



(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 I751661 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：109129216

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 08 月 26 日

(51)Int. Cl. : C03C4/00 (2006.01)

C03C3/00 (2006.01)

(30)優先權：2019/09/03 日本

2019-160670

2019/11/07 日本

2019-202196

(71)申請人：日商興亞玻璃股份有限公司 (日本) KOA GLASS CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：出井大也 IDEI, HIRONARI (JP)；出井龍彦 IDEI, TATSUHIKO (JP)；越智昭彦 OCHI, AKIHIKO (JP)；田中修平 TANAKA, SHUHEI (JP)

(74)代理人：吳冠賜；蘇建太

(56)參考文獻：

TW 201736299A

TW 201808850A

CN 101279818A

CN 110156321A

JP 2009-234856A

審查人員：林春佳

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：9 共 48 頁

(54)名稱

無機組合物和無機組合物的製造方法

(57)摘要

本發明提供一種無機組合物等，是含有選自玻璃或非玻璃系陶瓷中的至少一種的無機組合物，其機械強度和韌性等優異，生產率也優異。所述無機組合物等含有玻璃或非玻璃系陶瓷中的至少 1 種作為成分，通過基於 JIS R 1601 的 4 點彎曲試驗法測定的彎曲強度為 300MPa 以上的值，並且利用波長為 180~250nm 的範圍內的值的光激發時的通過基於 JIS K 0120 的螢光光度分析法測定的波長 260~600nm 處的螢光強度為 3000RFU 以下的值，是通過在具備光子照射裝置的加熱爐的規定場所配置該無機組合物，將該無機組合物加熱到 150~1000℃ 且對該無機組合物照射光子而製造的。

A present invention aims to provide an inorganic composition containing at least one selected from glass or non-glass ceramic, which is excellent in mechanical strength, toughness and the like, and also excellent in productivity. A present invention provides an inorganic composition and a producing method therefor, which contains at least one selected from glass or non-glass ceramic as a component, wherein the bending strength is 300 MPa or more measured by a four-point bending test based on JIS R 1601, the fluorescence intensity at a wavelength of 260 to 600 nm is a value of 3000 RFU or less measured by a fluorescence photon analysis based on JIS K 0120 when excited by light having a wavelength of 180 to 250 nm, and wherein the inorganic composition is produced by heating at 150 to 1000℃ with a heating furnace equipped with a photon irradiation device, and irradiating the inorganic composition with photons.

指定代表圖：

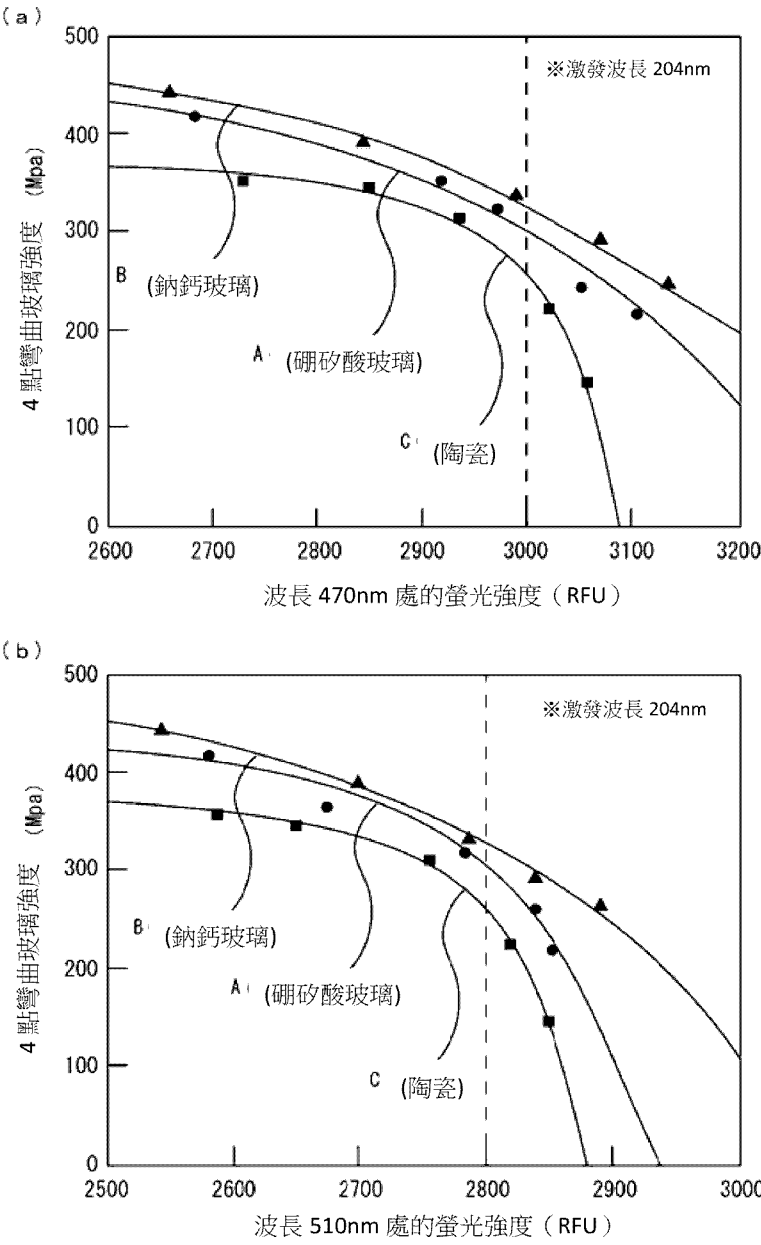


圖 1



公告本

I751661

【發明摘要】

【中文發明名稱】無機組合物和無機組合物的製造方法

【英文發明名稱】INORGANIC COMPOSITION AND ITS PRODUCING METHOD

【中文】

本發明提供一種無機組合物等，是含有選自玻璃或非玻璃系陶瓷中的至少一種的無機組合物，其機械強度和韌性等優異，生產率也優異。所述無機組合物等含有玻璃或非玻璃系陶瓷中的至少1種作為成分，通過基於JIS R 1601的4點彎曲試驗法測定的彎曲強度為300MPa以上的值，並且利用波長為180~250nm的範圍內的值的光激發時的通過基於JIS K 0120的螢光光度分析法測定的波長260~600nm處的螢光強度為3000RFU以下的值，是通過在具備光子照射裝置的加熱爐的規定場所配置該無機組合物，將該無機組合物加熱到150~1000℃且對該無機組合物照射光子而製造的。

【英文】

A present invention aims to provide an inorganic composition containing at least one selected from glass or non-glass ceramic, which is excellent in mechanical strength, toughness and the like, and also excellent in productivity. A present invention provides an inorganic composition and a producing method therefor, which contains at least one selected from glass or non-glass ceramic as a component, wherein the bending strength is 300 MPa or more measured by a four-point bending test based on JIS R 1601, the fluorescence intensity at a wavelength of 260 to 600 nm is a value of 3000 RFU or less

measured by a fluorescence photon analysis based on JIS K 0120 when excited by light having a wavelength of 180 to 250 nm, and wherein the inorganic composition is produced by heating at 150 to 1000°C with a heating furnace equipped with a photon irradiation device, and irradiating the inorganic composition with photons.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】 無

【發明說明書】

【中文發明名稱】無機組合物和無機組合物的製造方法

【英文發明名稱】INORGANIC COMPOSITION AND ITS PRODUCING METHOD

【技術領域】

【0001】 本發明涉及無機組合物和無機組合物的製造方法。

特別是涉及機械強度、韌性等優異的無機組合物（也包含完全玻璃化而成的玻璃、部分玻璃化而成的玻璃組合物或其以外的非玻璃系陶瓷。以下相同）和容易且穩定地得到這樣的無機組合物的無機組合物的製造方法。

【先前技術】

【0002】 以往，二氧化矽玻璃是作為無機組合物含有接近100%的二氧化矽的在半導體領域、光通信領域等中常用的高品質的玻璃組合物。

另一方面，鈉鈣玻璃是含有70%左右的二氧化矽，並含有堿作為剩餘部分的主成分的玻璃組合物，廉價且透明性、機械強度優異，因此，作為平板玻璃、玻璃容器用的玻璃組合物最常用。

另外，硼矽酸玻璃是含有80%左右的二氧化矽，並含有氧化硼作為剩餘部分的主成分的玻璃組合物，作為耐熱玻璃、硬質玻璃被公知，常用作物理化學器具、廚房用品用的玻璃。

作為這些玻璃，要求如下的製品：進一步提高了機械強度、韌性等，並且提高了彎折性，同時能夠通過非破壞的簡單的方法來檢查物性等，能夠抑制製造成本。

【0003】 例如，作為能夠彎折的玻璃組合物，公開了在規定的熔融硝酸鉀鹽中浸漬而成的鈉鈣玻璃（例如，參照專利文獻1）。

更具體而言，公開了厚度（t）為0.2mm以下且表面壓縮應力大於700MPa的鈉鈣玻璃。

【0004】 另外，公開了在表面塗布有規定材料且經化學強化的薄型柔性玻璃（例如，參照專利文獻2）。

更具體而言，公開了進行化學強化且為了形成包含規定的氧化物層和/或氧化矽層的層而進行塗布而成的鈉鈣玻璃、硼矽酸玻璃。

【0005】 另一方面，公開了關於以改善光纖的傳輸損失等為目的的具有規定特性的二氧化矽玻璃的技術（例如，參照專利文獻3）。

更具體而言是二氧化矽濃度為99.7%以上、設想溫度為1000℃以上、瑞利散射係數為0065dB/Km以下且通過正電子湮沒壽命法測定的空隙半徑為0.24nm以下的二氧化矽玻璃。

另外，作為該二氧化矽玻璃的處理條件，公開了在1200℃以上且2000℃以下的溫度、30MPa以上的壓力進行保持後，以規定條件進行冷卻。

現有技術文獻

專利文獻

【0006】 專利文獻1：日本特開2018-188335公報（申請專利範圍等）

專利文獻2：日本特表2017-529305號公報（申請專利範圍等）

專利文獻3：日本專利第6372011號公報（申請專利範圍等）

【發明內容】

【0007】 然而，在來自專利文獻1中公開的鈉鈣玻璃的玻璃板的情況下，為了提高彎折性，需要使規定厚度以下的玻璃板浸漬於規定的熔融硝酸鉀鹽的處理。

因此，不僅需要規定的繁雜的液體處理、清洗處理等，而且難以應用於包含玻璃容器等的各種形狀的玻璃成型品。

而且，能夠應用的玻璃的厚度為0.2mm以下，還存在難以應對較厚的玻璃以及大面積的玻璃的問題。

【0008】 另外，在專利文獻2中公開的薄型柔性玻璃的情況下，需要進行規定的化學強化和塗布，難以應用於各種形狀的玻璃成型品。

另外，能夠應用的玻璃的厚度為300 μ m以下，存在難以應對大面積的玻璃的問題。

【0009】 而且，專利文獻3中公開的具有規定特性的二氧化矽玻璃以改善二氧化矽玻璃的光學特性為目的，並未著眼於二氧化矽玻璃以外的鈉鈣玻璃、硼矽酸玻璃等一般的玻璃的強度、韌性。

另外，雖然通過利用正電子湮沒壽命法的空隙半徑的測定，能夠以非破壞的方法來檢查二氧化矽玻璃是否具有期望的物性，但存在在製造上需要1200°C以上且30MPa以上的高溫高壓處理的問題。

【0010】 因此，本發明的發明人等對現有問題進行了深入考慮，結果發現通過含有選自玻璃或其以外的陶瓷（非玻璃系陶瓷）中的至少一種，並且使通過基於JIS R 1601的4點彎曲試驗法測定的彎曲強度以及利用波長為180~250nm的範圍內的值的光進行激發時的通過基於JIS K 0120的螢光光度分析法測定的規定範圍的波長處的螢光強度為規定值以下，從而在製造上、在低溫且常壓條件下

