

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102376513 A

(43) 申请公布日 2012. 03. 14

(21) 申请号 201110137140. X

(22) 申请日 2011. 05. 24

(30) 优先权数据

2010-179909 2010. 08. 11 JP

(71) 申请人 日新离子机器株式会社

地址 日本京都府

(72) 发明人 松本武

(74) 专利代理机构 北京信慧永光知识产权代理

有限责任公司 11290

代理人 周善来 李雪春

(51) Int. Cl.

H01J 27/02 (2006. 01)

H01J 37/08 (2006. 01)

H01J 37/34 (2006. 01)

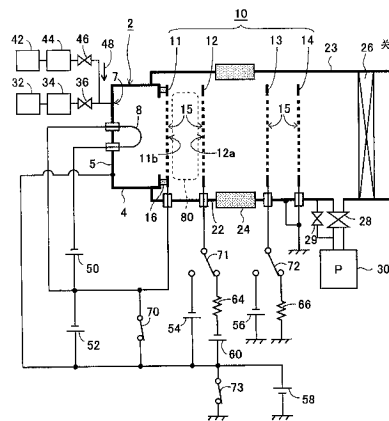
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 6 页

(54) 发明名称

离子源电极的清洗方法

(57) 摘要

本发明提供一种离子源电极的清洗方法,可以在构成离子源引出电极系统的电极的广阔区域上高速去除堆积物。代替向离子源(2)的等离子体生成部(4)中导入可电离气体并引出离子束,向构成引出电极系统(10)的第一电极(11)和第二电极(12)之间供给清洗用气体(48),在将第一电极(11)和第二电极(12)之间的气压保持在高于离子束引出时的气压的状态下,从辉光放电电源(60)向第一电极(11)和第二电极(12)之间施加电压,在两电极(11)、(12)之间使清洗用气体(48)产生辉光放电(80)。



1. 一种离子源电极的清洗方法,所述电极构成所述离子源的引出电极系统,所述离子源包括:等离子体生成部,被导入可电离气体,使所述可电离气体电离从而生成等离子体;以及所述引出电极系统,通过电场的作用,从所述等离子体生成部内的所述等离子体引出离子束,并至少包括从最靠近所述等离子体一侧起沿所述离子束的引出方向设置的第一电极以及第二电极,其特征在于,

代替将所述可电离气体导入所述等离子体生成部并引出所述离子束,至少将清洗用气体提供到构成所述引出电极系统的所述第一电极与所述第二电极之间,在将所述第一电极和所述第二电极之间的气压保持在高于所述离子束引出时的气压的状态下,在所述第一电极和所述第二电极之间施加电压,使所述第一电极和所述第二电极之间产生所述清洗用气体的辉光放电。

2. 根据权利要求1所述的离子源电极的清洗方法,其特征在于,产生所述辉光放电的电压是以离子束引出方向一侧的电极为负极侧的直流电压。

3. 根据权利要求1所述的离子源电极的清洗方法,其特征在于,产生所述辉光放电的电压为交流电压。

4. 一种离子源电极的清洗方法,所述电极构成所述离子源的引出电极系统,所述离子源包括:等离子体生成部,被导入可电离气体,使所述可电离气体电离从而生成等离子体;以及所述引出电极系统,通过电场的作用,从所述等离子体生成部内的所述等离子体引出离子束,并至少包括从最靠近所述等离子体一侧起沿所述离子束的引出方向设置的第一电极、第二电极以及第三电极,其特征在于,

代替将所述可电离气体导入所述等离子体生成部并引出所述离子束,至少将清洗用气体提供到构成所述引出电极系统的所述第二电极与所述第三电极之间,在将所述第二电极和所述第三电极之间的气压保持在高于所述离子束引出时的气压的状态下,在所述第二电极和所述第三电极之间施加电压,使所述第二电极和所述第三电极之间产生所述清洗用气体的辉光放电。

5. 根据权利要求4所述的离子源电极的清洗方法,其特征在于,产生所述辉光放电的电压是以离子束引出方向一侧的电极为负极侧的直流电压。

6. 根据权利要求4所述的离子源电极的清洗方法,其特征在于,产生所述辉光放电的电压为交流电压。

离子源电极的清洗方法

技术领域

[0001] 本发明涉及去除堆积在构成离子源引出电极系统的电极表面的堆积物的清洗方法。此外,在本说明书中,在仅称离子的情况下是指正离子。

背景技术

[0002] 当使从离子源引出离子束的运转持续进行时,在构成离子源引出电极系统的电极上会堆积(附着)堆积物。如果放置不理所述堆积物,就可能导致电极间的异常放电等故障。

[0003] 因此,作为清洗离子源电极方法的一个例子,以往提出了一种清洗方法:代替可电离气体向等离子体室内供给稀有气体,引出所述稀有气体的离子束,并且通过调整气体流量和引出电压中的任一方或者双方,调整离子束的束直径,由此,使离子束撞击堆积在电极表面的堆积物,利用溅射去除堆积物(例如参照专利文件1:日本专利公报第4374487号(0024-0028段、图1))。

[0004] 在所述以往的清洗方法中,通过使稀有气体的离子束撞击电极表面的堆积物以去除堆积物,但无论怎样调整提供到等离子体室内的稀有气体的气体流量以及在引出电极系统上施加的引出电压,堆积物被去除的区域都限定于电极的孔(离子引出孔)周围,并不能去除在该周围区域以外的区域上堆积的堆积物。因此,可以去除堆积物的区域很狭窄。

[0005] 此外,将等离子体室内的等离子体作为离子束引出并照射到各电极上的离子束的电流的上限值,理论上为离子源的最大离子束电流的程度,最大也不过数百mA左右,所以难以高速去除堆积物。

发明内容

[0006] 因此,本发明的目的是提供一种清洗方法,该清洗方法可以在构成离子源引出电极系统的电极的广阔区域上高速去除堆积物。

[0007] 本发明提供一种离子源电极的清洗方法,所述电极构成所述离子源的引出电极系统,所述离子源包括:等离子体生成部,被导入可电离气体,使所述可电离气体电离从而生成等离子体;以及所述引出电极系统,通过电场的作用,从所述等离子体生成部内的所述等离子体引出离子束,并至少包括从最靠近所述等离子体一侧起沿所述离子束的引出方向设置的第一电极以及第二电极,其特征在于,代替将所述可电离气体导入所述等离子体生成部并引出所述离子束,至少将清洗用气体提供到构成所述引出电极系统的所述第一电极与所述第二电极之间,在将所述第一电极和所述第二电极之间的气压保持在高于所述离子束引出时的气压的状态下,在所述第一电极和所述第二电极之间施加电压,使所述第一电极和所述第二电极之间产生所述清洗用气体的辉光放电。

