

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B60L 15/20 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610106891.4

[43] 公开日 2007 年 2 月 14 日

[11] 公开号 CN 1911706A

[22] 申请日 2006.8.8

[21] 申请号 200610106891.4

[30] 优先权

[32] 2005.8.10 [33] JP [31] 2005-231862

[71] 申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

[72] 发明人 关口秀树 浜井九五

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司
代理人 刘建

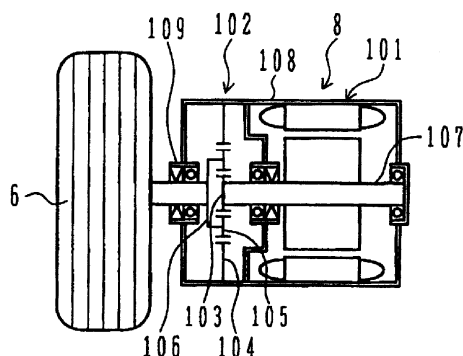
权利要求书 3 页 说明书 25 页 附图 18 页

[54] 发明名称

电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系统

[57] 摘要

本发明提供一种在车辆的驱动时、制动时、转弯时等行驶时轮胎中产生了打滑的情况下，控制电动机的输出，使得路面摩擦系数 μ 总是为最大值，并得到最大轮胎驱动力以及轮胎制动力的电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系统。在控制具有电动机的电动驱动装置(8、9)来对车轮(6、7)进行驱动及制动的电动车辆中使用。ESC-CU(31)检测到车轮的空转之后，通过对上述电动机进行动力运行以及再生控制，根据路面状态改变收敛的打滑率。ESC-CU(31)，根据电动机电流计算出路面摩擦系数 μ ，并对上述电动机进行动力运行以及再生控制，使得所求出的上述路面摩擦系数 μ 位于最大值附近。



1. 一种电动车辆的行驶控制装置，在控制具有电动机的电动驱动装置来对车轮进行驱动以及制动的电动车辆中使用，其特征在于：

5 具有控制机构，其在检测出车轮的空转后，通过对上述电动机进行动力运行以及再生控制，来根据路面状态改变收敛的打滑率。

2. 如权利要求1所述的电动车辆的行驶控制装置，其特征在于：

上述控制机构，根据电动机电流计算路面摩擦系数 μ ，并对上述电动机进行动力运行以及再生控制，使得所求出的上述路面摩擦系数 μ 位于最大
10 值附近。

3. 如权利要求2所述的电动车辆的行驶控制装置，其特征在于：

上述控制机构，在通过上述电动驱动装置的电动机驱动上述电动车辆时若检测到车轮的空转，便对上述电动驱动装置的电动机进行再生制动，

如果检测到在该再生制动中路面摩擦系数 μ 的值从增加往减少反转，
15 便对上述电动驱动装置的电动机进行动力运行控制，

进而，如果检测到在动力运行中路面摩擦系数 μ 的值从增加往减少反转，便再次对上述电动驱动装置的电动机进行再生制动。

4. 如权利要求3所述的电动车辆的行驶控制装置，其特征在于：

上述电动车辆，通过具有电子控制式节流阀的引擎来驱动车轮，同时

20 上述控制机构，如果检测出上述引擎所驱动的车轮的空转，便将上述电子控制式节流阀控制向关闭侧直到抑制住车轮的空转，并缩小上述引擎输出，同时

对上述电动机进行动力运行以及再生控制，使得上述路面摩擦系数 μ 位于最大值附近。

25 5. 如权利要求4所述的电动车辆的行驶控制装置，其特征在于：

上述控制机构，如果将上述电子控制式节流阀控制向关闭侧直到抑制住车轮的空转的结果，是上述电子控制式节流阀几乎完全关闭，便停止上述引擎，通过上述电动驱动装置的电动机进行驱动行驶。

6. 如权利要求3所述的电动车辆的行驶控制装置，其特征在于：

30 上述电动车辆，具有检测出驾驶者的转向舵角的转向舵角传感器，

上述电动驱动装置，独立驱动左右一对车轮，

上述控制机构，若检测到上述左右一对车轮中任一方车轮的空转，便对上述电动驱动装置的电动机进行动力运行以及再生控制，使得上述计算机构所求出的路面摩擦系数 μ 位于最大值附近，

- 5 在通过上述转向舵角传感器信号检测到车辆的直行时，使得驱动上述左右一对车轮中没有空转的一方的车轮的电动机转矩，与另一方的电动机转矩几乎相等。

7. 如权利要求 2 所述的电动车辆的行驶控制装置，其特征在于：

上述控制机构，如果在通过上述电动驱动装置的电动机的再生制动对
10 电动车辆进行制动时检测到车轮的空转，便削弱上述电动驱动装置的电动机再生制动力，

削弱了再生制动力之后，如果检测到上述路面摩擦系数 μ 的值从增加往减少反转，便加强上述电动驱动装置的电动机的再生制动力；

进而，加强了再生制动力之后，如果检测到上述路面摩擦系数 μ 的值
15 从增加往减少反转，便再次削弱电动机再生制动力。

8. 如权利要求 7 所述的电动车辆的行驶控制装置，其特征在于：

上述电动车辆，具有检测出驾驶者的转向舵角的转向舵角传感器，

上述电动驱动装置，独立驱动左右一对车轮，

上述控制机构，若检测到上述左右一对车轮中任一方车轮的空转，便
20 对上述电动驱动装置的电动机进行再生控制，使得上述路面摩擦系数 μ 位于最大值附近，

在通过上述转向舵角传感器信号检测到车辆的直行时，使得制动上述左右一对车轮中没有空转的一方的车轮的电动驱动装置的电动机再生转矩，与另一方的电动机再生转矩几乎相等。

- 25 9. 如权利要求 3 或 7 所述的电动车辆的行驶控制装置，其特征在于：

上述电动车辆，在通过上述转向舵角传感器检测到车辆的转弯行驶时，在左右的电动驱动装置的电动机驱动转矩或再生转矩中产生差别，通过该差别产生车辆转弯力矩并进行转弯，

上述控制机构，在检测出上述左右一对车轮中的任一方的空转后，控
30 制上述电动驱动装置的上述电动机的电动机转矩使得上述路面摩擦系数 μ

位于最大值附近时，改变另一方的没有空转的车轮的电动机转矩，从而得到由转弯舵角所设定的目标转弯力矩。

10. 一种电动车辆的行驶控制系统，在控制具有电动机的电动驱动装置来对车轮进行驱动以及制动的电动车辆中使用，其特征在于，

5 具有：上述电动驱动装置；

对供给上述电动驱动装置的电力进行控制的电动机控制机构；以及，
控制上述电动机控制机构的行驶控制装置，

上述行驶控制装置具有控制机构，其检测到上述车轮的空转后，通过对上述电动机进行动力运行以及再生控制，来根据路面状态改变收敛的打
10 滑率。

电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系统

5

技术领域

本发明涉及一种通过行驶用电动机驱动车辆的车轮的电动汽车以及混合动力车等电动车辆中所使用的电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系统。

10

背景技术

以往，以电动机作为驱动源的混合动力车辆以及电动汽车等电动车辆等中，公知的有例如实开平 5—2501 号公报中所述，根据驱动轮与非驱动轮之间的旋转速度差，控制电动机输出以及再生制动力，消除电动机驱动时以及再生制动时的车轮打滑。

15

【专利文献 1】实开平 5—2501 号公报

但是，实开平 5—2501 号公报中所述的电动机的制动驱动控制中，由于根据驱动轮与非驱动轮之间的旋转速度差，控制电动机输出以及再生制动力，因此产生了以下所述的问题。

20

这里，轮胎的制动驱动力 F ，通过下式 (1) 表示。

$$F = \mu \times W \quad \cdots (1)$$

这里， μ 为路面摩擦系数， W 为轮胎接地荷重。

25

这样，路面摩擦系数 μ 与轮胎打滑率的关系，因路面的状态的不同，取路面摩擦系数的最大值 $\mu_{\max}$ 的打滑率也会改变。为了让加速性能·减速性能总是最大，最好对制动力进行控制，使得路面摩擦系数 μ 为最大值。但是，实开平 5—2501 号公报中所述的电动机的制动控制中，根据驱动轮与非驱动轮之间的旋转速度差进行电动机控制，因此存在的问题是，无法控制为在所有的路面状态下总为最大路面摩擦系数 $\mu_{\max}$ 。

30 发明内容

本发明的目的在于，提供一种车辆的驱动时、制动时、转弯时等行驶时轮胎中产生了打滑的情况下，控制电动机的输出，使得路面摩擦系数 μ 总是为最大值，并得到最大轮胎驱动力以及轮胎制动力的电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系统。

- 5 (1) 为实现上述目的，本发明在控制具有电动机的电动驱动装置来对车轮进行驱动以及制动的电动车辆中使用，其具有控制机构，其在检测出上述车轮的空转后，通过对上述电动机进行动力运行以及再生控制，来根据路面状态改变收敛的打滑率。

10 通过该结构，在车辆的行驶时车轮中产生了打滑的情况下，能够得到最大的轮胎驱动力以及轮胎制动力。

 (2) 上述(1)中，优选，上述控制机构，根据电动机电流计算路面摩擦系数 μ ，并对上述电动机进行动力运行以及再生控制，使得所求出的上述路面摩擦系数 μ 位于最大值附近。

15 (3) 上述(2)中，优选，上述控制机构，在通过上述电动驱动装置的电动机驱动上述电动车辆时若检测到车轮的空转，便对上述电动驱动装置的电动机进行再生制动，如果检测到在该再生制动中路面摩擦系数 μ 的值从增加往减少反转，便对上述电动驱动装置的电动机进行动力运行控制，进而，如果检测到在动力运行中路面摩擦系数 μ 的值从增加往减少反转，便再次对上述电动驱动装置的电动机进行再生制动。

20 (4) 上述(3)中，优选，上述电动车辆，通过具有电子控制式节流阀的引擎来驱动车轮，同时上述控制机构，如果检测出上述引擎所驱动的车轮的空转，便将上述电子控制式节流阀控制向关闭侧直到抑制住车轮的空转，并缩小上述引擎输出，同时对上述电动机进行动力运行以及再生控制，使得上述路面摩擦系数 μ 位于最大值附近。

25 (5) 上述(4)中，优选，上述控制机构，如果将上述电子控制式节流阀控制向关闭侧直到抑制住车轮的空转的结果，是上述电子控制式节流阀几乎完全关闭，便停止上述引擎，通过上述电动驱动装置的电动机进行驱动行驶。

30 (6) 上述(3)中，优选，上述电动车辆，具有检测出驾驶者的转向舵角的转向舵角传感器，上述电动驱动装置，独立驱动左右一对车轮，上

述控制机构，若检测到上述左右一对车轮中任一方车轮的空转，便对上述电动驱动装置的电动机进行动力运行以及再生控制，使得上述计算机构所求出的路面摩擦系数 μ 位于最大值附近，在通过上述转向舵角传感器信号检测到车辆的直行时，使得驱动上述左右一对车轮中没有空转的一方的车轮的电动机转矩，与另一方的电动机转矩几乎相等。

(7) 上述(2)中，优选，上述控制机构，如果在通过上述电动驱动装置的电动机的再生制动对电动车辆进行制动时检测到车轮的空转，便削弱上述电动驱动装置的电动机再生制动力，削弱了再生制动力之后，如果检测到上述路面摩擦系数 μ 的值从增加往减少反转，便加强上述电动驱动装置的电动机的再生制动力，进而，加强了再生制动力之后，如果检测到上述路面摩擦系数 μ 的值从增加往减少反转，便再次削弱电动机再生制动力。

(8) 上述(7)中，优选，上述电动车辆，具有检测出驾驶者的转向舵角的转向舵角传感器，上述电动驱动装置，独立驱动左右一对车轮，上述控制机构，若检测到上述左右一对车轮中任一方车轮的空转，便对上述电动驱动装置的电动机进行再生控制，使得上述路面摩擦系数 μ 位于最大值附近，在通过上述转向舵角传感器信号检测到车辆的直行时，使得制动上述左右一对车轮中没有空转的一方的车轮的电动驱动装置的电动机再生转矩，与另一方的电动机再生转矩几乎相等。

(9) 上述(3)或(7)中，优选，上述电动车辆，在通过上述转向舵角传感器检测到车辆的转弯行驶时，在左右的电动驱动装置的电动机驱动转矩或再生转矩中产生差别，通过该差别产生车辆转弯力矩并进行转弯，上述控制机构，在检测出上述左右一对车轮中的任一方的空转后，控制上述电动驱动装置的上述电动机的电动机转矩使得上述路面摩擦系数 μ 位于最大值附近时，改变另一方的没有空转的车轮的电动机转矩，从而得到由转弯舵角所设定的目标转弯力矩。

(10) 另外，为了实现上述目的，本发明，在控制具有电动机的电动驱动装置来对车轮进行驱动以及制动的电动车辆中使用，具有：上述电动驱动装置；对供给上述电动驱动装置的电力进行控制的电动机控制机构；以及，控制上述电动机控制机构的行驶控制装置，上述行驶控制装置具有

控制机构，其检测到上述车轮的空转后，通过对上述电动机进行动力运行以及再生控制，来根据路面状态改变收敛的打滑率。

通过上述结构，在车辆的行驶时轮胎中产生了打滑的情况下，控制电动机的输出，使得路面摩擦系数 μ 总是为最大值，得到最大的轮胎驱动力以及轮胎制动力。

附图说明

图1为表示安装有本发明的一个实施方式的电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系统的电动车辆之构成的系统方框图。

10 图2为表示本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制系统中所使用的电动驱动装置之构成的剖面图。

图3为表示本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制系统中所使用的电动驱动装置之另一构成的剖面图。

15 图4为表示本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制系统中所使用的电动驱动装置之另一构成的剖面图。

