

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410090967. X

B60K 6/44 (2006.01)
B60L 11/02 (2006.01)
B60L 15/20 (2006.01)
B60W 10/08 (2006.01)
B60W 20/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 1 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 100363198C

[22] 申请日 2004.11.11

[21] 申请号 200410090967. X

[73] 专利权人 丰田自动车株式会社
地址 日本爱知县

[72] 发明人 滩光博

[56] 参考文献

- US5939848A 1999.8.17
- CN1202135A 1998.12.16
- JP2004-11456A 2004.1.15
- US6437456B1 2002.8.20
- CN1178746A 1998.4.15
- US6301529B1 2001.10.9
- JP2004-44469A 2004.2.12
- JP2001-211505A 2001.8.3
- US2001/049570A1 2001.12.6

审查员 梅奋永

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所
代理人 马江立 吴鹏

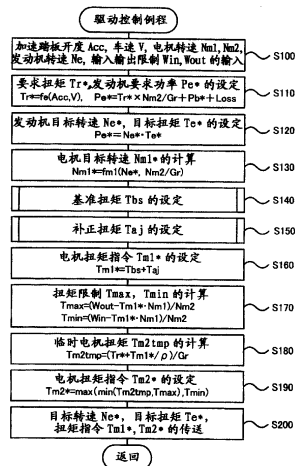
权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 12 页

[54] 发明名称

动力输出装置及其控制方法和汽车

[57] 摘要

本发明涉及一种动力输出装置及其控制方法和汽车。本发明的目的在于将运转内燃机用的电动机控制中的响应性与收敛性这两者相兼顾，同时，使例外处理减少以简化控制。将基于目标转速 N_e^* 和目标扭矩 T_e^* 设定的基准扭矩 T_{bs} (S140) 与基于电机的目标转速 N_{m1}^* 和转速 N_{m1} 设定的补正扭矩 T_{aj} (S150) 之和设定为电机的扭矩指令 T_{m1}^* (S160)。此时，补正扭矩 T_{aj} 的设置中，在电机转速 N_{m1} 进入以目标转速 N_{m1}^* 为中心的转交区域后，将比例项的增益 k_1 设定为 0 值，而将积分项的增益 k_2 设定为较小的数值。



1、一种向驱动轴输出动力的动力输出装置，其特征在于，具有：
内燃机，

与该内燃机的输出轴和所述驱动轴以及第3轴这三个轴连接、根据从该三个轴中的任意两个轴输入以及输出到该任意两个轴的动力、将动力输出到剩余的轴以及从该剩余的轴输入的3轴式动力输入输出装置，

可相对所述第3轴输入和输出动力的第1电动机，

可相对所述驱动轴输入和输出动力的第2电动机，

可与所述第1电动机和所述第2电动机交换电力的蓄电装置，

根据操作者的操作设定所述驱动轴要求的要求动力的要求动力设定装置，

根据该设定的要求动力设定应从所述内燃机输出的目标动力的目标动力设定装置，

以输出该设定的目标动力的方式运转控制所述内燃机的内燃机运转控制装置，

根据所述设定的目标动力设定应从所述第1电动机输出的基准扭矩的基准扭矩设定装置，

根据所述设定的目标动力设定所述第1电动机的目标转速的电机目标转速设定装置，

检测出所述第1电动机的转速的转速检测装置，

根据该检测出的转速和所述设定的目标转速设定修正扭矩的修正扭矩设定装置，和

以从所述第1电动机输出所述设定的基准扭矩与所述设定的修正扭矩之和的扭矩的方式驱动控制该第1电动机的同时、以向所述驱动轴输出根据所述设定的要求动力的动力的方式驱动控制所述第2电动机的电动机控制装置。

2、按照权利要求1所述的动力输出装置，其特征在于，所述基准扭矩

设定装置为：根据所述设定的目标动力和在该目标动力下运转所述内燃机时的响应滞后，推定从该内燃机输出的内燃机扭矩，并且，为了从该内燃机输出该推定的内燃机扭矩，作为应从所述第1电动机输出的扭矩来设定所述基准扭矩的装置。

3、按照权利要求2所述的动力输出装置，其特征在于，所述基准扭矩设定装置为：作为所述响应滞后使用浪费时间和一次响应滞后的时间常数来推定所述内燃机扭矩，并且使用该推定的内燃机扭矩设定所述基准扭矩的装置。

4、按照权利要求1所述的动力输出装置，其特征在于，所述校正扭矩设定装置为：将在消除所述检测出的转速与所述设定的目标转速的转速偏差的方向上作用的扭矩设定为所述校正扭矩的装置。

5、按照权利要求4所述的动力输出装置，其特征在于，所述校正扭矩设定装置为：至少使用比例项和积分项设定所述校正扭矩的装置。

6、按照权利要求5所述的动力输出装置，其特征在于，所述校正扭矩设定装置为：当所述转速偏差在规定范围外时，使用第1增益的比例项和所述积分项来设定所述校正扭矩，而在所述转速偏差在所述规定范围内时，使用比所述第1增益小的第2增益的比例项和所述积分项来设定所述校正扭矩的装置。

7、按照权利要求6所述的动力输出装置，其特征在于，所述第2增益基本为0值。

8、按照权利要求5所述的动力输出装置，其特征在于，所述校正扭矩设定装置为：当所述转速偏差在所述规定范围外时，使用所述比例项和第3增益的积分项以及空白指令项来设定所述校正扭矩，而当所述转速偏差在所述规定范围内时，使用所述比例项和比所述第3增益小的第4增益和积分项以及所述空白指令项来设定所述校正扭矩的装置。

9、一种装载有权利要求1~8中任一项所述的动力输出装置，并且所述驱动轴与车轴机械连接地行驶的汽车。

10、一种动力输出装置的控制方法，所述动力输出装置具有：内燃机，

与该内燃机的输出轴和驱动轴以及第 3 轴这三个轴连接、根据从该三个轴中的任意两个轴输入以及输出到该任意两个轴的动力、将动力输出到剩余的轴以及从该剩余的轴输入的 3 轴式动力输入输出装置，可相对所述第 3 轴输入和输出动力的第 1 电动机，可相对所述驱动轴输入和输出动力的第 2 电动机，可与所述第 1 电动机和所述第 2 电动机交换电力的蓄电装置，其特征在于，

(a) 根据操作者的操作设定所述驱动轴要求的要求动力，

(b) 根据该设定的要求动力设定应从所述内燃机输出的目标动力，

(c) 以输出该设定的目标动力的方式运转控制所述内燃机，

(d) 根据所述设定的目标动力设定应从所述第 1 电动机输出的基准扭矩，

(e) 根据所述设定的目标动力设定所述第 1 电动机的目标转速，

(f) 检测出所述第 1 电动机的转速，

(g) 根据该检测出的转速和所述设定的目标转速设定校正扭矩，

(h) 以从所述第 1 电动机输出所述设定的基准扭矩与所述设定的校正扭矩之和的扭矩的方式驱动控制该第 1 电动机的同时、以向所述驱动轴输出所述设定的要求动力的方式驱动控制所述第 2 电动机。

11、按照权利要求 10 所述的动力输出装置的控制方法，其特征在于，

所述步骤 (d) 为：根据所述设定的目标动力和在该目标动力下运转所述内燃机时的该内燃机的响应滞后，推定从该内燃机输出的内燃机扭矩，并且，为了从该内燃机输出该推定的内燃机扭矩，作为应从所述第 1 电动机输出的扭矩来设定所述基准扭矩的步骤，

所述步骤 (g) 为：将在消除所述检测出的转速与所述设定的目标转速的转速偏差的方向上作用的扭矩设定为所述校正扭矩的步骤。

12、按照权利要求 11 所述的动力输出装置的控制方法，其特征在于，所述步骤 (g) 为：所述转速偏差在规定范围外时，使用包含第 1 增益的比例项和积分项的多个控制项来设定所述校正扭矩，而在所述转速偏差在所述规定范围内时，使用包含比所述第 1 增益小的第 2 增益的比例项和所述积分项的多个控制项来设定所述校正扭矩的步骤。

动力输出装置及其控制方法和汽车

技术领域

本发明涉及一种动力输出装置及其控制方法和汽车，更详细地说，涉及一种将动力向驱动轴输出的动力输出装置及其控制方法和带有动力输出装置的汽车。

背景技术

以往，作为这种动力输出装置，提出了一种装载有发动机、将该发动机的曲轴与行星齿轮架相连的同时将与车轴机械连接的驱动轴与齿圈相连的行星齿轮、将动力相对该行星齿轮的太阳齿轮输入和输出的第1电机、将动力相对驱动轴输入和输出的第2电机的装置（例如，日本特开2000-197208号公报等）。在这种装置中，为了在目标转速下运转发动机，由发动机的目标转速和第2电机的转速算出第1电机的目标转速，以用该算出的目标转速来使第1电机转动的方式反馈控制第1电机。

发明内容

电机的转速控制通过反馈控制进行，该反馈控制使用在将电机的实际转速与目标转速的偏差消除方向上作用的比例项和消除正常误差的积分项。如此反馈控制用于上述装置中的第1电机的控制时，如发动机起动时那样，在作用于第1电机上的扭矩从正扭矩快速转换为负扭矩并且发动机的目标转速急变时，对于积分项，产生不能顺畅地转换或急变的情况，并且产生对于第2电机的驱动的必需电力的供给迟缓的情况。为了消除如此的电力供给的迟缓，在发动机起动时或发动机的目标转速急变时，考虑了例外处理的对策，但例外处理变多，并且控制也复杂。另外，因对于第1

电机，由设定的扭矩指令中的反馈所致的补正量变大，很难兼容/兼顾响应性和收敛性，考虑到过调节（オ-バシユ-ト）时，由于必须确保第1电机控制上的上限转速要有余量，也必须设定得较低。

本发明的动力输出装置及其控制方法和汽车的一个目的在于：将运转内燃机用的电动机控制中的响应性与收敛性相兼容。另外，本发明的动力输出装置及其控制方法和汽车的另一目的在于：在用于运转内燃机的电动机的控制中，使例外处理减少，以简化控制。

