



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103517841 B

(45) 授权公告日 2016.06.29

(21) 申请号 201180070572.1

F02N 11/04(2006.01)

(22) 申请日 2011.03.01

(56) 对比文件

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2013.10.31

JP 特开 2000-104575 A, 2000.04.11,
JP 特开 2009-214704 A, 2009.09.24,
CN 1209192 A, 1999.02.24,

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2011/054607 2011.03.01

US 2009/0312144 A1, 2009.12.17,
JP 特开 2004-262275 A, 2004.09.24,
JP 特开 2008-12992 A, 2008.01.24,

(87) PCT国际申请的公布数据
W02012/117516 JA 2012.09.07

审查员 刘宇

(73) 专利权人 铃木株式会社
地址 日本静冈县

(72) 发明人 田川雅章 伊藤芳辉 斋藤正和
大熊仁 细江幸弘

(74) 专利代理机构 北京市隆安律师事务所
11323

代理人 权鲜枝

(51) Int. Cl.

B60K 6/445(2007.01)

B60W 10/08(2006.01)

B60W 20/00(2016.01)

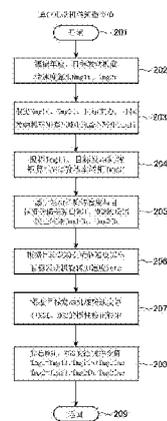
权利要求书2页 说明书13页 附图11页

(54) 发明名称

混合动力车辆的发动机启动控制装置

(57) 摘要

在混合动力车辆的发动机启动控制装置(1)中,控制单元(17)基于目标发动机旋转加速度算出用于补偿发动机和多个电动发电机的惯性转矩的惯性校正转矩,基于该惯性校正转矩算出多个电动发电机(4、5)的指令转矩值。由此对发电机转矩进行校正来补偿惯性转矩,因此能使对目标发动机旋转速度的追随性良好,另外,以短时间通过发动机启动时的共振旋转区域,因此能抑制发动机启动时的振动。



1. 一种混合动力车辆的发动机启动控制装置, 利用来自发动机和多个电动发电机的输出对车辆进行驱动控制, 其特征在于,

设有控制单元, 上述控制单元具备: 启动时目标发动机旋转速度算出单元, 其算出发动机启动时的目标发动机旋转速度; 目标发动机旋转加速度算出单元, 其根据由上述启动时目标发动机旋转速度算出单元算出的目标发动机旋转速度算出目标发动机旋转加速度; 惯性校正转矩算出单元, 其基于由上述目标发动机旋转加速度算出单元算出的目标发动机旋转加速度算出用于补偿上述发动机和上述多个电动发电机的惯性转矩的惯性校正转矩; 以及电动机转矩指令值运算单元, 其基于由上述惯性校正转矩算出单元算出的惯性校正转矩算出上述多个电动发电机的指令转矩值,

上述控制单元与加速器操作量检测单元、车速检测单元、电池充电状态检测单元以及发动机旋转速度检测单元联络,

上述加速器操作量检测单元检测加速器操作量;

上述车速检测单元检测车速;

上述电池充电状态检测单元检测电池的充电状态; 并且

上述发动机旋转速度检测单元检测发动机旋转速度,

上述控制单元具备:

目标驱动力算出单元, 基于由上述加速器操作量检测单元检测出的加速器操作量和由上述车速检测单元检测出的车速算出目标驱动力;

目标驱动功率算出单元, 其将由上述目标驱动力算出单元算出的目标驱动力和由上述车速检测单元检测出的车速相乘来算出目标驱动功率;

目标充放电功率算出单元, 其基于由上述电池充电状态检测单元检测出的上述电池的充电状态算出目标充放电功率;

暂定目标发动机功率算出单元, 其基于由上述目标驱动功率算出单元算出的目标驱动功率和由上述目标充放电功率算出单元算出的目标充放电功率算出暂定目标发动机功率;

上述启动时目标发动机旋转速度算出单元, 其基于由上述暂定目标发动机功率算出单元算出的暂定目标发动机功率和由上述车速检测单元检测出的车速算出发动机启动时的目标发动机旋转速度;

启动时目标发动机转矩算出单元, 其算出上述发动机的转动所需的转矩;

目标发动机功率算出单元, 其根据由上述启动时目标发动机旋转速度算出单元算出的目标发动机旋转速度和由上述启动时目标发动机转矩算出单元算出的目标发动机转矩算出目标发动机功率; 以及

目标电力算出单元, 其将由上述目标驱动功率算出单元算出的目标驱动功率与由上述目标发动机功率算出单元算出的目标发动机功率之差作为目标电力,

上述电动机转矩指令值运算单元

利用包括目标发动机转矩的转矩平衡式和包括目标电力的电力平衡式算出上述多个电动发电机的基础指令转矩值,

基于由上述启动时目标发动机旋转速度算出单元算出的目标发动机旋转速度与由上述发动机旋转速度检测单元检测出的实际发动机旋转速度之差算出反馈校正转矩,

对上述基础指令转矩值加上上述反馈校正转矩和上述惯性校正转矩来算出上述多个

电动发电机的转矩指令值。

混合动力车辆的发动机启动控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及混合动力车辆的发动机启动控制装置,特别涉及在利用动力传递机构(差动齿轮机构)将来自多个动力源的动力合成并输入输出到驱动轴的车辆中控制发动机启动时的动力源的混合动力车辆的发动机启动控制装置。

背景技术

[0002] 在车辆中,有将来自发动机和多个电动发电机(电动机)的输出用作驱动源来对车辆进行驱动控制的混合动力车辆。

[0003] 在该混合动力车辆中,有串联方式(发动机仅用于使发电机转动,驱动全部由电动发电机进行的方式:直列方式)、并联方式(发动机和电动发电机并列配置,将各自的动力用于驱动的方式:并列方式)。

[0004] 另外,在混合动力车辆中,除了这些串联方式、并联方式以外还有其它方式。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:特开平9-170533公报

[0008] 专利文献2:特开平10-325345号公报

[0009] 专利文献3:专利第3578451号公报

[0010] 专利文献4:特开2002-281607号公报

[0011] 专利文献1、2的混合动力车辆是如下方式:利用作为3轴式的动力传递机构的1个行星齿轮机构(具有3个旋转构件的差动齿轮机构)和作为电动发电机的2个电动发电机(第一电动发电机:MG1,第二电动发电机:MG2)将发动机的动力分割给发电机和驱动轴,用由发电机发出的电力驱动设于驱动轴的电动发电机,由此对发动机的动力进行转矩变换。由此,能将发动机的动作点(发动机动作点)设定为包括停止的任意点,能提高燃料效率。

[0012] 专利文献3、4的混合动力车辆是对作为4轴式的动力传递机构的具有4个旋转构件的动力传递机构(差动齿轮机构)的各旋转构件连接有发动机的输出轴、第1电动发电机(MG1)、第2电动发电机(MG2)以及与驱动轮连接的驱动轴,将发动机的动力以及第1电动发电机(MG1)、第2电动发电机(MG2)的动力合成输出到驱动轴。

发明内容

[0013] 发明要解决的问题

[0014] 然而,以往,在上述专利文献1、2中,虽不及串联方式那种程度,但为了使驱动轴得到足够的转矩,需要具有比较大的转矩的电动发电机,并且在低齿轮速比区域发电机与电动机之间的电力的交接量增加,因而会导致电损失变大,还有改善的余地。

[0015] 为了消除该问题,在上述专利文献3、4所公开的混合动力车辆中,在共线图上对内侧的旋转构件配置发动机的输出轴和驱动轴,在共线图上对外侧的旋转构件配置发动机侧的第一电动发电机(MG1)和驱动轴侧的第二电动发电机(MG2),由此能使从发动机向驱动轴

传递的动力中的由第一电动发电机(MG1)和第二电动发电机(MG2)承担的比例变少,因此能使第一电动发电机(MG1)、第二电动发电机(MG2)小型化,并且能改善作为驱动装置的传递效率。

[0016] 而且,还提出了对这种4轴式的动力传递机构进一步增加第5个旋转构件,设有使这些旋转构件的旋转停止的制动器的方法。

[0017] 在上述专利文献1记载的3轴式的动力传递机构中,在判断为启动发动机的情况下,用第一电动发电机(MG1)驱动发动机,并且以用其反作用力等抵消在驱动轴中产生的驱动力的方式控制第二电动发电机(MG2),由此抑制发动机启动时的驱动轴的转矩变动。

[0018] 另外,在上述专利文献2中,在判断为启动发动机的情况下,控制第一电动发电机(MG1)使得第一电动发电机(MG1)的旋转速度为目标旋转速度,由此启动发动机并且用第二电动发电机(MG2)校正第一电动发电机(MG1)的驱动导致的转矩变动,由此抑制发动机启动时的驱动轴的转矩变动。

[0019] 而且,在3轴式的动力传递机构的情况下,第二电动发电机(MG2)的转矩不会对转矩平衡造成影响,因此根据为了启动发动机而输出的第一电动发电机(MG1)的转矩算出由发动机和第一电动发电机(MG1)对驱动轴输出的反作用力转矩,控制第二电动发电机(MG2)的转矩以抵消该反作用力转矩,则能消除驱动轴的转矩变动而使发动机启动。

[0020] 但是,在4轴式的动力传递机构的情况下,驱动轴和第二电动发电机(MG2)为不同的轴,第二电动发电机(MG2)的转矩也会对转矩平衡造成影响,因此不能使用上述3轴式的控制方法。

[0021] 另外,4轴式的动力传递机构的控制有如下方法。

[0022] 在将发动机的输出轴、第一电动发电机(MG1)、第二电动发电机(MG2)的动力合成而驱动与驱动轴连接的驱动轴的混合动力车辆中,将加上了电力的功率辅助量的驱动力的值预先设定为目标驱动力的最大值,算出将加速器操作量和车速作为参数的目标驱动力,然后根据该目标驱动力和车速求出目标驱动功率,进而基于电池的充电状态(SOC)求出目标充放电功率,对加上了目标驱动功率得到的值与发动机能输出的最大输出进行比较,将较小的值作为目标发动机功率求出,根据目标发动机功率求出目标发动机动作点,根据目标驱动功率与目标发动机功率之差求出作为电池的输入输出电力的目标值的目标电力,根据包括目标发动机转矩的转矩平衡式和包括目标电力的电力平衡式运算第一电动发电机(MG1)和第二电动发电机(MG2)的控制指令值(电动机转矩指令值)。

[0023] 然而,在这种方法中,虽然能适当控制4轴式中的转矩,却没有提到与发动机启动有关的控制,还有改善的余地。

[0024] 另外,混合动力车辆的发动机启动的控制还考虑了以下所述的方案。

[0025] 在将发动机的输出、第一电动发电机(MG1)、第二电动发电机(MG2)的动力合成而驱动与驱动轮连接的驱动轴的混合动力车辆中,构成为:求出将加速器操作量和车速作为参数的目标驱动力,根据该目标驱动力和车速求出目标驱动功率,基于电池的充电状态(SOC)求出目标充放电功率,将加上目标驱动功率得到的值作为暂定目标发动机功率求出,在使发动机启动时,根据暂定目标发动机功率和车速求出发动机启动时的目标发动机旋转速度,将预先设定的发动机的转动所需的转矩作为目标发动机转矩,根据目标发动机旋转速度和目标发动机转矩算出目标发动机功率,利用根据目标驱动力和车速算出的目标驱动

