



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109538345 A

(43)申请公布日 2019.03.29

(21)申请号 201811080631.3

(22)申请日 2018.09.17

(30)优先权数据

15/712254 2017.09.22 US

(71)申请人 通用汽车环球科技运作有限责任公司

地址 美国密歇根州

(72)发明人 J·J·安德森

J·K·埃因霍伊泽尔 P·拉齐

(74)专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有  
限公司 44205

代理人 林伟峰

(51)Int.Cl.

F01P 7/16(2006.01)

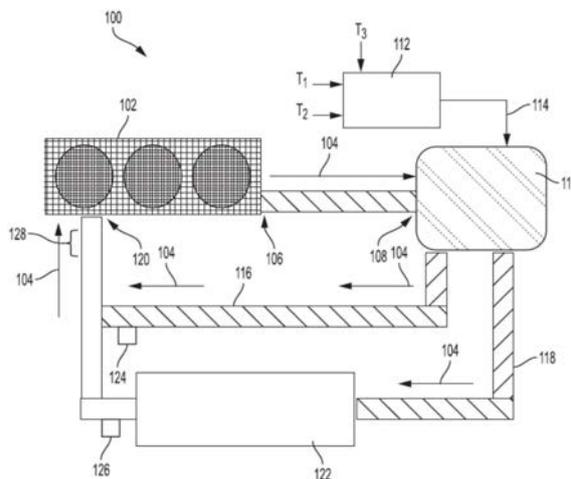
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

## (54)发明名称

用于在车辆推进系统中进行冷却剂温度控制的方法和系统

## (57)摘要

一种车辆推进系统,该车辆推进系统包括:原动机,该原动机具有冷却剂进口和冷却剂出口;冷却剂控制阀,该冷却剂控制阀具有与原动机冷却剂出口连通的阀进口、第一阀出口、以及第二阀出口;旁通流路,该旁通流路与第一阀出口和原动机冷却剂进口连通;热交换流路,该热交换流路与第二阀出口和原动机进口连通;热交换器,该热交换器处于热交换流路中;第一温度传感器,该第一温度传感器处于旁通流路中以用于生成第一温度信号;第二温度传感器,该第二温度传感器处于热交换流路中以用于生成第二温度信号;以及控制器,该控制器用于使用标准化增益系数来向冷却剂控制阀提供冷却剂控制阀命令信号。



1. 一种车辆推进系统,所述系统包括:  
原动机,所述原动机具有冷却剂进口和冷却剂出口;  
冷却剂控制阀,所述冷却剂控制阀具有与所述原动机冷却剂出口连通的阀进口、第一阀出口、以及第二阀出口;  
旁通流路,所述旁通流路与所述第一阀出口和所述原动机冷却剂进口连通;  
热交换流路,所述热交换流路与所述第二阀出口和所述原动机进口连通;  
热交换器,所述热交换器处于所述热交换流路中;  
第一温度传感器,所述第一温度传感器处于所述旁通流路中以用于生成第一温度信号;  
第二温度传感器,所述第二温度传感器处于所述热交换流路中以用于生成第二温度信号;  
第三温度传感器,所述第三温度传感器处于所述原动机冷却剂进口处以用于生成第三温度信号;以及  
控制器,所述控制器与所述第一温度传感器连通以用于接收所述第一温度信号、与所述第二温度传感器连通以用于接收所述第二温度信号、与所述第三温度传感器连通以用于接收所述第三温度信号、以及与所述冷却剂控制阀连通以用于向所述冷却剂控制阀提供冷却剂控制阀命令信号,其中,所述控制器包括具有增益系数的闭环控制器,并且其中,所述控制器使所述增益系数标准化。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述闭环控制器包括比例/积分闭环控制器。
3. 根据权利要求2所述的系统,其中,所述增益系数包括用于所述比例/积分闭环控制器的比例增益系数和积分增益系数中的一个。
4. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述控制器基于所述第一温度信号与所述第二温度信号之间的值的预定差与第一温度信号与所述第二温度信号之间的值的当前差的比率来使所述增益系数标准化。
5. 根据权利要求4所述的系统,其中,第一温度信号与所述第二温度信号之间的值的所述预定差与第一温度信号值和第二温度信号值相对应,所述第一温度信号值和所述第二温度信号值均与所述增益系数相对应。
6. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述第二温度传感器在所述热交换流路中的所述热交换器的下游。
7. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述旁通流路和所述热交换流路进行组合以在所述原动机冷却剂进口处形成原动机冷却剂进口流路。
8. 根据权利要求7所述的系统,其中,所述第三温度传感器定位在所述原动机冷却剂进口流路中。

