

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02P 27/06 (2006.01)

B60L 7/20 (2006.01)

B60L 11/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610006455.X

[45] 授权公告日 2008 年 8 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 100413208C

[22] 申请日 2006.1.20

[21] 申请号 200610006455.X

[30] 优先权

[32] 2005.3.31 [33] JP [31] 2005-101425

[73] 专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

[72] 发明人 泉枝穗 金子悟 山本立行

胜滨健太 茂木一也 宫崎英树

[56] 参考文献

JP11-332007A 1999.11.30

CN1154680A 1997.7.16

JP2004-222395A 2004.8.5

JP57-78382A 1982.5.17

US5973460A 1999.10.26

JP2003-134602A 2003.5.9

US5586613A 1996.12.24

US6554088B2 2003.4.29

审查员 马欲洁

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公
司

代理人 朱 丹

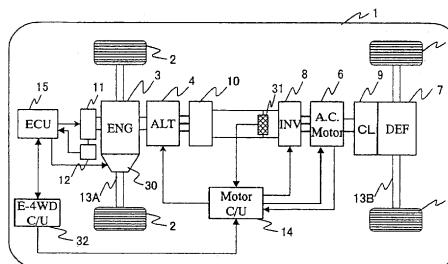
权利要求书 5 页 说明书 16 页 附图 7 页

[54] 发明名称

电动机驱动装置、电动四轮驱动车及混合动力
力车辆

[57] 摘要

一种电动四轮驱动车(1)，具有内燃机(3)、输出直流电力的发电机(4)、将发电机(4)发出的直流电变换成交流电的逆变器(8)以及被逆变器(8)驱动从而驱动后轮的交流电动机(6)。电动机控制器(14)，按照车辆的要求转矩，控制逆变器(8)、交流电动机(6)及发电机(4)，并在交流电动机(6)的输出为负、产生剩余的电能时，控制交流电动机的电流，使交流电动机的损失超过交流电动机的输出，并吸收作为交流电动机的热损失的剩余电能。提供在无电池系统的电动四轮驱动车及采用在发电电动机中使用交流发电机的结构的混合动力车辆中也能够应用的、能够消耗剩余的再生能量的电动机控制系统及具有它的电动四轮驱动车及混合动力车辆。



1、一种电动驱动装置用控制装置，其特征在于：设置在车辆用电动驱动装置中，该车辆用电动驱动装置具有：输出直流电力的车载电源、取得由该车载电源输出的所述直流电力后将其变换成交流电力的逆变器、以及被由该逆变器输出的交流电力驱动并产生用于驱动被驱动体的电动力的交流电动机，

所述电动驱动装置用控制装置包含控制单元，该控制单元按照对所述交流电动机的要求转矩，通过控制所述逆变器控制所述交流电动机的驱动；

所述控制单元，在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时，控制所述交流电动机的电流，从而使所述交流电动机的损失，超过所述交流电动机的负的输出。

2、如权利要求1所述的电动驱动装置用控制装置，其特征在于：

所述控制单元，在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时，控制所述交流电动机的电流，从而增加所述交流电动机的无功电流。

3、如权利要求2所述的电动驱动装置用控制装置，其特征在于：

所述交流电动机的无功电流，根据作为所述交流电动机的损失的、由所述车载电源向所述逆变器输出的剩余电力来决定。

4、一种电动驱动装置用控制装置，其特征在于：设置在多轮驱动车用电动驱动装置中，该多轮驱动车用电动驱动装置具有：由驱动多个车轮中的至少一个的内燃机所驱动并输出直流电力的发电机、直接取得由该发电机输出的所述直流电力后将其变换成交流电力的逆变器、以及被由该逆变器输出的交流电力驱动并驱动多个车轮中的剩余的至少一个的交流电动机，

所述电动驱动装置用控制装置包含控制单元，该控制单元按照来自车辆的对所述交流电动机的要求转矩，通过控制所述逆变器控制所述交流电动机的驱动；

所述控制单元，在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时，

控制所述交流电动机的电流，从而使所述交流电动机的损失，超过所述交流电动机的负的输出。

5、如权利要求 4 所述的电动驱动装置用控制装置，其特征在于：

所述控制单元，在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时，控制所述交流电动机的电流，从而增加所述交流电动机的无功电流。

6、如权利要求 5 所述的电动驱动装置用控制装置，其特征在于：所述交流电动机的无功电流，根据作为所述交流电动机的损失的、由所述发电机向所述逆变器输出的剩余电力来决定。

7、一种电动驱动装置用控制装置，其特征在于：设置在电动车辆用电动驱动装置中，该电动车辆用电动驱动装置具有：可充放直流电力的蓄电器、取得由该蓄电器放出的所述直流电力并将其变换成交流电力的逆变器、以及被由该逆变器输出的交流电力驱动并产生车辆驱动用的电动力的交流电动机，

所述电动驱动装置用控制装置包含控制单元，该控制单元按照来自车辆的对所述交流电动机的要求转矩，通过控制所述逆变器控制所述交流电动机的驱动；

所述控制单元，在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时，控制所述交流电动机的电流，从而使所述交流电动机的损失，超过所述交流电动机的负的输出。

8、如权利要求 7 所述的电动驱动装置用控制装置，其特征在于：所述控制单元，在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时，控制所述交流电动机的电流，从而增加所述交流电动机的无功电流。

9、如权利要求 8 所述的电动驱动装置用控制装置，其特征在于：所述交流电动机的无功电流，根据作为所述交流电动机的损失的、由所述蓄电器向所述逆变器输出的剩余电力来决定。

10、一种电动驱动装置，用于利用电动力驱动车辆的被驱动体的车辆中，其特征在于：

具有：

输出直流电力的车载电源，

取得由该车载电源输出的所述直流电力并将其变换成交流电力的逆

变器，

被由该逆变器输出的交流电力驱动、产生所述电力的交流电动机，

和

包含控制单元在内的控制装置，其中，该控制单元按照对所述交流电动机的要求转矩，通过控制所述逆变器控制所述交流电动机的驱动；

所述控制单元，在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时，控制所述交流电动机的电流，从而使所述交流电动机的损失，超过所述交流电动机的负的输出；

由所述车载电源向所述逆变器供给成为所述交流电动机的损失的剩余电力。

11、如权利要求 10 所述的电动驱动装置，其特征在于：所述控制单元，在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时，控制所述交流电动机的电流，从而增加所述交流电动机的无功电流。

12、如权利要求 11 所述的电动驱动装置，其特征在于：所述交流电动机的无功电流，根据所述剩余电力来决定。

13、一种电动驱动装置，用于利用内燃机驱动多个车轮中的至少一个、利用电力驱动多个车轮中的剩余的至少一个的多轮驱动车辆中，其特征在于：

具有：

被内燃机驱动而输出直流电力的发电机，

直接取得由该发电机输出的所述直流电力并将其变换成交流电力的逆变器，

被由该逆变器输出的交流电力驱动，并驱动所述多个车轮中的剩余的至少一个的交流电动机，和

包含控制单元在内的控制装置，其中，该控制单元按照来自车辆的对所述交流电动机的要求转矩，通过控制所述逆变器控制所述交流电动机的驱动；

所述控制单元，在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时，控制所述交流电动机的电流，从而使所述交流电动机的损失，超过所述交流电动机的负的输出；

由所述发电机向所述逆变器供给成为所述交流电动机的损失的剩余电力。

14、如权利要求 13 所述的电动驱动装置，其特征在于：所述控制单元，在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时，控制所述交流电动机的电流，从而增加所述交流电动机的无功电流。

15、如权利要求 14 所述的电动驱动装置，其特征在于：所述交流电动机的无功电流，根据所述剩余电力来决定。

16、一种电动驱动装置，用电动力驱动车辆，其特征在于：

具有：

可充放直流电力的蓄电器，

取得由该蓄电器放出的所述直流电力后将其变换成交流电力的逆变器，

被由该逆变器输出的交流电力驱动、产生所述电动力的交流电动机，
和

包含控制单元在内的控制装置，其中，该控制单元按照来自车辆的对所述交流电动机的要求转矩，通过控制所述逆变器控制所述交流电动机的驱动；

所述控制单元，在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时，控制所述交流电动机的电流，从而使所述交流电动机的损失，超过所述交流电动机的负的输出；

由所述蓄电器向所述逆变器供给成为所述交流电动机的损失的剩余电力。

17、如权利要求 16 所述的电动驱动装置，其特征在于：所述控制单元，在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时，控制所述交流电动机的电流，从而增加所述交流电动机的无功电流。

18、如权利要求 17 所述的电动驱动装置，其特征在于：所述交流电动机的无功电流，根据所述剩余电力来决定。

19、一种多轮驱动车辆，其特征在于：

具有：

驱动多个车轮中的至少一个的内燃机，

被该内燃机驱动、输出直流电力的发电机，

直接取得由该发电机输出的所述直流电力后将其变换成交流电力的逆变器，

被由该逆变器输出的交流电力驱动、并驱动所述多个车轮中的剩余的至少一个的交流电动机，和

包含控制单元在内的控制装置，其中，该控制单元按照来自车辆的对所述交流电动机的要求转矩，通过控制所述逆变器控制所述交流电动机的驱动；

所述控制单元，在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时，控制所述交流电动机的电流，从而使所述交流电动机的损失，超过所述交流电动机的负的输出；

由所述发电机向所述逆变器供给成为所述交流电动机的损失的剩余电力。

20、一种混合动力车辆，其特征在于：

具有：

产生驱动车辆的驱动力的内燃机，

产生驱动车辆的驱动力的交流电动机，

构成该交流电动机的电源的蓄电器，

取得由该蓄电器放出的直流电力后将其变换成交流电力，供给所述交流电动机、驱动所述交流电动机的逆变器，和

包含控制单元在内的控制装置，其中，该控制单元按照来自车辆的对所述交流电动机的要求转矩，通过控制所述逆变器控制所述交流电动机的驱动；

所述控制单元，在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时，控制所述交流电动机的电流，从而使所述交流电动机的损失，超过所述交流电动机的负的输出；

