



(21) 申請案號：107128115

(22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 13 日

(51) Int. Cl. : C03B25/02 (2006.01)

(30) 優先權：2017/08/17 美國 62/546,843

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

(72) 發明人：亞卡拉普 拉維得拉庫馬 AKARAPU, RAVINDRA KUMAR (IN)

(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：10 項 圖式數：7 共 29 頁

(54) 名稱

具有增進的強度性質之熱強化玻璃以及用於製造之方法

THERMALLY STRENGTHENED GLASS WITH ENHANCED STRENGTH PROPERTIES AND METHODS FOR PRODUCING

(57) 摘要

藉由將一玻璃薄片保持在第一氣體軸承與第二氣體軸承之間來對該玻璃薄片進行熱處理，該玻璃薄片具有在其相對側上的第一主表面及第二主表面以及圍繞該薄片且連接該第一主表面與該第二主表面之一邊緣表面，該玻璃薄片被保持為該第一主表面鄰近於該第一氣體軸承且該第二主表面鄰近於該第二氣體軸承，該玻璃薄片之一玻璃具有一玻璃軟化溫度，且在將該玻璃薄片保持在該第一氣體軸承與該第二氣體軸承之間的同時，將該玻璃薄片維持在一黏度 $\eta(t)$ 達時間 t ，使得表達式

$$30 \text{ MPa} \cdot \int_0^t \frac{t}{\eta(t)} dt$$

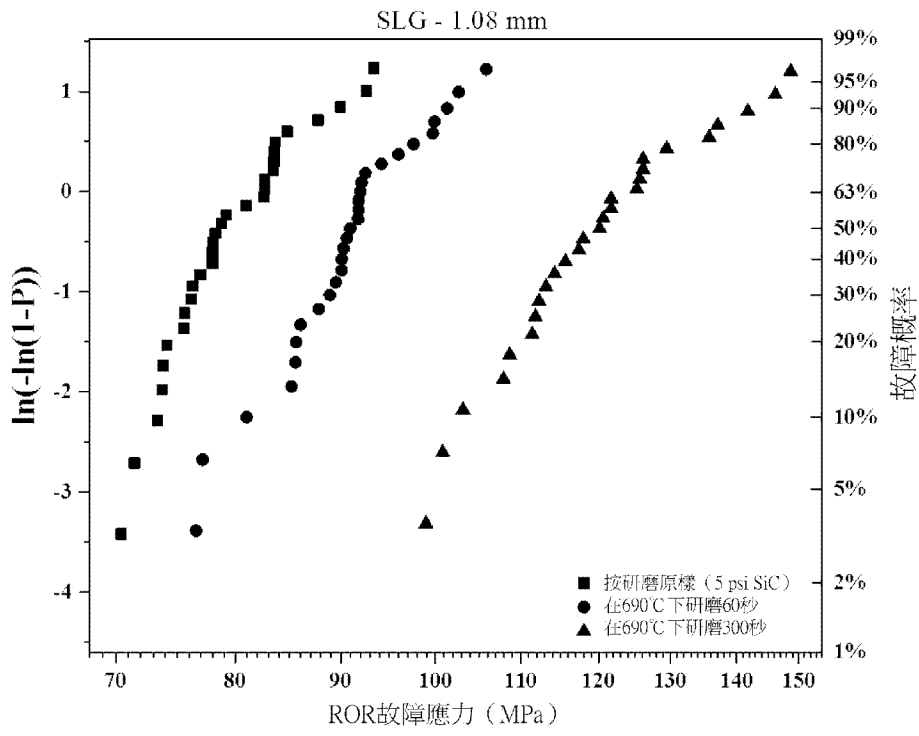
之值在 10 至 10^6 之範圍內。

Thermally treating a glass sheet by holding the glass sheet between first and second gas bearings, the glass sheet having first and second major surfaces on opposite sides thereof and an edge surface surrounding the sheet and connecting the first and second major surfaces, the glass sheet being held with the first major surface adjacent to the first gas bearing and the second major surface adjacent to the second gas bearing, a glass of the glass sheet having a glass softening temperature, and, while holding the glass sheet between the first and second gas bearings, maintaining the glass sheet at a viscosity $\eta(t)$ for a time t such that the value of the expression

$$30 \text{ MPa} \cdot \int_0^t \frac{t}{\eta(t)} dt$$

is within the range of from 10 to 10^6 .

