



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103386971 A

(43) 申请公布日 2013. 11. 13

(21) 申请号 201310162756. 1

(22) 申请日 2013. 05. 06

(30) 优先权数据

13/465, 407 2012. 05. 07 US

(71) 申请人 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 戴征宇 迈克尔·格伦·福德

(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.

B60W 20/00 (2006. 01)

B60W 30/188 (2012. 01)

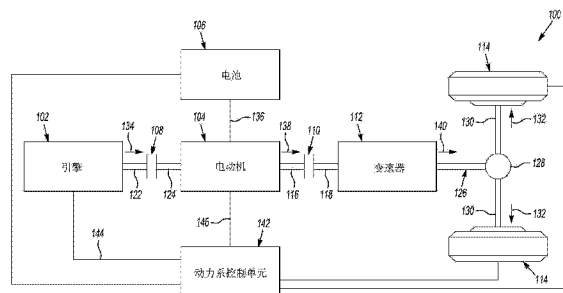
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

混合动力车辆的牵引控制系统

(57) 摘要

提供了一种用于混合动力电动车辆的牵引控制系统。用于混合动力电动车辆的控制器和控制策略包括：进入牵引控制事件；在牵引控制事件的车轮滑动条件期间在保持引擎扭矩处于基本恒定的扭矩输出的同时通过降低电动机扭矩来降低从驱动轮传递到路面的驱动力。



1. 一种混合动力电动车辆,所述混合动力电动车辆包括:  
引擎;  
电力牵引电动机,通过离合器选择性地接合到引擎;  
扭矩转换器;  
变速器;  
控制器,被构造为在牵引控制事件的车轮滑动条件期间保持引擎扭矩基本恒定同时降低电动机扭矩。
2. 如权利要求 1 所述的车辆,其中:  
控制器还被构造为在牵引控制事件期间将一部分引擎扭矩转换成电能。
3. 如权利要求 1 所述的车辆,其中,  
控制器还被构造为降低电动机扭矩,以提供基本消除车轮滑动条件的总的动力系扭矩。
4. 如权利要求 1 所述的车辆,其中,  
控制器在牵引控制事件的车轮滑动条件期间在降低电动机扭矩之后降低引擎扭矩。
5. 如权利要求 1 所述的车辆,其中,  
控制器还被构造为当驱动轮的加速滑动增加超过特定值时启动牵引控制事件。
6. 如权利要求 1 所述的车辆,其中,  
控制器还被构造为在驱动轮的加速滑动超过特定值时保持牵引控制事件。

## 混合动力车辆的牵引控制系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于混合动力车辆的牵引控制系统。

### 背景技术

[0002] 混合动力车辆的动力系包括引擎和电动机。由引擎和 / 或电动机产生的扭矩可以通过变速器传递到车辆的驱动轮。连接到电动机的牵引电池向电动机供应能量, 以使电动机产生电动机扭矩。(例如, 在再生制动期间) 电动机可以将负电动机扭矩提供到变速器。在这样的情况下, 电动机用作给电池充电的发电机。

[0003] 混合动力车辆可以具有并联配置、串联配置或者它们的组合。在并联配置(即, 模块化混合动力传动装置(“MHT”)配置)中, 引擎可通过分离离合器连接到电动机, 电动机连接到变速器。电动机可以通过具有扭矩转换器离合器的扭矩转换器连接到变速器。引擎、分离离合器、电动机、扭矩转换器和变速器顺序地串联连接。

### 发明内容

[0004] 本发明的实施例在于提供一种控制器和一种用于混合动力电动车辆的控制策略, 所述混合动力电动车辆具有引擎、电动机、具有扭矩转换器离合器的扭矩转换器、和变速器。控制器和控制策略在牵引控制事件期间控制电动机以降低从一个或多个驱动轮传递到路面的驱动力。驱动力可以通过响应于牵引控制事件降低电动机的扭矩来降低。