[0008] 在所述清洗方法中,通过第一电极和第二电极之间产生的辉光放电生成清洗用气体的等离子体,并通过利用所述等离子体中的离子的溅射以及与所述等离子体中的活性粒子之间的化学反应等,去除堆积在两个电极表面上的堆积物。即,可以对两个电极进行清

洗。

[0009] 而且,因为在施加有电压的第一电极和第二电极之间的大致整体上产生所述辉光放电,所以由于辉光放电而产生等离子体一侧的电极面的大体整体都暴露在等离子体中。因此,堆积物的去除不会限定在离子引出孔的周围,而是能够去除两个电极的广阔区域上的堆积物。

[0010] 另外,可以容易地使所述辉光放电的放电电流成为大大超过离子源的最大离子束电流的值,因此与以往的清洗方法相比,可以更高速度地去除堆积物。

[0011] 本发明还提供一种离子源电极的清洗方法,所述电极构成所述离子源的引出电极系统,所述离子源包括:等离子体生成部,被导入可电离气体,使所述可电离气体电离从而生成等离子体;以及所述引出电极系统,通过电场的作用,从所述等离子体生成部内的所述等离子体引出离子束,并至少包括从最靠近所述等离子体一侧起沿所述离子束的引出方向设置的第一电极、第二电极以及第三电极,其特征在于,代替将所述可电离气体导入所述等离子体生成部并引出所述离子束,至少将清洗用气体提供到构成所述引出电极系统的所述第二电极与所述第三电极之间,在将所述第二电极和所述第三电极之间的气压保持在高于所述离子束引出时的气压的状态下,在所述第二电极和所述第三电极之间施加电压,使所述第二电极和所述第三电极之间产生所述清洗用气体的辉光放电。

[0012] 在引出电极系统至少包括第一电极、第二电极以及第三电极的情况下,代替在第一电极和第二电极之间产生辉光放电,或者与在第一电极和第二电极之间产生辉光放电进行切换,还可以在第二电极和第三电极之间产生辉光放电。由此,可以对第二电极以及第三电极进行清洗。

[0013] 产生所述辉光放电的电压可以是将离子束引出方向一侧的电极作为负极侧的直流电压,也可以是交流电压。

[0014] 按照技术方案一所述的发明,因为在构成引出电极系统的第一电极和第二电极之间产生清洗用气体的辉光放电,所以堆积物的去除不会限定在离子引出孔的周围,而是可以在两个电极的广阔区域上去除堆积物。

[0015] 而且,可以容易地使所述辉光放电的放电电流成为大大超过离子源的最大离子束电流的值,与以往的清洗方法相比可以更高速度地去除堆积物。

[0016] 按照技术方案二所述的发明,因为在构成引出电极系统的第二电极和第三电极之间产生清洗用气体的辉光放电,所以堆积物的去除不会限定在离子引出孔的周围,而是可以在两个电极的广阔区域上去除堆积物。

[0017] 另外,可以容易地使所述辉光放电的放电电流成为大大超过离子源的最大离子束电流的值,与以往的清洗方法相比可以更高速度地去除堆积物。

[0018] 按照技术方案三所述的发明,其还进一步具有下述效果。即,对于电极上的堆积物来说,在作为离子束碰撞一侧的面的正面上的堆积量远远多于与其相对的电极背面的堆积量。因此,如果将以离子束引出方向一侧的电极作为负极侧的直流电压作为产生辉光放电的电压,则通过辉光放电产生的等离子体中的离子,主要入射到负极侧的电极亦即离子束引出方向一侧的电极(在技术方案一的情况下为第二电极,在技术方案二的情况下为第三电极)的所述正面上并撞击该正面,因此可以优先去除堆积物的量较多的所述正面上的堆积物。所以,可以更高效地进行清洗。

[0019] 按照技术方案四所述的发明,其还进一步具有下述效果。即,如果将交流电压作为产生辉光放电的电压,则通过辉光放电产生的等离子体中的离子根据施加电压的极性反转,对应地入射到夹持所述辉光放电的双方的电极上并撞击它们,所以可以高效去除堆积在双方电极上的堆积物。

附图说明

[0020] 图 1 是实施本发明清洗方法的离子源装置的一个例子的示意图,表示离子束引出时的状态。

[0021] 图 2 是实施本发明清洗方法的离子源装置的一个例子的示意图,表示清洗时的状态。

[0022] 图 3 是实施本发明清洗方法的离子源装置的另一个例子的示意图,表示清洗时的状态。

[0023] 图 4 是实施本发明清洗方法的离子源装置的另一个例子的示意图,表示清洗时的状态。

[0024] 图 5 是实施本发明清洗方法的离子源装置的另一个例子的示意图,表示清洗时的状态。

[0025] 图 6 是清洗用气体导入方法的另一个例子的示意图。。

[0026] 附图标记说明

[0027] 2 离子源

[0028] 4 等离子体生成部

[0029] 10 引出电极系统

[0030] 11 第一电极

[0031] 12 第二电极

[0032] 13 第三电极

[0033] 14 第四电极

[0034] 20 离子束

[0035] 38 可电离气体

[0036] 48 清洗用气体

[0037] 60、62 辉光放电用电源

[0038] 80 辉光放电

具体实施方式

[0039] 图 1、图 2 表示实施本发明清洗方法的离子源装置的一个例子。图 1 表示离子束引出时的状态,图 2 表示清洗时的状态。

[0040] 构成所述离子源装置的离子源 2 包括:等离子体生成部 4,用于导入可电离气体 38 并使该可电离气体 38 电离从而生成等离子体 6;以及引出电极系统 10,通过电场的作用从所述等离子体生成部 4 内的等离子体 6 引出离子束 20。

[0041] 在该例子中,等离子体生成部 4 从设置在等离子体生成容器 5 内的灯丝 8 放出热电子,使所述灯丝 8 与兼做阳极的等离子体生成容器 5 之间产生放电(电弧放电),使可电

离气体 38 电离从而生成等离子体 6。灯丝 8 上连接有对其进行加热用的灯丝电源 50, 在灯丝 8 的一端与等离子体生成容器 5 之间连接有产生电弧放电用的电弧电源 52, 所述电源 52 使所述灯丝 8 的一端为负极侧。

[0042] 但是, 等离子体生成部 4 并不限于所述类型。灯丝 8 的数量也不限于图示例子中的一个。例如, 也可以设置多个灯丝 8。另外, 还可以采用通过高频放电使可电离气体 38 电离从而生成等离子体 6 的类型。