指定代表圖：



第5圖

【發明說明書】

【中文發明名稱】具有增進的強度性質之熱強化玻璃以及用於製造之方法

【英文發明名稱】 THERMALLY STRENGTHENED GLASS WITH
ENHANCED STRENGTH PROPERTIES AND METHODS FOR PRODUCING

【技術領域】

相關申請案之交互參照

【0001】 本申請案根據專利法主張2017年8月17日申請之美國臨時申請案第62/546,843號之優先權權益，該美國臨時申請案之內容以全文引用之方式併入本文中。

【0002】 本發明係關於用於製造具有改良之強度性質之熱強化玻璃之方法。

【先前技術】

【0003】 已知加熱玻璃薄片並將該等薄片維持在高溫下長時間以減少玻璃薄片不希望之應力及瑕疵效應。亦已知藉由將玻璃薄片自高於薄片之玻璃的玻璃轉變溫度之初始高溫 T_0 淬火（快速冷卻）至低於玻璃轉變溫度之溫度來熱強化玻璃薄片。為了在熱強化期間維持薄片平整度、薄片平滑度（即，低奈米或微米級粗糙度）以及光學及其他所需薄片性質，薄片在 T_0 或高於 T_0 所花費之時間通常儘可能地最小化。

【發明內容】

【0004】 以下呈現本發明之簡化概述，以便提供對詳細描述中描述之一些例示性具體實例之基本理解。

【0005】 在具體實例中，一種對一玻璃薄片進行熱處理之方法包含將一玻璃薄片保持在第一氣體軸承與第二氣體軸承之間，該玻璃薄片具有在其相對側上的第一主表面及第二主表面以及圍繞該薄片且連接該第一主表面與該第二主表面之一邊緣表面，該玻璃薄片被保持為該第一主表面鄰近於該第一氣體軸承且該第二主表面鄰近於該第二氣體軸承，該玻璃薄片之一玻璃具有一玻璃轉變溫度，且在將該玻璃薄片保持在該第一氣體軸承與該第二氣體軸承之間的同時，將該玻璃薄片維持在一溫度 T ，其中 T 為自 50°C 至高於該玻璃轉變溫度 250°C 之範圍內的一溫度，維持時間 t 在5秒至1000秒之範圍內。 T 亦可為自 75°C 至高於該玻璃轉變溫度 250°C 、自 100°C 至高於該玻璃轉變溫度 250°C 、自 125°C 至高於該玻璃轉變溫度 250°C 、自 150°C 至高於該玻璃轉變溫度 250°C 、自 175°C 至高於該玻璃轉變溫度 250°C 、自 200°C 至高於該玻璃轉變溫度 250°C ，或甚至自 225°C 至高於該玻璃轉變溫度 250°C 之範圍內的溫度。該時間 t 亦可在10至1000秒、15至1000秒、20至1000秒、30至1000秒、40至1000秒、50至1000秒、60至1000秒、75至1000秒、100至1000秒、125至1000秒、150至1000秒、175至1000秒，或甚至200（或更多）至1000秒之範圍內。

【0006】 在具體實例中，一種對一玻璃薄片進行熱處理之方法包含將一玻璃薄片保持在第一氣體軸承與第二氣體軸承之間，該玻璃薄片具有在其相對側上的第一主表面

及第二主表面以及圍繞該薄片且連接該第一主表面與該第二主表面之一邊緣表面，該玻璃薄片被保持為該第一主表面鄰近於該第一氣體軸承且該第二主表面鄰近於該第二氣體軸承，該玻璃薄片之一玻璃具有一玻璃軟化溫度，且在將該玻璃薄片保持在該第一氣體軸承與該第二氣體軸承之間的同時，將該玻璃薄片維持在一溫度 T ，其中 T 為自低於該玻璃軟化溫度 100°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C 之範圍內的一溫度，維持時間 t 在 5 秒至 1000 秒之範圍內。 T 亦可在自低於該玻璃軟化溫度 90°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C 、自低於該玻璃軟化溫度 80°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C 、自低於該玻璃軟化溫度 70°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C 、自低於該玻璃軟化溫度 60°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C 、自低於該玻璃軟化溫度 50°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C 、自低於該玻璃軟化溫度 40°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C 、自低於該玻璃軟化溫度 30°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C 、自低於該玻璃軟化溫度 20°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C 、自低於該玻璃軟化溫度 10°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C 、自該玻璃軟化溫度至高於該玻璃軟化溫度 50°C 、自高於該玻璃軟化溫度 10°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C 、自高於該玻璃軟化溫度 20°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C 、自高於該玻璃軟化溫度 30°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C ，或甚至自高於該玻璃軟化溫度 40°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C 之範圍內。該時間 t 亦可在 10 至 1000 秒、15 至 1000 秒、20 至 1000

秒、30至1000秒、40至1000秒、50至1000秒、60至1000秒、75至1000秒、100至1000秒、125至1000秒、150至1000秒、175至1000秒，或甚至200（或更多）至1000秒之範圍內。

【0007】 在具體實例中，一種對一玻璃薄片進行熱處理之方法包含將一玻璃薄片保持在第一氣體軸承與第二氣體軸承之間，該玻璃薄片具有在其相對側上的第一主表面及第二主表面以及圍繞該薄片且連接該第一主表面與該第二主表面之一邊緣表面，該玻璃薄片被保持為該第一主表面鄰近於該第一氣體軸承且該第二主表面鄰近於該第二氣體軸承，該玻璃薄片之一玻璃具有一玻璃軟化溫度，且在將該玻璃薄片保持在該第一氣體軸承與該第二氣體軸承之間的同時，將該玻璃薄片維持在一黏度 η 達時間 t ，使得表達式 $(t \cdot 30 \text{ MPa} / \eta)$ 之值在 10 至 10^6 之範圍內。此表達式亦可在 15 至 10^6 、 20 至 10^6 、 30 至 10^6 、 50 至 10^6 、 10^2 至 10^6 、 10^3 至 10^6 、 10^3 至 10^6 、 10^4 至 10^6 ，或甚至 10^5 至 10^6 之範圍內。