本发明的动力输出装置及其控制方法和汽车为了实现上述目的的至少一个，采用了如下的技术方案。

本发明的动力输出装置为一种向驱动轴输出动力的动力输出装置，其中，具有：内燃机，与该内燃机的输出轴和所述驱动轴以及第3轴这三个轴连接、根据从该三个轴中的任意两个轴输入以及输出到该任意两个轴的动力、将动力输出到剩余的轴以及从该剩余的轴输入的3轴式动力输入输出装置，可相对所述第3轴输入和输出动力的第1电动机，可相对所述驱动轴输入和输出动力的第2电动机，可与所述第1电动机和所述第2电动机交换电力的蓄电装置，根据操作者的操作设定所述驱动轴要求的要求动力的要求动力设定装置，根据该设定的要求动力设定应从所述内燃机输出的目标动力的目标动力设定装置，以输出该设定的目标动力的方式运转控制所述内燃机的内燃机运转控制装置，根据所述设定的目标动力设定应从所述第1电动机输出的基准扭矩的基准扭矩设定装置，根据所述设定的目标动力设定所述第1电动机的目标转速的电动机目标转速设定装置，检测出所述第1电动机的转速的转速检测装置，根据该检测出的转速和所述设定的目标转速设定补正扭矩的补正扭矩设定装置，和以从所述第1电动机输出所述设定的基准扭矩与所述设定的补正扭矩之和的扭矩的方式驱动控制该第1电动机的同时、以向所述驱动轴输出根据所述设定的要求动力的动力的方式驱动控制所述第2电动机的电动机控制装置。

在本发明的动力输出装置中，根据操作者的操作、设定驱动轴要求的要求动力的同时，根据该设定的要求动力、设定应从内燃机输出的目标动

力，以输出该设定的目标动力的方式运转控制内燃机。另外，根据设定的目标动力，通过电力动力输入输出装置，设定应从可调整内燃机的转速的第1电动机输出的基准扭矩，同时，根据基于目标动力设定的目标转速和检测出的第1电动机的转速，设定补正扭矩，以设定的基准扭矩与设定的补正扭矩之和的扭矩从第1电动机输出的方式、驱动控制该第1电动机，同时，以向驱动轴输出根据设定的要求动力的动力的方式驱动控制第2电动机。即，以将根据目标动力设定的基准扭矩与根据目标转速和检测出的转速设定的补正扭矩之和的扭矩输出的方式驱动控制第1电动机。因此，通过成为基准（ベース）的基准扭矩，可将第1电动机的转速迅速地接近目标转速，而通过补正扭矩，可将第1电动机的转速与目标转速一致。结果，可兼顾第1电动机控制中的响应性和收敛性这两者的同时，即使目标动力急速变化时，也可实现无例外处理的处理。

在如此本发明的动力输出装置中，所述基准扭矩设定装置也可为：根据所述设定的目标动力和在该目标动力下运转所述内燃机时的响应滞后，推定从该内燃机输出的内燃机扭矩，并且，为了从该内燃机输出该推定的内燃机扭矩，作为应从所述第1电动机输出的扭矩来设定所述基准扭矩的装置。如此，可将内燃机顺畅地过渡到输出目标动力的工作点。此时，所述基准扭矩设定装置也可为：作为所述响应滞后使用浪费时间和一次响应滞后的时间常数，推定所述内燃机扭矩的同时，使用该推定的内燃机扭矩，设定所述基准扭矩的装置。

另外，在本发明的动力输出装置中，所述补正扭矩设定装置也可为：将在消除所述检测出的转速与所述设定的目标转速的转速偏差的方向上作用的扭矩设定为所述补正扭矩的装置。此时，所述补正扭矩设定装置也可为：至少使用比例项和积分项设定所述补正扭矩的装置。如此，可将第1电动机的转速更迅速地接近目标转速并使其一致。而且此时，所述补正扭矩设定装置还可以为：当所述转速偏差在规定范围外时，使用第1增益的比例项和所述积分项来设定所述补正扭矩，而在所述转速偏差在所述规定范围内时，使用比所述第1增益小的第2增益的比例项和所述积分项来设

定所述校正扭矩的装置。如此，第1电动机的转速在处于目标转速附近后可使转速迅速地与所述目标转速一致。在此，前述第2增益也可基本为0值。

在至少使用比例项和积分项来设定校正扭矩方式的本发明的动力输出装置中，所述校正扭矩设定装置可以为：当所述转速偏差在所述规定范围外时，使用所述比例项和第3增益的积分项以及空白指令项来设定所述校正扭矩，而当所述转速偏差在所述规定范围内时，使用所述比例项和比所述第3增益小的第4增益和积分项以及所述空白指令项来设定所述校正扭矩的装置。如此，可使第1电动机的转速与所述目标转速高精度地一致。

本发明的汽车为，一种装载有上述任一形态的动力输出装置，并且所述驱动轴与车轴机械连接地行驶的汽车，其中，所述动力输出装置即，基本上为向驱动轴输出动力的动力输出装置，具有：内燃机，与该内燃机的输出轴和所述驱动轴以及第3轴这三个轴连接、根据从该三个轴中的任意两个轴输入以及输出到该任意两个轴的动力、将动力输出到剩余的轴以及从该剩余的轴输入的3轴式动力输入输出装置，可相对所述第3轴输入和输出动力的第1电动机，可相对所述驱动轴输入和输出动力的第2电动机，可与所述第1电动机和所述第2电动机交换电力的蓄电装置，根据操作者的操作设定所述驱动轴要求的要求动力的要求动力设定装置，根据该设定的要求动力设定应从所述内燃机输出的目标动力的目标动力设定装置，以输出该设定的目标动力的方式运转控制所述内燃机的内燃机运转控制装置，根据所述设定的目标动力设定应从所述第1电动机输出的基准扭矩的基准扭矩设定装置，根据所述设定的目标动力设定所述第1电动机的目标转速的电动机目标转速设定装置，检测出所述第1电动机的转速的转速检测装置，根据该检测出的转速和所述设定的目标转速设定校正扭矩的校正扭矩设定装置，和以从所述第1电动机输出所述设定的基准扭矩与所述设定的校正扭矩之和的扭矩的方式驱动控制该第1电动机的同时、以向所述驱动轴输出根据所述设定的要求动力的动力的方式驱动控制所述第2电动机的电动机控制装置。

在本发明的汽车中，由于装载有上述任一形态的本发明的动力输出装

置，可具有与本发明的动力输出装置所具有的效果，例如可兼顾第1电动机控制中的响应性和收敛性这两者的同时，即使目标动力急速变化时，也可实现无例外处理的同样的效果。

对于本发明的动力输出装置的控制方法，所述动力输出装置具有：内燃机，与该内燃机的输出轴和驱动轴以及第3轴这三个轴连接、根据从这三个轴中的任意两个轴输入以及输出到该任意两个轴的动力、将动力输出到剩余的轴以及从该剩余的轴输入的3轴式动力输入输出装置，可相对所述第3轴输入和输出动力的第1电动机，可相对所述驱动轴输入和输出动力的第2电动机，可与所述第1电动机和所述第2电动机交换电力的蓄电装置，其中，(a)根据操作者的操作设定所述驱动轴要求的要求动力，(b)根据该设定的要求动力设定应从所述内燃机输出的目标动力，(c)以输出该设定的目标动力的方式运转控制所述内燃机，(d)根据所述设定的目标动力设定应从所述第1电动机输出的基准扭矩，(e)根据所述设定的目标动力设定所述第1电动机的目标转速，(f)检测出所述第1电动机的转速，(g)根据该检测出的转速和所述设定的目标转速设定补正扭矩，(h)以从所述第1电动机输出所述设定的基准扭矩与所述设定的补正扭矩之和的扭矩的方式驱动控制该第1电动机的同时、以向所述驱动轴输出所述设定的要求动力的方式驱动控制所述第2电动机。

在如此本发明的动力输出装置的控制方法中，根据操作者的操作、设定驱动轴要求的要求动力的同时，根据该设定的要求动力、设定应从内燃机输出的目标动力，以输出该设定的目标动力的方式运转控制内燃机。另外，根据设定的目标动力，通过电力动力输入输出装置，设定应从可调整内燃机的转速的第1电动机输出的基准扭矩，同时，根据基于目标动力设定的目标转速和检测出的第1电动机的转速，设定补正扭矩，以设定的基准扭矩与设定的补正扭矩之和的扭矩从第1电动机输出的方式、驱动控制该第1电动机，同时，以向驱动轴输出根据设定的要求动力的动力的方式驱动控制第2电动机。即，以将根据目标动力设定的基准扭矩与根据目标转速和检测出的转速设定的补正扭矩之和的扭矩输出的方式驱动控制第1电动机。因此，通过成为基准的基准扭矩，可将第1电动机的转速迅速地

接近目标转速，而通过补正扭矩，可使第1电动机的转速与目标转速一致。结果，可兼顾第1电动机控制中的响应性和收敛性这两者，并且即使目标动力急速变化时，也可实现无例外处理的处理。

在如此本发明的动力输出装置的控制方法中，所述步骤(d)可以为：根据所述设定的目标动力和在该目标动力下运转所述内燃机时的该内燃机的响应滞后，推定从该内燃机输出的内燃机扭矩，并且，为了从该内燃机输出该推定的内燃机扭矩，作为应从所述第1电动机输出的扭矩来设定所述基准扭矩的步骤，所述步骤(g)为：将在消除所述检测出的转速与所述设定的目标转速的转速偏差的方向上作用的扭矩设定为所述补正扭矩的步骤。如此，能够使第1电动机的转速更迅速地接近目标转速并一致。

在该形态的动力输出装置的控制方法中，所述步骤(g)可以为：所述转速偏差在规定范围外时，使用包含第1增益的比例项和积分项的多个控制项来设定所述补正扭矩，而在所述转速偏差在所述规定范围内时，使用包含比所述第1增益小的第2增益的比例项和所述积分项的多个控制项来设定所述补正扭矩的步骤。如此，能够使第1电动机的转速在处于目标转速附近后，迅速地接近目标转速并一致。

附图说明

图1为示意地示出本发明一实施例的混合动力汽车20的构成的构成图；

图2为示出实施例的混合动力用电子控制单元70执行的驱动控制例程的一例的流程图；

图3为示出蓄电池50中的电池温度 T_b 与输入和输出限制 W_{in} 、 W_{out} 的关系的一例的说明图；

图4为示出蓄电池50的剩余容量(SOC)与输入和输出限制 W_{in} 、 W_{out} 的补正系数的关系的一例的说明图；

图5为示出要求扭矩设定用图表的一例的说明图；

图 6 为示出发动机 22 的动作线(动作ライン)的一例和设定目标转速 N_e^* 和目标扭矩 T_e^* 状态的说明图;