可得到機械強度、韌性等優異且能夠通過非破壞的方法檢查物性並且生產率優異的無機組合物，以至完成了本發明。

即，本發明的目的在於提供機械強度和韌性等優異且生產率高的無機組合物和能夠迅速且簡單地製造這樣的無機組合物的製造方法。

【0011】 本發明的無機組合物的特徵在於，含有選自玻璃或非玻璃系陶瓷中的至少一種作為配合成分，並且使該無機組合物的通過基於JIS R 1601的4點彎曲試驗法測定的彎曲強度為300MPa以下的值，且使利用波長為180~250nm的範圍內的值的光進行激發時的通過基於JIS K 0120的螢光光度分析法測定的波長260~600nm的範圍內的螢光強度為3000RFU（相對螢光單位，relative fluorescence unit）以下的值。

即，根據本發明的無機組合物，著眼於彎曲強度和被激發時的螢光強度，並將它們控制為規定值以下的值，因此，能夠提供一種無機組合物，其在製造上、在低溫且常壓條件下，機械強度、韌性優異，具體而言，彎曲強度、衝擊強度和維氏硬度優異，能夠通過非破壞的方法來檢查物性，因此，生產率也高，最適合作為玻璃容器等的配合成分。

【0012】 另外，在構成本發明的無機組合物時，優選使通過正電子湮沒壽命法測定的空隙半徑為0.181nm以下的值。

這是因為通過採用這樣的構成，能夠得到機械強度、韌性更優異的無機組合物。

【0013】 另外，在構成本發明的無機組合物時，優選基於JIS Z 2244測定的維氏硬度為4Hv以上的值。

通過採用這樣的構成，能夠得到一種無機組合物，是含有選自玻璃或非玻

璃系陶瓷中的至少一種的無機組合物，與以往相比，其強度和韌性優異，在實用上沒有問題。

【0014】 另外，在構成本發明的無機組合物時，優選使通過衝擊試驗裝置測定的衝擊強度為 $0.8\text{kJ}/\text{m}^2$ 以上的值。

通過採用這樣的構成，能夠實現一種無機組合物，是含有玻璃或非玻璃系陶瓷等的無機組合物，與以往相比，其強度和韌性優異。

【0015】 在構成本發明的無機組合物時，優選具有平板狀部分，且使其厚度為 $0.01\sim 20\text{mm}$ 的範圍內的值。

通過採用這樣的構成，能夠覆蓋產業上、民生上使用的來自該無機組合物的成型品的主要厚度，因此，能夠提供來自含有玻璃或非玻璃系陶瓷中的至少一種的無機組合物的成型品，即在規定厚度的民生上有用的各種容器、板狀物等。

【0016】 另外，本發明的其它發明是一種無機組合物的製造方法（有時稱為第1製造方法），其特徵在於，是用於製造上述的本發明的無機組合物的方法，包括下述第1工序~第3工序。

第1工序：在實施離子注入法的離子注入裝置的處理室的規定場所配置無機組合物的工序，

第2工序：將離子注入裝置的內部壓力減壓至 $0.0001\sim 0.017\text{Pa}$ 的範圍內的值的工序，

第3工序：對無機組合物注入離子的工序。

通過如此實施，能夠更小且精度良好地控制彎曲強度和被激發時的螢光強度，因此，能夠穩定且可靠地製造本發明的無機組合物。

【0017】 另外，本發明的又一發明是一種無機組合物的製造方法（有時稱為第2製造方法），其特徵在於，是用於製造上述本發明的無機組合物的方法，其特徵在於，包括下述工序A和工序B。

工序A：在具備光子照射裝置的加熱爐的規定場所配置無機組合物的工序，

工序B：將所述無機組合物加熱至150~1000℃，並且對所述無機組合物照射並注入光子的工序。

通過如此實施，與未實施上述各工序的情況相比，能夠簡單地將彎曲強度和被激發時的螢光強度控制得較小，因此，能夠穩定且廉價地製造本發明的無機組合物。

【圖式簡單說明】

【0018】

圖1的(a)~(b)是用於說明無機組合物的螢光強度與彎曲強度的關係的圖。

圖2的(a)~(b)是用於說明無機組合物的螢光強度與耐衝擊強度的關係的圖。

圖3的(a)~(b)是用於分別說明無機組合物所具有的空隙半徑與彎曲強度和耐衝擊強度的關係的圖。

圖4是用於說明對無機組合物的4點彎曲試驗的圖。

圖5的(a)~(b)是用於說明對本發明的無機組合物實施維氏硬度試驗時的負載4.9N和負載9.8N下的壓痕等的圖，圖5(c)~(d)是用於說明對比較例的無機組合物實施維氏硬度試驗時的負載1.9N和負載4.9N下的壓痕等的圖。

圖6的(a)是用於說明利用衝擊試驗機的衝擊試驗中使用的試樣和衝擊施加

部位的圖，圖6的（b）是用於說明反復衝擊試驗後的衝擊劃痕的狀態的圖。

圖7是用於說明用於實施本發明的第2實施方式（第1製造方法）的規定處理（離子注入處理等）的離子注入裝置的圖。

圖8的（a）~（b）是用於說明用於實施本發明的第3實施方式（第2製造方法）的規定處理（加熱和光子注入處理等）的處理裝置的圖。

圖9是用於說明在本發明的第3實施方式（第2製造方法）中基於處理條件的無機組合物的螢光強度的變化的圖。

【實施方式】

【0019】 以下，對本發明的實施方式具體地進行說明。應予說明，說明中使用的各圖僅是示意性地示出為能夠理解這些發明的程度。另外，在說明中使用的各圖中，對同樣的構成成分標注相同的符號，有時也省略其說明。另外，以下的說明中描述的使用裝置、形狀、尺寸、材質等僅為本發明的範圍內的優選例。因此，本發明不會沒有特別理由地僅限定於以下的實施方式。

【0020】 〔第1實施方式〕

本發明的第1實施方式是一種無機組合物，其特徵在於，是進行強化處理而成的無機組合物，含有選自玻璃或非玻璃系陶瓷中的至少一種，並且使通過基於JIS R 1601的4點彎曲試驗法測定的彎曲強度為300MPa以下的值，且使利用波長為180~250nm的範圍內的值的光進行激發時的通過基於JIS K 0120的螢光光度分析法測定的波長260~600nm的範圍內的螢光強度為3000RFU（relative fluorescence unit）以下的值。

【0021】 1.無機組合物

作為對象物的無機組合物含有選自玻璃或其以外的陶瓷（非玻璃系陶瓷）中的至少一種作為配合成分。

對用作無機組合物的配合成分的玻璃的種類沒有特別限定，可舉出鈉鈣玻璃、硼矽酸玻璃、鉛玻璃、磷酸鹽玻璃、二氧化矽玻璃等。

其中，從較廉價、透明性等優異且處理容易的方面考慮，優選含有鈉鈣玻璃和硼矽酸玻璃或者含有其中任一者的玻璃組合物。

而且，作為強化處理的對象物的無機組合物典型而言是不僅包含完全玻璃化而成的玻璃、其以外的非玻璃系陶瓷，而且還包含部分地玻璃化而成的玻璃等，是廣義的概念。

【0022】 在此，鈉鈣玻璃是作為鈉鈣玻璃被認識的周知的玻璃全部。因此，典型而言，以重量％基準計，將整體量設為100重量％時，是下述配合組成。

SiO_2 ：65~85重量％；

B_2O_3 ：0.01~5重量％；

Al_2O_3 ：0.01~5重量％；

MgO ：0.01~20重量％；

CaO ：0.01~20重量％；

Na_2O ：5~20重量％；

K_2O ：5~20重量％。

【0023】 進一步而言，作為更具體且優選的鈉鈣玻璃，可舉出康寧公司的玻璃代碼0081的玻璃組成（ SiO_2 ：73重量％、 Al_2O_3 ：1重量％、 MgO ：4重量％、 CaO ：5重量％、 Na_2O ：17重量％）。

此外，作為鈉鈣玻璃的玻璃成分，也優選含有規定量（例如，0.01~5重量％）

的 B_2O_3 、 ZnO 、 P_2O_5 、 SO_2 等中的至少一種、氧化鈷、氧化銅等著色成分。

【0024】 另外，硼矽酸玻璃是作為硼矽酸玻璃被認識的周知的玻璃全部。因此，典型而言，以重量%基準計，將整體量設為100重量%時，是下述配合組成。

SiO_2 ：80~85重量%；

B_2O_3 ：10~15重量%；

Al_2O_3 ：0.01~5重量%；

Na_2O ：5~20重量%；

K_2O ：5~20重量%。

【0025】 進一步而言，作為更具體且優選的硼矽酸玻璃，可舉出康寧公司的玻璃代碼7740的玻璃組成（ SiO_2 ：80.9重量%、 B_2O_3 ：12.7重量%、 Al_2O_3 ：2.3重量%、 Na_2O ：4重量%、 K_2O ：0.04重量%、 Fe_2O_3 ：0.03重量%）。

此外，作為硼矽酸玻璃的玻璃成分，也優選含有規定量（例如，0.01~5重量%）的 ZnO 、 P_2O_5 、 SO_2 等中的至少一種、氧化鈷、氧化銅等著色成分。

【0026】 進而，也優選以規定量、例如將整體量設為100重量%時為0.1~20重量%的範圍對鈉鈣玻璃和硼矽酸玻璃配合鉛玻璃、磷酸鹽玻璃、鋁矽酸鹽玻璃等。

另外，作為構成玻璃容器的玻璃，也優選使用無色透明玻璃，但也優選使用著色透明玻璃、著色半透明玻璃。

使用無色透明玻璃時，能夠從外部充分地識別收容於玻璃容器內的内容物的顏色，並且能夠利用光的內部反射而清楚地識別内容物的顏色。

另一方面，使用著色透明玻璃、著色半透明玻璃時，能夠利用光的內部反

射而識別內容物，發揮裝飾效果。

【0027】 另外，陶瓷是作為非玻璃系陶瓷被認識的周知的陶瓷全部。因此，例如，以重量%基準計，將整體量設為100重量%時，是下述配合組成。

SiO₂：60~85重量%；

Al₂O₃：8~25重量%；

Fe₂O₃：0.01~15重量%；

K₂O：0.05~20重量%；

Na₂O：1~15重量%；

TiO₂：0.001~0.1重量%；

MgO：0.001~0.1重量%；

CaO：0.001~5重量%。

【0028】 2.螢光強度

本發明中的無機組合物的螢光強度可以通過基於JIS K 0120的螢光光度分析法進行測定。

螢光光度分析法是在製作作為試樣的例如規定大小（例如寬度5mm×高度10mm×厚度1mm）的板狀物後，對該試樣照射激發光，並利用光譜光度計測定規定波長處的螢光強度的方法。

在螢光強度的測定中，照射的激發光的波長沒有特別限定，但從螢光強度的測定容易的觀點考慮，例如優選為180~250nm的範圍內的值。

【0029】 在此，第1實施方式的無機組合物的特徵在於，使利用波長為180~250nm的範圍內的值的光進行激發時的通過基於JIS K 0120的波長260~600nm的範圍內的螢光強度為3000RFU（relative fluorescence unit）以下的值。

其原因是因為通過將該螢光強度控制為這樣的值，則如圖1的（a）~（b）、圖2的（a）~（b）中以特性曲線A（相當於硼矽酸玻璃）和特性曲線B（相當於鈉鈣玻璃）、特性曲線C（相當於陶瓷）所示，可得到作為機械強度的彎曲強度優異，並且屬於其相反特性的韌性的基於JIS K 7111-1測定的衝擊強度也優異的無機組合物。

