



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101654102 B

(45) 授权公告日 2013. 05. 29

(21) 申请号 200910139515. 9

(22) 申请日 2009. 06. 17

(30) 优先权数据

12/466747 2009. 05. 15 US

61/073104 2008. 06. 17 US

(73) 专利权人 通用汽车环球科技运作公司

地址 美国密执安州

(72) 发明人 B·P·巴塔赖 B·H·贝 L·邓巴

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 代易宁 谭祐祥

(51) Int. Cl.

B60W 10/06 (2006. 01)

B60W 10/08 (2006. 01)

B60W 20/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 6553287 B1, 2003. 04. 22, 全文.

US 2005255968 A1, 2005. 11. 17, 全文.

US 6994360 B2, 2006. 02. 07, 全文.

JP 2002309982 A, 2002. 10. 23, 全文.

CN 1946582 A, 2007. 04. 11, 全文.

CN 101028820 A, 2007. 09. 05, 全文.

审查员 高扬

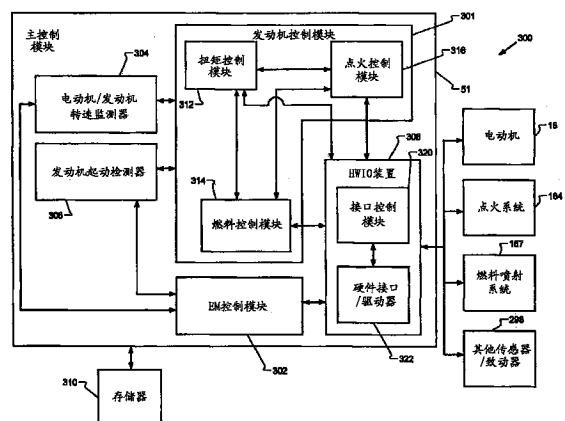
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

带有发动机脉动消除的混合动力系自动起动控制系统

(57) 摘要

本发明涉及带有发动机脉动消除的混合动力系自动起动控制系统。一种用于混合动力系的控制系统包括发动机起动检测器,其检测在自动起动的过程中何时借助电动机启动混合动力系的发动机。电动机转速监测器在检测到发动机处于运行状态中之后确定第一时间的电动机的第一转速和第二时间的电动机的第二转速。控制模块基于第一转速和第二转速确定电动机的转速变化率。控制模块在发动机起动过程中和基于转速变化率调节电动机的扭矩输出。



1. 一种用于混合动力系的控制系统,包括:

发动机起动检测器,其检测在自动起动的过程中何时借助电动机启动所述混合动力系的发动机;

电动机转速监测器,其在检测到所述发动机处于运行状态中之后确定第一时间的所述电动机的第一转速和第二时间的所述电动机的第二转速;和

控制模块,其基于所述第一转速和所述第二转速确定所述电动机的第一转速变化率,

其中所述控制模块在所述发动机的起动过程中和基于所述第一转速变化率调节所述电动机的扭矩输出以补偿发动机转速的增大或减小。

2. 如权利要求 1 所述的控制系统,其中当所述第一转速变化率小于预定标定值时,所述控制模块增大所述电动机的扭矩输出。

3. 如权利要求 1 所述的控制系统,其中当所述第一转速和所述第二转速中的至少一个大于第一预定值且小于第二预定值时,所述控制模块确定所述电动机的第一转速变化率。

4. 如权利要求 1 所述的控制系统,其中所述控制模块基于所述发动机的歧管绝对压力增大所述电动机的扭矩输出。

5. 如权利要求 1 所述的控制系统,其中当所述发动机的转速正在降低时,所述控制模块增大所述电动机的扭矩输出。

6. 如权利要求 5 所述的控制系统,其中当所述电动机的转速变化率增大时,所述控制模块从增大所述电动机的所述扭矩输出转变成减小所述电动机的所述扭矩输出。

7. 如权利要求 1 所述的控制系统,其中所述控制模块调节所述电动机的所述扭矩输出以补偿由于压缩冲程引起的所述发动机的转速减小。

8. 如权利要求 1 所述的控制系统,其中所述控制模块调节所述电动机的所述扭矩输出以补偿由于膨胀冲程引起的所述发动机的转速增大。

9. 如权利要求 1 所述的控制系统,其中当所述电动机的第一转速变化率增大和所述发动机的转速小于预定值中的至少一个时,所述控制模块减小所述电动机的扭矩输出。

10. 如权利要求 9 所述的控制系统,其中当所述电动机的第一转速变化率停止增大和所述发动机转速大于或等于所述预定值中的至少一个时,所述控制模块停止减小所述电动机的扭矩输出。

11. 一种车辆的混合动力系统,包括:

发动机;

在自动起动过程中将扭矩作用于所述发动机上的电动机;

发动机起动检测器,其检测何时借助所述电动机启动所述发动机;

传感器,其产生表明所述电动机和所述发动机中的至少一个的转速的转速信号;和

控制模块,其基于检测处于运行状态中的所述发动机的所述发动机起动检测器和所述转速信号确定所述电动机和所述发动机中的至少一个的转速变化率,

其中所述控制模块在所述发动机的起动过程中和基于所述转速变化率调节所述电动机的扭矩输出以补偿发动机转速的增大或减小。

12. 如权利要求 11 所述的混合动力系统,其中当所述发动机的所述转速变化率正在减小时,所述控制模块调节所述电动机的所述扭矩输出以辅助所述发动机的曲轴旋转。

13. 如权利要求 11 所述的混合动力系统,其中当所述发动机的转速正在增大时,所述

控制模块减小所述电动机的所述扭矩输出。

14. 如权利要求 13 所述的混合动力系统,其中当所述转速变化率正在减小时,所述控制模块增大所述电动机的所述扭矩输出。

15. 如权利要求 11 所述的混合动力系统,还包括歧管绝对压力传感器,其产生歧管绝对压力信号,

其中所述控制模块基于所述歧管绝对压力调节所述电动机的所述扭矩输出。

16. 如权利要求 11 所述的混合动力系统,其中当所述发动机转速正在减小且更新的转速变化率小于预定值时,所述控制模块增大所述电动机的扭矩输出。

17. 如权利要求 11 所述的混合动力系统,其中当更新的转速变化率增大且所述发动机转速小于预定值时,所述控制模块减小所述电动机的扭矩输出。

18. 一种操作混合动力系控制系统的方法,包括:

检测在自动起动过程中何时通过电动机启动所述混合动力系的发动机;

在检测到所述发动机处于运行状态中之后确定第一时间的所述发动机的第一转速和确定第二时间的所述发动机的第二转速;和

基于所述第一转速和所述第二转速确定所述发动机的转速变化率;和

在所述发动机的起动过程中和基于所述转速变化率调节所述电动机的扭矩输出以补偿发动机转速的增大或减小。

19. 如权利要求 18 所述的方法,其中所述调节所述电动机的所述扭矩输出包括当检测到所述发动机的压缩冲程时,增大所述电动机的所述扭矩输出。

20. 如权利要求 18 所述的方法,其中所述调节所述电动机的所述扭矩输出包括当检测到所述发动机的膨胀冲程时,减小所述电动机的所述扭矩输出。

带有发动机脉动消除的混合动力系自动起动控制系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2008 年 6 月 17 日提交的美国临时申请 No. 61/073104 的权益,上述申请的全部内容通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及车辆控制系统,更特别地涉及电子节气门控制。

背景技术

[0004] 该部分中的陈述仅提供与本发明相关的背景信息,可能不构成现有技术。

[0005] 混合动力系典型地包括内燃机 (ICE)、电动机 (EM)、和一个或多个扭矩发生器,扭矩发生器向传动系提供扭矩以推进车辆。混合动力系的两种类型包括完全混合动力系和轻度混合动力系。在完全混合动力系中,EM 直接驱动传动系,而不通过 ICE 的部件传递扭矩。在轻度混合动力配置中,EM 通过辅助传动联接到 ICE,EM 产生的扭矩通过 ICE 传递到传动系。示范性的轻度混合动力系包括所谓的带传动交流发电机式起动机 (BAS) 系统。在 BAS 系统中,EM 通过传动带和带轮构造联接到 ICE,传动带和带轮构造驱动其他附件,如泵和压缩机。

