



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101449457 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 02

(21) 申请号 200780018656. 4

B60L 11/14 (2006. 01)

(22) 申请日 2007. 03. 16

B60K 6/20 (2007. 10)

(30) 优先权数据

B60L 15/00 (2006. 01)

082683/2006 2006. 03. 24 JP

B60W 10/08 (2006. 01)

B60W 20/00 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

B60L 3/00 (2006. 01)

2008. 11. 21

(56) 对比文件

(86) PCT申请的申请数据

JP 特开 2004-274945 A, 2004. 09. 30, 全文.

PCT/JP2007/056132 2007. 03. 16

JP 特开 2004-064864 A, 2004. 02. 26, 全文.

(87) PCT申请的公布数据

JP 特开 2005-253151 A, 2005. 09. 15, 全文.

W02007/111286 JA 2007. 10. 04

JP 特开 2003-041966 A, 2003. 02. 13, 全文.

(73) 专利权人 丰田自动车株式会社

审查员 马永祥

地址 日本爱知县

(72) 发明人 冈村贤树 矢口英明

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 段承恩 常殿国

(51) Int. Cl.

H02P 27/06 (2006. 01)

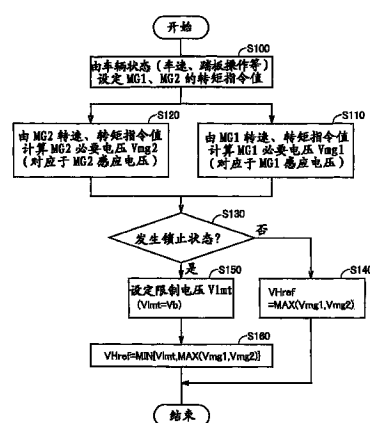
权利要求书 5 页 说明书 16 页 附图 10 页

(54) 发明名称

电动机驱动控制系统及其控制方法

(57) 摘要

在被构成为包括能够升压的转换器的电动机驱动控制系统中,在作为电动机动作的电机(MG2)的锁止状态没有发生时(S130的“否”时),对应于作为发电机电动作的电机(MG1)和电机(MG2)的必要电压,转换器输出电压的电压指令值 V_{Href} 被设定(S140)。另一方面,在电机(MG2)的锁止状态发生时(S130的“是”时),电压指令值 V_{Href} 被设定为限制电压 V_{lim} 以下使得限制转换器中的升压(S150、S160)。在锁止状态发生时,由于使转换器输出电压降低,在变换器中被开关的直流电压降低,所以构成变换器的开关元件中的开关损失被减少,能够抑制其发热导致的温度上升。



1. 一种电动机驱动控制系统,具备:

直流电源;

转换器,该转换器构成为能够将所述直流电源的输出电压进行升压,构成为将所述直流电源的输出电压按照电压指令值进行可变控制而输出至直流电源配线;

电动机;

第1变换器,该第1变换器通过多个开关元件在所述直流电源配线上的直流电力和驱动所述电动机的交流电力之间进行电力变换,使得所述电动机按照动作指令而工作;

发电机,该发电机构成为能够通过外力而旋转驱动;

第2变换器,该第2变换器通过多个开关元件在所述直流电源配线上的直流电力和驱动所述发电机的交流电力之间进行电力变换,使得所述发电机按照动作指令而工作;

电压设定单元,该电压设定单元根据所述电动机和所述发电机的动作状态,设定所述转换器的所述电压指令值;

锁止检测单元,该锁止检测单元检测所述电动机的锁止状态;

电压限制单元,该电压限制单元在所述锁止检测单元检测到所述锁止状态时,将所述电压指令值设定为通过所述电压设定单元所设定的所述电压指令值和预定的限制电压中较低一方的电压;和

发电确保单元,该发电确保单元用于在所述锁止检测单元检测到所述电动机的锁止状态时,从所述发电机向所述直流电源配线供给电力。

2. 如权利要求1所述的电动机驱动控制系统,

所述电压设定单元,包括:

第1设定单元,该第1设定单元计算应该根据所述电动机的动作状态而设定的所述电压指令值;

第2设定单元,该第2设定单元计算应该根据所述发电机的动作状态而设定的所述电压指令值;和

第3设定单元,该第3设定单元将所述转换器的所述电压指令值设定为由所述第1设定单元和所述第2设定单元计算出的所述电压指令值中较高一方的电压。

3. 如权利要求1所述的电动机驱动控制系统,所述发电确保单元,在检测到所述电动机的锁止状态时,设定所述限制电压使得电力能够从所述发电机供给至所述直流电源配线。

4. 如权利要求1所述的电动机驱动控制系统,

所述第2变换器,包括与该第2变换器的所述多个开关元件分别并联地、被连接为将所述发电机的发电电力引向所述直流电源配线的整流元件;

所述发电确保单元,在所述锁止检测单元检测到所述锁止状态时,断开所述第2变换器中的各个所述开关元件,同时使所述发电机的旋转速度上升而使得在所述发电机中感应的交流电压的振幅变得高于所述直流电源配线的电压。

5. 如权利要求1、3或4所述的电动机驱动控制系统,

所述电动机驱动控制系统安装于具备通过燃料的燃烧而工作的发动机的车辆,

所述电动机被构成为产生所述车辆的驱动力,

所述发电机被构成为在所述发动机的工作时通过由所述发动机的输出的至少一部分

进行旋转驱动而发电。

6. 如权利要求 5 所述的电动机驱动控制系统,还具备:

失速检测单元,该失速检测单元检测所述车辆的加速踏板及制动踏板双方被操作的失速状态;和

动作区域限制单元,该动作区域限制单元在通过所述锁止检测单元检测到所述锁止状态、且通过所述失速检测单元检测到所述失速状态时,生成所述电动机的动作指令值,使得将所述电动机和所述发电机的动作区域限制在预定的低旋转速度区域内且在低输出转矩区域内。

7. 一种电动机驱动控制系统,是安装于车辆的电动机驱动控制系统;具备:

直流电源;

转换器,该转换器构成为能够将所述直流电源的输出电压进行升压,构成为将所述直流电源的输出电压按照电压指令值进行可变控制而输出至直流电源配线;

电动机,该电动机被构成为产生所述车辆的驱动力;

第 1 变换器,该第 1 变换器通过多个开关元件在所述直流电源配线上的直流电力和驱动所述电动机的交流电力之间进行电力变换,使得所述电动机按照动作指令而工作;和

锁止检测单元,该锁止检测单元检测所述电动机的锁止状态;

所述车辆上还安装有通过燃料的燃烧而工作的发动机、和由所述直流电源配线供给高于所述直流电源的输出电压的电压而起动所述发动机的起动电动机;

所述电动机驱动控制系统还具备起动限制单元,该起动限制单元在所述锁止检测单元检测到所述电动机的锁止状态时,限制所述发动机的起动。

8. 如权利要求 7 所述的电动机驱动控制系统,所述起动电动机由电动发电机构成,该电动发电机构成为能够在所述发动机的工作时通过由所述发动机的输出的至少一部分进行旋转驱动而发电,同时能够在所述发动机的停止时通过产生旋转驱动所述发动机的转矩而起动所述发动机。

9. 一种电动机驱动控制系统,是安装于车辆的电动机驱动控制系统;具备:

直流电源;

转换器,该转换器构成为能够将所述直流电源的输出电压进行升压,构成为将所述直流电源的输出电压按照电压指令值进行可变控制而输出至直流电源配线;

电动机,该电动机被构成为产生所述车辆的驱动力;

第 1 变换器,该第 1 变换器通过多个开关元件在所述直流电源配线上的直流电力和驱动所述电动机的交流电力之间进行电力变换,使得所述电动机按照动作指令而工作;和

锁止检测单元,该锁止检测单元检测所述电动机的锁止状态;

所述车辆上还安装有通过燃料的燃烧而工作的发动机、和由所述直流电源配线供给高于所述直流电源的输出电压的电压而起动所述发动机的起动电动机;

所述电动机驱动控制系统还具备起动确保单元,该起动确保单元在所述锁止检测单元检测到所述锁止状态时,当所述发动机的起动被指示时,仅在所述发动机的起动所需的预定期间内,使所述转换器的所述电压指令值暂时上升至所述起动电动机的必要电压。

10. 如权利要求 9 所述的电动机驱动控制系统,所述起动电动机由电动发电机构成,该电动发电机构成为能够在所述发动机的工作时通过由所述发动机的输出的至少一部分进

行旋转驱动而发电,同时能够在所述发动机的停止时通过产生旋转驱动所述发动机的转矩而起动所述发动机。

11. 一种电动机驱动控制系统的控制方法,

所述电动机驱动控制系统具备:

直流电源;

转换器,该转换器构成为能够将所述直流电源的输出电压进行升压,构成为将所述直流电源的输出电压按照电压指令值进行可变控制而输出至直流电源配线;

电动机;

第1变换器,该第1变换器通过多个开关元件在所述直流电源配线上的直流电力和驱动所述电动机的交流电力之间进行电力变换,使得所述电动机按照动作指令而工作;

发电机,该发电机构成为能够通过外力而旋转驱动;

第2变换器,该第2变换器通过多个开关元件在所述直流电源配线上的直流电力和驱动所述发电机的交流电力之间进行电力变换,使得所述发电机按照动作指令而工作;

所述控制方法具备:

根据所述电动机和所述发电机的动作状态,设定所述转换器的所述电压指令值的步骤;

检测所述电动机的锁止状态的步骤;和

在检测到所述锁止状态时,将所述电压指令值限制为根据所述电动机的动作状态被设定的所述电压指令值和预定的限制电压中较低一方的电压的步骤;和

在检测到所述电动机的锁止状态时,确保由所述发电机发电而使得电力从所述发电机供给至所述直流电源配线的步骤。

12. 如权利要求11所述的电动机驱动控制系统的控制方法,

设定所述电压指令值的步骤,包括:

第1分步骤,该第1分步骤计算应该根据所述电动机的动作状态而设定的所述电压指令值;

第2分步骤,该第2分步骤计算应该根据所述发电机的动作状态而设定的所述电压指令值;和

第3分步骤,该第3分步骤将所述转换器的所述电压指令值设定为通过所述第1分步骤和所述第2分步骤计算出的所述电压指令值中较高一方的电压。

13. 如权利要求11所述的电动机驱动控制系统的控制方法,所述确保发电的步骤,在检测到所述电动机的锁止状态时,设定所述限制电压使得电力能够从所述发电机供给至所述直流电源配线。

14. 如权利要求11所述的电动机驱动控制系统的控制方法,

所述第2变换器,包括与该第2变换器的所述多个开关元件分别并联地、被连接为将所述发电机的发电电力引向所述直流电源配线的整流元件;

所述确保发电的步骤,在检测到所述电动机的锁止状态时,断开所述第2变换器中的各个所述开关元件,同时使所述发电机的旋转速度上升而使得在所述发电机中感应的交流电压的振幅变得高于所述直流电源配线的电压。

15. 如权利要求11、13或14所述的电动机驱动控制系统的控制方法,

所述电动机驱动控制系统,安装于具备通过燃料的燃烧而工作的发动机的车辆,且所述电动机被构成为产生所述车辆的驱动力;

所述发电机,被构成为在所述发动机的工作时通过由所述发动机的输出的至少一部分进行旋转驱动而发电。

16. 如权利要求 15 所述的电动机驱动控制系统的控制方法,还具备:

检测所述车辆的加速踏板及制动踏板双方被操作的失速状态的步骤;和

当所述电动机的所述锁止状态被检测到、且所述失速状态被检测到时,生成所述电动机的动作指令值,使得将所述电动机及所述发电机的动作区域限制在预定的低旋转速度区域内且在低输出转矩区域内的步骤。

17. 一种电动机驱动控制系统的控制方法,是安装于车辆的电动机驱动控制系统的控制方法;

所述电动机驱动控制系统具备:

直流电源;

转换器,该转换器构成为能够将所述直流电源的输出电压进行升压,构成为将所述直流电源的输出电压按照电压指令值进行可变控制而输出至直流电源配线;

电动机,该电动机被构成为产生所述车辆的驱动力;和

第 1 变换器,该第 1 变换器通过多个开关元件在所述直流电源配线上的直流电力和驱动所述电动机的交流电力之间进行电力变换,使得所述电动机按照动作指令而工作,

所述车辆上还安装有通过燃料的燃烧而工作的发动机、和由所述直流电源配线供给高于所述直流电源的输出电压的电压而起动所述发动机的起动电动机;

所述控制方法包括:

检测所述电动机的锁止状态的步骤;和

在检测到所述电动机的锁止状态时,限制所述发动机的起动的步骤。

18. 如权利要求 17 所述的电动机驱动控制系统的控制方法,所述起动电动机由电动发电机构成,该电动发电机构成为能够在所述发动机的工作时通过由所述发动机的输出的至少一部分进行旋转驱动而发电,同时能够在所述发动机的停止时通过产生旋转驱动所述发动机的转矩而起动所述发动机。

