



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I883229 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 05 月 11 日

(21)申請案號：110127125

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 07 月 23 日

(51)Int. Cl. : C03C15/00 (2006.01)

C03C21/00 (2006.01)

G02F1/1333 (2006.01)

(30)優先權：2020/07/30 日本

2020-128931

(71)申請人：日商日本電氣硝子股份有限公司(日本)NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.

(JP)

日本

(72)發明人：野田隆行 NODA, TAKAYUKI (JP)；伊藤茂嘉 ITO, SHIGEYOSHI (JP)

(74)代理人：卓俊傑

(56)參考文獻：

TW 201532981A

WO 2019219009A1

審查人員：謝宏榮

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：4 共 39 頁

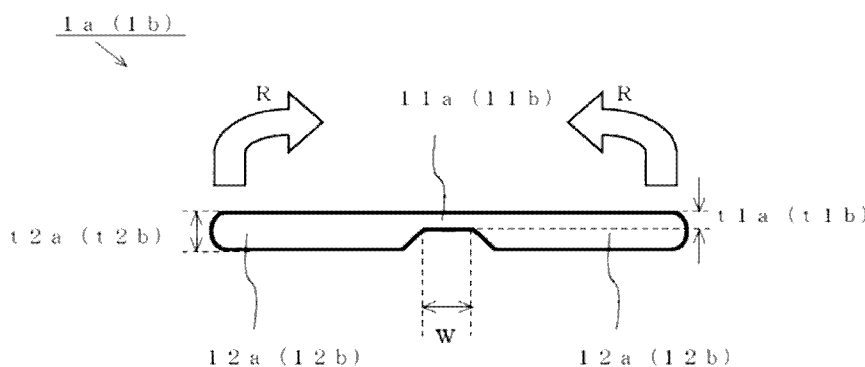
(54)名稱

強化玻璃的製造方法以及強化玻璃

(57)摘要

一種強化玻璃的製造方法，其包括對表面上具有壓縮應力層的板狀或者片狀的化學強化玻璃進行蝕刻的蝕刻步驟，且所述強化玻璃的製造方法中，包括作為蝕刻前的化學強化玻璃準備以下化學強化玻璃的步驟，所述化學強化玻璃至少一部分具有厚度 $t1a$ 的能夠彎曲的薄壁部，厚度 $t1a$ 為 $150\ \mu\text{m}$ 以下，蝕刻前的壓縮應力層的最大壓縮應力 CSa 為 $1100\ \text{MPa}$ 以下，蝕刻前的壓縮應力層的深度 $DOLa$ 小於 $15\ \mu\text{m}$ ，以蝕刻步驟中的化學強化玻璃的其中一個表面上的蝕刻量 Δt 成為 $0.25\ \mu\text{m}$ 以上且 $3\ \mu\text{m}$ 以下的方式對化學強化玻璃進行蝕刻。

指定代表圖：



【圖2】

符號簡單說明：

1a:蝕刻用化學強化玻璃(蝕刻前)

1b:強化玻璃(蝕刻後)

11a:薄壁部(蝕刻前)

11b:薄壁部(蝕刻後)

12a:厚壁部(蝕刻前)

12b:厚壁部(蝕刻後)

t1a、t1b、t2a、t2b:厚度

R:箭頭(方向)

W:寬度



I883229

【發明摘要】

【中文發明名稱】強化玻璃的製造方法以及強化玻璃

【中文】

一種強化玻璃的製造方法，其包括對表面上具有壓縮應力層的板狀或者片狀的化學強化玻璃進行蝕刻的蝕刻步驟，且所述強化玻璃的製造方法中，包括作為蝕刻前的化學強化玻璃準備以下化學強化玻璃的步驟，所述化學強化玻璃至少一部分具有厚度 t_{1a} 的能夠彎曲的薄壁部，厚度 t_{1a} 為 $150\ \mu\text{m}$ 以下，蝕刻前的壓縮應力層的最大壓縮應力 CSa 為 $1100\ \text{MPa}$ 以下，蝕刻前的壓縮應力層的深度 $DOLa$ 小於 $15\ \mu\text{m}$ ，以蝕刻步驟中的化學強化玻璃的其中一個表面上的蝕刻量 Δt 成為 $0.25\ \mu\text{m}$ 以上且 $3\ \mu\text{m}$ 以下的方式對化學強化玻璃進行蝕刻。

【指定代表圖】圖 2。

【代表圖之符號簡單說明】

1a:蝕刻用化學強化玻璃（蝕刻前）

1b:強化玻璃（蝕刻後）

11a:薄壁部（蝕刻前）

11b:薄壁部（蝕刻後）

12a:厚壁部（蝕刻前）

12b:厚壁部（蝕刻後）

t1a、t1b、t2a、t2b:厚度

R:箭頭(方向)

W:寬度

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】強化玻璃的製造方法以及強化玻璃

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種強化玻璃的製造方法以及強化玻璃。

【先前技術】

【0002】 近年來，作為各種電子終端或顯示器設備的蓋玻璃，大多使用板厚 0.4 mm~1.0 mm 左右的化學強化玻璃。特別是於被用於智慧型手機等可攜電子終端的情況下，重要的是蓋玻璃的強度，例如於專利文獻 1 中揭示了於化學強化後藉由進行玻璃表面的蝕刻處理來去除玻璃表面的缺陷，提高強度的技術。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0003】 專利文獻 1：日本專利特開 2016-102060 號公報

【發明內容】

【0004】 [發明所欲解決之課題]

近年來，正在開發使顯示器的顯示面能夠折疊的所謂可折疊型的智慧型手機或平板個人電腦（Personal Computer，PC）等設備。用於此種設備的蓋玻璃需要使板厚較先前更薄以便能夠彎折。另外，對於蓋玻璃，於折疊時於彎曲部中會作用極高的內部拉伸應力，因此若彎曲部表面上存在缺陷或裂紋，則會導致破損，

進而於破損時玻璃容易粉碎。因此，該用途的蓋玻璃需要較先前更進一步抑制表面缺陷，並抑制內部拉伸應力。

【0005】 然而，如所述專利文獻 1 般的先前的玻璃以向不彎折型（所謂直線型）的設備的使用為前提，未設想向可折疊型的智慧型手機設備的應用，因此即便想要應用於該用途亦無法獲得充分的彎曲性能，另外，無法獲得耐受彎曲的充分的彎曲強度，且無法充分地抑制破損時的爆散。

【0006】 本發明的目的在於提供一種能夠兼具高的彎曲性能、彎曲強度、破損時的粉碎抑制的強化玻璃的製造方法以及強化玻璃。

[解決課題之手段]

【0007】 本發明的強化玻璃的製造方法包括對表面上具有壓縮應力層的板狀或者片狀的化學強化玻璃進行蝕刻的蝕刻步驟，且所述強化玻璃的製造方法中，包括作為蝕刻前的化學強化玻璃準備以下化學強化玻璃的步驟，所述化學強化玻璃至少一部分具有厚度 t_{1a} 的能夠彎曲的薄壁部，厚度 t_{1a} 為 $150\ \mu\text{m}$ 以下，蝕刻前的壓縮應力層的最大壓縮應力 CSa 為 $1100\ \text{MPa}$ 以下，蝕刻前的壓縮應力層的深度 $DOLa$ 小於 $15\ \mu\text{m}$ ，且以蝕刻步驟中的化學強化玻璃的其中一個表面上的蝕刻量 Δt 成為 $0.25\ \mu\text{m}$ 以上且 $3\ \mu\text{m}$ 以下的方式對化學強化玻璃進行蝕刻。

【0008】 於本發明的強化玻璃的製造方法中，較佳為：藉由蝕刻，將蝕刻後的薄壁部的厚度 t_{1b} 設為 $149.5\ \mu\text{m}$ 以下，將蝕刻後的壓縮應力層的最大壓縮應力 CSb 設為 $400\ \text{MPa}$ 以上且 $950\ \text{MPa}$

以下，將蝕刻後的壓縮應力層的深度 DOLb 設為 14.75 μm 以下。

【0009】 於本發明的強化玻璃的製造方法中，較佳為：蝕刻前的化學強化玻璃包括多個具有較薄壁部的厚度 t_{1a} 大的厚度 t_{2a} 的厚壁部，厚度 t_{2a} 超過 150 μm ，薄壁部以將多個厚壁部連接的方式呈帶狀延伸。

【0010】 於本發明的強化玻璃的製造方法中，較佳為：蝕刻前的化學強化玻璃整體包括薄壁部，且具有實質上均勻的板厚。

【0011】 於本發明的強化玻璃的製造方法中，較佳為：蝕刻為濕式方式，且使蝕刻媒介與化學強化玻璃的整個表面接觸來進行蝕刻。

【0012】 於本發明的強化玻璃的製造方法中，較佳為：蝕刻媒介為包含 HF 的水溶液，包含 HF 的水溶液為僅含有濃度 0.1 mol/L ~ 30 mol/L 的 HF 的水溶液，或者為含有濃度 0.1 mol/L ~ 30 mol/L 的 HF 與濃度 0.1 mol/L ~ 30 mol/L 且為選自由 HCl、HNO₃、H₂SO₄ 及 NH₄F 所組成的群組的一個物質的水溶液，將化學強化玻璃於溫度 10°C ~ 30°C 的水溶液中浸漬 0.1 分鐘 ~ 60 分鐘來進行蝕刻。