[0005] 有利的是, 控制器和控制策略可以用作牵引控制机制。通常, 当可用牵引力因驱动轮和路面之间的摩擦系数的改变而突然降低, 导致车轮过度滑动时, 牵引控制事件发生。根据传统的系统, 车辆迅速降低引擎扭矩, 并且在特定的情况下, 车辆另外施加制动扭矩, 以降低车轮速度来恢复合适的牵引力。一旦车轮速度减慢以恢复充足的牵引力并且轮胎 / 道路摩擦返回到正常水平, 则引擎扭矩可以增加至驾驶员需要的水平以恢复正常驱动。

[0006] 通过快速降低引擎扭矩会遇到一些不利情况。这种快速降低通常通过利用点火延迟来实现。点火延迟过程对燃料经济性和排放有消极影响, 并且会使燃烧过程不稳定。可选地, 可以利用空气 / 燃料路径来降低引擎扭矩。然而, 这个过程更慢并且在牵引控制事件结束之后还花费相对长的时间来回升引擎扭矩以满足驾驶员的需求。

[0007] 相比作为快速降低引擎扭矩以进行牵引控制的结果发生的典型操作, 根据本发明的实施例的控制器和控制策略响应于牵引控制事件, 将引擎扭矩保持在基本恒定的扭矩同时使用电动机将从引擎输出的扭矩的一部分转换成电流, 以对电池充电。这是一个选择, 因为牵引控制事件通常是短暂的, 因此, 系统可以进入到电池充电模式, 系统也可以不进行操作。作为保持引擎扭矩基本恒定的结果, 可以实现燃料排放的减少。另外, 通过使用电动机对电池充电提高了燃料经济性。此外, 在牵引控制事件期间, 控制器和控制策略的操作可以降低传动系的扰动。例如, 在牵引控制事件期间, 通过电机的更快响应特性实现了更好质量的扭矩控制, 从而在进入和退出牵引控制事件时以及在牵引控制事件期间提高了性能。

[0008] 在至少一个实施例中, 作为牵引控制的结果施加的制动扭矩还可以来自再生制

动。此外,除了传统的用于牵引控制的引擎和 / 或制动系统外,可以使用本发明的实施例的控制器和控制策略。

[0009] 在一个实施例中,提供了一种方法。所述方法包括:进入牵引控制事件;在牵引控制事件的车轮滑动条件期间在保持引擎扭矩处于基本恒定的扭矩输出的同时通过降低电动机扭矩来降低从驱动轮传递到路面的驱动力。

[0010] 所述方法还可以包括:在所述降低步骤期间将引擎扭矩的一部分转换为电能。所述降低步骤还可以包括:降低总的动力系扭矩中的电动机扭矩,以基本消除车轮滑动条件。所述降低步骤还可以包括:在牵引控制事件的车轮滑动条件期间降低引擎的扭矩。所述降低步骤还可以包括:降低总的动力系扭矩中的引擎扭矩和电动机扭矩,以基本消除车轮滑动条件。

[0011] 所述方法还可以包括:在驱动轮的加速滑动增加到超过特定水平时启动所述降低步骤。所述方法还可以包括:在驱动轮的加速滑动超过特定值时保持所述降低步骤。在特定实施例中,所述方法可以包括:当驱动轮的加速滑动下降到低于特定值时中止所述降低步骤。

[0012] 在一个实施例中,提供了一种系统。所述系统包括控制器,控制器被构造为:进入牵引控制事件;在牵引控制事件的车轮滑动条件期间在保持引擎扭矩处于基本恒定的扭矩输出的同时通过降低电动机扭矩来降低从驱动轮传递到路面的驱动力。

[0013] 在一个实施例中,提供了一种混合动力电动车辆。所述车辆包括引擎、电动机、具有旁通离合器的扭矩转换器、变速器和控制器。控制器被构造为:进入牵引控制事件;在牵引控制事件的车轮滑动条件期间在保持引擎扭矩处于基本恒定的扭矩输出的同时通过降低电动机扭矩来降低从驱动轮传递到路面的驱动力。

[0014] 根据本发明的一方面,提供一种用于在牵引控制事件期间控制混合动力车辆的方法,所述混合动力车辆具有位于引擎和多个速比自动变速器之间的牵引电动机,所述方法包括:在牵引控制事件的车轮滑动条件期间,保持引擎扭矩基本恒定同时降低电动机扭矩,以降低从驱动轮传递到路面的驱动力。

