



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105501211 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 20

(21) 申请号 201510651621. 0

B60W 10/06(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 10. 10

B60W 10/08(2006. 01)

(30) 优先权数据

B60W 20/10(2016. 01)

14/511, 469 2014. 10. 10 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 亚历山大·O·克纳·杰弗森

费列克斯·纳多瑞兹夫 王小勇

马修·约翰·谢尔顿

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限

公司 11286

代理人 王秀君 鲁恭诚

(51) Int. Cl.

B60W 10/02(2006. 01)

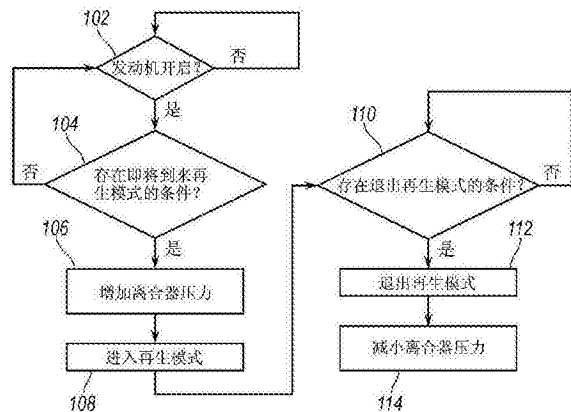
权利要求书1页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

控制混合动力车辆中发动机和电机之间的离合器

(57) 摘要

公开了控制混合动力车辆中发动机和电机之间的离合器。一种并联式混合动力车辆包括通过离合器而沿驱动轴分开的发动机和马达。马达能够运转(单独或与发动机结合)以向车轮提供正的驱动扭矩。在将来自驱动轴的机械能转换为电能储存在电池中时,马达还能够用作发电机并提供负扭矩。所述离合器选择性地 将马达结合至发动机。在发动机正在运行时,在马达从提供正扭矩变为提供负扭矩(反之亦然)时,扭矩和扭矩对离合器的影响可显著地变化。车辆中的至少一个控制器被配置为:在发动机正在运行时,响应于由马达提供的扭矩从正到负或从负到正的预期的变化而启动离合器的压力增加。



1. 一种车辆,包括:  
发动机;  
电机,被构造为提供正扭矩和负扭矩;  
离合器,通过液压压力操作以选择性地将发动机和电机结合;以及  
至少一个控制器,被配置为:在发动机正在运行时,响应于由电机提供的扭矩从正到负的预期的变化而增加液压压力。
2. 根据权利要求1所述的车辆,其中,所述至少一个控制器还被配置为:至少基于由电机提供的负扭矩的量而在随后增加液压压力。
3. 根据权利要求2所述的车辆,还包括变矩器和相关联的旁通离合器,其中,所述至少一个控制器还被配置为:至少基于通过旁通离合器传递的扭矩的量而增加液压压力。
4. 根据权利要求2所述的车辆,还包括具有泵轮的变矩器,其中,所述至少一个控制器还被配置为:至少基于通过泵轮传递的扭矩的量而增加液压压力。
5. 根据权利要求2所述的车辆,其中,所述电机包括转子,并且其中,所述至少一个控制器还被配置为:至少基于转子的加速度的量而增加液压压力。
6. 根据权利要求1所述的车辆,其中,所述至少一个控制器还被配置为:响应于由电机提供的扭矩从负到正的预期的变化而在随后减小液压压力。
7. 根据权利要求1所述的车辆,其中,所述至少一个控制器还被配置为:响应于由电机提供的扭矩从负到正的变化而在随后减小液压压力。

## 控制混合动力车辆中发动机和电机之间的离合器

### 技术领域

[0001] 本公开总体上涉及控制混合动力电动车辆中选择性地将发动机和电机结合的离合器。更具体地讲,本公开涉及在电机提供的扭矩从正变化到负以及从负变化到正的时刻对离合器的控制。

### 背景技术

[0002] 混合动力电动车辆 (HEV) 包括将驱动扭矩提供至车轮的发动机和至少一个电动马达两者。存在各种类型的 HEV。例如,“并联式”混合动力车辆通常包括选择性地使发动机和马达两者或其中之一能够提供驱动扭矩的离合器。“串联式”混合动力车辆通常包括总是可驱动地连接到车轮的电动马达和没有机械地连接到车轮的发动机。换句话说,发动机不提供推进车辆所需要的任何扭矩。更确切地,在“串联式”混合动力车辆中,发动机驱动发电机以产生储存在电池中和 / 或被马达使用的电能。

[0003] 一种特定类型的并联式混合动力车辆包括通过离合器而沿着驱动轴分开的发动机和马达。马达能够运转 (单独或与发动机结合) 以向车轮提供正的驱动扭矩。在来自驱动轴的机械能转换为电能储存在电池中时,马达还能够用作发电机并提供负扭矩。这种负扭矩在 (例如) 发动机正在运行并且离合器至少部分地接合以将发动机连接至马达时可被应用。在马达的操作模式变化期间,离合器上的力会大幅度快速地变化。

### 发明内容

[0004] 根据一个实施例,一种车辆包括发动机、电机、离合器和至少一个控制器。电机被构造为提供正 (例如,驱动) 扭矩和负 (例如,发电) 扭矩。离合器通过液压压力操作以选择性地使发动机和电机结合。至少一个控制器被配置为:在发动机正在运行时,响应于电机提供的扭矩从正到负的预期的变化而增加液压压力。

