



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103386878 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201310165099. 6

B60W 10/02(2006. 01)

(22) 申请日 2013. 05. 07

B60W 10/111(2012. 01)

(30) 优先权数据

13/465, 167 2012. 05. 07 US

(73) 专利权人 福特全球技术公司

地址 美国密歇根州迪尔伯恩市

(72) 发明人 马克·斯蒂芬·耶马扎基

弗朗西斯·托马斯·康诺利

伯纳德·D·内佛西

丹尼尔·斯科特·科尔文

沃尔特·约瑟夫·欧特曼

克里斯多佛·艾伦·李尔

(56) 对比文件

CN 101365602 A, 2009. 02. 11, 全文.

CN 101898552 A, 2010. 12. 01, 全文.

CN 102267367 A, 2011. 12. 07, 全文.

DE 102010039982 A1, 2011. 03. 24, 全文.

JP 2008013028 A, 2008. 01. 24, 全文.

US 2006137921 A1, 2006. 06. 29, 全文.

US 2008182722 A1, 2008. 07. 31, 全文.

US 2011077830 A1, 2011. 03. 31, 全文.

US 2012010792 A1, 2012. 01. 12, 全文.

审查员 陈云

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司

公司 11286

代理人 郭鸿禧 刘奕晴

(51) Int. Cl.

B60K 6/20(2007. 01)

B60W 20/00(2006. 01)

B60W 10/04(2006. 01)

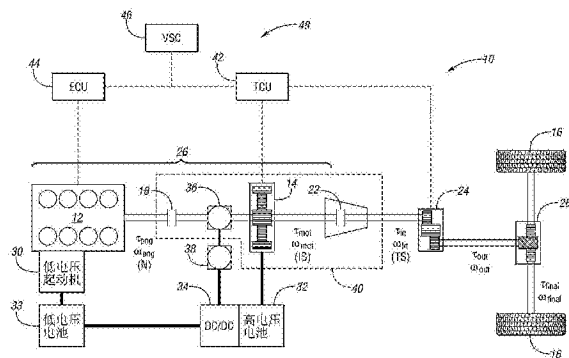
权利要求书3页 说明书12页 附图6页

(54) 发明名称

混合动力电动车辆

(57) 摘要

本发明提供一种混合动力车辆,所述车辆具有发动机、通过上游离合器连接到发动机的电机、通过下游离合器连接到电机的变速器齿轮箱以及控制器。控制器被配置成使用多个起动序列中的一个来起动发动机,所述多个起动序列控制电机、上游离合器和下游离合器。基于变速器齿轮箱输入转速和驾驶员需求输入来选择发动机起动序列。提供了一种控制混合动力车辆的方法。发动机通过上游离合器选择性地连接到电机,而电机通过下游离合器选择性地连接到变速器齿轮箱。使用控制序列来起动发动机,所述控制序列用于控制电机、上游离合器和下游离合器。通过基于变速器齿轮箱的输入转速和驾驶员需求输入的车辆状态来确定控制序列。



1. 一种混合动力车辆,其特征在于,所述混合动力车辆包括:

发动机;

电机,通过上游离合器连接到发动机;

传动泵,可旋转地连接到电机;

变速器齿轮箱,通过下游离合器连接到电机;

控制器,被配置成使用多个起动序列中的一个来起动发动机,所述多个起动序列控制电机、上游离合器和下游离合器,基于变速器齿轮箱的与用于使传动泵运转而产生特定的管路压力的最小转速相比的输入转速和驾驶员需求输入来选择发动机起动序列:其中,控制器被配置成当接收到发动机起动请求且驾驶员需求输入为零时输入转速小于最小转速时,起动发动机,通过以下操作来起动发动机:使下游离合器滑动、使上游离合器滑动、增大来自电机的输出扭矩以使发动机旋转、向发动机供给燃料、当发动机转速和电机转速相等时接合上游离合器以及接合下游离合器。

2. 根据权利要求1所述的车辆,其特征在于,所述车辆还包括变矩器,其中,下游离合器是用于变矩器的旁通离合器。

3. 根据权利要求1所述的车辆,其特征在于,控制器被配置成当接收到发动机起动请求时输入转速为零且齿轮箱处于驻车档或空档时,起动发动机,通过以下操作来起动发动机:分开下游离合器、使电机运转以使发动机旋转、向发动机供给燃料并接合上游离合器。

4. 根据权利要求1所述的车辆,其特征在于,控制器被配置成当接收到发动机起动请求且驾驶员需求输入较高时输入转速小于最小转速时,起动发动机,通过以下操作来起动发动机:使下游离合器滑动、接合上游离合器、增大来自电机的输出扭矩以使发动机旋转、向发动机供给燃料以及接合下游离合器。

5. 根据权利要求1所述的车辆,其特征在于,控制器被配置成当接收到发动机起动请求且驾驶员需求输入较低时输入转速小于最小转速时,起动发动机,通过以下操作来起动发动机:使下游离合器滑动、使上游离合器滑动、增大来自电机的输出扭矩以使发动机旋转、向发动机供给燃料、当发动机转速和电机转速相等时接合上游离合器以及接合下游离合器。

6. 根据权利要求1所述的车辆,其特征在于,控制器被配置成当接收到发动机起动请求时输入转速大于最小转速且小于最小发动机起动转速时,起动发动机,通过以下操作来起动发动机:使下游离合器滑动、使上游离合器滑动、增大来自电机的输出扭矩以使发动机旋转、向发动机供给燃料、当发动机转速和电机转速相等时接合上游离合器以及接合下游离合器。

7. 根据权利要求1所述的车辆,其特征在于,控制器被配置成当接收到发动机起动请求时输入转速大于最小发动机起动转速且大于最小转速时,起动发动机,通过以下操作来起动发动机:使下游离合器滑动、使上游离合器滑动、增大来自电机的输出扭矩以使发动机旋转、向发动机供给燃料、当发动机转速和电机转速相等时接合上游离合器以及接合下游离合器。

8. 一种用于控制混合动力车辆的方法,混合动力车辆具有通过上游离合器选择性地连接到电机的发动机,而电机通过下游离合器选择性地连接到变速器齿轮箱,其特征在于,所述方法包括:

使用用于控制电机、上游离合器和下游离合器的控制序列来起动发动机,发动机控制序列基于变速器齿轮箱的输入转速、驾驶员需求输入、通过针对发动机指定的最小可旋转起动转速提供的第一阈值以及通过用于使传动泵运转而产生可操作的管路压力的最小转速提供的第二阈值,第二阈值小于第一阈值。

9. 根据权利要求 8 所述的方法,其特征在于,下游离合器的输出转速是变速器齿轮箱的输入转速。

10. 根据权利要求 8 所述的方法,其特征在于,下游离合器是用于变矩器的旁通离合器。

11. 根据权利要求 8 所述的方法,其特征在于,当接收到发动机起动请求时,输入转速为零且驾驶员需求输入为零;

其中,起动发动机的操作包括:分开下游离合器、运转电机以使发动机旋转、向发动机供给燃料以及接合上游离合器。

12. 根据权利要求 8 所述的方法,其特征在于,当接收到发动机起动请求且驾驶员需求输入为零时,输入转速小于第二阈值;

其中,起动发动机的操作包括:使下游离合器滑动、使上游离合器滑动、增大来自电机的输出扭矩以使发动机旋转、向发动机供给燃料、当发动机转速和电机转速相等时接合上游离合器以及接合下游离合器。

13. 根据权利要求 8 所述的方法,其特征在于,当接收到发动机起动请求且驾驶员需求输入较高时,输入转速小于第二阈值;

其中,起动发动机的操作包括:使下游离合器滑动、使上游离合器接合、增大来自电机的输出扭矩以使发动机旋转、向发动机供给燃料以及接合下游离合器。

14. 根据权利要求 8 所述的方法,其特征在于,当接收到发动机起动请求且驾驶员需求输入较低时,输入转速小于第二阈值;

其中,起动发动机的操作包括:使下游离合器滑动、使上游离合器滑动、增大来自电机的输出扭矩以使发动机旋转、向发动机供给燃料、当发动机转速和电机转速相等时接合上游离合器以及接合下游离合器。

15. 根据权利要求 8 所述的方法,其特征在于,当接收到发动机起动请求时,输入转速在第一阈值和第二阈值之间;

其中,起动发动机的操作包括:使下游离合器滑动、使上游离合器滑动、增大来自电机的输出扭矩以使发动机旋转、向发动机供给燃料、当发动机转速和电机转速相等时接合上游离合器以及接合下游离合器。

16. 根据权利要求 8 所述的方法,其特征在于,当接收到发动机起动请求时,输入转速大于第一阈值;

其中,起动发动机的操作包括:使下游离合器滑动、使上游离合器滑动、增大来自电机的输出扭矩以使发动机旋转、向发动机供给燃料、当发动机转速和电机转速相等时接合上游离合器以及接合下游离合器。

17. 一种方法,其特征在于,所述方法包括:使用用于控制电动机/发电机以及上游离合器和下游离合器的序列来起动混合动力车辆的发动机,上游离合器和下游离合器分别将电动机/发电机连接到发动机和变速器齿轮箱,利用驾驶员需求输入、变速器齿轮箱的输

入转速和用于产生可操作的管路压力的最小传动泵转速之间的关系以及输入转速和最小发动机可旋转起动转速之间的关系来选择所述序列。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,其特征在於,输入转速小于最小传动泵转速。