图5为表示本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制系统中所使用的电动驱动装置之再另一构成的剖面图。

20 图6为表示由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆驱动时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制时的全体控制内容的流程图。

图7为由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆驱动时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制时所使用的加速器开度—要求驱动转矩图的说明图。

25 图8为由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆驱动时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制时所使用的、基于车辆速度（VSP）—要求驱动转矩的区域判断图的说明图。

图9为表示由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆驱动时发生轮胎打滑时的引擎控制时的控制内容的流程图。

30 图10为表示由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装

置实施的、在车辆驱动时发生轮胎打滑时的电动机控制时的控制内容的流程图。

图 11 为由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆驱动时发生轮胎打滑时的电动机控制时的动作说明图。

5 图 12 为不同路面状态下的打滑率与路面摩擦系数 μ 之间的关系的说明图。

图 13 为表示由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆制动时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制时的全体控制内容的流程图。

10 图 14 为表示由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆制动时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制时的要部控制内容的流程图。

图 15 为表示由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆转弯时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制时的全体控制内容的流程图。

15 图 16 为表示由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆转弯时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制时的要部控制内容的流程图。

图 17 为由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆转弯时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制时所使用的制动器踏力与要求制动转矩图的说明图。

图 18 为由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆转弯时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制时所使用的转向舵角与左右制动转矩差图的说明图。

25 图 19 为由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆转弯时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制时所使用的加速器开度与要求制动转矩图的说明图。

图 20 为由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆转弯时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制时所使用的转向舵角与左右电动机的驱动转矩差图的说明图。

30

图 21 为由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆转弯时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制时所使用的转向舵角与转弯外轮的电动机驱动转矩以及转弯内轮的电动机再生制动转矩图的说明图。

5 图 22 为表示安装有本发明的一个实施方式的电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系统的第 2 电动车辆之构成的系统方框图。

图 23 为表示安装有本发明的一个实施方式的电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系统的第 3 电动车辆之构成的系统方框图。

10 图 24 为表示安装有本发明的一个实施方式的电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系统的第 4 电动车辆之构成的系统方框图。

图 25 为表示安装有本发明的一个实施方式的电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系统的第 5 电动车辆之构成的系统方框图。

图 26 为表示安装有本发明的一个实施方式的电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系统的第 6 电动车辆之构成的系统方框图。

15 图 27 为表示安装有本发明的一个实施方式的电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系统的第 7 电动车辆之构成的系统方框图。

图 28 为表示安装有本发明的一个实施方式的电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系统的第 8 电动车辆之构成的系统方框图。

20 图中：1—引擎，2—前电动机，3—变速器，4、5—前轮，6、7—后轮，8、9—电动驱动装置，17、18、19、20—车轮速度传感器，21—转向舵角传感器，22—加速器开度传感器，23—制动踏力传感器，24—加速度传感器，25—HEV 控制单元，26—引擎控制单元，27—传动控制单元，28—电动机控制单元，29—IGBT，30—逆变器，31—ESC 控制单元，101—电动机，102—减速器。

25

具体实施方式

下面使用图 1～图 28 对本发明的一实施方式的电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系统之构成及动作进行说明。另外，以下的例子中，作为电动车辆之一例，以将电动机与内燃机作为动力源的混合动力车辆为例进行说明。

30

这里，内燃机是燃烧燃料并输出动力的动力源，有汽油引擎、柴油引擎、使用氢气等气体燃料的气体引擎等。以下的说明中将内燃机称作引擎。

首先，对照图 1，对安装有本实施方式的电动车辆行驶控制装置以及电动行驶控制系统的电动车辆之构成进行说明。

5 图 1 为表示安装有本发明的一个实施方式的电动车辆行驶控制装置以及电动行驶控制系统的电动车辆之构成的系统方框图。

图 1 所示的车辆，具有引擎 1 以及电动机 2、电动驱动装置（EDT）8、9，作为驱动源。电动驱动装置 8、9 如后面对照图 2～图 5 所述，由电动机与减速器构成。引擎 1 以及电动机 2 驱动前轮 4、5，电动驱动装置 8、9 分别驱动后轮 6、7。

与引擎 1 以及引擎曲轴连结的电动机 2 的输出，由变速器 3 进行增减速，经设置在变速器 3 内部的差动机构，驱动一对前轮 4、5。电动驱动装置 8、9，与左右后轮 6、7 分别连结，驱动左右后轮 6、7。

引擎 1 的转数，由引擎控制单元（E-CU）26 控制。引擎控制单元（E-CU）26，根据加速器开度传感器 22 所检测出的加速器开度信号、电子控制式节流阀装置（ETB）14 所具有的电控制节流阀位置传感器信号、引擎转数信号、引擎冷却水温度信号，来控制引擎 1。引擎控制单元（E-CU）26 控制电子控制式节流阀装置（ETB）14，变更节流阀的开度，来控制吸入到引擎 1 中的空气量。另外，引擎控制单元（E-CU）26，控制
15 燃料喷射阀（INJ）15，来控制供给引擎 1 的燃料喷射量。

变速器控制单元（TM-CU）27，对应于行驶状态，控制变速器 3 的变速比。

逆变器装置（INV）30，具有 3 个电动机控制单元（M-CU）28、以及 3 个半导体开关元件即 IGBT（绝缘栅双极晶体管）装置 29。3 个电动机控制单元（M-CU）28，分别控制 3 个半导体开关元件即 IGBT（绝缘栅双极晶体管）装置 29，将电池（BAT）32 的直流电变换成交流电，供给电动机 2 以及电动驱动装置 8、9 内部的电动机，控制各个电动机的输出转矩。各个电动机，例如采用 3 相同步电动机。另外，再生制动时，将各个电动机的输出电力变换成直流电，积蓄在电池 32 中。

30 引擎稳定性控制·控制单元（ESC-CU）31，根据设置在各个车轮 4、

5、6、7 中的车轮速传感器 17、18、19、20 所检测出的各个车轮速，检测出车轮的抱死状态，在打滑时，通过引擎稳定性控制执行器（ESC-Act）16，控制设置在各个车轮 4、5、6、7 中的制动器 10、11、12、13。也即，引擎稳定性控制·控制单元（ESC-CU）31，作为所谓的防抱死制动系统（ABS），进行制动器的控制。

另外，引擎稳定性控制·控制单元（ESC-CU）31，根据车轮速传感器 17、18、19、20 所检测出的各个车轮速，检测出车辆的驱动时、制动时、转弯时等行驶时的车轮的打滑状态，对电动机 2 或电动驱动装置 8、9 内部的电动机进行驱动控制或再生制动控制。也即，引擎稳定性控制·控制单元（ESC-CU）31，相当于本实施方式中的车辆行驶控制装置。另外，通过引擎稳定性控制·控制单元（ESC-CU）31、逆变器 30、电动驱动装置 8、9，构成本实施方式中的车辆行驶控制系统。

引擎稳定性控制·控制单元（ESC-CU）31，在控制引擎 1 的情况下，向引擎控制单元（E-CU）26 输出控制指令，引擎控制单元（E-CU）26 根据该控制指令，控制引擎 1。另外，引擎稳定性控制·控制单元（ESC-CU）31，在控制各个电动机的情况下，向电动机控制单元（M-CU）28 输出控制指令，电动机控制单元（M-CU）28 根据该控制指令控制各个电动机。关于由引擎稳定性控制·控制单元（ESC-CU）31 实施的行驶控制的详细内容，将在后面对照图 6～图 21 进行说明。

引擎稳定性控制·控制单元（ESC-CU）31，根据来自制动器踏力传感器 23 的信号，判断制动器是否被踏踩、和制动器的踏踩程度，并判断是否在制动等。另外，引擎稳定性控制·控制单元（ESC-CU）31，根据来自转向舵角传感器 21 的信号，判断是直行时还是转弯时。引擎稳定性控制·控制单元（ESC-CU）31，通过加减速传感器 24 的输出，检测出车体的速度。

引擎控制单元（E-CU）26、变速器控制单元（TM-CU）27、电动机控制单元（M-CU）28、以及引擎稳定性控制·控制单元（ESC-CU）31，由上位的混合动力汽车控制单元（HEV-CU）25 综合控制。

车辆驱动时，通过变速器 3 来增减引擎 1 以及与引擎曲轴连结的电动机 2 的转数，经设置在变速器 3 内部的差动机构驱动一对前轮 4、5。电动

驱动装置 8、9 与左右后轮 6、7 分别连结，通过电动驱动装置 8、9 分别进行驱动。

车辆制动时，一对前轮 4、5，通过设置在左右前轮 4、5 中的油压制动器 10、11 以及与引擎曲轴相连结的电动机 1 的再生制动的合力来进行制动。另外，一对后轮 6、7 的制动，主要由构成分别设置在左右后轮中的一对电动驱动装置 8、9 的电动机的再生制动器来进行，由油压制动器 12、13 辅助进行。

接下来，对照图 2，对本实施方式的电动车辆的电动行驶控制系统中所使用的电动驱动装置 8 之构成进行说明。另外，电动驱动装置 9 也采用同样的构成。

图 2 为表示本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制系统中所使用的电动驱动装置之构成的剖面图。

电动驱动装置 8，由电动机 101 与减速器 102 构成。减速器 102 由中心齿轮 103、环形齿轮 104、以及与中心齿轮 103 及环形齿轮 104 相啮合的多个小齿轮 105、以及将多个小齿轮 105 支撑为能够进行自转及公转的载体（carrier）106 所构成的行星齿轮装置构成。

电动机轴 107 与中心齿轮 103 相结合，环形齿轮 104 与减速器外壳 108 相结合，固定起来不会旋转。载体 106 与传动轴 109 相结合。通过这样，电动机 101 的旋转减速，经传动轴 109 驱动轮胎 6。

另外，本例中，虽然减速器通过一套行星齿轮装置构成，但行星齿轮装置的数目并不仅限于 1 套。为了增加减速器的减速比，可以通过多个行星齿轮装置构成减速装置。另外，这里将中心齿轮 103、环形齿轮 104、载体 106 分别与电动机轴 107、外壳 108、驱动轴 109 相结合，但并不仅限于该组合，只要是能够对电动机轴的旋转进行减速的组合就可以。另外，图示的电动驱动装置的例子中，是单齿轮式行星齿轮装置，但也可以采用双齿轮式行星齿轮装置。

接下来，对照图 3，对本实施方式的电动车辆的电动行驶控制系统中所使用的电动驱动装置之另一构成进行说明。

图 3 为表示本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制系统中所使用的电动驱动装置之另一构成的剖面图。另外，与图 2 相同的符号表

示同一部分。

图3所示的电动驱动装置8A,代替如图2所示的减速器102,具有变速器112。变速器112由中心齿轮113、环形齿轮114、以及与中心齿轮113及环形齿轮114相啮合的多个小齿轮115、以及将多个小齿轮115支撑为能够进行自转及公转的载体116所构成的行星齿轮装置构成。

电动机轴107经中心齿轮113以及离合器119与载体116相结合。另外,环形齿轮114经二向制动器120与电动驱动装置的外壳121相结合。另外,载体116与传动轴109相结合。离合器119是电磁离合器或油压离合器等。二向制动器120是电磁制动器等。

如上所构成的变速器112中,通过控制离合器119的挂上·松开以及二向制动器的挂上·松开,有选择地采用第1速齿轮段(第1变速段)、第2速齿轮段(第2变速段),对每个齿轮段得到变速比 γ (=输入轴旋转速度 N_{IN} /输出轴旋转速度 N_{OUT})。例如,第1速齿轮段(第1变速段),通过松开离合器119,并为了防止因与中心齿轮113相结合的电动机123的旋转环形齿轮114反转而挂上二向制动器120来形成。接下来,第2速齿轮段(第2变速段),通过挂上离合器119使得行星齿轮装置117一体旋转,并将二向制动器120自动松开而形成。

车辆后退通过反向旋转电动机123来进行。后退时由于车辆速度低,因此只通过松开了离合器119的第1速齿轮段(第1变速段)行驶。另外,变速器112的构成并不仅限于以上。

接下来,对照图4,对本实施方式的电动车辆的电动行驶控制系统中所使用的电动驱动装置之另一构成进行说明。

图4为表示本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制系统中所使用的电动驱动装置之另一构成的剖面图。另外,与图2相同的符号表示同一部分。

图2所示的电动驱动装置8,将电动机101与传动轴109设置在同一轴上,与此相对,本例的电动驱动装置8B中,将电动机101与减速器127设置为,电动机轴107与传动轴109为轴心不同的平行轴。

接下来,对照图5,对本实施方式的电动车辆的电动行驶控制系统中所使用的电动驱动装置之再另一构成进行说明。

图5为表示本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制系统中所使用的电动驱动装置之再另一构成的剖面图。另外，与图2相同的符号表示同一部分。

图2所示的电动驱动装置8，将电动机101与传动轴109设置在同一个轴上，与此相对，本例的电动驱动装置8C中，将电动机101与减速器131设置为，电动机轴107为垂直于传动轴109的轴。

接下来，对图1所示的系统中的电动机驱动装置的（1）车辆驱动时轮胎打滑时的引擎、电动机的控制；（2）车辆制动时轮胎打滑时的电动机控制；（3）车辆转弯时的轮胎打滑时的电动机控制进行说明。

第1，对照图6～图12，对本实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置的车辆驱动时的轮胎打滑时引擎、电动机的控制内容进行说明。

首先，使用图6～图8，对由本实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆驱动时发生轮胎打滑时对引擎、电动机实施控制时的全体控制内容进行说明。

图6为表示由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆驱动时发生轮胎打滑时对引擎、电动机实施控制时的全体控制内容的流程图。图7为由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆驱动时发生轮胎打滑时对引擎、电动机实施控制时所使用的加速器开度—要求驱动转矩图的说明图。图8为基于由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆驱动时发生轮胎打滑时对引擎、电动机实施控制时所使用的车辆速度（VSP）—要求驱动转矩的区域判断图的说明图。

