

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710037442.3

[51] Int. Cl.

H01L 21/00 (2006.01)  
H01L 21/3065 (2006.01)  
H01L 21/311 (2006.01)  
H01L 21/3213 (2006.01)  
G05B 19/04 (2006.01)  
F04D 15/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009年11月18日

[11] 授权公告号 CN 100561663C

[51] Int. Cl. (续)

F04D 15/02 (2006.01)

[22] 申请日 2007.2.12

[21] 申请号 200710037442.3

[73] 专利权人 中芯国际集成电路制造(上海)有限公司

地址 201203 上海市浦东新区张江路18号

[72] 发明人 段海东 赖力彰 肖方 张正荣

[56] 参考文献

US2004/0035449A1 2004.2.26

US6612316B2 2003.9.2

审查员 全宇军

[74] 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

代理人 逯长明

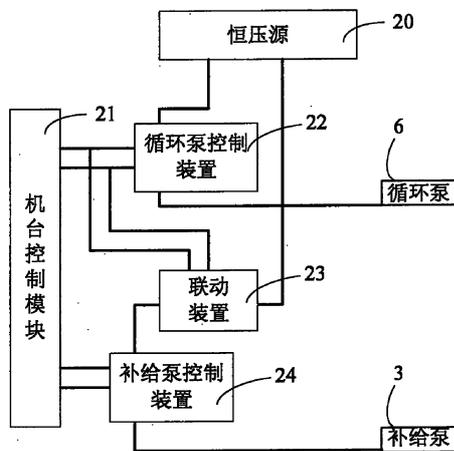
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

[54] 发明名称

湿法蚀刻装置

[57] 摘要

本发明公开了一种湿法蚀刻装置，包括用以输送蚀刻混合液的循环泵和用以补充蚀刻反应化学品的补给泵，还包括联动控制系统，根据湿法蚀刻装置系统的提示控制循环泵关闭时，关闭补给泵。本发明湿法蚀刻装置通过联动控制系统控制循环泵和补给泵，从而当系统发现蚀刻装置出现故障停止循环泵工作时，补给泵也停止工作，避免造成晶圆损坏。



1. 一种湿法蚀刻装置，包括用以输送蚀刻混合液的循环泵和用以补充蚀刻反应化学品的补给泵，其特征在于，还包括联动控制系统，根据湿法蚀刻装置系统的提示控制循环泵关闭时，关闭补给泵，所述联动控制系统包括，

补给泵控制装置，根据机台控制模块的控制信号开启或关闭，并在开启时接收联动装置传送的电压信号发送给补给泵来启动补给泵；

循环泵控制装置，根据机台控制模块的控制信号开启或关闭，并在开启时接收恒压源发送的电压信号发送给循环泵来启动循环泵；

联动装置，与循环泵控制装置并联于机台控制模块，根据机台控制模块的控制信号开启或关闭，并在开启时接收恒压源发送的电压信号向补给泵控制装置传送；

恒压源，用于向循环泵控制装置和联动装置提供启动循环泵和补给泵的电压信号；

机台控制模块，根据湿法蚀刻装置系统的提示发送控制信号来控制补给泵控制装置、循环泵控制装置和联动装置开启或关闭。

2. 如权利要求 1 所述的湿法蚀刻装置，其特征在于，所述补给泵控制装置、循环泵控制装置和联动装置为继电器开关。

3. 如权利要求 2 所述的湿法蚀刻装置，其特征在于，所述继电器开关包括电磁线圈、连接于电磁线圈上的接收端、与接收端对应的控制端和位于控制端上受电磁线圈吸引将接收端和控制端连通的活动金属弹片，所述电磁线圈通电后产生磁性将金属弹片吸引到电磁线圈上，使得接收端和控制端连通，继电器开关闭合。

