



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103661363 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310428369. 8

(22) 申请日 2013. 09. 18

(30) 优先权数据

13/624045 2012. 09. 21 US

(71) 申请人 通用汽车环球科技运作有限责任公司

地址 美国密执安州

(72) 发明人 A.H. 希普 S.W. 麦格罗根 J. 怀斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 冯春时 傅永霄

(51) Int. Cl.

B60W 20/00 (2006. 01)

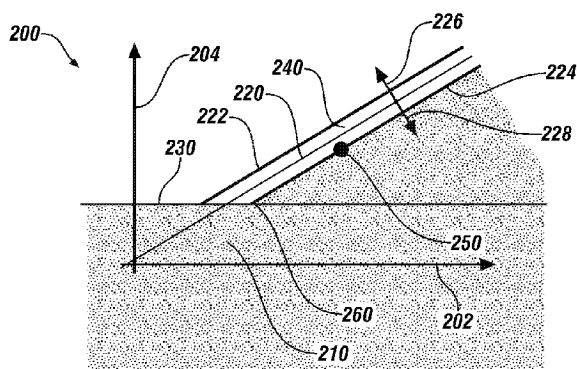
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

控制混合动力系的方法

(57) 摘要

本发明涉及控制混合动力系的方法。具体而言,本发明涉及一种用于在从初始操作点至目标操作点过渡期间控制混合动力系的方法,该混合动力系包括发动机、电机、和变速器,所述方法包括:监测非凸数据集中的转折点,所述非凸数据集由低于其则不能发生轰鸣状况的发动机扭矩和轰鸣状况所需要的阈值低马达扭矩所限定;将所述目标操作点与所述转折点比较;以及基于所述目标操作点和所述比较而控制所述动力系。



1. 一种用于在从初始操作点至目标操作点过渡期间控制混合动力系的方法,所述混合动力系包括发动机、电机、和变速器,其中,由代表两个要求的参数之间的界限的数据集来限定所述动力系的不期望的情况,其中,所述数据集是非凸数据集,所述方法包括:

监测所述初始操作点;

监测影响所述动力系的操作的情况;

基于所述情况来确定所述目标操作点;

确定所述非凸数据集中的转折点,其中,所述转折点允许所述非凸数据集被分为多个凸数据集;

将所述目标操作点与所述转折点比较;以及

基于所述比较而控制所述动力系。

2. 一种用于在从初始操作点至目标操作点过渡期间控制混合动力系的方法,所述混合动力系包括发动机、电机、和变速器,所述方法包括:

监测非凸数据集中的转折点,所述非凸数据集由低于其则不能发生轰鸣状况的发动机扭矩和轰鸣状况所需要的阈值低马达扭矩所限定;

将所述目标操作点与所述转折点比较;以及

基于所述目标操作点和所述比较而控制所述动力系。

3. 如权利要求2所述的方法,其中,控制所述动力系包括对所述电机的扭矩和所述发动机的扭矩之一进行约束,以便将被约束的扭矩保持在导致轰鸣状况的范围之外。

4. 如权利要求3所述的方法,其中,控制所述动力系还包括根据现有系统约束函数来控制所述动力系。

5. 如权利要求2所述的方法,其中,所述非凸数据集通过发动机扭矩的范围和所述变速器的输出轴的输出扭矩的范围来限定。

6. 如权利要求5所述的方法,其中,将所述目标操作点与所述转折点比较包括:

确定对应于所述目标操作点的输出扭矩;

确定对应于所述转折点的输出扭矩;以及

将所述输出扭矩进行比较。

7. 如权利要求6所述的方法,其中,将所述扭矩进行比较包括确定对应于所述目标操作点的输出扭矩是否大于对应于所述转折点的输出扭矩。

8. 如权利要求7所述的方法,其中,控制所述动力系包括:

如果对应于所述目标操作点的输出扭矩大于对应于所述转折点的输出扭矩,则基于所述阈值低马达扭矩来约束所述电机的扭矩;以及

如果对应于所述目标操作点的输出扭矩不大于对应于所述转折点的输出扭矩,则基于所述阈值低马达扭矩来约束所述发动机的扭矩。

9. 如权利要求8所述的方法,其中,所述动力系构造成使得所述发动机的扭矩、所述电机的扭矩、所述输出轴的输出扭矩是直接相关的;并且

其中,约束所述电机的扭矩包括根据基于控制所述输出轴的输出扭矩的上限来控制所述发动机的扭矩。

控制混合动力系的方法

技术领域

[0001] 本公开涉及混合驱动动力系中的 NVH 问题。

背景技术

[0002] 该部分的陈述仅提供与本公开相关的背景信息。因此,这种陈述不构成对现有技术的承认。

[0003] 动力系系统构造成将源自多个扭矩产生装置的扭矩通过变速器装置传递至可以联接到传动系的输出部件。这种动力系系统包括混合动力系系统和电动车辆动力系系统。用于操作这种动力系系统的控制系统能够响应于操作者命令的输出扭矩请求,考虑燃料经济性、排放、可驾驶性和其它因素的情况下操作扭矩产生装置并且在变速器中施加扭矩传递元件以传递扭矩。示例性的扭矩产生装置包括内燃发动机和非燃烧的扭矩机器。非燃烧的扭矩机器可以包括可操作为马达或发电机的电机,以与从内燃发动机输入的扭矩独立地产生至变速器的扭矩输入。扭矩机器可将通过车辆传动系传递的车辆动能转换为可存储在电能存储装置中的电能。控制系统监测来自车辆和操作者的各种输入并提供动力系的操作控制,其包括控制变速器操作状态和换档,控制扭矩产生装置,以及调节电能存储装置和电机之间的电功率交换,从而管理包括扭矩和转速的变速器输出。