19. 一种电动机驱动控制系统的控制方法,是安装于车辆的电动机驱动控制系统的控制方法;

所述电动机驱动控制系统具备:

直流电源;

转换器,该转换器构成为能够将所述直流电源的输出电压进行升压,构成为将所述直流电源的输出电压按照电压指令值进行可变控制而输出至直流电源配线;

电动机,该电动机被构成为产生所述车辆的驱动力;和

第 1 变换器,该第 1 变换器通过多个开关元件在所述直流电源配线上的直流电力和驱动所述电动机的交流电力之间进行电力变换,使得所述电动机按照动作指令而工作,

所述车辆上还安装有通过燃料的燃烧而工作的发动机、和由所述直流电源配线供给高于所述直流电源的输出电压的电压而起动所述发动机的起动电动机;

所述控制方法包括:

检测所述电动机的锁止状态的步骤 ;和

在检测到所述电动机的锁止状态时,当所述发动机的起动被指示时,仅在所述发动机的起动所需的预定期间内,使所述转换器的所述电压指令值暂时上升至所述起动电动机的必要电压的步骤。

20. 如权利要求 19 所述的电动机驱动控制系统的控制方法,所述起动电动机由电动发电机构成,该电动发电机构成为能够在所述发动机的工作时通过由所述发动机的输出的至少一部分进行旋转驱动而发电,同时能够在所述发动机的停止时通过产生旋转驱动所述发动机的转矩而起动所述发动机。

电动机驱动控制系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电动机驱动控制系统及其控制方法,更加特定地,涉及包括被构成为能够将直流电源的输出电压进行升压的转换器而构成的电动机驱动控制系统的控制技术。

背景技术

[0002] 一般使用的电动机驱动控制系统,将来自于直流电源的直流电力通过电力变换器(具有代表性的是变换器(逆变器, inverter))转换为交流电力而驱动控制交流电动机。在变换器等电力变换器中,由于通过高频且大电力(功率)的开关进行电力变换,所以需要构成为避免进行这样的开关动作的开关元件(例如 IGBT:Insulated Gate Bipolar Transistor(绝缘栅双极晶体管)等大电力用晶体管)的发热。

[0003] 特别地,在通过变换器等电力变换器驱动永磁体励磁型同步电动机(PM 电机)时,如果电动机的旋转由于外力而锁止,则电流仅集中于设置于电动机的多相的绕组中一相的绕组(winding)。其结果是,设置于电力变换器(变换器)中的多个开关元件中的与该相对应的开关元件急剧发热。如果产生这样的急剧发热,则有导致开关元件的热破坏的危险。因此,提出了用于在电机的锁止时抑制构成电力变换器(变换器)的开关元件的发热构成。

[0004] 例如,日本特开平 9-70195 号公报(以下,称专利文献 1)中,在电动机锁止时,通过将 PWM(脉宽调制, Pulse Width Modulation)信号的载波频率从普通的频率(10kHz)切换至低频率(1.25kHz),降低变换器的开关元件的开关频率而减少开关损失,来避免变换器的各开关元件产生急剧的发热。

[0005] 此外,日本特开 2005-117758 号公报(以下,称专利文献 2)中,公开了一种构成,该构成对变换器的各开关元件并联设置两个驱动电路,通常仅通过一个驱动电路接通断开开关元件,而在电动机的锁止状态时通过两个驱动电路接通断开开关元件。根据这样的构成,在锁止状态时使开关元件的接通断开比较急剧,比通常时更能够抑制开关损失而由此减少发热。

[0006] 此外,日本特开平 9-215388 号公报(以下称专利文献 3)中公开了,基于各相的电机驱动电流的平方积分值,提前检测到一定电流持续流过的电动机的锁止状态,以进行变换器的保护。

[0007] 另一方面,作为电动机驱动控制系统的一个形式,使其成为能够通过转换器(converter)将来自于直流电源的直流电压进行升压的构成,通过变换器将由转换器进行可变控制的直流电压转换为交流电压而驱动控制交流电动机的构成,公开于例如日本特开 2003-309997 号公报(以下称专利文献 4)。在这样的构成中,由于能够使施加于电动机的交流电压振幅可随着电动机的动作状态而变化,所以能够以高效率运行电动机且获得高输出。

发明内容

[0008] 然而,在专利文献 1 中公开的构成中,虽然在电动机的锁止时能够降低开关元件的发热,但是会出现这样的问题:由于载波频率下降而使控制响应性降低,而且由于开关频率下降至声频带域而使噪音增大。

[0009] 此外,在专利文献 2 中公开的构成中,有这样的問題:在通常使用的驱动电路之外,还需要并联设置仅在电动机的锁止时使用的驱动电路,所以导致驱动电路的大型化和成本上升。

[0010] 因而,在如专利文献 4 所公开的、包括转换器的电动机驱动控制系统中,在谋求在检测到电动机的锁止时防止开关元件的发热热发的情况下,优选不会发生上述专利文献 1 和 2 的问题的控制构成。关于这一点,专利文献 3 虽然对可靠的检测锁止状态有所公开,但对用于防止在锁止状态时的开关元件的发热热发的技术却没有提及。

[0011] 本发明,是为了解决这样的问题点而进行的,本发明的目的是,在包括被构成为能够将直流电压的输出电压进行升压的转换器而构成的电动机驱动控制系统中,通过高效的控制构成,在电动机的锁止发生时抑制构成电力变换器(变换器)的各开关元件的发热所引起的温度上升。

[0012] 本发明的电动机驱动控制系统,具备直流电源、转换器、第 1 变换器、电压设定单元、锁止检测单元和电压限制单元。转换器构成为能够将直流电源的输出电压进行升压,被构成为将直流电源的输出电压按照电压指令值进行可变控制而输出至直流电源配线。第 1 变换器,通过多个开关元件在直流电源配线上的直流电力和驱动电动机的交流电力之间进行电力变换,使得电动机按照动作指令而工作。电压设定单元,根据电动机的动作状态,设定转换器的电压指令值。锁止检测单元,被构成为检测电动机的锁止状态。电压限制单元,在锁止检测单元检测到锁止状态时,将电压指令值设定为通过电压设定单元所设定的电压指令值和预定的限制电压中较低一方的电压。

[0013] 根据本发明的电动机驱动控制系统的控制方法,其中,电动机驱动控制系统具备:直流电源;转换器,该转换器构成为能够将直流电源的输出电压进行升压,被构成为将直流电源的输出电压按照电压指令值进行可变控制而输出至直流电源配线;和第 1 变换器,该第 1 变换器通过多个开关元件在直流电源配线上的直流电力和驱动电动机的交流电力之间进行电力变换,使得电动机按照动作指令而工作。而且,控制方法包括:根据电动机的动作状态而设定转换器的电压指令值的步骤;检测电动机的锁止状态的步骤;和在检测到锁止状态时将电压指令值设定为根据电动机的动作状态而设定的电压指令值和预定的限制电压中较低一方的电压。

[0014] 根据上述电动机驱动控制系统及其控制方法,能够在检测到电动机的锁止状态时,设定电压指令值使得转换器输出电压成为限制电压以下,使由第 1 变换器开关的直流电压变低。在电动机的相同转矩输出下,由变换器进行开关的直流电压越小,各开关元件中的开关损失减少越多,所以在电动机的锁止状态发生时,使第 1 变换器中的电流所集中的特定相中开关元件的开关损失减少,能够抑制该发热引起的温度上升。另外,此时,与开关频率的降低所引起的电力损失减少不同,不会导致控制性能的降低和声频噪音的产生,也不会导致驱动电路并联化引起的电路大型化及成本上升。

[0015] 此外,由于开关元件的温度上升被抑制而变得比较缓慢,能够使在锁止状态时来自于电动机的转矩输出的时间更长。或者,通过预计到动作条件苛刻的电动机锁止状态发

生时的温度上升会变缓慢而将开关元件的温度耐性设计得较低,还能够实现开关元件的小型化及低成本化。

[0016] 优选地,在本发明的电动机驱动控制系统及其控制方法中,限制电压与直流电压的输出电压等同(大致相同)。

[0017] 根据上述电动机驱动控制系统及其控制方法,在电动机的锁止状态发生时,能够禁止转换器进行的升压,将通过第1变换器进行开关的直流电压设定得较低。因而,能够增强获得在电动机的锁止状态时的变换器(第1变换器)的开关元件的温度上升抑制效果。

[0018] 此外优选地,本发明的电动机驱动控制系统,还具备发电机一和第2变换器。发电机构成为能够通过外力旋转驱动。第2变换器,通过多个开关元件在直流电源配线上的直流电力和驱动发电机的交流电力之间进行电力变换,使得发电机按照动作指令而工作。而且,电压设定单元,除了电动机的动作状态之外,还根据发电机的动作状态,设定转换器的电压指令值。另外,电压设定单元包括第1设定单元,该第1设定单元计算应该根据电动机的动作状态而设定的电压指令值;和第2设定单元,该第2设定单元计算应该根据发电机的动作状态而设定的电压指令值;和第3设定单元,该第3设定单元将转换器的电压指令值设定为由第1和第2设定单元计算出的电压指令值中较高一方的电压。

[0019] 此外优选地,本发明的电动机驱动控制系统的控制方法中,电动机控制系统还具备:被构成为能够通过外力旋转驱动的发电机;和第2变换器,该第2变换器通过多个开关元件在直流电源配线上的直流电力和驱动发电机的交流电力之间进行电力变换,使得发电机按照动作指令而工作。而且,设定电压指令值的步骤包括:第1分步骤,计算应该根据电动机的动作状态而设定的电压指令值,使得除了电动机的动作状态之外,还根据发电机的动作状态而设定转换器的电压指令值;第2分步骤,计算应该根据发电机的动作状态而设定的电压指令值;第3分步骤,该第3分步骤将转换器的电压指令值设定为通过第1和第2分步骤计算出的电压指令值中较高一方的电压。

[0020] 根据上述电动机驱动控制系统及其控制方法,在电动机及发电机接收共用的转换器的输出电压而被驱动控制的构成中,在没有发生锁止状态时能够使得根据电动机和发电机的双方的动作状态而适当地设定转换器输出电压的电压指令值。另外,在电动机的锁止状态发生时,能够使转换器的输出电压成为限制电压以下,抑制构成与电动机对应的变换器(第1变换器)的开关元件的温度上升。

[0021] 另外优选地,本发明的电动机驱动控制系统还具备发电确保单元。发电确保单元,被构成为在锁止检测单元检测到电动机的锁止状态时,从发电机向直流电源配线供给电力。

[0022] 特别地,发电确保单元,可以被构成为在检测到电动机的锁止状态时设定限制电压使得电力能够从发电机供给至直流电源配线。或者,第2变换器被构成为包括与多个开关元件分别并联地连接而将发电机的发电电力引向直流电源配线的整流元件,而且发电确保单元,可以被构成为在锁止检测单元检测到锁止状态时断开第2变换器中的各开关元件,并使发电机的旋转速度上升使得由发电机感应的交流电压的振幅高于直流电源配线的电压。

[0023] 另外优选地,本发明的电动机驱动控制系统的控制方法,还具备确保发电机的发电的步骤,使得在检测到电动机的锁止状态时电力从发电机供给至直流电源配线。

[0024] 特别地,该确保发电的步骤,设定限制电压使得在检测到电动机的锁止状态时电力能够从发电机供给至直流电源配线。或者,第2变换器被构成为包括与多个开关元件分别并联地连接而将发电机的发电电力引向直流电源配线的整流元件,而且确保发电的步骤,在检测到电动机的锁止状态时,断开第2变换器中的各开关元件,并使发电机的旋转速度上升使得由发电机感应的交流电压的振幅变得高于直流电源配线的电压。

[0025] 根据上述电动机驱动控制系统及其控制方法,在电动机的锁止状态发生时,能够在抑制第1变换器中的开关元件的温度上升的同时,确保发电机的发电量。由此,能够有效地利用开关元件的温度上升抑制效果,确保锁止状态能够持续的时间,即能够确保持续地输出电动机所要求的转矩的期间。

[0026] 优选地,本发明的电动机驱动控制系统搭载于车辆,并且,电动机被构成为产生车辆的驱动力。

[0027] 根据上述电动机驱动控制系统及其控制方法,在驱动控制被构成为产生车辆的驱动力的电动机的电动机驱动控制系统中,在电动机的锁止状态发生时,能够抑制变换器(第1变换器)的开关元件的温度上升。特别地,由于开关元件的温度上升被控制而变得比较缓慢,在锁止状态时电动机产生车辆驱动力的时间会更长,所以能够提高车辆的性能。

