

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101046401 B

(45) 授权公告日 2011.08.24

(21) 申请号 200710089814.7

(22) 申请日 2007.03.30

(30) 优先权数据

06006932.5 2006.03.31 EP

(73) 专利权人 森斯瑞控股股份公司

地址 瑞士施泰法

(72) 发明人 梅尔·菲利克斯 莱奇尼尔·莫瑞兹

霍南格·马克 冯沃德克瑞奇·马卡

(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 11038

代理人 李玲

(51) Int. Cl.

G01F 1/68 (2006.01)

G01K 7/02 (2006.01)

G01K 3/08 (2006.01)

H03M 1/12 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1620402 A, 2005.05.25, 全文.

CN 1654927 A, 2005.08.17, 全文.

JP 特开 2001-249040 A, 2001.09.14, 全文.

EP 0204183 A1, 1986.12.10, 全文.

US 2003/0115952 A1, 2003.06.26, 全文.

审查员 梁洪峰

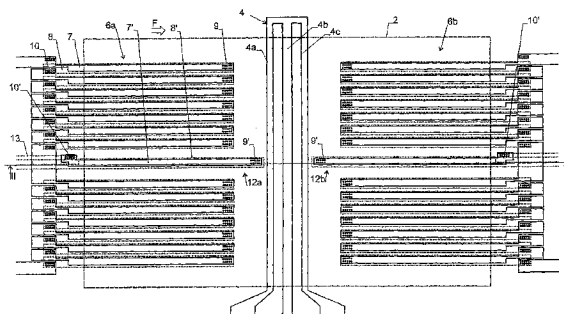
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

具有流量可适应的模数转换器的流量传感器

(57) 摘要

本发明涉及具有流量可适应的模数转换器的流量传感器。一种流量传感器包括配置在两个感测热电堆 (6a、6b) 之间的加热器 (4)。另外,至少一个监视热电偶 (12a、12b) 被设置用于测量加热器 (4) 的温度。来自监视热电偶的信号被用作转换来自感测热电堆 (6a、6b) 的信号信号的 A/D 转换器的基准电压。这使得能够在较高的流量上增加转换器的分辨率,实现更精确的测量。



1. 一种用于测量流体的流量的器件,包括:
加热器 (4);
配置在所述加热器 (4) 的相对的边上的第一和第二温度传感器 (6a、6b), 用于根据相对于与所述加热器 (4) 的纵轴垂直的流动方向的上下游之间的温差产生感测信号 (ΔT);
用于将所述感测信号 (ΔT) 数字化的模数转换器 (16), 其中, 所述模数转换器 (16) 具有基准输入并产生被所述基准输入上的信号 (V_{ref}) 归一化的所述感测信号 (ΔT) 的数字化值, 所述归一化使得所述感测信号 (ΔT) 的值线性依赖于所述基准输入上的所述信号 (V_{ref}) 的倒数值 ($1/V_{ref}$);
与所述基准输入连接的基准电压发生器;
其特征在于, 所述基准电压发生器适于对于所述流体的增加的流量降低所述基准电压。
2. 根据权利要求 1 的器件, 其中, 所述基准电压发生器被指示所述加热器 (4) 的温度的温度信号控制, 以在所述流量增加时降低所述基准电压。
3. 根据权利要求 2 的器件, 还包括产生指示所述加热器 (4) 的温度的信号的监视温度传感器 (12a、12b)。
4. 根据权利要求 3 的器件, 其中所述监视温度传感器 (12a、12b) 被配置在所述加热器 (4) 上。
5. 根据权利要求 4 的器件, 其中, 所述监视温度传感器 (12a、12b) 包括至少一个热电偶。
6. 根据前面的权利要求中的任一项的器件, 其中, 所述基准电压与指示所述加热器 (4) 的温度的温度信号成比例。
7. 根据权利要求 6 的器件, 其中, 所述基准电压与所述加热器 (4) 和所述流体之间或所述加热器和承载所述加热器的衬底之间的温差成比例。
8. 根据权利要求 1 的器件, 其中, 所述模数转换器 (16) 是 $\Sigma - \Delta$ 转换器。
9. 根据权利要求 1 的器件, 其中, 所述器件适于在向所述模数转换器 (16) 供给固定的基准电压时首先测量原始的数字化值, 然后将所述基准电压设为取决于所述原始的数字化值的值, 然后测量用于计算所述流量的被校正的数字化值。
10. 根据权利要求 1 的器件, 其中, 所述第一和第二温度传感器 (6a、6b) 包含热电偶。
11. 根据权利要求 1 的器件, 其中, 所述加热器 (4) 和所述第一和所述第二温度传感器和所述模数转换器 (16) 被集成到衬底 (1) 上。
12. 根据权利要求 11 的器件, 其中, 所述加热器 (4) 和所述第一和所述第二温度传感器和所述模数转换器 (16) 被集成到半导体衬底 (1) 上。
13. 根据权利要求 1 的器件, 还包括用于以恒定的电流或功率损耗操作所述加热器 (4) 的加热器控制装置 (17)。