图 7 为示出用于力学说明动力分配综合机构 30 的旋转要素的共线图的一例的说明图;

图 8 为示出基准扭矩设定例程的一例的流程图;

图 9 为示出补正扭矩设定例程的一例的流程图;

图 10 为示出基准扭矩 T_{bs} 的设定的一例的框图;

图 11 为示出使目标扭矩 T_e^* 变化时的节气门响应扭矩 T_{ta} 与基准扭矩 T_{bs} 的时间变化状况的一例的说明图;

图 12 为示出使用补正扭矩 T_{aj} 以控制电机 MG1 时的电机 MG1 的转速 N_{m1} 的时间变化状况的一例的说明图;

图 13 为示意地示出变形例的混合动力汽车 120 的构成的构成图;

图 14 为示意地示出变形例的混合动力汽车 220 的构成的构成图。

具体实施方式

下面,对本发明的具体实施方式用实施例进行说明。图 1 为示意地示出装载有本发明一实施例的动力输出装置的混合动力汽车 20 的构成的构成图。实施例的混合动力汽车 20 正如图示,具有发动机 22,通过减振器 28 而与作为发动机 22 的输出轴的曲轴 26 连接的 3 轴式的动力分配综合机构 30,与动力分配综合机构 30 连接的可发电的电机 MG1,在与动力分配综合机构 30 连接的、作为驱动轴的齿圈轴 32a 上安装的减速齿轮 35,与该减速齿轮 35 连接的电机 MG2,控制整个动力输出装置的混合动力用电子控制单元 70。

发动机 22 为通过汽油或轻油等的碳氢化合物类燃料输出动力的内燃机,通过输入从检测出发动机 22 运转状态的各种传感器来的信号的发动机用电子控制单元(以下称作发动机 ECU) 24,接受燃料喷射控制或点火控制、吸入空气量调节控制等的运转控制。向该发动机 ECU24 中输入与安装到曲轴 26 上的曲轴位置传感器 23a 来的曲轴转角 θ 或安装到吸气系统中

的吸气温度传感器 23b 来的吸气温度 T_a , 来自负压检测传感器 23c 的吸气压 V_a , 来自节气门位置传感器 23e 的节气门 23d 的开度 (节气门开度) TA , 安装到发动机 22 的冷却系统中的冷却水温度传感器 23f 来的冷却水温 T_w 等。另外, 发动机 ECU24 与混合动力用电子控制单元 70 通信连通, 通过来自混合动力用电子控制单元 70 的控制信号运转控制发动机 22, 同时, 根据需要向混合动力用电子控制单元 70 输出与发动机 22 的运转状态有关的数据。

动力分配综合机构 30 具有外齿齿轮的太阳齿轮 31、与该太阳齿轮 31 同轴设置的内齿齿轮的齿圈 32、与太阳齿轮 31 啮合的同时与齿圈 32 啮合的多个小齿轮 33、将多个小齿轮 33 保持可自由地自转或公转的行星齿轮架 34, 太阳齿轮 31 和齿圈 32 以及行星齿轮架 34 作为旋转要素而构成进行差动作用的行星齿轮装置。对于动力分配综合机构 30, 行星齿轮架 34 与发动机 22 的曲轴 26 连接, 太阳齿轮 31 与电机 MG1 连接, 减速齿轮 35 通过齿圈轴 32a 而与齿圈 32 连接, 电机 MG1 作为发电机发挥功能时, 从行星齿轮架 34 输入的、来自发动机 22 的动力根据其齿轮比分配于太阳齿轮 31 侧和齿圈 32 侧, 而在电机 MG1 作为电动机发挥功能时, 从行星齿轮架 34 输入的、来自发动机 22 的动力和从太阳齿轮 31 输入的、来自电机 MG1 的动力综合后向齿圈 32 侧输出。向齿圈 32 输出的动力从齿圈 32 开始、通过齿轮机构 60 和差动齿轮 62, 最终向车辆的驱动轮 63a、63b 输出。

电机 MG1 和电机 MG2 任意一个具有可作为发电机驱动的同时, 可作为电动机驱动的公知的同步发电电动机的结构, 通过逆变器 41、42 与蓄电池 50 进行电力的交换。将逆变器 41、42 与蓄电池 50 连接的电力线 54 由各逆变器 41、42 共用的正极母线和负极母线构成, 电机 MG1、MG2 之一发电的电力能够由另一电机消耗。因此, 蓄电池 50 根据电机 MG1、MG2 任意一个发生的电力或电力不足而充放电。另外, 如通过电机 MG1、MG2 获取电力收支的平衡, 则蓄电池 50 就不进行充放电。电机 MG1、MG2 每一个均由电机用电子控制单元 (以下称作电机 ECU) 40 驱动控制。向电机 ECU40 输入驱动控制电机 MG1、MG2 用的必要信号, 例如从检测出电

机 MG1、MG2 的转子的旋转位置用的旋转位置检测传感器 43、44 来的信号或者输入由未图示的电流传感器检测出的、施加到电机 MG1、MG2 上的相电流等，由电机 ECU40 向逆变器 41、42 输出开关控制信号。电机 ECU40 与混合动力用电子控制单元 70 通信连通，根据来自混合动力用电子控制单元 70 的控制信号，驱动控制电机 MG1、MG2 的同时，根据需要，将与电机 MG1、MG2 的运转状态有关的数据向混合动力用电子控制单元 70 输出。

蓄电池 50 由蓄电池用电子控制单元(以下称作蓄电池 ECU)52 管理。管理蓄电池 50 的必要信号例如从设置于蓄电池 50 的端子间的、未图示的电压传感器来的端子间电压，从在与蓄电池 50 的输出端子连接的电力线 54 上安装的、未图示的电流传感器来的充放电电流，从安装到蓄电池 50 上的温度传感器 51 来的电池温度 T_b 等向蓄电池 ECU52 输入，根据需要，与蓄电池 50 的状态有关的数据通过通信传递向混合动力用电子控制单元 70 输出。另外，在蓄电池 ECU52 中，为了管理蓄电池 50，也基于由电流传感器检测出的充放电电流的积算值，计算剩余容量(SOC)。

混合动力用电子控制单元 70 由以 CPU72 为中心的微处理器构成，除了 CPU72，还具有记忆处理程序的 ROM74，暂时记忆数据的 RAM76，未图示的输入和输出端口和通信连通端口。来自点火开关 80 的点火信号，从检测出变速杆 81 的操作位置的变速位置传感器 82 来的变速位置 SP，从检测出加速踏板 83 的踩下量的加速踏板位置传感器 84 来的加速踏板开度 Acc，从检测出制动踏板 85 的踩下量的制动踏板位置传感器 86 来的制动踏板位置 BP，来自车速传感器 88 的车速 V 等通过输入端口向混合动力用电子控制单元 70 输入。混合动力用电子控制单元 70 正如前述，通过通信连通端口与发动机 ECU24 或电机 ECU40、蓄电池 ECU52 连接，发动机 ECU24 或电机 ECU40、蓄电池 ECU52 进行各种控制信号或数据的交换。

如此结构的实施例的混合动力汽车 20 基于与驾驶员对加速踏板 83 的踩下量相对应的加速踏板开度 Acc 和车速 V，计算应当向作为驱动轴的齿圈轴 32a 输出的要求扭矩，运转控制发动机 22 和电机 MG1 以及电机 MG2，

以将与该要求扭矩相对应的要求动力向齿圈轴 32a 输出。作为发动机 22 和电机 MG1 以及电机 MG2 的运转控制,具有:与要求动力相称的动力以从发动机 22 输出的方式运转控制发动机 22 的同时,从发动机 22 输出的动力的全部通过动力分配综合机构 30 与电机 MG1 和电机 MG2 进行扭矩变换,以向齿圈轴 32a 输出的方式驱动控制电机 MG1 和电机 MG2 的扭矩变换运转模式;或与要求动力和需要蓄电池 50 的充放电所需的电力的之和相称的动力以从发动机 22 输出的方式运转控制发动机 22 的同时,随着蓄电池 50 的充放电,从发动机 22 输出的动力的全部或其一部分随着动力分配综合机构 30 与电机 MG1 和电机 MG2 所致的扭矩变换,以要求动力向齿圈轴 32a 输出的方式驱动控制电机 MG1 和电机 MG2 的充放电运转模式;停止发动机 22 的运转,将与来自电机 MG2 的要求动力相称的动力以向齿圈轴 32a 输出的方式运转控制的电机运转模式等。

下面,对如此构成的实施例的混合动力汽车 20 的动作、特别是随着发动机 22 的工作点变更之际的动作进行说明。图 2 为示出扭矩变换运转模式或充放电运转模式时、由混合动力用电子控制单元 70 执行的驱动控制例程的一例的流程图。该例程每隔规定的时间(例如每隔 8msec)反复地执行。

执行驱动控制例程时,混合动力用电子控制单元 70 的 CPU72,首先,进行对来自加速踏板位置传感器 84 的加速踏板开度 Acc 或来自车速传感器 88 的车速 V,电机 MG1、MG2 的转速 Nm1、Nm2,发动机 22 的转速 Ne,蓄电池 50 的输入输出限制 Win、Wout 等的控制所需要的数据加以输入的处理(步骤 S100)。在此,发动机 22 的转速 Ne 为:根据安装到曲轴 26 上的曲轴位置传感器 23a 来的信号所计算的数值通过通信传递由发动机 ECU24 输入而获得。另外,电机 MG1、MG2 的转速 Nm1、Nm2 为,根据由旋转位置检测传感器 43、44 检测出的电机 MG1、MG2 的转子的旋转位置计算出的结果,通过通信传递而从电机 ECU40 输入而获得。另外,蓄电池 50 的输入输出限制 Win、Wout 为:将根据由温度传感器 51 检测出的蓄电池 50 的电池温度 Tb 和蓄电池 50 的剩余容量(SOC)设定的数值通过通信传递而从蓄电池 ECU52 输入而获得。在此,蓄电池 50 的输入

输出限制 W_{in} 、 W_{out} 可根据电池温度 T_b 设定输入输出限制 W_{in} 、 W_{out} 的基本值, 基于蓄电池 50 的剩余容量 (SOC) 设定输出限制用补正系数和输入限制用补正系数, 将设定的输入输出限制 W_{in} 、 W_{out} 的基本值乘以补正系数来设定输入输出限制 W_{in} 、 W_{out} 。图 3 示出电池温度 T_b 与输入输出限制 W_{in} 、 W_{out} 的关系的一例, 图 4 示出蓄电池 50 的剩余容量 (SOC) 与输入输出限制 W_{in} 、 W_{out} 的补正系数的关系的一例。

