



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103237703 A

(43) 申请公布日 2013. 08. 07

(21) 申请号 201080070415. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 11. 30

B60W 10/06(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日
2013. 05. 30

B60K 6/445(2006. 01)

B60W 20/00(2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2010/071350 2010. 11. 30

(87) PCT申请的公布数据

W02012/073323 JA 2012. 06. 07

(71) 申请人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

(72) 发明人 原田佑公 伊藤雅俊 椎叶一之
金山武司

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 黄永杰

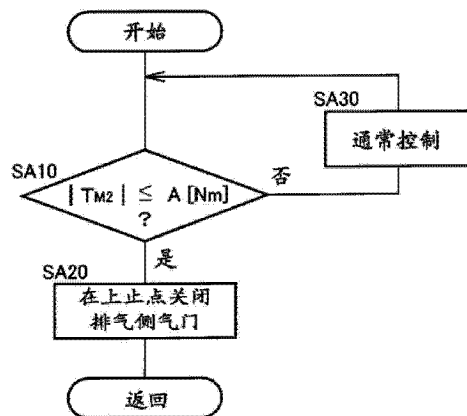
权利要求书1页 说明书17页 附图7页

(54) 发明名称

混合动力车辆的控制装置

(57) 摘要

本发明提供一种能够不使发动机旋转速度变化地降低咔哒声的混合动力车辆的控制装置。在第二电动机转矩(T_{M2})处于咔哒声产生区域(G)内的情况下,与第二电动机转矩(T_{M2})处于咔哒声产生区域(G)外的情况下的通常行驶时相比,实施对发动机旋转变动进行抑制的发动机旋转变动抑制控制(EGR量抑制控制、自身EGR量抑制控制、稀燃烧控制及点火滞后控制中的至少一种控制),因此,可以不使发动机旋转速度(N_E)变化地抑制发动机旋转变动来降低咔哒声。因此,可以不给用户带来因发动机旋转速度(N_E)变化而产生的不适感地降低咔哒声。



1. 一种混合动力车辆的控制装置,该混合动力车辆具有电气式差动部,该电气式差动部具有:将来自发动机的动力向差动用电动机及输出旋转部件分配的差动机构和能够传递动力地与该输出旋转部件连结的行驶用电动机,所述控制装置通过控制该差动用电动机的运转状态来控制该差动机构的差动状态,其特征在于,

在所述行驶用电动机的输出转矩处于规定范围内的情况下,与该行驶用电动机的输出转矩处于规定范围外的情况相比,所述控制装置实施对所述发动机的旋转变动进行抑制的控制,

对所述发动机的旋转变动进行抑制的控制是抑制废气再循环量的控制、在排气行程中抑制气缸内的燃烧气体的剩余量的控制、使空燃比成为稀侧的控制、以及使点火正时滞后的控制中的至少一种控制。

2. 如权利要求 1 所述的混合动力车辆的控制装置,其特征在于,

所述规定范围是打齿声产生区域,所述打齿声产生区域作为构成所述电气式差动部的齿轮因所述发动机的旋转变动而容易产生打齿声的所述行驶用电动机的输出转矩的范围而预先求出。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的混合动力车辆的控制装置,其特征在于,

在所述行驶用电动机的输出转矩处于规定范围内的情况下,所述控制装置能够实施如下控制:将在该行驶用电动机的输出转矩处于规定范围外的情况下沿规定的发动机最佳燃料消耗线进行动作的所述发动机的动作点,转移到打齿声避免动作线上,所述打齿声避免动作线为了避免构成所述电气式差动部的齿轮因所述发动机的旋转变动产生打齿声而预先求出,

在所述行驶用电动机的输出转矩处于规定范围内的情况下,所述控制装置从对所述发动机的旋转变动进行抑制的控制和转移到所述打齿声避免动作线上的控制中,选择控制实施时的燃料消耗恶化被抑制的控制进行实施。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的混合动力车辆的控制装置,其特征在于,

在所述行驶用电动机的输出转矩处于规定范围内的情况下,所述控制装置能够实施如下控制:将在该行驶用电动机的输出转矩处于规定范围外的情况下沿规定的发动机最佳燃料消耗线进行动作的所述发动机的动作点,转移到打齿声避免动作线上,所述打齿声避免动作线为了避免构成所述电气式差动部的齿轮因所述发动机的旋转变动产生打齿声而预先求出,

在所述行驶用电动机的输出转矩处于规定范围内的情况下,所述控制装置组合实施对所述发动机的旋转变动进行抑制的控制和转移到所述打齿声避免动作线上的控制。

混合动力车辆的控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及具有动力分配式的电气式差动部的混合动力车辆的控制装置,尤其涉及降低因发动机的旋转变动而导致的电气式差动部中的打齿声的技术。

背景技术

[0002] 公知有具有如下的电气式差动部的混合动力车辆,该电气式差动部具有将来自发动机的动力向差动用电动机及输出旋转部件分配的差动机构和能够传递动力地与该输出旋转部件连结的(即直接或经由齿轮机构间接连结的)行使用电动机,在该电气式差动部中,该差动用电动机的运转状态被控制,由此,该差动机构的差动状态被控制。例如,专利文献 1 中记载的混合动力车辆就是上述那样的混合动力车辆。

[0003] 在此,在如上所述的混合动力车辆中,存在例如从构成电气式差动部的齿轮机构产生打齿声的情况。具体地说,在上述齿轮机构中,在相互啮合的齿轮间的啮合部分存在间隙。而且,例如在行使用电动机的输出转矩的值为包括零 [Nm] 在内的大致零附近时(即行使用电动机处于浮动状态时),本来行使用电动机的输出转矩进行作用的某齿轮对各齿轮彼此成为相互之间推压力弱的齿轮浮动状态。在处于如上所述的状态时,因发动机的旋转变动(爆发变动)而产生的振动传递到该齿轮对的啮合部分,有时会导致在该啮合部分啮合齿的齿面彼此相互反复进行碰撞和分离并互相打击,从而产生被称为所谓咔哒声的打齿声。为了降低如上所述的咔哒声,例如在上述专利文献 1 中提出有如下的技术:在行使用电动机的输出转矩进入规定范围并检测到产生咔哒声的条件(例如功率)的情况下,在等功率下使发动机旋转速度上升到规定值以上并使发动机转矩降低至规定值以下,来抑制发动机的转矩变动。即,通常使发动机沿如下的规定的发动机动作线(例如发动机最佳燃料消耗线)运转,即发动机尽可能地以高效的状态运转且发动机的运转状态(例如由发动机旋转速度和发动机转矩表示的发动机动作点)相对于必要的发动机功率的变化而平滑地变化。另一方面,在检测出产生咔哒声的条件(例如功率)的情况下,使发动机动作点在等功率线上从发动机最佳燃料消耗线转移到为了使发动机旋转速度上升到规定值以上以避免咔哒声的规定的发动机动作线(例如咔哒声避免动作线)。

[0004] 在先技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献 1 :日本特开平 11-93725 号公报

[0007] 专利文献 2 :日本特开昭 58-160530 号公报

[0008] 专利文献 3 :日本特开平 11-173171 号公报

[0009] 专利文献 4 :日本特开 2007-126097 号公报

发明内容

[0010] 发明要解决的课题

[0011] 但是,即便在上述发动机最佳燃料消耗线和咔哒声避免动作线一定程度上分离的

情况下,仍可认为:若一定程度延长将发动机最佳燃料消耗线上的发动机动作点在等功率线上转移到咔哒声避免动作线上的发动机动作点时的转移时间,则发动机旋转速度逐渐上升,因此,难以给用户带来不适感。反之,有可能导致产生咔哒声的频度变高、直至降低咔哒声所需的时间延长。因此,希望尽可能地缩短上述转移时间。但是,越缩短上述转移时间,而且越分离上述发动机最佳燃料消耗线和咔哒声避免动作线,因发动机旋转速度越发急速上升,因此存在越容易给用户带来不适感的可能性。即,对于用户而言,存在对发动机旋转速度的急速上升感到不适的可能性。另外,如上所述的课题并未公知,对于不给用户带来因发动机旋转速度变化而产生的不适感地降低咔哒声的技术还没有提案。

[0012] 本发明以上述情况为背景而作出,其目的在于提供一种混合动力车辆的控制装置,能够不使发动机旋转速度变化地降低咔哒声。

[0013] 用于解决课题的方案

[0014] 用于实现上述目的的本发明的主旨在于:(a)一种混合动力车辆的控制装置,该混合动力车辆具有电气式差动部,该电气式差动部具有:将来自发动机的动力向差动用电动机及输出旋转部件分配的差动机构和能够传递动力地与该输出旋转部件连结的行驶用电动机,所述控制装置通过控制该差动用电动机的运转状态来控制该差动机构的差动状态,其特征在于,(b)在所述行驶用电动机的输出转矩处于规定范围内的情况下,与该行驶用电动机的输出转矩处于规定范围外的情况相比,所述控制装置实施对所述发动机的旋转变动进行抑制的控制,(c)对所述发动机的旋转变动进行抑制的控制是抑制废气再循环量的控制、在排气行程中抑制气缸内的燃烧气体的剩余量的控制、使空燃比成为稀侧的控制、以及使点火正时滞后的控制中的至少一种控制。

[0015] 发明的效果

[0016] 若如上所述构成,则在所述行驶用电动机的输出转矩处于规定范围内的情况下,与该行驶用电动机的输出转矩处于规定范围外的情况相比,实施对所述发动机的旋转变动进行抑制的控制,因此,可以不使发动机旋转速度变化地抑制发动机的旋转变动来降低咔哒声。因此,可以不给用户带来因发动机旋转速度变化而产生的不适感地降低咔哒声。具体地说,对所述发动机的旋转变动进行抑制的控制是抑制废气再循环量的控制、在排气行程中抑制气缸内的燃烧气体的剩余量的控制、使空燃比成为稀侧的控制、以及使点火正时滞后的控制中的至少一种控制,因此,可以不使发动机旋转速度变化地(极端而言不变更发动机动作点地)适当抑制发动机的旋转变动。例如,在对废气再循环量(EGR量)进行抑制的控制中,可以抑制因废气所包含的未燃烧气体的剩余量产生偏差,使得EGR量越多、气缸内的燃料的浓度按不同气缸越产生偏差而导致的气缸间的爆发偏差,可以不变更发动机动作点地适当抑制发动机的旋转变动。另外,在排气行程中抑制气缸内的燃烧气体的剩余量的控制中,可以抑制因气缸内的燃烧气体所包含的未燃烧气体的剩余量产生偏差,使得燃烧气体的剩余量越多、气缸内的燃料的浓度按不同气缸越产生偏差而导致的气缸间的爆发偏差,可以不变更发动机动作点地适当抑制发动机的旋转变动。另外,在使空燃比成为稀侧的控制中,可以使旋转变动的发动机转矩的平均值保持原样不变而仅降低发动机转矩的峰值,可以不变更发动机动作点地适当抑制发动机的旋转变动。另外,在使点火正时滞后的控制中,可以使旋转变动的发动机转矩的平均值保持原样不变而仅降低发动机转矩的峰值,可以不变更发动机动作点地适当抑制发动机的旋转变动。

[0017] 在此,优选为,所述规定范围是打齿声产生区域,所述打齿声产生区域作为构成所述电气式差动部的齿轮因所述发动机的旋转变动而容易产生打齿声的所述行驶用电动机的输出转矩的范围而预先求出。若如上所述构成,则在所述行驶用电动机的输出转矩处于打齿声产生区域内的情况下,可以不变更发动机动作点地适当抑制发动机的旋转变动。