发明内容

[0004] 本发明涉及一种用于在从初始操作点至目标操作点过渡期间控制混合动力系的方法,该混合动力系包括发动机、电机、和变速器,所述方法包括:监测非凸数据集中的转折点,所述非凸数据集由低于其则不能发生轰鸣状况的发动机扭矩和轰鸣状况所需要的阈值低马达扭矩所限定;将所述目标操作点与所述转折点比较;以及基于所述目标操作点和所述比较而控制所述动力系。

附图说明

[0005] 现在参考附图,将通过示例描述一个或多个实施例,其中:

图 1 示出了根据本公开的动力系系统,其包括内燃发动机、多模式机电变速器、传动系、和控制器;

图 2 示出了根据本公开的来自示例性动力系的数据,示出为发动机扭矩与输出扭矩域的关系,其显示了可能发生接近零输出扭矩轰鸣和不可能发生接近零输出扭矩轰鸣的区域;以及

图 3 示出了根据本公开的示例性过程。

具体实施方式

[0006] 现在参考附图,其中显示的内容仅用于图示某些示例性实施例,而不是为了对其限制,图 1 示出了包括内燃发动机、多模式机电变速器、传动系、和控制器的动力系系统。图

1 示出了包括内燃发动机(发动机) 14、多模式变速器(变速器) 10、传动系 90、和控制器 5 的多模式动力系系统 100。变速器 10 机械地联接到发动机 14 并且包括第一和第二扭矩机器 56 和 72, 在一个实施例中, 第一和第二扭矩机器 56 和 72 是电动马达 / 发电机。发动机 14 和第一和第二扭矩机器 56 和 72 各产生扭矩, 这些扭矩能够通过变速器 10 传递至传动系 90。

[0007] 发动机 14 可以是任何适当的燃烧装置, 并且包括多缸内燃发动机, 其可选择性地操作在若干状态以借由输入部件 12 传递扭矩到变速器 10 并且可以是火花点火发动机或压缩点火发动机。发动机 14 包括曲轴, 该曲轴操作性地联接到变速器 10 的输入部件 12。旋转速度传感器 11 监测输入部件 12 的旋转速度。由于发动机 14 和变速器 10 之间的输入部件 12 上放置扭矩消耗构件, 例如, 扭矩管理装置, 从发动机 14 输出的功率, 即, 旋转速度和发动机扭矩, 可以与变速器 10 的输入速度和输入扭矩不同。

[0008] 示出的变速器 10 是两模式、混合分离、机电变速器, 其包括三个行星齿轮组 24、26 和 28 以及四个可接合的扭矩传递装置, 即离合器 C1 70、C2 62、C3 73 和 C4 75。也可以采用其它的多模式变速器。如本文所用, 离合器指的是扭矩传递装置, 其能够响应于控制信号而选择性地施加, 并且可以是任何适当的装置, 包括例如单个或复合板离合器或组、单向离合器、带式离合器、以及制动器。液压回路 42 构造成由控制器 5 操作地控制的电驱动的液压泵 17 所供应的加压液压流体来控制每个离合器的离合状态。离合器 C2 62 和 C4 75 是液压施用旋转摩擦离合器。离合器 C1 70 和 C3 73 是液压控制的制动装置, 其可固接到变速器壳体 68。在该实施例中, 离合器 C1 70、C2 62、C3 73 和 C4 75 中的每一个利用液压控制回路 42 所供应的加压液压流体而液压地施加。液压回路 42 由控制器 5 操作地控制, 以便启用和停用前述离合器, 提供液压流体来冷却和润滑变速器的元件, 以及提供液压流体来冷却第一和第二扭矩机器 56 和 72。液压回路 42 中的液压压力可以由使用压力传感器测量、使用车载例程估计、或使用其它适当方法来确定。

[0009] 第一和第二扭矩机器 56 和 72 是三相 AC 马达 / 发电机机器, 每个均包括定子和转子以及相应的解算器 80 和 82。用于每个机器的马达定子固接到变速器壳体 68 的外部部分并且包括定子芯, 其中盘绕电气绕组从所述定子芯延伸。第一扭矩机器 56 的转子被支撑在毂板齿轮上, 该毂板齿轮通过第二行星齿轮组 26 可操作地附连到轴 60。第二扭矩机器 72 的转子固定地附连到套筒轴毂 66。解算器 80 和 82 中的每个都信号地且可操作地连接到变速器功率逆变器控制模块 (TPIM) 19, 且每个都感测并监测解算器转子相对于解算器定子的旋转位置, 因而监测第一和第二扭矩机器 56 和 72 中相应一个的旋转位置。此外, 解算器 80 和 82 所输出的信号可以用于确定第一和第二扭矩机器 56 和 72 的旋转速度。

[0010] 变速器 10 包括输出部件 64, 例如轴, 其可旋转地连接到传动系 90, 以将输出功率提供给传动系 90, 输出功率被传递到车轮 93, 车轮 93 中的一个在图 1 中被示出。输出部件 64 处的输出功率以输出旋转速度和输出扭矩的形式被表征。变速器输出速度传感器 84 监测输出部件 64 的旋转速度和旋转方向。车轮 93 中的每一个优选设有传感器 94, 该传感器 94 适于监测轮速以确定车辆速度、绝对和相对轮速, 以用于制动控制、牵引控制和车辆加速管理。