[0043] 在该例子中, 可电离气体 38 从可电离气体源 32 经过流量调节器 34、阀 36 以及气体导入口 7, 导入等离子体生成容器 5 内。

[0044] 可电离气体 38 是包含所需的掺杂剂的气体, 所述的掺杂剂例如是硼 (B)、磷 (P) 或砷 (As)。可电离气体 38 例如为氟化硼气体 (BF_3)、氢气稀释的乙硼烷气体 ($\text{B}_2\text{H}_6/\text{H}_2$)、氢气稀释的磷化氢气体 (PH_3/H_2) 或氢气稀释的砷化氢气体 (AsH_3/H_2) 等。

[0045] 在该例子中, 引出电极系统 10 包括从最靠近等离子体一侧起沿离子束引出方向配置的四个电极, 即第一电极 (也称等离子体电极) 11, 第二电极 (也称引出电极) 12, 第三电极 (也称抑制电极) 13 以及第四电极 (也称接地电极) 14。附图标记“16”表示绝缘件, 图示中省略了其他绝缘件。电极并不限于四个, 还可以是两个、三个等。第一电极 11 ~ 第四电极 14 分别具有离子引出孔 15。离子引出孔 15 例如可以是多个孔, 也可以是一个以上的狭缝。

[0046] 另外, 为了方便图示, 对构成引出电极系统 10 的第一电极 11 ~ 第四电极 14 间的间隔扩大进行了图示。在其他图中也作了相同的处理。

[0047] 等离子体生成部 4 (更具体而言是所述等离子体生成容器 5) 的前部安装有离子源室 22、23, 所述离子源室 22、23 通过真空排气装置 30 并借助阀 28 被真空排气, 引出电极系统 10 容纳在所述离子源室 22、23 内。通过绝缘件 24 使离子源室 22 与离子源室 23 之间绝缘, 使得相当于加速电源 58 的输出电压的电压绝缘。为便于离子源 2 的保养检查作业等, 在离子源室 23 中的引出电极系统 10 以及所述阀 28 的下游一侧位置上, 设置有分隔用的阀 (闸阀) 26。

[0048] 在该例子中, 引出电极系统 10 的第一电极 11 连接在所述电弧电源 52 的负极侧。在等离子体生成容器 5 与接地电位部之间连接有加速电源 58, 该加速电源 58 使等离子体生成容器 5 为正极侧, 主要用来决定离子束 20 的能量。在第二电极 12 与等离子体生成容器 5 之间连接有引出电源 54, 该引出电源 54 使第二电极 12 为负极侧, 并且借助后述的切换开关 71, 主要用来从等离子体 6 引出离子。在第三电极 13 与接地电位部之间连接有抑制电源 56, 该抑制电源 56 使第三电极 13 为负极侧, 并且借助后述的切换开关 72, 主要用于抑制来自下游侧的反流电子。第四电极 14 接地。

[0049] 所述离子源装置为了可以实施以下说明的清洗方法, 除了代替向等离子体生成部 4 中导入可电离气体 38 并引出离子束 20 以外, 还具有下述结构。

[0050] 即, 设置有清洗用气体源 42、流量调节器 44 以及阀 46, 在该例子中, 经过所述气体导入口 7, 可以向等离子体生成容器 5 内供给清洗用气体 48 (参照图 2)。通过由设置在所述位置的真空排气装置 30 进行的真空排气, 所述清洗用气体 48 经过第一电极 11 等的离子引出孔 15 扩散并供给到引出电极系统 10 的各电极之间。

[0051] 优选的是, 清洗用气体 48 使用在产生后述的辉光放电时不易在电极表面生成堆

积物的气体。例如,清洗用气体 48 为氢气、氩气等不活泼气体(也称稀有气体)或它们的混合气体。惰性气体也可以是 Ar 以外的 He、Ne、Kr、Xe。使用氢气作为清洗用气体 48 时具有下述优点,即被从电极表面去除的堆积物与氢结合生成氢化物等,通过真空排气装置 30 可以很容易地被排出到外部。

[0052] 在清洗中,为了通过真空排气装置 30 以低于在离子源室 22、23 内引出离子束时的排气速度进行排气,与所述阀 28 并联设置有与所述阀 28 相比开口面积小且流导(conductance)较小的阀 29。

[0053] 在第一电极 11 和第二电极 12 之间,以离子束引出方向一侧的电极第二电极 12 为负极侧施加直流电压,并在第一电极 11、第二电极 12 之间设置有直流的辉光放电源 60,该直流的辉光放电源 60 使清洗用气体 48 产生辉光放电 80(参照图 2)。所述辉光放电源 60 的输出电压例如为数百伏~数千伏,更具体而言为 100 伏~1 千伏左右。

[0054] 设置开关 70~73,用于在引出离子束 20 与清洗电极之间进行切换。切换开关 71 将第二电极 12 在引出电源 54 一侧与隔着电阻器 64 的辉光放电源 60 一侧之间切换。切换开关 72 将第三电极 13 在抑制电源 56 一侧与隔着电阻器 66 的接地侧之间切换。

[0055] 开关 70、73 用于将等离子体生成容器 5、第一电极 11 等接地。另外,在闭合开关 70、73 时,当然应将电源 52、58 的输出电压预置为 0。

[0056] 图 1 表示引出离子束 20 时的状态。在该情况下,将阀 26 打开。而后,关闭阀 29 并且打开阀 28,通过真空排气装置 30 将离子源室 22、23 内真空排气。关闭阀 46 并且打开阀 36,向等离子体生成容器 5 内导入可电离气体 38。打开开关 70、73,将切换开关 71 切换至引出电源 54 一侧,将切换开关 72 切换至抑制电源 56 一侧。

[0057] 通过这样做,在等离子体生成部 4(更具体而言为所述等离子体生成容器 5)内使可电离气体 38 电离从而生成等离子体 6,可以从所述等离子体 6 通过引出电极系统 10 引出离子束 20。

[0058] 图 2 表示进行电极清洗时的状态。在该情况下,阀 26 关闭。而且,关闭阀 28 并且打开阀 29,通过真空排气装置 30 将离子源室 22、23 内以较小排气速度排气。并且,关闭阀 36 代之以打开阀 46,向等离子体生成容器 5 内导入清洗用气体 48。通过这样做,如前所述,导入等离子体生成容器 5 内的清洗用气体 48 至少被供给到第一电极 11 和第二电极 12 之间。此时,对等离子体生成容器 5 内导入的清洗用气体 48 的流量、真空排气装置 30 的排气速度等进行调整,将第一电极 11 和第二电极 12 之间的气压保持在高于离子束引出时的气压(例如小于 1Pa)。更具体而言,保持在适合清洗用气体 48 产生辉光放电 80 的气压。例如,保持在 1Pa~1000Pa 左右。

