



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101040177 B

(45) 授权公告日 2011.06.08

(21) 申请号 200580028844.6

(22) 申请日 2005.08.25

(30) 优先权数据

10/928,645 2004.08.27 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007.02.27

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2005/030385 2005.08.25

(87) PCT申请的公布数据

W02006/026419 EN 2006.03.09

(73) 专利权人 阿舍克罗夫特-内野股份有限公司

地址 美国康涅狄格州

(72) 发明人 D·F·勒派恩 金子义和

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 陈炜

(51) Int. Cl.

G01L 9/02 (2006.01)

(56) 对比文件

US 4190804 A, 1980.02.26, 第3栏第57行至第4栏第53行, 附图1、2.

US 5187985 A, 1993.02.23, 说明书第4栏第1行至第5栏第10行, 第7栏第14行至第63行, 第11栏第40行至第47行, 附图1、2.

US 5187985 A, 1993.02.23, 说明书第4栏第1行至第5栏第10行, 第7栏第14行至第63行, 第11栏第40行至第47行, 附图1、2.

CN 1029155 C, 1995.06.28, 全文.

EP 0919821 A1, 1999.06.02, 全文.

CN 2063231 U, 1990.10.03, 全文.

CN 87106874 A, 1988.06.22, 全文.

US 4986131 A, 1991.01.22, 说明书第1栏第31行至第3栏第53行, 第6栏第9行至第8栏第8行, 附图1、3.

杨帮文. 实用电源电路集锦 第一版. 电子工业出版社, 1998, 29.

审查员 付强

权利要求书 1 页 说明书 20 页 附图 11 页

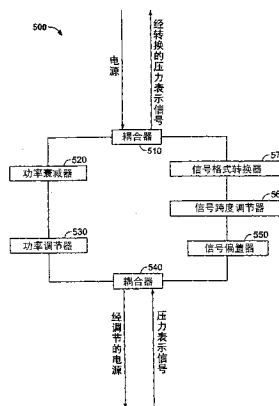
(54) 发明名称

压力测量的系统和方法

(57) 摘要

一种用于压力测量的系统和方法可包括能简便制造压力测量系统的能力。在一个一般方面中, 压力测量 100 可包括信号转换电路 500, 该电路 500 包括耦合器 510、信号偏置器 550 和信号跨度调节器 560。该耦合器可用于接收压力表示信号, 且该信号偏置器包括便于偏置压力表示信号的非热敏分压器。该信号跨度调节器与耦合器耦合并包括便于调节压力表示信号的非热敏分压器。

CN 101040177 B



1. 一种用于压力测量的系统,所述系统包括:

信号转换电路,所述电路包括:

耦合器,所述耦合器适于将所述电路耦合到产生电压力表示信号的电路,所述信号包括一跨度;

信号偏置器,所述信号偏置器包括适于接收信号并形成用于偏置所述压力表示信号的电压的第一非热敏分压器,所述第一分压器包括热匹配的未经修整的电阻器;以及

与所述耦合器和所述信号偏置器耦合的信号跨度调节器,所述信号跨度调节器包括第二非热敏分压器,所述第二非热敏分压器包括热匹配的未经修整的电阻器,适于接收所述压力表示信号,且所述信号跨度调节器适于基于所述第二分压器的输出调节所述压力表示信号的跨度,

其中,在所述电路被耦合到产生所述电压力表示信号的电路之前,所述电路适于,在 $-20$ 到 $85^{\circ}\text{C}$ 内的温度范围上,将小于输出范围的 $0.40\%$ 的误差改变引入输出的信号。

2. 一种用于压力测量的方法,所述方法包括:

在耦合器上接收压力表示信号,所述信号包括跨度;

使用包括热匹配的未经修整的电阻器的第一非热敏分压器偏置所述压力表示信号;

将所述压力表示信号施加到包括热匹配的未经修整的电阻器的第二非热敏分压器上,所述第二非热敏分压器为信号跨度调节器的一部分;

使用所述第二分压器的输出调节所述信号跨度调节器中的所述压力表示信号的跨度;以及

传送所述经转换的压力表示信号,

其中,在 $-20$ 到 $85^{\circ}\text{C}$ 内的温度范围上,将小于输出范围的 $0.40\%$ 的误差改变引入输出的信号。

## 压力测量的系统和方法

[0001] 相关申请的引用

[0002] 本发明声明 2004 年 8 月 27 日提交的、公布为美国专利公开 No. 2006/0042395A1 的美国申请 No. 10/928, 645 的优先权,其全部内容通过引用结合于此。

[0003] 技术领域

[0004] 本发明涉及工序管理,尤其涉及压力测量。

[0005] 背景技术

[0006] 压力传感器通常用于各种各样的工商业应用。由于它们广范的应用,压力传感器在各种各样的环境中工作,并具有各种各样的其它组件。工作环境和组件可对压力传感器设置各种工作限制。例如,压力传感器可能需要以特定方式(例如通过某深度和节距的螺纹)来与一工序通过接口相连、在某压力范围内(例如 0-100psi、0-1000psi、或 0-10000psi)工作,或提供某类输出(例如 0.5V-4.5V 比例度量(ratiometric)、0.5-4.5V 非比例度量、x-y 电压、或 4-20mA)。

[0007] 不幸的是,由于尺寸、空间、热和/或金钱的限制,制造可在各种工作限制上工作的压力传感器已被证明是困难的。因而,压力传感器通常在已知一应用的大多数(如果不是全部)工作限制时制造。

[0008] 发明内容

[0009] 用于压力测量的系统和方法可提供适于各种工作限制的压力测量系统。在一个一般方面中,用于压力测量的系统包括一种信号转换电路,该信号转换电路包括耦合器、信号偏置器、和信号跨度调节器。所述耦合器可用于接收压力表示信号,而信号偏置器包括便于偏置压力表示信号的非热敏分压器。信号跨度调节器被耦合到耦合器和信号偏置器,并包括便于调节该压力表示信号的跨度的非热敏分压器。非热敏分压器可包括热匹配电阻分压器。

[0010] 该电路也可包括与信号跨度调节器相耦合的信号格式转换器。该信号格式转换器可用于将压力表示信号的格式转换成另一种格式。例如,信号格式转换器可将电压信号转换成电流信号。

[0011] 该电路还可包括功率衰减器和功率调节器。功率衰减器可用于降低电源的功率,并且功率调节器与功率衰减器相耦合并可用于生成经调节的电源。功率调节器还可与信号偏置器和信号跨度调节器耦合,以向其提供经调节的电源。此外,功率调节器可与耦合器耦合,且耦合器可用于传送电路外的经调节电源。电路还可包括第二耦合器。第二耦合器可与功率衰减器和信号跨度调节器耦合,并可用于接收电源和传送经转换的压力表示信号。功率衰减器可包括可用于吸收功率的晶体管,并且该晶体管可偏置导通直至功率调节器的输入比经调节电源上的预定义值小。

[0012] 在特定实现中,信号偏置器可用于改变所施加的偏置。同样,信号跨度调节器可用于改变所施加的信号跨度调节。信号跨度调节器可在一种模式中用作正常放大器,而在另一种模式中用作微分放大器。

[0013] 在另一个一般方面中,压力测量的工序可包括接收压力表示信号,使用非热敏分

压器调节压力表示信号的跨度,并传送经转换的压力表示信号。使用非热敏分压器来偏置该压力表示信号可包括使用热匹配电阻分压器。

[0014] 该工序也可包括将压力表示信号的格式转换成另一种格式。此外,该工序可包括接收电源,降低电源的功率,并基于所降低的电源生成经调节电源。降低电源可包括偏置功率吸收晶体管,直到生成经调节电源的功率调节器的输入比经调节电源上的预定义值小。

[0015] 该工序也可包括选择性地改变所施加的信号偏置。同样,该工序可包括选择性地改变所施加的信号跨度调节。调节信号跨度在一种模式中可通过正常放大器来实现,而在另一种模式中可通过微分放大器来实现。

[0016] 在一特定一般方面中,用于压力测量的系统包括信号转换电路,该信号转换电路包括第一耦合器、功率衰减器、功率调节器和第二耦合器。第一耦合器可用于接收电源并传送经转换的压力表示信号。功率衰减器与第一耦合器耦合,并用于降低电源的功率。为此,功率衰减器包括功率吸收晶体管,该功率吸收晶体管偏置导通直到该功率调节器的输入比功率调节器的输出上的预定义值小。功率调节器与功率衰减器耦合、并可用于将经调节电源生成成为输出。系统也包括第二耦合器、信号偏置器、信号跨度调节器和信号格式转换器。该第二耦合器与功率调节器耦合以接收经调节的电源。第二耦合器可用于传送电路外部的经调节电源,并接收压力表示信号。信号偏置器与功率调节器耦合以接收经调节的电源,并包括便于偏置压力表示信号的热匹配电阻分压器。信号偏置器也可用于改变所施加的偏置。信号跨度调节器与第二耦合器耦合以接收压力表示信号,与功率调节器耦合以接收经调节电源,并与信号偏置器耦合。该信号跨度调节器包括热匹配电阻分压器,该分压器便于调节压力表示信号的跨度并可用于改变所施加的信号跨度调节。该信号跨度调节器在一种模式中用作普通放大器而在另一种模式中用作微分放大器。信号格式转换器与功率调节器耦合以接收经调节电源,与信号跨度调节器耦合,并与第一耦合器耦合。信号格式转换器可用于将压力表示信号的格式转换成另一种格式,并将经转换的压力表示信号传送给第一耦合器。

[0017] 各种实现可具有一个或多个特征。例如,因为信号转换电路板可在校准杆/压力检测器/信号电路板组件之后安装,所以该系统的适当输出可以适时方式获得。因而,压力测量系统可在确定适当的信号输出之后简便地组装。作为另一示例,因为信号转换电路板可支持各个输出之一,并且杆可被更改成提供各种工序接口之一,所以压力测量系统可具有增大的使用范围。因而,可大大减少生产过剩和基于预期需要的压力传感器的库存。

[0018] 一个或多个实现的细节在以下附图和描述中阐述。根据描述和附图、以及权利要求,其它特征、目的和优点将显而易见。

#### 附图说明

[0019] 图 1A-1B 分别是一示例压力测量系统的分解图和横截面视图。

[0020] 图 2A-B 分别是图 1 中系统的示例电路板外壳的立体图和侧面横截面视图。

[0021] 图 3 是示出与压力检测器和信号调节电路板有关的图 2A-B 中电路板外壳的一个示例的横截面俯视图。

[0022] 图 4 是示出电路板外壳和增压管接头之间的耦合的横截面侧视图。

[0023] 图 5 是示出信号转换电路的一个示例的框图。

- [0024] 图 6 是示出信号转换电路的一个示例的示意图。
- [0025] 图 7 是示出信号转换电路的一个示例的示意图。
- [0026] 图 8 是示出信号转换电路的一个示例的示意图。
- [0027] 图 9 是示出信号转换电路的一个示例的示意图。
- [0028] 图 10 是示出用于制造压力测量系统的工序的一个示例的流程图。
- [0029] 图 11 是示出用于操作压力测量系统的工序的一个示例的流程图。
- [0030] 各附图中的相同标号表示相同元件。

## 具体实施方式

[0031] 用于压力测量的系统和方法可提供能够生成表示所检测压力的电信号的压力测量系统。在特定实现中,一种系统和方法可在实质上未影响补偿的情况下在压力检测器和信号调节电路已得到补偿之后允许安装信号转换电路。因而,在补偿期间最终压力测量系统的信号输出可未指定,而压力测量系统仍然可简便地组装以符合工作限制,同时保持其补偿。然而,其它实现可具有各种其它特征。

[0032] 图 1A-1B 示出一示例性压力测量系统 100。如图所示,压力测量系统 100 是压力传感器。压力测量系统 100 可测量任何适当流体(例如液体和/或气体)的压力。

[0033] 压力测量系统 100 包括增压管接头 110、压力检测器 120、以及信号调节电路板 130。在某些实现中可以是套管的增压管接头 110 包括限定通道 114 的杆 112(例如六角杆),该通道 114 在由增压管接头 110 和压力检测器 120 形成的腔体 116 终止。增压管接头 110 可例如由具有较高机械强度和抗腐蚀性的不锈钢制成。在某些实现中,增压管接头 110 可包括用于将系统 100 固定到测量压力的工序的螺纹。压力检测器 120 包括膜片 122 和应变仪组件 124。膜片 122 可具有基本上为圆柱形的底部,并且是薄金属膜。应变仪组件 124 被耦合到在流体入口一侧的对面的膜片 122 的表面。在特定实现中,应变仪被设置在多个(例如四个)位置上,以形成桥接电路并输出电信号。流体一侧对膜的膜片侧可被抽空、与大气密封、或排到大气中。

[0034] 压力检测器 120 被耦合(例如固定和密封)到增压管接头 110(例如通过焊接)。信号调节电路板 130 与压力检测器 120 电耦合(例如通过引线接合),以调节表示压力检测器所生成压力的信号。在特定实现中,信号调节电路板 130 可包括被接合到压力检测器 120 的柔性导电片。信号调节电路板 130 包括:处理器 132,用于调节(例如滤波、规格化和温度校正)来自压力检测器 120 的压力表示信号;以及引脚组件 138,用于传送经调节的信号。处理器 132 可以是现场可编程栅阵列(FPGA)、专用集成电路(ASIC)、微处理器、或用于以逻辑方式处理信息的任何其它类型设备。在特定实现中,处理器 132 仅可校正负线性。在这些实现中,正非线性可被添加以改变对处理器的显而易见的非负线性。可变尺寸的压力检测器 120 可与杆 112 和信号调节电路板 130 一起使用。

[0035] 压力测量系统 100 还包括接合信号调节电路板 130 的电路板外壳 140(例如屏蔽壳)。在该实现中,电路板外壳 140 基本上为圆柱形,并具有较大直径部分 142 和较小直径部分 144,该较小直径部分被耦合到增压管接头 110。较小直径部分 144 可在多个点上耦合到增压管接头 110(例如通过电阻或激光焊接)。尽管并非所有的电路板或其组件都需要置于较大直径部分中,但较大直径部分 142 适于耦合到信号调节电路板 130,这将在以下更详

