



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202311183 A

(43)公開日：中華民國 112 (2023) 年 03 月 16 日

(21)申請案號：111128929

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 08 月 02 日

(51)Int. Cl. : *C03C3/068 (2006.01)* *C03C3/155 (2006.01)*
C03C4/00 (2006.01) *G02B1/02 (2006.01)*

(30)優先權：2021/08/03 美國 63/228,704
 2021/08/25 荷蘭 2029053

(71)申請人：美商康寧公司 (美國) CORNING INCORPORATED (US)
 美國

(72)發明人：萊皮卡德 安東尼馬利喬瑟夫 LEPICARD, ANTOINE MARIE JOSEPH (FR)；羅
 健 LUO, JIAN (CN)；普瑞凡 亞歷山大 I PRIVEN, ALEXANDER I (RU)

(74)代理人：李世章；彭國洋

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：11 項 圖式數：9 共 174 頁

(54)名稱

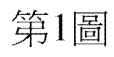
具高折射率及低液相溫度之硼酸鹽及矽硼酸鹽光學玻璃

(57)摘要

玻璃組成包含氧化硼(B_2O_3)、氧化釷(La_2O_3)、氧化鎢(WO_3)及氧化鋯(ZrO_2)作為組分且可視情況包含氧化鈮(Nb_2O_5)、二氧化鈦(TiO_2)、三氧化二鉍(Bi_2O_3)、三氧化二釷(Y_2O_3)、氧化碲(TeO_2)、 SiO_2 、 PbO 及其他組分。相對於已知玻璃，該玻璃之特徵可在於 587.56 nm 處之高折射率及室溫下之低密度。

Glass compositions include boron oxide (B_2O_3), lanthanum oxide (La_2O_3), tungsten oxide (WO_3) and zirconia (ZrO_2) as components and may optionally include niobia (Nb_2O_5), titania (TiO_2), bismuth oxide (Bi_2O_3), yttria (Y_2O_3), tellurium oxide (TeO_2), SiO_2 , PbO and other components. The glasses may be characterized by high refractive index at 587.56 nm and low density at room temperature relative to known glasses.

指定代表圖：



【發明摘要】

【中文發明名稱】

具高折射率及低液相溫度之硼酸鹽及矽硼酸鹽光學玻璃

【英文發明名稱】

BORATE AND SILICOBORATE OPTICAL
GLASSES WITH HIGH REFRACTIVE INDEX AND
LOW LIQUIDUS TEMPERATURE

【中文】

玻璃組成包含氧化硼(B_2O_3)、氧化鐳(La_2O_3)、氧化鎢(WO_3)及氧化鋯(ZrO_2)作為組分且可視情況包含氧化鈮(Nb_2O_5)、二氧化鈦(TiO_2)、三氧化二鉍(Bi_2O_3)、三氧化二釔(Y_2O_3)、氧化碲(TeO_2)、 SiO_2 、 PbO 及其他組分。相對於已知玻璃，該玻璃之特徵可在於587.56 nm處之高折射率及室溫下之低密度。

【英文】

Glass compositions include boron oxide (B_2O_3), lanthanum oxide (La_2O_3), tungsten oxide (WO_3) and zirconia (ZrO_2) as components and may optionally include niobia (Nb_2O_5), titania (TiO_2), bismuth oxide (Bi_2O_3), yttria (Y_2O_3), tellurium oxide (TeO_2), SiO_2 , PbO and other components. The glasses may be characterized by high refractive index at 587.56 nm and low density at room temperature relative to known glasses.

【指定代表圖】第(1)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

無

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

具高折射率及低液相溫度之硼酸鹽及矽硼酸鹽光學玻璃

【英文發明名稱】

BORATE AND SILICOBORATE OPTICAL GLASSES WITH HIGH REFRACTIVE INDEX AND LOW LIQUIDUS TEMPERATURE

【技術領域】

【0001】 本申請案主張2021年8月25日提交之荷蘭專利申請案第2029053號之優先權益，該荷蘭專利申請案主張2021年8月3日提交之美國臨時專利申請案序列號第63/228,704號之優先權，依賴於該荷蘭專利申請案之內容且以全文引用之方式併入本文。

【0002】 本揭示案大體上係關於具有高折射率、低密度及低液相溫度之硼酸鹽及矽硼酸鹽玻璃。

【先前技術】

【0003】 玻璃用於多種光學裝置中，該等光學裝置之實例包括擴增實境裝置、虛擬實境裝置、混合實境裝置、眼鏡等。此類型玻璃之合乎需要的特性通常包括高折射率及低密度。其他合乎需要的特性可包括在電磁光譜之可見光及近紫外光(近UV)內之高透射率及/或低光學色散。尋找具有此等特性之所需組合且可由具有良好玻璃形成能力之組成物形成的玻璃可為具有挑戰性的。例如一般而言，隨著

玻璃之折射率增加，密度亦傾向於增加。通常添加諸如 TiO_2 及 Nb_2O_5 之物質以提高玻璃之折射率，而不增加玻璃之密度。然而，此等材料通常吸收藍光及 UV 光，此可不合乎需要地降低玻璃在該光譜區域內之光透射率。通常，嘗試提高玻璃之折射率，同時保持低密度且不降低在藍光及 UV 光譜區域內之透射率，此可導致材料之玻璃形成能力降低。舉例而言，結晶及 / 或液 - 液相分離可在以工業中通常較佳的冷卻速率冷卻玻璃熔體期間發生。通常地，隨著諸如 ZrO_2 、 Y_2O_3 、 Sc_2O_3 、 BeO 等之某些物質之量增加，玻璃形成能力下降。

【0004】 基於所用玻璃形成劑，低密度、高折射率玻璃通常屬於兩種類型之化學系統中之一者：(a) 矽硼酸鹽或硼矽酸鹽玻璃，其中 SiO_2 及 / 或 B_2O_3 用作主要的玻璃形成劑，以及 (b) 磷酸鹽玻璃，其中 P_2O_5 用作主要的玻璃形成劑。由於成本、玻璃形成能力、光學特性及 / 或生產要求，依賴於其他氧化物 (諸如 GeO_2 、 TeO_2 、 Bi_2O_3 及 V_2O_5) 作為主要玻璃形成劑的玻璃之使用可能具有挑戰。

【0005】 磷酸鹽玻璃之特徵可在於高折射率及低密度，然而，由於 P_2O_5 自熔體中揮發及 / 或鉍不相容之風險，磷酸鹽玻璃之生產可能具有挑戰。另外，磷酸鹽玻璃通常係高度著色的，且可能需要額外的漂白步驟以提供具有所需透射率特性之玻璃。此外，展現出高折射率之磷酸鹽玻璃亦傾向於增加光學色散。

【0006】 矽硼酸鹽及硼酸鹽玻璃通常更易於生產，且在一些情況下無需漂白步驟即可展現出高透射率。然而，與磷酸鹽玻璃相比，矽硼酸鹽及硼矽酸鹽玻璃通常展現在折射率增加時密度增加。

【0007】 鑒於此等考量，需要具有高折射率、低密度及對藍光之高透射率的硼酸鹽及矽硼酸鹽玻璃。

【發明內容】

【0008】 根據本揭示案之實施例，玻璃包含複數種組分，該玻璃具有包含以下之組分的組成：大於或等於 10.0 mol.% 且小於或等於 40.0 mol.% 之 B_2O_3 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 40.0 mol.% 之 WO_3 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 30.0 mol.% 之 Nb_2O_5 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 30.0 mol.% 之 TiO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 25.0 mol.% 之 La_2O_3 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 Bi_2O_3 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 15.0 mol.% 之 TeO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 15.0 mol.% 之 ZrO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.% 之 SiO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.% 之 PbO 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.% 之 GeO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.% 之 P_2O_5 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 6.0 mol.% 之 Y_2O_3 、大於

或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 5.0 mol.% 之 V_2O_5 、大於或等於 0.1 mol.% 之 $WO_3 + Bi_2O_3$ ，且視情況含有一或多種選自稀土金屬氧化物 RE_mO_n 之組分， Al_2O_3 、 BaO 、 CaO 、 K_2O 、 U_2O 、 MgO 、 Na_2O 、 SrO 、 Ta_2O_5 及 ZnO ，其中組分之組成滿足以下條件： $RE_mO_n + ZrO_2 - Nb_2O_5$ [mol.%] ≥ 5.0 ，且其中玻璃滿足以下條件： $P_n > 2.04$ 及 $-5 \leq P_{GF} \leq 15$ ，其中 P_n 為折射率參數，其係以根據公式 (IV) 之組分之 mol.% 計由玻璃組成計算：

$$P_n = -0.0058979 * Al_2O_3 - 0.006059 * B_2O_3 - 0.00099077 * BaO + 0.008748 * Bi_2O_3 - 0.0023394 * CaO + 0.0063304 * Er_2O_3 + 0.0019089 * Gd_2O_3 - 0.0043254 * GeO_2 - 0.0056788 * K_2O + 0.0036519 * La_2O_3 - 0.0033647 * Li_2O - 0.0036379 * MgO - 0.0043599 * Na_2O + 0.0027829 * Nb_2O_5 - 0.0085247 * P_2O_5 + 0.0016124 * PbO - 0.0054718 * SiO_2 - 0.0024916 * SrO + 0.0052979 * Ta_2O_5 - 0.0030478 * TeO_2 + 0.0018048 * TiO_2 + 0.00087206 * WO_3 + 0.0026681 * Y_2O_3 + 0.0052852 * Yb_2O_3 - 0.0012391 * ZnO + 2.05, \quad (IV)$$

P_{GF} 為玻璃形成參數，其係以根據公式 (III) 之組分之 mol.% 計由玻璃組成計算：

$$P_{GF} = (B_2O_3/3) + \max(0, WO_3 - TiO_2 - 0.5 * ZrO_2) + Nb_2O_5 + Ta_2O_5 - (RE_mO_n + Bi_2O_3), \quad (III)$$

其中 RE_mO_n 為稀土金屬氧化物之總和， $\max(0, WO_3 - TiO_2 - 0.5 * ZrO_2)$ 係指 0 與差值 $WO_3 - TiO_2 - 0.5 * ZrO_2$ 之間的較大者，且星號 (*) 意謂乘法。

【0009】 根據本揭示案之另一實施例，玻璃包含複數種組分，該玻璃具有包含以下之組分的組成：大於或等於 10.0 mol.% 且小於或等於 40.0 mol.% 之 B_2O_3 、大於或等於 0.5 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 Bi_2O_3 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 3.0 mol.% 之 P_2O_5 、大於

或等於 0.0 at.% 且小於或等於 1.0 at.% 之 Cu、大於或等於 0.0 at.% 且小於或等於 1.0 at.% 之 Fe、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 25.0 mol.% 之 BaO + SrO + ZnO + CdO、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 5.0 mol.% 之 MoO₃ + V₂O₅，且視情況含有選自以下之一或多種組分：TiO₂、Nb₂O₅、SiO₂、Al₂O₃、CaO、Er₂O₃、Gd₂O₃、GeO₂、K₂O、La₂O₃、Li₂O、MgO、Na₂O、PbO、Ta₂O₅、TeO₂、WO₃、Y₂O₃、Yb₂O₃ 及 ZrO₂，其中組分之組成滿足以下條件：TiO₂ - Nb₂O₅ [mol.%] ≤ 5.0 及 SiO₂ - B₂O₃ [mol.%] ≤ 5.0，且玻璃滿足以下條件：P_n > 1.9 及 P_n - (1.483 + 0.104 * P_d) > 0.000，其中 P_n 為折射率參數，其係以根據公式 (IV) 之組分之 mol.% 計由玻璃組成計算：

$$\begin{aligned}
 P_n = & -0.0058979 * Al_2O_3 - 0.006059 * B_2O_3 - 0.00099077 * BaO + 0.008748 * Bi_2O_3 - 0.0023394 * \\
 & CaO + 0.0063304 * Er_2O_3 + 0.0019089 * Gd_2O_3 - 0.0043254 * GeO_2 - 0.0056788 * K_2O + \\
 & 0.0036519 * La_2O_3 - 0.0033647 * Li_2O - 0.0036379 * MgO - 0.0043599 * Na_2O + 0.0027829 * \\
 & Nb_2O_5 - 0.0085247 * P_2O_5 + 0.0016124 * PbO - 0.0054718 * SiO_2 - 0.0024916 * SrO + 0.0052979 \\
 & * Ta_2O_5 - 0.0030478 * TeO_2 + 0.0018048 * TiO_2 + 0.00087206 * WO_3 + 0.0026681 * Y_2O_3 + \\
 & 0.0052852 * Yb_2O_3 - 0.0012391 * ZnO + 2.05 ,
 \end{aligned}
 \tag{IV}$$

P_d 為密度參數，其係以根據公式 (V) 之組分之 mol.% 計由玻璃組成計算：

$$\begin{aligned}
 P_d = & 4.488 - 0.030315 * Al_2O_3 - 0.023886 * B_2O_3 + 0.022641 * BaO + 0.075639 * Bi_2O_3 - 0.0035072 \\
 & * CaO + 0.072631 * Er_2O_3 + 0.072133 * Gd_2O_3 - 0.014396 * GeO_2 - 0.019374 * K_2O + 0.051970 * \\
 & La_2O_3 - 0.011393 * Li_2O - 0.0049704 * MgO - 0.010898 * Na_2O + 0.0014888 * Nb_2O_5 - 0.043265 * \\
 & P_2O_5 + 0.032783 * PbO - 0.021778 * SiO_2 + 0.0071976 * SrO + 0.056465 * Ta_2O_5 + 0.0079679 * \\
 & TeO_2 - 0.0080419 * TiO_2 + 0.023079 * WO_3 + 0.031205 * Y_2O_3 + 0.080706 * Yb_2O_3 + 0.010824 * \\
 & ZnO + 0.0073434 * ZrO_2 ,
 \end{aligned}
 \tag{V}$$

其中星號 (*) 意謂乘法。

【0010】 根據本揭示案之又一實施例，玻璃包含複數種組分，該玻璃具有包含以下之組分的組成：大於或等於10.0 mol.%之 B_2O_3 、大於或等於3.0 mol.%且小於或等於30.0 mol.%之 Nb_2O_5 、大於或等於0.0 mol.%且小於或等於40.0 mol.%之 TiO_2 、大於或等於0.0 mol.%且小於或等於25.0 mol.%之 La_2O_3 、大於或等於0.0 mol.%且小於或等於15.0 mol.%之 Bi_2O_3 、大於或等於0.0 mol.%且小於或等於14.0 mol.%之 TeO_2 、大於或等於0.0 mol.%且小於或等於10.0 mol.%之 P_2O_5 、大於或等於0.0 mol.%且小於或等於10.0 mol.%之 GeO_2 、大於或等於2.0 mol.%之 $WO_3 + Bi_2O_3$ 、大於或等於2.0 mol.%之 $TiO_2 + ZrO_2$ 、大於或等於1.0 mol.%之 $TiO_2 + Nb_2O_5$ 、大於或等於0.0 mol.%且小於或等於20.0 mol.%之 $BaO + ZnO$ ，且可視情況含有選自以下之一或多種組分： SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 Er_2O_3 、 Gd_2O_3 、 K_2O 、 Li_2O 、 MgO 、 Na_2O 、 PbO 、 SrO 、 Ta_2O_5 、 Y_2O_3 及 Yb_2O_3 ，其中組分之組成滿足以下條件： $Nb_2O_5 - SiO_2$ [mol.%] ≥ 3.0 ，且玻璃滿足以下條件： $500 \leq P_{Tg} \leq 750$ 及 $P_n - (1.47 + 0.0009 * P_{Tg}) > 0.000$ ，其中 P_n 為折射率參數，其係以根據公式(IV)之組分之mol.%計由玻璃組成計算：

$$P_n = -0.0058979 * Al_2O_3 - 0.006059 * B_2O_3 - 0.00099077 * BaO + 0.008748 * Bi_2O_3 - 0.0023394 * CaO + 0.0063304 * Er_2O_3 + 0.0019089 * Gd_2O_3 - 0.0043254 * GeO_2 - 0.0056788 * K_2O + 0.0036519 * La_2O_3 - 0.0033647 * Li_2O - 0.0036379 * MgO - 0.0043599 * Na_2O + 0.0027829 * Nb_2O_5 - 0.0085247 * P_2O_5 + 0.0016124 * PbO - 0.0054718 * SiO_2 - 0.0024916 * SrO + 0.0052979 * Ta_2O_5 - 0.0030478 * TeO_2 + 0.0018048 * TiO_2 + 0.00087206 * WO_3 + 0.0026681 * Y_2O_3 + \quad (IV)$$

$$0.0052852 * Yb_2O_3 - 0.0012391 * ZnO + 2.05 ,$$

P_{T_g} 為 T_g 參數，其係以根據公式 (V I) 之組分之 mol.% 計由玻璃組成計算：

$$\begin{aligned} P_{T_g} = & 590 + 1.2049 * Al_2O_3 - 0.73463 * B_2O_3 + 0.48384 * BaO - 4.6279 * Bi_2O_3 + 5.1528 * Er_2O_3 + \\ & 4.7419 * Gd_2O_3 - 0.46782 * GeO_2 - 5.4336 * K_2O + 3.6709 * La_2O_3 - 4.4120 * Li_2O - 4.5127 * Na_2O \\ & + 1.5185 * Nb_2O_5 - 2.2882 * PbO + 0.18633 * SiO_2 + 0.59627 * SrO + 2.9784 * Ta_2O_5 - 4.1591 * \\ & TeO_2 + 1.1157 * TiO_2 - 2.0154 * WO_3 + 4.7923 * Y_2O_3 + 3.0372 * Yb_2O_3 - 1.8077 * ZnO + 0.40110 \end{aligned} \quad (VI)$$

* ZrO_2 ,

其中星號 (*) 意謂乘法。

【0011】 在研究以下說明書、申請專利範圍及附圖之後，熟悉此項技術者將理解及瞭解本揭示案之此等及其他態樣、目標及特徵。

【圖式簡單說明】

【0012】 第 1 圖為示出根據本揭示案之實施例之一些比較性玻璃及一些例示性玻璃的比率 (T_g / T_{liq}) 與液相黏度之間的關係的曲線圖。

【0013】 第 2 圖為示出根據本揭示案之實施例之一些比較性玻璃及一些例示性玻璃的折射率 n_d 與由公式 (I V) 計算之折射率參數 P_n 之間的關係的曲線圖。

【0014】 第 3 圖為示出根據本揭示案之實施例之一些比較性玻璃及一些例示性玻璃的密度 d_{RT} 與由公式 (V) 計算之密度參數 P_d 之間的關係的曲線圖。

【0015】 第 4 圖為示出根據本揭示案之實施例之一些比較性玻璃及一些例示性玻璃的玻璃轉移溫度 T_g 與由公式 (V I) 計算之 T_g 參數 P_{T_g} 之間的關係的曲線圖。

【0016】 第5圖為根據本揭示案之實施例之一些例示性玻璃的根據「15 min測試」條件及「2.5 min測試」條件之例示性冷卻排程表的曲線圖。

【0017】 第6圖為示出根據本揭示案之實施例之一些比較性玻璃及一些例示性玻璃的密度參數 P_d 與折射率參數 P_n 之間的關係的曲線圖。

【0018】 第7圖為示出根據本揭示案之實施例之一些比較性玻璃及一些例示性玻璃的室溫下之密度 d_{RT} 與587.56 nm處之折射率 n_d 之間的關係的曲線圖。

【0019】 第8圖為示出根據本揭示案之實施例之一些比較性玻璃及一些例示性玻璃的 T_g 參數 P_{T_g} 與折射率參數 P_n 之間的關係的曲線圖。

【0020】 第9圖為示出根據本揭示案之實施例之一些比較性玻璃及一些例示性玻璃的玻璃轉移溫度 T_g 與587.56 nm處之折射率 n_d 之間的關係的曲線圖。

【實施方式】

【0021】 在以下詳細描述中，出於揭示及非限制性目的，闡述揭露具體細節之例示性實施例，以提供對本揭示案之各種原則的透徹理解。然而，受益於本揭示案，一般熟悉此項技術者顯而易見的是，本揭示案可在與本文所揭露之具體細節背離的其他實施例中實踐。此外，為了不混淆對本揭示案之各種原則之描述，可省略對熟知裝置、方法及

材料之描述。最後，在適用時，類似的元件符號係指類似的元件。

【0022】 如本文所用，術語「及/或」在用於一系列兩個或更多個項目時意謂所列項目中之任一者可單獨採用或可與所列項目中之任兩者或更多者之組合採用。舉例而言，若組成描述為含有組分 A、B 及/或 C，則組成可含有單獨 A；單獨 B；單獨 C；A 與 B 組合；A 與 C 組合；B 與 C 組合；或 A、B 及 C 組合。

【0023】 熟悉此項技術者及編寫或使用本揭示案之人員將對本揭示案進行修改。因此，應理解，附圖中所示及上文所描述之實施例僅出於說明目的且並不旨在限制本揭示案之範疇，本揭示案之範疇係藉由下文申請專利範圍限定，如根據專利法原則(包括等同準則)解釋的。

【0024】 如本文所用，術語「約」意謂量、尺寸、調配、參數及其他數量及特性並非且不需要係確切的，而係可按需要為近似的及/或較大或較小的，從而反映容限、轉換因子、捨位、量測誤差等等，及熟悉此項技術者已知的其他因子。當術語「約」用於描述值或範圍之端點時，本揭示案應理解為包括所指之特定值或端點。不論說明書中之數值或範圍之端點是否列舉了「約」，數值或範圍之端點旨在包括兩種實施例：一種由「約」修飾，另一種未由「約」修飾。應進一步理解，範圍中之每一者之端點相對於另一端點及獨立於另一端點均為重要的。

【0025】術語「組分」係指包括於形成玻璃之批料組成中之或化合物。組分包括氧化物，包括但不限於公式(III)、(IV)、(V)及(VI)，以及申請專利範圍中所表示之彼等氧化物。代表性組分包括 B_2O_3 、 SiO_2 、 WO_3 、 Nb_2O_5 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 La_2O_3 、 Bi_2O_3 、 TeO_2 等。其他代表性組分包括鹵素(例如 F、Br、Cl)。當組分以在數學表達式或公式中之術語包括時，應理解組分係指組分在玻璃的批料組成中以 mol.% 為單位之量。舉例而言，表述 $B_2O_3 + WO_3$ 係指玻璃之批料組成中以 mol.% 為單位之 B_2O_3 之量及以 mol.% 為單位之 WO_3 之量的和。數學表達式或公式為包括諸如「+」、「-」、「*」、「/」或「max」之數學運算子的任何表達式或公式。

【0026】術語「由.....形成」可意謂包含、基本上由.....組成或由.....組成中之一或多者。舉例而言，由特定材料形成之組分可包含特定材料、基本上由特定材料組成或由特定材料組成。

【0027】術語「不含」及「基本上不含」在本文中可互換地使用，係指玻璃組成中並不有意添加至玻璃組成中之特定組分之量及/或特定組分不存在。應理解，玻璃組成可含有痕量特定組成組分作為污染物或雜質，其量小於 0.10 mol.%。

【0028】如本文所用，術語「雜質」當用於描述玻璃組成中之特定組分時係指並不有意添加至玻璃組成中且以小於 0.10 mol.% 之量存在的組分。雜質組分可能作為另一組

分之雜質及 / 或藉由在玻璃組成處理期間將雜質組分遷移至組成中而無意地添加至玻璃組成中。

【0029】 除非另外指明，否則術語「玻璃」用於指由本文所揭露之玻璃組成製得之玻璃。

【0030】 當用於本文中任何數學表達式或公式中時，符號「 $*$ 」意謂乘法。

【0031】 術語「log」意謂以10為底之對數。

【0032】 溫度在本文中以 $^{\circ}\text{C}$ （攝氏度）為單位表述。

【0033】 術語「玻璃形成劑」在本文中用於指僅存在於玻璃組成中之組分（亦即無其他組分，除了可能的雜質），當在以不大於約 $200^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 至約 $300^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 之速率冷卻組分之熔體時能夠形成玻璃。

【0034】 如本文所用，術語「改質劑」係指一價或二價金屬之氧化物，亦即 R_2O 或 RO ，其中「R」代表陽離子。改質劑可添加至玻璃組成中以改變熔體及所得玻璃之原子結構。在一些實施例中，改質劑可改變玻璃形成劑中所存在之陽離子（例如 B_2O_3 中之硼）之配位數，其可導致形成更多聚合的原子網路，因此可提供更好的玻璃形成。

【0035】 如本文所用，術語「RO」係指二價金屬氧化物之總含量，術語「 R_2O 」係指一價金屬氧化物之總含量，且術語「 Alk_2O 」係指鹼金屬氧化物之總含量。舉例而言，除了其他一價金屬氧化物之外，諸如 Ag_2O 、 Tl_2O 及 Hg_2O ，術語 R_2O 涵蓋鹼金屬氧化物（ Alk_2O ）。如下文所論述的，在本揭示案中，稀土金屬氧化物在本文中由其歸

一化式(RE_2O_3)指代，其中稀土金屬 RE 具有氧化還原狀態「+3」，且因此稀土金屬氧化物不由術語 RO 涵蓋。

【0036】 如本文所用，術語「稀土金屬」係指 IUPAC 週期表之鐳系元素中所列出之金屬，加上釔及銩。如本文所用，術語「稀土金屬氧化物」用於指不同氧化還原狀態下之稀土金屬氧化物，諸如 La_2O_3 中之鐳為「+3」、 CeO_2 中之銩為「+4」、 EuO 中之銩為「+2」等。通常，基於玻璃熔化及/或熱處理(例如退火)之爐中之批料組成及/或氧化還原狀態，氧化物玻璃中之稀土金屬之氧化還原狀態可變化且特定言之，氧化還原狀態可在熔化期間改變。除非另外指明，否則稀土金屬氧化物在本文中由其歸一化式指代，其中稀土金屬具有氧化還原狀態「+3」。因此，在將具有並非「+3」之氧化還原狀態之稀土金屬添加至玻璃組成批料中之情況下，玻璃組成係藉由添加或移除一些氧以保持化學計量來重新計算。舉例而言，當 CeO_2 (其中銩氧化還原狀態為「+4」)用作批料組分時，假設兩莫耳 CeO_2 等同於一莫耳 Ce_2O_3 來重新計算所得成批組成，且所得成批組成以 Ce_2O_3 表示。如本文所用，術語「 RE_mO_n 」用於指以所有氧化還原狀態存在之稀土金屬氧化物之總含量，且術語「 RE_2O_3 」用於指呈「+3」氧化還原狀態之稀土金屬氧化物之總含量，亦稱為「三價當量」。

【0037】 除非另外指明，否則所有組成均以玻璃組分之成批莫耳百分比(mol.%)表示。如一般熟悉此項技術者將理解的，在成分熔化期間各種熔體成分(例如氟、鹼金屬、硼

等)可能經受不同程度的揮發(例如隨著蒸氣壓、熔化時間及/或熔化溫度)。因而，與此類成分相關之術語「約」旨在涵蓋在量測最終製品時與本文所提供之成批組成相比在約0.2 mol.%內之值。考慮到上述內容，預期最終製品與成批組成之間的組成實質上係等效的。

【0038】 在將氟或其他鹵素(氯、溴及/或碘)添加至氧化物玻璃中或存在於氧化物玻璃中之情況下，所得玻璃組成之分子表示可以不同方式表示。在本揭示案中，氟含量(若存在)作為單一術語係以原子百分比(at.%)表示，其係基於氟佔玻璃組成中之所有原子之總和的分數乘以因子100決定。

【0039】 在本揭示案中，使用以下表示含氟組成及濃度範圍之方法。所有氧化物(例如 SiO_2 、 B_2O_3 、 Na_2O 等)之濃度限制係在假設各別陽離子(諸如矽 $[\text{Si}_4^+]$ 、硼 $[\text{B}_3^+]$ 、鈉 $[\text{Na}^+]$ 等)最初以相應氧化物形式存在下來表示。當存在氟時，出於計算組成物之組分之濃度的目的，氧化物中的一些氧經氟等效置換(亦即一個氧原子經兩個氟原子置換)。假設該氟以氟化矽(SiF_4)形式存在；因此，假設所有氧化物加 SiF_4 之總和佔所有組成之100莫耳百分比或100重量百分比。

【0040】 本文所報導之玻璃之所量測密度值係在室溫下以 g/cm^3 為單位藉由阿基米德(Archimede)方法在水中量測的，其中誤差為 0.001 g/cm^3 。如本文所用，室溫下之密度量測值(指定為 d_{RT})表示為在 20°C 或 25°C 下量測，且

涵蓋可能在 20°C 至 25°C 範圍內之溫度下獲得之量測值。應理解，室溫可在約 20°C 至約 25°C 之間變化，然而出於本揭示案之目的，預期 20°C 至 25°C 溫度範圍內之密度變化小於 0.001 g/cm^3 之誤差。

【0041】 如本文所用，良好的玻璃形成能力係指熔體在批料冷卻時對失透的抗性。玻璃形成能力可藉由決定熔體之臨界冷卻速率來量測。術語「臨界冷卻速率」或「 V_{cr} 」在本文中用於指給定組成之熔體形成在 $500\times$ 放大率之光學顯微鏡下不含肉眼可見的晶體之玻璃的最小冷卻速率。臨界冷卻速率可用於量測組成物之玻璃形成能力，亦即給定玻璃組成之熔體在冷卻時形成玻璃之能力。大體言之，臨界冷卻速率越低，玻璃形成能力越好。

【0042】 術語「液相溫度」在本文中用於指在高於該溫度時玻璃組成完全為液體而玻璃之組分無結晶的溫度。本文所報導之液相溫度值係藉由使用 DSC 量測樣品或藉由對包裹於鉑箔中之樣品進行等溫保持而獲得的。對於使用 DSC 量測之樣品，將粉末狀樣品以 10 K/min 加熱至 1250°C 。將對應於晶體融化之吸熱事件結束視為液相溫度。對於第二技術（等溫保持），將玻璃嵌段（約 1 cm^3 ）包裹於鉑箔中以避免揮發，且在給定溫度下置於爐中 17 小時。隨後將玻璃嵌段在光學顯微鏡下觀測以檢查晶體。

【0043】 除非另外指明，否則本文所報道之折射率值係在室溫（約 25°C ）下量測的。使用 Metricon Model 2010 稜鏡耦合器折射計量測玻璃樣品之折射率值，其中誤差為

約 ± 0.0002 。使用 **Metricon**，在約 406 nm 、 473 nm 、 532 nm 、 633 nm 、 828 nm 及 1064 nm 中之兩個或更多個波長下量測玻璃樣品之折射率。所量測依賴性表徵色散，且隨後用柯西定律公式 (**Cauchy's law equation**) 或謝米爾方程 (**Sellmeier equation**) 擬合，以計算樣品在所量測波長之間的給定感興趣波長處之折射率。術語「折射率 n_d 」在本文中用於指在對應於氦 d 線波長之 587.56 nm 波長處如上文所描述計算的折射率。術語「折射率 n_c 」在本文中用於指在 656.3 nm 波長處如上文所描述計算的折射率。術語「折射率 n_F 」在本文中用於指在 486.1 nm 波長處如上文所描述計算的折射率。術語「折射率 n_g 」在本文中用於指在 435.8 nm 波長處如上文所描述計算的折射率。

【0044】 如本文所用，除非另外指明，否則術語「高折射率 (**high refractive index/high index**)」係指大於或等於至少 1.90 之玻璃的折射率值。在指明之情況下，術語「高折射率 (**high refractive index/high index**)」之實施例係指玻璃之折射率值大於或等於至少 1.95 、大於或等於 2.00 、或大於或等於 2.05 。

【0045】 術語「色散」或「光學色散」可互換地使用，係指玻璃樣品在預定波長處之折射率之差值或比率。本文所報導之光學色散之一種數值度量為阿貝數 (**Abbe number**)，其可藉由以下公式計算：
$$v_x = (n_x - 1) / (n_F - n_c)$$
，其中本揭示案中之「 x 」代表常用波長中之一者(例如

對於 ν_d 為 587.56 nm [d - 線] 或對於 ν_D 為 589.3 nm [D - 線])， n_x 為此波長處之折射率 (例如對於 ν_d 為 n_d 及對於 ν_D 為 n_D)，且 n_F 及 n_C 分別為波長 486.1 nm (F - 線) 及 656.3 nm (C - 線) 處之折射率。 ν_d 及 ν_D 之數值相差極小，大多在 $\pm 0.1\%$ 至 $\pm 0.2\%$ 內。如本文所報導，玻璃樣品之色散由阿貝數 (ν_d) 表示，其根據以下公式表徵樣品在三個不同波長處之折射率之間的關係： $\nu_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$ ，其中 n_d 為 587.56 nm (d - 線) 處之折射率， n_F 為 486.1 nm 處之折射率且 n_C 為 656.3 nm 處之折射率。較高的阿貝數對應於較低的光學色散。

【0046】 如本文所用，除非另外指明，否則術語「內部透射率」或 τ_{int} 用於指通過玻璃樣品之透射率，該透射率針對弗芮耳損失 (Fresnel loss) 進行校正。術語「總透射率」或 τ 用於指不考慮弗芮耳損失之透射率值。玻璃樣品之透射率係使用 Cary 5000 光譜儀在 250 nm 至 2500 nm 之波長下、1 nm 的分辨率且使用積分球在 2 mm 厚樣品上進行量測。10 mm 厚樣品之內部透射率值係在 375 nm 與 1175 nm 之間使用所量測的折射率及所量測的原始透射率計算。對應於特定透射率值 (諸如 5% 或 70%) 之波長分別用相應的下標表示，諸如 $\lambda_{5\%}$ 及 $\lambda_{70\%}$ 。

【0047】 如本文所用，術語「 α 」或「 α_{20-300} 」係指玻璃組成在 20 °C (室溫或 RT) 至 300 °C 之溫度範圍內的線性熱膨脹係數 (CTE)。該特性係根據 ASTM E228-11 使用水平膨脹計 (推桿膨脹計) 量測的。 α 之數值量測係在制定溫度

範圍 ΔT (例如 $R T$ 至 $300^{\circ}C$) 內的線性平均值，表示為 $\alpha = \Delta L / (L_0 \Delta T)$ ，其中 L_0 為樣品在所量測範圍內或附近的一些溫度下之線性大小。且 L 為所量測溫度範圍 ΔT 內線性大小之變化 (ΔL)。

【0048】 楊氏彈性模數 E 係藉由使用共振超音波光譜法，使用可自 ITW Indiana Private Limited, Magnaflux Division 獲得之 Quasar RUSpec 4000 量測。

【0049】 玻璃轉移溫度 (T_g) 係藉由示差掃描熱析儀 (differential scanning calorimeter, DSC) 在以 $10 K/min$ 之加熱速率自室溫加熱原樣樣品時量測的。

【0050】 玻璃組成可包括氧化硼 (B_2O_3)。根據本揭示案之一些實施例，氧化硼可起到玻璃形成劑之作用。作為玻璃形成劑， B_2O_3 可能有助於增加液相黏度，因此保護玻璃組成免於結晶。然而，將 B_2O_3 添加至玻璃組成中可能會導致液-液相分離，此可能會導致失透及/或降低所得玻璃之透射率。此外，將 B_2O_3 添加至高折射率玻璃中降低折射率。因此，較佳地限制氧化硼之量。在實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 $10.0 mol. \%$ 至小於或等於 $40.0 mol. \%$ 以及上述值之間的所有範圍及子範圍之量的氧化硼 (B_2O_3)。在一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 $10.0 mol. \%$ 、大於或等於 $15.0 mol. \%$ 、大於或等於 $20.0 mol. \%$ 、大於或等於 $23.5 mol. \%$ 、大於或等於 $24.0 mol. \%$ 、大於或等於 $24.5 mol. \%$ 、大於或等於 $30.0 mol. \%$ 、大於或等於 $34.0 mol. \%$ 、大於或等於 36.0

mol.%，或大於或等於38.0 mol.%之量的 B_2O_3 。在一些其他實施例中，玻璃組成可含有小於或等於40.0 mol.%、小於或等於38.0 mol.%、小於或等於36.0 mol.%、小於或等於35.0 mol.%、小於或等於34.0 mol.%、小於或等於32.0 mol.%、小於或等於31.0 mol.%、小於或等於30.0 mol.%、小於或等於29.0 mol.%、小於或等於20.0 mol.%，或小於或等於15.0 mol.%之量的 B_2O_3 。在又一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於10.0 mol.%且小於或等於40.0 mol.%、大於或等於20.0 mol.%且小於或等於35.0 mol.%、大於或等於23.5 mol.%且小於或等於32.0 mol.%、大於或等於24.11 mol.%且小於或等於29.1 mol.%、大於或等於24.5 mol.%且小於或等於31.0 mol.%、大於或等於20.0 mol.%且小於或等於29.0 mol.%、大於或等於30.0 mol.%且小於或等於31.0 mol.%、大於或等於31.0 mol.%且小於或等於32.0 mol.%、大於或等於32.0 mol.%且小於或等於40.0 mol.%、大於或等於32.0 mol.%且小於或等於34.0 mol.%之量的 B_2O_3 。

【0051】 玻璃組成可包括氧化鍺(GeO_2)。氧化鍺(GeO_2)在折射率與密度之間提供極佳的比率，且並不降低透射率。然而，氧化鍺較貴。因此，較佳地限制氧化鍺之含量，或玻璃可基本上不含 GeO_2 。在實施例中，玻璃組成可含有大於或等於0.0 mol.%至小於或等於10.0 mol.%以及上述值之間的所有範圍及子範圍之量的氧化鍺(GeO_2)。在一

些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 7.0 mol.%、大於或等於 8.0 mol.%，或大於或等於 9.0 mol.% 之量的 GeO_2 。在一些其他實施例中，玻璃組成可含有小於或等於 10.0 mol.%、小於或等於 9.0 mol.%、小於或等於 8.0 mol.%、小於或等於 7.0 mol.%、小於或等於 5.0 mol.%，或小於或等於 0.5 mol.% 之量的 GeO_2 。在又一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 0.5 mol.%、大於或等於 0.5 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 0.5 mol.% 且小於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 7.0 mol.%、大於或等於 7.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 7.0 mol.% 且小於或等於 8.0 mol.% 之量的 GeO_2 。

【0052】 玻璃組成可包括氧化磷 (P_2O_5)。本文所描述之實施例中之玻璃組成可包含氧化磷 (P_2O_5) 作為額外玻璃形成劑。較大量之 P_2O_5 會導致給定溫度下之熔體黏度值增加較大，此會抑制冷卻時自熔體中結晶，因此提高熔體之玻璃形成能力 (亦即降低熔體之臨界冷卻速率)。然而， P_2O_5 降低折射率。此外，在一些情況下，氧化磷可能會刺激液-液相分離，此可能導致冷卻時熔體結晶及 / 或透射率損失。因此，較佳地限制 P_2O_5 之含量，或玻璃可不含 P_2O_5 。在

實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.% 至小於或等於 10.0 mol.% 以及上述值之間的所有範圍及子範圍之量的氧化磷 (P_2O_5)。在一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 7.0 mol.%、大於或等於 8.0 mol.%，或大於或等於 9.0 mol.% 之量的 P_2O_5 。在一些其他實施例中，玻璃組成可含有小於或等於 10.0 mol.%、小於或等於 9.0 mol.%、小於或等於 8.0 mol.%、小於或等於 7.0 mol.%、小於或等於 5.0 mol.%，或小於或等於 3.0 mol.% 之量的 P_2O_5 。在又一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 3.0 mol.%、大於或等於 3.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 3.0 mol.% 且小於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 7.0 mol.%、大於或等於 7.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 7.0 mol.% 且小於或等於 8.0 mol.% 之量的 P_2O_5 。

【0053】 玻璃組成可包括二氧化矽 (SiO_2)。二氧化矽可起到額外玻璃形成劑之作用。二氧化矽以及 B_2O_3 可能有助於增加液相黏度(液相溫度下之黏度)，因此保護玻璃組成免於結晶。然而，將 SiO_2 添加至玻璃組成中可能會導致液-液相分離，此可能會導致失透及/或降低所得玻璃之透射率。此外， SiO_2 為低折射率組分且難以實現高折射率。因

此，較佳地限制 SiO_2 之含量，或玻璃可基本上不含 SiO_2 。在實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.% 至小於或等於 10.0 mol.% 以及上述值之間的所有範圍及子範圍之量的二氧化矽 (SiO_2)。在一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 7.0 mol.%、大於或等於 8.0 mol.%，或大於或等於 9.0 mol.% 之量的 SiO_2 。在一些其他實施例中，玻璃組成可含有小於或等於 10.0 mol.%、小於或等於 9.0 mol.%、小於或等於 8.0 mol.%、小於或等於 7.5 mol.%、小於或等於 7.0 mol.%、小於或等於 5.5 mol.%，或小於或等於 5.0 mol.% 之量的 SiO_2 。在又一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 7.5 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 5.5 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 5.5 mol.%、大於或等於 5.5 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 5.5 mol.% 且小於或等於 7.0 mol.%、大於或等於 7.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 7.0 mol.% 且小於或等於 7.5 mol.% 之量的 SiO_2 。

【0054】 玻璃組成可包括氧化鏷 (La_2O_3)。氧化鏷為最便宜的氧化物之一，提供高折射率，而在可見光範圍內並不

顯著損失透射率。此外，添加 La_2O_3 可降低相分離之風險。然而， La_2O_3 提供比其他高折射率組分更高的密度，諸如 TiO_2 、 Nb_2O_5 或 WO_3 。此外，大量添加可能會導致耐火物質結晶，如二矽酸鏷 ($\text{La}_2\text{Si}_2\text{O}_7$)、鋇酸鏷 (La_2ZrO_5) 及其他耐火物質，或包含此等礦物之固溶體，此可能會增加玻璃之液相溫度，因此降低其玻璃形成能力。出於此原因，較佳地限制 La_2O_3 之含量，且在一些情況下玻璃可基本上不含 La_2O_3 。在實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.% 至小於或等於 26.0 mol.% 以及上述值之間的所有範圍及子範圍之量的氧化鏷 (La_2O_3)。在一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 13.5 mol.%、大於或等於 14.0 mol.%、大於或等於 14.25 mol.%、大於或等於 20.0 mol.%、大於或等於 22.0 mol.%，或大於或等於 24.0 mol.% 之量的 La_2O_3 。在一些其他實施例中，玻璃組成可含有小於或等於 26.0 mol.%、小於或等於 25.0 mol.%、小於或等於 24.0 mol.%、小於或等於 22.0 mol.%、小於或等於 21.0 mol.%、小於或等於 20.0 mol.%、小於或等於 10.0 mol.%，或小於或等於 5.0 mol.% 之量的 La_2O_3 。在又一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 25.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.%、大於或等於 10.0 mol.% 且小於或等於 25.0 mol.%、大於或等於 13.5 mol.% 且小於或等於

22.0 mol.%、大於或等於14.17 mol.%且小於或等於19.99 mol.%、大於或等於14.25 mol.%且小於或等於21.0 mol.%、大於或等於0.0 mol.%且小於或等於26.0 mol.%、大於或等於0.0 mol.%且小於或等於5.0 mol.%、大於或等於5.0 mol.%且小於或等於10.0 mol.%、大於或等於10.0 mol.%且小於或等於20.0 mol.%、大於或等於21.0 mol.%且小於或等於22.0 mol.%、大於或等於22.0 mol.%且小於或等於24.0 mol.%之量的 La_2O_3 。

【0055】 玻璃組成可包括氧化釔(Y_2O_3)。與其他稀土金屬氧化物(諸如 La_2O_3 、 Gd_2O_3 及其他稀土金屬氧化物)相比，氧化釔以較低的密度提供高折射率，而不會導致在可見光內之透射率損失。然而， Y_2O_3 之添加可導致耐火礦物之結晶，諸如鋳酸釔 Y_2ZrO_5 、鈮酸釔 YNbO_4 及其他耐火礦物，此可使玻璃之液相溫度升高，因此降低其玻璃形成能力。出於此原因，較佳地限制 Y_2O_3 之含量，且在一些情況下玻璃可基本上不含 Y_2O_3 。在實施例中，玻璃組成可含有大於或等於0.0 mol.%至小於或等於10.0 mol.%以及上述值之間的所有範圍及子範圍之量的氧化釔(Y_2O_3)。在一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於0.0 mol.%、大於或等於0.8 mol.%、大於或等於5.0 mol.%、大於或等於7.0 mol.%、大於或等於8.0 mol.%，或大於或等於9.0 mol.%之量的 Y_2O_3 。在一些其他實施例中，玻璃組成可含有小於或等於10.0 mol.%、小於或等於9.0

mol.%、小於或等於 8.0 mol.%、小於或等於 7.0 mol.%、小於或等於 6.0 mol.%、小於或等於 5.0 mol.%、小於或等於 4.0 mol.%、小於或等於 3.4 mol.%、小於或等於 3.0 mol.%，或小於或等於 1.5 mol.% 之量的 Y_2O_3 。在又一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 6.0 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 4.0 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 3.4 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 3.0 mol.%、大於或等於 0.8 mol.% 且小於或等於 1.5 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 1.5 mol.% 且小於或等於 3.0 mol.%、大於或等於 3.4 mol.% 且小於或等於 4.0 mol.%、大於或等於 4.0 mol.% 且小於或等於 5.0 mol.% 之量的 Y_2O_3 。

