



(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 202402702 A

(43) 公開日：中華民國 113 (2024) 年 01 月 16 日

(21) 申請案號：112112369

(22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 03 月 30 日

(51) Int. Cl. : C03C13/02 (2006.01)

C04B14/42 (2006.01)

(30) 優先權：2022/03/30 日本

2022-057489

(71) 申請人：日商日本板硝子股份有限公司 (日本) NIPPON SHEET GLASS CO., LTD. (JP)  
日本

(72) 發明人：藤原浩輔 FUJIWARA, KOSUKE (JP)

(74) 代理人：閻啓泰；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：14 項 圖式數：0 共 29 頁

(54) 名稱

玻璃纖維

(57) 摘要

本發明提供一種適於補強水泥、砂漿、混凝土、矽酸鈣板、石膏等無機系硬化體之新穎的玻璃纖維。本發明之玻璃纖維係一種無機系硬化體用玻璃纖維，其含有玻璃組成物，以質量%表示，該玻璃組成物含有  $50 \leq \text{SiO}_2 \leq 65$ 、 $0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2$ 、 $5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 14$ 、 $10 \leq \text{CaO} \leq 30$ 、 $0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 4$ 、 $0 \leq \text{ZrO}_2 \leq 7$  之成分。

無

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 玻璃纖維

【英文發明名稱】 無

### 【中文】

本發明提供一種適於補強水泥、砂漿、混凝土、矽酸鈣板、石膏等無機系硬化體之新穎的玻璃纖維。本發明之玻璃纖維係一種無機系硬化體用玻璃纖維，其含有玻璃組成物，以質量%表示，該玻璃組成物含有 $50 \leq \text{SiO}_2 \leq 65$ 、 $0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2$ 、 $5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 14$ 、 $10 \leq \text{CaO} \leq 30$ 、 $0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 4$ 、 $0 \leq \text{ZrO}_2 \leq 7$ 之成分。

### 【英文】

無

【指定代表圖】 無

【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】 玻璃纖維

【英文發明名稱】 無

### 【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種無機系硬化體用玻璃纖維，具體而言，係關於一種適合於摻合在水泥、砂漿、混凝土、矽酸鈣板、石膏等之玻璃纖維。

### 【先前技術】

【0002】 玻璃纖維補強水泥為水泥與玻璃纖維之複合材料，係欲控制水泥之拉伸強度或延展性者。砂漿（水泥砂漿）為將沙等細骨材於水泥中加入水之水泥漿中凝固而成之建築材料，而混凝土（水泥混凝土）則是將礫石等粗骨材及細骨材於水泥漿中凝固而成者。與水混合之水泥由於產生氫氧化鈣（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ）等，故顯示出鹼性。因此，水泥補強用玻璃纖維係使用耐鹼性玻璃纖維。作為耐鹼性玻璃纖維之組成，已知有一種AR玻璃。AR玻璃含有以質量%表示為16.8%之氧化鋯（ $\text{ZrO}_2$ ）與14.5%之鹼金屬氧化物。於專利文獻1中，揭示有一種AR玻璃之改良組成。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】 專利文獻1：日本特開昭56-134534號公報

### 【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

【0004】 作為補強包含矽酸鈣板在內之各種無機系硬化體（不限於水泥、

砂漿等水泥系之硬化體)之纖維，玻璃纖維受到廣泛使用。對經玻璃纖維補強之無機系硬化體之需求擴大，其使用部位亦趨向於多樣化。與此同時，對於適於補強無機系硬化體之新穎的玻璃纖維之需求逐漸變大。因此，本發明之目的在於提供一種適於補強無機系硬化體之新穎的玻璃纖維。

[解決課題之技術手段]

【0005】 本發明提供一種玻璃纖維，其係無機系硬化體用玻璃纖維，含有玻璃組成物，以質量%表示，該玻璃組成物含有下述成分：

$$50 \leq \text{SiO}_2 \leq 65、$$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 14、$$

$$10 \leq \text{CaO} \leq 30、$$

$$0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 4、$$

$$0 \leq \text{ZrO}_2 \leq 7。$$

[發明之效果]

【0006】 若根據本發明，可提供一種適於補強無機系硬化體之新穎的玻璃纖維。

【圖式簡單說明】

無

【實施方式】

【0007】 以下，對本發明之實施形態進行說明，但以下說明之主旨並非是將本發明限於特定之實施形態。於本說明書中，「實質上不含有」及「實質上不被含有」意指含有率未達0.1質量%、未達0.05質量%、未達0.01質量%、進而未

達0.005質量%、尤其未達0.003質量%、根據情形未達0.001質量%。「實質上」之主旨係容許含有源自玻璃原料、製造裝置、成形裝置等之微量雜質。「主成分」意指以質量基準計含有率最大之成分。「T-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>」意指換算成三氧化二鐵(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)之總氧化鐵。而「鹼金屬氧化物」則意指氧化鋰(Li<sub>2</sub>O)、氧化鈉(Na<sub>2</sub>O)及氧化鉀(K<sub>2</sub>O)。以下所述含有率之上限及下限可任意組合。

【0008】 若根據本實施形態，對構成玻璃組成物之成分之均衡進行了研究，結果可提供一種適於補強無機系硬化體之玻璃纖維。以下，對於本實施形態中構成玻璃組成物之各成分進行說明。

【0009】 <玻璃組成物之成分>

(SiO<sub>2</sub>)

二氧化矽(SiO<sub>2</sub>)係形成玻璃之骨架之成分，為玻璃組成物之主成分。又，SiO<sub>2</sub>為調整玻璃形成時之失透溫度及黏度之成分，且為提升耐酸性之成分。SiO<sub>2</sub>之含有率為50質量%以上65質量%以下時，可抑制如不易製造玻璃之玻璃失透溫度之上升，且玻璃之耐酸性或耐鹼性變高。又，於該範圍內玻璃之熔點不會變得過高，將原料熔融時之均勻性增加。SiO<sub>2</sub>之含有率下限可為51質量%以上，亦可為52質量%以上、53質量%以上、54質量%以上、55質量%以上、56質量%以上、57質量%以上、58質量%以上、超過59質量%，亦可大於60質量%。SiO<sub>2</sub>之含有率上限可為64質量%以下，亦可為63質量%以下。

【0010】 (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

三氧化二硼(B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)為形成玻璃之骨架之成分。又，B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>亦為調整玻璃形成時之失透溫度及黏度之成分。另一方面，含有過量之B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>會降低玻璃之耐酸性或耐鹼性。B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>之含有率下限可為0.1質量%以上。B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>之含有率上限可未達2質量%，亦可為1.5質量%以下、1質量%以下、0.5質量%以下。B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>之含有率上限可為0.1質量%以下。玻璃組成物亦可實質上不含有B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。

