



(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 I802422 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 05 月 11 日

(21)申請案號：111119636

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 12 月 07 日

(51)Int. Cl. : C03C3/064 (2006.01)

C03C3/066 (2006.01)

C03C3/068 (2006.01)

C03C3/097 (2006.01)

C03B11/08 (2006.01)

G02B1/00 (2006.01)

(30)優先權：2015/12/07 日本

特願 2015-238989

2015/12/07 日本

特願 2015-238990

2016/12/01 日本

特願 2016-234492

2016/12/01 日本

特願 2016-234493

(71)申請人：日商小原股份有限公司(日本) OHARA INC. (JP)

日本

(72)發明人：荻野道子 OGINO, MICHIKO (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201500312A

CN 1198414A

WO 01/72650A1

審查人員：楊淑珍

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：2 共 50 頁

(54)名稱

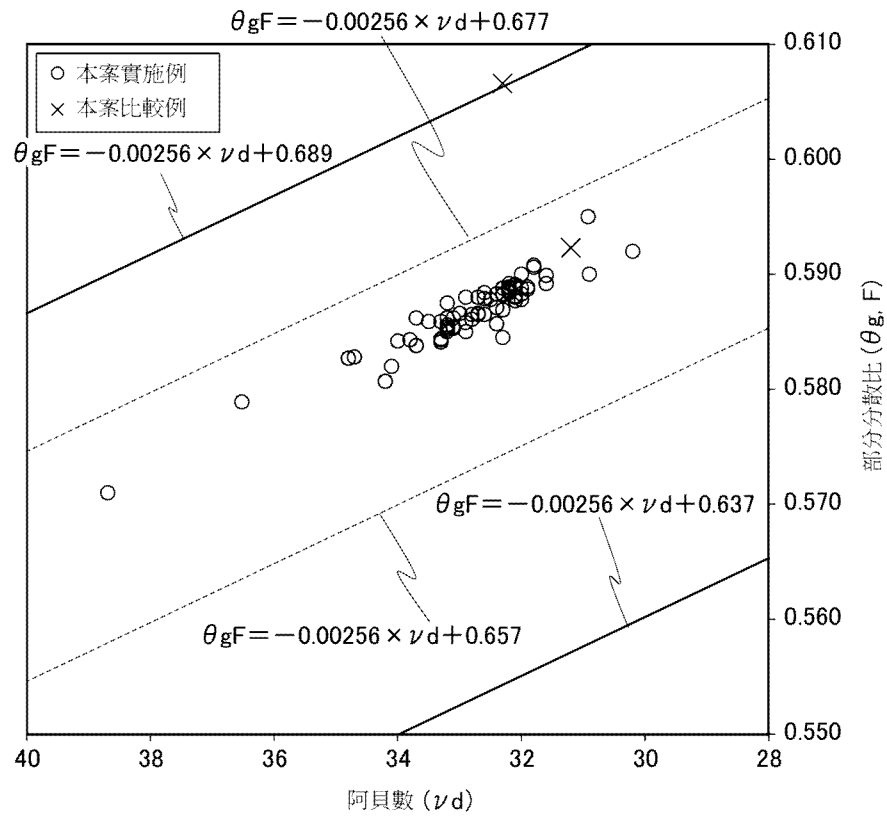
光學玻璃、預成形體及光學元件

(57)摘要

本發明可更經濟地獲得折射率(n_d)及阿貝數(v_d)在所需範圍內之光學玻璃。

本發明之光學玻璃以氧化物換算組成之質量%計，含有 15.0 ~ 50.0%之 SiO_2 成分、及 20.0 ~ 50.0%之 Nb_2O_5 成分。於該光學玻璃中，部分分散比(θ_g, F)於與阿貝數(v_d)之間，能夠滿足 $(-0.00256 \times v_d + 0.637) \leq (\theta_g, F) \leq (-0.00256 \times v_d + 0.689)$ 之關係。又，亦能夠獲得於再加熱加壓步驟中之玻璃之製作時及加工時不易產生乳白、失透、或模糊不清之玻璃。

指定代表圖：



【圖2】



I802422

【發明摘要】

【中文發明名稱】

光學玻璃、預成形體及光學元件

【中文】

本發明可更經濟地獲得折射率(n_d)及阿貝數(v_d)在所需範圍內之光學玻璃。

本發明之光學玻璃以氧化物換算組成之質量%計，含有15.0～50.0%之 SiO_2 成分、及20.0～50.0%之 Nb_2O_5 成分。於該光學玻璃中，部分分散比(θ_g, F)於與阿貝數(v_d)之間，能夠滿足 $(-0.00256 \times v_d + 0.637) \leq (\theta_g, F) \leq (-0.00256 \times v_d + 0.689)$ 之關係。又，亦能夠獲得於再加熱加壓步驟中之玻璃之製作時及加工時不易產生乳白、失透、或模糊不清之玻璃。

【指定代表圖】

圖2

【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、預成形體及光學元件

【技術領域】

本發明係關於一種光學玻璃、預成形體及光學元件。

【先前技術】

近年來，使用光學系統之機器之數位化或高精細化正在快速發展，於數位相機或攝錄影機等攝影機器、投影機或投影電視等圖像再生(投影)機器等各種光學機器之領域，削減光學系統中使用之透鏡或稜鏡等光學元件之片數以使光學系統整體輕量化及小型化之要求日益強烈。

於製作光學元件之光學玻璃中，尤其能夠謀求光學系統整體之輕量化及小型化之具有1.65以上之折射率(n_d)且具有28以上45以下之阿貝數(v_d)之光學玻璃之需求極度高漲。作為此種光學玻璃，已知如專利文獻1～3所代表之以 $\text{SiO}_2\text{-Nb}_2\text{O}_5$ 系為主成分之光學玻璃。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻1]日本專利特開2007-169157號公報

[專利文獻2]日本專利特再公表WO02/014235號公報

[專利文獻3]日本專利特開平10-130033號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

作為自光學玻璃製作光學元件之方法，例如已知：對自光學玻璃所形成之坯或玻璃塊進行研削及研磨而獲得光學元件之形狀之方法；對自光

學玻璃所形成之坯或玻璃塊進行再加熱且成形(再加熱加壓成形)而獲得之玻璃成形體進行研削及研磨之方法；及將自坯或玻璃塊所獲得之預成形體材料利用經超精密加工之模具成形(精密鑄模壓製成形)而獲得光學元件之形狀之方法。對於任一方法，於自熔融之玻璃原料形成坯或玻璃塊時，均要求獲得穩定之玻璃。此處，在相對於構成所獲得之坯或玻璃塊之玻璃之失透之穩定性(耐失透性)降低而於玻璃之內部產生結晶之情形時，已無法獲得較佳之玻璃作為光學元件。

尤其於具有1.65以上之折射率(n_d)、阿貝數(v_d)為28以上且45以下之以 $\text{SiO}_2\text{-Nb}_2\text{O}_5$ 系為主成分之光學玻璃中，再加熱加壓成形後之光學玻璃之穩定性較差，於玻璃內部產生較強之乳白傾向或顯著之失透傾向。因此，經過如再加熱加壓成形般之再加熱步驟而製成形狀之製法中，光學玻璃之穩定性較差，無法獲得品質良好之光學玻璃。

又，數位相機或攝錄影機等光學系統包含被稱為像差之模糊，該模糊有大小之分。該像差分類為單色像差與色像差，尤其色像差強烈依存於光學系統中使用之透鏡之材料特性。

一般而言，色像差係將低分散之凸透鏡與高分散之凹透鏡組合而修正，該組合僅可進行紅色區域與綠色區域之像差之修正，剩下藍色區域之像差。將該未澈底去除之藍色區域之像差稱為二次光譜。為修正二次光譜，必須進行加入有藍色區域之g線(435.835 nm)之動向之光學設計。此時，作為光學設計中著眼之光學特性之指標，使用部分分散比(θ_g, F)。於將上述低分散之透鏡與高分散之透鏡組合而成之光學系統中，對於低分散側之透鏡使用部分分散比(θ_g, F)較大之光學材料，對於高分散側之透鏡使用部分分散比(θ_g, F)較小之光學材料，藉此，二次光譜得以良好地

修正。

部分分散比(θ_g , F)由下式(1)表示。

$$\theta_g, F = (n_g - n_F) / (n_F - n_C) \cdots \cdots (1)$$

光學玻璃中，在表示短波長區域之部分分散性之部分分散比(θ_g , F)與阿貝數(v_d)之間存在大致線性關係。表示該關係之直線於縱軸採用部分分散比(θ_g , F)、且橫軸採用阿貝數(v_d)之正交座標上，由將描繪NSL7與PBM2之部分分散比及阿貝數之2點連結之直線而表示，且被稱為正規線(參照圖1)。成為正規線之基準之普通玻璃根據每一光學玻璃製造商而亦不同，但各公司均以大致同等之斜率與截距而定義。(NSL7與PBM2係股份有限公司OHARA公司製造之光學玻璃，PBM2之阿貝數(v_d)為36.3，部分分散比(θ_g , F)為0.5828，NSL7之阿貝數(v_d)為60.5，部分分散比(θ_g , F)為0.5436)。

然而，專利文獻2中記載之玻璃係光學常數為低折射率、低分散之玻璃，難以說係充分地應對近年來要求之高分散側之透鏡者，專利文獻3中記載之玻璃雖滿足所要求之光學常數，但因含有高價之原料即 Ta_2O_5 成分，故存在會成為價格非常高之透鏡之問題。進而，專利文獻3中記載之玻璃亦記載有不包含高價之原料之例，但壓製成形性較差，尤其製作透鏡時之壓製時之失透性成問題，難以實現生產性良好之光學元件製造。

此外，為降低光學玻璃之材料成本，期望構成光學玻璃之各成分之原料費用儘可能地低廉。又，於量產光學玻璃時，期望不易引起玻璃製作時之失透。然而，專利文獻1~3所記載之玻璃組合物難以說係充分地滿足該等各要求者。

本發明係鑒於上述問題點而完成者，其目的在於更經濟地獲得折射

率(n_d)及阿貝數(v_d)在所需範圍內之光學玻璃。

又，本發明之目的亦在於更經濟地獲得折射率(n_d)及阿貝數(v_d)在所需範圍內並且部分分散比(θ_g , F)較小之光學玻璃、或於玻璃內部不產生乳白、失透之光學玻璃。

[解決問題之技術手段]

本發明者等人為解決上述問題而反覆努力進行試驗研究，結果發現可獲得一種含有 SiO_2 成分及 Nb_2O_5 成分、且不含有例如 Ta_2O_5 成分等高價原料而使材料成本降低的光學玻璃，從而完成本發明。

又，本發明者等人為解決上述問題而反覆努力進行試驗研究，結果亦發現，可獲得一種玻璃，其係含有 SiO_2 成分及 Nb_2O_5 成分、且 $\text{SiO}_2/\text{Rn}_2\text{O}$ (Rn係選自由Li、Na、K所組成之群中之1種以上)未達4.0之光學玻璃，不含有例如 Ta_2O_5 成分等高價原料，使材料成本降低，且具有較低之部分分散比。

又，本發明者等人為解決上述問題而反覆努力進行試驗研究，結果發現可獲得一種光學玻璃，其係含有 SiO_2 成分及 Nb_2O_5 成分，且含有1.0～20.0%之 B_2O_3 成分者，使再加熱加壓步驟中之玻璃乳白或失透降低。

(1)一種光學玻璃，其以氧化物換算組成之質量%計，

含有15.0～50.0%之 SiO_2 成分、及

20.0～50.0%之 Nb_2O_5 成分。

(2)如(1)之光學玻璃，其中以質量比計， $\text{SiO}_2/\text{Rn}_2\text{O}$ 為未達4.0(Rn係選自由Li、Na、K所組成之群中之1種以上)。