功率与目标发动机功率之差求出作为电池的输入输出电力的目标值的目标电力,根据包括目标发动机转矩的转矩平衡式和包括目标电力的电力平衡式运算第一电动发电机(MG1)和第二电动发电机(MG2)的基础转矩指令值,并且将基于目标发动机旋转速度与实际发动机旋转速度的偏差算出的第一电动发电机(MG1)和第二电动发电机(MG2)的校正转矩加上上述基础转矩指令值,作为第一电动发电机(MG1)、第二电动发电机(MG2)的最终指令转矩值。

[0026] 然而,在这种控制中,虽然能适当控制4轴式中的转矩并且进行发动机启动,但是如果目标发动机旋转速度与实际发动机旋转速度不发生偏差则发动机旋转速度不上升,对目标发动机旋转速度的追随性恶化,因此发动机旋转速度在发动机的共振旋转区域停滞的时间变长,有可能使发动机的启动冲击恶化。

[0027] 因此,本发明的目的在于提供能使对目标发动机旋转速度的追随性良好,并且能抑制发动机启动时的振动的混合动力车辆的发动机启动控制装置。

[0028] 用于解决问题的方案

[0029] 本发明是一种混合动力车辆的发动机启动控制装置,利用来自发动机和多个电动发电机的输出对车辆进行驱动控制,其特征在于,设有控制单元,上述控制单元具备:启动时目标发动机旋转速度算出单元,其算出发动机启动时的目标发动机旋转速度;目标发动机旋转加速度算出单元,其根据由上述启动时目标发动机旋转速度算出单元算出的目标发动机旋转速度算出目标发动机旋转加速度;惯性校正转矩算出单元,其基于由上述目标发动机旋转加速度算出单元算出的目标发动机旋转加速度算出用于补偿上述发动机和上述多个电动发电机的惯性转矩的惯性校正转矩;以及电动机转矩指令值运算单元,其基于由上述惯性校正转矩算出单元算出的惯性校正转矩算出上述多个电动发电机的指令转矩值,上述控制单元与加速器操作量检测单元、车速检测单元、电池充电状态检测单元以及发动机旋转速度检测单元联络,上述加速器操作量检测单元检测加速器操作量;上述车速检测单元检测车速;上述电池充电状态检测单元检测电池的充电状态;并且上述发动机旋转速度检测单元检测发动机旋转速度,上述控制单元具备:目标驱动力算出单元,其基于由上述加速器操作量检测单元检测出的加速器操作量和由上述车速检测单元检测出的车速算出目标驱动力;目标驱动功率算出单元,其将由上述目标驱动力算出单元算出的目标驱动力和由上述车速检测单元检测出的车速相乘来算出目标驱动功率;目标充放电功率算出单元,其基于由上述电池充电状态检测单元检测出的上述电池的充电状态算出目标充放电功率;暂定目标发动机功率算出单元,其基于由上述目标驱动功率算出单元算出的目标驱动功率和由上述目标充放电功率算出单元算出的目标充放电功率算出暂定目标发动机功率;上述启动时目标发动机旋转速度算出单元,其基于由上述暂定目标发动机功率算出单元算出的暂定目标发动机功率和由上述车速检测单元检测出的车速算出发动机启动时的目标发动机旋转速度;启动时目标发动机转矩算出单元,其算出上述发动机的转动所需的转矩;目标发动机功率算出单元,其根据由上述启动时目标发动机旋转速度算出单元算出的目标发动机旋转速度和由上述启动时目标发动机转矩算出单元算出的目标发动机转矩算出目标发动机功率;以及目标电力算出单元,其将由上述目标驱动功率算出单元算出的目标驱动功率与由上述目标发动机功率算出单元算出的目标发动机功率之差作为目标电力,上述电动机转矩指令值运算单元利用包括目标发动机转矩的转矩平衡式和包括目标电力的电力平衡式算出上述多个电动发电机的基础指令转矩值,基于由上述启动时目标发动机旋转

速度算出单元算出的目标发动机旋转速度与由上述发动机旋转速度检测单元检测出的实际发动机旋转速度之差算出反馈校正转矩,对上述基础指令转矩值加上上述反馈校正转矩和上述惯性校正转矩来算出上述多个电动发电机的转矩指令值。

[0030] 发明效果

[0031] 本发明的混合动力车辆的发动机启动控制装置对目标发动机旋转速度的追随性良好,另外,能抑制发动机启动时的振动。

附图说明

- [0032] 图1是混合动力车辆的启动控制装置的系统构成图。(实施例)
- [0033] 图2是算出目标发动机动作点的控制框图。(实施例)
- [0034] 图3是算出电动机转矩指令值的控制框图。(实施例)
- [0035] 图4是算出目标发动机动作点的流程图。(实施例)
- [0036] 图5是算出电动机转矩指令值的流程图。(实施例)
- [0037] 图6是示出启动时发动机转矩检索映射的图。(实施例)
- [0038] 图7是发动机启动时的共线图。(实施例)
- [0039] 图8是示出目标驱动力检索映射的图。(实施例)
- [0040] 图9是示出目标充放电功率检索表的图。(实施例)
- [0041] 图10是示出目标动作点检索映射的图。(实施例)
- [0042] 图11是在同一发动机动作点使车辆变化的情况下的共线图。(实施例)
- [0043] 图12是示出等功率线上的各效率状态的图。(实施例)
- [0044] 图13是示出等功率线上的各点(D、E、F)的共线图。(实施例)
- [0045] 图14是示出发动机效率的最优线和整体效率的最优线的图。(实施例)
- [0046] 图15是低齿轮速比状态的共线图。(实施例)
- [0047] 图16是中齿轮速比状态的共线图。(实施例)
- [0048] 图17是高齿轮速比状态的共线图。(实施例)
- [0049] 图18是发生了动力循环的状态下的共线图。(实施例)

具体实施方式

[0050] 在本发明中,对电动机转矩进行校正以补偿惯性转矩并且以短时间通过发动机启动时的共振旋转区域,从而实现使对目标发动机旋转速度的追随性变好并且抑制发动机启动时的振动的目的。

[0051] 实施例

[0052] 图1~图18示出本发明的实施例。

[0053] 在图1中,1是电动车辆的混合动力车辆的发动机启动控制装置。

[0054] 发动机启动控制装置1具备:作为输出转矩的驱动源的发动机(在附图上记为“ENG”)2的输出轴3;作为多个电动发电机(电动机)的第一电动发电机(在附图上记为“MG1”)4和第二电动发电机(在附图上记为“MG2”)5;通过输出传递机构7与驱动轮6连接的驱动轴(在附图上记为“OUT”)8;以及与发动机2的输出轴3、第一电动发电机4、第二电动发电机5和驱动轴8分别联接的动力传递机构(差动齿轮机构)9。

[0055] 在发动机2的输出轴3的中途,在发动机2侧具备单向离合器10。

[0056] 第一电动发电机4包括第一转子11和第一定子12。第二电动发电机5包括第二转子13和第二定子14。

[0057] 另外,发动机启动控制装置1具备:对第一电动发电机4的工作进行控制的第一逆变器15;对第二电动发电机5的工作进行控制的第二逆变器16;以及与第一逆变器15和第二逆变器16联络的控制单元(驱动控制部:ECU)17。

[0058] 第一逆变器15与第一电动发电机4的第一定子12连接。第二逆变器16与第二电动发电机5的第二定子14连接。

[0059] 第一逆变器15和第二逆变器16的各电源端子与电池(驱动用高电压电池)18连接。该电池18能与第一电动发电机4和第二电动发电机5进行电力的交换。

[0060] 在该发动机启动控制装置1中,利用来自发动机2和第一电动发电机4、第二电动发电机5的输出,对混合动力车辆进行驱动控制。

[0061] 动力传递机构9是所谓4轴式的动力输入输出装置,配置有发动机2的输出轴3和驱动轴8,还配置有发动机2侧的第一电动发电机4和驱动轴8侧的第二电动发电机5,将发动机2的动力、第一电动发电机4的动力以及第二电动发电机5的动力合成输出到驱动轴8,在发动机2、第一电动发电机4、第二电动发电机5以及驱动轴8之间进行动力的交接。

[0062] 动力传递机构9是彼此的2个旋转构件联接的第一行星齿轮机构19和第二行星齿轮机构20并列设置而构成的。

[0063] 第一行星齿轮机构19具备:第一太阳轮21;与该第一太阳轮21啮合的第一小齿轮22;与该第一小齿轮22啮合的第一环形齿轮23;与第一小齿轮22联接的第一齿轮架24;以及与第一环形齿轮23联接的输出齿轮25。

[0064] 第二行星齿轮机构20具备:第二太阳轮26;与该第二太阳轮26啮合的第二小齿轮27;与该第二小齿轮27啮合的第二环形齿轮28;以及与第二小齿轮27联接的第二齿轮架29。

[0065] 在动力传递机构9中,第一行星齿轮机构19的第一齿轮架24与发动机2的输出轴3联接。另外,第二行星齿轮机构20的第二齿轮架29与第一行星齿轮机构19的第一环形齿轮23和输出齿轮25联接。

[0066] 第一太阳轮21通过第一电动机输出轴30与第一电动发电机4的第一转子11连接。第一齿轮架24、第二太阳轮26与发动机2的输出轴3连接。第一环形齿轮23、第二齿轮架29通过输出齿轮25及输出传递机构7与驱动轴8连接。第二环形齿轮28通过第二电动机输出轴31与第二电动发电机5的第二转子13连接。

[0067] 第二电动发电机5能通过第二电动机输出轴31、第二环形齿轮28、第二齿轮架29、第一环形齿轮23、输出齿轮25、输出传递机构7、驱动轴8与驱动轮6直接连接,仅用单独输出使车辆行驶。

[0068] 也就是说,在动力传递机构9中,第一行星齿轮机构19的第一齿轮架24和第二行星齿轮机构20的第二太阳轮26结合而与发动机2的输出轴3连接,第一行星齿轮机构19的第一环形齿轮23和第二行星齿轮机构20的第二齿轮架29结合而与驱动轴8连接,第一行星齿轮机构19的第一太阳轮21与第一电动发电机4连接,第二行星齿轮机构20的第二环形齿轮28与第二电动发电机5连接,在发动机2、第一电动发电机4、第二电动发电机5和驱动轴8之间进行动力的交接。

[0069] 将加速踏板的踏入量作为加速器操作量进行检测的加速器操作量检测单元32、检测车速的车速检测单元33、检测电池18的充电状态(SOC)的电池充电状态检测单元34以及检测发动机旋转速度的发动机旋转速度检测单元35与控制单元17进行联络。

[0070] 另外,空气量调整机构36、燃料提供机构37、点火时期调整机构38与控制单元17联络以控制发动机2。

[0071] 如图1所示,控制单元17具备:启动时目标发动机旋转速度算出单元17A、目标发动机旋转加速度算出单元17B、惯性校正转矩算出单元17C以及电动机转矩指令值运算单元17D。

[0072] 启动时目标发动机旋转速度算出单元17A算出发动机启动时的目标发动机旋转速度。

[0073] 目标发动机旋转加速度算出单元17B根据由启动时目标发动机旋转速度算出单元17A算出的目标发动机旋转速度算出目标发动机旋转加速度。

[0074] 惯性校正转矩算出单元17C基于由目标发动机旋转加速度算出单元17B算出的目标发动机旋转加速度算出用于补偿发动机2和第一电动发电机4、第二电动发电机5的惯性转矩的惯性校正转矩。

