[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
G01F 1/68
G01M 15/00

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95118702.3

[45]授权公告日 2001 年 4 月 11 日

[11]授权公告号 CN 1064450C

[22]申请日 1995.10.18 [24]颁证日 2001.2.10

[21]申请号 95118702.3

[30]优先权

[32]1994.10.18 [33]JP [31]251801/1994

[73]专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

共同专利权人 日立汽车工业株式会社

[72]发明人 五十岚信弥 小林千寻 毛利康典
石川人志 内山薰

审查员 周胜生

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

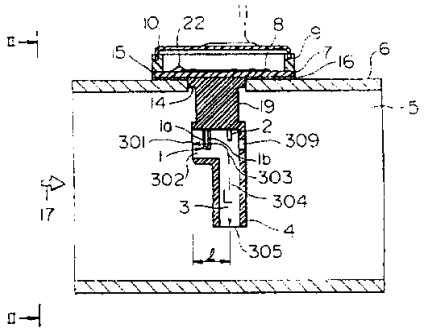
代理人 王礼华

权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图页数 8 页

[54]发明名称 热电阻式流量测定装置

[57]摘要

一种热电阻式流量测定装置，包括：主体，在该主体内形成一主流体通路，在 该主流体通路内，在上游及下游侧靠近地设置两个热敏电阻，其特征在于：一 副通路构成部件从所述主体插入所述主流体通路中，一副通路形成于所述副通 路构成部件中，所述电阻设置于所述副通路中，所述副通路包括第 1、第 2 和 第 3 流路，所述第 1 和第 2 流路由一弯曲部而相互连接，第 3 流路也形成于该 副通路构成部件中，经弯曲部与所述第 1 流路和第 2 流路彼此连接。



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种热电阻式流量测定装置，包括：主体（6，24；28，31，102），在该主体内形成一主流体通路（5），在该主流体通路（5）内，在上游及下游侧靠近地设置两个热敏电阻（1，2），由上游侧和下游侧热敏电阻的放热量之差来判定在该流体通路内的流体的流向的正方向或反方向，同时根据流体的流量输出信号，其特征在于：一副通路构成部件（4）从所述主体插入所述主流体通路（5）中，一副通路（3）形成于所述副通路构成部件（4）中，所述电阻（1，2）设置于所述副通路（3）中，所述副通路（3）包括第 1、第 2 和第 3 流路，所述第 1 和第 2 流路由一弯曲部（303）而相互连接，所述第 3 流路（309）也形成于该副通路构成部件（4）中，经弯曲部与所述第 1 流路（302）和第 2 流路（304）彼此连接。

2. 如权利要求 1 记载的热电阻式流量测定装置，其特征在于：上述副通路设置于内燃机的吸气通路内。

3. 如权利要求 1 记载的热电阻式流量测定装置，其特征在于：第 1 流路是基本平行于主流路方向的流路，上述第 2 流路在热敏电阻的下游基本呈直角弯曲、基本与流路、流体流动方向垂直、形成“L”型通路，上述第 3 流路基本与第 1 流路平行地设置于上述热敏电阻的正下游，且具有小于第 2 流路的断面面积。

4. 如权利要求 3 记载的热电阻式流量测定装置，其特征在于：第 3 流路沿流体流动的正方向扩大其断面面积。

5. 如权利要求 4 记载的热电阻式流量测定装置，其特征在于：上述第 3 流路从上述副通路的内壁向热敏电阻凸出。

6. 如权利要求 3 记载的热电阻式流量测定装置，其特征在于：上述第 3 流路的最小内径具有约等于上述热敏电阻感测部的长度。

7. 如权利要求 1 记载的热电阻式流量测定装置，其特征在于：包围作为正向流体流向上述副通路的入口的第 1 流路开口面和作为反向流体流向上述通路入口的第 3 流路的开口面的任一面或两面，设置突出的周围壁。

8. 如权利要求 7 记载的热电阻式流量测定装置，其特征在于：上述托盘状底面为倾斜面。

9. 如权利要求 1 记载的热电阻式流量测定装置，其特征在于：作为正向流体的上述副通路的出口的第 2 通路的开口面与上述流体通路内流动的主流相平行地开口。

10. 如权利要求 9 记载的热电阻式流量测定装置，其特征在于：在上述第 2 流路的开口面的上游侧和下游侧的任一侧或两侧，设置用于回流的突起。

11. 如权利要求 1 记载的热电阻式流量测定装置，其特征在于：上述副通路和上述流体通路形成为一体。

12. 如权利要求 11 记载的热电阻式流量测定装置，其特征在于：构成上述副通路的部件是由塑料模压制成的。

13. 如权利要求 1 记载的热电阻式流量测定装置，其特征在

于：构成上述副通路的部件是由塑料模压制成的。

14.如权利要求13记载的热电阻式流量测定装置，其特征在于：上述一体化的副通路构成部件和回路模块可以装卸自如地设于构成流体通路的部件上。

15.如权利要求14记载的热电阻式流量测定装置，其特征在于：构成上述流体通路的部件是内燃机吸气系统的空气滤清器、节流阀体、或吸气歧管。

16. 如上述权利要求1－15的任一项所述的热电阻式流量测定装置，其特征在于：在其中构成上述副通路（3）的上述副通路构成部件（4）与回路模块形成一体，所述的回路模块内装有电子回路，该电子回路与热敏电阻（1，2）连接，用于进行热敏电阻的控制，和变换输出。

说　　明　　书

热电阻式流量测定装置

本发明涉及一种热电阻式流量测定装置，该装置不仅在流体通路内的流体流向在正、反向变化时判断流体流向，而且输出对应流体流量的信号，本发明特别涉及一种适用测定内燃机吸入空气流量的热电阻式流量测定装置。

作为现有的该类测定装置，例如有特开昭 62－812 号记载的热线式空气流量计。此公知例中，记载了用于检测正、反向流动的热敏电阻元件构造、方向判别及流量信号输出回路的构成，以及检测机构。该测定装置的通路构成仅记载了下述的结构：在流体通路中不设置副通路、直接将检测元件设于流体通路中，以及将检测元件设置在流体通路中的简单的圆管状副通路中。

为了在从稳定流到伴有脉冲流的逆流的整个区域中，高精度地检测流量，为了降低逆流产生时流量测定装置输出中的正误差，有必要进行从正向流量中减去反向流量的流量检测。特开昭 62－812 号记载的技术是可以输出正、反两方向的流量信号的，考虑了降低该正向误差。

