ 以上的順序更優選。( $T_x - T_g$ )例如可以為 $300.0^{\circ}\text{C}$ 以下、 $280.0^{\circ}\text{C}$ 以下、 $260.0^{\circ}\text{C}$ 以下、 $240.0^{\circ}\text{C}$ 以下、 $220.0^{\circ}\text{C}$ 以下或 $200.0^{\circ}\text{C}$ 以下，也可以高於這裡示例出的值。

【0062】 另外，從耐結晶化性的觀點考慮，結晶溫度 $T_x$ 優選為 $850.0^{\circ}\text{C}$ 以上，以 $860.0^{\circ}\text{C}$ 以上、 $870.0^{\circ}\text{C}$ 以上、 $880.0^{\circ}\text{C}$ 以上的順序更優選。

【0063】 (部分色散特性)

從色差補正的觀點考慮，上述光學玻璃優選為固定阿貝數 $v_d$ 時相對部分色散小的玻璃。

【0064】 這裡，相對部分色散 $P_{g,F}$ 使用 $g$ 線、 $F$ 線、 $c$ 線下的各折射率 $n_g$ 、 $n_F$ 、 $n_c$ 表示為 $(n_g - n_F)/(n_F - n_c)$ 。從提供適於高次的色差補正的玻璃的觀點考慮，上述光學玻璃的相對部分色散 $P_{g,F}$ 優選為0.550以上、更優選為0.575以上，而且優選為0.715以下、更優選為0.690以下。

【0065】 <光學玻璃的製造方法>

上述光學玻璃可以如下所述地得到：稱量、調配作為原料的氧化物、碳酸鹽、硫酸鹽、硝酸鹽、氫氧化物等，使得獲得目標的玻璃組成，充分地混合而製成混合批料，在熔融容器內進行加熱、熔融、脫泡、攪拌，製作均質且不含泡的熔融玻璃，對其進行成形而得到光學玻璃。具體而言，可利用公知的熔融法來製作。

【0066】 [加壓成形用玻璃原材料、光學元件坯料、及它們的製造方法]

【0067】 本發明的另一個方式涉及：

由上述光學玻璃形成的加壓成形用玻璃原材料；

由上述光學玻璃形成的光學元件坯料。

根據本發明的另一個方式，還提供：

一種加壓成形用玻璃原材料的製造方法，該方法具備：將上述光學玻璃成形為加壓成形用玻璃原材料的工序；

一種光學元件坯料的製造方法，該方法具備：使用加壓成形模具對上述光學玻璃加壓成形用玻璃原材料進行加壓成形從而製作光學元件坯料的工序；

一種光學元件坯料的製造方法，該方法具備：將上述光學玻璃成形為光學元件坯料的工序。

【0068】 光學元件坯料是指，與目標的光學元件的形狀近似、並在光學元

件的形狀上加上了拋光料(會通過拋光而除去的表面層)、根據需要加上了磨削料(會通過磨削而除去的表面層)的光學元件母材。通過對光學元件坯料的表面進行磨削、拋光，從而完成光學元件。在一個方式中，可以通過對將上述玻璃適量熔融而得到的熔融玻璃進行加壓成型的方法(稱作直壓法(direct press method))，從而製作光學元件坯料。在另一個實施方式中，也可以通過使將上述玻璃適量熔融而得到的熔融玻璃固化，從而製作光學元件坯料。

【0069】 另外，在另一個方式中，可以通過製作加壓成型用玻璃原材料，並對製作的加壓成型用玻璃原材料進行加壓成型而製作光學元件坯料。

【0070】 加壓成型用玻璃原材料的加壓成型可通過利用加壓成型模具對加熱而處於軟化的狀態下的加壓成型用玻璃原材料進行加壓的公知方法進行。加熱、加壓成型均可以在大氣中進行。通過在加壓成型後進行退火而減少玻璃內部的應變，可以得到均質的光學元件坯料。

【0071】 就加壓成型用玻璃原材料而言，除了保持其原有狀態而直接供於用於製作光學元件坯料的加壓成型的被稱作加壓成型用玻璃膏球(glass gob)的原材料以外，還包括在實施切割、磨削、拋光等機械加工並經過加壓成型用玻璃膏球後供于加壓成型的原材料。作為切割方法，包括下述方法：對玻璃板表面的要切割的部分通過被稱作劃線的方法形成槽，從形成有槽的一面的背面向槽的部分施加局部的壓力，在槽的部分將玻璃板切開的方法；利用切割刀切割玻璃板的方法等。另外，作為磨削、拋光方法，可舉出滾筒拋光等。