## 用于在车辆推进系统中进行冷却剂温度控制的方法和系统

### 技术领域

[0001] 本公开涉及一种用于在车辆推进系统中进行冷却剂温度控制的方法和系统。

### 背景技术

[0002] 本部分一般地呈现本公开的语境。当前署名的发明人的工作,就其在本部分所描述的程度而言,以及在提交申请时可不被另视为现有技术的该描述的各个方面,既不明确地也不隐含地被认作针对本公开的现有技术。

[0003] 车辆推进系统可以包括热管理系统,该热管理系统调控诸如内燃机等原动机的温度。内燃机的温度管理可能对于优化不仅是发动机的而且是整个系统的燃油经济性、效率、可靠性、以及耐久性而言都是重要的。

[0004] 用于车辆推进系统的许多热管理系统都依赖于使冷却剂流穿过由非常简单的恒温器调控的发动机。这种系统在准确地和可靠地维持发动机的期望或者目标温度上的能力非常粗略。对于温度变化的响应可能非常缓慢并且仅仅将温度控制在非常宽泛的范围内。

### 发明内容

[0005] 在示例性方面中,一种车辆推进系统包括:原动机,该原动机具有冷却剂进口和冷却剂出口;冷却剂控制阀,该冷却剂控制阀具有与原动机冷却剂出口连通的阀进口、第一阀出口、以及第二阀出口;旁通流路,该旁通流路与第一阀出口和原动机冷却剂进口连通;热交换流路,该热交换流路与第二阀出口和原动机进口连通;热交换器,该热交换器处于热交换流路中;第一温度传感器,该第一温度传感器处于旁通流路中以用于生成第一温度信号;第二温度传感器,该第二温度传感器处于热交换流路中以用于生成第二温度信号;以及控制器,该控制器与第一温度传感器连通以用于接收第一温度信号、与第二温度传感器连通以用于接收第二温度信号、以及与冷却剂控制阀连通以用于向冷却剂控制阀提供冷却剂控制阀命令信号。控制器是具有增益系数的闭环控制器,并且控制器使增益系数标准化。

[0006] 在另一示例性方面中,闭环控制器是比例/积分闭环控制器。

[0007] 在另一示例性方面中,增益系数是用于比例/积分闭环控制器的比例增益系数和积分增益系数中的一个。

[0008] 在另一示例性方面中,控制器基于第一温度信号与第二温度信号之间的值的预定差与第一温度信号与第二温度信号之间的值的当前差的比率来使增益系数标准化。

[0009] 在另一示例性方面中,第一温度信号与第二温度信号之间的值的预定差与第一温度信号值和第二温度信号值相对应,该第一温度信号值和该第二温度信号值均与增益系数相对应。

[0010] 在另一示例性方面中,第二温度传感器在热交换流路中的热交换器的下游。

[0011] 在另一示例性方面中,旁通流路和热交换流路进行组合以在原动机冷却剂进口处形成原动机冷却剂进口流路。

[0012] 在另一示例性方面中,第三温度传感器定位在原动机冷却剂进口流路中。

[0013] 以这种方式,可以极大地改进车辆推进系统中的原动机的热管理并且提供更加可靠的、响应性的、以及准确的温度控制。然后可以在宽泛的操作条件范围内连续地优化系统温度。这使得能够有更大把握,这就容许原动机在更接近潜在阈值温度的情况下进行操作,同时减小偏离目标温度的风险。反过来,这又使得系统的部件能够有改进的燃油经济性、效率、性能、可靠性和耐久性。进一步地,这还显著地减小了如若不然可能需要的校准工作量。