【0008】 在具體實例中，一種對一玻璃薄片進行熱處理之方法包含將一玻璃薄片保持在第一氣體軸承與第二氣體軸承之間，該玻璃薄片具有在其相對側上的第一主表面及第二主表面以及圍繞該薄片且連接該第一主表面與該第二主表面之一邊緣表面，該玻璃薄片被保持為該第一主表面鄰近於該第一氣體軸承且該第二主表面鄰近於該第二氣體軸承，該玻璃薄片之一玻璃具有一玻璃軟化點溫

度，且在將該玻璃薄片保持在該第一氣體軸承與該第二氣體軸承之間的同時，將該玻璃薄片維持在一黏度 $\eta(t)$ 達時間 t ，使得表達式

$$30 \text{ MPa} \cdot \int_0^t \frac{t}{\eta(t)} dt$$

之值在 10 至 10^6 之範圍內。此表達式亦可在 15 至 10^6 、 20 至 10^6 、 30 至 10^6 、 50 至 10^6 、 10^2 至 10^6 、 10^3 至 10^6 、 10^3 至 10^6 、 10^4 至 10^6 ，或甚至 10^5 至 10^6 之範圍內。

【0009】在根據上述具體實例中之任一者的具體實例中，該方法進一步包含：在該維持步驟之後，將該薄片在 1 分鐘至 10 小時之範圍內的時間段內冷卻至環境溫度。可在將玻璃薄片保持在第一氣體軸承與第二氣體軸承之間的同時或在將玻璃薄片保持在第三氣體軸承與第四氣體軸承之間的同時執行該冷卻步驟。或者，在根據上述具體實例中之任一者的具體實例中，該方法相應地進一步包含：在該維持步驟之後，使用 $300 \text{ W/m}^2\text{K}$ 至 $15000 \text{ W/m}^2\text{K}$ 之範圍內的有效熱傳遞係數來冷卻該薄片。該有效熱傳遞係數亦可在 $400 \text{ W/m}^2\text{K}$ 至 $15000 \text{ W/m}^2\text{K}$ 、 $500 \text{ W/m}^2\text{K}$ 至 $15000 \text{ W/m}^2\text{K}$ 、 $600 \text{ W/m}^2\text{K}$ 至 $15000 \text{ W/m}^2\text{K}$ 、 $700 \text{ W/m}^2\text{K}$ 至 $15000 \text{ W/m}^2\text{K}$ 、 $800 \text{ W/m}^2\text{K}$ 至 $15000 \text{ W/m}^2\text{K}$ 、 $900 \text{ W/m}^2\text{K}$ 至 $15000 \text{ W/m}^2\text{K}$ 、 $1000 \text{ W/m}^2\text{K}$ 至 $15000 \text{ W/m}^2\text{K}$ 、 $1250 \text{ W/m}^2\text{K}$ 至 $15000 \text{ W/m}^2\text{K}$ 、 $1500 \text{ W/m}^2\text{K}$ 至 $15000 \text{ W/m}^2\text{K}$ 、 $1750 \text{ W/m}^2\text{K}$ 至 $15000 \text{ W/m}^2\text{K}$ 、 $2000 \text{ W/m}^2\text{K}$ 至 $15000 \text{ W/m}^2\text{K}$ 、 $2250 \text{ W/m}^2\text{K}$ 至 $15000 \text{ W/m}^2\text{K}$ 、

2500 W/m²K 至 15000 W/m²K、2750 W/m²K 至 15000 W/m²K、3000 W/m²K 至 15000 W/m²K、400 W/m²K 至 15000 W/m²K、3250 W/m²K 至 15000 W/m²K、3500 W/m²K 至 15000 W/m²K，或甚至 4000（或更大）W/m²K 至 15000 W/m²K 之範圍內。可在將該玻璃薄片保持在第三氣體軸承與第四氣體軸承之間的同時執行此冷卻步驟。

【0010】 在根據上述具體實例中之任一者的具體實例中，第一氣體軸承及第二氣體軸承各自分別包含一軸承表面，該軸承表面中具有用於氣體通過之孔，且該等孔之平均中心至中心間距在 20 微米至 1 釐米之範圍內。該平均中心至中心間距亦可在 20 微米至 5 mm、20 微米至 3 mm、20 微米至 2 mm、20 微米至 1 mm、20 至 800 微米、20 至 600 微米、20 至 500 微米、20 至 400 微米、20 至 300 微米、20 至 200 微米，或甚至 20 至 100（或甚至更小）微米之範圍內。

