



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103153724 A

(43) 申请公布日 2013. 06. 12

(21) 申请号 201180048197. 0

代理人 张劲松

(22) 申请日 2011. 09. 22

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

B60T 8/17(2006. 01)

2010-228082 2010. 10. 08 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 04. 03

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2011/071623 2011. 09. 22

(87) PCT申请的公布数据

W02012/046579 JA 2012. 04. 12

(71) 申请人 日产自动车株式会社

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 森下慎一郎

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

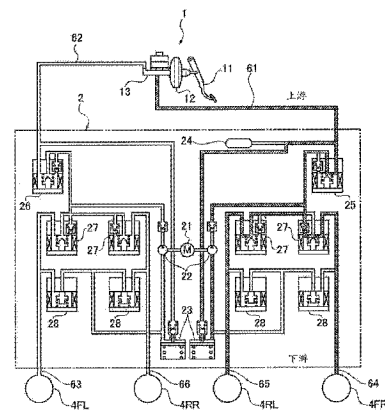
权利要求书1页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

电动车辆的制动控制装置

(57) 摘要

混合动力车的制动控制装置具备主缸(13)、车轮缸(4FL、4FR、4RL、4RR)、VDC 制动液压单元(2)、电机控制器(8)以及综合控制器(9)。电机控制器(8)控制由行驶用电动机(5)产生的再生制动力。综合控制器(9)在制动操作时进行如下控制:即、通过主缸压的基本液压部分与再生制动力的再生部分的总和实现驾驶员所要求的减速度,通过 VDC 制动液压单元(2)产生的加压部分补偿不足的再生部分。而且,在通过再生协调制动控制使 VDC 电机(21)停止时,基于 VDC 电机(21)的电机转速进行作为压差阀的 M/C 切断电磁阀(25、26)的压差控制。



1. 一种电动车辆的制动控制装置,具备:

主缸,其产生与驾驶员操作对应的主缸压;

制动液压致动器,其具有:设置于前后轮的各轮上并对应车轮缸压对各轮施加液压制动力的车轮缸、介装于所述主缸与所述车轮缸之间且由泵电机驱动的液压泵、以及所述泵电机动作时控制车轮缸压与主缸压的压差的压差阀;

再生制动力控制装置,其与连结于驱动轮的行驶用电动机连接,控制所述行驶用电动机产生的再生制动力;

再生协调制动控制装置,其在制动操作时进行如下控制:即、通过所述主缸压的基本液压力部分与所述再生制动力的再生部分的总和实现驾驶员所要求的减速度,并通过所述制动液压致动器产生的加压部分补偿不足的再生部分;

压差阀动作控制装置,其在通过再生协调制动控制使所述泵电机停止时,基于所述泵电机的电机转速进行所述压差阀的压差控制。

2. 如权利要求1所述的电动车辆的制动控制装置,其中,

在所述泵电机停止之后,对应所述泵电机的电机转速降低,所述压差阀动作控制装置以车轮缸压与主缸压的压差变大的方式进行所述压差阀的压差控制。

3. 如权利要求2所述的电动车辆的制动控制装置,其中,

在所述泵电机停止之后,对应所述泵电机的电机转速降低特性,所述压差阀动作控制装置以维持所述泵电机停止之前的车轮缸压保持不变的方式进行压差控制。

4. 如权利要求1~3中任一项所述的电动车辆的制动控制装置,其中,

当车辆通过基于制动操作的再生协调制动控制而停止时,所述再生协调制动控制装置进行在停止之前的减速区域动作的所述泵电机停止的电机控制。

## 电动车辆的制动控制装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电动车辆的制动控制装置,该制动控制装置进行通过基本液压部分与再生部分的总和实现驾驶员所要求的减速度,并通过基本液压的加压部分补偿不足的再生部分的再生协调制动控制。

### 背景技术

[0002] 目前,公知有如下的车辆用制动装置:即、进行通过基本液压部分与再生部分的总和实现驾驶员所要求的减速度,并通过基本液压的加压部分补偿不足的再生部分的再生协调制动控制的车辆用制动装置(例如,参照专利文献1)。

[0003] 该现有装置通过设置于主缸与车轮缸间的压差阀的控制和液压泵的泵升压来产生比主缸压高的车轮缸压,将该压差作为加压部分。而且,压差阀的控制通过如下方式实现:通过前馈控制改变阀动作电流以在液压泵的VDC电机动作的状态下得到目标压差。

[0004] 但是,在现有的车辆用制动装置中,通过适合液压泵的VDC电机的动作状态的前馈控制决定压差阀的动作电流值。因此,存在如下问题:液压泵的VDC电机停止时,车轮缸压与主缸压的压差变成假想值以下,加压部分的制动力不足,车辆的减速度降低,从而给乘客带来不舒适感。

[0005] 即,由液压泵送入的制动液使车轮缸压上升,但是若超过期望的压差,则以通过经由压差阀向主缸侧释放制动液来保持期望的压差的方式进行调整。但是,若液压泵的VDC电机停止,则制动液不流动,没有经由压差阀向主缸侧释放的制动液。此时,由于压差阀的节流效应产生的车轮缸侧的升压部分减少,压差变成假想值以下。

[0006] 专利文献1:(日本)特开2006-168460号公报

### 发明内容

[0007] 本发明是着眼于上述问题而提出的,其目的在于提供一种电动车辆的制动控制装置,其能够消除在再生协调制动控制时使补偿加压部分的泵电机停止时,因车辆的减速度降低引起的不舒适感。

[0008] 为了实现上述目的,本发明的电动车辆的制动控制装置具备主缸,其产生与驾驶员操作对应的主缸压;制动液压致动器,其具有:设置于前后轮的各轮上并对应车轮缸压对各轮施加液压制动力的车轮缸、介装于所述主缸与所述车轮缸之间且由泵电机驱动的液压泵、以及所述泵电机动作时控制车轮缸压和主缸压的压差的压差阀;再生制动力控制装置,其与连结于驱动轮的行驶用电动机连接,控制所述行驶用电动机产生的再生制动力;再生协调制动控制装置,其在制动操作时进行如下控制:即、通过所述主缸压的基本液压部分与所述再生制动力的再生部分的总和实现驾驶员所要求的减速度,并通过所述制动液压致动器产生的加压部分补偿不足的再生部分;压差阀动作控制装置,其在通过再生协调制动控制使所述泵电机停止时,基于所述泵电机的电机转速进行所述压差阀的压差控制。

[0009] 因此,当制动操作时,在再生协调制动控制装置中,进行如下控制:即、通过基本液

压部分与再生部分的总和来实现驾驶员所要求的减速度,并通过制动液压致动器产生的加压部分补偿不足的再生部分。而且,在压差阀动作控制装置中,在通过再生协调制动控制使泵电机停止时,根据泵电机的电机转速进行压差阀的压差控制。即,在使泵电机停止时,当维持在泵电机动作状态下得到期望的压差的控制时,则车轮缸压与主缸压的压差变成假想值以下,加压部分的制动力不足。与之相对,代替泵电机动作状态下的压差控制,基于表示制动液的流量变化的泵电机的电机转速进行泵电机停止状态下的压差控制。因此,车轮缸压与主缸压的压差保持在假想值,防止由于加压部分的制动力不足而引起车辆的减速度降低。这样,能够消除在进行再生协调制动控制时停止补偿加压部分的泵电机时,车辆的减速度降低引起的不舒适感。

### 附图说明

[0010] 图 1 是表示应用实施例 1 的制动控制装置的前轮驱动混合动力车(电动车辆的一例)的构成的制动系统图;

[0011] 图 2 是表示实施例 1 的制动控制装置中的 VDC 制动液压单元(制动液压致动器的一例)的制动液压回路图;

[0012] 图 3 是表示实施例 1 的制动控制装置中的综合控制器执行的再生协调制动控制处理流程的流程图;