【0011】 氧化鋁 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 為形成玻璃之骨架之成分。又， $\text{Al}_2\text{O}_3$  亦為調整玻璃形成時之失透溫度及黏度之成分，且為提升玻璃之耐水性之成分。另一方面，含有過量之  $\text{Al}_2\text{O}_3$  會降低玻璃之耐酸性或耐鹼性。 $\text{Al}_2\text{O}_3$  之含有率為5質量%以上14質量%以下時，可抑制如不易製造玻璃之玻璃失透溫度之上升，且玻璃之耐酸性或耐鹼性變高。又，玻璃之熔點不會變得過高，將原料熔融時之均勻性增加。 $\text{Al}_2\text{O}_3$  之含有率下限可為6質量%以上，亦可為7質量%以上、8質量%以上、8.5質量%以上、9質量%以上、9.5質量%以上、10質量%以上、10.5質量%以上、11質量%以上，進而可為11.1質量%以上。 $\text{Al}_2\text{O}_3$  之含有率上限可為13質量%以下，亦可為12.5質量%以下、未達12質量%，進而可為11.9質量%以下。

【0012】  $\text{B}_2\text{O}_3$  及  $\text{Al}_2\text{O}_3$  之含有率之和 ( $\text{B}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ ) 為5質量%以上但未達16質量%時，可在抑制失透溫度之過度上升之同時，使熔融玻璃之失透溫度及黏度成為適合製造玻璃之範圍。又，於該範圍內亦可提升玻璃之耐鹼性。( $\text{B}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ ) 之下限可為6質量%以上，亦可為7質量%以上、8質量%以上、9質量%以上，進而可為10質量%以上。( $\text{B}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ ) 之上限可為15質量%以下、14質量%以下，進而可為13質量%以下。

【0013】 (CaO)

氧化鈣 (CaO) 為調整玻璃形成時之失透溫度及黏度之成分。又，CaO 亦為提升楊氏模數之成分。CaO 之含有率為10質量%以上30質量%以下時，可提升楊氏模數，且可在抑制失透溫度之過度上升之同時，使玻璃之失透溫度及熔融時之黏度成為適合製造玻璃之範圍。CaO 之含有率下限可為12質量%以上，亦可為13質量%以上、14質量%以上、15質量%以上、16質量%以上、17質量%以上，進而可為18質量%以上。CaO 之含有率上限可為28質量%以下，亦可為27質量%以下、26質量%以下，進而可為25質量%以下，尤其可為24質量%以下。

【0014】 ( $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ )

鹼金屬氧化物 ( $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ ) 為調整玻璃形成時之失透溫度及黏度之成分。鹼金屬氧化物之含有率之合計 ( $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) 值為0質量%以上4質量%以下時，可在抑制失透溫度之過度上升之同時，使玻璃之失透溫度及熔融時之黏度成為適合製造玻璃之範圍。又，能夠抑制玻璃熔點之上升而實施玻璃原料更均勻之熔融，並且玻璃轉移溫度亦不會過度降低，可確保高玻璃耐熱性。進而，玻璃之耐酸性或耐鹼性變高。另一方面，含有過量之鹼金屬氧化物會降低玻璃之楊氏模數或玻璃纖維之彈性模數。 $(\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$  之下限可大於0質量%，亦可為0.1質量%以上。 $(\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$  之上限可為3質量%以下，亦可為2質量%以下、未達2質量%。於特別重視玻璃組成物之耐鹼性之情形時，可將 $(\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$  之值設為0.1質量%以下。玻璃組成物亦可實質上不含有鹼金屬氧化物。 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、及 $\text{K}_2\text{O}$ 各者為任意成分。換言之，該等各成分之含有率下限亦可為0。

【0015】 氧化鋰 ( $\text{Li}_2\text{O}$ ) 之含有率下限可為0.1質量%以上，0.2質量%以上、0.3質量%以上，進而可為0.4質量%以上。 $\text{Li}_2\text{O}$  之含有率上限可為4質量%以下，亦可為3質量%以下、2質量%以下、1.5質量%以下，進而可為1質量%以下。

【0016】 氧化鈉 ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) 之含有率下限可為0.1質量%以上，亦可為0.2質量%以上。 $\text{Li}_2\text{O}$  之含有率上限可為4質量%以下，亦可為3質量%以下、2質量%以下、1.5質量%以下，進而可為1質量%以下。

【0017】 氧化鉀 ( $\text{K}_2\text{O}$ ) 之含有率下限可為0.1質量%以上，亦可為0.2質量%以上。 $\text{K}_2\text{O}$  之含有率上限可為4質量%以下，亦可為3質量%以下、2質量%以下、1.5質量%以下，進而可為1質量%以下。

【0018】  $(\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3)$

就提升玻璃之耐酸性之觀點而言， $\text{SiO}_2$  之含有率減去 $\text{Al}_2\text{O}_3$  之含有率之值  $(\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3)$  的下限可為40質量%以上、41質量%以上、42質量%以上、43質

量%以上、44質量%以上、45質量%以上、46質量%以上、47質量%以上、超過48質量%、48.5質量%以上、超過49質量%，進而可為49.5%以上。又， $(\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3)$ 之上限可為57質量%以下，亦可為56質量%以下、55質量%以下、54質量%以下、53質量%以下，進而可為52質量%以下。

**【0019】**  $(\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3)$

就提升玻璃之耐酸性之觀點而言，將自 $\text{SiO}_2$ 之含有率減去 $\text{B}_2\text{O}_3$ 之含有率並進而減去 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 之含有率之值 $(\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3)$ 的下限可為38質量%以上、40質量%以上、41質量%以上、42質量%以上、43質量%以上、44質量%以上、45質量%以上、46質量%以上、47質量%以上、超過48質量%、48.5質量%以上、超過49質量%，進而可為49.5%以上。又， $(\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3)$ 之上限可為56質量%以下，亦可為55質量%以下、54質量%以下、53質量%以下、52質量%以下，進而可為51質量%以下。

**【0020】**  $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)$

關於玻璃之耐鹼性， $\text{SiO}_2$ 及 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 之含有率之和 $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)$ 值變得重要。就提升玻璃之耐鹼性之觀點而言， $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)$ 之下限較佳為55質量%以上，亦可為58質量%以上、60質量%以上、62質量%以上、64質量%以上、65質量%以上、66質量%以上。又， $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)$ 之上限較佳為80質量%以下，亦可為78質量%以下、76質量%以下、75質量%以下、74質量%以下、73質量%以下。

**【0021】**  $(\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3)$

關於玻璃之耐鹼性， $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 及 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 之含有率之合計 $(\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3)$ 值變得重要。就提升玻璃之耐鹼性之觀點而言， $(\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3)$ 之下限較佳為55質量%以上，亦可為58質量%以上、60質量%以上、62質量%以上、64質量%以上、65質量%以上、66質量%以上。又， $(\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3)$ 之上限較佳為80質量%以下，亦可為78質量%以下、76質量%以下、75質量%以下、

74質量%以下、73質量%以下。

**【0022】 (MgO)**

玻璃組成物可進而含有氧化鎂 (MgO)。MgO為調整玻璃形成時之失透溫度及黏度之成分。又，MgO亦為提升楊氏模數之成分。另一方面，含有過量MgO會降低玻璃之耐鹼性。MgO之含有率下限可為0.1質量%以上，亦可為0.5質量%以上、1質量%以上、1.5質量%以上，進而可為2質量%以上。MgO之含有率上限可為10質量%以下，亦可為8質量%以下、6質量%以下、5質量%以下、4.5質量%以下、4質量%以下。