【0072】 可以通過例如將熔融玻璃澆鑄到鑄模中並成型為玻璃板，將該玻璃板切割成多片玻璃片，從而製作加壓成型用玻璃原材料。或者，也可以成型為適量的熔融玻璃而製作加壓成型用玻璃膏球。還可以通過將加壓成型用玻璃膏球再加熱、軟化，進行加壓成型而製作，從而製作光學元件坯料。將玻璃再加熱、軟化、進行加壓成型從而製作光學元件坯料的方法相對於直壓法而言，

被稱作再熱壓法(reheat press method)。

**【0073】** [光學元件及其製造方法]

本發明的另一個方式涉及一種由上述光學玻璃形成的光學元件。

**【0074】** 上述光學元件使用上述光學玻璃而製作。在上述光學元件中，可以在玻璃表面形成例如防反射膜等的多層膜等一層以上的塗層。

**【0075】** 另外，根據本發明的一個方式，還提供一種光學元件的製造方法，該方法具備：通過對上述的光學元件坯料進行磨削和/或拋光而製作光學元件的工序。

**【0076】** 在上述光學元件的製造方法中，磨削、拋光等機械加工可以應用公知的方法進行，通過在加工後對光學元件表面充分地進行清洗、乾燥等，可以得到內部質量及表面質量高的光學元件。這樣一來，可得到由上述玻璃形成的光學元件。作為光學元件，可示例出球面透鏡、非球面透鏡、微透鏡等各種透鏡、稜鏡等。

**【0077】** 另外，由上述光學玻璃形成的光學元件也適宜用作構成接合光學元件的透鏡。作為接合光學元件，可示例出將透鏡彼此接合而成的元件(接合透鏡)、將透鏡與稜鏡接合而成的元件等。例如，接合光學元件可通過下述方法製作：對待接合的2個光學元件的接合面以使它們的形狀成為反轉形狀的方式精密地進行加工(例如球面拋光加工)，塗布用於接合透鏡的粘接的紫外線固化型粘接劑，使它們貼合後透過透鏡照射紫外線，使粘接劑固化，由此製作接合光學元件。上述玻璃優選用於這樣地製作接合光學元件。可使用阿貝數 $v_d$ 不同的多種玻璃分別製作待接合的多個光學元件，並進行接合，由此製成適於色差補正的元件。

**【0078】** 實施例

以下，通過實施例對本發明更詳細地進行說明。然而，本發明不限定於實

施例所示的實施方式。

**【0079】 (實施例1)**

以成為下表所示的玻璃組成的方式，分別使用相應的硝酸鹽、硫酸鹽、碳酸鹽、氫氧化物、氧化物、硼酸等作為用於導入各成分的原料，稱量原料，充分混合，製成了調配原料。

**【0080】** 將該調配原料放入鉑制坩堝，進行了加熱、熔融。熔融後，將熔融玻璃注入鑄模，自然冷卻至玻璃化轉變溫度附近後立即放入退火爐，在玻璃化轉變溫度範圍內進行約1小時的退火處理後，在爐內自然冷卻至室溫，由此得到了表1(表1-1~表1-3)所示的各光學玻璃。

**【0081】** 將如此得到的光學玻璃的各種物性示於下表。

**【0082】** 通過以下所示的方法測定了光學玻璃的各物性。

**【0083】** <光學玻璃的物性評價>

**【0084】** (1)折射率 $n_d$ 、阿貝數 $v_d$

通過日本光學玻璃工業會標準的折射率測定法對以降溫速度 $-30^{\circ}\text{C}/\text{小時}$ 降溫而得到的玻璃測定了折射率 $n_d$ 及阿貝數 $v_d$ 。

**【0085】** (2)維氏硬度 $H_v$

對於具有相互對置且經光學拋光的2個平面的厚度 $10\pm 0.1\text{mm}$ 的玻璃試樣，基於日本工業標準JIS Z 2244:2009中記載的測定方法，在試驗力 $0.3\text{kgf}(2.942\text{N})$ 、保持時間15秒鐘的條件下進行了測定。測定進行5次，將得到的測定值的算術平均作為測定對象的玻璃的維氏硬度 $v$ 。