图6的控制处理，表示在车辆驱动时发生轮胎打滑时的引擎、电动机控制的主程序（main routine），通过ESC—CU31执行。

首先，步骤S001中，ESC—CU31读取以下各个信号。（1）通过HEV—CU25计算出的引擎驱动力、电动机驱动力；（2）电动驱动装置8、9所具有的电动机转数传感器所检测出的电动机转速；（3）电动驱动装置8、9所具有的电动机电流传感器所检测出的电动机电流；（4）车轮速传感器17、18、19、20所检测出的各车轮速。

（1）引擎驱动力、电动机驱动力如下所述，通过HEV—CU25求出。

HEV-CU25 使用图 7 所示的加速器开度一要求驱动转矩图，根据基于由加速器开度传感器 22 所检测出的驱动器的加速操作的加速器开度，求出要求驱动转矩。另外，HEV-CU25，使用图 8 所示的根据车速（VSP）一要求驱动转矩的区域判断图，根据上述要求驱动转矩与加速度传感器 24 所求出的车辆的车速（VSP），判断引擎与电动机的驱动区域。通过该驱动区域中所设定的转矩的比率，决定引擎要求转矩与电动机要求转矩。

接下来，步骤 S002 中，ESC-CU31 按照以下的式（2）计算出路面摩擦系数 μ 。

$$\mu = |(T_{\text{motor}} - I \times \alpha) / (r \times W)| \quad \cdots (2)$$

这里， T_{motor} 为电动机转矩， I 为电动机转子～轮胎间的惯性力矩， α 为电动机的旋转角加速度， r 为轮胎半径， W 为轮荷重。

电动机转矩 T_{motor} ，根据步骤 S001 中读取的电动机电流求出。另外，电动机角加速度 α ，通过步骤 S001 中所读取的由电动机旋转传感器检测到的转速进行计算而求出。电动机转子～轮胎间的惯性力矩 I 、轮胎半径 r 、以及轮荷重 W ，存储在 HEV-CU25 的 CPU 内的 ROM 中。另外，轮荷重还可以通过传感器检测出分别作用于左、右前轮以及左、右后轮的接地荷重来得到。

接下来，步骤 S003 中，ESC-CU31 判断驱动轮是否打滑。在 4 轮驱动车的情况下，通过前后加速度传感器 24 计算出车体速度 VSP，将计算结果所得到的车体速度 VSP 与各个驱动轮的车轮速传感器 17、18、19、20 所检测出的车轮速进行比较，判断打滑。在任一个车轮速大于车体速度 VSP 的情况下，该车轮打滑。

如果判断为有打滑，便执行步骤 S004 的 HEV-TCS（混合动力汽车牵引控制）子程序（sub routine），之后，执行步骤 S005 的 MOTOR-TCS（电动机牵引控制）子程序，步骤 S006 中进行结束判断。HEV-TCS 子程序，是在判断为打滑状态时，控制为通过控制引擎 1 来抑制打滑，其详细内容将在后面对照图 9 进行说明。MOTOR-TCS 子程序，是在判断为处于打滑状态时，控制为通过控制电动驱动装置 8、9 中的电动机来抑制打滑，其详细内容将在后面对照图 10 进行说明。

步骤 S006 中，将步骤 S001 的电动机请求转矩 T_{demand} 与由后述的

MOTOR—TCS 控制得到的驱动转矩 T_{drive} 进行比较, 如果 $T_{demand} = T_{drive}$, 便判断为结束。另外, 步骤 S003 中如果判断为没有打滑, 便结束该主程序。

5 接下来, 使用图 9 对由本实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆驱动时发生轮胎打滑时的引擎控制时的 HEV—TCS 子程序的控制内容进行说明。另外, HEV—TCS 子程序通过 E—CU26 执行。

图 9 为表示由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆驱动时发生轮胎打滑时的引擎控制时的控制内容的流程图。

10 首先, 步骤 S101 中, E—CU26 读取加速器位置传感器信号、电控制节流阀位置传感器信号、引擎转速、引擎冷却水温等的各个信号。加速器位置传感器信号, 由加速器开度传感器 22 检测出来。电控制节流阀位置传感器信号, 由电子控制节流阀 14 检测出来。引擎转速由设置在引擎 1 中的引擎转数传感器检测出来。引擎冷却水温由设置在引擎 1 中的冷却水
15 温传感器检测出来。

接下来, 步骤 S102 中, E—CU26 通过引擎旋转传感器信号等, 判断引擎是否已起动, 如果引擎已起动, 便进入步骤 S103。

步骤 S103 中, E—CU26 判断由引擎驱动力所驱动的一对车轮中左右轮的任一个是否打滑。图 1 所示的系统的情况下, 将车体速度 VSP 与前轮
20 的车轮速传感器 17、18 所检测出的车轮速进行比较, 在车轮速传感器 17、18 的车轮速快于车体速度 VSP 的情况下, 该车轮发生打滑。另外, 在车轮速传感器 17、18 的车轮速均快于车体速度 VSP 的情况下, 双方的前轮 4、5 均发生打滑。

在步骤 S103 中判断车轮打滑的情况下, 进入步骤 S104, E—CU26 将
25 电子控制节流阀 14 控制向关闭方向。也即, 通过关闭节流阀, 减少吸入空气量, 降低引擎 1 的输出转矩, 从而减小前轮的驱动转矩, 降低前轮的车轮速, 抑制打滑。

之后, 步骤 S105 中, E—CU26 判断电控制节流阀是否完全关闭, 在判断完全关闭的情况下进入步骤 S106, 判断引擎的预热状况。如果引擎冷
30 却水温高于设定值, 便判断引擎预热完成, 进入步骤 S107。步骤 S107 中,

E—CU26 判断目前是否在通过电动机发电，如果不在发电，便进入步骤 S108，停止引擎。也即，在没有通过引擎实施车辆的驱动、引擎的预热、发电时，为了防止引擎的无效燃料消耗，而停止引擎。通过停止引擎 1，引擎 1 的输出转矩变为 0，由于停止前轮 4、5 的旋转，因此能够避免前轮的打滑。

另外，在步骤 S103 中判断为通过引擎驱动力所驱动的一对车轮中左右轮中的任一个均没有打滑的情况下，或在步骤 S105 中电控制节流阀没有完全关闭的情况下，或步骤 S106 中引擎水温低于设定值的情况下，或步骤 S107 中为正在发电的情况下，不停止引擎。

接下来，步骤 S109 中，E—CU26 参照步骤 S006 的判断结果。如果判断为结束，便经 CAN33 读取步骤 S006 中通过 HEV—CU25 所实施的引擎、电动机的驱动力控制的结果，并按照该结果在步骤 S111 中进行引擎的控制，结束 HEV—TCS 子程序。也即，在步骤 S006 中判断为打滑结束的情况下，由于已经了避免打滑，因此步骤 S111 中，在打滑产生前的状态下，对引擎进行通常控制。

另外，即使在步骤 S109 中判断为未结束时，也结束 HEV—TCS 子程序。

接下来，对照图 10～图 12，对由本实施方式的电动车辆的车辆行驶控制装置实施的、在车辆驱动时发生轮胎打滑时的电动机控制时的 MOTOR—TCS 子程序控制内容进行说明。另外，MOTOR—TCS 子程序，由对电动驱动装置 8、9 中的各个电动机进行控制的 M—CU28 执行。

图 10 为表示由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆驱动时发生轮胎打滑时的电动机控制时的控制内容的流程图。图 11 为表示由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆驱动时发生轮胎打滑时的电动机控制时的动作说明图。

首先，步骤 S201 中，M—CU28 判断由电动机所驱动的车轮，也即后轮 6、7 是否打滑。图 1 所示的系统的情况下，将车体速度 VSP 与后轮的车轮速传感器 19、20 所检测出的车轮速进行比较，在车轮速传感器 19、20 的车轮速快于车体速度 VSP 的情况下，该车轮发生打滑。另外，在车

轮速传感器 19、20 的车轮速均快于车体速度 VSP 的情况下，双方后轮 6、7 均打滑。

在后轮打滑时进入步骤 S202，步骤 S202 中，M-CU28 对电动机进行再生控制，抑制车轮的打滑。此时的再生制动转矩，取从发生打滑时的驱动转矩中减去设定值得到的转矩。这样，步骤 S203 中，M-CU28 将再生标志位 Re-Flag 设为 ON。

接下来，步骤 S204 中，M-CU28 判断再生标志位 Re-Flag 是否为 ON。另外，由于步骤 S203 中设置了电动机再生标志位 Re-Flag=ON，因此首次判断中进入步骤 S205。

接下来，步骤 S205 中对步骤 S002 所计算出的路面摩擦系数 μ 进行微分 ($\Delta\mu$)，并判断微分值的正负。如果判断 $\Delta\mu \geq 0$ ，也即判断路面摩擦系数 μ 上升或维持，步骤 S206 中便参照图 6 的步骤 S006 的判断结果。如果判断为未结束，便返回步骤 S204。此时，由于 Re-Flag 仍然为 ON，因此进入步骤 S205。由于此时的电动机的工作状态为再生工作的状态，因此抑制了车轮的驱动打滑，打滑率往 0 推移。也即，如图 11 所示，路面摩擦系数 μ 从 (3) 的状态变化到 (4) 的状态。虽然与路面的状态有关，但大体上在打滑率为 10~20% 之间路面摩擦系数 μ 最大，如果打滑率降低到 10~20% 以下， μ 就减少。

接下来，步骤 S205 中，路面摩擦系数 μ 超过最大值并开始减少后，M-CU28 就判断 $\Delta\mu < 0$ ，进入步骤 S207。

步骤 S207 中，M-CU28 进行以下的式 (3) 所示的驱动力的斜坡控制。

$$Tr_{drive} = Tr_{min} + Tr_{amp} \times t \quad \cdots (3)$$

这里， Tr_{drive} 是驱动转矩， Tr_{min} 是 TCS 控制中的动力运行 (power running) 时初始转矩， Tr_{amp} 是转矩上升量， T 是经过时间。另外，动力运行时初始转矩 Tr_{min} ，通过检测出打滑时之前的电动机转矩计算出来。

接下来，步骤 S208 中，M-CU28 将 Re-Flag 设为 OFF。接下来，步骤 S206 中参照步骤 S006 的判断结果。如果判断为未结束，便返回步骤 S204。步骤 S204 中，由于 Re-Flag=OFF，因此进入步骤 S209。

现在，由于电动机是由步骤 S207 实施的驱动力斜坡控制，因此驱动

转矩慢慢增大, 车轮的打滑也慢慢增大。之后, 步骤 S209 中, M—CU28 判断 μ 的微分值的正负, 在判断 $\Delta\mu \geq 0$ 的情况下, 进入步骤 S206, 继续电动机驱动力斜坡控制。如果驱动力增大, 打滑率增大, 路面摩擦系数 μ 便从图 11 所示的 (1) 状态起变为 (2) 状态从而减少, 因此步骤 S209 中
5 判断 $\Delta\mu < 0$, 进入步骤 S210, 对电动机进行再生制动控制。

之后, 步骤 S211 中设为 $Re-Flag=ON$, 步骤 S206 中参照步骤 S006 的判断结果。如果判断为未结束, 便返回步骤 S204。此次由于 $Re-Flag=ON$, 因此进入步骤 S205。

如上所述, 重复电动机的再生制动控制与电动机的驱动力斜坡控制,
10 并进行电动机的驱动再生力控制, 使得路面摩擦系数 μ 推移到最大值附近, 直到步骤 S006 中作出结束判断。通过这样, 车辆能够总在最大驱动力附近行驶。

这里, 对照图 12, 对不同路面状态下的打滑率与路面摩擦系数 μ 之间的关系进行说明。

15 图 12 为不同路面状态下的打滑率与路面摩擦系数 μ 之间的关系的说明图。

图 12 中, 横轴表示打滑率 (%), 纵轴表示路面摩擦系数 μ 。另外, 图中符号 A~E 表示各个路面状态, 符号 A 表示光滑的结冰路面状态, 符号 B 表示变硬了的积雪路面状态, 符号 C 表示具有厚水膜的湿润的沥青路面状态, 符号 D 表示具有薄水膜的沥青路面状态, 符号 E 表示干燥的沥青路面状态。
20

虽然路面摩擦系数 μ 在打滑率为 10~20% 之间为最大, 但使得路面摩擦系数 μ 为最大的打滑率因路面状态 A~E 而不同。例如, 在路面状态为光滑的结冰路面状态 A 的情况下, 使得摩擦系数 μ 最大的打滑率约为 7%,
25 与此相对, 在干燥的沥青路面状态 E 的情况下, 摩擦系数 μ 为最大的打滑率约为 22%。

本实施方式中, 如图 11 所述, 重复电动机的再生制动控制与电动机的驱动力斜坡控制, 并进行电动机的驱动再生力控制, 使得路面摩擦系数 μ 推移到最大值附近。因此, 在图 12 所示的各个路面状态中, 控制为对应
30 于各个路面状态来改变收敛的打滑率。通过这样, 车辆能够总是在最大驱

动力附近行驶。

另外，上述实施方式中，在图 1 所示的系统的后轮中只有单个车轮打滑的情况下，ESC—CU31 在通过转向舵角传感器 21 的输出判断为直行时，为了使左右轮的驱动力相一致，从而让非打滑轮的驱动转矩与检测出打滑轮的转矩相一致。

另外，在对驱动图 1 所示的系统的前轮中一对前轮的电动机驱动力进行控制，使得路面摩擦系数 μ 位于最大值附近时，ESC—CU31 可以对没有产生打滑的后轮，在不会产生车轮打滑的范围内将电动机驱动转矩增加，增加的量为根据由图 6 的步骤 S001 所读取的加速器开度所求出的要求驱动转矩与实际的电动机驱动转矩之差。

