

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780019092.6

[51] Int. Cl.

B60W 10/08 (2006.01)

B60L 11/14 (2006.01)

B60K 6/445 (2007.10)

B60W 10/06 (2006.01)

B60K 6/52 (2007.10)

B60W 20/00 (2006.01)

[43] 公开日 2009 年 6 月 10 日

[11] 公开号 CN 101454188A

[51] Int. Cl. (续)

B60K 17/356 (2006.01)

[22] 申请日 2007.5.18

[21] 申请号 200780019092.6

[30] 优先权

[32] 2006.5.24 [33] JP [31] 144113/2006

[86] 国际申请 PCT/JP2007/060664 2007.5.18

[87] 国际公布 WO2007/136122 日 2007.11.29

[85] 进入国家阶段日期 2008.11.24

[71] 申请人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

共同申请人 爱信精机株式会社

[72] 发明人 水谷良治 土田充孝 田原安晃
福岛智宏 佐久间昌史

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 段承恩 常殿国

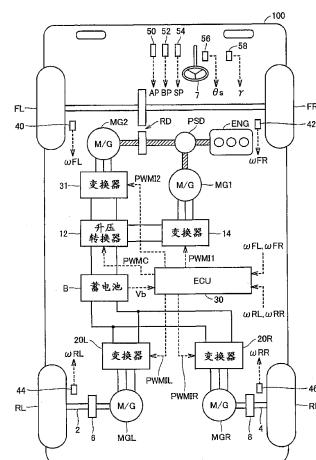
权利要求书 4 页 说明书 34 页 附图 14 页

[54] 发明名称

四轮驱动式车辆的驱动力控制装置

[57] 摘要

左右前车轮(FL、FR)由发动机(ENG)和电动发电机(MG2)驱动。左右后车轮(RL, RR)由轮内电动机形式的电动发电机(MGR、MGL)独立地驱动。由于电动发电机(MG2)和电动发电机(MGR、MGL)构成得额定输出彼此不同,而且驱动轮之间的减速比也不同,因此,对于转矩和车速的效率特性在不同的输出区域显示高效率。ECU(30)在行驶模式选择重视燃料消耗率模式时,根据电动机要求驱动转矩和车速、各台电动发动机的效率特性,确定电动发电机(MG2)和电动发电机(MGR、MGL)之间的驱动转矩分配,从而使电动机的整体的效率达到最高。



1. 一种四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，具有第1左右驱动轮和第2左右驱动轮，包括：

第1电动机(MG2)；

将上述第1电动机(MG2)产生的动力传递到连接于第1驱动轴的上述第1左右驱动轮的第1动力传递机构；

分别连接于上述第2左右驱动轮并能相互独立地驱动、且额定输出与上述第1电动机(MG2)不同的2台第2电动机(MGL,MGR)；

将上述2台第2电动机(MGL,MGR)产生的动力分别传递到上述第2左右驱动轮的第2动力传递机构；

接收来自电源(B)的电力供给以对上述第1电动机(MG2)进行驱动控制的第1驱动电路(31)；

接收来自上述电源(B)的电力供给以分别对上述2台第2电动机(MGL,MGR)进行驱动控制的2个第2驱动电路(20L,20R)；

针对上述第1和第2电动机整体被要求输出的驱动力，在上述第1和第2电动机(MG2,MGL,MGR)之间确定输出分配的驱动力分配确定部(62)；和

以上述第1和第2电动机(MG2,MGL,MGR)分别输出被分配的驱动力的方式，对上述第1和第2驱动电路(31,20L,20R)进行控制的驱动控制部(70,74,76)，

上述第1和第2动力传递机构的至少一方包括减速机(RD,6,8)，该减速机将对应的电动机产生的动力在其旋转速度减速后传递到相应驱动轮，

上述驱动力分配确定部(62)包括：

分别针对上述第1和第2电动机(MG2,MGL,MGR)，将对于转矩和旋转速度的效率特性预先转换为对于转矩和车速的效率特性并进行储存的储存单元；和

第 1 分配确定单元，其根据上述第 1 和第 2 电动机整体被要求的驱动转矩和车速、以及所储存的上述第 1 和第 2 电动机的对于转矩和车速的效率特性，确定上述第 1 和第 2 电动机(MG2,MGL,MGR)之间的输出分配，使得上述第 1 和第 2 电动机的输出转矩的总和满足上述第 1 和第 2 电动机整体被要求的驱动转矩，同时上述第 1 和第 2 电动机整体的效率为预定阈值以上。

2. 根据权利要求 1 所述的四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，还具有：

对上述第 1 和第 2 电动机整体被要求的驱动力进行检测的驱动力检测部；和

检测上述车速的车速检测部(40,42,44,46)，

上述第 1 分配确定单元包含存储单元，该存储单元根据上述第 1 和第 2 电动机(MG2,MGL,MGR)的对于转矩和车速的效率特性，按上述第 1 和第 2 电动机整体被要求的驱动转矩和车速的每一组合，预先设定并存储上述第 1 和第 2 电动机整体的效率变为最高时的上述第 1 和第 2 电动机(MG2,MGL,MGR)的输出分配，并且，该第 1 分配确定单元从上述存储单元中取出与检测到的上述第 1 和第 2 电动机整体被要求的驱动转矩和车速对应的上述第 1 和第 2 电动机(MG2,MGL,MGR)的输出分配。

3. 根据权利要求 2 所述的四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，还具有：对上述车辆的转向角进行检测的转向角检测部(56)，

上述第 1 分配确定单元根据检测到的上述车辆的转向角，对所确定的上述第 1 和第 2 电动机(MG2,MGL,MGR)之间的输出分配进行修正。

4. 根据权利要求 2 所述的四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，还具有对上述第 1 和第 2 左右驱动轮的滑转进行检测的车轮滑转检测部，

当检测到上述第 1 和第 2 左右驱动轮的一方滑转时，上述第 1 分配确定单元对所确定的上述第 1 和第 2 电动机(MG2,MGL,MGR)之间的输出分配进行修正。

5. 根据权利要求 1 所述的四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，上述驱动力分配确定部(62)还包括：

评价值获取单元，其根据上述第 1 和第 2 电动机（MG2,MGL,MGR）之间的输出分配和上述车辆（100）的行驶状态，对上述第 1 和第 2 电动机整体被要求的驱动转矩和车速的每一组合，获取表示上述车辆（100）的行为的稳定度的评价值；

第 2 分配确定单元，其根据上述第 1 和第 2 电动机整体被要求的驱动转矩和车速、以及转换后的上述第 1 和第 2 电动机的对于转矩和车速的效率特性，选出在上述第 1 和第 2 电动机的输出转矩的总和满足上述第 1 和第 2 电动机整体被要求的驱动转矩、且上述第 1 和第 2 电动机整体的效率为预定阈值以上时的上述第 1 和第 2 电动机（MG2,MGL,MGR）之间的输出分配，同时对应于上述车辆（100）的行驶状态，从所选出的上述第 1 和第 2 电动机（MG2,MGL,MGR）之间的输出分配中，将上述评价值变为最高时的输出分配确定为上述第 1 和第 2 电动机（MG2,MGL,MGR）之间的输出分配；和

设置得从外部能够操作、对应于操作状态选择上述第 1 分配确定单元和第 2 分配确定单元中的任一方的选择单元。

6. 根据权利要求 1~5 中任一项所述的四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，还包括：

在上述电源（B）和上述第 1 驱动电路（31）之间进行电压变换的电压变换电路（12）；

第 1 开关电路（SW1），其设置成在接通状态下能够将来自上述电源（B）的电压直接供给到上述第 2 驱动电路（20L, 20R）；和

第 2 开关电路（SW2），其设置成在接通状态下能够将上述电压变换电路（12）的输出电压供给到上述第 2 驱动电路（20L, 20R），

上述驱动力分配确定部（62）包括：

根据分配给上述第 2 电动机（MGL,MGR）的驱动力，对上述第 2 驱动电路（20L, 20R）的输入电压的目标值进行运算的运算单元；

第 1 开关控制单元，其当运算出的上述目标值为来自上述电源（B）的电压以下时，使第 1 开关电路（SW1）成为接通状态，同时使第 2 开关

电路（SW2）成为断开状态；和

第 2 开关控制单元，当运算出的上述目标值大于来自上述电源（B）的电压时，使上述第 1 开关电路（SW1）成为断开状态，同时使上述第 2 开关电路（SW2）成为接通状态。

7. 根据权利要求 1~5 中任一项所述的四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，上述第 1 左右驱动轮构成上述车辆的前轮（FL,FR），上述第 2 左右驱动轮构成上述车辆的后轮（RL,RR）。

8. 根据权利要求 1~5 中任一项所述的四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，上述第 1 左右驱动轮构成上述车辆的后轮（RL,RR），上述第 2 左右驱动轮构成上述车辆的前轮（FL,FR）。

9. 根据权利要求 1~5 中任一项所述的四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，上述 2 台第 2 电动机（MGL,MGR）均是轮内电动机。

10. 根据权利要求 1~5 中任一项所述的四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，上述车辆（100）是混合动力车辆，

上述第 1 动力传递机构将内燃机（ENG）产生的动力和上述第 1 电动机（MG2）产生的动力进行合成，并传递到连接于上述第 1 驱动轴的上述第 1 左右驱动轮，

上述驱动力分配确定部（62），针对上述车辆（100）被要求的驱动力，在上述内燃机（ENG）与上述第 1 和第 2 电动机（MG2, MGL,MGR）整体之间确定输出分配，同时针对所确定的上述第 1 和第 2 电动机整体被要求的驱动力，在上述第 1 和第 2 电动机（MG2, MGL,MGR）之间确定输出分配。

四轮驱动式车辆的驱动力控制装置

技术领域

本发明涉及一种四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，特别涉及一种左右被驱动轮由各自的驱动源独立驱动的四轮驱动式车辆的驱动力控制装置。

背景技术

最近混合动力车辆（汽车）和电动车辆作为环保型车辆而引人注目。混合动力车辆是一种除了现有发动机之外，还以介由变换器（逆变器，inverter）由直流电源驱动的电动机（motor，马达）为动力源的车辆。即混合动力车辆是一种由驱动发动机而获得动力源，同时由变换器将来自直流电源的直流电压转换为交流电压并由该转换后的交流电压使电动机旋转而获得动力源的车辆。

此外，电动车辆是一种以介由变换器由直流电源驱动的电动机作为动力源的车辆。

例如特开平5-328529号公报公开了一种电动车辆，其是由设置在车辆主体前侧的电动机装置产生的转矩使后侧驱动轮转动的电动车辆，该电动机装置由在彼此不同的工作区域效率变高的第1电动机和第2电动机构成。

在该电动车辆中，第1电动机和第2电动机各自的转子固定于同一输出轴并围绕同一轴旋转，第1电动机和第2电动机产生的转矩输出至同一输出轴，并通过与该输出轴相连的传动轴传递到差动装置，差动装置将传递来的转矩通过差动旋转向左右驱动轮传递。

此时，第1电动机使用外径大且轴向尺寸短的低转速、高转矩型的电

动机。第 2 电动机使用外径小且轴向尺寸长的高转速、低转矩型的电动机。在根据电动汽车辆的行驶条件运算出行驶所必需的转矩时，就确定第 1 电动机的输出转矩 T_1 和第 2 电动机的输出转矩 T_2 针对要求转矩的分配。

各台电动机的输出转矩分配的确定方法如下：根据第 1 电动机在输出分配的输出转矩 T_1 时的效率和第 2 电动机在输出分配的输出转矩 T_2 时的效率，运算从电源供给到第 1 和第 2 电动机的能量，并确定输出转矩 T_1 、 T_2 以使运算出的能量变为最小。由此能够使电动机装置整体的效率为最大值。另外，由对第 1 电动机和第 2 电动机进行驱动控制，产生行驶所必需的要求转矩，无需变速箱。

另外特开平 2-133005 号公报公开了一种搭载有多台电动机作为驱动力源的电动汽车辆。该电动汽车辆，根据确定搭载电动机的效率的车速即电动机旋转速度、车辆被要求的驱动力值，确定每台电动机的驱动力指令值，以使得各台电动机的驱动力总和满足要求驱动力，同时应该给予各台电动机的能量总和变为最小。

因而例如在由分别设置的 2 台电动机驱动前轮和后轮的情况下，当断定由 1 台电动机驱动的情况下电动机整体的效率最大时，则仅 1 台电动机被驱动。另外当断定由 2 台电动机驱动的情况下电动机整体的效率最大时，则 2 台电动机被驱动。即以电动机整体的效率变为最大的方式，将此时被要求的驱动力分配给多台电动机。结果中能够使每充电一次的行驶距离增大。另外，由于蓄电池容量可以减小，能够减轻车辆的重量。

然而根据上述特开平 5-328529 号公报记载的电动汽车辆，由于第 1 电动机和第 2 电动机固定在同一输出轴上，因而，为了在相互不同的输出区域内（输出转矩、转速）提高效率，只有采用设置不同体型（体格，build）的电动机的方法。

图 14 是显示特开平 5-328529 号公报记载的电动机装置的效率图的图。如图 14 所示，第 1 电动机和第 2 电动机在电动机特性中占据的高效率区域不同。然而，由于该差别是仅由电动机体型不同引起的，因此，作为电动机装置整体能够获得高效率的输出区域上存在界限。例如在图 14 的效

率图中，由于第1电动机和第2电动机在低输出区域的效率都低，因此，电动机装置整体直到到达低输出区域为止很难维持高效率。

另外根据上述特开平2-133005号公报的电动车辆，虽然2台电动机分别连接于不同的驱动轮，但是由于体型彼此相同，适用于输出特性同等的情况，因此各自效率增大的动作区域大致相同。

从而在对各电动机的输出转矩进行分配时，只能选择使2台电动机分别均等地输出要求驱动转矩的二分之一，或使1台电动机输出全部要求的驱动转矩。因而能够实现的电动机整体的效率方面自然会产生上限。

发明内容

因此，本发明为解决所述问题而提出，其目的是提供一种在宽广的输出区域内能够实现高效率的四轮驱动式车辆的驱动力控制装置。

按照本发明，四轮驱动式车辆的驱动力控制装置是一种具有第1左右驱动轮和第2左右驱动轮的四轮驱动式车辆的驱动力控制装置。四轮驱动式车辆的驱动力控制装置包括第1电动机；将第1电动机产生的动力传递到连接于第1驱动轴的第1左右驱动轮的第1动力传递机构；分别连接于第2左右驱动轮并能相互独立地驱动、且额定输出与第1电动机不同的2台第2电动机；将2台第2电动机产生的动力分别传递到第2左右驱动轮的第2动力传递机构；接收来自电源的电力供给以对第1电动机进行驱动控制的第1驱动电路；接收来自电源的电力供给以分别对2台第2电动机进行驱动控制的2个第2驱动电路；针对第1和第2电动机整体被要求输出的驱动力，在第1和第2电动机之间确定输出分配的驱动力分配确定部；和以第1和第2电动机分别输出被分配的驱动力的方式，对第1和第2驱动电路进行控制的驱动控制部。第1和第2动力传递机构的至少一方包括减速机，该减速机将对应的电动机产生的动力在使其旋转速度减速后传递到相应驱动轮。驱动力分配确定部包括分别针对第1和第2电动机，将对于转矩和旋转速度的效率特性预先转换为对于转矩和车速的效率特性并进行储存的储存单元；和第1分配确定单元，其根据第1和第2电动机整体

被要求的驱动转矩和车速、以及所储存的第 1 和第 2 电动机的对于转矩和车速的效率特性，确定第 1 和第 2 电动机之间的输出分配，使得第 1 和第 2 电动机的输出转矩的总和满足第 1 和第 2 电动机整体被要求的驱动转矩，同时第 1 和第 2 电动机整体的效率为预定阈值以上。

