

公告本**發明專利說明書**

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96118346

※申請日期：96.5.23

※IPC 分類：G03C3/093, (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

無鹼玻璃、無鹼玻璃基板以及其製造方法

ALKALI-FREE GLASS, ALKALI-FREE GLASS SUBSTRATE

AND METHOD OF FRBRICATING THE SAME

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日本電氣硝子股份有限公司

NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.

代表人：(中文/英文) 井筒 雄三/IZUTSU, YUZO

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本滋賀縣大津市晴嵐2丁目7番1號

7-1, SEIRAN 2-CHOME, OTSU-SHI, SHIGAKEN, JAPAN

國 籍：(中文/英文) 日本/JP

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 柳瀬 智基/YANASE, TOMOKI

2. 三和 晋吉/MIWA, SHINKICHI

國 籍：(中文/英文) 1-2 日本/JP

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 日本；2006/05/23；JP 2006-143229

2. 日本；2007/05/14；JP 2007-127853

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明之技術課題在於獲得一種玻璃基板，該玻璃基板充分滿足液晶顯示器用玻璃等所需求的各種特性，尤其是充分滿足熔融性以及耐失透性等特性，而且設計減少或實質上不含有對環境有害的成分的玻璃組成，從而保護環境。本發明之無鹼玻璃的特徵在於，以下述氧化物換算之wt%所表示的玻璃組成，其包括50～70%的 SiO_2 、10～20%的 Al_2O_3 、8～12%的 B_2O_3 、0～3%的 MgO 、4～15%的 CaO 、0～10%的 SrO 、0～1%的 BaO 、0～5%的 ZnO ，且實質上不含有鹼金屬氧化物以及 As_2O_3 。

六、英文發明摘要：

A glass substrate is provided in this invention. The glass substrate satisfies all the characteristics required by a glass for a liquid crystal display, especially the meltability property and the devitrication resistance property. A glass compound of this invention has lower or substantially no components harmful to the environment so as to protect the environment. An alkali-free glass of this invention is characterized in that the oxides in the alkali-free glass if converted in wt% are as follows, 50~70% SiO_2 , 10~20% Al_2O_3 , 8~12% B_2O_3 , 0~3% MgO , 4~15% CaO , 0~10% SrO , 0~1% BaO and 0~5% ZnO . The glass compound of the alkali-free glass has substantially no alkali metal oxide and As_2O_3 .

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：(無)。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是關於一種適於液晶顯示器、有機電致發光(Electroluminescence, EL)顯示器等之基板以及互補金氧半導體(Complementary Metal-Oxide-Semiconductor, CMOS)等固體攝像元件等的玻璃蓋(cover glass)的無鹼玻璃以及無鹼玻璃基板。

【先前技術】

對於液晶顯示器及有機 EL 顯示器等顯示器、硬碟、濾波器、感測器等之基板以及 CMOS 等固體攝像元件等之玻璃蓋，廣泛地使用著玻璃基板。尤其，液晶顯示器或有機 EL 顯示器中，用由薄膜電晶體(thin-film transistor，以下稱為 TFT)所代表的主動式元件來驅動像素此種主動式矩陣型顯示器成為主流，此等主動式矩陣型顯示器廣泛地用於液晶電視、筆記型電腦、液晶監視器、行動電話以及數位相機的顯示器等彩顯、動態圖像顯示的顯示器。此種主動式矩陣型顯示器中，使用薄膜於玻璃基板的表面形成有 TFT 元件或信號線等微米級(micron order)的高精細電子電路。

對於上述用途的玻璃基板，要求其具備以下所示的各種特性(若有必要，參照日本專利特開 2000-302475 號公報)。

(1)若玻璃中含有鹼金屬氧化物，則鹼離子會在熱處理過程中擴散至已成膜的半導體物質中，導致膜特性的劣

化，因此，必須實質上不含有鹼金屬氧化物。

(2)具有耐藥品性，即，不會因為光蝕刻(photo etching)步驟中所使用的各種酸、鹼等藥品而劣化。

(3)不會因成膜、退火(anneal)等步驟中的熱處理而熱收縮。為此玻璃必須具有較高的應變點(Strain Point)。

(4)為了達成顯示器的輕量化，而密度必須較小。

(5)與周邊部件的熱膨脹係數取得整合。

又，考慮到熔融性、成形性，亦要求此種玻璃基板具有如下特性。

(6)熔融性優良，使得玻璃中不產生作為玻璃基板的不良熔融缺陷。尤其是不存在氣泡缺陷。

(7)耐失透性優良，使得玻璃中不存在熔融、成形過程中所產生的異物。

由歐州的 Rohs(Restriction of Hazardous Substances, 有害物質限用)指令生效等可看出，近年來，對工業製品的環境保護要求正在提高。尤其要求對環境負荷化學物質在製品中的含量設有嚴格限制，或在製品中完全不含有環境負荷化學物質。即便是顯示器用玻璃基板，其對象亦並不例外，從而要求盡可能減少玻璃基板中的環境負荷化學物質的含量，或完全不使用環境負荷化學物質。

玻璃組成所含有的成分中，作為環境負荷化學物質而被視為問題的成分除了 Pb、Cd、Cr 等重金屬類以外，可列舉 As、Sb 等。As、Sb 是用作玻璃的澄清劑(除泡劑、消泡劑)的成分，且適於無鹼玻璃系等必須高溫熔融的玻璃，

但就環境保護方面而言，使用 As、Sb 並不好。尤其，As 因毒性較高，故有嚴格限制其使用量的傾向。

此外，對於作為鹼土類金屬成分的 Ba，因作為其原料的化合物是環境負荷化學物質，故較為理想的是減少其使用量，或完全不含有。

【發明內容】

因此，本發明的技術課題在於獲得一種玻璃基板，其充分滿足液晶顯示器用玻璃等所需求的各種特性，尤其是充分滿足熔融性以及耐失透性等特性，而且設計減少或實質上不含有對環境有害的成份的玻璃組成，從而保護環境。

本發明者等人銳意努力的結果發現：將以下述氧化物換算的 wt%(重量百分比)所表示的玻璃組成控制在，包括 50~70%的 SiO_2 、10~20%的 Al_2O_3 、8~12%的 B_2O_3 、0~3%的 MgO 、4~15%的 CaO 、0~10%的 SrO 、0~1%的 BaO 、0~5%的 ZnO 之範圍，且實質上不含有鹼金屬氧化物以及 As_2O_3 ，藉此可解決上述課題，從而提出作本發明。再者，本發明中所述的「實質上不含有鹼金屬氧化物」，意指除了自原料等混入作雜質成份的量以外不含有鹼金屬氧化物，且亦即是指鹼金屬氧化物(例如， Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O 等)於玻璃組成內的含量小於等於 0.1 wt%的情形。又，本發明中所述的「實質上不含有 As_2O_3 」，意指除了自原料等混入作雜質成份的量以外不含有 As_2O_3 ，亦即是指 As_2O_3 於玻璃組成內的含量小於等於 0.1 wt%(較理想的是小於等於 50 ppm)的情形。

本發明的無鹼玻璃，將玻璃組成嚴格控制為上述成分範圍，從而可適用於液晶顯示器或有機 EL 顯示器用玻璃基板。亦即，本發明的無鹼玻璃，因將玻璃組成嚴格控制為上述範圍，故可滿足上述需求特性(1)~(7)。尤其，本發明的無鹼玻璃，因熔融性以及耐失透性優良，故可飛躍提高玻璃基板的生產性。

本發明的無鹼玻璃實質上不含有鹼金屬氧化物。若使主動式矩陣型液晶顯示器、有機 EL 顯示器所使用的玻璃基板中含有鹼金屬氧化物，則可能鹼成分會擴散至形成於玻璃基板表面上的 TFT 元件中，而使其性能產生異常。本發明的無鹼玻璃因實質上不含有鹼金屬氧化物，故鹼成分不會擴散至 TFT 元件中，從而其性能不會受損。

BaO 雖是改善玻璃的耐藥品性、耐失透性的成分，但其在環境負荷化學物質，因此就環境觀點而言，較理想的是限制其含量。本發明的無鹼玻璃中，嚴格控制 BaO 的含量，具體而言將 BaO 的含量限制為小於等於 1 wt%，因此，是保護環境的玻璃。又，本發明的無鹼玻璃亦可為實質上不含有 BaO 的玻璃，因此，可更減輕對環境的影響。再者，BaO 雖是使密度提高的成分，然而本發明的無鹼玻璃中嚴格限制 BaO 的含量，因此就使玻璃密度變低的觀點而言亦是有利的。

為了獲得無氣泡的玻璃，重要的是，選擇於自玻璃化反應時至均質化熔融時的溫度範圍內產生澄清氣體的澄清劑。即，玻璃的澄清是指，藉由澄清氣體而自玻璃融液逐

出玻璃化反應時所產生的氣體，此外，均質化熔融時藉由再次產生的澄清氣體增大殘留的微小氣泡，使之上浮並去除。然而，液晶顯示器用玻璃基板所使用的無鹼玻璃，其玻璃融液的黏度較高，與含有鹼成分的玻璃相比在更高的溫度下進行熔融。先前以來，對於澄清劑，廣泛地使用著在寬廣溫度範圍(1200°C ~ 1600°C 左右)內產生澄清氣體的 As_2O_3 。然而， As_2O_3 的毒性非常強，於玻璃的製造步驟或廢玻璃的處理時等可能會污染環境，其使用一直受到限制。就此方面而言，本發明的無鹼玻璃因不使用 As_2O_3 作為澄清劑，故可盡可能避免污染環境的事態。

第二，本發明的無鹼玻璃的特徵在於，以下述氧化物換算的 wt% 所表示的玻璃組成，其包括 50~70% 的 SiO_2 、10~20% 的 Al_2O_3 、8~12% 的 B_2O_3 、0~3% 的 MgO 、4~15% 的 CaO 、0~10% 的 SrO 、0~1% 的 BaO 、0~5% 的 ZnO ，且實質上不含有鹼金屬氧化物、 As_2O_3 以及 Sb_2O_3 。再者，本發明中所述的「實質上不含有 Sb_2O_3 」，意味除了自原料等混入作雜質成分的量以外不含有 Sb_2O_3 ，且是指玻璃組成內 Sb_2O_3 的含量小於等於 0.05 wt% 的情形。

第三，本發明的無鹼玻璃的特徵在於，以下述氧化物換算的 wt% 所表示的玻璃組成，其包括 50~70% 的 SiO_2 、10~20% 的 Al_2O_3 、8~12% 的 B_2O_3 、0~3% 的 MgO 、4~15% 的 CaO 、0~10% 的 SrO 、0~0.2% 的 BaO 、0~5% 的 ZnO ，且實質上不含有鹼金屬氧化物以及 As_2O_3 。

第四，本發明的無鹼玻璃的特徵在於，以下述氧化物

換算的 wt% 所表示的玻璃組成，其包括 55~65% 的 SiO_2 、12~20% 的 Al_2O_3 、8~12% 的 B_2O_3 、0~2% 的 MgO 、5~12% 的 CaO 、1~10% 的 SrO 、0~5% 的 ZnO 、5~20% 的烷氧自由基(RO)，且實質上不含有鹼金屬氧化物、BaO 以及 As_2O_3 。此處，本發明中所述的「RO」是指 MgO 、 CaO 、 SrO 、 ZnO 的總量($\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{ZnO}$)。再者，本發明中所述的「實質上不含有 BaO」，意指除了自原料等混入作雜質成分的量以外不含有 BaO，且亦即是指玻璃組成內 BaO 的含量小於等於 0.1 wt% 的情形。

第五，本發明的無鹼玻璃的特徵在於，以下述氧化物換算的 wt% 所表示的玻璃組成，其包括 55~65% 的 SiO_2 、12~20% 的 Al_2O_3 、8~12% 的 B_2O_3 、0~2% 的 MgO 、5~12% 的 CaO 、1~10% 的 SrO 、0~5% 的 ZnO 、5~20% 的 RO，且實質上不含有鹼金屬氧化物、BaO 以及 As_2O_3 。