[0005] 根据另一个实施例,一种控制混合动力车辆的方法包括:在发动机正在运行时,响应于由马达 / 发电机提供的扭矩的符号的预期的变化,增加将发动机选择性地结合至马达 / 发电机的离合器的液压压力。

[0006] 根据本发明的一个实施例,符号的变化是从正到负。

[0007] 根据本发明的一个实施例,所述方法还包括:响应于由马达 / 发电机提供的扭矩的符号从负到正的预期的变化,减小离合器的液压压力。

[0008] 根据本发明的一个实施例,所述方法还包括:响应于由马达 / 发电机提供的扭矩的符号从负到正的变化,减小离合器的液压压力。

[0009] 根据本发明的一个实施例,所述增加包括:基于由马达 / 发电机传递的扭矩的量而增加离合器的液压压力。

[0010] 根据本发明的一个实施例,所述方法还包括:在由马达 / 发电机提供的扭矩的符号变化之后,基于由马达 / 发电机传递的扭矩的量来调整液压压力。

[0011] 根据本发明的一个实施例,所述调整包括:基于由马达 / 发电机传递的负扭矩的

量来调整液压压力。

[0012] 根据另一个实施例,一种车辆包括发动机、电机和被构造为选择性地将发动机结合至电机的离合器。至少一个控制器被配置为:在发动机正在运行时,在电机从提供驱动扭矩变为产生电力之前,启动离合器压力增加达一段时间。

[0013] 根据本发明的一个实施例,所述至少一个控制器还被配置为:在电机停止产生电力之前,启动离合器压力减小达一段时间。

[0014] 根据本发明的一个实施例,所述至少一个控制器还被配置为:在电机从产生电力变为提供驱动扭矩之前,启动离合器压力减小达一段时间。

[0015] 根据本发明的一个实施例,所述至少一个控制器还被配置为:在电机正在产生电力时,至少基于由电机传递的扭矩的量来增加离合器压力。

[0016] 根据本发明的一个实施例,所述电机包括转子,其中,所述至少一个控制器还被配置为:在电机正在产生电力时,至少基于转子的加速度的量来增加离合器压力。

[0017] 例如,当 (i) 电池的荷电状态 (SOC) 小于第一预定的荷电阈值 (指示期望给电池充电), (ii) SOC 小于更高的第二预定的荷电阈值时,和 (iii) 如果请求的制动扭矩大于预定的制动扭矩阈值,那么可实现由电机 (马达 / 发电机) 提供的扭矩从正到负的预期的变化。

## 附图说明

[0018] 图 1 是根据一个实施例的混合动力电动车辆的示意图;

[0019] 图 2 是示出了通过至少一个控制器实现的用于控制离合器的算法的一个实施例的流程图;以及

[0020] 图 3 是由电机产生的扭矩和使车辆中的电机与发动机分离的离合器的压力的图示。

## 具体实施方式

[0021] 在此描述本公开的实施例。然而,应理解的是,公开的实施例仅为示例并且其它实施例可以采用多种和替代的形式。附图不一定按比例绘制;可放大或缩小一些特征以显示出特定组件的细节。因此,在此所公开的具体结构和功能细节不应被解释为限制,而仅作为用于教导本领域技术人员以多种形式使用实施例的代表性基础。如本领域的普通技术人员将理解的,参照任一附图示出和描述的各种特征可与在一个或多个其它附图中示出的特征相组合,以产生未明显示出或描述的实施例。示出的特征的组合为典型应用提供代表性实施例。然而,与本公开的教导一致的特征的各种组合和变型可期望用于特定应用或实施。

[0022] 参照图 1,示出了根据本公开的实施例的混合动力电动车辆 (HEV) 10 的示意图。图 1 示出了组件之间的代表性关系。组件在车辆中的物理布局和方位可以变化。HEV 10 包括动力传动系统 12。动力传动系统 12 包括驱动传动装置 16 (可称为模块化混合动力传动装置 (MHT)) 的发动机 14。如下文将更详细地描述的,传动装置 16 包括电机 (诸如,电动马达 / 发电机 (M/G)) 18、关联的牵引电池 20、变矩器 22 以及多阶梯传动比自动变速器或者齿轮箱 24。

[0023] 发动机 14 和 M/G 18 两者均是 HEV 10 的驱动源。发动机 14 总体上代表可以包

括内燃发动机（诸如，汽油、柴油或天然气驱动的发动机）或燃料电池的动力源。发动机 14 产生发动机功率以及当发动机 14 和 M/G 18 之间的分离离合器 26 至少部分地接合时被供应给 M/G 18 的对应的发动机扭矩。M/G18 可以被实施为多种类型的电机中的任意一种。例如，M/G 18 可以是永磁同步马达。电力电子器件将电池 20 提供的直流电 (DC) 调节成符合 M/G 18 的要求，如下面将要描述的。例如，电力电子器件可以向 M/G 18 提供三相交流电 (AC)。

[0024] 当分离离合器 26 至少部分地接合时，动力可从发动机 14 流向 M/G 18 或从 M/G 18 流向发动机 14。例如，分离离合器 26 可接合，并且 M/G 18 可作为发电机运转，以将曲轴 28 和 M/G 轴 32 提供的旋转能转换成电能储存在电池 20 中。分离离合器 26 也可以分离以将发动机 14 与动力传动系统 12 的其余部分隔离，使得 M/G 18 可以用作 HEV 10 的唯一驱动源。轴 30 延伸穿过 M/G 18。M/G 18 持续可驱动地连接至轴 30，而发动机 14 仅在分离离合器 26 至少部分地接合时才可驱动地连接至轴 30。