【0013】 於本發明的強化玻璃的製造方法中，較佳為：蝕刻媒介為鹼水溶液。

【0014】 於本發明的強化玻璃的製造方法中，較佳為：鹼水溶液為含有 NaOH 或者 KOH 作為鹼成分的水溶液，於鹼成分的濃度為 1 mol/L ~ 20 mol/L、溫度 10°C ~ 130°C 的水溶液中將化學強化玻璃浸漬 0.5 分鐘 ~ 120 分鐘來進行蝕刻。

【0015】 於本發明的強化玻璃的製造方法中，較佳為：蝕刻前的化學強化玻璃的主表面為非研磨面。

【0016】 於本發明的強化玻璃的製造方法中，較佳為：於將蝕刻後的薄壁部的厚度設為 t_{1b} 、將蝕刻後的壓縮應力層的最大壓縮應力設為 CS_b 、將蝕刻後的所述壓縮應力層的深度設為 DOL_b 的情況下，將由下式 (A) 求出的所述蝕刻後的化學強化玻璃的內部拉伸應力的最大值 CT_b 設為 120 MPa 以上且 450 MPa 以下。

$$CT_b = CS_b \times DOL_b / (t_{1b} - 2 \times DOL_b) \dots (A)$$

【0017】 於本發明的強化玻璃的製造方法中，進而較佳為：厚度 t_{1a} 為 70 μm 以下，蝕刻前的所述壓縮應力層的最大壓縮應力 CS_a 為 600 MPa 以上、900 MPa 以下。

【0018】 於本發明的強化玻璃的製造方法中，進而較佳為：厚度 t_{1b} 為 69.5 μm 以下，蝕刻後的壓縮應力層的最大壓縮應力 CS_b 設為 400 MPa 以上且 700 MPa 以下，將蝕刻後的壓縮應力層的深度 DOL_b 設為 13 μm 以下。

【0019】 本發明的強化玻璃的製造方法包括對表面上具有壓縮應力層的板狀或者片狀的化學強化玻璃進行蝕刻的蝕刻步驟，且所述強化玻璃的製造方法中，化學強化玻璃包括能夠彎曲的薄壁部，於蝕刻步驟中，將化學強化玻璃的其中一個表面上的蝕刻量 Δt 設為 0.25 μm 以上且 3 μm 以下，藉由蝕刻，將蝕刻後的薄壁部的

厚度 t_{1b} 設為 $149.5 \mu\text{m}$ 以下，將蝕刻後的壓縮應力層的最大壓縮應力 CS_b 設為 950 MPa 以下，將蝕刻後的壓縮應力層的深度 DOL_b 設為 $14.75 \mu\text{m}$ 以下。

【0020】 於本發明的強化玻璃的製造方法中，較佳為：化學強化玻璃整體包括厚度 $70 \mu\text{m}$ 以下的能夠彎曲的薄壁部，將蝕刻步驟中的化學強化玻璃的其中一個表面上的蝕刻量 Δt 設為 $0.5 \mu\text{m}$ 以上且 $3 \mu\text{m}$ 以下，藉由蝕刻，將所述蝕刻後的所述薄壁部的厚度 t_{1b} 設為 $69.5 \mu\text{m}$ 以下，將蝕刻後的壓縮應力層的最大壓縮應力 CS_b 設為 400 MPa 以上且 700 MPa 以下，將蝕刻後的所述壓縮應力層的深度 DOL_b 設為 $13 \mu\text{m}$ 以下。

【0021】 本發明的強化玻璃為表面上具有壓縮應力層的板狀或者片狀的強化玻璃，其中，至少一部分具有厚度 t_{1b} 的能夠彎曲的薄壁部，厚度 t_{1b} 為 $149.5 \mu\text{m}$ 以下，壓縮應力層的最大壓縮應力 CS_b 為 950 MPa 以下，壓縮應力層的深度 DOL_b 為 $14.75 \mu\text{m}$ 以下，至少薄壁部的表面藉由蝕刻面構成。

【0022】 本發明的強化玻璃較佳為：整個表面藉由蝕刻面構成，厚度 t_{1b} 為 $20 \mu\text{m}$ 以上且 $149.5 \mu\text{m}$ 以下，壓縮應力層的最大壓縮應力 CS_b 為 400 MPa 以上且 850 MPa 以下，壓縮應力層的深度 DOL_b 為 $3 \mu\text{m}$ 以上、 $13 \mu\text{m}$ 以下。

【0023】 本發明的強化玻璃較佳為：包括多個具有較薄壁部的厚度 t_{1b} 大的厚度 t_{2b} 的厚壁部，厚度 t_{2b} 為 $150 \mu\text{m}$ 以上且 $300 \mu\text{m}$ 以下，薄壁部以將多個厚壁部連接的方式呈帶狀延伸。

【0024】 本發明的強化玻璃較佳為薄壁部的帶寬為 3 mm 以上。

【0025】 本發明的強化玻璃較佳為：整體包括薄壁部，且具有實質上均勻的厚度。

【0026】 本發明的強化玻璃較佳為：於將蝕刻後的所述薄壁部的厚度設為 t_{1b} 、將蝕刻後的壓縮應力層的最大壓縮應力設為 CS_b 、將蝕刻後的壓縮應力層的深度設為 DOL_b 的情況下，將由下式(B)求出的蝕刻後的強化玻璃的內部拉伸應力的最大值 CT_b 設為 120 MPa 以上且 450 MPa 以下。

$$CT_b = CS_b \times DOL_b / (t_{1b} - 2 \times DOL_b) \quad \dots (B)$$

【0027】 本發明的強化玻璃較佳為：作為玻璃組成，以質量%計含有 50%~80%的 SiO_2 、5%~25%的 Al_2O_3 、0%~15%的 B_2O_3 、1%~20%的 Na_2O 、0%~10%的 K_2O 。

【0028】 本發明的強化玻璃較佳為：薄壁部的兩點彎曲強度為 1500 MPa 以上，於以彎曲半徑成為 1.5 mm 的方式將薄壁部重覆彎曲 200,000 次的連續彎曲試驗中不會破損。

【0029】 本發明的強化玻璃進而較佳為：厚度 t_{1b} 為 69.5 μm 以下，蝕刻後的壓縮應力層的最大壓縮應力 CS_b 為 400 MPa 以上且 700 MPa 以下，將蝕刻後的壓縮應力層的深度 DOL_b 設為 13 μm 以下。

[發明的效果]

【0030】 根據本發明，與現有技術相比，可獲得兼具高的彎曲性能、彎曲強度、破損時的粉碎抑制的強化玻璃。

【圖式簡單說明】

【0031】

圖 1 是沿厚度方向觀察本發明第一實施方式的蝕刻前後的強化玻璃的平面概略圖。

圖 2 是本發明第一實施方式的蝕刻前後的強化玻璃的剖面概略圖。

圖 3 是本發明第二實施方式的蝕刻前後的強化玻璃的剖面概略圖。

圖 4 是表示本發明的實施例中的兩點彎曲試驗結果的圖。

【實施方式】

【0032】 （第一實施方式）

以下，對本發明第一實施方式的強化玻璃的製造方法以及強化玻璃進行說明。

【0033】 <強化玻璃的製造方法>

本發明第一實施方式的強化玻璃 1b 是藉由對蝕刻用化學強化玻璃 1a 實施蝕刻處理而獲得。

【0034】 首先，準備蝕刻用化學強化玻璃 1a。圖 1 是沿厚度方向觀察本發明第一實施方式的蝕刻前的蝕刻用化學強化玻璃 1a 及蝕刻後的強化玻璃 1b 的平面概略圖。圖 2 是圖 1 的 AA 剖面概略圖。於本發明中，藉由對蝕刻用化學強化玻璃 1a 進行蝕刻而獲得強化

玻璃 1b，但與玻璃尺寸相比，蝕刻量極少，因此於蝕刻的前後俯瞰的玻璃的大致形狀不會發生大幅變化。因此，於圖 1、圖 2 中，關於蝕刻用化學強化玻璃 1a 及強化玻璃 1b，藉由用括號標註對應的部位的符號，於同一圖式上示出兩種玻璃的概略形狀。

【0035】 如圖 1 所示，蝕刻用化學強化玻璃 1a 是板狀或者片狀的化學強化玻璃。於本實施方式中，例示了如圖 1 所示般蝕刻用化學強化玻璃 1a 及強化玻璃 1b 於俯視時為具有長邊及短邊的矩形形狀的情況。蝕刻用化學強化玻璃 1a 的長邊的長度例如為 50 mm 以上且 500 mm 以下，較佳為 60 mm 以上且 450 mm 以下，更佳為 65 mm 以上且 400 mm 以下，進而較佳為 70 mm 以上且 300 mm 以下、75 mm 以上且 200 mm 以下、80 mm 以上且 160 mm 以下。短邊的長度例如為 40 mm 以上且 400 mm 以下，較佳為 45 mm 以上且 350 mm 以下，更佳為 50 mm 以上且 300 mm 以下，進而較佳為 55 mm 以上且 120 mm 以下、60 mm 以上且 80 mm 以下。

