(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112393673 A
(43)申请公布日 2021.02.23

(21)申请号 202010819623.7

(22)申请日 2020.08.14

(30)优先权数据
16/543,008 2019.08.16 US

(71)申请人 伊利诺斯工具制品有限公司
地址 美国伊利诺伊州

(72)发明人 迈克尔·V·赫格尔

(74)专利代理机构 上海脱颖律师事务所 31259
代理人 脱颖

(51)Int.Cl.
G01B 7/02(2006.01)
B23K 9/32(2006.01)
B23K 9/10(2006.01)

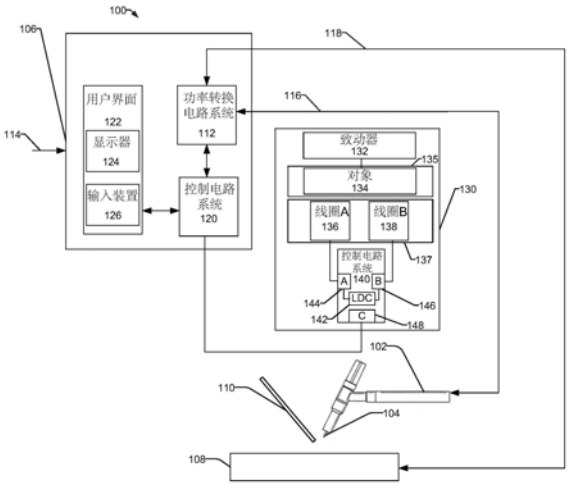
权利要求书2页 说明书14页 附图10页

(54)发明名称

具有开关功能的感应式位置传感器

(57)摘要

一种感应式传感器包括一个或多个感应线圈和电感-数字转换器。该感应式传感器的输出可以用于替代开关和电位计的功能,以启动和控制焊接型系统和应用中的各种输出。



CN 112393673 A

1.一种传感器,包括:

第一线圈,所述第一线圈具有间距,所述间距沿所述第一线圈的长度从具有第一密度的第一区域到具有低于所述第一密度的第二密度的第二区域增大;

第二线圈,所述第二线圈具有间距,所述间距沿所述第二线圈的长度从具有第三密度的第三区域到具有低于所述第三密度的第四密度的第四区域增大;

导电对象,所述导电对象被配置成沿所述线圈的长度行进,其中,所述第一线圈和所述第二线圈被布置成使得:当所述导电对象与所述第四区域相邻时,所述导电对象与所述第一区域相邻,并且当所述导电对象与所述第三区域相邻时,所述导电对象与所述第二区域相邻;以及

测量电路系统,所述测量电路系统被配置成测量所述第一线圈的第一响应以及所述第二线圈的第二响应。

2.如权利要求1所述的传感器,其中,所述第一线圈具有从所述第一线圈的具有低密度间距的第一端延伸到第一密集区域的第一单调区域,并且其中,所述第二线圈具有从所述第二线圈的具有低密度间距的第二端延伸到第二密集区域的第二单调区域。

3.如权利要求2所述的传感器,其中,所述第一单调区域的长度大于所述第二线圈的长度。

4.如权利要求2所述的传感器,其中,所述导电对象被配置成在所述第一单调区域内行进。

5.如权利要求1所述的传感器,其中,所述第一响应是第一电感,并且所述第二响应是第二电感。

6.如权利要求1所述的传感器,其中,所述第一线圈连接到第一谐振电路并且所述第二线圈连接到第二谐振电路,并且其中,所述第一响应包括所述第一谐振电路的第一谐振频率,并且所述第二响应包括所述第二谐振电路的第二谐振频率。

7.如权利要求1所述的传感器,其中,所述测量电路系统被配置成:

基于所述第一响应和所述第二响应确定所述导电对象相对于所述第一线圈的位置;以及

确定所述第二响应是否满足阈值。

8.如权利要求7所述的传感器,其中,所述测量电路系统被配置成:

输出指示所述第二响应是否满足所述阈值的第一信号;以及

如果所述第二响应满足所述阈值,则基于所述导电对象的所述位置输出第二信号。

9.如权利要求1所述的传感器,其中,所述第一线圈和所述第二线圈形成在第一电路板上,并且其中,所述导电对象包括印刷在第二电路板上的导电线带。

10.如权利要求9所述的传感器,其中,所述第一电路板是刚性印刷电路板,并且所述第二电路板是柔性电路板。

11.如权利要求10所述的传感器,其中,当所述导电对象沿所述线圈的长度行进时,所述第二电路板被偏移以维持所述第一电路板与所述第二电路板之间的恒定距离。

12.一种机械致动控制器,包括:

第一线圈,所述第一线圈具有间距,所述间距沿所述第一线圈的长度从具有第一密度的第一区域到具有低于所述第一密度的第二密度的第二区域增大;

第二线圈，所述第二线圈具有间距，所述间距沿所述第二线圈的长度从具有第三密度的第三区域到具有低于所述第三密度的第四密度的第四区域增大；

机械行程设备，所述机械行程设备被配置成致动导电对象，其中，所述导电对象被配置成沿所述线圈的长度行进，其中，所述第一线圈和所述第二线圈被布置成使得：当所述导电对象与所述第四区域相邻时，所述导电对象与所述第一区域相邻，并且当所述导电对象与所述第三区域相邻时，所述导电对象与所述第二区域相邻；以及

测量电路系统，所述测量电路系统被配置成测量所述第一线圈的第一响应以及所述第二线圈的第二响应。

13.如权利要求12所述的控制器，其中，所述机械行程设备是脚踏板。

14.如权利要求12所述的控制器，其中，所述第一线圈具有从所述第一线圈的具有低密度间距的第一端延伸到第一密集区域的第一单调区域，并且其中，所述第二线圈具有从所述第二线圈的具有低密度间距的第二端延伸到第二密集区域的第二单调区域。

15.如权利要求14所述的控制器，其中，所述第一单调区域的长度大于所述第二线圈的长度。

16.如权利要求14所述的控制器，其中，所述导电对象被配置成在所述第一单调区域内行进。

17.如权利要求14所述的控制器，其中，所述第一响应是第一电感，并且所述第二响应是第二电感。

18.如权利要求14所述的控制器，其中，所述第一线圈连接到第一谐振电路并且所述第二线圈连接到第二谐振电路，并且其中，所述第一响应包括所述第一谐振电路的第一谐振频率，并且所述第二响应包括所述第二谐振电路的第二谐振频率。

19.一种焊接控制设备，包括：

第一线圈，所述第一线圈具有间距，所述间距沿所述第一线圈的长度从具有第一密度的第一区域到具有低于所述第一密度的第二密度的第二区域增大；

第二线圈，所述第二线圈具有间距，所述间距沿所述第二线圈的长度从具有第三密度的第三区域到具有低于所述第三密度的第四密度的第四区域增大；

导电对象，所述导电对象被配置成沿所述线圈的长度行进，其中，所述第一线圈和所述第二线圈被布置成使得：当所述导电对象与所述第四区域相邻时，所述导电对象与所述第一区域相邻，并且当所述导电对象与所述第三区域相邻时，所述导电对象与所述第二区域相邻；以及

测量电路系统，所述测量电路系统被配置成测量所述第一线圈的第一响应以及所述第二线圈的第二响应；以及

通信电路系统，所述通信电路系统被配置成：

基于所述第二响应是否满足阈值向焊接设备传送指示启用还是禁用焊接过程的启用信号；以及

如果所述第二响应满足所述阈值，则部分地基于所述第一响应和所述第二响应向所述焊接设备传送控制信号以控制所述焊接过程。

20.如权利要求19所述的焊接控制设备，所述焊接控制设备包括机械行程设备，所述机械行程设备被配置成致动所述导电对象。

具有开关功能的感应式位置传感器

背景技术

[0001] 本公开内容涉及感应式传感器，并且更具体地涉及包括用于控制目的感应式传感器的焊接系统和装置。

[0002] 焊接是在所有行业中变得越来越普遍的过程。有许多不同的焊接过程。一些焊接过程和一些焊接设备包括用户控制件，其中，该用户控制件既充当闭合/断开开关又控制输出水平。例如，钨极气体保护电弧焊(“GTAW”)(也称为钨极惰性气体(“TIG”)焊接)过程可以包括控制TIG焊炬的输出的脚踏板和/或指尖控制件。各种闭合/断开和输出控制件可以与各种焊接设备和焊接过程一起使用。

发明内容

[0003] 本公开涉及感应式传感器，并且更具体地涉及包括用于焊接控制目的的感应式传感器的系统和装置，基本上如通过至少一个图展示并且结合至少一个图描述的并且在权利要求书中更详尽地阐述的那样。

附图说明

[0004] 图1a是根据本公开的各方面的包括感应式传感器的示例焊接系统的框图，该感应式传感器包括两个感应线圈。

[0005] 图1b是根据本公开的各方面的包括感应式传感器的示例焊接系统的框图，该感应式传感器包括一个感应线圈。

[0006] 图2a是包括两个感应线圈和导电对象的示例传感器的图示，每个感应线圈具有线圈间距变化的区域，其中该导电对象在线圈的长度之外。

[0007] 图2b是图2a的示例传感器的图示，其中，导电对象正在进入线圈的长度。

[0008] 图2c是图2a的示例传感器的图示，其中，导电对象处于沿线圈的长度的端点处。

[0009] 图3是相对于导电对象的位移绘制的电感-数字转换器的示例输出的曲线图，其中，该电感-数字转换器的输入为包括图2a至图2c的感应线圈的电路的频率。

[0010] 图4是对于包括第一感应线圈的第一电路图2a至图2c的电感-数字转换器的电感-数字转换器的示例输出相比包括第二感应线圈的第二电路的示例输出绘制的曲线图。

[0011] 图5是电感-数字转换器的示例输出的曲线图，该电感-数字转换器的输入为包括图2a至图2c的感应线圈的电路的频率，并且示出了当导电对象远离包括线圈的平面移动时对电感-数字转换器输出的影响。

[0012] 图6a是包括感应式传感器的脚踏板的图，该感应式传感器包括可以用于控制来自焊接型功率源的焊接型输出的两个感应线圈。

[0013] 图6b是图6a的脚踏板的图，其中，脚踏板已经被致动。

[0014] 图7是包括一个感应线圈的电感电路对导电对象的位置的示例响应的图。

[0015] 图8a是包括感应式传感器的脚踏板的图，该感应式传感器包括可以用于控制来自焊接型功率源的焊接型输出的一个感应线圈。

[0016] 图8b是图8a的脚踏板的图，其中，脚踏板已经被致动。

[0017] 附图不一定按比例绘制。在适当情况下，相似或相同的附图标记用于表示相似或相同的元件。

具体实施方式

[0018] 在一些焊接应用中，使用了可物理操纵的控制器，这些控制器既充当输出的闭合/断开开关又控制该输出的水平或幅值。例如，在TIG焊接中，可以使用脚踏板来打开和关闭供应给TIG焊炬的功率并控制供应给该焊炬的功率的幅值。例如，操作员可以通过踩压脚踏板以将该脚踏板移位阈值距离来接通供应给TIG焊炬的功率，该阈值距离启动从功率源到焊炬的输出功率。一旦脚踏板移位越过该阈值距离，则操作员通过控制踏板的位移来控制输出到焊炬的功率的幅值。当操作员释放踏板返回越过第一阈值距离时，从功率源到焊炬的输出被切断。在一些示例的TIG焊接应用中，类似于脚踏板，可以使用附接到TIG焊炬的指尖控制件。操作员可以滑动指尖控制件越过第一阈值距离，以启动从功率源到焊炬的功率。一旦指尖控制件移位越过该阈值距离，则操作员通过该控制指尖控制件的位移来控制输出到焊炬的功率的幅值。当操作员释放指尖控制件返回越过第一阈值距离时，从功率源到焊炬的输出被切断。

[0019] 常规地，这种类型的开关和幅值控制是经由电位计和微型速动开关的组合来实现的。踩压踏板越过阈值距离会导致开关闭合，并且释放踏板返回跨过阈值距离会导致开关断开。当开关闭合时，将向功率源发送信号，以将焊接型功率输出到焊炬。输出到焊炬的功率水平由电位计控制，该电位计通过脚踏板的移动来致动。相应地，一旦脚踏板移位了阈值距离，则进一步的位移对电位计作出调整，该电位计控制输出到焊炬的功率。