[0028] 此外优选地,在本发明的电动机驱动控制系统搭载于车辆时,电动机驱动控制系统还具备失速(stall)检测单元和动作区域限制单元。失速检测单元检测加速踏板及制动踏板的双方被操作的失速状态。动作区域限制单元,当通过锁止检测单元检测到锁止状态且通过失速检测单元检测到失速状态时,生成电动机的动作指令值,使得将电动机的动作区域限制在预定的低旋转速度区域内且在低输出转矩区域内。或者,控制方法,还包括检测车辆的加速踏板及制动踏板的双方被操作的失速状态的步骤;和当检测到电动机的锁止状态且检测到失速状态时,生成电动机的动作指令值使得将电动机的动作区域限制在预定的低旋转速度区域内且在低输出转矩区域内的步骤。

[0029] 根据上述电动机驱动控制系统及其控制方法,在加速踏板及制动踏板的双方被操作的失速状态及电动机的锁止状态的双方发生的情况下,通过将电动机的动作区域限制在低旋转速度区域内及低输出转矩的一定区域内,能够由电动机产生车辆驱动力,并能够抑制构成变换器(第1变换器)的开关元件的温度上升,同时确保失速起步性能。

[0030] 另外优选地,本发明的电动机驱动控制系统搭载于车辆且电动机被构成为产生车辆的驱动力。另外,车辆上搭载有通过燃料的燃烧而工作的发动机、和由直流电源配线被供给高于直流电源的输出电压的电压而起动发动机的起动电动机。而且,电动机驱动控制系统还具备起动限制单元。起动限制单元,在锁止检测单元检测到电动机的锁止状态时,限制发动机的起动。或者,控制方法还具备在检测电动机的锁止状态时限制发动机的起动的步骤。

[0031] 根据上述电动机驱动控制系统及其控制方法,在搭载于具备发动机、电动机、和使用转换器的输出电压而起动发动机的起动电动机的混合动力车辆时,在电动机的锁止状态发生时,通过限制发动机的起动,限制转换器输出电压的上升,能够抑制构成驱动控制电动机的变换器(第1变换器)的开关元件的温度上升。

[0032] 此外,更加优选地,本发明的电动机驱动控制系统搭载于车辆、且电动机被构成为产生车辆的驱动力。另外,车辆上搭载有通过燃料的燃烧而工作的发动机、和由直流电源配

线被供给高于直流电源的输出电压的电压而起动发动机的起动电动机。而且,电动机驱动控制系统还具备起动确保单元。起动确保单元,在锁止检测单元检测到锁止状态时,当发动机的起动被指示时,仅在发动机的起动所需的预定期间,使转换器的电压指令值暂时上升至起动电动机的必要电压。或者,控制方法还具备在检测电动机的锁止状态时,当发动机的起动被指示时,仅在发动机的起动所需的预定期间,使转换器的电压指令值暂时上升至起动电动机的必要电压的步骤。

[0033] 根据上述电动机驱动控制系统及其控制方法,搭载于具备发动机、电动机、和使用转换器的输出电压而起动发动机的起动电动机的混合动力车辆时,可以仅在发动机起动被指令的预定期间,使转换器的输出电压暂时上升至起动电动机的必要电压。因而,在发动机停止中的锁止状态发生时也能够起动发动机,而且能够在其他期间限制转换器进行的升压而抑制驱动控制电动机的变换器(第1变换器)中的开关元件的温度上升。

[0034] 另外优选地,在搭载有本发明的电动机驱动控制系统的车辆中,起动电动机由电动发电机构成,该电动发电机构成为能够在发动机的工作时通过由发动机的输出的至少一部分进行旋转驱动而发电,同时能够在发动机的停止时通过产生旋转驱动发动机的转矩起动发动机。

[0035] 根据上述电动机驱动控制系统及其控制方法,在通过单一的电动发电机构成发电机和起动电动机的混合动力车辆的构成中,能够在电动机的锁止状态发生时抑制对应的变换器(第1变换器)中的开关元件的温度上升。

[0036] 因而,本发明的主要优点在于,在包括被构成为能够将直流电源的输出电压进行升压的转换器而构成的电动机驱动控制中,能够以不会导致控制性能的降低和声频噪音的产生的一简易的构成,在电动机的锁止发生时抑制构成电力变换器(变换器)的各开关元件的发热所导致的温度上升这一点。

附图说明

[0037] 图1是说明作为搭载本发明的实施方式的电动机驱动控制系统的构成的一例所表示的混合动力车辆的构成的框图;

[0038] 图2是说明本发明的实施方式1的升降压转换器的电压指令值设定的流程图;

[0039] 图3是说明电动发电机的动作状态和必要电压之间的关系的第1概念图;

[0040] 图4是说明电动发电机的动作状态和必要电压之间的关系的第2概念图;

[0041] 图5是说明变换器中的各开关元件中产生的开关损失的波形图;

[0042] 图6是说明本发明的实施方式2的升降压转换器的电压指令值设定的第1例的流程图;

[0043] 图7是说明本发明的实施方式2的升降压转换器的电压指令值设定的第2例的流程图;

[0044] 图8是说明图7的步骤S170的控制动作的列线图;

[0045] 图9是说明本发明的实施方式3的车辆控制的流程图;

[0046] 图10是说明本发明的实施方式3的变形例的车辆控制的流程图;

[0047] 图11是说明本发明的实施方式4的车辆控制的流程图;

[0048] 图12是表示电动发电机的动作区域的概念图;

[0049] 图 13 是说明图 11 的步骤 S230 中的控制动作的一例的列线图。

具体实施方式

[0050] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行详细的说明。另外,以下图中相同或相当的部分标记相同的符号,原则上不重复其说明。

[0051] (实施方式 1)

[0052] 图 1 是说明作为搭载本发明的实施方式的电动机驱动控制系统的构成的一例所表示的混合动力车辆 100 的构成的框图。

[0053] 参照图 1,混合动力车辆 100 具备:发动机 110、动力分配机构 120、电动发电机 MG1、MG2、减速器 130、驱动轴 140 和车轴(驱动轮)150。混合动力车辆 100 还具备用于驱动控制电动发电机 MG1、MG2 的、直流电压产生部 10#、平滑电容器 C0、变换器 20、30、控制装置 50。

[0054] 发动机 110,例如由汽油发动机、柴油发动机等内燃机构成。发动机 110 设置有检测冷却水的温度的冷却水温传感器 112。冷却水温传感器 112 的输出被发送至控制装置 50。

[0055] 动力分配机构 120 被构成为能够将发动机 110 产生的动力分配于去往驱动轴 140 的路径和去往电动发电机 MG1 的路径。作为动力分配机构 120,可以使用具有太阳轮、行星齿轮和齿圈圈的三个旋转轴的行星齿轮机构。例如,使电动发电机 MG1 的转子为中空而使发动机 110 的曲轴通过其中心,能够将发动机 110 和电动发电机 MG1、MG2 机械地连接于动力分配机构 120。具体地讲,将电动发电机 MG1 的转子连接于太阳轮,发动机 110 的输出轴连接于行星齿轮,并且将输出轴 125 连接于齿圈。还与电动发电机 MG2 的旋转轴连接的输出轴 125,介由减速器 130 连接于用于旋转驱动驱动轮 150 的驱动轴 140。另外,还可以装入针对电动发电机 MG2 的旋转轴的减速器。

[0056] 电动发电机 MG1 被构成为作为由发动机 110 驱动的发电机工作且作为进行发动机 110 的起动的电动机工作,兼有电动机和发电机的功能。即,电动发电机 MG1 对应于本发明中的“发电机”,与电动发电机 MG1 连接的变换器 20 对应于本发明中的“第 2 变换器”。

[0057] 同样地,电动发电机 MG2 作为介由输出轴 125 和减速器 130 向驱动轴 140 传递输出的车辆驱动力产生用设备而装入混合动力车辆 100。此外,电动发电机 MG2 被构成为兼有电动机和发电机的功能,使得通过产生与车轮 150 的旋转方向相反的方向的输出转矩而进行再生发电。即,在混合动力车辆 100 中,电动发电机 MG2 对应于本发明中的“电动机”。同样地,与电动发电机 MG2 连接的变换器 30 对应于本发明中的“第 1 变换器”。

[0058] 接下来,对用于驱动控制电动发电机 MG1、MG2 的构成进行说明。

[0059] 直流电压产生部 10# 包括行驶用蓄电池 B、平滑电容器 C1、和升降压转换器 15。行驶用蓄电池 B 对应于本发明中的“直流电源”,升降压转换器 15 对应于本发明中的“转换器”。

[0060] 作为行驶用蓄电池 B,可以适用镍氢或锂离子等的二次电池。另外,在本实施方式中,对将由二次电池构成的行驶用蓄电池 B 作为“直流电源”的构成进行说明,不过也可以适用双电荷层电容器(electrical double layer capacitor)等蓄电装置来代替行驶用蓄电池 B。

[0061] 行驶用蓄电池 B 输出的蓄电池电压 V_b 由电压传感器 10 检测,输入输出于行驶用蓄电池 B 的蓄电池电流 I_b 由电流传感器 11 检测。此外,行驶用蓄电池 B 设置有温度传感器 12。另外,由于行驶用蓄电池 B 的温度可能局部性不同,所以温度传感器 12 也可以设置于行驶用蓄电池 B 的多处。由电压传感器 10、电流传感器 11 和温度传感器 12 检测出的蓄电池电压 V_b 、蓄电池电流 I_b 和蓄电池温度 T_b ,被输出至控制装置 50。

[0062] 平滑电容器 C1 连接于接地线 5 和电源线 6 之间。另外,在行驶用蓄电池 B 的正极端子和电源线 6 之间以及行驶用蓄电池 B 的负极端子和接地线 5 之间,设置有在车辆运行时被接通、在车辆运行停止时被断开的继电器(没有图示)。

[0063] 升降压转换器 15 包括:电抗器 L1、被开关控制的电力用半导体元件(以下称作“开关元件”)Q1、Q2。电抗器 L1 连接于开关元件 Q1 和 Q2 的连接节点与电源线 6 之间。此外,平滑电容器 C0 连接于电源线 7 与接地线 5 之间。

[0064] 电力用半导体开关元件 Q1 和 Q2 串联连接于电源线 7 与接地线 5 之间。电力用半导体开关元件 Q1 和 Q2 的接通断开(导通截止)由来自于控制装置 50 的开关控制信号 S1 和 S2 控制。

[0065] 在本发明的实施方式中,作为开关元件,可以使用 IGBT、电力用 MOS(Metal Oxide Semiconductor,金属氧化物半导体)晶体管或者电力用双极型晶体管。相对于开关元件 Q1 和 Q2,配置有反并联(antiparallel)二极管 D1、D2。

[0066] 变换器 20 和 30 的直流电压侧介由共有的接地线 5 和电源线 7 而与升降压转换器 15 连接。即,电源线 7 对应于本发明中的“直流电源布线”。

[0067] 变换器 20 由并联连接于电源线 7 和接地线 5 之间的、U 相臂 22、V 相臂 24、W 相臂 26 构成。各相臂由串联连接于电源线 7 和接地线 5 之间的开关元件而构成。例如,U 相臂 22 包括开关元件 Q11、Q12,V 相臂 24 包括开关元件 Q13、Q14,W 相臂 26 包括开关元件 Q15、Q16。此外,相对于开关元件 Q11 ~ Q16,分别连接有反并联二极管 D11 ~ D16。开关元件 Q11 ~ Q16 的接通断开(导通截止)由来自于控制装置 50 的开关控制信号 S11 ~ S16 控制。

[0068] 电动发电机 MG1 包括:设置于定子的 U 相线圈绕组 U1(coil winding)、V 相线圈绕组 V1、W 相线圈绕组 W1 和没有图示的转子。U 相线圈绕组 U1、V 相线圈绕组 V1 和 W 相线圈绕组 W1 的一端在中性点 N1 相互连接,另一端分别与变换器 20 的 U 相臂 22、V 相臂 24 和 W 相臂 26 连接。变换器 20,通过响应来自于控制装置 50 的开关控制信号 S11 ~ S16 的开关元件 Q11 ~ Q16 的接通断开控制(开关控制),进行直流电压产生部 10# 和电动发电机 MG1 之间的双向的电力转换。

[0069] 具体地讲,变换器 20,能够按照控制装置 50 进行的开关控制,将从电源线 7 接收的直流电压转换为三相交流电压,将该转换了的三相交流电压输出至电动发电机 MG1。由此,电动发电机 MG1 被驱动使得产生指定的转矩。此外,变换器 20 能够将电动发电机 MG1 接收发动机的输出而发电所得的三相交流电压按照控制装置 50 进行的开关控制转换为直流电压,将该转换了的直流电压输出至电源线 7。