(3)如(1)或(2)之光學玻璃，其中以氧化物換算組成之質量%計，

ZnO成分為0～25.0%，且

ZrO₂成分為0～25.0%。

(4)如(1)至(3)中任一項之光學玻璃，其中以氧化物換算組成之質量%計，B₂O₃成分之含量為20.0%以下。

(5)如(1)至(4)中任一項之光學玻璃，其中以氧化物換算組成之質量%計，

TiO₂成分為0～15.0%，

WO₃成分為0～10.0%，

MgO成分為0～10.0%，

CaO成分為0～10.0%，

SrO成分為0～10.0%，

BaO成分為0～10.0%，

La₂O₃成分為0～10.0%，

Gd₂O₃成分為0～10.0%，

Y₂O₃成分為0～10.0%，

Yb₂O₃成分為0～10.0%，

Li₂O成分為0～20.0%，

Na₂O成分為0～20.0%，

K₂O成分為0～10.0%，

Ta₂O₅成分為0～10.0%，

P₂O₅成分為0～10.0%，

GeO₂成分為0～10.0%，

Al₂O₃為成分0～10.0%，

Ga₂O₃為成分0～10.0%，

Bi_2O_3 為成分0～10.0%，

TeO_2 為成分0～5.0%，

SnO_2 為成分0～1.0%，

Sb_2O_3 為成分0～1.0%。

(6)如(1)至(5)中任一項之光學玻璃，其中以氧化物基準之質量%計，

Ln_2O_3 成分(式中，Ln係選自由La、Gd、Y、Yb所組成之群中之1種以上)之質量和為0～15.0%，

Rn_2O 成分(式中，Rn係選自由Li、Na、K所組成之群中之1種以上)之質量和為0～30.0%，

RO成分(式中，R係選自由Mg、Ca、Sr、Ba所組成之群中之1種以上)之質量和為0～20.0%。

(7)如(1)至(6)中任一項之光學玻璃，其中部分分散比(θ_g ，F)於與阿貝數(v_d)之間，滿足 $(-0.00256 \times v_d + 0.637) \leq (\theta_g, F) \leq (-0.00256 \times v_d + 0.689)$ 之關係。

(8)如(1)至(7)中任一項之光學玻璃，其中於再加熱試驗(A)之前後不產生失透及乳白。

[再加熱試驗(A)：對試驗片15 mm×15 mm×30 mm進行再加熱，自室溫進行150分鐘之升溫直至較各試樣之轉移溫度(T_g)高出100℃～120℃之溫度為止，且以較上述光學玻璃之玻璃轉移溫度(T_g)高出100℃～120℃之溫度保溫30分鐘，其後自然冷卻至常溫，將試驗片之對向之2面研磨至厚度10 mm之後進行目測觀察。]

(9)如(1)至(8)中任一項之光學玻璃，其折射率(n_d)為1.65～1.80，阿貝數(v_d)為28～45。

(10)如(1)至(9)中任一項之光學玻璃，其中表示分光透過率80%之波長(λ_{80})為450 nm以下，表示分光透過率5%之波長(λ_5)為365 nm以下。

(11)一種光學元件，其包含如(1)至(10)中任一項之光學玻璃。

(12)一種預成形體，其係包含如(1)至(10)中任一項之光學玻璃之研磨加工用及/或精密壓製成形用者。

(13)一種光學機器，其具備如(11)或(12)之光學元件。

[發明之效果]

根據本發明，可更經濟地獲得折射率(n_d)及阿貝數(v_d)在所需範圍內之光學玻璃。

又，根據本發明，可更經濟地獲得折射率(n_d)及阿貝數(v_d)在所需範圍內、並且部分分散比(θ_g , F)較小之光學玻璃。即，可利用壓製成形而製作形狀複雜之光學元件，故可實現製造成本低廉、且生產性良好之光學元件製造。

又，根據本發明，可更經濟地獲得折射率(n_d)及阿貝數(v_d)在所需範圍內、並且再加熱加壓步驟中之玻璃乳白或失透降低之光學玻璃。

【圖式簡單說明】

圖1係表示縱軸取部分分散比(θ_g , F)、橫軸取阿貝數(v_d)之正交座標中所示之正規線之圖。

圖2係表示本案之實施例之部分分散比(θ_g , F)與阿貝數(v_d)之關係之圖。

【實施方式】

本發明之光學玻璃以氧化物換算組成之質量%計，含有15.0～50.0%之SiO₂成分、及20.0～50.0%之Nb₂O₅成分。

藉由含有 SiO_2 成分及 Nb_2O_5 成分而可使折射率(n_d)及阿貝數(v_d)在所需範圍內之光學玻璃之材料成本降低。

其中，第1光學玻璃以氧化物換算組成之質量%計，含有15.0～55.0%之 SiO_2 成分、及20.0～50.0%之 Nb_2O_5 成分，且以質量比計， $\text{SiO}_2/\text{Rn}_2\text{O}$ 為未達4.0(Rn 係選自由Li、Na、K所組成之群中之1種以上)，部分分散比(θ_g, F)於與阿貝數(v_d)之間，滿足 $(-0.00256 \times v_d + 0.637) \leq (\theta_g, F) \leq (-0.00256 \times v_d + 0.689)$ 之關係。

第1光學玻璃中，藉由含有 SiO_2 成分及 Nb_2O_5 成分、且使 $\text{SiO}_2/\text{Rn}_2\text{O}$ 未達4.0(Rn 係選自由Li、Na、K所組成之群中之1種以上)而可獲得使光學玻璃之材料成本降低且具有較低之部分分散比之玻璃。

因此，可更經濟地獲得折射率(n_d)及阿貝數(v_d)在所需範圍內、並且部分分散比(θ_g, F)較小且對光學系統之色像差之降低有用之光學玻璃。

此外，由於對可見光之透過率較高，故可較佳地用於使可見光透過之用途。

又，第2光學玻璃係以氧化物換算組成之質量%計， SiO_2 成分為15.0～50.0%， Nb_2O_5 成分為20.0～50.0%， B_2O_3 成分為1.0～20.0%，且於再加熱試驗(A)之前後不產生失透及乳白者。

第2光學玻璃係含有 SiO_2 成分及 Nb_2O_5 成分之玻璃，其具有所需範圍內之較高之折射率或較低之阿貝數(較高之分散)，且亦可降低對玻璃再加熱時之失透及乳白，故可獲得對於再加熱加壓成形較佳之光學玻璃。

以下，對本發明之光學玻璃之實施形態詳細地進行說明，但本發明不受以下實施形態之任何限定，於本發明之目的之範圍內，可添加適當變更而實施。再者，對於說明重複之部分，有時適當省略說明，但並不限定

發明之宗旨。

[玻璃成分]

以下敘述構成本發明之光學玻璃之各成分之組成範圍。本說明書中，於事先未特別說明之情形時，各成分之含量係以相對於所有氧化物換算組成之玻璃總質量之質量%而表示。此處，所謂「氧化物換算組成」係在假定於用作本發明之玻璃構成成分之原料之氧化物、複合鹽、金屬氟化物等熔融時全部分解而變化為氧化物之情形時，將該生成氧化物之總質量設為100質量%而記載玻璃中含有之各成分之組成。

<關於必須成分、任意成分>

SiO₂成分係促進穩定之玻璃形成、使作為光學玻璃不佳之失透(結晶物之產生)降低之必須成分。

尤其藉由使SiO₂成分之含量為15.0%以上，無需大幅提高部分分散比便可獲得耐失透性優異之玻璃。又，可降低壓製時之失透或著色。又，藉此可降低再加熱時之失透或著色。因此，SiO₂成分之含量係將較佳為15.0%、更佳為18.0%、進而佳為20.0%、再佳為25.0%、再進而佳為27.0%作為下限。

另一方面，藉由使SiO₂成分之含量為50.0%以下而使折射率不易降低，故易獲得所需之高折射率，且可抑制部分分散比之上升。又，藉此可抑制玻璃原料之熔解性之降低。因此，SiO₂成分之含量係將較佳為50.0%、更佳為48.0%、進而佳為45.0%、再佳為40.0%作為上限。

SiO₂成分可使用SiO₂、K₂SiF₆、Na₂SiF₆等作為原料。

Nb₂O₅成分係可提高折射率且降低阿貝數及部分分散比、又可使耐失透性提高之必須成分。

尤其，藉由使 Nb_2O_5 成分之含量為20.0%以上，可提高折射率且於本發明之範圍之成分內調整至目標之光學常數，以此可減小異常分散性。因此， Nb_2O_5 成分之含量係將較佳為20.0%、更佳為23.0%、進而佳為25.0%、再佳為28.0%、再進而佳為30.0%作為下限。

另一方面，藉由使 Nb_2O_5 成分之含量為50.0%以下，可降低玻璃之材料成本。又，可抑制玻璃製造時之熔解溫度之上升，且可降低因過剩地含有 Nb_2O_5 成分所導致之失透。因此， Nb_2O_5 成分之含量係將較佳為50.0%、更佳為45.0%、進而佳為44.0%、再佳為43.0%、再進而佳為40.0%作為上限。

Nb_2O_5 成分可使用 Nb_2O_5 等作為原料。

SiO_2 相對於 Rn_2O (Rn 係選自由Li、Na、K所組成之群中之1種以上)之含量之比率較佳為未達4.0。

藉此，可獲得目標之光學常數，且可減小異常分散性，進而可降低玻璃之液相溫度。

因此， $\text{SiO}_2/\text{Rn}_2\text{O}$ 較佳為未達4.0，更佳為未達3.7，進而佳為未達3.5，再佳為未達3.3。

另一方面，藉由使 $\text{SiO}_2/\text{Rn}_2\text{O}$ 超過0而可使玻璃之黏性柔和從而易改善穩定性而成形。因此， $\text{SiO}_2/\text{Rn}_2\text{O}$ 較佳為超過0，更佳為超過1.0，進而佳為超過1.5，再佳為超過1.7。

SiO_2 成分及 B_2O_3 成分之和相對於 Nb_2O_5 成分之含量之比率較佳為未達2.0。藉此，可一方面維持異常分散性，一方面調整至目標之光學常數。因此， $(\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3)/\text{Nb}_2\text{O}_5$ 較佳為未達2.0，更佳為未達1.7，進而佳為未達1.5，再佳為未達1.4。

另一方面，藉由使 $(\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3)/\text{Nb}_2\text{O}_5$ 超過0而可使玻璃穩定化且不易失透。因此， $(\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3)/\text{Nb}_2\text{O}_5$ 較佳為超過0，更佳為0.5以上，進而佳為0.8以上，再佳為0.9以上。

ZnO成分係於含量超出0%之情形時廉價、且使玻璃轉移點降低之任意成分。因此，ZnO成分之含量亦可較佳為超出0%，更佳為超出0.5%，進而佳為超出1.0%。

另一方面，藉由使ZnO成分之含量為25.0%以下而一方面降低玻璃之失透或著色、尤其玻璃再加熱時之失透或著色，一方面提高化學耐久性。因此，ZnO成分之含量較佳為25.0%以下，更佳為20.0%以下，進而佳為未達16.0%，再佳為未達10.0%。

ZnO成分可使用ZnO、 ZnF_2 等作為原料。

ZrO_2 成分係於含量超出0%之情形時可提高玻璃之折射率及阿貝數、降低部分分散比、且提高耐失透性之任意成分。又，藉此可降低玻璃之失透或著色、尤其玻璃再加熱時之失透或著色。因此， ZrO_2 成分之含量亦可較佳為超出0%，更佳為超出0.5%，進而佳為超出1.0%，再佳為超出2.0%，再進而佳為超出3.0%。

另一方面，藉由使 ZrO_2 成分之含量為20.0%以下而可降低失透，且可容易地獲得更均質之玻璃。因此， ZrO_2 成分之含量係將較佳為20.0%、更佳為18.0%、進而佳為15.0%、再佳為11.0%作為上限。