按照上述四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，第 1 和第 2 电动机被构成为额定输出彼此不同，而且在恒定车速下能够以彼此不同的旋转速度驱动。因而对于转矩和车速的效率特性中成为高效率的区域在两者之间不同。从而根据电动机整体被要求的驱动转矩和车速，采用使电动发电机整体的效率变为最高的方式适当确定第 1 和第 2 电动发电机之间的输出分配，由此能够在从高输出区域至低输出区域的宽广输出区域内确保电动机的整体的效率为高效率。因此，能够提高四轮驱动式车辆的燃料消耗率。

优选地，四轮驱动式车辆的驱动力控制装置还具有对第 1 和第 2 电动机整体（全体）被要求的驱动力进行检测的驱动力检测部；和检测车速的车速检测部。第 1 分配确定单元包含存储单元，该存储单元根据第 1 和第 2 电动机的对于转矩和车速的效率特性，按第 1 和第 2 电动机整体被要求的驱动转矩和车速的每一组合，预先设定并存储第 1 和第 2 电动机整体的效率变为最高时的第 1 和第 2 电动机的输出分配。第 1 分配确定单元从存储单元中取出与检测到的第 1 和第 2 电动机整体被要求的驱动转矩和车速对应的第 1 和第 2 电动机间的输出分配。

按照上述四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，由于与电动机整体被要求的驱动力的大小无关地，按照预先设定的电动机整体的效率变为最高的分配，进行第 1 和第 2 电动机之间的输出分配，因此，能够在宽广输出区域内，保持电动机整体的效率为高效率。

优选地，四轮驱动式车辆的驱动力控制装置还具有对车辆的转向角进行检测的转向角检测部。第 1 分配确定单元根据检测到的车辆的转向角，对所确定的上述第 1 和第 2 电动机之间的输出分配进行修正。

按照上述四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，既能实现车辆行驶稳定性又能实现良好的燃料消耗率性能。

优选地，四轮驱动式车辆的驱动力控制装置还具有对第1和第2左右驱动轮的滑转进行检测的车轮滑转检测部。第1分配确定单元当检测到第1和第2左右驱动轮的一方滑转时，对所确定的第1和第2电动机之间的输出分配进行修正。

按照上述四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，既能实现车辆行驶稳定性又能实现良好的燃料消耗率性能。

优选地，驱动力分配确定部包括评价值获取单元，其根据第1和第2电动机之间的输出分配和车辆的行驶状态，对第1和第2电动机整体被要求的驱动转矩和车速的每一组合，获取表示车辆的行为的稳定度的评价值；第2分配确定单元，其根据第1和第2电动机整体被要求的驱动转矩和车速、以及转换后的第1和第2电动机的对于转矩和车速的效率特性，选出在第1和第2电动机的输出转矩的总和满足第1和第2电动机整体被要求的驱动转矩、且第1和第2电动机整体的效率为预定阈值以上时的第1和第2电动机之间的输出分配，同时对应于车辆的行驶状态，从所选出的第1和第2电动机之间的输出分配中，将评价值为最高时的输出分配确定为第1和第2电动机之间的输出分配；和设置得从外部能够操作、对应于操作状态选择第1分配确定单元和第2分配确定单元中的任一方的选择单元。

按照上述四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，既能确保车辆的运动性能又能提高燃料消耗率。

优选地，四轮驱动式车辆的驱动力控制装置包括在电源和第1驱动电路之间进行电压变换的电压变换电路；第1开关电路，其设置成在接通(closed)状态下能够将来自电源的电压直接供给到第2驱动电路；和第2开关电路，其设置成在接通状态下能够将电压变换电路的输出电压供给到第2驱动电路。驱动力分配确定部包括根据分配给第2电动机的驱动力，对第2驱动电路的输入电压的目标值进行运算的运算单元；第1开关控制单元，其当运算出的目标值为来自电源的电压以下时，使第1开关电路成为接通状态，同时使第2开关电路成为断开(opening)状态；和第2开关控制单元，当运算出的目标值大于来自电源的电压时，使第1开关电路成

为断开状态，同时使第2开关电路成为接通状态。

按照上述四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，能够确保来自第2电动机的驱动力，降低在电压变换器产生的电力损失，因此，能够进一步提高电动机的整体的效率。

优选地，第1左右驱动轮构成车辆的前轮，而且第2左右驱动轮构成车辆的后轮。

根据上述四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，成为被驱动轮的后轮，被构成为仅能驱动左后轮和右后轮的一方。因而，对应于车辆的行驶状态，通过仅驱动一个后轮，使车辆以一轮被驱动地行驶，能够高效率驱动成为驱动力源的第2电动机。因此，能够提高电动机的整体的效率。

优选地，第1左右驱动轮构成车辆的后轮，而且第2左右驱动轮构成车辆的前轮。

按照上述四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，后轮为主驱动轮且前轮为被驱动轮的车辆，与以前轮为主驱动轮且后轮为被驱动轮的车辆相比，能够缓和由车辆运动性能对向前轮分配驱动力的限制。因此，能够提高驱动力分配的自由度，进一步提高电动机的整体的效率。

优选地，2台第2电动机均是轮内电动机（in-wheel motor）。

按照上述四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，通过设置成将第2电动机分别组装于第2左右驱动轮各自的轮内电动机，能够节省装置的整体空间。

优选地，车辆是混合动力车辆。第1动力传递机构将内燃机产生的动力和第1电动机产生的动力进行合成，并传递到连接于第1驱动轴的第1左右驱动轮。驱动力分配确定部针对车辆被要求的驱动力，在内燃机与第1和第2电动机整体之间确定输出分配，同时针对所确定的第1和第2电动机整体被要求的驱动力，在第1和第2电动机之间确定输出分配。

按照上述四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，在混合动力车辆中，由于能够以高效率驱动电动机的整体，因此，能够进一步提高燃料消耗率。

按照本发明，在将多台额定输出不同且在恒定车速下能够以不同的旋

转速度驱动的电动机作为动力源的四轮驱动式车辆中，在从高输出区域至低输出区域的宽广输出区域内，能够将电动机整体的效率保持为高效率。因此，能够提高四轮驱动式车辆的燃料消耗率。

附图说明

图 1 是表示搭载有根据本发明实施例的四轮驱动式车辆的驱动力控制装置的车辆的驱动系的简略框图；

图 2 是图 1 所示车辆中驱动装置的简略框图；

图 3 是图 2 中 ECU 的功能框图；

图 4 是图 3 的转换器控制单元和变换器控制单元的功能框图；

图 5 是表示电动发电机 MG2、MGR、MGL 的对于输出转矩和车速 V 的效率特性的图；

图 6 是表示电动发电机 MG2、MGR、MGL 的驱动转矩分配和电动发电机整体的效率的关系的图；

图 7 是表示电动发电机 MG2、MGR、MGL 的驱动转矩分配和电动发电机整体的效率的关系的图；

图 8 是表示在重视燃料消耗率（燃料消耗量）模式下电动机要求驱动转矩 T_M^* 以及车速 V 和驱动转矩分配的关系的图；

图 9 是表示在重视运动性能模式下电动机要求驱动转矩 T_M^* 以及车速 V 和驱动转矩分配的关系的图；

图 10 是用于说明根据本发明实施例的四轮驱动式车辆的驱动力控制的流程图；

图 11 是表示根据本发明实施例的变更例 1 的电动发电机 MG2、MGR、MGL 的对于转矩和车速的效率特性的图；

图 12 是根据本发明实施例的变更例 2 的驱动力控制装置中驱动装置的简略框图；

图 13 是表示搭载了根据本发明实施例的四轮驱动式车辆的驱动力控制装置的车辆的驱动系的简略框图；

图 14 是显示日本特开平 5-328529 号公报记载的电动机装置的效率图的图。

具体实施方式

下文将参照附图对本发明的实施例进行详细说明。而且图中相同或相当的部分使用相同的附图标记表示，对其不进行重复说明。

图 1 是表示搭载有根据本发明实施例的四轮驱动式车辆的驱动力控制装置的车辆的驱动系的简略框图。

参照图 1，车辆 100 例如是一种以左右前车轮 FL、FR 为主驱动轮，并以左右后车轮 RL、RR 为被驱动轮的基于 FF 的混合动力四轮驱动车。混合动力四轮驱动车采用左右前车轮 FL、FR 由发动机 ENG 和电动发电机 MG2 驱动，左右后车轮 RL、RR 由电动发电机 MGL、MGR 独立地驱动的两轮独立驱动方式。

另外，除了图 1 所示结构之外，混合动力四轮驱动车也可以是以左右前车轮 FL、FR 为被驱动轮由电动发电机 MGL、MGR 独立驱动，并以左右后车轮 RL、RR 为主驱动轮由发动机 ENG 和后电动发电机驱动的、基于 FR 的结构。

作为左右后车轮 RL、RR 的驱动装置，车辆 100 具有电动发电机 MGL、MGR、减速机 6、8、变换器 20L、20R、电子控制单元 30(Electronic Control Unit: ECU) 和蓄电池 B。

电动发电机 MGL、MGR 分别连接于左右后车轮 RL、RR 的驱动轴 2、4，并独立地对驱动轴 2、4 进行驱动。电动发电机 MGL、MGR 采用组装在对应车轮的轮内侧的轮内电动机形式。

电动发电机 MGR、MGL 例如为三相交流电动机，由存储在蓄电池 B 内的电力驱动。电动发电机 MGR 的驱动力通过减速机 8 传递到右后车轮 RR 的驱动轴 4。电动发电机 MGL 的驱动力通过减速机 6 传递到左后车轮 RL 的驱动轴 2。

而且在车辆 100 再生制动时，电动发电机 MGL、MGR 分别利用左右

后车轮 RL、RR 通过减速机 6、8 而被旋转作为发电机工作。此时，由电动发电机 MGL、MGR 发电的再生电力通过变换器 20L、20R 充电于蓄电池 B。

在此，以满足对应电动发电机被要求的输出特性的方式，分别设定配置给左右后车轮 RL、RR 的减速机 6、8 的减速比、配置给左右前车轮 FL、FR 的减速机 RD 各自的减速比。从而，电动发电机 MG2 和电动发电机 MGR、MGL 能够相对于恒定车速以彼此不同的旋转速度驱动。而且不限定于设置减速机 6、8、RD 的全部的结构。也可以构成为设置减速机 6、8 以及减速机 RD 中的任何一方。

蓄电池 B 可以使用镍氢、锂离子等二次电池和燃料电池等。另外可以使用双电荷层电容器（electrical double layer capacitor）等大容量电容器替代蓄电池 B 作为蓄电装置。

变换器 20L、20R 分别对电动发电机 MGR、MGL 进行驱动控制。虽然图中未示，但是变换器 20L 由 U 相臂、V 相臂和 W 相臂构成。各个相臂由在电源线和接地线之间串联的 2 个功率元件（power device）构成。采用电线，将各相臂的中性点连接于电动发电机 MGL 的各相线圈的各相端。即电动发电机 MGL 构成得 U、V、W 相的 3 个线圈的一端共同连接于中性点，U 相线圈的另一端连接于 U 相臂的中性点，V 相线圈的另一端连接于 V 相臂的中性点，W 相线圈的另一端连接于 W 相臂的中性点。

变换器 20R 由与变换器 20L 相同的结构构成，由电线将各相臂的中性点连接于电动发电机 MGR 的各相线圈的各相端。

变换器 20L、20R 当从蓄电池 B 被供给直流电压时，根据来自 ECU30 的信号 PWMIL、PWMIR 将直流电压转换为交流电压以分别驱动电动发电机 MGL、MGR。从而，电动发电机 MGL、MGR 以产生按照要求驱动转矩的转矩的方式被驱动。

而且变换器 20L、20R 在车辆 100 再生制动时，根据来自 ECU30 的信号 PWMIL、PWMIR，将电动发电机 MGL、MGR 发电的交流电压转换为直流电压，并将转换后的直流电压供给到蓄电池 B。此时所谓的再生

制动包含伴随着驾驶车辆 100 的驾驶员进行制动操作时的再生发电的制动、以及虽不操作脚制动装置但是通过在行驶中松开加速踏板而边再生发电边使车辆减速（或中止加速）的情况。

车辆 100 还具有作为左右前车轮 FL、FR 的驱动装置的发动机 ENG、电动发电机 MG1、MG2、动力分配机构 PSD、减速机 RD、进行电动发电机 MG1、MG2 的驱动控制的变换器 14、31、升压转换器 12(upconverter)。

发动机 ENG 以汽油等燃料的燃烧能量作为源来产生驱动力。发动机 ENG 产生的驱动力由动力分配机构 PSD 分配到向发生直流电力的电动发电机 MG1 进行传递的路径、通过减速机 RD 向对左右前车轮 FL、FR 进行驱动的驱动轴进行传递的路径。

电动发电机 MG1 由通过动力分配机构 PSD 传递的来自发动机 ENG 的驱动力而旋转发电。电动发电机 MG1 发电的电力通过电线供给到变换器 14，用于对蓄电池 B 的充电电力，或用作电动发电机 MG2 的驱动电力。

电动发电机 MG2 由从变换器 31 供给到电力线的交流电力旋转驱动。由电动发电机 MG2 产生的驱动力通过减速机 RD 传递到左右前车轮 FL、FR 的驱动轴。

另外在再生制动操作时，在电动发电机 MG2 伴随着车轮 FL、FR 的减速而旋转时，产生于电动发电机 MG2 的电动势（electromotive force）被供给到电力线。此时变换器 31 将供给到电力线的电力转换为直流电力，并通过升压转换器 12 对蓄电池 B 进行充电。

车辆 100 还具有对加速踏板位置 AP 进行检测的加速踏板位置传感器 50、对制动踏板位置 BP 进行检测的制动踏板位置传感器 52、对变速位置 SP 进行检测的变速位置传感器 54、控制把手 7(handle)、对控制把手 7 的转向角 θ_s 进行检测的转向角传感器 56、对横摆率 γ 进行检测的横摆率传感器 58。另外车辆 100 还具有对车轮 FL、FR、RL、RR 的旋转速度 ω_{FL} 、 ω_{FR} 、 ω_{RL} 、 ω_{RR} 进行检测的车轮速度传感器 40、42、44、46。来自所述传感器的检测信号输入到 ECU30。

ECU30 与发动机 ENG、变换器 20L、20R、14、31 以及蓄电池 B 电

连接。对发动机 ENG 的运行状态、电动发电机 MGR、MGL 和电动发电机 MG1、MG2 的驱动状态、蓄电池 B 的充电状态进行统一（联合，集成）控制。

图 2 是图 1 所示车辆 100 中驱动装置的简略框图。

参照图 2，驱动装置具有蓄电池 B、升压转换器 12、变换器 14、31、20R、20L、电压传感器 10、13、电流传感器 22、24、26、28 以及 ECU30.

