



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105980240 A

(43)申请公布日 2016.09.28

(21)申请号 201580007335.9

(22)申请日 2015.02.04

(30)优先权数据

2014-019420 2014.02.04 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.08.04

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2015/053091 2015.02.04

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/119150 JA 2015.08.13

(71)申请人 KYB株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 后藤宏行 吉田昇 冈本雄一郎

木村信之 长瀬贵之 山崎一磨

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事
务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇

(51)Int.Cl.

B62D 6/00(2006.01)

B62D 5/04(2006.01)

B62D 101/00(2006.01)

B62D 113/00(2006.01)

B62D 119/00(2006.01)

B62D 137/00(2006.01)

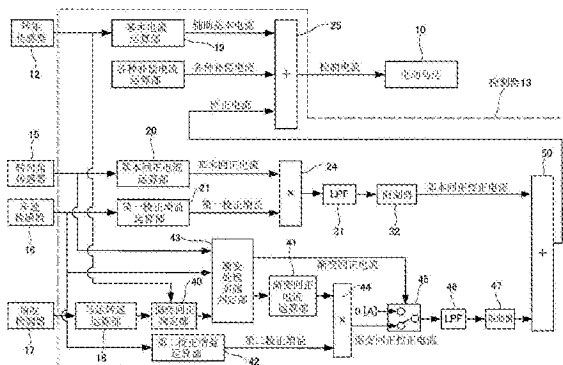
权利要求书1页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

电动动力转向装置

(57)摘要

一种为了减小方向盘的残余转向角的左右差而根据基于检测转向转矩的转矩传感器(12)的检测结果运算出的辅助指令值来驱动电动马达(10)的电动动力转向装置,该电动动力转向装置具备:基本回正指令值运算部(20),其基于方向盘的转向角来运算使方向盘向中立位置回正的方向的基本回正指令值;偏转回正判定部(40),其判定方向盘的偏转和回正;渐变回正指令值运算部(41),其在由偏转回正判定部(40)判定为方向盘进行回正的期间内运算逐渐增加的渐变回正指令值;回正指令值运算部(50),其将基本回正指令值和渐变回正指令值相加来运算回正指令值,其中,将回正指令值和辅助指令值相加来驱动电动马达。



1. 一种电动动力转向装置,根据基于检测从方向盘输入的转向转矩的转矩传感器的检测结果运算出的辅助指令值来驱动电动马达,

该电动动力转向装置具备:

基本回正指令值运算部,其基于所述方向盘的转向角来运算使所述方向盘向中立位置回正的方向的基本回正指令值;

偏转回正判定部,其判定所述方向盘的偏转和回正;

渐变回正指令值运算部,其在由所述偏转回正判定部判定为所述方向盘进行回正的期间内运算逐渐增加的渐变回正指令值;以及

回正指令值运算部,其将所述基本回正指令值和所述渐变回正指令值相加来运算回正指令值,

其中,将所述回正指令值和所述辅助指令值相加来驱动所述电动马达。

2. 根据权利要求1所述的电动动力转向装置,其特征在于,

所述渐变回正指令值运算部每隔规定时间累加固定值来运算渐变回正指令值。

3. 根据权利要求1所述的电动动力转向装置,其特征在于,

还具备校正增益运算部,该校正增益运算部基于搭载所述电动动力转向装置的车辆的车速来运算用于校正所述渐变回正指令值的校正增益。

4. 根据权利要求1所述的电动动力转向装置,其特征在于,

所述偏转回正判定部在所述转向转矩的极性与所述电动马达的转速的极性为相同极性、或所述电动马达的转速为零的情况下判定为所述方向盘进行回正。

5. 根据权利要求4所述的电动动力转向装置,其特征在于,

所述偏转回正判定部在所述转向转矩的极性与所述电动马达的转速的极性为不同极性、且所述转向转矩为中立附近的情况下也判定为所述方向盘进行回正。

6. 根据权利要求1所述的电动动力转向装置,其特征在于,

在由所述偏转回正判定部判定为所述方向盘进行回正、且所述方向盘的转向角在规定范围内的期间内,所述渐变回正指令值运算部运算所述渐变回正指令值。

7. 根据权利要求1所述的电动动力转向装置,其特征在于,

在由所述偏转回正判定部判定为所述方向盘进行回正、且所述方向盘的转向角在规定范围内、且搭载所述电动动力转向装置的车辆的车速为规定速度以下的期间内,所述渐变回正指令值运算部运算所述渐变回正指令值。

8. 根据权利要求1所述的电动动力转向装置,其特征在于,

在由所述偏转回正判定部判定为所述方向盘进行回正、且所述方向盘的转向角在规定范围内、且搭载所述电动动力转向装置的车辆的车速为规定速度以下、且所述方向盘的转向角的检测值的前次值与本次值为相同极性的期间内,所述渐变回正指令值运算部运算所述渐变回正指令值。

电动动力转向装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电动动力转向装置。

背景技术

[0002] 作为以往的电动动力转向装置,存在一种利用转向辅助用的电动马达来进行方向盘的回正控制的装置。

[0003] JP2007-320383A公开了以下电动动力转向装置:基于转向角来运算方向盘回正校正电流值,在判定为执行方向盘回正控制时,根据方向盘回正校正电流值校正辅助基本电流值来进行方向盘回正控制。

发明内容

[0004] 在电动动力转向装置中,在方向盘的转向角相对于中立位置为右偏转侧和左偏转侧时转向系统存在非对称性,因此即使如JP2007-320383A所记载的那样基于转向角来运算方向盘回正校正电流值并进行方向盘回正控制,也有可能中立位置附近处的方向盘的残余转向角产生左右差。也就是说,有可能发生以下的情况:在方向盘向右偏转之后放手的回正时,方向盘回正到中立位置,与此相对,在使方向盘向左偏转之后放手的回正时,方向盘不完全回正到中立位置。