[0025] M/G 18 经由轴 30 连接到变矩器 22。因此，当分离离合器 26 至少部分地接合时，变矩器 22 连接至发动机 14。变矩器 22 包括固定至 M/G 轴 30 的泵轮和固定至变速器输入轴 32 的涡轮。变矩器 22 由此在轴 30 和变速器输入轴 32 之间提供液力耦合。当泵轮旋转得比涡轮快时，变矩器 22 将动力从泵轮传递至涡轮。涡轮扭矩和泵轮扭矩的大小通常取决于相对转速。当泵轮转速与涡轮转速的比值足够高时，涡轮扭矩是泵轮扭矩的倍数。还可以提供变矩器旁通离合器 34，变矩器旁通离合器 34 在接合时摩擦地或机械地连接变矩器 22 的泵轮和涡轮，从而允许更高效的动力传输。变矩器旁通离合器 34 可以作为起步离合器运转以提供平顺的车辆起步。可选择地或者组合地，对于不包括变矩器 22 或变矩器旁通离合器 34 的应用，可在 M/G 18 和齿轮箱 24 之间提供与分离离合器 26 类似的起步离合器。在一些应用中，分离离合器 26 通常被称为上游离合器，起步离合器 34（可以是变矩器旁通离合器）通常被称为下游离合器。

[0026] 齿轮箱 24 可以包括通过摩擦元件（诸如，离合器和制动器（未示出））的选择性接合而选择性地置于不同齿轮比以建立期望的多个离散或阶梯传动比的齿轮组（未示出）。可以通过连接和分离齿轮组的特定元件以控制变速器输出轴 36 和变速器输入轴 32 之间的传动比的换挡计划来控制摩擦元件。齿轮箱 24 基于各种车辆和环境工况通过关联的控制器（例如，动力传动系统控制单元 (PCU)）而自动地从一个传动比换挡至另一个传动比。然后齿轮箱 24 将动力传动系统输出扭矩提供至输出轴 36。

[0027] 应理解，与变矩器 22 一起使用的液压控制的齿轮箱 24 仅是齿轮箱或变速器布置的一个示例；在本公开的实施例中使用从发动机和 / 或马达接收输入扭矩并随后以不同的传动比将扭矩提供至输出轴的任何多传动比齿轮箱均是可以接受的。例如，齿轮箱 24 可由包括沿换挡导轨平移 / 旋转换挡拨叉以选择期望的传动比的一个或更多个伺服马达的自动机械式（或手动）变速器 (AMT) 实现。如本领域普通技术人员通常理解的，例如，在扭矩要求较高的应用中可以使用 AMT。

[0028] 如图 1 中的代表性实施例所示，输出轴 36 连接至差速器 40。差速器 40 经由连接至差速器 40 的各个轮轴 44 而驱动一对车轮 42。差速器将大约相等的扭矩传输至每个车轮 42，同时允许轻微的转速差异（例如，当车辆转弯时）。可以使用不同类型的差速器或类似的装置将扭矩从动力传动系统分配至一个或更多个车轮。在一些应用中，例如取决于特定

的运转模式或状况,扭矩分配可以不同。

[0029] 动力传动系统 12 进一步包括关联的控制器 50 (例如,动力传动系统控制单元 (PCU))。虽然控制器 50 被示出为一个控制器,但是控制器 50 可以是较大的控制系统的一部分并且可以由车辆 10 中的各种其他控制器 (诸如车辆系统控制器 (VSC)) 控制。因此,应理解,动力传动系统控制单元 50 和一个或多个其他控制器可以统称为响应于来自各种传感器的信号而控制各种致动器以控制多种功能 (诸如起动 / 停止发动机 14、运转 M/G 18 以提供车轮扭矩或给电池 20 充电、选择或计划变速器换挡等) 的“控制器”。控制器 50 可包括与各种类型的计算机可读存储装置或介质通信的微处理器或中央处理器 (CPU)。例如,计算机可读存储装置或介质可包括只读存储器 (ROM)、随机存取存储器 (RAM) 和保活存储器 (KAM, keep-alive memory) 中的易失性和非易失性存储。KAM 是可以用于在 CPU 掉电时存储各种操作变量的永久或非易失性存储器。计算机可读存储装置或介质可使用任何数量的已知存储装置,诸如 PROM (可编程只读存储器)、EPROM (电可编程只读存储器)、EEPROM (电可擦除可编程只读存储器)、闪存或能够存储数据的任何其他电、磁、光学或组合的存储装置实现,所述数据中的一些代表由控制器使用以控制发动机或车辆的可执行指令。

