

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102179349 B

(45) 授权公告日 2013. 04. 24

(21) 申请号 201110041335. 4

(22) 申请日 2011. 02. 18

(73) 专利权人 深圳市华星光电技术有限公司  
地址 518057 广东省深圳市南山区高新南一路 TCL 大厦 A 座 7F

(72) 发明人 蒋其晋 贺成明

(74) 专利代理机构 深圳翼盛智成知识产权事务所 (普通合伙) 44300  
代理人 欧阳启明

(51) Int. Cl.

B05C 11/10 (2006. 01)

B05C 5/00 (2006. 01)

B08B 3/00 (2006. 01)

H01L 21/00 (2006. 01)

审查员 陈丽丽

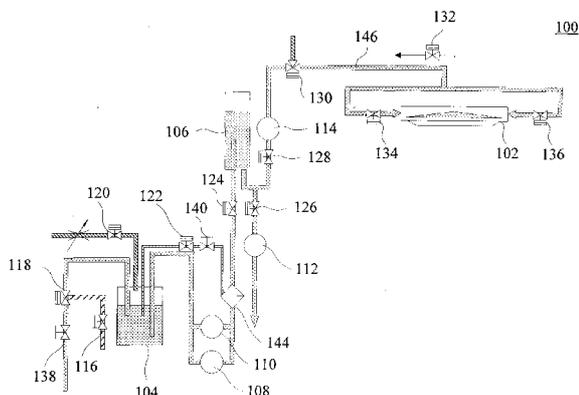
权利要求书2页 说明书6页 附图13页

(54) 发明名称

涂布装置及其液体材料的更换方法

(57) 摘要

本发明提供一种涂布装置及其液体材料的更换方法。涂布装置包括储存槽、排空组件、清洗液阀开关、第二液体材料阀开关及控制单元,所述方法包括如下步骤:利用控制单元来控制排空组件,以排出储存槽内的第一液体材料;利用控制单元来控制清洗液阀开关,以通入清洗溶液于储存槽内;利用所述控制单元来控制排空组件,以排出储存槽内的清洗溶液;以及利用控制单元来控制第二液体材料阀开关,以通入第二液体材料于所述储存槽内。本发明可避免人为操作所造成的错误并可减少在清洗涂布装置或及更换液体材料时所耗费的人力和时间。



1. 一种涂布装置,其特征在于:所述涂布装置包括:  
涂布组件;  
至少一储存槽,连接于所述涂布组件;  
排空组件,连接于所述涂布组件与所述储存槽之间,用以排出第一液体材料及/或清洗溶液;  
清洗液阀开关,设置于清洗溶液槽与所述储存槽之间,用以切换所述清洗溶液的通入;  
第二液体材料阀开关,设置于第二液体材料槽与所述储存槽之间,用以切换第二液体材料的通入;以及  
控制单元,电性连接于所述清洗液阀开关、所述排空组件及所述第二液体材料阀开关,用以控制所述清洗液阀开关、所述排空组件及所述第二液体材料阀开关;  
其中,在通入第二液体材料于所述储存槽内之后,所述控制单元控制所述排空组件来排出所述储存槽内的所述第二液体材料。
2. 根据权利要求1所述的涂布装置,其特征在于:所述控制单元是依据预设的更换程序或指令来控制所述清洗液阀开关、所述排空组件及所述第二液体材料阀开关。
3. 根据权利要求1所述的涂布装置,其特征在于:所述储存槽包括第一储存槽与第二储存槽,所述涂布装置还包括自动泵,其连接于所述第一储存槽与所述第二储存槽之间。
4. 根据权利要求1所述的涂布装置,其特征在于:所述涂布装置还包括自动泵,其连接于所述排空组件与所述涂布组件之间。
5. 一种涂布装置的液体材料的更换方法,其特征在于:所述涂布装置包括至少一储存槽、排空组件、清洗液阀开关、第二液体材料阀开关及控制单元,所述排空组件是用以排出第一液体材料及/或清洗溶液,所述清洗液阀开关是用以切换所述清洗溶液的通入,所述第二液体材料阀开关是用以切换第二液体材料的通入,所述控制单元是电性连接于所述清洗液阀开关、所述排空组件及所述第二液体材料阀开关,所述方法包括如下步骤:  
利用所述控制单元来控制所述排空组件,以排出所述储存槽内的所述第一液体材料;  
利用所述控制单元来控制所述清洗液阀开关,以通入所述清洗溶液于所述储存槽内;  
利用所述控制单元来控制所述排空组件,以排出所述储存槽内的所述清洗溶液;  
利用所述控制单元来控制所述第二液体材料阀开关,以通入第二液体材料于所述储存槽内;以及  
利用所述控制单元来控制所述排空组件,以排出所述储存槽内的所述第二液体材料。
6. 根据权利要求5所述的更换方法,其特征在于:所述涂布装置还包括涂布组件,所述方法还包括如下步骤:  
在排出所述储存槽内的所述第一液体材料后,利用所述控制单元来控制所述排空组件,以排出所述涂布组件内的所述第一液体材料。
7. 根据权利要求6所述的更换方法,其特征在于:所述方法还包括如下步骤:  
在排出所述储存槽内的所述清洗溶液后且在通入第二液体材料于所述储存槽内之前,利用所述控制单元来控制所述清洗液阀开关,以通入所述清洗溶液于所述涂布组件及所述储存槽;  
利用所述控制单元来控制所述涂布组件,使所述涂布组件持续地喷出所述清洗溶液;

以及

利用所述控制单元来控制所述排空组件,以排出所述涂布组件及所述储存槽内的所述清洗溶液。

8. 根据权利要求5所述的更换方法,其特征在于:所述涂布装置还包括涂布组件,所述方法还包括如下步骤:

在排出所述储存槽内的所述第二液体材料后,利用所述控制单元来控制所述第二液体材料阀开关,以通入所述第二液体材料于所述涂布组件及所述储存槽内。

9. 根据权利要求8所述的更换方法,其特征在于:所述方法还包括如下步骤:

利用所述控制单元来控制所述涂布组件,使所述涂布组件在一预设时间内持续地喷出所述第二液体材料;以及

利用所述控制单元来控制所述涂布组件,以停止所述第二液体材料的喷出。

## 涂布装置及其液体材料的更换方法

### 【技术领域】

[0001] 本发明涉及一种涂布装置及其液体材料的更换方法，特别是涉及一种可自动化更换液体材料的涂布装置及其液体材料的更换方法。

### 【背景技术】

[0002] 通常，涂布装置是用以液体材料于一表面上，以形成一均匀薄膜于此表面上。例如，在半导体组件制程 (semiconductor device fabrication) 中，涂布装置可用以涂布光阻于一基材 (例如晶圆) 上，以形成一均匀光阻层于此基材上。

[0003] 对应于不同的制程，涂布装置则需更换不同的液体材料，以涂布不同的薄膜于基材上。再者，为了设备的维护，需定期或不定期地清洗涂布装置的流体储放槽、流体管路或涂布头。

[0004] 然而，目前涂布装置的液体材料更换过程或清洗过程大多是通过人工操作来进行。如此，人工操作需耗费较多的人力及时间，且容易发生操作错误，因而容易影响涂布制程的效率和质量。

[0005] 故，有必要提供一种涂布装置及其液体材料的更换方法，以解决现有技术所存在的问题。

### 【发明内容】

[0006] 本发明的主要目的在于提供一种涂布装置，所述涂布装置包括：

[0007] 涂布组件；

[0008] 至少一储存槽，连接于所述涂布组件；

[0009] 排空组件，连接于所述涂布组件与所述储存槽之间，用以排出第一液体材料及 / 或清洗溶液；

[0010] 清洗液阀开关，设置于清洗溶液槽与所述储存槽之间，用以切换所述清洗溶液的通入；

[0011] 第二液体材料阀开关，设置于第二液体材料槽与所述储存槽之间，用以切换第二液体材料的通入；以及

[0012] 控制单元，电性连接于所述清洗液阀开关、所述排空组件及所述第二液体材料阀开关，用以控制所述清洗液阀开关、所述排空组件及所述第二液体材料阀开关；

[0013] 其中，在通入第二液体材料于所述储存槽内之后，所述控制单元控制所述排空组件来排出所述储存槽内的所述第二液体材料。

[0014] 本发明的另一目的在于提供一种涂布装置的液体材料的更换方法，所述涂布装置包括至少一储存槽、排空组件、清洗液阀开关、第二液体材料阀开关及控制单元，所述排空组件是用以排出第一液体材料及 / 或清洗溶液，所述清洗液阀开关是用以切换所述清洗溶液的通入，所述第二液体材料阀开关是用以切换第二液体材料的通入，所述控制单元是电性连接于所述清洗液阀开关、所述排空组件及所述第二液体材料阀开关，所述方法包括如