另外，上述的螢光光度分析法由於能夠在從激發光照射起幾秒後得到螢光強度的測定數據，因此，能夠製成製造上的檢查容易且生產率優異的無機組合物。

但是，如果該無機組合物的螢光強度過小，則有時製造上的成品率、可使用的成分的種類過度受限制。

因此，更優選使該螢光強度為300~2900RFU的範圍內的值，進一步優選為500~2800RFU的範圍內的值。

【0030】 接著，參見圖1的（a）~（b），進一步詳細地對無機組合物的螢光強度（RFU）與通過4點彎曲試驗法得到的彎曲強度（MPa）的關係進行說明。

即，圖1的（a）的橫軸取無機組合物的利用波長204nm的光進行激發時的基於JIS K 0120的波長470nm處的螢光強度（RFU），縱軸取通過4點彎曲試驗法得到的彎曲強度（MPa）來表示。

另外，圖1的（b）的橫軸取無機組合物的利用波長204nm的光進而激發時的基於JIS K 0120的波長510nm處的螢光強度（RFU），縱軸取通過4點彎曲試驗法得到的彎曲強度（MPa）來表示。

而且，特性曲線A歸屬於作為硼矽酸玻璃的無機組合物，特性曲線B歸屬於鈉鈣玻璃的無機組合物，特性曲線C歸屬於作為陶瓷的無機組合於物。

【0031】 由這些特性曲線A和B、C的變化分別可理解，如果無機組合物的螢光強度成為超過3000RFU的值，則彎曲強度的值呈急劇降低的趨勢。

因此，由特性曲線A和B、C的變化可理解，通過將無機組合物的利用波長為180~250nm的範圍內的值的光進行激發時的基於JIS K 0120的波長260~600nm的範圍內的螢光強度（RFU）為規定值以下的值等，即使為鈉鈣玻璃、硼矽酸玻璃，也能夠各自將彎曲強度的值維持的較高，可得到優異的機械強度。

【0032】 接著，參見圖2的（a）~（b），進一步詳細地對無機組合物的螢光強度（RFU）與基於JIS K 7111-1測定的衝擊強度的關係進行說明。

即，圖2的（a）的橫軸取無機組合物的利用波長204nm的光進行激發時的基於JIS K 0120的波長470nm處的螢光強度（RFU），縱軸取衝擊強度來表示。

另外，圖2的（b）的橫軸取無機組合物的利用波長204nm的光進行激發時的基於JIS K 0120的波長510nm處的螢光強度（RFU），縱軸取衝擊強度來表示。

而且，特性曲線A歸屬於作為硼矽酸玻璃的無機組合物，特性曲線B歸屬於作為鈉鈣玻璃的無機組合物，特性曲線C歸屬於作為陶瓷的無機組合物。

【0033】 由這些特性曲線A和B、C的變化分別可理解，如果無機組合物的螢光強度成為超過3000RFU的值，則機械強度、韌性等降低的比例變大，例如，基於JIS K 7111-1測定的衝擊強度降低至 $0.3\text{kJ}/\text{m}^2$ 左右。

因此，由特性曲線A和B、C的變化可以理解，通過將無機組合物的利用波長為180~250nm的範圍內的值的光進行激發時的基於JIS K 0120的波長260~600nm的範圍的螢光強度（RFU）為規定值以下，即使為鈉鈣玻璃、硼矽酸玻璃，也能夠各自將基於JIS K 7111-1而測定的衝擊強度維持的較高，可得到優異的耐衝擊性。

【0034】 3.空隙半徑

另外，在第1實施方式的無機組合物中，優選使通過正電子湮沒壽命法測定的空隙半徑為0.181nm以下的值。

其原因是因為通過將該空隙半徑控制為這樣的值，可得到如圖3（a）、圖3（b）中特性曲線A（硼矽酸玻璃相當）和特性曲線B（鈉鈣玻璃相當）、特性曲線C（陶瓷相當）所示，作為機械強度的彎曲強度和作為與其相反特性的韌性的基於JIS K 7111-1測定的衝擊強度更優異的無機組合物。

但是，如果該無機組合物的空隙半徑過小，則有時製造上的成品率、可使用的成分的種類過度受限制。

因此，更優選使該空隙半徑為0.15~0.178nm的範圍內的值，進一步優選為0.16~0.175nm的範圍內的值。

【0035】 接著，參見圖3的（a），進一步詳細地對無機組合物的空隙半徑（nm）與通過4點彎曲試驗法得到的彎曲強度（MPa）的關係進行說明。

即，圖3的（a）的橫軸取無機組合物的空隙半徑（nm），縱軸取通過4點彎曲試驗法得到的彎曲強度（MPa）來表示。

而且，特性曲線A歸屬於作為硼矽酸玻璃的無機組合物，特性曲線B歸屬於作為鈉鈣玻璃的無機組合物，特性曲線C歸屬於作為陶瓷的無機組合物。

【0036】 由這些特性曲線A、B和C的變化分別可理解，如果無機組合物的空隙半徑成為超過0.181nm的值，則彎曲強度的值呈降低的趨勢。

因此，由特性曲線A、B和C的變化可以理解，通過將無機組合物的空隙半徑（nm）控制為規定值以下的值等，即使為鈉鈣玻璃、硼矽酸玻璃或陶瓷，也能夠各自將彎曲強度的值維持的較高，可得到優異的機械強度。

【0037】 接著，參見圖3的（b），進一步詳細地對無機組合物的空隙半徑（nm）與基於JIS K 7111-1測定的衝擊強度的關係。

即，圖3的（b）的橫軸取無機組合物的空隙半徑（nm），縱軸取衝擊強度來表示。

而且，特性曲線A歸屬於作為硼矽酸玻璃的無機組合物，特性曲線B歸屬於作為鈉鈣玻璃的無機組合物，特性曲線C歸屬於作為陶瓷的無機組合物。

【0038】 由這些特性曲線A、B和C的變化分別可理解，如果無機組合物的空隙半徑成為超過0.181nm的值，則機械強度、韌性等降低的比例變大，例如基於JIS K 7111-1測定的衝擊強度降低至 $0.3\text{kJ}/\text{m}^2$ 左右。

因此，由特性曲線A、B和C的變化可以理解，通過將無機組合物的空隙半徑（nm）控制為規定值以下，即使為鈉鈣玻璃、硼矽酸玻璃或陶瓷，也能夠各自將基於JIS K 7111-1測定的衝擊強度維持的較高，可得到優異的耐衝擊性。

【0039】 應予說明，正電子湮沒壽命法是利用從將正電子打入無機組合物等試樣到湮沒為止的時間在與空隙的大小對應的時間內湮沒的性質來求出空隙的大小的方法。

在該正電子湮沒壽命的測定中，測定從放射線源衰變時的信號到正電子湮沒時的信號為止的時間。由此，能夠使用得到的正電子的壽命剖面圖而得到 $\tau 1$ 、 $\tau 2$ 、 $\tau 3$ 所示的3個成分。

而且，一般而言， $\tau 3$ 是反映空隙半徑的值，可以通過代入下述式（1）而求出。

應予說明，該式（1）中， π 為圓周率，R為空隙半徑， $R_0=R+\delta$ （ δ 為表示電子分佈的值，為0.1650nm）。

式(1)

$$\frac{1}{\epsilon_3} = 2 \times \left[1 - \frac{R}{R_0} + \frac{1}{2\pi} \sin \left(\frac{2\pi R}{R_0} \right) \right] \quad (1)$$

【0040】

【0041】 4.各種成型品（包含用途）

(1) 板狀物

作為來自第1實施方式的無機組合物而成的無機成型品（包含玻璃成型品、其以外的陶瓷成型品。以下，有時簡稱為玻璃成型品），典型而言，優選為板狀的形狀。

其原因是因為通過製成這樣的成型品，即使在面受到衝擊的情況下也不易開裂，能夠有效地得到優異機械強度和屬於與其相反的特性的韌性。

因此，作為這樣的板狀物的用途，作為一個例子，能夠有效地利用於移動電話（智能手機）、平板電腦、鐘錶等的玻璃面、建築物、汽車等的玻璃窗、地面的瓷磚等。

【0042】 (2) 容器形狀

另外，第1實施方式的無機組合物也優選成型為玻璃容器、來自其以外的陶瓷的容器形狀。

其原因是因為通過使玻璃組合物為玻璃容器的形狀或來自其以外的陶瓷組合物的容器形狀，能夠機械性地保護收容於玻璃容器等的內容物，並且能夠有效地防止透過玻璃容器等觀察時的可視性的降低。

因此，作為這樣的玻璃容器等的用途，作為一個例子，能夠廣泛地利用於預先放入飲料、食品、化妝品等並保存的玻璃瓶、杯、用於預先放入裝飾品、貴金屬等來裝飾的玻璃盒、作為陶器的茶碗、杯類、壺、箱等。

即，能夠廣泛應用於以往被認為容易因操作而發生開裂的各種玻璃容器、其以外的陶瓷容器的具有規定形狀的容器。

【0043】 （3）線狀物

另外，第1實施方式的無機組合物可以製成線狀物。

通過將無機組合物成型為線狀物，即使在將線進行捲繞或頻繁地改變形狀的情況下，也能夠不斷裂或不折斷地保持形狀。

因此，作為這樣的線狀物的用途，作為1個例子，能夠利用於絕熱材料等建築材料、與環氧樹脂、酚醛樹脂等複合而成的纖維強化塑料。

應予說明，進行強化而成的無機組合物製成線狀物時，與未強化的無機組合物相比，例如能夠使其纖維直徑設為 $1/20$ 以下。

【0044】 （4）異型物（塗布物）

另外，第1實施方式的無機組合物的另一方式使可以製成被視為異型物的一種的塗布物。

即，通過將無機組合物製成層疊於基材等而成的塗布物，能夠製成用規定的無機組合物對金屬、樹脂等的表面進行了塗布的狀態。

因此，如果是進行強化而成的異型物，則例如能夠在製成來自無機組合物的平板狀的塗布物後進行規定的彎曲加工等。

進一步而言，即使在基材等預先具有曲面的情況下，也能夠塗布第1實施方式的無機組合物。

因此，作為這樣的塗布物，作為一個例子，能夠適用於具有曲面的太陽能板、具有曲面的氣體阻隔層、具有曲面的汽車的車體的保護等。

【0045】 （5）混合物1（部分強化無機組合物）

另外，第1實施方式的無機組合物的又一方式是可以製成被視為混合物的一種的、部分強化無機組合物。

即，通過採用強化無機組合物與非強化無機組合物的混合物即部分強化無機組合物作為無機組合物，能夠使需要高彎曲強度等的部分與相對不需要高彎曲強度的部分一體化，並且能夠分離功能地使用。

因此，作為這樣的部分強化無機組合物，能夠利用於頭部被特別強化的帶主體的玻璃容器或其以外的陶瓷容器，智能手機或可佩戴設備等的玻璃電極、玻璃保護罩等。

應予說明，部分強化無機組合物例如可以通過在後述的第3實施方式（第2製造方法）中介由規定掩模並部分地注入光子而容易地形成。

【0046】 （6）混合物2（樹脂材料等與強化無機組合物的混合物）

另外，也優選製成第1實施方式的無機組合物與樹脂材料等的混合物的形態。

即，也優選將規定量的強化無機組合物混合於樹脂材料、強化無機組合物以外的陶瓷材料、金屬材料等而製成混合物的形態。

例如，在以往的玻璃纖維強化樹脂中，在玻璃纖維混入時，出現容易折斷而得不到期望長度等問題（以下，有時稱為破損問題），但如果為來自第1實施方式的無機組合物的玻璃纖維或其以外的陶瓷纖維，則還能夠解決這樣的混入時的破損問題。

因此，與以往的玻璃纖維強化樹脂相比，即使在使來自第1實施方式的無機組合物的玻璃纖維的配合量降低的情況下，也能夠得到作為新型的玻璃纖維強化樹脂的優異的機械強度、韌性等。

【0047】 5.各種形態和特性**(1) 厚度**

另外，也優選第1實施方式的無機組合物具有平板狀部分，且使該平板狀部分的厚度為0.01~20mm的範圍內的值。

其原因是因為通過為上述的範圍內的厚度，在製成來自無機組合物的成型品時，能夠具有充分的剛性並且薄型且輕量。

因此，更優選使該厚度為0.1~10mm的範圍內的值，進一步優選為0.3~7mm的範圍內的值。

【0048】 (2) 彎曲強度

另外，第1實施方式的無機組合物的特徵在於，使基於JIS R 1601的通過圖4所示的4點彎曲試驗法測定的彎曲強度（以下有時簡稱為彎曲強度）為300MPa以上的值。