[0030] 控制器经由输入 / 输出 (I/O) 接口与各种发动机 / 车辆传感器和致动器通信,该 I/O 接口可以实现为提供各种原始数据或信号调节、处理和 / 或转换、短路保护等的单个集成接口。可替代地,在将特定信号提供至 CPU 之前,一个或多个专用硬件或固件芯片可以用于调节和处理所述特定信号。如图 1 的代表性实施例总体上示出的,控制器 50 可以将信号传送至发动机 14、分离离合器 26、M/G 18、起步离合器 34、传动装置齿轮箱 24 和电力电子器件 56 和 / 或从它们接收信号。尽管未明确示出,但是本领域普通技术人员将识别出在上文指出的每个子系统内可以由控制器 50 控制的各种功能或组件。可以使用由控制器执行的控制逻辑直接或间接致动的参数、系统和 / 或组件的代表性示例包括燃料喷射正时、速率和持续时间、节气门位置、(用于火花点火式发动机的) 火花塞点火正时、进气 / 排气门正时和持续时间、前端附件驱动 (FEAD, front-end accessory drive) 组件 (诸如交流发电机)、空调压缩机、电池充电、再生制动、M/G 运转、用于分离离合器 26、起步离合器 34 和传动装置齿轮箱 24 的离合器压力或液压压力等。例如,通过 I/O 接口传送输入的传感器可用于指示涡轮增压器增压压力、曲轴位置 (PIP)、发动机转速 (RPM)、车轮转速 (WS1、WS2)、车速 (VSS)、冷却剂温度 (ECT)、进气歧管压力 (MAP)、加速器踏板位置 (PPS)、点火开关位置 (IGN)、节气门位置 (TP)、空气温度 (TMP)、废气氧 (EGO) 或其他废气成分浓度或存在情况、进气流量 (MAF)、变速器挡位、传动比或模式、变速器油温 (TOT)、传动装置涡轮速度 (TS)、变矩器旁通离合器 34 状态 (TCC)、减速或换挡模式 (MDE)。

[0031] 可以通过一个或多个附图中的流程图或类似的图来表示由控制器 50 执行的控制逻辑或功能。这些附图提供可以使用一个或多个处理策略 (诸如事件驱动、中断驱动、多任务、多线程等) 实现的代表性控制策略和 / 或逻辑。这样,示出的多个步骤或功能可以以示出的顺序执行、并行执行或在某些情况下有所省略。尽管没有总是明确地示出,但是本领域普通技术人员将认识到,取决于使用的特定处理策略,可以反复执行一个或多个示出的步骤或功能。同样,处理顺序并非是实现在此描述的特点和优点所必需的,而是为了便于说明和描述而提供。可以主要在由基于微处理器的车辆、发动机和 / 或动力传动系统控制器 (例如,控制器 50) 执行的软件中实现控制逻辑。当然,取决于特定应用,可以在一个

或更多个控制器中的软件、硬件或者软件和硬件的组合中实现控制逻辑。当在软件中实现时,可以在存储有代表由计算机执行以控制车辆或其子系统的代码或指令的数据的一个或更多个计算机可读存储装置或介质中提供控制逻辑。计算机可读存储装置或介质可包括利用电、磁和 / 或光学存储以保持可执行指令和关联的校准信息、操作变量等的许多已知物理装置中的一个或更多个。

[0032] 车辆驾驶员使用加速器踏板 52 来提供需求的扭矩、动力或驱动命令以推进车辆。通常,踩下和松开踏板 52 产生可通过控制器 50 被分别解释为增加动力的需求或减小动力的需求的加速器踏板位置信号。至少基于来自踏板的输入,控制器 50 从发动机 14 和 / 或 M/G 18 命令扭矩。控制器 50 还控制齿轮箱 24 内的换挡正时以及分离离合器 26 和变矩器旁通离合器 34 的接合或分离。类似于分离离合器 26,可以在接合位置和分离位置之间的范围内调节变矩器旁通离合器 34。除由泵轮和涡轮之间的液力耦合产生的可变打滑之外,这也在变矩器 22 中产生可变打滑。可替代地,取决于特定应用,变矩器旁通离合器 34 可操作为锁止或打开而不使用调节的操作模式。

[0033] 为了利用发动机 14 驱动车辆,分离离合器 26 至少部分地接合,以通过分离离合器 26 将发动机扭矩的至少一部分传输至 M/G 18,然后再从 M/G 18 传输经过变矩器 22 和齿轮箱 24。M/G 18 可以通过提供额外功率来使轴 30 转动而辅助发动机 14。该操作模式可被称为“混合动力模式”或“电动辅助模式”。

[0034] 为了利用 M/G 18 作为唯一的动力源驱动车辆,除了分离离合器 26 将发动机 14 与动力传动系统 12 的其余部分隔离以外,动力流保持相同。在这段时间内可以禁用或者否则切断发动机 14 中的燃烧以节省燃料。例如,牵引电池 20 通过线路 54 将储存的电能量传输至可包括逆变器的电力电子器件 56。电力电子器件 56 将来自电池 20 的 DC 电压转换成 AC 电压以供 M/G 18 使用。控制器 50 命令电力电子器件 56 将来自电池 20 的电压转换成被提供至 M/G 18 的 AC 电压,以将正扭矩或负扭矩提供至轴 30。该操作模式可被称为“纯电动”操作模式。

[0035] 在任何操作模式中,M/G 18 都可以用作马达并且为动力传动系统 12 提供驱动力。或者,M/G 18 可以用作发电机并且将来自动力传动系统 12 的动能转换成电能储存在电池 20 中。例如,当发动机 14 为车辆 10 提供推进动力时,M/G 18 可以用作发电机。此外,在来自旋转的车轮 42 的旋转能通过齿轮箱 24 回传并转换成电能储存在电池 20 中的再生制动期间,M/G 18 可以用作发电机。在这些情况中的任一情况下,可以说 M/G 18 正在提供负扭矩,使得传递至车轮的总扭矩减小(或不增加)。当 M/G 18 正作为马达运转并将扭矩提供至车轮时,可以说 M/G 18 正在提供正扭矩。

