

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02P 9/04 (2006.01)

B60K 17/356 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410103842.6

[45] 授权公告日 2007 年 5 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 1316732C

[22] 申请日 2004.10.8

[21] 申请号 200410103842.6

[30] 优先权

[32] 2003.10.8 [33] JP [31] 2003-348991

[73] 专利权人 日产自动车株式会社

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 清水弘一

[56] 参考文献

US6434469B1 2002.8.13

CN1412034A 2003.4.23

JP2003193877A 2003.7.9

JP2003-209902A 2003.7.25

JP2003209902A 2003.7.25

审查员 李紫峰

[74] 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司

代理人 何立波 顾红霞

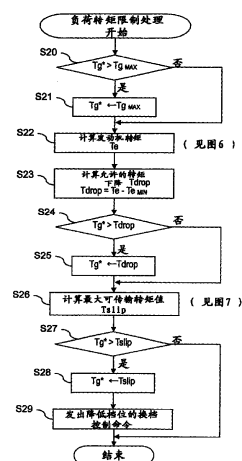
权利要求书 5 页 说明书 15 页 附图 12 页

[54] 发明名称

带有发电机控制的车辆驱动系统

[57] 摘要

一种车辆驱动系统，其带有车辆发电控制装置，该控制装置被配置成在不引起发电机输出下降的情况下，防止发动机和发电机之间的传动带打滑。当发电机的目标负荷转矩 T_g^* 限制成最大可传输转矩值 T_{slip} 以防止传动带打滑时，通过降低自动变速器 4 的档位到一个较低的齿轮比，使发动机转速 N_e 和发电机转速 N_g 增加。



1. 一种车辆驱动系统，包括：
被配置成驱动第一车轮的主驱动源；
通过传动带耦合到主驱动源的发电机，以使发电机被配置成用从主驱动源传输到其上的动力来产生电力；
负荷转矩限制部分，其被配置成选择性地将发电机施加到主驱动源上的负荷转矩限制为一个值，传动带在该值不会打滑；和
转速增加部分，其被配置成当负荷转矩限制部分限制发电机的负荷转矩时选择性地增加发电机转速。
2. 如权利要求 1 所述的车辆驱动系统，其中
所述转速增加部分进一步被配置成根据负荷转矩限制部分限制负荷转矩的量来增加发电机转速。
3. 如权利要求 2 所述的车辆驱动系统，还包括
安装在主驱动源和由主驱动源驱动的第一车轮之间的变速器，
和
转速增加部分进一步被配置成通过将变速器换档到较低的齿轮比来增加发电机转速。
4. 如权利要求 2 所述的车辆驱动系统，其中
转速增加部分进一步被配置成通过增加主驱动源的节流阀开度以增加主驱动源转速，从而增加发电机转速。
5. 如权利要求 2 所述的车辆驱动系统，还包括
牵引力控制部分，其被配置成通过在检测到第一车轮的加速滑移时限制主驱动源的输出，将由主驱动源驱动的第一车轮的加速滑移程度限制成等于或小于目标值的值，和
转速增加部分被进一步配置成通过增大该目标值来增加发电机

转速。

6. 如权利要求 2 所述的车辆驱动系统，还包括
负荷转矩控制部分，其被配置成在第一车轮经历加速滑移时，
根据由主驱动源驱动的第一车轮的加速滑移程度来控制发电机的负
荷转矩。

7. 如权利要求 5 所述的车辆驱动系统，还包括
负荷转矩控制部分，其被配置成在第一车轮经历加速滑移时，
根据由主驱动源驱动的第一车轮的加速滑移程度来控制发电机的负
荷转矩，和

牵引力控制部分进一步配置成在负荷转矩限制部分限制发电机的
负荷转矩时限制主驱动源的输出，同时发电机的负荷转矩受到负荷
转矩控制部分控制。

8. 如权利要求 2 所述的车辆驱动系统，还包括
电力驱动装置，其被配置成由发电机产生的电力驱动，所述电
力驱动装置还被配置成驱动第二车轮，所述第二车轮不由主驱动源机
械地驱动。

9. 如权利要求 1 所述的车辆驱动系统，其中
转速增加部分还被配置成通过将变速器换档到较低的齿轮比来
增加发电机转速。

10. 如权利要求 1 所述的车辆驱动系统，其中
转速增加部分还被配置成通过增加主驱动源的节流阀开度以增
加主驱动源转速，从而增加发电机转速。

11. 如权利要求 1 所述的车辆驱动系统，还包括
牵引力控制部分，其被配置成通过在检测到第一车轮的加速滑

移时限制主驱动源的输出,将由主驱动源驱动的第一车轮的加速滑移程度限制成等于或小于目标值的值,和

转速增加部分被进一步配置成通过增大该目标值来增加发电机转速。

12. 如权利要求 1 所述的车辆驱动系统,还包括

负荷转矩控制部分,其被配置成在第一车轮经历加速滑移时,根据由主驱动源驱动的第一车轮的加速滑移程度来控制发电机的负荷转矩。

13. 如权利要求 11 所述的车辆驱动系统,还包括

负荷转矩控制部分,其被配置成在第一车轮经历加速滑移时,根据由主驱动源驱动的第一车轮的加速滑移程度来控制发电机的负荷转矩,和

牵引力控制部分被进一步配置成在负荷转矩限制部分限制发电机的负荷转矩时限制主驱动源的输出,同时发电机的负荷转矩受到负荷转矩控制部分控制。

14. 如权利要求 1 所述的车辆驱动系统,还包括

电力驱动装置,其被配置成由发电机产生的电能驱动,所述电力驱动装置还被配置成驱动第二车轮,所述第二车轮不由主驱动源机械地驱动。

15. 一种车辆发电控制装置,包括:

负荷转矩限制部分,其被配置成选择性地将发电机施加到主驱动源的负荷转矩限制成一个值,发电机和主驱动源之间的传动带在该值不会打滑;和

转速增加部分,其被配置成当负荷转矩限制部分限制发电机的负荷转矩时选择性地增加发电机转速。

16. 如权利要求 15 所述的车辆发电控制装置，其中
所述转速增加部分还被配置成根据负荷转矩限制部分限制负荷
转矩的量来增加发电机转速。

17. 如权利要求 15 所述的车辆发电控制装置，其中
转速增加部分还被配置成通过将变速器换档到较低的齿轮比来
增加发电机转速。

18. 如权利要求 15 所述的车辆发电控制装置，其中
转速增加部分还被配置成通过增加主驱动源的节流阀开度以增
加主驱动源转速，从而增加发电机转速。

19. 如权利要求 15 所述的车辆发电控制装置，还包括
牵引力控制部分，其被配置成通过在检测到第一车轮的加速滑
移时限制主驱动源的输出，将由主驱动源驱动的第一车轮的加速滑
移程度限制成等于或小于目标值的值，和
转速增加部分被进一步配置成通过增大该目标值来增加发电机
转速。

20. 如权利要求 15 所述的车辆发电控制装置，还包括
负荷转矩控制部分，其被配置成在第一车轮经历加速滑移时，
根据由主驱动源驱动的第一车轮的加速滑移程度来控制发电机的负
荷转矩。

21. 如权利要求 19 所述的车辆发电控制装置，还包括
负荷转矩控制部分，其被配置成在第一车轮经历加速滑移时，
根据由主动源驱动的第一车轮的加速滑移程度来控制发电机的负
荷转矩，和
牵引力控制部分被进一步配置成在负荷转矩限制部分限制发电
机的负荷转矩时限制主驱动源的输出，同时发电机的负荷转矩受到负

荷转矩控制部分控制。

22. 一种控制发电的方法，包括：

选择性地将发电机施加到主驱动源上的负荷转矩限制成一个值，发电机和主驱动源之间的传动带在该值不会打滑；和
当限制发电机的负荷转矩时，选择性地增加发电机转速。

带有发电机控制的车辆驱动系统

技术领域

本发明一般涉及一种带有发电机控制的车辆驱动系统，该车辆装有发电机，该发电机被配置成通过利用皮带从发动机传送的动力来发电。本发明还涉及利用这种车辆发电控制装置的车辆驱动控制装置。

背景技术

近年来，混合动力四轮驱动车辆（在下文中称作混合 4WD 车辆）已经发展起来，这种车辆的前轮由发动机驱动，后轮由电动机驱动，电动机由发电机产生的电能驱动，而发电机由发动机驱动。当用皮带驱动发电机时，如果发电机的负荷转矩很大，皮带就可能会打滑，如果皮带打滑，那么发电机的输出就会下降。解决该问题的传统方法是通过限制发电机的负荷转矩来防止皮带打滑。日本特许公开专利 2003-193877 中公开了一种这样的发明。

鉴于上述内容，显然，本领域技术人员从该公开的内容知道需要一种改进的车辆发电控制装置，本发明针对本领域中的这种需要以及其它需要，本领域技术人员从本公开中将会清楚地了解到这一点。

发明内容

可以看出，上述专利公开中提出的仅仅通过限制发电机的负荷转矩来防止皮带打滑的问题是，发电机的输出会相应下降。前述专利公开还提出通过限制发动机转矩来防止皮带打滑的想法，然而，限制发动机转矩会额外造成车辆驱动力下降的问题。

因而，鉴于这些问题，本发明的一个目的是提供一种车辆驱动系统，其防止驱动发电机的皮带打滑，并且不会使发电机的输出下降。

为了解决前述问题，本发明提出了一种车辆驱动系统，其被配

置成当车辆发电控制装置限制由发电机施加在内燃机上的负荷转矩时增加发电机的转速，以便防止皮带打滑。

在本发明中，当发电机的负荷转矩受到限制时，发电机转速增加，因而，能防止皮带打滑，同时抑制发电机的输出下降。

鉴于前述内容，提供一种车辆驱动系统，其基本上包括主驱动源、发电机、负荷转矩限制部分和转速增加部分。将主驱动源配置成驱动第一车轮。发电机通过传动带耦合到主驱动源，以便使发电机被配置成用从主驱动源传输到其上的动力发电，负荷转矩限制部分被配置成选择性地将发电机施加到主驱动源的负荷转矩限制到一个设定值，传动带在该值不会打滑，转速增加部分被配置成当负荷转矩限制部分限制发电机的负荷转矩时，选择性地增加发电机转速。