[0075] 电动机转矩指令值运算单元17D基于由惯性校正转矩算出单元17C算出的惯性校正转矩算出作为第一电动发电机4、第二电动发电机5的控制指令值的指令转矩值(电动机转矩指令值)。

[0076] 另外,如图1、图2所示,控制单元17具备:目标驱动力算出单元17E、目标驱动功率算出单元17F、目标充放电功率算出单元17G、暂定目标发动机功率算出单元17H、上述启动时目标发动机旋转速度算出单元17A、启动时目标发动机转矩算出单元17I、目标发动机功率算出单元17J以及目标电力算出单元17K。

[0077] 目标驱动力算出单元17E基于由加速器操作量检测单元32检测出的加速器操作量和由车速检测单元33检测出的车速算出目标驱动力。

[0078] 目标驱动功率算出单元17F将由目标驱动力算出单元17E算出的目标驱动力和由车速检测单元33检测出的车速相乘来算出目标驱动功率。

[0079] 目标充放电功率算出单元17G基于由电池充电状态检测单元34检测出的电池18的充电状态算出目标充放电功率。

[0080] 暂定目标发动机功率算出单元17H基于由目标驱动功率算出单元17F算出的目标驱动功率和由目标充放电功率算出单元17G算出的目标充放电功率算出暂定目标发动机功率。

[0081] 启动时目标发动机旋转速度算出单元17A基于由暂定目标发动机功率算出单元17H算出的暂定目标发动机功率和由车速检测单元33检测出的车速算出发动机启动时的目标发动机旋转速度。

[0082] 启动时目标发动机转矩算出单元17I算出发动机2的转动所需的转矩。

[0083] 目标发动机功率算出单元17J根据由启动时目标发动机旋转速度算出单元17A算出的目标发动机旋转速度和由启动时目标发动机转矩算出单元17I算出的目标发动机转矩算出目标发动机功率。

[0084] 目标电力算出单元17K将由目标驱动功率算出单元17F算出的目标驱动功率与由

目标发动机功率算出单元17J算出的目标发动机功率之差设为目标电力。

[0085] 上述电动机转矩指令值运算单元17D利用包括目标发动机转矩的转矩平衡式和包括目标电力的电力平衡式算出第一电动发电机4、第二电动发电机5的基础指令转矩值,基于由启动时目标发动机旋转速度算出单元17A算出的目标发动机旋转速度与由发动机旋转速度检测单元35检测出的实际发动机旋转速度之差算出反馈校正转矩,对基础指令转矩值加上反馈校正转矩和惯性校正转矩来算出第一电动发电机4、第二电动发电机5的转矩指令值。

[0086] 而且,控制单元17作为控制模式具备作为不使发动机2工作而进行行驶的模式混合动力(HEV)模式和作为仅用第一电动发电机4、第二电动发电机5进行行驶的模式电动车辆(EV)模式。

[0087] 即,在该实施例中,在将发动机2的输出轴3和第一电动发电机4、第二电动发电机5的动力合成来驱动与驱动轮6连接的驱动轴8的混合动力车辆中,求出将加速器操作量和车速作为参数的目标驱动力,根据该目标驱动力和车速求出目标驱动功率,基于充电状态(SOC)求出目标充放电功率,求出加上目标驱动功率得到的值作为暂定目标发动机功率,在使发动机2启动时,根据暂定目标发动机功率和车速求出发动机启动时的目标发动机旋转速度,将预先设定的发动机2的转动所需的转矩作为目标发动机转矩,根据目标发动机旋转速度和目标发动机转矩算出目标发动机功率,根据目标驱动功率与目标发动机功率之差求出作为电池18的输入输出电力的目标值的目标电力,根据包括目标发动机转矩的转矩平衡式和包括目标电力的电力平衡式运算第一电动发电机4、第二电动发电机5的基础指令转矩值,并且将以目标发动机旋转速度与实际发动机旋转速度的偏差为基础算出的第一电动发电机4、第二电动发电机5的反馈校正转矩值加上基础转矩指令值,进而根据目标发动机旋转速度算出目标发动机旋转加速度,将根据该目标发动机旋转加速度算出的对发动机2、第一电动发电机4、第二电动发电机5各自的惯性转矩进行校正的第一电动发电机4、第二电动发电机5的惯性校正转矩进一步与加上反馈校正转矩得到的基础转矩指令值相加,设为第一电动发电机4、第二电动发电机5的最终指令转矩值。

[0088] 下面基于图2的控制框图和图4的流程图说明该实施例中基于加速器操作量和车速目标发动机动作点(目标发动机旋转速度,目标发动机转矩)的运算。

[0089] 如图4所示,当控制单元17的程序开始时(步骤101),首先获取控制所用的各种信号(步骤102),根据图8所示的目标驱动力检索映射算出与加速器操作量和车速相应的目标驱动力(步骤103)。在这种情况下,在加速器操作量为零(0)的高车速区域中设定为负值,以成为相当于发动机制动的减速方向的驱动力,另一方面,在车速低的区域设定为正值,以能进行爬行行驶。

[0090] 然后,将目标驱动力和车速相乘,设定以目标驱动力驱动混合动力车辆所需的目标驱动功率(步骤104)。

[0091] 而且,为了将电池18的充电状态(SOC)控制在通常使用范围内,根据图9所示的目标充放电容量检索表算出作为目标的充放电功率(步骤105)。在这种情况下,在电池18的充电状态(SOC)低的情况下,使充电功率变大来防止电池18的过放电,在电池18的充电状态(SOC)高的情况下,使放电功率变大来防止过充电。为了方便,将放电侧处理为正值,将充电侧处理为负值。

[0092] 根据目标驱动功率和目标充放电功率算出发动机2应输出的暂定目标发动机功率(步骤106)。该发动机2应输出的暂定目标发动机功率为对混合动力车辆的驱动所需的功率加上(放电的情况为减去)对电池18进行充电的功率得到的值。在此,将充电侧处理为负值,因此从目标驱动功率减去目标充放电功率,算出暂定目标发动机功率。

[0093] 然后,判断控制模式是否是混合动力(HEV)模式(步骤107)。

[0094] 在该步骤107为“是”的情况下,算出混合动力(HEV)模式时的目标发动机动作点(目标发动机旋转速度,目标发动机转矩)(步骤108)。

[0095] 在上述步骤107为“否”的情况下,判断是否有发动机启动的请求(步骤109)。

[0096] 在该步骤109为“否”的情况下,算出电动车辆(EV)模式时的目标发动机动作点(目标发动机旋转速度,目标发动机转矩)(步骤110)。例如设为目标发动机旋转速度=0(rpm),目标发动机转矩=0(Nm)等。

[0097] 在上述步骤109为“是”的情况下,算出发动机2的启动时的启动时目标发动机旋转速度(步骤111)。该启动时目标发动机旋转速度是根据暂定目标发动机功率和车速由图10所示的目标发动机动作点检索映射算出的值,或者是预先设定的值。

[0098] 然后,根据实际发动机旋转速度由图6的检索映射算出发动机2的启动时的启动时目标发动机转矩(步骤112)。该图6的启动时目标发动机转矩检索映射是为了能使发动机2转动而基于燃料切断时的发动机摩擦转矩预先设定的值。此外,在发动机旋转速度为0(rpm)附近,考虑到静止摩擦系数而设定为比发动机摩擦转矩靠负(-)侧的大的值。

[0099] 在上述步骤108的处理后、上述步骤110的处理后或者上述步骤112的处理后,算出目标发动机功率(步骤113),从上述目标驱动功率减去上述目标发动机功率,算出目标电力(步骤114)。该目标电力在目标驱动功率比目标发动机功率大的情况下,为意味着电池18的电力的辅助功率的值,另一方面,在目标发动机功率比目标驱动功率大的情况下,为意味着对电池18的充电电力的值。

[0100] 然后,程序返回(步骤115)。

[0101] 如图10所示,在上述目标发动机动作点检索映射中,在等功率线上按各个功率选定并连结将发动机2的效率加上包括动力传递机构9、第一电动发电机4以及第二电动发电机5的动力传递系的效率而得到的整体的效率良好的点而形成线,将该线设定为目标动作线。然后按各车速设定该目标动作线。该设定值可以实验性地求出,也可以从发动机2、第一电动发电机4、第二电动发电机5的效率计算求出。

[0102] 此外,目标动作线设定为随着车速升高而向高转速侧移动。其理由如下。

[0103] 在与车速无关地取相同的发动机动作点作为目标发动机动作点的情况下,如图11所示,在车速低的情况下,第一电动发电机4的旋转速度为正,第一电动发电机4为发电机,第二电动发电机5为电动机(图11的A的状态)。并且,随着车速升高,第一电动发电机4的旋转速度接近零(0)(图11的B的状态),当车速进一步升高时,第一电动发电机4的旋转速度为负,当成为该状态时,第一电动发电机4作为电动机工作,第二电动发电机5作为发电机工作(图11的C的状态)。

[0104] 在车速低的情况(图11的A的状态和B的状态)下,不发生功率的循环,因此目标动作点如图10所示的车速=40km/h的目标动作线那样大致接近发动机效率良好的点。

[0105] 但是,当成为车速高的情况(图11的C的状态)时,第一电动发电机4作为电动机工

作,第二电动发电机5作为发电机工作,发生功率循环,因此动力传递系的效率降低。

[0106] 因此,如图12的点C所示,即使发动机效率良好,动力传递系的效率也会降低,因此会导致整体的效率降低。

[0107] 因此,为了在高车速区域不发生功率循环,只要如图13所示的共线图的点E那样,使第一电动发电机4的旋转速度为零(0)以上即可,但是这样会使发动机动作点向发动机旋转速度升高的方向移动,因此如图12的点E所示,即使动力传递系的效率良好,发动机效率也会大幅降低,因此会导致整体的效率降低。

[0108] 因此,如图12所示,整体的发动机效率良好的点为两者之间的点D,只要使该点D成为目标发动机动作点就能以最高效率运转。

[0109] 将上述点C、点D、点E这3个动作点表现在目标动作点检索映射上则如图14所示。在该图14中表明,在车速高的情况下,整体效率最优的发动机动作点比发动机效率最优的动作点向高转速侧移动。

[0110] 下面基于图3的控制框图和图5的流程图说明用于输出作为目标的驱动力并且将电池18的充放电电量作为目标值的第一电动发电机4和第二电动发电机5的目标转矩的运算。

[0111] 如图5所示,当控制单元17的程序开始时(步骤201),首先根据车速算出第一行星齿轮机构19、第二行星齿轮机构20的驱动轴8的旋转速度 N_o ,然后算出发动机旋转速度为目标发动机旋转速度 N_{et} 的情况下的第一电动发电机4的旋转速度 N_{mg1t} 、第二电动发电机5的旋转速度 N_{mg2t} (步骤202)。该旋转速度 N_{mg1t} 和旋转速度 N_{mg2t} 由以下(式1)、(式2)算出。该运算式由第一行星齿轮机构19、第二行星齿轮机构20的旋转速度的关系求出。

[0112] $N_{mg1t} = (N_{et} - N_o) \times k_1 + N_{et} \cdots$ (式1)

[0113] $N_{mg2t} = (N_o - N_{et}) \times k_2 + N_o \cdots$ (式2)