ZrO_2 成分可使用 ZrO_2 、 ZrF_4 等作為原料。

B_2O_3 成分係於含量超出0%之情形時藉由促進穩定之玻璃形成而使耐失透性提高、且使玻璃原料之熔解性提高之任意成分。因此， B_2O_3 成分之含量亦可將較佳為超出0%、更佳為1.0%、進而佳為2.0%、再佳為

3.0%、再進而佳為4.0%作為下限。

另一方面，藉由使 B_2O_3 成分之含量為20.0%以下而抑制折射率之降低，且抑制部分分散比之上升。因此， B_2O_3 成分之含量較佳為20.0%以下，更佳為15.0%以下，進而佳為12.0%以下，再佳為未達12.0%，進而佳為10.0%以下，再進而佳為未達10.0%，進而佳為未達8.0%，再佳為未達6.0%。

B_2O_3 成分可使用 H_3BO_3 、 $Na_2B_4O_7$ 、 $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ 、 BPO_4 等作為原料。

TiO_2 成分係於含量超出0%之情形時使折射率提高、阿貝數降低、且使耐失透性提高之任意成分。

另一方面，藉由使 TiO_2 成分之含量為15.0%以下而可降低玻璃之著色，提高內部透過率。又，藉此，部分分散比不易上升，故可容易地獲得與正規線接近之所需之較低之部分分散比。因此， TiO_2 成分之含量較佳為15.0%以下，更佳為未達10.0%，進而佳為未達5.0%。尤其就減小玻璃之異常分散性之觀點而言，進而佳為不含有 TiO_2 。

TiO_2 成分可使用 TiO_2 等作為原料。

WO_3 成分係於含量超出0%之情形時使折射率提高、阿貝數降低、耐失透性提高、且使玻璃原料之熔解性提高之任意成分。

另一方面，藉由使 WO_3 成分之含量為10.0%以下而可使玻璃之部分分散比不易上升，且使玻璃之著色降低，使內部透過率提高。因此， WO_3 成分之含量較佳為10.0%以下，更佳為未達5.0%，進而佳為未達3.0%，再佳為未達1.0%。

WO_3 成分可使用 WO_3 等作為原料。

MgO成分係於含量超出0%之情形時可降低玻璃之熔解溫度之任意成分。

另一方面，藉由使MgO成分之含量為10.0%以下，可一方面抑制折射率之降低，一方面降低失透。因此，MgO成分之含量較佳為10.0%以下，更佳為未達5.0%，進而佳為未達3.0%，再佳為未達1.0%。

MgO成分可使用MgO、MgCO₃、MgF₂等作為原料。

CaO成分係於含量超出0%之情形時可一方面降低玻璃之材料成本、一方面降低阿貝數、可降低失透、且使玻璃原料之熔解性提高之任意成分。因此，CaO成分之含量亦可較佳為超出0%，更佳為超出1.0%，進而佳為超出2.0%。

另一方面，藉由使CaO成分之含量為10.0%以下而可抑制折射率之降低或阿貝數之上升、部分分散比之上升，且可降低失透。因此，CaO成分之含量可將較佳為10.0%、更佳為9.0%、進而佳為8.0%、再佳為6.0%作為上限。

CaO成分可使用CaCO₃、CaF₂等作為原料。

SrO成分係於含量超出0%之情形時使折射率提高、且使耐失透性提高之任意成分。

尤其，藉由使SrO成分之含量為10.0%以下，可抑制化學耐久性之惡化。因此，SrO成分之含量較佳為10.0%，更佳為未達8.0%，進而佳為未達4.0%。

SrO成分可使用Sr(NO₃)₂、SrF₂等作為原料。

BaO成分係於含量超出0%之情形時可提高折射率、降低部分分散比、提高耐失透性、提高玻璃原料之熔解性、且與其他鹼土類成分相比可

降低玻璃之材料成本之任意成分。

尤其，藉由使BaO成分之含量為10.0%以下，可抑制化學耐久性之惡化、或失透。因此，BaO成分之含量較佳為10.0%以下，更佳為未達8.0%，進而佳為未達4.0%，再佳為未達2.0%。

BaO成分可使用BaCO₃、Ba(NO₃)₂等作為原料。

La₂O₃成分、Gd₂O₃成分、Y₂O₃成分及Yb₂O₃成分係藉由使至少任一者之含量超出0%而可提高折射率、且可減小部分分散比之任意成分。

尤其，藉由使La₂O₃成分、Gd₂O₃成分、Y₂O₃成分及Yb₂O₃成分之各者之含量為10.0%以下，可抑制阿貝數之上升，減小比重，可降低失透，且可降低材料成本。因此，La₂O₃成分、Gd₂O₃成分、Y₂O₃成分及Yb₂O₃成分之各者之含量較佳為10.0%以下，更佳為5.0%以下，進而佳為3.0%以下，再佳為未達1.0%。

La₂O₃成分、Gd₂O₃成分、Y₂O₃成分及Yb₂O₃成分可使用La₂O₃、La(NO₃)₃-XH₂O(X為任意之整數)、Y₂O₃、YF₃、Gd₂O₃、GdF₃、Yb₂O₃等作為原料。

Li₂O成分係於含量超出0%之情形時可降低部分分散比、可降低玻璃轉移點、且使玻璃原料之熔解性提高之任意成分。因此，Li₂O成分之含量亦可較佳為超出0%，更佳為超出1.0%，進而佳為2.0%以上，再佳為超出3.0%，最佳為超出5.0%。

另一方面，藉由使Li₂O成分之含量為20.0%以下，可抑制折射率之降低，可使化學耐久性不易惡化，且可降低因過剩之含有所導致之失透。

因此，Li₂O成分之含量較佳為20.0%以下，更佳為15.0%以下，進而佳為未達10.0%。

Li_2O 成分可使用 Li_2CO_3 、 LiNO_3 、 LiF 等作為原料。

Na_2O 成分係於含量超出0%之情形時可降低部分分散比、可降低玻璃轉移點、且使玻璃原料之熔解性提高之任意成分。因此， Li_2O 成分之含量亦可較佳為超出0%，更佳為超出0.3%，進而佳為超出0.5%，再佳為超出1.0%。

另一方面，藉由使 Na_2O 成分之含量為20.0%以下，可抑制折射率之降低，可使化學耐久性不易惡化，且可降低因過剩之含有所導致之失透。

因此， Na_2O 成分之含量較佳為20.0%以下，更佳為15.0%以下，進而佳為未達10.0%。

Na_2O 成分可使用 Na_2CO_3 、 NaNO_3 、 NaF 、 Na_2SiF_6 等作為原料。

K_2O 成分係於至少任一者之含量超出0%之情形時可提高玻璃原料之熔解性、且可降低玻璃轉移點之任意成分。

另一方面，藉由使 K_2O 成分之含量為10.0%以下，可抑制部分分散比之上升，可降低失透，且可使化學耐久性不易惡化。因此， K_2O 成分之含量較佳為10.0%以下，更佳為未達8.0%，進而佳為未達5.0%。

K_2O 成分可使用 K_2CO_3 、 KNO_3 、 KF 、 KHF_2 、 K_2SiF_6 等作為原料。

Ta_2O_5 成分係於含量超出0%之情形時使折射率提高、阿貝數及部分分散比降低、且使耐失透性提高之任意成分。

另一方面，藉由使 Ta_2O_5 成分之含量為10.0%以下而使作為稀少礦物資源之 Ta_2O_5 成分之使用量減少，且玻璃易以更低溫度熔解，故可降低玻璃之生產成本。又，藉此可降低因過剩地含有 Ta_2O_5 成分所導致之玻璃之失透。因此， Ta_2O_5 成分之含量較佳為10.0%以下，更佳為未達5.0%，進而佳為未達3.0%，再佳為未達1.0%。尤其就使玻璃之材料成本降低之觀

點而言，亦可不含有 Ta_2O_5 成分。

Ta_2O_5 成分可使用 Ta_2O_5 等作為原料。

P_2O_5 成分係於含量超出0%之情形時使玻璃之穩定性提高之任意成分。

另一方面，藉由使 P_2O_5 成分之含量為10.0%以下，可降低因過剩地含有 P_2O_5 成分所導致之失透。因此， P_2O_5 成分之含量較佳為10.0%以下，更佳為未達5.0%，進而佳為未達3.0%，再佳為未達1.0%。

P_2O_5 成分可使用 $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 、 $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$ 、 $\text{Ba}(\text{PO}_3)_2$ 、 BPO_4 、 H_3PO_4 等作為原料。

GeO_2 成分係於含量超出0%之情形時可提高折射率、且可降低失透之任意成分。

另一方面，藉由使 GeO_2 成分之含量為10.0%以下，可使高價之 GeO_2 成分之使用量降低，故可降低玻璃之材料成本。因此， GeO_2 成分之含量較佳為10.0%以下，更佳為未達5.0%，進而佳為未達3.0%，再佳為未達1.0%。

GeO_2 成分可使用 GeO_2 等作為原料。

Al_2O_3 成分及 Ga_2O_3 成分係於至少任一者之含量超出0%之情形時可提高化學耐久性、且可提高耐失透性之任意成分。

另一方面，藉由使 Al_2O_3 成分及 Ga_2O_3 成分之各者之含量為10.0%以下而可降低因過剩地含有 Al_2O_3 成分或 Ga_2O_3 成分所導致之失透。因此， Al_2O_3 成分及 Ga_2O_3 成分之各者之含量較佳為10.0%以下，更佳為未達5.0%，進而佳為未達3.0%，再佳為未達1.0%。

Al_2O_3 成分及 Ga_2O_3 成分可使用 Al_2O_3 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 AlF_3 、 Ga_2O_3 、

$\text{Ga}(\text{OH})_3$ 等作為原料。

Bi_2O_3 成分係於含量超出0%之情形時可提高折射率、降低阿貝數、且可降低玻璃轉移點之任意成分。

另一方面，藉由使 Bi_2O_3 成分之含量為10.0%以下，可使部分分散比不易上升，且可降低玻璃之著色而提高內部透過率。因此， Bi_2O_3 成分之含量較佳為10.0%以下，更佳為未達5.0%，進而佳為未達3.0%，再佳為未達1.0%。

Bi_2O_3 成分可使用 Bi_2O_3 等作為原料。

TeO_2 成分係於含量超出0%之情形時可提高折射率、降低部分分散比、且可降低玻璃轉移點之任意成分。

另一方面，藉由使 TeO_2 成分之含量為5.0%以下，可降低玻璃之著色，提高內部透過率。又，藉由降低高價之 TeO_2 成分之使用而可獲得材料成本更低廉之玻璃。因此， TeO_2 成分之含量較佳為5.0%，更佳為未達3.0%，進而佳為未達1.0%。

TeO_2 成分可使用 TeO_2 等作為原料。

Sb_2O_3 成分係於含量超出0%之情形時促進玻璃之消泡、使玻璃澄清之成分，其係本發明之光學玻璃中之任意成分。 Sb_2O_3 成分藉由使相對於玻璃總質量之含量為1.0%以下而可不易產生玻璃熔融時之過度之發泡，且可使 Sb_2O_3 成分不易與熔解設備(尤其Pt等貴金屬)合金化。因此， Sb_2O_3 成分相對於氧化物換算組成之玻璃總質量之含有率係將較佳為1.0%、更佳為0.8%、進而佳為0.6%作為上限。此處，尤其就容易地獲得曝曬作用較低之光學玻璃之觀點而言，氧化物換算組成之玻璃總質量 Sb_2O_3 成分之含量係將較佳為0.5%、更佳為0.3%、最佳為0.1%作為上限。

