

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01F 1/68 (2006.01)

G01F 15/04 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480016658.6

[45] 授权公告日 2008年8月27日

[11] 授权公告号 CN 100414263C

[22] 申请日 2004.3.5

[21] 申请号 200480016658.6

[30] 优先权

[32] 2003.6.18 [33] JP [31] 173158/2003

[86] 国际申请 PCT/JP2004/002906 2004.3.5

[87] 国际公布 WO2004/113848 日 2004.12.29

[85] 进入国家阶段日期 2005.12.14

[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 日立汽车技术有限公司

[72] 发明人 中野洋 山田雅通 松本昌大

渡边泉 半泽惠二

[56] 参考文献

CN1155653A 1997.7.30

CN1197200A 1998.10.28

JP2002-181602A 2002.6.26

JP2001-311637A 2001.11.9

审查员 刘 斌

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公
司

代理人 朱 丹

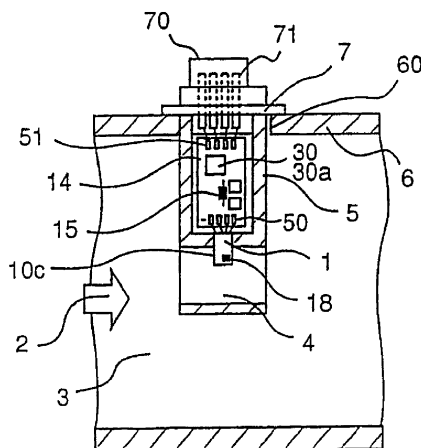
权利要求书3页 说明书11页 附图9页

[54] 发明名称

加热式空气流量计

[57] 摘要

一种提高流量测量精度优异的加热式空气流量计。空气流量计的测量元件由在第1基板上形成发热电阻和温度补偿电阻构成。在支撑流量测量元件的壳体内部容纳具有空气流量计(5)的驱动电路和信号处理装置的第2基板。流量测量元件,配置在空气通路上。进行空气流量计中的2点温度测量的传感器中,第1温度传感器,设置在流量测量元件的第1基板上,第2温度传感器设置在壳体内部第2基板上。信号处理装置,根据流量测量元件的输出信号和第1、第2温度传感器的输出信号计算空气流量,空气温度,空气壁面温度。



1、一种加热式空气流量计，其特征在于，具备：由在基板上形成用于空气流量测量的发热电阻和温度补偿电阻构成的流量测量元件，支撑上述流量测量元件和至少容纳上述流量测量元件的驱动电路的壳体，上述流量测量元件，通过上述壳体，配置在流量测量对象的空气通路上，

具有进行空气流量计中的2点温度测量的第1、第2温度传感器，上述第1温度传感器设置在形成上述流量测量元件的第1基板上，上述第2温度传感器设置在与上述第1基板不同的、且处于上述壳体内部的第2基板上。

2、根据权利要求1所述的加热式空气流量计，其特征在于，上述流量测量元件是通过在半导体基板上形成上述发热电阻和上述温度补偿电阻而构成的半导体型流量测量元件，在上述壳体内部，至少容纳形成上述驱动电路的电路基板，上述第1温度传感器，设置在上述流量测量元件的半导体基板上，上述第2温度传感器，设置在上述壳体内部的电路基板上。

3、根据权利要求1所述的加热式空气流量计，其特征在于，上述第2温度传感器，设置在上述壳体内配置的电路基板上，具有上述第1温度传感器的基板和具有上述第2温度传感器的电路基板通过端子电极进行电连接，

上述电路基板具备，输入上述流量测量元件的输出信号和上述第1、第2温度传感器的输出信号，根据这些信号运算空气流量的信号处理装置。

4、根据权利要求3所述的加热式空气流量计，其特征在于，上述电路基板具有，存储用于由上述信号处理装置的空气流量运算的修正数据的存储器。

5、根据权利要求3所述的加热式空气流量计，其特征在于，上述信号处理装置，根据上述第1、第2温度传感器的输出信号和上述流量测量元件的输出信号，推断空气温度和空气通路壁面温度，由这些推定值求出空气流量修正数据，用该修正数据计算空气流量。

6、根据权利要求1所述的加热式空气流量计，其特征在于，上述空

气流量计的主体具有，通过流经上述空气通路的空气的一部分的副通路，该副通路被支撑在上述壳体上，上述副通路和上述壳体从上述空气通路的壁部通向该通路的直径方向，配置在上述空气通路内，

上述流量测量元件的基板位于上述副通路上，该基板上设置上述第 1 温度传感器，

上述壳体内容纳了设置有上述流量测量元件的驱动电路、信号处理装置和上述第 2 温度传感器的电路基板。

7、一种加热式空气流量计，其特征在于，具备：配置在空气通路上，形成测量空气流量的发热电阻和用于温度补偿该发热电阻的温度补偿电阻的第 1 基板，

具有驱动上述发热电阻与上述温度补偿电阻的电路和用于计算空气流量的信号处理装置的与上述第一基板不同的第 2 基板，

上述第 2 基板和上述第 1 基板通过电连接依次配置上述空气通路的直径方向，这些基板中，上述第 2 基板容纳在从空气通路壁通向空气通路内的壳体中，上述第 1 基板保持在该壳体的前端，

上述第 1、第 2 基板上，设置了检测空气流量计的 2 点温度的第 1、第 2 温度传感器，

流量测量信号和上述第 1、第 2 温度传感器的输出信号输入到上述第 2 基板的信号处理装置中，根据这些信号，在第 2 基板上计算空气流量。

8、一种加热式空气流量计，其特征在于，是一种使用具有温度依赖性的发热电阻和温度补偿电阻，测量在内燃机的吸气通路中流动的空气流量的加热式空气流量计，其具备：

形成构成流量测量元件的上述发热电阻和温度补偿电阻的第 1 基板，设置在上述第 1 基板上，用于检测该基板上的温度的第 1 温度传感器，具备驱动上述发热电阻和上述温度补偿电阻的电路和用于计算空气流量的信号处理装置的与上述第一基板不同的第 2 基板，