[0018] 另外,优选为,在所述行驶用电动机的输出转矩处于规定范围内的情况下,所述控制装置能够实施如下控制:将在该行驶用电动机的输出转矩处于规定范围外的情况下沿规定的发动机最佳燃料消耗线进行动作的所述发动机的动作点,转移到打齿声避免动作线上,所述打齿声避免动作线为了避免构成所述电气式差动部的齿轮因所述发动机的旋转变动产生打齿声而预先求出,在所述行驶用电动机的输出转矩处于规定范围内的情况下,所述控制装置从对所述发动机的旋转变动进行抑制的控制和转移到所述打齿声避免动作线上的控制中,选择控制实施时的燃料消耗恶化被抑制的控制进行实施。若如上所述构成,则与仅通过对所述发动机的旋转变动进行抑制的控制来降低咔哒声的情况及仅通过转移到所述打齿声避免动作线上的控制来降低咔哒声的情况相比,可以降低实施为了降低咔哒声的控制时的燃料消耗。

[0019] 另外,优选为,在所述行驶用电动机的输出转矩处于规定范围内的情况下,所述控制装置能够实施如下控制:将在该行驶用电动机的输出转矩处于规定范围外的情况下沿规定的发动机最佳燃料消耗线进行动作的所述发动机的动作点,转移到打齿声避免动作线上,所述打齿声避免动作线为了避免构成所述电气式差动部的齿轮因所述发动机的旋转变动产生打齿声而预先求出,在所述行驶用电动机的输出转矩处于规定范围内的情况下,所述控制装置组合实施对所述发动机的旋转变动进行抑制的控制和转移到所述打齿声避免动作线上的控制。若如上所述构成,则与仅通过对所述发动机的旋转变动进行抑制的控制来降低咔哒声的情况相比,可以进一步降低咔哒声。另外,由于能够通过通过对所述发动机的旋转变动进行抑制的控制来降低咔哒声的情况为前提、对所述打齿声避免动作线进行设定,因此,与仅通过转移到所述打齿声避免动作线上的控制来降低咔哒声的情况相比,可以减小在实施将发动机动作点从发动机最佳燃料消耗线转移到打齿声避免动作线上的控制时的发动机旋转速度的变化。

附图说明

[0020] 图 1 是说明应用本发明的混合动力车辆的简略结构的图并且是说明设置于车辆的控制系统的主要部分的模块线图。

[0021] 图 2 是说明发动机的简略结构的图并且是说明为了进行发动机的输出控制等而设置于车辆的控制系统的主要部分的模块线图。

[0022] 图 3 是说明电子控制装置的控制功能的主要部分的功能模块线图。

[0023] 图 4 是表示发动机最佳燃料消耗线及咔哒声避免动作线的一例的图。

[0024] 图 5 是表示基于进气门驱动装置的进气门的开闭正时的通常控制范围(实线及虚线)和基于排气门驱动装置的排气门的开闭正时的通常控制范围(单点划线及双点划线)的一例的图。

[0025] 图 6 是说明电子控制装置的控制动作的主要部分即为了不使发动机旋转速度变化地降低咔哒声的控制动作的流程图。

[0026] 图 7 是说明电子控制装置的控制动作的主要部分即为了不使发动机旋转速度变化地降低哒哒声的控制动作的流程图,是与图 6 的流程图相当的另一实施例。

[0027] 图 8 是表示实施例 3 所采用的哒哒声避免动作线的一例的图。

[0028] 图 9 是说明电子控制装置的控制动作的主要部分即为了不使发动机旋转速度变化地降低哒哒声的控制动作的流程图,是与图 6 的流程图相当的另一实施例。

具体实施方式

[0029] 在本发明中,优选为,所述行驶用电动机直接或经由齿轮机构间接地与所述差动机构的输出旋转部件能够传递动力地连结。另外,上述齿轮机构例如由能够传递动力地将两轴间连结的齿轮对、由行星齿轮和圆锥齿轮等差动齿轮装置构成的单级减速器或增速器、多组行星齿轮装置的旋转构件利用摩擦卡合装置选择性地被连结来择一地实现多个齿轮挡(变速挡)的例如具有前进 2 挡、前进 3 挡或更多的变速挡的各种行星齿轮式多级变速器等构成。

[0030] 另外,优选为,作为所述行星齿轮式多级变速器中的摩擦卡合装置,广泛采用通过液压促动器进行卡合的多板式或单板式的离合器、制动器、或者带式的制动器等液压式摩擦卡合装置。供给用于使该液压式摩擦卡合装置进行卡合动作的工作油的油泵既可以是例如由作为行驶用驱动力源的发动机驱动并排出工作油的油泵,也可以是由与发动机独立地另行配设的专用电动马达等驱动的油泵。

[0031] 另外,优选为,所述差动机构是具有与所述发动机连结的第一旋转构件、与所述差动用电动机连结的第二旋转构件、以及与所述输出轴连结的第三旋转构件这三个旋转构件的装置。

[0032] 另外,优选为,所述差动机构是单个小齿轮型的行星齿轮装置,所述第一旋转构件是该行星齿轮装置的行星齿轮架,所述第二旋转构件是该行星齿轮装置的太阳轮,所述第三旋转构件是该行星齿轮装置的内齿轮。

[0033] 另外,优选为,所述车辆用传动装置搭载于车辆的搭载姿势既可以是驱动装置的轴线成为车辆的宽度方向的 FF(发动机前置前轮驱动)车辆等横向安装型,也可以是驱动装置的轴线成为车辆的前后方向的 FR(发动机前置后轮驱动)车辆等纵向安装型。

[0034] 另外,优选为,所述发动机和所述差动机构动作地连结即可,例如既可以在发动机和差动机构之间夹设脉动吸收减振器(振动衰减装置)、直接离合器、带有减振器的直接离合器或流体传动装置等,也可以使发动机和差动机构始终连结。另外,作为流体传动装置,使用带有锁止离合器的变矩器、液力联轴器等。

[0035] 以下,参照附图详细说明本发明的实施例。

[0036] 实施例 1

[0037] 图 1 是说明应用本发明的混合动力车辆 10(以下称为车辆 10)的简略结构的图并且是说明为了控制车辆 10 的各部分而设置的控制系统的主要部分的模块线图。在图 1 中,车辆 10 具有变速部 20,该变速部 20 具有:将从作为行驶用的驱动力源的发动机 12 输出的动力向第一电动机 MG1 及输出齿轮 14 分配的动力分配机构 16;与输出齿轮 14 连结的齿轮机构 18;经由齿轮机构 18 能够传递动力地与输出齿轮 14 连结的第二电动机 MG2。该变速部 20 优选用于例如在车辆 10 中进行横向安装的 FF(发动机前置前轮驱动)型车辆,由反转

齿轮对 24、末端齿轮对 26、差动齿轮装置(终端减速度器) 28、与发动机 12 动作地连结的减振器 30、与该减振器 30 动作地连结的输入轴 32 等,在安装在车体上的作为非旋转部件的箱体 34 内构成传动装置 36,上述反转齿轮对 24 由作为变速部 20 (动力分配机构 16) 的输出旋转部件的输出齿轮 14 和反转从动齿轮 22 构成。在如上所述构成的传动装置 36 中,经由减振器 30 及输入轴 32 被输入的发动机 12 的动力、第二电动机 MG2 的动力向输出齿轮 14 传递,从该输出齿轮 14 依次经过反转齿轮对 24、末端齿轮对 26、差动齿轮装置 28 等向一对驱动轮 38 传递。

[0038] 输入轴 32 的一端经由减振器 30 与发动机 12 连结,从而由发动机 12 驱动而进行旋转。另外,在另一端连结有作为润滑油供给装置的油泵 40,通过驱动输入轴 32 旋转,驱动油泵 40 旋转,从而将润滑油供给到传动装置 36 的各部分例如动力分配机构 16、齿轮机构 18、未图示的滚珠轴承等。

[0039] 动力分配机构 16 由作为旋转构件(旋转部件)而具有第一太阳轮 S1、第一小齿轮 P1、将该第一小齿轮 P1 能够自转及公转地支承的第一行星齿轮架 CA1、经由第一小齿轮 P1 与第一太阳轮 S1 啮合的第一内齿轮 R1 的公知的单个小齿轮型行星齿轮装置构成,作为产生差动作用的差动机构起作用。在该动力分配机构 16 中,第一行星齿轮架 CA1 与输入轴 32 即发动机 12 连结,第一太阳轮 S1 与第一电动机 MG1 连结,第一内齿轮 R1 与输出齿轮 14 连结。由此,第一太阳轮 S1、第一行星齿轮架 CA1、第一内齿轮 R1 相互之间分别能够相对旋转,因此,发动机 12 的输出被分配到第一电动机 MG1 及输出齿轮 14,并且,利用分配到第一电动机 MG1 的发动机 12 的输出使第一电动机 MG1 发电,其发出的电能经由变换器 46 蓄积在蓄电装置 48 中或利用该电能驱动第二电动机 MG2 旋转,因此,变速部 20 例如成为无级变速状态(电气 CVT 状态),作为不论发动机 12 的规定旋转如何都使输出齿轮 14 的旋转连续地变化的电气无级变速器起作用。即,变速部 20 作为电气式差动部(电气式无级变速器)起作用,在该电气式差动部(电气式无级变速器)中,作为差动用电动机起作用的第一电动机 MG1 的运转状态被控制,由此,动力分配机构 16 的差动状态被控制。由此,变速部 20 可以使发动机 12 例如沿燃料消耗最佳的发动机 12 的动作用点(例如由发动机旋转速度 N_E 和发动机转矩 T_E 确定的发动机 12 的运转点、以下称为发动机动作用点)工作。这种混合动力形式被称为机械分配式或分割式。

[0040] 齿轮机构 18 由作为旋转构件而具有第二太阳轮 S2、第二小齿轮 P2、将该第二小齿轮 P2 能够自转及公转地支承的第二行星齿轮架 CA2、经由第二小齿轮 P2 与第二太阳轮 S2 啮合的第二内齿轮 R2 的公知的单个小齿轮型行星齿轮装置构成。在该齿轮机构 18 中,第二行星齿轮架 CA2 与作为非旋转部件的箱体 34 连结,因此,旋转被阻止,第二太阳轮 S2 与第二电动机 MG2 连结,第二内齿轮 R2 与输出齿轮 14 连结。而且,该齿轮机构 18 构成为例如作为减速度器起作用,在从第二电动机 MG2 输出转矩(驱动力)的牵引时,使第二电动机 MG2 的旋转减速并传递到输出齿轮 14,使其转矩增大并向输出轴 14 传递。另外,动力分配机构 16 的内齿轮 R1 及齿轮机构 18 的内齿轮 R2 成为构成一体的复合齿轮,在其外周部设置有输出齿轮 14。

[0041] 第一电动机 MG1 及第二电动机 MG2 是具有作为从电能产生机械驱动力的发动机的功能及作为从机械驱动力产生电能的发电机的功能中的至少一方的例如同步电动机,优选是使发动机或发电机选择性地工作的电动发电机。例如,第一电动机 MG1 具有:用于承接发

动机 12 的反作用力的发电机(发电)功能及将运转停止中的发动机 12 旋转驱动的马达(电动机)功能,第二电动机 MG2 具有:用于作为将驱动力作为行驶用的驱动力源而输出的行驶用电动机起作用的电动机功能及根据来自驱动轮 38 侧的逆驱动力通过再生产生电能的发电功能。

