

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 21/683 (2006.01)

H02N 13/00 (2006.01)

B65G 49/06 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680053935.X

[43] 公开日 2009年4月1日

[11] 公开号 CN 101401198A

[22] 申请日 2006.12.26

[21] 申请号 200680053935.X

[30] 优先权

[32] 2006.3.20 [33] JP [31] 076033/2006

[86] 国际申请 PCT/JP2006/325957 2006.12.26

[87] 国际公布 WO2007/108192 日 2007.9.27

[85] 进入国家阶段日期 2008.9.22

[71] 申请人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 加藤光雄 堀江茂齐 青井辰史
河野将树 津元良公 小笠原弘明
小林敏郎

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 王新华

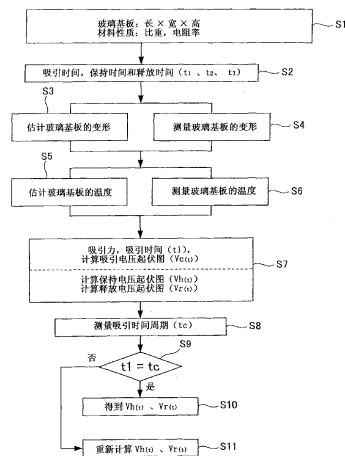
权利要求书 3 页 说明书 14 页 附图 11 页

[54] 发明名称

用于玻璃基板的静电吸引设备和吸引和释放玻璃基板的方法

[57] 摘要

本发明公开了一种静电吸引设备和一种能够可靠吸引和快速释放玻璃基板的吸引/释放方法。根据玻璃基板的物理性质获得用于吸引玻璃基板的吸引力。除了获得用于获得吸引力所要求的吸引电压 ($V_c(t)$) 之外, 也获得了用于保持吸引状态的保持电压 ($V_h(t)$) 和用于释放玻璃基板的释放电压 ($V_r(t)$) (S1 到 S7)。吸引时间周期 (t_c) 被实际测量, 并且如果此测量的时间不同于预设吸引时间 (t_1), 根据实际测量的吸引时间周期 (t_c) 重新计算保持电压 ($V_h(t)$) 和释放电压 ($V_r(t)$) (S8 到 S11)。



1. 一种用于玻璃基板的静电吸引设备，包括：

由电介质材料制成的吸引板，至少一个第一电极和至少一个第二电极设置在所述吸引板内；

第一电源，用于将电压施加给所述第一电极；

第二电源，用于将具有与所述第一电极相反的极性的电压施加给所述第二电极；

多个吸引检测元件，用于检测玻璃基板被吸引到吸引板；

多个温度检测元件，用于测量或估计所述玻璃基板的温度；以及

多个控制元件，用于根据来自于所述吸引检测元件和所述温度检测元件的检测结果控制所述第一电源和所述第二电源的所述电压，

其中通过将所述电压施加给所述第一电极和所述第二电极，所述玻璃基板静电吸引到所述吸引板，然后从所述吸引板释放所述玻璃基板，以及

其中所述控制元件预设所述玻璃基板的尺寸、比重和电阻率，并预设用于吸引所述玻璃基板所需的吸引时间周期，用于保持所述玻璃基板的吸引状态的保持时间周期，和用于释放所述玻璃基板所需的释放时间周期，

所述控制元件根据所述玻璃基板的尺寸和比重以及所述吸引时间周期得到用于吸引所述玻璃基板所需的吸引力，

所述控制元件根据所述玻璃基板的电阻率和由所述温度检测元件测量或估计的所述玻璃基板的温度，得到用于获得所述吸引力所需的吸引电压，和得到用于保持所述吸引状态的保持电压和用于释放的释放电压，

在施加所述吸引电压之后，当通过所述吸引检测元件检测所述玻璃基板的吸引时，所述控制元件测量完成玻璃基板的吸引所花费的实际测量吸引时间周期，

所述控制元件将所述预设吸引时间周期与所述实际测量吸引时间周期相比较，并且当所述预设吸引时间周期不同于所述实际测量吸引时间周期时，根据所述实际测量吸引时间周期重新计算所述保持电压和所述释放电压，以及

所述控制元件通过使用所述重新计算的保持电压和所述释放电压保

持所述吸引状态和释放所述玻璃基板。

2. 根据权利要求1所述的用于玻璃基板的静电吸引设备，其中所述控制元件随时间逐渐减小所述吸引电压、所述保持电压和所述释放电压中的至少一个。

3. 根据权利要求1和2中任一项所述的用于玻璃基板的静电吸引设备，其中所述吸引检测元件是用于测量流到所述第一电极的电流的第一电流表和用于测量流到所述第二电极的电流的第二电流表中的至少一个，以及

所述控制元件通过检测流到所述第一电流表和所述第二电流表中的任一个的电流值的变化而检测玻璃基板被吸引到吸引板。

4. 根据权利要求1和2中任一项所述的用于玻璃基板的静电吸引设备，其中所述吸引检测元件是设在所述吸引板的吸引表面周围的位置传感器，以及

所述控制元件通过使用所述位置传感器检测玻璃基板被吸引到吸引板。

5. 根据权利要求1-4中任一项所述的用于玻璃基板的静电吸引设备，进一步包括：

多个变形检测元件，用于估计或测量所述玻璃基板的变形量，

其中所述控制元件根据如此估计或测量的所述玻璃基板的所述变形量得到所述吸引力。

6. 根据权利要求1-5中任一项所述的用于玻璃基板的静电吸引设备，进一步包括：

导电构件，所述导电构件覆盖除所述吸引表面之外的所述吸引板的表面，并且所述导电构件接地。

7. 一种吸引和释放玻璃基板的方法，步骤包括：

预设玻璃基板的尺寸、比重和电阻率，并预设用于吸引所述玻璃基板所需的吸引时间周期，用于保持所述玻璃基板的吸引状态的保持时间周期，和用于释放所述玻璃基板所需的释放时间周期；

根据所述玻璃基板的所述尺寸和所述比重以及所述吸引时间周期，得到用于吸引所述玻璃基板所需的吸引力；

测量或估计所述玻璃基板的温度；

根据所述玻璃基板的电阻率和被如此测量或估计的所述玻璃基板的所述温度，得到用于获得所述吸引力所需的吸引电压，和得到用于保持所述吸引状态的保持电压和用于释放的释放电压；

在施加所述吸引电压之后，通过检测所述玻璃基板的吸引而测量完成玻璃基板的吸引所花费的实际测量吸引时间周期；

比较所述预设吸引时间周期和所述实际测量吸引时间周期，当所述预设吸引时间周期不同于所述实际测量吸引时间周期时，根据所述实际测量吸引时间周期重新计算所述保持电压和所述释放电压；以及

通过将所述重新计算的保持电压和所述释放电压施加给至少一个第一电极和至少一个第二电极而保持所述吸引状态，然后释放所述玻璃基板，所述至少一个第一电极和所述至少一个第二电极具有相互不同的极性，并设置在由电介质制成的所述吸引板内。

8. 根据权利要求7所述的吸引和释放玻璃基板的方法，

其中所述吸引电压、所述保持电压和所述释放电压中的至少一个随时间逐渐减小。

9. 根据权利要求7和8中任一项所述的吸引和释放玻璃基板的方法，

其中通过检测流到所述第一电极和所述第二电极的电流值中的至少一个的变化而检测玻璃基板被吸引到吸引板。

10. 根据权利要求7和8中任一项所述的吸引和释放玻璃基板的方法，

其中通过使用设在所述吸引板的吸引表面周围的位置传感器检测玻璃基板被吸引到吸引板。

11. 根据权利要求7-10中任一项所述的吸引和释放玻璃基板的方法，

其中估计或测量所述玻璃基板的所述变形量，并根据如此估计或测量的所述玻璃基板的所述量得到所述吸引力。

12. 根据权利要求7-11中任一项所述的吸引和释放玻璃基板的方法，

其中通过使用导电构件，除所述吸引表面之外的所述吸引板的表面的电势被设成等于0，所述导电构件覆盖除所述吸引表面之外的所述吸引板的表面，且所述导电构件接地。

用于玻璃基板的静电吸引设备和吸引和释放玻璃基板的方法

技术领域

本发明涉及一种用于玻璃基板的静电吸引（或静电吸附）设备，和一种吸引和释放（或吸附和释放）玻璃基板的方法。

背景技术

当在半导体基板或玻璃基板上进行处理时，半导体基板或玻璃基板被可靠地保持，同时通过利用静电吸引力的静电吸引设备被吸引到支撑台。

专利文献1：JP-A06-085045

专利文献2：JP-A09-213780

专利文献3：JP-A11-340307

发明内容

本发明要解决的技术问题

图7（a）和图7（b）中示出了用于玻璃基板的常规静电吸引设备。

用于玻璃基板的常规静电吸引设备包括：陶瓷吸引板（或吸附板）33，多个正电极31和多个负电极32设置在该陶瓷吸引板33内；用于将正的直流电压供给正电极31的正电压电源单元34；和用于将负的直流电压供给负电极32的负电压电源单元35。