但是，上述的现有技术中，当被测定流体是脉冲流时，其输出信号包含负误差。此负误差是由热电阻的散热特性的非线性

及响应缓慢产生的，是由正向流动成为脉冲流产生的，所以，通过测量反方向的流量不能解决该问题。

美国专利 US－5231871 公开了一种热电阻式空气流量测量装置及装有该装置的内燃机，该装置的结构特征在于：包括辅助通路流体阻力变换装置，以变换辅助通路中的流体阻力，流体流量越大，则辅助通路的流体阻力也越大。但是该辅助通路并非用于引导沿反方向流动的流体。

本发明的目的在于提供一种热电阻式流量测定装置，该装置可以正确地检测出像伴有逆流的脉冲流那样的、正反方向流体混在一起的流体流量。

本发明中，一种热电阻式流量测定装置，包括：主体，在该主体内形成一主流体通路，在该主流体通路内，在上游及下游侧靠近地设置两个热敏电阻，由上游侧和下游侧热敏电阻的放热量之差来判定在该流体通路内的流体的流向的正方向或反方向，同时根据流体的流量输出信号，其特征在于：一副通路构成部件从所述主体插入所述主流体通路中，一副通路形成于所述副通路构成部件中，所述电阻设置于所述副通路中，所述副通路包括第 1、第 2 和第 3 流路，所述第 1 和第 2 流路由一弯曲部而相互连接，第 3 流路也形成于该副通路构成部件中，经弯曲部与所述第 1 流路和第 2 流路彼此连接。

此外，对于从稳定流向脉冲流、逆流变化的流体，也需要考虑其流速分布的变化。在稳定流中，会产生因流体通路上游部位的形态导致各种不同的偏流。例如，若流体通路上游具有较长直管时，在流路中产生通路中的流速快而周围流速慢的抛物

线性流速分布。此外，当流体通路上游存在弯管时，产生弯曲处外侧流速快、内侧流速慢的流速分布。当流体为脉冲流时，易产生近于平缓的流速分布，而在伴有逆流的脉冲流时，往往由于逆流的流速分布的变化再次引起偏流。因此，需要尽可能平均地测定主通路中的流体，在通过测量主通路的极小一部分流体来推导出整体流量的热电阻式流量测定装置中，因流速分布产生的测量误差就成了问题。本发明中，将热敏电阻设置于副通路中，将副通路的入口形成为托盘状，以便可以将大范围内的流体取入副流路中，而且，开口形成在相对于主流平行的面上，以便使副通路出口的上游侧流速和入口上游侧流速的平均流速之差相互抵消，上游或下游或上下游两方上形成使流体回流的突起。

不仅判别正、反流动方向而且测量流量的热电阻式流量测定装置是如上述的公知技术，但该公知技术没有揭示这样的技术，即在维持其所述效果的同时，如何避免因脉冲流引起的负测量误差。而本发明正是针对上述问题找出对策的装置。

热电阻式流量测定装置的输出和流量的关系受到发热体向流体散热物理现象的支配，呈现出非线性。因此，在测量脉冲流时，由散热特性或控制回路检测缓慢而使得测量值小于实际值。即产生负误差。因此，为了抵消因脉冲流产生的负误差，使用可以补偿因脉冲流而产生的误差的副通路构造。将检测流量的热敏电阻配置在副通路中，将沿副通路内流体流向的副通路全长形成为大于沿主通路内流体流向的副通路全长，则与主通路中产生的脉冲流相比，副通路的脉冲流具有较大的惯性效

果。因此，副通路内的脉冲流速的平均流速被提高，可以使测量产生正误差，抵消上述的负误差。但是，现有技术的副通路不能充分地将反向的流体引导到热敏电阻。因此，副通路采用下述的结构：包括第 1、2、3、流路，热敏电阻配置在第 1 流路中，第 2 流路是指对应于正向流体的副通路的全长较长且大部分正向流体从其中流过的流路，第 3 流路是使反向的流体流过且将反向流体导到热敏电阻体。

例如，将内部具有热敏电阻的第 1 流路与主流路大致平行地配置，将第 2 流路作成与第 1 流路大致垂直、即与主流路大致垂直，由第 1 流路和第 2 流路形成“L”型的副流路，则流路长度变大，构成了惯性效果大的副通路。此外，在热敏电阻的正下游与主流路平行地面对热敏电阻形成第 3 流路，则可将反方向的流体导向热敏电阻。此处，有必要使第 3 流路的流路面积小于第 2 流路的流路面积（断面积），以使从正向流入副通路的流体大部分通过第 2 流路。随着第 3 流路面积的减少，正向流体易流入第 2 流路，可降低上述负误差，但第 3 流路面积过小，则从反向导入的逆流流体量变小，故流体流动方向的判别及流量检测变坏。所以，使第 3 流路的内径与热敏电阻的感测部长度大致相等，则可以改善综合精度。还有，若使第 3 流路相对于正方向流体变宽，则对正向流体的阻力变大，易导入反方向的流体。如果使第 3 流路朝着热敏电阻向副通路内侧突出，则不仅可以确保第 1 流路和第 2 流路之间的弯曲部面积，而且可缩短第 3 流路和热敏电阻之间的间隔，在反方向流体从第 3 流路吹出后扩散小的状态下，将反方向流体导到热敏电阻，可

进一步有效提高副通路的效果。

再者，副通路入口凹下成托盘状，将流体的施压面扩大到大范围，还有，由凹下部分将流体导入副通路中，这样通过将大范围的流体导入副通路中，可以检测出平均流速。故，可以根据流速分布的变化进行处理。若使托盘状底面倾斜，则可进一步导入大范围内的空气。还有，第 2 流路的出口开口面与主流路平行，并设成凸起状，则由于出口负压根据上游流速变化，故以入口上游的流速及出口上游的流速流入副通路的流量可以平均化。

在上述副通路的构成上，若使之与作为流体通路的主通路一体化，则可以减少零件数。此外，副通路构成零件形成为单个零件，并与回路模块一体化，则其更换时易于处理，并且可以安装到已有的流体通路，而没必要再设置流量测定装置的主通路。