混合动力电动车辆

技术领域

[0001] 各种实施例涉及一种混合动力电动车辆以及用于在发动机起动事件期间控制所述车辆的方法。

背景技术

[0002] 混合动力电动车辆 (HEV) 利用内燃发动机与电动机的组合来提供推进车辆所需要的功率。这种布置相对于仅具有内燃发动机的车辆而言提供改进的燃料经济性。可使用离合器来控制功率流,以及在诸如带动发动机或电动机的短暂车辆运转期间,可使用离合器为驾驶员提供平稳的运转。

[0003] 例如,在 HEV 中的发动机低效运转或者其他不需要用于推进车辆的时间期间,可关闭发动机。在这些情况下,使用电动机来提供推进车辆所需要的所有动力。当驾驶员需求的动力增大从而电动机可能不再提供足够的动力以满足该需求时,以及在电池的荷电状态 (SOC) 下降到低于一定的水平或者其他的车辆系统请求发动机运转的情况下,可能需要起动发动机,以便为车辆提供额外的动力。根据车辆的状态,可期望使用各种控制序列 (control sequence) 通过动力传动系统 (即,发动机、电动机、变速器等) 来起动发动机,以及时满足车辆和驾驶员需求。因此,对于混合动力车辆,需要一种用于基于当前的车辆状态和驾驶员对车辆的需求来控制车辆中的发动机起动事件的方法。

发明内容

[0004] 在一个实施例中,提供了一种具有发动机、通过上游离合器连接到发动机的电机、通过下游离合器连接到电机的变速器齿轮箱以及控制器的混合动力车辆。控制器被配置成使用多个起动序列中的一个来起动发动机,所述多个起动序列控制电机、上游离合器和下游离合器。基于变速器齿轮箱输入转速和驾驶员需求输入来选择发动机起动序列。

[0005] 在另一实施例中,提供了一种用于控制混合动力车辆的方法。混合动力车辆具有通过上游离合器选择性地连接到电机的发动机。电机通过下游离合器选择性地连接到变速器齿轮箱。使用控制序列来起动发动机,所述控制序列用于控制电机、上游离合器和下游离合器。通过基于变速器齿轮箱的输入转速和驾驶员需求输入的车辆状态来确定发动机控制序列。

[0006] 在另一实施例中,具有表示由控制器可执行的指令的存储数据的计算机可读媒介设置有以下指令:用于测量传递至变速器齿轮箱的输入转速并将该输入转速与阈值比较的指令、用于接收驾驶员需求输入的指令、用于接收发动机起动请求的指令以及用于使用控制序列通过控制电机、上游离合器和下游离合器来起动发动机的指令。通过基于输入转速和驾驶员需求输入的车辆状态来确定发动机起动控制序列。

[0007] 在另一实施例中,提供一种用于控制混合动力车辆的方法,所述混合动力车辆具有通过上游离合器选择性地连接到电机的发动机,而电机通过下游离合器选择性地连接到变速器齿轮箱,所述方法包括:使用用于控制电机、上游离合器和下游离合器的控制序列来

起动发动机；通过基于变速器齿轮箱的输入转速和驾驶员需求输入的车辆状态来确定发动机控制序列。

[0008] 下游离合器的输出转速是变速器齿轮箱的输入转速。

[0009] 下游离合器是用于变矩器的旁通离合器。

[0010] 响应于相对于第一阈值和第二阈值的输入转速来选择控制序列，所述第一阈值与发动机的最小指定转速相关，所述第二阈值与使传动泵运转以产生可操作的管路压力的最小转速相关，所述第二阈值小于第一阈值。

[0011] 当接收到发动机起动请求时，输入转速大体上为零且驾驶员需求输入为零，其中，起动发动机的操作包括：分开下游离合器、运转电机以使发动机旋转、向发动机供给燃料以及接合上游离合器。

[0012] 当接收到发动机起动请求时，输入转速小于第二阈值且驾驶员需求输入为零，其中，起动发动机的操作包括：使下游离合器滑动、使上游离合器滑动、增大来自电机的输出扭矩以使发动机旋转、向发动机供给燃料、当发动机转速和电机转速大体上相等时接合上游离合器以及接合下游离合器。

[0013] 当接收到发动机起动请求时，输入转速小于第二阈值且驾驶员需求输入较高，其中，起动发动机的操作包括：使下游离合器滑动、使上游离合器接合、增大从电机输出的扭矩以使发动机旋转、向发动机供给燃料以及接合下游离合器。

[0014] 当接收到发动机起动请求时，输入转速小于第二阈值且驾驶员需求输入较低，其中，起动发动机的操作包括：使下游离合器滑动、使上游离合器滑动、增大来自电机的输出扭矩以使发动机旋转、向发动机供给燃料、当发动机转速和电机转速大体上相等并且发动机转速大于发动机起动转速时接合上游离合器以及接合下游离合器。

[0015] 当接收到发动机起动请求时，输入转速在第一阈值和第二阈值之间，其中，起动发动机的操作包括：使下游离合器滑动、使上游离合器滑动、增大来自电机的输出扭矩以使发动机旋转、向发动机供给燃料、当发动机转速和电机转速大体上相等时接合上游离合器以及接合下游离合器。

[0016] 当接收到发动机起动请求时，输入转速大于第一阈值，其中，起动发动机的操作包括：使下游离合器滑动、使上游离合器滑动、增大来自电机的输出扭矩以使发动机旋转、向发动机供给燃料、当发动机转速和电机转速大体上相等时接合上游离合器以及接合下游离合器。

[0017] 在另一实施例中，提供一种计算机可读媒介，所述计算机可读媒介具有表示由控制器可执行以控制混合动力车辆的指令的存储数据，所述计算机可读媒介包括：用于测量传递至变速器齿轮箱的输入转速并将输入转速与阈值比较的指令；用于接收驾驶员需求输入的指令；用于接收发动机起动请求的指令；用于使用控制序列通过控制电机、上游离合器和下游离合器来起动发动机的指令，通过基于输入转速和驾驶员需求输入的车辆状态来确定所述发动机起动控制序列。

[0018] 根据本公开的各种实施例具有相关的优点。例如，提供根据本公开的实施例以用于控制混合动力车辆中的发动机起动。控制系统使用车辆中的现存条件和驾驶员命令或意图以确定在这时满足车辆要求的发动机起动类型或控制序列。然后控制系统命令且控制车辆中的各种动力传动系统组件以起动发动机、混合各种动力源以及运转车辆。

附图说明

- [0019] 图 1 是根据实施例的混合动力车辆；
- [0020] 图 2A 和图 2B 是示出使图 1 的车辆中的发动机起动的方法的流程图；
- [0021] 图 3 是示出基于动力传动系统的转速的车辆运转区域的曲线图；
- [0022] 图 4 是示出用于图 1 的车辆中的发动机的第一起动序列的曲线图；
- [0023] 图 5 是示出用于图 1 的车辆中的发动机的第二起动序列的曲线图。

具体实施方式

[0024] 如所要求的,在此公开本公开的具体实施例;然而,应该理解,公开的实施例仅是本发明的示例,本发明可以以各种形式和可选的形式实施。附图不一定按照比例绘制;可能会夸大或最小化一些特征,以示出具体部件的细节。因此,在此公开的具体结构和功能性细节不应该被解释为限制,而仅仅作为用于教导本领域的技术人员以各种方式使用要求保护的主旨的代表性基础。

[0025] 图 1 示出了根据实施例的混合动力车辆 10 的示意图。车辆 10 包括发动机 12 和电机,在图 1 所示的实施例中,所述电机是电动机/发电机(M/G)14,且可选地可以是牵引电动机。M/G 14 被构造成将扭矩传递到发动机 12 或车辆车轮 16。

[0026] M/G 14 使用第一离合器 18(也被称为分离离合器或上游离合器)连接到发动机 12。离合器 18 还可包括阻尼器机构,例如,被构造成当接合分离离合器 18 时帮助抑制在发动机和 M/G 14 之间传递的扭矩变化的一系列板和弹簧。第二离合器 22(也被称为起动离合器或下游离合器)将 M/G 14 连接到变速器 24,并且到达变速器 24 的所有输入扭矩流过起动离合器 22。可控制起动离合器 22,以将动力传动系统 26(包括 M/G 14 和发动机 12)与变速器 24、差速器 28 和车辆的驱动轮 16 分开。虽然离合器 18、22 被描述和示出为液压式离合器,但是也可使用诸如机电式离合器的其他类型的离合器。可选地,离合器 22 可用具有旁通离合器的变矩器代替,如下面进一步描述的。在不同的实施例中,下游离合器 22 指的是用于车辆 10 的各种连接装置,包括传统的离合器和具有旁通(锁止)离合器的变矩器。

[0027] 发动机 12 的输出轴连接到分离离合器 18,进而连接到 M/G 14 的输入轴。M/G 14 输出轴连接到起动离合器 22,进而连接到变速器 24。车辆 10 的动力传动系统 26 的部件彼此按顺序串联地布置。

