(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 101809457 B
(45)授权公告日 2014.03.26

(21)申请号 200880109323.7

(22)申请日 2008.07.24

(30)优先权数据
60/952,105 2007.07.26 US
11/851,981 2007.09.07 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2010.03.25

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2008/070950 2008.07.24

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2009/015250 EN 2009.01.29

(73)专利权人 霍尼韦尔国际公司
地址 美国新泽西州

(72)发明人 H·金策尔

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 李湘 李家麟

(51)Int.Cl.
G01R 33/00(2006.01)

(56)对比文件
JP 昭60-214404 A,1985.10.26,
CN 1985179 A,2007.06.20,
US 4890083 ,1989.12.26,
US 4559495 A,1985.12.17,
WO 00/79291 A1,2000.12.28,

审查员 徐泽昕

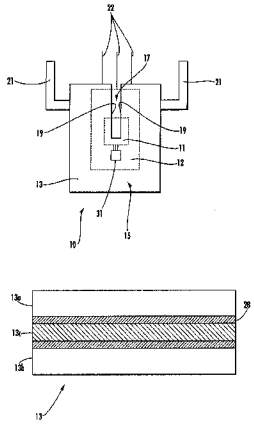
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

具有被夹在中间的磁导率层的电流传感器

(57)摘要

一种电流传感器,包括:支承结构(12);磁场传感器(11),被安置在支承结构上;包含夹层结构(13)的初级导体,该夹层结构包括:导电的顶层(13(a))和导电的底层(13(b)),以及被置于导电的顶层和导电的底层之间的导磁材料(13(c))的层。导磁材料(13(c))被布置在磁场传感器(11)周围,使得磁场传感器(11)至少部分被导磁材料(13(c))围绕。导体夹层结构(13)包括至少一个位于相邻边缘(18,19)之间的间隙(16,17)。磁场传感器(11)被贴近间隙安置并且在工作时可接收由初级导体内流动的电流引起的磁通量线。



CN 101809457 B

1. 一种电流传感器 (10)，包括：

磁场传感器 (11)；

传输电流的夹层结构 (13)，该夹层结构包括：导电的顶层 (13(a)) 和导电的底层 (13(b))，以及包含被置于导电的顶层和导电的底层之间的导磁材料 (13(c)) 的金属层，其中所述导磁材料、所述导电的顶层和所述导电的底层中的每一个传输一部分所述电流，所述导磁材料 (13(c)) 被布置在所述磁场传感器 (11) 周围，使得所述磁场传感器至少部分被所述导磁材料 (13(c)) 围绕，并且其中所述夹层结构 (13) 包括至少一个位于相邻边缘 (18，19) 之间的间隙 (16，17)，

其中，所述磁场传感器 (11) 被贴近所述间隙 (16，17) 安置并且被配置为在工作时接收由所述夹层结构内流动的所述电流引起的磁通量线。

2. 如权利要求 1 所述的电流传感器，其中，所述相邻边缘 (18，19) 相互交叠。

3. 如权利要求 1 所述的电流传感器，其中，所述磁场传感器 (11) 位于所述至少一个间隙 (16，17) 中的一个间隙之上的中心。

4. 如权利要求 1 所述的电流传感器，其中，所述导电的顶层 (13(a)) 和导电的底层 13(b)) 主要包含铜。

5. 如权利要求 1 所述的电流传感器，进一步包含支承结构 (12)，所述磁场传感器 (11) 被安置在所述支承结构 (12) 上，其中，所述支承结构包含具有半导体表面的衬底，所述电流传感器 (10) 是形成于所述表面上的集成的电流传感器。

6. 如权利要求 5 所述的电流传感器，进一步包含在所述表面上形成的放大器 (31)，所述放大器与所述磁场传感器 (11) 的输出耦合。

7. 一种控制系统，包括：

电流传感器 (10)，用于提供表示接收到的电流的电流检测信号，包括：磁场传感器 (11)；包含夹层结构 (13) 的初级导体，该夹层结构包括：导电的顶层 (13(a)) 和导电的底层 (13(b))，具有被置于导电的顶层和导电的底层之间的导磁材料 (13(c)) 的层，所述导磁材料 (13(c)) 被布置在所述磁场传感器 (11) 周围，使得所述磁场传感器至少部分被所述导磁材料围绕，其中，所述夹层结构 (13) 包括至少一个位于相邻边缘 (18，19) 之间的间隙 (16，17)，其中所述夹层结构传 (13) 输电流，其中所述导电的顶层 (13(a))、导电的底层 (13(b)) 和导磁材料 (13(c)) 中的每一个传输一部分所述电流；以及

控制器 (36)，被耦合以接收所述电流检测信号并且在工作时被耦合以控制可控制系统的至少一个控制参数。

8. 如权利要求 7 所述的控制系统，其中，所述控制器 (36) 包含用于汽车的电驱动系统控制器。

9. 如权利要求 7 所述的控制系统，进一步包括支承结构 (12)，所述磁场传感器 (11) 被安置在所述支承结构 (12) 上，其中，所述支承结构包含具有半导体表面的衬底，所述电流传感器是形成于所述半导体表面上的集成的电流传感器 (60)。

10. 如权利要求 9 所述的控制系统，进一步包含在所述表面上形成的放大器 (31)，所述放大器与所述磁场传感器 (11) 的输出耦合。

11. 如权利要求 7 所述的控制系统，其中，所述磁场传感器 (11) 包含霍尔效应传感器。

12. 如权利要求 7 所述的控制系统，其中所述磁场传感器被贴近所述间隙安置并且被

配置为在工作时接收由所述夹层结构内流动的所述电流引起的磁通量线。

具有被夹在中间的磁导率层的电流传感器

[0001] 与相关申请的相互引用

[0002] 本申请对下列临时申请主张权益：2007 年 7 月 26 日提交的题为“具有磁导率层夹在其内的多层初级导体的电流传感器”的临时申请 No.60/952,105。该临时申请在此以全文引用的方式包含在本申请中。

技术领域

[0003] 本发明通常涉及基于磁场检测（sensing）的电流传感器。

背景技术

[0004] 最新技术水平的基于磁场的电流传感器通常包括磁场传感器、铁芯和放大器。铁芯围绕电导体，比较好的是电导体包含承载被测电流的铜，该电流使得在铁芯内产生与电流强度相对应的磁场。磁场传感器被布置在铁芯内的间隙中。因此被测电流在铁芯内感应出的磁场的场线（fileld lines）通过磁场传感器。磁场传感器产生通常与被测电流成比例的电学输出信号，并且该信号被放大器（例如运算放大器）放大。