[0042] 图 2 是说明发动机 12 的简略结构的图并且是为了执行发动机 12 的输出控制等而设置于车辆 10 的控制系统的的主要部分的模块线图。在图 2 中,发动机 12 例如是公知的汽车用汽油发动机,可以是单缸发动机或 2 缸以上的多缸发动机,但在本实施例中,例如是直列 4 缸发动机。另外,发动机 12 是在发动机 12 的曲轴 13 转两转期间完成由进气行程、压缩行程、膨胀行程、排气行程构成的一个循环的四冲程发动机。该发动机 12 具有:在气缸盖和活塞 50 之间设置的燃烧室 52;与燃烧室 52 的进气口连接的进气管 54;与燃烧室 52 的排气口连接的排气管 56;设置于气缸盖并将燃料 F 喷射供给到向燃烧室 52 吸入的空气(吸入空气、进气)中的燃料喷射装置 58;对由通过燃料喷射装置 58 喷射供给的燃料 F 和吸入空气构成的燃烧室 52 内的混合气体进行点火的点火装置 60;使燃烧室 52 的进气口打开或关闭的进气门 62;使该进气门 62 与曲轴 13 的旋转同步地往复运动来进行开闭动作的进气门驱动装置 64;使燃烧室 52 的排气口打开或关闭的排气门 66;以及使该排气门 66 与曲轴 13 的旋转同步地往复运动来进行开闭动作的排气门驱动装置 68。

[0043] 在发动机 12 的进气管 54 内,在其上游部分设置有电子节气门 70,该电子节气门 70 由节气门促动器 72 进行开闭动作。由此,发动机 12 被驱动,燃烧后的上述混合气体作为废气(排气)EX 向排气管 56 内送出。另外,在发动机 12 的排气管 56 内配备有催化剂 74,由发动机 12 的燃烧生成的废气 EX 流过排气管 56 并流入催化剂 74,通过该催化剂 74 被净化后排出到大气中。该催化剂 74 由例如对废气 EX 中的碳氢化合物(HC)、一氧化碳(CO)、氮氧化物(NO_x)等进行净化的众所周知的三元催化剂构成。

[0044] 另外,车辆 10 具有废气再循环装置(EGR 装置)76,该废气再循环装置(EGR 装置)76 从发动机 12 的排气管 56 中取出一部分废气 EX,再次使其再循环并返回到发动机 12 的进气管 54 中。EGR 装置 76 例如具有:将进气管 54 和排气管 56 连通的 EGR 管 78、以及设置在该 EGR 管 78 的管路中途部分并对从排气管 56 向进气管 54 再循环的废气 EX 的流通和切断进行控制的 EGR 控制阀 80。EGR 控制阀 80 是例如由促动器等进行电气开闭控制的电子控制阀。

[0045] 在该发动机 12 中,燃料 F 从燃料喷射装置 58 喷射供给到从进气管 54 向燃烧室 52 吸入的吸入空气中并形成混合气体,在燃烧室 52 内,该混合气体通过点火装置 60 被点火并进行燃烧。由此,发动机 12 被驱动,燃烧后的混合气体作为废气 EX 向排气管 56 内送出。而且,废气 EX 中的通过打开 EGR 控制阀 80 向进气管 54 再循环的废气 EX,被加入到在下一个循环中使用的进气管 54 内的吸入空气中。上述燃烧室 52 中的混合气体的空燃比 A/F 例如在一定的范围内根据车辆 10 的运转状态等进行控制。

[0046] 进气门驱动装置 64 基本上使进气门 62 与曲轴 13 的旋转同步地进行开闭动作,但也具有适当变更进气门 62 的开闭正时及提升量等的功能,例如也作为变更进气门 62 的开闭正时的进气门开闭正时变更装置起作用。作为进气门驱动装置 64 的工作原理,公知各种原理,但例如,进气门驱动装置 64 既可以是与曲轴 13 的旋转连动的凸轮机构,并且是通过液压控制或电动控制选择性地使用形状彼此不同的多个凸轮中的任一个使进气门 62 进行

开闭动作的机构,也可以是一并使用与曲轴 13 的旋转连动的凸轮机构和通过液压控制或电动控制对该凸轮机构的凸轮的动作进行修正的机构使进气门 62 进行开闭动作的装置。总之,进气门驱动装置 64 例如以上述凸轮机构为主体而构成,具有作为使进气门 62 的打开正时和关闭正时双方提前或滞后的进气门开闭正时变更装置的功能。

[0047] 排气门驱动装置 68 也与进气门驱动装置 64 相同,排气门驱动装置 68 基本上使排气门 66 与曲轴 13 的旋转同步地进行开闭动作,但也具有适当变更排气门 66 的开闭正时及提升量等的功能,例如也作为变更排气门 66 的开闭正时的排气门开闭正时变更装置起作用。排气门驱动装置 68 的工作原理与进气门驱动装置 64 相同。总之,排气门驱动装置 68 例如以所述凸轮机构为主体而构成,具有作为使排气门 66 的打开正时和关闭正时双方提前或滞后的排气门开闭正时变更装置的功能。

[0048] 并且,如图 1、2 所示,车辆 10 具有包括对例如动力分配机构 16 的差动状态(变速部 20 的变速状态)进行控制的车辆 10 的控制装置在内的电子控制装置 100。该电子控制装置 100 包括例如具有 CPU、RAM、ROM、输入输出接口等的所谓微型计算机而构成,CPU 利用 RAM 的临时存储功能的同时按照预先存储在 ROM 中的程序进行信号处理,从而执行车辆 10 的各种控制。例如,电子控制装置 100 执行与发动机 12、第一电动机 MG1、第二电动机 MG2 等相关的混合动力驱动控制等车辆控制,根据需要分成发动机 12 的输出控制用、变速部 20 的变速控制用等。

[0049] 向电子控制装置 100 例如分别提供如下信号:表示由设置在进气管 54 的电子节气门 70 的上游侧的空气流量计 82 检测出的吸入空气量 Q_{AIR} 的信号;表示由节气门开度传感器 84 检测出的电子节气门 70 的打开角度即节气门开度 θ_{TH} 的信号;表示由设置于排气管 56 的催化剂 74 的上游侧的空燃比传感器 86 检测出的废气 EX 中的空燃比 A/F 的状态的信号;表示由水温传感器 88 检测出的发动机 12 的冷却水温 TH_w 的信号;表示由曲轴位置传感器 90 检测出的曲轴 13 的旋转角度(位置) A_{CR} 及发动机 12 的旋转速度即发动机旋转速度 N_E 的信号;表示由进气门侧凸轮位置传感器 92 检测出的进气门 62 的开闭正时及提升量的信号;表示由排气门侧凸轮位置传感器 93 检测出的排气门 66 的开闭正时及提升量的信号;表示与由输出旋转速度传感器 94 检测出的车速 V 对应的输出齿轮 14 的旋转速度即输出旋转速度 N_{OUT} 的信号;表示由第一电动机旋转速度传感器 96 检测出的第一电动机 MG1 的旋转速度即第一电动机旋转速度 N_{M1} 的信号;表示由第二电动机旋转速度传感器 97 检测出的第二电动机 MG2 的旋转速度即第二电动机旋转速度 N_{M2} 的信号;以及表示由蓄电池传感器 98 检测出的蓄电装置 48 的蓄电池温度 TH_{BAT} 、蓄电池输入输出电流(蓄电池充电放电电流) I_{BAT} 、蓄电池电压 V_{BAT} 的信号等。另外,从未图示的各传感器、开关等,向电子控制装置 100 分别提供如下信号:表示是否存在用于设定马达行驶(EV 行驶)模式的开关操作的信号、表示是否存在制动踏板的操作的信号、表示作为驾驶员对车辆 10 的驱动力要求量(驾驶员要求输出)的加速踏板的操作量即加速踏板开度 Acc 的信号等。另外,电子控制装置 100 基于例如上述蓄电池温度 TH_{BAT} 、蓄电池充电放电电流 I_{BAT} 及蓄电池电压 V_{BAT} 等,依次算出蓄电装置 48 的充电状态(充电容量)SOC。

[0050] 另外,从电子控制装置 100,例如作为发动机 12 的输出控制用的发动机输出控制指令信号 S_E 分别输出:向节气门促动器 72 输出的用于以加速踏板开度 Acc 越增加、则节气门开度 θ_{TH} 基本上越增加的方式控制节气门开度 θ_{TH} 的驱动信号;控制基于燃料喷射装置

58 的燃料 F 的喷射供给量(燃料喷射量) FUEL 的燃料供给量信号 ;对基于点火装置 60 的发动机 12 的点火正时进行指令的点火信号 ;对基于进气门驱动装置 64 的进气门 62 的开闭正时进行指令的进气门开闭正时信号 ;对基于排气门驱动装置 68 的排气门 66 的开闭正时进行指令的排气门开闭正时信号 ;向 EGR 控制阀 80 输出的用于开闭控制 EGR 控制阀 80 以增减控制废气再循环量(EGR 量)的 EGR 量控制信号等。另外,分别输出例如向变换器 46 输出的用于控制第一电动机 MG1 及第二电动机 MG2 的动作用的电动机控制指令信号 S_M 等。

[0051] 图 3 是说明电子控制装置 100 的控制功能的主要部分的功能模块线图。在图 3 中,混合动力控制部即混合动力控制构件 102 根据行驶状态选择性地使例如马达行驶模式、发动机行驶模式(稳定行驶模式)、辅助行驶模式(加速行驶模式)等成立,在该马达行驶模式中,使发动机 12 停止并仅以第二电动机 MG2 为驱动源,在该发动机行驶模式(稳定行驶模式)中,通过利用第一电动机 MG1 的发电来承接相对于发动机 12 的动力的反作用力,从而将发动机直接传递转矩传递到输出轴 14 (驱动轮 22),并且,通过利用第一电动机 MG1 的发电电力驱动第二电动机 MG2,从而将转矩传递到输出轴 14 以进行行驶,在该辅助行驶模式(加速行驶模式)中,在该发动机行驶模式中进一步附加使用了来自蓄电装置 48 的电力的第二电动机 MG2 的驱动力进行行驶。

[0052] 作为一例更具体地说明上述发动机行驶模式中的控制时,混合动力控制构件 102 使发动机 12 在效率好的工作区域工作,另一方面,使发动机 12 和第二电动机 MG2 之间的驱动力的分配、由第一电动机 MG1 的发电产生的反作用力以成为最佳的方式变化,以控制变速部 20 的作为电气无级变速器的变速比 $\gamma 0$ (= 发动机旋转速度 N_E / 输出旋转速度 N_{OUT})。例如,混合动力控制构件 102 根据加速踏板开度 Acc、车速 V 算出车辆 10 的目标输出,根据该目标输出和充电要求值算出必要的总目标输出,考虑传递损失、辅助设备负荷、第二电动机 MG2 的辅助转矩等算出目标发动机功率 $P_E *$,以便能够得到该总目标输出。而且,混合动力控制构件 102 对发动机 12 进行控制并且对第一电动机 MG1 的发电量进行控制,以便在使发动机 12 沿着例如为了兼顾运转性和燃料消耗性而预先通过实验求出的图 4 的实线所示那样的规定的发动机最佳燃料消耗线(燃料消耗映射图)工作的同时达到能够得到目标发动机功率 $P_E *$ 的发动机动作点即发动机旋转速度 N_E 和发动机转矩 T_E 。另外,上述发动机动作点指的是在将表示由发动机旋转速度 N_E 及发动机转矩 T_E 等例示的发动机 12 的动作状态的状态量作为坐标轴的二维坐标中、表示发动机 12 的动作状态的点。另外,在本实施例中,燃料消耗指的是例如每单位燃料消耗量的行驶距离或是作为车辆整体的燃料消耗率(= 燃料消耗量 / 驱动轮输出)等。