**【0023】 (MgO + CaO)**

關於玻璃之熔融性或成形性，MgO及CaO之含有率之和 (MgO + CaO) 值變得重要。就獲得適合製造玻璃之熔融性或成形性之觀點而言，(MgO + CaO) 之下限較佳為15質量%以上，依序更佳為16質量%以上、17質量%以上、18質量%以上、19質量%以上、20質量%以上、21質量%以上、22質量%以上。又，(MgO + CaO) 之上限較佳為40質量%以下，依序更佳為35質量%以下、32質量%以下、30質量%以下、29質量%以下、28質量%以下。

**【0024】 (SrO)**

玻璃組成物可進而含有氧化鋇 (SrO)。SrO為調整玻璃形成時之失透溫度及黏度之成分。另一方面，含有過量SrO會降低玻璃之耐酸性。SrO之含有率下限可為0.1質量%以上，亦可為0.5質量%以上、1質量%以上、2質量%以上、3質量%以上、4質量%以上、5質量%以上、6質量%以上、7質量%以上，進而可為8質量%以上。SrO之含有率上限可為25質量%以下，亦可為20質量%以下、15質量%以下、12質量%以下、10質量%以下、8質量%以下、6質量%以下、5質量%以下。SrO之含有率上限可為2質量%以下，亦可為1.5質量%以下、1質量%以下、0.5質量%以下，進而亦可為0.1質量%以下。玻璃組成物亦可實質上不含有SrO。

**【0025】 (MgO + CaO + SrO)**

關於玻璃之熔融性或成形性，MgO、CaO及SrO之含有率之合計(MgO + CaO + SrO)值變得重要。就獲得適合製造玻璃之熔融性或成形性之觀點而言，(MgO + CaO + SrO)之下限較佳為15質量%以上，依序更佳為18質量%以上、20質量%以上、21質量%以上、22質量%以上、23質量%以上、24質量%以上、25質量%以上、26質量%以上、27質量%以上、28質量%以上。又，(MgO + CaO + SrO)之上限較佳為40質量%以下，依序更佳為38質量%以下、36質量%以下、35質量%以下、34質量%以下。

**【0026】 (BaO)**

玻璃組成物可進而含有氧化鋇(BaO)。BaO為調整玻璃形成時之失透溫度及黏度之成分。另一方面，含有過量BaO會降低玻璃之耐酸性。BaO之含有率上限可為10質量%以下，亦可為5質量%以下、2質量%以下、1.5質量%以下、1質量%以下、0.5質量%以下，進而可為0.1質量%以下。玻璃組成物亦可實質上不含有BaO。

**【0027】 (MgO + CaO + SrO + BaO)**

關於玻璃之熔融性或成形性，MgO、CaO、SrO及BaO之含有率之合計(MgO + CaO + SrO + BaO)值變得重要。就獲得適合製造玻璃之熔融性或成形性之觀點而言，(MgO + CaO + SrO + BaO)之下限較佳為15質量%以上，依序更佳為18質量%以上、20質量%以上、21質量%以上、22質量%以上、23質量%以上、24質量%以上、25質量%以上、26質量%以上、27質量%以上、28質量%以上。又，(MgO + CaO + SrO + BaO)之上限較佳為40質量%以下，依序更佳為38質量%以下、36質量%以下、35質量%以下、34質量%以下。

**【0028】 (ZnO)**

玻璃組成物可進而含有氧化鋅(ZnO)。ZnO為調整玻璃形成時之失透溫度

及黏度之成分。然而， $\text{ZnO}$ 由於其原料相對昂貴，故一旦大量含有便會導致原料成本之上升。 $\text{ZnO}$ 之含有率上限可為10質量%以下，亦可為5質量%以下、2質量%以下、1.5質量%以下、1質量%以下、0.5質量%以下，進而可為0.1質量%以下。玻璃組成物亦可實質上不含有 $\text{ZnO}$ 。

#### 【0029】 ( $\text{TiO}_2$ )

玻璃組成物可進而含有二氧化鈦 ( $\text{TiO}_2$ )。 $\text{TiO}_2$ 為提升玻璃之熔融性及化學耐久性，且提升玻璃之紫外線吸收特性之成分。又，適量之 $\text{TiO}_2$ 會提升玻璃之耐酸性或耐水性。然而， $\text{TiO}_2$ 由於其原料相對昂貴，故一旦大量含有便會導致原料成本之上升。 $\text{TiO}_2$ 之含有率下限可為0.1質量%以上。 $\text{TiO}_2$ 之含有率上限可為10質量%以下，亦可為8質量%以下、7質量%以下、6質量%以下、5質量%以下、未達2質量%、1質量%以下、0.5質量%以下、0.3質量%以下，進而可為0.2質量%以下。玻璃組成物亦可實質上不含有 $\text{TiO}_2$ 。 $\text{TiO}_2$ 之含有率下限可為0.5質量%以上，亦可為1質量%以上、1.5質量%以上、1.6質量%以上、2質量%以上、3質量%以上、4質量%以上、5質量%以上、超過5質量%，進而亦可為5.1質量%以上。

#### 【0030】 ( $\text{ZrO}_2$ )

氧化鋯 ( $\text{ZrO}_2$ ) 為調整玻璃形成時之失透溫度及黏度之成分。又， $\text{ZrO}_2$ 為提升玻璃之耐酸性或耐鹼性之成分。然而， $\text{ZrO}_2$ 由於其原料相對昂貴，故一旦大量含有便會導致原料成本之上升。若 $\text{ZrO}_2$ 之含有率高，則作業溫度亦上升。又， $\text{ZrO}_2$ 之含有率下限可為0.1質量%以上。 $\text{ZrO}_2$ 之含有率上限可未達6質量%，亦可為5質量%以下、4質量%以下、3質量%以下、2質量%以下、1質量%以下、0.5質量%以下，進而可為0.1質量%以下。玻璃組成物亦可實質上不含有 $\text{ZrO}_2$ 。 $\text{ZrO}_2$ 之含有率下限可為0.5質量%以上，亦可為1質量%以上、2質量%以上，進而可為3質量%以上。

#### 【0031】 ( $\text{Fe}$ )

玻璃組成物可進而含有氧化鐵。鐵(Fe)通常以 $\text{Fe}^{2+}$ 或 $\text{Fe}^{3+}$ 之狀態存在。 $\text{Fe}^{3+}$ 為提高玻璃之紫外線吸收特性之成分， $\text{Fe}^{2+}$ 為提高玻璃之熱線吸收特性之成分。即使非故意含有Fe，亦有時因工業用原料而不可避免地混入。若Fe之含量少，則可防止玻璃之著色。Fe之含有率上限可以T- $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 表示且為5質量%以下，亦可為4質量%以下、3質量%以下、2質量%以下、1質量%以下、0.5質量%以下、0.4質量%以下、0.3質量%以下、0.2質量%以下，進而可為0.1質量%以下、未達0.1質量%、0.08質量%以下、0.05質量%以下、0.04質量%以下，進而可為0.03質量%以下。Fe之含有率下限可以T- $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 表示且為0.01質量%以上、0.05質量%以上、0.1質量%以上，進而可為0.2質量%以上。特別是於鹼金屬氧化物之含有率較低之玻璃組成中，微量之氧化鐵可有助於促進玻璃之澄清。

