



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102220914 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 30

(21) 申请号 201110093480. 7

(22) 申请日 2011. 04. 14

(30) 优先权数据

12/759898 2010. 04. 14 US

(73) 专利权人 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 J. 韩 L. 王 G. 塔麦

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 原绍辉

(51) Int. Cl.

F02D 41/14(2006. 01)

(56) 对比文件

GB 2173925 A, 1986. 10. 22, 全文.

US 4742462, 1988. 05. 03, 全文.

US 2004/0149247 A1, 2004. 08. 05, 全文.

US 2005/0229889 A1, 2005. 10. 20, 全文.

审查员 吴雨亭

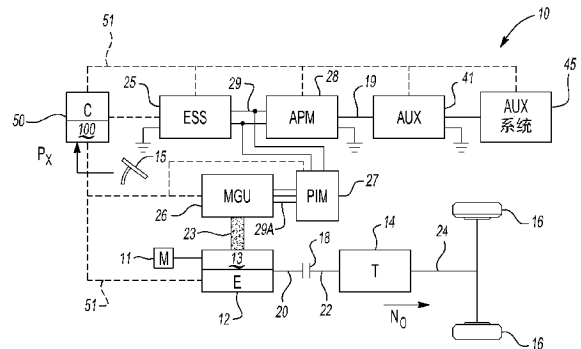
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

多阶段发动机停止位置控制

(57) 摘要

本发明涉及多阶段发动机停止位置控制。具体地,提供了一种用于在车辆中控制发动机停止位置的方法,该车辆具有带自动停止/自动启动功能的发动机。该方法包括:在自动停止事件开始时自动地渐变降低发动机转速;在发动机转速开始降低时执行对发动机的闭环速度控制,且只要在降低发动机转速时该发动机转速保持高于阈值发动机转速就一直持续执行;一旦发动机转速小于阈值发动机转速但大于零,就执行对发动机的闭环位置控制,同时渐变降低发动机转速;以及将曲轴停在目标发动机停止位置的经校准的范围内。还提供一种控制器,该控制器包括硬件模块和用于执行上述方法的算法。还提供一种车辆,该车辆具有带自动停止/启动功能的发动机和上述控制器。



1. 一种用于在车辆中控制发动机停止位置的方法,所述车辆具有带自动停止 / 自动起动功能和曲轴的发动机、具有变速器状态的变速器以及比例积分控制器,所述方法包括:

在自动停止事件开始时自动地渐变降低发动机转速;

当所述发动机转速渐变降低时执行对所述发动机的闭环速度控制,并且只要所述发动机转速保持高于阈值发动机转速,就一直持续执行;

当检测到预定条件时,执行对所述发动机的闭环位置控制,同时渐变降低所述发动机转速;以及

将所述发动机的所述曲轴停在目标发动机停止位置的经校准的范围内;

其中,所述闭环速度控制和闭环位置控制由比例积分控制器执行,在从闭环速度控制转变到闭环位置控制时,将所述比例积分控制器的 I 项设置为至少变速器状态和车速的函数。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,还包括:一旦所述发动机转速等于零,就切换回对所述发动机的闭环速度控制。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述预定条件包括以下中的一个:所述发动机转速小于所述阈值发动机转速并且大于零;以及发动机姿态位置经过经校准的触发位置。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,还包括:

计算所述曲轴的变化角度值;以及

在所述闭环位置控制期间,使用所述发动机的所述变化角度值作为闭环反馈变量。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,还包括:

当所述发动机被停止时确定退出条件集是否存在;以及

只有在所述退出条件集存在时,才从闭环位置控制转变到闭环速度控制。

6. 一种用于在车辆上使用的比例积分控制器,所述车辆具有变速器以及带曲轴和自动停止 / 自动起动功能的发动机,所述比例积分控制器包括硬件模块和算法,适用于在自动停止事件期间控制所述发动机的曲轴转动位置,其中,所述算法适用于:

在自动停止事件开始时自动地渐变降低发动机转速;

当所述发动机转速开始渐变降低时执行对所述发动机的闭环速度控制,并且只要在渐变降低所述发动机转速时所述发动机转速保持高于阈值发动机转速,就一直持续执行;