[0114] 在此,上述(式1)、(式2)中,如图11所示,

[0115] k_1 :将发动机(ENG)-驱动轴(OUT)间设为“1”的情况下的第一电动发电机(MG1)-发动机(ENG)间的杠杆比

[0116] k_2 :将发动机(ENG)-驱动轴(OUT)间设为“1”的情况下的驱动轴(OUT)-第二电动发电机(MG2)间的杠杆比。也就是说,该 k_1 、 k_2 是由第一行星齿轮机构19、第二行星齿轮机构20的齿轮速比决定的值。

[0117] 然后,根据第一电动发电机4的旋转速度 N_{mg1t} 、第二电动发电机5的旋转速度 N_{mg2t} 、目标电力 P_{batt} 、目标发动机转矩 T_{et} 算出第一电动发电机4的基本转矩 T_{mg1i} (步骤203)。该基本转矩 T_{mg1i} 利用以下的式(3)算出。

[0118] $T_{mg1i} = (P_{batt} \times 60 / 2\pi - N_{mg2t} \times T_{et} / k_2) / (N_{mg1t} + N_{mg2t} \times (1 + k_1) / k_2) \cdots$ (式3)

[0119] 该(式3)是解出包括以下所示的表示输入第一行星齿轮机构19、第二行星齿轮机构20的转矩的平衡的(式4)以及表示由第一电动发电机4和第二电动发电机5发出或者消耗的电力等于电池18的输入输出电力(P_{batt})的(式5)的联立方程式而导出的。

[0120] $T_{et} + (1 + k_1) \times T_{mg1i} = k_2 \times T_{mg2i} \cdots$ (式4)

[0121] $N_{mg1t} \times T_{mg1i} \times 2\pi / 60 + N_{mg2t} \times T_{mg2i} \times 2\pi / 60 = P_{batt} \cdots$ (式5)

[0122] 此外,在转矩平衡式中,如上述(式4)所示,根据基于作为与多个电动发电机4、5和发动机2的工作以机械方式联接的动力传递机构9的齿轮速比的杠杆比来平衡多个电动发电机4、5各自的目标转矩和目标发动机转矩。

[0123] 然后,根据基本转矩 T_{mg1i} 和目标发动机转矩利用以下的(式6)算出第二电动发电机5的基本转矩 T_{mg2i} (步骤204)。

[0124] $T_{mg2i} = (T_{et} + (1+k_1) \times T_{mg1i}) / k_2 \cdots$ (式6)

[0125] 该(式6)是从上述式(4)导出的。

[0126] 然后,为了使发动机旋转速度接近目标,对发动机旋转速度与目标值的偏差乘以预先设定的规定的反馈增益,算出第一电动发电机4的反馈校正转矩 T_{mg1fb} 和第二电动发电机5的反馈校正转矩 T_{mg2fb} (步骤205)。

[0127] 然后,根据发动机旋转速度利用以下的(式7)算出目标发动机旋转加速度(步骤206)。

[0128] $N_{eta} = (N_{et} - N_{eto}) / T_c \cdots$ (式7)

[0129] 在该(式7)中,

[0130] N_{eta} :目标发动机旋转加速度

[0131] N_{et} :目标发动机旋转速度

[0132] N_{eto} :目标发动机旋转速度前次值

[0133] T_c :本程序执行周期。

[0134] 然后,根据该目标发动机旋转加速度利用以下的(式8)、(式9),算出第一电动发电机4和第二电动发电机5的惯性校正转矩(步骤207)。

[0135] $T_{mg1ine} = (I_{mg1} \times (k_1 + 1)) \times 2\pi / 60 \times N_{eta} + I_e \times (k_2 + 1 / k_1 + k_2 + 1) \times 2\pi / 60 \times N_{eta} \cdots$ (式8)

[0136] $T_{mg2ine} = (I_{mg2} \times (-k_2)) \times 2\pi / 60 \times N_{eta} + I_e \times (k_1 / k_1 + k_2 + 1) \times 2\pi / 60 \times N_{eta} \cdots$ (式9)

[0137] 在上述(式8)、(式9)中,

[0138] T_{mg1ine} :第一电动发电机的惯性校正转矩

[0139] T_{mg2ine} :第二电动发电机的惯性校正转矩

[0140] I_{mg1} :第一电动发电机的惯性

[0141] I_{mg2} :第二电动发电机的惯性

[0142] N_{eta} :目标发动机旋转加速度

[0143] I_e :发动机的惯性

[0144] k_1 :将发动机(ENG)-驱动轴(OUT)间设为“1”的情况下的第一电动发电机(MG1)-发动机(ENG)间的杠杆比

[0145] k_2 :将发动机(ENG)-驱动轴(OUT)间设为“1”的情况下的驱动轴(OUT)-第二电动发电机(MG2)间的杠杆比。

[0146] 然后,将各反馈校正转矩 T_{mg1fb} 、 T_{mg2fb} 、各惯性校正转矩 T_{mg1ine} 、 T_{mg2ine} 加上各基本转矩 T_{mg1i} 、 T_{mg2i} ,算出作为第一电动发电机4的控制指令值的转矩指令值 T_{mg1} 和作为第二电动发电机5的控制指令值的转矩指令值 T_{mg2} (步骤208)。

[0147] 第一电动发电机4的转矩指令值 T_{mg1} 由 $T_{mg1} = T_{mg1i} + T_{mg1fb} + T_{mg1ine}$ 算出。

[0148] 第二电动发电机5的转矩指令值 T_{mg2} 由 $T_{mg2} = T_{mg2i} + T_{mg2fb} + T_{mg2ine}$ 算出。

[0149] 然后,利用该算出的转矩指令值 T_{mg1} 、 T_{mg2} 对第一电动发电机4、第二电动发电机5进行驱动控制,由此能抑制发动机2的启动冲击并且使发动机2启动,而且能输出作为目标

的驱动力并且将对电池18的充放电设为目标值。

[0150] 然后,程序返回(步骤209)。

[0151] 图7示出该实施例的发动机启动时的共线图。

[0152] 在图7中,计算第一电动发电机4、第二电动发电机5的各基础指令转矩值以与转动发动机2所需的发动机转矩平衡。另外,计算第一电动发电机4、第二电动发电机5的各校正转矩以使对驱动轴8的转矩不变动。而且,用第一电动发电机4、第二电动发电机5将从发动机2、第一电动发电机4、第二电动发电机5产生的惯性转矩校正为惯性校正转矩。根据目标发动机旋转速度计算惯性校正转矩,由此能预先预测随着发动机旋转速度的变化而产生的惯性转矩,用电动机转矩来校正该惯性转矩,由此提高发动机2的启动性。

[0153] 图15~图18示出代表性的动作状态下的共线图。

[0154] 在此, k_1 、 k_2 如下述那样定义。

[0155] $k_1 = ZR1/ZS1$

[0156] $k_2 = ZS2/ZR2$

[0157] 在此,

[0158] ZS1:第一太阳轮的齿数

[0159] ZR1:第一环形齿轮的齿数

[0160] ZS2:第二太阳轮的齿数

[0161] ZR2:第二环形齿轮的齿数。

[0162] 用图15~图18的共线图说明各动作状态。

[0163] 此外,在该图15~图18的共线图中,旋转速度是将发动机2的旋转方向设为正方向,各轴输入输出的转矩是将输入与发动机2的转矩相同方向的转矩的方向定义为正。因此,驱动轴转矩为正的情况是输出要向后方驱动车辆的转矩的状态(前进时为减速,后退时为驱动),另一方面,驱动轴转矩为负的情况是输出要向前方驱动车辆的转矩的状态(前进时为驱动,后退时为减速)。

[0164] 在第一电动发电机4和第二电动发电机5进行发电、动力运转的情况下,第一逆变器15、第二逆变器16、第一电动发电机4、第二电动发电机5的发热会造成损失,因此在电能与机械能之间进行变换的情况下的效率不是100%,但是为了简化说明而假设无损失来进行说明。

[0165] 在现实中考虑损失的情况下,只要控制为多发出由于损失而失去的能量的量的电即可。

[0166] (1),低齿轮速比状态(参照图15)

[0167] 这是利用发动机2行驶,第二电动发电机5的旋转速度为零(0)的状态。图15示出此时的共线图。第二电动发电机5的旋转速度为零(0),因此不消耗电力。因此,在没有对电池18的充放电的情况下,不需要用第一电动发电机4进行发电,因此第一电动发电机4的转矩指令值 T_{mg1} 为零(0)。另外,发动机旋转速度与驱动轴旋转速度之比为 $(1+k_2)/k_2$ 。

[0168] (2),中齿轮速比状态(参照图16)

[0169] 这是利用发动机2行驶,第一电动发电机4和第二电动发电机5的旋转速度为正的状态。图16示出此时的共线图。在这种情况下,在没有对电池18的充放电的情况下,第一电动发电机4再生,用该再生电力使第二电动发电机5进行动力运转(将动力传递到车轮(驱动

轮)来加速在或者上坡时保持均衡速度)。

[0170] (3),高齿轮速比状态(参照图17)

[0171] 这是利用发动机2行驶,第一电动发电机4的旋转速度为零(0)的状态。图17示出此时的共线图。第一电动发电机4的旋转速度为零(0),因此不进行再生。因此,在没有对电池18的充放电的情况下,不进行第二电动发电机5的动力运转、再生,第二电动发电机5的转矩指令值 T_{mg2} 为零(0)。另外,发动机旋转速度与驱动轴旋转速度之比为 $k1/(1+k1)$ 。

[0172] (4),发生了动力循环的状态(参照图18)

[0173] 在车速比图17的高齿轮速比状态还高的状态下,第一电动发电机4为反转的状态。在该状态下,第一电动发电机4进行动力运转,消耗电力。因此,在没有对电池18的充放电的情况下,第二电动发电机5进行再生而发电。

[0174] 以上,说明了本发明的实施例,将上述实施例的构成应用于每项权利要求来进行说明。

[0175] 首先,控制单元17具备:算出发动机启动时的目标发动机旋转速度的启动时目标发动机旋转速度算出单元(17A);根据由该启动时目标发动机旋转速度算出单元(17A)算出的目标发动机旋转速度算出目标发动机旋转加速度的目标发动机旋转加速度算出单元(17B);基于由该目标发动机旋转加速度算出单元(17B)算出的目标发动机旋转加速度算出用于补偿发动机2和第一电动发电机4、第二电动发电机5的惯性转矩的惯性校正转矩值的惯性校正转矩算出单元(17C);以及基于由该惯性校正转矩算出单元(17C)算出的惯性校正转矩算出第一电动发电机4、第二电动发电机5的指令转矩值的电动机转矩指令值运算单元(17D)。

[0176] 由此,对电动机转矩进行校正以补偿惯性转矩,因此能使对目标发动机旋转速度的追随性良好。另外,能以短时间通过发动机启动时的共振旋转区域,因此能抑制发动机启动时的振动。