[0036] 应理解,图 1 中示出的示意图仅仅是示例并不意味着限制。可以预想利用发动机和马达两者的选择性接合来通过传动装置进行传输的其他构造。例如,M/G 18 可偏移于曲轴 28、可以提供额外的马达来起动发动机 14 和 / 或 M/G 18 可设置在变矩器 22 与齿轮箱 24 之间。在不脱离本公开的范围的情况下,可以预想其他构造。

[0037] 在发动机运行的同时 M/G 18 正作为发电机运转并且正提供负扭矩时,分离离合器 26 上的扭矩可显著地增加。分离离合器 26 上的扭矩可由下面的式 (1) 表示:

$$[0038] \quad T_{DC} = T_{eng} - (T_{MG} - T_{RPC} - T_{IMP}) - I_r \dot{\omega}_r \quad (1)$$

[0039] 其中,  $I_r$  是附属于 M/G 18 的转子的总惯量,包括变矩器泵轮惯量项和分离离合器

惯量项,  $\omega$  是 M/G 的转子的加速度,  $T_{eng}$  是发动机提供的扭矩,  $T_{DC}$  是分离离合器 26 上的扭矩,  $T_{MG}$  是 M/G 扭矩, M/G 扭矩可以是正的或负的, 这取决于 M/G 是处于正扭矩模式 (即, 向变速器输入提供正扭矩) 还是处于负扭矩 / 发电模式 (即, 当在发电模式中产生电流对混合动力电池进行再充电时产生负扭矩或制动扭矩),  $T_{BPC}$  是变矩器旁通离合器扭矩,  $T_{IMP}$  是变矩器泵轮扭矩。

[0040] 如果 M/G 18 的转子的加速度相对小并且变矩器旁通离合器 34 是打开的, 那么在分离离合器 26 上的扭矩可由下面的式 (2) 进行估计:

$$[0041] \quad T_{DC} = T_{eng} - T_{MG} \quad (2)$$

[0042] 当 M/G 18 处于正扭矩模式时, M/G 扭矩使分离离合器 26 上的扭矩减小 (或者不增加)。当 M/G 18 处于负扭矩模式时,  $T_{MG}$  的符号为负, 导致分离离合器上的扭矩显著增加。为了防止离合器打滑, 需要使分离离合器保持容量 (holding capacity) 同样地大幅增加。

[0043] 常常, 即使当发动机 14 正在运行时, M/G 18 也可用作发电机而处于负扭矩模式, 当分离离合器 26 闭合时, 继续提供正的驱动扭矩。例如, 这可能会发生在电池 20 的荷电状态低并且车辆正以怠速或爬行模式运转时。在某些时候, 当 M/G 18 用作发电机并且发动机正在运行时, 分离离合器会打滑。长期持续的打滑将损坏分离离合器 26 中的摩擦材料。因此, 必须控制分离离合器 26 以应对分离离合器 26 上的扭矩的这种变化。

[0044] 例如, 分离离合器 26 的控制的致动可通过控制致动摩擦材料的液压压力来实现。这可以以各种其他方式来实现, 比方说, 例如电致动器或机械致动器、在承受空气或液压流体时释放的弹簧偏置的压力盘或其它这样的方法。当分离离合器 26 中的摩擦材料被“压”在一起使得离合器机构的两侧至少部分地一起旋转时, 这可被称为“离合器压力”被施加到分离离合器 26。

[0045] 根据本公开的多个预想的方面, 提供一种控制策略以在发动机正在运行同时 M/G 开始提供负扭矩的时刻 (或就在 M/G 开始提供负扭矩之前) 增加分离离合器容量或离合器压力。以上所述的控制器可具体被配置为: 在发动机开启的情况下 M/G 开始作为发电机运转时, 改变分离离合器的压力以增加离合器容量从而抑制分离离合器中不必要的打滑。

[0046] 参照图 2, 示出了能够通过至少一个控制器实现的示例性算法。在 102, 控制器确定发动机是否“开启”或“正在运行”。换句话说, 控制器确定曲轴是否正在旋转, 是否由于燃烧而具有一些扭矩输出, 或者发动机是否另外主动地参与向分离离合器提供扭矩。在发动机开启的这些时间期间, 归因于相对于可通过离合器中的夹紧压力被保持的扭矩的量从发动机提供至分离离合器的扭矩的大小, 分离离合器打滑可能会发生。

[0047] 如果发动机正在运行, 并且假设 M/G 已经作为马达运行或者不另外提供负扭矩, 那么在 104, 处理器确定使 M/G 开始提供负扭矩 (例如, 从作为马达运转变为作为发电机运转) 的条件是否存在。

[0048] 预想各种方法以确定 M/G 的操作状态的即将到来的变化或预期的变化的条件是否存在。例如, 控制器可接收指示车辆操作者踩下制动踏板的信号。响应于制动踏板被踩下, 控制器可确定接收指示电池荷电状态 (SOC) 的信号。如果 (i) 电池的 SOC 小于第一预定的荷电阈值 ( $SOC_{regen\_max\_low}$ ) (指示期望给电池充电), (ii) SOC 小于更高的第二预定的荷电阈值 ( $SOC_{regen\_max\_high}$ ), 以及 (iii) 如果请求的制动扭矩大于预定的制动扭矩阈值, 则 M/G 将开始产生电力 (或继续如此)。在 M/G 从提供驱动扭矩切换到产生电力之前 (例如, 几分