为了吸引（或吸附）玻璃基板41，使玻璃基板41与吸引板33的表面接触，并且从正电压电源单元34将直流电压施加给正电极31，和从负电压电源单元35将直流电压施加给负极32，以在吸引板33和玻璃基板44的相互面对的表面生成具有不同极性的电荷。通过使用由这些电荷生成的静电吸引力（或吸附力），基板41被吸引并保持在吸引板33的表面。例如，如图7

（b）所示，双极静电吸引设备包括交替平行布置在吸引板33内的多个正电极31和多个负电极32，由此而可靠地吸附甚至大尺寸玻璃基板。具体地，在用于有机EL（电致发光）元件的真空沉积设备的情况下，因为在某些情

况下基板41应该支撑在吸引板33的垂直下表面上，所以静电吸引设备要求具有等于或大于基板41的重量的吸引力。

在常规的静电吸引设备中，在吸引的时候所施加的电压被设为定值，并且如图8所示，吸引力随时间增加。相反，当从吸引板33释放基板41时，所具有的问题是释放基板41花费时间。

然而，如上所述，要求等于或大于玻璃基板41的重量的吸引力以将基板41吸引到吸引板33的下表面侧。由于当玻璃基板41的重量使其自身变形时在吸引板33和玻璃基板41之间产生间隙，所以会产生不能得到所期望的吸引力的情况。这里，例如，在玻璃基板41的宽度大约为600mm的情况下，测量了由于玻璃基板41自身的重量而使其产生的变形。结果，如图9所示(a)，玻璃基板41的中心部被偏斜，并且在中心部与端部之间生成大约2mm的差。而且，如图9(b)所示，吸引力和吸引板33与玻璃基板41之间的间隙有关系。吸引力随着吸引板33与玻璃基板41之间的间隙的增加而减小。当间隙等于或大于50 μm 时，即使吸引力大于其自身的重量，实际吸引力也近似为0。因此，在玻璃基板41自身一定量的重量或更大的重量使其变形的某些情况下，不能产生大于其自身重量的吸引力。尤其地，近年来随着玻璃基板41的尺寸的增加，该问题变得越来越严重。

而且，表面电势通过正电极31和负电极32在吸引板33周围生成。因此，由于此表面电势，粒子可以粘附到吸引板33。例如，当沿图7(b)中的箭头测量吸引到吸引板33的玻璃基板41上的表面电势时，所观察到的是表面电势如图10中所示被生成，并且具体地，在玻璃基板41的一个端部生成大的表面电势。由于此表面电势，当粒子粘附到吸引板33的吸引表面时，例如，在吸引板33和玻璃基板41之间可以生成间隙。因此，如先前所述，吸引力可以被减小。与此同时，由于粒子存在于玻璃基板41周围，因此当玻璃基板41被吸引或释放时，粒子可以粘附到玻璃基板41。因此，考虑到处理，不期望在玻璃基板41周围存在粒子。进一步，非常大的表面电势还可以对形成于玻璃基板41上的装置起副作用。

此外，如图11(a)所示，玻璃基板41的体积电阻率的物理性质是体积电阻率随温度的增加而快速减小。例如，当玻璃基板41的温度增加10 $^{\circ}\text{C}$ 时，玻璃基板41的体积电阻率减小一个单位，并且相应地，即使施加甚至

同样的电压，用于吸引所需的时间被缩短。这个事实意味着玻璃基板41的吸引力基于玻璃基板41的温度而变化，并且这种性质也作为用于抑制稳定吸引和释放操作的因素。实际上，当研究相对于玻璃基板41的温度的变化的吸引力的变化时，所观察到的是，如图11（b）所示，仅变化几度的温度导致吸引力的显著变化。在气相沉积过程和类似过程中，具体地，在处理期间，玻璃基板的温度从室温变化到等于或大于50°C的温度。因而，能够预计用于吸引和释放所需的时间的显著变化。因此，不考虑此因素而实施稳定的吸引和释放操作是困难的。

考虑了上述问题而完成了本发明，本发明的一个目的是提供一种用于玻璃基板的静电吸引设备，和一种吸引与释放玻璃基板的方法，该设备和方法能够可靠吸引和安全释放玻璃基板。

解决技术问题的手段

根据用于解决所述问题的第一发明的用于玻璃基板的静电吸引设备包括：由电介质制成吸引板，至少一个第一电极和至少一个第二电极布置在该吸引板内；用于将电压施加给第一电极的第一电源；第二电源，用于将具有与第一电极的相反极性的电压施加给第二电极；用于检测玻璃基板被吸引到吸引板的多个吸引检测元件；用于测量或估计玻璃基板的温度的多个温度检测元件；和用于根据来自于吸引检测元件和温度检测元件的多个检测结果而控制第一电源和第二电源的电压的多个控制元件，在该静电设备中，通过将电压施加给第一电极和第二电极，玻璃基板被静电吸引到吸引板，然后玻璃基板从吸引板被释放。这里，控制元件预设玻璃基板的尺寸、比重和电阻率，并预设吸引玻璃所需的吸引时间周期（或吸附时间周期），用于保持玻璃基板的吸引状态（或吸附状态）的保持时间周期，和用于释放玻璃基板的释放时间周期；控制元件根据玻璃基板的尺寸和比重和吸引时间周期得到用于吸引玻璃基板的吸引力；根据玻璃基板的电阻率和由温度检测元件测量或估计到的玻璃基板的温度，控制元件得到用于获得吸引力所需的吸引电压，得到用于保持吸引状态的保持电压和用于释放的释放电压；在被施加吸附电压之后，当通过玻璃基板吸引检测元件检测玻璃基板的吸引时，控制元件测量完成玻璃基板的吸引所花费的实际测

量吸引时间周期；控制元件将预设吸引时间周期与实际测量吸引时间周期相比较，并且当预设吸引时间周期不同于实际测量吸引时间周期时，根据实际测量吸引时间周期重新计算保持电压和释放电压；以及控制元件通过使用重新计算的保持电压和释放电压而保持吸引状态和释放玻璃基板。

根据用于解决问题的第二发明的用于玻璃基板的静电吸引设备是根据第一发明的用于玻璃基板的静电吸引设备，其中控制元件随时间逐渐减少吸引电压、保持电压和释放电压中的至少一个。

根据用于解决问题的第三发明的用于玻璃基板的静电吸引设备是根据第一和第二发明中任一个用于玻璃基板的静电吸引设备，其中吸引检测元件是用于测量流到第一电极的电流的第一电流表和用于测量流到第二电极的电流的第二电流表中的至少一个，并且控制元件通过检测流到第一电流表和第二电流表中任一个的电流值的变化而检测玻璃基板被吸引到吸引板。

根据用于解决问题的第四发明的用于玻璃基板的静电吸引设备是根据第一和第二发明中任一个用于玻璃基板的静电吸引设备，其中吸引检测元件是设在吸引板的吸引表面周围的位置传感器，并且控制元件通过使用位置传感器而检测玻璃基板被吸引到吸引板。

根据用于解决问题的第五发明的用于玻璃基板的静电吸引设备是根据第一到第四发明中的任一个用于玻璃基板的静电吸引设备，进一步包括用于估计或测量玻璃基板的变形量的变形测量元件，其中控制元件根据如此估计或测量的玻璃基板的变形量得到吸引力。

根据用于解决问题的第六发明的用于玻璃基板的静电吸引设备是根据第一到第五发明中的任一个用于玻璃基板的静电吸引设备，进一步包括导电构件，该导电构件覆盖除吸引表面之外的吸引板的表面，并被接地。

一种根据用于解决问题的第七发明的吸引和释放玻璃基板的方法，步骤包括：预设玻璃基板的尺寸、比重和电阻率，和预设用于吸引玻璃基板所需的吸引时间周期，用于保持玻璃基板的吸引状态的保持时间周期，和用于释放玻璃基板所需的释放时间周期；根据玻璃基板的尺寸和比重以及吸引时间周期得到用于玻璃基板吸引所需的吸引力；测量或估计玻璃基板的温度；根据玻璃基板的电阻率和如此测量或估计的玻璃基板的温度，得

到用于获得吸引力所需的吸引电压，和得到用于保持吸引状态的保持电压和用于释放的释放电压；在施加吸引电压之后，通过检测玻璃基板的吸引而测量完成玻璃基板的吸引所花费的实际测量时间周期；比较预设吸引时间周期和实际测量吸引时间周期，且当预设吸引时间周期不同于实际测量吸引时间周期时，根据实际测量吸引时间周期重新计算保持电压和释放电压；以及通过将重新计算的保持电压和释放电压施加给至少一个第一电极和至少一个第二电极而保持吸引状态，然后释放玻璃基板，其中所述至少一个第一电极和所述至少一个第二电极具有相互不同的极性，并设置在由电介质制成的吸引板内。