第六，本發明的無鹼玻璃的特徵在於，以下述氧化物換算的 wt% 所表示的玻璃組成，其包括 55~65% 的 SiO_2 、12~20% 的 Al_2O_3 、8~11% 的 B_2O_3 、0~1% 的 MgO 、6~11% 的 CaO 、3~10% 的 SrO 、0~5% 的 ZnO 、7~20% 的 RO，且實質上不含有鹼金屬氧化物、BaO、 As_2O_3 以及 Sb_2O_3 。

第七，本發明的無鹼玻璃的特徵在於，以下述氧化物換算的 wt% 所表示的玻璃組成，其包括 55~65% 的 SiO_2 、13~17% 的 Al_2O_3 、大於等於 8.5% 且小於 10.5% 的 B_2O_3 、0~0.5% (但不包括 0.5%) 的 MgO 、6.5~11% 的 CaO 、3~7%

的 SrO、0~1%的 ZnO、7~20%的 RO，且實質上不含有鹼金屬氧化物、BaO、As₂O₃ 以及 Sb₂O₃。

第八，本發明的無鹼玻璃基板的特徵在於，由如上所述的無鹼玻璃而構成。

第九，本發明的無鹼玻璃基板的特徵在於，平均表面粗糙度(Ra)小於等於 20 Å。此處，「平均表面粗糙度(Ra)」是指利用以 SEMI D7-94「FPD 玻璃基板的表面粗糙度的測定方法」為依據的方法而測定的值。

第十，本發明的無鹼玻璃基板的特徵在於，波紋(waviness)小於等於 0.1 μm。此處，「波紋」是使用觸針式表面形狀測定裝置而測定 JIS B-0610 所記載的 WCA(濾波中心線波紋)的值，且該測定是利用以 SEMI STD D15-1296「FPD 玻璃基板的表面波紋的測定方法」為依據的方法來測定的，測定時的截取(cut off)為 0.8 mm~8 mm，在垂直於玻璃基板的抽出方向的方向上測定 300 mm 的長度。

第十一，本發明的無鹼玻璃基板的特徵在於，最大板厚與最小板厚的厚度差小於等於 20 μm。此處，「最大板厚與最小板厚的厚度差」是指，使用雷射式厚度測定裝置，而自板厚方向對玻璃基板的任意一邊掃描雷射，藉此測定玻璃基板的最大板厚與最小板厚後，自最大板厚值減去最小板厚值所獲得的值。

第十二，本發明的無鹼玻璃基板的特徵在於，相對於目標板厚的誤差小於等於 10 μm。此處，「相對於目標板厚

的誤差」是指，自目標板厚減去由上述方法所得的最大板厚或最小板厚值，所得值的絕對值中較大的值。

第十三，本發明的無鹼玻璃基板的特徵在於，用於顯示器中。

第十四，本發明的無鹼玻璃基板的特徵在於，用於液晶顯示器或有機電致發光(Electroluminescence, EL)顯示器中。

第十五，本發明的無鹼玻璃基板的特徵在於，用於平面電視用液晶顯示器中。

第十六，本發明的無鹼玻璃基板之製造方法的特徵在於，成形方法為溢流下拉(overflow down draw)法(亦稱為融合(fusion)法)。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

【實施方式】

以下，就如上所述而限定組成範圍的理由加以詳述。再者，以下的「%」表示，除了有特別限定的情形之外，是指 wt %(重量百分比)。

SiO_2 是形成玻璃的網狀結構的成分，其含量為 50～70%，較好的是 55～68%，更好的是 55～65%，進一步好的是 57.5～61.5%，尤其好的是 58～61.5%。若 SiO_2 的含量低於 50%，則會使得耐藥品性、尤其是耐酸性惡化，並且難以實現低密度化。又，若 SiO_2 的含量高於 70%，則會

使得高溫黏度上升，從而熔融性(meltability)惡化，並且容易出現白矽石(cristobalite)的失透，進而容易在玻璃中產生失透異物缺陷。

Al_2O_3 是具有提高玻璃的應變點的效果，且提高玻璃的楊氏模量(Young's modulus)的成分，其含量為 10～20%，較好的是 12～18%，更好的是 13～17%，進一步好的是 14.5～17%。若 Al_2O_3 的含量低於 10%，則失透溫度上升，容易於玻璃中產生白矽石的失透異物，除此以外，應變點容易下降。又，若 Al_2O_3 的含量高於 20%，則耐緩衝氟酸性(以下，稱為耐 BHF 性)惡化，容易於玻璃表面產生白濁，並且容易於玻璃中產生鈣長石(anorthite)等 $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-RO}$ 系失透，從而不良。

B_2O_3 是作為融劑而起作用、降低玻璃的黏性、改善玻璃的熔融性的成分，其含量為 8～12%，較好的是 8～11%，更好的是 8.5～11%，進一步好的是 8.5～10.5%(其中，不包括 10.5%)，尤其好的是 9～10.5%(其中，不包括 10.5%)。若 B_2O_3 的含量低於 8%，則無法充分發揮作為融劑的作用，耐 BHF 性惡化，除此以外，耐失透性亦下降。若 B_2O_3 的含量高於 12%，則應變點下降，或耐熱性下降，除此以外，存在耐酸性惡化的傾向。

BaO 雖是改善玻璃的耐藥品性、玻璃的耐失透性的成分，但其也是會造成環境負荷的化學物質，因此就環境觀點而言，較理想的是限制其含量。具體而言，需要將 BaO 的含量限制為 0～1%的範圍，較好的是 0～0.6%，更好的

是 0~0.5%(但不包括 0.5%)，進一步好的是 0~0.2%，就環境保護方面而言，尤其好的是實質上不含有 BaO 的玻璃。若 BaO 的含量高於 1%，則對環境的負荷變大，且難以實現低密度化。

SrO 是提高玻璃的耐藥品性、並且改善玻璃的失透性的成分。另一方面，SrO 雖亦使高溫黏度下降，但在所有的鹼土類金屬氧化物中，SrO 改善熔融性的效果較小。又，若 SrO 的含量較多，則存在密度、熱膨脹係數上升的傾向。因此，SrO 的含量為 0~10%，較好的是 1~10%，更好的是 3~10%，進一步好的是 3~8%，尤其好的是 3~7%。若 SrO 的含量多於 10%，則可能密度、熱膨脹係數會大大地上升。

MgO 是降低玻璃的高溫黏性、並且改善玻璃的熔融性的成分，且是鹼土類金屬氧化物中可最有效地降低密度的成分。然而，若 MgO 的含量較多，則失透溫度上升，成形性惡化。而且，MgO 可能會與 BHF 反應而形成生成物，並固著於玻璃基板表面的元件上，或附著於玻璃基板而使玻璃基板白濁。因此，較好的是限制 MgO 的含量，具體而言，其含量為 0~3%，較好的是 0~2%，更好的是 0~1.9%，進一步好的是 0~1%，再進一步好的是 0~0.5%，尤其好的是 0~0.5%(但不包括 0.5%)，最好的是實質上不含有 MgO。若 MgO 的含量高於 3%，則可能玻璃的耐失透性惡化，難以採用溢流下拉(overflow down draw)法，除此以外，還會造成耐 BHF 性惡化。再者，本發明中所述的「實

質上不含有 MgO」，意指除了自原料等混入作雜質成分的量以外不含有 MgO，亦即是指玻璃組成內 MgO 的含量小於等於 0.1% 的情形。

CaO 具有降低玻璃的高溫黏性、改善玻璃的熔融性、以及改善玻璃的耐失透性的效果，其對於本發明的無鹼玻璃而言是必要成分。又，CaO 是二價鹼土類金屬氧化物中最能夠提高玻璃的楊氏模量、且抑制玻璃的密度上升的成分，且是可賦予適於液晶顯示器所使用之玻璃基板的特性的成分。另外，MgO 同樣具有與 CaO 相同的效果，然 MgO 的耐失透性容易惡化，因此僅可含有少量。若考慮到上述事項，則本發明的無鹼玻璃中，提高 CaO 的含量變得重要。因此，本發明的無鹼玻璃中，CaO 的含量為 4~15%，較好的是 5~12%，更好的是 6~11%，進一步好的是 6.5~9%，尤其好的是 7~9%。若 CaO 的含量低於 4%，則可能無法充分享有上述效果。若 CaO 的含量高於 15%，則可能會使耐 BHF 性受損，進而使玻璃基板的表面容易受到侵蝕，以及反應生成物附著於玻璃基板表面，而導致使玻璃白濁。

ZnO 是改善玻璃的耐 BHF 性、並且改善玻璃的熔融性的成分，若其含量高於 5%，則玻璃容易失透。又，若 ZnO 的含量高於 5%，則應變點下降，因此難以獲得預期的耐熱性。此外，ZnO 雖對環境的影響不大，然而有時被看待作環境負荷化學物質而進行操作，因此，較理想的是盡可能減少其含量。具體而言，ZnO 的含量較好的是小於等於

5%，更好的是低於等於 2%，進一步好的是低於等於 1%，尤其好的是低於等於 0.5%，理想的是實質上不含有 ZnO。此處，「實質上不含有 ZnO」，意指除了自原料等混入作雜質成分的量以外不含有 ZnO，亦即是指玻璃組成內 ZnO 的含量低於等於 0.1% 的情形。

藉由混合而含有鹼土類金屬氧化物，可獲得下述效果。即，有效地降低玻璃的失透溫度，亦即難以於玻璃中產生結晶異物，從而改善玻璃的熔融性及玻璃的成形性。然而，若上述鹼土類金屬氧化物成分的含量較多，則玻璃的密度上升，難以實現玻璃基板的輕量化，因此，上述鹼土類金屬氧化物的總量較好的是 5~20%，更好的是 8~15%，進一步好的是 10~15%。其中，根據已述理由，較理想的是實質上不含有 BaO 以及 MgO。

ZrO₂ 是改善玻璃的耐藥品性、尤其是耐酸性的成分，然而，若 ZrO₂ 的含量高於 5%，則失透溫度上升，容易出現鋇石(zircon)的失透異物，故不良。因此，ZrO₂ 的含量較好的是 0~5%，更好的是 0~1%，進一步好的是 0.1~0.5%。再者，可使用以 ZrO₂ 為主要成分的原料作為 ZrO₂ 導入源，或者是，亦可利用構成玻璃熔融爐的耐火物等的熔出等而含有 ZrO₂。

TiO₂ 是改善玻璃的耐藥品性尤其是耐酸性、且降低高溫黏性而提高熔融性的成分。又，TiO₂ 有防止對紫外線的著色的效果。然而，若 TiO₂ 的含量高於 3%，則會使玻璃著色，而玻璃基板的透過率會下降，故難以用於顯示器用

途。因此，較好的是使 TiO_2 的含量較少，具體而言較好的是 0~3%，更好的是 0~1%。

本發明的無鹼玻璃，於未損害作為本發明特徵的特性的範圍內，可含有 0~5% 的其他成分。例如，可含有小於等於 5% 的 Y_2O_3 、 Nb_2O_5 、 WO_3 等。再者，上述成分是有效地提高耐失透性或楊氏模量的成分。

本發明的無鹼玻璃的特徵在於，實質上不含有鹼金屬氧化物。若使主動式矩陣型液晶顯示器、有機電致發光 (Electroluminescence, EL) 顯示器所使用的玻璃基板中含有鹼金屬氧化物，則鹼成分可能會擴散至形成於玻璃基板表面上的 TFT 元件中，而損害其性能。因此，對於應用在上述用途的玻璃基板，需使用實質上不含有鹼金屬氧化物的無鹼玻璃基板。