细地讨论。在特定实现中,电路板外壳 140 可电耦合到信号调节电路板 130 的地线,以提供电路板的增大噪音电阻。

[0036] 压力测量系统 100 还包括信号转换电路板 150、电连接器 160、电-几何转换器 170、系统外壳 180 和密封环 190。信号转换电路板 150 通过电路板外壳 140 接合,并包括引脚接纳组件 152,该组件将信号转换电路板电耦合到信号调节电路板 130。信号转换电路板 150 还包括引脚组件 154。在特定实现中,特别是当电路板 130 置于或电路板外壳 140 的顶部之上或附近时,间隔条可被插到电路板 130 与电路板 150 之间。电连接器 160 也通过电路板外壳 140 接合。电连接器 160 包括引脚组件 164,并可包括用于密封到外壳 140 的垫圈。电-几何转换器 170 包括引脚接纳组件 172,该引脚接纳组件 172 将信号转换电路板 150 电耦合到电连接器 160。如图所示,引脚组件 164 处于 Packard 配置。其它可能配置包括 Deutsch、Hirshmann、DIN 表 A、以及电缆连接。转换器 170 的不同配置可转换成这些不同引脚配置。一些配置甚至可要求不同数量的引脚(例如两个或四个)。然而,一些耦合可在减少数量的引脚上实现。例如,四-连接器耦合可使用三-连接器耦合来实现,其中连接器之一接到地。

[0037] 电-几何转换器 170 将引脚组件 154 的几何形状转换成引脚组件 164 的几何形状。转换器 170 可以是柔性的聚酰亚胺,诸如杜邦(DuPont)的 Kapton<sup>®</sup> 聚酰亚胺膜,其上具有迹线、电路板或包括导电几何图案的任何其它物体。系统外壳 180 被耦合到增压管接头 110(例如焊接、卷边、胶接、和/或填缝)并接合通过外壳 180 延伸的电连接器 160、引脚组件 164。在特定实现中,电连接器 160 和系统外壳 180 可由电绝缘材料(例如模制塑料)制成。在某些实现中,电连接器 160 可与系统外壳 180 成一体。系统外壳 180 连同增压管接头 110 装入电路板外壳 140。在某些实现中,外壳 180 可取决于电连接器 160 而改变。可以是例如垫圈、O 形圈、或密封剂的密封圈 190 与系统外壳 180 和增压管接头 110 通过接口相连,用于防止湿气和灰尘的侵入。

[0038] 在一种制造模式中,增压管接头 110 被耦合到压力检测器 120,并且信号调节电路板 130 被插入电路板外壳 140 并与之接合。电路板外壳 140 然后被接合到增压管接头 110,同时使电路板 130 与压力检测器 120 对齐。电路板外壳 140 被耦合到增压管接头 110,并且电路板 130 被电耦合到压力检测器 120。然后对预定压力范围和/或温度范围补偿增压管接头、压力检测器、信号转换电路板和电路板外壳的组件。例如,该组件可被校准(例如使来自信号调节电路板的输出从最小输出到最大输出是线性的)并进行温度校正(例如使因为所施加温度的改变引起的误差减小)。

[0039] 然后该组件可被精加工(finish)成压力测量系统,或储藏以备后来的精加工。可在确定了将包括组件的压力测量系统的适当测量信号时进行精加工。当是时候精加工压力测量系统时,可以是适于与该组件一起使用的多类信号转换电路板之一的信号转换电路板 150 被接合到电路板外壳 140,并通过所示实现中的引脚组件 138 和引脚容纳组件 152 与信号调节电路板 130 电耦合。然后电连接器 160 与电路板外壳 140 接合,并通过所示实现中的引脚组件 154 和电-几何转换器 170 与信号转换电路板 150 电耦合。然后外壳 180 与电连接器 160 接合并耦合到增压管接头 110,从而在工序中接合密封圈 190。

[0040] 尽管刚刚已描述了制造系统 100 的一种模式,但应当理解可在其它模式的制造中可使用更少、附加、和/或不同的操作配置。例如,增压管接头在与压力检测器和信号调节

电路板一起组装时可以是毛坯。后来,当确定了压力测量系统的工序应用时,增压管接头可适当地加工以通过接口与该工序连接。同样,初始组件可仅包括增压管接头的杆部分,并且在精加工期间该杆可被耦合到适当的套管。将杆耦合到套管可通过激光焊或钨电极弧焊完成。在某些实现中,这些技术允许任何样式的增压管接头可得到实现,只要该接头小于某尺寸(例如 1.06 英寸(27 毫米))即可。作为另一个示例,信号调节电路板可能已调节了适当类输出(例如 0.5-4.5Vdc 的比例度量)的信号。因而,如果该类输出被确定为最终压力测量系统的适当输出,则不需要信号转换电路板。在该情形中可不使用信号调节电路板,并且电连接器 160 可旋转 180° 并电耦合(例如焊接)到引脚组件 138。

[0041] 在一种工作模式中,增压管接头 110 被耦合(例如用螺纹连接和密封)到测量压力的工序,并允许压力流进入通道 114 并到达腔体 116。基于腔体 116 中的压力,膜片 122 变形,并且应变仪 124 感测压力作为应变并将该压力转换成要传送给信号调节电路板 130 的电信号。信号调节电路板 130 调节(例如过滤、放大和线性化)该电信号。经调节的信号可以是能被转换成各输出信号的标称信号(例如 0-1V)。经调制信号然后被传送到信号转换电路板 150,该信号转换电路板 150 将经调制信号转换成适当的输出信号(例如 0.5V-4.5V 比例度量、0.5-4.5V 非比例度量、x-y 电压、或 4-20mA)。信号转换电路板 150 可支持一种或多种输出信号类型。该输出信号被传送到电连接器 160,该电连接器 160 将该信号传送到系统外壳 180 之外,从而该信号可被提供给远程设备。

[0042] 系统 100 具有各种特征。例如,因为在杆/压力检测器/信号调节电路板组件的补偿之后可安装信号转换电路板 150,所以系统的适当输出可以适时方式获取。例如,通常需要花 12 到 24 个小时来用指定输出(配合)补偿压力传感器。然而,系统 100 的组件可被预先补偿,然后在确定适当输出时简便地组装。同样,因为在补偿期间该组件仅包括一些组件,所以该补偿得以简化,这些组件可提供一致接口。此外,当仍然实现严格的工商业规范时可避免进一步的补偿。例如,在特定实现中,对输出值的改变在 -20-85°C 的温度范围内可小于该输入/输出范围的 0.40%。在某些实现中,该改变可小于 0.1%。作为另一示例,因为信号转换电路板 150 可支持各种输出之一,所以系统 100 已增大了使用范围。因而,可大大减少生产过剩和基于预期需要的压力传感器的库存。此外,因为电连接器 160 在引脚组件 164 中具有三个引脚,所以信号转换电路板 150 可对该引脚配置提供输出,这提供了效率。作为一附加示例,电连接器 160 能对各种输出类型(例如三线和两线)提供适当的输出。例如,对于三线输出,这些线中的两条可用于电力,而另一条线可用于数据,其中数据信号以低电力线为基准,并且对于两线输出,信号可在与电源线相同的两条线上强加作为电流(即 4-20mA)信号或数字数据 K-线 CAN 总线。四线系统可能需要一种不同的信号连接器配置。作为又一示例,电连接器 160 可简便地替换成具有另一引脚配置(例如 Packard 或 Hirshmann)的电连接器。因而,可简便地实现指定类型的输出耦合器。作为再一示例,因为信号调节电路板具有一致的输出接口,所以一种类型的数据获取系统可用于对工序可变性、装置成本、复杂性的降低作出补偿,以及对补偿系统的培训和服务。

[0043] 图 2A-B 示出电路板外壳 140-电路板外壳 200 的一个示例。电路板外壳 200 包括较大直径部分 202 和较小直径部分 204。电路板外壳 200 可由镀锡软钢、可与增压管接头匹配的不锈钢、可简便地形成的软钢、具有良好导电性的基于铜的金属、或任何其它适当材料构成。在特定实现中,材料可具有 EMI/RFI-屏蔽属性。较小直径部分 204 可接合增压管接

头,并可在多个点处与之耦合(例如通过点焊)。

[0044] 电路板外壳 200 还包括三个圆柱部分 210。圆柱部分 210 具有基本上半圆形的横截面,并从较小直径部分 204 向较大直径部分 202 延伸。这些圆柱部分基本上与电路板外壳的长轴平行。在其它实现中,圆柱部分 210 可具有任何其它适当的形状和/或方向。各圆柱部分 210 包括各自包括一凸起 214 的盖 212。盖 212 可支承电路板,并且一个或多个凸起 214 可与电路板电耦合。同样,一个或多个凸起 214 可电耦合到电路板的接地。该电耦合凸起可提供从电路板到增压管接头的电路径的一部分。在特定实现中,该电路板外壳可以是路径的一部分,并且地线可经由电容器和/或变阻器耦合到凸起,从而叠加于 DC 电源线的 AC 分量可被释放到地。该路径可有助于降低电路板的噪声。在特定实现中,凸起以不等间隔排列在外壳周围。

[0045] 在一操作模式中,电路板在盖 212 上安装并得到支承。该电路板然后被耦合到凸起 214。当将凸起 214 固定于电路板时,凸起可被压到电路板的接地焊盘上,然后在其上弯曲以便于接合。然而,在某些实现中,通过焊接的接头因为可靠性增大而更佳。电路板外壳 200 然后被耦合到增压管接头。

[0046] 尽管图 2A-2B 示出了电路板外壳的一个实现,但其它实现可具有更少、附加和/或不同的组件配置。例如,电路板外壳可接合第二电路板。同样,电路板外壳不需要具有可变直径。此外,电路板外壳的横截面无需是圆形。

[0047] 图 3 示出接合到分别与系统 100 的压力检测器 120 和信号调节电路板 130 相类似的压力检测器 310 和电路板 320 的电路板外壳 200。如图所示,电路板 320 通过凸起 214 被耦合到电路板外壳 200,并且压力检测器 310 的应变仪装置 312 的电极通过引线接合 314 电耦合到电路板 320 的电极。尽管压力检测器通过所示实现中的引线接合直接连接到电路板,但可采用其中压力检测器经由导线框连接到电路板的配置。

[0048] 电路板 320 还包括处理器 322、电容器 324、以及输入/输出组件 328。在操作时,由压力检测器 310 生成的电信号由电路板 320 调节(例如放大、滤波和线性化)。处理器 322 可有助于调节。经调节信号被提供给输入/输出组件 328,从该输入/输出组件 328 中信号可经由继电器盘发送给外部设备的电连接器。输入/输出组件 328 可用作各种电输出(例如 0.5V-4.5V 比例度量、0.5-4.5V 非比例度量、x-y 电压、或 4-20mA)的基础。

[0049] 电路板外壳 200 具有各种特征。例如,当电路板被紧密耦合到电路板外壳(例如通过焊接),并且电路板外壳用固定其上的压力检测器紧密耦合到增压管接头时,电路板的固定部分不太易于断裂。这使得具有高可靠性的压力测量系统能获得。作为另一示例,电路板的接地端可电耦合到增压管接头,这使抗噪性得以改进。同样,该电耦合可通过软焊和焊接来实现,这样就增加了耦合的可靠性并减少了随着时间的流逝会发生的结构变化,这使得抗噪性得以维持更长时段。作为一附加示例,通过将电路板外壳经由点焊固定到增压管接头,可获得强度的改进。这通过提供能保持性能的压力测量系统,甚至在振动或冲击会发生的环境中也能增加可靠性。作为又一示例,用于将组件安装到电路板的背面的面积增大,因为该电路板被耦合到较大直径部分中的电路板外壳,并且该外壳不在其整个周边支承电路板。同样,当该组件安装面积被固定时,电路板的直径不必增大,并且结果压力传感器的直径不必增大。此外,通过控制盖 212(图 2)的高度,可简便地控制电路板的高度。

[0050] 作为另一示例,因为圆柱部分 210(图 2A)被排列成与电路板外壳的从较小直径部

分到较大直径部分的长轴平行,所以可简便地执行通过压制的制造。即,可避免横向的压制以及垂直方向上的处理。这不仅可允许硬模的较不复杂结构,还允许较简便的硬模维护和提升的压制速度,而不考虑增大的结构一致性。压制方向可在长度方向上、也可在凸起的情形中实现,从而可简便地制造压力测量系统。使处理操作简便导致电路板外壳被制造成低成本元件。

[0051] 作为一附加示例,该电路板通过电路板外壳被耦合到增压管接头,该电路板外壳可紧固地耦合到增压管接头。这可提供电路板的适当定位(特别是在旋转方向上),并提供更为持久的耦合(特别是在高静态或动态热和/或负载环境中)。如果电路板脱离了与增压管端口的耦合,则可发生电路板与压力检测器的接线电耦合的中断。

[0052] 作为又一示例,电路板外壳可由导电材料制成。通过减少热膨胀系数之间的差异,这可改进电路板外壳和/或电路板外壳与增压管接头之间的接口的可靠性。

[0053] 图4示出用于耦合电路板外壳400和增压管接头410的技术。如图所示,电路板外壳400和增压管接头410通过在多个焊接部分420(在图中仅示出了其中之一)使用点焊彼此耦合。当在焊接部分420上执行点焊时,电路板外壳400在这些部分中轻微向内变形。由于该特征,当力F被施加于电路板外壳时,该部分整体地受力,从而应力不会集中在焊接部分。这可导致焊接部分防断裂。

[0054] 图5示出信号转换电路500的一个示例。信号转换电路500可例如是信号转换电路板150(图1A-B)的一部分。

[0055] 电路500包括耦合器510、功率衰减器(Power reducer)520、功率调节器530、以及耦合器540。耦合器510接收电源,并传送表示压力的经转换信号。耦合器510可包括一个或多个连接器(例如引脚),用于接收电源并传送经转换的压力表示信号。在特定实现中,耦合器可接收来自外部电连接器的电源,并向其传送经转换的压力表示信号。功率衰减器520可将电源限制于一指定范围(例如0-5V)。在特定实现中,功率衰减器520可包括用于吸收电源中功率的晶体管。所限制的信号被传送给提供经可靠调节电源的功率调节器530。在特定实现中,功率调节器530可以是电压调节器。该经调节的信号被传送给耦合器540。耦合器540可具有一个或多个连接器(例如引脚),用于传送经调节电源并接收压力表示信号。在特定实现中,耦合器可将经调节电源传送到信号调节电路,并接收来自该信号调节电路的压力表示信号。

