



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104340202 A

(43) 申请公布日 2015.02.11

(21) 申请号 201410354281.0

B60T 8/17(2006.01)

(22) 申请日 2014.07.23

(30) 优先权数据

2013-152773 2013.07.23 JP

(71) 申请人 株式会社爱德克斯

地址 日本爱知县刈谷市

申请人 丰田自动车株式会社

(72) 发明人 村田俊介 半泽雅敏 白木崇裕

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 潘炜 黄霖

(51) Int. Cl.

B60T 17/22(2006.01)

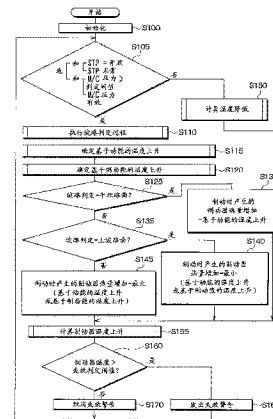
权利要求书1页 说明书12页 附图6页

(54) 发明名称

制动器温度检测设备和电动停车制动器控制设备

(57) 摘要

本发明涉及制动器温度检测设备和电动停车制动器控制设备。在一个方面中,提供了一种制动器温度检测设备,该制动器温度检测设备:获取基于动能的温度上升,该基于动能的温度上升为当行驶的车辆中产生的动能通过制动转化成热能时发生的制动器热量增加;获取基于制动能的温度上升,该基于制动能的温度上升为从当制动器的摩擦材料压靠于摩擦目标材料时的作功量计算出的制动器热量增加;判定车辆行驶的路面的倾斜状况;以及根据在制动中产生的制动器热量增加检测制动器温度。该制动器温度检测设备基于倾斜状况选择所述基于动能的温度上升或所述基于制动能的温度上升作为在制动中产生的制动器热量增加并且实现制动器温度检测。



1. 一种制动器温度检测设备,包括:

第一获取装置,所述第一获取装置获取基于动能的温度上升,所述基于动能的温度上升为当行驶的车辆中产生的动能通过制动而转化成热能时所发生的制动器热量增加;

第二获取装置,所述第二获取装置获取基于制动能的温度上升,所述基于制动能的温度上升为从当制动器的摩擦材料压靠于摩擦目标材料时的作功量计算出的制动器热量增加;

坡路判定装置,所述坡路判定装置判定所述车辆行驶的路面的倾斜状况;以及

温度检测装置,所述温度检测装置根据在制动中产生的制动器热量增加来检测制动器温度;

其中,根据由所述坡路判定装置做出的判定结果,所述温度检测装置选择所述基于动能的温度上升或所述基于制动能的温度上升作为所述在制动中产生的制动器热量增加并且实现制动器温度检测。

2. 根据权利要求1所述的制动器温度检测设备,其中,所述温度检测装置通过在所述坡路判定装置判定出所述车辆行驶的路面是平坦路面时选择所述基于动能的温度上升并且通过在所述坡路判定装置判定出所述车辆行驶的路面是倾斜路面时选择所述基于制动能的温度上升来实现所述制动器温度检测。

3. 根据权利要求1所述的制动器温度检测设备,其中,所述温度检测装置在所述坡路判定装置判定出所述车辆行驶的路面是平坦路面时选择所述基于动能的温度上升,并且所述温度检测装置在所述坡路判定装置判定出所述车辆行驶的路面是上坡路面时通过选择所述基于动能的温度上升或所述基于制动能的温度上升中的较小一者来设定上限保护。

4. 根据权利要求1或3所述的制动器温度检测设备,其中,所述温度检测装置在所述坡路判定装置判定出所述车辆行驶在平坦路面上时选择所述基于动能的温度上升,并且所述温度检测装置在所述坡路判定装置判定出所述车辆行驶在下坡路面上时通过选择所述基于动能的温度上升或所述基于制动能的温度上升中的较大一者来设定下限保护。

5. 根据权利要求1至3中任一项所述的制动器温度检测设备,其中,所述坡路判定装置检测所述车辆行驶的倾斜路面的坡度并且根据所检测的坡度判定所述倾斜路面的倾斜状况;并且,所述温度检测装置通过根据由所述坡路判定装置检测的所述倾斜路面的坡度而执行使用了所述基于动能的温度上升和所述基于制动能的温度上升的加权运算来运算所述在制动中产生的制动器热量增加。

6. 一种用于控制电动停车制动器的电动停车制动器控制设备,所述电动停车制动器控制设备驱动马达以产生用于使摩擦材料压靠于摩擦目标材料的挤压力并且通过在所述摩擦材料与所述摩擦目标材料之间引起摩擦而产生制动力,所述电动停车制动器控制设备包括:

锁定控制装置,所述锁定控制装置通过如下方式来执行锁定控制:驱动马达以产生所述挤压力并使所述电动停车制动器产生制动力、在所述制动力达到目标制动力时停止所述马达的驱动、并且维持所述制动力以实现锁定状态;

其中,所述锁定控制装置根据由如权利要求1至3中任一项所述的制动器温度检测设备检测的制动器温度来设定终止所述锁定控制的正时。

制动器温度检测设备和电动停车制动器控制设备

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请基于 2013 年 7 月 23 日提交的日本专利申请 No. 2013-152773 并且在本文中通过参引合并了 2013 年 7 月 23 日提交的日本专利申请 No. 2013-152773。

技术领域

[0003] 本申请涉及一种能够准确地检测制动器温度的制动器温度检测设备,并且涉及一种用于根据制动器温度控制电动停车制动器(在下文中称作 EPB)的电动停车制动器控制设备。

背景技术

[0004] 常规地,PTL1 中提出了一种用于根据制动器温度进行控制的制动失效警告产生设备。该设备计算与制动器温度对应的制动器热量,并且根据经计算的制动器热量发出制动失效警告以警告已经发生制动失效。该设备根据制动器热量和从车辆的速度计算的减速度发出制动失效警告。更具体地,预先确定行驶中的车辆的动能与当动能通过制动转化成热能时要产生的热量之间的关系,然后通过基于热的关系将车辆的动能转化成制动器热量来确定制动器热量。如果经计算的制动器热量不小于引起制动失效的失效热量,则判定已经发生制动失效。另外,如果根据车辆的速度计算的车辆的减速度(在下文中简称为减速度)低于根据制动时主缸(在下文中称作 M/C)压力计算的预期值,则发出制动失效警告,因为判定产生了不充分的制动效果。

发明内容

[0005] 然而,尽管能够对制动器热量与失效热量进行比较来判定是否已经发生失效,但是在计算制动器热量时可能发生误差。因而,可能根据错误的制动器热量做出已经发生失效的结论。这可能导致发出错的失效警告。另外,不充分的制动效果根据减速度来检测。然而,当车辆沿下坡方向行进时,重力加速度添加到减速度。因此,可能判定减速度低于预期值。因此,如果根据错误的制动器热量判定已经发生失效,则在减速度低于预期值时发出失效警告。因此,更加准确地计算制动器热量是重要的。换言之,更加准确地检测制动器温度是必要的。

[0006] 鉴于上述情况,本发明的目的在于提供一种能够更加准确地检测制动器温度的制动器温度检测设备和一种能够根据准确的制动器温度控制 EPB 的 EPB 控制设备。