下步骤：

[0015] 利用所述控制单元来控制所述排空组件，以排出所述储存槽内的所述第一液体材料；

[0016] 利用所述控制单元来控制所述清洗液阀开关，以通入所述清洗溶液于所述储存槽内；

[0017] 利用所述控制单元来控制所述排空组件，以排出所述储存槽内的所述清洗溶液；以及

[0018] 利用所述控制单元来控制所述第二液体材料阀开关，以通入第二液体材料于所述储存槽内；以及

[0019] 利用所述控制单元来控制所述排空组件，以排出所述储存槽内的所述第二液体材料。

[0020] 在本发明的一实施例中，所述控制单元是依据预设的更换程序或指令来控制所述清洗液阀开关、所述排空组件及所述第二液体材料阀开关。

[0021] 在本发明的一实施例中，所述储存槽包括第一储存槽与第二储存槽，所述涂布装置还包括自动泵，其连接于所述第一储存槽与所述第二储存槽之间。

[0022] 在本发明的一实施例中，所述涂布装置还包括自动泵，其连接于所述排空组件与所述涂布组件之间。

[0023] 在本发明的一实施例中，所述涂布装置还包括涂布组件，所述方法还包括如下步骤：

[0024] 在排出所述储存槽内的所述第一液体材料后，利用所述控制单元来控制所述排空组件，以排出所述涂布组件内的所述第一液体材料。

[0025] 在本发明的一实施例中，所述方法还包括如下步骤：

[0026] 在排出所述储存槽内的所述清洗溶液后且在通入第二液体材料于所述储存槽内之前，利用所述控制单元来控制所述清洗液阀开关，以通入所述清洗溶液于所述涂布组件及所述储存槽；

[0027] 利用所述控制单元来控制所述涂布组件，使所述涂布组件持续地喷出所述清洗溶液；以及

[0028] 利用所述控制单元来控制所述排空组件，以排出所述涂布组件及所述储存槽内的所述清洗溶液。

[0029] 在本发明的一实施例中，所述涂布装置还包括涂布组件，所述方法还包括如下步骤：

[0030] 在排出所述储存槽内的所述第二液体材料后，利用所述控制单元来控制所述第二液体材料阀开关，以通入所述第二液体材料于所述涂布组件及所述储存槽内。

[0031] 在本发明的一实施例中，所述方法还包括如下步骤：

[0032] 利用所述控制单元来控制所述涂布组件，使所述涂布组件在一预设时间内持续地喷出所述第二液体材料；以及

[0033] 利用所述控制单元来控制所述涂布组件，以停止所述第二液体材料的喷出。

[0034] 相较于现有涂布装置的液体材料的人为更换过程，本发明的涂布装置及其液体材料的更换方法可自动地进行液体材料的更换，以避免人为操作所造成的错误，并可减少在

清洗涂布装置或及更换液体材料时所耗费的人力和时间,进而可提升设备的产能。

[0035] 为了让本发明的上述内容能更明显易懂,下文特举优选实施例,并配合所附图式,作详细说明如下:

### 【附图说明】

[0036] 图 1 显示依照本发明的较佳实施例的涂布装置的示意图;

[0037] 图 2 显示依照本发明的较佳实施例的自动泵、气动阀开关及控制单元的方块示意图;

[0038] 图 3 显示依照本发明的较佳实施例的涂布装置的液体材料的更换方法的方法流程图;以及

[0039] 图 4 至图 14 显示依照本发明的较佳实施例的涂布装置的示意图。

### 【具体实施方式】

[0040] 以下各实施例的说明是参考附加的图式,用以例示本发明可用以实施的特定实施例。本发明所提到的方向用语,例如「上」、「下」、「前」、「后」、「左」、「右」、「内」、「外」、「侧面」等,仅是参考附加图式的方向。因此,使用的方向用语是用以说明及理解本发明,而非用以限制本发明。

[0041] 在图中,结构相似的单元是以相同标号表示。

[0042] 请参照图 1 及图 2,图 1 显示依照本发明的较佳实施例的涂布装置的示意图,图 2 显示依照本发明的较佳实施例的自动泵、气动阀开关及控制单元的方块示意图,本实施例的涂布装置 100 可用以涂布液体材料(例如光阻)于基材(例如晶圆或玻璃基板)的表面上,因而可形成薄膜于基材上,涂布装置 100 可包括涂布组件 102、第一储存槽 104、第二储存槽 106、自动泵 108、110、112 及 114、气动阀开关 116、118、120、122、124、126、128、130、132、134 及 136、手动阀开关 138 及 140、控制单元 142(如图 2 所示)、过滤器 144 及多条管路 146。涂布组件 102 例如为旋转式涂布头(spin coating head)、狭缝式涂布头(slit coating head)或喷墨印刷头(inkjet printing head),用以形成均匀的薄膜于基材上。如图 1 所示,储存槽 104、106 是通过管路 146 连接涂布组件 102,用以储存涂布组件 102 所涂布的液体材料;自动泵 108-114 是设置于储存槽 104、106 与涂布组件 102 之间,用以抽吸液体材料;气动阀开关 116-136 及手动阀开关 138-140 是设置管路 146 上,以选择性地开启或关闭管路 146。如图 1 与图 2 所示,控制单元 142 例如为 CPU、多重处理单元、一降低的指令组(RISC)计算机、具有一处理路线的一处理器、一复杂的指令组计算机(CISC)、数字讯号处理器(DPS)或类似单元,其电性连接于自动泵 108-114 及气动阀开关 116-136,用以控制自动泵 108-114 及气动阀开关 116-136。如图 1 所示,过滤器 144 可设置于第一储存槽 104 及第二储存槽 106 之间,用以过滤液体材料。

[0043] 如图 1 所示,第一及第二自动泵 108 及 110 是设置于第一储存槽 104 与过滤器 144 之间。第三自动泵 112 是设置于第二储存槽 106 与涂布组件 102 之间,用以排出材料至涂布装置 100 外,亦即第三自动泵 112 可用作为一排空组件。第四自动泵 114 是设置于第三自动泵 112(排空组件)与涂布组件 102 之间。

[0044] 如图 1 所示,第一气动阀开关 116 是设置于一第二液体材料槽(图未示)与第二气

动阀开关 118 之间（亦即第一气动阀开关 116 可用作为一第二液体材料阀开关），第二气动阀开关 118 是设置于手动阀开关 138 与第一储存槽 104 之间，第三气动阀开关 120 是设置于一清洗溶液槽（未显示）与第一储存槽 104 之间（亦即第三气动阀开关 120 可用作为一清洗液阀开关），第四气动阀开关 122 是设置于第一储存槽 104 与过滤器 144 之间，第五气动阀开关 124 是设置于过滤器 144 与第二储存槽 106 之间，第六气动阀开关 126 是设置于第二储存槽 106 与自动泵 112 之间，第七气动阀开关 128 是设置于第六气动阀开关 126 与第四自动泵 114 之间，第八气动阀开关 130 是设置于清洗溶液槽与涂布组件 102 之间（亦即第八气动阀开关 130 亦可用作为清洗液阀开关），第九气动阀开关 132 是设置于涂布组件 102 与外部之间，第十及第十一气动阀开关 134 及 136 是设置于第八气动阀开关 130 与涂布组件 102 之间。第一手动阀开关 138 是设置于第二气动阀开关 118 与第一液体材料槽（未显示）之间，第二手动阀开关 140 是设置于第四气动阀开关 122 与过滤器 144 之间。

[0045] 如图 2 所示，本实施例的控制单元 142 可依据一预设的更换程序或指令（instruction）来控制自动泵 108-114 及气动阀开关 116-136（包括清洗液阀开关、排空组件及第二液体材料阀开关），以使涂布装置 100 自动地进行液体材料的更换及清洗，因而可减少人工操作的错误以及液体材料的更换时间。

[0046] 请参照图 3 至图 14，图 3 显示依照本发明的较佳实施例的涂布装置的液体材料的更换方法的方法流程图，图 4 至图 14 显示依照本发明的较佳实施例的涂布装置的示意图。如图 3 和图 4 所示，在步骤 S201 中，可利用控制单元 142 来控制排空组件（自动泵 112），以排出储存槽 104 及 106 内的第一液体材料。此时，可利用控制单元 142 来关闭气动阀开关 116、118、120、122、128、132、134 及 136，且开启第五及第六气动阀开关 124 及 126，接着，启动自动泵 108、110 及 112。因此，储存槽 104 及 106 内的第一液体材料可通过排空组件（自动泵 112）来排出自涂布装置 100 之外。此第一液体材料是在更换液体材料前储存于储存槽 104 及 106 内，亦即第一液体材料为涂布装置 100 所使用的原液体材料。

[0047] 如图 3 和图 5 所示，在步骤 S202 中，可利用控制单元 142 来控制排空组件（自动泵 112），以排出涂布组件 102 内的第一液体材料。此时，可利用控制单元 142 来关闭第一至第五气动阀开关 116-124 及自动泵 108 及 110，且开启第六至第十一气动阀开关 126-136，接着，启动第三自动泵 112，以排空涂布组件 102 内的第一液体材料。

