[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B23H 7/36 (2006.01)
B23H 7/02 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810174008.4

[43] 公开日 2009 年 6 月 17 日

[11] 公开号 CN 101456094A

[22] 申请日 2008.11.11
[21] 申请号 200810174008.4
[30] 优先权
[32] 2007.12.13 [33] JP [31] 2007 - 322537
[71] 申请人 发那科株式会社
地址 日本山梨县
[72] 发明人 喜多佑树 山根光

[74] 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司
代理人 许 静

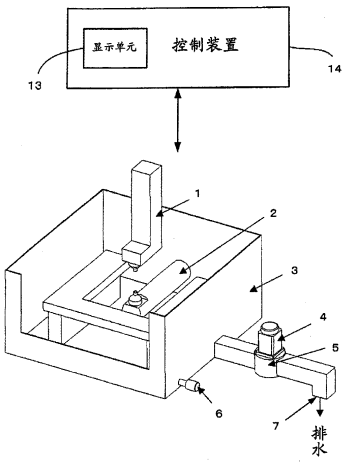
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 7 页

[54] 发明名称

电火花线切割机及其水位异常警报发生原因确定方法

[57] 摘要

本发明提供具有水位异常检测功能的电火花线切割机及其水位异常警报发生原因确定方法。为了确定电火花线切割机的水位异常警报发生原因，在发出了警报时停止向加工槽供给加工液并进行排水，测定由水位检测单元检测到的水位的单位时间的变化量，向操作者显示与测得的水位的变化量和水位调整机构的状态有关的询问。然后，操作者输入针对显示的询问的回答，根据该输入的回答确定成为发生警报的原因的部位。



1. 一种电火花线切割机，具有：供水单元，其向加工槽供给加工液；排水单元，其从加工槽排出加工液；检测单元，其对加工槽中存留的加工液的水位进行检测；水位调整机构，其根据该水位检测单元的检测值进行加工液的供给或排出，来调整所述加工槽的水位；以及水位异常检测功能，在所述水位检测单元的水位和目标水位的差超出了预先设定的范围时，发生水位异常警报，该电火花线切割机的特征在于，

具有：输出单元，在发生了所述警报时停止向所述加工槽供给加工液，输出排水指令；

显示单元，其显示针对操作者的、与水位的变化量以及所述水位调整机构的状态有关的询问；

输入单元，输入针对在所述显示单元中显示的询问的回答；以及

原因确定单元，其根据通过所述输入单元输入的回答，确定成为发生所述警报的原因的部位。

2. 一种电火花线切割机，具有：供水单元，其向加工槽供给加工液；排水单元，其从加工槽排出加工液；检测单元，其对加工槽中存留的加工液的水位进行检测；水位调整机构，其根据该水位检测单元的检测值进行加工液的供给或排出，来调整所述加工槽的水位；以及水位异常检测功能，在所述水位检测单元的水位和目标水位的差超出了预先设定的范围时，发生水位异常警报，该电火花线切割机的特征在于，

具有：输出单元，在发生了所述警报时停止向所述加工槽供给加工液，输出排水指令；

测定单元，其测定由所述水位检测单元检测出的水位的单位时间的变化量；

显示单元，其对应由所述测定单元测得的变化量，显示针对操作者的、与所述水位调整机构的状态有关的询问；

输入单元，输入针对在所述显示单元中显示的询问的回答；以及

原因确定单元，其根据通过所述输入单元输入的回答，确定成为发生所述

警报的原因的部位。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的具有水位异常检测功能的电火花线切割机，其特征在于，

在所述显示单元中显示的针对操作者的、与水位调整机构的状态有关的询问为：排水口的堵塞、有无对排水口阀门进行开闭的伺服电动机的警报信息；供水量的过量不足、联结所述伺服电动机与排水口阀门的接头有无异常。

4. 一种电火花线切割机的水位异常警报发生原因确定方法，该电火花线切割机具有：供水单元，其向加工槽供给加工液；排水单元，其从加工槽排出加工液；检测单元，其对加工槽中存留的加工液的水位进行检测；水位调整机构，其根据该水位检测单元的检测值进行加工液的供给或排出，来调整所述加工槽的水位；以及水位异常检测功能，在所述水位检测单元的水位和目标水位的差超出了预先设定的范围时，发生水位异常警报，该电火花线切割机的水位异常警报发生原因确定方法的特征在于，具有以下步骤：

在发生所述警报时停止向加工槽供给加工液，进行排水；

显示针对操作者的、与水位的变化以及水位调整机构的状态有关的询问；

输入针对所显示的询问的回答；以及

根据输入的回答，确定成为发生所述警报的原因的部位。

5. 一种电火花线切割机的水位异常警报发生原因确定方法，该电火花线切割机具有：供水单元，其向加工槽供给加工液；排水单元，其从加工槽排出加工液；检测单元，其对加工槽中存留的加工液的水位进行检测；水位调整机构，其根据该水位检测单元的检测值进行加工液的供给或排出，来调整所述加工槽的水位；以及水位异常检测功能，在所述水位检测单元的水位和目标水位的差超出了预先设定的范围时，发生水位异常警报，该电火花线切割机的水位异常警报发生原因确定方法的特征在于，具有以下步骤：

在发生了所述警报时停止向加工槽供给加工液，进行排水；

测定由所述水位检测单元检测出的水位的单位时间的变化量；

显示针对操作者的、与测得的水位的变化量以及所述水位调整机构的状态有关的询问；

输入针对所显示的询问的回答；以及

根据输入的回答，确定成为发生所述警报的原因的部位。

6. 根据权利要求 4 或 5 所述的电火花线切割机的水位异常警报发生原因确定方法，其特征在于，

在所述显示单元中显示的针对操作者的与水位调整机构的状态有关的询问为：排水口的堵塞、有无对排水口阀门进行开闭的伺服电动机的警报信息；供水量的过量不足、联结所述伺服电动机与排水口阀门的接头有无异常。

电火花线切割机及其水位异常警报发生原因确定方法

技术领域

本发明涉及一种具有水位异常检测功能的电火花线切割机及其水位异常警报发生原因确定方法。

背景技术

电火花线切割机具有两种。其中一种是不使加工槽内充满加工液，一边从在上部以及下部的线导引器（wire guide）的出入口安装的喷嘴向线电极喷射加工液一边进行加工的喷射型。另一种是为了提高加工速度和加工精度，在加工槽内固定被加工物，并且使加工槽内充满加工液，在浸泡被加工物的状态下进行加工的浸泡型。

在浸泡型的电火花线切割机中，因为需要使加工槽的水位根据被加工物的高度变化，因此提出了以下1）~3）的各种水位调整机构。

1）通过手动使溢流闸门上下移动，来使水位与被加工物的高度相配合的类型。

2）为使所述溢流闸门自动地跟踪保持上部线电极的Z轴的高度（一般，Z轴的高度与被加工物的高度成比例），而通过驱动器驱动该溢流闸门的类型。

3）具备可以连续地检测水位的压力计等水位检测单元；和反馈来自该水位检测单元的信号来调整水位的水位调整机构的类型。该类型的水位调整机构可以在必须与保持线电极的Z轴的高度无关地设定水位的状况（为了使自动接线过程中、更换被加工物时的温度变化为最小，而使加工液排放到仅到被加工物平台位置）下使用。