[0007] 为了实现上述目的,根据本发明的第一方面,提供了一种制动器温度检测设备,包括:第一获取装置,所述第一获取装置获取基于动能的温度上升,所述基于动能的温度上升为当行驶的车辆中产生的动能通过制动而转化成热能时所发生的制动器热量增加;第二获取装置,所述第二获取装置获取基于制动能的温度上升,所述基于制动能的温度上升为从当制动器的摩擦材料压靠于摩擦目标材料时的作功量计算出的制动器热量增加;坡路判定装置,所述坡路判定装置判定所述车辆行驶的路面的倾斜状况;以及温度检测装置,所述温

度检测装置根据在制动中产生的制动器热量增加来检测制动器温度；其中，根据由所述坡路判定装置做出的判定结果，所述温度检测装置选择所述基于动能的温度上升或所述基于制动能的温度上升作为所述在制动中产生的制动器热量增加并且实现制动器温度检测。

[0008] 如上所述，基于动能的温度上升和基于制动能的温度上升均被计算 / 运算以根据倾斜形式选择它们中的最优一者。因此，能够使计算的制动器温度更接近于实际制动器温度。

[0009] 根据本发明的第二方面，提供了一种如在第一方面所述的制动器温度检测设备，其中，所述温度检测装置通过在所述坡路判定装置判定出所述车辆行驶的路面是平坦路面时选择所述基于动能的温度上升并且通过在所述坡路判定装置判定出所述车辆行驶的路面是倾斜路面时选择所述基于制动能的温度上升来实现所述制动器温度检测。

[0010] 如上所述，当坡路判定装置判定出车辆行驶在平坦路面上时，基于动能的温度上升与制动器热量的实际增加基本上相同。因此，基于动能的温度上升应当用作制动时产生的制动器热量增加。当坡路判定装置判定出车辆行驶在倾斜路面上时，受到重力加速度分量影响。因此，制动器温度检测可以通过选择基于制动能的温度上升来实现。

[0011] 根据本发明的第三方面，提供了一种如在第一方面所述的制动器温度检测设备，其中，所述温度检测装置在所述坡路判定装置判定出所述车辆行驶的路面是平坦路面时选择所述基于动能的温度上升，并且所述温度检测装置在所述坡路判定装置判定出所述车辆行驶的路面是上坡路面时通过选择所述基于动能的温度上升或所述基于制动能的温度上升中的较小一者来设定上限保护。

[0012] 当车辆行驶在上坡路面上时，受到重力加速度影响，使得车辆的速度的变化不仅仅由至制动器热量的转化引起。因此，重力加速度的影响包括在根据车辆的速度和重量计算的动能变化中。因此，基于动能的温度上升的值为通过将重力加速度的影响添加到制动器热量的转化结果所获得的值。因此，基于动能的温度上升的值可能大于实际制动器热量的转化结果。因此，当车辆行驶在上坡路面上时，如果基于动能的温度上升大于基于制动能的温度上升，则通过使用基于制动能的温度上升的值来设定上限保护，因为基于动能的温度上升的值是不准确的。换言之，基于动能的温度上升或基于制动能的温度上升中的较小一者用作在制动时产生的制动器热量增加以避免使用基于动能的温度上升，该基于动能的温度上升计算成大于其实际值。

[0013] 根据本方面的第四方面，提供了一种如在第一方面或第三方面所述的制动器温度检测设备，其中，所述温度检测装置在所述坡路判定装置判定出所述车辆行驶在平坦路面上时选择所述基于动能的温度上升，并且所述温度检测装置在所述坡路判定装置判定出所述车辆行驶在下坡路面上时通过选择所述基于动能的温度上升或所述基于制动能的温度上升中的较大一者来设定下限保护。

[0014] 当车辆行驶在下坡路面上时，受到重力加速度影响，使得车辆的速度的变化不仅仅由至制动器热量的转化引起。因此，重力加速度的影响包括在根据车辆的速度和重量计算的动能变化中。因而，基于动能的温度上升的值为通过从对制动器热量转化的结果减去重力加速度的影响所获得的值。因此，基于动能的温度上升的值可能小于实际制动器热量的转化结果。因此，当车辆行驶在下坡路面上时，如果基于动能的温度上升小于基于制动能的温度上升，则通过使用基于制动能的温度上升的值来设定下限保护，因为基于动能的温

度上升的值是不准确的。换言之,基于动能的温度上升或基于制动能的温度上升中的较小一者用作在制动时产生的制动器热量增加,以避免使用基于动能的温度上升,该基于动能的温度上升计算成小于其实际值。

[0015] 根据本发明的第五方面,提供了一种如在第一方面至第四方面中任一方面所述的制动器温度检测设备,其中,所述坡路判定装置检测所述车辆行驶的倾斜路面的坡度并且根据所检测的坡度判定所述倾斜路面的倾斜状况;并且,所述温度检测装置通过根据由所述坡路判定装置检测的所述倾斜路面的坡度而执行使用了所述基于动能的温度上升和所述基于制动能的温度上升的加权运算来运算所述在制动中产生的制动器热量增加。

[0016] 如上所述,制动时产生的制动器热量增加通过根据倾斜路面的坡度执行加权来设定。这使得能够根据倾斜路面的坡度来设定制动时产生的制动器热量的准确增加。

[0017] 根据本发明的第六方面,提供了一种用于控制电动停车制动器的电动停车制动器控制设备,所述电动停车制动器控制设备驱动马达以产生用于使摩擦材料压靠于摩擦目标材料的挤压力并且通过在所述摩擦材料与所述摩擦目标材料之间引起摩擦而产生制动力,所述电动停车制动器控制设备包括:锁定控制装置,所述锁定控制装置通过如下方式来执行锁定控制:驱动马达以产生所述挤压力并使所述电动停车制动器产生制动力、在所述制动力达到目标制动力时停止所述马达的驱动、并且维持所述制动力以实现锁定状态;其中,所述锁定控制装置根据由如第一方面至第五方面中任一方面所述的制动器温度检测设备检测的制动器温度来设定终止所述锁定控制的正时。

[0018] 如上所述,锁定控制的控制时刻/正时或锁定控制的控制计数根据计算的制动器温度来设定。因此,即使热缓发生,也能够产生足以保持车辆停车的期望的制动力。

附图说明

[0019] 图 1 是示出了应用了根据本发明的第一实施方式的 EPB 控制设备的车辆制动系统的概观的示意图。

[0020] 图 2 是详细示出了基于制动器温度检测结果的失效警告过程的流程图。

[0021] 图 3 是示出了 M/C 压力与减速度之间的关系的映射。

[0022] 图 4 是示出了在失效警告过程期间计算的基于动能的温度上升和基于制动能的温度上升以及实际制动器温度与根据基于动能的温度上升和基于制动能的温度上升计算的制动器温度之间的关系的时刻/正时图。

[0023] 图 5 是详细示出了通过包括在根据本发明的第二实施方式的 EPB 控制设备中的 EPB-ECU 执行的失效警告过程的流程图。

[0024] 图 6 是详细示出了通过包括在根据本发明的第三实施方式的 EPB 控制设备中的 EPB-ECU 执行的失效警告过程的流程图。

[0025] 图 7 是示出了通过 EPB-ECU 执行的锁定控制中目标马达电流与制动器温度之间的关系的关系的视图。

具体实施方式

[0026] 现在将参照附图描述本发明的实施方式。在实施方式的下面的描述中,彼此相同或等同的元件通过相同的附图标记表示。

[0027] (第一实施方式)

