I853015

(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 I853015 B**

(45)公告日： 中華民國 113 (2024) 年 08 月 21 日

(21)申請案號：109112146 (22)申請日： 中華民國 109 (2020) 年 04 月 10 日

(51)Int. Cl.： *C03C3/095 (2006.01)* *C03C19/00 (2006.01)*
B60J1/00 (2006.01)

(30)優先權：2019/04/12 日本 2019-076423
2019/06/28 日本 2019-120828
2019/11/27 日本 2019-214690

(71)申請人：日商ＡＧＣ股份有限公司 (日本) AGC INC. (JP)
日本

(72)發明人：土屋博之 HIJIYA, HIROYUKI (JP)；黒岩裕 KUROIWA, YUTAKA (JP)；小野和孝 ONO, KAZUTAKA (JP)；小川朝敬 OGAWA, TOMONORI (JP)；松尾優作 MATSUO, YUSAKU (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201639800A

審查人員：鄭宇辰

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：0 共 56 頁

(54)名稱

玻璃板及其製造方法

(57)摘要

本發明提供一種新穎之玻璃板，其可用於高頻裝置之基板或窗材料，且高頻帶下之傳播損耗或傳輸損耗較小。本發明之玻璃板係 10 GHz 時之介電損耗正切為 tanδA、玻璃轉移溫度為 Tg℃者，使上述玻璃板升溫至(Tg ＋ 50)℃，繼而以 100℃/分鐘降溫至(Tg－150)℃，將此時之介電損耗正切設為 tanδ100 時，滿足(tanδ100－tanδA)≧0.0004。

I853015

【發明摘要】

【中文發明名稱】

玻璃板及其製造方法

【中文】

本發明提供一種新穎之玻璃板，其可用於高頻裝置之基板或窗材料，且高頻帶下之傳播損耗或傳輸損耗較小。本發明之玻璃板係 10 GHz 時之介電損耗正切為 $\tan\delta A$、玻璃轉移溫度為 Tg℃者，使上述玻璃板升溫至(Tg＋50)℃，繼而以 100℃/分鐘降溫至(Tg－150)℃，將此時之介電損耗正切設為 $\tan\delta 100$ 時，滿足$(\tan\delta 100 - \tan\delta A) \geqq 0.0004$。

【指定代表圖】

無

【代表圖之符號簡單說明】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

玻璃板及其製造方法

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種玻璃板及其製造方法。

【先前技術】

【0002】 於以汽車為首之交通工具、或建築物之室內日常使用雷達、行動電話等利用電波之機器(以下，稱為「電波利用機器」)。尤其最近逐漸積極地開發使用高頻帶(微波～毫米波)、更具體而言千兆赫頻帶、例如 3～300 GHz 區域電波之電波利用機器。

【0003】 用於此種高頻用途之電波利用機器(以下，稱為「高頻裝置」)之電路基板一般使用樹脂基板、陶瓷基板、玻璃基板等絕緣基板。針對用於高頻裝置之絕緣基板，為了確保高頻信號之品質或強度等特性，要求降低基於介電損耗或導體損耗等之傳輸損耗。

【0004】 另一方面，針對用作汽車等交通工具或建築物窗材料之玻璃板，要求可見光透過率較高，紫外線及日照遮蔽性能較高，視覺上亦良好。專利文獻 1 中揭示有一種包含具有特定組成之鈉鈣矽系玻璃之紫外線紅外線吸收玻璃。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0005】 [專利文獻 1]日本專利特開 2002-348143 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0006】 然而，鑒於在汽車等交通工具之車內搭載毫米波雷達之情況、或於建築物內使用電子機器之情況，針對用作其等之窗材料之玻璃板，與高頻裝置之絕緣基板同樣地，亦要求降低傳播損耗或傳輸損耗。

【0007】 因此，本發明之目的在於提供一種新穎之玻璃板及其製造方法，其可用於高頻裝置之基板或窗材料，且高頻帶下之傳播損耗或傳輸損耗較小。

[解決問題之技術手段]

【0008】 本發明係關於如下內容。

1.一種玻璃板，其係 10 GHz 時之介電損耗正切為 tanδA、玻璃轉移溫度為 Tg℃者，

於使上述玻璃板升溫至(Tg＋50)℃，繼而以 100℃/分鐘降溫至(Tg－150)℃，並將 10 GHz 時之介電損耗正切設為 tanδ100 時，滿足(tanδ100－tanδA)≧0.0004。

2.如上述 1 所記載之玻璃板，其 10 GHz 時之相對介電常數為 εrA，

於使上述玻璃板升溫至(Tg＋50)℃，繼而以 100℃/分鐘降溫至(Tg－150)℃，並將 10 GHz 時之相對介電常數設為 εr100 時，滿足 0.95≦(εr100/εrA)≦1.05。

3.如上述 1 或 2 所記載之玻璃板，其主面之面積為 350 cm^2 以上。

4.如上述 1 至 3 中任一項所記載之玻璃板，其 10 GHz 時之介電損耗正切為 0.009 以下。

5.如上述 1 至 4 中任一項所記載之玻璃板，其 10 GHz 時之相對介電常數為 6.8 以下。

6.如上述 1 至 5 中任一項所記載之玻璃板，其中相隔 40 mm 以上之

任意 2 個部位之 10 GHz 時之介電損耗正切之差為 0.0005 以下。

7.如上述 1 至 6 中任一項所記載之玻璃板，其中相隔 40 mm 以上之任意 2 個部位之 10 GHz 時之相對介電常數之差為 0.05 以下。

8.如上述 1 至 7 中任一項所記載之玻璃板，其以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有 30～85%之 SiO_2。

9.如上述 1 至 8 中任一項所記載之玻璃板，其

以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有

SiO_2 57～70%

Al_2O_3 5～15%

B_2O_3 15～24%

$Al_2O_3+B_2O_3$ 20～40%

$Al_2O/(Al_2O_3+B_2O_3)$ 0.1～0.45

MgO 0～10%

CaO 0～10%

SrO 0～10%

BaO 0～10%

Li_2O 0～5%

Na_2O 0～5%

K_2O 0～5%、且

R_2O(R＝鹼金屬) 0～5%。

10.如上述 1 至 8 中任一項所記載之玻璃板，其

以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有

SiO_2 55～80%

Al_2O_3 0～15%

SiO_2＋Al_2O_3 55～90%

B_2O_3 0～15%

MgO 0～20%

CaO 0～20%

SrO 0～15%

BaO 0～15%

MgO＋CaO 0～30%

MgO＋CaO＋SrO＋BaO 0～30%

Li_2O 0～20%

Na_2O 0～20%

K_2O 0～20%、且

R_2O(R＝鹼金屬) 0～20%。

11.如上述 1 至 9 中任一項所記載之玻璃板，其用於對 3.0 GHz 以上之高頻信號進行處理之高頻裝置之基板。

12.如上述 1 至 8 及 10 中任一項所記載之玻璃板，其用於窗材料。

13.一種玻璃板之製造方法，其係製造如上述 1 至 12 中任一項所記載之玻璃板者，其依序包含：

熔融、成形步驟，其係使玻璃原料熔融，使所獲得之熔融玻璃成形為板狀；

降溫步驟，其係將上述成形為板狀之熔融玻璃降溫至相對於玻璃轉移溫度 Tg(℃)為(Tg－300)℃以下之溫度而獲得玻璃素板；以及

熱處理步驟，其係針對所獲得之上述玻璃素板，使其自上述(Tg－

300)℃以下之溫度在不超過(Tg＋50)℃之情況下升溫至(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍，並再次降溫至(Tg－300)℃以下；

進行上述熱處理步驟 1 次或 2 次以上，

1 次上述熱處理步驟係上述玻璃素板之溫度超過(Tg－300)℃之後經過處於(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍內之最高溫度 Temax℃，直至再次成為(Tg－300)℃以下為止，

於上述熱處理步驟整體中，上述玻璃素板之溫度處於(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍內之總計時間係使用上述熱處理步驟整體中之上述玻璃素板之最高溫度 Tmax℃由下述式(1)所表示之 K(分鐘)以上，

於各次之上述熱處理步驟中，將上述每次之自上述最高溫度 Temax℃開始降溫之最後時刻直至最後通過(Tg－110)℃之時刻的時間設為 t1(分鐘)時，滿足下述式(2)。

$K=[\{(Tg+50)-Tmax\}/10]+15$　式(1)

$\{Temax-(Tg-110)\}/t1\leqq 10$　式(2)

14.如上述 13 所記載之玻璃板之製造方法，其中於各次之上述熱處理步驟中，上述玻璃素板之溫度自上述最高溫度 Temax℃降溫並首次低於(Tg－110)℃後，不再超過(Tg－110)℃。

15.如上述 13 或 14 所記載之玻璃板之製造方法，其中於各次之上述熱處理步驟中，將上述每次之自上述最高溫度 Temax℃開始降溫之最後時刻直至最後通過(Tg－110)℃之時刻之間的任意 2 個時刻設為 t2(分鐘)、t3(分鐘)，且設為 t2＜t3 時，

上述 t2 與上述 t3 之時刻之差為 1 分鐘以上，

將上述 t2 時之上述玻璃素板之溫度設為 Te2，將上述 t3 時之上述玻

璃素板之溫度設為 Te3 時，滿足下述式(3)。(Te2－Te3)/(t3－t2)≦10　式(3)

16.如上述 13 至 15 中任一項所記載之玻璃板之製造方法，其中上述降溫步驟中之自(Tg＋50)℃至(Tg－100)℃之平均降溫速度超過 10℃/分鐘。

17.如上述 13 至 16 中任一項所記載之玻璃板之製造方法，其中上述降溫步驟中之平均降溫速度為 10～1000℃/分鐘。

[發明之效果]

【0009】根據本發明之玻璃板，高頻帶電磁波之吸收較小，能夠實現較高之透過率。藉由將此種玻璃板用於電路基板，能夠提供傳播損耗或傳輸損耗降低之實用性電子裝置等高頻裝置。又，藉由將該玻璃板用於汽車等交通工具或建築物之窗材料，於交通工具之車內搭載毫米波雷達時、或於建築物內使用電子機器時，能夠在不發生大幅衰減之情況下傳播電磁波。

【實施方式】

【0010】以下，對本發明詳細地進行說明，但本發明並不限定於以下之實施形態，於不脫離本發明之主旨之範圍內，可任意地變化實施。又，表示數值範圍之「～」意味著包含其前後所記載之數值作為下限值及上限值而使用。又，只要無特別說明，則表示玻璃板組成之「%」係以氧化物基準之莫耳百分率所表示之值。

【0011】

＜玻璃板＞

本實施形態之玻璃板於 10 GHz 時之介電損耗正切為 tanδA，玻璃轉

移溫度為 Tg℃，使上述玻璃板升溫至(Tg＋50)℃，繼而以 100℃/分鐘降溫至(Tg－150)℃，將此時之介電損耗正切設為 tanδ100 時，滿足(tanδ100－tanδA)≧0.0004 之關係。

【0012】 玻璃板之介電損耗正切(以下，有時簡稱為「tanδ」)係指使用複介電常數由 ε''/ε'所表示之值，ε'係相對介電常數，ε''係介電損耗。該 tanδ 之值越小，其頻帶中之電磁波之吸收越小，能夠實現較高之透過率。

【0013】 再者，於本說明書中，介電損耗正切及相對介電常數係指依據 IEC61189-2-721(2015)中規定之方法將測定頻率設為 10 GHz 時所測得之值。

【0014】 一般而言，tanδ 之值可藉由改變玻璃組成來進行調整。然而，本發明發現了一種能夠在不改變玻璃組成之情況下調整 tanδ 之值之方法。藉此，即便為相同組成，亦能夠獲得 tanδ 之值較先前更小之玻璃。

【0015】 製造玻璃時，藉由改變降溫速度，能夠獲得密度不同之玻璃。具體而言，若降溫速度較快，則成為密度較小(粗糙)之玻璃狀態，若降溫速度較慢，則成為密度較大(密實)之玻璃狀態。可知該玻璃狀態之密度與高頻帶下之 tanδ 之值相關。