下面结合图通过实施例来说明本发明。

图 1 是本发明一实施例的热电阻式流量测定装置纵断面图，其中图 1A 是第 1 实施例变化例的纵断面图。

图 2 是图 1 的 II－II 方向视图。

图 3 是另一实施例的热电阻式流量测定装置的纵断面图。

图 4 是图 3 的 IV－IV 方向视图。

图 5 是图 3 的热电阻部所示的放大剖面图。图 5A 是图 5 的 A－A 线放大剖面图。

图 6 是另一实施例的热电阻式流量测定装置的纵剖面图。

图 7 是图 6 VII－VII 线的侧视图。

图 8 是图 6 的 VIII－VIII 线的侧向剖视图。

图 9 是本发明另一实施例的与节流阀一体形成的热电阻式空气流量测定装置的纵断面图。

图 10 是本发明再一实施例的与空气滤清器一体化的热电阻式空气流量测定装置的纵断面图。

图 11 是本发明一实施例的内装热电阻式流量测定装置的空气滤清器的纵断面图。

图 12 是使用本发明热电阻式空气流量测定装置的内燃机的控制系统图。

图 13 是使用过去热电阻式空气流量测定装置的内燃机吸入空气测量测定结果。

图 14 是使用本发明热电阻式空气流量测定装置的内燃机吸入空气测量结果。

如图 1～图 2 所示，本发明一实施例的热电阻空气流量测定装置中，为检测流量及判定流体流向的热电阻 1 和温度补偿用电阻 2 连接于电子回路 8 中，并固定于支架 19 上。热电阻 1 是在板状基板面上在上游及下游形成 2 个热敏电阻 1a、1b 的结构。副通路 3 是这样形成的：在与底板 7 垂直的面上开口的入口开口面 301、从入口开口面 301 开始与底板 7 平行延伸的第 1 流路 302、长度大致为第 1 流路 2 倍的第 2 流路 304、在与底板 7 平行的表面开口的出口开口面 305 及在第 1 流路与第 2 流路 304 的交点部分形成的弯曲部 303 构成“L”型流路，在该“L”型流路上，在热电阻 1 的热敏电阻的感测部的正下游，与第 1 流路 302 大致平行地形成导入反方向流体的第 3 流路 309。

在底板 7 上面固定电子回路 8 及回路壳体 9，与外部机器呈电气地接连的接头 11 与回路壳体 9 形成一体。回路壳体 9 的上面由盖 10 覆盖。

一方面，在构成作为流体通路的主流路 5 的流量计主体与壁面上，设有插入副通路构成部件 4 的插入孔 14 及安装底板 7 的安装固定面 15。在此流量计主体 6 内，将副通路构成部件 4 从插入孔 14 插入，使得副通路 3 的第 1 流路 302 大致平行于主流路 5 的流动方向 17，在安装固定面 15 和底板 7 的底面之间夹着橡胶密封圈，以密封插入孔 14 的周围，将底板 7 以螺钉 18 固定在主体 6 的壁面上。

如上所述，收纳热敏电阻的副通路 3 沿副通路内流体流动方向的、从通路入口开口面 301 到出口开口面 305 全长 L，大于沿主流路内的流体流动方向、从副通路入口开口面 301 到出口开口面 305 的全长 L 只要这样设置即可。所以，代替图 1 所示的断面为“L”型的副通路 3，采用图 1A 所示的断面为“S”型的零件也是可以的。

具体地提高精度的构成、以及副流路构成部件和底板之间的其它固定方法的实施例，可参照图 3～图 5A 来说明。

端子 13 贯穿支架 19 的内部，并使之与支架 19 形成一体，支架 19 通过底板 7 的孔部将底板件 7 和支架固定。电子回路 8 固定在底板 7，即支架 19 上面，并借助导线等导电部件与端子相连接。此外，回路壳体 9 也固定在底板 7 上，回路壳体 9 的上表面通过固定盖 10 来覆盖。

另一方面，在与端子 13 的电子回路 8 相对的一侧，热敏电

阻 1a、1b 在流向方向重叠地被配置，并与端子 13 呈电气连接、固定。热敏电阻 1a、1b 在副通路 3 的第 1 流路 302 内比电阻 2 更靠近于底板，并在流向方向重叠地被固定。

副通路构成部件 4 上除形成“L”型流路外，还设有第 3 流路 309，流路 309 沿正流向方向变大，且向热电阻方向突出。上述的“L”型流路与上述实施例同样地包括入口开口面 301、第 1 流路 302、直角弯曲部 303、第 2 流路 304 及出口开口面 305。第 3 流路 309 的最小内径大致相当于热敏电阻 1a、1b 的感测部的长度。还有，在副通路构成部件 4 上形成入口 306、倾斜面 307、突起 308 以及接合面 402。所说的入口 306 由壁 310 围成，其目的是将吸入副通路 3 中的主流路内较大范围的空气、特别是主流路 5 中心附近的空气导入；所说的倾斜面 307，在其两侧具有壁 311，其目的是使副通路出口部的流体稳定；所说的突起 308 从倾斜面的前端向下突出并超过出口开口面 305。所说的接合面 402 是插入支架 19 的孔 401 和支架 19 之间的接合面。副通路 3 的第 1 流路 302 中，将热敏电阻 1a、1b 的固定位置设在第一流路 302 的中心更靠近底板 7 的部位。第三流路 309 的轴线设在热敏电阻 1a、1b 的固定位置，并与直角弯曲部 303 的外角部错开，使正向流体难以流入第 3 流路。热敏电阻也不一定非要和第 3 流路在一条轴线上。为了使与第 1 流路 302 的流向垂直的断面上的流速快且稳定的流体正对着热敏电阻 1a、1b，将第 1 流路 302 设计成半圆形叠在长方形之上的断面形状（图 5A）。入口 306 的底面 306b 和第 1 流路 302 构成的角内部(a)和直角弯曲部 303 的内侧角部(b)之间的间隔 S_1，和连接此两个

角部的第 1 通路 302 内壁与热敏电阻 1a、1b 的间隔 S_2 之间的关系为 $S_2/S_1 = 0.5 \sim 1.0$. 为了减轻副通路部件重量，设置了平行于第 2 流路 304 的减重 403，该孔使得副通路部件壁厚均匀，不仅防止了塑料成形的收缩变形，也降低了材料费用。

将支架 19 插入孔 401 中，在接合面 402 上将副通路构成部件 4 粘结固定。此处，由支架 19 上设置的台阶和副通路构成部件的接合面 402 形成槽 404、此槽用于安装 O 形密封圈，由 O 型密封圈密封主流路壁面的插入孔 14。这样，形成了回路部和副流路部、插入孔密封用 O 形密封圈的一体化模块。

通过将此模块固定于流量计主体 6 上，即构成了热电阻式流量测定装置。本实施例中，将插入孔密封用 O 形圈 20 装在模块上，故不需橡胶密封圈。本实施例中，将回路壳体 9 和底板 7 一起用螺钉 18 固定于主体 6 上，增大了回路壳体的固定强度。还有，在流量计主体 6 的主流路 5 的入口面上安装整流用格子 21，可进一步改善测量精度。