[0006] 动力系扭矩控制典型地包括两种类扭矩控制区域:车轴扭矩和推进扭矩。在轻度混合动力系中,推进扭矩是 ICE 的曲轴处的输出扭矩,其包括 EM 扭矩成分。

[0007] 在发动机的自动起动过程中,控制模块利用电动机使发动机旋转加速。发动机的曲轴在自动起动过程中的旋转速度比借助起动机的传统发动机起动过程中的旋转速度高。由于在自动起动过程中,最初不供应燃料,所以发动机的压缩和膨胀脉动使发动机的旋转加速包括发动机转速变化率的增大和减小。

发明内容

[0008] 在一个实施例中,提供了一种用于混合动力系的控制系统,其包括发动机起动检测器,其检测在自动起动的过程中何时借助电动机启动混合动力系的发动机。电动机转速监测器在检测到发动机处于运行状态中之后确定第一时间的电动机的第一转速和第二时间的电动机的第二转速。控制模块基于第一转速和第二转速确定电动机的转速变化率,控制模块在发动机起动过程中和基于转速变化率调节电动机的扭矩输出。

[0009] 在其他特征中,提供了一种车辆的混合动力系统,其包括发动机和在自动起动过程中将扭矩应用于发动机上的电动机。发动机起动检测器检测何时借助电动机启动发动机。传感器产生表明发动机和/或电动机的转速的转速信号。控制模块基于检测处于运行状态中的发动机的发动机起动检测器和转速信号确定发动机和/或电动机转速变化率。控制模块在发动机的起动过程中和基于转速变化率调节电动机的扭矩输出。

[0010] 在进一步的特征中,提供了一种操作混合动力系控制系统的方法,其包括检测何时在自动起动过程中通过电动机启动混合动力系的发动机。在检测到发动机处于运行模式

中之后确定第一时间的发动机的第一转速和确定第二时间的发动机的第二转速,基于第一转速和第二转速确定所述发动机的转速变化率,在发动机的起动过程中和基于转速变化率调节电动机的扭矩输出。

[0011] 从在下文中提供的详细说明,本发明的应用性的其他范围将变得显而易见。应该懂得,尽管详细说明和具体例子表明本发明的优选实施例,但它们仅仅是为了说明的目的而非用来限制本发明的范围。

附图说明

[0012] 从详细说明和附图,将会更充分地理解本发明,其中:

[0013] 图 1 是根据本发明一实施例的示范性混合动力系统,其提供自动起动发动机脉动减小/消除;

[0014] 图 2 是图 1 的混合动力系统的示范性内燃机系统的功能框图;

[0015] 图 3 是根据本发明一实施例的混合动力系控制系统的功能框图,该混合动力系控制系统执行自动起动发动机脉动减小/消除;

[0016] 图 4 是表示发动机起动过程中电动机的旋转加速阶段的电动机转速信号图;

[0017] 图 5 是表示发动机起动过程中电动机转速信号的压缩和膨胀部分的电动机转速信号图;

[0018] 图 6 是示范性的发动机扭矩-发动机转速图;

[0019] 图 7 是根据本发明一实施例的电动机转速图,表示发动机脉动减小对电动机转速的影响;和

[0020] 图 8 是逻辑流程图,表示根据本发明一实施例的控制混合动力系统的方法。

具体实施方式

[0021] 下面的描述实质上仅仅是示范性的,决不是用来限制本发明、其应用或用途。为了清楚,相同的附图标记在附图中将用来表示相似的元件。当用在这里时,短语 A、B 和 C 中的至少一个应该被解释成意指利用非排他的逻辑“或”的逻辑(A 或 B 或 C)。应该懂得,在不改变本发明的原理的情况下,可以以不同顺序执行方法内的步骤。

[0022] 当用在这里时,术语模块是指专用集成电路(ASIC)、电子电路、执行一个或多个软件或固件程序的处理器(共用的、专用的或群组的)和存储器,组合逻辑电路和/或提供所描述的功能的其他合适部件。

[0023] 同样,当用在这里时,术语燃烧循环是指发动机燃烧过程的重新发生阶段。例如,在 4 冲程内燃机中,单个燃烧循环是指并包括进气冲程、压缩冲程、作功冲程和排气冲程。在发动机运行期间重复四个冲程。

[0024] 另外,尽管主要关于示例性的内燃机描述下面的实施例,但本发明的实施例可以适用于其他内燃机。例如,本发明可以适用于压缩点火、火花点火、均质火花点火、均质充气压缩点火、分层火花点火和火花辅助压缩点火发动机。

[0025] 此外,在下面的描述中,术语自动起动是指通过控制模块借助电动机起动发动机。自动起动不是指点火状态的变化。在混合动力车中,发动机可以在不同情形期间不提供动力/停止工作,如在低功率要求期间等等。仅仅作为例子,自动起动可以发生在车辆靠近并

停止在红色交通信号灯处且发动机已经停机或停止工作之后。当车辆的制动踏板没有被压下时和 / 或当车辆的加速踏板被压下时,自动起动可以开始。

[0026] 在自动起动过程中,电动机使发动机以增大的速度旋转加速,该增大的速度超过一般利用传统起动机达到的速度。与利用起动机执行的起动相比,电动机提供了较平稳且燃料消耗较少的发动机起动。在使发动机旋转加速时,电动机可以提供不同的扭矩水平。可以在向发动机喷射燃料之前和在发动机的歧管绝对压力小于预定歧管绝对压力之前作用该扭矩。

[0027] 现在参考图 1,示出了示范性的混合动力系统 10,其提供了自动起动发动机脉动减小 / 消除。尽管动力系统 10 被表示为后轮驱动 (RWD) 动力系,但应该懂得,本发明的实施例能用任何其他动力系配置实施。动力系统 10 包括推进系统 12 和传动系统 14。推进系统 12 包括内燃机 (ICE) 16 和电动机 (EM) 18。推进系统 12 还可以包括辅助部件,辅助部件包括但不局限于 A/C 压缩机 20 和转向助力泵 22。EM18 和辅助部件利用传动带和带轮系统 24 联接到 ICE16,传动带和带轮系统 24 可以联接到 ICE16 的曲轴 26 并且能使扭矩在曲轴 26 和 EM18 和 / 或辅助部件之间传递。这种配置被称为带传动交流发电机式起动机 (BAS) 系统。

[0028] 曲轴 26 驱动传动系统 14。传动系统 14 包括挠性板或飞轮 (未示出)、变矩器或其他联接装置 30、变速器 32、传动轴 34、差速器 36、半轴 38、制动器 40 和驱动轮 42。ICE16 的曲轴 26 处输出的推进扭矩 (T_{PROP}) 通过传动系统部件被传递以提供用来驱动车轮 42 的在半轴 38 处的车轴扭矩 (T_{AXLE})。更具体地,用由联接装置 30、变速器 32 和差速器 36 提供的几种传动比乘 T_{PROP} 以提供半轴 38 处的 T_{AXLE} 。实质上,用有效传动比乘 T_{PROP} ,有效传动比是由通过联接装置 30 引入的传动比、由变速器输入 / 输出轴转速确定的变速器传动比、差速器传动比、以及可以在传动系统 14 中引入一传动比的任何其他部件 (例如,在四轮驱动 (4WD) 或全轮驱动 (AWD) 动力系中的分动箱) 决定的。为了扭矩控制, T_{AXLE} 区域包括 ICE16 和 EM18。

