



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104773085 B

(45)授权公告日 2017.05.24

(21)申请号 201510008478.3

(22)申请日 2015.01.08

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104773085 A

(43)申请公布日 2015.07.15

(30)优先权数据
2014-003399 2014.01.10 JP

(73)专利权人 丰田自动车株式会社
地址 日本爱知县

(72)发明人 太田贵史 佐藤亮次 洲滨将圭

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247
代理人 张鲁滨 马江立

(51)Int.Cl.

B60L 11/18(2006.01)

(56)对比文件

- US 5365153 A, 1994.11.15, 全文.
- WO 2012/077416 A1, 2012.06.14, 全文.
- US 5549172 A, 1996.08.27, 全文.
- JP 60-187201 A, 1985.09.24, 全文.
- JP 7-15804 A, 1995.01.17, 全文.
- JP 2005-73314 A, 2005.03.17, 全文.
- KR 10-1348399 B1, 2014.01.07, 全文.
- CN 102267403 A, 2011.12.07, 全文.

审查员 刘鑫

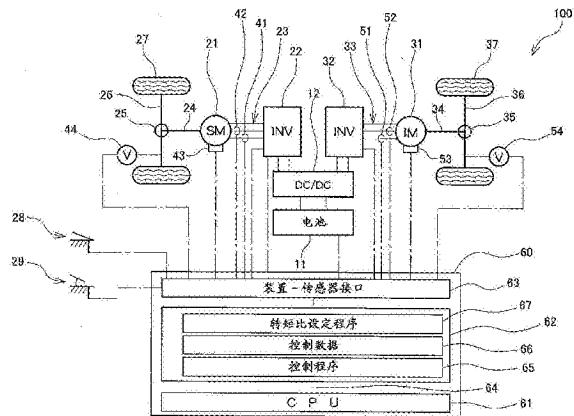
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

电动车辆和电动车辆的控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种电动车辆,该电动车辆由同步电动发电机(21)和感应电动发电机(31)驱动,并利用由同步电动发电机(21)产生的第一再生转矩(BT₁)和由感应电动发电机(31)产生的第二再生转矩(BT₂)制动。第一再生转矩(BT₁)与第二再生转矩(BT₂)之比根据电池(11)的充电状态(SOC)而改变。这样,当电池(11)的充电状态(SOC)高时,从再生制动到液压制动的切换频度被限制,以提高驾驶性能。



1. 一种电动车辆,包括:

同步电动机;和

感应电动机;

其中,所述电动车辆由所述同步电动机和所述感应电动机驱动,并利用由所述同步电动机产生的第一再生转矩和由所述感应电动机产生的第二再生转矩制动;并且

所述电动车辆还包括电池,所述电池向所述同步电动机和所述感应电动机供给驱动电力,并从所述同步电动机和所述感应电动机接收再生电力,所述电动车辆的特征在于,所述第一再生转矩与所述第二再生转矩之比根据所述电池的荷电状态而改变。

2. 根据权利要求1所述的电动车辆,其中

当所述电池的荷电状态高时,所述第二再生转矩的比例被设定成比在所述电池的荷电状态低时高。

3. 根据权利要求2所述的电动车辆,其中

当所述电池的荷电状态超过第一阈值时,随着所述电池的荷电状态升高,所述第二再生转矩的比例升高而所述第一再生转矩的比例降低。

4. 根据权利要求3所述的电动车辆,其中

当所述电池的荷电状态等于或超过第二阈值时,所述第二再生转矩的比例被设定为100%且所述第一再生转矩的比例被设定为0%。

5. 根据权利要求4所述的电动车辆,其中

所述第二阈值是开始对所述电池的最大再生电力施加限制时所述电池的荷电状态,并且所述第一阈值小于所述第二阈值。

6. 一种电动车辆,包括:

同步电动机;和

感应电动机;

其中,所述电动车辆由所述同步电动机和所述感应电动机驱动,并利用由所述同步电动机产生的第一再生转矩和由所述感应电动机产生的第二再生转矩制动;

所述电动车辆还包括:

电池,所述电池向所述同步电动机和所述感应电动机供给驱动电力,并从所述同步电动机和所述感应电动机接收再生电力;和

控制器,所述控制器包括CPU,

所述电动车辆的特征在于,所述控制器的所述CPU执行转矩比设定程序,所述转矩比设定程序根据所述电池的荷电状态而改变所述第一再生转矩与所述第二再生转矩之比。

7. 一种电动车辆的控制方法,所述电动车辆包括:

同步电动机;

感应电动机;和

电池,所述电池向所述同步电动机和所述感应电动机供给驱动电力,并从所述同步电动机和所述感应电动机接收再生电力,

其中,所述电动车辆由所述同步电动机和所述感应电动机驱动,并利用由所述同步电动机产生的第一再生转矩和由所述感应电动机产生的第二再生转矩制动,

所述控制方法的特征在于包括根据所述电池的荷电状态而改变所述第一再生转矩与

所述第二再生转矩之比。

电动车辆和电动车辆的控制方法

[0001] 对相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2014年1月10日提交的日本专利申请No.2014-003399的优先权,该申请的全部内容通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种电动车辆,更具体地涉及由同步电动机和感应电动机驱动的电动车辆的结构,以及该电动车辆的控制方法。

背景技术

[0004] 近来,由电动机驱动的电动车辆被广泛使用。存在许多类型具有各种特性的电动机,例如永磁体型同步电动机、感应电动机和磁阻型电动机。因此,提出了通过组合两种以上类型的电动机的特性以实现互补的特性来为电动车辆的驱动系统配置期望的功能(参照例如JP H07-15804)。