[0020] 在常规的开关/电位计控制传感器中，开关应在电位计的低位死区中被激活。如果开关在电位计的低位死区以上激活，则浪费了电位计的有用部分的一部分。相反地，如果开关太早被激活，则开关可能永远不会断开，并且输出将持续地保持接通。如果开关和电位计不使用相同的机械基准，则这些问题可能会加剧。除了开关和电位计的公差累积外，还存在为开关和电位计提供输入的踏板位置的机械公差的累积。同一输入轴上的一组电位计或一堆电位计以及开关可以解决这些问题中的一些问题，但是这些类型的电位计通常较昂贵、循环寿命短、具有低额定输入并且通常有益于功率切换而不是信号电平切换。

[0021] 公开的示例焊接系统和附件包括一个或多个感应式传感器，以便与使用开关和电位计的组合的常规设备相比以显著降低的成本和提高的可靠性提供开关和控制。在一些示例中，在线圈的一侧上的间距与在该线圈的另一侧上的间距不同的线圈产生近似线性的通量密度梯度。如本文所使用的，术语“间距”是指线圈的连续长度之间的距离。如本文所使用的，线圈密度是指在给定距离内的线圈的匝数。该通量密度的梯度可以用于实现电位计/开关功能(即，可以用于控制闭合/断开和输出幅值)。当导电对象沿线圈的长度移动靠近该线圈时，包括线圈的谐振电路的谐振频率改变。

[0022] 在近似线性的几何应用中，可以使用两个相邻且相反方向的线圈来产生相位曲线图，其中，当对象沿线圈的长度靠近该线圈移动时，在x轴上绘制第一线圈输出，并且在y轴上绘制第二线圈输出。这两个线圈管理第一线圈和第二线圈中的共模误差。例如，在仅使用一个线圈的情况下，如果对象在z轴(即，垂直于线圈平面的轴)上背离线圈移动，则传感器

似乎会检测到朝向线圈的较低磁通密度区域的移动。然而，使用两个线圈时，即使对象在z轴上移动，这两个线圈也将产生相同的x-y曲线形状，并且控制电路系统可以识别并消除由对象在z轴上背离线圈平面移动而导致的误差。因此，这两个线圈降低了对共模干扰的易受性。在一些示例中，单个线圈可以既用作开关又用作电位计。线圈和对象可以被偏移成使得对象不会相对于线圈在z轴上移动。

[0023] 由于线圈具有不均匀的间距(即，线圈的间距在线圈的整个长度上是不一致的)，因此包括不均匀的线圈的谐振电路的输出(例如，电路的谐振频率)对对象相对于线圈的移动不具有单调的响应。线圈具有密集间隔的区域和稀疏间隔的区域。如本文所使用的，术语单调是指在给定的输入范围内，对应的输出从不减小或从不增大。如果对象从线圈的密集缠绕区域(即，间距较小的区域)进入线圈，则包括该线圈的电路的输出将迅速增大并且然后在经过沿线圈的长度从密集区域过渡到稀疏区域的点(即，沿线圈的长度间距开始增大的点)之后缓慢减小。相反地，如果对象从非密集或稀疏缠绕区域进入，则输出将缓慢增大直到到达沿线圈的长度从稀疏区域过渡到密集区域的点。具体响应取决于(多个)线圈和(多个)对象的几何形状。非单调区域(即，从密集区域进入时急剧增大然后减小的区域)可以用作开关。输出曲线中的这种急剧“拐点”可以用作开关，并且拐点之后的单调输出用作电位计。对象相对于线圈的移动作为相同的信号控制开关功能和电位计功能，从而消除了常规开关/电位计的死区问题。尽管通常描述为对象移动而线圈是静止的，但是在一些示例中，线圈可以移动而对象是静止的，并且在一些示例中，线圈和对象都可以移动。如上所述，对象与线圈之间的相对移动从线圈产生输出。

[0024] 在一些示例中，单个线圈可以用于电位计和开关功能，例如，如果对象和线圈被偏移成使得对象和线圈不会相对于彼此在z轴上移动。在单个线圈的示例中，对象可以在较不密集缠绕的区域进入线圈。对象可以被配置成使得该对象在物理上受到限制而无法到达线圈上从稀疏区域过渡到密集区域的点。因此，当对象从线圈的起点到限制点沿线圈在一个方向上行进时，输出是单调的(即，始终不减小)。在一些示例中，对象进入线圈的长度的点可以对应于开关功能，并且线圈的剩余可行进长度可以用作电位计功能。

[0025] 尽管描述为脚踏板，但是所描述的感应式传感器/控制器可以用于需要电位计/开关功能的任何传感器/控制器中。例如，所描述的感应式传感器可以用于手动控制器、指尖控制器、焊枪触发器、以及焊接电力供应器、送丝器或焊接示教器上的控制旋钮、或焊炬上的任何其他控制件中。

[0026] 公开的示例传感器包括：第一线圈，该第一线圈具有间距，该间距沿该第一线圈的长度从具有第一密度的第一区域到具有低于该第一密度的第二密度的第二区域增大；第二线圈，该第二线圈具有间距，该间距沿该第二线圈的长度从具有第三密度的第三区域到具有低于该第三密度的第四密度的第四区域增大；导电对象，该导电对象被配置成沿这些线圈的长度行进，其中，该第一线圈和该第二线圈被布置成使得当该导电对象与该第四区域相邻时，该导电对象与该第一区域相邻，并且当该导电对象与该第三区域相邻时，该导电对象与该第二区域相邻；以及测量电路系统，该测量电路系统被配置成测量该第一线圈的第一响应以及该第二线圈的第二响应。

[0027] 在一些公开的示例传感器中，该第一线圈具有从该第一线圈的具有低密度间距的第一端延伸到第一密集区域的第一单调区域，并且该第二线圈具有从该第二线圈的具有低

密度间距的第二端延伸到第二密集区域的第二单调区域。

[0028] 在一些公开的示例传感器中，该第一单调区域的长度大于该第二线圈的长度。

[0029] 在一些公开的示例传感器中，该导电对象被配置成在该第一单调区域内行进。

[0030] 在一些公开的示例传感器中，该第一响应是第一电感，并且该第二响应是第二电感。

[0031] 在一些公开的示例传感器中，该第一线圈连接到第一谐振电路并且该第二线圈连接到第二谐振电路，并且该第一响应包括该第一谐振电路的第一谐振频率，并且该第二响应包括该第二谐振电路的第二谐振频率。

[0032] 在一些公开的示例传感器中，该测量电路系统被配置成：基于该第一响应和该第二响应确定该导电对象相对于该第一线圈的位置；以及确定该第二响应是否满足阈值。

[0033] 在一些公开的示例传感器中，该测量电路系统被配置成：输出指示该第二响应是否满足该阈值的第一信号，以及如果该第二响应满足该阈值，则基于该导电对象的位置输出第二信号。

[0034] 在一些公开的示例传感器中，该第一线圈和该第二线圈形成在第一电路板上，并且该导电对象是印刷在第二电路板上的导电线带。

[0035] 在一些公开的示例传感器中，该第一电路板是刚性印刷电路板，并且该第二电路板是柔性电路板。

[0036] 在一些公开的示例传感器中，当该导电对象沿这些线圈的长度行进时，该第二电路板被偏移以维持该第一电路板与该第二电路板之间的恒定距离。

[0037] 公开的示例机械致动控制器包括：第一线圈，该第一线圈具有间距，该间距沿该第一线圈的长度从具有第一密度的第一区域到具有低于该第一密度的第二密度的第二区域增大；第二线圈，该第二线圈具有间距，该间距沿该第二线圈的长度从具有第三密度的第三区域到具有低于该第三密度的第四密度的第四区域增大；机械行程设备，该机械行程设备被配置成致动导电对象，其中，该导电对象被配置成沿这些线圈的长度行进，并且其中，该第一线圈和该第二线圈被布置成使得当该导电对象与该第四区域相邻时，该导电对象与该第一区域相邻，并且当该导电对象与该第三区域相邻时，该导电对象与该第二区域相邻；以及测量电路系统，该测量电路系统被配置成测量该第一线圈的第一响应以及该第二线圈的第二响应。

[0038] 在一些公开的示例机械致动控制器中，该机械行程设备是脚踏板。

[0039] 在一些公开的示例机械致动控制器中，该第一线圈具有从该第一线圈的具有低密度间距的第一端延伸到第一密集区域的第一单调区域，并且该第二线圈具有从该第二线圈的具有低密度间距的第二端延伸到第二密集区域的第二单调区域。

[0040] 在一些公开的示例机械致动控制器中，该第一单调区域的长度大于该第二线圈的长度。

[0041] 在一些公开的示例机械致动控制器中，该导电对象被配置成在该第一单调区域内行进。

[0042] 在一些公开的示例机械致动控制器中，该第一响应是第一电感，并且该第二响应是第二电感。

[0043] 在一些公开的示例机械致动控制器中，该第一线圈连接到第一谐振电路并且该第

二线圈连接到第二谐振电路，并且该第一响应包括该第一谐振电路的第一谐振频率，并且该第二响应包括该第二谐振电路的第二谐振频率。

[0044] 公开的示例焊接控制设备包括：第一线圈，该第一线圈具有间距，该间距沿该第一线圈的长度从具有第一密度的第一区域到具有低于该第一密度的第二密度的第二区域增大；第二线圈，该第二线圈具有间距，该间距沿该第二线圈的长度从具有第三密度的第三区域到具有低于该第三密度的第四密度的第四区域增大；导电对象，该导电对象被配置成沿这些线圈的长度行进，其中，该第一线圈和该第二线圈被布置成使得当该导电对象与该第四区域相邻时，该导电对象与该第一区域相邻，并且当该导电对象与该第三区域相邻时，该导电对象与该第二区域相邻；以及测量电路系统，该测量电路系统被配置成测量该第一线圈的第一响应以及该第二线圈的第二响应；以及通信电路系统，该通信电路系统被配置成：基于该第二响应是否满足阈值向焊接设备传送指示启用还是禁用焊接过程的启用信号；以及如果该第二响应满足该阈值，则部分地基于该第一响应和该第二响应向该焊接设备传送控制信号以控制该焊接过程。

[0045] 一些公开的示例焊接控制设备包括机械行程设备，该机械行程设备被配置成致动导电对象。

[0046] 公开的示例传感器包括线圈，该线圈具有间距，该间距沿该线圈的长度从具有第一密度的第一区域到具有低于第一密度的第二密度的第二区域增大；导电对象，该导电对象被配置成在行进区内行进，该行进区从线圈的长度之外的第一位置延伸到线圈的长度之内的第二位置，其中，该第二区域与该第一位置相邻；以及测量电路系统，该测量电路系统被配置成：测量该线圈对该导电对象的位置的响应；以及检测该响应何时满足第一阈值，其中，该第一阈值对应于该导电对象从该第一位置进入该第二区域的位置。

[0047] 在一些公开的示例传感器中，当该导电对象在该第二区域与该第二位置之间时，该线圈对该导电对象的位置的响应是单调的。

[0048] 在一些公开的示例传感器中，该响应是电感。

[0049] 在一些公开的示例传感器中，该线圈连接到谐振电路，并且其中，该响应是该谐振电路的谐振频率。

[0050] 在一些公开的示例传感器中，该测量电路系统被配置成在确定该响应满足该第一阈值之后进行响应。

[0051] 在一些公开的示例传感器中，该测量电路系统被配置成：输出指示该响应是否满足该第一阈值的第一信号；以及如果该响应满足该第一阈值，则基于该响应的幅值输出第二信号。

[0052] 在一些公开的示例传感器中，该线圈位于第一平面中，该导电对象被配置成在第二平面中行进，并且该第二平面平行于该第一平面。

[0053] 在一些公开的示例传感器中，该线圈形成在第一电路板上，并且该导电对象是第二电路板上的导电线带。

[0054] 在一些公开的示例传感器中，当该导电对象沿线圈的长度行进时，该第二电路板被偏移以维持第一电路板与第二电路板之间的恒定距离。

[0055] 公开的示例机械致动控制器包括：线圈，该线圈具有间距，该间距沿该线圈的长度从具有第一密度的第一区域到具有低于该第一密度的第二密度的第二区域增大；机械致动

器，该机械致动器被配置成致动导电对象，其中，该导电对象被配置成在行进区内行进，该行进区从线圈的长度之外的第一位置延伸到线圈的长度之内的第二位置，并且其中，该第二区域与该第一位置相邻；以及测量电路系统，该测量电路系统被配置成：测量该线圈对该导电对象的位置的响应；以及检测该响应何时满足第一阈值，其中，该第一阈值对应于该导电对象从该第一位置进入该第二区域的位置。