【0036】 蝕刻用化學強化玻璃 1a 至少一部分具有能夠彎曲的薄壁部 11a。於本發明中，所謂能夠彎曲，是指具有於彎曲時不會破損而最小彎曲半徑成為 10 mm 以下的可撓性。

【0037】 蝕刻用化學強化玻璃 1a 包括厚度較薄壁部 11a 相對大的厚壁部 12a。蝕刻用化學強化玻璃 1a 包括多個厚壁部 12a。

【0038】 薄壁部 11a 設置成將兩個厚壁部 12a 劃分開且相互連結。換言之，薄壁部 11a 自強化玻璃 1a 的其中一端至另一端呈帶狀延伸。更詳細而言，薄壁部 11a 以自其中一個長邊的中央部至

另一個長邊的中央部橫穿蝕刻用化學強化玻璃 1a 的主表面的方式與短邊平行地設置。

【0039】 薄壁部 11a 的厚度 t_{1a} 為 $150\ \mu\text{m}$ 以下，較佳為 $20\ \mu\text{m}$ 以上且 $150\ \mu\text{m}$ 以下，更佳為 $20\ \mu\text{m}$ 以上且 $120\ \mu\text{m}$ 以下，進而較佳為 $25\ \mu\text{m}$ 以上且 $100\ \mu\text{m}$ 以下。此外，薄壁部 11a 的厚度較佳為固定，但於厚度不固定的情況下，可求出薄壁部 11a 中的最薄的部位的厚度作為 t_{1a} 。

【0040】 薄壁部 11a 的寬度 W 例如為 $3\ \text{mm}$ 以上且 $50\ \text{mm}$ 以下，較佳為 $5\ \text{mm}$ 以上且 $30\ \text{mm}$ 以下。薄壁部 11a 的寬度較佳為固定。

【0041】 厚壁部 12a 的厚度 t_{2a} 例如超過 $150\ \mu\text{m}$ ，較佳為超過 $150\ \mu\text{m}$ 且 $300\ \mu\text{m}$ 以下，更佳為 $160\ \mu\text{m}$ 以上且 $270\ \mu\text{m}$ 以下，進而較佳為 $170\ \mu\text{m}$ 以上且 $250\ \mu\text{m}$ 以下。厚壁部 12a 的厚度 t_{2a} 較佳為固定。

【0042】 藉由預先以所述尺寸構成蝕刻用化學強化玻璃 1a，能夠以微小的蝕刻量 Δt 、即以高的生產率獲得後述的強化玻璃 1b。

【0043】 蝕刻用化學強化玻璃 1a 於表面上包括壓縮應力層。蝕刻用化學強化玻璃 1a 的壓縮應力層（蝕刻前的壓縮應力層）的最大壓縮應力 CS_a 為 $1100\ \text{MPa}$ 以下，較佳為 $550\ \text{MPa}$ 以上且 $1000\ \text{MPa}$ 以下，更佳為 $580\ \text{MPa}$ 以上且 $950\ \text{MPa}$ 以下，進而較佳為 $600\ \text{MPa}$ 以上且 $900\ \text{MPa}$ 以下，進而更佳為 $650\ \text{MPa}$ 以上且 $880\ \text{MPa}$ 以下。

【0044】 蝕刻用化學強化玻璃 1a 的壓縮應力層（蝕刻前的壓縮

應力層) 的深度 DOLa 小於 15 μm ，較佳為 5 μm 以上且 14 μm 以下，更佳為 6 μm 以上且 13.5 μm 以下，進而較佳為 8 μm 以上且 13 μm 以下。

【0045】 藉由將蝕刻前的蝕刻用化學強化玻璃 1a 的應力特性設為所述範圍內，可將蝕刻後的最大壓縮應力 CSb 與壓縮應力深度 DOLb 維持得高。

【0046】 此外，與本發明中的最大壓縮應力及壓縮應力層的深度等應力相關的數值例如能夠藉由折原製作所製造的 FSM-6000 或 SLP-1000 等測定裝置而測定。

【0047】 蝕刻用化學強化玻璃 1a 是藉由將化學強化用玻璃成形及加工成所述形狀之後進行離子交換處理而獲得。

【0048】 化學強化用玻璃例如是將藉由溢流下拉 (over flow down draw) 法、流孔下拉 (slot down draw) 法、浮式 (float) 法、再拉 (redraw) 法等成形方法獲得的板狀或者片狀的母玻璃切斷成小片玻璃，並進行加工而獲得。為了獲得平滑的表面，作為成形方法較佳為使用溢流下拉法。對所切出的小片玻璃實施形成凹槽的加工，以形成薄壁部 11a。凹槽是藉由蝕刻或者研削等加工而形成。

【0049】 化學強化用玻璃的端面較佳為藉由研磨、熱處理、蝕刻等被實施用於倒角或強度提高的處理。化學強化用玻璃的主表面可進行研磨處理，但例如於藉由溢流下拉法預先平滑地成形主表面的情況下，或者於厚度均勻且精度良好地成形的情況下，亦可

不對主表面實施研磨處理，而製成非研磨面。於藉由溢流下拉法成形、未進行研磨的情況下，化學強化用玻璃的主表面成為鍛造面。對化學強化用玻璃可進一步藉由蝕刻進行減少厚度的減薄處理。此外，於本發明中，所謂主表面，是指板狀或者片狀的玻璃表面整體中除了端面以外的表背的面。

【0050】 作為化學強化用玻璃，只要含有能夠離子交換的成分，則能夠採用任意組成的玻璃。化學強化用玻璃例如為鹼性鋁矽酸鹽玻璃，例如作為玻璃組成，以質量%計含有 50%~80%的 SiO_2 、5%~25%的 Al_2O_3 、0%~15%的 B_2O_3 、5%~20%的 Na_2O 、0%~10%的 K_2O 。於該組成的情況下，亦可設為實質上不含有 Li_2O 。於本發明中，所謂實質上不含有，是指其含量以質量%計小於 0.1%。

【0051】 作為另一玻璃組成的例子，化學強化用玻璃亦可作為玻璃組成，以質量%計含有 40%~70%的 SiO_2 、10%~30%的 Al_2O_3 、0%~3%的 B_2O_3 、5%~25%的 Na_2O 、0%~5.5%的 K_2O 、0.1%~10%的 Li_2O 、0%~5.5%的 MgO 、2%~10%的 P_2O_5 。

【0052】 Na_2O 為離子交換成分，且為使高溫黏度降低並提高熔融性或成形性的成分。另外， Na_2O 亦為改善耐失透性、成形體耐火物、特別是與氧化鋁耐火物的反應失透性的成分。若 Na_2O 的含量過少，則熔融性降低、或熱膨脹係數過度降低、或離子交換速度容易降低。因此， Na_2O 的適宜的下限範圍以質量%計為 5%以上、7%以上、8%以上、8.5%以上、9%以上、9.5%以上、10%以上、

11%以上、12%以上，特別是 12.5%以上。另一方面，若 Na_2O 的含量過多，則分相發生黏度容易降低。另外，耐酸性降低、或缺乏玻璃組成的成分平衡，反而存在耐失透性降低的情況。因此， Na_2O 的適宜的上限範圍為 25%以下、22%以下、20%以下、19.5%以下、19%以下、18%以下、17%以下、16.5%以下、16%以下、15.5%以下，特別是 15%以下。

【0053】 K_2O 為使高溫黏度降低並提高熔融性或成形性的成分。亦為進一步改善耐失透性、或提高維氏硬度的成分。但是，若 K_2O 的含量過多，則分相發生黏度容易降低。另外，耐酸性降低、或缺乏玻璃組成的成分平衡，反而存在耐失透性降低的傾向。因此， K_2O 的適宜的下限範圍以質量%計為 0%以上、0.01%以上、0.02%以上、0.1%以上、0.5%以上、1%以上、1.5%以上、2%以上、2.5%以上、3%以上，特別是 3.5%以上，適宜的上限範圍為 10%以下、5.5%以下、5%以下，特別是小於 4.5%。

【0054】 Li_2O 為離子交換成分，而且為使高溫黏度降低並提高熔融性或成形性的成分。進而為提高楊氏模量的成分。另外， Li_2O 亦為於離子交換處理時溶出且使離子交換溶液劣化的成分。因此， Li_2O 亦可如上所述作為玻璃組成設為實質上不含有的態樣，但於含有的情況下， Li_2O 的適宜的下限範圍以質量%計為 0.1%以上、0.5%以上、1.0%以上、1.5%以上、2.0%以上，特別是 2.5%以上，適宜的上限範圍為 10%以下、8%以下、5%以下、4.5%以下、4.0%以下，特別是小於 3.5%。

【0055】 以所述方式獲得的化學強化用玻璃進行離子交換處理。具體而言，化學強化用玻璃是浸漬於離子交換處理用的熔融鹽中來進行處理。

【0056】 熔融鹽是包含能夠與化學強化用玻璃中的成分進行離子交換的成分的鹽，典型的是鹼硝酸鹽。作為鹼硝酸鹽，可列舉 NaNO_3 、 KNO_3 、 LiNO_3 等，可將它們單獨或者多種加以混合來使用。鹼硝酸鹽的混合比率可任意地決定，例如以質量%計可設為 5%~95% 的 NaNO_3 、5%~95% 的 KNO_3 ，較佳為 30%~80% 的 NaNO_3 、20%~70% 的 KNO_3 ，更佳為 50%~70% 的 NaNO_3 、30%~50% 的 KNO_3 。