在图 6～图 8 所示的实施例中，副通路 3 和主通路 5 一起整体地形成于流量计主体 6 上。副通路 3 和其它实施例同样地构成，即包括由第 1 流路 302 和第 2 流路 304 构成的“L”型流路、和导入反方向流体的第 3 流路 309. 为了和流量计主体 6 形成一体，副通路 3 的第 2 流路 304 由后面板 310 封闭副通路构成部上形成的槽来构成。因此，第 3 流路 309 形成于后面板 310 上。第 2 流路的出口开口部 305 设在第 2 流路的两侧。此出口开口面 305 的上游两侧形成使流体回流、剥离的突起 308，并使第 1 流路入口开口部 301 呈使托盘底面倾斜的形状。同样，第 3 流

路的开口面也形成具有倾斜底面的托盘状。热电阻为在圆筒状的上游面和下游面上形成膜状热敏电阻，可以检测正、反向流体，并固定在端子 13 上，与回路 8 连接。所以，将支架 19 插入流量计主体 6 的插入孔，将回路壳体 9 固定于流量计主体，使热电阻 1 位于副通路 3 的内部，即作成了热电阻式流量测定装置。

图 9 是将图 3 所示的回路部和副通路部件一体化的模块插入带有控制引擎的吸入空气量的阀体 23 的节流阀主体 24 中，形成热电阻式空气流量测定装置。流量测量部配置在阀体上游，正方向的空气流体如箭头 17 所示。具有副空气通路的节流阀主体一体形成热电阻式空气流量计是已有产品，副空气流路部件和节流阀主体形成一体的结构，覆盖模块回路的壳体部件与节流阀主体形成的一体结构的节流阀主体的构造较复杂。与此相反，根据图 9 所示的本发明实施例，回路部和副通路部件由于和模块一体化，故可以简化节流阀的构造。此外，在不具有节流阀的进气系统（如柴油车）中，可以直接将模块装在进气歧管上。

图 10 是将图 3 所示的回路部和副通路部件一体化的模块安装有引擎室中的空气滤清器上的实施例。空气滤清器的结构为：由上游侧壳体件 26 和下游侧壳体零件 27 夹住过滤空气用过滤部件 29、并固定之来构成的。上游侧壳体零件 26 具有吸入新空气的导入管 25；下游侧壳体零件 27 具有用于连接吸气管 30 和空气滤清器的导管 28。空气流向自然如箭头 17 所示。在导管 28 内流动的气体是除尘后的空气。在导管 28 上开有一个

用于插入热电阻式空气流量测定装置的副通路部件的插入孔14。在此处，将导管28和模块以螺钉等机械地连接、固定。因此，可以构成如下结构的热电阻式流量测定装置：取代构成上述主通路的主体，以空气滤清器的一部分如导管28来构成主通路，以不需要主体的模块构成测定装置，可降低成本。

图11所示实施例和图10类似，在图10中，是在设于下游侧壳体27的外侧的导管28部分上安装热电阻式流量测定装置，但在图11中，是在下游侧壳体27的内侧设置导管31，在导管31上设计插入孔14，在此孔安装模块。图中的导管31的前端形成喇叭口形以对流体整流。在本结构下，通过将热电阻式流量测定装置装入空气滤清器内部，可以使结构缩短相当于图10中导管28长度的尺寸，故可以实现结构紧凑。图10中所示的导管28和图11中所示的导管31是和下游侧壳体形成一体的结构，但上述导管和壳体分开制造，然后以能保证连接强度的方法进行连接，也是毫无问题的。

最后，结合图12来说明使用本发明的电子燃料喷射方式的内燃机的控制系统。

从空气滤清器100吸入的吸入空气101经过歧管106吸入引擎气缸107中，气缸中产生的废气108排气从歧管109排出。上述的歧管106包括构成热电阻式空气流量测定装置的主通路的主体102、吸气管103、节流阀104、及供给燃料的喷射器105。

热电阻式空气流量计的模块110输出的空气流量信号、节流调角度传感器111输出的节流阀开度信号、排气歧管109上设置的氧气浓度计112输出的氧浓度信号、以及引擎转速计113

输出的转速信号被输入到控制装置 114，控制装置 114 计算这些信号，求出最佳燃料喷射量和怠速空气控制阀的开度，根据此值控制上述喷射器和怠速空气控制阀 115(idle air contrel valve)。

这里，如上所述，如果吸入空气由滤清器 100 流向引擎气缸，则不需要本发明的带有检测反向气流机能的热电阻式空气流量检测装置，但如果节流阀 116 的开度变大，吸入气缸 107 的空气不均匀，吸入空气为脉冲流，特别是，吸气的脉冲周期，即发动机转速和吸气系统的固有频率一致，产生共振时，产生的脉冲流振幅非常大，产生逆流。也就是，由于仅在特定的引擎转速下产生逆流，故为了在所有的引擎运转条件下，正确测定吸入气缸 107 中的空气流量，提供一种如本发明所示的、可检测正、反方向流量，且可从稳定流到脉冲流的整个区域内正确测定流量的热电阻式流量测定装置。

下面，根据上述内燃机吸入空气流量测定，来说明本发明的效果。图 13 是使用过去的不能检测反方向流量的热电阻式空气测量测定装置测定的结果，纵轴是空气流量，横轴是节流阀下游的压力，引擎转数(rpm)为参（变）量。图 14 是使用图 3～图 5 所示实施例在相同条件下的测量结果。如图 13 所示，实际上的吸入到气缸的空气流量应为虚线所示的直线，但现有技术装置测定结果产生了由脉冲流引起的负误差以及逆流引起的正误差。另一方面，本发明中，几乎无负误差产生，正误差也仅是原来装置测定结果误差的 1/10。