[0048] 在一实施例中，上述步骤 S201 及 S202 亦可同时进行，亦即可利用控制单元 142 来控制排空组件（自动泵 112），以同时排出储存槽 104 及 106 及涂布组件 102 内的第一液体材料。然不限于此，在其它实施例中，步骤 S202 亦可被省略，而仅进行步骤 S201。

[0049] 如图 3 和图 6 所示，在步骤 S203 中，可利用控制单元 142 来控制清洗液阀开关（气动阀开关 120），以通入清洗溶液于储存槽 104 及 106 内，因而可进行储存槽 104 及 106 的清洗。此时，可利用控制单元 142 来关闭气动阀开关 116、118、126、128、130、132、134 及 136 及自动泵 112 及 114，且开启第三至第五气动阀开关 120-124，接着，启动自动泵 108 及 110，以通入清洗溶液于储存槽 104 及 106 内。

[0050] 如图 3 和图 7 所示，在步骤 S204 中，可利用控制单元 142 来控制排空组件（自动泵 112），以排出储存槽 104 及 106 内的清洗溶液。此时，可利用控制单元 142 来关闭气动阀开关 116、118、120、122、128、130、132、134 及 136 及自动泵 114，且开启第五及第六气动阀开关 124 及 126，接着，启动自动泵 108、110 及 112，以排出储存槽 104 及 106 内的清洗溶液。

[0051] 值得注意的是,上述步骤 S203 及 S204 的清洗过程可进行一次或多次,以确保储存槽内 104 及 106 的清洗效果。

[0052] 如图 3 和图 8 所示,在步骤 S205 中,可利用控制单元 142 来控制清洗液阀开关(气动阀开关 120、130),以通入清洗溶液于涂布组件 102、储存槽 104 及 106 及管路 146 内,因而可进行整体涂布装置 100 的清洗。此时,可利用控制单元 142 来关闭气动阀开关 116、118 及 126 及自动泵 112,且开启气动阀开关 120、122、124、128、130、132、134 及 136,接着,启动自动泵 108、110 及 114,以通入清洗溶液于涂布组件 102、储存槽 104 及 106 及管路 146 内。再者,在步骤 S205 中,可利用控制单元 142 来控制涂布组件 102,使涂布组件 102 持续地喷出清洗溶液,而达到涂布组件 102 的清洗效果。

[0053] 如图 3 和图 9 所示,在步骤 S206 中,可利用控制单元 142 来控制排空组件(自动泵 112),以排出涂布组件 102、储存槽 104 及 106 及管路 146 内的清洗溶液。此时,可利用控制单元 142 来关闭气动阀开关 116、118、120 及 122 及自动泵 108、110 及 114,且开启第五至第十一气动阀开关 124-136,接着,启动自动泵 112(排空组件),以排出涂布组件 102、储存槽 104 及 106 及管路 146 内的清洗溶液。

[0054] 值得注意的是,上述步骤 S205 及 S206 的清洗过程亦可进行一次或多次,以确保整体涂布装置 100 的清洗效果。

[0055] 在一实施例中,亦可省略上述步骤 S203 及 S204,而直接进行上述步骤 S205 及 S206,以同时清洗涂布组件 102、储存槽 104 及 106 及管路 146。然不限于此,在其它实施例中,步骤 S205 与 S206 亦可被省略。

[0056] 如图 3 和图 10 所示,在步骤 S207 中,可更换过滤器 144,避免第一液体材料或清洗溶液残留于过滤器 144 中。此时,可利用控制单元 142 来关闭气动阀开关 116-136 及自动泵 108-114,并可手动地过滤器 144。

[0057] 如图 3 和图 11 所示,在步骤 S208 中,可利用控制单元 142 来控制第二液体材料阀开关(第一气动阀开关 116),以通入第二液体材料于储存槽 104 及 106 内。此时,可利用控制单元 142 来关闭第六至第十一气动阀开关 126-136 及自动泵 112 及 114,且开启第一至第五气动阀开关 116-124,接着,启动自动泵 108 及 110,以通入第二液体材料于储存槽 104 及 106 内。在此步骤 S208 中,所通入的第二液体材料可与储存槽 104 及 106 内残留的溶剂(第一液体材料或清洗溶液)进行反应。此第二液体材料是在更换液体材料后储存于储存槽 104 及 106 内,亦即第二液体材料为涂布装置 100 所使用的新液体材料,其中此第二液体材料的种类可相同或不同于第一液体材料。

[0058] 如图 3 和图 12 所示,在步骤 S209 中,可利用控制单元 142 来控制排空组件(自动泵 112),以排出储存槽 104 及 106 内的第二液体材料。因此,可通过第二液体材料来进一步清洗储存槽 104 及 106。此时,可利用控制单元 142 来关闭气动阀开关 116、118、120、122、128、130、132、134 及 136 及自动泵 114,且开启第五及第六气动阀开关 124 及 126,接着,启动自动泵 108、110 及 112,以排出储存槽 104 及 106 内的第二液体材料。

[0059] 如图 3 和图 13 所示,在步骤 S210 中,可利用控制单元 142 来控制第二液体材料阀开关(第一气动阀开关 116),以通入第二液体材料于涂布组件 102、储存槽 104 及 106 及管路 146 内,因而可通过第二液体材料来进行整体涂布装置 100 的清洗。再者,在步骤 S210 中,可利用控制单元 142 来控制涂布组件 102,使涂布组件 102 在一预设时间内持续地喷出

第二液体材料,而达到涂布组件 102 的清洗效果。此时,可利用控制单元 142 来关闭气动阀开关 120 及 126 及自动泵 112,且开启气动阀开关 116、118、122、124、128、130、132、134 及 136,接着,启动自动泵 108、110 及 114,以通入第二液体材料于涂布组件 102、储存槽 104 及 106 及管路 146 内。

[0060] 如图 3 和图 14 所示,在步骤 S211 中,可利用控制单元 142 来控制涂布组件 102,以停止第二液体材料的喷出,接着,可使用例如无尘布 (clean wiper) 来擦拭涂布组件 102 的喷嘴,以避免溶剂或异物的残留,因而完成涂布装置 100 的液体材料的更换。

[0061] 值得注意的是,本实施例的控制单元 142 可依据一预设的更换程序或指令 (instruction) 来控制每一组件 (自动泵 108-114 及气动阀开关 116-136) 的执行时间及次数,亦即可利用控制单元 142 来控制每一步骤的进行时间 (例如 5 分钟) 及次数,以确保每一步骤的执行。例如,控制单元 142 可控制第一液体材料的排空时间及次数、清洗溶液的通入时间及次数、清洗溶液的排空时间及次数、以及第二液体材料的通入时间及次数。

[0062] 因此,当进行涂布装置 100 的清洗及液体材料的更换时,使用者可输入预设的程序或指令于控制单元 142 中,使得控制单元 142 可控制自动泵 108-114 及气动阀开关 116-136 来自动地进行涂布装置 100 的清洗及液体材料的更换,而可具有自动化的效果,以避免人为错误,并可减少维护设备的人力和时间。

[0063] 由上述可知,本发明的涂布装置及其液体材料的更换方法可自动地进行液体材料的更换,以避免人为操作所造成的错误,并可减少在清洗涂布装置或及更换液体材料时所耗费的人力和时间。再者,由于操作的自动化,本发明的涂布装置及其液体材料的更换方法可减少更换时间,因而提升设备的产能。

[0064] 综上所述,虽然本发明已以优选实施例揭露如上,但上述优选实施例并非用以限制本发明,本领域的普通技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,均可作各种更动与润饰,因此本发明的保护范围以权利要求界定的范围为准。