4. 如权利要求 1 所述的湿法蚀刻装置，其特征在于，所述电压信号为 24V 电压信号。

---

5. 如权利要求 1 所述的湿法蚀刻装置, 其特征在于, 所述控制信号为 5V 的控制电压。

## 湿法蚀刻装置

## 技术领域

本发明涉及对晶圆进行湿法蚀刻的湿法蚀刻装置。

## 背景技术

在半导体工艺中，完成了显影检验步骤后，掩膜版的图案就被固定在光刻胶上并准备进行蚀刻，在蚀刻后，图案就会被永久地转移到晶圆的表层。所述蚀刻是通过光刻胶暴露区域来去掉晶圆最表层的工艺。蚀刻工艺主要有两大类：湿法蚀刻和干法蚀刻。两种方法的主要目标是将光刻掩膜版上的图案精确地转移到晶圆的表面，其他蚀刻工艺的目标包括一致性、边缘轮廓控制、选择性、洁净度和所有权成本最低化。其中，湿法蚀刻是将晶圆沉浸于装有蚀刻剂的反应槽中过一定时间，使得蚀刻剂与晶圆表面层产生化学反应将表面层去除。目前，主要有硅湿法蚀刻、二氧化硅湿法蚀刻、铝膜湿法蚀刻、淀积氧化物湿法蚀刻和氮化硅湿法蚀刻几种湿法蚀刻工艺。

授权公告号为 CN1257533C 的中国专利公开了一种湿法蚀刻装置，通过一个可编程逻辑控制器控制清洁液存储槽对过滤器进行自动水洗，以避免操作错误，提高产品的生产合格率。然而对于一些比较特殊的湿法蚀刻工艺，例如氮化硅湿法蚀刻工艺，通过将水作为反应物质，磷酸作为催化剂，与晶圆表面的钝化层氮化硅进行反应达到去除氮化硅的目的。反应式如下：
$$\text{Si}_3\text{N}_4 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{(\text{H}_3\text{PO}_4)} 3\text{SiO}_2 + 4\text{NH}_3 \uparrow$$
。这个蚀刻过程是先将磷酸与通过补给泵输送的水在缓冲槽中混合，再依次通过循环泵、加热器和过滤器将经加热的混合液输送到反应槽中。但当湿法蚀刻装置发现有漏液情况时，会报警并停止循环泵的工作，此时由于控制湿法蚀刻装置的软件设计缺陷，补给泵仍在工作，这样的话，大量的水就会滞留于缓冲槽中而无法进入反应槽。一旦循环泵重新开始工作，大量的水没有与磷酸充分混合就会加热后涌入反应

槽中，水会剧烈沸腾，造成晶圆损坏。

## 发明内容

本发明解决的问题是避免由于控制湿法蚀刻装置的软件设计缺陷而导致当湿法蚀刻装置的循环泵停止工作时，补给泵仍继续工作造成晶圆的损坏。

为解决上述问题，本发明提供了一种湿法蚀刻装置，包括用以输送蚀刻混合液的循环泵和用以补充蚀刻反应化学品的补给泵，还包括联动控制系统，根据湿法蚀刻装置系统的提示控制循环泵关闭时，关闭补给泵。

所述联动控制系统包括，补给泵控制装置，根据机台控制模块的控制信号开启或关闭，并在开启时接收联动装置传送的电压信号发送给补给泵来启动补给泵；循环泵控制装置，根据机台控制模块的控制信号开启或关闭，并在开启时接收恒压源发送的电压信号发送给循环泵来启动循环泵；联动装置，与循环泵控制装置并联于机台控制模块，根据机台控制模块的控制信号开启或关闭，并在开启时接收恒压源发送的电压信号向补给泵控制装置传送；恒压源，用于向循环泵控制装置和联动装置提供启动循环泵和补给泵的电压信号；机台控制模块，根据湿法蚀刻装置系统的提示发送控制信号来控制补给泵控制装置、循环泵控制装置和联动装置开启或关闭。

与现有技术相比，本发明具有以下优点：本发明湿法蚀刻装置通过联动控制系统控制循环泵和补给泵，从而当湿法蚀刻装置的循环泵停止工作时，补给泵也停止工作，避免造成晶圆损坏。

