

## [12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 99801416.8

[43]公开日 2000年11月29日

[11]公开号 CN 1275217A

[22]申请日 1999.8.9 [21]申请号 99801416.8

[30]优先权

[32]1998.8.24 [33]JP [31]236656/1998

[86]国际申请 PCT/JP99/04311 1999.8.9

[87]国际公布 WO00/11532 日 2000.3.2

[85]进入国家阶段日期 2000.4.21

[71]申请人 株式会社富士金

地址 日本大阪府

共同申请人 大见忠弘

东京毅力科创株式会社

[72]发明人 大见忠弘 加贺爪哲

广瀬润 西野功二

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

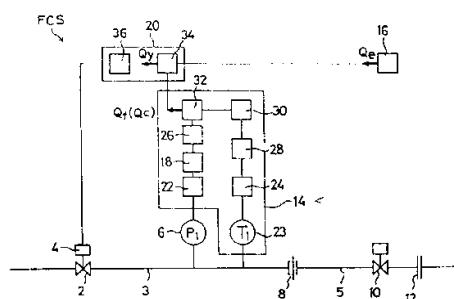
代理人 张天安 温大鹏

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图页数 7 页

[54]发明名称 流体可变式流量控制装置

[57]摘要

一种流体可变式流量控制装置，通过一台流量控制装置可自由地改变最大刻度流量，且能以高精度控制多种流体的流量。具体地，在将节流孔上游侧压力  $P_1$  保持在下游侧压力  $P_2$  的约 2 倍以上、进行流体的流量控制的流量控制装置 FCS 中，包括：为了依据流体的种类或流量范围而设定适当的节流孔直径而设置成可自由更换的节流孔 8；设置在其上游侧的控制阀 2；设置在控制阀 2 与节流孔 8 之间的压力检测器 6；从该压力检测器 6 的上游侧检测压力  $P_1$  以流量为  $Q_c = KP_1$  ( $K$  为常数) 进行演算的流量演算回路 14；将流量设定信号  $Q_e$  输出的流量设定回路 16；为了切换最大刻度流量，将演算流量信号  $Q_c$  乘以流量变换率  $k$ ，变换为切换演算流量信号  $Q_f$  ( $Q_f = kQ_c$ ) 的流量变换回路 18；以该  $Q_f$  与  $Q_e$  之差作为控制信号  $Q_y$  并输出给控制阀 2 的驱动部 4 的演算控制回路 20，开闭控制阀 2，使  $Q_y$  为零。



# 权 利 要 求 书

---

1. 一种流体可变式流量控制装置，将节流孔上游侧压力 $P_1$ 保持在下游侧压力 $P_2$ 的约2倍以上，进行流体的流量控制，其特征是，包括：  
 5 为了依据流体的种类或流量范围而设定适当的节流孔直径而设置成可自由更换的节流孔；设置在该节流孔上游侧的控制阀；设置在控制阀与节流孔之间的压力检测器（6）；从该压力检测器的检测压力 $P_1$ 以流量为 $Q_c=KP_1$ （K为常数）进行演算的流量演算回路（14）；将流量设  
 10 定信号 $Q_e$ 输出的流量设定回路；为了切换最大刻度流量，把演算流量信号 $Q_c$ 变换为切换演算流量信号 $Q_f$ 的流量变换回路（18）；以该切换演算流量信号 $Q_f$ 与流量设定信号 $Q_e$ 之差作为控制信号 $Q_y$ 并输出给控制阀的驱动部的演算控制回路，开闭所述控制阀，控制节流孔下游侧的流量，使控制信号 $Q_y$ 为零。

2. 根据权利要求1所述的流体可变式流量控制装置，其特征是，  
 15 所述的流量变换回路（18），用演算流量 $Q_c$ 乘以变换率 $k$ ，变换为所述的切换演算流量信号 $Q_f$ （ $Q_f=kQ_c$ ）。

3. 根据权利要求1所述的流体可变式流量控制装置，其特征是，  
 所述的流量变换回路是调整压力检测器的输出放大器的放大率的回路。

20 4. 根据权利要求1或2所述的流体可变式流量控制装置，其特征是，所述的流量变换回路（18）由触点开关构成。

5 5. 一种流体可变式流量控制装置，将节流孔上游侧压力 $P_1$ 保持在下游侧压力 $P_2$ 的约2倍以上，进行流体的流量控制，其特征是，包括：  
 为了依据流体的种类或流量范围而设定适当的节流孔直径而设置成可自由更换的节流孔；设置在该节流孔上游侧的控制阀；设置在控制阀与节流孔之间的压力检测器（6）；从该压力检测器的检测压力 $P_1$ 以流量为 $Q_c=KP_1$ （K为常数）进行演算的流量演算回路（14）；将流量设  
 25 定信号 $Q_e$ 输出的流量设定回路（16）；为了切换最大刻度流量，把流量设定信号 $Q_e$ 转换成流量指令信号 $Q_s$ 的流量变换回路（18）；以该流量指令信号 $Q_s$ 与演算流量 $Q_c$ 之差作为控制信号 $Q_y$ 并输出给控制阀的驱动部的演算控制回路（20），开闭所述控制阀，控制节流孔下游侧的流量，使控制信号 $Q_y$ 为零。

6. 根据权利要求5所述的流体可变式流量控制装置，其特征是，所述的流量变换回路（18），用流量设定信号 $Q_e$ 乘以变换率 $k$ ，变换为所述的流量指令信号 $Q_s$ （ $Q_s=kQ_e$ ）。



## 说 明 书

### 流体可变式流量控制装置

#### 技术领域

5 本发明涉及一种半导体或化学制品、药品、精密机械部件等制造所使用的气体等各种流体的流量控制装置，更详细地说，是涉及可用同一节流孔高精度地对各种流体或流量范围进行流量控制，而且通过自由更换节流孔可大幅度地改变流体种类或流量范围的流体可变式流量控制装置。

#### 背景技术

10 一般来说，半导体制造设备或化学制品的制造设备的流体供给装置必须要进行高精度的流量控制，几乎都使用质量流量控制器。

15 图7示出了半导体制造装置用的高纯度水份发生装置的一例。三种气体H<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>及N<sub>2</sub>在由质量流量控制器MFC1～MFC3进行流量控制的同时，通过阀V1～V3导入反应炉RR中。首先，打开阀V3，关闭阀V1、V2，用N<sub>2</sub>气体清洁反应炉RR。接着，关闭阀V3，打开阀V1、V2，以给定流量将H<sub>2</sub>气体与O<sub>2</sub>气体供给到反应炉RR中，在炉内使其与白金触媒接触，在非燃烧下生成H<sub>2</sub>O气体，并将该高纯度水蒸汽供给后方的图中未示的设备。

