(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108972317 B
(45)授权公告日 2021.10.08

(21)申请号 201810530084.8
(22)申请日 2018.05.29
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108972317 A
(43)申请公布日 2018.12.11
(30)优先权数据
2017-106426 2017.05.30 JP
(73)专利权人 株式会社荏原制作所
地址 日本国东京都大田区羽田旭町11番1号
(72)发明人 陈柏翰 曾根忠一 铃木宪一 外崎宏
(74)专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限公司 31300
代理人 张丽颖
(51)Int.Cl.
B24B 37/005(2012.01)
B24B 37/20(2012.01)
B24B 37/30(2012.01)
B24B 37/34(2012.01)
B24B 57/02(2006.01)

审查员 陈尚书

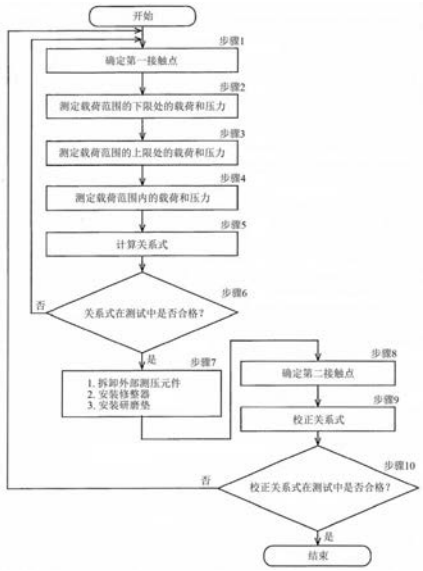
权利要求书3页 说明书12页 附图9页

(54)发明名称

校准方法和记录有校准程序的记录介质

(57)摘要

提供一种校准方法和记录有校准程序的记录介质，能够短时间且高精度地确定修整器的载荷与供给到气缸的气体的压力的关系。在确定由气缸(36)施加的修整器(31)的载荷与供给到气缸(36)的气体的压力的关系的方法中，确定载荷测定器(145)与研磨台(11)接触的第一接触点，计算表示测定出的载荷与压力的关系的由二次函数构成的关系式，确定修整器(31)与研磨垫(10)的研磨面接触的第二接触点，根据第一接触点处的气体的压力(P1)与第二接触点处的气体的压力(P2)来计算校正量(ΔP)，根据计算出的校正量(ΔP)来校正关系式。



CN 108972317 B

1.一种确定由气缸施加的修整器的载荷与供给到该气缸的气体的压力的关系的方法，其特征在于,在该方法中，

通过所述气缸而使载荷测定器下降,从而使该载荷测定器与研磨台接触,该载荷测定器安装于能够上下运动的修整器驱动轴，

根据所述载荷测定器从规定位置起的下降距离与使所述载荷测定器下降时供给到所述气缸的气体的压力的关系,来确定所述载荷测定器与所述研磨台接触的第一接触点，

将位于所述第一接触点的所述载荷测定器按压到所述研磨台,一边使作用于所述载荷测定器的载荷在规定的载荷范围内变化,一边测定作用于所述载荷测定器的载荷和所述气体的压力，

计算表示测定出的所述载荷与压力的关系的由二次函数构成的关系式，

取代所述载荷测定器而将所述修整器安装于所述修整器驱动轴,并且在所述研磨台的上表面安装研磨垫,确定所述修整器与该研磨垫的研磨面接触的第二接触点，

根据所述第一接触点处的气体的压力与所述第二接触点处的气体的压力来计算校正量，

根据计算出的所述校正量来校正所述关系式。

2.根据权利要求1所述的确定由气缸施加的修整器的载荷与供给到该气缸的气体的压力的关系的方法,其特征在于，

在确定所述第一接触点的工序中，

一边改变供给到所述气缸的气体的压力,一边多次测定所述载荷测定器从规定位置起的下降距离，

将根据测定出的所述载荷测定器的下降距离和对应的所述气体的压力而特定出的坐标系上的多个数据点分割成包含测定刚开始之后的数据点的非接触侧组和包含测定即将结束之前的数据点的接触侧组，

对属于所述非接触侧组的多个数据点执行回归分析而确定由一次函数表示的第一回归直线，

对属于所述接触侧组的多个数据点执行回归分析而确定由一次函数表示的第二回归直线，

求出所述第一回归直线与所述第二回归直线的交点而将所述交点确定为所述第一接触点。

3.根据权利要求1所述的确定由气缸施加的修整器的载荷与供给到该气缸的气体的压力的关系的方法,其特征在于，

在计算所述关系式的工序中,对根据测定出的所述载荷和压力而特定出的坐标系上的多个数据点执行回归分析,从而计算由二次函数表示的回归式,并将该回归式确定为所述关系式。

4.根据权利要求2所述的确定由气缸施加的修整器的载荷与供给到该气缸的气体的压力的关系的方法,其特征在于，

在计算所述关系式的工序中,对根据测定出的所述载荷和压力而特定出的坐标系上的多个数据点执行回归分析,从而计算由二次函数表示的回归式,并将该回归式确定为所述关系式。

5.根据权利要求1至4中的任意一项所述的确定由气缸施加的修整器的载荷与供给到该气缸的气体的压力的关系的方法,其特征在于,

在校正所述关系式的工序中,

在计算出的所述校正量加上测定出的所述压力,

测定加上了所述校正量后的压力、以及在将加上了所述校正量后的压力的气体供给到所述气缸时作用于所述修整器的载荷,

对根据加上了所述校正量后的压力、以及对应的测定出的所述载荷而特定出的坐标系上的多个数据点执行回归分析,从而计算由二次函数构成的新的关系式,

将所述关系式校正成所述新的关系式。

6.一种非暂时性的计算机可读取的记录介质,其记录有确定由气缸施加的修整器的载荷与供给到该气缸的气体的压力的关系的程序,其特征在于,该记录介质记录有使计算机执行如下的处理的程序:

使所述气缸执行如下的动作:使载荷测定器下降,从而使该载荷测定器与研磨台接触,该载荷测定器安装于能够上下运动的修整器驱动轴;

根据所述载荷测定器从规定位置起的下降距离与使所述载荷测定器下降时供给到所述气缸的气体的压力的关系,来确定所述载荷测定器与所述研磨台接触的第一接触点;

将位于所述第一接触点的所述载荷测定器按压到所述研磨台,一边使作用于所述载荷测定器的载荷在规定的载荷范围内变化,一边根据测定出的作用于所述载荷测定器的载荷和所述气体的压力,来计算表示测定出的所述载荷与压力的关系的由二次函数构成的关系式;

确定第二接触点,该第二接触点是取代所述载荷测定器而安装于所述修整器驱动轴的所述修整器与安装于所述研磨台的上表面的研磨垫的研磨面接触的点;

根据所述第一接触点处的气体的压力与所述第二接触点处的气体的压力来计算校正量;

根据计算出的所述校正量来校正所述关系式。

7.根据权利要求6所述的非暂时性的计算机可读取的记录介质,其特征在于,

在确定所述第一接触点的工序中,

一边改变供给到所述气缸的气体的压力,一边将根据多次测定出的所述载荷测定器从规定位置起的下降距离和对应的所述气体的压力而特定出的坐标系上的多个数据点分割成包含测定刚开始之后的数据点的非接触侧组和包含测定即将结束之前的数据点的接触侧组,

对属于所述非接触侧组的多个数据点执行回归分析而确定由一次函数表示的第一回归直线,

对属于所述接触侧组的多个数据点执行回归分析而确定由一次函数表示的第二回归直线,

求出所述第一回归直线与所述第二回归直线的交点而将所述交点确定为所述第一接触点。

8.根据权利要求6所述的非暂时性的计算机可读取的记录介质,其特征在于,

在计算所述关系式的工序中,对根据测定出的所述载荷和压力而特定出的坐标系上的

多个数据点执行回归分析，从而计算由二次函数表示的回归式，并将该回归式确定为所述关系式。

9.根据权利要求7所述的非暂时性的计算机可读取的记录介质，其特征在于，

在计算所述关系式的工序中，对根据测定出的所述载荷和压力而特定出的坐标系上的多个数据点执行回归分析，从而计算由二次函数表示的回归式，并将该回归式确定为所述关系式。

10.根据权利要求6至9中的任意一项所述的非暂时性的计算机可读取的记录介质，其特征在于，

在校正所述关系式的工序中，

在计算出的所述校正量上加上测定出的所述压力，

对根据加上了所述校正量后的压力、以及在将加上了所述校正量后的压力的气体供给到所述气缸时作用于所述修整器的载荷而特定出的坐标系上的多个数据点执行回归分析，从而计算由二次函数构成的新的关系式，

将所述关系式校正成所述新的关系式。

校准方法和记录有校准程序的记录介质

技术领域

[0001] 本发明涉及确定由气缸施加的修整器的载荷与向该气缸供给的气体的压力的关系的方法以及确定该关系的程序。

背景技术

[0002] 近年来,半导体器件越来越微细化,元件构造逐渐变得复杂。在半导体器件的制造工序中,表面的平坦化成为非常重要的工序。用于表面的平坦化的代表性的技术是化学机械研磨(CMP,Chemical Mechanical Polishing)。在该化学机械研磨中,一边向研磨垫的研磨面上供给包含了二氧化硅(SiO_2)等磨粒的研磨液,一边使基板与研磨面滑动接触而对基板的表面进行研磨。