当检测到预定条件时,执行对所述发动机的闭环位置控制,同时渐变降低所述发动机转速;以及

将所述曲轴停在目标发动机停止位置的经校准的范围内;

其中,在从闭环速度控制转变到闭环位置控制时,将所述比例积分控制器的 I 项设置为至少变速器状态和车速的函数。

7. 根据权利要求 6 所述的的比例积分控制器,其中,所述算法还适用于:一旦所述发动机转速等于零,就切换回对所述发动机的闭环速度控制。

8. 根据权利要求 6 所述的的比例积分控制器,其中,所述预定条件包括以下中的一个:所述发动机转速小于所述阈值发动机转速并且大于零;以及发动机姿态位置经过经校准的触发位置。

9. 根据权利要求 6 所述的的比例积分控制器,其中,所述算法还适用于:

计算所述曲轴的变化角度值;以及

在所述闭环位置控制期间,使用所述发动机的所述变化角度值作为闭环反馈变量。

10. 根据权利要求 6 所述的比例积分控制器,其中,所述算法还适用于:

当所述发动机被停止时确定退出条件集是否存在;以及

只有在所述退出条件集存在时,才从闭环位置控制转变到闭环速度控制。

11. 一种车辆,包括:

带曲轴和自动起动/自动停止功能的发动机;

具有变速器状态的变速器;以及

比例积分控制器,其适用于在自动停止事件期间控制所述发动机的曲轴转动位置,其中所述比例积分控制器与所述发动机通信,所述比例积分控制器包括硬件模块和算法,所述算法适用于:

在自动停止事件开始时自动地渐变降低发动机转速;

在所述发动机转速开始渐变降低时执行对所述发动机的闭环速度控制,并且只要在渐变降低所述发动机转速时所述发动机转速保持高于阈值发动机转速,就一直持续执行;

在检测到预定条件时,执行对所述发动机的闭环位置控制,同时渐变降低所述发动机转速;以及

将所述曲轴停在目标发动机停止位置的经校准的范围内;

其中,所述闭环速度控制和闭环位置控制由比例积分控制器执行,在从闭环速度控制转变到闭环位置控制时,将所述比例积分控制器的 I 项设置为至少变速器状态和车速的函数。

12. 根据权利要求 11 所述的车辆,其中,所述算法还适用于:一旦所述发动机转速等于零,就切换回对所述发动机的闭环速度控制。

13. 根据权利要求 12 所述的车辆,其中,所述预定条件包括以下中的一个:所述发动机转速小于所述阈值发动机转速并且大于零;以及发动机姿态位置经过经校准的触发位置。

14. 根据权利要求 12 所述的车辆,其中,所述算法还适用于:

计算所述曲轴的变化角度值;以及

在所述闭环位置控制期间,使用所述发动机的所述变化角度值作为闭环反馈变量。

15. 根据权利要求 12 所述的车辆,其中,所述算法还适用于:

当所述发动机被停止时确定退出条件集是否存在;以及

只有在所述退出条件集存在时,才从闭环位置控制转变到闭环速度控制。

多阶段发动机停止位置控制

技术领域

[0001] 本发明涉及在具有发动机自动停止 / 自动起动功能的车辆中对发动机的控制。

背景技术

[0002] 混合动力电动车 (HEV) 单独地或一起地使用不同车载能量源来优化燃料经济性。具有完整混合动力系的 HEV 可以使用用于推进的内燃发动机和高电压 (HV) 能量存储系统 (ESS) 中的任一个或两者。一个或多个 HV 电动机 / 发电机单元 (MGU) 可以交替地从 ESS 吸取功率和向 ESS 提供功率。通过对比, 轻度 (mild) HEV 通常不能通过电动方式推进, 但仍然保留了全 (full) HEV 的某些节省燃料的动力系设计特征。例如, 轻度 HEV 能够有选择地在车辆静止时关闭和重新启动它的发动机, 从而相对传统车辆设计减少了怠速燃料消耗。