## 附图说明

图1是本发明实施例湿法蚀刻装置示意图；

图2是本发明实施例湿法蚀刻装置的联动控制系统示意图；

图3是本发明实施例湿法蚀刻装置的联动控制系统的继电器开关闭合时

的示意图。

### 具体实施方式

本发明在于通过联动控制系统控制循环泵和补给泵的工作，使得循环泵关闭时，补给泵也关闭，从而避免造成晶圆损坏。

为了使得本发明的技术方案更加清楚，下面通过具体的实施例并结合对于晶圆进行氮化硅湿法蚀刻的工艺来详细说明本发明湿法蚀刻装置。

如图1所示，本实施例湿法蚀刻装置包括，

第一补给单元1，用以存储进行氮化硅湿法蚀刻所用的反应物，例如水；

第二补给单元2，用以存储进行氮化硅湿法蚀刻的催化剂，例如磷酸；

缓冲槽4，与第一补给单元1和第二补给单元2连通，用以混合第一补给单元1和第二补给单元2输送的反应物和催化剂形成蚀刻混合溶液；

循环泵6，与缓冲槽4连通，用以输送缓冲槽4内的蚀刻混合溶液；

加热器7，与循环泵6连通，用以加热循环泵6输送的蚀刻混合溶液；

过滤器8，与加热器7连通，用以过滤经加热的蚀刻混合溶液；

反应槽5，与过滤器8连通，用以接收过滤器8输送的加热的蚀刻混合溶液与晶圆进行化学反应来对晶圆进行湿法蚀刻；

补给泵3，位于第一补给单元1和缓冲槽4之间，用以在湿法蚀刻反应中根据需要将第一补给单元1内的反应物向缓冲槽4补充，例如，经过一段时间的湿法蚀刻反应，蚀刻混合溶液消耗，就需要通过补给泵3向缓冲槽4补充反应物；

第一阀门9，位于第一补给单元1缓冲槽4之间，当湿法蚀刻反应开始后，用以控制第一补给单元1向缓冲槽4输送反应物；

第二阀门 10，位于第二补给单元 2 和缓冲槽 4 之间，当湿法蚀刻反应开始后，用以控制第二补给单元 2 向缓冲槽 4 输送催化剂。

本实施例湿法蚀刻装置系统仍采用原有的软件进行系统控制。当要对于晶圆进行氮化硅湿法蚀刻时，系统提示第一阀门 9 打开，控制第一补给单元向缓冲槽 4 内输送水，而系统还会提示第二阀门 10 打开，控制第二补给单元 2 向缓冲槽 4 内输送磷酸，使得磷酸与水在缓冲槽 4 内进行混合。之后，系统控制循环泵 6 抽取缓冲槽 4 内的水与磷酸的混合液输送到加热器 7 中进行加热。接着，系统控制过滤器 8 将加热器 7 输送的经过加热的水与磷酸的混合液进行过滤，再输送到反应槽 5 内。而反应槽 5 则存储不断输送过来的水与磷酸的加热混合液，并且由于反应槽 5 与缓冲槽 4 的顶部是相通的，当反应槽 5 内的水与磷酸的加热混合液溢出时，也会继续和缓冲槽 4 内的水与磷酸的混合液混合。这样，水与磷酸就会达到充分混合，并且由于缓冲槽 4 内的水与磷酸的混合液温度较低，而反应槽 5 内的水与磷酸的加热混合液温度较高，两相混合之下，混合液的温度就会处于 150 摄氏度 - 180 摄氏度之间，一般在 150 摄氏度、165 摄氏度、180 摄氏度。通常，晶圆处于这样的混合状态和温度的混合液的环境中，能够较好地被蚀刻，而当湿法蚀刻反应持续一段时间之后，蚀刻混合液因与晶圆进行化学反应而会消耗掉一些，这时候系统就会控制补给泵 3 抽取第一补给单元 1 内的水向缓冲槽 4 补充。