[0005] 普通电流传感器内的铁芯主要提供两种功能。首先，引导被测电流感应的磁场通过磁场传感器，以及其次是屏蔽外来的电场和磁场对磁场传感器的影响，已知这些外来的电场和磁场会导致测量误差。但是铁芯的使用导致传感器成本对许多应用来说都太昂贵了。

[0006] 在 EP 1192473/WO 00/79291 中揭示了一种已知的改进电流传感器设计，它无需使用铁芯并且因此省去了铁芯的成本。按照所揭示的传感器设计，承载被测电流的初级导体包含通常与导电材料（例如铜）混合的导电的铁素体材料。初级导体至少部分地围绕承担铁芯功能的磁场传感器。磁场传感器被置于初级导体内的槽口的中心附近，该槽口用来聚集来自初级导体内初级电流的磁通量线，这些磁通量线到达磁场传感器。EP 1192473/WO 00/79291 中揭示的电流传感器设计通常存在的缺点是，与被测电流相关的电磁场在初级导体内产生磁场，该磁场可以增加另一磁场分量的方式阻碍对于与槽口内的被测电流相关的磁场的精确测量。初级导体的剩磁还导致非线性度和槽口区域内的磁饱和，该磁饱和使具有聚集功能的槽口（focussing notch）的效果退化。如果初级导体仅用导磁材料（不用铜或其它电导体），则由于这种昂贵材料相对高的电阻率，其通常需要大的横截面积。

[0007] 因此，虽然 EP 1192473/WO 00/79291 中揭示的传感器（具有包含与导电材料混合的导磁材料的初级导体）与普通基于铁芯的电流传感器相比，可以提供良好的性能和降低的成本，但是在某些重要的应用中，需要对电流作更为精确的测量。电流的精确测量需要改进的线性度（在作为初级电流流动的被测电流与到达磁传感器的磁通量之间）和降低的电阻阻抗。较低的成本也是有帮助的。

[0008] 一些现有的电流传感器应用包括在下列情形下的电流测量：频率变换器中的电机电流控制、伺服驱动中的相位电流控制、对电机和功率半导体的过载保护、能量系统（例如风能）的控制、焊接设备内的电流控制和监视、开关模式电源中的电流调节、不可中断电源

中的电流控制、机动车辆中的电池电流诊断、接地故障检测和实验室测试设备。这些应用中的一些通常要求精确的电流测量。

[0009] 在某些应用中需要小尺寸的传感器，例如那些在印刷电路板上直接测量电流的应用。而且在大多数的汽车应用和其它大规模的应用中，还需要低成本。所需要的是一种新的电流传感器设计，它提供了改进的传感器性能，与此同时它还提供了低成本。

发明内容

[0010] 本概要根据 37 C.F.R. §1.73 而提供，该法律条款要求简要地说明发明的性质和实质的发明内容。在提出概要的同时应理解的是，其将不被用来解释或限定权利要求书的范围或意思。

[0011] 电流传感器包括：磁场传感器；包含夹层结构 (sandwich) 的初级导体，该夹层结构包含导电的顶层和导电的底层，以及被置于导电的顶层和导电的底层之间的导磁材料的层。导磁材料被布置在磁场传感器周围，使得磁场传感器至少部分被导磁材料围绕，导磁材料由此提供了场屏蔽。导体夹层结构包括至少一个间隙，例如相邻边缘之间的槽口。导体夹层结构内的间隙通常可以以电介质填充，例如本发明一个实施例中的空气（或其它气氛）。

[0012] 磁场传感器被贴近间隙安置并且在工作时可接收由初级导体内流动的电流引起的磁通量线。在一个实施例中，间隙在两个相对部分的每一个内包含槽口。在另一实施例中，相邻的边缘相互交叠。磁场传感器通常被安置为至少部分地位于间隙之上，并且在一个实施例中，位于间隙之上的中心。

[0013] 导电的顶层和底层可以主要包含铜，并且在一个实施例中，它们基本上由铜组成。在一个实施例中，导磁材料包含铁－镍铜合金，这种合金提供了在 0.002T 和零频率下至少 1,000 $\mu N/A^2$ 的磁导率。

[0014] 支承结构可以包含具有半导体表面的衬底（例如硅衬底），其中，电流传感器为形成于该表面上的集成的电流传感器。在本实施例中，可以在与磁场传感器的输出耦合的表面上形成放大器。

[0015] 控制系统包含：如上所述的电流传感器；和控制器，其被耦合以接收电流检测信号并且在工作时被耦合以控制至少一个系统。控制器可包含用于汽车的电驱动系统控制器，例如用于控制电驱动系统中的电机和相位电流。在本实施例中，支承结构包含具有半导体表面的衬底，其中，所述电流传感器是形成于该表面上的集成的电流传感器，并且进一步包含在与磁场传感器的输出耦合的表面上形成的放大器。

附图说明

[0016] 在仔细阅读下列连同附图的详细描述之后，将对本发明及其特征和优点有更完整的理解，其中：

[0017] 图 1(a) 为侧视图形式的按照本发明一个实施例的示例性电流传感器的高度简化的示意图，而图 1(b) 以横截面视图的形式示出了有关多层导体夹层结构的细节。

[0018] 图 2 为图 1 的电流传感器的顶视图形式的高度简化的示意图。

[0019] 图 3 为透视图形式的按照本发明另一实施例的另一电流传感器的高度简化的示意图。

[0020] 图 4(a) 示出了按照本发明实施例的电流传感器，其示出了源于初级导体电流的通过磁场传感器电流的磁场线和源于外部的、无关的 (stray) 场的场线的图案，该源于外部的、无关的场的场线被引导远离磁场传感器。

[0021] 图 4(b) 示出了按照本发明另一实施例的具有初级导体布置的电流传感器，该初级导体布置提供了交叠的导体夹层结构边缘，用于增强测量的线性度和对外部的、无关的场的抵御能力 (immunity)。