【0016】 即，若玻璃狀態之密度較大且密實，則能夠提昇高頻帶電磁波之透過率(減少吸收)，高頻帶下之 tanδ 之值變小。再者，本說明書中之高頻帶係指以通常 3.0 GHz 以上、尤其是 3.5 GHz 以上為對象者，實際驗證係於 10 GHz 下進行。

【0017】 本實施形態之玻璃板於高頻帶下之 tanδA 之值小於先前相

同組成之玻璃板。該情況可根據上述(tanδ100－tanδA)之值判斷。即，將 10 GHz 時之介電損耗正切為 tanδA 之玻璃板升溫至(Tg＋50)℃，繼而以 100℃/分鐘降溫至(Tg－150)℃時，若 tanδ100 之值大於 tanδA 之值，即[(tanδ100－tanδA)＞0]，則該玻璃板為以小於 100℃/分鐘之降溫速度獲得之玻璃板，密度較大，表現出高透過性。

【0018】 進而，藉由滿足(tanδ100－tanδA)之值為 0.0004 以上、即[(tanδ100－tanδA)≧0.0004]之關係，可謂與先前相同組成之玻璃板相比，tanδA 之值足夠小，對高頻帶下之電磁波表現出高透過性。

【0019】 如此，玻璃板之 tanδA 只要滿足(tanδ100－tanδA)≧0.0004 之關係即可，但為了使其表現出進一步之高透過性，較佳為(tanδ100－tanδA)≧0.0005，進而較佳為(tanδ100－tanδA)≧0.0006。

【0020】 (tanδ100－tanδA)之上限並無特別限定，但為了縮短熱處理時間，提高生產性，可為(tanδ100－tanδA)≦0.001，亦可為(tanδ100－tanδA)≦0.0008，亦可為(tanδ100－tanδA)≦0.0007，亦可為(tanδ100－tanδA)≦0.0006。

【0021】 玻璃板之相隔 40 mm 以上之任意 2 個部位中之 10 GHz 時之介電損耗正切 tanδ 之差較佳為 0.0005 以下，更佳為 0.0004 以下，進而較佳為 0.0003 以下。若介電損耗正切 tanδ 之差為 0.0005 以下，則可謂介電損耗正切之面內分佈較小，可謂無降溫速度不均之均質玻璃板，較佳。此處，「相隔 40 mm 以上之任意 2 個部位」係指同一平面上相隔 40 mm 以上之任意 2 個部位。

【0022】 玻璃板之相隔 40 mm 以上之任意 2 個部位中之 10 GHz 時之介電損耗正切 tanδ 之差之下限並無特別限定，可為 0.0001 以上。

【0023】於使玻璃板升溫至(Tg＋50)℃，繼而以 100℃/分鐘降溫至(Tg－150)℃，並將 10 GHz 時之相對介電常數設為 εr100 時，玻璃板之 10 GHz 時之相對介電常數 εrA 較佳為滿足 0.95≦(εr100/εrA)≦1.05 之關係，由(εr100/εrA)所表示之值更佳為 0.98 以上，進而較佳為 0.99 以上。又，更佳為 1.03 以下，進而較佳為 1.02 以下，尤佳為 1.01 以下。

【0024】與 tanδA 之值不同，即便改變製造玻璃板時之降溫速度，所獲得之玻璃板之相對介電常數 εr 亦能夠得到大致固定之值。因此，能夠在不大幅改變高頻裝置設計之情況下降低裝置之損耗。

【0025】玻璃板之相隔 40 mm 以上之任意 2 個部位中之 10 GHz 時之相對介電常數 εrA 之差較佳為 0.05 以下，更佳為 0.04 以下，進而較佳為 0.03 以下。若相對介電常數 εrA 之差為 0.05 以下，則相對介電常數之面內分佈較小，成為無降溫速度不均之均質玻璃板，較佳。玻璃板之相隔 40 mm 以上之任意 2 個部位中之 10 GHz 時之相對介電常數 εrA 之差之下限並無特別限定，可為 0.01 以上。

【0026】具有此種特性之玻璃板可較佳地用於高頻裝置之基板或窗材料，高頻裝置更佳為對 3.0 GHz 以上、尤其是 3.5 GHz 以上之高頻信號進行處理之高頻裝置。

【0027】玻璃板以氧化物基準之莫耳百分率表示較佳為含有 30～85%之 SiO_2。作為高頻裝置用基板，更佳為無鹼系玻璃，又，作為窗材料，更佳為鈉鈣系玻璃。

每種用途之具體之較佳之玻璃組成如下所述。

【0028】於將玻璃板用於高頻裝置之基板之情形時，以氧化物基準之莫耳百分率表示，更佳為如下組成。

SiO_2 57～70%

Al_2O_3 5～15%

B_2O_3 15～24%

Al_2O_3＋B_2O_3 20～40%

Al_2O/(Al_2O_3＋B_2O_3) 0.1～0.45

MgO 0～10%

CaO 0～10%

SrO 0～10%

BaO 0～10%

Li_2O 0～5%

Na_2O 0～5%

K_2O 0～5%、且

R_2O(R＝鹼金屬元素) 0～5%

【0029】 以下，對各組成進行說明。

SiO_2 係網狀物形成物質，若其含量為 57%以上，則能夠改善玻璃形成能力或耐候性，又，能夠抑制失透，故而較佳。SiO_2 之含量更佳為 58%以上，進而較佳為 60%以上，進而更佳為 61%以上。又，若 SiO_2 之含量為 70%以下，則能夠改善玻璃之熔解性，故而較佳。其含量更佳為 68%以下，進而較佳為 66%以下，進而更佳為 65%以下，尤佳為 64%以下，最佳為 63%以下。

【0030】 Al_2O_3 係對耐候性之提高、楊氏模數之提高、玻璃分相性之抑制、熱膨脹係數之降低等發揮效果之成分。若 Al_2O_3 之含量為 5%以上，則能充分獲得含有 Al_2O_3 之效果，故而較佳。Al_2O_3 之含量更佳為

6%以上，進而較佳為 7%以上，進而更佳為 8%以上。又，若 Al_2O_3 之含量為 15%以下，則玻璃之熔解性等良好，故而較佳。其含量更佳為 14%以下，進而較佳為 13%以下，進而更佳為 12%以下。

【0031】 B_2O_3 係提高熔解性之成分，其含量較佳為 15%以上。又，該成分亦能夠降低高頻區域中之介電損耗正切，因此其含量更佳為 16%以上，進而較佳為 17%以上，進而更佳為 17.5%以上。另一方面，就獲得良好之耐化學品性之觀點而言，B_2O_3 之含量較佳為 24%以下，更佳為 23%以下，進而較佳為 22%以下。

【0032】 就玻璃之熔解性之觀點而言，Al_2O_3 及 B_2O_3 之合計含量(Al_2O_3＋B_2O_3)進而較佳為 20%以上，尤佳為 25%以上。又，就一面維持玻璃之熔解性等，一面提高玻璃板之低介電損耗性之觀點而言，合計含量較佳為 40%以下，更佳為 37%以下，進而較佳為 35%以下，尤佳為 33%以下。

【0033】 MgO 係在不提高比重之情況下提高楊氏模數之成分，能夠提高比彈性模數，因此能夠減輕撓曲之問題，提高破壞韌性值而提高玻璃強度。進而，MgO 係亦提高熔解性之成分，亦能夠抑制熱膨脹係數變得過低。可不含 MgO，但於含有 MgO 之情形時，較佳為 0.1%以上，更佳為 0.2%以上，進而較佳為 1%以上，進而更佳為 2%以上。又，就抑制失透溫度上升之方面而言，MgO 之含量較佳為 10%以下，更佳為 9%以下，進而較佳為 8%以下，進而更佳為 7%以下，格外較佳為 6%以下，特佳為 5%以下，尤佳為 4%以下，最佳為 3%以下。

【0034】 CaO 具有在鹼土族金屬中僅次於 MgO 提高比彈性模數且不會過度降低應變點之特徵，與 MgO 同樣為亦提高熔解性之成分。進

而，該成分亦具有與 MgO 相比不容易升高失透溫度之特徵。可不含 CaO，但於含有 CaO 之情形時，較佳為 0.1%以上，更佳為 0.2%以上，進而較佳為 0.5%以上，進而更佳為 1%以上，尤佳為 2%以上。又，就平均熱膨脹係數不會變得過高，且抑制失透溫度之上升而防止玻璃製造時之失透之方面而言，其含量較佳為 10%以下，更佳為 8%以下，進而較佳為 7%以下，進而更佳為 6%以下，格外較佳為 5%以下，特佳為 4%以下，尤佳為 3%以下。

【0035】 SrO 係不會使玻璃之失透溫度上升、提高熔解性之成分。可不含 SrO，但於含有 SrO 之情形時，較佳為 0.1%以上，更佳為 0.2%以上，進而較佳為 0.5%以上，進而更佳為 1%以上，尤佳為 2%以上。又，就不會使比重過大，亦抑制平均熱膨脹係數變得過高之方面而言，其含量較佳為 10%以下，更佳為 9%以下，進而較佳為 8%以下，進而更佳為 7%以下，格外較佳為 6%以下，特佳為 5%以下，特佳為 4%以下，尤佳為 3%以下，最佳為 2.5%以下。

【0036】 BaO 係不會使玻璃之失透溫度上升、提高熔解性之成分。可不含 BaO，但於含有 BaO 之情形時，較佳為 0.1%以上，更佳為 0.2%以上，進而較佳為 1%以上，尤佳為 2%以上。又，就比重變大，楊氏模數下降，相對介電常數升高，平均熱膨脹係數變得過大之方面而言，其含量較佳為 10%以下，更佳為 8%以下，進而較佳為 5%以下，進而更佳為 3%以下。

【0037】 ZnO 係提高耐化學品性之成分，另一方面，有容易分相，又，失透溫度升高之虞。因此，ZnO 之含量較佳為 0.1%以下，更佳為 0.05%以下，進而較佳為 0.03%以下，進而更佳為 0.01%以下，尤佳為實

質上不含有 ZnO。實質上不含有 ZnO 係指例如未達 0.01%。

【0038】 就耐酸性提高，且分相得以抑制，成為均勻性優異之玻璃之觀點而言，由$\{Al_2O_3/(Al_2O_3+B_2O_3)\}$所表示之莫耳比較佳為 0.1 以上。進而，就楊氏模數提高之方面而言，該莫耳比更佳為 0.3 以上，進而較佳為 0.33 以上，進而更佳為 0.35 以上，尤佳為 0.38 以上。又，就能夠降低 10 GHz 以上、較佳為超過 30 GHz 之高頻區域中之介電損耗之方面而言，莫耳比較佳為 0.45 以下，更佳為 0.4 以下，進而較佳為 0.35 以下，進而更佳為 0.3 以下。

【0039】 將 Al_2O_3、MgO、CaO、SrO、BaO 之含量由氧化物基準之莫耳百分率所表示之值分別設為$[Al_2O_3]$、[MgO]、[CaO]、[SrO]、[BaO]時，就耐酸性之方面而言，由$\{[Al_2O_3]-([MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO])\}$所表示之值較佳為超過-3，更佳為-2 以上，進而較佳為-1 以上，尤佳為-0.5 以上。又，就抑制玻璃之失透之方面而言，由$\{[Al_2O_3]-([MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO])\}$所表示之值較佳為未達 2，更佳為 1.5 以下，進而較佳為 1.0 以下，尤佳為 0.5 以下。

【0040】 就表面失透溫度降低，玻璃之生產性提高之方面而言，由$\{(SrO+BaO)/RO\}$所表示之含量之莫耳比較佳為 0.64 以上，更佳為 0.7 以上，進而較佳為 0.75 以上，尤佳為 0.8 以上。又，由於 SrO 及 BaO 之原料價格較高，故而就降低原料價格之觀點而言，莫耳比較佳為 0.85 以下，進而較佳為 0.8 以下。此處，RO 表示 MgO、CaO、SrO、及 BaO 之總量。