【0056】 玻璃組成可包括氧化釩 (V_2O_5)。氧化釩在所有氧化物中提供最高的折射率與密度比。然而，氧化釩可能導致不受歡迎的深色，且亦可能引起環境問題。出於此等原因，較佳地限制氧化釩之含量，或玻璃組成可不含 V_2O_5 。在實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.% 至小於或等於 10.0 mol.% 以及上述值之間的所有範圍及子範圍之量的氧化釩 (V_2O_5)。在一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 7.0 mol.%、大於或等於 8.0 mol.%，或大於或等於 9.0 mol.% 之量的 V_2O_5 。在一些其他實施例中，玻璃

組成可含有小於或等於 10.0 mol.%、小於或等於 9.0 mol.%、小於或等於 8.0 mol.%、小於或等於 7.0 mol.%、小於或等於 5.0 mol.%，或小於或等於 0.1 mol.% 之量的 V_2O_5 。在又一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 0.1 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 0.1 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 0.1 mol.% 且小於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 7.0 mol.%、大於或等於 7.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 7.0 mol.% 且小於或等於 8.0 mol.% 之量的 V_2O_5 。

【0057】 玻璃組成可包括氧化鉛 (PbO)。氧化鉛提供極高的折射率，但亦顯著增加密度。此外，PbO 可導致生態問題。出於此等原因，較佳地限制 PbO 之含量，或玻璃可基本上不含 PbO。在實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.% 至小於或等於 10.0 mol.% 以及上述值之間的所有範圍及子範圍之量的氧化鉛 (PbO)。在一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 7.0 mol.%、大於或等於 8.0 mol.%，或大於或等於 9.0 mol.% 之量的 PbO。在一些其他實施例中，玻璃組成可含有小於或等於 10.0 mol.%、小於或等於 9.0 mol.%、小於或等於 8.0 mol.%、小於或

等於 7.0 mol.%、小於或等於 5.0 mol.%，或小於或等於 0.5 mol.% 之量的 PbO。在又一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 0.5 mol.%、大於或等於 0.5 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 0.5 mol.% 且小於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 7.0 mol.%、大於或等於 7.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 7.0 mol.% 且小於或等於 8.0 mol.% 之量的 PbO。

【0058】 玻璃組成可包括氧化碲 (TeO_2)。氧化碲通常像本揭示案中所描述之氧化鉍一樣起作用，另外， TeO_2 極貴，其可能使起始材料之成本較高。因此，較佳地限制氧化碲之含量，或玻璃組成可不含 TeO_2 。在實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.% 至小於或等於 15.0 mol.% 以及上述值之間的所有範圍及子範圍之量的氧化碲 (TeO_2)。在一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.%、大於或等於 0.1 mol.%、大於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 9.0 mol.%、大於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 11.0 mol.%，或大於或等於 13.0 mol.% 之量的 TeO_2 。在一些其他實施例中，玻璃組成可含有小於或等於 15.0 mol.%、小於或等於 14.0 mol.%、小於或等於 13.0 mol.%、小於或等於 11.0 mol.%、小於或等於 10.0 mol.%、小於或等於 9.0 mol.%、小於或

等於 8.5 mol.%、小於或等於 5.0 mol.%、小於或等於 1.2 mol.%，或小於或等於 0.1 mol.% 之量的 TeO_2 。在又一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 15.0 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 14.0 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 8.5 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 0.1 mol.%、大於或等於 0.14 mol.% 且小於或等於 1.21 mol.%、大於或等於 0.1 mol.% 且小於或等於 1.2 mol.%、大於或等於 1.2 mol.% 且小於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 15.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 8.5 mol.%、大於或等於 8.5 mol.% 且小於或等於 15.0 mol.% 之量的 TeO_2 。

【0059】 玻璃組成可包括氧化銻 (Bi_2O_3)。 Bi_2O_3 提供極高的折射率，但亦導緻密度增加。然而，氧化銻可降低熔體在高溫下之黏度，此可能導致熔體在冷卻時結晶。因此，較佳地限制氧化銻之含量，或玻璃組成可不含 Bi_2O_3 。在實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.% 至小於或等於 20.0 mol.% 以及上述值之間的所有範圍及子範圍之量的氧化銻 (Bi_2O_3)。在一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.%、大於或等於 0.1 mol.%、大於或等於 0.5 mol.%、大於或等於 1.0 mol.%、大於或等於 3.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 10.0

mol.%、大於或等於14.0 mol.%、大於或等於16.0 mol.%，或大於或等於18.0 mol.%之量的 Bi_2O_3 。在一些其他實施例中，玻璃組成可含有小於或等於20.0 mol.%、小於或等於18.0 mol.%、小於或等於16.0 mol.%、小於或等於15.0 mol.%、小於或等於14.0 mol.%、小於或等於11.5 mol.%、小於或等於10.0 mol.%、小於或等於7.0 mol.%，或小於或等於5.0 mol.%之量的 Bi_2O_3 。在又一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於0.0 mol.%且小於或等於15.0 mol.%、大於或等於0.0 mol.%且小於或等於11.5 mol.%、大於或等於0.0 mol.%且小於或等於10.0 mol.%、大於或等於0.1 mol.%且小於或等於20.0 mol.%、大於或等於0.5 mol.%且小於或等於20.0 mol.%、大於或等於1.0 mol.%且小於或等於15.0 mol.%、大於或等於2.88 mol.%且小於或等於7.13 mol.%、大於或等於0.0 mol.%且小於或等於20.0 mol.%、大於或等於0.0 mol.%且小於或等於5.0 mol.%、大於或等於5.0 mol.%且小於或等於7.0 mol.%、大於或等於7.0 mol.%且小於或等於10.0 mol.%、大於或等於10.0 mol.%且小於或等於11.5 mol.%、大於或等於11.5 mol.%且小於或等於20.0 mol.%、大於或等於14.0 mol.%且小於或等於15.0 mol.%、大於或等於15.0 mol.%且小於或等於16.0 mol.%之量的 Bi_2O_3 。

【0060】 玻璃組成可包括氧化鋯 (ZrO_2)。氧化鋯可增加折射率，同時保持可接受的低密度。 ZrO_2 亦可增加熔體之黏度，此可有助於保護熔體免於結晶。 ZrO_2 在可見光及近UV範圍內不會在玻璃中引入著色，此可有助於保持玻璃之高透射率。然而，高濃度之氧化鋯可導致耐火礦物之結晶，諸如氧化鋯 (ZrO_2)、鋯石 (ZrSiO_4)、鋯酸釷 (Y_2ZrO_5) 及其他耐火礦物，此可能降低熔體之玻璃形成能力。因此，較佳地限制氧化鋯之含量，或玻璃組成可不含 ZrO_2 。在實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.% 至小於或等於 15.0 mol.% 以及上述值之間的所有範圍及子範圍之量的氧化鋯 (ZrO_2)。在一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.%、大於或等於 2.5 mol.%、大於或等於 4.4 mol.%、大於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 7.0 mol.%、大於或等於 9.0 mol.%、大於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 11.0 mol.%，或大於或等於 13.0 mol.% 之量的 ZrO_2 。在一些其他實施例中，玻璃組成可含有小於或等於 15.0 mol.%、小於或等於 13.0 mol.%、小於或等於 11.0 mol.%、小於或等於 10.0 mol.%、小於或等於 9.0 mol.%、小於或等於 8.6 mol.%、小於或等於 8.5 mol.%、小於或等於 8.3 mol.%，或小於或等於 5.0 mol.% 之量的 ZrO_2 。在又一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 15.0 mol.%、大於或等於 2.5 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 4.4 mol.% 且小於或等於 8.6

mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 9.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 8.5 mol.%、大於或等於 6.99 mol.% 且小於或等於 8.29 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 15.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 8.3 mol.%、大於或等於 8.3 mol.% 且小於或等於 8.5 mol.%、大於或等於 8.5 mol.% 且小於或等於 8.6 mol.%、大於或等於 8.6 mol.% 且小於或等於 9.0 mol.%、大於或等於 9.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.% 之量的 ZrO_2 。

【0061】 玻璃組成可包括二氧化鈦 (TiO_2)。玻璃中通常用於提高折射率之 TiO_2 及 / 或 Nb_2O_5 的含量傾向於降低近 UV 區域之透射率，且將 UV 截止波長遷移至更高的波長。因此，較佳地限制 TiO_2 之含量，且在一些情況下玻璃組成可基本上不含 TiO_2 。在實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.% 至小於或等於 40.0 mol.% 以及上述值之間的所有範圍及子範圍之量的二氧化鈦 (TiO_2)。在一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.%、大於或等於 1.0 mol.%、大於或等於 3.5 mol.%、大於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 11.0 mol.%、大於或等於 20.0 mol.%、大於或等於 25.0 mol.%、大於或等於 30.0 mol.%，或大於或等於 35.0 mol.% 之量的 TiO_2 。在一些其他實施例中，玻璃組成可含有小於或等於 40.0 mol.%、

小於或等於 35.0 mol.%、小於或等於 30.0 mol.%、小於或等於 25.0 mol.%、小於或等於 20.0 mol.%、小於或等於 18.0 mol.%、小於或等於 15.5 mol.%、小於或等於 14.0 mol.%，或小於或等於 5.0 mol.% 之量的 TiO_2 。在又一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 40.0 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 30.0 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.%、大於或等於 1.0 mol.% 且小於或等於 18.0 mol.%、大於或等於 3.5 mol.% 且小於或等於 15.5 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.%、大於或等於 10.99 mol.% 且小於或等於 13.53 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 14.0 mol.%、大於或等於 14.0 mol.% 且小於或等於 15.5 mol.%、大於或等於 15.5 mol.% 且小於或等於 18.0 mol.%、大於或等於 18.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.%、大於或等於 20.0 mol.% 且小於或等於 25.0 mol.% 之量的 TiO_2 。

【0062】 玻璃組成可包括五氧化二銱 (Nb_2O_5)。五氧化二銱可用於提高玻璃之折射率，同時保持低密度。然而，五氧化二銱可在玻璃中引入黃色著色，無法像二氧化鈦那樣漂白，此可導致透射率損失，尤其是在藍光及 UV 光範圍內。五氧化二銱可導致溶體結晶及/或相分離。因此，較佳地限制 Nb_2O_5 之量；在一些實施例中，玻璃可基本上不含 Nb_2O_5 。在實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0

mol.% 至小於或等於 30.0 mol.% 以及上述值之間的所有範圍及子範圍之量的五氧化二銱 (Nb_2O_5)。在一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.%、大於或等於 0.3 mol.%、大於或等於 3.0 mol.%、大於或等於 4.5 mol.%、大於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 11.0 mol.%、大於或等於 20.0 mol.%、大於或等於 24.0 mol.%、大於或等於 26.0 mol.%，或大於或等於 28.0 mol.% 之量的 Nb_2O_5 。在一些其他實施例中，玻璃組成可含有小於或等於 30.0 mol.%、小於或等於 28.0 mol.%、小於或等於 26.0 mol.%、小於或等於 25.0 mol.%、小於或等於 24.0 mol.%、小於或等於 20.0 mol.%、小於或等於 16.0 mol.%、小於或等於 10.0 mol.%，或小於或等於 5.0 mol.% 之量的 Nb_2O_5 。在又一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 30.0 mol.%、大於或等於 0.3 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.%、大於或等於 3.0 mol.% 且小於或等於 30.0 mol.%、大於或等於 3.0 mol.% 且小於或等於 16.0 mol.%、大於或等於 4.5 mol.% 且小於或等於 16.0 mol.%、大於或等於 10.0 mol.% 且小於或等於 25.0 mol.%、大於或等於 11.0 mol.% 且小於或等於 15.78 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 10.0 mol.% 且小於或等於 16.0 mol.%、大於或等於 16.0 mol.% 且小

於或等於 30.0 mol.%、大於或等於 16.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.%、大於或等於 20.0 mol.% 且小於或等於 24.0 mol.%、大於或等於 24.0 mol.% 且小於或等於 25.0 mol.%、大於或等於 25.0 mol.% 且小於或等於 26.0 mol.% 之量的 Nb_2O_5 。

【0063】 玻璃組成可包括氧化鎢 (WO_3)。 WO_3 提供高折射率而不顯著增加密度或導致不合乎需要的著色。此外，根據經驗發現，向玻璃組成中添加 WO_3 可降低液相溫度，從而允許在較低溫度下熔化此類玻璃，繼而可增加此類玻璃之透射率。此外，添加 WO_3 可降低玻璃轉移溫度 T_g ，此允許在較低溫度下形成此等玻璃。在高濃度 WO_3 時，液相溫度傾向於升高，且液相溫度下之黏度降低，使得冷卻時難以避免熔體結晶。因此，較佳地限制 WO_3 之含量，或玻璃組成可不含 WO_3 。在實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.% 至小於或等於 40.0 mol.% 以及上述值之間的所有範圍及子範圍之量的氧化鎢 (WO_3)。在一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 mol.%、大於或等於 0.3 mol.%、大於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 9.0 mol.%、大於或等於 13.0 mol.%、大於或等於 14.5 mol.%、大於或等於 20.0 mol.%、大於或等於 25.0 mol.%、大於或等於 30.0 mol.%，或大於或等於 35.0 mol.% 之量的 WO_3 。在一些其他實施例中，玻璃組成可含有小於或等於 40.0 mol.%、小於或等於 38.0 mol.%、小於或等於 35.0 mol.%、小於或等於 30.0 mol.%、小

於或等於 25.0 mol.%、小於或等於 23.0 mol.%、小於或等於 20.0 mol.%，或小於或等於 5.0 mol.% 之量的 WO_3 。在又一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.3 mol.% 且小於或等於 40.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 35.0 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.%、大於或等於 9.0 mol.% 且小於或等於 40.0 mol.%、大於或等於 9.0 mol.% 且小於或等於 38.0 mol.%、大於或等於 13.0 mol.% 且小於或等於 35.0 mol.%、大於或等於 14.49 mol.% 且小於或等於 23.0 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 40.0 mol.%、大於或等於 23.0 mol.% 且小於或等於 25.0 mol.%、大於或等於 25.0 mol.% 且小於或等於 40.0 mol.%、大於或等於 25.0 mol.% 且小於或等於 30.0 mol.%、大於或等於 30.0 mol.% 且小於或等於 35.0 mol.%、大於或等於 35.0 mol.% 且小於或等於 38.0 mol.% 之量的 WO_3 。

【0064】 玻璃組成可包括鐵(Fe)。氧化鐵 FeO 及 Fe_2O_3 ，尤其 Fe_2O_3 ，可增加熔體之黏度，因此增加液相黏度。然而，鐵亦提供不合乎需要的著色，此可降低光透射率。因此，較佳地限制氧化鐵之含量，或玻璃組成可基本上不含氧化鐵。在實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 at.% 至小於或等於 1.0 at.% 以及上述值之間的所有範圍及子範圍之量的鐵(Fe)。在一些其他實施例中，玻璃組成可含有小於或等於 1.0 at.% 或小於或等於 0.5 at.% 之量的 Fe。

在又一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 at.% 且小於或等於 1.0 at.%、大於或等於 0.0 at.% 且小於或等於 0.5 at.% 之量的 Fe。

【0065】 玻璃組成可包括銅 (Cu)。氧化銅可遏制玻璃之黃色著色，此外，此等氧化物可作為對於其他材料之雜質來無意中添加至玻璃組成中。然而，當以較高量添加時，氧化銅可導致不合乎需要的著色。因此，較佳地限制玻璃組成中氧化銅之含量，或玻璃組成可基本上不含氧化銅。在實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 at.% 至小於或等於 1.0 at.% 以及上述值之間的所有範圍及子範圍之量的銅 (Cu)。在一些其他實施例中，玻璃組成可含有小於或等於 1.0 at.% 或小於或等於 0.5 at.% 之量的 Cu。在又一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於 0.0 at.% 且小於或等於 1.0 at.%、大於或等於 0.0 at.% 且小於或等於 0.5 at.% 之量的 Cu。

【0066】 在一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 0.0 mol.%、大於或等於 10.0 mol.%，或大於或等於 20.0 mol.% 的 BaO + SrO + ZnO + CdO 之和。在一些其他實施例中，玻璃組成可具有小於或等於 25.0 mol.%、小於或等於 20.0 mol.%，或小於或等於 10.0 mol.% 的 BaO + SrO + ZnO + CdO 之和。在又一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 25.0 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0

mol.%、大於或等於10.0 mol.%且小於或等於25.0 mol.%，或大於或等於10.0 mol.%且小於或等於20.0 mol.%的BaO+SrO+ZnO+CdO之和。

【0067】 在一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於0.0 mol.%，或大於或等於10.0 mol.%的BaO+ZnO之和。在一些其他實施例中，玻璃組成可具有小於或等於20.0 mol.%，或小於或等於10.0 mol.%的BaO+ZnO之和。在又一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於0.0 mol.%且小於或等於20.0 mol.%，或大於或等於0.0 mol.%且小於或等於10.0 mol.%的BaO+ZnO之和。

【0068】 在一些其他實施例中，玻璃組成可含有小於或等於0.5 mol.%或小於或等於0.25 mol.%之量的FeO+Fe₂O₃之和。在又一些實施例中，玻璃組成可含有大於或等於0.0 mol.%且小於或等於0.5 mol.%、大於或等於0.0 mol.%且小於或等於0.25 mol.%之量的FeO+Fe₂O₃。

【0069】 在一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於0.0 mol.%，或大於或等於10.0 mol.%的Li₂O+Na₂O+K₂O之和。在一些其他實施例中，玻璃組成可具有小於或等於15.0 mol.%，或小於或等於10.0 mol.%的Li₂O+Na₂O+K₂O之和。在又一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於0.0 mol.%且小於或等於15.0 mol.%，或大於或等於0.0 mol.%且小於或等於10.0 mol.%的Li₂O+Na₂O+K₂O之和。

【0070】 在一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 0.0 mol.%，或大於或等於 10.0 mol.% 的 $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO}$ 之和。在一些其他實施例中，玻璃組成可具有小於或等於 15.0 mol.%，或小於或等於 10.0 mol.% 的 $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO}$ 之和。在又一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 15.0 mol.%，或大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.% 的 $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO}$ 之和。

【0071】 在一些其他實施例中，玻璃組成可具有小於或等於 5.0 mol.%，或小於或等於 2.5 mol.% 的 $\text{MoO}_3 + \text{V}_2\text{O}_5$ 之和。在又一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 5.0 mol.%，或大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 2.5 mol.% 的 $\text{MoO}_3 + \text{V}_2\text{O}_5$ 之和。

【0072】 在一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 0.0 mol.%、大於或等於 1.0 mol.%、大於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 20.0 mol.%，或大於或等於 22.0 mol.% 的 $\text{TiO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5$ 之和。在一些其他實施例中，玻璃組成可具有小於或等於 28.9 mol.%、小於或等於 20.0 mol.%，或小於或等於 10.0 mol.% 的 $\text{TiO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5$ 之和。在又一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 28.9 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.%、或大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 1.0 mol.% 且小於或等於 28.9 mol.%、大於或等於 1.0

mol.% 且小於或等於 20.0 mol.%、或大於或等於 1.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 10.0 mol.% 且小於或等於 28.9 mol.%、或大於或等於 10.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 的 $\text{TiO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5$ 之和。

【0073】 在一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 0.0 mol.%、大於或等於 2.0 mol.%、大於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 18.0 mol.%，或大於或等於 20.0 mol.% 的 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$ 之和。在一些其他實施例中，玻璃組成可具有小於或等於 21.0 mol.%、小於或等於 20.0 mol.%，或小於或等於 10.0 mol.% 的 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$ 之和。在又一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 21.0 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.%、或大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 2.0 mol.% 且小於或等於 21.0 mol.%、大於或等於 2.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.%、或大於或等於 2.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 10.0 mol.% 且小於或等於 21.0 mol.%、或大於或等於 10.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 的 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$ 之和。

【0074】 在一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 0.0 mol.%、大於或等於 0.1 mol.%、大於或等於 2.0 mol.%、大於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 18.9 mol.%，或大於或等於 20.0 mol.% 的 $\text{WO}_3 + \text{Bi}_2\text{O}_3$ 之和。在一些其他實施例中，玻璃組成可具有小於或等於 26.2

mol.%、小於或等於 20.0 mol.%，或小於或等於 10.0 mol.% 的 $\text{WO}_3 + \text{Bi}_2\text{O}_3$ 之和。在又一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 26.2 mol.%、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.%、或大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 0.1 mol.% 且小於或等於 26.2 mol.%、大於或等於 0.1 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.%、或大於或等於 0.1 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 2.0 mol.% 且小於或等於 26.2 mol.%、大於或等於 2.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.%、或大於或等於 2.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%、大於或等於 10.0 mol.% 且小於或等於 26.2 mol.%、或大於或等於 10.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.%、大於或等於 18.9 mol.% 且小於或等於 26.2 mol.% 的 $\text{WO}_3 + \text{Bi}_2\text{O}_3$ 之和。

【0075】 在一些實施例中，玻璃組成可具有 $(\text{La}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3) / (\text{TiO}_2 + \text{Bi}_2\text{O}_3)$ 比率限制。根據經驗發現，在 La_2O_3 及 Y_2O_3 存在下，由 TiO_2 及 Bi_2O_3 提供之不合乎希望的顏色可能減少。在一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 0.000，或大於或等於 0.7 之 $(\text{La}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3) / (\text{TiO}_2 + \text{Bi}_2\text{O}_3)$ [mol.%] 比率。

【0076】 在一些實施例中，玻璃組成可具有 $\text{Nb}_2\text{O}_5 / \text{TiO}_2$ 比率限制。根據經驗發現，在一些實施例中，熔體相分離之風險可在 $(\text{Nb}_2\text{O}_5 / \text{TiO}_2)$ 比率之一些範圍內降低。在一

些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 0.00 mol.%，或大於或等於 1.00 mol.% 之 $\text{Nb}_2\text{O}_5/\text{TiO}_2$ 比率。在一些其他實施例中，玻璃可具有小於或等於 1.50 mol.%，或小於或等於 1.00 mol.% 之 $\text{Nb}_2\text{O}_5/\text{TiO}_2$ 比率。在又一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 1.00 mol.% 且小於或等於 1.50 mol.%、大於或等於 0.00 mol.% 且小於或等於 1.50 mol.%，或大於或等於 0.00 mol.% 且小於或等於 1.00 mol.% 之 $\text{Nb}_2\text{O}_5/\text{TiO}_2$ 比率。

【0077】 在一些實施例中，玻璃組成可具有 $\text{P}_2\text{O}_5/\text{B}_2\text{O}_3$ 比率限制。根據經驗發現，當將 P_2O_5 添加至本揭示案之玻璃組成中時，液-液相分離之風險可能增加，尤其在 B_2O_3 含量相對較低之情況下。在一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 0.0 mol.%，或大於或等於 0.25 mol.% 之 $\text{P}_2\text{O}_5/\text{B}_2\text{O}_3$ 比率。在一些其他實施例中，玻璃組成可具有小於或等於 0.5 mol.%，或小於或等於 0.25 mol.% 之 $\text{P}_2\text{O}_5/\text{B}_2\text{O}_3$ 比率。在又一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 0.5 mol.%，或大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 0.25 mol.% 的 $\text{P}_2\text{O}_5/\text{B}_2\text{O}_3$ 。

【0078】 在一些實施例中，玻璃組成可具有 $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3$ 差值限制。在一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 -29.0 mol.%，或大於或等於 -10.0 mol.% 之 $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3$ 差值。在一些其他實施例中，玻璃組成可具有小於或等於 5.0 mol.%、小於或等於 -10.0 mol.%，或

小於或等於 $-24.0 \text{ mol.}\%$ 之 $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3$ 差值。在又一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 $-29.0 \text{ mol.}\%$ 且小於或等於 $5.0 \text{ mol.}\%$ ，或大於或等於 $-29.0 \text{ mol.}\%$ 且小於或等於 $-10.0 \text{ mol.}\%$ 之 $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3$ 差值。

【0079】 在一些實施例中，玻璃組成可具有 $\text{SiO}_2 / \text{B}_2\text{O}_3$ 比率限制。根據經驗發現，與 P_2O_5 一樣， SiO_2 有時可刺激揭示案之玻璃熔體中之液-液相分離，尤其在 B_2O_3 含量相對較低之情況下。出於彼原因，在一些實施例中，較佳地限制 $(\text{SiO}_2 / \text{B}_2\text{O}_3)$ 比率。在一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 $0.0 \text{ mol.}\%$ ，或大於或等於 $0.2 \text{ mol.}\%$ 之 $\text{SiO}_2 / \text{B}_2\text{O}_3$ 比率。在一些其他實施例中，玻璃組成可具有小於或等於 $0.4 \text{ mol.}\%$ ，或小於或等於 $0.2 \text{ mol.}\%$ 之 $\text{SiO}_2 / \text{B}_2\text{O}_3$ 比率。在又一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 $0.0 \text{ mol.}\%$ 且小於或等於 $0.4 \text{ mol.}\%$ ，或大於或等於 $0.0 \text{ mol.}\%$ 且小於或等於 $0.2 \text{ mol.}\%$ 之 $\text{SiO}_2 / \text{B}_2\text{O}_3$ 比率。

【0080】 在一些實施例中，玻璃組成可具有 $\text{TiO}_2 - \text{Nb}_2\text{O}_5$ 差值限制。根據經驗發現，多於 Nb_2O_5 之大量過量的 TiO_2 ，以及多於 TiO_2 之 Nb_2O_5 ，有時可刺激含有過量組分之耐火相結晶。因此，在一些實施例中，較佳地限制 $(\text{TiO}_2 - \text{Nb}_2\text{O}_5)$ 差值。在一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 $-3.0 \text{ mol.}\%$ ，或大於或等於 $2.0 \text{ mol.}\%$ 之 $\text{TiO}_2 - \text{Nb}_2\text{O}_5$ 差值。在一些其他實施例中，玻璃組成可具有小於或等於 $5.0 \text{ mol.}\%$ 、小於或等於 $2.0 \text{ mol.}\%$ ，或小

於或等於 0 mol.% 之 $\text{TiO}_2 - \text{Nb}_2\text{O}_5$ 差值。在又一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 -3.0 mol.% 且小於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 -3.0 mol.% 且小於或等於 2.0 mol.%，或大於或等於 -3.0 mol.% 且小於或等於 0 mol.% 之 $\text{TiO}_2 - \text{Nb}_2\text{O}_5$ 。

【0081】 在一些實施例中，玻璃組成可具有 $\text{Nb}_2\text{O}_5 - \text{SiO}_2$ 差值限制。在一些實施例中，根據經驗發現，降低 Nb_2O_5 之含量可導致液-液相分離，尤其當將 SiO_2 添加至玻璃組成中時。在一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 3.0 mol.%、大於或等於 11.0 mol.%，或大於或等於 12.5 mol.% 之 $\text{Nb}_2\text{O}_5 - \text{SiO}_2$ 差值。在一些其他實施例中，玻璃組成可具有小於或等於 16.0 mol.%，或小於或等於 12.5 mol.% 之 $\text{Nb}_2\text{O}_5 - \text{SiO}_2$ 差值。在又一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 3.0 mol.% 且小於或等於 16.0 mol.%、或大於或等於 3.0 mol.% 且小於或等於 12.5 mol.%、大於或等於 11.0 mol.% 且小於或等於 16.0 mol.% 之 $\text{Nb}_2\text{O}_5 - \text{SiO}_2$ 差值。

【0082】 在一些實施例中，玻璃組成可具有 $\text{RE}_m\text{O}_n + \text{ZrO}_2 - \text{Nb}_2\text{O}_5$ 差值限制。根據經驗發現，在一些情況下，添加不具有或具有少量 Nb_2O_5 之稀土金屬氧化物及/或氧化鋯可導致熔體之液-液相分離。因此，在一些實施例中，期望保持足夠高的 $\text{RE}_m\text{O}_n + \text{ZrO}_2 - \text{Nb}_2\text{O}_5$ 差值。在一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 5.0 mol.%、大於或等於 6.8 mol.%、大於或等於 9.0

mol.%，或大於或等於 14.0 mol.% 之 $RE_mO_n + ZrO_2 - Nb_2O_5$ 差值。在一些其他實施例中，玻璃組成可具有小於或等於 14.7 mol.%、小於或等於 14.0 mol.%，或小於或等於 9.0 mol.% 之 $RE_mO_n + ZrO_2 - Nb_2O_5$ 差值。在又一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 14.7 mol.%、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 14.0 mol.%、或大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 9.0 mol.%、大於或等於 6.8 mol.% 且小於或等於 14.7 mol.%、大於或等於 6.8 mol.% 且小於或等於 14.0 mol.%、或大於或等於 6.8 mol.% 且小於或等於 9.0 mol.%、大於或等於 9.0 mol.% 且小於或等於 14.7 mol.%、或大於或等於 9.0 mol.% 且小於或等於 14.0 mol.% 之 $RE_mO_n + ZrO_2 - Nb_2O_5$ 差值。

【0083】 在一些實施例中，玻璃在 587.56 nm 處可具有大於或等於 1.90 至小於或等於 2.20 以及上述值之間的所有範圍及子範圍之折射率 n_d 。在一些實施例中，玻璃可具有大於或等於 1.90、大於或等於 1.95、大於或等於 2.00、大於或等於 2.04、大於或等於 2.05、大於或等於 2.10、大於或等於 2.14、大於或等於 2.16，或大於或等於 2.18 之 n_d 。在一些其他實施例中，玻璃可具有小於或等於 2.20、小於或等於 2.18、小於或等於 2.16、小於或等於 2.15、小於或等於 2.14、小於或等於 2.10、小於或等於 2.09、小於或等於 2.00，或小於或等於 1.95 之 n_d 。在又

一些實施例中，玻璃可具有大於或等於 2.04 且小於或等於 2.20、大於或等於 2.05 且小於或等於 2.20、大於或等於 1.90 且小於或等於 2.20、大於或等於 1.90 且小於或等於 1.95、大於或等於 2.00 且小於或等於 2.09、大於或等於 2.09 且小於或等於 2.20、大於或等於 2.09 且小於或等於 2.10、大於或等於 2.14 且小於或等於 2.15 之 n_d 。

【0084】 在一些實施例中，玻璃可具有大於或等於 500 °C 至小於或等於 750 °C 以及上述值之間的所有範圍及子範圍之玻璃轉移溫度 T_g 。在一些實施例中，玻璃可具有大於或等於 500 °C、大於或等於 550 °C、大於或等於 600 °C、大於或等於 606 °C、大於或等於 690 °C、大於或等於 700 °C、大於或等於 710 °C，或大於或等於 730 °C 之 T_g 。在一些其他實施例中，玻璃可具有小於或等於 750 °C、小於或等於 730 °C、小於或等於 710 °C、小於或等於 700 °C、小於或等於 690 °C、小於或等於 650 °C、小於或等於 631 °C、小於或等於 600 °C，或小於或等於 550 °C 之 T_g 。在又一些實施例中，玻璃可具有大於或等於 500 °C 且小於或等於 750 °C、大於或等於 500 °C 且小於或等於 700 °C、大於或等於 600 °C 且小於或等於 631 °C、大於或等於 631 °C 且小於或等於 750 °C、大於或等於 631 °C 且小於或等於 650 °C、大於或等於 650 °C 且小於或等於 750 °C、大於或等於 650 °C 且小於或等於 690 °C 之 T_g 。

【0085】 在一些實施例中，玻璃在室溫下可具有大於或等於 4.50 g/cm³ 至小於或等於 6.30 g/cm³ 以及上述值之間

的所有範圍及子範圍之密度 d_{RT} 。在一些實施例中，玻璃可具有大於或等於 4.50 g/cm^3 、大於或等於 5.00 g/cm^3 、大於或等於 5.50 g/cm^3 、大於或等於 5.70 g/cm^3 、大於或等於 5.90 g/cm^3 ，或大於或等於 6.10 g/cm^3 之 d_{RT} 。在一些其他實施例中，玻璃可具有小於或等於 6.30 g/cm^3 、小於或等於 6.10 g/cm^3 、小於或等於 5.90 g/cm^3 、小於或等於 5.70 g/cm^3 、小於或等於 5.50 g/cm^3 ，或小於或等於 5.00 g/cm^3 之 d_{RT} 。在又一些實施例中，玻璃可具有大於或等於 4.50 g/cm^3 且小於或等於 6.30 g/cm^3 、大於或等於 4.50 g/cm^3 且小於或等於 5.70 g/cm^3 、大於或等於 4.50 g/cm^3 且小於或等於 5.00 g/cm^3 、大於或等於 5.00 g/cm^3 且小於或等於 6.30 g/cm^3 、大於或等於 5.00 g/cm^3 且小於或等於 5.50 g/cm^3 、大於或等於 5.50 g/cm^3 且小於或等於 6.30 g/cm^3 、大於或等於 5.50 g/cm^3 且小於或等於 5.70 g/cm^3 、大於或等於 5.70 g/cm^3 且小於或等於 6.30 g/cm^3 、大於或等於 5.70 g/cm^3 且小於或等於 5.90 g/cm^3 、大於或等於 5.90 g/cm^3 且小於或等於 6.30 g/cm^3 、大於或等於 5.90 g/cm^3 且小於或等於 6.10 g/cm^3 之 d_{RT} 。

【0086】 在一些實施例中，玻璃可具有大於或等於 14.00 至小於或等於 23.00 以及上述值之間的所有範圍及子範圍之阿貝數 v_d 。在一些實施例中，玻璃可具有大於或等於 14.00 、大於或等於 15.00 、大於或等於 19.00 、大於或

等於 20.00、大於或等於 21.00，或大於或等於 22.00 之 v_d 。在一些其他實施例中，玻璃可具有小於或等於 23.00、小於或等於 22.00、小於或等於 21.00、小於或等於 20.00、小於或等於 19.00，或小於或等於 15.00 之 v_d 。在又一些實施例中，玻璃可具有大於或等於 14.00 且小於或等於 23.00、大於或等於 15.00 且小於或等於 21.00、大於或等於 14.00 且小於或等於 15.00、大於或等於 15.00 且小於或等於 23.00、大於或等於 15.00 且小於或等於 19.00、大於或等於 19.00 且小於或等於 23.00、大於或等於 19.00 且小於或等於 20.00、大於或等於 20.00 且小於或等於 23.00、大於或等於 20.00 且小於或等於 21.00、大於或等於 21.00 且小於或等於 23.00、大於或等於 21.00 且小於或等於 22.00 之 v_d 。

【0087】 在一些實施例中，玻璃可具有大於或等於 100 GPa 至小於或等於 140 GPa 以及上述值之間的所有範圍及子範圍之楊氏模數 E 。在一些實施例中，玻璃可具有大於或等於 100 GPa、大於或等於 105 GPa、大於或等於 120 GPa、大於或等於 125 GPa、大於或等於 130 GPa，或大於或等於 135 GPa 之 E 。在一些其他實施例中，玻璃可具有小於或等於 140 GPa、小於或等於 135 GPa、小於或等於 130 GPa、小於或等於 125 GPa、小於或等於 120 GPa，或小於或等於 105 GPa 之 E 。在又一些實施例中，玻璃可具有大於或等於 100 GPa 且小於或等於 140 GPa、大於或等於 100 GPa 且小於或等於 105 GPa、大於或等於

105 GPa 且小於或等於 140 GPa、大於或等於 105 GPa 且小於或等於 120 GPa、大於或等於 120 GPa 且小於或等於 140 GPa、大於或等於 120 GPa 且小於或等於 125 GPa、大於或等於 125 GPa 且小於或等於 140 GPa、大於或等於 125 GPa 且小於或等於 130 GPa、大於或等於 130 GPa 且小於或等於 140 GPa、大於或等於 130 GPa 且小於或等於 135 GPa 之 E。

【0088】 在一些實施例中，玻璃在 20-300℃ 範圍內可具有大於或等於 $60 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 至小於或等於 $90 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 以及上述值之間的所有範圍及子範圍之玻璃的線性熱膨脹係數 α_{20-300} 。在一些實施例中，玻璃可具有大於或等於 $60 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 、大於或等於 $65 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 、大於或等於 $70 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 、大於或等於 $80 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 、大於或等於 $84 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 、大於或等於 $86 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ ，或大於或等於 $88 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 之 α_{20-300} 。在一些其他實施例中，玻璃可具有小於或等於 $90 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 、小於或等於 $88 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 、小於或等於 $86 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 、小於或等於 $84 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 、小於或等於 $80 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 、小於或等於 $70 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ ，或小於或等於 $65 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 之 α_{20-300} 。在又一些實施例中，玻璃可具有大於或等於 $60 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 且小於或等於 $90 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 、大於或等於 $60 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 且小於或等於 $65 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 、大於或等於 $65 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 且小於或等於 $90 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 、大於或等於 $65 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 且小於或等於 $70 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 、大於或等於 $70 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 且小於或等於 $90 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$

K^{-1} 、大於或等於 $70 \times 10^{-7} K^{-1}$ 且小於或等於 $80 \times 10^{-7} K^{-1}$ 、大於或等於 $80 \times 10^{-7} K^{-1}$ 且小於或等於 $90 \times 10^{-7} K^{-1}$ 、大於或等於 $80 \times 10^{-7} K^{-1}$ 且小於或等於 $84 \times 10^{-7} K^{-1}$ 、大於或等於 $84 \times 10^{-7} K^{-1}$ 且小於或等於 $90 \times 10^{-7} K^{-1}$ 、大於或等於 $84 \times 10^{-7} K^{-1}$ 且小於或等於 $86 \times 10^{-7} K^{-1}$ 之 α_{20-300} 。

【0089】 在一些實施例中，玻璃可具有小於或等於 $1200^\circ C$ 之液相溫度 T_{liq} 。

【0090】 在一些實施例中，玻璃可具有對應於 10 mm 厚樣品之 70% 總透射率的小於或等於 450 nm 之波長 $\lambda_{70\%}$ 。

【0091】 在一些實施例中，玻璃可具有大於或等於 -5 、大於或等於 0 、大於或等於 5 、大於或等於 9 、大於或等於 11 ，或大於或等於 13 之玻璃形成參數 P_{GF} 。在一些其他實施例中，玻璃可具有小於或等於 15 或小於或等於 5 之玻璃形成參數 P_{GF} 。在又一些實施例中，玻璃組成可具有大於或等於 -5 且小於或等於 15 、大於或等於 -5 且小於或等於 5 、大於或等於 0 且小於或等於 15 ，或大於或等於 0 且小於或等於 5 之 P_{GF} 。

【0092】 在一些實施例中，玻璃可具有大於或等於 0.000 之 $n_d - (1.483 + 0.104 * d_{RT})$ 量。

【0093】 在一些實施例中，玻璃可具有大於或等於 0.000 之 $n_d - (1.503 + 0.104 * d_{RT})$ 量。

【0094】 在一些實施例中，玻璃可具有大於或等於 0.000 之 $n_d - (1.47 + 0.0009 * T_g)$ 量。

其中 RE_mO_n 為稀土金屬氧化物之總和。在公式(III)中，「max」意謂藉由逗號分隔之括號中之兩個值中的最大值，且特定言之， $\max(0, WO_3 - TiO_2 - 0.5 * ZrO_2)$ 意謂 0 與差值 $WO_3 - TiO_2 - 0.5 * ZrO_2$ 之間的較大者。

【0099】 已發現玻璃形成參數 P_{GF} 與給定組成之熔體在冷卻時玻璃化之能力相關。根據經驗發現，當 P_{GF} 值較低或為負時，液-液相分離之風險可能增加，且在此情況下，熔體可能在冷卻時變得不透明或結晶。相反，當 P_{GF} 值變得極高時， WO_3 及熔體之其他組分在冷卻時沉澱之風險可能增加。此外，在 P_{GF} 值較高時，可能更難以達成高折射率。因此，在一些實施例中，當 P_{GF} 值受到限制時係較佳的。

【0100】 折射率 n_d 、密度 d_{RT} 及玻璃轉移溫度 T_g 為可自玻璃組成預測之玻璃特性。對下文實例章節中之本揭示案之例示性玻璃及文獻中所報導之其他玻璃組成進行線性迴歸分析，以決定可預測折射率 n_d 、密度及玻璃轉移溫度至組成依賴性的方程式。

【0101】 玻璃組成之訓練資料集滿足下表 1 中所指定之準則，具有感興趣特性之量測值，對於各特性 (n_d 、密度及 T_g)，自公開可獲得的 *SciGlass* 資訊系統資料庫中所呈現之文獻資料及自來自本文所呈現之實施例的例示性玻璃隨機選擇約 100 種玻璃組成。上述資料集之線性迴歸分析用於決定公式，排除無價值的變數及異常值。所得公式呈現於下表 2 中。將滿足相同準則之另一部分玻璃組成用作驗證集，以評價在預定義的組成限制內插值之能力，該驗證集

對應於表 2 中所指定之標準差。先前技術玻璃組成之外部資料集 (亦自 SciGlass 資訊系統資料庫隨機選擇) 用於評價以合理準確度預測超出指定組成限制之特性的能力。執行此過程之多次迭代以決定各特性之最佳變體，對應於表 2 中所指定之上述迴歸公式。

【0102】 線性迴歸建模中所用之比較玻璃組成之資料 (包括訓練資料集、驗證資料集及外部資料集) 係自公開可獲得的 SciGlass 資訊系統資料庫獲得。以下公式 (IV)、(V) 及 (VI) 係自線性迴歸分析獲得且分別用於預測玻璃折射率

n_d 、密度 d_{RT} 及玻璃轉移溫度 T_g ：

$$P_n = -0.0058979 * Al_2O_3 - 0.006059 * B_2O_3 \quad (IV)$$
$$- 0.00099077 * BaO + 0.008748 * Bi_2O_3 -$$
$$0.0023394 * CaO + 0.0063304 * Er_2O_3 +$$
$$0.0019089 * Gd_2O_3 - 0.0043254 * GeO_2 -$$
$$0.0056788 * K_2O + 0.0036519 * La_2O_3 -$$
$$0.0033647 * Li_2O - 0.0036379 * MgO -$$
$$0.0043599 * Na_2O + 0.0027829 * Nb_2O_5 -$$
$$0.0085247 * P_2O_5 + 0.0016124 * PbO -$$
$$0.0054718 * SiO_2 - 0.0024916 * SrO +$$
$$0.0052979 * Ta_2O_5 - 0.0030478 * TeO_2 +$$
$$0.0018048 * TiO_2 + 0.00087206 * WO_3 +$$
$$0.0026681 * Y_2O_3 + 0.0052852 * Yb_2O_3 -$$
$$0.0012391 * ZnO + 2.05,$$

$$P_d \text{ (g/cm}^3\text{)} = 4.488 - 0.030315 * Al_2O_3 - \quad (V)$$
$$0.023886 * B_2O_3 + 0.022641 * BaO +$$
$$0.075639 * Bi_2O_3 - 0.0035072 * CaO +$$
$$0.072631 * Er_2O_3 + 0.072133 * Gd_2O_3 -$$
$$0.014396 * GeO_2 - 0.019374 * K_2O +$$
$$0.051970 * La_2O_3 - 0.011393 * Li_2O -$$
$$0.0049704 * MgO - 0.010898 * Na_2O +$$
$$0.0014888 * Nb_2O_5 - 0.043265 * P_2O_5 +$$
$$0.032783 * PbO - 0.021778 * SiO_2 +$$
$$0.0071976 * SrO + 0.056465 * Ta_2O_5$$
$$+ 0.0079679 * TeO_2 - 0.0080419 * TiO_2 +$$
$$0.023079 * WO_3 + 0.031205 * Y_2O_3 +$$
$$0.080706 * Yb_2O_3 + 0.010824 * ZnO +$$
$$0.0073434 * ZrO_2,$$

$$P_{T_g} \text{ (}^\circ\text{C)} = 590 + 1.2049 * Al_2O_3 - 0.73463 * \quad (VI)$$
$$B_2O_3 + 0.48384 * BaO - 4.6279 * Bi_2O_3 +$$
$$5.1528 * Er_2O_3 + 4.7419 * Gd_2O_3 - 0.46782$$

$$\begin{aligned}
 & * \text{GeO}_2 - 5.4336 * \text{K}_2\text{O} + 3.6709 * \text{La}_2\text{O}_3 - \\
 & 4.4120 * \text{Li}_2\text{O} - 4.5127 * \text{Na}_2\text{O} + 1.5185 * \\
 & \text{Nb}_2\text{O}_5 - 2.2882 * \text{PbO} + 0.18633 * \text{SiO}_2 + \\
 & 0.59627 * \text{SrO} + 2.9784 * \text{Ta}_2\text{O}_5 - 4.1591 * \\
 & \text{TeO}_2 + 1.1157 * \text{TiO}_2 - 2.0154 * \text{WO}_3 + \\
 & 4.7923 * \text{Y}_2\text{O}_3 + 3.0372 * \text{Yb}_2\text{O}_3 - 1.8077 * \\
 & \text{ZnO} + 0.40110 * \text{ZrO}_2。
 \end{aligned}$$