[0014] 本公开的其它适用领域将在下文提供的详细描述中变得显而易见。应理解,详细描述和特定示例意在仅仅用于图示的目的并且不意在限制本公开的范围。

[0015] 当结合附图来看详细描述(包括权利要求书和示例性实施例)时,本发明的上述特征和优点、以及其它特征和优点容易显而易见。

## 附图说明

[0016] 本公开将从详细描述和附图中得到更加全面地理解,在附图中:

[0017] 图1是用于车辆推进系统的热管理系统的示意图;

[0018] 图2A是图示了对热管理系统中的条件变化的温度响应的曲线图;

[0019] 图2B是图示了根据本公开的示例性实施例对热管理系统中的条件变化的温度响应的曲线图;以及

[0020] 图3是根据本公开的示例性实施例的方法的流程图。

## 具体实施方式

[0021] 对车辆推进系统中的原动机(诸如,例如,发动机、马达、电池组等)的热管理可能对于获得最佳性能、可靠性和耐久性而言是至关重要的。图1图示了车辆推进系统中的热管理系统100。热管理系统包括原动机102,原动机102为车辆推进系统提供动力。例如,原动机102可以是内燃机、电动马达等(没有限制性)。原动机102的操作可能需要进行温度管理以便优化效率、经济性、性能等。热管理系统100使得冷却剂按照使得能够管理发动机的温度的方式在整个系统100上循环,如大体上由箭头104指示的。冷却剂在冷却剂出口106处离开发动机102并且流向冷却剂控制阀110的进口108。冷却剂控制阀110与冷却剂控制阀控制器112连通,冷却剂控制阀控制器112生成用于确定冷却剂控制阀110的操作的冷却剂控制阀控制信号114。冷却剂控制阀110选择性地可操作于将在冷却剂进口108处接收到的冷却剂流分离到旁通流路116和/或热交换流路118中。旁通流路116连通在冷却剂控制阀110与发动机冷却剂进口120之间。热交换流路118包括热交换器122,热交换器122操作于将热量转移离开或者进入流过热交换器122的冷却剂。在优选实施例中,由于发动机102可以是生成热量并且必须从发动机上移除热量以优化发动机的操作的内燃机,所以热交换器122可以是将热量从流过热交换器122的冷却剂转移至热交换器122周围的环境大气的散热器。

[0022] 热管理系统100可以根据由控制架构生成的指令来进行操作。例如,冷却剂控制阀控制器112可以从第一温度传感器124接收第一温度信号T1,第一温度传感器124定位在旁通流路116中并且用于感测流过旁通流路116的冷却剂的温度。冷却剂控制阀控制器112还可以从第二温度传感器126接收第二温度信号T2,第二温度传感器126定位在热交换流路118中并且用于感测离开热交换流路118中的热交换器122的冷却剂的温度。冷却剂控制阀控制器112可以进一步从第三温度传感器128接收第三温度信号T3,第三温度传感器128定

位在发动机冷却剂进口120处。

[0023] 基于第一温度信号T1、第二温度信号T2,以及第三温度信号T3与目标发动机冷却剂温度之间的差,冷却剂控制阀控制器112可以按照如下方式来控制冷却剂控制阀110,使得导致在旁通流路116与热交换流路118之间分离体积流量,热交换流路118接近进入发动机冷却剂进口120的冷却剂的目标温度T3。在示例性实施例中,冷却剂控制阀控制器112可以作为比例/积分闭环控制器进行操作。冷却剂控制阀控制器112可以根据以下来操作冷却剂控制阀110:

$$[0024] \quad dV = K_p \times T_{\text{误差}} + K_i \times \int_{t-1}^t T_{\text{误差}} dt \quad (1)$$

[0025] 其中,dV是旁通流路116与热交换流路118之间的体积分离的控制器确定变化,Kp是比例系数,T<sub>误差</sub>是目标进口温度与实际进口温度之间的温度差,并且Ki是积分系数。T<sub>误差</sub>可以是根据以下来确定:

$$[0026] \quad T_{\text{误差}} = T_{\text{目标}} - T_3 \quad (2)$$

[0027] 其中,T<sub>目标</sub>是发动机冷却剂进口120处的期望或者目标冷却剂温度,并且T<sub>3</sub>是发动机冷却剂进口120处的实际冷却剂温度。