由上述吸气通路壁支撑，位于吸气通路中，且在前端保持上述第 1 基板，内部容纳上述第 2 基板的壳体，

配置在上述第 2 基板上，检测该基板上的温度的第 2 温度传感器，

为了电连接上述第 1、第 2 基板的电气动作要素，配置在各基板上的

端子电极，

上述第 2 基板的信号处理装置具有，输入上述流量测量元件的输出信号和上述第 1、第 2 温度传感器的输出信号，根据这些信号计算空气流量的功能。

9、根据权利要求 8 所述的加热式空气流量计，其特征在于，构成为：由上述壳体内部的信号处理装置计算出的空气流量信号输出到配置在空气流量计外部的发动机控制单元。

10、根据权利要求 1~9 中的任一项所述的加热式空气流量计，其特征在于，上述温度补偿电阻和上述第 1 温度传感器兼用。

加热式空气流量计

技术领域

本发明涉及一种测量空气流量的加热式空气流量计，特别是，涉及适用于测量内燃机吸入空气量的空气流量计。

背景技术

作为测量内燃机中吸入空气量的装置，众所周知有在吸气通路（空气通路）内中配置具有温度依赖性的发热电阻和用于该发热电阻的温度补偿的电阻（温度补偿电阻），测量吸入空气流量的方式。

该类型的空气流量计，发热电阻的热尽管散失到空气流中，控制流经发热电阻的加热电流，使发热电阻和温度补偿电阻之间的温度差一定，通过直接或间接地测出其电流变化，测量空气流量。

这样的加热式空气流量计设置在汽车等内燃机中时，根据内燃机的温度上升，此内燃机的热从吸气通路的壁面热传导至空气流量计。另外，有时行驶中空气温度也变化。另外，也有用于驱动空气流量计的驱动电路等空气流量计自身的发热。如果存在这样的周围温度变化或自己发热，即使有温度补偿电阻，空气流量计的检测流量也会产生误差。

为了降低由这样的温度变化所产生的流量检测误差，在以往的加热式空气流量计中，特开昭 61-239119 号公报，特开平 10-197309 号公报中已经记载了。

特开昭 61-239119 号公报，构成被测量空气流经的空气通路主体的温度和检测空气温度不同时，从经验上知，会产生空气量的检测误差，因此，如下，对该检测误差进行修正。即，在空气通路中设置空气温度测量用的电阻的同时，在空气通路壁面上配设检测该壁面温度的温度检测电阻，根据空气通路壁面温度和空气温度之差修正空气流量信号。

另外，在特开平 10-197309 号公报中，在具有流量测量元件（发热

电阻、温度补偿电阻)的基板上,设置检测空气温度的温度传感器和检测基板温度的基板温度传感器。流量测量元件基板是由安装在空气通路壁上的支撑体支撑的结构。基板温度传感器被设置在支撑体侧的基板一端。另一方面,空气温度传感器配置在基板的另外一端(支撑体的相对侧)。基板温度传感器,检测发动机等的热从吸气通路壁通过支撑体传导到至流量测量元件的在基板产生的基板温度上升。根据该基板温度信息和空气温度信息,修正流量检测误差。

在上述以往技术方面,如特开昭 61-239119 号公报,在空气通路壁中设置用于检测壁面温度的温度检测电阻的方式,通过在空气通路壁中埋设温度检测电阻等,可以检测出壁面温度。这样的构成中,由于将温度检测电阻埋设在树脂中,使空气流量计的加工成形变得复杂。另外,为了将温度检测电阻的端子引出到空气通路壁部的外部,除了流量信号、电力输入端子之外,有必要在空气流量计主体中增设温度输出的外部连接端子。

另一方面,特开平 10-197309 号公报中,如上所述,在形成流量测量元件(发热电阻,温度补偿电阻)的基板上,设置基板温度传感器和空气温度传感器,通过两者的温度差,测出空气流量检测值。在该方式中,作为流量测量元件的基板,采用硅等半导体基板时,由于在基板材料中,硅基板的热传导率大,基板的被支撑侧和其相对侧几乎不产生温度差。因此,基板温度信息和空气温度信息经常几乎是同一温度,不能完全测出来自发动机等的外部的、传导到基板的热,在修正精度方面应该改善。

另外,从支撑体等外部传导到流量测量元件的热,是传导到元件整体的,从用于检测吸气温度的温度传感器得到的空气温度信息也有比实际空气温度高的倾向。

发明内容

本发明的目的在于,解决上述的现有技术课题,提高流量测量精度的同时,也提高空气温度检测的精度。

本发明为了实现上述目的,基本的构成如下。

流量测量元件是由在基板(第1基板)上形成发热电阻和温度补偿电阻构成。流量测量元件,由收容空气流量计的驱动电路的壳体支撑,通过

该壳体，配置在流量测量对象的空气通路中。具有进行空气流量计中的 2 点温度测量的第 1、第 2 温度传感器，上述第 1 温度传感器设置在形成上述流量测量元件的第 1 基板上，上述第 2 温度传感器设置在与上述第 1 基板不同的基板的且处于上述壳体内部的第二基板上。第 2 温度传感器，最好配置在安放于壳体中的电路基板（例如，装载空气流量计的驱动电路和信号处理装置的第 2 基板）上。

通过这样的构成，信号处理装置，根据来自流量测量元件的输出信号和第 1、第 2 温度传感器的输出信号 3 个信息，可以计算修正了外部热的影响后的空气流量（该运算式的具体例在实施例中进行描述）。

因此，流量测量元件即使是由其他构成体支撑的结构，也可以修正由于来自外部的热传导产生的流量检测误差，实现高精度的空气流量检测。

并且，通过将第 1、第 2 温度传感器分别分开设置在第 1、第 2 基板上，能够清楚地捕捉到空气流量计的 2 点温度差，提高空气流量运算的精度。另外，电连接第 1、第 2 基板，用第 2 基板运算处理空气流量，空气温度，空气通路壁面温度等中的至少一个，温度传感器等的信号也能用空气流量计内部处理，没有必要增设将温度传感器的输出端子，作为空气流量计外部机器的连接端子。另外，不是象以往那样，将温度传感器埋设在空气流量计壁面中等的结构，温度传感器设置变得容易。