[0011] 由于从燃料或存储在电能存储装置 (ESD) 74 中的电势的能量转化, 来自于发动机 14 的输入扭矩和来自于第一和第二扭矩机器 56 和 72 的马达扭矩被产生。ESD 74 通过 DC

传递导体 27 而高压 DC 联接到 TPIM 19。传递导体 27 包括接触器开关 38。当接触器开关 38 被闭合时,在正常操作下,电流可在 ESD 74 和 TPIM 19 之间流动。当接触器开关 38 打开时,在 ESD 74 和 TPIM 19 之间的电流流动被中断。TPIM 19 优选包括一对功率逆变器以及相应马达控制模块,马达控制模块构造成接收扭矩命令并且由此控制逆变器状态,用于提供马达驱动或再生功能以满足马达扭矩命令。功率逆变器包括互补三相功率电子器件装置,且每个包括多个绝缘栅双极晶体管,用于将来自于 ESD 74 的 DC 功率转换为 AC 功率,用于通过在高频下切换来驱动第一和第二扭矩机器 56 和 72 的相应一个。绝缘栅双极晶体管形成开关模式功率供应,其配置成接收控制命令。三相电机中每个的每相包括一对绝缘栅双极晶体管。绝缘栅双极晶体管的状态被控制以提供马达驱动机械功率产生或电功率再生功能。三相逆变器通过 DC 传递导体 27 接收或供应 DC 电功率并且将其转变为三相 AC 功率或从三相 AC 功率转变,所述三相 AC 功率分别通过传递导体 29 和 31 传递到第一和第二扭矩机器 56 和 72 或者从第一和第二扭矩机器 56 和 72 传递,用于作为马达或发电机操作。

[0012] TPIM19 响应于马达扭矩命令通过一对功率逆变器和相应的马达控制模块将电功率传递至第一和第二扭矩机器 56 和 72 以及从第一和第二扭矩机器 56 和 72 传递电功率。根据 ESD 74 是在被充电还是在放电来向 ESD 74 传递电流或从 ESD74 传递电流。

[0013] 控制器 5 通过通信链路 15 信号地并且操作地连接到动力系统系统 100 中的各个致动器和传感器,以监测和控制动力系统系统 100 的操作,包括合成信息和输入、并且执行例程以控制致动器来满足涉及燃料经济性、排放、性能、可驾驶性能和硬件(包括 ESD 74 以及第一和第二扭矩机器 56 和 72 的电池)保护的的控制目标。控制器 5 是整个车辆控制架构的子集,并提供动力系统系统 100 的协调系统控制。控制器 5 可以包括分布式控制模块系统,其包括独立的控制模块,包括监管控制模块、发动机控制模块、变速器控制模块、电池组控制模块、和 TPIM19。用户接口 13 优选信号地连接至多个装置,车辆操作者通过所述多个装置指示和命令动力系统系统 100 的操作。装置优选包括加速踏板 113、操作者制动踏板 112、变速器档位选择器 114 (PRNDL)和车辆速度巡航控制。变速器档位选择器 114 可具有离散数量的操作者可选择位置,包括输出部件 64 的旋转方向,以使得能够启用前进和后退方向中的一个。用户接口 13 可包括如图所示的单个装置,或者可包括直接连接到独立的控制模块的多个用户接口装置。

[0014] 前述控制模块通过通信链路 15 与其它控制模块、传感器和致动器通信,该通信链路 15 实现各个控制模块之间的结构化通信。具体的通信协议是与应用相关的。通信链路 15 和合适的协议提供在前述控制模块和其它控制模块之间的稳定消息传递和多种控制模块接口,提供包括例如防抱死制动、牵引控制和车辆稳定的功能。多个通信总线可以用于改善通信速度,并且提供了某种程度的信号冗余和完整性,包括直接链路和串行外设接口(SPI)总线。还可使用无线链路(例如,短距离无线广播通信总线)来实现独立的控制模块之间的通信。也可以直接连接独立的装置。

[0015] 控制模块、模块、控制、控制器、控制单元、处理器及类似的术语意味着下列项中的一个或多个的任意恰当的一种或各种组合:专用集成电路(ASIC)、电子电路、执行一种或多种软件或固件程序的中央处理单元(优选为微处理器)和相关联的存储器和存储装置(只读、可编程只读、随机存取、硬盘等)、组合逻辑电路、输入/输出电路和设备、恰当的信号调节和缓冲电路、及提供所述功能的其它适当构件。软件、固件、程序、指令、例程、编码、算法

以及类似术语指的是任何控制器可执行指令组,包括校准和查询表。控制模块具有一组控制例程,这些例程被执行以提供期望的功能。可以通过例如中央处理单元来执行例程,并且可操作以监测来自传感设备和其它联网控制模块的输入,并且执行控制和诊断例程从而控制致动器的操作。例程可以规则的时间间隔执行,例如在进行中的发动机和车辆操作期间每 3.125、6.25、12.5、25 和 100 毫秒。可替代地,例程可以响应事件的发生而执行。

[0016] 动力系系统 100 构造成操作在若干状态之一,这些状态可以用发动机状态来描述,包括发动机开启状态(ON)和发动机关闭状态(OFF)之一,并且变速器档位包括固定档位、可变档位(EVT)和空档模式,如表 1 所示。

表 1

描述	发动机状态	变速器档位	施加的离合器	
M1_Eng_Off	关闭	EVT 模式 1	C1 70	
M1_Eng_On	开启	EVT 模式 1	C1 70	
G1	开启	固定齿轮比 1	C1 70	C4 75
G2	开启	固定齿轮比 2	C1 70	C2 62
M2_Eng_Off	关闭	EVT 模式 2	C2 62	
M2_Eng_On	开启	EVT 模式 2	C2 62	
G3	开启	固定齿轮比 3	C2 62	C4 75
G4	开启	固定齿轮比 4	C2 62	C3 73
空档	开启/关闭	空档	—	