[0015] 所述方法还包括:在牵引控制事件期间,将一部分引擎扭矩转换为电能。

[0016] 所述方法还包括:降低总的动力系扭矩中的电动机扭矩,以基本消除车轮滑动条件。

[0017] 所述方法还包括:在牵引控制事件的车轮滑动条件期间,在第一降低步骤之后,降低引擎扭矩。

[0018] 降低总的动力系扭矩中的电动机扭矩和引擎扭矩,以基本消除车轮滑动条件。

[0019] 在接收到驱动轮的加速滑动增加到超过特定值的信号时启动所述降低步骤。

[0020] 在驱动轮的加速滑动超过特定值时保持所述降低步骤。

[0021] 在接收到驱动轮的加速滑动降低到低于特定值的信号时中止所述降低步骤。

[0022] 根据本发明的另一方面,提供一种用于控制混合动力电动车辆的系统,所述混合动力电动车辆具有设置在引擎和变速器之间的牵引电动机,所述系统包括:控制器,被构造为进入牵引控制事件,并在牵引控制事件的车轮滑动条件期间在降低引擎扭矩之前通过降低牵引电动机扭矩来降低从驱动轮传递到路面的驱动力。

[0023] 控制器还被构造为在牵引控制事件期间控制电动机以将一部分引擎扭矩转换成

电能。

[0024] 控制器还被构造为降低总的动力系扭矩中的电动机扭矩以基本消除车轮滑动条件。

[0025] 控制器还被构造为在牵引控制事件的车辆滑动条件期间降低引擎扭矩。

[0026] 控制器还被构造为在牵引控制事件期间保持引擎扭矩基本恒定。

[0027] 控制器还被构造为响应于相对于预定值的驱动轮的加速滑动来启动和终止牵引控制事件。

[0028] 通过下面结合附图进行的详细描述,本发明的实施例的其他目的、特点和优点将变得更加容易明白,在附图中,相同的标号指示相应的部件。

### 附图说明

[0029] 图 1 示出了根据本发明的实施例的示例性混合动力车辆的动力系的框图;

[0030] 图 2 示出了根据本发明的实施例的描述用于控制电动机以减小从驱动轮传递到路面的驱动力的控制策略的操作的流程图。

### 具体实施方式

[0031] 在此公开了本发明的详细实施例;然而,应该理解的是,公开的实施例仅仅是本发明的示例,而本发明可以以各种及可选的形式实施。附图不一定按比例绘制;一些特征可能会被夸大或最小化,以示出具体部件的细节。因此,在此公开的具体结构和功能上的细节不应被解释为限制,而仅仅被解释为用于教导本领域技术人员以各种方式使用本发明的代表性基础。

[0032] 现在参照图 1,示出了根据一个或多个实施例的用于混合动力电动车辆的示例性动力系 100 的框图。动力系 100 包括引擎 102、诸如电动机和发电机 104 的电机(在其他场合被称为“马达”)、牵引电池 106、分离离合器 108、扭矩转换器 110 和多速自动变速器 112。

[0033] 引擎 102 和电动机 104 是车辆的驱动源。引擎 102 可通过分离离合器 108 连接到电动机 104,由此引擎 102 和电动机 104 串联连接。电动机 104 连接到扭矩转换器 110。扭矩转换器 110 在引擎 102 通过分离离合器 108 连接到电动机 104 时经由电动机 104 连接到引擎 102。变速器 112 连接到车辆的驱动轮 114。从引擎 102 和 / 或电动机 104 施加的驱动力通过扭矩转换器 110 和变速器 112 传递到驱动轮 114,由此推进车辆。

[0034] 扭矩转换器 110 包括固定到电动机 104 的输出轴 116 的泵轮转子和固定到变速器 112 的输入轴 118 的涡轮转子。扭矩转换器 110 的涡轮可以被扭矩转换器 110 的泵轮流体动力地驱动。因此,扭矩转换器 110 可以在电动机 104 的输出轴 116 和变速器 112 的输入轴 118 之间提供“液压耦合”。