20 一般地，质量流量控制器由于要对每一种气体及每一流量范围要进行线性补偿，所以存在不能用于所调整气体种类以外的气体的缺点。因而，如图7所示，对于H<sub>2</sub>气体、O<sub>2</sub>气体及N<sub>2</sub>气体，必须分别配置质量流量控制器MFC1～MFC3。另外，即使是同种气体，在改变流量范围即最大刻度流量的场合，必须更换所有的质量流量控制器。

25 可是，在图7所示的气体供给设备中，通常各质量流量控制器MFC1～MFC3分别备有备用部件，除了增加质量流量控制器制品的价格之外，由于更换用部件的价格也很昂贵，所以，存在着设备费用、运转费用高等缺点。

30 另外，在改变气体种类或流量范围时不更换质量流量控制器，而重新进行线性补偿的场合，由于不能迅速满足需要，很有可能带来制造厂暂时停产的严重后果。因此，如上文所述，必须经常把备用的质量流量控制器保存在库房中。

## 发明的公开

本发明的流体可变式流量控制装置是为了克服上述缺点而提出的，根据其主要构成，技术方案1的发明为一种流量控制装置，将节流孔上游侧压力 $P_1$ 保持在下游侧压力 $P_2$ 的约2倍以上，进行流体的流量控制，其特征是，包括：为了依据流体的种类或流量范围而设定适当的节流孔直径而设置成可自由更换的节流孔；设置在该节流孔上游侧的控制阀；设置在控制阀与节流孔之间的压力检测器；从该压力检测器的检测压力 $P_1$ 以流量为 $Q_c=KP_1$ （K为常数）进行演算的流量演算回路；将流量设定信号 $Q_e$ 输出的流量设定回路；为了切换最大刻度流量，把演算流量信号 $Q_c$ 变换成功换演算流量信号 $Q_f$ 的流量变换回路；以该切换演算流量信号 $Q_f$ 与流量设定信号 $Q_e$ 之差为控制信号 $Q_y$ 并输出给控制阀的驱动部的演算控制回路，开闭所述控制阀，控制节流孔下游侧的流量，使控制信号 $Q_y$ 为零。

技术方案2的发明为在技术方案1的发明中，流量变换回路用演算流量 $Q_c$ 乘以变换率 $k$ ，变换为切换演算流量信号 $Q_f$  ( $Q_f=kQ_c$ )。

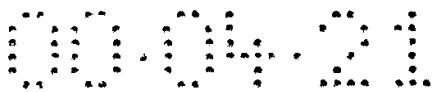
技术方案3的发明是在技术方案1的发明中，流量变换回路是调整压力检测器的输出放大器的放大率的回路。

技术方案4的发明是在技术方案1或2的发明中，流量变换回路由触点开关构成。

技术方案5的发明为一种流量控制装置，在将节流孔上游侧压力 $P_1$ 保持在下游侧压力 $P_2$ 的约2倍以上，进行流体的流量控制，其特征是，包括：为了依据流体的种类或流量范围而设定适当的节流孔直径而设置成可自由更换的节流孔；设置在该节流孔上游侧的控制阀；设置在控制阀与节流孔之间的压力检测器；从该压力检测器的检测压力 $P_1$ 以流量为 $Q_c=KP_1$ （K为常数）进行演算的流量演算回路；将流量设定信号 $Q_e$ 输出的流量设定回路；为了切换最大刻度流量，把流量设定信号 $Q_e$ 变成流量指令信号 $Q_s$ 的流量变换回路；以该流量指令信号 $Q_s$ 与演算流量 $Q_c$ 之差作为控制信号 $Q_y$ 并输出给控制阀的驱动部的演算控制回路，开闭控制阀，控制节流孔下游侧的流量，使控制信号 $Q_y$ 为零。

技术方案6的发明为在技术方案5的发明中，流量变换回路用流量设定信号 $Q_e$ 乘以变换率 $k$ ，变换为流量指令信号 $Q_s$  ( $Q_s=kQ_e$ )。

## 发明效果



本发明如上文所详述的那样，通过把节流孔上游侧压力 $P_1$ 保持为节流孔下游侧压力的约2倍以上，仅调整上游侧压力 $P_1$ 即可自动地以 $Q_c=KP_1$ 的关系式将下游侧流量 $Q_c$ 控制成目标值。

同时，仅让流量设定信号通过流量变换回路即可把最大刻度流量  
5 简单地切换成所希望的值，很容易进行流量的显示与读取。

另外，通过单一的流量控制装置，仅变换节流孔直径不同的节流孔即可与数种流体相对应，而且对各种流体来说，仅切换流量变换回路的流量变换率就可以自由地进行流量控制。

因此，由于可以用少的零件满足多种流体的需要，所以能够得到  
10 在降低价格与普及技术方面有很大贡献的工业上非常有益的流体可变式流量控制装置。

#### 附图的简要说明

图1是可使用本发明的流体可变式流量控制装置FCS的一例，示出了使用一台FCS供给数种流体的情况。

15 图2是本发明第一实施例的流体可变式流量控制装置的方框构成图。

图3是本发明第二实施例的流体可变式流量控制装置的方框构成图。

图4是对同一流体的最大刻度流量变更的说明图。

20 图5是本发明第三实施例的流体可变式流量控制装置的方框构成图。

图6是节流孔安装结构一例的主要部分的剖视图。

图7是以往例子的半导体制造装置用的高纯度水份发生装置的配置图。

#### 25 实施发明的最佳形式

以往，通过喷嘴的气体流的特征之一是：喷嘴前后的气体压力比( $P_2/P_1$ ,  $P_1$ : 上游侧压力;  $P_2$ : 下游侧压力)为气体的临界压力比(空气或氮等的情况下约0.5)以下时，通过喷嘴的气体流的速度为音速，喷嘴下游侧的压力变动不再传递给上游侧，能得到与喷嘴上游侧的状态相对应的稳定的质量流量，这种现象已经是公知的。  
30

而本发明者等在日本特开平8-338546号公报中已经得出，如果使用节流孔代替喷嘴，则当微小的节流孔直径一定时，通过节流孔的气

体流量只与节流孔上游侧的气体压力 $P_1$ 成比例，高精度的直线性成立。

换言之，具有以下的优点：在气体是空气或氮等的场合，当上游侧压力 $P_1$ 设定为下游侧压力 $P_2$ 的2倍以上时，通过节流孔的气体流量 $Q_c$ 是 $Q_c=K P_1$ （ $K$ :常数），常数 $K$ 只与节流孔的直径有关，在更换节流孔时只改变常数 $K$ 即可。  
5