再者，使玻璃澄清並消泡之成分並不限定於上述 Sb_2O_3 成分，可使用玻璃製造領域中公知之澄清劑或消泡劑、或其等之組合。

Ln_2O_3 成分(式中，Ln係選自由La、Gd、Y、Yb所組成之群中之1種以上)之含量之和(質量和)較佳為15.0%以下。藉此，可降低玻璃之失透，抑制阿貝數之上升，且可降低玻璃之材料成本。因此， Ln_2O_3 成分之質量和係將較佳為15.0%以下、更佳為未達10.0、進而佳為未達5.0%、再佳為3.0%以下作為上限。

RO成分(式中，R係選自由Mg、Ca、Sr、Ba所組成之群中之1種以上)之含量之和(質量和)較佳為20.0%以下。藉此，可降低因過剩地含有該等成分所導致之玻璃之失透。因此，RO成分之質量和較佳為20.0%以下，更佳為15.0%以下，再佳為未達10.0%，進而佳為未達7.0%，再進而佳為未達5.0%。

另一方面，就提高玻璃原料之熔解性、且降低失透之觀點而言，RO成分之質量和亦可較佳為超出0%、更佳為1.0%以上、進而佳為2.0%以上。

Rn_2O 成分(式中，Rn係選自由Li、Na、K所組成之群中之1種以上)之含量之和(質量和)較佳為30.0%以下。藉此，可使玻璃之折射率不易降低，且可降低玻璃形成時之失透。因此， Rn_2O 成分之合計含量係將較佳為30.0%以下、更佳為28.0%、再佳為25.0%、進而佳為20.0%，再進而佳為16.0%作為上限。

另一方面，就提高玻璃原料之熔解性、且降低玻璃轉移點之觀點而言， Rn_2O 成分之質量和較佳為超出0%，更佳為超出5.0%，進而佳為超出7.0%，再佳為超出10.0%。

<關於不應含有之成分>

其次，對本發明之光學玻璃中不應含有之成分、及含有則不佳之成分進行說明。

可於不損及本案發明之玻璃之特性之範圍內視需要添加其他成分。但是，除Ti、Zr、Nb、W、La、Gd、Y、Yb、Lu之外，V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Ag及Mo等各過渡金屬成分具有即便單獨或複合地含有少量之各者之情形時亦會使玻璃著色而於可見區域之特定之波長產生吸收的性質，故尤其於使用可見區域之波長之光學玻璃中較佳為實質上不含有。

又，PbO等鉛化合物及As₂O₃等砷化合物係環境負荷較高之成分，較理想為實質上不含有，即，除不可避地混入之外，一概不含有。

進而，Th、Cd、Tl、Os、Be、及Se之各成分近年來有作為有害之化學物資而控制其使用之傾向，不僅玻璃之製造步驟，而且加工步驟、及直至製品化後之處理均需要環境對策上之措施。因此，於重視環境方面之影響之情形時，較佳為實質上不含有該等。

[製造方法]

本發明之光學玻璃例如以如下方式而製作。即，藉由如下步驟而製作：將上述原料以各成分成為特定之含量之範圍內之方式均勻地混合，將所製作之混合物投入至鉑坩堝、石英坩堝或氧化鋁坩堝中並粗熔融之後，投入至金坩堝、鉑坩堝、鉑合金坩堝或鈹坩堝中且於1000～1400℃之溫度範圍進行3～5小時熔融，予以攪拌均質化而進行消泡等之後，降溫至900～1400℃之溫度後進行精攪拌以去除脈理，且澆鑄入模具中並緩冷。

<物性>

本發明之光學玻璃較佳為具有較高之折射率與特定範圍之阿貝數。

本發明之光學玻璃之折射率(n_d)亦可將較佳為1.65、更佳為1.68、進而佳為1.70作為下限。該折射率之上限亦可較佳為1.80，更佳為1.78，進而佳為1.77，再佳為1.76。

本發明之光學玻璃之阿貝數(v_d)亦可將較佳為28、更佳為30、進而佳為30.5作為下限。另一方面，本發明之光學玻璃之阿貝數(v_d)亦可將較佳為45、更佳為43、再佳為40，進而佳為38作為上限。

具有此種折射率及阿貝數之本發明之光學玻璃於光學設計方面有用，尤其可謀求較高之成像特性等，且亦可謀求光學系統之小型化，故可擴大光學設計之自由度。

本發明之光學玻璃較佳為具有較低之部分分散比(θ_g, F)。

更具體而言，較佳為本發明之光學玻璃之部分分散比(θ_g, F)於與阿貝數(v_d)之間滿足 $(-0.00256 \times v_d + 0.637) \leq (\theta_g, F) \leq (-0.00256 \times v_d + 0.689)$ 之關係。

因此，本發明之光學玻璃中，部分分散比(θ_g, F)及阿貝數(v_d)較佳為滿足 $\theta_g, F \geq (-0.00256 \times v_d + 0.637)$ 之關係，更佳為滿足 $\theta_g, F \geq (-0.00256 \times v_d + 0.647)$ 之關係，進而佳為滿足 $\theta_g, F \geq (-0.00256 \times v_d + 0.657)$ 之關係。

另一方面，本發明之光學玻璃中，部分分散比(θ_g, F)及阿貝數(v_d)較佳為滿足 $\theta_g, F \leq (-0.00256 \times v_d + 0.689)$ 之關係，更佳為滿足 $\theta_g, F \leq (-0.00256 \times v_d + 0.681)$ 之關係，進而佳為滿足 $\theta_g, F \leq (-0.00256 \times v_d + 0.677)$ 之關係。

藉此，可獲得具有較低之部分分散比(θ_g, F)之光學玻璃，故可使自

該光學玻璃形成之光學元件有益於光學系統之色像差之降低。

再者，尤其於阿貝數(v_d)較小之區域，一般的玻璃之部分分散比(θ_g, F)處於較正規線高的值，於橫軸取阿貝數(v_d)、縱軸取部分分散比(θ_g, F)時之一般的玻璃之部分分散比(θ_g, F)與阿貝數(v_d)之關係係以較正規線之斜率大之曲線表示。上述之部分分散比(θ_g, F)及阿貝數(v_d)之關係式中，表示藉由使用較正規線之斜率大之直線規定該等之關係而可獲得較一般的玻璃之部分分散比(θ_g, F)小之玻璃。

本發明之光學玻璃較佳為著色較少。

尤其於本發明之光學玻璃中，若以玻璃之透過率表示，則於厚度10 mm之樣本中表示分光透過率80%之波長(λ_{80})較佳為450 nm以下，更佳為420 nm以下，進而佳為410 nm以下，再佳為400 nm以下。

又，本發明之光學玻璃中，於厚度10 mm之樣本中表示分光透過率5%之波長(λ_5)較佳為365 nm以下，更佳為355 nm以下，進而佳為345 nm以下。

藉此，玻璃之吸收端位於紫外區域之附近，可見域之玻璃之透明性提高，故可將該光學玻璃較佳地用作透鏡等光學元件之材料。

又，本發明之光學玻璃較佳為耐失透性較高。藉此，可抑制因玻璃製作時之玻璃之結晶化等所導致之透過率之降低，故可將該光學玻璃較佳地用於透鏡等使可見光透過之光學元件。尤其於本發明之光學玻璃中，較佳為具有1200℃以下之較低之液相溫度。更具體而言，本發明之光學玻璃之液相溫度係將較佳為1200℃、更佳為1150℃、再佳為1100℃、進而佳為1050℃作為上限。藉此，即便熔融玻璃以更低之溫度流出，亦可降低所製作之玻璃之結晶化，故可提高自熔融狀態形成玻璃時之耐失透性，

可降低對使用有玻璃之光學元件之光學特性之影響。另一方面，本發明之光學玻璃之液相溫度之下限並未特別限定，但由本發明所得之玻璃之液相溫度大致為 500°C 以上，具體而言為 550°C 以上，進一步具體而言多為 600°C 以上。再者，本說明書中之「液相溫度」係將粉碎成直徑 2 mm 左右之粒狀之玻璃試樣載置於鉑板上，於具有 800°C 至 1220°C 之溫度梯度之爐內保持30分鐘後取出，冷卻後利用倍率80倍之顯微鏡觀察玻璃中有無結晶，藉此而測定之於玻璃中未看到結晶且未產生失透之最低之溫度。

本發明之光學玻璃較佳為壓製成形性良好。即，較佳為於再加熱試驗(A)之前後亦不產生失透及乳白。藉此，即便藉由假定有再加熱加壓加工之再加熱試驗亦不易引起失透及著色，玻璃之光線透過率不易損失，故可容易地對玻璃進行再加熱加壓加工所代表之再加熱處理。即，可利用壓製成形而製作形狀複雜之光學元件，故可實現製造成本低廉、且生產性良好之光學元件製造。

此處，再加熱試驗(A)可利用如下方法進行，即，將 $15\text{ mm}\times 15\text{ mm}\times 30\text{ mm}$ 之試驗片載置於凹型耐火物上並投入電爐中進行再加熱，自常溫進行150分鐘之升溫，直至較各試樣之轉移溫度(T_g)高出 $100^{\circ}\text{C}\sim 120^{\circ}\text{C}$ 之溫度(落入耐火物中之溫度)為止，且以該溫度保溫30分鐘之後，冷卻至常溫並取出至爐外，以可於內部觀察之方式將對向之2面研磨至厚度 10 mm 之後，目測觀察研磨後之玻璃試樣。

再者，再加熱試驗(A)之前後有無失透及乳白例如能夠利用目測而確認，「未產生失透及乳白」係指例如將再加熱試驗(A)後之試驗片對於波長 587.56 nm 之光線(d線)之透過率除以再加熱試驗前之試驗片對於d線之透過率所得的值大致為0.80以上。

[預成形體及光學元件]

例如可使用再加熱加壓成形或精密壓製成形等鑄模壓製成形之方法而自所製作之光學玻璃來製作玻璃成形體。即，自光學玻璃製作鑄模壓製成形用之預成形體，對該預成形體進行再加熱加壓成形之後進行研磨加工而製作玻璃成形體，或例如可對進行研磨加工而製作之預成形體進行精密壓製成形來製作玻璃成形體。再者，製作玻璃成形體之方法並不限定於該等方法。

如此般製作之玻璃成形體於各種光學元件中有用，其中特佳為用於透鏡或稜鏡等光學元件之用途。藉此，設置有光學元件之光學系統之透過光之因色像差導致之滲色降低。因此，在將該光學元件用於相機之情形時可更準確地表現攝影對象物，且將該光學元件用於投影機之情形時可更精彩地投影所需之影像。

[實施例]

將本發明之實施例(No.A1～No.A65、No.B1～No.B52、No.C1～No.C3)及比較例之組成、以及折射率(n_d)、阿貝數(v_d)、部分分散比(θ_g ，F)、表示分光透過率5%及80%之波長(λ_5 ， λ_{80})、液相溫度、以及再加熱試驗(蓋模試驗)之結果示於表1～表17。其中，實施例(No.A1～No.A65、No.C1～No.C3)亦可作為第1光學玻璃之實施例。又，實施例(No.B1～No.B52、No.C1～No.C3)亦可作為第2光學玻璃之實施例。再者，以下之實施例終究係例示之目的，並非僅限定於該等實施例。

實施例及比較例之玻璃之任一者均以如下方式製作：作為各成分之原料，選定分別相當之氧化物、氫氧化物、碳酸鹽、硝酸鹽、氟化物、氫氧化物、偏磷酸化合物等用於通常之光學玻璃之高純度之原料，以成為表

中所示之各實施例及比較例之組成之比例之方式而稱量且均勻地混合之後，投入至石製坩堝(根據玻璃之熔融性亦可使用鉑坩堝、氧化鋁坩堝)中，根據玻璃組成之熔融難易度，利用電爐以 $1100\sim 1400^{\circ}\text{C}$ 之溫度範圍進行 $0.5\sim 5$ 小時溶解之後，轉移至鉑坩堝並予以攪拌均質化而進行消泡等之後，使溫度降低至 $1000\sim 1400^{\circ}\text{C}$ 且予以攪拌均質化後澆鑄入模具中，緩冷而製作玻璃。