下面结合附图和优选实施方式对本发明作详细说明。通过下面的说明，本发明的目的、特征、和优点对于本领域技术人员将变得显而易见。

附图说明

现在对附图进行说明，其形成本原始公开的一部分：

图 1 是一个车辆的示意性框图，该车辆配有根据本发明第一实施方式的带有发电机控制的车辆驱动系统；

图 2 是电路框图，表示图 1 中所示的根据本发明第一实施方式的车辆发电控制装置的选定特征；

图 3 是流程图，表示由图 1 中所示根据本发明第一实施方式的车辆发电控制装置执行的四轮驱动控制处理程序；

图 4 是流程图，表示由图 1 中所示根据本发明第一实施方式的车辆发电控制装置执行的负荷转矩计算处理；

图 5 是流程图，表示由图 1 中所示根据本发明第一实施方式的车辆发电控制装置执行的负荷转矩限制处理；

图 6 是车辆发电控制装置用来计算发动机转矩 T_e 的控制图；

图 7 是车辆发电控制装置用来计算最大可传输转矩值 T_{slip} 的控制图；

图 8 表示发电机/电动机控制流程图；

图 9 表示根据本发明第一实施方式的车辆发电控制装置的工作效果图；

图 10 是配有根据本发明第二实施方式的车辆发电控制装置的车辆的示意性框图；

图 11 是流程图，表示由图 10 中所示根据本发明第二实施方式的车辆发电控制装置执行的负荷转矩限制处理；

图 12 表示根据本发明第二实施方式的车辆发电控制装置的工作效果图；

图 13 是流程图，表示由根据本发明第三实施方式的车辆发电控制装置执行的负荷转矩限制处理；

图 14 是皮带驱动的无极变速器（CVT）的示意性透视图，其正在被调节以改变施加在发动机上的发电机的负荷转矩。

具体实施方式

现在将参考附图对本发明所选的实施方式进行描述，本领域技术人员从该公开内容应该理解，下面对本发明实施方式的说明仅仅是为了说明而不是为了限制本发明，本发明由所附的权利要求及其等同物所确定。

第一实施方式

首先参考图 1，其示意性地表示了一个车辆，其配备了根据本发明第一实施方式的带有发电机控制的车辆驱动系统。该车辆驱动系统被配置成具有下述车辆发电控制装置。

如图 1 所示，根据该实施方式的车辆具有由内燃机或主驱动源 2 驱动的左和右前轮 1FL 和 1FR，以及和由电动机或辅助电驱动源 3 驱动的左和右后轮 1RL 和 1RR，电驱动源 3 优选为直流（DC）电动机。因而，车辆是所谓的备用型四轮驱动车辆，其中前轮 1L 和 1R 用作主驱动轮，而后轮 3L 和 3R 用作辅助驱动轮。

发动机 2 的输出在相继通过配有扭矩变换器和差速齿轮 5 的自

动变速器 4（变速器）之后，传递到前轮 1FL 和 1FR。环形的 V 形带或传动带 6 将动力从内燃机 2 传递到发电机 7，发电机 7 将电能提供给电动机 3，如图 1 和 14 所示。发电机 7 利用通过 V 形带传递到其上的动力发电，发出的电能通过电力电缆 8 直接传送到电动机 3。电动机 3 的输出在传递到后轮 1RL 和 1RR 之前，相继通过减速齿轮 9、电磁离合器 10 和差速齿轮 11。

发动机 2 的输出受发动机控制器 14 控制，发动机控制器 14 被配置成调节设置于进气通道 12（例如进气歧管）内的节流阀 13 的开度。发动机控制器 14 通过控制连接到节流阀 13 的节流阀电动机 17 的旋转角度来调节节流阀 13 的开度。发动机控制器 14 根据驾驶员下压加速器踏板 16 的量来控制节流阀 13 的开度，该下压量由加速器传感器 15 检测。

自动变速器 4 的齿轮比通常由驾驶员的手动操作和 AT 控制器 18 基于车速和加速器踏板下压量的自动控制来进行控制。自动变速器 4 还能通过从 4WD 控制器 19 发送到 AT 控制器 18 的换档控制命令进行控制。

如下文所述，4WD 控制器 19 构成车辆发电控制装置，其优选地包括带有 4WD 控制程序的微型计算机，4WD 控制程序与内燃机 2、电动机 3、发电机 7 和 AT 控制器 18 可操作地耦合，以控制由内燃机 2 施加到左和右前轮 1L 和 1R 的转矩、由电动机 3 施加到左和右后轮 3L 和 3R 的转矩以及内燃机 2 上的发电机 7 的负荷转矩 T_g ，4WD 控制器 19 还能包括其它传统部件，例如输入接口电路、输出接口电路和存储装置，例如 ROM（只读存储器）装置和 RAM（随机存取存储器）装置。本领域技术人员从该披露的内容应该理解，4WD 控制器 19 的精确结构和算法可以是执行本发明功能的硬件和软件的任意组合，换句话说，如说明书和权利要求中采用的“装置加功能”语句应该包括能用来执行“装置加功能”语句的功能的任何结构或硬件和/或算法或软件。

如图 2 中所示，发电机 7 配有基于晶体管的调节器 20，用来调节发电机输出电压 V ，调节器 20 通过根据从 4WD 控制器 19 发出的发

电机控制命令调节励磁电流 I_g 来控制发电机 7 的发电机输出电压 V 。

主继电器 22 和电流传感器 23 设置在接线盒 21 内部, 接线盒 21 沿着电力电缆 8 设于中间点。主继电器 22 的作用是根据从 4WD 控制器 19 发出的继电器控制命令, 接通和断开对电动机 3 的电力供应。电流传感器 23 检测流向电动机 3 的电枢电流 I_a 并将检测到的电流值报告给 4WD 控制器 19。安装在接线盒 21 内的监测电路检测发电机 7 的输出电压 V 和电动机 3 的反电动势或感应电压 E , 并将检测值报告给 4WD 控制器 19。

通过利用从 4WD 控制器 19 发出的电动机控制命令控制电动机 3 的励磁电流 I_m 来调节电动机 3 的驱动转矩 T_m 。电动机温度和电动机转速 N_m 分别由安装在电动机 3 中的热敏电阻 24 和电动机转速传感器 25 检测, 传感器的检测信号提供给 4WD 控制器 19。

从电动机 3 到后轮 1RL 和 1RR 的输出的传递受电磁离合器 10 的控制, 并且流过电磁离合器 10 的激励电流受从 4WD 控制器 19 发出的离合器控制命令控制。

4WD 控制器 19 还接收来自检测发动机转速 N_e 的发动机转速传感器 26、检测节流阀 13 开度 θ 的节流阀传感器 27 和一对检测车轮轮速 V_{WFL} 至 V_{WRR} 的轮速传感器 28FL 至 28RR 的检测信号。

现在将参考图 3 所示的流程图描述由 4WD 控制器 19 执行的四轮驱动控制。

四轮驱动控制程序在每个规定时间段执行一次(例如, 每 10 毫秒一次)。如图 3 所示, 步骤 S1、S2 和 S3 以连续顺序执行。在步骤 S1 的负荷转矩计算处理中, 4WD 控制器 19 配置成计算发电机 7 对于发动机 2 的目标负荷转矩 T_{g*} 。在步骤 S2 的负荷转矩限制处理中, 4WD 控制器 19 配置成限制目标负荷转矩 T_{g*} 。在步骤 S3 的发电机/电动机控制处理中, 4WD 控制器 19 配置成基于目标负荷转矩 T_{g*} 控制发电机 7 的发电和控制电动机 3 的驱动。在电动机 3 的驱动控制期间, 4WD 控制器 19 操作主继电器 22 以便向电动机 3 提供电能, 并将电磁离合器置于接合状态。

现在将参考图 4 描述步骤 S1 的负荷转矩计算处理。在步骤 S10

中，4WD 控制器 19 配置成计算主驱动轮，也就是前轮 1FL 和 1FR 的滑移速度 ΔVF 。滑移速度 ΔVF 通过例如如下方法计算：用前轮 1FL 和 1FR 的平均轮速减去后轮 1RL 和 1RR 的平均轮速。

在步骤 S11 中，4WD 控制器 19 配置成确定滑移速度 ΔVF 是否大于规定值，例如 0。如果确定 ΔVF 小于或等于 0，则确定前轮 1FL 和 1FR 不处于加速滑移过程中，且 4WD 控制器 19 转到步骤 S12。

在步骤 S12 中，4WD 控制器 19 配置成将发电机 7 对于发动机 2 的目标负荷转矩 T_g^* 设定成 0，并结束负荷转矩计算处理程序。

同时，如果在步骤 S11 中发现 ΔVF 大于 0，那么 4WD 控制器 19 就确定前轮 1FL 和 1FR 正经历加速滑移并转到步骤 S13。

在步骤 S13 中，4WD 控制器 19 按下面所示的公式 (1) 用滑移速度 ΔVF 计算负荷转矩增量 ΔT_g ：

$$\Delta T_g = K1 \times \Delta VF \quad (1)$$

负荷转矩增量 ΔT_g 是发电机 7 的负荷转矩需要被增加的量，以减轻前轮 1FL 和 1FR 的加速滑移。K1 是一个系数。

在步骤 S14 中，4WD 控制器 19 用下面所示的公式 (2) 计算发电机 7 的负荷转矩 T_g ：

$$T_g = K2 \times V \times I_a / (K3 \times N_g) \quad (2)$$

在公式 (2) 中，项 V 是发电机 7 的输出电压，项 I_a 是电枢电流，项 N_g 是发电机 7 的转速，项 $K2$ 是一个系数，项 $K3$ 是效率。发电机 7 的转速 N_g 通过用发动机转速 N_e 乘以皮带齿轮比来计算。