[0003] 该化学机械研磨是使用CMP装置来进行的。CMP装置具有:上表面粘贴了研磨垫的研磨台、以及保持半导体晶片等基板(被研磨物)的顶环。一边使研磨台和顶环分别绕其轴心旋转,一边通过顶环以规定的压力将基板按压到研磨垫的研磨面(上表面),使基板与研磨垫滑动接触。向研磨垫的研磨面供给研磨液,以在基板与研磨垫之间存在研磨液的状态对基板进行研磨。通过碱性的化学研磨作用与磨粒的机械研磨作用的复合作用而使基板的表面平坦化。

[0004] 当进行基板的研磨时,磨粒或研磨屑附着于研磨垫的研磨面(上表面),并且,研磨垫的特性发生变化而使研磨性能变差。因此,随着重复进行基板的研磨,研磨速度降低,并且会产生研磨不均。因此,用于使劣化了的研磨垫的研磨面再生的修整装置与研磨台相邻地设置。该修整装置通过稍微切削研磨垫的研磨面而使研磨垫的研磨面再生。

[0005] 修整装置具有:用于进行研磨垫的研磨面的修整的修整器、以及将修整器按压到研磨垫的气缸。在修整器的下表面固定了金刚石粒子等硬质的磨粒,该修整器的下表面构成对研磨垫的研磨面进行修锐(修整)的修整面。

[0006] 在对研磨垫进行修整时,使支承研磨垫的研磨台和修整器旋转,一边向研磨垫的研磨面供给纯水,一边将修整器按压到研磨垫。通过修整器的修整面与研磨垫的研磨面的滑动接触来进行研磨面的修整。

[0007] 在修整中,通过修整器对研磨垫的研磨面进行切削。修整器对研磨垫的按压力、即由气缸施加的修整器的载荷给研磨垫的寿命带来较大的影响。因此,需要准确地控制该修整器的载荷。

[0008] 在上述的结构中,修整器的载荷依赖于供给到气缸的空气的压力。因此,需要确定修整器的载荷与供给到气缸的空气的压力的关系的作业(校准作业)。

[0009] 专利文献1:日本特开2016-144860号公报

[0010] 发明要解决的课题

[0011] 上述的校准作业主要是在包含修整装置的CMP装置的出厂时(即,在CMP装置被提供给客户时)以及研磨垫的更换时进行的。然而,以往该校准作业由作业者主观地进行,因此校准作业会花费大量的时间。此外,期望提高校准作业的精度。

发明内容

[0012] 本发明是鉴于上述的以往的问题点而完成的，其目的在于，提供一种非暂时性的计算机可读取的记录介质，该非暂时性的计算机可读取的记录介质记录了能够短时间且高精度地确定修整器的载荷与供给到气缸的气体的压力的关系的方法和程序。

[0013] 用于解决课题的手段

[0014] 一个方式提供确定由气缸施加的修整器的载荷与供给到该气缸的气体的压力的关系的方法，其中，通过所述气缸而使载荷测定器下降，从而使该载荷测定器与研磨台接触，该载荷测定器安装于能够上下运动的修整器驱动轴，根据所述载荷测定器从规定位置起的下降距离与使所述载荷测定器下降时供给到所述气缸的气体的压力的关系，来确定所述载荷测定器与所述研磨台接触的第一接触点，将位于所述第一接触点的所述载荷测定器按压到所述研磨台，一边使作用于所述载荷测定器的载荷在规定的载荷范围内变化，一边测定作用于所述载荷测定器的载荷和所述气体的压力，计算表示测定出的所述载荷与压力的关系的由二次函数构成的关系式，取代所述载荷测定器而将所述修整器安装于所述修整器驱动轴，并且在所述研磨台的上表面安装研磨垫，确定所述修整器与该研磨垫的研磨面接触的第二接触点，根据所述第一接触点处的气体的压力与所述第二接触点处的气体的压力来计算校正量，根据计算出的所述校正量来校正所述关系式。

[0015] 优选的方式中，在确定所述第一接触点的工序中，

[0016] 一边改变供给到所述气缸的气体的压力，一边多次测定所述载荷测定器从规定位置起的下降距离，

[0017] 将根据测定出的所述载荷测定器的下降距离和对应的所述气体的压力而特定出的坐标系上的多个数据点分割成包含测定刚开始之后的数据点的非接触侧组和包含测定即将结束之前的数据点的接触侧组，对属于所述非接触侧组的多个数据点执行回归分析而确定由一次函数表示的第一回归直线，对属于所述接触侧组的多个数据点执行回归分析而确定由一次函数表示的第二回归直线，求出所述第一回归直线与所述第二回归直线的交点而将所述交点确定为所述第一接触点。

[0018] 优选的方式中，在计算所述关系式的工序中，对根据测定出的所述载荷和压力而特定出的坐标系上的多个数据点执行回归分析，从而计算由二次函数表示的回归式，并将该回归式确定为所述关系式。

[0019] 优选的方式中，在校正所述关系式的工序中，在计算出的所述校正量加上测定出的所述压力，测定加上了所述校正量后的压力、以及在将加上了所述校正量后的压力的气体供给到所述气缸时作用于所述修整器的载荷，对根据加上了所述校正量后的压力、以及对应的测定出的所述载荷而特定出的坐标系上的多个数据点执行回归分析，从而计算由二次函数构成的新的关系式，将所述关系式校正成所述新的关系式。

[0020] 其他的方式提供非暂时性的计算机可读取的记录介质，其记录有确定由气缸施加的修整器的载荷与供给到该气缸的气体的压力的关系的程序，其中，该记录介质记录有使计算机执行如下的处理的程序：使所述气缸执行如下的动作：使载荷测定器下降，从而使该载荷测定器与研磨台接触，该载荷测定器安装于能够上下运动的修整器驱动轴；根据所述载荷测定器从规定位置起的下降距离与使所述载荷测定器下降时供给到所述气缸的气体的压力的关系，来确定所述载荷测定器与所述研磨台接触的第一接触点；将位于所述第一

接触点的所述载荷测定器按压到所述研磨台，一边使作用于所述载荷测定器的载荷在规定的载荷范围内变化，一边根据测定出的作用于所述载荷测定器的载荷和所述气体的压力，来计算表示测定出的所述载荷与压力的关系的由二次函数构成的关系式；确定第二接触点，该第二接触点是取代所述载荷测定器而安装于所述修整器驱动轴的所述修整器与安装于所述研磨台的上表面的研磨垫的研磨面接触的点；根据所述第一接触点处的气体的压力与所述第二接触点处的气体的压力来计算校正量；根据计算出的所述校正量来校正所述关系式。

[0021] 优选的方式中，在确定所述第一接触点的工序中，一边改变供给到所述气缸的气体的压力，一边将根据多次测定出的所述载荷测定器从规定位置起的下降距离和对应的所述气体的压力而特定出的坐标系上的多个数据点分割成包含测定刚开始之后的数据点的非接触侧组和包含测定即将结束之前的数据点的接触侧组，对属于所述非接触侧组的多个数据点执行回归分析而确定由一次函数表示的第一回归直线，对属于所述接触侧组的多个数据点执行回归分析而确定由一次函数表示的第二回归直线，求出所述第一回归直线与所述第二回归直线的交点而将所述交点确定为所述第一接触点。

[0022] 优选的方式中，在计算所述关系式的工序中，对根据测定出的所述载荷和压力而特定出的坐标系上的多个数据点执行回归分析，从而计算由二次函数表示的回归式，并将该回归式确定为所述关系式。

[0023] 优选的方式中，在校正所述关系式的工序中，在计算出的所述校正量上加上测定出的所述压力，对根据加上了所述校正量后的压力、以及在将加上了所述校正量后的压力的气体供给到所述气缸时作用于所述修整器的载荷而特定出的坐标系上的多个数据点执行回归分析，从而计算由二次函数构成的新的关系式，将所述关系式校正成所述新的关系式。

[0024] 发明效果

[0025] 根据本发明，能够准确地确定第一接触点和第二接触点，能够使表示测定出的载荷与压力的关系的由二次函数构成的关系式和校正后的关系式与实测值进一步拟合。因此，能够短时间且高精度地确定修整器的载荷与供给到气缸的气体的压力的关系。

附图说明

[0026] 图1是研磨装置的立体图。

[0027] 图2是示出修整装置的示意图。

[0028] 图3是示出包含修整装置的系统的框图。

[0029] 图4是示出执行校准程序的计算机的一例的示意图。

[0030] 图5是示出取代修整器而将测压元件安装于修整器驱动轴的修整装置的示意图。

[0031] 图6是示出用于说明校准方法的流程图的图。

[0032] 图7是示出位置传感器的下降距离与供给到气缸的空气的压力的关系的图表。

[0033] 图8是示出规定的载荷范围内的载荷与压力的测定的图。

[0034] 图9是示出供给到气缸的空气的压力与测压元件的载荷的关系的图表。

[0035] 图10是用于说明校正关系式的方法的图。

[0036] 符号说明

[0037] 10 研磨垫

[0038] 11 研磨台

[0039] 20 顶环装置

[0040] 21 顶环

[0041] 22 顶环驱动轴

[0042] 23 顶环摆动臂

[0043] 24 顶环驱动轴

[0044] 25 液体供给机构

[0045] 30 修整装置

[0046] 31 修整器

[0047] 32 修整器驱动轴

[0048] 33 修整器摆动臂

[0049] 34 修整器摆动轴

[0050] 35 直线运动引导机构

[0051] 36 气缸

[0052] 37 弹簧

[0053] 39 修整器旋转电机

[0054] 40 电动气动调节器

[0055] 42 压力传感器

[0056] 45 测压元件

[0057] 55 位置传感器

[0058] 56 支承部件

[0059] 57 传感器目标物

[0060] 90 计算机

[0061] 91 存储装置

[0062] 92 运算部

[0063] 92a CPU

[0064] 92b ROM

[0065] 92c RAM

[0066] 93 HMI

[0067] 95 GUI

[0068] 96 显示部

[0069] 111 A/D转换部

[0070] 112 网关部

[0071] 115 位移量测定器

[0072] 116 放大器

[0073] 120 控制部

[0074] 121 电磁阀

[0075] 125 GUI

[0076] 145 测压元件

具体实施方式

[0077] 以下，参照附图对本发明的实施方式进行说明。另外，在以下的说明中，对同一或者对应的结构要素标注同一符号，而省略其重复的说明。

[0078] 图1是研磨装置的立体图。研磨装置具有：支承研磨垫10的研磨台11、使晶片等基板(被研磨物)与研磨垫10滑动接触而进行研磨的顶环装置20、以及对研磨垫10进行修锐(修整)的修整装置30。