如上所述，習知廣泛地使用著 As_2O_3 作為玻璃的澄清劑，然而，就環境觀點而言，本發明的無鹼玻璃實質上不含有 As_2O_3 。此外，本發明的無鹼玻璃中，對於澄清劑，較好的是實質上亦不含有 Sb_2O_3 。 Sb_2O_3 雖毒性低於 As_2O_3 ，然而 Sb_2O_3 亦是環境負荷化學物質，因此，就環境觀點而言，較好的是限制使用。此外，F、Cl 等鹵素雖可添加作為玻璃的融劑，然而玻璃熔融時所產生的揮發物有毒性，因此較好的是減少 F、Cl 等鹵素的使用量，更好的是實質上不含有 F、Cl 等鹵素。此處，「實質上不含有 F、Cl 等鹵素」，意指除了自原料等混入作雜質成分的量以外不含有 F、Cl 等鹵素，且亦即是指玻璃組成內 F、Cl 等鹵

素小於等於 0.05%的情形。

本發明的無鹼玻璃中，較好的是使用 SnO_2 作為澄清劑，且其含量較好的是 0~1%，更好的是 0.01~0.5%，進一步好的是 0.05~0.3%。 SnO_2 可藉由高溫區域內所產生的 Sn 離子的價數變化而產生大量澄清氣體，一般而言，無鹼玻璃系的融點高於含有鹼的玻璃，因此 SnO_2 可適用作澄清劑。另一方面，若 SnO_2 的含量高於 1%，則可能玻璃的耐失透性下降。再者，可使用以 SnO_2 為主要成分的原料作為 SnO_2 導入源，或者是亦可利用設於玻璃熔融爐的電極等的熔出而含有 SnO_2 。又，如下所述，若 SnO_2 的含量過多，則玻璃的耐失透性惡化，因此，若考慮到玻璃的耐失透性，則 SnO_2 的含量較好的是小於等於 0.3%。

只要未損害作為本發明特徵的玻璃特性，則可使用 SO_3 或 C、Al、Si 的金屬粉末等作為澄清劑。 CeO_2 、 Fe_2O_3 等雖亦可用作澄清劑，但亦會使玻璃可能著色，因而較好的是其含量小於等於 0.1%。

上述玻璃組成範圍中，當然可任意組合各成分的較好含有範圍，並選擇較好的玻璃組成範圍，其中，無鹼玻璃可列舉下述玻璃組成範圍較好的無鹼玻璃，其特徵在於，以下述氧化物換算的 wt% 來表示，其包括 55~65% 的 SiO_2 、12~20% 的 Al_2O_3 、8~12% 的 B_2O_3 、0~2% 的 MgO 、5~12% 的 CaO 、1~10% 的 SrO 、0~5% 的 ZnO 、5~20% 的 RO，且實質上不含有鹼金屬氧化物、BaO 與 As_2O_3 。

無鹼玻璃的更好的組成範圍可列舉下述無鹼玻璃，其

特徵在於，以下述氧化物換算的 wt% 來表示，其包括 55～65% 的 SiO_2 、12～20% 的 Al_2O_3 、8～12% 的 B_2O_3 、0～2% 的 MgO 、5～12% 的 CaO 、1～10% 的 SrO 、0～5% 的 ZnO 、5～20% 的 RO ，且實質上不含有鹼金屬氧化物、 BaO 、 As_2O_3 與 Sb_2O_3 。又，較好的是，下述無鹼玻璃的特徵在於，以下述氧化物換算的 wt% 來表示，其包括 55～65% 的 SiO_2 、12～20% 的 Al_2O_3 、8～11% 的 B_2O_3 、0～1% 的 MgO 、6～11% 的 CaO 、3～10% 的 SrO 、0～5% 的 ZnO 、7～20% 的 RO ，且實質上不含有鹼金屬氧化物、 BaO 、 As_2O_3 與 Sb_2O_3 。此外，下述無鹼玻璃亦較好，該無鹼玻璃的特徵在於，以下述氧化物換算的 wt% 來表示，其包括 57.5～61.5% 的 SiO_2 、14.5～17% 的 Al_2O_3 、8.5～11% 的 B_2O_3 、0～0.5% 的 MgO 、0～0.6% 的 BaO 、6～9% 的 CaO 、3～7% 的 SrO 、0～1% 的 ZnO ，且實質上不含有鹼金屬氧化物、 As_2O_3 與 Sb_2O_3 。上述無鹼玻璃，因熔融性以及耐失透性優良，故不僅可顯著提高玻璃基板的生產性，而且適於玻璃成形時的黏度較高的溢流下拉法。

尤其好的是，無鹼玻璃的組成範圍可列舉下述無鹼玻璃，其特徵在於，以下述氧化物換算的 wt% 來表示，其包括 55～65% 的 SiO_2 、13～17% 的 Al_2O_3 、大於等於 8.5% 且小於 10.5% 的 B_2O_3 、0～0.5% (但不包括 0.5%) 的 MgO 、6.5～11% 的 CaO 、3～7% 的 SrO 為、0～1% 的 ZnO 、7～20% 的 RO ，且實質上不含有鹼金屬氧化物、 BaO 、 As_2O_3 與 Sb_2O_3 。該無鹼玻璃因實質上不含有 BaO 、 As_2O_3 與 Sb_2O_3 ，

故可極其減輕對環境的影響，而較好地作為保護環境的新一代玻璃基板。又，該無鹼玻璃因實質上不含有 BaO 、 As_2O_3 與 Sb_2O_3 ，故可容易地實現玻璃基板的再利用(recycle)。

為了成形為薄板狀、且穩定地製造玻璃基板，而要求玻璃的耐失透性優良。又，液晶顯示器或有機 EL 顯示器中，所使用的玻璃基板的最具代表性的成形方法為溢流下拉法。若使用溢流下拉法，即便未對表面加以研磨，亦可成形面積大、厚度較薄、且表面非常平滑的玻璃基板，因此，最適合作為主動式矩陣型液晶顯示器用玻璃基板的成形方法。另一方面，浮式(float)法是眾所周知的成形窗板玻璃的步驟，然而該方法於成形較薄的玻璃基板時，會於玻璃的抽出方向上產生平行的條紋狀凹凸。玻璃基板上的條紋可能對顯示器的影像品質有重大影響，亦即可能會引起圖像變形，或玻璃基板間液晶層的厚度變化所導致的顯示不均等。根據此種狀況，當將以浮式法所成形的玻璃基板用作主動式矩陣型液晶顯示器用玻璃基板時，需要經由研磨步驟而進行用以去除條紋狀凹凸的處理。然而，研磨步驟亦成為成本提高(cost up)的原因之一，且因研磨而產生的玻璃基板表面的微細傷痕，可能會引起主動式矩陣型液晶顯示器製造步驟中形成於玻璃基板上的電子電路的斷線。

為了採用溢流下拉法，而玻璃的耐失透性則變為重要的特性。此處，所謂「失透」是指，對在高溫下變為融液狀的玻璃原料進行冷卻而成形玻璃的步驟中，結晶質異物

析出於玻璃內部或表面，而此種結晶質異物遮斷光，故成為顯示器用玻璃基板的致命缺陷。又，即便使用相同的玻璃組成時，在溢流下拉法中玻璃成形時的溫度亦低於浮式法。因此，為了適用溢流下拉法，必須設計難以於玻璃中產生失透、且耐失透性良好的玻璃組成。具體而言，考慮到成形玻璃的溫度，玻璃的液相黏度較好的是大於等於 $10^{5.2}$ dPa·s，更好的是大於等於 $10^{5.5}$ dPa·s，進一步好的是大於等於 $10^{5.8}$ dPa·s。又，就液相溫度而言，較好的是小於等於 1200°C ，更好的是小於等於 1150°C ，進一步好的是小於等於 1100°C ，尤其好的是小於 1100°C 。若玻璃的液相黏度小於 $10^{5.2}$ dPa·s，則無法採用溢流下拉法，且玻璃的成形方法受到不當制約，而難以確保玻璃基板的表面品質。同樣，若玻璃的液相溫度高於 1200°C ，則無法採用溢流下拉法，且玻璃的成形方法受到不當制約，而難以確保玻璃基板的表面品質。此處，本發明中所述的「液相黏度」，是指利用眾所周知的鉑球上拉法來測定液相溫度下的玻璃黏度的值。又，「液相溫度」是指，粉碎玻璃，將通過標準篩 30 網目(mesh)(篩孔尺寸為 $500\text{ }\mu\text{m}$)、殘留於 50 網目(篩孔尺寸為 $300\text{ }\mu\text{m}$)的玻璃粉末放入鉑舟，於溫度梯度爐中保持 24 小時後，測定可於玻璃中發現失透(結晶異物)的最高溫度。

本發明的無鹼玻璃中，以下述氧化物換算來表示， SnO_2 的含量為 $0\sim 0.3\%$ ，且於玻璃組成中添加有 SnO_2 直至 SnO_2 為 0.3% 時，所獲得的玻璃的液相溫度較好的是小

於等於 1150℃，更好的是低於等於 1100℃。若玻璃中有氣泡等內部缺陷，則因妨礙光透過，故成為顯示器用玻璃基板的致命不良缺陷。一般而言，隨著玻璃基板大型化，而氣泡殘存的幾率變高，從而由氣泡導致不良缺陷的幾率變高，且玻璃基板的生產性下降。因此，減少玻璃中的氣泡的技術變得重要。減少玻璃中所含有的氣泡的方法中，有使用澄清劑的方法、及降低高溫黏度的方法。於前一方法中，作為無鹼玻璃的澄清劑最有效的是 As_2O_3 ，然而如上文所述，因 As_2O_3 是環境負荷化學物質，故須要減少其使用。因此，就環境觀點而言，正在研究導入 SnO_2 代替 As_2O_3 作為澄清劑，然而 SnO_2 容易成為結晶性異物(失透)的原因，其可能會成為玻璃基板的內部缺陷。因此，可認為，若是相對於 SnO_2 難以產生失透的玻璃，則即便導入 SnO_2 作為澄清劑，亦難以產生由此引起的失透，故可同時實現提高玻璃基板的製造效率以及保護環境，而非常有效。而且，於玻璃基板的製造步驟中，亦在某種程度上假設 Sn 電極熔出至玻璃中的情況，因此，相對於 SnO_2 難以產生失透的玻璃更有利。就該方面而言，根據本發明的無鹼玻璃，即便玻璃組成中 SnO_2 的含量上升至 0.3%，亦可使所獲得的玻璃的液相溫度低於等於 1150℃，因此，可最大限度地享有上述效果。另一方面，當玻璃組成中 SnO_2 的含量為 0.3%時，若所獲得的玻璃的液相溫度高於 1150℃，則難以享有上述效果。此處，「添加有 SnO_2 直至 SnO_2 為 0.3%時，所獲得的玻璃的液相溫度」是指，於成為原料的

一次投料量(batch)中添加 SnO_2 直至玻璃組成中 SnO_2 為 0.3%(使玻璃組成總計為 100%)，且使玻璃熔融、成形，此後，粉碎所獲得的玻璃樣品，將通過標準篩 30 網目(500 μm)、殘留於 50 網目(300 μm)的玻璃粉末放入鉑舟，於溫度梯度爐中保持 1 週後，結晶析出的溫度。

本發明的無鹼玻璃中，於玻璃組成中添加有 0.5%的 ZrO_2 時，所獲得的玻璃的液相溫度較好的是小於等於 1150°C，更好的是小於等於 1100°C。作為除了減少氣泡、異物等內部缺陷以外降低玻璃基板的製造成本的方法，延長熔融窯的壽命、減少窯的修理頻率是有效的。為此，較好的是使用難以受到熔融玻璃侵蝕的 Zr 系耐火物，然而，越增加 Zn 系耐火物的使用場所，越容易產生 Zr 系結晶性異物(失透)，其可能成為玻璃基板的內部缺陷。因此，若是相對於 ZrO_2 難以產生失透的玻璃，則即便使用 Zr 系耐火物作為熔融窯的耐火物，亦難以產生由此引起的失透，故可減少玻璃基板的製造成本，非常有效。就該方面而言，根據本發明的無鹼玻璃，即便於玻璃組成中添加 0.5%的 ZrO_2 ，亦可使所獲得的玻璃的液相溫度小於等於 1150°C，因此可最大限度地享有上述效果。另一方面，於玻璃組成中添加有 0.5%的 ZrO_2 時，若所獲得的玻璃的液相溫度高於 1150°C，則難以享有上述效果。此處，「於玻璃組成中添加有 0.5%的 ZrO_2 時，所獲得的玻璃的液相溫度」是指，於成為原料的一次投料量中添加相當於玻璃組成之 0.5%的量的 ZrO_2 (使玻璃組成從表觀上看為總計 100.5%)，且使