**【0032】** ( $\text{F}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ )

玻璃組成物可進而含有氟( $\text{F}_2$ )及氯( $\text{Cl}_2$ )。 $\text{F}_2$ 由於易於揮發，故有熔融時飛散之可能性，且亦存在不易管理玻璃中之含量這種問題。 $\text{F}_2$ 之含有率上限可為5質量%以下，亦可為2質量%以下、1質量%以下、0.5質量%以下、0.2質量%以下，進而可為0.1質量%以下。玻璃組成物亦可實質上不含有 $\text{F}_2$ 。

**【0033】**  $\text{Cl}_2$ 由於易於揮發，故有熔融時飛散之可能性，且亦存在不易管理玻璃中之含量這種問題。 $\text{Cl}_2$ 之含有率上限可為5質量%以下，亦可為2質量%以下、1質量%以下、0.5質量%以下、0.2質量%以下，進而可為未達0.1質量%。玻璃組成物亦可實質上不含有 $\text{Cl}_2$ 。

**【0034】** (其他成分)

關於玻璃組成物，作為其他成分，亦可分別以0質量%以上5質量%以下之含有率，含有選自 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Sc}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{Pr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Nd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Pm}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Sm}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Eu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Tb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ho}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Er}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Tm}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Lu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{WO}_3$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MoO}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{MnO}_2$ 及 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 中之至少1種。該等成分所被容許之

含有率可分別未達2質量%，亦可未達1質量%、未達0.5質量%，進而可未達0.1質量%。該等成分所被容許之含有率之合計可為5質量%以下，亦可未達2%質量%、未達1質量%、未達0.5質量%，進而可未達0.1質量%。然而，亦可實質上不含有上述各其他成分。又，亦可實質上不含有鑰系元素（La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu）之氧化物。

【0035】 又，關於玻璃組成物，亦可分別以0質量%以上1質量%以下之含有率，含有選自SO<sub>3</sub>、Br<sub>2</sub>、I<sub>2</sub>、SnO<sub>2</sub>、As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>及Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>中之至少1種作為添加物。該等成分所被容許之含有率可分別未達0.5質量%，亦可未達0.2質量%，進而可未達0.1質量%。該等成分所被容許之含有率之合計可為1質量%以下，亦可未達0.5%質量%、未達0.2質量%，進而可未達0.1質量%。然而，亦可實質上不含有上述各其他成分。

【0036】 玻璃組成物可分別以0質量%以上0.1質量%以下之含有率，含有H<sub>2</sub>O、OH、H<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、CO、He、Ne、Ar及N<sub>2</sub>。該等成分所被容許之含有率可分別未達0.05質量%，亦可未達0.03質量%，進而可未達0.01質量%。該等成分所被容許之含有率之合計可為0.1質量%以下，亦可未達0.05%質量%、未達0.03質量%，進而可未達0.01質量%。然而，亦可實質上不含有上述各其他成分。

【0037】 玻璃組成物亦可含有微量之貴金屬元素。例如可分別以0質量%以上0.1質量%以下之含有率包含Pt、Rh、Au、Os等貴金屬元素。該等成分所被容許之含有率可分別未達0.1質量%，亦可未達0.05質量%、未達0.03質量%，進而可未達0.01質量%。該等成分所被容許之含有率之合計可為0.1質量%以下，亦可未達0.05%質量%、未達0.03質量%，進而可未達0.01質量%。然而，亦可實質上不含有上述各其他成分。

【0038】 玻璃組成物可為實質上不含有CuO之組成。又，玻璃組成物可為實質上不含有CoO之組成。進而，玻璃組成物可為實質上不含有PbO之組成。又，

玻璃組成物可為實質上不含有NiO之組成。

【0039】 本實施形態之玻璃組成物含有以質量%表示之以下成分，進而，於下述段落以後可同樣地具有以質量%表示所記載之較佳組成。

$$50 \leq \text{SiO}_2 \leq 65、$$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 14、$$

$$10 \leq \text{CaO} \leq 30、$$

$$0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 4、$$

$$0 \leq \text{ZrO}_2 \leq 7$$

【0040】 含有 $50 \leq \text{SiO}_2 \leq 65、$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 14、$$

$$1 \leq \text{MgO} \leq 10、$$

$$15 \leq \text{CaO} \leq 30、$$

$$0 \leq \text{ZrO}_2 \leq 7、$$

$$0 \leq \text{T-Fe}_2\text{O}_3 \leq 5$$

之成分，且實質上不含有鹼金屬氧化物之組成。

此處，鹼金屬氧化物之含有率係藉由 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、及 $\text{K}_2\text{O}$ 之含有率之合計來決定。

【0041】 含有 $50 \leq \text{SiO}_2 \leq 65、$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 14、$$

$$1 \leq \text{MgO} \leq 10、$$

$$15 \leq \text{CaO} \leq 30、$$

$$0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 4、$$

$$0 \leq \text{ZrO}_2 \leq 7、$$

$$0 \leq \text{T-Fe}_2\text{O}_3 \leq 5$$

之成分之組成。

**【0042】** 含有  $50 \leq \text{SiO}_2 \leq 65、$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 14、$$

$$10 \leq \text{CaO} \leq 30、$$

$$1 \leq \text{SrO} \leq 20、$$

$$0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 4、$$

$$0 \leq \text{ZrO}_2 \leq 7、$$

$$0 \leq \text{T-Fe}_2\text{O}_3 \leq 5$$

之成分之組成。

**【0043】** 含有  $50 \leq \text{SiO}_2 \leq 65、$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 14、$$

$$10 \leq \text{CaO} \leq 30、$$

$$0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 4、$$

$$0.1 \leq \text{TiO}_2 \leq 10、$$

$$0 \leq \text{ZrO}_2 \leq 7、$$

$$0 \leq \text{T-Fe}_2\text{O}_3 \leq 5$$

之成分之組成。

**【0044】** 含有  $50 \leq \text{SiO}_2 \leq 65、$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 14、$$

$$10 \leq \text{CaO} \leq 30、$$

$$0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 4、$$

$$0.1 \leq \text{ZrO}_2 \leq 7、$$

$$0 \leq \text{T-Fe}_2\text{O}_3 \leq 5$$

之成分，且實質上不含有 $\text{TiO}_2$ 之組成。

**【0045】** 含有 $50 \leq \text{SiO}_2 \leq 65、$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 14、$$

$$10 \leq \text{CaO} \leq 30、$$

$$0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 4、$$

$$0.1 \leq \text{TiO}_2 \leq 10、$$

$$0 \leq \text{T-Fe}_2\text{O}_3 \leq 5$$

之成分，且實質上不含有 $\text{ZrO}_2$ 之組成。

**【0046】** 以上之各組成中，實質上不含有 $\text{B}_2\text{O}_3$ 之組成。

**【0047】** 含有 $50 \leq \text{SiO}_2 \leq 65、$

$$0.1 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 14、$$

$$0.1 \leq \text{MgO} \leq 10、$$

$$15 \leq \text{CaO} \leq 30、$$

$$0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 4、$$

$$0 \leq \text{ZrO}_2 \leq 7、$$

$$0 \leq \text{T-Fe}_2\text{O}_3 \leq 5$$

之成分之組成。

【0048】 以上之各組成中，為 $0 \leq \text{ZnO} \leq 2$ 進一步成立之組成。

【0049】 以上之各組成中，為 $48 \leq (\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3) \leq 57$ 成立之組成。上述成立之玻璃組成適合提升耐酸性。 $(\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3)$  為以質量基準計自 $\text{SiO}_2$ 之含有率減去 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 之含有率之值。 $(\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3)$  之下限可為49，其上限可為55。