在特开平4-300123号公报中公开了一种电火花线切割机，其具备自动补给在装置运转过程中减少的加工液的水位自动调整技术。

虽然不是电火花线切割机的技术领域，但在特开平1-81008号公报中公开了一种技术：具有知识库部，该知识库部存储了有关探明故障原因的专业知识，通过对话单元将专业知识输入知识库部，根据知识库部导出故障原因。

此外，在特开平 3-154847 号公报中公开了一种按照事故结果预测系统图（fault tree）探明故障原因的技术，该事故结果预测系统图的结构为：对于与故障诊断对象的原因有关的一个问题具有多个选项，从各个选项分支问题和选项，最后阶段的选项分别到达故障原因。

由于温度的变化，被加工物以及放置该被加工物的工作台等由于热膨胀而发生变形，这成为加工精度降低或线电极断线的原因，因此为了在电火花线切割机中进行高精度的加工，需要将温度变化抑制为最小限度。因此，即使在准备作业中也需要使加工液留在加工槽中。

因此，希望使用上述的、具有连续检测水位的水位检测单元和反馈其检测信号来进行水位调整的水位调整机构的浸泡式的电火花加工机。

但是，水位检测单元和水位调整机构暴露在混入了在电火花加工中产生的污泥（金属微粉）的污水中。因此，水位检测单元和水位调整机构存在由于污泥附着、污泥导致的磨损的原因而容易发生故障的问题。而且，实际上，在由水位检测单元以及水位调整机构构成的水位调整系统中发生了故障时，需要将电火花加工机的无法工作的时间（down time）抑制为短时间。

发明内容

因此，本发明的目的在于提供在电火花线切割机具备的显示装置中显示引导，通过对操作者询问的形式确定产生报警的原因，可以确定在构成水位调整系统的水位检测单元或水位调整机构中产生故障的原因的、具有水位异常检测功能的电火花线切割机及其水位异常警报发生原因确定方法。

本发明的电火花线切割机具备：供水单元，其向加工槽供给加工液；排水单元，其从加工槽排出加工液；检测单元，其对加工槽中存留的加工液的水位进行检测；水位调整机构，其根据该水位检测单元的检测值进行加工液的供给或排出，来调整所述加工槽的水位；以及水位异常检测功能，在所述水位检测单元的水位和目标水位的差超出了预先设定的范围时，发生水位异常警报。

该电火花线切割机第一方式的特征为，具有：输出单元，其在发生了所述警报时停止向所述加工槽供给加工液，输出排水指令；显示单元，其显示针对操作者的、与水位的变化量以及所述水位调整机构的状态有关的询问；输入单元，输入针对在所述显示单元中显示的询问的回答；以及原因确定单元，其根

据通过所述输入单元输入的回答，确定成为发生所述警报的原因的部位。

此外，该电火花线切割机第二方式的特征为，具有：输出单元，其在发生了所述警报时停止向所述加工槽供给加工液，输出排水指令；测定单元，其测定由所述水位检测单元检测出的水位的单位时间的变化量；显示单元，其对应由所述测定单元测得的变化量，显示针对操作者的、与所述水位调整机构的状态有关的询问；输入单元，输入针对在所述显示单元中显示的询问的回答；以及原因确定单元，其根据通过所述输入单元输入的回答，确定成为发生所述警报的原因的部位。

此外，在所述显示单元中显示的针对操作者的、与水位调整机构的状态有关的询问可以为：排水口堵塞、有无对排水口阀门进行开闭的伺服电动机的警报信息；供水量的过量不足、联结所述伺服电动机与排水口阀门的接头有无异常。

并且，本发明的电火花线切割机的水位异常警报发生原因确定方法用于以下的电火花线切割机，该电火花线切割机具有：供水单元，其向加工槽供给加工液；排水单元，其从加工槽排出加工液；检测单元，其对加工槽中存留的加工液的水位进行检测；水位调整机构，其根据该水位检测单元的检测值进行加工液的供给或排出，来调整所述加工槽的水位；以及水位异常检测功能，在所述水位检测单元的水位和目标水位的差超出了预先设定的范围时，发生水位异常警报。

该水位异常警报发生原因确定方法的第一方式包含以下步骤：在发生警报时停止向加工槽供给加工液，进行排水；显示针对操作者的、与水位的变化以及水位调整机构的状态有关的询问；输入针对所显示的询问的回答；以及根据输入的回答，确定成为发生所述警报的原因的部位。

此外，该水位异常警报发生原因确定方法的第二方式包含以下步骤：在发生了警报时停止向加工槽供给加工液，进行排水；测定由水位检测单元检测出的水位的单位时间的变化量；显示针对操作者的、与测得的水位的变化量以及水位调整机构的状态有关的询问；输入针对所显示的询问的回答；以及根据所输入的回答，确定成为发生所述警报的原因的部位。

本发明通过具有以上的结构，在电火花加工机具备的水位调整系统中产生

不良的情况时，操作者可以迅速地确定不良部位，可以着手不良部位的维修作业，可以抑制电火花加工机的停机时间。并且，根据本发明，在电火花加工机中具备的显示画面中显示用于确定故障部位的针对操作者的询问画面来指示作业内容，因此在电火花加工机中不需要具备用于检测水位调整系统的不良的各种检测单元，可以实现电火花加工机的结构简单化、低成本化。

附图说明

通过参照附图对以下的实施例进行说明，本发明上述以及其他目的及特征将会变得明确。

图 1 是表示本发明的电火花线切割机的一个实施方式的概要方框图。

图 2 是图 1 所示的电火花线切割机的加工槽 3 周边的概要图。

图 3 是表示水位上升超过 Z 轴而成为警报状态时的其原因确定过程的一例的树形图。

图 4 是表示水位下降低于 Z 轴而成为警报状态时的其原因确定过程的一例的树形图。

图 5A 表示显示针对操作者的询问画面 1~4 的画面显示例。

图 5B 表示显示针对操作者的询问画面 5~7 的画面显示例。

图 6 表示显示已确定的故障原因的画面显示例。

具体实施方式

图 1 是表示本发明的电火花线切割机的一个实施方式的概要方框图。

电火花线切割机一边在机构部 10 上设置的工作台（未图示）上放置并安装的被加工物和线电极（未图示）之间施加电压来产生放电，一边使线电极相对于该被加工物进行移动，由此对被加工物进行电火花加工。此外，在使加工液急速地积存在加工槽 3 内时，经由急速积存用加工液供给路径 12 来进行。之后的加工液的补给经由加工液供给路径 L1a 来进行。该加工槽 3 内的加工液混入了由于电火花加工而产生的加工碎屑等，被供给到污水槽 8 中。