玻璃熔融、成形，此後，粉碎所獲得的玻璃樣品，將通過標準篩 30 網目、殘留於 50 網目的玻璃粉末放入鉑舟，於溫度梯度爐中保持 1 個星期後，結晶析出的溫度。

本發明的無鹼玻璃中，熱膨脹係數較好的是 $30 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C} \sim 50 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ，更好的是 $35 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C} \sim 45 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 。先前，較理想的是，無鹼玻璃基板的熱膨脹係數與成膜於玻璃基板上的 a-Si、或 p-Si 的熱膨脹係數整合，具體而言，較理想的是熱膨脹係數小於等於 $35 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 。然而，液晶顯示器或有機 EL 顯示器用玻璃基板中，於其表面不僅成膜有 a-Si 或 p-Si 膜，而且成膜有熱膨脹係數更低的 SiN_x 、熱膨脹係數更高的 Cr、Ta、Al 等金屬配線以及氧化銦錫(indium tin oxide, ITO)。就使無鹼玻璃基板的熱膨脹係數與上述部件整合的觀點而言，明確可知，無鹼玻璃的熱膨脹係數未必越低越好。亦即，無鹼玻璃的熱膨脹係數有適當的範圍，具體而言，熱膨脹係數較好的是 $30 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C} \sim 50 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ，更好的是 $34 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C} \sim 45 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ，進一步好的是 $35 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C} \sim 45 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ，尤其好的是 $36 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C} \sim 40 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 。若無鹼玻璃的熱膨脹係數在該範圍內，則不僅熱膨脹係數可與各種膜整合，而且可提高耐熱衝擊性。然而，若熱膨脹係數偏離該範圍，則可能無法取得熱膨脹係數與各種膜的整合，且耐熱衝擊性可能惡化。再者，本發明中所述的「 $30^{\circ}\text{C} \sim 380^{\circ}\text{C}$ 的溫度範圍內的熱膨脹係數」是指，根據 JIS R3102，利用膨脹計(dilatometer)來測定 $30^{\circ}\text{C} \sim 380^{\circ}\text{C}$ 下的平均熱膨脹係數的

值。

本發明的無鹼玻璃中，密度較好的是小於等於 2.54 g/cm^3 ，更好的是小於等於 2.50 g/cm^3 ，進一步好的是小於 2.50 g/cm^3 ，尤其好的是小於等於 2.47 g/cm^3 。要求液晶顯示器或有機 EL 顯示器薄型化、輕量化，同樣對玻璃基板亦要求輕量化、薄型化。因此，此種用途的玻璃基板，主要使用厚度為 $0.4 \text{ mm} \sim 0.7 \text{ mm}$ 的薄玻璃基板，然而，為了進一步實現面板的輕量化，亦需求低密度的玻璃。玻璃基板的密度越小，玻璃的重量越輕，適於移動式設備用途。若使密度過小，則熔融性或耐失透性惡化，難以獲得於大面積內不存在氣泡、微粒等的無缺陷玻璃基板，就穩定地製造平面電視等的玻璃基板的觀點而言並不理想。因此，若考慮到其他特性，則密度的設計目標為大於等於 2.40 g/cm^3 (較理想的是大於等於 2.44 g/cm^3 ，更理想的是大於等於 2.45 g/cm^3)。此處，本發明中之「密度」，是指根據 JIS Z8807 利用眾所周知的阿基米德(Archimedes)法所測定的值。

本發明的無鹼玻璃中，應變點較好的是大於等於 620°C ，更好的是大於等於 630°C ，進一步好的是大於等於 635°C ，尤其好的是大於等於 650°C 。於形成 TFT 以及配線等電子電路的步驟中，於玻璃基板上形成有透明導電膜、絕緣膜、半導體膜以及金屬膜等，進一步經由光微影蝕刻 (photolithography etching) 步驟而形成有各種電路、圖案。於上述成膜以及光微影蝕刻步驟中，玻璃基板受到各種熱

處理、藥品處理。例如，於主動式矩陣型液晶顯示器中，於玻璃基板上形成絕緣膜或透明導電膜，進一步經由光微影蝕刻步驟，於玻璃基板上形成有多量的非晶矽或多結晶矽 TFT。上述步驟中玻璃基板受到 $300^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$ 的熱處理。玻璃基板有時因該熱處理而產生數 ppm 左右的尺寸變化(相對於 1 m 的玻璃基板長度尺寸而言尺寸變化為數 μm ：一般而言，該尺寸變化被稱為熱收縮)。若玻璃基板的熱收縮較大，則 TFT 的圖案會產生偏移，從而難以正確地形成積層有多層薄膜的元件。為了將熱收縮抑制為較小，有效的是提高玻璃的耐熱性，具體而言提高應變點。然而，若過於提高應變點，則導致玻璃基板熔融、成形時的溫度上升，玻璃製造設備的負荷變大，會成為成本上升的要因。因此，若考慮其他特性，則應變點的設計目標為小於等於 680°C ，尤其是小於等於 670°C 。

無鹼玻璃系中，不含有作為高效融劑成分的鹼金屬氧化物，因此需要高度的熔融技術。熔融無鹼玻璃系的方法中，可列舉：使熔融窯的溫度上升等以使熔融設備、熔融條件變為最適化的方法，或者降低玻璃的融點以使玻璃容易熔融的方法。於後一方法中，作為玻璃熔融性的指標，有高溫黏度為 $10^{2.5}$ dPa·s 時的溫度，且高溫黏度為 $10^{2.5}$ dPa·s 時的溫度越低，玻璃越容易熔融。本發明的無鹼玻璃，高溫黏度為 $10^{2.5}$ dPa·s 時的溫度，較好的是小於等於 1600°C ，更好的是小於等於 1580°C ，進一步好的是小於等於 1560°C ，再進一步好的是小於等於 1550°C ，尤其好的

是小於等於 1540°C 。若高溫黏度為 $10^{2.5}$ dPa·s 時的溫度高於 1600°C ，則為了均勻地熔融玻璃需要將熔融窯保持為高溫，隨之氧化鋁或氧化鋯等熔融窯所使用的耐火物容易受到侵蝕，其結果為，可能熔融窯的生命週期(life cycle)變短，從而導致玻璃基板的製造成本上漲。又，若可於低溫下熔融玻璃，則僅此可抑制玻璃熔融所需要的能量成本，可減輕對環境的負荷。再者，本發明中所述的「高溫黏度為 $10^{2.5}$ dPa·s 時的溫度」是指利用眾所周知的鉑球上拉法所測定的值。

將本發明的無鹼玻璃浸漬於 80°C 、10%的 HCl 水溶液中 24 小時後，其侵蝕量較好的是小於等於 1.0 mg/cm^2 ，更好的是小於等於 0.6 mg/cm^2 。又，將本發明的無鹼玻璃浸漬於 20°C 、63%的 BHF 溶液中 30 分鐘後，其侵蝕量較好的是小於等於 1.2 mg/cm^2 ，更好的是小於等於 0.9 mg/cm^2 。此外，較好的是，將本發明的無鹼玻璃浸漬於 20°C 、63%的 BHF 溶液中 30 分鐘後，目測進行表面觀察無法發現白濁、皺褶。於液晶顯示器用玻璃基板的表面，形成有透明導電膜、絕緣膜、半導體膜、金屬膜等，而且經由光微影蝕刻而形成有各種電路或圖案。又，於上述成膜、光微影蝕刻步驟中，對玻璃基板實施各種熱處理或藥品處理。一般而言，於 TFT 陣列製程中，反覆進行成膜步驟→光阻圖案形成→蝕刻步驟→光阻剝離步驟此種一系列製程。此時，玻璃基板受到作為蝕刻液的硫酸、鹽酸、鹼溶液、氟酸、BHF 等各種藥液處理，除此以外，經過使用 CF_4 、 S_2F_6 、

HCl 等氣體的電漿的蝕刻步驟。上述藥液考慮到低成本化，並不是一次性的，而成為循環的液系流(flow)。若玻璃的耐藥品性不良，則可能會產生下述各種問題，即，蝕刻時，藥液與玻璃基板的反應生成物堵塞循環液系流的過濾器，或由於不均質蝕刻而於玻璃表面產生白濁，或者由於蝕刻液的成分變化而導致蝕刻速率(etching rate)變得不穩定等。尤其，BHF 所代表的氟酸系藥液強烈侵蝕玻璃基板，故容易產生如上所述的問題，從而要求玻璃基板的耐 BHF 性優良。亦即，就防止藥液污染或反應生成物導致的步驟中過濾器堵塞的觀點而言，藥液對玻璃的侵蝕量較小非常重要。又，關於玻璃的耐藥品性，重要的是，不僅侵蝕量較小，而且不引起外觀變化。經由藥液處理而玻璃外觀不產生白濁或皺褶等變化，是作為光透過率較重要的主動式矩陣型液晶顯示器等的顯示器用玻璃基板不可或缺的特性。其侵蝕量及外觀變化的評估結果，尤其就耐 BHF 性而言未必一致，例如，有時即便玻璃顯示相同的侵蝕量，亦因其組成不同而於藥品處理後產生外觀變化、或不產生外觀變化。就該方面而言，根據本發明的無鹼玻璃，即便於 20°C、63% 的 BHF 溶液中浸漬 30 分鐘，其侵蝕量亦可小於等於 1.2 mg/cm^2 ，且即便於 20°C、63% 的 BHF 溶液中浸漬 30 分鐘，目測進行表面觀察亦不會發現白濁、皺褶，因此，能可靠地解決上述問題。

本發明的無鹼玻璃的維克氏(Vickers)硬度較好的是大於等於 560，更好的是大於等於 570，進一步好的是大於等

於 580。若維克氏硬度小於 560，則玻璃基板容易受到損傷，可能由於該損傷而引起形成於玻璃基板上的電子電路的斷線。再者，本發明中所述的「維克氏硬度」是指利用以 JIS Z2244—1992 為依據的方法所測定的值。

本發明的無鹼玻璃的比楊氏模量(用楊氏模量除以密度所得的值)較好的是大於等於 $27 \text{ GPa/g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ，更好的是大於等於 $28 \text{ GPa/g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ，進一步好的是大於等於 $29 \text{ GPa/g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ，尤其好的是大於等於 $29.5 \text{ GPa/g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。若使比楊氏模量大於等於 $27 \text{ GPa/g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ，則即便是大型且薄型的玻璃基板亦可將波紋量抑制為不產生問題的程度。此處，「楊氏模量」是指根據 JIS R1602 利用共振法所測定的值。

本發明的無鹼玻璃，較好的是，將黏度為 $10^4 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 時的溫度設為 $T_3(^{\circ}\text{C})$ 、軟化點設為 $T_4(^{\circ}\text{C})$ 時，滿足 $T_3 - T_4 \leq 330^{\circ}\text{C}$ 的關係。玻璃基板的厚度、板寬方向的翹曲或波紋的形狀，是在熔融玻璃的溫度自成形溫度到達至軟化點為止的範圍內大致決定的。因此，若使 $T_3 - T_4$ 減小，具體而言，較好的是使 $T_3 - T_4$ 小於等於 330°C 、更好的是小於等於 325°C 、進一步好的是小於等於 320°C ，則可容易地控制玻璃基板的厚度、板寬方向的翹曲或波紋的形狀。又，若控制為 $T_3 - T_4 \leq 330^{\circ}\text{C}$ ，則冷卻時黏性可迅速上升，從而可迅速成形為玻璃基板形狀。亦即，若使 $T_3 - T_4$ 小於等於 330°C ，則容易平坦地成形薄型玻璃基板。又，若使 $T_3 - T_4$ 小於等於 330°C ，則容易平坦地成形大型玻璃基板。