[0177] 控制单元17具备:基于由加速器操作量检测单元32检测出的加速器操作量和由车速检测单元33检测出的车速算出目标驱动力的目标驱动力算出单元17E;将由该目标驱动力算出单元17E算出的目标驱动力和由车速检测单元33检测出的车速相乘来算出目标驱动功率的目标驱动功率算出单元17F;基于由电池充电状态检测单元34检测出的电池18的充电状态算出目标充放电功率的目标充放电功率算出单元17G;基于由目标驱动功率算出单元17F算出的目标驱动功率和由目标充放电功率算出单元17G算出的目标充放电功率算出暂定目标发动机功率的暂定目标发动机功率算出单元17H;基于由该暂定目标发动机功率算出单元17H算出的暂定目标发动机功率和由车速检测单元33检测出的车速算出发动机启动时的目标发动机旋转速度的上述启动时目标发动机旋转速度算出单元17A;算出发动机2的转动所需的转矩的启动时目标发动机转矩算出单元17I;根据由该启动时目标发动机旋转速度算出单元17I算出的目标发动机旋转速度和由启动时目标发动机转矩算出单元17I算出的目标发动机转矩算出目标发动机功率的目标发动机功率算出单元17J;以及将由目标驱动功率算出单元17F算出的目标驱动功率与由目标发动机功率算出单元17J算出的目标发动机功率之差设为目标电力的目标电力算出单元17K。

[0178] 另外,电动机转矩指令值运算单元17D利用包括目标发动机转矩的转矩平衡式和包括目标电力的电力平衡式来算出第一电动发电机4、第二电动发电机5的基础指令转矩

值,基于由启动时目标发动机旋转速度算出单元17A算出的目标发动机旋转速度与由发动机旋转速度检测单元35检测出的实际发动机旋转速度之差算出反馈校正转矩,对基础指令转矩值加上反馈校正转矩和惯性校正转矩来算出第一电动发电机4、第二电动发电机5的转矩指令值。

[0179] 由此,能输出作为目标的驱动力并且抑制发动机2的启动冲击的发生,使发动机2启动。另外,能使第一电动发电机4、第二电动发电机5产生转矩以与转动发动机2所需的发动机转矩平衡。而且,基于目标发动机旋转速度与实际的发动机旋转速度的差对第一电动发电机4、第二电动发电机5的转矩进行校正,因此能防止驱动轴8的转矩变动。此外,能高精度地算出发动机启动时的目标发动机旋转速度。另外,能将电池18的充电状态(SOC)保持在规定范围内。

[0180] 附图标记说明

- [0181] 1 发动机启动控制装置
- [0182] 2 发动机(ENG)
- [0183] 4 第一电动发电机(MG1)
- [0184] 5 第二电动发电机(MG2)
- [0185] 6 驱动轮8驱动轴(OUT)
- [0186] 9 动力传递机构
- [0187] 15 第一逆变器
- [0188] 16 第二逆变器
- [0189] 17 控制单元
- [0190] 17A 启动时目标发动机旋转速度算出单元
- [0191] 17B 目标发动机旋转加速度算出单元
- [0192] 17C 惯性校正转矩算出单元
- [0193] 17D 电动机转矩指令值运算单元
- [0194] 17E 目标驱动力算出单元
- [0195] 17F 目标驱动功率算出单元
- [0196] 17G 目标充放电功率算出单元
- [0197] 17H 暂定目标发动机功率算出单元
- [0198] 17I 启动时目标发动机转矩算出单元
- [0199] 17J 目标发动机功率算出单元
- [0200] 17K 目标电力算出单元
- [0201] 18 电池
- [0202] 32 加速器操作量检测单元
- [0203] 33 车速检测单元
- [0204] 34 电池充电状态检测单元
- [0205] 35 发动机旋转速度检测单元