[0005] JP H07-15804提出了一种驱动系统,该驱动系统通过效率高和容量小的永磁体型同步电动机来驱动前轮,并通过容量大和基速高的感应电动机来驱动后轮。在该驱动系统中,提出了基于诸如前轮和后轮的转速、加速度、车身的倾斜角度、电池电压、电流、电动机的温度、上坡或下坡、加速或减速以及路面状态等各种条件来将经加速踏板发出的驱动转矩指令分配成永磁体型同步电动机的转矩指令值和感应电动机的转矩指令值。

发明内容

[0006] 在一种电动车辆中,通过使用驱动电动机作为发电机来执行电力再生;并且此时产生的再生转矩被用于施加再生制动以进行车辆制动。在再生制动器作动时,来自用作发电机的电动机的电力被用于对电池充电。当电池的充电状态(SOC)由于例如在长下坡路上行驶而高时,有必要限制再生电力以避免电池的过充电。这种情况下,由于再生制动的制动力因再生电力量受限制而下降,所以制动力的一部分从再生制动切换为液压制动。一个问题是驾驶性能由于从再生制动切换为液压制动时转矩变动的发生而降低。

[0007] 本发明的一个目的是在电池的充电状态(SOC)高时通过限制从再生制动到液压制动的切换频度来提高驾驶性能。

[0008] 根据本发明的一种电动车辆包括同步电动机和感应电动机;其中,所述电动车辆由所述同步电动机和所述感应电动机驱动,并利用由所述同步电动机产生的第一再生转矩和由所述感应电动机产生的第二再生转矩制动。所述电动车辆还包括电池,所述电池向所述同步电动机和所述感应电动机供给驱动电力,并从所述同步电动机和所述感应电动机接收再生电力;并且所述第一再生转矩与所述第二再生转矩之比根据所述电池的充电状态而改变。

[0009] 在根据本发明的电动车辆中,优选而言,当所述电池的充电状态高时,所述第二再生转矩的比例被设定成比在所述电池的充电状态低时高。

[0010] 在根据本发明的电动车辆中,优选而言,当所述电池的充电状态超过第一阈值时,随着所述电池的充电状态升高,所述第二再生转矩的比例升高而所述第一再生转矩的比例降低。

[0011] 在根据本发明的电动车辆中,优选而言,当所述电池的充电状态等于或超过第二阈值时,所述第二再生转矩的比例被设定为100%且所述第一再生转矩的比例被设定为0%。

[0012] 在根据本发明的电动车辆中,优选而言,所述第二阈值是开始对所述电池的最大再生电力施加限制时所述电池的充电状态,并且所述第一阈值小于所述第二阈值。

[0013] 根据本发明的一种电动车辆包括同步电动机和感应电动机;其中,所述电动车辆由所述同步电动机和所述感应电动机驱动,并利用由所述同步电动机产生的第一再生转矩和由所述感应电动机产生的第二再生转矩制动。所述电动车辆还包括:电池,所述电池向所述同步电动机和所述感应电动机供给驱动电力,并从所述同步电动机和所述感应电动机接收再生电力;和控制器,所述控制器包括CPU,并且所述控制器的所述CPU执行转矩比设定程序,所述转矩比设定程序根据所述电池的充电状态而改变所述第一再生转矩与所述第二再生转矩之比。

[0014] 根据本发明的一种电动车辆的控制方法是一种用于电动车辆的方法,所述电动车辆包括同步电动机、感应电动机和电池,所述电池向所述同步电动机和所述感应电动机供给驱动电力,并从所述同步电动机和所述感应电动机接收再生电力,其中,所述电动车辆由所述同步电动机和所述感应电动机驱动,并利用由所述同步电动机产生的第一再生转矩和由所述感应电动机产生的第二再生转矩制动;并且所述方法包括根据所述电池的充电状态而改变所述第一再生转矩与所述第二再生转矩之比。

[0015] 本发明实现了在电池的充电状态(SOC)高时通过限制从再生制动到液压制动的切换频度来提高驾驶性能的优点。

附图说明

[0016] 图1是示出根据本发明的实施例的电动车辆的构型的系统图。

[0017] 图2是示出根据本发明的实施例的电动车辆的操作的流程图。

[0018] 图3A是示出根据本发明的实施例的电动车辆的关于电池的充电状态(SOC)的转矩比变化的曲线图。

[0019] 图3B是示出根据本发明的实施例的电动车辆的关于电池的充电状态(SOC)的最大再生电力(WIN_{max})变化的曲线图。

[0020] 图3C是示出根据本发明的实施例的电动车辆的关于电池的充电状态(SOC)的能量损失变化的曲线图。

[0021] 图4是示出根据本发明的实施例的电动车辆的关于车速和制动踏板下踏量的目标再生制动转矩的曲线图。

[0022] 图5是示出安装在根据本发明的实施例的电动车辆上的感应电动发电机的特性的曲线图。

具体实施方式

[0023] 下面参考附图描述本发明的实施例。如图1所示,根据本发明的实施例的机动车辆100设置有利用由为同步电动机的同步电动发电机21产生的第一驱动转矩 T_1 驱动的前轮27和利用由为感应电动机的感应电动发电机31产生的第二驱动转矩 T_2 驱动的后轮37。机动车辆100分别利用由同步电动发电机21产生的第一再生转矩 BT_1 和由感应电动发电机31产生的第二再生转矩 BT_2 对前轮27和后轮37进行制动。因此,由同步电动发电机21产生的第一驱动转矩 T_1 与由感应电动发电机31产生的第二驱动转矩 T_2 之和(T_1+T_2)为机动车辆100的总驱动转矩 T ;而由同步电动发电机21产生的第一再生转矩 BT_1 与由感应电动发电机31产生的第二再生转矩 BT_2 之和(BT_1+BT_2)为机动车辆100的总再生转矩 BT (总再生制动转矩)。应该指出的是,由于在此实施例中前轮27的直径和后轮37的直径相同,所以第一驱动转矩 T_1 与第二驱动转矩 T_2 之比($T_1:T_2$)等于前轮27的驱动力与后轮37的驱动力之比。类似地,第一再生转矩 BT_1 与第二再生转矩 BT_2 之比($BT_1:BT_2$)等于前轮27的制动力与后轮37的制动力之比。