另外，如本发明所示，在采用节流孔的情况下，最大刻度流量的切换简单易行。流量设定信号 $Q_e$ 以电压值来提供，例如以电压范围0~5(V)来表示压力范围为0~3(kgf/cm<sup>2</sup>abs)。在这种场合，最大刻度值5(V)相当于3(kgf/cm<sup>2</sup>abs)的压力流量。这时，流量变换回路的流量变换率 $k$ 设定为1。即，在技术方案1的发明中，流量设定信号 $Q_e$ 以5(V)输入时，切换演算流量信号 $Q_f$ ( $Q_f=kQ_c$ )为5V，操作控制阀开闭直至上游侧压力 $P_1$ 到达3(kgf/cm<sup>2</sup>abs)。  
10

另外，在技术方案5的发明中，流量设定信号 $Q_e$ 以5(V)输入时，由于 $Q_s=kQ_e$ ，所以流量指令信号 $Q_s$ 也为5(V)，操作控制阀开闭直至上游侧压力 $P_1$ 到达3(kgf/cm<sup>2</sup>abs)。  
15

下面，考虑将压力范围切换成0~2(kgf/cm<sup>2</sup>abs)，以0~5(V)的流量设定信号 $Q_e$ 来表示该压力范围的情况。也就是考虑最大刻度值5(V)为2(kgf/cm<sup>2</sup>abs)的情况。这时，流量变换率 $k$ 设定为2/3。  
20

例如，在技术方案1的发明中，以流量设定信号 $Q_e=5(V)$ 输入时，由于 $Q_f=kQ_c$ ，所以，切换演算流量信号 $Q_f=5 \times 2/3(V)$ 。同样地，在技术方案5的发明中，由于 $Q_s=kQ_e$ ，所以，流量指令信号 $Q_s=5 \times 2/3(V)$ ，操作控制阀开闭直至上游侧压力 $P_1$ 到达 $3 \times 2/3=2(kgf/cm^2abs)$ 。即，以 $Q_e=5(V)$ 表示 $P_1=2(kgf/cm^2abs)$ 的流量的方式进行最大刻度流量变换。  
25

另外，本发明具有可用同一节流孔对数种气体进行流量控制的优点。在节流孔径相同的节流孔中，流量 $Q_c$ 以 $Q_c=KP_1$ 来表示，常数 $K$ 为定值。

即，节流孔直径与常数 $K$ 一一对应，但是，气体种类变更时，常数 $K$ 也要变化，这是公知的。例如，与对应的H<sub>2</sub>气体、O<sub>2</sub>气体、N<sub>2</sub>气体，分别表示为 $K_H$ 、 $K_O$ 、 $K_N$ 。通常，用以氮气为基准的流量系数 $FF$ 表示。  
30

如果H<sub>2</sub>气体、O<sub>2</sub>气体、N<sub>2</sub>气体的流量系数FF用FFH、FFO、FFN表示，则FFH=KH/KN、FFO=KO/KN。不言而喻，FFN=KN/KN=1。

图1示出了可使用本发明的流体可变式流量控制装置的一例，本发明的流体可变式流量控制装置用FCS表示，这时就可以用这样的一台FCS控制三种H<sub>2</sub>气体、O<sub>2</sub>气体、N<sub>2</sub>气体的流量。FCS中的流量变换回路18提供的流量变换率k是随着流体的改变，根据与流量系数FF恒定的关系来确定。这种关系式在后述的实施例中将详细叙述，但是，这里对于H<sub>2</sub>气体、O<sub>2</sub>气体、N<sub>2</sub>气体来说，其流量变换率k分别为kH、kO、kN (=1)。

首先，打开阀V3，关闭阀V1、V2，用N<sub>2</sub>气体清洁反应炉RR。这时，由于流量变换率k为kN=1，切换演算流量信号Qf为Qf=kQc，与Qe基本相等(在技术方案5的发明中，流量指令信号Qs是Qs=kQe，与Qe相等)，开闭控制阀直至成为该流量。

接着，打开阀V1，关闭阀V2、V3，将H<sub>2</sub>气体供到反应炉RR内。由于流量变换率k设定为kH，切换演算流量信号Qf为Qf=kQc，是kH × Qe的近似值(在技术方案5的发明中，流量指令信号Qs为Qs=kQc，所以是kH × Qe)，因而为N<sub>2</sub>气体的流量设定信号Qe的kH倍。据此，开闭地调节控制阀，使上游侧压力P<sub>1</sub>为N<sub>2</sub>气体时的kH倍。在打开阀V2将O<sub>2</sub>气体导入的场合也可以进行同样的操作，其切换演算流量信号Qf设定为kO × Qe的近似值(在技术方案5的发明中，流量指令信号Qs为kO × Qe)，进行控制阀的操作。

另外，现实中，虽然图1的本发明的FCS的使用方法在半导体制造厂等还未实施，但是，通过阀V1、V2、V3及一台FCS供给流量大小不同的单一气体的方法在实际工作的装置中已经得到实施。

## 25 实施例

图2是示出了本发明的流体可变式流量控制装置的第一实施例的方框构成图，图3是第二实施例的方框构成图。

该流量控制装置FCS由控制阀2、驱动部4、压力检测器6、节流孔8、节流响应阀10、气体排出用接头12、流量演算回路14、流量设定回路16、流量变换回路18及演算控制回路20构成。



流量演算回路14由温度检测器23，放大回路22、24，A/D变换器26、28，温度补联回路30及演算回路32构成。另外，演算控制回路20由比较回路34及放大回路36构成。

5 另外，流量变换回路18分别设置在第一实施例（图2）中流量演算回路14的压力检测器6的输出放大器22的输出一侧，以及第二实施例（图3）中流量设定回路16的输出一侧。

10 上述控制阀2如下文所述，可以使用所谓的直接接触式金属隔膜阀，另外，其驱动部4可以使用压电元件型驱动装置。作为控制阀2的驱动部除了上述的压电元件型驱动装置外，还可以使用磁致伸缩元件型驱动装置或电磁线圈型驱动装置、马达型驱动装置、空气压力型驱动装置、热膨胀型驱动装置。