对于整个蚀刻过程来说，与晶圆进行蚀刻反应的蚀刻溶液的稳定也是很重要的。而为了保持蚀刻溶液的稳定，就需要对于输送蚀刻反应所需化学试剂的补给泵 3 和循环泵 6 进行有效控制。上述的系统对于补给泵 3 和循环泵 6 的控制也是通过一个相应的控制系统来实现的，如图 2 所示为本实施例湿法蚀刻装置中用来控制补给泵 3 和循环泵 6 的联动控制系统的示意图，包括，

补给泵控制装置 24，根据机台控制模块 21 的控制信号开启或关闭，并在开启时接收联动装置 23 传送的电压信号传送给补给泵 3 来启动补给泵 3；

循环泵控制装置 22, 根据机台控制模块 21 的控制信号开启或关闭, 并在开启时接收恒压源 20 发送的电压信号传送给循环泵 6 来启动循环泵 6;

联动装置 23, 与循环泵控制装置 22 并联于机台控制模块 21, 根据机台控制模块 21 的控制信号开启或关闭, 并在开启时接收恒压源 20 发送的电压信号向补给泵控制装置 24 传送;

恒压源 20, 用于向循环泵控制装置 22 和联动装置 23 提供启动循环泵和补给泵的电压信号;

机台控制模块 21, 根据湿法蚀刻装置系统的提示发送控制信号来控制补给泵控制装置 24、循环泵控制装置 22 和联动装置 23 开启或关闭。

其中, 所述循环泵控制装置 22 可以是一个继电器开关。如图 3 所示, 所述继电器开关包括电磁线圈、连接于电磁线圈上的接收端、与接收端对应的控制端和位于控制端上受电磁线圈吸引将接收端和控制端连通的活动金属弹片。电磁线圈的两端分别接于机台控制模块 21 上, 接收端接于恒压源 20 上, 控制端接于循环泵 6 上。结合上述对于湿法蚀刻反应的说明, 当对于晶圆进行氮化硅湿法蚀刻的过程中需要循环泵 6 工作时, 湿法蚀刻装置系统会提示机台控制模块 21 向循环泵控制装置 22 提供 5V 的电压作为控制信号控制循环泵控制装置 22 开启。另一方面, 恒压源 20 在湿法蚀刻装置启动时就因湿法蚀刻装置系统的控制而保持 24V 的电压输出, 直到湿法蚀刻装置关闭时才会停止电压输出。因此, 当循环泵控制装置 22 开启时, 就会将恒压源输送的 24V 电压信号传送给循环泵 6, 从而启动循环泵 6 进行输送蚀刻混合溶液的工作。而机台控制模块 21 控制循环泵控制装置 22 的具体过程如下, 循环泵控制装置 22 的电磁线圈接收机台控制模块 21 提供的 5V 电压, 从而电磁线圈被通电后会在电磁效应下产生磁场, 会将控制端上的活动金属弹片吸引过来, 从而将接收端和控制端连通, 使得接收端接收的 24V 电压信号通过金属弹片输送

到控制端，从而将 24V 电压信号传送给循环泵 6。对于湿法蚀刻反应来说，为了使得反应物和催化剂的充分混合，一般循环泵 6 是保持一直工作的状态的，因而湿法蚀刻装置系统也会控制机台控制模块 21 持续向循环泵控制装置 22 提供电压。相应地，当湿法蚀刻反应结束后，湿法蚀刻装置系统也会提示机台控制模块 21 停止向循环泵控制装置 22 提供电压，循环泵控制装置 22 的电磁线圈就不会产生磁场，金属弹片断开接收端和控制端间的通路，从而向循环泵 6 的 24V 电压信号传送通路也断开，循环泵 6 停止工作。