【0011】 在根據上述具體實例中之任一者的具體實例中，該第一氣體軸承及該第二氣體軸承各自分別包含一軸承表面，該軸承表面中具有用於氣體通過之孔，且該等孔之平均直徑在 5 微米至 1 毫米之範圍內。該平均直徑亦可在 5 至 5 至 500 微米、5 至 200 微米、5 至 150 微米、5 至 100 微米、5 至 75 微米、5 至 50 微米、5 至 40 微米、5 至 30 微米、5 至 25 微米、5 至 20 微米、5 至 15 微米，或甚至 5 至 10 微米之範圍內。

【0012】 以上具體實例為例示性的，且可單獨地或以與本文提供之任何一個或多個具體實例之任何組合提供，而不脫離本發明之範圍。此外，應理解，前文之一般性描述及以下之詳細描述兩者皆呈現本發明之具體實例，且意欲提供用於理解所描述及主張之具體實例之性質及特徵的概述或框架。包括附圖以提供對具體實例之進一步理解，且附圖併入本說明書中且構成本說明書之一部分。附圖說明本發明之各種具體實例，且與說明書一起用於解釋其原理及操作。

【圖式簡單說明】

【0013】 當參考附圖閱讀時，可進一步理解本發明之此等及其他特徵、具體實例及優點：

【0014】 第1圖展示根據本發明之方法之具體實例的流程圖；

【0015】 第2圖為可用於執行根據本發明之具體實例之方法的設備之具體實例之示意性橫截面圖；

【0016】 第3圖為可用於執行根據本發明之具體實例之方法的設備之具體實例之示意性橫截面圖；

【0017】 第4圖為可用於執行根據本發明之具體實例之方法的氣體軸承結構之具體實例之平面圖；

【0018】 第5圖為展示根據本發明之具體實例處理的玻璃薄片之效能增大之曲線圖；

【0019】 第6圖為展示根據本發明之具體實例處理的玻璃薄片之效能增大之曲線圖；及

【0020】 第7圖為展示根據本發明之具體實例處理的玻璃薄片之效能增大之曲線圖。

【實施方式】

【0021】 現將在下文中參考附圖更全面地描述方法及設備，附圖中展示本發明之例示性具體實例。只要有可能，在所有附圖中使用相同附圖標記來表示相同或相似之部件。然而，本發明可以許多不同形式實施，且不應被解釋為限於本文闡述之具體實例。

【0022】 第1圖展示根據本發明之方法的具體實例之流程圖10。根據所示之具體實例，該方法在步驟12中開始，其中玻璃薄片包含具有玻璃轉變溫度及玻璃軟化點溫度之玻璃。接下來，視情況如可選步驟14中所示，對玻璃薄片進行預熱以增大玻璃薄片之溫度。接著，如步驟16所示，將玻璃薄片保持在第一氣體軸承與第二氣體軸承之間，其中薄片之第一主表面及第二主表面分別鄰近於第一氣體軸承及第二氣體軸承。接著，視情況如可選步驟18中所示，在將玻璃薄片保持在第一氣體軸承與第二氣體軸承之間的同時，加熱玻璃薄片以增大玻璃薄片之溫度。接下來，如步驟20中所示，如在步驟20a至20d之一個替代方案中所體現，玻璃薄片在相對長之時間內保持在相對高之溫度或相對低之黏度。

【0023】 特定言之，如步驟20a之替代方案中所示，在將玻璃薄片保持在第一氣體軸承與第二氣體軸承之間的同時，將玻璃薄片維持（保持）在溫度T，其中T為自50

°C 至高於玻璃轉變溫度 250°C 之範圍內的溫度，維持時間在 5 至 1000 秒的範圍內。T 亦可為自 75°C 至高於該玻璃轉變溫度 250°C、自 100°C 至高於該玻璃轉變溫度 250°C、自 125°C 至高於該玻璃轉變溫度 250°C、自 150°C 至高於該玻璃轉變溫度 250°C、自 175°C 至高於該玻璃轉變溫度 250°C、自 200°C 至高於該玻璃轉變溫度 250°C，或甚至自 225°C 至高於該玻璃轉變溫度 250°C 之範圍內的溫度。該時間 t 亦可在 10 至 1000 秒、15 至 1000 秒、20 至 1000 秒、30 至 1000 秒、40 至 1000 秒、50 至 1000 秒、60 至 1000 秒、75 至 1000 秒、100 至 1000 秒、125 至 1000 秒、150 至 1000 秒、175 至 1000 秒，或甚至 200（或更多）至 1000 秒之範圍內。

【0024】 特定言之，如步驟 20b 中所示，在將該玻璃薄片保持在該第一氣體軸承與該第二氣體軸承之間的同時，將該玻璃薄片維持在溫度 T，其中 T 為自低於玻璃軟化溫度 100°C 至高於玻璃軟化溫度 50°C 之範圍內的一溫度，維持時間 t 在 5 秒至 1000 秒之範圍內。T 亦可在自低於該玻璃軟化溫度 90°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C、自低於該玻璃軟化溫度 80°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C、自低於該玻璃軟化溫度 70°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C、自低於該玻璃軟化溫度 60°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C、自低於該玻璃軟化溫度 50°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C、自低於該玻璃軟化溫度 40°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C、自低於該玻璃軟化溫度 30°C 至高於該玻璃軟

