



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105984350 B

(45)授权公告日 2020.03.13

(21)申请号 201510845797.X
 (22)申请日 2015.11.27
 (65)同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 105984350 A
 (43)申请公布日 2016.10.05
 (30)优先权数据
 10-2015-0039904 2015.03.23 KR
 (73)专利权人 现代自动车株式会社
 地址 韩国首尔
 (72)发明人 崔真焕
 (74)专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限公司 11314
 代理人 程伟 王锦阳

(51)Int.Cl.
 B60L 7/26(2006.01)
 B60T 8/44(2006.01)
 B60T 8/48(2006.01)
 (56)对比文件
 CN 102991479 A,2013.03.27,
 CN 101274623 A,2008.10.01,
 CN 103732467 A,2014.04.16,
 US 2004164612 A1,2004.08.26,
 CN 1706700 A,2005.12.14,
 CN 104044469 A,2014.09.17,
 CN 103707866 A,2014.04.09,
 审查员 杨皞岫

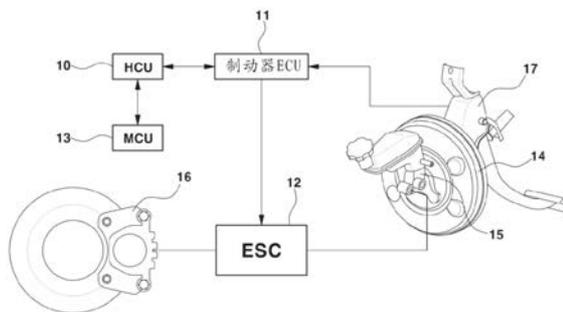
权利要求书1页 说明书10页 附图11页

(54)发明名称

用于混合动力电动车辆的制动控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于混合动力电动车辆的制动控制方法,包括了控制电机的再生制动的第一区间控制模式的所述制动控制方法可以包括:在进入第二区间的控制模式之后,利用电子稳定控制系统控制器感测当由车轮制动器的压力传感器检测到的车轮制动器压力为‘0’时的时间;根据‘踏板行程—车轮制动器压力’映射而利用电子稳定控制系统控制器来确定车轮制动器压力为‘0’时的踏板行程;利用电子稳定控制系统控制器,改变‘踏板行程—压力’映射,将车轮制动器压力为‘0’时的踏板行程设定为‘踏板行程—压力’映射的上限行程值;并且当取决于制动踏板操作的踏板行程减小到经改变的上限行程值或更小时,重新进入第一区间的控制模式。



1. 一种用于混合动力电动车辆的制动控制方法,其特征在于,包括第一区间的控制模式和第二区间的控制模式,所述第一区间的控制模式利用再生制动扭矩来控制电机的再生制动,所述再生制动扭矩对应于根据基于踏板行程的‘踏板行程—压力’映射而确定的压力值,所述踏板行程取决于制动踏板的操作;当检测到比‘踏板行程—压力’映射中设定的上限行程值更大的踏板行程时,所述第二区间的控制模式利用车轮制动器压力值来控制车轮制动器的液压,所述车轮制动器压力值根据基于所检查到的踏板行程的‘踏板行程—车轮制动器压力’映射而确定,所述方法包括:

在进入第二区间的控制模式之后,利用电子稳定控制系统控制器感测当由车轮制动器的压力传感器检测到的车轮制动器压力为‘0’时的时间;

根据‘踏板行程—车轮制动器压力’映射而利用电子稳定控制系统控制器来确定车轮制动器压力为‘0’时的踏板行程;

利用电子稳定控制系统控制器,改变‘踏板行程—压力’映射,将车轮制动器压力为‘0’时的踏板行程设定为‘踏板行程—压力’映射的上限行程值;并且

当取决于制动踏板操作的踏板行程减小到经改变的上限行程值或更小时,利用电子稳定控制系统控制器重新进入第一区间的控制模式。

2. 根据权利要求1所述的用于混合动力电动车辆的制动控制方法,其中,在第一区间的控制模式中,通过电机的再生制动来产生再生制动力以满足取决于制动踏板操作的驾驶员要求的总制动力,并且

在第二区间的控制模式中,通过车轮制动器的液压控制来产生液压制动力,以与在第一区间的控制模式中产生的最大再生制动力一同满足驾驶员要求的总制动力。

3. 根据权利要求1所述的用于混合动力电动车辆的制动控制方法,其中,在重新进入第一区间的控制模式之后,应用第一区间的控制模式的‘踏板行程—压力’映射,并且将该映射改变为这样的图:其连接经改变的上限踏板行程值中的最大再生制动力压力对应值与下限行程值中的0巴。

4. 根据权利要求3所述的用于混合动力电动车辆的制动控制方法,其中,所述图为线性图,并且该图的斜率A确定为:

$$A = (\text{最大再生制动力压力对应值}) / (\text{Str}_{p0} - \text{下限行程}),$$

其中,Str_{p0}是作为经改变的上限踏板行程值的车轮制动器压力为‘0’时的踏板行程值。

5. 根据权利要求1所述的用于混合动力电动车辆的制动控制方法,其中,当取决于在通过进入第一区间而执行的第一区间的控制模式的时候的制动踏板操作的踏板行程检测为是大于经改变的上限行程值的值时,进入第二区间的控制模式。

用于混合动力电动车辆的制动控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于混合动力电动车辆的制动控制方法。更具体地,本发明涉及一种改进的制动控制方法,以当在执行再生制动协同控制的混合动力电动车辆中通过增加制动踏板行程而从仅产生再生制动力的控制模式进入产生再生制动力和液压制动力二者的控制模式,并且随后重新进入仅产生再生制动力的控制模式时,根据踏板行程来处理液压滞后现象。

背景技术

[0002] 在混合动力电动车辆中,当在行驶的时候执行使车辆减速或停止的制动控制时,通过电机来执行再生制动以对电池进行充电。

[0003] 由驾驶员踩踏制动踏板而产生的踏板行程所确定的总制动量被分配为再生制动量和液压制动力(摩擦制动量),从而,执行协同控制,所述液压制动力由供应至每个车轮制动器(液压制动器)的液压(车轮制动器压力)来执行。

[0004] 在某些现有的混合动力电动车辆中,由于在对车辆进行制动时不执行再生制动协同控制,因此通过再生制动产生的燃料增强效果不是很明显,但是随后,可以通过应用再生制动协同控制技术来提高燃料增强率,并且经由现有技术中的混合动力电动车辆的制动控制装置中的液压增压器来进行再生制动协同控制。

[0005] 即,为了满足取决于驾驶员请求的总制动力(驾驶员要求的制动力),执行再生制动协同控制,以通过液压增压器产生具有基本制动力的液压制动力(通过作为液压制动力的车轮制动器而产生的摩擦制动力),同时通过再生制动控制产生再生制动力。

[0006] 在这种情况下,当液压增压器失效时,会使用到通过驱动电机和泵来产生辅助制动力的电子稳定控制系统(ESC)。

[0007] 然而,虽然相关技术中的制动控制装置相比于不进行再生制动协同控制的情况可以在制动的时候恢复一些能量损失,以提供更明显的燃料效率增强效果,但是由于液压增压器直接控制从主缸到车轮制动器的压力,因此需要设置用于提供踏板操作感的踏板模拟器,从而导致成本增加,由此降低了价格竞争力。

[0008] 为了解决上述问题,现有技术公开了允许在混合动力电动车辆中ESC执行防抱死制动系统(ABS)功能、牵引力控制系统(TCS)功能、ESC自身的功能、以及再生制动协同控制功能的技术。

[0009] 现有技术中执行再生制动协同控制的混合动力电动车辆的制动控制装置包括:根据踏板行程产生制动液压的主缸、对从主缸供应至车轮制动器的制动液压进行控制并且进行再生制动的ESC、以及经由ESC而与主缸相连接的车轮制动器。

[0010] 在本文中,ESC包括出口阀和ESC泵,在再生制动协同控制过程中,所述出口阀能够将车轮制动器的制动液压排放至低压蓄压器(LPA);当再生制动力减小时,所述ESC泵将与再生制动力的减小量等量的LPA的制动液压供应至车轮制动器,并且当再生制动力具有最大值时,根据额外产生的踏板行程而关闭所述出口阀,以将制动液压供应至车轮制动器。

[0011] 现有技术提出了一种用于混合动力电动车辆的制动控制方法,当再生制动力增大时,所述方法通过ESC的出口阀而将车轮制动器的制动液压储存在LPA中,以便根据踏板行程信号来执行再生制动协同控制;当再生制动力具有最大值时,所述方法根据额外产生的踏板行程信号来关闭出口阀,从而将主缸的制动液压供应至车轮制动器;当再生制动力减小时,所述方法驱动ESC泵以将与再生制动力的减小量相等的LPA的制动液压供应至车轮制动器。

[0012] 在本文中,踏板行程信号是从制动踏板行程传感器输出的信号,并且在现有技术中,取决于驾驶员的制动踏板压下程度的踏板行程信号是通过添加制动踏板行程传感器而产生的,并且ESC控制器(ECU:电子控制单元)基于踏板行程信号来确定驾驶员的制动意图。

[0013] 图1和图2为示出了出现在现有技术中的对于各个制动区间的控制模式的图,并且如图1和图2所示,对于各个制动区间的控制模式(制动力控制模式)包括:仅通过再生制动力进行制动的第一区间①;产生制动液压以利用液压制动力(液压制动的制动力,即,通过液压操作的车轮制动器的摩擦制动力)来满足不足部分,以便连续地保持再生制动力并满足总制动力(驾驶员要求的制动力)的第二区间②;以及当解除再生制动时,增加与再生制动力的减小量一样多的制动液压和液压制动力,以便满足总制动力(驾驶员要求的制动力)的第三区间③。