所述联动装置 23 也可以是一个继电器开关。同样如图 3 所示，所述继电器开关包括电磁线圈、连接于电磁线圈上的接收端、与接收端对应的控制端和位于控制端上受电磁线圈吸引将接收端和控制端连通的活动金属弹片。电磁线圈的两端与循环泵控制装置 22 的电磁线圈的两端并联于机台控制模块 21 上，接收端接于恒压源 20 上，控制端接于补给泵控制装置 24 上。结合上述对于湿法蚀刻反应的说明，当湿法蚀刻装置系统提示机台控制模块 21 向循环泵控制装置 12 提供 5V 的电压作为控制信号控制循环泵控制装置 22 开启时，联动装置 23 也同时接收到了 5V 的电压而开启。另一方面，如上所述的，恒压源 20 已经处于 24V 的电压输出状态。因此，当联动装置 23 开启时，会将 24V 的电压信号向补给泵控制装置 24 进行传送。而联动装置 23 的开启过程也与循环泵控制装置 22 相同，当电磁线圈被通电后，在电磁效应下产生磁场，会将控制端上的活动金属弹片吸引过来，从而将接收端和控制端连通，使得接收端接收的 24V 电压信号通过金属弹片输送到控制端，从而联动装置 23 向补给泵控制装置 24 传送 24V 电压信号。相应地，当湿法蚀刻反应结束后，机台控制模块 21 停止向循环泵控制装置 22 提供电压，联动装置 23 也因而关闭，从而向补给泵控制装置 24 传送 24V 电压信号的通路也断开。

所述补给泵控制装置 24 也可以是个继电器开关。同样如图 3 所示，所述继电器开关包括电磁线圈、连接于电磁线圈上的接收端、与接收端对应的控

制端和位于控制端上受电磁线圈吸引将接收端和控制端连通的活动金属弹片。电磁线圈的两端分别接于机台控制模块 21 上，接收端接于联动装置 23 的控制端上，控制端接于补给泵 3 上。结合上述对于湿法蚀刻反应的说明，当对于晶圆进行氮化硅湿法蚀刻的过程中需要补给泵 3 向缓冲槽 4 补充水的时候，湿法蚀刻装置系统会提示机台控制模块 21 向补给泵控制装置 24 提供 5V 的电压作为控制信号控制补给泵控制装置 24 开启。另一方面，恒压源也已经处于 24V 电压输出状态。当补给泵控制装置 24 开启时，就会接收联动装置 23 传送的 24V 电压信号，并将此电压信号向补给泵 3 传送，从而启动补给泵 3 向缓冲槽 4 补充水。补给泵控制装置 24 的开启过程也与循环泵控制装置 22 和联动装置 23 相同，电磁线圈接收 5V 的电压被通电后，在电磁效应下产生磁场，会将控制端上的活动金属弹片吸引过来，从而将接收端和控制端连通，使得接收端接收的联动装置 23 传送的 24V 电压信号通过金属弹片输送到控制端，从而将 24V 电压信号传送给补给泵 3。相应地，当向缓冲槽 4 补充水的操作完成后，系统也会提示机台控制模块 11 中断向补给泵控制装置 24 的电压提供，补给泵控制装置 24 的电磁线圈不通电，也不会产生磁场，从而控制端和接收端之间的通路被断开，向补给泵 3 传送 24V 电压信号的通路也被切断。

在湿法蚀刻过程中，湿法蚀刻装置也避免不了出现故障，如补给单元漏液等。当出现故障时，湿法蚀刻装置系统会提示机台控制模块 21 中断向循环泵控制装置 22 的电压提供，从而关闭循环泵 6。但正如之前所说的，由于软件设计的缺陷，系统并不会提示机台控制模块 21 中断向补给泵控制装置 214 的电压提供，从而补给泵 3 也不会关闭，造成晶圆损坏。而本实施例的湿法蚀刻装置的联动控制系统就能在原有软件控制系统下实现关闭补给泵 3 的功能。