电动发电机 MGL、MGR 是轮内电动机形式的三相交流电动机，由存储在蓄电池 B 内的电力驱动。电动发电机 MGR 的驱动力通过减速机传递到右后车轮 RR 的驱动轴（图中未示）。电动发电机 MGL 的驱动力通过减速机传递到左后车轮 RL 的驱动轴（图中未示）。

虽然电动发电机 MG1、MG2 既可以用作发电机也可以用作电动机，但是电动发电机 MG1 主要作为发电机动作（工作）、电动发电机 MG2 主要作为电动机动作。

具体地说，电动发电机 MG1 为三相交流电动机，在加速时用作起动发动机 ENG 的起动机。此时，电动发电机 MG1 接收来自蓄电池 B 的电力供给作为电动机进行驱动，对发动机 ENG 进行起转（cranking）使其起动。

另外在发动机 ENG 起动后，电动发电机 MG1 由通过动力分配机构 PSD 传递的发动机 ENG 的驱动力旋转而发电。

电动发电机 MG1 发电的电力视车辆运行状态和蓄电池 B 的充电量情形而灵活运用，例如在正常行驶时或加速时，电动发电机 MG1 发生的电力直接成为驱动电动发电机 MG2 的电力。另一方面，当蓄电池 B 的充电量低于预定值时，电动发电机 MG1 发生的电力由变换器 14 从交流电转换为直流电而存储于蓄电池 B。

电动发电机 MG2 为三相交流电动机，由存储在蓄电池 B 内的电力和电动发电机 MG1 发生的电力中至少一方驱动。电动发电机 MG2 的驱动力通过减速机 RD 以预定的减速比对其旋转速度减速，再传递到左右前车轮 FL、FR 的驱动轴。从而，电动发电机 MG2 辅助发动机 ENG 使车辆 100 行驶，或仅由自身的驱动力使车辆 100 行驶。

而且在车辆 100 再生制动时，电动发电机 MG2 由左右前车轮 FL、FR 通过减速机 RD 而被旋转作为发电机工作。此时，由电动发电机 MG2 发出的再生电力通过变换器 31 对蓄电池 B 进行充电。

升压转换器 12 设置在蓄电池 B 和变换器 14、31 之间，包括电抗器 L1（电抗线圈）、IGBT(绝缘栅双极晶体管)元件 Q1、Q2、二极管 D1、D2。电抗器 L1 的一端与蓄电池 B 的电源线相连，另一端与 IGBT 元件 Q1 和 IGBT 元件 Q2 的中间点相连，即连接于 IGBT 元件 Q1 的发射极和 IGBT 元件 Q2 的集电极之间。IGBT 元件 Q1、Q2 在电源线和地线之间串联。于是 IGBT 元件 Q1 的集电极和电源线相连，IGBT 元件 Q2 的发射极与地线相连。此外，以电流从发射极侧向集电极侧流动的方式将二极管 D1、D2 连接于各个 IGBT 元件 Q1、Q2 的集电极—发射极之间。

变换器 14 由 U 相臂 15、V 相臂 16、W 相臂 17 构成。U 相臂 15、V 相臂 16 和 W 相臂 17 在电源线和地线之间并联。

U 相臂 15 由串联的 IGBT 元件 Q3、Q4 组成，V 相臂 16 由串联的 IGBT 元件 Q5、Q6 组成，W 相臂 17 由串联的 IGBT 元件 Q7、Q8 组成。另外以电流从发射极侧向集电极侧流动的方式分别将二极管 D3～D8 连接在各个 IGBT 元件 Q3～Q8 的集电极—发射极之间。

各个相臂的中间点连接于电动发电机 MG1 的各相线圈的各个相端。即电动发电机 MG1 构成为 U、V、W 相的 3 个线圈的一端共同连接于中性点，U 相线圈的另一端连接于 IGBT 元件 Q3、Q4 的中间点，V 相线圈的另一端连接于 IGBT 元件 Q5、Q6 的中间点，W 相线圈的另一端连接于 IGBT 元件 Q7、Q8 的中间点。

变换器 31 的由与变换器 14 相同的结构构成。

升压转换器 12 对从蓄电池 B 供给的直流电压 Vb 进行升压并将升压后的电压供给到电容器 C2。更具体地说，升压转换器 12 当从 ECU30 接收信号 PWMC 时，响应于由信号 PWMC 使 IGBT 元件 Q2 接通（导通）期间对直流电压 Vb 进行升压并将升压后的直流电压供给到电容器 C2。

此外，升压转换器 12 当从 ECU30 接收信号 PWMC 时，对从变换器

14 和/或变换器 31 通过电容器 C2 供给的直流电压进行降压后, 对蓄电池 B 进行充电。

电容器 C2 对来自升压转换器 12 的直流电压进行平滑化, 并将平滑化后的直流电压供给到变换器 14、31。电压传感器 13 对电容器 C2 的两端电压即升压转换器 12 的输出电压 V_m (相当于变换器 14、31 的输入电压, 下文中相同) 进行检测, 将该检测后的输出电压 V_m 向 ECU30 输出。

如果从蓄电池 B 通过电容器 C2 向变换器 14 供给直流电压, 则变换器 14 根据来自 ECU30 的信号 PWM1, 将直流电压转换为交流电压并驱动电动发电机 MG1。从而, 电动发电机 MG1 以产生根据转矩指令值 TR1 的转矩的方式被驱动。

此外, 变换器 14 在搭载有驱动装置的车辆 100 的再生制动时, 根据来自 ECU30 的信号 PWM1 将电动发电机 MG1 发电的交流电压转换为直流电压, 该变换后的直流电压通过电容器 C2 供给到升压转换器 12。此时所谓的再生制动包含伴随着驾驶车辆 100 的驾驶员进行脚制动装置操作时的再生发电的制动、以及虽不操作脚制动装置但是通过在行驶中松开加速踏板而边再生发电边使车辆减速 (或中止加速) 的情况。

变换器 31 在当从蓄电池 B 通过电容器 C2 被供给直流电压时, 根据来自 ECU30 的信号 PWM2, 将直流电压转换为交流电压并对电动发电机 MG2 进行驱动。从而, 电动发电机 MG2 以产生根据转矩指令值 TR2 的转矩的方式被驱动。

另外变换器 31 在车辆 100 的再生制动时, 根据来自 ECU30 的信号 PWM2 将电动发电机 MG2 发电的交流电压转换为直流电压, 该转换后的直流电压通过电容器 C2 供给到升压转换器 12。

电流传感器 24 对流经电动发电机 MG1 的电动机电流 MCRT1 进行检测, 并将该检测到的电动机电流 MCRT1 向 ECU30 输出。电流传感器 28 对流经电动发电机 MG2 的电动机电流 MCRT2 进行检测, 并将该检测到的电动机电流 MCRT2 向 ECU30 输出。

变换器 20R、20L 由与上述变换器 14、31 相同的结构构成, 但是与蓄

电池 B 直接相连，而不是通过升压转换器 12 与蓄电池 B 相连，在这一点上与变换器 14、31 不同。

即变换器 20R 在从蓄电池 B 直接被供给直流电压时，则根据来自 ECU30 的信号 PWMIR 将直流电压转换为交流电压来驱动电动发电机 MGR。从而电动发电机 MGR 以产生根据转矩指令值 TRR 的转矩的方式被驱动。

另外变换器 20R 在车辆 100 的再生制动时，根据来自 ECU30 的信号 PWMIR 将电动发电机 MGR 发电的交流电压转换为直流电压，该转换后的直流电压直接供给到蓄电池 B。

变换器 20L 也一样，当从蓄电池 B 直接被供给直流电压时，则根据来自 ECU30 的信号 PWMIL 将直流电压转换为交流电压来驱动电动发电机 MGL。从而电动发电机 MGL 以产生按照转矩指令值 TRL 的转矩的方式被驱动。

另外，变换器 20L 在车辆 100 的再生制动时，根据来自 ECU30 的信号 PWMIL 将电动发电机 MGL 发电的交流电压转换为直流电压，该转换后的直流电压直接供给到蓄电池 B。

电流传感器 22 对流动于电动发电机 MGR 的电动机电流 MCRTR 进行检测，并将该检测到的电动机电流 MCRTR 向 ECU30 输出。电流传感器 26 对流动于电动发电机 MGL 的电动机电流 MCRTL 进行检测，并将该检测到的电动机电流 MCRTL 向 ECU30 输出。

图 3 是图 2 中 ECU30 的功能框图。

参照图 3，ECU30 包括车辆要求驱动力运算部 60、驱动力分配确定部 62、行驶模式设定部 64、发动机 ECU66、转换器控制单元 68、变换器控制单元 70、72、74、76。

ECU20 从图中未示的加速踏板位置传感器 50 接收加速踏板位置 AP，从制动踏板位置传感器 52 接收制动踏板位置 BP，从变速位置传感器 54 接收变速位置 SP，从转向角传感器 56 接收控制把手 7 的转向角 θ_s ，从横摆率传感器 58 接收横摆率 γ ，从车轮速度传感器 40、42、44、46 接收车

轮 FL、FR、RL、RR 的旋转速度 ω_{FL} 、 ω_{FR} 、 ω_{RL} 、 ω_{RR} 。另外 ECU30 分别从电压传感器 10 接收直流电压 Vb、从电压传感器 13 接收升压转换器 12 的输出电压 Vm（即变换器 14 的输入电压），从电流传感器 24、28、22、26 接收电动机电流 MCRT1、MCRT2、MCRTR、MCRTL。

然后车辆要求驱动力运算部 60 根据加速踏板位置 AP、制动踏板位置 BP、变速位置 SP、横摆率 γ 和车速 V，运算车辆 100 整体被要求的驱动力（下文也称作车辆要求驱动力）Ptt1。作为车速 V 例如使用车轮 FL、FR、RL、RR 的旋转速度 ω_{FL} 、 ω_{FR} 、 ω_{RL} 、 ω_{RR} 的平均值。

驱动力分配确定部 62 从要求驱动力运算部 60 接收运算出的车辆要求驱动力 Ptt1，并从行驶模式设定部 64 接收车辆 100 的驾驶员指定的行驶模式 DM。而且驱动力分配确定部 62 从加速踏板位置传感器 50 接收加速踏板位置 AP，从制动踏板位置传感器 52 接收制动踏板位置 BP，从变速位置传感器 54 接收变速位置 SP，从转向角传感器 56 接收控制把手 7 的转向角 θ_s ，从横摆率传感器 58 接收横摆率 γ 。另外驱动力分配确定部 62 从车轮速度传感器 40、42、44、46 接收车轮 FL、FR、RL、RR 的旋转速度 ω_{FL} 、 ω_{FR} 、 ω_{RL} 、 ω_{RR} ，从发动机 ECU66 接收发动机转动数 MRNE。

然后，驱动力分配确定部 62 对应于车辆 100 的运行状态，确定在发动机 ENG 和电动发电机 MG2、MGR、MGL 之间针对车辆要求驱动力 Ptt1 的驱动力分配。具体地说，驱动力分配确定部 62 从燃料消耗率方面考虑发动机 ENG 的效率，并根据运行状态确定上述驱动力分配。即驱动力分配确定部 62 确定发动机 ENG 的发动机要求驱动力 PEreq * 和电动发电机 MG2、MGR、MGL 整体的电动机要求驱动力 PMreq *。

然后，驱动力分配确定部 62 根据所确定的发动机要求驱动力 PEreq *，运算发动机 ENG 的转矩指令值 TE* 和目标转速 MRNE*，并向发动机 ECU66 输出。从而发动机 ECU66 对发动机 ENG 的输出动力（转速 × 转矩）进行控制，以使目标转速 MRNE* 和实际转速 MRNE 一致。

而且对于所确定的电动机要求驱动力 PMreq *，驱动力分配确定部 62 确定在电动发电机 MG2、MGR、MGL 之间的驱动力分配。具体地说，

驱动力分配确定部 62 根据与电动机要求驱动力 PM_{req}^* 对应的电动机要求驱动转矩 TM^* 和车速 V 、以及电动发电机 MG2、MGR、MGL 各自的对于转矩和车速 V 的效率特性，确定在电动发电机 MG2、MGR、MGL 之间的驱动转矩分配。即驱动力分配确定部 62 确定电动发电机 MG2 的要求驱动转矩 $TR2$ 、电动发电机 MGR 的要求驱动转矩 TRR^* 和电动发电机 MGL 的要求驱动转矩 TRL^* 。

而且，驱动力分配确定部 62 在确定该驱动转矩分配时，采用下文所述那样的与从行驶模式设定部 64 接收的行驶模式 DM 相应的不同确定方法。

然后，驱动力分配确定部 62 将要求驱动转矩 $TR2$ 设定为转矩指令值 $TR2$ ，并向变换器控制单元 72 和转换器控制单元 68 输出，以输出与所确定的电动发电机 MG2 的要求驱动转矩 $TR2$ 对应的转矩。

此外，从发动机 ENG 输出的一部分驱动力作为电动发电机 MG1 的发电用电力使用时，电动发电机 MG1 发生的电力用于驱动电动发电机 MG2。此时，驱动力分配确定部 62 还将电动发电机 MG1 的要求驱动转矩 $TR1$ 设定为转矩指令值 $TR1$ ，并向变换器控制单元 70 和转换器控制单元 68 输出所设定的转矩指令值 $TR1$ 。

驱动力分配确定部 62 还分别将所确定的电动发电机 MGR 的要求驱动转矩 TRR^* 和电动发电机 MGL 的要求驱动转矩 TRL^* 向变换器控制单元 74、76 输出。

图 4 是图 3 的转换器控制单元 68 和变换器控制单元 70、72、74、76 的功能框图。

参照图 4，转换器控制单元 68 包含电压指令运算部 302、转换器用占空比运算部 304、转换器用 PWM 信号转换部 306。

电压指令运算部 302 根据来自驱动力分配确定部 62 的转矩指令值 $TR1$ 、 $TR2$ 和来自图中未示的转速传感器的电动机转速 $MRN1$ 、 $MRN2$ ，运算变换器 14、31 的输入电压的最佳值，即升压转换器 12 的电压指令值 Vdc_com ，并将运算出的电压指令值 Vdc_com 输出到转换器用占空比运算

部 304。

转换器用占空比运算部 304 从电压传感器 10 接收直流电压 Vb，从电压传感器 13 接收输出电压 Vm，从电压指令运算部 302 接收电压指令值 Vdc-com。然后转换器用占空比运算部 304 运算用于将输出电压 Vm 设定为电压指令值 Vdc-com 的占空比 DR，并将所运算的占空比 DR 输出到转换器用 PWM 信号转换部 306。

转换器用 PWM 信号转换部 306 根据来自转换器用占空比运算部 304 的占空比 DR，生成用于接通/断开（导通/截止）升压转换器 12 的 IGBT 元件 Q1、Q2 的信号 PWMC，并将所生成的信号 PWMC 向升压转换器 12 输出。

变换器控制单元 70 包含电动机控制用相电压运算部 402、变换器用 PWM 信号转换部 404。

电动机控制用相电压运算部 402 根据来自驱动力分配确定部 62 的转矩指令值 TR1、来自电流传感器 24 的电动机电流 MCRT1 和来自电压传感器 13 的输出电压 Vm，运算施加在电动发电机 MG1 的各相线圈上的电压，并将运算出的电压向变换器用 PWM 信号转换部 404 输出。

变换器用 PWM 信号转换部 404 根据来自电动机控制用相电压运算部 402 的运算结果，生成实际用于接通/断开变换器 14 的 IGBT 元件 Q3～Q8 的信号 PWM1，並將所生成的信号 PWM1 向变换器 14 的各个 IGBT 元件 Q3～Q8 输出。

变换器控制单元 72、74、76 由与变换器控制单元 70 相同的结构构成。但是对于变换器控制单元 74，因变换器 20R 不通过（介由）升压转换器 12 地与蓄电池 B 相连，因此，电动机控制用相电压运算部 402 根据来自驱动力分配确定部 62 的要求驱动转矩 TRR*、来自电流传感器 22 的电动机电流 MCRTR 和来自电压传感器 10 的直流电压 Vb，运算施加于电动发电机 MGR 的各相线圈的电压，并将运算结果输出到变换器用 PWM 信号转换部 404。

对于变换器控制单元 76 也一样，因变换器 20L 不通过升压转换器 12

地与蓄电池 B 相连，因此，电动机控制用相电压运算部 402 根据来自驱动力分配确定部 62 的要求驱动转矩 TRL*、来自电流传感器 26 的电动机电流 MCRTL 和来自电压传感器 10 的直流电压 Vb，运算施加在电动发电机 MGL 的各相线圈上的电压，并将运算结果输出到变换器用 PWM 信号转换部 404。

从而，变换器 14、31、20R、20L 的各个 IGBT 元件 Q3~Q8 被开关控制，对在对应的电动发电机的各相线圈内流动的电流进行控制，以使电动发电机 MG1、MG2、MGR、MGL 分别输出指定的转矩。因此，能够对电动机驱动电流进行控制，并输出与转矩指令值 TR1、TR2 和要求驱动转矩 TRR*、TRL* 对应的电动机转矩。

[电动发电机 MG2、MGR、MGL 的驱动转矩分配的确定方法]

再次参照图 3，对根据本发明实施例的四轮驱动式车辆的驱动力控制装置中电动发电机 MG2、MGR、MGL 的驱动转矩分配的确定方法进行说明。

具体地说，对于电动机要求驱动力 PMreq*，驱动力分配确定部 62 对应于从行驶模式设定部 64 接收的行驶模式 DM，采用不同方法确定电动发电机 MG2、MGR、MGL 的驱动转矩分配。