[0028] 对于车辆的其他实施例,下游离合器 22 是具有旁通离合器的变矩器。来自 M/G 14 的输入是变矩器的泵轮侧,且从变矩器到变速器 24 的输出是变矩器的涡轮侧。变矩器 22 使用其流体耦合来传递扭矩,且根据泵轮侧和涡轮侧之间的滑动量可发生扭矩倍增。用于变矩器的旁通离合器或锁止离合器可选择性地接合,以在泵轮侧和涡轮侧之间产生用于直接进行扭矩传递的机械连接。旁通离合器可滑动和/或分开,以控制通过下游离合器装置 22 传递的扭矩量。变矩器还可包括单向离合器。

[0029] 发动机 12 是直喷式发动机。可选地,发动机 12 可以是其他类型的发动机或原动机,例如,进气口喷射式发动机,或者可以是燃料电池,或者可使用诸如柴油、生物燃料、天然气、氢等的各种燃料源。

[0030] 在一些实施例中,发动机 12 使用 M/G 14 起动,以使用通过离合器 18 提供的扭矩来使发动机 12 旋转。可选地,车辆 10 包括(例如)通过带或齿轮传动可操作地连接到发动机 12 的起动电动机 30。在不添加来自 M/G 14 的扭矩的情况下,可使用起动电动机 30 来为发动机 12 的起动提供扭矩。这在发动机 12 起动期间分开 M/G 14,并且可消除或减少当从 M/G 14 向发动机 12 传递扭矩以辅助发动机起动时可能另外发生的扭矩扰动。

[0031] M/G 14 与电池 32 接通。电池 32 可以是高电压 (HV) 电池。M/G 14 可被构造成在再生模式下对电池 32 充电,例如,当车辆输出的动力超过驾驶员需求时,通过再生制动对电池 32 充电等。在一个示例中,电池 32 被构造成连接到外部电网,例如,用于具有从电网(电网将能量供应到充电站处的电出口)对电池进行再充电的能力的插电式混合动力电动车辆 (PHEV)。还可设置低电压 (LV) 电池 33,以向起动电动机或其他车辆组件提供电能,且所述电池 33 还可通过 DC/DC 转换器 34 连接到电池 32。

[0032] 在一些实施例中,变速器 24 是自动变速器并以传统的方式连接到驱动轮 16,且可包括差速器 28。车辆 10 还设置有一对非驱动轮;然而,在可选的实施例中,可利用分动箱和第二差速器以便正向地驱动所有车辆车轮。

[0033] 变速器 24 具有用于为车辆 10 提供各种传动比的齿轮箱。变速器 24 的齿轮箱可包括离合器和行星齿轮组或者本领域公知的其他离合器和齿轮传动布置方式。通过主传动泵 36 提供用于传动的增压流体。主传动泵 36 连接到 M/G14 或者与 M/G 14 邻近,从而与 M/G 14 和驱动轴一起旋转,以对传动流体进行增压并提供传动流体。当动力传动系统 26 的包含主传动泵 36 的那部分处于静止状态时,泵 36 也静止且不起作用。动力传动系统 26 的与主泵 36 邻近的那部分的转速需大于阈值 LP_{min} ,以使主泵 36 变得可操作。下面进一步讨论所述阈值。

[0034] 为了当主泵 36 不起作用时提供增压的传动流体,还设置了辅助泵 38。辅助泵 38 可(例如)通过电池 32 电驱动。在一些实施例中,当辅助泵 38 运行时,辅助泵 38 为变速器 24 提供一部分传动流体,从而限制变速器 24 的操作(例如,将变速器 24 的操作限制到特定致动器或传动比)。

[0035] M/G 14、离合器 18、22 以及主传动泵 36 可位于电动机/发电机箱 40 内,所述电动机/发电机箱 40 可被包含在变速器 24 箱中,或者可选地,可以为车辆 10 内的单独箱体。

[0036] 使用变速器控制单元 (TCU) 42 控制变速器 24,以按照使齿轮箱内的部件连接或分离的换档规律(例如,生产换档规律)进行操作,从而控制变速器输出和变速器输入之间的比率。当主泵 36 或辅助泵 38 可操作时,TCU 42 可改变换档规律或变速器 24 的操作。TCU 42 还用于控制 M/G 14、离合器 18、22 以及电动机/发电机箱 40 内的任何其他组件。

[0037] 发动机控制单元 (ECU) 44 被构造成控制发动机 12 的运转。车辆系统控制器 (VSC) 46 在 TCU 42 和 ECU 44 之间传输数据,且还与各种车辆传感器和驾驶员输入通信。用于车辆 10 的控制系统 48 可包括任何数目的控制器,并可集成为单个控制器,或可具有各种模块。控制器中的一些或所有控制器可通过控制器局域网络 (CAN) 或其他系统连接。控制系统 48 可被构造成在多种不同工况(包括确定用于发动机 12 的起动序列和实施所述起动序列)中的任何工况下控制电动机/发电机总成 14、起动电动机 30、发动机 12 和变速器 24 中的各个组件的操作。

[0038] 在正常的动力传动系统条件(没有子系统/组件出故障)下,VSC 46 解释驾驶员

的需求（例如，PRND 和加速或减速需求），然后基于驾驶员需求和动力传动系统限制来确定车轮扭矩命令。此外，VSC 46 确定每个动力源何时需要提供扭矩以及需要提供多大的扭矩以满足驾驶员的扭矩需求并实现发动机的运转点（扭矩和转速）。

[0039] 虽然使用术语“压力”来描述离合器 18、22 的操作从而暗指离合器 18、22 是液压式离合器，但是还可使用诸如机电式离合器或变矩器的其他类型的装置。在液压式离合器的情况下，离合器板上的压力与扭矩容量相关。同样地，作用在非液压式离合器的板上的力也与扭矩容量相关。因此，为了术语的一致性起见，除非另外明确地限定，否则在此描述的离合器 18、22 的操作使用术语“压力”，但是应理解的是，它还包括非液压力施加到非液压式离合器中的离合器板的情况。

[0040] 当离合器 18、22 中的一个锁止或接合时，在该离合器两侧的动力传动系统组件的转速相同。滑动是离合器的一侧与另一侧的转速差，从而当离合器中的一个滑动时，该离合器的一侧相对于另一侧具有速度差。例如，如果 M/G14 的输出转速是 1500rpm，且起动离合器 22 以 100rpm 滑动，则起动离合器的变速器 24 侧的转速是 1600rpm。当下游离合器 22 是用于变矩器的旁通离合器时，由于当下游离合器 22 完全分开时在离合器上具有速度差，所以即使当通过旁通离合器不传递扭矩时，也可认为下游离合器 22 处于滑动状态。

[0041] 离合器的一侧的转速（和扭矩产生器的扭矩）可改变并可扰动，当离合器滑动时，离合器的另一侧分开并基于离合器扭矩容量接收扭矩（即，动力传动系统 26 的扭矩可变化，且变速器 24 和车轮将通过离合器 22 接收不变的扭矩）。

[0042] 例如，当起动离合器 22 处于其针对给定压力（即，行程压力，stroke pressure）的离合器容量时，离合器活塞或离合器板刚好处于接触状态。在行程压力处，离合器 22 几乎不滑动，并准备好快速地接合。在这样的方式下，包括发动机 12 和 M/G 14 的动力传动系统 26 表面上与变速器 24 和驱动轮 16 分开，且车辆的乘客将不会受到当（例如在发动机 12 起动期间）使用分离离合器 18 来连接发动机 12 和 M/G 14 时由于在 M/G 14 和发动机 12 之间传递的扭矩而导致的扭矩扰动。

[0043] 当车辆 10 运转时，车辆 10 可能会经历可被称为用况或运转工况的一系列情况和驱动条件。用况将各种驾驶员命令（例如，加速踏板位置、制动踏板位置、变速杆等）和车辆工况（车速、离合器状态、传动比等）分类成可被控制系统 48 识别的组。车辆 10 具有导致发动机 12 起动和运转的多个用况。例如，一个用况是在变速杆处于前进档而制动器接合的情况下使车辆 10 静止，VSC 46 可请求发动机 12 起动，这是因为电池 32 的荷电状态（SOC）已经达到较低的阈值。在另一示例中，车辆 10 在纯电驱动模式（发动机 12 分离并关闭）下以稳定的速度行驶且已经踩下加速踏板，VSC 46 确定额外的功率请求要求发动机起动。还存在不涉及发动机起动的其他用况。在此描述的用况是示例性的而非限制性的。在与一个其他条件相似的条件或者在不同条件下，可发生不同的发动机 12 起动用况。基于用况，VSC 46 可确定用于发动机 12 的起动序列。存在用于发动机 12 的与一个或多个用况对应的多个起动序列。对于每个起动序列，存在可用于起动发动机 12 同时满足与用况相关的条件的多个致动器控制命令和序列。

[0044] 例如，一些用况涉及当起动离合器 22（或具有锁止或旁通离合器的变矩器）分开、滑动或接合时起动发动机 12。起动离合器 22 的不同状态需要不同的发动机 12 起动序列。基于如何操作和控制各种致动器和输入（例如，M/G14、发动机 12、起动电动机 30 以及离合

器 18、22) 以实现期望的起动,来区分发动机 12 的起动序列。驾驶员的输入和信息(例如,变速杆和驾驶员需求的扭矩)以及致动器信息(例如,变速器输入转速和输出转速)提供用况并用于确定使用哪个起动序列。