附图说明：

图 1 是将本发明一实施例涉及的加热式空气流量计在与空气通路成直角方向剖开的剖视图。

图 2 是图 1 中 B-B' 处剖视图。

图 3 是表示在图 2 一样的剖面，空气流量计壳体外观的图。

图 4 是表示用于本实施例的空气流量测量元件的俯视图。

图 5 是图 4 中 C-C' 处剖视图。

图 6 是表示用于上述实施例的加热式空气流量计的驱动电路的图。

图 7 是表示用于上述实施例的加热式空气流量计的流量检测电路的图。

图 8 是用于上述实施例的信号处理装置的框图。

图 9 是表示上述实施例中，吸气温度变化时的流量修正的图。

图 10 是表示上述实施例中，吸气通路壁面温度变化时流量修正的图。

图 11 是表示上述实施例的加热式空气流量计温度分布的图。

图 12 是表示上述实施例的加热式空气流量计的温度分布模型的图。

图 13 是表示上述实施例的吸气温度变化时流量修正值的图。

图 14 是表示上述实施例的吸气通路壁面温度变化时流量修正值的图。

图 15 是表示用于上述实施例的测量元件其他例子的俯视图

图 16 是图 15A—A' 处的剖视图。

图 17 是表示插入图 15 的流量测量元件的空气流量计的驱动电路图。

图 18 是表示用于上述实施例的其他驱动电路例子的图。

具体实施方式

下面参照附图，对本发明中的实施方式进行说明。

图 1 是将本发明一实施例涉及的加热式空气流量计在与空气通路成直角方向剖开的剖视图，图 2 是图 1 中 B-B' 处剖面。图 3 是表示在图 2 一样的剖面，空气流量计壳体外观的图。图 4 是用于本实施例的空气流量测量元件（以下，称为测量元件）1 的俯视图，图 5 是图 4 中 C-C' 剖面的图。

图 1~图 3 中，空气流量计是由后面在基板（第 1 基板）10C 上形成所述的发热电阻，温度补偿电阻等构成的测量元件 1，配置测量元件 1 后的副通路（计量通路）4，电路基板（第 2 基板）14，容纳电路基板 14 的壳体 5，支撑壳体 5 的支撑部 7，连接部 70 等构成。其中，副通路 4，壳体 5，支撑部 7，连接部 70，是由合成树脂一体形成。

测量对象空气流过的吸气通路（主通路）3 构成向内燃机吸入空气的吸气管的一部分。空气流量计如下安装在形成吸气通路 3 的管体（主体）6 中。

主体 6，在其通路壁上具有流量计安装孔 60，通过该安装孔 60，插入副通路 4 和壳体 5。法兰盘状的支撑部 7 固定在空气通路壁（主体）6 外面，例如用螺钉等固定。

这样，壳体 5 和副通路 4，从吸气通路 3 的壁面向中心沿直径方向依次配置。副通路 4 由壳体 5 的一端支撑，配置在吸气通路 3 的大约中央。

其中，通过图 4 和图 5，对测量元件 1 详情进行说明。

测量元件 1 的基板（第 1 基板）10C，在本实施例中是由硅等半导体形成。在基板 10C 上，形成发热电阻 8，在发热电阻上下游形成的上游电阻 16 和下游电阻 17，温度补偿电阻 11a，用于检测测量元件周围即基板 10C 上的温度的第 1 温度传感器 18。这些要素，全部在基板 10C 上，通过电气绝缘膜 10a，用多晶硅电阻（或者白金等也可以，不论其材质）形成，或者对第 1 温度传感器 18 而言，也可以是热敏电阻等半导体元件。

在硅基板 10C 中，在发热电阻 8、上游电阻 16、下游电阻 17 位所处位置的背面，由各向异性蚀刻法穿孔形成空洞 9。该空洞 9 从基板 10C 下面形成到电气绝缘膜 10a 边界面。发热电阻 8、上游电阻 16、下游电阻 17 位于该空洞 9 部位的电气绝缘膜 10a 上。这些电阻具有温度依赖性，根据温度不同，电阻特性变化。另外，为了保护这些电阻和温度传感器，在基板 10C 的最上层形成电气绝缘膜 10b。

温度补偿电阻 11a，通过检测空气温度，以使发热电阻 8 的温度和空气温度（温度补偿电阻的温度）大致一定的方式进行补偿。温度补偿电阻 11a 和第 1 温度传感器 18，在电气绝缘膜 10a 上，并且在基板 10C 前端侧（测量元件 1 的反支撑部侧）形成。

测量元件 1（第 1 基板 10C），如图 2 所示，被支撑在壳体 5 的一端。基板 10C 上的被支撑侧（壳体侧）的一端，配设了上述的各电阻 8、16、17、11a 和第 1 温度传感器 18 的端子电极 13，该端子电极 13 和测量元件 1 的外部电路（壳体 5 内的电路基板 14）的端子电极 50，通过引线焊接电连接。

第 1 温度传感器 18 是热敏电阻等半导体元件时，也可以通过焊接和外部电路电连接。

下面对壳体 5 内的电路基板（第 2 基板）14 进行说明。

电路基板 14 具有，空气流量计的驱动电路（是发热电阻 8 的加热电流控制电路，由例如如图 6 所示的桥式要素电阻 19，20，运算放大器 21，晶体三极管 22 构成的电路）和信号处理装置 30。

信号处理装置 30 具有，运算修正空气流量检测电路的要素（图 7 的信号输出线 33）和空气流量等的运算器 31（图 8）和存储流量修正数据的存储器 32。

此外，在电路板 14 中设置了检测电路板上的温度（壳体内温度）的第 2 温度传感器 15。第 2 温度传感器 15，由例如热敏电阻等半导体元件。由于第 1 温度传感器 18 和第 2 温度传感器 15，测量空气流量计的 2 点温度，最好是具有同样特性。

本实施例，将在空气通路 3 的直径方向划分的电路板（第 2 基板）14 和测量元件基板（第 1 基板）10C 分开，能够构成 2 点温度测量用的温度传感器 15 和 18 在这些基板上分别配设的结构。并且，这些第 1、第 2 基板，通过电连接依次配置。流量测量信号（检测空气流量） Q_m 和第 1、第 2 温度传感器的输出信号 T_1 、 T_2 ，全部通过 A/D 转换器，输入到第 2 基板 14 的信号处理装置 30（图 8），根据这些信号，计算吸气温度（空气温度） T_a ，吸气通路壁面温度 T_w ，另外，运算修正空气流量（修正后空气流量 Q'_m ）。并且，这些具体的运算例，在后面进行描述。

在电路板（第 2 基板）14 中与测量元件 1 相对侧一端，配置外部连接用的连接端子 71 和用于通过引线焊接连接的端子电极 51。连接端子 71 由空气流量计的电源供给端子和输出上述的信号 T_a 、 T_w 、 Q'_m 的端子构成。连接端子 71 被连接在外部电池 23（图 6，图 7）和发动机控制单元（图中没有表示）上。空气流量数据 Q'_m ，作为发动机控制单元中燃料喷射量的计算数据使用，空气温度 T_a 和壁面温度 T_w ，可以用于其他用途。