[0029] 动力系 10 还包括控制系统 50,其在发动机 16 的自动起动期间调节 EM18 的扭矩输出。控制系统 50 包括主控制模块 51,主控制模块 51 可以包括变速器控制模块 (TCM) 52、发动机控制模块 (ECM) 54 和混合动力控制模块 (HCM) 56。控制系统 50 可以基于 EM18 的转速调节 EM18 的扭矩输出,EM18 的转速可以通过转速传感器 51 检测。来自转速传感器 51 的信息可以直接提供给 HCM56,这允许迅速地检测 EM18 的转速和调节 EM18 的输出扭矩。输出扭矩可以作用于发动机 16 的曲轴。

[0030] 主控制模块 51 控制通过 TCM52、ECM54 和 HCM56 产生的输出扭矩。HCM56 可以包括一个或多个子模块,子模块包括但不局限于 BAS 控制处理器 (BCP) 58。TCM52、ECM54 和 HCM56 通过控制器区域网 (CAN) 总线 60 彼此通信。驾驶员输入设备 62 与 ECM 通信,驾驶员输入设备 62 可以包括但不局限于加速踏板和 / 或巡航控制系统。驾驶员接口 64 与 TCM52 通信,驾驶员接口 64 包括但不局限于变速器排挡选择器 (例如,PRNDL 杆)。

[0031] 控制系统 50 可以基于协同扭矩控制来操作,协同扭矩控制可以包括车轴扭矩区域和推进扭矩区域。 T_{PROP} 是曲轴输出扭矩,其可以包括 EM 扭矩成分。根据本发明的协同扭矩控制在 ECM 中实施车轴扭矩 (T_{AXLE}) 裁定以提供裁定的车轴扭矩 ($T_{AXLEARB}$) 并将推进扭矩控制责任分摊到 ECM 和 HCM。该分摊的推进协同扭矩控制与其他扭矩要求一起帮助 ECM 上的

部件保护、发动机超速保护和系统补救行动。混合动力推进扭矩控制在 ECM 停止的场合在 HCM 中重起,并连同其他扭矩要求一道实施变速器扭矩控制、再生制动和发动机超速保护。

[0032] 协同扭矩控制可以监测加速踏板位置 (α_{PED}) 和车速 (V_{VEH})。基于 α_{PED} 和 V_{VEH} 确定驾驶员想要的或希望的车轴扭矩 (T_{AXLEDES})。例如,能将 α_{PED} 和 V_{VEH} 用作预标定、预存储的查找表的输入,该查找表提供相应的 T_{AXLEDES} 。ECM54 裁定 T_{AXLEDES} 和其他扭矩要求以提供 T_{AXLEARB} 。其他扭矩要求包括在车轴扭矩要求集合中设置的一个或多个扭矩要求。这些扭矩要求由扭矩特征产生,包括但不限于绝对扭矩值、最小扭矩极限值、最大扭矩极限值或 Δ 扭矩值要求。与车轴扭矩要求集合相关联的扭矩特征包括但不限于牵引力控制系统 (TCS)、车辆稳定性增强系统 (VSES) 和车辆超速保护系统 (VOS)。在确定 T_{AXLEARB} 时,在 ECM54 内利用有效传动比将 T_{AXLEARB} 转变成推进扭矩 (T_{PROPECM})。在确定 T_{PROPECM} 之后,ECM54 裁定 T_{PROPECM} 和由 ECM54 负责的多个其他推进扭矩要求以向 HCM56 提供最终 T_{PROPECM} 。

[0033] HCM56 可以发出扭矩要求以通过使发动机气缸停止工作(例如,通过切断给气缸的燃料)来将发动机扭矩设定成零。这可发生在当加速踏板位置为零时车辆靠惯性滑行的情形期间。例如,切断燃料并且车辆的再生制动开始以通过 EM18 将车辆的动能转换成电能。为了帮助它,使将车轮扭矩与曲轴连系起来的变矩器离合器接合。由此,EM18 被驱动。因而,从 HCM56 提供进入 ECM54 推进扭矩裁定的扭矩要求,以使得两个扭矩要求输入到 ECM54 推进扭矩裁定中:驾驶员/巡航(裁定的车轴扭矩)推进扭矩要求和 HCM56 零燃料扭矩要求。

[0034] TCM52 提供裁定的推进扭矩值 (T_{PROPTCM})。更具体地,TCM52 裁定来自扭矩特征的多个扭矩要求。示范性的 TCM 扭矩特征是变速器保护算法,该算法产生最大扭矩极限以限制变速器输入轴处的扭矩。最大扭矩极限表明通过变速器输入轴的最大可允许扭矩以便保护变速器部件。

[0035] 来自 ECM54 的 T_{PROPECM} 和来自 TCM52 的 T_{PROPTCM} 都被发送到 HCM56, HCM56 完成 T_{PROP} 裁定。更具体地, HCM56 裁定 T_{PROPECM} 、 T_{PROPTCM} 和其他扭矩要求以提供 $T_{\text{PROPFINAL}}$ 。其他扭矩要求包括在推进扭矩要求集合中设置的一个或多个扭矩要求。这些扭矩要求均由扭矩特征产生,并且包括但不限于绝对扭矩值、最小扭矩极限值、最大扭矩极限值或 Δ 扭矩值要求。与推进扭矩要求集合相关联的扭矩特征包括但不限于再生制动、发动机超速保护和 EM 助推。

[0036] HCM56 基于 $T_{\text{PROPFINAL}}$ 确定 T_{ICE} 和 T_{EM} 。更具体地, HCM56 包括最优化算法,最优化算法基于 ICE16 和 EM18 各自的可用扭矩输出分配 $T_{\text{PROPFINAL}}$ 。 T_{ICE} 被发送到 ECM54, ECM54 产生控制信号以利用 ICE16 实现 T_{ICE} 。 HCM56 基于 T_{EM} 产生控制信号以利用 EM18 实现 T_{EM} 。

[0037] 现在参考图 2, 示出了 ICE 系统 150 的功能框图, ICE 系统 150 包含基于被供以燃料的气缸的可靠计数的控制。ICE 系统 150 在车辆 152 上且包括 ICE16 和排气系统 158。

[0038] ICE16 具有气缸 160, 每个气缸 160 都可以具有一个或多个进气门和 / 或排气门, 每个气缸 160 还包括支靠在曲轴 162 上的活塞。ICE16 可以配置有带点火电路 165 的点火系统 164。ICE16 还配置有带燃料喷射回路 168 的燃料喷射系统 167, 和排气系统 158。ICE16 包括进气歧管 166。ICE16 燃烧空气和燃料混合物以产生驱动扭矩。如所示的, ICE16 包括成一直线配置的四个气缸。尽管图 2 示出了四个气缸 ($N = 4$), 但能懂得, 发动机 54 可以包括额外的或更少的气缸。例如, 能想到具有 2、4、5、6、8、10、12 和 16 个气缸的发动机。还可

以预见,能在 V 型或另一个类型的气缸配置中实施本发明的燃料喷射控制。

[0039] ICE16 的输出通过变矩器 170、变速器 32'、传动轴 34' 和差速器 36' 联接到驱动轮 178。变速器 32' 例如可以是无级变速器 (CVT) 或分级换档自动变速器。变速器 32' 由主控制模块 51 控制。

[0040] 空气通过电子节气门控制器 (ETC) 190 或缆线驱动的节气门被吸入进气歧管 166, 电子节气门控制器 (ETC) 190 或缆线驱动的节气门调节位于进气歧管 166 入口附近的节流板 192。调节可以基于加速踏板 194 的位置和由控制模块 51 执行的节气门控制算法。节气门 192 调节驱动车轮 178 的输出扭矩。加速踏板传感器 196 基于加速踏板 194 的位置产生踏板位置信号, 踏板位置信号被输出到控制模块 51。制动踏板传感器或开关 200 检测制动踏板 198 的位置, 制动踏板传感器或开关 200 产生被输出到控制模块 51 的制动踏板位置信号。在自动起动过程中, 控制模块可以基于来自加速踏板传感器 196 和制动踏板传感器 200 的信号调节 EM18 的输出扭矩。