**【0086】** (3)玻璃化轉變溫度 $T_g$ 、結晶溫度 $T_x$

將玻璃用乳鉢充分粉碎，作為試樣，使用NETZSCH公司製造的差示掃描量熱分析裝置(DSC3300SA)，將升溫速度設為 $10^{\circ}\text{C}/\text{分}$ ，測定了玻璃化轉變溫度 $T_g$ 及結晶溫度 $T_x$ 。

**【0087】 (4)比重**

通過阿基米德法測定了比重。

**【0088】 (5)著色度 $\lambda 5$ 、 $\lambda 70$** 

使用具有相互對置的2個經光學拋光的平面的厚度 $10 \pm 0.1 \text{ mm}$ 的玻璃試樣，通過分光光度計從相對於經拋光的面垂直的方向入射強度 $I_{\text{in}}$ 的光，測定透過玻璃試樣的光的強度 $I_{\text{out}}$ ，計算出分光透射率 $I_{\text{out}}/I_{\text{in}}$ ，將分光透射率成為5%的波長設為 $\lambda 5$ 、將分光透射率成為70%的波長設為 $\lambda 70$ 。

**【0089】 (6)相對部分色散 $P_{\text{g,F}}$** 

對於以降溫速度 $-30^\circ\text{C}/\text{小時}$ 降溫而得到的玻璃，通過日本光學玻璃工業會標準的折射率測定法測定折射率 $n_{\text{F}}$ 、 $n_{\text{c}}$ 、 $n_{\text{g}}$ ，根據測定結果計算出相對部分色散 $P_{\text{g,F}}$ 。

【表 I-1】

| No. |     | SiO <sub>2</sub> | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ZnO  | La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ZrO <sub>2</sub> | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | TiO <sub>2</sub> | WO <sub>3</sub> | 合計     |
|-----|-----|------------------|-------------------------------|------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|-----------------|--------|
| 1   | 質量% | 8.23             | 2.40                          | 1.23 | 41.16                          | 6.65                           | 0.49                          | 5.91             | 8.11                           | 25.82            | 0.00            | 100.00 |
| 2   | 質量% | 8.19             | 2.39                          | 1.22 | 41.01                          | 6.62                           | 0.49                          | 7.05             | 8.07                           | 24.96            | 0.00            | 100.00 |
| 3   | 質量% | 8.16             | 2.38                          | 1.22 | 40.84                          | 6.59                           | 0.48                          | 8.18             | 8.04                           | 24.11            | 0.00            | 100.00 |
| 4   | 質量% | 7.64             | 2.72                          | 1.23 | 41.11                          | 6.63                           | 0.49                          | 7.07             | 8.09                           | 25.02            | 0.00            | 100.00 |
| 5   | 質量% | 8.74             | 1.73                          | 1.22 | 40.91                          | 6.60                           | 0.48                          | 5.87             | 8.05                           | 26.40            | 0.00            | 100.00 |
| 6   | 質量% | 9.24             | 1.06                          | 1.21 | 40.64                          | 6.56                           | 0.48                          | 5.83             | 8.00                           | 26.98            | 0.00            | 100.00 |
| 7   | 質量% | 9.31             | 1.07                          | 1.22 | 39.43                          | 6.61                           | 0.48                          | 5.88             | 8.06                           | 27.94            | 0.00            | 100.00 |
| 8   | 質量% | 9.78             | 0.74                          | 1.21 | 40.54                          | 6.54                           | 0.48                          | 5.82             | 7.98                           | 26.91            | 0.00            | 100.00 |
| 9   | 質量% | 10.99            | 0.00                          | 1.20 | 40.32                          | 6.51                           | 0.48                          | 5.79             | 7.94                           | 26.77            | 0.00            | 100.00 |
| 10  | 質量% | 8.60             | 1.05                          | 1.20 | 41.75                          | 6.50                           | 0.48                          | 5.78             | 7.92                           | 26.72            | 0.00            | 100.00 |
| 11  | 質量% | 10.34            | 0.00                          | 1.19 | 41.44                          | 6.45                           | 0.47                          | 5.73             | 7.86                           | 26.52            | 0.00            | 100.00 |
| 12  | 質量% | 9.69             | 0.00                          | 1.18 | 42.53                          | 6.39                           | 0.47                          | 5.68             | 7.79                           | 26.27            | 0.00            | 100.00 |
| 13  | 質量% | 9.77             | 0.00                          | 1.19 | 41.37                          | 6.43                           | 0.47                          | 5.72             | 7.85                           | 27.20            | 0.00            | 100.00 |
| 14  | 質量% | 9.84             | 0.00                          | 1.20 | 40.17                          | 6.48                           | 0.48                          | 5.77             | 7.91                           | 28.15            | 0.00            | 100.00 |
| 15  | 質量% | 9.29             | 1.07                          | 1.22 | 40.03                          | 6.60                           | 0.00                          | 5.87             | 8.04                           | 27.88            | 0.00            | 100.00 |
| 16  | 質量% | 9.55             | 1.10                          | 1.25 | 40.43                          | 0.00                           | 4.72                          | 6.03             | 8.27                           | 28.65            | 0.00            | 100.00 |