之一秒、几毫秒内)可立即出现这三种条件。这三种条件指示 M/G 中的扭矩切换之前的确切的时间段。

[0049] 如果满足这些条件或者满足将指示来自 M/G 的负扭矩的预期的供应的其他这样的条件(如下面所论述的),那么在 106 处,使分离离合器的压力增加。离合器压力的增加可借助增加液压压力、增加支持离合器中的机械接合的力或增加分离离合器中的两个或更多个部件之间的压紧力的上述其他这样的方法来实现。在一个优选的实施例中,通过向传动装置线路压力控制螺线管发送将压力从当前值增加至高值(例如,从 60PSI 的正常值至 100-150PSI 的更高值)的命令来增加传动装置液压回路线路压力。这提高了分离离合器的容量以承受离合器任一侧的增加的力而不打滑。通过命令离合器压力这样增加,就在 M/G 的运转模式从用作马达(或自由旋转)至用作发电机的即将到来的变化之前,使分离离合器的容量提高。

[0050] 应该理解的是,其它方法策略可考虑用来检测 M/G 即将到来的负扭矩的供应。例如,控制器可监测 M/G 提供的扭矩的变化率,并且如果扭矩的变化率是阈值以上的负值(指示 M/G 的扭矩接近零),则相应地增加分离离合器的压力。考虑其它的实施例,并且其它的实施例应该作为用来确定在 M/G 中是否将出现即将到来的扭矩变化(例如,从正至负)的充分方法而被认为在本公开的范围之内。

[0051] 一旦离合器的压力已经被命令为增加,那么在 108 处, M/G 进入再生模式,在再生模式中, M/G 通过将机械能转换为电能储存在电池中而提供负扭矩。M/G 能够继续与发动机沿相同的方向旋转,从而分离离合器上的两种动力源一起同步旋转。随着分离离合器压力和容量的增加,分离离合器的打滑得到抑制。

[0052] 在 M/G 作为发电机运转并且离合器压力处于其升高的水平时,离合器压力能够根据 M/G 扭矩的函数(上面的式 2)而被控制。离合器压力还能够根据变矩器旁通离合器上的扭矩、变矩器泵轮扭矩和 / 或 M/G 的转子的加速度的函数(上面的式 1)而被控制。

[0053] 简言之,步骤 106 和 108 确保在发动机运行时,至分离离合器的线路压力被控制,从而就在 M/G 作为发电机运转开始之前(或同时)增加至更高的值。这抑制了在扭矩从正(或零)变化至负期间的离合器打滑。由此,抑制了在大的负扭矩突然输入的这一刻将另外对分离离合器摩擦材料造成损坏的长期持续的打滑。

[0054] 虽然增加离合器压力是提高离合器保持容量的有效手段,但是如果长时间这样做会增加寄生损失。该损失可按照液压线路压力乘以液压泵流量( $\Delta P_{line} * Q_{pump}$ )来增加。因此,在退出 M/G 再生模式时,离合器压力可下降。

[0055] 例如,在 110 处,控制器确定 M/G 退出再生模式并停止提供负扭矩的条件是否存在。这可以以与以上所述的步骤 104 的方式类似(但是相反)的方式来实现。一旦在 112 处, M/G 停止提供负扭矩,则离合器压力能够减小到其正常的较低的压力值。由于离合器压力可根据 M/G 发电机扭矩和 / 或旁通离合器扭矩、泵轮扭矩和 M/G 的转子的加速度的函数被控制(如上所述),因此离合器压力的这种减小可自动发生。

[0056] 图 3 示出了根据利用上述控制策略的一种示例性车辆,离合器压力和 M/G 提供的扭矩之间随时间的图示关系。在  $t_1$  之前,因为 M/G 提供正扭矩来辅助发动机推进车辆,所以分离离合器压力处于其正常的操作量。在  $t_1$  处,控制器确定 M/G 操作的即将到来的变化,因为 M/G 不久将开始提供负扭矩。响应于确定的 M/G 提供的扭矩的符号的即将到来的变化,

离合器压力增加到高于正常操作量的量。离合器压力在 M/G 的扭矩从正变为负之前达到这种升高的量。随着离合器压力的增加,分离离合器能够承受在符号变化期间来自于发动机和 M/G 两者或其中之一的扭矩激增或扰动。

[0057] 在  $t_1$  之后,控制器根据 M/G 扭矩的函数(上面的式 2)控制离合器压力。还能够根据变矩器旁通离合器上的扭矩、变矩器泵轮扭矩和 / 或 M/G 的转子的加速度的函数(上面的式 1)控制离合器压力。这在  $t_2$  和  $t_3$  处示出,作为示例,由 M/G 提供的负扭矩的大小稍微减小,导致相应的离合器压力的减小。在  $t_3$  和  $t_4$  之间,离合器压力保持被控制为这些示例性参数的函数。控制器还确定 M/G 提供的扭矩的符号的即将到来的变化(即,从负至正)。符号的变化在  $t_4$  示出。响应于符号的这种变化,离合器压力可朝着其正常的操作量斜坡下降,而与在  $t_1$  之前提供的离合器压力的量相近。