[0014] 第一区间①是这样的区间,在该区间中,随时间变化的驾驶员要求的制动力(可替代地,驾驶员所需的制动扭矩量)具有0.1g或更小的下降率,并且在该区间中,仅仅通过电机的再生制动力就能够进行制动,而不需要液压制动力。

[0015] 在第一区间①中,从主缸供应的制动液压通过打开ESC的出口阀而存储在LPA中,以防止车轮制动器的制动液压增加。

[0016] 在第二区间②中,再生制动力保持在通过第一区间中的再生制动力的增大而形成的最大值(最大再生制动力),当驾驶员额外地压下制动踏板,从而需要比再生制动力更大的制动力时,通过产生制动液压而使液压制动力(液压制动力)适当地增大与减小,以满足驾驶员所要求的制动力。

[0017] 第二区间②是这样的区间,在区间中,需要比可以通过再生制动力而产生的制动力更大的制动力,并且可以通过关闭连接至LPA的出口阀,来接收根据驾驶员的踏板操作量而形成的主缸的制动液压,从而增大车轮制动器的制动液压。

[0018] 第三区间③是这样的区间,在区间中,解除再生制动,从而使得再生制动量减小,并且在区间中,液压制动力增加与再生制动力的减小量等量的制动力,以便形成驾驶员所要求的制动力,为此,通过驱动ESC泵而将存储在LPA中的制动液压供应至车轮制动器,以增大车轮制动器的液压。

[0019] 然而,在制动控制方法中,当在经过第一区间①之后进入第二区间②,并且随后重新进入图1和图2的制动力控制区间中的第一区间①时,由于取决于制动踏板行程的液压滞后现象而出现问题。

[0020] 制动踏板行程传感器的信号值(即,踏板行程)根据驾驶员压下制动踏板的程度而变化,驾驶员要求的总制动力(驾驶员要求的制动力)可以作为与踏板行程成比例的值来获取。

[0021] 例如,ESC控制器(电子稳定控制系统控制器,ESC ECU)可以通过利用图3中所示的

映射(踏板行程—压力)而根据制动踏板行程传感器的信号(踏板行程,mm)来计算驾驶员所要求的制动力(制动力可以作为映射中的压力值来获取,单位是巴)。

[0022] 参考图3,在2mm的踏板行程中需要产生0巴的制动力,而在15mm的踏板行程中需要产生10巴的制动力,这里的制动力对应于图1的第一区间①,在第一区间①中,混合控制单元(下文称为‘HCU’)请求对应于驾驶员要求的制动力的再生制动扭矩以产生再生制动力,并且仅仅利用再生制动力来满足驾驶员要求的制动力。

[0023] 在这种情况下,可以按照如下方式计算HCU请求的再生制动扭矩。

[0024] 再生制动扭矩=驾驶员要求的制动力 \times 转换系数。

[0025] 在本文中,所述转换系数是用于在从映射中获取了驾驶员要求的制动力来作为液压值时将液压值转换成扭矩值的转换系数,并且在第一区间中,不产生液压制动力,但在第二区间中,液压对应于车轮制动器压力(车轮制动器的制动液压),并且预先将对应于再生制动力(驾驶员要求的制动力)的液压值定义为映射图中取决于踏板行程的值。

[0026] 当应用了图3中所示的‘踏板行程—压力’映射时,用以确定驾驶员要求的制动力的踏板行程是由制动踏板行程传感器检测的值。

[0027] 图3的映射是用于确定在第一区间中驾驶员要求的制动力的映射,并且在第一区间中,仅仅利用再生制动力来满足驾驶员要求的制动力,而不需要产生液压制动力。

[0028] 因此,第一区间中驾驶员要求的制动力可以被称为再生制动力,然而如图3中所示,车轮制动器的制动液压值对应于再生制动力(即,驾驶员要求的制动力)的映射可以根据当前的踏板行程来获取,即,可以利用将制动液压值定义为取决于踏板行程的值的映射。

[0029] 在图3所示的映射图中,从第一区间进入第二区间的踏板行程值可以设定为15mm,并且在说明书中,从第一区间进入第二区间的踏板行程值将被称为上限行程,并且在上限行程的驾驶员要求的制动力(液压值)被称为最大再生制动力压力对应值。

[0030] 在图3的映射图中,当驾驶员要求的制动力由于踏板行程的减小而减小并且随后踏板行程达到预定的低踏板行程值时,驾驶员要求的制动力是‘0’,在说明书中,驾驶员要求的制动力是‘0’时的踏板行程值,即不产生制动力(再生制动力=0)时的踏板行程值被称为下限行程。

[0031] 在图3的映射图中,将下限行程值设定为2mm,当踏板行程在制动的时候减小并达到下限行程值时,通过将再生制动扭矩控制为‘0’而使再生制动力为‘0’。

[0032] 图3的映射图变成线性映射图,其中,在下限行程值处的驾驶员要求的制动力(压力值)为0巴,而在上限行程值处的驾驶员要求的制动力为最大再生制动力压力对应值。

[0033] 在图3的映射图中,上限行程值设定为15mm,而最大再生制动力压力对应值设定为10巴。

[0034] 因此,当驾驶员在利用图3的映射图进行再生制动协同控制的过程中额外地压下制动踏板,从而使得踏板行程大于15mm(其为上限行程值)时,进入第二区间②,在第二区间②中,在保持再生制动扭矩的同时增加制动液压以满足驾驶员所要求的制动力,由此增大液压制动力。

[0035] 在这种情况下,在保持再生制动力的同时仅仅使液压制动力适当地增大和减小,以便满足根据踏板行程(其为驾驶员对踏板的压下程度)而变化的驾驶员要求的制动力。

[0036] 在第二区间②中,不控制作为常开(NO)阀的进口阀、作为常闭(NC)阀的出口阀以

及作为常开 (NO) 阀的牵引力控制 (TC) 阀的所有阀 (进口阀是打开的, 出口阀是关闭的, 而 TC 阀是打开的), 并且也不驱动 ESC 泵。

[0037] 在第二区间②中, 取决于踏板行程压力的产生具有如图4和图5中所示的滞后特性。

[0038] 也就是说, 当踏板行程增加到大于15mm的值时, 车轮制动器压力增大, 而随后踏板行程再次减小到15mm, 在图4的示例中车轮制动器压力为10巴, 并且当在图5的示例中的踏板行程达到20mm时, 车轮制动器压力为0巴。

[0039] 也就是说, 当踏板行程减小到15mm或更小时, 进入第一区间①, 并且仅仅需要利用再生制动扭矩来产生制动力, 然而在图4的示例中, 同时产生根据图3所示的‘踏板行程—压力’映射的再生制动扭矩和根据滞后现象的液压制动力, 从而导致出现制动力的叠加现象, 而在图5的示例中, 由于当踏板行程从20mm达到15mm时, 再生制动扭矩未发生改变, 因此制动力不会改变 (车轮制动器压力为0巴)。

[0040] 公开于本发明的背景部分的信息仅仅旨在加深对本发明的一般背景技术的理解, 而不应当被视为承认或以任何形式暗示信息构成已为本领域技术人员所公知的现有技术。

发明内容

[0041] 本发明的各个方面致力于提供一种用于混合动力电动车辆的制动控制方法, 当通过执行再生制动协同控制的混合动力电动车辆中增加制动踏板行程而从仅仅产生再生制动力的控制模式进入产生再生制动力和液压制动力二者的控制模式, 并且随后重新进入仅仅产生再生制动力的控制模式时, 所述制动控制方法能够解决与取决于踏板行程的液压滞后相关的问题。

[0042] 根据本发明的各个方面, 一种用于混合动力电动车辆的制动控制方法包括第一区间的控制模式和第二区间的控制模式, 所述第一区间的控制模式利用再生制动扭矩来控制电机的再生制动, 所述再生制动扭矩对应于根据基于踏板行程的‘踏板行程—压力’映射而确定的压力值, 所述踏板行程取决于制动踏板的操作; 当检测到比‘踏板行程—压力’映射中设定的上限行程值更大的踏板行程时, 所述第二区间的控制模式利用车轮制动器压力值来控制车轮制动器的液压, 所述车轮制动器压力值根据基于所检查到的踏板行程的‘踏板行程—车轮制动器压力’映射而确定, 所述方法可以包括: 在进入第二区间的控制模式之后, 利用电子稳定控制系统控制器 (Electronic Stability Control system controller, ESC ECU) 感测当由车轮制动器的压力传感器检测到的车轮制动器压力为‘0’时的时间; 根据‘踏板行程—车轮制动器压力’映射而利用ESC ECU来确定车轮制动器压力为‘0’时的踏板行程; 利用ESC ECU改变‘踏板行程—压力’映射, 将车轮制动器压力为‘0’时的踏板行程设定为‘踏板行程—压力’映射的上限行程值; 并且当取决于制动踏板操作的踏板行程减小到经改变的上限行程值或更小时, 利用ESC ECU重新进入第一区间的控制模式。

[0043] 在第一区间的控制模式中, 可以通过电机的再生制动来产生再生制动力以满足取决于制动踏板操作的驾驶员要求的总制动力, 并且在第二区间的控制模式中, 可以通过车轮制动器的液压控制来产生液压制动力, 以与在第一区间的控制模式中产生的最大再生制动力一同满足驾驶员要求的总制动力。