如此输入数据后, 根据输入的加速踏板开度 Acc 和车速 V 设定作为车辆要求的扭矩、应向与驱动轮 63a、63b 连接的、作为驱动轴的齿圈轴 32a 输出的要求扭矩 Tr^* , 和发动机 22 要求的发动机要求功率 Pe^* (步骤 S110)。要求扭矩 Tr^* 在实施例中, 以预先设定加速踏板开度 Acc 、车速 V 和要求扭矩 Tr^* 的关系, 作为要求扭矩设定用图表记忆于 ROM74 中, 给予加速踏板开度 Acc 和车速 V 时, 由记忆的图表导出和设定相对应的要求扭矩 Tr^* 。图 5 示出要求扭矩设定用图表的一例。发动机要求功率 Pe^* 可作为将设定的要求扭矩 Tr^* 乘以齿圈轴 32a 的转速 N_r 的数值与蓄电池 50 要求的充放电要求功率 Pb^* 和损耗 $Loss$ 之和而算出。另外, 齿圈轴 32a 的转速 N_r 通过将车速 V 乘以换算系数 k 而求出, 并且可用电机 MG2 的转速 N_{m2} 除以减速齿轮 35 的齿轮比 Gr 求出。

接着, 根据设定的要求功率 Pe^* 设定发动机 22 的目标转速 Ne^* 和目标扭矩 Te^* (步骤 S120)。该设定为: 根据使发动机 22 有效动作的动作线和要求功率 Pe^* 来设定目标转速 Ne^* 和目标扭矩 Te^* 。图 6 示出发动机 22 的动作线的一例和设定目标转速 Ne^* 和目标扭矩 Te^* 的状况。正如图示, 目标转速 Ne^* 和目标扭矩 Te^* 可通过动作线和要求功率 Pe^* ($Ne^* \times Te^*$) 为常数的曲线的交点求出。

接着, 使用设定的目标转速 Ne^* 和齿圈轴 32a 的转速 N_r (N_{m2}/Gr) 和动力分配综合机构 30 的齿轮比 ρ 由下式 (1) 计算电机 MG1 的目标转速 N_{m1}^* (步骤 S130)。在此, 式 (1) 为相对动力分配综合机构 30 的旋转要素的力学关系式。图 7 示出动力分配综合机构 30 的旋转要素中的转速与扭矩的力学关系的共线图。图中, 左边的 S 轴表示为电机 MG1 的转速

Nm1 的太阳齿轮 31 的转速，C 轴表示为发动机 22 的转速 Ne 的行星齿轮架 34 的转速，R 轴表示为电机 MG2 的转速 Nm2 乘以减速齿轮 35 的齿轮比 Gr 的齿圈 32 的转速 Nr。式 (1) 如使用该共线图，则很容易导出。另外，R 轴上的 2 个粗线箭头表示为，在目标转速 Ne* 和目标扭矩 Te* 的工作点下，将发动机 22 正常（稳定）运转时，从发动机 22 输出的扭矩 Te* 向齿圈轴 32a 传递的扭矩和从电机 MG2 输出的扭矩 Tm2* 通过减速齿轮 35 作用于齿圈轴 32a 上的扭矩。

$$Nm1^* = Ne^* \cdot (1 + \rho) / \rho - Nm2 / (Gr \cdot \rho) \dots (1)$$

如此计算电机 MG1 的目标转速 Nm1* 后，设定电机 MG1 的扭矩指令 Tm1* 的设定用的基准扭矩 Tbs 和补正扭矩 Taj（步骤 S140，S150）。在本实施例中，基准扭矩 Tbs 的设定由图 8 所例示的基准扭矩设定例程实现，而补正扭矩 Taj 由图 9 所例示的补正扭矩设定例程实现。下面，中断驱动控制例程的说明，对基准扭矩 Tbs 和补正扭矩 Taj 的设定进行说明。

执行基准扭矩设定例程时，首先，根据目标扭矩 Te* 和目标转速 Ne* 计算目标节气门开度 TA*（步骤 S300），同时，对计算的目标节气门开度 TA* 实施平滑处理（なまし处理），计算执行的节气门开度（步骤 S310），根据计算的执行节气门开度 TA 和转速 Ne，计算节气门响应扭矩 Tta（步骤 S320）。目标节气门开度 TA* 为将发动机 22 在目标转速 Ne* 和目标扭矩 Te* 的工作点下运转的节气门开度 TA，在本实施例中，目标转速 Ne* 和目标扭矩 Te* 与节气门开度 TA 的关系通过实验等预先求出，并作为图表记忆于 ROM74 中，从图表中导出与目标转速 Ne* 和目标扭矩 Te* 相对应的节气门开度 TA，并作为目标节气门开度 TA* 求出。在步骤 S310 中执行平滑处理是考虑到了节气门响应滞后的缘故。另外，在本实施例中，节气门响应滞后作为一次响应滞后处理。节气门响应扭矩 Tta 的计算，在本实施例中通过倒序使用由目标节气门开度 TA* 导出中采用的图表进行。如此计算节气门响应扭矩 Tta 后，将发动机 22 的空气滞后考虑为浪费时间 + 一次响应滞后的处理适用于计算的节气门响应扭矩 Tta，而计算基准扭矩 Tbs（步骤 S330），结束基准扭矩设定例程。在此，浪费时间和一次响应

滞后时间常数通过实验等,作为发动机 22 的转速 N_e 的一维图表预先求出,并记忆于 ROM74 中,根据发动机 22 的转速 N_e 导出后使用。图 10 示出基准扭矩 T_{bs} 设定中的框图,图 11 示出使目标扭矩 T_{e^*} 变化时、节气门响应扭矩 T_{ta} 与基准扭矩 T_{bs} 的时间变化状况的一例。如此基准扭矩 T_{bs} 的设定为:计算随着目标扭矩 T_{e^*} 的变更而推定为从发动机 22 输出的扭矩(发动机扭矩)而设定。

执行图 9 的补正扭矩设定例程时,首先,计算电机 MG1 的目标转速 N_{e^*} 和转速 N_{m1} 的偏差(转速偏差) ΔN_{m1} (步骤 S400),判定计算的转速偏差 ΔN_{m1} 的绝对值是否不足阈值 N_{ref} (步骤 S410)。该阈值 N_{ref} 为用于使转速 N_e 与目标转速 N_{e^*} 一致而作为必要程度微调的转速差设定的数值。现在考虑在相对转速 N_{m1} 设定比阈值 N_{ref} 大的目标转速 N_{m1^*} 时。此时,由于转速偏差 ΔN_{m1} 的绝对值在阈值 N_{ref} 以上,在步骤 S410 中判断为否定,将后述的设定补正扭矩 T_{aj} 的式中比例项和积分项的增益 k_1 、 k_2 设定为规定值 k_{1set} 、 k_{2set} (步骤 S420),并且,将空白指令(スキップ)项 T_{skp} 设定为 0 值(步骤 S430),使用设定的增益 k_1 、 k_2 和空白指令项 T_{skp} 由下式(2)作为比例项和积分项和空白指令项之和计算设定补正扭矩 T_{aj} (步骤 S480)。由式(2)可知,补正扭矩 T_{aj} 为反馈控制中的关系式。因此,如将比例项和积分项的增益 k_1 、 k_2 设定为适当值,能够将转速 N_{m1} 迅速地接近目标转速 N_{m1^*} 。在本实施例中,作为规定值 k_{1set} 、 k_{2set} ,可设定为适当的增益。

$$T_{aj} = k_1 \cdot \Delta N_{m1} + k_2 \cdot \int \Delta N_{m1} dt + T_{skp} \dots (2)$$

如此,转速 N_{m1} 接近目标转速 N_{m1^*} ,并且转速偏差 ΔN_{m1} 的绝对值不足阈值 N_{ref} 时,将比例项的增益 k_1 设定为 0 值,同时,将积分项的增益设定为比规定值 k_{2set} 小的规定值 k_{2low} (步骤 S440),判定转速偏差 ΔN_{m1} 的符号是否反转(步骤 S445)。转速偏差 ΔN_{m1} 的符号没有反转/颠倒时,通过使用设定的增益 k_1 、 k_2 和至此设定的空白指令项 T_{skp} 由式(2)计算并设定补正扭矩 T_{aj} (步骤 S480)。转速偏差 ΔN_{m1} 的符号反转时,检查转速偏差 ΔN_{m1} 的值(步骤 S450),转速偏差 ΔN_{m1} 大

于 0 值时,将空白指令项 T_{skp} 设定为规定值 T_{skpset} 乘以负 1(步骤 S460),转速偏差 ΔN_{m1} 在 0 值以下(包含其本数)时,将空白指令项 T_{skp} 设定为规定值 T_{skpset} (步骤 S470),使用设定的增益 k_1 、 k_2 和空白指令项 T_{skp} 由式(2)计算并设定补正扭矩 T_{aj} (步骤 S480)。图 12 示出使用如此补正扭矩 T_{aj} ,控制电机 MG1 时的电机 MG1 的扭矩指令 N_{m1}^* 和转速 N_{m1} 的时间变化状况的一例。图中所示的转变(过渡)区域为以目标转速 N_{m1}^* 为中心沿上下设置阈值 N_{ref} 的转速差的区域。电机 MG1 的转速 N_{m1} 为,在进入转变区域前,由于将比例项和积分项的增益 k_1 、 k_2 设定为规定值 k_{1set} 、 k_{2set} ,从而可迅速地接近目标转速 N_{m1}^* (粗调区域)。电机 MG1 的转速 N_{m1} 在进入转变区域后,由于将比例项和积分项的增益 k_1 、 k_2 设定为 0 值和规定值 k_{2low} ,从而可缓慢地接近目标转速 N_{m1}^* (微调区域)。并且,电机 MG1 的转速 N_{m1} 至目标转速 N_{m1}^* 时,由于转速偏差 ΔN_{m1} 的符号反转/颠倒,设定空白指令项 T_{skp} 。之后,每当电机 MG1 的转速 N_{m1} 超过目标转速 N_{m1}^* 或在其以下即每当转速偏差 ΔN_{m1} 的符号反转时,设定不同符号的空白指令项 T_{skp} ,最终,收敛于空白指令项 T_{skp} 的上下左右(调整结束)。