[0070] 变换器 30,与变换器 20 同样地构成,被构成为含有由开关控制信号 S21 ~ S26 进行接通断开控制的开关元件 Q21 ~ Q26 和反并联二极管 D21 ~ D26。

[0071] 电动发电机 MG2,与电动发电机 MG1 同样地构成,包括:设置于定子的 U 相线圈绕

组 U2、V 相线圈绕组 V2、W 相线圈绕组 W2 和没有图示的转子。与电动发电机 MG1 同样地，U 相线圈绕组 U2、V 相线圈绕组 V2 和 W 相线圈绕组 W2 的一端在中性点 N2 相互连接，另一端分别与变换器 30 的 U 相臂 32、V 相臂 34 和 W 相臂 36 连接。

[0072] 变换器 30，通过响应来自于控制装置 50 的开关控制信号 S21 ~ S26 的开关元件 Q21 ~ Q26 的接通断开控制（开关控制），进行直流电压产生部 10# 和电动发电机 MG2 之间的双向的电力转换。

[0073] 具体地讲，变换器 30，能够按照控制装置 50 进行的开关控制，将从电源线 7 接收的直流电压转换为三相交流电压，将该转换了的三相交流电压输出至电动发电机 MG2。由此，电动发电机 MG2 被驱动使得产生指定的转矩。此外，变换器 30，能够在车辆的再生制动时将电动发电机 MG2 接收来自车轮 150 的旋转力而发电所得的三相交流电压按照控制装置 50 进行的开关控制转换为直流电压，将该转换了的直流电压输出至电源线 7。

[0074] 另外，这里所说的再生制动包括：驾驶混合动力车辆的驾驶者进行了脚制动操作的情况下的再生发电所伴随的制动、虽然没有进行脚制动装置的操作却通过在行驶中松开加速踏板而进行再生发电的同时使车辆减速的情况（或加速的中止）。

[0075] 电动发电机 MG1、MG2 各自设置有电流传感器 27 和旋转角传感器（分解器（resolver））28。三相电流 i_u 、 i_v 、 i_w 的瞬时值之和为零，所以如图 1 所示，电流传感器 27 只要被配置为检测两相的电机电流（例如 V 相电流 i_v 和 W 相电流 i_w ）就足够。旋转角传感器 28 检测电动发电机 MG1、MG2 的没有图示的转子的旋转角 θ ，将该检测出的旋转角 θ 输出至控制装置 50。在控制装置 50 中，能够基于旋转角 θ 计算电动发电机 MG1、MG2 的转速 N_{mt} （旋转角速度 ω ）。

[0076] 由这些传感器检测出的、电动发电机 MG1 的电机电流 MCRT(1) 和转子旋转角 θ (1) 以及电动发电机 MG2 的电机电流 MCRT(2) 和转子旋转角 θ (2) 被输入至控制装置 50。此外，控制装置 50，接收作为电机指令的、电动发电机 MG1 的转矩指令值 $T_{qcom}(1)$ 和表示再生动作的控制信号 RGE(1) 以及电动发电机 MG2 的转矩指令值 $T_{qcom}(2)$ 和表示再生动作的控制信号 RGE(2) 的输入。

[0077] 由电子控制单元（ECU）构成的控制装置 50，被构成为包括微型计算机（没有图示）、RAM(Random Access Memory, 随机存储器) 51 和 ROM(Read Only Memory, 只读存储器) 52，按照预定的程序处理，生成用于升降压转换器 15 和变换器 20、30 的开关控制的开关控制信号 S1、S2（升降压转换器 15）、S11 ~ S16（变换器 20）和 S21 ~ S26（变换器 30），使得电动发电机 MG1、MG2 按照从上位的电子控制单元（ECU）输入的电机指令而动作。

[0078] 此外，还会向控制装置 50 中输入行使用蓄电池 B 相关的，充电率（SOC: State Of Charge, 充电状态）、表示充放电限制的输入输出可能电力量 W_{in} 、 W_{out} 等信息。由此，控制装置 50 具有这样的功能：如果有必要，限制电动发电机 MG1、MG2 中的消耗电力和发电电力（再生电力）使得行使用蓄电池 B 的过度充电或过度放电不会发生。

[0079] 此外，在本实施方式中，对由单一的控制装置（ECU）50 切换变换器控制中的开关频率的结构进行了说明，不过也可以由多个控制装置（ECU）的协调动作实现同样的控制构成。

[0080] 众所周知，驾驶者进行的混合动力车辆 100 的加速和减速 / 停止指令，由加速踏板 70 和制动踏板 71 的操作被输入。驾驶者进行的加速踏板 70 和制动踏板 71 的操作（踏入

量)由加速踏板踏入量传感器 73 和制动踏板踏入量传感器 74 检测。加速踏板踏入量传感器 73 和制动踏板踏入量传感器 74 分别输出与驾驶者的加速踏板 70 和制动踏板 71 的踏入量相应的电压。

[0081] 表示加速踏板踏入量传感器 73 和制动踏板踏入量传感器 74 的踏入量的输出信号 ACC 和 BRK 被输入至控制装置 50。另外,如果只考虑检测加速踏板 70 和制动踏板 71 的双方被操作的失速状态,则被输入至控制装置 50 的信号 ACC 和 BRK,不只是表示加速踏板 70 和制动踏板 71 的各自的踏入量的信号,也可以是表示有无(踏入量 $\neq 0$ 与否)驾驶者进行的踏入操作的标志(flag)信号。

[0082] 接下来,对电动发电机 MG1、MG2 的驱动控制中的升降压转换器 15 和变换器 20、30 的动作进行说明。

[0083] 在升降压转换器 15 的升压动作时,控制装置 50,根据电动发电机 MG1、MG2 的运行状态而设定系统电压 VH 的指令值 VHref(以下也简称电压指令值 VHref),基于电压指令值 VHref 和由电压传感器 13 得到的系统电压 VH 的检测值,生成开关控制信号 S1、S2 使得升降压转换器 15 的输出电压与电压指令值 VHref 相等。

[0084] 升降压转换器 15,在升压动作时,将从行驶用蓄电池 B 供给的直流电压(蓄电池电压)Vb 升压后所得的直流电压 VH(以下将相当于变换器 20、30 的输入电压的该直流电压,也称为“系统电压 VH”)共同地供给至变换器 20、30。更具体地讲,响应来自控制装置 50 的开关控制信号 S1、S2,交互地接通断开(导通截止)的开关元件 Q1、Q2 的占空比(导通期间比率)被设定,升压比与占空比对应。

[0085] 此外,升降压转换器 15,在降压动作时,将介由平滑电容器 C0 从变换器 20、30 供给的直流电压(系统电压)进行降压而向行驶用蓄电池 B 充电。更具体地讲,响应来自控制装置 50 的开关控制信号 S1、S2,仅开关元件 Q1 导通的期间和开关元件 Q1、Q2 双方都截止的期间交互地被设置,降压比与上述导通期间的占空比对应。

[0086] 平滑电容器 C0,将来自升降压转换器 15 的直流电压(系统电压)平滑化,将该平滑化了的直流电压供给至变换器 20、30。电压传感器 13 检测平滑电容器 C0 的两端的电压即系统电压 VH,将其检测值输出至控制装置 50。

[0087] 变换器 30,在对应的电动发电机 MG2 的转矩指令值为正的情况($T_{qcom}(2) > 0$)下,通过响应来自控制装置 50 的开关控制信号 S21 ~ S26 的开关元件 Q21 ~ Q26 的接通断开动作(开关动作),将从平滑电容器 C0 供给的直流电压转换为交流电压而驱动电动发电机 MG2 使得输出正转矩。此外,变换器 30,在电动发电机 MG2 的转矩指令值为零的情况($T_{qcom}(2) = 0$)下,通过响应开关控制信号 S21 ~ S26 的开关动作,将直流电压转换为交流电压而驱动电动发电机 MG2 使得转矩为零。由此,电动发电机 MG2 被驱动使得产生由转矩指令值 $T_{qcom}(2)$ 指定的零或正的转矩。

[0088] 此外,在混合动力车辆的再生制动时,电动发电机 MG2 的转矩指令值被设定为负($T_{qcom}(2) < 0$)。在此情况下,变换器 30,通过响应开关控制信号 S21 ~ S26 的开关动作,将电动发电机 MG2 发电所得的交流电压转换为直流电压,将转换了的直流电压(系统电压)介由平滑电容器 C0 供给至升降压转换器 15。

[0089] 这样,变换器 30,通过按照来自控制装置 50 的开关控制信号 S21 ~ S2 而进行的开关元件 Q21 ~ Q26 的接通断开(导通截止)控制,进行电力变换使得电动发电机 MG2 按照

指令值动作。此外,变换器 20,与上述变换器 30 的动作同样地,通过按照来自控制装置 50 的开关控制信号 S11 ~ S16 而进行的开关元件 Q11 ~ Q16 的接通断开(导通截止)控制,进行电力变换使得电动发电机 MG1 按照指令值而动作。

[0090] 这样,通过控制装置 50 按照转矩指令值 $T_{qcom}(1)$ 、(2) 驱动控制电动发电机 MG1、MG2,在混合动力车辆 100 中,能够根据车辆的运行状态适当地执行由电动发电机 MG2 中的电力消耗产生车辆驱动力、由电动发电机 MG1 中的发电产生行驶用蓄电池 B 的充电电力或电动发电机 MG2 的消耗电力、以及由电动发电机 MG2 中的再生制动动作(发电)产生行驶用蓄电池 B 的充电电力。

[0091] 图 2 是说明本发明的实施方式 1 的升降压转换器 15 的电压指令值 V_{Href} 的设定的流程图。另外,根据图 2 所示的流程图的程序,存储于控制装置 50 内的 ROM52,由控制装置 50 每隔预定周期执行。

[0092] 参照图 2,控制装置 50,通过步骤 S100,根据车辆状态(车速、踏板操作等)设定电动发电机 MG1 和 MG2 的转矩指令值 $T_{qcom}(1)$ 和 $T_{qcom}(2)$ 。

[0093] 控制装置 50,进而通过步骤 S110,根据电动发电机 MG1 的转速和转矩指令值 $T_{qcom}(1)$,计算必要电压 V_{mg1} 使其对应于电动发电机 MG1 的感应电压。同样地,控制装置 50,还通过步骤 S120,根据电动发电机 MG2 的转速和转矩指令值 $T_{qcom}(2)$,计算必要电压 V_{mg2} 使其对应于电动发电机 MG2 的感应电压。

[0094] 在此,在电动发电机 MG(总括地标记 MG1、MG2,以下相同)中,如果转速和/或转矩增加,则反电动势增加而感应电压增大。另外,在本发明的实施方式中,只要没有特别说明,“转速”这个用语是指单位时间的(具有代表性的是每分钟)的转速。如果该感应电压上升而高于变换器的直流侧电压即系统电压 V_H ,则从变换器的直流侧向交流侧无法供给电流,所以无法由变换器 20 或 30 进行电动发电机的控制。因而,在步骤 S110 和 S120 中,必要电压 V_{mg1} 和 V_{mg2} 分别设定为电动发电机 MG1 和 MG2 的感应电压以上。

[0095] 即,如图 3 所示,根据电动发电机 MG 的转矩和转速,具体地讲,随着进入高转速/高转矩的区域,必要电压 V_{mg1} 和 V_{mg2} 设定为相对较高。此外,如图 4 所示,必要电压 V_{mg1} 和 V_{mg2} ,基本上根据电动发电机 MG 所要求的输出(转速 $\times$ 转矩)而确定,且对于相同转速,随着输出增大,必要电压 V_{mg1} 和 V_{mg2} 设定为相对较高。

[0096] 在此,使用图 5 对变换器 20、30 的各开关元件中产生的开关损失进行说明。

[0097] 参照图 5,变换器 20、30 的各开关元件的开关动作按照脉宽调制控制(PWM 控制)而设定。具体地讲,如图 5(a) 所示,在 PWM 控制中,基于预定的载波 200 和电压指令波 210 的电压比较,变换器 20、30 的各相臂中的开关元件的接通断开(导通截止)被控制。在此,载波 200 一般是预定频率的三角波、锯齿波,电压指令波 210 表示用于产生使电动发电机 MG 按照转矩指令值 T_{qcom} 动作所需的各相电流的、对电动发电机的外加电压(交流电压)。而且,在载波为比电压指令波高的电压时和与其相反的情况下时,构成同一相臂的开关元件的接通断开(导通截止)被切换。在图 5 中,作为一例,表示了开关元件的开关波形,该开关元件在电压指令波为比载波高的电压时被接通(导通),在与其相反的情况下时被断开(截止)。

[0098] 如图 5(b) 所示,在开关元件的接通时,集电极发射极间电压 $v_{ce} = 0$,而产生集电极/发射极间电流 i_{ce} 。与此相对,在开关元件的断开时,集电极/发射极间电流 $i_{ce} = 0$,