[0022] 图 5(a) 示出了在检测印刷电路板上流动的电流时的图 1 的电流传感器。

[0023] 图 5(b) 描述了按照本发明实施例的设计为专用集成电路 (ASIC) 的电流传感器集成电路，其包含与放大器耦合的霍尔效应或 MR 传感器。

具体实施方式

[0024] 图 1(a) 以高度简化的示意形式示出了按照本发明实施例的电流传感器 10。电流传感器 10 包括被布置在可选的支承结构（例如支承板 12) 上的磁场传感器 11。磁场传感器 11 通常可以包含任何配备或不配备与其输出耦合的放大器的磁场测量技术。例如，磁场传感器 11 可以是霍尔效应传感器或磁阻 (MR) 传感器。

[0025] 所示的放大器 31 位于支承板 12 上并且被耦合以接收和放大磁场传感器 11 提供的电学输出信号。如本领域内所公知的，霍尔效应传感器基于霍尔效应，该效应指的是由垂直于电流方向施加的磁场在电流流过的电导体（或半导体）相对侧上形成的电势差（霍尔电压）。磁致电阻器 (MR) 是众所周知的器件，其响应于磁场的变化而改变其电阻。已知在坡莫合金 (permalloys)（该合金是镍 - 铁合金）和其它铁磁体材料中磁阻效应特别大。

[0026] MR 传感器通常适合于相对较低的电流的检测，而霍尔效应传感器通常适合于相对较高水平的电流的检测。已知 MR 传感器与霍尔效应传感器相比，具有较高的灵敏度和较大的动态范围。如果 MR 传感器用作传感器 11，则可能需要如本领域内所知的那样修改其装配。

[0027] 按照本发明的实施例，磁场传感器 11 至少部分地被承载被测电流的初级导体夹层结构 13 围绕。按照本发明的导体夹层结构 13 通常设置为利用这样的物理性质：在电导体的中心，其自身的电流基本上不会加强电磁场。该发明的方面有效地消除了基于 EP1192473/WO 00/79291 中揭示的电流传感器的如上所述的缺点，在所揭示的该电流传感器中，与被测电流相关的电磁场在初级导体内产生磁场，该磁场可以增加另一磁场分量的方式阻碍对于与槽口内的被测电流相关的磁场的精确测量。与 EP 1192473/WO 00/79291 中揭示的电流传感器相比，本发明的这个方面连同使导磁层 13(c) 位于一对电导体 13(a) 和 13(b) 内表面上（如以下所述的图 1(b) 所示）保护了磁传感器不受外部的（无关的）磁场的影响，其方式是通过引导无关的场远离磁传感器，这种保护通常导致明显更好的传感器性能（例如线性度、精度）。

[0028] 在图 1(b) 中以横截面视图的形式示出的示例性的本发明的布置中，显示了有关多层导体夹层结构 13 的细节。导体夹层结构 13 包含导电的顶层 13(a) 和导电的底层 13(b)，具有设置在导电的顶层和导电的底层之间的导磁材料 13(c) 的层。虽然所示的是厚度可比的情形，但是导磁材料 13(c) 的厚度通常比导电的顶层 13(a) 和底层 13(b) 的厚度要薄一个数量级。在较佳实施例中，导电的顶层 13(a) 和底层 13(b) 应该经低电阻接头

(connection) 耦合在一起或者是电学共接的。在一个布置中，利用导电的粘合剂 28 将各层相互紧固在一起。也可以使用非导电的粘合剂或其它方法来紧固各层。

[0029] 与某些可用的低成本的、非导磁材料（例如铜）的导电率相比，大多数的高导磁材料通常提供更低的导电率。因此，在高导磁材料承载被测电流的布置中（例如 EP 1192473/WO 00/79291 中所揭示的），高导磁材料必须制作得更厚（和或更宽），以获得所需的低阻抗水平。由于按照本发明的导体夹层结构 13 的各层在电学上是并联的，并且与导磁材料 13(c) 相比导电的顶层 13(a) 和底层 13(b) 的导电率明显较高，因此导电的顶层 13(a) 和底层 13(b) 承载大部分的被测电流。在本发明的一个实施例中，导电的顶层 13(a) 和底层 13(b) 通常将导磁材料排除在外。

[0030] 因此，由于顶部的导体 13(a) 和底部的导体 13(b) 吸收的测量初级电流所需的磁场线很少，导致导体夹层结构 13 有明显的优点。而且，通过使初级导体 13 无需同时提供高的导电率和磁导率（这是 EP 1192473/WO 00/79291 中揭示的单层初级导体 13 所必需的），因而电流传感器 10 中的电流可以由较低成本的、高度导电的、通常是非导磁的材料（例如铜）承载。

[0031] 在本发明的一个实施例中，对于 25 安培的电流，导体夹层结构 13 的导电部分 13(a) 和 13(b) 的厚度通常在 1 毫米的数量级，并且导体夹层结构 13 的宽度通常为大约 5-40 毫米，例如 10-20 毫米。导体夹层结构 13 的总体厚度通常为 3-10 毫米。导磁材料 13c 的厚度通常从 0.1 到 0.5 毫米。

[0032] 导体夹层结构 13 可以具有条形设计。导体夹层结构 13 随后以管状的方式围绕磁场传感器 11。导体夹层结构 13 的这种管状布置也可以在顶部和 / 或底部闭合，从而使导体夹层结构 13 以类似卡盘 (cartridge) 或类似外壳的方式围绕磁场传感器 11。在另一实施例中，磁场传感器 11 可以安装在塑料塑造物 (modling) 中。

[0033] 如上所述，导体夹层结构 13 的导磁材料 13(c) 为磁场传感器 11 屏蔽了外来的磁场和电场，与此同时，导体夹层结构 13 的导电部分 13a 和 13(b) 提供了对电场的屏蔽。因此，导体夹层结构 13 例如提供了对来自各种源（包括初级侧电压峰）的电场以及由各种源引起的外部磁场的屏蔽。导体夹层结构 13 还引导被测电流产生的磁场通过磁场传感器 11。

[0034] 导磁材料 13c 可以由各种导磁材料制成。这里所用的术语“导磁材料”指的是在 0.002T 和零频率下提供至少 500μN/A^2 磁导率（μ）的材料。导磁材料 13(c) 通常是铁或含铁合金。在一个实施例中，导磁材料 13c 包含 μ 金属。μ 金属是一种镍 - 铁合金 (75% 的镍，15% 的铁，再加上铜和钼)，其具有非常高的磁导率，在 0.002T 和零频率下大约为 25000μN/A^2。在屏蔽净磁场或低频磁场方面，高导磁材料 13(c) 通常是有效的。导磁材料 13(c) 也可以具有双金属构造，在这种情况下，μ 金属可以以 10 到大约 70 重量百分比的数量与一种或多种金属（例如铜）组合。