[0056] 在一些公开的示例机械致动控制器中，该机械致动器是脚踏板。

[0057] 在一些公开的示例机械致动控制器中，该响应是电感。

[0058] 在一些公开的示例机械致动控制器中，该线圈连接到谐振电路，并且其中，该响应是该谐振电路的谐振频率。

[0059] 在一些公开的示例机械致动控制器中，当该导电对象在该第二区域与该第二位置之间时，该线圈对该导电对象的位置的响应是单调的。

[0060] 在一些公开的示例机械致动控制器中，该测量电路系统被配置成：输出指示该响应是否满足该第一阈值的第一信号；以及如果该响应满足该第一阈值，则基于该响应的幅值输出第二信号。

[0061] 在一些公开的示例机械致动控制器中，该测量电路系统被配置成在确定该响应满足该第一阈值之后，基于该响应来确定该导电对象相对于该线圈的位置。

[0062] 在一些公开的示例机械致动控制器中，线圈位于第一平面中，其中，该导电对象被配置成在第二平面中行进，并且其中，该第二平面平行于该第一平面。

[0063] 在一些公开的示例机械致动控制器中，线圈形成在第一电路板上，并且该导电对象是第二电路板上的导电线带。

[0064] 在一些公开的示例机械致动控制器中，当该导电对象沿线圈的长度行进时，该第二电路板被偏移以维持第一电路板与第二电路板之间的恒定距离。

[0065] 公开的示例焊接控制设备包括：线圈，该线圈具有间距，该间距沿该线圈的长度从具有第一密度的第一区域到具有低于该第一密度的第二密度的第二区域增大；导电对象，该导电对象被配置成在行进区内行进，该行进区从线圈的长度之外的第一位置延伸到线圈的长度之内的第二位置，并且其中，该第二区域与该第一位置相邻；测量电路系统，该测量电路系统被配置成：测量该线圈对该导电对象的位置的响应；以及检测该响应何时满足第一阈值，其中，该第一阈值对应于该导电对象从该第一位置进入该第二区域的位置；以及通信电路系统，该通信电路系统被配置成：基于该响应是否满足该第一阈值向焊接设备传送指示是否启用焊接过程的启用信号；以及在检测到响应满足该阈值后，基于该响应向该焊接设备传送控制信号以控制该焊接过程。

[0066] 如本文所使用的，焊接型电力供应器、焊接型功率源以及焊接型系统是指在被施加功率时能够向焊接、熔覆、等离子切割、感应加热、激光加工(包括激光焊、激光复合加工和激光熔覆)、碳弧切割或熔刮、和/或电阻式预加热供电的任何设备，包括但不限于变压器-整流器、逆变器、转换器、谐振电力供应器、准谐振电力供应器、开关模式电力供应器等、以及与其相关联的控制电路系统和其他辅助电路系统。

[0067] 如本文所使用的，术语“焊接型功率”是指适合于焊接、等离子切割、感应加热、CAC-A和/或热丝焊接/预热(包括激光焊接和激光熔覆)的功率。

[0068] 如本文所使用的，术语“焊炬”或“焊接型工具”可以包括手持式焊炬或机器人焊

炬、焊枪或用于产生焊接电弧的其他设备。

[0069] 如本文所使用的，术语“焊接模式”是所使用的过程或输出的类型，诸如CC、CV、脉冲、MIG、TIG、喷涂、短路等。

[0070] 如本文所使用的，焊接操作包括两个或更多个实体对象的实际焊接(例如，导致接合，诸如焊接或钎焊)、实体对象的覆层、表面纹理化和/或热处理、和/或实体对象的切割、以及模拟或虚拟焊接(例如，在没有发生物理焊接的情况下对焊接的形象显示)。

[0071] 为了方便起见，在整个本说明书中使用术语“功率”，但是其还包括相关的量度，诸如能量、电流、电压和焓。例如，控制“功率”可以涉及控制电压、电流、能量和/或焓，和/或基于“功率”进行控制可以涉及基于电压、电流、能量和/或焓进行控制。作为电压和电流乘积的以瓦特为单位衡量的这种功率(例如，V*I功率)在本文中称为“瓦数”。

[0072] 如本文所使用的，术语“电路”和“电路系统”是指物理电子部件(即，硬件)以及可以配置硬件、由硬件执行和/或以其他方式与硬件相关联的任何软件和/或固件(“代码”)。如本文所使用的，例如，特定的处理器和存储器在执行第一一行或多行代码时可以构成第一“电路”，而在执行第二一行或多行代码时可以构成第二“电路”。

[0073] 如本文所使用的，术语“控制电路”和“控制电路系统”可以包括数字和/或模拟电路系统、分立和/或集成电路系统、微处理器、数字信号处理器(DSP)和/或其他逻辑电路系统、和/或相关联的软件、硬件和/或固件。控制电路可以包括存储器和用于执行存储在存储器中的指令的处理器。控制电路或控制电路系统可以位于一个或多个电路板上，这些电路板形成控制器的一部分或全部，并且用于控制焊接过程、诸如功率源或送丝器等设备、运动、自动化、监测、空气过滤、显示器和/或任何其他类型的焊接相关系统。

[0074] 如本文所使用的，术语“存储器”和/或“存储器设备”是指用于存储信息以供处理器和/或其他数字设备使用的计算机硬件或电路系统。存储器和/或存储器设备可以是任何合适类型的计算机存储器或任何其他类型的电子存储介质，例如只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、高速缓存存储器、光盘只读存储器(CDROM)、电光存储器、磁光存储器、可编程只读存储器(PROM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、闪速存储器、固态存储设备、计算机可读介质等。

[0075] 可以用硬件、软件或硬件和软件的组合来实现本方法和/或系统。可以以集中方式在至少一个计算系统中实现本方法和/或系统，或者以不同的要素遍布在若干互连计算系统上的分布式方式实现本方法和/或系统。被适配用于执行本文所描述的方法的任何种类的计算系统或其他装置都是适合的。硬件和软件的典型组合可以是具有程序或其他代码的通用计算系统，该程序或其他代码当被加载和执行时控制该计算系统以使得该计算系统执行本文所描述的方法。另一个典型实施方式可以包括专用集成电路或芯片。一些实施方式可以包括非暂时性机器可读(例如，计算机可读)介质(例如，闪存驱动器、光盘、磁存储盘等)，该非暂时性机器可读介质上存储有可由机器执行的一行或多行代码，从而使机器执行如本文所描述的过程。

[0076] 如本文所使用的，“和/或”是指由“和/或”结合在一起的列表中的任何一个项或多个项。例如，“x和/或y”是指三元素集{(x)，(y)，(x,y)}中的任何元素。换句话说，“x和/或y”是指“x和y之一或两者”。作为另一示例，“x、y和/或z”是指七元素集{(x)，(y)，(z)，(x,y)，(x,z)，(y,z)，(x,y,z)}中的任何元素。换句话说，“x、y和/或z”是指“x、y和z中的一个或多

个”。如本文所使用的，术语“示例性”是指用作非限制性示例、实例、或说明。如本文所使用的，术语“例如(e.g.,)”和“比如(for example)”给出一个或多个非限制性示例、实例或说明的列表。

[0077] 图1a是示例钨极气体保护电弧焊(“GTAW”)系统100的图。在诸如系统100等GTAW系统中，通常由钨制成的金属电极104设置在焊炬102中，并且在焊接期间通常不被消耗(即，添加到基材金属中)。电流从焊接型功率源106穿过电极104送给，并且通常由通向焊炬102的流体导管提供的惰性保护气体流在焊接操作期间围绕电极104。电弧在电极104与工件108之间被引燃，以熔化工件108和填料金属110。保护气体防止电极和/或焊缝的氧化和其他污染。

[0078] 功率源106包括功率转换电路系统112，该功率转换电路系统被配置成将输入功率114(例如，来自AC电网、发动机/发电机组、其组合、或其他替代源)调节为焊接型功率。功率源106经由功率输送缆线116将焊接型电流提供给焊炬102。功率输送缆线116可以被包括在导管内，该导管包括将保护气体输送到焊炬102的保护气体软管。在一些示例中，数据缆线也可以被包括在缆线束中，该缆线束包括保护气体软管和功率输送缆线116以使得能够在焊炬102与功率源106之间进行数据传递。在一些示例中，能够经由功率输送缆线116在焊炬102与功率源106之间进行通信。例如，数据(例如，焊炬102处的电压测量数据)可以经由功率输送缆线116传输到功率源106。接地缆线118将工件108连接到功率源106，以补全功率源106、焊炬102以及工件108之间的焊接电路。

[0079] 功率源106的控制电路系统120控制功率转换电路系统112的功率输出(例如，电压输出、电流输出、脉冲长度、脉冲形状)。功率源106还包括用户界面122，操作员可以在该用户界面处查看和调整功率源106的设置。例如，操作员可以经由用户界面122对一个或多个设置(例如，焊接模式、电压输出、电流输出、脉冲长度、脉冲形状)进行设定。在一些示例中，用户界面122是触摸屏显示器。在一些示例中，用户界面122包括显示器124和一个或多个物理输入装置126，如按钮或旋钮。操作员可以通过调整输入装置126来调整功率源106的一个或多个设置。控制电路系统120从用户界面122接收输入并处理该输入，并根据接收到的输入来控制功率转换电路系统112。

[0080] 在典型的TIG焊接操作期间，操作员可以用一只手握住焊炬102并用另一只手握住填料金属棒110。操作员在焊接操作期间使用物理控制设备130(即，传感器)来控制从功率源106到焊炬102的焊接型功率的输出。在一些示例中，物理控制设备130是脚踏板，这允许操作员在用一只手握住焊炬102并用另一只手握住填料金属棒110时致动物理控制设备130(脚踏板)并由此控制功率源106的输出。在一些示例中，物理控制设备130可以是手持控制器。在一些示例中，物理控制设备130可以被包括在焊炬102上。例如，物理控制设备130可以是焊炬102上的扳机或可滑动控制件。

[0081] 物理控制设备130包括可由操作员操纵的致动器132。例如，如果物理控制设备130是脚踏板，则致动器是脚踏板的顶面板，当操作员向踏板施加压力时，该顶面板在第一方向上(通常朝向地面或地板)移动，并且当操作员释放压力时，该顶面板在相反方向上(通常背离地面或地板)移动。致动器132的致动引起导电对象134的移动。在一些示例中，导电对象134可以是铝制对象。在一些示例中，导电对象134可以是铜制对象。在一些示例中，导电对象134可以是由致动器132物理移动的柔性印刷电路板135上的导电对象。物理控制设备130

包括两个感应线圈(线圈A 136和线圈B 138)。在一些示例中,线圈A 136和线圈B 138被印刷到刚性印刷电路板137上。在一些示例中,柔性印刷电路板135被偏移以维持刚性印刷电路板137和柔性印刷电路板135之间的恒定距离。在一些示例中,线圈A 136和线圈B 138中的每一个可以被印刷在其各自的刚性印刷电路板上,并且柔性印刷电路板135被偏移以维持与这两个刚性印刷电路板中的至少一个印刷电路板的接触。

[0082] 物理控制设备130包括控制电路系统140,该控制电路系统包括电感-数字转换器142(即,测量电路系统)以及传感器电路系统A 144和传感器电路系统B 146。线圈A 136连同传感器电路系统A 144构成第一谐振LC电路(电路A)。线圈B 138连同传感器电路系统B 146构成第二谐振LC电路(电路B)。控制电路系统140还包括通信电路系统148,该通信电路系统被配置成与功率源106的控制电路系统120通信。在一些示例中,通信电路系统148是被配置成与功率源106的控制电路系统120无线通信的无线接口。在一些示例中,通信电路系统148经由有线连接与功率源106的控制电路系统120通信。