由所述蓄电器向所述逆变器供给成为所述交流电动机的损失的剩余电力。

电动机驱动装置、电动四轮驱动车及混合动力车辆

技术领域

本发明涉及电动机驱动装置、电动四轮驱动车及混合动力车辆，特别涉及控制发电机或电动机的电动机控制装置及具有它的电动四轮驱动车及混合动力车辆。

背景技术

作为混合动力车辆的控制装置，例如在日本国特开平 11-332007 号公报所述的那种系列型混合动力车辆的示例中，发动机的输出轴和车辆驱动轴采用机械性分离的结构，将用发动机驱动的发电电动机产生的电能，供给驱动用电动机，利用其输出转矩驱动车辆的技术，已广为人知。

另外，如日本国特开平 11-332007 号公报所述，在混合动力汽车中，具备能够暂时保存发电电力或者储存再生时产生的电力的电池的情况，也广为人知。在控制车辆速度之际及制动车辆之际，作为有效利用减速控制时的能量的手段，使驱动用发电机进行再生动作，产生制动力，将这时产生的再生能量，存入电池。由于吸收再生能量，电池的充电状态处于接近满充电状态时，如果使驱动用电动机继续再生，电池就会成为过充电状态，因此就使发电用电动机进行牵引，将发动机的旋转阻力作为负荷，从而消耗再生电流。这种技术，也广为人知。

此外，作为即使发动机与发电用电动机处于不连接的状态也能消耗剩余的再生能量的控制方法，如日本国特开 2003-134602 号公报所述，在混合动力车辆中，在电池不能吸收再生能量时，控制发电用电动机，以便不给发电用电动机带来损失地消耗剩余的再生能量的技术，也广为人知。

[专利文献 1] 日本国特开平 11-332007 号公报

[专利文献 2] 日本国特开 2003-134602 号公报

在这里，日本国特开平 11-332007 号公报及日本国特开 2003-134602

号公报所述的技术，在将驱动用电动机再生运转时产生的再生能量存入电池的同时，为了消耗剩余的再生能量，还控制发电用电动机。可是，在发电用电动机中使用交流发电机的那种混合动力车辆时，却不可能如日本国特开平 11—332007 号公报及日本国特开 2003—134602 号公报所述的那样，用发电机消耗剩余的再生能量。另外，在没有搭载电池的电动四轮驱动车中，其本身也不能进行再生动作。

发明内容

本发明的目的在于，提供在无电池系统的电动四轮驱动车及采用在发电用电动机中使用交流发电机的结构的混合动力车辆中也能够应用的、能够消耗剩余的再生能量的电动机控制系统及具有它的电动四轮驱动车及混合动力车辆。

(1) 为了达到上述目的，本发明是在具有输出直流电力的车载电源、接受该车载电源输出的所述直流电力后将其变换成交流电力的逆变器以及被该逆变器输出的交流电力驱动、产生被驱动体的驱动用的电动力的交流电动机的车辆用电动驱动装置中具备的，包含按照对所述交流电动机要求的转矩控制所述逆变器后、控制所述交流电动机的驱动的控制单元在内的电动驱动装置用控制装置；所述控制单元，在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时，控制所述交流电动机的电流，从而使所述交流电动机的损失，超过所述交流电动机的负的输出。

采用这种结构后，在无电池系统的电动四轮驱动车中，也能够消耗剩余的再生能量。

(2) 在上述(1)中，所述控制单元，最好在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时，控制所述交流电动机的电流，从而增加所述交流电动机的无功电流。

(3) 在上述(2)中，所述交流电动机的无功电流，最好作为所述交流电动机的损失，根据所述车载电源向所述逆变器输出的剩余电力决定。

(4) 另外，为了达到上述目的，本发明是在具有被驱动多个车轮中的至少一个的内燃机驱动而输出直流电力的发电机、直接接受该发电机输出的所述直流电力后将其变换成交流电力的逆变器以及被该逆变器输出的交

流电力驱动从而驱动多个车轮中的剩余的至少一个的交流电动机的多轮驱动车用电动驱动装置中具备的, 包含按照来自车辆的对所述交流电动机要求的转矩控制所述逆变器后、控制所述交流电动机的驱动的控制单元在内的电动驱动装置用控制装置; 所述控制单元, 在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时, 控制所述交流电动机的电流, 从而使所述交流电动机的损失, 超过所述交流电动机的负的输出。

采用这种结构后, 在无电池系统的电动四轮驱动车中, 也能够消耗剩余的再生能量。

(5) 在上述(4)中, 所述控制单元, 最好在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时, 控制所述交流电动机的电流, 从而增加所述交流电动机的无功电流。

(6) 在上述(5)中, 所述交流电动机的无功电流, 最好作为所述交流电动机的损失, 根据所述发电机向所述逆变器输出的剩余电力决定。

(7) 进而, 为了达到上述目的, 本发明是在具有可以充放直流电力的蓄电器、接受该蓄电器放出的所述直流电力后将其变换成交流电力的逆变器以及被该逆变器输出的交流电力驱动、产生车辆驱动用的电动力的交流电动机的电动车辆用电动驱动装置中具备的, 包含按照来自车辆的对所述交流电动机要求的转矩控制所述逆变器后、控制所述交流电动机的驱动的控制单元在内的电动驱动装置用控制装置; 所述控制单元, 在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时, 控制所述交流电动机的电流, 从而使所述交流电动机的损失, 超过所述交流电动机的负的输出。

采用这种结构后, 在无电池系统的电动四轮驱动车中, 也能够消耗剩余的再生能量。

(8) 在上述(7)中, 所述控制单元, 最好在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时, 控制所述交流电动机的电流, 从而增加所述交流电动机的无功电流。

(9) 在上述(8)中, 所述交流电动机的无功电流, 最好作为所述交流电动机的损失, 根据所述蓄电器向所述逆变器输出的剩余电力决定。

(10) 为了达到上述目的, 本发明是在利用电动力驱动车辆的被驱动体的车辆的电动驱动装置中, 具有输出直流电力的车载电源、接受该车载

电源输出的所述直流电力后将其转换成交流电力的逆变器、被该逆变器输出的交流电力驱动、产生所述电力的交流电动机以及包含按照对所述交流电动机要求的转矩控制所述逆变器后控制所述交流电动机的驱动的控制单元在内的控制装置；所述控制单元，在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时，控制所述交流电动机的电流，从而使所述交流电动机的损失，超过所述交流电动机的负的输出，作为所述交流电动机的损失，由所述车载电源供给所述逆变器剩余电力。

采用这种结构后，在无电池系统的电动四轮驱动车中，也能够消耗剩余的再生能量。

(11) 在上述(10)中，所述控制单元，最好在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时，控制所述交流电动机的电流，从而增加所述交流电动机的无功电流。

(12) 在上述(11)中，所述交流电动机的无功电流，最好根据所述剩余电力决定。

(13) 进而，为了达到上述目的，本发明是在用内燃机驱动多个车轮中的至少一个、用电动力驱动多个车轮中的剩余的至少一个的多轮驱动车辆的电动驱动装置中，具有被内燃机驱动而输出直流电力的发电机，直接接受该发电机输出的所述直流电力后将其转换成交流电力的逆变器，被该逆变器输出的交流电力驱动从而驱动多个车轮中的剩余的至少一个的交流电动机，和包含按照来自车辆的对所述交流电动机要求的转矩、控制所述逆变器后、控制所述交流电动机的驱动的控制单元在内的控制装置；所述控制单元，在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时，控制所述交流电动机的电流，从而使所述交流电动机的损失，超过所述交流电动机的负的输出；作为所述交流电动机的损失，由所述发电机供给所述逆变器剩余电力。

采用这种结构后，在无电池系统的电动四轮驱动车中，也能够消耗剩余的再生能量。

(14) 在上述(13)中，所述控制单元，最好在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时，控制所述交流电动机的电流，从而增加所述交流电动机的无功电流。

(15) 在上述(14)中, 所述交流电动机的无功电流, 最好根据所述剩余电力决定。

(16) 另外, 为了达到上述目的, 本发明是在用电动力驱动车辆的电动驱动装置中, 具有可以充放直流电力的蓄电器, 接受该蓄电器放出的所述直流电力后将其变换成交流电力的逆变器, 被该逆变器输出的交流电力驱动、产生所述电力的交流电动机, 和包含按照来自车辆的对所述交流电动机要求的转矩、控制所述逆变器后、控制所述交流电动机的驱动的控制单元在内的控制装置; 所述控制单元, 在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时, 控制所述交流电动机的电流, 从而使所述交流电动机的损失, 超过所述交流电动机的负的输出; 作为所述交流电动机的损失, 由所述蓄电器供给所述逆变器剩余电力。

采用这种结构后, 在无电池系统的电动四轮驱动车中, 也能够消耗剩余的再生能量。

(17) 在上述(16)中, 所述控制单元, 最好在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时, 控制所述交流电动机的电流, 从而增加所述交流电动机的无功电流。

(18) 在上述(17)中, 18、所述交流电动机的无功电流, 最好根据所述剩余电力决定。

(19) 进而, 为了达到上述目的, 本发明是在多轮驱动车辆中, 具有驱动多个车轮中的至少一个的内燃机, 被该内燃机驱动、输出直流电力的发电机, 直接接受该发电机输出的所述直流电力后将其变换成交流电力的逆变器, 被该逆变器输出的交流电力驱动、从而驱动多个车轮中的剩余的至少一个的交流电动机, 和包含按照来自车辆的对所述交流电动机要求的转矩控制所述逆变器后、控制所述交流电动机的驱动的控制单元在内的控制装置; 所述控制单元, 在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时, 控制所述交流电动机的电流, 从而使所述交流电动机的损失, 超过所述交流电动机的负的输出; 作为所述交流电动机的损失, 由所述发电机供给所述逆变器剩余电力。