第 2，对照图 13 以及图 14，对由本实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆制动时发生轮胎打滑时对引擎、电动机的控制内容进行说明。

图 13 为表示由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆制动时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制时的全体控制内容的流程图。图 14 为表示由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆制动时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制时的要部控制内容的流程图。

图 13 的控制处理，表示在车辆制动时发生轮胎打滑时的引擎、电动机控制的主程序，通过 ESC—CU31 执行。另外，图 14 的控制处理也通过 M—CU28 执行。

首先，步骤 S301 中，ESC—CU31 读取电动机转速、电动机电流、各个车轮速制动器 SW 的各种信号。电动机转速由电动驱动装置 8、9 所具有的电动机转数传感器检测出来。电动机电流由电动驱动装置 8、9 所具有的电动机电流传感器检测出来。各个车轮速制动器 SW 的 ON/OFF 状态，由制动器踏力传感器 23 检测出来。

接下来，步骤 S302 中，ESC—CU31 进行制动器 SW 的 ON/OFF 判断。在制动器 SW 为 OFF 的情况下，结束本程序。在制动器 SW 为 ON 的情况下，进入步骤 S303，为了得到获取对应于制动器踏力的制动力所必需的要求制动转矩 $T_{ddemand}$ ，而让电动机进行再生制动工作。

接下来, 步骤 S304 中, ESC—CU31, 按照以下的式 (4) 计算出路面摩擦系数 μ 。

$$\mu = | (T_{\text{motor}} - I \times \alpha) / (r \times W) |$$

这里, T_{motor} 为电动机再生转矩, I 为电动机转子~轮胎间的惯性力矩, α 为电动机的旋转角加速度, r 为轮胎半径, W 为轮荷重。

另外, 电动机再生转矩 T_{motor} , 通过由电流传感器检测出电动机中所流通的电流而求出。另外, 电动机角加速度 α , 通过由电动机旋转传感器检测到的转速进行计算而求出。电动机转子~轮胎间的惯性力矩 I 、轮胎半径 r 、以及轮荷重 W , 存储在 HEV—CU25 的 CPU 内的 ROM 中。另外, 轮荷重还可以通过传感器检测出分别作用于左、右前轮以及左、右后轮的接地荷重来得到。

接下来, 步骤 S304 中, ESC—CU31 判断轮胎是否打滑。通过前后加速度传感器 24 计算出车体速度, 将计算结果所得到的车体速度与各个轮胎轮的车轮速传感器 17、18、19、20 所检测出的车轮速进行比较, 判断打滑。

如果判断有打滑, 便执行步骤 S306 的 MOTOR—ABS (电动机·防抱死制动系统) 子程序, 步骤 S307 中进行结束判断。MOTOR—ABS 子程序的详细内容将在后面用图 14 进行说明。另外, 结束判断将步骤 S303 中所求出的要求制动转矩 T_{demand} 与后述的 MOTOR—ABS 控制下的制动转矩 T_{drive} 进行比较, 如果 $T_{\text{demand}} = T_{\text{drive}}$, 便判断结束。另外, 如果步骤 S305 中判断为没有打滑, 便结束该程序。

接下来, 对照图 14, 对 MOTOR—ABS 子程序的控制内容进行说明。MOTOR—ABS 子程序, 由控制各个电动机的 M—CU28 来执行。

首先, 步骤 S401 中, M—CU28 判断后轮中的任一个是否打滑。如果后轮不打滑, 便结束本子程序。后轮发生打滑时, 进入步骤 S402。

步骤 S402 中, M—CU28 将电动机的再生制动力减少 M—CU 内的 ROM 中所存储的设定值。该设定值对应于检测出打滑时的路面摩擦系数 μ 进行设定, 检测出打滑时的路面摩擦系数 μ 越小, 该设定值就越小。由于减小了电动机再生制动转矩, 因此抑制了车轮的打滑。

接下来, 步骤 S403 中, M—CU28 将电动机再生制动转矩下降标志位

Dn-Flag 设为 ON。接着在步骤 S404 中, 判断电动机再生制动转矩下降标志位 Dn-Flag 是 ON 还是 OFF。由于步骤 S403 中设为电动机再生制动转矩下降标志位 Dn-Flag=ON, 因此初次判断中进入步骤 S405。

5 接下来, 步骤 S405 中, M-CU28 对路面摩擦系数 μ 进行微分, 判断微分值 $\Delta\mu$ 的正负。在判断 $\Delta\mu \geq 0$ 的情况下, 也即判断路面摩擦系数 μ 上升或维持的情况下, 步骤 S406 中便参照图 13 的步骤 S306 的判断结果。然后如果判断为未结束, 便返回步骤 S404。

此时, 由于 Dn-Flag 仍然为 ON, 因此进入步骤 S405。由于此时的电动机的再生制动转矩处于减少后的状态, 因此抑制了车轮的制动打滑, 打滑率向 0 推移。也即, 路面摩擦系数 μ 从图 11 的 (3) 的状态变化到 (4) 的状态。

接下来, 步骤 S405 中, 一旦路面摩擦系数 μ 超过最大值并开始减少后, 判断 $\Delta\mu < 0$, 进入步骤 S407。

15 接下来, 步骤 S407 中, M-CU28 进行以下的式 (5) 所示的制动力的斜坡控制。

$$T_{ddrive} = T_{dmin} + T_{dramp} \times t$$

这里, T_{ddrive} 是制动转矩, T_{dmin} 是 ABS 控制中的再生时初始转矩, T_{dramp} 是再生转矩上升量, T 是经过时间。再生时初始转矩 T_{dmin} , 通过检测出打滑时之前的电动机再生转矩计算出来。

20 接下来, 步骤 S407 中, M-CU28 恢复再生转矩, 使得电动机再生制动转矩等于要求制动转矩 $T_{ddemand}$ 。接下来, 步骤 S408 中, M-CU28 将 Dn-Flag 设为 OFF。接下来, 步骤 S406 中, M-CU28 参照步骤 S307 的判断结果。如果判断为未结束, 便返回 S404。步骤 S404 中由于 Dn-Flag=OFF, 因此进入步骤 S409。

25 此时, 由于电动机为制动力斜坡控制, 因此制动转矩慢慢增大, 车轮的打滑也慢慢增大。步骤 S409 中, M-CU28 判断路面摩擦系数 μ 的微分值的正负, 在 $\Delta\mu \geq 0$ 的情况下, 进入步骤 S406, 继续电动机制动力斜坡控制。其结果, 制动力增大, 打滑率增大后, 路面摩擦系数 μ 便从图 11 的 (1) 状态起变为 (2) 状态从而减少, 因此步骤 S409 中判断 $\Delta\mu < 0$, 30 进入步骤 S410, 将电动机的再生制动力减少 M-CU 内的 ROM 中所存储

的设定值。该设定值对应于检测出打滑时的路面摩擦系数 μ 进行设定。由于电动机再生制动转矩减小，因此抑制了车轮的打滑。

之后，步骤 S411 中设为 $Dn-Flag=ON$ ，步骤 S406 中参照步骤 S307 的判断结果。如果判断为未结束，便返回步骤 S404。此次由于 $Dn-Flag$ 为 ON，因此进入步骤 S405。

如上所述，重复电动机的再生制动力减少控制与再生制动力斜坡控制，并进行电动机的再生转矩控制，使得路面摩擦系数 μ 推移到最大值附近，直到步骤 S306 中判断结束。因此，在图 12 所示的各个路面状态中，控制为对应于各个路面状态改变收敛的打滑率。通过这样，车辆能够总是在最大驱动力附近行驶。

另外，在图 1 所示的系统的后轮中只有单个车轮打滑的情况下，ESC-CU31 在通过转向舵角传感器 21 的输出判断为直行时，为了使左右轮的制动力相一致，让非打滑轮的再生制动转矩与检测打滑的轮的再生制动转矩相一致。

另外，在对制动图 1 所示的系统的前轮中一对前轮的电动机再生制动转矩进行控制，使得路面摩擦系数 μ 位于最大值附近时，ESC-CU31 可以给没有产生打滑的后轮，在不会产生车轮打滑的范围内，将电动机再生制动转矩增加，增加量为根据由图 13 的步骤 S301 所读取的制动器踏力所求出的要求制动转矩与实际的电动机再生制动转矩之差。

第 3，对照图 15～图 21，对由本实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆转弯时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制内容进行说明。

图 15 为表示由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆转弯时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制时的全体控制内容的流程图。图 16 为表示由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆转弯时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制时的要部控制内容的流程图。图 17 为由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆转弯时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制时所使用的制动器踏力与要求制动转矩图的说明图。图 18 为由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在

车辆转弯时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制时所使用的转向舵角与左右制动转矩差图的说明图。图 19 为由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆转弯时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制时所使用的加速器开度与要求制动转矩图的说明图。图 20 为由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆转弯时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制时所使用的转向舵角与左右电动机的驱动转矩差图的说明图。图 21 为由本发明的一个实施方式的电动车辆的电动行驶控制装置实施的、在车辆转弯时发生轮胎打滑时的引擎、电动机的控制时所使用的转向舵角与转弯外轮的电动机驱动转矩以及转弯内轮的电动机再生制动转矩图的说明图。

图 15 的控制处理，示出了在车辆转弯时发生轮胎打滑时的引擎、电动机控制的主程序，通过 ESC—CU31 执行。另外，图 16 的控制处理也通过 M—CU28 执行。

首先，步骤 S501 中，ESC—CU31，读取转向舵角、加速器开度、制动器 SW 的 ON·OFF、制动器踏力的信号。转向舵角由转向舵角传感器 21 检测出来。加速器开度由加速器开度传感器 22 检测出来。制动器 SW 以及制动器踏力，由制动器踏力传感器 23 检测出来。

接下来，步骤 S502 中，ESC—CU31 通过转向舵角判断转向操作的有无。如果判断为没有转向操作，便判断为直行，结束本程序。如果判断为有转向操作，便判断为转弯，并通过步骤 S503 进行制动器 SW 的 OFF 判断。

如果判断制动器 SW 不是 OFF 也即制动器 SW=ON，则由于车辆的驾驶状态为减速中的转弯行驶，因此步骤 S507 中，ESC—CU31，对安装在左右轮中的电动机如以下 A)、B)、C) 所示进行控制。

步骤 S507 中，首先，A) 使用图 17 所示的表示制动器踏力与要求制动转矩的关系的图，根据制动器踏力求出要求制动转矩。这里，要求制动转矩，是左右电动机的再生制动转矩合计值。接下来，B) 使用图 18 所示的表示转向舵角与左右制动转矩差的关系的图，根据转向舵角求出左右制动转矩差。这里，左右制动转矩差，是左右电动机的再生制动转矩差。接下来，C) 设为转弯外轮电动机再生制动转矩<转弯内轮电动机再生制动

转矩。

这样，通过在转弯内外轮电动机的再生制动转矩中产生差别，使车辆产生转弯力矩，提高了车辆的转弯性能。

另外，在步骤 S503 中判断制动器 SW 为 OFF 的情况下，步骤 S504 中，ESC-CU31 判断加速器开度是打开还是完全关闭。在加速器开度打开时，由于车辆是在加速中或定速行驶中的转弯，因此步骤 S505 中，对安装在左右轮中的电动机，按以下的 A)、B)、C) 所示进行控制。首先，A) 使用图 19 所示的表示加速器开度与要求制动转矩的关系的图，根据加速器开度求出要求制动转矩。这里，要求制动转矩是左右电动机的驱动转矩合计值。接下来，B) 使用图 20 所示的表示转向舵角与左右电动机的驱动转矩差的关系的图，根据转向舵角求出左右电动机的驱动转矩差。接下来，C) 设为转弯外轮电动机驱动转矩 > 转弯内轮电动机驱动转矩。

这样，通过在转弯内外轮电动机的驱动转矩中产生差别，使车辆产生转弯力矩，提高了车辆的转弯性能。

另外，步骤 S504 中判断加速器开度全闭时，由于车辆处于滑行中的转弯，因此步骤 S506 中，ESC-CU31 使用图 21 所示的表示转向舵角与转弯外轮的电动机驱动转矩以及转弯内轮的电动机再生制动转矩之间的关系图，根据转向舵角求出转弯外轮的电动机驱动转矩与转弯内轮的电动机再生制动转矩。此时，转弯外轮电动机中产生驱动转矩，转弯内轮电动机中产生再生制动转矩，并且使得转弯外轮电动机的驱动转矩与转弯内轮电动机的再生制动转矩的绝对值相等。通过让驱动转矩与制动转矩相等，防止了电动机转矩所引起的车辆加减速。另外，通过在转弯内外轮电动机的转矩中产生差，能够使车辆产生转弯力矩，提高车辆的转弯性能。

另外，步骤 S505、步骤 S506、步骤 S507，表示以下的一系列处理。ESC-CU31 将驱动/再生的指令输出给 HEV-CU25，通过 HEV-CU25 计算出驱动转矩值/再生制动转矩值，M-CU 读取该驱动转矩值/再生制动转矩值，进行电动机的控制。

接下来，步骤 S508 中，ESC-CU31 判断车辆是否打滑。如果判断打滑，便在步骤 S509 中判断轮胎打滑发生在驱动时还是制动时。

在驱动时的情况下，步骤 S510 中进行图 10 所示的 MOTOR-TCS 控

制，在制动时的情况下，步骤 S511 中进行图 14 所示的 MOTOR—ABS 控制。

接下来，步骤 S512 中，M—CU28 进行非打滑轮的驱动再生控制，步骤 S513 中进行结束判断。关于非打滑轮的驱动再生控制的详细内容将在后面使用图 16 进行说明。结束判断中，在步骤 S505、步骤 S506、步骤 S507 中所求出的电动机驱动转矩/电动机再生控制转矩与步骤 S510、步骤 S511 中斜坡控制后的电动机驱动转矩/电动机再生制动转矩相等的情况下，便判断结束，结束本程序。