具有流量可适应的模数转换器的流量传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及具有加热器以及配置在加热器的对边上的第一和第二温度传感器的用于测量流体的流量的器件。该器件还包含用于将来自温度传感器的信号数字化的模数转换器。

背景技术

[0002] 例如在美国 2003/0115952 中说明了这种类型的流量传感器。它包括用于向模数转换器供给基准电压的基准电压发生器。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供用于改进这种器件的精度的装置。通过根据独立权利要求的流量传感器实现该目的。

[0004] 因此,产生用于模数转换器的基准电压的基准电压发生器适于对于流体的增加的流量速度降低基准电压。这基于测量的模拟感测信号对流体的流量的依赖性对于较弱的流量最强并且对于较强的流量速度不断变弱的理解。通过对于较高的流量速度降低基准电压,转换器的分辨率可通过在这些速度上增加完成这一点。

附图说明

[0005] 在独立权利要求以及以下的说明中更详细地说明其它的优点和有利的实施例。本说明书参照附图,其中,

[0006] 图 1 是器件的可能的实施例的顶视图;

[0007] 图 2 是沿图 1 的线 II-II 的示意性截面图;

[0008] 图 3 是器件的电路的第一实施例的框图;

[0009] 图 4 表示感测信号 ΔT 、监视信号 TP 和感测信号的数字化值与具有恒定和非恒定的 V_{ref} 输入的质量流量变化关系。

[0010] 图 5 是器件的电路的第二实施例的框图。

具体实施方式

[0011] 图 1 和图 2 的器件被设计为基于硅衬底 1 的半导体芯片,但是也可以使用其它的半导体或介电衬底。该器件也可由不被安装到共用的衬底上的离散元件构建。

[0012] 通过蚀刻技术在衬底 1 中形成了凹口或开口 2,并且它被隔膜 3 跨过。加热器 4 在隔膜 3 之上延伸。在图 1 和图 2 的实施例中,加热器 4 由三个平行的导体 4a、4b、4c 形成,两个外面的导体 4a、4c 在电气上被并联配置,而中心导体 4b(具有双倍的截面)与导体 4a、4c 串联。

[0013] 分别由多个串联的热电偶构成的两个感测热电堆 6a 和 6b 形成第一和第二温度传感器。它们被配置在加热器 4 的上游和下游(术语“上游”和“下游”相对于与加热器的

纵轴垂直的流动方向 F 被定义)。每个感测热电偶由在集成电路的金属层中形成的金属条 7(在图 1 以实线表示)和在集成电路的多晶硅层中形成的多晶硅条 8(在图 1 中以虚线表示)构成。各个热电偶的金属和多晶硅条 7、8 在隔膜 3 上的第一结 9 上互连。两个相邻的热电偶的多晶硅和金属条 8、7 在第二结 10 上互连,该第二结 10 不位于隔膜 3 上,而在衬底 1 的块体之上。

[0014] 例如在美国 2003/0115952 中说明了这种器件的操作的基本原理。沿流动方向 F 的流量导致来自加热器 4 的热量的分布变为不对称,这导致在两个热电堆 6a、6b 的第一结 9 上出现温差。同时,由于通过热传导衬底 1 的热交换,第二结 10 保持为基本上恒定的温度。由此,以下称为“感测信号”的来自热电堆 6a、6b 的电压差(或与其成比例的任意值)基本上是加热器 4 的第一结 9 上游和下游上的温差 ΔT 的度量。该温差 ΔT 是流体的质量流量的度量。