行驶模式 DM 例如预先设定为使电动发电机整体的效率最大化并重视提高车辆 100 的燃料消耗率的行驶模式即“重视燃料消耗率模式”、将电动发电机整体的效率保持在预定值以上并重视提高车辆 100 的运动性能的行驶模式即“重视运动性能模式”。车辆 100 的驾驶员能够通过操纵设置在车室内驾驶席附近的开关等，对应于车辆 100 的行驶状态，随时选择上述两种行驶模式中的任一种行驶模式。

而且在行驶模式 DM 选择“重视燃料消耗率模式”时，驱动力分配确定部 62 根据电动发电机 MG2、MGR、MGL 整体的要求驱动转矩 TM* 和车速 V，确定在电动发电机 MG2、MGR、MGL 之间的要求驱动转矩的分配，以使电动发电机整体的效率最高。

此时，电动发电机整体的效率意味着电动发电机 MG2、MGR、MGL

各自产生的驱动力（驱动转矩×转速）的总和与供给到电动发电机 MG2、MGR、MGL 各自的电能（电力量）的总和的比值。即，使电动发电机整体的效率最大相当于在所有电动发电机的驱动力的总和满足电动机要求驱动力 PM_{req}^* 时，使得供给到各台电动发电机的电能总和最小。

另外在行驶模式 DM 选择“重视运动性能模式”时，驱动力分配确定部 62 确定电动发电机 MG2、MGR、MGL 的要求驱动转矩分配，以使电动发电机整体的效率超过预定阈值且车辆 100 的行为最稳定。而且车辆 100 的运动性能包含在直行时和转向行驶时的行驶稳定性和在低摩擦系数的道路（低 μ 路）上的通过性等。

下文将对各种行驶模式下电动发电机 MG2、MGR、MGL 的要求驱动转矩分配的确定方法进行详细说明。

[1] 重视燃料消耗率模式下要求驱动转矩分配的确定方法

首先对行驶模式 DM 选择“重视燃料消耗率模式”时驱动转矩分配的确定方法进行说明。

图 5 是表示电动发电机 MG2、MGR、MGL 的对于输出转矩和车速 V 的效率特性的图。

参照图 5，图中的曲线 LN1 表示电动发电机 MG2 的输出转矩和车速 V 的关系。而且该关系是由使用减速机 RD 的减速比对电动发电机 MG2 的输出转矩和旋转速度的关系进行转换而获得的关系。另外，效率在图中区域 RGE1 最高为 90% 以上，随着远离区域 RGE1，效率显示出逐渐向 80%、70% 下降的趋势。

图中的曲线 LN2 表示电动发电机 MGR、MGL 的输出转矩和车速 V 的关系。而且电动发电机 MGR 和电动发电机 MGL 由于体型和减速比大致相同，因此，示出大致等同的关系。而且所述关系是由使用减速机 8、6 的减速比对电动发电机 MGR、MGL 中输出转矩和旋转速度的关系进行转换而获得的关系。图中区域 RGE2 表示电动发电机 MGR（或 MGL）效率变为最高（90% 以上）的输出区域。

如图 5 所示可知，电动发电机 MG2 和电动发电机 MGR、MGL 分别

在不同的输出区域 RGE1、RGE2 中获得最高效率为 90%以上。即电动发电机 MG2 在相对高的输出区域（高转矩且高车速）显示（具有）高效率，与此相对，电动发电机 MGR、MGL 在相对低的输出区域（低转矩且低车速）表示高效率。

如上所述，两者的成为高效率的输出区域不同，是由于电动发电机 MG2 和电动发电机 MGR、MGL 构成为额定输出不同，且能针对恒定车速 V 以不同的旋转速度驱动。而且所谓的额定输出是指以额定电压和额定频率能够边发挥最佳特性边运行的输出值。

具体地说，电动发电机 MG2 由于是左右前车辆 FL、FR 的驱动力源，因此额定输出相对较大，与此相对，电动发电机 MGR、MGL 分别独立地驱动右后车轮 RR、左后车轮 RL，因此，额定输出较小。从而因两者输出（功率）的差别，导致效率特性不同。

另外，电动发电机 MG2 和电动发电机 MGR、MGL 分别通过减速机与不同的驱动轴相连。因而在恒定车速 V 下，电动发电机 MG2 的旋转速度和电动发电机 MGR、MGL 的旋转速度因减速比不同而不同。从而由于该旋转速度不同，两者的效率特性在不同输出区域示出高效率。

而且，通过使多台额定输出和减速比不同的电动发电机组合构成车辆 100 的驱动系，本发明的四轮驱动式车辆的驱动力控制装置能够像下述那样分别在高输出区域和低输出区域实现高效率。因此，能够确保在宽广输出区域内确保高效率。

（1）在低输出区域的驱动转矩分配的确定方法

作为一个示例，考虑当车辆 100 以车速 V1 行驶时，对于车辆 100 的运行状态，针对电动发电机 MG2、MGR、MGL 整体，要求转矩 T1 作为电动机要求驱动转矩 TM* 的情况。而且，电动机要求驱动转矩 TM* 是由电动机要求驱动力 PMreq* 除以车速 V1 后的结果。

使电动机要求驱动转矩 $TM^* = T1$ 和车速 V1 与图 5 的效率特性进行对照，在仅驱动电动发电机 MG2 以使电动发电机 MG2 输出全部电动机要求驱动转矩 $TM^* = T1$ 时，如图中 A 点所示，电动发电机的整体的效率与

电动发电机 MG2 的效率相等，为 80% 左右。

与此相对，在以输出转矩总和为 T_1 的方式使电动发电机 MG2、MGR、MGL 驱动时，电动发电机整体的效率对应于两者之间的驱动转矩分配如图 6 所示那样改变。

图 6 是表示电动发电机 MG2、MGR、MGL 的驱动转矩分配和电动发电机整体的效率的关系的图。

参照图 6，当电动机要求驱动转矩 $TM^* = T_1$ ，车速为 V_1 时，电动发电机整体的效率对应于电动发电机 MG2、MGR、MGL 之间的驱动力分配比改变。

例如在对电动发电机 MGR、MGL 都进行驱动，以使电动发电机 MGR、MGL 各输出 50% 的转矩 T_1 且电动发电机 MG2 的输出转矩 T_1 为 0% 即输出转矩为 0 时，如图中模式 A1 所示，电动发电机整体的效率为 88%。

与此相对，在仅对电动发电机 MGR（或 MGL）进行驱动，以使电动发电机 MGR、MGL 中任一台输出所有电动机要求驱动转矩 T_1 时，如图中模式 A2 所示，电动发电机整体的效率增大到 92%。

另外在对电动发电机 MG2、MGR、MGL 进行驱动，以使电动发电机 MGR、MGL 合计输出 80% 的转矩 T_1 且电动发电机 MG2 输出 20% 的转矩 T_1 时，如图中模式 A3 和 A4 所示，电动发电机整体的效率下降。而且，在仅对电动发电机 MG2 进行驱动，以使电动发电机 MG2 输出所有转矩 T_1 (100%) 时，如图中模式 An 所示，电动发电机整体的效率变为 80%。

从图 6 所示关系可以断定，按模式 A2 所示，通过以电动发电机 MG2、和电动发电机 MGR、MGL 中一方的输出转矩为 0 且电动发电机 MGR、MGL 的另一方的输出转矩为 TM^* 的方式确定驱动转矩分配，电动发电机的整体的效率可以达到最高。

驱动力分配确定部 62 在选择“重视燃料消耗率模式”作为行驶模式 DM 时，与对于车速为 V_1 要求电动机要求驱动转矩 $TM^* = T_1$ 的情况相对

应，将电动发电机 MGR、MGL、MG2 的驱动力分配比设定为 100%、0%、0%，按照所设定的驱动力分配比确定各台电动发电机的要求驱动转矩。从而车辆 100 实施仅以右后车辆为驱动轮的一轮行驶。

如上所述，当电动机要求驱动力 PM_{req}^* 相对低时，通过以主要驱动在低输出区域示出高效率的电动发电机 MGR、MGL 的方式确定电动发电机 MG2、MGR、MGL 之间的驱动转矩分配，能够提高电动发电机的整体的效率。特别是如果与电动机要求驱动力 PM_{req}^* 相对应，能够在仅以电动发电机 MGR 或 MGL 为动力源行驶、将电动发电机 MGR、MGL 都作为动力源行驶之间进行选择，能够进一步提高电动发电机的整体的效率。

[2] 在高输出区域的驱动转矩分配的确定方法

然后以电动机要求驱动力 PM_{req}^* 相对高时为例，考虑在车辆 100 以车速 V4 ($> V1$) 行驶时，针对所有电动发电机 MG2、MGR、MGL，要求 $T4$ ($> T1$) 作为电动机要求驱动转矩 TM^* 时的情况。

使电动机要求驱动转矩 $TM^* = T4$ 和车速 V4 与图 5 的效率特性进行对照，在仅驱动电动发电机 MG2 以使电动发电机 MG2 输出所有电动机要求驱动转矩 $TM^* = T4$ 时，如图中 D 点所示，电动发电机的整体的效率与电动发电机 MG2 的效率相等，为 90% 以上。

与此相对，在以输出转矩总和为 $T4$ 的方式使电动发电机 MG2、MGR、MGL 驱动时，电动发电机的整体的效率对应于两者之间的驱动转矩分配比如图 7 所示那样改变。

图 7 是表示电动发电机 MG2、MGR、MGL 的驱动转矩分配和电动发电机整体的效率的关系的图。

参照图 7，在仅驱动电动发电机 MG2，以使电动发电机 MG2 输出所有转矩 $T4$ (100%) 时，如图中模式 D1 所示，电动发电机的整体的效率为 92%。

与此相对，在使电动发电机 MG2、MGR、MGL 驱动，以使电动发电机 MGR、MGL 输出 10% 的转矩 $T4$ ，且电动发电机 MG2 输出剩余 90% 时，如图中模式 D2 所示，效率变为 85%。然后伴随着使电动发电机

MGR、MGL 的驱动转矩分配比增加，效率如图中模式 D3 ~ Dm 所示那样变化。

而且在图 7 中，对电动发电机 MGR、MGL 的驱动转矩分配比进行控制使其小于 50%。这是由于在以左右前车轮 FL、FR 为主驱动轮的基于 FF 的四轮驱动车中效率优先的结果，是为了避免因急速地变更为以左右后车轮 RL、RR 为主驱动轮的基于 FR 型而导致车辆 100 的行为不稳定。

具体地说，在以效率为优先、确定电动发电机 MGR、MGL 的驱动转矩分配比为 50% 以上时，将使得车辆 100 实质上被变更为基于 FR 的四轮驱动车。从而，原本不足转向（understeer）趋势强的基于 FF 的四轮驱动车的转向性能变为过度转向（oversteer）趋势增强，车辆 100 在转向行驶时的行为可能不稳定。

于是，在基于 FF 的四轮驱动车中，通过将电动发电机 MGR、MGL 的驱动转矩分配比控制为不到 50%，可以避免车辆在转向行驶时的行为不稳定。

如上所述，按照由图 7 的关系，为了以最高效率满足车速 V4 和要求驱动转矩 $TM^* = T4$ ，可以按照模式 D1 确定驱动转矩分配。

因而，驱动力分配确定部 62 在选择“重视燃料消耗率模式”作为行驶模式 DM 时，与对于车速为 V4 要求电动机要求驱动转矩 $TM^* = T4$ 的情况相对应，将电动发电机 MGR、MGL、MG2 的驱动力分配比设定为 0%、0%、100%，按照该设定的驱动力分配比确定各台电动发电机的要求驱动转矩。

（3）驱动转矩分配的修正

如上所述，在低输出区域和高输出区域的各自区域内，根据电动机要求驱动力 $PMreq^*$ 以及各台电动发电机的对于转矩和车速的效率特性，通过确定在电动发电机 MG2、MGR、MGL 之间的驱动转矩分配，以使电动发电机整体的效率变为最高，能够在宽广的输出区域内使电动发电机的整体的效率保持很高。

然而车辆 100 在转向行驶中，如果要同时驱动电动发电机 MGR、

MGL，在左右后车轮 RL、RR 的旋转速度 ω_{RL} 、 ω_{RR} 不同时，会产生基于旋转速度差的输出转矩的差，引起使车辆 100 的转向性下降的问题。

于是，驱动力分配确定部 62 当基于来自转向角传感器 56 的控制把手 7 的转向角 θ_s 断定车辆 100 处于转向行驶中时，对在上述（1）、（2）中确定的驱动转矩分配比进行修正，以使车辆 100 顺利（圆滑）地进行转向。

具体地说，驱动力分配确定部 62，对于分别驱动左右后车轮 RL、RR 的电动发电机 MGR、MGL 的驱动转矩分配比，以相对转向方向将外侧的车轮作为驱动轮且将内侧的车轮作为从动轮的方式进行修正。

例如当根据控制把手 7 的转向角 θ_s 断定车辆 100 处于右转向行驶中时，驱动力分配确定部 62，对电动发电机 MGR、MGL 的驱动转矩分配比，以仅使相对于转向方向位于外侧的左后车轮 RL 驱动、且位于内侧的右后车轮 RR 处于从动状态的方式进行修正。

另外，当根据控制把手 7 的转向角 θ_s 断定车辆 100 处于左转向行驶中时，驱动力分配确定部 62 以仅使相对转向方向位于外侧的右后车轮 RR 驱动、且位于内侧的左后车轮 RL 处于从动状态的方式，对电动发电机 MGR、MGL 的驱动转矩分配比进行修正。

另外，驱动力分配确定部 62，在检测发现车轮滑转（slip）时，为了最佳化路面附着力，对所确定的驱动转矩分配比进行修正。具体地说，驱动力分配确定部 62 对驱动转矩分配比进行修正，以使传递到检测出滑转的车轮的驱动力减少。

如上所述，当行驶模式 DM 选择“重视燃料消耗率模式”时，驱动力分配确定部 62 以对于被给予的电动机要求驱动力 PM_{req*} 使电动发电机整体的效率变为最高的方式，确定在电动发电机 MG2、MGR、MGL 之间的驱动转矩分配。

而且，实际上将图 8 所示电动机要求驱动转矩 TM^* 和车速 V 与驱动转矩分配的关系作为图（map）保存，从图中取出与给予的电动机要求驱动转矩 TM^* 和车速 V 对应的驱动转矩分配，由此进行驱动转矩分配的确定。在图 8 的关系中，对按照电动机要求驱动转矩 TM^* 和车速 V（每一组

合) 设定的驱动转矩分配由上述(1)、(2)所述方法预先确定。

根据所确定的驱动转矩分配和电动机要求驱动转矩 TM^* , 驱动力分配确定部 62 运算电动发电机 MG1、MG2 的转矩指令值 TR1、TR2、电动发电机 MGR、MGL 的要求驱动转矩 TRR^* 、 TRL^* 。驱动力分配确定部 62 将运算出的转矩指令值 TR1、TR2 输出到转换器控制单元 68 以及变换器控制单元 70、72, 同时将运算出的车轮各自的要求驱动转矩 TRR^* 、 TRL^* 输出到变换器控制单元 74、76。

[2] 重视运动性能模式中要求驱动转矩分配的确定方法

下文将对行驶模式 DM 选择“重视运动性能模式”时驱动转矩分配的确定方法进行说明。

首先与上述 [1] - (1) 相同, 考虑当车辆 100 以车速 V1 行驶时, 对应于车辆 100 的运行状态, 针对所有电动发电机 MG2、MGR、MGL, 要求转矩 T1 作为电动机要求驱动转矩 TM^* 时的情况。

然后再次参照图 6, 驱动力分配确定部 62 在断定行驶模式 DM 为“重视运动性能模式”时, 从电动发电机整体的效率为预先设定的预定阈值以上的多种驱动转矩分配模式中, 选择与车辆 100 的行驶状态相对应车辆 100 的行为 (behavior) 最为稳定时的模式。而且, 车辆 100 的行驶状态依据输入到驱动力分配确定部 62 的各种传感器输出 (加速踏板位置 AP、制动踏板位置 BP、变速位置 SP、车轮 FL、FR、RL、RR 的旋转速度 ω_{FL} 、 ω_{FR} 、 ω_{RL} 、 ω_{RR} 、控制把手 7 的转向角 θ_s 和横摆率 γ 等) 检测。