15 上述压力检测器6可以使用半导体畸变型压力传感器，但是，除此之外，还可以使用金属箔畸变型压力传感器或静电容型压力传感器、磁阻型压力传感器等。

上述温度检测器23可以使用热电偶型温度传感器，但也可以使用测温阻抗型温度传感器等各种公知的温度传感器。

上述节流孔8可以使用在板状金属薄板制成的垫片上通过切削加工而设置了孔部的节流孔，除此之外，也可以使用非常细的管或通过腐蚀蚀刻及放电加工而在金属膜上形成孔的节流孔。

20 下文根据图2及图3说明本发明的流体可变式流量控制装置FCS的动作。

参照图2，控制阀2的输出侧、即节流孔8上游侧的气体压力 $P_1$ 用压力检测器6检测后，经过放大器22、流量变换回路18及A/D变换器26变成数字化的信号，然后输出给演算回路32。

25 同样，节流孔上游侧的气体温度 $T_1$ 由温度检测器23检测后，经过放大器24及A/D变换器28变成数字化的温度信号，然后输入到温度补联回路30。

30 到目前为止，在流量变换回路18的变换率k为1的场合（即没有进行最大刻度流量的切换的场合），在演算回路32中，用压力信号 $P_1$ 演算流量Q，得出 $Q=KP_1$ ，同时利用来自上述温度补联回路30的补偿信号，对上述流量Q的温度进行补偿，将演算流量 $Q_c$ 输出给比较回路34。



另外，在流量变换回路18的流量变换率k设定为常数K的场合，从流量演算回路14输出给演算控制回路20的切换演算流量信号Qf为上述演算流量Qc的k倍，将 $Qf=kQc$ 的输出信号输入到演算控制回路20。

而且，上述常数k表示为流量变换率，是为了改变最大刻度流量而设置的。因此，流量变换回路18可连续地改变流量变换率k，而且能以多级进行改变。作为多级可变情况的一个例子，可以使用触点开关。

另一方面，在图3所示的本发明第二实施例中，流量变换回路18设置在流量设定回路16的输出一侧，从流量设定回路16输出的流量设定信号Qe经过流量变换回路18转换成流量指令信号Qs ( $Qs=kQe$ )，然后，将该指令信号Qs输入到演算控制回路20。

在该第二实施例中，从流量演算回路14输入到演算控制回路20的检测流量值为演算流量Qc。

下面利用图4说明流量变换回路18的功能。

在这里，流量设定信号Qe在电压值为0~5(V)之间变化，将0(V)定义为0(%)，5(V)定义为100(%)。

例如80(%)指定为4(V)，另外，在切换演算流量信号Qf(或流量指令信号Qs)为5(V)的场合，将上游侧压力P<sub>1</sub>调整为3(kgf/cm<sup>2</sup>abs)，进行控制使流量为500SCCM。

如果考虑流量变换率k=1的情况，与流量设定信号Qe的范围为0~100(%)相对应，切换演算流量信号Qf(或流量指令信号Qs)由于 $Qf=kQc$ (或 $Qs=kQe$ )而指示为0~100(%)，即作为流量的0~500SCCM。根据这种指示，在0~3(kgf/cm<sup>2</sup>abs)的范围调整上游侧压力P<sub>1</sub>，用黑圆点记号的直线A与之对应。如果考虑流量变换率k=1/2的情况，流量设定信号Qe以0~100(%)输入时，切换演算流量信号Qf(或流量指令信号Qs)在0~50(%)之间变化，如用白圈记号的直线B所示的那样，将流量控制在0~250SCCM的范围。这时，上侧压力P<sub>1</sub>的调整在0~1.5(kgf/cm<sup>2</sup>abs)的范围内。即，最大刻度流量从500SCCM变化到250SCCM。

在比较回路34中，对切换演算流量信号Qf与流量设定信号Qe(或流量指令信号Qs与演算流量信号Qc)进行比较，将两者的差信号 $Qy=Qf-Qe$ (或 $Qc-Qs$ )通过放大回路36输出给控制阀2的驱动部4。

在切换演算流量信号 $Q_f$ 大于流量设定信号 $Q_e$ （或者演算流量信号 $Q_c$ 大于流量指令信号 $Q_s$ ）时，驱动部4向关闭控制阀2的方向动作，另外，当上述 $Q_f$ 小于 $Q_c$ （或 $Q_c$ 小于 $Q_s$ ）时，驱动部4向打开控制阀2的方向动作，自动地控制控制阀2的开度，使 $Q_f=Q_c$ （或 $Q_c=Q_s$ ）。

5 另外，在本发明中，在上述节流孔8的上游侧压力 $P_1$ 的与下游侧压力 $P_2$ 之间必须始终有 $P_2/P_1$ 约小于0.5、即 $P_1>2P_2$ 的条件成立。

因此，同时测定上游侧压力 $P_1$ 的与下游侧压力 $P_2$ ，与此同时将两者输入到反转放大器（图中未示出），在压力 $P_1$ 与压力 $P_2$ 的大小颠倒而成为逆流状态时，或者在 $P_2/P_1>0.5$ 而不能高精度控制流量时，控制阀10 2可自动地关闭。

15 图5是本发明的流体可变式流量控制装置的第三实施例的方框构成图。与图2相同的部分用相同的符号表示，其说明省略，在这里仅叙述不同的部分。与图2的情况不同，三种控制阀2a、2b、2c分别控制 $N_2$ 气体、He气体、 $CF_4$ 气体。而且还附设有与之对应的驱动部4a、4b、4c。

20 另外，流量变换回路18所确定的流量变换率为与 $N_2$ 气体、He气体、 $CF_4$ 气体对应的三级切换，如上述那样，与各气体的流量系数FF有关。据此，首先，将各种气体的流量系数在表1中示出。这些流量系数如上文所述那样，显示了在节流孔及上游侧压力相同的场合，实际气体的流量为 $N_2$ 气体流量的若干倍的量。

表1  
流量系数表

气体种类	F. F
$N_2$	1
Ar	0.888
He	2.804
$CF_4$	0.556
$C_4F_8$	0.344

$$FF = \text{实际气体的流量} / N_2 \text{换算流量}$$

25 在同一节流孔中可以对各种气体的流量进行控制的情况用表2示出，下文将详细说明。

表2

FCS的节流孔尺寸（控制压力与N<sub>2</sub>流量）[控制范围：0.5~1.8 (kgf/cm<sup>2</sup>abs) ] (SCCM)

节流孔直径(μm)	50	90	170	320	600	810
0.5	10.0	34.9	124.8	442.3	1555.2	2834.5
1.8	38.8	125.9	449.4	1592.6	5599.0	10204.3