[0041] 空气从进气歧管 166 被吸入气缸 160 并在其中压缩。燃料喷射回路 168 将燃料喷射到气缸 160 中, 并且当包括点火系统 164 时, 点火系统 164 可以产生火花以点燃气缸 160 中的空气 / 燃料混合物。在柴油机应用中, 点火回路可以包括电热塞。废气从气缸 160 排出到排气系统 158 中。在一些例子中, ICE 系统 150 可以包括涡轮增压器, 其用废气驱动的涡轮驱动压缩机, 压缩机压缩进入进气歧管 166 的空气。被压缩的空气在进入进气歧管 166 之前可以通过空气冷却器。

[0042] 燃料喷射回路 168 可以包括与每个气缸 160 相关联的燃料喷射器, 燃料轨在例如从燃料泵或油箱接收燃料之后将燃料提供给每个燃料喷射器。控制模块 51 控制燃料喷射器的操作, 向每个气缸 51 中的燃料喷射的次数和正时受到控制, 并且每个燃烧循环的燃料喷射次数和在每个燃烧循环期间的燃料喷射 (多次) 的正时也受到控制。燃料喷射正时可以与曲轴定位相关。燃料喷射可以在发动机 26 旋转加速之后和在歧管绝对压力 (MAP) 降低到一预定 MAP 值以下之后开始。控制模块 51 可以借助 MAP 传感器 169 监测 MAP 压力。

[0043] 点火系统 164 可以包括用于在每个气缸 160 中点燃空气 / 燃料混合物的火花塞或其他点火装置。点火系统 164 还可以包括控制模块 51, 例如控制模块 51 可以相对于曲轴定位控制点火正时。

[0044] 排气系统 158 可以包括排气歧管和 / 或排气管道和过滤系统 212, 排气歧管和管道将离开气缸 160 的废气引导到过滤系统 212 中。可选地, EGR 阀使一部分废气再循环回到进气歧管 166 中。一部分废气可以被引导到涡轮增压器中以驱动涡轮。涡轮帮助压缩从进气歧管 166 接收的新鲜空气。混合废气流从涡轮增压器流过过滤系统 212。

[0045] 过滤系统 212 可以包括催化转化器或氧化催化剂 (OC) 214 和加热元件 216, 以及微粒过滤器、液体还原剂系统和 / 或其他废气过滤系统装置。加热元件 216 可以用来在 ICE16 的起动和 OC214 的点火过程期间加热氧化催化剂 214, 并且加热元件 216 受控制模块 51 控制。液体还原剂可以包括尿素、氨水、或一些其他液体还原剂。液体还原剂被喷射到废气流中与 NO_x 起反应产生水蒸气 (H_2O) 和 N_2 (氮气)。

[0046] ICE 系统 150 还包括发动机温度传感器 218、废气温度传感器 220 和一个或多个氧传感器 221。发动机温度传感器 218 可以检测 ICE16 的油或冷却剂温度或一些其他的发动机温度。废气温度传感器 220 可以检测氧化催化剂 214 或排气系统 158 的一些其他部件的

温度。可以基于发动机和废气操作参数和 / 或其他温度信号间接确定或估计 ICE16 和排气系统 158 的温度。或者,可以通过发动机和废气温度传感器 218、220 直接确定 ICE16 和排气系统 158 的温度。

[0047] 共同由附图标记 222 表示且被控制模块 51 使用的其他传感器输入包括发动机转速信号 224、车速信号 226、电源信号 228、油压信号 230、发动机温度信号 232 和气缸识别信号 234。传感器输入信号 224-234 分别由发动机转速传感器 236、车速传感器 238、电源传感器 240、油压传感器 242、发动机温度传感器 244 和气缸识别传感器 246 产生。一些其他传感器输入可以包括进气歧管压力信号、节气门位置信号、变速器信号和歧管空气温度信号。

[0048] 控制模块 51 可以例如基于来自踏板位置传感器 196 的踏板位置信号和 / 或来自其他传感器的信号调整扭矩。踏板位置传感器 196 基于驾驶员造成的加速踏板 194 的动作产生踏板位置信号。其他传感器例如可以包括空气质量流量 (MAF) 传感器、MAP 传感器 169、发动机转速传感器、变速器传感器、和巡航控制系统传感器、和 / 或牵引力控制系统传感器。

[0049] 现在还参考图 3,示出了混合动力系控制系统 300 的功能框图,混合动力系控制系统 300 执行自动起动发动机脉动减小和 / 或消除。混合动力系控制系统 300 包括主控制模块 51,主控制模块 51 与电动机 18、点火系统 164、燃料喷射系统 167 和其他传感器与致动器 298 通信。其他传感器与致动器 298 可以包括上面描述的传感器和致动器。主控制模块 51 包括发动机控制模块 301、电动机控制模块 302、电动机 / 发动机转速监测器 304、发动机起动检测器 306 和硬件输入 / 输出 (HWIO) 装置 308。主控制模块 51 通过 HWIO 装置 308 与电动机 18、点火系统 164、燃料喷射系统 167 和其他传感器与致动器 298 通信。主控制模块 51 可以与存储器 310 通信。

[0050] 发动机控制模块 300 可以包括扭矩控制模块 312、燃料控制模块 314 和点火控制模块 316。扭矩控制模块可以控制发动机的输出扭矩和 / 或提供给变速器的扭矩,燃料控制模块 314 可以控制燃料泵和燃料喷射器正时、燃料压力等等,点火控制模块 316 可以控制发动机气缸内的点火或火花正时。燃料和点火控制可以与一个或多个气缸的停用和启用相联系。

[0051] HWIO 装置 308 包括接口控制模块 320 和硬件接口 / 驱动器 322。接口控制模块 320 在燃料控制和点火控制软件与硬件接口 / 驱动器 322 之间提供了接口。硬件接口 / 驱动器 322 例如控制燃料喷射器、燃料泵、点火线圈、火花塞、节气门、螺线管及其他扭矩控制装置和致动器的操作,硬件接口 / 驱动器 322 还接收传递到各个模块 312、314 和 316 的传感器信号。

[0052] 尽管主要结合电动机转速描述下面的图 4-8 的实施例,但当轻度混合动力系统的电动机联接到发动机时,实施例也可以直接应用于发动机转速。例如,发动机转速与电动机转速的变化按比例地改变。为此,电动机转速和 / 或发动机转速可以被检测、监测,且可用在各种下面描述的计算、测定和任务中。

[0053] 电动机转速可以被检测、监测且可用在所描述的关于发动机转速的计算中以提供更快的响应。电动机转速可以被检测并被直接提供给混合动力控制模块,这可以比例如曲轴旋转传感器对发动机转速的检测更快和 / 或更精确。

[0054] 现在参考图 4 和 5,示出了电动机转速信号 350。电动机转速信号 350 与自动起动

过程中车辆的电动机和发动机的转速相对应。电动机转速信号 350 包括多个阶段,这些阶段具有相应的发动机脉动。发动机脉动由于发动机的压缩和膨胀冲程而发生,并且发动机脉动是指在自动起动过程期间发动机转速的减小和增大的变化。作为例子,示出了四个阶段且该四个阶段可以被称为初始阶段 352、压缩阶段 354、膨胀阶段 356 和最后阶段 358。尽管这些阶段是基于发动机的冲程,但每个阶段都可以与不同的和 / 或多个燃烧循环冲程相关联。例如,在阶段之一期间,第一气缸可以处于进气冲程中,而第二气缸处于进气、压缩、膨胀和排气冲程中的一个或多个中。

[0055] 在自动起动过程中,发动机的压缩和膨胀冲程使发动机转速波动。在发动机的一个或多个气缸的压缩冲程期间,电动机转速可能减小,如电动机转速信号部分 340 所标识的。在发动机的一个或多个气缸的膨胀冲程期间,电动机转速可能增大,如电动机转速信号部分 342 所标识的。