[0005] 本发明的目的在于减小方向盘的残余转向角的左右差。

[0006] 根据本发明的某个方式,一种电动动力转向装置,根据基于检测从方向盘输入的转向转矩的转矩传感器的检测结果运算出的辅助指令值来驱动电动马达,该电动动力转向装置具备:基本回正指令值运算部,其基于所述方向盘的转向角来运算使所述方向盘向中立位置回正的方向的基本回正指令值;偏转回正判定部,其判定所述方向盘的偏转和回正;渐变回正指令值运算部,其在由所述偏转回正判定部判定为所述方向盘进行回正的期间内运算逐渐增加的渐变回正指令值;以及回正指令值运算部,其将所述基本回正指令值和所述渐变回正指令值相加来运算回正指令值,其中,将所述回正指令值和所述辅助指令值相加来驱动所述电动马达。

附图说明

[0007] 图1是本发明的实施方式所涉及的电动动力转向装置的结构图。

[0008] 图2是本发明的实施方式所涉及的电动动力转向装置的控制框图。

[0009] 图3是用于运算基本回正电流的基本回正电流运算用对应图。

[0010] 图4是用于运算第一校正增益的第一校正对应图。

[0011] 图5是渐变回正电流运算部的控制框图。

[0012] 图6是用于运算第二校正增益的第二校正对应图。

具体实施方式

[0013] 以下,参照附图来说明本发明的实施方式。

[0014] 首先,参照图1来说明本发明的实施方式所涉及的电动动力转向装置100的整体结构。

[0015] 电动动力转向装置100具备:输入轴7,其随着驾驶员对方向盘1的操作而旋转;输出轴3,其下端与齿条轴5连结;以及扭杆4,其将输入轴7和输出轴3连结。电动动力转向装置100通过使与设置在输出轴3的下端的小齿轮3a啮合的齿条轴5沿轴向移动来使车轮6转轮。由输入轴7和输出轴3构成转向轴2。

[0016] 电动动力转向装置100还具备:电动马达10,其是用于辅助驾驶员对方向盘1的转向的动力源;减速机11,其使电动马达10的旋转减速地传递到转向轴2;转矩传感器12,其对从方向盘1输入的转向转矩进行检测;以及控制器13,其基于转矩传感器12的检测结果来控制电动马达10的驱动。

[0017] 电动马达10设置有作为检测电动马达10的旋转角度的角度检测器的旋转变压器17。旋转变压器17的检测结果被输出到控制器13的马达转速运算部18。马达转速运算部18基于旋转变压器17的检测结果来运算电动马达10的转速,在方向盘1进行右偏转的情况下运算为符号为+的转速,在方向盘1进行左偏转的情况下运算为符号为-的转速。在本实施方式中,设置在电动马达10的旋转变压器17和控制器13的马达转速运算部18作为检测电动马达10的转速的转速检测器。

[0018] 减速机11包括与电动马达10的输出轴连结的蜗杆轴11a、以及与输出轴3连结且与蜗杆轴11a啮合的蜗轮11b。电动马达10所输出的转矩被从蜗杆轴11a传递到蜗轮11b,作为辅助转矩而被赋予到输出轴3。

[0019] 转矩传感器12基于输入轴7与输出轴3的相对旋转来检测向扭杆4赋予的转向转矩。转矩传感器12的检测结果被输出到控制器13。在没有输入轴7与输出轴3的相对旋转的情况下,转矩传感器12输出0Nm作为转向转矩。另外,在方向盘1向右偏转方向转向的情况下,输出符号为+的转向转矩,另一方面,在方向盘1向左偏转方向转向的情况下,输出符号为-的转向转矩。控制器13基于来自转矩传感器12的检测结果来运算电动马达10所输出的转矩,并对电动马达10的驱动进行控制以产生该转矩。这样,电动动力转向装置100基于检测从方向盘1输入的转向转矩的转矩传感器12的检测结果来驱动电动马达10,并辅助驾驶员对方向盘1的转向。

[0020] 转向轴2设置有作为用于检测方向盘1的转向角的转向角检测器的转向角传感器15。转向角传感器15的检测结果被输出到控制器13。在方向盘1为中立位置的情况下,转向角传感器15输出0°来作为转向角。另外,在方向盘1从中立位置向右偏转方向转向的情况下,与方向盘1的旋转相应地输出符号为+的转向角,另一方面,在方向盘1从中立位置向左偏转方向转向的情况下,与方向盘1的旋转相应地输出符号为-的转向角。

[0021] 向控制器13输入作为用于检测车速的车速检测器的车速传感器16的检测结果。

[0022] 控制器13具备:CPU,其对电动马达10的动作进行控制;ROM,其存储CPU的处理动作所需的控制程序、设定值等;以及RAM,其暂时存储由转矩传感器12、旋转变压器17、转向角传感器15以及车速传感器16等各种传感器检测出的信息。

[0023] 在车辆行驶时,想要恢复为直行状态的自校准转矩对车轮6发生作用。在高速行驶时该自校准转矩大,与此相对,在低速行驶时该自校准转矩小。在自校准转矩小的低速域

内,由于蜗杆轴11a和蜗轮11b等转向系统的齿轮的摩擦而导致方向盘1向中立位置的回正性劣化。因而,在低速行驶时,有时即使从使方向盘1偏转后的状态放手、方向盘1也不完全回正到中立位置。因此,在电动动力转向装置100中,进行即使在低速域内也使方向盘1向中立位置的回正性提高的回正控制。

[0024] 接着,参照图2~图6来对由控制器13进行的电动马达10的控制进行说明。

[0025] 如图2所示,控制器13具有基本电流运算部19,该基本电流运算部19基于转矩传感器12的检测结果来运算用于辅助驾驶员对方向盘1的转向的辅助基本电流(辅助指令值)。

[0026] 控制器13还具有:基本回正电流运算部(基本回正指令值运算部)20,其运算使方向盘1向中立位置回正的方向的基本回正电流(基本回正指令值);第一校正增益运算部21,其运算用于校正基本回正电流的第一校正增益;以及作为基本回正指令值校正部的乘法部24,其将基本回正电流和第一校正增益相乘来运算基本回正校正电流。