化溫度 50°C 、自低於該玻璃軟化溫度 20°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C 、自低於該玻璃軟化溫度 10°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C 、自該玻璃軟化溫度至高於該玻璃軟化溫度 50°C 、自高於該玻璃軟化溫度 10°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C 、自高於該玻璃軟化溫度 20°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C 、自高於該玻璃軟化溫度 30°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C ，或甚至自高於該玻璃軟化溫度 40°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C 之範圍內。該時間 t 亦可在 10 至 1000 秒、 15 至 1000 秒、 20 至 1000 秒、 30 至 1000 秒、 40 至 1000 秒、 50 至 1000 秒、 60 至 1000 秒、 75 至 1000 秒、 100 至 1000 秒、 125 至 1000 秒、 150 至 1000 秒、 175 至 1000 秒，或甚至 200 （或更多）至 1000 秒之範圍內。

【0025】 特定言之，如步驟 20c 中所示，在將該玻璃薄片保持在該第一氣體軸承與該第二氣體軸承之間的同時，將該玻璃薄片維持在一黏度 η 達時間 t ，使得表達式 $(t \cdot 30 \text{ MPa} / \eta)$ 之值在 10 至 10^6 之範圍內。此表達式亦可在 15 至 10^6 、 20 至 10^6 、 30 至 10^6 、 50 至 10^6 、 10^2 至 10^6 、 10^3 至 10^6 、 10^3 至 10^6 、 10^4 至 10^6 ，或甚至 10^5 至 10^6 之範圍內。

【0026】 特定言之，如步驟 20d 中所示，在將該玻璃薄片保持在該第一氣體軸承與該第二氣體軸承之間的同時，將該玻璃薄片維持在一黏度 $\eta(t)$ 達時間 t ，使得表達式

$$30 \text{ MPa} \cdot \int_0^t \frac{t}{\eta(t)} dt$$

之值在 10 至 10^6 之範圍內。此表達式亦可在 15 至 10^6 、 20 至 10^6 、 30 至 10^6 、 50 至 10^6 、 10^2 至 10^6 、 10^3 至 10^6 、 10^3 至 10^6 、 10^4 至 10^6 ，或甚至 10^5 至 10^6 之範圍內。

【0027】 遵循第1圖中所示之步驟，可使用緩慢冷卻過程或快速冷卻過程。若需要相對低應力之薄片，則使用緩慢冷卻過程。若需要相對較高應力之薄片，則使用慢速快速過程，從而產生一些熱強化效果（即，呈玻璃薄片表面處之熱致表面壓縮之形式）。

【0028】 若將使用相對緩慢之冷卻過程，則在維持步驟（第1圖之步驟20）之後，將薄片在1分鐘至10小時範圍內之時間段內冷卻至環境溫度。該時間段亦在2分鐘至10小時、3分鐘至10小時、4分鐘至10小時、5分鐘至10小時、10分鐘至10小時、20分鐘至10小時、30分鐘至10小時、1至10小時、2至10小時、3至10小時、4至10小時，或甚至5（或更多）至10（或更多）小時之範圍內。可在將玻璃薄片保持在第一氣體軸承與第二氣體軸承之間或在將玻璃薄片保持在第三氣體軸承與第四氣體軸承之間的同時或替代地藉由其他手段執行此冷卻步驟。

【0029】 若將使用相對快速之冷卻過程，則在維持步驟（第1圖之步驟20）之後，使用 $300 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ 至 $15000 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ 之範圍內的有效熱傳遞係數來冷卻該薄片。該有效熱傳遞係數亦可在 $400 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ 至 $15000 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ 、 $500 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ 至 $15000 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ 、 $600 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ 至 15000

$W/m^2 K$ 、 $700 W/m^2 K$ 至 $15000 W/m^2 K$ 、 $800 W/m^2 K$ 至 $15000 W/m^2 K$ 、 $900 W/m^2 K$ 至 $15000 W/m^2 K$ 、 $1000 W/m^2 K$ 至 $15000 W/m^2 K$ 、 $1250 W/m^2 K$ 至 $15000 W/m^2 K$ 、 $1500 W/m^2 K$ 至 $15000 W/m^2 K$ 、 $1750 W/m^2 K$ 至 $15000 W/m^2 K$ 、 $2000 W/m^2 K$ 至 $15000 W/m^2 K$ 、 $2250 W/m^2 K$ 至 $15000 W/m^2 K$ 、 $2500 W/m^2 K$ 至 $15000 W/m^2 K$ 、 $2750 W/m^2 K$ 至 $15000 W/m^2 K$ 、 $3000 W/m^2 K$ 至 $15000 W/m^2 K$ 、 $400 W/m^2 K$ 至 $15000 W/m^2 K$ 、 $3250 W/m^2 K$ 至 $15000 W/m^2 K$ 、 $3500 W/m^2 K$ 至 $15000 W/m^2 K$ ，或甚至 4000 （或更大） $W/m^2 K$ 至 $15000 W/m^2 K$ 之範圍內。可在將玻璃薄片保持在第三氣體軸承與第四氣體軸承之間的同時或替代地藉由其他手段執行此冷卻步驟。

