



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103910487 B

(45)授权公告日 2017.09.01

(21)申请号 201310745033.4

(22)申请日 2013.12.30

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103910487 A

(43)申请公布日 2014.07.09

(30)优先权数据

2012-288183 2012.12.28 JP

2012-288186 2012.12.28 JP

2012-288193 2012.12.28 JP

2013-186416 2013.09.09 JP

2013-186436 2013.09.09 JP

2013-186445 2013.09.09 JP

(73)专利权人 安瀚视特控股株式会社

地址 日本三重县

(72)发明人 市川学 小山昭浩

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司
责任公司 11287

代理人 林斯凯

(51)Int.Cl.

G03C 3/083(2006.01)

G03C 3/085(2006.01)

G03C 3/087(2006.01)

G03C 3/091(2006.01)

(56)对比文件

CN 102066273 A, 2011.05.18, 说明书第
0003-0010段、0115-0116段、0167-0176段、表I-
V.

EP 0729922 A1, 1996.09.04, 全文.

CN 101117270 A, 2008.02.06, 全文.

CN 101400614 A, 2009.04.01, 全文.

CN 101626988 A, 2010.01.13, 全文.

CN 102306708 A, 2012.01.04, 全文.

审查员 朱晓燕

权利要求书2页 说明书33页

(54)发明名称

显示器用玻璃基板及其制造方法

(57)摘要

本申请的发明涉及一种显示器用玻璃基板及其制造方法,提供同时实现高应变点和防止熔解槽熔损的玻璃基板、同时实现高应变点和抑制失透的玻璃基板、或者同时实现高应变点和高蚀刻速度的玻璃基板及其制造方法。显示器用玻璃基板含有 SiO_2 、 Al_2O_3 ,以摩尔%表示 B_2O_3 为0~8%, R_2O 为0.01~0.8%, $\text{BaO}/\text{R}_2\text{O}$ 为0.05~1,应变点为670℃以上。显示器用玻璃基板或者包含含有 SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO , $\text{MgO}/(\text{R}_2\text{O}+\text{ZnO})$ 为0.1~0.9,应变点为700℃以上的玻璃,且热收缩率为5ppm~75ppm。显示器用玻璃基板或者含有 SiO_2 、 Al_2O_3 、 BaO , B_2O_3 为0~7%, BaO 为1~15%, $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为6.0以下,应变点为700℃以上。 R_2O 表示 $(\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO})$, R_2O 表示 $(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 。

1. 一种显示器用玻璃基板,其是由如下玻璃所形成,此玻璃是含有 SiO_2 、 Al_2O_3 ,实质上不含有 As_2O_3 、 Sb_2O_3 、 Y_2O_3 及 La_2O_3 ,以摩尔%表示, B_2O_3 为0~8%, R_2O 为0.1~0.8%, SrO 为0~3%, $\text{BaO}/\text{R}_2\text{O}$ 为0.05~1, $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为5.2以下,应变点为670℃以上的玻璃,此处, R_2O 表示 $(\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO})$, R_2O 表示 $(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 。
2. 一种显示器用玻璃基板,其是由如下玻璃所形成,此玻璃是以摩尔%表示含有 SiO_2 60~80%、 Al_2O_3 8~20%、 B_2O_3 0~8%、 SrO 0~3%、 R_2O 为0.1~0.8%,实质上不含有 As_2O_3 、 Sb_2O_3 、 Y_2O_3 及 La_2O_3 , $(\text{SiO}_2 + (2 \times \text{Al}_2\text{O}_3)) / ((2 \times \text{B}_2\text{O}_3) + \text{R}_2\text{O} + (10 \times \text{R}_2\text{O}))$ 为2.5以上, $\text{BaO}/\text{R}_2\text{O}$ 为0.05~1, $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为5.2以下,应变点为670℃以上的玻璃,此处, R_2O 表示 $(\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO})$, R_2O 表示 $(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 。
3. 根据权利要求1或2所述的玻璃基板,其以摩尔%表示含有 MgO 2.1~15%、 CaO 0~20%、 SrO 0~15%、 BaO 0.1~15%。
4. 根据权利要求1或2所述的玻璃基板,其中以摩尔%表示, $\text{SiO}_2 - (1/2 \times \text{Al}_2\text{O}_3)$ 小于65%。
5. 根据权利要求1或2所述的玻璃基板,其中以摩尔%表示, $\text{B}_2\text{O}_3 + \text{R}_2\text{O} + \text{ZnO}$ 为15~25%。
6. 根据权利要求1或2所述的玻璃基板,其含有 SnO_2 和 Fe_2O_3 ,以摩尔%表示, SnO_2 为0.03~0.15%, SnO_2 和 Fe_2O_3 的合计量为0.05~0.2%。
7. 根据权利要求1或2所述的玻璃基板,其以摩尔%表示含有 SiO_2 66~72%、 Al_2O_3 11~15%、

B₂O₃ 0~8%、
MgO 2.1~6%、
CaO 2~11%、
SrO 0~1%、
BaO 1~10%。

8. 根据权利要求1所述的显示器用玻璃基板,其是由如下玻璃所形成,此玻璃是含有SiO₂、Al₂O₃、BaO,实质上不含有As₂O₃、Sb₂O₃、Y₂O₃及La₂O₃,以摩尔%表示,
B₂O₃为0~7%,
R₂O为超过0.1%、0.8%以下,
BaO为1~15%,
SrO为0~3%,
SiO₂/Al₂O₃为5.2以下,
应变点为700℃以上的玻璃。

9. 根据权利要求2所述的显示器用玻璃基板,其是由如下玻璃所形成,此玻璃是以摩尔%表示含有
SiO₂ 60~80%、
Al₂O₃ 10.5~20%、
B₂O₃ 0~7%、
BaO 1~15%、
SrO 0~3%,
实质上不含有As₂O₃、Sb₂O₃、Y₂O₃及La₂O₃,
R₀为10.0~18.0%,
R₂O为超过0.1%、0.8%以下,
SiO₂/Al₂O₃为3以上、5.2以下,
SrO<0.25×CaO,
应变点为700℃以上的玻璃。

10. 一种制造根据权利要求1或2所述的玻璃基板的显示器用玻璃基板的制造方法,其包括如下步骤:

至少使用直接通电加热,使调合成规定组成的玻璃原料熔解的熔解步骤;
将通过上述熔解步骤而熔解的熔融玻璃成形为平板状玻璃的成形步骤;及
将上述平板状玻璃缓冷,并且以降低上述平板状玻璃的热收缩率的方式控制上述平板状玻璃的冷却条件的缓冷步骤。

显示器用玻璃基板及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种显示器用玻璃基板及其制造方法。尤其是,本发明涉及一种低温多晶硅薄膜晶体管(以下,记载为LTPS-TFT(Low-Temperature-Polycrystalline-Silicon Thin-Film-Transistor))显示器用玻璃基板。另外,本发明涉及一种氧化物半导体薄膜晶体管(以下,记载为OS-TFT(Oxide-Semiconductor Thin-Film-Transistor))显示器用玻璃基板。更详细而言,本发明涉及一种上述显示器为液晶显示器的显示器用玻璃基板。或者涉及一种上述显示器为有机EL显示器的显示器用玻璃基板。此外,本发明涉及一种上述显示器为平板显示器的平板显示器用玻璃基板。

背景技术

[0002] 关于移动设备等所搭载的显示器,基于可降低消耗电力等原因,期待将LTPS用于制造薄膜晶体管(TFT),但在LTPS-TFT的制造中需要400~600℃的相对高温的热处理。另一方面,对于小型移动设备的显示器近年来越来越谋求高精细化。因此,会引起像素间距偏差的制造显示面板时所产生的玻璃基板的热收缩成为问题。另外,形成OS-TFT的玻璃基板也同样地在抑制热收缩的方面成为课题。

[0003] 玻璃基板的热收缩率通常可通过如下方式降低:提高玻璃的应变点;提高玻璃转移点(以下,T_g);或者降低缓冷速度。

[0004] 基于所述背景,揭示了为了降低热收缩率而提高玻璃的应变点的技术(专利文献1)。另外,揭示了通过调整缓冷点至应变点附近的温度区域内的平均密度曲线的斜率和平均线膨胀系数的比值而降低热收缩的技术(专利文献2)。另外,揭示了为了降低热收缩率而提高T_g的技术(专利文献3)。此外,由于近年来对于显示面板日益谋求高精细化,所以专利文献3的技术对于热收缩率的降低变得不足。为此,还揭示了使玻璃的应变点成为725℃以上的技术(专利文献4)。

[0005] [现有技术文献]

[0006] [专利文献]

[0007] [专利文献1] 日本专利特开2010-6649号公报

[0008] [专利文献2] 日本专利特开2004-315354号公报

[0009] [专利文献3] 日本专利特开2011-126728号公报

[0010] [专利文献4] 日本专利特开2012-106919号公报

发明内容

[0011] [发明所要解决的课题]

[0012] 近年来,由于日益谋求高精细化,所以谋求进一步减小热收缩率。在为了进一步减小热收缩率而提高玻璃基板的应变点的情况下,需要提高玻璃中的SiO₂或Al₂O₃的含量,但结果有熔融玻璃的电阻率上升的倾向。近年来,为了使玻璃在熔解槽中有效率地熔解,有时使用直接通电加热。已知在使用直接通电加热的情况下,如果熔融玻璃的电阻率上升,则电

流不仅流向熔融玻璃,还流向构成熔解槽的耐火物,结果有产生熔解槽熔损的问题的担忧。然而,在上述专利文献1所记载的发明中,对于熔融玻璃的电阻率并无任何考虑。因此,在欲经过利用直接通电加热的熔融来制造专利文献1所记载的玻璃的情况下,对于发生上述熔解槽熔损问题有强烈的担忧。此外,由于近年来日益谋求高精细化,谋求进一步提高玻璃的应变点,所以上述问题变得更明显。

[0013] 另外,由于上述专利文献2所揭示的玻璃的应变点为682~699℃,所以为了成为充分减小热收缩的平均密度曲线的斜率,需要极力减小缓冷速度,而存在生产性降低的问题。此外,专利文献2所揭示的玻璃由于失透温度为1287℃以上,所以还存在容易发生失透的问题。另外,上述问题在使用下拉法进行成形的情况下变得特别明显。

[0014] 此外,对于使用玻璃基板的显示器的制造,谋求提高生产性,例如也谋求提高将形成有薄膜晶体管的玻璃基板薄板化的步骤的生产性。将玻璃基板薄板化的步骤的生产性较大地取决于玻璃基板的蚀刻所耗费的时间。因此,对于显示器玻璃基板,谋求同时实现由提高蚀刻速度引起的生产性的提高和热收缩率的降低。但是,上述专利文献4所记载的玻璃基板存在虽然应变点较高但未考虑到蚀刻速度的问题。

[0015] 如此,如果欲降低玻璃基板的热收缩率,则会产生如下问题:由玻璃电阻率增加引起的熔解槽熔损;玻璃的失透;或者难以同时实现由蚀刻速度上升引起的生产性提高和热收缩率的降低。

[0016] 因此,本实施方式的目的在于提供:

[0017] (1) 同时实现高应变点和防止由玻璃熔解时的直接通电加热引起的熔解槽熔损的玻璃基板、或者

[0018] (2) 同时实现高应变点和抑制成形步骤中的失透的玻璃基板、或者

[0019] (3) 同时实现高应变点和高蚀刻速度的玻璃基板、

[0020] 和这些的制造方法。尤其是,本实施方式的目的在于提供适合于使用LTPS-TFT或者OS-TFT的显示器的显示器用玻璃基板及其制造方法。

[0021] [解决课题的技术手段]

[0022] 本实施方式具有以下的态样。

[0023] [1] 一种显示器用玻璃基板,其是由如下玻璃所形成,此玻璃是

[0024] 含有 SiO_2 、 Al_2O_3 ,

[0025] 以摩尔%表示,

[0026] B_2O_3 为0~8%,

[0027] R_2O 为0.01~0.8%,

[0028] BaO/R_0 所表示的由式中的成分的含量计算出的值为0.05~1,

[0029] 应变点为670℃以上的玻璃,

[0030] 此处, R_0 表示 $(\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO})$, R_2O 表示 $(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 。

[0031] [2] 根据[1]所述的玻璃基板,其中 SiO_2 、 Al_2O_3 、 BaO 的含量以摩尔%表示,

[0032] SiO_2 为60~80%、

[0033] Al_2O_3 为8~20%、

[0034] BaO 为0.1~15%。

[0035] [3] 根据[1]或[2]所述的玻璃基板,其中 $(\text{SiO}_2 + (2 \times \text{Al}_2\text{O}_3)) / ((2 \times \text{B}_2\text{O}_3) + \text{R}_0 + (10 \times$