[0035] 扭矩转换器 110 还包括扭矩转换器离合器(例如,旁通离合器)。扭矩转换器离合器在接合位置(例如,锁止位置、起作用位置等)和脱离接合位置(例如,解锁位置等)之间的范围内是可控的。在接合位置,扭矩转换器离合器机械地连接扭矩转换器 110 的泵轮和涡轮,由此大大减小这些部件之间的液压耦合。在脱离接合位置,扭矩转换器离合器允许扭矩转换器 110 的泵轮和涡轮之间的液压耦合。

[0036] 当扭矩转换器离合器脱离接合时,扭矩转换器 110 的泵轮和涡轮之间的液压耦合

吸收并减轻动力系中不可接受的振动和其它干扰。这些干扰的来源包括从引擎 102 施加的用于推进车辆的引擎扭矩。然而,当扭矩转换器离合器脱离接合时,车辆的燃料经济性降低。因此,期望的是:在可能时将扭矩转换器离合器接合。

[0037] 扭矩转换器离合器可以通过离合器阀的操作来控制。响应于控制信号,离合器阀对扭矩转换器离合器施加压力和释放压力以使扭矩转换器离合器接合和脱离接合。扭矩转换器 110 的操作可以被控制为使得扭矩转换器离合器既不是完全地接合也不是完全地脱离接合,而是被调节为使扭矩转换器 110 产生可变幅度的滑动。扭矩转换器 110 的滑动与扭矩转换器 110 的泵轮和涡轮之间速度差相对应。随着扭矩转换器离合器接近完全接合的位置,扭矩转换器 110 的滑动接近零。反过来,随着扭矩转换器离合器朝着脱离接合的位置运动,扭矩转换器 110 的滑动幅度变得更大。

[0038] 当扭矩转换器 110 操作为产生可变幅度的滑动时,扭矩转换器 110 可以用于通过增加滑动而吸收振动(例如,当速比正在改变时、当驾驶员通过油门踏板释放压力时等),从而导致较大部分的引擎扭矩通过流体动力作用从扭矩转换器 110 的泵轮传递到涡轮。当不存在令人反感的振动和干扰的可能性时,扭矩转换器离合器可以更加完全地接合,从而增加燃料经济性。然而,再次如上所述,期望的是:由于当扭矩转换器离合器接合时车辆的燃料经济性增加,因此在可能时将扭矩转换器离合器接合。

[0039] 如上表明的,引擎 102 可通过分离离合器 108 连接到电动机 104。具体地说,引擎 102 具有可通过分离离合器 108 连接到电动机 104 的输入轴 124 的引擎轴 122。如上进一步表明的,电动机 104 的输出轴 116 连接到扭矩转换器 110 的泵轮。扭矩转换器 110 的涡轮连接到变速器 112 的输入轴 118。

[0040] 变速器 112 包括多个速比。变速器 112 包括连接到差速器 128 的输出轴 126。驱动轮 114 通过相应的半轴 130 连接到差速器 128。按照这样的布置方式,变速器 112 将动力系的输出扭矩 132 传递到驱动轮 114。

[0041] 引擎 102 是用于动力系 100 的主要动力源。引擎 102 是内燃发动机,诸如以汽油、柴油或者天然气为燃料的引擎。当引擎 102 和电动机 104 通过分离离合器 108 连接时,引擎 102 产生供应到电动机 104 的引擎扭矩 134。为了利用引擎 102 驱动车辆,引擎扭矩 134 的至少一部分从引擎 102 出来通过分离离合器 108 而传递到电动机 104,然后从电动机 104 出来通过扭矩转换器 110 而传递到变速器 112。

[0042] 牵引电池 106 是用于动力系 100 的第二动力源。电动机 104 通过配线 136 连接到电池 106。根据车辆具体的操作模式,电动机 104 将储存于电池 106 中的电能转换成电动机扭矩 138 或者通过配线 136 向电池 106 传送电力。为了利用电动机 104 驱动车辆,电动机扭矩 138 还通过扭矩转换器 110 传送到变速器 112。当电动机 104 产生储存于电池 106 中的电力时,电动机 104 在驱动模式下从引擎 102 获得功率,或者电动机 104 在被称为再生制动模式的模式下用作制动器从车辆的惯性获得功率。