(20) 为了达到上述目的, 本发明是在混合动力车辆中, 具有产生驱动车辆的驱动力的内燃机, 产生驱动车辆的驱动力的发电机, 构成该发电

机的电源的蓄电器，接受该蓄电器放出的所述直流电力后将其变换成交流电力、供给所述交流电动机、驱动所述交流电动机的逆变器，和包含按照来自车辆的对所述交流电动机要求的转矩、控制所述逆变器后、控制所述交流电动机的驱动的控制单元在内的控制装置；所述控制单元，在所述交流电动机的输出为负、产生剩余的电能时，控制所述交流电动机的电流，从而使所述交流电动机的损失，超过所述交流电动机的负的输出；作为所述交流电动机的损失，由所述蓄电器供给所述逆变器剩余电力。

采用这种结构后，在混合动力车辆中，也能够消耗剩余的再生能量。

采用本发明后，在无电池系统的电动四轮驱动车及在发电用电动机中使用交流发电机的结构的混合动力车辆中，也能够消耗剩余的再生能量。

附图说明

图 1 是表示在使用交流电动机的电动四轮驱动车中应用采用本发明的一种实施方式的电动机控制装置时的整体结构的系统方框图。

图 2 是表示采用本发明的一种实施方式的电动机控制装置——电动机控制器的构成的方框图。

图 3 是表示采用本发明的一种实施方式的电动机控制装置中的电动机控制部的构成的方框图。

图 4 是表示采用本发明的一种实施方式的电动机控制装置中的电动机控制部的动作的流程图。

图 5 是表示采用本发明的一种实施方式的电动机控制装置中的反转用 N-T 特性的说明图。

图 6 是表示采用本发明的一种实施方式的电动机控制装置中的电容器电压指令值 V_{dc}^* 运算部的动作的流程图。

图 7 是表发电机的特性的说明图。

图 8 是表示采用本发明的一种实施方式的电动机控制装置中的发电控制部 17 的构成的方框图。

图 9 是表示采用本发明的一种实施方式的电动机控制装置中的发电控制部的动作的流程图。

图 10 是表示使用了采用本实施方式的电动机控制装置的电动四轮驱动

车 1 的控制动作的时序图。

图 11 是表示在使用交流电动机和交流发电机的简易的混合车中应用采用本发明的一种实施方式的电动机控制装置时的整体结构的系统方框图。

图 12 是表示在使用交流电动机和交流发电机的混合动力车辆中应用采用本发明的一种实施方式的电动机控制装置时的整体结构的系统方框图。

具体实施方式

下面，使用图 1～图 10，讲述采用本发明的一种实施方式的电动机控制装置及具有它的电动四轮驱动车的结构及动作。

首先，使用图 1，讲述在使用交流电动机的电动四轮驱动车中应用采用本实施方式的电动机控制装置时的结构及动作。

图 1 是表示在使用交流电动机的电动四轮驱动车中应用采用本发明的一种实施方式的电动机控制装置时的系统方框图。

电动四轮驱动车 1，具有发动机 3 和交流电动机 6。发动机 3 的驱动力，通过变速器（传动装置）30 和车轴 13A，传递给前轮 2，驱动前轮 2。发动机 3 的输出，受被来自发动机控制组件（ECU）15 的指令驱动的电子控制节流阀 11 的控制。在电子控制节流阀 11 中，设置着节流阀开度传感器 12。检出电子控制节流阀 11 的节流阀开度。检出的节流阀开度，输入 ECU15。另外，ECU15 还控制变速器 30。

交流电动机 6 的驱动力，通过离合器 9、差动齿轮 7 及车轴 13B，传递给后轮 5，驱动后轮 5。差动齿轮 7 和离合器 9 耦合后，交流电动机 6 的旋转力，就被差动齿轮 7 左右分配，传递给车轴 13B，驱动后轮。离合器 9 开放后，交流电动机 6 与后轮 5 机械性分离，后轮 5 不能将驱动力传递给路面。

此外，在图 1 的示例中，示出通过离合器 9 等开闭机构，与交流电动机 6 进行连接的结构例子。但也可以采用直接连接的结构。在这里，作为电动四轮驱动车，要求交流电动机 6 具有从低速到高速的动作点（旋转驱动）宽广的性能。例如：在从深雪及泥泞中驶出时，能够只用后轮的转矩起步至关重要，需要在低速区域输出大转矩。进而，在直到中速行驶区域为止继续进行 4 轮驱动行驶时，作为电动机，非常需要高速旋转。因此，

作为普通混合车的驱动用而使用的永久磁铁同步电动机以及励磁绕组型的同步电动机，是有效的。励磁绕组型的同步电动机，在高速旋转区域中，通过抑制励磁电流，能够减小磁通，抑制感应电压后，能够驱动到高旋转为止。

另外，在交流电动机 6 中，设置着逆变器 8，从而能够任意控制所需的动力，将发电机 4 输出的直流电力，变换成交流电力，供给交流电动机 6。在这里，逆变器 8 的输入部分，是在功率元件进行开关动作时具有非常大的脉动的电力，所以在逆变器 8 中，设置着将其平滑的电容器 31。此外，电容器 31 内置于逆变器 8。

专用的发电机 4，与发动机 3 连接。用发电机 4 发出的交流电力，被二极管电桥 10 变换成直流电力。将该直流电力作为电源，通过逆变器 8 获得交流电力，使交流电动机 6 产生动力。这时，为了使交流电动机 6 产生所需的转矩而必须的电压，可以通过控制发电机 4 获得。因此，交流电动机 6 就被发电机 4 的输出驱动。在这里，在本实施例中使用的发电机 4，是交流发电机，控制流入励磁绕组的励磁电流后，可以控制其发电。通常将这种发电机 4 和二极管电桥 10 一起称作“交流发电机”。

四轮驱动控制器 32，用 ECU15 和 CAN 等通信单元连接，是根据车辆信息，计算后轮用的交流电动机 6 的转矩指令等对四轮驱动系统进行控制的控制器。电动机控制器 14，根据从四轮驱动控制器 32 获得的发动机转速及转矩指令、电容器 31 的电压及交流电动机 6 的转速及磁极位置，控制发电机 4、逆变器 8 和交流电动机 6。

下面，使用图 2，讲述采用本实施方式的电动机控制装置——电动机控制器 14 的构成及动作。

图 2 是表示采用本发明的一种实施方式的电动机控制装置——电动机控制器 14 的构成的方框图。

如图 2 所示，电动机控制器 ECU14，由控制交流电动机 6 及逆变器 8 的电动机控制部 16，和控制发电机 4 的发电机控制部 17 构成。电动机控制部 16，是按照从上位的四轮驱动控制器 32 接收的转矩指令控制交流电动机 6 的部分。电动机控制部 16，具备反转判定部 18、电流指令运算部 50 和电容器电压指令运算部 51。发电机控制部 17，是对发电机 4 的发电进行控制，

以便发出应该输入逆变器 8・交流电动机 6 的电力的部分。发电机控制部 17, 是反馈控制发电机 4 的励磁绕组的励磁电压指令 $C1 (V_{gf}^*)$, 从而使电容器 31 的两端的电容器电压 V_{dc} 与电动机控制部 16 输出的电容器电压指令值 V_{dc}^* 一致的电容器电压控制部, 另外还是电压反馈控制部。此外, 关于电动机控制部 16 和发电机控制部 17 的结构和动作, 将使用图 3~图 9 详述。

在图 2 所示的结构电动四轮驱动车中, 由于没有吸收电力的电池, 所以需要进行协调控制, 以便使由发动机给予旋转、由发电机输出的发电能量和输入逆变器・电动机的驱动能量相等。发电能量和驱动能量失衡时, 例如发电能量比驱动能量大时, 剩余的电力就流入电容器 31, 致使 DC 总线的电压上升。DC 总线的电压超过容许值时, 电容器 31 及逆变器 8 的功率元件就有受损的危险。另外, 发电能量比驱动能量小时, 由于电容器 31 的储存的微小的电力被逆变器・电动机使用, 所以电压下降, 不能输出所需的转矩。因此, 在没有电池的系统中, 精确控制发电能量和驱动能量的平衡, 十分重要。另外, 不仅电动四轮驱动车, 在有电池的混合动力汽车中, 在电池的充电状态接近满充电时, 也要进行控制以便不产生再生。

下面, 讲述电动四轮驱动车 1 中, 车辆向与驱动方向相反的方向前进等反转状态时的控制处理。

接着, 使用图 3, 讲述采用本发明的一种实施方式的电动机控制装置中的电动机控制部 16 的结构及动作。

图 3 是表示采用本发明的一种实施方式的电动机控制装置中的电动机控制部的结构的方框图。

如图 2 所示, 电动机控制部 16 由反转判定部 18、计算旨在控制 AC 电动机 6 及逆变器 8 等的指令值的电流指令运算部 50 和计算旨在控制电容器电压的指令值的电容器电压指令运算部 51 构成。

反转判定部 18, 根据电动机转速 ω_m 和转矩指令 Tr^* , 判定车辆的状态。在对转矩指令 Tr^* 为正而言电动机旋转速度 ω_m 为负、或对转矩指令 Tr^* 为负而言电动机旋转速度 ω_m 为正时, 电动机与运行方向反向运转, 判定处于反转状态。

电流指令运算部 50, 具备电流指令运算部 19、电压指令运算部 20、3

相电压指令运算部 21 和 PWM/矩形波信号处理部 22。电流指令运算部 19, 根据转矩指令 Tr^* 和电动机旋转速度 ω_m , 计算对于同步电动机而言的 d 轴电流指令 Id^* 、q 轴电流指令 Iq^* 、励磁电流指令 Imf^* 。例如, 在正常时和反转时分别在内部保持与转矩指令 Tr^* 和电动机旋转速度 ω_m 的各动作点对应的 d 轴电流 Id 的表格和 q 轴电流 Iq 的表格, 按照各动作点, 决定 Id^* 、 Iq^* 指令值。正常时和反转时的切换, 按照来自反转判定部 18 的判定结果进行。