R₂O)) 所表示的由式中的成分的含量计算出的值为2.5以上。

[0036] [4] 一种显示器用玻璃基板,其是由如下玻璃所形成,此玻璃是

[0037] 以摩尔%表示含有

[0038] SiO₂ 60~80%、

[0039] Al₂O₃ 8~20%、

[0040] B₂O₃ 0~8%、

[0041] R₂O为0.01~0.8%、

[0042] (SiO₂+ (2×Al₂O₃)) / ((2×B₂O₃) +R₂O+ (10×R₂O)) 所表示的由式中的成分的含量计算出的值为2.5以上,

[0043] BaO/R₂O为0.05~1,

[0044] 应变点为670℃以上的玻璃,

[0045] 此处,R₂O表示(MgO+CaO+SrO+BaO),R₂O表示(Li₂O+Na₂O+K₂O)。

[0046] [5] 根据[1]至[4]中任一项所述的玻璃基板,其以摩尔%表示含有

[0047] MgO 0~15%、

[0048] CaO 0~20%、

[0049] SrO 0~15%、

[0050] BaO 0.1~15%。

[0051] [6] 根据[1]至[5]中任一项所述的玻璃基板,其中摩尔比SiO₂/Al₂O₃所表示的值小于10。

[0052] [7] 根据[1]至[6]中任一项所述的玻璃基板,其中以摩尔%表示,B₂O₃+R₂O+ZnO所表示的由式中的成分的含量计算出的值为15~25%。

[0053] [8] 根据[1]至[7]中任一项所述的玻璃基板,其还含有SnO₂和Fe₂O₃,

[0054] 以摩尔%表示,

[0055] SnO₂的含量为0.03~0.15%、

[0056] SnO₂和Fe₂O₃的含量的合计量为0.05~0.2%。

[0057] [9] 根据[1]至[8]中任一项所述的玻璃基板,其以摩尔%表示含有

[0058] SiO₂ 66~72%、

[0059] Al₂O₃ 11~15%、

[0060] B₂O₃ 0~8%、

[0061] MgO 0~6%、

[0062] CaO 2~11%、

[0063] SrO 0~1%、

[0064] BaO 1~10%。

[0065] [10] 根据[1]至[9]中任一项所述的玻璃基板,其以摩尔%表示含有

[0066] SiO₂ 66~72%、

[0067] Al₂O₃ 11~15%、

[0068] B₂O₃ 0~8%、

[0069] MgO 0~6%、

[0070] CaO 2~11%、

- [0071] SrO 0~1%、
- [0072] BaO 1~10%、
- [0073] BaO/R0的值为0.1~0.5, CaO/R0的值为0.2~0.6, MgO/(R0+ZnO)的值为0.15~0.6。
- [0074] [11] 根据[1]至[10]中任一项所述的玻璃基板,其实质上不含有La₂O₃及Y₂O₃。
- [0075] [12] 一种显示器用玻璃基板,其包含
- [0076] 含有SiO₂、Al₂O₃、MgO,
- [0077] 以摩尔%表示,
- [0078] MgO/(R0+ZnO)为0.1~0.9,
- [0079] 应变点为700℃以上的玻璃,
- [0080] 以10℃/分钟的升温速度进行升温,在550℃下保持2小时,以55分钟降温至400℃,其后放置冷却至常温的情况下的下述式所示的热收缩率为5ppm~75ppm,
- [0081] 热收缩率(ppm) = {热处理前后的玻璃的收缩量/热处理前的玻璃的长度} × 10⁶
- [0082] 此处,R0表示(MgO+CaO+SrO+BaO)。
- [0083] [13] 一种显示器用玻璃基板,其包含
- [0084] 含有SiO₂、Al₂O₃、BaO,
- [0085] 以摩尔%表示,
- [0086] BaO为1~15%、
- [0087] 实质上不含有Sb₂O₃,
- [0088] 应变点为700℃以上的玻璃,以10℃/分钟的升温速度进行升温,在550℃下保持2小时,以55分钟降温至400℃,其后放置冷却至常温的情况下的下述式所示的热收缩率为5ppm~75ppm。
- [0089] [14] 根据[12]或[13]所述的玻璃基板,其中SiO₂、Al₂O₃的含量以摩尔%表示,
- [0090] SiO₂为60~80%、
- [0091] Al₂O₃为8~20%。
- [0092] [15] 根据[12]至[14]中任一项所述的玻璃基板,其中以摩尔%表示,MgO为1~15%。
- [0093] [16] 一种显示器用玻璃基板,其包含
- [0094] 以摩尔%表示含有
- [0095] SiO₂ 60~80%、
- [0096] Al₂O₃ 8~20%、
- [0097] B₂O₃ 0~15%、
- [0098] BaO 1~15%、
- [0099] MgO/(R0+ZnO)为0.1~0.9,
- [0100] 应变点为700℃以上的玻璃,
- [0101] 以10℃/分钟的升温速度进行升温,在550℃下保持2小时,以55分钟降温至400℃,其后放置冷却至常温的情况下的下述式所示的热收缩率为5ppm~75ppm,
- [0102] 热收缩率(ppm) = {热处理前后的玻璃的收缩量/热处理前的玻璃的长度} × 10⁶
- [0103] 此处,R0表示(MgO+CaO+SrO+BaO)。

- [0104] [17] 根据 [12] 至 [16] 中任一项所述的玻璃基板,其中以摩尔%表示, $(\text{SiO}_2 + (2 \times \text{Al}_2\text{O}_3)) / ((2 \times \text{B}_2\text{O}_3) + \text{R}_0)$ 为 2.8~20。
- [0105] [18] 根据 [12] 至 [17] 中任一项所述的玻璃基板,其中以摩尔%表示含有
- [0106] MgO 1~15%、
- [0107] CaO 0~20%、
- [0108] SrO 0~15%。
- [0109] [19] 根据 [12] 至 [18] 中任一项所述的玻璃基板,其中以摩尔%表示, $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 6.0 以下。
- [0110] [20] 根据 [12] 至 [19] 中任一项所述的玻璃基板,其含有 SnO_2 和 Fe_2O_3 ,
- [0111] 以摩尔%表示,
- [0112] SnO_2 为 0.03~0.15%,
- [0113] SnO_2 和 Fe_2O_3 的合计量为 0.05~0.2%。
- [0114] [21] 根据 [12] 至 [20] 中任一项所述的玻璃基板,其以摩尔%表示含有
- [0115] SiO_2 66~72%、
- [0116] Al_2O_3 11~15%、
- [0117] B_2O_3 0~7%、
- [0118] MgO 1~6%、
- [0119] CaO 2~11%、
- [0120] SrO 0~1%、
- [0121] BaO 1~10%。
- [0122] [22] 根据 [12] 至 [21] 中任一项所述的玻璃基板,其以摩尔%表示含有
- [0123] SiO_2 66~72%、
- [0124] Al_2O_3 11~15%、
- [0125] B_2O_3 0~7%、
- [0126] MgO 1~6%、
- [0127] CaO 2~11%、
- [0128] SrO 0~1%、
- [0129] BaO 1~10%,
- [0130] BaO/R₀ 的值为 0.1~0.5, Ca/R₀ 的值为 0.2~0.6, MgO/(R₀+ZnO) 的值为 0.15~0.6。
- [0131] [23] 一种显示器用玻璃基板,其是由如下玻璃所形成,此玻璃是
- [0132] 含有 SiO_2 、 Al_2O_3 、BaO,
- [0133] 以摩尔%表示,
- [0134] B_2O_3 为 0~7%,
- [0135] BaO 为 1~15%,
- [0136] $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 6.0 以下,
- [0137] 应变点为 700℃ 以上的玻璃。
- [0138] [24] 根据 [23] 所述的玻璃基板,其中 SiO_2 、 Al_2O_3 的含量以摩尔%表示,
- [0139] SiO_2 为 60~80%,
- [0140] Al_2O_3 为 10.5~20%。

- [0141] [25] 一种显示器用玻璃基板,其是由如下玻璃所形成,此玻璃是
- [0142] 以摩尔%表示含有
- [0143] SiO_2 60~80%、
- [0144] Al_2O_3 10.5~20%、
- [0145] B_2O_3 0~7%、
- [0146] BaO 1~15%、
- [0147] 实质上不含 As_2O_3 、
- [0148] R_0 为10.0~18.0%、
- [0149] $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为3以上、5.7以下、
- [0150] $\text{SrO} < 0.25 \times \text{CaO}$ 、
- [0151] 应变点为700℃以上的玻璃、
- [0152] 此处, R_0 表示 $(\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO})$ 。
- [0153] [26] 根据[23]至[25]中任一项所述的玻璃基板,其以摩尔%表示含有
- [0154] MgO 0~15%、
- [0155] CaO 0~20%、
- [0156] SrO 0~8%。
- [0157] [27] 根据[23]至[26]中任一项所述的玻璃基板,其中以摩尔%表示, SrO/R_0 为0~0.1。
- [0158] [28] 根据[23]至[27]中任一项所述的玻璃基板,其中以摩尔%表示, CaO/R_0 为0.1~0.8。
- [0159] [29] 根据[23]至[28]中任一项所述的玻璃基板,其含有 SnO_2 和 Fe_2O_3 、
- [0160] 以摩尔%表示、
- [0161] SnO_2 为0.03~0.15%、
- [0162] SnO_2 和 Fe_2O_3 的合计量为0.05~0.2%的范围。
- [0163] [30] 根据[23]至[29]中任一项所述的玻璃基板,其以摩尔%表示含有
- [0164] SiO_2 66~72%、
- [0165] Al_2O_3 11~15%、
- [0166] B_2O_3 0~7%、
- [0167] MgO 0~6%、
- [0168] CaO 2~11%、
- [0169] SrO 0~1%、
- [0170] BaO 1~10%。
- [0171] [31] 根据[23]至[30]中任一项所述的玻璃基板,其以摩尔%表示含有
- [0172] SiO_2 66~72%、
- [0173] Al_2O_3 11~15%、
- [0174] B_2O_3 0~7%、
- [0175] MgO 0~6%、
- [0176] CaO 2~11%、
- [0177] SrO 0~1%、

- [0178] BaO 1~10%，
- [0179] BaO/R0的值为0.1~0.5, Ca/R0的值为0.2~0.6, MgO/(R0+ZnO)的值为0.15~0.6。
- [0180] [32] 根据[23]至[31]中任一项所述的玻璃基板，其在100~300℃下的平均热膨胀系数为 $28.0 \sim 45.0 \times 10^{-7} \text{℃}^{-1}$ 。
- [0181] [33] 根据[1]至[11]及[23]至[32]中任一项所述的玻璃基板，其中 $(\text{SiO}_2 + (2 \times \text{Al}_2\text{O}_3)) / ((2 \times \text{B}_2\text{O}_3) + \text{R0})$ 所表示的值为3.1以上。
- [0182] [34] 根据[1]至[33]中任一项所述的玻璃基板，其中以摩尔%表示， $\text{SiO}_2 - (1/2 \times \text{Al}_2\text{O}_3)$ 所表示的由式中的成分的含量计算出的值小于65%。
- [0183] [35] 根据[1]至[34]中任一项所述的玻璃基板，其实质上不含有 As_2O_3 。
- [0184] [36] 根据[1]至[35]中任一项所述的玻璃基板，其实质上不含有 Sb_2O_3 。
- [0185] [37] 根据[1]至[22]中任一项所述的玻璃基板，其中以摩尔%表示， $\text{R}_2\text{O} (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 为0.1~0.4%。
- [0186] [38] 根据[1]至[22]中任一项所述的玻璃基板，其在100~300℃下的平均热膨胀系数为 $28.0 \sim 50.0 \times 10^{-7} \text{℃}^{-1}$ 。
- [0187] [39] 根据[1]至[38]中任一项所述的玻璃基板，其是通过溢流下拉法进行成形而成的玻璃基板。
- [0188] [40] 根据[1]至[39]中任一项所述的玻璃基板，其是在玻璃基板表面形成了使用低温多晶硅或氧化物半导体所形成的薄膜晶体管的平板显示器用玻璃基板。
- [0189] [41] 根据[1]至[40]所述的玻璃基板，其为液晶显示器或有机EL显示器用的玻璃基板。
- [0190] [42] 根据[1]至[41]所述的玻璃基板，其中上述玻璃基板为除CRT(布朗管)显示器以外的显示器用的玻璃基板。
- [0191] [43] 一种根据[1]至[42]中任一项所述的显示器用玻璃基板的制造方法，其包括如下步骤：
- [0192] 至少使用直接通电加热，使调合成规定组成的玻璃原料熔解的熔解步骤；
- [0193] 将通过上述熔解步骤而熔解的熔融玻璃成形为平板状玻璃的成形步骤；及
- [0194] 将上述平板状玻璃缓冷，并且以降低上述平板状玻璃的热收缩率的方式控制上述平板状玻璃的冷却条件的缓冷步骤。
- [0195] [44] 根据[43]所述的制造方法，其中熔解步骤是在至少包含高氧化锆系耐火物而构成的熔解槽中使玻璃原料熔解。
- [0196] [45] 根据[43]或[44]所述的制造方法，其中上述缓冷步骤是在 T_g 至 $(T_g - 100 \text{℃})$ 的温度范围内，以平板状玻璃的冷却速度成为 $30 \sim 300 \text{℃/分钟}$ 的方式对平板状玻璃进行缓冷。
- [0197] [46] 一种显示器，其使用根据[1]至[45]中任一项所述的显示器用玻璃基板。
- [0198] [发明的效果]
- [0199] 根据上述的玻璃基板的一个态样，变得可抑制或避免玻璃熔解槽的熔损，并且制造高应变点玻璃。
- [0200] 另外，根据上述的玻璃基板的一个态样，变得可制造高应变点且可抑制成形时的失透的玻璃。

[0201] 此外,根据上述的玻璃基板的一个态样,变得可制造同时实现高应变点和高蚀刻速度的玻璃基板。

[0202] 由此,可提供可降低制造显示器时的热收缩的显示器用玻璃基板、尤其是适合于使用LTPS-TFT或OS-TFT的平板显示器的显示器用玻璃基板。

附图说明

具体实施方式

[0203] 在本申请说明书中,玻璃的组成只要没有特别说明,则含量是以摩尔% (摩尔%)表示,摩尔%是指以%表示含量的指标。构成玻璃组成的成分的比是以摩尔比表示。

[0204] 本实施方式的显示器用玻璃基板的一个实施方式同时实现高应变点和防止由玻璃熔解时的直接通电加热引起的熔解槽熔损的玻璃基板。此玻璃基板

[0205] 含有 SiO_2 、 Al_2O_3 ,

[0206] 以摩尔%表示,

[0207] B_2O_3 为0~8%,

[0208] R_2O 为0.01~0.8%,

[0209] $\text{BaO}/\text{R}_2\text{O}$ 为0.05~1,

[0210] 应变点为670℃以上。

[0211] 在本说明书中, R_2O 表示($\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO}$), R_2O 表示($\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)。

[0212] 优选 SiO_2 、 Al_2O_3 、 BaO 的含量以摩尔%表示,

[0213] SiO_2 为60~80%、

[0214] Al_2O_3 为8~20%、

[0215] BaO 为0.1~15%。

[0216] 更优选本发明的显示器用玻璃基板以摩尔%表示含有

[0217] SiO_2 60~80%、

[0218] Al_2O_3 8~20%、

[0219] B_2O_3 0~8%,

[0220] R_2O 为0.01~0.8%,

[0221] $(\text{SiO}_2 + (2 \times \text{Al}_2\text{O}_3)) / ((2 \times \text{B}_2\text{O}_3) + \text{R}_2\text{O} + (10 \times \text{R}_2\text{O}))$ 为2.5以上,