[0035] 图 2 为图 1 的电流传感器 10 的顶视图形式的高度简化的示意图。特征 21 对应于导电端子，这些导电端子允许传感器 10 连接至被测的电流承载线路，而端子 22 提供了来自传感器 11 的三端子电输出，当传感器 11 以霍尔效应传感器为具体实现方式时，这样的输出是必需的。可以看到按照本发明构造的导体夹层结构 13 包含两个间隙 16 和 17，它们在相邻的电导体部分之间中断了电连续性。虽然示出的间隙 16 和 17 具有槽口状的形状，但是可以采用其它的间隙形状，包括不均匀的形状。如图 2 所示，间隙以位于导体夹层结构 13

的两个相对部分 14 和 15 内的槽口 16 和 17 的形式示出，这些相对部分分别具有相邻的边缘 18 和 19。所示的磁场传感器 11 被安置在槽口 17 的区域内。间隙（例如槽口 16 和 17）的存在使得流经导体夹层结构 13 的电流被引入通常为 U 形的路径（参见图 3），并且因此使得被测电流产生的磁场的场线被引导经过磁场传感器 11。导体夹层结构 13 因此充当向前传送电流的 (forward) 和返回电流的 (return) 电导体。需要注意的是，相邻的边缘 18 和 19 也可以交叠而无相互的物理接触，从而也提供了间隙。如下所述，图 4(b) 示出了一种交叠布置。

[0036] 图 3 示出了电流传感器 23，其基本上对应于图 1 和 2 的电流传感器 10，但是具有直的端子 24。在其它方面，电流传感器 23 通常对应电流传感器 10。因此对于相同的单元采用相同的标号。箭头 25 示出了流经导体 13 的电流如何被引入通常为 U 形的路径。虽然示出的外壳具有在其上从中引出 (emerge) 三个 (3) 输出端子 22 的开口端部，但是外壳可以是封闭的（未画出），以防输出端子 22 短路在一起。通常可以使导电的顶层 13(a) 和底层 13(b) 电短路，假设这样的短路不会在槽口 16、17 的两端产生短路，两端产生的短路将使通常需要的 U 形电流模式中断。

[0037] 图 4(a) 示出了按照本发明实施例的电流传感器 400，示出了经过磁场传感器 11 的来自初级导体电流 26 的磁场线和被引导远离磁场传感器 11 的外部的、无关的磁场线 29 的图案。最低的磁阻路径经过磁传感器 11 周围的中心。

[0038] 图 4(b) 示出了按照本发明另一实施例的具有初级导体布置的电流传感器 450，该初级导体布置提供了交叠的导体夹层结构边缘用于加强对外部的、无关的场的抵御能力。还提供了交叠布置的放大的视图。交叠的布置连同导体夹层结构 13 可以避免或者至少能够有助于防止导体夹层结构 13 边缘附近的导磁材料的饱和，并且因此提供了改进的线性度。

[0039] 如图 4(b) 提供的放大的视图所示，导磁层 13(c) 向内缩进 (recessed)，并且因此不会到达导体夹层结构 13 边缘处的导体夹层结构 13 的表面。这种布置为导磁层 13(c) 提供了保护，以不受初级电流产生的磁场的影响。如所示的，导体夹层结构 13 的边缘在仅仅包含导电层 13(a) 和 13(b) 的端部区域被修圆 (rounded)。在一个实施例中，导体夹层结构 13 的边缘表面与导磁材料 13(c) 的边缘之间的距离至少等于导电层 13(a) 和 13(b) 其中之一的厚度。

[0040] 图 5(a) 示出了按照本发明的电流传感器 10，其用于测量由印刷电路板 (PCB)20 上的导线承载的电流的本发明的其中一个应用。虽然没有画出，但是电流传感器通常被焊接在 PCB20 上并且因此按照与 PCB20 上一条或多条被测的电流承载线路串联的方式放置。所示的导体夹层结构 13 经导电端子 21 与 PCB20 上的电流承载线路接触。在这种布置中，传感器 10 垂直于 PCB20 的平面。来自电流传感器 10 的电学数据信号（电压）可以经端子 22（对于霍尔效应传感器，所示的是 3 个端子）被提取出来 (tapped) 以作进一步的处理（例如滤波和放大）。

[0041] 按照本发明的传感器还可以形成于集成电路衬底（例如硅），特别是对于较小电流（例如几个毫安到多个安培（例如最多 25 安培））的检测。在本实施例中，支承结构 12 包含具有半导体表面的集成电路衬底（例如硅衬底）。完成处理从而使得磁场传感器 11 基本上在所有的侧面被多层导体夹层结构 13 围绕。由于铜相对低的成本、高的导电率和抗电

迁移性(resistance to electromigration),它目前被普遍用作包括多层镀金属层的现代集成电路上的镀金属(metallization)。磁性(含铁的)材料常规地被淀积在用于诸如铁电随机存取存储器(Fe-RAMs)之类的电路的集成电路上。

[0042] 本实施例使得按照本发明的传感器能够形成于与滤波器和放大器(例如运算放大器)相同的芯片上,这些滤波器和放大器用于处理由按照本发明的传感器产生的信号。将按照本发明的传感器制造为集成电路的优点是,使得集成的传感器可以在小的封装(塑料双列直插式组件)内装配并且可以平行于板平面而装配在PCB板上,因此降低了所需的间隔(clearance)。图5(b)示出了设计为专用集成电路(ASIC)的按照本发明的电流传感器集成电路60的描述,该专用集成电路包含与形成于共同的衬底(例如具有硅表面的衬底)12上的放大器31耦合并且典型地被封装在单一封装(例如塑料封装)内的霍尔效应或MR传感器11。该封装的插脚(未画出)被插入PCB板20上提供的合适的连接器内。所示的被测电流沿着导线34流动。来自放大器31的放大的传感器输出被耦合至控制器36。在一个实施例中,控制器36包含用于汽车的电驱动系统控制器,例如用于控制汽车的电驱动系统中的电机和相位电流。

