



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104929794 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 23

(21) 申请号 201510107875. 6

(22) 申请日 2015. 03. 12

(30) 优先权数据

14/216, 959 2014. 03. 17 US

(71) 申请人 福特环球技术公司

地址 美国密歇根州

(72) 发明人 王沿

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 赵蓉民

(51) Int. Cl.

F02D 45/00(2006. 01)

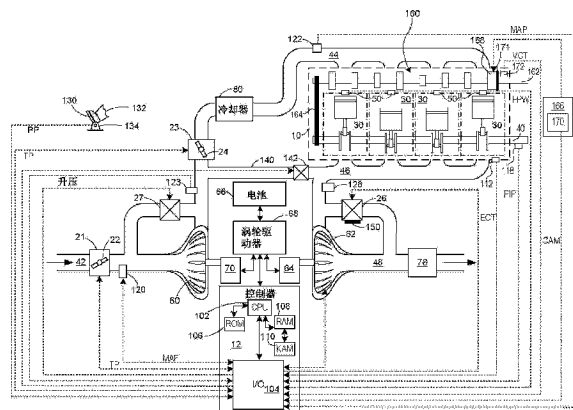
权利要求书2页 说明书11页 附图5页

(54) 发明名称

凸轮轴位置确定

(57) 摘要

本发明涉及凸轮轴位置确定。提供基于由电动马达控制器指示的位置确定凸轮轴位置的各种方法。在一种示例中,该方法包含:在发动机的起动转动期间,通过由马达控制器控制的电动马达驱动发动机的凸轮轴,该马达控制器指示马达位置和凸轮轴的位置;在起动转动期间根据指示的凸轮位置通过发动机控制器确定用于控制发动机的一个或多个操作参数;以及在起动转动之后,根据耦接到凸轮轴的传感器确定凸轮位置。



1. 一种方法,其包括:

在发动机的起动转动期间,通过由马达控制器控制的电动马达驱动所述发动机的凸轮轴,所述马达控制器指示马达位置和所述凸轮轴的位置;

在所述起动转动期间,根据所述指示的凸轮位置通过发动机控制器确定用于控制所述发动机的一个或多个发动机操作参数;以及

在所述起动转动之后,根据耦接到所述凸轮轴的传感器确定所述凸轮位置。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述凸轮轴被耦接到所述发动机的曲轴并且进一步由所述电动马达驱动以改变所述凸轮轴的相位,并且因此改变所述凸轮轴的正时,并且其中耦接到所述凸轮轴的所述传感器不同于并且独立于指示所述凸轮轴的位置的所述马达控制器。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其中所述马达包含无刷马达并且所述马达控制器通过解码来自三个霍尔效应传感器的信号确定所述马达位置。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其中所述马达控制器基于从所述解码的信号确定的所述马达位置和期望的位置通过反馈控制将所述马达转动到所述期望的位置。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,其中相对于曲轴位置确定所述期望的位置。

6. 根据权利要求 2 所述的方法,其中所述马达包含步进马达并且所述马达控制器向所述马达提供多个电压相位以将所述马达开环转动到期望的位置。

7. 一种方法,其包含:

在发动机的起动转动期间,通过由马达控制器控制的电动马达驱动所述发动机的凸轮轴,所述马达控制器指示所述马达的位置和所述凸轮轴的位置;

根据所述指示的凸轮轴位置和所述发动机的转速确定通过发动机控制器引入所述发动机的燃烧室内的空气量;

根据所述空气量确定通过所述发动机控制器被输送到所述燃烧室的燃料量以在所述起动转动期间启动所述发动机;以及

在所述起动转动之后,根据耦接到所述凸轮轴的传感器而不是根据所述马达控制器来确定所述凸轮位置,用于由所述发动机控制器使用。

8. 根据权利要求 7 所述的方法,其中所述凸轮轴被耦接到所述发动机的曲轴并且进一步由所述电动马达驱动以改变所述凸轮轴的相位,并且因此相对于所述曲轴改变所述凸轮轴的正时。

9. 根据权利要求 8 所述的方法,其中所述马达包含无刷马达并且所述马达控制器通过解码来自间隔大约 120 度的三个霍尔效应传感器的信号确定所述马达位置。

10. 根据权利要求 9 所述的方法,其中所述马达控制器基于从所述解码的信号确定的所述马达位置和期望的位置通过反馈控制将所述马达转动到所述期望的位置。

11. 一种方法,其包含:

在发动机起动转动期间,基于从经由车辆网络通信凸轮轴位置的可变凸轮正时电动马达系统,即 VCT 电动马达系统指示的凸轮轴位置调整燃料喷射;

在所述起动转动之后,基于从凸轮轴传感器和曲轴传感器指示的不同的凸轮轴位置调整燃料喷射。

12. 根据权利要求 11 所述的方法,进一步包含基于工况并且基于所述曲轴传感器将期

望的凸轮正时发送到所述 VCT 电动马达系统,其中在所述起动转动之后包括所述发动机起动转动从停止开始的第一燃烧事件之后和在所述曲轴传感器和凸轮轴传感器两者均已生效之后,并且其中所述调整燃料喷射包括基于估计的空气充气调整燃料喷射,所述估计的空气充气基于质量空气流量传感器和歧管压力传感器中的至少一者,所述估计的空气充气进一步基于在发动机起动转动期间从所述 VCT 电动马达系统和在起动转动之后从不同的凸轮轴位置指示的凸轮轴位置,所述期望的凸轮正时基于所述曲轴传感器的所述发送发生在所述起动转动之后,并且在起动转动期间或之前,所述期望的凸轮正时的所述发送基于经由所述车辆网络通信的所述 VCT 电动马达系统凸轮轴位置,其中所述发送经由所述车辆网络发生。

凸轮轴位置确定

技术领域

[0001] 本公开的领域涉及发动机控制和针对此类控制确定凸轮轴位置。

背景技术

[0002] 发动机控制器控制许多发动机操作参数,诸如空气充气、燃料充气、排气再循环、燃料蒸气回收、点火正时、凸轮轴正时、气门正时等。这些参数被控制以实现期望的发动机功率同时使排放最小化。

[0003] 这些参数的控制需要知道凸轮轴位置。通常地,具有一个或更多个缺齿的齿轮被定位在凸轮轴上并且检测经过的齿确定凸轮轴位置。

[0004] 装备有可变凸轮正时的车辆中的发动机控制更复杂。凸轮轴由耦接到曲轴的皮带或链条驱动。对于装备有可变凸轮正时的发动机,凸轮轴的正时和相位相对于曲轴变化。电动马达或液压致动器相对于曲轴转动凸轮。

[0005] 发明人在此已经认识到以上方法的各种问题。当发动机在发动机启动期间被起转动时,检测经过的凸轮齿或其它检测方法不会提供准确的凸轮位置测量值,这通常需要检测若干上升沿和下降沿。通常,默认凸轮位置基于最后的已知位置或设计的静止位置而被使用。在装备有电动控制的凸轮正时的发动机中,最后的凸轮位置不会被知晓,因为在关闭发动机之后且在凸轮位置被准确地测量之前的启动期间,凸轮轴位置相对于曲轴被施加到凸轮轴的转矩所干扰。因此,发动机控制器在发动机起转动期间不可以准确地确定凸轮位置。在未准确地知晓凸轮位置的情况下,燃烧室中的空气充气的任何估计会是错误的并且因此空气/燃料充气会是不准确的,从而可能导致较长的发动机启动和较高的排放。类似的问题可以随其它受控的操作参数而发生。

发明内容

[0006] 发明人在此已经使用一种方法解决以上问题,在一种示例中,该方法包含如下:在发动机的起转动期间,通过由马达控制器控制的电动马达驱动发动机的凸轮轴,该马达控制器指示马达位置和凸轮轴的位置;在起转动期间通过发动机控制器根据指示的凸轮位置确定用于控制发动机的一个或更多个发动机操作参数;并且在起转动之后,根据耦接到凸轮轴的传感器确定凸轮位置。在起转动期间,通过根据电动马达控制器指示凸轮位置,在起转动期间避免上述方法的问题。在发动机起转动之后,当发动机已启动时,使用用于检测凸轮轴位置的常规机构和方法。因此,实现技术效果。