5 [控制范围：200(托) [0.263(kgf/cm<sup>2</sup>abs) ~ 1.8(kgf/cm<sup>2</sup>abs)] (SCCM)]

节流孔直径(μm)	70	180	470	810
200(托)	9.8	73.6	501.9	2834.5
1.8	76.2	503.9	3435.6	10204.3

10 在表2中，是以节流孔直径为90μm的情况作为例子进行说明，示出了控制压力，即上游侧压力P<sub>1</sub>为1.8(kgf/cm<sup>2</sup>abs)时，N<sub>2</sub>气体的流量为125.9SCCM。即，对于N<sub>2</sub>气体来说，最大刻度流量为125.9SCCM，以此为流量设定信号Qe的100(%)，则电压值为5V。对于N<sub>2</sub>气体来说，由于流量变换率k=1，因而，根据Q<sub>s</sub>=kQ<sub>e</sub>，流量指令信号Q<sub>s</sub>也是最大刻度流量125.9SCCM，为100(%)。15 在该节流孔条件下考虑He气体的情况。在He气体为300SCCM的场合，用FF=2.804去除300SCCM，得出结果是107.0SCCM(N<sub>2</sub>流量)。在本实施例中，由于N<sub>2</sub>气体的最大刻度范围设定为38.8、125.9、449.4、1592.6、5599.0、10204.3SCCM，所以可选择125.9SCCM的φ90μm的节流孔。即，作为He气体的流量变换率K必须设定为107.0/125.9=0.850。

20 当然，在本发明中，也能够确定除此以外的流量变换率。

从上文所述可以得出，在图5中，在把N<sub>2</sub>气体控制在0~125.9SCCM的范围内，流量变换回路18的流量变换率以k=1切换，通过驱动部4a控制控制阀2a开闭。这时，控制阀2b、2c处于常闭状态。

图5所示的流体可变式流量控制装置的其它动作与图3的情况相同，其说明省略。

图6是节流孔8安装结构一例的主要部分剖视图。图中的2是控制阀，通过用隔膜推压件2d使隔膜2e可相对于阀座2f保持阀开度自由地接触或分离，进行流体的流量控制。法兰盘8c中形成有上游侧流路3，法兰盘8d中形成有下游侧流路5。节流孔8与节流孔保持座8b一起可自由装卸地配置在两法兰盘8c、8d中。节流孔8具有节流孔口8a，通过分解两法兰盘8c、8d可以很容易地更换节流孔。这种可自由更换的性能是本发明特征之一。

上述的隔膜推压件2d由压电元件型驱动部4上下自由地驱动。通过向压电元件输入而使隔膜推压件2d上升时，隔膜2e向上方弹性地复位，离开阀座2f，由此使阀处于打开状态。另外，通过微调整阀开度，可自由地调整上游侧流路3的压力P<sub>1</sub>。