接着，在步骤 S15 中，4WD 控制器 19 用下面所示的公式 (3) 计算发电机 7 对于发动机 2 的负荷转矩 T_g^* ：

$$T_g^* = T_g + \Delta T_g \quad (3)$$

然后，4WD 控制器 19 结束负荷转矩计算处理程序。

现在将参考图 5 描述步骤 S2 的负荷转矩限制处理。在步骤 S20 中，4WD 控制器 19 确定目标转矩 T_g^* 是否大于基于发电机 7 的容量确定的最大负荷转矩 $T_{g_{MAX}}$ 。如果发现 T_g^* 大于 $T_{g_{MAX}}$ ，4WD 控制器 19 进入步骤 S21，在该步骤中，4WD 控制器 19 在转到步骤 S22 之前，将目标负荷转矩 T_g^* 限制到最大负荷转矩 $T_{g_{MAX}}$ 。同时，如果发现 T_g^* 等于

或小于 $T_{g\max}$, 4WD 控制器 19 就直接转到步骤 S22 而不改变目标负荷转矩 T_{g*} 。

在步骤 S22 中, 4WD 控制器 19 查阅如图 6 中所示的图, 并基于发动机转速 N_e 和节流阀开度 θ 查得发动机转矩 T_e 。

在步骤 S23 中, 4WD 控制器 19 用下面所示的公式(4)计算允许的转矩下降值 T_{drop} , 发动机转矩 T_e 能降低该转矩下降值而不会使发动机 2 停止。

$$T_{drop} = T_e - T_{e\min} \quad (4)$$

在公式(4)中, 项 $T_{e\min}$ 是保持发动机 2 运行所需的最小发动机转矩。该最小发动机转矩 $T_{e\min}$ 能基于发动机转速 N_e 计算或作为一个规定值预先准备。

在步骤 S24 中, 4WD 控制器 19 确定目标负荷转矩 T_{g*} 是否大于允许的转矩下降值 T_{drop} , 如果发现目标负荷转矩 T_{g*} 大于允许的转矩下降值 T_{drop} , 4WD 控制器 19 就转到步骤 S25, 在步骤 S25 中, 它将目标负荷转矩 T_{g*} 限制到允许的转矩下降值 T_{drop} 并转到步骤 S26。为了提供一些余量, 同样可接受的是, 将目标负荷转矩 T_{g*} 限制到通过用允许的转矩下降值 T_{drop} 减去规定值 α 而获得的值 $(T_{drop} - \alpha)$ 。同时, 如果发现目标负荷转矩 T_{g*} 等于或小于允许的转矩下降值 T_{drop} , 4WD 控制器 19 就直接转到步骤 S26 而不限目标负荷转矩 T_{g*} 。

在步骤 S26 中, 4WD 控制器 19 查阅如图 7 中所示的图并基于发动机转速 N_e 计算最大可传输转矩值 T_{slip} , V 形带 6 在该最大可传输转矩值 T_{slip} 下将会打滑。图 7 中所示的控制图设计成当发动机转速 N_e 增大时最大可传输转矩值 T_{slip} 逐渐变小。

在步骤 S27 中, 4WD 控制器 19 确定目标负荷转矩 T_{g*} 是否大于最大可传输转矩值 T_{slip} 。如果确定目标负荷转矩 T_{g*} 大于最大可传输转矩值 T_{slip} , 那么 4WD 控制器 19 就转到步骤 S28, 在步骤 S28 中, 它将目标负荷转矩 T_{g*} 限制到最大可传输转矩值 T_{slip} 并转到步骤 S29。

在步骤 S29 中, 4WD 控制器 19 向 AT 控制器 18 发出换档控制命

令,其指示 AT 控制器 18 降低自动变速器 4 的档位到一个更低的齿轮比,并结束负荷转矩限制处理程序。

同时,如果在步骤 S27 中发现目标负荷转矩 T_{g*} 等于或小于最大可传输转矩值 T_{slip} ,4WD 控制器 19 就直接结束负荷转矩限制处理程序,而不限目标负荷转矩 T_{g*} 。

现在将参考图 8 描述步骤 S3 的发电机/电动机控制处理。在步骤 S30 中,4WD 控制器 19 确定滑移速度 ΔVF 是否大于 0。如果发现滑移速度 ΔVF 等于或小于 0,4WD 控制器 19 就确定前轮 1FL 和 1FR 不处于加速滑移过程,并直接结束发电机/电动机控制处理程序。

如果在步骤 S30 中发现滑移速度 ΔVF 大于 0,4WD 控制器 19 就确定前轮 1FL 和 1FR 正经历加速滑移并转到步骤 S31。

在步骤 S31 中,4WD 控制器 19 查阅如流程图所示的控制图,并基于电动机转速 N_m 计算目标电动机励磁电流 I_{m*} 。用公知的弱场控制方法控制目标励磁电流 I_{m*} ,以使其在电动机转速 N_m 达到高速区域时变小。更具体地说,因为当电动机 3 高速旋转时,由于增大的感应电压,电动机转矩 T_m 趋向于下降,所以 4WD 控制器 19 减小励磁电流 I_m 以抑制感应电压的增大,并防止电动机转矩 T_m 下降。

在步骤 S32 中,4WD 控制器 19 向电动机 3 发出电动机控制命令,指示电动机 3 将励磁电流 I_m 调节到目标励磁电流 I_{m*} 。

在步骤 S33 中,4WD 控制器 19 基于目标负荷转矩 T_{g*} 计算目标电动机转矩 T_{m*} 。

在步骤 S34 中,4WD 控制器 19 查阅如流程图所示的控制图,并基于电动机 3 的目标电动机转矩 T_{m*} 和目标励磁电流 I_{m*} 计算目标电枢电流 I_{a*} 。

在步骤 S35 中,4WD 控制器 19 查阅如流程图所示的控制图,并基于目标励磁电流 I_{m*} 和电动机转速 N_m 计算电动机 3 的感应电压 E 。

在步骤 S36 中,4WD 控制器 19 用下面所示的公式 (5) 计算由发电机 7 产生的目标电压 V^* 。

$$V^* = I_{a*} \times R \times E \quad (5)$$

在该公式中,项 R 是电力电缆 8 和电动机 3 的线圈的组合电阻。

在步骤 S37 中,4WD 控制器 19 向调节器 20 发出发电机控制命令,指示调节器 20 调节发电机 7 的励磁电流 I_g ,以使发电机 7 的输出电压 V 与目标电压 V^* 匹配。然后,4WD 控制器 19 结束发电机/电动机控制处理程序。

图 4 中步骤 S10 到 S15 的处理和图 8 中的步骤 S33 到 S37 的处理构成负荷转矩控制部分,图 5 中步骤 S27 和 S28 的处理构成负荷转矩限制部分,图 5 中步骤 S29 的处理构成转速增加部分。

现在将说明第一实施方式的操作和效果。为了便于说明,考虑一种情况,其中加速器踏板 16 被突然下压很大的程度或路面摩擦系数由于雨、雪或冰而很低,因而发动机 2 驱动的前轮 1FL 和 1FR 正经历加速滑移。当这种情况发生时,根据前轮 1FL 和 1FR 的滑移速度 ΔV_F 计算发电机 7 施加在发动机 2 上的目标负荷转矩 T_{g^*} (步骤 S13 到 S15),且发电机 7 开始基于目标负荷转矩 T_{g^*} 发电(步骤 S33 到 S35)。这样,通过把本来将由于加速滑移而损失的旋转能量转变成电能,发动机 2 的输出减小,并且前轮 1FL 和 1FR 的加速滑移能得到抑制。

发电机 7 产生的电能输送到电动机 3,使电动机 3 驱动后轮 1RL 和 1RR (步骤 S31 和 S32)。因而,除了改善能量效率之外,该控制装置能使车辆表现出更平稳和更稳定的加速以及驱动性能。

通过将发电机 7 的目标负荷转矩 T_{g^*} 限制到最大可传输转矩值 T_{slip} (步骤 S27 和 S28),能在发电机 7 利用通过 V 形带 6 传递到其上的动力发电时,可靠地防止 V 形带 6 打滑。

发电机 7 的输出 P_g 表示成发电效率 η 、发电机转速 N_g 和负荷转矩 T_g 的乘积 ($P_g = \eta \times N_g \times T_g$)。因而,如果目标负荷转矩 T_{g^*} 在发动机转速是 N_{e1} 时限制为最大可传输转矩值 T_{slip1} ,如图 9 (a) 的图表中所示,则发电机输出 P_g 将如图 9 (b) 的图表中所示地降低到 P_{g1} 。

在该实施方式中,当目标负荷转矩 T_{g^*} 限制成最大可传输转矩值 T_{slip1} 时,自动变速器 4 档位降低到更低的齿轮比 (步骤 S29),以

便增加发动机转速 N_e 和发电机转速 N_g 。

结果,除了防止 V 形带 6 打滑外,还能获得这样一个发电机输出 P_{gAT} ,该发电机输出 P_{gAT} 基本上等于如果目标负荷转矩 T_{g*} 不限制成最大可传输转矩值 T_{slip1} 时将获得的发电机输出 P_g 。该结果由于下面的关系而发生: $P_g = \eta \times N_g \times T_g$ 。因而,通过可靠地防止发电机 7 的输出下降,能防止电动机 3 的输出下降,从而四轮驱动的稳定性能可以得到改善。

虽然在第一实施方式中,最大可传输转矩值 T_{slip} 是基于发动机转速 N_e 计算的,但本发明不局限于这种方法。例如,同样可接受的是,基于车速计算最大可传输转矩 T_{slip} 。

虽然,在第一实施方式中,传统的自动变速器 4 被用作变速器,但本发明不局限于这种变速器,使用皮带驱动的无极变速器或超环面(toroidal)无极变速器也是可接受的。如果使用无极变速器,则当目标负荷转矩 T_{g*} 限制成最大可传输转矩值 T_{slip} 时,发电机转速 N_g 能以更精确调节的方式增大,从而,能使发电机 7 的输出 P_g 最优化。

虽然在第一实施方式中,通过基于目标电压 V^* 调节励磁电流 I_g 来控制发电机 7 的发电,但本发明不局限于这种方法,例如,同样可接受的是,通过用目标电枢电流 I_{a*} 和实际电枢电流 I_a 之间的差值 ΔI_a 乘一个比例增益来计算发电机励磁电流 I_g ,以及基于根据发电机励磁电流 I_g 计算的占空比来控制发电机 7 的发电。