[0043] 最近的进展已经致使有能力将ADC(模拟-数字)转换器和I^2C(集成电路间通信协议)集成电路也加入以直接连接至微控制器的I/O端口,该端口也可以集成在单个封装内。在另一实施例中,传感器集成电路可以同时包括霍尔效应和基于MR的传感器,带有用于根据预设的电流水平在各个传感器之间转换的开关。在一个实施例中,基于MR的传感器可工作于较低的电流,而霍尔效应传感器将可工作于较高的电流。传感器信号还可以利用已知的温度传感器电路(PTATs)作温度补偿。而且该集成电路还可以包括用于向远端监控地点发送检测到的信号的无线发射器和片上天线。

[0044] 已经发现按照本发明的电流传感器提供了非常好的线性度和精度以及低温度漂移。还已经发现提供了高的带宽。因此,根据所提供的性能和低的制造成本,预计本发明具有广泛的应用范围。

[0045] 在前面的描述中,某些细节结合本发明的所述实施例作了阐述,以提供对本发明足够的理解。但是本领域内的技术人员将认识到,本发明无需这些特定的细节即可付诸实施。而且,本领域内的技术人员将认识到上述示例的实施例并未限定本发明的范围,并且还将理解,对所揭示实施例和这些实施例的单元的各种修改、等同替换和组合都属于本发明的范围。

[0046] 而且,虽然没有详细的明确描述,但是包含数量少于各个所述实施例中任一个的所有单元的实施例也可能属于本发明的范围。最后,为了避免对本发明的理解造成不必要的困难,以下没有详细示出或描述众所周知的单元的操作和/或过程。本领域内的技术人员将理解,即使在前述描述中已经阐述了本发明的各种实施例和优点,上述揭示仍然只是示意性的,并且可以在细节上有变化,然而这些变化仍然落入本发明的概括性的原理之内。例如,上述单元中的一些可能利用数字或模拟电路系统或者二者的组合实施,并且如果适当的话,可以通过在合适的处理电路系统上执行的软件实现。本发明仅由所附权利要求限定。

[0047] 揭示内容的摘要根据37 C.F.R.§1.72(b)而提供,该法律条款要求一个摘要,使得读者能够快速地确定技术揭示内容的性质。在提出摘要的同时应理解的是,其将不被用

来解释或限定随后的权利要求的范围或意思。

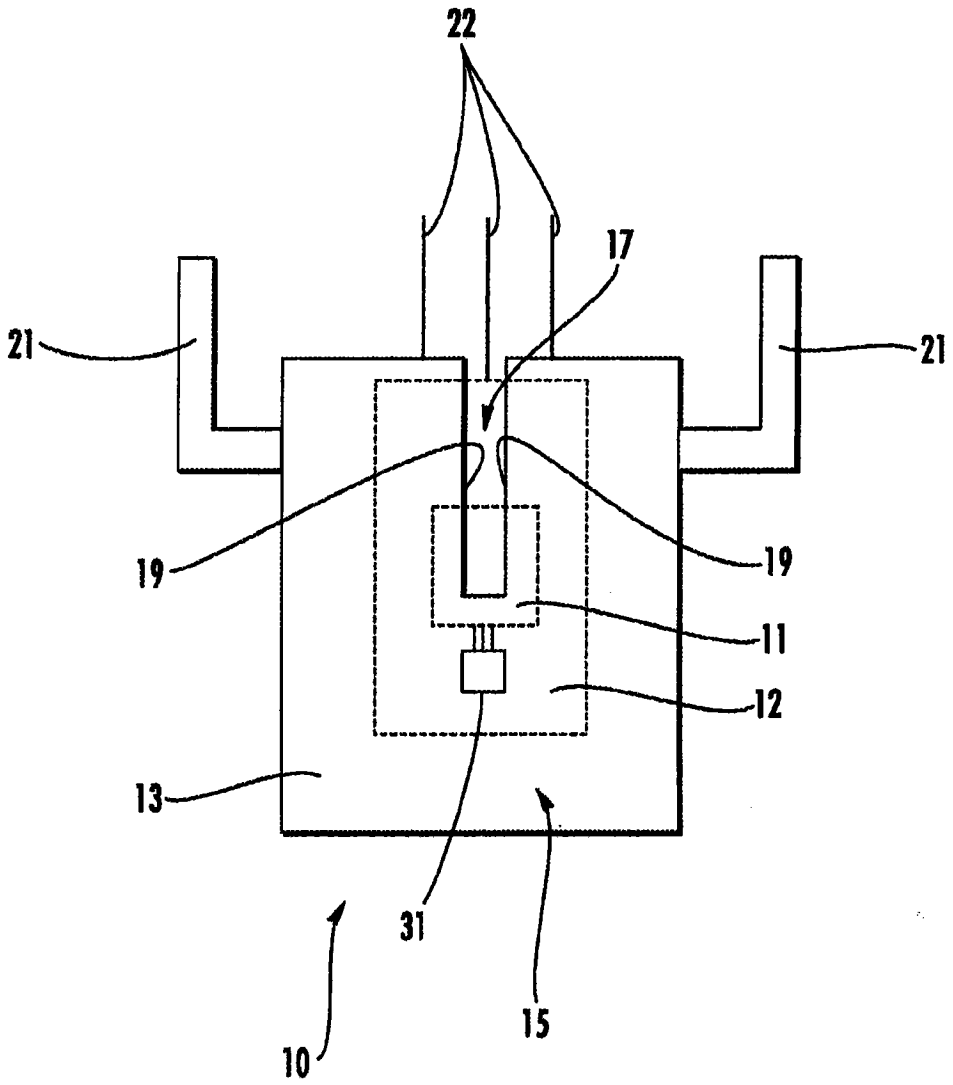


图 1(a)