實施例及比較例之玻璃之折射率(n_d)、阿貝數(v_d)及部分分散比(θ_g ，F)係根據日本光學玻璃工業會規格JOGIS01-2003而測定。

再者，用於本測定之玻璃係使用將緩冷降溫速度設為 -25°C/hr 、且已於緩冷爐中進行處理者。

實施例及比較例之玻璃之透過率係依據日本光學玻璃工業會規格JOGIS02而測定。再者，於本發明中，藉由測定玻璃之透過率而求出玻璃有無著色及著色之程度。具體而言，對厚度 $10\pm 0.1\text{ mm}$ 之對面平行研磨品依據JISZ8722而測定 $200\sim 800\text{ nm}$ 之分光透過率，求出 λ_5 (透過率5%時之波長)及 λ_{80} (透過率80%時之波長)。

實施例及比較例之液相溫度係藉由將粉碎之玻璃試樣以 10 mm 間隔載置於鉑板上，將其於具有 800°C 至 1200°C 之間之溫度梯度之爐內保持30分鐘之後取出，冷卻後利用倍率80倍之顯微鏡觀察玻璃試樣中有無結晶而測定。此時，將光學玻璃粉碎成直徑 2 mm 左右之粒狀作為樣本。

又，對實施例及比較例之玻璃，目測確認再加熱試驗之前後有無失透及乳白。此處，再加熱試驗後之前後之失透及乳白之確認係以如下方法進行：將 $15\text{ mm}\times 15\text{ mm}\times 30\text{ mm}$ 之試驗片載置於凹型耐火物上並投入至電爐中，再加熱至再加熱溫度，且以該溫度保溫30分鐘之後，冷卻至常溫並

取出至爐外，以可於內部觀察之方式將對向之2面研磨至厚度10 mm之後，目測觀察研磨後之玻璃試樣有無失透及乳白。此時，對於將再加熱溫度設為($T_g + 100^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$)時未產生失透及乳白、且將再加熱溫度設為高於($T_g + 100^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$)之溫度時亦未產生失透及乳白之玻璃，將「再加熱試驗」設為「無失透」。又，對於在將再加熱溫度設為($T_g + 100^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$)之範圍內之特定之溫度時產生失透或乳白之玻璃，將「再加熱試驗」設為「有失透」。

[表1]

(單位：質量%)	實施例							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
SiO ₂	42.55	28.46	31.11	29.14	31.46	31.46	35.42	40.04
B ₂ O ₃		8.62	7.43	7.43	7.51	7.51	3.12	
Al ₂ O ₃								
Y ₂ O ₃								
La ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
TiO ₂								3.00
ZrO ₂	1.06	8.57	8.71	8.71	8.81	8.81	4.24	1.00
Nb ₂ O ₅	41.38	31.04	31.36	33.34	31.71	31.71	40.03	41.94
WO ₃								
ZnO		9.56	2.39	2.39	5.37	5.37	4.47	
MgO								
CaO			2.97	2.97				
SrO	3.19							3.00
BaO			1.15	1.15				
Li ₂ O	6.91	4.65	5.02	5.02	5.08	8.37	5.88	6.51
Na ₂ O	4.79	6.10	6.60	6.60	6.67	6.67	5.38	4.50
K ₂ O		3.01	3.25	3.25	3.29		1.37	
Sb ₂ O ₃	0.11				0.10	0.10	0.10	
總計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si/(Li+Na+K)	3.64	2.07	2.09	1.96	2.09	2.09	2.81	3.64
(Si+B)/Nb	1.03	1.19	1.23	1.10	1.23	1.23	0.96	0.95
Mg+Ca+Sr+Ba	3.19	0.00	4.11	4.11	0.00	0.00	0.00	3.00
Li+Na+K	11.70	13.76	14.87	14.87	15.04	15.04	12.62	11.01
折射率(n _d)	1.727	1.728	1.720	1.733	1.727	1.733	1.744	1.757
阿貝數(v _d)	32.9	33.7	34.8	33.7	33.5	34.2	31.6	30.2
λ ₈₀ [nm]	378	387	386	389	387	385	391	387
λ ₅ [nm]	326	324	321	322	333	330	338	347
部分分散比(θ _g ，F)	0.5880	0.5862	0.5827	0.5838	0.5859	0.5807	0.5899	0.5920
液相溫度[℃]	1050	1030	1060	1050	1060	1050	1010	1040

[表2]

(單位：質量%)	實施例							
	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16
SiO ₂	28.49	31.49	35.77	35.14	31.49	33.95	40.04	40.04
B ₂ O ₃	7.52	4.51	3.76	3.61	4.51	4.92		
Al ₂ O ₃								
Y ₂ O ₃								
La ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
TiO ₂								
ZrO ₂	8.82	8.82	4.91	4.17	8.82	5.73	7.01	7.01
Nb ₂ O ₅	34.74	34.74	38.34	39.07	34.74	36.65	38.94	38.94
WO ₃								
ZnO	5.38	5.38	2.69	5.75	5.38	5.63		
MgO								
CaO								
SrO			1.50				3.00	
BaO								
Li ₂ O	8.38	8.38	7.44	10.89	8.38	6.61	11.01	9.51
Na ₂ O	6.68	6.68	5.59		6.68	5.68		4.50
K ₂ O				1.26		0.84		
Sb ₂ O ₃				0.10				
總計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si/(Li+Na+K)	1.89	2.09	2.74	2.89	2.09	2.59	3.64	2.86
(Si+B)/Nb	1.04	1.04	1.03	0.99	1.04	1.06	1.03	1.03
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00
Li+Na+K	15.06	15.06	13.03	12.15	15.06	13.13	11.01	14.01
折射率(n _d)	1.744	1.744	1.739	1.749	1.743	1.739	1.749	1.738
阿貝數(v _d)	33.3	33.3	32.8	33.0	33.3	32.9	33.3	33.1
λ ₈₀ [nm]	393	394	389	390	394	390	392	390
λ ₅ [nm]	326	326	330	329	326	329	330	329
部分分散比(θ _g ，F)	0.5841	0.5844	0.5861	0.5866	0.5843	0.5858	0.5859	0.5853
液相溫度[℃]					980	980		1050

[表3]

(單位：質量%)	實施例							
	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24
SiO ₂	40.04	32.98	37.90	40.04	40.04	40.04	40.04	30.94
B ₂ O ₃		5.26	1.88					4.92
Al ₂ O ₃								
Y ₂ O ₃								
La ₂ O ₃							3.00	
Gd ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
TiO ₂								
ZrO ₂	7.01	5.62	2.96	10.01	7.01	7.01	7.01	5.73
Nb ₂ O ₅	41.94	36.46	38.64	38.94	38.94	38.94	38.94	36.65
WO ₃			3.00					
ZnO		7.00	1.34		3.00			8.63
MgO								
CaO								
SrO			2.25					
BaO						3.00		
Li ₂ O	6.51	5.37	6.97	6.51	6.51	6.51	6.51	7.45
Na ₂ O	4.50	5.48	5.05	4.50	4.50	4.50	4.50	5.68
K ₂ O		1.84						
Sb ₂ O ₃								
總計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si/(Li+Na+K)	3.64	2.60	3.15	3.64	3.64	3.64	3.64	2.36
(Si+B)/Nb	0.95	1.05	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	0.98
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	2.25	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00
Li+Na+K	11.01	12.69	12.02	11.01	11.01	11.01	11.01	13.13
折射率(n _d)	1.752	1.740	1.739	1.747	1.764	1.748	1.746	1.752
阿貝數(v _d)	30.9	32.3	32.4	31.8	31.8	32.0	32.1	32.3
λ ₈₀ [nm]	395	394	389	378	371	369	392.5	394
λ ₅ [nm]	337	333	335	335	334	333.5	333.5	329
部分分散比(θ _g ，F)	0.5900	0.5883	0.5871	0.5908	0.5906	0.5900	0.5891	0.5845
液相溫度[℃]	1080	980	980	1090	1090	1090	1090	970

[表4]

(單位：質量%)	實施例							
	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32
SiO ₂	31.94	31.94	31.49	32.98	29.97	30.97	31.40	29.97
B ₂ O ₃	4.92	4.92	7.52	5.26	5.26	5.26	5.01	4.78
Al ₂ O ₃								
Y ₂ O ₃								
La ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
TiO ₂								
ZrO ₂	5.73	7.73	8.82	5.62	8.63	5.62	5.35	5.10
Nb ₂ O ₅	38.65	36.65	31.74	36.46	36.46	36.46	34.72	33.14
WO ₃								
ZnO	5.63	5.63	1.21	7.00	7.00	7.00	6.67	15.48
MgO								
CaO			3.00					
SrO								
BaO			1.16					
Li ₂ O	7.45	7.45	5.09	7.21	5.37	7.38	9.89	4.88
Na ₂ O	5.68	5.68	6.68	5.48	5.48	5.48	5.22	4.98
K ₂ O			3.29		1.84	1.84	1.75	1.67
Sb ₂ O ₃								
總計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si/(Li+Na+K)	2.43	2.43	2.09	2.60	2.36	2.11	1.86	2.60
(Si+B)/Nb	0.95	1.01	1.23	1.05	0.97	0.99	1.05	1.05
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	4.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K	13.13	13.13	15.06	12.69	12.69	14.69	16.86	11.53
折射率(n _d)	1.753	1.751	1.720	1.744	1.757	1.742	1.731	1.747
阿貝數(v _d)	32.0	32.4	34.7	32.7	31.6	32.8	34.1	32.6
λ ₈₀ [nm]	393	397.5	388	394.5	398.5	393	388	396
λ ₅ [nm]	330.5	329.5	331	330	332.5	328	323	331
部分分散比(θ _g ，F)	0.5883	0.5857	0.5828	0.5866	0.5892	0.5865	0.5820	0.5884
液相溫度[℃]	960	970	-	980	1080	950	950	950

[表5]

(單位：質量%)	實施例							
	A33	A34	A35	A36	A37	A38	A39	A40
SiO ₂	41.28	35.46	36.51	35.18	33.07	30.49	29.57	27.92
B ₂ O ₃		3.12	2.63	3.62	4.44	7.52	6.05	6.08
Al ₂ O ₃								
Y ₂ O ₃								
La ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
TiO ₂						1.00		
ZrO ₂	1.03	4.24	3.31	4.18	4.90	8.82	6.84	6.87
Nb ₂ O ₅	43.24	40.07	37.70	39.11	37.79	31.74	33.24	32.45
WO ₃			3.01					
ZnO		4.47	5.00		6.38	5.38	9.20	10.66
MgO								
CaO				5.75			1.42	
SrO	3.10							
BaO							0.55	
Li ₂ O	6.71	10.24	6.86	5.73	6.55	5.09	4.95	4.97
Na ₂ O	4.64	2.40	4.99	5.18	5.33	6.68	5.76	8.62
K ₂ O				1.26	1.55	3.29	2.43	2.44
Sb ₂ O ₃								
總計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si/(Li+Na+K)	3.64	2.81	3.08	2.89	2.46	2.03	2.25	1.74
(Si+B)/Nb	0.95	0.96	1.04	0.99	0.99	1.20	1.07	1.05
Mg+Ca+Sr+Ba	3.10	0.00	0.00	5.75	0.00	0.00	1.97	0.00
Li+Na+K	11.35	12.63	11.85	12.16	13.43	15.06	13.13	16.03
折射率(n _d)	1.737	1.755	1.742	1.742	1.744	1.727	1.740	1.732
阿貝數(v _d)	31.9	32.4	32.2	33.1	32.2	33.2	33.1	33.2
λ ₈₀ [nm]	380.5	386	385.5	391	386	391	400	398
λ ₅ [nm]	328	324.5	330.5	324	326	331	329	327
部分分散比(θ _g ，F)	0.5887	0.5883	0.5884	0.5862	0.5892	0.5875	0.5854	0.5852
液相溫度[℃]	1090	1070	1050	990	980	950	960	940