[0056] 电路500还包括信号偏置器550、信号跨度调节器560、以及信号格式调节器570。信号偏置器550负责将一偏置插入压力表示信号。例如,信号偏置器550可将一5V偏置添加到信号上。在特定实现中,信号偏置器可通过电阻分压器提供偏置。然后增益可通过信号跨度调节器560施加到偏置压力表示信号。例如,信号跨度调节器560可倍增信号的跨度(例如从5V到10V)。在特定实现中,信号跨度调节器可包括一放大器。按比例缩放的、偏置压力表示信号然后可通过格式调节器570转换成另一种格式。例如,电压可被转换成电流、频率可变信号、切换输出信号、脉宽调制信号、脉冲计数信号、数字信号、无线信号、或任何其它用于传送信息的适当格式。经转换的压力表示信号然后由耦合器510传送到电路500之外。

[0057] 电路500可用于转换信号调节电路板150的压力表示信号。在特定实现中,压力表示信号是5V比例度量信号的10%-90%。电路500也可用于转换诸如温度测量系统、湿

度测量系统、或任何其它适当类型变频器系统的其它系统的信号。一般而言,电路 500 可用于任何适当类型的物理或电可变测量系统。

[0058] 尽管图 5 示出了信号转换电路的一种实现,但其它实现可包括更少、附加和 / 或不同的组件配置。例如,信号转换电路可不包括功率衰减器和 / 或功率调节器,特别是当电源已得到良好调节时。作为另一示例,取决于压力表示信号与经转换压力表示信号之间的差异,信号转换电路可不包括信号偏置器、信号跨度调节器、和 / 或信号格式调节器。例如,如果仅需偏置压力表示信号,则电路可不包括信号跨度调节器或信号格式调节器。然而,在某些实现中,可关断或绕过不需要的组件。作为又一示例,来自功率调节器 530 的经调节电源可被提供给电路 500 的其它组件,诸如信号偏置器 550 和信号跨度调节器 560。作为一附加示例,电路 500 的各种组件可具有可选特征。例如,信号偏置器能使信号偏置两个或多个量,并且信号跨度调节器能使信号按比例缩放两个或多个量。

[0059] 图 6 示出了压力转换电路 600 的一个示例。电路 600 是压力转换电路 500 的一个实现。电路 600 可以是信号转换电路板 150 的一部分(图 1A-B)。

[0060] 一般而言,电路 600 可包括输入 / 输出耦合器 610、电路保护器 620、减压器 630、电压调节器 640、输入 / 输出耦合器 650、信号偏置器 660、以及信号跨度调节器 670。如以下更详细描述,电路 600 被设计成接受从 9 到 36Vdc 的未经调节电压,尽管它在有限条件下可在高达 50Vdc 运行。然而,该电路可简便地用适当组件更改,以使用其它输入电压范围(例如从 1-240Vac 或 Vdc)。该电路还可输出 0-5Vdc 信号或 0-10Vdc 信号。在特定实现中电路在 5V 运行,尽管其它电压(例如 4.096V)是可能的。

[0061] 输入 / 输出耦合器 610 包括允许信号往返电路 600 传送的连接器 612 和导体 614(例如引脚)。在所示实现中,输入电压到达导体 614a,并且公共信号(例如接地)到达导体 614c。导体 614b 被用于传送来自电路的经转换压力表示信号。如前所述,可不调节通过导体 614a 的电压。

[0062] 电路保护器 620 被耦合到耦合器 610,并保护电路 600 免遭输入电源电压中的不当信号、瞬态峰值、噪音等。在所示实现中,电路保护器 620 包括二极管 622 和电容器 624。二极管 622 极性保护输入电源电压,而电容器 624 退耦输入电源电压。在特定实现中,二极管 622 是肖特基(Schottkey)二极管,而电容器 624 具有 0.1  $\mu$ F 的电容。

[0063] 为了适应输入信号的电压范围,减压器 630 将输入电压限于预定义范围(例如 0-5V)。所减小的电压被传送给电压调节器 640。减压器 630 包括可吸收大量电压的晶体管 632。在特定实现中,晶体管 632 是 N-沟道或 P-沟道增强式的金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)。减压器 630 也包括电阻器 634 和二极管 636。电阻器 634 向二极管 636 提供偏流,该二极管 636 又使晶体管 632 偏置导通。在某些实现中,晶体管 632 被偏置成线性运行。晶体管 632 可通过电阻器 634 和二极管 636 偏置导通,直到对电压调节器 640 的输入小于电压调节器的输出之上的给定值(例如 2V)。在特定实现中,二极管 636 使晶体管 632 的栅极保持在约 10Vdc 上偏置,这使得对电压调节器 640 的输入保持为约 8V。在特定实现中,电阻器 632 可具有 100K  $\Omega$  的电阻值,并且二极管 636 可以是齐纳二极管。

[0064] 电压调节器 640 基于来自减压器 630 的电源电压生成经调制的电源电压。电压调节器 640 包括调节器 642 和电容器 646。在所示实现中,调节器 642 具有五个输入 / 输出连接器 644。已减少的电压通过连接器 644a 接收,并通过连接器 644b 反馈。可以是相

当稳定的经调节电源电压通过耦合到电路轨道 602 的连接器 644e 提供给输入 / 输出耦合器 650。在特定实现中,调节器 640 是能提供 5mA 电源的精密 5Vdc 调节器,诸如精度为 0.2% 且热漂移低的 LM4120。电容器 646 提供输出信号的稳定化和退耦。电容器 646 可具有 0.022  $\mu$ F。

[0065] 输入 / 输出耦合器 650 通过电轨 602 耦合到电压调节器 640,并包括连接器 654 和导体 654。输入 / 输出耦合器 650 通过导体 654a 将经调节电压提供给信号调节电路板。该信号可激发该电路板,从而可生成表示压力的信号。压力表示信号通过导体 654b 接收。在特定实现中,压力表示信号期望在 0-5V 信号的跨度的 10% 到 90% (例如 0.5-4.5V) 上是线性的。

[0066] 信号偏置器 660 也被耦合到电轨 602,并包括分压器 662,该分压器 662 对电轨分压以提供输出级 (例如信号跨度调节器 670) 的基准电压。该基准电压对电轨是比例度量的。这样,分压器 662 对通过输入 / 输出耦合器 650 的连接器 654b 接收的压力表示信号设置偏置。

[0067] 在该实现中,分压器 662 包括热系数匹配电阻器 663。在特定实现中,电阻器 663a 可具有电阻 453K  $\Omega$ ,且电阻器 663b 可具有电阻 90.9K  $\Omega$ 。电阻器 663 可以是精密的 (例如 0.1% 的偏移和 25ppm 热漂移),尽管并非是必需的。

[0068] 信号偏置器 660 也包括偏置选择器 664。偏置选择器 664 允许选择信号偏置器 660 的偏置。如图所示,偏置选择器 664 包括选择器 665 和开关 666。在特定实现中,电阻器 665 可具有电阻 75K  $\Omega$ 。当开关 666 断开时,信号偏置器 660 可偏置信号 2.5V。当开关 666 闭合时,电阻器 665 可被视为是分压器 662 的一部分。闭合开关 666 可在输入等于 5V 的 10% 时将输出电压设置成 0Vdc。

[0069] 信号偏置器 660 另外还包括缓冲偏置电压的缓冲器 668。缓冲器 668 包括运算放大器 669,该运算放大器 669 在特定实现中可以是 TS27L2AID。运算放大器 669 用作缓冲分压器 662 的电压跟随器,包括当开关 666 闭合时包括电阻器 663b 的并联值。

[0070] 信号跨度调节器 670 被耦合到耦合器 650,并接收通过导体 654b 接收的压力表示信号。信号跨度调节器 670 将压力表示信号缩放至适当范围 (例如从 5V 到 10V)。在所示实现中,信号跨度调节器 670 用作将压力表示信号电压与稳定基准电压作比较的微分放大器,并提供具有单端 (接地为基准的) 输出电压的精确微分增益。

[0071] 信号跨度调节器 670 包括分压器 672、运算放大器 674、以及开关 676。分压器 672 包括热系数匹配的电阻器 673。电阻器 673 可通过各种技术匹配。在特定实现中,各个电阻器 673 都具有 150K  $\Omega$  的电阻值。在该实现中,当开关 676 断开时,信号跨度调节器 670 用作正常模式放大器 (特别是非倒相放大器),并且当开关 676 闭合时,信号跨度调节器 670 用作微分放大器。在某些实现中,信号跨度调节器 670 使信号的跨度倍增。

[0072] 信号跨度调节器 670 的输出通过另一分压器 678 反馈,该分压器 678 还接收缓冲器 668 的输出。分压器 678 包括热系数匹配的电阻器 679。在特定实现中,各个电阻器 679 具有 150K  $\Omega$  的电阻值。电阻器 679 的热系数不必对应于电阻器 673 的热系数。分压器 678 迫使运算放大器 674 的电压跟随非零电压偏置,当与跨度调节相组合时,在输入为 0.5V 时将输出设置为 0V。

[0073] 在一工作模式中,电路 600 在开关 666 和开关 676 闭合时生成 0-5V 输出信号。当

通过导体 654b 接收的电压信号为 0.5Vdc 时,具有 150K $\Omega$  电阻器的分压器 672 将运算放大器 674 的不倒相输入设置为 0.250Vdc。运算放大器 669 的输出是由分压器 662 从 +5V 的电轨 602 设置的缓冲电压。然后当开关 666 闭合时缓冲电压为 0.416Vdc,并且电阻器 677 和电阻器 679b 的并行组合是 100K $\Omega$  (即  $(300*150)/(300+150)$ )。对于以下公式,这可表达为电阻器 679a'。输出公式如下:

$$[0074] \quad V_{out} = V_{in}/(R_{673a}+R_{673b}) * R_{673b} * (1 + (R_{679b}/R_{679a'})) - (V_{offset} * (R_{679b}/R_{679a'}))$$

[0075] 其中 R 是相关联电阻器的电阻值,而  $V_{out}$  是运算放大器 674 的输出。对于所述实现,这转换成:

$$[0076] \quad V_{out} = V_{in}/(150+150) * 150 * (1 + (150/100)) - (0.416 * (150/100))$$

[0077] 因而,

$$[0078] \quad V_{out} = 0.001V_{dc} \text{ 且 } V_{in} = 0.5V_{dc}; \text{ 以及}$$

$$[0079] \quad V_{out} = 5.001V_{dc} \text{ 且 } V_{in} = 4.5V_{dc}.$$

[0080] 为了改变电路以便于 0-10Vdc 输出,开关 666 和开关 676 断开。断开开关 676 将电路变成具有偏置的随动器。这有效地去除了分压器 672。为了补偿偏置中的变化,开关 666 也被断开,这将缓冲偏置变成 0.835Vdc。

[0081] 现在,输出公式可被表达为:

$$[0082] \quad V_{out} = V_{in} * (1 + (R_{679b}/R_{679a'})) - (R_{679b}/R_{679a'}) * V_{offset}$$

[0083] 使用所述实现,这生成:

$$[0084] \quad V_{out} = V_{in} * (1 + (150/100)) - (150/100) * 0.835$$

$$[0085] \quad V_{out} = -0.002V_{dc}, \text{ 且 } V_{in} = 0.5V_{dc}; \text{ 以及}$$

$$[0086] \quad V_{out} = 9.998V_{dc}, \text{ 且 } V_{in} = 4.5V_{dc}.$$

[0087] 因此,电路 600 可将来自外部设备 (例如信号调节电路板 130) 的比例度量输出电压转换成 0-5Vdc 或 0-10Vdc 的输出。

[0088] 为了使运算放大器 674 摆动到 (或通过) 0 伏,有必要生成略负的内部电源电轨。这可通过电压调节器 680 实现。电压调节器 680 包括生成负电压的调节器 682 和电容器 684。调节器 682 可以是例如充电泵电压逆变器。电容器 686 滤除所生成的 -5Vdc。电容器 684 和电容器 686 各自可具有 1 $\mu$ F 的电容。

[0089] 在特定实现中,电路 600 可包括一个或多个瞬时电压抑制器、阻断二极管、抗流电路、以及退耦电容器,以保护误接线和短路、提供输出电流限制、阻断瞬时信号脉冲、并最小化 EMI、ESD 和瞬时噪声。在特定实现中,输出电压可用复合晶体管图腾电路实现,该电路提供更大输出摆动、具有短路保护、输出电流限制、误排线保护和增大电容驱动能力。

[0090] 在一操作模式中,从信号调节电路板接收的输出期望在一范围上 (例如从经调节电压的 10% (0 压力) 到经调节电压的 90% (全程压力)) 是线性的。因而,当电路增益固定时,跨度精度取决于电路的固定增益和电轨 602 上电压的调节。输出精度至少部分地根据电路 600 的增益确定。因而,精密电阻器可用于设置电路的偏置级。输出偏置热性能可根据偏置电阻器的热系数匹配和运算放大器的输入偏置来确定。输出跨度热性能可根据增益电阻器的热系数匹配、以及电压调节器 640 的热漂移来确定。

[0091] 在某些实现中,经调节的电压可被匹配到信号调节电路的标称驱动器电路电压。

例如,如果信号调节电路中的标称驱动器电路电压为 5V,则经调节的电压可以是 5Vdc。然而,可使用任何其它适当电压。例如,使用 4.096V 可提供减小驱动器电路的电流需求的优点,这对 4-20mA、两配线输出而言在至少 4mA 以下操作是重要的。

[0092] 为了保持一致的偏置和偏置热系数,可严格控制偏置电阻器的公差和热系数,并且可能甚至相匹配。在特定实现中匹配并非是必需的,只要公差在 0.1% 内且电阻值的热系数在 25ppm 内即可。

[0093] 为便于维持一致跨度和跨度热系数,可控制增益设置电阻器的公差和热系数。在特定实现中,可使用具有公差为 50ppm、匹配热系数为 5ppm 的电阻器的电阻器网络(对)。