[0007] 在一个典型示例中,马达包含无刷马达并且马达控制器确定通过解码来自耦接到所述马达的轴的三个霍尔效应传感器的信号确定马达位置。进一步地,马达控制器基于根据解码的信号确定的马达位置和期望的位置通过反馈控制将马达转动到期望的位置。

[0008] 在另一示例中,该方法包含:在发动机的起转动期间,通过由马达控制器控制的电动马达驱动发动机的凸轮轴,该马达控制器指示马达的位置和凸轮轴的位置;根据指示的凸轮轴位置和发动机的转速确定通过发动机控制器引入发动机的燃烧室内的空气量;

根据空气量确定通过发动机控制器输送到燃烧室的燃料充气以在起动转动期间启动发动机；以及在起动转动之后，根据耦接到凸轮轴的传感器而不是根据马达控制器来确定凸轮位置，用于由发动机控制器使用。以此方式，在发动机起动转动期间，提供凸轮轴位置的准确指示使得发动机操作参数（诸如燃烧室中的空气 / 燃料充气）被准确地确定，从而导致较短的发动机启动和较少的排放。

[0009] 在另一示例中，该方法包含：将发动机的凸轮轴耦接到所述发动机的凸轮轴；相对于所述曲轴，通过由马达控制器控制的电动马达移动所述凸轮轴以改变所述凸轮轴的相位正时并且因此改变由所述凸轮轴致动的发动机气门；在发动机启动模式同时所述发动机正被起动转动期间，所述马达控制器将所述凸轮轴的位置的指示提供到用于控制发动机操作参数的发动机控制器；所述发动机控制器在所述起动转动期间根据所述指示的凸轮轴位置和所述发动机的转速确定引入所述发动机的燃烧室内的空气量；根据所述空气量确定通过所述发动机控制器输送到所述燃烧室的燃料充气以在所述起动转动期间启动所述发动机；当所述发动机转速超过预定转速时，结束所述启动模式并且停止所述起动转动；以及在所述启动模式的所述结束时，所述发动机控制器根据耦接到所述凸轮轴的传感器而不是根据所述马达控制器来确定凸轮位置，以控制所述发动机的操作参数。

[0010] 在另一示例中，所述电动马达包含无刷电动马达并且所述凸轮轴位置的所述指示通过解码耦接到所述电动马达的轴的三个位置传感器被提供。

[0011] 在另一示例中，所述电动马达包含步进马达并且所述凸轮轴位置的所述指示通过在不同的相位产生三个信号的所述马达控制器被提供以将步进马达开环转动到期望的位置。

[0012] 在另一示例中，根据所述马达控制器的所述指示的凸轮轴位置与耦接到所述燃烧室的进气门的打开的正时和持续时间相关。

[0013] 在另一示例中，根据所述进气门正时和持续时间，所述引入的空气量由所述发动机控制器确定。

[0014] 在另一示例中，所述马达控制器进一步提供所述马达的位置的指示。

[0015] 在另一示例中，所述马达控制器致使所述电动马达转动到期望的马达位置，其中所述发动机控制器向所述马达控制器提供对应于期望的凸轮轴位置的所述期望的马达位置，其中所述期望的马达位置仅在所述启动模式之后被提供。

[0016] 在另一示例中，所述发动机控制器在所述启动模式之后部分基于从所述凸轮传感器提供的所述凸轮位置确定引入所述燃烧室内的空气量并且对应的燃料充气。

[0017] 当单独或与结合附图时，本描述的上述优点和其它优点和特征根据下面的具体实施例将是显而易见的。

[0018] 应当理解，提供以上概述是为了以简化的形式介绍概念，这些概念将在具体实施例中进一步描述。这并不意味着确定所要求保护的的主题的关键或基本特征，要求保护的的主题的范围被紧随详细描述之后的权利要求唯一地限定。此外，要求保护的的主题不限于解决在上面或在本公开的任何部分中提及的任何缺点的实施方式。

附图说明

[0019] 图 1 示出包括凸轮轴的涡轮增压发动机的框图；

- [0020] 图 2 图示说明相对于图 1 的两个曲轴确定凸轮轴的方向的示例；
- [0021] 图 3 示出图示说明用于控制图 1 的发动机的方法的流程图；
- [0022] 图 4 示出图示说明用于控制无刷马达的方法的流程图；
- [0023] 图 5 示出图示说明根据图 3 的方法操作的图 1 的发动机的一部分示例性驱动循环期间的操作参数的图形。

具体实施方式

[0024] 内燃发动机可以基于多个操作参数而被控制,所述多个操作参数包括但不限于空气充气、燃料充气、排气再循环、燃料蒸气回收、点火正时、凸轮轴正时、气门正时等。具体地,为了确定喷射到汽缸内的合适燃料量,所引入汽缸内的空气量也可以被确定。对于经由凸轮轴致动的进气(和/或排气)门的发动机,当确定引入的空气时需要凸轮轴的位置。然而,凸轮轴的位置在发动机操作的某些阶段下会是未知的,例如在启动期间。特别地,随着凸轮轴经历旋转,被配置为检测经过的齿的传感器不能记录准确的读数直到发动机已达到足够高的转速或已旋转足够数目的转数。因此,相对不准确的最后的已知凸轮轴位置可以被使用,这可能显著地不同于实际凸轮轴位置,这可能导致延长的发动机启动转动和增加的排放。对于装备有可变凸轮正时(VCT)的发动机,该问题可以会被加重。

[0025] 用于基于由电动马达控制器指示的位置确定凸轮轴位置的各种方法被提供。在一种示例中,该方法包含:在发动机的启动转动期间,通过由马达控制器控制的电动马达驱动发动机的凸轮轴,该马达控制器指示马达位置和凸轮轴的位置;在启动转动期间,根据指示的凸轮位置由发动机控制器确定用于控制发动机的一个或更多个操作参数;并且在启动转动之后,根据耦接到凸轮轴的传感器确定凸轮位置。图 1 示出包括凸轮轴的涡轮增压发动机的框图;图 2 图示说明相对于图 1 的两个曲轴确定凸轮轴的方向的示例;图 3 示出图示说明用于控制图 1 的发动机的方法的流程图;图 4 示出图示说明用于控制无刷马达的方法的流程图。图 1 的发动机也包括被配置为实施图 3 和图 4 描述的方法的控制器。

[0026] 图 1 是示出示例发动机 10 的示意图,该发动机可以被包括在汽车的推进系统中。发动机 10 被示出具有四个汽缸 30。然而,根据本公开可以使用其它数目的汽缸。发动机 10 可以至少部分地通过包括控制器 12 的控制系统并且通过经由输入装置 130 来自车辆操作员 132 的输入来控制。在这种示例中,输入装置 130 包括加速器踏板和用于产生成比例的踏板位置信号 PP 的踏板位置传感器 134。发动机 10 的每个燃烧室(例如,汽缸)30 可以包括具有定位在其中的活塞(未示出)的燃烧室壁。该活塞可以被耦接到曲轴 40 使得活塞的往复运动转变为曲轴的旋转运动。曲轴 40 可以经由中间变速器系统(未示出)耦接到车辆的至少一个驱动轮。进一步地,启动器马达可以经由飞轮耦接到曲轴 40 以能够实现发动机 10 的启动操作。