虽然在第一实施方式中,发电机 7 产生的电能只输送到电动机 3,但本发明不局限于这种设置。将所产生的电能输送到其它电子装置,例如电池、点火系统、起动机或空调系统也是可接受的。

虽然在第一实施方式中,发电机 7 仅仅在前轮 1FL 和 1FR 经历加速滑移时被启动和用来驱动后轮 1RL 和 1RR,但本发明不局限于这种设置。响应另一种标准例如加速器踏板下压超过一个规定位置来启动发电机 7 和用产生的电力驱动后轮 1RL 和 1RR 也是可接受的,即使当前轮 1FL 和 1FR 没有经历加速滑移时。

虽然在第一实施方式中,前轮 1FL 和 1FR 是发动机 2 驱动的主驱动轮,且后轮 1RL 和 1RR 是配置成由电动机 3 驱动的辅助驱动轮,

但本发明不局限于这种设置安排。后轮 1RL 和 1RR 是主驱动轮而前轮 1FL 和 1FR 是辅助驱动轮也是可接受的。

虽然在第一实施方式中，本发明应用于四轮车辆，但将本发明应用于具有不同数量车轮的车辆例如两轮车辆或三轮车辆也是可行的。

第二实施方式

现在将参考图 10 到 12 描述本发明的第二实施方式。第二实施方式大致与第一实施方式相同，除了在目标负荷转矩 T_{g*} 限制成最大可传输转矩值 T_{slip} 时提供不同的增加发电机转速 N_g 的方法之外。如图 10 中所示，第二实施方式的一般组成特征与第一实施方式的相同（图 1 中所示），除了 AT 控制器 18 被 TCS 控制器 29 代替之外。与图 1 中所示部件相同的部件用同样的附图标记表示，为了简洁，省略其说明。

TCS 控制器 29 执行牵引力控制，其忽略驾驶员对加速器的操作，并按照使前轮 1FL 和 1FR 的加速滑移率 S （滑移程度）与 4WD 控制器 19 输出的目标加速滑移率 S^* 相匹配的方式来限制发动机 2 的输出。更具体地说，TCS 控制器 29 与发动机控制器 14 通信，以通过控制发动机 2 的节流阀开度和燃料输送来限制发动机 2 的输出。

如图 11 中所示，第二实施方式的负荷转矩限制处理与图 5 中所示的负荷转矩限制处理相同，除了用新的步骤 S40 到 S45 来代替步骤 S29 之外。与图 5 中所示相同的步骤用同样的步骤号来表示，为了简洁，省略其说明。

在步骤 S40 中，4WD 控制器 19 用下面所示的公式(6)计算将目标负荷转矩 T_{g*} 限制成最大可传输转矩值 T_{slip} 所需的限制量 ΔT_g ：

$$\Delta T_g = T_{g*} - T_{slip} \quad (6)$$

在步骤 S41 中，4WD 控制器 19 基于限制量 ΔT_g 计算传送到 TCS 控制器 29 的基本目标滑移率 S^* 。

在步骤 S42 中，4WD 控制器 19 用下面所示的公式(7)计算由于目标负荷转矩 T_{g*} 的限制而引起的发电机输出不足的缺乏量 ΔP_g 。

$$\Delta P_g = \eta \times N_g \times \Delta T_g \quad (7)$$

在步骤 S43 中, 4WD 控制器 19 计算为了补偿发电机 7 的输出缺乏量 ΔP_g , 发动机转速需要增加的增量 ΔN_e ; 该计算基于输出缺乏量 ΔP_g 。

在步骤 S44 中, 4WD 控制器 19 计算为了使发动机转速增加所述量 ΔN_e , 目标滑移率 S^* 需要增加的增量 ΔS^* ; 该计算基于增量 ΔN_e 。

在步骤 S45 中, 4WD 控制器 19 将在步骤 S44 中算出的增量 ΔS^* 增加到步骤 S41 中算出的目标滑移率 S^* , 以计算最终目标滑移率 S^* , 并在结束负荷转矩限制处理程序之前将该最终目标滑移率 S^* 发送给 TCS 控制器 29。

图 11 中步骤 S40 和 S41 的处理构成牵引力控制部分, 步骤 S42 到 S45 的处理构成转速增加部分。

现在将描述第二实施方式的操作和效果。

为了便于说明, 考虑一种情况, 其中发电机 7 的目标负荷转矩 T_{g*} 已经限制成最大可传输转矩值 T_{slip} (步骤 S28), 但发动机输出不能由一个与目标负荷转矩 T_{g*} 被限制 (减小) 的量所对应的量来抑制。通过根据目标负荷转矩被限制 (减小) 的量 ΔT_g 来设定牵引力控制的目标滑移率 S^* (步骤 S40 和 S41), 由发电机 7 的操作引起的不能抑制的发动机输出量由牵引力控制来补偿, 且发动机 2 的输出被根据目标负荷转矩 T_{g*} 可靠地抑制, 该目标负荷转矩 T_{g*} 在目标负荷转矩被限制成最大可传输转矩值 T_{slip} 之前是有效的。结果, 车辆稳定性能得到保证。

与第一实施方式相似, 如果目标负荷转矩 T_{g*} 限制成最大可传输转矩值 T_{slip1} , 如图 12 的图表 (a) 中所示, 则发电机输出 P_g 将如图 12 的图表 (b) 中所示降低到 P_{g1} 。因而, 当 4WD 控制器 19 将目标负荷转矩 T_{g*} 限制成最大可传输转矩值 T_{slip1} 时, 通过增加传送到 TCS 控制器 29 的目标滑移率 S^* , 增加了发动机转速 N_e 和发电机转速 N_g , 从而减小了发电机 2 输出被限制的量 (步骤 S42 到 S45)。

结果, 除了可靠地防止皮带打滑外, 还能获得这样一个发电机输出 $P_{g_{TCS}}$, 该发电机输出 $P_{g_{TCS}}$ 基本上等于如果目标负荷转矩 T_{g*} 没有

限制成最大可传输转矩值 T_{slip1} 将获得的发电机输出 P_g 。因为通过调节目标滑移率 S^* ，发动机输出被限制的量能自由地减小到希望的程度，所以发电机 7 的输出 P_g 能实现最优化。

另外，第二实施方式的工作效果与第一实施方式的相同。

虽然在第二实施方式中，牵引力控制仅仅在目标负荷转矩 T_{g*} 限制成允许的转矩上限值 T_{slip} 时执行，但本发明不局限于这种安排。在目标负荷转矩 T_{g*} 限制成最大负荷转矩 $T_{g_{max}}$ 时执行牵引力控制也是可接受的，该最大负荷转矩 $T_{g_{max}}$ 基于发电机 7 的容量确定。此外，在“通常执行”的基础上不断地执行牵引力控制也是可接受的。在后者的情况下，通过用牵引力控制和发电机 7 产生的电能，车轮的加速滑移能迅速得到抑制。

虽然在第二实施方式中，在目标负荷转矩 T_{g*} 限制成最大可传输转矩 T_{slip} 时，目标滑移率 S^* 根据限制量 ΔT_g 增加，但本发明不局限于这种安排。例如，将正常的目标滑移率（例如 $S^*=10\%$ ）增大到规定的更大值（例如 $S^*=20\%$ ）也是可接受的。

第三实施方式

现在将参考图 13 描述本发明的第三实施方式。第三实施方式大致与第二实施方式相同，除了在目标负荷转矩 T_{g*} 限制成最大可传输转矩值 T_{slip} 时提供不同的增加发电机转速 N_g 的方法之外。如图 13 中所示，第三实施方式的负荷转矩限制处理与图 11 中所示的负荷转矩限制处理相同，除了步骤 S41 被删除和步骤 S44 与 S45 被新的步骤 S54 和 S55 代替之外。与图 11 中所示相同的步骤用同样的步骤号表示，为了简洁，省略其说明。

在步骤 S54 中，4WD 控制器 19 计算为了使发动机转速增加增量 ΔN_e ，节流阀开度需要增加的增量 $\Delta \theta$ ；该计算基于增量 ΔN_e 。

在步骤 S55 中，4WD 控制器 19 向发动机控制器 14 发出节流阀控制命令，指示发动机控制器 14 将节流阀开度 θ 增加所述增量 $\Delta \theta$ 。

图 13 中的步骤 S42、S43、S54 和 S55 构成转速增加部分。

因而，在第三实施方式中，当目标负荷转矩 T_{g*} 限制成最大可传

输转矩值 T_{slip} 时, 通过增加发动机 2 的节流阀开度 θ , 发动机转速 N_e 和发电机转速 N_g 增大。除了防止皮带打滑之外, 本来由于限制目标负荷转矩引起的发电机 7 输出的下降也被可靠地抑制。由于通过调节节流阀开度增加的量 $\Delta \theta$, 发动机 2 的输出能自由地增加到希望的程度, 所以发电机 7 的输出 P_g 能实现最优化。

除了第一到第三实施方式中提供的方法之外, 还有其它的在目标负荷转矩 T_g^* 被限制成可传输转矩 T_{slip} 时增加发电机 7 的转速 N_g 的方法。例如, 皮带驱动的无极变速器 30 可安装在发动机 2 和发电机 7 之间, 且发电机转速 N_g 能通过改变皮带驱动的无极变速器的齿轮比而增加。

因此, 至少有四种增加发电机转速 N_g 的方法: 使自动变速器 4 降低档位到一个更低的齿轮比; 增加用于牵引力控制的目标滑移率 S^* ; 直接增加节流阀开度 θ ; 和使用皮带驱动的无极变速器 30。为了增加发电机转速 N_g , 使用这些方法中的任一种或这些方法的任何组合都是可接受的。

本发明中使用的下列方向术语“向前、向后、在上、向下、垂直、水平、在下和横向”以及任何其它类似的方向术语指的是装备了本发明的车辆的那些方向, 因而, 这些用来描述本发明的术语应该相对于装备了本发明的车辆来解释。