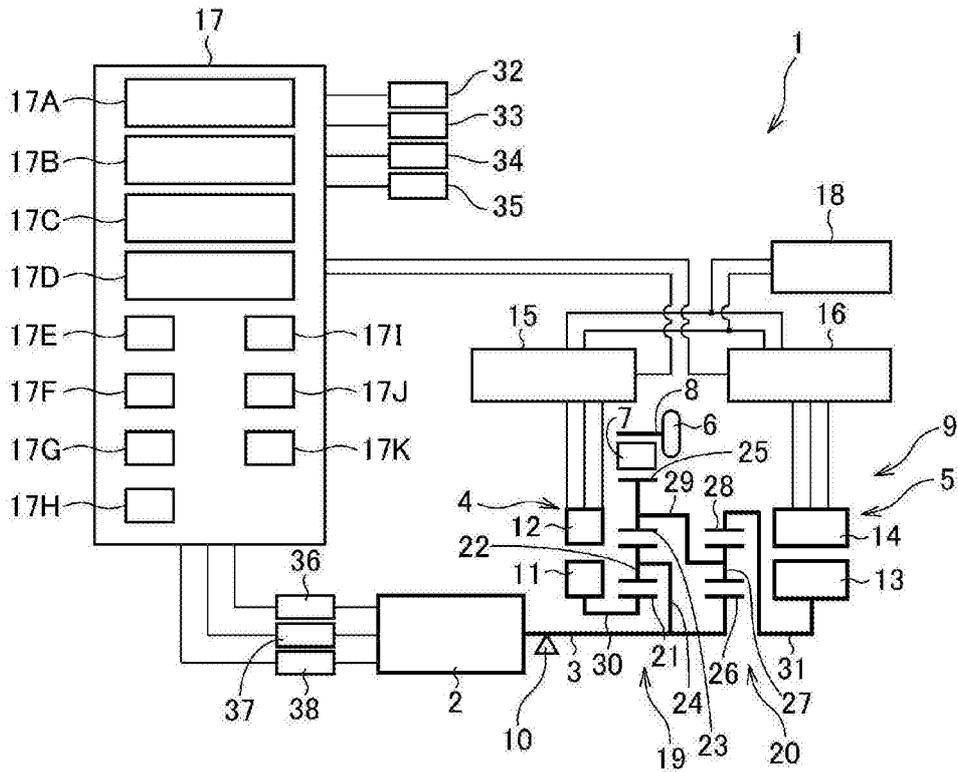


图1

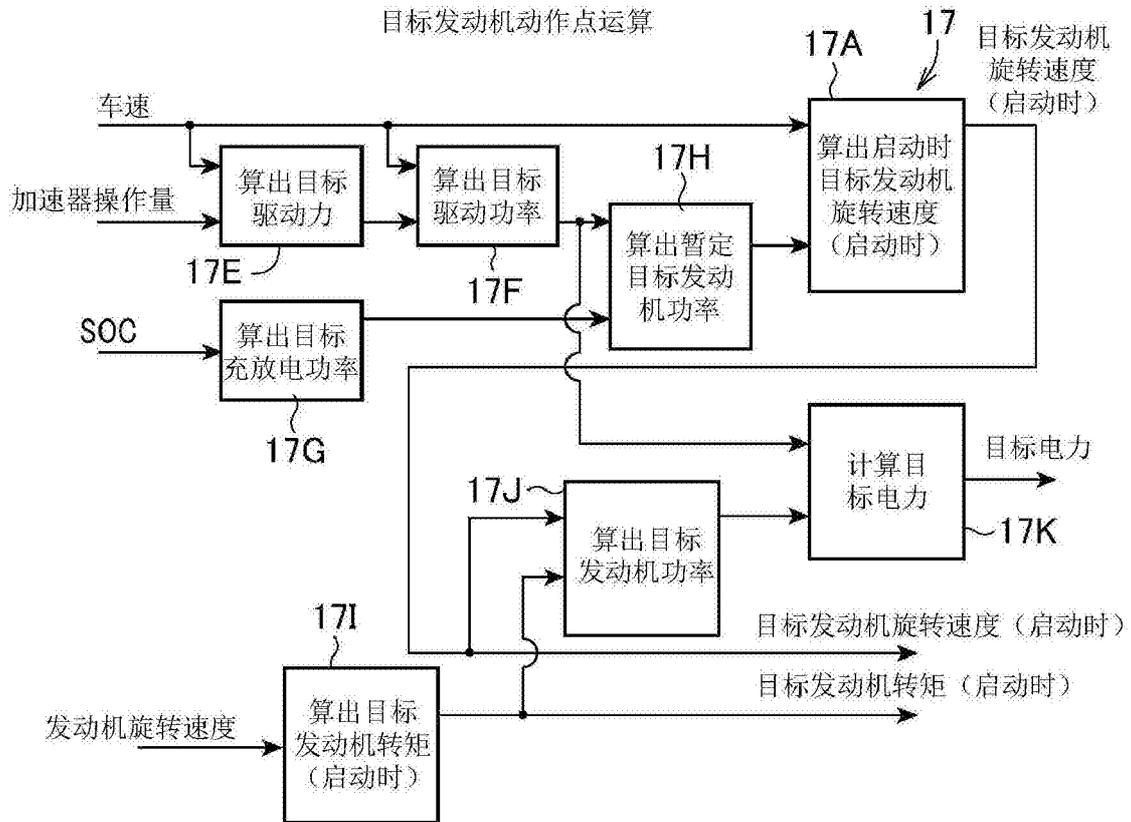


图2

电动机转矩指令值运算

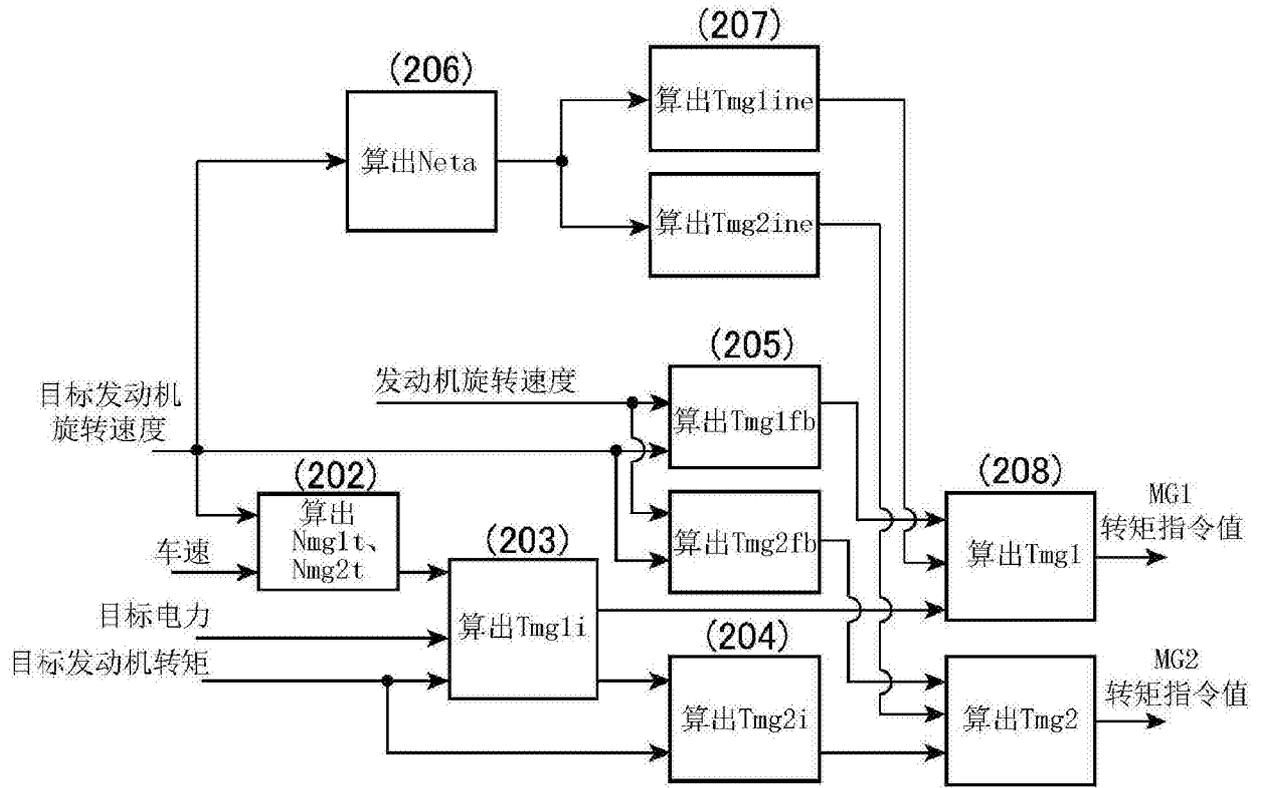


图3

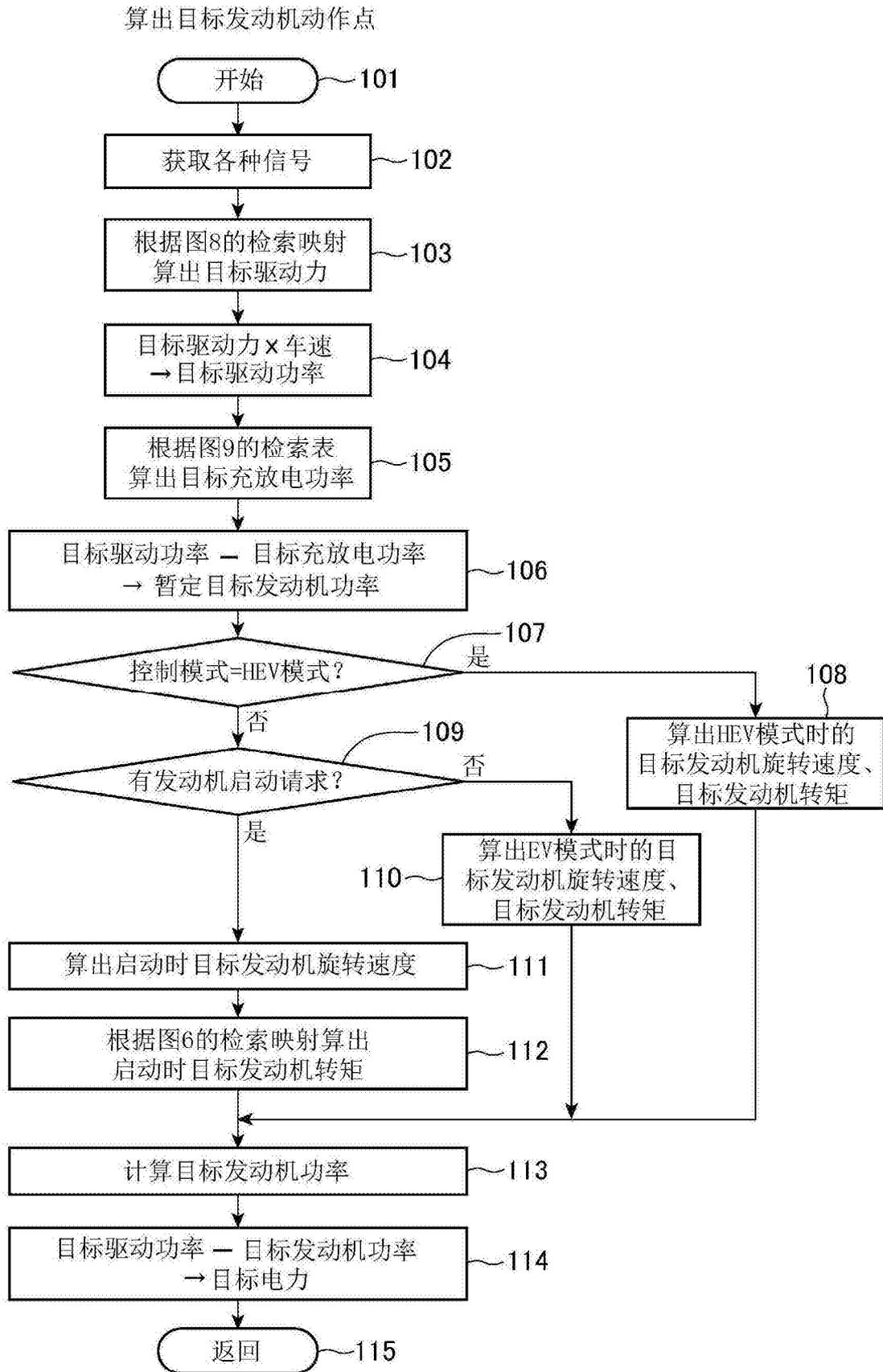


图4

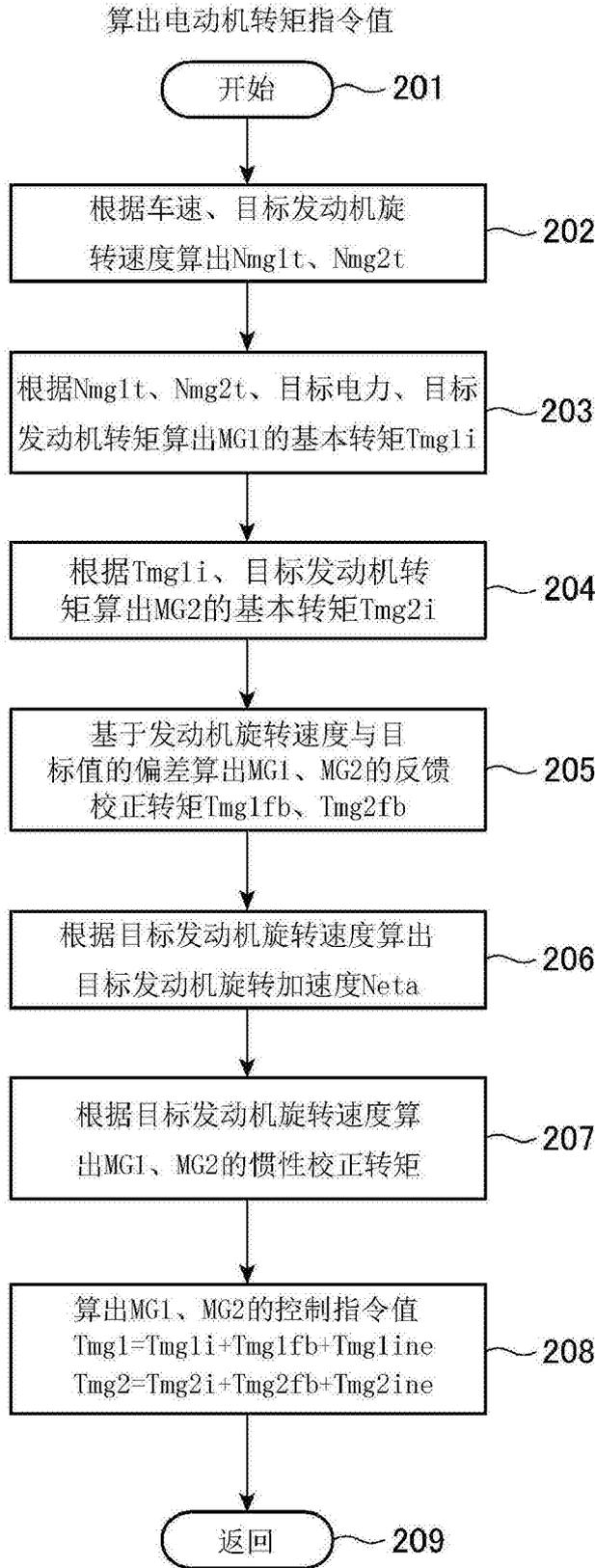


图5

启动时目标发动机转矩检索映射

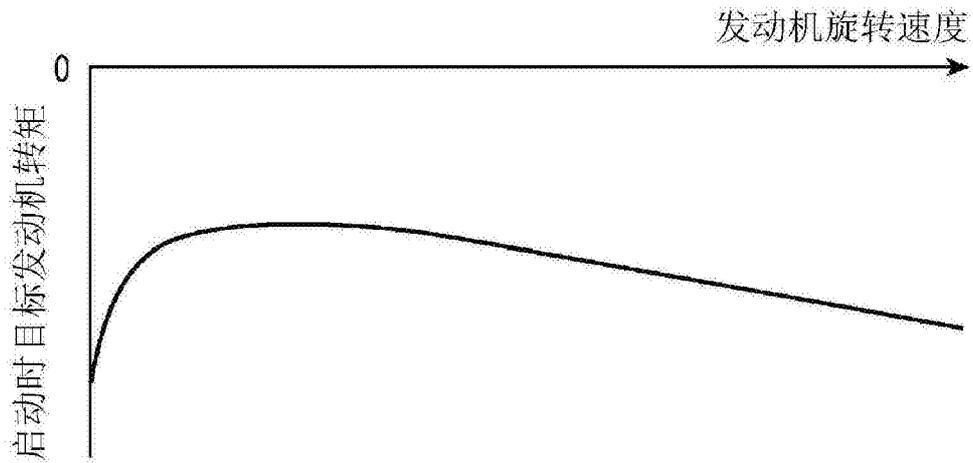


图6

发动机启动时的共线图