发明内容

[0003] 因此, 此处提供了一种用于在具有发动机自动起动 / 自动停止功能的车辆中使用的方法。执行此处所述的方法将发动机精确定位在目标停止位置的经校准的范围内, 所述目标停止位置即发动机曲轴的期望曲轴转动角度 (cranking angle)。这进而又可能有助于改善给定发动机的自动起动 / 停止循环的曲轴转动和起动阶段的平顺性, 这部分地通过减少所需要的加快旋转 (spin-up) 的压缩扭矩以及通过缩短同步时间来进行。该方法可被体现为算法。该算法可被编程到车载控制器中并且响应于某些车辆操作值和条件而由车载控制器自动执行。

[0004] 特别地, 提供了一种在具有带自动停止 / 自动起动功能的发动机的车辆中使用的用于控制发动机停止位置的方法。该方法包括在自动停止事件开始时自动地渐变降低发动机转速, 然后当发动机转速开始渐变降低时执行对发动机的闭环速度控制。在转速渐变降低阶段期间, 只要发动机转速保持高于经校准的阈值发动机转速, 就一直维持闭环速度控制。该方法包括: 当检测到预定条件时, 例如, 一旦发动机转速小于阈值发动机转速但仍不为零、和 / 或当发动机姿态 (profile) 位置经过经校准的触发位置时, 执行对发动机曲轴的闭环位置控制。将发动机停在落入目标发动机停止位置或角度的经校准范围内的曲轴转动角度或停止位置处。

[0005] 还提供了一种用于具有自动停止 / 自动起动功能的车辆的控制器。该控制器包括硬件模块和算法, 该算法可经由该硬件模块执行。当执行该算法时, 发动机的曲轴转动位置在自动停止事件期间被控制, 使得曲轴停在上述目标停止位置的经校准的范围内。

[0006] 还提供了一种具有上述控制器和算法的车辆。该车辆包括带自动起动 / 自动停止功能的发动机, 以及适用于在自动停止事件期间控制发动机的曲轴转动位置的控制器。所述算法在自动停止事件开始时自动地渐变降低发动机转速, 并且在发动机转速开始渐变降低时执行对发动机的闭环速度控制, 只要发动机转速保持高于阈值就一直这样执行。所述算法还适用于在检测到预定条件时执行对发动机的闭环位置控制同时渐变减低发动机转速, 以及适用于将发动机停在目标发动机停止位置的经校准范围内。在不背离本发明预期

范围的情况下,也可以使用除发动机转速之外的其他因素作为阈值,其可与发动机转速一起使用或代替它来使用,例如轨迹值或变化的曲轴转动角度。

[0007] 本发明还包括以下方案:

[0008] 方案 1. 一种用于在车辆中控制发动机停止位置的方法,所述车辆具有带自动停止/自动起动功能和曲轴的发动机,所述方法包括:

[0009] 在自动停止事件开始时自动地渐变降低发动机转速;

[0010] 当所述发动机转速渐变降低时执行对所述发动机的闭环速度控制,并且只要所述发动机转速保持高于阈值发动机转速,就一直持续执行;

[0011] 当检测到预定条件时,执行对所述发动机的闭环位置控制,同时渐变降低所述发动机转速;以及

[0012] 将所述发动机的所述曲轴停在目标发动机停止位置的经校准的范围内。

[0013] 方案 2. 根据方案 1 所述的方法,还包括:一旦所述发动机转速等于零,就切换回对所述发动机的闭环速度控制。

[0014] 方案 3. 根据方案 1 所述的方法,其中,所述预定条件包括以下中的一个:所述发动机转速小于所述阈值发动机转速并且大于零;以及发动机姿态位置经过经校准的触发位置。

[0015] 方案 4. 根据方案 1 所述的方法,还包括:

[0016] 计算所述曲轴的变化角度值;以及

[0017] 在所述闭环位置控制期间,使用所述发动机的所述变化角度值作为闭环反馈变量。

[0018] 方案 5. 根据方案 1 所述的方法,其中,所述闭环控制由比例积分控制器执行,所述方法还包括:

[0019] 在从闭环速度控制转变到闭环位置控制时,将所述比例积分控制器的 I 项设置为至少变速器状态和车速的函数。

[0020] 方案 6. 根据方案 1 所述的方法,还包括:

[0021] 当所述发动机被停止时确定退出条件集是否存在;以及

[0022] 只有在所述退出条件集存在时,才从闭环位置控制转变到闭环速度控制。

[0023] 方案 7. 一种用于在车辆上使用的控制器,所述车辆具有带曲轴和自动停止/自动起动功能的发动机,所述控制器包括硬件模块和算法,适用于在自动停止事件期间控制所述发动机的曲轴转动位置,其中,所述算法适用于:

[0024] 在自动停止事件开始时自动地渐变降低发动机转速;

[0025] 当所述发动机转速开始渐变降低时执行对所述发动机的闭环速度控制,并且只要在渐变降低所述发动机转速时所述发动机转速保持高于阈值发动机转速,就一直持续执行;

[0026] 当检测到预定条件时,执行对所述发动机的闭环位置控制,同时渐变降低所述发动机转速;以及

[0027] 将所述曲轴停在目标发动机停止位置的经校准的范围内。

[0028] 方案 8. 根据方案 7 所述的控制器,其中,所述算法还适用于:一旦所述发动机转速等于零,就切换回对所述发动机的闭环速度控制。

[0029] 方案 9. 根据方案 7 所述的控制器,其中,所述预定条件包括以下中的一个:所述发动机转速小于所述阈值发动机转速并且大于零;以及发动机姿态位置经过校准的触发位置。

[0030] 方案 10. 根据方案 7 所述的控制器,其中,所述算法还适用于:

[0031] 计算所述曲轴的变化角度值;以及

[0032] 在所述闭环位置控制期间,使用所述发动机的所述变化角度值作为闭环反馈变量。

[0033] 方案 11. 根据方案 7 所述的控制器,其中,所述控制器被配置为比例积分控制器,以及其中,所述算法适用于:在从闭环速度控制转变到闭环位置控制时,将所述比例积分控制器的 I 项设置为至少变速器状态和车速的函数。

[0034] 方案 12. 根据方案 7 所述的控制器,其中,所述算法还适用于:

[0035] 当所述发动机被停止时确定退出条件集是否存在;以及

[0036] 只有在所述退出条件集存在时,才从闭环位置控制转变到闭环速度控制。

[0037] 方案 13. 一种车辆,包括:

[0038] 带曲轴和自动起动/自动停止功能的发动机;以及

[0039] 控制器,其适用于在自动停止事件期间控制所述发动机的曲轴转动位置,其中,所述算法适用于:

[0040] 在自动停止事件开始时自动地渐变降低发动机转速;

[0041] 在所述发动机转速开始渐变降低时执行对所述发动机的闭环速度控制,并且只要在渐变降低所述发动机转速时所述发动机转速保持高于阈值发动机转速,就一直持续执行;

[0042] 在检测到预定条件时,执行对所述发动机的闭环位置控制,同时渐变降低所述发动机转速;以及

[0043] 将所述曲轴停在目标发动机停止位置的经校准的范围内。

[0044] 方案 14. 根据方案 14 所述的车辆,其中,所述算法还适用于:一旦所述发动机转速等于零,就切换回对所述发动机的闭环速度控制。

[0045] 方案 15. 根据方案 14 所述的车辆,其中,所述预定条件包括以下中的一个:所述发动机转速小于所述阈值发动机转速并且大于零;以及发动机姿态位置经过校准的触发位置。

[0046] 方案 16. 根据方案 14 所述的车辆,其中,所述算法还适用于:

[0047] 计算所述曲轴的变化角度值;以及

[0048] 在所述闭环位置控制期间,使用所述发动机的所述变化角度值作为闭环反馈变量。

[0049] 方案 17. 根据方案 14 所述的车辆,其中,所述闭环控制由比例积分控制器执行,所述方法还包括:

[0050] 在从闭环速度控制转变到闭环位置控制时,将所述比例积分控制器的 I 项设置为至少变速器状态和车速的函数。

[0051] 方案 18. 根据方案 14 所述的车辆,其中,所述算法还适用于:

[0052] 当所述发动机被停止时确定退出条件集是否存在;以及

[0053] 只有在所述退出条件集存在时,才从闭环位置控制转变到闭环速度控制。

[0054] 从以下结合附图对用于实现本发明的最佳实施方式的详细描述中,本发明的上述特征和优势以及其他特征和优势是相当明显的。

附图说明

[0055] 图 1 示意性地示出了具有自动停止 / 自动起动功能和带发动机停止位置控制算法的车辆的车辆;以及

[0056] 图 2 是描述对图 1 所示的车辆的发动机停止位置控制的图形化流程图。

具体实施方式

[0057] 参考附图,在所有几幅图中相同附图标记对应相同或相似部件,图 1 示出了具有带曲轴 13 的发动机 12 的车辆 10。发动机 12 具有上述自动停止 / 自动起动功能,从而将怠速燃料消耗减至最少。也就是说,车辆 10 适用于当车辆静止时有选择地关闭它的发动机 (E) 12,即,执行自动停止事件,以及适用于当司机再次请求推进时重新起动发动机,即,执行自动起动事件。车辆 10 包括控制器 50,控制器 50 具有硬件模块 17 和可由该硬件模块执行的算法 100,并且适用于精确控制曲轴 13 的停止位置,以将所述停止位置较之期望目标值的差异减至最少。算法 100 的一个可能实施例在下文参考图 2 予以解释。

[0058] 为了启动推进,车辆 10 包括具有可检测踏板位置(箭头 P_x)的加速器踏板 15,该踏板位置被传输到控制器 50 和 / 或由控制器 50 读取,以便确定或检测所请求的对发动机 12 的重新起动。发动机 12 具有发动机转速(N_e),并且包括曲轴 13 和输出构件 20。车辆 10 还包括具有输入构件 22 和输出构件 24 的变速器(T)14。发动机 12 的输出构件 20 可以经由离合器 18 有选择地连接到输入构件 22。变速器 14 可被配置为电可变变速器(EVT),或配置为能够经由输出构件 24 向车轮 16 传递推进扭矩的任何其他合适的变速器。变速器 14 的输出构件 24 响应于最终由控制器 50 确定的输出速度请求而以输出速度(N_o)旋转。

[0059] 车辆 10 可以包括高电压(HV)电动机 / 发电机单元(MGU)26,或取决于设计包括多个这样的 MGU。MGU 26 可被配置为具有约 60 伏(V)至约 300V 或以上的电势的多相电机。MGU 26 通过 HV DC 功率总线 29、功率变换器模块(PIM)27 和 HV 交流(AC)功率总线 29A 被电连接到能量存储系统(ESS)25 或被电连接到 HV 电池。只要 MGU 在其作为发电机的容量范围内操作,就可以使用 MGU 26 有选择地对 ESS 25 再充电,例如,通过在再生制动事件期间捕获能量。

[0060] 在车辆 10 的正常操作期间,MGU 26 可被用于有选择地旋转带 23 来通过曲轴 13 进行曲轴转动或起动发动机 12,或者可替代地,辅助起动电动机 11 可被用于该目的。车辆 10 还可以包括辅助功率模块(APM)28,例如,降压型和 / 或升压型 DC-DC 功率转换器,其通过 DC 功率总线 29 电连接到 ESS 25。APM 28 可以通过低电压(LV)功率总线 19 电连接到例如 12 伏 DC 电池之类的辅助电池 41,并且适用于给车辆 10 上的辅助系统 45 供电。

[0061] 仍参考图 1,控制器 50 可被配置为单个的或分布式的控制设备,其通过控制通道 51 电连接到、或者另外以硬有线或无线方式与发动机 12、MGU 26、ESS 25、APM 28、PIM 27 和辅助电池 41 中的每一个通信,如虚线所示。控制通道 51 可以包括任何所需的传输导体,例如,适合于传输和接收必要的电控制信号以确保车辆 10 上的适当功率流控制和协调的