[0044] 在重新进入第一区间的控制模式之后, 可以应用第一区间的控制模式的‘踏板行

程—压力’映射,并且将该映射改变为这样的图:其连接经改变的上限踏板行程值中的最大再生制动力压力对应值与下限行程值中的0巴。

[0045] 所述图可以为线性图,并且该图的斜率A可以确定为 $A = (\text{最大再生制动力压力对应值}) / (\text{Str_p0} - \text{下限行程})$,其中,Str_p0是作为经改变的上限踏板行程值的车轮制动器压力为‘0’时的踏板行程值。

[0046] 当取决于在通过进入第一区间而执行的第一区间的控制模式的时候的制动踏板操作的踏板行程检测为是大于经改变的上限行程值的值时,可以进入第二区间的控制模式。

[0047] 因此,在根据本发明的混合动力电动车辆的制动控制方法中,能够解决当根据驾驶员的制动踏板压下程度(踏板行程)而执行第一区间和第二区间之间的过渡时所出现的取决于踏板行程的液压滞后问题。

[0048] 应当理解,此处所使用的术语“车辆”或“车辆的”或其它类似术语一般包括机动车辆,例如包括运动型多用途车辆(SUV)、大客车、卡车、各种商用车辆的乘用车,包括各种舟艇、船舶的船只,航空器等等,并且包括混合动力车辆、电动车辆、插电式混合动力车辆、氢动力车辆以及其它替代性燃料车辆(例如源于非石油能源的燃料)。正如此处所提到的,混合动力车辆是具有两种或更多动力源的车辆,例如汽油动力和电力动力两者的车辆。

[0049] 本发明的方法和装置具有其它的特性和优点,根据并入本文中的附图和随后的具体实施方案,这些特性和优点将是显而易见的,或者将进行详细陈述,这些附图和具体实施方案共同用于解释本发明的特定原理。

附图说明

[0050] 图1和图2为示出了在执行再生制动协同控制的混合动力电动车辆中,对于每个制动区间的控制模式的图。

[0051] 图3为示出了用于计算图1和图2的第一区间中的再生制动扭矩值的踏板行程—压力映射的图。

[0052] 图4和图5为示出了取决于图1和图2的第二区间中的踏板行程的压力产生的滞后特性的图。

[0053] 图6和图7为示意性地示出了执行本发明的制动控制的制动控制装置的配置图。

[0054] 图8为示出了混合动力电动车辆的再生制动协同控制过程的流程图。

[0055] 图9为示出了根据本发明示例性实施方案的液压滞后控制过程的流程图;并且

[0056] 图10A、图10B、图11A和图11B为示出了在液压滞后控制过程中改变的踏板行程—压力映射的图。

[0057] 应理解的是,附图不一定按比例,而是呈现出说明本发明基本原理的各种特征的有所简化的表现形式。在此公开的本发明的具体设计特征(例如,包括具体的尺寸、取向、位置和形状)将在一定程度上取决于特定的预期应用和使用环境。

具体实施方式

[0058] 下面将详细参考本发明的各个实施方案,这些实施方案的示例被显示在附图中并描述如下。尽管本发明将与示例性实施方案相结合进行描述,应当理解本说明书并非旨在

将本发明限制为那些示例性实施方案。相反,本发明旨在不但覆盖这些示例性实施方案,而且覆盖可以被包括在由所附权利要求所限定的本发明的精神和范围之内的各种选择形式、修改形式、等价形式及其它实施方案。

[0059] 本发明是为了解决现有技术中的制动控制的问题,即当根据制动踏板压下程度(踏板行程)而执行第一区间和第二区间之间的过渡时所出现的取决于踏板行程的液压滞后问题。

[0060] 也就是说,本发明提供一种改进的制动控制方法以处理在如下情况下出现的液压滞后现象:在执行再生制动协同控制的混合动力电动车辆中,当通过增加制动踏板行程而从仅产生再生制动力的第一区间进入产生再生制动力和液压制动力二者的第二区间,并且随后再次重新进入第一区间时。

[0061] 如图6和图7所示,执行本发明的制动控制的制动控制装置包括混合控制单元(HCU) 10、制动器电子控制单元(ECU) 11、电子稳定控制(ESC)系统12、电机控制单元(MCU) 13、主缸14、液压增压器15、车轮制动器16、根据驾驶员对制动踏板的操作而检测踏板行程的踏板行程传感器17、检测车轮制动器(例如,左前轮制动器和右前轮制动器)的车轮制动器压力的压力传感器、检测主缸的压力的压力传感器(未示出)等等。

[0062] 作为上端控制单元的HCU 10通过网络与在混合动力电动车辆中组成的每个控制单元进行连接,以控制车辆移动的所有操作和再生制动协同控制。

[0063] 制动器ECU 11通过网络与HCU 10连接以与HCU 10交换控制信息和分析信息,接收表示驾驶员制动请求的制动踏板行程传感器17的信号(即,踏板行程信号)以根据踏板行程确定驾驶员所需的制动力(总的制动力),分配用以满足驾驶员所需的制动力的再生制动力和液压制动力,并且随后,通过操作ESC 12来调整供应到车轮制动器16的制动油液的流动以产生所确定的液压制动力(液压制动力)。

[0064] ESC 12(在进行制动的时候,所述ESC 12控制车轮制动器16的制动液压以产生根据制动器ECU 11中的踏板行程信号而确定的液压制动力)包括:牵引力控制(TC)阀18、进口阀19、出口阀20以及低压蓄压器(LPA) 22,所述TC阀18通过液压增压器15而连接在主缸14与ESC泵21(可替代地,进口阀)之间;所述进口阀19连接在TC阀18与车轮制动器16(可替代地,出口阀)之间;所述出口阀20的一侧连接在进口阀19与车轮制动器16之间;所述LPA 22连接至出口阀20和ESC泵21。

[0065] TC阀18和进口阀19是常开(NO)型阀门,并且TC阀18用来通过关闭TC阀18而切断主缸14与ESC泵21之间的路径,以防止ESC泵21中产生的压力传递到主缸14,当主缸14中产生的液压传递到处于打开状态的进口阀19时,再生制动被解除,从而导致再生制动力减小,并且使得ESC泵21驱动。

[0066] 进口阀19用于将经由处于打开状态的TC阀18的输出端(可替代地,进口阀的输入端)路径而传递的液压传递到车轮制动器16。

[0067] 当再生制动力增加时,作为常闭(NC)型阀门的出口阀20用于通过将车轮制动器16的液压(即,从主缸供应至车轮制动器的液压)排放到处于打开状态的LPA 22来减小主缸14与车轮制动器16之间的管道压力。

[0068] 当需要比所允许的最大再生制动力更大的制动力时,ESC泵21泵送LPA 22的制动油液并且将所泵送的制动油液供应至车轮制动器16,以根据所增加的踏板行程来增加制动

压力。

[0069] 在这种情况下,出口阀20被控制为关闭状态。

[0070] 虽然未示出,但ESC 12包括ECU(即,ESC ECU),并且该ECU根据从制动器ECU 11接收的信号来控制ESC 12中的阀和泵的驱动。

[0071] 主缸14产生用于产生制动力所需的液压,并且经由ESC 12将所产生的液压供应至车轮制动器,液压增压器15用来增加主缸14的液压。

[0072] 车轮制动器16根据经由ESC 12供应的制动油液的压力而产生液压制动力(摩擦制动力),以限制车辆的车轮。

[0073] MCU 13通过网络与HCU 10连接以与HCU 10交换控制信息和分析信息,并且接收取决于从HCU 10输出的再生制动扭矩量的控制信号(再生制动扭矩命令),以通过电机执行再生制动扭矩控制,由此给电池充电。

[0074] 除了将描述如下并且将参考图1和图2的对于每个制动区间的控制模式和图8的流程图来进行描述的液压滞后控制之外,基于如上配置的制动控制装置的ESC的基本操作和利用ESC而进行的再生制动协同控制的基本过程与现有技术中的相同。

[0075] 当驾驶员在车辆以预定的速度行驶的时候通过压下制动踏板来请求制动(例如减速或停止)时,制动踏板行程传感器17检测取决于驾驶员的踏板压下程度的踏板行程,并且将检测信号(踏板行程信号)输出到制动器ECU 11,主缸14根据踏板行程而产生制动油液中的压力,并且制动器ECU 11通过主缸压力传感器识别主缸液压。

[0076] 从而,制动器ECU 11根据踏板行程信号来确定通过驾驶员要求的驾驶员所需的制动扭矩量(S10),根据驾驶员所需的制动扭矩量计算用于前轮制动的前轮制动扭矩量(S11),计算前轮制动扭矩量中可以通过再生制动来最大地进行制动的最大可用再生制动扭矩量,并且将所计算的最大可用再生制动扭矩量输出与传递到HCU 10(S12)。

[0077] 在这种情况下,HCU 10计算基于诸如电动机的RPM、电池充电状态、车辆速度、电动机温度等信息而最大地可允许的最大可允许再生制动扭矩量(S13),将所计算的最大可允许再生制动扭矩量与制动器ECU 11中所接收的最大可用再生制动扭矩量进行比较(S14),并将两个量之间的较小值确定为用于执行实际的再生制动的执行再生制动扭矩量,并且随后,将所确定的值输出和传递到MCU 13(S15)。