【0103】 在公式(IV)、(V)及(VI)，以及表1及表2中，折射率參數 P_n 為預測587.56nm處之折射率 n_d 之參數，由以mol.%表示之玻璃組成之組分計算；密度參數 P_d 為預測室溫下之密度 d_{RT} [以 g/cm^3 為單位]的參數，由以mol.%表示之玻璃組成之組分計算；且 T_g 參數 P_{T_g} 為預測玻璃轉移溫度 T_g [°C為單位]之參數，由以mol.%表示之玻璃組成之組分計算。

【0104】 在式(IV)、(V)及(VI)中，玻璃組成之各組分係按照其化學公式列出，其中化學公式係指以mol.%表示之組分之濃度。舉例而言，出於公式(IV)、(V)及(VI)之目的， Al_2O_3 係指玻璃組成中以mol.%表示之 Al_2O_3 之濃度。應理解，並非公式(IV)、(V)及(VI)中所列之所有組分均必須存在於特定玻璃組成中，且公式(IV)、(V)及(VI)對於含有少於公式中所列之所有組分的玻璃組成同樣有效。應進一步理解，公式(IV)、(V)及(VI)對處於本揭示案之範疇及申請專利範圍內的含有除公式中所列之組分之外的組分的玻璃組成亦有效。若在特定玻璃組成中不存在公式(IV)、(V)及(VI)中所列組分，則玻璃組成中之組分的濃度為0 mol.%且該組分對由公式計算之值的貢獻為零。在表1中， RE_mO_n 為稀土金屬氧化物之總和。

表1. 用於建模之組成空間

特 性	n _d		d _{R T} , g / c m ³		T _g , °C	
組 分 限 制	M i n , m o l . %	M a x , m o l . %	M i n , m o l . %	M a x , m o l . %	M i n , m o l . %	M a x , m o l . %
T i O ₂	5	4 0	1	2 0	1	3 5
L a ₂ O ₃	0	3 0	1	3 0	未 限 制	未 限 制
B ₂ O ₃	5	3 0	0	3 5	5	3 0
S i O ₂	0	1 5	0	3 0	0	1 5
Z r O ₂	0	1 0	0	2 0	0	1 5
N b ₂ O ₅	0	1 5	0	1 5	0	1 5
C a O	0	2 0	未 限 制	未 限 制	0	2 0
B a O	0	1 0	未 限 制	未 限 制	0	1 0
W O ₃	0	3 0	1	2 5	0	3 0
B i ₂ O ₃	0	2 0	未 限 制	未 限 制	0	2 0
P b O	0	1 5	未 限 制	未 限 制	0	1 5
P ₂ O ₅	0	1 0	0	1 0	0	1 0
T e O ₂	0	2 0	未 限 制	未 限 制	0	2 0
A l ₂ O ₃ + R E _m O _n	0	3 0	未 限 制	未 限 制	0	3 0
G e O ₂	0	1 0	未 限 制	未 限 制	0	1 0
F	0	3 [a t . %]	0	5 [a t . %]	未 限 制	未 限 制
L a ₂ O ₃ + G d ₂ O ₃ + Z r O ₂ + T i O ₂ + N b ₂ O ₅ + W O ₃ + B i ₂ O ₃	未 限 制	未 限 制	1 0	未 限 制	未 限 制	未 限 制
L a ₂ O ₃ + G d ₂ O ₃	未 限 制	未 限 制	未 限 制	未 限 制	1	3 5
F + C l + B r + I	未 限 制	未 限 制	未 限 制	未 限 制	0	3
T i O ₂ + N b ₂ O ₅	未 限 制	未 限 制	未 限 制	未 限 制	未 限 制	4 5
S i O ₂ + B ₂ O ₃ - P ₂ O ₅	未 限 制	未 限 制	未 限 制	未 限 制	0	未 限 制
L i ₂ O + N a ₂ O + K ₂ O	未 限 制	未 限 制	未 限 制	未 限 制	0	2 5
其 他 物 質	0	未 限 制	0	未 限 制	0	未 限 制

表 2 . 特 性 預 測 模 型

特 性	縮 寫	單 位	預 測 參 數	迴 歸 公 式	組 成 單 位	標 準 誤 差
5 8 7 . 5 6 n m 處 之 折 射 率	n _d		P _n	公 式 (I V)	M o l . %	0 . 0 1 7
室 溫 下 之 密 度	d _{R T}	g / c m ³	P _d	公 式 (V)	M o l . %	0 . 0 8 5
玻 璃 轉 移 溫 度	T _g	°C	P _{T g}	公 式	M o l . %	1 7

				(VI)		
--	--	--	--	------	--	--

【0105】 第2圖為對於一些文獻玻璃(「比較玻璃」)及一些例示性玻璃(「例示性玻璃」)，藉由公式(IV)計算之參數 P_n 作為所量測折射率 n_d 之函數的曲線圖。如藉由第2圖中之資料所示，對於大多數玻璃，參數 P_n 之組成依賴性在所量測 n_d 之 ± 0.017 單位範圍內具有誤差，該誤差對應於表2中所指定之標準誤差。

【0106】 第3圖為對於一些文獻玻璃(「比較玻璃」)及一些例示性玻璃(「例示性玻璃」)，藉由公式(V)計算之參數 P_d 作為所量測密度 d_{RT} 之函數的曲線圖。如藉由第3圖中之資料所示，對於大多數玻璃，參數 P_d 之組成依賴性在所量測 d_{RT} 之 ± 0.085 單位(g/cm^3)範圍內具有誤差，該誤差對應於表2中所指定之標準誤差。

【0107】 第4圖為對於一些文獻玻璃(「比較玻璃」)及一些例示性玻璃(「例示性玻璃」)，藉由公式(VI)計算之參數 P_{T_g} 作為所量測玻璃轉移溫度 T_g 之函數的曲線圖。如藉由第4圖中之資料所示，對於大多數玻璃，參數 P_{T_g} 之組成依賴性在所量測 T_g 之 ± 17 單位($^{\circ}C$)範圍內具有誤差，該誤差對應於表2中所指定之標準誤差。

【0108】 當將 T_g 視為玻璃組成之函數時，應理解此量之數值可能取決於其量測方法(諸如示差掃描熱析法[DSC]、示差熱分析[DTA]、熱機械分析[TMA]及其他方法)、量測條件(諸如加熱樣品時量測 T_g 時之加熱速率)及熱歷程，即自熔化樣品開始的初步熱處理之時間-溫度排程。此為將 T_g

之量測值與玻璃組成之計算結果進行比較可能產生一些偏差之原因，該等偏差係由不同的量測方法及 / 或不同的製程條件及 / 或不同的熱歷程引起的。使用公開可獲得的 **SciGlass** 資訊系統資料庫對來自不同來源的已發佈資料進行分析表明，通常所報道之相同組成且以不同方式獲得的 T_g 值在大致 $\pm 10 - 20\text{ }^\circ\text{C}$ 範圍內相互偏差，此通常比在本揭示案中所考慮之範圍內改變玻璃組成所引起之 T_g 變化小很多倍。

【0109】 因此，自本揭示案中所呈現之玻璃組成預測 T_g 的公式係關於本揭示案中所描述之實驗條件及方法，該公式假設在根據本揭示案中所描述之程序以 $10\text{ }^\circ\text{C} / \text{min}$ 之速率冷卻玻璃樣品時藉由 **DSC** 法量測，而不需要特殊的預處理。當將此類計算之結果與文獻中所公佈之資料進行比較時，假設所公佈之 T_g 值通常並不偏離本文所用條件下獲得的值超過大致 $20\text{ }^\circ\text{C}$ 。

【0110】 表 3 鑑定了根據本揭示案之一些實施例的組分之組合及其各別量。表 3 中之例示性玻璃 A 可包括根據如本文所描述之本揭示案之任何態樣的額外組分。

表 3：例示性玻璃 A

組分	量 (m o l . %)
B_2O_3	10.0 至 40.0 m o l . %
WO_3	0.0 至 40.0 m o l . %
Nb_2O_5	0.0 至 30.0 m o l . %
TiO_2	0.0 至 30.0 m o l . %
La_2O_3	0.0 至 25.0 m o l . %
Bi_2O_3	0.0 至 20.0 m o l . %
TeO_2	0.0 至 15.0 m o l . %
ZrO_2	0.0 至 15.0 m o l . %

SiO_2	0.0 至 10.0 mol. %
PbO	0.0 至 10.0 mol. %
GeO_2	0.0 至 10.0 mol. %
P_2O_5	0.0 至 10.0 mol. %
Y_2O_3	0.0 至 6.0 mol. %
V_2O_5	0.0 至 5.0 mol. %
($\text{WO}_3 + \text{Bi}_2\text{O}_3$) 之和	≥ 0.1 mol. %

【0111】 根據一些實施例，例示性玻璃 A 在 587.56 nm 處亦可具有大於或等於 2.04 之折射率 n_d 。

【0112】 根據一些實施例，例示性玻璃 A 亦可具有 -5 至 15 之玻璃形成參數 P_{GF} 。

【0113】 表 4 鑑定了根據其他實施例的組分之組合及其各別量。表 4 中之例示性玻璃 B 可包括根據如本文所描述之本揭示案之任何態樣的額外組分。

表 4：例示性玻璃 B

組分	量 (mol. %)
B_2O_3	10.0 至 40.0 mol. %
Bi_2O_3	0.5 至 20.0 mol. %
($\text{BaO} + \text{SrO} + \text{ZnO} + \text{CdO}$) 之和	0.0 至 25.0 mol. %
($\text{MoO}_3 + \text{V}_2\text{O}_5$) 之和	0.0 至 5.0 mol. %

【0114】 根據實施例之例示性玻璃 B 可視情況包括呈 0.0 至 1.0 at. % 之量的銅 (Cu)。

【0115】 根據一些實施例，例示性 B 亦可視情況包括呈 0.0 至 1.0 at. % 之量的鐵 (Fe)。

【0116】 根據一些實施例，例示性 B 亦可滿足以下條件：

$$\text{TiO}_2 - \text{Nb}_2\text{O}_5 \text{ [mol. \%]} \leq 5.0,$$

其中化學公式係指以 mol. % 表示之玻璃組成中之組分的量。

【0117】 根據一些實施例，例示性 B 亦可滿足以下條件：

$$\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 \text{ [mol. \%]} \leq 5.0 ,$$

其中化學公式係指以 mol.% 表示之玻璃組成中之組分的量。

【0118】 根據一些實施例，例示性玻璃 B 在 587.56 nm 處亦可具有大於或等於 1.9 之折射率 n_d 。

【0119】 根據一些實施例，例示性玻璃 B 亦可滿足以下公式：

$$n_d - (1.483 + 0.104 * d_{RT}) > 0.000 .$$

【0120】 根據一些實施例，例示性玻璃 B 亦可滿足以下公式：

$$n_d - (1.503 + 0.104 * d_{RT}) > 0.000 .$$

【0121】 表 5 鑑定了根據本揭示案之其他實施例的組分之組合及其各別量。表 5 中之例示性玻璃 C 可包括根據如本文所描述之本揭示案之任何態樣的額外組分。

表 5：例示性玻璃 C

組分	量 (mol. %)
B ₂ O ₃	≥ 10.0 mol. %
Nb ₂ O ₅	3.0 至 30.0 mol. %
TiO ₂	0.0 至 40.0 mol. %
La ₂ O ₃	0.0 至 25.0 mol. %
Bi ₂ O ₃	0.0 至 15.0 mol. %
TeO ₂	0.0 至 14.0 mol. %
P ₂ O ₅	0.0 至 10.0 mol. %
GeO ₂	0.0 至 10.0 mol. %
(WO ₃ + Bi ₂ O ₃) 之和	≥ 2.0 mol. %
(TiO ₂ + ZrO ₂) 之和	≥ 2.0 mol. %
(TiO ₂ + Nb ₂ O ₅) 之和	≥ 1.0 mol. %
(BaO + ZnO) 之和	0.0 至 20.0 mol. %

【0122】 根據實施例之例示性玻璃 C 可滿足以下條件：

$$\text{Nb}_2\text{O}_5 - \text{SiO}_2 \text{ [mol. \%]} \geq 3.0 ,$$

其中化學公式係指以 $\text{mol.}\%$ 表示之玻璃組成中之組分的量。

【0123】 根據一些實施例，例示性玻璃 C 亦可具有 500 至 750 之玻璃轉移溫度 T_g [$^{\circ}\text{C}$]。

【0124】 根據一些實施例，例示性玻璃 C 亦可滿足以下公式：

$$n_d - (1.47 + 0.0009 * T_g) > 0.000,$$

其中 n_d 為 587.56 nm 處之折射率，且 T_g 為玻璃轉移溫度 ($^{\circ}\text{C}$)。

【0125】 根據一些實施例，例示性玻璃 C 亦可滿足以下公式：

$$n_d - (1.49 + 0.0009 * T_g) > 0.000,$$

其中 n_d 為 587.56 nm 處之折射率，且 T_g 為玻璃轉移溫度 ($^{\circ}\text{C}$)。

實例

【0126】 以下實例描述了本揭示案所提供之各種特徵及優點，且決不旨在限製本發明及所附申請專利範圍。

【0127】 為了製備用於本揭示案之一些例示性玻璃的樣品，將約 15 公克之各玻璃批料組成(批料組成中之所欲組分之含量超過 99.99 wt %) 在鉑或鉑銻坩堝 (Pt:Rh = 80:20) 中在約 1300 $^{\circ}\text{C}$ 之溫度下自批料原料(組分)中熔化 1 小時。隨後將兩種受控冷卻條件中之一者應用於熔體。在第一冷卻條件(稱為「15 min 測試」或「15 min devit 測試」)下，控制冷卻速率，使樣品在空氣中在爐內

花費 15 min 自 1100 °C 冷卻至 500 °C。在第二冷卻條件(稱為「2.5 min 測試」或「2.5 min devit 測試」)下，控制冷卻速率，使樣品在空氣中在爐內花費 2.5 min 自 1100 °C 冷卻至 500 °C。溫度讀數係藉由直接讀取爐溫或使用帶有校準定標之 IR 照相機獲得。第一冷卻條件(15 min 測試)大致對應於在 1000 °C 溫度下至多 300 °C/min 之冷卻速率，且第二冷卻條件(2.5 min 測試)大致對應於在 1000 °C 溫度下至多 600 °C/min 之冷卻速率(在兩個測試中，冷卻速率在約 1000 °C 下接近其最大值)。當玻璃溫度較低時，冷卻速率顯著降低。第一及第二冷卻條件之典型排程展示於第 5 圖中。對於此等樣品，稱為「15-min devit 測試」及「2.5-min devit 測試」之觀測結果在下表 6 中指定；觀測結果「1」用於指示玻璃組成通過指定的 devit 測試，其中若組成物之熔體形成不含在 500x 放大倍數之光學顯微鏡下肉眼可見的晶體的玻璃，則認為組成物通過指定的 devit 測試。觀測結果「0」用於指示玻璃組成未通過指定的 devit 測試。通過 2.5-min devit 測試之玻璃在本文中稱為「未結晶之玻璃」。

【0128】 為了製備其他例示性玻璃，在純鉑坩堝中製備一公斤之組分批料。將坩堝置於溫度設定為 1250 °C 之爐中，之後將爐內溫度升至 1300 °C 且在 1300 °C 保持 2 小時。隨後將爐溫降至 1250 °C 且使玻璃在此溫度下平衡一小時，隨後倒至鋼台上，接著在 T_g 下退火一小時。

【0129】 一些例示性玻璃組成亦在藉由焦耳效應加熱之「一公升」鉑坩堝中熔化。在此過程中，使用大致3700 g原料(組分)之批料。在1250℃下在1.5小時內裝滿坩堝。隨後使溫度升至1300℃且保持一小時。在此步驟期間，將熔體以60 rpm攪拌30分鐘。隨後再暫停攪拌30分鐘。隨後將溫度降至1200℃，其中使熔體平衡30分鐘且以20 rpm之速率繼續攪拌速度。隨後將輸送管加熱至高於玻璃之液相溫度，且將熔體澆鑄於冷卻的石墨台上。將所得玻璃製成約25 mm厚、50 mm寬及90 cm長之條。將該等條在光學顯微鏡下檢驗以檢查結晶且全部無晶體。光學顯微鏡下所觀測到之玻璃品質良好，其中條無條紋及氣泡。將玻璃在退火爐中在 T_g 下放置1小時以進行粗退火。隨後將條在靜態爐中在 T_g 下退火一小時，且隨後以1℃/min降低溫度以使玻璃恢復至室溫。

【0130】 將例示性玻璃之一些樣品在熔化後漂白以提高透射率。漂白製程係在500℃與結晶起始溫度 T_x 之間的溫度下進行。當漂白溫度低於約500℃時，漂白製程可能因速度較慢而耗時過長。當漂白溫度超過 T_x 時，玻璃可能在熱處理時結晶。漂白溫度越高，漂白製程越快，但可獲得較低的總透射率值。因此，選擇漂白溫度及時間以在合理的時間內達至可接受的總透射率，諸如小於或等於24小時、或小於或等於48小時、或小於或等於96小時或類似時間。漂白前，將玻璃以3至5℃/min之速率自室溫加熱。漂白前，將玻璃以1至3℃/min之速率冷卻至室溫。

【0131】 藉由 XRF (X 射線螢光 - 對於所有氧化物, B_2O_3 及 Li_2O 除外)、ICP (感應耦合電漿質譜 - 對於 B_2O_3) 及火焰發射光譜 (FES - 對於 Li_2O) 在獨立熔化中確認了化學分析。對於主要組分 (諸如 Nb_2O_5) , 此等分析給出了與成批組成在 ± 2.0 質量 % 內之偏差, 此相當於小於約 1 mol %。

【0132】 在表 6 及 7 中, 具有下標之縮寫「n」係指在以 nm 為單位之相應波長處之折射率; 例如 $n_{632.8\text{ nm}}$ 係指波長 632.8 nm 處之折射率。 T_x 係指結晶起始溫度。

表 6. 例示性玻璃組成

例示性玻璃		1	2	3	4	5	6	7	8
組成 - mol. %									
WO_3	mol. %	10.47	13.16	15.99	9.81	9.29	12.10	14.38	12.77
B_2O_3	mol. %	31.46	32.99	23.90	31.43	31.38	29.57	29.10	28.78
La_2O_3	mol. %	16.95	15.74	19.99	16.92	16.85	13.97	13.42	12.72
Nb_2O_5	mol. %	16.52	14.99	14.99	16.55	16.59	16.51	16.09	16.51
TiO_2	mol. %	13.25	8.99	9.00	13.32	13.44	14.60	14.06	15.17
ZrO_2	mol. %	7.00	7.00	7.00	6.99	7.00	7.00	7.00	7.00
TeO_2	mol. %	0	0	9.09	0	0	0	0	0
Bi_2O_3	mol. %	4.31	7.08	0	4.93	5.41	4.31	3.12	4.31
Y_2O_3	mol. %	0	0	0	0	0	1.89	2.78	2.69
SiO_2	mol. %	0.0307	0.0322	0.0315	0.031	0.0311	0.0304	0.0301	0.0303
Ta_2O_5	mol. %	0.0167	0.0131	0.0128	0.0168	0.0169	0.0166	0.0164	0.0165
組成約束									
$WO_3 + Bi_2O_3$	mol. %	14.78	20.24	15.99	14.74	14.70	16.40	17.50	17.08
$RE_mO_n + ZrO_2 - Nb_2O_5$	mol. %	7.433	7.754	12.00	7.359	7.254	6.355	7.106	5.902
TiO_2	mol. %	-3.2	-6.0	-5.9	-3.2	-3.1	-1.9	-2.0	-1.3

N b ₂ O ₅	%	6 7	0 2	9 4	2 4	5 2	1 2	3 1	4 0
S i O ₂ -	m o l .	- 3 1 .	- 3 2 .	- 2 3 .	- 3 1 .	- 3 1 .	- 2 9 .	- 2 9 .	- 2 8 .
B ₂ O ₃	%	4 3	9 6	8 7	4 0	3 5	5 4	0 7	7 5
T i O ₂ +	m o l .	2 0 . 2	1 5 . 9	1 5 . 9	2 0 . 3	2 0 .	2 1 .	2 1 .	2 2 . 1
Z r O ₂	%	5	9	9	2	4 4	6 0	0 6	7
T i O ₂ +	m o l .	2 9 . 7	2 3 . 9	2 3 . 9	2 9 . 8	3 0 .	3 1 .	3 0 .	3 1 . 6
N b ₂ O ₅	%	6	8	9	7	0 3	1 1	1 6	8
N b ₂ O ₅	m o l .	1 6 . 4	1 4 . 9	1 4 . 9	1 6 . 5	1 6 .	1 6 .	1 6 .	1 6 . 4
- S i O ₂	%	9	6	6	2	5 6	4 8	0 6	8
所 量 測 特 性									
n _d			2 . 0 6 0 7				2 . 0 7 2 7		2 . 0 7 6 2
d _{R T}	g / c m 3	5 . 1 8 7	5 . 4 0 2	5 . 3 3 3	5 . 2 8 4	5 . 3 0 1	5 . 2 4 3	5 . 1 9 8	5 . 2 4 0
T _g	°C	6 1 8	6 0 6		6 1 7				6 2 0
T _x	°C	7 3 3	7 1 0		7 2 2				7 2 7
T _{l i q}	°C	1 0 7 8	1 0 6 1		1 0 8 3				1 0 9 3
L o g (η _{l i q})	P		0 . 4 9						
n _{5 3 1 . 9} n _m			2 . 0 7 6 3				2 . 0 8 8 9		2 . 0 9 2 4
n _{6 3 2 . 8} n _m			2 . 0 5 1 4				2 . 0 6 3 0		2 . 0 6 6 5
1 5 - m i n d e v i t 測 試 (0 / 1)		1	1	1			1	1	1
L R (T _g , T _{l i q})		- 0 . 1 8 0 8 3	- 0 . 1 8 1 2 2		- 0 . 1 8 2 7 8				- 0 . 1 8 4 8 7
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P _{G F}	m o l . %	5 . 7 6 2 2	3 . 8 5 2 8	6 . 4 8 0 8	5 . 1 9 4 2	4 . 8 0 8 7	6 . 2 2 7 0	6 . 4 8 9 8	6 . 4 1 7 0
P _n [對 於 n _d]		2 . 0 3 7 9	2 . 0 3 8 8	2 . 0 2 2 3	2 . 0 4 3 1	2 . 0 4 7 2	2 . 0 4 7 4	2 . 0 4 0	2 . 0 5 1 4
P _d [對 於 d _{R T}]	g / c m 3	5 . 1 5 4 5	5 . 3 5 8 8	5 . 3 9 8 8	5 . 1 8 4 9	5 . 2 0 6	5 . 1 3 0 8	5 . 1 0 7 5	5 . 1 2 0 6
P _{T g} [對 於 T _g]	°C	6 3 0 . 8	5 9 9 . 9	6 1 1 . 4	6 2 9 . 3	6 2 8 . 1	6 2 8 . 6	6 3 0 . 8	6 2 7 . 7
P _n - (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		0 . 0 1 8 8	- 0 . 0 0 1 5	- 0 . 0 2 2 2	0 . 0 2 0 8	0 . 0 2 2 8	0 . 0 3 0 8	0 . 0 2 5 9	0 . 0 3 5 8
P _n - (1 . 5 0 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		- 0 . 0 0 1 2	- 0 . 0 2 1 5	- 0 . 0 4 2 2	8 . 3 0 0 E - 0 4	0 . 0 0 2 8	0 . 0 1 0 8	0 . 0 0 5 9	0 . 0 1 5 8

P_n (1.47 + 0.0009 * P_{T_g})		1.60 0 E - 04	0.02 89	0.00 20	0.00 67	0.0 119	0.0 117	0.0 024	0.01 65
P_n (1.49 + 0.0009 * P_{T_g})		- 0.0 198	0.00 89	- 0.0 180	- 0.0 133	- 0.0 081	- 0.0 083	- 0.0 177	- 0.0 035

表 6 續

例 示 性 玻 璃		9	10	11	12	13	14	15	16
組 成 - m o l . %									
$W O_3$	m o l . %	22.9 9	23.0 0	23.0 0	22.9 9	22.9 9	22. 99	22.9 9	22.9 9
$B_2 O_3$	m o l . %	26.6 5	25.6 0	25.4 1	24.5 3	25.5 3	25. 37	25.4 9	24.4 6
$La_2 O_3$	m o l . %	19.9 9	20.0 0	19.9 9	19.9 9	19.9 9	19. 99	19.9 9	20.0 0
$Nb_2 O_5$	m o l . %	11.0 0	11.0 0	11.0 0	10.9 9	13.4 5	12. 29	11.0 0	14.5 2
TiO_2	m o l . %	10.9 9	10.9 8	10.9 9	11.0 0	11.0 1	12. 33	13.4 9	10.9 8
ZrO_2	m o l . %	7.00 0	6.99 0	7.00 0	7.00 0	7.00 0	6.9 9	6.99 0	7.00 0
$Bi_2 O_3$	m o l . %	1.35 0	2.39 0	1.25 0	3.47 0	0 0	0 0	0 0	0 0
$Y_2 O_3$	m o l . %	0 0	0 0	1.32 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
SiO_2	m o l . %	0.03 16	0.03 23	0.03 19	0.03 3	0.03 15	0.0 312	0.03 08	0.03 19
$Ta_2 O_5$	m o l . %	0.00 86	0.00 88	0.00 87	0.00 9	0.01 29	0.0 127	0.00 84	0.01 3
組 成 約 束									
$W O_3 + B i_2 O_3$	m o l . %	24.3 3	25.3 9	24.2 5	26.4 5	22.9 9	22. 99	22.9 9	22.9 9
$RE_m O_n + Z r O_2 - N b_2 O_5$	m o l . %	15.9 9	16.0 0	17.3 2	16.0 0	13.5 4	14. 69	15.9 9	12.4 7
$TiO_2 - N b_2 O_5$	m o l . %	- 0.0 115 8	- 0.0 138 5	- 6.7 10 E - 03	8.62 0 E - 03	- 2.4 45	0.0 447 5	2.49 7	- 3.5 38
$SiO_2 - B_2 O_3$	m o l . %	- 26. 62	- 25. 56	- 25. 38	- 24. 50	- 25. 49	- 25. 34	- 25. 46	- 24. 43
$TiO_2 + Z r O_2$	m o l . %	17.9 8	17.9 8	17.9 9	18.0 0	18.0 0	19. 32	20.4 9	17.9 8
$TiO_2 + N b_2 O_5$	m o l . %	21.9 8	21.9 8	21.9 8	21.9 9	24.4 6	24. 62	24.4 9	25.5 1
$Nb_2 O_5$	m o l .	10.9	10.9	10.9	10.9	13.4	12.	10.9	14.4

- S i O ₂	%	7	7	6	6	2	2 6	7	9
所 量 測 特 性									
d _{R T}	g / c m ₃	5 . 4 5 6	5 . 5 6 9	5 . 4 8 7		5 . 4 0 9	5 . 4 1 4	5 . 4 0 5	
T _g	°C		6 2 5			6 3 5		6 3 8	
T _x	°C		7 1 8			7 4 4		7 5 6	
α _{2 0 - 3 0 0} × 1 0 ^{- 7}	K ^{- 1}	8 0 . 8 0 0			8 4 . 7 0 0				7 9 . 9 0 0
T _{l i q}	°C		1 0 9 2 . 4			1 0 9 0 . 4		1 0 8 2 . 8	
1 5 - m i n d e v i t 測 試 (0 / 1)		1	1	1	1	1	1	1	1
L R (T _g , T _{l i q})			- 0 . 1 8 1 9 3			- 0 . 1 7 6 3 9		- 0 . 1 7 2 9 1	
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P _{G F}	m o l . %	7 . 0 5 8 5	5 . 6 6 8 7	5 . 4 1 3 8	4 . 2 1 2 2	1 0 . 4 6 4	7 . 9 3 1 0	5 . 5 1 0 0	1 1 . 2 0 5
P _n [對 於 n _d]		2 . 0 4 3 6	2 . 0 5 9 2	2 . 0 5 3 9	2 . 0 7 5	2 . 0 4 5 6	2 . 0 4 5 7	2 . 0 4 3 4	2 . 0 5 5
P _d [對 於 d _{R T}]	g / c m ₃	5 . 5 0 1 7	5 . 6 0 6 6	5 . 5 6 5 7	5 . 7 1 2 4	5 . 4 3 0 7	5 . 4 2 1 9	5 . 4 0 7 6	5 . 4 5 8
P _{T g} [對 於 T _g]	°C	6 2 3 . 0	6 1 9 . 0	6 3 0 . 7	6 1 4 . 8	6 3 3 . 9	6 3 3 . 7	6 3 2 . 9	6 3 6 . 3
P _n - (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		- 0 . 0 1 1 6	- 0 . 0 0 6 9	- 0 . 0 0 8 0	- 0 . 0 0 2 1	- 0 . 0 0 2 2	- 0 . 0 0 1 2	- 0 . 0 0 2 0	0 . 0 0 4 3
P _n - (1 . 5 0 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		- 0 . 0 3 1 6	- 0 . 0 2 6 9	- 0 . 0 2 8 0	- 0 . 0 2 2 1	- 0 . 0 2 2 2	- 0 . 0 2 1 2	- 0 . 0 2 2 0	- 0 . 0 1 5 7
P _n - (1 . 4 7 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})		0 . 0 1 2 9	0 . 0 3 2 1	0 . 0 1 6 2	0 . 0 5 1 7	0 . 0 0 5 1	0 . 0 0 5 4	0 . 0 0 3 8	0 . 0 1 2 4
P _n - (1 . 4 9 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})		- 0 . 0 0 7 1	0 . 0 1 2 1	- 0 . 0 0 3 8	0 . 0 3 1 7	- 0 . 0 1 4 9	- 0 . 0 1 4 6	- 0 . 0 1 6 2	- 0 . 0 0 7 6

表 6 續

例 示 性 玻 璃	1 7	1 8	1 9	2 0	2 1	2 2	2 3	2 4
組 成 - m o l . %								

W O ₃	m o l . %	2 2 . 9 9	2 2 . 9 9	2 2 . 9 9	2 2 . 9 9	2 2 . 9 9	1 8 . 8 6	1 9 . 9 9	1 9 . 9 9
B ₂ O ₃	m o l . %	2 4 . 3 3	2 4 . 3 4	2 4 . 4 5	2 3 . 0 0	2 3 . 0 0	2 6 . 5 4	2 4 . 9 7	2 4 . 5 5
L a ₂ O ₃	m o l . %	1 9 . 9 9	1 9 . 9 9	1 9 . 9 9	1 9 . 9 9	1 9 . 9 9	1 9 . 9 9	1 9 . 9 9	1 9 . 9 9
N b ₂ O ₅	m o l . %	1 3 . 2 9	1 2 . 2 9	1 1 . 0 0	1 3 . 4 5	1 2 . 4 0	1 3 . 5 6	1 4 . 9 3	1 4 . 0 8
T i O ₂	m o l . %	1 2 . 3 5	1 3 . 3 5	1 4 . 5 4	1 3 . 5 4	1 4 . 5 7	1 4 . 0 2	1 3 . 0 9	1 4 . 3 6
Z r O ₂	m o l . %	7 . 0 0	7 . 0 0	7 . 0 0	6 . 9 9	6 . 9 9	6 . 9 9	6 . 9 9	7 . 0 0
S i O ₂	m o l . %	0 . 0 3 1 5	0 . 0 3 1 2	0 . 0 3 0 8	0 . 0 3 1 6	0 . 0 3 1 3	0 . 0 3 0 5	0 . 0 3 1 2	0 . 0 3 1
T a ₂ O ₅	m o l . %	0 . 0 1 2 9	0 . 0 1 2 7	0 . 0 0 8 4	0 . 0 1 2 9	0 . 0 1 2 8	0 . 0 1 2 4	0 . 0 1 2 7	0 . 0 1 2 6
組 成 約 束									
W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	2 2 . 9 9	2 2 . 9 9	2 2 . 9 9	2 2 . 9 9	2 2 . 9 9	1 8 . 8 6	1 9 . 9 9	1 9 . 9 9
R E _m O _n + Z r O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	1 3 . 7 0	1 4 . 7 0	1 5 . 9 9	1 3 . 5 3	1 4 . 5 8	1 3 . 4 3	1 2 . 0 6	1 2 . 9 0
T i O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	- 0 . 9 4 9 1	1 . 0 6 1	3 . 5 4 8	0 . 0 8 3 9 9	2 . 1 7 0	0 . 4 6 3 4	- 1 . 8 3 9	0 . 2 7 2 0
S i O ₂ - B ₂ O ₃	m o l . %	- 2 4 . 3 0	- 2 4 . 3 1	- 2 4 . 4 1	- 2 2 . 9 7	- 2 2 . 9 7	- 2 6 . 5 1	- 2 4 . 9 4	- 2 4 . 5 2
T i O ₂ + Z r O ₂	m o l . %	1 9 . 3 5	2 0 . 3 5	2 1 . 5 4	2 0 . 5 3	2 1 . 5 7	2 1 . 0 1	2 0 . 0 8	2 1 . 3 5
T i O ₂ + N b ₂ O ₅	m o l . %	2 5 . 6 4	2 5 . 6 4	2 5 . 5 4	2 6 . 9 9	2 6 . 9 8	2 7 . 5 8	2 8 . 0 2	2 8 . 4 4
N b ₂ O ₅ - S i O ₂	m o l . %	1 3 . 2 6	1 2 . 2 6	1 0 . 9 7	1 3 . 4 2	1 2 . 3 7	1 3 . 5 3	1 4 . 9 0	1 4 . 0 5
所 量 測 特 性									
d _{R T}	g / c m ³	5 . 4 3 7	5 . 4 2 8	5 . 4 2 7	5 . 4 5 4	5 . 4 5 0	5 . 2 7 9	5 . 3 1 8	5 . 3 2 1
T _g	°C	6 3 8				6 3 8			
T _x	°C	7 4 3				7 5 1			
α ₂₀₋₃₀₀ × 10 ⁻⁷	K ⁻¹			8 1 . 9 0 0					
T _{liq}	°C					1 1 0 4 . 0			
15 - min devit 測 試 (0 / 1)		1	1	1	1	1	1	1	1
L R (T _g , T _{liq})						- 0 . 1 7 9 3 5			
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P _{G F}	m o l . %	8 . 5 6 9 6	6 . 5 6 4 6	4 . 1 0 5 1	7 . 0 9 3 8	5 . 0 1 4 2	3 . 7 6 5 9	6 . 6 7 4 3	4 . 4 2 2 3

P_n [對 於 n_d]		2 . 0 5 4 8	2 . 0 5 3 8	2 . 0 5 1 7	2 . 0 6 5 5	2 . 0 6 4 4	2 . 0 4 1 6	2 . 0 5 4 2	2 . 0 5 6 7
P_d [對 於 d_{RT}]	g / c m ³	5 . 4 4 8 2	5 . 4 3 8 6	5 . 4 2 4 2	5 . 4 7 0 5	5 . 4 6 0 7	5 . 2 8 7 3	5 . 3 6 0 3	5 . 3 5 8 6
P_{T_g} [對 於 T_g]	°C	6 3 6 . 0	6 3 5 . 6	6 3 4 . 9	6 3 8 . 5	6 3 8 . 1	6 4 5 . 0	6 4 4 . 9	6 4 5 . 3
P_n - (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * P_d)		0 . 0 0 5 2	0 . 0 0 5 2	0 . 0 0 4 6	0 . 0 1 3 5	0 . 0 1 3 5	0 . 0 0 8 7	0 . 0 1 3 8	0 . 0 1 6 4
P_n - (1 . 5 0 3 + 0 . 1 0 4 * P_d)		- 0 . 0 1 4 8	- 0 . 0 1 4 8	- 0 . 0 1 5 5	- 0 . 0 0 6 5	- 0 . 0 0 6 5	- 0 . 0 1 1 3	- 0 . 0 0 6 2	- 0 . 0 0 3 6
P_n - (1 . 4 7 + 0 . 0 0 0 9 * P_{T_g})		0 . 0 1 2 4	0 . 0 1 1 8	0 . 0 1 0 3	0 . 0 2 0 8	0 . 0 2 0 1	- 0 . 0 0 8 9	0 . 0 0 3 8	0 . 0 0 5 9
P_n - (1 . 4 9 + 0 . 0 0 0 9 * P_{T_g})		- 0 . 0 0 7 6	- 0 . 0 0 8 2	- 0 . 0 0 9 7	7 . 8 0 0 E - 0 4	1 . 1 0 0 E - 0 4	- 0 . 0 2 8 9	- 0 . 0 1 6 2	- 0 . 0 1 4 1

表 6 續

例 示 性 玻 璃		2 5	2 6	2 7	2 8	2 9	3 0	3 1	3 2
組 成 - m o l . %									
W O ₃	m o l . %	1 9 . 9 9	1 9 . 0 1	1 2 . 9 0	1 2 . 8 7	1 2 . 9 7	1 2 . 8 4	1 2 . 9 3	1 3 . 0 4
B ₂ O ₃	m o l . %	2 4 . 0 0	2 6 . 2 5	3 0 . 7 2	3 0 . 1 6	3 1 . 3 8	2 9 . 7 2	3 0 . 7 7	3 1 . 8 4
L a ₂ O ₃	m o l . %	1 9 . 9 9	1 9 . 9 9	1 4 . 1 6	1 3 . 7 4	1 4 . 6 1	1 3 . 4 3	1 4 . 1 8	1 4 . 9 5
N b ₂ O ₅	m o l . %	1 2 . 9 9	1 1 . 5 3	1 5 . 6 7	1 5 . 9 2	1 5 . 4 8	1 6 . 1 0	1 5 . 7 3	1 5 . 3 4
T i O ₂	m o l . %	1 5 . 9 8	1 1 . 1 9	1 2 . 0 3	1 2 . 9 4	1 1 . 1 6	1 3 . 6 2	1 2 . 1 0	1 0 . 5 2
Z r O ₂	m o l . %	7 . 0 0	7 . 0 0	6 . 9 7	6 . 9 7	6 . 9 7	6 . 9 9	6 . 9 9	6 . 9 8
T e O ₂	m o l . %	0	0	0 . 5 1	0 . 3 5	0 . 3 6	0 . 2 4	0 . 2 4	0 . 2 5
B i ₂ O ₃	m o l . %	0	5 . 0 0	5 . 6 7	5 . 2 7	6 . 0 7	4 . 9 8	5 . 6 7	6 . 3 7
Y ₂ O ₃	m o l . %	0	0	1 . 3 4	1 . 7 4	0 . 9 6	2 . 0 3	1 . 3 6	0 . 6 8
S i O ₂	m o l . %	0 . 0 3 0 7	0 . 0 3 3 1	0 . 0 3 1 2	0 . 0 3 1	0 . 0 3 1 5	0 . 0 3 0 8	0 . 0 3 1 2	0 . 0 3 1 7
T a ₂ O ₅	m o l . %	0 . 0 1 2 5	0 . 0 0 9	0 . 0 1 2 7	0 . 0 1 6 8	0 . 0 1 2 9	0 . 0 1 6 7	0 . 0 1 2 7	0 . 0 1 2 9
組 成 約 束									

W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	1 9 . 9 9	2 4 . 0 1	1 8 . 5 6	1 8 . 1 3	1 9 . 0 4	1 7 . 8 2	1 8 . 6 0	1 9 . 4 1
R E _m O _n + Z r O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	1 4 . 0 0	1 5 . 4 5	6 . 8 0 2	6 . 5 2 5	7 . 0 6 7	6 . 3 4 7	6 . 8 0 3	7 . 2 6 5
T i O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	2 . 9 8 8	- 0 . 3 4 3 6	- 3 . 6 4 4	- 2 . 9 7 9	- 4 . 3 1 3	- 2 . 4 7 5	- 3 . 6 3 0	- 4 . 8 1 4
S i O ₂ - B ₂ O ₃	m o l . %	- 2 3 . 9 7	- 2 6 . 2 1	- 3 0 . 6 9	- 3 0 . 1 2	- 3 1 . 3 5	- 2 9 . 6 9	- 3 0 . 7 4	- 3 1 . 8 0
T i O ₂ + Z r O ₂	m o l . %	2 2 . 9 8	1 8 . 1 8	1 9 . 0 0	1 9 . 9 2	1 8 . 1 4	2 0 . 6 1	1 9 . 0 8	1 7 . 5 0
T i O ₂ + N b ₂ O ₅	m o l . %	2 8 . 9 8	2 2 . 7 2	2 7 . 6 9	2 8 . 8 7	2 6 . 6 4	2 9 . 7 2	2 7 . 8 2	2 5 . 8 6
N b ₂ O ₅ - S i O ₂	m o l . %	1 2 . 9 6	1 1 . 5 0	1 5 . 6 4	1 5 . 8 9	1 5 . 4 4	1 6 . 0 7	1 5 . 6 9	1 5 . 3 0
所 量 測 特 性									
d _{R T}	g / c m ₃	5 . 3 3 3		5 . 2 7 7			5 . 2 3 6		5 . 3 8 0
T _g	°C			6 0 8					
T _x	°C			7 2 3					
T _{l i q}	°C	1 1 0 7							
1 5 - m i n d e v i t 測 試 (0 / 1)		1	1	1	1	1	1	1	1
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P _{G F}	m o l . %	1 . 5 2 3 1	- 0 . 3 7 4 9 7	4 . 7 5 9 4	5 . 2 4 7 8	4 . 3 0 3 4	5 . 5 8 8 8	4 . 7 9 1 7	3 . 9 6 2 4
P _n [對 於 n _d]		2 . 0 5 9 9	2 . 0 7 6 4	2 . 0 4 3 6	2 . 0 4 5 9	2 . 0 4 2 2	2 . 0 4 7 7	2 . 0 4 4 6	2 . 0 4 1 4
P _d [對 於 d _{R T}]	g / c m ₃	5 . 3 5 7 4	5 . 6 9 5	5 . 2 3 9 9	5 . 2 0 5 1	5 . 2 7 3 6	5 . 1 7 9 9	5 . 2 3 8 5	5 . 2 9 9 7
P _{T g} [對 於 T _g]	°C	6 4 5 . 9	6 1 5 . 5	6 1 1 . 6	6 1 6 . 3	6 0 8 . 2	6 1 9 . 8	6 1 2 . 9	6 0 5 . 8
P _n - (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		0 . 0 1 9 8	0 . 0 0 1 1	0 . 0 1 5 7	0 . 0 2 1 6	0 . 0 1 0 8	0 . 0 2 5 9	0 . 0 1 6 7	0 . 0 0 7 2
P _n -		- 2 . 3 0	- 0 . 0 1	- 0 . 0 0	0 . 0 0	- 0 . 0 0	0 . 0 0 6	- 0 . 0 0	- 0 . 0 1

(1 . 5 0 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		0 E - 0 4	8 9	4 3	1 6	9 2	0	3 3	2 8
P _n - (1 . 4 7 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})		0 . 0 0 8 6	0 . 0 5 2 5	0 . 0 2 3 2	0 . 0 2 1 2	0 . 0 2 4 8	0 . 0 1 9 9	0 . 0 2 2 9	0 . 0 2 6 2
P _n - (1 . 4 9 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})		- 0 . 0 1 1 4	0 . 0 3 2 5	0 . 0 0 3 2	0 . 0 0 1 2	0 . 0 0 4 8	- 1 . 4 0 0 E - 0 4	0 . 0 0 2 9	0 . 0 0 6 2