[0045] 可在控制系统 48 内提供算法,所述控制系统 48 确定用于给定用况或一组车辆和驾驶员条件的发动机 12 起动序列,以在车辆 10 静止或行驶的同时起动发动机 12。在一个实施例中,所述算法基于起动离合器 22 的状态、变速器 24 输入转速(ω_{in})以及通过输入到车辆 10 的各种驾驶员输入而确定的驾驶员意图。在每个起动序列期间限定致动器的操作,并参照图 2A 至图 5 来解释用于确定使用哪个起动序列的条件。

[0046] 对于如图 1 所示的车辆 10,存在用于起动发动机 12 的各种起动序列的方法。在一个序列中,分离离合器 22 分开且起动电动机 30 用于起动发动机 12。在另一序列中,M/G 14 用于带动发动机 12 或使发动机 12 旋转,并且一旦发动机 12 具有指定转速,便向发动机 12 供给燃料并开始燃烧。在另一序列中,M/G 14 和起动电动机 30 协作地用于起动发动机 12。在另一序列中,分离离合器 18 接合,从而 M/G 14 可带动或起动发动机 12 同时向发动机 12 供给燃料(能够燃烧)。一旦在发动机 12 中开始燃烧,离合器 18 便分开,并且发动机 12 使其自身运转至与动力传动系统 26 的转速和变速器 24 的输入转速(ω_{in})同步的转速。然后离合器 18 接合,从而使发动机 12 提供扭矩。

[0047] 当控制系统 48 确定需要起动发动机 12 时,车辆 10 可能会处于多个用况或运转状态中的一个用况或运转状态中。在一个用况中,车辆 10 静止,而变速杆处于驻车档或空档。在另一用况中,车辆 10 静止,而变速杆处于前进档、低速档或倒车档,且制动器接合。在另一用况中,车辆 10 正在蠕动,或者在没有加速踏板输入也没有制动输入的情况下处于怠速,或者车辆 10 的速度非常小。在另一用况中,车辆 10 正在起动,例如当车辆 10 从静止行驶至某个指定行驶速度时。可能需要起动发动机 12,以传递扭矩来满足驾驶员需求。如果车辆 10 具有传统的离合器 22,则对离合器 22 进行控制,即,滑动控制。如果车辆 10 具有变矩器 22,则在起动期间可能会发生扭矩倍增。在起动期间,传递到变速器 24 的输入转速(ω_{in})小于发动机 12 可起动的最小转速,这会影响所使用的起动序列。在另一用况中,车辆 10 正在行驶,例如当车辆 10 沿道路或高速路运转并行驶时,传递到变速器 24 的输入转速(ω_{in})大于发动机 12 可起动的最小转速,这也会影响所使用的起动序列。

[0048] 控制系统 48 可使用各种驾驶员输入或驾驶员意图情况。驾驶员可意在使车辆行驶,但并不意在使用加速踏板,例如在蠕动期间。驾驶员可输入较低或正常的驾驶员需求,例如部分地踩压加速踏板。驾驶员还可输入较高的驾驶员需求,例如,通过踩压加速踏板使得节气门全开或节气门接近全开。注意,其它驾驶员意图情况包括制动输入、变档器输入等。

[0049] 对于下面的示例,通过对应的涡轮转速(TS)来说明车速(VS)工况,TS与传递到变速器 24 的输入转速(ω_{in})相关,假定变速器 24 处于特定的传动比。对于所描述的起动条件,可假定变速器 24 处于一档。对于行驶(rolling)条件,变速器 24 可处于其他档位。VS与TS之间的关系如下:

[0050] $TS = \text{传动比} \times \text{最终驱动比} \times \text{车轮至轴的转速比} \times VS$

[0051] 图 2A 和图 2B 中的流程图示出了用于各种用况的算法以及由控制系统 48 使用的起动序列。算法首先确定用况,然后确定将要执行的起动序列的类型以满足车辆 10 的

当前工况和驾驶员意图或需求。一旦确定了用况和对应的起动序列,然后便基于起动序列控制车辆动力传动系统 26 的组件。在图 2A 和图 2B 中,TS 是涡轮转速或齿轮箱输入转速 (ω_{in}) (见图 1)。LP_{min} 是主泵 36 的用于为变速器 24 的全部操作提供足够的管路压力 (line pressure) 所需要的最小转速。主泵 36 由旋转的动力传动系统 26 驱动,在图 1 所示的实施例中,LP_{min} 与邻近于主泵 36 的 M/G 14 的转速有关。例如,当泵轮转速 (IS) 小于 LP_{min} 时,辅助泵 38 需要向变速器 24 提供流体。发动机 12 的转速是 ω_{eng} 或 N。M/G 14 的转速是 ω_{mot} 或 IS。用于发动机起动的最小转速是 $\omega_{eng\ start}$ 。较小的可校准值指示为 Δ 。

[0052] 控制系统 48 在图 2A 和图 2B 所示的 50 处开始算法。控制系统 48 确定传递到变速器 24 的输入转速 (TS),并在 52 处将 TS 与第一阈值比较。在一个实施例中,第一阈值是 LP_{min}。如果 TS 小于第一阈值,则控制系统 48 进入 54,并开始检查驾驶员意图或需要的序列。如果 TS 大于第一阈值,则控制系统 48 进入 56,在 56 处将 TS 与诸如用于起动发动机 12 的最小转速 ($\omega_{eng\ min}$) 的第二阈值比较。

[0053] 在图 3 中示出了各种阈值,以 TS 和时间绘制图 3。TS 相对于时间的曲线的示例被示出为线 58。在第一区域 60 中,TS 小于第一阈值 LP_{min}。在第一区域 60 中,辅助泵 38 向变速器 24 提供增压流体,并且被限制的致动器和传动比在该区域 60 中变得可用,这会影影响各种起动序列。在第二区域 62 中,TS 位于第一阈值 LP_{min} 和第二阈值 $\omega_{eng\ start}$ 之间。在第三区域 64 中,TS 大于第二阈值 $\omega_{eng\ start}$ 。在第二区域和第三区域中,主泵 36 向变速器 24 提供增压流体,从而变速器 24 可执行其所有的设计工况。如在图 3 中所示的齿轮箱输入转速 (TS) 用作用于确定用况和使用哪个起动序列的第一条件。

[0054] 在区域 62 中,输入转速 (TS) 大于 LP_{min} 但小于允许发动机起动的最小转速 ($\omega_{eng\ start}$)。用于发动机起动的最小转速是允许发动机 12 在车辆 10 的车速低时起动进行运转的最低转速,并通常大于发动机 12 的正常怠速转速 (即,1200-2000rpm)。例如,如果发动机 12 在区域 60 或 62 中在较低的车速起动,那么起动离合器 22 滑动以允许 M/G 14 和发动机 12 的转速上升至 $\omega_{eng\ start}$ (在起动之后 M/G 14 和发动机 12 可通过接合的分离离合器 18 而锁止在一起)。保持起动离合器 22 的滑动,直到 TS (随着车辆 10 的速度上升) 上升并大体上与 $\omega_{eng\ start}$ 同步,在这时可接合起动离合器 22。

[0055] 再次参照图 2A 和图 2B,如果在 52 处 TS < LP_{min} (区域 60),那么必须在 54 处开始分析驾驶员的意图。在 54 处控制系统 48 确定变档器是否处于驻车档或空档。如果变档器处于驻车档或空档,则在 66 处控制系统 48 开始静止起动序列,在这时命令起动离合器 22 分开,分离离合器 18 进行行程 (stroke),发动机 12 使用通过离合器 18 传递的 M/G 14 滑动扭矩或者起动电动机 30 旋转,向发动机 12 供给燃料,且当 M/G 14 的转速和发动机 12 的转速大体上同步时,接合分离离合器 18。

[0056] 用于静止起动序列的使用条件可以是车辆 10 的速度为零、变速杆处于驻车档或空档、分离离合器 18 分开、起动离合器 22 分开、发动机转速为零 (发动机关闭)、电机的转速为零 (电机关闭) 以及涡轮转速 (TS) 为零。可通过非驾驶员需求源 (例如,较低的电池 SOC、催化转化器的最小温度要求等) 请求发动机起动。M/G 14 按照转速控制模式操作并被命令进行旋转至正常的怠速转速。发动机 12 可利用起动电动机 30 起动,或可选地,命令分离离合器 18 从 M/G 14 传递扭矩以使发动机开始旋转,然后能够进行燃烧,并接合分离离合器 18。

[0057] 如果在 54 处车辆 10 未处于驻车档或空档,则控制系统 48 进入 68 并确定是否存在高驾驶员需求,例如节气门全开或节气门位置位于节气门全开的特定范围内。如果在 68 处存在高驾驶员需求,则在 70 处控制系统 48 开始高驾驶员需求起动或起动序列。起动离合器 22 滑动,从而电动机转速是发动机起动转速 $\omega_{eng\ start}$,分离离合器 18 快速地接合,使用来自 M/G 14 的扭矩来带动发动机 12 至 $\omega_{eng\ start}$,向发动机 12 供给燃料,且接合起动离合器 22。