[0043] 如上所述,如图 1 中所示,引擎 102、分离离合器 108、电动机 104、扭矩转换器 110 和变速器 112 可顺序地串联连接。这样,动力系 100 表示并联配置或模块化混合动力传动装置(“MHT”)配置,其中,引擎 102 通过分离离合器 108 连接到电动机 104,且电动机 104 通过扭矩转换器 110 连接到变速器 112。

[0044] 根据分离离合器 108 是接合还是脱离接合来确定输入扭矩 134 和 138 中的哪些输

入扭矩传递到变速器 112。例如,如果分离离合器 108 脱离接合,则只有电动机扭矩 138 被供应到变速器 112。如果分离离合器 108 接合,则引擎扭矩 134 和电动机扭矩 138 都被供应到变速器 112。当然,如果仅期望引擎扭矩 134 用于变速器 112,则分离离合器 108 接合,但是电动机 104 不被供应能量,从而只有引擎扭矩 134 被供应到变速器 112。

[0045] 变速器 112 包括行星齿轮组(未示出),行星齿轮组通过选择性接合摩擦元件(未示出)而按照不同的速比选择性地设置,以建立期望的多个驱动比。摩擦元件可通过换档规律控制,该换档规律使行星齿轮组的某些元件连接和脱离连接以控制变速器输出和变速器输入之间的速比。变速器 112 基于车辆的需要从一个速比自动地切换到另一个速比。然后,变速器 112 将动力系的输出扭矩 140 提供到最终驱动驱动轮 114 的输出轴 126。变速器 112 的动力学细节可以通过宽范围的变速器布置方式来建立。变速器 112 是用于本发明的实施例的变速器布置方式的示例。可接受的是:接收来自引擎和 / 或电动机的输入扭矩然后以不同的速比将扭矩提供到输出轴的任何多个速比变速器用于本发明的实施例。

[0046] 动力系 100 还包括动力系控制单元 142。控制单元 142 构成车辆系统控制器。当驾驶员想要推进车辆时,基于油门踏板的重新布置,车辆驾驶员提供总的驱动命令。驾驶员踩下踏板的程度越大,请求的驱动命令越大。反过来,驾驶员踩下踏板的程度越小,请求的驱动命令越小。当驾驶员释放踏板时,车辆开始滑行。

[0047] 控制单元 142 在引擎扭矩信号 144 (表示的是由引擎 102 提供到变速器 112 的引擎扭矩 134 的量)和电动机扭矩信号 146 (表示的是由电动机 104 提供到变速器 112 的电动机扭矩 138 的量)之间分配总的驱动命令。进而,引擎 102 产生用于变速器 112 以推进车辆的引擎扭矩 134,电动机 104 产生用于变速器 112 以推进车辆的电动机扭矩 138。这些用于推进车辆的引擎扭矩 134 和电动机扭矩 138 是“正”扭矩。然而,引擎 102 和电动机 104 都可以产生用于变速器 112 以制动车辆的“负”扭矩。

[0048] 控制单元 142 还被构造为控制离合器阀,以控制扭矩转换器 110 的扭矩转换器离合器的操作。控制单元 142 控制扭矩转换器 110 的操作,使得在接合位置和脱离接合位置之间的范围内调节扭矩转换器离合器,以使扭矩转换器 110 产生可变幅度的滑动。再次,扭矩转换器 110 的滑动对应于扭矩转换器 110 的输入转速和输出转速之间的差。随着扭矩转换器离合器接近接合位置,扭矩转换器 110 的输出转速接近输入转速,从而当扭矩转换器离合器处于完全接合的位置时扭矩转换器 110 的滑动为零。反过来,随着扭矩转换器离合器接近脱离接合位置,扭矩转换器 110 的输出转速落后于输入转速,从而扭矩转换器 110 的滑动幅度变得更大。旋转传感器被构造为感测扭矩转换器 110 的滑动并且向控制单元 142 提供指示扭矩转换器 110 的滑动的信息。