【0050】 以上之各組成（其中，實質上不含有 $\text{TiO}_2$ 之組成除外）中，為 $0.1 \leq \text{TiO}_2 \leq 2$ 進一步成立之組成。

【0051】 <特性>

以下，對本實施形態之玻璃組成物所能獲得之特性進行說明。

（熔融特性）

熔融玻璃之黏度為 $1000 \text{dPa} \cdot \text{sec}$ （1000泊）時之溫度被稱為該玻璃之作業溫度，為最適合玻璃成形之溫度。於製造玻璃纖維之情形時，若玻璃之作業溫度為 $1100^\circ\text{C}$ 以上，則可減小玻璃纖維直徑之偏差。若作業溫度為 $1290^\circ\text{C}$ 以下，則可減少將玻璃熔融時之燃料費，玻璃製造裝置不易受到熱之腐蝕，裝置壽命延長。作業溫度之下限可為 $1100^\circ\text{C}$ 以上，亦可為 $1120^\circ\text{C}$ 以上、 $1140^\circ\text{C}$ 以上、 $1150^\circ\text{C}$ 以上、 $1160^\circ\text{C}$ 以上、 $1170^\circ\text{C}$ 以上、 $1180^\circ\text{C}$ 以上，進而可為 $1200^\circ\text{C}$ 以上。作業溫度之上限可為 $1290^\circ\text{C}$ 以下，亦可為 $1270^\circ\text{C}$ 以下、 $1260^\circ\text{C}$ 以下，進而可為 $1250^\circ\text{C}$ 以下。

【0052】 自作業溫度減去失透溫度之溫度差 $\Delta T$ 越大，則於玻璃成形時越不易產生失透，越能以高成品率製造均質之玻璃。 $\Delta T$ 可為 $0^\circ\text{C}$ 以上，亦可為 $10^\circ\text{C}$ 以上、 $20^\circ\text{C}$ 以上、 $30^\circ\text{C}$ 以上、 $40^\circ\text{C}$ 以上，進而可為 $50^\circ\text{C}$ 以上。另一方面，若 $\Delta T$ 為 $200^\circ\text{C}$ 以下，則變得容易調整玻璃組成。 $\Delta T$ 可為 $200^\circ\text{C}$ 以下，亦可為 $180^\circ\text{C}$ 以下，進而可為 $160^\circ\text{C}$ 以下。再者，失透溫度為於熔融玻璃生坯中生成結晶，並開始生長時之溫度。

【0053】 玻璃纖維中，玻璃長纖維例如以如下方式製造：將熔融玻璃生坯自設置於窯槽底部之出料嘴襯之噴嘴引出，利用卷取機而連續地卷取，並紡絲成

纖維狀。玻璃短纖維例如以如下方式製造：將熔融玻璃生坯自窯槽底部流向高速旋轉之旋轉塗佈機，利用氣嘴等之壓力將利用離心力而自設置於旋轉塗佈機側面之孔中飛出之纖維狀玻璃進一步拉細。若考慮到該等製造步驟，則玻璃組成物宜為熔融性優異且成形性良好，具有適當之溫度、黏度特性，及失透溫度較作業溫度低。

#### 【0054】（楊氏模數）

關於玻璃纖維，形成該玻璃纖維之玻璃組成物之楊氏模數越高，則彈力性越好，以玻璃纖維強化水泥為首之藉由玻璃纖維而強化之無機系硬化體之機械特性越得到提升。此處，楊氏模數（GPa）藉由通常之超音波法，測定於玻璃中傳播之彈性波之縱波速度與橫波速度，另外藉由阿基米德法測定玻璃之密度，可根據該等數值而求出。該楊氏模數之下限可為85 GPa以上，亦可為86 GPa以上、87 GPa以上、88 GPa以上，進而可為89 GPa以上。楊氏模數之上限較佳可為100 GPa以下，較佳亦可為99 GPa以下、98 GPa以下、97 GPa以下、96 GPa以下，進而較佳可為95 GPa以下。本實施形態之玻璃組成物可如根據下述實施例及比較例所能理解掌握般，能夠具有比E玻璃或AR玻璃更高之楊氏模數。

#### 【0055】（化學耐久性）

作為無機系硬化體之補強用途中之化學耐久性的指標，適當的是耐酸性及耐鹼性。

作為耐酸性之指標，採用下述之質量減少率 $\Delta W_1$ ，該 $\Delta W_1$ 越小，則表示耐酸性越高。於將玻璃纖維用作水泥或矽酸鈣板等之補強材料之情形時，玻璃纖維之 $\Delta W_1$ 較佳為5.0質量%以下。本實施形態之玻璃組成物之 $\Delta W_1$ 可為5.0質量%以下，亦可為4.5質量%以下、4.0質量%以下、3.5質量%以下，進而可為3.0質量%以下。藉由本實施形態所能實現之 $\Delta W_1$ 例如為0.01~5.0質量%。

【0056】 作為耐鹼性之指標，採用下述之質量減少率 $\Delta W_2$ ，該 $\Delta W_2$ 越小，

則表示耐鹼性越高。於將玻璃纖維用作水泥或矽酸鈣板等之補強材料之情形時，玻璃纖維之 $\Delta W_2$ 較佳為10.0質量%以下。本實施形態之玻璃組成物之 $\Delta W_2$ 可為10.0質量%以下，亦可為9.0質量%以下、8.0質量%以下、7.0質量%以下，進而可為6.0質量%以下。藉由本實施形態所能實現之 $\Delta W_2$ 例如為0.1~10.0質量%。

**【0057】** 藉由此種化學耐久性優異之玻璃組成物構成之玻璃纖維可較佳地用於水泥、砂漿、混凝土或矽酸鈣板等之補強材料等。於該用途中，雖然成功重視到耐鹼性，但若考慮到於化學工廠或下水道相關設施等酸性度較高之環境下使用，或於酸雨中之暴露，則宜亦重視耐酸性。

**【0058】** <玻璃纖維>

本實施形態之玻璃纖維包含上述玻璃組成物。本實施形態之玻璃纖維可為玻璃長纖維，亦可為玻璃短纖維。玻璃長纖維係將控制黏度之玻璃熔融液自噴嘴流出，藉由卷取機進行卷取來製造。該連續纖維於使用時被切斷成適當之長度。玻璃短纖維係一面藉由高壓空氣、離心力等將玻璃熔融液吹散一面進行製造。玻璃短纖維由於具有棉狀之形態，故亦有時被稱為玻璃棉。