其原因是因為通過使該彎曲強度為規定值，即使在使成型品、彎曲、變形等的情况下，也能夠不易開裂。

【0049】 但是，如果該彎曲強度過高，則有時製造上的成品率、可使用的成分的種類過度受限制。

因此，更優選使該彎曲強度為350~800MPa的範圍內的值，進一步優選為400~600MPa的範圍內的值。

應予說明，4點彎曲試驗法可以基於JIS R 1601進行測定，更具體而言，可以依據後述的實施例1的記載進行測定。

【0050】 (3) 衝擊強度

另外，為了具有良好的韌性，第1實施方式的無機組合物優選使通過衝擊試

驗裝置測定的衝擊強度為 $0.8\text{kJ}/\text{m}^2$ 以上的值。

其原因是因為使衝擊強度為規定值以上，則能夠可靠地形成耐衝擊性優異的無機組合物。

但是，如果該衝擊強度過高，則有時製造上的成品率、可使用的成分的種類過度受限制。

因此，更優選使衝擊強度為 $1.0\sim 2.0\text{kJ}/\text{m}^2$ 的範圍內的值，進一步優選為 $1.1\sim 1.8\text{kJ}/\text{m}^2$ 的範圍內的值。

【0051】 在此，將通過衝擊試驗裝置（衝擊試驗機，AGR International株式會社制）進行衝擊強度測定的試樣和衝擊施加部位的一個例子示於圖6的（a）。

另外，圖6的（b）示出通過衝擊試驗裝置（衝擊試驗機，AGR International株式會社制）進行反復衝擊試驗後的衝擊劃痕的一個例子。

即，未發生以這些衝擊劃痕為起點的裂縫，則可以理解為耐衝擊性優異。

應予說明，作為衝擊試驗裝置，不僅優選使用衝擊試驗機（AGR International株式會社制），也優選使用基於JIS K 7110標準的伊佐德衝擊試驗裝置、基於JIS K 7110-1標準的夏比衝擊試驗裝置等。

【0052】 （4）維氏硬度

另外，第1實施方式的無機組合物（包含成型品）優選使基於JIS Z 2244測定的維氏硬度為 4Hv 以上的值。

其原因是因為通過使維氏硬度為上述的值，能夠製成耐擦傷性優異的無機組合物。

但是，如果該維氏硬度過高，則有時製造上的成品率、可使用的成分的種類過度受限制。

因此，更優選使該維氏硬度為6~12Hv的範圍內的值，進一步優選為8~10Hv的範圍內的值。

【0053】 進而，優選如圖5（a）~（b）所示，在維氏硬度試驗中，從得到的壓痕的周圍不產生裂紋。

其原因是因為如圖5（c）~（d）所示在維氏硬度試驗產生裂紋的無機組合物由於其一部分產生損傷，由此作為成型品整體的耐衝擊性變弱，上述的彎曲試驗、衝擊強度的特性極其容易變差。

應予說明，可以通過該裂紋的有無以及裂紋的長度（例如，1mm以下）來判斷無機組合物的韌性的好壞。

【0054】 （5）光學特性（光透射率）

另外，在第1實施方式的無機組合物中，特別是關於含有玻璃組合物時的光學特性，優選在板厚3mm時使光透射率（可見光）為75%以上的值。

其原因是因為即使在規定的成型品的情況下，即使在以與一般使用的未處理的玻璃板、未處理的玻璃容器相同的方式使用的情况下，也能夠製成透明性、可視性等優異的成型品。

但是，如果該光透射率過高，則有時製造上的成品率、可使用的成分的種類過度受限制。

因此，更優選使該光透射率為80~99%的範圍內的值，進一步優選為85~98%的範圍內的值。

應予說明，光透射率（可見光）可以依據後述的實施例1中的記載進行測定。

【0055】 （6）熱機械特性（軟化點）

另外，在第1實施方式的無機組合物中，優選特別是使含有玻璃組合物時的

作為熱機械特性的軟化點為 1000°C 以下的值。

其理由是因為通過採用規定的軟化點，在加熱時容易軟化而能夠將無機組合物成型為規定形狀，並且在成型後能夠容易進行熱處理。

但是，如果該軟化點過高，則有時製造上的成品率、可使用的成分的種類過度受限制。

因此，更優選使該軟化點為 $550\sim 950^{\circ}\text{C}$ 的範圍內的值，更優選為 $600\sim 900^{\circ}\text{C}$ 的範圍內的值。

應予說明，該無機組合物的軟化點可以依據JIS R 3103-1：2001進行測定。

【0056】〔第2實施方式〕

本發明的第2實施方式是一種無機組合物的製造方法（第1製造方法），其特徵在於，是用於製造第1實施方式的無機組合物的方法，包括下述第1工序~第3工序。

第1工序：在實施離子注入法的離子注入裝置的處理室的規定場所配置無機組合物的工序，

第2工序：將離子注入裝置的內部壓力減壓至 $0.0001\sim 0.017\text{Pa}$ 的範圍內的值的工序，

第3工序：對無機組合物注入離子的工序。

【0057】 1.第1工序

第1工序是準備實施離子注入法的離子注入裝置並在其處理室（真空腔）的規定場所配置無機組合物的工序。

更具體而言，在注入離子時，如果為公知的離子注入裝置，則均可使用。

即，與未實施上述各工序的情況相比，能夠將通過螢光光度分析法測定的

螢光強度穩定且迅速地控制為期望範圍，因此，能夠容易且可靠地製造第1實施方式的無機組合物。

【0058】 在此，例舉圖7所示的離子注入裝置100對典型的離子注入裝置的概略進行說明。

即，該離子注入裝置100基本上具備真空腔109、高電壓部113、加速管105、透鏡107、掃描器108，在高電壓部113的內部至少具備離子源102和質量分析器103。

【0059】 而且，真空腔109是用於在其內部的規定位置即在基材112上配置作為被處理物的無機組合物111（有時為原料玻璃組合物）並且進行離子注入的容器。

此外，該真空腔109具備用於將內部的空氣等排出的排氣孔（未圖示）。

【0060】 另外，高電壓部113是因引出電極（未圖示）的電場而從離子源102被引出的多種離子通過質量分析器103和分析狹縫104篩選為規定離子種的裝置。

因此，離子源102具備使規定的元素離子化的高電壓發生裝置等。

因此，根據如此構成的離子注入裝置100，通過驅動高電壓部113，能夠從離子源102引出規定的離子。

【0061】 接著，如箭頭A所示，通過質量分析器103和分析狹縫104而篩選出的規定離子被加速管105加速。

進而，被加速的離子由透鏡107聚焦，利用掃描器108掃描後，被照射於作為被處理物的無機組合物111。

因此，通過該高電壓部113的驅動，能夠從離子源102誘導規定的離子種（氮

離子等），並將其注入到無機組合物111的表面和內部而將通過螢光光度分析法測定的螢光強度調整至規定範圍。

應予說明，雖然未圖示，但在用於連續地注入等離子體離子的注入裝置中，優選使用電動機等而使無機組合物111和基材112旋轉驅動而依次進行離子注入。

【0062】 2.第2工序

第2工序是將離子注入裝置的內部壓力（有時稱為離子注入壓力）調整至規定真空壓力的工序。

更具體而言，是利用低溫泵等真空泵將該離子注入裝置的處理室（真空腔）的壓力減壓至0.0001~0.017Pa的範圍內的值的工序。

【0063】 在此，如果離子注入裝置的處理室的壓力成為小於0.0001Pa的值，則有時為了形成該真空狀態而過於耗費時間，且有時需要利用特殊的真空泵或者難以維持在規定壓力。

另一方面，如果離子注入裝置的處理室的壓力成為超過0.017Pa的值，則有時容易產生因與氣體粒子的碰撞所致的電子逸出，進而有時難以調整通過螢光光度分析法測定的螢光強度。

因此，在第2工序中，更優選使離子注入裝置的處理室（真空腔）的壓力為0.0005~0.012Pa的範圍內的值，進一步優選為0.001~0.008Pa的範圍內的值。

【0064】 3.第3工序

第3工序是在規定條件下對無機組合物注入離子的工序。

在此，對導入到真空腔、進而注入到無機組合物的離子種沒有特別限制，可舉出氫、氮、氖、氬、氙等稀有氣體的離子；氟碳、氫、氮、氧、二氧化碳、氯、氟、硫等的離子；甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、戊烷、己烷等烷烴系氣體類

的離子；乙烯、丙烯、丁烯、戊烯等烯烴系氣體類的離子；戊二烯、丁二烯等烷二烯系氣體類的離子；乙炔、甲基乙炔等炔烴系氣體類的離子；苯、甲苯、二甲苯、茚、萘、菲等芳香族烴系氣體類的離子；環丙烷、環己烷等環烷烴系氣體類的離子；環戊烯、環己烯等環烯烴系氣體類的離子；金、銀、銅、鉑、鎳、鈮、鉻、鈦、鈮、鋁、鋇、鋁等導電性金屬的離子等中的至少一種。

【0065】 這些離子種中，從能夠更簡單地對無機組合物進行離子注入、無論較厚壁或薄壁均容易調整螢光強度的方面考慮，進一步優選注入選自氫、氮、氧、氫、氮、氖、氬和氙中的至少一種的離子。

【0066】 另外，優選使進行離子注入時的施加電壓為10kV~200kV的範圍內的值。

其原因是因為如果以該施加電壓低於10kV的電壓進行離子注入，則有時離子注入量（劑量）變得不充分。

另一方面，是因為如果以施加電壓高於200kV的電壓進行離子注入，則有時在離子注入時使無機組合物帶電，產生著色等不良情況。

因此，更優選使進行離子注入時的施加電壓為12kV~150kV的範圍內的值，進一步優選為15kV~100kV的範圍內的值。

【0067】 4.其它工序

（1）成型工序

成型工序是來自實施第1工序前的無機組合物或實施第3工序後得到的無機組合物的分別製成規定形狀的成型品等的工序。

該成型工序是將實施第1工序前的無機組合物或實施第3工序後得到的無機組合物使用以往公知的方法製成規定形狀的任意工序。

因此，能夠將實施第1工序前的無機組合物或實施第3工序後得到的無機組合物製成板狀、容器狀、線狀、異型等各種形狀。

【0068】 (2) 薄膜化工序

另外，實施第3工序後得到的無機組合物具有規定厚度當中的機械強度、韌性等優異這樣的特徵。

因此，優選實施薄膜化工序，例如將厚度0.01~20mm的板、容器等使用化學機械研磨裝置（CMP裝置）、切削裝置等而製成更薄的板、容器等。

即，即使為這樣的厚度薄的玻璃組合物，也可得到規定的機械強度、韌性等，因此，能夠有助於利用其的液晶顯示裝置、有機EL顯示裝置等的薄型化。

【0069】 (3) 層疊工序

另外，優選實施規定層疊工序，對實施第1工序前的無機組合物或實施第3工序後得到的無機組合物層疊規定樹脂基材、金屬板、金屬箔等。

通過如此實施規定層疊工序，能夠容易地得到多功能的無機組合物。

【0070】 〔第3實施方式〕

本發明的第3實施方式是一種無機組合物的製造方法（第2製造方法），是用於製造第1實施方式的無機組合物的方法，包括下述工序A和工序B。

工序A：在具備光子照射裝置的加熱爐的規定場所配置無機組合物的工序，

工序B：將無機組合物加熱至150~1000℃，並且對無機組合物照射光子而向無機組合物注入光子的工序。

【0071】 1. 工序A

工序A是準備如圖8的（a）所示的具備光子照射裝置15的加熱爐10並在其規定場所配置無機組合物的工序。

作為該工序A中使用的光子照射裝置，可以使用氙燈、紫外線燈、鹵素燈、近紅外線燈、LED（Light-Emitting-Diode）或激光器中的至少一種。

另外，具備由坎塔爾鐵鉻鋁系合金、石墨等形成的燈絲作為發光部的裝置也可以用作光子照射裝置。

此外，可以根據需要並用上述的各光源等，進一步可以追加使用透鏡等集光裝置。光子照射裝置的形狀、輸出、個數等優選根據作為處理對象的玻璃組合物的尺寸、形狀等而進行變更。