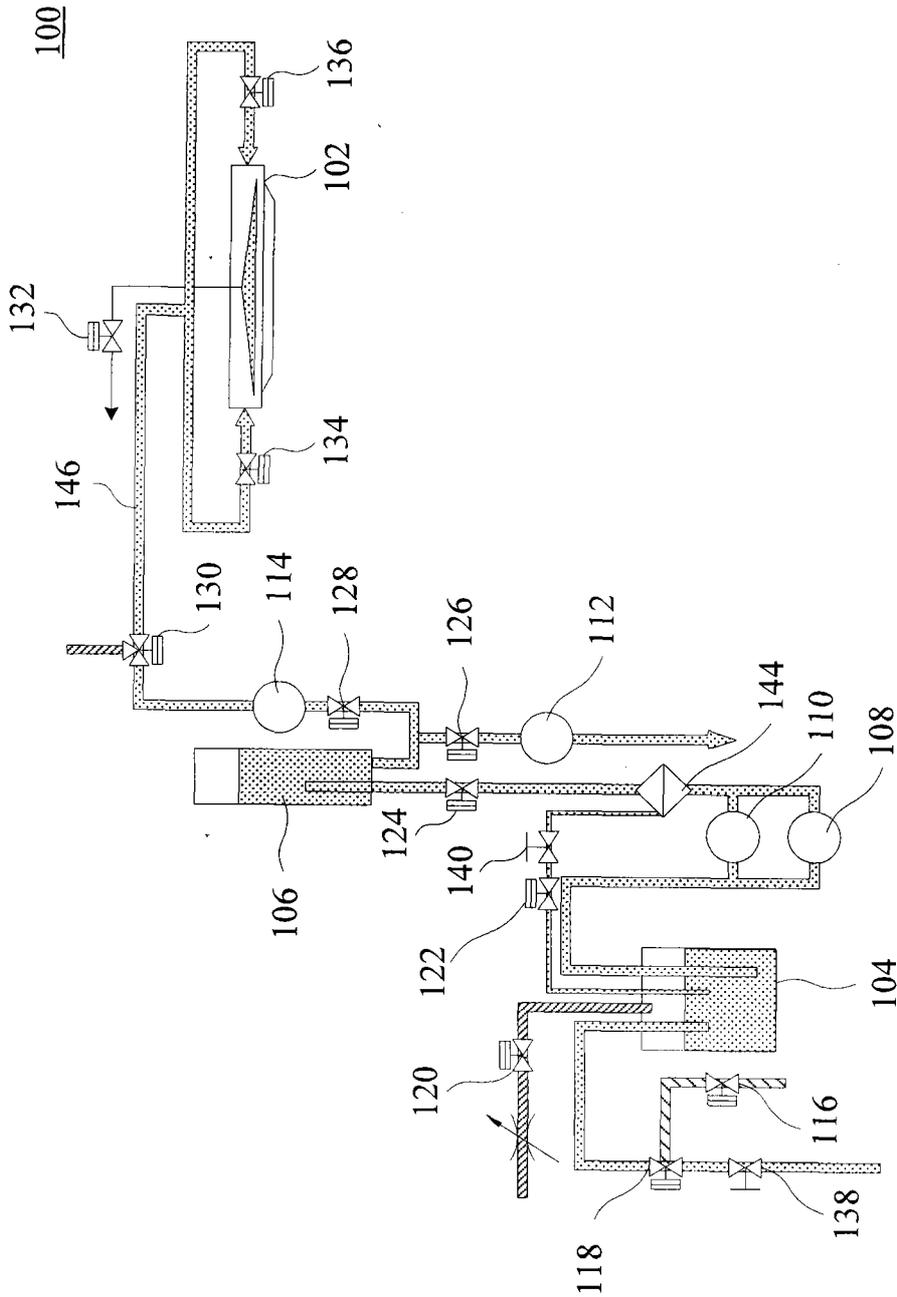


图 1

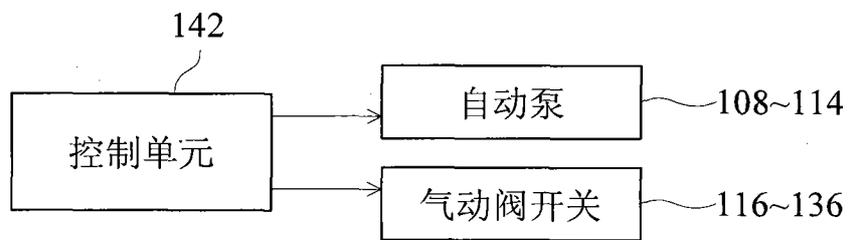


图 2

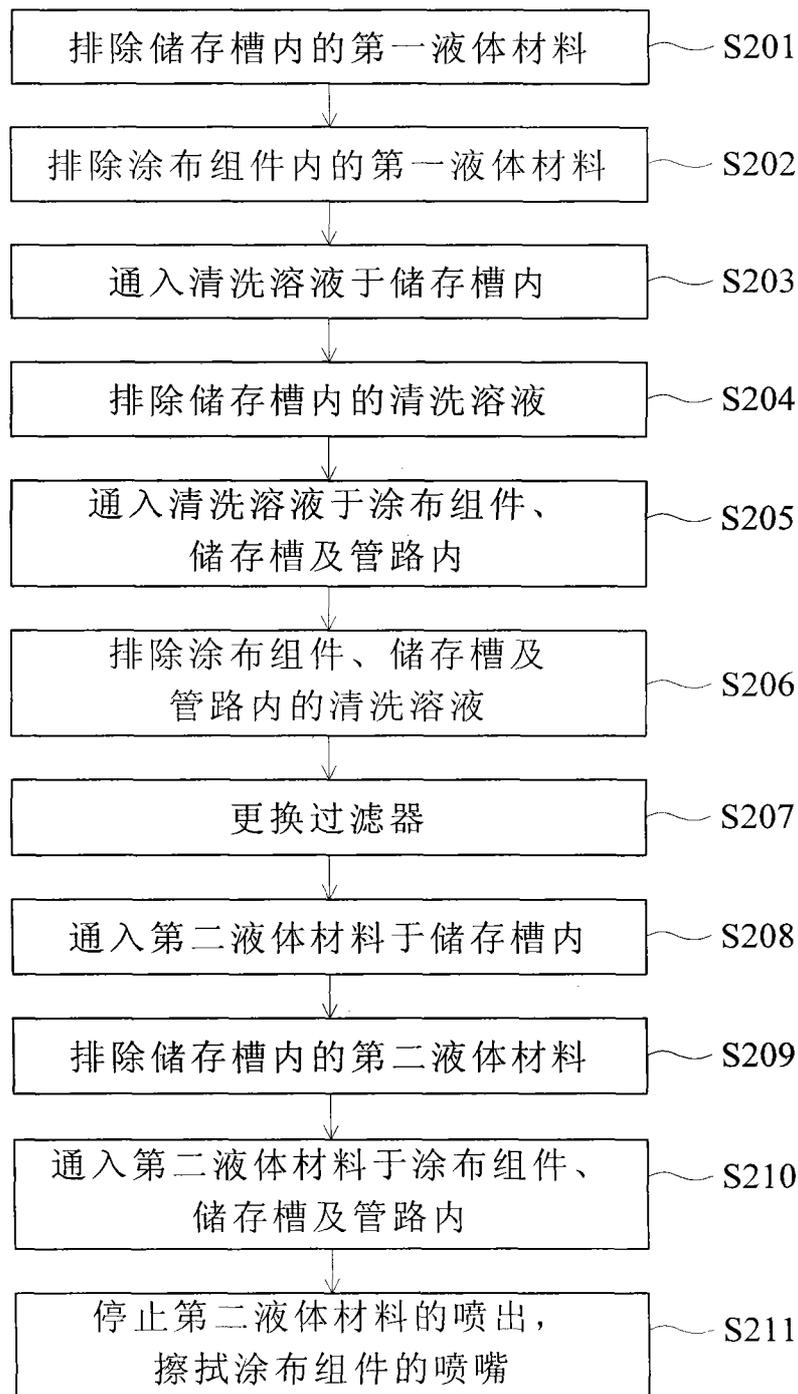