具体地说, 驱动力分配确定部 62 例如预先将电动发电机整体的效率 87% 设定为所述预定阈值。然后从图 6 所示驱动转矩分配比不同的多种模式 A1 ~ An 中抽取阈值为 87% 以上的模式。在图 6 的示例中, 模式 A1、A2 符合要抽取的模式。

而且, 驱动力分配确定部 62 针对所取出的模式 A1、A2, 预先设定在所设想的各种各样的车辆 100 行驶状态中表示车辆 100 的行为稳定度的评价值。

作为一个示例, 在车辆 100 处于直行状态时, 对于将驱动转矩均等地

分配给电动发电机 MGR、MGL 的模式 A1，设定车辆 100 的行为稳定度高的高评价值。另一方面，对于以仅驱动电动发电机 MGR、MGL 中一台电动发电机的方式分配驱动转矩的模式 A2，设定车辆 100 的行为稳定度低的低评价值。

作为另一个示例，在车辆 100 处于转向行驶状态时，对于以仅驱动电动发电机 MGR、MGL 中一台电动发电机的方式分配驱动转矩的模式 A2，设定高评价值。另一方面，对于将驱动转矩均等地分配给电动发电机 MGR、MGL 的模式 A1，设定低评价值。

针对所取出的多种模式中的每种模式，预先对车辆 100 的每种行驶状态设定评价值。然后，在车辆 100 以车速 V1 行驶中，如果要求电动机要求驱动转矩 $TM^* = T1$ ，驱动力分配确定部 62 就从该多种模式 A1、A2 中选择与车辆 100 的行驶状态对应的评价值最高的 1 种模式。然后按照所选择的模式所示的驱动转矩分配比，确定在电动发电机 MG2、MGR、MGL 之间的驱动转矩分配。

然后与上述 [1] - (2) 相同，考虑在车辆 100 以车速 V4 ($> V1$) 行驶时，针对所有电动发电机 MG2、MGR、MGL 要求 $T4 (> T1)$ 作为电动机要求驱动转矩 TM^* 的情况。

在此情况下，驱动力分配确定部 62 从图 7 所示驱动转矩分配比不同的多种模式 D1 ~ Dn 中取出阈值为 87% 以上的模式。在图 7 的示例中，模式 D1、D4 ~ Dn 符合要取出的模式。

而且，驱动力分配确定部 62 针对所取出的多种模式 D1、D4 ~ Dn，预先设定在所设想的各种各样的车辆 100 行驶状态中表示车辆 100 的行为稳定度的评价值。

作为一个示例，在车辆 100 处于直行状态时，针对电动发电机 MGR、MGL 的驱动转矩分配比最高的模式 Dm，设定表示车辆 100 的行为稳定度高的最高评价值。这是基于在直行行驶时由大致相等的转矩驱动车轮 FR、FL、RR、RL 的方式能够获得更高的稳定性。

与此相对，在车辆 100 处于转向行驶状态时，针对电动发电机 MG2

的驱动转矩分配比最高的模式 D1, 设定表示车辆 100 的行为稳定度高的最高评价值。这是基于在原本不足转向趋势强的基于 FF 的四轮驱动车的转向性能中, 通过向前轮侧分配更多的驱动力, 不足转向趋势被进一步增强, 增加了车辆 100 的行为稳定度。

而且, 当车辆 100 处于在低 μ 路上行驶状态时, 针对电动发电机 MGR、MGL 的驱动转矩分配比最高的模式 Dm, 设定表示车辆 100 的行为稳定度高的最高评价值。这是基于通过分配更多的后轮侧驱动力进行四轮驱动, 提高在易滑路面上的通过性。

在车辆 100 以车速 V4 行驶中, 如果要求电动机要求驱动转矩 $TM^* = T4$, 驱动力分配确定部 62 就从多种模式 D1、D4 ~ Dm 中选择与车辆 100 的行驶状态对应的评价值最高的 1 种模式。然后按照所选择的模式所示的驱动转矩分配比, 确定在电动发电机 MG2、MGR、MGL 之间的驱动转矩分配。

而且, 驱动转矩分配的确定, 实际上通过将图 9 所示电动机要求驱动转矩 TM^* 和车速 V 与驱动转矩分配之间的关系作为图保存, 从该图中取出与给予的电动机要求驱动转矩 TM^* 和车速 V 以及车辆 100 的行驶状态对应的驱动转矩分配来进行。

图 9 的关系中, 对于每一电动机要求驱动转矩 TM^* 和车速 V 设定的多种驱动转矩分配, 通过采用上述方法, 针对车辆 100 的每种行驶状态, 从电动发电机整体的效率为预定阈值以上的多种驱动转矩分配模式中选择评价值最高的模式, 来预先确定。

然后驱动力分配确定部 62 根据所确定的驱动转矩分配和电动机要求驱动转矩 TM^* , 运算电动发电机 MG1、MG2 的转矩指令值 TR1、TR2、电动发电机 MGR、MGL 的要求驱动转矩 TRR^* 、 TRL^* 。驱动力分配确定部 62 将运算出的转矩指令值 TR1、TR2 输出到转换器控制单元 68 以及转换器控制单元 70、72, 同时将运算出的各车轮要求驱动转矩 TRR^* 、 TRL^* 输出到转换器控制单元 74、76。

图 10 是用于说明根据本发明实施例的四轮驱动式车辆的驱动力控制

的流程图。

参照图 10，首先，在将来自各种传感器的驾驶员的操作信息（加速踏板位置 AP、变速位置 SP、制动踏板位置 BP 和转向角 θ_s 等）输入到 ECU30 后，ECU30 内部的车辆要求驱动力运算部 60 根据这些传感器的输入，运算出车辆要求驱动力 Ptt1（步骤 S01）。运算出的车辆要求驱动力 Ptt1 向驱动力分配确定部 62 输出。

然后驱动力分配确定部 62，针对运算出的车辆要求驱动力 Ptt1，对应于车辆 100 的运行状态确定在发动机 ENG 和所有电动发电机 MG2、MGR、MGL 之间的驱动力分配（步骤 S02）。具体地说，驱动力分配确定部 62 确定发动机 ENG 的发动机要求驱动力 PEreq * 和电动发电机 MG2、MGR、MGL 全体的电动机要求驱动力 PMreq *，并确定与所确定的电动机要求驱动力 PMreq * 对应的电动机要求驱动转矩 TM* 和车速 V。

然后驱动力分配确定部 62 根据电动机要求驱动转矩 TM* 和车速 V、以及电动发电机 MG2、MGR、MGL 各自的对于转矩和车速 V 的效率特性，确定在电动发电机 MG2、MGR、MGL 之间的驱动转矩分配。

具体地说，首先，驱动力分配确定部 62 根据来自行驶模式设定部 64 的信号 DM，判断行驶模式 DM 是否选择“重视燃料消耗率模式”（步骤 S03）。如果在步骤 S03 中断定行驶模式 DM 选择“重视燃料消耗率模式”，则驱动力分配确定部 62 进入步骤 S04，从图 8 的图中取出与电动机要求驱动转矩 TM* 和车速 V 对应的驱动转矩分配（步骤 S04）。

然后驱动力分配确定部 62 在根据来自转向角传感器 56 的控制把手 7 的转向角 θ_s 判断车辆 100 处于转向行驶中时，以车辆 100 能顺利地进行转向的方式，对在步骤 S04 中取出的驱动转矩分配进行修正（步骤 S05）。

另外在检测到车轮的滑转时，驱动力分配确定部 62 对在步骤 S04 中抽出的驱动转矩分配比进行修正（步骤 S06），以使传递到被检测到滑转的车轮的驱动力下降。然后，驱动力分配确定部 62 将由实施步骤 S05、S06 而修正后的驱动转矩分配比设定为电动发电机 MG2、MGR、MGL 之间的驱动转矩分配。

再次返回步骤 S03，如果断定行驶模式 DM 没有选择“重视燃料消耗率模式”，则驱动力分配确定部 62 断定行驶模式 DM 选择了“重视运行性能模式”，并进入步骤 S09。驱动力分配确定部 62 从图 9 的图中取出与电动机要求驱动转矩 TM^* 和车速 V 以及车辆 100 的运行状态对应的驱动转矩分配，并将所述取出的驱动转矩分配确定为电动发电机 MG2、MGR、MGL 之间的驱动转矩分配。

驱动力分配确定部 62 根据在步骤 S04 ~ S06、S09 确定的驱动转矩分配和电动机要求驱动转矩 TM^* ，运算电动发电机 MG1、MG2 的转矩指令值 $TR1$ 、 $TR2$ 、电动发电机 MGR、MGL 的要求驱动转矩 TRR^* 、 TRL^* 。驱动力分配确定部 62 将运算出的转矩指令值 $TR1$ 、 $TR2$ 输出到转换器控制单元 68 以及变换器控制单元 70、72，同时将运算出的各车轮要求驱动转矩 TRR^* 、 TRL^* 输出到变换器控制单元 74、76。

从而进行由变换器 14、31、20L、20R 实施的电动机驱动电流的控制（步骤 S07）。对应于分别从变换器控制单元 70、72、74、76 输出的信号 PWM11、PWM12、PWMIR、PWML，变换器 14、31、20L、20R 的各个 IGBT 元件 Q3 ~ Q8 被开关控制。因而从电动发电机 MG1、MG2 分别输出根据转矩指令值 $TR1$ 、 $TR2$ 的转矩。而且，从电动发电机 MGR、MGL 分别输出根据要求驱动转矩 TRR^* 、 TRL^* 的转矩（步骤 S08）。

如上所述，按照本发明实施例，驱动四轮驱动式车辆的主驱动轮的电动发电机和驱动被驱动轮的电动发电机构成得额定输出和减速比不同。因而，对于转矩和车速的效率特性中成为高效率的区域在两者之间不同。从而，对应于电动发电机整体被要求的驱动转矩和车速，以提高电动发电机整体的效率的方式适当确定在电动发电机之间的驱动转矩分配，由此能够在从高输出区域至低输出区域的宽广输出区域内将电动发电机整体的效率保持为高效率。因此，能够提高四轮驱动式车辆的燃料消耗率。

[变更例 1]

按照本发明实施例的四轮驱动式车辆的驱动力控制装置，分别驱动被驱动轮即左右后车轮 RL、RR 的电动发电机 MGR、MGL、和分别驱动主

驱动轮即左右前车轮 FL、FR 的电动发电机 MG2，在不同的输出区域内具有效率最大的区域。如上所述，这是因电动发电机 MGR、MGL 和电动发电机 MG2 的额定输出和减速比彼此不同导致的结果。

即，电动发电机 MGR、MGL 的减速比能够独立于电动发电机 MG2 的减速比设定。因而，由改变电动发电机 MGR、MGL 的减速比，能够自由地调整可获得最大效率的输出区域。

因而如本变更例所述，通过构成得对应于车辆 100 被要求的行驶性能使各自的减速比最佳化，对于行驶性能不同的多个（多种）车辆，能够确保独自的行驶性能，并提高燃料消耗率。

图 11 是表示根据本发明实施例的变更例 1 的电动发电机 MG2、MGR、MGL 的对于转矩和车速的效率特性的图。

参照图 11，图中的曲线 LN1 表示电动发电机 MG2 中输出转矩和车速 V 的关系。而且图中区域 RGE1 表示电动发电机 MG2 的效率为 90% 以上的区域。

与此相对，通过改变减速比，电动发电机 MGR、MGL 中输出转矩和车速 V 的关系展开为图中曲线 LN2 ~ LN4 所示的 3 种关系。

具体地说，以处于图中曲线 LN2 所示关系时的减速比为基准值，在使减速比从基准值减少时，输出转矩和车速 V 的关系变为图中曲线 LN4 所示关系。

与此相对，在使减速比从基准值增大时，输出转矩和车速 V 的关系变为图中曲线 LN3 所示关系。

从而，通过增加减速比或降低减速比，能够获得最大效率的区域向低车速区域侧或高车速区域侧迁移。具体地说，通过增加减速比，能够获得最大效率的区域向图中区域 RGE4 所示那样的高车速区域侧迁移。另外，通过降低减速比，能够获得最大效率的区域向图中区域 RGE3 所示那样的低车速区域侧迁移。

因而，本变更例的四轮驱动式车辆的驱动力控制装置的特征在于，以使重视车辆种类的输出区域和能够获得电动发电机 MGR、MGL 的最大效

率的区域重叠的方式，设定电动发电机 MGR、MGL 的减速比。因而，能够确保车辆种类固有的行驶性能，并进一步改善燃料消耗率。

具体地说，例如在重视高速巡航的车辆种类中，将电动发电机 MGR、MGL 的减速比设定为相对低的数值，以使得可获得最大效率的动作区域配置在高车速区域侧（相当于图中区域 RGE4），由此，能够在重视车辆种类的高车速区域内获得高驱动效率，能够进一步提高燃料消耗率。

另一方面，在重视称作车辆起步时响应性的低速时驱动力的车辆种类中，将电动发电机 MGR、MGL 的减速比设定为相对高的数值，以使得可获得最大效率的动作区域配置在低车速区域侧（相当于图中区域 RGE3），由此，由于能够在重视车辆种类的低车速区域内获得高驱动效率，因此，能够进一步促进燃料消耗率提高。

如上所述，通过使连接于被驱动轮的电动发电机的减速比与每个车辆种类所重视的行驶性能相对应地最佳化，对于各种各样的车辆种类，均既能实现高的行驶性能又能实现燃料消耗率性能。

[变更例 2]

图 12 是根据本发明实施例的变更例 2 的驱动力控制装置中驱动装置的简略框图。而且，图 12 的驱动装置在图 2 的驱动装置基础上添加了开关电路 SW1、SW2。由此，对于相互共有部分省略了图示和详细说明。

参照图 12，开关电路 SW1 配置在蓄电池 B 和变换器 20R、20L 之间。开关电路 SW1 响应来自变换器控制单元 74、76 的信号 SE1 导通/非导通（接通/断开），对蓄电池 B 和变换器 20R、20L 进行电连接或断开连接。

开关电路 SW2 配置在电容器 C2 和变换器 20R、20L 之间。开关电路 SW2 响应来自变换器控制单元 74、76 的信号 SE2 导通/非导通，对电容器 C2 和变换器 20R、20L 进行电连接或断开连接。在开关电路 SW1、SW2 中例如使用继电器。

通过根据输入到变换器控制单元 74、76 的电动发电机 MGR、MGL 的要求驱动转矩 TRL*、TRR* 和电动机转速 MCRTR、MCRTL 所生成的信号 SE1、SE2，开关电路 SW1、SW2 互补地导通/非导通。

具体地说，变换器控制单元 74、76 在从驱动力分配确定部 62 接收电动发电机 MGR、MGL 的要求驱动转矩 TRR*、TRL*，并从图中未示的转速传感器接收电动机转速 MCRTR、MCRTL 时，根据所述输入信号，运算变换器 20R、20L 的输入电压的目标值。

然后，变换器控制单元 74、76 判断所运算出的输入电压的目标值是否超过预定阈值。而且预定阈值设定为与来自蓄电池 B 的直流电压 Vb 大致相同的电压。于是当断定输入电压的目标值大于预定阈值时，变换器控制单元 74、76 生成用于使开关电路 SW1 非导通的信号 SE1，同时生成用于使开关电路 SW2 导通的信号 SE2。变换器控制单元 74、76 将所生成的信号 SE1、SE2 分别输出到开关电路 SW1、SW2。

由此，仅开关电路 SW2 导通，将电容器 C2 和变换器 20R、20L 电连接。因此，变换器 20R、20L 接收通过升压转换器 12 被增压的来自蓄电池 B 的直流电压 Vb，对电动发电机 MGR、MGL 进行驱动控制。