对于第 2 温度传感器 15 而言，一体安装在设置驱动电路等的基板 14 上是低成本的方法。并且，作为基板 14 上的电路，使用事先在内部试样具备温度传感器的运算器时，也可以使用该运算器内部的温度传感器，作为第 2 温度传感器，此时，由于不需要配线等部件，进一步降低成本。

下面对本实施例中的空气流量计的动作原理进行说明。

图 4 中的发热电阻 8 和温度补偿电阻 11a，构成如图 6 所示的桥式电路的要素。温度补偿电阻 11a，感应空气温度，电阻值变化。通过温度补偿电阻 11a，发热电阻 8 进行控制电流，使此温度相对于被检测空气 2 的温度总是高一定温度。

该桥式电路由发热电阻 8，温度补偿电阻 11a，固定电阻 19，20 构成，作为驱动其的电路，具备运算放大器 21，晶体三极管 22，以及电连接成为驱动电路电力供给源的电池 23。

发热电阻 8 和温度补偿电阻 11a, 电阻温度系数大的多晶硅电阻。桥式电压 24 和 25 的电位差, 通过运算放大器 21 和晶体三极管 22, 反馈到桥式电路, 因此, 电桥的电阻比总是一定。

通过增大温度补偿电阻 11a 的初期电阻值, 相反, 减小发热电阻 8 的初期电阻值, 温度补偿电阻 11a 发热量减小, 几乎变为被检测空气 2 的温度。另一方面, 加热电流流过发热电阻 8, 初期电阻值变小。另外, 发热电阻 8 的背面, 如图 5 所示, 用空洞 9 进行热绝缘, 由于发热温度上升, 电阻值变大。因此, 在桥式电阻 8, 11a, 19, 20 的电阻比到一定值之前, 发热电阻 8 的电阻值应该上升, 为了比温度补偿电阻 11a 的温度, 即被检测空气 2 的温度高一定温度, 可以控制发热电阻 8。

图 7 是检测被检测空气 2 流量的电路。如图 4 所示, 空气流 2 流入测量元件 1 中。此时, 通过在发热电阻 8 的上下游配置上游电阻 16 和下游电阻 17, 上游电阻 16 由空气流 2 冷却, 由于通过发热电阻 8 加热的空气流过来, 下游电阻 17 被加热。因此, 这 2 个电阻由于温度不同产生电阻值变化。

因此, 通过如图 6 的流量检测电路 31 所示, 电连接上游电阻 16 和下游电阻 17, 能得到与温度差即空气流量相应的电压信号 Q_m 。

如图 8 所示, 将来自第 1 温度传感器 18 的基板温度 (测量元件温度) T_1 , 来自第 2 温度传感器 15 的壳体内温度 T_2 , 来自流量检测电路 33 的检测空气流量 Q_m 输入到装载在电路基板 14 (图 1、图 2) 上的运算器 31 (信号处理装置 30)。

用运算器 31 运算处理这些输入信号 (信息), 从模拟信号转换为数字信号, 高精度地计算出吸气温度 T_a , 吸气通路壁面温度 T_w , 修正后的空气流量 $Q'm$ 。这些计算出的信号, 通过输出端口, 被输出到空气流量计外部的装置。并且, 该运算的具体例, 在后面进行描述。

本实施例中, 是输出空气流量 $Q'm$, 加上吸气温度 (被检测空气温度) T_a 和吸气通路壁面温度 T_w 的构成, 但是, 也可以是根据需要, 只输出空气流量信号, 或者选择任意一个输出的结构。

以往的加热式空气流量计, 适用于汽车等的内燃机时, 受①起因于被检测空气温度的温度变化的流量检测误差, ②由内燃机的热传导到吸气通

路引起空气流量计的温度上升，即在图 1、图 2 中的吸气通路壁面 6 温度和被检测空气 2 的温度变为不同状态时产生的流量检测误差。③另外空气流量计自身的温度上升，即驱动、检测电路等发热影响。本发明的目的是，不受这样的温度变化的影响，进行高精度的空气流量检测，以下对详情进行说明。

图 9 和图 10 表示，以往的加热式空气流量计（不具有 2 点温度传感器类型的流量计），在被检测空气 2 的温度和吸气管壁面温度变化时，产生的检测流量误差的一个例子。

图 9 和图 10 中，特性 I 是表示适当的检测流量信号 Q_m —吸气管流量 Q_s 特性（标准特性）。标准特性 I 是，例如，壁面温度 T_w 为 20°C ，吸气温度为 20°C 时的 Q_m — Q_s 特性。

由于汽车运转环境显著变化，壁面温度 T_w 和吸气温度 T_a 从常温急剧变化时，用温度补偿电阻 11a 已经不能充分对应，产生流量检测误差。

例如，图 9 的特性 II 是，吸气温度和壁面温度都从 $+20^\circ\text{C}$ 上升到 $+80^\circ\text{C}$ 时的实验数据，此时，以往的空气流量计检测流量，在整个流量域中有产生正误差 $+\Delta Q_a$ 的倾向。相反，如果壁面温度和吸气温度都从 $+20^\circ\text{C}$ 降低到 -20°C （图示中省略了），有产生负误差的倾向。

图 10 的特性 III 是，吸气通路壁面 6 的温度由内燃机的热等从 $+20^\circ\text{C}$ 上升到 $+80^\circ\text{C}$ ，另一方面，吸气 2 的温度是 $+20^\circ\text{C}$ 时的 Q_m — Q_s 特性。这样，吸气温度即使是常温，在吸气温度和吸气通路壁面温度产生 60°C 温度差时，空气流量计检测的流量，在整个流量域中，有产生负误差 $-\Delta Q_w$ 的倾向。此时的空气流量计的温度分布状态表示在图 11 中。

图 11 中，加热式空气流量计的支撑部 7（吸气通路壁面位置）的温度 T_w 为 $+80^\circ\text{C}$ ，吸气温度（被检测空气 2 的温度） T_a 为 $+20^\circ\text{C}$ 时，支撑部 7 和测量元件 1 之间的温度分布成为如图 11 所示的斜率。简单的说，如果只考虑支撑部 7 的温度 T_w 和吸气温度 T_a ，温度从支撑部 7 向测量元件 1 方向逐渐的降下来。

但是，象本实施例那样，在壳体 5 内部设置空气流量计的驱动、检测电路等时，由于电路发热，壳体 5 的内部温度上升。另外，由于测量元件 1 中设置了发热电阻 8，测量元件 1 上具有局部的温度上升 T_h 。如果变成

这样的状态，在空气流量计的各部分，由于产生误差的主要原因，导致空气流量计的检测流量产生误差的同时，热传导到测量元件 1，对测量元件 1 上设置的空气温度传感器 18 的检测温度产生影响。