根据用于解决问题的第八发明的吸引和释放玻璃基板的方法是根据第六发明的吸引和释放玻璃基板的方法，其中吸引电压、保持电压和释放电压中的至少一个随时间逐渐减小。

根据用于解决问题的第九发明的吸引和释放玻璃基板的方法是根据第七和第八发明中的任一种吸引和释放玻璃基板的方法，其中通过检测流到第一电极和第二电极的电流值中的至少一个的变化检测玻璃基板被吸引到吸引板。

根据用于解决问题的第十发明的吸引和释放玻璃基板的方法是根据第七和第八发明中的任一种吸引和释放玻璃基板的方法，其中通过使用设在吸引板的吸引表面周围的位置传感器检测玻璃基板被吸引到吸引板。

根据用于解决问题的第十一发明的吸引和释放玻璃基板的方法是根据第七到第十发明中的任一种吸引和释放玻璃基板的方法，其中玻璃基板的变形量被估计或测量，并且根据如此估计或测量的玻璃基板的量得到吸引力。

根据用于解决问题的第十二发明的吸引和释放玻璃基板的方法是根据第七到第十一发明中的任一种吸引和释放玻璃基板的方法，其中通过使用导电构件，设定除吸引表面之外的吸引板的表面的电势等于0，该导电构件覆盖除吸引表面之外的吸引板的表面，并被接地。

本发明的技术效果

根据本发明，当吸引玻璃基板时，通过掌握基板的尺寸、比重、电阻

率、温度、变形量等而得到所需的吸引力和用于吸引力所需的电压，根据实际发生的吸引时间周期控制用于保持吸引状态和释放所需要的电压。因此，即使基板的温度变化或者吸引时间周期变化，也可以快速稳定地执行吸引和释放操作。

而且，根据本发明，除吸引表面之外的吸引板的表面被由金属或类似物制成的导电构件屏蔽，并被设为0电势。因此，可以防止粒子粘附到吸引板，并避免抑制玻璃基板的吸引和释放操作。

附图说明

图1是示出了根据本发明的用于玻璃基板的静电吸引设备的实施例的示意图；

图2是示出了根据本发明的吸引和释放玻璃基板的方法的实施例的流程图；

图3是在根据本发明的吸引和释放玻璃基板的方法中说明电压施加的起伏图的图；

图4是根据本发明的用于玻璃基板的静电吸引设备的等效电路模型图；

图5 (a) 和图5 (b) 示出了在常规吸引和释放方法中用于玻璃基板的吸引和释放时间周期的测量结果，和在根据本发明的吸引和释放方法中用于玻璃基板的吸引和释放时间周期的测量结果；

图6是示出了根据本发明的用于玻璃基板的静电吸引设备的实施例的另一示例的示意图；

图7 (a) 和7 (b) 是示出了用于玻璃基板的常规静电吸引设备的示意图；

图8是示出了吸引力和吸引时间之间的关系表；

图9 (a) 和图9 (b) 示出了由于玻璃基板的重量而产生的变形和由于间隙所产生的吸引力的变化的图；

图10是示出了在静电吸引设备的吸引表面上的玻璃基板的表面电势的图；以及

图11 (a) 和图11 (b) 是示出了随时间玻璃基板的体积电阻率的变化

和吸引力的变化。

附图标记

- 1 第一电极
- 2 第二电极
- 3 吸引板
- 4 第一电源单元
- 5 第二电源单元
- 6 第一电流表
- 7 第二电流表
- 8 控制单元
- 9 温度传感器
- 10 位置传感器
- 11 玻璃基板
- 21 金属盖

具体实施方式

以下参照图1-6说明根据本发明的用于玻璃基板的静电吸引设备的一些实施例以及吸引和释放方法。

实施例1

图1是根据本发明的用于玻璃基板的静电吸引设备的示意图。

如图1所示，本实施例的用于玻璃基板的静电吸引设备包括：由电介质体形成的吸引板3，该电介质体由陶瓷或类似物形成，至少一个第一电极1和至少一个第二电极2设置在该吸引板3内；用于将电压施加给第一电极1的第一电源单元4；用于将具有与将施加给第一电极1的电压的极性相反的电压施加给第二电极2的第二电源单元5；用于测量流到第一电极1的电流的第一电流表6；用于测量流到第二电极2的电流的第二电流表7；和控制单元8（多个控制元件），该控制单元8用于测量第一电流表6和第二电流表7的电流值，并控制将从第一电源单元4和第二电源单元5输出的电压。

本实施例的用于玻璃基板的静电吸引设备通过将第一电极1和第二电极2交替平行地布置在吸引板3内而构成双极静电吸引设备，并可以可靠地

吸引大尺寸玻璃基板11。这里，当玻璃基板11较大时，能够使用多个吸引板3，多个吸引板3包括多个第一电极1和多个第二电极2，以通过多个吸引板3吸引较大的玻璃基板11。

而且，第一电源单元4和第二电源单元5不仅能够施加一个极性的直流电压，而且能够施加反极性的直流电压，并且还能够施加交流电压。

此外，用于测量玻璃基板11的温度的至少一个温度传感器（红外线型或热电偶型：温度检测元件）设在吸引板3的周围。温度传感器9测量玻璃基板11的温度，并将玻璃基板11的温度输入给控制单元8。

而且，用于测量玻璃基板11的变形量的至少一个位置传感器10（变形检测元件）类似地设在吸引板3的周围。位置传感器10测量玻璃基板11的变形量，并将玻璃基板11的变形量输入给控制单元8。

与此同时，控制单元8能够通过检测由第一电流表6和第二电流表7测量到的电流值的变化中的至少一个而检测玻璃基板11是否被吸引到吸引板3。在这种情况下，第一电流表6和第二电流表7作为吸引检测元件。可选地，可以通过使用作为吸引检测元件的位置传感器10来检测玻璃基板11是否被吸引到吸引板3。

当玻璃基板11被吸引时，玻璃基板11与吸引板3的表面相接触。随即，通过由第一电源单元4将直流电压施加给第一电极1和由第二电源单元5将直流电压施加给第二电极2而在吸引板3和玻璃基板11的相互面对的表面生成具有不同极性的电荷。通过由这些电荷生成的静电吸引力将基板11吸引并保持到吸引板3的表面。然后，当释放被吸引的玻璃基板11时，通过将具有与在吸引时所施加的电压的极性相反的直流电压或交流电压施加给第一电极1和第二电极2并由此减少在吸引期间所积累的电荷而释放玻璃基板11。

接下来参照图2和图3在具有上述构造的静电吸引设备中说明吸引和释放玻璃基板的方法。

在用于有机EL（电致发光）元件的真空沉积设备中，例如，通过使用具有上述构造的静电吸引设备将玻璃基板11吸引到吸引板3的垂直下表面侧，而在玻璃基板11的垂直下表面侧实施真空沉积过程。当玻璃基板11被吸引到吸引板3的垂直下侧时，静电吸引设备要求具有等于或大于玻璃基

板11的重量的吸引力。然而，过大的吸引力可以抑制玻璃基板11的释放。

因此，在本发明中，考虑到玻璃基板11的物理性质，玻璃基板11的尺寸（长×宽×高）和材料性质（比重和电阻率）被限定为基本输入条件。而且，当考虑完成吸引的吸引完成时间 t_1 ，完成保持在吸引状态的保持完成时间 t_2 ，完成释放的释放完成时间 t_3 ，玻璃基板11的变形量，和玻璃基板11的温度时，在吸引和释放时所使用的电压和电压起伏图被控制。

更确切地说，在开始玻璃基板11上的处理之前，输入玻璃基板11的尺寸（长×宽×高）和材料性质（比重和电阻率）（步骤S1），响应在玻璃基板11上的处理，输入吸引完成时间 t_1 、保持完成时间 t_2 、和释放完成时间 t_3 （步骤S2）。吸引完成时间 t_1 是从开始施加电压（ $t=0$ ）到吸引玻璃基板的时间。保持完成时间 t_2 是从开始施加电压到完成保持玻璃基板11处于吸引状态的时间。释放完成时间 t_3 是从开始施加电压到释放玻璃基板11的时间。这里，如图3中所示，用于吸引所需的吸引时间周期等于吸引完成时间 t_1 ，用于保持处于吸引状态的保持时间周期等于[保持完成时间 t_2 -吸引完成时间 t_1]，和用于释放所需的释放时间周期等于[释放完成时间 t_3 -保持完成时间 t_2]。

接下来，根据玻璃基板11的尺寸（长×宽×高）和材料性质（比重和电阻率）估计玻璃基板11的变形量（步骤S3）。可选地，能够通过位置传感器10测量玻璃基板11的变形量（步骤S4）。替代地，能够预先测量玻璃基板11的变形量。这里，优选地设置位置传感器10，以便能够至少测量玻璃基板11的中心部分，该中心部分被估计为具有最大的变形量。然后，通过估计或测量玻璃基板11的变形量得到与玻璃基板11的变形量相关联的吸引力的变化。