【0072】 另外，該工序A中使用的加熱爐可以由電爐、燈加熱爐、具有高溫發熱體燈絲的處理爐、例如具備坎塔爾鐵鉻鋁系合金發熱體的處理爐等構成。

在這樣的加熱爐中，以對應於處理對象物的尺寸、形狀的位置、個數設置上述的光子照射裝置。另外，優選在加熱爐內的向處理對象物的光子注入效率良好的部位設置用於放置處理對象物的載物台。

應予說明，雖然省略了圖示，但加熱爐優選具有檢測爐內溫度的傳感器、能夠控制爐內溫度並設定溫度曲線的控制部等。

【0073】 2.工序B

工序B是以成為150~1000℃的範圍內的值的方式對無機組合物進行加熱，並且對無機組合物照射光子而向無機組合物注入光子的工序。

即，對載置於如圖8（a）所示的加熱爐的規定場所的處理對象物（無機組合物）以規定範圍的適於該無機組合物的處理的溫度加熱規定時間。

適於該無機組合物的處理的溫度和時間以及溫度曲線優選預先通過實驗等來掌握關於該玻璃組合物的適於調整本發明中所謂的螢光強度的溫度、時間和曲線。

【0074】 另外，在本處理中使溫度範圍為150~1000℃的範圍內的值的理由是將本實施方式的無機組合物的通過螢光光度分析法測定的螢光強度容易調整到期望的範圍內。

進而，從能夠更高效地進行強化處理的觀點考慮，強化處理對象為無機組合物中含有鈉鈣玻璃、硼矽酸玻璃等的玻璃組合物時，本處理中的無機組合物的溫度範圍優選為無機組合物的軟化點以下的範圍內的值。

因此，更優選以無機組合物的加熱溫度為軟化點以下的溫度且成為200~700℃的範圍內的值的方式進行加熱，進一步優選以成為250~600℃的範圍內的值的方式進行加熱。

【0075】 在此，參見圖9，對無機組合物的螢光強度（RFU）與本處理時的無機組合物的加熱溫度的關係進行說明。

即，圖9中取分別在不同條件下對在相同條件下製作的3個鈉鈣玻璃板實施本處理後利用波長204nm的光進行激發時的基於JIS K 0120的波長400~600nm處的螢光強度（RFU）的值來表示。

而且，曲線A是使作為處理條件的加熱溫度為500℃的情況，曲線B是使作為處理條件的加熱溫度為200℃的情況，曲線C相當於未進行加熱處理的情況。

【0076】 由這些曲線A和B、C可以理解，在本處理工序中，通過控制加熱處理溫度，能夠將通過螢光光度分析法測定的螢光強度穩定且精度良好地調整為優選的範圍內的值。

另外，可以理解，與未進行加熱處理的情況相比，伴有加熱的本處理工序能夠有效地調整無機組合物的通過螢光光度分析法測定的螢光強度。

【0077】 另外，工序B也是向無機組合物注入光子的工序。

因此，如上所述，優選使用氙燈、紫外線燈、鹵素燈、近紅外線燈、LED或激光等中的至少一種光子照射裝置，此時，優選使照射的光（紫外線、近紅外線、紅外線等）的波長為 $0.4\sim 5\mu\text{m}$ 的範圍內的值。

其原因是因為如果該波長成為小於 $0.4\mu\text{m}$ 的值，則有時給予過度的能量，變得難以調整通過螢光光度分析法測定的螢光強度，得到的彎曲強度、衝擊強度不穩定。

【0078】 3.其它工序

在第3實施方式的無機組合物的製造方法中，也可以與第2實施方式的無機組合物的製造方法同樣地另行附加成型工序、薄膜化工序和層疊工序等工序。

實施例

【0079】 以下，使用實施例對本發明進一步詳細地進行說明。

但是，在沒有特別理由的情況下，本發明並不限定於下述的實施例的記載。

【0080】 [實施例1]

1.無機組合物的準備

作為試樣20，準備多個厚度為 1.1mm 、寬度為 10mm 、長度為 50mm 的硼矽酸玻璃板（表1中，表述為試樣類別A），作為試樣20'，準備多個厚度為 1.1mm 、寬度為 10mm 、長度為 50mm 的鈉鈣玻璃板（表1中，表述為試樣類別B），作為試樣20''，準備多個厚度為 1.1mm 、寬度為 10mm 、長度為 50mm 的陶瓷板（表1中，表述為試樣類別C）。

試樣20'' 相對於整體量， SiO_2 的含量為70重量%， Al_2O_3 的含量為10重量%。

【0081】 2.無機組合物的強化處理

（1）強化處理裝置準備工序

接著，如圖8的（a）所示，作為加熱爐10，準備具有內部空間且具備具有隔熱性的殼體11、載物台13和光子照射裝置15的加熱爐。載物台13設置於殼體11的內部空間的規定位置。另外，光子照射裝置15以包圍載物台13的方式進行規定的配置。

在該實施例中，加熱爐10具備作為光子照射裝置15的FinTech公司制的鹵素燈。詳細而言是長度為250mm的線狀的鹵素燈，並且具備200V·5KW的規格。

因此，光子、熱（圖8（a）中，以數字17表示）從光子照射裝置15到達試樣20、試樣20'、試樣20''。

【0082】 （2）強化處理工序

接著，將準備的試樣20和試樣20'、試樣20''載置於加熱爐10內的載物台13後，以該試樣的溫度成為480℃的方式控制鹵素燈的輸出，在該溫度下加熱10分鐘，進一步同時實施鹵素燈光（波長： $0.8\mu\text{m}$ ）的照射。

應予說明，在強化處理工序的前後測定了試樣20的可見光透射率和軟化點，分別為90%以上和600℃以上，未發現顯著的差異。

進而，在強化處理工序的前後測定了試樣20'的可見光透射率和軟化點，分別為92%以上和600℃以上，未發現顯著的差異。

【0083】 3.無機組合物的評價

（1）螢光強度的測定1

對實施例1的強化處理後的各試樣照射波長204nm的光作為激發光，使用分光螢光光度計（日本分光株式會社制）在得到的螢光光譜上測定波長470nm處的螢光強度。將得到的結果作為螢光強度1示於表1。

【0084】 （2）螢光強度的測定2

對實施例1的強化處理後的各試樣照射波長204nm的光作為激發光，使用分光螢光光度計（日本分光株式會社制）在得到的螢光光譜上測定波長510nm處的螢光強度。將得到的結果作為螢光強度2示於表1。

【0085】 （3）基於正電子湮沒壽命法的空隙半徑的測定

使用正電子壽命測定系統（東洋制鋼株式會社制）測定實施例1的強化處理後的各試樣的通過正電子湮沒壽命法測定的空隙半徑。將得到的結果示於表1。

另外，圖3的（a）～（b）分別示出各試樣空隙半徑的測定結果與彎曲強度和耐衝擊強度的關係。

【0086】 （4）基於4點彎曲試驗法的彎曲強度

使用基於JIS R 1601的4點彎曲試驗法對實施例1的強化處理後的各試樣測定彎曲強度（MPa）。將得到的結果示於表1。

應予說明，如圖4所示，4點彎曲試驗法是對評價對象在離所設定的左右支柱31a、31b等距離的位置施加相同大小的兩個負載33使試樣彎曲的試驗。

另外，圖1的（a）～（b）示出各試樣彎曲試驗的結果與通過螢光光度分析法測定的螢光強度的關係。

【0087】 （5）維氏硬度試驗

對實施例1的強化處理後的各試樣實施基於JIS Z 2244的維氏硬度試驗而測定維氏硬度，按照以下的基準進行評價。將得到的結果示於表1。

◎：維氏硬度為12Hv以上。

○：維氏硬度為8Hv以上。

△：維氏硬度為4Hv以上。

×：維氏硬度小於4Hv。

應予說明，圖5的（a）～（b）是對以負載4.9N和負載9.8N分別對強化處理後的試樣20施加衝擊時的壓痕45、45a的形狀和有無產生裂紋進行照片觀察而得的。

【0088】 （6）衝擊強度

對實施例1的強化處理後的各試樣實施利用衝擊試驗機（AGR International株式會社制）的衝擊試驗而測定衝擊強度。將得到的結果示於表1。

另外，圖2的（a）～（b）示出各試樣的通過衝擊試驗得到的衝擊強度與通過螢光光度分析法測定的無機組合物的螢光強度的關係。

而且，圖6的（b）是對圖6的（a）所示的實施例1的強化處理後的試樣20實施多次（25次）的累積打擊後的打擊痕的放大圖（50倍）。

【0089】 [實施例2]

在實施例2中，準備作為具備光子照射裝置的加熱爐的臺式馬弗爐（Dkn株式會社制的KDF P100）即在爐內設置有發熱體燈絲（坎塔爾鐵鉻鋁系合金AF）的臺式馬弗爐（未圖示）作為強化處理裝置。

接著，準備與實施例1同樣的試樣20、試樣20'、試樣20''，作為強化處理，在上述臺式馬弗爐的中央放置試樣，利用發熱體燈絲使試樣的溫度為500℃後，利用發熱體燈絲繼續照射約3小時。

然後，用2~3小時將試樣冷卻至常溫附近後，與實施例1同樣地分別測定螢光強度等並進行評價。將得到的結果示於表1。

應予說明，在實施例2中，也在強化處理工序的前後測定了試樣20的可見光透射率和軟化點，分別為90%以上和600℃以上，未發現顯著的差異。

進而，在強化處理工序的前後測定了試樣20'的可見光透射率和軟化點，分別為92%以上和600℃以上，未發現顯著的差異。

【0090】 [實施例3]

在實施例3中，作為強化處理裝置，準備離子注入裝置（住友重機械工業株式會社制，SHX－III／S）。

另外，準備與實施例1同樣的試樣20、試樣20'、試樣20''，作為強化處理，在下述條件下對試樣20、試樣20'、試樣20''進行離子注入後，與實施例1同樣地測定螢光強度等，分別進行評價。將得到的結果示於表1。

應予說明，在實施例3中，也在強化處理工序的前後測定了試樣20的可見光透射率和軟化點，分別為90%以上和600℃以上，未發現顯著的差異。

進而，在強化處理工序的前後測定了試樣20'的可見光透射率和軟化點，分別為92%以上和600℃以上，未發現顯著的差異。

【0091】 離子生成氣體：Ar；

氣體流量：100sccm；

占空比：0.5%；

施加電壓：100kV；

腔內壓：0.005Pa；

脈衝寬度：5 μ sec；

處理時間（離子注入時間）：5秒。

【0092】 [比較例1]

在比較例1中，作為強化處理裝置，準備與實施例1同樣的加熱爐10，如圖8（b）所示，在加熱爐10的內部空間的光子照射裝置15與載物台13之間設置矽制的屏蔽板19。

此外，準備與實施例1同樣的試樣20、試樣20'、試樣20''，在與實施例1

相同條件下進行強化處理後，與實施例1同樣地測定螢光強度等並進行評價。將得到的結果示於表1。

應予說明，矽制的屏蔽板19具有波長1.1 μ m以上的波長的紅外線能夠透射但比1.1 μ m短的波長的光不能夠透射的性質。

【0093】 [比較例2]

在比較例2中，準備與實施例1同樣的試樣20、試樣20’、試樣20” ，未進行強化處理地對試樣20、試樣20’、試樣20” 進行評價。將得到的結果示於表1。

應予說明，圖5的（c）～（d）是觀察對比較例2中得到的試樣20施加負載1.9N和負載4.9N時的壓痕41、41a和裂紋43、43a而得的。

[表1]