此外，下拉成形時，用於緩冷卻的爐內距離有設備設計方面的限制，隨之玻璃基板的緩冷卻時間亦受到限制，例如，自成形溫度至室溫為止必須冷卻數分鐘。因此，上述黏度特性非常有利。另一方面，若 $T_3 - T_4$ 高於 330°C ，則難以控制玻璃基板的厚度、板寬方向的翹曲或波紋的形狀。再者， T_3 相當於成形溫度。

上述玻璃組成範圍中，當然可任意組合較好的澄清劑以及較好的特性，而限定較好的玻璃組成範圍，其中，無鹼玻璃較好的是具有下述特性的無鹼玻璃，實質上不含有鹼金屬氧化物、 Sb_2O_3 與 As_2O_3 ，以下述氧化物換算的 wt% 所表示的基本組成為，包括 50~70% 的 SiO_2 、10~20% 的 Al_2O_3 、8~12% 的 B_2O_3 、0~3% 的 MgO 、4~15% 的 CaO 、0~10% 的 SrO 、0~1% 的 BaO 、8~15% 的 RO 、0.05~1% 的 SnO_2 ，且應變點大於等於 630°C ，密度小於 2.50 g/cm^3 ，液相黏度大於等於 $10^{5.2}\text{ dPa}\cdot\text{s}$ ，黏度為 $10^{2.5}\text{ dPa}\cdot\text{s}$ 時的溫度小於等於 1550°C 。

無鹼玻璃的更好態樣，較好的是具有下述特性的無鹼玻璃，實質上不含有鹼金屬氧化物、 Sb_2O_3 與 As_2O_3 ，以下述氧化物換算的 wt% 所表示的基本組成為，包括 58~68% 的 SiO_2 、14~18% 的 Al_2O_3 、9~12% 的 B_2O_3 、0~1.9% 的 MgO 、4~12% 的 CaO 、1~8% 的 SrO 、0~1% 的 BaO 、10~15% 的 RO ，且應變點大於等於 630°C ，密度小於 2.50 g/cm^3 ，液相溫度小於等於 1100°C ，液相黏度大於等於 $10^{5.5}\text{ dPa}\cdot\text{s}$ ，黏度為 $10^{2.5}\text{ dPa}\cdot\text{s}$ 時的溫度小於等於 1550°C ，

比楊氏模量大於等於 $29.5 \text{ GPa/g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

對於液晶顯示器等，一直進行著自較大的玻璃基板(稱作母玻璃，mother glass)製作幾塊顯示器的所謂多塊切割，若進行多塊切割，則可減少顯示器的製造成本，因此，近年來，所需求的玻璃基板的面積逐漸變大。另一方面，若玻璃基板的面積變大，則於玻璃基板中出現失透物的幾率變高，玻璃基板的良品率急遽下降。因此，根據耐失透性良好的本發明的無鹼玻璃基板，於製作大型基板的方面有較大的優點。例如，基板面積大於等於 0.1 m^2 (具體而言，尺寸大於等於 $320 \text{ mm} \times 420 \text{ mm}$)，尤其是大於等於 0.5 m^2 (具體而言，尺寸大於等於 $630 \text{ mm} \times 830 \text{ mm}$)、大於等於 1.0 m^2 (具體而言，尺寸大於等於 $950 \text{ mm} \times 1150 \text{ mm}$)，進一步是大於等於 2.3 m^2 (具體而言，尺寸大於等於 $1400 \text{ mm} \times 1700 \text{ mm}$)、大於等於 3.5 m^2 (具體而言，尺寸大於等於 $1750 \text{ mm} \times 2050 \text{ mm}$)、大於等於 4.8 m^2 (具體而言，尺寸大於等於 $2100 \text{ mm} \times 2300 \text{ mm}$)，基板面積越大型化越有利。又，根據本發明的無鹼玻璃基板，可賦予密度低、比楊氏模量高的特性，除此以外，可高精度地成形薄型玻璃基板，若使厚度小於等於 0.8 mm (較好的是小於等於 0.7 mm ，更好的是小於等於 0.5 mm ，進一步好的是小於等於 0.4 mm)，則可有效地享有本發明的優點(尤其是輕量化效果)。又，本發明的無鹼玻璃基板，即便使玻璃基板的厚度較薄，亦可使玻璃基板的彎曲量小於先前的玻璃基板，因此，容易防止將玻璃基板放入卡匣(cassette)的支架或自卡

匣支架取出時的破損等。

本發明的無鹼玻璃基板較好的是用於平面電視用液晶顯示器。近年來，平面電視用液晶顯示器的畫面尺寸有大型化的傾向，本發明的無鹼玻璃基板的生產性優良，故可容易地實現基板面積的大型化。此外，本發明的無鹼玻璃基板可利用溢流下拉法而成形，因此，可有效地製造表面品質良好的玻璃基板，不會損害平面電視用液晶顯示器的影像品質。因此，本發明的無鹼玻璃基板適於此用途。

本發明的無鹼玻璃基板較好的是具有未研磨的表面。玻璃的理論強度原本非常高，但以遠小於理論強度的應力亦產生破損的情形較多。其原因在於，於成形後的步驟、諸如研磨步驟等中，於玻璃基板表面產生被稱為格裏菲思裂紋(Griffith flaw)的小缺陷。因此，若未研磨玻璃基板的表面，則難以損壞原本的玻璃基板的機械強度，玻璃基板難以破損。又，若未研磨玻璃基板的表面，則可於玻璃基板的製造步驟中省略研磨步驟，因此可減少玻璃基板的製造成本。本發明的無鹼玻璃基板中，若未研磨玻璃基板的整個兩面，則玻璃基板更難破損。又，本發明的無鹼玻璃基板中，為了自玻璃基板的切斷面防止出現破損的事態，亦可對玻璃基板的切斷面實施倒角加工等。

本發明的無鹼玻璃基板中，玻璃基板的平均表面粗糙度(Ra)較好的是小於等於 $10\text{ \AA}$ ，更好的是小於等於 $7\text{ \AA}$ ，進一步好的是小於等於 $4\text{ \AA}$ ，最好的是小於等於 $2\text{ \AA}$ 。若平均表面粗糙度(Ra)大於 $10\text{ \AA}$ ，則於液晶顯示器的製造步驟

中難以進行電極等的正確圖案化，其結果為，電路電極斷線、短路的幾率上升，以及難以保證液晶顯示器等的可靠性。

本發明的無鹼玻璃基板中，玻璃基板的最大板厚與最小板厚的差較好的是小於等於 $20\ \mu\text{m}$ ，更好的是小於等於 $10\ \mu\text{m}$ 。若玻璃基板的最大板厚與最小板厚的差大於 $20\ \mu\text{m}$ ，則難以進行電極等的正確圖案化，其結果為，電路電極斷線、短路的幾率上升，以及難以保證液晶顯示器等的可靠性。

本發明的無鹼玻璃基板中，玻璃基板的波紋較好的是小於等於 $0.1\ \mu\text{m}$ ，更好的是小於等於 $0.05\ \mu\text{m}$ ，進一步好的是小於 $0.03\ \mu\text{m}$ ，最好的是小於等於 $0.01\ \mu\text{m}$ 。此外，理想而言，較好的是實質上不存在波紋。若波紋大於 $0.1\ \mu\text{m}$ ，則難以進行電極等的正確圖案化，其結果為，電路電極斷線、短路的幾率上升，以及難以保證液晶顯示器等的可靠性。

本發明的無鹼玻璃基板中，相對於目標板厚的誤差較好的是小於等於 $10\ \mu\text{m}$ ，更好的是小於等於 $5\ \mu\text{m}$ 。若相對於玻璃基板的目標板厚的誤差大於 $10\ \mu\text{m}$ ，則電極等的圖案化精度下降，以及難以於預定條件下穩定製造高品質的液晶顯示器等。

本發明的無鹼玻璃基板可藉由下述方式來製造，將調和為預期的玻璃組成的玻璃原料連續投入熔融爐，對玻璃原料進行加熱熔融，接著脫泡後供給至成形裝置且使熔融

玻璃成形為板狀，繼而進行緩冷卻。

就製造表面品質良好的玻璃基板的觀點而言，較好的是利用溢流下拉法成形為板狀。其理由在於，使用溢流下拉法時，應成為玻璃基板表面的面並未與流槽狀耐火物接觸，而是於自由表面的狀態下成形的，藉此可成形未研磨而表面品質良好的玻璃基板。此處，溢流下拉法是指下述方法，即，使熔融玻璃自耐熱性流槽狀構造物的兩側溢流，使溢流出的熔融玻璃於流槽狀構造物的下端合流，並且向下方延伸成形而製造玻璃基板。對於流槽狀構造物的結構或材質，只要可使玻璃基板的尺寸或表面精度成為預期狀態而實現可用於顯示器用玻璃基板的品質，則並無特別限定。又，為了進行向下方的延伸成形，可用任意方法對玻璃基板施力。例如，既可採用使寬度充分大的耐熱性輥於與玻璃基板接觸的狀態下旋轉而延伸的方法，亦可採用使多對耐熱性輥僅與玻璃基板的端面附近接觸而延伸的方法。本發明的無鹼玻璃，因耐失透性優良且具有適於成形的黏度特性，故可高精度地實行溢流下拉法。

以下，根據實施例就本發明加以詳細說明。

表 1～16 表示本發明的實施例(樣品 No.1～79)。表 17 表示本發明的比較例(樣品 No.80、81)。

表 1

		實施例				
		1	2	3	4	5
玻璃組成(wt%)	SiO ₂	60.0	60.5	59.5	59.8	60.7
	Al ₂ O ₃	15.3	15.5	16.0	15.9	15.3
	B ₂ O ₃	9.5	9.4	10.0	9.8	9.4
	MgO	—	—	—	—	0.3
	CaO	7.5	7.7	7.7	7.2	8.1
	SrO	6.0	6.4	6.0	6.6	6.0
	ZnO	1.0	—	0.5	—	—
	TiO ₂	0.5	—	—	—	—
	SnO ₂	0.2	0.5	0.3	0.2	0.2
	Y ₂ O ₃	—	—	—	0.5	—
密度(g/cm ³)		2.49	2.50	2.49	2.48	2.49
熱膨脹係數[30°C—380°C] (×10 ⁻⁷ /°C)		39	40	39	39	39
黏度	應變點(°C)	653	654	652	655	653
	漸冷點(°C)	706	707	705	710	706
	軟化點(°C)	941	948	946	950	948
	10 ^{4.0} (°C)	1266	1268	1250	1270	1274
	10 ^{2.5} (°C)	1532	1530	1535	1535	1530
液相溫度(°C)		1080	1090	1100	1080	1090
液相黏度(dPa·s)		10 ^{5.8}	10 ^{5.7}	10 ^{5.6}	10 ^{6.0}	10 ^{6.1}
耐 Sn 失透性		○	○	○	○	○
耐 Zr 失透性		○	○	○	○	○
楊氏模量(GPa)		71	72	72	70	71
比楊氏模量(GPa/g·cm ⁻³)		29	29	29	29	29
維克氏硬度		600	600	590	590	610
侵蝕量 10%HCl 80°C 24hrs(mg/cm ²)		0.4	0.4	0.5	0.5	0.4
侵蝕量 63BHF 20°C 30min(mg/cm ²)		0.8	0.8	0.7	0.8	0.8
外觀變化 63BHF 20°C 30min		○	○	○	○	○