[0027] 控制器13还具有:偏转回正判定部40,其判定方向盘1的偏转和回正;渐变回正电流运算部(渐变回正指令值运算部)41,其运算使方向盘1向中立位置回正的方向的渐变回正电流(渐变回正指令值);第二校正增益运算部42,其运算用于校正渐变回正电流的第二校正增益;渐变处理实施判定部43,其判定是否实施对基本回正校正电流加上渐变回正校正电流的渐变处理;以及作为渐变回正指令值校正部的乘法部44,其将渐变回正电流和第二校正增益相乘来运算渐变回正校正电流。

[0028] 控制器13还具有加法部(回正指令值运算部)50,该加法部(回正指令值运算部)50将由乘法部24运算出的基本回正校正电流和由乘法部44运算出的渐变回正校正电流相加来运算回正电流(回正指令值),其中,回正电流通过加法部25与辅助基本电流相加。

[0029] 在加法部25中,除了辅助基本电流和回正电流被相加以外,用于补偿齿轮的摩擦等的各种补偿电流也被相加,所得到的值作为对电动马达10的驱动进行控制的控制电流而被输出到电动马达10。

[0030] 如上所述,使用通过将使方向盘1向中立位置回正的方向的回正电流和用于辅助驾驶员对方向盘1的转向的辅助基本电流相加而得到的控制电流来控制电动马达10。

[0031] 以下对回正控制进行说明。

[0032] 首先,参照图2~图4来详细说明基本回正校正电流的运算方法。

[0033] 基本回正电流运算部20基于转向角传感器15的检测结果来运算使方向盘1向中立位置回正的方向的基本回正电流。具体地说,参照图3所示的基本回正电流运算用对应图来运算与从转向角传感器15输入的转向角对应的基本回正电流。基本回正电流是成为回正控制的基本的电流。

[0034] 图3所示的基本回正电流运算用对应图是规定了转向角与基本回正电流之间的关系对应图,横轴是转向角,纵轴是基本回正电流。横轴的+侧表示从中立位置向右偏转侧的转向角,-侧表示从中立位置向左偏转侧的转向角。另外,纵轴的+侧表示对方向盘1进行右旋转的方向进行辅助的基本回正电流,-侧表示对方向盘1进行左旋转的方向进行辅助的基本回正电流。关于基本回正电流运算用对应图的特性,由图3可知,在转向角为右偏转侧的情况下,基本回正电流为对方向盘1进行左旋转的方向进行辅助的值,在转向角为左偏转侧的情况下,基本回正电流为对方向盘1进行右旋转的方向进行辅助的值。这样,基本回正电流成为使方向盘1向中立位置回正的方向的电流。

[0035] 详细说明图3所示的基本回正电流运算用对应图。在方向盘1的中立位置附近,设定为基本回正电流为零的不灵敏区。这是为了防止由转向角传感器15的检测误差引起的干扰的产生。当转向角的绝对值大于不灵敏区时,基本回正电流的绝对值以规定的斜率增大。通过调整该斜率,能够改变方向盘1向中立位置回正时的驾驶员所感觉到的回正感。将斜率设定得越大,回正感越大。在转向角的绝对值为规定值 a° 以上的范围内,基本回正电流被设定为零。其原因在于,基本回正电流是以在方向盘1偏转时使由驾驶员产生的转向力增大的方式发挥作用的,因此基本回正电流只在中立位置附近发挥作用,在使方向盘1大幅偏转时使基本回正电流不发挥作用。另外,是为了抑制使方向盘1大幅偏转地回正时的急速的回正。

[0036] 第一校正增益运算部21基于车速传感器16的检测结果来运算用于校正基本回正电流的第一校正增益。具体地说,参照图4所示的第一校正对应图来运算与从车速传感器16输入的车速对应的第一校正增益。自校准转矩与车速相应地变化,因此使用与车速相应地变化的第一校正增益来校正基本回正电流。

[0037] 图4所示的第一校正对应图是规定了车速与第一校正增益之间的关系对应图,横轴是车速,纵轴是第一校正增益。第一校正增益在整个车速域内被设定为1.0以下。也就是说,第一校正增益为使基本回正电流减小的值。在高速行驶时自校准转矩大,在低速行驶时自校准转矩小,因此,如图4所示,在车速为 $b \text{ km/h} \sim c \text{ km/h}$ 的低速域内第一校正增益被设定为1.0,在车速为 $c \text{ km/h}$ 以上的中高速域内,车速越大,则第一校正增益被设定为越小的值,在车速为规定速度 $d \text{ km/h}$ 以上时第一校正增益被设定为零。另外,在车速为 $b \text{ km/h}$ 以下的微低速域内,车速越小,则第一校正增益被设定为越小的值。这样,以使第一校正增益以规定的斜率减小的方式进行设定是为了减轻在成为停车状态且第一校正增益为零时产生的转向的不自然感。

[0038] 由基本回正电流运算部20运算出的基本回正电流和由第一校正增益运算部21运算出的第一校正增益通过乘法部24相乘之后,通过低通滤波器31和上下限值限制器32进行处理,作为基本回正校正电流而输出到加法部50。

[0039] 关于通过使用第一校正增益对使方向盘1向中立位置回正的方向的基本回正电流进行校正而得到的基本回正校正电流,在低速域内被设定为大的值,在中高速域内,车速越大则被设定为越小的值。

[0040] 接着,参照图2、图5和图6来详细说明渐变处理。

[0041] 一般地,在电动动力转向装置中,在方向盘的转向角相对于中立位置为右偏转侧和左偏转侧时,转向系统存在非对称性,因此只通过基本回正校正电流进行回正控制也有可能中立位置附近处的方向盘的残余转向角产生左右差。也就是说,有可能发生以下情况:在使方向盘向右偏转之后放手的回正时,方向盘回正到中立位置,与此相对,在使方向盘向左偏转之后放手的回正时,方向盘不完全回正到中立位置。为了消除方向盘的残余转向角的左右差而考虑将图3所示的基本回正电流运算用对应图的特性设定为使不完全回正到中立位置的一侧的基本回正电流大。也就是说,考虑将基本回正电流设定为在右偏转侧和左偏转侧不同的值。但是,转向系统的非对称性在每个电动动力转向装置中不同,因此无法将基本回正电流的某个特定的设定应用于所有的电动动力转向装置。