改善这样的影响是本发明的目的。这可以通过使用被检测空气 2 的流量信息 Q_m ，测量元件的温度 T_2 和壳体 5 内的温度 T_1 ，3 个信息而实现。

也就是，来自图 1，图 2，图 11 中的测量元件 1 的流量信号 Q_m ，来自设置在测量元件 1 上的第 1 温度传感器 18 的温度信息 T_1 ，来自壳体内第 2 温度传感器 15 的温度信息 T_2 。

通过使用这 3 个信息，采用如下所述的加热式空气流量计的温度分布模型，通过运算，可以推断高精度的空气流量信息 Q'_m ，吸气温度 T_a 和吸气通路壁面温度 T_w 。

首先，对吸气温度，吸气通路壁面温度的运算方法进行说明。

图 12 表示吸气温度 T_a 和吸气通路壁面温度 T_w 的运算方法中的简单的温度分布模型。

图 12 中，如果将空气流量计的壳体 5 的长的方向（吸气通路直径方向）为 L ，该长的方向 L 上的温度为 T ，壳体 5 支撑的吸气通路壁面温度称 T_w ，吸气温度为 T_a ，吸气流量为 Q_s ， L 方向的温度分布状态可以象下式那样，用指数函数来近似。

$$\text{(式 1)} \quad T = (T_w - T_a) \exp(k \cdot Q_s \cdot L) + T_a$$

另外，如果将吸气通路壁面 6 作为基准，测量元件 1 上设置的第 1 温度传感器 18 的位置为 L_1 ，壳体 5 内设置的第 2 温度传感器 15 的位置为 L_2 ，各自的检测温度 T_1 ， T_2 ，由各温度传感器自身得到。另外，上式中的 Q_s 当作是由测量元件 1 检测的流量 Q_m ，关于被检测空气的温度 T_a 和吸气通路壁面的温度 T_w 的推断，假定 $Q_m = Q_s$ 。

其中，常数 k 是用于使假设的温度分布模型与从实验值得到的实际的温度分布一致的调整参数。通过将这些 L_1 ， L_2 ， T_1 ， T_2 的值代入上式，如下式的联立方程式成立。

$$\text{(式 2)}$$

$$T_1 = (T_w - T_a) \exp(k \cdot Q_m \cdot L_1) + T_a$$

$$T_2 = (T_w - T_a) \exp(k \cdot Q_m \cdot L_2) + T_a$$

其中, T1 是来自第 1 温度传感器 18 的温度信息, T2 是来自第 2 温度传感器 15 的温度信息, Qm 是来自测量元件 1 的检测流量。由于 k 是常数, L1, L2 是由安装结构决定的常数, 未知数为 Tw, Ta, 对于 Tw, Ta, 通过求解该联立方程式, 能求出吸气通路壁面 6 的温度 Tw 和被检测空气 2 的温度 Ta。

这样的运算由图 8 所示的运算器 31 (信号处理装置 30) 在壳体 5 内进行。

如果得到被检测空气 2 的温度 Ta 和空气流量计的支撑部 7 的温度即吸气通路壁面温度 Tw, 可以修正由测量元件 1 和流量检测电路 (图 7) 得到的检测空气流量 Qm。

即, 如图 10 和图 14 所示, 如果吸气通路壁面 6 的温度上升, 赋予相当于由此产生的流量误差的修正流量 $+\Delta Q_w$, 如图 9 和图 13 所示, 如果吸气温度变化, 同样, 在运算器 31 内部赋予于吸气温度变化相关的修正流量 $-\Delta Q_a$, 由此可以检测出高精度的空气流量信息 Q'm。

本实施例中, 运算器 31 内部具有存储器 32, 存储求出对应被检测空气温度 Ta, 吸气通路壁面温度 Tw 和检测空气流量 Qm 的修正流量值的对应关系和函数作为修正数据。

例如, 存储器 32 具有对应被检测空气温度 Ta 的流量修正数据 α_1 和对应吸气通路壁面温度 Tw 的流量修正数据 α_2 的映射关系时, 由下式得到修正流量 Q'm。

$$\text{(式 3)} \quad Q'm = Qm \times \alpha_1 (Ta) \times \alpha_2 (Tw)$$

由这些输入和修正数据, 通过修正流量运算, 可以进行高精度的空气流量检测。

此外, 通过本实施例, 空气流量计的 2 点温度, 能够在位于从流量计壁面到吸气通路的热传递路径上的独立基板上检测, 因此能够提高相互的温度数据的可靠性。另外, 根据 2 点温度和空气流量检测信号的修正流量运算和空气温度、壁面温度等的运算, 全部在空气流量计的壳体内处理, 因此和流量计外部连接的端子, 可以不用设置温度传感器的数据端子, 可以谋求输出端子 14 和线束的简化。此外, 由于温度传感器, 设置在壳体和流量测量元件的各基板上, 空气流量计的主体自身几乎不需要用于温度

传感器加工，能够谋求主体结构简化。

并且，上述实施例中，第2温度传感器15设置在电路基板14上，也可以和电路基板14分开安装到壳体5内。

另外，流量测量元件1也可以是将薄膜类型的感温电阻（发热电阻，温度补偿电阻）设置在绝缘基板的类型。

并且，作为流量测量元件1，由上游电阻和下游电阻的温度差（电阻值差）间接地检测出相对于发热电阻8的空气流量的加热电流变化，但是，不局限于此。通过直接检测发热电阻8电流值，检测空气流量变化的类型也适用。图15和图16表示直接检测加热电流类型的流量测量元件的一个例子。并且，图15和图16的符号中，和先前实施例中使用的符号相同的符号是表示相同或者通用的要素。图15，图16中，不使用上游电阻，下游电阻，如图17所示，由在发热电阻8，温度补偿电阻11a，固定电阻19，20的桥式电路中的发热电阻8、电阻19间的电压得到吸气流量信号 Q_a 。

上述实施例中的信号处理装置30也可以和驱动电路分开，设置在空气流量计外部。

另外，上述实施例中，作为检测测量元件1上的温度 T_a 的第1温度传感器，使用了专用的元件18，在温度补偿电阻11a的精度受作为第1温度传感器的要求精度影响的情况下，也可以代替专用的第1温度传感器18，使温度补偿电阻11a兼用第1温度传感器的功能。

此时的驱动电路的例子如图18所示。该电路例，基本上，是和图6一样的，不同点在于，由温度补偿电阻11a的两端电压变化跟踪温度补偿电阻的电阻值变化，取出该信号值作为空气温度（流量测量元件上的温度） T_a 。该信号 T_a 被输入到信号处理装置30。