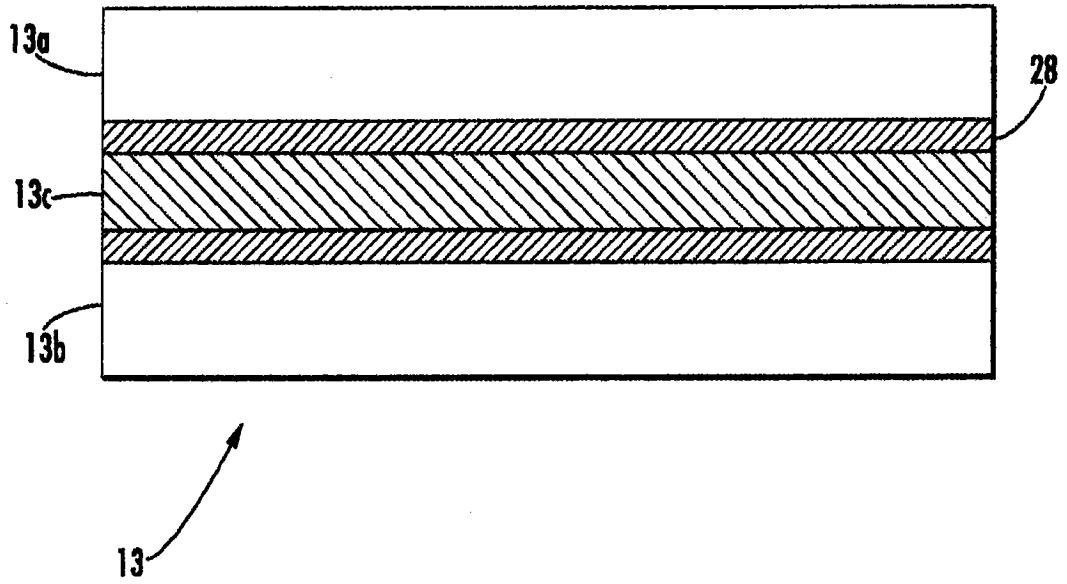


图 1(b)