【0030】 第2圖為可用於執行根據本發明之具體實例之方法的設備100之具體實例之示意性橫截面圖；第3圖為可用於執行根據本發明之具體實例之方法的設備200之具體實例之示意性橫截面圖；且第4圖為可用於執行根據本發明之具體實例之方法的氣體軸承102之具體實例之平面圖。

【0031】 第2圖之設備100包含配置在玻璃薄片8之相對側上的第一氣體軸承102及第二氣體軸承104。玻璃薄片8具有在其相對側上的第一主表面8a及第二主表面8b，以及圍繞薄片8並連接第一主表面8a與第二主表面8b的邊緣表面8c。薄片8保持在第一氣體軸承102與第二

氣體軸承 104 之間，其中第一主表面 8a 鄰近於第一氣體軸承 102，第二主表面 8b 鄰近於第二氣體軸承 104。在此組態中，設備 100 允許薄片 8 在相對高之溫度（或低黏度）下維持相對長之時間，不會使薄片變形而導致薄片之第一主表面或第二主表面上之平整度之缺失（在薄片上超過幾釐米之平坦度之過度偏離）或薄片之第一主表面或第二主表面上之光滑度之缺失（過大之奈米或微米級粗糙度）。

【0032】 第3圖之設備 200 具有與第2圖之設備 100 相同之特徵，但進一步包括第三氣體軸承 202 及第四氣體軸承 204。第三氣體軸承及第四氣體軸承可用於冷卻薄片 8，特別是在相對快速地冷卻薄片 8 之情況下，例如藉由使第三氣體軸承及第四氣體軸承處於或維持在環境溫度或任何其他相對低之溫度下且將薄片在箭頭 A 指示之方向上自第一氣體軸承 102 及第二氣體軸承 104 移動至第三氣體軸承 202 及第四氣體軸承 204。

【0033】 第4圖描繪第一氣體軸承 102 之平面圖，但希望第二氣體軸承 104 與第一氣體軸承 102 類似或相同。如第4圖所示，第一氣體軸承 102 包含軸承表面 112，其中具有用於氣體通過之孔 114。希望孔之平均中心至中心間距 S 在 20 微米至 1 釐米之範圍內。該平均中心至中心間距亦可在 20 微米至 5 mm、20 微米至 3 mm、20 微米至 2 mm、20 微米至 1 mm、20 至 800 微米、20 至 600 微米、20 至 500 微米、20 至 400 微米、20 至 300 微米、20 至 200 微米，或甚至 20 至 100（或甚至更小）微米之範圍內。

進一步希望孔 114 之平均直徑 D 在 5 微米至 1 毫米之範圍內。該平均直徑亦可在 5 至 500 微米、5 至 200 微米、5 至 150 微米、5 至 100 微米、5 至 75 微米、5 至 50 微米、5 至 40 微米、5 至 30 微米、5 至 25 微米、5 至 20 微米、5 至 15 微米，或甚至 5 至 10 微米之範圍內。

實驗 1

【0034】 使用 SiC 顆粒在一個主表面之中心研磨 $2.54 \times 2.54 \text{ cm} \times 1.08 \text{ mm}$ 厚之鈉鈣玻璃樣本。將總共 90 個經磨損樣本分成三個相等的組，每組 30 個：（1）不進行根據本發明之處理；（2）在 690°C 下保持 60 秒，隨後進行快速冷卻（淬火）；（3）在 690°C 下保持 300 秒，隨後進行快速冷卻。為了均衡應力並移除快速冷卻的樣本中熱應力之強化效應，接著將所有三組在 550°C 下退火兩小時，隨後在退火爐中逐漸冷卻，以便移除應力並對於每一組建立相同之虛擬溫度。接著，使用環上環方法（ring-on-ring method）測試所有三組。結果展示在第 5 圖中，其說明除了由於薄片之熱致表面壓縮而造成的強化之外或作為其補充，本發明之處理可產生對經研磨玻璃薄片之甚至更顯著之強化。

實驗 2

【0035】 製備具有研磨邊緣（400 粗砂岩）之 $114 \times 61 \text{ mm} \times 1.08 \text{ mm}$ 厚之玻璃樣本。再次，對總共 90 個樣本進行研磨，接著分成三個相等的組，每組 30 個：（1）不進行根據本發明之處理；（2）在 690°C 下保持 60 秒，隨後

進行快速冷卻（淬火）；（3）在690℃下保持300秒，隨後進行快速冷卻。為了均衡應力並移除快速冷卻的樣本中熱應力之強化效應，接著將所有三組在550℃下退火兩小時，隨後在退火爐中逐漸冷卻，以便移除應力並對於每一組建立相同之虛擬溫度。接著，使用四點彎曲測試所有三組。結果展示在第6圖中，其說明除了由於薄片之熱致表面壓縮而造成的任何邊緣強化之外或作為其補充，本發明之處理可產生甚至更顯著之邊緣強化。