[0079] 研磨垫10安装于研磨台11的上表面，研磨垫10的上表面构成研磨面。研磨台11与未图示的电机连结，通过该电机而使研磨台11和研磨垫10向箭头所示的方向旋转。

[0080] 顶环装置20具有：保持基板并将基板按压到研磨垫10的上表面的顶环21、与顶环21连结的顶环驱动轴22、以及旋转自如地保持顶环驱动轴22的顶环摆动臂23。顶环摆动臂23由顶环摆动轴24支承。

[0081] 在顶环摆动臂23的内部设置有与顶环驱动轴22连结的未图示的电机。该电机的旋转经由顶环驱动轴22而传递给顶环21，由此顶环21向箭头所示的方向以顶环驱动轴22为中心进行旋转。

[0082] 与顶环装置20相邻地配置有液体供给机构25，该液体供给机构25向研磨垫10的研磨面供给研磨液和修整液。液体供给机构25具有多个供给喷嘴(未图示)，从这些供给喷嘴向研磨垫10的研磨面分别供给研磨液和修整液。

[0083] 该液体供给机构25兼用作将研磨液向研磨垫10供给的研磨液供给机构以及将修整液(例如纯水)向研磨垫10供给的修整液供给机构。另外，也可以分别设置研磨液供给机构和修整液供给机构。

[0084] 顶环21的下表面构成通过真空吸附等来保持基板的基板保持面。顶环驱动轴22与未图示的上下运动致动器(例如气缸)连结。因此，通过上下运动致动器而经由顶环驱动轴22使顶环21进行上下运动。

[0085] 顶环摆动轴24位于研磨台11的径向外侧。该顶环摆动轴24构成为能够旋转，由此顶环21能够在研磨垫10上的研磨位置与研磨垫10的外侧的待机位置之间移动。

[0086] 基板的研磨像如下这样进行。在顶环21的下表面保持基板，使顶环21和研磨台11旋转。在该状态下，向研磨垫10的研磨面供给研磨液，然后，通过顶环21将基板向研磨垫10的研磨面按压。通过在研磨液中包含的磨粒的机械研磨作用和研磨液的化学研磨作用而对基板的表面(下表面)进行研磨。

[0087] 图2是示出修整装置30的示意图。修整装置30具有：与研磨垫10的研磨面滑动接触的修整器31、与该修整器31连结的修整器驱动轴32、以及旋转自如地保持修整器驱动轴32的修整器摆动臂33。修整器31的下表面构成与研磨垫10的研磨面滑动接触的修整面。在该修整面固定有金刚石粒子等硬质的磨粒。

[0088] 修整器摆动臂33支承于修整器摆动轴34。在修整器摆动臂33的内部设置有与修整器驱动轴32连结的修整器旋转电机39。该修整器旋转电机39的旋转经由修整器驱动轴32而传递给修整器31，由此修整器31向箭头所示的方向(参照图1)以修整器驱动轴32为中心进行旋转。

[0089] 修整器摆动轴34与未图示的摆动电机连结，通过该摆动电机的驱动，修整器31在研磨垫10的研磨面的半径方向上移动。当对研磨垫10进行修整时，使研磨台11和修整器31旋转，一边向研磨垫10的研磨面供给修整液，一边将修整器31按压到研磨垫10。通过修整器31的修整面与研磨垫10的研磨面的滑动接触而进行研磨面的调整。在修整中，修整器31在研磨垫10的径向上往复移动。

[0090] 如图2所示，修整装置30具有经由修整器驱动轴32而将修整器31按压到研磨垫10的作为按压机构的气缸36。修整器驱动轴32向修整器31传递转矩，并且与直线运动引导机构35连结，直线运动引导机构35允许修整器驱动轴32在其长度方向上的直线行进运动。直线运动引导机构35的一例是滚珠花键。修整器旋转电机39经由直线运动引导机构35而与修整器驱动轴32连结，通过该电机39经由修整器驱动轴32而使修整器31进行旋转。

[0091] 修整装置30还具有与修整器驱动轴32连结的弹簧37。该弹簧37是用于使包含修整器驱动轴32和修整器31的修整装置30的可动部的自重平衡的部件。在没有气缸36的输出时、即未对气缸36供给空气时，弹簧37具有通过其弹性力而使修整器31向上方向返回的功能。因此，弹簧37对修整器驱动轴32赋予与气缸36下压修整器31的方向相反方向上的力，并经由该修整器驱动轴32而对修整器31向上方施力。

[0092] 修整器驱动轴32与气缸(按压机构)36连结，该气缸36经由修整器驱动轴32而将修整器31按压到研磨垫10。气缸36是空压式致动器的一种。气缸36与作为压力调整器的电动气动调节器40连接。

[0093] 该电动气动调节器40调整从未图示的空气源供给的加压空气的压力，将调整后的压力的空气送至气缸36。另外，也可以使用空气以外的气体。在电动气动调节器40中内置有测定供给到气缸36的空气的压力的压力传感器(压力测定器)42。

[0094] 在修整器驱动轴32安装有测压元件(内部载荷测定器或者内部测压元件)45。通过该测压元件45间接地测定修整器31对研磨垫10的按压力、即由气缸36施加的修整器31的载荷。

[0095] 修整装置30具有：测定修整器31的铅垂方向上的位置的位置传感器(位移传感器)55、以及与位置传感器55相对配置的传感器目标物57。这些位置传感器55和传感器目标物57构成位移量测定器115。位置传感器55经由支承部件56而固定于修整器驱动轴32。该支承部件56固定于修整器驱动轴32，位置传感器55经由支承部件56而与修整器驱动轴32一体地在铅垂方向上移动。

[0096] 传感器目标物57固定于修整器摆动臂33的罩的内表面。位置传感器55的测头(位置传感器55的前端部分)能够与传感器目标物57接触。位置传感器55间接地测定修整器驱动轴32相对于传感器目标物57的铅垂方向上的相对位置、即修整器31的铅垂方向上的位置。

[0097] 图3是示出包含修整装置30的系统的框图。没有特别说明的本实施方式的结构与图2所示的实施方式的结构相同，因此省略其重复的说明。

[0098] 如图3所示，测压元件45连接有放大器110。测压元件45的测定值被放大器110放大。该放大后的测定值由A/D转换部111进行A/D(模拟/数字)转换，经由网关部112而送至控制部(PLC)120。

[0099] 位移量测定器115的位置传感器55连接有放大器116。位置传感器55的测定值被放

大器116放大。该放大后的测定值由A/D转换部111进行A/D(模拟/数字)转换,经由网关部112而送至控制部120。电动气动调节器40与控制部120连接,控制部120控制包含将修整器31按压到研磨垫10的动作的修整装置30的动作。

[0100] 如图3所示,内置于电动气动调节器40的压力传感器42经由A/D转换部111和网关部112而与控制部120连接,压力传感器42的测定值被送至控制部120。

[0101] 与电动气动调节器40相邻地设置有电磁阀121,该电磁阀121对供给到气缸36的空气的流路进行开闭。该电磁阀121配置在气缸36与电动气动调节器40之间,电动气动调节器40经由电磁阀121而与气缸36连接。通过电磁阀121的开闭而控制空气向气缸36的供给、即控制由气缸36产生的修整器驱动轴32的上下运动。即,电磁阀121通过其开闭而允许或者切断由电动气动调节器40调整后的压力的空气的通过。

[0102] 控制部120连接有键盘等HMI(人机接口)93,该HMI93用于输入为了执行校准程序所需的信息,校准程序确定修整器31的载荷与供给到气缸36的空气的压力的关系。HMI 93连接有GUI(图形用户界面)95。

[0103] 在图3所示的实施方式中,用户能够通过HMI 93和/或GUI 95而输入包含对修整器31的载荷设定和对电动气动调节器40的压力设定的指令。在GUI 95显示包含修整器31的载荷的监视信息、从气缸36返回电动气动调节器40的空气的压力的值(压力传感器42的测定值)、测压元件45的测定值以及研磨垫10的高度的信息。也可以在GUI 95显示这些信息以外的信息(例如,位置传感器55的测定值和后述的测压元件145的测定值)。

[0104] 当确定了供给到气缸36的空气的压力时,控制部120向电动气动调节器40发出指令以将该确定的压力Pc的空气供给到气缸36。这样,气缸36对修整器31赋予下方向上的力,修整器31以期望的力按压研磨垫10。

[0105] 接着,对校准程序进行说明。图4是示出执行校准程序的计算机的一例的示意图。如图4所示,计算机90具有:保存校准程序的硬盘等存储装置91、以及对校准程序进行处理的运算部92。运算部92由CPU(Central Processing Unit:中央处理单元)92a、ROM(Read Only Memory:只读存储器)92b、RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)92c等构成。计算机90经由HMI 93而与控制部120连接。