说 明 书 附 图

图 1

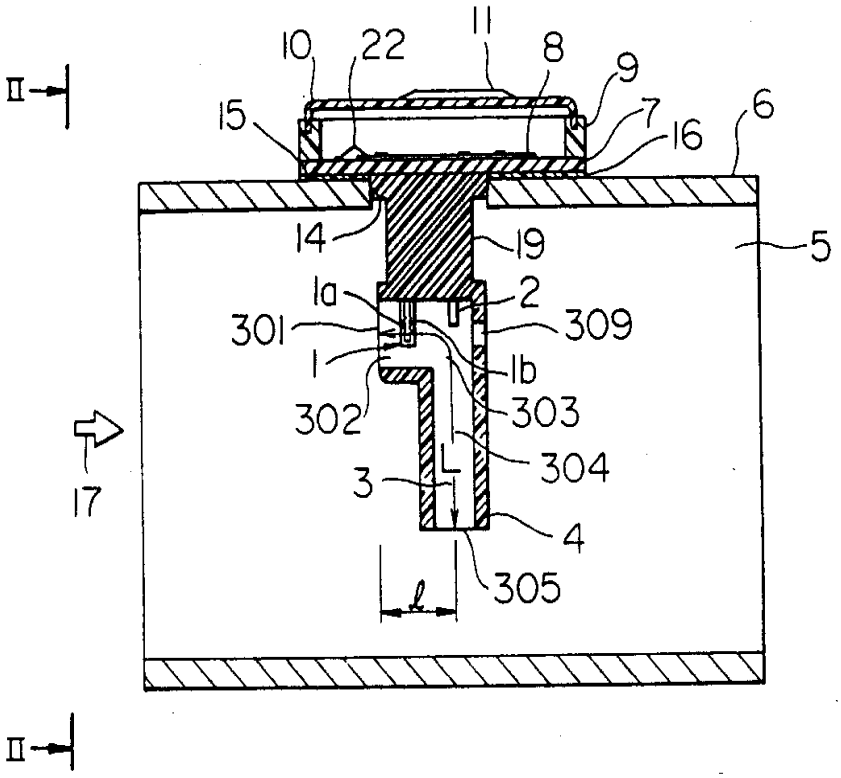

II
10
22
11
8
9
7
16
6
15
14
19
5
1a
2
301
309
1
1b
302
303
304
3
L
4
305
l
17
II

图 1A

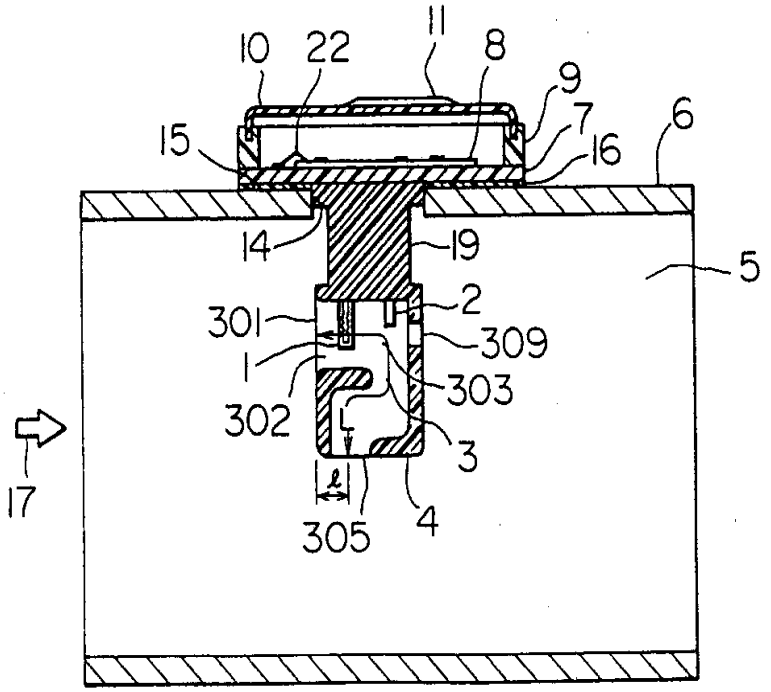

10
22
11
8
9
7
16
6
15
14
19
5
301
2
309
1
303
302
L
3
l
305
4
17

图 2

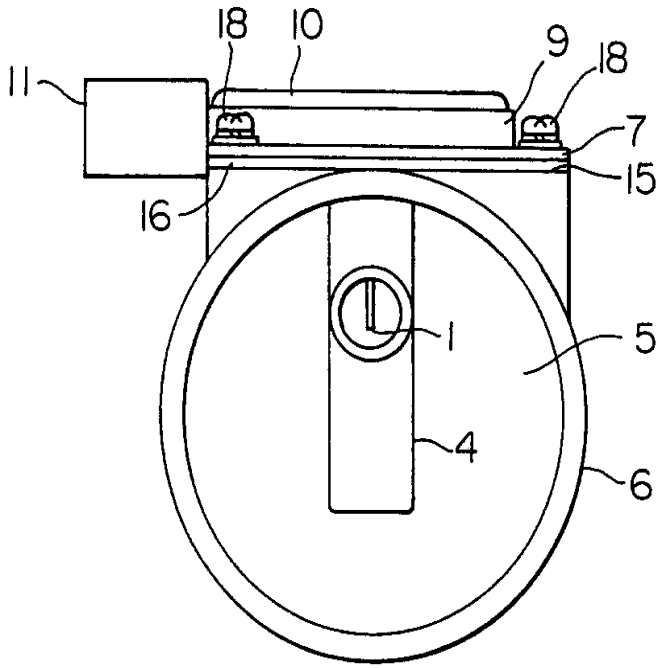

18
10
9
18
11
7
15
16
1
5
4
6

图 3

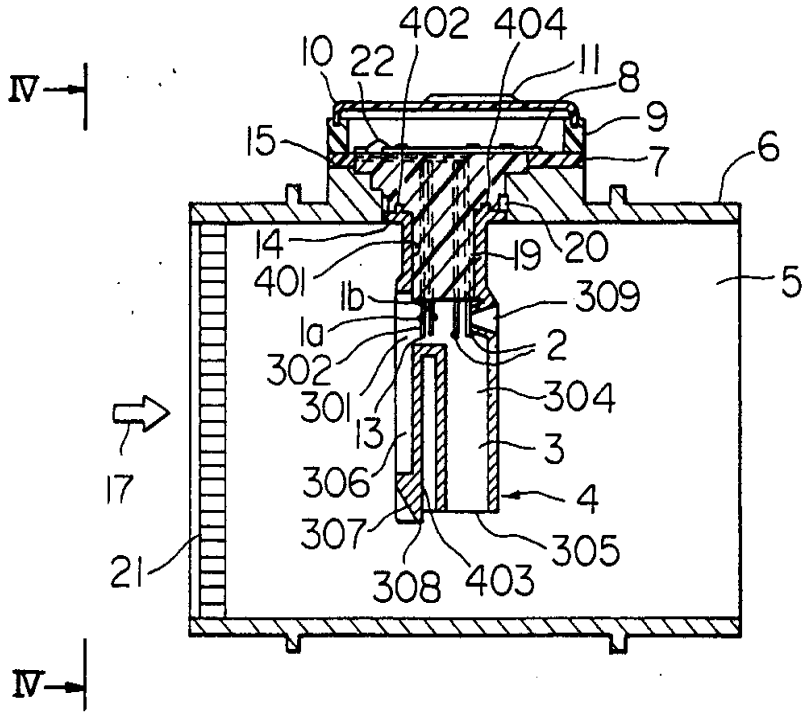

IV
402
404
10
22
11
8
9
15
7
6
14
19
20
401
1b
309
5
1a
2
302
304
301
13
3
17
306
4
307
305
21
308
403
IV