[0028] 现在将描述本发明的第一实施方式。在第一实施方式的描述中,将后轮系统采用盘式制动类型的 EPB 的车辆制动系统作为示例来说明。图 1 是示出了应用了根据本实施方式的 EPB 控制设备的车辆制动系统的概观的示意图。下面的描述将参照图 1 给出。

[0029] 如图 1 中所示,车辆制动系统包括行车制动器 1 和 EPB2。行车制动器 1 根据由驾驶员施加的制动踏板力产生制动力。EPB2 在车辆停车时锁定车辆的车轮以防止车辆运动。

[0030] 行车制动器 1 通过下述步骤产生制动力:在驾驶员踩踏制动踏板 3 时引起制动助力器 4 增大由驾驶员施加的制动踏板力;根据增大的制动踏板力在主缸 (M/C) 5 内产生制动流体压力;以及将制动流体压力传递至包括在用于每个车轮的制动机构内的轮缸(在下文中称作 W/C) 6。在 M/C5 与 W/C6 之间设置有用于调节制动流体压力的致动器 7。该致动器 7 构造成能够调节由行车制动器 1 产生的制动力以及执行用于增强车辆的安全性的各种控制功能(比如 ABS 控制功能)。

[0031] 由致动器 7 提供的各种控制功能由 ESC(电子稳定性控制)-ECU8 来执行。例如,ESC-ECU8 通过输出用于控制包括在致动器 7 中的各种控制阀和泵驱动马达的控制电流来控制包括在致动器 7 中的制动流体压力回路并且控制 W/C 压力。例如,当施加正常制动时,致动器 7 将在 M/C5 中产生的 M/C 压力照原样传递至 W/C6。然而,例如,当进行 ABS 控制时,致动器 7 控制各种控制阀的开/关并且控制泵驱动马达以增加或减小 W/C 压力,从而防止车轮被锁定。另外,致动器 7 可以通过驱动各种控制阀和泵驱动马达自动地施加 W/C 压力。当不产生 M/C 压力或者当要产生高于 M/C 压力的 W/C 压力时,致动器 7 可以根据自动加压功能产生高制动力。致动器 7 的结构是周知的并且将不对其进行详细描述。然而,致动器 7 例如包括各种控制阀、各种泵以及泵驱动马达。

[0032] 同时,EPB2 通过 EPB 控制设备 9(在下文中称作 EPB-ECU) 控制。EPB-ECU9 驱动马达 10 来控制制动机构,从而产生制动力。

[0033] EPB-ECU9 包括周知的微型计算机,该微型计算机例如具有 CPU、ROM、RAM 和 I/O 设备。根据例如存储在 ROM 中的程序,EPB-ECU9 控制马达 10 的旋转以提供停车制动控制,比如锁定控制和释放控制。在锁定的情况下,马达 10 被驱动以产生使制动片 11 压靠制动盘 12 的挤压力。这引起 EPB2 产生制动力。当制动力达到目标制动力时,马达 10 的驱动被停止,使得制动力被维持以实现和保持锁定的状态。在释放控制的情况下,马达 10 沿与马达 10 被驱动进行锁定控制的方向相反的方向被驱动。这释放了使制动片 11 压靠制动盘 12 的挤压力。当制动片 11 与制动盘 12 分离了预定距离时,马达 10 的驱动被停止以实现释放的状态。

[0034] EPB-ECU9 和 ESC-ECU8 通过提供车载 LAN(局域网)的 CAN 通信链接而彼此交换信息。当进行停车制动控制时,EPB-ECU9 获取例如由 ESC-ECU8 处理的车速信息、指示停车灯开关的状态(在下文中称作 STP)的 STP 信息、以及 M/C 压力信息。ESC-ECU8 从轮速传感器(未示出)、STP 和 M/C 压力传感器获取检测信号,并且根据检测信号获取车速信息、STP 信息和 M/C 压力信息。因此,这些信息片通过 CAN 通信链接被传输至 EPB-ECU9。

[0035] 另外,EPB-ECU9 输入例如指示安装在车室内的仪表板(未示出)上的操作开关 (SW) 20 的操作状态的信号和用于检测车辆的纵向加速度的加速度传感器 21 的检测信号,并且根据例如操作开关 (SW) 20 的操作状态和车辆的纵向加速度驱动马达 10。此外,

EPB-ECU9 将指示锁定的状态或释放的状态的信号输出至安装在仪表板上的锁定 / 释放指示灯 22。当检测到 EPB2 的故障或产生失效警告时, EPB-ECU9 将指示这种状况的信号输出至显示设备 23。

[0036] 更具体地, EPB-ECU9 包括各种功能性部段, 用以执行停车制动控制功能, 比如检测马达 10 的上游或下游的马达电流 (在马达 10 中流动的电流) 的马达电流检测功能、计算 / 运算用于结束锁定控制的目标马达电流 (目标电流值) 的目标马达电流计算功能、判定马达电流是否已经达到目标马达电流的功能、以及根据操作开关 (SW) 20 的操作状态控制 EPB2 的功能。EPB-ECU9 通过根据操作开关 (SW) 20 的状态和根据马达电流使马达 10 沿着正常方向或反向方向旋转或停止马达 10 的旋转来控制 EPB2。

[0037] 设置用于每个车轮的制动机构为用于根据本实施方式在车辆制动系统中产生制动力的机械结构。用于前轮系统的制动机构构造成在操作行车制动器 1 时产生制动力。然而, 用于后轮系统的制动机构通常构造成在操作行车制动器 1 或者 EPB2 时产生制动力。不像用于后轮系统的制动机构, 由于消除了用于根据 EPB2 的操作产生制动力的机构, 用于前轮系统的制动机构为通常已经使用的制动机构。

[0038] 通常已经使用用于前轮系统的制动机构, 该制动机构根据行车制动器 1 的操作产生制动力。例如通过日本未审核的专利申请公报 NO. JP-A-2010-58536, 用于后轮系统的制动机构也成为周知, 该制动机构根据行车制动器 1 和 EPB2 的操作产生制动力。因此, 此处将不详细描述这些制动机构的结构。

[0039] 现在将描述停车制动控制, EPB-ECU9 通过使用如上述地构造的车辆制动系统和通过使用各种功能性部段和存储在内置 ROM (未示出) 中的程序提供该停车制动控制。然而, 用于进行锁定控制和释放控制的正常过程与先前执行的过程相同, 该正常过程在停车制动控制过程内执行。因此, 下面将描述本发明特有的基于制动器温度检测的失效警告过程和基于制动器温度检测的锁定控制方法。

[0040] 图 2 是详细示出了基于制动器温度检测结果的失效警告过程的流程图。失效警告过程例如在点火开关 (在下文中称为 IG) 被开启以启动 EPB-ECU9 时在每个预定控制循环期间被执行。

[0041] 在失效警告过程中, 制动器温度通过计算制动器温度的增加量来检测, 并且根据检测的制动器温度发出失效警告。另外, 当在失效警告过程中实现制动器温度检测时, 制动器温度检测的结果用来确定在锁定控制期间使制动片 11 压靠于制动盘 12 的挤压力。

[0042] 制动器温度的增加量表示在每个控制循环期间制动机构的温度的增加量, 或者更具体地, 在每个控制循环期间制动片 11 的温度的增加量。因而, 温度增加的总量表示从失效警告过程的进行起的温度增加量。因此, 制动器温度通过将环境温度添加到温度增加的总量来确定。