接下来，根据玻璃基板11的尺寸（长×宽×高）和材料性质（比重和电阻率），和玻璃基板11的吸引完成时间 t_1 、保持完成时间 t_2 、释放完成时间 t_3 ，估计玻璃基板11的温度变化（步骤S5）。可选地，玻璃基板11的温度能够由热电偶9测量（步骤S6）。然后，通过估计或测量玻璃基板的温度得到与温度变化相关联的电阻率的变化和吸引力的变化。

在吸引时间周期内的吸引电压起伏图 $V_a(t)$ 被得到，以在上述步骤中得到的条件下实现用于吸引玻璃基板11的最合适的吸引力。然后，根据在吸

引时间周期内的吸引电压起伏图 $V_c(t)$ ，得到在保持时间周期内的保持电压起伏图 $V_h(t)$ 和在释放时间周期内的释放电压起伏图 $V_r(t)$ （步骤S7）。吸引电压起伏图 $V_c(t)$ 、保持电压起伏图 $V_h(t)$ 和释放电压起伏图 $V_r(t)$ 可以被设为如图3中所示的定值电压 V_{c1} 、 V_{h1} 和 V_{r1} ，或者如图3中所示的可以随时间而减小的电压 V_{c2} 、 V_{h2} 和 V_{r2} 。具体地考虑到在玻璃基板11上的吸引力的变化，优选地是吸引电压起伏图 $V_c(t)$ 大于保持电压起伏图 $V_h(t)$ ，并优选地随施加时间逐渐减小保持电压起伏图 $V_h(t)$ 。

施加吸引电压起伏图 $V_c(t)$ 之后，测量在第一电流表6和第二电流表7上的电流值的变化。如将在后面说明的图5中清楚地所见，当玻璃基板11被吸引到吸引板3时，在第一电流表6和第二电流表7上的电流值暂时变高。因此，能够确定玻璃基板11被吸引到吸引板3。这时，测量从施加吸引电压起伏图 $V_c(t)$ 到玻璃基板11被实际吸引到吸引板3上完成吸引所花费的实际测量吸引时间周期 t_c （步骤S8）。这里，代替根据在第一电流表6和第二电流表7上的电流值的变化确定吸引状态，通过位置传感器10能够实现确定吸引状态和吸引时间周期的另一种方式。

当 $t_1 = t_c$ 为是时，实际吸引力如在上述步骤中所估计的。通过使用 t_1 所计算的保持电压起伏图 $V_h(t)$ 和释放电压起伏图 $V_r(t)$ 被确定成为在保持完成时间 t_2 下所施加的电压和在释放完成时间 t_3 下所施加的电压（步骤S9和S10）。

如果 $t_1 = t_c$ 为否，那么实际吸引力不是如上述步骤中所估计的。相应地，通过使用实际测量值 t_c 重新计算保持电压起伏图 $V_h(t)$ 和释放电压起伏图 $V_r(t)$ ，并且这些值被确定为在保持完成时间 t_2 下所施加的电压和在释放完成时间 t_3 下所施加的电压（步骤S9和S11）。例如，当 $t_1 < t_c$ 时，保持电压 $V_h(t)$ 和释放电压 $V_r(t)$ 变得更大，而当 $t_1 > t_c$ 时，保持电压 $V_h(t)$ 和释放电压 $V_r(t)$ 变得更小。

这里，保持完成时间 t_2 和释放完成时间 t_3 不总是必需被固定，而是响应于此实际测量吸引时间周期 t_c 与保持电压起伏图 $V_h(t)$ 和释放电压起伏图 $V_r(t)$ 一起被适当地修改。具体地，当释放电压起伏图 $V_h(t)$ 太高或释放完成时间 t_3 太长时，就会有一旦玻璃基板11被释放就又重新被吸引的风险。因此，当实际测量吸引时间周期 t_c 小于预先设置的吸引时间周期 t_1 时，

例如，优选地是通过缩短原来的吸引完成时间 t_1 在通过实际测量吸引时间周期 t_c 之后，立即改变施加给保持电压起伏图 $V_h(t)$ 的电压，或者将用于完成施加释放电压起伏图 $V_r(t)$ 的释放完成时间 t_3 重新设置到较短的时间周期。

为了稳定可靠地执行吸引和释放操作，重要的是根据上述条件适当地设置所施加的电压和时间周期。在本发明中，响应于如上所述的玻璃基板11的实际测量吸引时间周期 t_c ，保持电压起伏图 $V_h(t)$ 和释放电压起伏图 $V_r(t)$ ，而且，吸引完成时间 t_1 、释放完成时间 t_3 等被修改。因此，可以确保用于可靠地吸引玻璃基板11的吸引力，并避免在吸引时间下生成过量电荷。结果，也可以在释放时间下快速可靠地释放玻璃基板11。

图4中示出了根据本发明的用于玻璃基板的静电吸引设备的等效电路模型，以下在根据本发明的用于玻璃基板的静电吸的方法中说明计算吸引力、吸引电压、保持电压和释放电压的方法。

首先得到在间隙区处的吸引力与电势差之间的关系。

如图4所示，考虑到将被施加了吸引电压的各个元件（玻璃区、间隙区和电极区）表示为包括电阻器和电容器的并联电路的等效电路，吸引力 F 通过下面的公式（1）可以被计算为要被施加给玻璃区（玻璃基板11）与电极区（电极1和2）之间的间隙的静电力。

$$F=Q^2/(2\epsilon_0)=(C_1V_g)^2/(2\epsilon_0) \quad (\text{公式1})$$

这里， F 是吸引力（ N/m^2 ）， Q 是将在间隙内被积累的电荷量（ c ）， C_1 是间隙区的电容（ F/m^2 ）， V_g 是间隙区的电势差（ v ），以及 ϵ_0 是真空中介电常数（ F/m ）。

此外，如下面的公式（2）中所示，电容 C_1 被表示为玻璃区与电极区之间的间隙 d 的函数。

$$C_1=(\epsilon_0 \cdot \epsilon_s)/d \quad \text{公式(2)}$$

这里， d 是间隙的距离（ m ）， ϵ_0 是真空中介电常数（ F/m ），以及 ϵ_s 是物体材料的相对介电常数（ F/m ）。

例如，通过使用在上述步骤S3和S4中估计或实际测量的基板11的变形量可以得到玻璃区与电极区之间的间隙 d ，而通过使用获得的间隙 d 可以得到电容 C_1 。

而且，对于玻璃区和电极区的电容 C_2 和 C_3 来说，当用玻璃区的厚度和电极区的厚度替换间隙 d 时，通过上述公式（2）计算各个元件的电容 C_2 和 C_3 。

与此同时，通过使用电阻率 ρ_e 在公式（3）中表示将被并联连接到相应元件的电容器 C_1 、 C_2 和 C_3 的相应元件的电阻部件 R_1 、 R_2 和 R_3 ：

$$R = (\rho_e \cdot L) / S_0 \quad \text{公式 (3)}$$

这里， R 是每一个元件的电阻（ Ω/m^2 ）， ρ_e 是每一个元件的电阻率（ $\Omega \cdot \text{m}$ ）， L 是每一个元件的厚度（在间隙区的情况下 L 为 d ），以及 S_0 是每一个元件的吸引面积（ m^2 ）。

电阻率 ρ_e 是唯一设定为材料性质和每一个元件的温度的函数，而厚度 L 和吸引面积 S_0 由玻璃基板11的尺寸（长 \times 宽 \times 高）等来确定。因此，作为材料性质（电阻率 ρ_e ）、温度 T 、尺寸（厚度 L 和吸引面积 S_0 ）等的函数，电阻 R 能够由公式（3）推导。

接下来，得到间隙区的电势差 V_g 与所施加电压 V_a 之间的关系。

如图4清楚地所示，间隙区的电势差 V_g 作为相对所施加的电压 V_a 的过渡（transitional）（可时间变化的）电压被得到，根据玻璃区、间隙区和电极区相应的阻抗分配该过渡电压。通过电容器的电容 C_1 、 C_2 和 C_3 和电阻 R_1 、 R_2 和 R_3 确定元件的相应阻抗。因此，鉴于公式（2）和（3），间隙区的电势差 V_g 作为每一个元件的材料性质和温度、基板的尺寸和被施加的电压 V_a 的波形的函数而被得到。

接下来得到吸引力 F ，用于得到被施加的电压 V_a 的公式，和吸引与释放条件之间的关系。

如公式（1）清楚地所示，为静电力的吸引力 F 作为玻璃区和电极区之间的间隙 d 、每一个元件的材料性质和温度、尺寸、和被施加电压 V_a 的波形的函数而被得到。

$$F = f(d, S_0, \rho_e, L, T, V) \quad \text{公式 (4)}$$

在使用公式（4）的估计中，吸引力 F 变得明显大于由玻璃基板11的密度所得到的其自身的重量的条件被设定为用于吸引和释放玻璃基板11的阈值条件，在该条件下通过的时间被用作吸引时间周期 t_c 或释放时间周期 t_r 。