[表6]

(單位：質量%)	實施例							
	A41	A42	A43	A44	A45	A46	A47	A48
SiO ₂	28.60	34.72	35.77	37.33	38.48	39.94	37.33	39.40
B ₂ O ₃	6.23	5.53	3.76	3.92	1.91	1.98	3.92	1.93
Al ₂ O ₃								
Y ₂ O ₃								
La ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
TiO ₂								
ZrO ₂	9.48	5.91	3.41	5.12	3.00	3.11	4.08	3.65
Nb ₂ O ₅	33.24	38.39	39.84	40.02	40.75	42.30	41.06	41.20
WO ₃								
ZnO	6.03	2.09	2.69		1.36			1.38
MgO								
CaO								
SrO			1.50		2.29			
BaO								
Li ₂ O	5.10	7.59	7.44	7.77	7.08	7.35	7.77	7.16
Na ₂ O	8.83	5.77	5.59	5.84	5.12	5.32	5.84	5.18
K ₂ O	2.50							
Sb ₂ O ₃								0.10
總計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si/(Li+Na+K)	1.74	2.60	2.74	2.74	3.15	3.15	2.74	3.19
(Si+B)/Nb	1.05	1.05	0.99	1.03	0.99	0.99	1.00	1.00
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	1.50	0.00	2.29	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K	16.43	13.36	13.03	13.60	12.21	12.67	13.60	12.34
折射率(n _d)	1.735	1.739	1.741	1.735	1.740	1.735	1.737	1.738
阿貝數(v _d)	32.9	32.7	32.5	32.6	32.3	32.0	32.3	32.1
λ ₈₀ [nm]	398	392	391	369	415	380	392	380
λ ₅ [nm]	327	331	331	331	332	333	331	336
部分分散比(θ _g ，F)	0.5850	0.5865	0.5878	0.5865	0.5882	0.5878	0.5869	0.5880
液相溫度[℃]	955	960	965	950	960	955	960	970

[表7]

(單位：質量%)	實施例							
	A49	A50	A51	A52	A53	A54	A55	A56
SiO ₂	39.17	39.09	38.79	39.24	38.94	31.37	32.94	32.94
B ₂ O ₃	1.92	1.91	1.90	1.92	1.91	5.00	5.25	5.25
Al ₂ O ₃								
Y ₂ O ₃								
La ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
TiO ₂								
ZrO ₂	3.63	3.63	3.60	3.64	3.61	5.34	7.61	5.61
Nb ₂ O ₅	40.97	40.88	40.57	41.04	40.72	34.69	34.42	34.42
WO ₃								
ZnO	1.37	1.37	1.36	1.37	1.36	11.43	6.99	9.00
MgO								
CaO								
SrO								
BaO								
Li ₂ O	7.12	6.74	6.34	7.13	7.08	6.86	7.20	7.20
Na ₂ O	5.15	5.14	5.10	4.41	2.90	5.21	5.47	5.47
K ₂ O	0.57	1.13	2.24	1.13	3.38			
Sb ₂ O ₃	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
總計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si/(Li+Na+K)	3.05	3.00	2.84	3.10	2.92	2.60	2.60	2.60
(Si+B)/Nb	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05	1.11	1.11
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K	12.83	13.01	13.68	12.68	13.35	12.07	12.67	12.67
折射率(n _d)	1.736	1.735	1.731	1.736	1.732	1.742	1.737	1.732
阿貝數(v _d)	32.1	32.1	32.2	32.1	32.3	33.2	33.2	33.2
λ ₈₀ [nm]	378	377	376	378	375	396	391	392
λ ₅ [nm]	335	335	334	334	334	334	334	333
部分分散比(θg，F)	0.5881	0.5877	0.5885	0.5880	0.5888	0.5862	0.5854	0.5850
液相溫度[°C]	970	970	970	970	970	980	970	960

[表8]

(單位：質量%)	實施例							
	A57	A58	A59	A60	A61	A62	A63	A64
SiO ₂	32.94	32.30	32.94	29.14	32.94	40.04	40.04	39.84
B ₂ O ₃	5.25	5.15	5.25	7.43	5.25			
Al ₂ O ₃								0.50
Y ₂ O ₃						3.00		
La ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃							3.00	
Yb ₂ O ₃								2.99
TiO ₂			1.00					
ZrO ₂	5.61	5.50	5.61	8.71	5.61	7.01	7.01	6.97
Nb ₂ O ₅	34.42	33.75	35.43	33.34	36.43	38.94	38.94	38.75
WO ₃								
ZnO	6.99	8.82	6.99	2.39	6.99			
MgO								
CaO	2.00			2.97				
SrO								
BaO				1.15				
Li ₂ O	7.20	9.02	7.20	5.02	6.28	6.51	6.51	6.47
Na ₂ O	5.47	5.37	5.47	6.60	5.47	4.50	4.50	4.48
K ₂ O				3.25	0.92			
Sb ₂ O ₃	0.10	0.10	0.10		0.10			
總計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si/(Li+Na+K)	2.60	2.24	2.60	1.96	2.60	3.64	3.64	3.64
(Si+B)/Nb	1.11	1.11	1.08	1.10	1.05	1.03	1.03	1.03
Mg+Ca+Sr+Ba	2.00	0.00	0.00	4.11	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K	12.67	14.39	12.67	14.87	12.67	11.01	11.01	10.96
折射率(n _d)	1.734	1.735	1.741	1.733	1.740	1.746	1.746	1.747
阿貝數(v _d)	34.0	33.8	32.7	33.7	32.6	32.2	32.2	32.0
λ ₈₀ [nm]	390	391	399	389	396	391	392	392
λ ₅ [nm]	332	332	341	322	336	333	333	333
部分分散比(θ _g ，F)	0.5842	0.5843	0.5880	0.5838	0.5879	0.5889	0.5888	0.5888
液相溫度[℃]	955	955	970	1050	960	1090	1090	1090

[表9]

(單位：質量%)	實施例	比較例A
	A65	
SiO ₂	29.57	36.61
B ₂ O ₃	6.05	1.49
Al ₂ O ₃		
Y ₂ O ₃		
La ₂ O ₃		
Gd ₂ O ₃		
Yb ₂ O ₃		
TiO ₂		17.44
ZrO ₂	6.84	3.25
Nb ₂ O ₅	33.24	8.96
WO ₃		
ZnO	9.20	5.17
MgO	1.42	
CaO		1.84
SrO		
BaO	0.55	17.18
Li ₂ O	4.95	
Na ₂ O	5.76	6.45
K ₂ O	2.43	2.51
Sb ₂ O ₃		0.10
總計	100.00	100.00
Si/(Li+Na+K)	2.25	4.60
(Si+B)/Nb	1.07	4.20
Mg+Ca+Sr+Ba	1.97	19.02
Li+Na+K	13.13	7.96
折射率(n _d)	1.740	1.736
阿貝數(v _d)	33.2	32.3
λ ₈₀ [nm]	400	420
λ ₅ [nm]	329	360
部分分散比(θ _g ，F)	0.5854	0.6066
液相溫度[°C]	980	1120

[表10]

(單位：質量%)	實施例							
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
SiO ₂	28.46	31.11	29.14	31.46	31.46	35.42	28.49	31.49
B ₂ O ₃	8.62	7.43	7.43	7.51	7.51	3.12	7.52	4.51
Al ₂ O ₃								
Y ₂ O ₃								
La ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
TiO ₂								
ZrO ₂	8.57	8.71	8.71	8.81	8.81	4.24	8.82	8.82
Nb ₂ O ₅	31.04	31.36	33.34	31.71	31.71	40.03	34.74	34.74
WO ₃								
ZnO	9.56	2.39	2.39	5.37	5.37	4.47	5.38	5.38
MgO								
CaO		2.97	2.97					
SrO								
BaO		1.15	1.15					
Li ₂ O	4.65	5.02	5.02	5.08	8.37	5.88	8.38	8.38
Na ₂ O	6.10	6.60	6.60	6.67	6.67	5.38	6.68	6.68
K ₂ O	3.01	3.25	3.25	3.29		1.37		
Sb ₂ O ₃				0.10	0.10	0.10		
總計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si/(Li+Na+K)	2.07	2.09	1.96	2.09	2.09	2.81	1.89	2.09
(Si+B)/Nb	1.19	1.23	1.10	1.23	1.23	0.96	1.04	1.04
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	4.11	4.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K	13.76	14.87	14.87	15.04	15.04	12.62	15.06	15.06
折射率(n _d)	1.728	1.720	1.733	1.727	1.733	1.744	1.744	1.744
阿貝數(v _d)	33.7	34.8	33.7	33.5	34.2	31.6	33.3	33.3
λ ₈₀ [nm]	387	386	389	387	385	391	393	394
λ ₅ [nm]	324	321	322	333	330	338	326	326
部分分散比(θ _g ，F)	0.5862	0.5827	0.5838	0.5859	0.5807	0.5899	0.5841	0.5844
再加熱試驗 (T _g +100~120℃)	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透
液相溫度[℃]	1030	1060	1050	1060	1050	1010		

[表11]

(單位：質量%)	實施例							
	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16
SiO ₂	35.77	35.14	31.49	33.95	32.98	37.90	31.94	31.94
B ₂ O ₃	3.76	3.61	4.51	4.92	5.26	1.88	4.92	4.92
Al ₂ O ₃								
Y ₂ O ₃								
La ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
TiO ₂								
ZrO ₂	4.91	4.17	8.82	5.73	5.62	2.96	5.73	7.73
Nb ₂ O ₅	38.34	39.07	34.74	36.65	36.46	38.64	38.65	36.65
WO ₃						3.00		
ZnO	2.69	5.75	5.38	5.63	7.00	1.34	5.63	5.63
MgO								
CaO								
SrO	1.50					2.25		
BaO								
Li ₂ O	7.44	10.89	8.38	6.61	5.37	6.97	7.45	7.45
Na ₂ O	5.59		6.68	5.68	5.48	5.05	5.68	5.68
K ₂ O		1.26		0.84	1.84			
Sb ₂ O ₃		0.10						
總計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si/(Li+Na+K)	2.74	2.89	2.09	2.59	2.60	3.15	2.43	2.43
(Si+B)/Nb	1.03	0.99	1.04	1.06	1.05	1.03	0.95	1.01
Mg+Ca+Sr+Ba	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	2.25	0.00	0.00
Li+Na+K	13.03	12.15	15.06	13.13	12.69	12.02	13.13	13.13
折射率(n _d)	1.739	1.749	1.743	1.739	1.740	1.739	1.753	1.751
阿貝數(v _d)	32.8	33.0	33.3	32.9	32.3	32.4	32.0	32.4
λ ₈₀ [nm]	389	390	394	390	394	389	393	397.5
λ ₅ [nm]	330	329	326	329	333	335	330.5	329.5
部分分散比(θ _g ，F)	0.5861	0.5866	0.5843	0.5858	0.5883	0.5871	0.5883	0.5857
再加熱試驗 (T _g +100~120℃)	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透
液相溫度[℃]			980	980	980	980	960	970

[表12]