[0059] 另外,将切换开关 71 切换至辉光放电源 60 一侧(具体而言电阻器 64 一侧),并且闭合开关 70,以第二电极 12 为负极侧,从辉光放电源 60 对第一电极 11 和第二电极 12 之间施加直流电压,在第一电极 11、第二电极 12 之间使清洗用气体 48 产生辉光放电(直流辉光放电)80。而且,将切换开关 72 切换至电阻器 66 一侧,并且闭合开关 73。

[0060] 通过在所述第一电极 11 和第二电极 12 之间产生的辉光放电 80 生成清洗用气体 48 的等离子体,利用该等离子体中的离子的溅射以及与该等离子体中的自由基等活性粒子的化学反应,堆积在第一电极 11、第二电极 12 表面的堆积物被去除。即,可以对第一电极 11、第二电极 12 进行清洗。

[0061] 而且,因为在施加有电压的第一电极 11 和第二电极 12 之间的大体整体上产生所述辉光放电 80,所以因辉光放电 80 而产生的等离子体一侧的电极面(即第一电极 11 的背面 11b 以及第二电极 12 的正面 12a)的大体整体暴露在等离子体中。因此,堆积物的去除不是限定于离子引出孔 15 的周围,而是可以在第一电极 11、第二电极 12 的广阔区域上去除堆积物。

[0062] 此外,可以很容易地使辉光放电 80 的放电电流成为大大超过离子源的最大离子束电流的值,所以与以往的清洗方法相比,可以更高速度地去除堆积物。

[0063] 更具体地说,辉光放电等离子体的密度越高,所述等离子体中的离子以及活性粒子的密度就变得越高,因此堆积物的去除速度变得越快。因此,作为等离子体密度指标的辉光放电电流越大,堆积物的去除速度越快。例如,根据使用用于制造平板显示器(FPD)的离子掺杂装置用的离子源装置所作的实验,在利用前述的相当于以往的清洗方法使离子束撞击第二电极 12 时,其离子束电流不过为 200mA 左右。与此相对,利用本发明的清洗方法时,辉光放电电流可以达到 2000mA。

[0064] 可是,对于第一电极 11、第二电极 12 上的堆积物来说,在朝向离子束一侧的正面 12a 上的堆积量远远多于与其相对的电极 11 的背面 11b 上的堆积量。因此,如图 2 表示的例子所示,如果将使作为离子束引出方向一侧电极的第二电极 12 为负极侧的直流电压作为产生辉光放电 80 的电压,则因辉光放电 80 而产生的等离子体中的离子,主要入射到负极侧的电极亦即第二电极 12 的正面 12a 上并撞击该正面 12a,因此可以优先去除堆积物的堆积量较多的所述正面 12a 上的堆积物。所以,可以更高效地进行清洗。

[0065] 另外,如果如图 2 的例子所示的那样供给清洗用气体 48,则虽然具有可以与可电离气体 38 共用气体导入口 7 的优点,但为了向第一电极 11 和第二电极 12 之间供给清洗用气体 48,也可以如图 6 所示的例子那样,从离子源室 22(或离子源室 23)的壁面向其内部导入清洗用气体 48。图 3~图 5 所示各例的情况也相同。

[0066] 此外,为将第一电极 11 和第二电极 12 之间的气压调整到适合产生辉光放电 80 的条件,如图 2 所示的例子那样,关闭阀 26、28,并经阀 29 通过真空排气装置 30 以较小的排气速度进行排气,这样做在实际上虽然是优选的,但是也可以使用该方法以外的方法调整第一电极 11 和第二电极 12 之间的气压。

[0067] 如果在第一电极 11、第二电极 12 上存在堆积物的状态下产生辉光放电 80,则第一电极 11、第二电极 12 之间容易产生异常放电,这有时成为造成辉光放电源 60 产生故障的原因。因此,如图 2 所示的例子那样,优选的是串联设置所述电阻器 64,这样,可以利用电阻器 64 抑制异常放电时电流的急剧增加。即,电阻器 64 起到限流电阻的作用。

[0068] 如果通过切换开关 72 使第三电极 13 接地,则从辉光放电源 60 向第二电极 12 和第三电极 13 之间也施加有电压。因此,为了优先在第一电极 11、第二电极 12 间产生辉光放电 80,如图 2 所示的例子那样,优选的是通过高电阻值的电阻器 66 将第三电极 13 接地。这样,假设第二电极 12 与第三电极 13 之间产生等离子体时,该等离子体中的、比离子移动性更高的电子大量入射到第三电极 13 上并使第三电极 13 带负电,结果由于第二电极 12 与第三电极 13 之间的电位差降低,因此可以抑制在第二电极 12、第三电极 13 之间产生等离子体。

[0069] 如图 3 所示的例子那样,还可以代替设置所述辉光放电源 60,而采用利用切

换开关 71 并通过电阻器 64 将第二电极 12 连接在引出电源 54 上的结构,从而使引出电源 54 兼做产生辉光放电 80 用的电源。这样,不必追加辉光放电专用的电源,就可以进行所述的清洗。在该情况下,辉光放电电流受限于引出电源 54 的最大输出电流。

[0070] 另外,如图 4 所示的例子那样,还可以代替设置所述直流的辉光放电用电源 60,而设置交流的辉光放电用电源 62,通过施加交流电压产生所述辉光放电 80(此时为交流辉光放电)。

[0071] 当使用交流电压作为产生辉光放电 80 的电压时,由于通过辉光放电 80 产生的等离子体中的离子,与施加电压的极性反转相对应,入射到夹持所述辉光放电 80 的第一电极 11、第二电极 12 的双方上并撞击它们,因此,可以高效地去除堆积在第一电极 11、第二电极 12 的双方上的堆积物,亦即可以高效地去除堆积在作为离子束引出方向侧的电极的第二电极 12 的正面 12a 以及与其相对的第一电极 11 的背面 11b 双方上的堆积物。

[0072] 此外,由于交流的辉光放电用电源 62 通常以变压器为主体构成,比使用半导体元件的直流电源更不易发生故障,所以具有即使第一电极 11、第二电极 12 之间产生异常放电也不易发生故障的优点。

[0073] 所述各清洗方法是在第一电极 11 和第二电极 12 之间产生辉光放电 80 的清洗方法,因此只要引出电极系统 10 至少具有第一电极 11 以及第二电极 12 就可以使用。

[0074] 另外,由于第三电极 13 比第二电极 12 更处于下游一侧,所以伴随引出离子束,向第三电极 13 堆积的堆积物的堆积量比向第二电极 12 的堆积量更少,与使第一电极 11 和第二电极 12 之间产生辉光放电 80 的所述清洗方法相同,也可通过使第二电极 12 和第三电极 13 之间产生辉光放电 80,对第二电极 12、第三电极 13 进行清洗。