在这里, 使用图 4, 讲述采用本实施方式的电动机控制装置中的电动机控制部 16 的控制动作。

图 4 是表示采用本发明的一种实施方式的电动机控制装置中的电动机控制部的动作的流程图。

首先, 在步骤 s101 中, 电动机控制部 16 输入电动机转速 ω_m 。另外, 在步骤 s102 中, 电动机控制部 16 输入转矩指令 Tr^* 。

接着, 在步骤 s103 中, 反转判定部 18 根据电动机转速 ω_m 和转矩指令 Tr^* , 判定车辆的状态。在这里, 在转矩指令 Tr^* 和电动机旋转速度 ω_m 是不同的符号时, 反转判定部 18 判定是反转状态。

在步骤 s103 中, 没有判定是反转状态时, 进入步骤 s104, 电流指令运算部 19 计算开始通常的电动机及交流发电机的控制的电流指令值(Id^* 、 Iq^* 、 Imf^*), 进入电压指令运算部 20。

另一方面, 在步骤 s103 中, 判定是反转状态时, 进入步骤 s105。反转时, 由于电动机的输出为负, 所以出现电动机进行的发电, 被再生。因此, 在判定反转时, 需要进行防止再生动作的那种与平常时不同的控制。首先, 在步骤 s105 中, 电流指令运算部 19 判定是否在反转用 N-T 特性的范围内。

在这里, 使用图 5, 讲述采用本实施方式的电动机控制装置中的反转用 N-T 特性。

图 5 是表示采用本发明的一种实施方式的电动机控制装置中的反转用 N-T 特性的说明图。

图 5 示出了对电动机频率 (Hz) 而言的转矩 (Nm) 的特性的一个例子。斜线部分相当于反转的动作范围。在图 5 的那种电动机特性中, 动作点即转矩指令 Tr^* 和电动机旋转速度 ω_m (电动机频率) 在反转范围外时, 进入步骤 s106, 四轮驱动控制器 32 停止四轮驱动。

在步骤 s105 中, 判定动作点在反转的动作范围内时, 进入步骤 s107, 考虑发动机转速 (交流发电机转速 ω_g), 决定发电机 4 的输出 (损失剩余部分)。具体地说, 在决定从发动机获取多少的功率为宜之际, 决定发电机 4 的输出, 以便在具有特性因转速而异的发电机 (交流发电机 4) 的效率最佳的动作点中, 满足如下要求。在反转时, 用下述方法决定发电机 4 的输出, 以便使电动机损失大于电动机输出。在这里, 如果设电动机的电流实行值为 I 、绕组电阻为 R , 那么电动机损失就可以用 $((I^2) \times R \times 3)$ 表示。另外, 如果设电动机速度为 ω_m 、电动机转矩为 T_m , 那么电动机输出就可以用 $(\omega_m \times T_m)$ 表示。在这里, 如果使用 d 轴电流 I_d 和 q 轴电流 I_q , 电动机电流实行值 I , 就可以用下列公式 (1) 表示。

$$I = (\sqrt{(I_d^2 + I_q^2)}) / \sqrt{3} \quad \cdots (1)$$

在这里, 讲述反转时的能量状态。电动机输出超过电动机损失时, 其相差的电, 就成为再生能。这相当于通常的混合系统中使用的再生方式。如本实施例这样, 在无电池系统中, 只能吸收一点点的电容器的容量的电能。因此, 没有电力的输出、电能成为 0 的状态, 即电动机损失和电动机输出的大小相等, 就是最佳状态。可是, 在发动机旋转等干扰的影响下, 难以将电动机损失和电动机输出的大小控制得完全一致。因此, 在本实施例中, 根据转矩指令决定 q 轴电流指令值 I_q^* 之际, 决定发电机 4 的输出 (剩余损失部分), 决定与之相伴的 d 轴电流指令值 I_d^* , 以便使电动机损失 $((I^2) \times R \times 3)$ 大于电动机输出 $(|\omega_m \times T_m|)$ 。在这里, 对于各发动机转速中的反转的动作点, 预先编制 I_d 、 I_q 表格, 计算 d 轴电流指令 I_d^* 、q 轴电流指令 I_q^* 、励磁电流指令 I_{mf}^* 。励磁电流指令 I_{mf}^* , 在考虑车辆的行驶性能和电动机效率后决定。这时, 发电机 4 的输出 P_g , 用下列公式 (2) 表示, 满足 $P_g > 0$ 地决定。满足该条件后, 决定 I_d^* 、 I_q^* 、 I_{mf}^* , 以便从发电机获得的功率例如成为 250[W]。

$$P_g = ((I^2) \times R \times 3) - |\omega_m \times T_m| \quad \cdots (2)$$

该结果使相当于发电机 4 的输出 P_g 的剩余的电能, 作为交流电动机 6 的发热而消耗。因此, 上述的 I_d 、 I_q 表格, 作为将该剩余的电能作为无功部分的电流流过的 I_d 、 I_q 后设定。具体地说, 所谓“无功部分的电流”, 是朝 AC 电动机 6 的磁通方向流过的电流。决定剩余能后, 进入步骤 s108,

对于决定的电流指令值，为了开始电动机控制及发电控制，而向电压指令运算部 20 前进。

在图 3 中，电压指令运算部 20 根据电流指令运算部 19 计算出的 d 轴电流指令 I_d^* 、q 轴电流指令 I_q^* ，计算 d 轴电压指令 V_d^* 、q 轴电压指令 V_q^* 。3 相电压指令运算部 21，对电压指令运算部 20 计算出的 d 轴电压指令 V_d^* 、q 轴电压指令 V_q^* ，使用交流电动机 6 具备的磁极位置传感器检出的磁极位置 θ ，计算对交流电动机 6 而言的交流电压指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* 。PWM/矩形波信号处理部 22 根据 3 相电压指令运算部 21 计算出的交流电压指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* ，生成逆变器内部的开关的驱动信号，向逆变器 8 输出，以便对逆变器 8 进行 PWM 控制或矩形波控制。

接着，电容器电压指令运算部 51 是计算电容器 31 的电压指令值的部分，由 DC 电压 V_{dc1} 运算部 23 和电容器电压指令值 V_{dc}^* 运算部 24 构成。

DC 电压 V_{dc1} 运算部 23，根据电压指令运算部 20 计算出的 d 轴电压指令 V_d^* 、q 轴电压指令 V_q^* ，通过下述步骤，计算发电机 4 的输出电压、即电容器的两端电压 V_{dc1} 。首先，根据下述的公式 (3)，求出交流电动机 6 的相电压 V 。

$$V = (\sqrt{V_d^{*2} + V_q^{*2}}) / \sqrt{3} \quad \dots (3)$$

进而，DC 电压 V_{dc1} 运算部 23 在 PWM 控制时，利用下列公式 (4)，根据交流电动机 6 的相电压 V ，求出 DC 电压指令值 V_{dc1} 。

$$V_{dc1} = (2\sqrt{2}) \cdot V \quad \dots (4)$$

在矩形波控制时，则利用下列公式 (5) 求出。

$$V_{dc1} = ((2\sqrt{2}) \cdot V) / 1.27 \quad \dots (5)$$

接着，使用图 6，讲述采用本实施方式的电动机控制装置中的电容器电压指令值 V_{dc}^* 运算部 24 的动作。

图 6 是表示采用本发明的一种实施方式的电动机控制装置中的电容器电压指令值 V_{dc}^* 运算部 24 的动作的流程图。

首先，在步骤 s120 中，电容器电压指令值 V_{dc}^* 运算部 24 抽出发动机 3 的转速 ω_g 中的发电机 4 的输出电压成为 V_{dc1} 的动作点。在发动机 3 和发电机 4 之间，具备减速机构，如果设减速比例如为 2.5，那么发动机转速 ω

$n=600\text{rpm}$, 就相当于发电机转速 $\omega_g' = 1500\text{rpm}$ 。

在这里, 使用图 7, 讲述发电机 4 的特性 (在转速 ω_g' 时的特性)。

图 7 是发电机的特性的说明图。

例如: 根据图 7 所示的发电机 4 的特性 (在转速 ω_g' 时的特性), 在发电机转速为 ω_g (发电机转速为 ω_g') 时, 抽出发电机 4 的输出电压成为 V_{dc1} 的动作点、即发电机 4 的输出电流 I_{dc1} 。

接着, 在图 6 的步骤 s121 中, 电容器电压指令值 V_{dc}^* 运算部 24 判定在抽出的动作点、即用发电机 4 的输出电压为 V_{dc1} 、输出电流为 I_{dc1} 驱动交流电动机 6 时, 是否满足电动机转矩要求的功率 P_m ($=$ 电动机转速 $\omega_m \times$ 转矩指令 T_r^*)。

发电机 4 的动作点满足要求功率时, 进入步骤 s122, 电容器电压指令值 V_{dc}^* 运算部 24 重新计算对于 DC 电压指令值 V_{dc1} 而言, 能够使交流电动机 6 和发电机 4 效率最佳地动作的电压指令值 V_{dc2} 。接着, 在步骤 s123 中, 电容器电压指令值 V_{dc}^* 运算部 24 将该电压指令值 V_{dc2} , 作为电压指令值 V_{dc}^* , 向图 2 的发电机控制部 17 输出。

另外, 在步骤 s121 中, 发电机 4 的动作点不能满足要求功率时, 在步骤 s124 中, 电容器电压指令值 V_{dc}^* 运算部 24 在能够获取必要的功率的范围内, 重新计算电压指令值 V_{dc3} 和转矩指令值 T_r^* 。接着, 在步骤 s125 中, 电容器电压指令值 V_{dc}^* 运算部 24 将该电压指令值 V_{dc3} , 作为电压指令值 V_{dc}^* , 向图 2 的发电机控制部 17 输出。