[0053] 混合动力控制构件 102 输出发动机输出控制指令信号 S_E 并执行发动机 12 的输出控制以便能够得到用于产生目标发动机功率 $P_E *$ 的发动机转矩 T_E ,上述发动机输出控制指令信号 S_E 除为了进行节气门控制而利用节气门促动器 72 开闭控制电子节气门 70 之外,为了进行燃料喷射控制而对燃料喷射装置 58 的燃料喷射量 FUEL、喷射正时进行控制,并且为了进行点火正时控制而对点火装置 60 的点火正时进行控制。另外,混合动力控制构件 102 将控制第一电动机 MG1 的发电的指令输出到变换器 46 并控制第一电动机旋转速度 N_M 以便能够得到用于产生目标发动机功率 $P_E *$ 的发动机旋转速度 N_E 。

[0054] 另外,混合动力控制构件 102 不论是在车辆的停止中还是在行驶中,即不论受车速 V (驱动轮 38) 约束的输出旋转速度 N_{OUT} 如何,都能够通过动力分配机构 16 的差动作用

控制第一电动机旋转速度 N_{M1} 以将发动机旋转速度 N_E 大致恒定地维持或控制在任意的旋转速度。例如,在车辆行驶中提升发动机旋转速度 N_E 的情况下,混合动力控制构件 102 执行第一电动机旋转速度 N_{M1} 的提升。

[0055] 另外,混合动力控制构件 102 基于例如发动机 12 的动作状态控制 EGR 装置 76 的废气再循环(EGR)。具体地说,混合动力控制构件 102 在发动机 12 的预热完成前等发动机冷机时,输出关闭 EGR 控制阀 80 (使其为全闭状态)的指令,不执行 EGR。另外,混合动力控制构件 102 在发动机 12 的预热完成后,为了基于冷却水温 TH_w 、发动机旋转速度 N_E 、发动机负荷(例如吸入空气量 Q_{AIR} 、节气门开度 θ_{TH} 等)、空燃比 A/F 等控制 EGR 量,输出将 EGR 控制阀 80 打开的指令并执行 EGR。另外,即便在发动机冷机时,若发动机 12 处于发动机 12 的燃烧稳定性被确保(不受到损伤)那样的动作状态,例如若发动机 12 处于发动机 12 的燃烧稳定且输出转矩变动也较小那样的高旋转速度且高负荷等的动作状态,则也可以执行 EGR。

[0056] 另外,混合动力控制构件 102 控制例如进气门驱动装置 64 的进气门 62 的开闭正时、控制排气门驱动装置 68 的排气门 66 的开闭正时,以谋求实现例如低燃料消耗、高输出、低排放。具体地说,混合动力控制构件 102 根据车辆 10 的运转状态等,输出在图 5 的实线及虚线所示那样的一定的通常控制范围内通过进气门驱动装置 64 使进气门 62 的打开正时和关闭正时双方或一方提前或滞后的指令(进气门开闭正时信号)。另外,混合动力控制构件 102 根据车辆 10 的运转状态等,输出在图 5 的单点划线及双点划线所示那样的一定的通常控制范围内通过排气门驱动装置 68 使排气门 66 的打开正时和关闭正时双方或一方提前或滞后的指令(排气门开闭正时信号)。

[0057] 在此,在本实施例的传动装置 36 中,对于第二电动机转矩 T_{M2} 处于第二电动机 MG2 的无负荷状态即包括值为 0[Nm] 在内的大致零附近这种状态而言,连结有第二电动机 MG2 的齿轮机构 18 中的相互啮合的各齿轮彼此的推压力弱,各齿轮成为齿轮浮动的状态。在发动机行驶模式中处于如上所述的齿轮浮动的状态时,若比推压力更强的力的发动机 12 的爆发变动(发动机爆发变动、发动机旋转变动)向齿轮机构 18 传递,则有可能产生被称为所谓哒哒声的打齿声。即,在发动机行驶模式下,根据第二电动机转矩 T_{M2} 的大小,在齿轮机构 18 中存在产生哒哒声的可能性。在本实施例中,将有可能产生如上所述的哒哒声的第二电动机转矩 T_{M2} 的规定范围称为哒哒声产生区域(打齿声产生区域)G。该哒哒声产生区域 G 是作为例如齿轮机构 18 的各齿轮间(齿轮间)因发动机旋转变动而容易产生哒哒声的第二电动机转矩 T_{M2} 的范围、预先通过实验求出并设定的转矩区域,作为负侧的哒哒声产生阈值(-A) [Nm] 和正侧的哒哒声产生阈值(A) [Nm] 之间的区域被规定(A > 0)。

[0058] 针对产生如上所述的哒哒声这种情况,在本实施例中,例如在第二电动机转矩 T_{M2} 处于哒哒声产生区域 G 内的情况下,为了降低哒哒声,可以实施发动机动作点转移控制,在该发动机动作点转移控制中,将在第二电动机转矩 T_{M2} 处于哒哒声产生区域 G 外的情况下的通常行驶时沿图 4 的实线所示那样的发动机最佳燃料消耗线进行动作的发动机动作点,转移到为了避免变速部 20 的齿轮间(例如齿轮机构 18)因发动机旋转变动而产生打齿声的、预先通过实验求出并设定的例如图 4 的虚线所示那样的打齿声避免动作线(哒哒声避免动作线)上。在该发动机动作点转移控制中,如图 4 所示,维持例如能够得到目标发动机功率 P_E^* 的等功率的同时,发动机动作点从发动机最佳燃料消耗线上(例如发动机动作点 E1)向哒哒声避免动作线上(发动机动作点 E2)转移。另外,该哒哒声避免动作线是例如相对于发

动机最佳燃料消耗线上的发动机动作点,使发动机旋转速度 N_E 上升并使发动机转矩 T_E 降低的动作线。由此,抑制发动机 12 的转矩变动,降低或避免咔哒声。若换个观点,则因通过使发动机转矩 T_E 降低而使得发动机直接传递转矩降低,因此,使第二电动机转矩 T_{M2} 与该发动机直接传递转矩的降低量相应地增大。若如上所述构成,其结果是第二电动机转矩 T_{M2} 离开咔哒声产生区域 G,因此,降低或避免咔哒声。

[0059] 但是,在上述发动机动作点转移控制中,尽管不是例如加速踏板加大踩踏等加速状态,也使发动机旋转速度 N_E 上升,因此,对用户而言,存在对发动机旋转速度 N_E 的急速上升感到不适的可能性。于是,在本实施例中,在第二电动机转矩 T_{M2} 处于咔哒声产生区域 G 内的情况下,为了降低咔哒声,与第二电动机转矩 T_{M2} 处于咔哒声产生区域 G 外的情况下的通常行驶时相比,实施对发动机旋转变动进行抑制的发动机旋转变动抑制控制。即,本实施例中的发动机旋转变动抑制控制,与通过将发动机动作点从发动机最佳燃料消耗线上向咔哒声避免动作线上转移并积极地使发动机旋转速度 N_E 上升来降低或避免咔哒声的上述发动机动作点转移控制相比,抑制发动机旋转速度 N_E 的变化的同时抑制发动机旋转变动。优选为,与第二电动机转矩 T_{M2} 处于咔哒声产生区域 G 外的情况相比,发动机旋转变动抑制控制尽可能地抑制发动机旋转速度 N_E 的变化的同时抑制发动机旋转变动。即,与第二电动机转矩 T_{M2} 处于咔哒声产生区域 G 外的情况相比,发动机旋转变动抑制控制实质上不使发动机动作点变化地抑制发动机旋转变动。

[0060] 以下说明上述发动机旋转变动抑制控制的具体形态。废气中包含的未燃烧气体的剩余量存在偏差,每次 EGR 控制时被吸入到气缸的未燃烧气体的剩余量产生变化。因此,EGR 量越多,气缸内的燃料的浓度按不同气缸越产生偏差,其结果是气缸间的发动机 12 的爆发偏差变大且发动机旋转变动增大。于是,在本实施例中,作为发动机旋转变动抑制控制,执行抑制 EGR 量或使其为零的 EGR 量抑制控制。由此,可以抑制气缸间的发动机 12 的爆发偏差,可以不变更发动机动作点地适当抑制发动机旋转变动。

[0061] 另外,在发动机 12 的排气行程中,根据关闭排气门 66 的正时、打开进气门 62 的正时,存在以在气缸内(燃烧室 52 内)残留有燃烧气体的形态转移到下一个进气行程的情况。如上所述的燃烧室 52 内的燃烧气体的剩余量可以作为与 EGR 量同等的量进行处理,因此,在本实施例中称为自身 EGR 量。因此,在发动机 12 的排气行程中燃烧气体所包含的未燃烧气体的剩余量存在偏差,排气行程完成后的未燃烧气体的剩余量产生变化。因此,自身 EGR 量越多,气缸内的燃料的浓度按不同气缸越产生偏差,其结果是气缸间的发动机 12 的爆发偏差变大且发动机旋转变动增大。于是,在本实施例中,作为发动机旋转变动抑制控制,相比第二电动机转矩 T_{M2} 处于咔哒声产生区域 G 外的情况下的通常行驶时,执行在发动机 12 的排气行程中抑制自身 EGR 量的自身 EGR 量抑制控制。由此,可以抑制气缸间的发动机 12 的爆发偏差,可以不变更发动机动作点地适当抑制发动机旋转变动。

[0062] 另外,在燃料喷射量 FUEL 相对较多的(若改变观点,则吸入空气量 Q_{AIR} 相对较少的)混合气体的空燃比 A/F 的浓侧(过浓侧),发动机 12 存在失火倾向而有可能产生气缸间的发动机 12 的爆发偏差。于是,在本实施例中,作为发动机旋转变动抑制控制,执行与上述通常行驶时相比使混合气体的空燃比 A/F 成为稀侧(稀薄侧)的稀燃烧控制。由此,可以使旋转变动的发动机转矩 T_E 的平均值保持原样不变而仅降低发动机转矩 T_E 的峰值,可以不变更发动机动作点地适当抑制发动机旋转变动。

[0063] 另外,基本上,在发动机 12 的压缩行程的末期(例如到达上止点稍前的时候)进行点火时,发动机转矩 T_E 的峰值成为最大。于是,在本实施例中,作为发动机旋转变动抑制控制,执行与上述通常行驶时相比使发动机 12 的点火正时滞后的点火滞后控制。由此,可以使旋转变动的发动机转矩 T_E 的平均值保持原样不变而仅降低发动机转矩 T_E 的峰值,可以不变更发动机动作点地适当抑制发动机旋转变动。

[0064] 另外,本实施例中的发动机旋转变动抑制控制分别单独执行上述 EGR 量抑制控制、上述自身 EGR 量抑制控制、上述稀燃烧控制及上述点火滞后控制中的一种控制,或将上述控制中的两种以上的控制进行组合并执行。即,上述发动机旋转变动抑制控制是上述 EGR 量抑制控制、上述自身 EGR 量抑制控制、上述稀燃烧控制及上述点火滞后控制中的至少一种控制。