而集电极发射极间电压 $v_{ce} = V_H$ 。在此,当开关元件的接通断开时,在直到完全地接通或断开为止的期间内,即直到变化为集电极 / 发射极间电压 $v_{ce} = 0$ 或集电极发射极间电流 $i_{ce} = 0$ 为止的期间内,如图 5(c) 所示,产生相当于集电极发射极间电压 v_{ce} 和集电极发射极间电流 i_{ce} 之积的开关损失 P_{loss} ($P_{loss} = v_{ce} \cdot i_{ce}$)。由于该开关损失 P_{loss} 的产生,开关元件发热,其温度上升。

[0099] 在此,集电极发射极间电压 v_{ce} 的振幅相当于系统电压 V_H ,集电极发射极间电流 i_{ce} 是与对电动发电机 MG 的供给电流对应的电流。因而,在相同转矩输出时,即转矩指令值相同的情况下,系统电压 V_H 越高,开关损失 P_{loss} 越大。

[0100] 因而,在实施方式 1 中,在电动机 (电动发电机 MG2) 的锁止发生时,通过执行如以下说明的电压指令值 V_{Href} 的设定,抑制变换器 30 的开关元件的温度上升。

[0101] 再次参照图 2,控制装置 50,通过步骤 S130,判定电动发电机 MG2 是否发生锁止状态。锁止状态是上坡行驶时等、虽然按照转矩指令值 $T_{qcom}(2)$ 向电动发电机 MG2 供给一定以上的电流而其转速却为极低速 (几乎为 0) 的状态。在步骤 S130 中,例如,能够通过判定电动发电机 MG2 尽管转矩指令值 $T_{qcom}(2)$ 为预定值以上而其转速却几乎为 0 的状态是否发生,由此检测锁止状态的发生。或者,也可以与专利文献 3 同样地,基于各相电机电流的平方的积分值检测锁止状态的发生。即,对于步骤 S130 的具体的锁止状态的检测方法,没有特别限定。

[0102] 控制装置 50,在通过步骤 S130 没有检测到锁止状态的发生的情况 (步骤 S130 的“否”判定) 下,通过步骤 S140 将升降压转换器 15 的电压指令值 V_{Href} 设定为在步骤 S110 和步骤 S120 中分别计算出的 MG1 必要电压 V_{mg1} 和 MG2 必要电压 V_{mg2} 的最大值。由此,在锁止状态的发生时之外,能够将作为升降压转换器 15 的输出电压的系统电压 V_H 设定得比电动发电机 MG1、MG2 的感应电压高。其结果是,控制装置 50,能够通过变换器 20、30 按照转矩指令值 $T_{qcom}(1)$ 、 $T_{qcom}(2)$ 驱动控制电动发电机 MG1、MG2。

[0103] 另一方面,在锁止状态的发生时,如上所述,电流集中于电动发电机 MG2 的特定相而持续地流过。因而,有构成对应于该特定相的相臂的开关元件中的开关损失增大而急剧发热的危险。

[0104] 因而,控制装置 50,在检测到锁止状态时 (步骤 S130 的“是”判定时),通过步骤 S150 和步骤 S160 设定升降压转换器 15 的电压指令值 V_{Href} 。控制装置 50,在步骤 S150 中设定系统电压 V_H 的限制电压 V_{lmt} 。限制电压 V_{lmt} 设定为等同于与行驶用蓄电池 B (直流电源) 的输出电压 (检测电压 V_b 或输出额定电压)。

[0105] 此外,控制装置 50,在步骤 S160 中将电压指令值 V_{Href} 设定为步骤 S150 中所设定的限制电压 V_{lmt} 与必要电压 V_{mg1} 、 V_{mg2} 中的最大电压之间的较低的电压。即,电压指令值 V_{Href} ,被设定为不超过限制电压 V_{lmt} ,升降压转换器 15 中的升压被限制。

[0106] 由此,根据本发明的实施方式 1,在检测到电动发电机 MG2 的锁止状态时,通过由电压指令值 V_{Href} 的设定而将系统电压 V_H 设定得较低,能够减少构成变换器 20、30 的各开关元件中的开关损失 P_{loss} 。其结果是,能够抑制变换器 30 中的电流所集中的特定相中的开关元件的温度上升。此外,与此时由开关频率的降低带来的电力损失减少不同,不会导致控制性能的降低和声频噪音的产生。

[0107] 步骤 S150 中的限制电压 V_{lmt} 的设定,只要将升降压转换器 15 中的升压与步骤

S140 进行的电压指令值设定进行比较而加以抑制,则不限于限制电压 $V_{lmt} = V_b$,也能够获得上述的开关元件的温度上升抑制效果。只不过,通过使限制电压 $V_{lmt} = V_b$,禁止升降压转换器 15 进行的升压而使系统电压 V_H 与蓄电池电压 V_b 为同等值,能够最大地获得上述的温度上升抑制效果。

[0108] 通过在锁止状态发生时开关元件的温度上升被这样地抑制而变得缓慢,能够使来自锁止状态时的电动机(电动发电机 MG2)的转矩输出时间更长。因而,在通过电动发电机 MG2 获得驱动力的混合动力车辆中,车辆性能得到提高。或者,通过预计在动作条件苛刻的锁止状态发生时的温度上升会变缓慢而将开关元件的温度耐性(temperature resistance)设计得较低,能够实现开关元件的小型化和低成本化。

[0109] 另外,在本实施方式 1 中,图 2 的步骤 S130 对应于本发明中的“锁止检测单元”,步骤 S150、S160 对应于本发明中的“电压限制单元”。此外,步骤 S110、S120、S140 对应于本发明中的“电压设定单元”,特别地,步骤 S120 对应于本发明中的“第 1 设定单元”,步骤 S110 对应于本发明中的“第 2 设定单元”步骤 S140 对应于本发明中的“第 3 设定单元”。

[0110] (实施方式 2)

[0111] 根据实施方式 1,通过使锁止状态发生时的开关元件的温度上升变得缓慢,能够确保锁止状态的电动机(电动发电机 MG2)能持续地输出所被要求的转矩的时间(即,锁止状态能够持续的时间)更长。

[0112] 然而,在上坡行驶中等要求较高转矩输出的锁止状态中,如果仅从行驶用蓄电池 B(直流电源)进行电力供给,则会导致行驶用蓄电池 B 的剩余容量的急剧低下,所以从这一方面来看,锁止状态能够持续的时间有可能受到制约。因而,在本实施方式 2 中,对在锁止状态时也确保发电机的发电量而确保锁止状态能够持续的时间的控制构成进行说明。

[0113] 图 6 是说明本发明的实施方式 2 的升降压转换器 15 的电压指令值(V_{Href})设定的第 1 例的流程图。另外,根据图 6 所示的流程图的程序,也存储于控制装置 50 内的 ROM52,在图 1 所示的混合动力车辆 100 中由控制装置 50 每隔预定周期执行。

[0114] 比较图 6 和图 2,关于实施方式 2 的第 1 例的电压指令值设定,控制装置 50 执行将在图 2 所示的步骤 S100 ~ S160 的处理中的步骤 S150 取代为步骤 S150# 的控制处理。步骤 S150# 以外的控制处理与图 2 相同,所以省略详细的说明。

[0115] 控制装置 50,在步骤 S150# 中将系统电压 V_H 的限制电压 V_{lmt} 设定为 $V_{lmt} = V_b + V_\alpha$ 。在此,预定电压 V_α ,在考虑使得控制成为锁止状态的电动发电机 MG2 的变换器 30 中的开关元件的开关损失能够在一定程度上得到抑制、且电动发电机 MG1 能够发电的基础上进行设定。该预定电压 V_α ,可以是固定值,也可以是电动发电机 MG1 的动作状态(例如,转速和/或转矩指令值)相应的可变值。

[0116] 其结果是,控制装置 50,在检测到电动发电机 MG2 的锁止状态时,通过步骤 S160 设定电压指令值 V_{Href} 为如上述那样设定的限制电压 $V_{lmt} (V_b + V_\alpha)$ 以下。由此,在当必要电压 V_{mg1} 高于限制电压 V_{lmt} 时,虽然升降压转换器 15 进行的升压与实施方式 1 同样地受到限制,但能够通过电动发电机 MG1 发电得到与预定电压 V_α 对应的发电量。

[0117] 因而,在电动发电机 MG2 的锁止状态发生时,能够与实施方式 1 同样地通过将系统电压 V_H 设定得较低而获得变换器 30 中的开关元件的温度上升抑制效果,并确保电动发电机 MG1 的发电量为预定量。由此,能够有效地利用开关元件的温度上升抑制效果,确保

锁止状态能够持续的时间,即电动机(电动发电机 MG2)能够持续地输出所被要求的转矩的期间。

[0118] 图 7 是说明本发明的实施方式 2 的升降压转换器 15 的电压指令值 (VHref) 设定的第 2 例的流程图。另外,根据图 7 所示的流程图的程序,也存储于控制装置 50 内的 ROM52,在图 1 所示的混合动力车辆 100 中由控制装置 50 每隔预定周期执行。

[0119] 比较图 7 和图 2,关于实施方式 2 的第 2 例的电压指令值设定,控制装置 50,执行:在图 2 所示的步骤 S100 ~ S160 的处理之外,在步骤 S160 的执行时还执行步骤 S170 和 S180 的控制处理。步骤 S100 ~ S160 的控制处理与图 2 相同,所以省略详细的说明。

[0120] 控制装置 50,通过步骤 S150 和 S160 将电压指令值 VHref 作为限制电压 V1mt ($V1mt = Vb$),禁止升降压转换器 15 进行的升压而限制系统电压 VH 为与蓄电池电压 Vb 相同之后,通过步骤 S170 和 S180 中的处理,使电动发电机 MG1 能够发电。

[0121] 控制装置 50,在步骤 S170 中,通过发动机转速的上升使电动发电机 MG1 的转速上升。

[0122] 图 8 是说明图 7 的步骤 S170 的控制动作的列线图。在图 8 中,介有动力分配机构 120 的电动发电机 MG1、MG2 和发动机的转速的关系由列线图表示。

[0123] 参照图 8,电动发电机 MG2 在锁止状态时转速几乎为零,电动发电机 MG1 的转速与发动机转速对应。关于实施方式 2 的第 2 例的电压指令值设定,通过在步骤 S170 的处理使发动机转速上升,使电动发电机 MG1 的转速上升。由此,电动发电机 MG1 中的反电动势增大,感应电压增高。

[0124] 再次参照图 7,控制装置 50,通过步骤 S180 停止驱动控制电动发电机 MG1 的变换器 20 的动作。即,各开关元件 Q11 ~ Q16 断开。在该状态下,虽然无法使电动发电机 MG1 执行由变换器控制进行的高效率的发电动作,但通过电动发电机 MG1 的感应电压上升引起的反并联二极管 D11、D13、D15 的导通,能够形成将电动发电机 MG1 的反电动势从线圈绕组 U1、V1、W1 引向电源线 7 的电流路径。即,反并联二极管 D11、D13、D15 构成本发明中的“整流元件”。

[0125] 由此,与变换器控制时比较,虽然发电电力的回收效率降低,但能够确保电动发电机 MG1 的反电动势带来的发电量。

[0126] 其结果是,在电动发电机 MG2 的锁止状态发生时,能够与实施方式 1 同样地通过将系统电压 VH 设定得较低而获得变换器 30 中的开关元件的温度上升抑制效果,并确保电动发电机 MG1 的发电量为预定量。由此,能够有效地利用开关元件的温度上升抑制效果,确保锁止状态能够持续的时间。

[0127] 另外,在本实施方式 2 中,图 6 的步骤 S150# 和图 7 的步骤 S170、S180 相当于本发明的“发电确保单元”。

[0128] (实施方式 3)

[0129] 在混合动力车辆中,有时在发动机停止中电动发电机 MG2 的锁止状态发生,进而发出发动机 110 的起动要求。例如,在锁止状态的持续中行驶用蓄电池 B 的剩余容量低下而发出充电要求的情况下、驾驶者的加速踏板操作量(加速踏板踏入量)增大的情况下,会出现上述情况。在实施方式 3 中,对这样的情况的处理进行说明。

[0130] 图 9 是说明本发明的实施方式 3 的车辆 100 的控制的流程图。另外,根据图 9 所

示的流程图的程序,也存储于控制装置 50 内的 ROM52,在图 1 所示的混合动力车辆 100 中由控制装置 50 每隔预定周期执行。

[0131] 将图 9 与图 2 比较,在实施方式 3 的车辆控制中,控制装置 50,在图 2 所示的用于电压指令值设定的控制处理之外,在步骤 S130 的“是”判定时即检测到锁止状态时,还执行步骤 S190 和 S192 的处理。其他的控制处理与图 2 相同,所以省略详细的说明。