[0015] 从图 1 和图 2 可以看出,两个附加的监视热电偶 12a、12b 被设置在器件上,它们中的每一个位于感测热电堆 6a、6b 中的一个的中心上。监视热电偶 12a、12b 共同形成器件的监视温度传感器。

[0016] 各个监视热电偶 12a、12b 也由在位于隔膜 3 之上的第一结 9' 上互连的金属条 7' 和多晶硅条 8' 构成。监视热电偶 12a、12b 的第一结 9' 位置比感测热电堆 6a、6b 的第一结 9 更接近加热器 4,并具有基本上与加热器 4 的温度对应的温度。金属条 7' 的第二端例如在第二结 10' 上与多晶硅引线 13 连接。在图 1 和图 2 的实施例中,第二结 10' 位于衬底 1 的块体之上。

[0017] 各个监视热电偶 12a、12b 因此产生基本上等于衬底 1 和加热器 4 之间的温差的电压。来自监视热电偶 12a、12b 的电压被添加以产生监视信号 TP。

[0018] 在图 3 中示出器件的电路的实施例。它包括用于对感测信号 ΔT 进行数字化的 A/D 转换器 16、用于控制穿过加热器 4 的电流的加热器控制 17 和用于处理数字化的感测信号并控制器件的微控制器 18。有利的是,用于所有元件 16、17 和 18 的电路被集成到衬底 1 上,但它也可以至少部分上由外部部件形成。

[0019] 基本上,A/D 转换器 16 可以为任意类型,诸如连续近似 ADC、 Δ 编码 ADC 或 $\Sigma - \Delta$ 转换器。所有这些转换器设计需要基准电压 V_{ref} 并产生被 V_{ref} 归一化的输入信号的数字化的值。在本上下文中,术语“归一化”应被理解为使得对于给定输入电压的输出值线性依赖于倒数值 $1/V_{ref}$ 。

[0020] 有利的是,A/D 转换器 16 为诸如例如在 DE 10129300 中公开的 $\Sigma - \Delta$ 转换器。该文献的“A/D-Wandler”部分的说明及其相关的图在此被加入作为参考。

[0021] 从图 3 可以看出,监视信号 TP 被供给 A/D 转换器 16 的基准输入作为基准电压 V_{ref} 。以下说明这种测量的目的。

[0022] 图 3 的实施例的加热器控制装置 17 将由加热器 4 耗散的功率调节为恒定值。作为替代方案,它将通过加热器 4 的电流调节为恒定值。

[0023] 在图 4 的上面的图中示出温差 ΔT 与流量 v 的依从关系。对于零流量, $\Delta T = 0$ 。随着流量增加, ΔT 将开始线性升高。但是,由于穿过的流量在加热器 4 上具有冷却效应,因此,在较大的流量上,加热器 4 的温度(以及因此监视信号 TP)将显著降低。由此,对于增大的流量 v ,曲线 $\Delta T(v)$ 的斜率将如图 4 的上面的图所示降低。

[0024] 如果 A/D 转换器 16 的 V_{ref} 恒定,那么来自 A/D 转换器 16 的数字化值将遵循图 6 的下面的图的曲线“ $V_{ref} = \text{常量}$ ”。本领域技术人员可以理解,由于 A/D 转换器的分辨率在其输入电压的范围上不变化,因此对于较大的质量流量 v ,这将导致测量分辨率的降低。

[0025] 但是,如上所述, V_{ref} 不是常量,而是被设为监视信号 TP。由此,当加热器温度较高时 A/D 转换器的分辨率将较粗,而当加热器温度较低时分辨率将较细。如图 4 的下面的图中的曲线“ $V_{ref} = TP$ ”所示,这导致 A/D 转换器 16 的输出上的数字化信号的线性化。

[0026] 由此,使用监视信号 TP 作为基准电压 V_{ref} 使得能够在更宽的范围的质量流量上获得更恒定的数字化分辨率,这又使得能够增加测量的精度和 / 或使得能够降低 A/D 转换器的位分辨率 (bit resolution)。