这里，通过分析获得或实验获得校正曲线，公式（4）中的函数 f 可以用于获得在吸引和释放时对应于各个输入条件的吸引力。

为了确定本实施例的效果，测量了在常规吸引和释放方法中的用于吸引和释放玻璃基板的时间周期。与此同时，还通过使用本实施例的最简单的电压起伏图测量了用于吸引和释放玻璃基板的时间周期。图5（a）示出了常规的方法的测量结果，而图5（b）示出了本实施例的测量结果。对于本实施例中被施加的电压起伏图来说，吸引完成时间 t_1 、保持完成时间 t_2 和释放完成时间 t_3 被固定以分别预设时间，并且在相应的时间内所施加的电压被设为图3中的定值电压 V_{c1} 、 V_{h1} 、 V_{r1} 。要注意的是，虽然在图5（a）和5（b）中省略了具体数值，但是电压轴和时间轴以相同的比例被定义。

如图5（a）中所示，在常规的吸引和释放方法中，在开始吸引操作（ $t=0$ ）的同一时间施加吸引电压 $[V1]$ ，并且吸引电压 $[V1]$ 被维持直到释放操作开始（ $t=t_{2a}$ ）。随后，在开始释放操作（ $t=t_{2a}$ ）的同一时间施加释放电压 $[-V2]$ （ $V2$ 是正数），并且释放电压 $[-V2]$ 被维持直到完成释放操作（ $t=t_{3a}$ ）。要注意的是，在附图中，用虚线表示电压设定值，而用实线表示电流测量值。观察所施加的电流值关于所施加电压的变化，虽然在施加吸引电压 $[V1]$ 之后玻璃基板在短的实际测量吸引时间周期 t_{ca} 内被吸引，但是该吸引电压 $[V1]$ 被维持直到释放操作开始（ $t=t_{2a}$ ）。出于此原因，生成许多电荷，以使得在完成释放操作时和在完成释放操作（ $t=t_{3a}$ ）之前不能够释放玻璃基板，而是在从完成释放操作（ $t=t_{3a}$ ）的一定时间周期过去之后最终释放玻璃基板。

相反，在本实施例的吸引和释放方法中，如图5（b）所示，在开始吸引操作（ $t=0$ ）的同一时间施加吸引电压 $[V1]$ ，在检测吸引之后，吸引电压 $[V1]$ 被维持直到吸引完成时间（ $t=t_1$ ）。在吸引完成时间之后（ $t=t_1$ ），保持电压 $[V3]$ 被维持直到开始释放操作（ $t=t_2$ ）。随后，在开始释放操作（ $t=t_2$ ）的同一时间施加释放电压 $-V4$ （ $-V4$ （ $V4$ 是正数）），并且释放电压 $[-V4]$ 被维持直到完成释放操作（ $t=t_3$ ）。这里，观察所施加的电流值关于所施加的电压的变化，在施加吸引电压 $[V1]$ 之后，玻璃基板在短的实际测量吸引时间周期 t_c 内被吸引。然后，当通过根据吸引时间周期 t_c 获得并低于吸引电压 $[V1]$ 的保持电压 $[V3]$ 维持吸引状态时，当与常规的方

法比较时，所施加的电流也被减小。出于此原因，没有生成过量电荷，并且甚至通过使用释放电压 $[-V_4]$ 在短的释放时间周期 t_r 内完成玻璃基板的释放，该释放电压 $[-V_4]$ 根据吸引实际那周期 t_c 获得并小于常规释放电压 $[-V_2]$ 。

在常规吸引和释放方法与本实施例的吸引和释放方法之间的比较中，显而易见，本实施例的吸引和释放方法中的释放时间周期 t_r 几乎等于常规吸引和释放方法中的释放时间周期 t_{ra} 的 $1/6$ 。本实施例的吸引和释放方法具有显著的效果。而且，更短的释放时间周期还意味着电荷没有被过量生成。因为不仅释放时间周期变得更短，而且也没有生成过量表面电势，考虑到过程，还有其它效果，如减小对玻璃基板11上的装置的影响的能力，或减小粒子的粘附的能力。

实施例2

图6是示出了根据本发明的用于玻璃基板的静电吸引设备的实施例的另一示例的示意图。在图6中，为了清楚地显示其结构，附图被简化，同时与图1中所示的实施例1中的结构的等价物用相同的附图标记表示。相应地，以下将省略对这些等价结构的详细说明。

本实施例的用于玻璃基板静电吸引设备具有几乎等于图1中所示的实施例1的用于玻璃基板的静电吸引设备的结构。然而，如图6所示，除了用于吸引玻璃基板11的吸引表面之外的吸引板3的表面被由导电构件制成的金属盖21覆盖，并且该金属盖21同时接地。通过用金属盖21屏蔽除吸引表面之外的吸引板3，除吸引表面之外的吸引板3的表面电势能够为0。因此，可以防止粒子等被带电并粘附到吸引板3。

因此，防止玻璃基板11周围的粒子粘附到吸引板3。相应地，当玻璃基板11吸引到吸引板3时，还可以防止在玻璃基板11和吸引板3之间的间隔内捕获粒子，并还可以抑制吸引力的影响。而且，在处理期间，可以抑制粒子粘附到玻璃基板11。