[0132] 控制装置 50 通过步骤 S190 判定是否向停止中的发动机 110 发出起动要求。然后,在发动机起动指示被发出的情况(步骤 S190 的“是”判定时)下,控制装置 50 通过步骤 S192 禁止发动机起动。

[0133] 然后,控制装置 50,在步骤 S192 的处理后执行步骤 S150(或 S150#)和步骤 S160,设定升降压转换器 15 的电压指令值 VH_{ref} 使得系统电压 VH 不超过限制电压 $Vlmt$ 。在发动机起动要求没有发生的情况(步骤 S190 的“否”判定时)下,控制装置 50 也同样地执行步骤 S150 和步骤 S160,设定电压指令值 VH_{ref} 。

[0134] 一般来讲,为了由作为“起动电动机”动作的电动发电机 MG1 输出用于旋转驱动停止中的发动机 110 而起动发动机的转矩,需要使蓄电池电压 Vb 升压而产生系统电压 VH 。因而,如果要执行发动机起动,则由于需要使系统电压 VH 上升,所以可能导致驱动控制锁止状态的电动发电机 MG2 的变换器 30 的各开关元件中的温度上升。

[0135] 因此,通过如图 9 所示的控制构成,在检测到锁止状态时,即使发动机起动要求被发出也禁止发动机起动,并且系统电压 VH 被限制。由此,在发动机停止中的锁闭状态的发生时,能够可靠地抑制驱动电动发电机 MG2 的变换器 30 的各开关元件中的温度上升。

[0136] (实施方式 3 的变形例)

[0137] 图 10 是说明本发明的实施方式 3 的变形例的车辆 100 的控制的流程图。另外,根据图 10 所示的流程图的程序,也存储于控制装置 50 内的 ROM52,在图 1 所示的混合动力车辆 100 中由控制装置 50 每隔预定周期执行。

[0138] 将图 10 与图 2 进行比较,在实施方式 3 的变形例的车辆控制中,控制装置 50,在图 2 所示的用于电压指令值设定的控制处理之外,在步骤 S130 的“是”判定时即检测到锁止状态时,还执行步骤 S195 的处理。其他的控制处理与图 2 相同,所以省略详细的说明。

[0139] 控制装置 50,在步骤 S195 中,判定是否是从发动机起动要求被发出到发动机的起动结束为止的发动机起动期间。例如,通过设置标志,能够根据该标志的开启关闭(on/off)执行步骤 S195 中的判定,该标志响应发动机起动要求的发生而被“开启”、在电动发电机 MG1 进行的发动机起动后响应发动机 110 的转速上升至预定转速以上而被“关闭”。

[0140] 控制装置 50,在发动机起动期间以外(步骤 S195 的“否”判定时),执行步骤 S150(或步骤 S150#)和步骤 S160,设定升降压转换器 15 的电压指令值 VH_{ref} 使得系统电压 VH 不超过限制电压 $Vlmt$ 。

[0141] 另一方面,控制装置 50,在发动机起动期间中(步骤 S195 的“是”判定时),执行步骤 S140,设定电压指令值 VH_{ref} 使得电动发电机 MG1 的必要电压 V_{mg1} 得到确保。由此,允许产生能够根据发动机起动所需要的转矩指令值 $T_{qcom}(1)$ 进行电动发电机 MG1 的驱动控制的系统电压 VH 的。

[0142] 由此,在发动机停止中的锁止状态发生时也能够进行发动机起动,并且整体上能够与实施方式 1 同样地抑制驱动电动发电机 MG2 的变换器 30 的各开关元件的温度上升。

[0143] 另外,关于禁止发动机起动的实施方式 3 的控制(图 9)和确保发动机起动的实施方式 3 的变形例的控制(图 10),也可以是根据发动机起动要求的性质选择性地执行的控制构成。例如,在由于来自行驶用蓄电池 B 的充电要求而发出发动机起动要求的情况下,优选地,为了确保以后的车辆行驶性能,执行实施方式 3 的变形例的控制(图 10),确保发动机起动。另一方面,在由于驾驶者的加速踏板操作量的增大而发出发动机起动要求的情况下,可以使其成为执行实施方式 3 的控制(图 9)而禁止发动机起动,并将驱动力要求的增大反映于电动发电机 MG2 的转矩指令值的控制构成。

[0144] 另外,在实施方式 3 和其变形例中,图 9 的步骤 S192 对应于本发明的“起动限制单元”,图 10 的步骤 S195 对应于本发明的“起动确保单元”。

[0145] 此外,在本实施方式中,电动发电机 MG1 也对应于本发明中的“起动电动机”,不过可以明确地记载:作为另外设置从电源线 7 接收电力供给的、发动机起动用的起动电动机的构成,也能够适用实施方式 3 和其变形例的车辆控制。

[0146] (实施方式 4)

[0147] 在实施方式 4 中,对成为驾驶者操作加速踏板和制动踏板的双方的失速状态而电动发电机 MG2 发生锁止状态的情况下的电动发电机控制进行说明。

[0148] 图 11 是说明本发明的实施方式 4 的车辆控制的流程图。

[0149] 参照图 11,控制装置 50,在步骤 S200 中,通过与图 2 等所示的步骤 S130 相同的处理判定电动发电机 MG2 是否发生锁止状态。然后,在锁止状态的发生时(步骤 S200 的“是”判定时),控制装置 50 还执行步骤 S210,检测失速状态是否发生。步骤 S210 的判定基于信号 ACC 和信号 BRK(图 1)而执行。控制装置 50,在加速踏板 70 和制动踏板 71 的双方的踏入力不为零的情况下,检测到失速状态。

[0150] 当在步骤 S200 或步骤 S210 为“否”判定时即锁止状态没有发生时或虽然为锁止状态发生时但失速状态没有发生时,控制装置 50,通过步骤 S220 对电动发电机 MG1、MG2 设定通常的转矩和转速。具体地讲,在图 12 所示的最大输出线 250 的范围内的动作区域(转速、转矩),根据车辆状态,电动发电机的转矩指令值 $T_{qcom}(1)$ 、 $T_{qcom}(2)$ 被生成,且电动发电机 MG1、MG2 的转速被设定。

[0151] 另一方面,在锁止状态的发生时(步骤 S200 的“是”判定时),当还检测到失速状态时(步骤 S210 的“是”判定时),控制装置 50,执行步骤 S230,限制电动发电机 MG1、MG2 的动作区域。在此情况下,限制于图 12 所示的限制区域 260(转速 $\leq N_0$ 且转矩 $\leq T_0$ 的动作区域)的范围内,电动发电机 MG1、MG2 的转矩和转速被设定。该限制区域 260,例如,对应于即使不通过升降压转换器 15 升压也能够控制电动发电机 MG1、MG2(即,必要电压 V_{mg1} 、 $V_{mg2} \leq$ 蓄电池额定电压)的动作区域而设定。

[0152] 而且,如图 12 所示,在转矩指令值 $T_{qcom}(1)$ 、 $T_{qcom}(2)$ 大于限制值 T_0 的情况下,将其修正为转矩指令值 $T_{qcom}(1) \leq T_0$ 和 / 或 $T_{qcom}(2) \leq T_0$ 。

[0153] 此外,在电动发电机 MG2 由于处于锁止状态而转速几乎为 0 而电动发电机 MG1 的转速超过限制值 N_0 的情况下,如图 13 的列线图所示,通过使发动机转速下降,使电动发电机 MG1 的转速下降至限制值 N_0 以下。

[0154] 根据这样的构成,在锁止状态和失速状态的双方都发生的情况下,通过将电动发电机 MG1、MG2 的动作区域限制在低转速、低转矩区域内,能够使构成变换器 20、30 的开关元

件中的开关损失减少而抑制其温度上升。由此,由于开关元件的温度上升变得较缓慢,能够使来自此状态下的电动机(电动发电机 MG2)的转矩输出时间更长。

[0155] 其结果是,能够实现构成变换器的开关元件的保护,并能够确保失速起步性能而能够提高车辆性能。或者,通过预计在动作条件苛刻的、失速 起步下的锁止状态发生时的温度上升会变缓慢而将开关元件的温度耐性设计得较低,还能够实现开关元件的小型化和低成本化。

[0156] 另外,在没有搭载发电机(电动发电机 MG1)的构成中,作为仅对电动机(电动发电机 MG2)执行实施方式 4 的动作区域限制的构成,也既能够通过抑制开关元件的温度上升而进行元件保护,又能够确保失速起步性能。

[0157] 此外,在实施方式 4 中,图 11 的步骤 S210 对应于本发明的“失速检测单元”,步骤 S230 对应于本发明的“动作区域限制单元”。

[0158] 另外,在本实施方式中,表示了本发明的电动机驱动控制系统搭载于混合动力车辆的例子,不过本发明的适用不限于这样的例子。即,除了发动机起动相关的实施方式 3 和其变形例之外,实施方式 1、2 和 4,对于电动汽车等没有搭载发动机的电动车辆也能够适用,而不限定被驱动控制的旋转电机(电动机、发电机或电动发电机)的个数。此外,对于实施方式 1、2,不只是电动汽车、混合动力车辆等的电动车辆,只要是包括被构成为能够对直流电源的输出电压升压的转换器的电动机驱动控制系统,就能够适用,而不限定被驱动控制的旋转电机(电动机、发电机或电动发电机)的个数和旋转电机(电动机或电动发电机)的驱动负载。

[0159] 此次公开的实施方式,所有方面都是例示的而非限制性的。本发明的范围不是由上述说明而是由权利要求所表示,与权利要求同等的意思和范围内的所有变更都包括在内。