接着, 使用图 8 及图 9, 讲述采用本实施方式的电动机控制装置中的发电机 4 的发电控制方法。在这里, 作为一个例子, 讲述对 DC 总线电压进行反馈控制的控制方式。

图 8 是表示采用本发明的一种实施方式的电动机控制装置中的发电控制部 17 的结构方框图。图 9 是表示采用本发明的一种实施方式的电动机控制装置中的发电控制部的动作的流程图。

如图 8 所示, 发电控制部 17 具备差值运算单元 27、电压反馈控制部 25 和 Duty (C1) 运算部 26。

在图 9 的步骤 s111 中, 差值运算单元 27 根据电动机控制部 16 输出的电容器电压指令值 V_{dc}^* 和电容器的两端电压——电容器电压 V_{dc} , 求出偏差

ΔV_{dc} 。

接着，步骤 s112 中，电压反馈控制部 25 对在步骤 s111 中求出的偏差 ΔV_{dc} 进行比例积分 (PI)，输出励磁电压指令 V_{gf}^* 。此外，虽然将控制作为 PI 控制，但并不局限于此。另外，只利用反馈控制系统在应答上有问题时，还可以进行前馈补偿。

接着，步骤 s113 中，Duty (C1) 运算部 26 根据电压反馈控制部 25 输出的励磁电压指令 V_{gf}^* ，将占空比 C1 (V_{gf}^*) 作为 V_{gf}^*/V_{dc} 求出。Duty (C1) 运算部 26 求出的占空比 C1 (V_{gf}^*) 信号，被供给发电机 4 的励磁绕组，进行反馈控制，以便使电容器 31 的两端电压——电容器电压 V_{dc} 与电容器电压指令值 V_{dc}^* 一致。

这样，如果对于电压指令 V_{dc}^* 而言，能够稳定地控制电容器电压 V_{dc} ，就能在发电机 4 和电动机・逆变器之间进行功率的协调控制。在这里，按照交流电动机 6 的动作点（电动机转速、电动机功率）决定电压指令 V_{dc}^* 。

下面，使用图 10，讲述使用采用本实施方式的电动机控制装置的电动四轮驱动车 1 的控制动作。在这里，讲述反转时的控制动作。

图 10 是表示使用了采用本实施方式的电动机控制装置的电动四轮驱动车 1 的控制动作的时序图。图 10 (A) 表示电动机转矩 T_m ，图 10 (B) 表示电动机旋转速度 ω_m ，图 10 (C) 表示电容器电压 V_{dc} ，各图的横轴都是时间 (sec)。

如图 10 (A)、(B) 所示，反转时，对于电动机转矩为正而言，电动机旋转速度为负。如上所述，在使电动机损失 ($(I^2) \times R \times 3$) 大于电动机输出 ($|\omega_m \times T_m|$) 地决定发电机 4 的输出之际，由于反转时必要的剩余能量，被作为损失消耗，所以原本应该作为最低的必要值决定，以便尽量减少损失。可是，在反转中发电机 4 的输出，只能输出必要的最低电力的情况下，在反转结束后成为通常的动作时，就没有足够的电力用来输出转矩。因此，采取在反转时，预先输出比必要的最低限度的电力多一些的电力措施。这样，从反转恢复，返回通常的牵引时，也能输出必要的转矩。这样求出的电力 P_g ，输入交流电动机 6 成为损失电力，就能够如图 10 (C) 所示，在反转时以及反转结束时，都能够稳定地控制电容器电压 V_{dc} 。

另外，在图 10 (B) 中，在反转结束之际，电动机的旋转速度由负向正

变化，成为通常的牵引动作。可是，其后，在短暂的期间，由于脉动的缘故，有时如图 10 (B) 所示，电动机的旋转速度瞬时性地由正返回负。因此，在从反转状态恢复到牵引状态之际，检知图 10 (B) 的电动机的旋转速度的脉动 $\omega_a (< 0)$ ，在 $|\omega_a| < \omega_{aX}$ 时，使反转判定部 18 不再将其认作反转。例如：设定 $\omega_{aX}=50[\text{rpm}]$ 。这样，在图 4 的步骤 s103 中，在反转结束时，如上所述，电动机的旋转速度满足 $|\omega_a| < \omega_{aX}$ 时，向步骤 s104 进行。

综上所述，采用本实施方式后，在没有电池的电动四轮驱动车中，在产生剩余的电能时，也能抑制再生，不损坏电容器 31 及逆变器 8 的功率元件地输出所需的转矩。另外，作为交流电动机，使用励磁绕组型的同步电动机时，也能一边控制励磁电流，一边效率良好地进行转矩控制和发电控制。此外，采用本实施方式的控制，不仅在反转时，而且在换档时，以及驶出泥泞之际等发动机旋转及转矩变动导致系统的电能变动之际，也十分有效。

接着，使用图 11，讲述在使用交流电动机和交流发电机的简易的混合车中应用采用本发明的其它实施方式的电动机控制装置时的结构及动作。

图 11 是表示在使用交流电动机和交流发电机的简易的混合车中应用采用本发明的一种实施方式的电动机控制装置时的整体结构的系统方框图。此外，与图 1 相同的符号，表示相同的部分。

图 1 所示的电动四轮驱动车 1，是没有电池的系统，需要控制逆变器 8 内置的电容器 31 储存的微小的电力。与此不同，在本实施方式中，如图 11 所示，搭载电池 200 后，能够将发电机 4 发出的电力存入电池 200。因此，电池 200 能够暂时保存发电机 4 发出的电力，或者储存再生的电力。在上述的车辆的反转状态中，将再生电力存入电池 200。

这时，电动机控制器 14A，监视电池 200 的充电状态，判断电池 200 不能全部回收交流电动机 6 的再生能量时，使其不产生再生地控制。就是说，如前所述，在再生困难时，可以用交流电动机消耗剩余的再生能量。这样，就基本上成为电动机输出=电动机损失，这时在公式 (2) 中 $P_g=0$ 。可是，和图 1 所示的电动四轮驱动车 1 一样，在电池 200 一点也不能储存再生电力时，仍要考虑发动机转速 ω_g ，使电动机损失大于电动机输出地决定电动机 4 的输出（剩余损失部分）。其结果能够将电池 200 不能回收的剩余的电力

能作为交流电动机 6 的发热进行消耗。这样，本实施方式也能在发电用电动机中使用交流发电机的结构的混合动力车辆中应用，在消耗剩余的再生能量之际十分有效。

接着，使用图 12，讲述在发电用电动机中使用电动机交流发电机 4B 的混合动力车辆中应用采用本发明的其它实施方式的电动机控制装置时的结构及动作。

图 12 是表示在发电用电动机中使用电动机交流发电机 4B 的混合动力车辆中应用采用本发明的其它实施方式的电动机控制装置时的整体结构的系统方框图。此外，与图 1 相同的符号，表示相同的部分。

电动机发电机 4B，和交流发电机不同，具备发电功能和驱动功能等两种功能。因此，具备逆变器等电力变换装置 10B。此外，与图 1 相同的符号，表示相同的部分。这种结构的混合车，也同样在上述的车辆的反转状态中，将再生电力存入电池 200。这时，电动机控制器 14A 监视电池 200 的充电状态，在判断电池 200 不能完全回收交流电动机 6 的再生能量时，使其不产生再生地进行控制。就是说，如前所述，在再生困难时，可以用交流电动机消耗剩余的再生能量。这样，就基本上成为电动机输出=电动机损失，这时在公式(2)中， $P_g=0$ 。

此外，在电池 200 充电时，如上所述，在电池 200 不是满充电或接近满充电的状态时，瞬间流入大电流时，有时也能判断为电池 200 是满充电。这时，也能采用本实施方式。例如：在光滑的坡道上起步时，或从深雪及泥泞中驶出之际等，在尽管想朝着进行方向前进却滑得不能前进的状态中，司机踏下油门，其结果发动机转速及转矩指令就变大。这时，作为再生电力，也会产生剩余的能量，再生的电力比电池充电之际的电流大，所以有可能判断成不能向电池 200 充电。因此，在向电池 200 充电时，不使再生电力全部充电，而是一边将一部分作为交流电动机 6 的发热消耗掉，一边进行充电，从而能够有效地控制电池 200 的充放电。