在污水槽 8 中回收存留的加工液被过滤用泵 P1 抽起，经过过滤器 F 进行过滤，在除去了加工碎屑等后被供给到清水槽 9 中。在清水槽 9 中存留的加工液经由加工液供给路径 L1a 被循环用泵 P3 抽起，并通过其排出口被分支为两路。其中一方经由加工液供给路径 L1a 作为补给液供给到加工槽 3 中，另一方

被提供给加工液冷却装置 11 进行冷却控制，然后经由加工液返回路径 L1c 返回到清水槽 9 中。

加工槽 3 中具有用于检测加工槽 3 内的加工液的水位的压力传感器 6。并且，在加工槽 3 上设置排水单元，为了使加工槽 3 内的加工液流出到污水槽 8 中而设置有排水口 7。通过该排水口 7、排水口阀门 5 以及进行排水口阀门 5 的开闭的伺服电动机 4 构成排水单元。

并且，图 1 中虚线所示的电火花线切割机由控制装置 14 进行控制。该控制装置具有显示单元 13。

图 2 是图 1 所示的电火花线切割机的加工槽 3 周边的概要图。关于该加工槽 3，在水位检测单元中使用压力传感器，并且在水位调整机构中使用伺服电动机。在加工槽 3 内存留的加工液的水位可以通过由压力传感器 6 检测加工液的液压来测定。并且，通过由伺服电动机 4 调整排水口阀门 5 的开度来调整加工液的水位。

在电火花加工中，一边从支撑线电极的上部导引器 1 以及下部导引器 2 喷出加工液一边对被加工物进行加工。因此，通常使排水口阀门 5 处于打开规定量的状态，以便排出流入加工槽 3 中的量。此外，排水口阀门 5 是即使在全闭状态下也会漏出少量的加工液的构造。在通常的针对被加工物的电火花加工作业中，按照“根据被加工物的厚度决定 Z 轴位置”→“根据 Z 轴位置决定目标水位”→“通过压力传感器检测该水位”→“通过排出口阀门的开度对水位的过量不足进行调整”的顺序调整加工槽 3 内的水位。当在图 2 所示的压力传感器 6、伺服电动机 4、排水口阀门 5 等水位调整机构中发生异常/故障时，加工槽 3 内的水位不会被维持在规定的 Z 轴位置附近。

情况Ⅰ：在水位超过 Z 轴位置附近的上限而成为水位异常时，将下述的（a）~（d）4 种原因假设为水位调整系统的故障原因。

（a）压力传感器的故障

（b）伺服电动机的故障

（c）联结伺服电动机与排出口阀门的接头的故障

（d）排水口堵塞

情况Ⅱ：在水位超过 Z 轴位置附近的下限而成为水位异常时，将下述的

（a）～（c）、（e）以及（f）5种原因假设为水位调整系统的故障原因。

（a）压力传感器的故障

（b）伺服电动机的故障

（c）联结伺服电动机与排出口阀门的接头的故障

（e）供水量的不足

（f）漏水量的增大

此外，在上述情况Ⅰ和情况Ⅱ下，故障原因的内容相同的故障原因使用相同的记号。

然后，使用图3至图5B说明通过具有水位异常检测功能的电火花线切割机及其水位异常警报发生原因确定方法，确定上述（a）～（f）所示的故障发生原因的例子。

在该实施例中，在检测水位和目标水位的差达到预先设定的上限值或下限值时，发出水位异常警报。并且，为了防止漏水，阻止向加工槽3流入的加工液，使排水口阀门7为全开使加工槽3内的加工液流出，停止电火花线切割机。此外，通常污水槽8具有大于加工槽3的容量，所以即使将加工槽3内的加工液排放到污水槽8中，加工液也不会从污水槽8溢出。

在图3中，当根据压力传感器6的输出检测到水位异常时（S1），在显示单元13中显示询问画面1（图5A（1）），使操作者选择该水位异常是“水位上限值异常”还是“水位下限值异常”。然后，阻止向加工槽3流入的加工液（L1a、L1b），对伺服电动机4进行指令使排水口阀门5全开，使加工槽3内的加工液流出到污水槽8中，并使电火花线切割机停止。此外，加工槽3内的水位异常是上限值异常还是下限值异常的确定，可以根据来自压力传感器6的输出使电火花线切割机的控制装置14判断是上限值异常还是下限值异常，来代替由操作者进行选择。

（水位的上限值异常）

以下参照图3对水位为上限值异常，操作者在图5A（1）的画面中选择了“水位上限值异常”的情况进行说明。该图3是表示水位上升并超过上限值而成为警报状态时的诊断过程的一例的树形图，以下说明按照该树形图的流程确定上述故障发生原因（a）～（d）。

为了使操作者判断报警后的水位是否下降（S2），在显示单元 13 中显示询问画面 2（图 5A（2））。然后，使操作者在画面上选择进行报警后的压力传感器 6 检测出的水位是“下降”还是“未下降”。可以通过由电火花线切割机的控制装置 14 对警报发生后由压力传感器 6 检测出的水位的变化进行监视，来检测报警后的水位的变化。

在操作者选择了报警后的水位“未下降”时，为了接着判断排水口 7 是否堵塞（S3），在显示单元 13 中显示询问画面 3（图 5A（3））。然后，使操作者在画面上进行排水口 7“堵塞”还是“没有堵塞”的选择。关于排水口 7 的异物堵塞，可以通过操作者确认排水口 7 的水流来进行。

电火花线切割机的加工槽 3 是即使排水口阀门 5 完全关闭也会排出少量的加工液的构造。因此，当假设压力传感器 6 的输出没有变化时，可以确定不是伺服电动机 4、接头等的故障而是异物堵塞了排出口 7（故障（d）），或者是压力传感器 6 发生故障（故障（a））输出不变化。

另一方面，当操作者在报警后的水位是否下降的选择（S2、询问画面 2：图 5A（2））中选择了水位“下降”时，为了接着使操作者判断是否检测出伺服电动机 4 的异常（S4），在显示单元 13 中显示询问画面 4（图 5A（4））。然后，使操作者在画面上选择“检测出”或“未检测出”伺服电动机 4 的异常。关于是否发生了伺服电动机 4 的异常，可以通过操作者观察该伺服电动机 4，或者使用在电火花线切割机的控制装置 14 中标配的伺服电动机异常检测功能来进行确认。然后，当操作者选择了“检测出”伺服电动机 4 的异常时，可以确定为伺服电动机的故障（b）。

另一方面，当操作者选择了“未检测出”伺服电动机 4 的异常时，为了接着判断排水口 7 是否堵塞（S5），在显示单元 13 上显示询问画面 5（图 5A（3））。然后，使操作者在画面上选择排水口 7“堵塞”或“没有堵塞”。在排水口 7 堵塞时可以确定故障的原因为排水口 7 的堵塞（d），在没有堵塞时可以确定为接头的故障（c）。如图 6 所示的显示故障原因的警告画面（a）～（f）中的显示例那样，在显示单元 13 中显示已确定的故障原因，操作者可以迅速并且明确地识别故障原因。