[0028] 以这种方式,热管理系统100可以通过将离开原动机102的冷却剂流的一定比例转向到两股流中来控制从原动机102上移除的热量的量,这两股流的相对比例可以用闭环控制器来进行调节,闭环控制器基于目标冷却剂进口温度与实际冷却剂进口温度之间的误差或者差来进行操作。然而,该热管理系统100的效力是基于比例系数和积分系数,该比例系数和积分系数是通过针对特定组条件校准这些系数来确定。随着这些条件从特定组条件发生变化,在新的条件组下与最佳化原动机性能相对应的系数也会发生变化。由于操作条件的变化所引起的对原动机的温度控制的任何减小都可能对原动机的燃油效率、经济性、耐久性、可靠性和性能具有不利影响。为了处理变化的条件,可以确定出多组不同的系数,该多组不同的系数分别与不同组操作条件相对应。然而,确定这些多组不同的系数需要大量校准工作量。进一步地,原动机的操作条件可能千差万别,并且因此变得越来越难以针对每组不同操作条件获得一组系数。对于确定出系数的操作条件的解决方案的任何增加都需要相应增加校准工作量以便获得这些系数。

[0029] 根据本公开的示例性实施例,热管理系统可以通过使用杠杆式标准化因素针对大量不同操作条件显著地提高准确地控制原动机的温度的能力。发明人发现,通过在大量操作条件下将在参考温度下热管理系统上的能量平衡与在实际温度下热管理系统上的能量平衡作比较,这使得能够缩放控制系统系数,这会准确地和可靠地将原动机温度控制至目标温度。以这种方式,可以在各种操作条件下连续地优化控制系统系数,同时避免大量校准工作量。

[0030] 发明人发现,热交换器122的温度对热交换器122排热的效力以及因此其对进入原动机102的冷却剂的温度影响具有很大影响。例如,当热交换器122是寒冷的时,热交换器122对冷却剂温度的影响比当热交换器122是温暖的时大。当热交换器122比确定控制系统系数时的温度寒冷时,则控制器确定的在两股流116与118之间的比例体积上的任何调节都可能对进口120处的冷却剂的温度具有比预期大的影响。这可能会导致温度的潜在超升以及温度的不稳定性。与此相反,当热交换器122比确定控制系统系数时的温度温暖时,则控制器确定的在两股流116与118之间的比例体积上的任何调节都可能对进口120处的冷却剂

的温度具有比预期小的影响。这可能会导致使进口120处的冷却剂的实际温度接近目标温度的延迟显著减小。换言之,这可能会导致过阻尼系统。

[0031] 为了处理和克服这些缺陷,发明人创建了杠杆式和标准化因素,该杠杆式和标准化因素缩放各个系数以便使得其连续地进行优化以提供对进口120处的冷却剂温度的改进控制。发明人设想出冷却剂控制阀杠杆因素 $F_{ccv}$ ,该冷却剂控制阀杠杆因素 $F_{ccv}$ 是基于以下来被确定:

$$[0032] \quad F_{ccv} = \frac{(T1-T2)_{\text{标准}}}{(T1-T2)_{\text{当前}}} \quad (3)$$

[0033] 其中,  $(T1-T2)_{\text{标准}}$ 是在预定组操作条件下第一温度 $T1$ 与第二温度 $T2$ 之间的差,并且  $(T1-T2)_{\text{当前}}$ 是在当前或者实际条件下第一温度 $T1$ 与第二温度 $T2$ 之间的差。优选地,操作条件和对应的温度 $T1$ 和 $T2$ 是相同的操作条件和温度 $T1$ 和 $T2$ ,控制系统系数是在该操作条件和温度下被确定。例如,在校准程序期间,原动机102可以在实际车辆推进系统中进行操作,并且可以确定针对给定组条件提供对原动机温度的期望和/或优化控制的那些系数,并且然后将用于该组条件的温度 $T1$ 和 $T2$ 设定为标准温度,该标准温度与  $(T1-T2)_{\text{标准}}$ 的值一起被储存且用于计算 $F_{ccv}$ 。