图 3

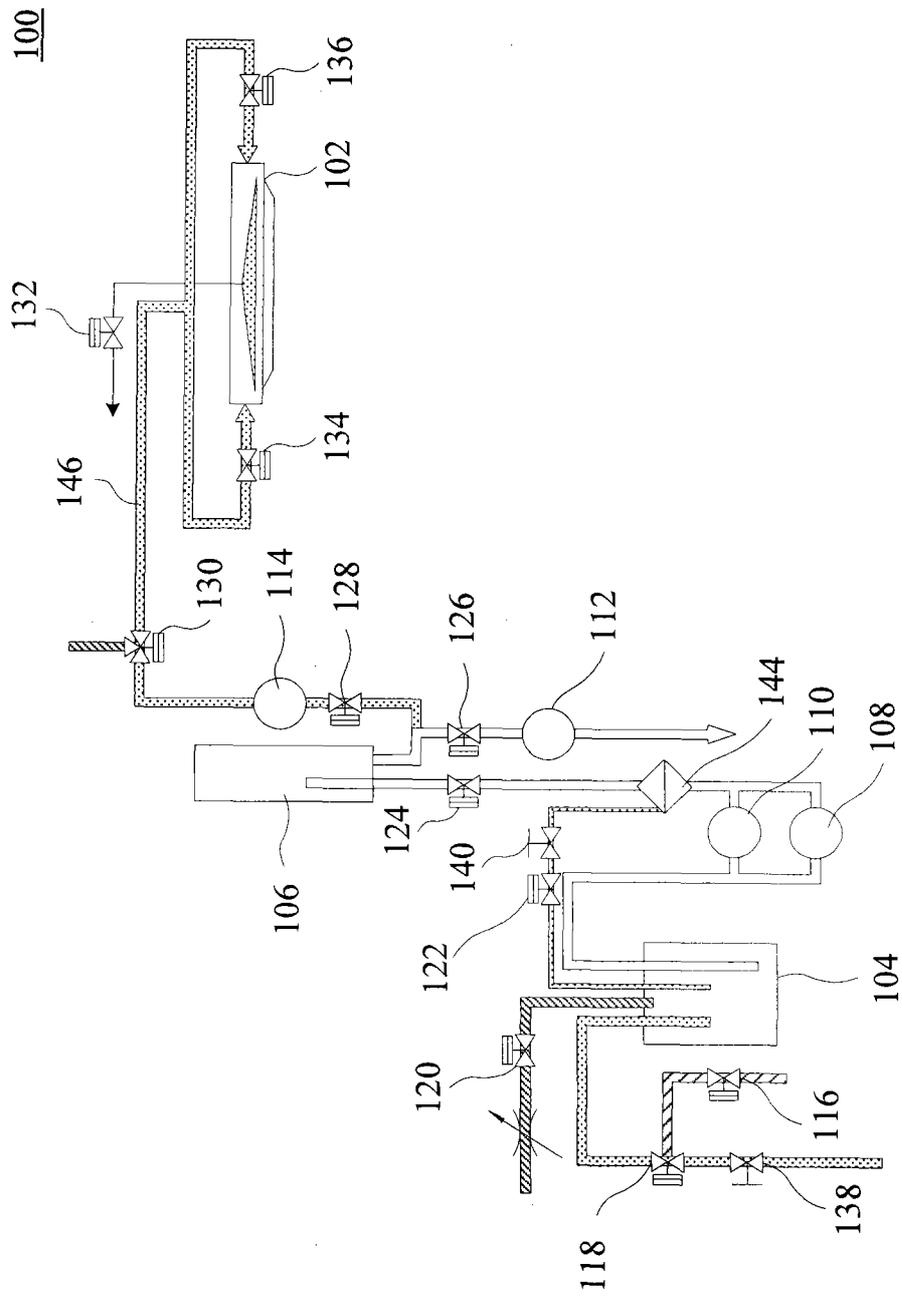


图 4

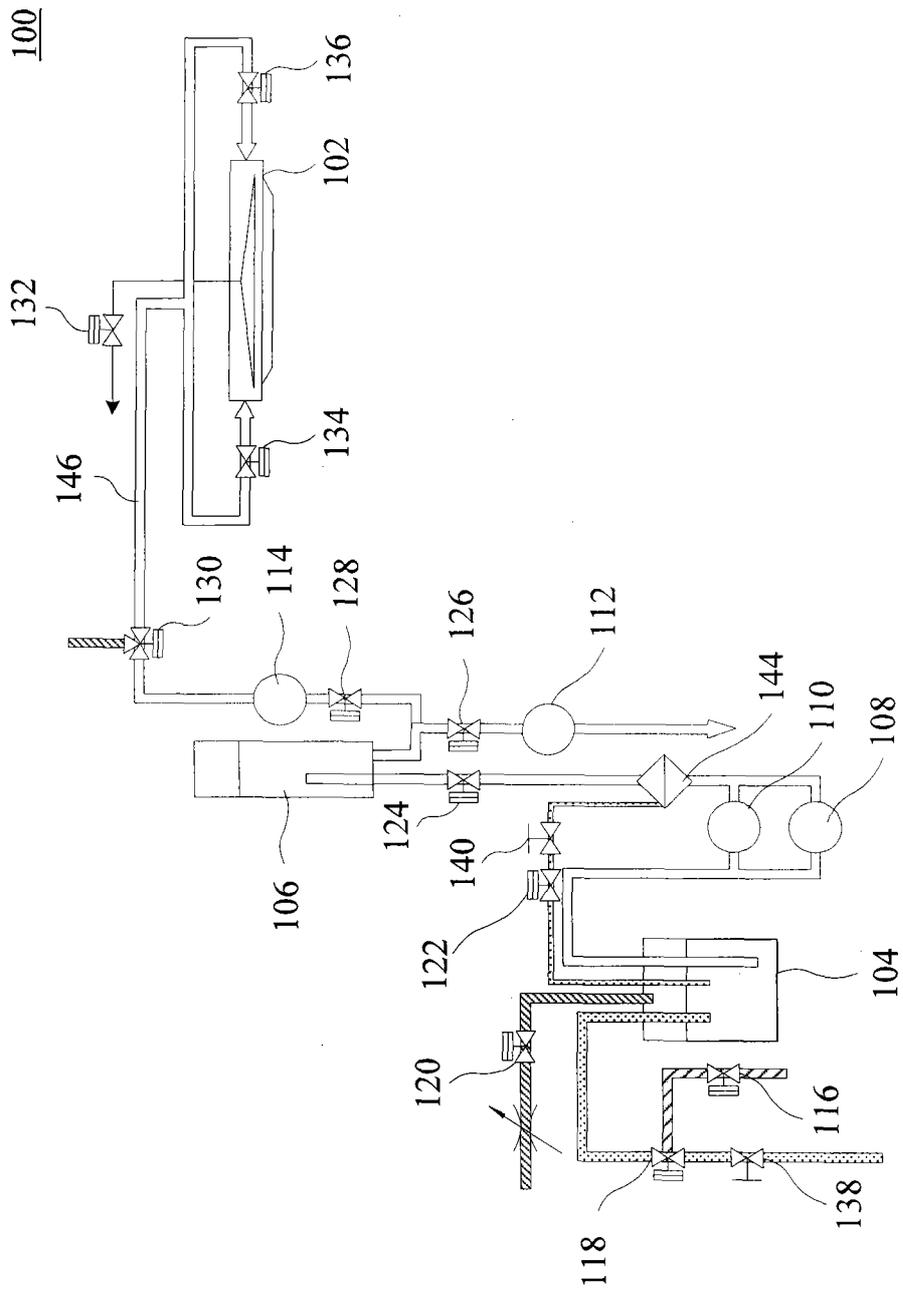


图 5

