



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104075112 A

(43) 申请公布日 2014. 10. 01

(21) 申请号 201410121481. 1

(22) 申请日 2014. 03. 28

(30) 优先权数据

61/806149 2013. 03. 28 US

14/223065 2014. 03. 24 US

(71) 申请人 通用汽车环球科技运作有限责任公司

地址 美国密执安州

(72) 发明人 J. P. 奥尔特曼

M. H. 阿布德埃尔哈米德

A. T. 莫雷尔斯 A. M. 戴利 M. 蔡

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 董均华 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F17C 13/00(2006. 01)

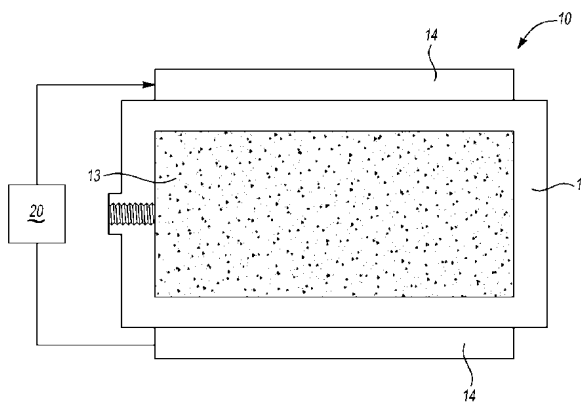
权利要求书1页 说明书7页 附图7页

(54) 发明名称

用于天然气罐的热管理系统

(57) 摘要

一种用于天然气罐的热管理系统包括容器以及操作性地定位成选择性地冷却该容器的冷却机构。本文还公开了一种用于在补给燃料期间使天然气存储的损失最小化的方法。在该方法的一个示例中,冷却机构操作性地定位成选择性地冷却天然气储罐的容器,其在补给燃料事件之前启动。这将容器冷却至预定温度。



1. 一种用于天然气罐的热管理系统,包括:
容器;以及
冷却机构,其操作性地定位成选择性地冷却所述容器。
2. 如权利要求 1 所限定的热管理系统,其中,所述冷却机构是使流体围绕所述容器循环的热交换器。
3. 如权利要求 1 所限定的热管理系统,其中,所述冷却机构是帕尔贴冷却器。
4. 如权利要求 1 所限定的热管理系统,其中,所述冷却机构是包括螺旋盘管的热交换器。
5. 如权利要求 1 所限定的热管理系统,其中,所述冷却机构是定位在所述容器周围的可相变材料。
6. 如权利要求 1 所限定的热管理系统,其中,所述冷却机构包括相异金属的接合处,所述接合处在暴露于温度梯度时将产生电流。
7. 如权利要求 1 所限定的热管理系统,还包括定位在所述容器中的天然气吸附剂,其中,所述天然气吸附剂选自自由碳、多孔聚合物网状物、金属-有机框架、沸石、以及它们的组合所组成的组。
8. 如权利要求 1 所限定的热管理系统,还包括电子控制单元,所述电子控制单元与所述冷却机构操作性地通信以控制所述冷却机构的操作。
9. 如权利要求 8 所限定的热管理系统,还包括温度传感器,用以检测所述容器的温度并将所述温度传达至所述电子控制单元。
10. 一种用于在补给燃料期间使天然气罐的热力学填充不足最小化的方法,所述方法包括:
在补给燃料事件之前,启动操作性地定位成选择性地冷却天然气储罐的容器的冷却机构,从而将所述容器冷却至预定温度。

用于天然气罐的热管理系统

[0001] 相关申请的交叉引用

本申请要求在 2013 年 3 月 28 日提交的美国临时专利申请系列号 61/806, 149 的权益, 其全部内容通过参考并入本文。

背景技术

[0002] 诸如气体存储容器和液压蓄能器的压力容器可以用来容纳受压的流体。一些气体储罐被填充至阈值压力。气体的密度取决于气体的压力和温度。例如, 在炎热的天气, 气体将膨胀, 并且罐可以仅填充至其潜在能力的 75%(或以下)。在补给燃料期间, 气体压缩到罐中并且罐内部的温度增加。作为示例, 在高压系统中, 不具有吸附剂的罐可以在约 3, 600psi 的压力下并且在约 50°C (≈ 122 °F) 的温度下被填充, 并且具有吸附剂的罐可以在约 3, 600psi 的压力下并且在约 60°C (≈ 140 °F) 的温度下被填充。在加燃料之后, 罐的温度降低(例如, 至环境温度), 并且压力也成比例地降低。在一个示例中, 罐压力降低至 3, 400psi, 并且这等于约 6% 的由热力学引起的填充不足(underfill)。

发明内容

[0003] 一种用于天然气罐的热管理系统包括容器以及操作性地定位成选择性地冷却该容器的冷却机构。本文还公开了一种用于在补给燃料期间使天然气存储的损失最小化的方法。在该方法的一个示例中, 冷却机构操作性地定位成选择性地冷却天然气储罐的容器, 其在补给燃料事件之前启动。这将容器冷却至预定温度。

[0004] 本发明还包括如下方案:

1. 一种用于天然气罐的热管理系统, 包括:

容器; 以及

冷却机构, 其操作性地定位成选择性地冷却所述容器。

[0005] 2. 如方案 1 所限定的热管理系统, 其中, 所述冷却机构是使流体围绕所述容器循环的热交换器。

[0006] 3. 如方案 1 所限定的热管理系统, 其中, 所述冷却机构是帕尔贴冷却器。

[0007] 4. 如方案 1 所限定的热管理系统, 其中, 所述冷却机构是包括螺旋盘管的热交换器。

[0008] 5. 如方案 1 所限定的热管理系统, 其中, 所述冷却机构是定位在所述容器周围的相变材料。

[0009] 6. 如方案 1 所限定的热管理系统, 其中, 所述冷却机构包括相异金属的接合处, 所述接合处在暴露于温度梯度时将产生电流。

[0010] 7. 如方案 1 所限定的热管理系统, 还包括定位在所述容器中的天然气吸附剂, 其中, 所述天然气吸附剂选自自由碳、多孔聚合物网状物、金属-有机框架、沸石、以及它们的组合所组成的组。