[0024] 如图1所示,从为可充放电的二次电池的电池11供给直流电力。在直流电力由升压变换器12升压为升压直流电力之后,升压直流电力由逆变器22变换为三相交流电力。而且,三相交流电流供给到同步电动发电机21。从公共电池11供给直流电力,并且在直流电力由公共升压变换器12升压为升压直流电力之后,升压直流电力由逆变器32变换为三相交流电力。而且,三相交流电力供给到感应电动发电机31。此外,分别由同步电动发电机21和感应电动发电机31产生的再生电力被用于对电池11充电(由电池11接收)。

[0025] 逆变器22、32分别连接到具有三根线的输出线群23、33,各输出线群在各相(U、V或W)中输出电流。输出线群23、33分别连接到同步电动发电机21和感应电动发电机31,并且各输出线群23、33的每根线都连接到同步电动发电机21或感应电动发电机31的各相(U、V或W)的输入端子。在本实施例中,用于感测电流的电流传感器41、42、51、52附接在各逆变器22、32的V相输出线和W相输出线上。应该指出的是,尽管没有电流传感器安装在U相输出线上,但能基于V相和W相电流来获得U相电流,因为在三相交流电流中U、V和W相中的电流之和等于零。

[0026] 同步电动发电机21的输出轴24连接到诸如差动齿轮和减速齿轮之类的驱动机构25。驱动机构25通过将从同步电动发电机21输出的第一驱动转矩 T_1 或第一再生转矩 BT_1 变换为前车轴26的驱动力或制动力来驱动前轮27或对其进行制动。车轴26设置有基于车轴26的转速来感测车速的车速传感器44。同步电动发电机21设置有感测转子的旋转角或转速的旋转变压器(resolver)43。

[0027] 与同步电动发电机21的输出轴24相似,感应电动发电机31的输出轴34连接到诸如差动齿轮和减速齿轮之类的驱动机构35。驱动机构35通过将从感应电动发电机31输出的第二驱动转矩 T_2 或第二再生转矩 BT_2 变换为后车轴36的驱动力或制动力来驱动后轮37或对其进行制动。车轴36与车轴26相似地设置有车速传感器54。此外,与同步电动发电机21相似,感应电动发电机31设置有感测转子的旋转角或转速的旋转变压器53。

[0028] 根据本实施例的机动车辆100设置有分别感测加速踏板和制动踏板的下踏量的加速踏板下踏量传感器28和制动踏板下踏量传感器29。

[0029] 如图1所示,控制器60包括执行运算处理的CPU 61、存储单元62和装置-传感器接口63,所有这些部件构成经由数据总线64连接的计算机。存储单元62存储机动车辆100的控制程序65、控制数据66和转矩比设定程序67(下面进一步描述)。转矩比设定程序67内置有

图3A所示的关于电池11的充电状态(SOC)规定同步电动发电机21的第一再生转矩 BT_1 与感应电动发电机31的第二再生转矩 BT_2 之比($BT_1:BT_2$)的脉谱图。下面进一步描述的图5所示的感应电动发电机31的最佳效率线 e 和特性曲线 c 存储在控制数据66中。升压变换器12和逆变器22、32经由装置-传感器接口63连接到控制器60,以使得升压变换器12和逆变器22、32基于来自控制器60的指令而操作。电池11经由装置-传感器接口63连接到控制器60。电池11的充电状态(SOC)输入控制器60。类似地,电流传感器41、42、51、52、旋转变压器43、53、车速传感器44、54、加速踏板下踏量传感器28和制动踏板下踏量传感器29的输出构造成经由装置-传感器接口63输入控制器60。

[0030] 下面参考图2和图3A至3C描述如上所述构成的机动车辆100的动作。如图2中的步骤S101所示,控制器60执行图1所示的存储单元62中的转矩比设定程序67以获得电池11的充电状态(SOC)。可通过感测电池11的输出电压和输出电流从例如电池11的开路电压或电池11的放电特性曲线或充电状态(SOC)的电压-电流特性曲线获得SOC。

[0031] 然后,控制器60参照转矩比设定程序67中内置的脉谱图(图3A)。该脉谱图关于电池11的充电状态(SOC)规定同步电动发电机21的第一再生转矩 BT_1 与感应电动发电机31的第二再生转矩 BT_2 之比($BT_1:BT_2=R_1:R_2$),并根据电池11的充电状态(SOC)设定同步电动发电机21的第一再生转矩 BT_1 与感应电动发电机31的第二再生转矩 BT_2 之比($R_1:R_2$),如图2中的步骤S103所示。如图3A中用线 f_1 所示,当电池11的充电状态(SOC)低(低于或等于第一阈值A($SOC \leq$ 第一阈值A))时,具有较高再生效率的同步电动发电机21的第一再生转矩 BT_1 的比例被设定为大于具有较低再生效率的感应电动发电机31的第二再生转矩 BT_2 的比例 R_2 。因此,当图3A所示的电池11的充电状态(SOC)等于或低于第一阈值A时,同步电动发电机21的第一再生转矩 BT_1 的比例 R_1 高于50%,例如为70%至80%。由于感应电动发电机31的第二再生转矩 BT_2 的比例 R_2 为 $(100-R_1)$,所以该比例低于50%,例如为20%至30%。因而,当电池11的充电状态(SOC)低时,具有较高再生效率的同步电动发电机21能有效地再生更多电力,使得电池11能被有效地充电。第一阈值A可以是低于开始对电池11的最大再生电力 WIN_{max} 施加限制时的充电状态(SOC)的任意值(例如,约40%至50%)。