【0057】 離子交換處理中的熔融鹽的溫度及浸漬時間等條件可於獲得所述應力特性的範圍內根據組成等進行設定，熔融鹽的溫度例如為 350°C~500°C，較佳為 360°C~470°C、360°C~450°C、360°C~430°C、360°C~410°C。另外，浸漬時間例如為 3 分鐘~300 分鐘，較佳為 5 分鐘~120 分鐘，更佳為 7 分鐘~100 分鐘。

【0058】 此外，蝕刻用化學強化玻璃 1a 的形狀、尺寸、特性可於不損害上文所述的本發明的特徵的範圍內，考慮作為目標的強化玻璃 1b 的形狀、尺寸、特性及蝕刻的影響以反算的方式決定。例如，蝕刻用化學強化玻璃 1a 的尺寸形狀亦可設計為具有與蝕刻處理中的蝕刻量相當的量的、較強化玻璃 1b 稍大的厚度或尺寸。另外，考慮到由蝕刻導致的厚度的減少，亦可調整離子交換條件等，以使其成為較強化玻璃 1b 稍大的 CSa 及 DOLa。

【0059】 藉由所述離子交換處理獲得的蝕刻用化學強化玻璃 1a 於被清洗及乾燥之後，進行蝕刻處理。

【0060】 此外，蝕刻用化學強化玻璃 1a 亦可於離子交換處理後、蝕刻前進一步進行研磨處理。於蝕刻用化學強化玻璃 1a 的尺寸、形狀、面狀態因離子交換處理而發生了變動的情況下，可藉由實施研磨處理來對它們進行修正。另一方面，亦考慮到不需要的微裂紋因研磨處理而增加的情況，因此如上所述，於化學強化用玻璃為藉由溢流下拉法等成形的未研磨品、離子交換處理後的蝕刻用化學強化玻璃 1a 的主表面亦為平滑的非研磨面（鍛造面）的情況下，較佳為不實施研磨處理而進行蝕刻。

【0061】 於本實施方式中，藉由濕式蝕刻來對所述蝕刻用化學強化玻璃 1a 進行蝕刻。具體而言，將蝕刻用化學強化玻璃 1a 整體浸漬於液狀的蝕刻媒介中，對蝕刻用化學強化玻璃 1a 的整個表面進行蝕刻。根據此種處理，可均勻地對整個玻璃進行蝕刻，因此可抑制由蝕刻處理引起的厚度的不均的產生。

【0062】 作為蝕刻媒介，能夠使用能夠對玻璃進行蝕刻的酸性或者鹼性的水溶液。

【0063】 作為酸性的蝕刻媒介，例如可使用包含 HF 的酸性水溶液。於使用了包含 HF 的水溶液的情況下，針對玻璃的蝕刻速率高，且能夠以高的生產率生產強化玻璃 1a。

【0064】 包含 HF 的水溶液例如為僅含有 HF，或者將 HF 與 HCl、HF 與 HNO₃、H₂SO₄、HF 與 NH₄F 分別組合含有的水溶液。HF、

HCl、HNO₃、H₂SO₄、NH₄F 各自的化合物的濃度較佳為 0.1 mol/L ~ 30 mol/L。於使用了包含 HF 的水溶液的蝕刻中，包含玻璃成分的氟化物作為副產物生成，可能成為蝕刻速率的降低或缺陷的主要原因，但如上所述，藉由製成與 HCl、HNO₃ 或者 H₂SO₄ 等其他酸的混酸，可將該副產物分解而抑制生產率的降低。於使用酸性水溶液來進行蝕刻的情況下，酸性水溶液的溫度例如較佳為 10°C ~ 30°C，浸漬蝕刻用化學強化玻璃 1a 的時間例如較佳為 0.1 分鐘 ~ 60 分鐘。

【0065】 作為鹼性的蝕刻媒介，可使用含有 NaOH 或者 KOH 的鹼水溶液。鹼水溶液與所述包含 HF 的蝕刻媒介相比，針對玻璃的蝕刻速率比較小，因此具有容易精密地對蝕刻量進行控制的優點。特別是適宜於如本發明般需要以數 μm 為單位對玻璃的厚度或 DOLb 等進行控制的情況下。

【0066】 於包含 NaOH 或者 KOH 的水溶液中，鹼成分的濃度較佳為 1 mol/L ~ 20 mol/L。於使用鹼水溶液來進行蝕刻的情況下，鹼水溶液的溫度例如較佳為 10°C ~ 130°C，浸漬蝕刻用化學強化玻璃 1a 的時間例如較佳為 0.5 分鐘 ~ 120 分鐘。此外，於提高蝕刻速率來提高生產率的情況下，較佳為將鹼水溶液的溫度加溫至 80°C 以上。相反，於想要以更高的精度對蝕刻量進行控制的情況下，較佳為將鹼水溶液的溫度限制於 70°C 以下。另外，於更重視蝕刻速率的大小的情況下，較佳為使用 NaOH 的水溶液。

【0067】 使用上文所述的蝕刻媒介，以蝕刻用化學強化玻璃 1a

的其中一個表面上的蝕刻量 Δt （由蝕刻導致的厚度的減量）成為 $0.25\ \mu\text{m}$ 以上且 $3\ \mu\text{m}$ 以下的方式進行蝕刻。蝕刻用化學強化玻璃 1a 的蝕刻量 Δt 較佳為 $0.4\ \mu\text{m}$ 以上且 $2.7\ \mu\text{m}$ 以下，更佳為 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上且 $2.6\ \mu\text{m}$ 以下，進而較佳為 $0.6\ \mu\text{m}$ 以上且 $2.5\ \mu\text{m}$ 以下，進而更佳為 $0.8\ \mu\text{m}$ 以上且 $2.3\ \mu\text{m}$ 以下。藉由將蝕刻減量設為此種範圍，可減小蝕刻前後的最大壓縮應力或壓縮應力深度的變動量，從而容易進行控制。

【0068】 於所述蝕刻之後，強化玻璃 1b 被清洗及乾燥，並貼附保護膜來進行保護。為了於保護膜的剝離後無糊劑殘餘等而獲得高的表面清潔度，較佳為使用自黏著型的保護膜或者包括微黏著性的黏著劑的保護膜。

【0069】 <強化玻璃>

以所述方式獲得的本發明第一實施方式的強化玻璃 1b 具有以下的特徵。

【0070】 強化玻璃 1b 於表面上包括壓縮應力層。強化玻璃 1b 的壓縮應力層（蝕刻後的壓縮應力層）的最大壓縮應力 CSb 為 $950\ \text{MPa}$ 以下，較佳為 $500\ \text{MPa}$ 以上且 $900\ \text{MPa}$ 以下，更佳為 $520\ \text{MPa}$ 以上且 $850\ \text{MPa}$ 以下，進而較佳為 $530\ \text{MPa}$ 以上且 $800\ \text{MPa}$ 以下、 $550\ \text{MPa}$ 以上且 $700\ \text{MPa}$ 以下。

【0071】 強化玻璃 1b 的壓縮應力層（蝕刻後的壓縮應力層）的深度 $DOLb$ 小於 $14.75\ \mu\text{m}$ ，較佳為 $4\ \mu\text{m}$ 以上且小於 $14\ \mu\text{m}$ ，更佳為 $5\ \mu\text{m}$ 以上且 $13\ \mu\text{m}$ 以下、 $7\ \mu\text{m}$ 以上且 $12.5\ \mu\text{m}$ 以下。

【0072】 此外，蝕刻後的壓縮應力層的深度 $DOLb$ 的理論值亦可基於蝕刻前的壓縮應力層的深度 $DOLa$ 及蝕刻量 Δt ，由下式（1）求出。

$$DOLb = DOLa - \Delta t \quad (1)$$

【0073】 強化玻璃 1b 的至少一部分包括能夠彎曲的薄壁部 11b。薄壁部 11b 的表面藉由蝕刻面構成。於本實施方式中，強化玻璃 1b 的整個表面、即包含薄壁部 11b 的表背的兩主表面及端面全部藉由蝕刻面構成。如上所述，強化玻璃 1b 藉由整個表面被蝕刻，遍及整個表面而缺陷減少，從而具有高的強度。

【0074】 強化玻璃 1b 更包括厚度較薄壁部 11b 相對大的厚壁部 12b。強化玻璃 1b 包括多個厚壁部 12b。於本實施方式中，厚壁部 12b 的表面亦藉由蝕刻面構成。

【0075】 薄壁部 11b 設置成將兩個厚壁部 12b 劃分開且相互連結。換言之，薄壁部 11b 自強化玻璃 1b 的其中一端至另一端呈帶狀延伸。更詳細而言，薄壁部 11b 以自其中一個長邊的中央部至另一個長邊的中央部橫穿強化玻璃 1b 的主表面的方式與短邊平行地設置。

【0076】 兩個厚壁部 12b 較佳為以薄壁部 11b 為基準成為彼此線對稱的形狀。根據此種結構，能夠以兩個厚壁部 12b 重疊的方式將強化玻璃 1b 彎折，適宜於可折疊設備等的用途。