[0034] 通过使用 $F_{ccv}$ ,可以连续地优化用于控制系统的各个系数。例如,在使用比例增益系数和积分增益系数的控制系统中,可以使用以下来调节和/或补偿增益:

$$[0035] \quad K_{PC} = K_{PX} F_{ccv}; \text{以及} \quad (4)$$

$$[0036] \quad K_{IC} = K_{PX} F_{ccv} \quad (5)$$

[0037] 其中, $K_P$ 是在校准期间获得的比例增益系数, $K_I$ 是在校准期间针对比例/积分控制系统获得的积分增益系数, $K_{PC}$ 是补偿比例增益系数,并且 $K_{IC}$ 是补偿积分增益系数,其中, $F_{ccv}$ 按上文所描述的那样进行确定。

[0038] 对冷却剂控制阀110的控制然后可以基于以下:

$$[0039] \quad dV = K_{PC} \times T_{\text{误差}} + K_{IC} \times \int_{t-1}^t T_{\text{误差}} dt \quad (6)$$

[0040] 其中, $dV$ 是旁通流路117与热交换流路之间的体积流率的变化,并且 $T_{\text{误差}}$ 是按照与上文参照等式(2)和(3)所解释的方式相同的方式来进行确定。 $dV$ 然后可以用于控制冷却剂控制阀的位置。

[0041] 图2A和图2B是图示了本公开的示例性实施例针对常规热管理系统提供的改进的曲线图。这两个曲线图的垂直轴200都表示进口120处的冷却剂温度的大小,而水平轴202则与过去的时间相对应。水平虚线204与目标温度相对应。图2A包括与常规系统的在进口120处的实际温度相对应的线206,并且相似地,图2B包括与根据本公开的示例性实施例的热管理系统的在进口120处的实际温度相对应的线208。针对图2A和图2B所图示的响应与操作条件相对应,其不同于与获得控制系统系数时的操作条件相对应的响应。在该示例中,两个系统都具有比确定对应的控制系统系数时的温度寒冷的热交换器温度。热交换器的更寒冷温度与热交换流路对进口温度的影响的增加相对应。对于常规系统,这会导致比例体积流量校准太大并且实际温度在目标温度上下摆动。换言之,常规系统是阻尼不足的并且潜在地不稳定。

[0042] 这些摆动可能进一步对冷却剂控制阀的耐久性和可靠性具有不利影响。每当进口

处的温度波动时,在图2中,与冷却剂控制阀响应于该波动的移动相对应。系统不能够使温度达到稳定意味着冷却剂控制阀会重复地进行操作。

[0043] 与此形成鲜明对比,根据本公开的示例性实施例的热管理系统(其使用如上文所描述的杠杆式和标准化系数 $F_{ccv}$ 来调节或者补偿控制系统系数)的响应会提供改进的温度响应208,该改进的温度响应208更好地遵循目标温度204。这进一步减小和/或消除了连续地调节冷却剂控制阀的需要。冷却剂控制阀可以立即和/或更早地进行准确地和恰当地定位,这显著地减小了磨损并且提高了冷却剂控制阀的可靠性和耐久性。

[0044] 图3是根据本公开的示例性实施例的方法的流程图300。该方法在步骤302处开始并且继续进行至步骤304。在步骤304中,该方法用旁通流路116中的第一温度传感器124来感测第一温度,用热交换流路118中的第二温度传感器126来感测第二温度,并且用发动机冷却剂进口120处的第三温度传感器128来感测第三温度,并且继续进行至步骤306。在步骤306中,该方法基于第一温度和第二温度来使闭环控制器中的增益系数标准化。方法然后继续进行至步骤308,在步骤308中,控制器112确定第三温度与发动机冷却剂进口120处的目标温度之间的差(误差)。方法然后继续进行至步骤310,在步骤310中,控制器112基于误差和标准化增益系数来生成用于冷却剂控制阀110的命令信号并且继续进行至步骤312。在步骤312中,方法基于来自控制器112的命令信号来操作冷却剂控制阀112。

[0045] 该描述在性质上仅仅是图示性的并且决不意在限制本公开、其应用或者使用。本公开的宽泛教导可以按照各种形式进行实施。因此,尽管本公开包括特定示例,但本公开的真实范围不应限制于此,因为在研读附图、说明书和如下权利要求书时,其它修改例将变得显而易见。