[0058] 用于高驾驶员需求起动或起动序列 70 的使用条件可以是在 TS 小于 LP_{min} 的情况下车速为零、变速杆处于前进档或低速档、加速踏板处于零或节气门位置较小、制动器关闭、分离离合器 18 分开、起动离合器 22 接合、发动机的转速为零(发动机关闭)以及 M/G 14 的转速为 TS。车辆 10 可停止,或者车辆 10 仅仅是在没有驾驶员需求或低驾驶员需要/需求的情况下利用 M/G 14 产生的推进扭矩以一档开始运转($TS < LP_{min}$)。然后驾驶员踩压加速踏板至高驾驶员需求,例如,节气门全开或接近全开,以引起发动机起动。命令起动离合器 22 滑动(以容量控制方式),并命令分离离合器 18 接合,同时增大 M/G 14 的扭矩。发动机 12 开始旋转,且如果存在则起动电动机 30 可并行接合。向发动机 12 供给燃料并命令发动机 12 进行燃烧。在车辆 10 加速同时 TS 增大直到与发动机 12 的转速匹配的情况下发生起动,然后接合起动离合器 22。

[0059] 如果在 68 处没有高驾驶员需求,则控制系统 48 进入 72,并确定(例如)当车辆 10 正在蠕动或在制动器接合的情况下停止时在加速踏板处是否不存在驾驶员需求。如果在 72 处不存在驾驶员需求,则在 74 处控制系统 48 开始非驾驶员需求起动序列。起动离合器 22 滑动,从而 M/G 14 转速是发动机 12 的起动转速 $\omega_{eng\ start}$,分离离合器 18 进行行程并滑动,来自 M/G 14 或起动电动机 30 的扭矩用于带动发动机 12 至 $\omega_{eng\ start}$,向发动机 12 供给燃料,当 M/G14 的转速和发动机 12 的转速大体上同步时接合分离离合器 18,然后接合起动离合器 22。

[0060] 用于由非驾驶员需求引起的起动或起动序列 74 的使用条件可以是车速为零且 $TS < LP_{min}$ 、变速杆处于前进档或低速档、加速踏板没有输入、制动器接合或者如果蠕动则制动器脱离接合、分离离合器 18 分开、起动离合器 22 接合、发动机 12 的转速为零(发动机关闭)以及 M/G 14 的转速为 TS。在制动器接合的情况下,车辆 10 可停止,或者在 $TS < LP_{min}$ 、处于一档、制动器关闭、没有驾驶员需求的情况下,车辆 10 可进行蠕动。M/G 14 产生推进扭矩。由非驾驶员需求源(例如,低电池 SOC、催化转化器的最小温度要求等)请求发动机 12 起动。命令起动离合器 22 滑动(以容量控制方式),命令分离离合器 18 滑动(以容量控制方式),同时 M/G 14 的扭矩增大,或者可选地,如果存在则接合起动电动机 30。向发动机 12 供给燃料,发动机 12 开始燃烧,起动发动机 12 并将发动机 12 控制至同步转速。分离离合器 18 接合以使速度同步的 M/G 14 和发动机 12 连接。当 TS 增大至与发动机 12 转速匹配时,完成起动,然后接合起动离合器 22。

[0061] 如果在 72 处没有驾驶员需求或输入,则控制系统 48 进入 76,并在 76 处开始低速起动或起动序列。起动离合器 22 滑动,从而 M/G 14 转速是最小的发动机起动转速 $\omega_{eng\ start}$,分离离合器 18 滑动,直到发动机 12 的转速大约等于电动机转速,同时 M/G 14 的扭矩增大,或者可选地,如果存在则接合起动电动机 30。向发动机 12 供给燃料,当发动机转速大于 $\omega_{eng\ start}$ 时,接合分离离合器 18,然后接合起动离合器 22。

[0062] 用于低速起动或起动序列 76 的使用条件可以是车速在零与 LP_{min} 之间、变速杆处于前进档或低速档、加速踏板处于表示低驾驶员需求的低节气门位置或中间节气门位置、制动器关闭、分离离合器 18 分开、起动离合器 22 接合、发动机转速为零（发动机关闭）以及 M/G 14 转速为 TS。车辆 10 可在低驾驶员需求的情况下以一档缓慢地加速。M/G 14 产生车辆 10 的推进扭矩，且由非驾驶员需求源或者引起发动机起动的低驾驶员需求来请求发动机 12 起动。命令起动离合器 22 滑动（以容量控制方式），并命令分离离合器 18 滑动（以容量控制方式），同时增大 M/G 14 的扭矩，或者可选地，如果存在则接合起动电动机 30。向发动机 12 供给燃料并开始燃烧。命令发动机 12 的转速与 M/G 14 的转速同步，并接合分离离合器 18 以便使转速同步的 M/G 14 与发动机 12 连接。在车辆加速同时 TS 上升直到 TS 与发动机转速匹配之后完成起动，然后起动离合器 22 接合。

[0063] 如果在 52 处 $TS > LP_{min}$ （区域 62 或 64），那么控制系统 48 进入 56，在 56 处将 TS 与第二阈值（诸如起动发动机 12 的最小转速 $\omega_{eng\ min}$ ）比较。

[0064] 如果 TS 位于阈值之间 ($LP_{min} < TS < \omega_{eng\ start}$ 或区域 62)，则在 78 处控制系统 48 开始高速起动序列。发动机 12 快速地起动。起动离合器 22 滑动，以允许发动机 12 到达其最小起动转速，但 TS 大于管路压力所需要的最小转速 (LP_{min})。对于序列 78，起动离合器 22 滑动，从而电动机转速是发动机起动转速 $\omega_{eng\ start}$ ，分离离合器 18 滑动，来自 M/G 14 或起动电动机 30 的扭矩被用于带动发动机 12，向发动机 12 供给燃料，当 TS 大约等于发动机转速时，接合分离离合器 18，然后接合起动离合器 22。需要使起动离合器 22 进行足够的滑动以允许 M/G 14 的转速增大至带动并起动发动机 12 的最小发动机起动转速。

[0065] 用于高速起动或起动序列 78 的使用条件可以是在 $LP_{min} \leq TS < \omega_{eng\ start}$ 的情况下车辆 10 的速度为 TS、变速杆处于前进档或低速档、加速踏板处于指示低驾驶员需求的低节气门位置或中间节气门位置、制动器关闭、分离离合器 18 分开、起动离合器 22 接合、发动机转速为零（发动机关闭）以及 M/G14 转速为 TS。车辆 10 可在低驾驶员需求的情况下以一档加速，且 M/G 14 产生推进扭矩。由非驾驶员需求源或者通过任何水平的驾驶员需求而引起发动机起动的驾驶员需求来请求发动机 12 起动。命令起动离合器 22 滑动（以容量控制方式），并命令分离离合器 18 滑动（以容量控制方式），同时增大 M/G14 的扭矩，或者可选地，如果存在则接合起动电动机 30。向发动机 12 供给燃料，并开始燃烧。命令发动机 12 的转速与 M/G 14 的转速同步，并接合分离离合器 18 以使转速同步的 M/G 14 和发动机 12 连接。在车辆 10 加速同时 TS 增大直到 TS 与发动机 12 转速匹配之后完成起动，然后接合起动离合器 22。

[0066] 如果 TS 不在阈值之间 ($TS > \omega_{eng\ start}$ 或区域 64)，则在 80 处控制系统 48 开始行驶起动序列或非起步起动序列。在这种条件下，车辆 10 可在起动离合器 22 接合的情况下行驶。发动机 12 在这种用况下的起动被称为行驶起动，这是因为起动离合器 22 完全地接合且 TS 大于用于管路压力或发动机起动请求的任何最小值。在序列 80 中，起动离合器 22 可轻微地滑动，以进行扭矩分离 (torsional isolation)，分离离合器 18 滑动，来自 M/G 14 或起动电动机 30 的扭矩被用于带动发动机 12，向发动机 12 供给燃料，当 TS 大约等于发动机 12 的转速时，接合分离离合器 18，然后接合起动离合器 22。

[0067] 用于行驶起动序列 80 的使用条件可以是车速为 TS 这时 $\omega_{eng\ start} \leq TS$ 、变速杆处于前进档或低速档、加速踏板显示没有驾驶员需求或低驾驶员需求、制动器关闭、分离离合

器 18 分开、起动离合器 22 接合、发动机转速为零（发动机关闭）以及 M/G 14 转速为 TS。车辆 10 可在没有或低驾驶员需求的情况下通过 M/G 14 产生的推进扭矩以任何档位行驶。通过非驾驶员需求源或者通过任何水平的驾驶员需求而引起发动机起动的驾驶员需求来请求发动机 12 起动。命令起动离合器 22 滑动（以容量控制方式），并命令分离离合器 18 滑动（以容量控制方式），同时增大 M/G 14 的扭矩，或者可选地，如果存在则接合起动电动机 30。向发动机 12 供给燃料，并开始燃烧。命令发动机 12 的转速与 M/G 14 的转速同步。接合分离离合器 18 以使转速同步的 M/G 14 和发动机 12 连接。命令接合起动离合器 22。

[0068] 图 4 示出了在车辆 10 起动过程中发动机 12 起动的示例。图 4a 表示对发动机发出的请求的命令或信号曲线图。图 4b 表示用于起动离合器 22 和分离离合器 18 的压力命令或实际压力的压力曲线图。图 4c 表示车辆 10 中的各个组件的转速，包括发动机 12 的转速、M/G 14 的转速以及传递至变速器 24 的转速或 TS 转速。TS 转速可与车辆 10 的速度直接或间接相关。图 4a 至图 4c 沿着表示时间的相同 x 轴绘制。