**【0059】** 玻璃纖維之平均纖維直徑例如為0.1~50  $\mu\text{m}$ 。關於玻璃纖維之平均纖維直徑，平均纖維直徑可為0.1  $\mu\text{m}$ 以上、0.2  $\mu\text{m}$ 以上、0.3  $\mu\text{m}$ 以上、0.4  $\mu\text{m}$ 以上，進而可為0.5  $\mu\text{m}$ 以上，亦可為50  $\mu\text{m}$ 以下、40  $\mu\text{m}$ 以下、30  $\mu\text{m}$ 以下、25  $\mu\text{m}$ 以下。於玻璃長纖維之情形時，平均纖維直徑可為1  $\mu\text{m}$ 以上、2  $\mu\text{m}$ 以上、3  $\mu\text{m}$ 以上、4  $\mu\text{m}$ 以上，進而可為5  $\mu\text{m}$ 以上。於玻璃短纖維之情形時，平均纖維直徑可為10  $\mu\text{m}$ 以下、5  $\mu\text{m}$ 以下、4  $\mu\text{m}$ 以下、3  $\mu\text{m}$ 以下、2  $\mu\text{m}$ 以下，進而可為1  $\mu\text{m}$ 以下。

**【0060】** <無機系硬化體>

本實施形態之無機系硬化體包含上述所說明之玻璃纖維。即，本實施形態之無機系硬化體經玻璃纖維補強。無機系硬化體例如為水泥、砂漿、混凝土、矽酸鈣板、石膏。然而，無機系硬化體只要是藉由伴隨硬化之製法而製造者，則亦可

為上述以外者。硬化例如係藉由將原料中加入水而製備之漿料進行混練，或者使用高壓釜實施。關於無機系硬化體，只要除去玻璃纖維後之殘餘物係以無機物為主成分，則亦可包含有機物。

**【0061】** 以下，舉出實施例及比較例對本發明之實施形態進一步具體說明。

(實施例及比較例)

以成為表1~4所示之組成之方式調製矽砂等通常之玻璃原料，每一實施例及比較例分別製作玻璃原料之批料。使用電爐，將各批料加熱至1500~1600°C，使其熔融，維持該狀態約4小時直至組成變得均勻。其後，將熔融之玻璃（玻璃熔融物）之一部分流出至鐵板上，於電爐中緩冷至室溫，獲得作為主體之玻璃組成物（板狀物、玻璃試樣）。

**【0062】** 以下對特性之評價法進行說明。

(作業溫度)

對於所獲得之玻璃組成物，藉由通常之鉑球提拉法來調查黏度與溫度之關係，根據其結果求出作業溫度。此處，鉑球提拉法係指如下方法：將鉑球浸入到熔融玻璃中，以等速運動提拉該鉑球，將此時之負荷負載（阻力）與作用於鉑球之重力及浮力等之關係適用於表示微小之粒子在流體中沉澱時之黏度與落下速度之關係的史托克斯（Stokes）定律，藉此測定黏度。

**【0063】** (失透溫度)

將粉碎成粒徑1.0~2.8 mm之大小之玻璃組成物放入鉑舟中，於設置了溫度梯度（800~1400°C）之電爐中保持2小時，根據與出現結晶之位置對應之電爐的最高溫度而求出失透溫度。於玻璃白濁導致未能觀察到結晶之情形時，將與出現白濁之位置對應之電爐的最高溫度設為失透溫度。此處，粒徑為藉由篩分法測得之值。再者，預先測定根據電爐內之場所而不同之溫度（電爐內之溫度分佈），

放置於電爐內之規定場所的玻璃組成物以預先測得之該規定場所之溫度進行加熱。溫度差 $\Delta T$ 為自作業溫度減去失透溫度之溫度差。

**【0064】** （楊氏模數）

楊氏模數 $E$ 係藉由通常之超音波法，測定於玻璃中傳播之彈性波之縱波速度 $v_l$ 與橫波速度 $v_t$ ，另外藉由阿基米德法測定玻璃之密度 $\rho$ ，根據該等值，利用 $E = 3\rho \cdot v_l^2 \cdot (v_l^2 - 4/3 \cdot v_t^2) / (v_l^2 - v_t^2)$ 之式而求出。

**【0065】** （拉伸彈性模數）

使用所獲得之玻璃組成物（主體）製作玻璃單纖維（長絲）。即，將玻璃組成物（主體）於電爐中再熔融後，一面冷卻一面成形為顆粒。使用該顆粒，製作直徑為 $15\mu\text{m}$ 之玻璃單纖維。對於所獲得之玻璃纖維，藉由依據日本產業標準（JIS）之「碳纖維-單纖維之拉伸特性之試驗方法 R7606：2000」的方法測定拉伸彈性模數。

**【0066】** （化學耐久性）

·耐酸性

將直徑 $15\mu\text{m}$ 之玻璃單纖維切斷成長度 $20\text{ mm}$ ，稱取與玻璃之比重相同之克數，求出將該玻璃纖維於 $80^\circ\text{C}$ 在 $10\%$ 質量%之硫酸水溶液 $100\text{ mL}$ 中浸漬 $24$ 小時之時之質量減少率，將該質量減少率設為 $\Delta W_1$ 。

·耐鹼性

將直徑 $15\mu\text{m}$ 之玻璃單纖維切斷成長度 $20\text{ mm}$ ，稱取與玻璃之比重相同之克數，求出將該玻璃纖維於 $80^\circ\text{C}$ 在 $10\%$ 質量%之氫氧化鈉水溶液 $100\text{ mL}$ 中浸漬 $24$ 小時之時之質量減少率，將該質量減少率設為 $\Delta W_2$ 。

再者，關於上述質量減少率，將浸漬前之質量設為 $W_a$ ，將浸漬後之質量設為 $W_b$ ，基於以下之式算出。

$$\text{質量減少率 (\%)} = \{ (W_a - W_b) / W_a \} \times 100$$

【0067】 將該等測定結果示於表1~4。再者，表中之玻璃組成全部係以質量%表示之值。

【0068】

[表1]