[0106] 运算部92根据保存在存储装置91中的校准程序来确定修整器31的载荷与供给到气缸36的空气的压力的关系。计算机90所执行的校准程序可以从CD-ROM(Compact Disk Read Only Memory:只读光盘存储器)、DVD(Digital Versatile Disk:数字通用光盘)、MO(Magneto Optical Disk:磁光盘)、存储卡等能够由计算机90读取的记录介质而保存到存储装置91中,也可以经由因特网等通信网络而保存到存储装置91中。

[0107] 以下,关于确定修整器31的载荷与供给到气缸36的空气的压力的关系的方法(即,校准方法)进行说明。图5是示出取代修整器31而将测压元件145安装于修整器驱动轴32的修整装置30的示意图。

[0108] 在图5中,取代修整器31而将测压元件145安装于修整器驱动轴32,并且在研磨台11的上表面上没有安装研磨垫10。测压元件145与测压元件45同样地与控制部120连接。测压元件145测定测压元件145对研磨台11的按压力、即测压元件145的载荷。测压元件145也可以称为载荷测定器(更具体而言,外部载荷测定器)或者外部测压元件。另外,在图5所示的实施方式中,弹簧37使包含修整器驱动轴32和测压元件145的修整装置30的可动部的自

重保持平衡。

[0109] 图6是示出用于说明校准方法的流程图的图。首先，如图6的步骤1所示，确定测压元件145与研磨台11接触的第一接触点。以下，关于确定该第一接触点的方法进行说明。

[0110] 图7是示出位置传感器55的下降距离与供给到气缸36的空气的压力的关系的图表。横轴(X轴)示出供给到气缸36的空气的压力[Pa]，纵轴(Y轴)示出位置传感器55从规定的位置起的下降距离[mm]。

[0111] 首先，通过气缸36而使位置传感器55与修整器驱动轴32一同下降，使位置传感器55的测头与传感器目标物57接触。上述规定的位置是该位置传感器55的测头与传感器目标物57接触的位置。因此，在该位置传感器55(更具体而言，测头)位于规定的位置时，位置传感器55的下降距离为零。

[0112] 接着，通过气缸36而使修整器驱动轴32从位置传感器55与传感器目标物57接触的规定的位置起进一步下降。通过测定位置传感器55的位移，能够间接地测定测压元件145从规定的位置起的下降距离。

[0113] 通过气缸36经由修整器驱动轴32而使测压元件145下降，使测压元件145与研磨台11接触。如图7所示，一边改变供给到气缸36的空气的压力，一边多次测定测压元件145从规定的位置起的下降距离。测压元件145从规定的位置起的下降距离与在使测压元件145下降时供给到气缸36的空气的压力之间存在相关关系。因此，根据该关系来确定测压元件145与研磨台11接触的第一接触点。

[0114] 如图7所示，在表示空气的压力与位置传感器55的下降距离的关系的曲线中存在曲线的斜率大幅变化的拐点(变化点)。该理由如下所述。当通过气缸36而使测压元件145下降时，测压元件145的下表面很快与研磨台11的上表面接触。于是，测压元件145的下降距离、即位置传感器55的下降距离变小，如图7所示，曲线的斜率大幅变化。在本实施方式中，通过确定该拐点，能够确定测压元件145与研磨台11接触的第一接触点。

[0115] 为了确定图7所示的拐点，计算机90根据测压元件145的下降距离和空气的压力而将特定的坐标系上的多个数据点分割成2个组。更具体而言，多个数据点被分成：测压元件145没有可靠地与研磨台11接触的非接触侧组、以及测压元件145与研磨台11可靠地接触的接触侧组。非接触侧组包含测定刚开始之后的数据点，接触侧组包含测定即将结束之前的数据点。坐标系是将供给到气缸36的空气的压力[Pa]作为X轴、将位置传感器55的下降距离[mm]作为Y轴的XY坐标系。

[0116] 计算机90对属于非接触侧组的多个数据点执行回归分析，而确定用一次函数表示的第一回归直线(参照图7的SL1)。同样，计算机90对属于接触侧组的多个数据点执行回归分析，而确定用一次函数表示的第二回归直线(参照图7的SL2)。计算机90求出第一回归直线与第二回归直线的交点，并将该交点确定为第一接触点。

[0117] 作为确定测压元件145与研磨台11接触的接触点的方法的一例，存在根据纸是否进入测压元件145与研磨台11之间的间隙来确定的方法。然而，在这样的方法中，由于通过作业者来主观地确定接触点，因此接触点会产生偏差，无法准确且客观地确定接触点。此外，在这样的方法中，确定接触点会花费时间。根据本实施方式，根据上述的方法，通过计算机90自动地确定接触点。因此，能够准确且快速地确定接触点。

[0118] 作为所执行的回归分析的对象的数据点的数量是任意确定的，但通过基于更多的

数据点来执行回归分析，能够提高回归分析的精度。

[0119] 上述的确定接触点的方法还能够应用于确定顶环21与研磨垫10(或者研磨台11)的接触位置的情况。即，能够根据由测定顶环21的下降距离的位移量测定器(未图示)测量的测定值和对将顶环21向研磨垫10(或者研磨台11)按压的气缸(未图示)供给的空气的压力的测定值的关系来确定顶环21与研磨垫10接触的接触点。

[0120] 在一个实施方式中，确定这样的接触点的方法不限定研磨装置的结构要素。这样的方法还能够应用于需要确定接触点的设备、即能够应用于不容易设置直接地检测接触点的传感器的设备。

[0121] 在确定了第一接触点之后，为了确定测压元件145的载荷与供给到气缸36的空气的压力的关系，而确定测压元件145的载荷范围。该载荷范围由计算机90自动地确定。该载荷范围可以显示于计算机90所具有的显示部96(参照图4)，也可以显示于GUI 125(参照图3)。在显示部96也可以显示与GUI 95相同的信息。在一个实施方式中，研磨装置也可以具有显示部96和GUI 125中的至少一个。

[0122] 载荷范围有时由于修整装置30的组装的偏差、修整装置30的规格等要素而不同。因此，优选考虑这样的要素来确定需测定的载荷范围。

[0123] 通过气缸36使测压元件145下降而将测压元件145配置于第一接触点。接着，使位于第一接触点的测压元件145下降，而测定处于载荷范围的下限处的测压元件145的载荷和该时刻供给到气缸36的空气的压力(图6的步骤2)。这样，通过在将测压元件145配置于第一接触点之后使测压元件145下降，能够去除因测压元件145的加速引起的影响。

[0124] 然后，将测压元件145再次配置于第一接触点。接着，使位于第一接触点的测压元件145下降，而测定处于载荷范围的上限处的测压元件145的载荷和该时刻供给到气缸36的空气的压力(图6的步骤3)。这样，计算机90取得处于载荷范围的下限处的测压元件145的测定值和压力传感器42的测定值、以及处于载荷范围的上限处的测压元件145的测定值和压力传感器42的测定值。

[0125] 如图6的步骤4所示，一边将位于第一接触点的测压元件145向研磨台11按压，而使作用于测压元件145的载荷在规定的载荷范围内发生变化，一边测定作用于测压元件145的载荷和供给到气缸36的空气的压力。在规定的载荷范围内进行多次这些载荷和压力的测定。在本实施方式中，载荷和压力像以下那样测定。

[0126] 图8是示出规定的载荷范围内的载荷和压力的测定的图。如图8所示，测定与处于载荷范围的下限的载荷对应的空气的压力min(第一测定点MP1)，测定与处于载荷范围的上限的载荷对应的空气的压力max(第二测定点MP2)。

[0127] 然后，求得将压力max与压力min的差除以常数A而得到的数值加上压力min时的压力，并测定该时刻的测压元件145的载荷(第三测定点MP3)。第三测定点MP3处的压力由min+((max-min)/A)表示。

[0128] 接着，求得将压力max与压力min的差除以常数B而得到的数值加上第三测定点MP3处的压力时的压力，并测定该时刻的测压元件145的载荷(第四测定点MP4)。第四测定点MP4处的压力由min+((max-min)/A)+((max-min)/B)表示。

[0129] 接着，求得将压力max与压力min的差除以常数C而得到的数值加上第四测定点MP4处的压力时的压力，并测定该时刻的测压元件145的载荷(第五测定点MP5)。第五测定点MP5

处的压力由min+((max-min)/A)+((max-min)/B)+((max-min)/C)表示。

[0130] 接着，求得将压力max与压力min的差除以常数D而得到的数值加上第五测定点MP5处的压力时的压力，并测定该时刻的测压元件145的载荷(第六测定点MP6)。第六测定点MP6处的压力由min+((max-min)/A)+((max-min)/B)+((max-min)/C)+((max-min)/D)表示。

[0131] 对于这些常数A、B、C、D，成立A≥B≥C≥D的关系。另外，在本实施方式中，存在4个常数(A、B、C、D)，但常数的数量不限于本实施方式。

[0132] 图9是示出供给到气缸36的空气的压力与测压元件145的载荷的关系的图表。在图9中，横轴(X轴)示出测压元件145的载荷[N]，纵轴(Y轴)示出供给到气缸36的空气的压力[Pa]。坐标系是将测压元件145的载荷作为X轴、将供给到气缸36的空气的压力作为Y轴的XY坐标系。

[0133] 计算机90根据测定出的载荷和压力而计算表示测定出的载荷与压力的关系的由二次函数构成的关系式(图6的步骤5)。更具体而言，在计算该关系式的工序中，对基于测定出的载荷和压力而特定的坐标系上的多个数据点执行回归分析，计算用二次函数表示的回归式，将该回归式确定为上述关系式。