继续结合图 2 和图 3 所示，当出现故障时，如之前所述的系统并不中断

恒压源 20 的电压输出，而是提示机台控制模块 21 中断向循环泵 22 的电压提供。循环泵控制装置 22 的电磁线圈不通电，就不会产生磁场，从而也不会将控制端上的活动金属弹片吸引过来，接收端和控制端之间的通路被切断。因此，恒压源 20 提供的 24V 电压输出也无法通过循环泵控制装置 22 传送给循环泵 6，循环泵 6 得不到循环泵控制装置 22 传送的电压信号，因此循环泵 6 停止工作。

继续结合图 2 和图 3，当出现故障时，由于联动装置 23 的电磁线圈的两端与接收端分别与循环泵控制装置 22 的相应端并联于机台控制模块 21 和信号控制模块 20 上，当机台控制模块 21 停止向循环泵控制装置 22 提供 5V 电压时，联动装置 23 的电磁线圈也接收不到机台控制模块 21 提供的 5V 电压，电磁线圈不通电，也不会将控制端上的活动金属弹片吸引过来，接收端和控制端之间的通路被切断。因此，恒压源 20 提供的 24V 电压输出也无法通过联动装置 23 向补给泵控制装置 24 传送。

继续结合图 2 和图 3，当出现故障时，湿法蚀刻装置的系统并不会提示机台控制模块 21 停止向补给泵控制装置 24 提供 5V 电压，因而补给泵控制装置 24 的电磁线圈还是得到电压被通电，在电磁效应下，会将控制端上的活动金属弹片吸引过来，从而将接收端和控制端连通。但由于此时联动装置 23 并没有向补给泵控制装置 24 传送电压信号，补给泵控制装置 24 也没有电压信号可传送给补给泵 3，因此补给泵 3 不工作。这样的话，就防止了现有技术中，当出现故障时，循环泵 6 停止而补给泵 3 仍继续工作的情况，避免了大量水滞留于缓冲槽 4 中，也避免了故障解除后，系统提示机台控制模块 21 向循环泵控制装置 22 提供电压，从而启动循环泵 6 后，循环泵 6 会将大量的水经加热器 7 和过滤器 8 输送入反应槽 5 中，引起水的剧烈沸腾，损坏晶圆。

以上所述的是本发明湿法蚀刻装置的一个较优化的实施方式，所述的循环泵控制装置、补给泵控制装置和联动装置也可以由逻辑功能电路构成，只

要将各种情况下上述三个装置与各个控制模块的相互关系列成一张布尔函数表，就可构建不同的逻辑功能电路了。将此想法推广，联动控制系统也不单只有一种实现方式，也可以通过优化现有的软件，用软件编程语言设定好各种循环泵和补给泵的工作状态，并输入计算机系统，利用计算机系统实现自动化控制或者利用各种信号的组合来实现对循环泵和补给泵的联动控制。