[0042] 这样,在只利用基本回正校正电流进行的回正控制中,在转向系统的非对称性大

的情况下,难以消除中立位置附近处的方向盘的残余转向角的左右差。因此,在本实施方式中,以消除中立位置附近处的方向盘的残余转向角的左右差为目的,进行将基本回正电流和渐变回正电流相加的渐变处理。

[0043] 在由渐变处理实施判定部43判定为规定的条件成立的情况下,实施渐变处理。

[0044] 在由渐变处理实施判定部43判定为所述规定的条件成立的情况下,渐变回正电流运算部41运算渐变回正电流。在后面详述规定的条件。

[0045] 参照图5来详细说明由渐变回正电流运算部41进行的渐变回正电流的运算方法。在由渐变处理实施判定部43判定为所述规定的条件成立的情况下,累计部51开始进行在每个控制周期内从电流值输出部52输出的固定电流值的累计。具体地说,电流值输出部52在每个控制周期内向加法部53输出预先设定的固定电流值。加法部53将从电流值输出部52输出的固定电流值和由累计部51累计的前1个周期的累计电流值相加后输出到累计部51。这样,在累计部51中,累计在每个控制周期内从电流值输出部52输出的固定电流值,由累计部51累计的累计电流值以固定的斜率逐渐增加。这样,渐变回正电流运算部41通过每隔规定时间累加固定值来运算逐渐增加的渐变回正电流。

[0046] 累计部51中的累计在由渐变处理实施判定部43判定为所述规定的条件成立的期间内持续进行。在所述规定的条件不成立的情况下,累计部51的累计电流值被清除而变为0A。

[0047] 由极性设定部55设定累计部51中累计的累计电流值的极性。极性设定部55基于转向角传感器15的检测结果来以使累计部51的累计电流值为使方向盘1向中立位置回正的方向的的方式设定极性。具体地说,在方向盘1相对于中立位置位于右偏转侧、且方向盘1的转向角为+极性的情况下,累计部51的累计值被设定为-极性以使辅助力对方向盘1进行左旋转的方向进行作用。另一方面,在方向盘1相对于中立位置位于左偏转侧、且方向盘1的转向角为-极性的情况下,累计部51的累计值被设定为+极性以使辅助力对方向盘1进行右旋转的方向进行作用。这样,累计部51的累计值的极性被设定为与方向盘1的转向角的极性不同的极性。

[0048] 被极性设定部55设定了极性的累计电流值被限制器56处理,作为渐变回正电流而被输出到乘法部44(参照图2)。在限制器56中进行将累计电流值限制为预先设定的限制值的处理。作为在限制器56中设定的限制值,优选的是,设定为:在方向盘1从右偏转侧回正的情况和从左偏转侧回正的情况中的容易向中立位置回正的情况下不限制累计电流值、在难以向中立位置回正的情况下限制累计电流值。也可以取而代之,设定为在方向盘1从右偏转侧回正的情况和从左偏转侧回正的情况这两种情况下都限制累计电流值。

[0049] 图2所示的第二校正增益运算部42基于车速传感器16的检测结果来运算用于校正渐变回正电流的第二校正增益。具体地说,参照图6所示的第二校正对应图来运算与从车速传感器16输入的车速对应的第二校正增益。第二校正对应图与图4所示的第一校正对应图相同,因此省略说明。

[0050] 由渐变回正电流运算部41运算出的渐变回正电流和由第二校正增益运算部42运算出的第二校正增益通过乘法部44相乘,作为渐变回正校正电流而从乘法部44输出。

[0051] 渐变回正电流用于消除中立位置附近处的方向盘1的残余转向角的左右差,在自校准转矩小的车辆的低速域内容易产生残余转向角的左右差。因而,使用第二校正增益校

正反向回正电流,从而在容易产生残余转向角的左右差的低速域内渐变回正电流有效地发挥作用,另一方面,在微低速域、中高速域内使渐变回正电流不发挥作用从而能够防止转向感觉体验劣化。这样,渐变回正电流在自校准转矩小的低速域内是特别需要的,因此也可以将第二校正对应图中的d的值设定为小于第一校正对应图中的d的值的速度。

[0052] 乘法部44的后级设置有切换部45。在由渐变处理实施判定部43判定为所述规定的条件成立的情况下,切换部45输出在乘法部44中相乘所得到的渐变回正校正电流,另一方面,在由渐变处理实施判定部43判定为所述规定的条件不成立的情况下,切换部45输出0A。从切换部45输出的渐变回正校正电流被低通滤波器46和上下限值限制器47处理,并被输出到加法部50。加法部50将从乘法部24输出的基本回正校正电流和从切换部45输出的渐变回正校正电流相加来运算回正电流。从加法部50输出的回正电流通过加法部25与辅助基本电流相加。

[0053] 接着,详细说明用于判定是否实施渐变处理的渐变处理实施判定部43。

[0054] 如图2所示,渐变处理实施判定部43基于偏转回正判定部40的判定结果、转向角传感器15的检测结果、以及车速传感器16的检测结果来判定所述规定的条件的成立和不成立。具体地说,在由偏转回正判定部40判定为方向盘1进行回正、且方向盘1的转向角的绝对值在规定范围内、且车速为规定速度以下、且转向角传感器15的检测值的前次值与本次值为相同极性的情况下,判定为规定的条件成立,允许实施渐变处理。这样,渐变处理实施判定部43在四个条件全部成立的情况下允许实施渐变处理。

[0055] 设为只在判定为方向盘1进行回正的情况下实施渐变处理的原因在于,渐变处理会以在方向盘1偏转时使由驾驶员产生的转向力增大的方式进行作用。

[0056] 设为只在方向盘1的转向角的绝对值在规定范围内的情况下实施渐变处理的原因在于,渐变处理以消除中立位置附近处的方向盘1的残余转向角的左右差为目的。因而,作为规定范围,设定为方向盘1的中立位置附近的范围。