【0077】 薄壁部 11b 的厚度 t_{1b} 為 $149.5\ \mu\text{m}$ 以下，較佳為 $20\ \mu\text{m}$ 以上且 $149\ \mu\text{m}$ 以下，更佳為 $20\ \mu\text{m}$ 以上且 $120\ \mu\text{m}$ 以下，進而較佳為 $25\ \mu\text{m}$ 以上且 $100\ \mu\text{m}$ 以下，進而更佳為 $28\ \mu\text{m}$ 以上且 $69.5\ \mu\text{m}$ 以下。此外，薄壁部 11b 的厚度較佳為固定，但於厚度不固定的情況下，可求出薄壁部 11b 中的最薄的部位的厚度作為 t_{1b} 。

【0078】 此外，蝕刻後的薄壁部 11b 的厚度 t_{1b} 的理論值亦可基於蝕刻前的薄壁部 11a 的厚度 t_{1a} 及蝕刻量 Δt ，由下式(2)求出。

$$t_{1b}=t_{1a}-2\times\Delta t \quad (2)$$

【0079】 薄壁部 11b 的寬度 W 例如為 $3\ \text{mm}$ 以上且 $50\ \text{mm}$ 以下，較佳為 $5\ \text{mm}$ 以上且 $30\ \text{mm}$ 以下。薄壁部 11b 的寬度較佳為固定。藉由將寬度 W 設為此種範圍內，可充分地確保彎折所需的可動區域。

【0080】 厚壁部 12b 的厚度 t_{2b} 例如為 $150\ \mu\text{m}$ 以上且 $300\ \mu\text{m}$ 以下，較佳為 $160\ \mu\text{m}$ 以上且 $270\ \mu\text{m}$ 以下，更佳為 $170\ \mu\text{m}$ 以上且 $250\ \mu\text{m}$ 以下。厚壁部 12b 的厚度 t_{2b} 較佳為固定。藉由將厚壁部 12b 的厚度 t_{2b} 設為此種範圍內，可適度地抑制厚壁部 12b 的變形性，並提高設備的組裝製造時的處理性。

【0081】 此外，蝕刻後的厚壁部 12b 的厚度 t_{2b} 的理論值亦可基於蝕刻前的厚壁部 12a 的厚度 t_{2a} 及蝕刻量 Δt ，由下式(3)求出。

$$t_{2b}=t_{2a}-2\times\Delta t \quad (3)$$

【0082】 強化玻璃 1b 的俯視時尺寸與蝕刻前的蝕刻用化學強化玻璃 1a 為相同程度，長邊的長度例如為 50 mm 以上且 500 mm 以下，較佳為 60 mm 以上且 450 mm 以下，更佳為 65 mm 以上且 400 mm 以下，進而較佳為 70 mm 以上且 300 mm 以下、75 mm 以上且 200 mm 以下、80 mm 以上且 160 mm 以下。短邊的長度例如為 40 mm 以上且 400 mm 以下，較佳為 45 mm 以上且 350 mm 以下，更佳為 50 mm 以上且 300 mm 以下，進而較佳為 55 mm 以上且 120 mm 以下、60 mm 以上且 80 mm 以下。

【0083】 於本實施方式中，薄壁部 11b 於強化玻璃 1b 的其中一個主表面側形成凹槽部，且包括另一個主表面側的剩餘部分。強化玻璃 1b 例如能夠向凹槽部側成為外側的方向（於圖 2 中為箭頭 R 方向）彎折。藉由設為能夠向此種方向彎折，可將無凹槽部的平坦面設為可折疊設備的觸摸面，從而可於可折疊設備的折疊時保護觸摸面。

【0084】 根據所述所示的強化玻璃 1b 以及其製造方法，藉由適宜地對其應力特性及厚度尺寸進行控制，並進而藉由蝕刻使表面缺陷減少，能夠兼具高的彎曲性能、彎曲強度及破損時的粉碎抑制。

【0085】 此外，於所述第一實施方式中，薄壁部 11a 包括於強化玻璃 1a 的其中一個主表面側形成有凹槽部而成的另一個主表面側

的剩餘部分。薄壁部 11a 亦可藉由以強化玻璃 1a 的剖面中央部分殘留的方式於兩主表面上形成凹槽來構成。根據此種結構，即便向表側及背側的任一側彎折亦可難以破損。

【0086】（第二實施方式）

於所述第一實施方式中，例示了強化玻璃 1b 包括薄壁部 11b 及厚壁部 12b 的情況，但強化玻璃亦可整體包括薄壁部。此外，關於以下所示的第二實施方式中未特別記載的結構、處理，設為可應用與第一實施方式同樣的結構、處理，並省略詳細的說明。

【0087】 圖 3 是本發明第二實施方式的強化玻璃 2b 的剖面概略圖。強化玻璃 2b 的俯視時形狀及尺寸與第一實施方式的強化玻璃 1b 的俯視時尺寸（圖 1）相同。圖 3 是表示沿著強化玻璃 2b 的長邊的剖面的圖。此外，於圖 3 中亦與圖 2 同樣地，藉由用括號標註對應的部位的符號，於同一圖式上示出蝕刻前後的玻璃的概略形狀。

【0088】 如圖 3 所示，第二實施方式的蝕刻後的強化玻璃 2b 整體包括薄壁部 21b，且具有實質上均勻的厚度。於本發明中，所謂具有實質上均勻的厚度，是指玻璃的厚度的偏差為 $\pm 10\%$ 以下。強化玻璃 2b 的厚度與所述第一實施方式的蝕刻後的薄壁部 11b 的厚度 t_{1b} 相同。強化玻璃 2b 的應力特性（壓縮應力（Compressive Stress，CS）、層的深度（Depth of Layer，DOL）等）能夠以與第一實施方式的強化玻璃 1b 同樣的方式構成。

【0089】 第二實施方式的強化玻璃 2b 是藉由對蝕刻用化學強化

玻璃 2a 實施蝕刻處理而獲得。

【0090】 首先，準備蝕刻用化學強化玻璃 2a。強化玻璃 2a 整體包括薄壁部 21a，且具有實質上均勻的厚度。蝕刻用化學強化玻璃 2a 的厚度與所述第一實施方式的蝕刻前的薄壁部 11a 的厚度 t_{1a} 相同。蝕刻用化學強化玻璃 2a 的應力特性（CS、DOL 等）能夠以與第一實施方式的蝕刻用化學強化玻璃 1a 同樣的方式構成。

【0091】 蝕刻用化學強化玻璃 2a 是藉由對具有同樣的尺寸形狀的化學強化用玻璃實施與第一實施方式相同的離子交換處理而獲得。

【0092】 蝕刻用化學強化玻璃 2a 的蝕刻條件可設為與第一實施方式相同。

【0093】 根據第二實施方式的強化玻璃 2b，整個面包括薄壁部 21b，因此可於任意的部位彎曲，從而可提高設備設計的自由度。另外，不需要形成凹槽，可獲得兼顧高的生產率、高的彎曲性與強度的強化玻璃。

（變形例）

【0094】 於所述各實施方式中，例示了對強化玻璃的整個表面實施蝕刻處理，整個表面藉由蝕刻面構成的情況，但亦可僅對強化玻璃的薄壁部進行蝕刻處理。即，亦可僅薄壁部的表面藉由蝕刻面構成，其他區域的表面藉由非蝕刻面構成。例如，藉由於預先利用樹脂等遮蔽了除薄壁部以外的狀態下進行蝕刻，可設為此種結構。根據此種結構，可抑制於成為主要的顯示面的區域中由蝕

刻導致的壓縮應力 CS 的降低。

【0095】 於本發明的強化玻璃中，就進一步抑制破損時的粉碎的觀點而言，壓縮應力層的最大壓縮應力 CSa 及最大壓縮應力 CSb 亦可限制得較上文所述的範圍更低。藉由抑制最大壓縮應力，可抑制內部拉伸應力，並進一步抑制破損時的粉碎。具體而言，最大壓縮應力 CSa 及最大壓縮應力 CSb 的上限可設為 500 MPa 以下，較佳為 400 MPa 以下，更佳為 300 MPa 以下，進而較佳為 200 MPa 以下、150 MPa 以下，下限可設為 50 MPa 以上、100 MPa 以上。

【0096】 於本發明的強化玻璃中，就進一步抑制破損時的粉碎的觀點而言，根據對強化玻璃的整個表面實施蝕刻處理之後的壓縮應力層的最大壓縮應力 CSb、壓縮應力層的深度 DOLb 及厚度 t1b 由下述的數學式（4）計算的內部拉伸應力的最大值 CTb 較佳為 120 MPa 以上且 450 MPa 以下，更佳為 150 MPa 以上，更佳為 200 MPa 以上。

$$CTb = CSb \times DOLb / (t1b - 2 \times DOLb) \quad (4)$$

若 CTb 過大，則於強化後殘留於玻璃內部的能量會變大，因此難以抑制破損時的粉碎。另一方面，若為了減小 CTb 而使 DOLb 或 CSb 過小，則難以獲得充分的兩點彎曲強度或者重覆彎曲強度作為可折疊設備等的用途。

【0097】 對本發明的強化玻璃，亦可視需要進行三維的彎曲加工。具體而言，藉由預先對化學強化用玻璃整體或者局部地實施三維的彎曲加工，可對經過離子交換處理及蝕刻處理之後的強化玻璃賦予三維的彎曲形狀。