[0134] 根据本实施方式，通过预先确定载荷范围，能够在上述回归式的计算中削减不需要的数据点。此外，通过确定载荷范围，不论修整装置30的规格如何，都能够进行该载荷范围内的测定。

[0135] 如图6的步骤6所示，计算机90的运算部92判定关系式(更具体而言，回归式)在规定的测试中是否合格。该判定方法如下。实际测定供给到气缸36的空气的压力和测压元件145的载荷。运算部92比较实测值和通过回归式而计算的数值，判断实测值和根据回归式而计算的数值的差值是否处于规定的范围内。在一个实施方式中，实测值是在算出回归式时特定出的数据点以外的数值。

[0136] 当回归式在规定的测试中不合格的情况下(步骤6的否)、即差值不在规定的范围内的情况下，返回步骤1，再次进行确定第一接触点的工序。当回归式在规定的测试中合格的情况下(步骤6的是)、即，差值处于规定的范围内的情况下，计算机90确定测压元件145的载荷与供给到气缸36的空气的压力的关系。差值处于规定的范围内意味着准确且高精度地确定测压元件145的载荷与供给到气缸36的空气的压力的关系。

[0137] 如图6的步骤7所示，进行从修整器驱动轴32拆卸测压元件145、将修整器31安装到修整器驱动轴32、将研磨垫10安装于研磨台11的作业。在步骤7结束之后，进行校正关系式(更具体而言，回归式)的工序。

[0138] 在本实施方式中，如图9的实线所示，对多个数据点执行回归分析而算出用二次函数表示的关系式，从而确定回归曲线。图9的单点划线是对多个数据点执行回归分析而算出用一次函数表示的回归式从而确定的回归直线。该回归直线是相对于本实施方式的比较例。

[0139] 根据本实施方式，与回归曲线和数据点的距离相当的差值，比与回归直线和数据点的距离相当的差值小。这样，计算机90对多个数据点执行回归分析而计算用二次函数表示的关系式，因此能够使回归曲线与数据点拟合。即，能够高精度地确定测压元件145的载荷与供给到气缸36的空气的压力的关系。因此，能够使根据关系式而计算出的数值与实测值的差值更小，该关系式在规定的测试中合格的可能性较高。结果为，不需要重新执行图6

的步骤1的工序，能够短时间且高效地进行校准作业。

[0140] 优选对于常数A、B、C、D，成立A＞B＞C＞D的关系。更优选为，在将确定了的载荷范围分割成低载荷侧组和高载荷侧组时，属于低载荷侧组的常数的差比属于高载荷侧组的常数的差小。在一个实施方式中，以预先确定的分割点为边界，将接近载荷范围的下限的组特定为低载荷侧组，将接近载荷范围的上限的组特定为高载荷侧组。

[0141] 这样，通过使常数A、B、C、D的关系成立，能够使多个数据点集中于低载荷侧组，因此能够使回归曲线与数据点进一步拟合。因此，能够使与回归曲线和数据点的距离相当的差值更小。

[0142] 在图6的步骤7结束之后，在取代测压元件145而将修整器31安装于修整器驱动轴32，并且将研磨垫10安装于研磨台11的上表面的状态下，确定修整器31的载荷(即，测压元件45的载荷)与供给到气缸36的压力的关系。

[0143] 如图6的步骤8所示，根据位置传感器55的位移(即，修整器31的下降距离)与供给到气缸36的空气的压力的关系而确定修整器31与研磨垫10的研磨面接触的第二接触点。该第二接触点是通过与上述的方法(即，确定第一接触点的方法)相同的方法来确定的(参照图7)。

[0144] 以下，在本说明书中，将在测压元件145与研磨台11接触的第一接触点处的供给到气缸36的空气的压力定义为P1。将在修整器31与研磨垫10的研磨面接触的第二接触点处的供给到气缸36的空气的压力定义为P2。将这些压力P2、P1的差、即校正量定义为ΔP(即，P2-P1)。

[0145] 如图6的步骤9所示，校正表示测压元件145的载荷与供给到气缸36的空气的压力的关系的关系式。计算机90根据第一接触点处的空气的压力P1和第二接触点处的空气的压力P2来计算校正量ΔP，根据该计算出的校正量ΔP来校正关系式。关于校正该关系式的方法，一边参照图10，一边进行说明。

[0146] 图10是用于说明校正关系式的方法的图。如图10所示，在测定出的压力min加上校正量ΔP(min+ΔP)，并测定加上了该校正量ΔP后的压力，以及在将加上了校正量ΔP后的压力的空气供给到气缸36时作用于修整器31的载荷(即，测压元件45的载荷)。

[0147] 同样，在压力min+((max-min)/A)加上校正量ΔP，并测定加上了校正量ΔP后的压力，以及在将加上了校正量ΔP后的压力的空气供给到气缸36时作用于修整器31的载荷。该时刻的压力由min+((max-min)/A)+ΔP表示。

[0148] 以下，通过相同的方法，在压力加上校正量ΔP，并测定加上了校正量ΔP后的压力，以及在将加上了校正量ΔP后的压力的空气供给到气缸36时作用于修整器31的载荷。这些时刻的压力由min+((max-min)/A)+((max-min)/B)+ΔP、min+((max-min)/A)+((max-min)/B)+((max-min)/C)+ΔP、min+((max-min)/A)+((max-min)/B)+((max-min)/C)+((max-min)/D)+ΔP、max+ΔP来表示。

[0149] 然后，计算机90对根据加上了校正量ΔP后的压力和对应的载荷而特定的坐标系上的多个数据点执行回归分析而算出由二次函数构成的新的关系式。该新的关系式是对表示测压元件145的载荷与供给到气缸36的空气的压力的关系的关系式进行校正后的校正关系式。

[0150] 如图6的步骤10所示，计算机90的运算部92判定该校正关系式在规定的测试中是

否合格。通过与上述的判定方法相同的方法来进行该判定。即，计算机90的运算部92比较根据校正关系式而计算出的数值与实测值来判断根据校正关系式而计算的数值和实测值的差值是否处于规定的范围内。

[0151] 当校正关系式在规定的测试中不合格的情况下(步骤10的否)、即差值不在规定的范围内的情况下，返回步骤1，再次进行确定第一接触点的工序。当校正关系式在规定的测试中合格的情况下(步骤10的是)、即差值处于规定的范围内的情况下，计算机90确定修整器31的载荷与供给到气缸36的空气的压力的关系，结束校准作业。差值处于规定的范围内意味着准确且高精度地确定修整器31的载荷与供给到气缸36的空气的压力的关系。

[0152] 根据本实施方式，能够准确地确定第一接触点和第二接触点，能够使表示测定出的载荷与压力的关系的由二次函数构成的关系式以及校正后的关系式由多个数据点(即，实测值)拟合。因此，能够短时间且高精度地确定修整器31的载荷与供给到气缸36的空气的压力的关系。

[0153] 上述的实施方式的记载目的为，使本发明所属的技术领域中具有通常知识的人能够实施本发明。本领域技术人员当然能够实施上述实施方式的各种变形例，本发明的技术思想能够应用于其他实施方式。因此，本发明不限于所记载的实施方式，应为符合由本发明要求保护的范围定义的技术思想的最大的范围。