[0017] 表 1 中示出的变速器档位指示了每个档位所具体施加的离合器 C1 70、C2 62、C3 73、和 C4 75。为了该描述的目的,当发动机状态为关闭时,发动机输入速度等于 0RPM,即,发动机曲轴不旋转。固定档位操作提供了变速器 10 的输入-输出速度的固定比操作。响应于由用户接口 13 捕获的借由加速踏板 113、制动踏板 112 和变速器档位选择器 114 的操作者输入,控制模块 5 确定扭矩命令以控制扭矩致动器(包括发动机 14 以及第一和第二扭矩机器 56 和 72)从而满足在输出部件 64 处用于传递到传动系 90 的输出扭矩请求。

[0018] 诸如在图 1 中示出的混合动力系是复杂的机械系统。示出的离合器中的每一个包括一对轴,该一对轴能够通过轴传递反作用扭矩。接合的离合器能够沿第一方向传递正扭矩或者沿与第一方向相反的第二方向传递负扭矩。当通过离合器传递的扭矩从一个方向改变为另一个方向时,能够发生称为冲击的情况。在一些情况下,冲击对于车辆的乘客来说是不能感知的。在其它情况下,冲击产生驾驶性问题,产生能够察觉的车辆不平稳加速或者其它驾驶性能降低或噪声、振动和声振粗糙(NVH)问题。关于冲击的一种特定类型的 NVH 问题被称为轰鸣。在造成轰鸣的情况下,能够从变速器听到可觉察的隆隆声。冲击能够由于经历冲击的锁定离合器产生。冲击也可以发生在齿轮、行星齿轮组、以及在扭矩反转时可能经历游隙或构件碰撞在一起的啮合在一起的任何金属构件中。本文中公开的方法适用于包括锁定的离合器的情况。然而,所提供的示例是非限制性示例,并且在其它动力系构件中产生冲击的类似的参数设定可以根据本公开被类似地限定和控制,以避免冲击和相关联的不

期望的动力系状况,诸如轰鸣。

[0019] 通过建模、测试、和 / 或校准,造成轰鸣的状况可以被映射,并且导致轰鸣的相关值的范围可以被限定。以此方式,通过避免或最小化在导致轰鸣的范围内操作,可以减小或消除轰鸣。

[0020] 在类似于图 1 的示例性构造的变速器中,当以下五种状况全部同时发生时,可以识别发生了轰鸣:1)图 1 的示例性实施例的变速器轴 64 的输出速度必须存在于识别出的最小输出轴速度和识别出的最大输出轴速度之间;2)发动机速度必须存在于识别出的最小发动机速度和识别出的最大发动机速度之间;3)离合器必须接合在导致轰鸣的离合器状态;4)发动机扭矩必须高于导致轰鸣的最小发动机扭矩;以及 5)马达扭矩必须落在阈值马达扭矩范围之内,例如,由情况 $T_{mMinGrowl} < T_m < T_{mMaxGrowl}$ 所表达的。根据一个实施例,该范围被校准为 $-10 \text{ N}\cdot\text{m} < T_m < 10 \text{ N}\cdot\text{m}$ 。在示例性变速器中,所有这些情况必须同时存在,使得轰鸣发生。对于其它变速器可以识别能够造成轰鸣的其它情况,并且对于其它变速器可以类似地识别导致轰鸣的临界值范围。本文中提供的导致轰鸣的情况是示例性的,并且该公开不应限制于本文所提供的特定示例。

[0021] 这五个示例性范围中的一些控制参数可以被控制以便得到期望的车辆操作。例如,对于期望的车辆速度,图 1 中的变速器和电机的使用可以被改变,以控制发动机速度。以此方式,可以基于期望的车辆操作和基于避免发动机速度进入可能发生轰鸣的范围来控制发动机速度。类似地,可以基于避免可能产生轰鸣的范围来控制发动机扭矩和马达扭矩或者控制每一个扭矩产生装置的扭矩占比。其它的参数不能基于避免轰鸣来控制。输出速度直接与车辆的速度有关。防止车辆以操作者的期望速度行进的任何策略不可能被接受。变速器中的离合器状态可以基于避免轰鸣来改变或不可以基于避免轰鸣来改变。

[0022] 在静态情况下根据静态期望情况来操作动力系允许动力系的控制器控制各个动力系构件的占比或者操作设定,以避免导致轰鸣的范围。动力系会受到变化的操作者命令和变化的操作情况。驾驶员可能产生急加速情况,其中,踏板被快速压下,指示在动力系的请求输出扭矩中的快速增加的命令。驾驶员可能产生急减速情况,其中,踏板被快速释放或被允许返回到未压下位置,指示在请求输出扭矩中的快速减小的命令。类似地,道路可能呈现平坦表面、上坡表面或下坡表面。在道路表面变化过程中的静态输出扭矩将改变车辆的操作。以恒定输出扭矩经过从水平到上坡的道路表面将造成车辆减速。驾驶员或诸如巡航控制系统的自动系统可以预先或响应于道路表面的变化而增加输出扭矩命令。变速器的控制器可以基于变化的速度或扭矩来产生请求以改变齿轮设定。道路表面还可以带坡度转弯。除了道路表面之外,其它操作情况也可以产生动力系操作的变化。强的顶风或逆风都可以改变车辆的操作情况。靠近大的卡车能够造成车辆操作的空气动力学的变化。打滑或湿的道路能够改变车辆对于给定的输出扭矩的操作,或者改变驾驶员对特定状况的反应。