[0013] 图 4 是表示在制动操作时通过负压增压器得到驾驶员要求的减速度的情况下的驾驶员输入与减速度的关系的减速度特性图;

[0014] 图 5 是表示在制动操作时以通过负压增压器产生基本液压的方式设定驾驶员要求的减速度的偏离差距的情况下的驾驶员输入与减速度的关系的减速度特性图;

[0015] 图 6 是表示在制动操作时通过负压增压器和再生制动补偿驾驶员要求的减速度的最大再生转矩产生时的驾驶员输入与减速度的关系的减速度特性图;

[0016] 图 7 是表示在制动操作时通过负压增压器、再生制动以及 VDC 制动液压单元补偿驾驶员要求的减速度的再生协调时的驾驶员输入与减速度的关系的减速度特性图;

[0017] 图 8 是表示实施例 1 的制动控制装置中车速与由行驶用电动机产生的再生制动力的产生减速度的关联关系的图;

[0018] 图 9 是表示实施例 1 的制动控制装置中车速与目标减速度和各制动装置的产生减速度的关联关系的图;

[0019] 图 10 是表示设置于实施例 1 的制动控制装置中的 VDC 制动液压单元内的第一 M/C 切断电磁阀(压差阀)作用下的目标压差与动作电流值的关系的 P-I 图;

[0020] 图 11 是表示从制动操作开始到停车并保持停车状态的 VDC 电机转速、压差阀驱动电流、车轮缸压、减速度、车速的各比较特性的时间图。

### 具体实施方式

[0021] 下面,根据附图所示的实施例 1 说明实现本发明的电动车辆的制动控制装置的最佳方式。

[0022] 实施例 1

[0023] 首先,说明构成。图 1 是表示应用实施例 1 的制动控制装置的前轮驱动混合动力

车(电动车辆的一例)的构成的制动系统图。图 2 是表示 VDC 制动液压单元(制动液压致动器的一例)的制动液压回路图。下面,根据图 1 及图 2 说明制动系统构成。

[0024] 如图 1 所示,实施例 1 的制动控制装置的制动减速度产生系统具备制动液压发生装置 1、VDC 制动液压单元 2(制动液压致动器)、行程传感器 3、左前轮车轮缸 4FL、右前轮车轮缸 4FR、左后轮车轮缸 4RL、右后轮车轮缸 4RR 以及行驶用电动机 5。

[0025] 实施例 1 的制动减速度产生系统是搭载于实车(发动机车)上的利用现有 VDC 系统(VDC 是“Vehicle Dynamics Control”的简称)的构成的再生协调制动系统。VDC 系统是指由于高速下进入转弯或剧烈的方向盘操作等引起车辆姿势紊乱时,进行防止侧滑,发挥优越的行驶稳定性的车辆动作控制(= VDC 控制)的系统。根据驾驶状况自动进行控制的 VDC 控制通过传感器检测车辆姿势等,例如,若判断转向过度,则对转弯外侧的前轮施加制动,反之,若判断转向不足,则降低驱动功率,同时对后轮的转弯内侧的轮胎施加制动。

[0026] 上述制动液压发生装置 1 是产生与驾驶员的制动操作对应的基本液压的基本液压发生装置。如图 1 及图 2 所示,该制动液压发生装置 1 具有制动踏板 11、负压增压器 12、主缸 13 以及储液箱 14。即,将驾驶员对制动踏板 11 施加的制动踏板力通过负压增压器 12 增压,利用主缸 13 产生基于主缸压的初级液压和次级液压。此时,以由主缸压产生的减速度比驾驶员要求的减速度小的方式进行设计。

[0027] 上述 VDC 制动液压单元 2 介装于制动液压发生装置 1 和各轮的车轮缸 4FL、4FR、4RL、4RR 之间。VDC 制动液压单元 2 具有由 VDC 电机 21(泵电机)驱动的液压泵 22、22,是控制主缸压的增压、保持以及减压的制动液压致动器。而且,VDC 制动液压单元 2 和制动液压发生装置 1 通过初级液压管 61 和次级液压管 62 连接。VDC 制动液压单元 2 和各轮的车轮缸 4FL、4FR、4RL、4RR 通过左前轮液压管 63、右前轮液压管 64、左后轮液压管 65 以及右后轮液压管 66 连接。即,在进行制动操作时,通过将由制动液压发生装置 1 产生的主缸压通过 VDC 制动液压单元 2 加压,施加到各轮的车轮缸 4FL、4FR、4RL、4RR 上来得到液压力。

[0028] 如图 2 所示,上述 VDC 制动液压单元 2 具有 VDC 电机 21、由 VDC 电机 21 驱动的液压泵 22、22、储液箱 23、23 以及主缸压传感器 24。作为电磁阀类具有第一 M/C 切断电磁阀 25(压差阀)、第二 M/C 切断电磁阀 26(压差阀)、保持电磁阀 27、27、27、27 以及减压电磁阀 28、28、28、28。第一 M/C 切断电磁阀 25 和第二 M/C 切断电磁阀 26 在 VDC 电机 21 动作时控制车轮缸压(下游压力)和主缸压(上游压力)的压差。而且,在 VDC 电机 21 停止时,基于电机转速控制车轮缸压和主缸压的压差。

[0029] 上述行程传感器 3 是检测由驾驶员操作引起的制动踏板行程量的装置。该行程传感器 3 作为检测再生协调制动控制的必要信息的要求减速度的构成,相对于现有的 VDC 系统来说是追加的部件。

[0030] 上述各车轮缸 4FL、4FR、4RL、4RR 设置于前后各轮的制动盘上,被施加来自 VDC 制动液压单元 2 的液压。而且,向各车轮缸 4FL、4FR、4RL、4RR 施加液压时,通过制动衬片夹压制动盘对前后轮施加液压力。

[0031] 上述行驶用电动机 5 作为左右前轮(驱动轮)的行驶用驱动源而设置,具有驱动电机功能和发电机功能。该行驶用电动机 5 在牵引时,通过消耗蓄电池电力的电机驱动向左右前轮传递驱动力。而且,当再生时,通过向左右前轮的旋转驱动施加负载来转换成电能,将发电部分向蓄电池充电。即,向左右前轮的旋转驱动施加的负载变成了再生制动力。在

设有该行使用电动机 5 的左右前轮(驱动轮)的驱动系统中,除了行使用电动机 5,设有作为行使用驱动源的发动机 10,经由变速器 11 向左右前轮传递驱动力。

[0032] 如图 1 所示,实施例 1 的制动控制装置的制动减速度控制系统具备制动器控制器 7、电机控制器 8(再生制动力控制装置)、综合控制器 9 以及发动机控制器 12。

[0033] 上述制动器控制器 7 在进行再生协调制动控制时,输入来自综合控制器 9 的控制指令和来自 VDC 制动液压单元 2 的主缸压传感器 24 的压力信息。而且,按照所规定的控制规则,对 VDC 制动液压单元 2 的 VDC 电机 21 和电磁阀类 25、26、27、28 输出驱动指令。在该制动器控制器 7 中,除了再生协调制动控制以外还进行上述 VDC 控制、TCS 控制及 ABS 控制等。

[0034] 上述电机控制器 8 是经由逆变器 13 与连结于作为驱动轮的左右前轮上的行使用电动机 5 连接,控制由行使用电动机 5 产生的再生制动力的再生制动力控制装置。该电机控制器 8 也兼备有在行驶时根据行驶状态及车辆状态控制行使用电动机 5 产生的电机转矩及电机转速的功能。

[0035] 上述综合控制器 9 进行如下控制:在制动操作时,通过主缸压的基本液压部分与再生制动力的再生部分的总和实现驾驶员要求的减速度,通过 VDC 制动液压单元 2 的加压部分补偿不足的再生部分。该综合控制器 9 输入有来自蓄电池控制器 91 的蓄电池充电容量信息、来自车轮速度传感器 92 的车轮速度信息(=车速信息)及来自制动开关 93 的制动操作信息等。