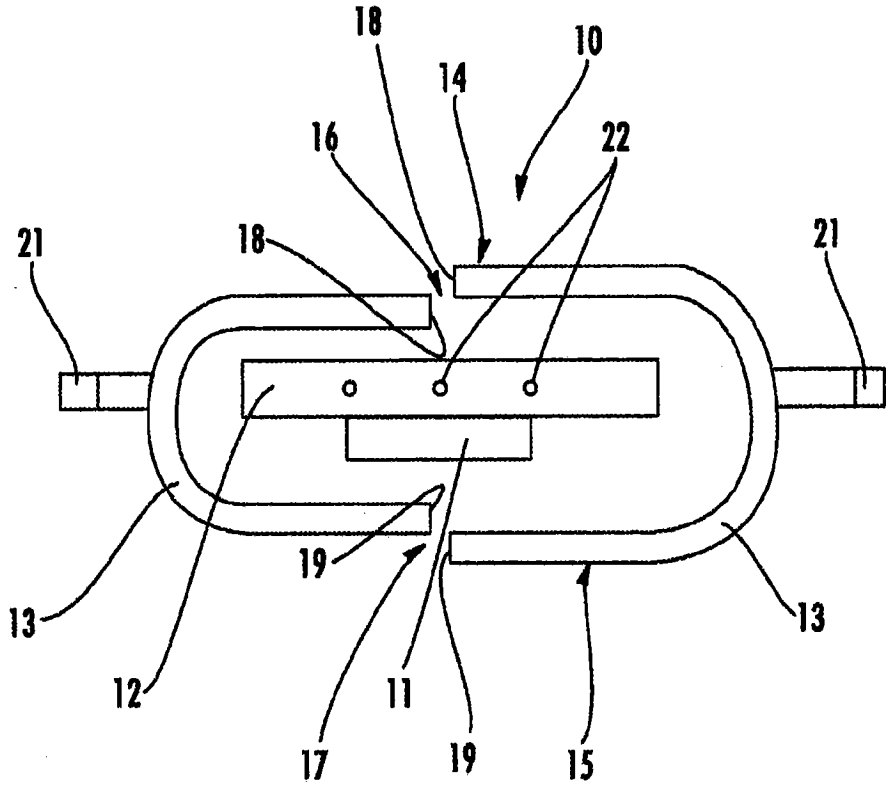


图 2

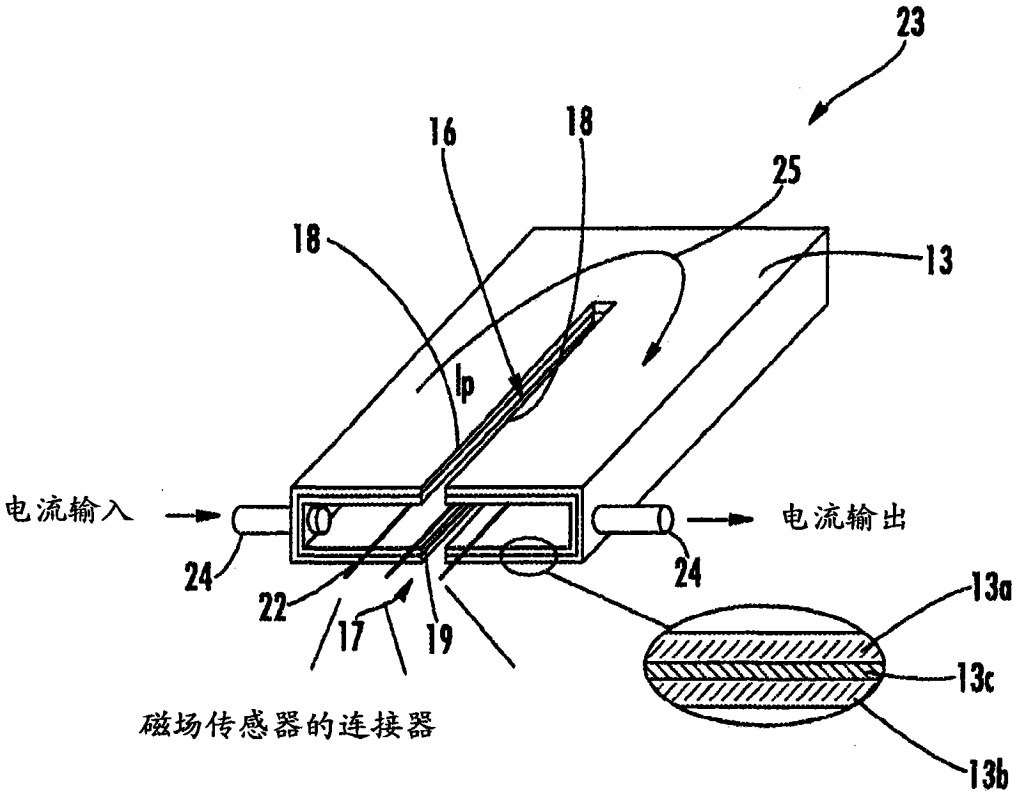

23
16
18
25
18
13
Ip
电流输入
电流输出
24
24
22
17
19
13a
13c
13b
磁场传感器的连接器

图 3

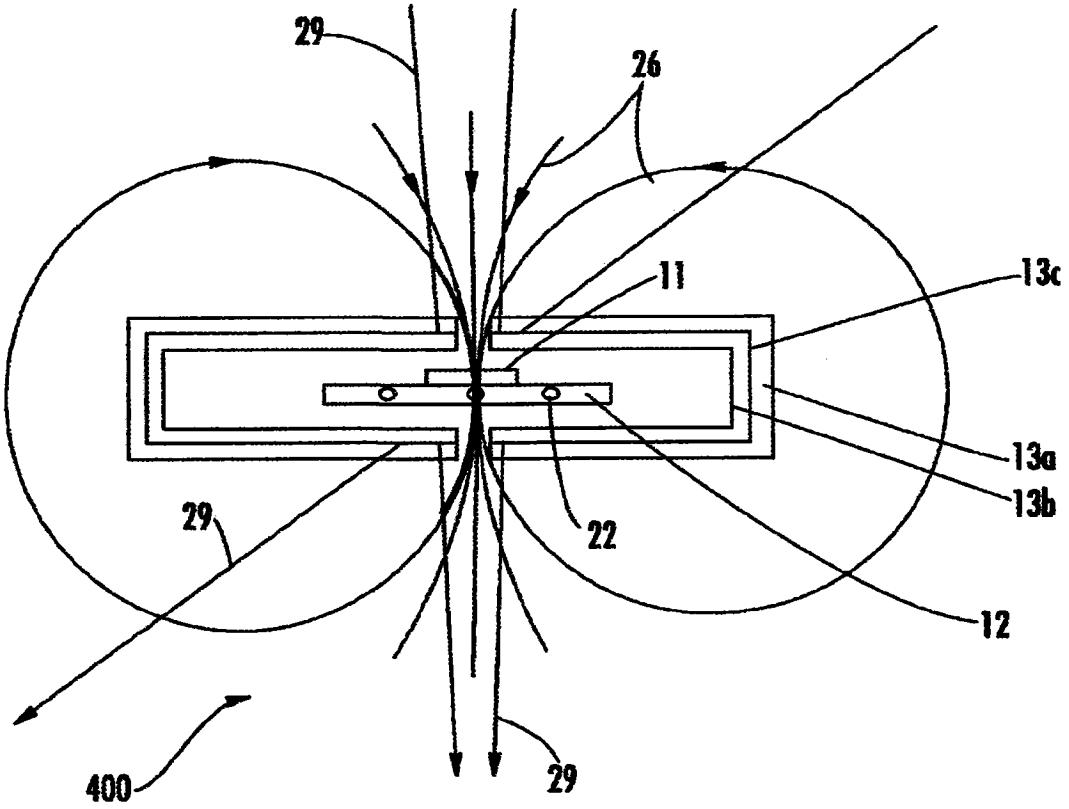

29
26
11
13c
13a
13b
22
12
29
400
29

图 4(a)

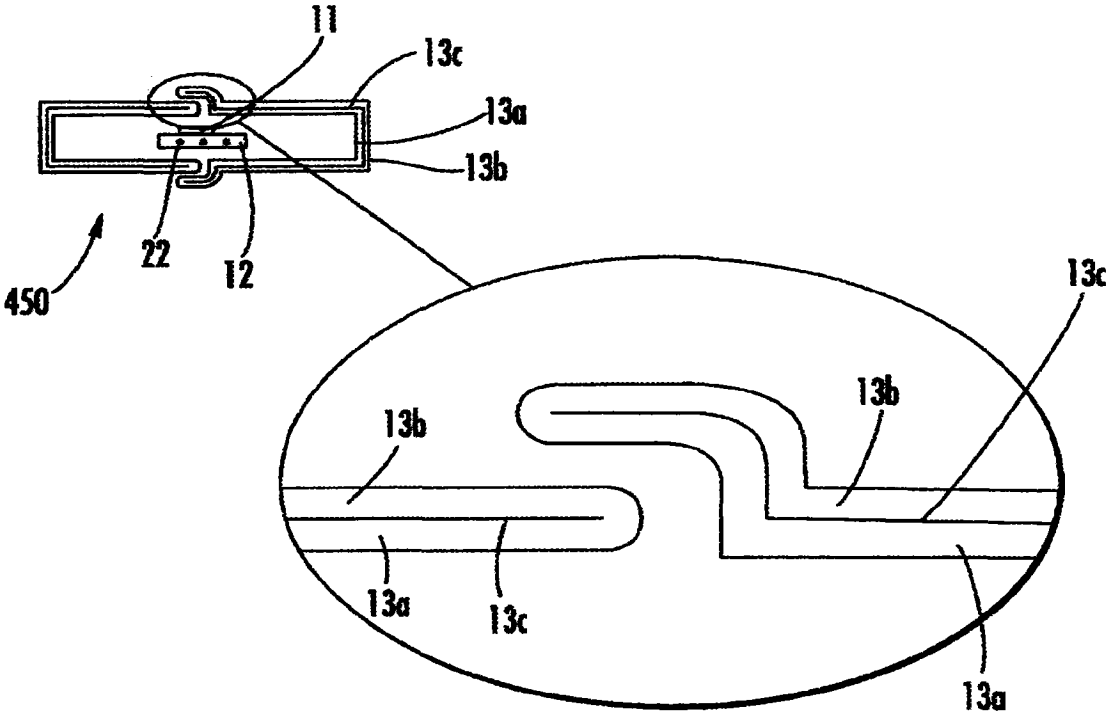

11
13c
13a
13b
22
12
450
13c
13b
13b
13a
13c
13a

图 4(b)