[0043] 在正常条件下, 假定在进行失效警告过程时的制动器温度等于环境温度。然而, 如果 IG 关闭时刻与 IG 返回打开时刻之间的间隔极其短, 则制动器温度可能不会充分地降低。在该情形下, 制动器温度可能高于环境温度。然而, 在 IG 关闭之后, 通常经过足够的时间段以降低制动器温度。即使 IG 关闭的时刻与 IG 打开的时刻之间的间隔是短的, 制动器温度在车辆行驶时也会减小 / 降低。因此, 假定制动器温度在失效警告过程初始化时等于环境温度是合理的。实际中, 制动器温度通过将环境温度添加到温度增加的总量来确定。然而,

由于制动器温度在发出失效警告时是很高的,因此环境温度是可忽略的。因此,假定温度增加的总量大致表示制动器温度。

[0044] 如图 2 中所示,首先,在步骤 100 中,执行正常的初始化过程以重置标志和重置存储的值。在完成步骤 100 时,处理继续至步骤 105。在步骤 105 中执行制动判定过程以判定制动是否在进行中。本实施方式也判定用于制动判定过程的传感器是否为正常的。更具体地,执行步骤 105:以 (1) 判定 STP 是否打开 / 开启和是否为正常的;以 (2) 判定 M/C 压力是否高于用于假定制动踏板 3 被下压的阈值和 M/C 压力是否为有效的;以及判定是否建立了条件 (1) 和条件 (2) 中的至少一者。这些判定顺序根据 EPB-ECU9 已经从 ESC-ECU8 获取的信息来执行。

[0045] 替代方案是仅执行判定顺序 (1) 或仅执行判定顺序 (2)。另一替代方案是在不需要判定 STP 是否正常和 M/C 压力是否有效的情况下完成步骤 105。然而,在本实施方式中,为了冗余度,执行所有上述判定顺序。

[0046] 如果在步骤 105 中的询问的答案为“是”,则处理继续至步骤 110。在步骤 110 中,执行坡路判定过程以判定车辆行驶的路面的状态 / 状况 (例如,倾斜程度)。执行坡路判定过程以判定车辆行驶的路面是否为平坦路面、下坡路面或上坡路面。现在将参照用于指示 M/C 压力与减速度之间的关系关系的图 3 中示出的映射描述坡路判定过程。

[0047] M/C 压力与减速度彼此相关并且大致彼此成比例。然而,如果 M/C 压力保持不变,则减速度由于重力加速度而在车辆行驶在下坡路面上时低于车辆行驶在平坦路面上时的减速度。另外,如果 M/C 压力保持不变,则减速度由于重力加速度而在车辆行驶在上坡路面上时高于车辆行驶在平坦路面上时的减速度。因而,M/C 压力与减速度之间的相关性改变以改变指示该相关性的线性函数的截距。换言之,在产生预定的 M/C 压力时获得的减速度为车辆行驶在下坡路面上时的下坡减速度或车辆行驶在上坡路面上时的上坡减速度。因此,M/C 压力与减速度之间的关系通过当车辆行驶在下坡路面上时 M/C 压力与下坡减速度之间的关系来表示并且通过当车辆行驶在上坡路面上时 M/C 压力与上坡减速度之间的关系来表示。

[0048] 在这种情况下,考虑到 M/C 压力传感器和加速度传感器 21 的变化,围绕指示当车辆行驶在平坦路面上时具有的 M/C 压力与减速度之间的关系关系的线性函数设定死区。在死区内执行平坦路判定过程。在处于死区外侧的相对于相同的 M/C 压力提供高的减速度的区域中执行上坡判定过程。在处于死区外侧的相对于相同的 M/C 压力提供低的减速度的区域中执行下坡判定过程。更具体地,当平坦路减速度为参考减速度并且实际减速度低于通过将下坡减速度 (负值) 添加到与产生的 M/C 压力对应的参考减速度所获得的值时,判定车辆行驶在下坡路面上。另外,当实际减速度高于通过将上坡减速度 (正值) 添加到与产生的 M/C 压力对应的参考减速度所获得的值时,判定车辆行驶在上坡路面上。此外,当实际减速度处于通过将下坡减速度 (负值) 添加到参考减速度所获得的值与通过将上坡减速度 (正值) 添加到参考减速度所获得的值之间时,判定车辆行驶在平坦路面上。坡路判定过程以上述方式完成。

[0049] 接着,处理继续至步骤 115。在步骤 115 中,执行动能计算以计算由动能引起的制动器热量增加。该制动器热量具有温度的维度。由动能引起的制动器热量的增加为假定当在车辆中产生的动能转化成制动力时在制动器上产生的热量的增加。由动能引起的制动器

热量的增加在下文中将称作基于动能的温度上升。例如,预先确定了在车辆中产生的动能与假定当动能转化成制动力时要产生的热量之间的关系。然后,基于动能的温度上升通过将车辆的动能转化成热量来确定。当车辆的重量是 m 并且车速是 v 时,在车辆中产生的动能表达为 $1/2 \times mv^2$ 。因此,EPB-ECU9 通过从 ESC-ECU8 获取车速信息确定动能,并且根据预定关系取得与所确定的动能对应的基于动能的温度上升。

[0050] 接着,处理继续至步骤 120。在步骤 120 中,执行制动能计算以计算由通过制动产生的能所引起的制动器热量的增加。该制动器热量具有温度的维度。由制动能所引起的制动器热量的增加为可能地从当车辆通过制动减速时产生的能取得的热量的增加——即,根据当作为摩擦材料的制动片 11 压靠于作为摩擦目标材料的制动盘 12 时做出的工作量 / 的功量计算的热量的增加。由制动能引起的制动器热量的增加在下文中称作基于制动能的温度上升。例如,预先确定了由当车辆通过制动减速时的制动力所消耗的能与可能地从该能取得的热量之间的关系。另外,基于制动能的温度上升通过将车辆的制动能转化为热量来确定。制能为 W/C 压力——即,用于使制动片 11 压靠制动盘 12 的挤压力——与在制动期间做出的车轮的转数——即,制动距离——的乘积。因此,EPB-ECU9 从 ESC-ECU8 获取车速信息,从 M/C 压力信息确定制动能,以及根据预定关系取得与所确定的制动能对应的基于制动能的温度上升。

[0051] 接着,处理继续至步骤 125。执行步骤 125 以判定通过在步骤 110 中执行的坡路判定过程所产生的判定结果是否指示车辆行驶在平坦路面上。

[0052] 当要计算在制动时产生的制动器热量的增加时,可以使用前述基于动能的温度上升或者基于制动能的温度上升。基于动能的温度上升为通过将动能——该动能通过车辆的速度和重量表示——转化成制动器热量获得的值。该值基本上是准确的。该基于制动能的温度上升为根据制动距离和 W/C 压力计算的值。然而,制动片 11 与制动盘 12 之间的摩擦系数——该摩擦系数包括在数学表达式中——很可能随着环境(例如,环境温度和湿度)变化。因此,基于制动能的温度上升不如基于动能的温度上升准确。

[0053] 基本上,如上所述,基于动能的温度上升比基于制动能的温度上升准确。因此,优选的是使用基于动能的温度上升。然而,当车辆行驶在倾斜路面上时,基于动能的温度上升由于根据倾斜路面的坡度的重力加速度的影响而存在误差。在这种情况下,与基于动能的温度上升相比,基于制动能的温度上升可能更能准确地表示在制动时产生的制动器热量增加。