[0057] 设为只在车速为规定速度以下的情况下实施渐变处理的原因在于,在自校准转矩小的低速域内容易产生残余转向角的左右差。

[0058] 设为只在转向角传感器15的检测值的前次值与本次值为相同极性的情况下实施渐变处理的原因在于,在转向角传感器15的检测值的前次值与本次值为不同极性的情况下、也就是说在方向盘1跨过中立位置地进行旋转的情况下,将渐变回正电流进行一次清零。

[0059] 在以上的四个条件全部成立的情况下,在该条件成立的期间内,由渐变回正电流运算部41的累计部51对累计电流值进行累计来运算渐变回正电流,并从切换部45输出渐变回正校正电流。另一方面,在四个条件中的至少一个条件不成立的情况下,累计部51的累计电流值被清零,并且从切换部45输出0A。

[0060] 接着,对由偏转回正判定部40判定方向盘1的偏转和回正的方法进行说明。

[0061] 偏转回正判定部40基于转矩传感器12的检测结果和马达转速运算部18的运算结果来判定方向盘1的偏转和回正。具体地说,如果由转矩传感器12检测出的转向转矩的极性与由马达转速运算部18运算出的电动马达10的转速的极性为相同极性、也就是说转向转矩的方向与电动马达10的转速的方向为同一方向,则偏转回正判定部40判定为是偏转时。能够这样进行判定的原因,在于,在方向盘1偏转时,电动马达10产生与由转矩传感器12检测出

的转向转矩相同极性的辅助转矩。

[0062] 另一方面,如果由转矩传感器12检测出的转向转矩的极性与由马达转速运算部18运算出的电动马达10的转速的极性为不同极性、也就是说转向转矩的方向与电动马达10的转速的方向为相反方向,则偏转回正判定部40判定为是回正时。能够这样进行判定的原因在于,在使方向盘1偏转之后放手的回正时,由转矩传感器12检测出的转向转矩保持偏转时的极性,与此相对,电动马达10通过自校准转矩而向与偏转时相反的方向旋转。

[0063] 另外,偏转回正判定部40在由马达转速运算部18运算出的电动马达10的转速为零的情况下也判定为是回正时。这样进行判定的原因在于,在齿轮的摩擦大的情况下,也存在方向盘1的回正过程中电动马达10的旋转停止的情况,即使在这种情况下也持续进行渐变处理。

[0064] 并且,偏转回正判定部40在由转矩传感器12检测出的转向转矩的极性与由马达转速运算部18运算出的电动马达10的转速的极性为相同极性、且转向转矩为中立附近的情况下也判定为是回正时。这样进行判定的原因在于,在使方向盘1偏转之后放手的回正时方向盘1由于惯性力而向中立位置大幅地回正的情况下,也可能发生在回正的过程中与方向盘1连结的输入轴7稍微超越成为扭杆4的下侧的输出轴3的情况。当输入轴7超越输出轴3时,扭杆4向与刚刚放手后相反的方向扭转。在这种情况下,尽管方向盘1正在回正,但转向转矩的极性与电动马达10的转速的极性为相同极性,导致判定为是偏转时。为了避免这种误判定,即使转向转矩的极性与电动马达10的转速的极性为相同极性,也在转向转矩为中立附近的情况下判定为是回正时。

[0065] 根据以上的实施方式,起到以下所示的作用效果。

[0066] 当由渐变处理实施判定部43判定为规定的条件成立时,在规定的条件成立的期间内,由渐变回正电流运算部41的累计部51对累计电流值进行累计来运算渐变回正电流,将该渐变回正电流和基本回正电流相加来运算回正电流。这样,与辅助基本电流相加的回正电流是通过将基本回正电流和渐变回正电流相加来运算的。

[0067] 因而,在方向盘1的转向角相对于中立位置为右偏转侧和左偏转侧转向系统存在非对称性的情况下,即使是难以回正到中立位置的一侧的方向盘1的回正,也能通过与基本回正电流相加的渐变回正电流的作用而减小方向盘1的中立位置附近的残余转向角。由此,能够减小方向盘1的残余转向角的左右差。

[0068] 以上,对本发明的实施方式进行了说明,但上述实施方式只不过示出了本发明的应用例的一部分,并非旨在将本发明的保护范围限定于上述实施方式的具体结构。

[0069] 在上述实施方式中,渐变处理实施判定部43在四个条件全部成立的情况下允许实施渐变处理。也可以取而代之,设为将四个条件中的一部分条件的成立设为渐变处理的实施允许条件。但是,在该情况下,期望的是,关于判定方向盘1的回正,作为渐变处理的实施允许条件而设为必须的条件。

[0070] 另外,由基本回正电流运算部20运算的基本回正电流和由渐变回正电流运算部运算的渐变回正电流并不一定需要基于车速校正。也就是说,第一校正增益运算部21和第二校正增益运算部42并不是必须的结构。