[0083] 如下文将更详细描述的,线圈136和138具有不均匀的线圈间距(即,每个线圈具有至少一个密集区域和至少一个稀疏区域,在稀疏区域中线圈间距大于密集区域中的线圈间距)。当致动器132移动时,对象134进入线圈136和138的长度并沿线圈136和138的长度移动,这导致第一谐振LC电路(其包括线圈A 136和传感器电路系统A 144)和第二LC谐振电路(其包括线圈B 138和传感器电路系统B 146)的谐振频率改变。LDC 142检测谐振频率的变化,并且提供与LC谐振电路的谐振频率成比例(例如,成正比或反比)的数字输出。示例LDC电路包括德州仪器LDC1612 2通道28位电感-数字转换器和德州仪器LDC1614 4通道28位电感-数字转换器。德州仪器(LDC1612,LDC1614:SNOSCY9A-2014年12月-2018年3月修订)中的“用于感应式感测的LDC1612、LDC1614多通道28位电感-数字转换器(LDC)”中描述了德州仪器LDC1612和LDX1614,该文献特此通过援引以其全文结合在此。在一些其他示例中,LDC 142可以提供与线圈A 136和线圈B 138的电感成比例(例如,成正比或反比)的输出。有关LDC电路的信息可以在德州仪器(应用报告SNOA930A-2015年3月-2018年4月修订)的Chris Oberhauser的“LDC传感器设计(LDC Sensor Design)”中找到。Chris Oberhouser的“LDC传感器设计(LDC Sensor Design)”的全部内容特此通过援引结合在此。德州仪器(应用报告:SNOA931-2015年4月)的Ben Kasemsadeh的“LDC1612/LDC1614线性位置感测(LDC1612/LDC1614 Linear Position Sensing)”中也描述了LDC电路。Ben Kasemsadeh的“LDC1612/LDC1614线性位置感测(LDC1612/LDC1614 Linear Position Sensing)”的全部内容特此通过援引结合在此。有关LDC电路的附加信息可以在德州仪器(应用报告SNOA957A-2016年9月-2017年5月修订)的Chris Oberhauser的“LDC对象设计(LDC Target Design)”中找到。Chris Oberhouser的“LDC对象设计(LDC Target Design)”的全部内容特此通过援引结合在此。

[0084] 对于间隔不均匀的线圈,通量密度梯度从线圈的密集缠绕端到从密集区域过渡到稀疏区域(即,线圈间距开始增大)的点迅速增大,并且然后从过渡点到线圈的较不密集端(稀疏端)更缓慢地减小。因此,当对象134进入密集缠绕区域时,LDC 142针对包括间隔不均匀的线圈的谐振电路的输出将迅速增大,直到对象134到达过渡点。然后,当对象134从过渡点的点朝向线圈具有较低线圈密度的一端移动时,谐振电路的输出将更缓慢地减小。

[0085] 在系统100中,线圈A 136和线圈B 138彼此相邻且以相反取向定位,使得线圈A

136的密集缠绕端与线圈B 138的稀疏缠绕端相邻，并且线圈B 138的密集缠绕端与线圈A 136的稀疏缠绕端相邻。线圈A 136被定位使得对象134从线圈A 136的密集端进入，并且线圈B 138被定位使得对象134从线圈B 138的稀疏端进入。控制电路系统140将LDC 142针对包括线圈A 136的谐振电路的输出作为开关使用，因为当对象134进入线圈A 136的密集区域时，该输出将迅速增大。换句话说，当对象134经过线圈A 136上的某个点时，控制电路系统140经由通信电路系统148向功率源106的控制电路系统120发送信号以开始输出焊接型功率，该点由对应于第一谐振LC电路和第二谐振LC电路的相应输出确定。

[0086] LDC 142针对包括线圈B 138的电路的输出是单调的(即，当对象134在从稀疏端到过渡点的一个方向上移动时，该输出从不减小)，直到线圈B 138从稀疏区域过渡到密集区域的点为止。因此，致动器132和对象134被布置成使得对象134不被允许移动到线圈B 138的过渡点。在对象134经过线圈A 136的过渡点之后LDC 142针对包括线圈A 136的电路的输出以及LDC 142针对包括线圈B 138的电路的输出用于电位计功能。换句话说，在对象134经过线圈A 136的过渡点之后LDC 142针对包括线圈A 136的电路的输出以及LDC 142针对包括线圈B 138的电路的输出由控制电路系统140处理并且经由通信电路系统148发送到功率源106的控制电路系统120，以控制焊接输出功率水平(例如，电压幅值或电流幅值)。

[0087] 因此，物理控制设备130可以用作闭合/断开开关和电位计，以启动和终止由功率源106供应到焊炬102的焊接型功率，并控制由功率源106供应到焊炬102的功率的水平或幅值。

[0088] 尽管被展示为GTAW焊接系统，但是物理控制设备130可以用于利用开关来打开和关闭任何类型的输出以及利用电位计来控制该输出的水平的任何焊接型应用中。例如，物理控制设备可以用在功率源106的输入装置126之一的旋钮中。在这样的示例中，该旋钮将充当致动器132并当旋钮被操纵时使导电对象134沿线圈136和138的长度移动。LDC 142的输出将对应于旋钮的位置，并且可以用于控制旋钮所控制的任何功能。

[0089] 图1b是示例钨极气体保护电弧焊(“GTAW”)系统100的图，其中，物理控制设备130包括单个感应线圈(线圈C 150)以及伴随的传感器电路系统152。线圈C 150具有不均匀的间距，并且在静止位置或中性位置处，对象134被配置成在线圈C 150的长度之外。线圈C 150具有基本平坦的几何形状，这意味着线圈C 150大体包含在一平面内。当对象134在线圈C 150的长度之外时，则没有任何直线垂直于包含线圈C 150的平面且与对象134和线圈C 150两者相交。

[0090] 当致动器132移动时，对象134进入并沿线圈C 150的长度移动，这导致第一谐振LC电路(其包括线圈C 150和传感器电路系统C 152)的谐振频率改变。LDC 142检测谐振频率的变化，并且提供与LC谐振电路的谐振频率成比例(例如，成正比或反比)的数字输出。

[0091] 如上所述，对于间隔不均匀的线圈，通量密度梯度从线圈的稀疏缠绕端到稀疏区域过渡到密集区域的点缓慢增大，并且然后通量密度梯度从过渡点到线圈的密集端迅速增大。因此，当对象134进入稀疏缠绕区域时，LDC 142针对包括间隔不均匀的线圈C 150的谐振电路的输出将缓慢增大，直到对象134到达过渡点。然后，当对象134从过渡点的点朝向线圈C 150的密集端移动时，谐振电路的输出将更迅速地减小。致动器132、对象134和线圈C 150被配置成使得对象134被限制而无法到达过渡点。因此，当对象134从线圈C 150的长度之外的中性点(或静止点)到限制点在一个方向上移动时，LDC 142的输出是单调的(从不减

小)。

[0092] 如下文关于图7详细解释的,当对象134进入线圈C的长度时,控制电路系统140确定LDC 142的输出何时达到阈值幅值。当LDC 142的输出达到阈值幅值时,通信电路系统148将“打开”信号传送到控制电路系统120。类似地,当对象134返回到线圈C 150的长度之外时,LDC 142的输出下降到阈值幅值以下。然后,通信电路系统148将“关闭”信号传送到控制电路系统120。在控制电路系统140确定LDC 142的输出满足第一阈值之后,控制电路系统140监测LDC 142的输出的幅值。通信电路系统148将代表LDC 142的输出的幅值的信号发送到控制电路系统120。相应地,在满足阈值之后,致动器132的进一步致动满足电位计功能。

[0093] 为了防止由在z轴上的移动导致的误差,对象134和线圈C 150被偏移以在z轴上维持相对于彼此恒定的距离。在一些示例中,对象134被印刷到柔性印刷电路板135上,并且线圈C 150被印刷到刚性印刷电路板154上。在一些示例中,柔性印刷电路板135被偏移成使得柔性印刷电路板135维持与刚性印刷电路板154恒定的距离。

[0094] 图2a、图2b和图2c是当在物理控制设备130中致动对象134时对象134扫过线圈A 136和线圈B 138的图。在图2a、图2b和图2c中,物理控制设备130是脚踏板,并且线圈136和138略微呈弧形,因为当通过脚踏板致动对象134时,对象134行进过的物理路径是弧形的。如图2a所示,对象134在线圈A 136和线圈B 138的长度之外处于静止。线圈A 136具有密集区域和稀疏区域,并且线圈A 136的密度在过渡点202之后降低。线圈B 138也具有密集区域和稀疏区域以及过渡点204。

[0095] 在一些示例中,线圈136、138中的每一个的线圈密度在单调区域内从过渡点到稀疏区域的一端递增地减小或连续地减小。在一些示例中,稀疏区域中的间距在整个稀疏区域中是一致的。线圈A 136具有单调区域206,其中当对象134从过渡点202移动到线圈的稀疏端时,LDC 142针对包括线圈A 136的电路的输出将减小。线圈B 138具有单调区域208,其中当对象134从线圈的稀疏端移动到过渡点204时,LDC 142针对包括线圈B 138的电路的输出将增大。

[0096] 如图2b所示,对象134从线圈A 136的密集区域和线圈B 138的稀疏区域进入。LDC 142针对包括线圈A 136的电路的输出用作从功率源106供应到焊炬102的焊接型功率的开关。如图2c所示,脚踏板被布置成使得对象134不会行进越过线圈B 138的过渡点204。

[0097] 图3是示出了响应于对象134沿线圈的长度的移动(如图2a至图2c所示)LDC 142针对包括线圈A 136和线圈B 138的每个电路的输出的关系图300。线302示出了当对象134沿线圈A 136的长度移动时LDC 142针对包括线圈A 136的电路的输出。线304示出了当对象134沿线圈B 138的长度移动时LDC 142针对包括线圈B 138的电路的输出。当对象134进入线圈136和138的长度时,针对包括线圈A 136的电路的输出将迅速增大,直到对象到达过渡点202。在对象134经过过渡点202之后,包括线圈A 136的电路的输出将缓慢减小。由于对象134没有到达线圈B 138的过渡点204,因此包括线圈B 138的电路的输出仅增大。在一些示例中,为了确保对象134永远不会到达线圈B 138的过渡点204,线圈B 138的单调区域208比线圈A 136的整个物理长度更长。

[0098] 图4是针对图2a至图2c的脚踏板的实验数据的曲线图400,该实验数据在y轴上示出了LDC 142针对包括线圈A 136的电路的输出并且在x轴上示出了LDC 142针对包括线圈B 138的电路的输出。控制电路系统140可以使用曲线图400来识别脚踏板的致动,并且作为响

应,将信号发送到功率源106的控制电路系统120以控制由功率源106供应的功率。拐点402出现在对象134经过过渡点202并进入线圈A 136的稀疏区域的点处。在对象134经过过渡点202后,LDC 142针对包括线圈A 136的电路和线圈B 138的电路的输出都是单调的。因此,曲线图400的该部分404是近似线性的,并且被控制电路系统140使用以控制由功率源106供应到焊炬102的功率的幅值。

[0099] 在一些示例中,控制电路系统140可以识别何时达到第二阈值点。例如,当踏板被踩压到最大距离时,LDC 142的输出可以出现在点406处。由于LDC 142的输出在点406处,因此控制电路系统140可以识别出踏板已经被踩压到最远的点。在一些示例中,如果控制电路系统140识别出LDC 142的输出已经到达点406,则控制电路系统140将与功率源106的控制电路系统120通信以供应稳定水平的输出功率(这可能是例如最大设定输出功率),直到控制电路系统140通过确定LDC 142的输出第二次处于点406处来确定踏板已经再次被踩压到最远点。因此,除了点402处的第一开关之外,控制电路系统140还可以将LDC 142输出曲线图上的某一点识别为第二开关。该第二开关可以用于诸如触发控制电路系统140控制焊接型功率源106从而根据预定的一组参数控制输出功率等目的。例如,第二开关在被触发时可以使控制电路系统140向控制电路系统120发送信号,以控制功率转换电路系统112输出经由用户界面配置的满额功率水平、接通电弧稳定电路和/或任何其他参数和/或过程配置。

[0100] 图5是演示了对对象134远离线圈平面的移动的响应的曲线图500。与图4一样,y轴示出了LDC 142针对包括线圈A 136的电路的输出,并且x轴示出了LDC 142针对包括线圈B 138的电路的输出。如以上所解释的,线圈A 136和线圈B 138被定位在同一平面(即,x-y平面)中。z轴垂直于x-y平面。在正常情况下,对象134在z轴上与x-y平面相距给定距离。在一些示例中,对象134被印刷到柔性印刷电路板135上,并且线圈A 136和线圈B 138被印刷到刚性印刷电路板137上。在一些示例中,柔性印刷电路板135被偏移成使得柔性印刷电路板135维持与刚性印刷电路板137恒定的距离。在这样的情况下,对象134在z轴上维持与x-y平面相同的距离。尽管被描述为将对象印刷到柔性板电路上并且将线圈印刷到刚性电路板上,但是在一些示例中,可以将线圈印刷到被偏移以维持在z轴上与对象相距恒定距离的柔性电路板上,同时将对象固定在x-y平面中。