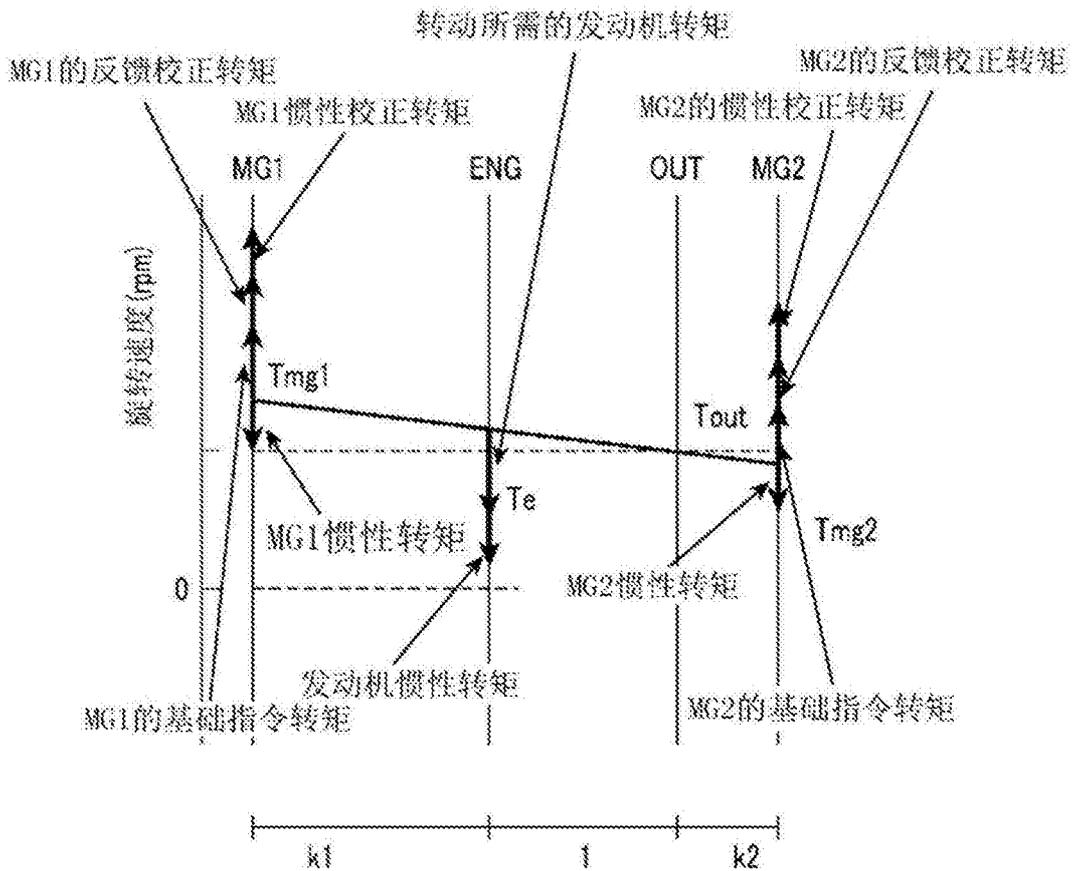


图7

目标驱动力检索映射

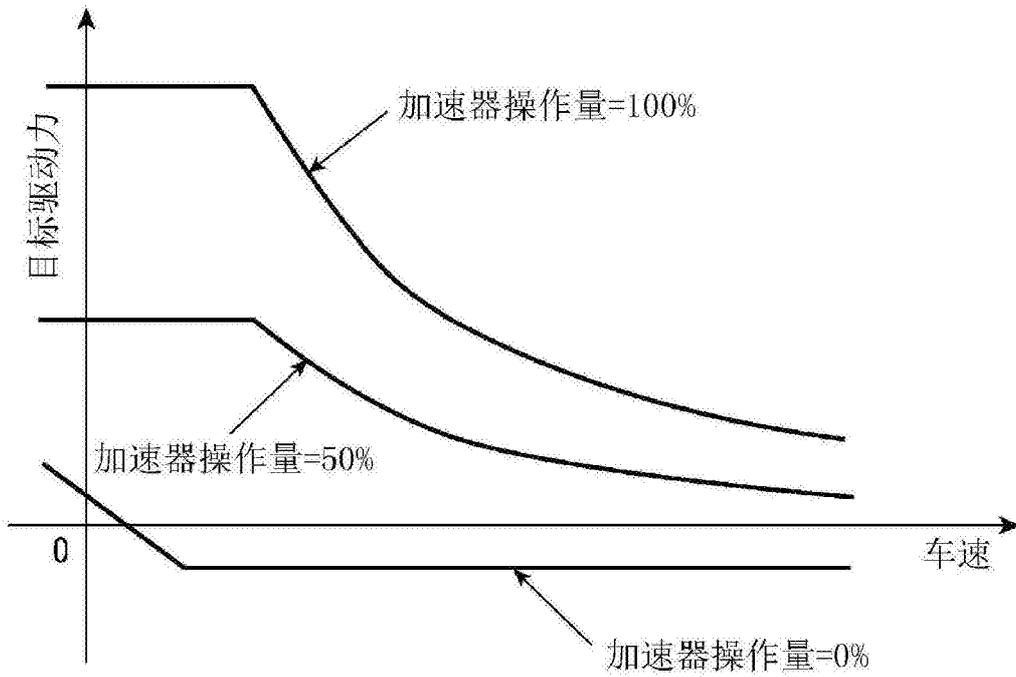


图8

目标充放电功率检索表

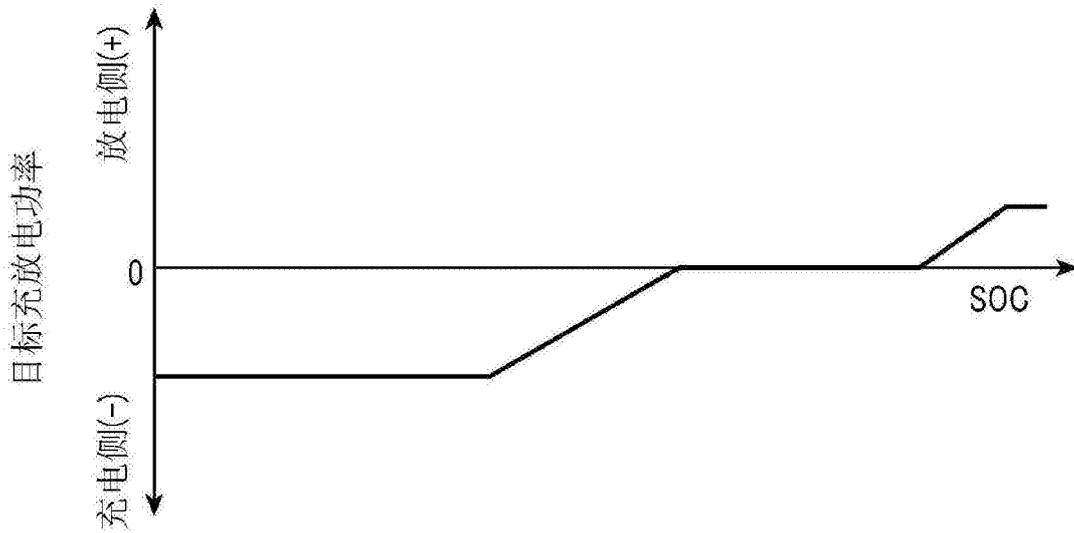


图9

目标动作点检索映射

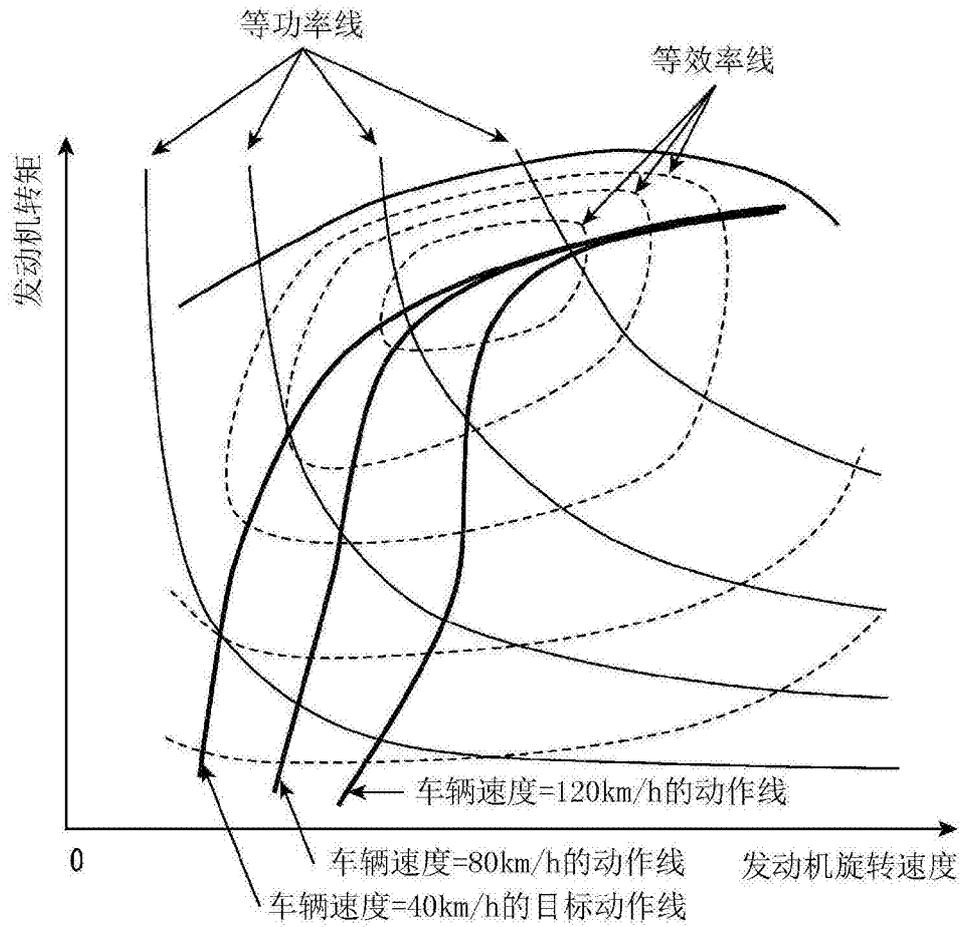


图10

在同一发动机动作点使车速变化的情况下的共线图

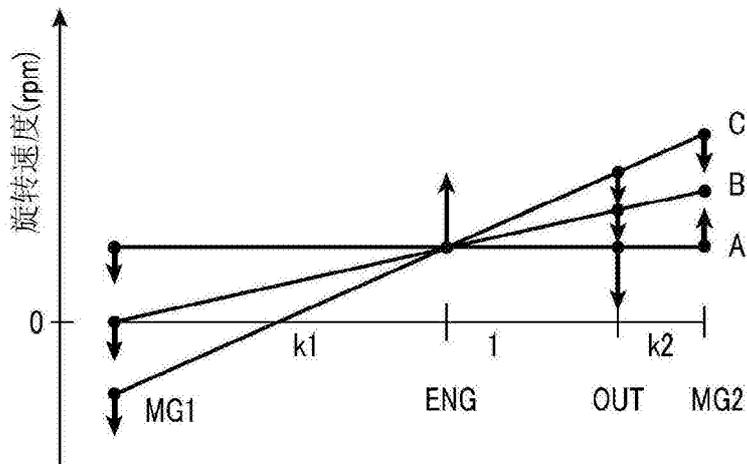


图11

等功率线上的各效率

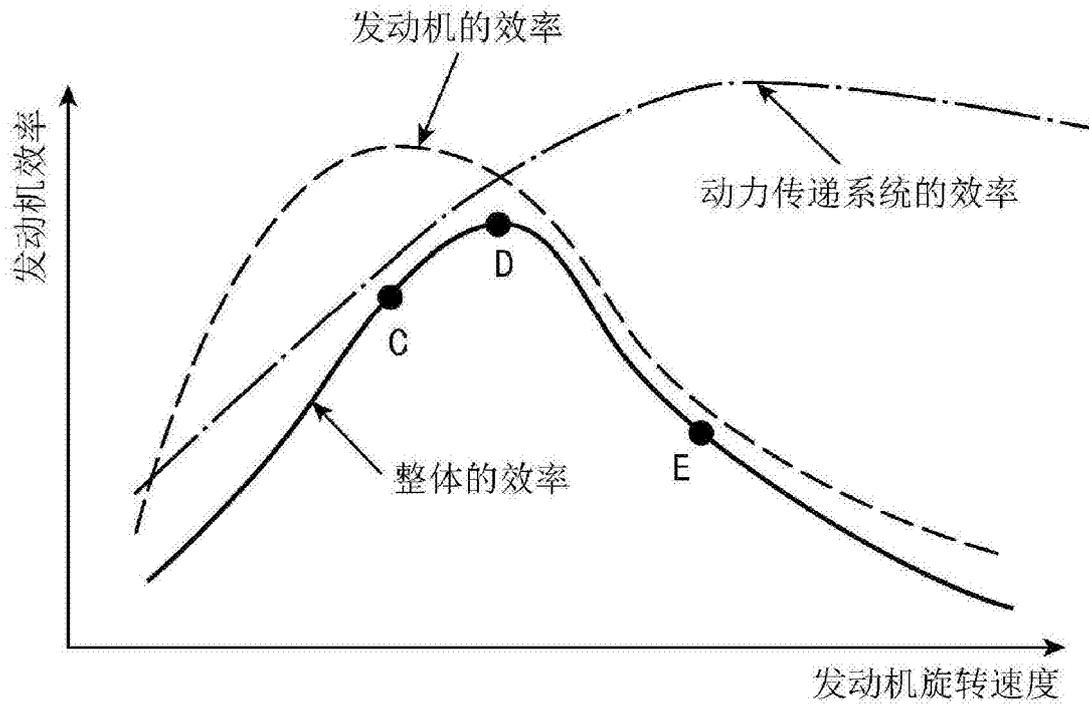


图12