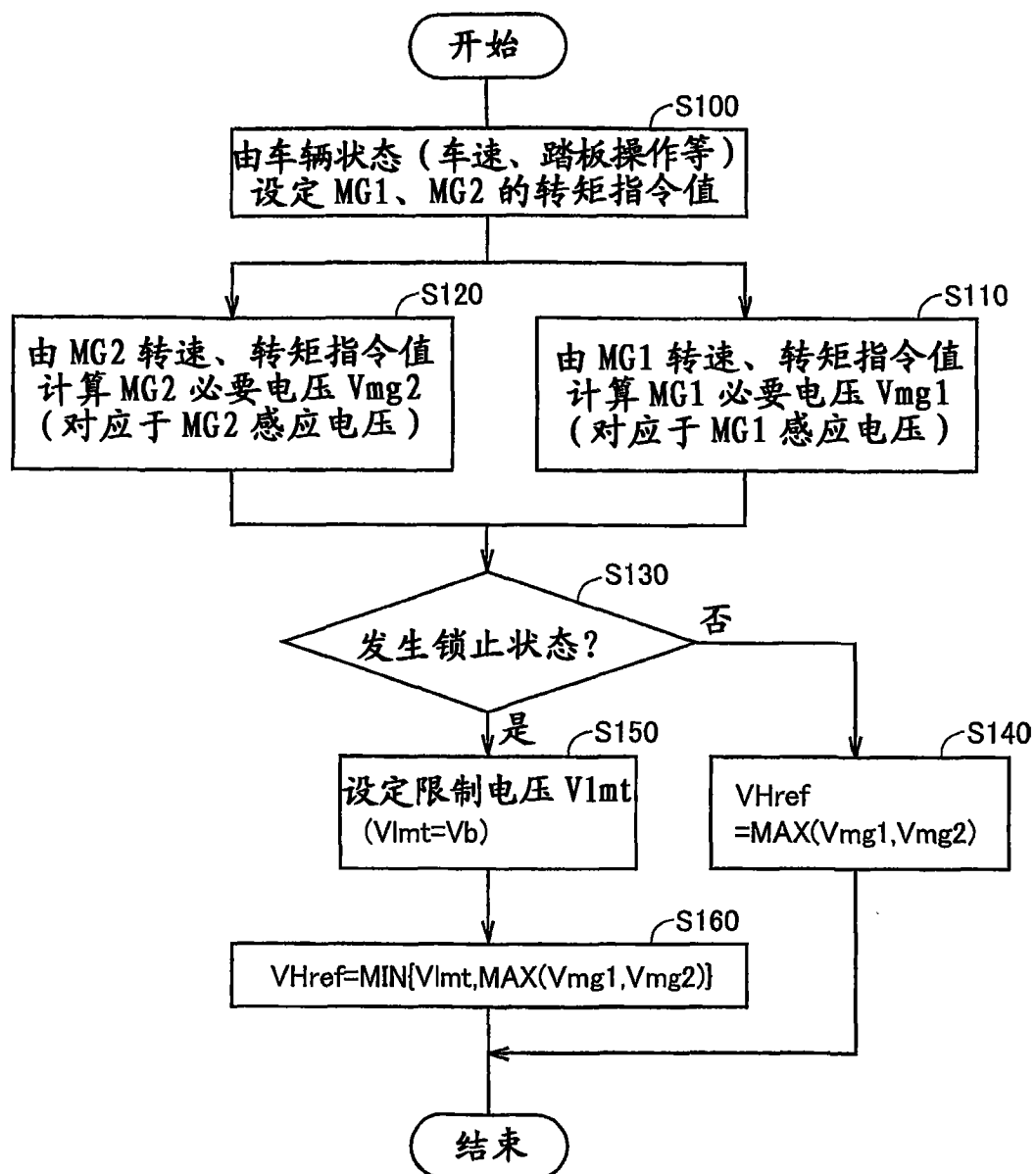


图 2

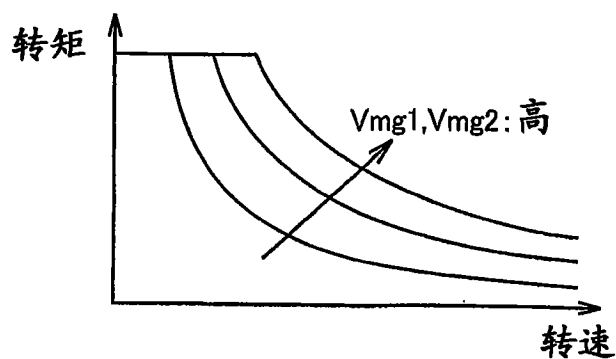


图 3

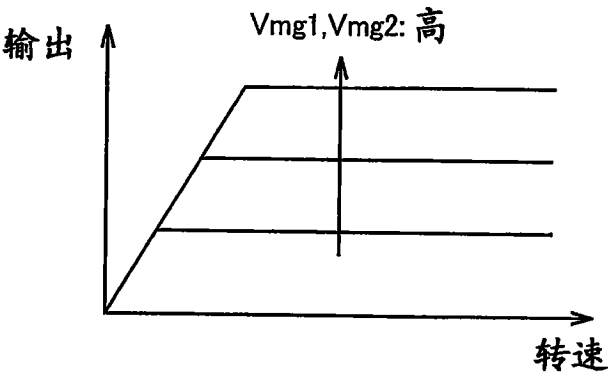


图 4

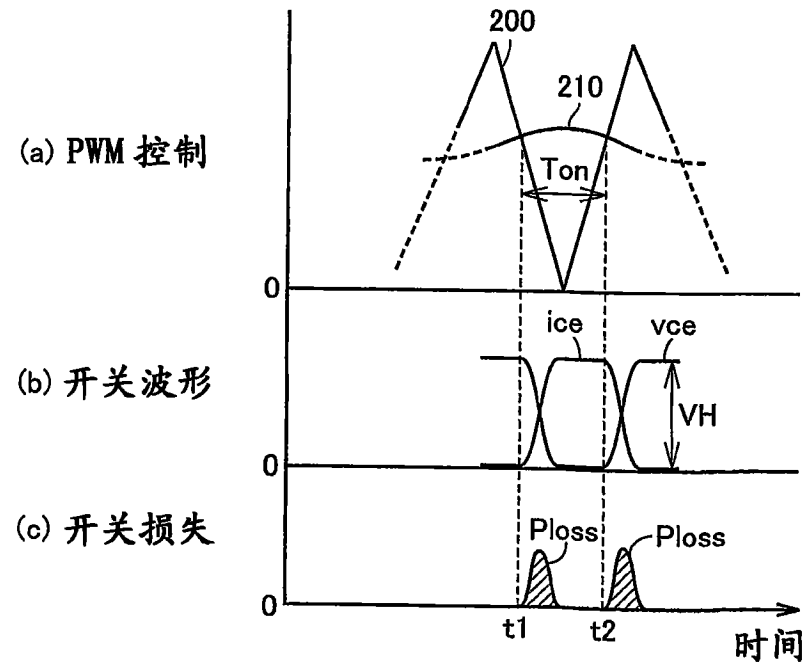


图 5

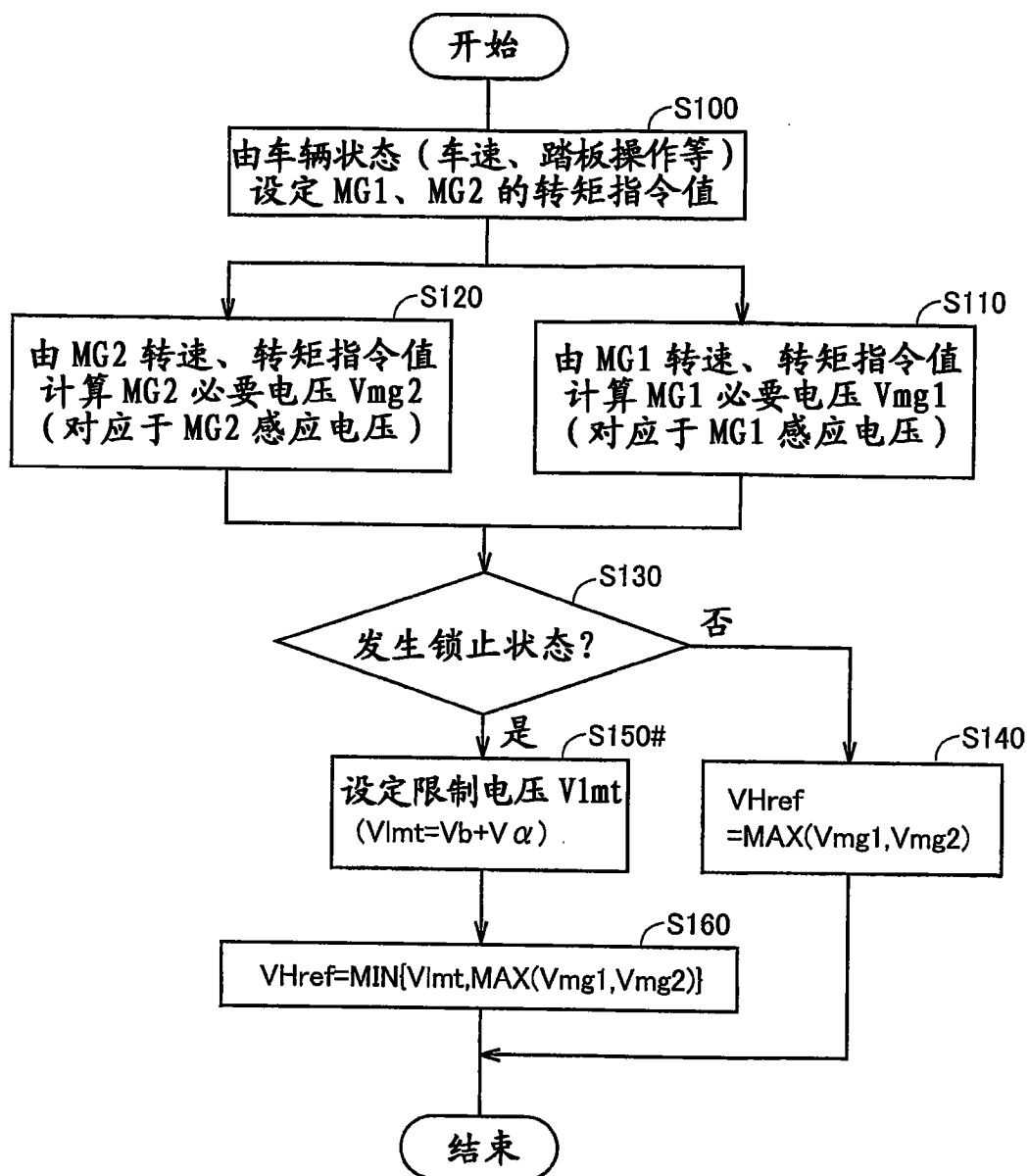


图 6

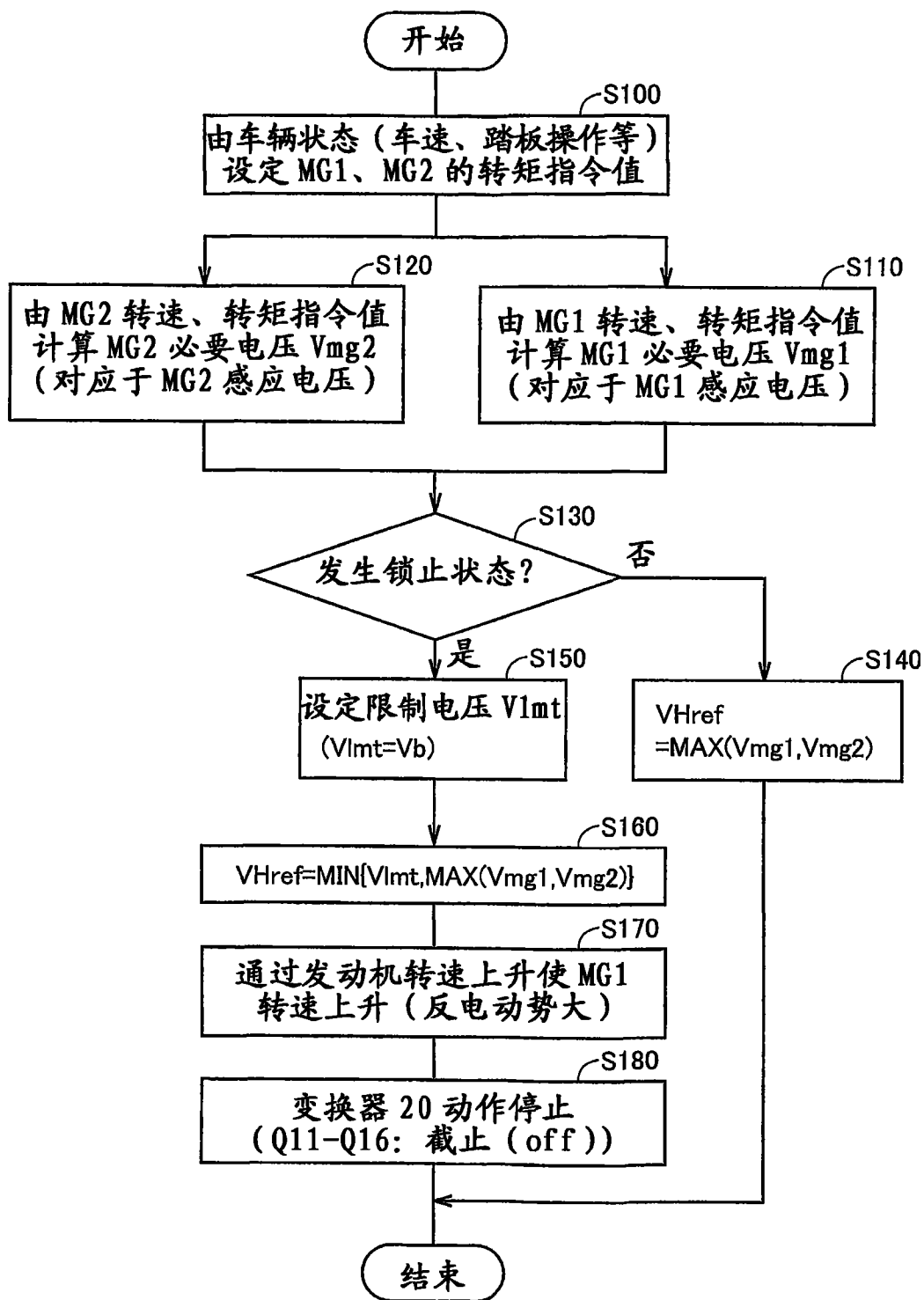


图 7