[0065] 更具体地说,回到图 3,咔哒声产生区域判定部即咔哒声产生区域判定构件 104 判定例如第二电动机转矩 T_{M2} 是否处于咔哒声产生区域 G 内。具体地说,咔哒声产生区域判定构件 104 判定由混合动力控制构件 102 向第二电动机 MG2 输出的电动机控制指令值的绝对值($|T_{M2}|$)是否在与咔哒声产生区域 G 对应的所述咔哒声产生阈值(A) [Nm] 以下。

[0066] 在由咔哒声产生区域判定构件 104 判定第二电动机转矩 T_{M2} 处于咔哒声产生区域 G 内的情况下,发动机旋转变动抑制控制部即发动机旋转变动抑制控制构件 106 将执行所述发动机旋转变动抑制控制的旋转变动抑制控制指令向混合动力控制构件 102 输出,不变更发动机动作点地抑制发动机旋转变动。例如,发动机旋转变动抑制控制构件 106 将执行所述自身 EGR 量抑制控制的旋转变动抑制控制指令向混合动力控制构件 102 输出,不变更发动机动作点地抑制发动机旋转变动。另外,发动机旋转变动抑制控制构件 106 也可以代替所述自身 EGR 量抑制控制,将执行所述 EGR 量抑制控制、所述稀燃烧控制及所述点火滞后控制中的至少一种控制的旋转变动抑制控制指令输出。即,发动机旋转变动抑制控制构件 106 输出单独执行所述 EGR 量抑制控制、所述自身 EGR 量抑制控制、所述稀燃烧控制及所述点火滞后控制中的一种控制或者将上述控制进行组合并执行的旋转变动抑制控制指令。

[0067] 混合动力控制构件 102 按照来自发动机旋转变动抑制控制构件 106 的旋转变动抑制控制指令,例如执行所述自身 EGR 量抑制控制。具体地说,混合动力控制构件 102 为了减小发动机旋转变动,在为了最有效地抑制自身 EGR 量(例如尽可能地使自身 EGR 量为零)而预先求出的开闭正时控制排气门 66 及进气门 62。更具体地说,混合动力控制构件 102 在发动机 12 的排气行程中执行如下控制:使由排气门驱动装置 68 关闭排气门 66 的正时与上止点相匹配并且使由进气门驱动装置 64 打开进气门 62 的正时为上止点以后。像这样,混合动力控制构件 102 使基于进气门驱动装置 64 的进气门 62 的提前量或滞后量及基于排气门驱动装置 68 的排气门 66 的提前量或滞后量,相比谋求实现上述低燃料消耗、高输出、低排放的通常控制时变化,以便在从排气行程向接下来的进气行程转移时尽可能地抑制自身 EGR 量,从而减小气缸间的发动机 12 的爆发偏差,由此,可以适当地抑制发动机旋转变动而不将发动机动作点从发动机最佳燃料消耗线转移。

[0068] 另外,混合动力控制构件 102 也可以执行关闭 EGR 控制阀 80 的控制。即,混合动力控制构件 102 使 EGR 控制阀 80 变化,以便尽可能地抑制 EGR 量,从而减小气缸间的发动机 12 的爆发偏差,由此,可以适当地抑制发动机旋转变动而不将发动机动作点从发动机最佳燃料消耗线转移。

[0069] 另外,混合动力控制构件 102 也可以执行如下控制:降低相对于吸入空气量 Q_{ATR} 的所述通常行驶时的燃料喷射装置 58 的燃料喷射量 FUEL 并且相比所述通常行驶时的空燃比 A/F 成为稀侧。即,混合动力控制构件 102 使空燃比 A/F 成为稀侧,以使旋转变动的发动机转矩 T_E 的平均值保持原样不变而仅使发动机转矩 T_E 的峰值相比通常行驶时降低,从而可以适当地抑制发动机旋转变动而不将发动机动作点从发动机最佳燃料消耗线转移。

[0070] 另外,混合动力控制构件 102 也可以执行使所述通常行驶时的点火装置 60 的点火正时滞后的控制。即,混合动力控制构件 102 使点火正时滞后以使旋转变动的发动机转矩 T_E 的平均值保持原样不变而仅使发动机转矩 T_E 的峰值相比通常行驶时降低,从而可以适当地抑制发动机旋转变动而不将发动机动作点从发动机最佳燃料消耗线转移。

[0071] 图 6 是说明电子控制装置 100 的控制动作的主要部分即为了不使发动机旋转速度 N_E 变化地降低哒哒声的控制动作的流程图,例如以数 msec 至数十 msec 左右的极短的周期反复执行。

[0072] 在图 6 中,首先,在与哒哒声产生区域判定构件 104 对应的步骤(以下省略步骤) SA10 中,基于例如向第二电动机 MG2 输出的电动机控制指令值的绝对值 ($|T_{M2}|$) 是否在所述哒哒声产生阈值(A) [Nm] 以下,来判定第二电动机转矩 T_{M2} 是否处于哒哒声产生区域 G 内。在该 SA10 的判断为肯定的情况下,在与发动机旋转变动抑制控制构件 106 及混合动力控制构件 102 对应的 SA20 中,输出执行作为所述发动机旋转变动抑制控制之一的所述自身 EGR 量抑制控制的旋转变动抑制控制指令,在发动机 12 的排气行程中,执行如下控制:使由排气门驱动装置 68 关闭排气门 66 的正时与上止点相匹配,并且使由进气门驱动装置 64 打开进气门 62 的正时为上止点以后。即,在从排气行程向接下来的进气行程转移时,使进气门 62 及排气门 66 的各提前量或滞后量相比通常控制时变化以免在燃烧室 52 内残留未燃烧气体,从而使气缸间的发动机 12 的爆发偏差减小,由此,抑制发动机旋转变动而不将发动机动作点从发动机最佳燃料消耗线转移。在该 SA20 中,也可以代替使用了排气门驱动装置 68 的所述自身 EGR 量抑制控制,执行所述 EGR 量抑制控制、所述稀燃烧控制或所述点火滞后控制。另外,也可以将自身 EGR 量抑制控制、所述 EGR 量抑制控制、所述稀燃烧控制及所述点火滞后控制中的两种以上的控制进行组合并执行。另一方面,在上述 SA10 的判断为否定的情况下,在 SA30 中,执行所述发动机旋转变动抑制控制以外的通常控制。

[0073] 如上所述,根据本实施例,在第二电动机转矩 T_{M2} 处于哒哒声产生区域 G 内的情况下,与第二电动机转矩 T_{M2} 处于哒哒声产生区域 G 外的情况下的通常行驶时相比,实施对发动机旋转变动进行抑制的发动机旋转变动抑制控制,因此,可以不使发动机旋转速度 N_E 变化地抑制发动机旋转变动来降低哒哒声。因此,可以不给用户带来因发动机旋转速度 N_E 变化而产生的不适感地降低哒哒声。

[0074] 具体地说,发动机旋转变动抑制控制是所述 EGR 量抑制控制、所述自身 EGR 量抑制控制、所述稀燃烧控制及所述点火滞后控制中的至少一种控制,因此,可以不使发动机旋转速度 N_E 变化地(极端而言不变更发动机动作点地)适当抑制发动机旋转变动。例如,在所述 EGR 量抑制控制中,可以抑制因废气所包含的未燃烧气体的剩余量产生偏差,使得 EGR 量越多、气缸内的燃料的浓度按不同气缸越产生偏差而导致的气缸间的爆发偏差,可以不变更发动机动作点地适当抑制发动机旋转变动。另外,在所述自身 EGR 量抑制控制中,可以抑制因燃烧室 52 内的燃烧气体所包含的未燃烧气体的剩余量产生偏差,使得燃烧气体的剩余

量越多、气缸内的燃料的浓度按不同气缸越产生偏差而导致的气缸间的爆发偏差,可以不变更发动机动作点地适当抑制发动机旋转变动。另外,在所述稀燃烧控制中,可以使旋转变动的发动机转矩 T_E 的平均值保持原样不变而仅降低发动机转矩 T_E 的峰值,可以不变更发动机动作点地适当抑制发动机旋转变动。另外,在所述点火滞后控制中,可以使旋转变动的发动机转矩 T_E 的平均值保持原样不变而仅降低发动机转矩 T_E 的峰值,可以不变更发动机动作点地适当抑制发动机旋转变动。

[0075] 另外,根据本实施例,所述哒哒声产生区域 G 是作为例如齿轮机构 18 的各齿轮间因发动机旋转变动而容易产生哒哒声的第二电动机转矩 T_M 的范围、预先通过实验求出并设定的转矩区域,因此,在第二电动机转矩 T_M 处于哒哒声产生区域 G 内的情况下,可以不变更发动机动作点地适当抑制发动机旋转变动。

[0076] 接着,说明本发明的其他实施例。另外,在以下的说明中,对于实施例相互通用的部分,标注相同的附图标记并省略说明。

[0077] 实施例 2

[0078] 在前述的实施例中,在第二电动机转矩 T_M 处于哒哒声产生区域 G 内的情况下,实施所述发动机旋转变动抑制控制,不从发动机最佳燃料消耗线变更发动机动作点地抑制了发动机旋转变动。另外,区别于该发动机旋转变动抑制控制,也对将发动机动作点从发动机最佳燃料消耗线上向哒哒声避免动作线上转移并积极地使发动机旋转速度 N_E 上升来降低或避免哒哒声的所述发动机动作点转移控制进行了详细论述。从燃料消耗方面对该发动机旋转变动抑制控制和发动机动作点转移控制进行比较时,乍一看可认为不从发动机最佳燃料消耗线变更发动机动作点的发动机旋转变动抑制控制更有利。

[0079] 但是,在所述 EGR 量抑制控制、所述自身 EGR 量抑制控制、所述稀燃烧控制及所述点火滞后控制中,因发动机效率降低,因此即便发动机动作点相同,也存在燃料消耗恶化的可能性。即,在所述发动机旋转变动抑制控制中,虽然不从实施该发动机旋转变动抑制控制前的发动机最佳燃料消耗线变更发动机动作点,但发动机最佳燃料消耗线自身实质上变化,因此,与发动机动作点转移控制相比,存在燃料消耗恶化的可能性。换言之,所述发动机动作点转移控制与所述发动机旋转变动抑制控制相比,存在燃料消耗恶化被抑制的可能性。于是,在本实施例中,代替前述的实施例,或在前述的实施例的基础上,在第二电动机转矩 T_M 处于哒哒声产生区域 G 内的情况下,从所述发动机旋转变动抑制控制和所述发动机动作点转移控制中,选择控制实施时的燃料消耗恶化被抑制的控制进行实施。

[0080] 更具体地说,回到图 3,在通过哒哒声产生区域判定构件 104 判定第二电动机转矩 T_M 处于哒哒声产生区域 G 内的情况下,发动机动作点转移控制部即发动机动作点转移控制构件 108,将执行所述发动机动作点转移控制的发动机动作点转移控制指令向混合动力控制构件 102 输出,积极地使发动机旋转速度 N_E 上升,从而降低或避免哒哒声。

[0081] 混合动力控制构件 102 按照来自发动机动作点转移控制构件 108 的发动机动作点转移控制指令,维持例如能够得到目标发动机功率 P_E^* 的等功率的同时将发动机动作点从发动机最佳燃料消耗线上向哒哒声避免动作线上转移。具体地说,混合动力控制构件 102 通过第一电动机 MG 使发动机旋转速度 N_E 上升到与等功率被维持的哒哒声避免动作线上的发动机动作点对应的发动机旋转速度 N_E ,并且,通过基于节气门促动器 72 的节气门开度 θ_{TH} 的控制等,使发动机转矩 T_E 降低到与该哒哒声避免动作线上的发动机动作点对应的发动机转矩