[0036] 图 3 是表示实施例 1 的制动控制装置中的综合控制器 9 执行的再生协调制动控制处理流程的流程图。下面,说明图 3 的各步骤。

[0037] 在步骤 S1 中,通常为了识别驾驶员的制动操作,读取来自行程传感器 3 的制动踏板行程量、来自主缸压传感器 24 的主缸压,作为制动操作量信息,进入步骤 S2。

[0038] 在步骤 S2 中,接着步骤 S1 的制动操作量信息的读取,判断来自制动开关 93 的开关信号是否为接通(ON)。在是(制动接通(ON))的情况下进入步骤 S3,在否(制动断开(OFF))的情况下返回。

[0039] 在步骤 S3 中,接着步骤 S2 为制动接通的判断,基于步骤 S1 读取的制动踏板行程量和主缸压中至少一个的传感器值,计算作为驾驶员要求的减速度的目标减速度,进入步骤 S4。

[0040] 在步骤 S4 中,接着步骤 S3 的目标减速度的计算,读取来自车轮速度传感器 92 的车轮速度、与车轮速度对应的再生转矩,进入步骤 S5。另外,再生转矩利用车轮速度和来自蓄电池控制器 91 的蓄电池充电容量(蓄电池充电余量部分)决定。

[0041] 在步骤 S5 中,接着步骤 S4 的车轮速度、再生转矩的读取,根据获得的目标减速度、主缸压、再生转矩等,计算车轮缸压目标值,进入步骤 S6。

[0042] 在步骤 S6 中,接着步骤 S5 的车轮缸压目标值的计算,判断 VDC 电机 21 是否为接通(ON)。在是(VDC 电机接通(ON))的情况下进入步骤 S7,在否(VDC 电机断开(OFF))的情况下进入步骤 S8。

[0043] 在步骤 S7 中,接着步骤 S6 中 VDC 电机为接通的判断,运算与 VDC 电机转速对应的压差阀动作电流值,进入步骤 S9。在此,VDC 电机接通时的压差阀动作电流值利用例如表示目标压差和动作电流值的关系的 P-I 图(参照图 10 的实线特性)而运算。

[0044] 在步骤 S8 中,接着步骤 S6 中的 VDC 电机为断开的判断,运算与 VDC 电机断开时的电机转速特性一致的压差阀动作电流值,进入步骤 S9。在此,VDC 电机断开时的压差阀动作电流值以按照 VDC 电机断开时的转速降低特性维持目标压差的方式增大动作电流值(参照图 10 的箭头)。而且,以即使电机停止也设为维持目标压差的动作电流值的方式进行运算(参照图 10 的虚线特性)。

[0045] 在步骤 S9 中,接着步骤 S7 中 VDC 电机接通时的压差阀动作电流值的运算或者步骤 S8 中 VDC 电机断开时的压差阀动作电流值的运算,将运算得到的动作电流值施加到作为压差阀的第一 M/C 切断电磁阀 25 和第二 M/C 切断电磁阀 26 进行驱动,并返回。

[0046] 接着,说明作用。首先,说明“关于利用 VDC 的再生协调制动系统”。接着,将实施例 1 的混合动力车的制动控制装置的作用分成“基于车速条件利用 VDC 的再生协调制动控制作用”、“液压泵接通时的压差阀动作控制作用”、“液压泵断开时的压差阀动作控制作用”进行说明。

[0047] [关于利用 VDC 的再生协调制动系统]

[0048] 利用 VDC 的再生协调制动控制是在发生仅靠基本液压部分和再生部分不足以补偿驾驶员要求的减速度的情况下,通过 VDC 制动液压单元对补偿不足部分的液压进行加压,实现驾驶员要求的减速度的控制。根据图 4 ~ 图 7 说明用于进行该再生协调制动控制的利用 VDC 的再生协调制动系统。

[0049] 首先,在现有的常规 VDC 的情况下,如图 4 所示,在进行制动操作时,通过负压增压器产生的基本液压部分得到驾驶员要求的减速度。与此相对,如图 5 所示,进行制动操作时,以达不到驾驶员要求的减速度的方式使负压增压器产生的基本液压部分偏离驾驶员要求的减速度,设定减速度的差距。由此,减速度的差距部分相对于驾驶员要求的减速度来说是不足的。因此,如图 6 所示,最大再生转矩产生时,通过负压增压器(基本液压部分)和再生制动(再生部分)补偿驾驶员要求的减速度。

[0050] 但是,也可能出现如下情况:例如,根据车速条件及蓄电池充电容量条件等,对于驾驶员要求的减速度,不能只通过再生部分补偿不足的减速度。因此,如图 7 所示,通过负压增压器(基本液压部分)、再生制动(再生部分)以及 VDC 制动液压单元(加压部分)补偿驾驶员要求的减速度。

[0051] 因此,只要在现有的常规 VDC 的基础上改变负压增压器的特性,改变 VDC 制动液压单元的特性,增加行程传感器就能够构成利用 VDC 的廉价的再生协调制动系统。即,扩展了常规 VDC 的安全功能(安全功能+再生协调功能)。

[0052] 但是,作为该功能扩展的反过来的影响,由于 VDC 制动液压单元的 VDC 电机的动作频率的增高及动作时间的延长,产生了 VDC 电机的耐久可靠性降低的新课题,需要采取应对措施。

[0053] [基于车速条件利用 VDC 的再生协调制动控制作用]

[0054] 首先,将行驶用电动机 5 作为再生电机使用时,由行驶用电动机 5 的再生制动力产生的减速度如图 8 所示。通常,行驶用电动机 5 由于在高速区不能产生再生转矩,因此,若车速从高速区向第二设定车速 V2 降低,则随着车速降低,再生制动力产生的减速度增加。而且,在第二设定车速 V2 ~ 第一设定车速 V1 的车速区中,再生制动力变成最大状态。另一方面,由于在车辆停止状态下也不能产生再生制动力,因此,从第一设定车速 V1 到车速 0km/h

之间,随着车速降低,再生制动力产生的减速度渐渐减少。

[0055] 如上所述,再生制动力由于随着车速  $V$  变化,因此,例如车速  $V$  在  $V_1 < V \leq V_2$  的最大再生区车速范围内的情况下,如图 9 所示,能够通过利用再生部分产生的减速度补偿基本液压部分产生的减速度的再生协调控制实现目标减速度(=要求减速度)。但是,车速  $V$  在  $V > V_2$  的再生制动力增加方向的车速范围内的情况或者在  $0 < V \leq V_1$  的再生制动力减少方向的车速范围内的情况下,如图 9 所示,不能只通过再生部分产生的减速度补偿基本液压部分产生的减速度。因此,若发生基本液压部分和再生部分不足以补偿驾驶员要求的减速度的情况,则通过 VDC 制动液压单元 2 对补偿不足部分的液压进行加压,实现驾驶员要求的减速度。

[0056] 这样,在从制动操作时到停车时的需要加压部分的减速区域中,将 VDC 电机 21 设为接通(ON),进行再生协调制动控制。由此,在制动操作时,通过(基本液压部分+再生部分)或者(基本液压部分+再生部分+加压部分),即使存在减速引起的车速变化,也能够实现目标减速度(=要求减速度)。

[0057] 而且,若车速变为零而停车时,则如图 9 的 0km/h 的特性所示,再生部分消失,能够通过(基本液压部分+加压部分)实现目标减速度(=要求减速度)。由此,通过在停车的同时将 VDC 电机 21 设为断开,能够降低 VDC 电机 21 的动作频率,提高 VDC 电机的耐久可靠性。

[0058] [液压泵接通时的压差阀动作控制作用]

[0059] 如上所述,由于在从制动操作时到停车时的减速区域中需要加压部分,因此,采用将 VDC 电机 21 设为接通的构成。下面说明,反映该状态的 VDC 电机接通时的压差阀动作控制作用。