[0101] 在实际应用中,对象134可能远离或靠近包括线圈A 136和线圈B 138的x-y平面移动。当对象134在z轴上远离线圈移动时,LDC 142针对包括线圈的电路的输出减小。如果仅使用一个线圈(例如,线圈A 136),则如果对象134在z轴上远离x-y平面移动,则LCD 142的输出将减小,并且控制电路系统140将确定来自功率源106的输出应减小。换句话说,对象134在z轴上远离x-y平面的移动对于LDC 142而言看上去与从线圈的密集区域到稀疏区域的移动一样。因此,对象134在z轴上的移动构成误差。使用两个线圈消除该误差。

[0102] 线502表示其中对象134不在z轴上移动的示例曲线图。线502可以作为基准线存储在控制电路系统140的存储器中。线504表示其中对象134已经在z轴上远离x-y平面移动的曲线图。由于这两个线圈136和138均受到相同的误差(远离x-y轴的移动)的影响,因此控制电路系统140通过确定来自LDC 142的输出小于预期的输出来识别该误差。然后,控制电路系统140将实际测量的输出(例如,线504上的点)与基准线502进行比较以校正该误差。当对象134在z轴上远离x-y平面移动时,输出线504具有与当对象134在z轴上更靠近x-y平面移动时的基准输出线502相同的形状和输出关系,但是被比例缩放(例如,50%)。该缩放比例

可以由控制电路系统140确定，并且来自LDC 142的所有输出数据可以由控制电路系统140类似地进行缩放，以消除由对象134在z轴上的移动导致的任何误差。

[0103] 例如，控制电路系统140可以识别出LDC 142的输出在点506处。然后，控制电路系统可以确定点506与基准线502上相应点之间的比例，以确定线504与基准线502之间的比例。在一些示例中，控制电路系统可以寻找与线502垂直并穿过点506的线510，其中，点506是LDC 142的测得输出。然后，控制电路系统140基于点506与508a之间的比例来确定线502与504之间的比例。然后，控制电路系统140可以基于点506与508a之间的确定比例来比例缩放所有其他测量值，以消除由对象在z轴上的移动导致的误差。在一些示例中，控制电路系统可以在基准线502上寻找与穿过点506和原点514的线512相交的点508b。然后，控制电路系统140可以基于点506与508b之间的比例确定线502与504之间的比例。然后，控制电路系统140可以基于点506与508b之间的确定比例来比例缩放所有其他测量值，以消除由对象在z轴上的移动导致的误差。

[0104] 图6a和图6b展示了示例脚踏板600，该脚踏板可以用于控制焊接功率源(例如，图1的功率源106)的输出。脚踏板600包括线圈A 136和线圈B 138以及控制电路系统140。控制电路系统140包括传感器电路系统A 144和传感器电路系统B 146以及LDC 142，LDC 142用于转换对包括线圈的电感电路(线圈A 136和传感器电路系统A 144构成电感电路A，并且线圈B 138和传感器电路系统B 146构成电感电路B)的响应。

[0105] 当操作员向下踩压脚踏板600的面板602时，导电对象134向下移动并进入线圈(线圈A 136和线圈B 138)的长度。弹簧604被偏压以抵靠面板602向上推压，使得当操作员没有向下踩压面板602时使面板602返回其原始位置。在原始位置(如图6a所示)处，对象134不与线圈(线圈A 136和线圈B 138)重叠。当面板602被致动时，对象134沿线圈(线圈A 136和线圈B 138)的长度向下移动。对象134在线圈A 136的密集区域606中进入线圈A 136并进入线圈B 138的单调区域208(如图6b所示)。当对象134进入线圈的长度时，LDC 142针对电路A的输出迅速增大，直到对象到达过渡点202。过渡点202是从密集区域606过渡到稀疏区域206的点。然后，当对象134沿稀疏区域206移动时，LDC 142针对电路A的输出缓慢减小。踏板600被配置成使得面板602的运动范围在线圈B 138的单调区域208内结束。因此，当对象134向下移动时(即，当面板602被向下踩压时)，LDC 142针对电路B的输出增大，并且当对象134向上移回时(即，当面板602上的向下压力被释放并且来自弹簧604的力将面板向上推压时)，该输出减小。

[0106] 控制电路系统140处理LDC 142的输出以确定电路A的输出何时超过阈值。电路A的输出是否超过阈值的确定用作开关。在对象134超过阈值的点之后，LDC 142针对电路A和电路B的输出是近似线性的，并且因此可以与电位计类似地使用。相应地，控制电路系统140处理LDC 142的输出，并且基于处理后的LDC 142的输出向功率源106的控制电路系统120发送信号。LDC 142的输出基于对象142的位置，该对象142的位置基于脚踏板600的面板602的位置。因此，操作员可以通过控制脚踏板600的位置来控制功率源106的输出。

[0107] 如图6a和图6b所展示的，线圈A 136和线圈B 138具有不均匀的间距，这意味着线圈的连续匝之间的间距并不总是相等的。线圈A 136和线圈B 138各自具有密集区域(线圈间距较小的区域)和稀疏区域(线圈间距较大的区域)。密度是指给定距离内线圈的匝数，并且是线圈间距的倒数。稀疏区域是线圈A 136的区域206和线圈B 138的区域208。

[0108] 图7是参考图1b描述的单线圈应用的图以及针对单线圈应用的LDC输出的曲线图170。静止时，对象134在线圈C 150的长度156之外。当对象134通过致动器132(图1b)致动时，对象134进入线圈C 150的长度156。当对象134进入线圈C 150的长度时，LDC 142的输出迅速增大，直到该对象到达点172。点172处的幅值可以用作预定阈值幅值，该预定阈值幅值用作开关功能。如果LDC 142的输出的幅值低于点172处的已知幅值，则开关断开。如果LDC 142的输出的幅值高于点172处的已知幅值，则开关接通。

[0109] 使对象134受到限制，从而使得对象134在线圈C 150的长度之内仅在单调区域158内行进。致动器132(图1b)被机械地构造成使得对象不会到达线圈C 150的过渡点162。因此，如曲线图170所示，对于单调区域内沿线圈C 150的长度156的每个位置，存在单个输出值。与常规开关/电位计设备中的电位计类似，单调区域158内的LDC 142的输出值用于控制输出水平。

[0110] 图8a和图8b展示了示例脚踏板800，该脚踏板可以用于控制焊接功率源(例如，图1的功率源106)的输出，其中脚踏板800包括单个线圈(线圈C 150)。

[0111] 控制电路系统140包括传感器电路系统C 152以及LDC 142，其中LDC 142用于转换对包括线圈C 150的电感电路(线圈C 150和传感器电路系统C 152构成电感电路C)的响应。

[0112] 当操作员向下踩压脚踏板800的面板802时，导电对象134向下移动并进入线圈C 150的长度。弹簧804被偏压以抵靠面板802向上推压，使得当操作员没有向下踩压面板802时面板802返回其原始位置。在原始位置(如图8a所示)，对象134不与线圈C 150重叠。当面板802被致动时，对象134沿线圈C 150的长度向下移动。对象134进入线圈C 150的单调区域158(在图8b中示出)。踏板800被配置成使得面板802的运动范围在线圈C 150的单调区域158内结束。因此，当对象134向下移动时(即，当面板802被向下踩压时)，LDC 142针对电路C的输出增大，并且当对象134向上移回时(即，当面板802上的向下压力被释放并且来自弹簧804的力将面板802向上推压时)，该输出减小。

[0113] 控制电路系统140处理LDC 142的输出以确定电路C的输出何时超过阈值。电路C的输出是否超过阈值的确定用作开关。该阈值被选择为使得当对象进入线圈C 150的长度时LDC 142的输出超过该阈值。在对象134超过阈值的点之后，LDC 142针对电路C的输出是近似线性的，并且因此可以与电位计类似地使用。相应地，控制电路系统140处理LDC 142的输出，并且基于处理后的LDC 142的输出向功率源106的控制电路系统120发送信号。LDC 142的输出基于对象142的位置，对象142的位置基于脚踏板800的面板802的位置。相应地，操作员可以通过控制脚踏板800的位置来控制功率源106的输出。

[0114] 尽管总体上描述为在TIG焊接应用中控制输出功率，但是所描述的感应式传感器可以用于任何焊接类型应用以控制任何焊接参数或用于多个参数的协同控制。

[0115] 尽管已经参考某些实施方式描述了本方法和/或系统，但是本领域技术人员将理解，在不脱离本方法和/或系统的范围的情况下，可以进行各种改变并且可以替换等效物。例如，所公开的示例的框和/或部件可以被组合、划分、重新布置和/或以其他方式被修改。另外，在不脱离本公开内容的范围内容的情况下，可以做出许多修改以使特定情况或材料适应本公开内容的传授内容。因此，本方法和/或系统不限于所公开的特定实施方式。替代地，本方法和/或系统将包括照字面地和在等效物教条下均落在所附权利要求的范围内的所有实施方式。

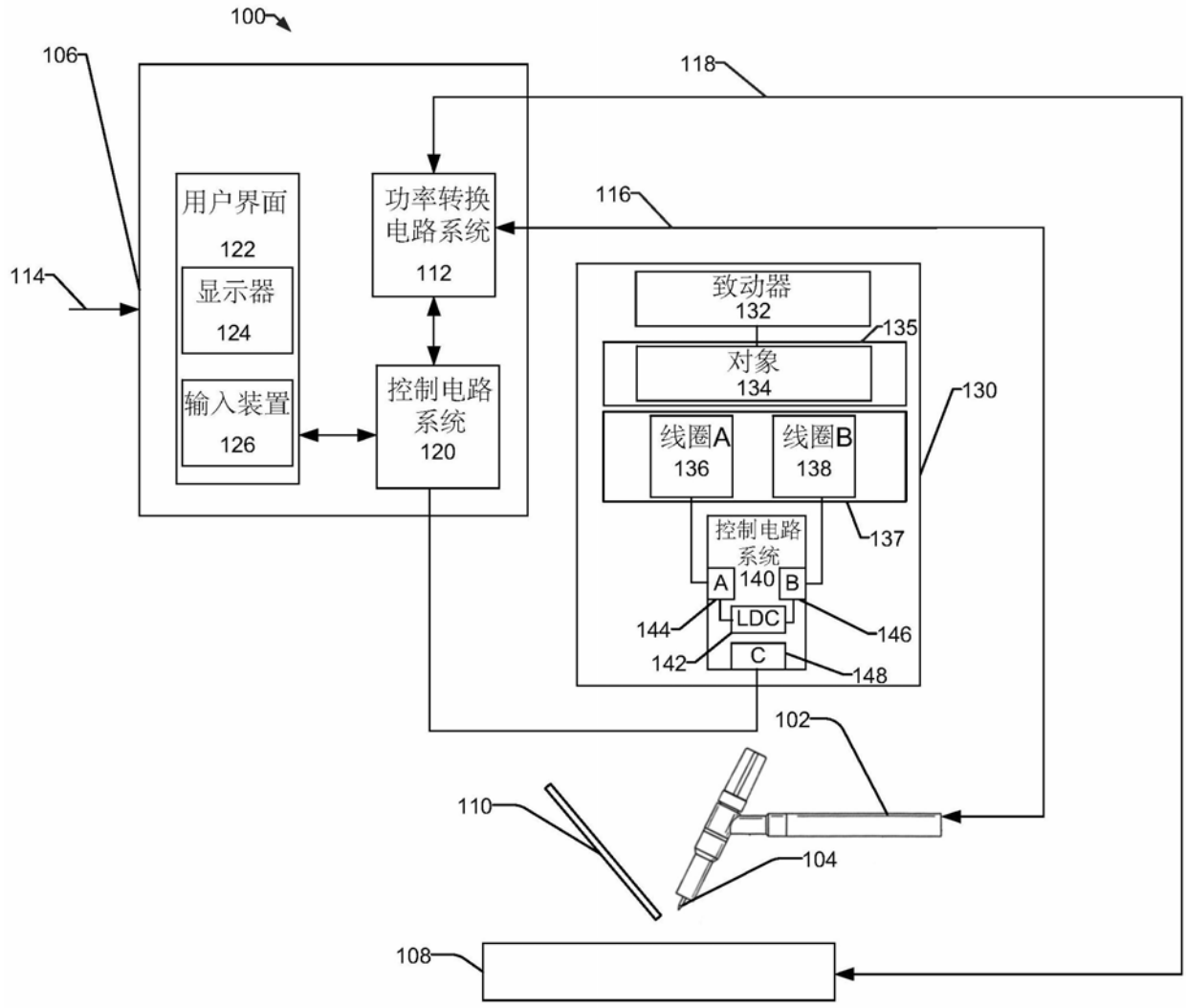

100
106
118
用户界面
122
显示器
124
输入装置
126
功率转换
电路系统
112
116
114
控制电路
系统
120
致动器
132
135
对象
134
130
线圈A
136
线圈B
138
137
控制电路
系统
A
140
B
LDC
C
144
142
146
148
102
110
104
108