[0027] 燃烧室 30 可以经由进气通道 42 接收来自进气歧管 44 的进气空气并且可以经由排气通道 48 排出燃烧气体。进气歧管 44 和排气歧管 46 能够经由各自的进气门和排气门(未示出)选择地与燃烧室 30 连通。在一些实施例中,燃烧室 30 可以包括两个或更多个进气门和/或两个或更多个排气门。当凸轮轴经历旋转运动时,进气门和/或排气门可以经由布置在凸轮轴 162 上的各自的凸轮 160 被致动(例如,打开或关闭)。

[0028] 凸轮轴 162 可以经由联动装置 164(例如,正时链条、皮带等)被耦接到曲轴 40,并

且可以进一步被耦接到电动马达 166 并且由电动马达 166 驱动,如图 1 示出电动马达 166 被耦接到凸轮轴的传动齿轮 168。电动马达 166 可以是可操作的以改变凸轮轴 162 的相位并且因此相对于曲轴 40 改变凸轮轴的正时,进而改变进气门和 / 或排气门被致动的正时,从而优化发动机 10 的操作(例如,增加发动机输出和 / 或减小排放)。因此,电动马达 166 可以被称为 VCT 致动器。

[0029] 电动马达 166 可以经由马达控制器 170 控制,马达控制器 170 可以包括被配置为促进凸轮轴 162 的相位和其相对于曲轴 40 的正时的变化的合适的部件(例如,逻辑子系统)。电动马达 166 和马达控制器 170 结合可以被称为 VCT 电动马达系统。电动马达 166 可以指示安装在里面的旋转部件(例如,轴)或由马达致动的其它部件的位置(下文被称为“马达位置”)和 / 或在一些示例中可以从马达位置获得的凸轮轴 162 的位置(例如,凸轮轴的旋转方向)。在一些示例中,凸轮轴位置可以通过控制电动马达 166 的转子和定子之间的相对位置而被控制。在此情况下,定子可以被机械地链接到曲轴 40(例如,经由皮带 / 链条),并且转子可以经由齿轮被机械地链接到凸轮轴 162。通过改变这样相对位置,相对于曲轴位置的凸轮轴位置可以被改变,进而改变凸轮位置。

[0030] 图 1 示出马达控制器 170,当 CAM 信号发动到发动机控制器时,马达控制器 170 输出凸轮轴 162 的位置。如下面进一步详细描述, CAM 信号可以提供凸轮轴 162 的位置的更准确的指示,根据凸轮轴 162 的位置可以获得一个或多个发动机操作参数。在一些实施例中, CAM 信号(和 / 或马达位置)可以经由控制器区域网络(CAN)总线被传送至控制器 12。多个部件(例如,致动器、控制器 12 等)可以经由包含 CAN 总线的控制器区域网络或另一车辆网络被通信地耦接到彼此。

[0031] 电动马达 166 可以假定各种合适的形式。在一种示例中,电动马达 166 可以是无刷马达,该无刷马达能够通过解码来自霍尔效应传感器的信号来确定马达位置。霍尔效应传感器可以以静止的方式被安装并且被配置为检测由安装在马达的旋转部分(例如,轴)上的一个或多个接近永磁体的经过的旋转所感应的不同磁通量。替代地,霍尔效应传感器可以被安装在马达的旋转部分上并且被配置为检测由旋转接近在固定的、静止的位置放置的一个或多个永磁体所产生的感应磁通量。作为非限制性示例,间隔大约 120 度的三个霍尔效应传感器可以被耦接到电动马达 166 的轴。对于电动马达 166 利用霍尔效应传感器以促进旋转感测的实施例,马达控制器 170 可以基于从霍尔效应传感器输出的解码信号确定的马达位置以及期望的位置经由反馈控制将马达转动到期望的位置。从霍尔效应传感器输出的解码信号可以被用作凸轮轴 162 的位置的指示。在一些示例中,期望的位置可以相对于曲轴 40 的位置(例如,旋转方向)而被确定,该曲轴的位置的指示可以经由从控制器 12 输出的信号而被接收。可以经由上面描述的 CAN 总线来传送这些信号。

[0032] 在另一些实施例中,电动马达 166 的旋转感测可以经由旋转编码器或通过测量反电动势(EMF)而被执行。绝对马达位置的确定因此可以适合于电动马达 166 的配置。作为一个非限制性示例,阻值随角位置变化的电位器可以被采用以确定 VCT 致动器的绝对旋转方向。在一些实施例中,马达控制器 170 可以从控制器 12 接收指示曲轴 40 的旋转方向的信号以辨明凸轮轴 162 的旋转方向。

[0033] 在又一些实施例中,电动马达 166 可以是步进马达。在此,例如,马达控制器 170 可以提供电动马达 166 的多个电压相位,从而经由开环控制将马达转动到期望的位置。更

具体地,控制器 12 可以在不同的相位下产生三种信号以经由开环控制转动步进马达,从而实现期望的位置,并且可以利用产生的三种信号作为凸轮轴 162 的位置的指示。

[0034] 不管电动马达 166 所采用的配置,由马达指示的凸轮轴位置与耦接到燃烧室 30 的进气门的打开的正时和持续时间相关。因此,根据可以操作发动机 10,凸轮轴位置可以用于确定一个或更多个操作参数。例如,控制器 12 可以根据从凸轮轴位置获得的进气门正时和持续时间确定引入燃烧室 30 内的空气量。有待被喷射的合适的燃料充气然后可以基于所引入的空气而被确定,从而增加发动机输出并且减小排放。在发动机操作的整个过程中,控制器 12 也可以提供具有对应于期望的凸轮轴位置的期望的马达位置的马达控制器 170。

[0035] 应当认识到,图 1 示出的凸轮轴配置以示例的方式被提供并且不旨在限制。在一些实施例中,可以提供可操作的以控制进气门和排气门中的一个的打开的凸轮轴。进一步地,例如,两个凸轮轴可以被提供用于其它汽缸配置,其中图 1 示出了一个,如 V-6、V-8、V-10 或 V-12 汽缸配置。

[0036] 发动机 10 可以包括具有附加机构,利用该附加机构可以感测凸轮轴 162 的旋转。特别地,脉冲轮 171 可以被耦接到凸轮轴 162 并且被定位成接近传动齿轮 168。脉冲轮 171 可以包括多个齿,所述多个齿的旋转可以经由凸轮轴传感器 172 被感测,该凸轮轴传感器 172 可以是如霍尔效应传感器的可变磁阻传感器 (VRS)。定位在脉冲轮 171 上的齿的数目可以根据发动机中的汽缸的数目而变化,例如:对于四个汽缸,可以包括三个齿;对于六个汽缸,可以包括四个齿;以及对于八个汽缸,可以包括五个齿。一般地,随着脉冲轮 171 旋转,齿被隔开的角距控制由凸轮轴传感器 172 所产生的脉冲序列中的脉冲之间的时间间隔。此类脉冲可以作为图 1 中示出的 VCT 信号被传送到控制器 12。更具体地,齿可以被不均匀地隔开,使得一些齿被定位成靠近彼此而其它齿被定位成相对远离彼此。所述的脉冲轮在较大的(最大的)角距的区域中可以有“缺齿”。脉冲序列中的脉冲之间的不相等的时间间隔将导致允许至少一个齿与其它齿不同。这个齿可以对应凸轮轴 162 的特定方向,如点火序列中的第一汽缸 30 的 TDC 位置。在一些示例中,来自凸轮轴传感器 172 的输出可以用于确定电动马达 166 的绝对位置。例如,从凸轮轴传感器 172 的输出获得的马达旋转角基于电动马达 166 与凸轮轴的已知传动比可以被转变为凸轮轴 162 的绝对运动。