[0058] 在此公开的过程、方法或算法可被传递到处理装置、控制器或计算机或由处理装置、控制器或计算机来执行,其中,所述处理装置、控制器或计算机可包括任何现有的可编程电子控制单元或专用的电子控制单元。类似地,所述过程、方法或算法可以以多种形式被存储为可通过控制器或计算机执行的指令和数据,所述多种形式包括但不限于永久存储在非可写存储介质(例如,ROM 装置)上的信息和可改变地存储在可写存储介质(诸如软盘、磁带、CD、RAM 装置和其它磁介质和光学介质)上的信息。所述过程、方法或算法也可以以软件可执行对象的方式实现。或者,所述过程、方法或算法可以使用合适的硬件组件(比如专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、状态机、控制器或其它硬件组件或装置)或硬件、软件和固件组件的组合被整体或部分地实现。

[0059] 虽然以上描述了示例性实施例,但这些实施例并不意在描述了权利要求所涵盖的所有可能的形式。说明书中所使用的词语是描述性词语而非限制性词语,并且应理解的是,可在不脱离本公开的精神和范围的情况下做出各种改变。如之前所述,可将各种实施例的特征进行组合以形成本发明的可能未被明确描述或示出的进一步的实施例。尽管针对一个或更多个期望的特性,各种实施例可能已经被描述为提供优点或优于其它实施例或现有技术实现方式,但是本领域的普通技术人员应认识到,一个或更多个特征或特性可被折衷以实现依赖于特定应用和实现的期望的整体系统属性。这些属性可包括但不限于成本、强度、耐用性、生命周期成本、市场性、外观、包装、尺寸、可维护性、重量、可制造性、装配的容易性等。如此,针对一个或更多个特性被描述为不如其它实施例或现有技术实现方式的实施例并非在本公开的范围之外,并可被期望用于特定应用。