【0090】

【表 1-2】

| No. |            | $B_2O_3/La_2O_3$ | $B_2O_3/SiO_2$ | $(Tm_2O_3+Nd_2O_3)/(SiO_2+ZrO_2)$ | $(Zr+La+Gd+Y+Zr+Nd+Ti)/(Si+Zr)$ | $La_2O_3+Ce_2O_3+Y_2O_3$ | $SiO_2/TiO_2$ |
|-----|------------|------------------|----------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------|
| 1   | 重量比成分例 1%  | 0.058            | 0.282          | 3.19                              | 8.41                            | 48.3                     | 0.319         |
| 2   | 重量比成分例 2%  | 0.058            | 0.282          | 3.12                              | 8.45                            | 48.12                    | 0.328         |
| 3   | 重量比成分例 3%  | 0.058            | 0.282          | 3.05                              | 8.49                            | 47.91                    | 0.338         |
| 4   | 重量比成分例 4%  | 0.068            | 0.386          | 3.20                              | 8.65                            | 48.23                    | 0.305         |
| 5   | 重量比成分例 5%  | 0.042            | 0.188          | 3.29                              | 8.55                            | 47.99                    | 0.331         |
| 6   | 重量比成分例 6%  | 0.026            | 0.115          | 3.40                              | 8.71                            | 47.68                    | 0.342         |
| 7   | 重量比成分例 7%  | 0.027            | 0.115          | 3.47                              | 8.63                            | 46.52                    | 0.333         |
| 8   | 重量比成分例 8%  | 0.013            | 0.076          | 3.32                              | 8.51                            | 47.56                    | 0.363         |
| 9   | 重量比成分例 9%  | 0.000            | 0.000          | 3.16                              | 8.10                            | 47.31                    | 0.411         |
| 10  | 重量比成分例 10% | 0.025            | 0.122          | 3.59                              | 9.36                            | 48.73                    | 0.322         |
| 11  | 重量比成分例 11% | 0.000            | 0.000          | 3.32                              | 8.67                            | 48.36                    | 0.390         |
| 12  | 重量比成分例 12% | 0.000            | 0.000          | 3.51                              | 9.32                            | 49.39                    | 0.359         |
| 13  | 重量比成分例 13% | 0.000            | 0.000          | 3.59                              | 9.74                            | 48.27                    | 0.359         |
| 14  | 重量比成分例 14% | 0.000            | 0.000          | 3.66                              | 9.16                            | 47.13                    | 0.352         |
| 15  | 重量比成分例 15% | 0.027            | 0.115          | 3.47                              | 8.65                            | 46.63                    | 0.333         |
| 16  | 重量比成分例 16% | 0.027            | 0.115          | 3.47                              | 8.99                            | 45.15                    | 0.333         |

$$(*) (ZrO+La_2O_3+Ce_2O_3+Y_2O_3+ZrO_3+Nd_2O_3+TiO_3)/(SiO_2+B_2O_3)$$

【0091】

[表1-3]