[0060] 若在行驶状况下开始制动操作,则 VDC 电机 21 为接通,在图 3 的流程图中,反复步骤 S1 → 步骤 S2 → 步骤 S3 → 步骤 S4 → 步骤 S5 → 步骤 S6 → 步骤 S7 → 步骤 S9 的流程。在步骤 S7 中,运算与 VDC 电机转速对应的压差阀动作电流值,在步骤 S9 中,通过施加运算得到的动作电流值,驱动作为压差阀的第一 M/C 切断电磁阀 25 和第二 M/C 切断电磁阀 26。

[0061] 在此,说明 VDC 电机接通时的压差阀动作电流值的运算,例如图 10 的实线特性所示,事先准备表示 VDC 电机接通时(规定的 VDC 电机转速)的目标压差和动作电流值的关系的 P-I 图。而且,通过加压部分的大小决定目标压差,通过检索 P-I 图决定动作电流值。同样地,加压部分的大小发生变化,目标压差也随之发生变化,对应目标压差变化使动作电流值变动。

[0062] 图 11 是在时刻 A 驾驶员进行制动操作,然后,车速降低,在时刻 B 车辆停止的时间图。在从该时刻 A 到时刻 B 的减速期间中,将 VDC 电机 21 设为接通,将电机转速保持在恒定转速。压差阀驱动电流从时刻 A 上升到规定的电流值,然后,保持恒定的动作电流直到时刻 B。因此,车轮缸压和减速度与压差阀驱动电流对应上升到规定的压力和减速度,然后,保持恒定的压力和减速度直到时刻 B。这样,在从制动操作时的时刻 A 到停车时的时刻 B 的需要加压部分的减速区域中,将 VDC 电机 21 设为接通,进行再生协调制动控制。

[0063] 因此,在时刻 A 进行制动操作时,通过(基本液压部分+再生部分)或者(基本液压部分+再生部分+加压部分)实现目标减速度(=要求减速度),如图 11 的车速特性所示,能够大致保持减速度恒定,同时在时刻 B 停车。

[0064] [液压泵断开时的压差阀动作控制作用]



[0065] 如上所述,作为 VDC 电机 21 的耐久性对策,采用停车后将 VDC 电机 21 设为断开的构成。因此,首先,说明若在 VDC 电机断开时维持 VDC 电机接通时的控制时压差变成假想值以下的理由。

[0066] VDC 电机 21 动作时,通过液压泵 22、22 送入的制动液使车轮缸压上升,若超过期望的压差,则以通过经由作为压差阀的第一 M/C 切断电磁阀 25 和第二 M/C 切断电磁阀 26 向主缸 13 侧释放来保持期望的压差的方式进行调整。

[0067] 但是,在 VDC 电机 21 停止时,制动液不流动,没有经由作为压差阀的第一 M/C 切断电磁阀 25 和第二 M/C 切断电磁阀 26 向主缸 13 侧释放的制动液。此时,在第一 M/C 切断电磁阀 25 和第二 M/C 切断电磁阀 26 中,由于节流效应产生的车轮缸 4FL、4FR、4RL、4RR 侧的升压部分减少。其结果是,若通过 VDC 电机 21 接通时的前馈控制决定第一 M/C 切断电磁阀 25 和第二 M/C 切断电磁阀 26 的动作电流值,则 VDC 电机 21 停止时,主缸压和车轮缸压的压差变成假想值以下。

[0068] 另外,如上所述,为了提高耐久性,在车速为 0km/h 的停车时,将 VDC 电机 21 设为断开,此时,如图 11 的压差阀驱动电流的虚线特性所示,保持两电磁阀 25、26 的动作电流值。这种情况下,如图 11 的车轮缸压的虚线特性所示,通过降低车轮缸压,如图 11 的减速度的虚线特性所示,降低到低于驾驶员要求的减速度(实线特性)。其结果是,如图 11 的车速的虚线特性所示,不能维持车辆停止。另外,促使驾驶员踩下制动踏板,诱发 VDC 电机 21 的接通动作,引起耐久性、耗电(燃料消耗率)的恶化。

[0069] 接着,说明解除该状态的 VDC 电机断开时的压差阀动作控制作用。

[0070] 若通过基于制动操作的减速而停车,则 VDC 电机 21 设为断开,在图 3 的流程图中,反复步骤 S1 → 步骤 S2 → 步骤 S3 → 步骤 S4 → 步骤 S5 → 步骤 S6 → 步骤 S8 → 步骤 S9 的流程。在步骤 S8 中,运算与 VDC 电机断开时的电机转速特性一致的压差阀动作电流值,在步骤 S9 中,通过施加运算得到的动作电流值,驱动作为压差阀的第一 M/C 切断电磁阀 25 和第二 M/C 切断电磁阀 26。

[0071] 在此,说明 VDC 电机断开时的压差阀动作电流值的运算,VDC 电机断开时,如图 10 的箭头所示,以按照伴随接通→断开过渡的转速降低特性维持目标压差的方式升高动作电流值。而且,如图 10 的虚线特性所示,设定为即使电机停止也能够维持目标压差的动作电流值。

[0072] 这样,若 VDC 电机 21 向接通→断开过渡,则代替上述 VDC 电机 21 接通状态下的压差控制,基于表示制动液的流量变化的 VDC 电机 21 的电机转速进行 VDC 电机 21 断开状态下的压差控制。即,如图 11 的 VDC 电机转速特性所示,若在时刻 B 将电机设为断开,则从时刻 B 到时刻 C 之间,电机转速渐渐降低,时刻 C 以后完全处于电机停止状态。因此,从时刻 B 到时刻 C 期间,如图 11 的压差阀驱动电流的实线特性所示,与电机转速的降低特性一致,使驱动电流上升,时刻 C 以后维持上升的驱动电流。

[0073] 因此,如图 11 的车轮缸压的实线特性所示,减速时的车轮缸压在停车后依然保持不变,确保恒定的加压部分的制动力,如图 11 的车速的实线特性所示,能够维持停车状态。即,能够消除使 VDC 电机 21 停止时,由于车辆的减速度降低而引起的不舒适感。

[0074] 接着,说明效果。实施例 1 的混合动力车的制动控制装置能够得到如下效果。

[0075] (1)具备:主缸 13,其产生与驾驶员操作对应的主缸压;制动液压致动器(VDC 制动

液压单元 2), 其具有: 设置于前后轮的各轮上, 并对应车轮缸压对各轮施加液压制动力的车轮缸 4FL、4FR、4RL、4RR; 介装于上述主缸 13 和上述车轮缸 4FL、4FR、4RL、4RR 之间, 由泵电机 (VDC 电机 21) 驱动的液压泵 22、22、以及上述泵电机 (VDC 电机 21) 动作时, 控制车轮缸压和主缸压的压差的压差阀 (第一 M/C 切断电磁阀 25、第二 M/C 切断电磁阀 26); 再生制动力控制装置 (电机控制器 8), 其与连结于驱动轮的行驶用电动机 5 连接, 控制由上述行驶用电动机 5 产生的再生制动力; 再生协调制动控制装置 (综合控制器 9, 图 3), 其在制动操作时, 进行如下控制: 通过上述主缸压的基本液压部分与上述再生制动力的再生部分的总和实现驾驶员要求的减速度, 通过上述制动液压致动器 (VDC 制动液压单元 2) 产生的加压部分补偿不足的再生部分的控制; 压差阀动作控制装置 (图 3 的步骤 S6 → 步骤 S8), 其在通过再生协调制动控制使上述泵电机 (VDC 电机 21) 停止时, 基于上述泵电机 (VDC 电机 21) 的电机转速进行上述压差阀 (第一 M/C 切断电磁阀 25、第二 M/C 切断电磁阀 26) 的压差控制。因此, 能够消除在进行再生协调制动控制时使补偿加压部分的泵电机 (VDC 电机 21) 停止时, 车辆的减速度降低引起的不舒适感。另外, 能够消除多余的制动操作及多余的踏板踩踏, 能够改善泵电机 (VDC 电机 21) 的耐久性以及减少耗电。