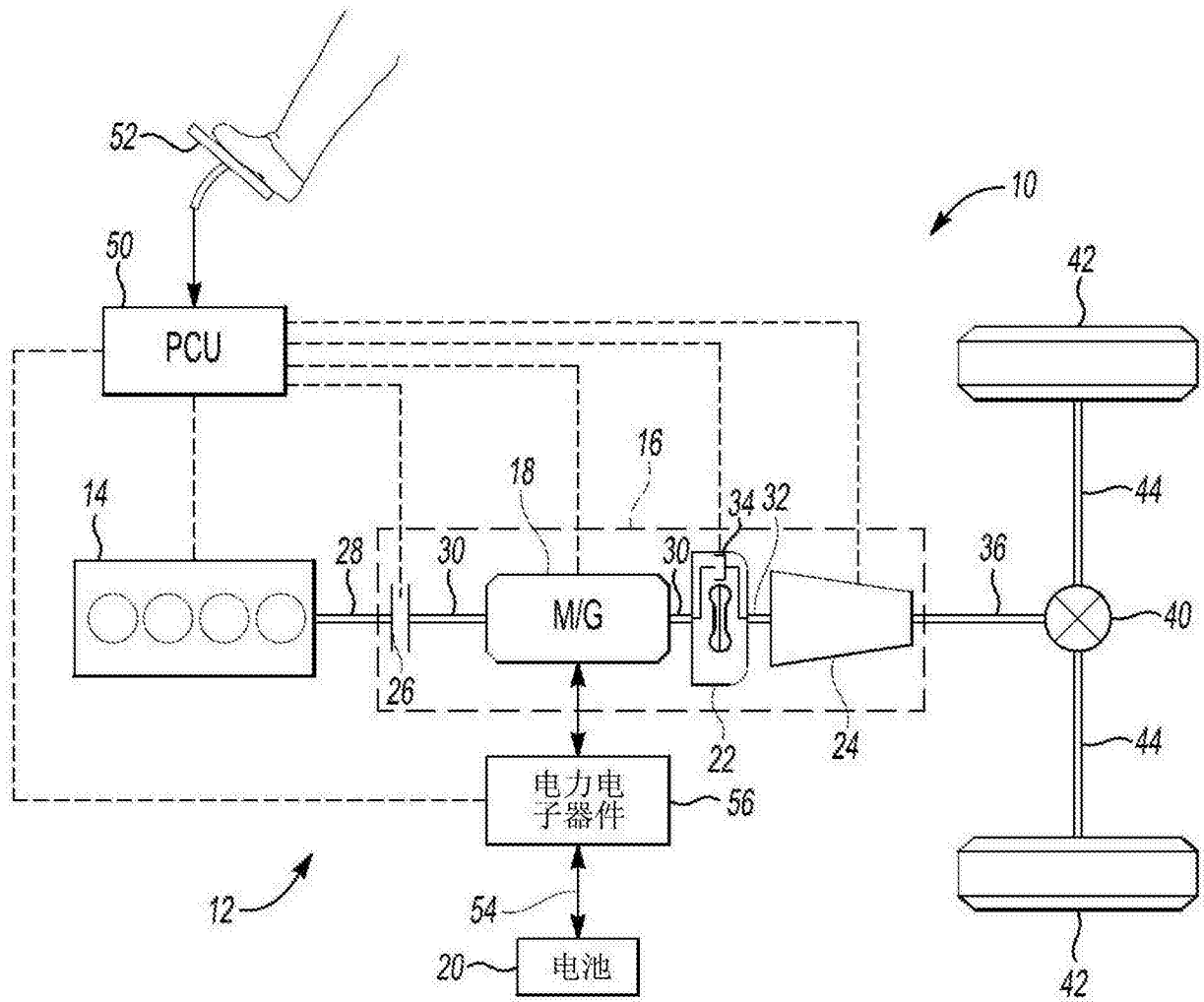


图 1

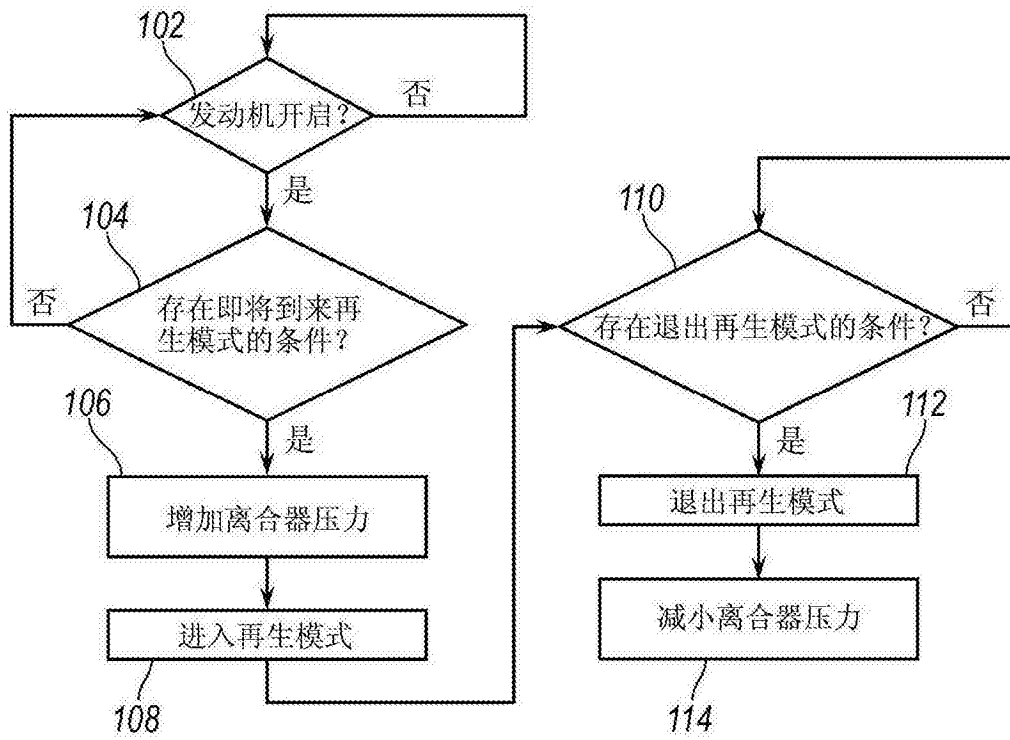


图 2

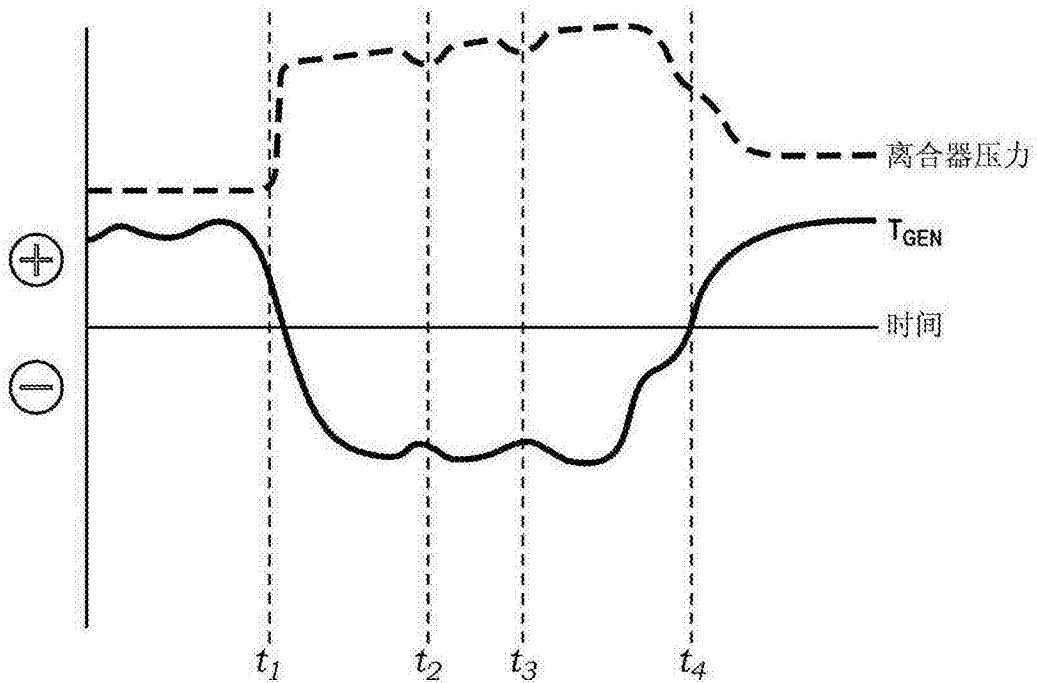


图 3