返回图 2 的驱动控制例程。如此设定基准扭矩 T_{bs} 和补正扭矩 T_{aj} 后,将设定的基准扭矩 T_{bs} 和补正扭矩 T_{aj} 之和设定为电机 MG1 的扭矩指令 T_{m1}^* (步骤 S160)。然后,通过将蓄电池 50 的输入输出限制 W_{in} 、 W_{out} 与设定的电机 MG1 的扭矩指令 T_{m1}^* 乘以目前电机 MG1 的转速 N_{m1} 获得的电机 MG1 的消耗电力(发电电力)的偏差除以电机 MG2 的转速 N_{m2} ,而可从电机 MG2 输出的作为扭矩上下限的扭矩限制(极限) T_{max} 、 T_{min} 由下式(3)、(4)算出(步骤 S170),并且,使用要求扭矩 T_r^* 和扭矩指令 T_{m1}^* 以及动力分配综合机构 30 的齿轮比 ρ ,用式(5)计算作为应当从电机 MG2 输出的扭矩的临时电机扭矩 T_{m2tmp} (步骤 S180),在计算的扭矩限制 T_{max} 、 T_{min} 的范围内,将限制电机扭矩 T_{m2tmp} 的数值设定为电机 MG2 的扭矩指令 T_{m2}^* (步骤 S190)。通过如此设定电机 MG2 的扭矩指令 T_{m2}^* ,向作为驱动轴的齿圈轴 32a 输出的要求扭矩 T_r^* 可作

为在蓄电池 50 的输入输出限制 W_{in} 、 W_{out} 的范围内限制的扭矩设定。另外，式 (5) 可从前述的图 7 的共线图容易地导出。

$$T_{max} = (W_{out} - T_{m1*} \cdot N_{m1}) / N_{m2} \quad \dots (3)$$

$$T_{min} = (W_{in} - T_{m1*} \cdot N_{m1}) / N_{m2} \quad \dots (4)$$

$$T_{m2tmp} = (T_r^* + T_{m1*} / \rho) / G_r \quad \dots (5)$$

如此设定发动机 22 的目标转速 N_{e*} 或目标扭矩 T_{e*} ，电机 MG1、MG2 的扭矩指令 T_{m1*} 、 T_{m2*} 后，将发动机 22 的目标转速 N_{e*} 和目标扭矩 T_{e*} 向发动机 ECU24 传送的同时，将电机 MG1、MG2 的扭矩指令 T_{m1*} 、 T_{m2*} 向电机 ECU40 传送（步骤 S200），结束本驱动控制例程。接受目标转速 N_{e*} 或目标扭矩 T_{e*} 的发动机 ECU24 以发动机 22 在由目标转速 N_{e*} 和目标扭矩 T_{e*} 所示的工作点运转的方式，进行发动机 22 中的燃料喷射控制或点火控制等的控制。另外，接受扭矩指令 T_{m1*} 、 T_{m2*} 的电机 ECU40 进行逆变器 41、42 的开关元件的开关控制，以在扭矩指令 T_{m1*} 下驱动电机 MG1，同时，在扭矩指令 T_{m2*} 下驱动电机 MG2。

根据上述实施例的混合动力汽车 20，由于将基于目标转速 N_{e*} 和目标扭矩 T_{e*} （即，发动机要求功率 P_{e*} ）设定的基准扭矩 T_{bs} 与基于电机 MG1 的目标转速 N_{m1*} 和转速 N_{m1} 设定的补正扭矩 T_{aj} 之和设定为电机 MG1 的扭矩指令 T_{m1*} ，通过成为基准的基准扭矩 T_{bs} ，可将电机 MG1 的转速 N_{m1} 迅速地接近目标转速 N_{m1*} ，而通过补正扭矩 T_{aj} ，可将电机 MG1 的转速 N_{m1} 收敛为目标转速 N_{m1*} 。结果，可兼顾电机 MG1 控制中的响应性和收敛性这两者的同时，即使在发动机要求功率 P_{e*} 急速变化时，也可实现无例外处理的处理。并且，由于是根据发动机 22 的响应滞后（浪费时间和一次响应滞后），推定输出的内燃机扭矩来设定基准扭矩 T_{bs} ，可将发动机 22 平稳地过渡到目标转速 N_{e*} 和目标扭矩 T_{e*} 的工作点。另外，由于将补正扭矩 T_{aj} 设定为比例项和积分项以及空白指令项之和，在电机 MG1 的转速 N_{m1} 进入以目标转速 N_{m1*} 为中心的转变区域前，将比例项和积分项的增益 k_1 、 k_2 设定为规定值 k_{1set} 、 k_{2set} ，将进入转变区域后的比例项和积分项的增益 k_1 、 k_2 设定为 0 值和规定值 k_{2low} ，从而在进入转

变区域前, 电机 MG1 的转速 N_{m1} 可迅速接近目标转速 N_{m1}^* , 而在进入转变区域后, 可缓慢地接近目标转速 N_{m1}^* 地收敛。结果, 能够抑制电机 MG1 的转速 N_{m1} 超过目标转速 N_{m1}^* 的过调节现象。

在实施例的混合动力汽车 20 中, 是将节气门滞后和空气滞后作为发动机 22 的响应滞后, 执行由浪费时间和一次响应滞后构成的处理来设定基准扭矩 T_{bs} , 但相对空气滞后, 也可考虑吸气温度 T_a 或吸气压 V_a 。另外, 作为发动机 22 的响应滞后, 也可考虑其他的滞后要素。或者, 虽然精度稍低, 但只考虑节气门滞后或者只考虑空气滞后也无妨。

在实施例的混合动力汽车 20 中, 是通过比例项和积分项以及空白指令项来设定补正扭矩 T_{aj} 的, 但也可不考虑空白指令项, 只由比例项和积分项设定补正扭矩 T_{aj} 。另外, 也可不考虑比例项而只由积分项和空白指令项设定补正扭矩 T_{aj} , 或者既不考虑比例项也不考虑空白指令项, 而只由积分项设定补正扭矩 T_{aj} 。

在实施例的混合动力汽车 20 中, 是在电机 MG1 的转速 N_{m1} 进入以目标转速 N_{m1}^* 为中心的转变区域前, 将比例项和积分项的增益 k_1 、 k_2 设定为规定值 k_{1set} 、 k_{2set} , 将进入转变区域后的比例项和积分项的增益 k_1 、 k_2 设定为 0 值和规定值 k_{2low} 的, 但作为对于进入转变区域后的比例项的增益 k_1 设定的数值并不限于 0 值, 可设定为比规定值 k_{1set} 小的任何数值。另外, 在进入转变区域后, 也可不变更积分项的增益 k_2 , 即可将规定值 k_{2set} 保持原样/直接使用。

在实施例的混合动力汽车 20 中, 是将基准扭矩 T_{bs} 与补正扭矩 T_{aj} 之和设定为电机 MG1 的扭矩指令 T_{m1}^* 的, 但也可将进一步补正基准扭矩 T_{bs} 与补正扭矩 T_{aj} 之和的数值设定为电机 MG1 的扭矩指令 T_{m1}^* 。

在实施例的混合动力汽车 20 中, 是由减速齿轮 35 将电机 MG2 的动力变速后向齿圈轴 32a 输出的, 但也可如图 13 的变形例的混合动力汽车 120 所例示的, 也可将电机 MG2 的动力同与连接齿圈轴 32a 的车轴 (与驱动轮 63a、63b 连接的车轴) 不同的车轴 (图 13 中与车轮 64a、64b 连接的车轴) 连接。

在实施例的混合动力汽车 20 中，是将发动机 22 的动力通过动力分配综合机构 30 向与驱动轮 63a、63b 连接的、作为驱动轴的齿圈轴 32a 输出的，但也可如图 14 的变形例的混合动力汽车 220 所例示的，可包括具有与发动机 22 的曲轴 26 连接的内转子 232 和与将动力向驱动轮 63a、63b 输出的驱动轴连接的外转子 234，将发动机 22 的动力的一部分向驱动轴传递的同时、将剩余的动力变换为电力的成对转子电机 230。