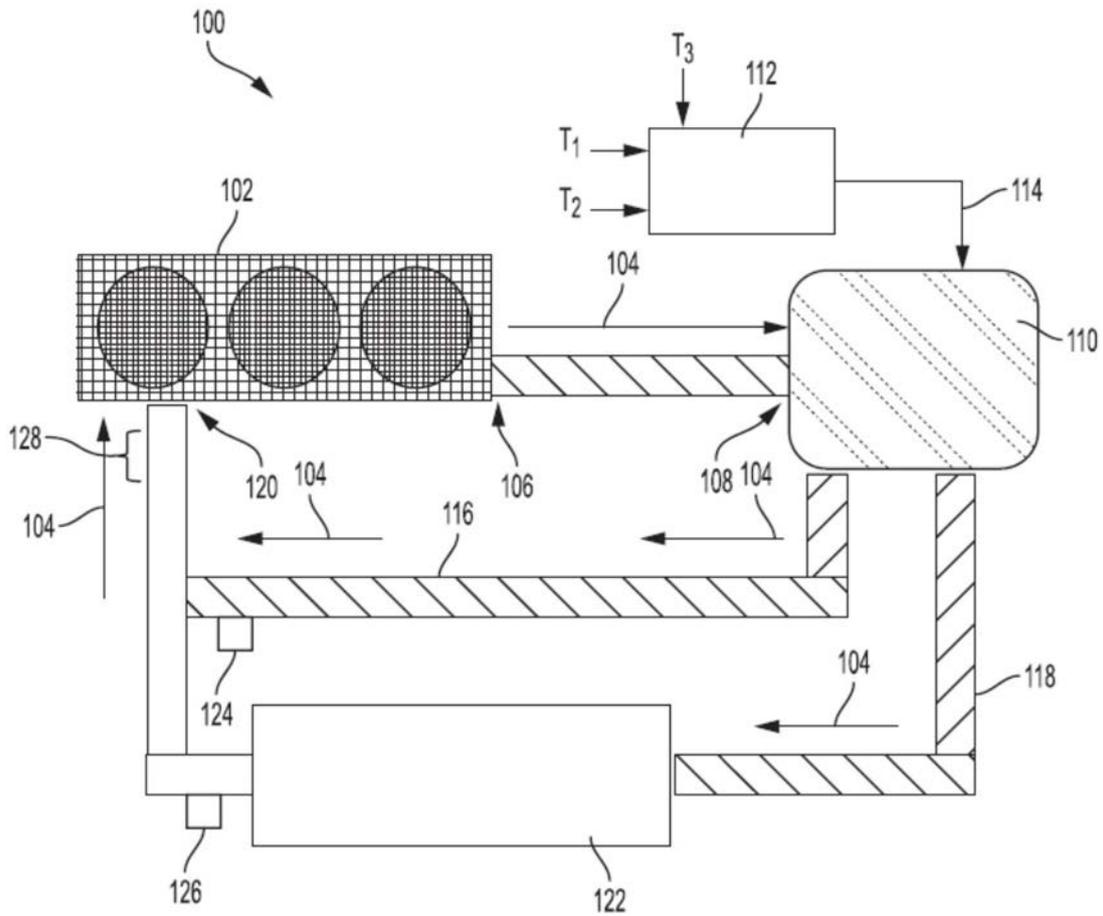


图1

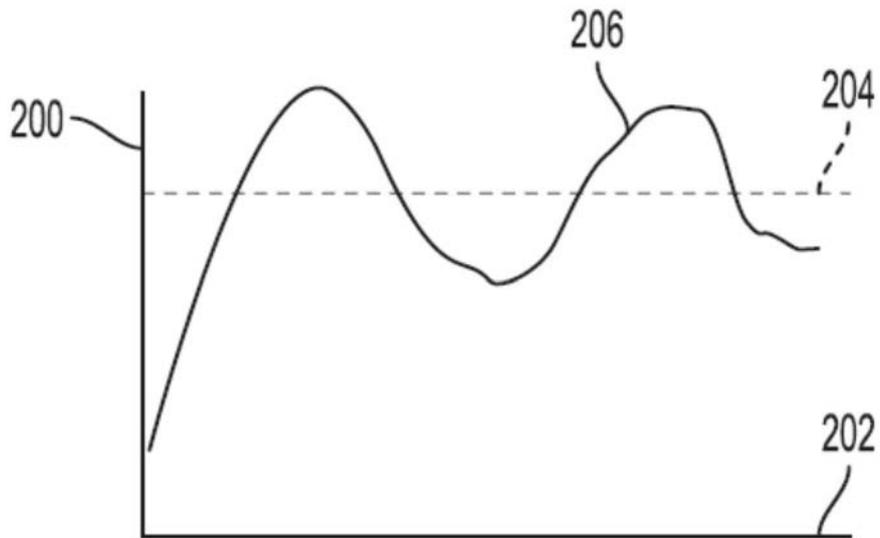


图2A