[0032] 如图3A中的线 f_1 所示,在电池11的充电状态(SOC)达到第一阈值A之前,第一再生转矩 BT_1 的比例 R_1 和第二再生转矩 BT_2 的比例 R_2 可以是恒定值。或者,例如,随着电池11的充电状态(SOC)升高,第一再生转矩 BT_1 的比例 R_1 能被设定为从80%降至60%而第二再生转矩 BT_2 的比例 R_2 被设定为从20%升至40%。通过以此方式设定同步电动发电机21的第一再生转矩 BT_1 与感应电动发电机31的第二再生转矩 BT_2 之比($R_1:R_2$),在电池11的充电状态(SOC)达到第一阈值A之前,从同步电动发电机21到电池11的最大再生电力 WIN_1 与从感应电动发电机31到电池11的最大再生电力 WIN_2 之比也如图3B中的线 t 和 u 所示变成 $R_1:R_2$ 。应该指出的是,在此期间通向电池11的最大再生电力恒定为 WIN_0 。

[0033] 如图3A中的线 f_2 所示,在电池11的充电状态(SOC)经过第一阈值A之后并在电池11的充电状态(SOC)达到高于第一阈值A的第二阈值B之前的时期(第一阈值A $<$ SOC $<$ 第二阈值),随着电池11的充电状态(SOC)升高,同步电动发电机21的第一再生转矩 BT_1 的比例 R_1 被设定为降低,而感应电动发电机31的第二再生转矩 BT_2 的比例 R_2 被设定为升高。然后,当电池11的充电状态(SOC)处于第二阈值B时,同步电动发电机21的第一再生转矩 BT_1 的比例 R_1 被设定为0,而感应电动发电机31的第二再生转矩 BT_2 的比例 R_2 被设定为100%。如图3B所示,第二

阈值B是开始对电池11的最大再生电力 $W_{IN_{max}}$ 施加限制时的充电状态(SOC),例如为约60%。当电池11的充电状态(SOC)达到开始对电池11的最大再生电力 $W_{IN_{max}}$ 施加限制时的第二阈值B时,电动车辆100的所有再生转矩BT变成感应电动发电机31的第二再生转矩 BT_2 ,因为比例 $R_2=100\%$ 。通过以此方式设定同步电动发电机21的第一再生转矩 BT_1 的比例 R_1 和感应电动发电机31的第二再生转矩 BT_2 的比例 R_2 ,从同步电动发电机21到电池11的最大再生电力 W_{IN_1} 如图3B中的线u所示在第二阈值B处变成零,而从感应电动发电机31到电池11的最大再生电力 W_{IN_2} 在第二阈值B处变成等于通向电池11的最大再生电力 $W_{IN_{max}}$ 的 W_{IN_0} 。

[0034] 如图3A中的线 f_3 所示,当电池11的充电状态(SOC)变成等于或大于第二阈值B(第二阈值 $B \leq SOC$)时,同步电动发电机21的第一再生转矩 BT_1 的比例 R_1 维持为零,而感应电动发电机31的第二再生转矩 BT_2 的比例 R_2 维持在100%。此外,如图3B中的线t所示,当电池11的充电状态(SOC)超过第二阈值B时,指示电池11的最大可充电量的最大再生电力 $W_{IN_{max}}$ 被限制在 W_{IN_0} 以下,并在指示可对电池11充电的最大充电状态(SOC)的第三阈值C处变成零。第三阈值C可以是例如约80%。因而,从感应电动发电机31到电池11的最大再生电力 W_{IN_2} 从第二阈值B处的 W_{IN_0} 降低到零。

[0035] 如上所述,当电池11的充电状态(SOC)变高时,通过将具有高再生效率的同步电动发电机21的第一再生转矩 BT_1 的比例 R_1 设定为低,而将具有低再生效率的感应电动发电机31的第二再生转矩 BT_2 的比例 R_2 设定为高,能降低在相同的再生制动下通向电池11的电力的充电量并且同时能限制电池11的充电状态(SOC)的升高。此外,以此方式,能限制从再生制动到液压制动的切换频度,从而带来提高驾驶性能的优点。应该指出的是,由于当电池11的充电状态(SOC)变高时具有低再生效率的感应电动发电机31的第二再生转矩 BT_2 增大,所以如图3C所示,再生制动期间的能量损失在第一阈值A与第二阈值B之间从 D_0 增至 D_1 。然后,当电池11的充电状态(SOC)超过第二阈值B时,由于对从感应电动发电机31到电池11的最大再生电力 W_{IN_2} 施加限制,所以再生制动期间的能量损失逐渐降低并在第三阈值C处达到零。

[0036] 在此描述了根据本实施例的电动车辆100的再生制动。控制器60基于通过图1所示的车速传感器44、45获得的车速、通过制动踏板下踏量传感器29感测到的制动踏板下踏量以及图4所示的电动车辆100的目标再生制动转矩 BT_{req} 关于车速和制动踏板下踏量的脉谱图来计算目标再生制动转矩 BT_{req} 。目标再生制动转矩 BT_{req} 是电动车辆100经由车速和制动踏板下踏量要求的全部制动转矩BT之中通过再生制动产生的制动转矩的目标值。目标再生制动转矩 BT_{req} 等于通过将电动车辆100所要求的全部制动转矩BT减去诸如通过液压制动产生的机械制动转矩而获得的值。例如,如图4所示,当在车速 V_1 下制动踏板下踏量小时,目标再生制动转矩 BT_{req} 被设定为 BT_{req1} 。在计算目标再生制动转矩 BT_{req1} 之后,控制器60根据按电池11的充电状态(SOC)设定的第一再生转矩 BT_1 与第二再生转矩 BT_2 之比($R_1:R_2$)而将目标再生制动转矩 BT_{req1} 分割成第一再生转矩指令值 BT_1^* 和第二再生转矩指令值 BT_2^* ($BT_1^*=BT_{req1} \times R_1 \times (R_1+R_2)$, $BT_2^*=BT_{req1} \times R_2 \times (R_1+R_2)$)。然后,控制器60根据第一再生转矩指令值 BT_1^* 和第二再生转矩指令值 BT_2^* 控制同步电动发电机21和感应电动发电机31的电流以操作电动车辆100的再生制动。