(單位：質量%)	實施例							
	B17	B18	B19	B20	B21	B22	B23	B24
SiO ₂	31.49	32.98	29.97	30.97	31.40	29.97	35.46	36.51
B ₂ O ₃	7.52	5.26	5.26	5.26	5.01	4.78	3.12	2.63
Al ₂ O ₃								
Y ₂ O ₃								
La ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
TiO ₂								
ZrO ₂	8.82	5.62	8.63	5.62	5.35	5.10	4.24	3.31
Nb ₂ O ₅	31.74	36.46	36.46	36.46	34.72	33.14	40.07	37.70
WO ₃								3.01
ZnO	1.21	7.00	7.00	7.00	6.67	15.48	4.47	5.00
MgO								
CaO	3.00							
SrO								
BaO	1.16							
Li ₂ O	5.09	7.21	5.37	7.38	9.89	4.88	10.24	6.86
Na ₂ O	6.68	5.48	5.48	5.48	5.22	4.98	2.40	4.99
K ₂ O	3.29		1.84	1.84	1.75	1.67		
Sb ₂ O ₃								
總計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si/(Li+Na+K)	2.09	2.60	2.36	2.11	1.86	2.60	2.81	3.08
(Si+B)/Nb	1.23	1.05	0.97	0.99	1.05	1.05	0.96	1.04
Mg+Ca+Sr+Ba	4.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K	15.06	12.69	12.69	14.69	16.86	11.53	12.63	11.85
折射率(n _d)	1.720	1.744	1.757	1.742	1.731	1.747	1.755	1.742
阿貝數(v _d)	34.7	32.7	31.6	32.8	34.1	32.6	32.4	32.2
λ ₈₀ [nm]	388	394.5	398.5	393	388	396	386	385.5
λ ₅ [nm]	331	330	332.5	328	323	331	324.5	330.5
部分分散比(θ _g ，F)	0.5828	0.5866	0.5892	0.5865	0.5820	0.5884	0.5883	0.5884
再加熱試驗 (T _g +100~120℃)	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透
液相溫度[℃]	-	980	1080	950	950	950	1070	1050

[表13]

(單位：質量%)	實施例							
	B25	B26	B27	B28	B29	B30	B31	B32
SiO ₂	35.18	33.07	30.49	29.57	27.92	28.60	34.72	35.77
B ₂ O ₃	3.62	4.44	7.52	6.05	6.08	6.23	5.53	3.76
Al ₂ O ₃								
Y ₂ O ₃								
La ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
TiO ₂								
ZrO ₂	4.18	4.90	8.82	6.84	6.87	9.48	5.91	3.41
Nb ₂ O ₅	39.11	37.79	31.74	33.24	32.45	33.24	38.39	39.84
WO ₃								
ZnO		6.38	5.38	9.20	10.66	6.03	2.09	2.69
MgO								
CaO	5.75			1.42				
SrO								1.50
BaO				0.55				
Li ₂ O	5.73	6.55	5.09	4.95	4.97	5.10	7.59	7.44
Na ₂ O	5.18	5.33	6.68	5.76	8.62	8.83	5.77	5.59
K ₂ O	1.26	1.55	3.29	2.43	2.44	2.50		
Sb ₂ O ₃								
總計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si/(Li+Na+K)	2.89	2.46	2.03	2.25	1.74	1.74	2.60	2.74
(Si+B)/Nb	0.99	0.99	1.20	1.07	1.05	1.05	1.05	0.99
Mg+Ca+Sr+Ba	5.75	0.00	0.00	1.97	0.00	0.00	0.00	1.50
Li+Na+K	12.16	13.43	15.06	13.13	16.03	16.43	13.36	13.03
折射率(n _d)	1.742	1.744	1.727	1.740	1.732	1.735	1.739	1.741
阿貝數(v _d)	33.1	32.2	33.2	33.1	33.2	32.9	32.7	32.5
λ ₈₀ [nm]	391	386	391	400	398	398	392	391
λ ₅ [nm]	324	326	331	329	327	327	331	331
部分分散比(θ _g ，F)	0.5862	0.5892	0.5875	0.5854	0.5852	0.5850	0.5865	0.5878
再加熱試驗 (T _g +100~120℃)	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透
液相溫度[℃]	990	980	950	960	940	955	960	965

[表14]

(單位：質量%)	實施例							
	B33	B34	B35	B36	B37	B38	B39	B40
SiO ₂	37.33	38.48	39.94	37.33	39.40	39.17	39.09	38.79
B ₂ O ₃	3.92	1.91	1.98	3.92	1.93	1.92	1.91	1.90
Al ₂ O ₃								
Y ₂ O ₃								
La ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
TiO ₂								
ZrO ₂	5.12	3.00	3.11	4.08	3.65	3.63	3.63	3.60
Nb ₂ O ₅	40.02	40.75	42.30	41.06	41.20	40.97	40.88	40.57
WO ₃								
ZnO		1.36			1.38	1.37	1.37	1.36
MgO								
CaO								
SrO		2.29						
BaO								
Li ₂ O	7.77	7.08	7.35	7.77	7.16	7.12	6.74	6.34
Na ₂ O	5.84	5.12	5.32	5.84	5.18	5.15	5.14	5.10
K ₂ O						0.57	1.13	2.24
Sb ₂ O ₃					0.10	0.10	0.10	0.10
總計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si/(Li+Na+K)	2.74	3.15	3.15	2.74	3.19	3.05	3.00	2.84
(Si+B)/Nb	1.03	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	2.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K	13.60	12.21	12.67	13.60	12.34	12.83	13.01	13.68
折射率(n _d)	1.735	1.740	1.735	1.737	1.738	1.736	1.735	1.731
阿貝數(v _d)	32.6	32.3	32.0	32.3	32.1	32.1	32.1	32.2
λ ₈₀ [nm]	369	415	380	392	380	378	377	376
λ ₅ [nm]	331	332	333	331	336	335	335	334
部分分散比(θ _g ，F)	0.5865	0.5882	0.5878	0.5869	0.5880	0.5881	0.5877	0.5885
再加熱試驗 (T _g +100~120℃)	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透
液相溫度[℃]	950	960	955	960	970	970	970	970

[表15]

(單位：質量%)	實施例							
	B41	B42	B43	B44	B45	B46	B47	B48
SiO ₂	39.24	38.94	31.37	32.94	32.94	32.94	32.30	32.94
B ₂ O ₃	1.92	1.91	5.00	5.25	5.25	5.25	5.15	5.25
Al ₂ O ₃								
Y ₂ O ₃								
La ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
TiO ₂								1.00
ZrO ₂	3.64	3.61	5.34	7.61	5.61	5.61	5.50	5.61
Nb ₂ O ₅	41.04	40.72	34.69	34.42	34.42	34.42	33.75	35.43
WO ₃								
ZnO	1.37	1.36	11.43	6.99	9.00	6.99	8.82	6.99
MgO								
CaO						2.00		
SrO								
BaO								
Li ₂ O	7.13	7.08	6.86	7.20	7.20	7.20	9.02	7.20
Na ₂ O	4.41	2.90	5.21	5.47	5.47	5.47	5.37	5.47
K ₂ O	1.13	3.38						
Sb ₂ O ₃	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
總計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si/(Li+Na+K)	3.10	2.92	2.60	2.60	2.60	2.60	2.24	2.60
(Si+B)/Nb	1.00	1.00	1.05	1.11	1.11	1.11	1.11	1.08
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00
Li+Na+K	12.68	13.35	12.07	12.67	12.67	12.67	14.39	12.67
折射率(n _d)	1.736	1.732	1.742	1.737	1.732	1.734	1.735	1.741
阿貝數(v _d)	32.1	32.3	33.2	33.2	33.2	34.0	33.8	32.7
λ ₈₀ [nm]	378	375	396	391	392	390	391	399
λ ₅ [nm]	334	334	334	334	333	332	332	341
部分分散比(θ _g ，F)	0.5880	0.5888	0.5862	0.5854	0.5850	0.5842	0.5843	0.5880
再加熱試驗 (T _g +100~120℃)	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透
液相溫度[℃]	970	970	980	970	960	955	955	970

[表16]

(單位：質量%)	實施例						比較例B
	B49	B50	B51	B52	B53	B54	
SiO ₂	29.14	32.94	37.04	35.04	29.84	29.57	40.00
B ₂ O ₃	7.43	5.25	3.00	5.00	10.00	6.05	
Al ₂ O ₃					0.50		
Y ₂ O ₃			2.00				
La ₂ O ₃			1.00				
Gd ₂ O ₃				3.00			
Yb ₂ O ₃					2.99		
TiO ₂							
ZrO ₂	8.71	5.61	6.01	7.01	6.97	6.84	1.00
Nb ₂ O ₅	33.34	36.43	38.94	38.94	38.75	33.24	44.90
WO ₃							
ZnO	2.39	6.99	1.00			9.20	
MgO						1.42	
CaO	2.97						
SrO							3.00
BaO	1.15					0.55	
Li ₂ O	5.02	6.28	6.51	6.51	6.47	4.95	6.50
Na ₂ O	6.60	5.47	4.50	4.50	4.48	5.76	4.50
K ₂ O	3.25	0.92				2.43	
Sb ₂ O ₃		0.10					0.1
總計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si/(Li+Na+K)	1.96	2.60	3.36	3.18	2.72	2.25	3.64
(Si+B)/Nb	1.10	1.05	1.03	1.03	1.03	1.07	0.89
Mg+Ca+Sr+Ba	4.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1.97	3.00
Li+Na+K	14.87	12.67	11.01	11.01	10.96	13.13	11.00
折射率(nd)	1.733	1.740	1.746	1.747	1.751	1.739	1.748
阿貝數(vd)	33.7	32.6	32.1	32.2	31.9	33.2	31.2
λ ₈₀ [nm]	389	396	392	394	395	400	395
λ ₅ [nm]	322	336	333	333	333	329	335
部分分散比(θg , F)	0.5838	0.5879	0.5888	0.5886	0.5889	0.5856	0.5923
再加熱試驗 (Tg+100~120℃)	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透	無失透	乳白
液相溫度[℃]	1050	960	1090	1090	1090	980	1150

[表17]

(單位：質量%)	實施例		
	C1	C2	C3
SiO ₂	33.57	48.00	36.42
B ₂ O ₃	11.07	1.10	1.91
Al ₂ O ₃			
Y ₂ O ₃			
La ₂ O ₃			
Gd ₂ O ₃			
Yb ₂ O ₃			
TiO ₂			
ZrO ₂	8.61	8.14	3.01
Nb ₂ O ₅	27.92	28.56	41.04
WO ₃			
ZnO			1.37
MgO			
CaO			
SrO			1.52
BaO			
Li ₂ O	2.00	13.71	3.00
Na ₂ O	14.84		2.00
K ₂ O	2.00	0.50	9.62
Sb ₂ O ₃			0.10
總計	100.0	100.0	100.0
Si/(Li+Na+K)	1.78	3.38	2.49
(Si+B)/Nb	1.60	1.72	0.93
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	1.52
Li+Na+K	18.84	14.21	14.62
折射率(n _d)	1.674	1.686	1.729
阿貝數(v _d)	36.52	38.69	30.92
λ ₈₀ [nm]	375	361	390
λ ₅ [nm]	321	317	334
部分分散比(θ _g ，F)	0.5789	0.5710	0.5950
液相溫度[℃]	990	1000	1040

如該等表，本發明之實施例之光學玻璃中，部分分散比(θ_g , F)及阿貝數(v_d)滿足 $(-0.00256 \times v_d + 0.637) \leq (\theta_g, F) \leq (-0.00256 \times v_d + 0.689)$ 之關係，更詳細而言滿足 $(-0.00256 \times v_d + 0.657) \leq (\theta_g, F) \leq (-0.00256 \times v_d + 0.677)$ 之關係。即，關於本案之實施例之玻璃之部分分散比(θ_g , F)與阿貝數(v_d)之關係成為如圖2所示。

本發明之實施例之光學玻璃中，任一者之折射率(n_d)均為1.65以上，更詳細而言為1.67以上，並且該折射率(n_d)為1.90以下，更詳細而言為1.80以下，在所需之範圍內。

又，本發明之實施例之光學玻璃中，任一者之阿貝數(v_d)均為28以上，更詳細而言為30以上，並且該阿貝數(v_d)為45以下，更詳細而言為39以下，在所需之範圍內。