以上，用实施例对本发明的具体实施方式进行了说明，但本发明并不限于这些实施例，不用说，在不脱离本发明的要旨的范围内，可采用各种形态实施。

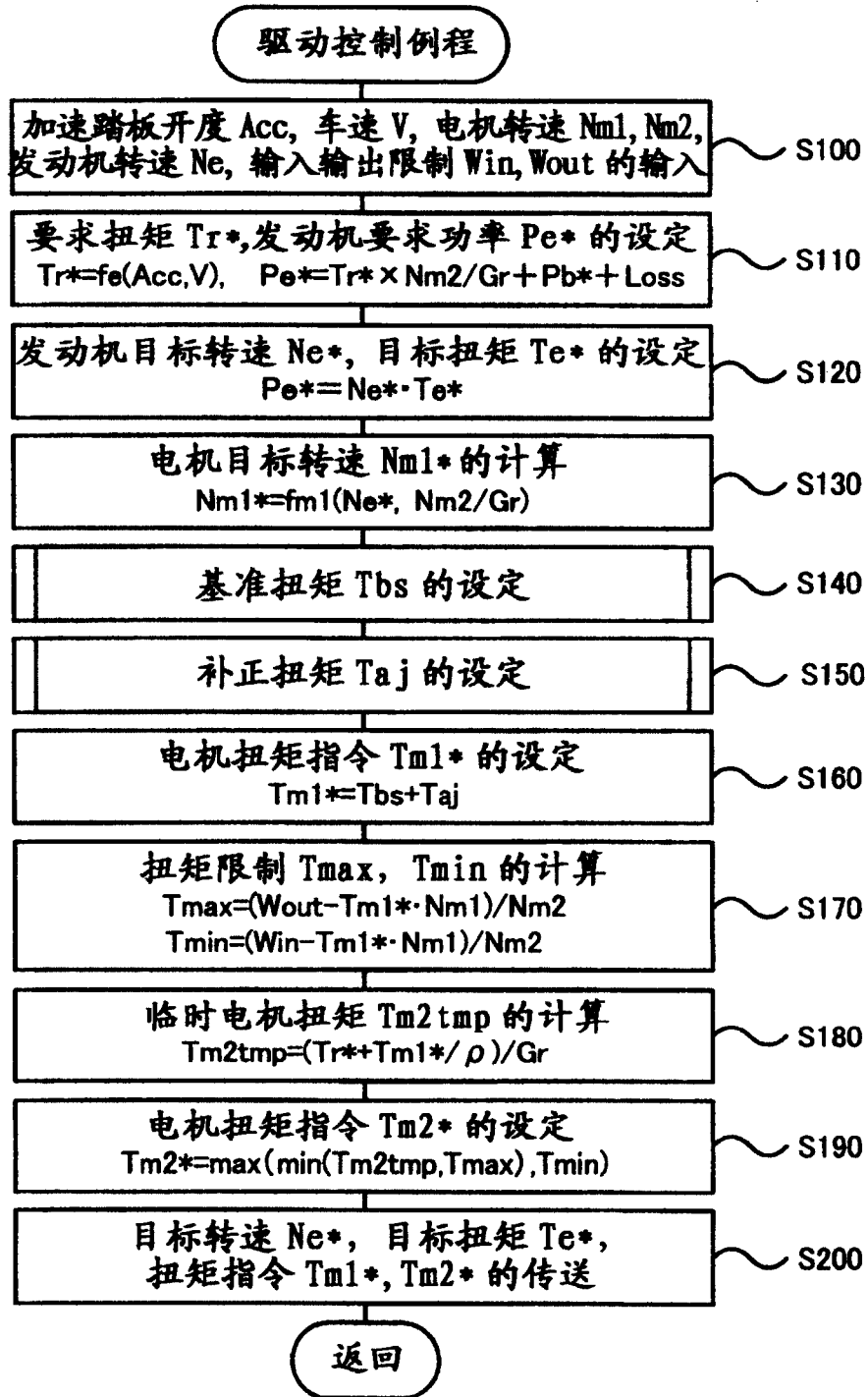


图 2

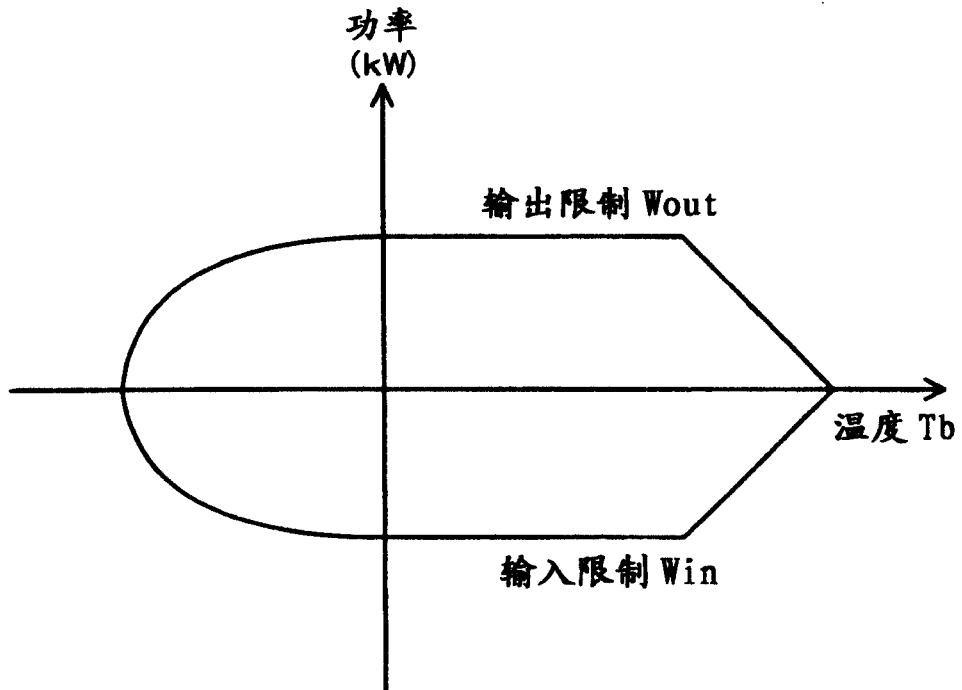


图 3

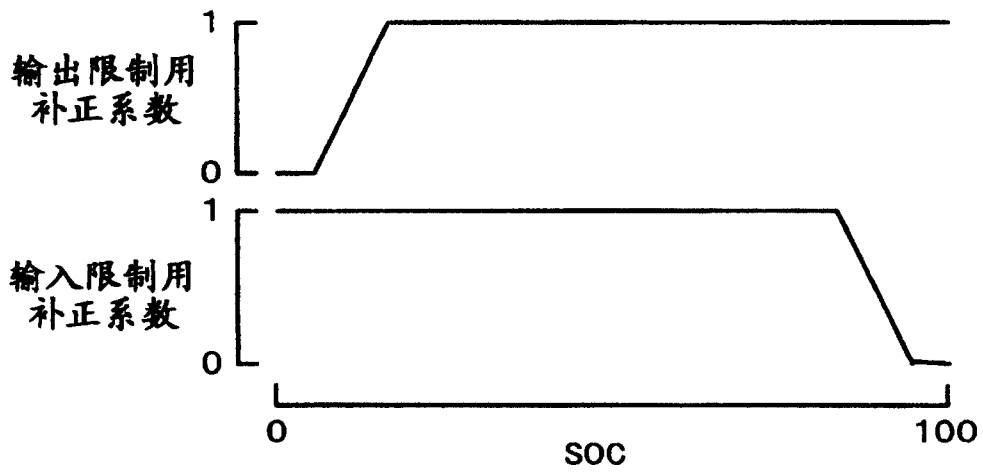


图 4