（水位下限值异常）

以下参照图4对水位为下限值异常，操作者在图5A（1）的画面中选择了“水位下限值异常”的情况进行说明。该图4是表示水位下降并低于下限值而成为警报状态时的诊断过程的一例的树形图，以下说明按照该树形图的流程确定上述故障发生原因（a）~（c）、（e）以及（f）。

当操作者在图5A（1）的画面中选择了“水位下限值异常”时，为了接着使操作者判断报警后的水位是否下降（S6），在显示单元13上显示询问画面5（图5B（5））。然后，使操作者选择报警后的水位“没下降”、“缓缓下降”、“快速下降”。可以通过在电火花线切割机的控制装置14中，对警报发生后由压力传感器6检测出的水位的变化进行监视，来检测报警后的水位的变化。

在因为报警后的由压力传感器6检测到的水位没有下降，所以操作者在图5B（5）所示的画面上选择了“没下降”时，为了接着判断排水口7是否堵塞（S7），在显示单元13上显示询问画面3（图5A（3））。然后，使操作者选择排水口7“堵塞”或“没有堵塞”。关于排水口7的异物堵塞，可以通过操作者确认排水口7的水流来进行判断。如上所述，电火花线切割机的加工槽3是即使排水口阀门5完全关闭也会排出少量的水的构造，因此，当假设压力传感器6的输出没有变化时，可以确定不是伺服电动机4、接头等的故障而是异物堵塞了排出口7（故障（d）），或者是压力传感器6发生故障（故障（a））输出不变化。

另一方面，在报警后的由压力传感器6检测到的水位缓缓下降，操作者在图5B（5）所示的画面上选择了“缓缓下降”时，为了接着使操作者选择是否检测出伺服电动机4的异常，在显示单元13上显示询问画面4（图5A（4））。关于是否发生了伺服电动机4的异常，可以使用在电火花线切割机的控制装置14中标配的伺服电动机异常检测功能检测伺服电动机4的状态，或者由操作者观察伺服电动机4来进行判断。然后，当操作者选择了“检测出”伺服电动机4的异常时，可以确定为伺服电动机的故障（b）。

另一方面，在没有检测出伺服电动机4的异常，操作者在图5A（4）的画面中选择了“未检测出”时，为了接着判断供水量是否充足（S10），在显示单元13上显示询问画面6（图5B（6））。关于供水量是否充足，可以通过对供水量进行计量的流量计来进行判断，或者通过确认是否发生了供水管堵塞、供

水泵故障导致的供水量不足来进行判断。在操作者选择了供水量“不充足”时，可以确定故障原因为供水量不足（e）。

另一方面，在操作者选择了供水量“充足”时，为了接着使操作者选择接头是否正常（S11），在显示单元 13 上显示询问画面 7（图 5B（7））。可以通过操作者目视接头来确认，来判断接头是否正常。在接头中没有发现异常在图 5B（7）的画面中选择了“正常”时，可以确定漏水量的增大（f）为故障原因。另一方面，在接头中发现异常选择了“故障”时，可以确认为接头的故障（c）。

另一方面，在报警后的由压力传感器 6 检测到的水位急速下降，操作者在图 5B（5）所示的画面上选择了“快速下降”时，为了接着判断供水量是否充足（S9），在显示单元 13 上显示询问画面 6（图 5B（6））。然后，使操作者在画面上选择排水量“充足”或“不充足”。在选择了供水量“充足”时，可以将漏水量的增大（f）确定为故障原因，另一方面，在选择了供水量“不充足”时，可以将供水量不足（e）确定为故障原因。如上所述，关于供水量是否充足，可以通过对供水量进行计量的流量计来进行判断，或者通过确认是否发生了供水管堵塞、供水泵故障导致的供水量不足来进行判断。

在水位超过上限而成为警报状态时，通过监视警报发生后的压力传感器 6 的输出，在图 3 所示的流程中，可以将其原因限制为以下 4 个原因：压力传感器 6 的故障、伺服电动机 4 的故障、联结伺服电动机 4 和排水口阀门 5 的接头的故障、排水口 7 的堵塞。

控制装置监视发生水位异常警报后的压力传感器 6 的输出，在压力传感器 6 的输出中没有变化时，因为排水阀是即使完全关闭仍排出少量水的构造，所以可以判断为不是伺服电动机 4 或接头等的故障，而是排水口 7 堵塞或者压力传感器 6 故障。关于排水口 7 的异物堵塞，可以使用检测水流的流量传感器进行检测。

在发出加工槽 3 内的水的排水指令后，压力传感器 6 的输出逐渐下降时，使用控制装置标配的伺服电动机异常检测功能检测伺服电动机 4 的异常。在伺服电动机 4 正常时，使用在排水口 7 设置的流量传感器检测排水口 7 的状态。在排水口 7 没有堵塞时，可以将水位异常警报的原因限制为联结伺服电动机 4 和排水口阀门 5 的接头的故障。

在水位超过下限而成为警报状态时，在图 4 所示的流程中，可以将其原因限制为以下 6 个原因：压力传感器 6 的故障、伺服电动机 4 的故障、联结伺服电动机 4 与排出口阀门 5 的接头的故障、供水量的不足、漏水量的增大、排水口 7 的堵塞。

与上述水位超过上限而成为报警状态的情况相同，控制装置 14 监视发生警报后的压力传感器 6 的输出，进行压力传感器 6 的不良诊断。然后，确认发送到控制装置 14 的伺服电动机 4 的信号，进行伺服电动机 4 的不良判断。在为正常时确认来自测定供水量的流量计的信号，确认是否没有因为供水管的堵塞、供水泵的故障产生供水量不足。在供水量充足时，确认联结伺服电动机 4 和排水口阀门 5 的接头是否发生故障。在接头正常时，可以将水位异常警报的原因限制漏水量的增大。关于接头的故障检测，还可以对接头施加微弱的电压监视其变化，根据电压的变化自动检测接头的损坏。

此外，可以使用对压力传感器、伺服电动机、排水口的堵塞、接头、供水量这 5 个要素的状态进行检测的单元自动地确定故障部位，来取代通过询问的形式使操作者确定故障原因。