[0069] 通过图 4b 中的线 84 示出用于起动离合器 22 的压力命令或实际压力。通过图 4b 中的线 82 示出用于分离离合器 18 的压力命令或实际压力。如从图 4c 的第一区域 86 可看见的，最初，起动离合器 22 接合且分离离合器 18 处于分开的位置。

[0070] 如从图 4a 中的发动机 12 的命令线 88 和图 4c 中的发动机转速线 89 可看见的，在第一区域 86 中，发动机 12 关闭。车辆 10 最初处于停止状态。这可通过图 4c 中的线 90 所示的 TS 转速示出。M/G 14 用于使车辆 10 按照电操作模式起动，或换句话说，车辆 10 在电力作用下开始行驶。由于起动离合器 22 接合，在线 92 处示出的 M/G 14 的转速与 TS 转速 90 在区域 86 中匹配。

[0071] 在时间 94 处接收由线 88 示出的发动机命令。控制系统 48 准备带动发动机 12。在区域 96 中，如通过压力命令 82、84 分别可看见的，起动离合器 22 滑动且分离离合器 18 进行行程。M/G 14 的转速增大，以准备用于使发动机 12 旋转，如线 92 所示。起动离合器 22 滑动，以向变速器 24 提供连续传递的扭矩，且隔离动力传动系统 26 扰动。

[0072] 在区域 98 中，如线 82 所示，分离离合器 18 的压力增大，以使离合器 18 滑动并从 M/G 14 提供传递的扭矩从而使发动机 12 旋转。M/G 14 具有最小发动机起动转速 100 的转速。如线 89 所示，发动机转速增大，并且发动机转速随着发动机 12 的起动而增大。

[0073] 在区域 102 中，发动机 12 已经起动并满足其最小起动转速，如线 89 所示。对分离离合器 18 发出的压力命令增大，并在区域 102 的结束处接合分离离合器 18。

[0074] 在区域 104 中，M/G 14 和发动机 12 以最小发动机起动转速进行旋转，如线 89、92 所示。然而，在 90 处的 TS 转速或传递至变速器 24 的输入转速和车辆 10 的代表性速度小于最小发动机起动转速 100。在区域 104 期间，车速和 TS 转速 90 增大到最小发动机转速 100。一旦 TS 转速达到最小发动起动机转速 100，便开始区域 106 且起动离合器 22 可以按照如线 84 所示的控制方式接合，以将来自发动机 12 和 M/G 14 的所有扭矩提供至变速器 24。在 89 处的发动机 12 的转速、在 92 处的 M/G 14 的转速以及在 90 处的 TS 转速均可增大以使车辆 10 连续地进行起动、加速或前进。

[0075] 图 5 示出了当车辆 10 已经在行驶时在车辆 10 中起动发动机 12 的示例。图 5a 表示对发动机发出的请求的命令或信号曲线图。图 5b 表示用于起动离合器 22 和分离离合器 18 的压力命令或实际压力的压力曲线图。图 5c 表示车辆 10 中的各种组件的转速，包括发

动机 12 的转速、M/G 14 的转速以及传递至变速器 24 的转速或 TS 转速。TS 转速可与车辆 10 的速度直接或间接相关。图 5a 至图 5c 沿着表示时间的相同 x 轴绘制。

[0076] 通过图 5b 中的线 110 示出用于起动离合器 22 的压力命令或实际压力。通过图 5b 中的线 112 示出用于分离离合器 18 的压力命令或实际压力。如从图 5c 的区域 114 可看见的,最初,起动离合器 22 接合且分离离合器 18 处于分开位置。

[0077] 在区域 114 中,如从图 5a 中的发动机 12 的命令线 116 和图 5c 中的发动机 12 的转速线 118 可看见的,发动机 12 关闭。车辆 10 处于行驶状态。这可通过图 5c 中的线 120 所示的 TS 转速示出。在图 5 的示例中,TS 转速 120 大于最小发动机起动转速 122。M/G 14 用于按照电操作模式来推进车辆 10。因为起动离合器 22 接合,所以在区域 114 中,在线 124 处示出的 M/G 14 的转速与 TS 转速 120 匹配。

[0078] 在时间 126 处接收如线 116 示出的发动机命令。控制系统 48 准备带动发动机 12。如通过压力命令 110、112 分别可看见的,在区域 128 中,起动离合器 22 滑动且分离离合器 18 进行行程。起动离合器 22 滑动,以向变速器 24 提供连续传递的扭矩,且隔离动力传动系统 26 扰动。

[0079] 在区域 130 中,M/G 14 转速增大以准备使发动机 12 旋转,如线 124 所示。分离离合器 18 压力增大,如线 112 所示,以便使离合器 18 滑动且从 M/G14 提供传递的扭矩,从而使用来自 M/G 14 的大于通过离合器 22 提供 TS 转速 120 所需要的速度的过量转速和扭矩来使发动机 12 旋转。如线 118 所示,发动机开始旋转,且发动机转速随着发动机 12 起动而增大。

[0080] 在区域 132 中,发动机 12 已经起动。在 112 处,命令分离离合器 18 的压力增大,并在区域 132 的结束处接合离合器 18。在 110 处也命令起动离合器 22 的压力开始增大,且朝着区域 132 的结束处或区域 134 的起点处起动离合器 22 逐渐接合。由于控制离合器 18、22,所以在 118 处的发动机 12 转速和在 124 处的 M/G 14 转速也被命令至大致相似的转速,且被控制至 TS 转速 120。

[0081] 在区域 134 中,起动离合器 22 按照通过线 110 示出的控制方式接合,以将来自发动机 12 和 M/G 14 的所有扭矩提供至变速器 24。在 118 处的发动机 12 的转速和在 124 处的 M/G 14 的转速提供 TS 转速 120,以使车辆 10 连续地进行起动、加速或前进。

[0082] 可通过观测车辆 10 的运转来检测各种实施例。例如,可通过车辆现存信息系统(诸如控制器区域网络(CAN)总线信号)或者通过测量车辆 10 所获得的测量值来观测或获得诸如变速杆、加速踏板、制动踏板等的驾驶员命令信号以及诸如发动机转速和电动机转速、低电压起动机转速或电流、变速器转速或压力等的致动器信号。对于相同的操纵,可观测与在本公开中示出操作的相似的发动机 12 起动操作。

[0083] 这样,根据本公开的各种实施例提供混合动力车辆中的发动机起动控制。控制系统使用车辆 10 中的现存条件和驾驶员命令或意图,以确定及时满足车辆要求的控制序列或发动机起动类型。然后控制系统命令并控制车辆中的各种动力传动系统组件以起动发动机,混合各种动力源并使车辆运转。

[0084] 虽然在上面描述了示例性实施例,但是并不意味着这些实施例描述了本发明的所有可能的形式。相反,在说明书中使用的词语是描述性词语而非限制性词语,应该理解,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,可进行各种改变。另外,实施的各个实施例的特征可

结合,以形成未明确示出或描述的进一步的实施例。虽然一个或多个实施例已经描述为提供优点或者在一个或多个期望特性方面优于其他实施例或现有技术实施方式,但是本领域的普通技术人员将认识到,可根据具体应用或实施方式在各个特征之间进行折中以实现期望的系统属性。这些属性包括但不限于:成本、强度、耐用性、生命周期成本、可销售性、外观、包装、尺寸、可用性、重量、可制造性、装配容易性等。这样,被描述为在一个或多个特性方面与其他实施例相比更不令人期待的实施例不被排除在要求保护的主旨的范围之外。