图 4

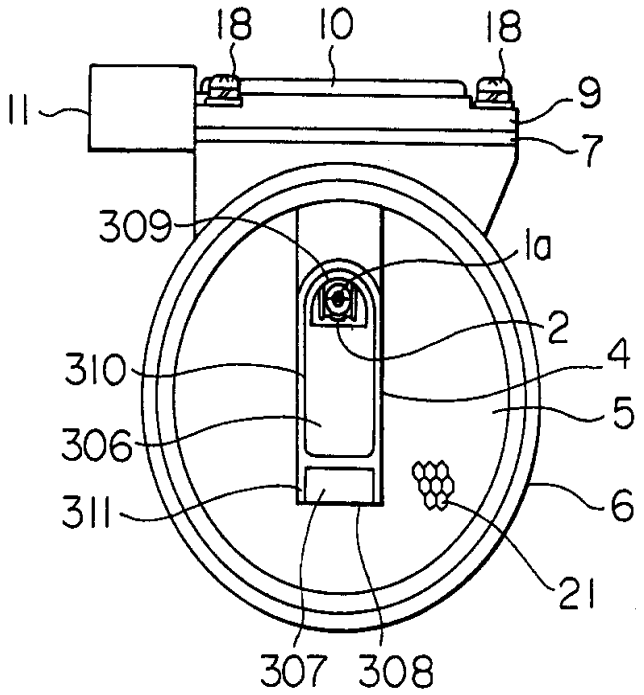

18
10
18
11
9
7
309
1a
2
4
310
5
306
6
311
21
307
308

图 5

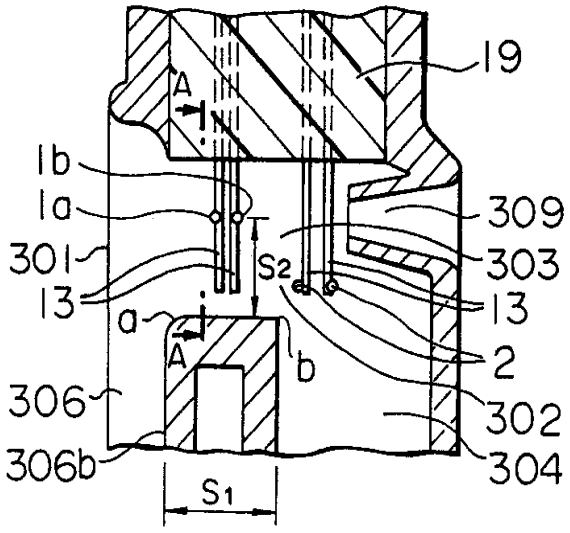

19
A
1b
1a
309
301
S2
303
13
13
a
A
2
b
306
302
306b
304
S1

图 5A

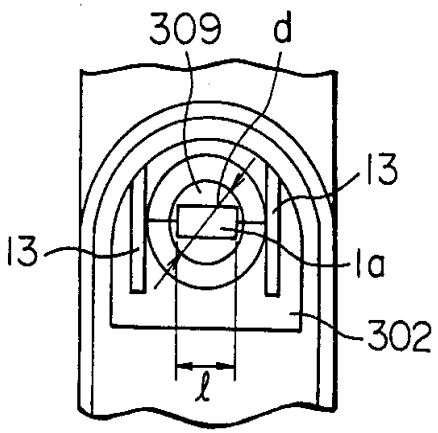

309
d
13
13
1a
302
ℓ

图 6

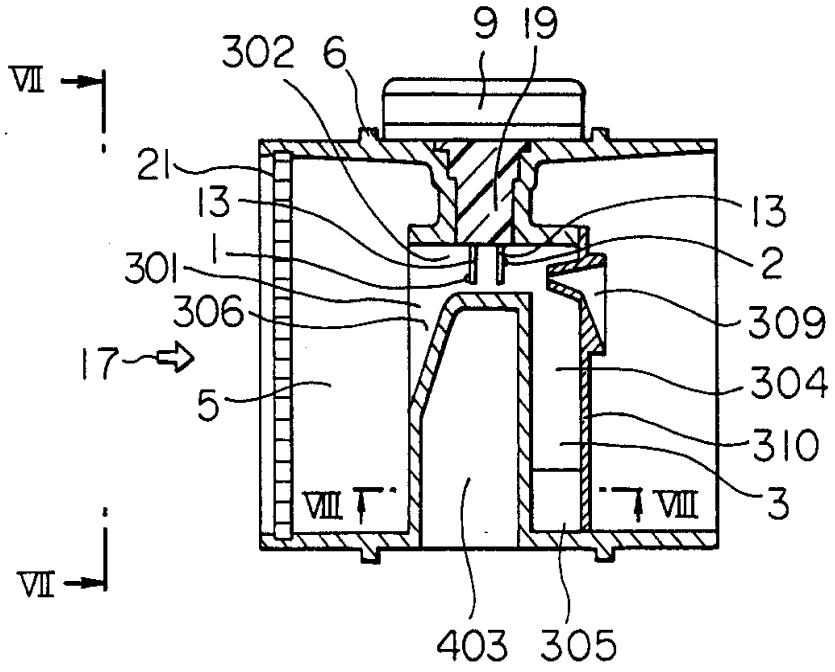

9
19
302
6
VII
21
13
1
301
306