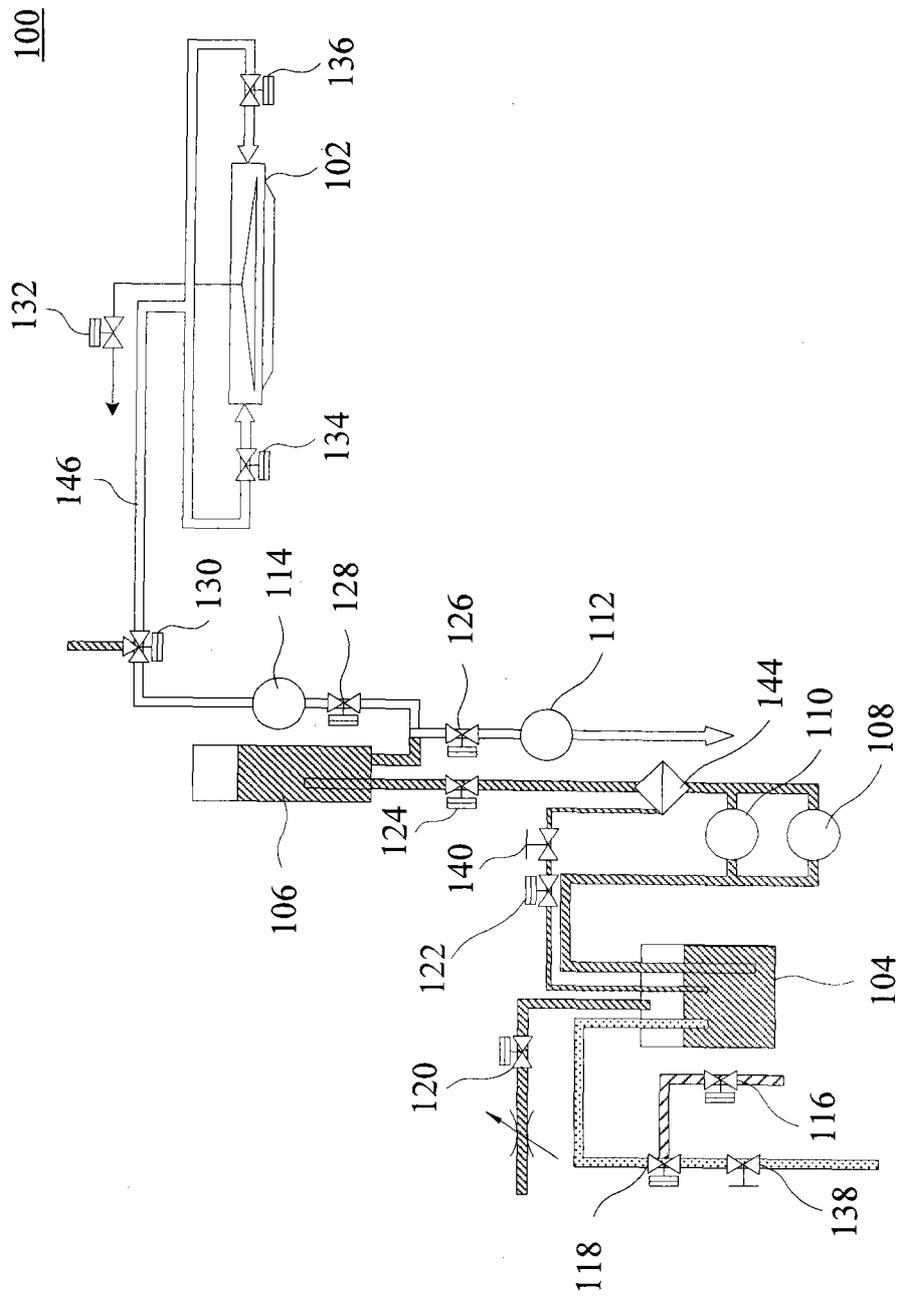


图 6



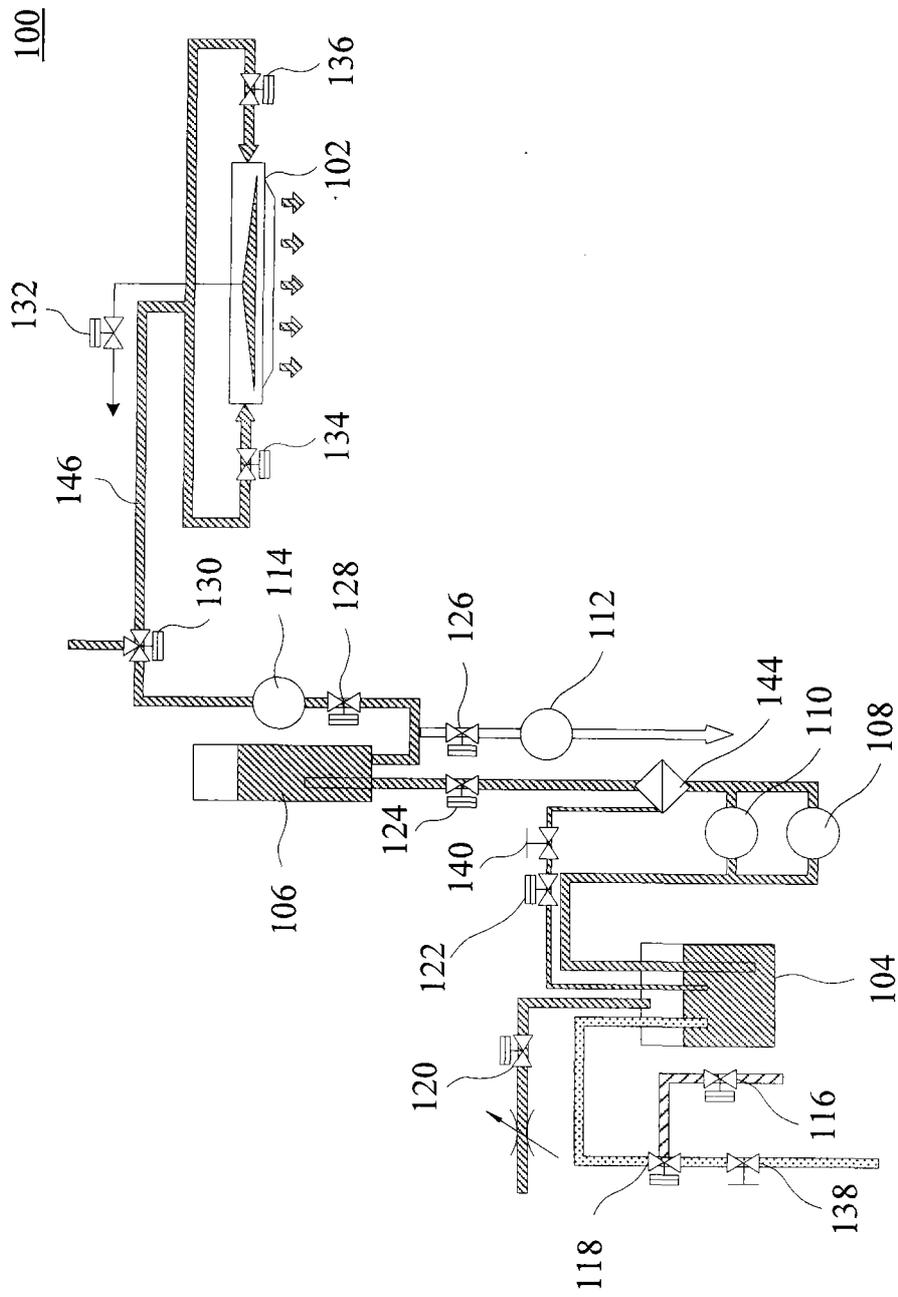


图 8

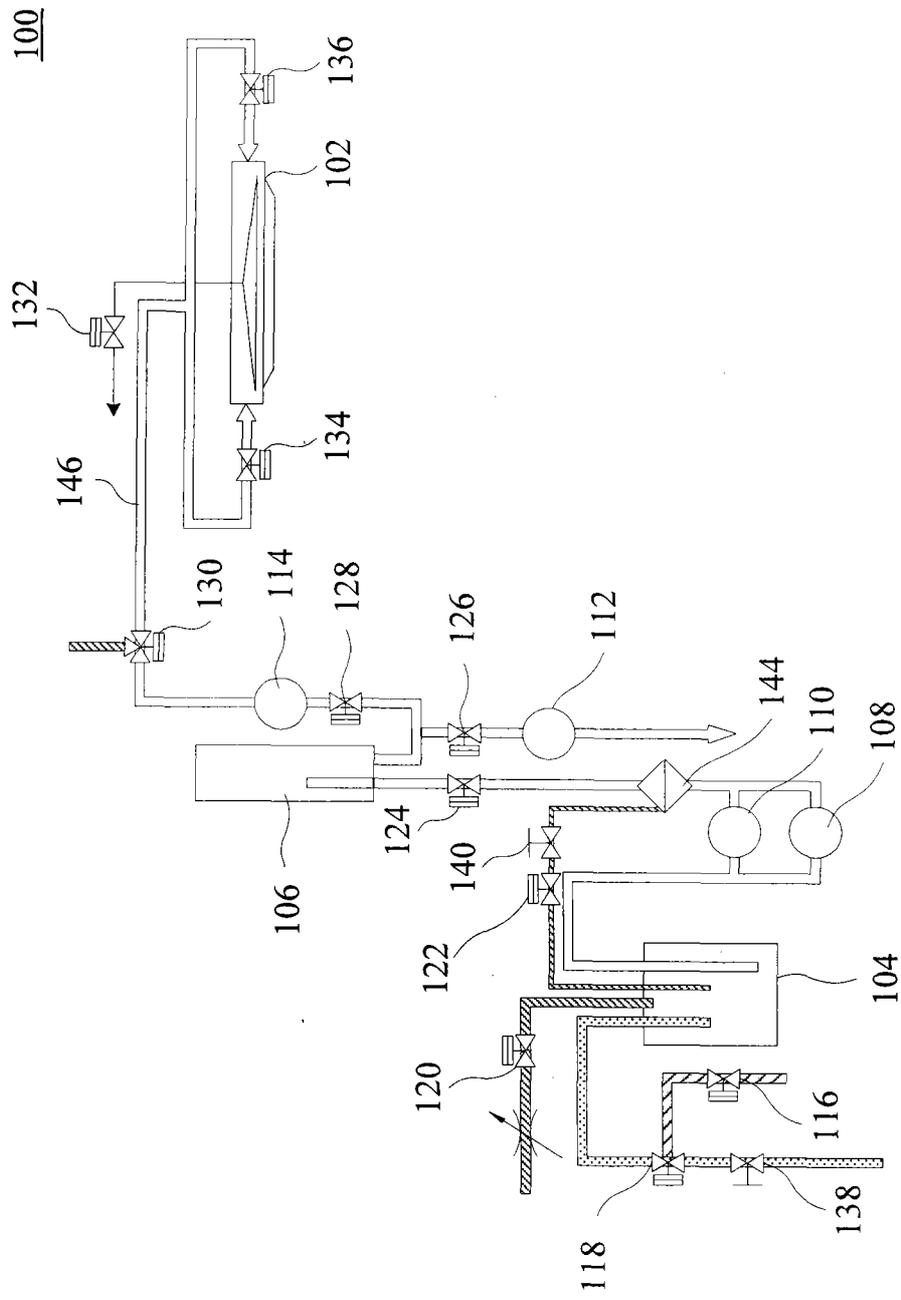