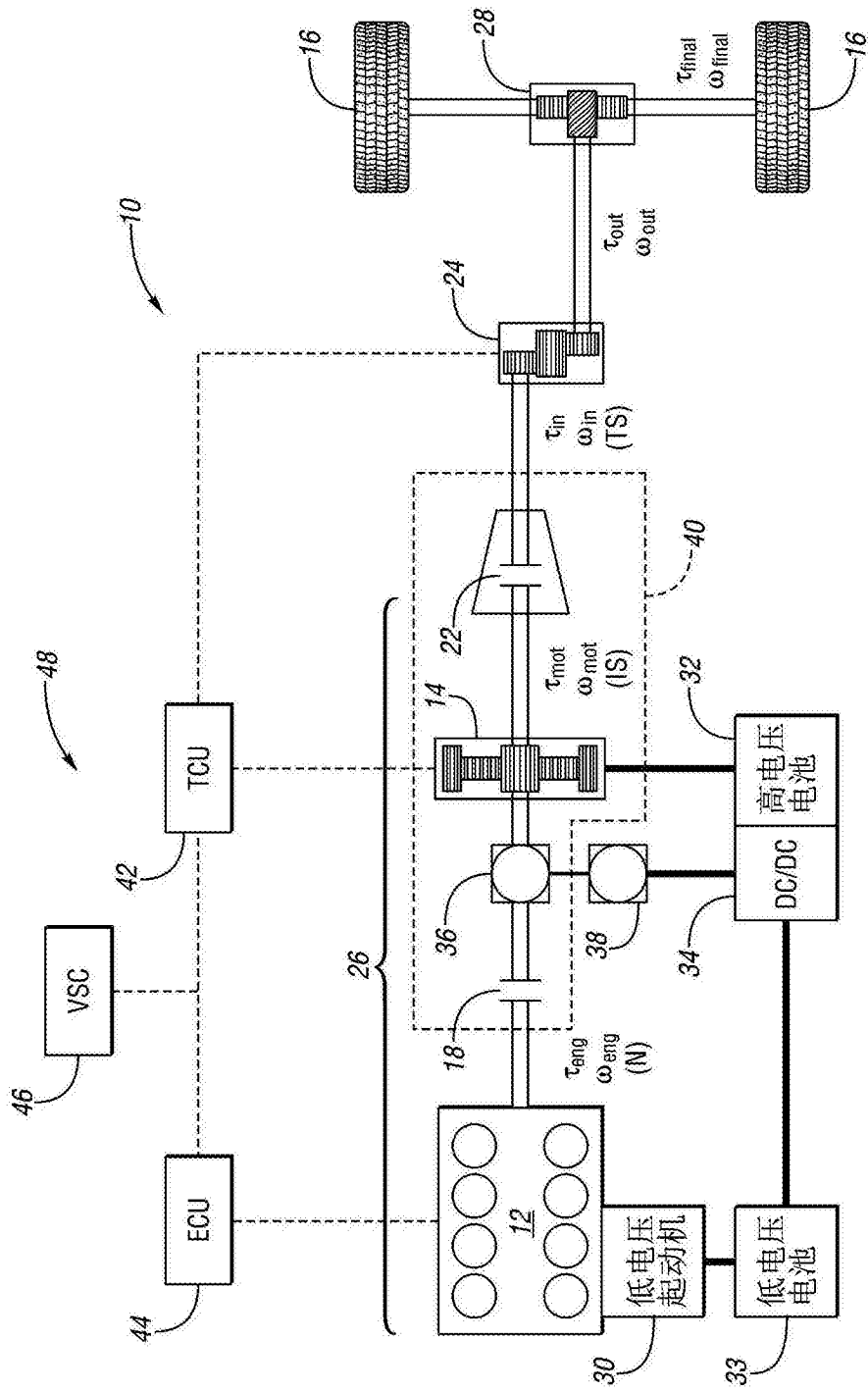


图 1

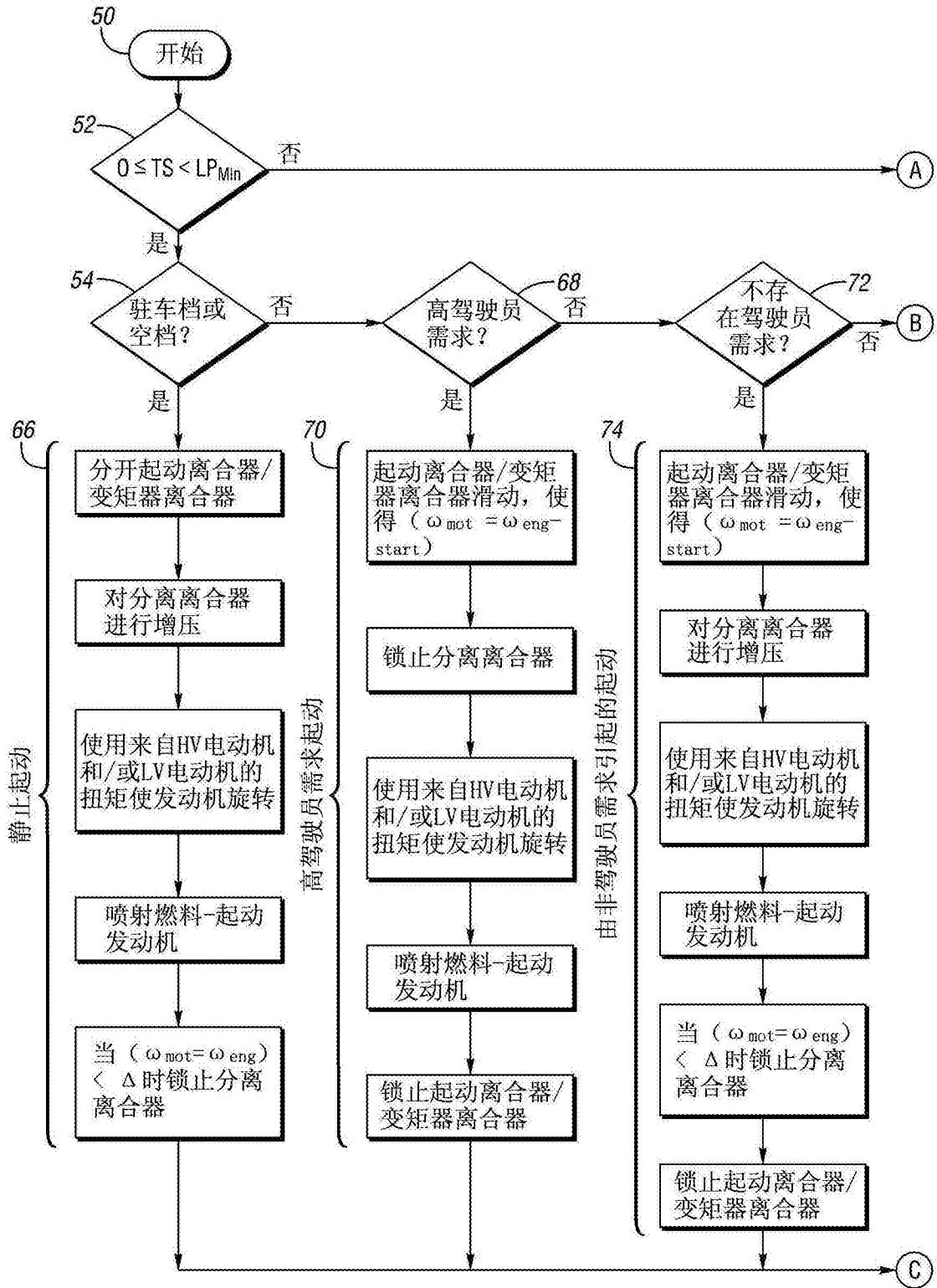


图 2A

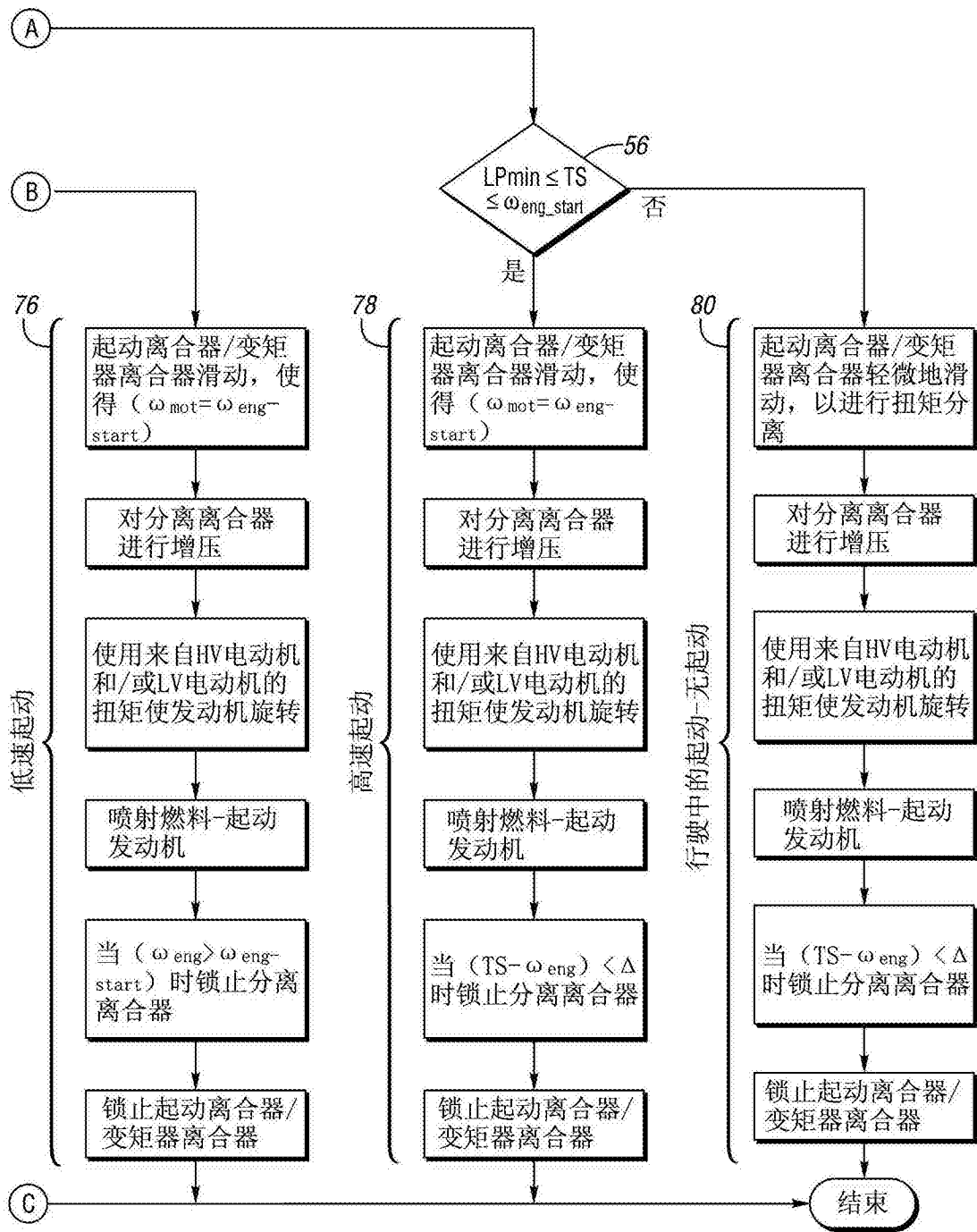


图 2B