[0023] 踏板位置的改变或者车辆操作情况的改变能够造成动力系的瞬时操作从初始操作变为目标或期望操作。根据操作动力系的一个方法,基于踏板位置和车辆的操作情况,可以估计车辆的目标操作状态。该车辆的目标操作状态可以用于确定动力系的不同构件的目标操作值。可以确定并规划变速器的齿轮状态的改变。可以基于实现车辆的目标操作状态来规划发动机速度和扭矩的改变以及马达速度和扭矩的改变。

[0024] 数据集可以是凸的数据集。在凸的数据集中,在数据集中的任何两点之间可以画

一线段,并且沿着该线在两点之间的过渡总是不离开该数据集。示例性的凸数据集可以是圆、椭圆或矩形。数据集可以是非凸的数据集。在非凸数据集中,在点之间所画的线段的一部分将在数据集之外,或者线段将完全被数据集所包含。示例性非凸数据集可以是类似月牙的形状。对于各自位于月牙的两个尖端上的两个点来说,在这两个点之间画的线段的一部分将不被月牙所包含,而是将横穿月牙的空的部分。在包括从非凸数据集中的一个点过渡到非凸数据集中的另一个点的系统中的过渡中,控制方法需要考虑初始点的位置和目标点的位置,以便命令期望数据集的一致的过渡。这种一致的过渡实现目标点而不会在过渡期间离开非凸集合。考虑了初始点和目标点以便与非凸数据集一致的控制方法能够约束或限制控制过渡的参数,以影响期望的一致过渡。这种控制方法可以用于避免不期望的动力系情况,其中,动力系情况由一组要求的参数以及一个数据集来限定,其中,每个要求的参数具有禁止的范围,数据集描述了两个要求的参数之间的边界以及可能发生轰鸣的区域,其中,数据集是非凸数据集。根据一个控制方法,关于初始操作点和目标操作点的信息可以用于将非凸数据集分割或划分为两个或更多的凸数据集,并且多个凸集合可以用于在凸集合之一中控制过渡,并且改善在凸集合中控制的简单性。

[0025] 图 2 示出了来自示例性动力系的数据,示出为发动机扭矩与输出扭矩域的关系,其显示了可能发生接近零输出扭矩轰鸣和不可能发生接近零输出扭矩轰鸣的区域。示出了数据图线 200。横轴 202 示出了增加的输出扭矩,纵轴 204 示出了增加的发动机扭矩。线 220 示出了传递通过离合器的反作用扭矩和将扭矩传递到离合器的马达的相应的马达扭矩等于零的线。箭头 228 示出了从零区域增加的马达扭矩。箭头 226 示出了从零区域降低或沿负方向增加的马达扭矩。线 222 和 224 限定了通过离合器的马达扭矩和反作用扭矩在阈值低区域或者扭矩的绝对值低于阈值的区域。基于当马达扭矩低于该阈值时可能发生轰鸣来选择由 222 和 224 限定的该区域 240,并且区域 240 示出了应该被避免以防止轰鸣的发生的操作。根据一个实施例,与线 220 相距 ± 10 牛米的值被用来限定区域 240。线 230 示出了能够发生轰鸣的最小发动机扭矩。因为发动机扭矩和马达扭矩都必须在导致轰鸣的区域内才能够发生轰鸣,因此当发动机的操作低于由线 230 限定的阈值发动机扭矩时,不要求基于马达扭矩的限制。阴影区域 210 示出了半平面,在该示例中假设初始操作点存在于马达扭矩为正并且在区域 240 之外的部分。阴影区域 210 示出了非凸数据集,其中,动力系的操作可以在不会发生轰鸣的情况下进行。在由阴影区域 210 所表示的特定数据集中,转折点 260 可以用于划分非凸数据集,基于初始点和目标点与转折点 260 的关系来辨别适当的控制命令,以便与阴影区域 210 相符。在一个实施例中,可以基于初始点和目标点各存在于转折点的左侧或右侧来使用控制方法,产生阴影区域 210 在转折点 260 的左侧和右侧的划分所限定的两个控制区域。在示出的数据中,由阴影区域 210 表示的非凸数据集具有单个的转折点 260,其限定了哪些点能够由直线段连接以及哪些点不能够由直线段连接。在更复杂的数据集中,其中,限定哪些点可以由直线段连接以及哪些点不能够由直线段连接的非凸数据集的区域是曲线或者包括多个转折点,在数据集内可以限定更多个区域,或者数据集的边界中的转折点可以被选择来限定区域,在这些区域中,代表初始点和目标点之间的一致控制的线可以被限定。在图 2 的示例性数据集中,可以通过转折点 260 的竖直线来划分阴影区域 210。在更为复杂的形状中,可以基于利用数据集来限定一致的过渡来类似地选择斜线或水平线。根据半平面的限定简化了控制方法的操作,在该示例中,控制基于初始

马达扭矩是否为正。假设马达扭矩初始为负的类似的半平面可以类似地被限定。如果对应于负马达扭矩的半平面得到的数据集是凸数据集,则不需要确定数据集的转折点或导致的区域。如果对应于负马达扭矩的半平面得到的数据集是非凸数据集,则本文中公开的方法可以用于确定与非凸数据集相符的过渡的命令。可以确定根据整个控制平面的控制。所得到的数据集可以是复杂的,基于初始点和目标点与数据集的关系限定区域。然而,这种复杂的控制平面将是不必要复杂的。当初始点在阴影区域 210 中时,由图 2 所示的半平面控制以及相关的论述可以被应用。