[0011] 8. 如方案 1 所限定的热管理系统, 还包括电子控制单元, 所述电子控制单元与所

述冷却机构操作性地通信以控制所述冷却机构的操作。

[0012] 9. 如方案 8 所限定的热管理系统,还包括温度传感器,用以检测所述容器的温度并将所述温度传达至所述电子控制单元。

[0013] 10. 如方案 8 所限定的热管理系统,还包括与所述电子控制单元通信以用于手动启动所述冷却机构的用户接口。

[0014] 11. 一种用于在补给燃料期间使天然气罐的热力学填充不足最小化的方法,所述方法包括:

在补给燃料事件之前,启动操作性地定位成选择性地冷却天然气储罐的容器的冷却机构,从而将所述容器冷却至预定温度。

[0015] 12. 如方案 11 所限定的方法,还包括:

经由电子控制单元确定在预定的时间间隔内开始补给燃料的概率,所述电子控制单元与所述冷却机构操作性地通信以控制所述冷却机构的操作;

如果所述概率超出阈值概率,则启动冷却机构。

[0016] 13. 如方案 12 所限定的方法,其中,确定所述概率包括:经由与所述电子控制单元通信的用户接口向所述电子控制单元手动地传达开始补给燃料的所述概率超出所述阈值概率。

[0017] 14. 如方案 13 所限定的方法,还包括:

指示热管理系统正在使所述容器准备好用于补给燃料;以及

指示所述容器的就绪状态以用于使天然气罐的热力学填充不足最小化。

[0018] 15. 如方案 14 所限定的方法,其中,当所述容器的温度小于或等于所述预定温度时,所述就绪状态为 100%。

[0019] 16. 如方案 12 所限定的方法,其中,确定所述概率包括由所述电子控制单元自动地确定所述容器的填充状态。

[0020] 17. 如方案 12 所限定的方法,其中,确定所述概率包括自动地确定到补给燃料站的接近度。

附图说明

[0021] 本公开的示例的特征和优点将通过参照下面的详细描述和附图而变得显而易见,在附图中,类似的附图标记对应于类似的但可能不同的部件。为简洁起见,具有此前描述的功能的附图标记或特征可以结合或者可以不结合出现它们的其它附图来描述。

[0022] 图 1 是根据本公开的包括冷却机构的示例的天然气罐的示意性视图;

图 2 是根据本公开的包括冷却系统的示例的天然气罐的另一个示例的示意性视图,其中在罐的容器内部具有翅片;

图 3 是根据本公开的包括冷却系统的示例的天然气罐的另一个示例的示意性视图,其中在罐的容器内部具有螺旋盘管;

图 4 是根据本公开的包括具有帕尔贴冷却器的冷却系统的示例的天然气罐的另一个示例的示意性视图;

图 5 是根据本公开的包括具有相变材料的冷却系统的示例的天然气罐的另一个示例的示意性视图;

图 6 是根据本公开的包括具有外部翅片的冷却系统的示例的天然气罐的另一个示例的示意性视图；以及

图 7 是根据本公开的包括具有电子控制系统的冷却系统的示例的天然气罐的另一个示例的示意性视图。

具体实施方式

[0023] 天然气车辆配有车载储罐。一些天然气储罐被指定为低压系统，并且这些系统的额定压力最多约 750psi。在一个示例中，低压系统的额定压力为约 725psi 及以下。在补给燃料期间，低压系统储罐的容器被设计成填充至罐达到额定范围内的压力为止。其它天然气储罐被指定为高压系统，并且这些系统的额定压力在从约 3,000psi 至约 3,600psi 的范围内。类似于低压系统储罐，高压系统储罐的容器被设计成填充至罐达到额定范围内的压力为止。

[0024] 高压和低压系统两者均可以利用吸附的天然气的，其中天然气吸附剂被加载到容器中。吸附剂可以增加存储容量，使得罐在被填充至额定压力时能够存储和输送对于期望的车辆操作而言足够量的天然气。

[0025] 如本文所用，补给燃料是指将一定量的天然气引入容器中以增加容器中的天然气的量。天然气容器的补给燃料通常通过将天然气容器连接到高压源来实现。燃料从高压源流入天然气容器中。当高压源和天然气容器之间的压差高时，流量通常比压差小时更高。在非常高的压差下，流量可能受声速的限制。这可以被称为壅塞流量或临界流量。随着天然气容器充满，压差减小。当压差变得较低时，流量减慢。当容器内部的天然气的压力等于源的压力时，流动停止。然而，典型的是补给燃料在罐实际上达到源压力之前结束。通常，补给燃料在罐达到目标压力时结束，该压力一定程度地低于源压力。在一些情况下，补给燃料可以在流量下降至目标流量时结束。在一些情况下，流量可由流量计测量，在其它情况下，流量可从由流动引起的声冲流来估计。

[0026] 与液体燃料不同，天然气可以根据气体压力和温度显著膨胀和收缩。例如，在炎热的天气，气体将膨胀，并且罐可以仅填充至其潜在能力的 75%（或以下）。在补给燃料期间，天然气压缩到罐中并且罐内部的天然气的温度增加。作为示例，在高压系统中，不具有吸附剂的罐可以在约 3,600psi 的压力下并且在约 50°C（ $\approx 122^\circ\text{F}$ ）的温度下被填充，并且具有吸附剂的罐可以在约 3,600psi 的压力下并且在约 60°C（ $\approx 140^\circ\text{F}$ ）的温度下被填充。在加燃料之后，罐的温度降低（例如，至环境温度），并且压力也与温度成比例地降低。在一个示例中，罐压力降低至 3,400psi，并且这等于约 6% 的由热力学引起的填充不足。如本文所用，热力学引起的填充不足是指在加载到容器中的天然气的质量和容器的有效容量之间的差值。例如，一些 CNG 容器可以标定为 3,600psi。如本文所用，标定为 3,600psi 的 CNG 容器的有效容量是在 3,600psi 和 25°C（摄氏度）下存储在容器中的天然气的质量。

[0027] 在本文所公开的示例中，冷却机构操作性地定位成在补给燃料之前选择性地冷却容器。在一个示例中，冷却可以在整个补给燃料过程中继续，以使得容器被保持在目标温度。例如，目标温度可以为约 25°C（77°F（华氏度））。可以相信，本文所公开的系统使得罐的温度能够被管理，从而使在补给燃料期间热力学引起的填充不足消除或至少最小化。在图 1 和图 2 中所示示例中，系统 10 或 10' 是示意性地示出为具有热管理系统的不同示例