[0075] 参照图 5 说明所述清洗方法的一个例子。以与图 2 示例的不同点为主进行说明,所述辉光放电用电源 60 以及电阻器 64 连接在切换开关 72 的一侧,当进行清洗时将切换开关 72 切换至辉光放电用电源 60 一侧(具体而言电阻器 64 一侧)。而且,设置将第二电极 12 接地的开关 74,在进行清洗时将该开关 74 闭合。此时,当然应将引出电源 54 的输出电压预置为 0。

[0076] 清洗用气体 48 可以如图 2 所示的例子那样导入等离子体生成容器 5,也可以如图 6 所示的例子那样从离子源室 22(或离子源室 23)的壁面导入其内部。这样,清洗用气体 48 至少被供给到第二电极 12 和第三电极 13 之间,在第二电极 12 与第三电极 13 之间的气压保持在高于前述的离子束引出时的气压的状态下,从辉光放电用电源 60 向第二电极 12 和第三电极 13 之间施加直流电压,使第二电极 12、第三电极 13 之间的清洗用气体 48 产生辉光放电 80。

[0077] 由此,通过与图 2 所示例子的情况相同的作用,堆积物的去除不是限定于离子引出孔 15 的周围,而是可以在第二电极 12、第三电极 13 的广阔区域上去除堆积物。

[0078] 而且,可以容易地使所述辉光放电 80 的放电电流成为大大超过离子源的最大离子束电流的值,所以与以往的清洗方法相比,可以更高速度地去除堆积物。

[0079] 另外,如果将使作为离子束引出方向一侧的电极的第三电极 13 为负极侧的直流电压作为产生辉光放电 80 的电压,则由于辉光放电 80 而产生的等离子体中的离子主要入射到负极侧的电极即第三电极 13 的正面 13a 上并撞击该正面 13a,因此可以将堆积有大量堆积物的所述正面 13a 的堆积物优先去除。因此,可以更高效地进行清洗。

[0080] 不过,与图 4 所示的例子相同,还可以代替直流的辉光放电用电源 60 设置交流的辉光放电用电源 62。通过这样做,可以高效地去除堆积在第二电极 12、第三电极 13 双方上的堆积物,亦即可以高效地去除堆积在作为离子束引出方向一侧的电极的第三电极 13 正面 13a 以及与其相对的第二电极 12 的背面 12b 双方上的堆积物。

[0081] 在引出电极系统至少包括第一电极 11、第二电极 12 以及第三电极 13 时,(a) 可以如图 2 等所示的例子那样,在第一电极 11 和第二电极 12 之间产生辉光放电 80,(b) 也可以如图 5 所示的例子那样在第二电极 12 和第三电极 13 之间产生辉光放电 80,(c) 还可以通过使用所述开关等对辉光放电用电源 60、62 等的连接进行适当切换,在所述 (a) 的辉光放电(清洗)与所述 (b) 的辉光放电(清洗)之间进行切换。

[0082] 另外,由于向第四电极 14 堆积的堆积物的量通常较少,尽管清洗第四电极 14 的必要性不大,但根据需要,也可以与所述的相同,向第三电极 13 和第四电极 14 之间供给清洗用气体 48 并且施加辉光放电用的电压,使第三电极 13、第四电极 14 之间产生辉光放电从而进行清洗。