[0049] 现在,参照图 2,并且继续参照图 1,示出了根据本发明的实施例的描述用于牵引控制的控制策略的操作的流程图 200。

[0050] 在框 202 中,车辆在正常的驱动模式下操作。在确定框 204 中,控制器询问是否已经请求启动牵引控制。可以通过感测一个或多个驱动轮的加速滑动超过特定值来检测牵引控制事件。控制器可以识别一个或多个驱动轮中的车轮滑动条件。牵引控制事件还可以由车载的另一模块或软件程序提供信号。如果启动牵引控制被请求,则控制策略进行到确定框 206。如果启动牵引控制未被请求,则控制策略循环返回到框 202。

[0051] 在确定框 206 中,控制器询问动力系是处于混合模式还是处于 EV 模式。如果动力

系处于 EV 模式,则控制策略进行到框 208。如果动力系处于混合模式,则控制策略进行到框 210。

[0052] 在框 208 中,电动机扭矩降低以使总的动力系扭矩满足牵引控制请求。牵引控制请求是用于降低扭矩的请求,从而降低车轮速度以消除车轮滑动条件,牵引控制请求可以由车载的另一控制模块或软件程序发起。

[0053] 在确定框 212 中,控制器询问是否已经请求了终止牵引控制。当车轮速度已经大幅降低以消除车轮滑动条件时发生牵引控制事件的终止。如果牵引控制已经终止,则控制策略进行到框 214。如果牵引控制未被终止,则控制策略循环返回到框 208,且电动机扭矩继续降低直到牵引控制事件终止。

[0054] 在框 210 中,引擎扭矩保持在基本恒定的扭矩,而电动机扭矩降低,以使总的动力系扭矩满足牵引控制请求。电动机扭矩的降低可以通过向电动机施加负扭矩来实施。在这种操作模式过程中,电动机用作发电机,将由引擎输出的一部分扭矩转换成储存于电池中的电流。在框 210 之后,控制策略进行到确定框 216。

[0055] 在确定框 216 中,控制器询问是否已经请求了终止牵引控制。当车轮速度已经大幅降低以消除车轮滑动条件时发生牵引控制事件的终止。如果牵引控制已经终止,则控制策略进行到框 214。如果牵引控制未被终止,则控制策略进行到框 218。

[0056] 在确定框 218 中,控制器询问电池的荷电状态是否处于上限或者电池充电的可用性是否在相对短的时间段内减小。如果这两个条件中的任意一个成立,则控制策略进行到框 220。如果这两个条件都不成立,则控制策略循环返回到框 210。

[0057] 在框 220 中,引擎扭矩通过空气 / 燃料路径降低,以平衡因上面讨论的电池状态导致的负电动机扭矩的限制。使用这种额外的引擎扭矩降低机制使得总的动力系扭矩满足牵引控制请求。基于因电池充电限制导致的负电动机扭矩的限制,引擎扭矩可以设置得更低。在框 220 之后,控制策略进行到确定框 222。

[0058] 在确定框 222 中,控制器询问是否已经请求了终止牵引控制。当车轮速度已经大幅降低以消除车轮滑动条件时发生牵引控制事件的终止。如果牵引控制已经终止,则控制策略进行到框 224。如果牵引控制未被终止,则控制策略循环返回到框 220。

[0059] 在框 224 中,控制策略识别出牵引控制事件已经终止。这样,电动机扭矩增加,和 / 或引擎扭矩通过空气 / 燃料路径增加。完成这些增加的扭矩以使总的动力系扭矩满足在正常操作状况下的驱动需求。

[0060] 如在框 226 中所示,基于所需的总的动力系扭矩优化引擎扭矩水平和电动机扭矩水平的贡献。车辆恢复正常驱动。

[0061] 返回到框 214,增加电动机扭矩,以使总的动力系扭矩满足驱动需求。完成这些增加的扭矩以使总的动力系扭矩满足在正常操作状况下的驱动需求。在框 214 之后,控制策略进行到框 226。