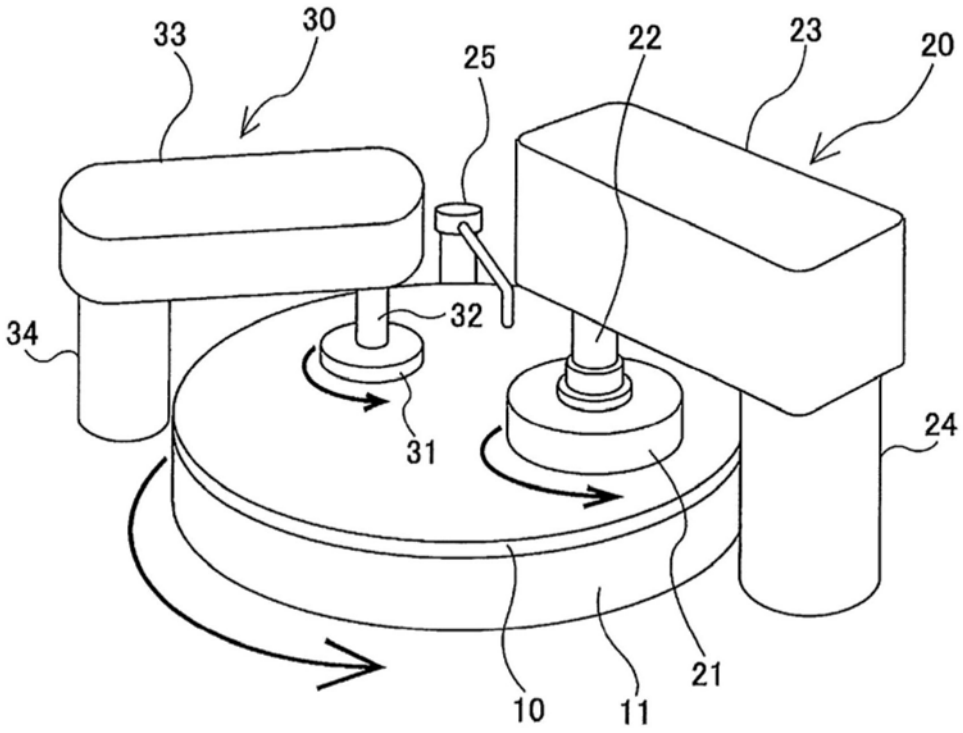


图1

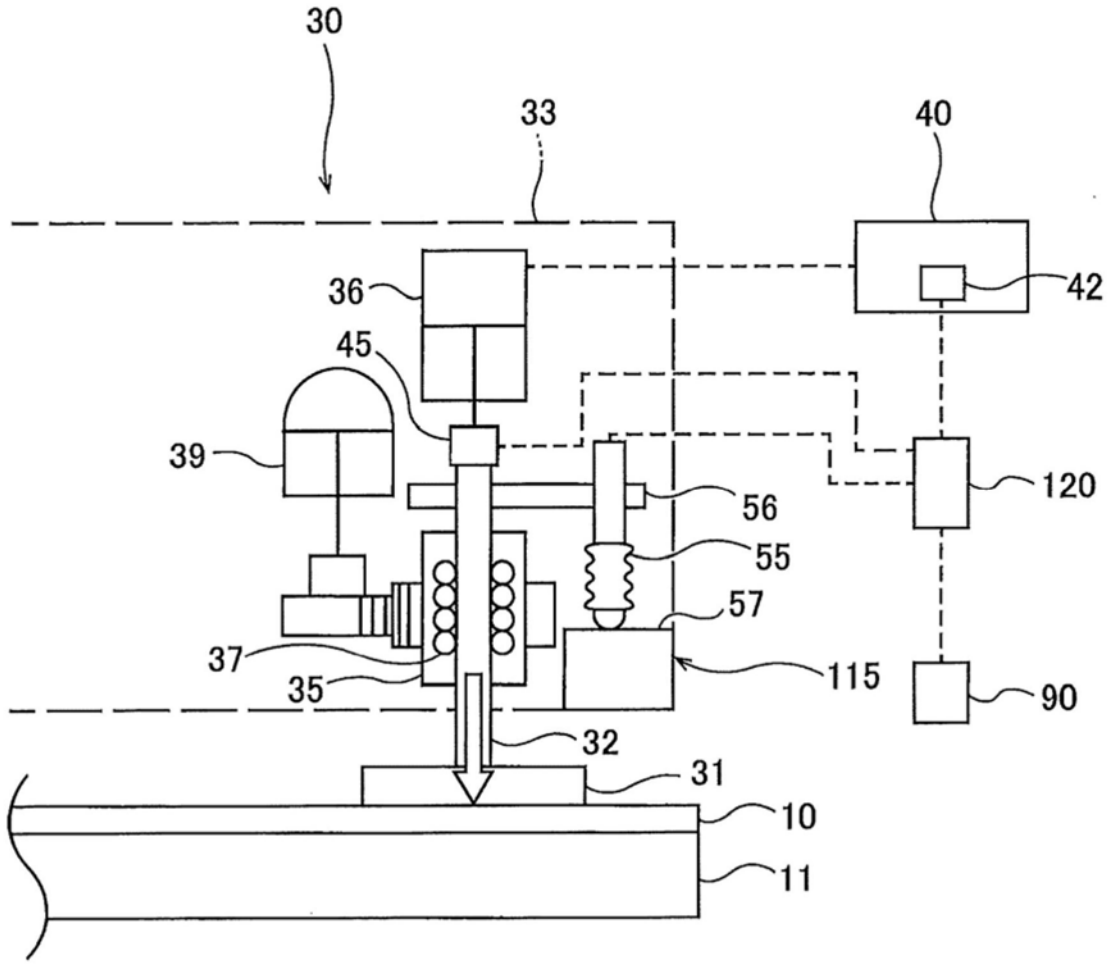


图2

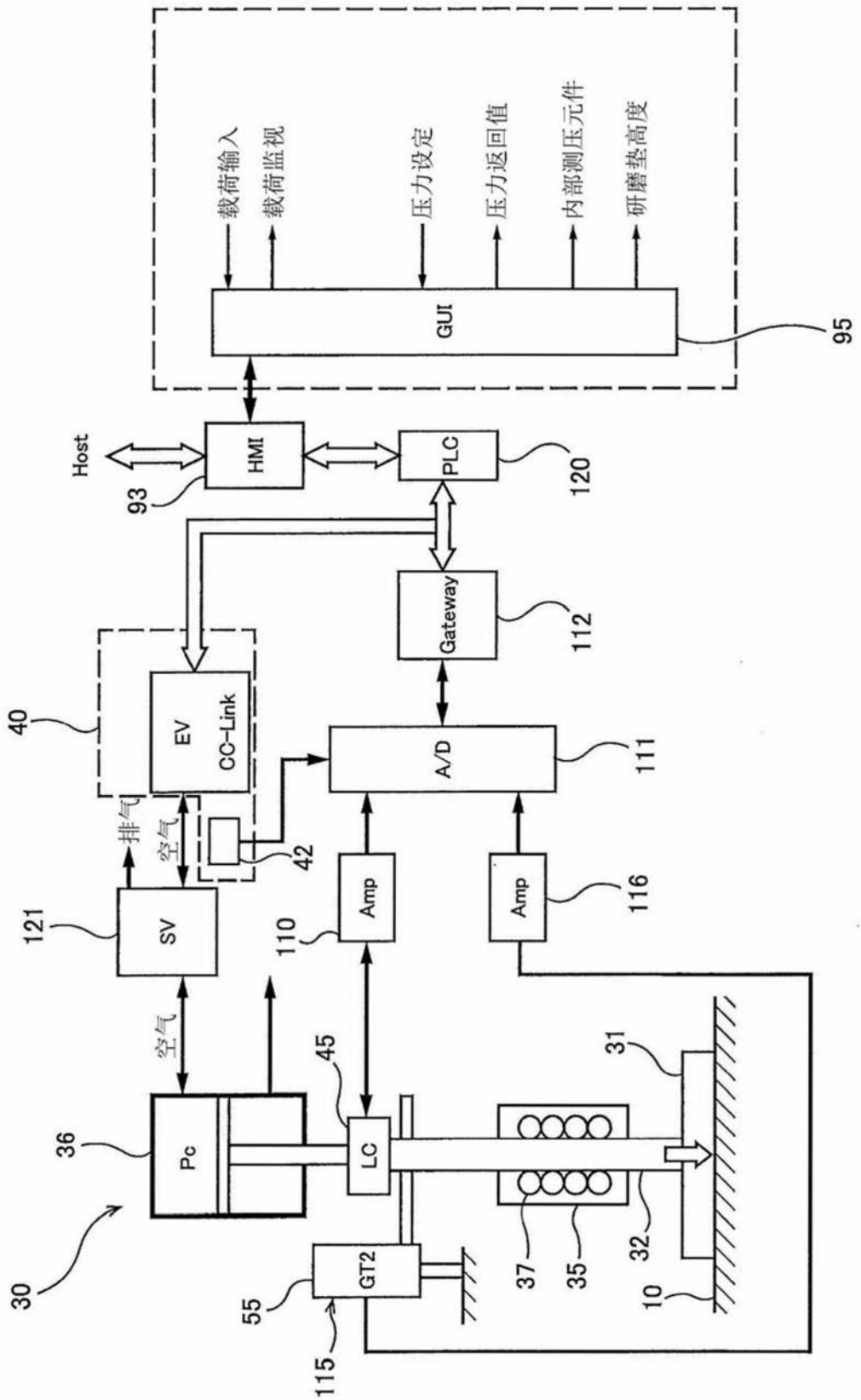

载荷输入
载荷监视
压力设定
压力返回值
内部测压元件
研磨垫高度
GUI
95
Host
HMI
93
PLC
120
Gateway
112
40
EV
CC-Link
A/D
111
排气
空气
42
121
SV
110
Amp
Amp
116
空气
45
31
36
Pc
LC
30
GT2
55
115
37
35
32
10