图1a

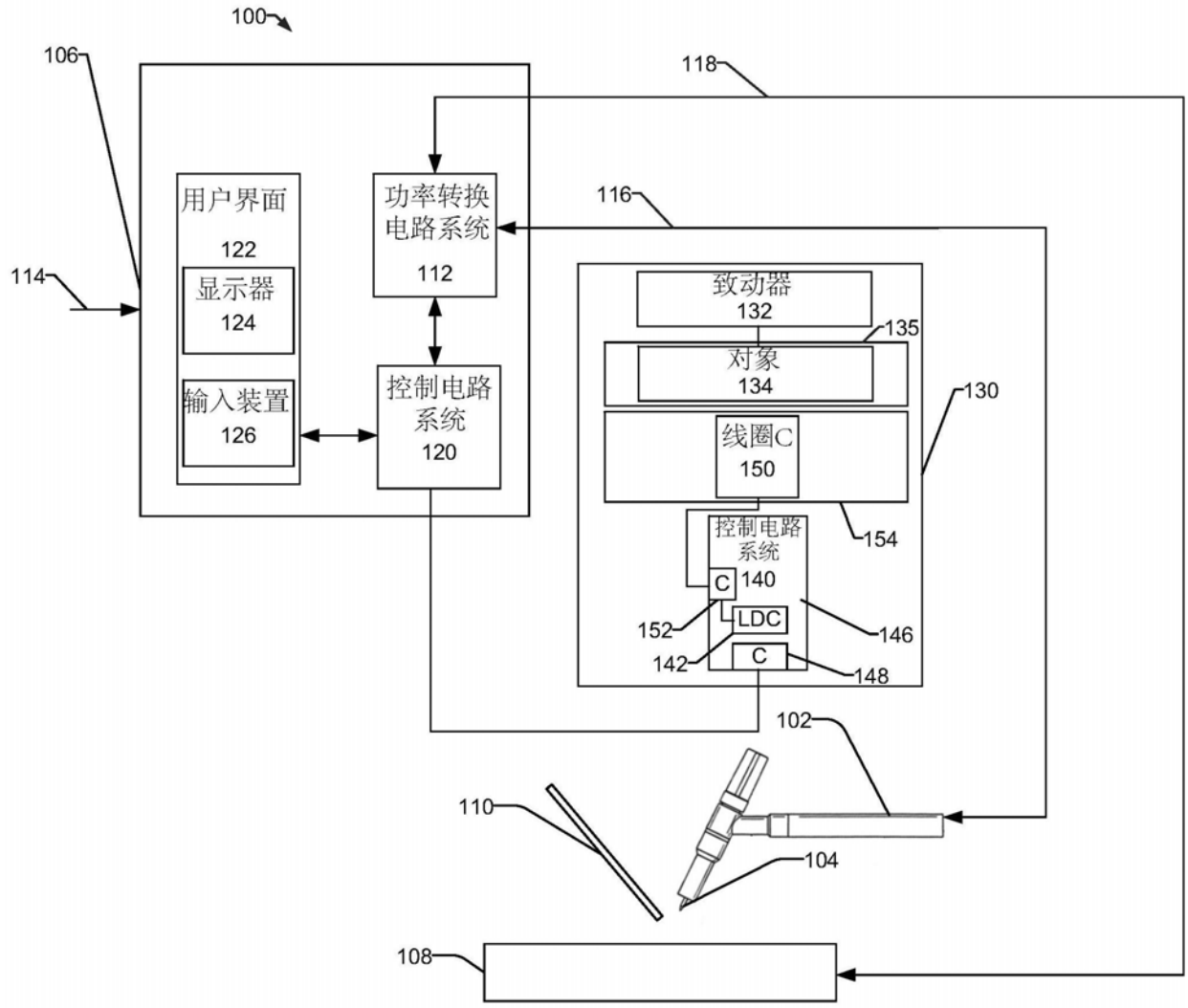

100
106
118
用户界面
122
显示器
124
输入装置
126
功率转换
电路系统
112
116
114
控制电路
系统
120
致动器
132
135
对象
134
130
线圈C
150
154
控制电路
系统
C
140
LDC
152
146
142
C
148
102
110
104
108

图1b

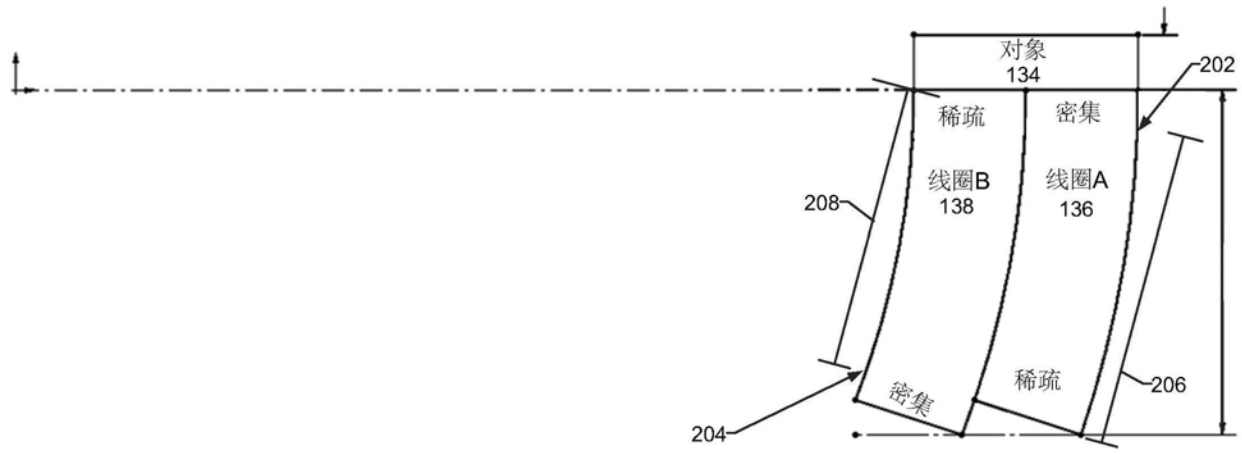

对象
134
202
稀疏
密集
线圈B
138
线圈A
136
208
密集
稀疏
206
204

图2a

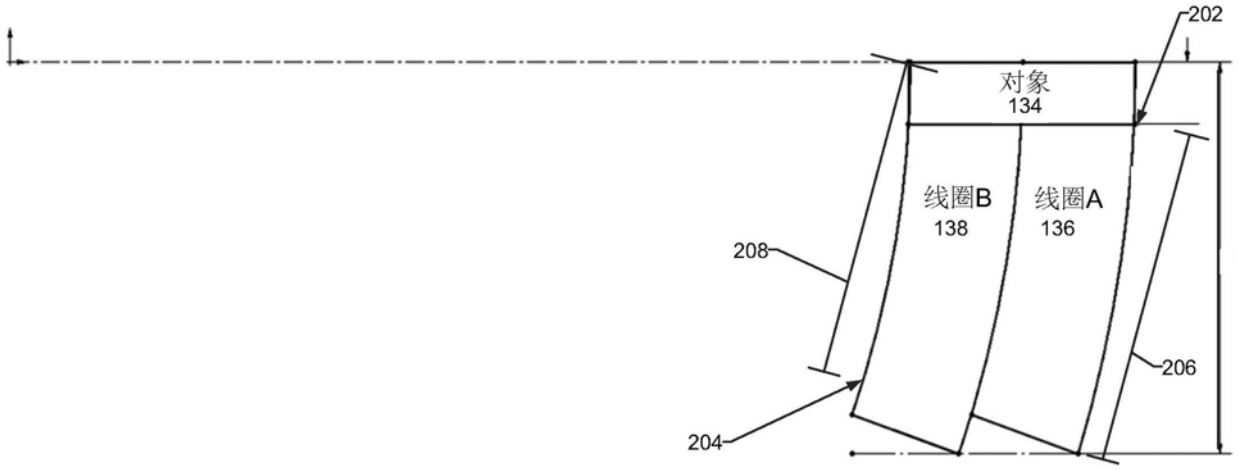

202
对象
134
线圈B
138
线圈A
136
208
206
204

图2b

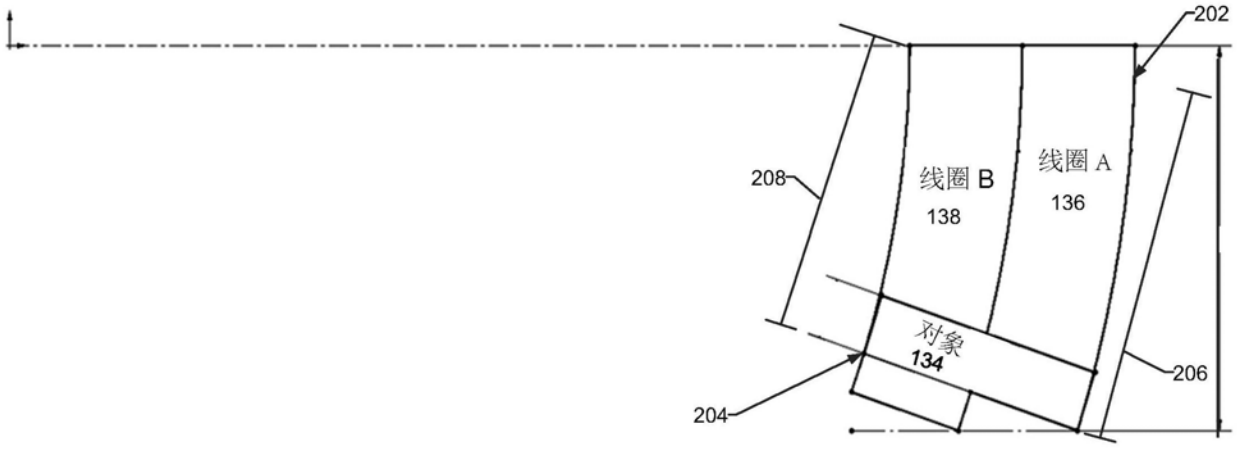

202
208
线圈 B
138
线圈 A
136
对象
134
206
204

图2c

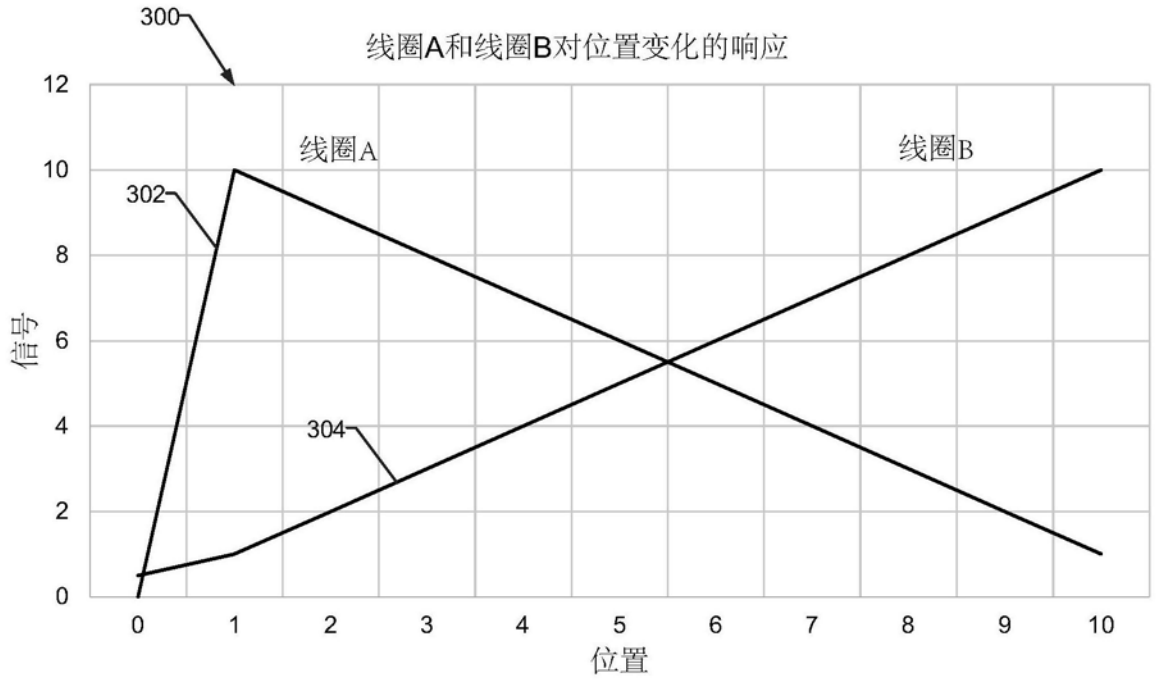

300
线圈A和线圈B对位置变化的响应
线圈A
线圈B
302
304
信号
位置
0
2
4
6
8
10
12
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