【0041】 R_2O 表示鹼金屬氧化物之總量。作為鹼金屬氧化物，可列舉 Li_2O、Na_2O、K_2O、Rb_2O、Cs_2O。鹼金屬氧化物之中，玻璃中包含

Rb_2O 或 Cs_2O 之情況較罕見，因此，R_2O 通常意指 Li_2O、Na_2O 及 K_2O 之合計含量(Li_2O＋Na_2O＋K_2O)。

【0042】 可不含鹼金屬氧化物，但無需過度之原料精製就能獲得實用性玻璃之熔融性及玻璃板之生產性，並且能夠調整玻璃板之熱膨脹係數。因此，於含有鹼金屬氧化物之情形時，其合計(R_2O)含量較佳為 0.001%以上，更佳為 0.002%以上，進而較佳為 0.003%以上，尤佳為 0.005%以上。又，就提高玻璃板之低介電損耗性之方面而言，其合計含量較佳為 5%以下，更佳為 3%以下，進而較佳為 1%以下，進而更佳為 0.2%以下，格外較佳為 0.1%以下，尤佳為 0.05%以下。

【0043】 作為鹼金屬氧化物，Li_2O 之含量較佳為 0～5%，更佳為 0.1%以上，進而較佳為 0.2%以上，又，更佳為 4%以下，進而較佳為 3%以下。Na_2O 之含量較佳為 0～5%，更佳為 0.1%以上，進而較佳為 0.2%以上，又，更佳為 4%以下，進而較佳為 3%以下。K_2O 之含量較佳為 0～5%，更佳為 0.1%以上，進而較佳為 0.2%以上，又，更佳為 4%以下，進而較佳為 3%以下。

【0044】 除上述以外，為了降低熔融溫度區域之電阻值、例如 1500℃之電阻值，亦可含有 Fe。於含有 Fe 之情形時，以 Fe_2O_3 換算計較佳為 0.01%以上，更佳為 0.05%以上。但是，若 Fe 含量過多，則有可見光範圍之透過率降低之虞，故而 Fe 之含量以 Fe_2O_3 換算計較佳為 1%以下，更佳為 0.5%以下，進而較佳為 0.1%以下。

【0045】 就玻璃原料之熔融溫度區域、例如 1500℃附近之電阻值降低，適於藉由通電加熱使玻璃熔解之方面而言，作為玻璃中水分含量指標之 β-OH 值較佳為 0.05 mm^{-1} 以上，更佳為 0.1 mm^{-1} 以上，進而較佳為

0.2 mm^{-1} 以上，尤佳為 0.3 mm^{-1} 以上。又，就減少玻璃中之氣泡缺陷之方面而言，β-OH 值較佳為 1.0 mm^{-1} 以下，更佳為 0.8 mm^{-1} 以下，進而較佳為 0.6 mm^{-1} 以下，尤佳為 0.5 mm^{-1} 以下。

再者，本說明書中之 β-OH 值係藉由針對玻璃試樣測定其對波長 2.75～2.95 μm 之光之吸光度，將吸光度之最大值 β_{max} 除以該試樣之厚度(mm)而求出的值。

【0046】 為了提高玻璃板之澄清性，亦可含有選自由 SnO_2、Cl 及 SO_3 所組成之群中之至少一種成分。將 SiO_2、Al_2O_3、RO、R_2O 之合計含量(SiO_2＋Al_2O_3＋RO＋R_2O)以氧化物基準之質量百分率表示設為 100%時，其等之合計含量(SnO_2＋Cl＋SO_3)以質量百分率表示可為 0.01～1.0 質量%。合計含量較佳為 0.80 質量%以下，更佳為 0.50 質量%以下，進而較佳為 0.30 質量%以下。又，合計含量較佳為 0.02 質量%以上，更佳為 0.05 質量%以上，進而較佳為 0.10 質量%以上。

【0047】 為了提高玻璃之耐酸性，亦可含有選自由 Sc_2O_3、TiO_2、ZnO_2、Ga_2O_3、GeO_2、Y_2O_3、ZrO_2、Nb_2O_5、In_2O_3、TeO_2、HfO_2、Ta_2O_5、WO_3、Bi_2O_3、La_2O_3、Gd_2O_3、Yb_2O_3、及 Lu_2O_3 所組成之群中之至少一種成分(以下，稱為「微量成分」)。但是，若微量成分之含量過多，則玻璃之均勻性降低，容易引起分相，故而微量成分由氧化物基準之莫耳百分率所表示之合計含量係設為 1.0%以下。可僅含有 1 種上述微量成分，亦可含有 2 種以上。

【0048】 出於熔解性之提高、應變點之降低、玻璃轉移溫度之降低、緩冷點之降低等目的，亦可含有 F。但是，為了防止玻璃中之氣泡缺陷變多，將 SiO_2、Al_2O_3、RO、R_2O 之合計含量(SiO_2＋Al_2O_3＋RO＋

R_2O)以氧化物基準之質量百分率表示設為 100%時，其含量以質量百分率表示較佳為 1 質量%以下。

【0049】 於將玻璃板用於窗材料之情形時，以氧化物基準之莫耳百分率表示，更佳為如下組成。

SiO_2 55～80%

Al_2O_3 0～15%

SiO_2＋Al_2O_3 55～90%

B_2O_3 0～15%

MgO 0～20%

CaO 0～20%

SrO 0～15%

BaO 0～15%

MgO＋CaO 0～30%

MgO＋CaO＋SrO＋BaO 0～30%

Li_2O 0～20%

Na_2O 0～20%

K_2O 0～20%、且

R_2O(R＝鹼金屬元素) 0～20%

【0050】 以下，對各組成進行說明。

SiO_2 及 Al_2O_3 係有助於楊氏模數之提高，藉此容易確保建築用途、汽車用途等之窗材料所需之強度的成分。

就確保耐候性，又，防止平均線膨脹係數變得過大而導致熱破裂之方面而言，SiO_2 之含量較佳為 55%以上，更佳為 57%以上，進而較佳為

60%以上，進而更佳為 63%以上，格外較佳為 65%以上，尤佳為 68%以上，最佳為 70%以上。又，就防止玻璃熔融時之黏性增加，容易製造玻璃之方面而言，其含量較佳為 80%以下，更佳為 78%以下，進而較佳為 75%以下，最佳為 74%以下。

【0051】 Al_2O_3 係確保耐候性，又，防止平均線膨脹係數變得過大而導致熱破裂之成分。可不含 Al_2O_3，但於含有 Al_2O_3 之情形時，較佳為 0.01%以上，更佳為 0.05%以上，進而較佳為 0.1%以上。又，就防止玻璃熔融時之黏性增加，將玻璃黏度成為 10^2 dPa・s 之溫度(以下，稱為 T2)或玻璃黏度成為 10^4 dPa・s 之溫度(以下，稱為 T4)保持得較低，容易製造玻璃之方面而言，此外，就改善電波透過特性之方面而言，其含量較佳為 15%以下，更佳為 10%以下，進而較佳為 5%以下，進而更佳為 1%以下，尤佳為 0.5%以下。

【0052】 就獲得良好之電波透過率之方面而言，SiO_2 與 Al_2O_3 之合計含量(SiO_2＋Al_2O_3)較佳為 55～90%。進而，就確保耐候性，又，防止平均線膨脹係數變得過大之方面而言，合計含量更佳為 57%以上，進而較佳為 60%以上，進而更佳為 65%以上，尤佳為 70%以上，最佳為 72%以上。又，就將 T2 或 T4 保持得較低，容易製造玻璃之方面而言，合計含量更佳為 85%以下，進而較佳為 80%以下，進而更佳為 78%以下，尤佳為 75%以下。

【0053】 B_2O_3 係提高熔解性或玻璃強度，又，提高電波透過率之成分。另一方面，該成分之鹼元素於熔解、成形中容易揮散，有導致玻璃品質變差之虞，並且若過量含有 B_2O_3，則平均線膨脹係數變小，難以進行物理強化。因此，B_2O_3 之含量較佳為 15%以下，更佳為 10%以下，進而

較佳為 8%以下，進而更佳為 5%以下，格外較佳為 3%以下，尤佳為 1%以下，最佳為實質上不包含 B_2O_3。此處，實質上不包含 B_2O_3 意指除作為不可避免之雜質混入之情形以外不包含 B_2O_3。

【0054】 MgO 係促進玻璃原料之熔解、提高耐候性之成分。另一方面，就防止失透，提高電波透過率之方面而言，MgO 之含量較佳為 20%以下，更佳為 15%以下，進而較佳為 8%以下，進而更佳為 4%以下，尤佳為 1%以下，最佳為 0.5%以下，亦可不含有 MgO。

【0055】 CaO、SrO 及 BaO 係能夠降低玻璃之介電損耗正切且亦能夠改善玻璃熔解性之成分，可含有其等中之 1 種以上。

【0056】 可不含 CaO，但於含有 CaO 之情形時，就玻璃之介電損耗量減少甚至電波透過率提高之方面、以及亦提高熔解性(降低 T2 及 T4)之方面而言，其含量較佳為 3%以上，更佳為 6%以上，進而較佳為 8%以上，進而更佳為 10%以上，尤佳為 11%以上。又，就避免玻璃比重增加，維持低脆性及強度之方面而言，其含量較佳為 20%以下，就進一步之低脆性之方面而言，更佳為 15%以下，進而較佳為 14%以下，進而更佳為 13%以下，尤佳為 12%以下。

【0057】 就避免玻璃比重增加，維持低脆性及強度之方面而言，SrO 之含量較佳為 15%以下，更佳為 8%以下，進而較佳為 3%以下，進而更佳為 1%以下，尤佳為實質上不含有 SrO。此處，實質上不含有 SrO 意指除作為不可避免之雜質混入之情形以外不包含 SrO。

【0058】 就避免玻璃比重增加，維持低脆性及強度之方面而言，BaO 之含量較佳為 15%以下，更佳為 5%以下，進而較佳為 3%以下，進而更佳為 2%以下，尤佳為 1%以下，最佳為實質上不含有 BaO。此處，

實質上不含有 BaO 意指除作為不可避免之雜質混入之情形以外不包含 BaO。

【0059】 MgO、CaO、SrO 及 BaO 之合計含量(MgO＋CaO＋SrO＋BaO)可為 0%(不含有)，但就降低製造時之玻璃黏性，降低 T2、T4 之方面、或者提高楊氏模數之方面而言，較佳為超過 0%，更佳為 0.5%以上，進而較佳為 5%以上，進而更佳為 8%以上，尤佳為 10%以上，最佳為 11%以上。又，就耐候性提高之方面而言，合計含量較佳為 30%以下，更佳為 17%以下，進而較佳為 16%以下，進而更佳為 15%以下，尤佳為 14%以下，最佳為 13%以下。

【0060】 進而，為了防止玻璃熔解時或成形時發生失透而導致玻璃品質變差，MgO 及 CaO 之合計含量(MgO＋CaO)較佳為 30%以下，更佳為 25%以下，進而較佳為 20%以下，進而更佳為 15%以下，尤佳為 13%以下。又，合計含量亦可為 0%(不含有)，但就防止熔解、成形時玻璃黏性變得過高，製造變得困難之方面而言，較佳為 1%以上，更佳為 2%以上，進而較佳為 5%以上，進而更佳為 8%以上，尤佳為 10%以上。

【0061】 Li_2O 係提高玻璃熔解性之成分，又，該成分容易增大楊氏模數，亦有助於玻璃之強度提高。可不含 Li_2O，但藉由含有 Li_2O，能夠進行化學強化，進而，有時對電波透過率提高亦有效。因此，含有 Li_2O 之情形時之含量較佳為 0.1%以上，更佳為 1%以上，進而較佳為 2%以上，進而更佳為 3%以上，尤佳為 4%以上。又，由於有玻璃製造時發生失透或分相，製造變得困難之虞，故而其含量較佳為 20%以下，更佳為 16%以下，進而較佳為 12%以下，進而更佳為 8%以下，尤佳為 7%以下，最佳為 6.5%以下。

【0062】 Na_2O 及 K_2O 係提高玻璃熔解性之成分，藉由含有至少任一者 0.1%以上，容易將 T2 控制為 1750℃以下，將 T4 控制為 1350℃以下。又，若 Na_2O 及 K_2O 之合計含量較少，則有無法增大平均線膨脹係數，無法進行熱強化之虞。進而，藉由一併含有 Na_2O 及 K_2O，能夠一面維持熔解性，一面改善耐候性。進而，有時對電波透過率提高亦有效。