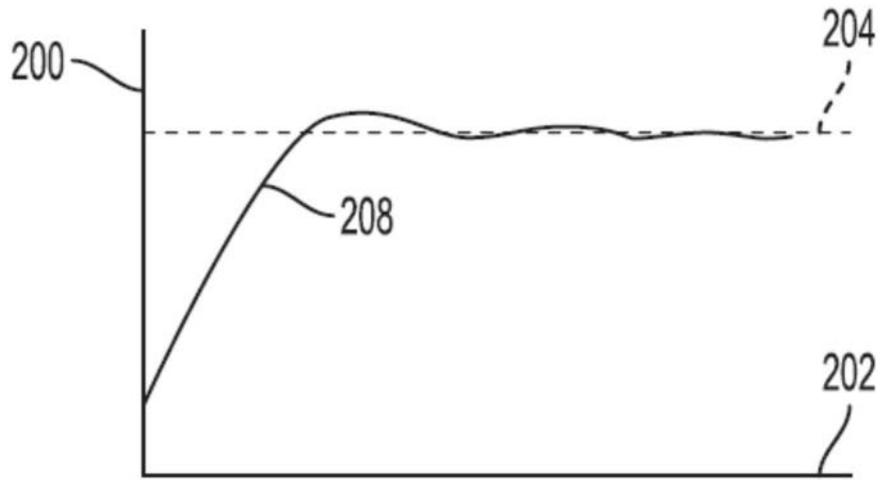


图2B

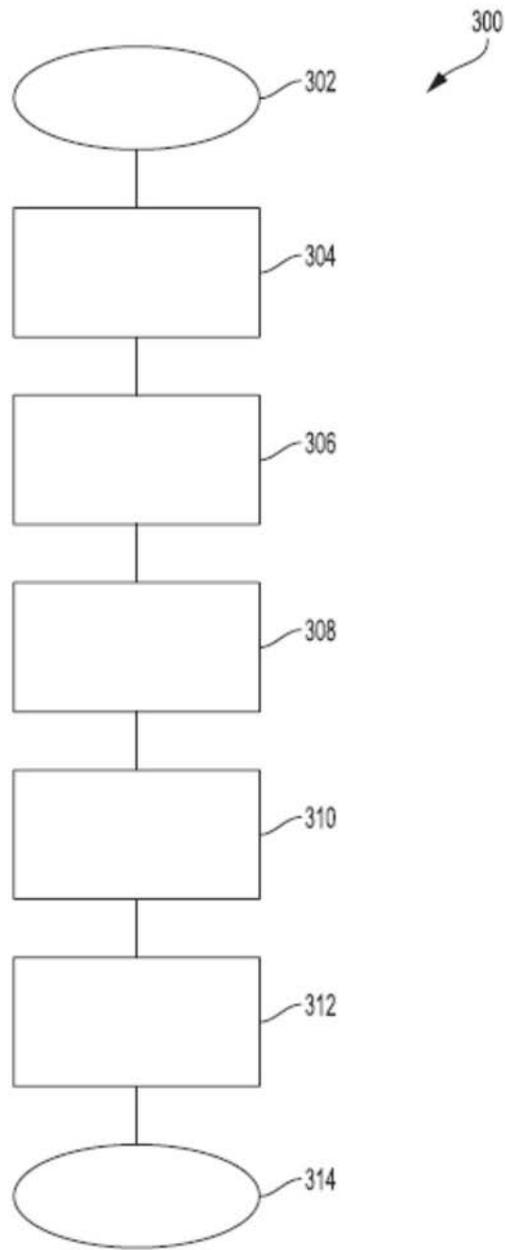


图3