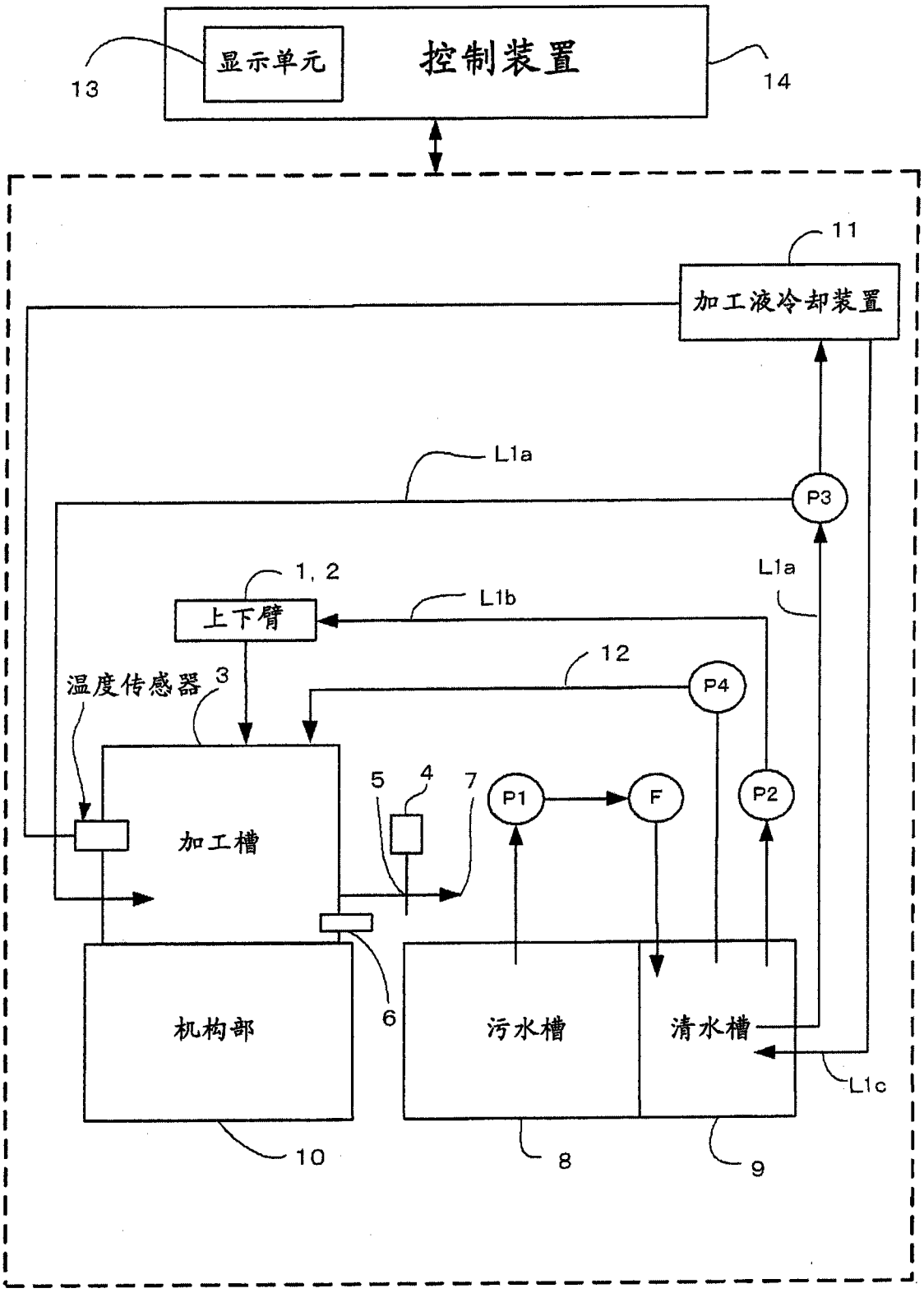

显示单元
控制装置
13
14
11
加工液冷却装置
L1a
P3
1, 2
上下臂
L1b
L1a
12
P4
温度传感器
3
5
4
7
P1
F
P2
加工槽
机构部
6
污水槽
清水槽
L1c
10
8
9