【0063】 可不含 Na_2O，但藉由含有 Na_2O，除了上述效果以外，亦能夠進行化學強化，因此，其含量較佳為 0.1%以上，更佳為 1%以上，進而較佳為 3%以上，進而更佳為 5%以上，尤佳為 6%以上。又，就防止平均線膨脹係數變得過大而容易熱破裂之方面而言，其含量較佳為 20%以下，更佳為 16%以下，進而較佳為 14%以下，進而更佳為 12%以下，尤佳為 10%以下，最佳為 8%以下。

【0064】 可不含 K_2O，但藉由含有 K_2O，能夠獲得上述效果，因此，其含量較佳為 0.1%以上，更佳為 0.9%以上，進而較佳為 2%以上，進而更佳為 3%以上，尤佳為 4%以上。又，就防止平均線膨脹係數變得過大而容易熱破裂，且防止耐候性降低之方面而言，其含量較佳為 20%以下，更佳為 16%以下，進而較佳為 14%以下，進而更佳為 12%以下，尤佳為 10%以下，最佳為 8%以下。再者，就電波透過率之觀點而言，藉由將 K_2O 之含量設為上述範圍，亦能夠獲得較高之電波透過率。

【0065】 如此，藉由將 Na_2O 及 K_2O 設為上述範圍之含量，能夠將平均熱膨脹係數調整為所期望之值，能夠較佳地用作與黑色陶瓷、中間膜等其他構件之整合性較好之窗用材料。

【0066】 R_2O 表示鹼金屬氧化物之總量。鹼金屬氧化物之中，玻璃中包含 Rb_2O 或 Cs_2O 之情況較罕見，因此，R_2O 通常意指 Li_2O、Na_2O

及 K_2O 之合計含量(Li_2O＋Na_2O＋K_2O)。

【0067】 可不含鹼金屬氧化物，但該成分降低玻璃製造時之玻璃黏性，降低 T2、T4。因此，其合計含量較佳為超過 0%，更佳為 1%以上，進而較佳為 5%以上，進而更佳為 6%以上，格外較佳為 8%以上，特佳為 10%以上，尤佳為 11%以上，尤佳為 12%以上。又，就耐候性提高之觀點而言，合計含量較佳為 20%以下，更佳為 19%以下，進而較佳為 18.5%以下，進而更佳為 18.0%以下，尤佳為 17.5%以下，最佳為 17.0%以下。

【0068】 於包含鹼金屬氧化物之情形時，較佳為含有 Na_2O，就充分獲得降低介電損耗正切之效果之方面而言，由(Na_2O/R_2O)所表示之莫耳比更佳為 0.01 以上，又，更佳為 0.98 以下。莫耳比進而較佳為 0.05 以上，進而更佳為 0.1 以上，格外較佳為 0.2 以上，尤佳為 0.3 以上，最佳為 0.4 以上。又，該莫耳比進而較佳為 0.8 以下，進而更佳為 0.7 以下，尤佳為 0.6 以下，最佳為 0.55 以下。

【0069】 於包含鹼金屬氧化物之情形時，亦較佳為含有 K_2O，就充分獲得提高電波透過率之效果之方面而言，由(K_2O/R_2O)所表示之莫耳比更佳為 0.01 以上，又，更佳為 0.98 以下。莫耳比進而較佳為 0.05 以上，進而更佳為 0.1 以上，格外較佳為 0.2 以上，尤佳為 0.3 以上，最佳為 0.4 以上。又，該莫耳比進而較佳為 0.8 以下，進而更佳為 0.6 以下，尤佳為 0.55 以下。

【0070】 就提高電波透過率之方面而言，鹼金屬氧化物之合計含量(R_2O，%)與 MgO 之含量(%)之乘積($R_2O \times MgO$，$\%^2$)較佳為降低。($R_2O \times MgO$)較佳為 $100\%^2$ 以下，更佳為 $80\%^2$ 以下，進而較佳為 $66\%^2$ 以

下，進而更佳為 60%^{2} 以下，格外較佳為 50%^{2} 以下，尤佳為 40%^{2} 以下，最佳為 30%^{2} 以下。又，就提高玻璃之生產性之方面而言，較佳為 1%^{2} 以上，更佳為 3%^{2} 以上，進而較佳為 5%^{2} 以下。

【0071】 ZrO_2 係降低玻璃熔解時之黏性，促進熔解，又，提高耐熱性及化學耐久性之成分。另一方面，若含量過多，則有液相溫度上升之虞。因此，ZrO_2 之含量較佳為 5%以下，更佳為 2.5%以下，進而較佳為 2%以下，更佳為 1%以下，尤佳為 0.5%以下，尤佳為實質上不含有 ZrO_2。此處，實質上不含有 ZrO_2 意指除作為不可避免之雜質混入之情形以外不包含 ZrO_2。

【0072】 就能夠利用易獲得之玻璃原料製造玻璃板，並且亦容易確保玻璃板之耐候性之方面而言，上述成分之中，由(SiO_2＋Al_2O＋MgO＋CaO＋SrO＋BaO＋Li_2O＋Na_2O＋K_2O)所表示之合計含量較佳為 85%以上，更佳為 88%以上，進而較佳為 90%以上，進而更佳為 92%以上，格外較佳為 95%以上，尤佳為 98%以上，最佳為 99.5%以上。又，合計含量可為 100%，鑒於向玻璃板添加著色劑或澄清劑等之情況，更佳為 99.9%以下。

【0073】 為了提高玻璃板之澄清性，亦可含有選自由 SnO_2、Cl 及 SO_3 所組成之群中之至少一種成分。將 SiO_2、Al_2O_3、RO、R_2O 之主成分之合計含量(SiO_2＋Al_2O_3＋RO＋R_2O)以氧化物基準之質量百分率表示設為 100%時，其等之合計含量(SnO_2＋Cl＋SO_3)以質量百分率表示可為 0.01～1.0 質量%。合計含量較佳為 0.80 質量%以下，更佳為 0.50 質量%以下，進而較佳為 0.30 質量%以下。又，合計含量較佳為 0.02 質量%以上，更佳為 0.05 質量%以上，進而較佳為 0.10 質量%以上。

【0074】於將玻璃板用於高頻裝置用基板之情形時，玻璃板之玻璃轉移溫度 Tg、T2、T4、失透溫度、楊氏模數、耐酸性、耐鹼性、膨脹係數(平均膨脹係數)、應變點、密度、板厚、主面面積之較佳態樣如下所述。

【0075】就於高頻裝置製作步驟中防止基板變形之方面而言，玻璃轉移溫度 Tg 較佳為 580℃以上，更佳為 600℃以上。又，就使玻璃板之製造變得容易之方面而言，較佳為 750℃以下，更佳為 720℃以下。再者，玻璃轉移溫度 Tg 係依據 JIS R 3103-3：2001 測得之值。

【0076】就使玻璃板之製造變得容易之方面而言，T2 較佳為 1950℃以下，更佳為 1700℃以下。又，就減小熔融玻璃之對流，不容易損傷玻璃熔融設備之方面而言，較佳為 1500℃以上。

【0077】就保護製造設備之方面而言，T4 較佳為 1350℃以下，更佳為 1300℃以下。又，若玻璃帶入至成形設備中之熱量減少，則需要增加投入至成形設備之熱量，就該方面而言，較佳為 1100℃以上。

再者，T2 及 T4 係藉由旋轉式高溫黏度計測得之值。

【0078】就玻璃板成形時能夠降低成形設備之構件溫度，能夠延長構件壽命之方面而言，失透溫度較佳為 1350℃以下，更佳為 1300℃以下。又，失透溫度之下限並無特別限定，可為 1000℃以上，亦可為 1050℃以上。再者，失透溫度係在鉑製皿中放入經粉碎之玻璃粒子，於控制為固定溫度之電爐中進行 17 小時熱處理，藉由熱處理後之試樣之光學顯微鏡觀察而觀察到結晶於玻璃表面及內部析出之最高溫度與結晶不析出之最低溫度的平均值。

【0079】就玻璃板供高頻裝置製造步驟使用時能夠抑制其撓曲量之

方面而言，楊氏模數較佳為 50 GPa 以上，更佳為 55 GPa 以上。又，楊氏模數之上限並無特別限定，可為 100 GPa 以下。再者，楊氏模數係藉由超音波脈衝楊氏模數測定裝置測得之值。

【0080】 耐酸性意指將玻璃板浸漬於酸水溶液(6 wt%HNO_3＋5 wt%H_2SO_4，45℃)中 170 秒時之每單位表面積之玻璃成分之溶出量。為了防止用酸溶液將玻璃表面洗淨時表面變得粗糙，表示耐酸性之溶出量較佳為 0.05 g/cm^2 以下，進而較佳為 0.03 g/cm^2 以下。溶出量之下限並無特別限定，可為 0.001 g/cm^2 以上。

【0081】 耐鹼性意指將玻璃板浸漬於鹼性水溶液(1.2 wt%NaOH，60℃)中 30 分鐘時之每單位表面積之玻璃成分之溶出量。為了防止用鹼性溶液將玻璃表面洗淨時表面變得粗糙，表示耐鹼性之溶出量較佳為 0.10 g/cm^2 以下，進而較佳為 0.08 g/cm^2 以下。溶出量之下限並無特別限定，可為 0.001 g/cm^2 以上。

【0082】 膨脹係數係使用在 50～350℃之溫度範圍內藉由熱膨脹計測得之平均熱膨脹係數之值。就作為高頻裝置構成半導體封裝體等時，更適當地調整與其他構件之熱膨脹係數差之方面而言，平均熱膨脹係數較佳為 $20\times10^{-7}(K^{-1})$以上，更佳為 $25\times10^{-7}(K^{-1})$以上。又，平均熱膨脹係數較佳為 $60\times10^{-7}(K^{-1})$以下，更佳為 $50\times10^{-7}(K^{-1})$以下。

【0083】 就耐熱性之方面而言，應變點較佳為 500℃以上，更佳為 550℃以上。又，就容易緩和之方面而言，較佳為 800℃以下。應變點係依據 JIS R 3103-2(2001)測得之值。

【0084】 為了輕量化，密度較佳為 2.8 g/cm^3 以下。密度之下限並無特別限定，可為 2.0 g/cm^2 以上。再者，密度係藉由阿基米德法測得之

值。

【0085】 就確保作為基板之強度之方面而言，板厚較佳為 0.05 mm 以上，更佳為 0.1 mm 以上，進而較佳為 0.3 mm 以上。又，就薄型化、小型化、生產效率提高等方面而言，較佳為 2.0 mm 以下，更佳為 1.5 mm 以下，進而較佳為 1.0 mm 以下，進而更佳為 0.7 mm 以下，尤佳為 0.5 mm 以下。

【0086】 於將玻璃板用於高頻裝置之基板之情形時，玻璃板之主面面積較佳為 80 cm^2 以上，更佳為 350 cm^2 以上，更佳為 500 cm^2 以上，更佳為 1000 cm^2 以上，更佳為 1500 cm^2 以上，依次尤佳為 2000 cm^2 以上、2500 cm^2 以上、3000 cm^2 以上、4000 cm^2 以上、6000 cm^2 以上、8000 cm^2 以上、12000 cm^2 以上、16000 cm^2 以上、20000 cm^2 以上、25000 cm^2 以上。另一方面，基板之主面面積通常較佳為 5000000 cm^2 以下。即便為該面積，介電損耗正切之面內分佈亦較小，玻璃板亦均質。因此，能夠較佳地用於先前無法實現之大面積之高頻裝置製造、或使高頻透過之窗等。基板之主面面積更佳為 100000 cm^2 以下，更佳為 80000 cm^2 以下，進而較佳為 60000 cm^2 以下，尤佳為 50000 cm^2 以下，進一步較佳為 40000 cm^2 以下，最佳為 30000 cm^2 以下。

【0087】 於將玻璃板用於窗材料之情形時，玻璃板之玻璃轉移溫度 Tg、T2、T4、失透溫度、楊氏模數、耐酸性、耐鹼性、膨脹係數(平均膨脹係數)、應變點、密度、板厚、主面面積之較佳態樣如下所述。再者，各物性之測定方法與用於上述高頻裝置用基板之情形時之各測定方法相同。