在本发明的描述中, 术语“配置”被用来描述一个设备的组件、部分或部件, 这些组件、部分或部件包括被安装和 / 或编程为实现希望的功能的硬件和 / 或软件。此外, 在权利要求中表示成“装置加功能”的术语应该包括任何能用来执行本发明那个部分的功能的结构。在此被用来表示程度的术语例如“基本上”、“大约”和“近似”意指所修饰的词在合理数量内的偏差, 而使最终结果不会有重大改变。例如, 如果这种偏差不会否定其所修饰的词的意思, 那么这些术语可被解释为包括所修饰的词的至少 $\pm 5\%$ 的偏差。

本申请要求日本专利申请 No. 2003-348991 的优先权。因此, 日本专利申请 2003-348991 公开的全部内容引入本申请中作为参考。

虽然仅仅选择了特定的实施方式来说明本发明, 但本领域技术

人员从该公开的内容应该理解,在不背离本发明的范围的情况下作出的各种变化和改变,都落入本发明在所附的权利要求中限定的保护范围。此外,根据本发明实施方式的前述说明仅仅是为了说明而不是限定本发明,本发明由所附的权利要求和它们的等同物所限定。因而,本发明的保护范围不局限于公开的实施方式。

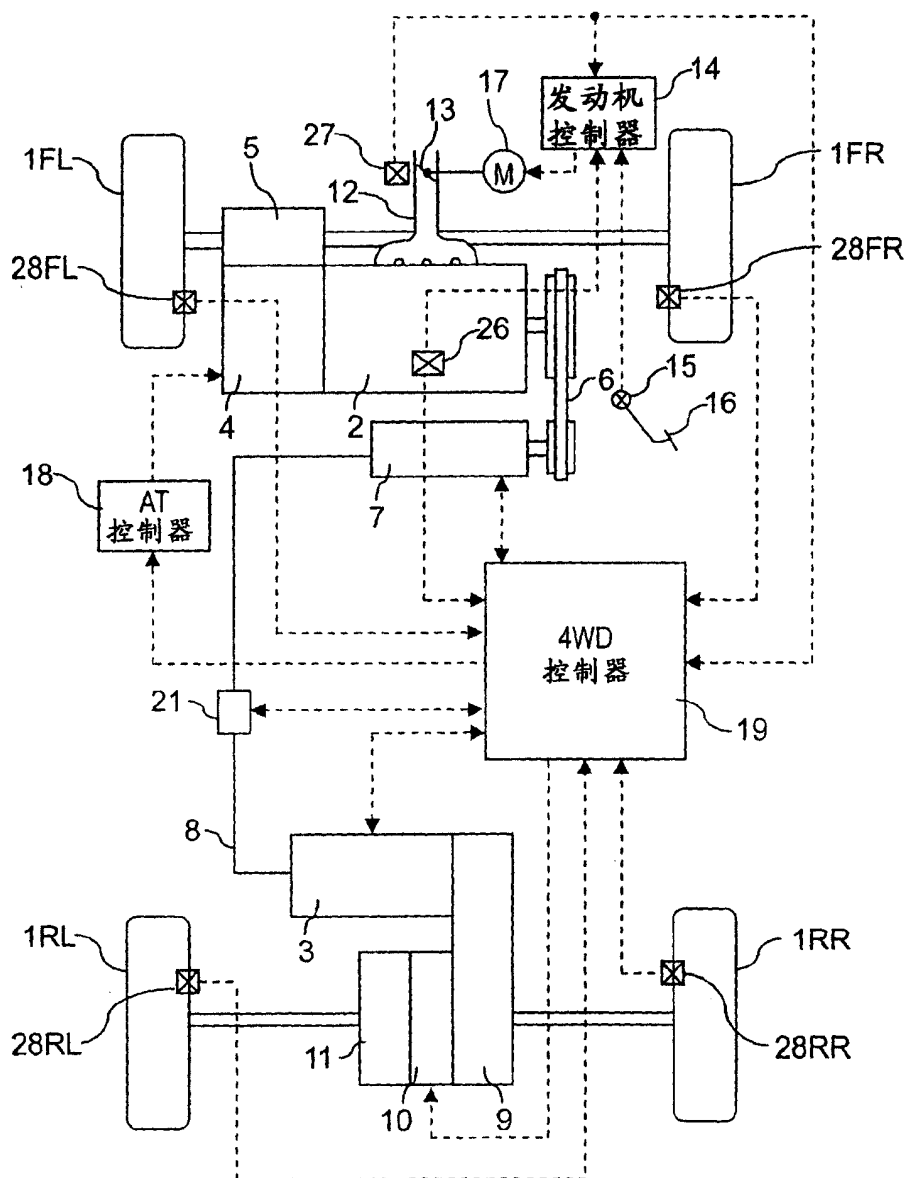
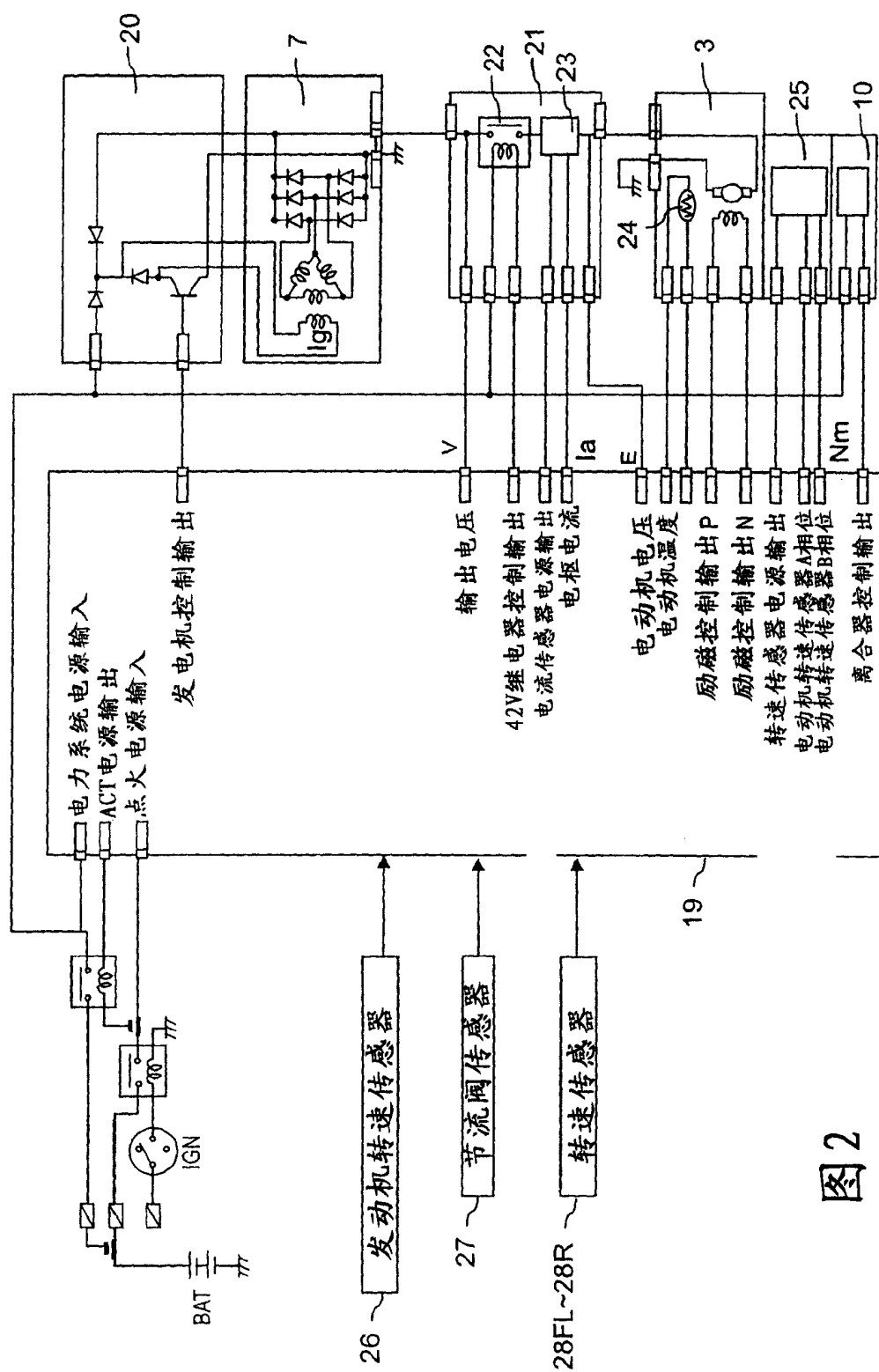