硬有线或无线控制链路或路径。控制器 50 可以包括这种控制模块和执行所有必需功能可能需要的能力。

[0062] 控制器 50 的硬件模块 17 可被配置为一般包括以下各项的数字计算机：微处理器或中央处理单元、只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、高速时钟、模拟至数字(A/D)和数字至模拟(D/A)电路、和输入/输出电路和设备(I/O),以及适当的信号调节和缓冲电路。硬件模块 17 中驻留的或可由其访问的任何算法,包括下文参考图 2 描述的根据本发明的自动停止/自动起动循环频率优化算法 100,可被存储在 ROM 中,并且被自动执行来提供相应功能。

[0063] 如上所述以及此处所使用的,术语“自动停止”是指车辆 10 在该车辆怠速或静止时,例如在十字路口等待时、在繁忙的交通中、驻车时、或由控制器 50 内驻留的控制逻辑所另外确定的时候,有选择地关闭它的发动机 12 的能力。通过这种方式,车辆 10 能够将怠速燃料消耗减至最少。在自动停止事件后,MGU 26 或起动电动机 11 可被用于通过曲轴 13 来曲轴转动和起动发动机 12,该过程此处被称为“自动起动”事件。

[0064] 控制器 50 被编有算法 100,或以其他方式访问算法 100。在自动停止事件开始后并且当发动机转速(N_E)刚刚开始渐变降低时,控制器 50 执行算法 100 来提供对发动机转速(N_E)的闭环控制。在实质上较低的发动机转速上,控制器 50 自动切换到对发动机位置(即,曲轴 13 的角度位置)的闭环控制,其中发动机位置轨迹是可校准的姿态。现在将参考图 2 描述算法 100 的一个可能实施例。

[0065] 参考图 2,算法 100 在步骤 102 开始,其中控制器 50 检测或另外确定自动停止事件是否已开始。如果自动停止事件已开始,则算法 100 继续到步骤 104,否则该算法退出。

[0066] 在步骤 104,当在步骤 102 已检测到自动停止事件时,发动机转速(N_E)开始渐变降低。对发动机转速(N_E)的闭环控制开始,算法 100 继续到步骤 106。

[0067] 在步骤 106,控制器 50 参考可被存储在控制器 50 中的经校准的发动机姿态触发位置(PT_{CAL})的值和发动机转速(N_E)。如果发动机转速(N_E)低于阈值速度(即,条件 I),或者如果发动机姿态位置/轨迹经过经校准的姿态触发位置(PT_{CAL})(条件 II),则算法 100 继续到步骤 108,否则重复步骤 104 和 106。

[0068] 在步骤 108,控制器 50 从对发动机转速(N_E)的闭环控制切换到对发动机位置的闭环控制的第一阶段,这基于位置轨迹来进行,并且使用了比例积分(PI)控制,即,控制器 50 被配置为 PI 控制器时。角度变化反馈变量($\Delta \alpha$)由控制器 50 使用下述等式来计算: $\Delta \alpha =$ 当前位置角($\alpha_{CURRENT}$)-位置角姿态($\alpha_{PROFILE}$),即,图 1 的曲轴 13 的当前测量的角度值与校准轨迹中的对应值之间的差。对于 PI 控制,P 项等于 $\Delta \alpha * P_{GAIN}$ 。同样,I 项等于:前一环节中的 I 项 + $\Delta \alpha * I_{GAIN}$ 。P 和 I 的增益值可以被校准并存储在控制器 50 中。在从闭环发动机转速控制转变到闭环位置控制的时刻,I 项可被设置为经校准的初始值,例如,是变速器模式或状态、自动停止类型、车速、或任何其他适合变量的函数。算法 100 然后继续到步骤 110。

[0069] 在步骤 110,算法 100 进入结束状态,即,闭环发动机位置控制的第二阶段。在步骤 110,控制器 50 确定:(I)当前发动机位置($\alpha_{CURRENT}$)是否已经过经校准的触发位置(PT_{CAL}),或者发动机转速(N_E)是否小于经校准的发动机转速值。如果情形(I)或(II)存在,则算法 100 继续到步骤 112,否则该算法重复步骤 110。