[0083] 清洗完成后,通过返回图 1 所示的状态,可以引出离子束 20。

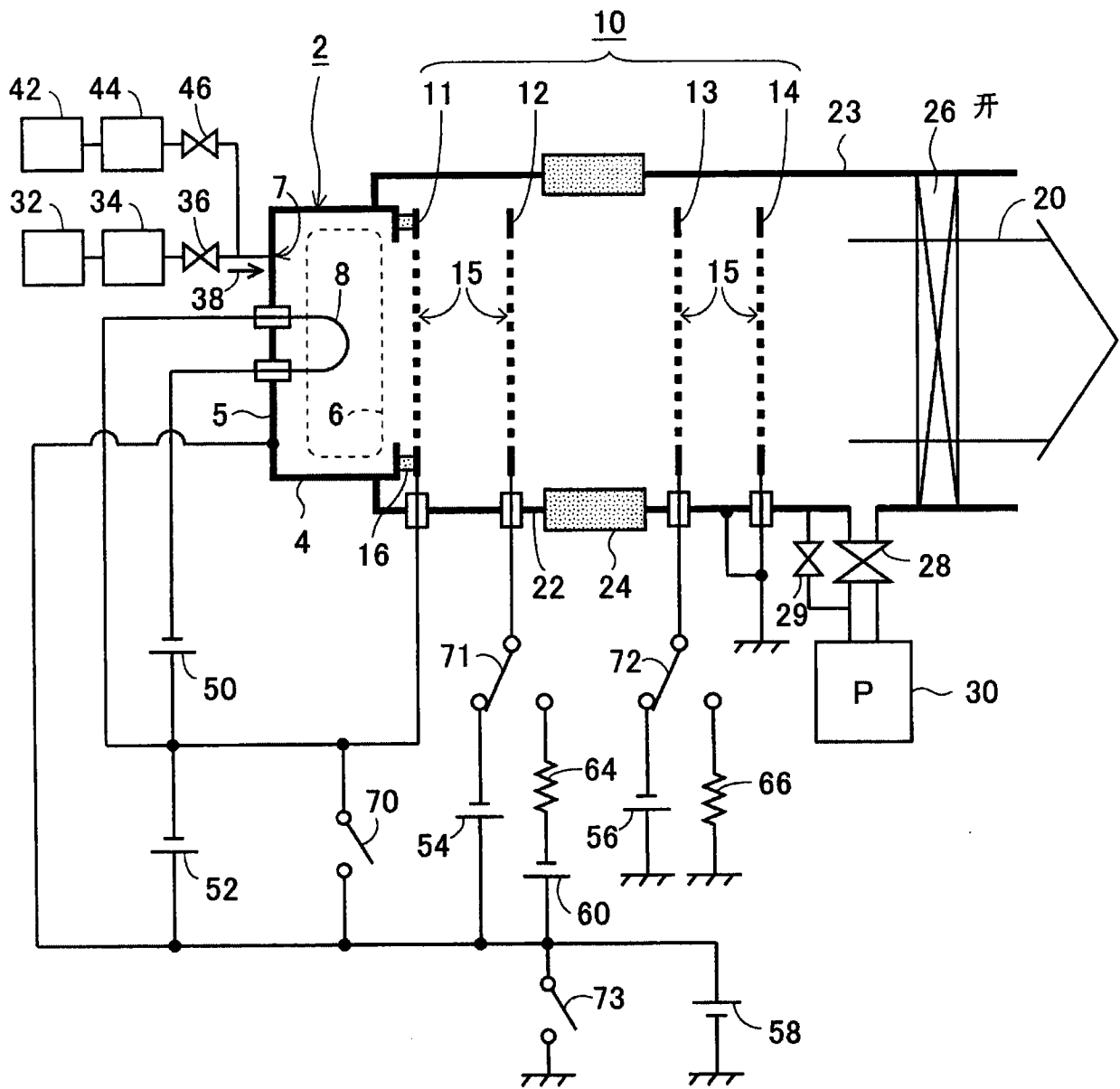


图 1

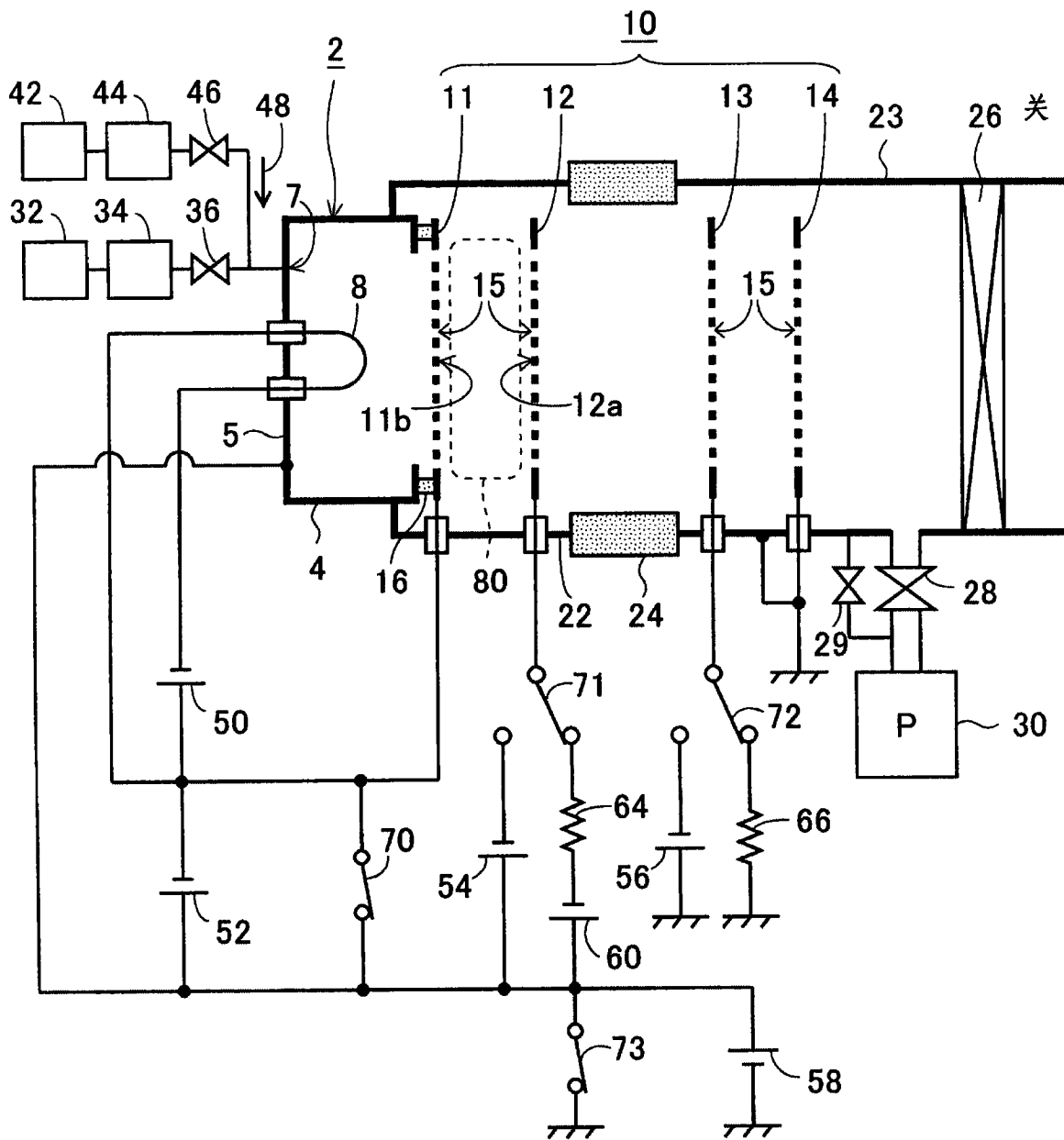