另一方面，当断定输入电压的目标值为预定阈值以下时，变换器控制单元 74、76 生成用于使开关电路 SW1 导通的信号 SE1，同时生成用于使开关电路 SW2 非导通的信号 SE2。然后变换器控制单元 74、76 将所生成的信号 SE1、SE2 分别输出到开关电路 SW1、SW2。

由此，仅开关电路 SW1 导通，将蓄电池 B 和变换器 20R、20L 电连接。因此，变换器 20R、20L 接收来自蓄电池 B 的直流电压 Vb，对电动发电机 MGR、MGL 进行驱动控制。

如上所述，本变更例的驱动力控制装置的特征在于：对应于电动发电机 MGR、MGL 被要求的驱动力的大小，选择将变换器 20R、20L 电连接于蓄电池 B 和电容器 C2 中的任一方。

通过采用上述结构，本变更例的驱动力控制装置能够确保车辆 100 行驶所必需的驱动力，并进一步提高燃料消耗率。

即当电动发电机 MGR、MGL 被要求的驱动力相对大时，通过对来自蓄电池 B 的直流电压 Vb 增压，并将该电压供给到变换器 20R、20L，以高电压驱动电动发电机 MGR、MGL，能够获得高的电动机输出。

与此相对，当电动发电机 MGR、MGL 被要求的驱动力相对小时，通过不利用升压转换器 12 而直接将来自蓄电池 B 的直流电压 Vb 供给到变换器 20R、20L，能够确保所希望的电动机输出，同时能减少在升压转换器 12 所产生的损耗。因而，由于能够确保车辆行驶所必需的驱动力，并能遏制驱动装置的损耗，因此，能够进一步改善燃料消耗率。

[变更例 3]

根据本发明实施例的四轮驱动式车辆的驱动力控制装置除了能够应用在图 1 所示基于 FF 的四轮驱动式车辆 100 上之外，还能应用在图 13 所示基于 FR 的四轮驱动式车辆 110 上。

图 13 是表示搭载有根据本发明实施例的四轮驱动式车辆的驱动力控制装置的车辆驱动系的简略框图。

参照图 13，车辆 110 例如是基于 FR 的混合动力四轮驱动车，以左右前车轮 FL、FR 为被驱动轮且由电动发电机 MGL、MGR 独立驱动，而且以左右后车轮 RL、RR 为主驱动轮且由发动机 ENG 和电动发电机 MG2 驱动。混合动力四轮驱动车的左右前车轮 FL、FR 由电动发电机 MGL、MGR 独立驱动，且左右后车轮 RL、RR 由发动机 ENG 和电动发电机 MG2 驱动。

而且搭载在车辆 110 上的电动发电机 MG1、MG2、MGR、MGL 和其驱动装置以及各种传感器等的结构都与图 1 中车辆 100 的相同。而且电动发电机 MG2、MGR、MGL 的对于转矩和车速的效率特性与图 5 所示特性相同。因而不再对这些部件进行重复说明。

在这种结构的车辆 110 中，如果要在发动机 ENG 和所有的电动发电机 MG2、MGR、MGL 之间进行针对车辆要求驱动力 Ptt1 的驱动力分配，确定电动机要求驱动力 PMreq*，则采用与上述 [1]、[2] 说明的相同的方法，确定在电动发电机 MG2、MGR、MGL 之间的驱动转矩分配。

根据本变更例的驱动转矩分配的确定方法的特征在于：分配给电动发电机 MGR、MGL 的驱动转矩并不一定非要小于电动机要求驱动转矩 TM* 的 50%。因此，电动发电机 MG2、MGR、MGL 的驱动转矩分配的自由

度比基于 FF 的四轮驱动式车辆 100 中的驱动扭矩分配的自由度高。因此，能够进一步提高电动发电机的整体的效率。

上述那样对分配给被驱动轮即左右前车轮 FL、FR 的驱动转矩不设限制，是因为在以左右后车轮 RL、RR 为主驱动轮的基于 FR 的四轮驱动车中，即使以效率优先而使得急速变更为以左右前车轮 FL、FR 为主驱动轮的基于 FF 类型，车辆 110 的行为出现不稳定的可能性也低。

具体地说，当以效率优先并确定电动发电机 MGR、MGL 的驱动转矩为电动机要求驱动转矩 TM^* 的 50% 以上时，车辆 110 实质上变更为基于 FF 的四轮驱动车。

然而，原本过度转向倾向强且容易不稳定的基于 FR 的四轮驱动车的转向性能通过增强了转向不足倾向，却变得稳定化。因此能够避免在转向行驶时车辆 100 行为变得不稳定。

如上所述，在将本发明的驱动力控制装置应用在基于 FR 的四轮驱动车中时，由于向被驱动轮分配驱动转矩时不设限制，与将本发明的驱动力控制装置应用在基于 FF 的四轮驱动车时相比，能够提高主驱动轮和被驱动轮之间驱动转矩分配的自由度。因此，在基于 FR 的四轮驱动车中，由于能够进一步提高可实现的电动发电机的整体的驱动效率，因此，能够进一步改善燃料消耗率。

上述公开的实施例在所有方面都应理解为是示例，并不限制本发明。本发明的范围并不由上述说明而是由权利要求表示，在与权利要求同等的意义和范围内的所有变更均包含在本发明的范围内。