此外，本發明之實施例之光學玻璃中， λ_{80} (透過率80%時之波長)均為450 nm以下，更詳細而言為420 nm以下。

又，本發明之實施例之光學玻璃中， λ_5 (透過率5%時之波長)均為365 nm以下，更詳細而言為355 nm以下。

由此而明確，本發明之實施例之光學玻璃相對於可見光之透過率較高而不易著色。

此外，本發明之實施例之光學玻璃之液相溫度為1200℃以下，更詳細而言為1110℃以下。

又，本發明之實施例之光學玻璃之再加熱試驗之評價結果均為「無失透」。因此，本發明之實施例之光學玻璃不易引起因再加熱導致之失透或乳白，故推測具有較高之再加熱加壓成形性。

進而，使用本發明之實施例之光學玻璃而形成玻璃塊，且對該玻璃

塊進行研削及研磨，加工成透鏡及稜鏡之形狀。其結果穩定地加工出各種透鏡及稜鏡之形狀。

以上，基於例示之目的而詳細地說明了本發明，但請理解本實施例終究僅為例示之目的，能夠由本業者在不脫離本發明之思想及範圍之情況下進行許多改變。

【符號說明】

無

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種光學玻璃，其以氧化物換算組成之質量%計，含有
15.0～50.0%之 SiO_2 成分、及
20.0～50.0%之 Nb_2O_5 成分，且
 Li_2O 成分之含量為未達10.0%，
 K_2O 成分之含量為10.0%以下，
 Ta_2O_5 成分之含量為未達1.0%，
 RO 成分(式中，R係選自由Mg、Ca、Sr、Ba所組成之群中之1種以上)之質量和為0～20.0%，
折射率(n_d)為1.65～1.80，阿貝數(v_d)為28～45，
表示分光透過率80%之波長(λ_{80})為450 nm以下，表示分光透過率5%之波長(λ_5)為365 nm以下。

【請求項2】

如請求項1之光學玻璃，其中以質量比計， $\text{SiO}_2/\text{Rn}_2\text{O}$ 為未達4.0(Rn係選自由Li、Na、K所組成之群中之1種以上)。

【請求項3】

如請求項1之光學玻璃，其中以氧化物換算組成之質量%計，
 ZnO 成分為0～25.0%，且
 ZrO_2 成分為0～25.0%。

【請求項4】

如請求項1之光學玻璃，其中以氧化物換算組成之質量%計， B_2O_3 成分之含量為20.0%以下。

【請求項5】

如請求項1之光學玻璃，其中以氧化物換算組成之質量%計，

TiO₂成分為0～15.0%，

WO₃成分為0～10.0%，

MgO成分為0～10.0%，

CaO成分為0～10.0%，

SrO成分為0～10.0%，

BaO成分為0～10.0%，

La₂O₃成分為0～10.0%，

Gd₂O₃成分為0～10.0%，

Y₂O₃成分為0～10.0%，

Yb₂O₃成分為0～10.0%，

Na₂O成分為0～20.0%，

P₂O₅成分為0～10.0%，

GeO₂成分為0～10.0%，

Al₂O₃成分為0～10.0%，

Ga₂O₃成分為0～10.0%，

Bi₂O₃成分為0～10.0%，

TeO₂成分為0～5.0%，

SnO₂成分為0～1.0%，

Sb₂O₃成分為0～1.0%。

【請求項6】

如請求項1之光學玻璃，其中以氧化物基準之質量%計，

Ln_2O_3 成分(式中，Ln係選自由La、Gd、Y、Yb所組成之群中之1種以上)之質量和為0～15.0%，

Rn_2O 成分(式中，Rn係選自由Li、Na、K所組成之群中之1種以上)之質量和為0～30.0%。

【請求項7】

如請求項1之光學玻璃，其中部分分散比(θ_g ，F)於與阿貝數(v_d)之間，滿足 $(-0.00256 \times v_d + 0.637) \leq (\theta_g, F) \leq (-0.00256 \times v_d + 0.689)$ 之關係。

【請求項8】

如請求項1至7中任一項之光學玻璃，其中於再加熱試驗(A)之前後不產生失透及乳白，

[再加熱試驗(A)：對試驗片15 mm×15 mm×30 mm進行再加熱，自室溫進行150分鐘之升溫直至較各試樣之轉移溫度(T_g)高出100℃～120℃之溫度為止，且以較上述光學玻璃之玻璃轉移溫度(T_g)高出100℃～120℃之溫度保溫30分鐘，其後自然冷卻至常溫，將試驗片之對向之2面研磨至厚度10 mm之後進行目測觀察]。

【請求項9】

一種光學元件，其包含如請求項1至8中任一項之光學玻璃。

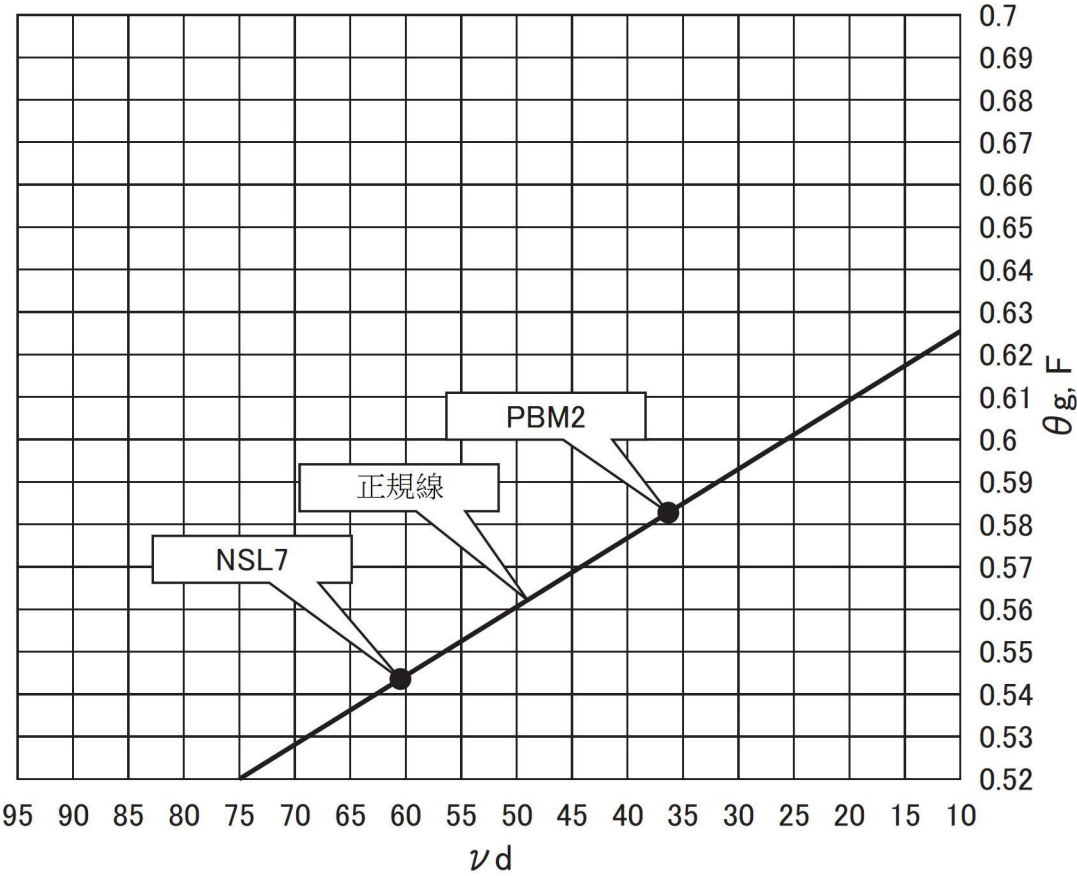
【請求項10】

一種研磨加工用及/或精密壓製成形用之預成形體，其係包含如請求項1至8中任一項之光學玻璃。

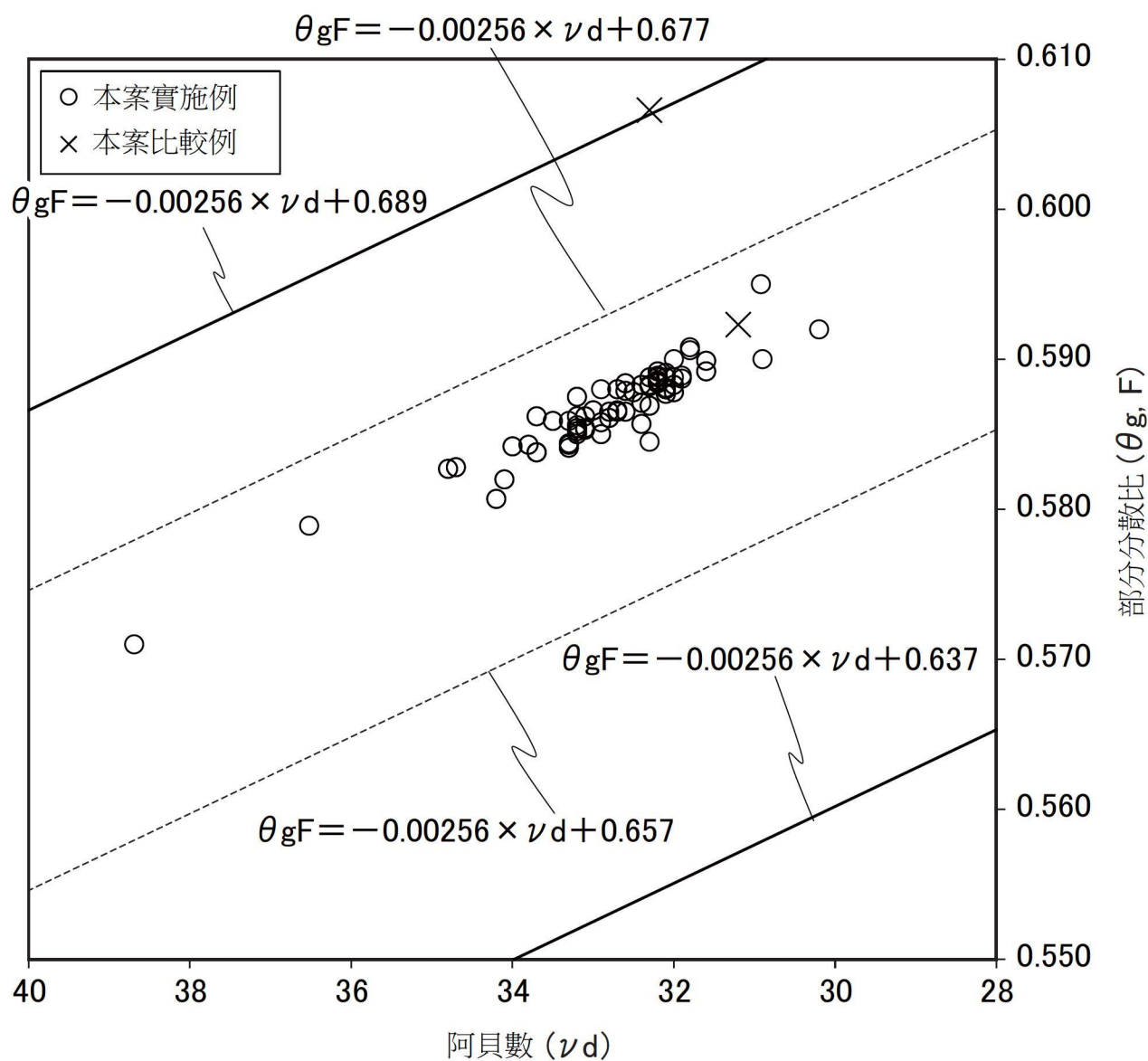
【請求項11】

一種光學機器，其具備如請求項9之光學元件。

【發明圖式】



【圖1】



【圖2】