	試樣類別	螢光強度 1(RFU)	螢光強度 2(RFU)	空隙半徑 (nm)	彎曲強度 (MPa)	維氏硬度 (HV)	沖擊強度 (KJ/m ²)
實施例1	A	2689.5	2587.1	0.1698	410		1.312
	B	2658.9	2545.2	0.1620	445		1.385
	C	2728.9	2590.1	0.1710	351		0.933
實施例2	A	2911.2	2681.4	0.1748	365		1.220
	B	2844.2	2701.1	0.1685	398		1.355
	C	2848.4	2661.2	0.1755	344		0.921
實施例3	A	2983.0	2791.9	0.1780	315		1.130
	B	2993.2	2793.2	0.1759	331		1.195
	C	2944.2	2768.3	0.1791	310		0.891
比較例1	A	3058.6	2844.9	0.1829	246		0.691

	B	3071.5	2846.5	0.1815	298	×	0.852
	C	3018.7	2818.9	0.1832	229	×	0.531
比較例2	A	3103.2	2858.6	0.1840	212	×	0.511
	B	3133.3	2895.4	0.1833	267	×	0.411
	C	3063.2	2844.9	0.1840	144	×	0.266

【0094】

產業上的可利用性

【0095】 如上所述，根據本發明，通過著眼於通過螢光光度分析法測定的螢光強度，能夠提供一種無機組合物，是含有選自玻璃或非玻璃系陶瓷中的至少一種的無機組合物，與以往相比，機械強度優異且屬於與其相反特性的韌性也優異，此外，製造上的檢查容易且生產率也優異。

另外，根據本發明的無機組合物的製造方法，能夠在不進行液體處理、高壓處理的情況下穩定且簡單地製造將螢光強度調整為規定值的無機組合物。

此外，能夠在維持以往的鈉鈣玻璃等無機組合物所具有的光透射率、軟化點（包含熔點等）等特性的狀態下加工成包含玻璃容器的任意的各種形狀，而且能夠使它們的機械強度、韌性等提高至期望範圍。

因此，本發明能夠應用於現在常用的鈉鈣玻璃、硼矽酸玻璃、非玻璃系陶瓷，因此，可期待對產業上、民生上的玻璃製品、例如顯示器用的光學玻璃、保護玻璃、化妝品用玻璃容器、窗用板玻璃、汽車用板玻璃、地面的瓷磚、餐具等廣泛的用途擴大利用並做出貢獻。

【符號說明】

【0096】

10:加熱爐

11:殼體

13:載物台

15:光子照射裝置

17，17a:熱

19:屏蔽板

20:試樣

31a:支柱

31b:支柱

33:負載

100:離子注入裝置

102:離子源

103:質量分析器

104:分析狹縫

105:加速管

107:透鏡

108:掃描器

109:真空腔

111:無機組合物

112:基材

113:高電壓

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種無機組合物，其特徵在於，含有選自玻璃或非玻璃系陶瓷中的至少一種，但是，玻璃不包括在將端面蝕刻後，於足以軟化的溫度下，進行熱能處理而成的玻璃，

通過基於JIS R 1601的4點彎曲試驗法測定的彎曲強度為300MPa以上的值，

並且，利用波長為180~250nm的範圍內的值的光進行激發時的通過基於JIS K 0120的螢光光度分析法測定的波長260~600nm的範圍內的螢光強度為3000RFU以下的值，且