【0098】 於所述各實施方式中例示了蝕刻前的蝕刻用化學強化玻璃被實施了一次離子交換處理的情況，但蝕刻用化學強化玻璃亦可被實施了兩次或者三次以上的離子交換處理。另外，亦可於離子交換的前後實施熱處理。藉由實施熱處理，可控制應力的緩和或壓縮應力層的深度。

【0099】 示出了浸漬於蝕刻液中的例子，但亦可藉由噴淋法式或噴霧法式使蝕刻液附著於玻璃表面、或僅於需要的部位塗佈蝕刻液並進行蝕刻。另外，不限於濕式蝕刻，亦可使用公知的乾式蝕刻方法來進行蝕刻。

【0100】 所述各實施方式的玻璃可經由黏接劑等與任意的板狀或者片狀的樹脂材料、或者金屬材料積層，並用作積層體。

[實施例]

【0101】 以下，基於實施例對本發明的強化玻璃的製造方法以及離子交換用混合物進行說明。此外，以下的實施例僅為例示，本發明不受以下的實施例任何限定。

【0102】 以如下方式製作了試樣。首先，準備作為玻璃組成，以質量%計包含 61.5%的 SiO_2 、18.0%的 Al_2O_3 、0.5%的 B_2O_3 、2.0%的 K_2O 、14.5%的 Na_2O 、0.1%的 Li_2O 、3.0%的 MgO 、0.4%的 SnO_2

的離子交換用玻璃。

【0103】 具體而言，以成為所述組成的方式調配玻璃原料，使用鉑罐於 1600°C 下熔融 21 小時。之後，使用溢流下拉法將所獲得的熔融玻璃自耐火物成形體流下成形，並成形及加工為表 1、表 2 所示的尺寸形狀而獲得強化用玻璃。

【0104】 表 1、表 2 中標記有厚壁部的厚度尺寸的玻璃與所述第一實施方式同樣地，是包括厚壁部與薄壁部的玻璃。對於包括厚壁部與薄壁部的玻璃，首先製作厚壁部的均勻厚度的板狀試樣之後，藉由蝕刻以帶寬 W 為 20 mm 且成為與圖 2 的形狀相同的方式形成薄壁部。此外，表 1、表 2 中標記為無厚壁部的玻璃與所述第二實施方式同樣地，是玻璃整體包括薄壁部的玻璃。此外，分別製作了後述的兩點彎曲試驗中使用的俯視時尺寸為 50 mm×150 mm 的試樣及筆滴試驗中使用的俯視時尺寸為 50 mm×50 mm 的試樣此兩種。

【0105】 繼而，將強化用玻璃浸漬於熔融鹽中，以成為表 1、表 2 所示的應力特性的方式於該表記載的條件下進行離子交換處理，獲得蝕刻用化學強化玻璃。繼而，於表 1、表 2 所示的條件下對蝕刻用化學強化玻璃進行蝕刻，獲得強化玻璃。

【0106】 表 1、表 2 中，No.1～No.9 是本發明的實施例，No.10、No.11 是比較例。

【0107】 表 1、表 2 中的最大壓縮應力（CSa、CSb）及壓縮應力的深度（DOLa、DOLb）為使用折原製作所公司製造的表面應力

計 FSM-6000LE 而測定的值。蝕刻量是根據前後的玻璃的厚度的差值求出。

【0108】 [表 1]

No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
蝕刻用 化學強 化玻璃 (蝕刻 前)	板厚 (μm)	薄壁部	50	50	70	50	50	50	35	35	35
		厚壁部	200	無	無	無	無	無	無	無	無
	離子交 換條件	溫度 ($^{\circ}\text{C}$)	390	390	410	390	390	390	390	390	390
		時間 (分 鐘)	65	50	30	60	45	20	25	45	15
	CSa (MPa)		690	700	800	690	720	1050	930	720	870
	DOLa (μm)		14	13	12.5	13	12.5	8	10	11	8
蝕刻條 件	媒介 (濃度)		HF (2.5 mol/L) +HCl (1 mol/L)			NaOH (18 mol/L)	KOH (13 mol/L)	HF (2.5 mol/L) +HCl (1 mol/L)			
	溫度 ($^{\circ}\text{C}$)		25	25	25	100	120	25	25	25	25
	時間 (分鐘)		0.5	0.4	0.5	10	7	0.5	0.5	0.5	0.5
蝕刻量	單面 Δt (μm)		2	1.5	2	1.5	1	1	2	1.5	1.5
	兩面 (μm)		4	3	4	3	2	2	4	3	3
強化玻 璃(蝕刻 後)	板厚 (μm)	薄壁部	46	47	66	47	48	48	31	32	32
		厚壁部	196	無	無	無	無	無	無	無	無
	CSb (MPa)		590	620	690	610	670	900	670	630	580
	DOLb (μm)		12	11.5	11	11.5	11.5	7	8	9.5	6
CTb (μm)		322	297	173	292	308	185	357	428	174	

【0109】 [表 2]

No.			10	11
蝕刻用化學強化玻璃（蝕刻前）	板厚（ μm ）	薄壁部	70	50
		厚壁部	200	無
	離子交換條件	溫度（ $^{\circ}\text{C}$ ）	390	390
		時間（分鐘）	100	90
	CSa（MPa）		560	510
DOLa（ μm ）		18	17.5	
蝕刻條件	媒介（濃度）		HF（2.5 mol/L） +HCl（1 mol/L）	
	溫度（ $^{\circ}\text{C}$ ）		25	25
	時間（分鐘）		0.5	0.4
蝕刻量	單面 Δt （ μm ）		2	1.5
	兩面（ μm ）		4	3
強化玻璃（蝕刻後）	板厚（ μm ）	薄壁部	66	47
		厚壁部	196	無
	CSb（MPa）		510	470
	DOLb（ μm ）		16	16
	CTb（ μm ）		240	501

【0110】 關於以所述方式獲得的各試樣，按照以下的要領進行兩點彎曲試驗、連續彎曲試驗及筆滴試驗，並對其強度進行了評價。

【0111】 於兩點彎曲試驗中，於環境溫度 25°C 、濕度 50% 的條件下，以將應力逐漸增加的方式賦予應力且使玻璃試樣於長邊中央部彎曲變形，測定玻璃試樣破壞的時間點的應力作為破壞應力。關於具有厚壁部的玻璃，向圖 2 所示的 R 方向彎曲並進行了試驗。

【0112】 於連續彎曲試驗中，將玻璃試樣貼附於將中央部切除後的能夠彎折的板上，於環境溫度 25°C 、濕度 50% 的條件下，以最終半徑成為 1.5 mm 的方式使玻璃試樣於長邊中央部的薄壁部彎曲變形後使其恢復平坦狀態，將此彎曲動作連續重覆進行 200,000 次，期間確認玻璃試樣是否破壞。表中，若於連續彎曲試驗後於彎曲部未觀察到破損，則表示○，於確認到破損的情況下表示×。

【0113】 將兩點彎曲試驗及連續彎曲試驗結果示於圖 4、表 3 及表 4 中。圖 4 以箱形圖示出了兩點彎曲試驗結果，表 3 及表 4 是其讀取值。圖 4、表 3 及表 4 提取因面內起點的裂紋而破壞的 30 片的評價結果，並示出了其分佈。

【0114】 [表 3]

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
兩點彎曲 破壞應力 (MPa)	最大值	2790	2910	3300	2950	3125	2330	5630	6060	4840
	第三四分位	2150	2470	2770	2310	2430	2050	5130	5350	4030
	中央值	1730	2060	2200	1870	2020	1980	4910	4675	3770
	第一四分位	1550	1680	1910	1630	1820	1910	4490	3655	2970
	最小值	1210	1350	1540	1320	1360	1730	3670	2050	1875
連續彎曲試驗	-	○	-	○	○	○	○	○	○	

【0115】 [表 4]

No.	10	11	
兩點彎曲破壞應力 (MPa)	最大值	2350	2320
	第三四分位	1810	1780
	中央值	1510	1430
	第一四分位	1120	1070
	最小值	810	770
連續彎曲試驗	×	×	

【0116】 於筆滴試驗中，將玻璃試樣無黏接地載置於 3 mm 厚的不鏽鋼 (stainless steel, SUS) 片上，使球直徑 0.5 mm、質量 12.5 g 的圓珠筆的筆尖垂直地落下至玻璃試樣中央並進行了試驗。逐漸增加圓珠筆的落下高度，直至玻璃試樣破壞為止，並對破壞的玻璃的碎片的個數進行計數。此外，微小碎片難以計數，因此計數的對象限定為最大外徑為 0.1 mm 以上的碎片。對各試樣以五片樣

品數進行試驗，算出其平均值。此外，關於具有厚壁部與薄壁部的玻璃試樣，以平坦面成為下方（凹槽部為上方）的方式載置，使筆尖落下至薄壁部並進行了試驗。

【0117】 將筆滴試驗的評價結果示於表 5 及表 6 中。

【0118】 [表 5]

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
蝕刻前個數 (pcs)	42	31	43	26	17	50	15	5	7
蝕刻後個數 (pcs)	12	13	14	9	10	25	8	3	4

【0119】 [表 6]