表 6 續

例 示 性 玻 璃		3 3	3 4	3 5	3 6	3 7	3 8	3 9	4 0
組 成 - m o l . %									
W O ₃	m o l . %	1 2 . 8 1	1 2 . 9 1	1 2 . 9 9	1 3 . 0 9	1 2 . 8 8	1 2 . 9 6	1 3 . 0 5	1 9 . 9 9
B ₂ O ₃	m o l . %	2 9 . 3 2	3 0 . 3 7	3 1 . 2 4	3 2 . 3 2	2 9 . 9 4	3 0 . 8 2	3 1 . 7 3	2 4 . 5 5
L a ₂ O ₃	m o l . %	1 3 . 1 3	1 3 . 8 8	1 4 . 4 9	1 5 . 2 8	1 3 . 5 6	1 4 . 1 9	1 4 . 8 4	1 9 . 9 9
N b ₂ O ₅	m o l . %	1 6 . 2 8	1 5 . 9 0	1 5 . 5 9	1 5 . 1 9	1 6 . 0 9	1 5 . 7 7	1 5 . 4 5	1 4 . 0 8
T i O ₂	m o l . %	1 4 . 2 9	1 2 . 7 5	1 1 . 4 9	9 . 8 7	1 3 . 4 7	1 2 . 1 6	1 0 . 8 3	1 4 . 3 6
Z r O ₂	m o l . %	6 . 9 9	6 . 9 9	6 . 9 9	6 . 9 9	7 . 0 0	7 . 0 0	7 . 0 0	7 . 0 0
T e O ₂	m o l . %	0 . 1 4	0 . 1 3	0 . 1 3	0 . 1 4	0	0	0	0
B i ₂ O ₃	m o l . %	4 . 6 9	5 . 3 8	5 . 9 5	6 . 6 7	5 . 0 7	5 . 6 6	6 . 2 6	0
Y ₂ O ₃	m o l . %	2 . 3 1	1 . 6 4	1 . 1 0	0 . 3 9	1 . 9 4	1 . 3 8	0 . 8 0	0
S i O ₂	m o l . %	0 . 0 3 0 6	0 . 0 3 1	0 . 0 3 1 4	0 . 0 3 1 9	0 . 0 3 0 8	0 . 0 3 1 2	0 . 0 3 1 6	0 . 0 3 1
T a ₂ O ₅	m o l . %	0 . 0 1 6 6	0 . 0 1 6 9	0 . 0 1 2 8	0 . 0 1 3	0 . 0 1 6 8	0 . 0 1 2 7	0 . 0 1 2 9	0 . 0 1 2 6
組 成 約 束									
W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	1 7 . 5 0	1 8 . 2 9	1 8 . 9 4	1 9 . 7 6	1 7 . 9 5	1 8 . 6 2	1 9 . 3 0	1 9 . 9 9
R E _m O _n +	m o l . %	6 . 1 4 6	6 . 6 1 0	6 . 9 8 4	7 . 4 7 4	6 . 4 1 3	6 . 8 0 1	7 . 2 0 0	1 2 . 9 0

ZrO ₂ -Nb ₂ O ₅									
TiO ₂ -Nb ₂ O ₅	m o l . %	- 1 . 9 8 3	- 3 . 1 5 7	- 4 . 1 0 4	- 5 . 3 2 1	- 2 . 6 2 3	- 3 . 6 0 8	- 4 . 6 1 9	0 . 2 7 2 0
SiO ₂ -B ₂ O ₃	m o l . %	- 2 9 . 2 9	- 3 0 . 3 4	- 3 1 . 2 1	- 3 2 . 2 9	- 2 9 . 9 1	- 3 0 . 7 9	- 3 1 . 7 0	- 2 4 . 5 2
TiO ₂ +ZrO ₂	m o l . %	2 1 . 2 8	1 9 . 7 4	1 8 . 4 7	1 6 . 8 6	2 0 . 4 7	1 9 . 1 7	1 7 . 8 3	2 1 . 3 5
TiO ₂ +Nb ₂ O ₅	m o l . %	3 0 . 5 7	2 8 . 6 5	2 7 . 0 8	2 5 . 0 6	2 9 . 5 5	2 7 . 9 4	2 6 . 2 8	2 8 . 4 4
Nb ₂ O ₅ -SiO ₂	m o l . %	1 6 . 2 5	1 5 . 8 7	1 5 . 5 6	1 5 . 1 6	1 6 . 0 6	1 5 . 7 4	1 5 . 4 2	1 4 . 0 5
所 量 測 特 性									
d _{R T}	g / c m ³	5 . 2 3 9			5 . 3 7 7		5 . 3 1 8		5 . 3 2 0
T _{l i q}	℃						1 0 3 2	1 0 3 1	1 0 9 6
1 5 - m i n d e v i t 測 試 (0 / 1)		1	1	1	1	1	1	1	1
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P _{G F}	m o l . %	5 . 9 4 2 8	5 . 1 3 9 5	4 . 4 8 0 6	3 . 6 2 9 0	5 . 5 1 1 9	4 . 8 2 8 5	4 . 1 3 5 2	4 . 4 2 2 3
P _n [對 於 n _d]		2 . 0 4 9 2	2 . 0 4 6 2	2 . 0 4 3 5	2 . 0 4 0 4	2 . 0 4 7 9	2 . 0 4 5 3	2 . 0 4 2 6	2 . 0 5 6 7
P _d [對 於 d _{R T}]	g / c m ³	5 . 1 5 4 2	5 . 2 1 3 9	5 . 2 6 2	5 . 3 2 5 2	5 . 1 8 6 4	5 . 2 3 6 7	5 . 2 8 8 3	5 . 3 5 8 6
P _{T g} [對 於 T _g]	℃	6 2 3 . 1	6 1 6 . 3	6 1 0 . 6	6 0 3 . 3	6 2 0 . 0	6 1 4 . 1	6 0 8 . 2	6 4 5 . 3
P _n - (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		0 . 0 3 0 2	0 . 0 2 0 9	0 . 0 1 3 3	0 . 0 0 3 6	0 . 0 2 5 5	0 . 0 1 7 7	0 . 0 0 9 7	0 . 0 1 6 4

$P_n - (1.503 + 0.104 * P_d)$		0.0102	9.200E-04	-0.0067	-0.0164	0.00055	-0.0023	-0.0103	-0.0036
$P_n - (1.47 + 0.0009 * P_{Tg})$		0.0184	0.0215	0.0240	0.0274	0.0199	0.0226	0.0253	0.0059
$P_n - (1.49 + 0.0009 * P_{Tg})$		-0.0016	0.0015	0.0040	0.0074	-7.900E-05	0.0026	0.0053	-0.0141

表 6 續

例 示 性 玻 璃		4 1	4 2	4 3	4 4	4 5	4 6	4 7	4 8
組 成 - m o l . %									
W O ₃	m o l . %	18.83	18.19	17.95	17.19	16.77	16.30	15.80	15.29
B ₂ O ₃	m o l . %	24.87	26.25	25.13	26.47	27.58	26.74	27.77	28.98
L a ₂ O ₃	m o l . %	17.99	18.87	16.48	17.04	17.99	15.53	16.14	17.07
N b ₂ O ₅	m o l . %	14.75	14.33	15.26	14.94	14.51	15.44	15.14	14.71
T i O ₂	m o l . %	14.58	13.45	14.76	13.74	12.76	13.89	13.06	12.03
Z r O ₂	m o l . %	7.00	7.00	6.99	7.00	6.99	7.00	6.99	6.99
B i ₂ O ₃	m o l . %	1.18	1.87	2.09	2.88	3.34	3.79	4.33	4.89
Y ₂ O ₃	m o l . %	0.74	0	1.31	0.70	0	1.26	0.71	0
S i O ₂	m o l . %	0.031	0.0313	0.031	0.0313	0.0316	0.0314	0.0316	0.0319
T a ₂ O ₅	m o l . %	0.0127	0.0128	0.0127	0.0128	0.0129	0.0128	0.0129	0.013
組 成 約 束									
W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	20.02	20.06	20.03	20.07	20.11	20.09	20.13	20.18
R E _m	m o l	10.9	11.5	9.51	9.79	10.4	8.35	8.708	9.34

$O_n + ZrO_2 - Nb_2O_5$	. %	9	4	2	7	7	0		6
$TiO_2 - Nb_2O_5$	m o l . %	- 0 . 1 6 9 7	- 0 . 8 7 7 2	- 0 . 5 0 4 6	- 1 . 2 0 4	- 1 . 7 5 7	- 1 . 5 5 2	- 2 . 0 7 6	- 2 . 6 8 3
$SiO_2 - B_2O_3$	m o l . %	- 2 4 . 8 4	- 2 6 . 2 2	- 2 5 . 1 0	- 2 6 . 4 4	- 2 7 . 5 5	- 2 6 . 7 0	- 2 7 . 7 4	- 2 8 . 9 5
$TiO_2 + ZrO_2$	m o l . %	2 1 . 5 8	2 0 . 4 5	2 1 . 7 5	2 0 . 7 3	1 9 . 7 5	2 0 . 8 9	2 0 . 0 6	1 9 . 0 2
$TiO_2 + Nb_2O_5$	m o l . %	2 9 . 3 3	2 7 . 7 8	3 0 . 0 2	2 8 . 6 8	2 7 . 2 7	2 9 . 3 3	2 8 . 2 0	2 6 . 7 4
$Nb_2O_5 - SiO_2$	m o l . %	1 4 . 7 2	1 4 . 3 0	1 5 . 2 3	1 4 . 9 1	1 4 . 4 8	1 5 . 4 1	1 5 . 1 1	1 4 . 6 8
所 量 測 特 性									
n_d								2 . 0 7 8 6	
d_{RT}	g / c m ³	5 . 3 0 0	5 . 3 3 5	5 . 2 9 6	5 . 3 3 6	5 . 3 4 8	5 . 3 2 8	5 . 3 4 9	5 . 3 6 5
T_{liq}	°C			1 0 7 5			1 0 5 1		
$n_{531.9nm}$								2 . 0 9 5 7	
$n_{632.8nm}$								2 . 0 6 8 4	
15 - min devi t 測試 (0 / 1)		1	1	1	1	1	1	1	1
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P_{GF}	m o l . %	3 . 8 8 2 0	3 . 5 8 7 2	3 . 7 8 5 0	3 . 1 5 3 9	2 . 9 0 1 2	3 . 7 8 5 0	3 . 2 2 4 0	2 . 4 3 3 2
P_n [對 於 n_d]		2 . 0 6 1 1	2 . 0 5 6 1	2 . 0 6 4 3	2 . 0 6 0 2	2 . 0 5 5 7	2 . 0 6 3 4	2 . 0 5 9 8	2 . 0 5 5 4
P_d [對 於 d_{RT}]	g / c m ³	5 . 3 3 2 7	5 . 3 6 7 5	5 . 3 1 2 1	5 . 3 4 1 2	5 . 3 7 4 3	5 . 3 2 1 7	5 . 3 4 6 9	5 . 3 8 1 7
P_{Tg} [對 於	°C	6 3 9 . 4	6 3 4 . 3	6 3 4 . 9	6 2 9 . 4	6 2 5 . 6	6 2 4 . 8	6 2 0 . 8	6 1 6 . 6

T_g]									
$P_n -$ (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * P_d)		0 . 0 2 3 5	0 . 0 1 4 9	0 . 0 2 8 8	0 . 0 2 1 7	0 . 0 1 3 8	0 . 0 2 7 0	0 . 0 2 0 8	0 . 0 1 2 7
$P_n -$ (1 . 5 0 3 + 0 . 1 0 4 * P_d)		0 . 0 0 3 5	- 0 . 0 0 5 1	0 . 0 0 8 8	0 . 0 0 1 7	- 0 . 0 0 6 2	0 . 0 0 7 0	7 . 7 0 0 E - 0 4	- 0 . 0 0 7 3
$P_n -$ (1 . 4 7 + 0 . 0 0 0 9 * P_{T_g})		0 . 0 1 5 6	0 . 0 1 5 3	0 . 0 2 2 8	0 . 0 2 3 8	0 . 0 2 2 7	0 . 0 3 1 1	0 . 0 3 1 1	0 . 0 3 0 5
$P_n -$ (1 . 4 9 + 0 . 0 0 0 9 * P_{T_g})		- 0 . 0 0 4 4	- 0 . 0 0 4 7	0 . 0 0 2 8	0 . 0 0 3 8	0 . 0 0 2 7	0 . 0 1 1 1	0 . 0 1 1 1	0 . 0 1 0 5

表 6 續

例 示 性 玻 璃		4 9	5 0	5 1	5 2	5 3	5 4	5 5	5 6
組 成 - m o l . %									
$W O_3$	m o l . %	1 5 . 0 4	1 4 . 5 0	1 3 . 9 4	1 4 . 5 0	1 4 . 5 0	1 4 . 5 0	1 4 . 5 0	1 4 . 5 1
$B_2 O_3$	m o l . %	2 7 . 2 2	2 8 . 3 1	2 9 . 4 3	2 8 . 3 1	2 7 . 7 5	2 7 . 7 7	2 7 . 3 3	2 7 . 2 7
$La_2 O_3$	m o l . %	1 3 . 5 6	1 4 . 1 9	1 4 . 8 4	1 4 . 2 0	1 4 . 1 9	1 4 . 4 7	1 4 . 1 9	1 4 . 4 5
$Nb_2 O_5$	m o l . %	1 6 . 0 9	1 5 . 7 7	1 5 . 4 5	1 5 . 7 8	1 5 . 7 7	1 5 . 9 1	1 5 . 7 8	1 5 . 9 0
$Ti O_2$	m o l . %	1 4 . 0 1	1 3 . 1 5	1 2 . 2 4	1 3 . 1 2	1 3 . 1 3	1 3 . 2 7	1 3 . 1 2	1 3 . 2 6
$Zr O_2$	m o l . %	7 . 0 0	6 . 9 9	7 . 0 0	7 . 0 0	7 . 0 0	6 . 7 2	7 . 0 0	6 . 7 4
$Bi_2 O_3$	m o l . %	5 . 0 8	5 . 6 6	6 . 2 6	5 . 6 7	6 . 2 3	5 . 8 6	6 . 6 5	6 . 3 7
$Y_2 O_3$	m o l . %	1 . 9 5	1 . 3 8	0 . 8 0	1 . 3 8	1 . 3 8	1 . 4 6	1 . 3 8	1 . 4 6
$Si O_2$	m o l . %	0 . 0 3 1 4	0 . 0 3 1 7	0 . 0 3 1 9	0 . 0 3 1 7	0 . 0 3 2	0 . 0 3 2	0 . 0 3 2 3	0 . 0 3 2 3
$Ta_2 O_5$	m o l . %	0 . 0 1 7 1	0 . 0 1 2 9	0 . 0 1 3	0 . 0 1 2 9	0 . 0 1 3 1	0 . 0 1 3	0 . 0 1 3 2	0 . 0 1 3 2

組成約束									
W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	2 0 . 1 2	2 0 . 1 6	2 0 . 2 0	2 0 . 1 7	2 0 . 7 3	2 0 . 3 6	2 1 . 1 6	2 0 . 8 8
R E _m O _n + Z r O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	6 . 4 1 9	6 . 7 9 6	7 . 1 9 5	6 . 7 9 7	6 . 8 0 3	6 . 7 3 8	6 . 7 8 9	6 . 7 5 1
T i O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	- 2 . 0 7 8	- 2 . 6 2 7	- 3 . 2 0 8	- 2 . 6 5 2	- 2 . 6 3 8	- 2 . 6 4 4	- 2 . 6 5 2	- 2 . 6 4 2
S i O ₂ - B ₂ O ₃	m o l . %	- 2 7 . 1 9	- 2 8 . 2 8	- 2 9 . 4 0	- 2 8 . 2 8	- 2 7 . 7 2	- 2 7 . 7 4	- 2 7 . 3 0	- 2 7 . 2 4
T i O ₂ + Z r O ₂	m o l . %	2 1 . 0 1	2 0 . 1 4	1 9 . 2 4	2 0 . 1 2	2 0 . 1 3	1 9 . 9 8	2 0 . 1 2	1 9 . 9 9
T i O ₂ + N b ₂ O ₅	m o l . %	3 0 . 1 0	2 8 . 9 2	2 7 . 6 8	2 8 . 9 0	2 8 . 9 0	2 9 . 1 8	2 8 . 9 0	2 9 . 1 6
N b ₂ O ₅ - S i O ₂	m o l . %	1 6 . 0 6	1 5 . 7 4	1 5 . 4 1	1 5 . 7 4	1 5 . 7 4	1 5 . 8 8	1 5 . 7 4	1 5 . 8 7
所量測特性									
n _d						2 . 0 9 5 6			
d _{R T}	g / c m ³	5 . 3 2 9		5 . 3 7 5	5 . 3 8 0	5 . 4 3 0	5 . 3 9 4	5 . 4 3 9	5 . 4 3 2
T _g	°C					6 0 7			
T _x	°C					7 2 2			
T _{l i q}	°C		1 0 4 9		1 0 4 6				1 0 5 5
n _{5 3 1 . 9 n m}						2 . 1 1 3 6			
n _{6 3 2 . 8 n m}						2 . 0 8 4 9			
l 5 - m i n d e v i t 測 試 (0 / 1)		1	1	1	1	1	1	1	1
所預測及計算之特性									
P _{G F}	m o l . %	4 . 5 9 1 6	3 . 9 8 3 9	3 . 3 7 1 8	3 . 9 8 0 6	3 . 2 3 0 1	3 . 3 8 3 1	2 . 6 7 6 4	2 . 7 1 7 9
P _n		2 . 0 6 7 3	2 . 0 6 3 7	2 . 0 5 9 9	2 . 0 6 3 7	2 . 0 7 2	2 . 0 7 0 6	2 . 0 7 8 3	2 . 0 7 7 9

[對 於 n _d]									
P _d [對 於 d _{R T}]	g / c m ³	5 . 2 9 7 8	5 . 3 2 4 7	5 . 3 5 2 3	5 . 3 2 5 3	5 . 3 8 0 9	5 . 3 6 6 9	5 . 4 2 3 2	5 . 4 1 6 6
P _{T g} [對 於 T _g]	℃	6 1 8 . 2	6 1 4 . 0	6 0 9 . 6	6 1 3 . 9	6 1 1 . 7	6 1 5 . 1	6 1 0 . 0	6 1 3 . 0
P _n - (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		0 . 0 3 3 4	0 . 0 2 6 9	0 . 0 2 0 2	0 . 0 2 6 9	0 . 0 2 9 4	0 . 0 2 9 4	0 . 0 3 1 2	0 . 0 3 1 6
P _n - (1 . 5 0 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		0 . 0 1 3 4	0 . 0 0 6 9	2 . 3 0 0 E - 0 4	0 . 0 0 6 9	0 . 0 0 9 4	0 . 0 0 9 4	0 . 0 1 1 2	0 . 0 1 1 6
P _n - (1 . 4 7 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})		0 . 0 4 0 9	0 . 0 4 1 1	0 . 0 4 1 2	0 . 0 4 1 2	0 . 0 5 1 4	0 . 0 4 7 0	0 . 0 5 9 2	0 . 0 5 6 2
P _n - (1 . 4 9 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})		0 . 0 2 0 9	0 . 0 2 1 1	0 . 0 2 1 2	0 . 0 2 1 2	0 . 0 3 1 4	0 . 0 2 7 0	0 . 0 3 9 2	0 . 0 3 6 2

表 6 續

例 示 性 玻 璃		5 7	5 8	5 9	6 0	6 1	6 2	6 3	6 4
組 成 - m o l . %									
W O ₃	m o l . %	1 4 . 5 0	1 4 . 5 0	1 4 . 5 0	1 4 . 5 0	1 4 . 5 0	2 2 . 9 9	2 0 . 7 1	2 0 . 5 9
B ₂ O ₃	m o l . %	2 7 . 3 2	2 6 . 8 9	2 6 . 8 6	2 6 . 8 6	2 6 . 9 0	2 3 . 0 0	2 4 . 0 5	2 3 . 2 5
L a ₂ O ₃	m o l . %	1 4 . 6 9	1 4 . 1 9	1 4 . 4 6	1 4 . 6 6	1 4 . 9 0	1 9 . 9 9	1 8 . 4 3	1 9 . 9 9
N b ₂ O ₅	m o l . %	1 6 . 0 1	1 5 . 7 7	1 5 . 9 0	1 6 . 0 0	1 6 . 1 3	1 3 . 4 5	1 4 . 0 8	1 4 . 1 4
T i O ₂	m o l . %	1 3 . 3 8	1 3 . 1 4	1 3 . 2 7	1 3 . 3 7	1 3 . 4 8	1 3 . 5 4	1 3 . 4 1	1 4 . 4 5
Z r O ₂	m o l . %	6 . 5 1	6 . 9 9	6 . 7 3	6 . 5 3	6 . 2 9	6 . 9 9	7 . 0 0	5 . 9 3
B i ₂ O	m o l	6 . 0 1	7 . 0 8	6 . 7 8	6 . 5 2	6 . 1 6	0	1 . 9 1	0 . 8 0

3	. %								
Y ₂ O ₃	m o l . %	1 . 5 2	1 . 3 8	1 . 4 6	1 . 5 2	1 . 6 0	0	0 . 3 7	0 . 8 0
S i O ₂	m o l . %	0 . 0 3 2 2	0 . 0 3 2 6	0 . 0 3 2 6	0 . 0 3 2 5	0 . 0 3 2 4	0 . 0 3 1 6	0 . 0 3 1 8	0 . 0 3 1 8
T a ₂ O ₅	m o l . %	0 . 0 1 3 1	0 . 0 1 3 3	0 . 0 1 3 3	0 . 0 1 3 3	0 . 0 1 3 2	0 . 0 1 2 9	0 . 0 1 3	0 . 0 1 3
組 成 約 束									
W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	2 0 . 5 1	2 1 . 5 8	2 1 . 2 8	2 1 . 0 2	2 0 . 6 7	2 2 . 9 9	2 2 . 6 1	2 1 . 3 9
R E _m O _n + Z r O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	6 . 7 0 5	6 . 7 8 9	6 . 7 4 0	6 . 7 0 1	6 . 6 5 2	1 3 . 5 3	1 1 . 7 2	1 2 . 5 9
T i O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	- 2 . 6 3 1	- 2 . 6 3 3	- 2 . 6 3 0	- 2 . 6 3 5	- 2 . 6 5 0	0 . 0 8 3 9 9	- 0 . 6 6 5 9	0 . 3 1 5 7
S i O ₂ - B ₂ O ₃	m o l . %	- 2 7 . 2 9	- 2 6 . 8 6	- 2 6 . 8 2	- 2 6 . 8 3	- 2 6 . 8 7	- 2 2 . 9 7	- 2 4 . 0 2	- 2 3 . 2 2
T i O ₂ + Z r O ₂	m o l . %	1 9 . 8 9	2 0 . 1 3	2 0 . 0 0	1 9 . 8 9	1 9 . 7 7	2 0 . 5 3	2 0 . 4 2	2 0 . 3 8
T i O ₂ + N b ₂ O ₅	m o l . %	2 9 . 4 0	2 8 . 9 1	2 9 . 1 7	2 9 . 3 7	2 9 . 6 1	2 6 . 9 9	2 7 . 4 9	2 8 . 5 9
N b ₂ O ₅ - S i O ₂	m o l . %	1 5 . 9 8	1 5 . 7 4	1 5 . 8 7	1 5 . 9 7	1 6 . 1 0	1 3 . 4 2	1 4 . 0 5	1 4 . 1 0
所 量 測 特 性									
n _d					2 . 1 0 3 6			2 . 0 7 2 7	
d _{R T}	g / c m ³	5 . 4 1 5	5 . 4 6 1	5 . 4 5 1	5 . 4 3 0	5 . 4 0 1	5 . 4 1 9	5 . 4 3 5	5 . 3 9 7
T _g	°C				6 0 7				
T _x	°C				7 1 9				
T _{l i q}	°C		1 0 6 0						
n _{5 3 1 .} 9 _{n m}					2 . 1 2 1 7			2 . 0 8 8 0	
n _{6 3 2 .} 8 _{n m}					2 . 0 9 2 9			2 . 0 6 3 5	
1 5 - m i n d e v i t 測 試		1	1	1	1	1	1	1	1

(0 / 1)									
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P _{G F}	m o l . %	2 . 9 1 5 5	2 . 0 9 9 7	2 . 1 7 4 5	2 . 2 7 4 1	2 . 4 5 4 6	7 . 0 9 3 8	5 . 1 9 4 3	3 . 4 8 0 4
P _n [對 於 n _d]		2 . 0 7 6	2 . 0 8 4 7	2 . 0 8 4	2 . 0 8 3	2 . 0 8 1 3	2 . 0 6 5 5	2 . 0 7 0 6	2 . 0 7 4 5
P _d [對 於 d _{R T}]	g / c m ³	5 . 3 9 9 5	5 . 4 6 5 8	5 . 4 5 7 3	5 . 4 4 7 5	5 . 4 3 2 1	5 . 4 7 0 5	5 . 4 6 9 5	5 . 4 8 0 8
P _{T g} [對 於 T _g]	°C	6 1 6 . 0	6 0 8 . 4	6 1 1 . 4	6 1 3 . 8	6 1 6 . 9	6 3 8 . 5	6 3 0 . 4	6 4 5 . 0
P _n - (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		0 . 0 3 1 4	0 . 0 3 3 2	0 . 0 3 3 5	0 . 0 3 3 5	0 . 0 3 3 4	0 . 0 1 3 5	0 . 0 1 8 8	0 . 0 2 1 5
P _n - (1 . 5 0 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		0 . 0 1 1 4	0 . 0 1 3 2	0 . 0 1 3 5	0 . 0 1 3 5	0 . 0 1 3 4	- 0 . 0 0 6 5	- 0 . 0 0 1 2	0 . 0 0 1 5
P _n - (1 . 4 7 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})		0 . 0 5 1 6	0 . 0 6 7 1	0 . 0 6 3 8	0 . 0 6 0 6	0 . 0 5 6 1	0 . 0 2 0 8	0 . 0 3 3 2	0 . 0 2 4 1
P _n - (1 . 4 9 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})		0 . 0 3 1 6	0 . 0 4 7 1	0 . 0 4 3 8	0 . 0 4 0 6	0 . 0 3 6 1	7 . 8 0 0 E - 0 4	0 . 0 1 3 2	0 . 0 0 4 1

表 6 續

例 示 性 玻 璃		6 5	6 6	6 7	6 8	6 9	7 0	7 1	7 2
組 成 - m o l . %									
W O ₃	m o l . %	1 8 . 9 4	1 8 . 5 6	1 8 . 7 2	1 7 . 1 0	1 4 . 5 0	1 9 . 0 1	1 6 . 2 5	1 4 . 1 5
B ₂ O ₃	m o l . %	2 4 . 8 5	2 4 . 2 3	2 3 . 4 6	2 5 . 7 1	2 6 . 8 9	2 6 . 2 5	2 7 . 0 7	2 7 . 6 9
L a ₂ O ₃	m o l . %	1 7 . 2 3	1 8 . 5 2	1 9 . 9 9	1 5 . 9 7	1 4 . 2 0	1 9 . 9 9	1 9 . 9 9	1 9 . 9 9
N b ₂ O ₅	m o l	1 4 .	1 4 . 6	1 4 . 6	1 5 .	1 5 . 7 7	1 1 . 5 3	1 2 . 6	1 3 . 4

	. %	5 6	9	6	0 6			4	8
T i O ₂	m o l . %	1 3 . 3 4	1 4 . 3 0	1 5 . 1 8	1 3 . 2 6	1 3 . 1 4	1 1 . 1 9	1 2 . 2 9	1 3 . 1 3
Z r O ₂	m o l . %	7 . 0 0	5 . 9 9	5 . 1 0	7 . 0 0	6 . 9 9	7 . 0 0	6 . 7 2	6 . 5 2
B i ₂ O ₃	m o l . %	3 . 3 8	2 . 5 6	1 . 4 2	4 . 9 1	7 . 0 8	5 . 0 0	5 . 0 0	5 . 0 0
Y ₂ O ₃	m o l . %	0 . 6 6	1 . 1 1	1 . 4 2	0 . 9 5	1 . 3 8	0	0	0
S i O ₂	m o l . %	0 . 0 3 2 1	0 . 0 3 2 1	0 . 0 3 2	0 . 0 3 2 3	0 . 0 3 2 6	0 . 0 3 3 1	0 . 0 3 2 7	0 . 0 3 2 4
T a ₂ O ₅	m o l . %	0 . 0 1 3 1	0 . 0 1 3 1	0 . 0 1 3 1	0 . 0 1 3 2	0 . 0 1 3 3	0 . 0 0 9	0 . 0 1 3 4	0 . 0 1 3 2
組成約束									
W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	2 2 . 3 2	2 1 . 1 2	2 0 . 1 4	2 2 . 0 1	2 1 . 5 8	2 4 . 0 1	2 1 . 2 5	1 9 . 1 5
R E _m O _n + Z r O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	1 0 . 3 3	1 0 . 9 3	1 1 . 8 5	8 . 8 6 8	6 . 7 9 5	1 5 . 4 5	1 4 . 0 7	1 3 . 0 3
T i O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	- 1 . 2 2 3	- 0 . 3 8 9 1	0 . 5 1 8 8	- 1 . 8 0 3	- 2 . 6 3 3	- 0 . 3 4 3 6	- 0 . 3 5 1 5	- 0 . 3 4 9 9
S i O ₂ - B ₂ O ₃	m o l . %	- 2 4 . 8 2	- 2 4 . 2 0	- 2 3 . 4 3	- 2 5 . 6 8	- 2 6 . 8 6	- 2 6 . 2 1	- 2 7 . 0 4	- 2 7 . 6 6
T i O ₂ + Z r O ₂	m o l . %	2 0 . 3 4	2 0 . 2 9	2 0 . 2 8	2 0 . 2 6	2 0 . 1 3	1 8 . 1 8	1 9 . 0 1	1 9 . 6 5
T i O ₂ + N b ₂ O ₅	m o l . %	2 7 . 9 0	2 8 . 9 9	2 9 . 8 4	2 8 . 3 1	2 8 . 9 1	2 2 . 7 2	2 4 . 9 3	2 6 . 6 1
N b ₂ O ₅ - S i O ₂	m o l . %	1 4 . 5 3	1 4 . 6 6	1 4 . 6 3	1 5 . 0 3	1 5 . 7 4	1 1 . 5 0	1 2 . 6 1	1 3 . 4 5
所量測特性									
n _d		2 . 0 8 0 1							
d _{R T}	g / c m ³	5 . 4 4 4	5 . 4 4 0		5 . 4 6 1	5 . 4 8 5			
T _g	°C					6 0 3			
T _x	°C					7 2 4			
T _{l i q}	°C				1 0 5 7	1 0 4 9			
n _{5 3 1 . 9} n _m		2 . 0 9 5 9							
n _{6 3 2 . 8} n _m		2 . 0 7 0 7							
1 5 - m i n d e v i t 測 試 (0 / 1)		1	1	1	1	1	1	1	1
L R (T _g , T _{l i q})						- 0 . 1 7 8 8 9			
所預測及計算之特性									
P _{G F}	m o l	3 . 6	1 . 8 5	0 . 6 4	2 . 1	2 . 0 9 7	- 0 . 3 7	- 2 . 7	- 2 . 2

	. %	8 7 1	5 3	6 1 9	4 7 1	8	4 9 7	1 4 0	6 5 8
P _n [對於 n _d]		2 . 0 7 4 6	2 . 0 7 8 9	2 . 0 8 1 5	2 . 0 7 8 7	2 . 0 8 4 7	2 . 0 7 6 4	2 . 0 7 4 1	2 . 0 7 2 4
P _d [對於 d _{R T}]	g / c m ³	5 . 4 6 8 6	5 . 4 7 8 8	5 . 4 8 7 6	5 . 4 6 6 9	5 . 4 6 5 8	5 . 6 9 5	5 . 6 0 2 8	5 . 5 3 2 5
P _{T g} [對 於 T _g]	℃	6 2 4 . 2	6 3 6 . 9	6 4 9 . 9	6 1 7 . 6	6 0 8 . 5	6 1 5 . 5	6 2 3 . 3	6 2 9 . 2
P _n ⁻ (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		0 . 0 2 2 9	0 . 0 2 6 1	0 . 0 2 7 8	0 . 0 2 7 1	0 . 0 3 3 2	0 . 0 0 1 1	0 . 0 0 8 5	0 . 0 1 4 0
P _n ⁻ (1 . 5 0 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		0 . 0 0 2 9	0 . 0 0 6 1	0 . 0 0 7 8	0 . 0 0 7 1	0 . 0 1 3 2	- 0 . 0 1 8 9	- 0 . 0 1 1 6	- 0 . 0 0 6 0
P _n ⁻ (1 . 4 7 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})		0 . 0 4 2 9	0 . 0 3 5 6	0 . 0 2 6 5	0 . 0 5 2 8	0 . 0 6 7 1	0 . 0 5 2 5	0 . 0 4 3 2	0 . 0 3 6 1
P _n ⁻ (1 . 4 9 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})		0 . 0 2 2 9	0 . 0 1 5 6	0 . 0 0 6 6	0 . 0 3 2 8	0 . 0 4 7 1	0 . 0 3 2 5	0 . 0 2 3 2	0 . 0 1 6 1

表 6 續

例 示 性 玻 璃		7 3	7 4	7 5	7 6	7 7	7 8	7 9	8 0
組 成 - m o l . %									
W O ₃	m o l . %	2 2 . 9 9	2 0 . 7 4	2 2 . 9 9	1 8 . 9 8	2 0 . 8 9	2 2 . 9 9	1 7 . 1 4	1 9 . 2 1
B ₂ O ₃	m o l . %	2 3 . 0 0	2 4 . 0 2	2 3 . 3 4	2 4 . 8 4	2 4 . 2 9	2 3 . 6 2	2 5 . 6 8	2 5 . 0 9
L a ₂ O ₃	m o l . %	1 9 . 9 9	1 8 . 4 6	1 8 . 3 7	1 7 . 2 6	1 7 . 0 2	1 7 . 1 5	1 5 . 9 9	1 5 . 8 3
N b ₂ O ₅	m o l . %	1 3 . 4 5	1 4 . 0 6	1 3 . 3 8	1 4 . 5 5	1 3 . 9 6	1 3 . 3 3	1 5 . 0 5	1 4 . 4 2
T i O ₂	m o l . %	1 3 . 5 4	1 3 . 4 4	1 2 . 4 9	1 3 . 3 3	1 2 . 4 4	1 1 . 7 0	1 3 . 2 6	1 2 . 3 3
Z r O ₂	m o l . %	6 . 9 9	7 . 0 0	7 . 8 4	7 . 0 0	7 . 8 0	8 . 4 7	7 . 0 0	7 . 8 2
B i ₂ O ₃	m o l . %	0	1 . 8 7	1 . 2 6	3 . 3 4	2 . 9 4	2 . 2 1	4 . 8 8	4 . 3 8
Y ₂ O ₃	m o l . %	0	0 . 3 6	0 . 2 8	0 . 6 5	0 . 6 1	0 . 4 9	0 . 9 5	0 . 8 8
S i O ₂	m o l . %	0 . 0 3 1 6	0 . 0 3 1 8	0 . 0 3 1 8	0 . 0 3 2 1	0 . 0 3 2 1	0 . 0 3 2	0 . 0 3 2 3	0 . 0 3 2 3
T a ₂ O ₅	m o l . %	0 . 0 1 2 9	0 . 0 1 3	0 . 0 1 3	0 . 0 1 3 1	0 . 0 1 3 1	0 . 0 1 3 1	0 . 0 1 3 2	0 . 0 1 3 2
組 成 約 束									
W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	2 2 . 9 9	2 2 . 6 1	2 4 . 2 5	2 2 . 3 2	2 3 . 8 4	2 5 . 2 0	2 2 . 0 2	2 3 . 5 8

R E _m O _n + Z r O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	1 3 . 5 3	1 1 . 7 6	1 3 . 1 0	1 0 . 3 6	1 1 . 4 7	1 2 . 7 9	8 . 8 9 9	1 0 . 1 1
T i O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	0 . 0 8 3 9 9	- 0 . 6 2 7 5	- 0 . 8 8 4 5	- 1 . 2 1 6	- 1 . 5 1 4	- 1 . 6 2 6	- 1 . 7 9 5	- 2 . 0 9 0
S i O ₂ - B ₂ O ₃	m o l . %	- 2 2 . 9 7	- 2 3 . 9 9	- 2 3 . 3 1	- 2 4 . 8 1	- 2 4 . 2 6	- 2 3 . 5 8	- 2 5 . 6 5	- 2 5 . 0 6
T i O ₂ + Z r O ₂	m o l . %	2 0 . 5 3	2 0 . 4 4	2 0 . 3 3	2 0 . 3 4	2 0 . 2 4	2 0 . 1 7	2 0 . 2 6	2 0 . 1 5
T i O ₂ + N b ₂ O ₅	m o l . %	2 6 . 9 9	2 7 . 5 0	2 5 . 8 7	2 7 . 8 8	2 6 . 4 0	2 5 . 0 3	2 8 . 3 1	2 6 . 7 5
N b ₂ O ₅ - S i O ₂	m o l . %	1 3 . 4 2	1 4 . 0 3	1 3 . 3 5	1 4 . 5 2	1 3 . 9 2	1 3 . 2 9	1 5 . 0 2	1 4 . 3 9
所 量 測 特 性									
n _d							2 . 0 7 1 3		2 . 0 8 7 3
d _{R T}	g / c m ³	5 . 4 8 6					5 . 4 9 2	5 . 4 7 7	5 . 5 0 6
T _{l i q}	°C							1 0 6 8	
n _{5 3 1 . 9 n m}							2 . 0 8 6 8		2 . 1 0 3 7
n _{6 3 2 . 8 n m}							2 . 0 6 2 0		2 . 0 7 7 5
1 5 - m i n d e v i t 測 試 (0 / 1)		1	1	1	1	1	1	1	1
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P _{G F}	m o l . %	7 . 0 9 3 8	5 . 1 8 8 1	7 . 8 4 2 7	3 . 7 4 4 9	6 . 0 4 9 1	8 . 4 1 7 8	2 . 1 8 0 2	4 . 6 7 2 9
P _n [對 於 n _d]		2 . 0 6 5 5	2 . 0 7 0 6	2 . 0 6 7 1	2 . 0 7 4 4	2 . 0 7 1 8	2 . 0 6 8 3	2 . 0 7 8 7	2 . 0 7 5 5
P _d [對 於 d _{R T}]	g / c m ³	5 . 4 7 0 5	5 . 4 6 9 4	5 . 4 9 6 7	5 . 4 6 8 2	5 . 4 9 4 1	5 . 5 1 6	5 . 4 6 7 2	5 . 4 9 3
P _{T g} [對 於 T _g]	°C	6 3 8 . 5	6 3 0 . 6	6 2 6 . 9	6 2 4 . 3	6 2 0 . 1	6 1 8 . 1	6 1 7 . 8	6 1 3 . 8
P _n - (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		0 . 0 1 3 5	0 . 0 1 8 8	0 . 0 1 2 5	0 . 0 2 2 7	0 . 0 1 7 4	0 . 0 1 1 6	0 . 0 2 7 1	0 . 0 2 1 2
P _n - (1 . 5 0 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		- 0 . 0 0 6 5	- 0 . 0 0 1 2	- 0 . 0 0 7 5	0 . 0 0 2 8	- 0 . 0 0 2 6	- 0 . 0 0 8 4	0 . 0 0 7 1	0 . 0 0 1 2
P _n - (1 . 4 7 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})		0 . 0 2 0 8	0 . 0 3 3 1	0 . 0 3 2 9	0 . 0 4 2 6	0 . 0 4 3 7	0 . 0 4 2 0	0 . 0 5 2 6	0 . 0 5 3 1
P _n - (1 . 4 9 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})		7 . 8 0 0 E - 0 4	0 . 0 1 3 1	0 . 0 1 2 9	0 . 0 2 2 6	0 . 0 2 3 7	0 . 0 2 2 0	0 . 0 3 2 6	0 . 0 3 3 1

表 6 續

例 示 性 玻 璃	8 1	8 2	8 3	8 4	8 5	8 6	8 7	8 8
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

組成 - mol. %									
W O ₃	mol. %	20.89	22.99	17.08	18.91	17.08	17.60	16.43	17.99
B ₂ O ₃	mol. %	24.57	23.91	26.10	25.54	24.93	24.82	25.31	24.75
L a ₂ O ₃	mol. %	15.81	15.90	14.20	14.19	16.26	16.06	15.47	15.92
N b ₂ O ₅	mol. %	13.91	13.27	14.99	14.44	15.18	14.98	15.30	14.85
T i O ₂	mol. %	11.67	10.89	12.12	11.40	12.33	12.40	12.11	12.44
Z r O ₂	mol. %	8.41	9.12	7.90	8.56	7.99	8.05	8.07	8.09
B i ₂ O ₃	mol. %	3.89	3.17	6.30	5.74	5.22	4.98	6.20	4.80
Y ₂ O ₃	mol. %	0.82	0.70	1.27	1.19	0.97	1.05	1.05	1.11
S i O ₂	mol. %	0.0322	0.0322	0.0326	0.0325	0.0327	0.0326	0.0329	0.0325
T a ₂ O ₅	mol. %	0.0132	0.0131	0.0133	0.0133	0.0134	0.0133	0.0134	0.0133
組成約束									
W O ₃ + B i ₂ O ₃	mol. %	24.78	26.16	23.38	24.64	22.29	22.58	22.63	22.79
R E _m O _n + Z r O ₂ - N b ₂ O ₅	mol. %	11.13	12.45	8.370	9.505	10.04	10.18	9.301	10.27
T i O ₂ - N b ₂ O ₅	mol. %	-2.240	-2.376	-2.875	-3.038	-2.853	-2.586	-3.191	-2.417
S i O ₂ - B ₂ O ₃	mol. %	-24.54	-23.88	-26.06	-25.50	-24.90	-24.79	-25.28	-24.72
T i O ₂ + Z r O ₂	mol. %	20.08	20.01	20.02	19.96	20.32	20.45	20.18	20.53
T i O ₂ + N b ₂ O ₅	mol. %	25.57	24.16	27.11	25.83	27.51	27.38	27.41	27.29
N b ₂ O ₅ - S i O ₂	mol. %	13.87	13.24	14.96	14.40	15.15	14.95	15.27	14.82
所量測特性									
n _d				2.0963			2.0942		

d _{RT}	g / c m ³		5 . 5 2 9	5 . 5 0 9	5 . 4 9 9	5 . 5 2 9	5 . 4 9 4	5 . 5 4 6	5 . 4 2 4
T _g	°C						6 1 4		6 1 3
T _x	°C								7 3 6
T _{liq}	°C					1 1 1 2			
n _{531 . 9 nm}				2 . 1 1 3 2			2 . 1 1 0 8		
n _{632 . 8 nm}				2 . 0 8 6 2			2 . 0 8 4 3		
1 5 - m in devit 測 試 (0 / 1)		1	1	1	1	1	1	1	1
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P _{GF}	m o l . %	6 . 6 1 4 7	9 . 0 1 5 6	2 . 9 6 0 7	5 . 0 7 7 0	1 . 8 0 9 6	2 . 3 5 8 9	1 . 3 0 8 5	2 . 7 9 1 2
P _n [對 於 n _d]		2 . 0 7 2 9	2 . 0 6 9 3	2 . 0 8 0 6	2 . 0 7 7 6	2 . 0 8 5 8	2 . 0 8 3 9	2 . 0 8 8 8	2 . 0 8 2 5
P _d [對 於 d _{RT}]	g / c m ³	5 . 5 1 3	5 . 5 3 4 5	5 . 4 9 5 3	5 . 5 1 5 7	5 . 5 3 8 6	5 . 5 2 7 1	5 . 5 5 3 4	5 . 5 1 8 8
P T _g [對 於 T _g]	°C	6 1 1 . 4	6 0 9 . 2	6 0 4 . 9	6 0 2 . 5	6 1 7 . 5	6 1 7 . 1	6 1 1 . 5	6 1 6 . 8
P _n - (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		0 . 0 1 6 6	0 . 0 1 0 7	0 . 0 2 6 1	0 . 0 2 0 9	0 . 0 2 6 8	0 . 0 2 6 1	0 . 0 2 8 3	0 . 0 2 5 5
P _n - (1 . 5 0 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		- 0 . 0 0 3 5	- 0 . 0 0 9 3	0 . 0 0 6 1	9 . 4 0 0 E - 0 4	0 . 0 0 6 8	0 . 0 0 6 1	0 . 0 0 8 3	0 . 0 0 5 6
P _n - (1 . 4 7 + 0 . 0 0 0 9 * P T _g)		0 . 0 5 2 7	0 . 0 5 1 1	0 . 0 6 6 1	0 . 0 6 5 3	0 . 0 6 0 1	0 . 0 5 8 5	0 . 0 6 8 5	0 . 0 5 7 4
P _n - (1 . 4 9 + 0 . 0 0 0 9 * P T _g)		0 . 0 3 2 7	0 . 0 3 1 1	0 . 0 4 6 1	0 . 0 4 5 3	0 . 0 4 0 1	0 . 0 3 8 5	0 . 0 4 8 5	0 . 0 3 7 4