图3

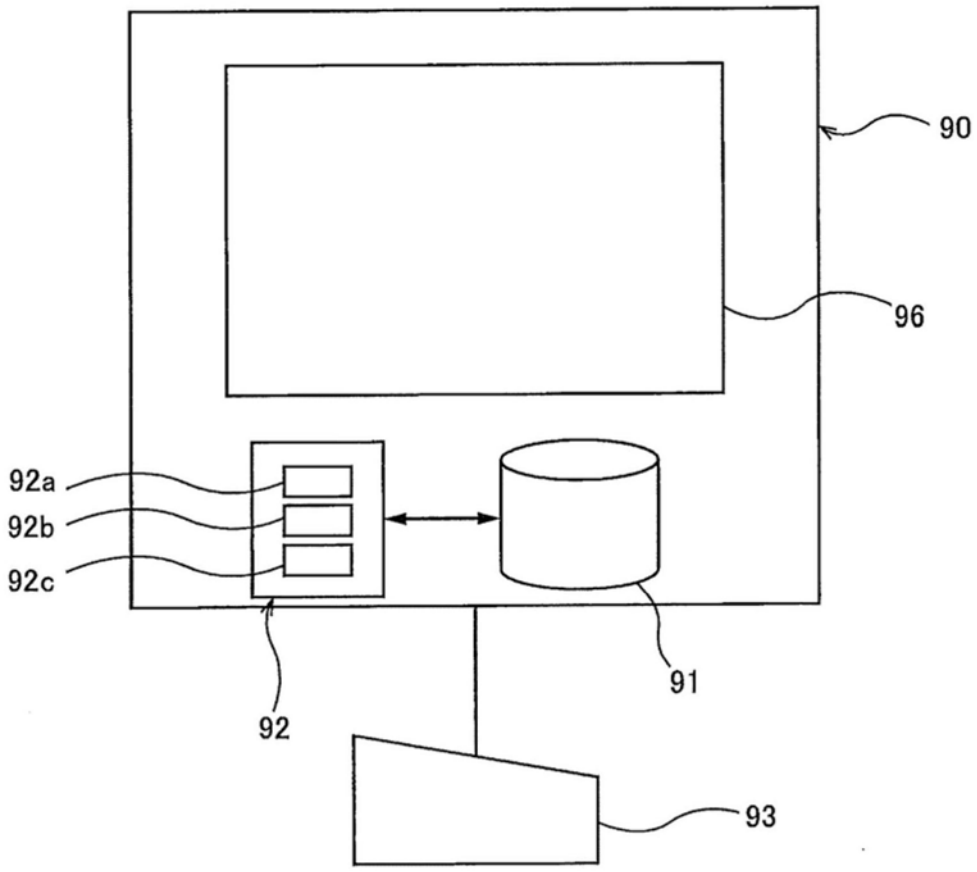


图4

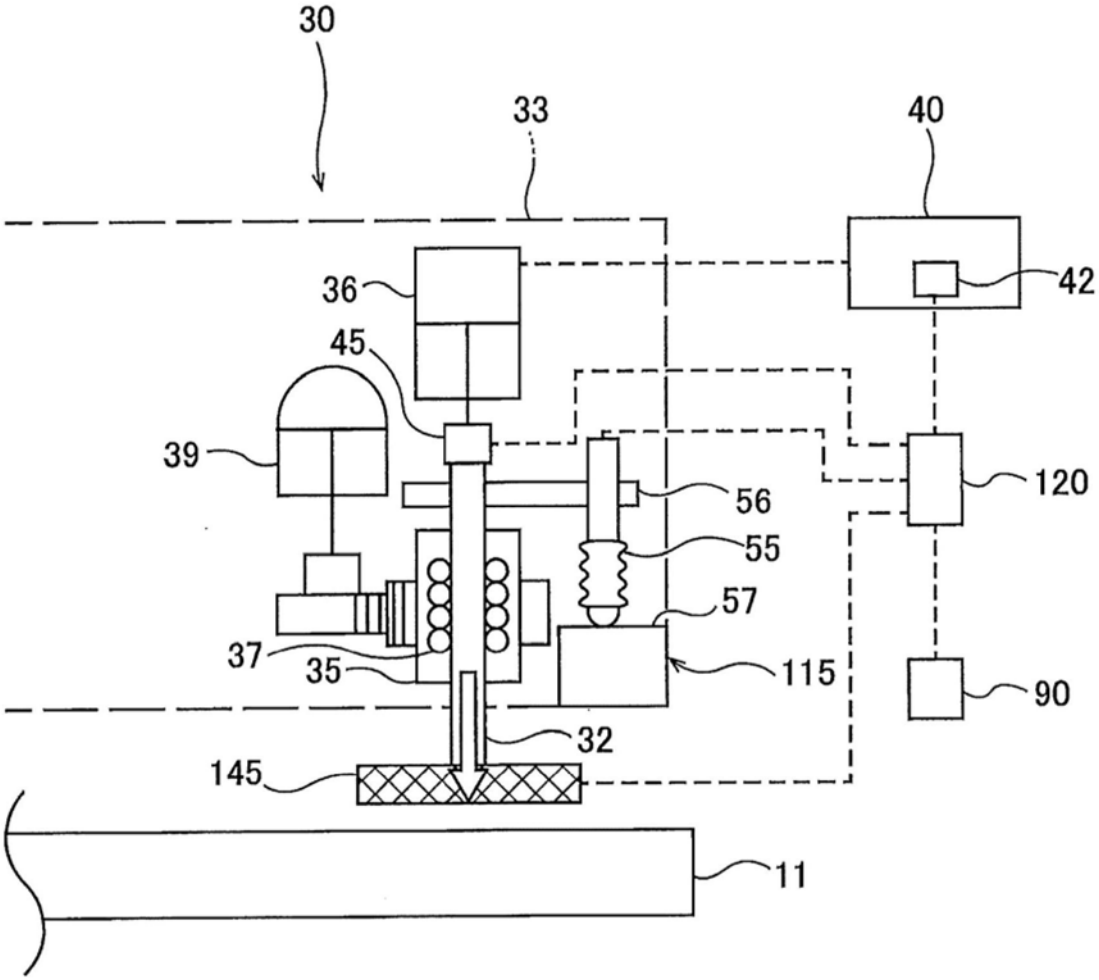


图5

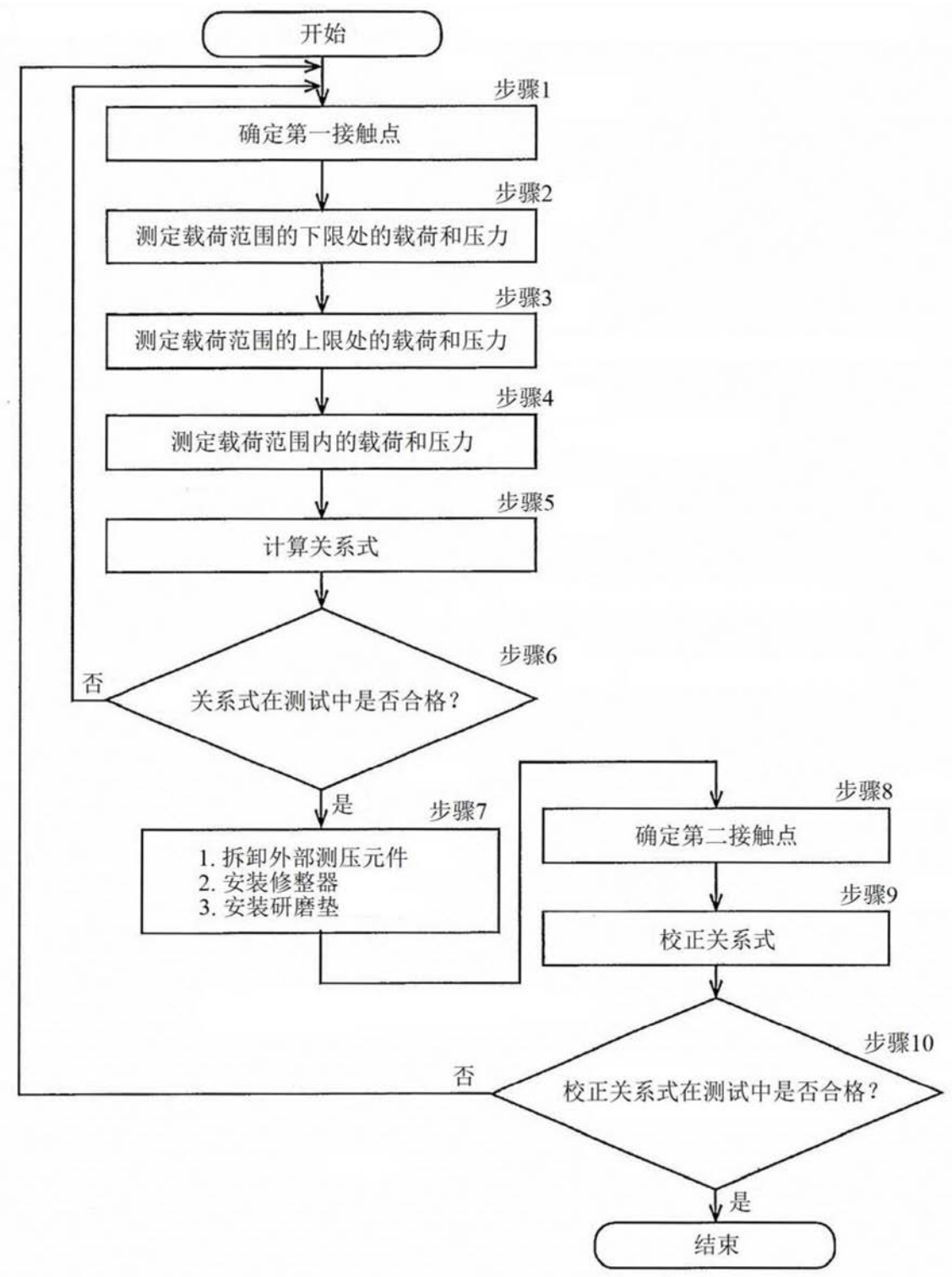

开始
步骤1
确定第一接触点
步骤2
测定载荷范围的下限处的载荷和压力
步骤3
测定载荷范围的上限处的载荷和压力
步骤4
测定载荷范围内的载荷和压力
步骤5
计算关系式
步骤6
关系式在测试中是否合格？
否
是
步骤7
1. 拆卸外部测压元件
2. 安装修整器
3. 安装研磨垫
步骤8
确定第二接触点
步骤9
校正关系式
步骤10
校正关系式在测试中是否合格？
否
是
结束