的天然气罐。这些系统中的每一个将在下文中描述。

[0028] 已经认识到,大多数现有的天然气燃料容器将根据热力学第二定律自然地趋于与其环境的热平衡。因此,除非罐被完全绝缘,它将通过辐射、对流和传导而最终冷却,直到达到与环境的热平衡为止。然而,在本公开的示例中,冷却可以选择性地被加速,并且容器的温度可以被控制。

[0029] 在系统 10、10' 的每个示例中,容器 12 可以由具有所需热导率的任何材料制成,该材料也适合在从约 500psi 至约 3,600psi 的范围内的可重复使用的压力容器。合适的容器 12 材料的示例包括铝合金。铝合金的示例包括在 7,000 系列中的那些,其具有相对高的屈服强度。一个具体示例包括铝 7075-T6,其具有 73,000psi 的拉伸屈服强度。铝合金的其它示例包括在 6,000 系列中的那些。一个具体示例为铝 6061-T6,其具有 40,000psi 的拉伸屈服强度。应当理解,也可以使用除铝之外的金属容器。作为示例,容器可以由高强度低合金钢 (HSLA) 制成。高强度低合金钢的示例通常具有在从约 0.05% 至约 0.25% 的范围内的碳含量,并且化学组成的其余部分变化,以便获得所需的机械性质。

[0030] 虽然图 1 和图 2 中所示容器 12 的形状为矩形瓶,但应当理解,容器 12 的形状和尺寸可以至少部分地取决于车辆中的罐 10、10' 的可用包装封套 (packaging envelope)。例如,尺寸和形状可以改变,以便配合到车辆行李箱的特定区域中。作为示例,罐 10、10' 可以是圆柱形瓶。

[0031] 在图 1 和图 2 中所示示例中,容器 12 是具有单个开口或入口的单一单元。在这些示例中的每一个中,开口可以用旋塞阀覆盖。虽然未示出,但应当理解,容器 12 可被构造为具有其它容器,使得多个容器通过歧管或其它合适的机构流体(例如,气体)连通。

[0032] 如上文所指出的,本文所公开的示例可以包括或者可以不包括吸附剂 13。在图 1 和图 2 中所示示例中,天然气吸附剂 13 被定位在容器 12 内。合适的吸附剂 13 至少能够可释放地保持甲烷(即,可逆地存储或吸附和解吸甲烷分子)。在一些示例中,所选吸附剂 13 也可能能够可逆地存储可见于天然气中的其它组分,例如,其它烃(例如,乙烷、丙烷、己烷等)、氢气、一氧化碳、二氧化碳、氮气、和/或硫化氢。在又另一些示例中,所选吸附剂 13 对于天然气组分中的某些可以是惰性的,并且能够可释放地保持其它天然气组分。

[0033] 通常,吸附剂 13 具有高的表面积并且为多孔的。孔的尺寸通常大于至少甲烷化合物的有效分子直径。在一个示例中,孔尺寸分布使得存在具有待吸附的最小化合物的有效分子直径的孔和具有待吸附的最大化合物的有效分子直径的孔。在一个示例中,吸附剂 13 的布朗诺尔-埃米特-泰勒 (BET) 表面积大于约 50 平方米/克 (m^2/g) 且最多约 2,000 m^2/g , 并且包括孔尺寸从约 0.2nm (纳米) 至约 50nm 的多个孔。

[0034] 合适的吸附剂 13 的示例包括碳(例如,活性炭、超活性炭、碳纳米管、碳纳米纤维、碳分子筛、沸石矿模板碳等)、沸石、金属-有机框架 (MOF) 材料、多孔聚合物网状物(例如, PAF-1 或 PPN-4)、以及它们的组合。合适的沸石的示例包括沸石 X、沸石 Y、沸石 LSX、MCM-41 沸石、硅磷酸铝 (SAPO)、以及它们的组合。合适的金属-有机框架的示例包括 HKUST-1、ZIF-8、MOF-74 和/或类似物,其通过链接四面体簇与有机连接体(例如,羧酸盐连接体)来构造。

[0035] 吸附剂 13 在容器 12 中占据的体积将取决于吸附剂 13 的密度。在一个示例中,吸附剂 13 的密度可以在从约 0.1g/cc 至约 0.9g/cc 的范围内。填充密实的吸附剂 13 可具有

约 0.5g/cc 的密度。

[0036] 如上文所提及的, 示例性系统 10、10' 包括冷却机构, 其用来在补给燃料之前冷却容器 12 以实现预定的容器温度, 以使气体存储损失最小化。现在将描述每一种冷却机构。

[0037] 现在具体地参看图 1, 冷却机构为热交换器 14、14'。热交换器 14、14' 可以使流体围绕容器 12 循环。热交换器 14 可以操作性地定位在容器 12 的外部上, 并且热交换器 14' 可以定位在容器 12 的内部 (在图 1 中以虚线显示)。热交换器 14 将热从容器 12 传递到流过围绕容器 12 定位的管的凉的 / 冷的冷却剂。凉的 / 冷的冷却剂经由流体通道输送至热交换器 14, 流体通道流体连接到车辆的冷却剂回路 20。车辆的冷却剂回路 20 可以是能够在所需的补给燃料温度或以下输送冷却剂的任何冷却剂回路。冷却剂回路 20 可以专用于容器 12 的冷却, 或者冷却剂回路 20 可具有与其它车辆系统共享的部件。例如, 冷却剂回路 20 可以将热经由独立的热交换器耗散到环境中。来自容器 12 的热可以通过传导传递到冷却剂。

[0038] 如图 2 和图 3 中所描绘的, 从容器 12 的热传递可通过在容器 12 内部包括热交换器的方面来加强。例如, 可在容器 12 内部包括翅片 22, 如图 2 中所描绘的。在图 3 中描绘的另一个示例中, 热交换器 14 的冷却剂管 24 可以铺设在容器 12 内部。热交换器 14' 可以是螺旋盘管热交换器, 其将热从容器 12 传递到定位在容器 12 中的螺旋盘管 26。来自容器 12 的热可以通过传导传递到螺旋盘管 26。从容器 12 去除热在补给燃料之前和期间有利地降低了容器温度。

[0039] 冷却机构 16 的其它示例在图 4-6 中示出。图 4-6 中描绘的每一个示例均具有定位在容器 12 的外部上的冷却机构 16。冷却机构 16 的一个示例为如图 4 所描绘的帕尔贴冷却器。该机构具有两个侧面, 并且当直流电流流过该机构时, 该机构将热从邻近容器 12 的侧面 28 传递到与相邻的侧面 28 相对的另一侧面 29, 以使得邻近容器 12 的侧面 28 变得更冷, 而另一侧面 29 变得更热。热侧 29 可以附连到散热器, 从而使其保持在环境温度, 同时冷侧 28 可以被冷却至环境温度以下。