[0222] $\text{BaO}/\text{R}_2\text{O}$ 为0.05~1,

[0223] 应变点为670℃以上。

[0224] 上述玻璃基板在下述实施例中作为玻璃基板(A)而加以说明。

[0225] 本实施方式的显示器用玻璃基板的另一实施方式同时实现高应变点和抑制成形步骤中的失透。此玻璃基板包含

[0226] 含有 SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO ,

[0227] 以摩尔%表示,

[0228] $\text{MgO}/(\text{R}_2\text{O}+\text{ZnO})$ 为0.1~0.9,

[0229] 应变点为700℃以上的玻璃,

[0230] 以10℃/分钟的升温速度进行升温,在550℃下保持2小时,以55分钟降温至400℃,

其后放置冷却至常温的情况下的下述式所示的热收缩率为5ppm~75ppm。

[0231] 此处, R0表示 $(\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO})$ 。

[0232] 在此实施方式中, 由于将 $\text{MgO}/(\text{R0}+\text{ZnO})$ 设为0.1~0.9, 所以可维持高应变点, 并且抑制成形时的失透。另外, 通过将 $\text{MgO}/(\text{R0}+\text{ZnO})$ 设为0.1~0.9, 也可维持玻璃的熔解性。此外, 由于将热收缩率设为5ppm~75ppm, 所以适合用作适合于使用LTPS-TFT的显示器的显示器用玻璃基板、使用OS-TFT的显示器用玻璃基板。

[0233] 另外, 包含含有 SiO_2 、 Al_2O_3 、 BaO ,

[0234] 以摩尔%表示,

[0235] BaO 为1~15%,

[0236] 实质上不含有 Sb_2O_3 ,

[0237] 应变点为700℃以上的玻璃, 以10℃/分钟的升温速度进行升温, 在550℃下保持2小时, 以55分钟降温至400℃, 其后放置冷却至常温的情况下的下述式所示的热收缩率为5ppm~75ppm。

[0238] 在此实施方式中, 由于将 BaO 的含量设为1~15%, 所以可维持高应变点, 并且有效地降低玻璃的失透温度。由于将热收缩率设为5ppm~75ppm, 所以适合用作适合于使用LTPS-TFT的显示器的显示器用玻璃基板、使用OS-TFT的显示器用玻璃基板。

[0239] 此外, 优选 SiO_2 、 Al_2O_3 的含量以摩尔%表示,

[0240] SiO_2 为60~80%,

[0241] Al_2O_3 为8~20%。

[0242] 更优选本实施方式的显示器用玻璃基板的一个实施方式包含以摩尔%表示含有

[0243] SiO_2 60~80%、

[0244] Al_2O_3 8~20%、

[0245] B_2O_3 0~15%、

[0246] BaO 1~15%,

[0247] $\text{MgO}/(\text{R0}+\text{ZnO})$ 为0.1~0.9,

[0248] 应变点为700℃以上的玻璃,

[0249] 以10℃/分钟的升温速度进行升温, 在550℃下保持2小时, 以55分钟降温至400℃, 其后放置冷却至常温的情况下的下述式所示的热收缩率为5ppm~75ppm。

[0250] 热收缩率(ppm) = {热处理前后的玻璃的收缩量/热处理前的玻璃的长度} $\times 10^6$

[0251] 在此实施方式中, 由于将 $\text{MgO}/(\text{R0}+\text{ZnO})$ 设为0.1~0.9, 将 BaO 的含量设为1~15%, 所以可维持较低的失透温度, 并且提高玻璃的应变点。此外, 由于将热收缩率设为5ppm~75ppm, 所以适合用作适合于使用LTPS-TFT的显示器的显示器用玻璃基板、使用OS-TFT的显示器用玻璃基板。

[0252] 上述玻璃基板在下述实施例中作为玻璃基板(B)而加以说明。

[0253] 本实施方式的显示器用玻璃基板的又一实施方式同时实现高应变点和高蚀刻速度。此玻璃基板

[0254] 含有 SiO_2 、 Al_2O_3 、 BaO ,

[0255] 以摩尔%表示,

[0256] B_2O_3 为0~7%、

- [0257] BaO为1~15%、
- [0258] SiO₂/Al₂O₃为6.0以下，
- [0259] 应变点为700℃以上。
- [0260] 通过将B₂O₃含量设为0~7%，可降低玻璃的高温粘性，改善熔融性。
- [0261] 通过将BaO的含量设为1~15%，可在将玻璃的应变点保持为较高的情况下，有效地降低失透温度。
- [0262] 通过将SiO₂/Al₂O₃设为6.0以下，可使蚀刻速度变得良好。
- [0263] 另外，通过将玻璃的应变点设为700℃以上，可将热收缩率控制为特定范围。
- [0264] 此外，优选SiO₂、Al₂O₃的含量以摩尔%表示，
- [0265] SiO₂为60~80%、
- [0266] Al₂O₃为10.5~20%。
- [0267] 通过将SiO₂设为60~80%，可一边抑制玻璃的热膨胀系数的增加，一边谋求低密度化。另外，通过将Al₂O₃设为10.5~20%，可一边抑制应变点的降低，一边抑制失透温度的上升。
- [0268] 更优选以摩尔%表示含有
- [0269] SiO₂ 60~80%、
- [0270] Al₂O₃ 10.5~20%、
- [0271] B₂O₃ 0~7%、
- [0272] BaO 1~15%，
- [0273] 实质上不含As₂O₃，
- [0274] R₀为10.0~18.0%，
- [0275] SiO₂/Al₂O₃为3以上、5.7以下，
- [0276] SrO<0.25×CaO，
- [0277] 应变点为700℃以上。
- [0278] 此处，R₀表示(MgO+CaO+SrO+BaO)。
- [0279] 通过将R₀设为10.0~18.0%，可一边维持熔解性一边谋求低密度化，且抑制热膨胀系数的增加。
- [0280] 通过将SiO₂/Al₂O₃设为3以上、5.7以下，可同时实现高应变点、耐失透性、蚀刻速度。
- [0281] 通过设为SrO<0.25×CaO，可有效地降低玻璃的失透温度。
- [0282] 另外，通过将玻璃的应变点设为700℃以上，可将热收缩率控制为特定范围。
- [0283] 上述玻璃基板在下述实施例中作为玻璃基板(C)而加以说明。
- [0284] 以下，对本实施方式的显示器用玻璃基板的实施方式进行说明。
- [0285] SiO₂为玻璃的骨架成分，因此为必须成分。如果含量减少，则有应变点降低，热膨胀系数增加的倾向。另外，如果SiO₂含量过少，则将玻璃基板低密度化变难。另一方面，如果SiO₂含量过多，则熔融玻璃的电阻率上升，熔融温度明显提高，而有熔解变得困难的倾向。如果SiO₂含量过多，则还有失透温度上升，耐失透性降低的倾向。此外，如果SiO₂含量过多，则蚀刻速度变慢。就此种观点而言，SiO₂的含量优选60~80摩尔%的范围。SiO₂的含量更优选64~73摩尔%或者65~75摩尔%，更优选66~72摩尔%，更优选67~71摩尔%的范围。

[0286] Al_2O_3 是提高应变点的必须成分。如果 Al_2O_3 含量过少,则应变点降低。此外,如果 Al_2O_3 含量过少,则有杨氏模量及利用酸的蚀刻速度也会降低的倾向。另一方面,如果 Al_2O_3 含量过多,则玻璃的失透温度上升,耐失透性降低,因而有成形性变差的倾向。就此种观点而言, Al_2O_3 的含量为8~20摩尔%的范围。 Al_2O_3 的含量优选10~17摩尔%,更优选10.5~17摩尔%,更优选11~15摩尔%,更优选12~15摩尔%的范围。

[0287] B_2O_3 是降低玻璃的高温粘性而改善熔融性的成分。即,由于降低熔融温度附近的粘性,所以改善熔解性。另外, B_2O_3 也是降低失透温度的成分。如果 B_2O_3 含量较少,则有熔解性及耐失透性降低的倾向。如果 B_2O_3 含量过多,则应变点及杨氏模量降低。另外,因玻璃成形时的 B_2O_3 的挥发,而变得容易发生失透。尤其是,应变点较高的玻璃由于有成型温度变高的倾向,所以会促进上述挥发,导致产生失透的发生变得明显的问题。另外,因玻璃熔解时的 B_2O_3 的挥发,玻璃的不均质变得明显,变得容易产生条纹。就此种观点而言, B_2O_3 含量为0~15摩尔%,优选0~8摩尔%,更优选0~7摩尔%,更优选0.1~6摩尔%,更优选1~5摩尔%,更优选1.5~4.5摩尔%的范围。

[0288] MgO 是提高熔解性的成分。另外,由于是碱土金属中不易使密度增加的成分,所以如果相对增加其含量,则变得容易谋求低密度化。通过含有 MgO ,可降低熔融玻璃的电阻率及熔融温度。但,如果 MgO 的含量过多,则玻璃的失透温度急剧上升,因而尤其在成形步骤中变得容易失透。就此种观点而言, MgO 含量为0~15摩尔%,优选1~15摩尔%,更优选0~6摩尔%,更优选1~6摩尔%的范围。或者 MgO 含量优选0~15摩尔%,更优选0~6摩尔%,更优选1~6摩尔%的范围。

[0289] CaO 是对于在不急剧提高玻璃的失透温度的情况下提高玻璃的熔解性而言有效的成分。另外,由于是碱土金属氧化物中不易使密度增加的成分,所以如果相对增加其含量,则变得容易谋求低密度化。如果含量过少,则有发生熔融玻璃的电阻率上升及耐失透性降低的倾向。如果 CaO 含量过多,则有热膨胀系数增加,密度上升的倾向。就此种观点而言, CaO 含量为0~20摩尔%,优选1~15摩尔%,更优选2~11摩尔%,更优选4~9摩尔%的范围。

[0290] SrO 是可降低玻璃的失透温度的成分。 SrO 并非必须成分,如果含有,则耐失透性及熔解性提高。但是,如果 SrO 含量过多,则密度会上升。就此种观点而言, SrO 含量为0~15摩尔%,优选0~8摩尔%,更优选0~3摩尔%,更优选0~1摩尔%,更优选0~0.5摩尔%的范围,更优选实质上不含有。

[0291] BaO 是可有效地降低玻璃的失透温度及熔融玻璃的电阻率的必须成分。如果含有 BaO ,则耐失透性及熔解性提高。但是,如果 BaO 的含量过多,则密度会上升。另外,基于环境负担的观点、及有热膨胀系数增大的倾向的情况, BaO 含量为0~15摩尔%或者0.1~15摩尔%,优选1~15摩尔%,更优选1~10摩尔%,更优选1.5~6摩尔%的范围。

[0292] Li_2O 及 Na_2O 是增大玻璃的热膨胀系数而可能在热处理时导致基板破损的成分。另外,也是降低应变点的成分。另一方面,由于可降低熔融玻璃的电阻率,所以通过含有这些成分,可抑制熔解槽被腐蚀。就以上的观点而言, Li_2O 的含量优选0~0.5摩尔%,更优选实质上不含有。 Na_2O 的含量优选0~0.5摩尔%,更优选0~0.2摩尔%。此外, Na_2O 由于是比 Li_2O 更难降低应变点的成分,所以优选 $\text{Na}_2\text{O} > \text{Li}_2\text{O}$ 。此外,就防止从玻璃基板熔出而使TFT特性变差的观点而言, Li_2O 及 Na_2O 优选实质上不含有。

[0293] K_2O 是提高玻璃的碱性度而促进澄清性的成分。另外,是降低熔融玻璃的电阻率的

成分。如果含有 K_2O ，则熔融玻璃的电阻率会降低，因此可防止电流流向构成熔解槽的耐火物，而抑制熔解槽被腐蚀。另外，在构成熔解槽的耐火物含有氧化锆的情况下，可抑制熔解槽被腐蚀，从熔解槽向熔融玻璃熔出氧化锆，因此也可抑制由氧化锆引起的失透。另外，由于降低熔解温度附近的玻璃粘性，所以熔解性和澄清性提高。另一方面，如果 K_2O 含量过多，则有热膨胀系数增大及应变点降低的倾向。就此种观点而言， K_2O 含量优选0~0.8摩尔%，更优选0.01~0.5摩尔%，更优选0.1~0.3摩尔%的范围。

[0294] ZrO_2 及 TiO_2 是提高玻璃的应变点的成分。但是，如果 ZrO_2 量及 TiO_2 量变得过多，则失透温度明显上升，因而有耐失透性降低的倾向。尤其是， ZrO_2 由于熔点较高而难熔，所以会引起原料的一部分堆积在熔解槽的底部的问题。如果这些未熔解的成分混入玻璃毛坯中，则会作为夹杂物(inclusion)而引起玻璃的品质变差。另外， TiO_2 由于是使玻璃着色的成分，所以对于显示器用基板而言欠佳。就此种观点而言，在本实施方式的玻璃基板中， ZrO_2 及 TiO_2 的含量分别优选0~5摩尔%，更优选0~2摩尔%的范围，更优选实质上不含有。

[0295] ZnO 是提高熔解性的成分。但并非必须成分。如果 ZnO 含量变得过多，则有失透温度上升，应变点降低，密度上升的倾向。就此种观点而言， ZnO 含量优选0~5摩尔%，更优选0~2摩尔%的范围，更优选实质上不含有。

[0296] P_2O_5 是降低高温粘性，提高熔解性的成分。但并非必须成分。如果 P_2O_5 含量过多，则应变点降低。另外，因玻璃熔解时的 P_2O_5 的挥发，玻璃的不均质变得明显，而变得容易产生条纹。就此种观点而言， P_2O_5 含量优选0~3摩尔%，更优选0~1摩尔%，更优选0~0.5摩尔%的范围，更优选实质上不含有。

[0297] 本实施方式的玻璃基板可包含澄清剂。作为澄清剂，只要是对环境的负担较小、玻璃的澄清性优异的澄清剂，则没有特别限制，例如可列举选自 Sn 、 Fe 、 Ce 、 Tb 、 Mo 、 Sb 及 W 的金属氧化物所组成的群组中的至少1种。作为澄清剂，适宜为 SnO_2 。澄清剂的含量如果过少，则气泡品质会变差，如果变得过多，则有时会导致失透或着色等。澄清剂的含量也取决于澄清剂的种类或玻璃的组成。例如 SnO_2 、 Fe_2O_3 及 Sb_2O_3 的合计量优选0.05~0.50摩尔%，更优选0.05~0.20摩尔%。