[0056] 因此,在电动机转速变化时,发动机转变通过不同的旋转加速阶段。箭头 344 和 346 标识了两个旋转加速阶段。第一旋转加速阶段 344 与压缩冲程之前的电动机转速相对应,第二旋转加速阶段 346 与膨胀冲程期间及之后的电动机转速相对应。第一转变点 348 存在于压缩冲程的开始或第一与第二阶段 352、354 之间,第二转变点 350 位于压缩冲程和膨胀冲程之间或第二与第三阶段 340、342 之间。

[0057] 可以在自动起动过程中基于功率极限曲线、发动机转速和恒定电源输出调节发动机的扭矩输出。图 6 提供了将发动机扭矩输出与发动机转速相关联的功率极限曲线。

[0058] 现在参考图 6,示出了示范性的发动机扭矩 - 发动机转速图。示出了功率极限曲线 400,其代表电源(如蓄电池)可以提供的最大功率。当基于恒定的电源输出操作时,当电动机 / 发动机的转速改变时,发动机的扭矩输出改变。

[0059] 例如,在发动机脉动期间,当由于接近压缩阶段,发动机转速从 n_2 减小到 n_1 时,发动机的扭矩输出可从 T_2 增大到 T_1 。作为另一个例子,当由于接近膨胀阶段,发动机转速从 n_1 增大到 n_2 时,发动机的扭矩输出可从 T_1 减小到 T_2 。

[0060] 对于电源的恒定功率输出依靠发动机转速和发动机扭矩输出之间的这个关系具有相关的缺点。一个缺点是扭矩权限受限。发动机的扭矩输出控制受限于功率极限曲线。另一个缺点是发动机的扭矩输出直到发动机转速改变才改变。

[0061] 本文描述的实施例使得自动起动期间调节发动机扭矩输出的灵活性增大。这些实施例还在发动机转速发生变化之前预期发动机转速的改变。这允许通过调节电动机的操作及早地调节发动机扭矩输出。预期发动机转速变化还使控制系统能在旋转加速期间防止发动机转速下降。

[0062] 现在参考图 7,示出了根据本发明一实施例的电动机转速图,其表示发动机脉动减小对电动机转速的影响。竖直虚线 420 代表初始阶段、压缩阶段、膨胀阶段和最后阶段之间的转变。

[0063] 这里的实施例包括对发动机转速的变化的监测,即检测到的发动机转速信号的导数。发动机转速的变化的监测考虑到检测发动机的转速变化率,这允许及早检测到接近发动机的压缩阶段或膨胀阶段。当检测电动机和 / 或发动机转速变化率时,可以调节电动机扭矩输出。可以调节电动机扭矩输出以例如补偿由于压缩阶段引起的发动机转速的减小或补偿由于膨胀阶段引起的发动机转速的增大。

[0064] 电动机转速图包括第一电动机转速信号 422, 其对应于没有发动机脉动抑制和 / 或消除的情况下在正常状态中运行的发动机。还示出了第二电动机转速信号 424, 其对应于发动机脉动抑制和 / 或压缩状态中运行的发动机。

[0065] 在初始阶段期间, 电动机输出扭矩可以处于预定输出扭矩水平。预定输出扭矩水平可以与用于旋转加速的正常电动机输出扭矩相对应。当发动机转速的增大率开始减慢或当发动机转速曲线的斜率减小时, 可以将电动机输出扭矩增大到预定输出扭矩水平以上。该增大的输出由电动机输出扭矩曲线 426 的压缩部分示出。电动机输出扭矩曲线 426 示出了可以提供正扭矩和负扭矩的时间, 其大小大于预定输出扭矩水平。预定输出扭矩水平与水平轴 428 相对应。电动机转速的纵轴的计量单位不适用于电动机输出扭矩曲线 426, 电动机输出扭矩曲线 426 可以具有牛顿·米 (Nm) 的计量单位。

[0066] 当电动机转速信号 424 的斜率减小时或当电动机转速信号 424 的斜率减小到预定水平时, 可以增大电动机输出扭矩。示出了第一斜率曲线 430, 其与第一发动机转速曲线 422 的斜率减小时的点相对应。示出了第二斜率曲线 432, 其与第一发动机转速信号 422 从增大变成减小时的点相对应, 例如在第一拐点。由于发动机转速的降低, 所以基于第一斜率曲线 430 的电动机输出扭矩的变化提供了较早的补偿。

[0067] 在压缩阶段期间, 当发动机转速的减小率开始减慢时或当发动机转速曲线 424 的斜率增大时, 可以将电动机输出扭矩减小到预定输出扭矩水平以下。当斜率增大时或当斜率增大到预定水平时, 可以减小电动机输出扭矩。示出了第三斜率曲线 434, 其与第二发动机转速曲线 424 的斜率增大时的点相对应。示出了第四斜率曲线 436, 其与发动机转速从减小变成增大时的点相对应, 例如在第二拐点。由于发动机转速的增加, 所以基于第三斜率曲线 434 的电动机输出扭矩的变化提供了较早的补偿。

[0068] 在大致最后阶段开始时, 可以使电动机输出扭矩返回到预定输出扭矩水平。

[0069] 现在参考图 8, 示出了逻辑流程图, 其表示控制混合动力系统的方法, 该方法包括在自动起动期间执行电动机扭矩控制。尽管主要结合图 1-3 和 7 的实施例描述下面的步骤, 但这些步骤可以被容易地更改以适用于本发明的其他实施例。方法可以开始于步骤 500。

[0070] 步骤 501-506 可以用来触发发动机脉动抑制和 / 或消除。在步骤 501 中, 当通过调节发动机扭矩输出的电动机启动混合动力系的发动机时, 控制进入步骤 502。

[0071] 在步骤 502 中, 监测电动机转速和 / 或发动机转速并产生电动机转速信号或发动机转速信号。这可以通过电动机转速监测器执行。在本方法的全部步骤期间, 可以连续地和 / 或重复地监测和更新电动机转速和 / 或发动机转速。

[0072] 在步骤 504 中, 当电动机转速 RPM_c 处于预定范围 $RPM_1 < RPM_c < RPM_2$ 内时, 控制进入步骤 506。在一个实施例中, RPM_1 是近似每分钟 50 转, RPM_2 是近似每分钟 1100 转。

[0073] 在下面的步骤中, 确定电动机转速变化率。这可以包括确定第一时间 $T1$ 的电动机或发动机的第一转速 $S1$ 和第二时间 $T2$ 的电动机或发动机的第二转速 $S2$ 。电动机转速变化率等于第一与第二转速的差 $S2-S1$ 除以时间的差 $T2-T1$ 。当前的电动机转速 RPM_c 可以是 $S1$ 或 $S2$ 。

[0074] 在步骤 505 中, 基于发动机和 / 或电动机的转速确定转速导数。在步骤 506 中, 当电动机的转速变化率 (转速导数) 或与发动机转速信号相关联的电动机转速曲线的斜率减小时或当发动机的转速变化率减小到第一阈值以下时, 控制可以进入步骤 508。作为备选方

案且如图 8 中所示,当电动机的转速变化率小于第一标定值 C1 时,控制进入步骤 508。这种可选方案在图 8 中被示出。

[0075] 在步骤 508 中,控制增大电动机的扭矩输出。可以将输出扭矩增大并使其偏离到预定输出扭矩水平以上。该增大可以基于歧管绝对压力 (MAP)。这可以基于来自 MAP 传感器 (如 map 传感器) 的 MAP 信号或通过存储在存储器中且由电动机控制使用的标定值来确定。

[0076] 在步骤 510 中,当电动机转速变化率大于或等于第二标定值 C2 时,控制进入步骤 511。在步骤 511 中,当电动机转速正在减小时,控制保持电动机的增大的扭矩输出。当电动机转速变化率小于第二标定值 C2 或电动机转速恒定或增大时,控制进入步骤 512。可以预先确定标定值 C1 和 C2,将其存储在查找表中,并存储在存储器中,如所述的存储器。在一个实施例中,第二标定值 C2 小于第一标定值 C1。