成分/物性	實施例 1	實施例 2	實施例 3	實施例 4	實施例 5	實施例 6	實施例 7	實施例 8	實施例 9	實施例 10	實施例 11
SiO <sub>2</sub>	57.79	59.12	58.48	60.47	61.15	61.55	61.55	61.47	61.41	61.97	61.61
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.77	11.02	10.90	7.66	11.13	11.20	11.20	11.18	11.17	11.19	11.30
MgO	3.24	3.32	3.38	3.28	3.09	3.21	3.21	3.21	3.16	3.04	4.42
CaO	18.84	21.98	20.63	19.09	22.17	23.05	23.05	23.20	22.70	21.79	20.29
SrO	8.17	3.34	6.61	8.28	-	-	-	-	-	-	-
Li <sub>2</sub> O	-	-	-	-	-	0.19	0.09	-	-	0.27	0.79
Na <sub>2</sub> O	0.39	0.40	-	0.40	0.37	-	0.39	0.39	0.37	0.56	-
K <sub>2</sub> O	0.30	0.30	-	0.30	0.28	0.29	-	0.29	0.29	0.29	-
Li <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0.69	0.70	-	0.70	0.65	0.48	0.48	0.68	0.66	1.12	0.79
TiO <sub>2</sub>	0.25	0.26	-	0.26	1.55	0.25	0.25	-	0.90	0.89	1.59
ZrO <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.25	0.26	-	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	-	-	-
F <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
楊氏模數 [GPa]	89	90	91	88	89	89	89	89	89	89	92
失透溫度[°C]	1195	1207	1186	1219	1202	1211	1220	1216	1214	1205	1226
作業溫度[°C]	1235	1228	1240	1239	1253	1243	1252	1253	1258	1253	1233
ΔT[°C]	40	21	54	20	51	32	32	37	44	48	7
纖維直徑 [μm]	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
拉伸彈性模 數[GPa]	81	81	79	77	80	77	79	85	81	81	78
耐酸性 ΔW <sub>1</sub> [%]	1.16	1.40	2.61	0.48	0.58	0.51	0.71	0.68	0.61	0.69	0.43
耐鹼性 ΔW <sub>2</sub> [%]	2.63	2.59	4.07	2.68	3.22	2.40	2.39	2.87	2.89	3.11	2.22

## 【0069】

[表2]

成分/物性	實施 例 12	實施 例 13	實施 例 14	實施 例 15	實施 例 16	實施 例 17	實施 例 18	實施 例 19	實施 例 20	實施 例 21	實施 例 22
SiO <sub>2</sub>	60.69	61.51	61.66	61.59	57.56	60.77	58.07	59.27	57.77	64.58	64.63
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.31	11.28	11.22	11.29	12.54	12.61	12.65	12.91	12.58	11.30	11.30
MgO	3.33	3.20	3.16	3.20	2.75	3.15	3.55	8.93	3.51	2.81	2.05
CaO	23.88	22.96	22.68	23.00	19.73	17.49	19.71	12.76	19.48	20.12	20.44
SrO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Li <sub>2</sub> O	0.79	0.79	0.36	0.79	0.19	0.19	0.19	0.20	-	1.19	1.58
Na <sub>2</sub> O	-	-	0.38	-	-	0.40	0.40	0.41	-	-	-
K <sub>2</sub> O	-	-	0.28	-	0.60	-	-	-	-	-	-
Li <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0.79	0.79	1.02	0.79	0.79	0.59	0.59	0.61	-	1.19	1.58
TiO <sub>2</sub>	-	-	-	0.13	6.63	5.39	5.40	5.52	6.66	-	-
ZrO <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	0.26	0.26	-	-	-	0.03	-	-	-	-
F <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
楊氏模數 [GPa]	93	91	90	92	92	91	93	95	91	90	90
失透溫度 [°C]	1210	1205	1213	1207	1227	1230	1192	1209	1220	1205	1182
作業溫度 [°C]	1214	1221	1242	1219	1234	1283	1229	1248	1236	1258	1246
ΔT[°C]	4	16	29	12	7	53	37	39	16	53	64
纖維直徑 [μm]	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
拉伸彈性 模數[GPa]	79	76	78	83	85	84	81	87	84	86	76
耐酸性 ΔW <sub>1</sub> [%]	1.21	0.62	0.99	0.31	3.48	0.63	1.99	0.88	2.76	0.98	0.55
耐鹼性 ΔW <sub>2</sub> [%]	2.36	2.25	3.11	2.24	5.35	4.38	3.99	4.51	3.96	3.45	4.42

## 【0070】

[表3]

成分/物性	實施 例 23	實施 例 24	實施 例 25	實施 例 26	實施 例 27	實施 例 28	實施 例 29	實施 例 30	實施 例 31	實施 例 32	實施 例 33
SiO <sub>2</sub>	64.73	60.00	62.15	60.77	61.18	60.67	60.61	60.43	60.80	60.79	63.48
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-	1.14	1.14	1.15	1.15	1.15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.41	11.18	11.22	11.24	11.22	11.22	11.21	11.18	11.24	11.24	11.28
MgO	2.63	3.33	3.26	3.43	3.35	3.41	3.31	3.16	3.18	3.18	2.05
CaO	18.83	23.92	23.37	24.56	23.99	24.45	23.73	22.68	22.81	22.81	20.35
SrO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Li <sub>2</sub> O	2.40	-	-	-	-	-	-	-	0.55	0.45	1.58
Na <sub>2</sub> O	-	-	-	-	-	-	-	1.13	-	0.38	-
K <sub>2</sub> O	-	-	-	-	-	-	-	0.28	0.28	-	-
Li <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	2.40	-	-	-	-	-	-	1.41	0.82	0.83	1.58
TiO <sub>2</sub>	-	1.57	-	-	0.26	-	-	-	-	-	-
ZrO <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	0.26	-	-	-	-	0.11
F <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
楊氏模數 [GPa]	91	90	89	90	90	90	89	88	90	91	90
失透溫度 [°C]	1150	1224	1263	1228	1200	1224	1226	1197	1184	1182	1173
作業溫度 [°C]	1213	1230	1271	1247	1255	1247	1241	1231	1218	1218	1228
ΔT[°C]	63	6	8	19	55	23	15	34	34	36	55
纖維直徑 [μm]	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
拉伸彈性模 數[GPa]	87	79	83	86	79	83	77	76	79	85	84
耐酸性 ΔW <sub>1</sub> [%]	0.48	1.31	0.70	0.72	1.03	1.49	2.26	2.27	1.99	1.60	0.67
耐鹼性 ΔW <sub>2</sub> [%]	5.22	1.93	1.89	1.66	1.86	1.81	1.82	4.40	2.58	2.40	3.88

## 【0071】

[表4]

成分/物性	實施例 34	實施例 35	實施例 36	實施例 37	實施例 38	實施例 39	實施例 40	實施例 41	比較例 1	比較例 2
SiO <sub>2</sub>	59.84	64.65	63.37	52.33	56.39	56.57	59.65	60.46	54.83	62.50
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.70	0.58	1.15	-	-	-	-	-	5.95	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.15	11.40	11.26	10.09	7.37	8.97	10.12	10.26	14.52	0.50
MgO	3.03	2.57	2.05	3.12	3.26	3.27	3.07	3.20	0.38	-
CaO	21.72	18.41	20.35	12.46	16.44	16.49	22.05	22.93	22.80	5.70
SrO	-	-	-	18.36	12.75	12.80	-	-	-	-
Li <sub>2</sub> O	0.36	2.39	1.43	-	-	-	-	-	-	-
Na <sub>2</sub> O	0.37	-	0.20	-	-	-	0.28	0.28	0.49	14.20
K <sub>2</sub> O	0.28	-	0.16	-	-	-	0.50	0.50	0.30	0.30
Li <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O +K <sub>2</sub> O	1.01	2.39	1.79	-	-	-	0.78	0.78	0.79	14.50
TiO <sub>2</sub>	1.55	-	-	-	-	-	0.49	0.48	-	-
ZrO <sub>2</sub>	-	-	-	3.64	3.79	1.90	-	-	-	16.80
T-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	0.03	-	-	-	3.84	1.89	0.25	-
F <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.48	-
楊氏模數 [GPa]	90	92	90	91	91	88	88	89	83	84
失透溫度 [°C]	1184	1162	1180	1170	1195	1194	1178	1224	1090	1152
作業溫度 [°C]	1210	1210	1223	1248	1245	1240	1231	1239	1205	1295
ΔT[°C]	26	48	43	78	50	46	53	15	115	143
纖維直徑 [μm]	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
拉伸彈性模 數[GPa]	80	83	80	79	87	76	79	84	72	74
耐酸性 ΔW <sub>1</sub> [%]	2.35	0.26	0.76	2.01	0.51	0.96	0.89	1.16	> 5.00	0.36
耐鹼性 ΔW <sub>2</sub> [%]	3.00	5.09	4.52	1.82	1.70	1.69	3.20	2.84	6.97	1.82