产业上的利用可能性

本发明能够适用于搭载在四轮驱动式车辆上的驱动力控制装置。

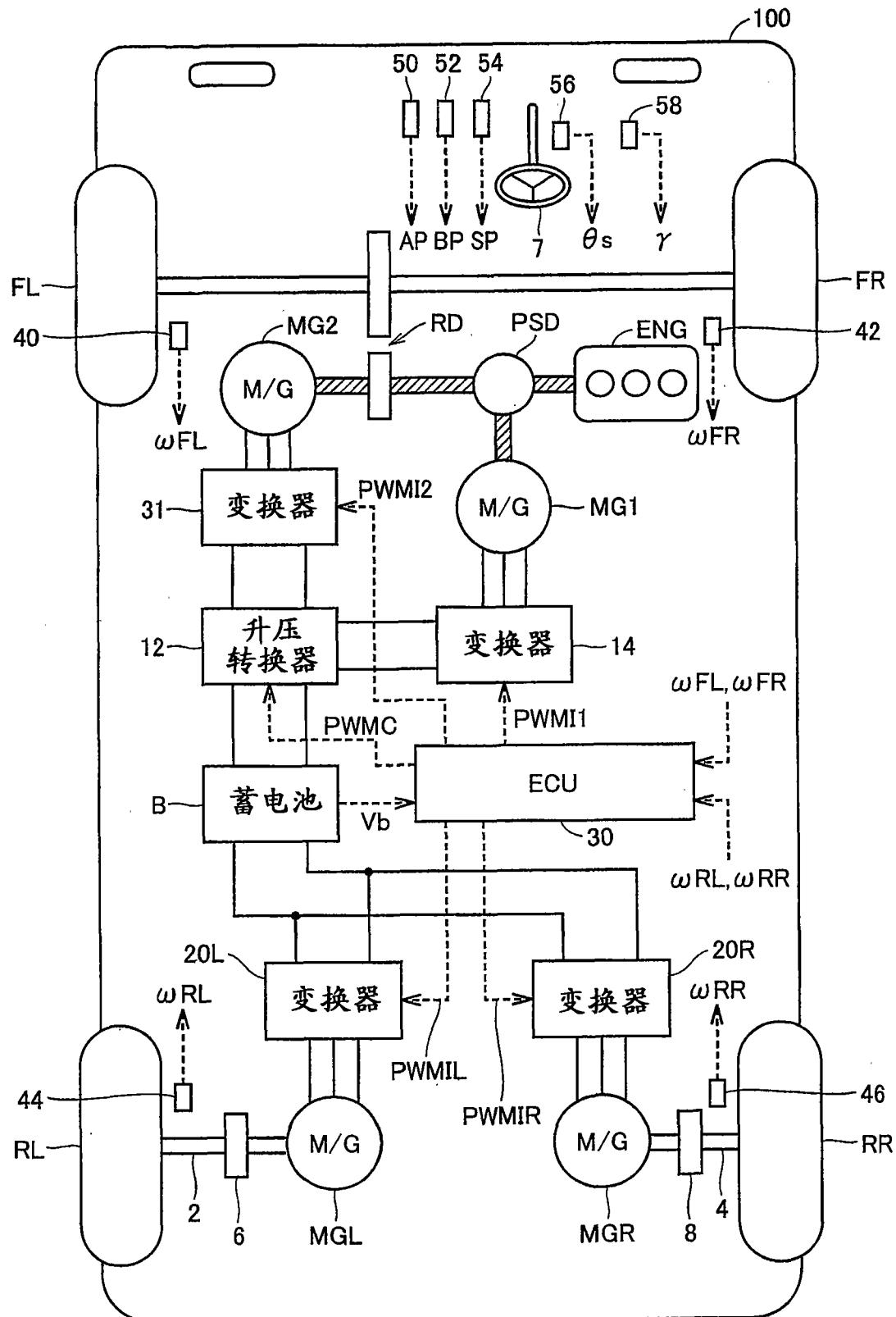


图 1

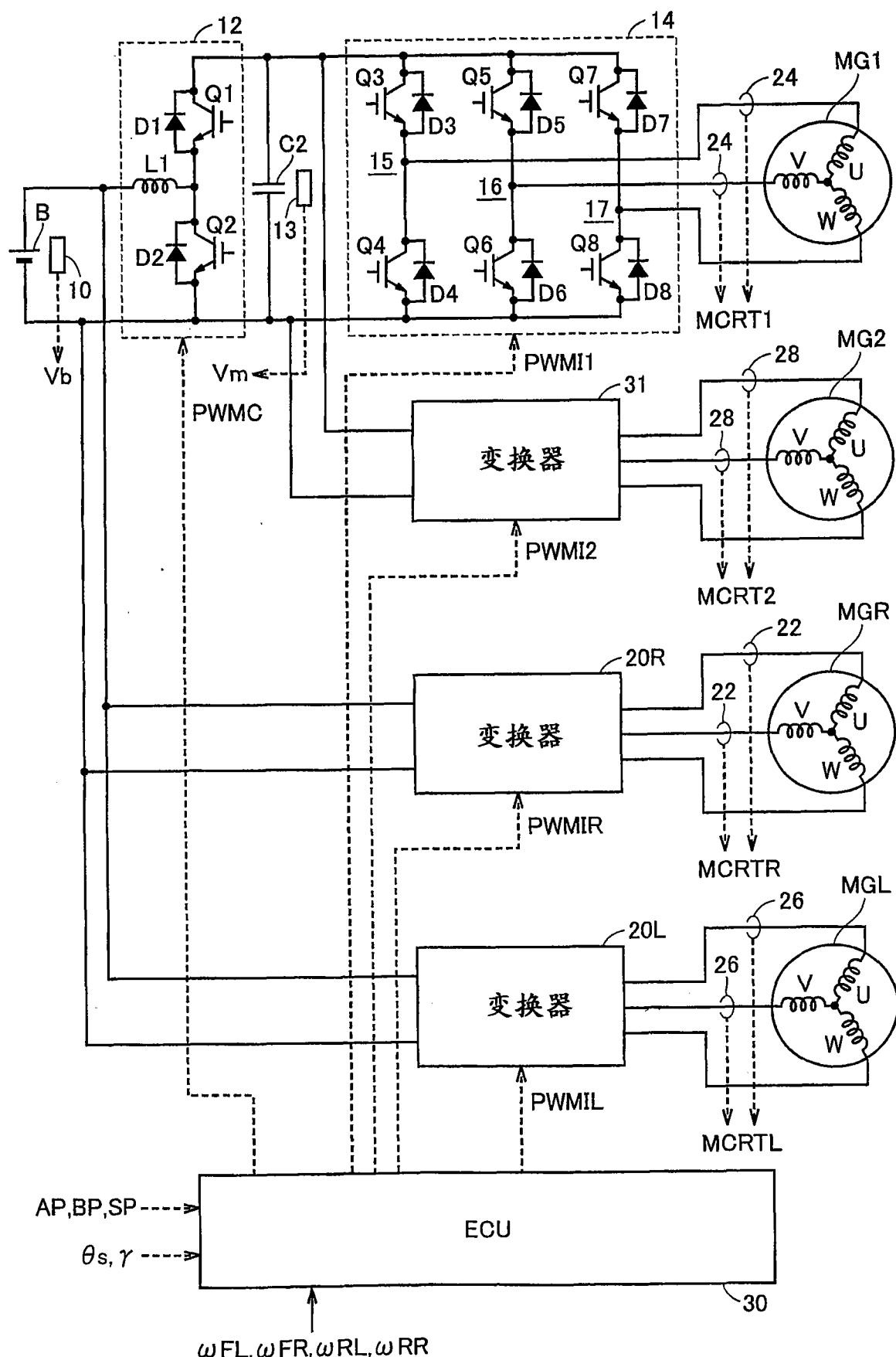


图 2

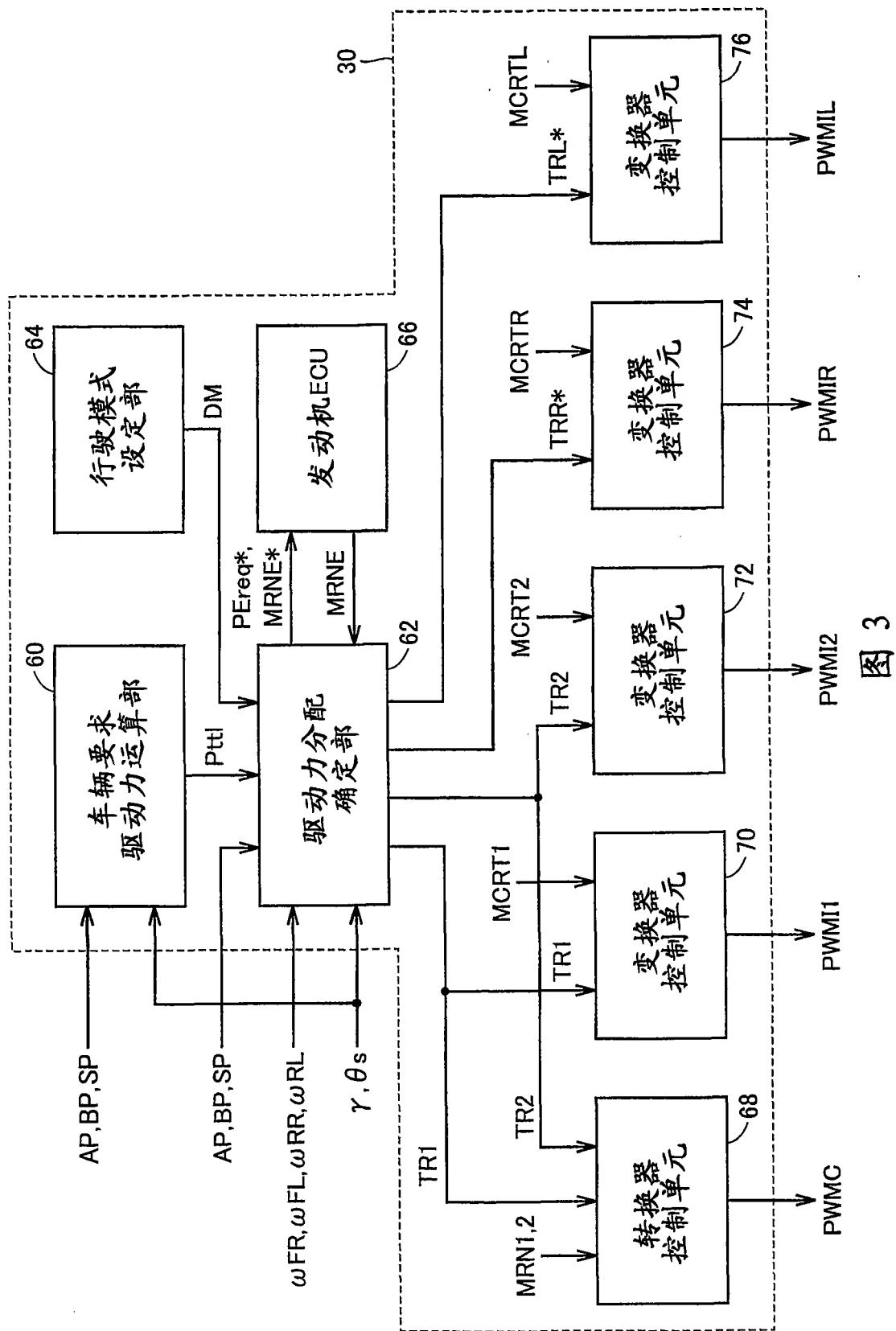


图 3

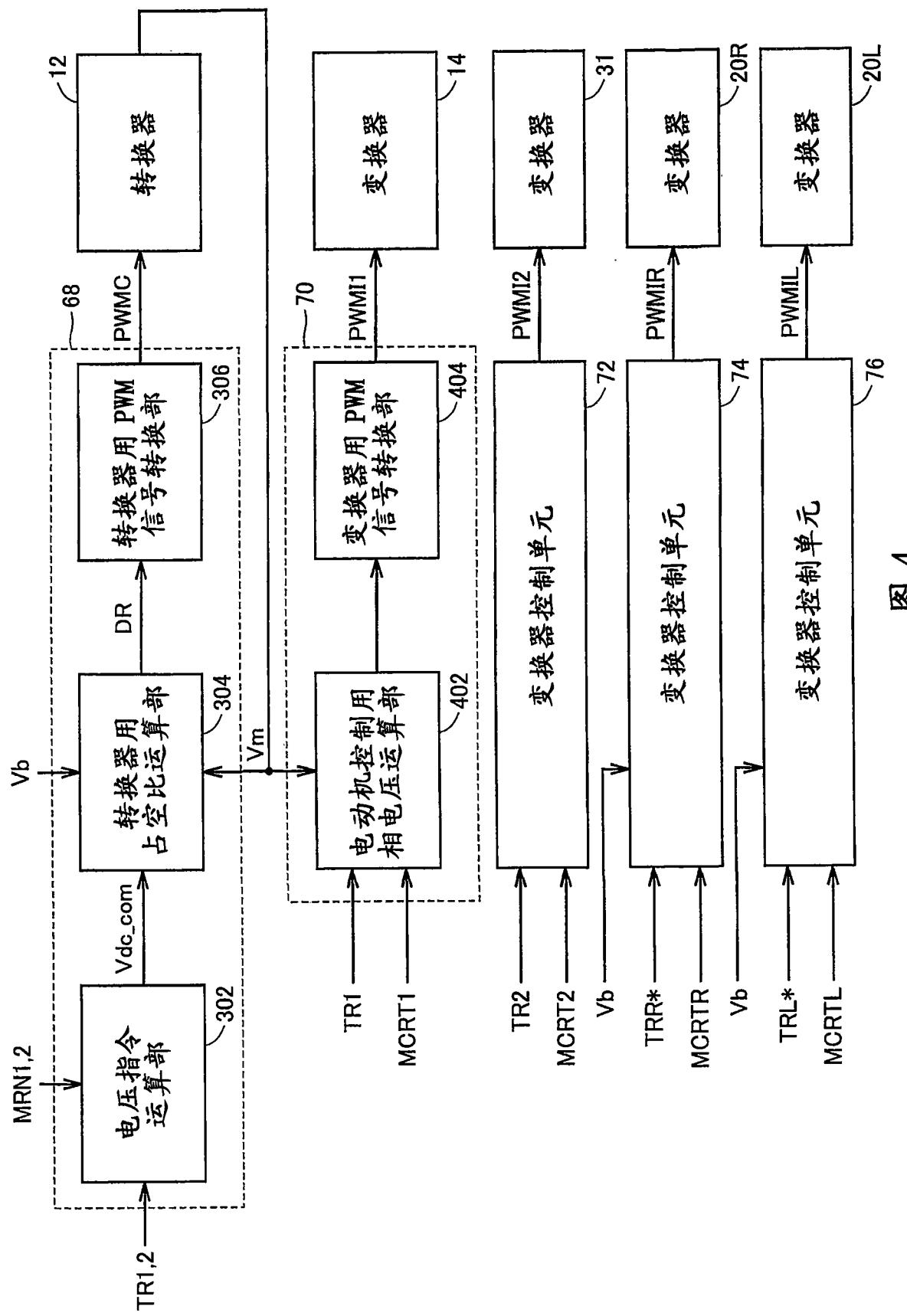


图 4

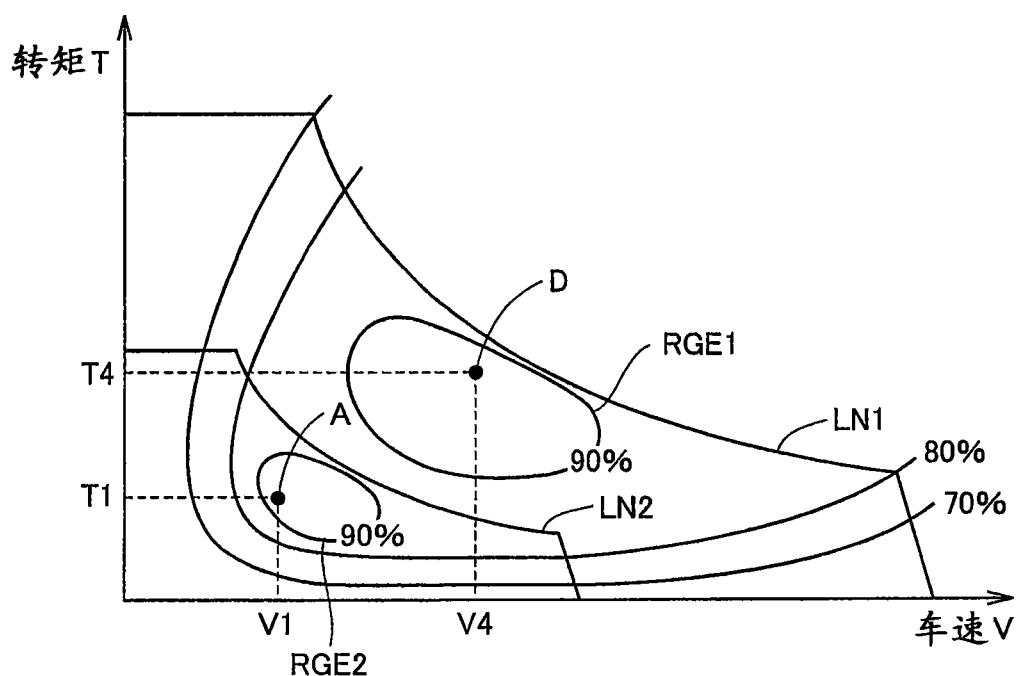
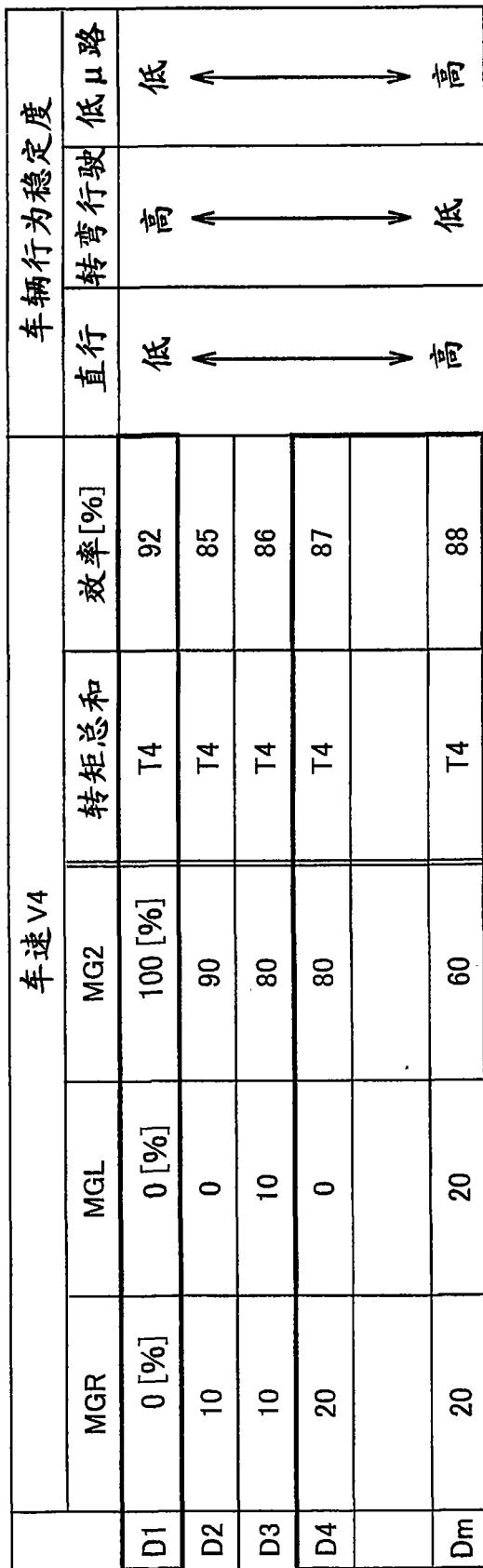


图 5

车速 V1				车辆行为稳定性	
	MGR	MGL	MG2	转矩总和	效率 [%]
A1	50 [%]	50 [%]	0 [%]	T1	88
A2	100	0	0	T1	92
A3	40	40	20	T1	86
A4	80	0	20	T1	85
An	0	0	100	T1	80

图 6

车速V4				车辆行为稳定性		
MGR	MGL	MG2	转矩总和	直行	转弯行驶	低μ路
D1 0 [%]	0 [%]	100 [%]	T4	92		
D2 10	0	90	T4	85		
D3 10	10	80	T4	86		
D4 20	0	80	T4	87		
Dm 20	20	60	T4	88		



The diagram illustrates the vehicle's behavior stability across three main categories: straight driving, turning driving, and low friction road conditions. Each category has two horizontal arrows indicating the range of stability: one pointing left labeled '高' (High) and one pointing right labeled '低' (Low). The ranges overlap significantly between straight driving and turning driving, while the low friction road condition shows a distinct separation between the two ranges.