工业应用

本发明适于诸如玻璃基板的绝缘基板，并可用于，例如，使用玻璃基板的有机EL制造设备或液晶制造设备。

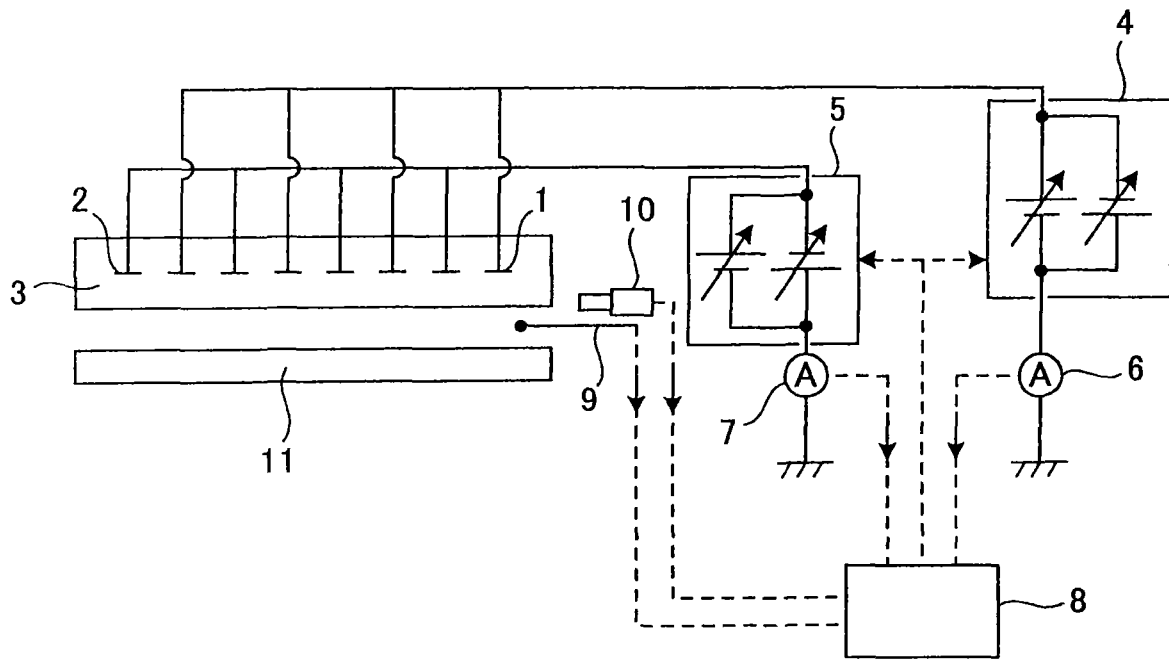


图 1

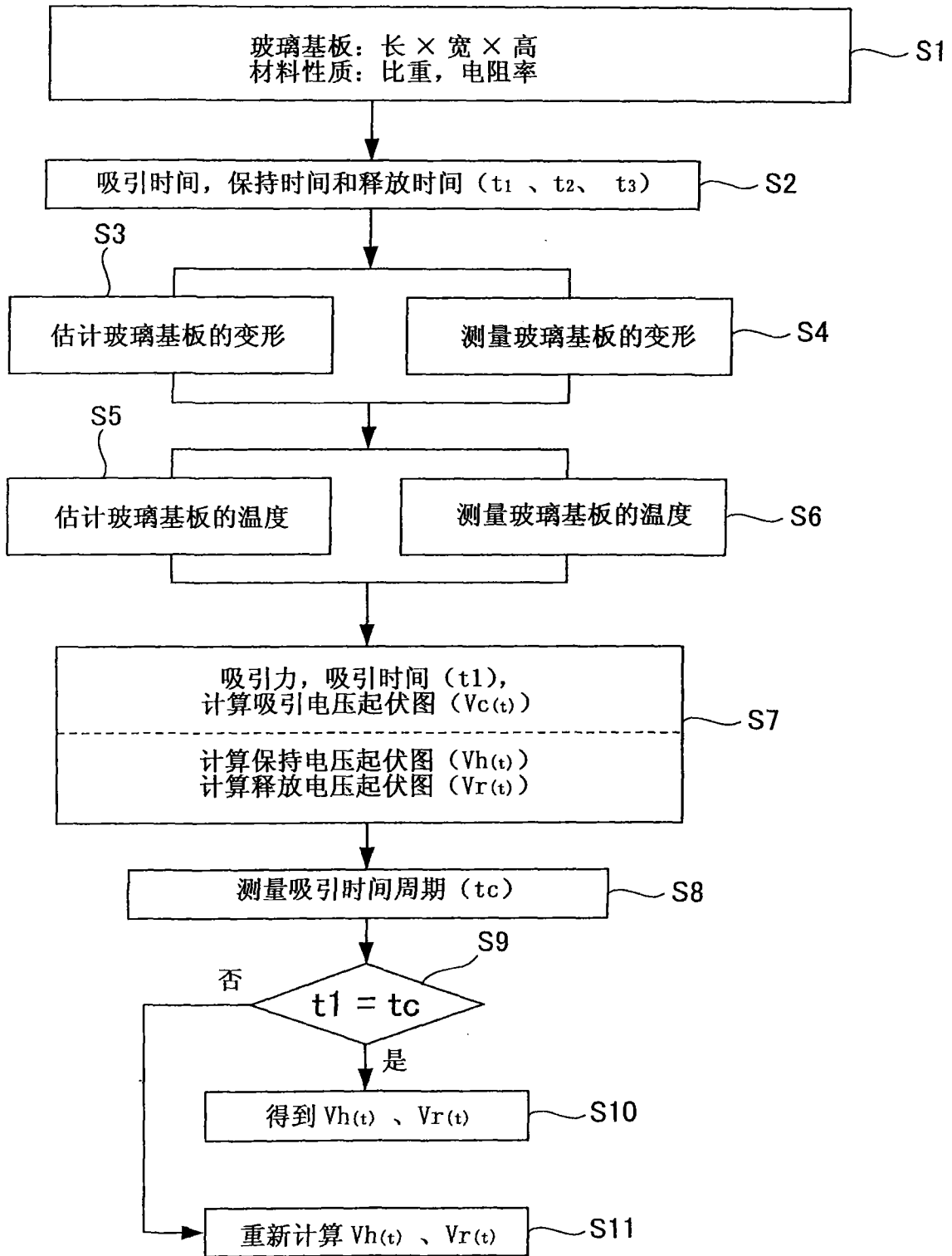


图 2

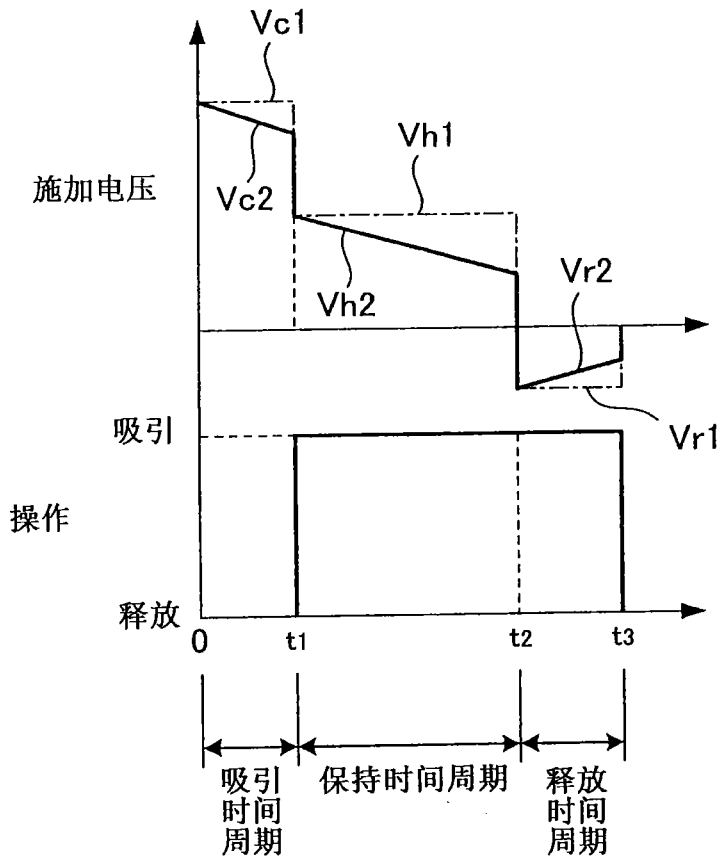


图 3

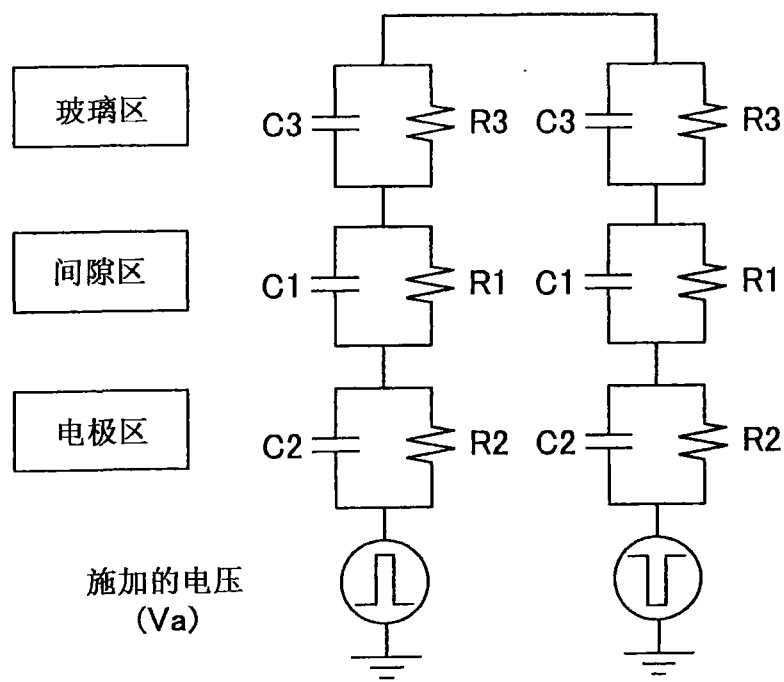


图 4

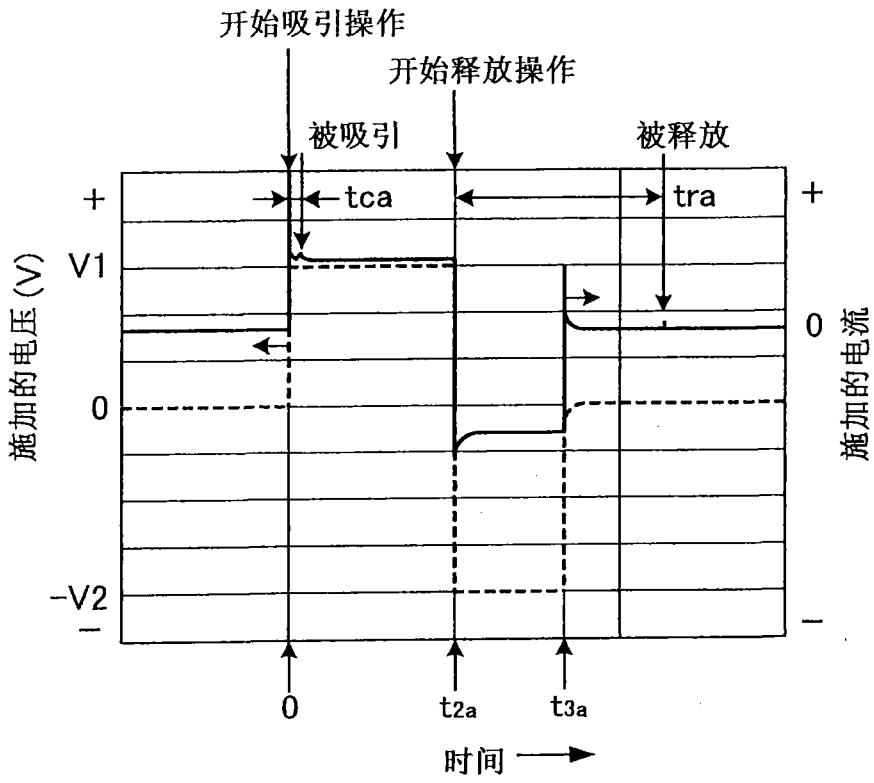


图 5(a)