接下来，使用图 16，对非打滑轮的电动机驱动再生控制进行说明。

首先，步骤 S601 中，M—CU28 由 HEV—CU25 根据转向舵角、制动器 SW、加速器开度，读取左右轮驱动转矩差或再生转矩差的目标值。也即，减速中的转弯行驶通过图 18 求出，加速中或定速行驶中通过图 20 求出。另外，滑行中的转弯行驶中，左右轮驱动转矩差或再生转矩差如图 21 所示为 0。

接下来，步骤 S602 中，M—CU28，从对打滑轮的电动机进行控制的 M—CU 读取打滑轮的驱动转矩或再生转矩。

接下来，步骤 S603 中，M—CU28 根据打滑轮的驱动转矩或再生转矩，计算非打滑轮的驱动转矩或再生转矩并进行电动机控制，使其为步骤 S601 所得到的驱动转矩差或再生转矩差。也即，在转弯行驶中转弯内外轮的任一个发生打滑的情况下，控制非打滑轮的驱动转矩或再生转矩，使其实现根据打滑轮的驱动转矩或制动转矩由转向舵角所求出的转弯内外轮转矩差。通过这样，能够产生对应于转向舵角的转弯力矩，即使发生了轮胎打滑，也能够稳定车辆的转弯性能。

接下来，使用图 22～图 28，对安装有本实施方式的电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系统的电动车辆的其他构成进行说明。

图 22 为表示安装有本发明的一个实施方式的电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系统的第 2 电动车辆之构成的系统方框图。图 23 为表示安装有本发明的一个实施方式的电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系统的第 3 电动车辆之构成的系统方框图。图 24 为表示安装有本发明的一个实施方式的电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系

统的第4电动车辆之构成的系统方框图。图25为表示安装有本发明的一个实施方式的电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系统的第5电动车辆之构成的系统方框图。图26为表示安装有本发明的一个实施方式的电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系统的第6电动车辆之构成的系统方框图。图27为表示安装有本发明的一个实施方式的电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系统的第7电动车辆之构成的系统方框图。图28为表示安装有本发明的一个实施方式的电动车辆的行驶控制装置以及电动行驶控制系统的第8电动车辆之构成的系统方框图。另外，与图1相同的符号，表示同一部分。

10 图22中示出了通过引擎(ENG)1与两个电动驱动装置(EDT)8、9驱动前轮的混合动力车辆的例子。引擎1的驱动力，由变速器3减速，传递给前轮4、5，并驱动前轮4、5。另外，变速器3的内部包含有差动机构。另外，左前轮4由电动驱动装置8驱动，右前轮5由电动驱动装置9驱动。电动发电机(M/G)2A，由引擎1驱动，用作发电机，将所得到的电能存储到电池中。另外，电动发电机(M/G)2A，由来自电池的电能驱动，在引擎1重启动时使用。

图23中示出了通过两个电动驱动装置(EDT)8、9分别驱动左前轮4与右前轮5的电动汽车的例子。

图24中示出了通过引擎(ENG)1与两个电动驱动装置(EDT)8、9分别驱动后轮的混合动力车辆的例子。引擎1的驱动力，由变速器3减速，经差动机构34传递给后轮6、7，并驱动后轮6、7。另外，变速器3的内部包含有差动机构。另外，左后轮6由电动驱动装置8驱动，右后轮7由电动驱动装置9驱动。电动发电机(M/G)2A，由引擎1驱动，用作发电机，将所得到的电能存储到电池中。另外，电动发电机(M/G)2A，由来自电池的电能驱动，在引擎1重启动时使用。

图25中示出了通过两个电动驱动装置(EDT)8、9分别驱动左后轮6与右后轮7的电动汽车的例子。

图26中示出了除了图22的前轮驱动的混合动力汽车之外，还通过两个电动驱动装置(EDT)8'、9'分别驱动左后轮6与右后轮7的电动4轮驱动车辆的例子。

图 27 中示出了除了图 24 的后轮驱动的混合动力汽车之外，还通过两个电动驱动装置（EDT）8'、9'分别驱动左前轮 4 与右前轮 5 的电动 4 轮驱动车辆的例子。

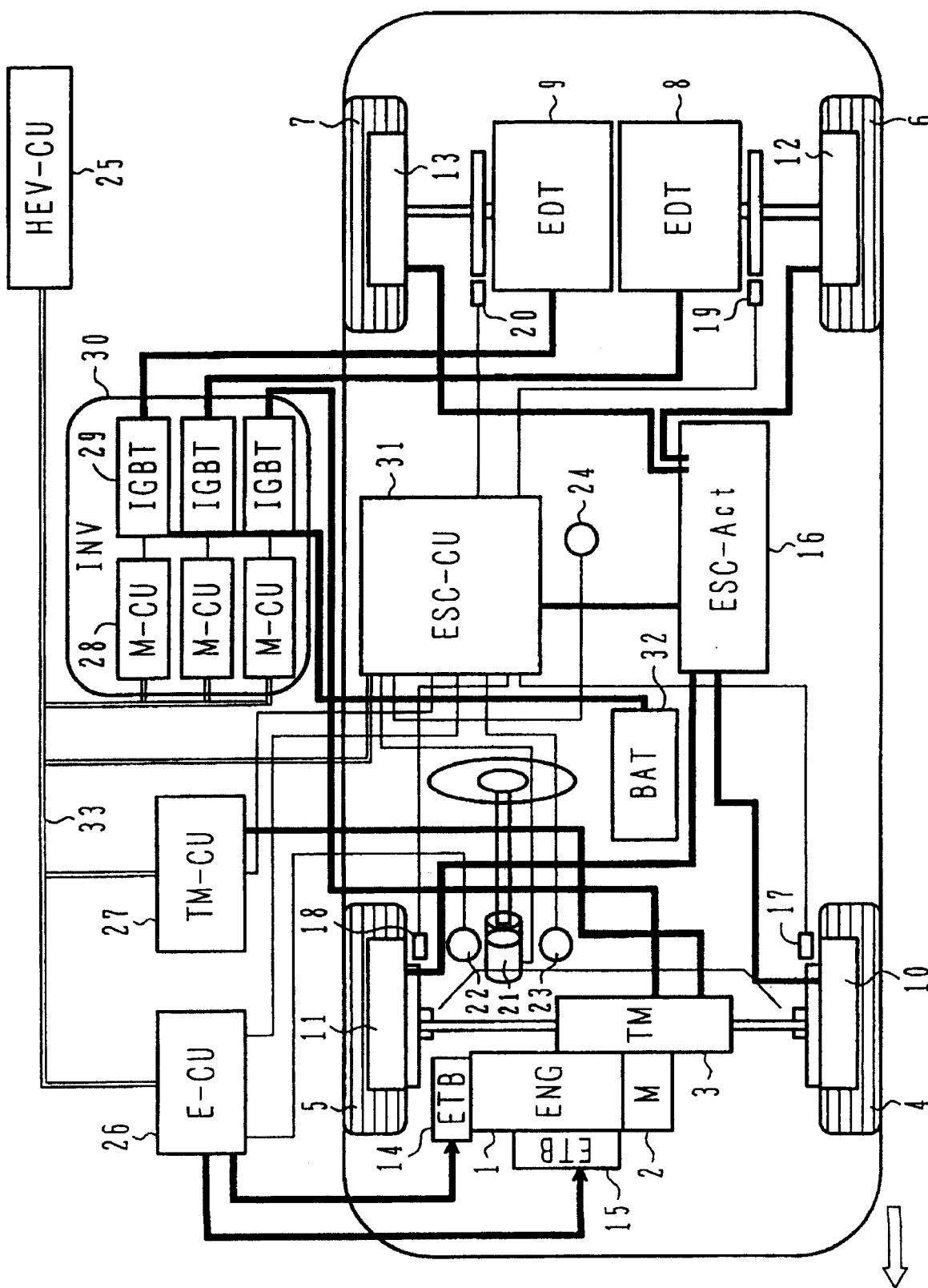
图 28 中示出了除了图 23 的前轮驱动的电动车辆之外，还通过两个电动驱动装置（EDT）8'、9'分别驱动左后轮 6 与右后轮 7 的电动 4 轮驱动车辆的例子。

以上的图 22~图 28 所示的电动车辆中，也根据图 1~图 21 中所说明的本实施方式，进行电动机的驱动再生力控制，使得路面摩擦系数 μ 位于最大值附近，通过这样，在各个路面状态中，能够控制为对应于各个路面状态来改变收敛的打滑率。通过这样，车辆能够总是在最大驱动力附近行驶。另外，具体的构成并不仅限于实施方式，在不脱离本发明的要点的范围内即使作出各种变更或增加等，也包括在本发明中。

如上所述，通过本实施方式，在车辆的驱动时或制动时产生了轮胎打滑的情况下，控制电动机的驱动力以及制动力，使得轮胎路面摩擦系数 μ 总是在最大值附近，因此能够防止轮胎打滑所引起的不稳定的车辆举动，同时能够对各种路面总以令轮胎驱动转矩、轮胎制动转矩为最大值的方式进行行驶，因此能够发挥最大的驱动性能、制动性能。也即，能够得到最大加速，即使在很差的路况下也不会陷到路面里能够一路前进，或者即使陷到路面里也能够可靠地脱离。另外，制动中能够以最小限度的制动距离让车辆停止。

另外，由于结合一对车轮的打滑轮的电动机控制，根据直行行驶或转弯行驶的各个状况修正另一方的非打滑轮的电动机转矩，因此能够得到驾驶者想要的车辆举动，得到良好的驾驶性能、安全性能。