[0040] 冷却机构 16 的另一个示例包括依赖于塞贝克效应的帕尔贴模块 38。这些模块包括相异的金属和在它们之间的接合处。该模块可以定位在容器 12 的外部 32 上。模块的接合处在暴露于温度梯度时能够产生电流。更具体而言, 该模块能够感测在容器 12 的壁和外部温度之间的温差, 并且尝试通过产生电力而平衡两个温度。

[0041] 图 5 描绘了具有冷却机构 16 的又一个示例的本公开的示例。图 5 中描绘的冷却机构 16 是定位在容器 12 周围的热交换器 14 中的相变材料。在该示例中, 利用了相位变换, 其中随着冷却机构 16 中存在的液态制冷剂变换为气体, 制冷剂从容器 12 吸收热。冷却机构 16 的该示例通过迫使化学化合物 (例如制冷剂) 在盘管的封闭系统中反复不断地蒸发和冷凝而利用相位变换的特征。由制冷剂的蒸发吸收的热可以通过远离热交换器 14 (蒸发器) 的冷凝器 34 来排放。

[0042] 图 6 中描绘的本公开的另一个示例具有包括翅片 36 的冷却机构 16, 翅片 36 增加了由冷却机构 16 向冷却机构 16 周围的环境的排热速率。

[0043] 本文所公开的示例中的任一个都可包括电子系统, 该系统包括用于检测容器 12 的温度的温度传感器 42 和电子控制单元 40, 电子控制单元 40 操作性地连接到冷却机构 14、14'、16 且连接到温度传感器 42, 如图 7 中所描绘的。温度传感器 42 可以检测容器 12

温度何时高于所需的补给燃料温度（例如，在从约 20°C 至约 25°C 或从约 68 °F 至约 77 °F 的范围内），然后响应于这种检测，可以通信或发送信号至电子控制单元 40。响应于接收到信号，电子控制单元 40 启动冷却机构 14、14'、16。在另一个示例中，在补给燃料事件之前，冷却机构 14、14'、16 可以经由与电子控制单元 40 通信的用户接口 44 从车内手动启动。在又一个示例中，电子控制单元 40 可以被编程，以便在适当的时间开启和关闭冷却机构 14、14'、16。

[0044] 本文公开了一种用于在补给燃料期间使天然气罐的热力学填充不足最小化的方法。该方法是使用本文所公开的热管理系统的方法。根据本公开的方法，在补给燃料事件之前，冷却机构 14、14'、16 被启动。冷却机构 14、14'、16 可以操作性地定位成选择性地冷却天然气储罐 50、50' 的容器 12，从而将容器 12 冷却至预定温度。

[0045] 该方法还可包括经由电子控制单元确定在预定的时间间隔内开始补给燃料的概率，该电子控制单元与冷却机构 14、14'、16 操作性地通信以控制冷却机构 14、14'、16 的操作。如果该概率超出阈值概率，冷却机构被启动。

[0046] 确定概率可包括经由与电子控制单元 40 通信的用户接口 44 向电子控制单元 40 手动地传达：开始补给燃料的概率超出阈值概率。例如，用户可按下按钮以造成电子控制单元 40 开始准备即将发生的补给燃料。该方法还可包括指示热管理系统正在使容器 12 准备好用于补给燃料以及指示容器 12 的就绪状态以使天然气罐 50、50' 的热力学填充不足最小化。例如，在车辆的仪表盘中的显示器可以显示指示热管理系统的状态和容器 12 的状态的消息。例如，显示器可以指示系统正在为补给燃料做准备，或者利用倒计时器和 / 或模拟或数字表计指示天然气罐 50、50' 将为存储最佳量的燃料做最好的准备。在本文所公开的方法的一个示例中，当容器 12 的温度小于或等于预定温度时，就绪状态可以是 100%。确定概率可包括由电子控制单元 40 自动地确定容器 12 的填充状态。确定概率也可包括自动地确定到补给燃料站的接近度。例如，电子控制单元 40 可能能够确定填充水平何时较低，并且使用全球定位系统 (GPS) 基于补给燃料的历史来确定补给燃料可能很快开始。

[0047] 应当理解，本文所提供的范围包括所述范围以及在所述范围内的任何值或子范围。例如，从约 0.1g/cc 至约 0.9g/cc 的范围应理解为不仅包括明确地叙述的约 0.1g/cc 至约 0.9g/cc 的限值，而且包括各个值（例如，0.25g/cc、0.49g/cc、0.8g/cc 等）和子范围（例如，从约 0.3g/cc 至约 0.7g/cc、从约 0.4g/cc 至约 0.6g/cc 等）。而且，当使用“约”来描述某值时，这意味着涵盖从所陈述的值的的最小偏差（达 +/-10%）。

[0048] 在描述和要求保护本文所公开的示例的过程中，单数形式“一”以及“该”包括多个指代物，除非上下文明确表示不是这样。

[0049] 应当理解，术语“相连 / 连接的 / 连接”和 / 或类似物在本文中被广义地限定，以涵盖各种发散连接的布置和组装技术。这些布置和技术包括但不限于：(1) 一个部件与另一个部件之间的直接通信，这两个部件之间没有中间部件；和 (2) 一个部件与另一个部件利用这两个部件之间的一个或多个部件的通信（假定“被连接到”另一个部件的一个部件以某种方式与该另一个部件操作性地通信（尽管在这两个部件之间存在一个或多个附加部件））。

[0050] 而且，贯穿本说明书引用的“一个示例”、“另一个示例”、“示例”等表示结合该示例描述的特定元素（例如特征、结构和 / 或特性）包括在本文所述至少一个示例中，并且可以存