[0076] (2) 上述压差阀动作控制装置 (图 3 的步骤 S6 → 步骤 S8) 在上述泵电机 (VDC 电机 21) 停止后, 对应上述泵电机 (VDC 电机 21) 的电机转速的降低以车轮缸压和主缸压的压差变大的方式进行上述压差阀 (第一 M/C 切断电磁阀 25、第二 M/C 切断电磁阀 26) 的压差控制。因此, 除了上述 (1) 的效果以外, 还能够可靠地防止在泵电机 (VDC 电机 21) 停止之后车轮缸压的制动力降低。

[0077] (3) 上述压差阀动作控制装置 (图 3 的步骤 S6 → 步骤 S8) 在上述泵电机 (VDC 电机 21) 停止后, 对应上述泵电机 (VDC 电机 21) 的电机转速降低特性以维持上述泵电机 (VDC 电机 21) 停止前的车轮缸压不变的方式进行压差控制。因此, 除了上述 (2) 的效果以外, 还能够泵电机 (VDC 电机 21) 停止中维持驾驶员要求的制动力, 消除极低速行驶时或停车时等的减速度不舒适感, 能够提高制动操作的容易性。

[0078] (4) 上述再生协调制动控制装置 (综合控制器 9、图 3) 在车辆因基于制动操作的再生协调制动控制而停止后, 进行在停止前的减速区域动作的上述泵电机 (VDC 电机 21) 停止的电机控制。因此, 除了上述 (1) ~ (3) 的效果以外, 能够实现通过泵电机 (VDC 电机 21) 的停止提高电机耐久可靠性和在泵电机 (VDC 电机 21) 停止状态下维持停车这两者。

[0079] 以上, 根据实施例 1 说明了本发明的电动车辆的制动控制装置, 但具体构成并不限于该实施例 1, 在不脱离本发明所要求的范围的主旨下, 可以进行设计的变更或追加等。

[0080] 在实施例 1 中, 列举了使 VDC 电机 21 停止后, 对应 VDC 电机 21 的电机转速降低特性, 以维持 VDC 电机 21 停止前的车轮缸压不变的方式进行压差控制的例子。但是, 也可以进行在使 VDC 电机停止后, 压力不会低于 VDC 电机停止前的车轮缸压的压差控制的例子。这种情况下, 通过在停车时施加稍高的车轮缸压, 能够维持停车状态。

[0081] 在实施例 1 中, 列举了在制动操作的整个减速区域中将 VDC 电机 21 设为接通, 停车后将 VDC 电机 21 设为断开的例子。但是, 也可以是在制动操作的整个减速区域中, 例如, 在不需要加压部分的车速  $V2 \sim V1$  的区域中进行将 VDC 电机设为断开的电机接通 / 断开控制的例子。另外, 也可以在将加压部分处于减少方向的从制动操作时到车速  $V2$  的区域包括在车速  $V2 \sim V1$  的区域内, 进行将 VDC 电机设为断开的电机接通 / 断开控制的例子。这些

情况下,在减速区域途中将 VDC 电机设为断开时,能够消除车辆的减速度降低引起的不舒适感。

[0082] 在实施例 1 中,作为制动液压致动器,列举了利用图 2 所示的 VDC 制动液压单元 2 的例子。但是,作为制动液压致动器,只要是具有由 VDC 电机驱动的液压泵和泵电机动作时控制车轮缸压和主缸压的压差的压差阀的结构即可。

[0083] 在实施例 1 中,列举了前轮驱动的混合动力车的应用例。但是,只要是后轮驱动的混合动力车、电动汽车、燃料电池车等电动车辆就能够应用本发明的制动控制装置。另外,在未搭载发动机的电动车辆的情况下,代替负压增压器而使用电动增压器等。