[0078] 因此,MCU 13根据所接收的执行再生制动扭矩量来执行对于电动机的再生制动扭矩控制(S16)。

[0079] 制动器ECU 11从在制动器ECU 11中计算的前轮制动扭矩量中减去从HCU 10接收的执行再生制动扭矩量(S17),并计算用于执行实际的液压制动的执行液压制动扭矩量,并且随后将所计算的执行液压制动扭矩量输出到ESC(ESC ECU)(S18)。

[0080] 因此,ESC 12根据从制动器ECU 11接收的执行液压制动扭矩量来执行液压制动控制,以控制液压制动扭矩(车轮制动器的制动液压,即,车轮液体压力)(S19)。

[0081] 接下来,将参考图1和图2来描述在再生制动协同控制期间利用ESC 12的液压制动控制过程。

[0082] 在再生制动协同控制期间,ESC 12根据对于如下所述的每个制动区间的控制模式来控制供应给车轮制动器16的制动液压。

[0083] 如图1所示,可以基于制动时的再生制动力将针对各个制动区间的控制模式进行

划分,将控制模式归类为:仅利用再生制动力来进行制动的第一区间①,将再生制动力连续地保持在最大值并且根据驾驶员对制动踏板的压下来增加制动液压的第二区间②,以及增加与通过解除再生制动而减少的再生制动力等量的制动液压的第三区间③。

[0084] 作为一个示例,第一区间①是驾驶员要求的制动力(可替代地,驾驶员所需的制动扭矩量)为对应于0.1g或更小的下降率的制动力的区间,在第一区间①中,仅仅利用电机的再生制动力来执行制动,而不需要液压制动力,并且从主缸14供应的制动液压通过打开ESC 12的出口阀20而被储存在LPA 22中,以防止车轮制动器16的制动液压增大。

[0085] 当驾驶员压下制动踏板时,在从主缸14直至车轮制动器的管道中产生液压,但在诸如第一区间的初始制动阶段可以仅仅利用再生制动力来执行所要求的车辆制动,从而,在通过打开ESC 12的出口阀20而将制动油液排放到LPA 22,以便使得第一区间中的液压的产生最小化并且利用排放的制动油液来减小从主缸14直至车轮制动器的管道压力的时候,根据驾驶员的踏板压下程度来执行增大和减小再生制动力的控制,而不进行液压制动。

[0086] 在第二区间②中,相对于再生制动力而言,仅仅保持在第一区间中增大与形成的最大值(最大再生制动力),而当由于驾驶员对制动踏板的额外压下而要求比再生制动力更大的制动力时,增加制动液压,以产生液压制动力。

[0087] 第二区间②是要求比可以由再生制动力输出的制动力更大的制动力的区间,在第二区间②中,关闭连接到LPA 22的出口阀20,以允许车轮制动器16接收根据驾驶员的踏板操作量而形成的主缸14的制动液压,并且可以因此根据制动踏板操作量来增大和减小车轮制动器16的制动液压。

[0088] 在第二区间②中,可以根据图4和图5中所示的‘踏板行程—车轮制动器压力’的映射来确定驾驶员的制动踏板操作量,即,对应于制动踏板行程传感器17的信号值(即,踏板行程值)的制动液压。

[0089] 第三区间③是这样的区间:在该区间中,再生制动被解除,从而使得再生制动量减小,并且在该区间中,增加与再生制动力的减小量等量的液压制动力,以便满足驾驶员要求的总制动力,为此,通过驱动ESC泵21而将存储在LPA 22中的制动液压供应至车轮制动器16,以增大车轮制动器16的液压。

[0090] 在这种情况下,为了使得液压仅仅对车轮制动器16产生影响,而不会对主缸14产生影响,将TC阀18关闭。

[0091] 随后,当液压达到目标压力时,停止对ESC泵21的驱动。

[0092] 在相关技术的系统中,存在单独的踏板模拟器,并且液压增压器直接控制从主缸到车轮制动器的管道压力,但在图6和图7的使用ESC的系统中,省略了踏板模拟器。

[0093] 在通过ESC 12进行的再生制动过程中,通过控制供应至车轮制动器16的液压来执行再生制动协同控制,在这种情况下,在再生制动协同控制期间液压增压器15的助力用于产生基本液压,通过驱动ESC 12来实现液压的增加。

[0094] 除了类似于如图2所示的图1的控制模式的第一至第三区间①、②和③之外,针对各个制动区间的控制模式(制动力控制模式)还可以进一步包括第四区间④。

[0095] 在图1的第一至第三区间的再生制动协同控制期间利用ESC而进行的液压制动力控制过程执行如上,并且在第三区间之后可以包括第四区间④,在图2的示例中,在第三区间,总制动力不会减小并且保持与第二区间相同,即使在除了第三区间之外的第四区间中,也

能通过液压制动而使总制动力保持相同。

[0096] 因此,ESC 12中的各个阀18至20和泵21按照如下给出的表1中所示的操作模式来进行操作。

[0097] [表1]

区间	制动之前	制动期间的操作模式				制动之后 (解除)
		第一区间	第二区间	第三区间	第四区间	
[0098] 阀	进口阀 (ON)	打开	打开	打开	打开	打开
	出口阀 (NC)	关闭	打开	关闭	关闭	关闭
	TC阀 (ON)	打开	打开	打开	关闭	关闭
	泵	关	关	关	开	关

[0099] 接下来,将参考图9描述根据本发明的液压滞后控制过程。

[0100] 在液压滞后控制过程中,使用到检测安装在每个车轮处的车轮制动器的车轮制动器压力(制动压力)的车轮制动器压力传感器,当假设车轮制动器安装在执行再生制动协同控制的普通轻便型混合动力电动车辆中的左前轮和右前轮处时,可以使用总共两个车轮制动器压力传感器,这两个车轮制动器压力传感器分别安装在左轮的车轮制动器和右轮的车轮制动器处以检测对应的车轮制动器的车轮制动器压力。

[0101] 将由每个车轮制动器压力传感器输出的压力检测信号(即表示车轮制动器压力(车轮制动器的制动液压)的信号)输入到ESC ECU中。

[0102] 首先,当驾驶员压下制动踏板,并且因此驾驶员要求的制动力增加到大于最大再生制动力的水平时,即,当由制动踏板行程传感器17检测到的踏板行程大于图3的映射中所示的上限行程值15mm时,由于仅仅利用再生制动力不能够满足驾驶员要求的制动力,因此进入额外地产生液制动力的第二区间②。

[0103] 当进入第二区间②,并且随后ESC ECU根据车轮制动器压力传感器的信号确定车轮制动器压力(即,车轮制动器的制动压力)减小时(S11),ESC ECU根据车轮制动器压力传感器的信号来感测当车轮制动器压力(制动压力)为‘0’时的时间(S12)。

[0104] 在本文中,当车轮制动器压力为‘0’时的时间指的是当在左前轮处检测到的车轮制动器压力和右轮处检测到的车轮制动器压力的平均压力为‘0’时的时间。

[0105] 如上所述,当车轮制动器压力(制动压力)为‘0’时,车轮制动器压力为‘0’的踏板行程Str_p0的值根据在第二区间②中的车轮制动液压控制中使用到的图4和图5所示的‘踏板行程—车轮制动器压力’映射而计算得出。

[0106] 在图4的映射中,当进入第二区间②,随后踏板行程减小并且车轮制动器压力减小到‘0’时,踏板行程Str_p0为10mm,而在图5的映射中,当车轮制动器压力为‘0’时,踏板行程Str_p0为20mm。

[0107] 在第一区间①中,在用于再生制动控制(具体而言,确定驾驶员要求的制动力(=再生制动力)和再生制动扭矩)的图3的映射中,驾驶员要求的制动力为‘0’时的下限行程值为2mm,而最大再生制动力压力对应值设定为10巴。

[0108] 因此,当在车轮制动器压力为‘0’时获取了踏板行程Str_p0的值之后,将所获得的值重设为上限行程值,随后,当通过制动踏板行程传感器17检测到的踏板行程减小到重设的上限行程值或者更小时,进入第一区间①,并且如图10A至图11B中所示,用于确定驾驶员

要求的制动力和再生制动扭矩的图3的映射发生改变,并且应用改变了的映射(S14)。

[0109] 也就是说,通过利用图10B或图11B中所示的‘踏板行程—压力’映射,确定第一区间①中用于产生再生制动力的驾驶员要求的制动力,并且确定用于执行电机再生制动控制以满足驾驶员要求的制动力的再生制动扭矩值。

[0110] 参考图10B和图11B,将用于基于踏板行程信号来确定是否从第二区间②进入第一区间①的上限行程值改变为对应于车轮制动器压力为‘0’的踏板行程Str_p0的值,并且将在进入第一区间①后的连接在上限行程值处设定的10巴的最大再生制动力压力对应值与在下限行程值处的0巴的线形图用作根据第一区间①中的踏板行程来确定驾驶员要求的制动力的映射图。

[0111] 在本文中,可以通过下面的等式来确定映射图的斜率A。

[0112] $A = (\text{最大再生制动力压力对应值}) / (\text{Str_p0} - \text{下限行程})$ 。

[0113] 例如,图10B中所示的‘踏板行程—压力’映射的映射图的斜率A成为(10巴)/(10mm-2mm)=1.25,而图11B中所示的‘踏板行程—压力’映射的映射图的斜率A成为(10巴)/(20mm-2mm)=0.56。