[0062] 在一个或多个实施例中,牵引控制模块或者软件程序可以将扭矩请求信号传递到负责调节电动机扭矩和 / 或引擎扭矩的模块或者软件程序。

[0063] 虽然在上面描述了示例性实施例,但是这些实施例不意在描述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的词语而非限制性的词语,并且应理解的是,在不脱离本发明的精神和范围的情况下可以进行各种改变。另外,可以结合各种实施的



实施例的特征以形成本发明的进一步实施例。

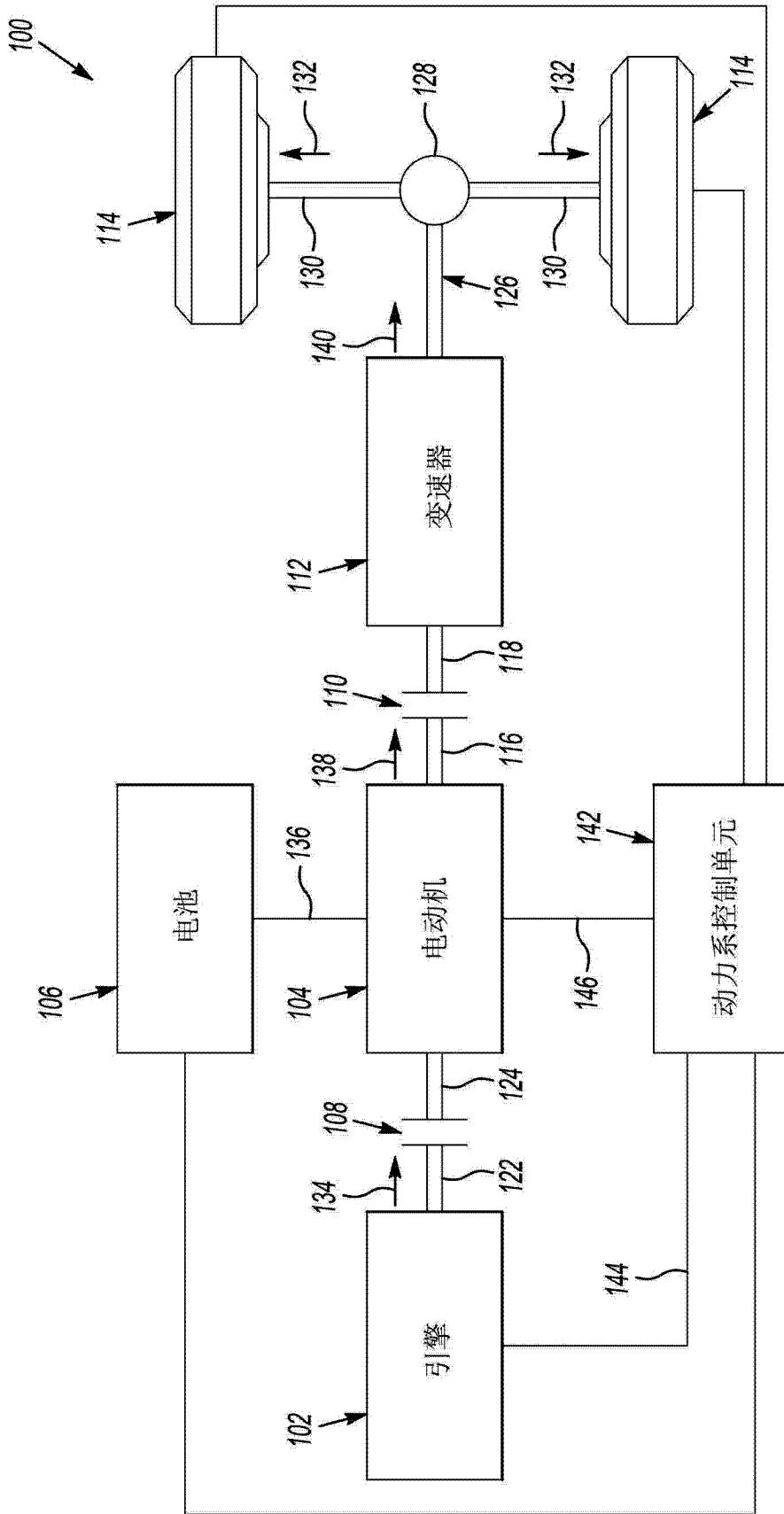


图 1

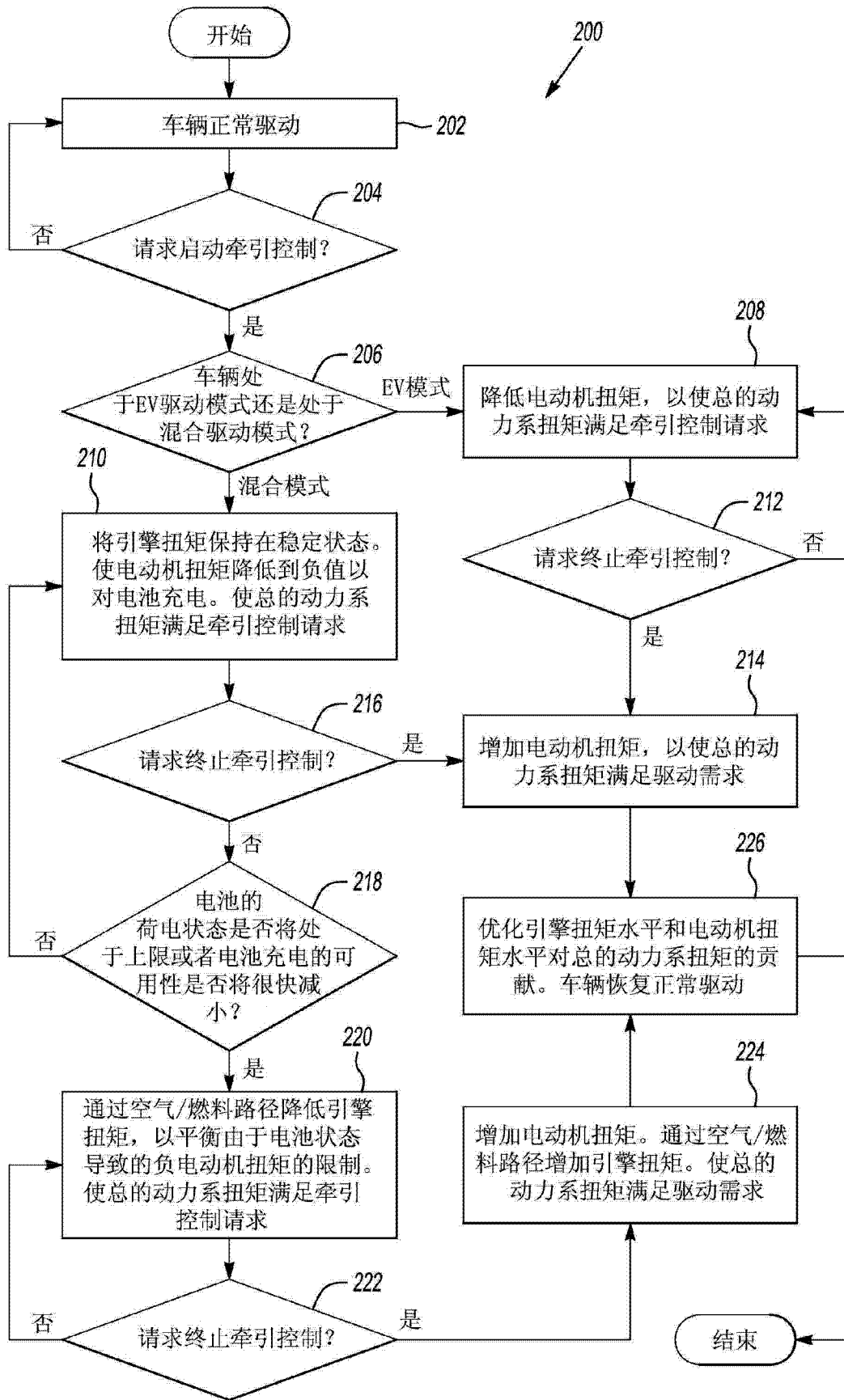


图 2