通过本发明，例如，设置在如内燃机那样严酷的温度环境中的空气流量计，能够修正由吸入空气的温度变化和设置空气流量计的吸气通路壁面的温度上升产生的流量检测误差，能够提高检测精度。并且，对于空气流量计的主体而言，不需要温度传感器和其端子的埋设，通过简化的结构，能够谋求上述检测精度的提高。

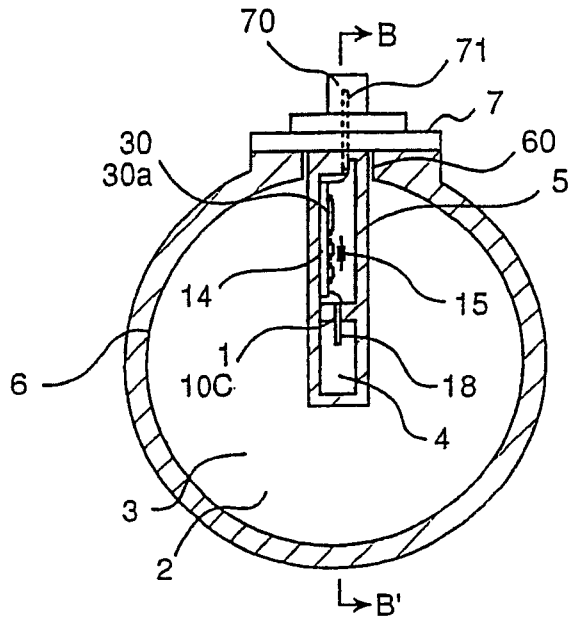


图 1

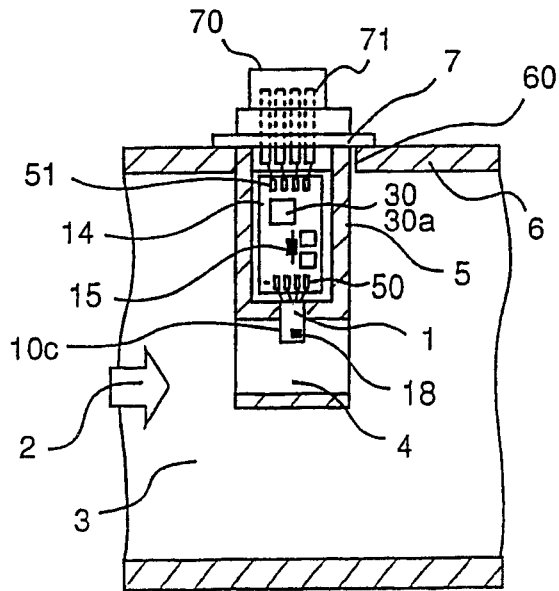


图 2

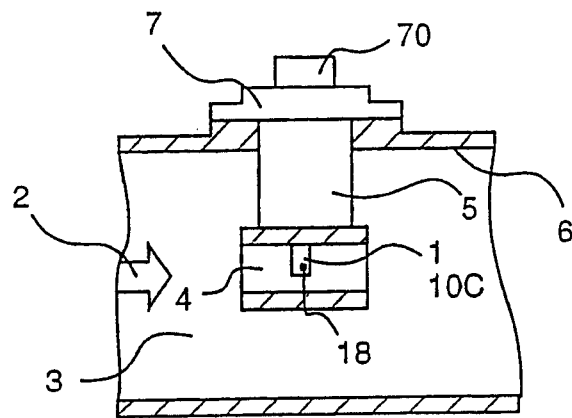


图 3

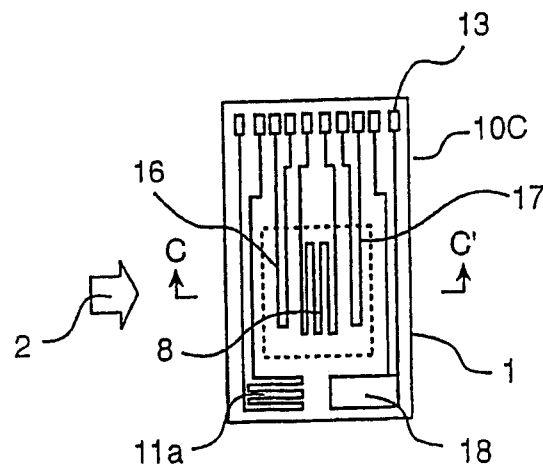


图 4