图 9

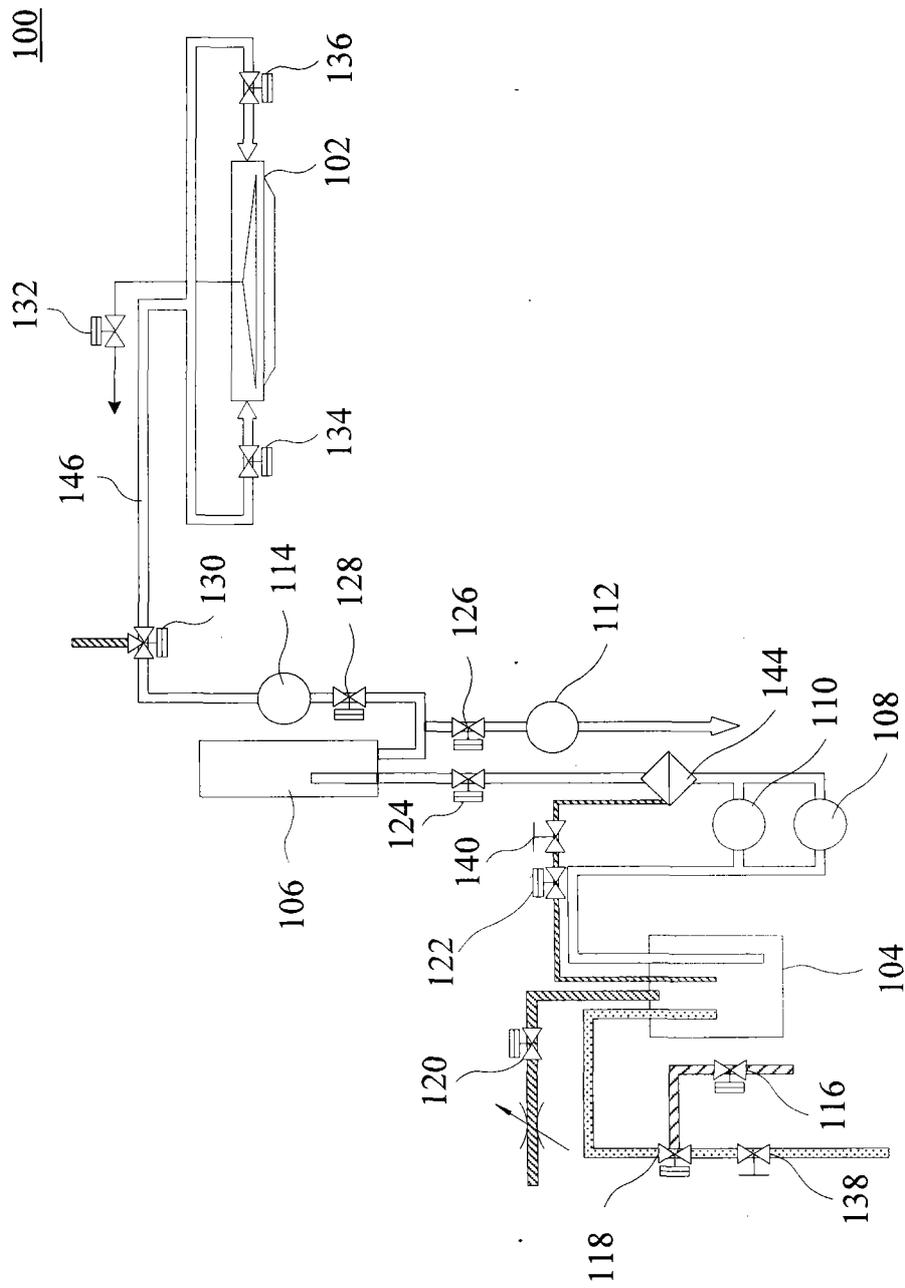


图 10

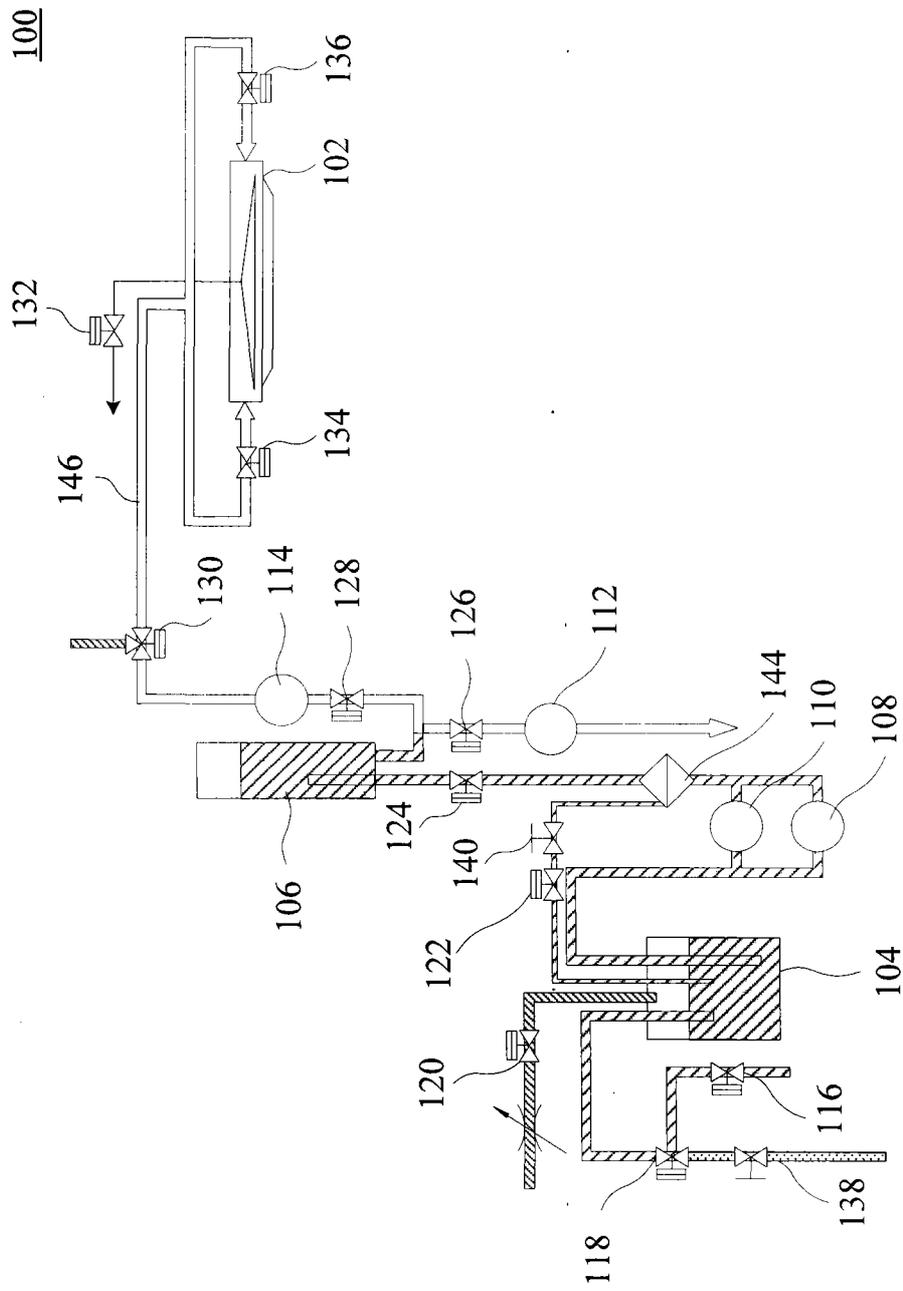


图 11