在或不存在于其它示例中。此外,应当理解,针对任何示例所描述的元素可以以任何适当的方式结合在各个示例中,除非上下文明确表示不是这样。

[0051] 虽然已经详细描述了若干示例,但对于本领域的技术人员将显而易见的是,所公开的示例可以被修改。因此,上述描述将被视为非限制性的。

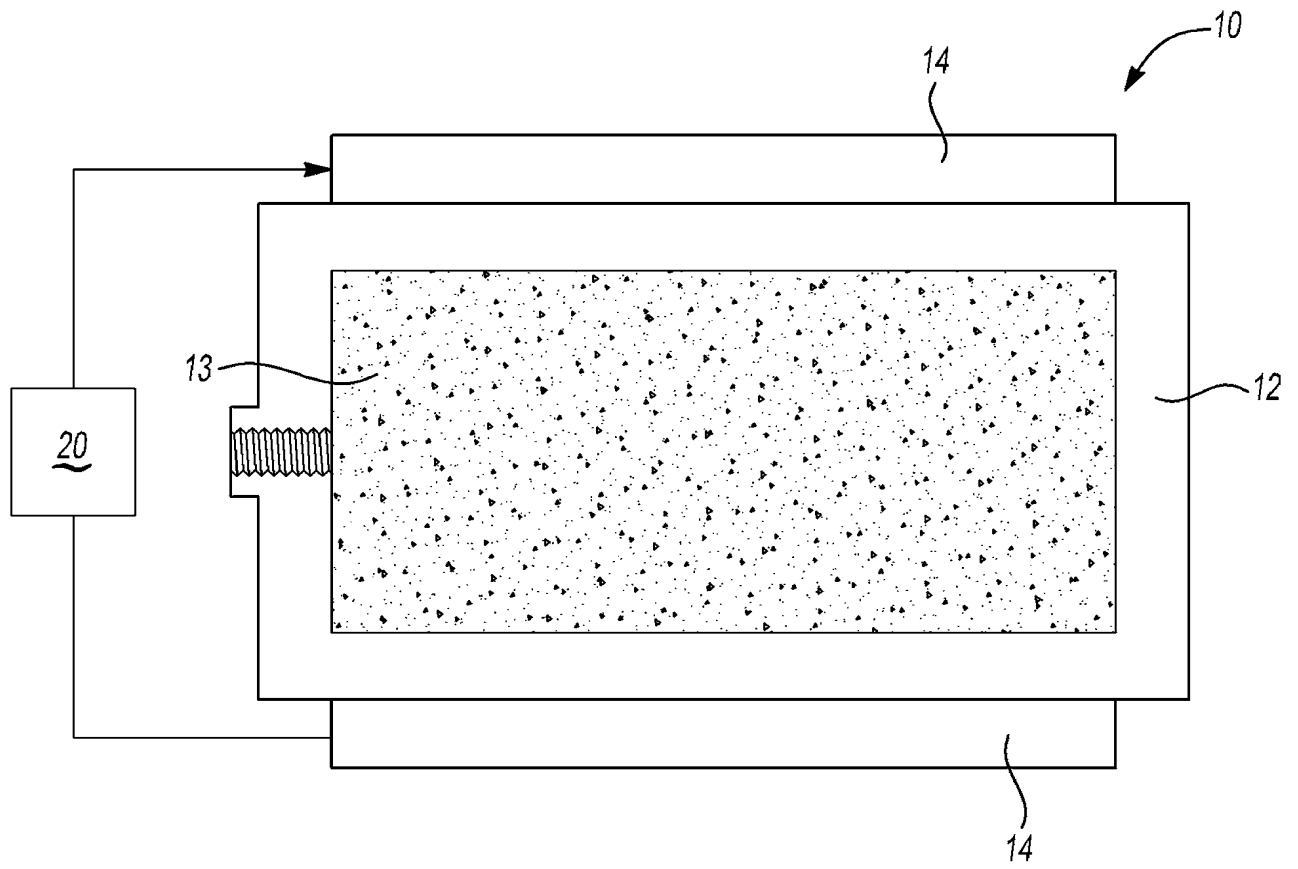


图 1

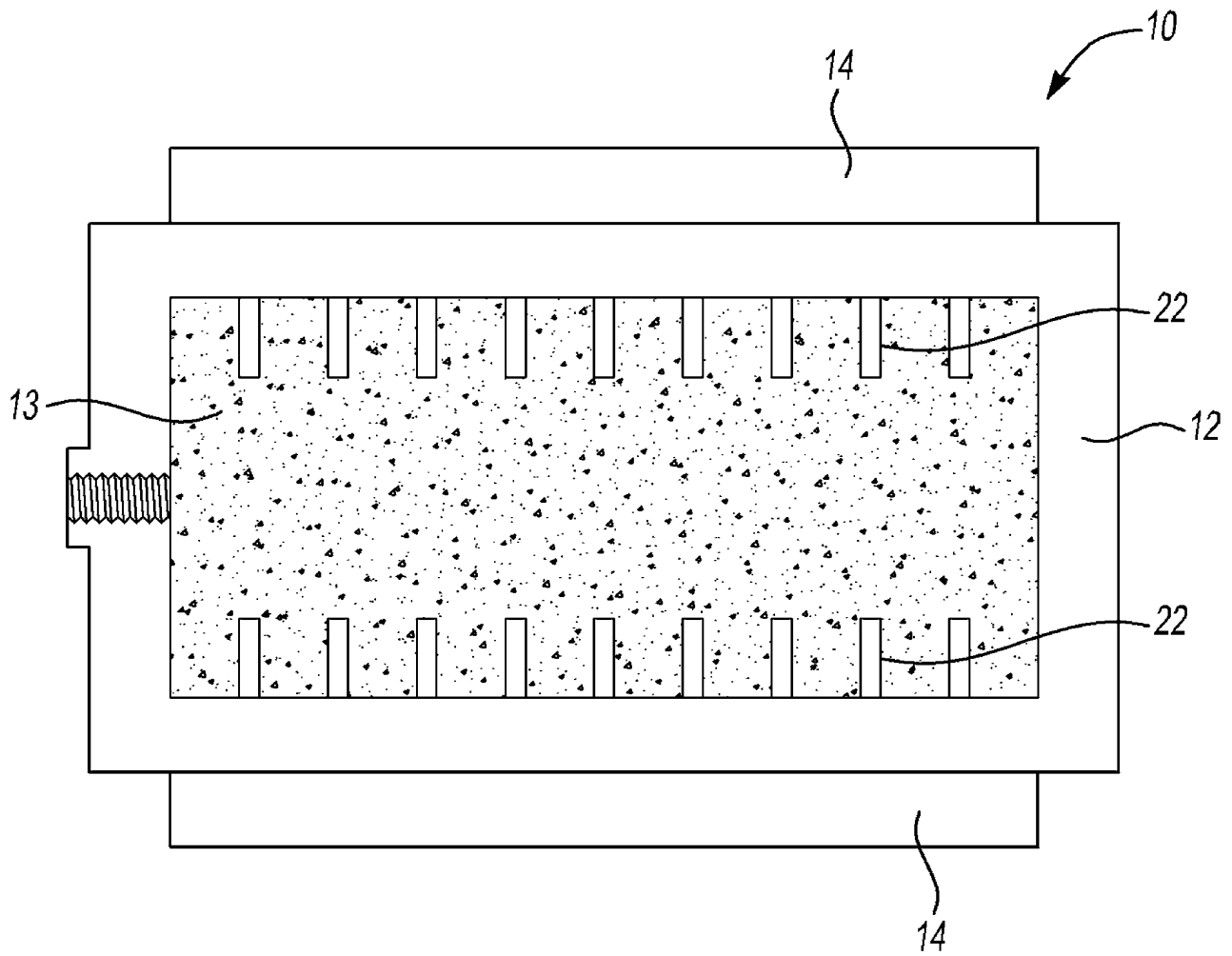


图 2