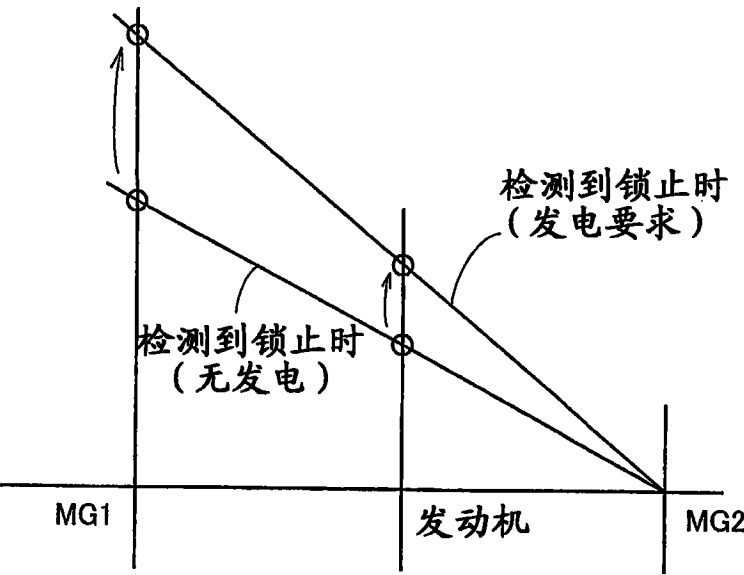


图 8

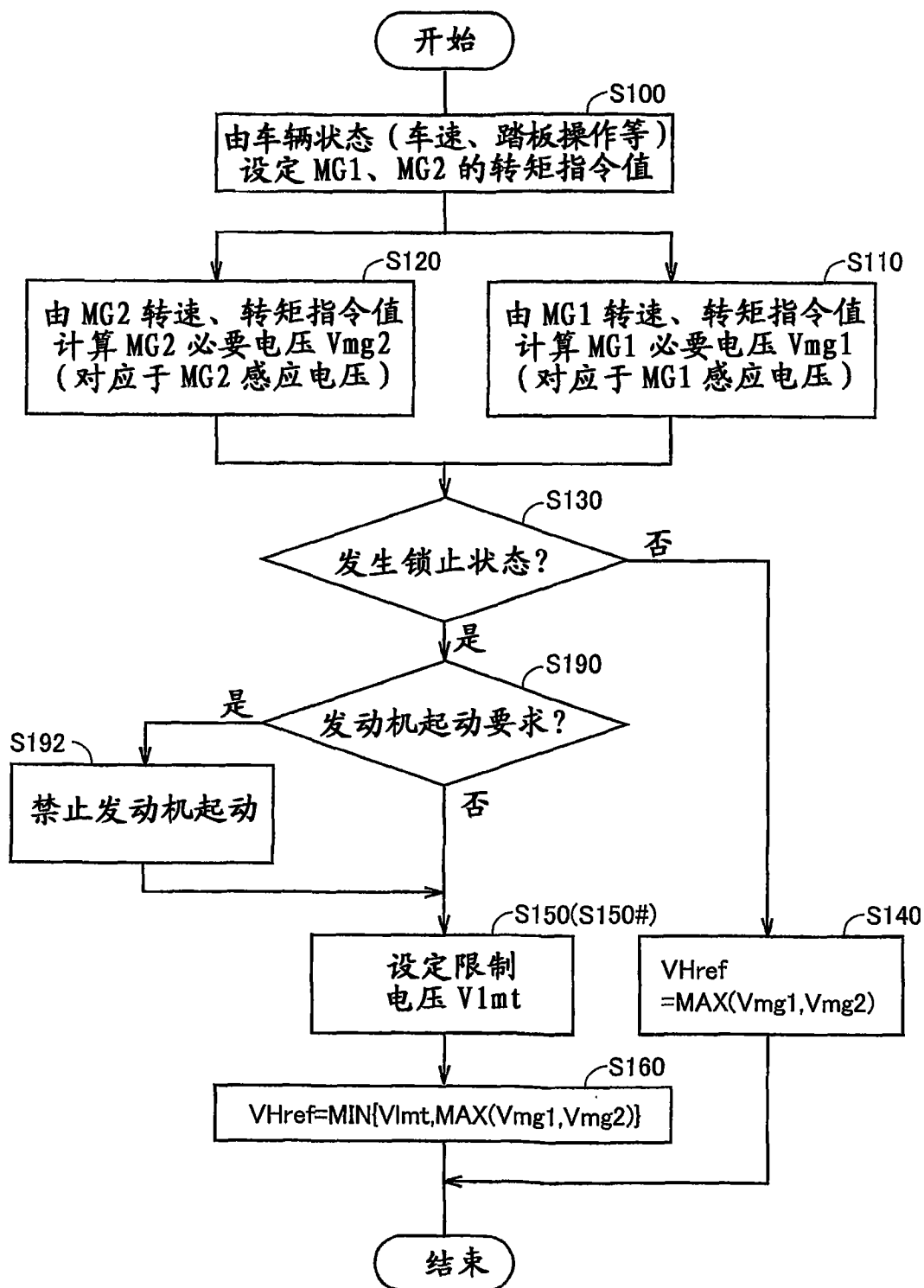


图 9

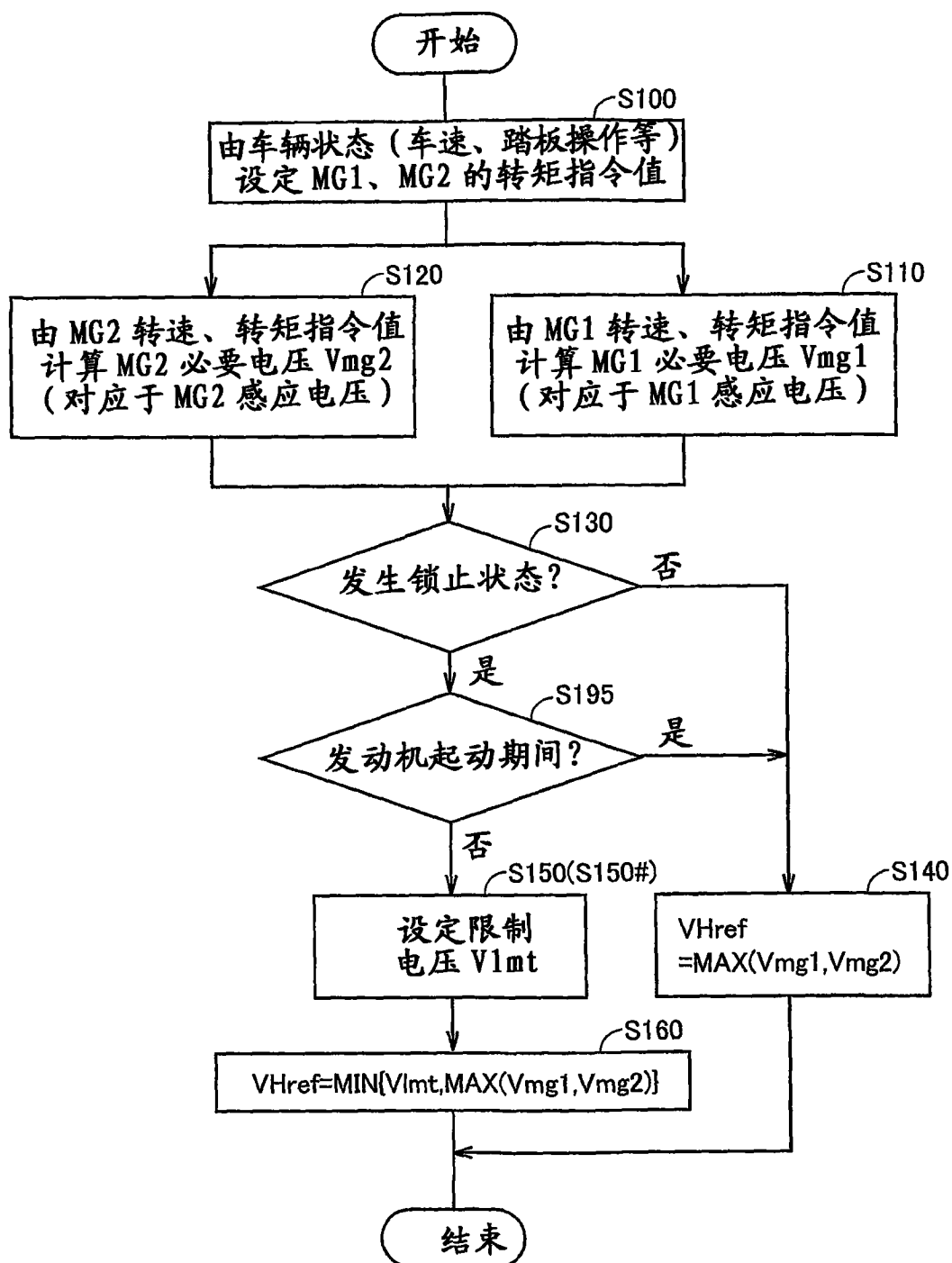


图 10

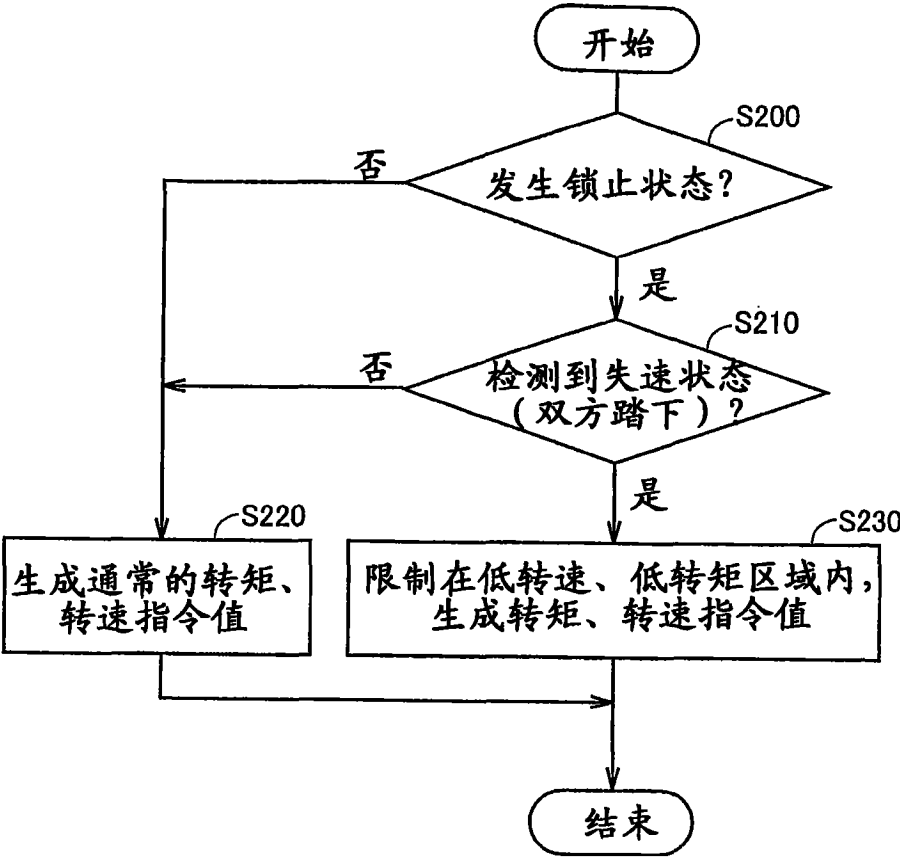


图 11

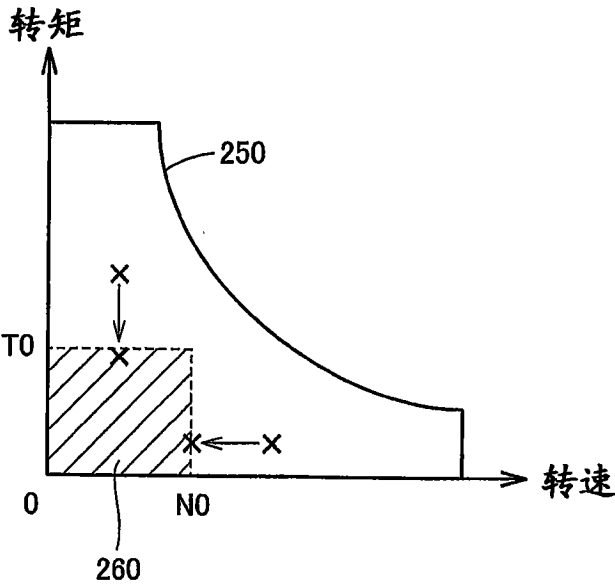


图 12

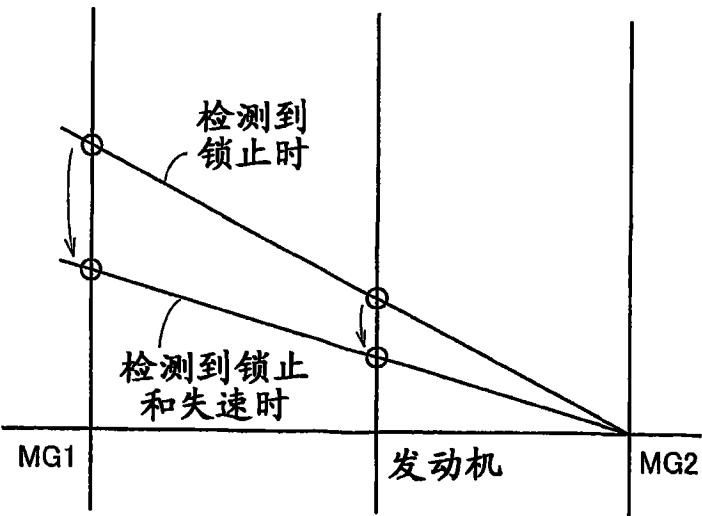


图 13