[0071] 本申请基于2014年2月4日向日本专利局申请的特愿2014-019420要求优先权,通过参照将该申请的全部内容纳入到本说明书中。

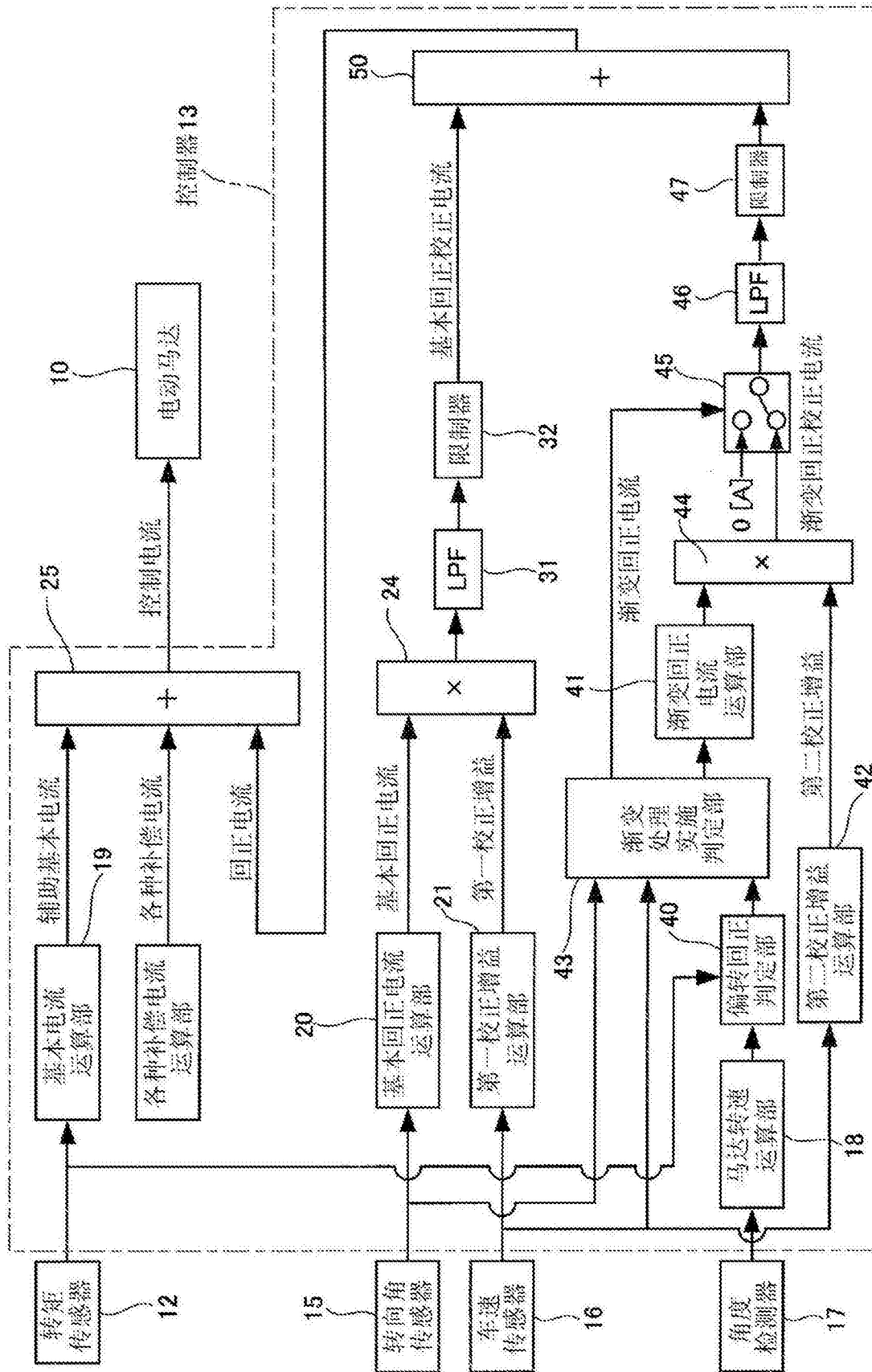
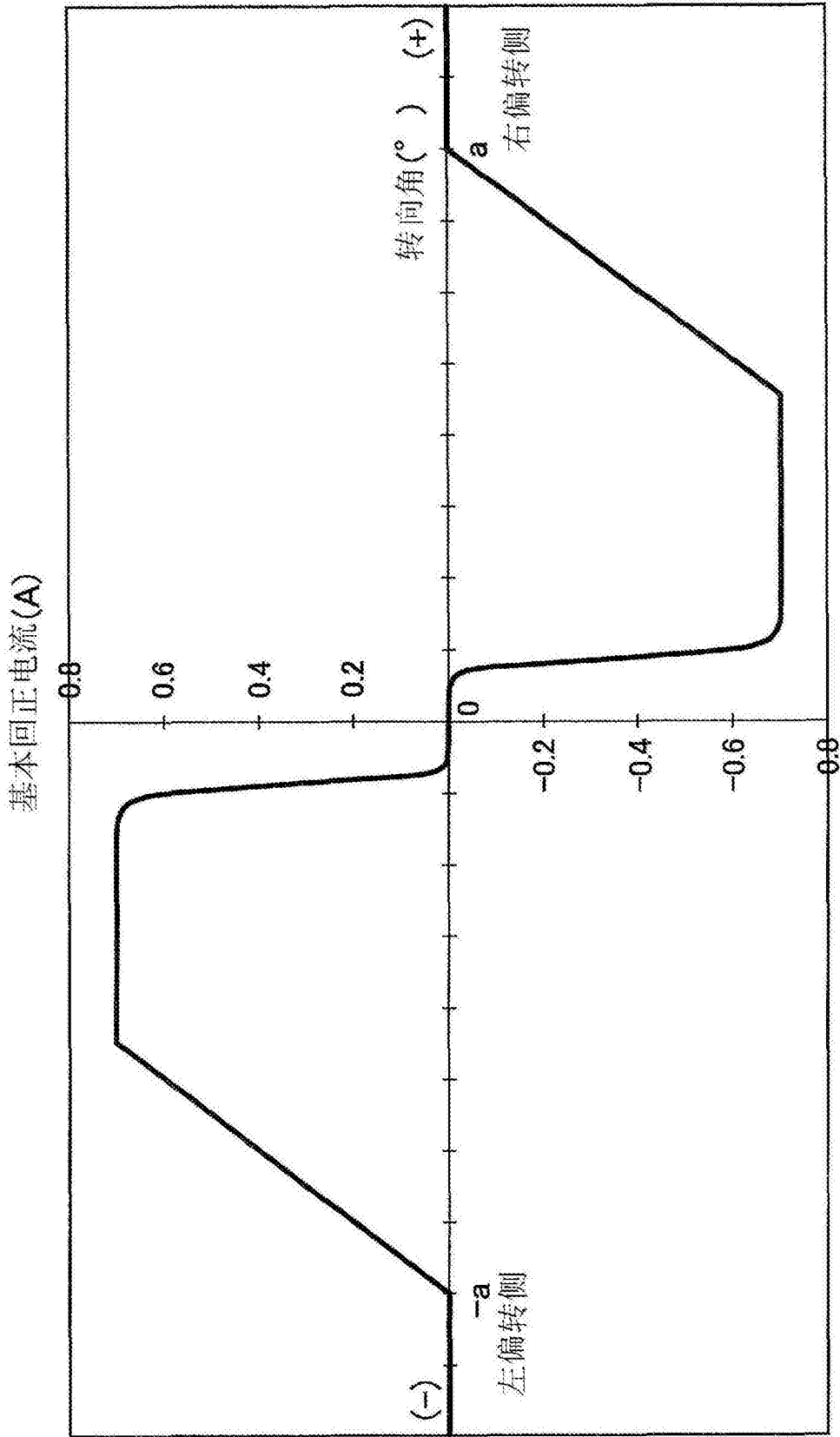