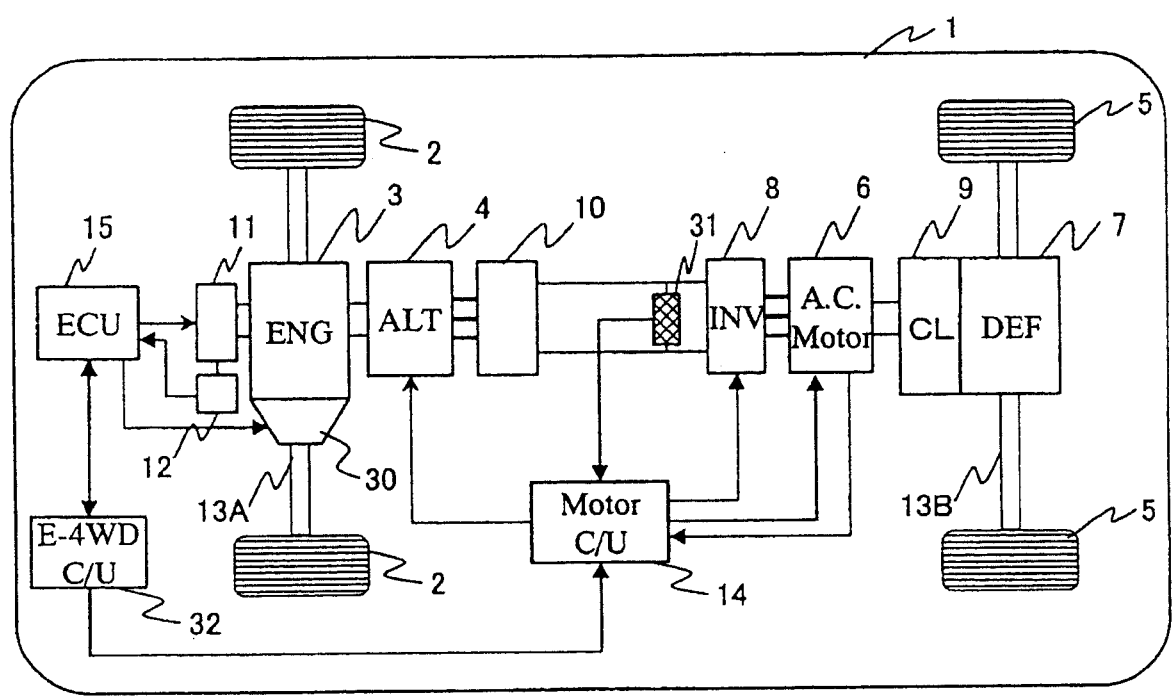


图 1

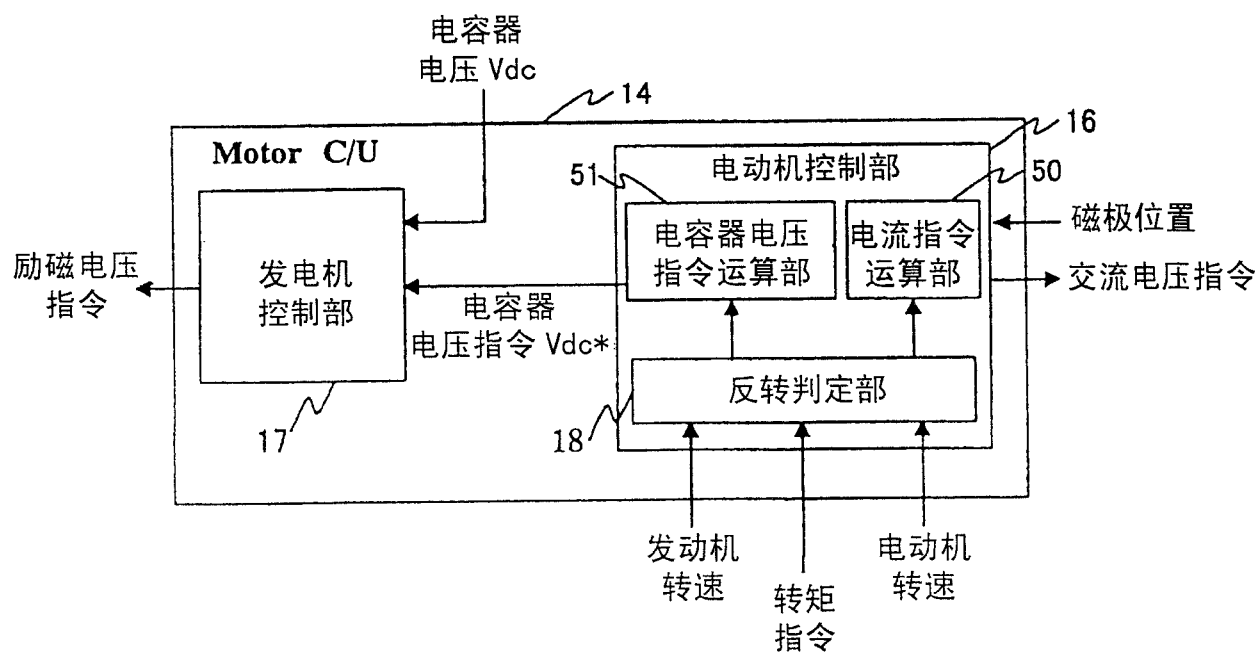


图 2

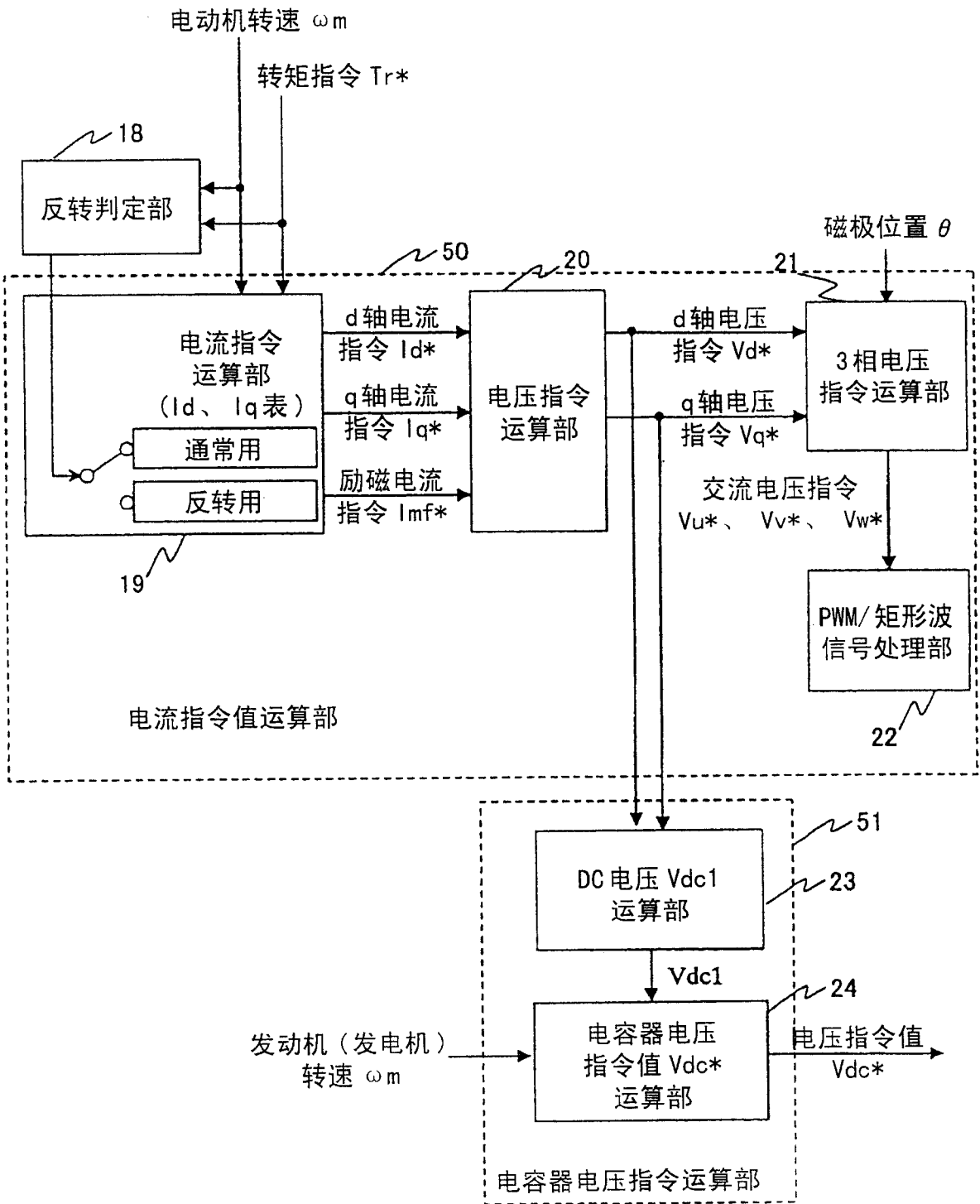


图 3

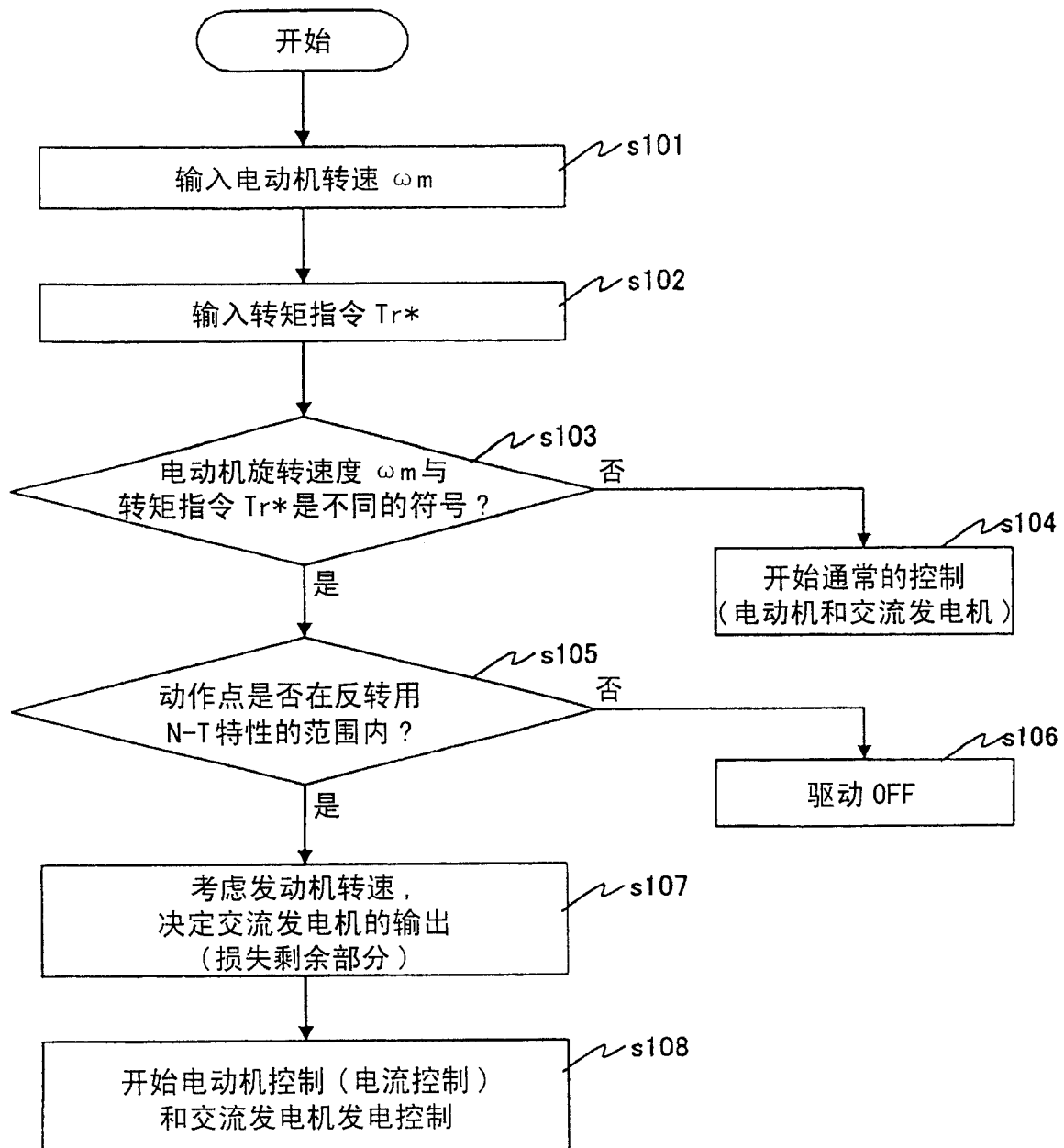


图 4