图 1



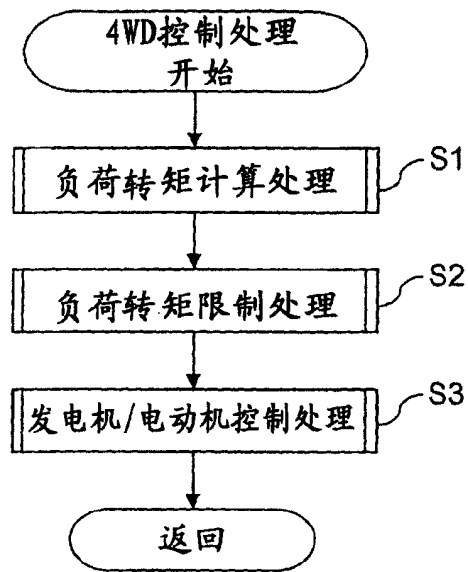


图3

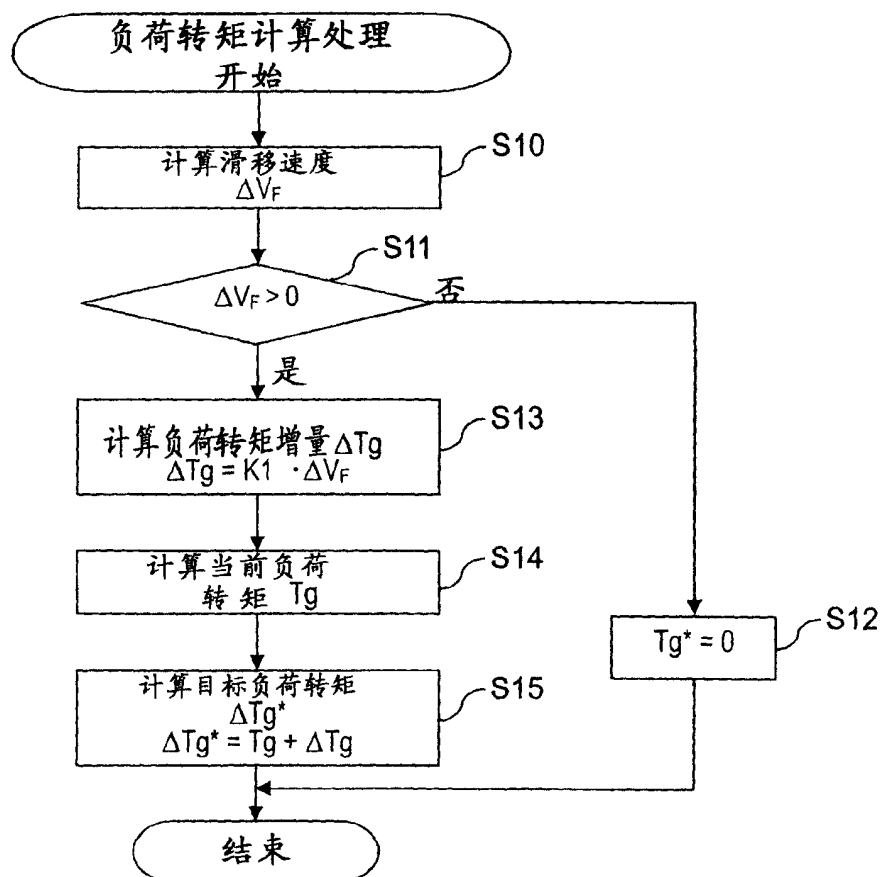


图4

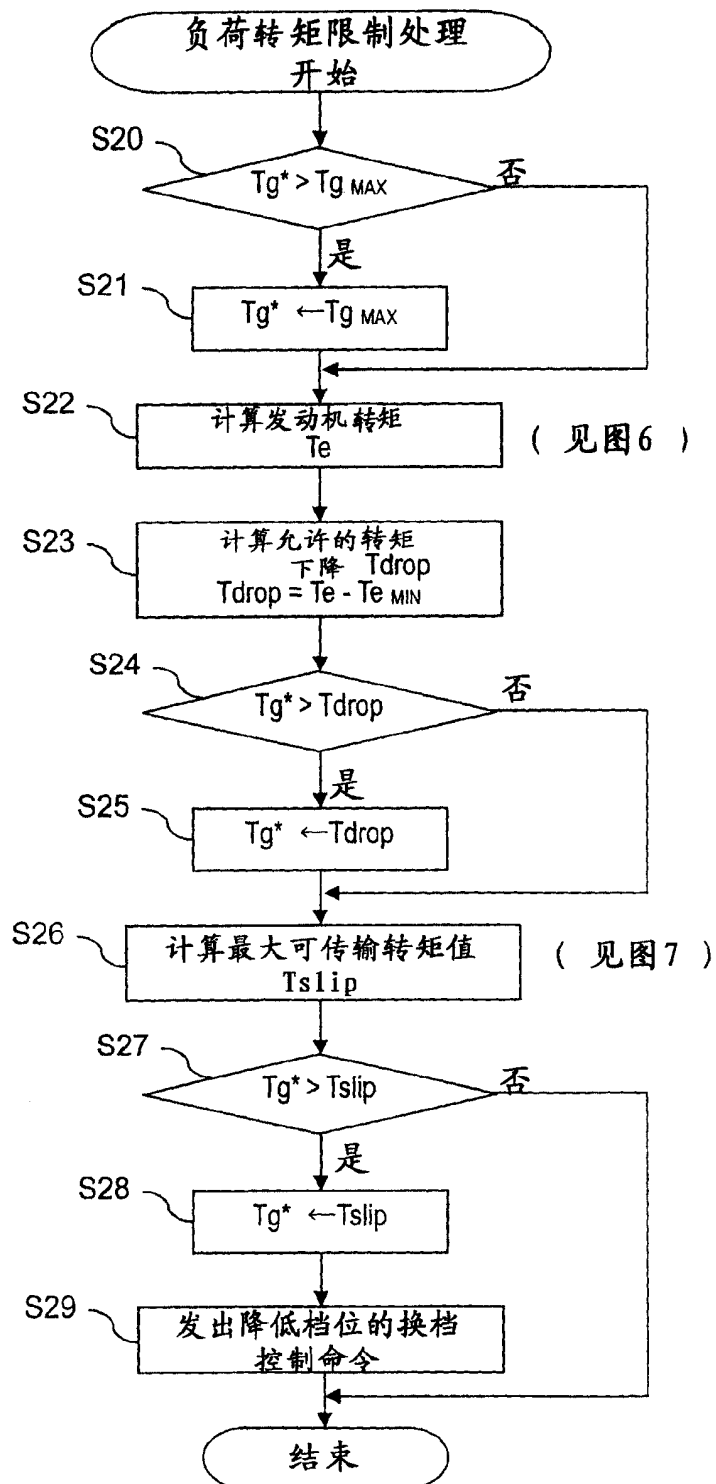


图5

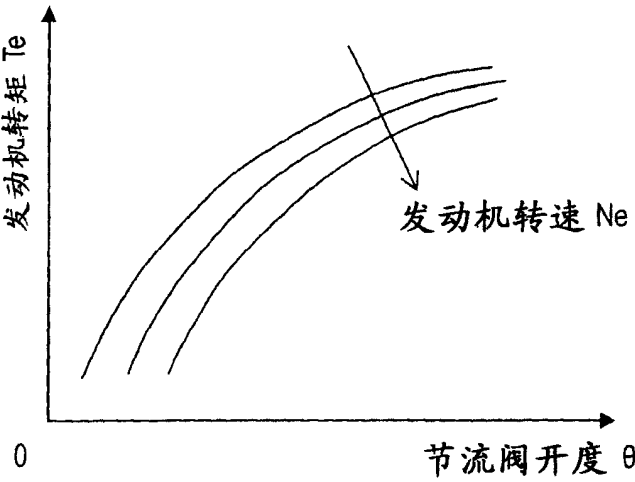