17
5
13
2
309
304
310
3
VIII
VIII
VII
403
305

图 7

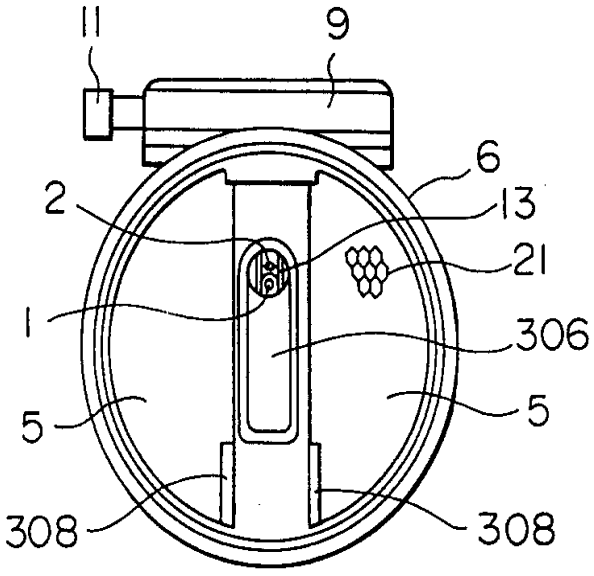

11
9
6
2
13
21
1
306
5
5
308
308

图 8

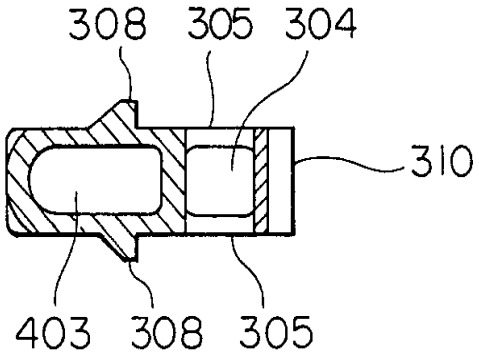

308
305
304
310
403
308
305

图 9

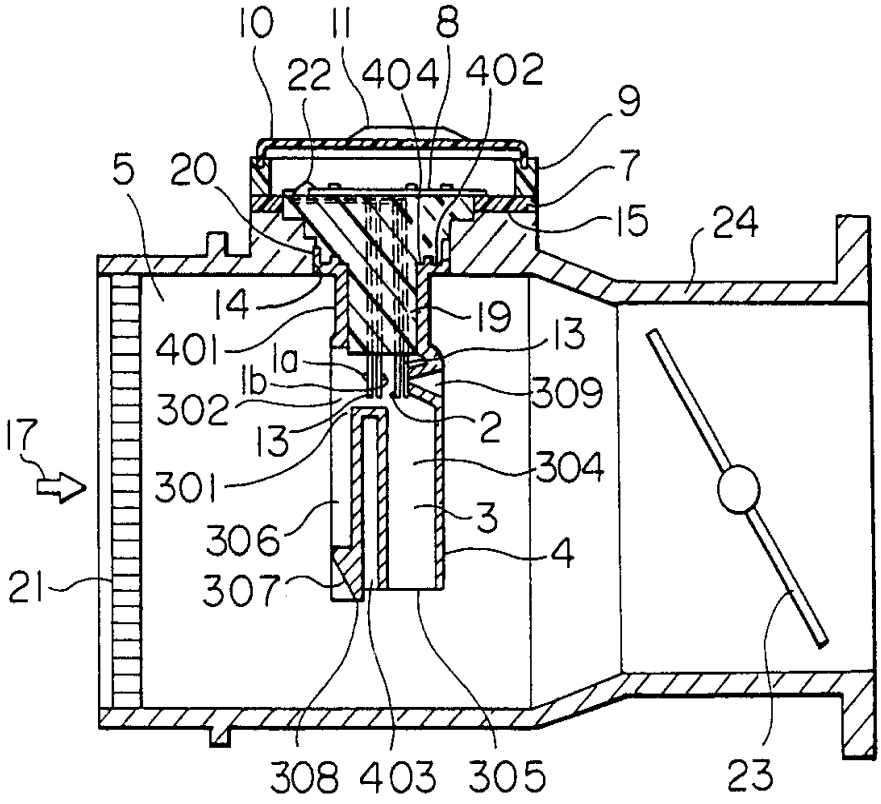

10
11
8
22
404
402
9
7
5
20
15
24
14
19
13
401
1a
1b
309
302
2
13
304
17
301
3
306
4
21
307
308
403
305
23