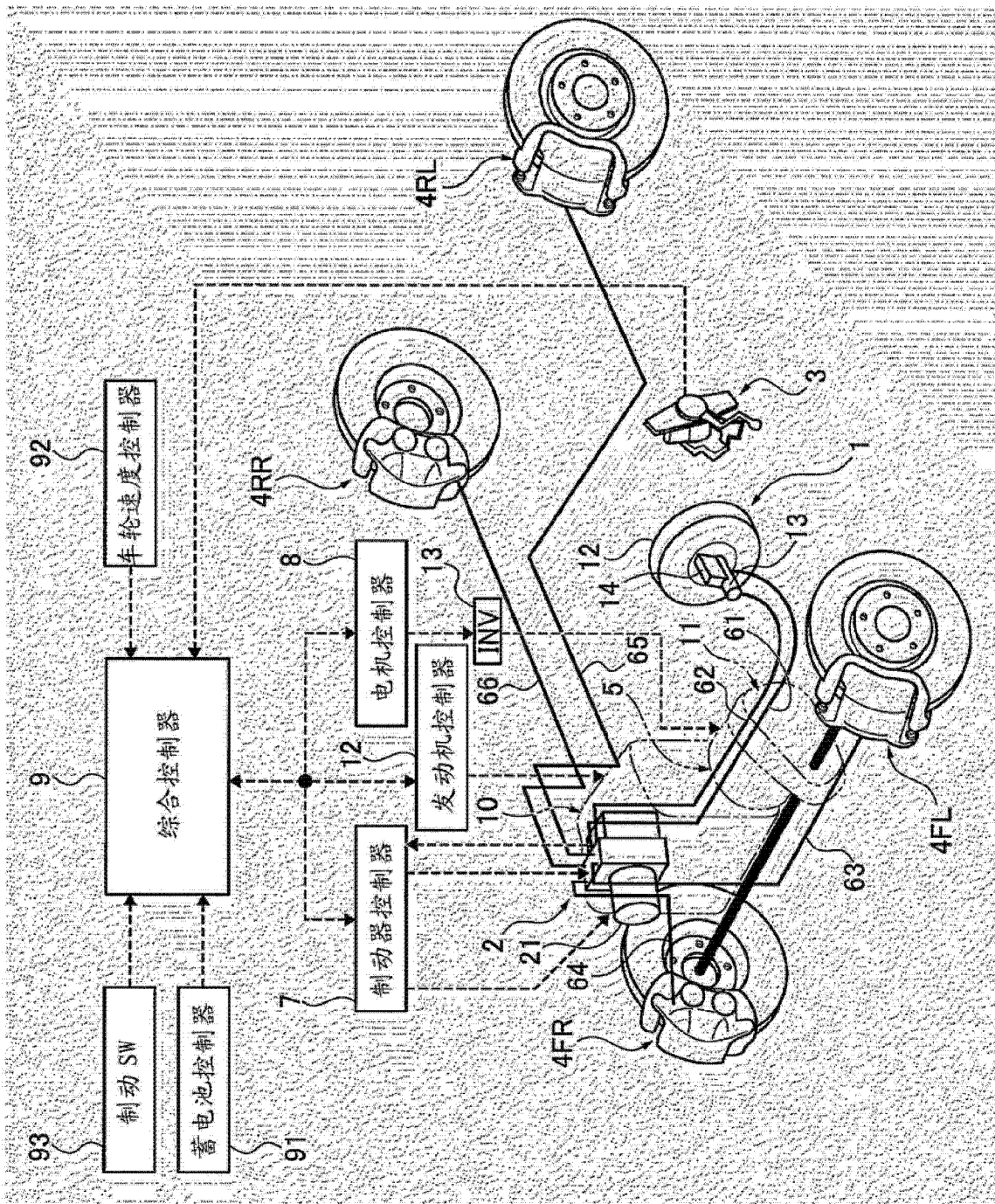


图 1

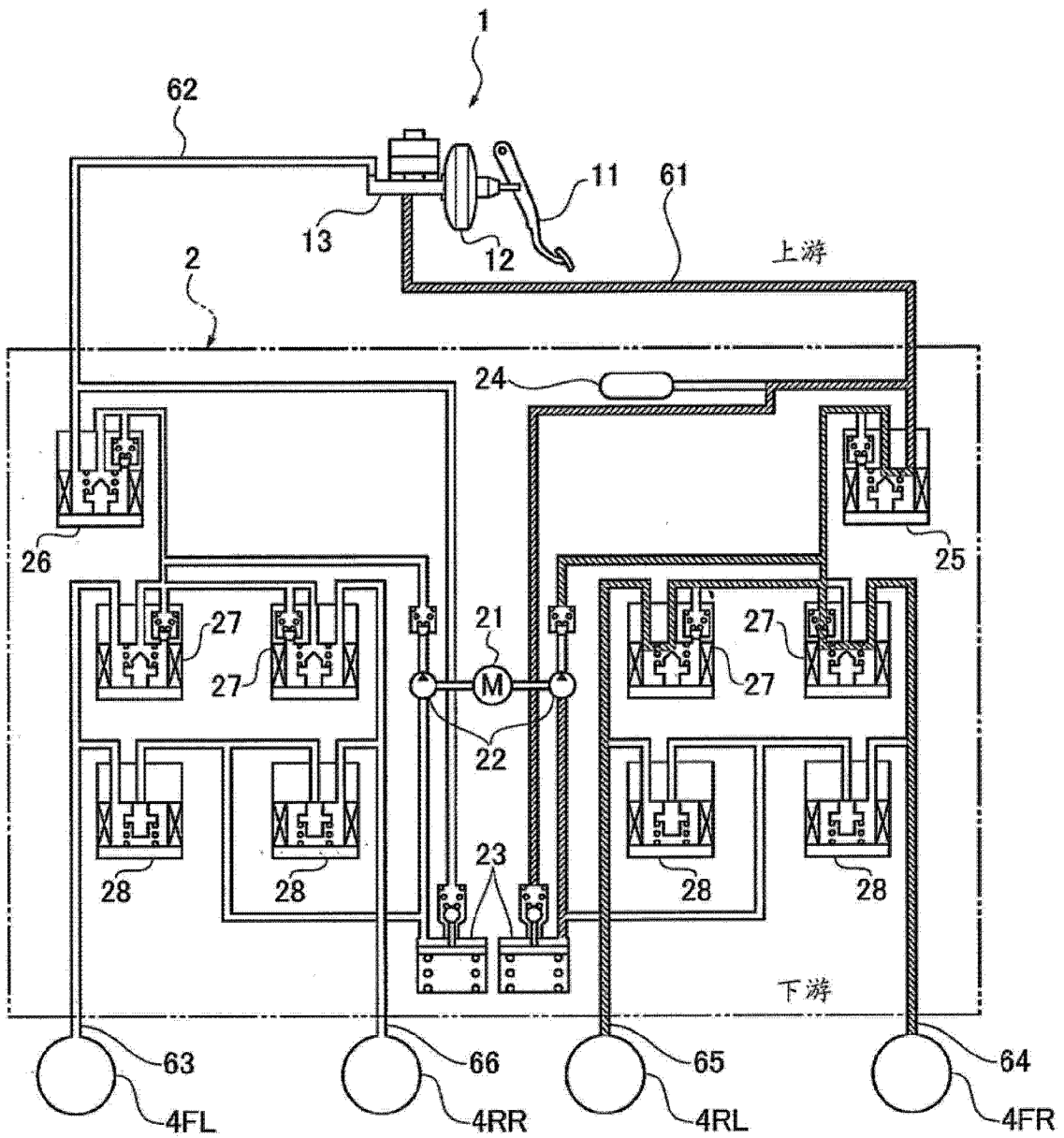


图 2

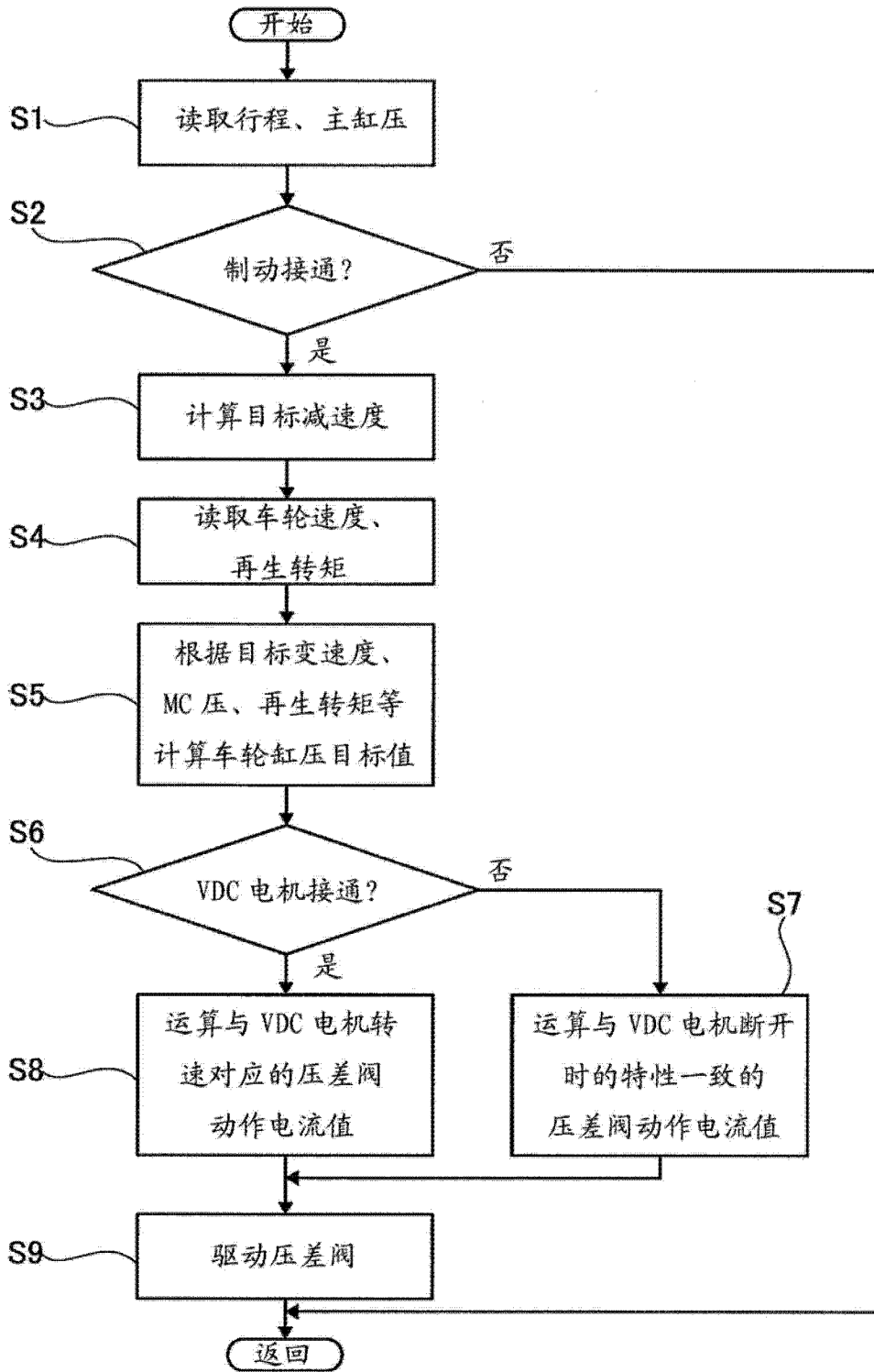


图 3

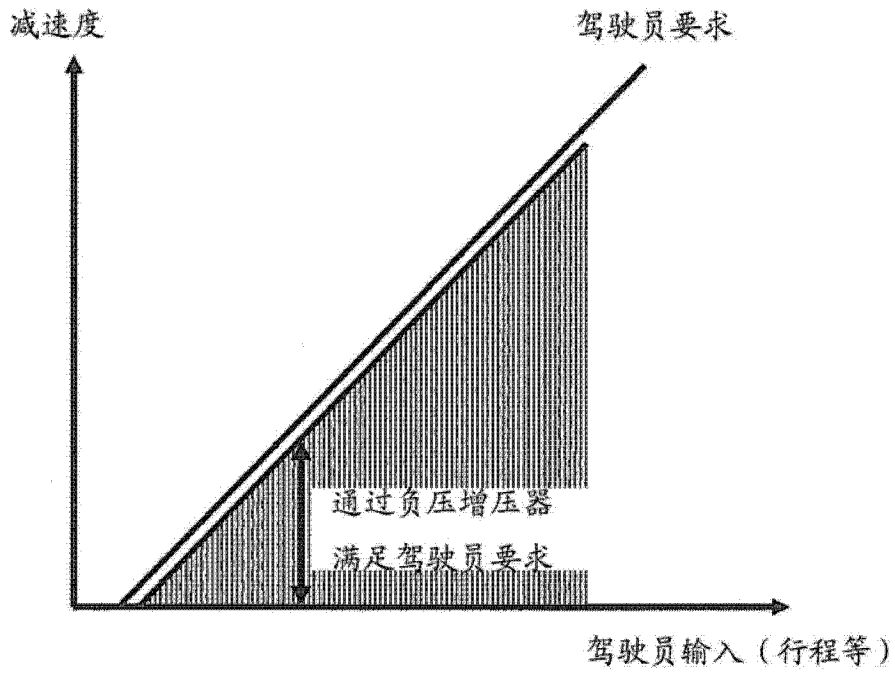