等功率线上的各点 (D、E、F) 的共线图

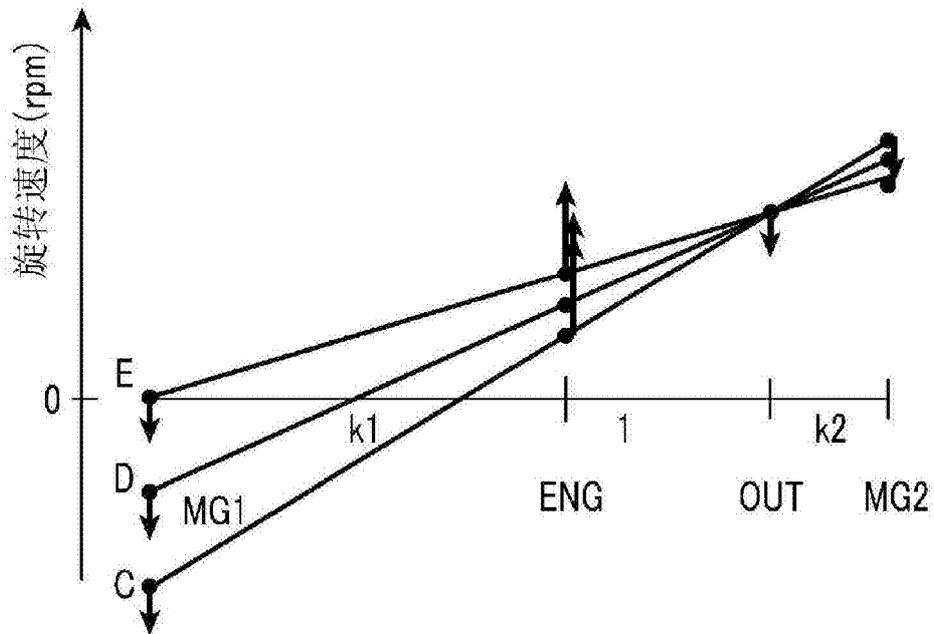


图13

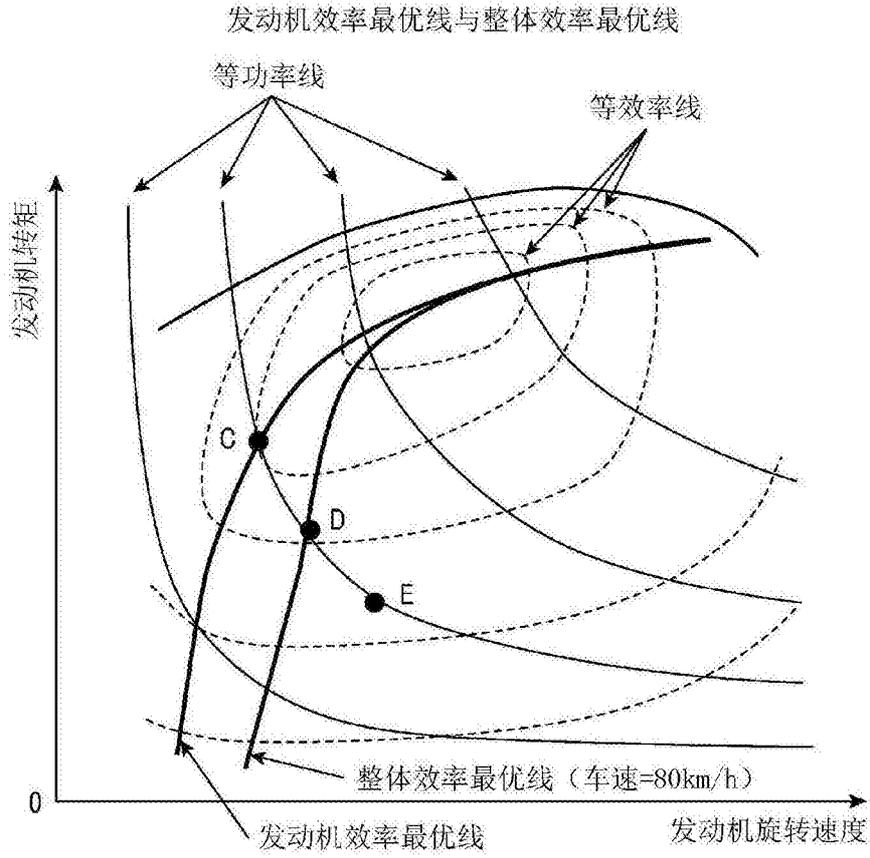


图14

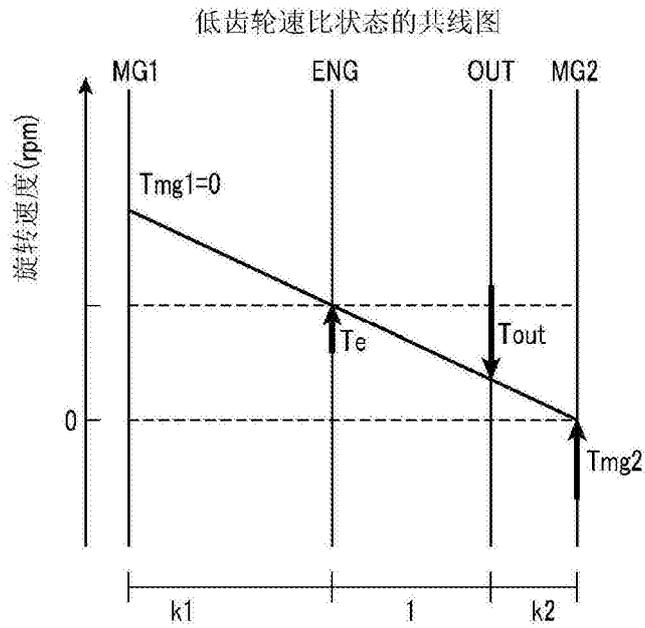


图15

中间齿轮速比状态的共线图

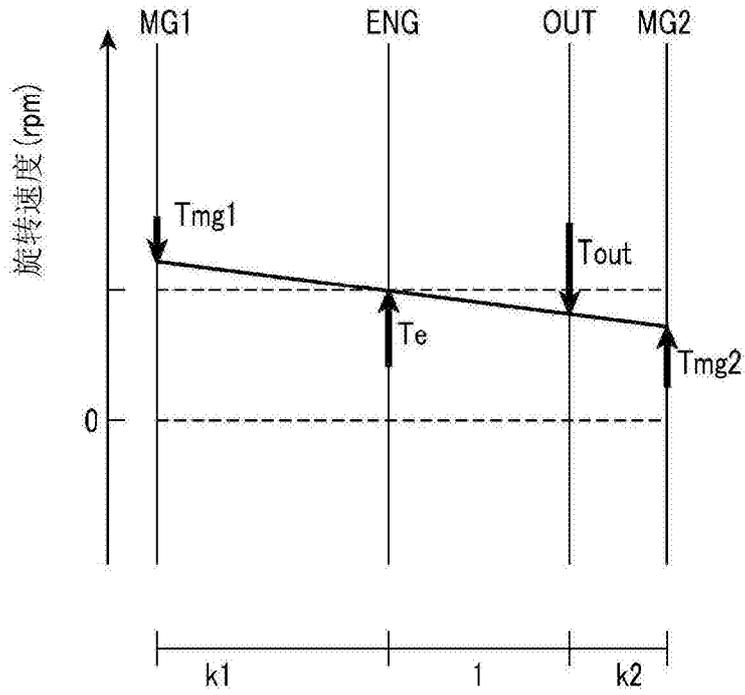


图16

高齿轮速比状态的共线图

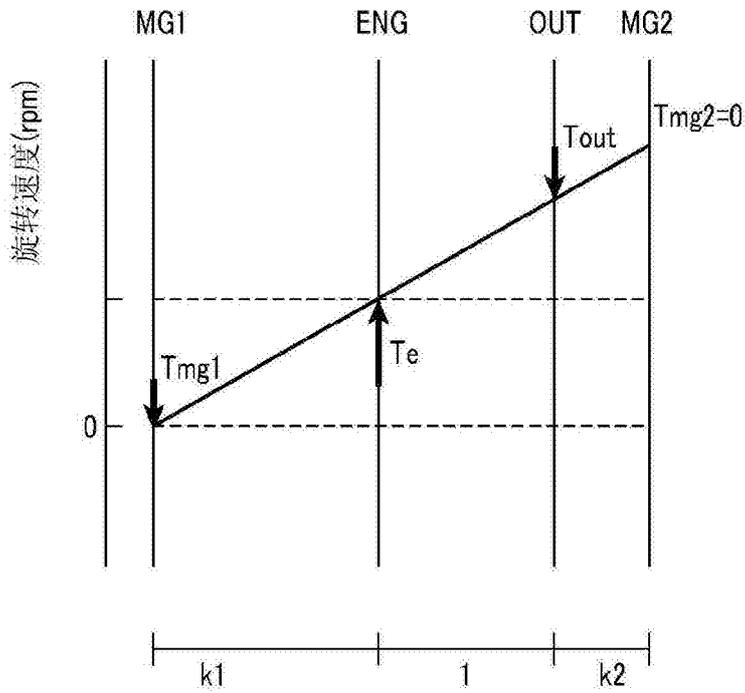


图17

发生了动力循环的状态的共线图

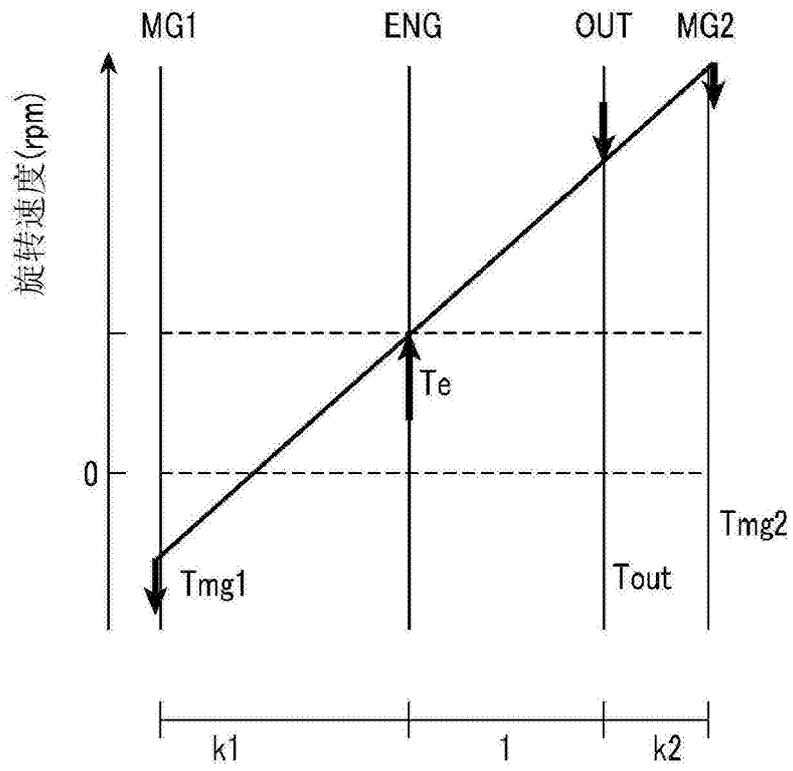


图18