表 6 續

例 示 性 玻 璃	8 9	9 0	9 1	9 2	9 3	9 4	9 5	9 6
組 成 - m o l . %								

W O ₃	m o l . %	1 6 . 9 9	1 5 . 9 3	1 8 . 3 6	1 7 . 3 8	1 6 . 5 3	1 5 . 4 3	1 7 . 7 8	1 6 . 9 2
B ₂ O ₃	m o l . %	2 5 . 1 7	2 5 . 6 0	2 4 . 6 8	2 5 . 1 0	2 5 . 4 5	2 5 . 9 0	2 5 . 0 5	2 5 . 4 1
L a ₂ O ₃	m o l . %	1 5 . 3 6	1 4 . 8 7	1 5 . 7 9	1 5 . 2 3	1 4 . 7 9	1 4 . 2 4	1 5 . 0 1	1 4 . 5 5
N b ₂ O ₅	m o l . %	1 5 . 1 1	1 5 . 3 9	1 4 . 7 2	1 4 . 9 7	1 5 . 1 9	1 5 . 4 8	1 4 . 8 2	1 5 . 0 4
T i O ₂	m o l . %	1 2 . 2 0	1 1 . 9 6	1 2 . 4 7	1 2 . 2 4	1 2 . 0 6	1 1 . 8 0	1 2 . 2 8	1 2 . 0 7
Z r O ₂	m o l . %	8 . 1 2	8 . 1 3	8 . 1 5	8 . 1 6	8 . 1 7	8 . 1 8	8 . 2 1	8 . 2 3
B i ₂ O ₃	m o l . %	5 . 8 9	6 . 9 6	4 . 6 3	5 . 7 1	6 . 5 9	7 . 7 3	5 . 5 7	6 . 4 8
Y ₂ O ₃	m o l . %	1 . 1 2	1 . 1 2	1 . 1 6	1 . 1 7	1 . 1 7	1 . 1 8	1 . 2 4	1 . 2 5
S i O ₂	m o l . %	0 . 0 3 2 8	0 . 0 3 3 1	0 . 0 3 2 4	0 . 0 3 2 7	0 . 0 3 2 9	0 . 0 3 3 2	0 . 0 3 2 6	0 . 0 3 2 8
T a ₂ O ₅	m o l . %	0 . 0 1 3 4	0 . 0 1 3 5	0 . 0 1 3 2	0 . 0 1 3 3	0 . 0 1 3 4	0 . 0 1 3 6	0 . 0 1 3 3	0 . 0 1 3 4
組 成 約 束									
W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	2 2 . 8 8	2 2 . 8 9	2 3 . 0 0	2 3 . 0 8	2 3 . 1 2	2 3 . 1 7	2 3 . 3 5	2 3 . 4 0
R E _m O _n + Z r O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	9 . 4 8 7	8 . 7 2 1	1 0 . 3 7	9 . 5 8 8	8 . 9 3 6	8 . 1 2 1	9 . 6 4 1	8 . 9 8 8
T i O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	- 2 . 9 0 3	- 3 . 4 2 6	- 2 . 2 4 2	- 2 . 7 3 2	- 3 . 1 3 5	- 3 . 6 8 4	- 2 . 5 4 6	- 2 . 9 6 6
S i O ₂ - B ₂ O ₃	m o l . %	- 2 5 . 1 4	- 2 5 . 5 7	- 2 4 . 6 5	- 2 5 . 0 7	- 2 5 . 4 2	- 2 5 . 8 7	- 2 5 . 0 1	- 2 5 . 3 8
T i O ₂ + Z r O ₂	m o l . %	2 0 . 3 2	2 0 . 0 9	2 0 . 6 2	2 0 . 4 0	2 0 . 2 3	1 9 . 9 8	2 0 . 4 9	2 0 . 3 0
T i O ₂ + N b ₂ O ₅	m o l . %	2 7 . 3 1	2 7 . 3 6	2 7 . 1 9	2 7 . 2 1	2 7 . 2 5	2 7 . 2 8	2 7 . 1 0	2 7 . 1 1
N b ₂ O ₅ - S i O ₂	m o l . %	1 5 . 0 7	1 5 . 3 6	1 4 . 6 8	1 4 . 9 4	1 5 . 1 6	1 5 . 4 5	1 4 . 7 9	1 5 . 0 1
所 量 測 特 性									
n _d						2 . 1 0 3 3			
d _{R T}	g / c m ³		5 . 5 5 9	5 . 4 4 2		5 . 5 4 5	5 . 5 9 4	5 . 4 7 2	5 . 5 1 9
T _{l i q}	°C		1 1 1 1						1 0 9 6

n 5 3 1 . 9 n m						2 . 1 2 0 6			
n 6 3 2 . 8 n m						2 . 0 9 3 1			
1 5 - m i n d e v i t 測 試 (0 / 1)		1	1	1	1	1	1	1	1
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P _{G F}	m o l . %	1 . 8 8 2 4	0 . 9 9 7 4 8	3 . 1 9 7 5	2 . 3 0 2 4	1 . 5 2 8 1	0 . 9 8 0 9 5	2 . 7 6 0 4	1 . 9 7 3 1
P _n [對 於 n _d]		2 . 0 8 6 8	2 . 0 9 1 2	2 . 0 8 1 1	2 . 0 8 5 4	2 . 0 8 8 9	2 . 0 9 3 6	2 . 0 8 3 9	2 . 0 8 7 5
P _d [對 於 d _{R T}]	g / c m ³	5 . 5 4 1 2	5 . 5 6 4 2	5 . 5 1 0 5	5 . 5 3 2 9	5 . 5 5 0 9	5 . 5 7 5 6	5 . 5 2 3 8	5 . 5 4 2 7
P _{T g} [對 於 T _g]	℃	6 1 1 . 6	6 0 6 . 9	6 1 6 . 5	6 1 1 . 4	6 0 7 . 2	6 0 2 . 0	6 1 0 . 6	6 0 6 . 3
P _n - (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		0 . 0 2 7 5	0 . 0 2 9 5	0 . 0 2 5 0	0 . 0 2 7 0	0 . 0 2 8 6	0 . 0 3 0 7	0 . 0 2 6 4	0 . 0 2 8 1
P _n - (1 . 5 0 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		0 . 0 0 7 5	0 . 0 0 9 5	0 . 0 0 5 0	0 . 0 0 7 0	0 . 0 0 8 6	0 . 0 1 0 7	0 . 0 0 6 4	0 . 0 0 8 1
P _n - (1 . 4 7 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})		0 . 0 6 6 4	0 . 0 7 5 0	0 . 0 5 6 2	0 . 0 6 5 1	0 . 0 7 2 4	0 . 0 8 1 8	0 . 0 6 4 4	0 . 0 7 1 8
P _n - (1 . 4 9 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})		0 . 0 4 6 4	0 . 0 5 5 0	0 . 0 3 6 2	0 . 0 4 5 1	0 . 0 5 2 4	0 . 0 6 1 8	0 . 0 4 4 4	0 . 0 5 1 8

表 6 續

例 示 性 玻 璃		9 7	9 8	9 9	1 0 0	1 0 1	1 0 2	1 0 3	1 0 4
組 成 - m o l . %									
W O ₃	m o l . %	1 6 . 0 2	1 6 . 8 9	1 6 . 6 4	1 6 . 7 8	1 6 . 4 5	1 6 . 5 5	1 6 . 7 0	1 6 . 2 6
B ₂ O ₃	m o l . %	2 5 . 7 8	2 5 . 3 3	2 5 . 2 9	2 4 . 8 6	2 5 . 2 6	2 4 . 8 5	2 4 . 4 7	2 5 . 2 3
L a ₂ O ₃	m o l . %	1 4 . 0 7	1 4 . 5 4	1 4 . 6 4	1 4 . 6 6	1 4 . 7 2	1 4 . 7 5	1 4 . 7 7	1 4 . 7 9

N b ₂ O ₅	m o l . %	1 5 . 2 8	1 5 . 0 4	1 5 . 1 4	1 5 . 0 9	1 5 . 2 2	1 5 . 1 7	1 5 . 1 2	1 5 . 2 9
T i O ₂	m o l . %	1 1 . 8 7	1 2 . 1 0	1 2 . 0 6	1 2 . 1 5	1 2 . 0 1	1 2 . 1 0	1 2 . 1 8	1 1 . 9 9
Z r O ₂	m o l . %	8 . 2 4	8 . 2 9	8 . 3 0	8 . 3 0	8 . 3 0	8 . 3 0	8 . 3 0	8 . 2 9
B i ₂ O ₃	m o l . %	7 . 4 4	6 . 5 0	6 . 6 4	6 . 8 6	6 . 7 5	6 . 9 7	7 . 1 3	6 . 8 5
Y ₂ O ₃	m o l . %	1 . 2 6	1 . 2 5	1 . 2 5	1 . 2 6	1 . 2 5	1 . 2 6	1 . 2 8	1 . 2 5
S i O ₂	m o l . %	0 . 0 3 3 1	0 . 0 3 2 8	0 . 0 3 2 9	0 . 0 3 3 1	0 . 0 3 3	0 . 0 3 3 2	0 . 0 3 3 3	0 . 0 3 3 1
T a ₂ O ₅	m o l . %	0 . 0 1 3 5	0 . 0 1 3 4	0 . 0 1 3 4	0 . 0 1 3 5	0 . 0 1 3 5	0 . 0 1 3 5	0 . 0 1 3 6	0 . 0 1 3 5
組 成 約 束									
W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	2 3 . 4 5	2 3 . 3 9	2 3 . 2 7	2 3 . 6 4	2 3 . 1 9	2 3 . 5 2	2 3 . 8 3	2 3 . 1 1
R E _m O _n + Z r O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	8 . 2 9 3	9 . 0 4 3	9 . 0 5 4	9 . 1 3 5	9 . 0 4 8	9 . 1 4 1	9 . 2 2 9	9 . 0 4 1
T i O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	- 3 . 4 0 8	- 2 . 9 4 2	- 3 . 0 7 7	- 2 . 9 3 4	- 3 . 2 0 3	- 3 . 0 6 8	- 2 . 9 3 6	- 3 . 2 9 8
S i O ₂ - B ₂ O ₃	m o l . %	- 2 5 . 7 5	- 2 5 . 3 0	- 2 5 . 2 6	- 2 4 . 8 2	- 2 5 . 2 3	- 2 4 . 8 2	- 2 4 . 4 4	- 2 5 . 2 0
T i O ₂ + Z r O ₂	m o l . %	2 0 . 1 1	2 0 . 3 9	2 0 . 3 6	2 0 . 4 5	2 0 . 3 2	2 0 . 4 0	2 0 . 4 8	2 0 . 2 8
T i O ₂ + N b ₂ O ₅	m o l . %	2 7 . 1 5	2 7 . 1 5	2 7 . 2 0	2 7 . 2 4	2 7 . 2 3	2 7 . 2 7	2 7 . 3 0	2 7 . 2 8
N b ₂ O ₅ - S i O ₂	m o l . %	1 5 . 2 5	1 5 . 0 1	1 5 . 1 0	1 5 . 0 5	1 5 . 1 8	1 5 . 1 4	1 5 . 0 8	1 5 . 2 6
所 量 測 特 性									
n _d		2 . 1 0 5 7							
d _{R T}	g / c m ³	5 . 5 4 9	5 . 5 2 3	5 . 5 4 0	5 . 5 6 3	5 . 5 6 2	5 . 5 9 0	5 . 6 0 3	5 . 5 6 9
T _{l i q}	°C		1 1 0 8			1 1 1 0		1 1 1 8	
n _{5 3 1 . 9 n m}		2 . 1 2 3 3							
n _{6 3 2 . 8 n m}		2 . 0 9 5 3							

15 - min devit 測試 (0 / 1)		1	1	1	1	1	1	1	1
所預測及計算之特性									
P _{G F}	mol . %	1.14 44	1.84 97	1.48 08	1.08 60	1.22 48	0.78 885	0.48 057	0.94 707
P _n [對於 n _d]		2.09 14	2.08 81	2.08 99	2.09 47	2.09 13	2.09 6	2.10 0	2.09 26
P _d [對於 d _{RT}]	g / cm ³	5.56 25	5.54 51	5.55 63	5.58 73	5.56 51	5.59 54	5.62 12	5.57 36
P _{Tg} [對於 T _g]	°C	601. 8	606. 4	606. 7	605. 9	607. 0	606. 3	605. 6	607. 2
P _n - (1.483 + 0.104 * P _d)		0.02 99	0.02 84	0.02 91	0.03 06	0.02 95	0.03 10	0.03 23	0.03 00
P _n - (1.503 + 0.104 * P _d)		0.00 99	0.00 84	0.00 91	0.01 06	0.00 95	0.01 10	0.01 23	0.01 00
P _n - (1.47 + 0.0009 * P _{Tg})		0.07 97	0.07 24	0.07 39	0.07 94	0.07 50	0.08 03	0.08 49	0.07 61
P _n - (1.49 + 0.0009 * P _{Tg})		0.05 97	0.05 24	0.05 39	0.05 94	0.05 50	0.06 03	0.06 49	0.05 61

表 6 續

例 示 性 玻 璃		1 0 5	1 0 6	1 0 7	1 0 8	1 0 9	1 1 0	1 1 1	1 1 2
組 成 - m o l . %									
W O ₃	m o l . %	1 6 . 3 6	1 6 . 4 6	1 6 . 6 1	1 5 . 9 9	3 7 . 2 4	3 5 . 9 5	3 6 . 6 1	3 0 . 2 0
B ₂ O ₃	m o l . %	2 4 . 8 2	2 4 . 4 9	2 4 . 1 1	2 5 . 1 9	2 5 . 8 6	2 4 . 8 6	2 5 . 0 8	2 8 . 3 0
L a ₂ O ₃	m o l . %	1 4 . 8 2	1 4 . 8 4	1 4 . 8 6	1 4 . 8 9	1 7 . 9 9	1 7 . 9 9	1 5 . 9 9	1 5 . 9 9
N b ₂ O ₅	m o l . %	1 5 . 2 4	1 5 . 2 1	1 5 . 1 5	1 5 . 3 9	1 0 . 5 4	7 . 1 2	7 . 6 4	1 3 . 0 9
T i O ₂	m o l . %	1 2 . 0 8	1 2 . 1 5	1 2 . 2 4	1 1 . 9 5	1 . 3 3	7 . 0 4	7 . 6 4	5 . 3 7

ZrO ₂	mol .%	8.30	8.30	8.29	8.30	6.99	7.00	7.00	7.00
Bi ₂ O ₃	mol .%	7.07	7.23	7.41	7.00	0	0	0	0
Y ₂ O ₃	mol .%	1.27	1.27	1.29	1.25	0	0	0	0
SiO ₂	mol .%	0.03 33	0.03 34	0.033 5	0.03 32	0.03 34	0.032	0.03 16	0.03 16
Ta ₂ O ₅	mol .%	0.01 36	0.01 36	0.013 7	0.01 35	0.00 91	0.008 7	0.00 86	0.01 29
組成約束									
WO ₃ + Bi ₂ O ₃	mol .%	23.4 3	23.6 9	24.02	22.9 8	37.2 4	35.95	36.6 1	30.2 0
RE _m O _n + ZrO ₂ - Nb ₂ O ₅	mol .%	9.14 3	9.21 0	9.292	9.04 6	14.4 4	17.87	15.3 6	9.90 5
TiO ₂ - Nb ₂ O ₅	mol .%	-3.1 62	-3.0 52	-2.91 2	-3.4 42	-9.2 11	-0.08 201	3.62 2E- 03	-7.7 26
SiO ₂ - B ₂ O ₃	mol .%	-24. 79	-24. 46	-24.0 8	-25. 16	-25. 83	-24.8 3	-25. 04	-28. 27
TiO ₂ + ZrO ₂	mol .%	20.3 8	20.4 6	20.53	20.2 5	8.32 1	14.04	14.6 4	12.3 7
TiO ₂ + Nb ₂ O ₅	mol .%	27.3 2	27.3 6	27.38	27.3 4	11.8 7	14.16	15.2 8	18.4 6
Nb ₂ O ₅ - SiO ₂	mol .%	15.2 1	15.1 7	15.11	15.3 6	10.5 1	7.088	7.60 6	13.0 6
所量測特性									
n _d				2.119 8					
d _{RT}	g / c m ³	5.58 9	5.61 0	5.645	5.57 4				
T _{liq}	°C		1125		1117				
15-min devit 測試 (0/1)		1	1	1	1	1	1	1	1
n _{531.9} n _m				2.138 4					
n _{632.8} n _m				2.108 7					
所預測及計算之特性									
P _{GF}	mol .%	0.50 672	0.20 037	-0.13 358	0.66 304	33.5 95	22.83 3	25.4 82	27.8 82
P _n [對 於 n _d]		2.09 73	2.10 09	2.105 1	2.09 45	2.02 31	2.028 8	2.02 33	2.00 93

P_d [對 於 d_{RT}]	g / cm^3	5 . 6 0 3 7	5 . 6 2 6 6	5 . 6 5 3 7	5 . 5 8 5 1	5 . 7 2 0 7	5 . 6 6 4 1	5 . 5 6 6 3	5 . 3 6 8 1
P_{Tg} [對 於 T_g]	°C	6 0 6 . 5	6 0 6 . 0	6 0 5 . 2	6 0 7 . 6	5 8 2 . 3	5 8 6 . 8	5 7 9 . 5	5 9 5 . 8
$P_n - (1$. 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * P_d)		0 . 0 3 1 5	0 . 0 3 2 8	0 . 0 3 4 1	0 . 0 3 0 7	- 0 . 0 5 4 9	- 0 . 0 4 3 3	- 0 . 0 3 8 6	- 0 . 0 3 2 0
$P_n - (1$. 5 0 3 + 0 . 1 0 4 * P_d)		0 . 0 1 1 5	0 . 0 1 2 8	0 . 0 1 4 1	0 . 0 1 0 7	- 0 . 0 7 4 9	- 0 . 0 6 3 3	- 0 . 0 5 8 6	- 0 . 0 5 2 0
$P_n -$ (1 . 4 7 + 0 . 0 0 0 9 * P_{Tg})		0 . 0 8 1 4	0 . 0 8 5 6	0 . 0 9 0 3	0 . 0 7 7 7	0 . 0 2 9 0	0 . 0 3 0 7	0 . 0 3 1 8	0 . 0 0 3 1
$P_n -$ (1 . 4 9 + 0 . 0 0 0 9 * P_{Tg})		0 . 0 6 1 4	0 . 0 6 5 6	0 . 0 7 0 3	0 . 0 5 7 7	0 . 0 0 9 0	0 . 0 1 0 7	0 . 0 1 1 8	- 0 . 0 1 6 9

表 6 續

例 示 性 玻 璃		1 1 3	1 1 4	1 1 5	1 1 6	1 1 7	1 1 8	1 1 9	1 2 0
組 成 - m o l . %									
$W O_3$	m o l . %	4 1 . 2 3	3 4 . 3 8	2 9 . 1 9	1 7 . 0 5	1 7 . 0 5	3 2 . 9 3	3 1 . 8 5	3 4 . 9 3
$B_2 O_3$	m o l . %	2 3 . 6 1	2 5 . 4 5	2 7 . 4 6	2 4 . 3 7	2 4 . 3 7	2 7 . 9 3	2 5 . 9 1	2 6 . 4 9
$La_2 O_3$	m o l . %	1 3 . 9 9	1 4 . 0 0	1 4 . 0 0	1 6 . 4 8	1 6 . 4 8	2 2 . 9 6	2 2 . 0 0	1 9 . 9 9
$Nb_2 O_5$	m o l . %	6 . 7 1	8 . 1 3	1 0 . 9 0	1 5 . 2 7	1 5 . 2 7	8 . 9 8	7 . 0 3	1 0 . 2 4
$Ti O_2$	m o l . %	7 . 4 2	1 1 . 0 1	1 1 . 4 2	1 3 . 3 7	1 3 . 3 7	0 . 0 2 5 5	6 . 1 8	1 . 3 1
$Zr O_2$	m o l . %	7 . 0 0	6 . 9 9	6 . 9 9	7 . 0 0	7 . 0 0	6 . 9 8	6 . 9 9	7 . 0 0
$Bi_2 O_3$	m o l . %	0	0	0	5 . 4 4	5 . 4 4	0	0	0
$Y_2 O_3$	m o l . %	0	0	0	0 . 9 8	0 . 9 8	0	0	0
$Si O_2$	m o l . %	0 . 0 3 1 6	0 . 0 3 0 3	0 . 0 2 9 8	0 . 0 3 2 9	0 . 0 3 2 9	0	0 . 0 3 2 6	0 . 0 3 3 5
$Ce O_2$	m o l . %	0	0	0	0	0	0 . 1 4	0	0
$Ca O$	m o l	0	0	0	0	0	0 . 0 3	0	0

	. %						6 3		
T a ₂ O ₅	m o l . %	0 . 0 0 4 3	0 . 0 0 8 2	0 . 0 0 8 1	0 . 0 1 3 4	0 . 0 1 3 4	0 . 0 0 9 2	0 . 0 0 4 4	0 . 0 0 9 1
組 成 約 束									
W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	4 1 . 2 3	3 4 . 3 8	2 9 . 1 9	2 2 . 4 9	2 2 . 4 9	3 2 . 9 6	3 1 . 8 5	3 4 . 9 3
R E _m O _n + Z r O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	1 4 . 2 9	1 2 . 8 6	1 0 . 1 0	9 . 1 8 2	9 . 1 8 2	2 1 . 0 4	2 1 . 9 6	1 6 . 7 5
T i O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	0 . 7 1 6 6	2 . 8 8 6	0 . 5 1 7 6	- 1 . 9 0 5	- 1 . 9 0 5	- 8 . 9 6 5	- 0 . 8 5 0 6	- 8 . 9 3 1
S i O ₂ - B ₂ O ₃	m o l . %	- 2 3 . 5 8	- 2 5 . 4 2	- 2 7 . 4 3	- 2 4 . 3 4	- 2 4 . 3 4	- 2 7 . 9 5	- 2 5 . 8 8	- 2 6 . 4 5
T i O ₂ + Z r O ₂	m o l . %	1 4 . 4 2	1 8 . 0 0	1 8 . 4 1	2 0 . 3 6	2 0 . 3 6	7 . 0 1 3	1 3 . 1 7	8 . 3 1 2
T i O ₂ + N b ₂ O ₅	m o l . %	1 4 . 1 3	1 9 . 1 4	2 2 . 3 2	2 8 . 6 4	2 8 . 6 4	9 . 0 1 6	1 3 . 2 1	1 1 . 5 5
N b ₂ O ₅ - S i O ₂	m o l . %	6 . 6 7 5	8 . 0 9 6	1 0 . 8 7	1 5 . 2 4	1 5 . 2 4	8 . 9 9 0	6 . 9 9 7	1 0 . 2 1
所 量 測 特 性									
d _{R T}	g / c m ³					5 . 5 6 4			
T _{l i q}	°C				1 0 7 1	1 0 7 9			
1 5 - m i n d e v i t 測 試 (0 / 1)		1	1	1				1	1
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P _{G F}	m o l . %	3 0 . 8 9 4	2 2 . 4 9 7	2 0 . 3 3 1	0 . 6 8 8 9 6	0 . 6 8 8 9 6	2 4 . 6 2 4	1 5 . 8 4 8	2 9 . 2 0 3
P _n [對 於 n _d]		2 . 0 2 5 9	2 . 0 1 9 2	2 . 0 1 1	2 . 0 9 4 2	2 . 0 9 4 2	2 . 0 1 8 3	2 . 0 3 1 7	2 . 0 2 3 7
P _d [對 於 d _{R T}]	g / c m ³	5 . 6 0 4	5 . 3 7 5 6	5 . 2 0 9	5 . 5 6 4 8	5 . 5 6 4 8	5 . 8 3 9 7	5 . 7 5 9	5 . 7 5 6 2
P _{T g} [對 於	°C	5 6 2 . 2	5 8 0 . 8	5 9 4 . 5	6 1 8 . 7	6 1 8 . 7	6 0 3 . 9	6 0 7 . 9	5 9 3 . 4

T _g]									
P _n - (1.483 + 0.104 * P _d)		- 0.0399	- 0.0228	- 0.0137	0.0324	0.0324	- 0.0720	- 0.0503	- 0.0579
P _n - (1.503 + 0.104 * P _d)		- 0.0599	- 0.0428	- 0.0337	0.0124	0.0124	- 0.0920	- 0.0703	- 0.0779
P _n - (1.47 + 0.0009 * P _{Tg})		0.0499	0.0265	0.0060	0.0673	0.0673	0.0048	0.0145	0.0197
P _n - (1.49 + 0.0009 * P _{Tg})		0.0299	0.0065	- 0.0140	0.0473	0.0473	- 0.0152	- 0.0055	- 3.400E - 04

表 6 續

例 示 性 玻 璃		1 2 1	1 2 2	1 2 3	1 2 4	1 2 5	1 2 6	1 2 7	1 2 8
組 成 - m o l . %									
W O ₃	m o l . %	3 3 . 91	2 9 . 87	3 3 . 13	1 6 . 37	1 6 . 37	1 4 . 50	3 6 . 22	3 8 . 23
B ₂ O ₃	m o l . %	2 5 . 55	2 7 . 94	2 4 . 67	2 4 . 75	2 4 . 75	2 6 . 89	2 3 . 97	2 3 . 76
L a ₂ O ₃	m o l . %	2 0 . 00	1 7 . 99	1 4 . 00	1 5 . 99	1 5 . 99	1 4 . 20	2 1 . 99	2 0 . 00
N b ₂ O ₅	m o l . %	6 . 97	1 2 . 18	5 . 43	1 5 . 44	1 5 . 44	1 5 . 77	4 . 37	4 . 29
T i O ₂	m o l . %	6 . 53	4 . 99	1 5 . 75	1 3 . 34	1 3 . 34	1 3 . 14	6 . 41	6 . 69
Z r O ₂	m o l . %	7 . 01	6 . 99	7 . 00	6 . 99	6 . 99	6 . 99	7 . 00	6 . 99
B i ₂ O ₃	m o l . %	0	0	0	5 . 98	5 . 98	7 . 08	0	0
Y ₂ O ₃	m o l . %	0	0	0	1 . 09	1 . 09	1 . 38	0	0
S i O ₂	m o l . %	0 . 0323	0 . 032	0 . 0292	0 . 033	0 . 033	0 . 0326	0 . 0329	0 . 0326
T a ₂ O ₅	m o l . %	0 . 0044	0 . 0131	0 . 004	0 . 0134	0 . 0134	0 . 0133	0 . 0045	0 . 0044
組 成 約 束									
W O ₃	m o l	3 3 . 9	2 9 . 8	3 3 . 1	2 2 . 3	2 2 . 3	2 1 . 5	3 6 . 2	3 8 . 2

+ B i ₂ O ₃	. %	1	7	3	5	5	8	2	3
R E _m O _n + Z r O ₂	m o l	2 0 . 0	1 2 . 8	1 5 . 5	8 . 6 2	8 . 6 2	6 . 7 9	2 4 . 6	2 2 . 6
- N b ₂ O ₅	. %	3	0	7	6	6	5	2	9
T i O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l	- 0 . 4	- 7 . 1	1 0 . 3	- 2 . 1	- 2 . 1	- 2 . 6	2 . 0 4	2 . 3 9
	. %	3 6 8	9 5	3	0 6	0 6	3 3	5	7
S i O ₂ - B ₂ O ₃	m o l	- 2 5 .	- 2 7 .	- 2 4 .	- 2 4 .	- 2 4 .	- 2 6 .	- 2 3 .	- 2 3 .
	. %	5 2	9 0	6 4	7 1	7 1	8 6	9 4	7 3
T i O ₂ + Z r O ₂	m o l	1 3 . 5	1 1 . 9	2 2 . 7	2 0 . 3	2 0 . 3	2 0 . 1	1 3 . 4	1 3 . 6
	. %	4	8	5	3	3	3	1	8
T i O ₂ + N b ₂ O ₅	m o l	1 3 . 5	1 7 . 1	2 1 . 1	2 8 . 7	2 8 . 7	2 8 . 9	1 0 . 7	1 0 . 9
	. %	0	7	8	8	8	1	8	8
N b ₂ O ₅ - S i O ₂	m o l	6 . 9 3	1 2 . 1	5 . 3 9	1 5 . 4	1 5 . 4	1 5 . 7	4 . 3 3	4 . 2 6
	. %	7	5	7	1	1	4	4	1
所 量 測 特 性									
d _{R T}	g / c m ³					5 . 5 7 7	5 . 5 1 7		
T _{l i q}	°C				1 0 6 1	1 0 8 2	1 0 5 8		
1 5 - m i n d e v i t 測 試 (0 / 1)		1	1	1				1	1
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P _{G F}	m o l . %	1 9 . 3 6 4	2 4 . 9 0 2	1 3 . 5 3 6	0 . 6 4 8 6 1	0 . 6 4 8 6 1	2 . 0 9 7 8	1 6 . 6 7 9	2 0 . 2 7 0
P _n [對 於 n _d]		2 . 0 2 8 8	2 . 0 1 5 3	2 . 0 2 3 9	2 . 0 9 4 9	2 . 0 9 4 9	2 . 0 8 4 7	2 . 0 4 0 2	2 . 0 3 6 3
P _d [對 於 d _{R T}]	g / c m ³	5 . 7 0 8 5	5 . 4 7 4 5	5 . 3 2 3 1	5 . 5 5 9 2	5 . 5 5 9 2	5 . 4 6 5 8	5 . 9 0 0 3	5 . 8 4 5 5
P _{T g} [對 於 T _g]	°C	5 9 7 . 0	6 0 2 . 2	5 8 5 . 1	6 1 6 . 2	6 1 6 . 2	6 0 8 . 5	5 9 6 . 7	5 8 5 . 7
P _n - (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4		- 0 . 0 4 7 9	- 0 . 0 3 7 1	- 0 . 0 1 2 7	0 . 0 3 3 7	0 . 0 3 3 7	0 . 0 3 3 2	- 0 . 0 5 6 4	- 0 . 0 5 4 7

* P _d)									
P _n - (1 .503 + 0.104 * P _d)		- 0.0 679	- 0.0 571	- 0.0 327	0.01 37	0.01 37	0.01 32	- 0.0 764	- 0.0 747
P _n - (1 .47 + 0.000 9 * P _{Tg})		0.02 15	0.00 33	0.02 73	0.07 03	0.07 03	0.06 71	0.03 32	0.03 91
P _n - (1 .49 + 0.000 9 * P _{Tg})		0.00 15	- 0.0 167	0.00 73	0.05 03	0.05 03	0.04 71	0.01 32	0.01 91

表 6 續

例 示 性 玻 璃		1 2 9	1 3 0	1 3 1	1 3 2	1 3 3	1 3 4	1 3 5	1 3 6
組 成 - m o l . %									
W O ₃	m o l . %	3 0 . 7 1	3 3 . 2 3	2 6 . 7 5	2 8 . 9 4	2 9 . 2 1	2 8 . 1 2	3 0 . 9 5	3 3 . 4 5
B ₂ O ₃	m o l . %	2 6 . 8 4	2 6 . 7 8	2 6 . 4 7	2 6 . 8 5	2 7 . 0 4	2 6 . 5 3	2 6 . 0 1	2 5 . 9 0
L a ₂ O ₃	m o l . %	2 2 . 7 7	2 3 . 5 5	2 0 . 0 0	1 7 . 9 9	1 6 . 0 0	1 4 . 0 0	2 3 . 1 9	2 3 . 9 8
N b ₂ O ₅	m o l . %	6 . 4 7	6 . 3 4	5 . 4 3	8 . 6 9	9 . 3 0	7 . 8 3	4 . 6 2	4 . 3 9
T i O ₂	m o l . %	5 . 2 9	2 . 9 4	1 4 . 3 2	1 0 . 4 9	1 1 . 4 1	1 6 . 4 9	7 . 3 4	5 . 1 2
Z r O ₂	m o l . %	6 . 9 9	6 . 9 8	7 . 0 0	7 . 0 0	7 . 0 0	6 . 9 9	6 . 9 8	6 . 9 9
S i O ₂	m o l . %	0 . 7 5	0	0 . 0 3	0 . 0 3 0 7	0 . 0 3 0 2	0 . 0 2 8 6	0 . 7 4	0
C e O ₂	m o l . %	0 . 1 4	0 . 1 4	0	0	0	0	0 . 1 3	0 . 1 4
C a O	m o l . %	0 . 0 3 4 8	0 . 0 3 5 8	0	0	0	0	0 . 0 3 4 4	0 . 0 3 5 4
T a ₂ O ₅	m o l . %	0 . 0 0 4 4	0 . 0 0 4 5	0 . 0 0 4 1	0 . 0 0 8 4	0 . 0 0 8 2	0 . 0 0 7 8	0 . 0 0 4 4	0 . 0 0 4 5
組 成 約 束									
W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	3 0 . 7 3	3 3 . 2 6	2 6 . 7 5	2 8 . 9 4	2 9 . 2 1	2 8 . 1 2	3 0 . 9 7	3 3 . 4 8
R E _m O _n + Z r O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	2 3 . 3 7	2 4 . 2 8	2 1 . 5 7	1 6 . 2 9	1 3 . 7 0	1 3 . 1 5	2 5 . 6 4	2 6 . 6 7

TiO ₂ -Nb ₂ O ₅	mol %	-1.180	-3.402	8.891	1.797	2.112	8.656	2.727	0.7281
SiO ₂ -B ₂ O ₃	mol %	-26.11	-26.80	-26.44	-26.82	-27.01	-26.50	-25.29	-25.92
TiO ₂ +ZrO ₂	mol %	12.29	9.924	21.32	17.48	18.41	23.48	14.33	12.11
TiO ₂ +Nb ₂ O ₅	mol %	11.77	9.279	19.75	19.18	20.71	24.32	11.96	9.510
Nb ₂ O ₅ -SiO ₂	mol %	5.731	6.340	5.398	8.663	9.268	7.806	3.879	4.391
所量測特性									
d _{RT}	g / cm ³	5.627	5.710					5.695	
15-min devit 測試 (0 / 1)				1	1	1	1		
所預測及計算之特性									
P _{GF}	mol %	14.44	18.385	3.1850	14.611	16.627	10.823	10.076	13.750
P _n [對於 n _d]		2.0207	2.0256	2.0268	2.0212	2.0164	2.0164	2.026	2.0312
P _d [對於 d _{RT}]	g / cm ³	5.7421	5.8774	5.4563	5.4291	5.3209	5.1611	5.7702	5.9055
P _{Tg} [對於 T _g]	°C	610.7	605.5	617.1	605.7	599.7	598.3	611.8	606.8
P _n - (1.483 + 0.104 * P _d)		-0.0595	-0.0687	-0.0237	-0.0264	-0.0200	-0.0034	-0.0571	-0.0660
P _n - (1.503 + 0.104 * P _d)		-0.0795	-0.0887	-0.0437	-0.0464	-0.0400	-0.0234	-0.0771	-0.0860
P _n - (1.47 + 0.00		0.0011	0.0106	0.0014	0.0061	0.0067	0.0079	0.0054	0.0151

0 9 * P _{Tg})									
P _n - (1 . 4 9 + 0 . 0 0 0 9 * P _{Tg})		- 0 . 0 1 8 9	- 0 . 0 0 9 4	- 0 . 0 1 8 6	- 0 . 0 1 3 9	- 0 . 0 1 3 3	- 0 . 0 1 2 1	- 0 . 0 1 4 6	- 0 . 0 0 4 9

表 6 續

例 示 性 玻 璃		1 3 7	1 3 8	1 3 9	1 4 0	1 4 1	1 4 2	1 4 3	1 4 4
組 成 - m o l . %									
W O ₃	m o l . %	3 1 . 2 4	3 2 . 9 6	1 2 . 4 0	1 3 . 0 9	1 4 . 9 8	1 3 . 7 4	1 6 . 8 2	1 5 . 5 3
B ₂ O ₃	m o l . %	2 4 . 9 2	2 4 . 7 1	3 1 . 4 9	3 0 . 7 9	3 0 . 3 1	2 9 . 8 4	2 9 . 8 4	2 9 . 4 1
L a ₂ O ₃	m o l . %	2 2 . 0 0	1 9 . 9 9	1 7 . 0 0	1 6 . 1 0	1 5 . 4 8	1 4 . 6 0	1 4 . 8 8	1 4 . 0 3
N b ₂ O ₅	m o l . %	4 . 0 0	3 . 9 5	1 6 . 4 9	1 6 . 0 5	1 5 . 7 3	1 6 . 0 9	1 5 . 4 1	1 5 . 7 8
T i O ₂	m o l . %	1 0 . 8 1	1 1 . 3 5	1 3 . 1 8	1 2 . 7 7	1 2 . 4 3	1 3 . 5 3	1 2 . 1 0	1 3 . 1 9
Z r O ₂	m o l . %	6 . 9 9	7 . 0 0	7 . 0 0	7 . 0 0	7 . 0 0	7 . 0 0	7 . 0 0	7 . 0 0
B i ₂ O ₃	m o l . %	0	0	2 . 4 0	3 . 0 1	2 . 0 8	3 . 1 2	1 . 1 8	2 . 2 3
Y ₂ O ₃	m o l . %	0	0	0	1 . 1 3	1 . 9 4	2 . 0 4	2 . 7 2	2 . 7 9
S i O ₂	m o l . %	0 . 0 3 1 5	0 . 0 3 1 1	0 . 0 3	0 . 0 3 0 4	0 . 0 3 0 1	0 . 0 3 0 2	0 . 0 2 9 8	0 . 0 3
T a ₂ O ₅	m o l . %	0 . 0 0 4 3	0 . 0 0 4 2	0 . 0 1 6 3	0 . 0 1 6 5	0 . 0 1 6 4	0 . 0 1 6 4	0 . 0 1 6 2	0 . 0 1 6 3
組 成 約 束									
W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	3 1 . 2 4	3 2 . 9 6	1 4 . 8 0	1 6 . 1 1	1 7 . 0 7	1 6 . 8 6	1 8 . 0 0	1 7 . 7 6
R E _m O _n + Z r O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	2 4 . 9 9	2 3 . 0 3	7 . 5 0 0	8 . 1 7 9	8 . 6 8 9	7 . 5 4 4	9 . 1 9 4	8 . 0 4 6
T i O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	6 . 8 0 8	7 . 4 0 1	- 3 . 3 0 8	- 3 . 2 8 7	- 3 . 3 0 0	- 2 . 5 6 2	- 3 . 3 1 4	- 2 . 5 9 0
S i O ₂ - B ₂ O ₃	m o l . %	- 2 4 . 8 9	- 2 4 . 6 8	- 3 1 . 4 6	- 3 0 . 7 6	- 3 0 . 2 8	- 2 9 . 8 1	- 2 9 . 8 1	- 2 9 . 3 8
T i O ₂ +	m o l . %	1 7 . 8 1	1 8 . 3 5	2 0 . 1 8	1 9 . 7 7	1 9 . 4 3	2 0 . 5 3	1 9 . 0 9	2 0 . 1 9

ZrO ₂									
TiO ₂									
+ Nb ₂ O ₅	mol %	14.82	15.31	29.67	28.82	28.16	29.62	27.51	28.97
Nb ₂ O ₅	mol %	3.973	3.923	16.46	16.02	15.70	16.06	15.38	15.75
SiO ₂									
所量測特性									
d _{RT}	g / cm ³			5.163	5.214	5.142	5.194	5.120	5.159
15 - min devit 測試 (0 / 1)		1	1	1	1	1	1	1	1
所預測及計算之特性									
P _{GF}	mol %	7.2478	10.310	7.6093	6.0928	6.3468	6.3026	7.8065	6.5431
P _n [對於 n _d]		2.0371	2.0334	2.0227	2.0306	2.0255	2.0363	2.0204	2.0312
P _d [對於 d _{RT}]	g / cm ³	5.7268	5.6628	5.0568	5.1274	5.1075	5.1172	5.0884	5.098
P _{Tg} [對於 T _g]	°C	610.5	600.3	635.8	633.1	634.6	631.7	636.2	633.2
P _n - (1.483 + 0.104 * P _d)		-0.0415	-0.0386	0.0137	0.0144	0.0113	0.0211	0.0082	0.0180
P _n - (1.503 + 0.104 * P _d)		-0.0615	-0.0586	-0.0063	-0.0056	-0.0087	0.0011	-0.0118	-0.0020
P _n - (1.47 + 0.009 * P _{Tg})		0.0177	0.0231	-0.0195	-0.0091	-0.0157	-0.0022	-0.0221	-0.0087
P _n - (1.49 + 0.009 * P _{Tg})		-0.0023	0.0031	-0.0395	-0.0291	-0.0357	-0.0222	-0.0421	-0.0287

表 6 續

例 示 性 玻 璃		1 4 5	1 4 6	1 4 7	1 4 8	1 4 9	1 5 0	1 5 1	1 5 2
組 成 - m o l . %									
W O ₃	m o l . %	1 5 . 7 6	1 7 . 0 7	1 4 . 5 0	1 5 . 7 6	1 7 . 0 7	2 0 . 3 6	2 0 . 9 2	1 8 . 5 2
B ₂ O ₃	m o l . %	2 4 . 9 2	2 4 . 9 3	2 6 . 8 9	2 4 . 9 2	2 4 . 9 3	2 4 . 2 3	2 3 . 0 0	2 5 . 0 9
L a ₂ O ₃	m o l . %	1 5 . 6 1	1 6 . 2 6	1 4 . 2 0	1 5 . 6 1	1 6 . 2 6	1 7 . 8 3	1 8 . 2 5	1 6 . 3 2
N b ₂ O ₅	m o l . %	1 5 . 6 3	1 5 . 1 8	1 5 . 7 7	1 5 . 6 3	1 5 . 1 8	1 4 . 5 7	1 4 . 1 0	1 5 . 3 3
T i O ₂	m o l . %	1 3 . 3 1	1 3 . 3 3	1 3 . 1 4	1 3 . 3 1	1 3 . 3 3	1 2 . 7 3	1 3 . 0 0	1 2 . 1 8
Z r O ₂	m o l . %	7 . 0 0	7 . 0 0	6 . 9 9	7 . 0 0	7 . 0 0	7 . 4 5	7 . 7 6	7 . 7 9
B i ₂ O ₃	m o l . %	6 . 5 3	5 . 2 1	7 . 0 8	6 . 5 3	5 . 2 1	2 . 3 1	2 . 4 7	3 . 9 4
Y ₂ O ₃	m o l . %	1 . 1 9	0 . 9 7	1 . 3 8	1 . 1 9	0 . 9 7	0 . 4 6	0 . 4 6	0 . 7 9
S i O ₂	m o l . %	0 . 0 3 3 1	0 . 0 3 2 6	0 . 0 3 2 6	0 . 0 3 3 1	0 . 0 3 2 6	0 . 0 3 2	0 . 0 3 2 3	0 . 0 3 2 3
T a ₂ O ₅	m o l . %	0 . 0 1 3 5	0 . 0 1 3 3	0 . 0 1 3 3	0 . 0 1 3 5	0 . 0 1 3 3	0 . 0 1 3 1	0 . 0 1 3 2	0 . 0 1 3 2
組 成 約 束									
W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	2 2 . 2 9	2 2 . 2 8	2 1 . 5 8	2 2 . 2 9	2 2 . 2 8	2 2 . 6 8	2 3 . 3 9	2 2 . 4 6
R E _m O _n + Z r O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	8 . 1 7 1	9 . 0 4 9	6 . 7 9 5	8 . 1 7 1	9 . 0 4 9	1 1 . 1 7	1 2 . 3 6	9 . 5 6 2
T i O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	- 2 . 3 1 6	- 1 . 8 5 2	- 2 . 6 3 3	- 2 . 3 1 6	- 1 . 8 5 2	- 1 . 8 4 8	- 1 . 1 0 7	- 3 . 1 4 7
S i O ₂ - B ₂ O ₃	m o l . %	- 2 4 . 8 9	- 2 4 . 8 9	- 2 6 . 8 6	- 2 4 . 8 9	- 2 4 . 8 9	- 2 4 . 2 0	- 2 2 . 9 6	- 2 5 . 0 6
T i O ₂ + Z r O ₂	m o l . %	2 0 . 3 1	2 0 . 3 3	2 0 . 1 3	2 0 . 3 1	2 0 . 3 3	2 0 . 1 8	2 0 . 7 6	1 9 . 9 7
T i O ₂ + N b ₂ O ₅	m o l . %	2 8 . 9 4	2 8 . 5 1	2 8 . 9 1	2 8 . 9 4	2 8 . 5 1	2 7 . 3 0	2 7 . 1 0	2 7 . 5 1
N b ₂ O ₅ -	m o l . %	1 5 . 5 9	1 5 . 1 5	1 5 . 7 4	1 5 . 5 9	1 5 . 1 5	1 4 . 5 4	1 4 . 0 7	1 5 . 3 0