[0114] 当取决于驾驶员的制动踏板操作的踏板行程值大于从第二区间②重新进入第一区间①之后最新改变的上限行程值时,再次进入第二区间②(S15)。

[0115] 为了方便解释和精确限定所附权利要求,术语“上”、“下”、“内”和“外”被用于参考附图中所显示的这些特征的位置来描述示例性实施方案的特征。

[0116] 前面对本发明具体示例性实施方案所呈现的描述是出于说明和描述的目的。前面的描述并不旨在成为穷举的,也并不旨在把本发明限制为所公开的精确形式,显然,根据上述教导很多改变和变化都是可能的。选择示例性实施方案并进行描述是为了解释本发明的特定原理及其实际应用,从而使得本领域的其它技术人员能够实现并利用本发明的各种示例性实施方案及其不同选择形式和修改形式。本发明的范围意在由所附权利要求书及其等价形式所限定。

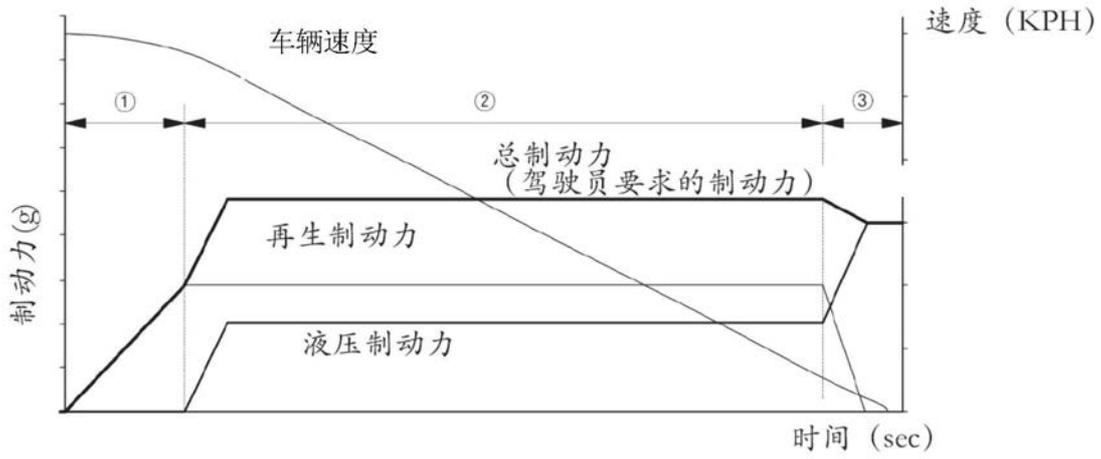


图1

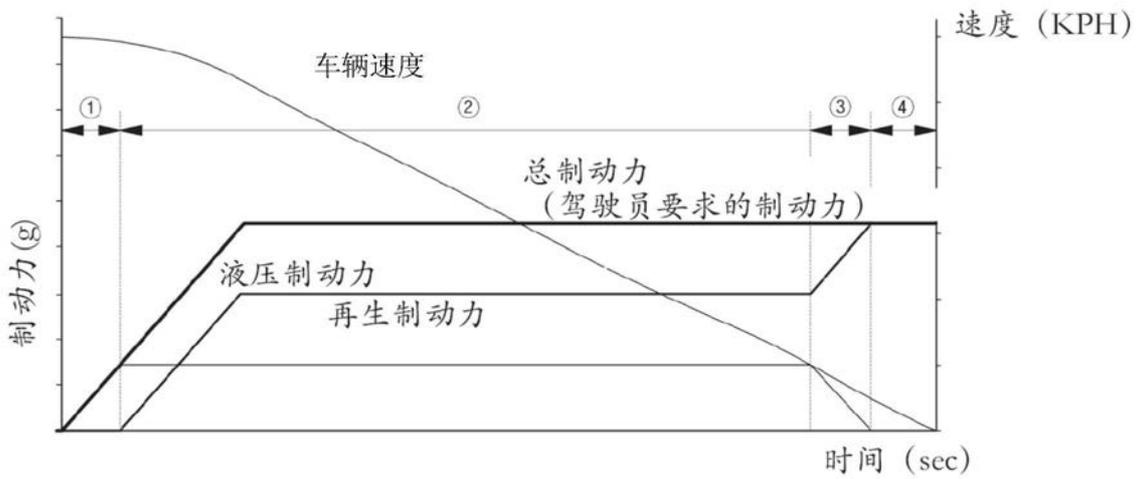


图2

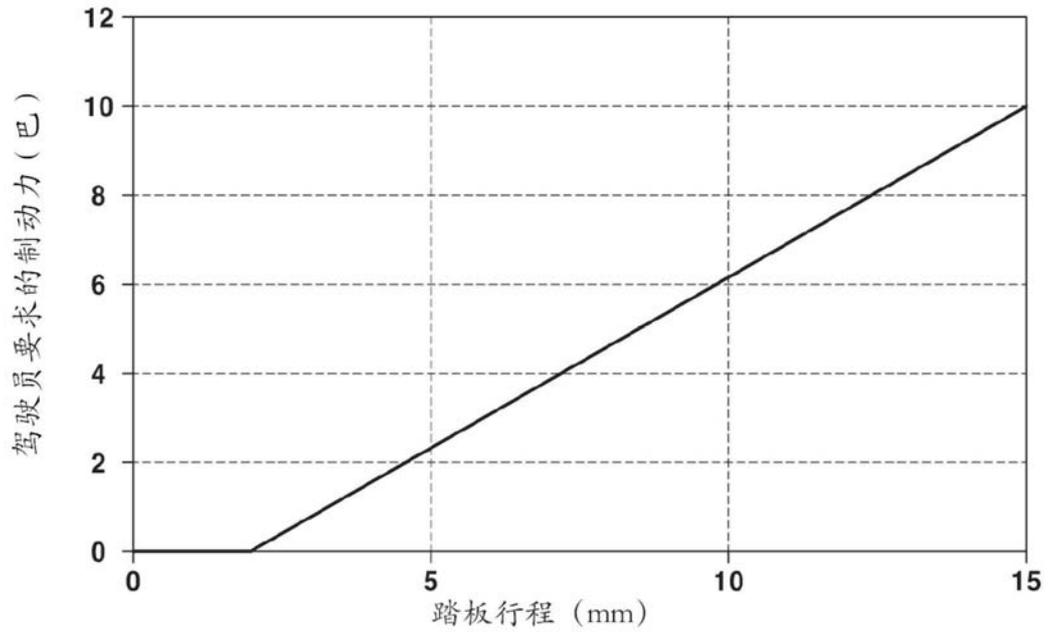


图3