图3

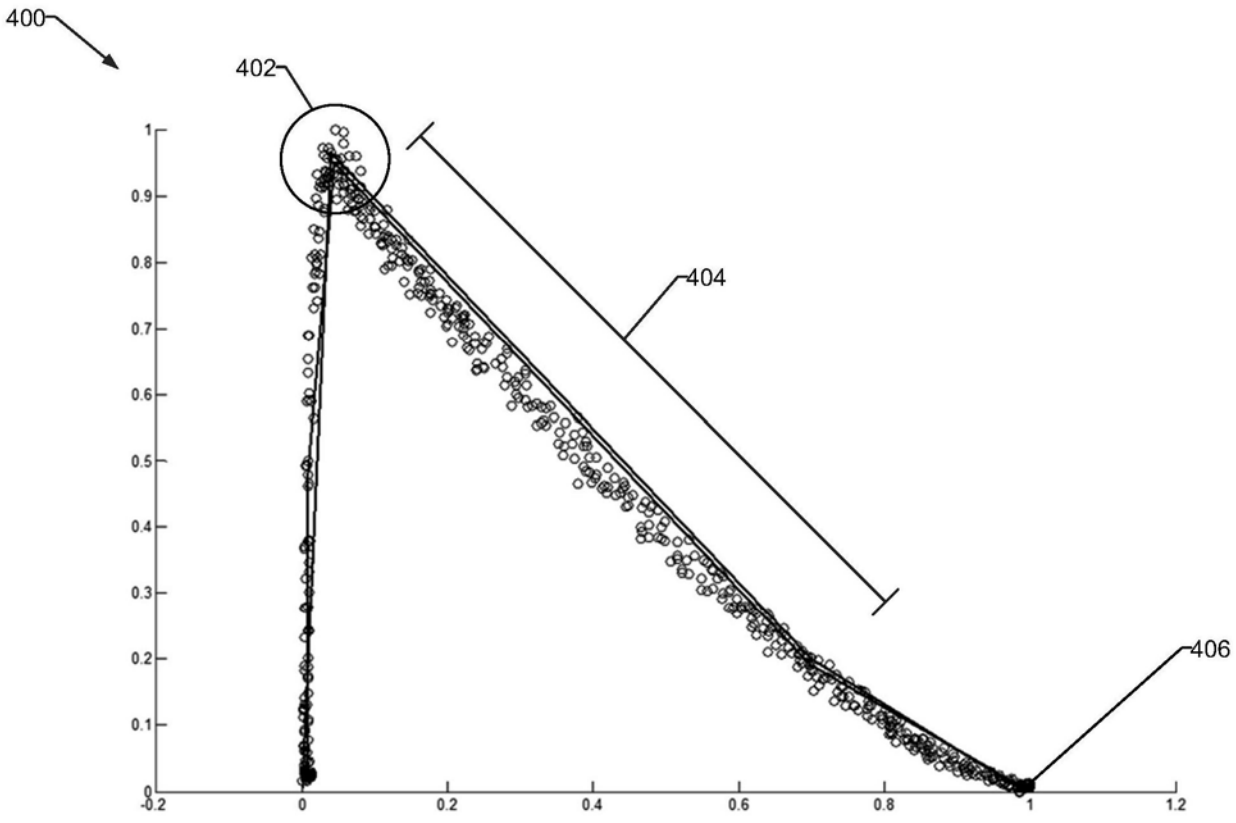

400
402
404
406
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
-0.2
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2