[0026] 很多的发动机反应时间将是相对慢的。例如,基于改变空气节气门位置和燃料流率的控制可能要若干燃烧循环来产生效果。通过发动机的正常控制来改变动力系操作可以被认为是使用慢致动器来控制动力系。马达的反应时间相对快得多。并且,通过改变火花正时,例如,通过降低气缸的功输出的效率,可以影响快的发动机反应,从而快速降低发动机的扭矩输出。通过马达命令或通过改变火花正时来改变动力系操作可以被认为是使用快致动器来控制动力系。示出了示例性的初始操作点 250。在基于改变的输入而开始动力系的过渡之后,系统的反应可以基于估计的过渡目标操作点来控制。如果目标点在转折点 260 的右侧,初始点 250 和目标点在转折点 260 的同一侧,过渡可以被控制成似乎这些点在凸数据集内,因为在阴影区域 210 中的转折点 260 右侧的任意两点之间可以画一直线。如果目标点在转折点 260 的左侧,可以根据由阴影区域 210 表示的非凸数据集以及从初始点 250 至目标点的不受控制的过渡可能穿过有可能发生轰鸣的区域 240 的可能性来控制特定的反应。可以设想在任一区域内的过渡的各种受控的反应。

[0027] 图 3 示出了根据本公开的示例性过程。提供表 1 作为图 3 的过程 300 的关键字,其中数字标记框及相应的功能如下所述。

表 2	
框	框内容
302	给定 Ne, No, 离合器状态, 能发生轰鸣吗?
304	正常的动力系操作
306	根据 Ne 来计算 TeGrowlThreshold
308	计算拐角点处的 To
310	ToMinForTeConstraints > 拐角点处的 To?
312	对 Te 施加最大限值 设定 TeMax=TeGrowlThreshold 保留 TbMin=来自 MCP 的 TbMin
314	设定 TbMin=TbMinGrowl
316	包括过程之前设定的限值, 使用现有的系统约束函数

[0028] 过程 300 根据与图 2 的数据类似的数据集来实现控制,并且还假定初始点已知为在图 2 所示的拐角点的右侧而开始。过程 300 在框 302 开始,在框 302 中,发动机速度

Ne、输出速度 No 以及离合器状态被检查,以查看所有这三个参数是否在能够发生轰鸣的范围内。如果这三个中的任意一个不使得能够发生轰鸣,则过程跟随箭头 322,并且在框 304 中,动力系正常操作。如果所有三个参数使得根据这些参数能够发生轰鸣,则过程跟随箭头 320。在框 306,确定阈值发动机扭矩(TeGrowlThreshold),在该阈值发动机扭矩之下不会发生轰鸣。根据一个实施例,该阈值可以根据发动机速度来确定。在框 308,监测 TeGrowlThreshold 和其它的变量 324,基于发动机扭矩、输出扭矩和马达扭矩来描述何处可能发生轰鸣的非凸数据集被确定、从存储器读取或者以其它方式被访问,识别数据集中的拐角点,并且确定拐角点处的变速器的输出轴的扭矩 To。在框 310,所确定的目标点的 To 值(ToMinForTeConstraints)与拐角点的 To 进行比较。如果 ToMinForTeConstraints 的值大于拐角点处的 To,或者在根据图 2 的图线的拐角点的右侧,则过程跟随箭头 328 至框 314。如果 ToMinForTeConstraints 不大于拐角点处的 To,或者在根据图 2 的图线的拐角点的左侧,则过程跟随箭头 326 至框 312。在框 314 中,马达扭矩被约束,使得马达扭矩不被允许落在靠近零马达扭矩的阈值范围内。根据图 2,这将约束马达扭矩,使得马达扭矩不能够小于某个正的校准值(该约束在图 2 中由区域 240 示出,相关联的阈值由零马达扭矩线来限定)。在诸如图 2 所示看的某些变速器构造中,马达扭矩和发动机扭矩直接相关。图 2 上的单个操作点限定发动机扭矩、输出扭矩、以及马达扭矩。通过约束马达扭矩,发动机扭矩也被约束保持在线 224 之下,线 224 作为发动机扭矩的上边界。

[0029] 作为快致动器,马达可以对命令快速反应,以保持在线 224 之上,并且避免发生轰鸣。在框 312,对 Te 进行约束,使得 Te 不能够超过 TeGrowlThreshold。根据一个实施例,使用发动机的火花正时作为快致动器,如果 Te 初始高于 TeGrowlThreshold,则 Te 可以被快速控制以到达并且保持在阈值之下。在框 316,在过渡期间提供控制的示例性方法采用在框 312 或 314 中产生的约束。根据一个实施例,过程 300 的约束被用来超驰(override)在过渡期间控制动力系的现有系统的约束函数中使用的一些输入。图 3 的过程的优点是简单改变现有约束,而不是完全超驰根据发动机的操作校准的复杂约束和要求对于过渡产生全新一组控制计算。

[0030] 可以基于过渡开始、马达扭矩的图线等于零线时的阈值发动机扭矩来动态地确定关于轰鸣的特定方法中所使用的数据集、马达扭矩和相关联的最小马达扭矩区域、以及低于其轰鸣不能发生的阈值发动机扭矩。这种数据集可以替代性地存储在存储器或压缩为数学函数,使得可以容易地调用或者创建数据集,以便当动力系过渡开始时立即使用。类似地,由一组参数限定的不期望的动力系构造所对应的任何动力系参数的数据集以及每个集合的禁止的范围可以被产生或调用以便在本文公开的方法中使用,以避免不期望的动力系情况。