實驗3

【0036】 用維氏（Vickers）尖端在一個主表面之中心凹進 $2.54 \times 2.54 \text{ cm} \times 1.08 \text{ mm}$ 厚之鈉鈣玻璃樣本。將總共90個樣本凹進，接著分成三個相等的組，每組30個：（1）不進行根據本發明之處理；（2）在690℃下保持60秒，隨後進行快速冷卻（淬火）；（3）在690℃下保持300秒，隨後進行快速冷卻。為了均衡應力並移除快速冷卻的樣本中熱應力之強化效應，接著將所有三組在550℃下退火兩小時，隨後在退火爐中逐漸冷卻，以便移除應力並對於每一組建立相同之虛擬溫度。接著，對所有三組進行環上環測試。結果展示在第7圖中，其說明除了由於薄片之熱致表面壓縮而造成的任何邊緣強化之外或作為其補充，本發明之處理可產生對凹進的玻璃薄片之甚至更顯著之強化。

【0037】 應瞭解，所揭示之各種具體實例可涉及結合該特定具體實例描述之特定特徵、元件或步驟。亦應瞭解，

儘管特定特徵、元件或步驟係關於一個特定具體實例加以描述，但可與各種未說明之組合或排列中之替代具體實例互換或組合。

【0038】 應理解，如本文所用，術語「該」、「一」意謂「至少一個」，且不應限於「僅一個」，除非明確指出相反情況。因此，例如，對「一組件」之提及包括具有兩個或更多個此種組件之具體實例，除非上下文另有明確指示。

【0039】 本文中之範圍可表達為自「約」一個特定值，及/或至「約」另一特定值。當表達此種範圍時，具體實例包括自該一個特定值及/或至該另一特定值。類似地，當藉由使用先行詞「約」將值表達為近似值時，將理解，該特定值形成另一態樣。將進一步理解，每個範圍之端點對於相對於另一端點以及獨立於另一端點而言皆係重要的。

【0040】 除非另有明確說明，否則決不意欲將本文所述之任何方法解釋為要求以特定次序執行其步驟。因此，在方法請求項實際上並未記載其步驟所遵循之次序或在申請專利範圍或說明書中並未具體說明步驟將限於特定次序的情況下，決不意欲推斷任何特定次序。

【0041】 雖然可使用過渡片語「包含」來揭示特定具體實例之各種特徵、元件或步驟，但應理解，暗指替代具體實例，包括可使用過渡片語「由...組成」或「基本上由...組成」描述之彼等具體實例。因此，例如，包含 $A + B +$

C 之設備的隱含之替代具體實例包括設備由 A + B + C 組成之具體實例以及設備基本上由 A + B + C 組成之具體實例。

【0042】對於熟習此項技術者將顯而易見，在不脫離本發明之精神及範圍的情況下，可對本發明做出各種修改及變化。因此，本發明意欲涵蓋本發明之修改及變化，只要其落入所附申請專利範圍及其等效物之範圍內。

【符號說明】

【0043】

8 玻璃薄片

8 a 第一主表面

8 b 第二主表面

8 c 邊緣表面

1 0 流程圖

1 2 步驟

1 4 步驟

1 6 步驟

1 8 步驟

2 0 步驟

2 0 a 步驟

2 0 b 步驟

2 0 c 步驟

2 0 d 步驟

1 0 0 設備

1 0 2 第一氣體軸承

1 0 4 第二氣體軸承

1 1 2 軸承表面

1 1 4 孔

2 0 0 設備

2 0 2 第三氣體軸承

2 0 4 第四氣體軸承

A 箭頭

D 平均直徑

S 平均中心至中心間距

【生物材料寄存】

無



201920014

【發明摘要】**【中文發明名稱】** 具有增進的強度性質之熱強化玻璃以及用於製造之方法**【英文發明名稱】** THERMALLY STRENGTHENED GLASS WITH ENHANCED STRENGTH PROPERTIES AND METHODS FOR PRODUCING**【中文】**

藉由將一玻璃薄片保持在第一氣體軸承與第二氣體軸承之間來對該玻璃薄片進行熱處理，該玻璃薄片具有在其相對側上的第一主表面及第二主表面以及圍繞該薄片且連接該第一主表面與該第二主表面之一邊緣表面，該玻璃薄片被保持為該第一主表面鄰近於該第一氣體軸承且該第二主表面鄰近於該第二氣體軸承，該玻璃薄片之一玻璃具有一玻璃軟化溫度，且在將該玻璃薄片保持在該第一氣體軸承與該第二氣體軸承之間的同時，將該玻璃薄片維持在一黏度 $\eta(t)$ 達時間 t ，使得表達式 $30 \text{ MPa} \cdot \int_0^t \frac{t}{\eta(t)} dt$ 之值在 10 至 10^6 之範圍內。

【英文】

Thermally treating a glass sheet by holding the glass sheet between first and second gas bearings, the glass sheet having first and second major surfaces on opposite sides thereof and an edge surface surrounding the sheet and connecting the first and second major surfaces, the glass sheet being held with the first major surface adjacent to the first gas bearing and the second major surface adjacent to the second gas bearing, a glass of the glass sheet having a glass softening temperature, and, while holding the glass sheet between the first and second gas bearings, maintaining the glass sheet at a

viscosity $\eta(t)$ for a time t such that the value of the expression $30 \text{ MPa} \cdot \int_0^t \frac{t}{\eta(t)} dt$ is within the range of from 10 to 10^6 .