表 2

		實施例				
		6	7	8	9	10
玻璃組成 (wt%)	SiO ₂	60.2	61.0	60.0	59.8	59.0
	Al ₂ O ₃	15.5	15.3	15.7	15.8	16.1
	B ₂ O ₃	9.4	9.4	10.8	9.0	10.5
	MgO	—	—	0.3	0.5	—
	CaO	6.5	6.5	8.0	8.0	6.6
	SrO	7.2	6.6	4.5	6.0	7.2
	BaO	—	—	0.5	0.2	—
	ZnO	—	1.0	—	—	0.4
	TiO ₂	—	—	—	0.5	—
	SnO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	Y ₂ O ₃	1.0	—	—	—	—
密度(g/cm ³)		2.51	2.50	2.45	2.49	2.52
熱膨脹係數[30°C – 380°C] (×10 ⁻⁷ /°C)		38	37	38	39	37
黏度	應變點(°C)	660	654	662	643	655
	漸冷點(°C)	715	708	714	696	712
	軟化點(°C)	955	950	943	950	955
	10 ^{4.0} (°C)	1292	1285	1261	1264	1275
	10 ^{2.5} (°C)	1556	1550	1532	1530	1540
液相溫度(°C)		1080	1070	1075	1090	1065
液相黏度(dPa · s)		10 ^{5.7}	10 ^{6.0}	10 ^{5.7}	10 ^{5.8}	10 ^{5.1}
耐 Sn 失透性		○	○	○	○	○
耐 Zr 失透性		○	○	○	○	○
楊氏模量(GPa)		71	72	73	71	73
比楊氏模量(GPa/g · cm ⁻³)		29	29	30	29	29
維克氏硬度		600	600	—	610	610
侵蝕量 10%HCl 80°C 24hrs(mg/cm ²)		0.4	0.4	0.8	0.4	0.6
侵蝕量 63BHF 20°C 30min(mg/cm ²)		0.8	0.8	0.7	0.8	0.6
外觀變化 63BHF 20°C 30min		○	○	○	○	○

表 3

		實施例				
		11	12	13	14	15
玻璃組成 (wt%)	SiO ₂	59.5	59.5	59.5	59.5	59.5
	Al ₂ O ₃	15.2	15.2	15.2	15.6	15.2
	B ₂ O ₃	9.8	9.8	10.2	9.8	9.8
	CaO	7.7	7.7	7.7	7.7	8.1
	SrO	6.0	6.4	6.0	6.0	6.0
	ZnO	0.4	—	—	—	—
	Sb ₂ O ₃	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	SnO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	ZrO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
密度(g/cm ³)		2.49	2.50	2.49	2.49	2.49
熱膨脹係數[30°C – 380°C] (×10 ⁻⁷ /°C)		39	40	40	40	40
黏度	應變點(°C)	664	666	664	669	664
	漸冷點(°C)	717	719	717	723	717
	軟化點(°C)	947	947	947	953	943
	10 ^{4.0} (°C)	1272	1267	1269	1276	1263
	10 ^{2.5} (°C)	1540	1540	1543	1547	1534
液相溫度(°C)		1110	1116	1109	1110	1124
液相黏度(dPa · s)		10 ^{5.4}	10 ^{5.3}	10 ^{5.4}	10 ^{5.5}	10 ^{5.2}
耐 Sn 失透性		○	○	○	○	○
耐 Zr 失透性		○	○	○	○	○
楊氏模量(GPa)		73	73	72	73	73
比楊氏模量(GPa/g · cm ⁻³)		29	29	29	29	29
外觀變化 63BHF 20°C 30min		○	○	○	○	○

表 4

		實施例				
		16	17	18	19	20
玻璃組成 (wt%)	SiO ₂	59.5	59.5	59.5	58.5	58.5
	Al ₂ O ₃	15.2	15.2	15.2	16.2	15.2
	B ₂ O ₃	9.8	9.8	10.2	10.2	11.2
	CaO	8.6	7.1	7.7	7.7	7.7
	SrO	5.5	7.0	6.0	6.0	6.0
	Sb ₂ O ₃	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	SnO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	ZrO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
密度(g/cm ³)		2.49	2.50	2.48	2.49	2.48
熱膨脹係數[30℃－380℃] (×10 ⁻⁷ /℃)		40	40	39	40	40
黏度	應變點(℃)	664	665	658	663	654
	漸冷點(℃)	716	718	712	717	706
	軟化點(℃)	942	949	942	947	933
	10 ^{4.0} (℃)	1259	1276	1265	1264	1251
	10 ^{2.5} (℃)	1534	1552	1537	1528	1528
液相溫度(℃)		1121	1121	1094	1099	1069
液相黏度(dPa·s)		10 ^{5.2}	10 ^{5.4}	10 ^{5.5}	10 ^{5.5}	10 ^{5.7}
耐 Sn 失透性		○	○	○	○	○
耐 Zr 失透性		○	○	○	○	○
楊氏模量(GPa)		73	72	72	73	72
比楊氏模量(GPa/g·cm ⁻³)		29	29	29	29	29
外觀變化 63BHF 20℃ 30min		○	○	○	○	○

表 5

		實施例				
		21	22	23	24	25
玻璃組成 (wt%)	SiO ₂	58.5	57.5	59.5	58.5	58.5
	Al ₂ O ₃	15.2	15.2	15.2	14.9	15.7
	B ₂ O ₃	10.2	11.2	11.2	11.2	10.7
	CaO	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
	SrO	7.0	7.0	5.0	6.3	6.0
	Sb ₂ O ₃	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	SnO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	ZrO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
密度(g/cm ³)		2.51	2.50	2.46	2.49	2.48
熱膨脹係數[30°C – 380°C] (×10 ⁻⁷ /°C)		41	41	39	40	40
黏度	應變點(°C)	658	650	656	652	659
	漸冷點(°C)	710	701	710	703	712
	軟化點(°C)	933	922	942	928	939
	10 ^{4.0} (°C)	1252	1235	1266	1248	1257
	10 ^{2.5} (°C)	1522	1502	1539	1519	1526
液相溫度(°C)		1090	1063	1068	1073	1078
液相黏度(dPa · s)		10 ^{5.5}	10 ^{5.6}	10 ^{5.8}	10 ^{5.6}	10 ^{5.7}
耐 Sn 失透性		○	○	○	○	○
耐 Zr 失透性		○	○	○	○	○
楊氏模量(GPa)		73	72	71	71	72
比楊氏模量(GPa/g · cm ⁻³)		29	29	29	29	29
外觀變化 63BHF 20°C 30min		○	○	○	○	○

表 6

		實施例				
		26	27	28	29	30
玻璃組成 (wt%)	Si ₂ O ₃	60.5	61.0	56.5	56.5	59.0
	Al ₂ O ₃	15.2	15.2	15.2	15.2	15.7
	B ₂ O ₃	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
	CaO	7.7	7.7	7.7	8.7	7.7
	SrO	4.0	3.5	8.0	7.0	5.0
	Sb ₂ O ₃	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	SnO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	ZrO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
密度(g/cm ³)		2.44	2.42	2.53	2.52	2.46
熱膨脹係數[30°C – 380°C] (×10 ⁻⁷ /°C)		37	37	42	43	39
黏度	應變點(°C)	658	661	650	650	657
	漸冷點(°C)	714	717	700	699	711
	軟化點(°C)	953	958	914	909	944
	10 ^{4.0} (°C)	1280	1288	1222	1215	1266
	10 ^{2.5} (°C)	1560	1564	1484	1475	1537
液相溫度(°C)		1085	1090	1069	1073	1074
液相黏度(dPa · s)		10 ^{5.8}	10 ^{5.8}	10 ^{5.4}	10 ^{5.3}	10 ^{5.8}
耐 Sn 失透性		○	○	○	○	○
耐 Zr 失透性		○	○	○	○	○
楊氏模量(GPa)		71	71	72	73	72
比楊氏模量(GPa/g · cm ⁻³)		29	29	29	29	29
外觀變化 63BHF 20°C 30min		○	○	○	○	○

表 7

		實施例				
		31	32	33	34	35
玻璃組成 (wt%)	SiO ₂	60.0	59.0	59.5	60.0	59.5
	Al ₂ O ₃	14.7	15.2	15.2	15.2	15.7
	B ₂ O ₃	11.2	11.2	10.7	10.7	11.2
	MgO	—	0.5	0.5	—	—
	CaO	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
	SrO	5.0	5.0	5.0	5.0	4.5
	Sb ₂ O ₃	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	SnO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	ZrO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
密度(g/cm ³)		2.46	2.47	2.47	2.46	2.45
熱膨脹係數[30°C – 380°C] (×10 ⁻⁷ /°C)		39	39	39	39	38
黏度	應變點(°C)	654	654	656	660	659
	漸冷點(°C)	708	706	709	714	714
	軟化點(°C)	941	935	940	949	950
	10 ^{4.0} (°C)	1273	1257	1261	1273	1273
	10 ^{2.5} (°C)	1547	1526	1532	1550	1542
液相溫度(°C)		1077	1107	1085	1085	1070
液相黏度(dPa · s)		10 ^{5.8}	10 ^{5.3}	10 ^{5.6}	10 ^{5.7}	10 ^{5.9}
耐 Sn 失透性		○	○	○	○	○
耐 Zr 失透性		○	○	○	○	○
楊氏模量(GPa)		71	72	73	72	72
比楊氏模量(GPa/g · cm ⁻³)		29	29	29	29	29
外觀變化 63BHF 20°C 30min		○	○	○	○	○

表 8

		實施例				
		36	37	36	39	40
玻璃組成 (wt%)	SiO ₂	59.5	59.5	60.3	60.0	60.8
	Al ₂ O ₃	15.2	14.7	15.4	15.7	14.9
	B ₂ O ₃	11.2	10.7	11.3	11.3	10.8
	MgO	—	—	—	0.5	0.3
	CaO	8.7	7.7	7.8	7.8	8.0
	SrO	4.0	6.0	5.0	4.5	5.0
	Sb ₂ O ₃	1.0	1.0	—	—	—
	SnO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	ZrO ₂	0.2	0.2	—	—	—
密度(g/cm ³)		2.46	2.48	2.44	2.44	2.45
熱膨脹係數[30°C – 380°C] (×10 ⁻⁷ /°C)		39	40	38	38	39
黏度	應變點(°C)	655	654	660	659	659
	漸冷點(°C)	708	707	712	712	711
	軟化點(°C)	938	936	943	942	940
	10 ^{4.0} (°C)	1259	1260	1268	1262	1267
	10 ^{2.5} (°C)	1531	1537	1540	1531	1540
液相溫度(°C)		1091	1097	1067	1078	1079
液相黏度(dPa · s)		10 ^{5.5}	10 ^{5.4}	10 ^{5.9}	10 ^{5.7}	10 ^{5.7}
耐 Sn 失透性		○	○	○	○	○
耐 Zr 失透性		○	○	○	○	○
楊氏模量(GPa)		72	72	72	72	73
比楊氏模量(GPa/g · cm ⁻³)		29	29	29	30	30
外觀變化 63BHF 20°C 30min		○	○	○	○	○

表 9

		實施例				
		41	42	43	44	45
玻璃組成 (wt%)	SiO ₂	61.3	61.0	61.0	60.7	60.5
	Al ₂ O ₃	14.9	15.0	15.0	15.0	15.0
	B ₂ O ₃	10.8	10.5	10.5	10.8	10.5
	MgO	0.3	0.3	—	0.3	0.3
	CaO	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
	SrO	4.5	5.0	5.3	5.0	5.5
	SnO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
密度(g/cm ³)		2.44	2.45	2.45	2.45	2.46
熱膨脹係數[30°C—380°C] (×10 ⁻⁷ /°C)		38	39	39	39	39
黏度	應變點(°C)	661	662	663	659	661
	漸冷點(°C)	713	714	715	711	712
	軟化點(°C)	944	943	945	938	937
	10 ^{4.0} (°C)	1273	1269	1271	1262	1258
	10 ^{2.5} (°C)	1548	1543	1548	1537	1533
液相溫度(°C)		1100	1108	1114	1097	1107
液相黏度(dPa·s)		10 ^{5.5}	10 ^{5.4}	10 ^{5.4}	10 ^{5.5}	10 ^{6.3}
耐 Sn 失透性		○	○	○	○	○
耐 Zr 失透性		○	○	○	○	○
楊氏模量(GPa)		73	73	73	73	73
比楊氏模量(GPa/g·cm ⁻³)		30	30	30	30	30
外觀變化 63BHF 20°C 30min		○	○	○	○	○