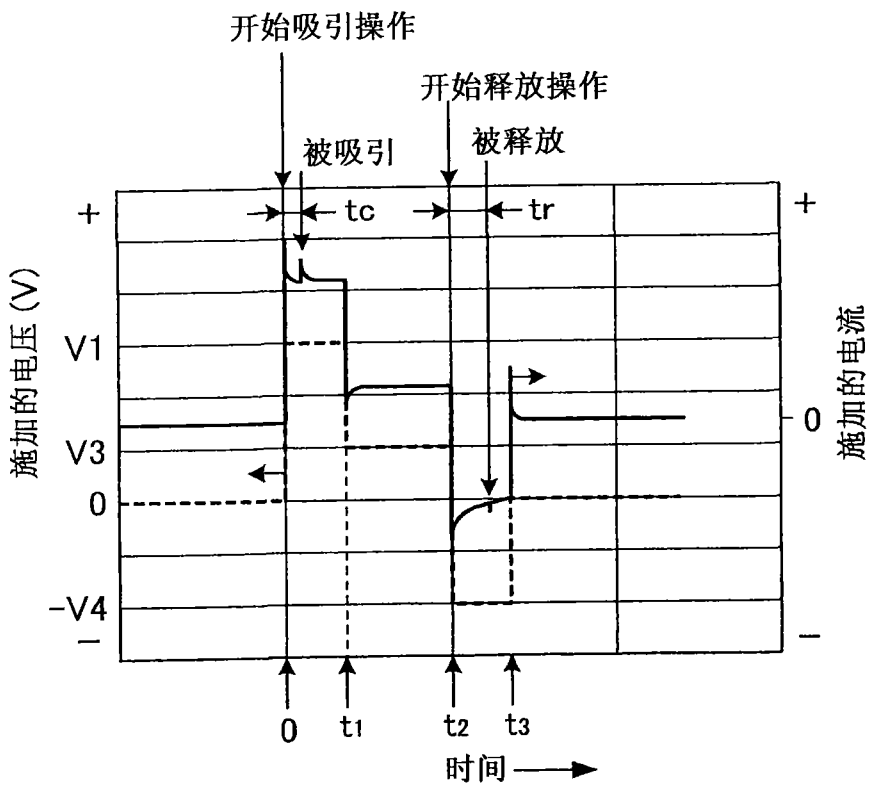


图 5(b)

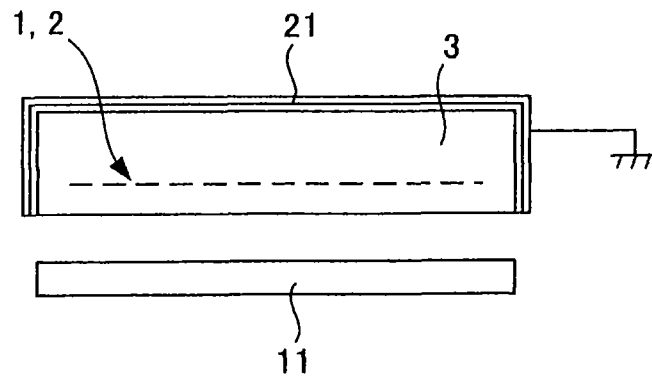


图 6

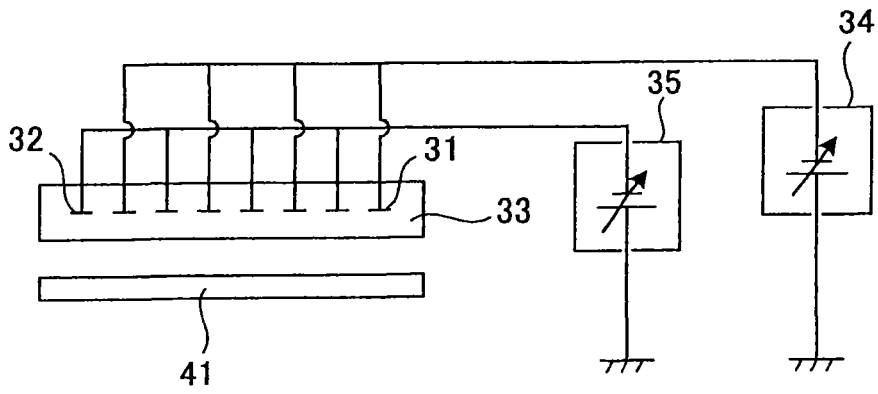


图 7(a)

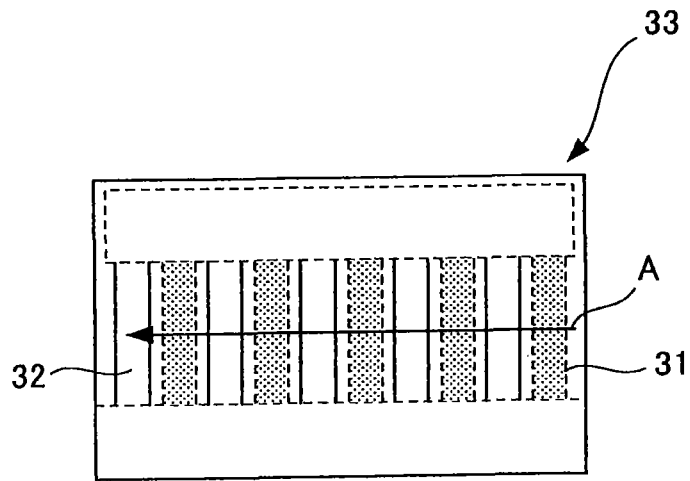


图 7(b)

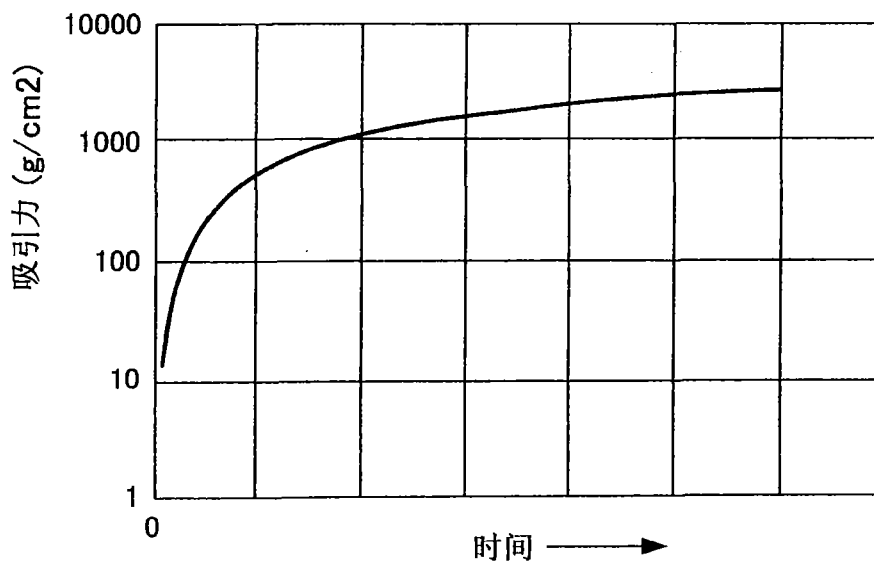


图 8

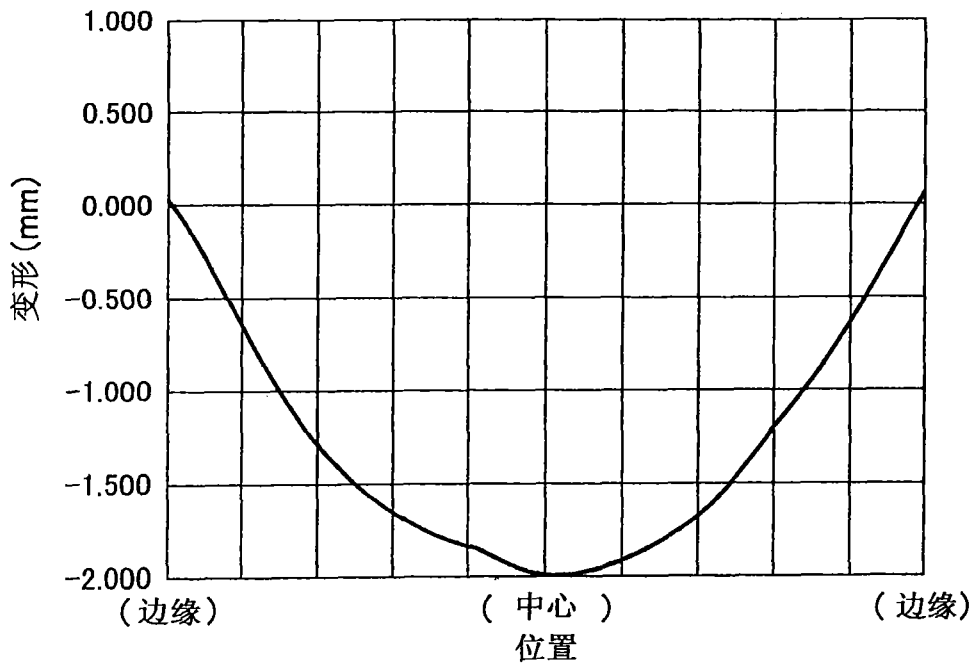


图 9(a)