[0027] 同时,并且,如上所述,由于数字化值与比值 $\Delta T : TP$ 成比例,因此使用的热电偶的塞贝克系数或其它参数的变化趋于被补偿。例如可在器件的总体温度变化时或在隔膜 3 受到应力时观察到这些变化。

[0028] 鉴于此,图 1 的设计具有以下的另一优点将变得十分明显:监视热电偶 12a、12b 并联并接近感测热电堆 6a、6b 的相应的热电偶,因此,隔膜 2 中的应变将以类似的方式同时影响热电偶 12a、12b 和热电堆 6a、6b,并将因此在 A/D 转换器 16 的输出值中被消除。

[0029] 在图 3 的实施例中,感测信号 TP 被用于产生基准电压 V_{ref} 。一般地,可以使用产生与指示加热器 4 的温度的温度信号成比例的基准电压的电压源。有利的是,基准电压应与加热器 4 和衬底 1 之间的温差成比例,或者,由于衬底 1 的温度主要由流体的温度主导,因此基准电压应与加热器 4 和流体之间的温差成比例。

[0030] 作为替代方案,也可以从感测信号 ΔT 本身产生适当的基准电压 V_{ref} 。即,当感测信号 ΔT 增加时,基准电压 V_{ref} 必须降低。可以例如通过使用用于处理 ΔT 并用于从其产生 V_{ref} 的适当的模拟电路实现这一点,但是有利的实现如图 5 的实施例所示的那样使用数字处理。

[0031] 在图 5 中,基准电压 V_{ref} 由被微控制器 18 驱动的数字转换器 20 产生。

[0032] 图 5 的器件适于在向模数转换器 16 供给固定的平均基准电压 V_{ref} 时首先测量原始的数字化值。原始的数字化值然后可被用于例如通过使用微控制器 18 中的校准表选择适当的基准电压。然后,通过使用选择的基准电压测量被校正的数字化值。适当的基准电压被选择为对于原始的数字化值的增加值降低,使得被校正的数字化值有利地基本上与流体的质量流量成比例。

[0033] 固定的基准电压以及适当的基准电压均通过数字转换器 20 在微控制器 18 的控制下产生。

[0034] 在已说明的实施例中,与被块体衬底 1 支撑的芯片表面的剩余的“规则区域”不同,隔膜 3 形成“测量区域”。与规则区域相比,测量区域在位于其上的部件之间具有低得多的热传导。加热器 4、感测热电堆 6a、6b 和监视热电偶中的每一个的至少一部分应位于测量区域上。本领域技术人员公知,隔膜 3 可由各种其它的“隔膜结构”代替,这里,术语“隔膜结构”说明配置在半导体芯片中的开口或凹口 2 之上的任何薄结构。隔膜结构可由完全封闭芯片中的开口或凹口的隔膜或通过开口或凹口之上延伸或进入其中的桥状或舌状结构形成。

[0035] 测量区域也可位于诸如纳米孔氧化硅的具有低热导率的材料层的顶部,以代替

使用凹口或开口 2。

[0036] 在图 1 的实施例中,监视热电偶 12a、12b 被配置在加热器 4 的上游和下游。作为替代方案,适当的温度传感器可例如被安装在加热器 4 的导体 4a、4b、4c 之间的间隙中的一个或两个中。

[0037] 尽管在目前为止已示出的实施例中,大多数温度传感器是由串联的多个热电偶构成的热电堆,但必须注意,它们中的一些或全部可根据希望的信号电压和可用的空间被单个的热电偶代替(或反之亦然)。

[0038] 必须注意,在上述的实施例中,在各个热电堆中使用或单独使用的各个热电偶由分别由第一和第二材料构成的两个导体构成。有利的是,为了从共享的塞贝克系数受益,对于所有的热电偶使用相同的材料。有利的是,一种材料是多晶硅,另一种是诸如铝的金属,两者均为在常规上用于集成电路技术中的材料。另外,并且也为了获得具有均匀性能的热电偶,热电偶的所有导体均应从在衬底上淀积的相同的两个层制造,例如,一个层为多晶硅层,另一层为金属层。