[0054] 在这种情况下,如果在步骤 125 中的询问的答案为“是”,则处理继续至步骤 130。在步骤 130 中,基于动能的温度上升被选择作为在制动时产生的制动器热量增加。在制动时产生的制动器热量增加具有温度的维度。另一方面,如果在步骤 125 中的询问的答案为“否”,则处理继续至步骤 135。执行步骤 135 以判定由坡路判定过程所产生的判定结果是否指示车辆行驶在上坡路面上。这使得能够根据倾斜 / 坡道形式选择基于动能的温度上升或基于制动能的温度上升中的较合适一者。

[0055] 更具体地,如果由坡路判定过程产生的判定结果指示车辆行驶在上坡路面上,则处理继续至步骤 140。在步骤 140 中,基于动能的温度上升或基于制动能的温度上升中的较小一者用作在制动时产生的制动器热量增加。当车辆行驶在上坡路面上时,通过重力加速度进行影响使得车速的变化不是仅由至制动器热量的转化引起。因此,重力加速度的影响

包括在根据车辆的速度和重量计算的动能变化中。因而,基于动能的温度上升的值为通过将重力加速度的影响添加到制动器热量的转化结果获得的值。因此,基于动能的温度上升的值可能大于实际制动器热量的转化结果。因此,当车辆行驶在上坡路面上时,如果基于动能的温度上升大于基于制动能的温度上升,则通过使用基于制动能的温度上升的值设定上限保护,因为基于动能的温度上升的值被确定为不准确的。换言之,基于动能的温度上升或基于制动能的温度上升中的较小一者用作在制动时产生的制动器热量增加以避免使用基于动能的温度上升,该基于动能的温度上升被计算成大于其实际值。

[0056] 另一方面,如果由坡路判定过程所产生的判定结果指示车辆行驶在下坡路面上,则处理继续至步骤 145。在步骤 145 中,基于动能的温度上升或基于制动能的温度上升中的较大一者用作在制动时产生的制动器热量增加。当车辆行驶在下坡路面上时,也通过重力加速度进行影响,使得车速的变化不仅由至制动器热量的转化引起。因此,重力加速度的影响包括在根据车辆的速度和重量计算的动能变化中。因而,基于动能的温度上升的值为通过从至制动器热量的转化结果减去重力加速度影响获得的值。因此,基于动能的温度上升的值可能小于实际制动器热量的转化结果。因此,当车辆行驶在下坡路面上时,如果基于动能的温度上升小于基于制动能的温度上升,则通过使用基于制动能的温度上升的值来设定下限保护,因为基于动能的温度上升的值被确定是不准确的。换言之,基于动能的温度上升或基于制动能的温度上升中的较大一者用作在制动时产生的制动器热量增加以避免使用基于动能的温度上升,该基于动能的温度上升被计算成小于其实际值。

[0057] 如上所述,当车辆行驶在平坦路面、上坡路面或下坡路面上时,在车辆通过制动减速时,引起制动器热量的增加。同时,如果在步骤 105 中产生的判定结果指示车辆没有处于制动下,则处理继续至步骤 150。在步骤 150 中,执行温度降低计算过程。当车辆没有处于制动下时,制动器被冷却,因为在制动片 11 与制动盘 12 之间没有摩擦发生。由冷却引起的温度减小 / 降低根据牛顿冷却定律来计算,该牛顿冷却定律阐述了冷却的速率与制动器温度和环境温度之间的差成比例。此处,温度减小表示在每个计算循环期间引起的制动器温度的减小。

[0058] 在制动时产生的制动器热量的减小或通过冷却引起的温度的减小被计算之后,处理继续至步骤 155。在步骤 155 中,计算制动器温度的增加量。更具体地,如果车辆通过制动减速,则在制动时产生的制动器热量的增加——这些制动器热量的增加在步骤 130、步骤 140 和步骤 145 中被设定——被加在一起以计算制动器温度的增加量。另一方面,如果车辆没有处于制动下,则温度减小被从制动器温度的累积的增加量减去以计算考虑冷却结果的制动器温度的增加量。这使得能够计算从失效警告过程的开始起的制动器温度的增加量。

[0059] 接着,处理继续至步骤 160。执行步骤 160 以判定失效判定阈值是否被制动器温度——即,通过将制动器温度的增加量添加到环境温度所获得的值——超过。如果失效判定阈值被超过,则处理继续至步骤 165 并且发出失效警告。在另一方面,如果失效判定阈值没有被超过,处理继续至步骤 170 并且取消 / 解除失效警告。以此方式,完成了失效警告过程。

[0060] 图 4 是示出了在失效过程期间计算的基于动能的温度上升和基于制动能的温度上升以及实际制动器温度与根据基于动能的温度上升和基于制动能的温度上升计算出的制动器温度之间的关系时刻 / 正时图。

[0061] 如图 4 中所示,当判定车辆行驶在平坦路面上时,基于动能的温度上升用作在制动期间产生的制动器热量增加。由于基于动能的温度上升大致等于制动器热量的实际增加,因此检测的制动器温度接近于实际制动器温度。

[0062] 如果车辆随后行驶在上坡路面上,则基于动能的温度上升或基于制动能的温度上升中的较小一者用作在制动时产生的制动器热量增加。在路面变成上坡路面之后的一定时段内,基于动能的温度上升基本上用作在制动时产生的制动器热量增加。然而,当重力加速度的影响由于上坡路面而增加从而引起基于动能的温度上升超过基于制动能的温度上升时,基于制动能的温度上升随后用作在制动时产生的制动器热量增加。如果基于动能的温度上升继续地用作在制动时产生的制动器热量的增加,则通过使用基于动能的温度上升计算的制动器温度可能超过如在图 4 中用虚线指示的判定阈值。然而,当基于制动能的温度上升用作在制动时产生的制动器热量的增加时,能够避免下述情况:错误计算的制动器温度超过失效判定阈值,从而发出失效警告。

[0063] 如果车辆随后行驶在下坡路面上,基于动能的温度上升或基于制动能的温度上升中较大一者用作在制动时产生的制动器热量增加。在路面变成下坡路面之后的特定时段内,基于动能的温度上升基本上用作在制动时产生的制动器热量增加。然而,当重力加速度的影响由于下坡路面而增加从而引起基于动能的温度上升减小至基于制动能的温度上升以下时,基于制动能的温度上升随后用作在制动时产生的制动器热量增加。如果基于动能的温度上升继续地用作在制动时产生的制动器热量增加,则通过使用基于动能的温度上升计算的制动器温度减小至实际制动器温度以下,如在图 4 中通过虚线所指示的。然而,当基于制动能的温度上升用作在制动时产生的制动器热量的增加时,能够产生下述情况:计算的制动器温度更接近于实际制动器温度。

[0064] 如上所述,基于动能的温度上升和基于制动能的温度上升都在失效警告过程中被计算以根据倾斜形式选择它们中的最优一者。因此,能够使计算的制动器温度较接近于实际制动器温度。因此,能够避免下述情况:错误计算的制动器温度超过失效判定阈值,从而发出失效警告。