【指定代表圖】第（ 5 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

無

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種對一玻璃薄片進行熱處理之方法，該方法包含以下步驟：

將一玻璃薄片保持在第一氣體軸承與第二氣體軸承之間，該玻璃薄片具有在其相對側上的第一主表面及第二主表面以及圍繞該薄片且連接該第一主表面與該第二主表面之一邊緣表面，該玻璃薄片被保持為該第一主表面鄰近於該第一氣體軸承且該第二主表面鄰近於該第二氣體軸承，該玻璃薄片之一玻璃具有一玻璃轉變溫度；且

在將該玻璃薄片保持在該第一氣體軸承與該第二氣體軸承之間的同時，將該玻璃薄片維持在一溫度 T ，其中 T 為自 50°C 至高於該玻璃轉變溫度 250°C 之範圍內的一溫度，維持時間 t 在 5 秒至 1000 秒之範圍內。

【第2項】 一種對一玻璃薄片進行熱處理之方法，該方法包括以下步驟：

將一玻璃薄片保持在第一氣體軸承與第二氣體軸承之間，該玻璃薄片具有在其相對側上的第一主表面及第二主表面以及圍繞該薄片且連接該第一主表面與該第二主表面之一邊緣表面，該玻璃薄片被保持為該第一主表面鄰近於該第一氣體軸承且該第二主表面鄰近於該第二氣體軸承，該玻璃薄片之一玻璃具有一玻璃

軟化點溫度；且

在將該玻璃薄片保持在該第一氣體軸承與該第二氣體軸承之間的同時，將該玻璃薄片維持在一溫度 T ，其中 T 為自低於該玻璃軟化溫度 100°C 至高於該玻璃軟化溫度 50°C 之範圍內的一溫度，維持時間 t 在 5 秒至 1000 秒之範圍內。

【第3項】一種對一玻璃薄片進行熱處理之方法，該方法包含以下步驟：

將一玻璃薄片保持在第一氣體軸承與第二氣體軸承之間，該玻璃薄片具有在其相對側上的第一主表面及第二主表面以及圍繞該薄片且連接該第一主表面與該第二主表面之一邊緣表面，該玻璃薄片被保持為該第一主表面鄰近於該第一氣體軸承且該第二主表面鄰近於該第二氣體軸承；且

在將該玻璃薄片保持在該第一氣體軸承與該第二氣體軸承之間的同時，將該玻璃薄片維持在一黏度 η 達一時間 t ，使得表達式

$$t \cdot 30 \text{ MPa} / \eta$$

之值在 10 至 10^6 之範圍內。

【第4項】一種對一玻璃薄片進行熱處理之方法，該方法包含以下步驟：

將一玻璃薄片保持在第一氣體軸承與第二氣體軸承

之間，該玻璃薄片具有在其相對側上的第一主表面及第二主表面以及圍繞該薄片且連接該第一主表面與該第二主表面之一邊緣表面，該玻璃薄片被保持為該第一主表面鄰近於該第一氣體軸承且該第二主表面鄰近於該第二氣體軸承；且

在將該玻璃薄片保持在該第一氣體軸承與該第二氣體軸承之間的同時，將該玻璃薄片維持在一黏度 $\eta(t)$ 達一時間 t ，使得表達式

$$30 \text{ MPa} \cdot \int_0^t \frac{t}{\eta(t)} dt$$

之值在 10 至 10^6 之範圍內。

【第5項】如請求項 1 至 4 中任一項所述之方法，其進一步包含以下步驟：在該維持步驟之後，將該薄片在 1 分鐘至 10 小時之範圍內的一時間段內冷卻至環境溫度。

【第6項】如請求項 5 所述之方法，其中在將該玻璃薄片保持在該第一氣體軸承與該第二氣體軸承之間的同時執行該冷卻步驟。

【第7項】如請求項 1 至 4 中任一項所述之方法，其進一步包含以下步驟：在該維持步驟之後，使用 $300 \text{ W/m}^2\text{K}$ 至 $15000 \text{ W/m}^2\text{K}$ 之範圍內之一有效熱傳遞係數來冷卻該薄片。

【第8項】如請求項 7 所述之方法，其中在將該玻璃薄

片保持在第三氣體軸承與第四氣體軸承之間的同時執行該冷卻步驟。

【第9項】 如請求項 1 至 4 中任一項所述之方法，其中該第一氣體軸承及該第二氣體軸承各自分別包含一軸承表面，該軸承表面中具有用於氣體通過之孔，且該等孔之一平均中心至中心間距在 20 微米至 1 釐米之範圍內。

【第10項】 如請求項 1 至 4 中任一項所述之方法，其中該第一氣體軸承及第二氣體軸承各自分別包含一軸承表面，該軸承表面中具有用於氣體通過之孔，且該等孔之一平均直徑在 5 微米至 1 毫米之範圍內。