[0037] 如图3A所示,当电池11的充电状态(SOC)超过第二阈值B时,通过再生制动获得的再生电力取决于感应电动发电机31的特性。然而,可通过在将第二再生转矩 BT_2 维持在恒定水平的同时将感应电动发电机31的转差频率(slip frequency)S的绝对值从 S_1 增至 S_2 以降

低再生效率来进一步降低通向电池11的再生电力。

[0038] 如图5中的线c所示,供给特定电流的感应电动发电机31的转矩输出取决于转差频率 S 。当转差频率 S 低时,转矩输出随着转差频率 S 增大而增加。在达到最大之后,转矩输出随着转差频率 S 增大而减少。当转差频率 S 为负值时,转矩输出和电流两者都变成负的,从而引起制动转矩(第二再生转矩 BT_2)和再生电力的产生。特定再生电力下的制动转矩取决于转差频率 S 的绝对值。当转差频率 S 的绝对值小时,制动转矩随着转差频率 S 的绝对值增大而增加。在达到最大之后,转矩输出随着转差频率 S 增大而减少。典型地,感应电动发电机31沿经过图5所示的运转点 P_1 、 P_3 和零点的最佳效率线 e (效率最高的运转曲线)控制转差频率 S 和电流。

[0039] 当转差频率 S 的绝对值在将感应电动发电机31的制动转矩(第二再生转矩 BT_2)维持在恒定水平的同时如图5所示在运转点 P_1 和 P_2 之间增加时,再生效率由于感应电动发电机31的运转点偏离最佳效率线 e 上的运转点 P_1 而降低。因而,能在将感应电动发电机31的制动转矩(第二再生转矩 BT_2)维持在恒定水平的同时降低再生电力。这样,即使当电池11的充电状态(SOC)超过第二阈值 B 时,也能通过进一步限制从再生制动到液压制动的切换频度来进一步提高驾驶性能。

[0040] 尽管在上述实施例中将机动车辆100描述为包括驱动前轮27的单个同步电动发电机21和驱动后轮37的单个感应电动发电机31,但也可设置两个以上同步电动发电机21或感应电动发电机31。例如,前轮27可由同步电动发电机21和感应电动发电机31驱动,而后轮37可由另一感应电动发电机31驱动。或者,前轮27可由单个同步电动发电机21驱动,而后轮37可由另一同步电动发电机21和感应电动发电机31驱动。当装设两个以上同步电动发电机21或感应电动发电机31时,该两个以上同步电动发电机21的再生转矩之和被用作第一再生转矩 BT_1 ,且该两个以上感应电动发电机31的再生转矩之和被用作第二再生转矩 BT_2 。尽管将单个升压变换器12描述为在本实施例中被共用,但可装设两个以上升压变换器12,每个电动发电机各一个。