【0088】 就進行玻璃之彎曲加工之觀點而言，玻璃轉移溫度 Tg 較

佳為 500℃以上，更佳為 520℃以上。又，就進行風冷強化之方面而言，較佳為 620℃以下，更佳為 600℃以下。

【0089】 就使玻璃板之製造變得容易之方面而言，T2 較佳為 1550℃以下，更佳為 1480℃以下。又，就減小熔融玻璃之對流，不容易損傷玻璃熔融設備之方面而言，較佳為 1250℃以上。

【0090】 就保護製造設備之方面而言，T4 較佳為 1200℃以下，更佳為 1100℃以下。又，若玻璃帶入至成形設備中之熱量減少，則需要增加投入至成形設備之熱量，就該方面而言，較佳為 900℃以上。

【0091】 就玻璃板成形時能夠降低成形設備之構件溫度，能夠延長構件壽命之方面而言，失透溫度較佳為 1100℃以下，更佳為 1000℃以下。又，失透溫度之下限並無特別限定，可為 900℃以上。

【0092】 就能夠抑制撓曲量之方面而言，楊氏模數較佳為 50 GPa 以上，更佳為 55 GPa 以上。又，楊氏模數之上限並無特別限定，可為 100 GPa 以下。

【0093】 關於耐酸性，為了防止用酸溶液將玻璃表面洗淨時表面變得粗糙，如上所示之溶出量較佳為 0.1 g/cm^2 以下，進而較佳為 0.05 g/cm^2 以下。又，溶出量之下限並無特別限定，可為 0.001 g/cm^2 以上。

【0094】 關於耐鹼性，為了防止用鹼性溶液將玻璃表面洗淨時表面洗淨時表面變得粗糙，如上所示之溶出量較佳為 0.20 g/cm^2 以下，進而較佳為 0.10 g/cm^2 以下。又，溶出量之下限並無特別限定，可為 0.001 g/cm^2 以上。

【0095】 與上述同樣地，熱膨脹係數係使用 50～350℃之溫度範圍內之平均熱膨脹係數之值。就容易進行風冷強化之方面而言，平均熱膨脹

係數較佳為 $60\times10^{-7}(K^{-1})$以上，更佳為 $70\times10^{-7}(K^{-1})$以上。又，若平均熱膨脹係數過大，則經不起熱衝擊，就該方面而言，較佳為 $130\times10^{-7}(K^{-1})$以下，較佳為 $110\times10^{-7}(K^{-1})$以下。

【0096】 就耐熱性之方面而言，應變點較佳為 450℃以上，更佳為 500℃以上。又，就容易緩和之方面而言，較佳為 700℃以下。應變點係依據 JIS R 3103-2(2001)測得之值。

【0097】 若密度變大，則變重，搬運時之操作變得困難，就該方面而言，密度較佳為 2.8 g/cm^3 以下。又，密度之下限並無特別限定，可為 2.0 g/cm^2 以上。

【0098】 就確保作為窗材料之剛性之方面而言，板厚較佳為 1.0 mm 以上，更佳為 1.5 mm 以上。又，就輕量化之方面而言，較佳為 6.0 mm 以下，更佳為 5.0 mm 以下。

【0099】 於將玻璃板用於窗材料之情形時，玻璃板之主面面積較佳為 350 cm^2 以上，更佳為 500 cm^2 以上，更佳為 1000 cm^2 以上，更佳為 1500 cm^2 以上，依次尤佳為 2000 cm^2 以上、2500 cm^2 以上、3000 cm^2 以上、4000 cm^2 以上、6000 cm^2 以上、8000 cm^2 以上、12000 cm^2 以上、16000 cm^2 以上、20000 cm^2 以上、25000 cm^2 以上。

【0100】 另一方面，窗材料之主面面積通常為 6000000 cm^2 以下。即便為該較大面積，介電損耗正切之面內分佈亦較小，玻璃板亦均質。因此，能夠較佳地用於先前無法實現之大面積之高頻裝置製造、或使高頻透過之窗等。要確保玻璃板之均質性，控制主面面積為宜，因此，窗材料之主面面積更佳為 100000 cm^2 以下，更佳為 80000 cm^2 以下，進而較佳為 60000 cm^2 以下，尤佳為 50000 cm^2 以下，進一步較佳為 40000 cm^2 以

下，最佳為 30000 cm^2 以下。

【0101】 tanδA 及 εrA 均較佳為較小值。藉此，能夠應用於先前無法實現之大面積之高頻裝置或使高頻透過之窗等。tanδA 較佳為 0.009 以下，依次更佳為 0.008 以下、0.007 以下、0.006 以下、0.005 以下，進而較佳為 0.004 以下，尤佳為 0.0035 以下，進一步較佳為 0.003 以下，最佳為 0.0025 以下。

【0102】 關於 tanδA 之下限，並無特別限制，就玻璃板製造之現實性之觀點而言，為 0.0001 以上，更佳為 0.0004 以上，進而較佳為 0.0006 以上，進一步較佳為 0.0008 以上，最佳為 0.001 以上。εrA 較佳為 6.8 以下，依次更佳為 6.5 以下、6.0 以下、5.5 以下、5.2 以下、4.9 以下，進而較佳為 4.7 以下，尤佳為 4.5 以下，進一步較佳為 4.4 以下，最佳為 4.3 以下。

【0103】 關於 εrA 之下限，並無特別限制，就玻璃板製造之現實性之觀點而言，為 3.5 以上，更佳為 3.6 以上，進而較佳為 3.7 以上，尤佳為 3.8 以上，進一步較佳為 3.9 以上，最佳為 4.0 以上。

【0104】

＜玻璃板之製造方法＞

本實施形態之玻璃板之製造方法依序包含：熔融、成形步驟，其係使玻璃原料熔融，使所獲得之熔融玻璃成形為板狀；降溫步驟，其係將上述成形為板狀之熔融玻璃降溫至相對於玻璃轉移溫度 Tg(℃)為(Tg－300)℃以下之溫度而獲得玻璃素板；以及熱處理步驟，其係針對所獲得之上述玻璃素板，使其自上述(Tg－300)℃以下之溫度在不超過(Tg＋50)℃之情況下升溫至(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍，並再次降溫至(Tg－300)℃

以下。

進行上述熱處理步驟1次、2次或3次以上。

1次上述熱處理步驟係上述玻璃素板之溫度超過(Tg－300)℃之後經過處於(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍內之最高溫度 Temax℃，直至再次成為(Tg－300)℃以下為止。

於上述熱處理步驟整體中，上述玻璃素板之溫度處於(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍內之總計時間係使用上述熱處理步驟整體中之上述玻璃素板之最高溫度 Tmax℃由下述式(1)所表示之 K(分鐘)以上。

於各次之上述熱處理步驟中，將上述每次之自上述最高溫度 Temax℃開始降溫之最後時刻直至最後通過(Tg－110)℃之時刻的時間設為 t1(分鐘)時，滿足下述式(2)。

$K = [\{(Tg + 50) - Tmax\}/10] + 15$　式(1)

$\{Temax - (Tg - 110)\}/t1 \leqq 10$　式(2)

藉此，能夠獲得上述＜玻璃板＞中所記載之玻璃板。

【0105】

(熔融、成形步驟)

熔融、成形步驟係使玻璃原料熔融，使所獲得之熔融玻璃成形為板狀之步驟，但可使用先前公知之方法，並無特別限定。以下，示出其一例。

【0106】 以成為目標玻璃板組成之方式製備玻璃原料，將原料連續地投入熔解爐中，加熱至較佳為1450～1750℃左右而獲得熔融玻璃。

【0107】 原料亦可使用氧化物、碳酸鹽、硝酸鹽、硫酸鹽、氫氧化物、氯化物等鹵化物等。於熔解或澄清步驟中存在熔融玻璃與鉑接觸之步

驟之情形時，存在微小之鉑粒子於熔融玻璃中溶出並作為異物混入所得玻璃板中之情況，但硝酸鹽原料之使用有防止鉑異物生成之效果。

【0108】 作為硝酸鹽，可使用硝酸鍶、硝酸鋇、硝酸鎂、硝酸鈣等。更佳為使用硝酸鍶。關於原料粒度，從不發生熔解殘留之程度之數百 μm 之較大粒徑之原料至原料搬送時不發生飛散、不會以二次粒子之形式凝聚之程度之數 μm 左右之較小粒徑之原料，均可適當使用。亦可使用造粒體。為了防止原料之飛散，亦可適當調整原料含水量。β-OH、Fe 之氧化還原度(氧化還原{$Fe^{2+}/(Fe^{2+}+Fe^{3+})$})等熔解條件亦可適當調整而使用。

【0109】 其次，可進行澄清步驟，其係自所獲得之熔融玻璃中去除氣泡。澄清步驟可應用利用減壓之消泡法，亦可藉由設為高於原料熔解溫度之溫度而進行消泡。作為澄清劑，可使用 SO_3 或 SnO_2。

【0110】 作為 SO_3 源，較佳為選自 Al、Li、Na、K、Mg、Ca、Sr 及 Ba 中之至少 1 種元素之硫酸鹽。更佳為鹼金屬之硫酸鹽，其中，Na_2SO_4 增大氣泡之作用顯著，且初始熔解性較好，故而尤佳。又，亦可為鹼土族金屬之硫酸鹽，其中，$CaSO_4 \cdot 2H_2O$、$SrSO_4$、及 $BaSO_4$ 增大氣泡之作用顯著，更佳。

【0111】 作為利用減壓之消泡法中之澄清劑，較佳為使用 Cl 或 F 等鹵素。

作為 Cl 源，較佳為選自 Al、Mg、Ca、Sr 及 Ba 中之至少 1 種元素之氯化物，更佳為鹼土族金屬之氯化物，其中，$SrCl_2 \cdot 6H_2O$、及 $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ 增大氣泡之作用顯著，且潮解性較小，故而尤佳。

【0112】 作為 F 源，較佳為選自 Al、Na、K、Mg、Ca、Sr 及 Ba

中之至少 1 種元素之氟化物，更佳為鹼土族金屬之氟化物，其中，CaF_2增強玻璃原料熔解性之作用顯著，更佳。

【0113】 以 SnO_2 為代表之錫化合物於玻璃熔融液中會產生 O_2 氣體。具有如下作用：於玻璃熔融液中在 1450℃以上之溫度下自 SnO_2 還原成 SnO，產生 O_2 氣體，增大氣泡使其生長。製造玻璃板時，將玻璃原料加熱至 1450～1750℃左右使其熔融，因此更有效地使玻璃熔融液中之氣泡變大。

【0114】 其次，進行成形步驟，其係使熔融玻璃、較佳為澄清步驟中去除了氣泡之熔融玻璃為板狀而獲得玻璃帶。

【0115】 作為成形步驟，可應用如下等使玻璃成形為板狀之公知之方法：使熔融玻璃流至錫等熔融金屬上使其為板狀而獲得玻璃帶之浮式法、使熔融玻璃自槽狀構件流下至下方之溢流下拉法(熔融法)、使其自狹縫流下之狹縫下拉法。

再者，亦可不使熔融玻璃成形為板狀，而直接供接下來之降溫步驟使用。

【0116】

(降溫步驟)

使上述成形步驟中所獲得之熔融玻璃降溫至相對於玻璃轉移溫度Tg(℃)為(Tg－300)℃以下之溫度而獲得玻璃素板。此時之平均降溫速度並無特別限定，可採用任意之平均降溫速度，但例如就防止玻璃失透之方面而言，較佳為 10℃/分鐘以上，更佳為 40℃/分鐘以上。又，就降溫步驟中玻璃中不發生應變之方面而言，較佳為 1000℃/分鐘以下，更佳為 100℃/分鐘以下。又，自(Tg＋50)℃至(Tg－100)℃之平均降溫速度較佳

為超過 10℃/分鐘，更佳為 15℃/分鐘以上。

【0117】 再者，平均降溫速度意指玻璃板之中央部與端部之降溫速度不同時由折射率求出之平均值。再者，中央部與端部之降溫速度可分別由折射率測定。

【0118】

(熱處理步驟)