图 1

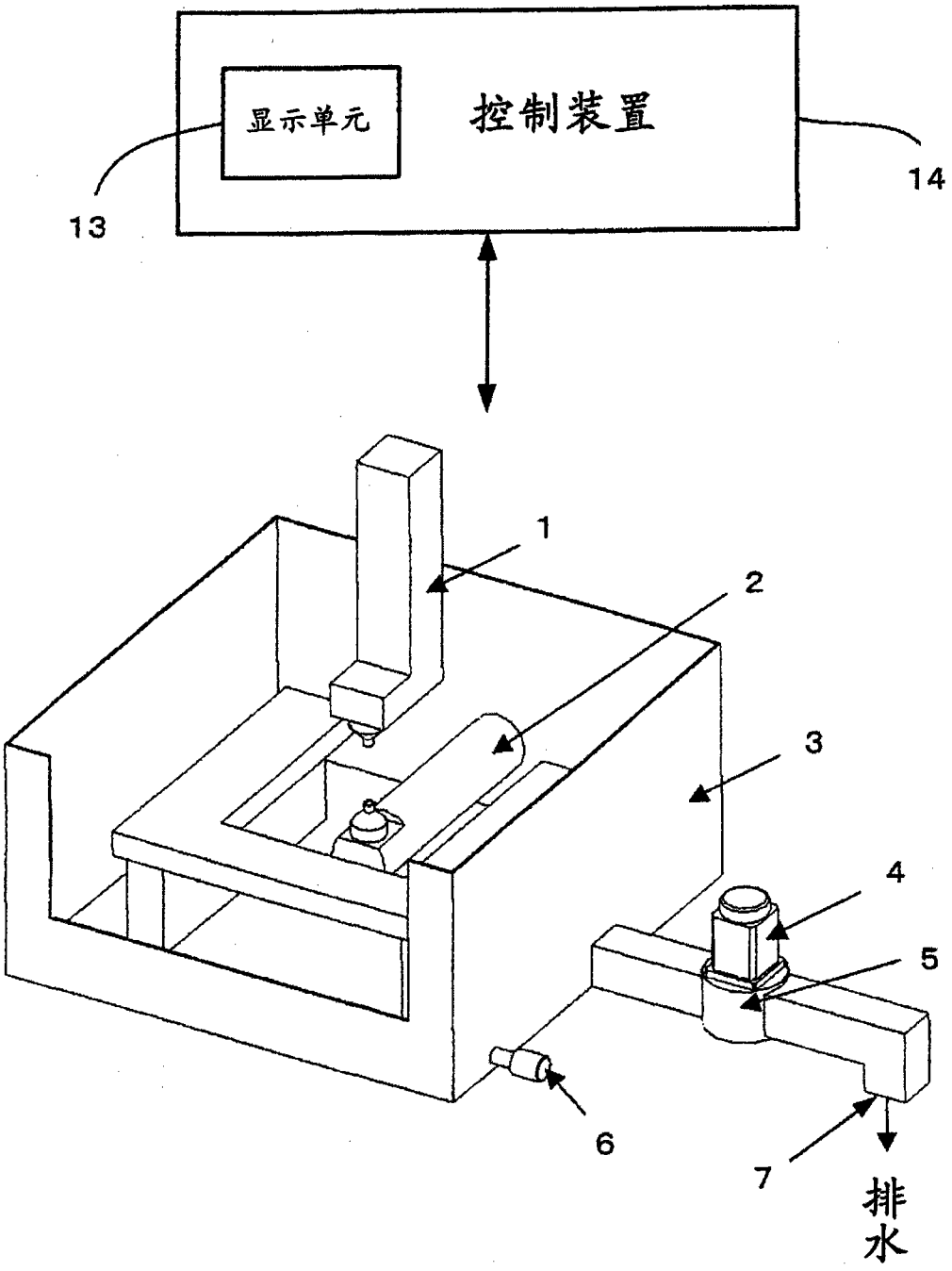


图 2

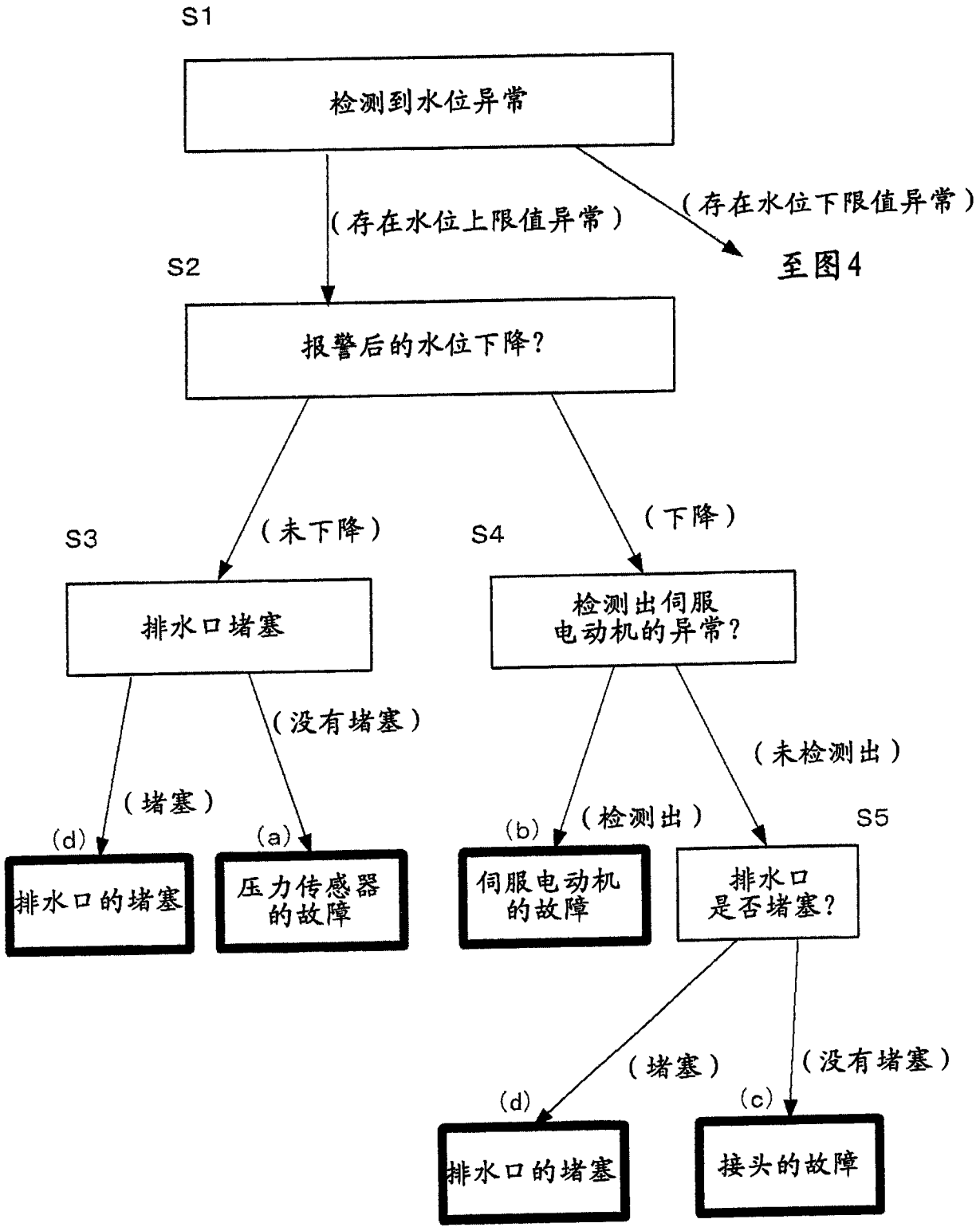

S1
检测到水位异常
（存在水位上限值异常）
（存在水位下限值异常）
至图4
S2
报警后的水位下降?
（未下降）
（下降）
S3
S4
排水口堵塞
检测出伺服
电动机的异常?
（没有堵塞）
（未检测出）
（堵塞）
（检测出）
S5
(d)
(a)
(b)
排水口的堵塞
压力传感器
的故障
伺服电动机
的故障
排水口
是否堵塞?
（堵塞）
（没有堵塞）
(d)
(c)
排水口的堵塞
接头的故障