表 10

		實施例				
		46	47	48	49	50
玻璃組成 (wt%)	SiO ₂	60.8	60.8	60.8	60.8	60.8
	Al ₂ O ₃	15.3	15.3	15.3	15.7	15.3
	B ₂ O ₃	9.4	9.4	9.8	9.4	9.4
	CaO	7.7	7.7	7.7	7.7	8.1
	SrO	6.0	6.4	6.0	6.0	6.0
	ZnO	0.4	—	—	—	—
	SnO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	ZrO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
密度(g/cm ³)		2.48	2.48	2.47	2.47	2.48
熱膨脹係數[30℃—380℃] (×10 ⁻⁷ /℃)		39	40	39	39	40
黏度	應變點(℃)	670	672	670	675	670
	漸冷點(℃)	722	724	722	728	722
	軟化點(℃)	952	952	952	958	948
	10 ^{4.0} (℃)	1276	1271	1273	1280	1267
	10 ^{2.5} (℃)	1549	1549	1552	1556	1543
液相溫度(℃)		1115	1120	1115	1115	1130
液相黏度(dPa·s)		10 ^{5.4}	10 ^{5.3}	10 ^{5.4}	10 ^{5.5}	10 ^{5.2}
耐 Sn 失透性		○	○	○	○	○
耐 Zr 失透性		○	○	○	○	○
外觀變化 63BHF 20℃ 30min		○	○	○	○	○

表 11

		實施例				
		51	52	53	54	55
玻璃組成 (wt%)	SiO ₂	60.8	60.8	60.5	59.5	59.5
	Al ₂ O ₃	15.3	15.3	15.2	16.2	15.2
	B ₂ O ₃	9.4	9.4	10.2	10.2	11.2
	CaO	8.6	7.1	7.7	7.7	7.7
	SrO	5.5	7.0	6.0	6.0	6.0
	SnO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	ZrO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
密度(g/cm ³)		2.48	2.48	2.47	2.47	2.46
熱膨脹係數[30°C – 380°C] (×10 ⁻⁷ /°C)		40	39	39	39	39
黏度	應變點(°C)	670	671	664	669	660
	漸冷點(°C)	721	723	717	722	711
	軟化點(°C)	947	954	947	952	938
	10 ^{4.0} (°C)	1263	1280	1269	1268	1255
	10 ^{2.5} (°C)	1538	1561	1546	1537	1537
液相溫度(°C)		1125	1125	1100	1105	1075
液相黏度(dPa · s)		10 ^{5.2}	10 ^{5.4}	10 ^{5.5}	10 ^{5.5}	10 ^{5.7}
耐 Sn 失透性		○	○	○	○	○
耐 Zr 失透性		○	○	○	○	○
外觀變化 63BHF 20°C 30min		○	○	○	○	○

表 12

		實施例				
		56	57	58	59	60
玻璃組成 (wt%)	SiO ₂	59.5	58.5	60.5	59.5	59.5
	Al ₂ O ₃	15.2	15.2	15.2	14.9	15.7
	B ₂ O ₃	10.2	11.2	11.2	11.2	10.7
	CaO	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
	SrO	7.0	7.0	5.0	6.3	6.0
	SnO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	ZrO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
密度(g/cm ³)		2.49	2.49	2.44	2.47	2.47
熱膨脹係數[30℃－380℃] (×10 ⁻⁷ /℃)		40	41	38	40	39
黏度	應變點(℃)	664	656	662	658	665
	漸冷點(℃)	715	706	715	708	717
	軟化點(℃)	938	927	947	933	944
	10 ^{4.0} (℃)	1256	1239	1270	1252	1261
	10 ^{2.5} (℃)	1531	1511	1548	1528	1535
液相溫度(℃)		1095	1070	1075	1080	1085
液相黏度(dPa·s)		10 ^{5.5}	10 ^{5.6}	10 ^{5.8}	10 ^{5.6}	10 ^{5.7}
耐 Sn 失透性		○	○	○	○	○
耐 Zr 失透性		○	○	○	○	○
外觀變化 63BHF 20℃ 30min		○	○	○	○	○

表 13

		實施例				
		61	62	63	64	65
玻璃組成 (wt%)	SiO ₂	61.5	62.0	57.5	57.5	60.0
	Al ₂ O ₃	15.2	15.2	15.2	15.2	15.7
	B ₂ O ₃	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
	CaO	7.7	7.7	7.7	8.7	7.7
	SrO	4.0	3.5	8.0	7.0	5.0
	SnO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	ZrO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
密度(g/cm ³)		2.42	2.41	2.50	2.50	2.44
熱膨脹係數[30°C – 380°C] (×10 ⁻⁷ /°C)		37	36	42	42	38
黏度	應變點(°C)	664	667	656	656	663
	漸冷點(°C)	719	722	705	704	716
	軟化點(°C)	958	963	919	914	949
	10 ^{4.0} (°C)	1284	1292	1226	1219	1270
	10 ^{2.5} (°C)	1569	1573	1493	1484	1546
液相溫度(°C)		1090	1095	1075	1080	1080
液相黏度(dPa · s)		10 ^{5.8}	10 ^{5.8}	10 ^{5.4}	10 ^{5.3}	10 ^{5.8}
耐 Sn 失透性		○	○	○	○	○
耐 Zr 失透性		○	○	○	○	○
外觀變化 63BHF 20°C 30min		○	○	○	○	○

表 14

		實施例				
		66	67	68	69	70
玻璃組成 (wt%)	SiO ₂	61.0	60.0	60.5	61.0	60.5
	Al ₂ O ₃	14.7	15.2	15.2	15.2	15.7
	B ₂ O ₃	11.2	11.2	10.7	10.7	11.2
	MgO	—	0.5	0.5	—	—
	CaO	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
	SrO	5.0	5.0	5.0	5.0	4.5
	SnO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	ZrO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
密度(g/cm ³)		2.44	2.45	2.45	2.44	2.43
熱膨脹係數[30℃—380℃] (×10 ⁻⁷ /℃)		38	39	38	38	38
黏度	應變點(℃)	660	660	662	666	665
	漸冷點(℃)	713	711	714	719	719
	軟化點(℃)	946	940	945	954	955
	10 ^{4.0} (℃)	1277	1261	1265	1277	1277
	10 ^{2.5} (℃)	1556	1535	1541	1569	1551
液相溫度(℃)		1080	1110	1090	1090	1075
液相黏度(dPa·s)		10 ^{5.8}	10 ^{5.3}	10 ^{5.6}	10 ^{5.7}	10 ^{5.9}
耐 Sn 失透性		○	○	○	○	○
耐 Zr 失透性		○	○	○	○	○
外觀變化 63BHF 20℃ 30min		○	○	○	○	○

表 15

		實施例				
		71	72	73	74	75
玻璃組成 (wt%)	SiO ₂	60.5	60.5	60.3	60.0	60.8
	Al ₂ O ₃	15.2	14.7	15.4	15.7	14.9
	B ₂ O ₃	11.2	10.7	11.3	11.3	10.8
	MgO	—	—	—	0.5	0.3
	CaO	8.7	7.7	7.8	7.8	8.0
	SrO	4.0	6.0	5.0	4.5	5.0
	SnO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	ZrO ₂	0.2	0.2	—	—	—
密度(g/cm ³)		2.44	2.46	2.44	2.44	2.45
熱膨脹係數[30°C – 380°C] (×10 ⁻⁷ /°C)		39	39	38	38	39
黏度	應變點(°C)	661	660	660	659	659
	漸冷點(°C)	713	712	712	712	711
	軟化點(°C)	943	941	943	942	940
	10 ^{4.0} (°C)	1263	1264	1268	1262	1267
	10 ^{2.5} (°C)	1540	1546	1540	1531	1540
液相溫度(°C)		1095	1100	1065	1080	1080
液相黏度(dPa · s)		10 ^{5.5}	10 ^{5.4}	10 ^{5.9}	10 ^{5.7}	10 ^{5.7}
耐 Sn 失透性		○	○	○	○	○
耐 Zr 失透性		○	○	○	○	○
楊氏模量(GPa)		—	—	72	72	73
比楊氏模量(GPa/g · cm ⁻³)		—	—	29	30	30
外觀變化 63BHF 20°C 30min		○	○	○	○	○

表 16

		實施例			
		76	77	78	79
玻璃組成 (wt%)	SiO ₂	60.1	61.3	60.0	60.0
	Al ₂ O ₃	14.8	15.1	16.7	16.7
	B ₂ O ₃	11.7	9.9	9.8	9.8
	MgO	0.3	0.3	0.3	0.8
	CaO	7.9	8.1	8.0	8.0
	SrO	5.0	5.1	5.0	4.5
	SnO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2
密度(g/cm ³)		2.44	2.46	2.46	2.46
熱膨脹係數[30°C – 380°C] (×10 ⁻⁷ /°C)		38	38	38	38
黏度	應變點(°C)	655	665	672	673
	漸冷點(°C)	706	718	724	725
	軟化點(°C)	930	948	952	943
	10 ^{4.0} (°C)	1253	1271	1263	1256
	10 ^{2.5} (°C)	1527	1546	1526	1519
液相溫度(°C)		1086	1117	—	—
耐 Sn 失透性		○	○	○	○
耐 Zr 失透性		○	○	○	○
楊氏模量(GPa)		72	74	74	75
比楊氏模量(GPa/g · cm ⁻³)		29	30	30	31
侵蝕量 63BHF 20°C 30min(mg/cm ²)		—	—	0.8	0.8
外觀變化 63BHF 20°C 30min		○	○	○	○

表 17

		比較例	
		80	81
玻璃組成 (wt%)	SiO ₂	61.0	59.8
	Al ₂ O ₃	16.5	15.3
	B ₂ O ₃	7.0	9.8
	MgO	3.0	0.4
	CaO	6.0	6.0
	SrO	6.5	6.0
	BaO	—	2.5
	SnO ₂	—	0.2
密度(g/cm ³)		2.52	2.52
熱膨脹係數[30°C—380°C] (×10 ⁻⁷ /°C)		38	37
黏度	應變點(°C)	667	655
	漸冷點(°C)	713	705
	軟化點(°C)	950	951
	10 ^{4.0} (°C)	—	—
	10 ^{2.5} (°C)	1540	1560
液相溫度(°C)		1140	1060
液相黏度(dPa·s)		10 ^{5.0}	10 ^{6.1}
楊氏模量(GPa)		76	71
比楊氏模量(GPa/g·cm ⁻³)		31	29
維克氏硬度		600	600
侵蝕量 10%HCl 80°C 24hrs(mg/cm ²)		0.3	0.5
侵蝕量 63BHF 20°C 30min(mg/cm ²)		0.9	0.7
外觀變化 63BHF 20°C 30min		×	○

各玻璃樣品是以下述方式而製作的。將已按照決定比例調和原料的一次投料量放入鉑坩堝內，於 1600°C 下熔融 24 小時，此後流出至碳板上，成形為板狀。使用該玻璃樣品，來測定密度、應變點、高溫黏度等各種特性。

密度是利用依據 JIS Z8807 的眾所周知的阿基米德法來測定的。應變點、緩冷點以及軟化點是依據 JIS R3103 而測定的。

熱膨脹係數是以下述方式而測定的，依據 JIS R3102，

利用膨脹計來測定 $30^{\circ}\text{C} \sim 380^{\circ}\text{C}$ 的溫度範圍內的平均熱膨脹係數。

高溫黏度為 $10^{4.0}$ 泊(poise)時的溫度以及高溫黏度為 $10^{2.5}$ 泊時的溫度,是使用眾所周知的鉑球上拉法而測定的。

液相溫度是以下述方式而測定的,粉碎各玻璃樣品,將通過標準篩 30 網目(篩孔尺寸為 $500\ \mu\text{m}$)、殘留於 50 網目(篩孔尺寸為 $300\ \mu\text{m}$)的玻璃粉末放入鉑舟內,於溫度梯度爐中保持 24 小時後,測定於玻璃中可發現失透(結晶異物)的最高溫度。液相黏度表示利用眾所周知的鉑球上拉法所測定的液相溫度下的玻璃黏度的值。