[0041] 应该指出的是,本发明不限于上述实施例,并且包括不脱离在权利要求中限定的本发明的技术范围和本质的所有变型和改型。

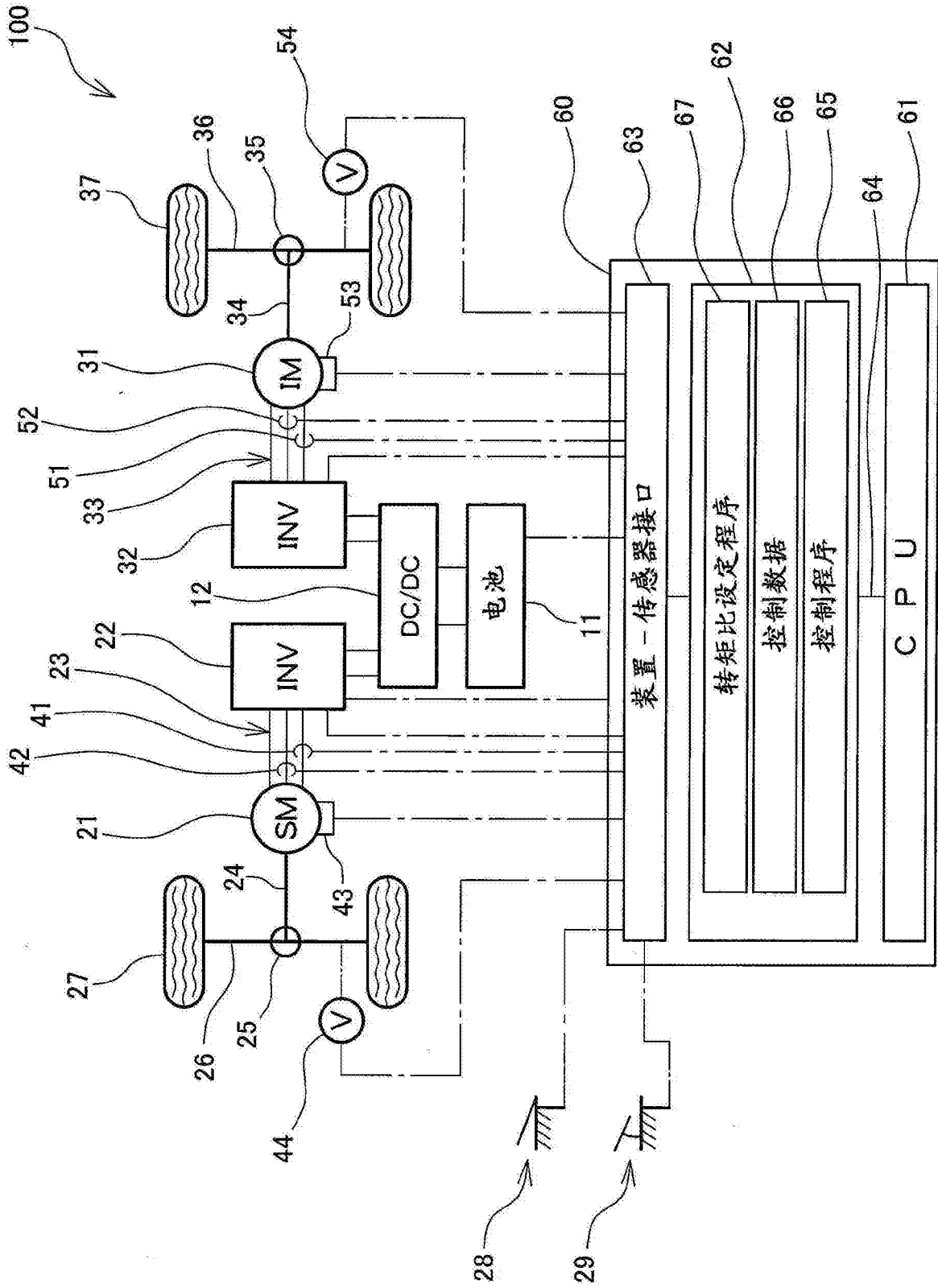


图1