上述降溫步驟之後，進行熱處理，即針對所獲得之玻璃素板，使其自上述(Tg－300)以下之溫度在不超過(Tg＋50)℃之情況下升溫至(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍並降溫至(Tg－300)℃以下。該熱處理步驟可僅進行 1 次，亦可進行 2 次，還可進行 3 次以上。

【0119】 1 次熱處理步驟係玻璃素板之溫度超過(Tg－300)℃之後經過處於(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍內之最高溫度 Temax℃，直至再次成為(Tg－300)℃以下為止。

【0120】 於 1 次熱處理步驟中，超過(Tg－300)℃之後直至達到(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍為止之升溫速度並無特別限定。又，可反覆進行升溫及降溫直至達到(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍為止，亦可以固定溫度保持。

【0121】 於熱處理步驟整體中，玻璃素板之溫度處於(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍內之總計時間係使用熱處理步驟整體中之玻璃素板之最高溫度 Tmax℃由下述式(1)所表示之 K(分鐘)以上。

$K=[\{(Tg+50)-Tmax\}/10]+15$　式(1)

【0122】 此處，於熱處理步驟為 2 次以上之情形時，玻璃素板之溫度處於(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍內之總計時間係指玻璃素板之溫

度處於(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍內之第 1 次熱處理步驟之時間與第 2 次以後之熱處理步驟之時間之合計時間。若玻璃素板之溫度處於(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍內之總計時間為 K(分鐘)以上，則電波透過性提高。

【0123】 玻璃素板之溫度處於(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍內之總計時間較佳為(K＋5)分鐘以上，更佳為(K＋10)分鐘以上。上限並無特別限定，但為了改善生產性，較佳為(K＋60)分鐘以下，更佳為(K＋45)分鐘以下，進而較佳為(K＋30)分鐘以下。

【0124】 只要處於(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍內之總計時間為 K(分鐘)以上，則玻璃素板之溫度分佈並無特別限定。即，可於 1 次熱處理步驟期間升溫至(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍後，降溫至超過(Tg－300)℃且未達(Tg＋50)℃之溫度，再次升溫至(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍等，反覆進行升溫及降溫。又，亦可以固定溫度保持。

【0125】 為了提高電波透過性，上述溫度範圍之下限係設為(Tg－100)℃，較佳為(Tg－90)℃以上，更佳為(Tg－80)℃以上。又，為了防止玻璃變形，溫度範圍之上限係設為(Tg＋50)℃，較佳為(Tg＋40)℃以下，更佳為(Tg＋35)℃以下。

【0126】 於各次之熱處理步驟中，分別將每次之自最高溫度 Temax℃開始降溫之最後時刻直至最後通過(Tg－110)℃之時刻的時間設為 t1(分鐘)時，滿足下述式(2)。再者，於熱處理步驟為 1 次之情形時，Temax℃與上述 Tmax℃相同。於熱處理步驟為 2 次以上之情形時，2 個以上之 Temax℃中之最高溫度為上述 Tmax℃。

$\{Temax-(Tg-110)\}/t1 \leqq 10$　式(2)

【0127】 玻璃素板之溫度分佈各種各樣，除上述升溫至(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍後降溫至超過(Tg－300)℃且未達(Tg＋50)℃之溫度並再次升溫至(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍的情形以外，還有在(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍內進行升溫或降溫而存在溫度變化的情形、於(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍內以固定溫度保持的情形等。

【0128】 於該各種溫度分佈中，於達到最高溫度 Temax℃僅為一次之情形時，自最高溫度 Temax℃開始降溫之最後時刻意指其時刻。又，於有兩次以上之情形時，意指其中最後一次之時刻。進而，於以最高溫度 Temax℃保持一定時間之情形時，意指該保持結束之最後時刻。

【0129】 關於最後通過(Tg－110)℃之時刻，亦同樣。即，可於自最高溫度 Temax℃開始降溫之最後時刻後直至降溫至(Tg－300)℃以下期間，反覆進行升溫或降溫，亦可以固定溫度保持。降溫至(Tg－300)℃以下期間，於通過(Tg－110)℃之次數為 1 次之情形時，最後通過(Tg－110)℃之時刻係指其通過(Tg－110)℃之時刻。於一次通過(Tg－110)℃後再次升溫使其超過(Tg－110)℃，再次降溫之情形時，意指最後降溫時通過(Tg－110)℃之時刻。又，於以(Tg－110)℃保持一定時間之情形時，意指該保持結束之最後時刻。

【0130】 除上述以外之熱處理步驟中之溫度分佈並無特別限定。

【0131】 於各次之熱處理步驟中，就縮短製造步驟之方面而言，較佳為玻璃素板之溫度自最高溫度 Temax℃降溫並首次低於(Tg－110)℃後，不再超過(Tg－110)℃。

【0132】 又，於各次之熱處理步驟中，將上述每次之自最高溫度 Temax℃開始降溫之最後時刻直至最後通過(Tg－110)℃之時刻之間的任

意 2 個時刻設為 t2(分鐘)、t3(分鐘)且設為 t2＜t3 時，t2 與 t3 之時刻差為 1 分鐘以上，且將 t2 時之上述玻璃素板之溫度設為 Te2，將 t3 時之上述玻璃素板之溫度設為 Te3 時，較佳為滿足下述式(3)。

(Te2－Te3)/(t3－t2)≦10　式(3)

【0133】於上述式(3)中，意指上述時刻 t1 時之降溫速度不會過快，藉由滿足式(3)之關係，能夠確保充分之熱處理時間，故而較佳。

【0134】由(Te2－Te3)/(t3－t2)所表示之值更佳為 9 以下，進而較佳為 8 以下。下限並無特別限定，為了防止玻璃板製造所耗費之時間變得過長，可為 0.1 以上。

【0135】於最後之熱處理步驟中，將自最高溫度 Temax℃降溫至(Tg－300)℃以下時之玻璃素板之中央部之平均降溫速度設為 VC(℃/分鐘)，將端部之平均降溫速度設為 VE(℃/分鐘)時，就所獲得之玻璃板變得均質之方面而言，由 VC/VE 所表示之比越接近 1 越佳。具體而言，較佳為 0.8 以上，更佳為 0.9 以上，又，較佳為 1.2 以下，更佳為 1.1 以下，最佳為 1。

【0136】藉由將熱處理步驟中降溫至(Tg－300)℃以下之玻璃素板直接降溫至室溫(例如降溫至 50℃以下)，而獲得本實施形態之玻璃板。

【0137】降溫至室溫之條件並無特別限定，例如自(Tg－300)℃至 50℃之平均降溫速度較佳為 0.5℃/分鐘以上，又，較佳為 50℃/分鐘以下。又，亦可不進行溫度管理而進行自然冷卻。

【0138】再者，關於玻璃板之製造方法，並不限定於上述實施形態，能夠達成本發明目的之範圍內之變化或改良等包含於本發明中。

【0139】例如，製造玻璃板時，可採用使熔融玻璃直接成形為板狀

之加壓成形法而使玻璃為板狀。又，獲得玻璃板之後，可進行風冷強化處理、化學強化處理、研磨等任意處理、加工等。

【0140】於玻璃原料之熔融或澄清中，熔解槽及/或澄清槽不僅可使用耐火物製熔解槽，而且可使用鉑或以鉑為主成分之合金製坩堝(以下，稱為「鉑坩堝」)。

【0141】使用鉑坩堝之情形時之熔融步驟係以成為所得玻璃板之組成之方式製備原料，利用電爐對裝有原料之鉑坩堝進行加熱，較佳為加熱至 1450℃～1700℃左右。然後，插入鉑攪拌器進行 1 小時～3 小時攪拌，藉此獲得熔融玻璃。

【0142】於使用鉑坩堝之玻璃板之製造步驟中之成形步驟中，亦可使熔融玻璃流出至例如碳板上或模框中，而使其為板狀或塊狀。

【0143】藉由將以此方式獲得之玻璃板用於高頻裝置之基板，能夠降低高頻信號之傳播損耗而提高高頻信號之品質或強度等特性。因此，包含該玻璃板之基板可較佳地用於對 3.0 GHz 以上之高頻信號進行處理之高頻裝置，亦可較佳地用於對該頻率為 3.5 GHz 以上、10 GHz 以上、30 GHz 以上、35 GHz 以上等各種高頻帶之信號進行處理之高頻裝置。

【0144】作為高頻裝置，並無特別限定，例如可列舉：行動電話機、智慧型手機、攜帶型資訊終端、Wi-Fi 機器之類之通信機器中使用之半導體裝置之類之高頻裝置(電子裝置)、表面聲波(SAW)裝置、雷達收發機之類之雷達零件、液晶天線之類之天線零件等。

【0145】除上述以外，該玻璃板亦適合作為汽車等交通工具或建築物之窗材料。即，對上述高頻信號進行處理之高頻裝置如毫米波雷達般存在設置於交通工具內之情形。又，多數情況下亦如通信機器或基地台般於

建築物內使用。因此，上述窗材料中之高頻信號之傳播損耗之降低亦非常有用。

【0146】 於將玻璃板用作窗材料之情形時，除了例如藉由浮式法、熔融法成形為平板形狀之玻璃板以外，玻璃板亦可藉由重力成形或加壓成形等使上述平板形狀之玻璃板成形為彎曲形狀而製成彎曲玻璃板，可根據設置場所任意變形使用。

【0147】 又，構成玻璃板之玻璃並不特別限定於鈉鈣玻璃、鋁矽酸鹽玻璃、無鹼玻璃等，可根據用途而適當選擇。進而，亦可為玻璃表面具有壓縮應力層、玻璃內部具有拉伸應力層之強化玻璃。作為強化玻璃，可使用化學強化玻璃、風冷強化玻璃(物理強化玻璃)中任一者。

[實施例]

【0148】 以下，列舉實施例，對本發明具體地進行說明，但本發明並不限定於該等實施例。

【0149】

[例 1～例 4]

藉由將組成為表 1 所示之組成 1 之玻璃原料投入鉑坩堝中，在電爐中於 1650℃下加熱 3 小時加熱而使其熔融，獲得熔融玻璃。熔融時，將鉑攪拌器插入至鉑坩堝中攪拌 1 小時，進行玻璃之均質化。使熔融玻璃流出至碳板上，成形為板狀(熔融、成形步驟)。

其後，將板狀熔融玻璃放入(Tg＋50)℃左右之溫度之電爐中，保持溫度 1 小時後，以平均降溫速度 1℃/分鐘降溫至室溫℃，而獲得玻璃素板(降溫步驟)。

【0150】 繼而，以 10℃/分鐘升溫至 630℃，以 630℃分別保持表 2

之「保持時間(分鐘)」中所記載之時間。其後，於電爐內以表 2 所記載之平均降溫速度自 630℃降溫至(Tg－300)℃，進而進行自然放冷直至成為室溫，藉此獲得玻璃板(熱處理步驟)。例 1～例 3 為實施例，例 4 為比較例。

【0151】所獲得之玻璃板之各物性係如下所述進行測定。

結果與組成一併示於表 1 及表 2 中。表中，組成之空欄表示未刻意添加，物性之空欄表示未測定。

【0152】

[玻璃轉移溫度 Tg(℃)]

玻璃轉移溫度係使用熱膨脹計(MAC 公司製造，型號 TD5000SA)依據 JIS R 3103-3：2001 進行測定。

【0153】

[T2、T4(℃)]

測定玻璃之黏性，算出 T2 及 T4。具體而言，使用旋轉式高溫黏度計(OPTKIGYO 公司製造，RVM-550)，依據 ASTM C965-96(2002)測定玻璃之黏性。作為標準試樣，使用 MIST717a 校正玻璃之黏性，算出 T2 及 T4。

【0154】

[失透溫度]

關於失透溫度，於鉑製皿中放入經粉碎之玻璃粒子，於控制為固定溫度之電爐中進行 17 小時熱處理，藉由熱處理後之試樣之光學顯微鏡觀察(Nikon 公司製造，型號 ME600)，求出結晶於玻璃表面及內部析出之最高溫度與結晶不析出之最低溫度之平均值。

【0155】

[楊氏模數]