[0037] 由凸轮轴传感器 172 产生的脉冲序列可以与由曲轴传感器 118 产生的脉冲序列进行比较,该曲轴传感器 118 可以采用类似的机构来感测曲轴旋转。在一种示例中,也可以被用作发动机转速传感器的传感器 118 可以在曲轴 40 每转一圈产生预定数目的等间隔脉冲。此类脉冲可以作为表面点火感测信号 (PIP) 被传送到控制器 12。特别地,确定 VCT 脉冲和接近的 PIP 脉冲之间的持续时间可以产生凸轮轴方向相对于曲轴角度的指示。作为一个非限制性示例,这个相对凸轮轴方向可以经由下面的公式被确定:
$$\theta_{\text{凸轮轴}} = (720(t_{\text{VCT}} - t_{\text{PIP,R1}})) / ((n) * (t_{\text{PIP,R1}} - t_{\text{PIP,R0}}))$$
其中 t_{VCT} 是发生 VCT 脉冲的时间, $t_{\text{PIP,R1}}$ 是紧接先前的 PIP 脉冲的上升沿发生的时间, n 是发动机中的汽缸的数目,以及 $t_{\text{PIP,R0}}$ 是最接近先前的第一 PIP 脉冲的上升沿发生的时间。

[0038] 图 2 示出相对于曲轴确定凸轮轴的方向的示例,并且例如可以具体地示出一种方法,例如,该方法可以确定凸轮轴 162 相对于曲轴 40 的旋转方向。由曲轴传感器 118 产生的脉冲序列 202 和凸轮轴传感器 172 产生的脉冲序列 204 被示出。由于脉冲轮上的齿的角方位,脉冲序列 202 包含多个等间隔脉冲,而脉冲序列 204 包含多个不对称地隔开的脉冲。

t_{VCT} 标记特定 VCT 脉冲的发生, 例如, 该 VCT 脉冲可以确定点火顺序中的第一汽缸的 TDC。图 2 也示出各自的 PIP 脉冲 ($t_{PIP, R1}$ 和 $t_{PIP, R0}$) 的上升沿的发生, 该各自的 PIP 脉冲与 t_{VCT} 一起可以用于通过使用上面提供的公式确定凸轮轴 162 相对于曲轴 40 的方向。然而, 应当认识到, 脉冲序列 202 和 204 以示例的方式被提供并且不旨在以任何方式进行限制。脉冲序列具体地描述稳态状况下的发动机操作。

[0039] 返至图 1, 燃料喷射器 50 被示为直接耦接到燃烧室 30, 用于与从控制器 12 接收的信号 FPW 的宽度成比例的向其内直接喷射燃料。以此方式, 燃料喷射器 50 提供被称为向燃烧室 30 内的燃料的直接喷射。例如, 燃料喷射器可以被安装在燃烧室的侧面或在燃烧室的顶部。燃料可以通过包括燃料箱、燃料泵和燃料轨的燃料系统 (未示出) 被输送到燃料喷射器 50。在一些实施例中, 燃烧室 30 可以替代地或附加地包括设置在进气歧管 44 中的燃料喷射器, 在该配置下提供被称为向每个燃烧室 30 上游的进气道内的燃料的直接喷射。

[0040] 进气通道 42 可以包括分别具有节流板 22 和 24 的节气门 21 和 23。在这个特定示例中, 节流板 22 和 24 的位置经由提供到被包括具有节气门 21 和 23 的致动器的信号通过控制器 12 而改变。在一种示例中, 致动器可以是电致动器 (例如, 电动马达), 该配置通常被称为电子节气门控制 (ECT)。以此方式, 节气门 21 和 23 可以被操作以改变提供到其它发动机汽缸的燃烧室 30 的进气空气。节流板 22 和 24 的位置可以通过节气门位置信号 TP 被提供到控制器 12。进气通道 42 可以进一步包括用于将各自的信号 MAF (质量空气质量流量)、MAP (歧管空气压力) 提供到控制器 12 的质量空气质量流量传感器 120、歧管空气压力传感器 122 和节气门进口压力传感器 123。

[0041] 排气通道 48 可以接收来自汽缸 30 的排气。排气传感器 128 被示为耦接到涡轮机 62 和排放控制装置 78 上游的排气通道 48。传感器 128 例如可以从用于提供排气空气 / 燃料比的指示的各种合适的传感器中选择, 如线性氧传感器或 UEGO (通用或宽域排气氧)、双态氧传感器或 EGO、NO_x、HC 或 CO 传感器。排放控制装置 78 可以是三元催化剂 (TWC)、NO_x 捕集器、各种其它排放控制装置或它们的组合。

[0042] 排气温度可以通过位于排气通道 48 中的一个或多个温度传感器 (未示出) 来测量。替代地, 排气温度可以基于如转速、负载、空气 - 燃料比 (AFR)、火花延迟等的发动机工况而被推知。

[0043] 控制器 12 在图 1 中被示为微型计算机, 其包括微处理器单元 (CPU) 102、输入 / 输出端口 (I/O) 104、在这个特定示例中被示为只读存储器芯片 (ROM) 106 用于可执行程序 and 校准值的电子存储介质、随机存取存储器 (RAM) 108、保活存储器 (KAM) 110 和数据总线。控制器 12 可以接收来自耦接到发动机 10 的传感器的各种信号, 除了前面讨论的这些信号, 还包括: 来自质量空气质量流量传感器 120 的所引入的质量空气质量流量 (MAF) 的测量值; 来自温度传感器 112 的发动机冷却液温度 (ECT), 该温度传感器示意性地示出在发动机 10 内的某一位置; 来自耦接到曲轴 40 的曲轴传感器 118 (例如, 霍尔效应传感器或其它类型), 的 PIP 信号, 如所讨论的; 来自凸轮轴传感器 172 的 VCT 信号, 如所讨论的; 来自节气门位置传感器的节气门位置 (TP), 如所讨论的; 以及来自传感器 122 的绝对歧管压力信号 MAP, 如所讨论的。发动机转速信号 RPM 可以通过控制器 12 从信号 PIP 产生。来自歧管压力传感器的歧管压力信号 MAP 可以用于提供进气歧管 44 中的真空或压力的指示。注意, 可以使用以上传感器的各种组合, 如有 MAF 传感器没有 MAP 传感器, 或反之亦然。在化学计量比操作期间,

MAP 传感器能够给出发动机转矩的指示。进一步地,这个传感器与检测的发动机转速一起能够提供引入汽缸内的充气(包括空气)的估计值。在一些示例中,存储介质只读存储器 106 可以用计算机可读数据进行编程,该计算机可读数据表示由用于执行下面所述方法的处理器 20 以及预期的但不具体列出的其他变体执行的指令。

[0044] 发动机 10 可以进一步包括诸如涡轮增压器或机械增压器的压缩装置,所述压缩装置至少包括沿进气歧管 44 设置的压缩机 60。对于涡轮增压器,压缩机 60 可以经由例如轴或其它耦接装置至少部分地由涡轮机 62 驱动。涡轮机 62 可以沿排气通道 48 设置并且与流过其中的排气连通。各种装置可以被提供以驱动压缩机。对于机械增压器,压缩机 60 可以至少部分地由发动机和 / 或电机驱动,并且可以不包括涡轮机。因此,经由涡轮增压器或机械增压器提供到发动机的一个或更多个汽缸的压缩量可以通过控制器 12 改变。在一些情况下,例如,涡轮机 62 可以驱动发电机 64 以经由涡轮驱动器 68 将电力提供到电池 66。来自电池 66 的电力然后可以用于经由马达 70 驱动压缩机 60。进一步地,传感器 123 可以被布置在进气歧管 44 中,用于将升压 (BOOST) 信号提供到控制器 12。

[0045] 进一步地,排气通道 48 可以包括用于使排气转向远离涡轮机 62 的废气门 26。在一些实施例中,废气门 26 可以是多级废气门,如具有被配置为控制升压压力的第一级和被配置为增加排放控制装置 78 的热通量的第二级的两级废气门。废气门 26 可以使用致动器 150 操作,例如,该致动器 150 可以是电致动器或气动致动器。进气通道 42 可以包括被配置为使压缩机 60 周围的进气空气转向的压缩机旁通阀 27。例如,当期望较低的升压压力时,废气门 26 和 / 或压缩机旁通门 27 可以经由致动器 (例如,致动器 150) 通过控制器 12 来控制以被打开。