[0065] 另外,可以根据如上所述计算的制动器温度对 EPB2 进行锁定控制。如果制动器温度在 EPB2 被启动时是很高的,则制动片 11 由于随后的冷却而热收缩。然后,发生热缓,在热缓中由 EPB2 产生的制动力减小。因此,能够在考虑热缓的情况下设定终止锁定控制场合的时刻/正时以及锁定控制场合的数量。更具体地,能够设定停止马达 10 的时刻、锁定控制的第一场合的终止与在锁定控制的下一场合再次实现锁定的状态的时刻之间的时间间隔、以及锁定控制场合的数量——在每个锁定控制场合中再次实现锁定的状态。

[0066] 例如,当 EPB-ECU9 控制 EPB2 时,马达 10 中流动的电流对应于强加在马达 10 上的载荷。强加在马达 10 上的载荷对应于从制动片 11 施加至制动盘 12 的挤压力。因此,EPB-ECU9 检测马达电流。当马达电流已经达到目标马达电流时,从制动片 11 施加至制动盘 12 的挤压力变成期望的挤压力。然后,EPB-ECU9 确定通过 EPB2 施加的制动力已经达到目标制动力并且相应地停止驱动马达 10。因此,维持了通过 EPB2 产生期望的制动力的状况,甚至在车辆停车时亦是如此。

[0067] 在以上情况下,目标马达电流通过目标马达电流计算过程来计算。应当在考虑制动器温度的情况下执行目标马达电流计算过程以计算目标马达电流。例如,当系数(或对

应于制动器温度的系数项) 被限定和设定为使得目标马达电流随着制动器温度的增加而增加时, 能够产生足以保持车辆停车的期望的制动力, 即使在车辆停车时制动片 11 被冷却至低温也是如此。

[0068] 根据该操作, 在车辆停车之后的锁定控制的第一场合处目标马达电流与制动器温度之间的关系可以确定为图 7 的图表中的线 30。锁定控制的终止时刻 / 正时随着目标马达电流变大而变迟。

[0069] 另外, 期望的制动力也能够通过计算 EPB-ECU9 对 EPB2 重新执行锁定控制所需要的时间以及对 EPB2 重新执行锁定控制的场合的数量来产生。当车辆停车时, 热缓的程度根据在锁定控制的第一场合处 / 时的制动器温度变化。因此, 应当根据在执行锁定控制的第一场合处的制动器温度计算重新执行锁定控制所需要的时间以及重新执行锁定控制的场合的数量。例如, 如果制动器温度在车辆停车的第一场合处执行锁定控制时是很高的, 则停车温度快速降低, 因为制动器温度大大地不同于环境温度。这增加了热缓的程度。因此, 能够在车辆停车时通过在锁定控制的第一场合后经过较短的一段时间之后再次执行锁定控制以及通过在经过另一特定时间段之后再次执行锁定控制来产生期望的制动力。在一方面, 当在第一场合处执行锁定控制时, 如果制动器温度是低的, 则能够在车辆停车时通过在锁定控制的第一场合后经过较长的一段时间之后再次执行锁定控制来产生期望的制动力以保持车辆停车。

[0070] 因此, 即使发生热缓, 用于保持车辆停车的期望的制动力也可以通过下述步骤来产生: 如上所述的那样计算制动器温度; 根据计算的制动器温度计算用于锁定控制的目标马达电流; 根据目标马达电流确定锁定控制的终止时刻; 根据制动器温度计算锁定控制的恢复所需要的时间和锁定控制的场合 / 时机的数量; 以及重新执行锁定控制。

[0071] (第二实施方式)

[0072] 现在将描述本发明的第二实施方式。第二实施方式在坡路判定过程方面不同于第一实施方式并且在其他方面与第一实施方式相同。因此, 下面的描述仅针对第二实施方式与第一实施方式之间的差别。

[0073] 图 5 是详细示出了根据第二实施方式通过 EPB-ECU9 执行的失效警告过程的流程图。该失效警告过程在坡路判定过程方面不同于图 2 中示出的根据第一实施方式的失效警告过程。

[0074] 具体地, 根据第二实施方式的坡路判定过程通过步骤 180 而不是图 2 中示出的步骤 110 执行。具体地, 执行图 5 的步骤 100、步骤 105、步骤 115 和步骤 120 以执行与图 2 中的步骤 100、步骤 105、步骤 115 和步骤 120 相同的过程。执行步骤 180 以判定在当前控制循环 (第 n 次控制循环) 期间获得的车速 (n) 与在先前 / 上次的控制循环期间获得的车速 (n-1) 之间的差是否为负值。

[0075] 如果车速在车辆通过停车减速时没有降低, 则可以设想车辆行驶在下坡路面上, 并且可以设想预期减速度在重力加速度的影响下没有实现。因此, 如果在步骤 180 中的询问的答案为“否”, 则可以设想车辆行驶在下坡路面上, 并且可以设想重力加速度的影响是大的。因而, 处理继续至步骤 185 并且选择基于制动能的温度上升作为在制动时产生的制动器热量增加。另一方面, 如果在步骤 180 中的询问的答案为“是”, 则车辆可以被安全地考虑为行驶在平坦路面上——因为重力加速度的影响是小的, 即使车辆实际上行驶在平坦路

面、上坡路面或下坡路面上也是如此。然后,处理继续至步骤 190 并且执行与结合根据第一实施方式的失效警告过程描述的在步骤 140 中执行的过程相同的过程。因此,基于动能的温度上升或基于制动能的温度上升中的较小一者用作在制动时产生的制动器热量增加。因而,上限保护设定用于基于制动能的温度上升的值,甚至当车辆行驶在上坡路面上时亦是如此。因此,当基于动能的温度上升计算为大于其实际值时,能够防止基于动能的温度上升用作在制动时产生的制动器热量增加。

[0076] 随后,执行步骤 155 至步骤 170 以执行如与图 2 的步骤 155 至步骤 170 中执行的过程相同的过程。现在完成了根据第二实施方式的失效警告过程。

[0077] 如上所述,坡路判定过程可以根据车速变化执行。这使得能够在不需要使用指示结合第一实施方式描述的 M/C 压力与减速度之间的关系的映射的情况下执行坡路判定过程。

[0078] 此处,通过判定在当前控制循环期间获得的车速 (n) 与在先前的控制循环期间获得的车速 (n-1) 之间的差是否为负值来判定车辆是否行驶在下坡路面上——这显著地受重力加速度影响。然而,替代方案是:在当前控制循环期间获得的车速 (n) 与先前的控制循环期间获得的车速 (n-1) 之间的差为负值时判定车辆行驶在下坡路面上;当该差在预定范围内时判定车辆行驶在平坦路面上;以及当该差大于预定范围内的上限值时判定车辆行驶在上坡路面上。当采用这种替代方案时,应当针对平坦路面、上坡路面和下坡路面中的每一者执行图 2 的步骤 130、步骤 140 和步骤 145 以设定在制动时产生的制动器热量增加。

[0079] (第三实施方式)

[0080] 现在将描述本发明的第三实施方式。该第三实施方式在坡路判定过程和设定在制动时产生的制动器热量增加的方法方面不同于第二实施方式,并且在其他方面与第二实施方式相同。因此,下面的描述将仅针对第三实施方式与第二实施方式之间的差别。

[0081] 图 6 是详细示出了根据第三实施方式通过 EPB-ECU9 执行的失效警告过程的流程图。第三实施方式在坡路判定过程中计算路面的坡度并且根据路面的坡度设定在制动时产生的制动器热量增加。