[0094] 尽管已讨论了电路 600 的一个实现,但其它实现也是可能的。一种方法可以是使用薄膜或厚膜印刷电阻器(陶瓷衬底或与所安装有效组件的混合物),因为印刷电阻器具有相匹配的电阻热系数。如果必要,相同的电阻器可通过电路板制造商来激光修整或研磨修整以校准增益和偏置。另一种方法可以是使用数字修整的电位计来设置偏置和增益。尽管数字修整的电位计通常具有较高的端对端热系数,但如果在电位测量模式中使用则它们易于具有电阻值的良好匹配热系数,从而热效应较低。该方法的缺点包括相对较高的成本、低分辨率、和相对较大的尺寸,但期望在将来对这些有所改进。此外,数字控制的数模转换器(DAC)可用于同一目的。

[0095] 电路 600 具有各种特征。例如,电路 600 可将可变输入电压限制成预定电压(例如 5Vdc)。降低提供给电压调节器的电压减少由电压调节器所耗散的功率的量,这降低了其内部温度并因此降低了热效应(例如误差的生成)。同样,这扩展了电路的输入电压范围,并允许输入比电压调节器可正常处理的更高的电压。此外,经调节电压可被提供给检测器电路(例如信号调节电路板 130)。作为另一示例,电路 600 可提供两个不同的输出信号(例如一个在 0-5V 之间而另一个在 0-10V 之间)。因而,电路 600 可满足两个工作限制。作为一附加示例,电路 600 可生成与 10% -90% 5V 的比例度量信号成比例的输出信号,且不添加显著的偏置误差、增益误差、偏置热误差、或增益热误差。例如,在特定实现中,对输出值的改变可小于温度范围为 -20-85°C 内的输入/输出范围的 0.40%。此外,电路 600 可以是在安装时不需要修整的固定、精确的转移函数。

[0096] 图 7 示出了压力转换电路 700。电路 700 是压力转换电路 500 的一种实现。电路 700 可以是信号转换电路板 150 的一部分。

[0097] 一般而言,电路 700 包括输入/输出耦合器 710、电路保护器 720、减压器 730、电压调节器 740、输入/输出耦合器 750、信号偏置器 760、以及信号跨度调节器 770。这些组件可与电路 600 的相似。如以下更详细讨论的,电路 700 被设计成接受从 9 到 36Vdc 的未经调节电压输入,尽管它在有限条件下可在高达 50Vdc 运行。然而,该电路可简便地用适当组件更改,以使用其它输入电压范围(例如从 1-240Vac 或 Vdc)。该电路还可输出 1-5Vdc 信号或 1-6Vdc 信号。在特定实现中电路在可提供给其它电路的 5V 下运行,尽管其它电压(例如 4.096V)是可能的。

[0098] 输入/输出耦合器 710 包括允许信号往返电路 700 传送的连接器 712 和导体 714(例如引脚)。在所示实现中,输入电源电压到达导体 714a,并且公共信号(例如接地)到达导体 714c。导体 714b 被用于传送来自电路的经转换压力表示信号。

[0099] 电路保护器 720 被耦合到输入/输出耦合器 710,并保护电路 700 免遭输入电源电

压中的不当信号、瞬态峰值、噪音等。在所示实现中,电路保护器 720 包括二极管 722 和电容器 724。二极管 722 极性保护输入电源电压,而电容器 724 退耦输入电源电压。

[0100] 为了适应输入信号的电压范围,减压器 730 将输入电压限于预定义范围(例如 0-5V)。所减小的电压被传送给电压调节器 740。减压器 730 包括可吸收大量电压的晶体管 732。减压器 730 也包括电阻器 734 和二极管 736。电阻器 734 向二极管 737 提供偏流,该二极管 737 又使晶体管 732 偏置导通。在某些实现中,晶体管 732 被偏置成线性运行。晶体管 732 可通过电阻器 734 和二极管 736 偏置导通,直到对电压调节器 740 的输入小于电压调节器的输出之上的给定值(例如 2V)。在特定实现中,二极管 736 使晶体管 732 的栅极保持在约 10Vdc 上偏置,这使得对电压调节器 740 的输入保持为约 8V。

[0101] 电压调节器 740 基于来自减压器 730 的电源电压生成经调制的电源电压。电压调节器 740 包括调节器 742 和电容器 746。在所示实现中,调节器 742 具有五个输入/输出连接器 744。已减少的电压通过连接器 744a 接收,并通过连接器 744b 反馈。可以是相当稳定的经调节电源电压通过耦合到电路轨道 702 的连接器 744e 提供给输入/输出耦合器 750。电容器 746 提供经调节输出信号的稳定化和退耦。

[0102] 输入/输出耦合器 750 通过电轨 702 耦合到电压调节器 740,并包括连接器 754 和导体 754。输入/输出耦合器 750 通过导体 754a 将经调节电源电压提供给信号调节电路板。该信号可激发该电路板,从而可生成表示压力的信号。压力表示信号通过导体 754b 接收。

[0103] 信号偏置器 760 也被耦合到电轨 702,并包括分压器 762,该分压器 762 对电轨分压以提供输出级(例如信号跨度调节器 770)的基准电压。该基准电压对电轨是比例度量的。这样,分压器 762 对通过输入/输出耦合器 750 的连接器 754b 接收的压力表示信号设置偏置。

[0104] 在该实现中,分压器 762 包括热系数匹配电阻器 763。在特定实现中,电阻器 763a 可具有电阻 332K $\Omega$ ,且电阻器 763b 可具有电阻 60.4K $\Omega$ 。电阻器 763 可以是精确的(例如 0.1%的偏移和 25ppm 热漂移),尽管并非是必需的。

[0105] 信号偏置器 760 还包括缓冲偏置电压的缓冲器 768。缓冲器 768 包括运算放大器 769。运算放大器 769 用作缓冲分压器 762 的电压跟随器。

[0106] 信号跨度调节器 770 被耦合到耦合器 750,并接收通过导体 754b 接收的压力表示信号。信号跨度调节器 770 将压力表示信号缩放至适当范围(例如从 5V 到 6V)。在所示实现中,信号跨度调节器 770 用作将压力表示信号电压与稳定基准电压作比较的微分放大器,并提供具有单端(接地为基准的)输出电压的精确微分增益。

[0107] 信号跨度调节器 770 包括分压器 772、运算放大器 774、以及二极管 775。分压器 772 包括热系数匹配的电阻器 773。在特定实现中,各个电阻器 773 都具有 150K $\Omega$  的电阻值。二极管 775 提供带隙电压基准,这可允许不管所输入电流如何都可保持经基准电压。二极管 775 可提供具有较低热误差和较佳精度的 1.2Vdc 基准。在特定实现中,二极管 775 被实现为作为理想齐纳二极管的集成电路。

[0108] 信号跨度调节器 770 还包括开关 776、分压器 777 和电阻器 779。信号跨度调节器 770 的输出通过分压器 777 反馈,该分压器 777 也接收缓冲器 768 的输出。分压器 777 包括热系数匹配的电阻器 778。在特定实现中,各个电阻器 778 具有 150K $\Omega$  的电阻值。分压器

777 迫使运算放大器 774 的电压跟随非零电压偏置, 当与跨度调节相组合时, 在输入为 0.5V 时将输出设置为 1V。

[0109] 在一工作模式中, 电路 700 在开关 776 断开时生成 1-5V 输出信号。当通过导体 754b 接收的电压信号为 0.5Vdc 时, 具有 150K $\Omega$  电阻器的分压器 772 将运算放大器 774 的不倒相输入设置为 0.8625Vdc。电阻器 779 使二极管 775 偏置导通。运算放大器 769 的输出是由分压器 762 从 +5V 的电轨 702 设置的缓冲电压。因此缓冲电压为 0.77Vdc, 并且电阻器 763a 的电阻值是 332K $\Omega$  且电阻器 763b 的电阻值为 60.3 $\Omega$ 。输出公式表达如下:

$$[0110] \quad V_{out} = (1.225V - (1.225 - V_{in}) / (R773a + R773b) * R773b) + (((1.225V - (1.225V - V_{in}) / (R773a + R773b) * R773b) - 0.77) / R778a * R778b)$$

[0111] 对于所述实现, 这转换成:

$$[0112] \quad V_{out} = (1.225V - (1.225 - V_{in}) / (150 + 150) * 150) + (((1.225V - (1.225V - V_{in}) / (150 + 150) * 150) - 0.77) / 150 * 150)$$

[0113] 因而, 当分压器 772 的输入为 0.5Vdc (0 压力时) 时, 运算放大器 774 的输出将是 0.955Vdc。该偏移可以是可变的 (例如用第二开关), 但在某些实现中固定的偏置调节被视为是可接受的。当输入为 4.5Vdc 时, 分压器 772 将运算放大器 774 的非倒相输入设置成 2.8625V。因此, 运算放大器 774 的输出是 2.8625V + (2.8625Vdc - 0.77Vdc), 或 4.955Vdc (对于 4.000Vdc 的跨度)。

[0114] 为了改变电路以便于 1-6Vdc 输出, 开关 776 闭合。闭合开关 776 改变分压器 777 的比例, 并使信号跨度调节器 770 将信号的跨度增大 20%。该偏置电压可对该增益最优化。电阻器 778a 和电阻器 779 的并行组合是 100K $\Omega$  (即  $(300 * 150) / (300 + 150)$ )。对于以下公式, 这可表达为电阻器 778a'。现在, 输出公式可表达如下:

$$[0115] \quad V_{out} = (1.225V - (1.225 - V_{in}) / (R773a + R773b) * R773b) + (((1.225V - (1.225V - V_{in}) / (R773a + R773b) * R773b) - 0.77) / R778a' * R778b)$$

[0116] 使用所述实现, 这生成:

$$[0117] \quad V_{out} = (1.225V - (1.225 - V_{in}) / (150 + 150) * 150) + (((1.225V - (1.225V - V_{in}) / (150 + 150) * 150) - 0.77) / 100 * 150)$$

[0118]  $V_{out} = 1.001Vdc$ , 且  $V_{in} = 0.5Vdc$ ; 以及

[0119]  $V_{out} = 6.001Vdc$ , 且  $V_{in} = 4.5Vdc$ 。

[0120] 因此, 电路 700 可将来自外部设备 (例如信号调节电路板 130) 的比例度量输入电压转换成 1-5Vdc 或 1-6Vdc 的输出。

[0121] 电路 700 具有各种特征。例如, 电路 700 可将可变输入电压限制成预定义电压 (例如 5Vdc)。降低提供给电压调节器的电压减少由电压调节器所耗散的功率的量, 这降低了其内部温度并因此降低了热效应 (例如误差的生成)。同样, 这扩展了电路的输入电压范围, 并允许输入比电压调节器可正常处理的更高的电压。此外, 经调节电压可被提供给检测器电路 (例如信号调节电路板 130)。作为另一示例, 电路 700 可提供两个不同的输出信号 (例如一个在 1-5V 之间而另一个在 1-6V 之间)。因而, 电路 700 可满足两个工作限制。作为一附加示例, 电路 700 可信号调节 10% -90% 5V 的比例度量信号, 且不添加显著的偏置误差、增益误差、热偏置或增益误差。此外, 电路 700 可以是在安装时不需要修整的固定、精确的转移函数。

[0122] 图 8 示出了压力转换电路 800。电路 800 是压力转换电路 500 的一种实现。电路 800 可以是信号转换电路板 150 的一部分。

[0123] 一般而言,电路 800 包括输入/输出耦合器 810、电路保护器 820、减压器 830、电压调节器 840、输入/输出耦合器 850、信号偏置器 860、以及信号跨度调节器 880。这些组件可与电路 600 的相似。电路 800 还包括信号格式调节器 880。如以下更详细讨论的,电路 800 被设计成接受从 9 到 36Vdc 的未经调节电压输入,尽管它在有限条件下可在高达 50Vdc 运行。然而,该电路可简便地用适当组件更改,以使用其它输入电压范围(例如从 1-240Vac 或 Vdc)。该电路还可输出通过电压输入提取的 4-20mA 信号。在特定实现中电路在可提供给其它电路的 5V 下运行,尽管其它电压(例如 4.096V)是可能的。

[0124] 输入/输出耦合器 810 包括允许信号往返电路 800 传送的连接器 812 和导体 814(例如引脚)。在所示实现中,输入电源电压到达导体 814a,并且公共信号(例如接地)到达导体 814c 与之相连的导体 814b。导体 814 被用于传送来自电路的经转换压力表示信号。

[0125] 电路保护器 820 被耦合到输入/输出耦合器 810,并保护电路 800 免遭输入电源电压中的不当信号、瞬态峰值、噪音等。在所示实现中,电路保护器 820 包括二极管 822 和电容器 824。二极管 822 极性保护输入电源电压,而电容器 824 退耦输入电源电压。

[0126] 为了适应输入信号的电压范围,减压器 830 将输入电压限于预定义范围(例如 0-5V)。所减小的电压被传送给电压调节器 840。减压器 830 包括可吸收大量电压的晶体管 832。减压器 830 也包括电阻器 834 和二极管 836。电阻器 834 向二极管 836 提供偏流,该二极管 836 又使晶体管 832 偏置导通。在某些实现中,晶体管 832 被偏置成线性运行。晶体管 832 可通过电阻器 834 和二极管 836 偏置导通,直到对电压调节器 840 的输入小于电压调节器的输出之上的给定值(例如 2V)。在特定实现中,二极管 836 使晶体管 832 的栅极保持在约 10Vdc 上偏置,这使得对电压调节器 840 的输入保持为约 8V。

[0127] 电压调节器 840 基于来自减压器 830 的电源电压生成经调制的电源电压。电压调节器 840 包括调节器 842 和电容器 846。在所示实现中,调节器 842 具有五个输入/输出连接器 844。已降低的电源电压通过连接器 844a 接收,并通过连接器 844b 反馈。可以是相当稳定的经调节电源电压通过耦合到电路轨道 802 的连接器 844e 提供给输入/输出耦合器 850。电容器 846 提供经调节输出信号的稳定化和退耦。