图 2

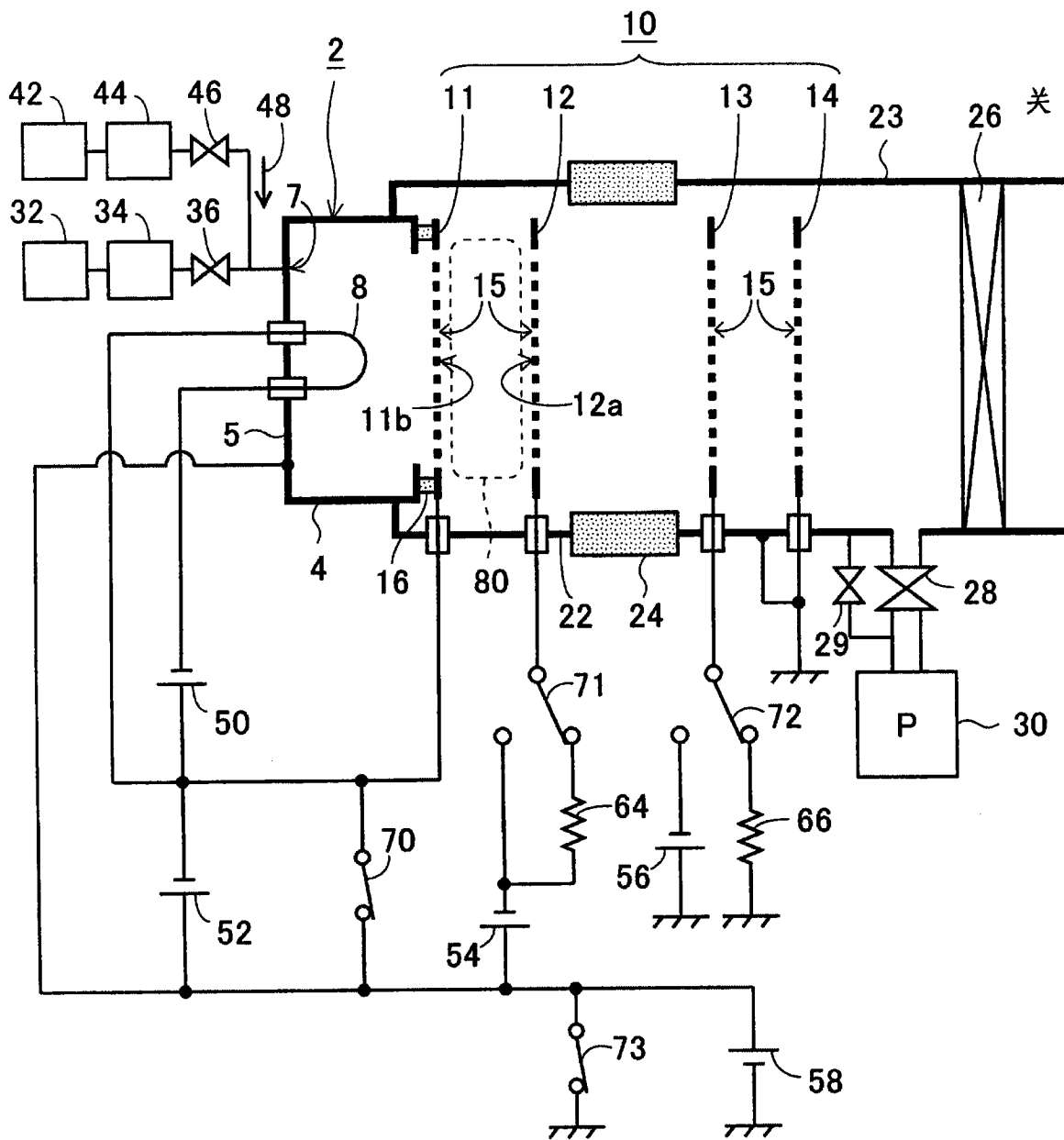


图 3

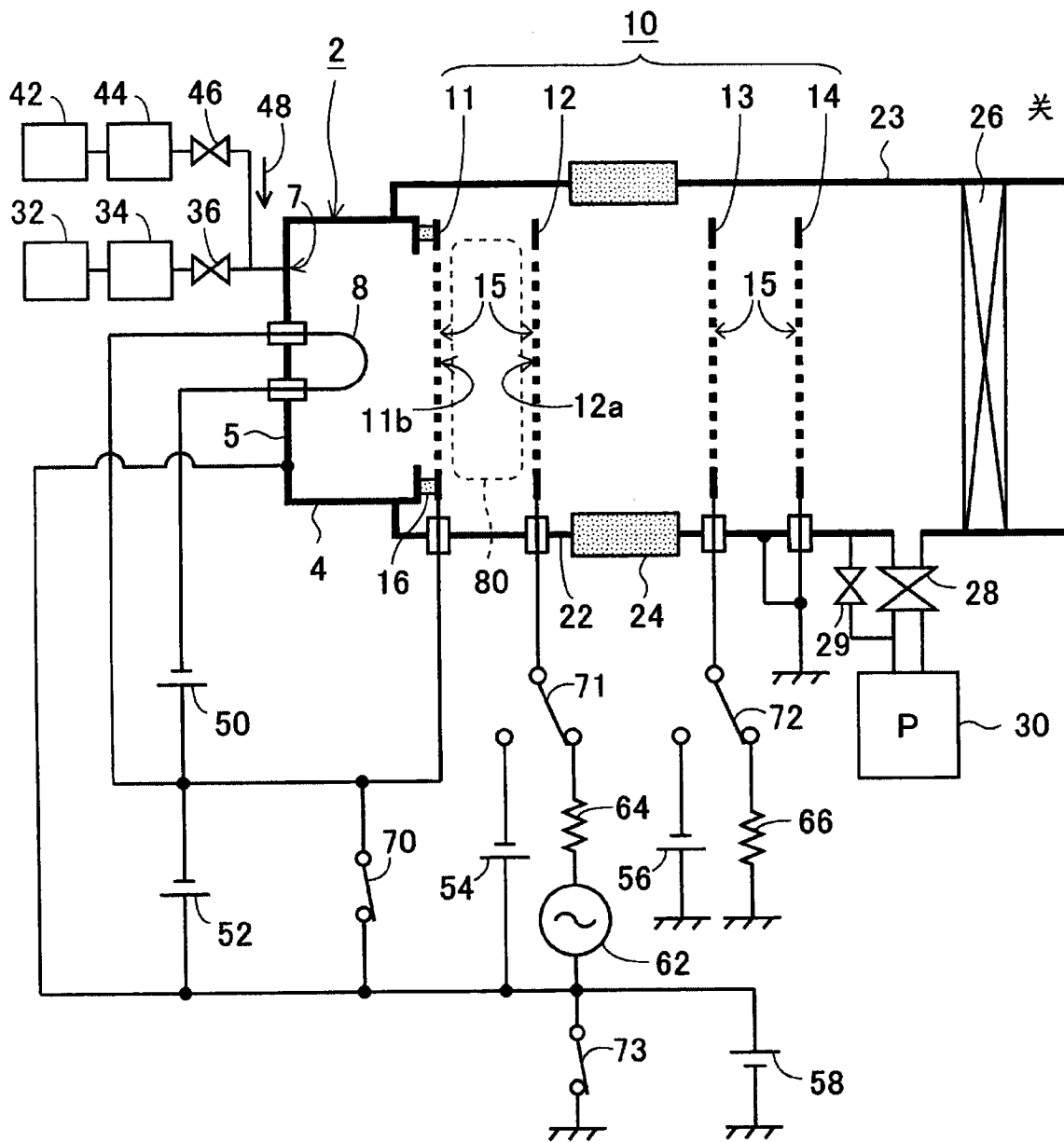