楊氏模數係使用超音波脈衝楊氏模數測定裝置(Olympus 公司製造，38DL-PAUS)依據 JIS R 1602(1995)進行測定。

【0156】

[耐酸性]

關於耐酸性，將玻璃試樣浸漬於酸水溶液(6 wt%HNO_3＋5 wt%H_2SO_4，45℃)中 170 秒，評價每單位表面積之玻璃成分之溶出量(mg/cm^2)。

【0157】

[耐鹼性]

關於耐鹼性，將玻璃試樣浸漬於鹼性水溶液(1.2 wt%NaOH，60℃)中 30 分鐘，評價每單位表面積之玻璃成分之溶出量(mg/cm^2)。

【0158】

[平均熱膨脹係數]

使用 TMA(MAC 公司製造，型號 TD5000SA)，依據 JIS R 3102(1995)測定 50～350℃之溫度範圍內之熱膨脹係數。由其結果求出 50～350℃之線膨脹係數之平均值作為平均熱膨脹係數。

【0159】

[應變點]

應變點係依據 JIS R 3103-2(2001)進行測定。

【0160】

[密度]

密度係依據 JIS Z 8807(2012)進行測定。

【0161】

[介電損耗正切 tanδ]

所獲得之玻璃板之 10 GHz 時之介電損耗正切 tanδA 係採用 SPDR(Split Post Dielectric Resonator，分裂後介電共振器)法使用 10 GHz 用共振器(OWED 公司製造，10 GHz 用共振器)，依據 IEC 61189-2-721(2015)進行測定。

【0162】 又，針對將該玻璃板升溫至(Tg＋50)℃並以 100℃/分鐘降溫至(Tg－150)℃後之 10 GHz 時之介電損耗正切 tanδ100，亦同樣地測定。

表中，Δtanδ 表示(tanδ100－tanδA)之值。

【0163】

[相對介電常數 εr]

所獲得之玻璃板之 10 GHz 時之相對介電常數 εrA 係採用 SPDR 法使用 10 GHz 用共振器(OWED 公司製造，10 GHz 用共振器)，依據 IEC 61189-2-721(2015)進行測定。

【0164】 又，針對將該玻璃板升溫至(Tg＋50)℃並以 100℃/分鐘降溫至(Tg－150)℃後之 10 GHz 時之相對介電常數 εr100，亦同樣地測定。

【0165】 [表 1]

表 1

		組成 1	組成 2	組成 3	組成 4	組成 5	組成 6	組成 7
組成(mol%)	SiO_2	83.3	73.9	62.0	61.9	66.1	67.0	67.2
	Al_2O_3	1.4		8.0	8.5	11.3	11.0	6.5
	B_2O_3	11.3		23.0	21.1	7.8	10.0	19.5
	MgO		0.1	4.0	0.2	5.1	2.0	0.5
	CaO		11.6	2.0	0.2	4.5	9.0	5
	SrO			0.8	7.0	5.2	1.0	0.5
	BaO			0.2	1.1			
	Li_2O							
	Na_2O	4.0	7.2					0.8
	K_2O	0.05	7.2					
Tg(℃)		580	547	633	625	710	705	650
T2(℃)			1437	1626	1656	1645		1745
T4(℃)			1030	1231	1243	1275		1296
失透溫度(℃)			890	1270	1280	1266		
楊氏模數(GPa)		63		59	59	76	73	58
耐酸性(g/cm^{-2})				0.0027	0.013			0.017
耐鹼性(g/cm^{-2})				0.06	0.031			0.026
平均熱膨脹係數(10^{-7}/℃)		38	101	31	35	38	34	31
應變點(℃)		520	513	563	563	670	667	
密度(g/cm^3)		2.5	2.49	2.3	2.41	2.5	2.4	2.2

【0166】 [表 2]

表 2

	組成 1			
	例 1	例 2	例 3	例 4
Tmax(℃)	630	630	630	630
Temax(℃)	630	630	630	630
保持時間(分鐘)	1550	210	75	30
平均降溫速度(℃/分鐘)	0.1	1	10	500
εr100	4.49	4.49	4.49	4.49
tanδ100	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062
εrA	4.51	4.47	4.46	4.42
tanδA	0.0044	0.0050	0.0056	0.0066
⊿tanδ	0.0018	0.0012	0.0006	-0.0004
εr100/εrA	1.00	1.00	1.01	1.02
t1(分鐘)	1600	160	16	0.32
式(1)之 K 值	15	15	15	15
式(2)之左邊之值	0.10	1.0	10.0	500.0

【0167】

[例 5～例 8]

使用組成為表 1 所示之組成 2 之玻璃原料；於其後之熱處理步驟中，以 10℃/分鐘升溫至 597℃，以 597℃分別保持表 3 之「保持時間(分鐘)」中所記載之時間，於電爐內以表 3 所記載之平均降溫速度降溫至(Tg－300)℃，除該等方面以外，與例 1 同樣地獲得玻璃板。例 5～例 7 為實施例，例 8 為比較例。

【0168】 所獲得之玻璃板之各物性係於與例 1 同樣之條件下進行測定。將結果與組成一併示於表 1 及表 3 中。

【0169】 [表 3]

表 3

	組成 2			
	例 5	例 6	例 7	例 8
Tmax(℃)	597	597	597	597
Temax(℃)	597	597	597	597
保持時間(分鐘)	1550	210	75	30
平均降溫速度(℃/分鐘)	0.1	1	10	500
εr100	6.74	6.74	6.74	6.74
tanδ100	0.0093	0.0093	0.0093	0.0093
εrA	6.63	6.67	6.72	6.76
tanδA	0.0078	0.0083	0.0088	0.0096
⊿tanδ	0.0015	0.001	0.0005	-0.0003
εr100/εrA	1.02	1.01	1.00	1.00
t1(分鐘)	1600	160	16	0.32
式(1)之 K 值	15	15	15	15
式(2)之左邊之值	0.10	1.0	10.0	500.0

【0170】

[例 9～例 12]

使用組成為表 1 所示之組成 3 之玻璃原料；於其後之熱處理步驟中，以 10℃/分鐘升溫至 653℃，以 653℃分別保持表 4 之「保持時間(分鐘)」中所記載之時間，於電爐內以表 4 所記載之平均降溫速度降溫至(Tg－300)℃，除該等方面以外，與例 1 同樣地獲得玻璃板。例 9～例 11 為實施例，例 12 為比較例。

【0171】所獲得之玻璃板之各物性係於與例 1 同樣之條件下進行測定。將結果與組成一併示於表 1 及表 4 中。

【0172】[表 4]

表 4

	組成 3			
	例 9	例 10	例 11	例 12
Tmax(℃)	653	653	653	653
Temax(℃)	653	653	653	653
保持時間(分鐘)	1550	210	75	30
平均降溫速度(℃/分鐘)	0.1	1	10	500
εr100	4.36	4.36	4.36	4.36
tanδ100	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029
εrA	4.34	4.35	4.36	4.37
tanδA	0.0018	0.0022	0.0025	0.0032
⊿tanδ	0.0011	0.0007	0.0004	-0.0003
εr100/εrA	1.00	1.00	1.00	1.00
t1(分鐘)	1300	130	13	0.26
式(1)之 K 值	15	15	15	15
式(2)之左邊之值	0.10	1.0	10.0	500.0

【0173】

[例 13～例 16]

使用組成為表 1 所示之組成 4 之玻璃原料；於其後之熱處理步驟中，以 10℃/分鐘升溫至 675℃，以 675℃分別保持表 5 之「保持時間(分鐘)」中所記載之時間，於電爐內以表 5 所記載之平均降溫速度降溫至(Tg－300)℃，除該等方面以外，與例 1 同樣地獲得玻璃板。例 13～例 15 為實施例，例 16 為比較例。

【0174】所獲得之玻璃板之各物性係於與例 1 同樣之條件下進行測定。將結果與組成一併示於表 1 及表 5 中。

【0175】 [表 5]

表 5

	組成 4			
	例 13	例 14	例 15	例 16
Tmax(℃)	675	675	675	675
Temax(℃)	675	675	675	675
保持時間(分鐘)	1550	210	75	30
平均降溫速度(℃/分鐘)	0.1	1	10	500
εr100	4.86	4.86	4.86	4.86
tanδ100	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032
εrA	4.83	4.84	4.86	4.88
tanδA	0.0022	0.0025	0.0028	0.0034
⊿tanδ	0.0010	0.0007	0.0004	-0.0002
εr100/εrA	1.01	1.00	1.00	1.00
t1(分鐘)	1600	160	16	0.32
式(1)之 K 值	15	15	15	15
式(2)之左邊之值	0.10	1.0	10.0	500.0

【0176】

[例 17～例 20]

使用組成為表 1 所示之組成 5 之玻璃原料；於其後之熱處理步驟中，以 10℃/分鐘升溫至 760℃，以 760℃分別保持表 6 之「保持時間(分鐘)」中所記載之時間，於電爐內以表 6 所記載之平均降溫速度降溫至(Tg－300)℃，除該等方面以外，與例 1 同樣地獲得玻璃板。例 17～例 19 為實施例，例 20 為比較例。

【0177】 所獲得之玻璃板之各物性係於與例 1 同樣之條件下進行測定。將結果與組成一併示於表 1 及表 6 中。

【0178】 [表 6]

表 6

	組成 5			
	例 17	例 18	例 19	例 20
Tmax(℃)	760	760	760	760
Temax(℃)	760	760	760	760
保持時間(分鐘)	1550	210	75	30
平均降溫速度(℃/分鐘)	0.1	1	10	500
εr100	5.45	5.45	5.45	5.45
tanδ100	0.0063	0.0063	0.0063	0.0063
εrA	5.42	5.44	5.44	5.46
tanδA	0.0044	0.005	0.0056	0.0067
⊿tanδ	0.0019	0.0013	0.0007	-0.0004
εr100/εrA	1.01	1.00	1.00	1.00
t1(分鐘)	1600	160	16	0.32
式(1)之 K 值	15	15	15	15
式(2)之左邊之值	0.10	1.0	10.0	500.0

【0179】

[例 21～例 24]

使用組成為表 1 所示之組成 6 之玻璃原料；於其後之熱處理步驟中，以 10℃/分鐘升溫至 760℃，以 760℃分別保持表 7 之「保持時間(分鐘)」中所記載之時間，於電爐內以表 7 所記載之平均降溫速度降溫至(Tg－300)℃，除該等方面以外，與例 1 同樣地獲得玻璃板。例 21～例 23 為實施例，例 24 為比較例。

【0180】 所獲得之玻璃板之各物性係於與例 1 同樣之條件下進行測定。將結果與組成一併示於表 1 及表 7 中。

【0181】 [表 7]

表 7

	組成 6			
	例 21	例 22	例 23	例 24
Tmax(℃)	755	755	755	755
Temax(℃)	755	755	755	755
保持時間(分鐘)	1550	210	75	30
平均降溫速度(℃/分鐘)	0.1	1	10	500
εr100	5.14	5.14	5.14	5.14
tanδ100	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053
εrA	5.18	5.17	5.16	5.12
tanδA	0.0033	0.0040	0.0047	0.0058
⊿tanδ	0.0020	0.0013	0.0006	-0.0005
εr100/εrA	0.99	0.99	1.00	1.00
t1(分鐘)	8650	865	86.5	1.73
式(1)之 K 值	15	15	15	15
式(2)之左邊之值	0.10	1.00	10.00	500.00

【0182】

[例 25～例 28]

使用組成為表 1 所示之組成 7 之玻璃原料；於其後之熱處理步驟中，以 10℃/分鐘升溫至 700℃，以 700℃分別保持表 8 之「保持時間(分鐘)」中所記載之時間，於電爐內以表 8 所記載之平均降溫速度降溫至(Tg－300)℃，除該等方面以外，與例 1 同樣地獲得玻璃板。例 25～例 27 為實施例，例 28 為比較例。

【0183】 所獲得之玻璃板之各物性係於與例 1 同樣之條件下進行測定。將結果與組成一併示於表 1 及表 8 中。

【0184】 [表 8]