| No. | nd      | vd    | Pg,F     | 比重    | Tg(°C) | Tx(°C) | Tx-Tg(°C) | λ 70(nm) | λ 5(nm) | 維氏硬度HV(kgf·mm <sup>-2</sup> ) |
|-----|---------|-------|----------|-------|--------|--------|-----------|----------|---------|-------------------------------|
| 1   | 2.10371 | 22.99 | 0.623125 | 5.015 | 758.5  | 899.1  | 140.6     | 523      | 391     | 827.8                         |
| 2   | 2.10113 | 23.25 | 0.622124 | 5.030 | 759.5  | 906.1  | 146.6     | 523      | 391     | 820.8                         |
| 3   | 2.09896 | 23.49 | 0.619923 | 5.050 | 761.9  | 906.7  | 144.8     | 544      | 390     | 821.8                         |
| 4   | 2.10355 | 23.19 | 0.620849 | 5.042 | 757.9  | 899.2  | 141.3     | 524      | 391     | 812.4                         |
| 5   | 2.09234 | 22.84 | 0.622543 | 5.011 | 767.3  | 889.8  | 122.5     | 524      | 393     | 832.1                         |
| 6   | 2.11254 | 22.63 | 0.625178 | 5.009 | 769.3  | 906.4  | 137.1     | 526      | 393     | 833.3                         |
| 7   | 2.11603 | 22.25 | 0.625598 | 4.976 | 760.3  | 922.4  | 162.1     | 571      | 398     | 838.1                         |
| 8   | 2.10878 | 22.66 | 0.624157 | 4.997 | 772.3  | 907.9  | 135.6     | 535      | 394     | 846.5                         |
| 9   | 2.10254 | 22.77 | 0.623503 | 4.974 | 778.0  | 948.1  | 170.1     | 536      | 390     | 859.0                         |
| 10  | 2.11709 | 22.67 | 0.623580 | 5.057 | 766.9  | 921.9  | 155.0     | 537      | 392     | 846.9                         |
| 11  | 2.10855 | 22.80 | 0.621761 | 5.020 | 758.5  | 950.8  | 192.3     | 571      | 406     | 854.6                         |
| 12  | 2.11310 | 23.76 | 0.684098 | 5.068 | 800.6  | 949.8  | 149.2     | 571      | 407     | 882.4                         |
| 13  | 2.11716 | 22.54 | 0.624092 | 5.045 | 769.2  | 923.2  | 154.0     | 529      | 392     | 862.7                         |
| 14  | 2.12148 | 21.46 | 0.576813 | 5.020 | 793.3  | 917.4  | 124.1     | 543      | 394     | 870.7                         |
| 15  | 2.11612 | 22.31 | 0.624775 | 4.981 | 767.9  | 909.3  | 141.4     | 538      | 395     | 858.6                         |
| 16  | 2.11266 | 22.27 | 0.624775 | 4.856 | 765.7  | 897.5  | 131.8     | 534      | 394     | 854.3                         |

**【0092】 (實施例2)**

使用實施例1中得到的各種玻璃，製作了加壓成形用玻璃塊(玻璃膏球)。將該玻璃膏球在大氣中加熱、軟化，用加壓成形模具加壓成形，製作了透鏡坯料(光學元件坯料)。將製作的透鏡坯料從加壓成形模具中取出，進行退火，並進行包括拋光的機械加工，製作了由實施例1中製作的各種玻璃形成的球面透鏡。

**【0093】 (實施例3)**

對期望量的在實施例1中製作的熔融玻璃，用加壓成形模具進行加壓成形，製作了透鏡坯料(光學元件坯料)。將製作的透鏡坯料從加壓成形模具中取出，退火，進行包括拋光的機械加工，製作了由實施例1中製作的各種玻璃形成的球面透鏡。

**【0094】 (實施例4)**

對將實施例1中製作的熔融玻璃固化而製作的玻璃塊(光學元件坯料)進行退火，進行包含拋光的機械加工，製作了由實施例1中製作的各種玻璃形成的球面透鏡。

**【0095】 (實施例5)**

使實施例2~4中製作的球面透鏡與由其它種類的玻璃制形成的球面透鏡貼合，製作了接合透鏡。在實施例2~4中製作的球面透鏡的接合面為凸面，由其它種類的玻璃形成的球面透鏡的接合面為凹面。以使曲率半徑的絕對值相互相等的方式製作了上述2個接合面。在接合面上塗布光學元件接合用的紫外線固化型粘接劑，使2個透鏡在接合面彼此貼合。然後，透過在實施例2~4中製作的球面透鏡向塗布於接合面的粘接劑照射紫外線，使粘接劑凝固。