节流孔8的更换结构除了图6所示的结构之外，也可以通过公知的阀技术进行各种设计变更。

本发明并不仅限于上述实施例，在不脱离本发明技术思想的范围所作出的种种变形例、设计变更等包括在其技术范围内。

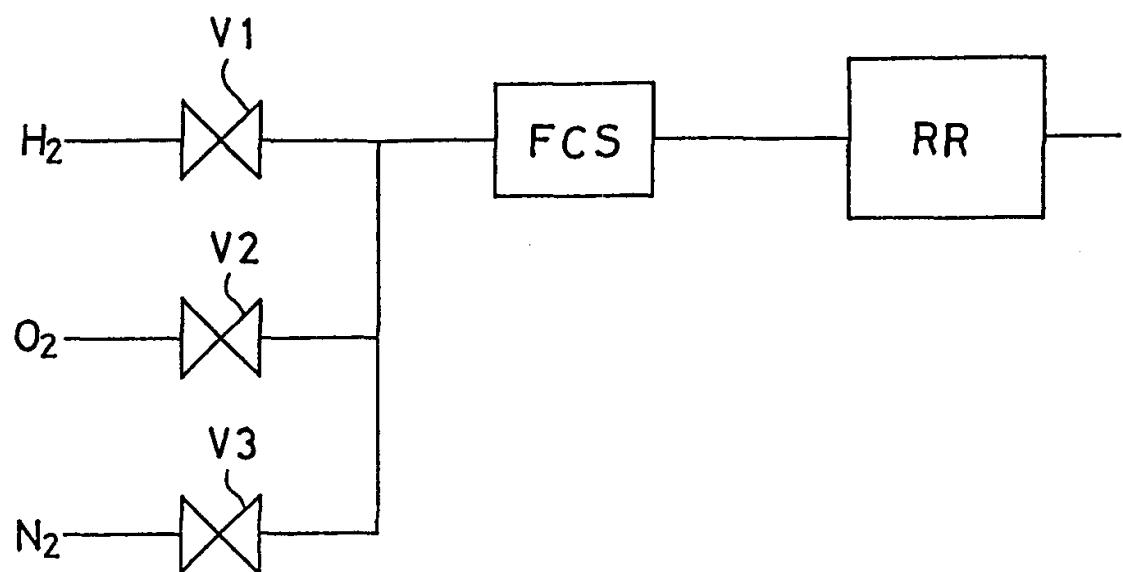


图 1