[0046] 进气通道 44 可以进一步包括增压空气冷却器 (CAC) 80 (例如,中冷器) 以减小涡轮增压的或机械增压的进气的温度。在一些实施例中,增压空气冷却器 80 可以是空气与空气的热交换器。在另一些实施例中,增压空气冷却器 80 可以是空气与液体的热交换器。

[0047] 进一步地,在公开的实施例中,排气再循环 (EGR) 系统

[0048] 可以经由 EGR 通道 140 将来自排气通道 48 的期望部分的排气传送到进气通道 42。提供到进气通道 42 的 EGR 的量可以经由 EGR 阀 142 通过控制器 12 改变。进一步地,EGR 传感器 (未示出) 可以设置在 EGR 通道内并且可以提供排气的压力、温度和成分中的一个或更多个的指示。替代地,EGR 可以通过基于来自 MAF 传感器 (上游)、MAP (进气歧管)、MAT (歧管气体温度) 和曲轴转速传感器的信号的计算值被控制。进一步地,EGR 可以基于排气 O₂ 传感器和 / 或进气氧传感器 (进气歧管) 被控制。在一些状况下,EGR 系统可以用于调节燃烧室内的空气和燃料混合物的温度。图 1 示出高压 EGR 系统,其中 EGR 从涡轮增压器的涡轮机的上游被传送到涡轮增压器的压缩机的下游。在另一些实施例中,发动机可以附加地或替代地包括低压 EGR 系统,其中 EGR 从涡轮增压器的涡轮机的下游被传送到涡轮增压器的压缩机的上游。

[0049] 现转至图 3,流程图示说明用于控制图 1 示出的发动机的方法 300。特别地,方法 300 可以部分基于由发动机控制器 12 经由 CAM 信号从马达控制器 170 接受的凸轮轴位置实现图 1 的发动机 10 的控制。

[0050] 当车辆操作员致动发动机启动模式时,例如在钥匙接通事件发生后,可以开始该方法。

[0051] 该方法可以包括,在 302 处起动转动发动机,这可以包括致动耦接到发动机的曲轴的启动器马达以开始曲轴旋转。

[0052] 接着,该方法可以包括,在 304 处接收来自马达控制器(例如,图 1 的马达控制器 170)的马达位置和对应的凸轮轴位置,该马达控制器可以与电动马达(例如,马达 166)相联系,该电动马达可操作以改变凸轮轴(例如,凸轮轴 162)的相位。如上面描述的,马达位置可以指示马达的旋转方向并且可以提供推导凸轮轴位置的基础。马达和/或对应的凸轮轴位置可以经由上面描述的 CAM 信号被传送到发动机控制器。

[0053] 接着,该方法可以包括,在 306 处通过电动马达控制器驱动凸轮轴。电动马达控制器可以驱动凸轮轴以实现期望的凸轮轴位置,该期望的凸轮轴位置可以基于一个或更多个发动机和/或车辆状况由发动机控制器确定并且被发送到马达控制器。因此,该方法可以包括,在 308 处确定马达位置是否在对应于用于启动发动机的期望的凸轮轴位置的位置处。如果马达位置在对应于期望的凸轮轴位置(是)的位置处,则该方法前进到 310。如果马达位置不在该位置处(否),则该方法返回至 308。对于马达控制器经由霍尔效应传感器控制无刷马达感测的旋转的实施例,从霍尔效应传感器输出的解码信号可以被分析以确定是否已到达该位置,如上面描述的。

[0054] 接着,该方法可以包括,在 310 处在起动转动期间确定用于控制发动机的一个或更多个操作参数,所述一个或更多个操作参数从马达位置和获得的凸轮轴位置确定。获得的凸轮轴位置可以以上面描述的方式从马达位置获得。作为在起动转动期间确定用于控制发动机的一个或更多个操作参数的一部分,该方法可以包括,在 312 处从获得的凸轮轴位置和发动机的瞬时转速确定引入燃烧室内的空气量。由于该空气量可以高度依赖进气门正时并且因此依赖凸轮轴位置,因此可以通过从马达位置确定凸轮轴位置来获得所引入的空氣的更准确估计。

[0055] 接着,该方法可以包括,在 314 处将燃料充气喷射到燃烧室内。喷射的燃料量可以基于在 312 处确定的引入燃烧室内的空气量而被确定。因此,对于发动机工况,燃料充气可以被优化,这可以增加发动机输出且/或减小排放。

[0056] 接着,该方法可以包括,在 316 处确定发动机的当前转速是否超过预定转速。预定转速可以对应于足以结束起动转动的发动机转速之上的阈值。因此,如果发动机转速超过预定转速(是),则该方法前进到 318。如果发动机转速未超过预定转速(否),则该方法返回至 302。

[0057] 接着,该方法可以包括,在 318 处结束启动模式并且停止起动转动。被称为“在起动转动之后”的时期可以包括在从发动机起动转动的停止延伸的第一燃烧事件(例如,汽缸点火序列中的第一汽缸的点火)之后,并且进一步在曲轴和凸轮轴传感器两者均已生效(例如,它们的输出具有充分的量用于确定一个或更多个发动机操作参数,如上面关于图 2 所解释的)之后的时期。

[0058] 接着,该方法可以包括,在 320 处根据凸轮轴传感器(例如,凸轮轴传感器 172)确定凸轮轴位置。例如,该凸轮轴位置可以基于图 1 所示的 VCT 信号而被确定。

[0059] 接着,该方法可以包括,在 322 处基于经由凸轮轴传感器感测的凸轮轴位置并且不基于经由马达编码器(例如,霍尔效应传感器、旋转编码器等)感测的凸轮轴位置来控制发动机。在图 1 的发动机 10 中,经由马达控制器 170 感测的和经由 CAM 信号传送的凸轮轴

位置随后可以经由凸轮轴传感器 172 和 VCT 信号被感测。可以执行切换以此方式感测的凸轮轴位置,因为在一些实施例中,脉冲轮可以提供比若干霍尔效应传感器感测的更高的分辨位置。在一些场景中,经由马达控制器提供的凸轮轴位置和经由凸轮轴传感器提供的凸轮轴位置之间可以存在差异。经由凸轮轴传感器提供的凸轮轴位置可以被选择以消除该差异,不过在另一些示例中该差异可以通过选择经由马达控制器提供的凸轮轴位置或执行适当平均和 / 或过滤而被消除。

[0060] 该方法可以进一步包括,作为在 322 处的发动机控制的一部分,在部分基于从凸轮轴传感器提供的凸轮轴位置的启动模式之后,在 324 处确定引入燃烧室内的空气量和对应的燃料充气。以此方式,确定空气引入和对应的燃料充气的准确性可以通过在启动模式期间使用从马达位置获得的凸轮轴位置和从凸轮轴传感器获得的凸轮轴位置估计空气引入而被增大。因此,从 VCT 电动马达系统获得的凸轮轴位置可以用于在发动机启动转动期间调整燃料喷射,而从凸轮轴传感器和曲轴传感器指示的不同凸轮轴位置可以用于在启动转动之后调整燃料喷射。调整燃料喷射在此可以包括基于估计的空气充气的调整,这可以基于质量空气流量传感器(例如,图 1 的传感器 120)和歧管压力传感器(例如,图 1 的传感器 122)中的至少一者。估计的空气充气可以基于在发动机启动转动期间从 VCT 电动马达系统指示的凸轮轴位置和从曲轴传感器指示的不同的凸轮轴位置而被进一步估计。

[0061] 应当认识到,方法 300 可以以各种合适的方式被修改。在一些实施例中,凸轮轴位置可以在启动模式已结束并且启动转动已停止之后从马达控制器可以被确定而从凸轮轴传感器不能被确定。在另一些实施例中,凸轮轴位置可以从马达控制器被持续地传送到发动机控制器,即使发动机基于经由凸轮轴传感器感测的凸轮轴位置被控制。在一些实施例中,从马达控制器和凸轮轴传感器接收的两个凸轮轴位置可以用于控制发动机。