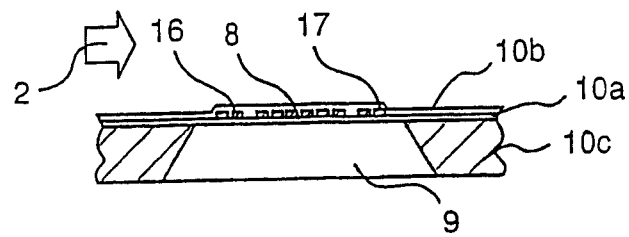


图 5

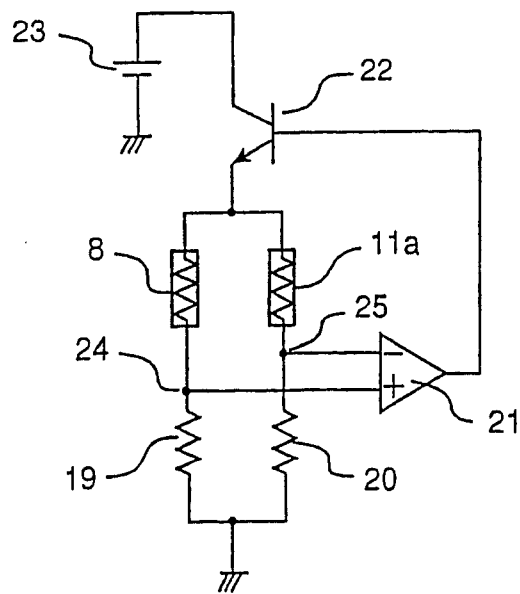


图 6

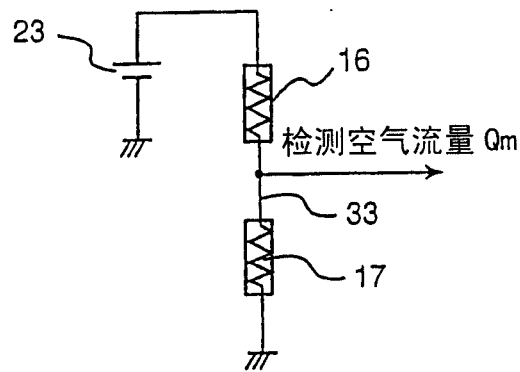


图 7

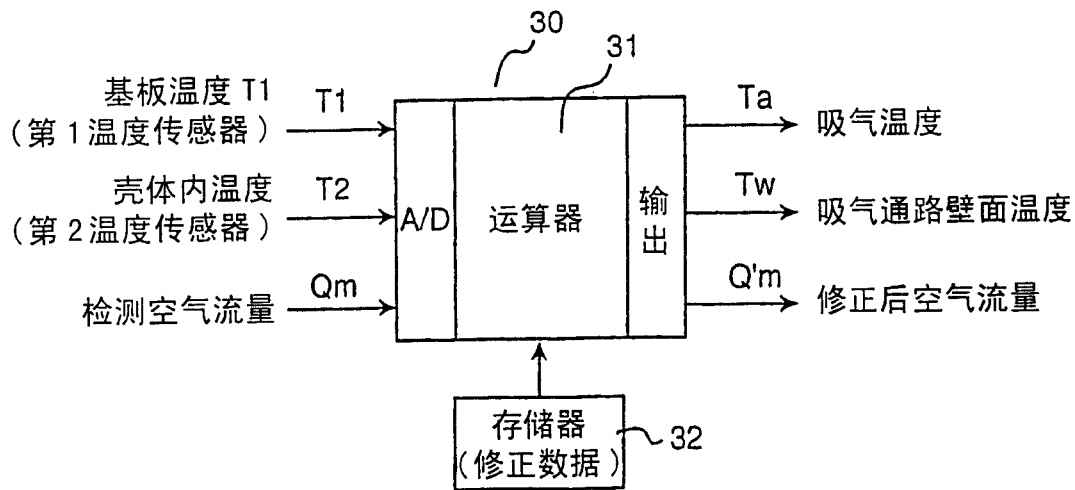


图 8

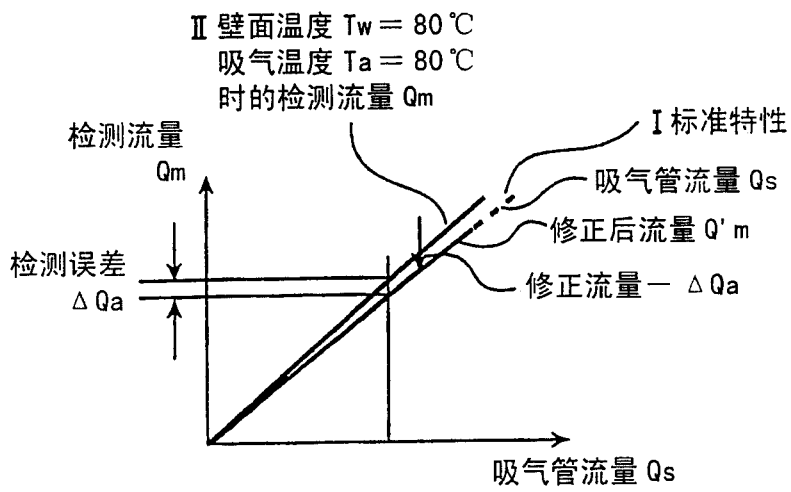


图 9

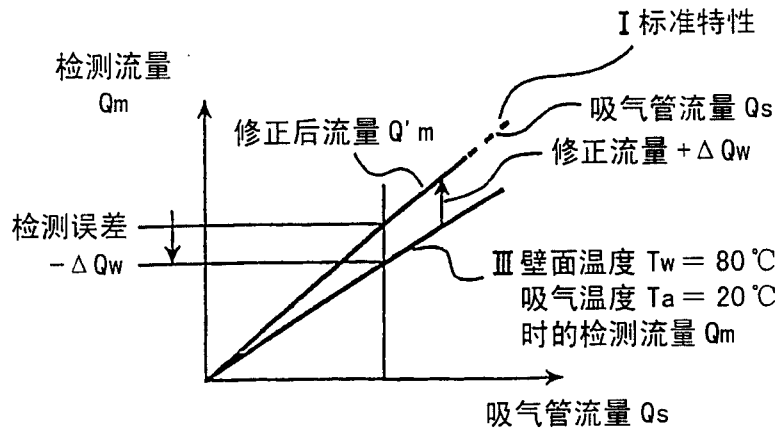


图 10

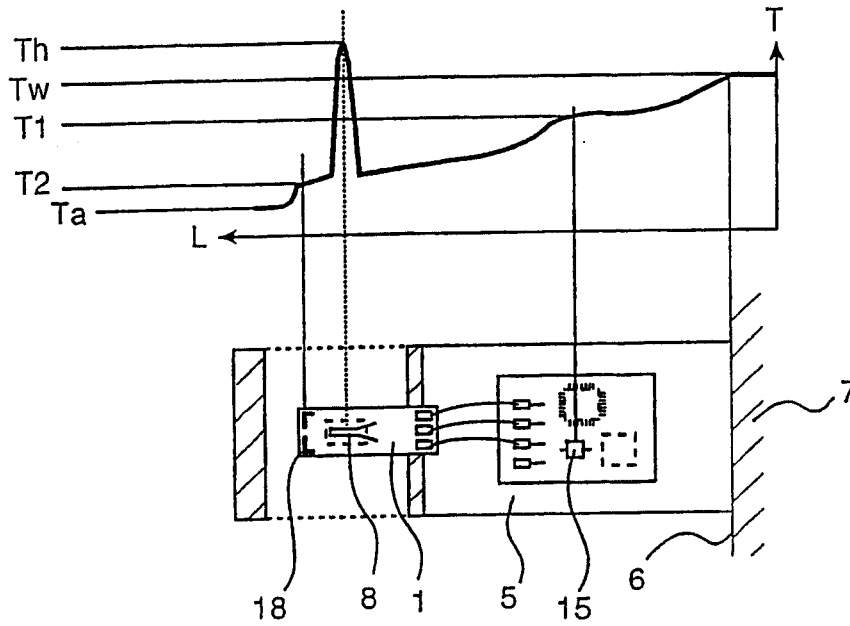


图 11