图2



基本回正电流运算用对应图

图3

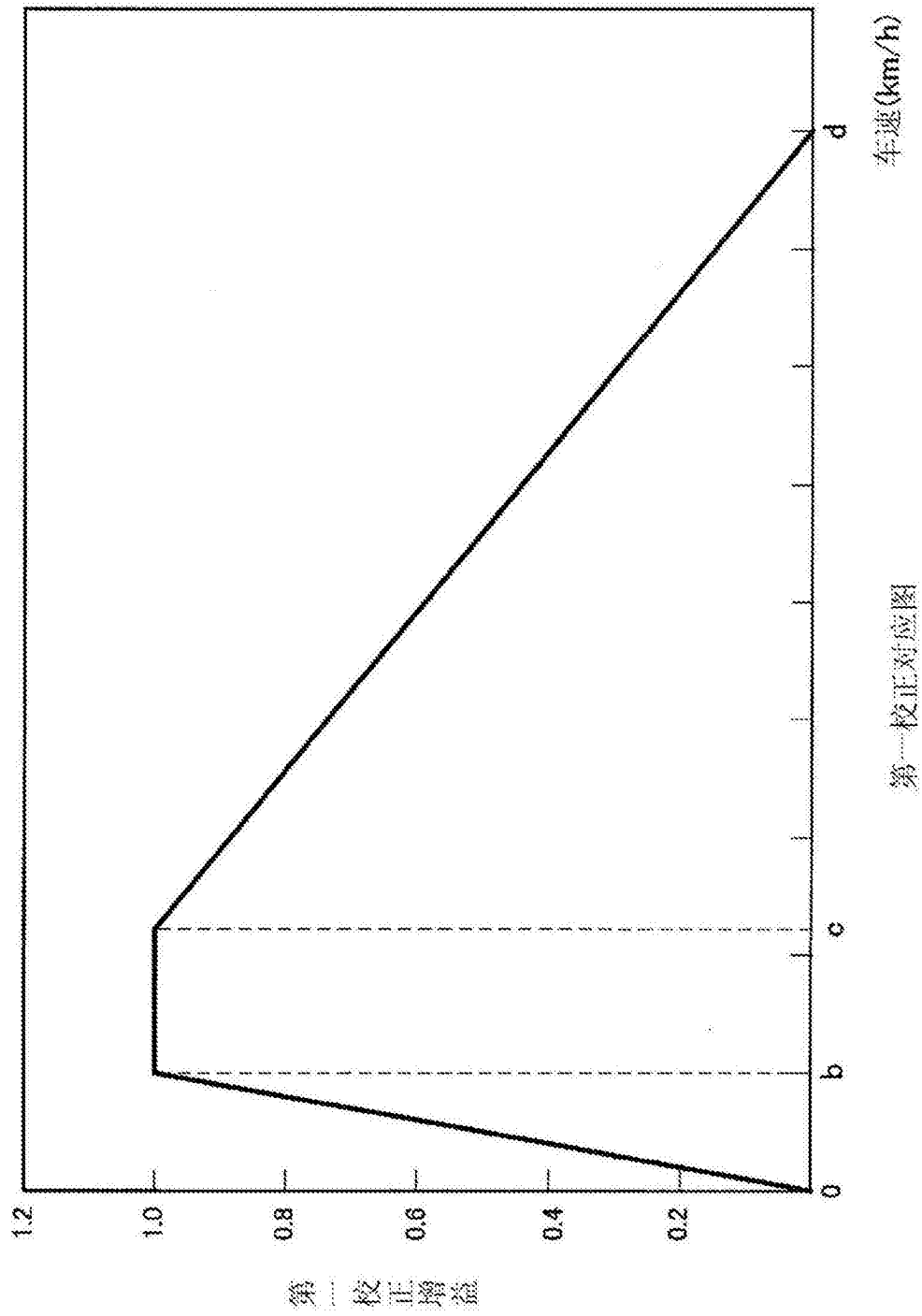


图4