表 8

	組成 7			
	例 25	例 26	例 27	例 28
Tmax(℃)	700	700	700	700
Temax(℃)	700	700	700	700
保持時間(分鐘)	1550	210	75	30
平均降溫速度(℃/分鐘)	0.1	1	10	500
εr100	4.54	4.54	4.54	4.54
tanδ100	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051
εrA	4.51	4.52	4.53	4.55
tanδA	0.0032	0.0038	0.0044	0.0055
⊿tanδ	0.0019	0.0013	0.0007	-0.0004
εr100/εrA	1.01	1.00	1.00	1.00
t1(分鐘)	8100	810	81	1.62
式(1)之 K 值	15	15	15	15
式(2)之左邊之值	0.10	1.00	10.00	500.00

【0185】

[例 29～例 31]

使用組成為表 1 所示之組成 4 之玻璃原料，藉由玻璃熔融窯及成形設備使其成形為板狀(熔融、成形步驟)。

其後，藉由緩冷設備將成為 700℃之板狀熔融玻璃以平均降溫速度 50℃/分鐘降溫至室溫，而獲得 37 cm×47 cm、厚度 1.1 mm 之玻璃素板(降溫步驟)。

【0186】 繼而，以 10℃/分鐘升溫至表 9 中之 Tmax℃，以 Tmax℃分別保持表 9 之「保持時間(分鐘)」中所記載之時間，於電爐內以表 9 所記載之平均降溫速度降溫至(Tg－300)℃，除該方面以外，與例 1 同樣地獲得玻璃板。例 29～例 31 為實施例。

【0187】 再者，於將玻璃素板之中央部之平均降溫速度設為 VC(℃/分鐘)，將端部之平均降溫速度設為 VE(℃/分鐘)之情形時，以由 VC/VE 所表示之比成為 1.1 以下之方式調整電爐之溫度。此處，玻璃素板之端部

意指距玻璃素板之端 10 cm 之位置。

【0188】 所獲得之玻璃板之相對介電常數及介電損耗正切係於與例 1 同樣之條件下進行測定，對板之大致中心、及角附近之 4 個部位進行測定，記入其等之最大值及最小值。將結果示於表 9 中。

【0189】 又，將 Δtanδ 之最小值及 εr100/εrA 之最大值示於表 9 中。又，將板之大致中心及角附近之 4 個部位中之 tanδA 之差最大之 2 個部位之 tanδA 之差、及 εrA 之差最大之 2 個部位之 εrA 之差示於表 9 中。

【0190】 [表 9]

表 9

	組成 4		
	例 29	例 30	例 31
Tmax(℃)	675	675	625
Temax(℃)	675	675	625
保持時間(分鐘)	15	10	30
平均降溫速度(℃/分鐘)	1	10	10
εr100 最大值	4.86	4.87	4.87
εr100 最小值	4.85	4.85	4.85
tanδ100 最大值	0.0033	0.0033	0.0033
tanδ100 最小值	0.0032	0.0032	0.0032
εrA 最大值	4.85	4.86	4.86
εrA 最小值	4.84	4.85	4.85
tanδA 最大值	0.0026	0.0028	0.0028
tanδA 最小值	0.0024	0.0027	0.0026
⊿tanδ 最小值	0.0006	0.0004	0.0004
εr100/εrA 最大值	1.00	1.00	1.00
任意 2 個部位之 tanδA 之差之最大值	0.0002	0.0001	0.0002
任意 2 個部位之 εrA 之差之最大值	0.01	0.01	0.01
t1(分鐘)	785	78.5	73.5
式(1)之 K 值	15	15	20
式(2)之左邊之值	1.0	10.0	10.0

【0191】

[例 32～例 34]

使用組成為表 1 所示之組成 6 之玻璃原料，藉由玻璃熔融窯及成形設備使其成形為板狀(熔融、成形步驟)。

其後，藉由緩冷設備將成為 800℃之板狀熔融玻璃以平均降溫速度 800℃/分鐘降溫至室溫，而獲得 37 cm×47 cm、厚度 1.1 mm 之玻璃素板(降溫步驟)。

【0192】 繼而，以 10℃/分鐘升溫至表 10 中之 Tmax℃，以 Tmax℃分別保持表 10 之「保持時間(分鐘)」中所記載之時間，於電爐內以表 10 所記載之平均降溫速度降溫至(Tg－300)℃，除該方面以外，與例 1 同樣地獲得玻璃板。例 32～例 34 為實施例。

【0193】 再者，於將玻璃素板之中央部之平均降溫速度設為 VC(℃/分鐘)，將端部之平均降溫速度設為 VE(℃/分鐘)之情形時，以由 VC/VE 所表示之比成為 1.1 以下之方式調整電爐之溫度。此處，玻璃素板之端部意指距玻璃素板之端 10 cm 之位置。

【0194】 所獲得之玻璃板之相對介電常數及介電損耗正切係於與例 1 同樣之條件下進行測定，對板之大致中心、及角附近之 4 個部位進行測定，記入其等之最大值及最小值。將結果示於表 10 中。

【0195】 又，將 Δtanδ 之最小值及 εr100/εrA 之最大值示於表 9 中。又，將板之大致中心及角附近之 4 個部位中之 tanδA 之差最大之 2 個部位之 tanδA 之差、及 εrA 之差最大之 2 個部位之 εrA 之差示於表 10 中。

【0196】 [表 10]

表 10

	組成 6		
	例 32	例 33	例 34
Tmax(℃)	625	725	695
Temax(℃)	625	725	695
保持時間(分鐘)	20	10	30
平均降溫速度(℃/分鐘)	1	10	10
εr100 最大值	5.13	5.13	5.13
εr100 最小值	5.12	5.12	5.12
tanδ100 最大值	0.0057	0.0057	0.0057
tanδ100 最小值	0.0056	0.0056	0.0056
εrA 最大值	5.16	5.17	5.16
εrA 最小值	5.15	5.15	5.15
tanδA 最大值	0.0048	0.0050	0.0051
tanδA 最小值	0.0047	0.0048	0.0050
⊿tanδ 最小值	0.0008	0.0006	0.0005
εr100/εrA 最大值	1.00	1.00	1.00
任意 2 個部位之 tanδA 之差之最大值	0.0001	0.0002	0.0001
任意 2 個部位之 εrA 之差之最大值	0.01	0.02	0.01
t1(分鐘)	735.0	83.5	80.5
式(1)之 K 值	28	18	21
式(2)之左邊之值	1.00	10.00	10.00

【0197】 參照特定態樣而對本發明詳細地進行了說明，但對業者而言，明確知道可在不脫離本發明之精神及範圍之情況下進行各種變更及修正。再者，本申請案基於 2019 年 4 月 12 日提出申請之日本專利申請案(特願 2019-76423)、2019 年 6 月 28 日提出申請之日本專利申請案(特願 2019-120828)、2019 年 11 月 27 日提出申請之日本專利申請案(特願 2019-214690)，藉由引用而援用其整體。又，引用於此之所有參照係作為整體併入。

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種玻璃板，其係以以下玻璃板之製造方法製造者，

上述製造方法依序包含：

熔融、成形步驟，其係使玻璃原料熔融，使所獲得之熔融玻璃成形為板狀；

降溫步驟，其係將上述成形為板狀之熔融玻璃降溫至相對於玻璃轉移溫度Tg(℃)為(Tg－300)℃以下之溫度而獲得玻璃素板；以及

熱處理步驟，其係針對所獲得之上述玻璃素板，使其自上述(Tg－300)℃以下之溫度在不超過(Tg＋50)℃之情況下升溫至(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍，並再次降溫至(Tg－300)℃以下；

進行上述熱處理步驟1次或2次以上，

1次上述熱處理步驟係上述玻璃素板之溫度超過(Tg－300)℃之後經過處於(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍內之最高溫度Temax℃，直至再次成為(Tg－300)℃以下為止，

於上述熱處理步驟整體中，上述玻璃素板之溫度處於(Tg－100)℃～(Tg＋50)℃之範圍內之總計時間係使用上述熱處理步驟整體中之上述玻璃素板之最高溫度Tmax℃由下述式(1)所表示之K(分鐘)以上，

於各次之上述熱處理步驟中，將上述每次之自上述最高溫度Temax℃開始降溫之最後時刻直至最後通過(Tg－110)℃之時刻的時間設為t1(分鐘)時，滿足下述式(2)，

$K=[\{(Tg+50)-Tmax\}/10]+15$　式(1)

$\{Temax-(Tg-110)\}/t1\leqq 10$　式(2)；且

上述玻璃板係10 GHz時之介電損耗正切為tanδA、玻璃轉移溫度為Tg℃者，

於使上述玻璃板升溫至(Tg＋50)℃，繼而以100℃/分鐘降溫至(Tg－150)℃，並將10 GHz時之介電損耗正切設為tanδ100時，滿足(tanδ100－tanδA)≧0.0004。

【請求項2】

如請求項1之玻璃板，其10 GHz時之相對介電常數為εrA，

於使上述玻璃板升溫至(Tg＋50)℃，繼而以100℃/分鐘降溫至(Tg－150)℃，並將10 GHz時之相對介電常數設為εr100時，滿足0.95≦(εr100/εrA)≦1.05。

【請求項3】

如請求項1或2之玻璃板，其主面之面積為350 cm^2以上。

【請求項4】

如請求項1或2之玻璃板，其10 GHz時之介電損耗正切為0.009以下。

【請求項5】

如請求項1或2之玻璃板，其10 GHz時之相對介電常數為6.8以下。

【請求項6】

如請求項1或2之玻璃板，其中相隔40 mm以上之任意2個部位之10 GHz時之介電損耗正切之差為0.0005以下。

【請求項7】

如請求項1或2之玻璃板，其中相隔40 mm以上之任意2個部位之10 GHz時之相對介電常數之差為0.05以下。

【請求項8】

如請求項1或2之玻璃板，其以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有30～85%之SiO_2。

【請求項9】

如請求項1或2之玻璃板，其

以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有

SiO_2 57～70%

Al_2O_3 5～15%

B_2O_3 15～24%

Al_2O_3＋B_2O_3 20～40%

Al_2O/(Al_2O_3＋B_2O_3) 0.1～0.45

MgO 0～10%

CaO 0～10%

SrO 0～10%

BaO 0～10%

Li_2O 0～5%

Na_2O 0～5%

K_2O 0～5%、且

R_2O(R＝鹼金屬) 0～5%。

【請求項10】

如請求項1或2之玻璃板，其

以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有

SiO_2 55～80%

Al_2O_3 0～15%

SiO_2＋Al_2O_3 55～90%

B_2O_3 0～15%

MgO 0～20%

CaO 0～20%

SrO 0～15%

BaO 0～15%

MgO＋CaO 0～30%

MgO＋CaO＋SrO＋BaO 0～30%

Li_2O 0～20%

Na_2O 0～20%

K_2O 0～20%、且

R_2O(R＝鹼金屬) 0～20%。

【請求項11】

如請求項1或2之玻璃板，其用於對3.0 GHz以上之高頻信號進行處理之高頻裝置之基板。

【請求項12】

如請求項1或2之玻璃板，其用於窗材料。

【請求項13】

如請求項1或2之玻璃板，其中於各次之上述熱處理步驟中，上述玻璃素板之溫度自上述最高溫度Temax℃降溫並首次低於(Tg－110)℃後，不再超過(Tg－110)℃。

【請求項14】

如請求項1或2之玻璃板，其中於各次之上述熱處理步驟中，將上述

每次之自上述最高溫度Temax℃開始降溫之最後時刻直至最後通過(Tg－110)℃之時刻之間的任意2個時刻設為t2(分鐘)、t3(分鐘)，且設為t2＜t3時，

上述t2與上述t3之時刻之差為1分鐘以上，

將上述t2時之上述玻璃素板之溫度設為Te2，將上述t3時之上述玻璃素板之溫度設為Te3時，滿足下述式(3)，

(Te2－Te3)/(t3－t2)≦10　式(3)。

【請求項15】

如請求項1或2之玻璃板，其中上述降溫步驟中之自(Tg＋50)℃至(Tg－100)℃之平均降溫速度超過10℃/分鐘。

【請求項16】

如請求項1或2之玻璃板，其中上述降溫步驟中之平均降溫速度為10～1000℃/分鐘。