S i O ₂									
所 量 測 特 性									
d _{R T}	g / c m ³			5 . 4 4 8	5 . 5 6 5	5 . 5 2 3			
T _{l i q}	°C	1 0 7 1	1 0 5 9	1 0 2 0	1 0 9 7	1 0 7 2			
1 5 - m i n d e v i t 測 試 (0 / 1)							1	1	1
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P _{G F}	m o l . %	0 . 6 1 9 1 8	1 . 2 9 8 3	2 . 0 9 7 8	0 . 6 1 9 1 8	1 . 2 9 8 3	5 . 9 7 3 7	4 . 6 3 9 2	5 . 1 0 5 1
P _n [對 於 n _d]		2 . 0 9 7 5	2 . 0 8 7 6	2 . 0 8 4 7	2 . 0 9 7 5	2 . 0 8 7 6	2 . 0 7 0 9	2 . 0 8 1	2 . 0 7 4 8
P _d [對 於 d _{R T}]	g / c m ³	5 . 5 6 6 5	5 . 5 2 3	5 . 4 6 5 8	5 . 5 6 6 5	5 . 5 2 3	5 . 4 6 9 2	5 . 5 4 4 7	5 . 4 6 8 8
P _{T g} [對 於 T _g]	°C	6 1 4 . 1	6 1 8 . 3	6 0 8 . 5	6 1 4 . 1	6 1 8 . 3	6 2 7 . 5	6 2 7 . 8	6 1 9 . 7
P _n - (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		0 . 0 3 5 5	0 . 0 3 0 2	0 . 0 3 3 2	0 . 0 3 5 5	0 . 0 3 0 2	0 . 0 1 9 1	0 . 0 2 1 4	0 . 0 2 3 1
P _n - (1 . 5 0 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		0 . 0 1 5 5	0 . 0 1 0 2	0 . 0 1 3 2	0 . 0 1 5 5	0 . 0 1 0 2	- 8 . 8 0 0 E - 0 4	0 . 0 0 1 4	0 . 0 0 3 1
P _n - (1 . 4 7 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})		0 . 0 7 4 7	0 . 0 6 1 2	0 . 0 6 7 1	0 . 0 7 4 7	0 . 0 6 1 2	0 . 0 3 6 2	0 . 0 4 6 0	0 . 0 4 7 1
P _n - (1 . 4 9 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})		0 . 0 5 4 7	0 . 0 4 1 2	0 . 0 4 7 1	0 . 0 5 4 7	0 . 0 4 1 2	0 . 0 1 6 2	0 . 0 2 6 0	0 . 0 2 7 1

表 6 續

例 示 性 玻 璃		1 5 3	1 5 4	1 5 5	1 5 6	1 5 7	1 5 8	1 5 9	1 6 0
組 成 - m o l . %									
W O ₃	m o l . %	1 8 . 7 5	1 9 . 4 5	1 6 . 7 7	1 7 . 0 6	1 7 . 4 1	1 4 . 4 9	1 4 . 9 7	1 2 . 0 0
B ₂ O ₃	m o l . %	2 4 . 1 0	2 2 . 9 8	2 5 . 9 2	2 4 . 9 1	2 4 . 1 0	2 6 . 9 8	2 5 . 8 5	2 8 . 3 5

L a ₂ O ₃	m o l . %	1 6 . 4 7	1 7 . 0 2	1 4 . 8 7	1 5 . 0 8	1 5 . 3 5	1 2 . 9 9	1 3 . 3 7	1 9 . 9 9
N b ₂ O ₅	m o l . %	1 5 . 0 2	1 4 . 5 4	1 6 . 0 6	1 5 . 7 2	1 5 . 4 1	1 6 . 9 9	1 6 . 5 6	1 4 . 3 3
T i O ₂	m o l . %	1 2 . 3 5	1 2 . 6 6	1 1 . 6 5	1 1 . 8 6	1 2 . 0 3	1 1 . 0 0	1 1 . 2 5	1 3 . 9 7
Z r O ₂	m o l . %	8 . 1 0	8 . 3 0	8 . 0 9	8 . 3 9	8 . 6 1	8 . 5 0	8 . 7 8	6 . 3 0
B i ₂ O ₃	m o l . %	4 . 3 2	4 . 2 3	5 . 5 0	5 . 8 1	5 . 9 2	7 . 5 0	7 . 6 7	5 . 0 0
Y ₂ O ₃	m o l . %	0 . 8 3	0 . 7 9	1 . 1 0	1 . 1 3	1 . 1 3	1 . 5 0	1 . 5 0	0
S i O ₂	m o l . %	0 . 0 3 2 6	0 . 0 3 2 8	0 . 0 3 2 5	0 . 0 3 2 8	0 . 0 3 3 1	0 . 0 3 2 9	0 . 0 3 3 2	0 . 0 3 2 1
T a ₂ O ₅	m o l . %	0 . 0 1 3 3	0 . 0 1 3 4	0 . 0 1 3 3	0 . 0 1 3 4	0 . 0 1 3 5	0 . 0 1 7 9	0 . 0 1 3 5	0 . 0 1 3 1
組 成 約 束									
W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	2 3 . 0 7	2 3 . 6 7	2 2 . 2 6	2 2 . 8 6	2 3 . 3 3	2 1 . 9 9	2 2 . 6 4	1 7 . 0 0
R E _m O _n + Z r O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	1 0 . 3 9	1 1 . 5 7	8 . 0 0 0	8 . 8 7 0	9 . 6 6 6	5 . 9 9 7	7 . 0 8 6	1 1 . 9 6
T i O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	- 2 . 6 6 6	- 1 . 8 8 2	- 4 . 4 0 7	- 3 . 8 6 6	- 3 . 3 8 0	- 5 . 9 8 4	- 5 . 3 1 0	- 0 . 3 6 0 4
S i O ₂ - B ₂ O ₃	m o l . %	- 2 4 . 0 7	- 2 2 . 9 5	- 2 5 . 8 9	- 2 4 . 8 8	- 2 4 . 0 7	- 2 6 . 9 5	- 2 5 . 8 2	- 2 8 . 3 2
T i O ₂ + Z r O ₂	m o l . %	2 0 . 4 6	2 0 . 9 6	1 9 . 7 4	2 0 . 2 5	2 0 . 6 4	1 9 . 5 0	2 0 . 0 4	2 0 . 2 7
T i O ₂ + N b ₂ O ₅	m o l . %	2 7 . 3 7	2 7 . 1 9	2 7 . 7 1	2 7 . 5 8	2 7 . 4 4	2 7 . 9 9	2 7 . 8 2	2 8 . 3 1
N b ₂ O ₅ - S i O ₂	m o l . %	1 4 . 9 9	1 4 . 5 1	1 6 . 0 3	1 5 . 6 9	1 5 . 3 8	1 6 . 9 6	1 6 . 5 3	1 4 . 3 0
所 量 測 特 性									
n _d					2 . 1 0 3				
d _{R T}	g / c m ³	5 . 4 9 9	5 . 5 3 2		5 . 5 1 7	5 . 5 7 2			
n _{5 3 1 . 9} n _m					2 . 1 2 1 1				
n _{6 3 2 . 8}					2 . 0 9				

n m					2 3				
1 5 - m i n d e v i t 測 試 (0 / 1)		1	1	1	1	1	1	1	1
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P _{G F}	m o l . %	3 . 7 8 2 0	2 . 8 2 3 6	4 . 3 1 6 2	3 . 0 3 4 6	2 . 1 4 0 6	4 . 0 1 6 7	2 . 6 6 2 8	- 1 . 1 9 4 0
P _n [對 於 n _d]		2 . 0 8 4 5	2 . 0 9 2 1	2 . 0 7 8 5	2 . 0 8 7 8	2 . 0 9 4 5	2 . 0 8 3 2	2 . 0 9 2 6	2 . 0 7 0 4
P _d [對 於 d _{R T}]	g / c m ³	5 . 5 3 6 4	5 . 5 9 7 3	5 . 4 6 8 1	5 . 5 3 4 1	5 . 5 8 4 3	5 . 4 6 6 3	5 . 5 3 6	5 . 4 6 0 3
P _{T g} [對 於 T _g]	℃	6 1 8 . 9	6 2 0 . 2	6 1 2 . 2	6 1 1 . 7	6 1 1 . 8	6 0 2 . 7	6 0 2 . 9	6 3 5 . 2
P _n - (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		0 . 0 2 5 7	0 . 0 2 7 0	0 . 0 2 6 8	0 . 0 2 9 3	0 . 0 3 0 7	0 . 0 3 1 7	0 . 0 3 3 8	0 . 0 1 9 6
P _n - (1 . 5 0 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		0 . 0 0 5 7	0 . 0 0 7 0	0 . 0 0 6 8	0 . 0 0 9 3	0 . 0 1 0 7	0 . 0 1 1 7	0 . 0 1 3 8	- 4 . 2 0 0 E - 0 4
P _n - (1 . 4 7 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})		0 . 0 5 7 5	0 . 0 6 3 9	0 . 0 5 7 5	0 . 0 6 7 3	0 . 0 7 3 9	0 . 0 7 0 8	0 . 0 8 0 0	0 . 0 2 8 8
P _n - (1 . 4 9 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})		0 . 0 3 7 5	0 . 0 4 3 9	0 . 0 3 7 5	0 . 0 4 7 3	0 . 0 5 3 9	0 . 0 5 0 8	0 . 0 6 0 0	0 . 0 0 8 8

表 6 續

例 示 性 玻 璃		1 6 1	1 6 2	1 6 3	1 6 4	1 6 5	1 6 6	1 6 7	1 6 8
組 成 - m o l . %									
W O 3	m o l . %	2 2 . 9 9	2 2 . 9 9	1 6 . 6 7	1 6 . 6 8	1 6 . 6 8	1 6 . 6 8	1 7 . 0 4	1 6 . 6 9
B ₂ O ₃	m o l . %	2 5 . 5 3	2 2 . 9 8	2 4 . 4 7	2 4 . 1 0	2 3 . 8 4	2 3 . 5 7	2 9 . 7 8	2 4 . 4 9
L a ₂ O ₃	m o l . %	1 9 . 9 9	1 9 . 9 9	1 4 . 7 5	1 4 . 8 1	1 4 . 8 6	1 4 . 9 2	1 4 . 8 1	1 4 . 7 6
N b 2 O ₅	m o l . %	1 1 . 0 0	1 3 . 5 0	1 5 . 1 3	1 5 . 1 3	1 5 . 1 4	1 5 . 1 4	1 5 . 3 7	1 5 . 1 1

T i O ₂	m o l . %	1 1 . 0 0	1 3 . 5 0	1 2 . 2 3	1 2 . 2 3	1 2 . 2 4	1 2 . 2 4	1 2 . 0 6	1 2 . 2 0
Z r O ₂	m o l . %	7 . 0 1	6 . 9 9	8 . 2 9	8 . 2 9	8 . 2 9	8 . 3 0	7 . 0 0	8 . 3 0
B i ₂ O ₃	m o l . %	0	0	7 . 1 3	7 . 4 0	7 . 6 1	7 . 8 1	1 . 0 7	7 . 1 3
Y ₂ O ₃	m o l . %	2 . 4 5	0	1 . 2 9	1 . 3 0	1 . 3 0	1 . 3 0	2 . 8 2	1 . 2 7
S i O ₂	m o l . %	0 . 0 3 1 4	0 . 0 3 1 6	0 . 0 3 3 3	0 . 0 3 3 5	0 . 0 3 3 7	0 . 0 3 3 8	0 . 0 2 9 8	0 . 0 3 3 3
T a ₂ O ₅	m o l . %	0 . 0 0 8 5	0 . 0 1 2 9	0 . 0 1 3 6	0 . 0 1 3 7	0 . 0 1 3 7	0 . 0 1 3 8	0 . 0 1 6 2	0 . 0 1 3 6
組 成 約 束									
W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	2 2 . 9 9	2 2 . 9 9	2 3 . 8 0	2 4 . 0 8	2 4 . 2 9	2 4 . 4 9	1 8 . 1 1	2 3 . 8 2
R E m O _n + Z r O ₂ - N b 2 O ₅	m o l . %	1 8 . 4 5	1 3 . 4 9	9 . 1 9 5	9 . 2 7 0	9 . 3 2 2	9 . 3 7 4	9 . 2 6 5	9 . 2 1 7
T i O ₂ - N b 2 O ₅	m o l . %	- 2 . 1 9 0 E - 0 3	8 . 1 0 0 E - 0 4	- 2 . 9 0 0	- 2 . 9 0 3	- 2 . 8 9 9	- 2 . 8 9 4	- 3 . 3 1 2	- 2 . 9 1 0
S i O ₂ - B ₂ O ₃	m o l . %	- 2 5 . 5 0	- 2 2 . 9 5	- 2 4 . 4 3	- 2 4 . 0 7	- 2 3 . 8 0	- 2 3 . 5 3	- 2 9 . 7 5	- 2 4 . 4 6
T i O ₂ + Z r O ₂	m o l . %	1 8 . 0 0	2 0 . 4 9	2 0 . 5 1	2 0 . 5 2	2 0 . 5 3	2 0 . 5 4	1 9 . 0 6	2 0 . 5 0
T i O ₂ + N b 2 O ₅	m o l . %	2 1 . 9 9	2 6 . 9 9	2 7 . 3 6	2 7 . 3 6	2 7 . 3 7	2 7 . 3 8	2 7 . 4 3	2 7 . 3 1
N b 2 O ₅ - S i O ₂	m o l . %	1 0 . 9 7	1 3 . 4 6	1 5 . 1 0	1 5 . 1 0	1 5 . 1 0	1 5 . 1 0	1 5 . 3 4	1 5 . 0 8
所 量 測 特 性									

d _{RT}	$\frac{g}{m^3}$	5 . 4 3 7			5 . 5 3 8			5 . 0 9 8	
T _g	°C							6 3 0	
T _x	°C							7 4 2	
T _{li} g	°C					1 1 3 6 . 5			
1 5 - m i n d e v i t 測 試 (0 / 1)		1	1	1	1	1	1	1	1
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P _{GF}	m o l %	5 . 5 6 1 5	7 . 1 6 9 3	0 . 4 2 8 4 5	- 0 . 0 2 8 9 7	- 0 . 3 7 6 8 5	- 0 . 7 2 7 9 9	8 . 0 9 8 0	0 . 4 6 0 7 1
P _n [對 於 n _d]		2 . 0 4 5 3	2 . 0 6 5 6	2 . 1 0 0	2 . 1 0 4 9	2 . 1 0 8 5	2 . 1 1 2 1	2 . 0 1 9 8	2 . 0 9 9 8
P _d [對 於 d _{RT}]	$\frac{g}{m^3}$	5 . 5 0 3 5	5 . 4 7 1 6	5 . 6 1 9 5	5 . 6 5 2 7	5 . 6 7 7	5 . 7 0 1 5	5 . 0 8 6 1	5 . 6 1 9 7
P _{Tg} [對 於 T _g]	°C	6 4 1 . 9	6 3 8 . 6	6 0 5 . 7	6 0 5 . 0	6 0 4 . 5	6 0 3 . 9	6 3 6 . 4	6 0 5 . 6
P _n - (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		- 0 . 0 1 0 1	0 . 0 1 3 6	0 . 0 3 2 6	0 . 0 3 4 0	0 . 0 3 5 1	0 . 0 3 6 2	0 . 0 0 7 9	0 . 0 3 2 4
P _n - (1 . 5 0 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		- 0 . 0 3 0 1	- 0 . 0 0 6 4	0 . 0 1 2 6	0 . 0 1 4 0	0 . 0 1 5 1	0 . 0 1 6 2	- 0 . 0 1 2 1	0 . 0 1 2 4
P _n - (1 . 4 7		- 0 . 0 0 2 4	0 . 0 2 0 9	0 . 0 8 4 9	0 . 0 9 0 4	0 . 0 9 4 5	0 . 0 9 8 6	- 0 . 0 2 2 9	0 . 0 8 4 8

+ 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})									
P _{n -} (1 . 4 9 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})									
		- 0 . 0 2 2 4	9 . 0 0 0 E - 0 4	0 . 0 6 4 9	0 . 0 7 0 4	0 . 0 7 4 5	0 . 0 7 8 6	- 0 . 0 4 2 9	0 . 0 6 4 8

表 6 續

例 示 性 玻 璃		1 6 9	1 7 0	1 7 1	1 7 2	1 7 3	1 7 4	1 7 5	1 7 6
組 成 - m o l . %									
W O ₃	m o l . %	1 6 . 1 8	1 6 . 1 8	1 5 . 7 7	1 5 . 7 1	1 5 . 7 8	1 5 . 3 7	1 5 . 3 3	1 5 . 3 3
B ₂ O ₃	m o l . %	2 4 . 9 0	2 4 . 2 1	2 5 . 2 3	2 4 . 6 3	2 4 . 0 0	2 5 . 5 4	2 4 . 9 2	2 4 . 4 3
L a ₂ O ₃	m o l . %	1 4 . 1 7	1 4 . 1 5	1 3 . 7 1	1 3 . 6 3	1 3 . 6 7	1 3 . 2 5	1 3 . 1 8	1 3 . 1 6
N b ₂ O ₅	m o l . %	1 5 . 2 2	1 5 . 2 2	1 5 . 3 0	1 5 . 3 1	1 5 . 3 0	1 5 . 3 8	1 5 . 3 9	1 5 . 3 9
T i O ₂	m o l . %	1 2 . 3 1	1 2 . 3 5	1 2 . 3 9	1 2 . 4 5	1 2 . 4 6	1 2 . 5 0	1 2 . 5 4	1 2 . 5 6
Z r O ₂	m o l . %	8 . 2 9	8 . 3 0	8 . 2 9	8 . 3 0	8 . 3 0	8 . 3 0	8 . 2 9	8 . 2 9
T e O ₂	m o l . %	0	0 . 6 8	0	0 . 6 4	1 . 2 1	0	0 . 6 5	1 . 1 4
B i ₂ O ₃	m o l . %	7 . 5 9	7 . 5 8	7 . 9 3	7 . 9 8	7 . 9 3	8 . 2 8	8 . 3 2	8 . 3 2
Y ₂ O ₃	m o l . %	1 . 2 9	1 . 3 0	1 . 3 2	1 . 3 1	1 . 3 2	1 . 3 3	1 . 3 4	1 . 3 3
S i O ₂	m o l . %	0 . 0 3 3 3	0 . 0 3 3 4	0 . 0 3 3 2	0 . 0 3 3 3	0 . 0 3 3 4	0 . 0 3 3 2	0 . 0 3 3 3	0 . 0 3 3 3
T a ₂ O ₅	m o l . %	0 . 0 1 3 6	0 . 0 1 3 6	0 . 0 1 3 6	0 . 0 1 3 6	0 . 0 1 3 6	0 . 0 1 3 5	0 . 0 1 3 6	0 . 0 1 3 6
組 成 約 束									
W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	2 3 . 7 7	2 3 . 7 6	2 3 . 7 1	2 3 . 6 9	2 3 . 7 1	2 3 . 6 5	2 3 . 6 5	2 3 . 6 5
R E _m O _n + Z r O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	8 . 5 3 4	8 . 5 2 4	8 . 0 2 6	7 . 9 2 5	7 . 9 9 4	7 . 5 0 5	7 . 4 2 4	7 . 3 9 6

⁵ TiO ₂									
- Nb ₂ O ₅	m o l . %	- 2 . 9 0 9	- 2 . 8 7 1	- 2 . 9 0 2	- 2 . 8 6 1	- 2 . 8 4 1	- 2 . 8 7 1	- 2 . 8 4 9	- 2 . 8 2 5
⁵ SiO ₂									
- B ₂ O ₃	m o l . %	- 2 4 . 8 6	- 2 4 . 1 8	- 2 5 . 2 0	- 2 4 . 6 0	- 2 3 . 9 7	- 2 5 . 5 1	- 2 4 . 8 9	- 2 4 . 3 9
⁵ TiO ₂									
+ ZrO ₂	m o l . %	2 0 . 6 0	2 0 . 6 4	2 0 . 6 9	2 0 . 7 5	2 0 . 7 6	2 0 . 8 0	2 0 . 8 3	2 0 . 8 5
⁵ TiO ₂									
+ Nb ₂ O ₅	m o l . %	2 7 . 5 4	2 7 . 5 6	2 7 . 6 9	2 7 . 7 6	2 7 . 7 5	2 7 . 8 8	2 7 . 9 2	2 7 . 9 5
⁵ Nb ₂ O ₅									
- ⁵ SiO ₂	m o l . %	1 5 . 1 9	1 5 . 1 8	1 5 . 2 6	1 5 . 2 8	1 5 . 2 6	1 5 . 3 4	1 5 . 3 5	1 5 . 3 5
所 量 測 特 性									
T _{liq}	℃			1 1 0 4		1 1 0 9			
1 5 - m i n d e v i t 測 試 (0 / 1)		1	1	1	1	1	1	1	1
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P _{G F}	m o l . %	0 . 4 7 9 2 7	0 . 2 7 3 1 1	0 . 7 5 8 5 4	0 . 6 1 7 1 6	0 . 3 9 6 2 9	1 . 0 4 0 2	0 . 8 6 3 2 0	0 . 7 3 4 0 5
P _n [對 於 n _d]		2 . 0 9 9 3	2 . 1 0 1 3	2 . 0 9 8 7	2 . 1 0 0 5	2 . 1 0 2 4	2 . 0 9 8 3	2 . 1 0 0 2	2 . 1 0 1 7
P _d [對 於 d _{R T}]	g / c m ³	5 . 6 0 2 2	5 . 6 2 2 1	5 . 5 8 7 2	5 . 6 0 3 7	5 . 6 2 3 3	5 . 5 7 2 5	5 . 5 9 1	5 . 6 0 5 1
P _{T g} [對 於 T _g]	℃	6 0 2 . 4	6 0 0 . 1	6 0 0 . 0	5 9 7 . 5	5 9 5 . 9	5 9 7 . 6	5 9 5 . 1	5 9 3 . 4
P _n - (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		0 . 0 3 3 7	0 . 0 3 3 6	0 . 0 3 4 6	0 . 0 3 4 8	0 . 0 3 4 6	0 . 0 3 5 7	0 . 0 3 5 8	0 . 0 3 5 7
P _n - (1 . 5 0 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		0 . 0 1 3 7	0 . 0 1 3 6	0 . 0 1 4 6	0 . 0 1 4 8	0 . 0 1 4 6	0 . 0 1 5 7	0 . 0 1 5 8	0 . 0 1 5 7
P _n - (1 . 4 7 +		0 . 0 8 7 2	0 . 0 9 1 2	0 . 0 8 8 7	0 . 0 9 2 8	0 . 0 9 6 1	0 . 0 9 0 4	0 . 0 9 4 6	0 . 0 9 7 6

0 . 0 0 0 9 * P _{T g})									
P _n - (1 . 4 9 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})		0 . 0 6 7 2	0 . 0 7 1 2	0 . 0 6 8 7	0 . 0 7 2 8	0 . 0 7 6 1	0 . 0 7 0 4	0 . 0 7 4 6	0 . 0 7 7 6

表 6 續

例 示 性 玻 璃		1 7 7	1 7 8	1 7 9	1 8 0	1 8 1	1 8 2	1 8 3	1 8 4
組 成 - m o l . %									
W O ₃	m o l . %	1 5 . 3 7	3 3 . 9 3	1 1 . 4 8	1 6 . 6 9	1 6 . 6 9	1 6 . 3 3	1 6 . 0 5	1 5 . 7 7
B ₂ O ₃	m o l . %	2 3 . 8 0	2 3 . 9 6	3 0 . 2 9	2 4 . 4 9	2 1 . 7 4	2 4 . 7 9	2 5 . 0 0	2 5 . 2 4
L a ₂ O ₃	m o l . %	1 3 . 1 9	2 4 . 9 5	1 5 . 1 0	1 4 . 7 6	1 4 . 7 6	1 4 . 3 4	1 4 . 0 3	1 3 . 7 0
N b ₂ O ₅	m o l . %	1 5 . 3 8	0	1 6 . 5 1	1 5 . 1 1	1 5 . 1 1	1 5 . 1 9	1 5 . 2 5	1 5 . 3 0
T i O ₂	m o l . %	1 2 . 5 7	9 . 9 8	1 4 . 0 8	1 2 . 2 0	1 2 . 2 0	1 2 . 2 7	1 2 . 3 3	1 2 . 4 0
Z r O ₂	m o l . %	8 . 3 0	6 . 9 9	7 . 0 0	8 . 3 0	8 . 2 9	8 . 2 9	8 . 3 0	8 . 3 0
T e O ₂	m o l . %	1 . 7 4	0	0	0	2 . 7 6	0	0	0
B i ₂ O ₃	m o l . %	8 . 2 8	0	4 . 3 1	7 . 1 3	7 . 1 4	7 . 4 6	7 . 7 0	7 . 9 4
Y ₂ O ₃	m o l . %	1 . 3 3	0	1 . 1 8	1 . 2 7	1 . 2 7	1 . 2 8	1 . 3 0	1 . 3 1
S i O ₂	m o l . %	0 . 0 3 3 4	0	0 . 0 3 0 5	0 . 0 3 3 3	0 . 0 3 3 7	0 . 0 3 3 3	0 . 0 3 3 3	0 . 0 3 3 2
C e O ₂	m o l . %	0	0 . 1 5	0	0	0	0	0	0
C a O	m o l . %	0	0 . 0 3 4 5	0	0	0	0	0	0
T a ₂ O ₅	m o l . %	0 . 0 1 3 6	0	0 . 0 1 6 6	0 . 0 1 3 6	0 . 0 1 3 8	0 . 0 1 3 6	0 . 0 1 3 6	0 . 0 1 3 6
組 成 約 束									
W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	2 3 . 6 5	3 3 . 9 6	1 5 . 7 9	2 3 . 8 2	2 3 . 8 2	2 3 . 7 8	2 3 . 7 5	2 3 . 7 1
R E _m O _n + Z r O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	7 . 4 3 7	3 2 . 0 4	6 . 7 6 5	9 . 2 1 7	9 . 2 0 4	8 . 7 3 2	8 . 3 8 5	8 . 0 0 6
T i O ₂ -	m o l . %	- 2 . 8 1 2	9 . 9 9	- 2 . 4 3 1	- 2 . 9 1 0	- 2 . 9 0 8	- 2 . 9 2 3	- 2 . 9 1 3	- 2 . 9 0 3

N b ₂ O ₅									
S i O ₂ - B ₂ O ₃	m o l . %	- 2 3 . 7 6	- 2 3 . 9 8	- 3 0 . 2 6	- 2 4 . 4 6	- 2 1 . 7 1	- 2 4 . 7 6	- 2 4 . 9 7	- 2 5 . 2 0
T i O ₂ + Z r O ₂	m o l . %	2 0 . 8 6	1 6 . 9 8	2 1 . 0 8	2 0 . 5 0	2 0 . 4 9	2 0 . 5 6	2 0 . 6 4	2 0 . 6 9
T i O ₂ + N b ₂ O ₅	m o l . %	2 7 . 9 5	9 . 9 9	3 0 . 6 0	2 7 . 3 1	2 7 . 3 1	2 7 . 4 6	2 7 . 5 8	2 7 . 7 0
N b ₂ O ₅ - S i O ₂	m o l . %	1 5 . 3 5	0	1 6 . 4 8	1 5 . 0 8	1 5 . 0 8	1 5 . 1 6	1 5 . 2 1	1 5 . 2 7
所 量 測 特 性									
T l i q	°C						1 1 4 3		1 1 1 4
1 5 - m i n d e v i t 測 試 (0 / 1)		1		1	1	1	1	1	1
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P _{G F}	m o l . %	0 . 5 2 6 3 5	3 . 3 4 3 3	6 . 0 3 6 3	0 . 4 7 1 4 8	- 0 . 4 4 9 2 9	0 . 3 8 4 0 1	0 . 5 7 2 0 9	0 . 7 7 3 0 8
P _n [對 於 n _d]		2 . 1 0 3 5	2 . 0 4 3 5	2 . 0 4 3 8	2 . 0 9 9 8	2 . 1 0 8 1	2 . 0 9 9 4	2 . 0 9 9 1	2 . 0 9 8 7
P _d [對 於 d _{R T}]	g / c m ³	5 . 6 2 4 3	5 . 9 6 7 6	5 . 1 3 9 9	5 . 6 1 9 7	5 . 7 0 7 4	5 . 6 0 7 1	5 . 5 9 7 6	5 . 5 8 7
P _{T g} [對 於 T _g]	°C	5 9 1 . 6	6 0 9 . 6	6 2 9 . 4	6 0 5 . 6	5 9 6 . 1	6 0 3 . 3	6 0 1 . 7	5 9 9 . 9
P _n - (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		0 . 0 3 5 5	- 0 . 0 6 0 2	0 . 0 2 6 2	0 . 0 3 2 4	0 . 0 3 1 5	0 . 0 3 3 2	0 . 0 3 4 0	0 . 0 3 4 7
P _n - (1 . 5 0 3 + 0 , 1 0 4 * P _d)		0 . 0 1 5 5	- 0 . 0 8 0 2	0 . 0 0 6 2	0 . 0 1 2 4	0 . 0 1 1 5	0 . 0 1 3 2	0 . 0 1 4 0	0 . 0 1 4 7
P _n - (1 . 4 7 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})		0 . 1 0 1 1	0 . 0 2 4 9	0 . 0 0 7 3	0 . 0 8 4 8	0 . 1 0 1 6	0 . 0 8 6 4	0 . 0 8 7 6	0 . 0 8 8 8

P _n - (1 . 4 9 + 0 . 0 0 0 9 * P _{T g})		0 . 0 8 1 1	0 . 0 0 4 9	- 0 . 0 1 2 7	0 . 0 6 4 8	0 . 0 8 1 6	0 . 0 6 6 4	0 . 0 6 7 6	0 . 0 6 8 8
---	--	----------------	----------------	------------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

表 6 續

例 示 性 玻 璃		1 8 5	1 8 6	1 8 7	1 8 8	1 8 9	1 9 0	1 9 1	1 9 2
組 成 - m o l . %									
W O ₃	m o l . %	1 3 . 3 5	1 5 . 2 7	1 3 . 9 5	1 5 . 7 1	2 2 . 9 8	1 9 . 9 9	2 1 . 0 1	1 9 . 5 3
B ₂ O ₃	m o l . %	3 0 . 7 3	3 0 . 2 4	2 9 . 7 7	2 9 . 3 5	2 3 . 0 0	2 4 . 5 5	2 2 . 7 0	2 2 . 4 6
L a ₂ O ₃	m o l . %	1 6 . 0 1	1 5 . 3 8	1 4 . 4 9	1 3 . 9 6	1 9 . 9 9	1 9 . 9 9	1 9 . 9 9	1 8 . 6 1
N b ₂ O ₅	m o l . %	1 6 . 0 1	1 5 . 6 8	1 6 . 0 6	1 5 . 7 4	1 3 . 4 5	1 4 . 0 8	1 4 . 6 2	1 5 . 6 3
T i O ₂	m o l . %	1 2 . 7 3	1 2 . 3 9	1 3 . 5 2	1 3 . 1 7	1 3 . 5 4	1 4 . 3 6	1 3 . 2 1	1 3 . 7 8
Z r O ₂	m o l . %	7 . 0 0	7 . 0 0	7 . 0 0	6 . 9 9	7 . 0 1 0	7 . 0 0	6 . 9 9	6 . 9 9
B i ₂ O ₃	m o l . %	2 . 8 9	1 . 9 4	3 . 0 3	2 . 1 4	0	0	0	0
Y ₂ O ₃	m o l . %	1 . 2 4	2 . 0 6	2 . 1 5	2 . 8 8	0	0	0 . 2 9	0 . 8 1
B a O	m o l . %	0	0	0	0	0	0	1 . 1 3	1 . 0 4
C a O	m o l . %	0	0	0	0	0	0	0	1 . 1 0
S i O ₂	m o l . %	0 . 0 3 0 3	0 . 0 3 0 1	0 . 0 3 0 2	0 . 0 2 9 9	0 . 0 3 1 6	0 . 0 3 1	0 . 0 3 1 7	0 . 0 3 1 1
T a ₂ O ₅	m o l . %	0 . 0 1 6 5	0 . 0 1 6 3	0 . 0 1 6 4	0 . 0 1 6 3	0 . 0 1 2 9	0 . 0 1 2 6	0 . 0 1 2 9	0 . 0 1 2 7
S r O	m o l . %	0	0	0	0	0	0	0 . 0 1 8 4	0 . 0 1 8
組 成 約 束									
W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	1 6 . 2 4	1 7 . 2 1	1 6 . 9 8	1 7 . 8 6	2 2 . 9 8	1 9 . 9 9	2 1 . 0 1	1 9 . 5 3
R E _m O _n + Z r O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	8 . 2 2 8	8 . 7 7 3	7 . 5 6 4	8 . 0 8 5	1 3 . 5 5	1 2 . 9 1	1 2 . 6 4	1 0 . 7 8
B a O + S r O + Z n O + C d O	m o l . %	0	0	0	0	0	0	1 . 1 4 7	1 . 0 5 4
T i O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	- 3 . 2 8 5	- 3 . 2 9 0	- 2 . 5 4 7	- 2 . 5 6 7	0 . 0 9 1 1 2	0 . 2 7 9 1	- 1 . 4 1 0	- 1 . 8 5 6
S i O ₂ - B ₂ O ₃	m o l . %	- 3 0 . 7 0	- 3 0 . 2 1	- 2 9 . 7 4	- 2 9 . 3 2	- 2 2 . 9 7	- 2 4 . 5 2	- 2 2 . 6 7	- 2 2 . 4 3
T i O ₂ +	m o	1 9 .	1 9 .	2 0 .	2 0 .	2 0 . 5	2 1 .	2 0 .	2 0 .

Z r O ₂	l . %	7 2	3 9	5 1	1 7	4	3 5	2 0	7 7
T i O ₂ + m o		2 8 .	2 8 .	2 9 .	2 8 .	2 6 . 9	2 8 .	2 7 .	2 9 .
N b ₂ O ₅	l . %	7 4	0 6	5 8	9 2	8	4 4	8 4	4 1
B a O + m o								1 . 1	1 . 0
Z n O	l . %	0	0	0	0	0	0	2 9	3 6
N b ₂ O ₅ m o		1 5 .	1 5 .	1 6 .	1 5 .	1 3 . 4	1 4 .	1 4 .	1 5 .
- S i O ₂ l . %		9 8	6 5	0 3	7 1	1	0 5	5 9	6 0
所 量 測 特 性									
n _d						2 . 0 6 4	2 . 0 5 8 5		
d _{R T}	g / c m ³					5 . 4 4 4	5 . 3 6 9	5 . 4 4 1	
T _g	°C					6 4 6	6 4 2		6 4 3
T _x	°C					7 9 2	7 9 0		7 9 5
T _{l i q}	°C					1 0 5 0	1 0 8 0		
L o g (η _{l i q})	P					0 . 6 3	0 . 5 4		
n _{5 3 1 . 9} n _m						2 . 0 7 8 4	2 . 0 7 3 2		
n _{6 3 2 . 8} n _m						2 . 0 5 5 3	2 . 0 4 9 7		
1 5 - m i n d e v i t 測 試 (0 / 1)		1	1	1	1			1	1
L R (T _g , T _{l i q})						- 0 . 1 5 8 2 4	- 0 . 1 6 9 8 8		
n _d - (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * d _{R T})						0 . 0 1 4 8	0 . 0 1 7 1		
n _d - (1 . 5 0 3 + 0 . 1 0 4 * d _{R T})						- 0 . 0 0 5 2	- 0 . 0 0 2 9		
n _d - (1 . 4 7 + 0 . 0 0 0 9 * T _g)						0 . 0 1 2 6	0 . 0 1 0 7		
n _d - (1 . 4 9 + 0 . 0 0 0 9 * T _g)						- 0 . 0 0 7 4	- 0 . 0 0 9 3		
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P _{G F}	m o l . %	2 3 . 3 8 7	2 3 . 8 3 4	2 2 . 9 6 8	2 3 . 4 0 0	2 7 . 0 6 9	2 4 . 4 0 6	2 6 . 5 0 0	2 5 . 3 8 6
P _n [對 於 n _d]		2 . 0 2 9 9	2 . 0 2 4 6	2 . 0 3 6	2 . 0 3 0 7	2 . 0 6 5 4	2 . 0 5 6 7	2 . 0 6 7 8	2 . 0 6 5 7

P_d [對 於 d_{RT}]	g / c m^3	5 . 1 2 4 3	5 . 1 0 3 9	5 . 1 1 5	5 . 0 9 5 8	5 . 4 7 0 6	5 . 3 5 8 6	5 . 4 7 1	5 . 3 7 8
P_{Tg} [對 於 T_g]	$^{\circ}C$	6 3 3 . 2	6 3 4 . 9	6 3 1 . 8	6 3 3 . 3	6 3 8 . 5	6 4 5 . 3	6 4 6 . 1	6 4 8 . 8
$P_n - (1 .4 8 3 +0 . 1 0 4* P_d)$		0 . 0 1 4 0	0 . 0 1 0 8	0 . 0 2 1 0	0 . 0 1 7 8	0 . 0 1 3 5	0 . 0 1 6 4	0 . 0 1 5 8	0 . 0 2 3 4
$P_n - (1 .5 0 3 +0 . 1 0 4* P_d)$		- 0 . 0 0 6 0	- 0 . 0 0 9 2	0 . 0 0 1 0	- 0 . 0 0 2 2	- 0 . 0 0 6 5	- 0 . 0 0 3 6	- 0 . 0 0 4 2	0 . 0 0 3 4
$P_n - (1 .4 7 +0 . 0 0 0 9* P_{Tg})$		- 0 . 0 1 0 0	- 0 . 0 1 6 8	- 0 . 0 0 2 6	- 0 . 0 0 9 3	0 . 0 2 0 8	0 . 0 0 5 9	0 . 0 1 6 3	0 . 0 1 1 7
$P_n - (1 .4 9 +0 . 0 0 0 9* P_{Tg})$		- 0 . 0 3 0 0	- 0 . 0 3 6 8	- 0 . 0 2 2 6	- 0 . 0 2 9 3	7 . 6 0 0 E - 0 4	- 0 . 0 1 4 1	- 0 . 0 0 3 7	- 0 . 0 0 8 3

表 6 續

例 示 性 玻 璃		1 9 3	1 9 4	1 9 5	1 9 6	1 9 7	1 9 8	1 9 9
組 成 - m o l . %								
$W O_3$	m o l . %	1 9 . 5 5	1 9 . 0 0	1 8 . 9 7	1 9 . 0 1	1 8 . 4 9	1 8 . 4 7	1 8 . 4 8
$B_2 O_3$	m o l . %	2 2 . 4 8	2 2 . 1 1	2 1 . 5 7	2 1 . 1 0	2 1 . 7 9	2 1 . 1 9	2 0 . 3 3
$L a_2 O_3$	m o l . %	1 8 . 6 4	1 8 . 6 2	1 8 . 6 1	1 8 . 6 1	1 8 . 6 1	1 8 . 5 9	1 8 . 6 0
$N b_2 O_5$	m o l . %	1 5 . 6 5	1 6 . 0 8	1 6 . 3 6	1 6 . 5 7	1 6 . 4 9	1 6 . 7 6	1 7 . 1 9
$T i O_2$	m o l . %	1 3 . 8 1	1 3 . 8 0	1 3 . 7 9	1 3 . 8 0	1 3 . 8 0	1 3 . 7 9	1 3 . 7 9
$Z r O_2$	m o l . %	7 . 0 1	7 . 0 0	7 . 2 7	7 . 5 0	7 . 0 0	7 . 2 8	7 . 7 1
$L i_2 O$	m o l . %	0	1 . 5 6	0 . 8 1	0	2 . 9 7	2 . 1 8	0 . 8 8
$Y_2 O_3$	m o l . %	0 . 8 0	0 . 8 0	0 . 8 0	0 . 8 0	0 . 8 0	0 . 8 0	0 . 8 0
$K_2 O$	m o l . %	0	0	0 . 7 9	1 . 5 2	0	0 . 8 5	2 . 1 4
$B a O$	m o l . %	1 . 0 0	0 . 5 0	0 . 4 6	0 . 5 0	0	0	0
$C a O$	m o l . %	1 . 0 0	0 . 5 0	0 . 4 7	0 . 5 0	0	0	0
$S i O_2$	m o l . %	0 . 0 3 1 1	0 . 0 3 0 9	0 . 0 3 1 1	0 . 0 3 1 3	0 . 0 3 0 8	0 . 0 3 1	0 . 0 3 1 3
$N a_2 O$	m o l . %	0	0	0 . 0 3 0 2	0 . 0 3 0 4	0	0 . 0 3	0 . 0 3 0 3

T a ₂ O ₅	m o l . %	0 . 0 1 2 7	0 . 0 1 6 8	0 . 0 1 6 9	0 . 0 1 7	0 . 0 1 6 7	0 . 0 1 6 8	0 . 0 1 7
組成約束								
W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	1 9 . 5 5	1 9 . 0 0	1 8 . 9 7	1 9 . 0 1	1 8 . 4 9	1 8 . 4 7	1 8 . 4 8
R E _m O _n + Z r O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	1 0 . 8 0	1 0 . 3 4	1 0 . 3 2	1 0 . 3 4	9 . 9 2 1	9 . 9 0 7	9 . 9 1 3
B a O + S r O + Z n O + C d O	m o l . %	1 . 0 0 0	0 . 4 9 7 1	0 . 4 6 3 5	0 . 5 0 3 0	0	0	0
T i O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	- 1 . 8 4 1	- 2 . 2 7 8	- 2 . 5 7 5	- 2 . 7 7 4	- 2 . 6 9 1	- 2 . 9 7 5	- 3 . 4 0 2
S i O ₂ - B ₂ O ₃	m o l . %	- 2 2 . 4 5	- 2 2 . 0 8	- 2 1 . 5 4	- 2 1 . 0 7	- 2 1 . 7 5	- 2 1 . 1 6	- 2 0 . 3 0
T i O ₂ + Z r O ₂	m o l . %	2 0 . 8 2	2 0 . 8 0	2 1 . 0 6	2 1 . 3 0	2 0 . 8 0	2 1 . 0 7	2 1 . 5 0
T i O ₂ + N b ₂ O ₅	m o l . %	2 9 . 4 7	2 9 . 8 8	3 0 . 1 5	3 0 . 3 7	3 0 . 2 9	3 0 . 5 5	3 0 . 9 9
B a O + Z n O	m o l . %	1 . 0 0 0	0 . 4 9 7 1	0 . 4 6 3 5	0 . 5 0 3 0	0	0	0
N b ₂ O ₅ - S i O ₂	m o l . %	1 5 . 6 2	1 6 . 0 5	1 6 . 3 3	1 6 . 5 4	1 6 . 4 6	1 6 . 7 3	1 7 . 1 6
所量測特性								
d _{R T}	g / c m ³						5 . 3 2 1	
T _{l i q}	°C	1 1 1 4				1 1 1 8		
所預測及計算之特性								
P _{G F}	m o l . %	2 5 . 3 9 5	2 5 . 1 6 6	2 5 . 1 1 9	2 5 . 0 8 8	2 4 . 9 6 4	2 4 . 8 9 1	2 4 . 8 2 4
P _n [對 於 n _d]		2 . 0 6 6 1	2 . 0 6 5 4	2 . 0 6 7 4	2 . 0 6 9 4	2 . 0 6 5	2 . 0 6 6 9	2 . 0 7 0 4
P _d [對 於 d _{R T}]	g / c m ³	5 . 3 7 8 8	5 . 3 4 7 3	5 . 3 5 4 1	5 . 3 6 3 9	5 . 3 1 8 2	5 . 3 2 5 6	5 . 3 4 0 3
P _{T g} [對 於 T _g]	°C	6 4 8 . 9	6 4 3 . 7	6 4 3 . 5	6 4 3 . 8	6 3 9 . 1	6 3 8 . 7	6 3 9 . 0