图 10

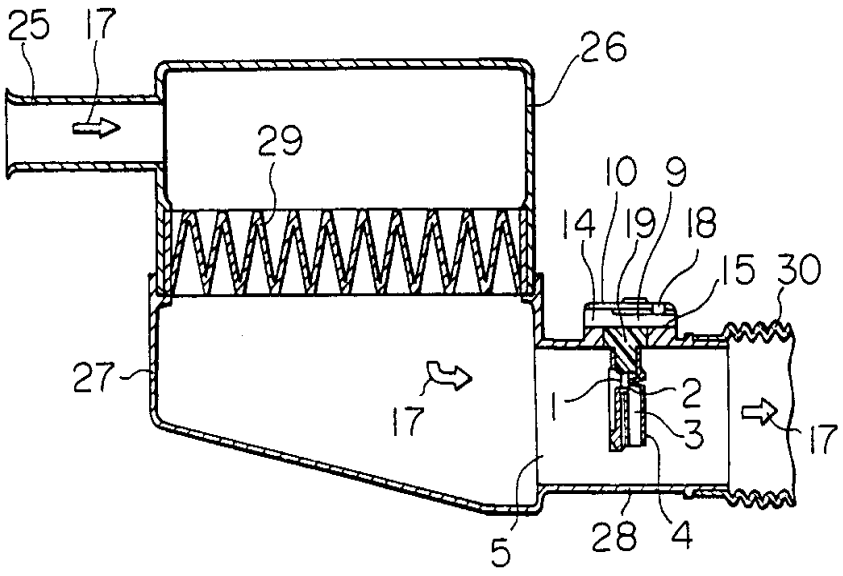

25
17
26
29
10
9
14
19
18
15
30
27
17
1
2
3
17
5
28
4

图 11

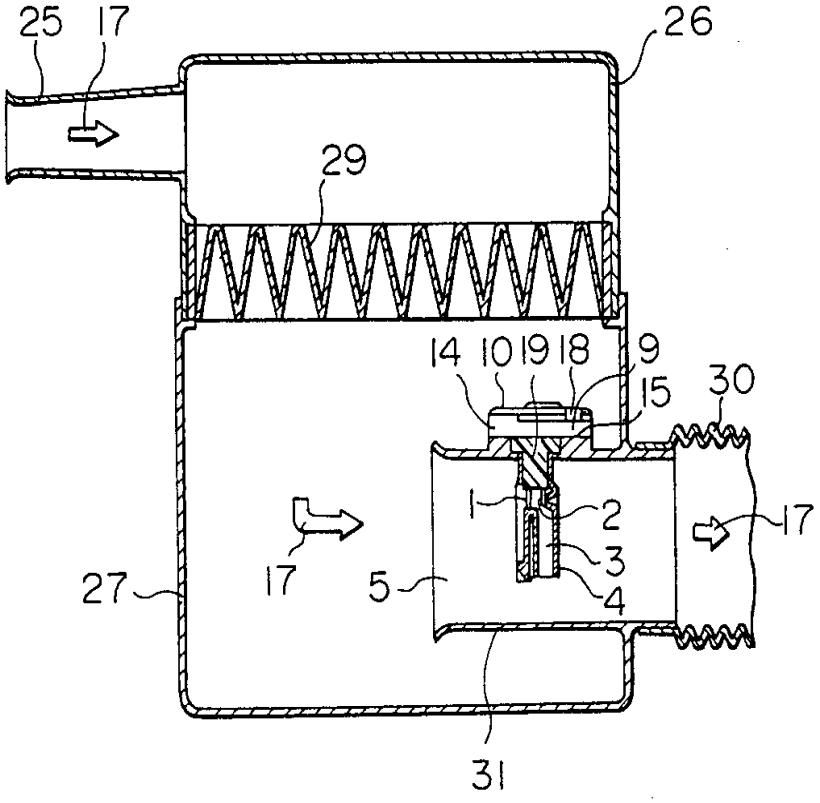

25
17
26
29
14
10
19
18
9
15
30
1
2
3
4
17
17
27
5
31

图 12

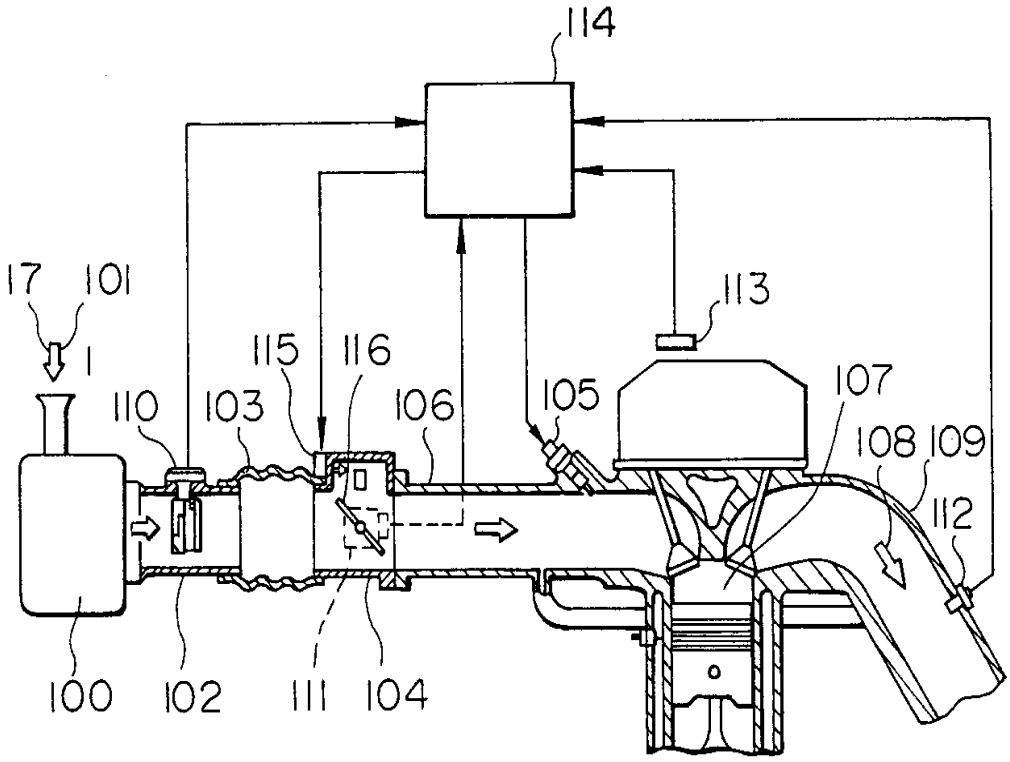

114
17
101
1
110
103
115
116
106
105
113
107
108
109
112
100
102
111
104

图 13

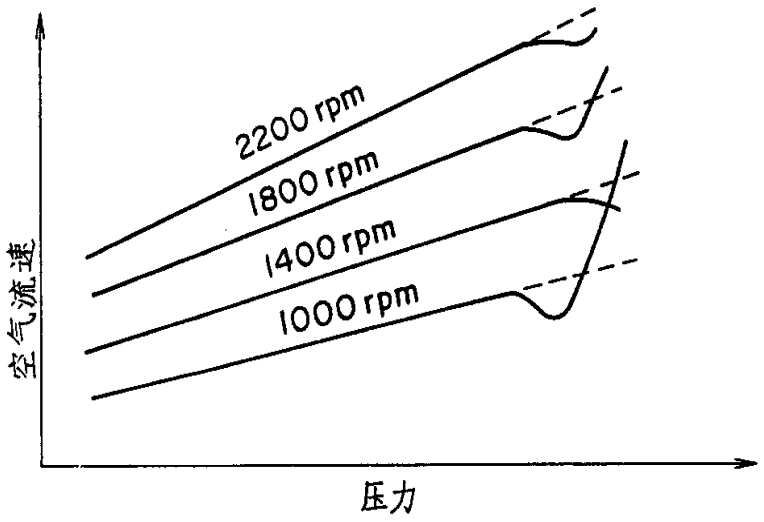
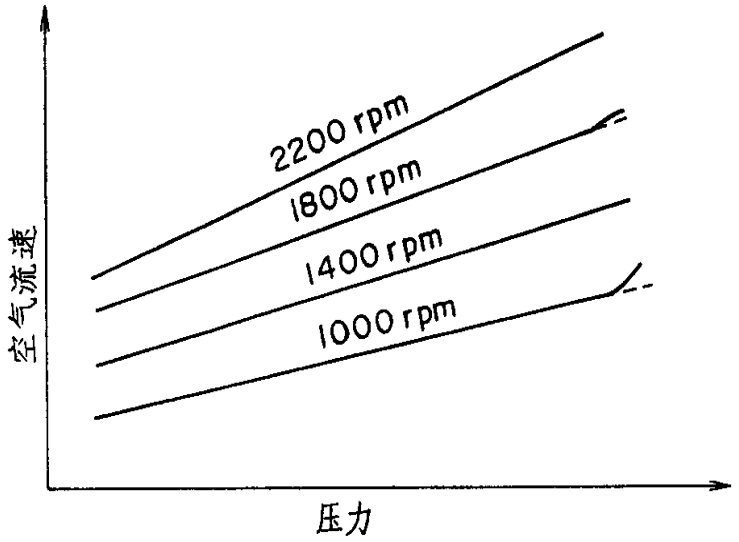

2200 rpm
1800 rpm
1400 rpm
1000 rpm
空气流速
压力

图 14


2200 rpm
1800 rpm
1400 rpm
1000 rpm
空气流速
压力