[0070] 在步骤 112, 上述反馈变量 ($\Delta \alpha$) 由控制器 50 通过下述等式来计算: $\Delta \alpha = \text{目标发动机停止位置} (PS_{\text{CAL}}) - \alpha_{\text{current}} - X$, 其中 X 是经校准的期望位置。P 项和 I 项可以如步骤 106 中所述那样来计算。算法 100 继续到步骤 114。

[0071] 在步骤 114, 控制器 50 确定发动机 12 是否已停止。如果是, 则算法 100 继续到步骤 116, 否则重复步骤 112。

[0072] 在步骤 116, 控制器 50 可以确定合适的退出条件是否存在。如本领域所理解的那样, 包括步骤 116 可以有助于防止发动机反转。一个可能的退出条件可以如下: (I) 如果阶段二中的逝去时间 $> t_{\text{MIN}}$, 即, 阶段二中消耗的经校准的最短持续时间, 并且 $\Delta \alpha <$ 经校准的阈值; 或者 (II) 如果阶段二中的逝去时间等于或超过经校准的最长时间, 即, t_{MAX} 。PI 控制的最终 I 项可被设置为经校准的值, 其可以是变速器状态、发动机转速、发动机方向等的函数。如果这些退出条件存在, 则算法 100 继续到步骤 118, 否则重复步骤 114。

[0073] 在步骤 118, 控制器 50 启动闭环速度控制, 同时发动机转速 (N_e) 渐变上升。算法 100 然后结束, 有效地重新开始于步骤 102。通过执行算法 100, 发动机 12 的停止位置可被精确控制。曲轴 13 被停在可预测的并且可重复的角度位置处, 从而将旋转加速干扰减至最少并且在发动机重新起动时允许更快的燃烧。对于 MGU 26 或多电动机车辆设计中使用的任何额外的 MGU, 可能会有扭矩减少和 / 或电动机反作用误差。可以使用较少的电池功率, 以及减小的所需火花延迟量。