[0128] 输入/输出耦合器 850 通过电轨 802 耦合到电压调节器 840,并包括连接器 854 和导体 854。输入/输出耦合器 850 通过导体 854a 将经调节电源电压提供给信号调节电路板。该信号可激发该电路板,从而可生成表示压力的信号。压力表示信号通过导体 854b 接收。

[0129] 信号偏置器 860 也被耦合到电轨 802,并包括分压器 862,该分压器 862 对电轨分压以提供跨导级(例如信号跨度调节器 870 和信号格式调节器 880)的基准电压。该基准电压对电轨是比例度量的。这样,分压器 862 对通过输入/输出耦合器 850 的连接器 854b 接收的压力表示信号设置偏置。

[0130] 在该实现中,分压器 862 包括热系数匹配电阻器 863。在特定实现中,电阻器 863a 可具有电阻 200K $\Omega$ ,且电阻器 863b 可具有电阻 300K $\Omega$ 。电阻器 863 可以是精密的(例如 0.1%的偏移和 25ppm 热漂移),尽管并非必需的。

[0131] 信号偏置器 860 还包括缓冲偏置电压的缓冲器 868。缓冲器 868 包括运算放大器 869。运算放大器 869 用作缓冲分压器 862 的电压跟随器。

[0132] 信号跨度调节器 870 被耦合到耦合器 850, 并接收通过导体 854b 接收的压力表示信号。信号跨度调节器 870 将压力表示信号缩放至适当范围 (例如从 4mA 到 16mA)。在所示实现中, 信号跨度调节器 870 用作将压力表示信号电压与稳定基准电压作比较的微分放大器, 并提供具有单端 (接地为基准的) 输出电压的精确微分增益。

[0133] 信号跨度调节器 870 包括分压器 872、运算放大器 874、电阻器 875 和电阻器 876。分压器 872 包括热系数匹配的电阻器 873。在特定实现中, 电阻器 873a 具有电阻值  $100\text{K}\Omega$ , 并且电阻器 873b 具有电阻值  $20\text{K}\Omega$ 。电阻器 875 和电阻器 876 耦合到电轨 802, 并便于提供最小输出电流。在特定实现中, 电阻器 875 可具有电阻值  $1.91\text{K}\Omega$ , 而电阻器 876 可具有电阻值  $127\text{K}\Omega$ 。在某些实现中, 电阻器 876 可以是精密电阻器, 可掩蔽电阻器 875 的不精密。

[0134] 信号跨度调节器 870 还包括分压器 877。信号格式调节器 880 的输出通过分压器 877 反馈, 该分压器 877 也可接收缓冲器 868 的输出。因而, 运算放大器 869 的输出通过分压器 877 相除并累加到运算放大器 874 的倒相输入。分压器 877 包括热系数匹配的电阻器 878。在特定实现中, 电阻器 878a 具有  $100\text{K}\Omega$  的电阻值, 而电阻器 878b 具有  $20\text{K}\Omega$  的电阻值。分压器 877 迫使运算放大器 874 的电压跟随非零电压偏置, 当与跨度调节相组合时, 在输入为  $0.5\text{V}$  时将输出设置为  $1\text{V}$ 。

[0135] 信号格式调节器 880 被耦合到信号跨度调节器 870。信号格式调节器 880 包括电阻器 882、晶体管 884、电阻器 885 以及电阻器 886。电阻器 882 将电流限制为晶体管 884 的基极, 电阻器 885 是限制最大输出信号的限流电阻器, 并且电阻器 886 用作电流读出电阻器。即, 电阻器 886 是电流读出反馈元件。跨压电阻器 886 与总电路电流成比例, 该总电路电流本身是输出信号, 并且该电压被反馈到运算放大器 874。电路 600 的性能精度也受到电阻器 886 的影响。运算放大器 874 通过驱动作为 NPN 功率晶体管的晶体管 884 提供微分增益, 以形成跨压电阻器 886, 以将受控电流引入共同信号。在特定实现中, 电阻 882 具有  $4.99\text{K}\Omega$  的电阻值, 电阻 884 具有  $10\Omega$  的电阻值, 而电阻 886 具有  $50\Omega$  的电阻值。在某实现中, 电阻器 886 可被实现为一对并行电阻器, 这些电阻器可降低可变性。

[0136] 信号格式调节器 880 还包括电容器 887 和电容器 888。电容器 887 通过减小较高频率上的增益使运算放大器 874 稳定。电容器 888 滑移电路 800 的频率响应。在特定实现中, 电容器 887 具有  $0.01\mu\text{F}$  的电容, 并且电容器 888 具有  $0.1\mu\text{F}$  的电容。

[0137] 在一种工作模式中, 运算放大器 869 的输出通过分压器 877 相除并累加到运算放大器 874 的倒相输入, 以将对运算放大器的倒相输入设置为  $0.5\text{Vdc}$ 。因此, 当分压器 872 上的输入为  $0.5\text{Vdc}$  时 (0 压力), 没有电流流过分压器。然而, 电阻器 875 和电阻器 876 将足够电流驱动到电阻器 873b 以感生  $4\text{mA}$  的总电流提取, 这是通过运算放大器 874 将晶体管 884 偏置导通到足以使输入平衡保持为  $0.5\text{Vdc}$  来实现的。当输入电压升至  $4.5\text{Vdc}$  时, 运算放大器 874、晶体管 882 和电阻器 886 协作以使非倒相输入保持为  $0.5\text{Vdc}$ 。在全量程上输入信号为  $4.5\text{Vdc}$ , 这等同于在电阻器 873b 两端下降了  $4\text{Vdc}$  ( $4.5\text{Vdc}-0.5\text{Vdc}$ ), 如果电阻器 873b 具有  $20\text{K}\Omega$  的电阻值则生成  $20\text{mA}$ 。

[0138] 因此, 电路 800 可将来自外部设备 (例如信号调节电路板 130) 的比例度量输入电

压转换成 4-20mA。

[0139] 电路 800 具有各种特征。例如,电路 800 可将可变输入电压限制成预定义电压(例如 5Vdc)。降低提供给电压调节器的电压减少由电压调节器所耗散的功率的量,这降低了其内部温度并因此降低了热效应(例如误差的生成)。同样,这扩展了电路的输入电压范围,并允许输入比电压调节器可正常处理的更高的电压。此外,经调节电压可被提供给检测器电路(例如信号调节电路板 130)。

[0140] 作为另一示例,因为通过设计本质上较低的热系数,所以电路具有 4-20mA 输出的低热自加热。4-20mA 设备自然地产热,这会引引起压力传感器组件中的自加热。随着这些组件的设计变得越来越小,该问题通常越来越差。但是对于电路 800,因为仅使用低热效应组件所以所产生的热对它自己具有极小影响。优点是整个组件具有低自加热效应,并且更易于保持来自热敏感部件的热(例如信号调节电路和压力检测器)。

[0141] 作为一附加示例,电路 800 可转换信号的格式,这有助于符合工作限制。作为另一示例,电路 800 可信号调节 10% -90% 5V 的比例度量信号,且不添加显著的偏置误差、增益误差、热偏置或增益误差。此外,电路 800 可以是在安装时不需要修整的固定、精确的转移函数。

[0142] 图 9 示出了压力转换电路 900。电路 900 是压力转换电路 500 的一种实现。电路 900 可以是信号转换电路板 150 的一部分。

[0143] 一般而言,电路 900 包括输入/输出耦合器 910、电路保护器 920、减压器 930、电压调节器 940、输入/输出耦合器 950、信号偏置器 960、以及信号跨度调节器 970。如以下更详细讨论的,电路 900 被设计成接受从 9 到 36Vdc 的未经调节电压输入,尽管它在有限条件下可在高达 50Vdc 运行。然而,该电路可简便地用适当组件更改,以使用其它输入电压范围(例如从 1-240Vac 或 Vdc)。该电路还可输出 0-5Vdc 信号或 0-10Vdc 信号。在特定实现中电路在 5V 下运行,尽管其它电压(例如 4.096V)是可能的。

[0144] 输入/输出耦合器 910 包括允许信号往返电路 900 传送的连接器 912 和导体 914(例如引脚)。在所示实现中,输入电源电压到达导体 914a,并且公共信号(例如接地)到达导体 914c。导体 914b 被用于传送来自电路的经转换压力表示信号。

[0145] 电路保护器 920 被耦合到耦合器 910,并保护电路 900 免遭输入电源电压中的不当信号、瞬态峰值、噪音等。在所示实现中,电路保护器 920 包括二极管 922 和电容器 924。二极管 922 极性保护输入电源电压,而电容器 924 退耦输入电源电压。

[0146] 为了适应输入信号的电压范围,减压器 930 将输入电压限于预定义范围(例如 0-5V)。所减小的电压被传送给电压调节器 940。减压器 930 包括可吸收大量电压的晶体管 932。减压器 930 也包括电阻器 934 和二极管 936。电阻器 934 向二极管 936 提供偏流,该二极管 936 又使晶体管 932 偏置导通。在某些实现中,晶体管 932 被偏置成线性运行。晶体管 932 可通过电阻器 934 和二极管 936 偏置导通,直到对电压调节器 940 的输入小于电压调节器的输出之上的给定值(例如 2V)。在特定实现中,二极管 936 使晶体管 932 的栅极保持在约 10Vdc 上偏置,这使得对电压调节器 940 的输入保持为约 8V。

[0147] 电压调节器 940 基于来自减压器 930 的电源电压生成经调节的电源电压。电压调节器 940 包括调节器 942 和电容器 946。在所示实现中,调节器 942 具有五个输入/输出连接器 944。已减少的电压通过连接器 944a 接收,并通过连接器 944b 反馈。可以是相当稳定

的经调节电源电压通过耦合到电路轨道 902 的连接器 944e 提供给输入 / 输出耦合器 950。电容器 946 提供输出信号的稳定化和退耦。

[0148] 输入 / 输出耦合器 950 通过电轨 902 耦合到电压调节器 940, 并包括连接器 952 和导体 954。输入 / 输出耦合器 950 通过导体 954a 将经调节电压提供给信号调节电路板。该信号可激发该电路板, 从而可生成表示压力的信号。压力表示信号通过导体 954b 接收。在特定实现中, 压力表示信号期望在 0-5V 信号的跨度的 10% 到 90% (例如 0.5-4.5V) 上是线性的。

[0149] 信号偏置器 960 也被耦合到电轨 902, 并包括分压器 962, 该分压器 962 对电轨分压以提供输出级 (例如信号跨度调节器 970) 的基准电压。该基准电压对电轨 是比例度量的。这样, 分压器 962 对通过输入 / 输出耦合器 950 的连接器 954b 接收的压力表示信号设置偏置。

[0150] 在该实现中, 分压器 962 包括热系数匹配电阻器 963。在特定实现中, 电阻器 963a 可具有电阻 100K $\Omega$ , 且电阻器 963b 可具有电阻 11K $\Omega$ 。电阻器 963 可以是精密的 (例如 0.1% 的偏移和 25ppm 热漂移), 尽管并非是必需的。

[0151] 信号偏置器 960 还包括缓冲偏置电压的缓冲器 968。缓冲器 968 包括运算放大器 969。运算放大器 969 用作缓冲分压器 962 的电压跟随器。

[0152] 信号跨度调节器 970 被耦合到耦合器 950, 并接收通过导体 954b 接收的压力表示信号。信号跨度调节器 970 将压力表示信号缩放至适当范围 (例如从 5V 到 10V)。在所示实现中, 信号跨度调节器 970 用作将压力表示信号电压与稳定基准电压作比较的微分放大器, 并提供具有单端 (接地为基准的) 输出电压的精确微分增益。

[0153] 信号跨度调节器 970 包括分压器 971、开关 973、以及运算放大器 974。分压器 971 包括热系数匹配的电阻器 972。在特定实现中, 电阻器 972a 具有 40K $\Omega$  的电阻值, 电阻器 972b 具有 50K $\Omega$  的电阻值, 而电阻器 972c 具有 40K $\Omega$  的电阻值。

[0154] 信号跨度调节器 970 的输出通过另一分压器 976 反馈, 该分压器 979 也可接收缓冲器 968 的输出。分压器 976 包括热系数匹配的电阻器 977。在特定实现中, 电阻器 977a 具有 40K $\Omega$  的电阻值, 电阻器 977b 具有 50K $\Omega$  的电阻值, 而电阻器 977c 具有 40K $\Omega$  的电阻值。分压器 976 迫使运算放大器 974 的电压跟随非零电压偏置, 当与跨度调节相组合时, 在输入为 0.5V 时将输出设置为 0V。

[0155] 信号跨度调节器 970 还包括开关 978。在特定实现中, 开关 973 和开关 978 允许增益以平衡方式在微分和反馈方更改。

[0156] 在一工作模式中, 电路 900 在开关 973 和开关 978 断开时生成 0-5V 输出信号。当通过导体 954b 接收的电压信号为 0.5Vdc 时, 具有前述电阻器的分压器 971 将运算放大器 974 的不倒相输入设置为 0.5Vdc。运算放大器 969 的输出是由分压器 962 从 +5V 的电轨 902 设置的缓冲电压。然后缓冲电压为 0.5Vdc, 这导致在压力表示信号为 0.5Vdc 时  $V_{in}$  和  $V_{offset}$  之间的差值为 0Vdc。该输出是增益乘以  $V_{in}$  和  $V_{offset}$  电压之间的差值的倍数。

[0157] 假设分压器 971 和 976 使用相匹配的电阻值, 输出可表达如下:

$$[0158] \quad V_{out} = (V_{in} - V_{offset}) * (R_{977b} / R_{977a})$$

[0159] 因而, 对于所述实现:

$$[0160] \quad V_{out} = (V_{in} - 0.5V_{dc}) * (50/40);$$

[0161]  $V_{out} = 0.000V_{dc}$  且  $V_{in} = 0.5V_{dc}$  ;以及

[0162]  $V_{out} = 5.000V_{dc}$  且  $V_{in} = 4.5V_{dc}$ 。

[0163] 为了改变电路 900 以便于 0-10Vdc 输出,开关 973 和开关 978 闭合。将电阻器 972c 与电阻器 972a 并联放置将分压器 971 的比例从 50/40 变成 50/20。这对分压器 976 而言也是如此。因此,输出可表达为:

[0164]  $V_{out} = (V_{in}-V_{offset})*(R_{977b}/R_{977a}')$

[0165] 因而,对于所述实现:

[0166]  $V_{out} = (V_{in}-0.5V_{dc})*(50/20)$  ;

[0167]  $V_{out} = 0.000V_{dc}$  且  $V_{in} = 0.5V_{dc}$  ;以及

[0168]  $V_{out} = 10.000V_{dc}$  且  $V_{in} = 4.5V_{dc}$ 。

[0169] 因此,电路 900 可将来自外部设备(例如信号调节电路板 130)的比例度量输入电压转换成 0-5Vdc 或 0-10Vdc 的输出。

[0170] 为便于运算放大器 974 摆动到(或通过)0 伏,有必要生成略负的内部电源电轨。这可用电压调节器 980 实现。电压调节器 980 包括生成负电压的调节器 982 和电容器 984。调节器 982 可以是例如充电泵电压逆变器。电容器 986 滤除所生成的 -5Vdc。

[0171] 电路 900 具有各种特征。例如,电路 900 可将可变输入电压限制成预定电压(例如 5Vdc)。降低提供给电压调节器的电压减少由电压调节器所耗散的功率的量,这降低了其内部温度并因此降低了热效应(例如误差的生成)。同样,这扩展了电路的输入电压范围,并允许输入比电压调节器可正常处理的更高的电压。此外,经调节电压可被提供给检测器电路(例如信号调节电路板 130)。作为另一示例,电路 900 可提供两个不同的输出信号(例如一个在 0-5V 之间而另一个在 0-10V 之间)。因而,电路 900 可满足两个工作限制。作为一附加示例,电路 900 可生成与 10% -90% 5V 的比例度量信号成比例的输出信号,且不添加显著的偏置误差、增益误差、偏置热误差、或增益热误差。此外,电路 900 可以是在安装时不需要修整的固定、精确的转移函数。同样,该实现可提供具有诸如增强共模抑制的期望特征的平衡微分级,因此应当更免受电磁干扰(EMI)和/或射频干扰(RFI)。

[0172] 图 10 示出用于压力测量的工序 1000。工序 1000 可例如表示用于制造压力测量系统 100 的工序。

[0173] 工序 1000 从提供包括杆、压力检测器和信号调节电路板的组件开始(操作 1004)。在特定实现中,杆是套管的一部分,压力检测器可以是应变仪耦合其中的金属膜片,并且电路板可放大来自压力检测器的表示压力的信号。提供该组件可包括获得组件,或将该组件的各个部件组装在一起。压力检测器可被耦合到杆,并且电路板可被电耦合到压力检测器。

[0174] 在获得组件之后,该组件得到了补偿(操作 1008)。在特定实现中,对压力范围(例如 0-100psi、0-500psi、或 0-1000psi)和温度范围(0-100°C、5-35°C 或 -20-85°C)补偿该组件。通常,组件可在各种压力和温度范围上使用。校准该组件可包括确定组件输出与期望输出的偏离,以及对该偏离补偿组件的输出。

[0175] 该工序继续确定将包括该组件的压力测量系统的信号输出类型(操作 1012)。确定信号输出类型可例如包括确定压力测量系统可与之耦合的外部设备。在确定压力测量系统的信号输出类型之后工序要求安装电路板,该电路板在实质上不影响校准的情况下生成

输出信号（操作 1016）。该电路板可例如将来自信号调节电路板的电信号转换成另一类信号（例如 0.5-4.5V 或 4-20mA）。为了避免影响校准，电路板可消耗较小的功率并且是精确的。安装信号转换电路板可例如通过使电路板与信号调节电路板的外壳接合、并电耦合电路板来完成。

[0176] 工序继续确定将包括该组件的压力测量系统的电连接器组件类型（操作 1020）。确定电连接器组件类型可例如包括确定压力测量系统可与之耦合的外部设备。在确定压力测量系统的电连接器组件类型之后安装使适当的电连接器组件（操作 1024）。该电连接器组件可适于传送输出给外部设备的信号。例如，该组件可将第一引脚排列转换成第二引脚排列（例如从线性转换成三角形）。安装电连接器可例如通过使连接器与信号调节电路板的外壳接合、并使连接器与信号转换电路板电耦合来完成。

[0177] 该工序继续安装外壳（操作 1028）。外壳可由任何适当材料制成，并可具有通过接口与远程设备相连的任何适当形状。在特定实现中，外壳可根据电连接器组件的类型来指定。安装该外壳可包括将外壳耦合到杆。该外壳连同杆可装入压力检测器、信号调节电路板和信号转换电路板。

[0178] 工序 1000 继续确定将包括该组件的压力测量系统的工序接口类型（操作 1032）。确定工序接口类型可例如包括确定组件可与之耦合的工序。在确定工序接口类型之后该组件被更改以获得压力接口（操作 1036）。更改该组件可例如包括加工杆是其一部分的套管，以包括工序接口（例如螺纹）或将杆耦合到包括工序接口的套管。

[0179] 尽管图 10 描述了用于压力测量的工序的一种实现，但其它实现可包括更少、附加和 / 或不同的工作配置。例如，更改组件以实现工序接口可在安装信号转换电路板、安装电连接器组件、和 / 或安装外壳前或后进行。此外，在特定实现中，它根本不会进行 - 例如，如果杆已具有工序接口。作为另一示例，确定可按任何顺序执行。此外，可同时进行两个或多个确定。作为一附加示例，工序可不要求确定电连接器组件类型或工序接口类型。作为又一示例，如果来自信号调节电路板的输出已适当，则可可不安装信号转换电路板。

[0180] 图 11 示出用于压力测量的工序 1100。工序 1100 可例如表示压力测量系统 100 的操作。

[0181] 工序 1100 从等待供电开始（操作 1104）。可从本地或远程电源供电。一旦已供电，工序就要求将所供电降至预定义水平（操作 1108）。在特定实现中，例如 9-36Vdc 信号可降至 0-5Vdc 信号。该工序然后要求生成经调节的电源（操作 1112）。经调节的电源可例如使用与已降低电源相同的电压范围。

[0182] 工序继续输出经调节的电源（操作 1116）。经调节的电源可例如被传送到信号调节电路板，该信号可因经调节电源激发电路板。然后工序要求等待接收表示压力的信号（操作 1120）。

[0183] 一旦已接收了压力表示信号，工序要求确定是否应偏置该信号（操作 1124）。确定是否偏置该信号可例如基于要输出信号的类型，或基于预选的开关位置。如果应偏置电压表示信号，则偏置该信号（操作 1128）。

[0184] 一旦已偏置了压力表示信号，或者如果不应偏置压力表示信号，则工序要求确定是否应调节信号的跨度（操作 1132）。确定是否应调节该跨度可例如基于要输出信号的类型、或基于预选开关位置。如果应调节压力表示信号的跨度，则调节信号的跨度（操作

1136)。

[0185] 一旦已调节了压力表示信号的跨度,或者如果不应调节压力表示信号的跨度,则该工序要求确定是否应转换压力表示信号的格式(操作 1140)。确定是否应转换信号的格式可例如基于要输出的信号的类型或基于预选开关位置。如果应转换压力表示信号的格式,则转换信号的格式(操作 1144)。

[0186] 一旦已转换了压力表示信号的格式,或者如果不应转换压力表示信号的格式,则工序要求输出经转换的压力表示信号(操作 1148)。然后该工序要求返回以等待供电。

[0187] 尽管图 11 示出了用于压力测量的工序的一个实现,但其它实现可包括更少、附加和/或不同的工作配置。例如,可不降低电源和/或不生成经调节的电源,特别是如果所供电源是经良好调节的情况。作为另一示例,取决于压力表示信号与经转换压力表示信号之间的差异,压力表示信号可不偏置、跨度调节、和/或格式调节。例如,如果压力表示信号仅需偏置,则可删除跨度调节和格式调节操作。作为又一示例,压力表示信号可在调节跨度之后偏置,或信号的格式可在施加偏置或跨度调节之前调节。作为一附加示例,经调节电源可被提供给电路实现工序 1100 的多个部件。作为再一示例,各个操作可具有可选择特征。例如,信号偏置能使信号偏置两个或多个量,且信号跨度调节能缩放信号两个或多个量。作为另一示例,有关压力表示信号的确定并非必需进行—例如,当压力表示信号与经转换的压力表示信号一致时。

[0188] 已描述了多个实现,且已建议或提出了各个其它实现。此外,可进行各种添加、删除、替代、和/或更改,而仍然实现压力测量。出于这些原因,本发明是根据可包含一个或多个实现的所附权利要求的范围的方法。