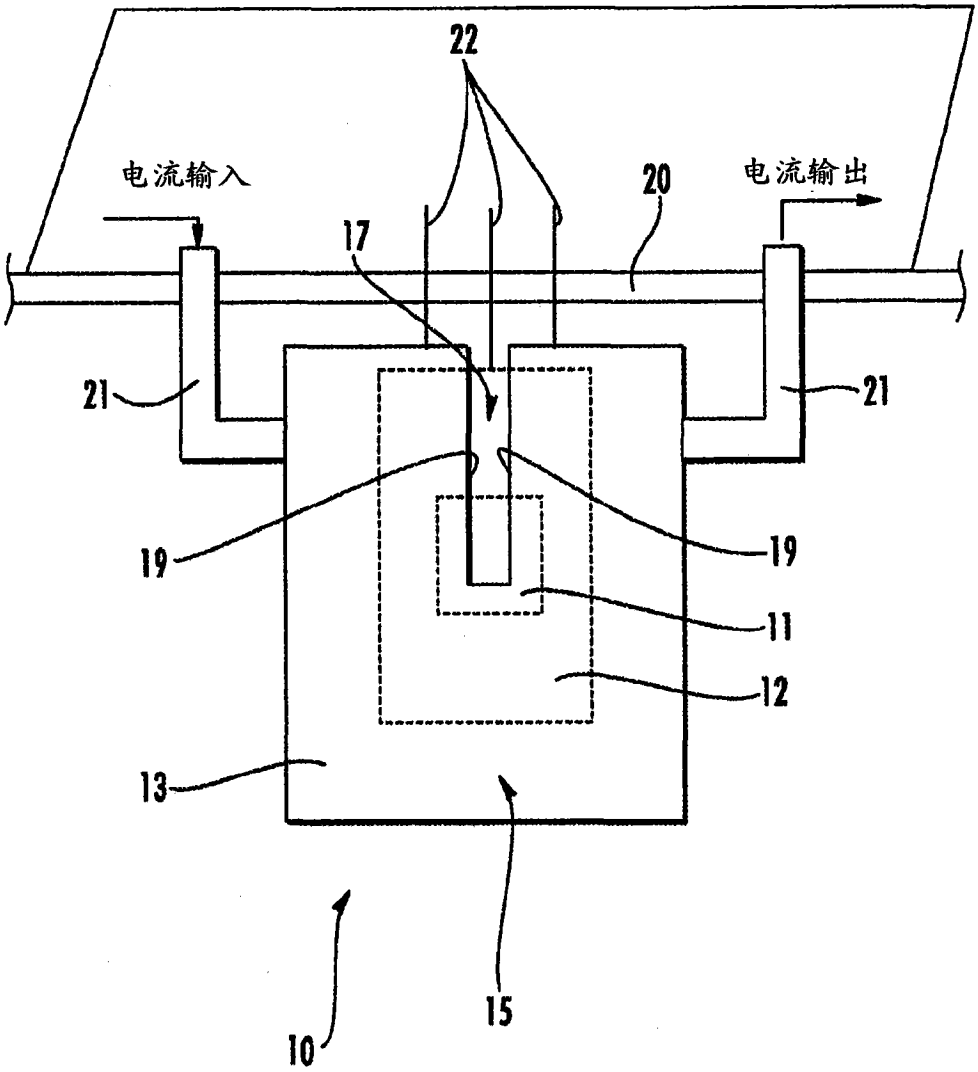


图 5(a)

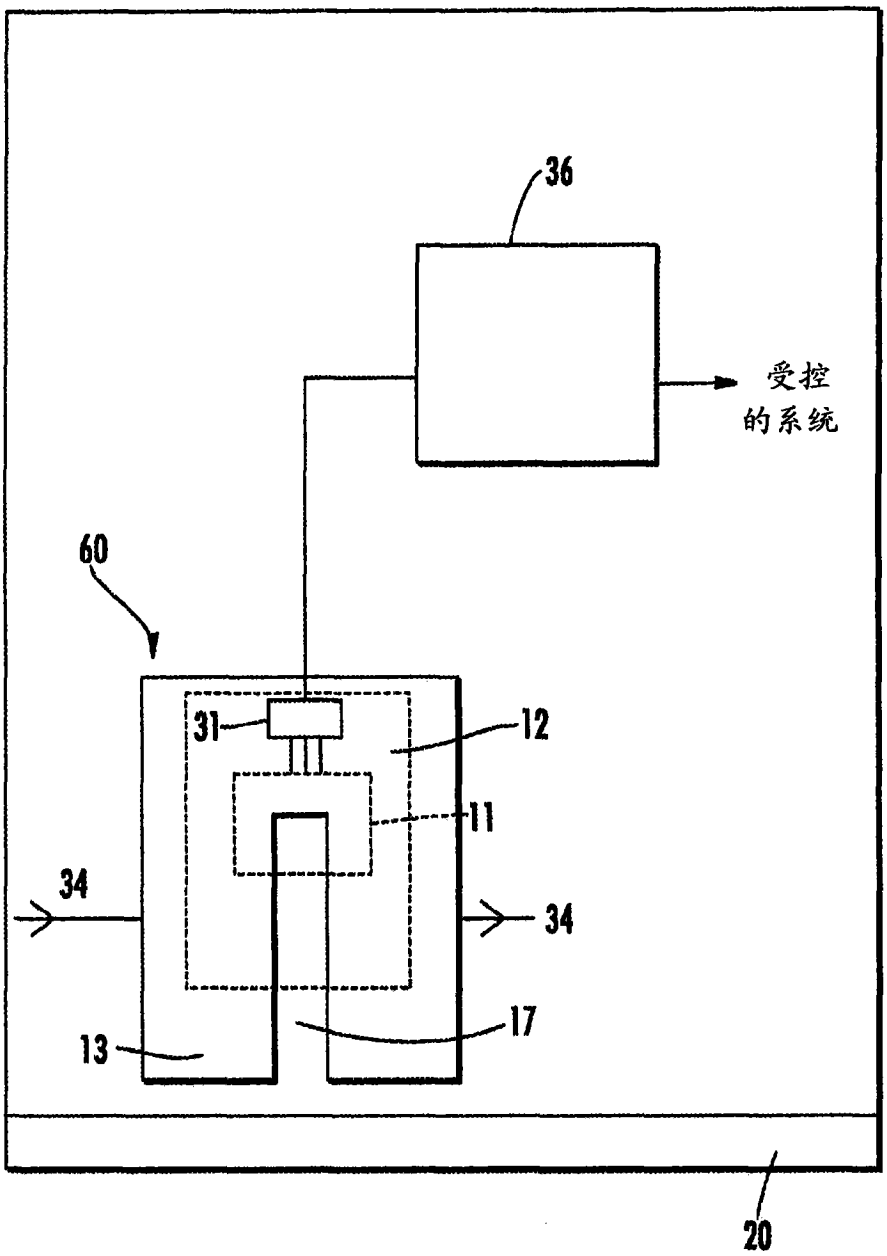


图 5(b)