**【0096】** 如上所述地製作了接合透鏡。接合透鏡的接合強度足夠高，光學性能也為充分的水準。

**【0097】** 最後，總結上述的各方式。

【0098】 根據一個方式，提供一種光學玻璃，其中，以質量基準計， $\text{SiO}_2$  含量為3.00%以上且20.00%以下、 $\text{TiO}_2$  含量為20.00%以上且40.00%以下、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$  含量為3.00%以上且15.00%以下、 $\text{La}_2\text{O}_3$  含量為20.00%以上且50.00%以下、 $\text{ZrO}_2$  含量為3.00%以上且15.00%以下， $\text{B}_2\text{O}_3$  含量相對於 $\text{La}_2\text{O}_3$  含量的質量比( $\text{B}_2\text{O}_3/\text{La}_2\text{O}_3$ )為0.070以下， $\text{B}_2\text{O}_3$  含量相對於 $\text{SiO}_2$  含量的質量比( $\text{B}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ )為0.700 以下， $\text{TiO}_2$  與 $\text{Nb}_2\text{O}_5$  的合計含量相對於 $\text{SiO}_2$  與 $\text{B}_2\text{O}_3$  的合計含量的質量比( $(\text{TiO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5)/(\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3)$ )為2.00以上，並且 $\text{ZnO}$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$  及 $\text{TiO}_2$  的合計含量相對於 $\text{SiO}_2$  與 $\text{B}_2\text{O}_3$  的合計含量的質量比( $(\text{ZnO} + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{TiO}_2)/(\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3)$ )為7.00以上。

【0099】 上述光學玻璃可以為折射率及硬度高的光學玻璃。

【0100】 在一個方式中，上述光學玻璃的 $\text{SiO}_2$  含量相對於 $\text{TiO}_2$  含量的質量比( $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ )可以為0.280以上且0.430以下。

【0101】 在一個方式中，上述光學玻璃的 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$  及 $\text{Y}_2\text{O}_3$  的合計含量( $\text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3$ )可以為40.00%以上且55.00%以下。

【0102】 在一個方式中，上述光學玻璃的折射率 $n_d$ 可以為2.000以上。

【0103】 在一個方式中，上述光學玻璃的維氏硬度 $H_v$ 可以為780kgf · mm<sup>-2</sup>以上。

【0104】 在一個方式中，上述光學玻璃的阿貝數 $v_d$ 可以為22.00以上。

【0105】 根據一個方式，提供一種光學元件，其由上述光學玻璃形成。

【0106】 應該理解的是，本次公開的實施方式全部是示例性的，並不構成限制。本發明的範圍由專利範圍、而不是上述的說明界定，旨在包括與專利範圍等同的含義及範圍內的全部變形。

【0107】 例如，通過對上述示例出的玻璃組成進行了說明書中記載的組成調整，可以得到本發明的一個方式的光學玻璃。

【0108】 另外，當然可以將說明書中示例出的或作為優選的範圍記載的事項中的2個以上任意組合。

【符號說明】

無。

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種光學玻璃，其中，以質量基準計，

SiO<sub>2</sub>含量為3.00%以上且20.00%以下，

TiO<sub>2</sub>含量為20.00%以上且40.00%以下，

Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含量為3.00%以上且15.00%以下，

La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量為20.00%以上且50.00%以下，

ZrO<sub>2</sub>含量為3.00%以上且15.00%以下，

B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量相對於La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量的質量比(B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)為0.070以下，

B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量相對於SiO<sub>2</sub>含量的質量比(B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub>)為0.700以下，

TiO<sub>2</sub>與Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>的合計含量相對於SiO<sub>2</sub>與B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合計含量的質量比((TiO<sub>2</sub> + Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)/(SiO<sub>2</sub> + B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>))為2.00以上，

並且ZnO、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>及TiO<sub>2</sub>的合計含量相對於SiO<sub>2</sub>與B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合計含量的質量比((ZnO + La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + ZrO<sub>2</sub> + Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + TiO<sub>2</sub>)/(SiO<sub>2</sub> + B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>))為7.00以上。

【請求項2】 根據請求項1所述的光學玻璃，其中，

SiO<sub>2</sub>含量相對於TiO<sub>2</sub>含量的質量比(SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>)為0.280以上且0.430以下。

【請求項3】 根據請求項1或2所述的光學玻璃，其中，

La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>及Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合計含量(La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)為40.00質量%以上且55.00質量%以下。

【請求項4】 根據請求項1或2所述的光學玻璃，其折射率nd為2.000以上。

【請求項5】 根據請求項1或2所述的光學玻璃，其維氏硬度Hv為780kgf·mm<sup>-2</sup>以上。

【請求項6】 根據請求項1或2所述的光學玻璃，其阿貝數vd為22.00以上。

【請求項7】 一種光學元件，其由請求項1~6中任一項所述的光學玻璃形成。