T_E 。

[0082] 在通过咔哒声产生区域判定构件 104 判定第二电动机转矩 T_{M2} 处于咔哒声产生区域 G 内的情况下,控制效果判定部即控制效果判定构件 110 从所述发动机旋转变动抑制控制及所述发动机动作点转移控制中选择控制实施时的燃料消耗恶化被抑制的控制。具体地说,控制效果判定构件 110 算出沿发动机最佳燃料消耗线控制发动机动作点的情况下的燃料消耗 A、执行所述发动机旋转变动抑制控制的情况下的燃料消耗 B、执行所述发动机动作点转移控制的情况下的燃料消耗 C,从所述发动机旋转变动抑制控制及所述发动机动作点转移控制中,选择与燃料消耗 A 之间的燃料消耗差较小的一方的控制、即燃料消耗从燃料消耗 A 恶化的燃料消耗恶化被抑制的一方的控制。即,控制效果判定构件 110 判定所述发动机动作点转移控制与所述发动机旋转变动抑制控制相比、抑制燃料消耗恶化的效果是否更大。

[0083] 在通过控制效果判定构件 110,从所述发动机旋转变动抑制控制及所述发动机动作点转移控制中、作为控制实施时的燃料消耗恶化被抑制的控制而选择了所述发动机动作点转移控制的情况下,发动机动作点转移控制构件 108 将执行该发动机动作点转移控制的动作点转移控制指令向混合动力控制构件 102 输出,积极地使发动机旋转速度 N_E 上升,从而降低或避免咔哒声。

[0084] 在通过控制效果判定构件 110,从所述发动机旋转变动抑制控制及所述发动机动作点转移控制中、作为控制实施时的燃料消耗恶化被抑制的控制而选择了所述发动机旋转变动抑制控制的情况下,发动机旋转变动抑制控制构件 106 将执行该发动机旋转变动抑制控制的旋转变动抑制控制指令向混合动力控制构件 102 输出,不变更发动机动作点地抑制发动机旋转变动。

[0085] 图 7 是说明电子控制装置 100 的控制动作的主要部分即为了不使发动机旋转速度 N_E 变化地降低咔哒声的控制动作的流程图,例如以数 msec 至数十 msec 左右的极短的周期反复执行。该图 7 是与图 6 的流程图相当的另一实施例。

[0086] 在图 7 中,首先,在与咔哒声产生区域判定构件 104 对应的 SB10 中,基于例如向第二电动机 MG2 输出的电动机控制指令值的绝对值 ($|T_{M2}|$) 是否在所述咔哒声产生阈值 (A)[Nm] 以下,来判定第二电动机转矩 T_{M2} 是否处于咔哒声产生区域 G 内。在该 SB10 的判断为肯定的情况下,在与控制效果判定构件 110 对应的 SB20 中,判定所述发动机动作点转移控制与所述发动机旋转变动抑制控制相比、对燃料消耗恶化进行抑制的效果是否更大。在该 SB20 的判断为肯定的情况下,在与发动机动作点转移控制构件 108 及混合动力控制构件 102 对应的 SB30 中,输出执行所述发动机动作点转移控制的动作点转移控制指令,在维持等功率的同时从发动机最佳燃料消耗线上向咔哒声避免动作线上转移发动机动作点以使发动机旋转速度 N_E 上升,从而降低或避免咔哒声。另一方面,在该 SB20 的判断为否定的情况下,在与发动机旋转变动抑制控制构件 106 及混合动力控制构件 102 对应的 SB40 中,与前述的实施例中的图 6 的 SA20 同样地,输出执行所述发动机旋转变动抑制控制的旋转变动抑制控制指令,抑制发动机旋转变动而不从发动机最佳燃料消耗线转移发动机动作点。另一方面,在上述 SB10 的判断为否定的情况下,在 SB50 中,执行所述发动机动作点转移控制及所述发动机旋转变动抑制控制以外的通常控制。

[0087] 如上所述,根据本实施例,在第二电动机转矩 T_{M2} 处于咔哒声产生区域 G 内的情况

下,选择所述发动机旋转变动抑制控制和所述发动机动作点转移控制中的、控制实施时的燃料消耗恶化被抑制的控制进行实施,因此,与仅通过所述发动机旋转变动抑制控制来降低咔哒声的情况及仅通过发动机动作点转移控制来降低咔哒声的情况相比,可以将实施为了降低咔哒声的控制时的燃料消耗恶化限定在最小限度。若换个观点,则可以使实施为了降低咔哒声的控制时的燃料消耗降低。

[0088] 实施例 3

[0089] 在前述的实施例中,所述发动机旋转变动抑制控制和所述发动机动作点转移控制是分别单独执行的形态。在此,在仅执行所述发动机旋转变动抑制控制的情况下,存在虽然能够降低咔哒声但不能避免咔哒声的可能性。另外,在所述发动机动作点转移控制中,如上所述,存在发动机旋转速度 N_E 上升并给用户带来不适感的可能性。针对此发现了如下情况:若处于通过所述发动机旋转变动抑制控制一定程度降低了咔哒声的状态,则可以设定在所述发动机动作点转移控制中一定程度抑制了发动机旋转速度 N_E 上升的咔哒声避免动作线。于是,在本实施例中,在第二电动机转矩 T_{M2} 处于咔哒声产生区域 G 内的情况下,组合实施所述发动机旋转变动抑制控制和所述发动机动作点转移控制。

[0090] 在本实施例中,如图 8 的长线段的虚线所示,预先适当地设定在执行了所述发动机旋转变动抑制控制的状态下所述发动机动作点转移控制所使用的咔哒声避免动作线 B。该咔哒声避免动作线 B 与在仅单独执行所述发动机动作点转移控制的情况下使用的图 8 的短线段的虚线所示的咔哒声避免动作线 A (与图 4 所示的咔哒声避免动作线相同) 相比,与咔哒声通过所述发动机旋转变动抑制控制一定程度降低相应地,相对于发动机最佳燃料消耗线上的动作点的发动机旋转速度 N_E 的上升被抑制且发动机转矩 T_E 的降低被抑制。而且,混合动力控制构件 102 在以所述发动机旋转变动抑制控制的执行为前提的情况下,按照来自发动机动作点转移控制构件 108 的动作点转移控制指令,例如在维持能够得到目标发动机功率 P_E^* 的等功率的同时,从发动机最佳燃料消耗线上(例如发动机动作点 E1) 向咔哒声避免动作线 B 上(发动机动作点 E3) 转移发动机动作点。通过在该发动机动作点转移控制中使用咔哒声避免动作线 B,与使用上述咔哒声避免动作线 A 的情况相比,可以抑制发动机旋转速度 N_E 的变化。

[0091] 图 9 是说明电子控制装置 100 的控制动作的主要部分即为了不使发动机旋转速度 N_E 变化地降低咔哒声的控制动作的流程图,例如以数 msec 至数十 msec 左右的极短的周期反复执行。该图 9 是与图 6 的流程图相当的另一实施例。

[0092] 在图 9 中,首先,在与咔哒声产生区域判定构件 104 对应的 SC10 中,基于例如向第二电动机 MG2 输出的电动机控制指令值的绝对值 ($|T_{M2}|$) 是否在所述咔哒声产生阈值 (A) [Nm] 以下,来判定第二电动机转矩 T_{M2} 是否处于咔哒声产生区域 G 内。在该 SC10 的判断为肯定的情况下,在与发动机旋转变动抑制控制构件 106 及混合动力控制构件 102 对应的 SC20 中,与前述的实施例中的图 6 的 SA20 同样地,输出执行所述发动机旋转变动抑制控制的旋转变动抑制控制指令,不从发动机最佳燃料消耗线转移发动机动作点地抑制发动机旋转变动。接着,在与发动机动作点转移控制构件 108 及混合动力控制构件 102 对应的 SC30 中,输出执行所述发动机动作点转移控制的动作点转移控制指令,在维持等功率的同时将发动机动作点从发动机最佳燃料消耗线上向在执行了所述发动机旋转变动抑制控制的状态下预先适当设定的咔哒声避免动作线 B (参照图 8 的长线段的虚线) 上转移以使发

动机旋转速度 N_E 上升,从而降低或避免咔哒声。另一方面,在上述 SC10 的判断为否定的情况下,在 SC40 中,执行所述发动机动作点转移控制及所述发动机旋转变动抑制控制以外的通常控制。

[0093] 如上所述,根据本实施例,在第二电动机转矩 T_{M2} 处于咔哒声产生区域 G 内的情况下,组合实施所述发动机旋转变动抑制控制和所述发动机动作点转移控制,因此,与仅通过所述发动机旋转变动抑制控制来降低咔哒声的情况相比,可以尽可能地降低咔哒声。另外,由于能够通过所述发动机旋转变动抑制控制来降低咔哒声为前提、对所述咔哒声避免动作线 B 进行设定,因此,与仅通过所述发动机动作点转移控制来降低咔哒声的情况相比,可以减小在实施将发动机动作点从发动机最佳燃料消耗线转移到咔哒声避免动作线 B 上的发动机动作点转移控制时的发动机旋转速度 N_E 的变化。

[0094] 以上,基于附图详细说明了本发明的实施例,但本发明能够将实施例相互进行组合并实施,并且,也能够应用于其他的形态。

[0095] 例如,在前述的实施例中,在图 3 的功能模块线图中,具有发动机动作点转移控制构件 108 和控制效果判定构件 110,但在上述实施例 1 中,不一定必须具有发动机动作点转移控制构件 108 和控制效果判定构件 110,在上述实施例 3 中,不一定必须具有控制效果判定构件 110。

[0096] 另外,在前述的实施例中,用于判定第二电动机转矩 T_{M2} 是否处于咔哒声产生区域 G 内的所述咔哒声产生阈值(A)[Nm] 是恒定值,但也可以是存在与第二电动机转矩 T_{M2} 的变化方向相匹配的滞后的值。在咔哒声产生阈值是存在滞后的值的情况下,在发动机旋转变动抑制控制中,与发动机动作点转移控制相比,不变更发动机动作点,即不在发动机最佳燃料消耗线和咔哒声避免动作线切换发动机动作线,因此可以减小滞后。

[0097] 另外,在前述的实施例中,仅判定第二电动机转矩 T_{M2} 是否处于咔哒声产生区域 G 内,但第二电动机转矩 T_{M2} 为零的情况对于咔哒声产生而言最严格,因此,即便处于相同的咔哒声产生区域 G 内,也可以根据第二电动机转矩 T_{M2} 的值来变更发动机旋转变动抑制控制时的控制量。在这种情况下可认为:根据该控制量,对燃料消耗恶化的影响程度不同,因此,从燃料消耗方面对发动机旋转变动抑制控制和发动机动作点转移控制进行比较这种方式变得更有效。

[0098] 另外,在前述的实施例中,通过进气门驱动装置 64 及排气门驱动装置 68 抑制了自身 EGR 量,但在仅具有进气门驱动装置 64 及排气门驱动装置 68 中的任一方的情况下,在为了与此相匹配地最有效抑制自身 EGR 量(例如尽可能地使自身 EGR 量为零)而预先求出的开闭正时控制排气门 66 或进气门 62。另外,不一定必须具有进气门驱动装置 64 及排气门驱动装置 68 中的至少一方,在这种情况下,通过自身 EGR 量抑制控制以外的发动机旋转变动抑制控制(EGR 量抑制控制、稀燃烧控制、点火滞后控制)来抑制发动机旋转变动。另外,对于 EGR 装置 76 也可以适用同样的想法。