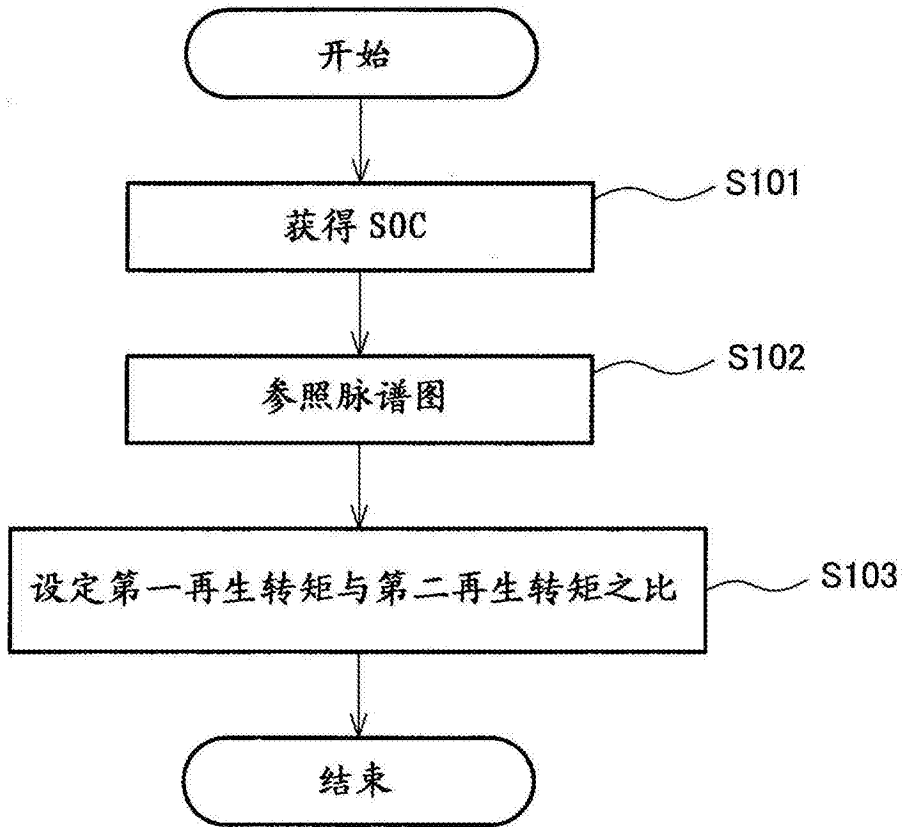


图2

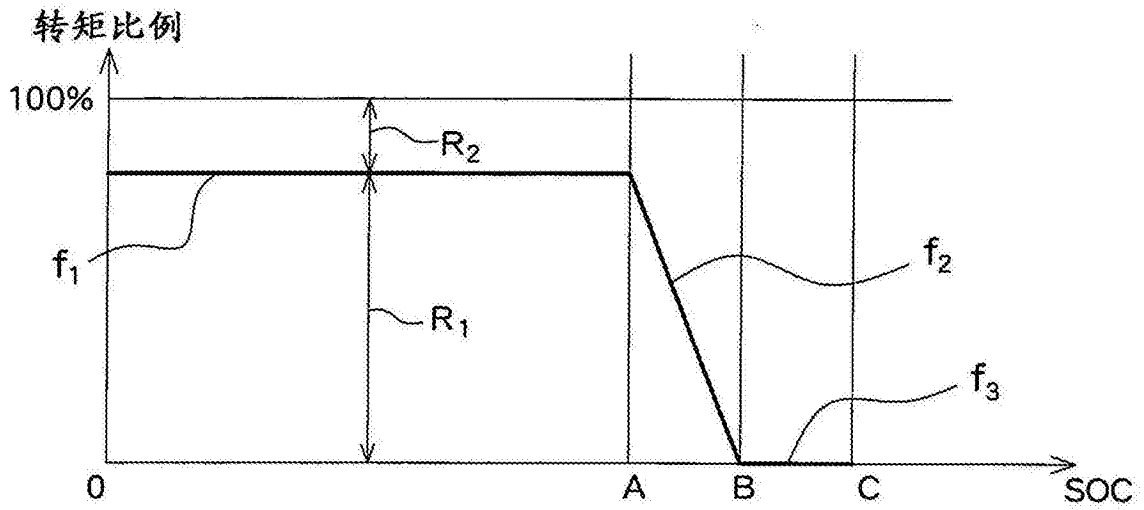


图3A

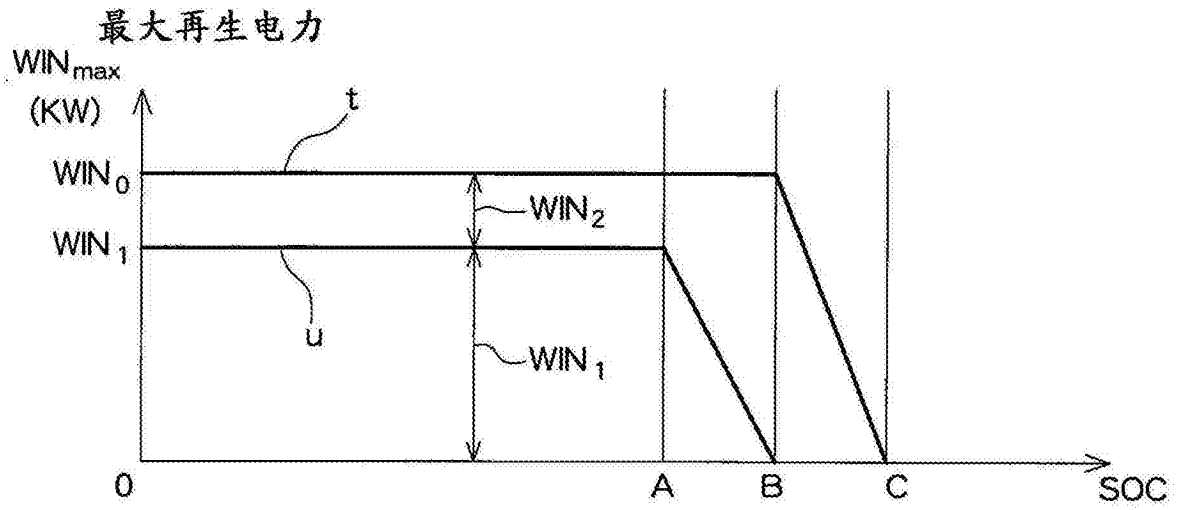


图3B