图6

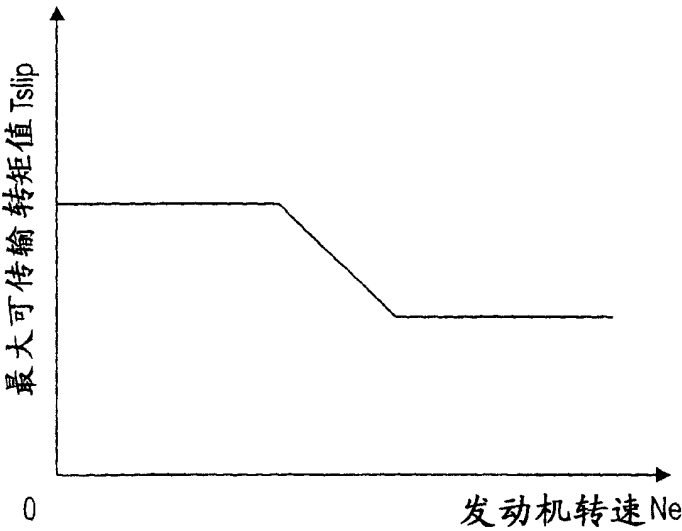


图7

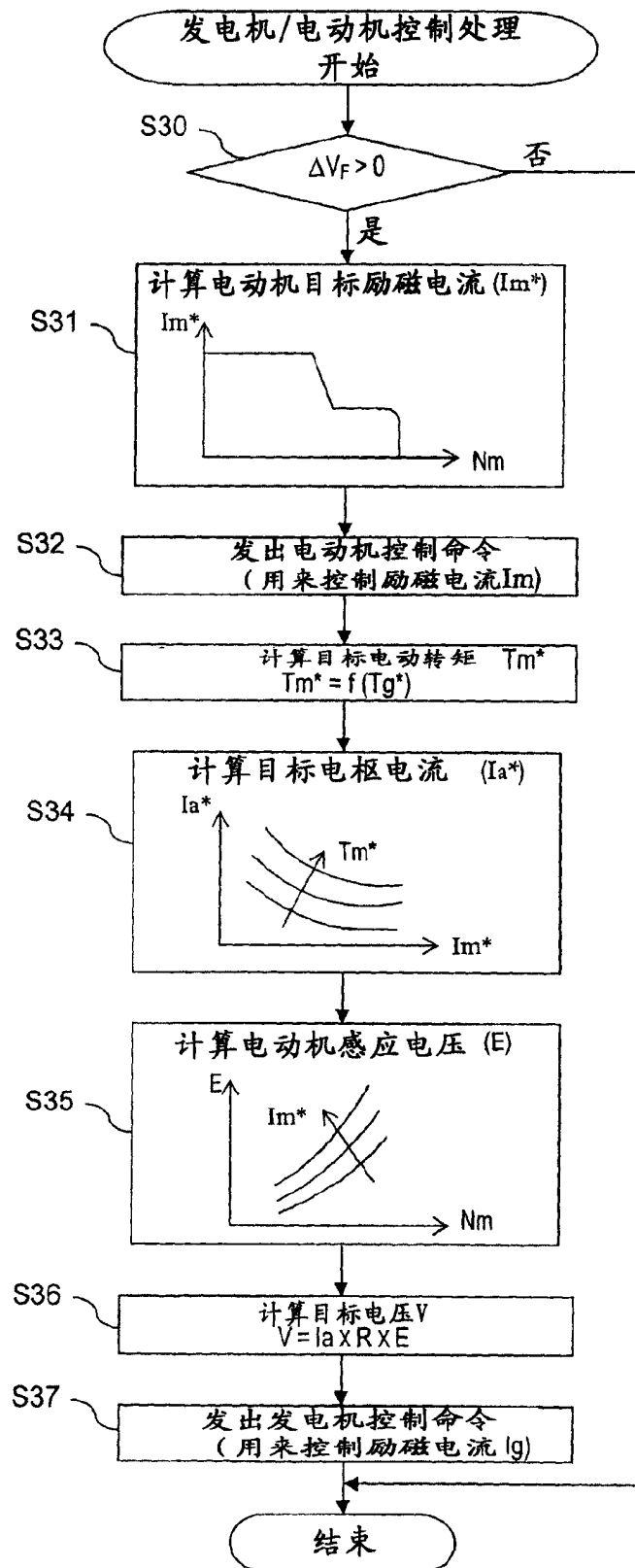


图 8

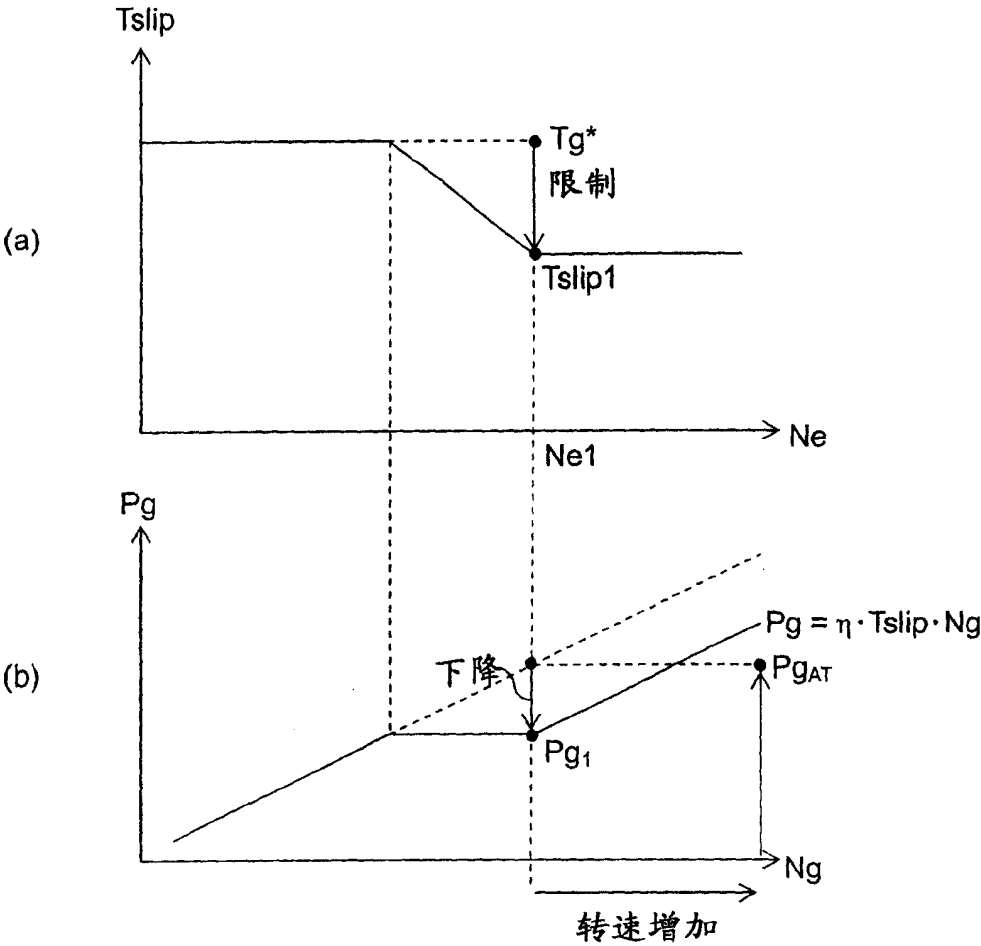


图9

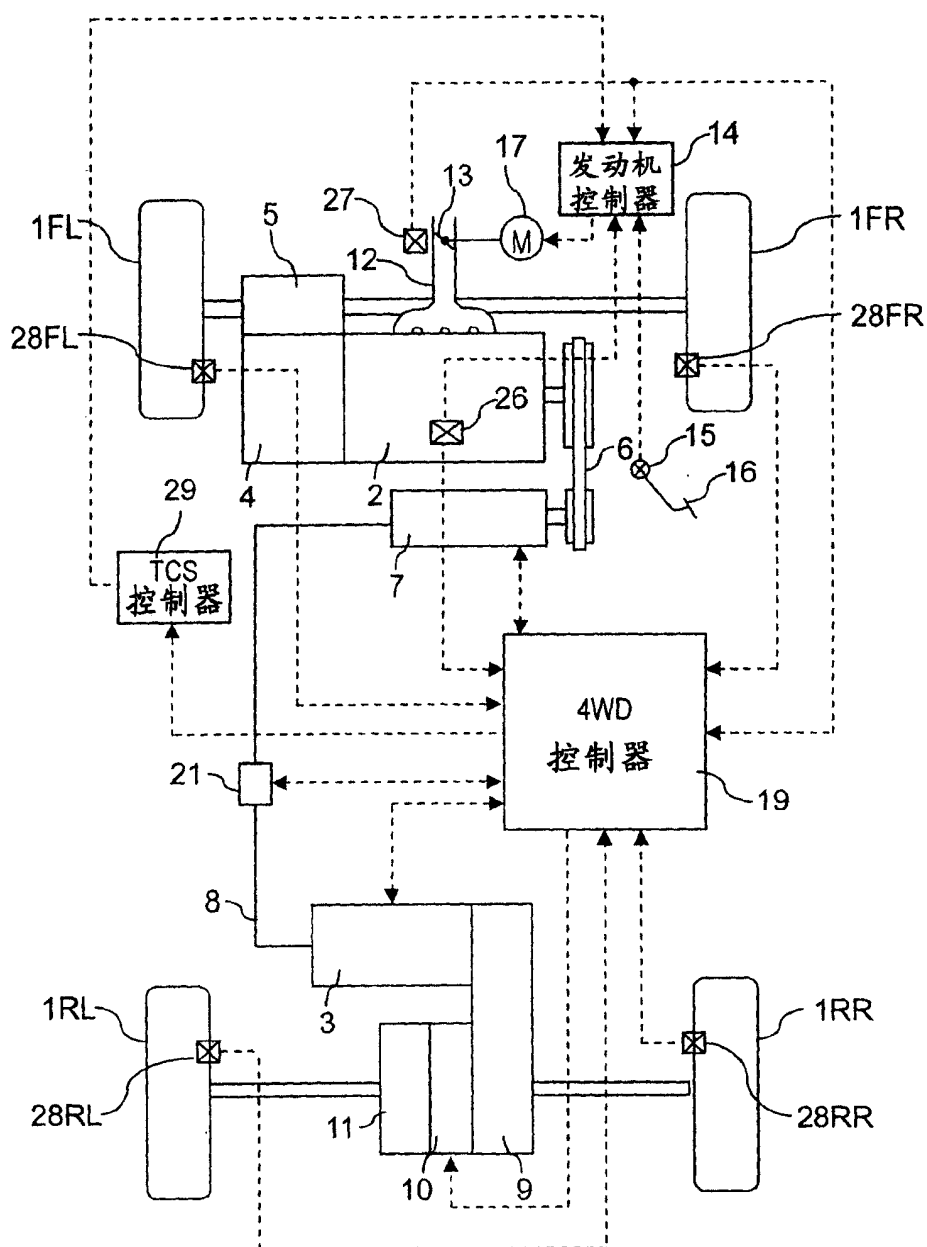


图 10