[0077] 在步骤 512 中,当电动机转速变化率增大时,控制可以进入步骤 514。在步骤 514 中,当电动机转速小于最大电动机转速 RPM_{PEAK} 时,控制进入步骤 516。在一个实施例中,最大电动机转速 RPM_{PEAK} 可以是近似每分钟 50-1100 转。

[0078] 在步骤 516 中,控制减小电动机的输出扭矩。可以将输出扭矩减小并使其偏离到预定输出扭矩水平以下。在电动机转速小于最大电动机转速时和 / 或在电动机转速变化率恒定和 / 或增大时,控制可以保持输出扭矩的减小。

[0079] 在步骤 518 中,当电动机转速大于或等于最大电动机转速 RPM_{PEAK} 时,控制可以返回到步骤 501 或结束该程序。

[0080] 上述步骤是说明性的例子;取决于应用,可以顺序地、同步地、同时地、连续地、在重叠时间期间或以不同顺序执行所述步骤。

[0081] 本发明的实施例抑制和 / 或消除了发动机脉动。由于在自动起动期间电动机转速变化率的波动减小,所以改进了驾驶性能。这提供了平稳的发动机旋转加速。

[0082] 现在根据上述说明,本领域技术人员能懂得,本发明的广泛教导能以各种各样的形式实施。因而,虽然本发明包括特定例子,但本发明的真实范围不应受此限制,因为基于对附图、说明书和所附权利要求的研究,其他变型对熟练的从业者来说将变得显而易见。