[0031] 本公开已经描述了某些优选实施例及其改型。在阅读和理解本说明书的情况下可以进行其它改型和替代。因此,本发明不限于作为用于实现本公开的最佳模式而公开的一个(多个)具体实施例,而是本公开将包括落入所附权利要求范围内的所有实施例。

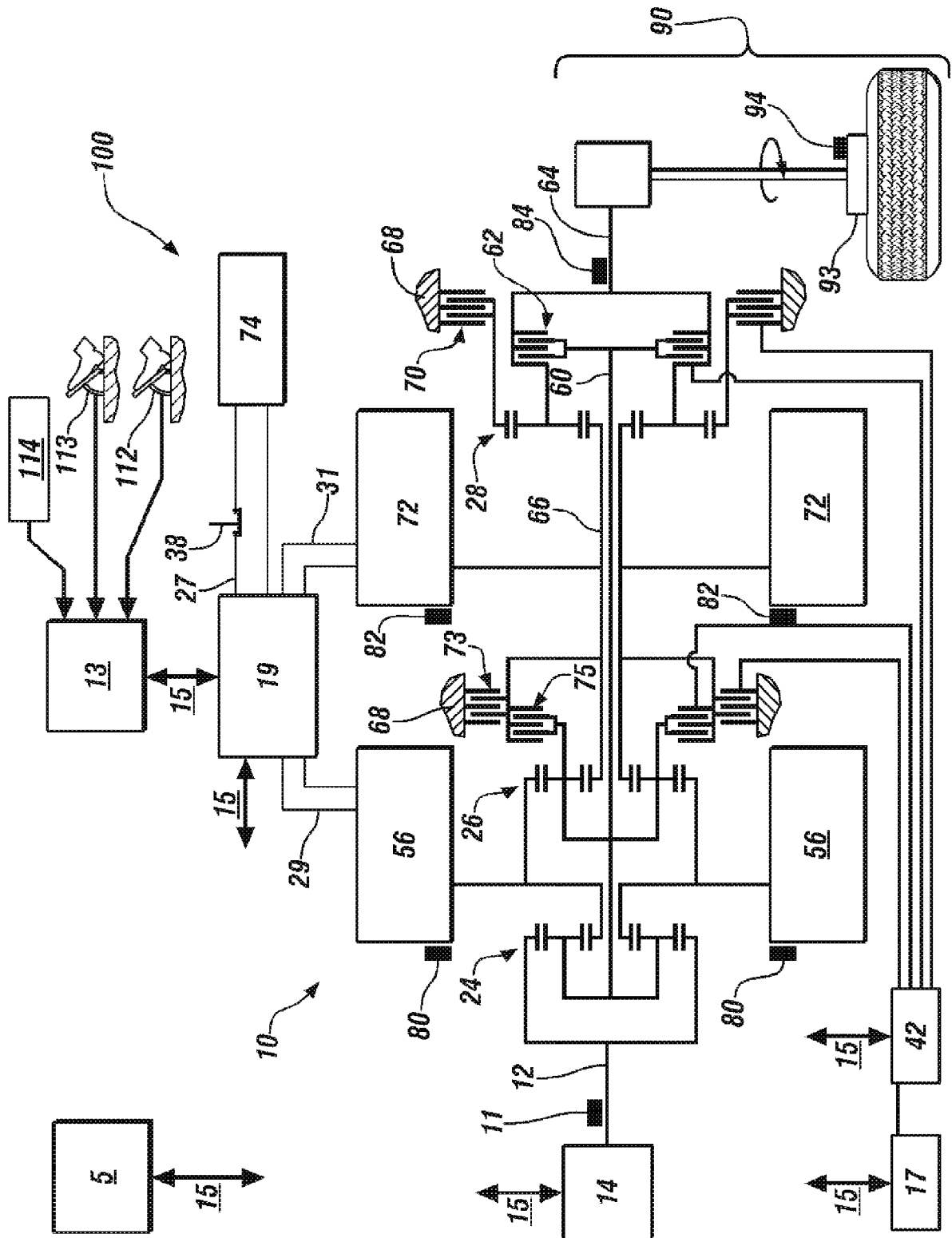


图 1

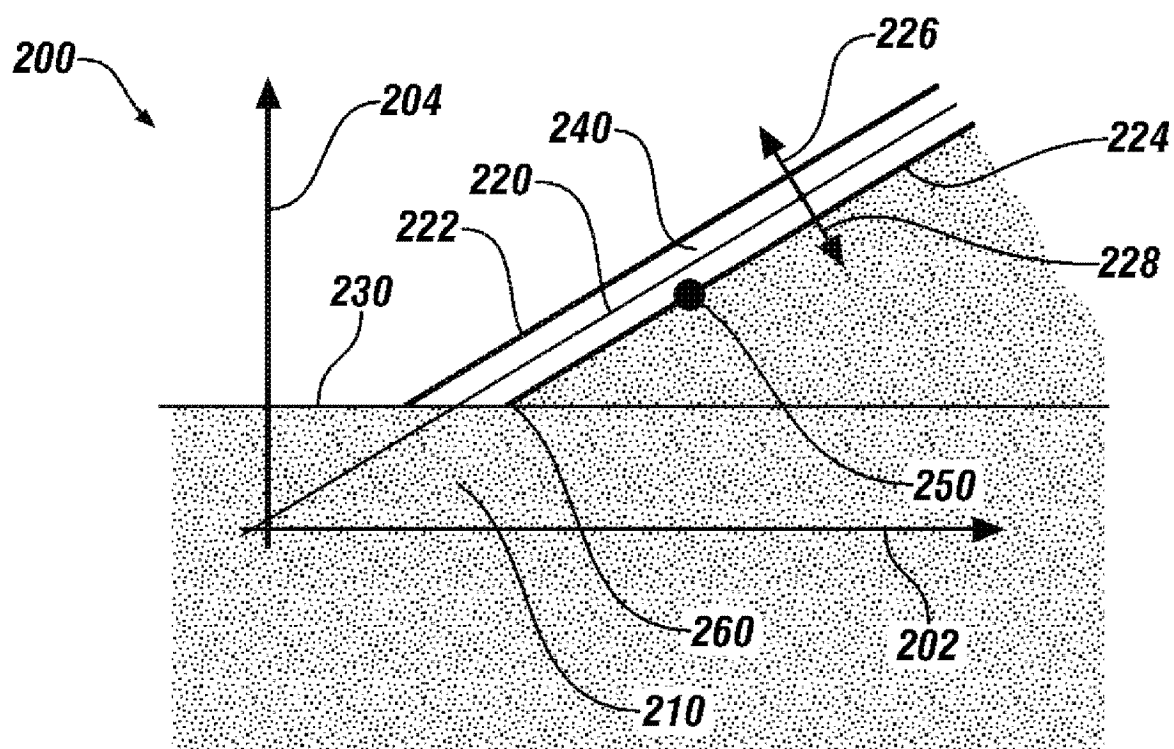


图 2

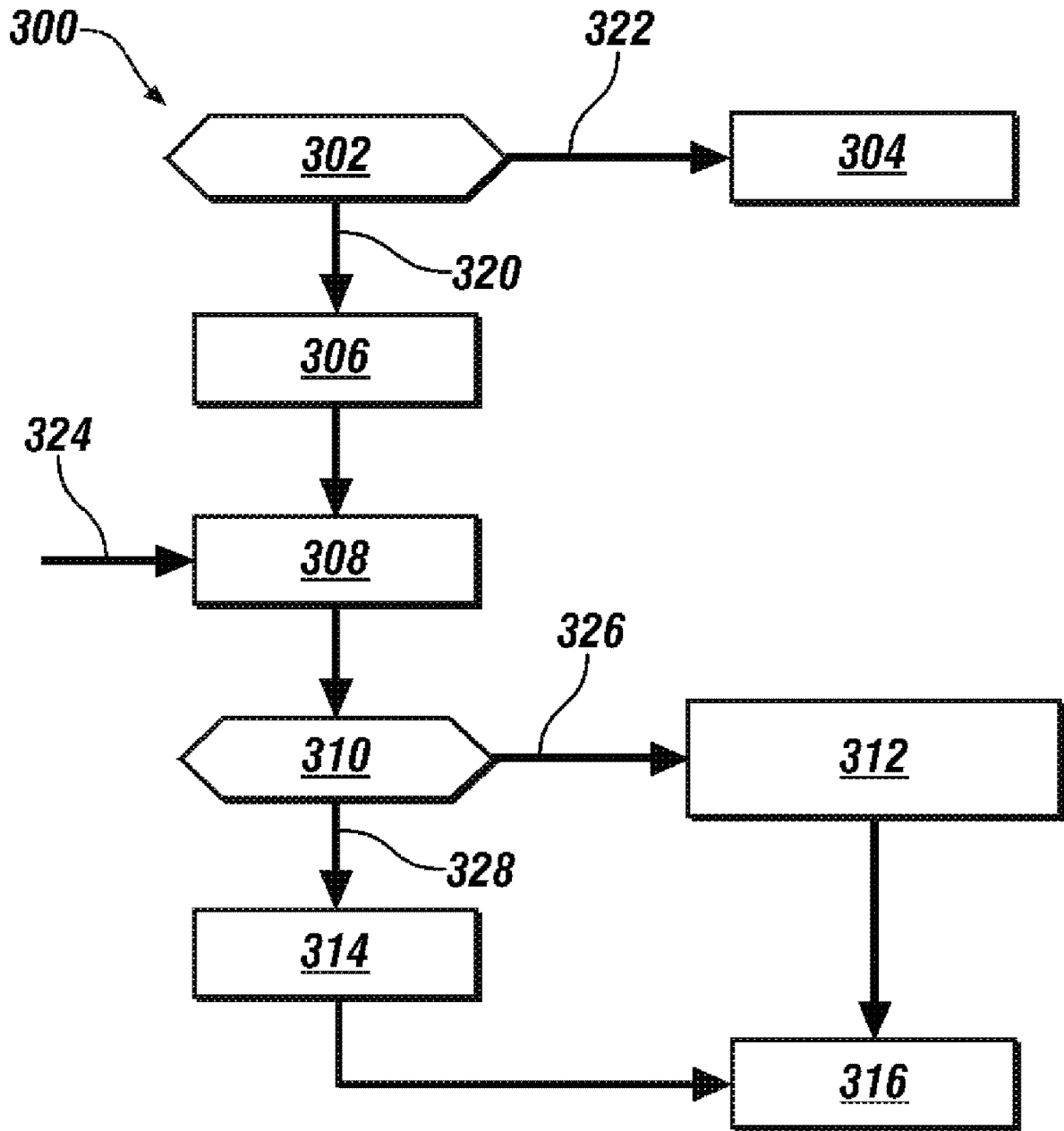


图 3