[0082] 首先,执行图 6 的步骤 100、步骤 105、步骤 115 和步骤 120 以执行与图 2 的步骤 100、步骤 105、步骤 115 和步骤 120 中执行的过程相同的过程。接着,在步骤 200 中执行坡路判定过程以通过计算路面的坡度判定路面的类型(平坦路面、上坡路面或下坡路面)。然后,处理继续至步骤 205。在步骤 205 中,执行基于特定坡度的上升/增加计算过程,在该计算过程中,以根据路面的坡度变化的方式计算在制动时产生的制动器热量增加。例如,在如图 3 中指示的那样判定车辆行驶在平坦路面上的情况下以及甚至在判定车辆行驶在上坡路面或下坡路面上的状况下路面的坡度小的情况下,根据该坡度执行加权计算以在各单个坡度基础上——即以根据路面的坡度变化的方式——确定在制动时产生的制动器热量增加。例如,当参考减速度的线性函数——该线性函数指示在不存在变动的情况下减速度与 M/C 之间的关系——用作参考直线并且在当前的控制循环期间具有的减速度与 M/C 压力之间的关系处于该参考直线上时,基于动能的温度上升用作在制动时产生的制动器热量增加。

[0083] 如果在当前的控制循环期间具有的减速度与 M/C 压力之间的关系不是处于该参考直线上而是处于判定车辆行驶在平坦路面上的范围内,则执行加权以根据与参考直线

的偏差——即根据从参考直线至上坡路面区域或下坡路面区域的边缘的区域中的相关位置——设定在制动时产生的制动器热量增加。在加权的计算/运算中,以等式 $Z = (pX+qY)/(p+q)$ 计算在制动时产生的制动器热量增加 Z ,在该等式中, X 为基于动能的温度上升, Y 为基于制动能的温度上升,而 p 和 q 为加权系数。例如,如果在当前控制循环期间具有的减速度与 M/C 压力之间的关系定位在参考直线与上坡路面区域或下坡路面区域之间的中部,则在制动时产生的制动器热量增加通过以 5:5 的比——即 $p = q = 5$ ——对基于动能的温度上升和基于制动能的温度上升进行加权来设定。如果与参考直线的偏差增加,则在制动时产生的制动器热量增加通过增加关于基于制动能的温度上升的加权系数 q 来设定。

[0084] 如上所述,在制动时产生的制动器热量增加可以根据路面坡度通过加权来设定。这使得能够根据路面的坡度更准确地设定在制动时产生的制动器热量增加。

[0085] (其它实施方式)

[0086] 本发明不限于上述实施方式。在不偏离本发明的范围的情况下可以根据需要做出各种改型。

[0087] 例如,在假定检测了制动器温度以执行失效警告过程或在考虑 EPB2 的热缓的情况下进行锁定控制的基础上已经描述了上述实施方式。然而,可以使用替代性控制方案例如在行车制动器在正常条件下被操作时驱动包括在致动器 7 中的泵和控制阀,从而在考虑制动效果的情况下提高 W/C 压力,该制动效果随着制动器温度而变化。

[0088] 另外,在假定使用的 EPB2 为盘式制动类型的并且设置有用作摩擦材料的制动片 11 和用作摩擦目标材料的制动盘 12 的基础上已经描述了上述实施方式。然而,替代方案是使用不同类型的 EPB、比如鼓式制动类型的 EPB。当采用这种替代方案时,制动靴用作摩擦材料,而鼓用作摩擦目标材料。

[0089] 在各图中描绘的步骤对应于用于执行各种过程的装置。更具体地,用于执行在步骤 115 中描述的过程的装置为第一获取装置;用于执行在步骤 120 中描述的过程的装置为第二获取装置;用于执行在步骤 125、步骤 135、步骤 180 和步骤 200 中描述的过程的装置为坡路判定装置;以及用于执行在步骤 155 中描述的过程的装置为温度检测装置。