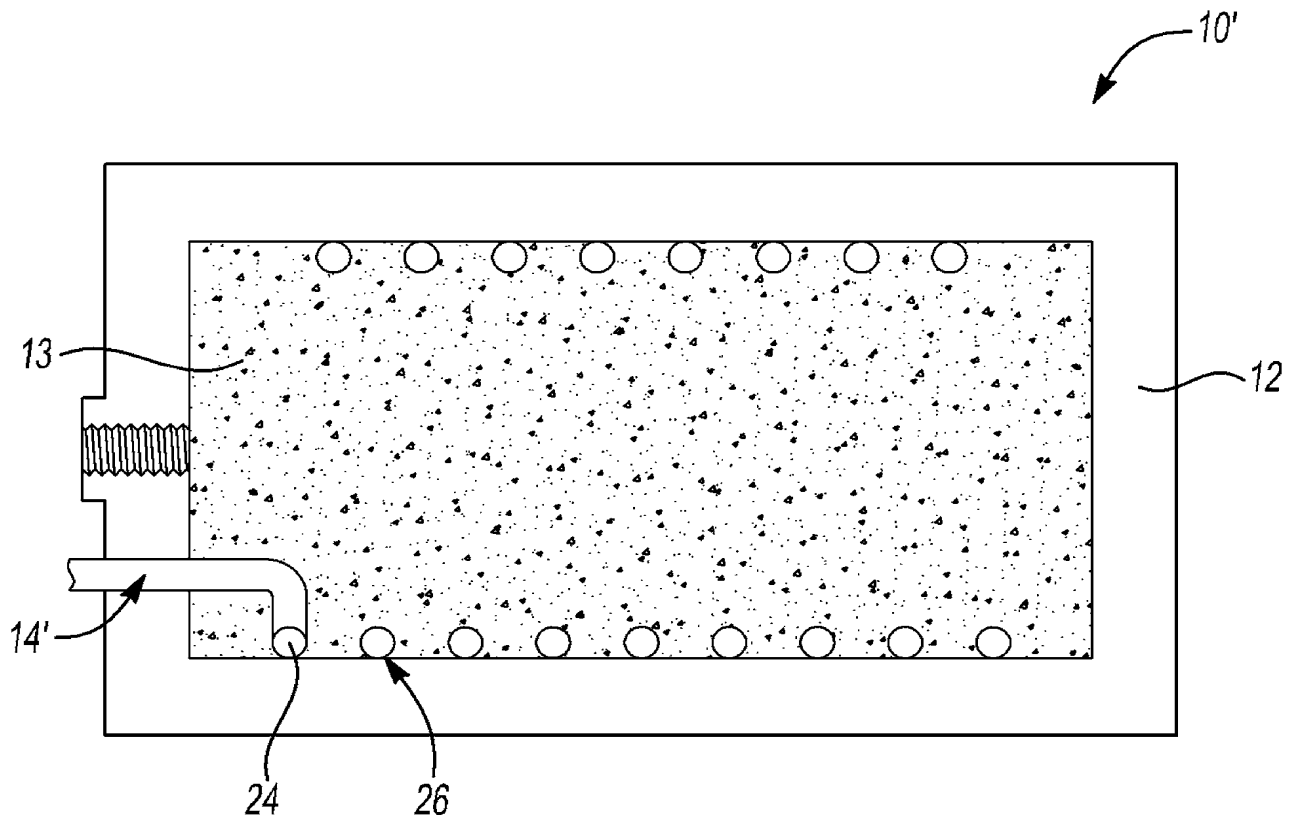


图 3

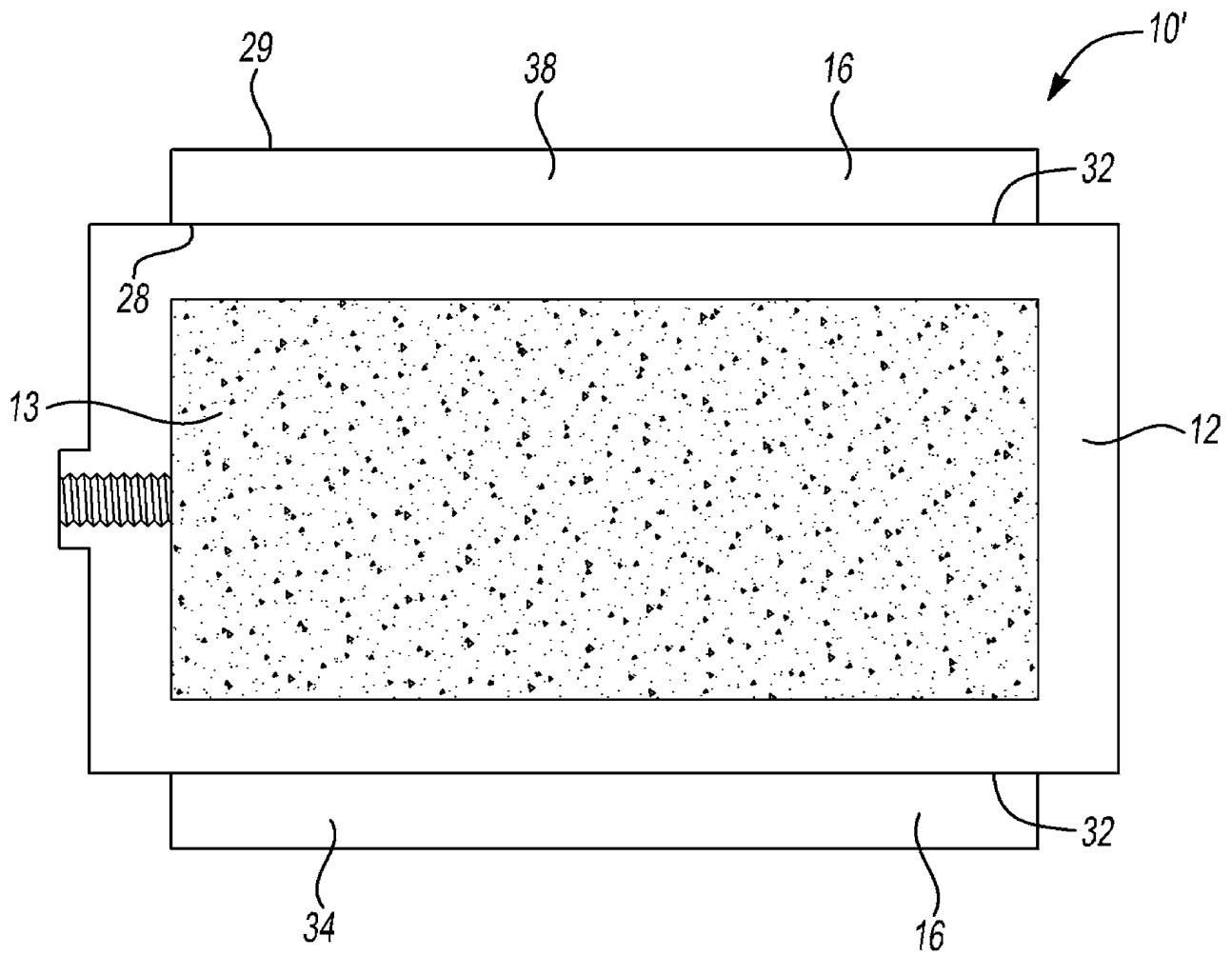


图 4

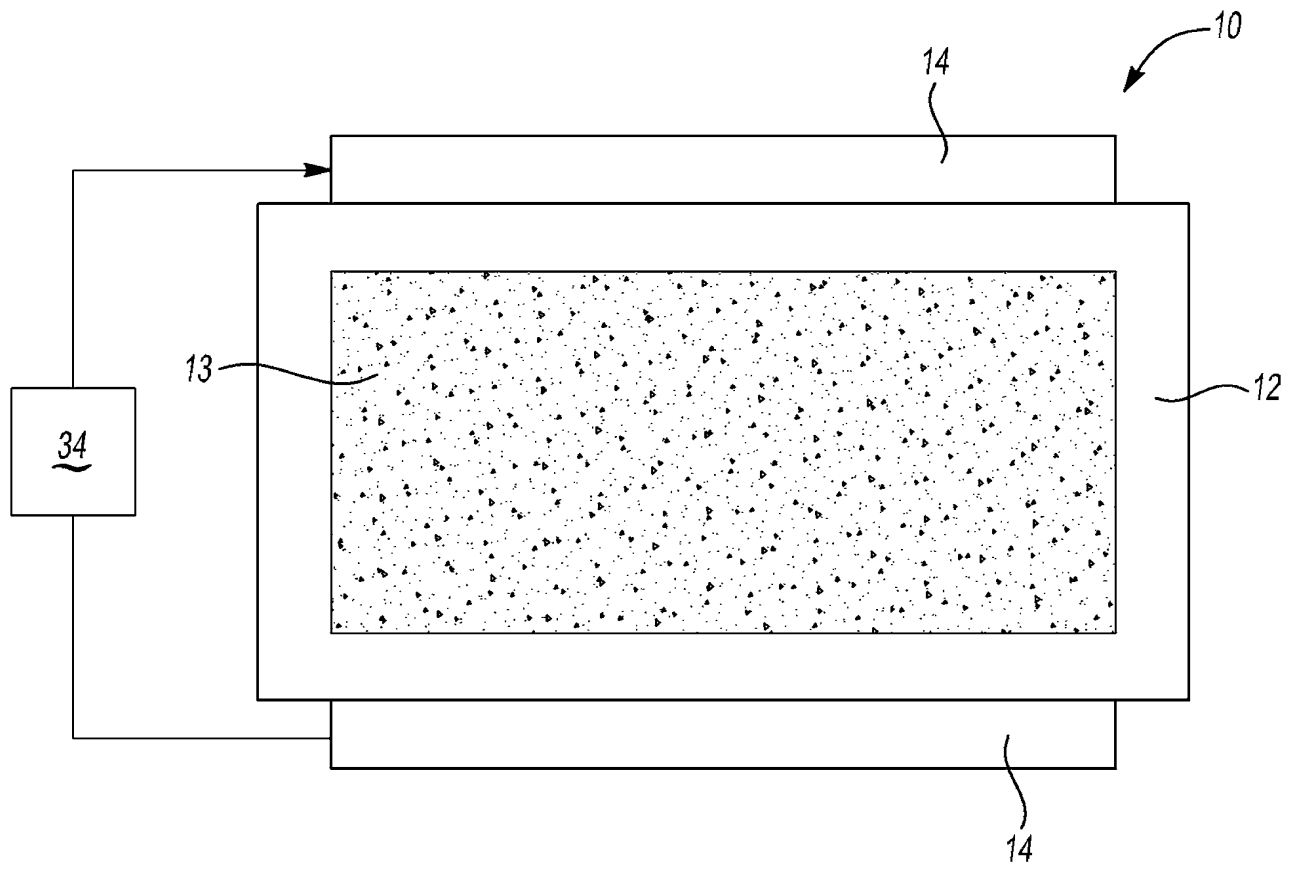