[0074] 尽管已详细描述了本发明的最佳实施方式, 但熟悉本发明所涉及领域的技术人员将认识到在所附权利要求范围内的用于实践本发明的各种替代设计和实施例。

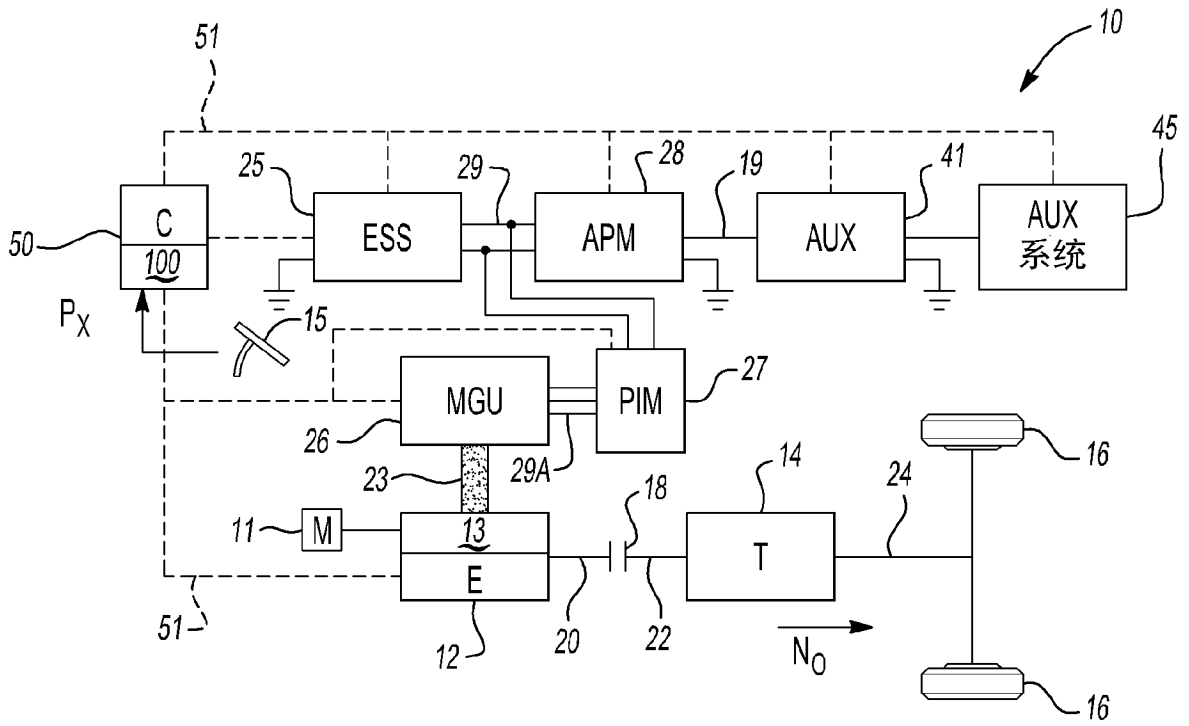


图 1

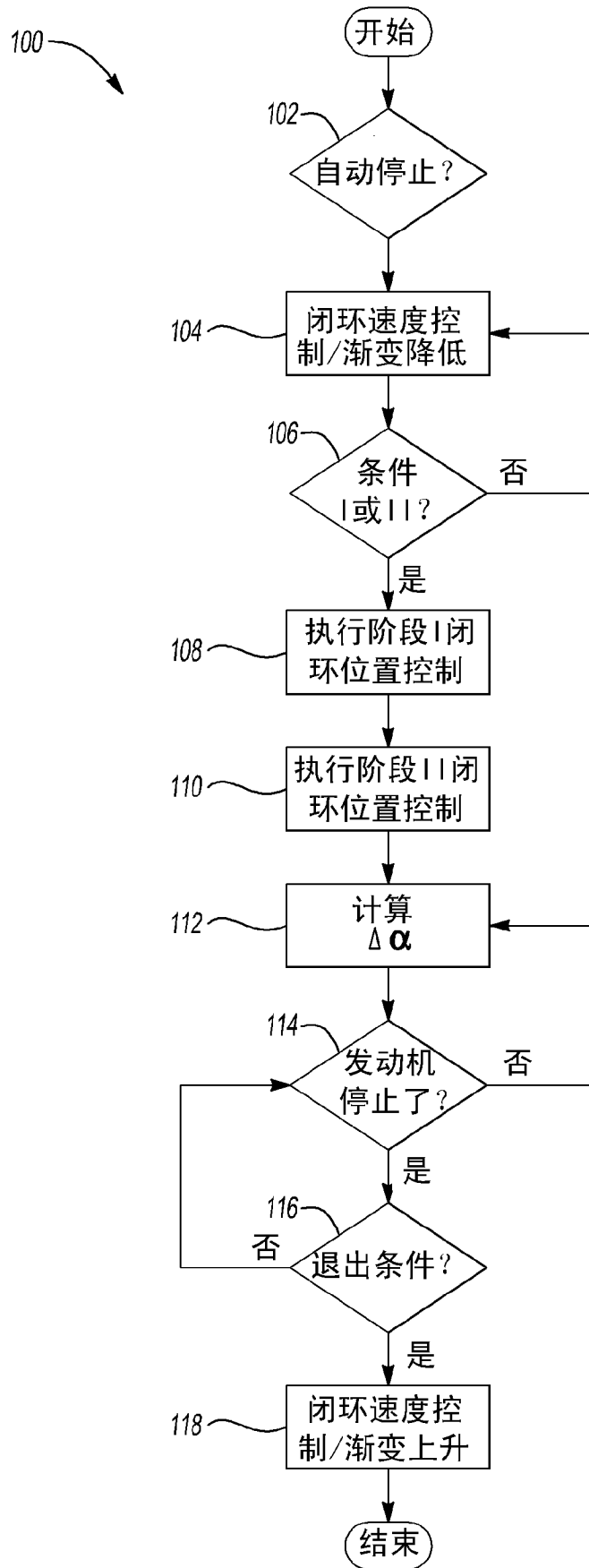


图 2