另外，在引擎驱动轮打滑的情况下，停止引擎并通过电动机进行驱动，使得轮胎路面摩擦系数 μ 总是在最大值附近，因此能够抑制无效的燃料消耗。



一、圖

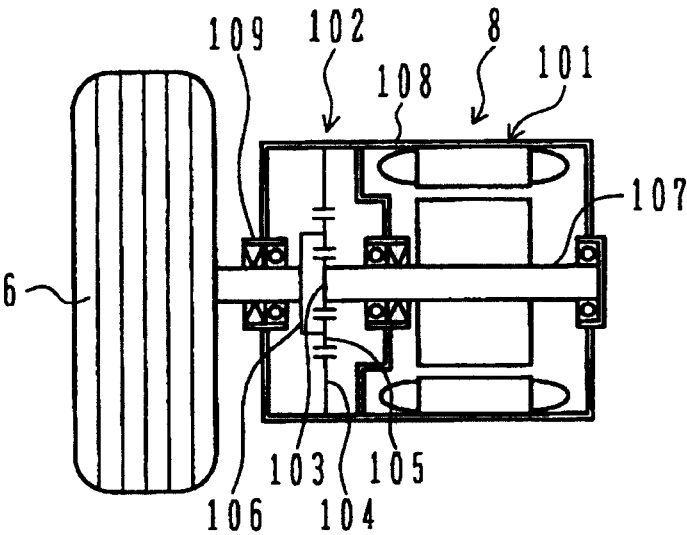


图 2

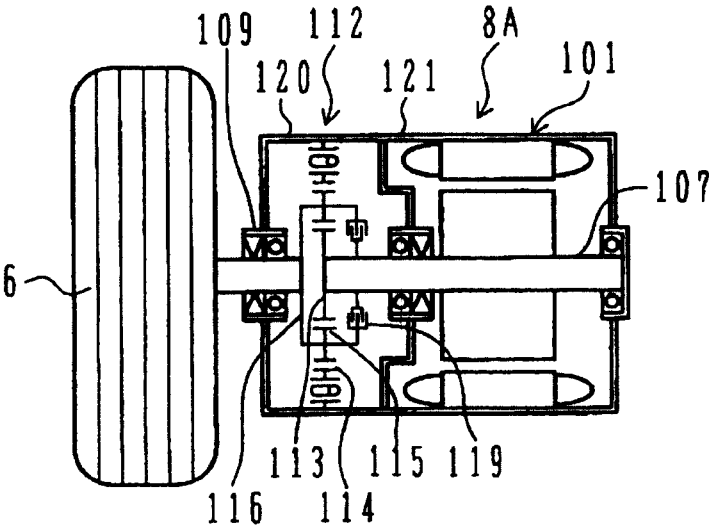


图 3

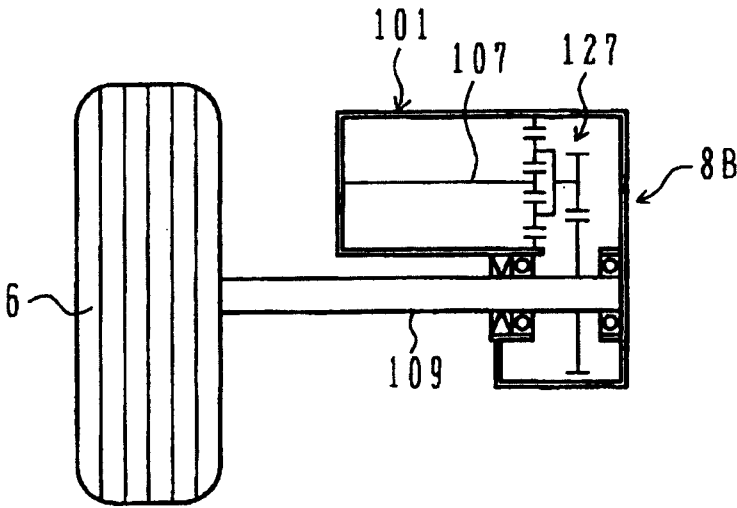


图 4

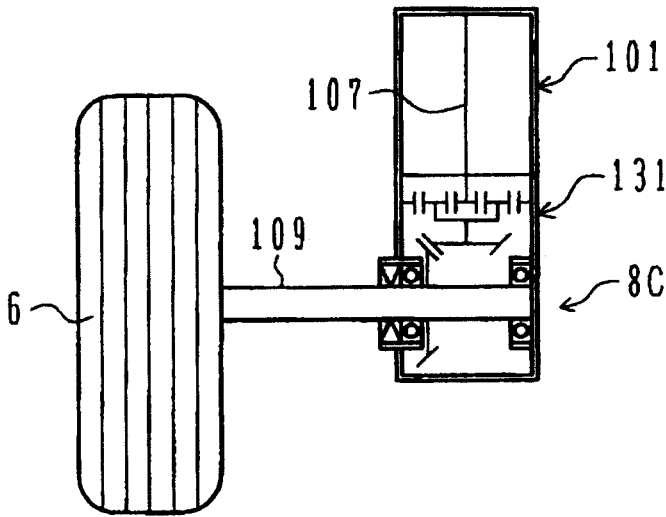


图 5

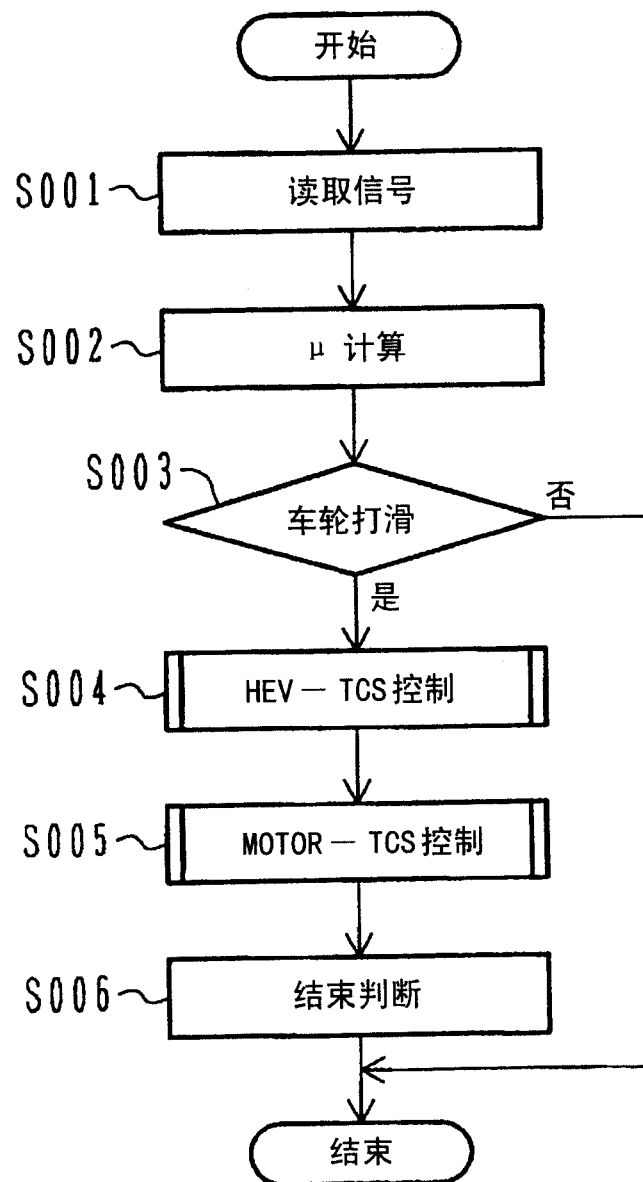


图 6

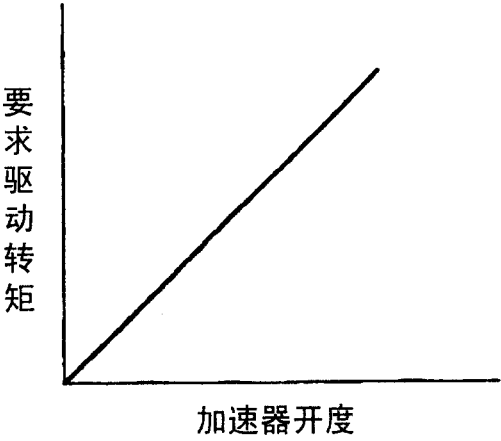


图 7

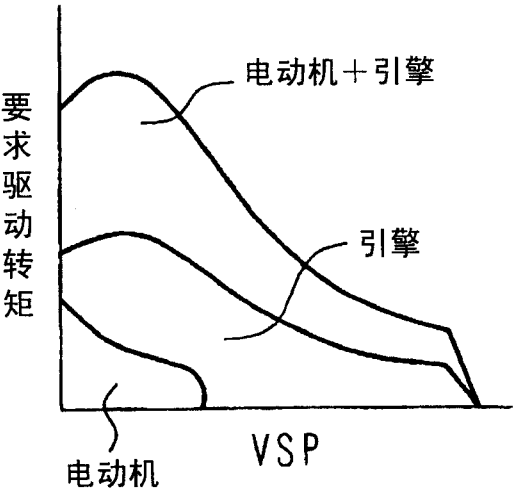


图 8

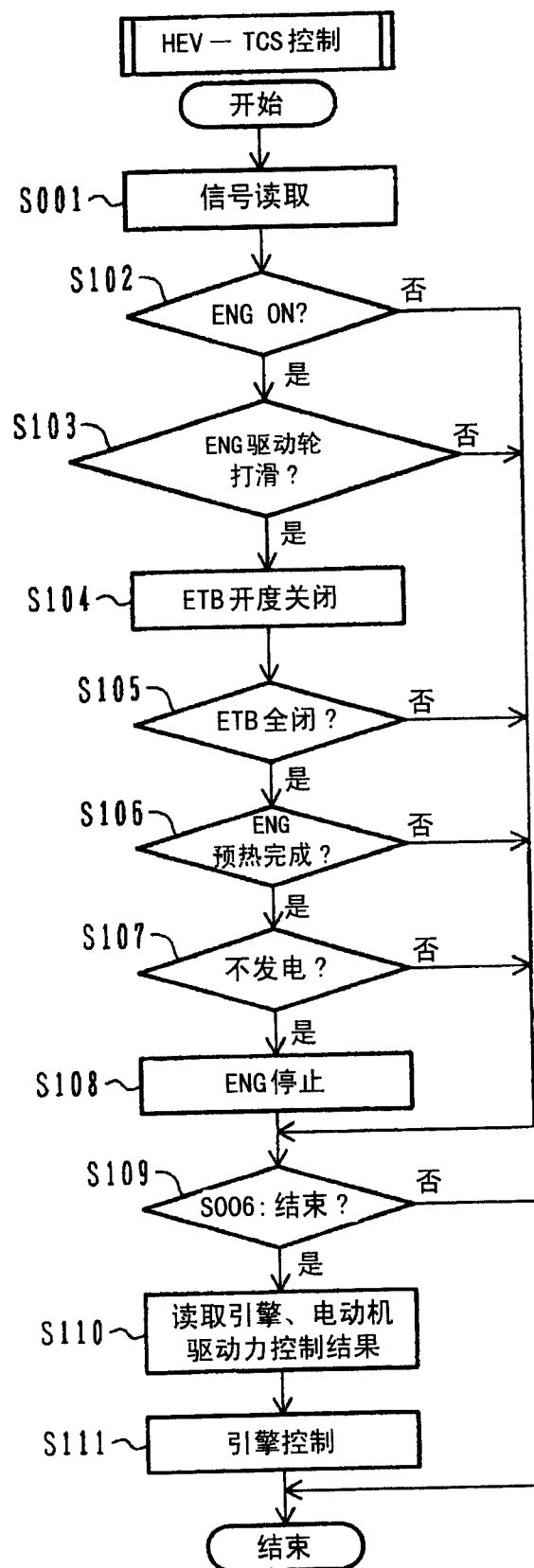


图 9