$P_n - (1.483 + 0.104 * P_d)$		0.02 37	0.02 63	0.02 76	0.0285	0.0289	0.03 00	0.03 20
$P_n - (1.503 + 0.104 * P_d)$		0.00 37	0.00 63	0.00 76	0.0085	0.0089	0.01 01	0.01 20
$P_n - (1.47 + 0.0009 * P_{Tg})$		0.01 21	0.01 61	0.01 82	0.0199	0.0198	0.02 20	0.02 54
$P_n - (1.49 + 0.0009 * P_{Tg})$		-0.0 079	-0.0 039	-0.0 018	-1.000 E-04	-2.100 E-04	0.00 21	0.00 54

【0133】 下表 7 列出了比較玻璃 C 1 - C 3 9 之玻璃組成及特性。

表 7. 比較實例玻璃之組成及特性

比較實例		C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8
參考文獻		[2 0]	[1 8]	[1 9]	[4]	[5]	[9]	[2]	[8]
組 成 - m o l . %									
B i C l 3	m o l . %	2 5 . 0 0	0	0	0	0	0	0	0
B 2 O 3	m o l . %	5 0 . 2 5	1 0 . 0 2	3 2 . 6 4	1 3 . 8 4	2 8 . 9 4	3 5 . 0 1	1 1 . 5 1	1 3 . 9 3
L i 2 O	m o l . %	2 4 . 7 5	0	0	0	0	0	0	0
P b O	m o l . %	0	6 9 . 9 8	0	5 3 . 9 4	2 6 . 5 6	0	5 8 . 9 3	6 6 . 2 4
B i 2 O 3	m o l . %	0	2 0 . 0 0	1 3 . 3 6	1 8 . 0 9	1 7 . 8 1	1 5 . 0 0	4 . 0 0	1 7 . 1 7
T l 2 O	m o l . %	0	0	5 4 . 0 0	0	0	0	0	0
G a 2 O 3	m o l . %	0	0	0	1 4 . 1 3	0	0	0	0
B F 3	m o l . %	0	0	0	0	2 3 . 7 6	0	1 1 . 8 2	0
V 2 O 5	m o l . %	0	0	0	0	1 . 1 3	0	0	2 . 6 7
G e O 2	m o l . %	0	0	0	0	1 . 8 0	0	0	0
Z n F 2	m o l	0	0	0	0	0	2 5 . 0	9 . 6 3	0

	. %						0		
B a O	m o l . %	0	0	0	0	0	1 0 . 0 0	2 . 5 6	0
N a 2 O	m o l . %	0	0	0	0	0	1 4 . 9 9	0	0
S i F 4	m o l . %	0	0	0	0	0	0	1 . 5 5	0
所 量 測 特 性									
n d					2 . 2 0 2 4				
d R T	g / c m 3	2 . 9 2 0							7 . 4 0 8
T g	°C	2 8 3 . 0 0			3 2 8 . 0 0	2 1 4 . 0 0	3 5 5 . 0 0	2 4 9 . 0 0	
T l i q	°C				6 3 0 . 0 0				
L R (T g , T l i q)					- 0 . 1 7 6 8 1				
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P n [對 於 n d]		1 . 9 0 5	2 . 2 7 7	1 . 9 6 9	2 . 2 1 1	2 . 0 6 6	1 . 9 5 3	2 . 1 0 8	2 . 2 2 3
P d [對 於 d R T]	g / c m 3	4 . 3 5 7	8 . 0 5 6	4 . 7 1 9	7 . 2 9 4	5 . 9 8 9	4 . 9 8 3	6 . 5 0 6	7 . 6 2 5
P T g [對 於 T g]	°C	5 1 1 . 3	3 2 9 . 9	5 0 4 . 2	3 7 2 . 7	4 2 4 . 7	4 6 8 . 0	4 2 9 . 4	3 4 8 . 8

表 7 續

比 較 實 例		C 9	C 1 0	C 1 1	C 1 2	C 1 3	C 1 4	C 1 5	C 1 6
參 考 文 獻		[6]	[1]	[7]	[3]	[1 2]	[1 8]	[1 1]	[1 0]
組 成 - m o l . %									
B 2 O 3	m o l . %	2 6 . 4 2	1 2 . 2 2	4 2 . 8 2	1 4 . 2 3	2 9 . 8 0	1 9 . 9 9	2 0 . 7 1	2 3 . 5 3
L i 2 O	m o l . %	3 . 0 8	0	0	0	0	0	0	0
P b O	m o l . %	0	6 2 . 8 2	0	3 9 . 9 6	0	7 0 . 0 1	6 7 . 3 3	0
B i 2 O 3	m o l . %	3 . 9 5	1 . 1 6	9 . 1 2	1 4 . 8 9	0 . 8 5	1 0 . 0 0	1 0 . 2 6	3 . 9 2
B F 3	m o l . %	0	1 2 . 2 4	0	0	0	0	0	0
G e O 2	m o l . %	1 5 . 8 3	0	0	0	0	0	0	0
Z n F 2	m o l . %	0	5 . 5 2	0	0	0	0	0	0
B a O	m o l . %	0	0	0	0	0	0	0	1 9 . 6 0
L a 2 O 3	m o l . %	2 0 . 8 9	0	0	0	3 0 . 4 6	0	0	1 . 9 6
N b 2	m o l .	1 5 . 2	0	0	0	8 . 3 6	0	0	0

O ₅	%	2							
ZrO ₂	m o l . %	1 1 . 9 4	0	0	0	8 . 8 3	0	0	0
Gd ₂ O ₃	m o l . %	1 . 5 2	0	0	0	0	0	0	0
TiO ₂	m o l . %	1 . 1 5	0	0	0	5 . 1 8	0	0	0
CuF ₂	m o l . %	0	2 . 2 6	0	0	0	0	0	0
Sb ₂ O ₃	m o l . %	0	0 . 6 2	0	0	0	0	0	0
FeF ₃	m o l . %	0	1 . 5 1	0	0	0	0	0	0
MnO	m o l . %	0	1 . 6 5	0	0	0	0	0	0
PbF ₂	m o l . %	0	0	4 3 . 3 8	0	0	0	0	0
Al ₂ O ₃	m o l . %	0	0	2 . 9 9	0	0	0	1 . 7 0	0
CdO	m o l . %	0	0	0 . 5 7	0	0	0	0	0
ZnO	m o l . %	0	0	0 . 6 8	2 4 . 3 5	0	0	0	1 . 9 6
CuO	m o l . %	0	0	0 . 2 3	0	0	0	0	0
NiO	m o l . %	0	0	0 . 2 2	0	0	0	0	0
SnO ₂	m o l . %	0	0	0	6 . 5 8	0	0	0	0
SiO ₂	m o l . %	0	0	0	0	1 3 . 5 9	0	0	0
Y ₂ O ₃	m o l . %	0	0	0	0	2 . 9 3	0	0	0
TeO ₂	m o l . %	0	0	0	0	0	0	0	4 7 . 0 6
P ₂ O ₅	m o l . %	0	0	0	0	0	0	0	1 . 9 6
所 量 測 特 性									
n _d		2 . 0 1 0				1 . 9 0 2	2 . 2 4 2	2 . 1 4 6 2	1 . 9 1 4 1
d _{R T}	g / c m ₃					4 . 8 5 0	7 . 6 8 0	7 . 2 2 0	5 . 1 8 3
T _g	℃		2 1 0 . 0 0	2 9 0 . 0 0					3 8 0 . 0 0
T _{l i q}	℃					1 2 5 0 . 0			
v _d		2 5 . 3				3 7 . 1	1 4 . 8	1 5 . 3	3 5 . 9
λ _{7 0} %	n m					3 9 5 . 0 0			
n _{5 3} 1 . 9		2 . 0 2 3 3				1 . 9 1 0 1	2 . 2 7 0 5	2 . 1 7 1 7	1 . 9 2 4 0

n m									
n 6 3		2 . 0 0				1 . 8 9	2 . 2 2	2 . 1 3	1 . 9 1
2 . 8		2 0				7 0	6 5	2 4	0 4
n m	所 預 測 及 計 算 之 特 性								
P n [對 於 n d]		1 . 9 6 9	2 . 0 8 7	2 . 0 1 2	2 . 1 2 8	1 . 9 5 4	2 . 1 2 9	2 . 1 1 3	1 . 7 6 7
P d [對 於 d R T]	g / c m 3	5 . 1 8 9	6 . 3 4 3	5 . 6 7 3	6 . 8 4 7	5 . 2 5 5	7 . 0 6 2	6 . 9 2 5	5 . 0 7 9
P T g [對 於 T g]	℃	6 4 4 . 4	4 3 1 . 9	4 4 5 . 2	3 7 5 . 2	7 1 4 . 6	3 6 8 . 8	3 7 5 . 3	3 7 2 . 0

表 7 續

比 較 實 例		C 1 7	C 1 8	C 1 9	C 2 0	C 2 1	C 2 2	C 2 3	C 2 4
參 考 文 獻		[2 1]	[1 5]	[1 6]	[1 4]	[1 3]	[1 7]	[1 4]	[1 4]
組 成 - m o l . %									
B 2 O 3	m o l . %	3 0 . 0 0	4 3 . 0 0	3 3 . 6 6	2 7 . 9 5	4 3 . 0 0	4 0 . 0 0	2 6 . 7 2	2 7 . 9 6
P b O	m o l . %	6 0 . 0 0	0	0	0	0	0	0	0
B i 2 O 3	m o l . %	1 0 . 0 0	5 . 0 0	0	0	5 . 0 0	0	0	0
L a 2 O 3	m o l . %	0	1 6 . 0 0	2 4 . 5 7	2 1 . 5 2	1 6 . 0 0	1 5 . 0 0	2 1 . 5 0	2 0 . 8 6
N b 2 O 5	m o l . %	0	6 . 0 0	8 . 3 2	8 . 9 9	6 . 0 0	1 5 . 0 0	6 . 2 3	8 . 9 8
Z r O 2	m o l . %	0	3 . 0 0	6 . 2 0	6 . 9 9	3 . 0 0	0	6 . 9 9	6 . 9 9
G d 2 O 3	m o l . %	0	0	2 . 4 9	0	0	0	0	0
T i O 2	m o l . %	0	0	0	4 . 8 4	0	1 0 . 0 0	9 . 9 7	7 . 0 1
S b 2 O 3	m o l . %	0	0	0 . 0 6 7 4	0	0	0	0	0
Z n O	m o l . %	0	1 8 . 0 0	0	0	1 8 . 0 0	7 . 0 0	0	0
S i O 2	m o l . %	0	0	0	1 . 4 4	0	0	2 . 0 9	2 . 1 2
Y 2 O 3	m o l . %	0	0	0 . 7 1	0	0	0	0	0
T e O 2	m o l . %	0	9 . 0 0	0	0	9 . 0 0	0	0	0

T a ₂ O ₅	m o l . %	0	0	8 . 9 1	0 . 0 0 8 7	0	0	0 . 0 0 4 2	0 . 0 0 8 5
W O ₃	m o l . %	0	0	1 5 . 0 8	2 8 . 1 1	0	1 3 . 0 0	2 6 . 3 4	2 5 . 9 3
C e O ₂	m o l . %	0	0	0	0 . 1 2	0	0	0 . 1 3	0 . 1 2
C a O	m o l . %	0	0	0	0 . 0 3 4 3	0	0	0 . 0 3 2 9	0 . 0 3 3 4
所 量 測 特 性									
n _d		2 . 1 2 8 9	1 . 9 0 0	1 . 9 5 3			1 . 9 6 5		
d _{R T}	g / c m ³	7 . 1 5 1		5 . 9 4 0		4 . 9 7 0			
T _g	°C		5 6 5 . 0 0	6 7 9 . 0 0			6 1 4 . 0 0		
α _{2 0 - 3 0 0} × 1 0 ^{- 7}	K ^{- 1}			7 9 . 2 0 0					
v _d		1 5 . 6	3 1 . 1	3 3 . 3			2 5 . 4		
λ _{7 0 %}	n m		4 2 3 . 0 0						
n _{5 3 1 . 9} n m		2 . 1 5 2 9	1 . 9 0 9 6	1 . 9 6 2 5			1 . 9 7 7 6		
n _{6 3 2 . 8} n m		2 . 1 1 4 9	1 . 8 9 4 1	1 . 9 4 7 1			1 . 9 5 7 4		
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P _n [對 於 n _d]		2 . 0 5 2	1 . 8 5 9	2 . 0 2 6	2 . 0 1 0	1 . 8 5 9	1 . 9 2 5	2 . 0 1 3	2 . 0 0 5
P _d [對 於 d _{R T}]	g / c m ³	6 . 4 9 5	4 . 9 6 8	6 . 0 7 2	5 . 5 8 3	4 . 9 6 8	4 . 6 3 0	5 . 5 1 1	5 . 4 6 6
P _{T g} [對 於 T _g]	°C	3 8 4 . 4	5 3 4 . 3	6 8 1 . 9	6 1 4 . 0	5 3 4 . 3	6 1 0 . 8	6 2 0 . 0	6 1 8 . 5

表 7 續

比 較 實 例		C 2 5	C 2 6	C 2 7	C 2 8	C 2 9	C 3 0	C 3 1	C 3 2
參 考 文 獻		[1 4]	[1 4]	[1 4]	[1 4]	[1 4]	[1 4]	[1 7]	[1 7]
組 成 - m o l . %									
B ₂ O ₃	m o l . %	2 8 . 9 9	2 6 . 4 1	2 6 . 4 1	2 7 . 0 6	2 7 . 0 7	3 2 . 9 8	4 0 . 0 0	4 0 . 0 0
B a O	m o l . %	0	0 . 0 1 5	0	0 . 0 1 6	0	0	0	0
L a ₂ O ₃	m o l . %	1 9 . 9 9	1 9 . 9 9	1 9 . 9 6	1 9 . 9 8	1 9 . 9 7	1 9 . 9 9	1 5 . 0 0	1 5 . 0 0
N b ₂ O ₅	m o l . %	1 5 . 9 9	6 . 9 0	6 . 9 2	7 . 7 8	7 . 7 9	1 5 . 0 0	2 0 . 0 0	2 0 . 0 0
Z r O ₂	m o l . %	7 . 0 0	6 . 9 9	6 . 9 9	7 . 0 0	7 . 0 0	7 . 0 0	0	0
T i O ₂	m o l . %	1 0 . 0 0	1 3 . 1 2	1 3 . 0 8	1 1 . 8 2	1 1 . 7 7	8 . 9 9	1 0 . 0 0	1 0 . 0 1
Z n O	m o l .	0	0	0	0	0	0	7 . 0 0	6 . 9 9

	%								
S i O ₂	m o l . %	0 . 0 3 1	3 . 5 0	3 . 5 2	3 . 2 6	3 . 2 9	0 . 0 3 0 1	0	0
T e O ₂	m o l . %	0	0	0	0	0	0	6 . 0 0	0
T a ₂ O ₅	m o l . %	0 . 0 1 6 9	0 . 0 0 8	0 . 0 0 8	0 . 0 0 8 1	0 . 0 0 8 1	0 . 0 1 2 3	0	0
W O ₃	m o l . %	1 7 . 9 9	2 2 . 9 8	2 2 . 9 5	2 2 . 9 8	2 2 . 9 6	1 5 . 9 9	2 . 0 0	8 . 0 0
C e O ₂	m o l . %	0	0	0 . 1 2	0	0 . 1 1	0	0	0
C a O	m o l . %	0	0 . 0 6 2 9	0 . 0 3 1 5	0 . 0 6 3 5	0 . 0 3 1 8	0	0	0
S i C l ₄	m o l . %	0	0 . 0 4 1 6	0	0 . 0 4 1 9	0	0	0	0
所 量 測 特 性									
n _d								1 . 9 8 3	1 . 9 8 8
T _g	°C							5 9 7 . 0 0	6 1 3 . 0 0
v _d								2 4 . 8	2 4 . 4
n ₅₃₁ . 9 n m								1 . 9 9 6 2	2 . 0 0 1 5
n ₆₃₂ . 8 n m								1 . 9 7 5 1	1 . 9 7 9 9
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P _n [對 於 n _d]		2 . 0 2 5	2 . 0 0 7	2 . 0 0 6	2 . 0 0 4	2 . 0 0 4	1 . 9 9 5	1 . 9 1 1	1 . 9 3 4
P _d [對 於 d _{R T}]	g / c m ³	5 . 2 4 4	5 . 3 0 7	5 . 3 0 5	5 . 3 0 8	5 . 3 0 7	5 . 1 1 0	4 . 4 3 1	4 . 5 2 2
P _{T g} [對 於 T _g]	°C	6 4 4 . 1	6 2 6 . 3	6 2 6 . 2	6 2 5 . 6	6 2 5 . 6	6 4 2 . 6	6 1 5 . 5	6 2 8 . 5

比較實例		C 3 3	C 3 4	C 3 5	C 3 6	C 3 7	C 3 8	C 3 9
參 考 文 獻		[1 7]	[1 7]	[1 4]	[1 7]	[1 7]	[1 7]	[1 7]
組 成 - m o l . %								
B ₂ O ₃	m o l . %	3 9 . 9 9	4 0 . 0 0	2 7 . 9 5	4 0 . 0 0	3 9 . 9 9	4 0 . 0 0	4 0 . 0 0
L a ₂ O ₃	m o l . %	1 5 . 0 0	1 5 . 0 0	1 9 . 9 7	1 5 . 0 0	2 0 . 0 0	1 5 . 0 0	1 8 . 5 0
N b ₂ O ₅	m o l . %	1 5 . 0 0	1 5 . 0 0	8 . 9 9	1 0 . 0 0	1 0 . 0 0	1 0 . 0 0	8 . 4 0
Z r O ₂	m o l . %	0	0	7 . 0 0	0	0	0	0
T i O ₂	m o l . %	1 5 . 0 0	9 . 9 9	9 . 9 8	1 5 . 0 0	9 . 9 9	1 0 . 0 0	9 . 9 9

S b ₂ O ₃	m o l . %	0	0	0	0	0	0	0 . 0 9 7 4
Z n O	m o l . %	7 . 0 0	1 2 . 0 1	0	1 2 . 0 0	1 2 . 0 1	1 7 . 0 0	1 5 . 0 1
S i O ₂	m o l . %	0	0	3 . 0 0	0	0	0	0
T a ₂ O ₅	m o l . %	0	0	0 . 0 0 8 2	0	0	0	0
W O ₃	m o l . %	8 . 0 0	8 . 0 0	2 2 . 9 7	8 . 0 0	8 . 0 0	8 . 0 0	8 . 0 0
C e O ₂	m o l . %	0	0	0 . 1 2	0	0	0	0
C a O	m o l . %	0	0	0 . 0 3 2 2	0	0	0	0
所 量 測 特 性								
n _d		1 . 9 7 5	1 . 9 5 7		1 . 9 4 6	1 . 9 4 1	1 . 9 2 4	1 . 9 2 6
T _g	°C	6 1 7 . 0 0	6 0 7 . 0 0		6 0 9 . 0 0	6 2 2 . 0 0	6 0 5 . 0 0	6 1 1 . 0 0
v _d		2 4 . 9	2 6 . 4		2 6 . 8	2 9 . 5	2 8 . 7	3 0 . 0
n _{531 . 9 n m}		1 . 9 8 8 0	1 . 9 6 9 1		1 . 9 5 7 7	1 . 9 5 1 6	1 . 9 3 4 7	1 . 9 3 6 3
n _{632 . 8 n m}		1 . 9 6 7 2	1 . 9 4 9 7		1 . 9 3 8 9	1 . 9 3 4 6	1 . 9 1 7 5	1 . 9 1 9 8
所 預 測 及 計 算 之 特 性								
P _n [對 於 n _d]		1 . 9 3 0	1 . 9 1 4	2 . 0 0 0	1 . 9 0 9	1 . 9 1 9	1 . 8 9 4	1 . 9 0 5
P _d [對 於 d _{R T}]	g / c m ³	4 . 4 7 4	4 . 5 6 9	5 . 3 0 8	4 . 5 2 1	4 . 8 2 1	4 . 6 1 5	4 . 7 7 3
P _{T g} [對 於 T _g]	°C	6 2 6 . 4	6 1 1 . 8	6 2 4 . 7	6 0 9 . 8	6 2 2 . 5	5 9 5 . 2	6 0 9 . 2

【0134】 表 7 中 所 列 之 比 較 玻 璃 中 之 每 一 者 之 參 考 關 鍵 如 下 ： [1] J P 1 1 1 1 6 2 7 5 A ； [2] J P 5 0 9 7 4 7 0 A ； [3] J P 5 3 0 7 8 0 4 8 ； [4] J P 6 3 2 7 4 6 3 8 A ； [5] J P 8 1 5 7 2 3 4 A ； [6] J P H 0 9 2 7 8 4 8 0 ； [7] S U 1 5 3 3 2 4 4 ； [8] U S 3 4 8 0 5 6 6 ； [9] U S 9 0 1 1 7 2 0 B 2 ； [1 0] D D 2 0 6 1 3 8 ； [1 1] S U 7 9 8 0 6 0 A 1 ； [1 2] U S 1 0 2 8 7 2 0 5 B 2 ； [1 3] J P 2 0 0 9 0 9 6 6 6 2 ； [1 4] 美 國 臨 時 申 請 案 序 列 號 第 6 3 / 1 6 3 , 2 6 9 號 ； [1 5]

US 8053384 B2 ; [16] US 8476177 B2 ; [17] US 8563451 B2 ; [18] Imaoka M., Low melting glasses., J.Inst.Ind.Sci.Univ.Tokyo, 1961, 第13卷, 第11號, 第441-445頁; Imaoka M., Glasses with high contents of Bi_2O_3 and PbO (in Japanese), J.Chem.Soc.Jpn, Chem.Chem.Ind., 1961, 第64卷, 第5號, 第871-890頁; [19] Imaoka M., Yamazaki T., Glass-formation ranges of ternary systems.III.Borates containing b-group elements, Rep.Inst.Ind.Sci.Univ.Tokyo, 1972, 第22卷, 第3號, 第173-212頁; [20] Chandrashekaraiiah G., Reddy N.S., Sujatha B., Viswanatha R., Reddy C.N., Role of Er^{3+} and Bi^{3+} ions on thermal and optical properties of $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ glasses: Structural correlation, J.Non-Cryst.Solids, 2018, 第498卷, 第252-261頁; [21] Milyukov E.M., Lunkin S.P., Maltseva Z.S., Glass formation regions and optical properties of some borate and germanate glasses of the systems containing Bi_2O_3 and PbO (in Russian), Fizika i Khimiya Stekla, 1979, 第5卷, 第5號, 第612-616頁。

【0135】 第6圖為顯示一些例示性玻璃及一些比較玻璃之密度參數 P_d 與折射率參數 P_n 之間的關係的曲線圖。例示性

玻璃（實心圓圈）為來自表 6 之實例 1、4 至 8、26 至 39、41 至 61、63 至 72、74 至 108、116、117、124 至 126、139 至 160、163 至 167 及 179 至 188。比較玻璃（空心圓圈）為來自表 7 之實例 C1 至 C12。預測室溫下之密度的密度參數 P_d 係根據公式 (V) 決定。預測 587.56 nm 處之折射率的折射率參數 P_n 係根據公式 (IV) 決定。第 6 圖中所示之所有例示性玻璃及比較玻璃均具有表 8 中所指定之特徵。在表 8 中，「未限制」係指在選擇組成時未考慮之限制。

表 8. 第 6 圖中所示之玻璃組成的限制

量	單位	Min	Max
B_2O_3	mol. %	10	40
Bi_2O_3	mol. %	0.5	20
P_2O_5	mol. %	0	3
Cu	at. %	0	1
Fe	at. %	0	1
BaO + SrO + ZnO + CdO	mol. %	0	25
$MoO_3 + V_2O_5$	mol. %	0	5
$TiO_2 - Nb_2O_5$	mol. %	未限制	5
$SiO_2 - B_2O_3$	mol. %	未限制	5
P_n		1.9	未限制

【0136】 將上文所列舉之比較玻璃選擇為在具有表 8 中所指定之特徵的已知玻璃中，在密度參數 P_d 之可比值下具有最高的折射率參數 P_n 。

【0137】 第 6 圖中所示之對應於公式 $y = 1.483 + 0.104 * x$ 的線提供了具有表 8 中所指定之特徵的比較玻璃與例示性玻璃 1、4 至 8、26 至 39、41 至 61、63 至 72、74 至 108、116、117、124 至 126、139 至 160、163 至 167 及 179-188 之間的差異的視覺表示。如第 6 圖中可見，第 6 圖中所呈現之例示性玻璃（實心圓圈）落在線 $y = 1.483 +$

0.104 * x 上方且比較玻璃(空心圓圈)中無一者落在線 $y = 1.483 + 0.104 * x$ 上方，其中 y 對應於折射率參數 P_n 且 x 對應於密度參數 P_d 。換言之，第 6 圖中所呈現之例示性玻璃中之一些及比較玻璃中無一者滿足以下公式(VII)(a)：

$$P_n - (1.483 + 0.104 * P_d) > 0.00 \quad (VII)(a)$$

【0138】 亦如第 6 圖中可見，第 6 圖中所呈現之例示性玻璃中之一些落在線 $y = 1.503 + 0.104 * x$ 上方且比較玻璃中無一者落在線 $y = 1.503 + 0.104 * x$ 上方，其中 y 對應於折射率參數 P_n 且 x 對應於密度參數 P_d 。換言之，第 6 圖中所呈現之例示性玻璃中之一些及比較玻璃中無一者滿足以下公式(VII)(b)：

$$P_n - (1.503 + 0.104 * P_d) > 0.00 \quad (VII)(b)$$

【0139】 因此，藉由預測，第 6 圖中所呈現之例示性實例在 d_{RT} 與 n_d 之組合方面優於具有表 8 中所指定特徵的最著名的比較玻璃。

【0140】 第 7 圖為顯示一些例示性玻璃及一些比較玻璃之室溫下密度 d_{RT} 與 587.56 nm 處之折射率 n_d 之間的關係的曲線圖。例示性玻璃(實心圓圈)為來自表 6 之實例 6、8、63、65、78、80、83、86、93、97、104、107 及 156。比較玻璃(空心圓圈)為來自表 7 之實例 C13 至 C17。第 7 圖中所示之所有例示性玻璃及比較玻璃均具有表 9 中所指定之特徵。在表 9 中，說明「未限制」(若出現)係指在選擇組成時未考慮之限制。在第 7 圖中，上文所列舉之組成中之一

些可標記為更好的可見性，而另一些則可能未標記，且又一些玻璃可能未顯示，此並不影響進一步的結論。

表 9． 第 7 圖中所示之玻璃組成的限制

量	單位	M i n	M a x
B ₂ O ₃	m o l . %	1 0	4 0
B i ₂ O ₃	m o l . %	0 . 5	2 0
P ₂ O ₅	m o l . %	0	3
C u	a t . %	0	1
F e	a t . %	0	1
B a O + S r O + Z n O + C d O	m o l . %	0	2 5
M o O ₃ + V ₂ O ₅	m o l . %	0	5
T i O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	未 限制	5
S i O ₂ - B ₂ O ₃	m o l . %	未 限制	5
n _d		1 . 9	未 限制

【0141】 將上文所列舉之比較玻璃選擇為在具有表 9 中所指定之所提及特徵的已知玻璃中，在室溫下密度 d_{R T}之可比值下具有最高的 587.56 nm 處之折射率 n_d 的量測值。

【0142】 第 7 圖中所示之對應於公式 $y = 1.483 + 0.104 * x$ 的線提供了具有表 9 中所指定之特徵的比較玻璃與根據本揭示案之例示性玻璃 6、8、63、65、78、80、83、86、93、97、104、107 及 156 之間的差異的視覺表示。如第 7 圖中可見，第 7 圖中所呈現之例示性玻璃 (實心圓圈) 落在線 $y = 1.483 + 0.104 * x$ 上方且比較玻璃 (空心圓圈) 中無一者落在線 $y = 1.483 + 0.104 * x$ 上方，其中 y 對應於 n_d 且 x 對應於 d_{R T}。換言之，第 7 圖中所呈現之例示性玻璃中之一些及比較玻璃中無一者滿足以下公式 (VIII)(a)：

$$n_d - (1.483 + 0.104 * d_{RT}) > 0.00 \quad (VIII)(a)$$

【0143】 亦如第 7 圖中可見，第 7 圖中所呈現之例示性玻璃中之一些落在線 $y = 1.503 + 0.104 * x$ 上方且比較玻璃中無一者落在線 $y = 1.503 + 0.104 * x$ 上方，其中 y 對應於 n_d 且 x 對應於 d_{RT} 。換言之，第 7 圖中所呈現之該等例示性玻璃及比較玻璃中無一者滿足以下公式 (VIII)(b)：

$$n_d - (1.503 + 0.104 * d_{RT}) > 0.00 \text{ (VIII)(b)}$$

【0144】 第 7 圖中所呈現之滿足公式 (VIII)(b) 的例示性實例之特徵在於在具有表 9 中所指定之特徵的玻璃中，在 d_{RT} 之可比值下之最高 n_d 值。

【0145】 此意謂在上表 9 中所指定之條件下，與滿足相同條件之最佳比較玻璃相比，一些例示性玻璃在室溫下密度 d_{RT} 之可比量測值下具有更高的 587.56 nm 處之折射率 n_d 的量測值。此可解釋為根據量測結果之此等例示性玻璃在玻璃中之可比 d_{RT} 值下具有更高的 n_d 值，亦即根據量測結果，此等例示性玻璃在 d_{RT} 與 n_d 之組合方面優於具有表 9 中所指定之特徵的最著名的比較玻璃。

【0146】 繪製於第 6 圖及第 7 圖中之比較玻璃 C1 至 C17 的表 8 及 9 以及公式 (VII)(a)、(VII)(b)、(VIII)(a) 及 (VIII)(b) 中所指定之所有屬性之值均呈現於下表 10 中。比較玻璃之全部組成呈現於表 7 中。來自本揭示案之例示性玻璃之全部組成及上文所提及之屬性均呈現於表 6 中。

表 10. 具有表 8 及 9 中所指定之特徵的比較實例玻璃之屬性

實例編號	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8
組成								

B i ₂ O ₃	m o l . %	1 0 . 7 3	2 0 . 0 0	1 3 . 3 6	1 8 . 0 9	1 7 . 8 1	1 3 . 0 4	4 . 0 0	1 7 . 1 7
P ₂ O ₅	m o l . %	0	0	0	0	0	0	0	0
C u	m o l . %	0	0	0	0	0	0	0	0
F e	m o l . %	0	0	0	0	0	0	0	0
B a O + S r O + Z n O + C d O	m o l . %	0	0	0	0	0	2 1 . 7 4	2 . 5 6	0
M o O ₃ + V ₂ O ₅	m o l . %	0	0	0	0	1 . 1 4	0	0	2 . 6 7
T i O ₂ - N b ₂ O ₅	m o l . %	0	0	0	0	0	0	0	0
S i O ₂ - B ₂ O ₃	m o l . %	- 3 9 . 4 8	- 1 0 . 0 0	- 3 2 . 6 3	- 1 3 . 8 4	- 2 8 . 9 3	- 3 0 . 4 3	- 1 1 . 5 2	- 1 3 . 9 3
所 量 測 特 性									
d _{R T}	g / c m ³								
n _d									
n _d - (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * d _{R T})									
n _d - (1 . 5 0 3 + 0 . 1 0 4 * d _{R T})									
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P _d	g / c m ³	4 . 3 5 6 4	8 . 0 5 6 7	4 . 7 1 9 1	7 . 2 9 4 2	5 . 9 8 8 8	4 . 9 8 2 9	6 . 5 0 5 7	7 . 6 2 5 4
P _n		1 . 9 0 4 6	2 . 2 7 7 2	1 . 9 6 9 2	2 . 2 1 1 4	2 . 0 6 5 6	1 . 9 5 2 8	2 . 1 0 7 7	2 . 2 2 2 6
P _n - (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		- 0 . 0 3 1 4	- 0 . 0 4 3 7	- 0 . 0 0 4 6	- 0 . 0 3 0 2	- 0 . 0 4 0 3	- 0 . 0 4 8 5	- 0 . 0 5 1 8	- 0 . 0 5 3 4
P _n - (1 . 5 0 3 + 0 . 1 0 4 * P _d)		- 0 . 0 5 1 4	- 0 . 0 6 3 7	- 0 . 0 2 4 6	- 0 . 0 5 0 2	- 0 . 0 6 0 3	- 0 . 0 6 8 5	- 0 . 0 7 1 8	- 0 . 0 7 3 4

表 1 0 續

實 例 編 號		C 9	C 1 0	C 1 1	C 1 2	C 1 3	C 1 4	C 1 5	C 1 6	C 1 7
組 成										
B i ₂ O ₃	m o l . %	3 . 9 5	1 . 1 6	8 . 0 1	1 4 . 8 9	0 . 8 5	1 0 . 0 0	1 0 . 2 6	3 . 9 2	1 0 . 0 0
P ₂ O ₅	m o l . %	0	0	0	0	0	0	0	1 . 9 6	0
C u	m o l . %	0	0 . 8 2	0 . 0 5 6 5	0	0	0	0	0	0
F e	m o l . %	0	0 . 5 4	0	0	0	0	0	0	0

B a O + S r O + Z n O + C d O	m o l . %	0	0	0	2 4 . 3 5	0	0	0	2 1 . 5 7	0
M o O 3 + V 2 O 5	m o l . %	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T i O 2 - N b 2 O 5	m o l . %	- 1 4 . 0 7	0	0	0	- 3 . 1 8 5	0	0	0	0
S i O 2 - B 2 O 3	m o l . %	- 2 6 . 4 2	- 1 2 . 2 2	- 2 8 . 0 2	- 1 4 . 2 3	- 1 6 . 2 0	- 2 0 . 0 0	- 2 0 . 7 1	- 2 3 . 5 3	- 3 0 . 0 0
所 量 測 特 性										
d R T	g / c m 3					4 . 8 5 0	7 . 6 8 0	7 . 2 2 0	5 . 1 8 3	7 . 1 5 1
n d						1 . 9 0 2	2 . 2 4 2	2 . 1 4 6 2	1 . 9 1 4 1	2 . 1 2 8 9
n d - (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * d R T)						- 0 . 0 8 5 4	- 0 . 0 3 9 7	- 0 . 0 8 7 7	- 0 . 1 0 7 9	- 0 . 0 9 7 8
n d - (1 . 5 0 3 + 0 . 1 0 4 * d R T)						- 0 . 1 0 5 4	- 0 . 0 5 9 7	- 0 . 1 0 7 7	- 0 . 1 2 7 9	- 0 . 1 1 7 8
所 預 測 及 計 算 之 特 性										
P d	g / c m 3	5 . 1 8 9 1	6 . 3 4 3 6	5 . 6 7 3	6 . 8 4 7 4	5 . 2 5 4 6	7 . 0 6 2 1	6 . 9 2 5 1	5 . 0 7 9 4	6 . 4 9 4 9
P n		1 . 9 6 9 3	2 . 0 8 7 4	2 . 0 1 1 7	2 . 1 2 8 2	1 . 9 5 4 2	2 . 1 2 9 3	2 . 1 1 2 8	1 . 7 6 6 9	2 . 0 5 2 5
P n - (1 . 4 8 3 + 0 . 1 0 4 * P d)		- 0 . 0 5 3 4	- 0 . 0 5 5 3	- 0 . 0 6 1 3	- 0 . 0 6 6 9	- 0 . 0 7 5 3	- 0 . 0 8 8 2	- 0 . 0 9 0 4	- 0 . 2 4 4 4	- 0 . 1 0 6 0
P n - (1 . 5 0 3 + 0 . 1 0 4 * P d)		- 0 . 0 7 3 4	- 0 . 0 7 5 3	- 0 . 0 8 1 3	- 0 . 0 8 6 9	- 0 . 0 9 5 3	- 0 . 1 0 8 2	- 0 . 1 1 0 4	- 0 . 2 6 4 4	- 0 . 1 2 6 0

【0147】 如下文第 6 圖及第 7 圖中所示，預測且量測之特性資料證實，與相應的具有表 8 及 9 中所指定之特徵之最著名的比較玻璃相比，一些例示性玻璃具有更好的室溫下密度 d_{RT} 與 587.56 nm 處之折射率 n_d （對於給定 d_{RT} 具有更高的 n_d ）之組合。

【0148】 第 8 圖為顯示一些例示性玻璃及一些比較玻璃之 T_g 參數 P_{T_g} 與折射率參數 P_n 之間的關係的曲線圖。例示性玻璃（實心圓圈）為來自表 6 之實例 1 至 21、23 至 138、145 至 160、162 至 166、168 至 177 及 177 至 184。比較玻璃（空心圓圈）為來自表 7 之實例 C18 至 C29。預測玻璃轉移溫度之 T_g 參數 P_{T_g} 係根據公式 (VI) 決定。預測 587.56 nm 處之折射率的折射率參數 P_n 係根據公式 (IV) 決定。第 8 圖中所示之所有例示性玻璃及比較玻璃均具有表 11 中所指定之特徵。在表 11 中，說明「未限制」係指在選擇組成時未考慮之限制。

表 11. 第 8 圖中所示之玻璃組成的限制

量	單位	Min	Max
B ₂ O ₃	mol. %	10	未限制
Nb ₂ O ₅	mol. %	3	30
TiO ₂	mol. %	0	40
La ₂ O ₃	mol. %	0	25
Bi ₂ O ₃	mol. %	0	15
TeO ₂	mol. %	0	14
P ₂ O ₅	mol. %	0	10
GeO ₂	mol. %	0	10
WO ₃ + Bi ₂ O ₃	mol. %	2	未限制
TiO ₂ + ZrO ₂	mol. %	2	未限制
TiO ₂ + Nb ₂ O ₅	mol. %	1	未限制
BaO + ZnO	mol. %	0	20
Nb ₂ O ₅ - SiO ₂	mol. %	3	未限制
P _{Tg}	°C	500	750

【0149】 將上文所列舉之比較玻璃選擇為在具有表 11 中所指定之特徵的已知玻璃中，在 T_g 參數 P_{T_g} 之可比值下具有最高的折射率參數 P_n 。

【0150】 第 8 圖中所示之對應於公式 $y = 1.47 + 0.0009 * x$ 的線提供了具有表 11 中所指定之特徵的比較玻璃與例示性玻璃 1 至 21、23 至 138、145 至 160、162 至 166、168 至 177 及 179-184 之間的差異的視覺表示。如第 8 圖中可見，第 8 圖中所呈現之例示性玻璃（實心圓圈）落在線 $y = 1.47 + 0.0009 * x$ 上方且比較玻璃（空心圓圈）中無一者落在線 $y = 1.47 + 0.0009 * x$ 上方，其中 y 對應於折射率參數 P_n 且 x 對應於 T_g 參數 P_{T_g} 。換言之，第 8 圖中所呈現之例示性玻璃中之一些及比較玻璃中無一者滿足以下公式 (IX)(a)：

$$P_n - (1.47 + 0.0009 * P_{T_g}) > 0.00 \quad (IX)(a)$$

【0151】 亦如第 8 圖中可見，第 8 圖中所呈現之例示性玻璃中之一些落在線 $y = 1.49 + 0.0009 * x$ 上方且比較玻璃中無一者落在線 $y = 1.49 + 0.0009 * x$ 上方，其中 y 對應於折射率參數 P_n 且 x 對應於 T_g 參數 P_{T_g} 。換言之，第 8 圖中所呈現之例示性玻璃中之一些及比較玻璃中無一者滿足以下公式 (IX)(b)：

$$P_n - (1.49 + 0.0009 * P_{T_g}) > 0.00 \quad (IX)(b)$$

【0152】 因此，藉由預測，第 8 圖中所呈現之例示性實例在 T_g 與 n_d 之組合方面優於具有表 11 中所指定特徵的最著名的比較玻璃。

【0153】 第9圖為顯示一些例示性玻璃及一些比較玻璃之玻璃轉移溫度 T_g 與 587.56 nm 處之折射率 n_d 之間的關係的曲線圖。例示性玻璃(實心圓圈)為來自表6之實例53、60及86。比較玻璃(空心圓圈)為來自表7之實例C18、C22及C30至C39。第9圖中所示之所有例示性玻璃及比較玻璃均具有表12中所指定之特徵。在表12中，「未限制」係指在選擇組成時未考慮之限制。在第9圖中，上文所列舉之組成中之一些可標記為更好的可見性，而另一些則可能未標記，且又一些玻璃可能未顯示，此並不影響進一步的結論。

表 12. 第9圖中所示之玻璃組成的限制

量	單位	M i n	M a x
B_2O_3	m o l . %	10	未限制
Nb_2O_5	m o l . %	3	30
TiO_2	m o l . %	0	40
La_2O_3	m o l . %	0	25
Bi_2O_3	m o l . %	0	15
TeO_2	m o l . %	0	14
P_2O_5	m o l . %	0	10
GeO_2	m o l . %	0	10
$WO_3 + Bi_2O_3$	m o l . %	2	未限制
$TiO_2 + ZrO_2$	m o l . %	2	未限制
$TiO_2 + Nb_2O_5$	m o l . %	1	未限制
$BaO + ZnO$	m o l . %	0	20
$Nb_2O_5 - SiO_2$	m o l . %	3	未限制
T_g	°C	500	750

【0154】 將上文所列舉之比較玻璃選擇為在具有表12中所指定之所提及特徵的已知玻璃中，在玻璃轉移溫度 T_g 之可比值下具有最高的 587.56 nm 處之折射率 n_d 的量測值。

【0155】 第9圖中所示之對應於公式 $y = 1.47 + 0.0009 * x$ 的線提供了具有表12中所指定之特徵的比較玻璃與根據本揭示案之例示性玻璃53、60及86之間的差異的視覺表

示。如第9圖中可見，第9圖中所呈現之例示性玻璃(實心圓圈)落在線 $y = 1.47 + 0.0009 * x$ 上方且比較玻璃(空心圓圈)中無一者落在線 $y = 1.47 + 0.0009 * x$ 上方，其中 y 對應於 n_d 且 x 對應於 T_g 。換言之，第9圖中所呈現之例示性玻璃中之一些及比較玻璃中無一者滿足以下公式 (X)(a)：

$$n_d - (1.47 + 0.0009 * T_g) > 0.00 \quad (X)(a)$$

【0156】 亦如第9圖中可見，第9圖中所呈現之例示性玻璃中之一些落在線 $y = 1.49 + 0.0009 * x$ 上方且比較玻璃中無一者落在線 $y = 1.49 + 0.0009 * x$ 上方，其中 y 對應於 n_d 且 x 對應於 T_g 。換言之，第9圖中所呈現之該等例示性玻璃及比較玻璃中無一者滿足以下公式 (X)(b)：

$$n_d - (1.49 + 0.0009 * T_g) > 0.00 \quad (X)(b)$$

【0157】 第9圖中所呈現之滿足公式 (X)(b) 的例示性實例之特徵在於在具有表12中所指定之特徵的玻璃中，在 T_g 之可比值下之最高 n_d 值。

【0158】 此意謂在上表12中所指定之條件下，與滿足相同條件之最佳比較玻璃相比，一些例示性玻璃在玻璃轉移溫度 T_g 之可比量測值下具有更高的 587.56 nm 處之折射率 n_d 的量測值。此可解釋為根據量測結果之此等例示性玻璃在該等玻璃中之可比 T_g 值下具有更高的 n_d 值，亦即根據量測結果，此等例示性玻璃在 T_g 與 n_d 之組合方面優於具有表12中所指定之特徵的最著名的比較玻璃。

【0159】繪製於第 8 圖及第 9 圖中之比較玻璃 C 1 8 至 C 3 9 的表 1 1 及 1 2 以及公式 (IX)(a)、(IX)(b)、(X)(a) 及 (X)(b) 中所指定之所有屬性之值均呈現於下表 1 3 中。比較玻璃之全部組成呈現於表 7 中。來自本揭示案之例示性玻璃之全部組成及上文所提及之屬性均呈現於表 6 中。