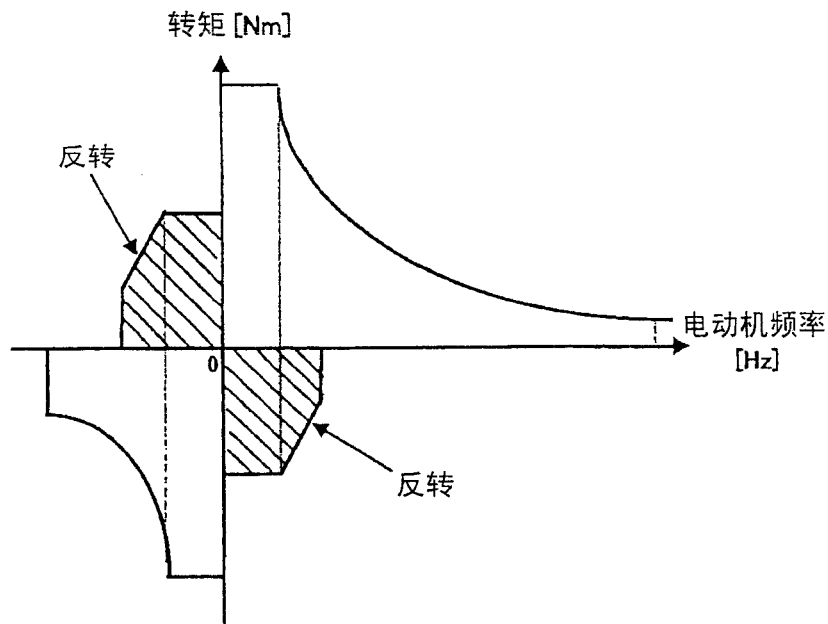


图 5

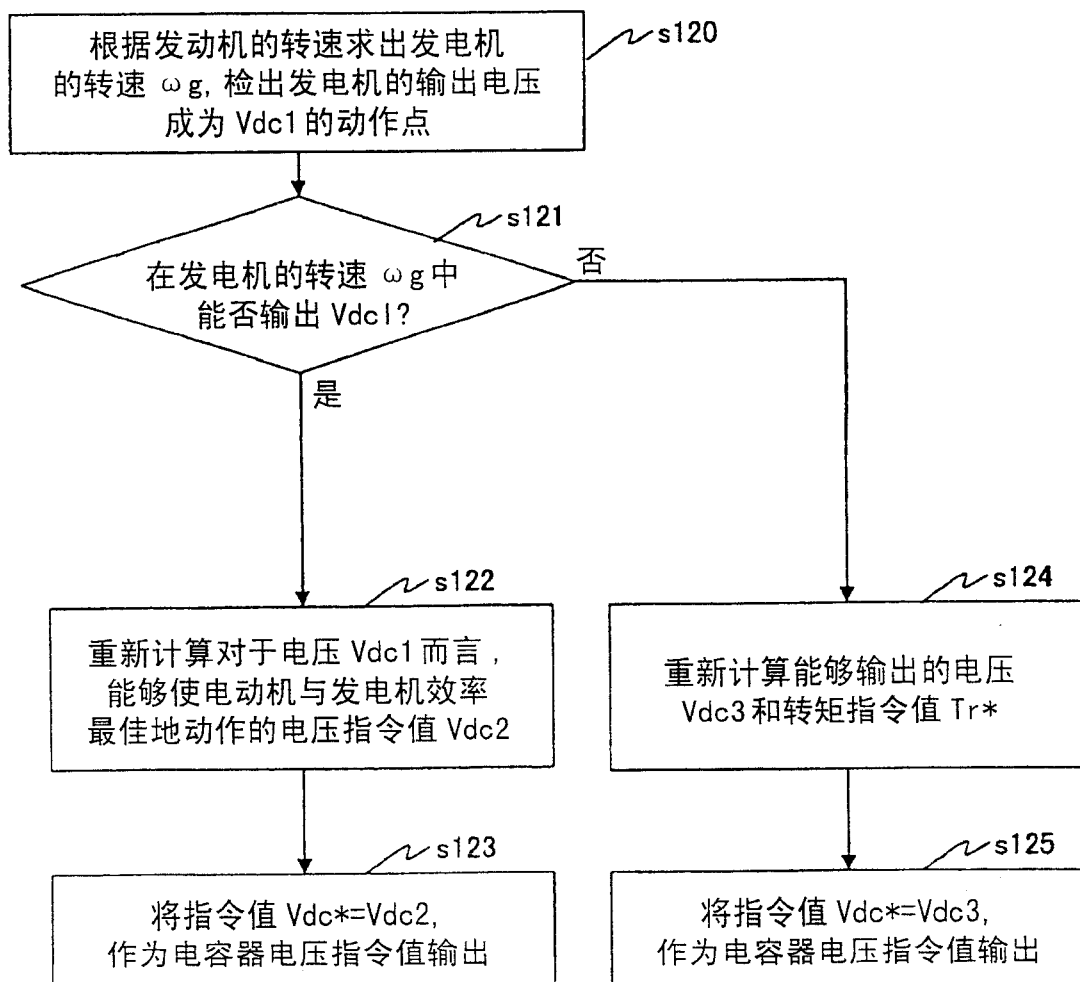


图 6

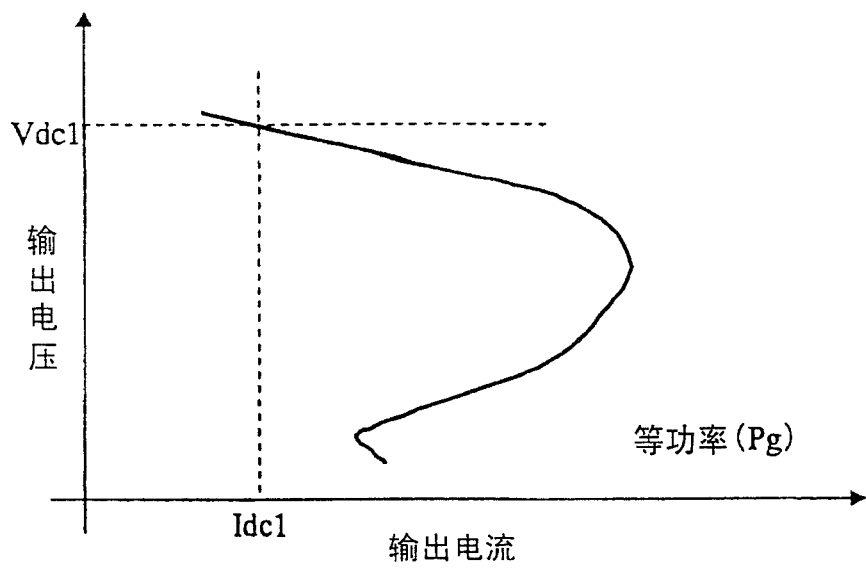


图 7

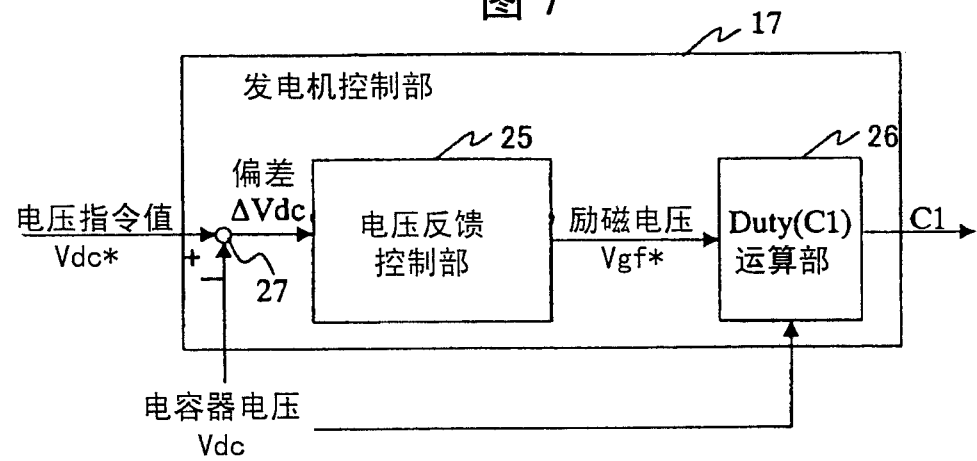


图 8