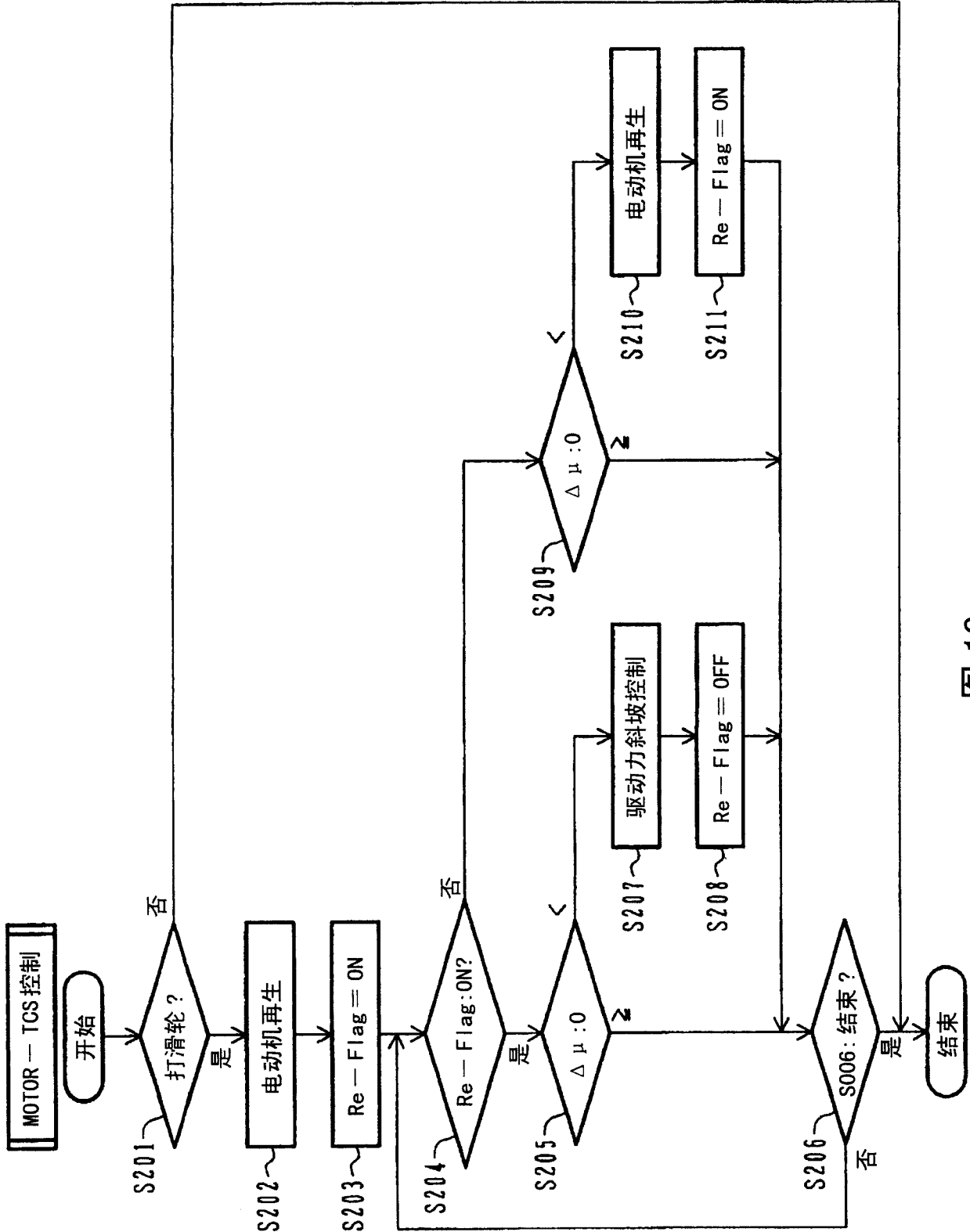


图 10

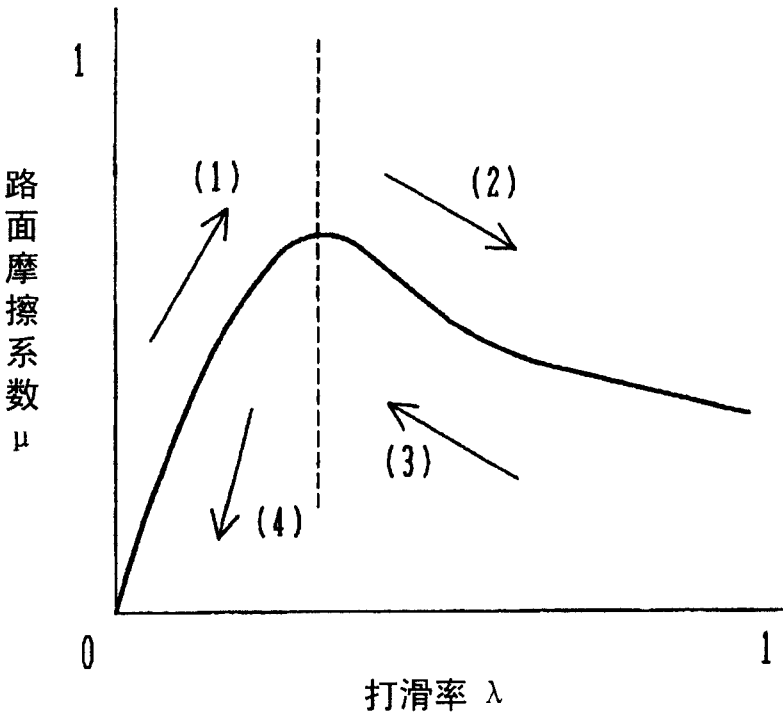


图 11

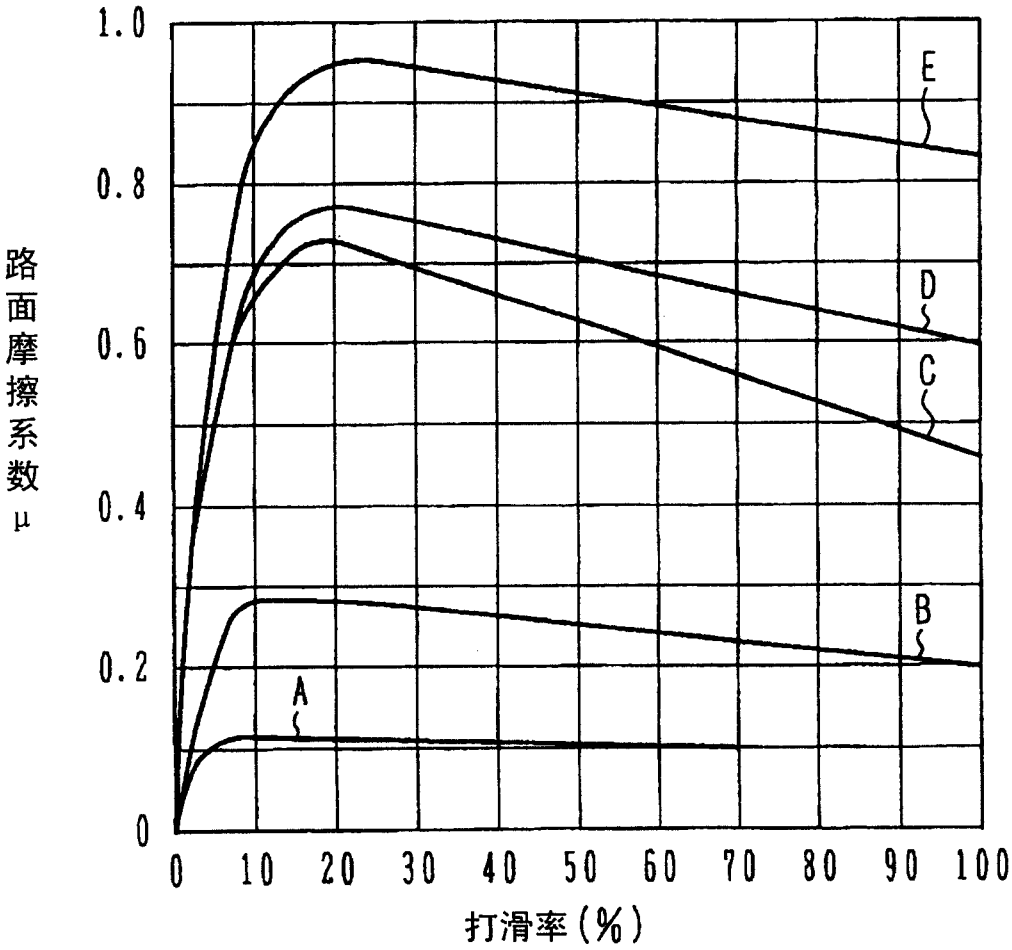


图 12

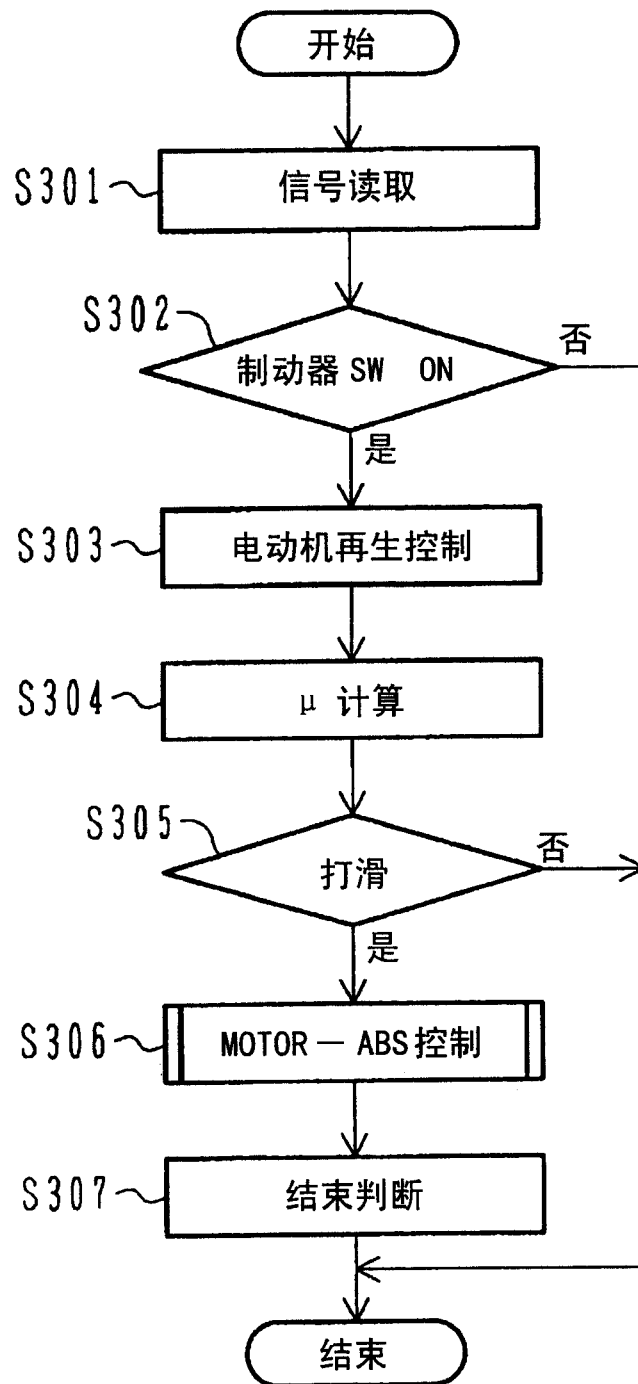


图 13

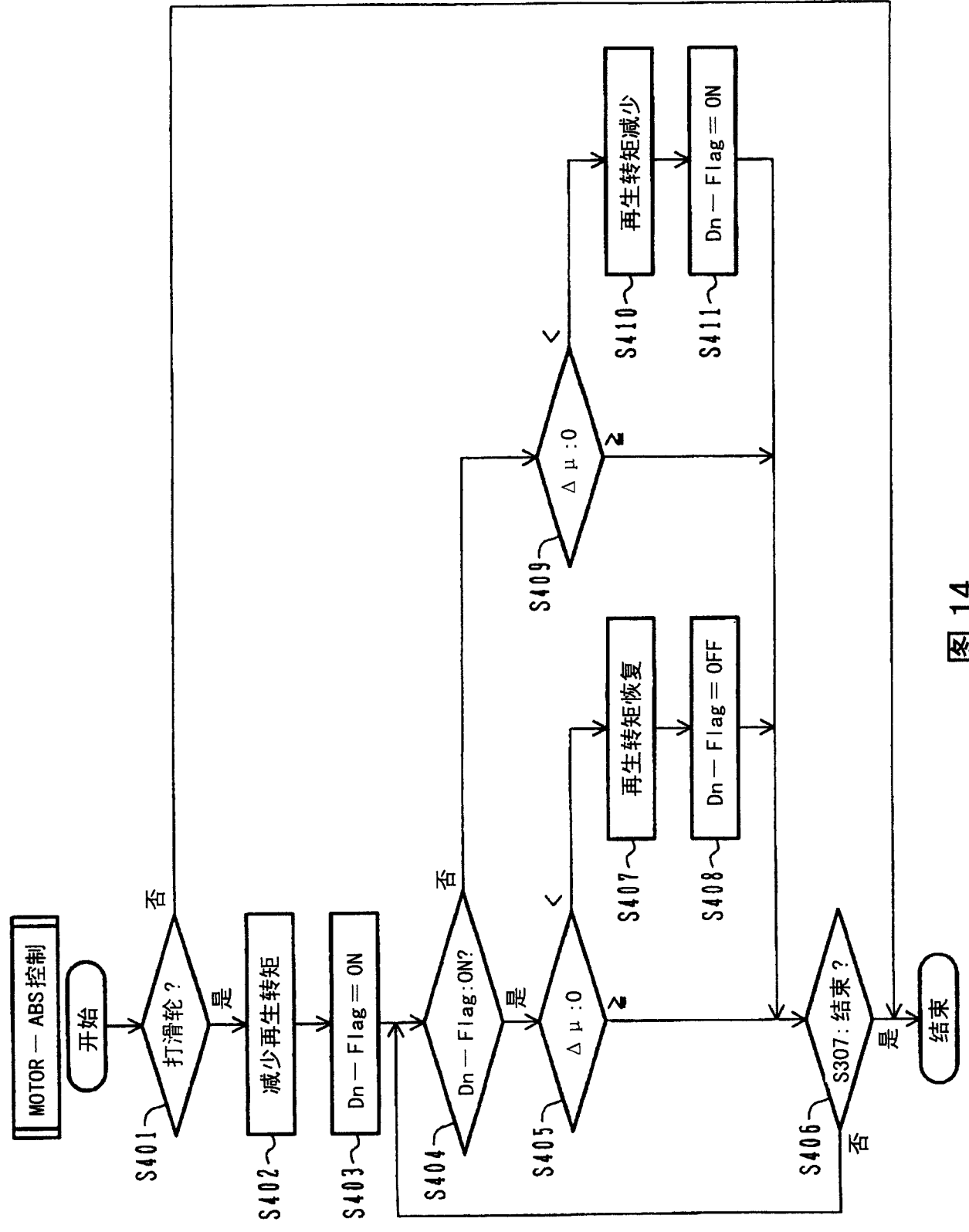


图 14

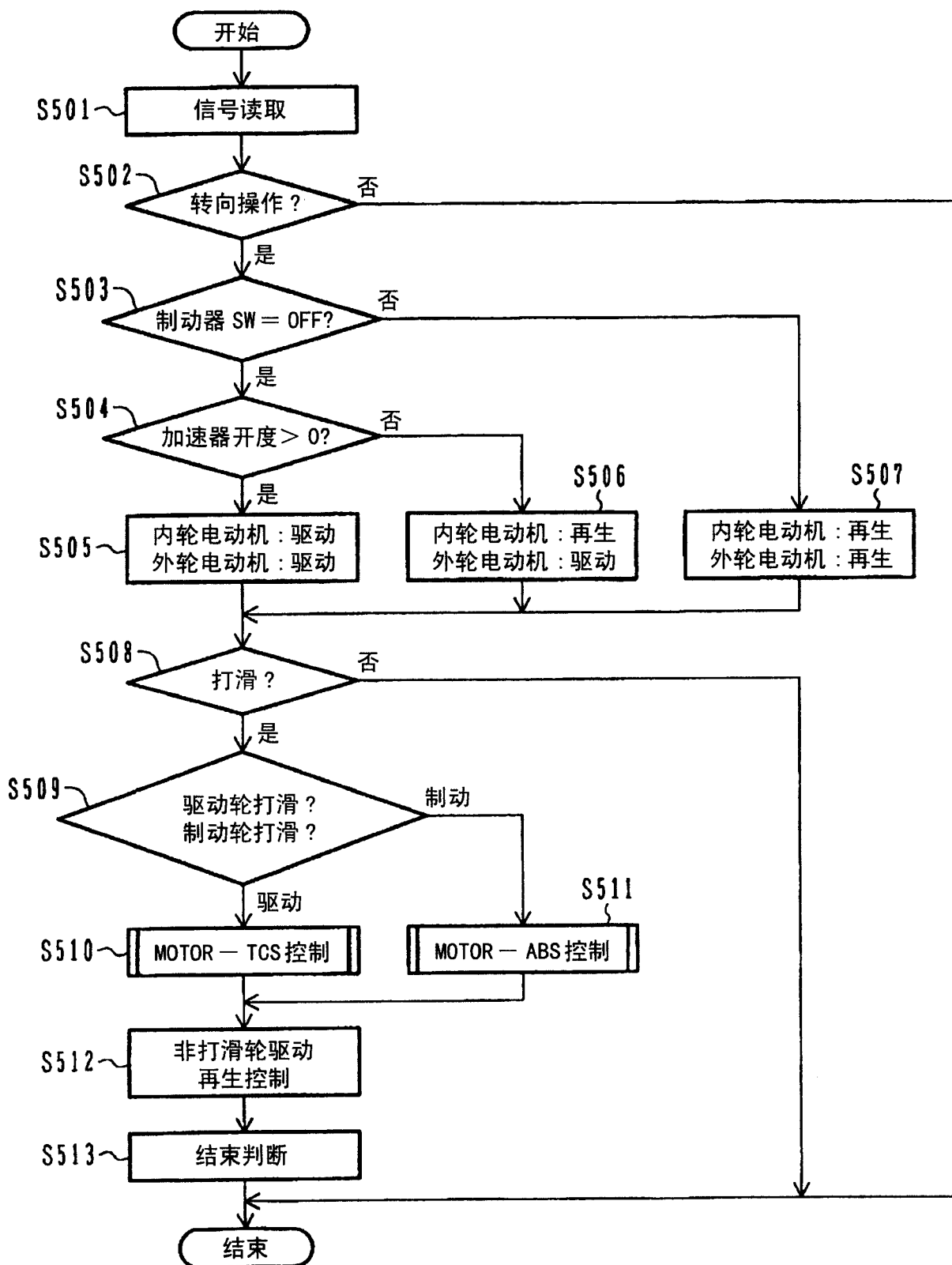


图 15

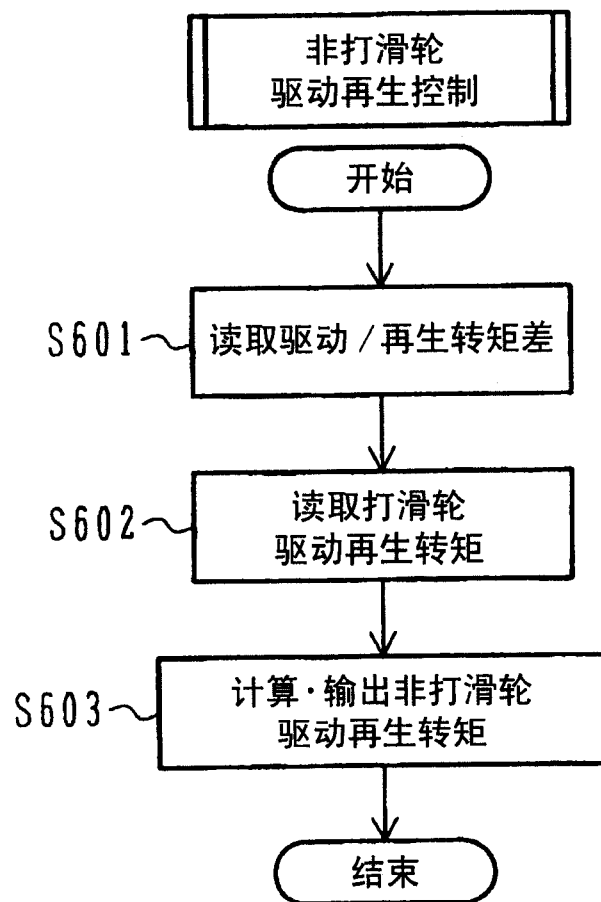


图 16

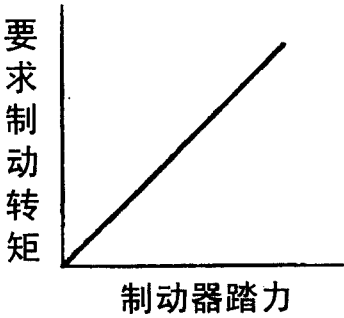


图 17

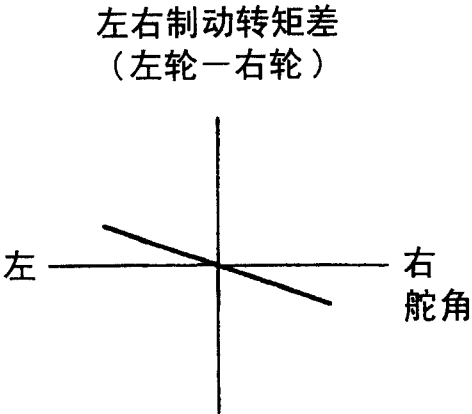


图 18

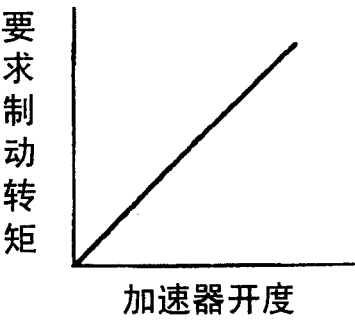