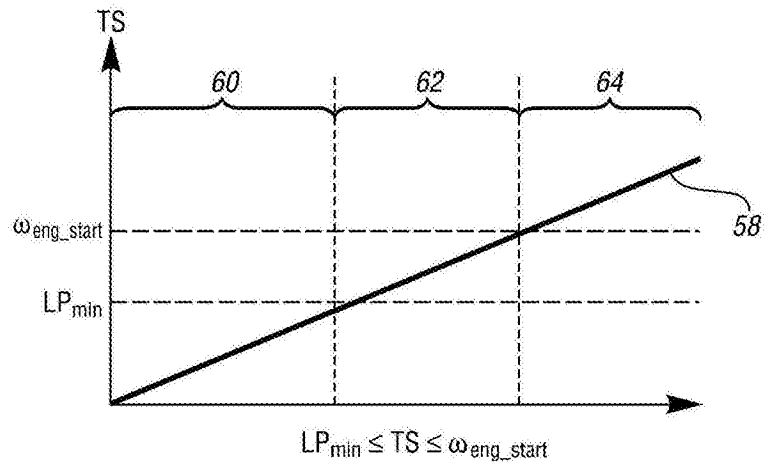


图 3

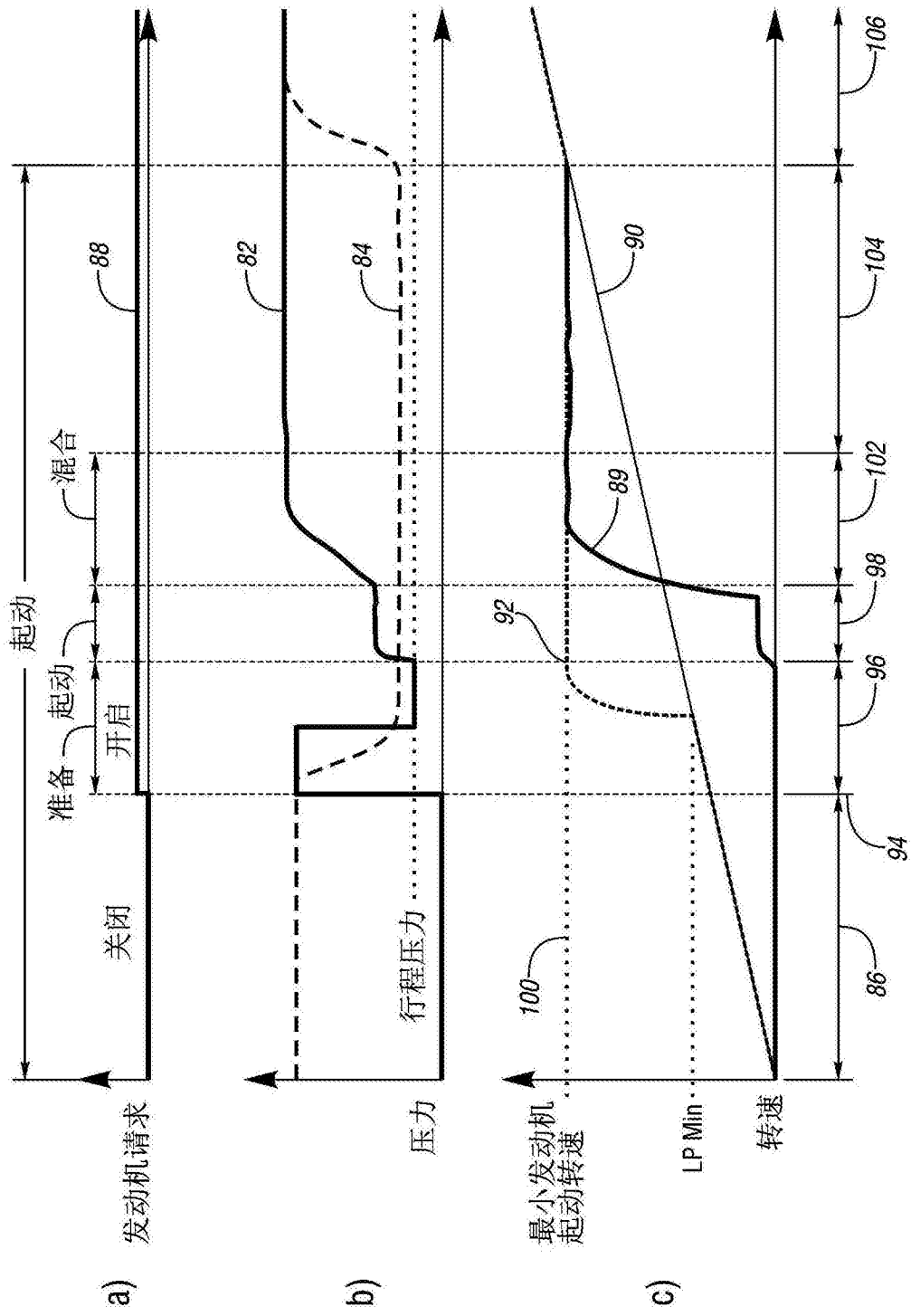


图 4

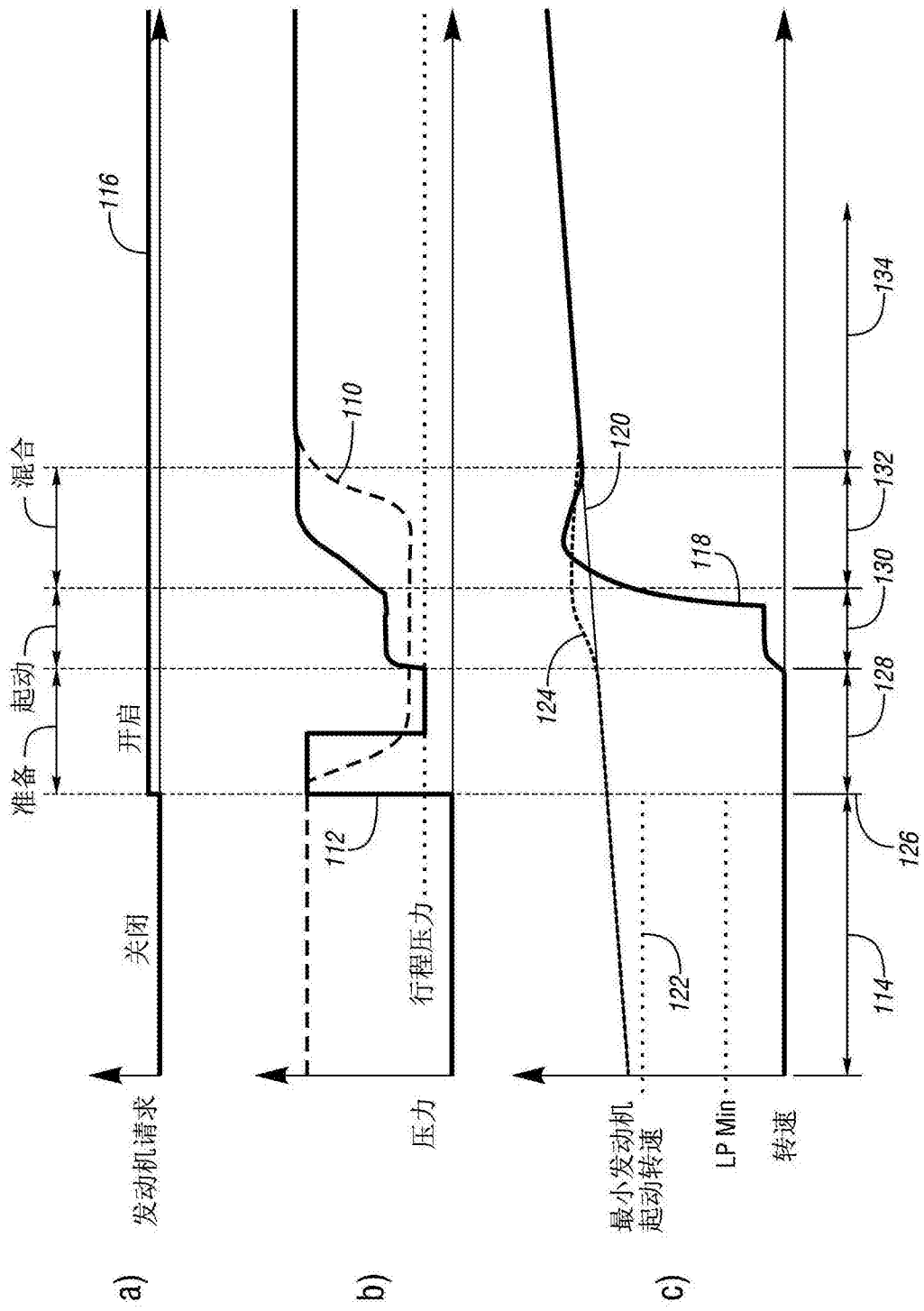


图 5