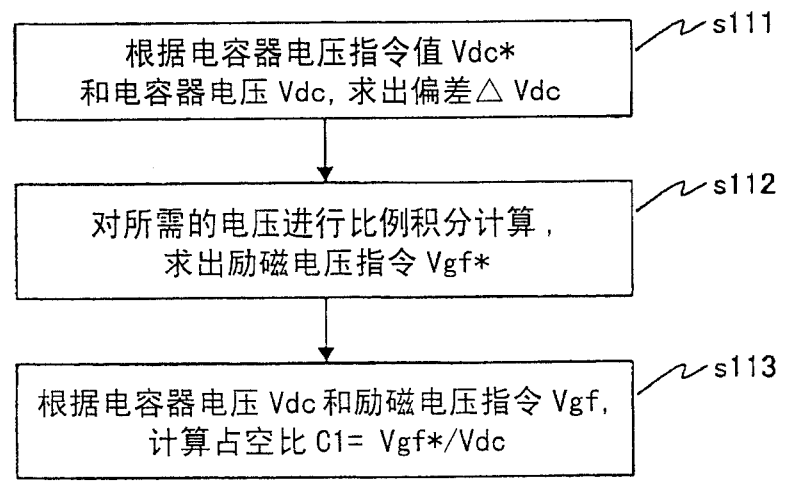


图 9

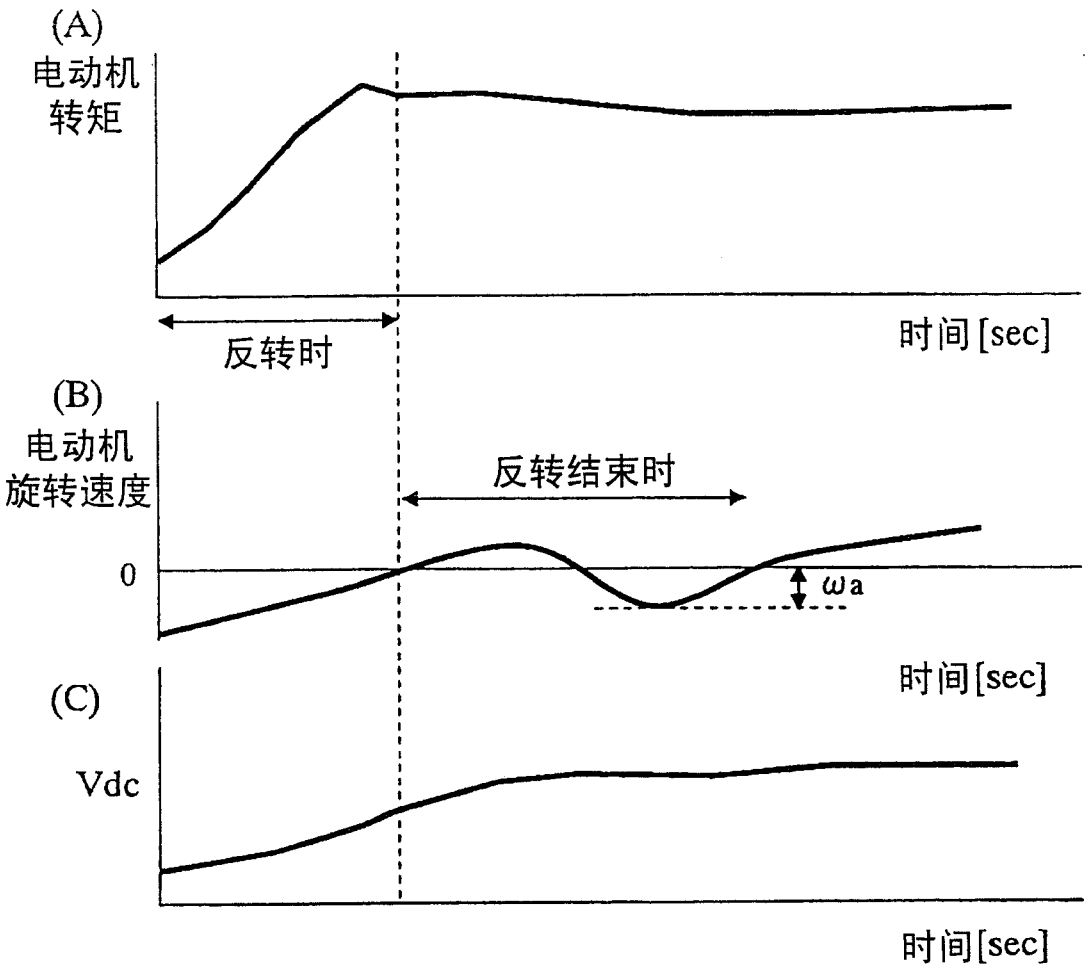


图 10

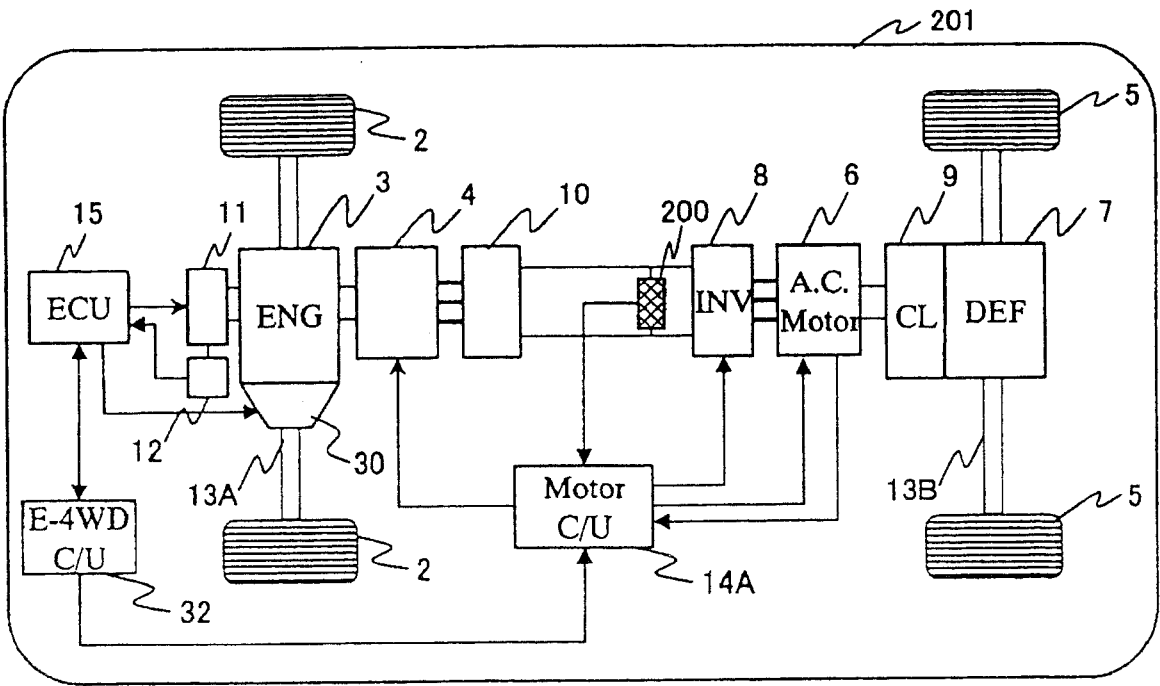


图 11

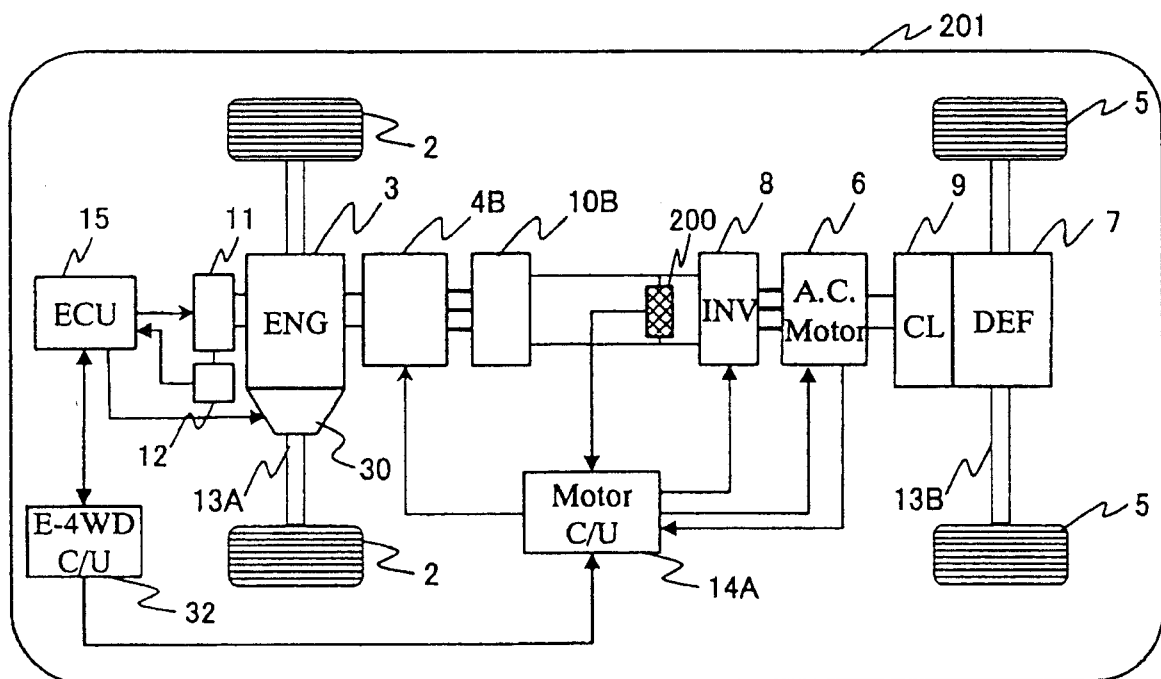


图 12