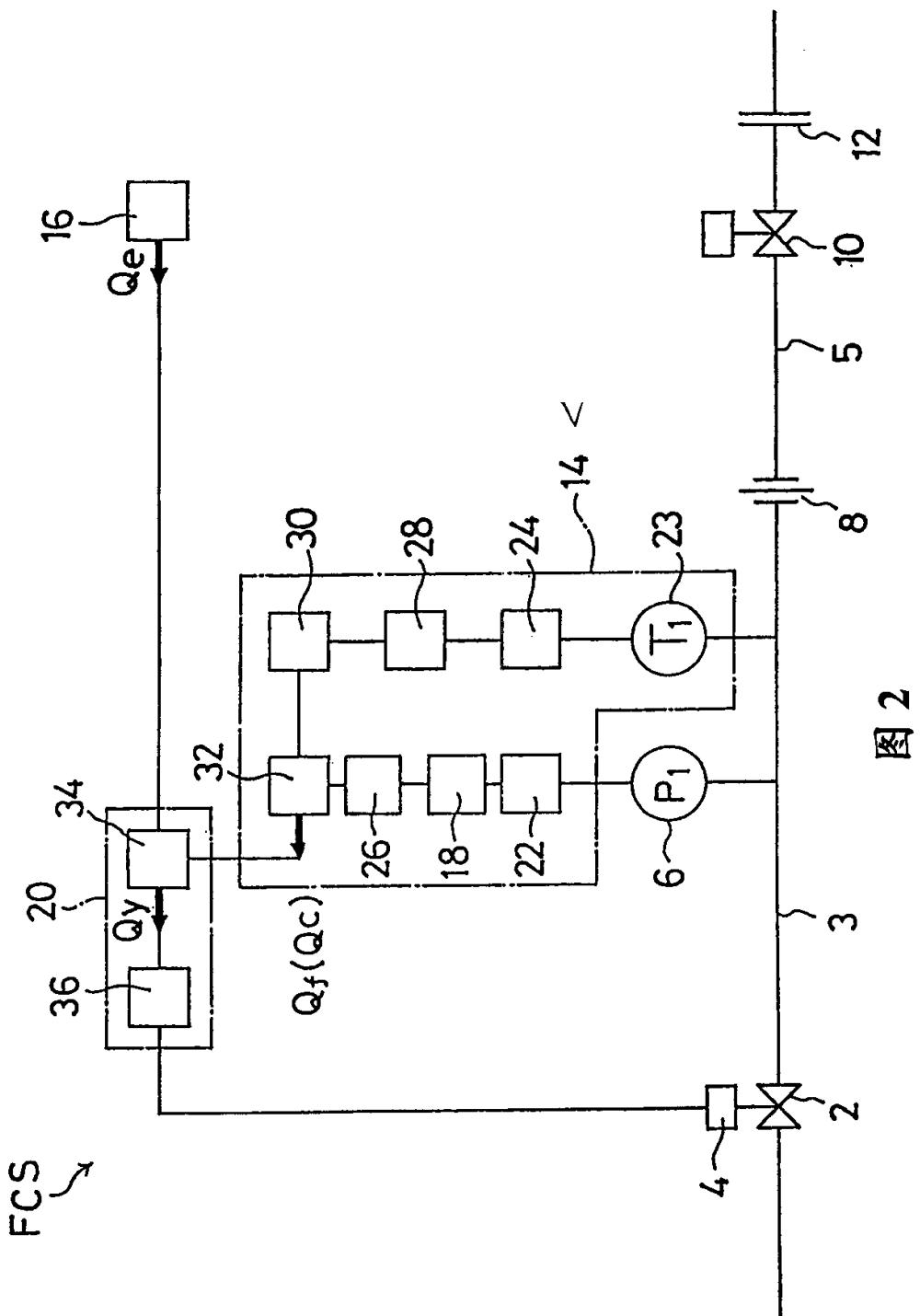


图 2

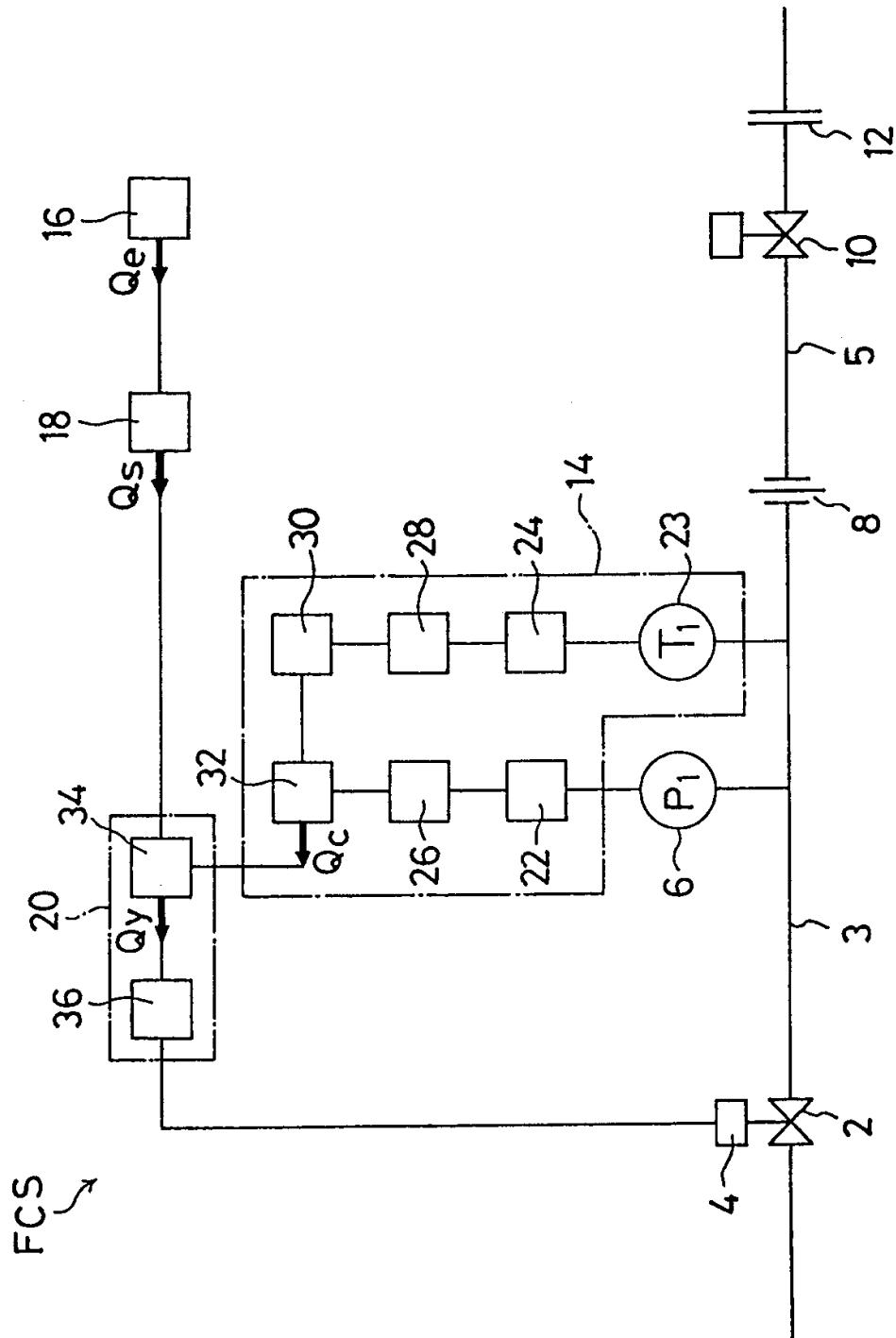


图 3

00.04.21

控制压力对FCS的影响 - 直线性

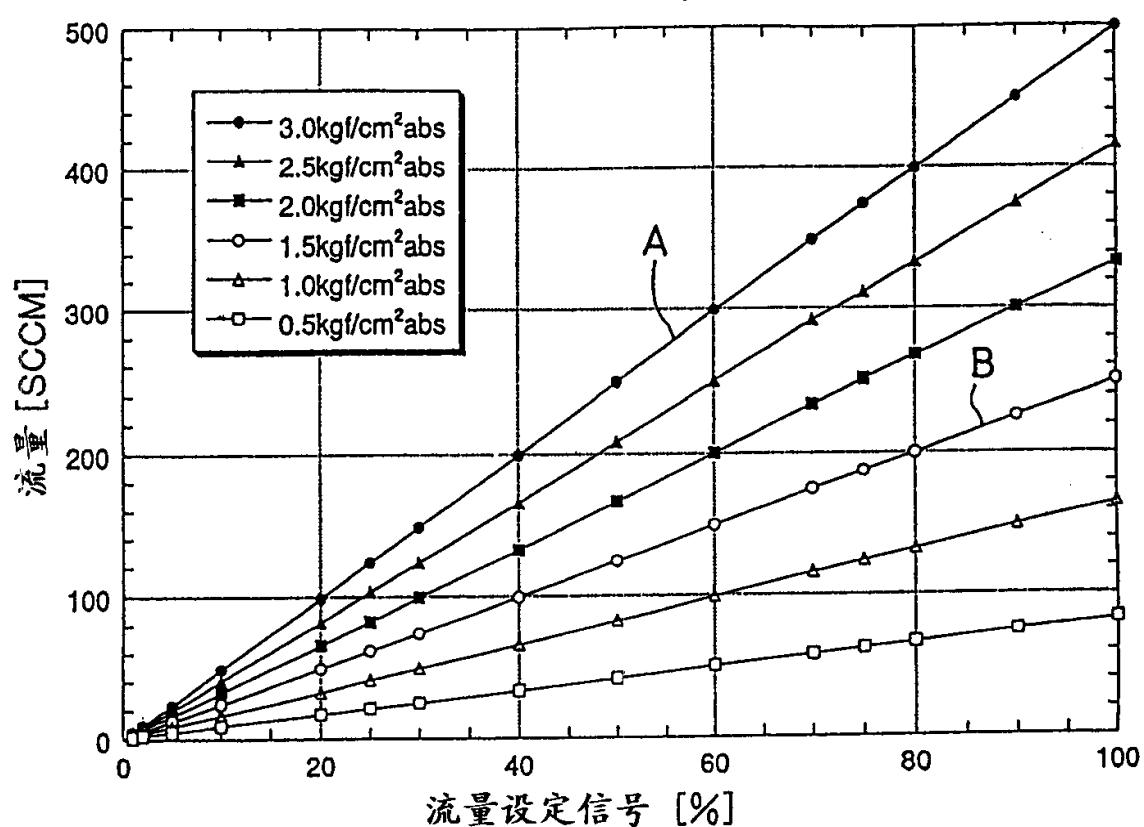