[0099] 另外,上述说明仅是一实施方式,本发明能够以基于本领域技术人员知识进行各种变更、改良的形态进行实施。

[0100] 附图标记说明

[0101] 10:混合动力车辆

[0102] 12:发动机

- [0103] 14 :输出齿轮(输出旋转部件)
- [0104] 16 :动力分配机构(差动机构)
- [0105] 18 :齿轮机构(齿轮)
- [0106] 20 :变速部(电气式差动部)
- [0107] 100 :电子控制装置(控制装置)
- [0108] MG1 :第一电动机(差动用电动机)
- [0109] MG2 :第二电动机(行驶用电动机)

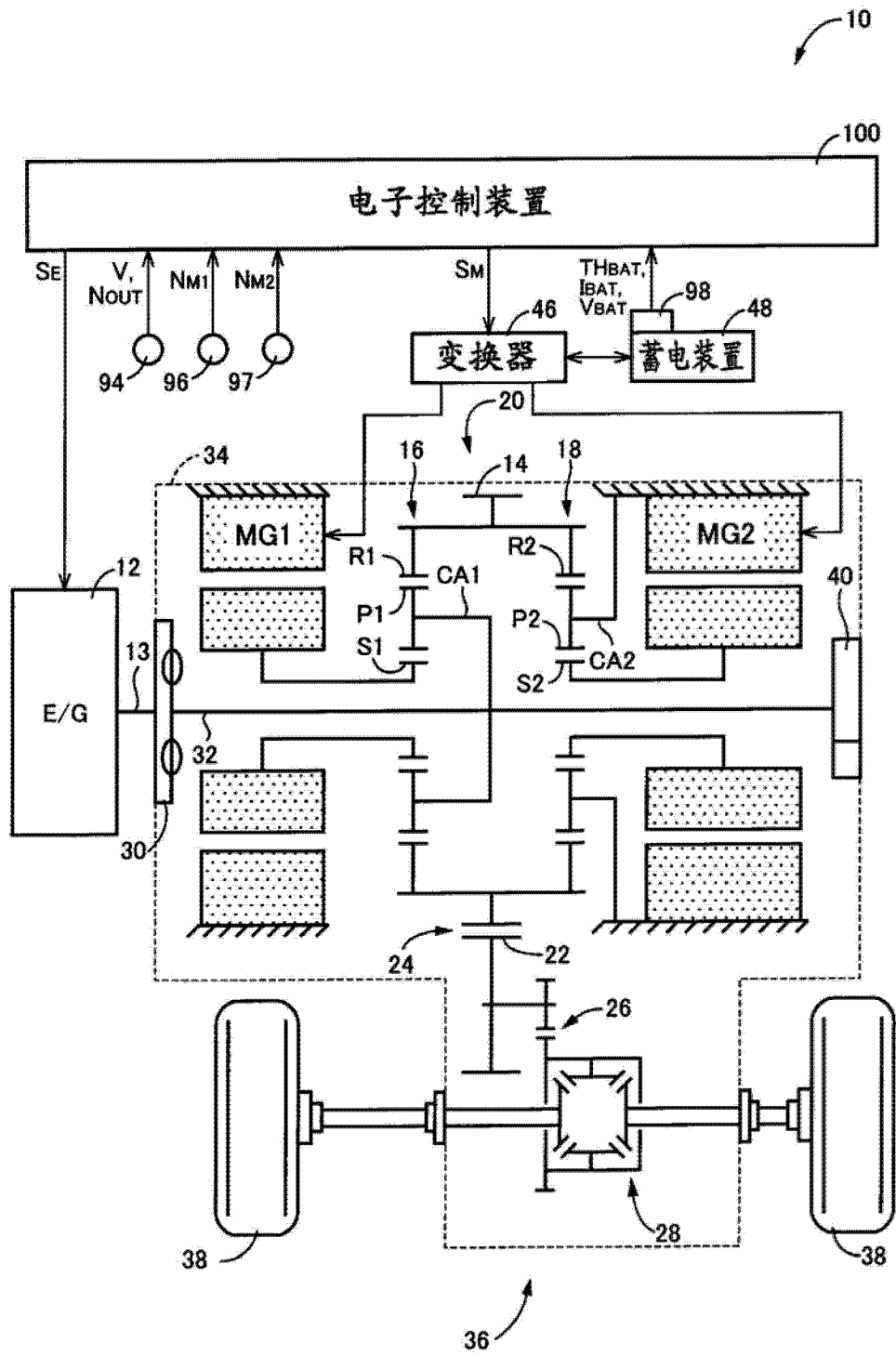


图 1

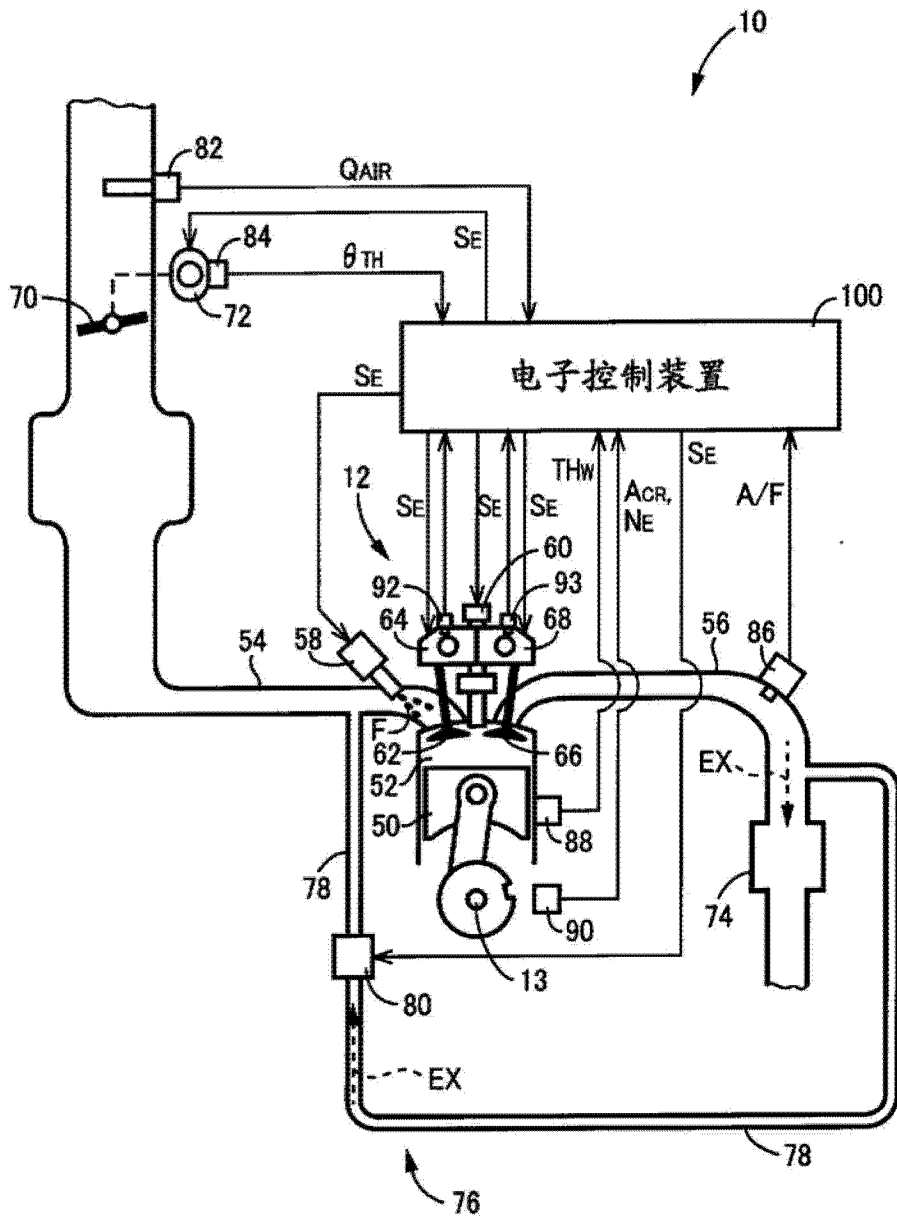