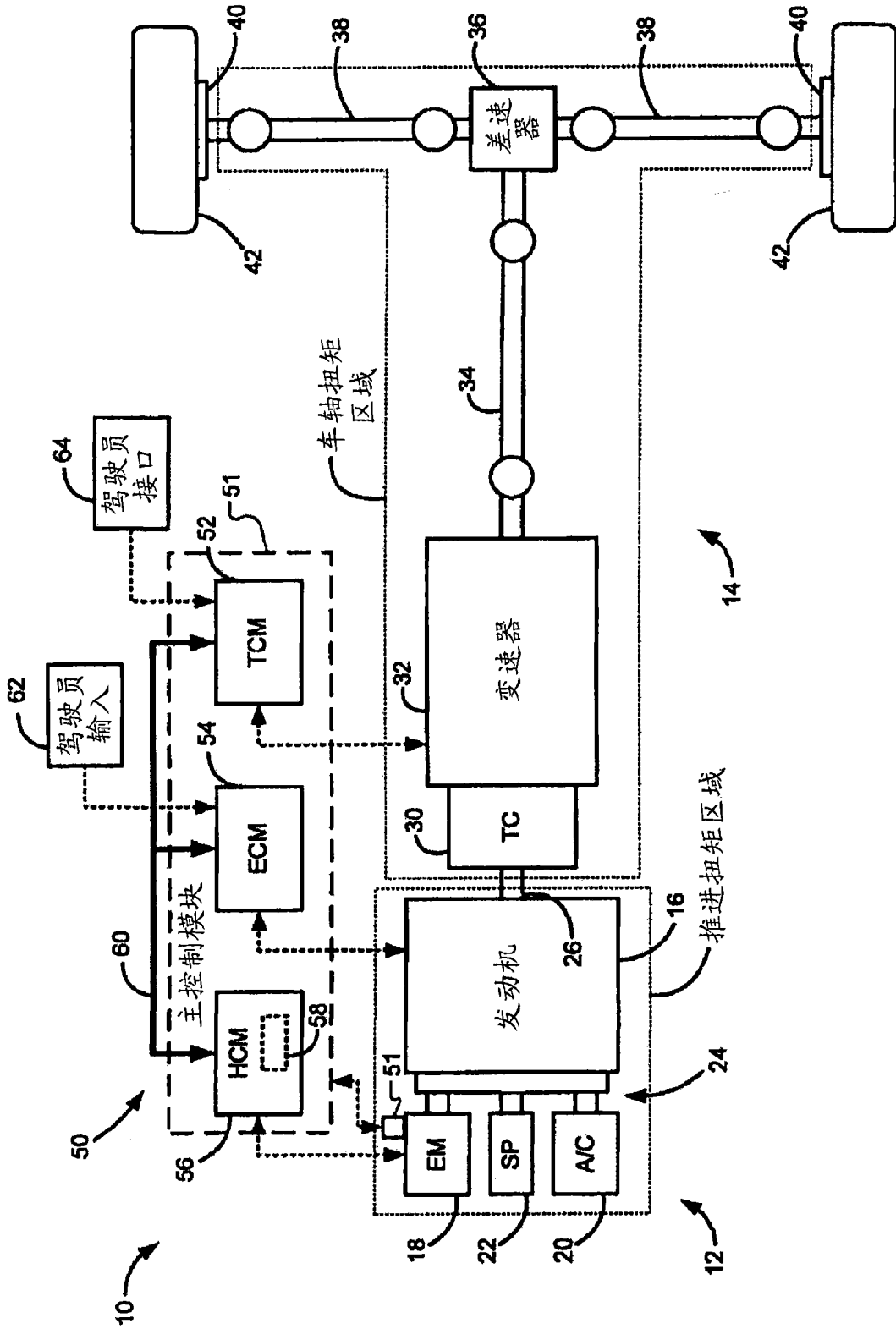


图 1

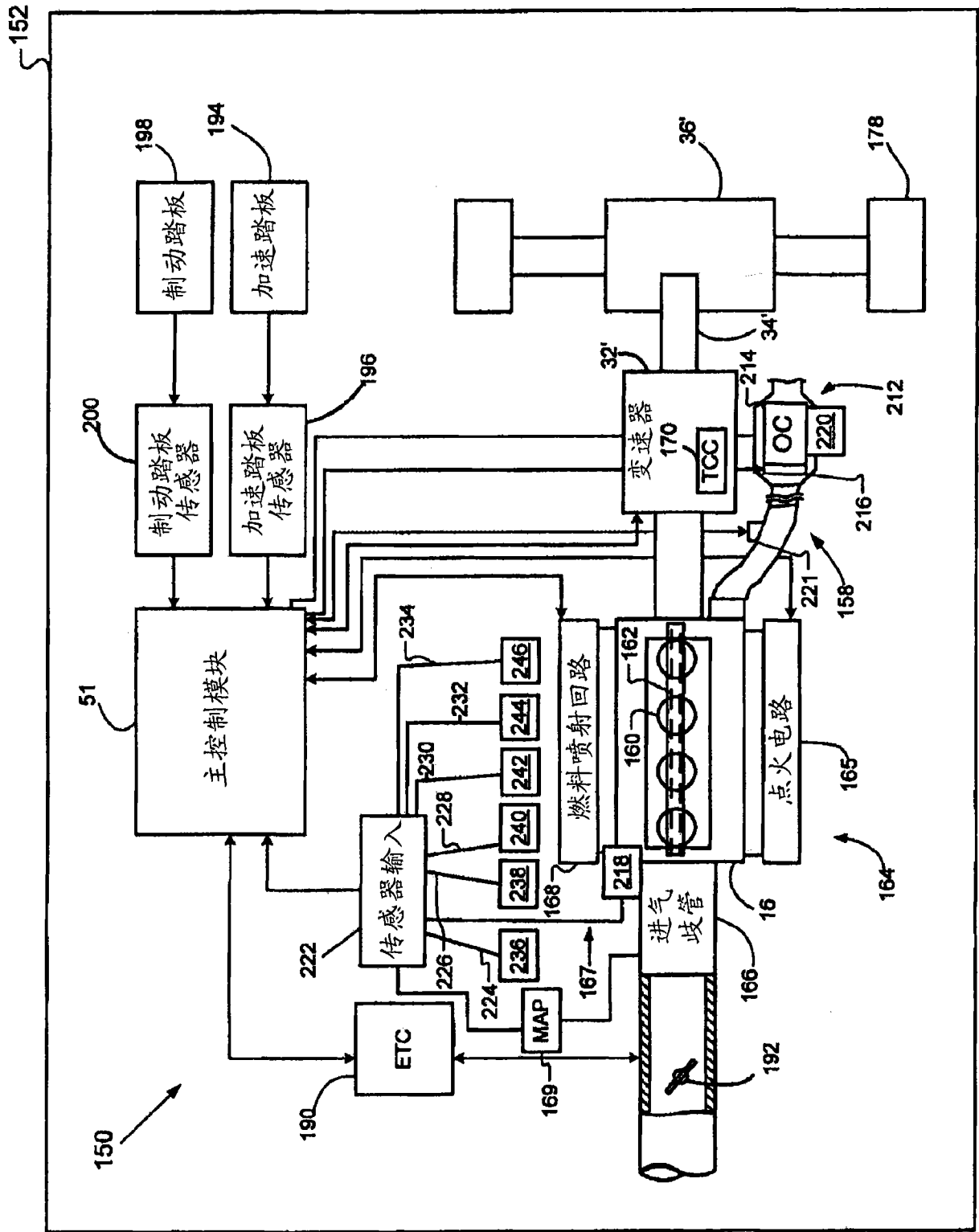


图 2

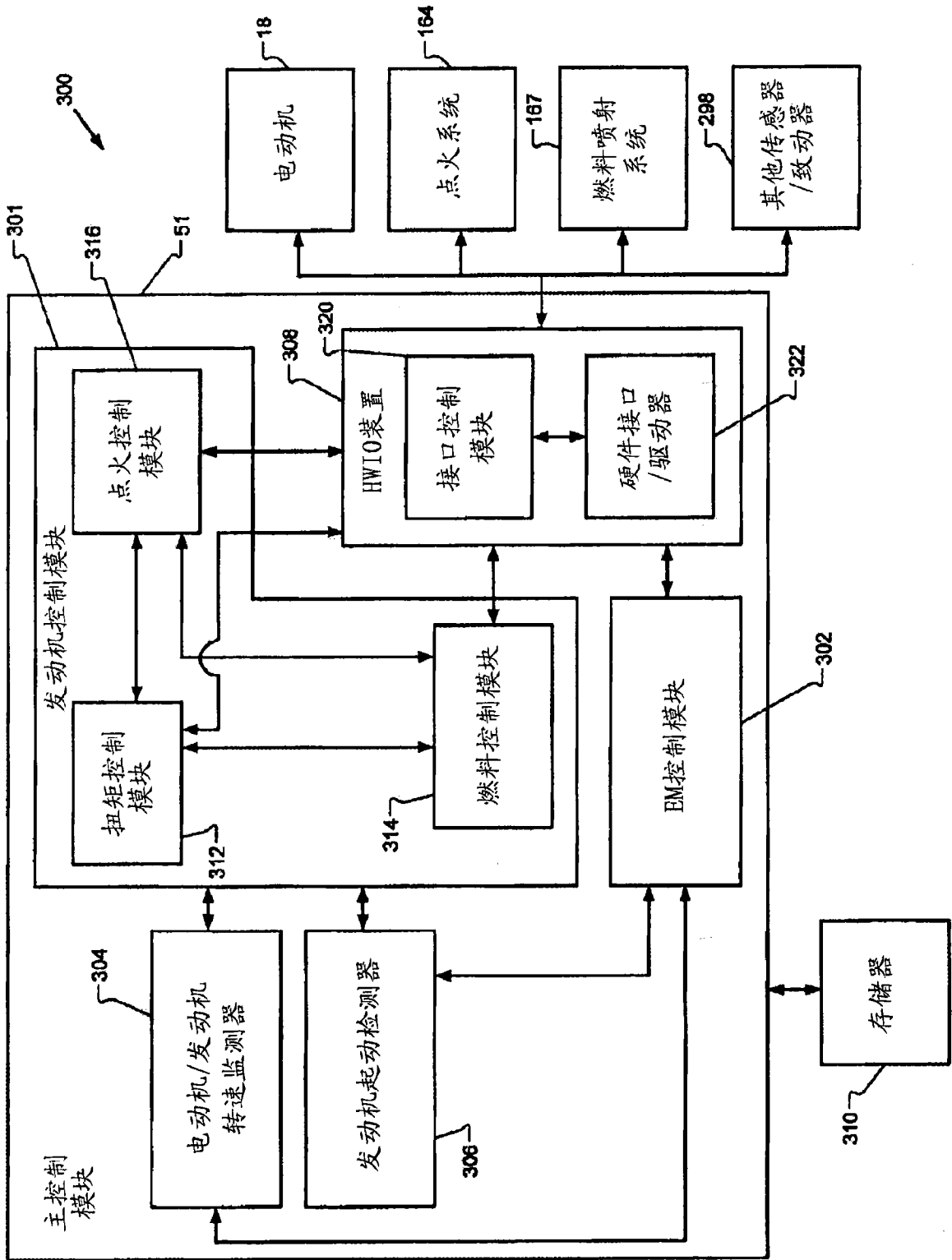


图 3

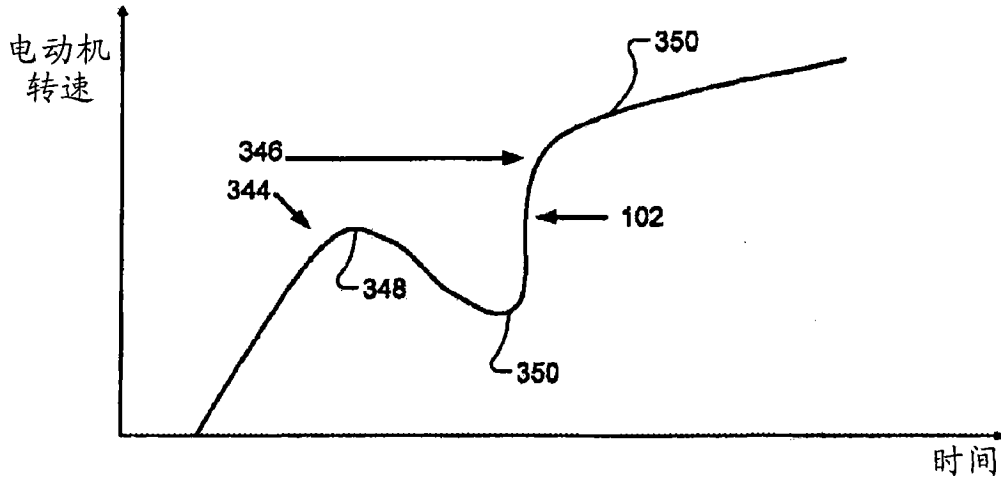


图 4