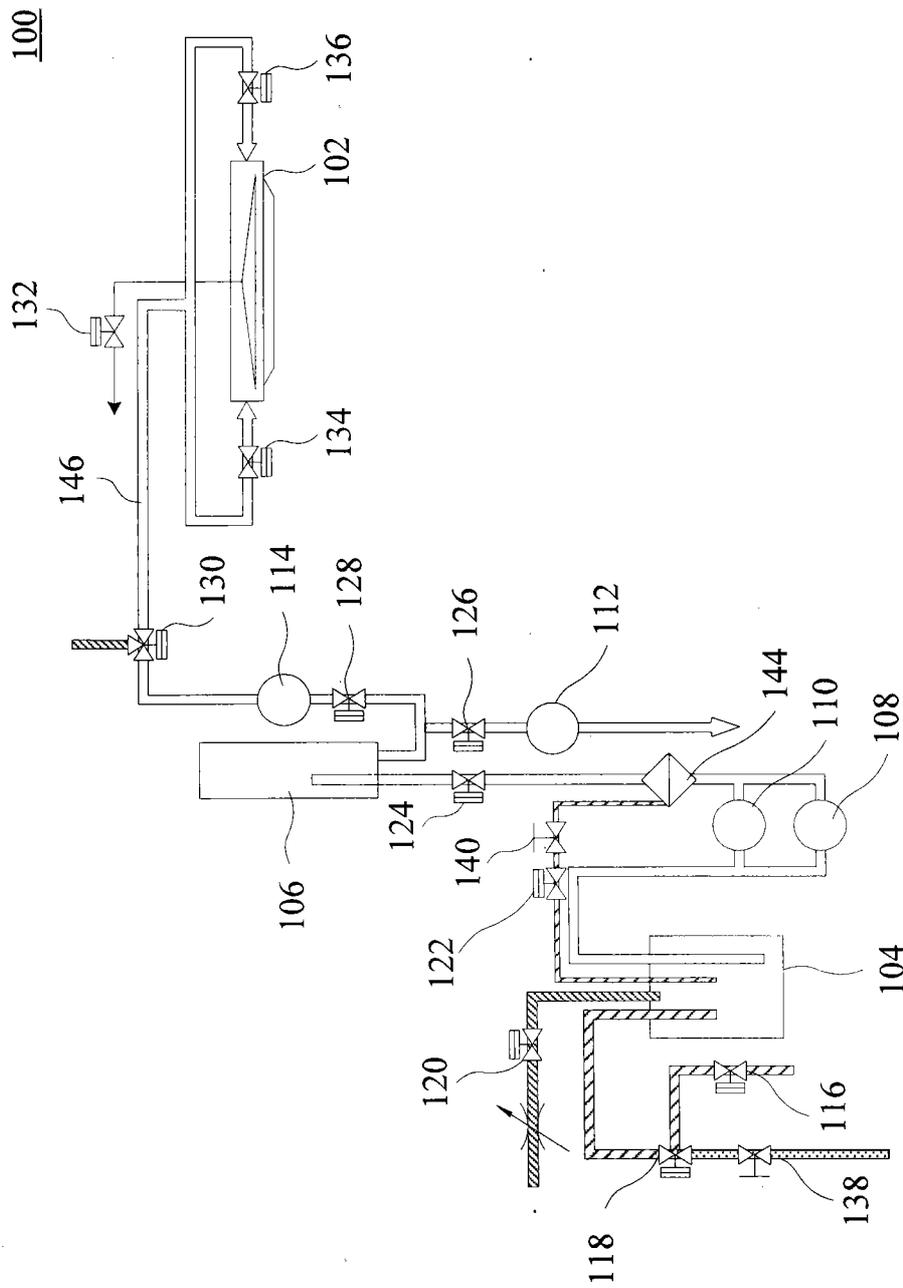


图 12

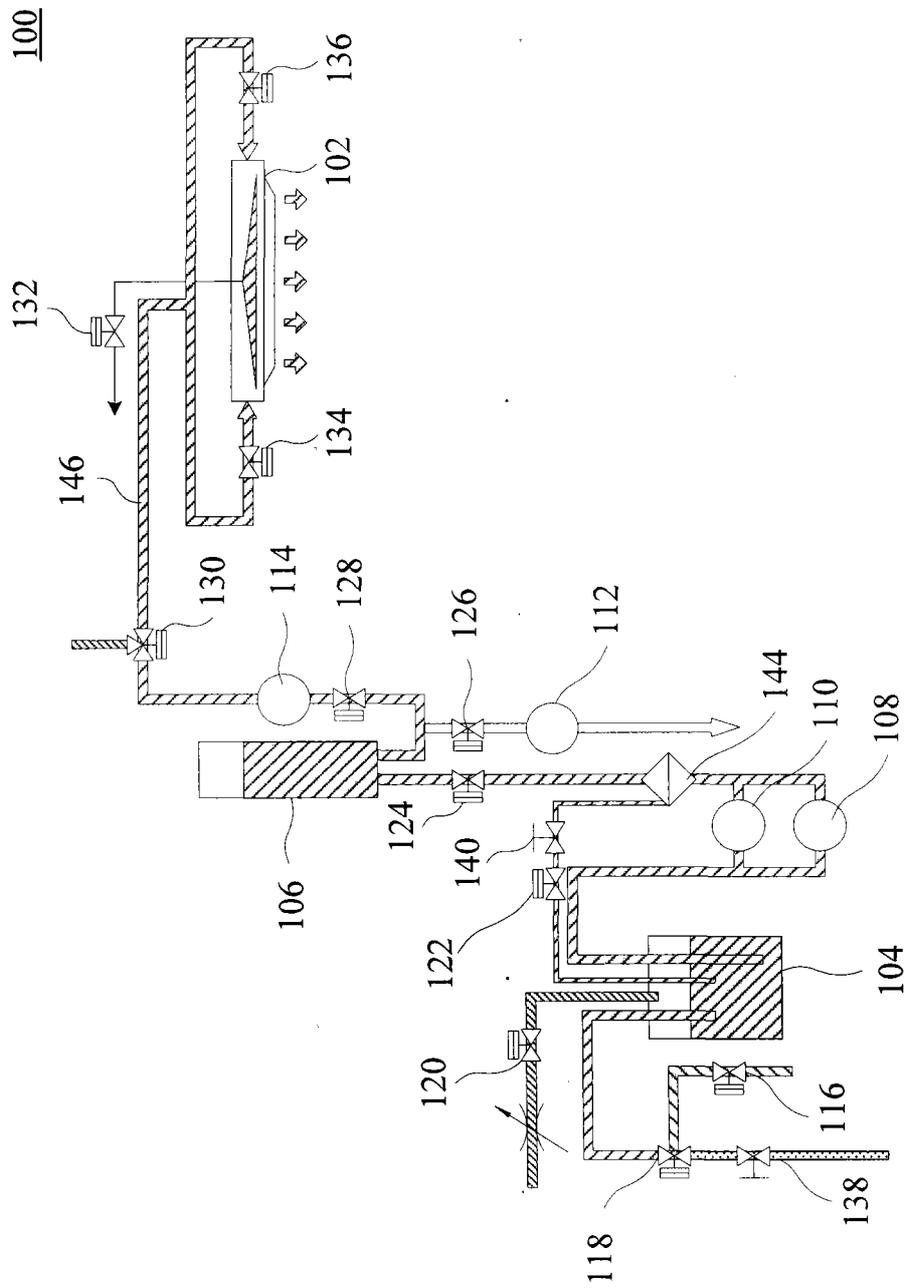


图 13

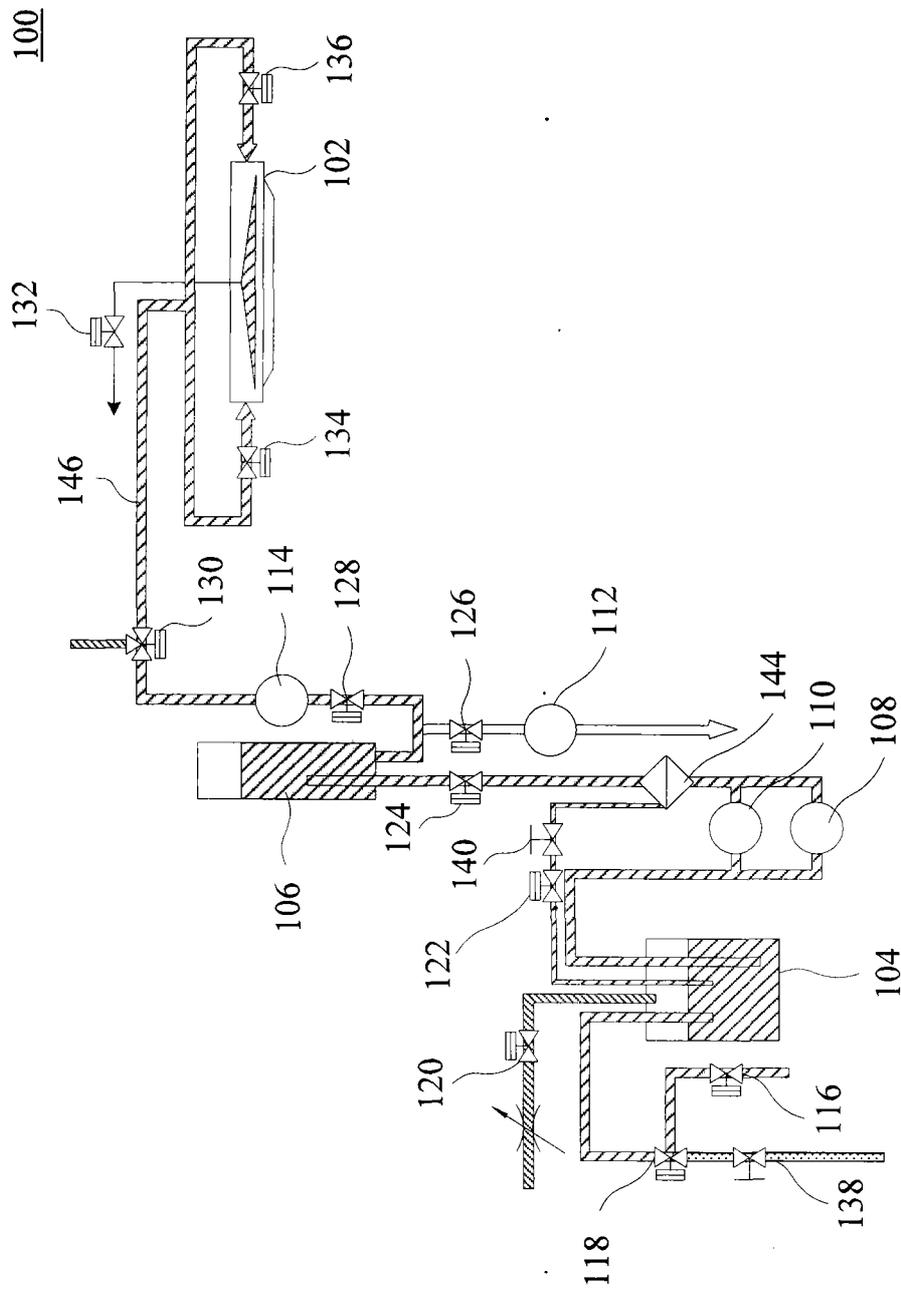


图 14