图 3

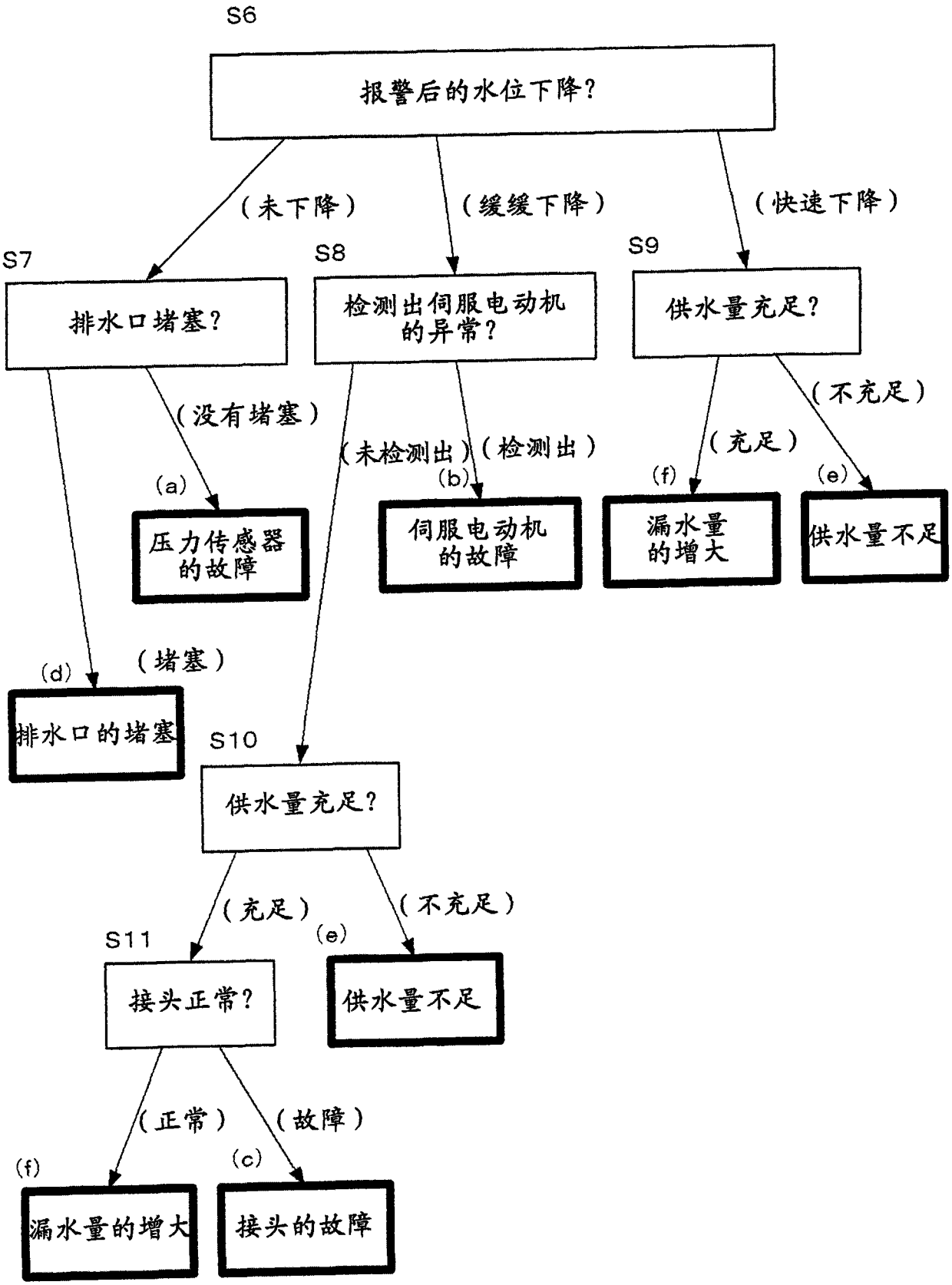

S6
报警后的水位下降?
(未下降)
(缓缓下降)
(快速下降)
S7
排水口堵塞?
S8
检测出伺服电动机的异常?
S9
供水量充足?
(没有堵塞)
(未检测出)
(检测出)
(充足)
(不充足)
(a)
压力传感器的故障
(b)
伺服电动机的故障
(f)
漏水量的增大
(e)
供水量不足
(d)
(堵塞)
排水口的堵塞
S10
供水量充足?
(充足)
(不充足)
S11
(e)
接头正常?
供水量不足
(正常)
(故障)
(f)
(c)
漏水量的增大
接头的故障

图 4

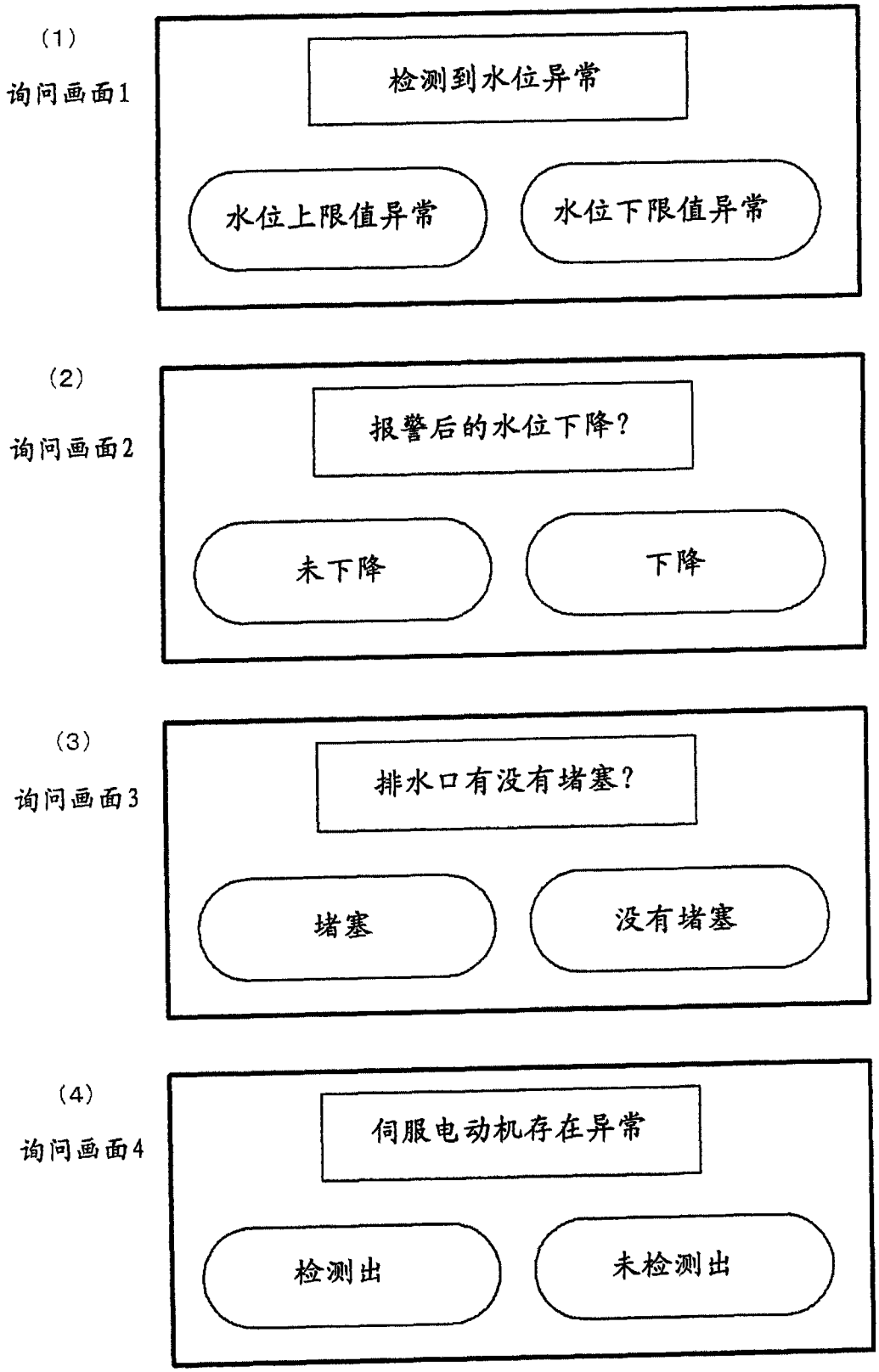
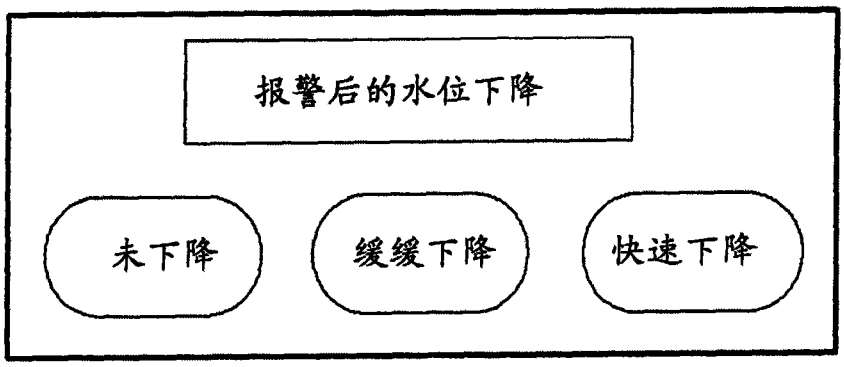
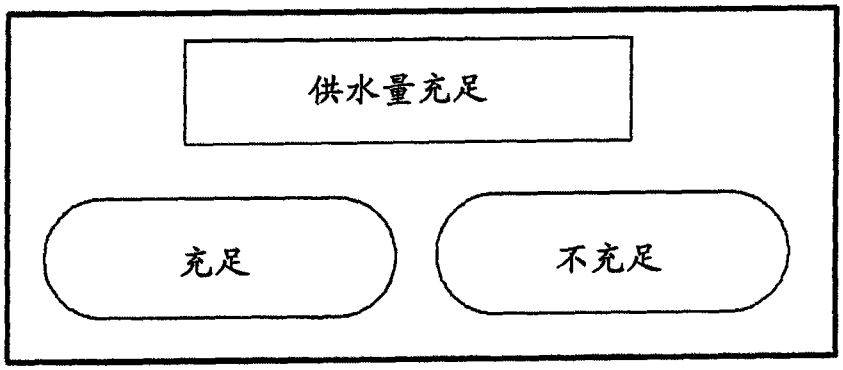