图 5

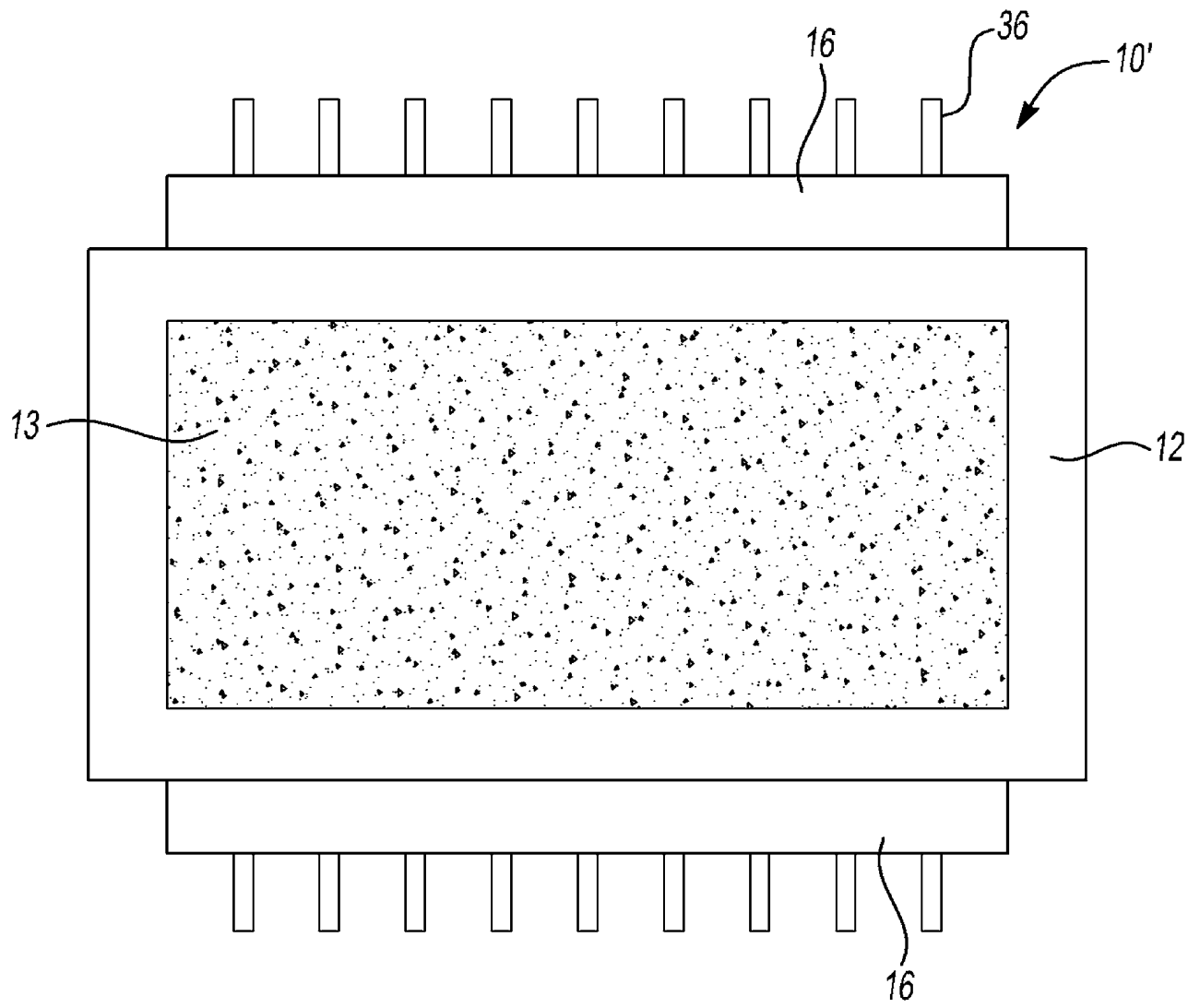


图 6

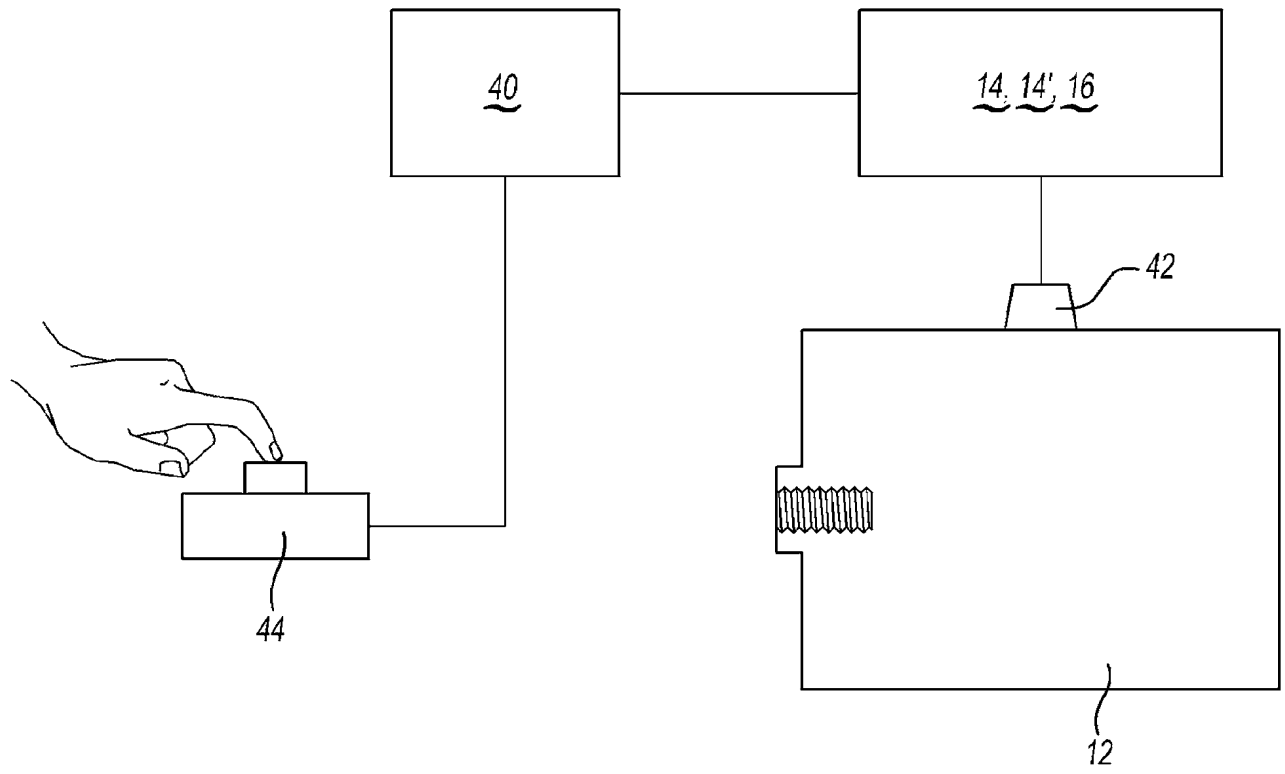


图 7