[0298] SnO_2 是即使在1600℃以上的温度下也可获得澄清效果的澄清剂，是可用于制造仅能含有微量的 Li_2O 、 Na_2O 及 K_2O 的平板显示器用玻璃基板(例如 Li_2O 、 Na_2O 及 K_2O 的合计量为0.01~0.8摩尔%)的少数澄清剂。但是， SnO_2 本身为容易发生失透的成分，并且是促进其他成分发生失透的成分，因此就抑制失透的观点而言，不宜大量添加。

[0299] 另外，应变点较高的玻璃(例如应变点为670℃以上的玻璃或者700℃以上的玻璃)与应变点较低的玻璃(例如应变点小于670℃的玻璃或者小于700℃的玻璃)相比，有失透温度容易变高的倾向，为了抑制失透，有时必须使成形步骤中的熔融玻璃的温度高于应变点较低的玻璃。此处，就抗蠕变性、耐热性的观点而言，溢流下拉法所使用的成形体优选包含氧化锆的耐火物而构成。在采用溢流下拉作为成形方法的情况下，与设法提高成形步骤中的熔融玻璃的温度相对应地，也有必要提高成形体的温度。但是，如果成形体的温度变高，则氧化锆会从成形体熔出，而存在变得容易发生此氧化锆的失透的问题。另外，尤其是大量含有 SnO_2 的玻璃中，有容易发生由此氧化锆引起的 SnO_2 的失透、由 SnO_2 引起的氧化锆的失透的倾向。

[0300] 此外，应变点较高的玻璃(例如应变点为670℃以上的玻璃或者700℃以上的玻璃)

与应变点较低的玻璃(例如应变点小于670℃的玻璃或者小于700℃的玻璃)相比,有使玻璃原料熔解的温度也容易变高的倾向。此处,就耐腐蚀性的观点而言,进行熔解步骤的熔解槽优选包含含有氧化锆的高氧化锆系耐火物而构成。另外,就能量效率的观点而言,优选通过电熔融或者电熔融和其他加热方法的组合来使玻璃原料熔解。但是,在使本实施方式所记载的高应变点且仅能含有微量的 Li_2O 、 Na_2O 及 K_2O 的玻璃熔解的情况下,熔融玻璃的电阻率较大,因而电流会流向高氧化锆系耐火物,而变得容易发生氧化锆熔出至熔融玻璃中的问题。如果氧化锆熔出,则有容易发生上述的氧化锆的失透及 SnO_2 的失透的倾向。

[0301] 即,就抑制氧化锆及 SnO_2 的失透的观点而言,在本实施方式的玻璃基板中, SnO_2 不宜含有超过0.5摩尔%。就此种观点而言, SnO_2 含量例如优选0以上且小于0.5摩尔%,优选0.01~0.5摩尔%,更优选0.01~0.2摩尔%,更优选0.03~0.15摩尔%,更优选0.05~0.12摩尔%的范围。

[0302] Fe_2O_3 是除了具有作为澄清剂的作用以外,还会降低熔融玻璃的电阻率的成分。在高温粘性较高且难熔解性的玻璃中,优选为了降低熔融玻璃的电阻率而含有 Fe_2O_3 。但是,如果 Fe_2O_3 含量变得过多,则玻璃会着色,透射率降低。因此, Fe_2O_3 含量为0~0.1摩尔%的范围,优选0~0.05摩尔%,更优选0.001~0.05摩尔%,更优选0.003~0.05摩尔%,更优选0.005~0.03摩尔%的范围。

[0303] 在本实施方式中,澄清剂优选将 SnO_2 和 Fe_2O_3 组合而使用。就抑制失透的观点而言,如上文所述不宜大量含有 SnO_2 。但是,为了充分地获得澄清效果,要求含有特定值以上的澄清剂。因此,通过将 SnO_2 和 Fe_2O_3 并用,可在不使 SnO_2 的含量多达发生失透的情况下获得充分的澄清效果,而制造气泡较少的玻璃基板。 SnO_2 和 Fe_2O_3 的合计量优选0.05~0.2摩尔%的范围,更优选0.07~0.2摩尔%,更优选0.08~0.18摩尔%,更优选0.09~0.15摩尔%的范围。

[0304] 如果 SnO_2 的含量相对于 SnO_2 和 Fe_2O_3 的合计量的摩尔比($\text{SnO}_2/(\text{SnO}_2+\text{Fe}_2\text{O}_3)$)过大,则容易发生失透,如果过小,则无法获得充分的澄清效果,而有玻璃着色的情况。因此,优选0.6~0.95的范围,更优选0.65~0.9的范围。

[0305] 本实施方式的玻璃基板基于环境负担的问题,优选实质上不含有 As_2O_3 。本实施方式的玻璃基板基于环境负担的问题, Sb_2O_3 优选0~0.5摩尔%(包括0),更优选0~0.3摩尔%,更优选0~0.05摩尔%的范围,更优选实质上不含有。

[0306] 本实施方式的玻璃基板基于环境上的原因,优选实质上不含有 PbO 及 F 。

[0307] 此外,在本说明书中,所谓“实质上不含有”是指上述玻璃原料中不使用会成为这些成分的原料的物质,并不排除在其他成分的玻璃原料中以杂质的形式包含的成分、从熔解槽、成型体等的制造装置熔出至玻璃中的成分的混入。

[0308] 如果 SiO_2 的含量和 Al_2O_3 的含量的2倍的合计量 $\text{SiO}_2+(2\times\text{Al}_2\text{O}_3)$ 过少,则有应变点降低的倾向,如果过多,则有耐失透性变差的倾向。因此,优选 $\text{SiO}_2+(2\times\text{Al}_2\text{O}_3)$ 为100摩尔%以下,优选75~100摩尔%,更优选80~100摩尔%,更优选92~98摩尔%的范围。

[0309] 如果 SiO_2 的含量和 Al_2O_3 的1/2含量的差 $\text{SiO}_2-(1/2\times\text{Al}_2\text{O}_3)$ 的值过大,则有蚀刻速度降低的担忧。就此种观点而言, $\text{SiO}_2-(1/2\times\text{Al}_2\text{O}_3)$ 优选69摩尔%以下,更优选小于65摩尔%。另一方面,如果 $\text{SiO}_2-(1/2\times\text{Al}_2\text{O}_3)$ 的值过小,则有耐失透性降低的担忧。就此种观点而言, $\text{SiO}_2-(1/2\times\text{Al}_2\text{O}_3)$ 优选45摩尔%~69摩尔%,更优选55摩尔%以上且小于65摩尔%,更优选60~64摩尔%。

[0310] 如果摩尔比 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的值过大,则有蚀刻速度降低的担忧。就此种观点而言,摩尔比 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 优选小于10,更优选6.0以下,更优选5.7以下或者小于5.7。另一方面,如果 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的值过小,则有耐失透性降低的担忧。就此种观点而言,摩尔比 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 优选3.5以上且小于10,更优选4.0~6.0,更优选4.5以上且小于5.7的范围。或者摩尔比 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 优选3.0~5.7,更优选3.5~5.7,更优选4.0~5.7,更优选4.5~5.6的范围。

[0311] 此外,关于具有 $\text{SiO}_2+(2\times\text{Al}_2\text{O}_3)$ 值近似的组成的玻璃,蚀刻速度更明显地取决于 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 。就同时实现高应变点、耐失透性、蚀刻速度的观点而言,优选 $\text{SiO}_2+(2\times\text{Al}_2\text{O}_3)$ 优选75~100摩尔%且 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为3.5以上、小于10,更优选 $\text{SiO}_2+(2\times\text{Al}_2\text{O}_3)$ 为92~98摩尔%且 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为4.0~6.0的范围。

[0312] 如果 B_2O_3 和 P_2O_5 的合计量 $\text{B}_2\text{O}_3+\text{P}_2\text{O}_5$ 过少,则有熔解性降低的倾向,如果过多,则 $\text{B}_2\text{O}_3+\text{P}_2\text{O}_5$ 的玻璃的不均质变得明显,变得容易产生条纹,而有应变点降低的倾向。因此, $\text{B}_2\text{O}_3+\text{P}_2\text{O}_5$ 优选0~15摩尔%,优选0~8摩尔%,更优选0~7摩尔%,更优选0.1~6摩尔%,更优选1~5摩尔%,更优选1.5~4.5摩尔%的范围。

[0313] MgO 、 CaO 、 SrO 及 BaO 是降低熔融玻璃的电阻率及熔融温度而提高熔解性的成分。如果 MgO 、 CaO 、 SrO 及 BaO 的含量的合计量 $\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO}$ (以下,记为 R0) 过少,则熔解性变差。如果 R0 过多,则应变点及杨氏模量降低,密度及热膨胀系数上升。就此种观点而言, R0 优选5~25摩尔%的范围,更优选8~18摩尔%,更优选10~18摩尔%,更优选10~17摩尔%的范围。

[0314] 摩尔比 $(\text{SiO}_2+(2\times\text{Al}_2\text{O}_3))/((2\times\text{B}_2\text{O}_3)+\text{R0})$ 主要成为应变点和耐失透性的指标。如果此值过小,则应变点降低。另一方面,如果此值过大,则熔解性及耐失透性降低。因此,摩尔比 $(\text{SiO}_2+(2\times\text{Al}_2\text{O}_3))/((2\times\text{B}_2\text{O}_3)+\text{R0})$ 优选2.8~20,更优选3.1~20,更优选3.1~15,更优选3.5~10,更优选3.7~7的范围。

[0315] 为了在不过度降低应变点的情况下有效地降低失透温度,或者为了在不过度降低应变点且不过度增大电阻率的情况下有效地降低失透温度, $\text{BaO}/\text{R0}$ 为0.05~1,更优选0.05~0.6,更优选0.1~0.5的范围。

[0316] 为了在不过度增大密度的情况下有效地降低失透温度, $\text{CaO}/\text{R0}$ 优选0.1~0.8,更优选0.2~0.7,更优选0.2~0.6,更优选0.2~0.5的范围。

[0317] 摩尔比 $\text{MgO}/(\text{R0}+\text{ZnO})$ 成为耐失透性和熔解性的指标。 $\text{MgO}/(\text{R0}+\text{ZnO})$ 优选0.1~1,更优选0.1~0.9,更优选0.1~0.85,更优选0.15~0.7,更优选0.15~0.6的范围。通过设为这些范围,可同时实现耐失透性和熔解性。此外,可谋求低密度化。

[0318] 为了使 SiO_2 的含量较少(例如 SiO_2 的含量为80摩尔%以下)且 Al_2O_3 的含量较多(例如 Al_2O_3 的含量为8摩尔%以上)的玻璃的失透温度有效地降低,优选 $\text{SrO}<0.25\times\text{CaO}$ 。即,优选 SrO 含量小于 CaO 含量的0.25倍,更优选 $\text{SrO}<0.2\times\text{CaO}$,更优选 $\text{SrO}<0.1\times\text{CaO}$ 。或者摩尔比 $\text{SrO}/\text{R0}$ 优选0~0.1。

[0319] Li_2O 、 Na_2O 及 K_2O 是提高玻璃的碱性度,使澄清剂的氧化变得容易,而发挥澄清性的成分。另外,是降低熔融温度下的粘性,而提高熔解性的成分。另外,也是降低熔融玻璃的电阻率的成分。如果含有 Li_2O 、 Na_2O 及 K_2O ,则熔融玻璃的电阻率降低,澄清性及熔解性提高。尤其是,可防止电流过度流向构成熔解槽的耐火物,可抑制熔解槽被腐蚀。另外,在熔解槽含有氧化锆的情况下,可抑制从熔解槽向玻璃熔出氧化锆,因此也可抑制由氧化锆引起的失

透。另外,由于降低熔解玻璃的粘性,所以熔解性和澄清性提高。但是,如果 Li_2O 、 Na_2O 及 K_2O 的含量的合计量过多,则会从玻璃基板中熔出而有使TFT特性变差的担忧。另外,有应变点降低,热膨胀系数增大的倾向。 Li_2O 、 Na_2O 及 K_2O 的含量的合计量(以下,记为 R_2O)为0~0.8摩尔%,更优选0.01~0.8摩尔%,更优选0.01~0.5摩尔%,更优选0.1~0.4摩尔%,更优选0.2~0.3摩尔%。

[0320] K_2O 与 Li_2O 或 Na_2O 相比,分子量更大,因此不容易从玻璃基板熔出。因此,优选比 Li_2O 或 Na_2O 更多地含有 K_2O 。如果 Li_2O 及 Na_2O 的比例较大,则会从玻璃基板熔出,导致对使TFT特性变差的担忧加强。摩尔比 $\text{K}_2\text{O}/\text{R}_2\text{O}$ 优选0.5~1,更优选0.6~1,更优选0.65~1,更优选0.7~1的范围。

[0321] 摩尔比 $(\text{SiO}_2 + (2 \times \text{Al}_2\text{O}_3)) / ((2 \times \text{B}_2\text{O}_3) + \text{R}_2\text{O} + (10 \times \text{R}_2\text{O}))$ 主要成为应变点和熔解性的指标。如果此值过小,则应变点降低。因此,摩尔比 $(\text{SiO}_2 + (2 \times \text{Al}_2\text{O}_3)) / ((2 \times \text{B}_2\text{O}_3) + \text{R}_2\text{O} + (10 \times \text{R}_2\text{O}))$ 为2.5以上,优选3.0以上的范围。另一方面,如果此值过大,则熔解性及耐失透性降低。因此,摩尔比 $((\text{SiO}_2 + (2 \times \text{Al}_2\text{O}_3)) / ((2 \times \text{B}_2\text{O}_3) + \text{R}_2\text{O} + (10 \times \text{R}_2\text{O})))$ 优选2.5~22,更优选3.0~10的范围。 $(\text{SiO}_2 + (2 \times \text{Al}_2\text{O}_3)) / ((2 \times \text{B}_2\text{O}_3) + \text{R}_2\text{O} + (10 \times \text{R}_2\text{O}))$ 优选3.5~7。

[0322] 所谓 RE_2O_3 是指稀土金属氧化物的合计量,作为稀土金属氧化物,可列举 Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 Pr_2O_3 、 Nd_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Tb_2O_3 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Er_2O_3 、 Tm_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 。 RE_2O_3 是增加密度及热膨胀系数的成分。另外,也是成本较高的成分。因此, RE_2O_3 为0以上且小于1.0摩尔%(包括0),更优选0~0.5摩尔%(包括0)的范围,尤其优选实质上不含有。