图 4

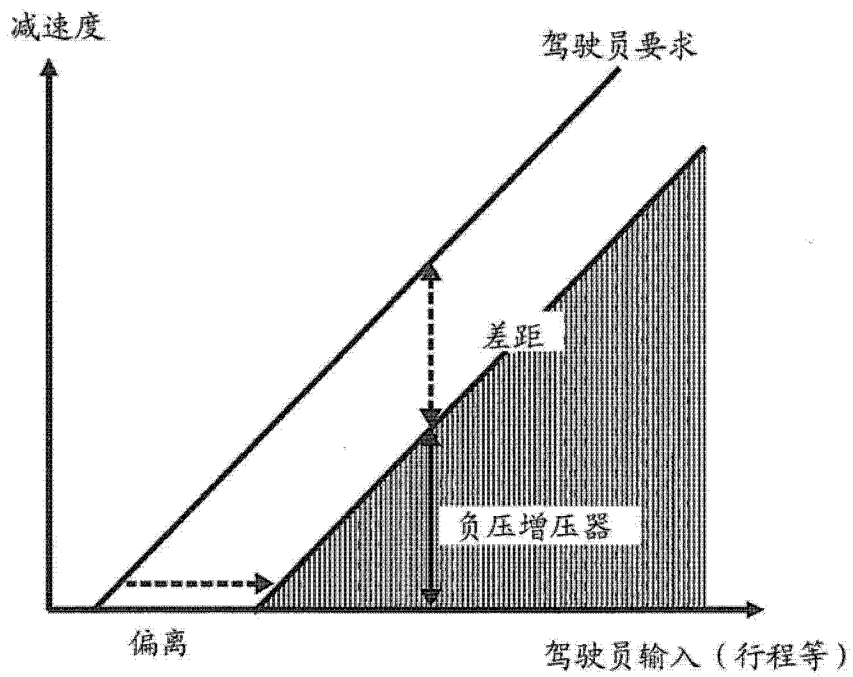


图 5

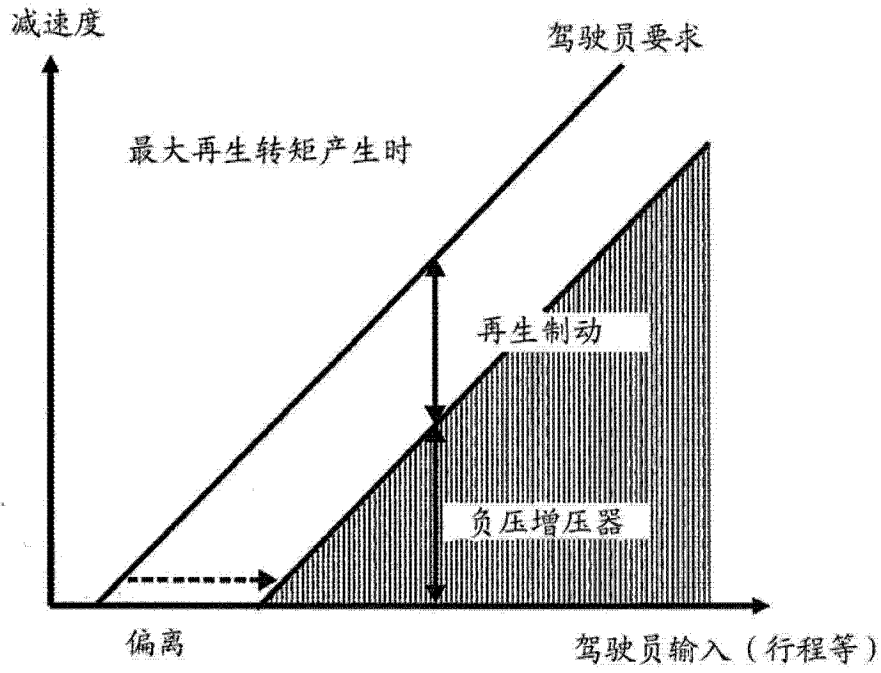


图 6

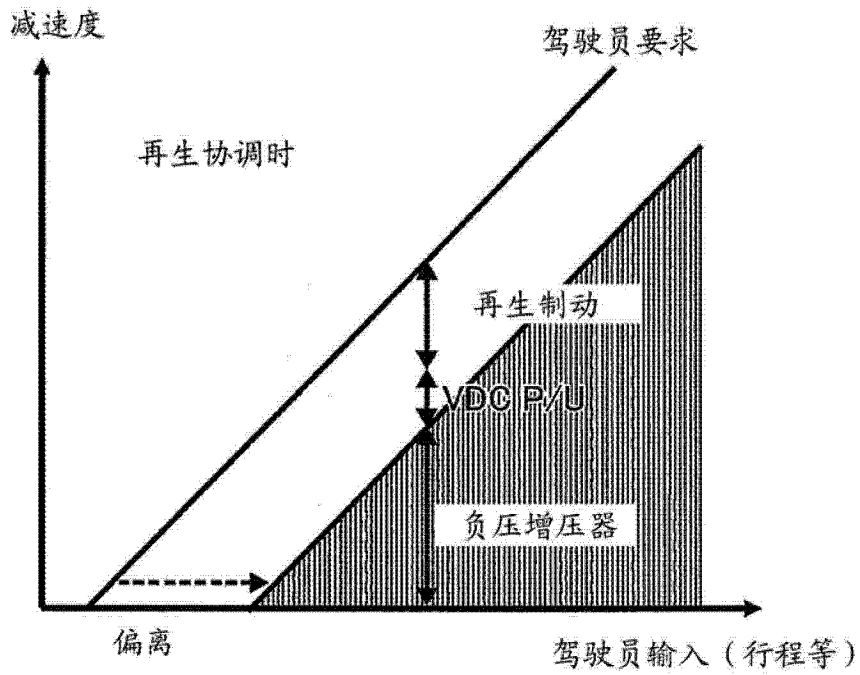


图 7