图 4

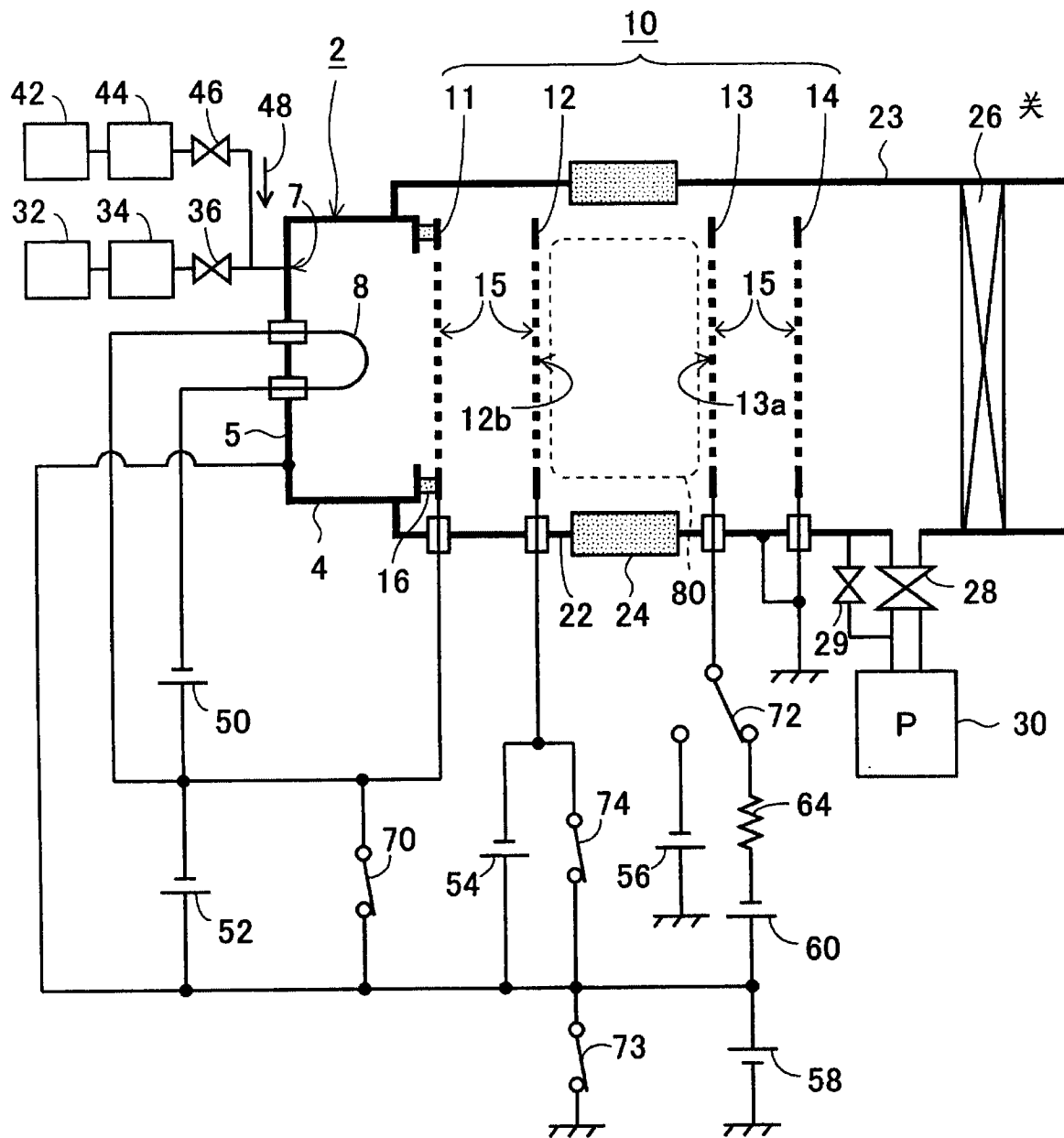


图 5

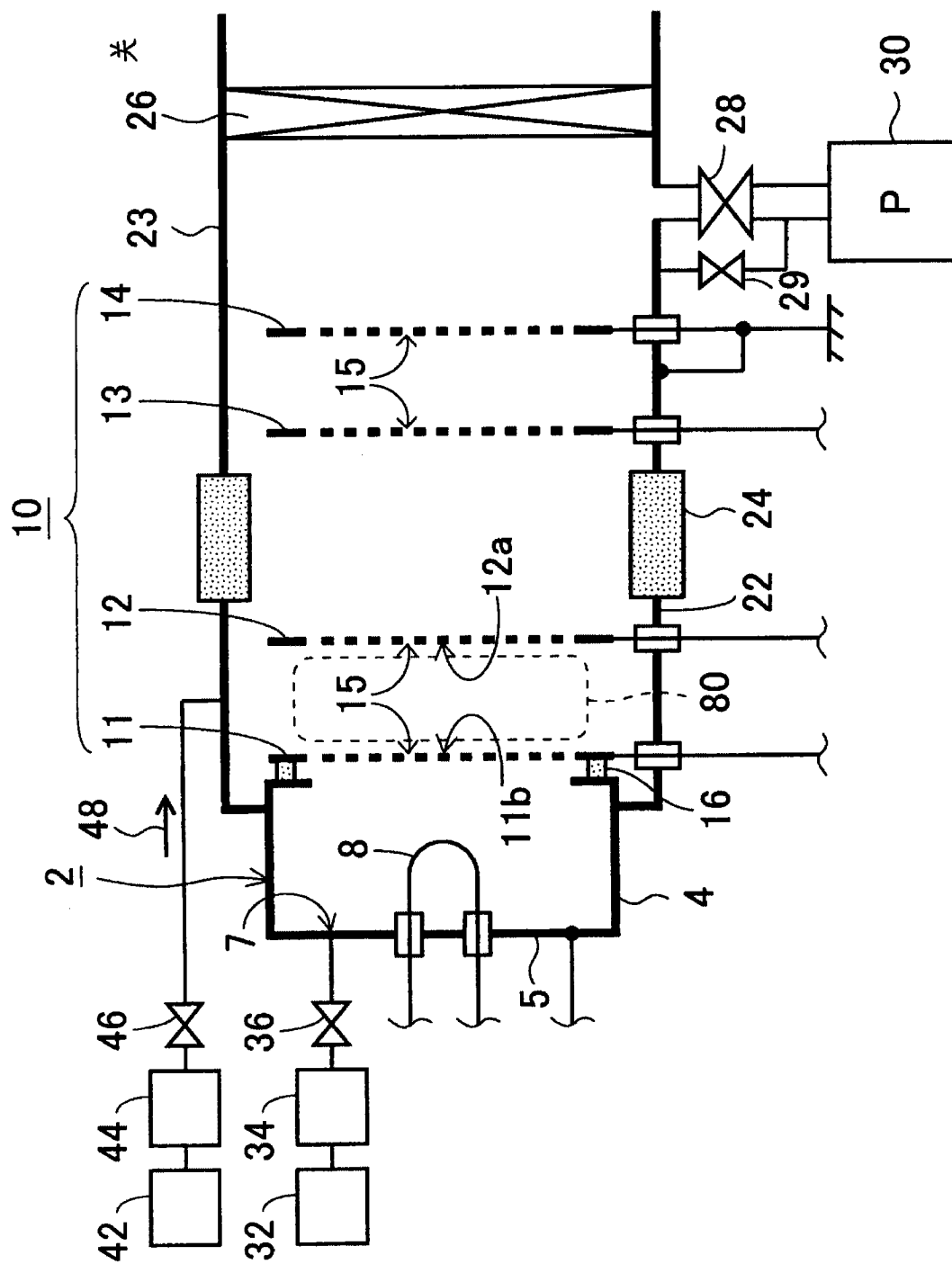


图 6