[0323] 就防止密度及热膨胀系数的增加且降低成本的观点而言, Y_2O_3 及 La_2O_3 优选实质上不含有。

[0324] 关于本实施方式的玻璃基板,其失透温度优选1280℃以下,更优选1250℃以下,更优选1210℃以下。失透温度越低,通过溢流下拉法越容易进行玻璃板的成形。通过应用溢流下拉法,可省略研磨玻璃基板表面的步骤,因此可提高玻璃基板的表面品质。另外,也可降低生产成本。如果失透温度过高,则容易发生失透,因而有变得难以应用于溢流下拉法的倾向。

[0325] 本实施方式的玻璃基板在100℃~300℃下的平均热膨胀系数(100~300℃)为 $50.0 \times 10^{-7} \text{℃}^{-1}$ 以下,优选 $28.0 \sim 50.0 \times 10^{-7} \text{℃}^{-1}$,更优选 $33.0 \sim 46.0 \times 10^{-7} \text{℃}^{-1}$,更优选 $33.0 \sim 45.0 \times 10^{-7} \text{℃}^{-1}$,更优选35.0以上且小于 $43.0 \times 10^{-7} \text{℃}^{-1}$,更优选 $38.0 \sim 43.0 \times 10^{-7} \text{℃}^{-1}$ 的范围。如果热膨胀系数较大,则有在热处理步骤中热冲击或热收缩率增大的倾向。另外,如果热膨胀系数较大,则降低热收缩率变得困难。此外,无论热膨胀系数较大还是较小,都变得难以实现玻璃基板上所形成的金属、薄膜等周边材料和热膨胀系数的整合,有周边构件发生剥离的担忧。

[0326] 一般而言,玻璃基板如果应变点较低,则在制造显示器时的热处理步骤中变得容易发生热收缩。关于本实施方式的玻璃基板,应变点为670℃以上,更优选700℃以上,更优选710℃以上。

[0327] 本实施方式的玻璃基板优选热收缩率为90ppm以下或者75ppm以下。如果热收缩率变得过大,则会引起像素的较大的间距偏差,变得无法实现高精细的显示器。为了将热收缩率控制为特定范围,优选将玻璃基板的应变点设为670℃以上或者700℃以上。此外,如果设法使热收缩率成为0ppm,则要求极力延长缓冷步骤,或在缓冷、切断步骤后实施热收缩降低

处理(离线缓冷),在此情况下,生产性降低,成本高昂。考虑到生产性及成本,热收缩率例如优选3~90ppm、3~75ppm、或者5~75ppm,更优选5ppm~60ppm,更优选10ppm~55ppm,更优选15ppm~50ppm。

[0328] 此外,热收缩率是对玻璃基板实施如下热处理后的下述式所示的值,所述热处理是以10℃/分钟的升温速度进行升温,在550℃下保持2小时,以55分钟降温(降温速度约为2.7℃/分钟)至400℃,其后放置冷却至常温。

[0329] 热收缩率(ppm) = {热处理前后的玻璃的收缩量/热处理前的玻璃的长度} $\times 10^6$

[0330] 此时,所谓「热处理前后的玻璃的收缩量」是指「热处理前的玻璃的长度-热处理后的玻璃的长度」。

[0331] 关于本实施方式的玻璃基板,就玻璃基板的轻量化及显示器的轻量化的观点而言,密度优选3.0g/cm³以下,更优选2.8g/cm³以下,更优选2.65g/cm³以下。如果密度变得过高,则玻璃基板的轻量化变得困难,也难以谋求显示器的轻量化。

[0332] 如果玻璃的转移点(以下,记为T_g)降低,则有在制造显示器的热处理步骤中变得容易发生热收缩的倾向。关于本实施方式的玻璃基板,其T_g优选720℃以上,更优选750℃以上,更优选760℃以上。为了使玻璃基板的T_g成为上述范围,在本实施方式的玻璃基板的组成范围内,例如适当增多SiO₂及Al₂O₃等成分,或者减少B₂O₃、R₀、R₂O成分。

[0333] 关于本实施方式的玻璃,粘度显示为10^{2.5}[dPa·s]的温度(以下,记为熔融温度)优选1680℃以下,更优选1500~1680℃的范围,更优选1520~1660℃,更优选1560~1640℃的范围。熔融温度较低的玻璃,其应变点容易降低。为了提高应变点,也有必要在某种程度上提高熔融温度。但如果熔融温度较高,则对熔解槽的负担增大。另外,由于大量耗能,所以成本也变高。另外,在玻璃熔解中应用电熔解的情况下,电流并非流向玻璃,而会流向形成熔解槽的耐热砖,有时会导致熔解槽破损。为了使玻璃的熔融温度成为上述范围,在本实施方式的玻璃基板的组成范围内,应适当含有降低粘度的例如B₂O₃、R₀等成分。

[0334] 关于制造本实施方式的玻璃基板时的熔融玻璃,其电阻率(1550℃)优选30~700Ω·cm,更优选30~400Ω·cm,更优选30~300Ω·cm,更优选50~300Ω·cm的范围。如果电阻率变得过小,则熔解所需的电流值变得过大,有时会超出设备的制约。另外,也有电极的消耗变多的倾向。如果熔融玻璃的电阻率变得过大,则电流并非流向玻璃,而会流向形成熔解槽的耐热砖,有时会导致熔解槽发生熔损。熔融玻璃的电阻率主要可通过控制R₀、R₂O、Fe₂O₃的含量而调整至上述范围。

[0335] 构成本实施方式的玻璃基板的玻璃优选蚀刻速度为50μm/h以上。如果蚀刻速度加快,则生产性提高。尤其是,在将TFT侧和彩色滤光片侧的玻璃基板贴合后进行玻璃基板的蚀刻而谋求轻量化的情况下,蚀刻速度决定生产性。但是,如果蚀刻速度变得过高,则虽然制造显示器时的生产性提高,但玻璃的耐失透性会降低。另外,热收缩率也容易增大。蚀刻速度优选60~140μm/h,更优选65~120μm/h,更优选70~120μm/h。为了提高玻璃的蚀刻速度,只要减小SiO₂-(1/2×Al₂O₃)或者SiO₂/Al₂O₃的值即可。在本实施方式中,上述蚀刻速度是定义为在以下条件下测得。本说明书中的所谓蚀刻速度(μm/h)是指将玻璃基板在调整为HF浓度1mol/kg、HCl浓度5mol/kg的40℃的蚀刻液中浸渍1小时的情况下每单位时间(1小时)的玻璃基板的一个表面的厚度减少量(μm)。

[0336] 关于本实施方式的玻璃基板,其板厚例如可为0.1~1.1mm、或者0.3~1.1mm的范

围。但并非刻意限定于此范围。板厚例如也可为0.3~0.7mm、0.3~0.5mm的范围。如果玻璃板的厚度过薄,则玻璃基板本身的强度降低。例如制造平板显示器时容易产生破损。如果板厚过厚,则对于要求薄型化的显示器而言欠佳。另外,由于玻璃基板的重量变重,所以无法谋求平板显示器的轻量化。此外,在形成TFT后进行玻璃基板的蚀刻处理的情况下,蚀刻处理量增多,而耗费成本和时间。

[0337] 本实施方式的玻璃基板是用于例如在贴合阵列、彩色滤光片后对玻璃基板表面进行蚀刻处理的平板显示器的制造。本实施方式的玻璃基板适合于显示器用玻璃基板(其中CRT(布朗管)显示器除外)。尤其是本实施方式的玻璃基板适合于形成LTPS-TFT或OS-TFT的平板显示器用玻璃基板。具体而言,适合于液晶显示器用玻璃基板、有机EL显示器用玻璃基板。尤其是,适合于LTPS-TFT液晶显示器用玻璃基板、LTPS-TFT有机EL显示器用玻璃基板。特别是,适合于要求高精度的移动终端等的显示器用玻璃基板。

[0338] <平板显示器>

[0339] 本实施方式包括在玻璃基板表面形成了LTPS-TFT或OS-TFT的平板显示器,此平板显示器的玻璃基板为上述本实施方式的玻璃基板。本实施方式的平板显示器例如可为液晶显示器或有机EL显示器。

[0340] <玻璃基板的制造方法>

[0341] 本实施方式的显示器用玻璃基板的制造方法包括如下步骤:

[0342] 例如至少使用直接通电加热,使调合成规定组成的玻璃原料熔解的熔解步骤;

[0343] 将通过上述熔解步骤而熔解的熔融玻璃成形为平板状玻璃的成形步骤;

[0344] 将上述平板状玻璃缓冷的缓冷步骤。

[0345] 尤其是,上述缓冷步骤优选为以降低上述平板状玻璃的热收缩率的方式控制上述平板状玻璃的冷却条件的步骤。

[0346] [熔解步骤]

[0347] 在熔解步骤中,例如使用直接通电加热和/或燃烧加热,使调合为具有规定组成的玻璃原料熔解。玻璃原料可从公知材料中适宜选择。就能量效率的观点而言,在熔解步骤中优选至少使用直接通电加热使玻璃原料熔解。另外,进行熔解步骤的熔解槽优选包含高氧化锆系耐火物而构成。上述规定组成例如可在满足上文关于玻璃的各成分所记载的含量的范围内进行适宜调整。

[0348] [成形步骤]

[0349] 成形步骤是将通过熔解步骤而熔解的熔融玻璃成形为平板状玻璃。向平板状玻璃的成形方法例如适宜采用下拉法、尤其是溢流下拉法,形成玻璃带作为平板状玻璃。此外,可应用浮法、再拉法、辊压法等。通过采用下拉法,和使用浮法等其他成形方法的情形相比,所获得的玻璃基板的主表面是由不和环境以外接触的自由表面所形成,因此具有极高的平滑性,变得不需要成形后的玻璃基板表面的研磨步骤,因而可降低制造成本,并且也可提高生产性。此外,由于使用下拉法而成形的玻璃基板的两个主表面具有均匀的组成,所以进行蚀刻处理时,无论成型时的表面背面皆可均匀地进行蚀刻。

[0350] [缓冷步骤]

[0351] 通过适宜调整缓冷时的条件,可控制玻璃基板的热收缩率。尤其是,优选以降低上述平板状玻璃的热收缩率的方式控制上述平板状玻璃的冷却条件。玻璃基板的热收缩率如

上所述为90ppm以下,优选75ppm以下,更优选5~75ppm。为了制造具有此种数值的热收缩率的玻璃基板,例如使用下拉法的情况下,优选以使作为平板状玻璃的玻璃带的冷却速度在 T_g 至 $(T_g-100^\circ\text{C})$ 的温度范围内成为 $30\sim 300^\circ\text{C}/\text{分钟}$ 的方式进行缓冷。如果冷却速度过快,则无法充分地降低热收缩率。另一方面,如果冷却速度过慢,则会产生生产性降低并且玻璃制造装置(缓冷炉)大型化的问题。冷却速度的优选范围为 $30\sim 300^\circ\text{C}/\text{分钟}$,更优选 $50\sim 200^\circ\text{C}/\text{分钟}$,更优选 $60\sim 120^\circ\text{C}/\text{分钟}$ 。通过将冷却速度设为 $30\sim 300^\circ\text{C}/\text{分钟}$,可更确实地制造本实施方式的玻璃基板。此外,在缓冷步骤的下游切断平板状玻璃后,通过另外进行离线缓冷,也可降低热收缩率,但在此情况下,除了进行缓冷步骤的设备以外,还需要另外进行离线缓冷的设备。因此,如上所述,以可省略离线缓冷、可在缓冷步骤中降低热收缩率的方式进行控制,就生产性及成本的观点而言优选。此外,本说明书中所谓玻璃带的冷却速度是表示玻璃带的宽度方向中央部的冷却速度。

[0352] [实施例]

[0353] 以下,基于实施例更详细地说明本实施方式。但本实施方式不受实施例限定。在下述的实施例、比较例中,测量以下所说明的物性。

[0354] (应变点)

[0355] 使用梁弯曲测定装置(东京工业股份有限公司制造)进行测定,依据梁弯曲法(ASTM C-598),通过计算求出应变点。

[0356] (失透温度)

[0357] 将玻璃粉碎,将通过 $2380\mu\text{m}$ 的筛网并留在 $1000\mu\text{m}$ 的筛网上的玻璃粒加入铂舟中。将此铂舟在具有 $1050\sim 1380^\circ\text{C}$ 的温度梯度的电炉内保持5小时,其后从炉中取出,利用50倍光学显微镜观察玻璃内部所发生的失透。将观察到失透的最高温度设为失透温度。

[0358] (1550°C 下的电阻率)

[0359] 熔融玻璃的电阻率是使用惠普公司制造的4192A LF阻抗分析仪,通过四探针法进行测定,并由上述测定结果算出 1550°C 下的电阻率值。

[0360] ($100\sim 300^\circ\text{C}$ 的范围内的平均热膨胀系数 α 及 T_g 的测定方法)

[0361] 使用示差热膨胀计(Thermo Plus2 TMA8310)进行测定。此时的升温速度设为 $5^\circ\text{C}/\text{分钟}$ 。基于测定结果,求出 $100\sim 300^\circ\text{C}$ 的温度范围内的平均热膨胀系数及 T_g 。

[0362] (热收缩率)

[0363] 热收缩率是针对 $90\text{mm}\sim 200\text{mm}\times 15\sim 30\text{mm}\times 0.5\sim 1\text{mm}$ 的大小的玻璃通过划线法而求出。作为热收缩测定的热处理,是使用空气再循环炉(Nabertherm制造的N120/85HA),以 $10^\circ\text{C}/\text{分钟}$ 从室温升温,在 550°C 下保持2小时,以55分钟降温(降温速度约 $2.7^\circ\text{C}/\text{分钟}$)至 400°C ,其后将空气再循环炉的门半开,放置冷却至室温。

[0364] 热收缩率(ppm) = {热处理下的玻璃的收缩量/热处理前的玻璃的划线间距} $\times 10^6$

[0365] 此外,在测定使玻璃原料在铂坩埚中熔解之后,流出至铁板上并冷却固化而获得的玻璃的热收缩的情况下,是使用切断、研削、研磨至 0.7mm 的厚度,使用电炉在 $T_g+15^\circ\text{C}$ 的温度下保持30分钟后,以4分钟取出至炉外的玻璃。此时的 $T_g+15\sim 150^\circ\text{C}$ 的范围的平均冷却速度为 $100\sim 200^\circ\text{C}/\text{分钟}$ 。