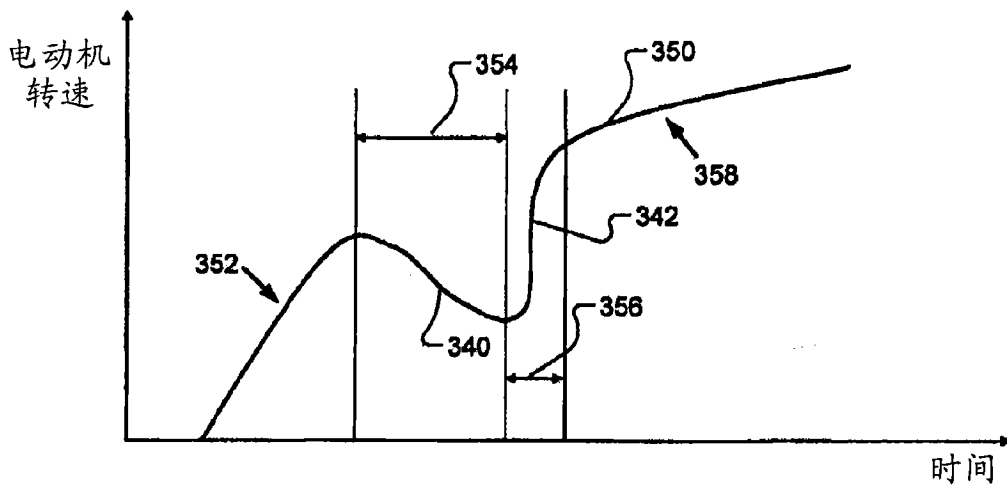


图 5

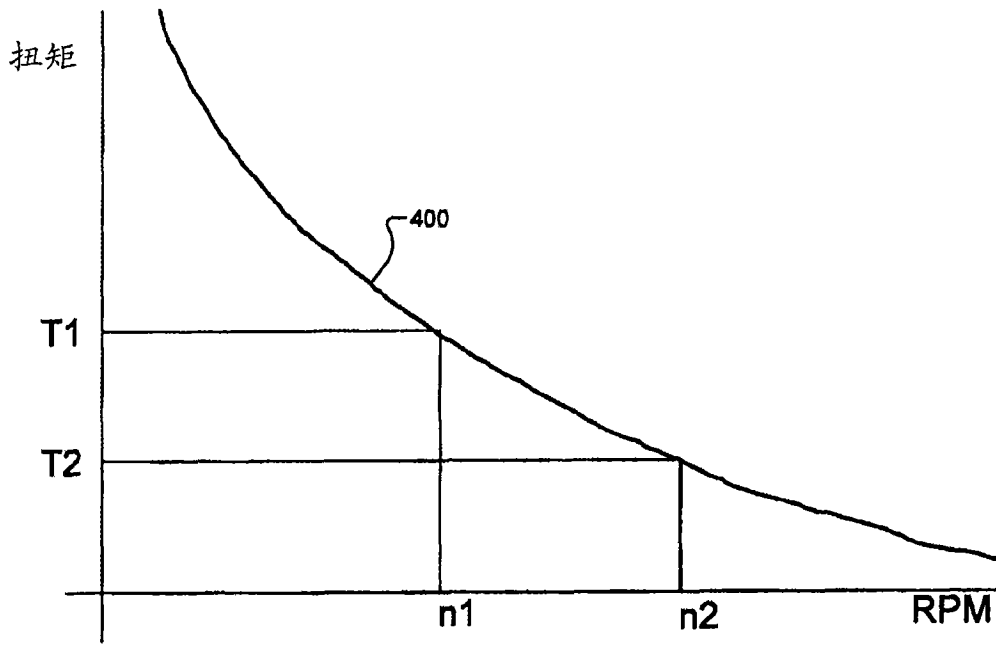


图 6

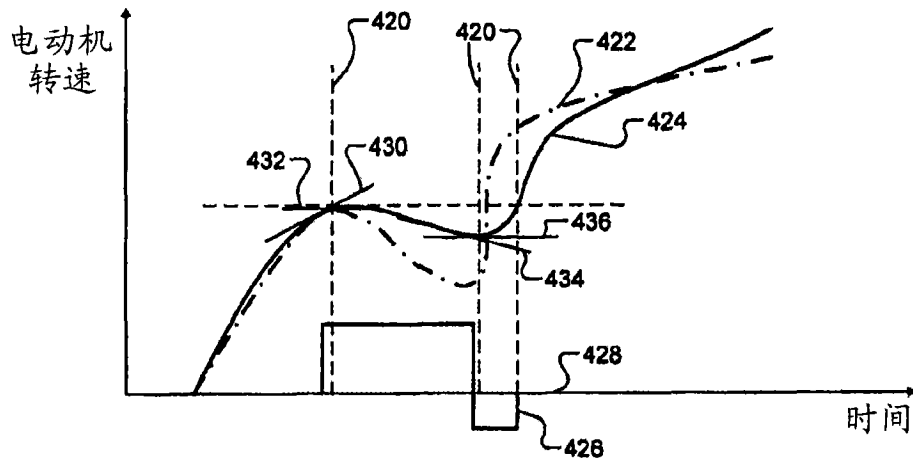


图 7

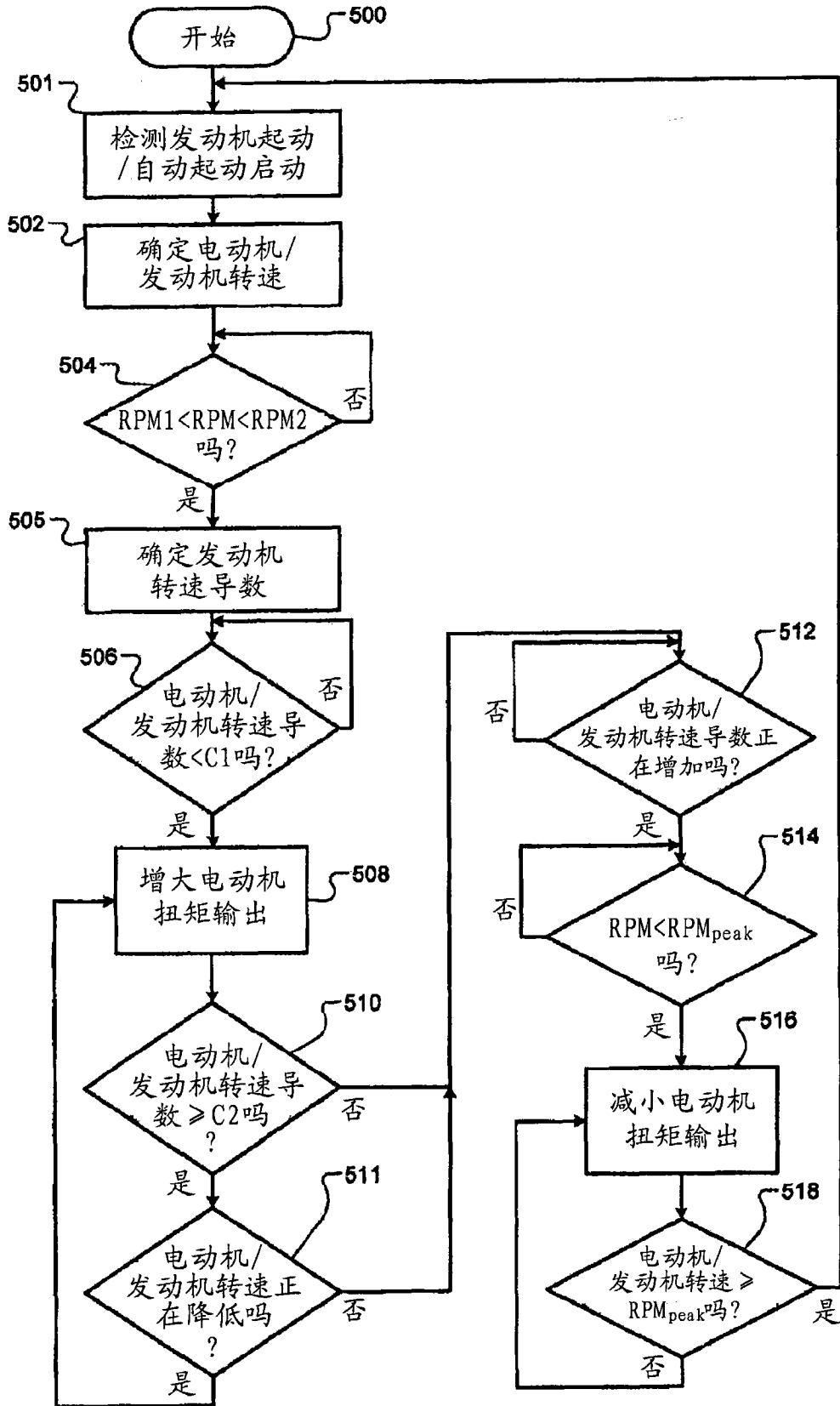


图 8