No.	10	11
蝕刻前個數 (pcs)	1000 以上	1000 以上
蝕刻後個數 (pcs)	1000 以上	1000 以上

【0120】 根據所述兩點彎曲試驗的結果，確認到實施例藉由將高的最大表面壓縮應力維持得較比較例高，具有較比較例高的彎曲強度。此外，作為可折疊用途的玻璃，表 3 及表 4 所示的第一四分位的值較佳為 1500 MPa 以上。

【0121】 根據所述筆滴試驗的結果，確認到與蝕刻前相比，蝕刻後破損時的玻璃的碎片數得到抑制，從而粉碎得到抑制。另外，確認到實施例藉由將壓縮應力層設定得比較淺來抑制內部拉伸應力，藉此與比較例相比破壞時的碎片數少，從而可抑制粉碎。

【0122】 所述實施例為一例，作為本發明的另一實施例，亦可使用作為玻璃組成，以質量%計包含 66.0%的 SiO_2 、14.0%的 Al_2O_3 、2.5%的 B_2O_3 、0.6%的 K_2O 、13.4%的 Na_2O 、0.1%的 Li_2O 、3.0%的 MgO 、0.4%的 SnO_2 的離子交換用玻璃。藉由使用此種組成的離子交換用玻璃，具有與所述實施例相同程度的強度同時可提高化學耐久性。

[產業上的可利用性]

【0123】 本發明的強化玻璃以及其製造方法例如能夠用於以下強化玻璃及其製造，所述強化玻璃用於智慧型手機、行動電話、平板電腦、個人電腦、數位相機、觸控面板顯示器、其他顯示器裝置的蓋玻璃、車載用顯示裝置、車載用顯示面板、特別是包括能夠彎折或捲繞的顯示器的設備、包括曲面顯示器的設備等。

【符號說明】

【0124】

1a、2a:蝕刻用化學強化玻璃（蝕刻前）

1b、2b:強化玻璃（蝕刻後）

11a、21a:薄壁部（蝕刻前）

11b、21b:薄壁部（蝕刻後）

12a:厚壁部（蝕刻前）

12b:厚壁部（蝕刻後）

t1a、t1b、t2a、t2b:厚度

R:箭頭（方向）

W:寬度

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種強化玻璃的製造方法，其包括對表面上具有壓縮應力層的板狀或者片狀的化學強化玻璃進行蝕刻的蝕刻步驟，且所述強化玻璃的製造方法中，包括：

作為所述蝕刻前的所述化學強化玻璃準備以下化學強化玻璃的步驟，所述化學強化玻璃至少一部分具有厚度 $t1a$ 的能夠彎曲的薄壁部，

所述厚度 $t1a$ 為 $70\ \mu\text{m}$ 以下，

所述蝕刻前的所述壓縮應力層的最大壓縮應力 CSa 為 $1100\ \text{MPa}$ 以下，

所述蝕刻前的所述壓縮應力層的深度 $DOLa$ 小於 $15\ \mu\text{m}$ ，且

在所述蝕刻步驟中，以含有濃度 $0.1\ \text{mol/L} \sim 30\ \text{mol/L}$ 的 HF 以及濃度 $0.1\ \text{mol/L} \sim 30\ \text{mol/L}$ 的 HCl 的蝕刻媒介在所述化學強化玻璃的表面接觸 0.1 分鐘 ~ 60 分鐘來進行蝕刻，

以所述蝕刻步驟中的所述化學強化玻璃的其中一個表面上的蝕刻量 Δt 成為 $0.25\ \mu\text{m}$ 以上且 $3\ \mu\text{m}$ 以下的方式對所述化學強化玻璃進行蝕刻。

【請求項2】 如請求項 1 所述的強化玻璃的製造方法，其中，

藉由所述蝕刻，將所述蝕刻後的所述薄壁部的厚度 $t1b$ 設為 $69.5\ \mu\text{m}$ 以下，

將所述蝕刻後的所述壓縮應力層的最大壓縮應力 CSb 設

為 400 MPa 以上且 950 MPa 以下，

將所述蝕刻後的所述壓縮應力層的深度 DOLb 設為 14.75 μm 以下。

【請求項3】 如請求項 1 或請求項 2 所述的強化玻璃的製造方法，其中，

所述蝕刻前的化學強化玻璃包括多個具有較所述薄壁部的厚度 t1a 大的厚度 t2a 的厚壁部，

所述厚度 t2a 超過 150 μm ，

所述薄壁部以將多個所述厚壁部連接的方式呈帶狀延伸。

【請求項4】 如請求項 1 或請求項 2 所述的強化玻璃的製造方法，其中，

所述蝕刻前的化學強化玻璃整體包括所述薄壁部，且具有實質上均勻的板厚。

【請求項5】 如請求項 1 或請求項 2 所述的強化玻璃的製造方法，其中，且使所述蝕刻媒介與所述化學強化玻璃的整個表面接觸來進行蝕刻。

【請求項6】 如請求項 5 所述的強化玻璃的製造方法，其中，

將所述化學強化玻璃於溫度 10°C~30°C 的所述蝕刻媒介中浸漬 0.1 分鐘~60 分鐘來進行蝕刻。

【請求項7】 如請求項 1 或請求項 2 所述的強化玻璃的製造方法，其中，所述蝕刻前的所述化學強化玻璃的主表面為非研磨面。

【請求項8】 如請求項 1 或請求項 2 所述的強化玻璃的製造方

法，其中，於將所述蝕刻後的所述薄壁部的厚度設為 t_{1b} 、將所述蝕刻後的所述壓縮應力層的最大壓縮應力設為 CS_b 、將所述蝕刻後的所述壓縮應力層的深度設為 DOL_b 的情況下，將由下式 (A) 求出的所述蝕刻後的所述化學強化玻璃的內部拉伸應力的最大值 CT_b 設為 150 MPa 以上且 450 MPa 以下：

$$CT_b = CS_b \times DOL_b / (t_{1b} - 2 \times DOL_b) \quad \cdots (A)。$$

【請求項9】 一種強化玻璃的製造方法，其包括對表面上具有壓縮應力層的板狀或者片狀的化學強化玻璃進行蝕刻的蝕刻步驟，且所述強化玻璃的製造方法中，

所述化學強化玻璃包括能夠彎曲的薄壁部，

於所述蝕刻步驟中，

以含有濃度 0.1 mol/L ~ 30 mol/L 的 HF 以及濃度 0.1 mol/L ~ 30 mol/L 的 HCl 的蝕刻媒介在所述化學強化玻璃的表面接觸 0.1 分鐘 ~ 60 分鐘來進行蝕刻，