表 1 3. 具有表 1 1 及 1 2 中所指定之特徵的比較實例玻璃之

		屬性							
實例編號		C 1 8	C 1 9	C 2 0	C 2 1	C 2 2	C 2 3	C 2 4	C 2 5
組成									
N b ₂ O ₅	m o l . %	6 . 0 0	8 . 3 2	8 . 9 9	6 . 0 0	1 5 . 0 0	6 . 2 3	8 . 9 8	1 5 . 9 9
T i O ₂	m o l . %	0	0	4 . 8 4	0	1 0 . 0 0	9 . 9 7	7 . 0 1	1 0 . 0 0
L a ₂ O ₃	m o l . %	1 6 . 0 0	2 4 . 5 8	2 1 . 5 2	1 6 . 0 0	1 5 . 0 0	2 1 . 5 0	2 0 . 8 6	1 9 . 9 9
B i ₂ O ₃	m o l . %	5 . 0 0	0	0	5 . 0 0	0	0	0	0
T e O ₂	m o l . %	9 . 0 0	0	0	9 . 0 0	0	0	0	0
P ₂ O ₅	m o l . %	0	0	0	0	0	0	0	0
G e O ₂	m o l . %	0	0	0	0	0	0	0	0
W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	5 . 0 0	1 5 . 0 8	2 8 . 1 1	5 . 0 0	1 3 . 0 0	2 6 . 3 4	2 5 . 9 3	1 7 . 9 9
T i O ₂ + Z r O ₂	m o l . %	3 . 0 0	6 . 2 0	1 1 . 8 3	3 . 0 0	1 0 . 0 0	1 6 . 9 6	1 4 . 0 0	1 7 . 0 0
T i O ₂ + N b ₂ O ₅	m o l . %	6 . 0 0	8 . 3 2	1 3 . 8 3	6 . 0 0	2 5 . 0 0	1 6 . 2 0	1 5 . 9 9	2 5 . 9 9
B a O + Z n O	m o l . %	1 8 . 0 0	0	0	1 8 . 0 0	7 . 0 0	0	0	0
N b ₂ O ₅ - S i O ₂	m o l . %	6 . 0 0 0	8 . 3 2 0	7 . 5 5 0	6 . 0 0 0	1 5 . 0 0	4 . 1 4 3	6 . 8 6 6	1 5 . 9 6
所量測特性									
T _g	°C	5 6 5 . 0	6 7 9 . 0			6 1 4 . 0			
n _d		1 . 9 0 0	1 . 9 5 3			1 . 9 6 5			
n _d - (1 . 4 7 + 0 . 0 0 0 9 * T _g)		- 0 . 0 7 8 5	- 0 . 1 2 8 1			- 0 . 0 5 7 6			
n _d - (1 . 4 9 +		- 0 .	- 0 .			- 0 . 0			

0.0009 * T _g)		098 5	148 1			776			
所 預 測 及 計 算 之 特 性									
P _{Tg}	°C	534 .3	682 .0	614. 0	534 .3	610. 8	620 .0	618 .5	644 .1
P _n		1.8 586	2.0 26	2.00 96	1.8 586	1.92 49	2.0 135	2.0 054	2.0 255
P _n - (1.47 0.0009 P _{Tg}) + *		-0. 092 3	-0. 057 7	-0.0 129	-0. 092 3	-0.0 948	-0. 014 6	-0. 021 2	-0. 024 2
P _n - (1.49 0.0009 P _{Tg}) + *		-0. 112 3	-0. 077 7	-0.0 329	-0. 112 3	-0.1 148	-0. 034 6	-0. 041 2	-0. 044 2

表 1 3 續

實 例 編 號		C 2 6	C 2 7	C 2 8	C 2 9	C 3 0	C 3 1	C 3 2	C 3 3
組 成									
Nb ₂ O ₅	mol .%	6.90	6.92	7.78	7.79	15.0 0	20.0 0	20.0 0	15.0 0
TiO ₂	mol .%	13.1 2	13.0 8	11.8 2	11.7 7	8.99	10.0 0	10.0 0	15.0 0
La ₂ O ₃	mol .%	19.9 9	19.9 6	19.9 8	19.9 7	19.9 9	15.0 0	15.0 0	15.0 0
Bi ₂ O ₃	mol .%	0	0	0	0	0	0	0	0
TeO ₂	mol .%	0	0	0	0	0	6.00	0	0
P ₂ O ₅	mol .%	0	0	0	0	0	0	0	0
GeO ₂	mol .%	0	0	0	0	0	0	0	0
WO ₃ + Bi ₂ O ₃	mol .%	22.9 8	22.9 6	22.9 8	22.9 6	15.9 9	2.00	8.00	8.00
TiO ₂ + ZrO ₂	mol .%	20.1 1	20.0 6	18.8 1	18.7 7	16.0 0	10.0 0	10.0 0	15.0 0
TiO ₂ + Nb ₂ O ₅	mol .%	20.0 2	19.9 9	19.5 9	19.5 7	23.9 9	30.0 0	30.0 0	30.0 0
BaO + ZnO	mol .%	0.01 15	0	0.01 16	0	0	7.00	7.00	7.00
Nb ₂ O ₅ - SiO ₂	mol .%	3.40 3	3.39 3	4.51 8	4.50 2	14.9 7	20.0 0	20.0 0	15.0 0
所 量 測 特 性									
T _g	°C					643. 0	597. 0	613. 0	617. 0
n _d						2.00 51	1.98 3	1.98 8	1.97 5

$n_d - (1.47 + 0.0009 T_g)$						- 0.0 4 3 6	- 0.0 2 4 3	- 0.0 3 3 7	- 0.0 5 0 3
$n_d - (1.49 + 0.0009 T_g)$						- 0.0 6 3 6	- 0.0 4 4 3	- 0.0 5 3 7	- 0.0 7 0 3
所預測及計算之特性									
P_{T_g}	°C	6 2 6 . 3	6 2 6 . 2	6 2 5 . 6	6 2 5 . 6	6 4 2 . 6	6 1 5 . 5	6 2 8 . 5	6 2 6 . 4
P_n		2 . 0 0 6 6	2 . 0 0 6 4	2 . 0 0 4 1	2 . 0 0 3 9	1 . 9 9 5	1 . 9 1 0 9	1 . 9 3 4 4	1 . 9 2 9 6
$P_n - (1.47 + 0.0009 P_{T_g})$		- 0.0 2 7 0	- 0.0 2 7 1	- 0.0 2 9 0	- 0.0 2 9 1	- 0.0 5 3 3	- 0.1 1 3 1	- 0.1 0 1 2	- 0.1 0 4 2
$P_n - (1.49 + 0.0009 P_{T_g})$		- 0.0 4 7 0	- 0.0 4 7 1	- 0.0 4 9 0	- 0.0 4 9 1	- 0.0 7 3 3	- 0.1 3 3 1	- 0.1 2 1 2	- 0.1 2 4 2

表 1 3 續

實 例 編 號		C 3 4	C 3 5	C 3 6	C 3 7	C 3 8	C 3 9
組 成							
N b ₂ O ₅	m o l . %	1 5 . 0 0	8 . 9 9	1 0 . 0 0	1 0 . 0 0	1 0 . 0 0	8 . 4 0
T i O ₂	m o l . %	1 0 . 0 0	9 . 9 8	1 5 . 0 0	1 0 . 0 0	1 0 . 0 0	1 0 . 0 0
L a ₂ O ₃	m o l . %	1 5 . 0 0	1 9 . 9 7	1 5 . 0 0	2 0 . 0 0	1 5 . 0 0	1 8 . 5 0
B i ₂ O ₃	m o l . %	0	0	0	0	0	0
T e O ₂	m o l . %	0	0	0	0	0	0
P 2 O ₅	m o l . %	0	0	0	0	0	0
G e O ₂	m o l . %	0	0	0	0	0	0
W O ₃ + B i ₂ O ₃	m o l . %	8 . 0 0	2 2 . 9 7	8 . 0 0	8 . 0 0	8 . 0 0	8 . 0 0
T i O ₂ + Z r O ₂	m o l . %	1 0 . 0 0	1 6 . 9 7	1 5 . 0 0	1 0 . 0 0	1 0 . 0 0	1 0 . 0 0
T i O ₂ + N b ₂ O ₅	m o l . %	2 5 . 0 0	1 8 . 9 7	2 5 . 0 0	2 0 . 0 0	2 0 . 0 0	1 8 . 4 0
B a O +	m o l .	1 2 . 0 0	0	1 2 . 0 0	1 2 . 0 0	1 7 . 0 0	1 5 . 0 0

Z n O	%						
N b ₂ O ₅	m o l .	1 5 . 0 0	5 . 9 8 7	1 0 . 0 0	1 0 . 0 0	1 0 . 0 0	8 . 4 0 0
- S i O ₂	%						
所 量 測 特 性							
T _g	°C	6 0 7 . 0	6 4 1 . 5	6 0 9 . 0	6 2 2 . 0	6 0 5 . 0	6 1 1 . 0
n _d		1 . 9 5 7	1 . 9 8 8 9	1 . 9 4 6	1 . 9 4 1	1 . 9 2 4	1 . 9 2 6
n _d - (1 . 4 7 + 0 . 0 0 0 9 * T _g)		- 0 . 0 5 9 3	- 0 . 0 5 8 4	- 0 . 0 7 2 1	- 0 . 0 8 8 8	- 0 . 0 9 0 5	- 0 . 0 9 3 9
n _d - (1 . 4 9 + 0 . 0 0 0 9 * T _g)		- 0 . 0 7 9 3	- 0 . 0 7 8 4	- 0 . 0 9 2 1	- 0 . 1 0 8 8	- 0 . 1 1 0 5	- 0 . 1 1 3 9
所 預 測 及 計 算 之 特 性							
P T _g	°C	6 1 1 . 8	6 2 4 . 7	6 0 9 . 8	6 2 2 . 5	5 9 5 . 2	6 0 9 . 2
P _n		1 . 9 1 4 3	2 . 0 0 0 2	1 . 9 0 9 4	1 . 9 1 8 7	1 . 8 9 4 2	1 . 9 0 5
P _n - (1 . 4 7 + 0 . 0 0 0 9 * P T _g)		- 0 . 1 0 6 3	- 0 . 0 3 2 0	- 0 . 1 0 9 4	- 0 . 1 1 1 6	- 0 . 1 1 1 4	- 0 . 1 1 3 3
P _n - (1 . 4 9 + 0 . 0 0 0 9 * P T _g)		- 0 . 1 2 6 3	- 0 . 0 5 2 0	- 0 . 1 2 9 4	- 0 . 1 3 1 6	- 0 . 1 3 1 4	- 0 . 1 3 3 3

【0160】 如下文第 8 圖及第 9 圖中所示，預測且量測之特性資料證實，與相應的具有表 1 1 及 1 2 中所指定之特徵之最著名的比較玻璃相比，一些例示性玻璃具有更好的玻璃轉移溫度 T_g 與 5 8 7 . 5 6 n m 處之折射率 n_d 之組合。

【0161】 本揭示案涵蓋以下非限制性態樣。在尚未描述之程度，第一至第七十態樣之特徵中之任一者可部分或全部與本揭示案之其他態樣中之任一或多者的特徵組合以形成額外態樣，即使並未明確描述此類組合。

【0162】 根據第一態樣，玻璃包含複數種組分，該玻璃具有包含以下之組分的組成：大於或等於 1 0 . 0 m o l . % 且小於或等於 4 0 . 0 m o l . % 之 B₂O₃、大於或等於 0 . 0 m o l . %

且小於或等於 40.0 mol.% 之 WO_3 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 30.0 mol.% 之 Nb_2O_5 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 30.0 mol.% 之 TiO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 25.0 mol.% 之 La_2O_3 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 Bi_2O_3 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 15.0 mol.% 之 TcO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 15.0 mol.% 之 ZrO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.% 之 SiO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.% 之 PbO 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.% 之 GeO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.% 之 P_2O_5 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 6.0 mol.% 之 Y_2O_3 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 5.0 mol.% 之 V_2O_5 、大於或等於 0.1 mol.% 之 $\text{WO}_3 + \text{Bi}_2\text{O}_3$ ，且視情況含有一或多種選自稀土金屬氧化物 RE_mO_n 之組分，即 Al_2O_3 、 BaO 、 CaO 、 K_2O 、 Li_2O 、 MgO 、 Na_2O 、 SrO 、 Ta_2O_5 及 ZnO ，其中組分之組成滿足以下條件： $\text{RE}_m\text{O}_n + \text{ZrO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5$ [mol.%] ≥ 5.0 ，且其中玻璃滿足以下條件： $P_n > 2.04$ 及 $-5 \leq P_{GR} \leq 15$ ，其中 P_n 為折射率參數，其係以根據公式 (IV) 之組分之 mol.% 計由玻璃組成計算：

$$\begin{aligned}
 P_n = & 0.0058979 * \text{Al}_2\text{O}_3 + 0.006069 * \text{P}_2\text{O}_5 + 0.00099077 * \text{BaO} + 0.008748 * \text{Bi}_2\text{O}_3 + 0.0023394 * \\
 & \text{CaO} + 0.0063304 * \text{Ti}_2\text{O}_3 + 0.0019089 * \text{Gd}_2\text{O}_3 + 0.0043254 * \text{GeO}_2 + 0.0056788 * \text{K}_2\text{O} + \\
 & 0.0036519 * \text{La}_2\text{O}_3 + 0.0083647 * \text{Li}_2\text{O} + 0.0036379 * \text{MgO} + 0.0043599 * \text{Na}_2\text{O} + 0.0027829 * \\
 & \text{Nb}_2\text{O}_5 + 0.0085247 * \text{P}_2\text{O}_5 + 0.0016124 * \text{PbO} + 0.0054718 * \text{SiO}_2 + 0.0024916 * \text{SrO} + 0.0052979 \\
 & * \text{Ta}_2\text{O}_5 + 0.0080478 * \text{TeO}_2 + 0.0018048 * \text{TfO}_2 + 0.00085706 * \text{WO}_3 + 0.0026681 * \text{Y}_2\text{O}_3 + \\
 & 0.0022852 * \text{Yb}_2\text{O}_3 + 0.0012391 * \text{ZnO} + 2.05,
 \end{aligned} \tag{IV}$$

等於 23.5 mol.% 且小於或等於 32.0 mol.% 之 B_2O_3 、大於或等於 13.5 mol.% 且小於或等於 22.0 mol.% 之 La_2O_3 、大於或等於 9.0 mol.% 且小於或等於 38.0 mol.% 之 WO_3 、大於或等於 4.4 mol.% 且小於或等於 8.6 mol.% 之 ZrO_2 、大於或等於 3.0 mol.% 且小於或等於 16.0 mol.% 之 Nb_2O_5 、大於或等於 1.0 mol.% 且小於或等於 18.0 mol.% 之 TiO_2 、大於或等於 0.1 mol.% 且小於或等於 11.5 mol.% 之 Bi_2O_3 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 8.5 mol.% 之 TeO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 5.5 mol.% 之 SiO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 3.4 mol.% 之 Y_2O_3 及大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 0.9 mol.% 之 CaO 。

【0166】 根據第五態樣，如態樣 1 至 4 中任一項所述之玻璃，其中組分之組成包含大於或等於 24.5 mol.% 且小於或等於 31.0 mol.% 之 B_2O_3 、大於或等於 14.25 mol.% 且小於或等於 21.0 mol.% 之 La_2O_3 、大於或等於 13.0 mol.% 且小於或等於 35.0 mol.% 之 WO_3 、大於或等於 0.1 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.% 之 Bi_2O_3 、大於或等於 4.5 mol.% 且小於或等於 16.0 mol.% 之 Nb_2O_5 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 5.0 mol.% 之 SiO_2 、大於或等於 3.5 mol.% 且小於或等於 15.5 mol.% 之 TiO_2 、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 8.0 mol.% 之 ZrO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 3.0

mol.% 之 Y_2O_3 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 0.8 mol.% 之 CaO ，且其中組分之組成基本上不含 TeO_2 。

【0167】 根據第六態樣，如態樣 1 所述之玻璃，其中組分之組成包含大於或等於 10.0 mol.% 且小於或等於 25.0 mol.% 之 Nb_2O_5 、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 35.0 mol.% 之 WO_3 、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 La_2O_3 、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 TiO_2 及大於或等於 0.1 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 Bi_2O_3 。

【0168】 根據第七態樣，如態樣 1 至 3 及 6 中任一項所述之玻璃，其中組分之組成包含大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 WO_3 及大於或等於 1.0 mol.% 且小於或等於 15.0 mol.% 之 Bi_2O_3 。

【0169】 根據第八態樣，如態樣 1 至 7 中任一項所述之玻璃，其中組分之組成包含大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 BaO 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 CdO 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 ZnO 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 15.0 mol.% 之 $Li_2O + Na_2O + K_2O$ 及大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 15.0 mol.% 之 $MgO + CaO + SrO$ 。

【0170】 根據第九態樣，如態樣 1 至 8 中任一項所述之玻璃，其中組分之組成包含大於或等於 0.0 mol.% 且小於或

等於 5.0 mol.% 之 Al_2O_3 ，且其中組分之組成滿足以下條件： $0.00 \leq \text{P}_2\text{O}_5 / \text{B}_2\text{O}_3 [\text{mol.}\%] \leq 0.50$ 。

【0171】根據第十態樣，如態樣 1 至 9 中任一項所述之玻璃，其中組分之組成包含大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 3.0 mol.% 之 MoO_3 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 2.0 mol.% 之 Ta_2O_5 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 1.0 mol.% 之 Sb_2O_3 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 0.5 mol.% 之 GeO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 0.5 mol.% 之 PbO 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 0.2 mol.% 之 As_2O_3 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 0.5 mol.% 之 $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ，其中組分之組成基本上不含氟及 V_2O_5 。

【0172】根據第十一態樣，如態樣 1 至 10 中任一項所述之玻璃，其中 $-1 \leq \text{P}_{\text{GF}} \leq 10$ 。

【0173】根據第十二態樣，如態樣 1 至 11 中任一項所述之玻璃，其中玻璃具有大於或等於 4.5 g/cm^3 且小於或等於 6.3 g/cm^3 之室溫下密度 d_{RT} 、大於或等於 100 GPa 且小於或等於 140 GPa 之楊氏模數 E 、大於或等於 2.0 且小於或等於 2.2 之 587.56 nm 處之折射率 n_d 、大於或等於 14 且小於或等於 23 之阿貝數 ν_d ，以及大於或等於 $60 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 且小於或等於 $90 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 之 20-300 °C 範圍內之玻璃的線性熱膨脹係數 α_{20-300} 。

【0174】根據第十三態樣，如態樣 1 至 12 中任一項所述之玻璃，其中玻璃滿足以下條件： $4.5 \leq \text{P}_d \leq 5.7$ 及 $2.1 \leq$

T_{liq})、大於或等於 500°C 且小於或等於 700°C 之玻璃轉移溫度 T_g ，以及小於或等於 1200°C 之液相溫度 T_{liq} ，其中對數比率 $LR(T_g, T_{liq})$ 係由公式 (I) 給出：

$$LR(T_g, T_{liq}) = \log \left[\frac{(T_g + 273)}{(T_{liq} + 273)} \right] \quad (I)$$

【0179】 根據第十八態樣，如態樣 1 至 17 中任一項所述之玻璃，其中組分之組成滿足以下條件： $(La_2O_3 + Y_2O_3) / (TiO_2 + Bi_2O_3) [mol. \%] \geq 0.70$ 、 $1.0 \leq Nb_2O_5 / TiO_2 [mol. \%] \leq 1.5$ 及 $0.00 \leq SiO_2 / B_2O_3 [mol. \%] \leq 0.40$ 。

【0180】 根據第十九態樣，如態樣 1 至 18 中任一項所述之玻璃，其中當在 2.5 分鐘內在空氣中自 1100°C 冷卻至 500°C 時，玻璃不會結晶。

【0181】 根據第二十態樣，如態樣 1 至 19 中任一項所述之玻璃，其中當具有 10 mm 之厚度時，玻璃具有小於或等於 450 nm 之對應於 70% 總透射率之波長 $\lambda_{70\%}$ 。

【0182】 根據第二十一態樣，一種用於製造光學元件之方法，該方法包括處理如態樣 1 至 20 中任一項所述之玻璃。

【0183】 根據第二十二態樣，一種包含如態樣 1 至 21 中任一項所述之玻璃的光學元件。

【0184】 根據第二十三態樣，玻璃包含複數種組分，該玻璃具有包含以下之組分的組成：大於或等於 10.0 mol.% 且小於或等於 40.0 mol.% 之 B_2O_3 、大於或等於 0.5 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 Bi_2O_3 、大於或等於

0.0 mol.% 且小於或等於 3.0 mol.% 之 P_2O_5 、大於或等於 0.0 at.% 且小於或等於 1.0 at.% 之 Cu、大於或等於 0.0 at.% 且小於或等於 1.0 at.% 之 Fe、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 25.0 mol.% 之 $BaO + SrO + ZnO + CdO$ 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 5.0 mol.% 之 $MoO_3 + V_2O_5$ ，且視情況含有選自以下之一或多種組分： TiO_2 、 Nb_2O_5 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 Er_2O_3 、 Gd_2O_3 、 GeO_2 、 K_2O 、 La_2O_3 、 Li_2O 、 MgO 、 Na_2O 、 PbO 、 Ta_2O_5 、 TcO_2 、 WO_3 、 Y_2O_3 、 Yb_2O_3 及 ZrO_2 ，其中組分之組成滿足以下條件： $TiO_2 + Nb_2O_5$ [mol.%] ≤ 5.0 及 $SiO_2 + B_2O_3$ [mol.%] ≤ 5.0 ，且玻璃滿足以下條件： $P_n > 1.9$ 及 $P_n = (1.483 + 0.104 * P_d) > 0.000$ ，其中 P_n 為折射率參數，其係以根據公式(IV)之組分之 mol.% 計出玻璃組成計算：

$$\begin{aligned} P_n = & -0.0058979 * Al_2O_3 - 0.006059 * B_2O_3 - 0.00099077 * BaO + 0.008748 * Bi_2O_3 - 0.0023394 * \\ & CaO + 0.0063304 * Er_2O_3 + 0.0019089 * Gd_2O_3 - 0.0043254 * GeO_2 - 0.0056788 * K_2O + \\ & 0.0036519 * La_2O_3 - 0.0033647 * Li_2O - 0.0036379 * MgO - 0.0043599 * Na_2O + 0.0027829 * \\ & Nb_2O_5 - 0.0085247 * P_2O_5 + 0.0016124 * PbO - 0.0054718 * SiO_2 - 0.0024916 * SrO + 0.0057979 \\ & * Ta_2O_5 - 0.0030478 * TeO_2 + 0.0018048 * TiO_2 + 0.00085706 * WO_3 + 0.0026681 * Y_2O_3 + \\ & 0.0057857 * Yb_2O_3 - 0.0012391 * ZnO + 2.0E_5 \end{aligned} \quad (IV)$$

P_d 為密度參數，其係以根據公式(V)之組分之 mol.% 計出玻璃組成計算：

$$\begin{aligned} P_d = & 4.488 - 0.030315 * Al_2O_3 - 0.0238886 * B_2O_3 + 0.027641 * BaO + 0.075639 * Bi_2O_3 - 0.0035072 \\ & * CaO + 0.072631 * Er_2O_3 + 0.072133 * Gd_2O_3 - 0.014396 * GeO_2 - 0.019374 * K_2O + 0.051970 * \\ & La_2O_3 - 0.011393 * Li_2O - 0.0049704 * MgO - 0.010898 * Na_2O + 0.0014888 * Nb_2O_5 - 0.043265 * \\ & P_2O_5 + 0.032783 * PbO - 0.021778 * SiO_2 + 0.0071976 * SrO + 0.056465 * Ta_2O_5 + 0.0079679 * \\ & TeO_2 - 0.0080419 * TiO_2 + 0.023079 * WO_3 + 0.031205 * Y_2O_3 + 0.080706 * Yb_2O_3 + 0.010824 * \\ & ZnO + 0.0073434 * ZnO_{H_2} \end{aligned} \quad (V)$$

其中星號(*)意謂乘法。

【0185】 根據第二十四態樣，如第二十三態樣所述之玻璃，其中玻璃具有大於或等於1.9之587.56 nm處之折射率 n_d ，且其中玻璃滿足以下條件： $n_d - (1.483 + 0.104 * d_{RT}) > 0.000$ ，其中 d_{RT} [g/cm³]為室溫下密度。

【0186】 根據第二十五態樣，如態樣23至24中任一項所述之玻璃，其中玻璃滿足以下條件： $n_d - (1.503 + 0.104 * d_{RT}) > 0.000$ ，其中 n_d 為587.56 nm處之折射率且 d_{RT} [g/cm³]為室溫下密度。

【0187】 根據第二十六態樣，如態樣23至25中任一項所述之玻璃，其中玻璃滿足以下條件： $P_n - (1.503 + 0.104 * P_d) > 0.000$ 。

【0188】 根據第二十七態樣，如態樣23至26中任一項所述之玻璃，其中組分之組成包含大於或等於20.0 mol.%且小於或等於35.0 mol.%之 B_2O_3 、大於或等於10.0 mol.%且小於或等於25.0 mol.%之 La_2O_3 、大於或等於2.5 mol.%且小於或等於10.0 mol.%之 ZrO_2 、大於或等於0.3 mol.%且小於或等於40.0 mol.%之 WO_3 、大於或等於0.5 mol.%且小於或等於15.0 mol.%之 Bi_2O_3 、大於或等於0.3 mol.%且小於或等於20.0 mol.%之 Nb_2O_5 、大於或等於0.0 mol.%且小於或等於20.0 mol.%之 TiO_2 、大於或等於0.0 mol.%且小於或等於10.0 mol.%之 TeO_2 、大於或等於0.0 mol.%且小於或等於7.5 mol.%之 SiO_2 及大於或等於0.0 mol.%且小於或等於4.0 mol.%之 Y_2O_3 。

【0189】 根據第二十八態樣，如態樣 23 至 27 中任一項所述之玻璃，其中組分之組成包含以下組分中之一或多者：大於或等於 23.5 mol.% 且小於或等於 32.0 mol.% 之 B_2O_3 、大於或等於 13.5 mol.% 且小於或等於 22.0 mol.% 之 La_2O_3 、大於或等於 9.0 mol.% 且小於或等於 38.0 mol.% 之 WO_3 、大於或等於 4.4 mol.% 且小於或等於 8.6 mol.% 之 ZrO_2 、大於或等於 3.0 mol.% 且小於或等於 16.0 mol.% 之 Nb_2O_5 、大於或等於 1.0 mol.% 且小於或等於 18.0 mol.% 之 TiO_2 、大於或等於 0.5 mol.% 且小於或等於 11.5 mol.% 之 Bi_2O_3 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 8.5 mol.% 之 TeO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 5.5 mol.% 之 SiO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 3.4 mol.% 之 Y_2O_3 及大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 0.9 mol.% 之 CaO 。

【0190】 根據第二十九態樣，如態樣 23 至 28 中任一項所述之玻璃，其中組分之組成包含大於或等於 24.5 mol.% 且小於或等於 31.0 mol.% 之 B_2O_3 、大於或等於 14.25 mol.% 且小於或等於 21.0 mol.% 之 La_2O_3 、大於或等於 13.0 mol.% 且小於或等於 35.0 mol.% 之 WO_3 、大於或等於 0.5 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.% 之 Bi_2O_3 、大於或等於 4.5 mol.% 且小於或等於 16.0 mol.% 之 Nb_2O_5 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 5.0 mol.% 之 SiO_2 、大於或等於 3.5 mol.% 且小於或等於 15.5 mol.% 之 TiO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 3.0

mol.% 之 Y_2O_3 、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 8.5 mol.% 之 ZrO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 0.8 mol.% 之 CaO ，且其中組分之組成基本上不含 TeO_2 。

【0191】 根據第三十態樣，如態樣 23 至 26 中任一項所述之玻璃，其中組分之組成包含大於或等於 10.0 mol.% 且小於或等於 25.0 mol.% 之 Nb_2O_5 、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 35.0 mol.% 之 WO_3 、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 La_2O_3 及大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 TiO_2 。

【0192】 根據第三十一態樣，如態樣 23 至 27 及 30 中任一項所述之玻璃，其中組分之組成包含大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 WO_3 及大於或等於 1.0 mol.% 且小於或等於 15.0 mol.% 之 Bi_2O_3 。

【0193】 根據第三十二態樣，如態樣 23 至 31 中任一項所述之玻璃，其中組分之組成包含大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 BaO 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 CdO 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 ZnO 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 15.0 mol.% 之 $Li_2O + Na_2O + K_2O$ 及大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 15.0 mol.% 之 $MgO + CaO + SrO$ 。

【0194】 根據第三十三態樣，如態樣 23 至 32 中任一項所述之玻璃，其中組分之組成包含大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 5.0 mol.% 之 Al_2O_3 ，且其中組分之組成滿足以

於或等於 2.0 mol.% 且小於或等於 40.0 mol.% 之 WO_3 、大於或等於 2.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 TiO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.% 之 TeO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 7.5 mol.% 之 SiO_2 及大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 4.0 mol.% 之 Y_2O_3 。

【0213】 根據第五十二態樣，如態樣 47 至 51 中任一項所述之玻璃，其中組分之組成包含以下組分中之一或多者：大於或等於 23.5 mol.% 且小於或等於 32.0 mol.% 之 B_2O_3 、大於或等於 13.5 mol.% 且小於或等於 22.0 mol.% 之 La_2O_3 、大於或等於 9.0 mol.% 且小於或等於 38.0 mol.% 之 WO_3 、大於或等於 4.4 mol.% 且小於或等於 8.6 mol.% 之 ZrO_2 、大於或等於 3.0 mol.% 且小於或等於 16.0 mol.% 之 Nb_2O_5 、大於或等於 2.0 mol.% 且小於或等於 18.0 mol.% 之 TiO_2 、大於或等於 2.0 mol.% 且小於或等於 11.5 mol.% 之 Bi_2O_3 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 8.5 mol.% 之 TeO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 5.5 mol.% 之 SiO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 3.4 mol.% 之 Y_2O_3 及大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 0.9 mol.% 之 CaO 。

【0214】 根據第五十三態樣，如態樣 47 至 52 中任一項所述之玻璃，其中組分之組成包含大於或等於 24.5 mol.% 且小於或等於 31.0 mol.% 之 B_2O_3 、大於或等於 14.25 mol.% 且小於或等於 21.0 mol.% 之 La_2O_3 、大於或等於

13.0 mol.% 且小於或等於 35.0 mol.% 之 WO_3 、大於或等於 2.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.% 之 Bi_2O_3 、大於或等於 4.5 mol.% 且小於或等於 16.0 mol.% 之 Nb_2O_5 、大於或等於 3.5 mol.% 且小於或等於 15.5 mol.% 之 TiO_2 、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 8.5 mol.% 之 ZrO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 5.0 mol.% 之 SiO_2 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 3.0 mol.% 之 Y_2O_3 、大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 0.8 mol.% 之 CaO ，且其中組分之組成基本上不含 TeO_2 。

【0215】 根據第五十四態樣，如態樣 47 至 50 中任一項所述之玻璃，其中組分之組成包含大於或等於 10.0 mol.% 且小於或等於 25.0 mol.% 之 Nb_2O_5 、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 35.0 mol.% 之 WO_3 、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 La_2O_3 、大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 TiO_2 及大於或等於 2.0 mol.% 且小於或等於 15.0 mol.% 之 Bi_2O_3 。

【0216】 根據第五十五態樣，如態樣 47 至 51 及 54 中任一項所述之玻璃，其中組分之組成包含大於或等於 5.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 WO_3 及大於或等於 2.0 mol.% 且小於或等於 15.0 mol.% 之 Bi_2O_3 。

【0217】 根據第五十六態樣，如態樣 47 至 55 中任一項所述之玻璃，其中組分之組成包含大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 CdO 、大於或等於 0.0 mol.% 且

其中 $\sum \text{RE}_m\text{O}_n$ 為稀土金屬氧化物之總和， $\max(0, \text{WO}_3 + \text{TiO}_2 - 0.5 * \% \text{rO}_2)$ 係指 0 與差值 $\text{WO}_3 + \text{TiO}_2 - 0.5 * \% \text{rO}_2$ 之間的較大者，且星號(*)意謂乘法。

[(0221)] 根據第六十態樣，如態樣 47 至 59 中任一項所述之玻璃，其中玻璃具有大於或等於 4.5 g/cm^3 且小於或等於 6.3 g/cm^3 之室溫下密度 d_{RT} 、大於或等於 100 GPa 且小於或等於 140 GPa 之楊氏模數 E、大於或等於 2.0 且小於或等於 2.2 之 587.56 nm 處之折射率 n_d 、大於或等於 1.4 且小於或等於 2.3 之阿貝數 v_d ，以及大於或等於 $60 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 且小於或等於 $90 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ 之 20-300℃ 範圍內之玻璃的線性熱膨脹係數 α_{20-300} 。

[(0222)] 根據第六十一態樣，如態樣 47 至 60 中任一項所述之玻璃，其中玻璃滿足以下條件： $4.5 \leq P_d \leq 5.7$ 及 $2.1 \leq P_m \leq 2.2$ ，其中 P_d 為密度參數，其係以根據公式(V)之組分之 mol.% 計由玻璃組成計算：

$$\begin{aligned} P_d = & 4.488 + 0.030315 * \text{Al}_2\text{O}_3 + 0.023886 * \text{B}_2\text{O}_3 + 0.022641 * \text{BaO} + 0.075639 * \text{Bi}_2\text{O}_3 + 0.0035072 * \\ & \text{CaO} + 0.072631 * \text{Er}_2\text{O}_3 + 0.072133 * \text{Gd}_2\text{O}_3 + 0.014396 * \text{GeO}_2 + 0.019374 * \text{K}_2\text{O} + 0.051970 * \\ & \text{La}_2\text{O}_3 + 0.011393 * \text{Li}_2\text{O} + 0.0049704 * \text{MgO} + 0.010898 * \text{Na}_2\text{O} + 0.0014888 * \text{Nb}_2\text{O}_5 + 0.043263 * \\ & \text{P}_2\text{O}_5 + 0.032783 * \text{PbO} + 0.021778 * \text{SiO}_2 + 0.0071976 * \text{SrO} + 0.056465 * \text{Ta}_2\text{O}_5 + 0.0079679 * \\ & \text{TeO}_2 + 0.0080419 * \text{TiO}_2 + 0.023079 * \text{WO}_3 + 0.031205 * \text{Y}_2\text{O}_3 + 0.080706 * \text{Yb}_2\text{O}_3 + 0.010824 * \\ & \text{ZnO} + 0.0073434 * \text{ZrO}_2 \end{aligned} \quad (\text{V})$$

星號(*)意謂乘法。

[(0223)] 根據第六十二態樣，如態樣 47 至 61 中任一項所述之玻璃，其中玻璃具有大於或等於 4.5 g/cm^3 且小於或等於 5.7 g/cm^3 之室溫下密度 d_{RT} ，以及大於或等於 2.1 且小於或等於 2.2 之 587.56 nm 處之折射率 n_d 。

【0229】 根據第六十八態樣，如態樣47至67中任一項所述之玻璃，其中當具有10 mm之厚度時，玻璃具有小於或等於450 nm之對應於70%總透射率之波長 $\lambda_{70\%}$ 。

【0230】 根據第六十九態樣，一種用於製造光學元件之方法，該方法包括處理如態樣47至68中任一項所述之玻璃。

【0231】 根據第七十態樣，一種包含如態樣47至69中任一項所述之玻璃的光學元件。

【0232】 根據第七十一態樣，如態樣1至70中任一項所述之玻璃，其中玻璃具有大於或等於2.0泊之液相黏度。

【0233】 在實質上不背離本揭示案之精神及各種原理之情況下，可對本揭示案之上述實施例進行許多變化及修改。所有此類修改及變化皆意欲包括在本文中落入本揭示案之範疇內且受以下申請專利範圍保護。

【0234】 在尚未描述之程度下，本揭示案之各種態樣之不同特徵可視需要彼此組合使用。未關於本揭示案之各態樣明確地說明或描述特定特徵並不意味著其無法解釋，而係為了描述之簡煉及簡潔性而如此做。因此，不同態樣之各種特徵可視需要混合且匹配以形成新態樣，無論新態樣是否明確揭露。

【符號說明】

無

【生物材料寄存】

國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

國 外 寄 存 資 訊 (請 依 寄 存 國 家 、 機 構 、 日 期 、 號 碼 順 序 註 記)

無

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種包含複數種組分之玻璃，該玻璃具有包含以下之組分的一組成：

- 大於或等於 10.0 mol.% 且小於或等於 40.0 mol.% 之 B_2O_3 ，
- 大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 40.0 mol.% 之 WO_3 ，
- 大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 30.0 mol.% 之 Nb_2O_5 ，
- 大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 30.0 mol.% 之 TiO_2 ，
- 大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 25.0 mol.% 之 La_2O_3 ，
- 大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 Bi_2O_3 ，
- 大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 15.0 mol.% 之 TeO_2 ，
- 大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 15.0 mol.% 之 ZrO_2 ，
- 大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.% 之 SiO_2 ，
- 大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.% 之 PbO ，
- 大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 10.0 mol.%

0.70，

- $1.0 \leq \text{Nb}_2\text{O}_5 / \text{TiO}_2 [\text{mol.}\%] \leq 1.5$ ，以及

- $0.00 \leq \text{SiO}_2 / \text{B}_2\text{O}_3 [\text{mol.}\%] \leq 0.40$ 。

【請求項6】 一種包含複數種組分之玻璃，該玻璃具有包含以下之組分的一組成：

- 大於或等於 10.0 mol.% 且小於或等於 40.0 mol.% 之 B_2O_3 ，

- 大於或等於 0.5 mol.% 且小於或等於 20.0 mol.% 之 Bi_2O_3 ，

- 大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 3.0 mol.% 之 P_2O_5 ，

- 大於或等於 0.0 at.% 且小於或等於 1.0 at.% 之 Cu，

- 大於或等於 0.0 at.% 且小於或等於 1.0 at.% 之 Fe，

- 大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 25.0 mol.% 之 $\text{BaO} + \text{SrO} + \text{ZnO} + \text{CdO}$ ，

- 大於或等於 0.0 mol.% 且小於或等於 5.0 mol.% 之 $\text{MoO}_3 + \text{V}_2\text{O}_5$ ，且

- 視情況包含選自以下之一或多種組分： TiO_2 、 Nb_2O_5 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 Er_2O_3 、 Gd_2O_3 、 GeO_2 、 K_2O 、 La_2O_3 、 Li_2O 、 MgO 、 Na_2O 、 PbO 、 Ta_2O_5 、 TeO_2 、 WO_3 、 Y_2O_3 、 Yb_2O_3 及 ZrO_2 ，

其中該等組分之該組成滿足以下條件：

- $TiO_2 + Nb_2O_5 \text{ [mol.\%]} < 5.0$ ，以及
- $SiO_2 + B_2O_3 \text{ [mol.\%]} < 5.0$ ，

且其中該玻璃滿足以下條件：

- $P_n > 1.9$ ，以及
- $P_n + (1.483 + 0.104 * P_d) > 0.000$ ，

其中

◦ P_n 為一折射率參數，其係以根據公式(IV)之組分之 mol.% 計由該玻璃組成計算：

$$\begin{aligned} P_n = & 0.00589/9 * Al_2O_3 + 0.006059 * B_2O_3 + 0.000990/7 * BaO + 0.008/48 * Bi_2O_3 + 0.0023394 * \\ & CaO + 0.0063304 * Er_2O_3 + 0.0019089 * Gd_2O_3 + 0.0043254 * GeO_2 + 0.0056/88 * K_2O + 0.0036519 \\ & * La_2O_3 + 0.003364/7 * Li_2O + 0.00363/9 * MgO + 0.0043399 * Na_2O + 0.002/829 * Nb_2O_5 + \\ & 0.008524/7 * P_2O_5 + 0.0016124 * PbO + 0.0054/18 * SiO_2 + 0.0024916 * SrO + 0.00529/9 * Ta_2O_5 + \\ & 0.00304/8 * TeO_2 + 0.0018048 * TiO_2 + 0.0008/206 * WO_3 + 0.0026681 * Y_2O_3 + 0.0052852 * \\ & Yb_2O_3 + 0.0012391 * ZrO + 2.05, \end{aligned} \tag{IV}$$

◦ P_d 為一密度參數，其係以根據公式(V)之組分之 mol.% 計由該玻璃組成計算：

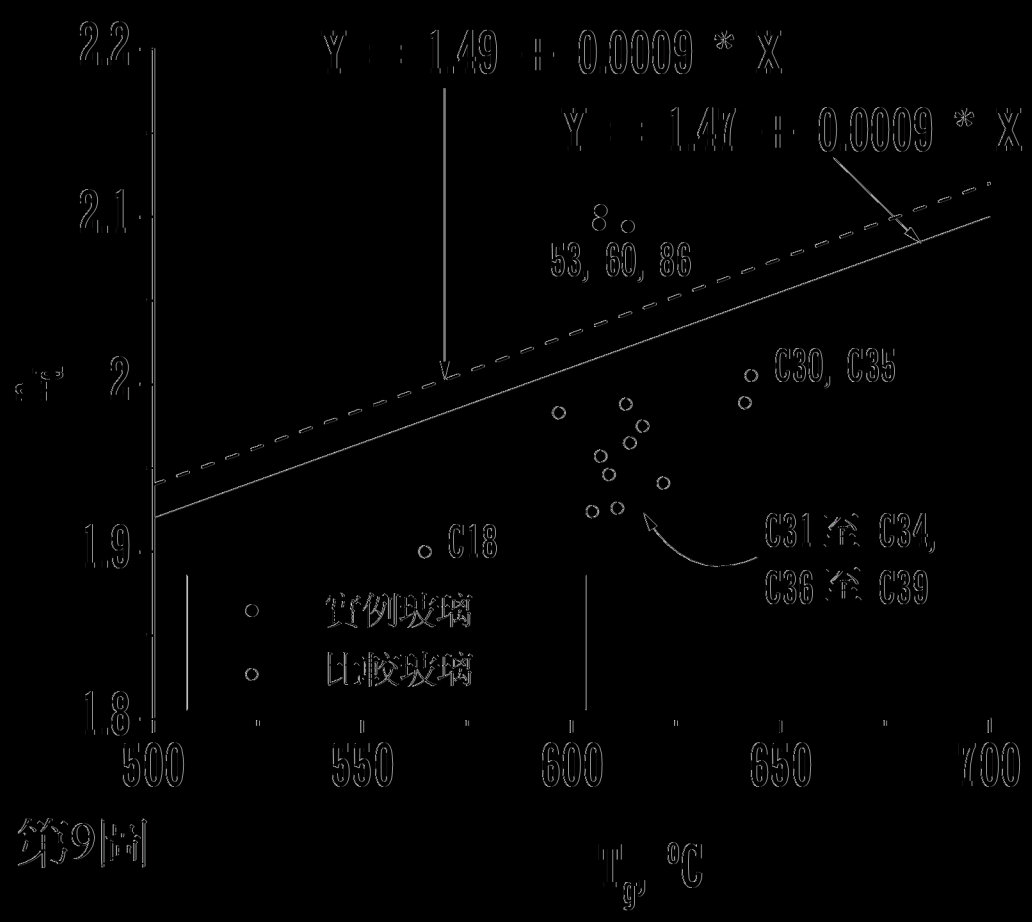
$$\begin{aligned} P_d = & 4.488 + 0.030315 * Al_2O_3 + 0.023886 * B_2O_3 + 0.022641 * BaO + 0.075639 * Bi_2O_3 + 0.00350/2 * \\ & CaO + 0.072631 * Er_2O_3 + 0.072133 * Gd_2O_3 + 0.014396 * GeO_2 + 0.0193/4 * K_2O + 0.0519/0 * La_2O_3 \\ & + 0.011393 * Li_2O + 0.0049/04 * MgO + 0.010898 * Na_2O + 0.0014888 * Nb_2O_5 + 0.043263 * P_2O_5 + \\ & 0.032/83 * PbO + 0.0217/8 * SiO_2 + 0.00719/6 * SrO + 0.056463 * Ta_2O_5 + 0.00796/9 * TeO_2 + \\ & 0.0080419 * TiO_2 + 0.0230/9 * WO_3 + 0.031205 * Y_2O_3 + 0.080/06 * Yb_2O_3 + 0.010824 * ZrO + \\ & 0.0073434 * ZrO_2, \end{aligned} \tag{V}$$

其中星號(*)意謂乘法。

[請求項7] 如請求項6所述之玻璃，其中該玻璃滿足以下條件：

- $-1 < P_{GR} < 10$ ，

其中 P_{GR} 為一玻璃形成參數，其係以根據以下公式之組分之 mol.% 計由該玻璃組成計算：



第9圖