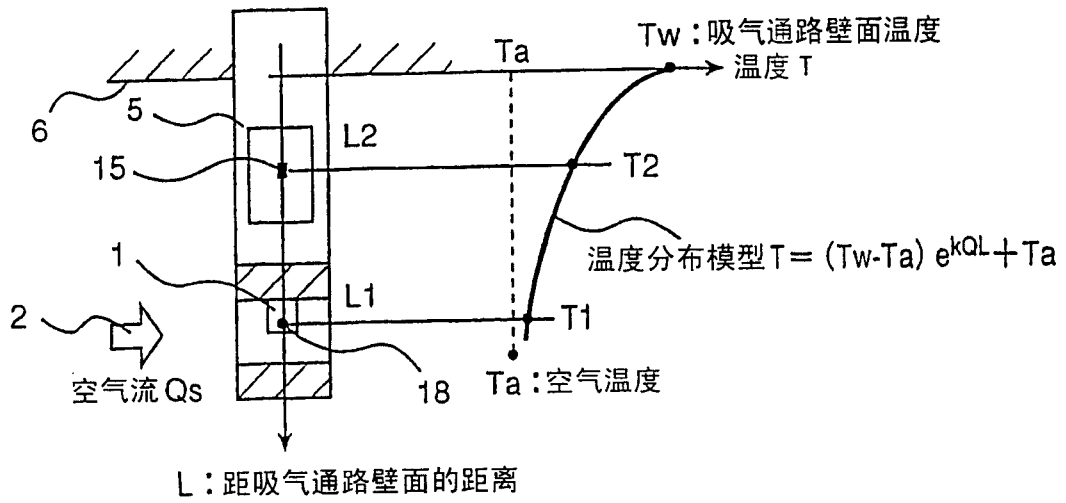


图 12

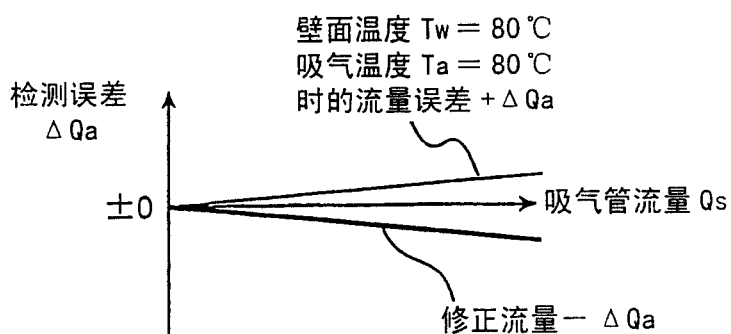


图 13

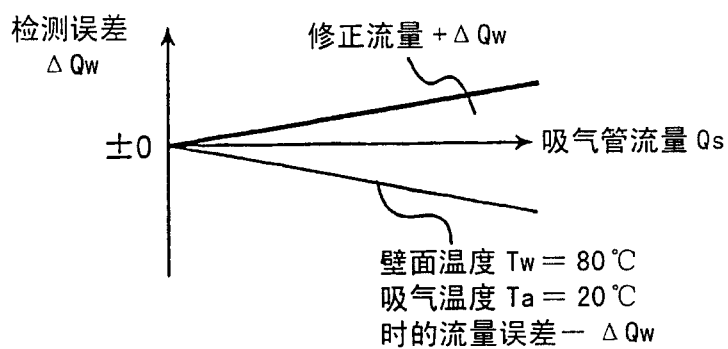


图 14

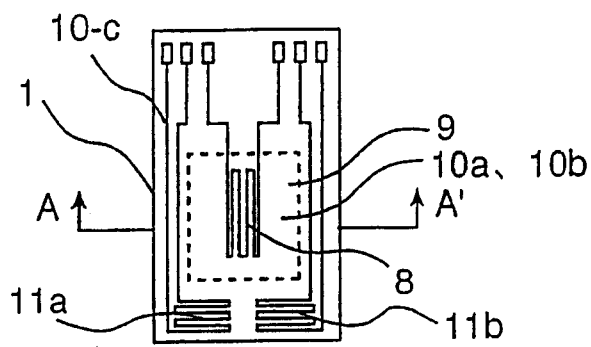


图 15

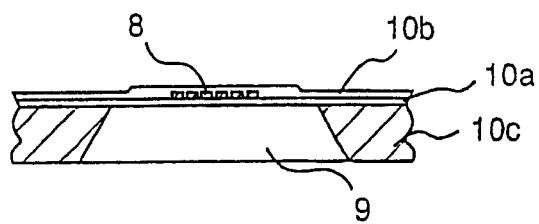


图 16

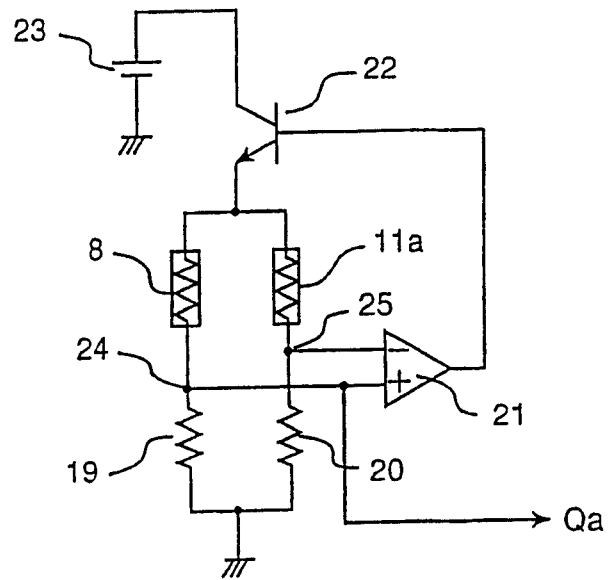


图 17

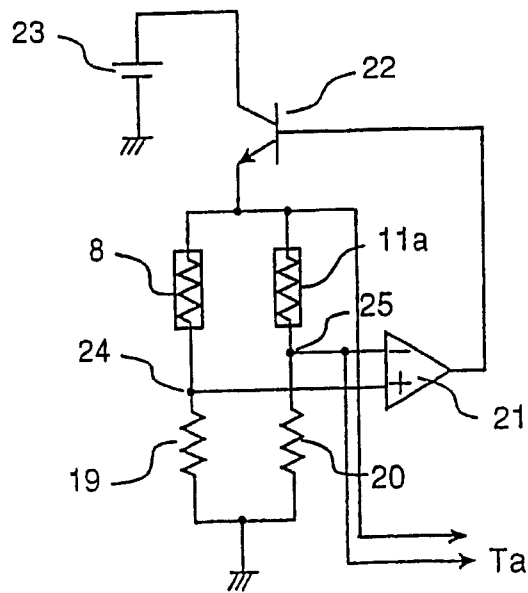


图 18