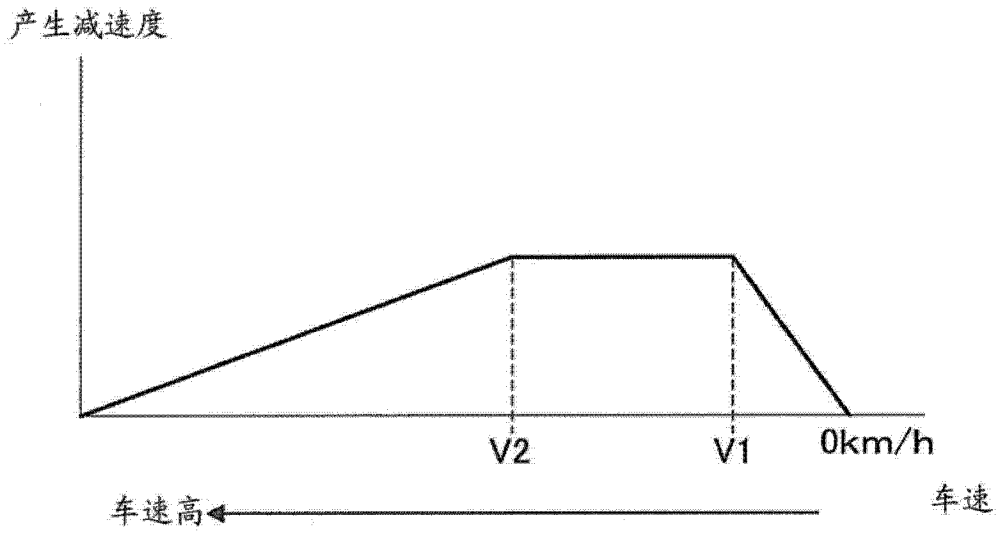


图 8

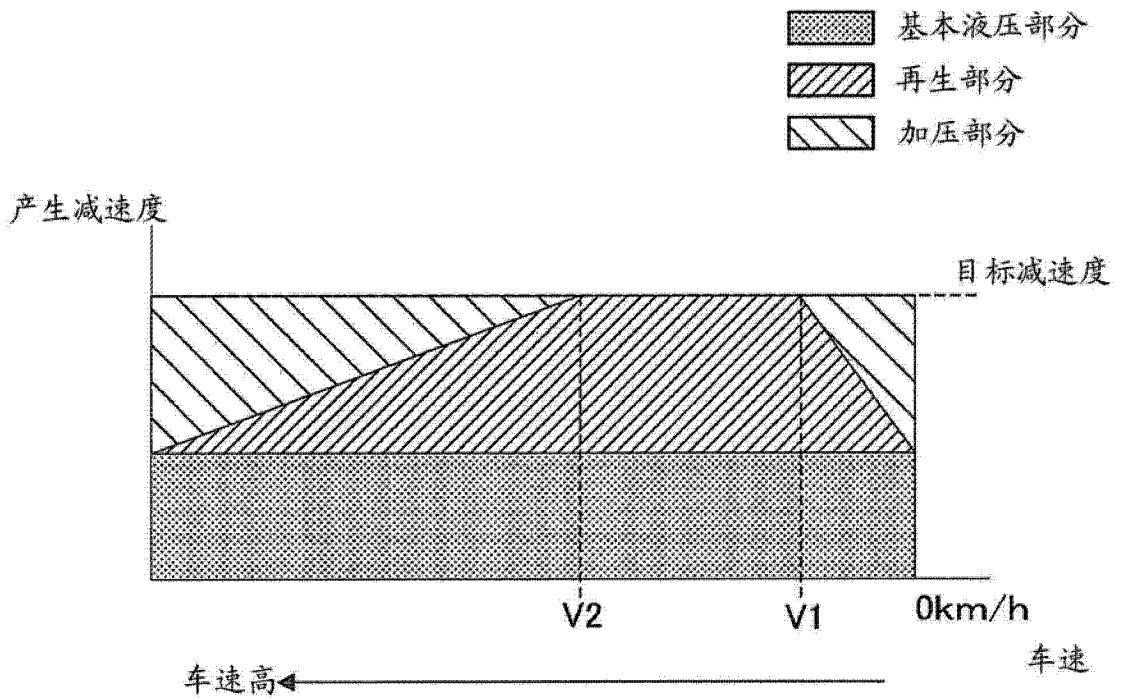


图 9

P-I 图

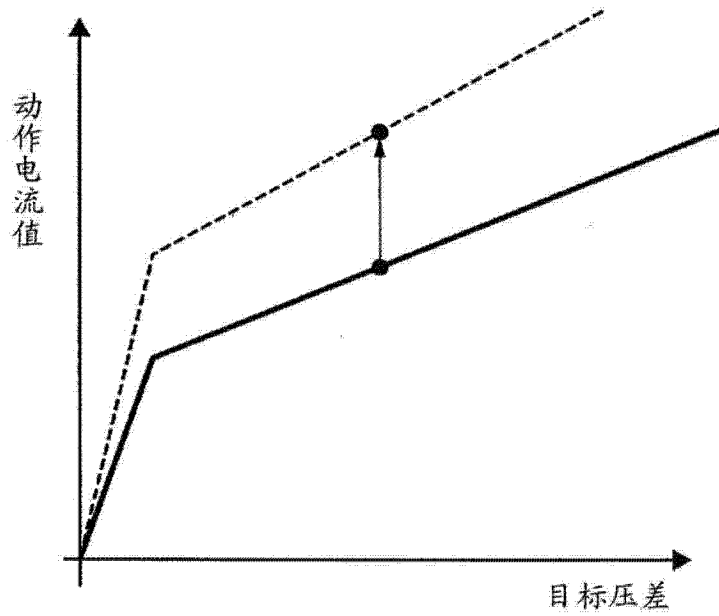


图 10

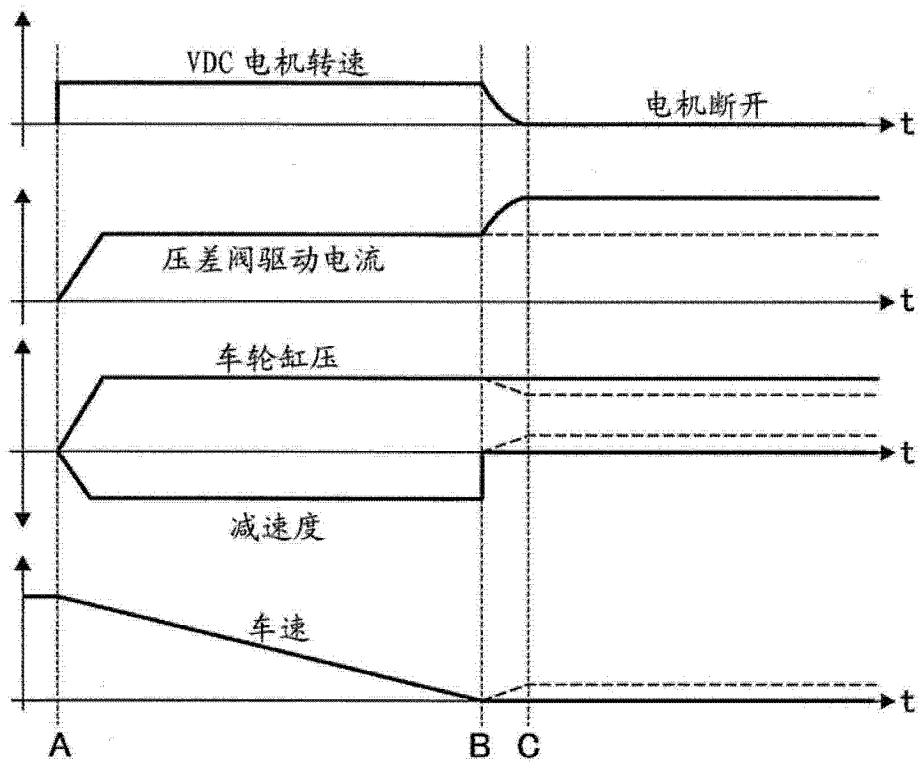


图 11