图4

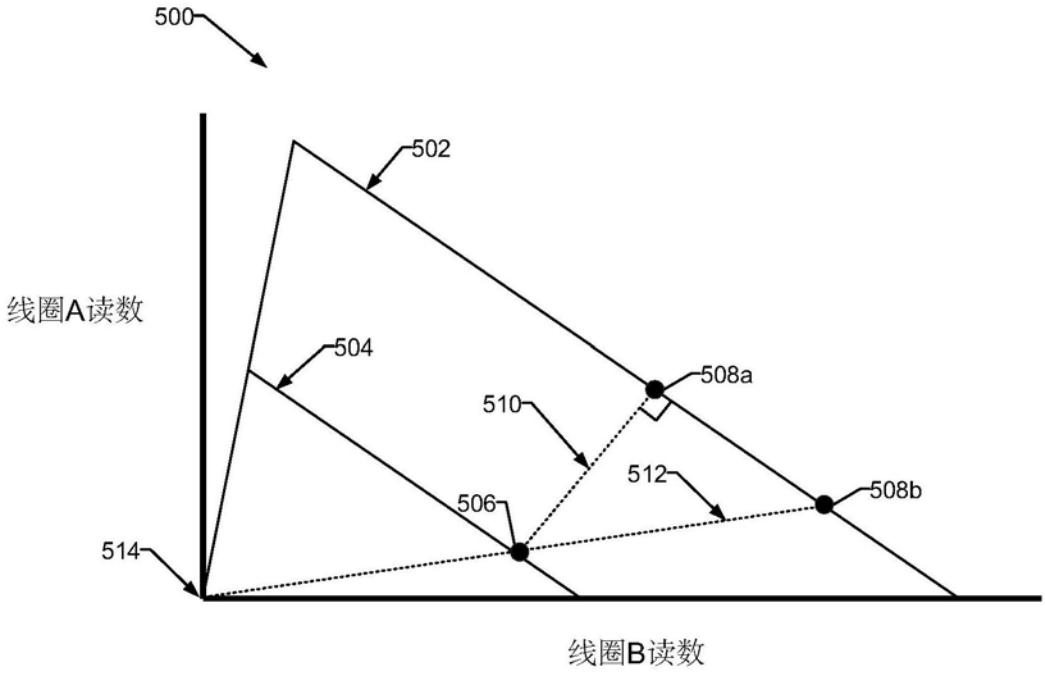


图5

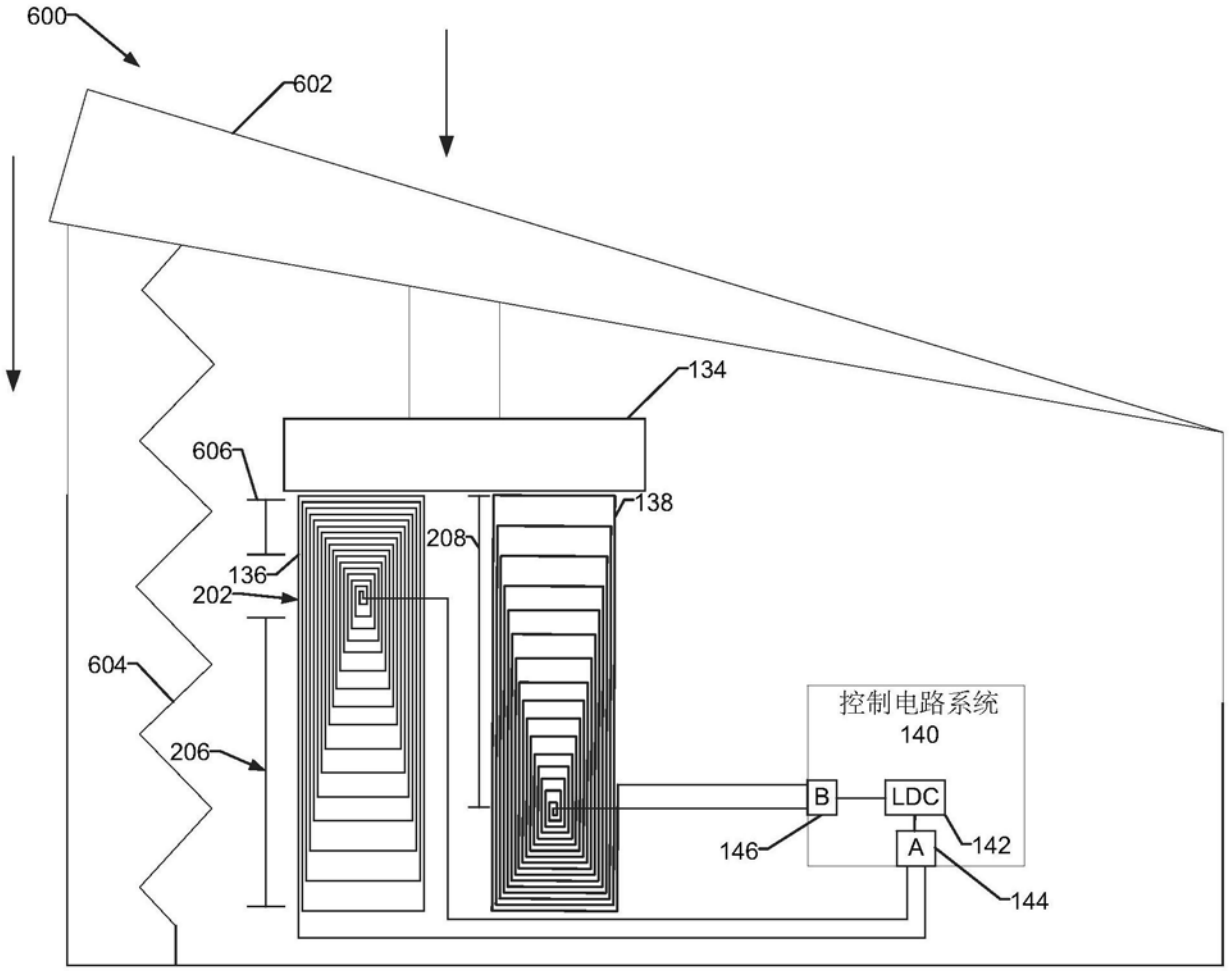

600
602
134
606
138
208
136
202
604
206
控制电路系统
140
B
LDC
146
A
142
144

图6a

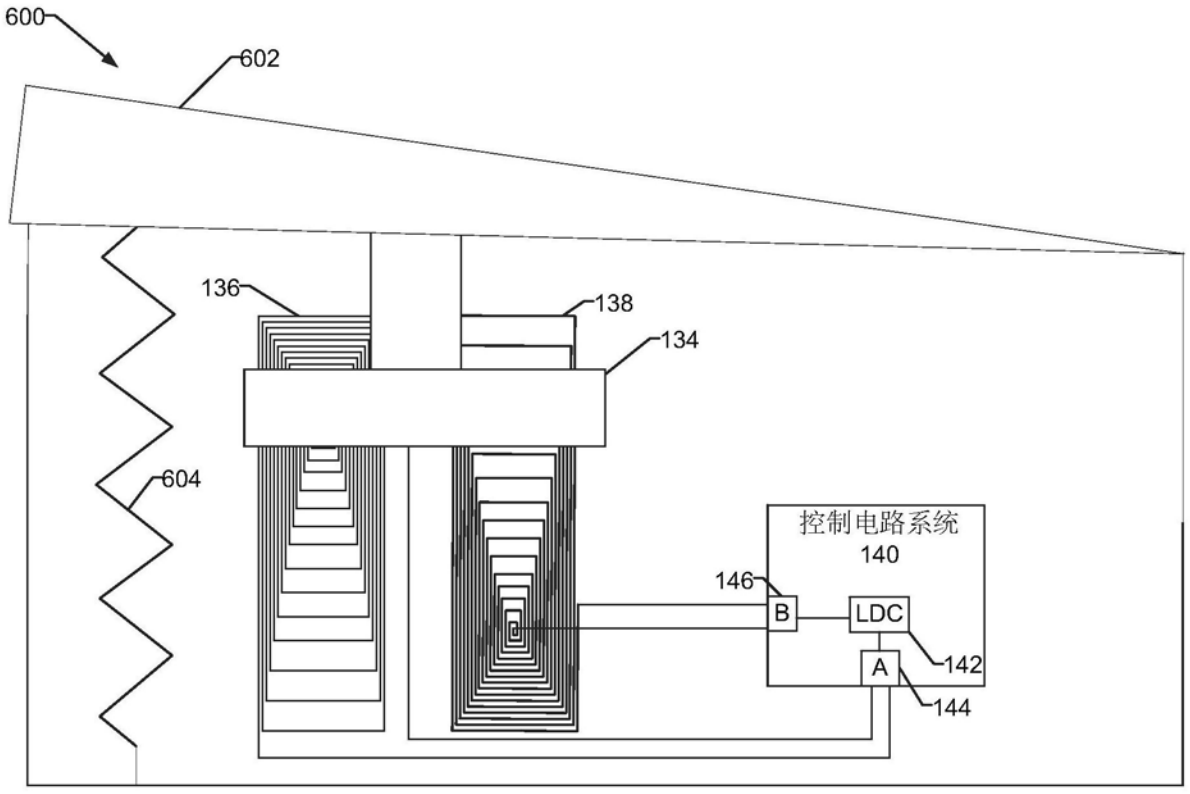


图6b

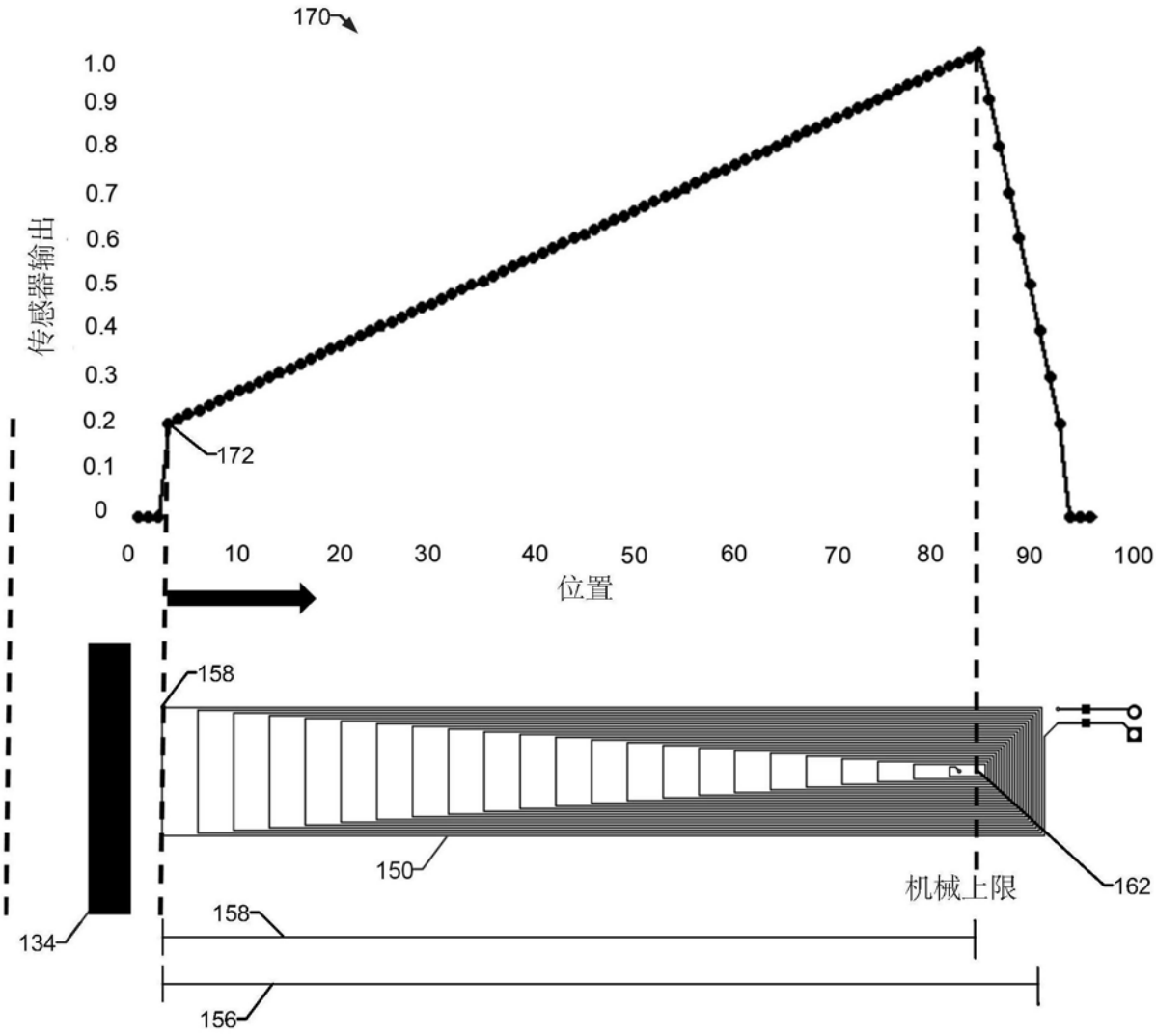

170
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
传感器输出
172
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
位置
158
150
162
机械上限
134
158
156

图7

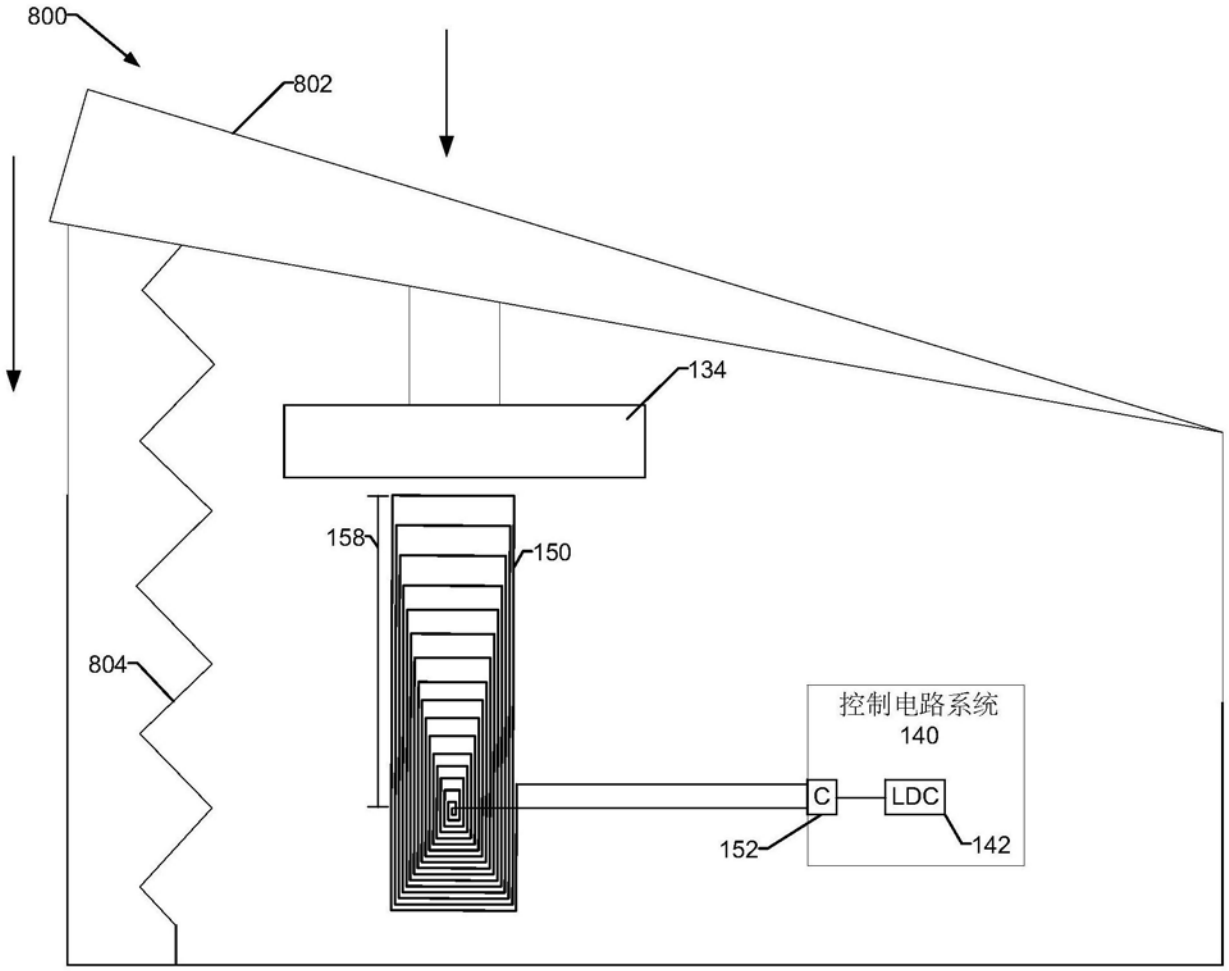


图8a

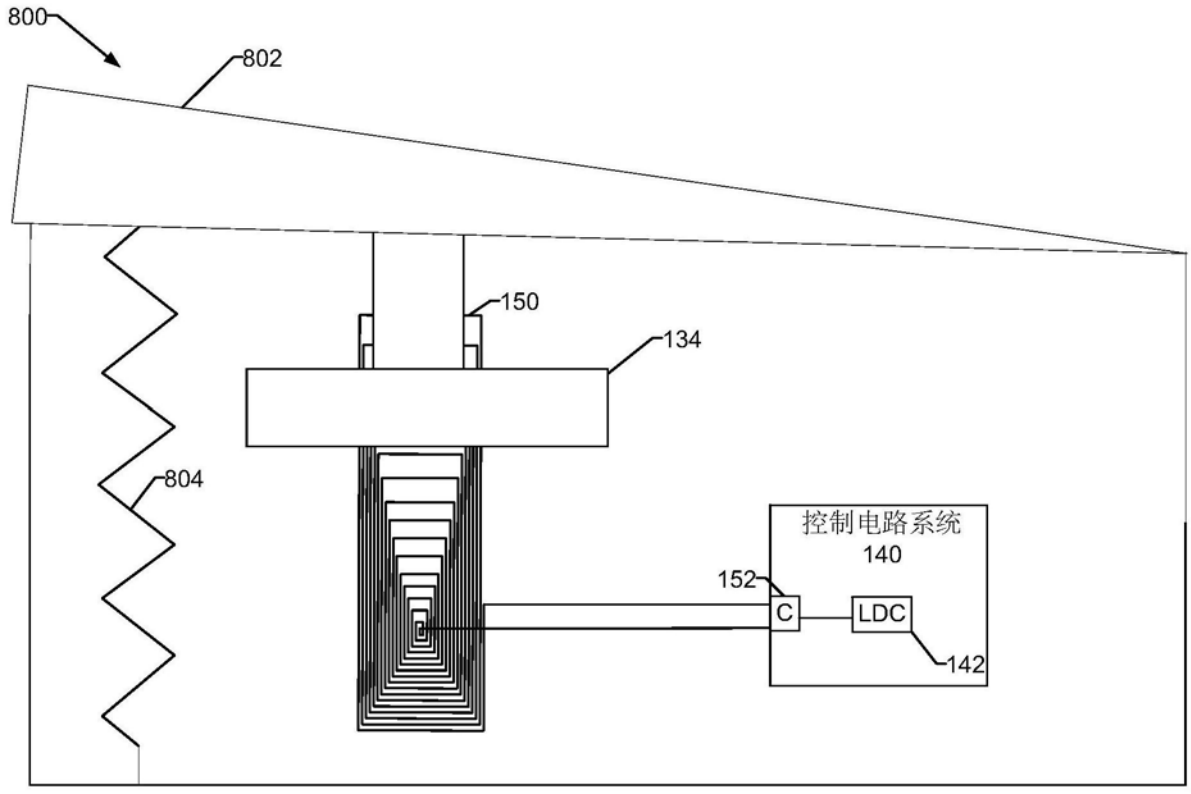


图8b