(1)
询问画面1
检测到水位异常
水位上限值异常
水位下限值异常
(2)
询问画面2
报警后的水位下降?
未下降
下降
(3)
询问画面3
排水口有没有堵塞?
堵塞
没有堵塞
(4)
询问画面4
伺服电动机存在异常
检测出
未检测出

图 5A

(5)
询问画面5



(6)
询问画面6



(7)
询问画面7

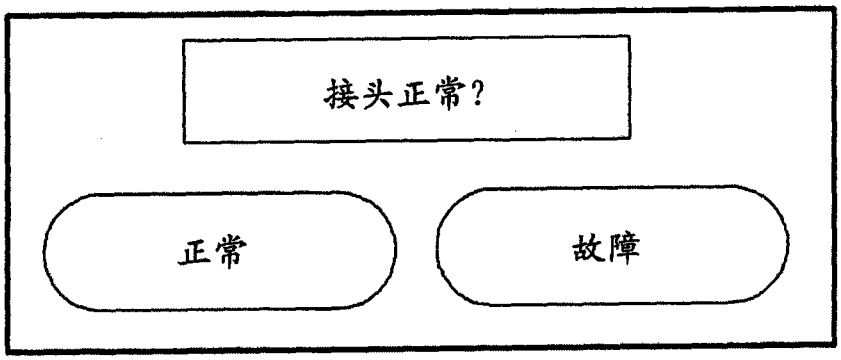


图 5B

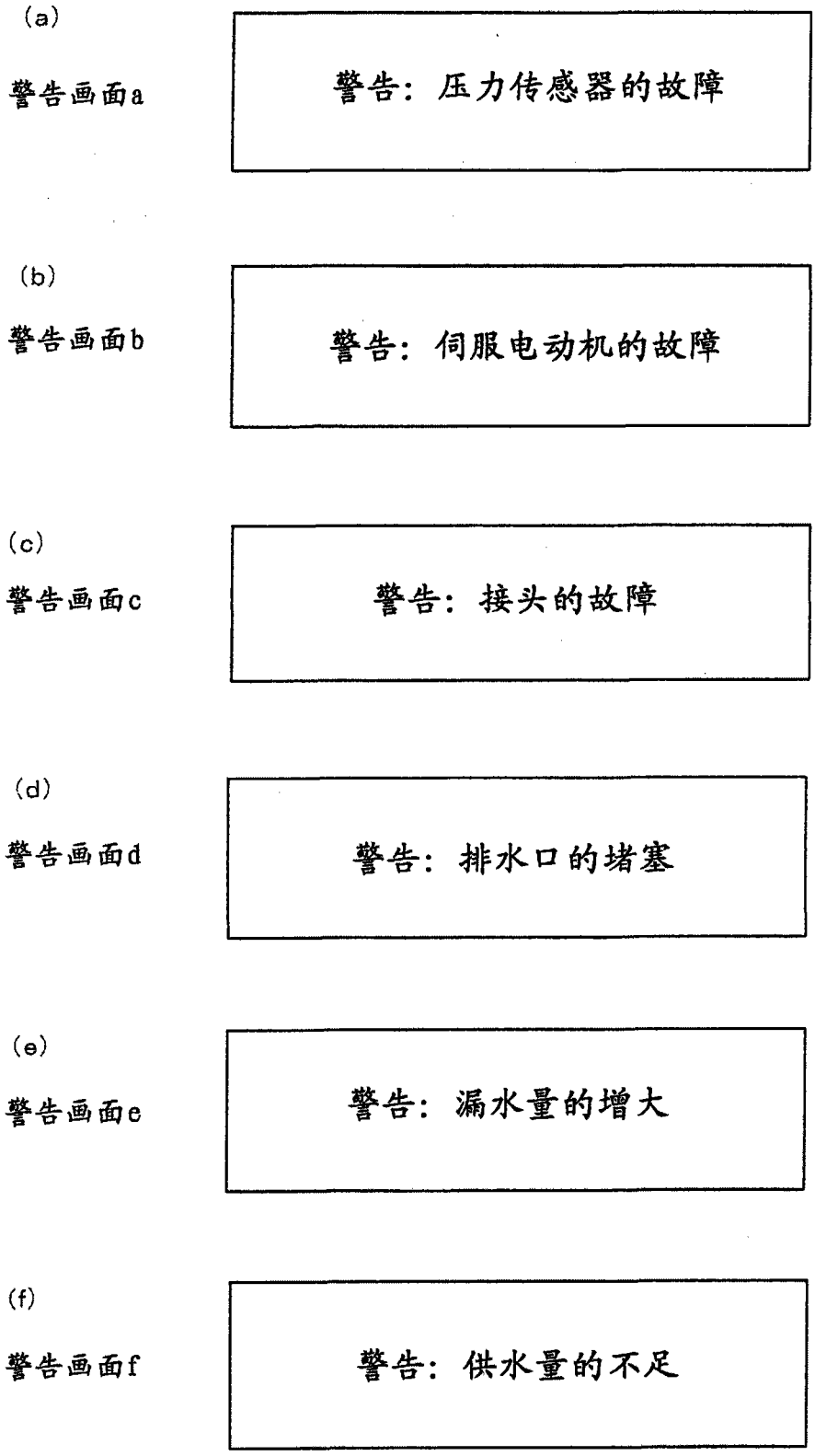

(a)
警告画面a
警告：压力传感器的故障
(b)
警告画面b
警告：伺服电动机的故障
(c)
警告画面c
警告：接头的故障
(d)
警告画面d
警告：排水口的堵塞
(e)
警告画面e
警告：漏水量的增大
(f)
警告画面f
警告：供水量的不足

图 6