[0062] 进一步地,期望的凸轮正时可以基于工况和曲轴传感器被发送到 VCT 电动马达系统。期望的凸轮正时的发送可以在发动机启动转动之后被执行,并且在启动转动期间或之前期望的凸轮位置的发送可以基于经由车辆网络(例如,CAN)通信的 VCT 电动马达系统凸轮轴位置。期望的凸轮位置的发送也可以经由车辆网络而发生。

[0063] 图 4 示出图示说明用于控制无刷马达的方法 400 的流程图。例如,对于马达是无刷马达的实施例,方法 400 可以用于控制电动马达 166。该方法也可以用于从由发动机控制器(例如,图 1 的控制器 12)使用的马达位置获得凸轮轴位置。

[0064] 该方法可以包括,在 402 处从一个或多个霍尔效应传感器接收转子旋转信号。如上面描述的,霍尔效应传感器可以基于由安装到马达的旋转部分(例如,轴)的接近磁体的经过的旋转感应的磁通量的变化被安装在静止的、固定的位置并且被配置为检测转子的旋转,不过霍尔效应传感器被耦接到放置在固定的位置中的磁体的旋转部分的实施例也被考量。

[0065] 接着,该方法可以包括,在 404 处解码在 402 处接收的转子旋转信号。在一些实施例中,每个转子旋转信号可以是假定采用两个值(例如,开或关 / 0 或 1)中的一个的二进制信号。解码转子旋转信号因此可以包括采用二进制解码以确定一个或多个霍尔效应传感器中的哪一个处于打开(例如,输出 1)。

[0066] 接着,该方法可以包括,在 406 处基于在 404 处解码的解码的转子旋转信号确定功

率器件驱动信号。在一些示例中,每个解码的转子旋转信号可以与合适的数据结构(例如,查找表)中的一个或更多个功率器件驱动信号相联系,使得合适的驱动信号可以在解码旋转信号后被确定。

[0067] 接着,该方法可以包括,在 408 处基于在 406 处确定的功率器件驱动信号驱动马达的绕组。该马达可以包括多个功率器件,每个功率器件均电耦接到马达的一个或更多个绕组。驱动功率器件因此可以实现将电流供应到它们相联系的绕组,进而引起马达的旋转运动以实现期望的位置(例如,旋转方向)。

[0068] 接着,该方法可以包括,在 410 处基于马达位置获得凸轮轴位置。马达位置可以是马达的绝对旋转方向,并且可以以各种合适的方式被确定——例如,经由包括电位器的编码器,该电位器的阻值随角度而变化。在一些示例中,马达位置可以替代地或附加地从耦接到由马达致动的凸轮轴(例如,凸轮轴 162)的曲轴(例如,图 1 的曲轴 40)的位置获得。然后可以基于马达位置以上面描述的方式获得凸轮轴位置。

[0069] 接着,该方法可以包括,在 412 处将在 410 处获得的凸轮轴位置发送到发动机控制器。用于控制发动机的一个或更多个操作参数可以基于如上面描述的和图 3 示出的获得的凸轮轴位置而被确定。

[0070] 最后,该方法可以包括,在 414 处确定是否已实现期望的马达位置。例如,期望的马达位置可以已从发动机控制器发送到马达控制器。如果已实现期望的马达位置(是),则该方法结束。如果未实现期望的马达位置(否),则该方法返回至 402。

[0071] 图 5 示出图示说明在根据图 3 的方法 300 操作的图 1 的发动机 10 的一部分示例性驱动循环期间的操作参数的图形 500。如图所示,该示例中的操作参数可以包括发动机转速(RPM)、马达位置(例如,经由 CAM 信号由马达控制器 170 所指示的)、凸轮轴位置(例如,经由 VCT 信号由凸轮轴传感器 172 所指示的)、耦接到凸轮轴并且配置为选择地改变凸轮轴的相位的电动马达(例如,电动马达 166)的输出轴的位置和发动机的汽缸(例如,汽缸 30)中容纳的空气充气。

[0072] 在其中发动机未操作的有限的持续时间之后,起动转动开始并且在经由阴影在图 5 中强调的整个持续时间 502 持续存在。从驱动循环开始直到时间 504,来自凸轮轴传感器(例如,凸轮轴传感器 172)的凸轮轴位置不可用,而来自马达控制器的凸轮轴位置可用。因此,从驱动循环开始直到时间 504,诸如汽缸空气充气的各种发动机操作参数基于从马达控制器接收的凸轮轴位置被确定。然而,在时间 504 之后,来自凸轮轴传感器的凸轮轴位置变得足够准确用于发动机控制目的(图中虚线示出的),并且发动机操作参数确定的基础从马达控制器凸轮轴位置转换到凸轮轴传感器凸轮轴位置。然而,可能存在两种类型的凸轮轴位置之间的差异。因此,在这种示例中,适当平均和/或过滤可以被采用以调和该差异。如上面描述的,确定汽缸空气充气的基础也可以以此方式被转换。

[0073] 注意,本文所包含的示例控制和估计例程可以与各种发动机和/或车辆系统构造一起使用。本文所公开的控制方法和例程可以存储作为非临时性存储器中的可执行指令。本文所述的具体例程可以表示任何数量的处理策略中的一个或多个,诸如事件驱动、多任务、多线程等。因此,所示的各种动作、操作和/或功能可以以所示的顺序执行、并行执行或在一些情况下省略。同样,不一定需要处理顺序来实现本文所述的示例性实施例的特征和优点,但是处理顺序的提供是为了便于说明和描述。所示的动作、操作和/或功能中的一个

或多个可以根据正在使用的特定策略重复地执行。此外,所述的动作、操作和 / 或功能可以以图形方式表示要编入发动机控制系统中的计算机可读存储介质的非临时性存储器中的代码。

[0074] 将理解,本文所公开的构造和例程在本质上是示例性的,并且这些具体实施例并不以限制性的意义进行考虑,因为许多变化都是可能的。例如,上述技术可以应用于 V-6、I-4、I-6、V-12、对置 4 缸和其他发动机类型。本公开的主题包括本文所公开的各种系统和构造以及其他特征、功能和 / 或属性的所有新颖且非显而易见的组合和子组合。

[0075] 下列权利要求特别地指出被视为新颖且非显而易见的某些组合和子组合。这些权利要求可指“一个”元件或“第一”元件或它们的等同物。此类权利要求应该理解为包括一个或多个此类元件的并入,既不要求也不排除两个或更多个此类元件。所公开的特征、功能、元件和 / 或属性的其他组合和子组合可以通过本权利要求的修改或通过本申请或相关申请中新权利要求的呈现进行保护。此类权利要求无论在范围上比原始权利要求更宽、更窄,与原始权利要求相等或不同也被视为包括在本公开的主题内。