添加有 SnO_2 時的液相溫度(表中為耐 SnO_2 失透性)是以下述方式而測定的,向成為原料的一次投料量中添加 SnO_2 ,直至玻璃組成中 SnO_2 為 0.3%為止,在與上述相同的條件下使玻璃熔融、成形,此後,粉碎玻璃樣品,將通過標準篩 30 網目($500\ \mu\text{m}$)、殘留於 50 網目($300\ \mu\text{m}$)的玻璃粉末放入鉑舟內,於溫度梯度爐中保持 1 個星期後,測定結晶析出的溫度。其次,於 1150°C 下未發現失透則記作「○」,於 1150°C 下發現失透則記作「×」。再者,在該評估的同時,一併評估玻璃的澄清性,則添加有 0.3%的 SnO_2 時,玻璃中未發現氣泡缺陷。

添加有 ZrO_2 時的液相溫度(表中為耐 ZrO_2 失透性)是以下述方式而測定的,向成為原料的一次投料量中添加相當於玻璃組成中 0.5%的量的 ZrO_2 ,在與上述相同的條件下使玻璃熔融、成形,此後,粉碎玻璃樣品,將通過標準

篩 30 網目(500 μm)、殘留於 50 網目(300 μm)的玻璃粉末放入鉑舟內，於溫度梯度爐中保持 1 個星期後，測定結晶析出的溫度。其次，於 1150°C 下未發現失透則記作「○」，於 1150°C 下發現失透則記作「×」。

楊氏模量是使用依據 JIS R1602 的共振法而測定的。將楊氏模量除以密度，由此算出比楊氏模量。

維克氏硬度是利用以 JIS Z2244-1992 為依據的方法而測定的。

將各玻璃樣品加工為 25 mm×30 mm×1 mm，並對兩面進行光學研磨，且依照下述順序測定耐藥品性。預先測定各玻璃樣品的重量 W_1 ，於調和為預定濃度之藥液中於預定溫度下浸漬預定的時間後，再次測定各玻璃樣品的重量 W_2 。將重量減少量($\Delta W = W_1 - W_2$)除以測定前的各玻璃樣品的表面積 S ，而求出侵蝕量($\Delta W/S$)。此外，就各玻璃樣品觀察藥液處理後玻璃表面的白濁。玻璃表面白濁、或出現龜裂則記作「×」，發現輕微白濁、皺褶則記作「△」，完全無變化則記作「○」。關於藥液以及處理條件，耐酸性是使用 10%鹽酸水溶液，於 80°C 下處理 24 小時而進行評估的。耐 BHF 性是使用 63BHF 溶液(HF：60%、 NH_4F ：30%)，於 240°C 下處理 30 分鐘而進行評估的。

本發明的實施例的各玻璃樣品，密度為 2.41 g/cm³～2.53 g/cm³，熱膨脹係數為 $36 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ ～ $43 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ ，應變點為 643°C～675°C，緩冷點為 696°C～728°C，軟化點為 909°C～963°C，高溫黏度為 $10^{4.0}$ dPa·s 時的溫度為 1215°C～

1292°C，高溫黏度為 $10^{2.5}$ dPa·s 時的溫度為 1475°C～1573°C，液相溫度為 1063°C～1125°C，液相黏度為 $10^{5.2}$ dPa·s～ $10^{6.1}$ dPa·s，楊氏模量為 70 GPa～75 GPa，比楊氏模量為 29 GPa/g·cm⁻³～31 GPa/g·cm⁻³。又，維克氏硬度為 590～610，於 80°C 的 10%HCl 水溶液中浸漬 24 小時後的侵蝕量為 0.4 mg/cm²～0.6 mg/cm²，於 20°C 的 63BHF 溶液中浸漬 30 分鐘後的侵蝕量為 0.6 mg/cm²～0.8 mg/cm²，而且未發現外觀變化。此外，耐 Sn 失透性、耐 Zr 失透性亦良好。

因此，本發明的實施例的玻璃樣品，因不含有環境負荷化學物質、或其含量較少，故可以稱作可保護環境的玻璃。而且，密度小於等於 2.54 g/cm³，且可實現玻璃基板的輕量化，熱膨脹係數在 $35 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ～ $45 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 的範圍內，故與各種薄膜的整合性良好，且應變點大於等於 640°C，故於顯示器製造步驟中的熱處理步驟中玻璃難以熱收縮。此外，液相溫度小於等於 1200°C、且液相黏度大於等於 $10^{5.2}$ dPa·S，故耐失透性優良，且玻璃的成形性優良，而且高溫黏度為 $10^{2.5}$ dPa·S 時的溫度小於等於 1580°C，因此玻璃的熔融、成形性優良，此外，耐藥品性、尤其是耐 BHF 性、耐酸性優良。

本發明的比較例的玻璃樣品 No.80 的耐失透性以及耐藥品性不良。又，本發明的比較例的玻璃樣品 No.81，因含有 2.5% 的 BaO，故可能對環境有影響。

此外，使用測試熔融爐而熔融實施例樣品 No.44 的玻璃

璃，並使用溢流下拉法而成形為玻璃基板，製作基板尺寸為 900 mm×1100 mm、厚度為 0.5 mm 的顯示器用玻璃基板，則該玻璃基板的翹曲小於等於 0.05%，波紋(WCA)小於等於 0.1 μm ，表面粗糙度(Ra)小於等於 50 Å(截取 λ_c : 9 μm)，表面品質優良，適用作 LCD 用玻璃基板。再者，當使用溢流下拉法成形時，適當調整拉伸輥的速度、冷卻輥的速度、加熱裝置的溫度分佈、熔融玻璃的溫度、玻璃流量、拉板速度，攪拌器的旋轉數等，藉此調節玻璃基板的表面品質。又，「翹曲」是將玻璃基板放置於光學定盤上，使用 JIS B-7524 所記載的間隙規(clearance gauge)而測定的。「波紋」是使用觸針式表面形狀測定裝置而測定 JIS B-0610 所記載的 WCA(濾波中心線波紋)的值，該測定是使用依據 SEMI STD D15-1296「FPD 玻璃基板的表面波紋的測定方法」的方法而測定的，測定時的截取為 0.8 mm~8 mm，在垂直於玻璃基板的抽出方向的方向上測定 300 mm 的長度。「平均表面粗糙度(Ra)」是利用依據 SEMI D7-94「FPD 玻璃基板的表面粗糙度的測定方法」的方法而測定的值。

[產業上的可利用性]

本發明的無鹼玻璃中，環境負荷化學物質的含量較少，而且亦可成為實質上不含有環境負荷化學物質的玻璃。因此，本發明的無鹼玻璃是保護環境的玻璃，可容易地實現玻璃原料的再利用，並且導致環境污染的可能性亦較少，因此，可適用作新一代的玻璃基板。

因此，本發明的無鹼玻璃適用作液晶顯示器、有機 EL 顯示器等顯示器基板，CMOS 等固體攝像元件等的玻璃蓋，以及濾波器、感測器等基板。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

無

【主要元件符號說明】

無

十、申請專利範圍：

1.一種無鹼玻璃，其特徵在於：以下述氧化物換算之重量百分比(wt%)所表示的玻璃組成，其包括 50~65%的二氧化矽(SiO_2)、10~20%的三氧化二鋁(Al_2O_3)、8~12%的三氧化二硼(B_2O_3)、0~3%的氧化鎂(MgO)、7~15%的氧化鈣(CaO)、0~10%的氧化鋇(SrO)、0~1%的氧化鋇(BaO)、0~5%的氧化鋅(ZnO)、0.01~1%的 SnO_2 ，且實質上不含有鹼金屬氧化物與三氧化二砷(As_2O_3)。

2.一種無鹼玻璃，其特徵在於：以下述氧化物換算之 wt%所表示的玻璃組成，其包括 50~65%的 SiO_2 、10~20%的 Al_2O_3 、8~12%的 B_2O_3 、0~3%的 MgO 、7~15%的 CaO 、0~10%的 SrO 、0~1%的 BaO 、0~5%的 ZnO 、0.01~1%的 SnO_2 ，且實質上不含有鹼金屬氧化物、 As_2O_3 與三氧化二銻(Sb_2O_3)。

3.一種無鹼玻璃，其特徵在於：以下述氧化物換算之 wt%所表示的玻璃組成，其包括 50~65%的 SiO_2 、10~20%的 Al_2O_3 、8~12%的 B_2O_3 、0~3%的 MgO 、7~15%的 CaO 、0~10%的 SrO 、0~0.2%的 BaO 、0~5%的 ZnO 、0.01~1%的 SnO_2 ，且實質上不含有鹼金屬氧化物與 As_2O_3 。

4.一種無鹼玻璃，其特徵在於：以下述氧化物換算之 wt%所表示的玻璃組成，其包括 55~65%的 SiO_2 、12~20%的 Al_2O_3 、8~12%的 B_2O_3 、0~2%的 MgO 、7~12%的 CaO 、1~10%的 SrO 、0~5%的 ZnO 、5~20%的烷氧自由基(RO)、0.01~1%的 SnO_2 ，且實質上不含有鹼金屬氧化物、

BaO 與 As_2O_3 。

5.一種無鹼玻璃，其特徵在於：以下述氧化物換算之 wt% 所表示的玻璃組成，其包括 55~65% 的 SiO_2 、12~20% 的 Al_2O_3 、8~11% 的 B_2O_3 、0~1% 的 MgO 、7~11% 的 CaO 、3~10% 的 SrO 、0~5% 的 ZnO 、7~20% 的烷氧自由基 (RO)、0.01~1% 的 SnO_2 ，且實質上不含有鹼金屬氧化物、BaO、 As_2O_3 與 Sb_2O_3 。

6.一種無鹼玻璃，其特徵在於：以下述氧化物換算之 wt% 所表示的玻璃組成，其包括 55~65% 的 SiO_2 、13~17% 的 Al_2O_3 、大於等於 8.5% 且小於 10.5% 的 B_2O_3 、0~0.5% (但不包括 0.5%) 的 MgO 、7~11% 的 CaO 、3~7% 的 SrO 、0~1% 的 ZnO 、7~20% 的烷氧自由基 (RO)、0.01~1% 的 SnO_2 ，且實質上不含有鹼金屬氧化物、BaO、 As_2O_3 與 Sb_2O_3 。

7.一種無鹼玻璃基板，其特徵在於：由如申請專利範圍第 1 項至第 6 項中任一項所述之無鹼玻璃而構成。

8.如申請專利範圍第 7 項所述之無鹼玻璃基板，其中無鹼玻璃基板的平均表面粗糙度 (Ra) 小於等於 20 Å。

9.如申請專利範圍第 7 項所述之無鹼玻璃基板，其中無鹼玻璃基板的波紋小於等於 0.1 μm。

10.如申請專利範圍第 7 項所述之無鹼玻璃基板，其中無鹼玻璃基板之最大板厚與最小板厚的厚度差小於等於 20 μm。

11.如申請專利範圍第 7 項所述之無鹼玻璃基板，其中

無鹼玻璃基板之相對於目標板厚的誤差小於等於 $10\ \mu\text{m}$ 。

12.如申請專利範圍第 7 項所述之無鹼玻璃基板，其中無鹼玻璃基板用於顯示器。

13.如申請專利範圍第 7 項所述之無鹼玻璃基板，其中無鹼玻璃基板用於液晶顯示器或有機電致發光顯示器。

14.如申請專利範圍第 7 項所述之無鹼玻璃基板，其中無鹼玻璃基板用於平面電視用液晶顯示器。

15.一種無鹼玻璃基板的製造方法，其是製造如申請專利範圍第 7 項至第 14 項中任一項所述之無鹼玻璃基板的方法，其特徵在於：無鹼玻璃基板的成形方法為溢流下拉法。