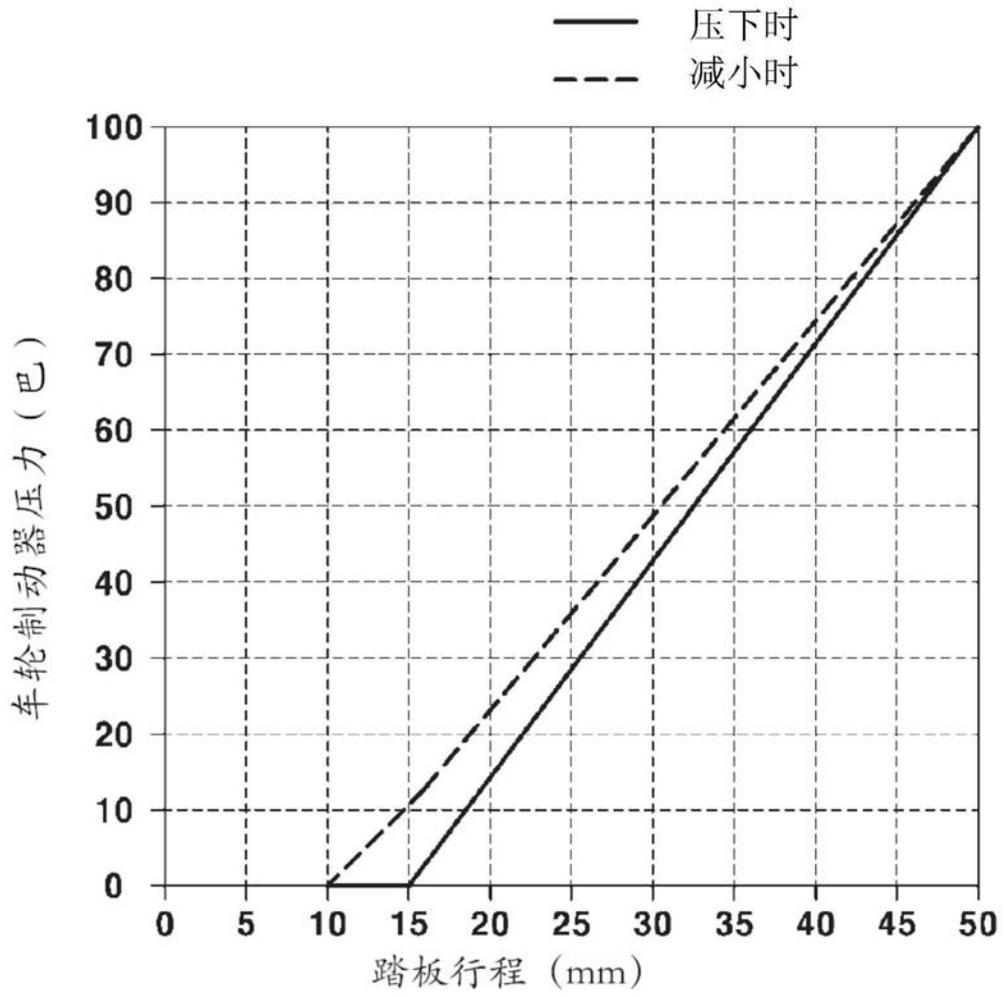


图4

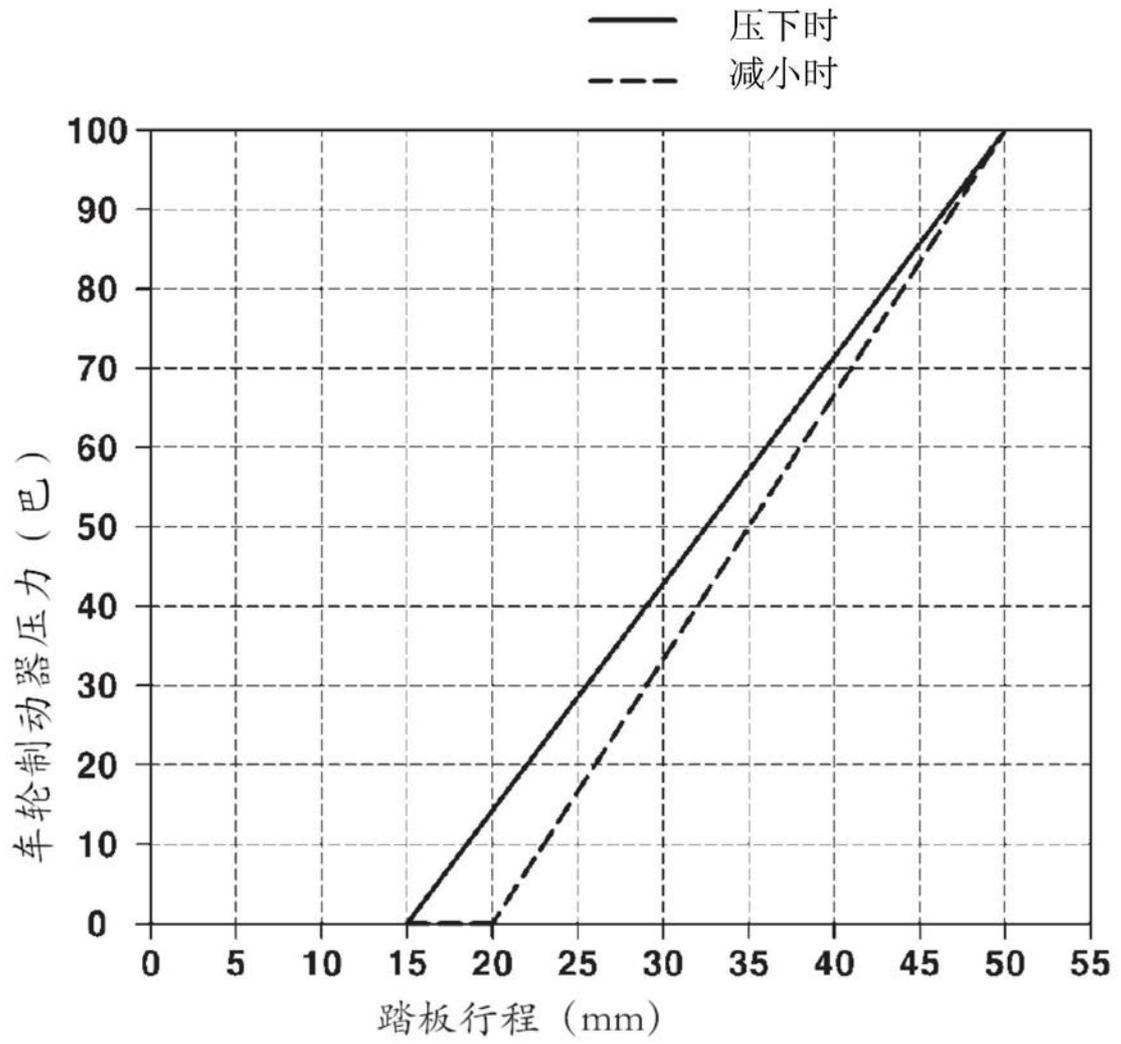


图5

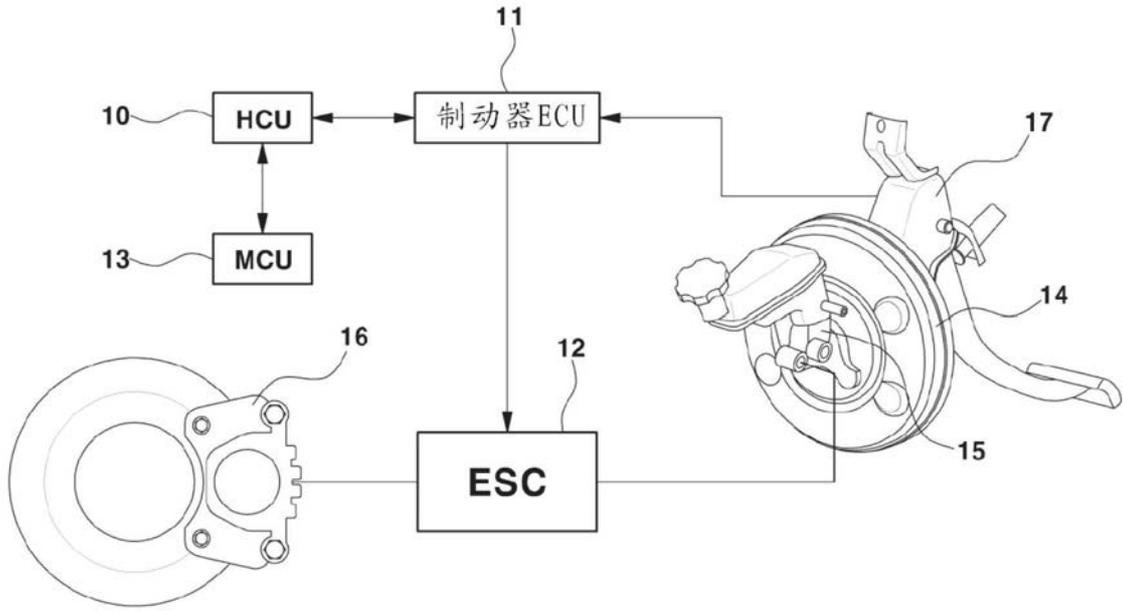


图6

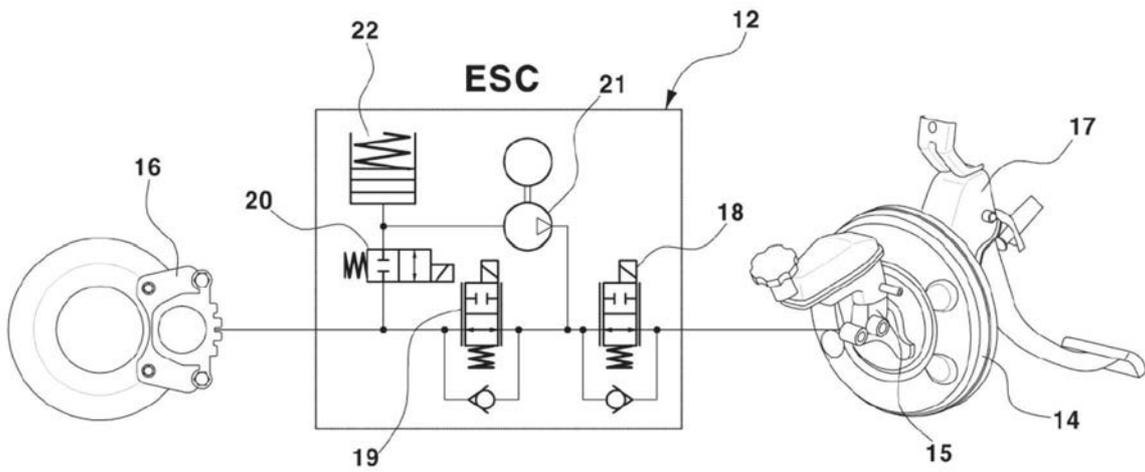


图7

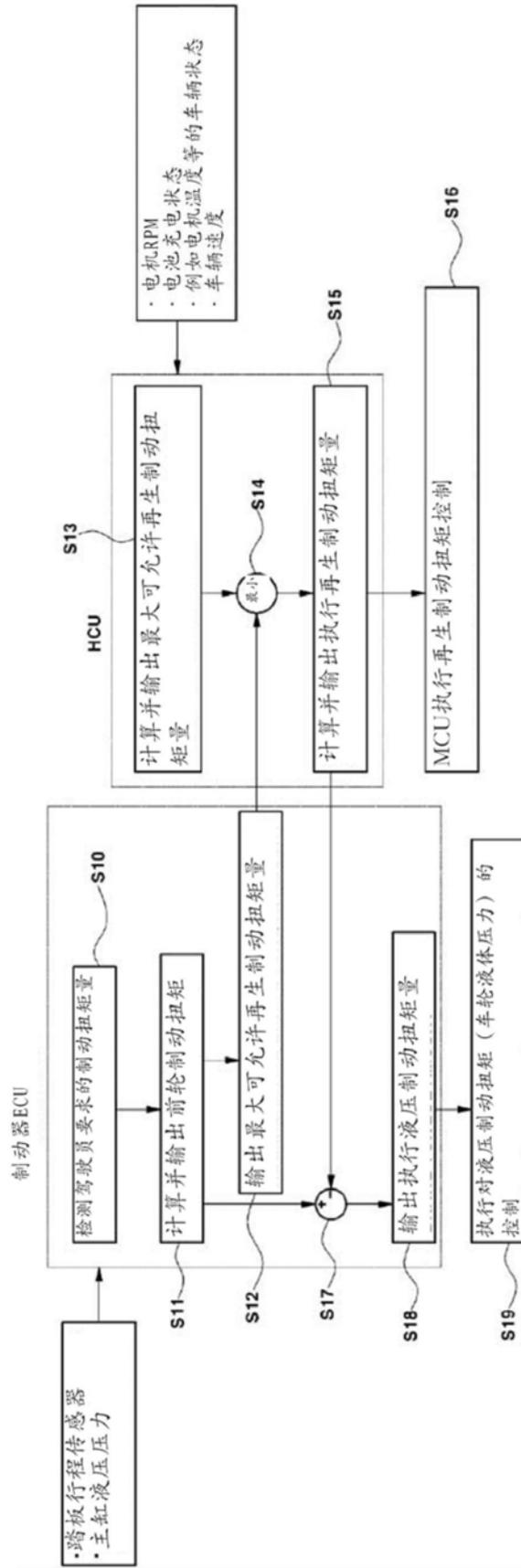


图8

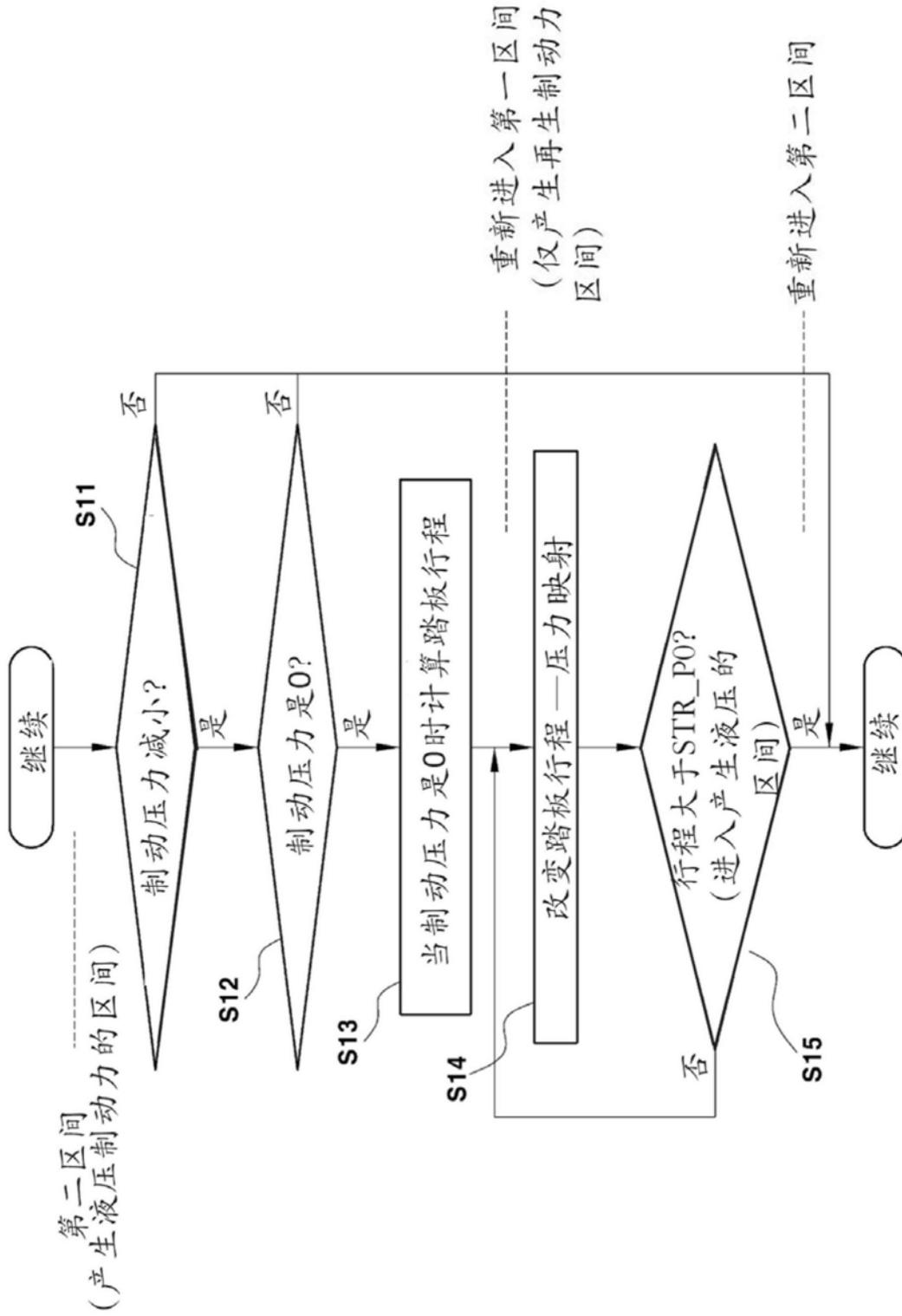