图 4

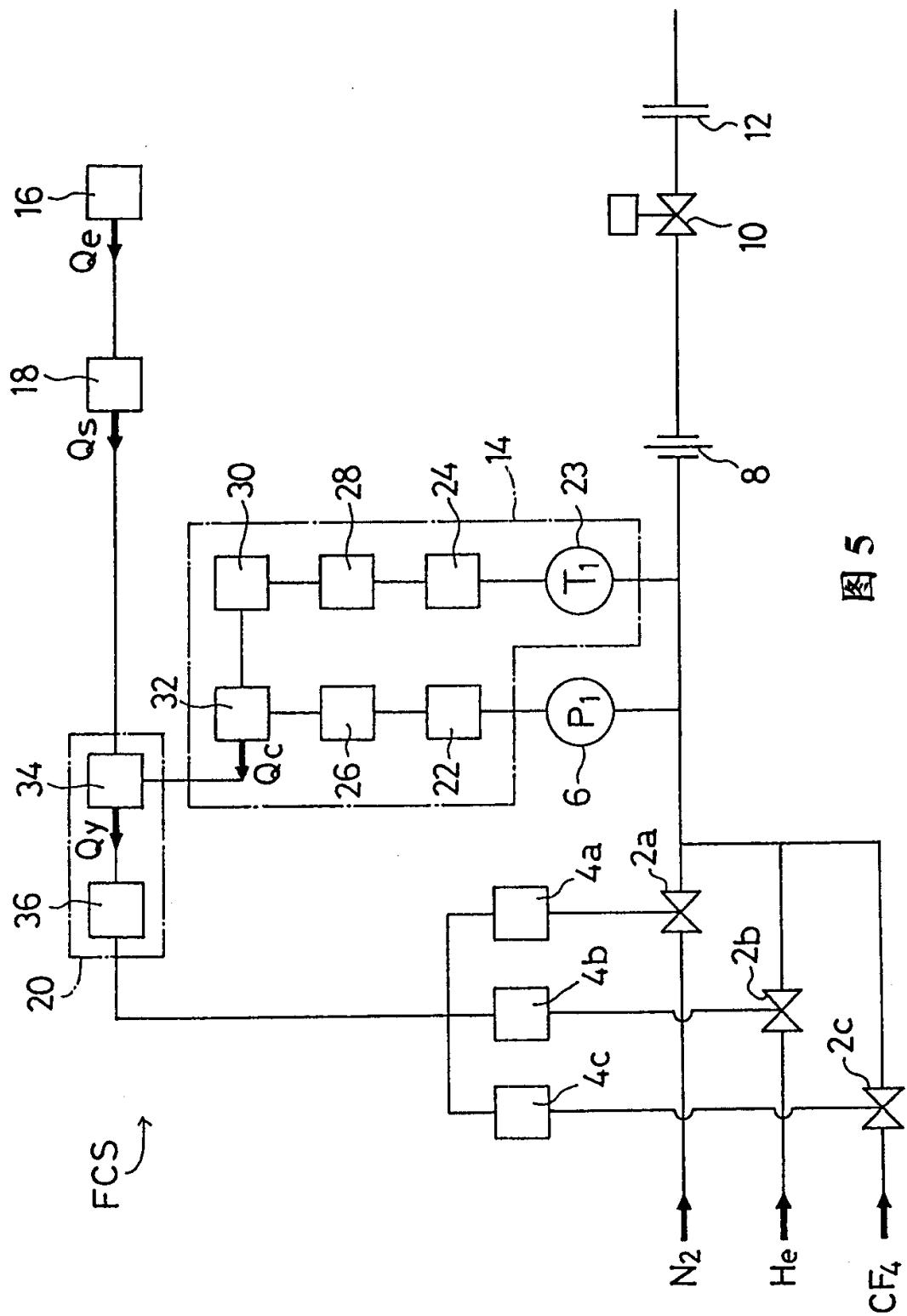


图 5

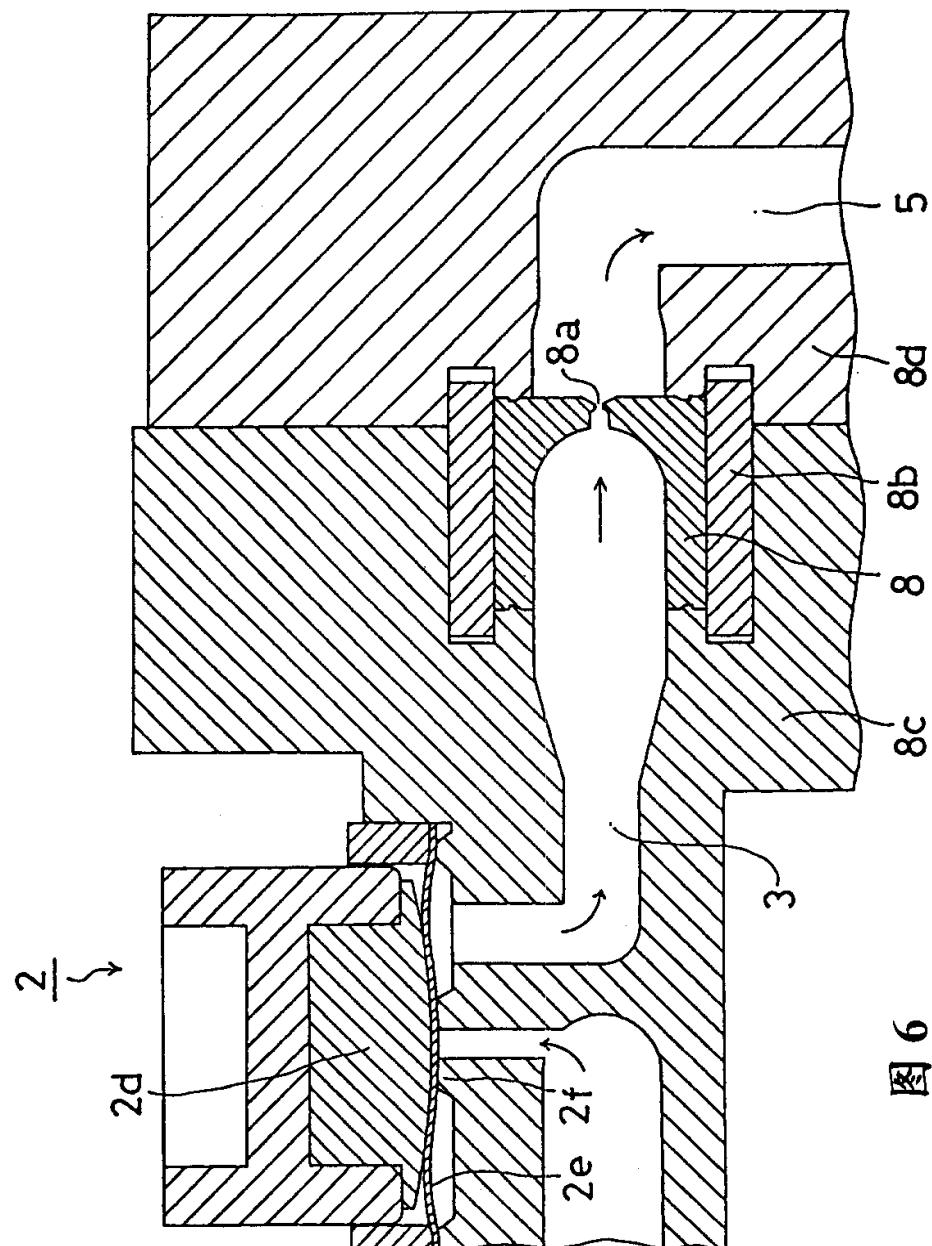


图 6

00-04-21

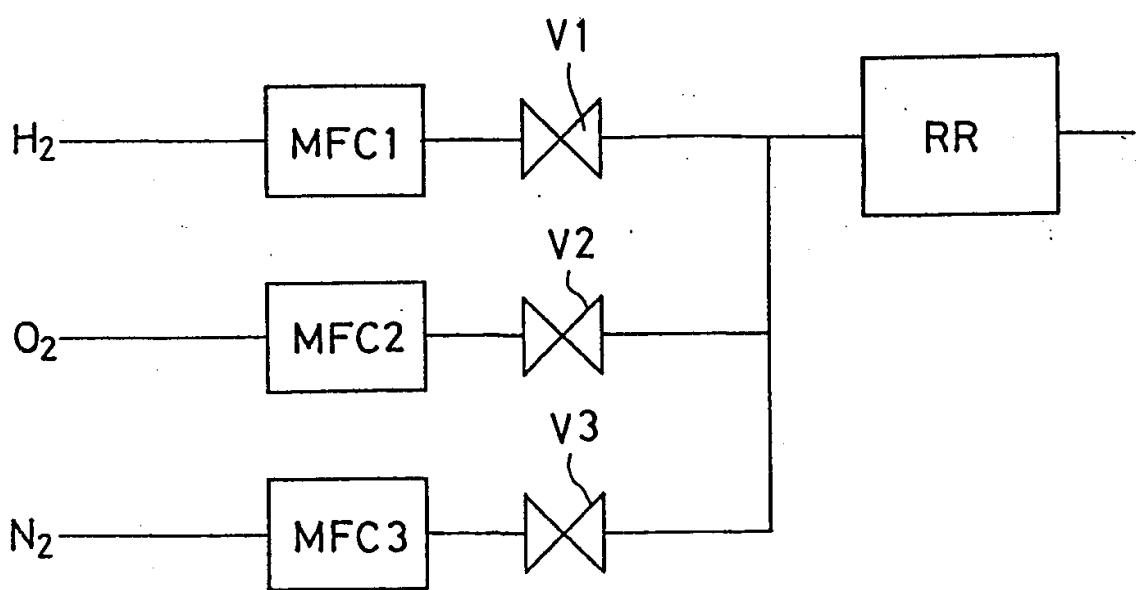


图 7