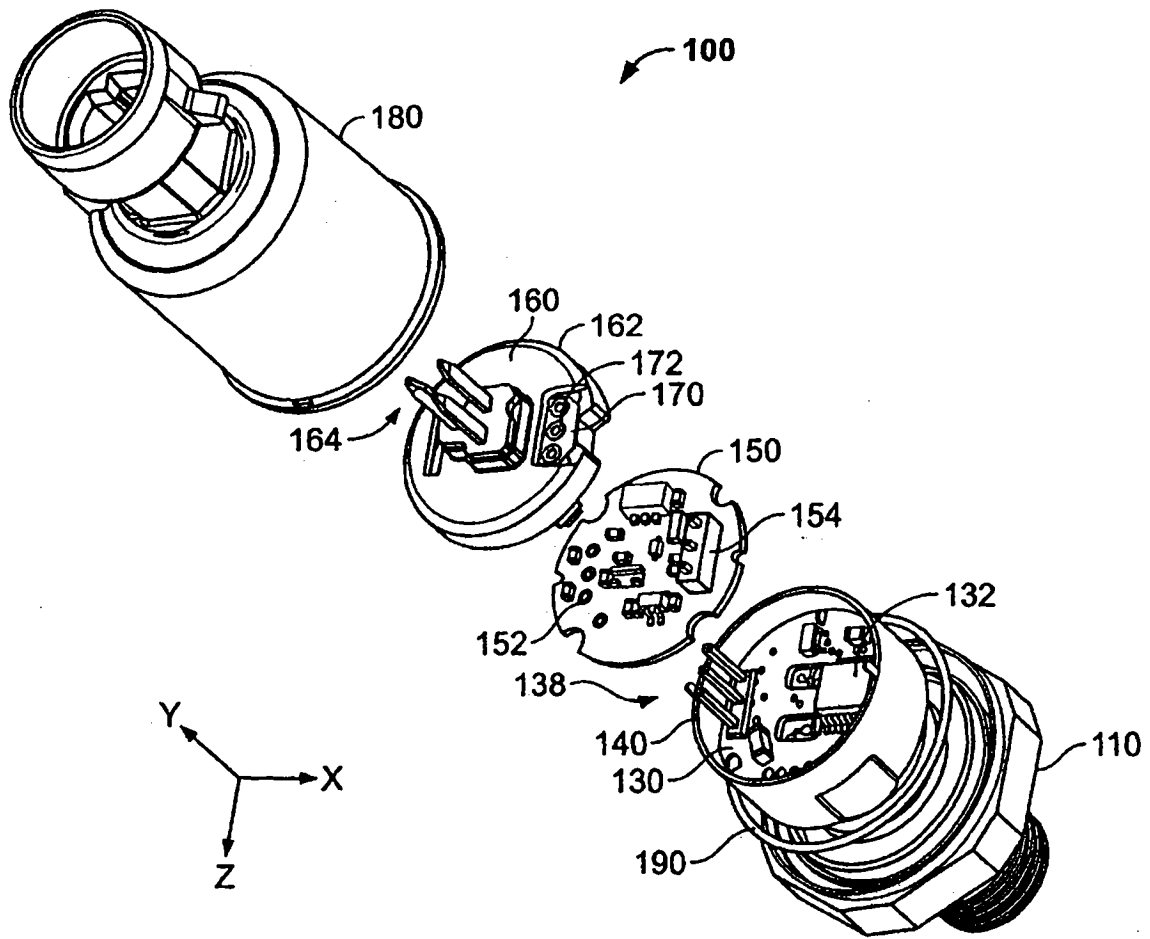


图 1A

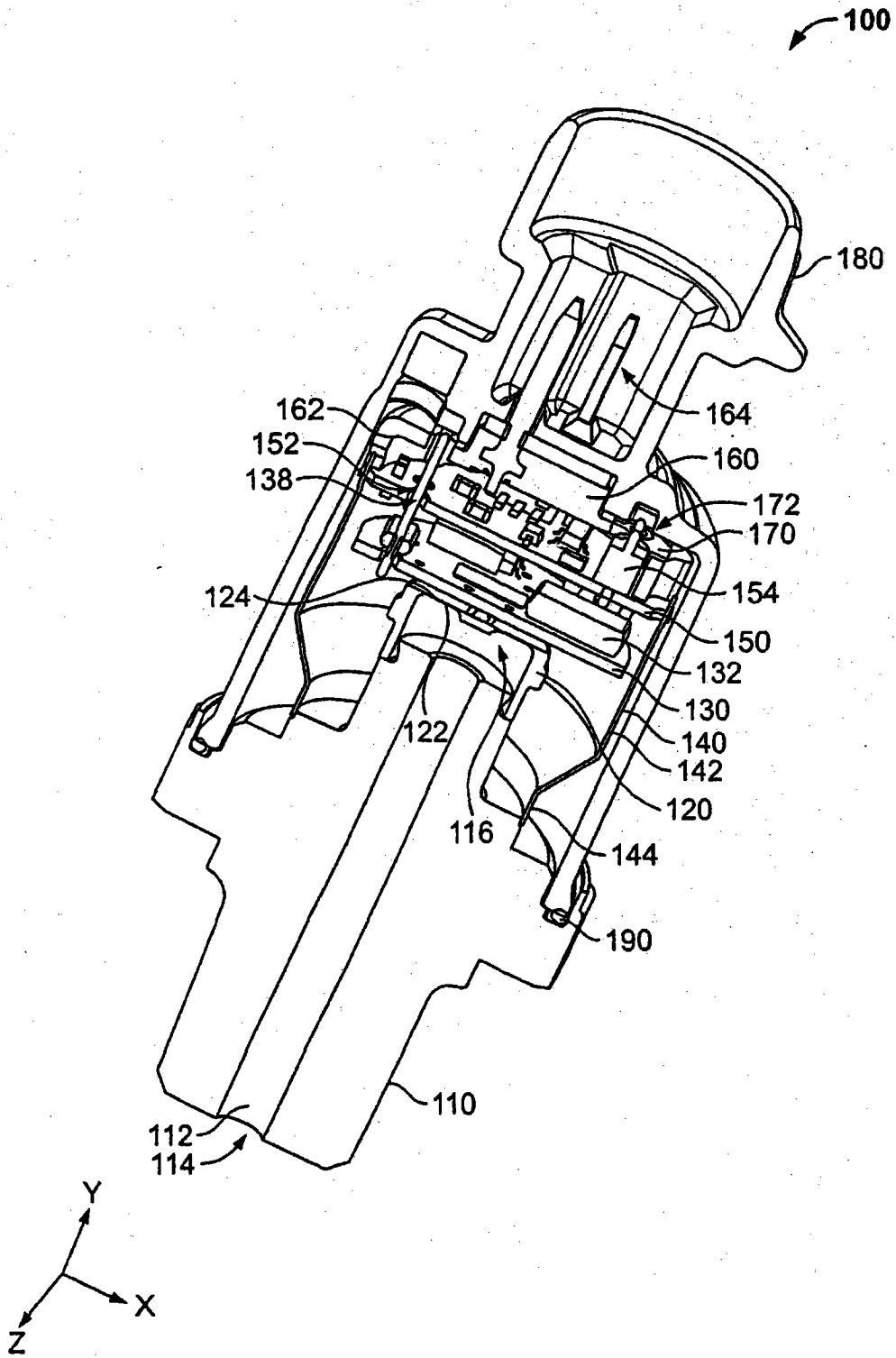


图 1B

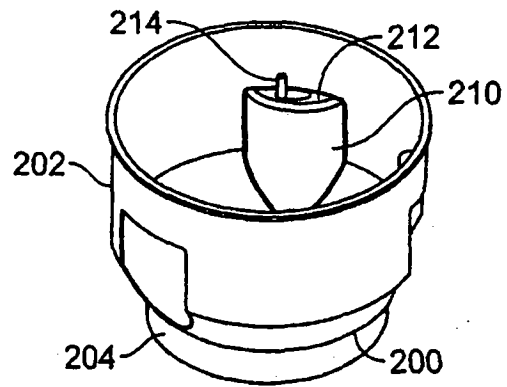


图 2A

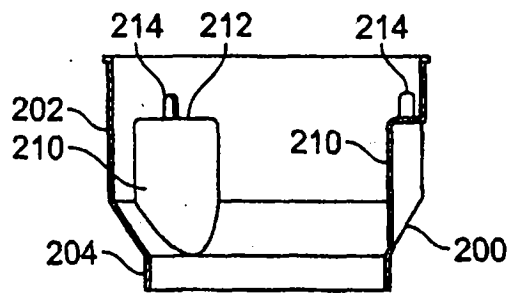


图 2B

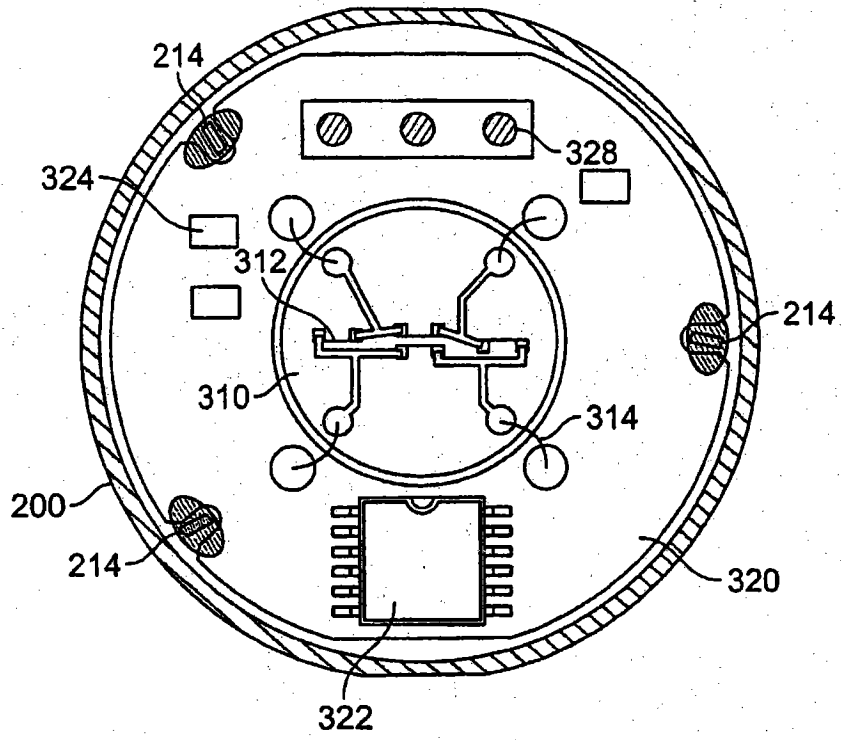


图 3

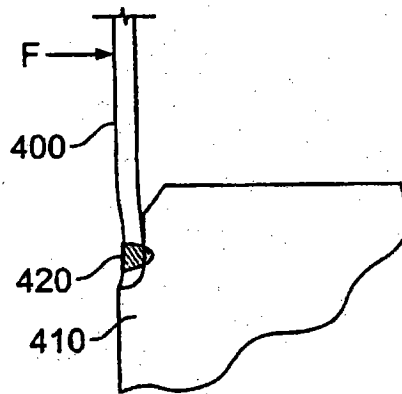


图 4