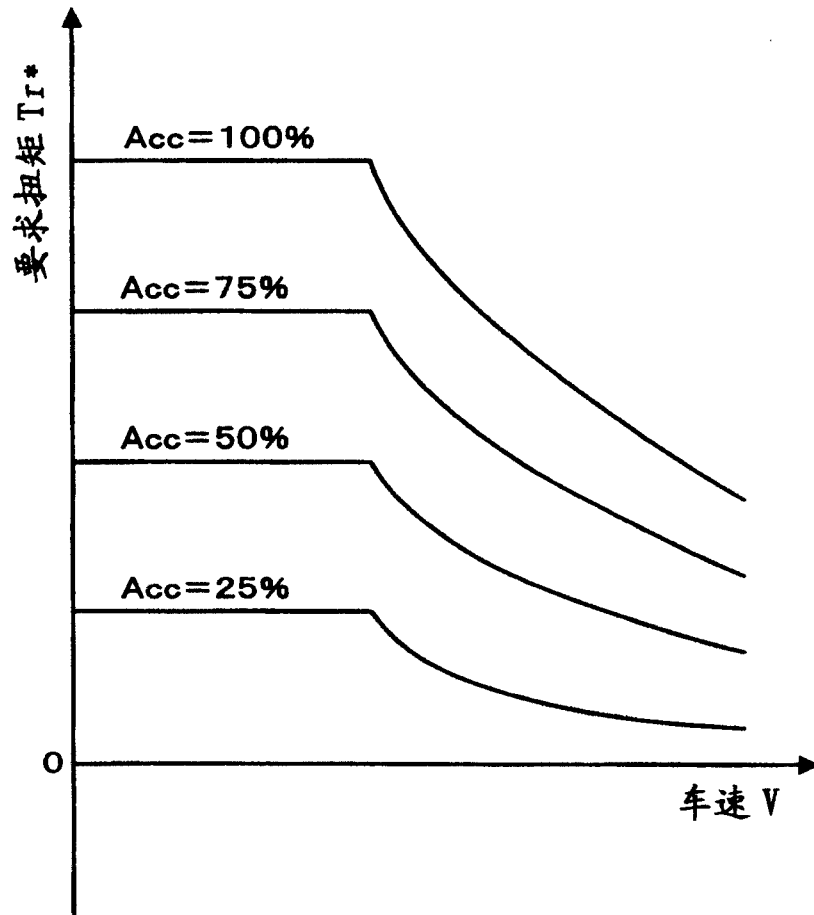


图 5

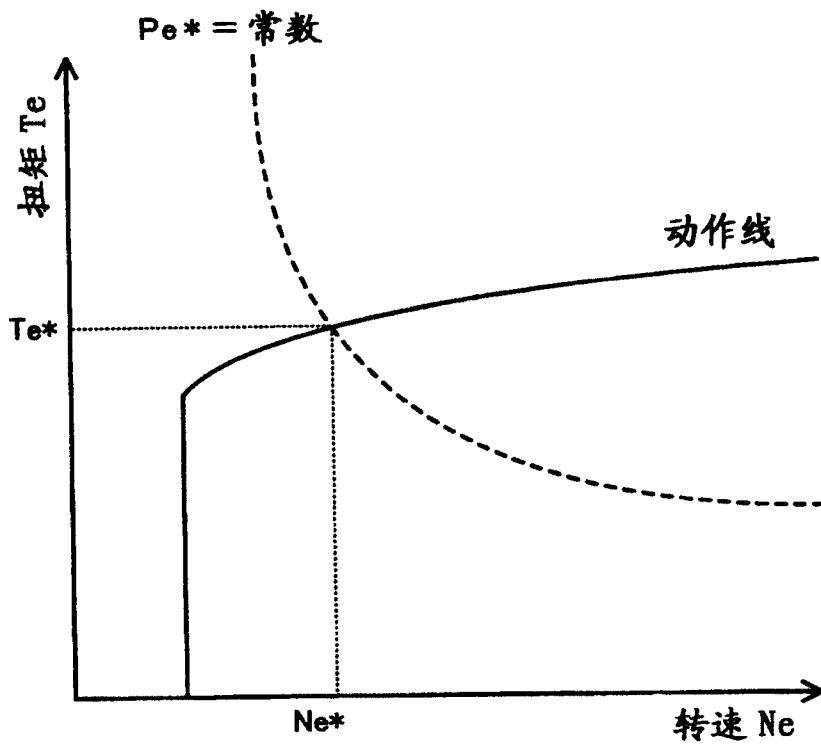


图 6

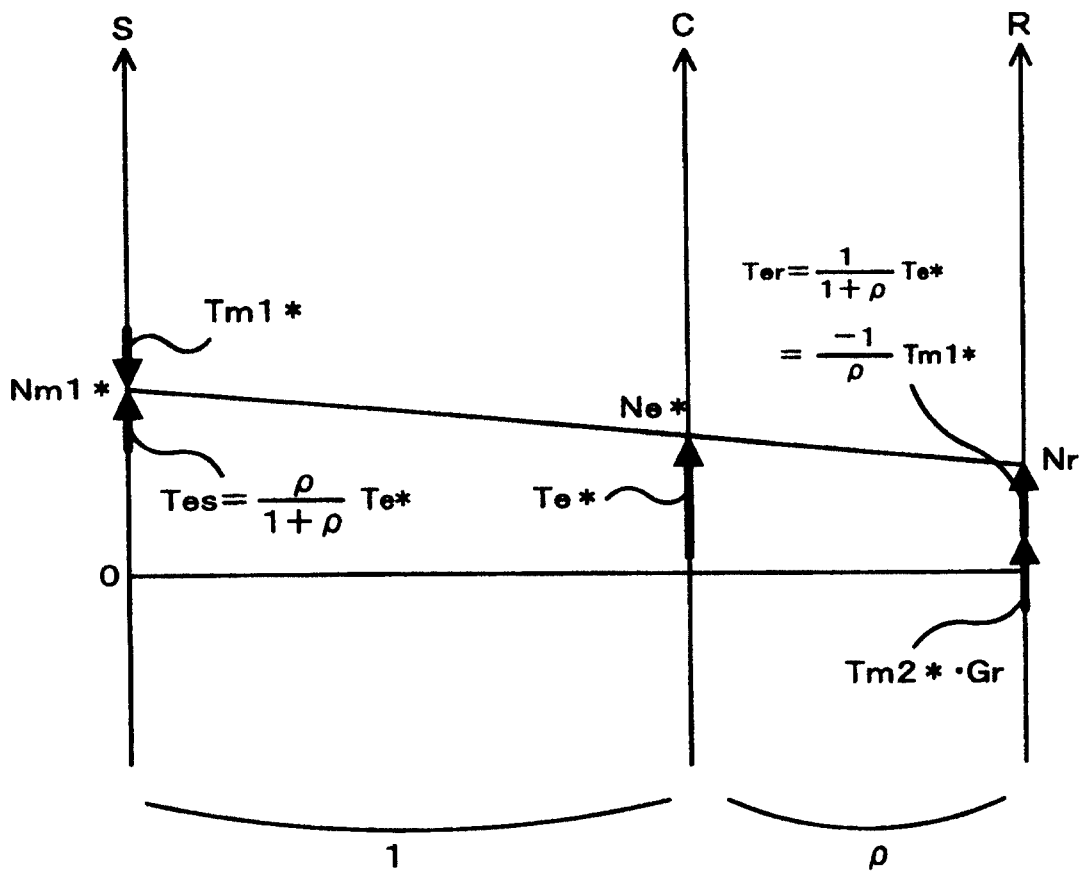


图 7

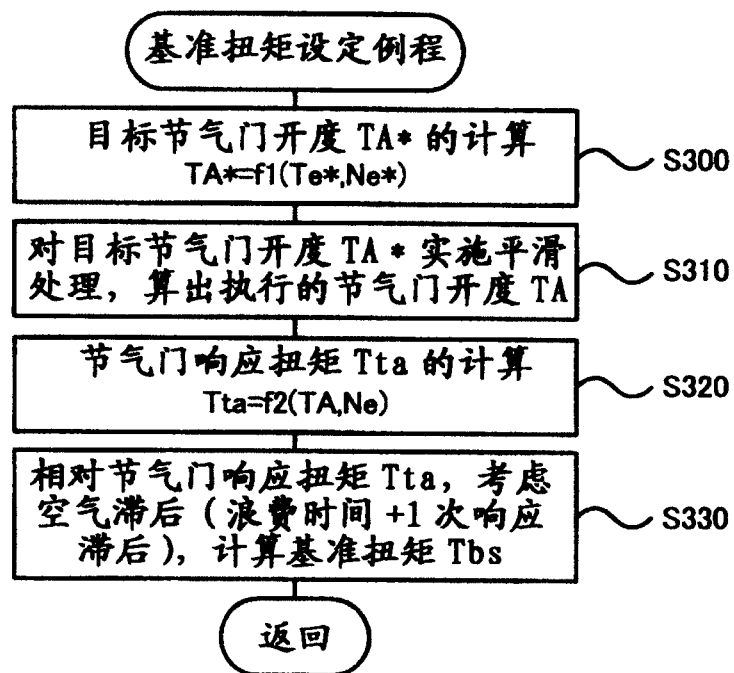


图 8

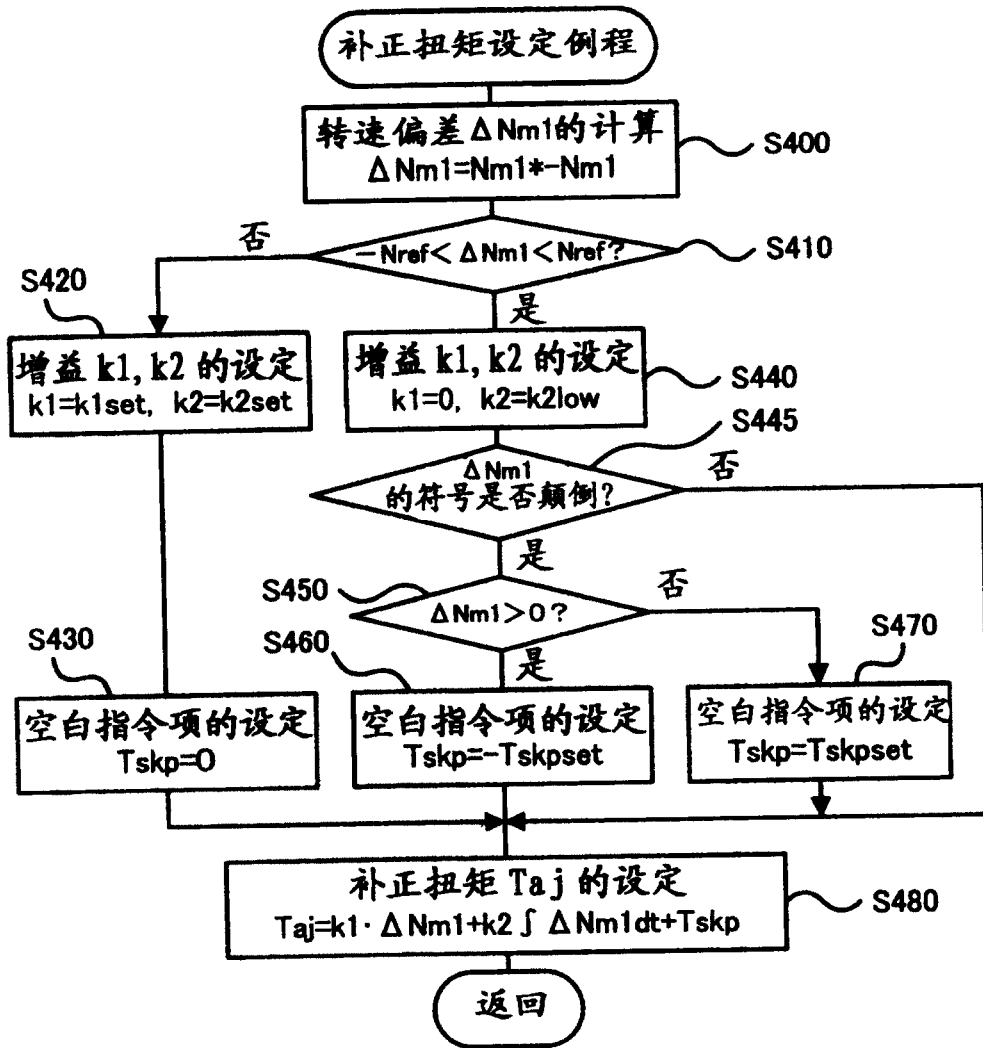


图 9