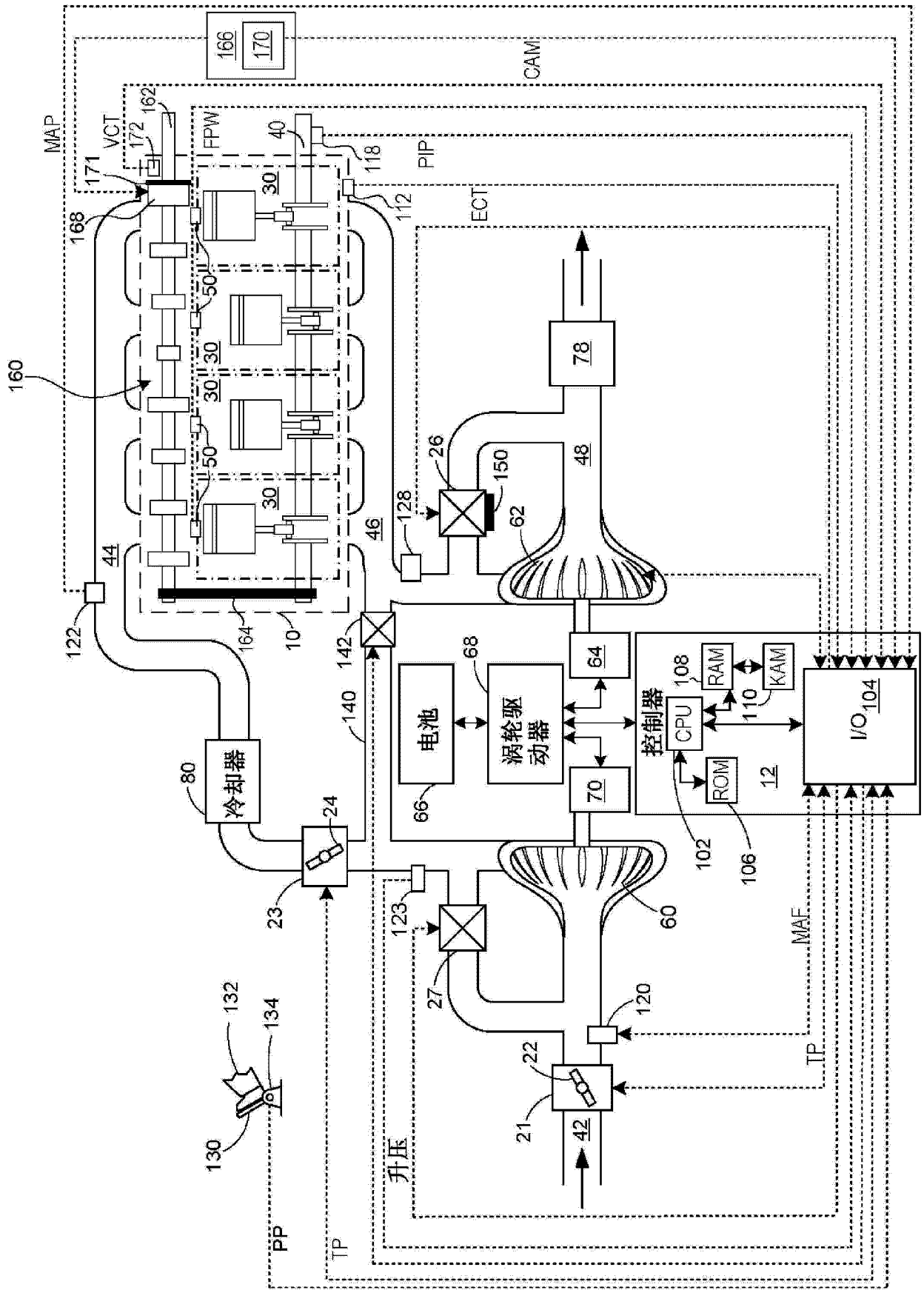


图 1

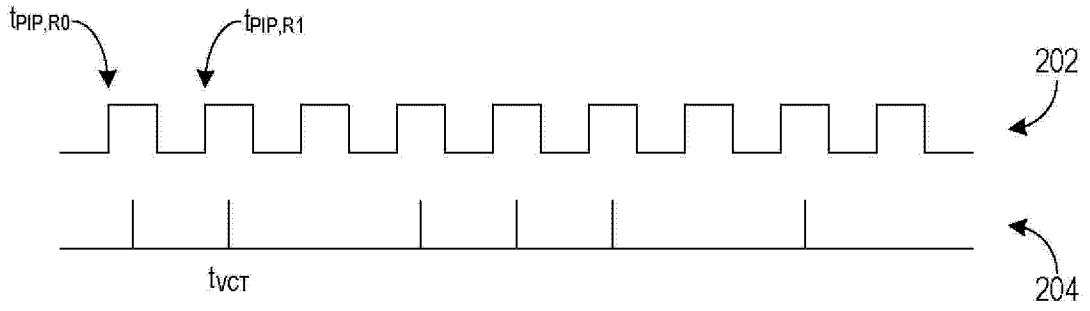


图 2

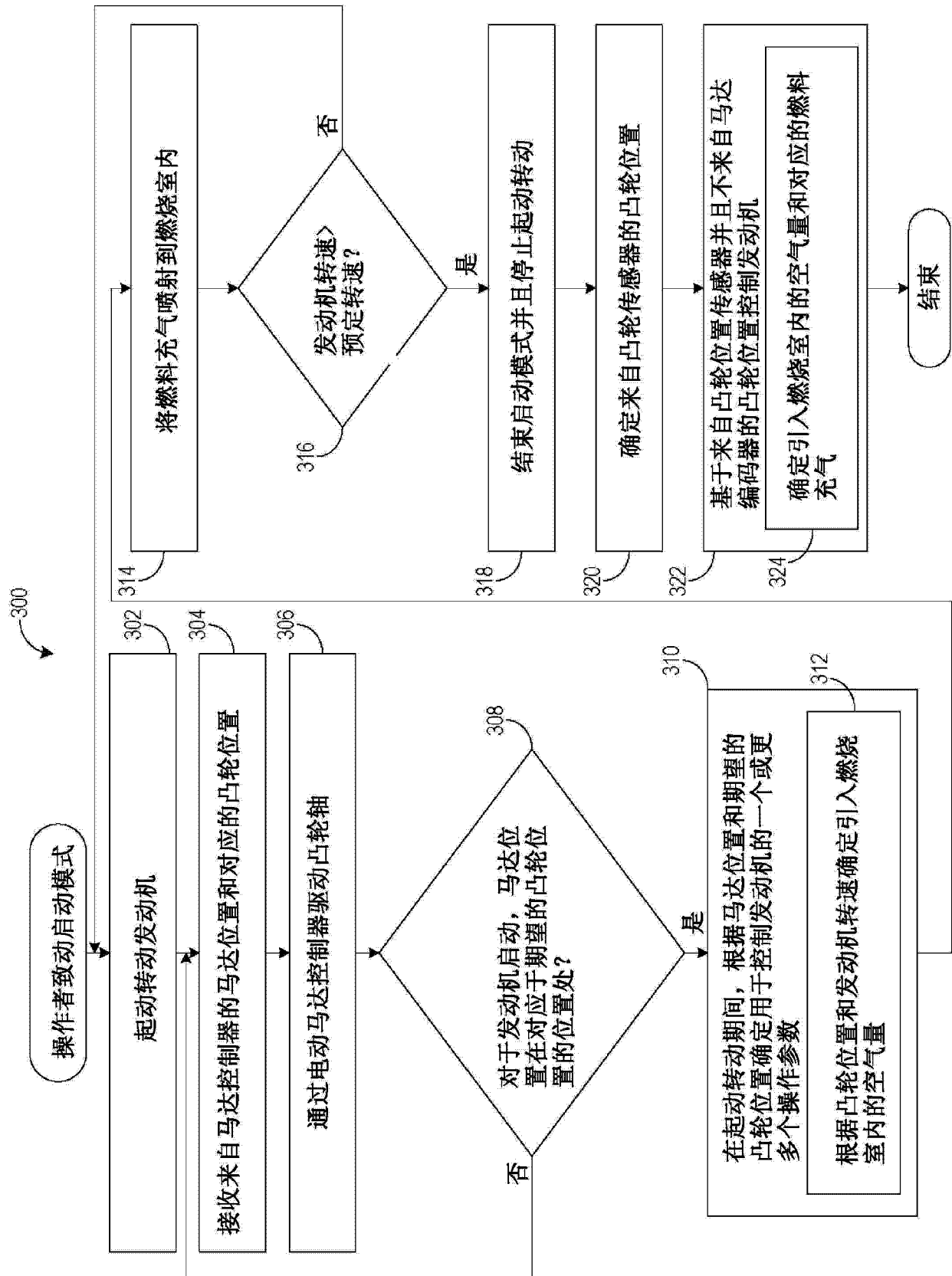