图 7

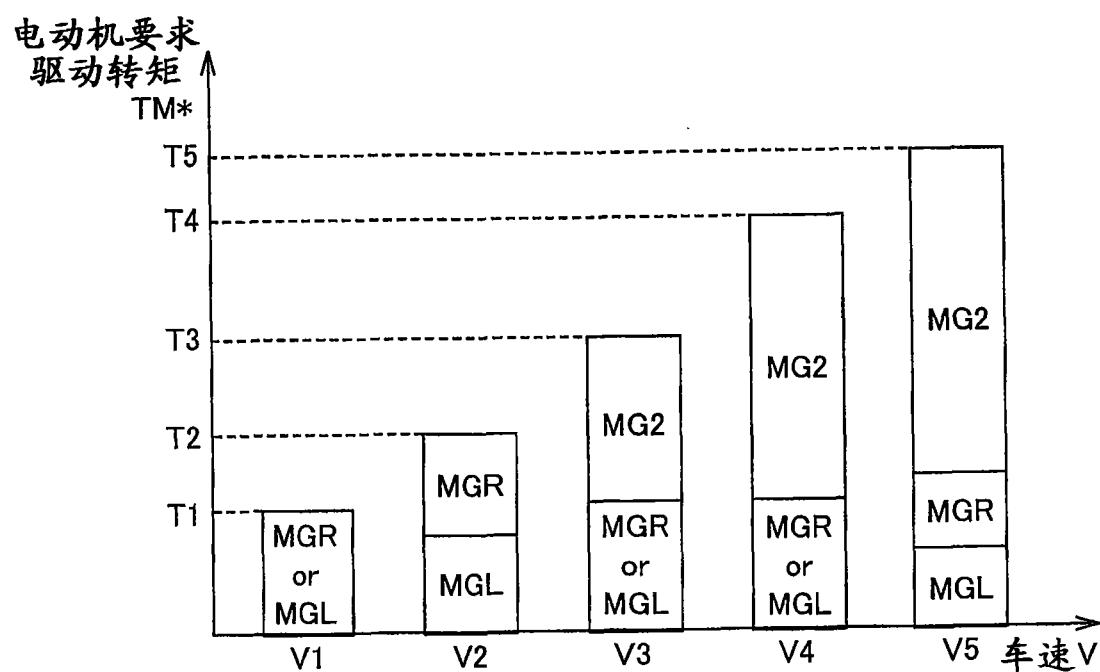


图 8

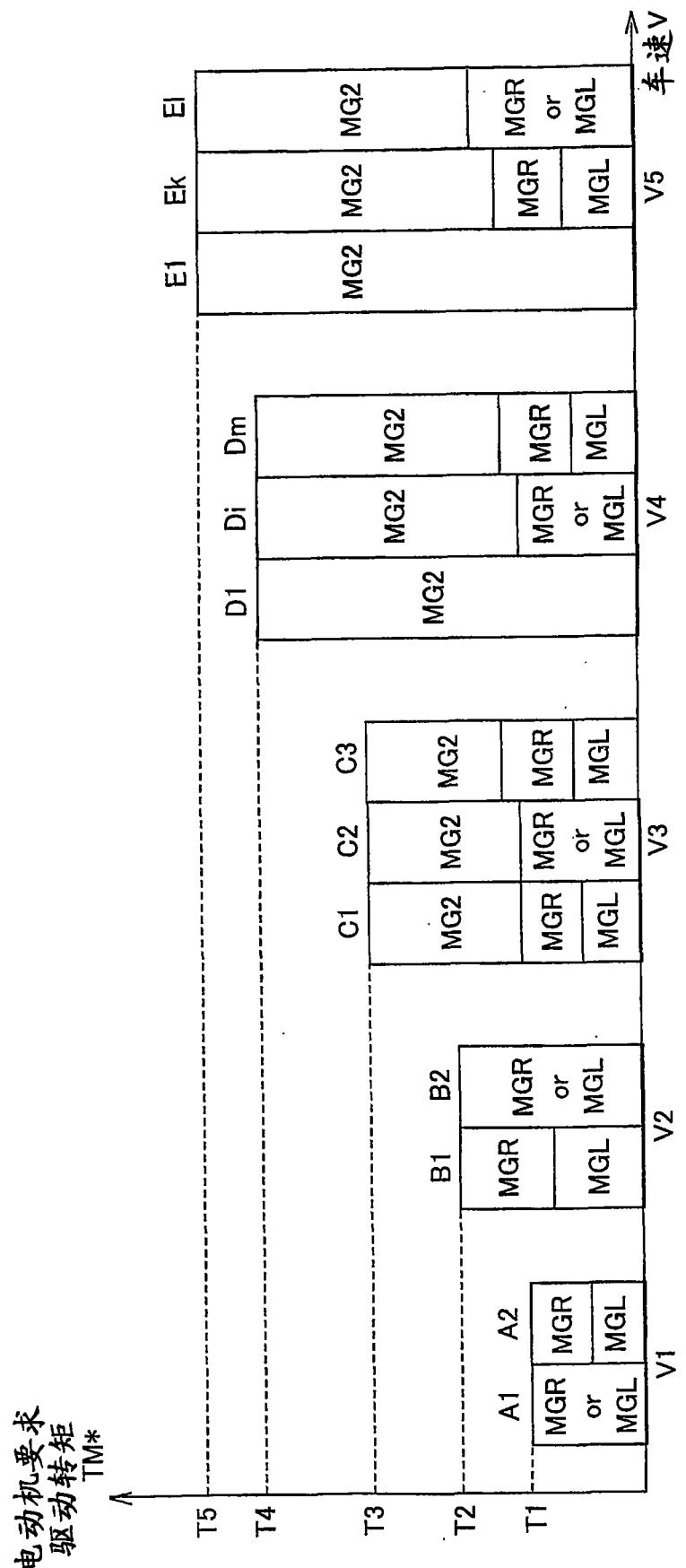


图 9

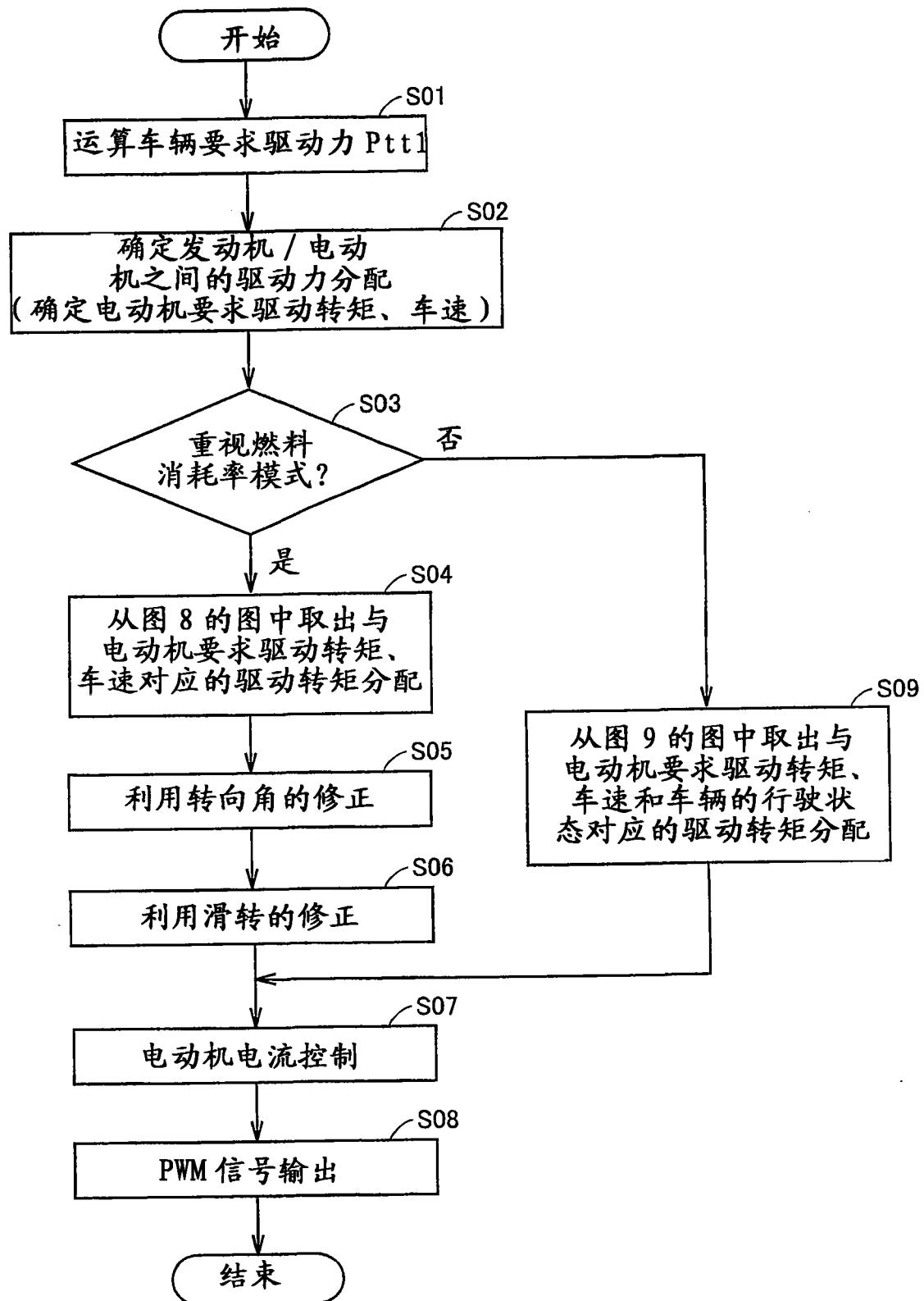


图 10

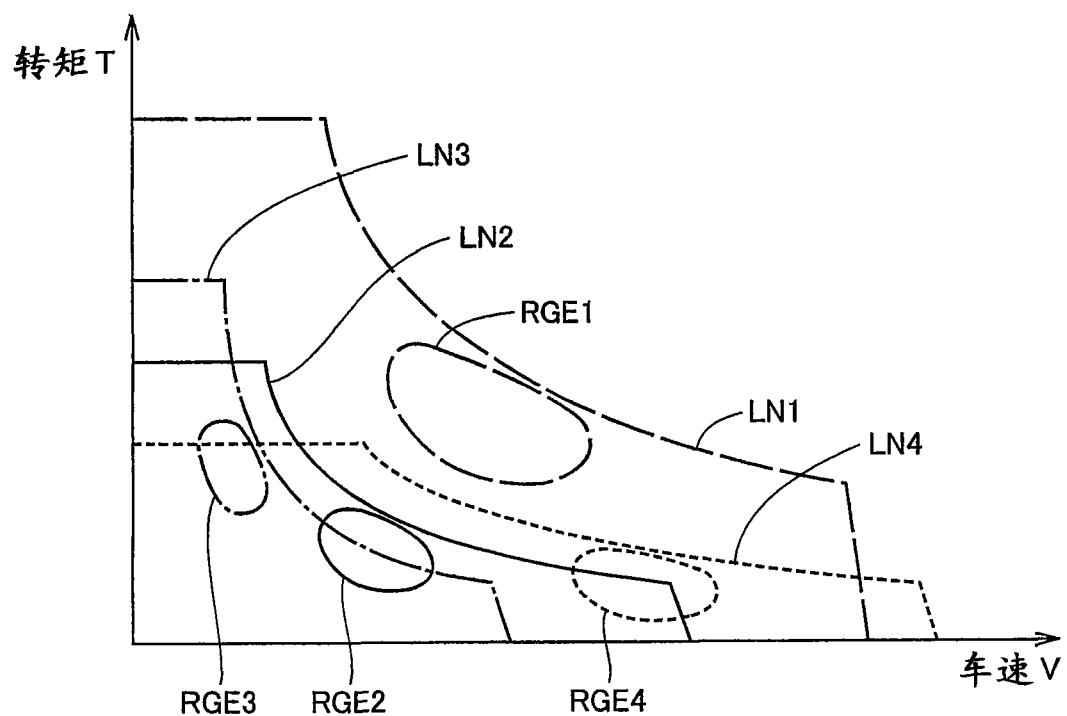


图 11

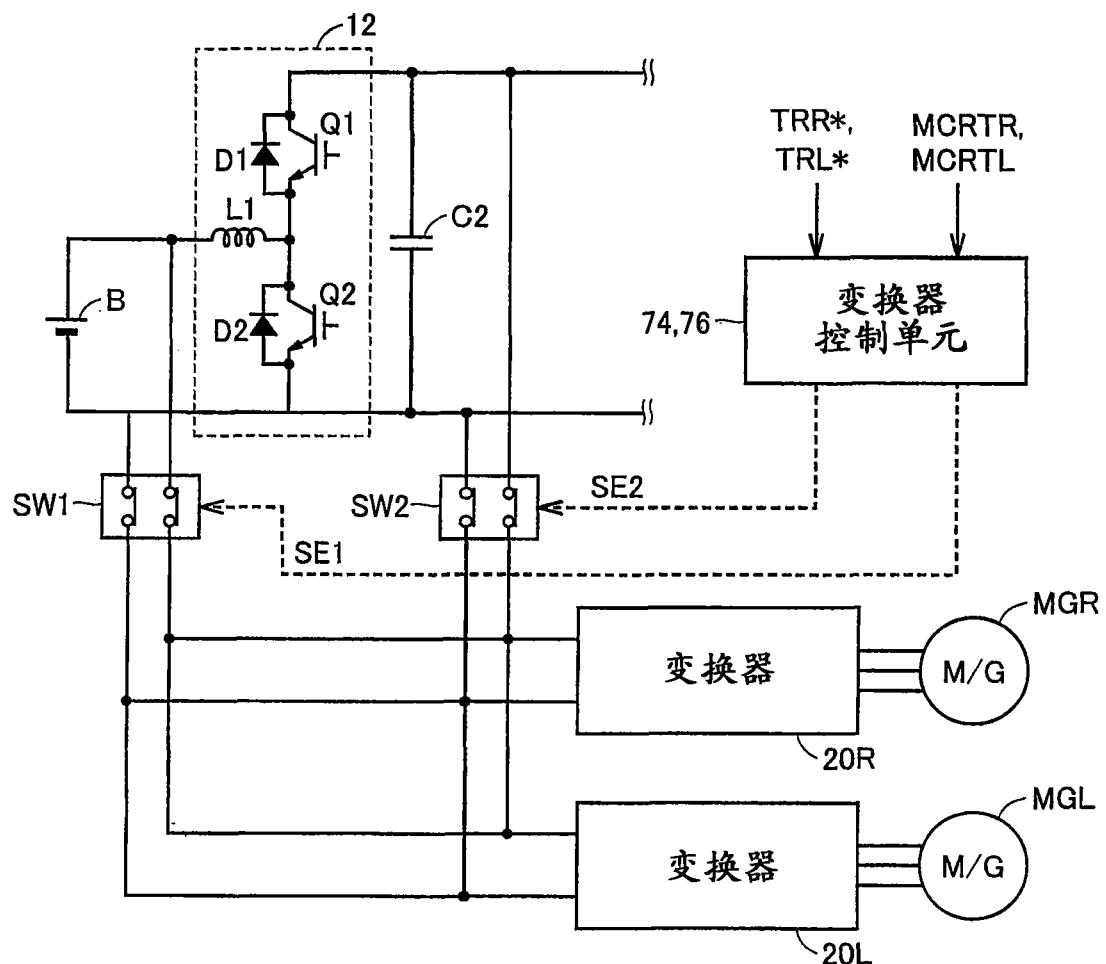


图 12

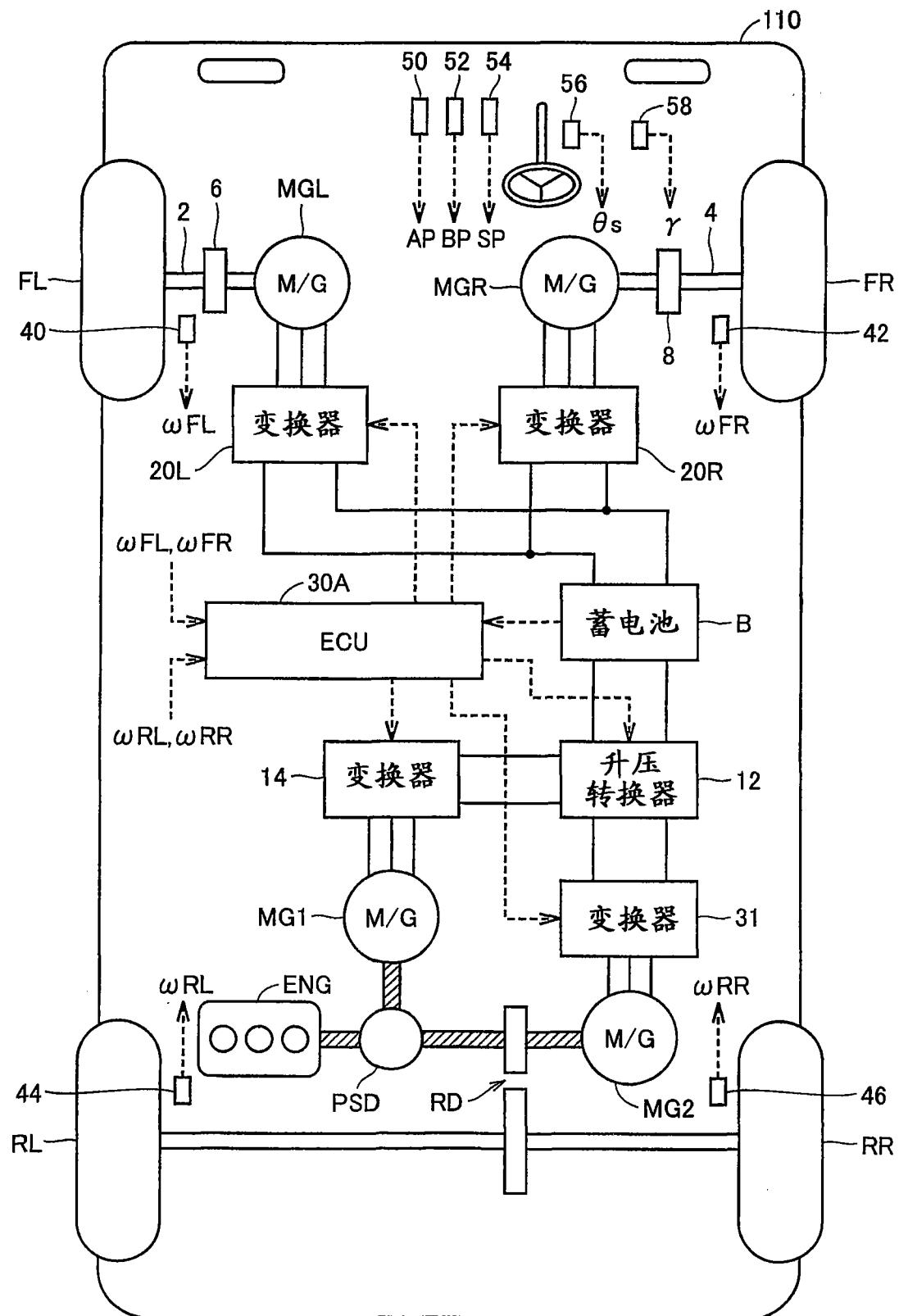


图 13

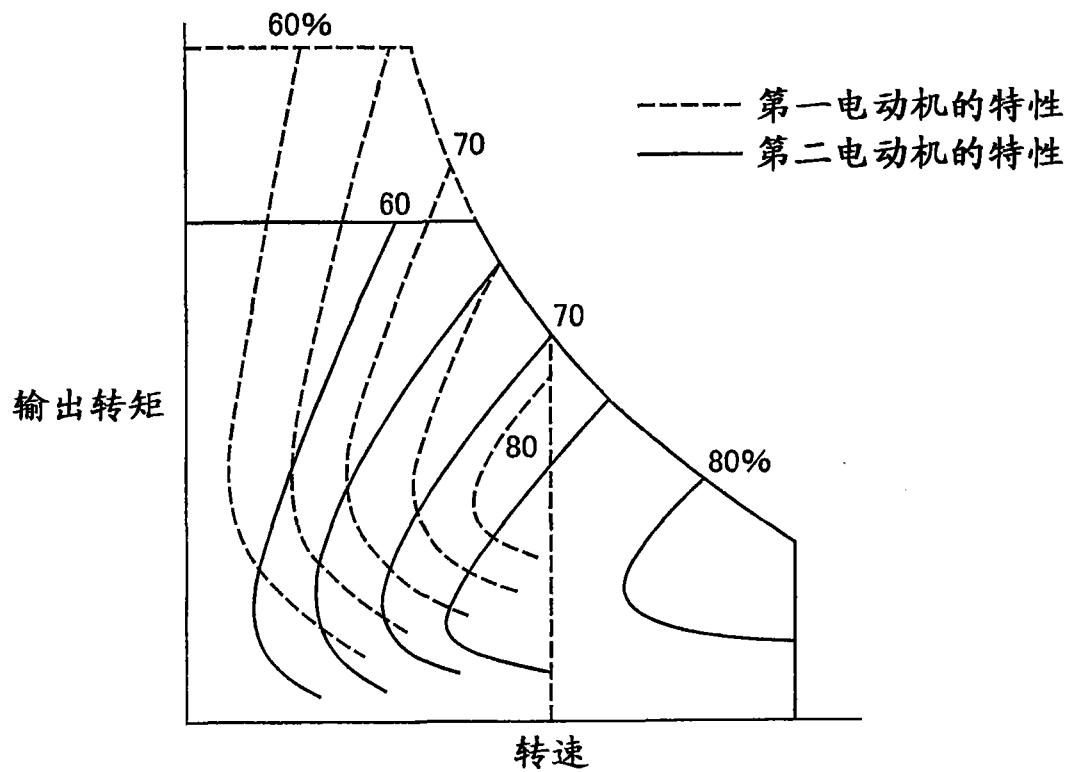


图 14