[0039] 并且,必须注意,尽管热电偶被有利地用作温度传感器,但也可使用诸如电阻温度传感器的其它类型的温度传感器。例如,由于加热器 4 的电阻系数取决于其温度,因此监视温度传感器 12a、12b 可由加热器 4 的电阻系数测量代替。在这种情况下,加热器控制装置 17 可用于产生基准电压。

[0040] 一般地,本发明的基准电压必须由基准电压发生器产生。有利的是,基准电压与加热器 4 和衬底 1 之间的温差成比例。在图 3 的实施例中,监视热电偶 12a、12b 起到这种基准电压发生器的作用,或者,可以使用产生指示加热器 4 的温度的信号的任意其它电路。在图 5 的实施例中,微控制器 18 和数模转换器 20 被用作基准电压发生器,或者模拟电路可起到同一作用。如上所述,加热器控制装置 17 也可被用作基准电压发生器。

[0041] 随着流量速度增加,基准电压可连续(或者准连续即以非常小的梯段)降低,或者,它可以以梯段状的方式诸如以数量较少的较大的梯段降低。

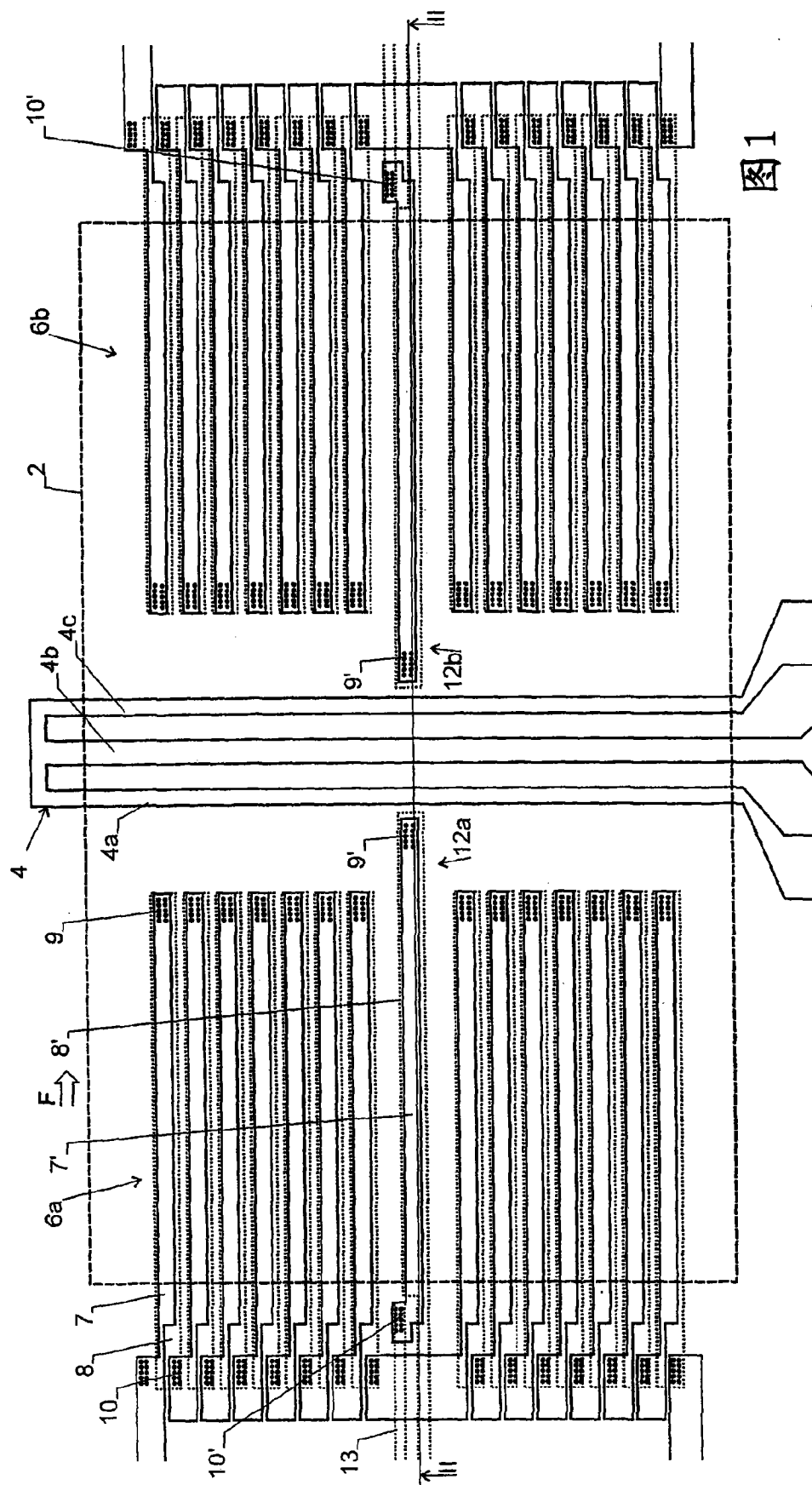


图 1

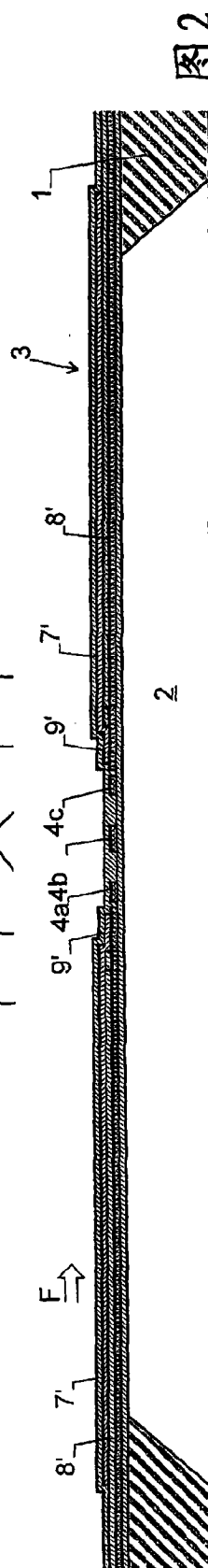
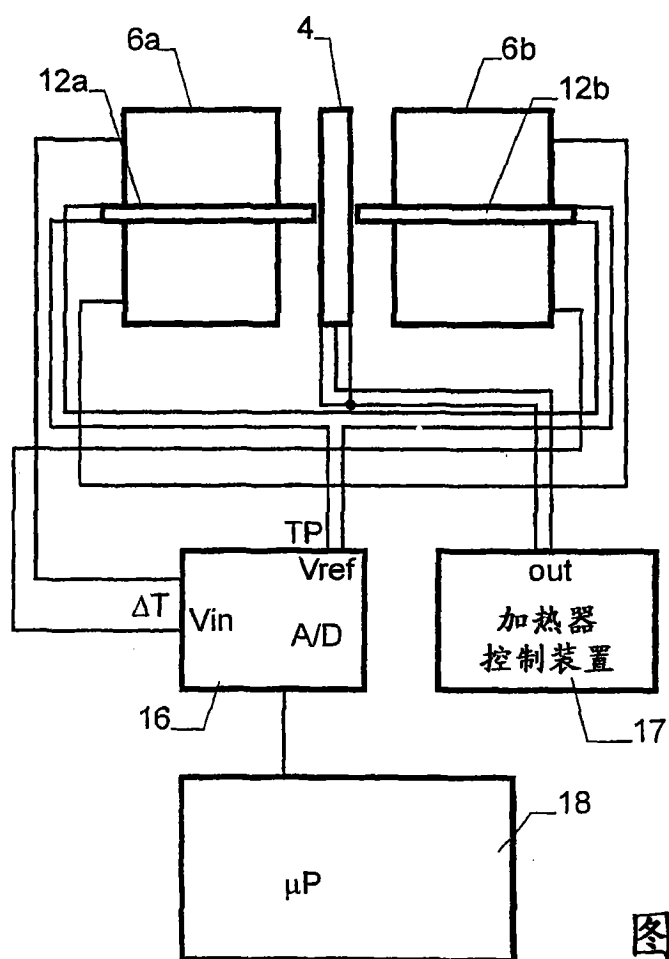