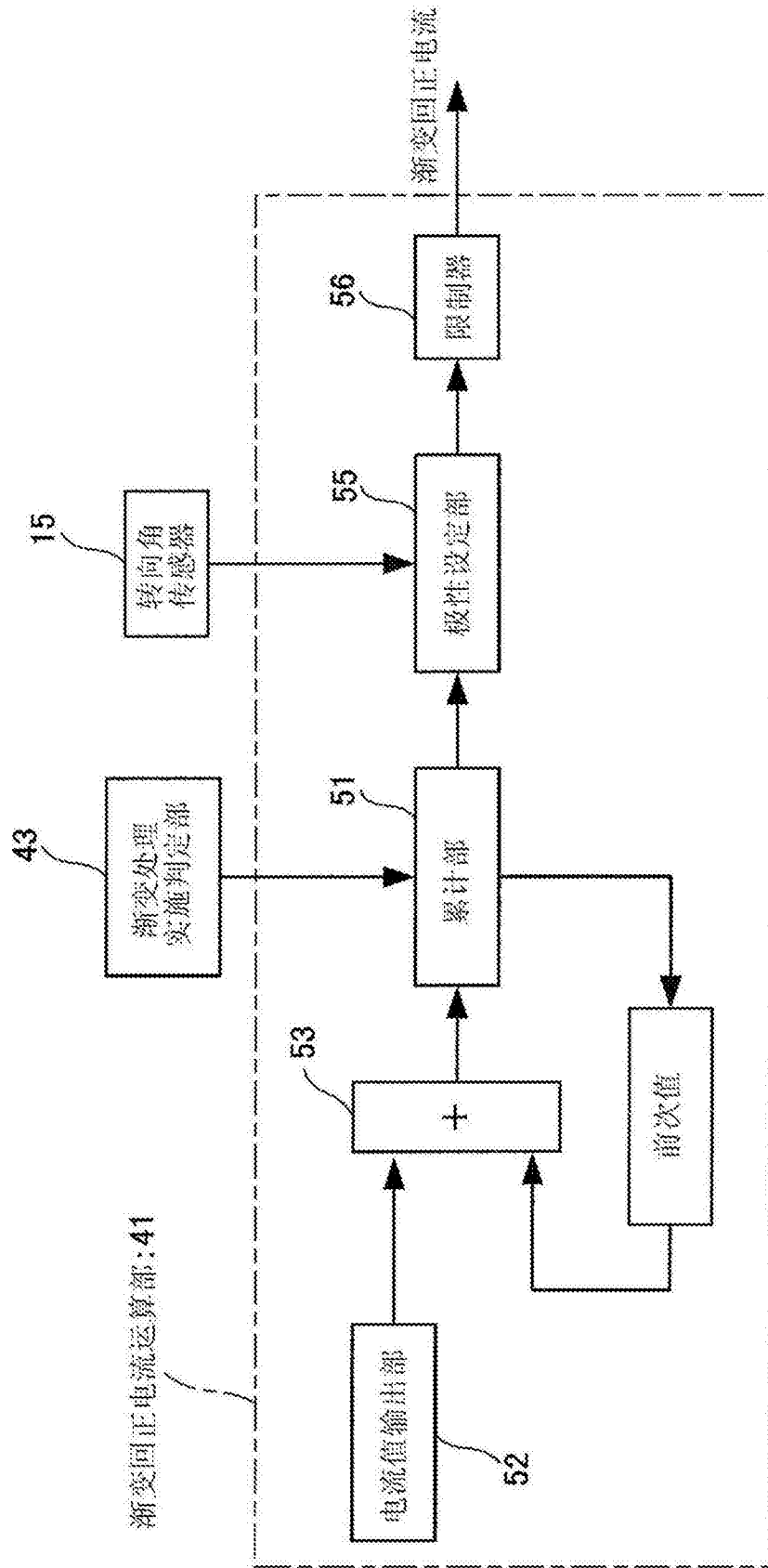


图5

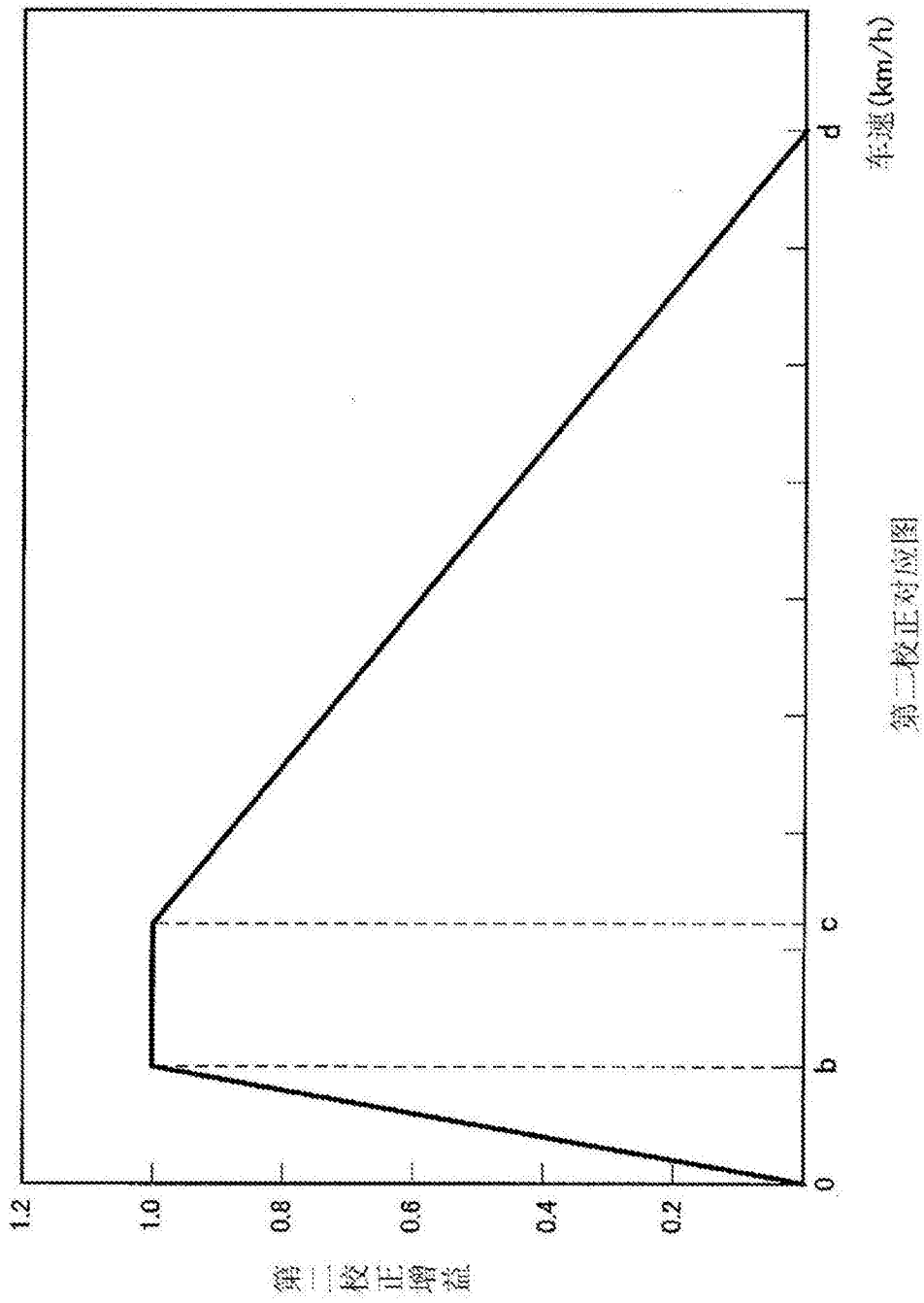


图6