图 2

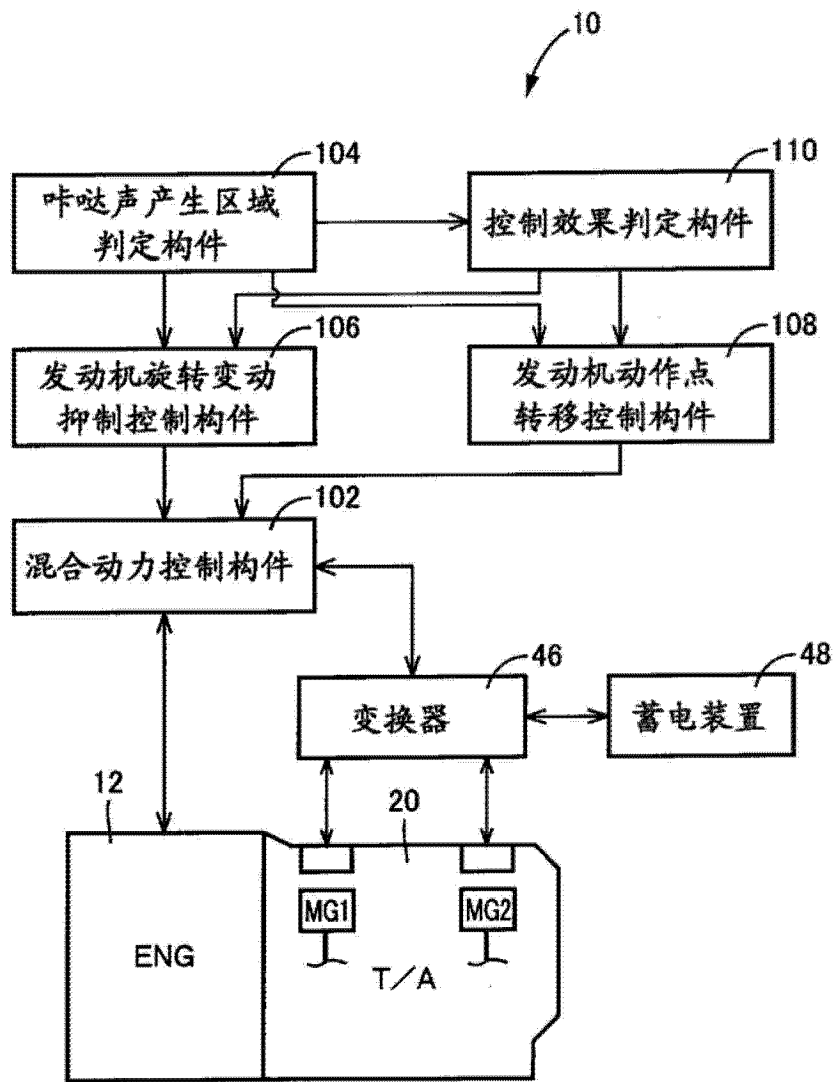


图 3

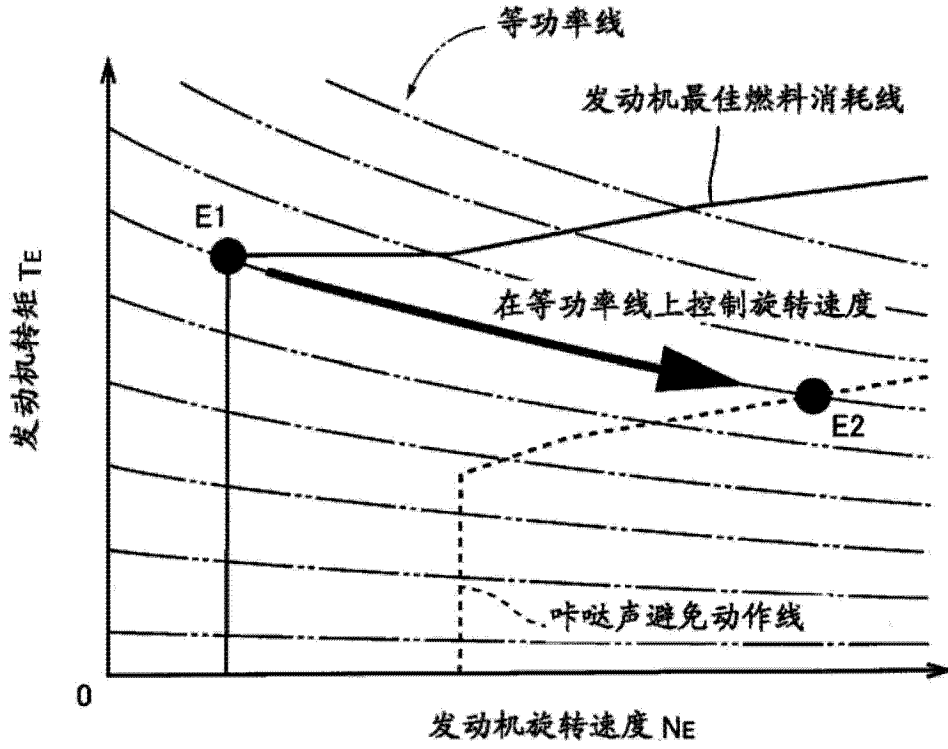


图 4

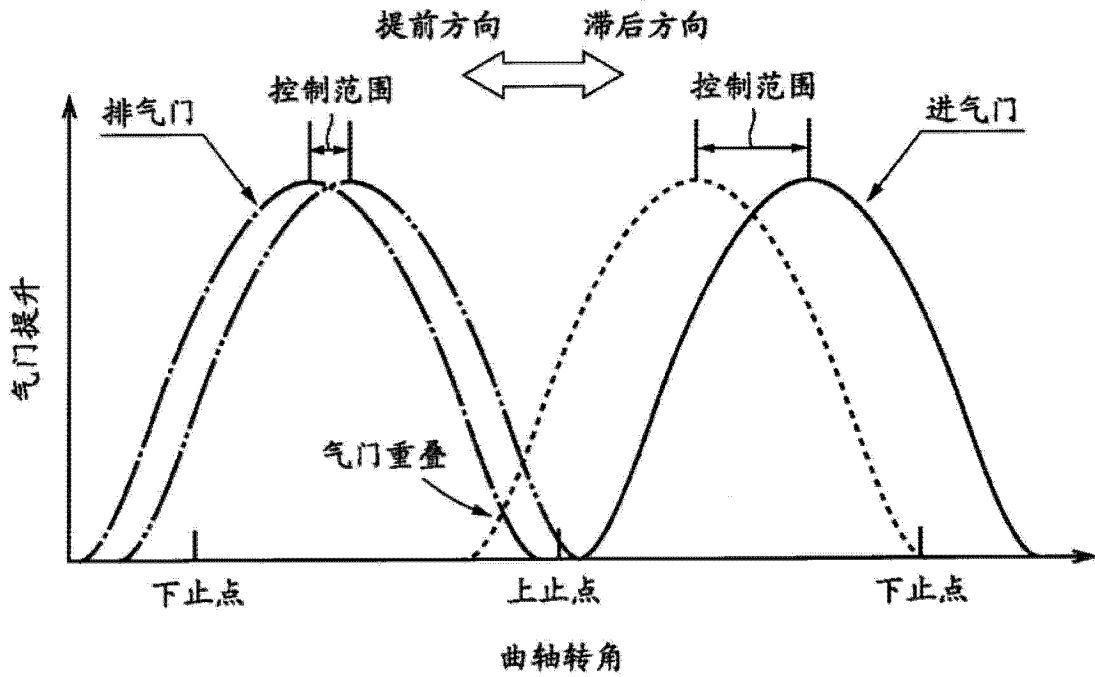


图 5

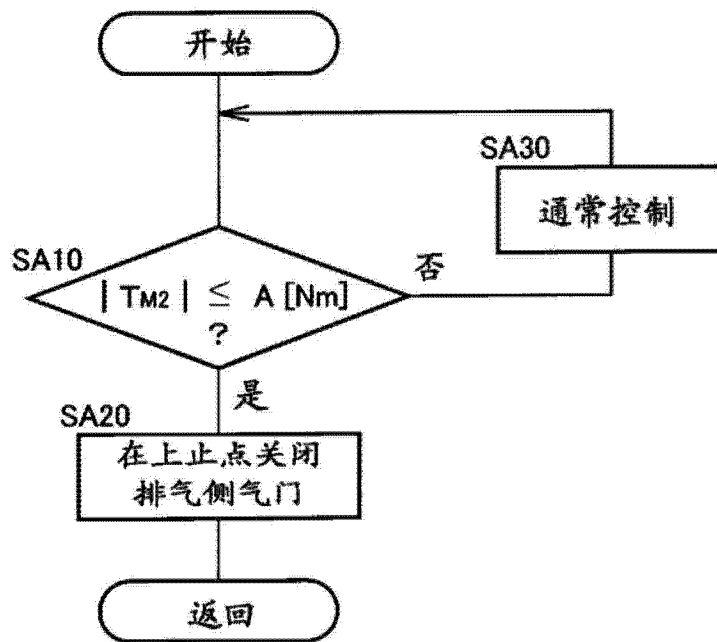


图 6

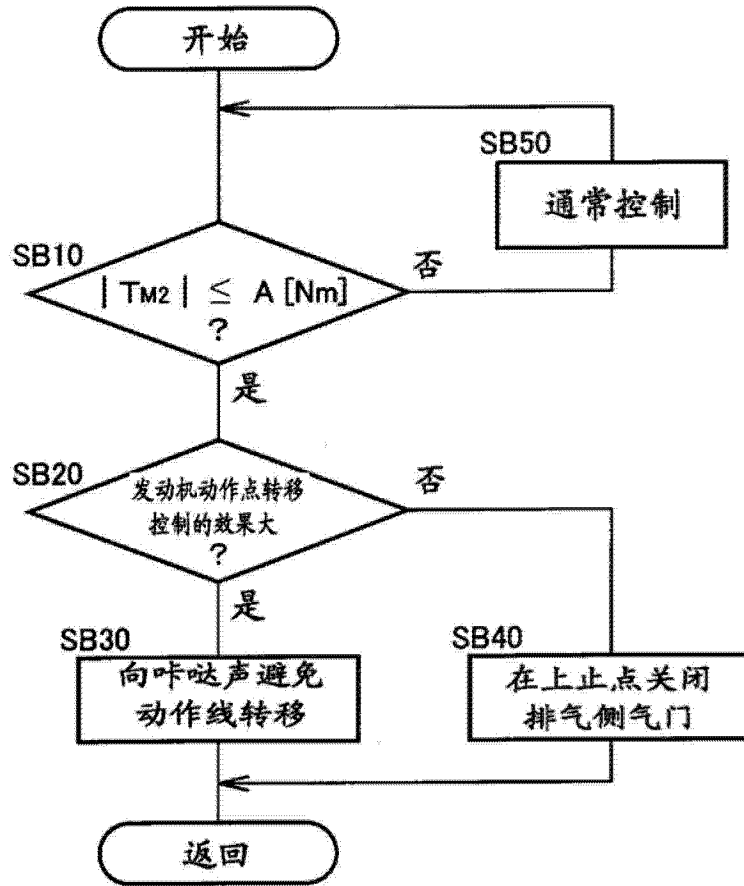


图 7

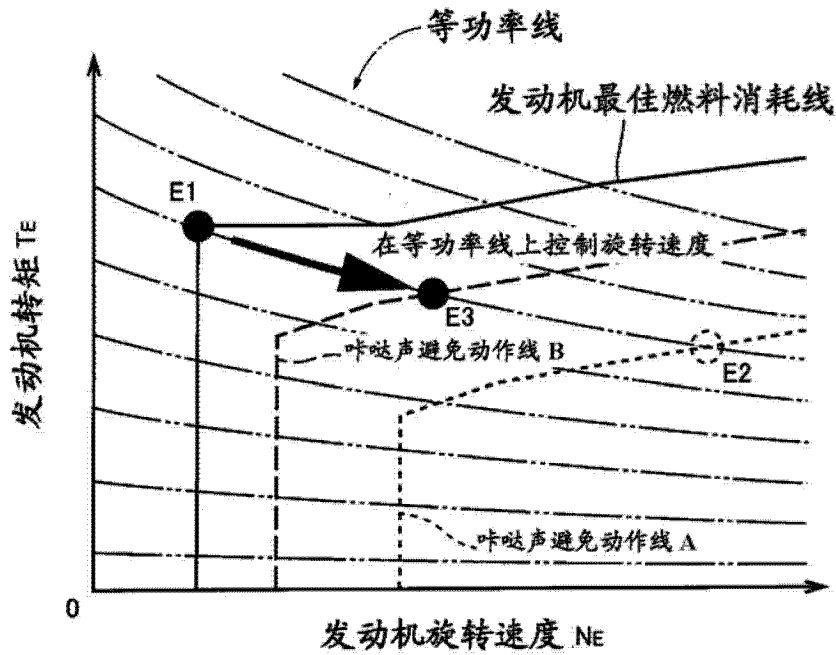


图 8

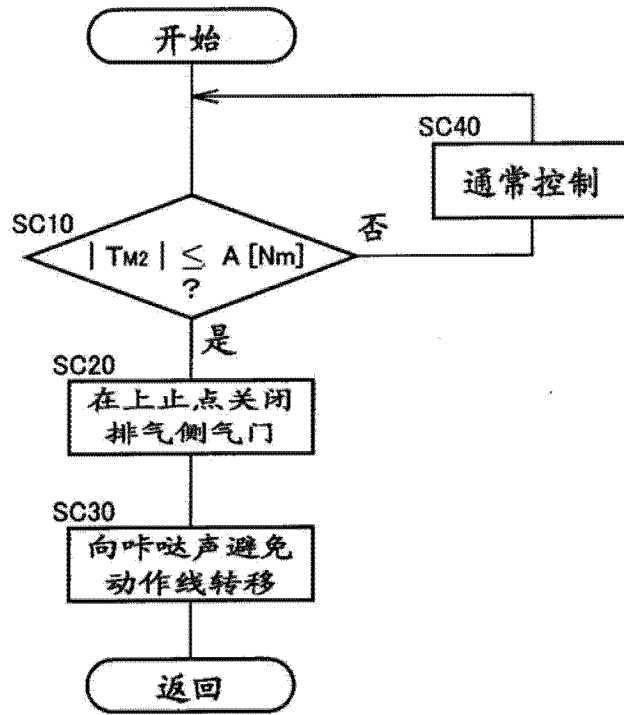


图 9