將所述化學強化玻璃的其中一個表面上的蝕刻量 Δt 設為 0.25 μm 以上且 3 μm 以下，

藉由所述蝕刻，

將所述蝕刻後的所述薄壁部的厚度 t_{1b} 設為 69.5 μm 以下，

將所述蝕刻後的所述壓縮應力層的最大壓縮應力 CS_b 設

為 950 MPa 以下，

將所述蝕刻後的所述壓縮應力層的深度 DOLb 設為 14.75 μm 以下，

將所述蝕刻後由下述的式 (B) 計算的內部拉伸應力的最大值 CTb 設為 150 MPa 以上：

$$CTb=CSb \times DOLb / (t1b-2 \times DOLb) \quad (B)。$$

【請求項10】 一種強化玻璃，為表面上具有壓縮應力層的板狀或者片狀的強化玻璃，其中，

至少一部分具有厚度 t1b 的能夠彎曲的薄壁部，

所述厚度 t1b 為 69.5 μm 以下，

所述壓縮應力層的最大壓縮應力 CSb 為 950 MPa 以下，

所述壓縮應力層的深度 DOLb 為 14.75 μm 以下，

至少所述薄壁部的表面藉由蝕刻面構成，

將所述蝕刻後由下述的式 (C) 計算的內部拉伸應力的最大值 CTb 設為 150 MPa 以上：

$$CTb=CSb \times DOLb / (t1b-2 \times DOLb) \quad (C)。$$

【請求項11】 如請求項 10 所述的強化玻璃，其中，

整個表面藉由蝕刻面構成，

所述厚度 t_{1b} 為 $20\ \mu\text{m}$ 以上且 $69.5\ \mu\text{m}$ 以下，

所述壓縮應力層的最大壓縮應力 CS_b 為 $400\ \text{MPa}$ 以上且 $850\ \text{MPa}$ 以下，

所述壓縮應力層的深度 DOL_b 為 $3\ \mu\text{m}$ 以上且 $13\ \mu\text{m}$ 以下。

【請求項12】 如請求項 10 或請求項 11 所述的強化玻璃，包括多個具有較所述薄壁部的厚度 t_{1b} 大的厚度 t_{2b} 的厚壁部，

所述厚度 t_{2b} 為 $150\ \mu\text{m}$ 以上且 $300\ \mu\text{m}$ 以下，

所述薄壁部以將多個所述厚壁部連接的方式呈帶狀延伸。

【請求項13】 如請求項 12 所述的強化玻璃，其中，所述薄壁部的帶寬為 $3\ \text{mm}$ 以上。

【請求項14】 如請求項 10 或請求項 11 所述的強化玻璃，其中，整體包括所述薄壁部，且具有實質上均勻的板厚。

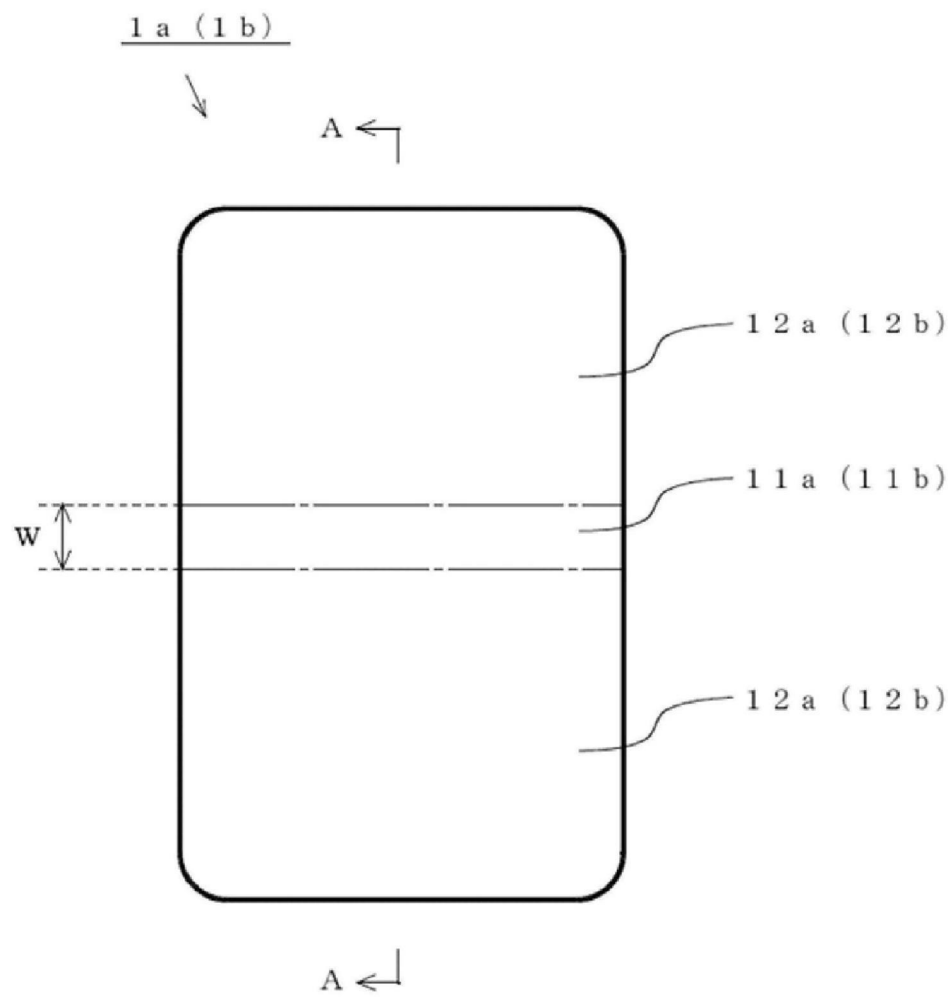
【請求項15】 如請求項 10 或請求項 11 所述的強化玻璃，其中，所述內部拉伸應力的最大值 CT_b 為 $150\ \text{MPa}$ 以上且 $450\ \text{MPa}$ 以下。

【請求項16】 如請求項 10 或請求項 11 所述的強化玻璃，其中，作為玻璃組成，以質量%計含有 $50\%\sim 80\%$ 的 SiO_2 、 $5\%\sim 25\%$ 的 Al_2O_3 、 $0\%\sim 15\%$ 的 B_2O_3 、 $1\%\sim 20\%$ 的 Na_2O 、 $0\%\sim 10\%$ 的 K_2O 。

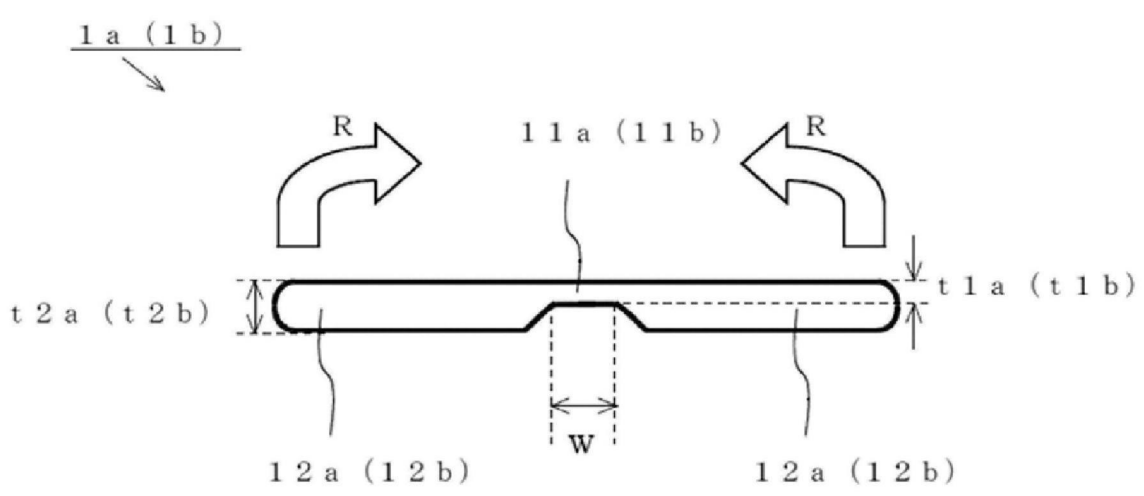
【請求項17】 如請求項 10 或請求項 11 所述的強化玻璃，其中，所述薄壁部的兩點彎曲強度為 $1500\ \text{MPa}$ 以上，

於以彎曲半徑成為 $1.5\ \text{mm}$ 的方式將所述薄壁部重覆彎曲 $200,000$ 次的連續彎曲試驗中不會破損。

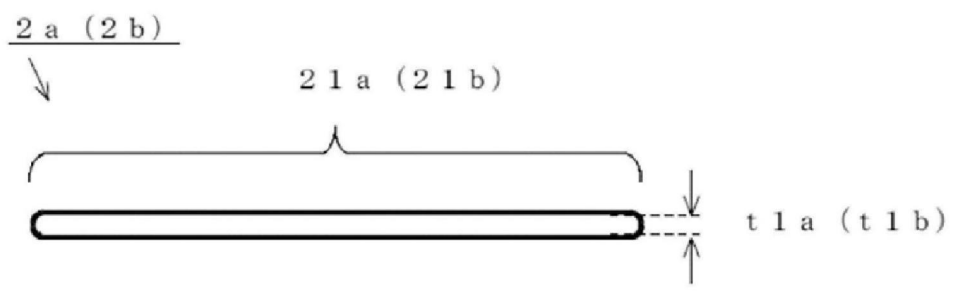
【發明圖式】



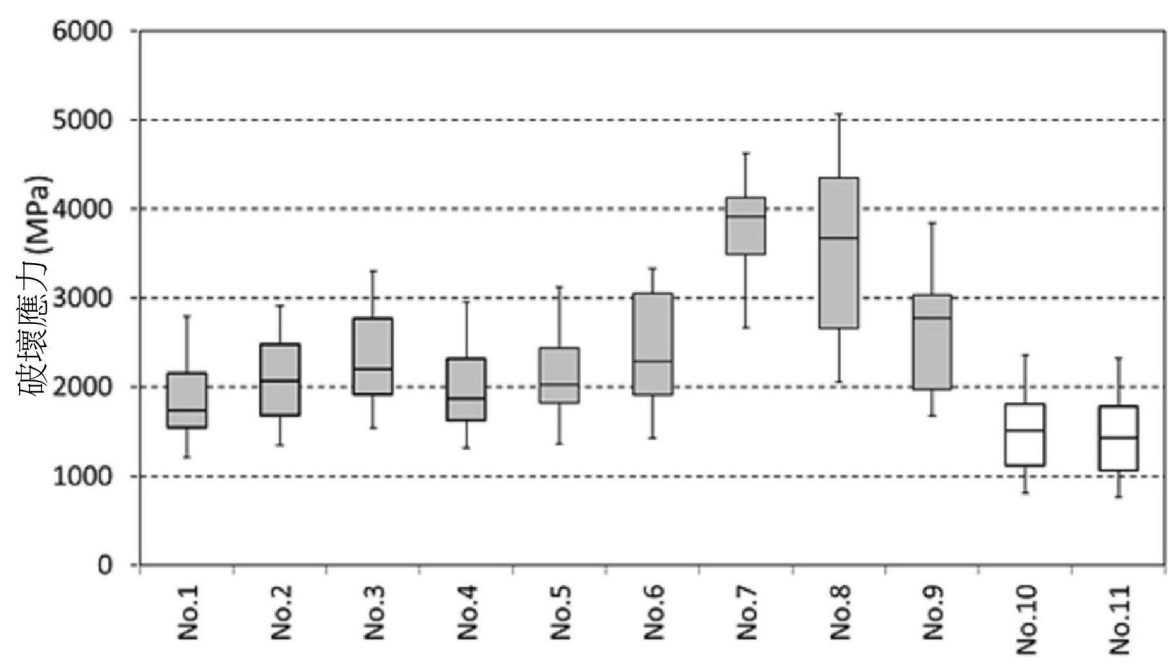
【圖1】



【圖2】



【圖3】



【圖4】