图 19

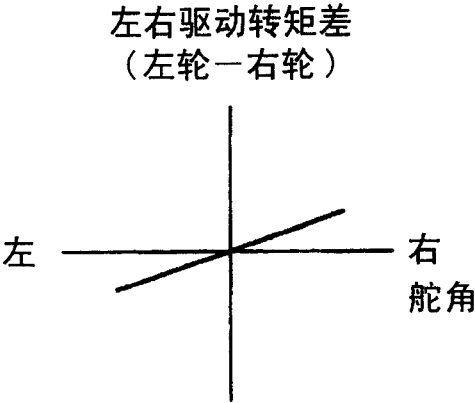


图 20

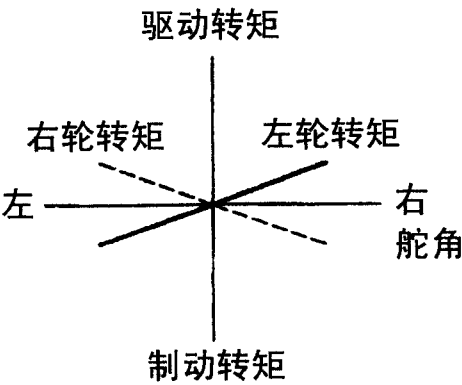


图 21

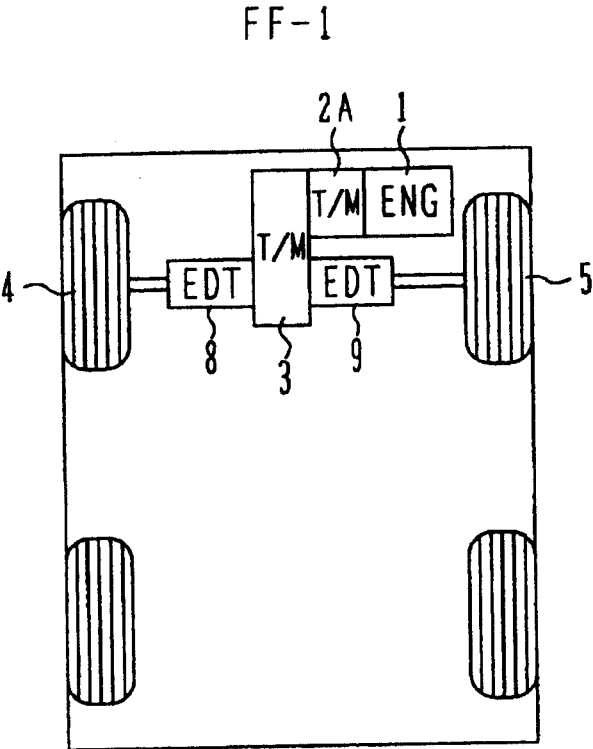


图 22

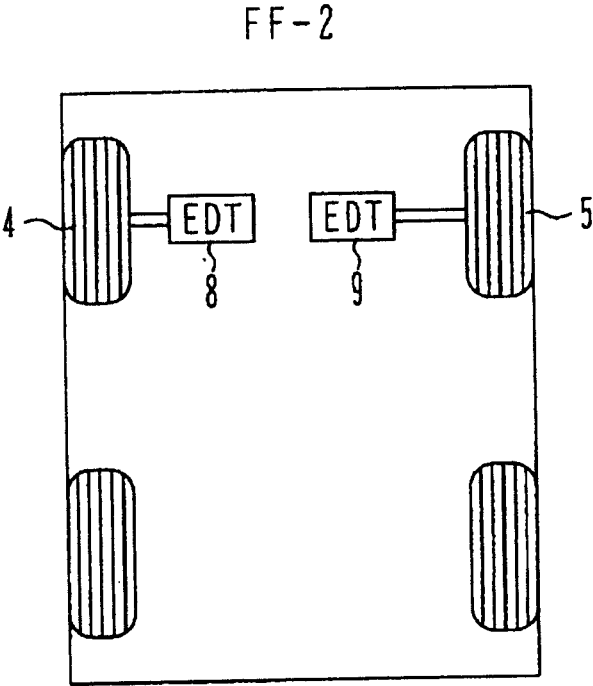


图 23

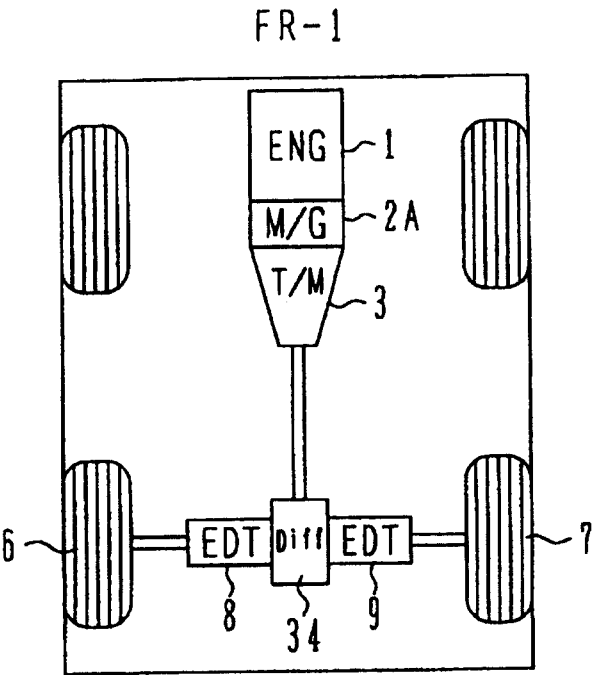


图 24

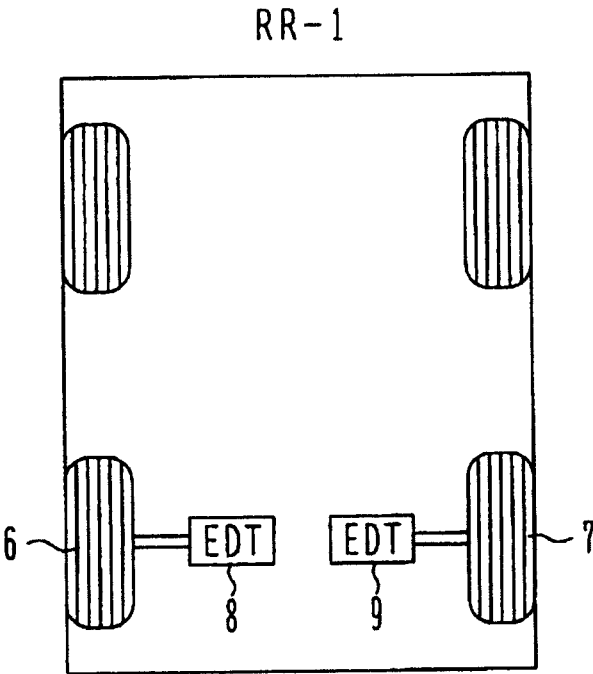


图 25

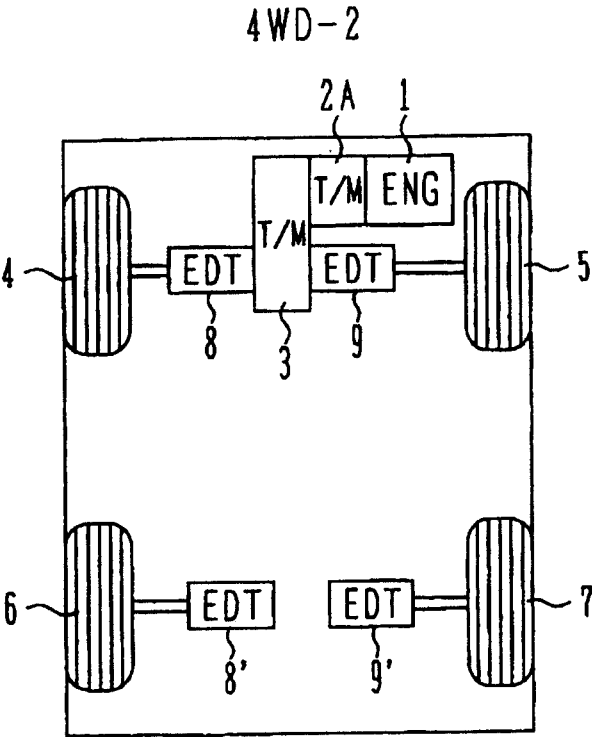


图 26

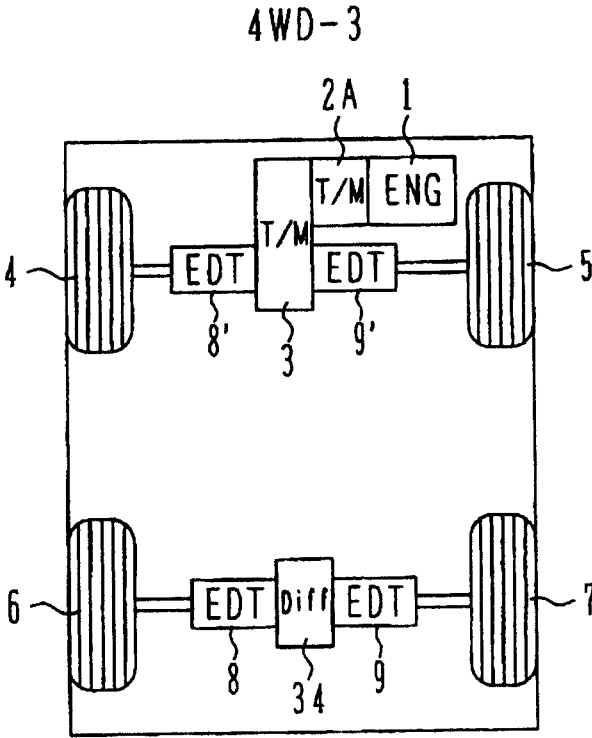


图 27

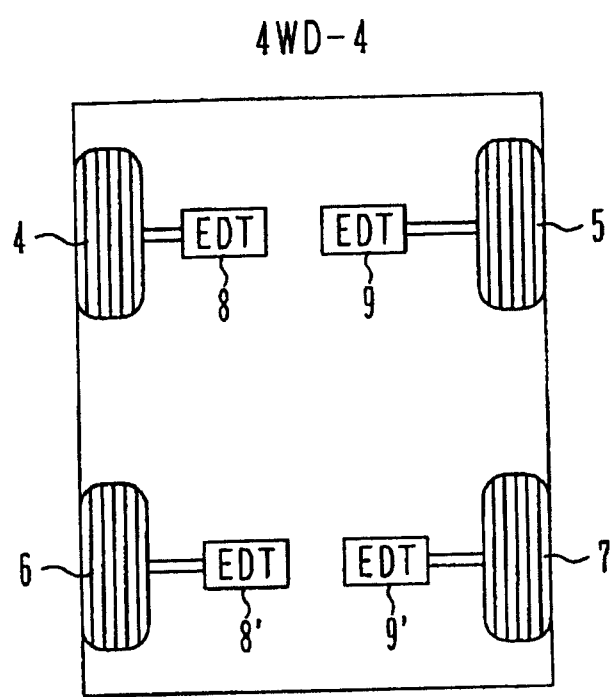


图 28