通過正電子湮沒壽命法測定的空隙半徑為0.181nm以下的值。

【請求項2】 如請求項1所述的無機組合物，其中，基於JIS Z 2244測定的維氏硬度為4Hv以上的值。

【請求項3】 如請求項1所述的無機組合物，其中，通過一衝擊試驗裝置測定的衝擊強度為0.8kJ/m²以上的值。

【請求項4】 如請求項1所述的無機組合物，其中，所述無機組合物具有一平板狀部分且該平板狀部分的厚度為0.01~20mm的範圍內的值。

【請求項5】 一種無機組合物的製造方法，其中，是請求項1所述的無機組合物的製造方法，包括下述第1工序~第3工序，

所述第1工序：在實施離子注入法的離子注入裝置的處理室的規定場所配置無機組合物的工序，

所述第2工序：將所述離子注入裝置的內部壓力減壓至0.0001~0.017Pa的範圍內的值的工序，

所述第3工序：對所述無機組合物注入離子的工序。

【請求項6】 一種無機組合物的製造方法，其中，是請求項1所述的無機組合物的製造方法，包括下述一工序A和一工序B，

所述工序A：在具備光子照射裝置的加熱爐的規定場所配置無機組合物的工序，

所述工序B：將所述無機組合物加熱至150~1000℃，並且對所述無機組合物照射並注入光子的工序。

【發明圖式】

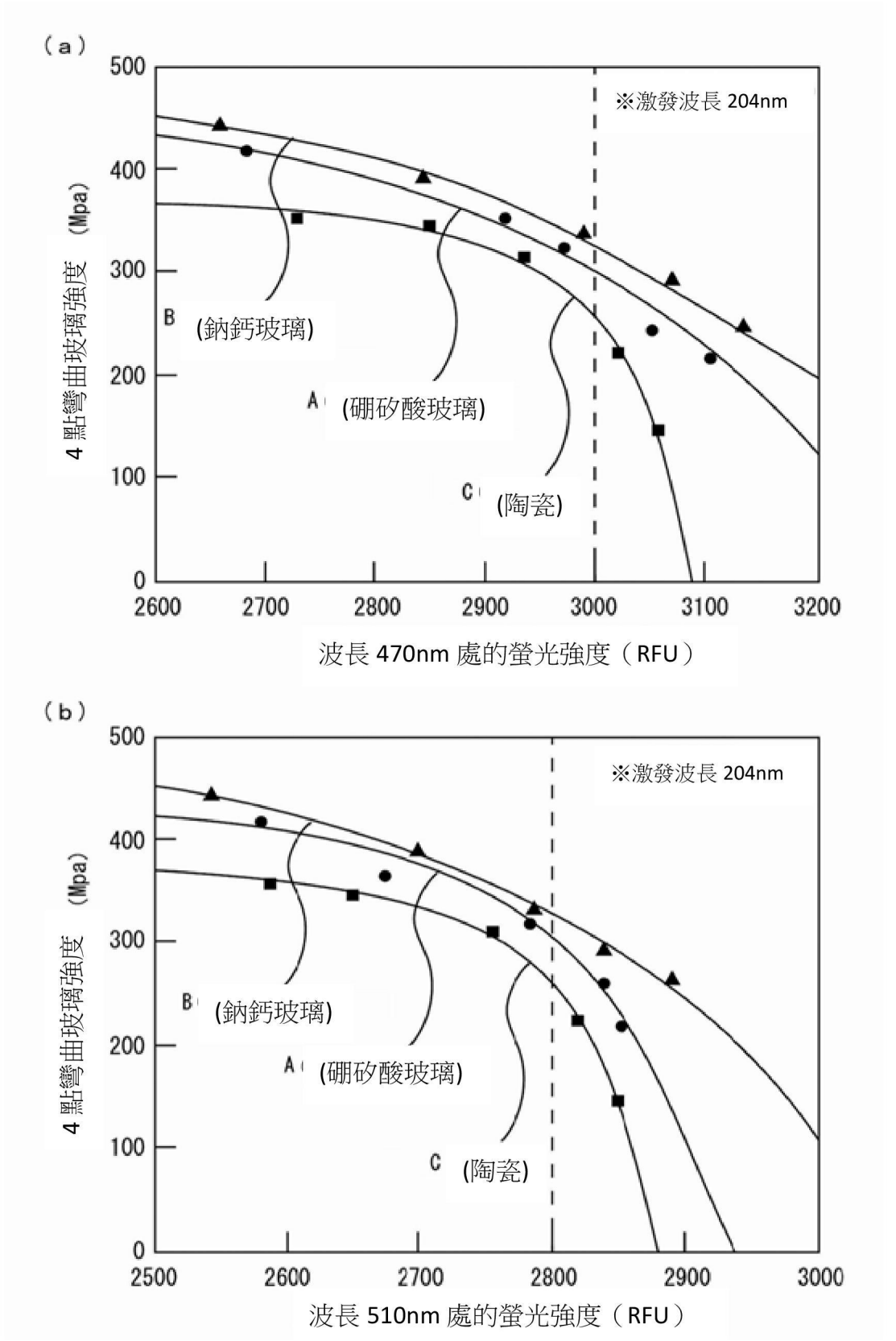


圖 1

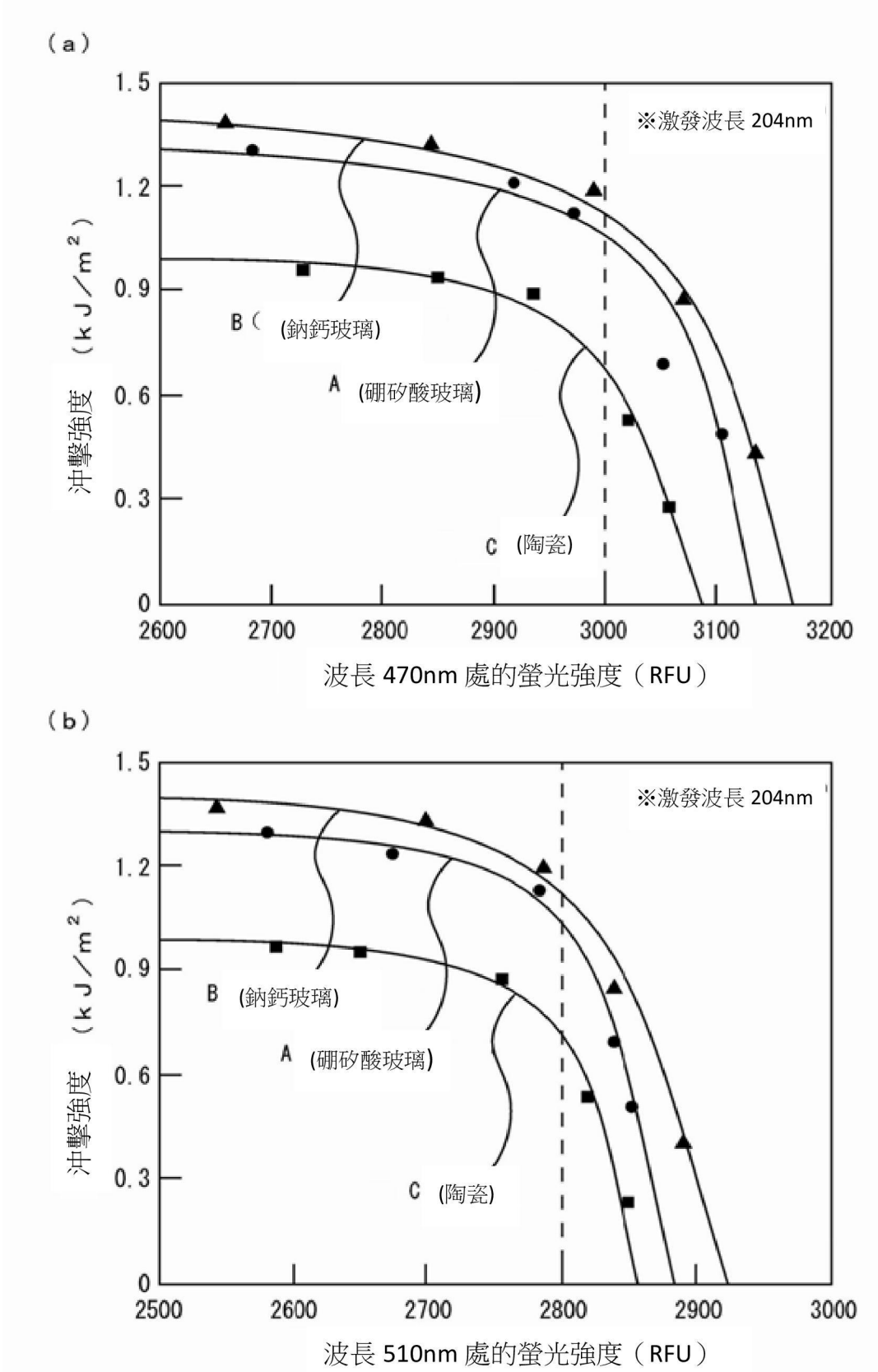


圖 2

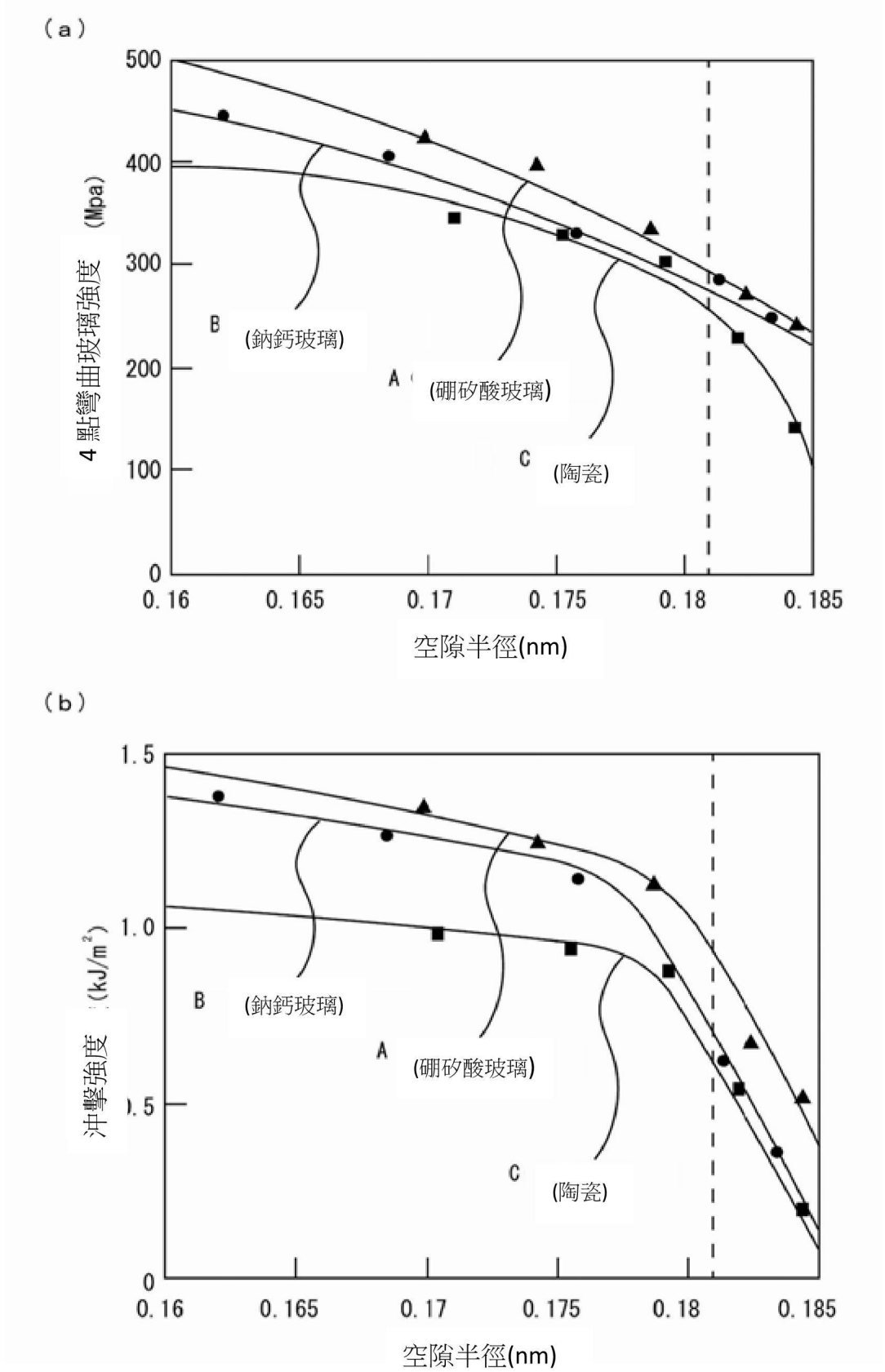


圖 3

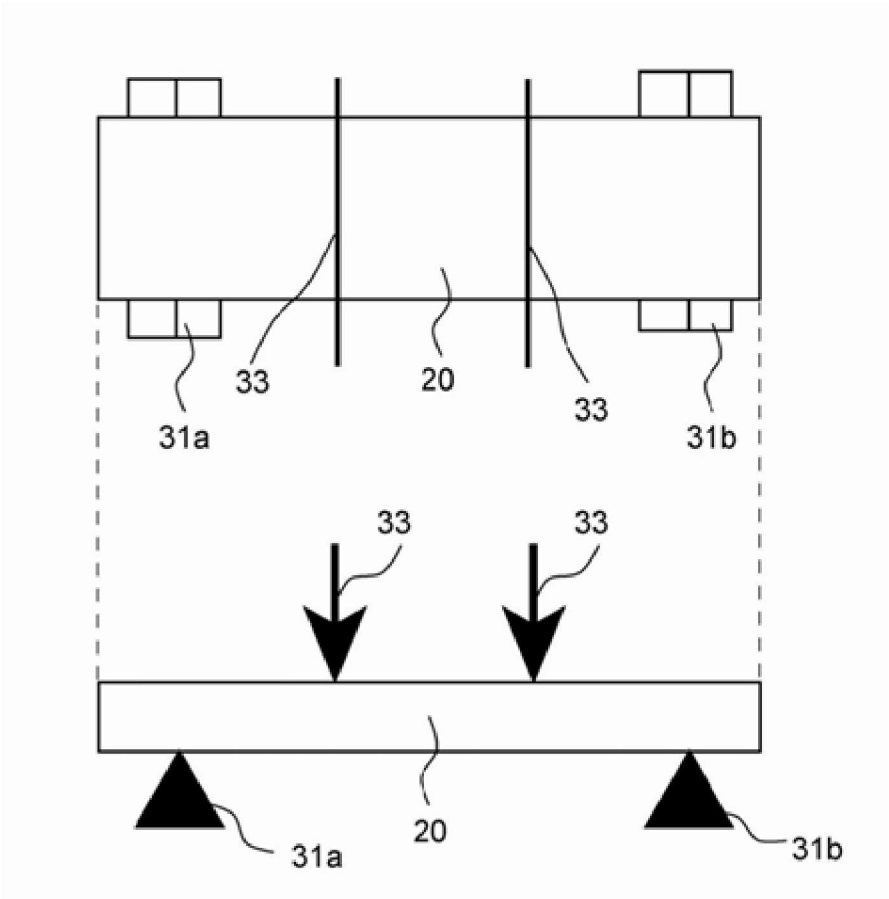


圖 4

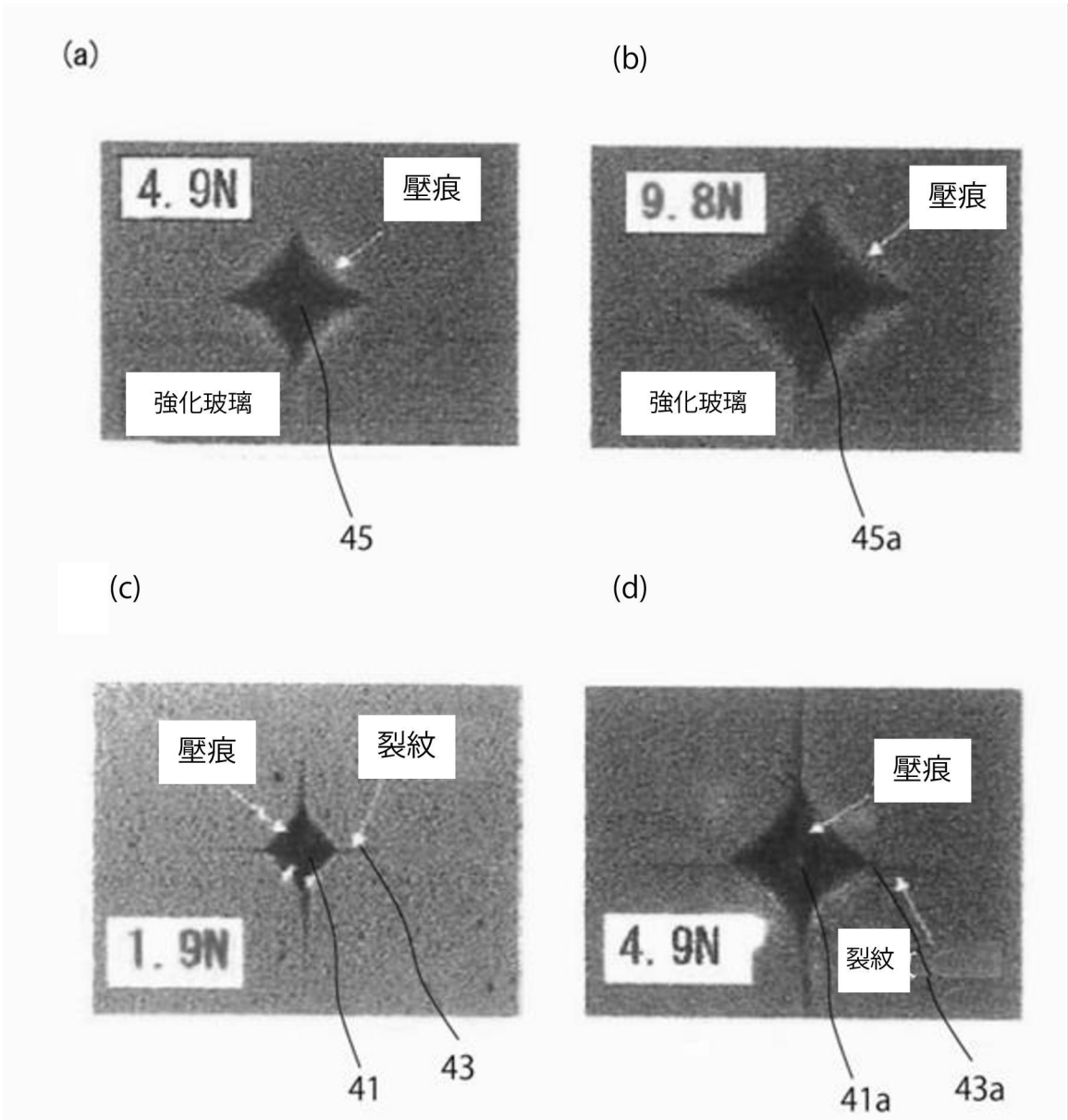


圖 5

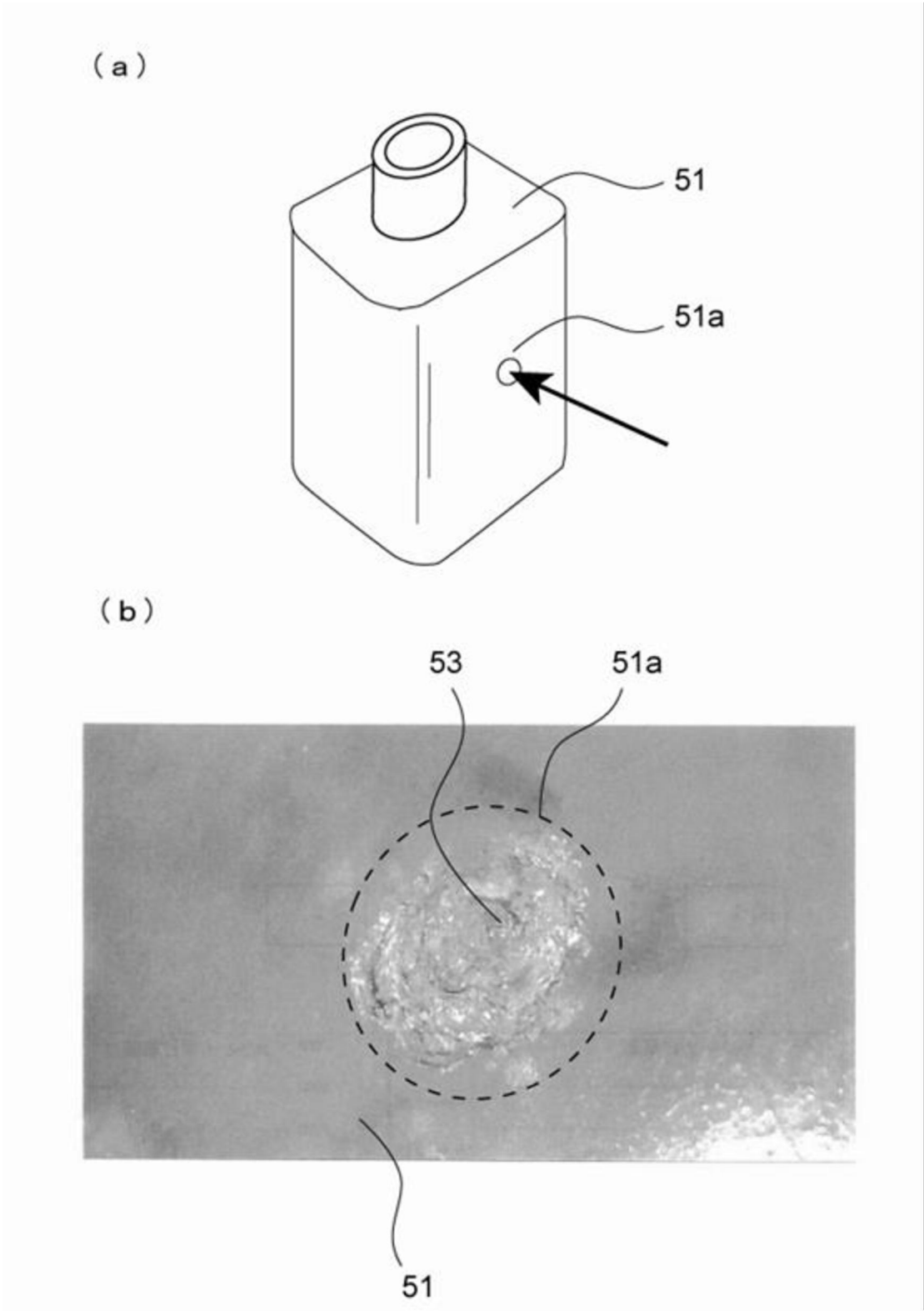


圖 6

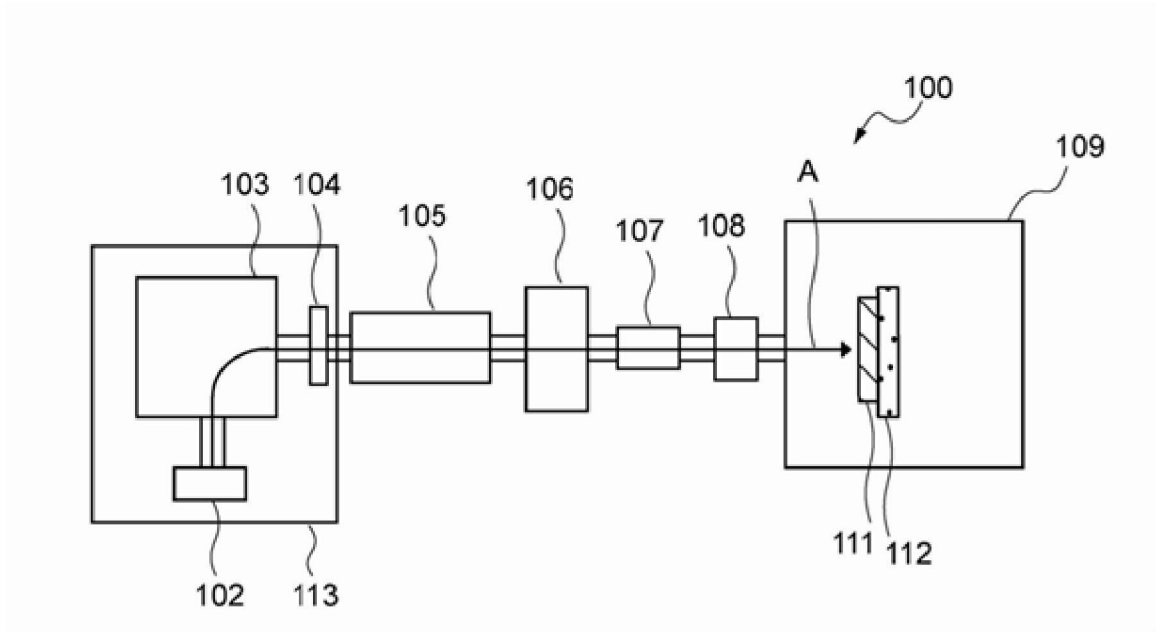


圖 7

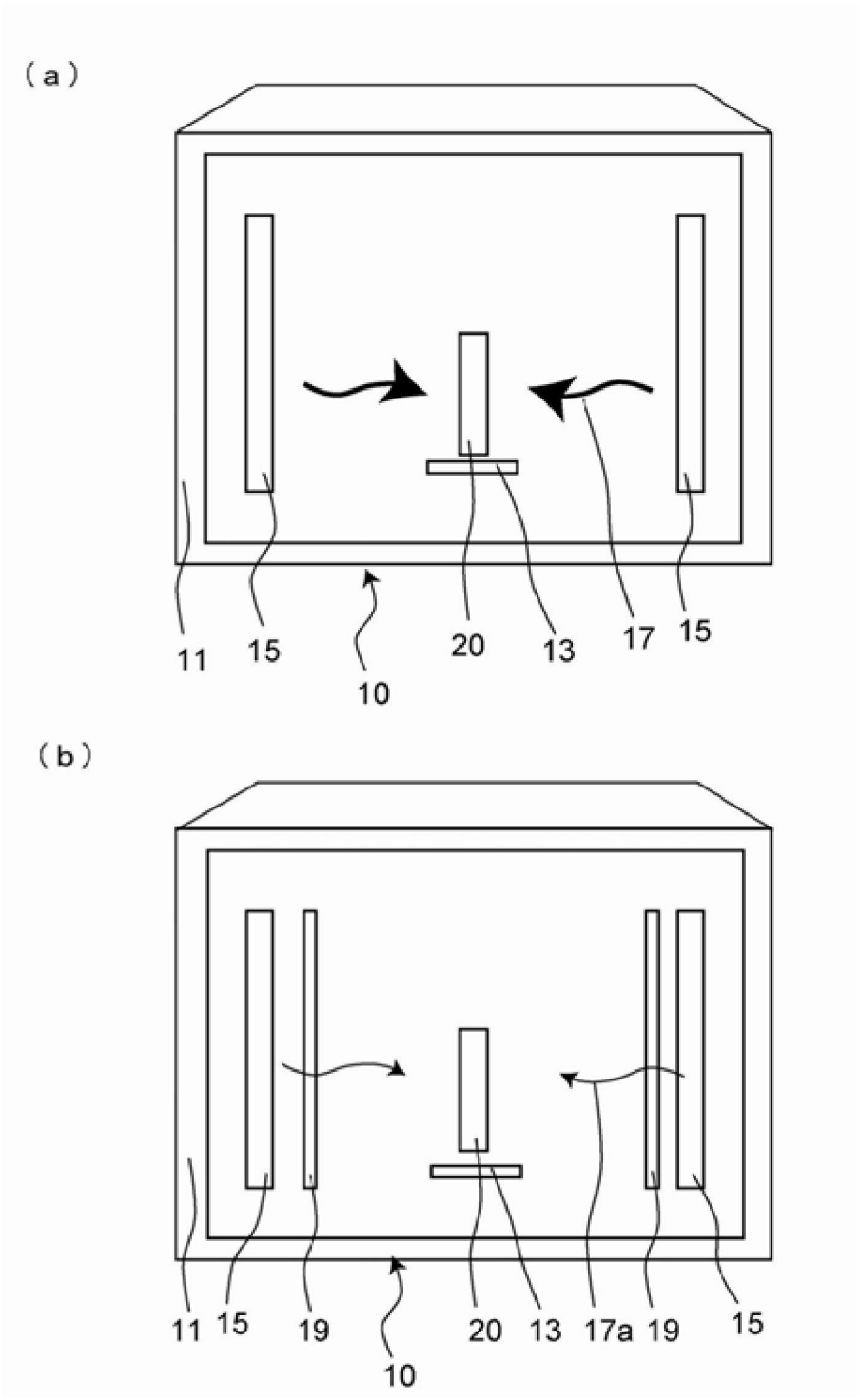


圖 8

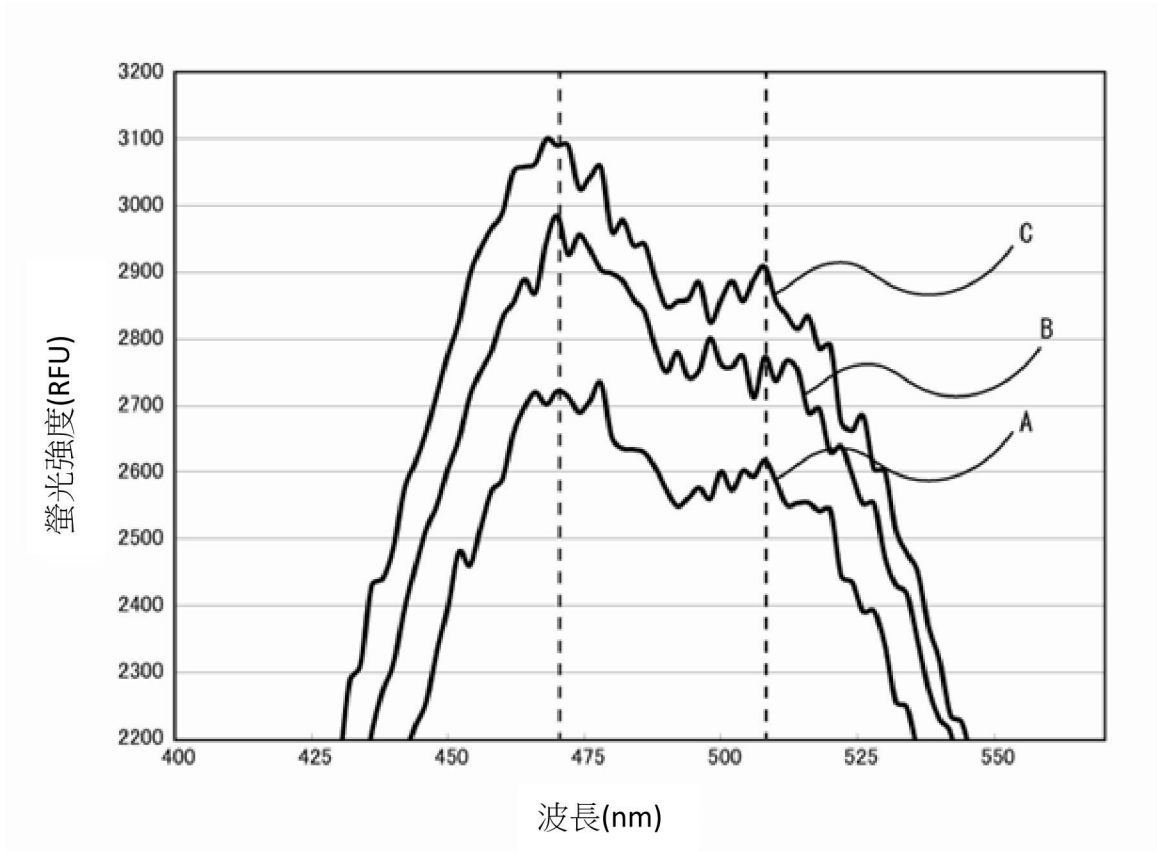


圖 9