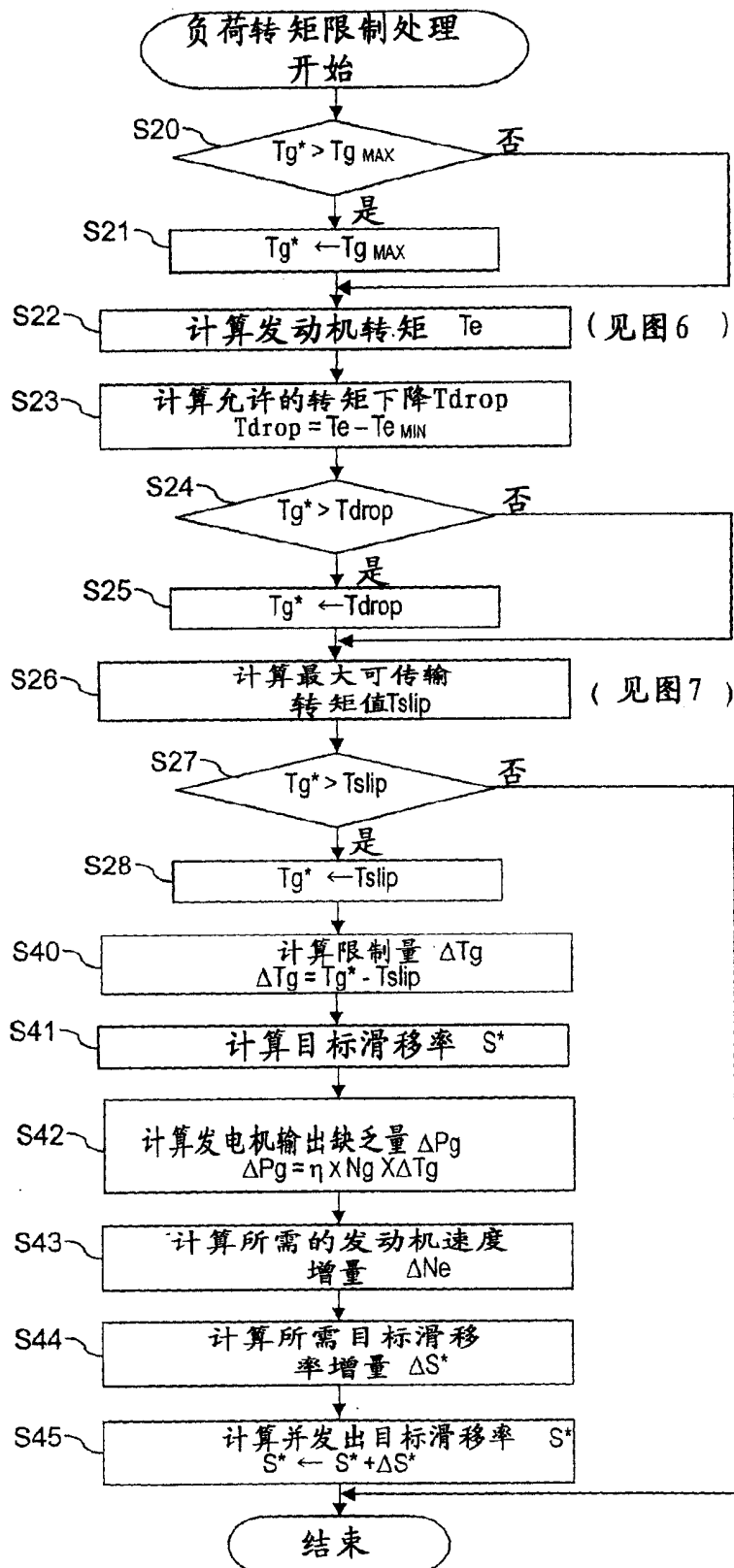


图 11

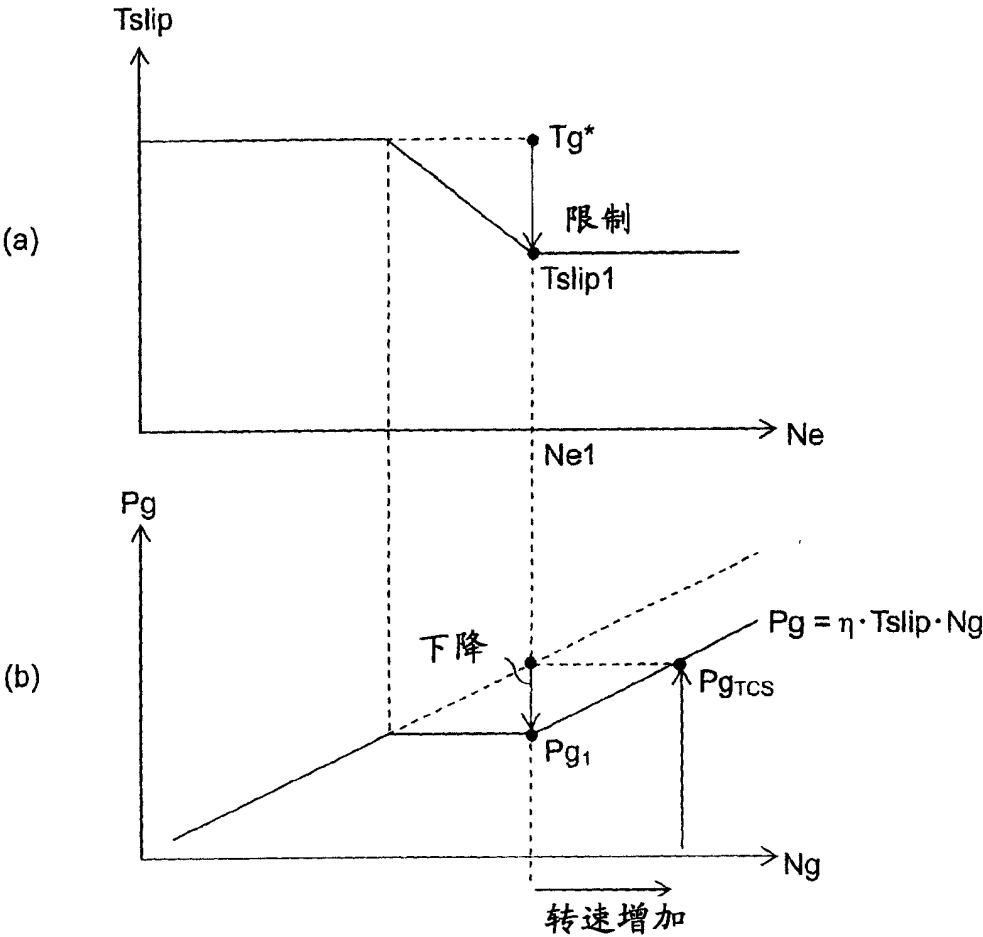


图 12

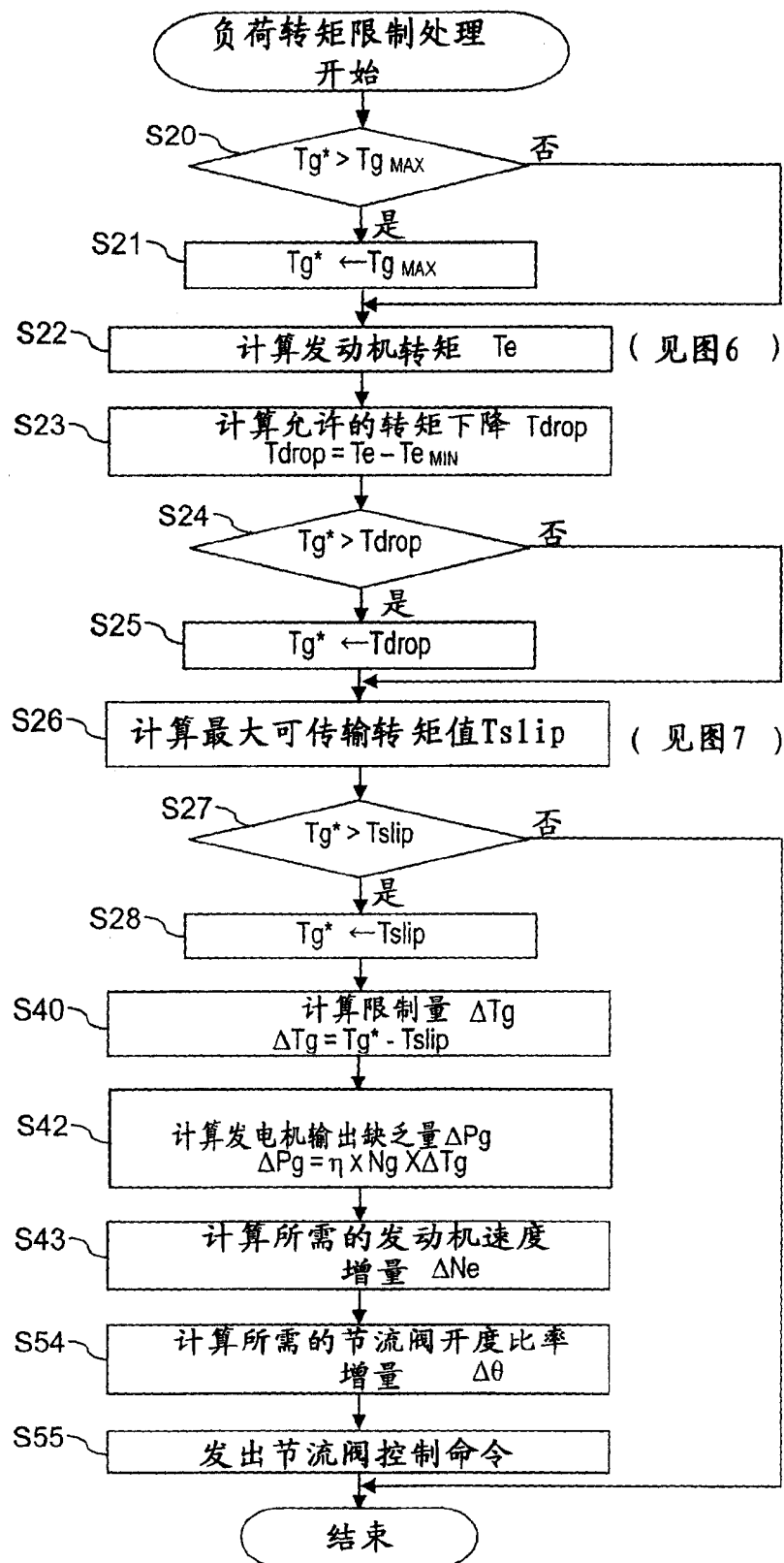


图13

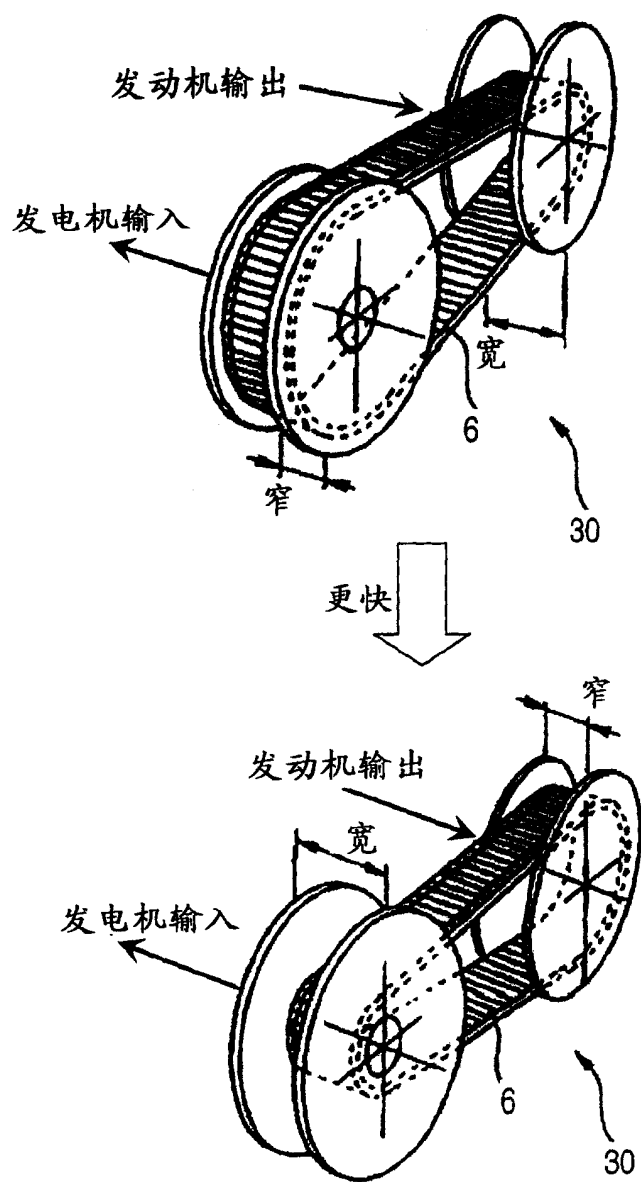


图 14