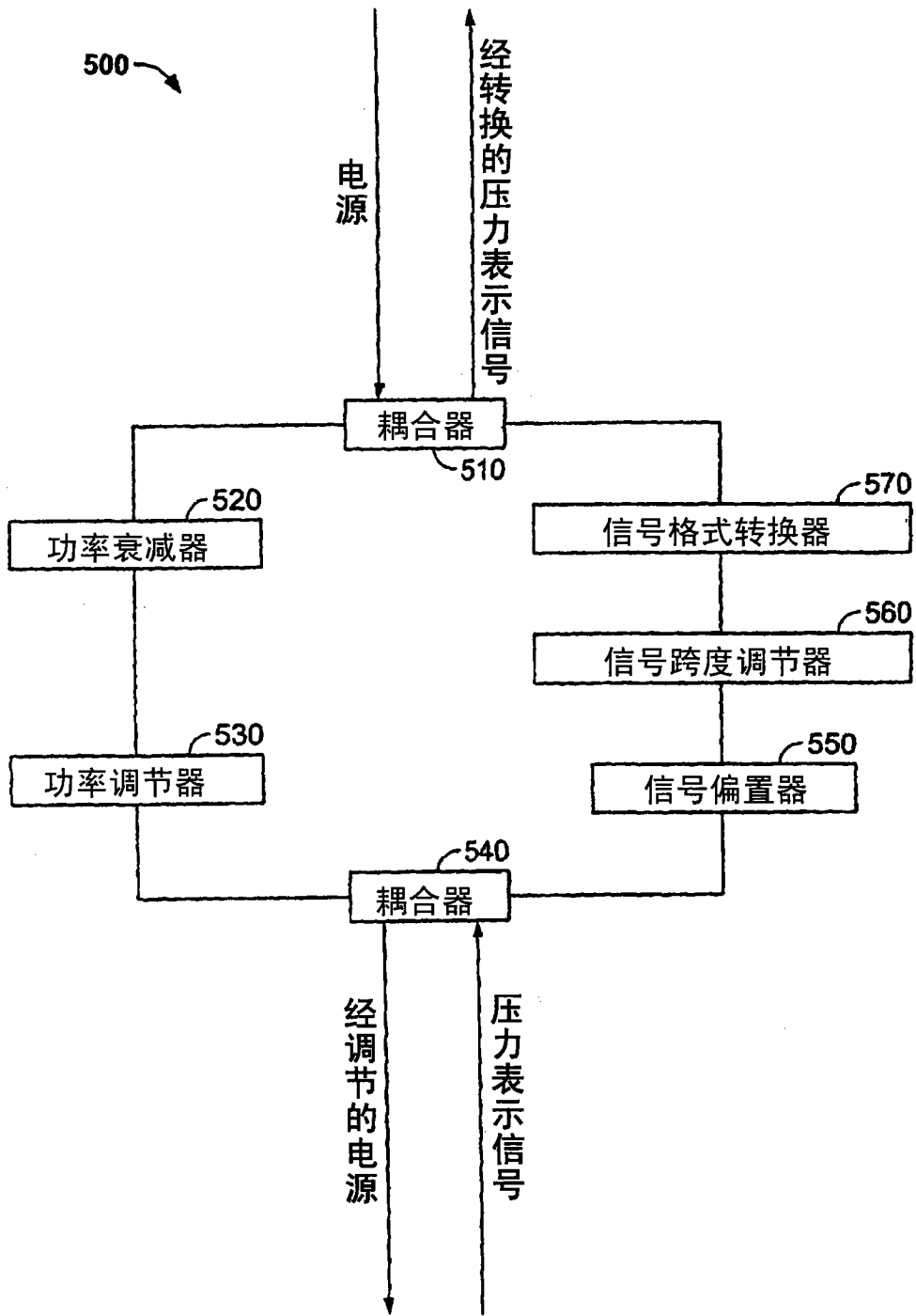


图 5

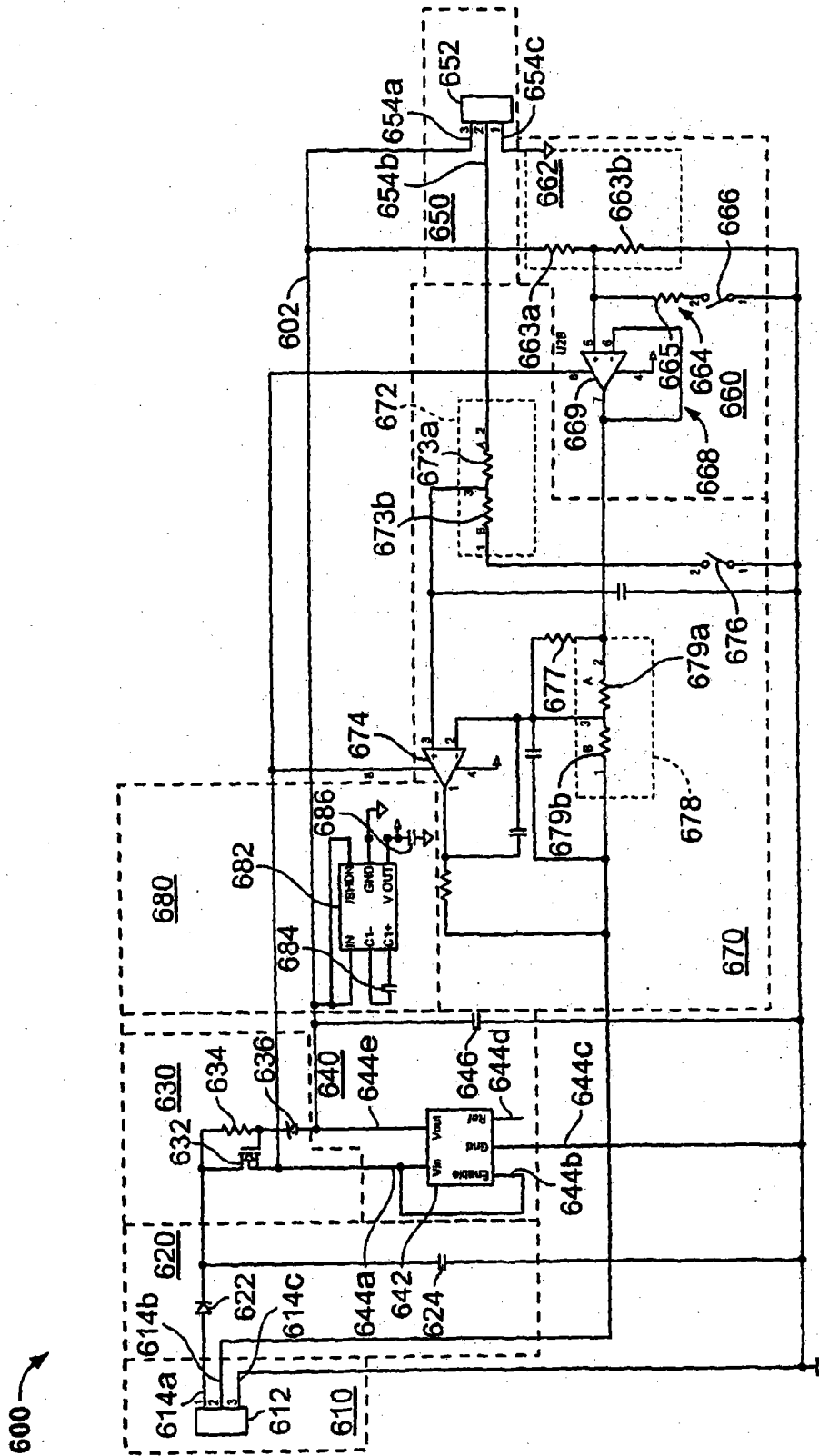


图 6

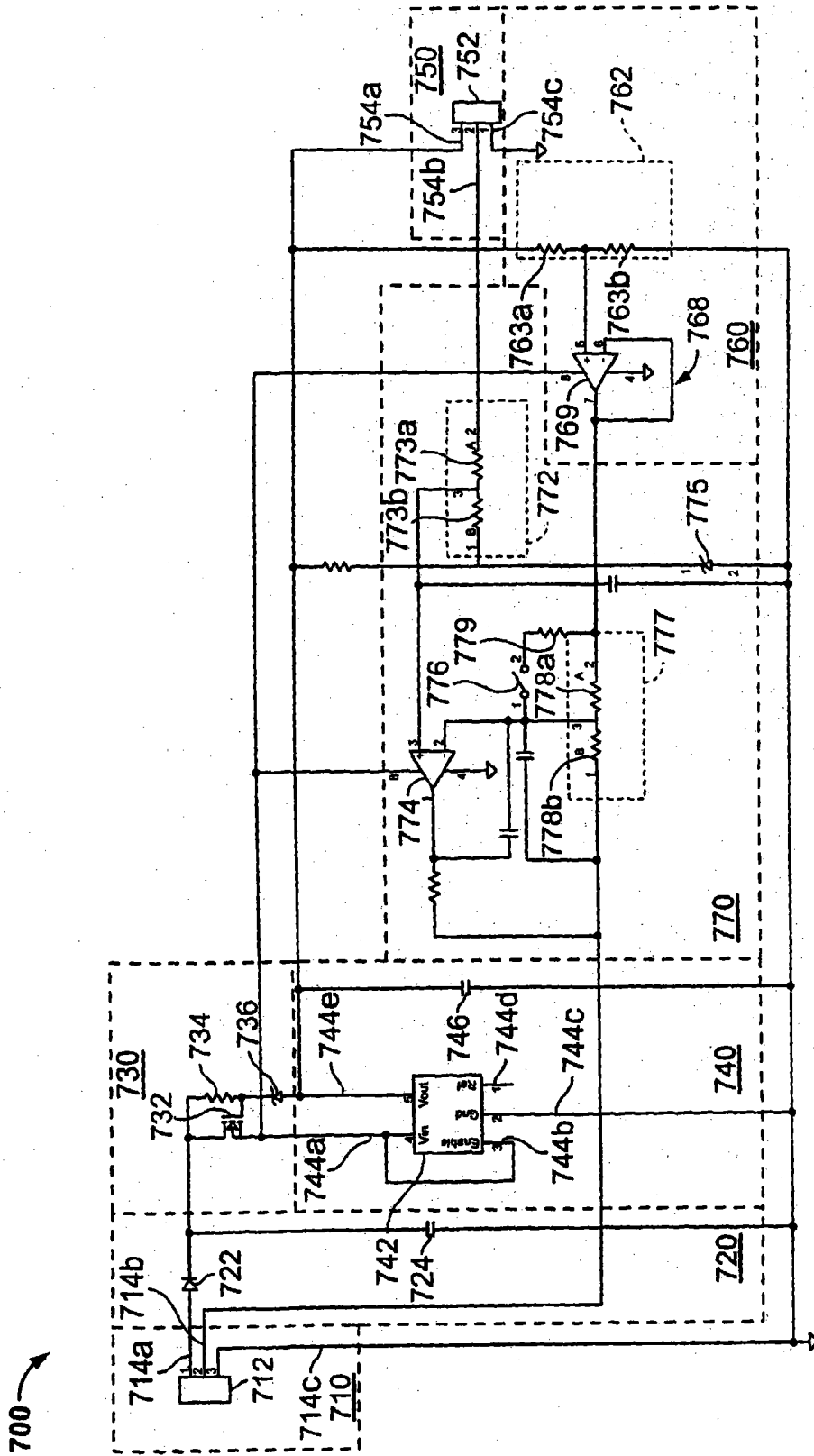


图 7

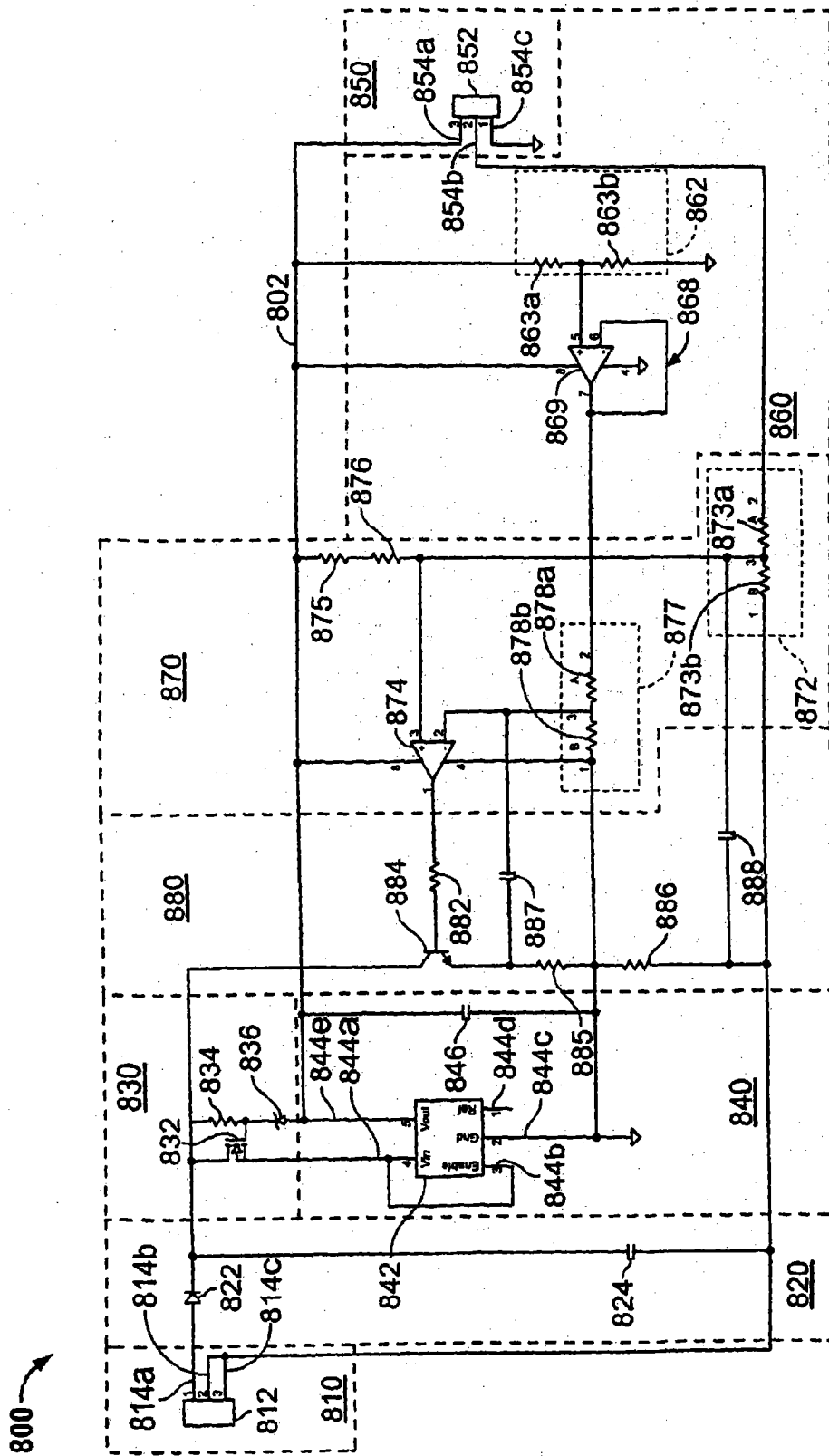


图 8



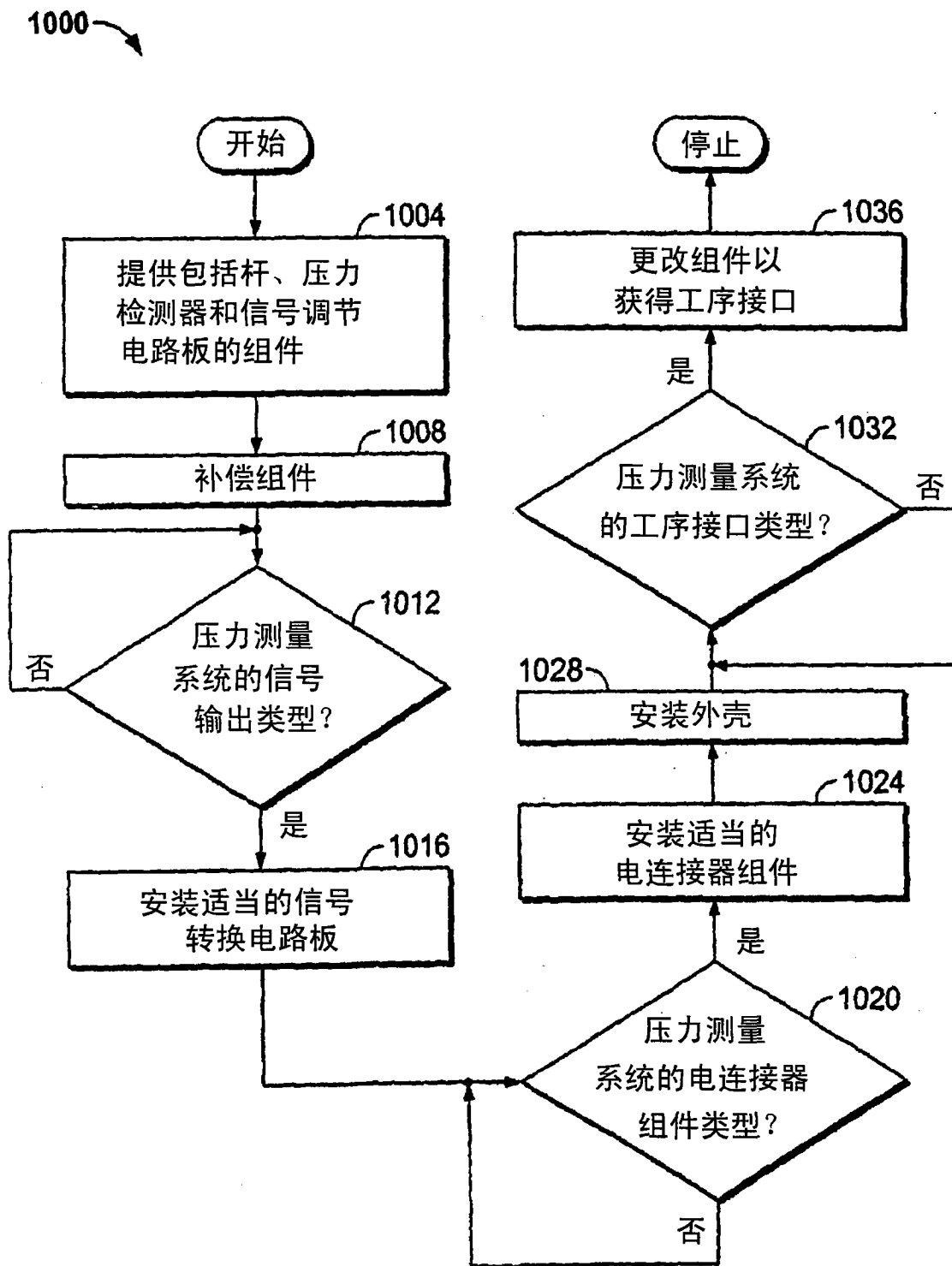


图 10

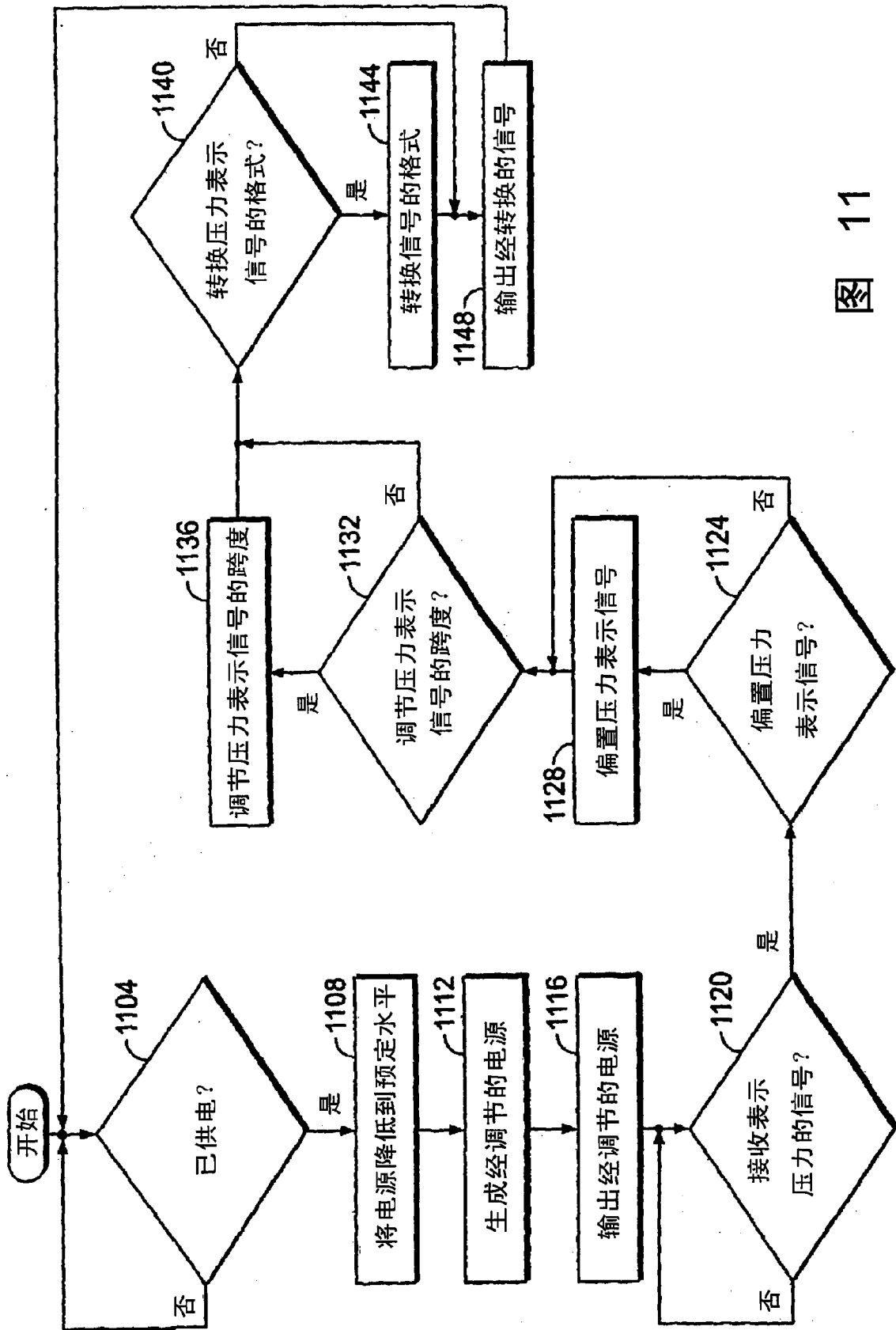


图 11