[0366] (密度)

[0367] 玻璃的密度是通过阿基米德法进行测定。

[0368] (蚀刻速度)

[0369] 蚀刻速度 ($\mu\text{m}/\text{h}$) 是通过如下方式求得:测定将玻璃 ($12.5\text{mm} \times 20\text{mm} \times 0.7\text{mm}$) 在调整为HF浓度 $1\text{mol}/\text{kg}$ 、HCl浓度 $5\text{mol}/\text{kg}$ 的 40°C 的蚀刻液 (200mL) 中浸渍1小时的情况下的厚度减少量 (μm), 并算出每单位时间 (1小时) 的玻璃基板的一个表面的厚度减少量 (μm)。

[0370] 以下, 针对实施例及比较例的组成和评价, 分成玻璃基板 (A) ~ (C) 的3个实施方式进行说明。

[0371] (玻璃基板 (A): 实施例1~60、比较例1~3)

[0372] 以成为表1~4所示的玻璃组成的方式, 依据以下的顺序而制作实施例1~60、比较例1~3的玻璃。针对所获得的玻璃, 求出应变点、失透温度、 T_g 、 $100 \sim 300^\circ\text{C}$ 的范围内的平均热膨胀系数 (α)、热收缩率、密度、蚀刻速度。

[0373] [表1]

[0374]

mol%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SiO ₂	69.0	69.0	69.0	70.6	67.0	67.0	69.0	70.0	69.0	69.0	69.0	69.0	68.0	69.1	68.9
Al ₂ O ₃	13.0	13.0	13.0	12.4	13.0	14.0	13.5	13.5	14.0	13.0	13.0	13.5	13.5	13.5	13.5
B ₂ O ₃	4.0	4.0	4.0	4.5	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.0
Na ₂ O															
K ₂ O	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.10	0.30
MgO	4.0	4.0	3.0		3.1	2.9	2.8	4.6	4.7	5.0	1.0	4.3	2.8	4.3	4.3
CaO	8.2	7.2	8.2	7.3	9.4	8.9	7.9	6.8	7.1	7.6	7.2	7.1	7.1	7.1	7.1
SrO											1.0				
BaO	1.5	2.5	2.5	4.9	3.1	2.9	2.6	2.8	2.9	3.1	4.5	2.8	4.3	2.8	2.8
SnO ₂	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
F ₂ O ₃	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
RE ₂ O ₃															
RO(MgO+CaO+SrO+BaO)	13.7	13.7	13.7	12.3	15.7	14.7	13.2	14.2	14.7	15.7	12.7	14.2	14.2	14.2	14.2
R ₂ O(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.10	0.30
(SiO ₂ +2×Al ₂ O ₃)/((2×B ₂ O ₃)+RO+(10×R ₂ O))[-]	4.1	4.1	4.1	4.2	3.7	3.9	4.2	4.8	4.7	4.4	4.1	4.4	4.0	4.5	4.1
SiO ₂ -(1/2×Al ₂ O ₃)	82.5	82.5	82.5	84.4	80.5	80.0	82.3	83.3	82.0	82.5	82.5	82.3	81.3	82.4	82.2
(SiO ₂ +2×Al ₂ O ₃)/((2×B ₂ O ₃)+RO)[-]	4.4	4.4	4.4	4.5	3.9	4.2	4.5	5.3	5.2	4.6	4.4	4.8	4.3	4.8	4.7
B ₂ O ₃ +RO+ZnO	17.7	17.7	17.7	16.7	19.7	18.7	17.2	16.2	16.7	17.7	17.7	17.2	18.2	17.2	17.2
SnO ₂ +FeO ₃	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
SiO ₂ /Al ₂ O ₃ [-]	5.3	5.3	5.3	5.7	5.2	4.8	5.1	5.2	4.9	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
BaO/RO[-]	0.11	0.18	0.18	0.40	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
失透温度[°C]	1214	1209	1209	1210	1248	1244	1247	1239	1254	1236	1236	1220	1197	1225	1212
电阻率(1550°C)(Ω·cm)	179	190	180	350	130	140	190	210	180	170	220	180	190	210	150
T _g [°C]	769	772	771	784	761	773	778	780	782	784	774	781	774	787	774
软化点[°C]	720	722	721	733	701	724	726	739	740	733	723	731	723	735	722
热膨胀系数(×10 ⁻⁶ /°C)	39.2	37.5	40.9	40.7	42.1	40.3	39.2	37.8	38.5	40.3	43.6	38.0	41.0	37.0	39.0
重量[g/cm ³]	2.49	2.52	2.52	2.58	2.58	2.56	2.53	2.56	2.56	2.57	2.62	2.55	2.59	2.55	2.56
热收缩率[mm]	40	36	35	29	58	38	32	24	25	29	34	31	38	28	36
线收缩率(μm/m)	75	72	76	67	79	81	74	70	75	73	73	77	77	76	78

[0375]

[表2]

[0376]

mol%	实施例											
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
SiO ₂	69.0	69.0	70.0	70.0	69.9	69.7	69.8	68.8	70.4	69.0	69.0	69.0
Al ₂ O ₃	13.5	13.5	13.0	13.0	13.5	13.5	13.5	13.8	13.3	13.5	13.0	13.0
B ₂ O ₃	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.6	2.9	3.0	4.0	4.0
Na ₂ O												
K ₂ O	0.17	0.17	0.17	0.17	0.30	0.50	0.30	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
MgO	3.1	4.5	3.0	4.4	3.1	3.1	3.1	2.8	3.1	3.7	9.0	5.0
CaO	5.4	4.0	5.2	3.6	5.4	5.4	5.4	6.9	5.3	5.4	3.2	5.2
SrO												
BaO	5.7	5.7	5.5	5.5	5.7	5.7	5.7	4.1	5.6	5.1	1.5	3.5
SrO ₂	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Fe ₂ O ₃	0.028	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.050	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
RE ₂ O ₃												
RO(MgO+CaO+SrO+BaO)	14.2	14.2	13.7	13.7	14.2	14.2	14.2	13.8	14.0	14.2	13.7	13.7
R ₂ O(U ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	0.17	0.17	0.17	0.17	0.30	0.50	0.30	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
(SiO ₂ +2×Al ₂ O ₃)/(2×B ₂ O ₃ +RO+(10×R ₂ O))[-]	4.4	4.4	4.5	4.5	4.1	3.8	4.1	4.2	4.0	4.4	4.1	4.1
SiO ₂ -(1/2×Al ₂ O ₃)	62.3	62.3	63.5	63.5	62.1	61.9	62.1	62.0	63.8	62.3	62.5	62.5
(SiO ₂ +(2×Al ₂ O ₃)/(2×B ₂ O ₃ +RO))[-]	4.9	4.8	4.9	4.9	4.7	4.7	4.7	4.8	5.4	4.8	4.4	4.4
B ₂ O ₃ -RO+ZnO	17.2	17.2	16.7	16.7	17.2	17.2	17.2	17.4	16.0	17.2	17.7	17.7
SnO ₂ +FeO ₃	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.15	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
SiO ₂ /Al ₂ O ₃ [-]	5.1	5.1	5.4	5.4	5.1	5.1	5.1	5.1	5.3	5.1	5.3	5.3
BaO/RO[-]	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.30	0.40	0.36	0.11	0.25
失透温度 [°C]	1201	1198	1192	1171	1210	1217	1216	1212	1213	1195	1319	1211
电导率 (1550°C) (Ω·cm)	280	300	330	270	220	150	210	230	350	250	210	330
Tg [°C]	786	794	787	784	783	776	780	781	790	781	767	769
膨胀系数 (×10 ⁻⁶ /°C)	737	733	737	732	731	725	730	730	738	731	713	718
耐热系数 (×10 ⁻⁶ /°C)	40	40	40	39	43	44	41	40	41	40	33	38
密度 [g/cm ³]	2.64	2.65	2.64	2.60	2.64	2.63	2.63	2.58	2.65	2.64	2.48	2.55
热收缩率 [ppm]	30	36	33	35	40	47	40	39	33	38	46	47
热膨胀率 (μm/h)	78	77	73	75	76	80	77	80	72	73	76	79

[0377]

[表3]

[0378]

mol%	实施例														
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
SiO ₂	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	71.0	73.5	71.0	74.0
Al ₂ O ₃	13.5	13.5	13.5	13.5	13.0	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	14.0	12.5	13.0	12.5
B ₂ O ₃	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Na ₂ O															
K ₂ O	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
MgO	2.1	7.1	1.4	3.6	2.7	2.7	2.3	3.1	2.0	3.1	3.1	2.8	2.4	2.8	2.2
CaO	9.9	1.4	9.2	9.2	2.7	1.4	7.1	5.4	4.9	4.7	3.9	4.4	4.1	4.8	3.9
SrO							0.6	0.5	1.4	0.7	1.5				
BaO	2.1	5.7	3.6	1.4	8.2	5.6	4.3	5.2	5.1	5.7	5.7	4.7	4.9	5.1	4.1
SnO ₂	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Fe ₂ O ₃	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
RE ₂ O ₃															
RO(MgO+CaO+SrO+BaO)	14.2	14.2	14.2	14.2	13.7	13.7	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	11.7	10.7	12.7	10.2
R ₂ O(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
(SiO ₂ +2×Al ₂ O ₃)/(2×B ₂ O ₃ +RO+(10×R ₂ O))[-]	4.4	4.4	4.4	4.4	4.1	4.1	4.0	4.4	4.4	4.4	4.4	5.1	5.4	4.8	5.5
SiO ₂ -(1/2×Al ₂ O ₃)	52.3	52.3	52.3	52.3	52.5	51.3	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3	54.0	57.2	54.5	57.8
(SiO ₂ +2×Al ₂ O ₃)/(2×B ₂ O ₃ +RO)[-]	4.8	4.8	4.8	4.8	4.4	4.4	4.3	4.8	4.8	4.8	4.8	5.6	5.9	5.2	6.1
B ₂ O ₃ +RO+ZnO	17.2	17.2	17.2	17.2	17.7	17.7	18.2	17.2	17.2	17.2	17.2	14.7	13.7	15.7	13.2
SnO ₂ +FeO _x	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
SiO ₂ /Al ₂ O ₃ [-]	5.1	5.1	5.1	5.1	5.3	5.3	5.0	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.9	5.5	5.9
BaO/RO[-]	0.15	0.40	0.25	0.10	0.60	0.70	0.30	0.36	0.36	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
失透温度 [°C]	1317	1298	1290	1280	1285	1326	1195	1199	1251	1239	1278	1380以上	1331	1132	1358
电阻率 (1550°C) (Ω·cm)	160	370	180	160	420	490	190	260	270	290	310	450	510	370	850
T _g [°C]	791	751	790	792	764	776	774	780	786	778	782	804	797	787	801
应变点 [°C]	740	729	741	751	714	711	723	733	736	729	730	751	740	736	743
热膨胀系数 (×10 ⁻⁶ /°C)	40	39	40	37	42	38	42	39	40	42	45	37	34	39	35
密度 [g/cm ³]	2.54	2.63	2.58	2.51	2.71	2.77	2.61	2.62	2.64	2.66	2.67	2.58	2.55	2.59	2.54
热收缩率 [ppm]	31	39	31	35	57	18	47	31	32	41	43	23	26	33	23
蚀刻速度 (μm/h)	73	80	75	78	75	74	80	78	76	77	79	73	65	71	65

[0379]

[表4]

[0380]

mol%	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	1	2	3
SiO_2	67.0	72.9	72.8	73.3	65.3	65.3	66.2	67.6	68.7	70.7	73.2	73.2	67.0	67.2	71.7	66.9	63.0	61.8
Al_2O_3	12.0	11.5	12.0	12.0	15.5	14.5	12.8	13.2	13.6	13.6	13.7	13.7	13.9	11.5	11.1	8.4	11.6	12.0
B_2O_3	4.0	4.5	3.0	3.0	3.0	3.0	7.2	5.0	2.0	0.5	1.2	1.2	6.0	4.3		18.2		
Na_2O																		
K_2O	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.01	0.17		2.8		0.17
MgO			2.8	2.8	3.8	3.8	3.0	3.1	3.2	3.2	3.2	4.3	8.0	15.8		3.5	7.0	5.6
CaO	10.0	7.3	4.8	4.4	6.2	6.5	5.2	5.3	5.5	5.5	8.5	6.5	3.0		16.1	3.7	3.0	8.4
SrO													1.0				0.3	
BaO	6.7	4.9	5.1	4.7	6.5	6.9	5.5	5.8	5.7	5.8	4.8	3.8	1.0	0.9	1.0		0.2	
SnO_2	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10		0.50	0.10
Fe_2O_3	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.023	0.020	0.026	0.023	0.020	0.020						
RE_2O_3																		
$\text{K}(\text{OMgO}) \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	16.7	12.2	12.7	11.7	16.2	17.2	13.8	13.9	14.4	14.8	14.5	14.8	13.0	16.7	17.1	7.4	10.5	13.9
$\text{R}_2\text{O}(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.01	0.17	0.00	17.47	0.00	0.17
$(\text{SiO}_2 \cdot (2 \times \text{Al}_2\text{O}_3) / (2 \times \text{B}_2\text{O}_3) + \text{RO} + (10 \times \text{R}_2\text{O}))[-1]$	3.4	4.3	4.7	5.0	4.0	3.8	3.1	3.7	4.8	5.7	5.3	5.2	3.8	3.3	5.5	0.3	3.0	2.2
$\text{SiO}_2 \cdot (1/2 \times \text{Al}_2\text{O}_3)$	61.0	66.3	66.0	67.0	57.3	57.8	52.5	61.0	62.5	63.8	63.4	63.4	60.1	61.5	66.1	62.7	62.5	55.9
$(\text{SiO}_2 \cdot (2 \times \text{Al}_2\text{O}_3) / (2 \times \text{B}_2\text{O}_3) + \text{RO})[-1]$	3.7	4.7	5.1	5.5	4.3	4.0	3.3	3.9	5.3	6.3	5.8	5.8	3.8	3.6	5.5	11.5	9.0	7.3
$\text{B}_2\text{O}_3 + \text{RO} + \text{SiO}_2$	20.7	18.2	15.7	14.7	13.3	20.2	23.8	15.9	16.4	15.1	12.7	15.8	19.0	21.0	17.1	7.3	20.5	28.9
$\text{SiO}_2 + \text{FeO}$	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.10	0.10	0.10	0.00	0.50	0.10
$\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3[-1]$	5.6	6.3	6.0	6.1	4.2	4.3	5.2	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	4.8	5.8	6.5	5.0	6.2	5.2
$\text{BaO} / \text{RO}[-1]$	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.36	0.26	0.06	0.06	0.06	0.00	0.02	0.00
玻璃组成 [wt%]	1238	1189	1127	1190	1305	1354	1050以下	1159	1242	1284	1275	1266	1386/1	1358	1331	930	380/1	1363
使用量 (15at%) (Q·cm)	150	350	450	490	160	150	200	230	200	260	210	240	230	140	180	2	280	90
1at%	761	781	785	785	782	768	737	765	792	812	807	786	763	751	821	596	755	711
使用量 [wt%]	701	731	733	734	733	713	688	713	740	761	756	745	708	699	770	556	686	680
折射率系数 ($\times 10^4$ [°C])	49	39	58	35	42	42	42	41	41	41	39	40	38	33	43	85	28	35
密度 [g/cm^3]	2.67	2.55	2.58	2.57	2.68	2.70	2.80	2.83	2.84	2.87	2.81	2.80	2.83	2.85	2.53	2.50	2.38	2.40
吸收系数 [ppm]	89	86	95	94	80	80	84	56	32	21	22	25	47	82	13	6900	101	162
热膨胀度 ($\mu\text{m}/\text{m}$)	78	61	66	62	64	63	83	81	75	74	74	75	82	89	64	530	77	90