【0072】 根據實施例1~41，結果獲得楊氏模數為88~95 GPa、拉伸彈性模數為76~87 GPa、作業溫度為1210~1283°C、ΔT（作業溫度－失透溫度）為4~78°C、ΔW<sub>1</sub>為0.26~3.48質量%、ΔW<sub>2</sub>為1.66~5.35質量%。

【0073】 比較例1之玻璃組成物具有E玻璃組成。E玻璃之耐酸性（ΔW<sub>1</sub>）較差，楊氏模數及拉伸彈性模數亦稍差。比較例2之玻璃組成物具有AR玻璃（耐鹼性玻璃）組成。AR玻璃由於需要大量之ZrO<sub>2</sub>，故原料成本高，且作業溫度亦

高，因此楊氏模數及拉伸彈性模數方面未能獲得超過實施例之結果。

**【符號說明】**

無

**【發明申請專利範圍】**

**【請求項1】**一種玻璃纖維，其係無機系硬化體用玻璃纖維，含有玻璃組成物，以質量%表示，該玻璃組成物含有下述成分：

$$50 \leq \text{SiO}_2 \leq 65、$$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 14、$$

$$10 \leq \text{CaO} \leq 30、$$

$$0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 4、$$

$$0 \leq \text{ZrO}_2 \leq 7。$$

**【請求項2】**如請求項1之玻璃纖維，其中，以質量%表示，該玻璃組成物含有 $0 \leq \text{T-Fe}_2\text{O}_3 \leq 5$ 之成分；

其中，T-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>為換算成Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>之總氧化鐵。

**【請求項3】**如請求項2之玻璃纖維，其中，以質量%表示，該玻璃組成物含有下述成分：

$$50 \leq \text{SiO}_2 \leq 65、$$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 14、$$

$$1 \leq \text{MgO} \leq 10、$$

$$15 \leq \text{CaO} \leq 30、$$

$$0 \leq \text{ZrO}_2 \leq 7、$$

$$0 \leq \text{T-Fe}_2\text{O}_3 \leq 5、$$

且實質上不含有鹼金屬氧化物。

**【請求項4】**如請求項2之玻璃纖維，其中，以質量%表示，該玻璃組成物含有下述成分：

$$50 \leq \text{SiO}_2 \leq 65、$$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 14、$$

$$1 \leq \text{MgO} \leq 10、$$

$$15 \leq \text{CaO} \leq 30、$$

$$0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 4、$$

$$0 \leq \text{ZrO}_2 \leq 7、$$

$$0 \leq \text{T-Fe}_2\text{O}_3 \leq 5。$$

【請求項5】如請求項2之玻璃纖維，其中，以質量%表示，該玻璃組成物含有下述成分：

$$50 \leq \text{SiO}_2 \leq 65、$$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 14、$$

$$10 \leq \text{CaO} \leq 30、$$

$$1 \leq \text{SrO} \leq 20、$$

$$0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 4、$$

$$0 \leq \text{ZrO}_2 \leq 7、$$

$$0 \leq \text{T-Fe}_2\text{O}_3 \leq 5。$$

【請求項6】如請求項2之玻璃纖維，其中，以質量%表示，該玻璃組成物含有下述成分：

$$50 \leq \text{SiO}_2 \leq 65、$$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 14、$$

$$10 \leq \text{CaO} \leq 30、$$

$$0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 4、$$

$$0.1 \leq \text{TiO}_2 \leq 10、$$

$$0 \leq \text{ZrO}_2 \leq 7、$$

$$0 \leq \text{T-Fe}_2\text{O}_3 \leq 5。$$

【請求項7】如請求項2之玻璃纖維，其中，以質量%表示，該玻璃組成物含有下述成分：

$$50 \leq \text{SiO}_2 \leq 65、$$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 14、$$

$$10 \leq \text{CaO} \leq 30、$$

$$0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 4、$$

$$0.1 \leq \text{ZrO}_2 \leq 7、$$

$$0 \leq \text{T-Fe}_2\text{O}_3 \leq 5$$

且實質上不含有 $\text{TiO}_2$ 。

【請求項8】如請求項2之玻璃纖維，其中，以質量%表示，該玻璃組成物含有下述成分：

$$50 \leq \text{SiO}_2 \leq 65、$$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 14、$$

$$10 \leq \text{CaO} \leq 30、$$

$$0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 4、$$

$$0.1 \leq \text{TiO}_2 \leq 10、$$

$$0 \leq \text{T-Fe}_2\text{O}_3 \leq 5$$

且實質上不含有 $\text{ZrO}_2$ 。

【請求項9】如請求項1至8中任一項之玻璃纖維，其中，該玻璃組成物實質上不含有 $B_2O_3$ 。

【請求項10】如請求項2之玻璃纖維，其中，以質量%表示，該玻璃組成物含有下述成分：

$$50 \leq SiO_2 \leq 65、$$

$$0.1 \leq B_2O_3 < 2、$$

$$5 \leq Al_2O_3 \leq 14、$$

$$0.1 \leq MgO \leq 10、$$

$$15 \leq CaO \leq 30、$$

$$0 \leq (Li_2O + Na_2O + K_2O) \leq 4、$$

$$0 \leq ZrO_2 \leq 7、$$

$$0 \leq T-Fe_2O_3 \leq 5。$$

【請求項11】如請求項1至10中任一項之玻璃纖維，其中，於將該玻璃組成物之黏度為 $1000 \text{ dPa} \cdot \text{sec}$ 時之溫度設為作業溫度時，該作業溫度為 $1290^\circ\text{C}$ 以下。

【請求項12】如請求項1至11中任一項之玻璃纖維，其中，於將該玻璃組成物之黏度為 $1000 \text{ dPa} \cdot \text{sec}$ 時之溫度設為作業溫度時，自該作業溫度減去失透溫度之溫度差 $\Delta T$ 為 $0^\circ\text{C}$ 以上。

【請求項13】如請求項1至12中任一項之玻璃纖維，其中，該玻璃組成物之楊氏模數為 $85 \sim 100 \text{ GPa}$ 。

【請求項14】一種無機系硬化體，其包含如請求項1至13中任一項之玻璃纖維。