图9

—— 驾驶员要求的制动力

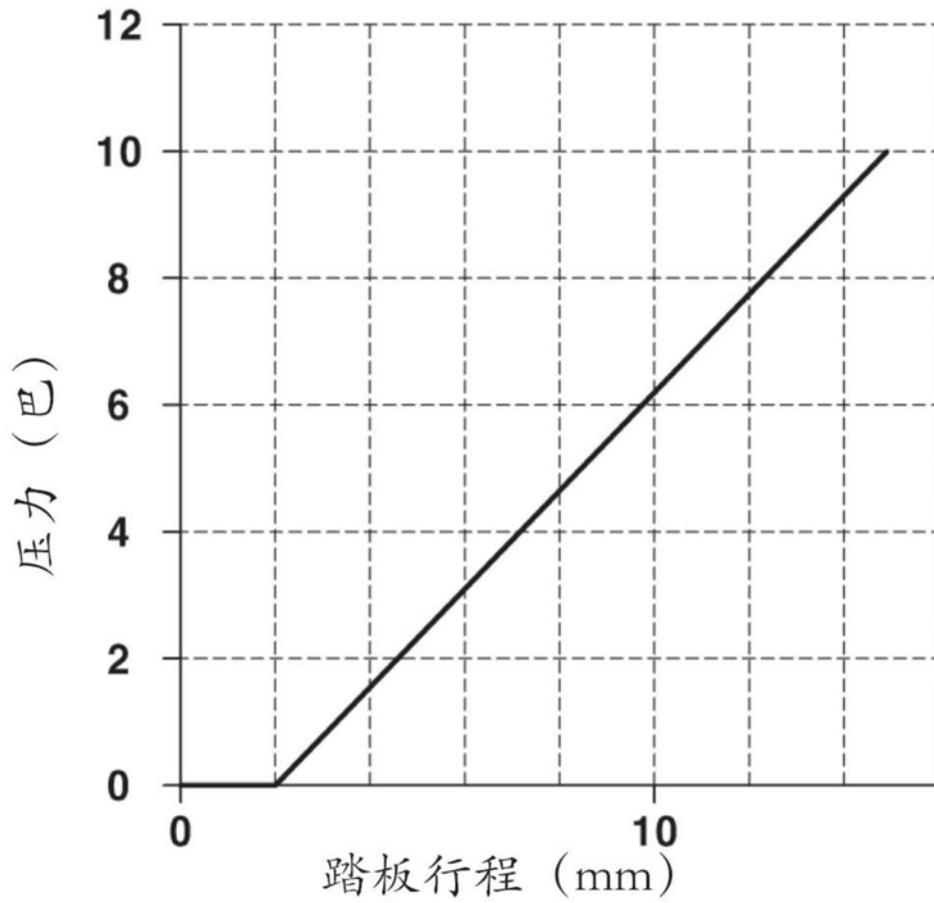


图10A

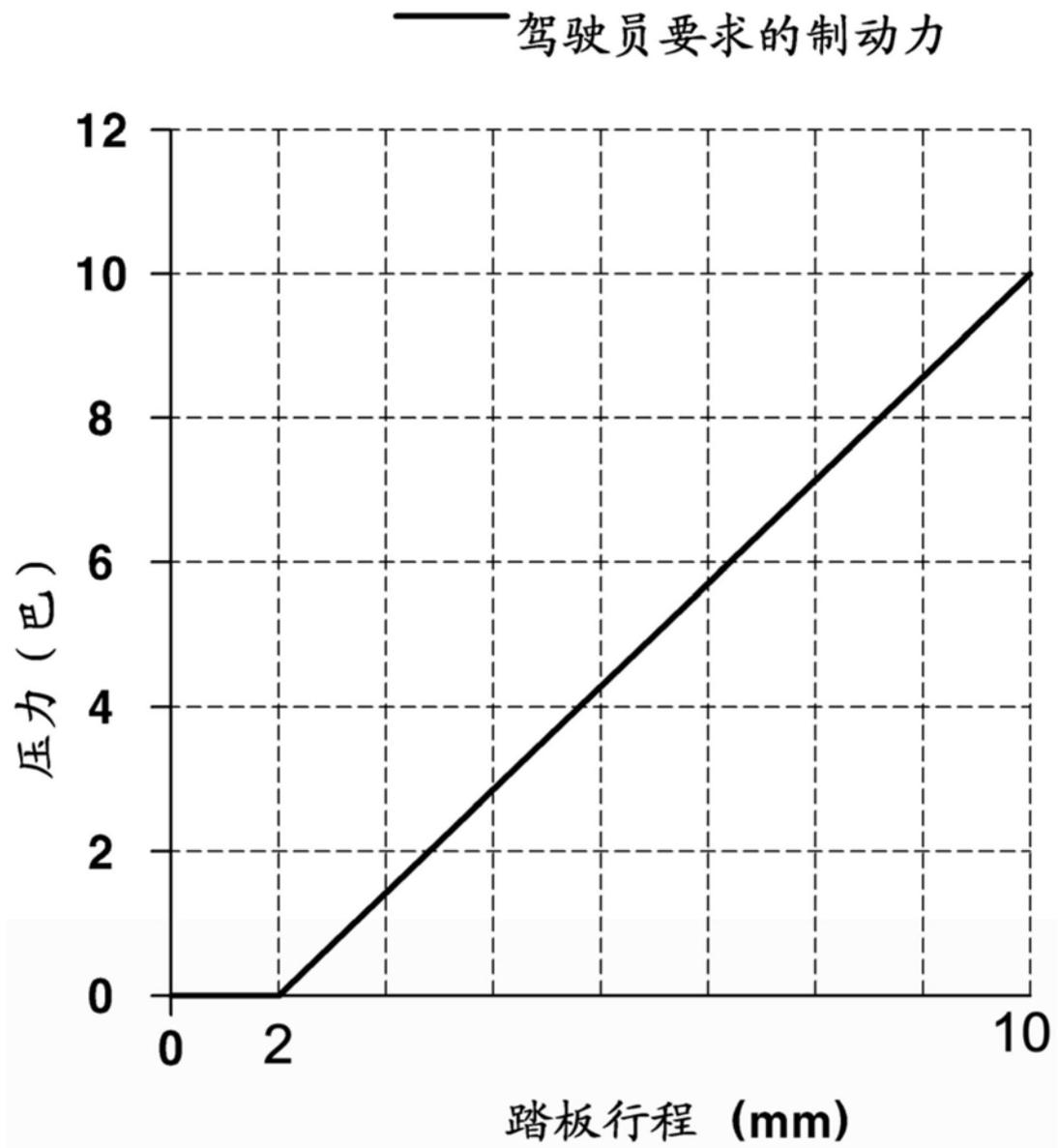


图10B

——驾驶员要求的制动力

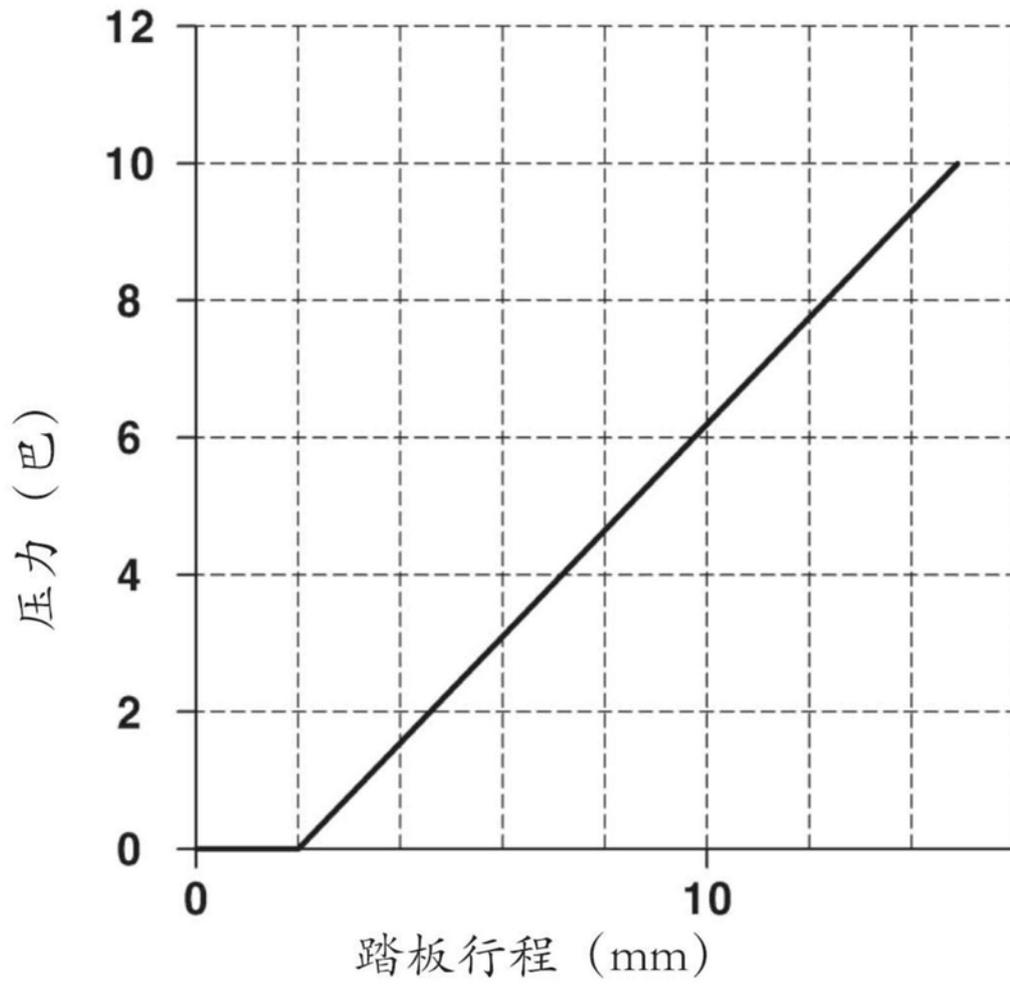


图11A

—— 驾驶员要求的制动力

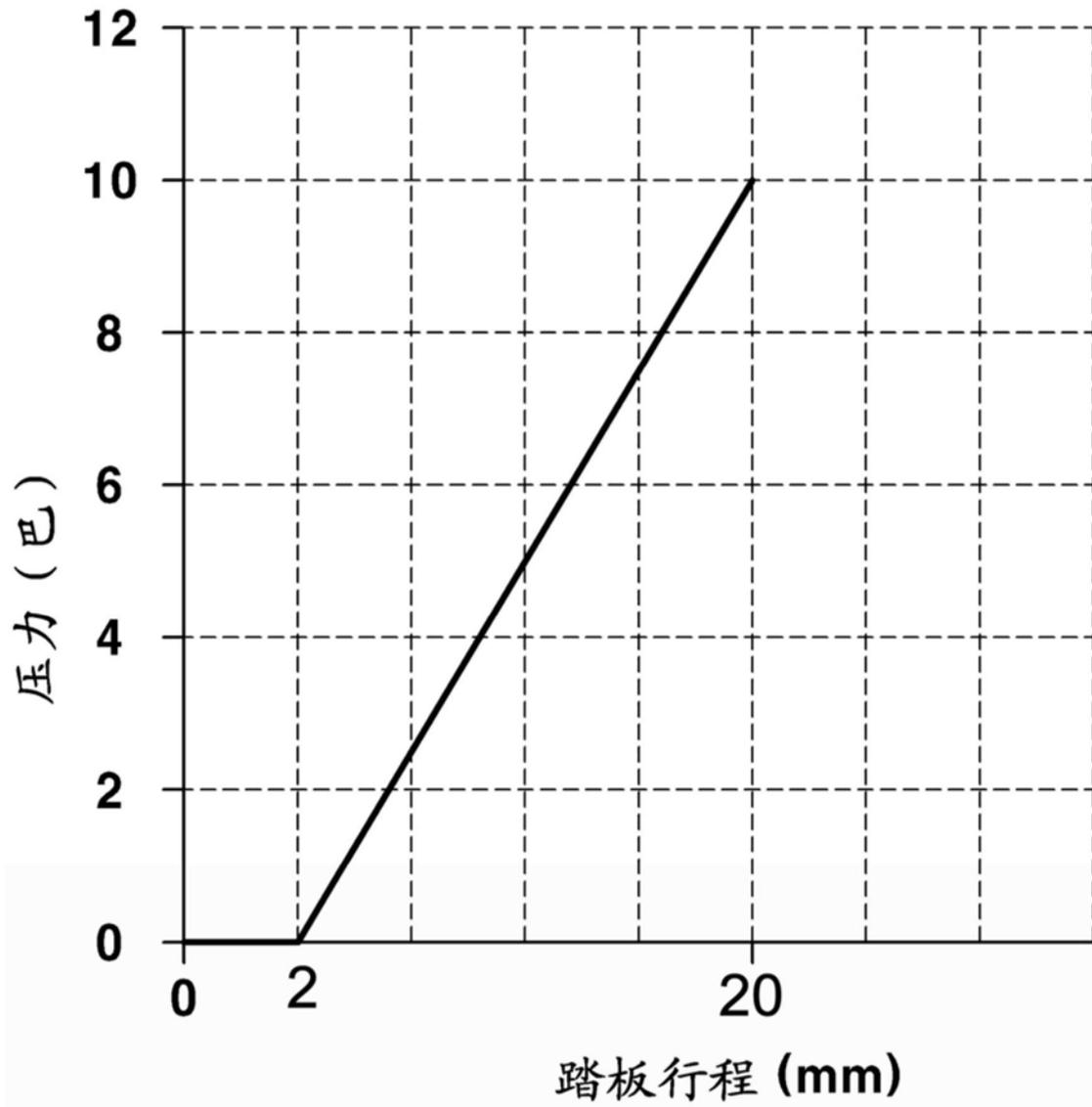


图11B