图 3

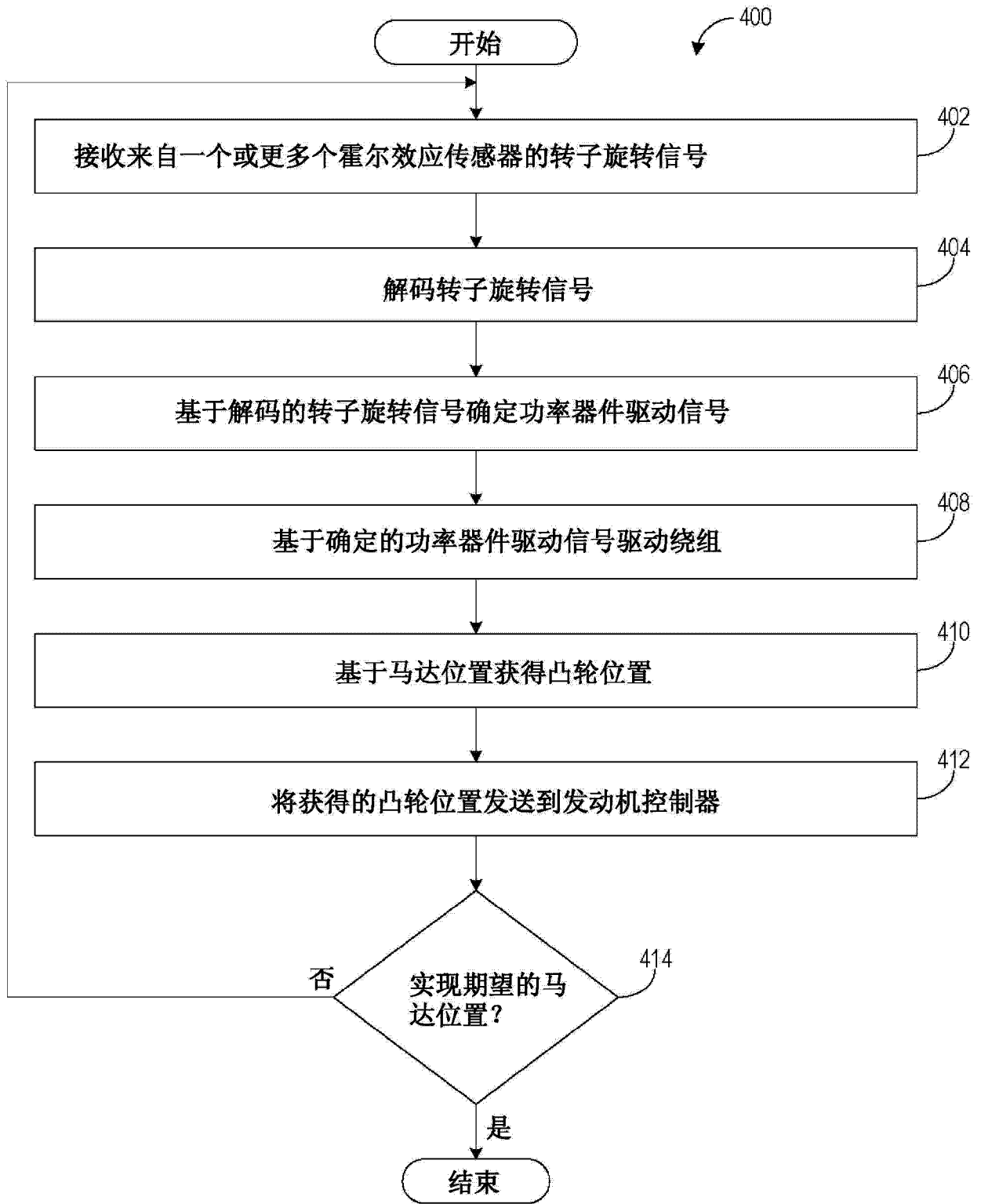


图 4

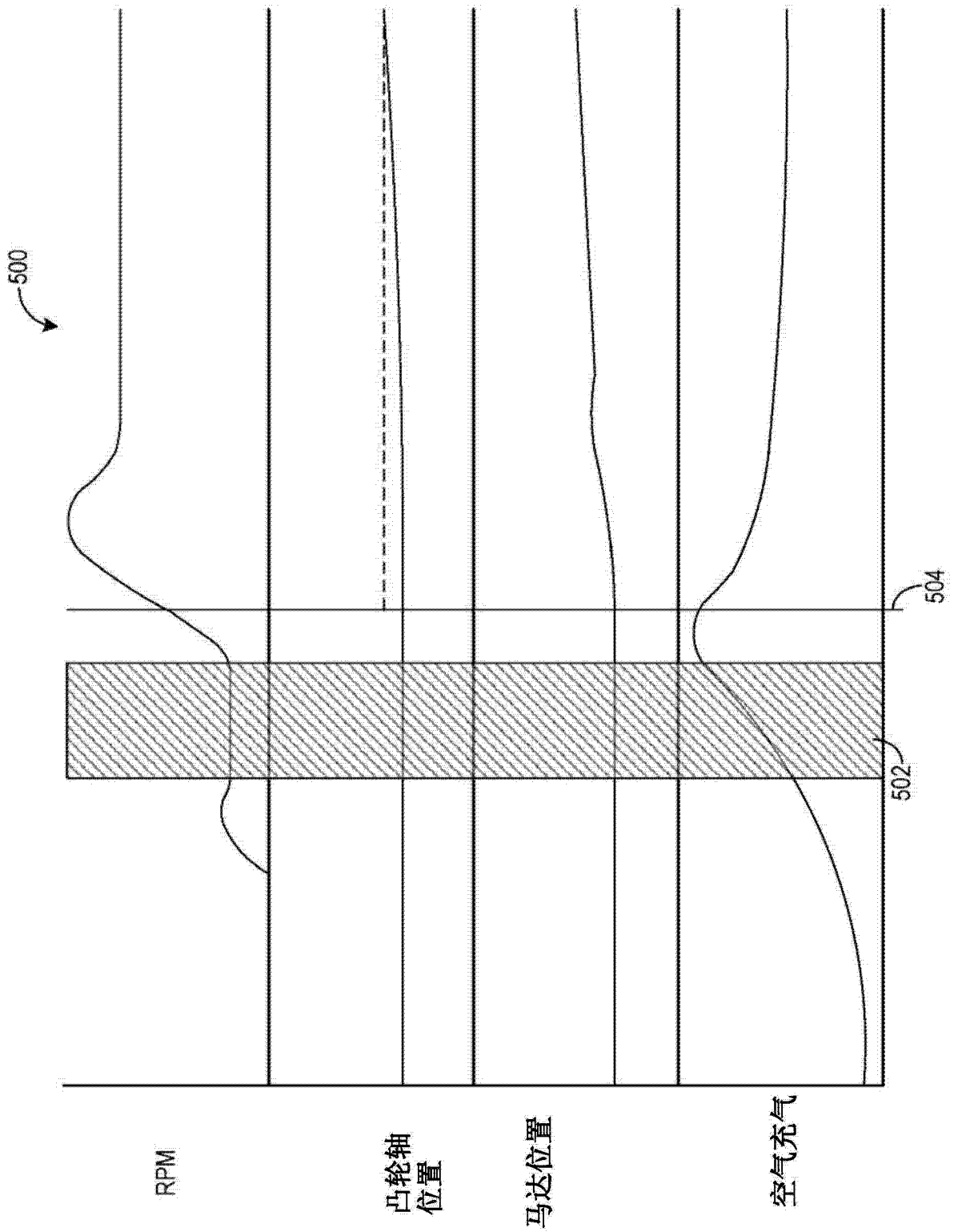


图 5