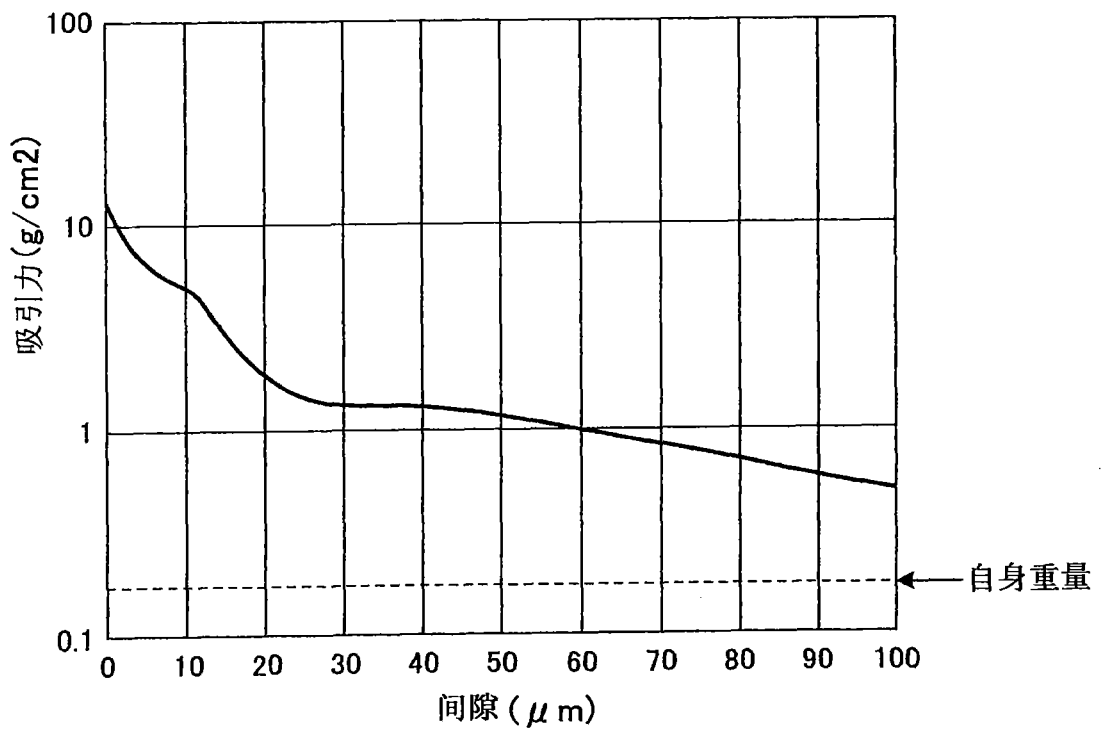


图 9(b)

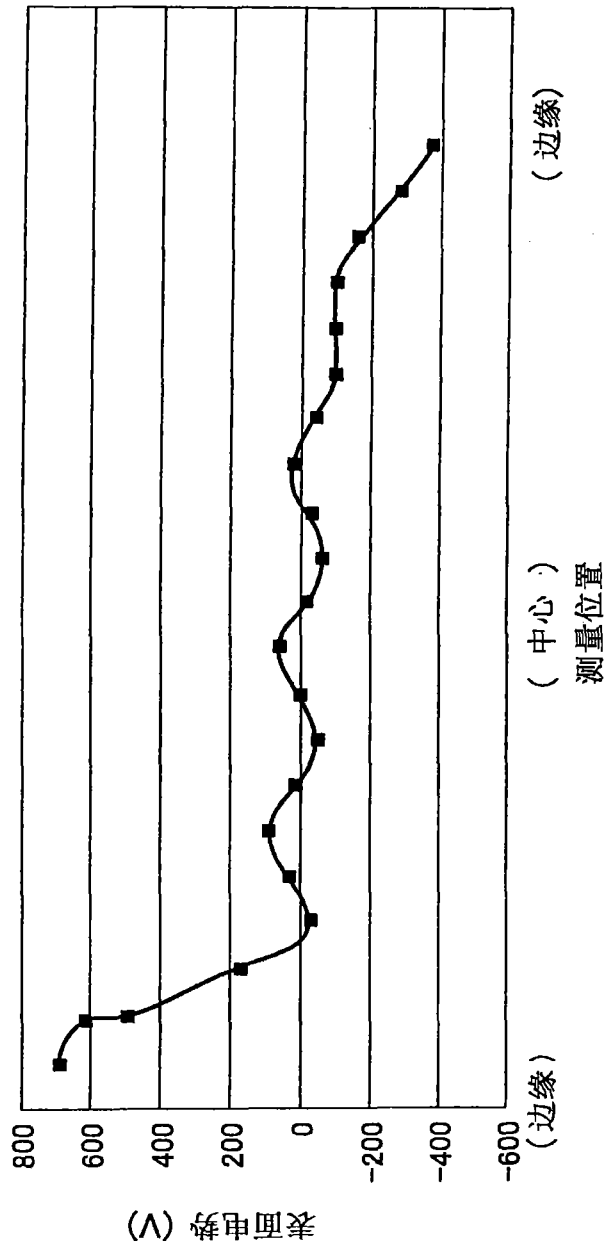


图 10

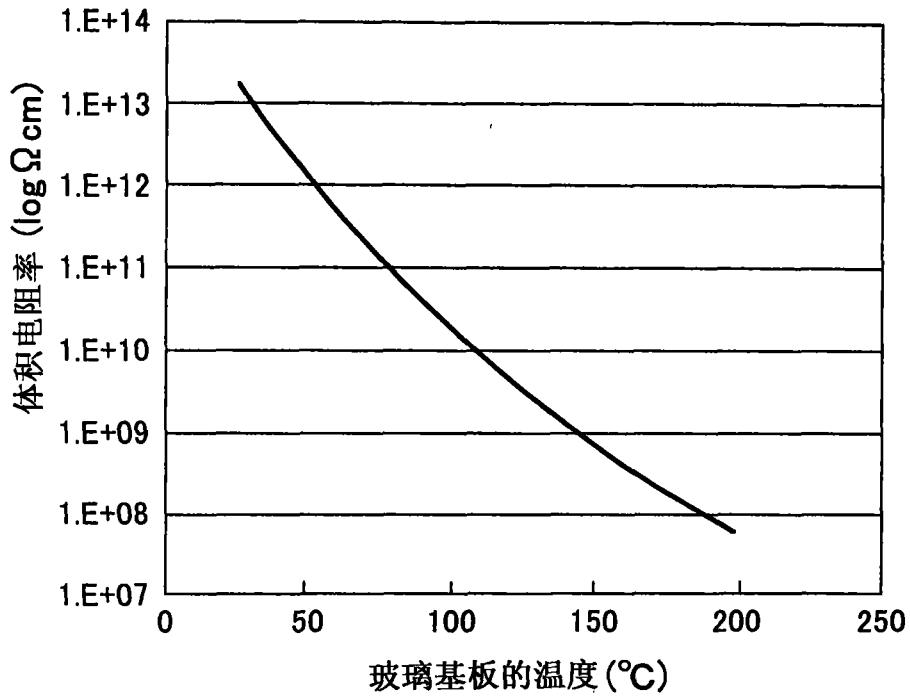


图 11(a)

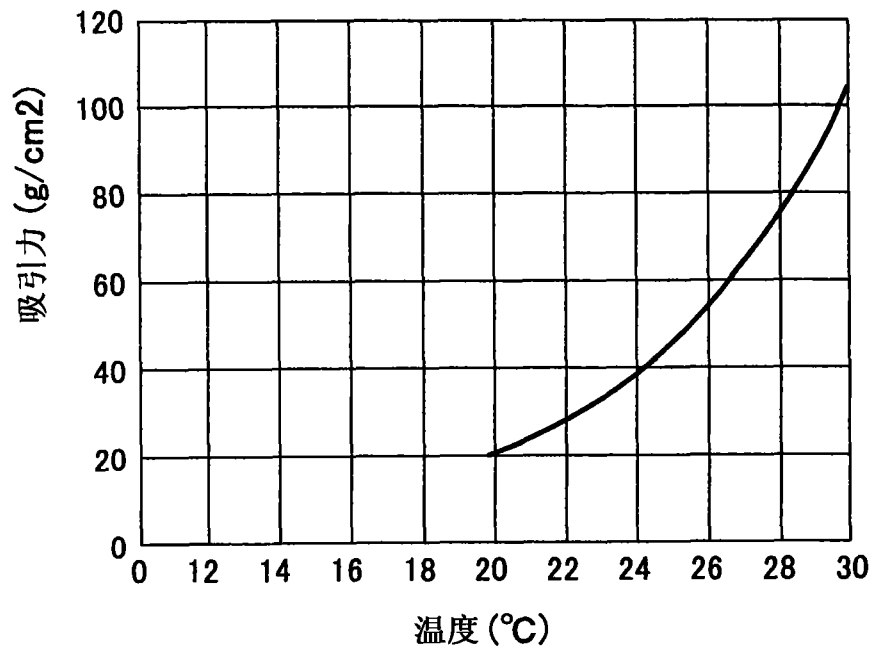


图 11(b)