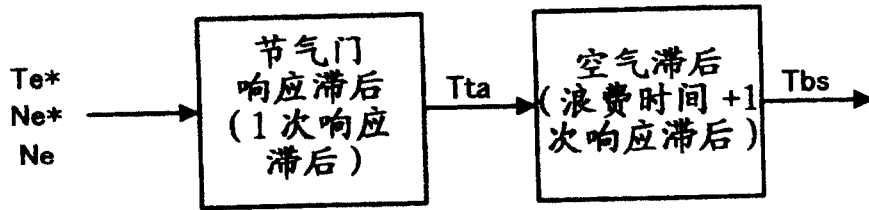


图 10

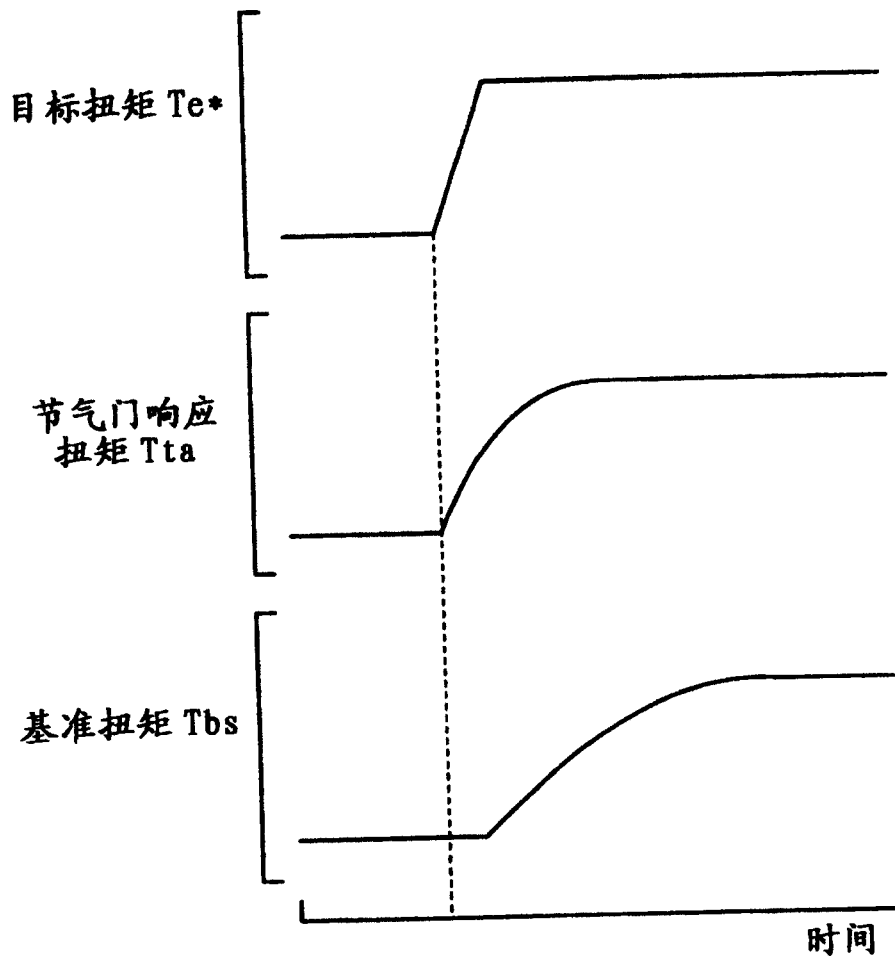


图 11

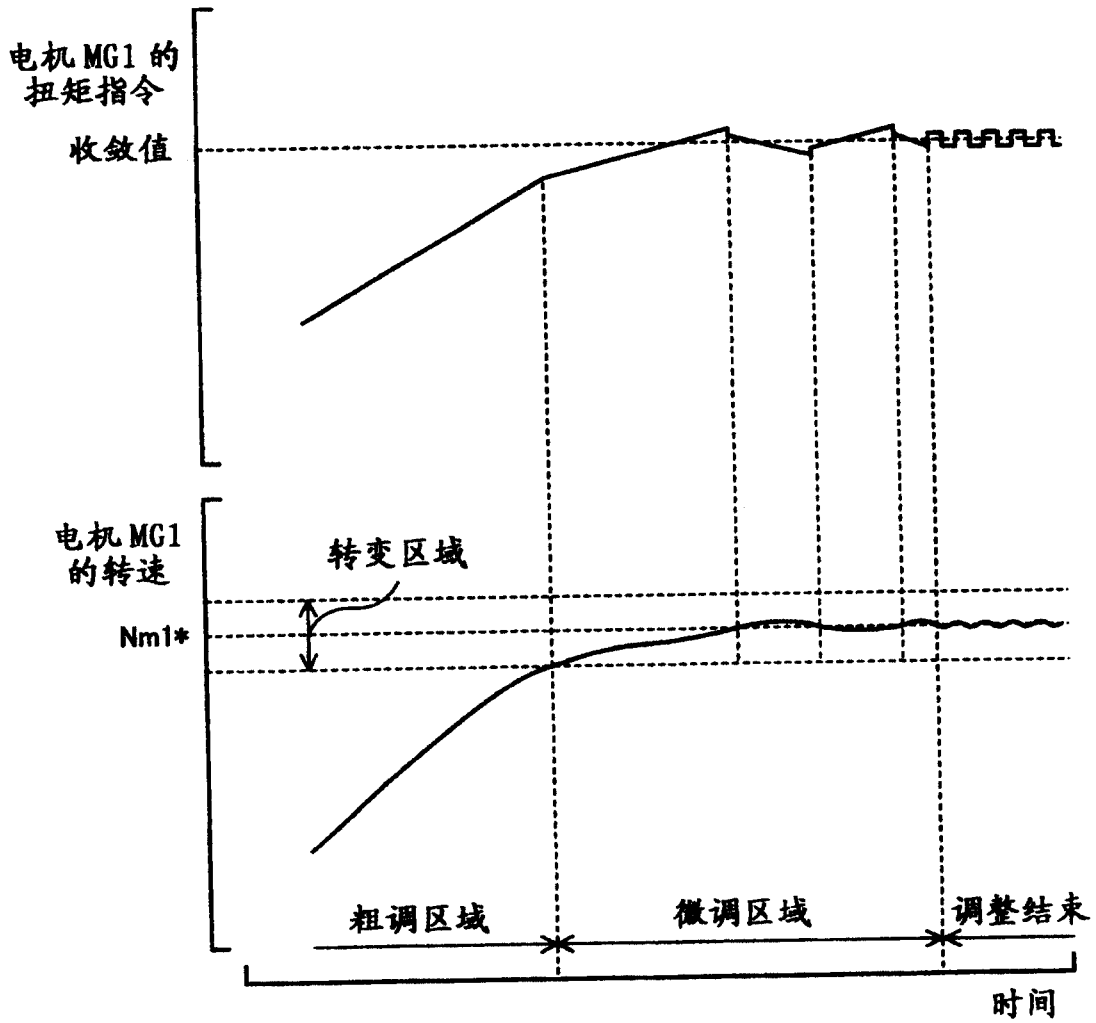


图 12

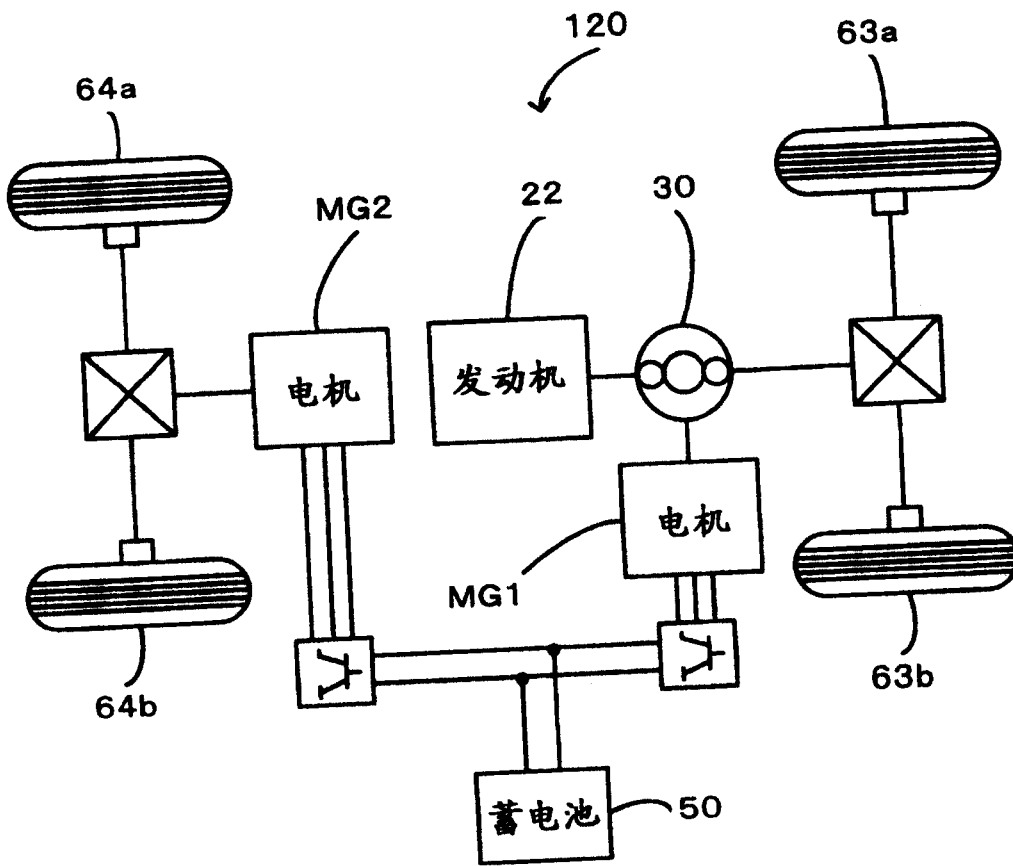


图 13

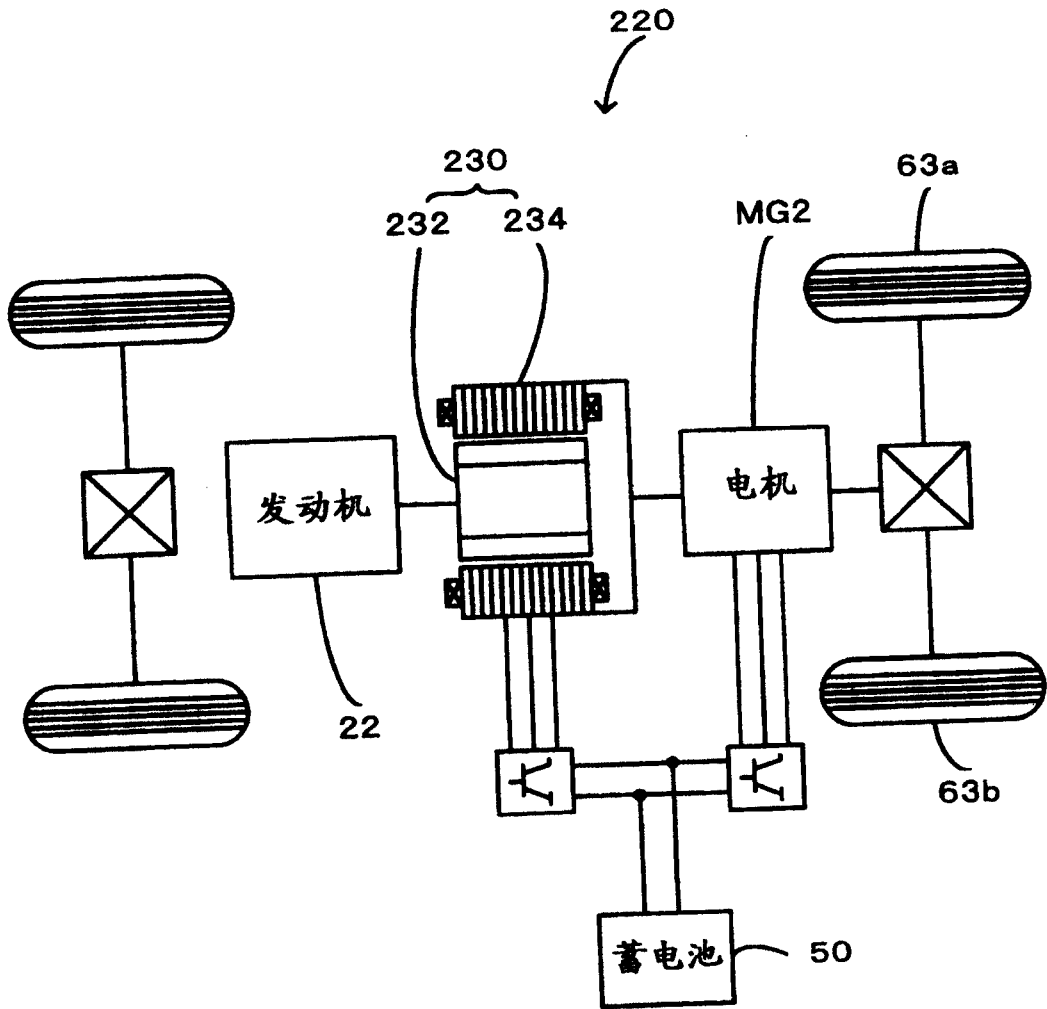


图 14