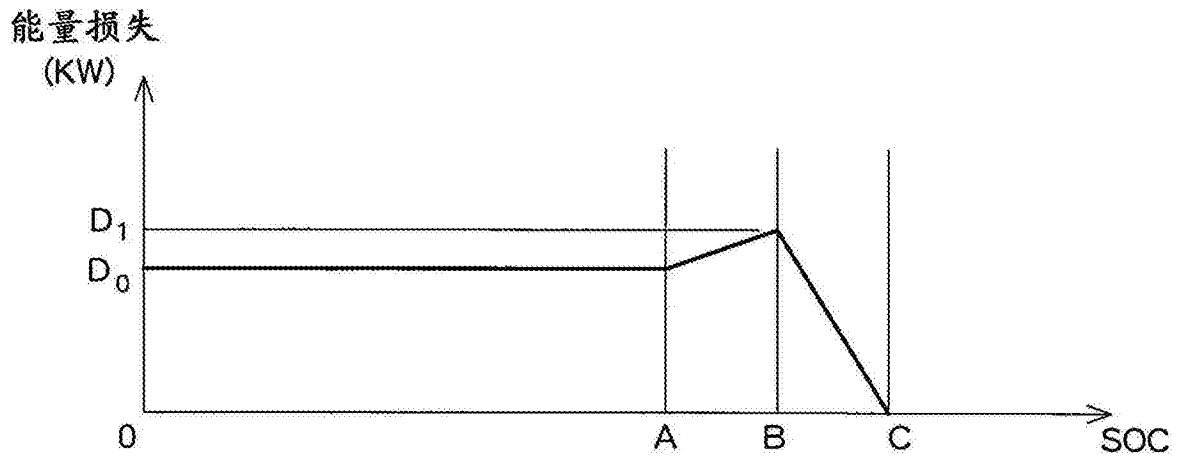


图3C

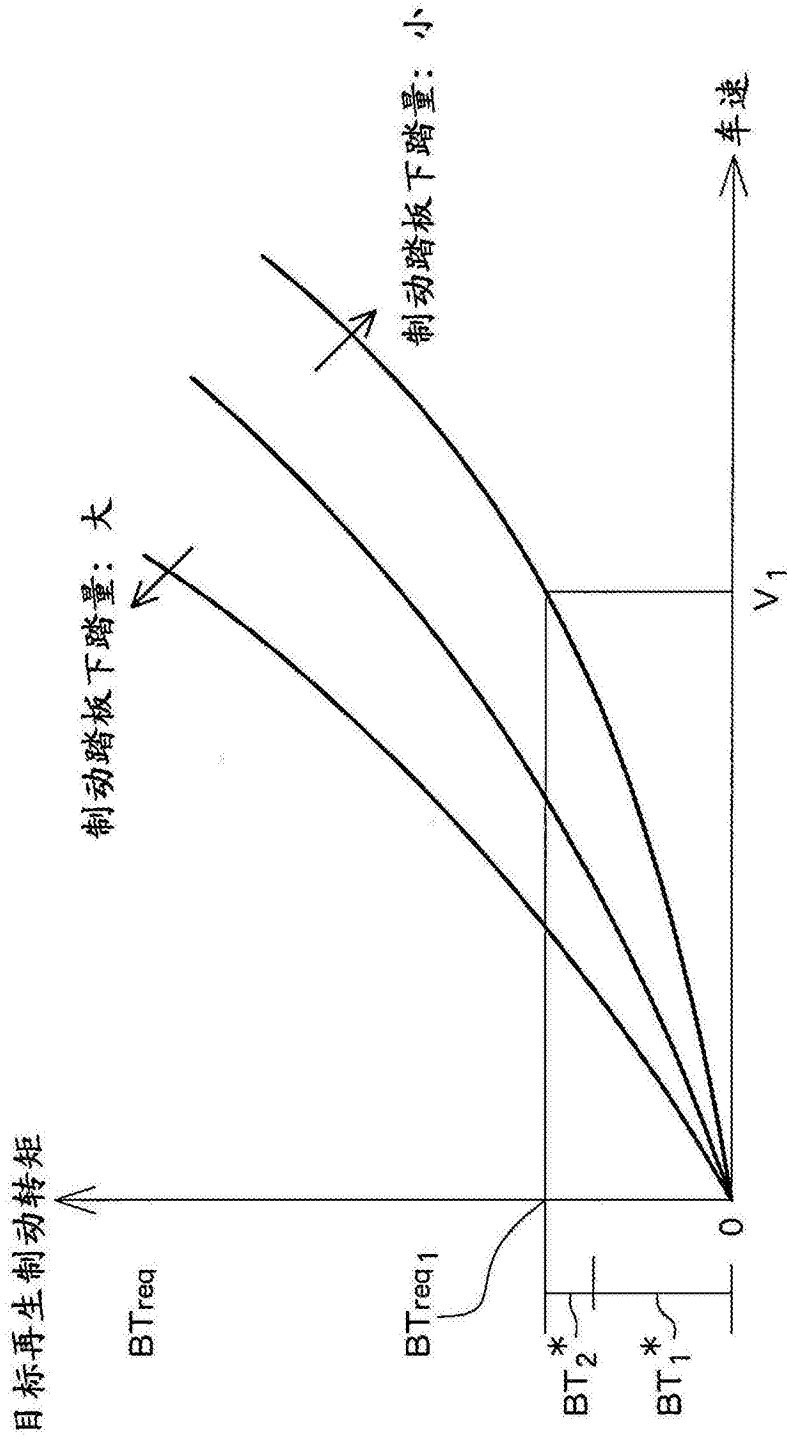


图4

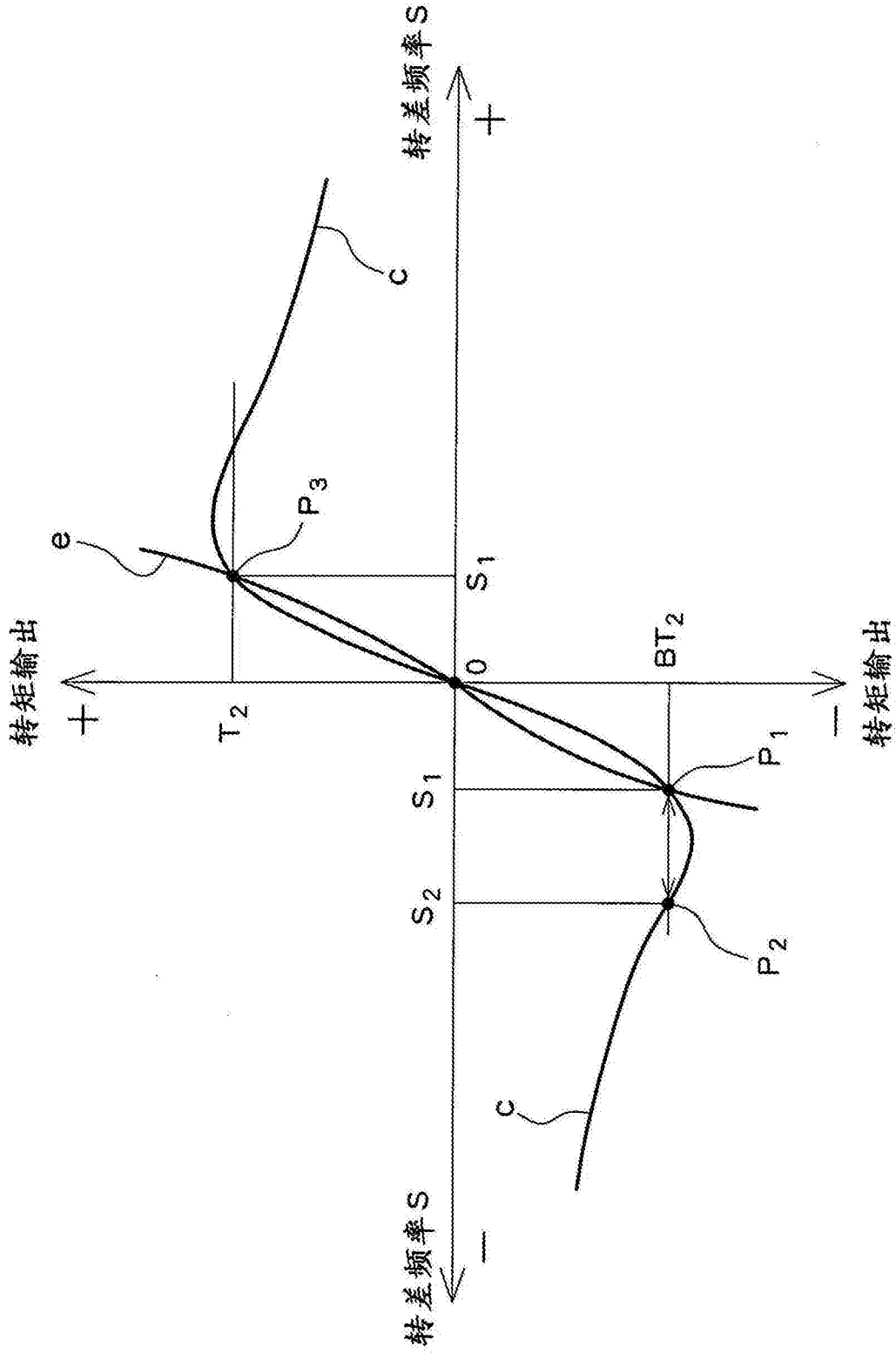


图5