[0381] 以成为表1~4所示的玻璃组成的方式,调合各成分的原料,并进行熔解、澄清、成形。

[0382] 如此获得的玻璃中,实施例1~60的热收缩率为90ppm以下。另外,1550℃下的熔融玻璃的电阻率也为 $700\ \Omega \cdot \text{cm}$ 以下。另外,在使用直接通电加热使玻璃原料熔解,并通过溢流下拉法而制造玻璃基板的情况下,也获得相同的结果。因此,通过使用这些玻璃,可利用溢流下拉法而制造可用于应用LTPS-TFT的显示器的玻璃基板。另外,这些玻璃基板也适合用作OS-TFT用玻璃基板。

[0383] 另一方面,比较例1~3虽然1550℃下的熔融玻璃的电阻率为 $700\ \Omega \cdot \text{cm}$ 以下,但应变点小于670℃。此外,比较例1的热收缩率远超过90ppm。

[0384] (玻璃基板(B):实施例101~148及比较例101)

[0385] 以成为表5~7所示的玻璃组成的方式,依据以下的顺序而制作实施例101~148及比较例101的玻璃。针对所获得的玻璃,求出应变点、失透温度、 T_g 、100~300℃的范围内的平均热膨胀系数(α)、热收缩率、密度、蚀刻速度。

[0386] [表5]

[0387]

mol%	实施例														
	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115
SiO ₂	69.0	69.0	69.0	70.6	67.0	67.0	69.0	70.0	69.0	69.0	69.0	69.0	68.0	69.1	68.9
Al ₂ O ₃	13.0	13.0	13.0	12.4	13.0	14.0	13.5	13.5	14.0	13.0	13.0	13.5	13.5	13.5	13.5
B ₂ O ₃	4.0	4.0	4.0	4.5	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.0
K ₂ O	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.10	0.30
MgO	4.0	4.0	3.0		3.1	2.9	2.6	4.8	4.7	5.0	1.0	4.3	2.8	4.3	4.3
CaO	8.2	7.2	8.2	7.3	9.4	8.8	7.9	6.8	7.1	7.6	7.2	7.1	7.1	7.1	7.1
SrO											1.0				
BaO	1.5	2.5	2.5	4.9	3.1	2.9	2.6	2.8	2.9	3.1	4.5	2.8	4.3	2.8	2.8
SnO ₂	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Fe ₂ O ₃	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
RO(MgO+CaO+SrO+BaO)	13.7	13.7	13.7	12.2	15.7	14.7	13.2	14.2	14.7	15.7	13.7	14.2	14.2	14.2	14.2
MgO/(RO+ZnO)	0.3	0.3	0.2	0.0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.1	0.3	0.2	0.3	0.3
SiO ₂ -(1/2×Al ₂ O ₃)	62.5	62.5	62.5	64.4	60.5	60.0	62.3	63.3	62.0	62.5	62.5	62.3	61.3	62.4	62.2
(SiO ₂ -(2×Al ₂ O ₃))/(2×B ₂ O ₃)+RO)	4.4	4.4	4.4	4.5	3.9	4.2	4.5	5.3	5.2	4.8	4.4	4.8	4.3	4.8	4.7
B ₂ O ₃ +RO+ZnO	17.7	17.7	17.7	16.7	19.7	18.7	17.2	16.2	16.7	17.7	17.7	17.2	18.2	17.2	17.2
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	5.3	5.3	5.3	5.7	5.2	4.8	5.1	5.2	4.9	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
BaO/RO	0.11	0.18	0.18	0.40	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.33	0.20	0.30	0.20	0.20
未透温度[°C]	1214	1209	1209	1210	1249	1244	1247	1239	1254	1238	1236	1220	1197	1225	1212
T _g [°C]	769	772	771	784	761	773	778	790	792	784	774	781	774	787	774
应变点[°C]	720	722	721	733	701	724	726	739	740	733	723	731	723	735	722
热膨胀系数(×10 ⁻⁷ [°C])	39.2	37.5	40.0	40.7	42.1	40.9	39.2	37.8	38.5	40.3	43.6	38.0	41.0	37.0	39.0
密度[g/cm ³]	2.49	2.52	2.52	2.58	2.58	2.56	2.53	2.55	2.56	2.57	2.62	2.55	2.59	2.55	2.56
热收缩率[ppm]	40	36	35	29	58	38	32	24	26	29	34	31	38	28	36
蚀刻速度(μm/h)	75	72	76	67	79	81	74	70	75	73	73	77	77	76	78

[0388]

[表6]

[0389]

mol%	实施例																
	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130		
SiO ₂	69.0	69.0	70.0	70.0	68.9	68.7	68.8	68.8	70.4	69.0	69.0	67.0	67.0	67.4	69.0		
Al ₂ O ₃	13.5	13.5	13.0	13.0	13.5	13.5	13.5	13.6	13.3	13.5	13.0	14.0	15.0	12.8	13.5		
B ₂ O ₃	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.6	2.0	3.0	4.0	4.0	4.0	2.0	3.0		
K ₂ O	0.17	0.17	0.17	0.17	0.30	0.50	0.30	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17		
MgO	3.1	4.5	3.0	4.4	3.1	3.1	3.1	2.8	3.1	3.7	5.0			11.0	3.6		
CaO	5.4	4.0	5.2	3.8	5.4	5.4	5.4	6.9	5.3	5.4	5.2	8.8	8.2	6.0	9.2		
SrO														0.4			
BaO	5.7	5.7	5.5	5.5	5.7	5.7	5.7	4.1	5.6	5.1	3.5	5.9	5.5	0.2	1.4		
SnO ₂	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10		
Fe ₂ O ₃	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.050	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020		
RO(MgO+CaO+SrO+BaO)	14.2	14.2	13.7	13.7	14.2	14.2	14.2	13.8	14.0	14.2	13.7	14.7	13.7	17.6	14.2		
MgO/(RO+ZnO)	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.0	0.0	0.6	0.3		
SiO ₂ -(1/2×Al ₂ O ₃)	62.3	62.3	63.5	63.5	62.1	61.9	62.1	62.0	63.6	62.3	62.5	60.0	59.5	61.0	62.3		
(SiO ₂ -(2×Al ₂ O ₃))/(2×B ₂ O ₃)+RO	4.8	4.8	4.9	4.9	4.7	4.7	4.7	4.6	5.4	4.8	4.4	4.2	4.5	4.3	4.8		
B ₂ O ₃ +RO+ZnO	17.2	17.2	16.7	16.7	17.2	17.2	17.2	17.4	16.0	17.2	17.7	18.7	17.7	19.6	17.2		
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	5.1	5.1	5.4	5.4	5.1	5.1	5.1	5.1	5.3	5.1	5.3	4.3	4.5	5.3	5.1		
BaO/RO	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.30	0.40	0.36	0.25	0.40	0.40	0.01	0.10		
失透温度 [°C]	1201	1186	1182	1171	1210	1217	1216	1212	1213	1195	1211	1275	1278	1276	1280		
T _g [°C]	786	784	787	784	783	776	780	781	790	781	769	779	792	772	783		
应变点 [°C]	737	733	737	732	731	725	730	730	738	731	718	772	741	722	731		
热膨胀系数 (×10 ⁻⁷ [°C])	40	40	40	39	43	44	41	40	41	40	38	45	43	39	37		
密度 [g/cm ³]	2.64	2.65	2.64	2.60	2.64	2.63	2.63	2.59	2.65	2.64	2.55	2.63	2.62	2.51	2.51		
热收缩率 [ppm]	30	36	33	36	40	47	40	39	33	38	47	18	33	42	35		
蚀刻速度 (μm/h)	78	77	73	75	78	80	77	80	72	73	79	86	87	82	78		

[0390]

[表7]

[0391]

mol%	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149
SiO ₂	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	71.0	67.0	72.0	72.0	73.0	64.8	66.0	67.6	69.7	70.7	70.2	67.2
Al ₂ O ₃	13.0	13.0	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.0	12.0	11.5	12.0	12.0	14.6	15.0	13.2	13.6	13.8	13.7	11.5
B ₂ O ₃	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.6	4.0	3.0	3.0	4.3	3.0	5.0	2.0	0.5	1.2	4.3
K ₂ O	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
MgO	2.7	4.1	2.3	3.1	2.8	3.1	3.1	2.6			2.6	2.6	6.0	3.5	3.1	3.2	3.2	4.3	15.8
CaO	2.7	1.4	7.1	5.4	4.9	4.7	3.9	4.6	10.0	7.3	4.6	4.4	9.0	6.0	5.3	5.5	5.5	6.5	
Na ₂ O			0.8	0.5	1.4	0.7	1.5						1.0						
BaO	8.2	8.2	4.3	5.2	5.1	5.7	5.7	5.1	6.7	4.9	5.1	4.7	0.1	6.3	5.9	5.7	5.0	3.3	0.9
SnO ₂	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Fe ₂ O ₃	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020			0.020	0.020	0.020	0.020	
RO(MgO+CaO+SrO+BaO)	13.7	13.7	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	12.7	18.7	12.2	12.7	11.7	18.0	15.7	13.9	14.4	14.8	14.8	16.7
MgO/(RO+ZnO)	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.95
SiO ₂ /(1/2×Al ₂ O ₃)	62.5	62.5	61.3	62.3	62.3	62.3	62.3	64.5	61.0	66.3	66.0	67.0	57.5	58.5	61.0	62.9	63.8	63.4	61.5
(SiO ₂ +(2×Al ₂ O ₃))/(2×B ₂ O ₃ +RO)	4.4	4.4	4.3	4.3	4.3	4.8	4.8	5.2	3.7	4.7	5.1	5.5	3.8	4.4	3.9	5.3	6.3	5.6	3.8
B ₂ O ₃ /RO+ZnO	17.7	17.7	18.2	17.2	17.2	17.2	17.2	15.7	20.7	18.2	16.7	14.7	20.3	16.7	18.9	16.4	15.1	15.8	21.0
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	5.3	5.3	5.0	5.1	5.1	5.1	5.1	5.5	5.6	6.3	6.0	6.1	4.4	4.4	5.1	5.1	5.1	5.1	3.8
BaO/RO	0.60	0.60	0.36	0.36	0.36	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.01	0.40	0.40	0.40	0.40	0.26	0.05
熔融温度[°C]	1285	1286	1195	1199	1251	1238	1278	1132	1239	1189	1127	1190	1273	1285	1139	1242	1284	1286	1356
T _g [°C]	764	760	774	790	768	779	782	767	751	781	785	795	782	775	765	792	812	796	751
软化点[°C]	714	710	723	739	738	729	730	736	701	731	733	734	713	725	713	740	761	745	699
热膨胀系数(×10 ⁻⁷ [°C] ⁻¹)	42	44	42	39	40	42	45	39	49	39	36	39	39	44	41	41	41	40	33
密度[g/cm ³]	2.71	2.69	2.61	2.62	2.64	2.66	2.67	2.59	2.67	2.55	2.59	2.57	2.49	2.66	2.63	2.64	2.67	2.60	2.45
热收缩率[ppm]	57	65	47	31	32	41	43	33	38	36	35	34	48	37	56	32	21	26	62
蚀刻速度(μm/h)	76	74	80	78	75	77	79	71	78	61	66	62	69	87	81	75	74	75	80

[0392] 以成为表5~7所示的玻璃组成的方式,调合各成分的原料,并进行熔解、澄清、成形。

[0393] 如此获得的实施例101~148的玻璃的热收缩率为5~75ppm。另外,失透温度也为1280℃以下。相对于此,在 $\text{MgO}/(\text{R0}+\text{ZnO})$ 为0.95的比较例101中,热收缩率虽为5~75ppm,但失透温度超过1280℃。

[0394] 另外,在使用直接通电加热使玻璃原料,并通过溢流下拉法而制造玻璃基板的情况下,也获得相同的结果。因此,通过使用实施例101~148的玻璃,可利用溢流下拉法而制造可用于应用LTPS-TFT的显示器的玻璃基板。另外,实施例101~148的玻璃基板也适合用作OS-TFT用玻璃基板。

[0395] (玻璃基板(C):实施例201~255及比较例201~203)

[0396] 以成为表8~11所示的玻璃组成的方式,依据以下的顺序而制作实施例201~255及比较例201~203的玻璃。针对所获得的玻璃,求出应变点、失透温度、 T_g 、100~300℃的范围内的平均热膨胀系数(α)、热收缩率、密度、蚀刻速度。

[0397] [表8]