图 2



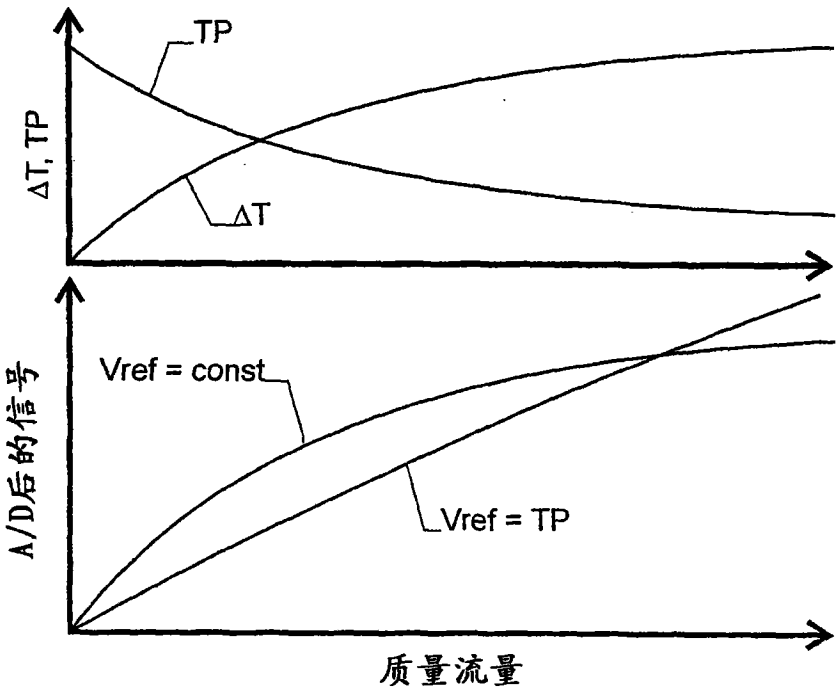


图 4

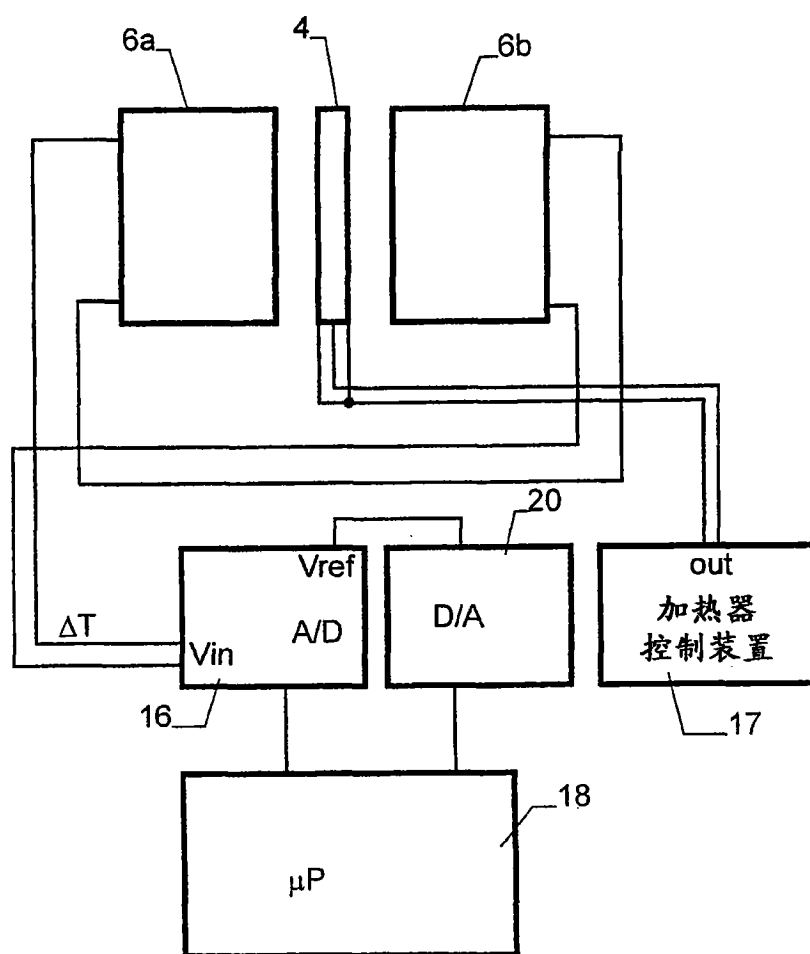


图 5