图6

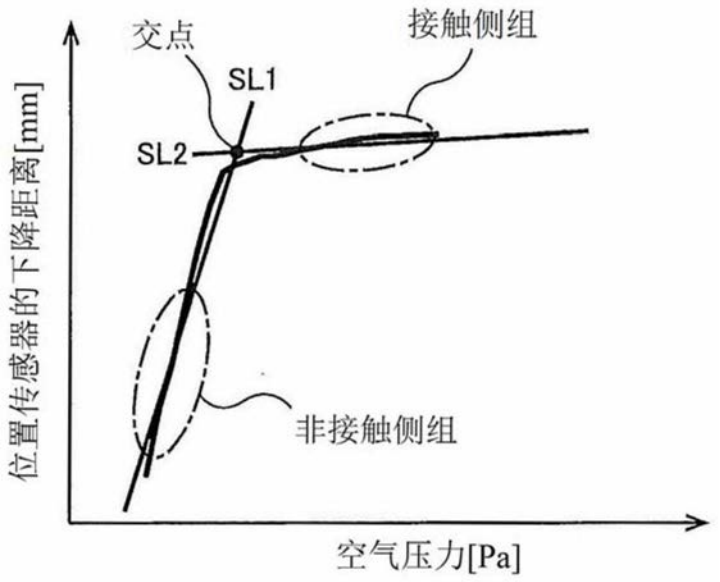
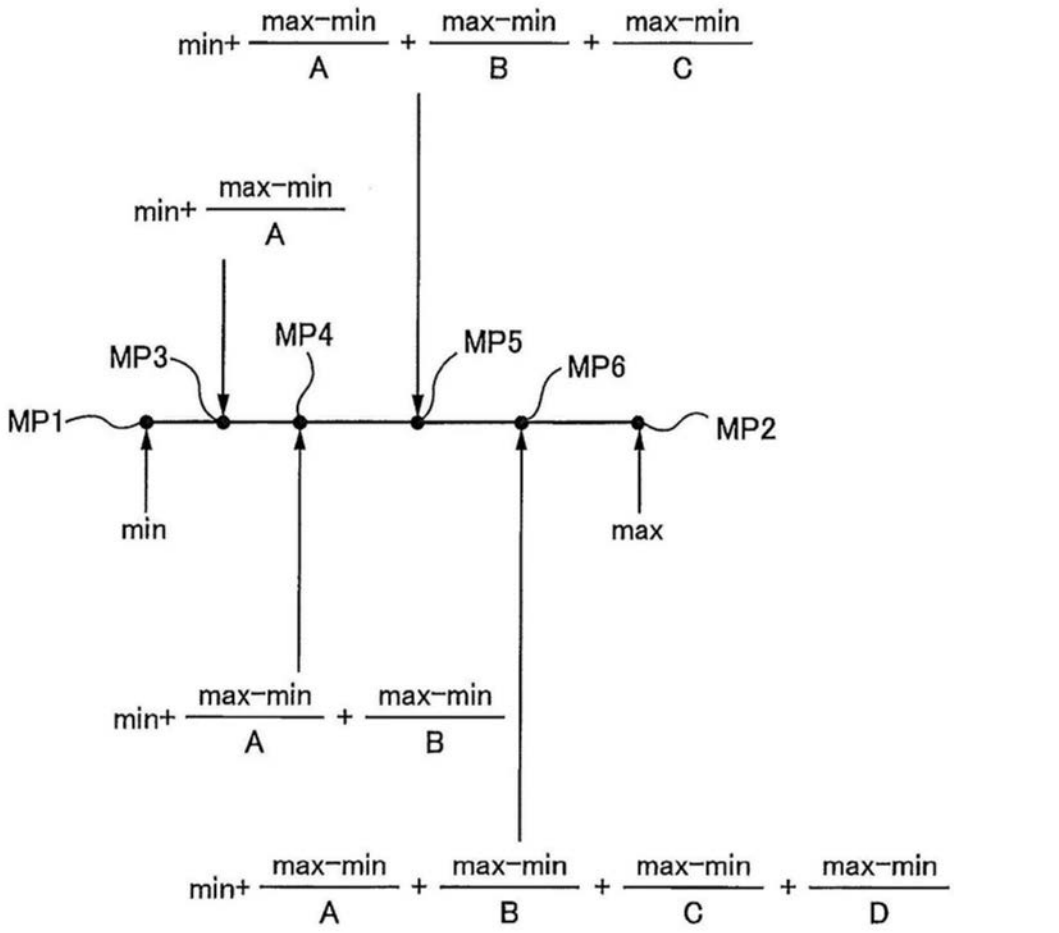


图7


min+ max−min / A + max−min / B + max−min / C
min+ max−min / A
MP3
MP4
MP5
MP6
MP1
MP2
min
max
min+ max−min / A + max−min / B
min+ max−min / A + max−min / B + max−min / C + max−min / D

※A≥B≥C≥D

图8

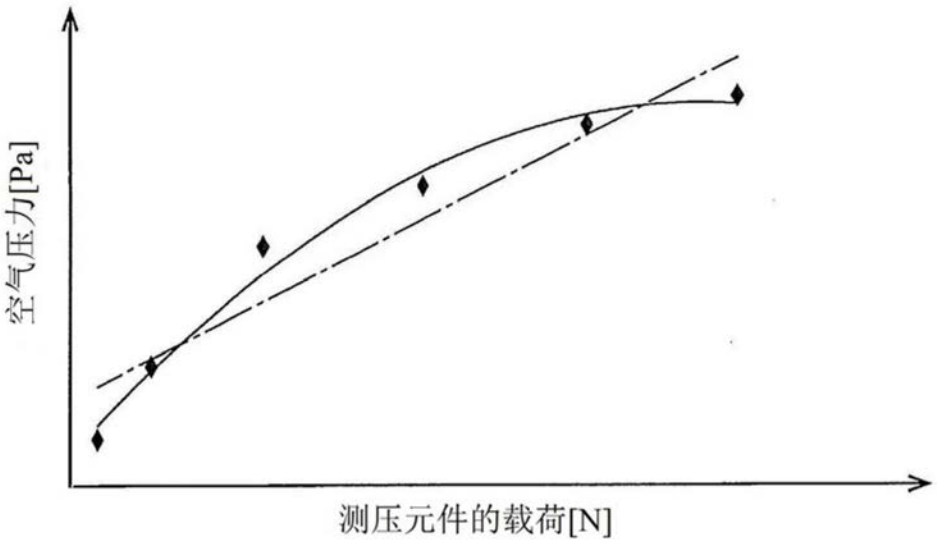

空气压力[Pa]
测压元件的载荷[N]

图9

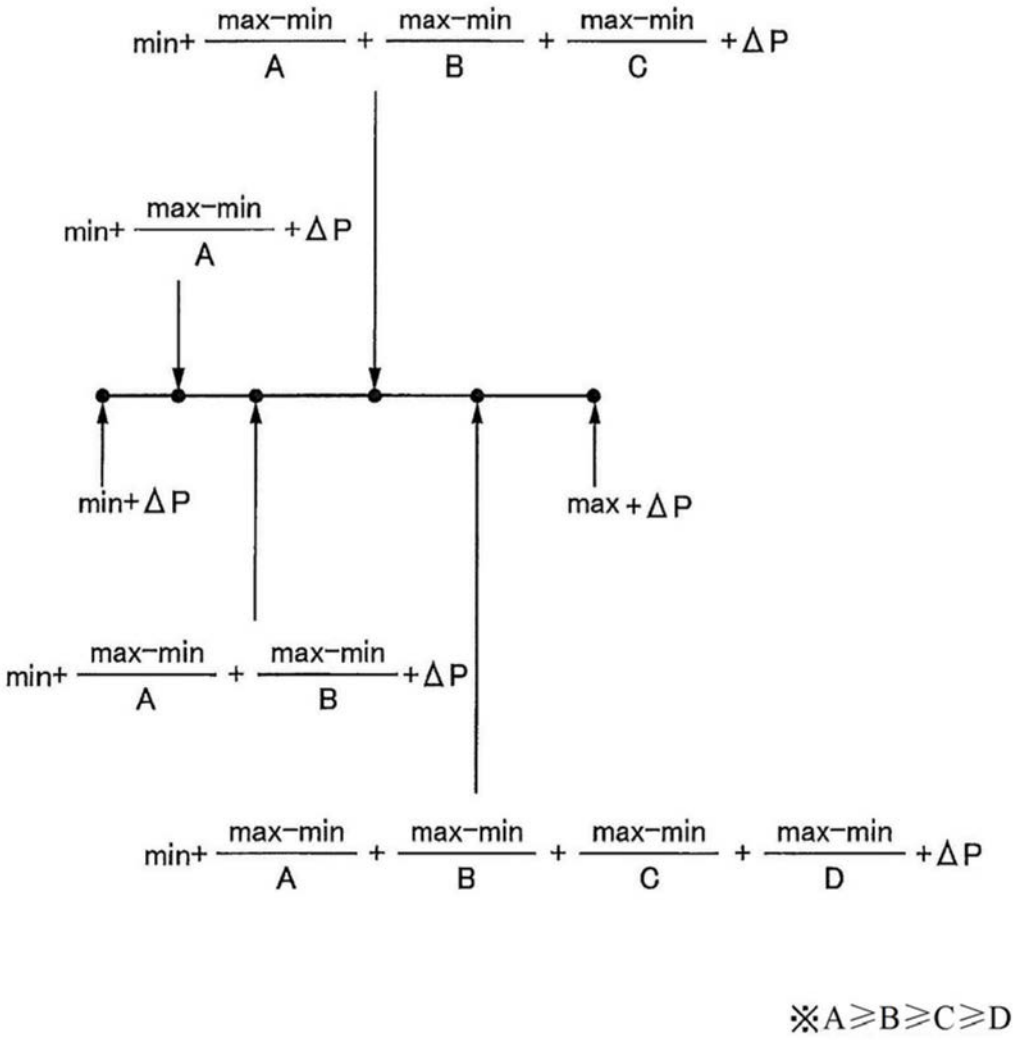

min+ max−min/A + max−min/B + max−min/C +ΔP
min+ max−min/A +ΔP
min+ΔP
max+ΔP
min+ max−min/A + max−min/B +ΔP
min+ max−min/A + max−min/B + max−min/C + max−min/D +ΔP
※A≥B≥C≥D

图10