[0398]

mol%	实施例														
	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215
SiO ₂	69.0	69.0	69.0	70.6	67.0	67.0	69.0	70.0	69.0	69.0	69.0	69.0	68.0	69.1	68.9
Al ₂ O ₃	13.0	13.0	13.0	12.4	13.0	14.0	13.5	13.5	14.0	13.0	13.0	13.5	13.5	13.5	13.5
B ₂ O ₃	4.0	4.0	4.0	4.5	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.0
K ₂ O	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.10	0.30
MgO	4.0	4.0	3.0		3.1	2.9	2.6	4.6	4.7	5.0	1.0	4.3	2.8	4.3	4.3
CaO	8.2	7.2	8.2	7.3	9.4	8.9	7.9	6.8	7.1	7.6	7.2	7.1	7.1	7.1	7.1
SiO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SiO/CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	1.5	2.5	2.5	4.9	3.1	2.9	2.6	2.8	2.9	3.1	4.5	2.8	4.3	2.8	2.8
SnO ₂	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Fe ₂ O ₃	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
RE ₂ O ₃															
RO(MgO+CaO+SrO+BaO)	13.7	13.7	13.7	12.2	15.7	14.7	13.2	14.2	14.7	15.7	13.7	14.2	14.2	14.2	14.2
CaO/RO	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
SiO/RO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
R ₂ O(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.10	0.30
(SiO ₂ +(2×Al ₂ O ₃))/((2×B ₂ O ₃)+RO+(10×SiO ₂ -(1/2×Al ₂ O ₃)))	4.1	4.1	4.1	4.2	3.7	3.9	4.2	4.9	4.7	4.4	4.1	4.4	4.0	4.5	4.1
(SiO ₂ +(2×Al ₂ O ₃))/((2×B ₂ O ₃)+RO)	62.5	62.5	62.5	64.4	60.5	60.0	62.3	63.3	62.0	62.5	62.5	62.3	61.3	62.4	62.2
B ₂ O ₃ -RO+ZnO	4.4	4.4	4.4	4.5	3.9	4.2	4.5	5.3	5.2	4.9	4.4	4.0	4.3	4.8	4.7
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	17.7	17.7	17.7	16.7	19.7	18.7	17.2	16.2	16.7	17.7	17.7	17.2	18.2	17.2	17.2
BaO/RO	5.3	5.3	5.3	5.7	5.2	4.8	5.1	5.2	4.9	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
失透温度 [°C]	0.11	0.18	0.18	0.40	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.33	0.20	0.30	0.20	0.20
T _g [°C]	1214	1209	1209	1210	1249	1244	1247	1238	1254	1238	1236	1220	1197	1225	1212
熔点 [°C]	769	772	771	784	761	773	778	790	792	784	774	781	774	787	774
热膨胀系数 (×10 ⁻⁶ /[°C])	720	722	721	733	701	724	726	739	740	733	723	731	723	735	722
密度 [g/cm ³]	39.2	37.5	40.0	40.7	42.1	40.9	39.2	37.8	38.5	40.3	43.6	38.0	41.0	37.0	39.0
热收缩率 [ppm]	2.49	2.52	2.52	2.56	2.56	2.56	2.53	2.55	2.56	2.57	2.62	2.55	2.59	2.55	2.56
热收缩率 [ppm]	40	36	35	29	58	38	32	24	25	29	34	31	38	28	36
热收缩率 (μm/h)	75	72	76	67	79	81	74	70	75	73	73	77	77	76	78

[0399]

[表9]

[0400]

mol%	实施例															
	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	
SiO ₂	69.0	69.0	70.0	70.0	68.9	68.7	68.8	68.8	70.4	69.0	69.0	69.0	69.0	68.0	69.0	
Al ₂ O ₃	13.5	13.5	13.0	13.0	13.5	13.5	13.5	13.6	13.3	13.5	13.0	13.0	14.0	14.5	13.0	
B ₂ O ₃	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.6	2.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	
K ₂ O	0.17	0.17	0.17	0.17	0.30	0.50	0.30	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	
MgO	3.1	4.5	3.0	4.4	3.1	3.1	3.1	2.8	3.1	3.7	3.0	5.0			8.6	
CaO	5.4	4.0	5.2	3.8	5.4	5.4	5.4	6.9	5.3	5.4	3.2	5.2	7.6	7.9	2.7	
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
SrO/CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
BaO	5.7	5.7	5.5	5.5	5.7	5.7	5.7	4.1	5.6	5.1	1.5	3.5	5.1	5.3	2.3	
SnO ₂	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	
Fe ₂ O ₃	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.050	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	
RE ₂ O ₃																
RO(MgO+CaO+SrO+BaO)	14.2	14.2	13.7	13.7	14.2	14.2	14.2	13.8	14.0	14.2	13.7	13.7	12.7	13.2	13.7	
CaO/RO	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.2	0.4	0.6	0.6	0.2	
SrO/RO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
R ₂ O(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	0.17	0.17	0.17	0.17	0.30	0.50	0.30	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	
(SiO ₂ +(2×Al ₂ O ₃))/(2×B ₂ O ₃)+RO+(10×SiO ₂ -(1/2×Al ₂ O ₃))	4.4	4.4	4.5	4.5	4.1	3.8	4.1	4.2	4.9	4.4	4.1	4.1	4.3	4.2	4.1	
(SiO ₂ -(1/2×Al ₂ O ₃))/(2×B ₂ O ₃)+RO	62.3	62.3	63.5	63.5	62.1	61.9	62.1	62.0	63.8	62.3	62.5	62.5	62.0	60.8	62.5	
B ₂ O ₃ +RO+ZnO	4.8	4.8	4.9	4.9	4.7	4.7	4.7	4.6	5.4	4.8	4.4	4.4	4.7	4.6	4.4	
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	17.2	17.2	16.7	16.7	17.2	17.2	17.2	17.4	16.0	17.2	17.7	17.7	16.7	17.2	17.7	
BaO/RO	5.1	5.1	5.4	5.4	5.1	5.1	5.1	5.1	5.3	5.1	5.3	5.3	4.9	4.7	5.3	
失透温度[°C]	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.30	0.40	0.36	0.11	0.25	0.40	0.40	0.17	
1g[°C]	1201	1188	1182	1171	1210	1217	1216	1212	1213	1195	1319	1211	1314	1307	1319	
熔点[°C]	786	784	787	784	783	776	780	781	790	781	767	769	798	793	764	
应变点[°C]	737	733	737	732	731	725	730	730	738	731	713	718	746	741	710	
热膨胀系数(×10 ⁻⁶ /[°C])	40	40	40	39	43	44	41	40	41	40	33	38	41	42	32	
密度[g/cm ³]	2.64	2.65	2.64	2.60	2.64	2.63	2.63	2.59	2.65	2.64	2.48	2.55	2.59	2.60	2.51	
热收缩率[ppm]	30	36	33	36	40	47	40	39	33	38	46	47	28	32	47	
烧结速度(μm/h)	78	77	73	75	78	80	77	80	72	73	76	79	80	84	79	

[0401]

[表10]

[0402]

mol%	实施例																		
	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245				
SiO ₂	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	67.0	68.0	69.0	69.0	69.0	69.0	71.0	73.5	71.0				
Al ₂ O ₃	13.5	13.5	13.5	13.5	13.0	13.0	13.9	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	14.0	12.5	13.0				
B ₂ O ₃	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	6.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0				
K ₂ O	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.00	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17				
MgO	2.1	7.1	1.4	3.6	2.7	2.7	8.0	2.3	3.1	2.8	3.1	3.1	2.6	2.4	2.8				
CaO	9.9	1.4	9.2	9.2	2.7	1.4	3.0	7.1	5.4	4.9	4.7	3.9	4.4	4.1	4.8				
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.8	0.5	1.4	0.7	1.5	0.0	0.0	0.0				
SiO ₂ /CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.1	0.3	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0				
BaO	2.1	5.7	3.6	1.4	8.2	9.6	1.0	4.3	5.2	5.1	5.7	5.7	4.7	4.3	5.1				
SnO ₂	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10				
Fe ₂ O ₃	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020		0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020				
RE ₂ O ₃																			
RO(MgO+CaO+SrO+BaO)	14.2	14.2	14.2	14.2	13.7	13.7	13.0	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	11.7	10.7	12.7				
CaO/RO	0.7	0.1	0.7	0.7	0.2	0.1	0.2	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4				
SiO ₂ /RO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0				
R ₂ O(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.00	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17				
(SiO ₂ +2×Al ₂ O ₃)/(2×B ₂ O ₃)+RO+(10×	4.4	4.4	4.4	4.4	4.1	4.1	3.8	4.0	4.4	4.4	4.4	4.4	5.1	5.4	4.8				
SiO ₂ -(1/2×Al ₂ O ₃)	62.3	62.3	62.3	62.3	62.5	62.5	60.1	61.3	62.3	62.3	62.3	62.3	64.0	67.3	64.5				
(SiO ₂ +2×Al ₂ O ₃)/(2×B ₂ O ₃)+RO)	4.8	4.8	4.8	4.8	4.4	4.4	3.8	4.3	4.8	4.8	4.8	4.8	5.6	5.9	5.2				
B ₂ O ₃ +RO+ZnO	17.2	17.2	17.2	17.2	17.7	17.7	18.0	18.2	17.2	17.2	17.2	17.2	14.7	13.7	15.7				
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	5.1	5.1	5.1	5.1	5.3	5.3	4.8	5.0	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.5				
BaO/RO	0.15	0.40	0.25	0.10	0.60	0.70	0.08	0.30	0.36	0.36	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40				
失透温度 [°C]	1317	1298	1290	1280	1285	1326	1380	1195	1199	1261	1239	1278	1380	1331	1132				
T _g [°C]	791	781	790	783	784	776	763	774	790	788	779	782	804	791	787				
软化点 [°C]	740	729	741	731	714	771	708	723	739	738	729	730	751	740	736				
热膨胀系数 (×10 ⁻⁶ /[°C])	40	39	40	37	42	38	30	42	39	40	42	45	37	34	39				
密度 [g/cm ³]	2.54	2.63	2.58	2.51	2.71	2.77	2.48	2.61	2.62	2.64	2.66	2.67	2.58	2.55	2.59				
热收缩率 [ppm]	31	39	31	35	57	16	47	47	31	32	41	43	23	26	33				
蚀刻速度 (μm/h)	73	80	75	78	75	74	82	80	78	75	77	79	73	65	71				

[0403]

[表11]

[0404]

mol%	实施例												比较例		
	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	201	202	203		
SiO ₂	74.0	67.0	72.0	65.0	65.0	67.6	69.7	70.7	70.2	70.2	73.0	72.0	61.8		
Al ₂ O ₃	12.5	12.0	12.0	15.5	14.5	13.2	13.6	13.8	13.7	13.7	12.0	11.5	12.0		
B ₂ O ₃	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	5.0	2.0	0.5	1.2	1.2	3.0	4.0	12.0		
K ₂ O	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17		
MgO	2.2		2.8	3.6	3.8	3.1	3.2	3.2	3.2	4.3	2.6		5.6		
CaO	3.9	10.0	4.8	6.2	6.5	5.3	5.5	5.5	6.5	6.5	4.4	7.3	8.4		
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
SrO/CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
BaO	4.1	6.7	5.1	6.5	6.9	5.6	5.7	5.8	4.8	3.8	4.7	4.9	0.0		
SnO ₂	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10		
Fe ₂ O ₃	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.000		
RE ₂ O ₃															
RO(MgO+CaO+SrO+BaO)	10.2	16.7	12.7	16.2	17.2	13.9	14.4	14.6	14.5	14.6	11.7	12.2	13.9		
CaO/RO	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6		
SrO/RO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
R ₂ O(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17		
(SiO ₂ +(2×Al ₂ O ₃))/((2×B ₂ O ₃)+RO+(10×	5.5	3.4	4.7	4.0	3.8	3.7	4.8	5.7	5.3	5.2	5.0	4.3	2.2		
SiO ₂ -(1/2×Al ₂ O ₃))	67.8	61.0	66.0	57.3	57.8	61.0	62.9	63.8	63.4	63.4	67.0	66.3	55.9		
(SiO ₂ +(2×Al ₂ O ₃))/((2×B ₂ O ₃)+RO)	6.1	3.7	5.1	4.3	4.0	3.9	5.3	6.3	5.8	5.6	5.5	4.7	2.3		
B ₂ O ₃ +RO+ZnO	13.2	20.7	15.7	19.2	20.2	18.9	16.4	15.1	15.7	15.8	14.7	16.2	25.9		
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	5.9	5.6	6.0	4.2	4.5	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	6.1	6.3	5.2		
BaO/RO	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.33	0.26	0.40	0.40	0.00		
失透温度[°C]	1358	1239	1127	1305	1304	1139	1242	1284	1275	1266	1190	1189	1050		
Tg[°C]	801	751	785	782	768	765	792	812	807	796	785	781	711		
应变点[°C]	749	701	733	732	713	713	740	761	756	745	734	731	660		
热膨胀系数(×10 ⁻⁶ [°C])	35	49	38	43	43	41	41	41	39	40	39	39	35		
密度[g/cm ³]	2.54	2.67	2.59	2.66	2.70	2.63	2.64	2.67	2.61	2.60	2.57	2.55	2.40		
热收缩率[ppm]	23	89	35	40	60	56	32	21	22	28	34	36	162		
蚀刻速度(μm/h)	65	78	66	94	93	81	75	74	74	75	62	61	90		

[0405] 以成为表8~11所示的玻璃组成的方式,调合各成分的原料,并进行熔解、澄清、成形。

[0406] 如此获得的玻璃的应变点为700℃以上。另外,蚀刻速度也为50μm/h以上。因此,通过使用这些玻璃,可利用溢流下拉法而制造可用于应用LTPS-TFT的显示器的玻璃基板。另外,这些玻璃基板也适合用作OS-TFT用玻璃基板。

[0407] 在SiO₂/Al₂O₃为6.0以下的实施例201~255及比较例203中,蚀刻速度为65(μm/h)以上而良好。另一方面,在SiO₂/Al₂O₃超过6.0的比较例201、202中,蚀刻速度为62(μm/h)以下而不良。

[0408] 在B₂O₃的含量为7%以下的实施例1~55及比较例1、2中,应变点高于700℃。失透温度为1100℃以上。

[0409] 另一方面,在B₂O₃的含量为12.0%的比较例203中,失透温度虽然降低至1050℃,但应变点降低至660℃。