综上所述，本发明湿法蚀刻装置通过联动控制系统控制循环泵和补给泵，从而当系统发现蚀刻装置出现故障停止循环泵工作时，补给泵也停止工作，避免造成晶圆损坏。

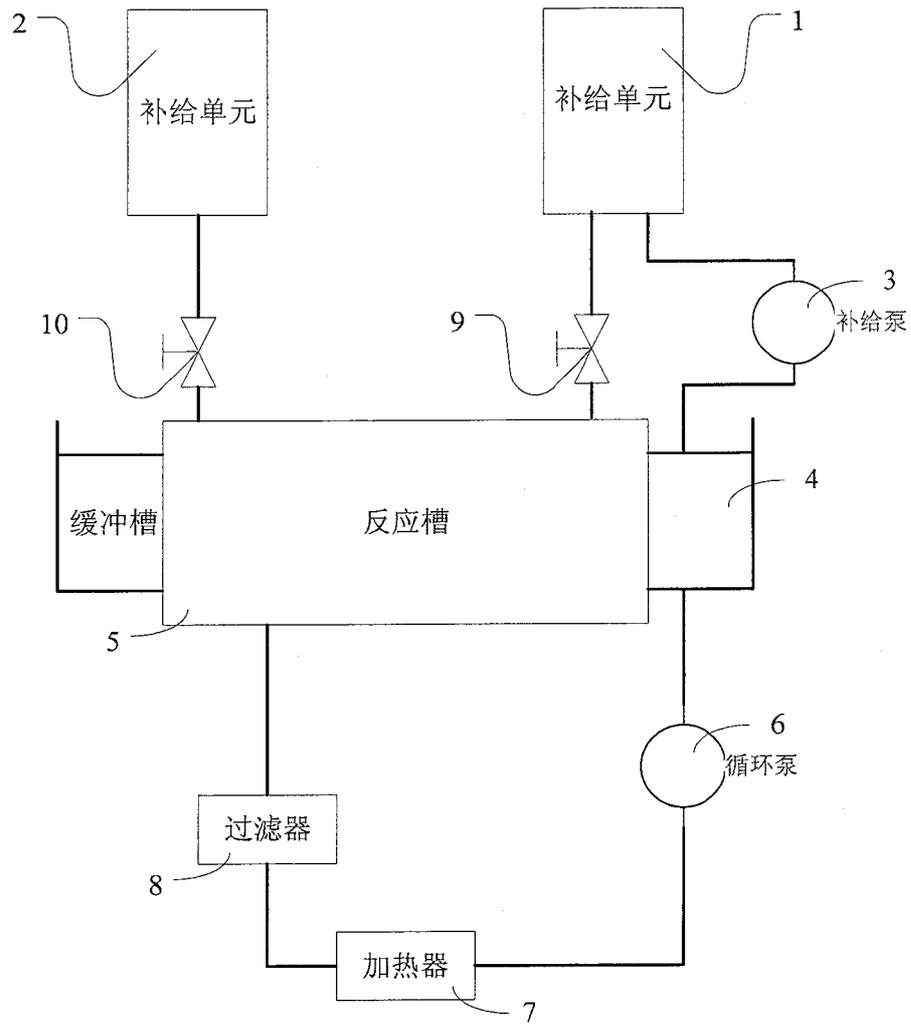


图 1

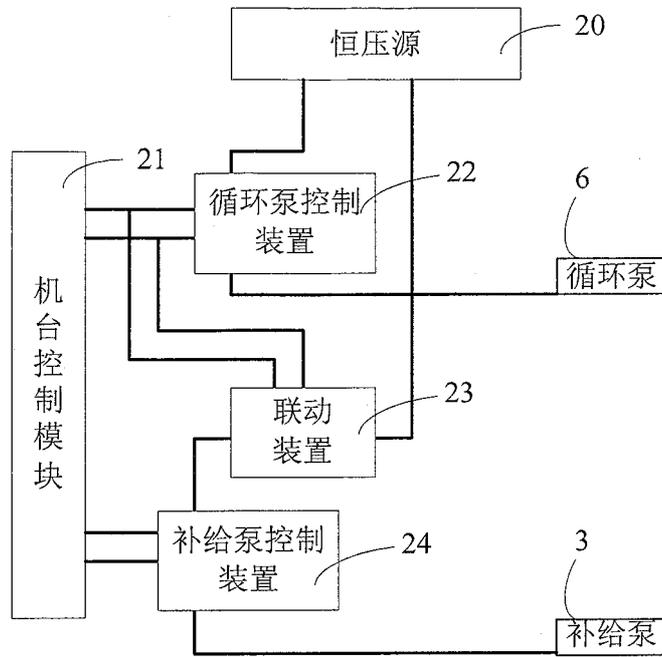


图 2

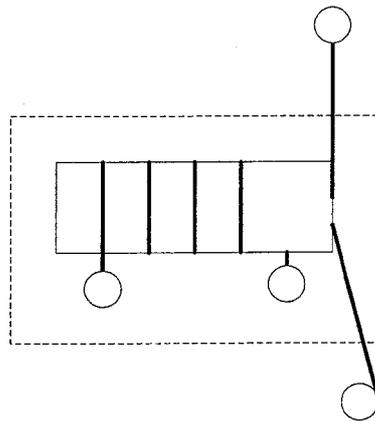


图 3