[0090] 在以上实施方式中,热量和制动器热量具有温度的维度。然而,在另一实施方式中它们可以具有能/能量的维度。

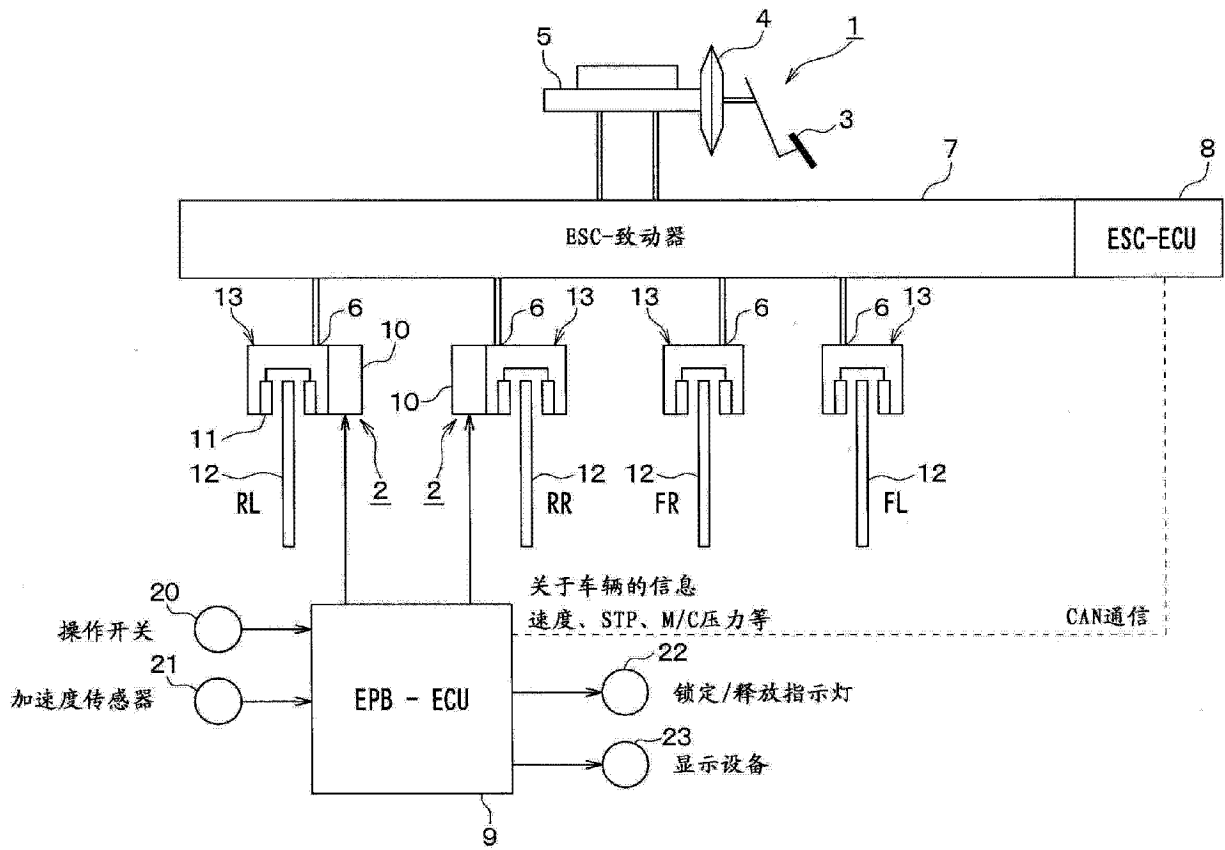


图 1

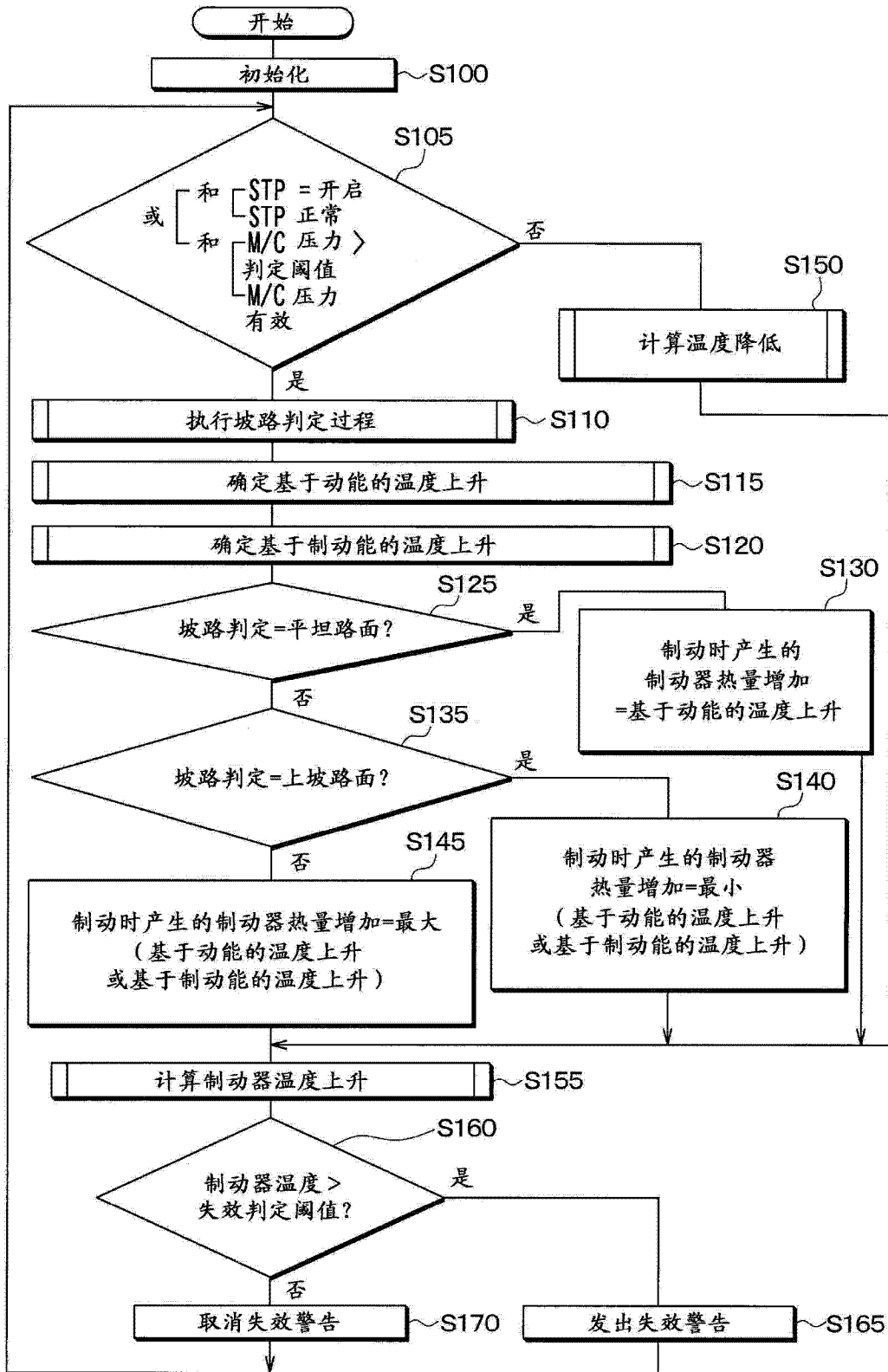


图 2

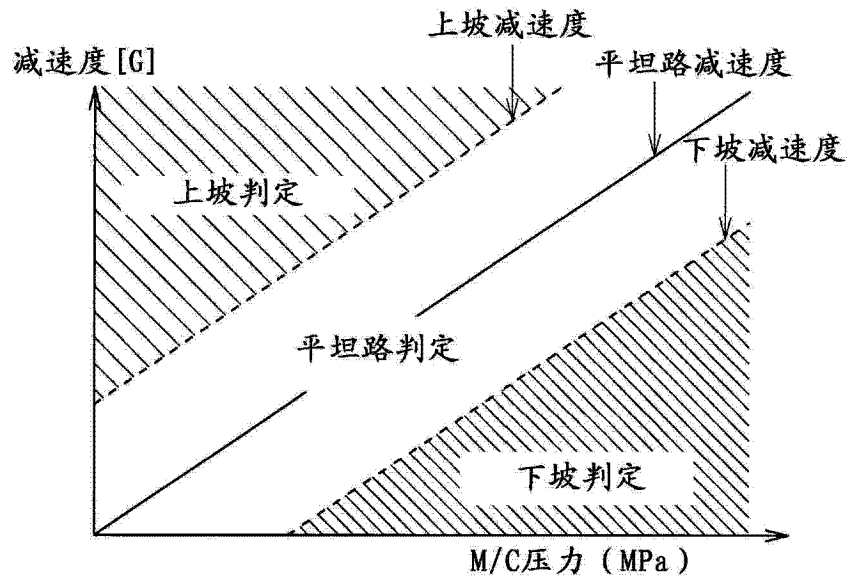


图 3

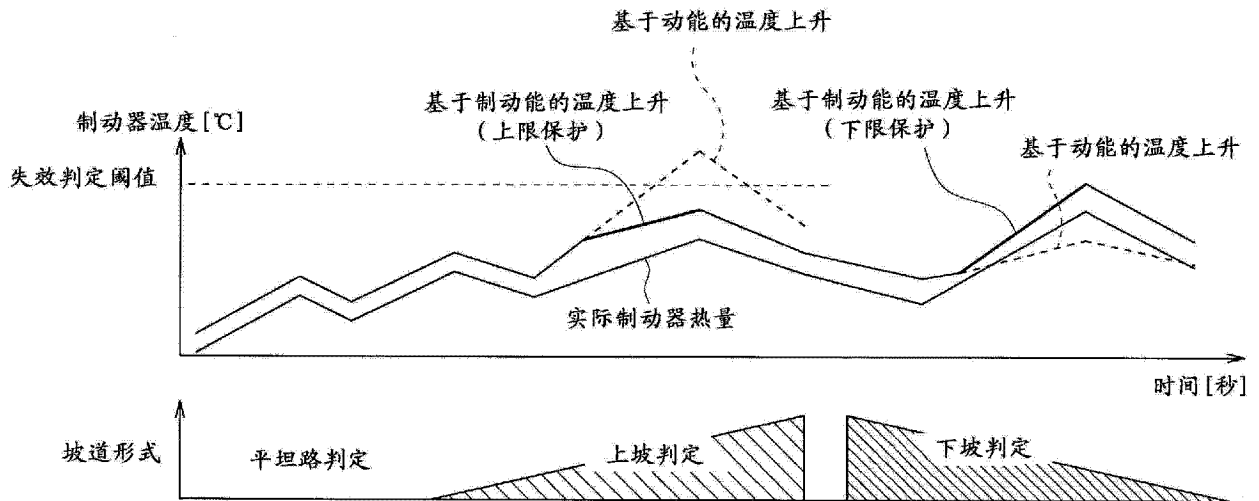


图 4

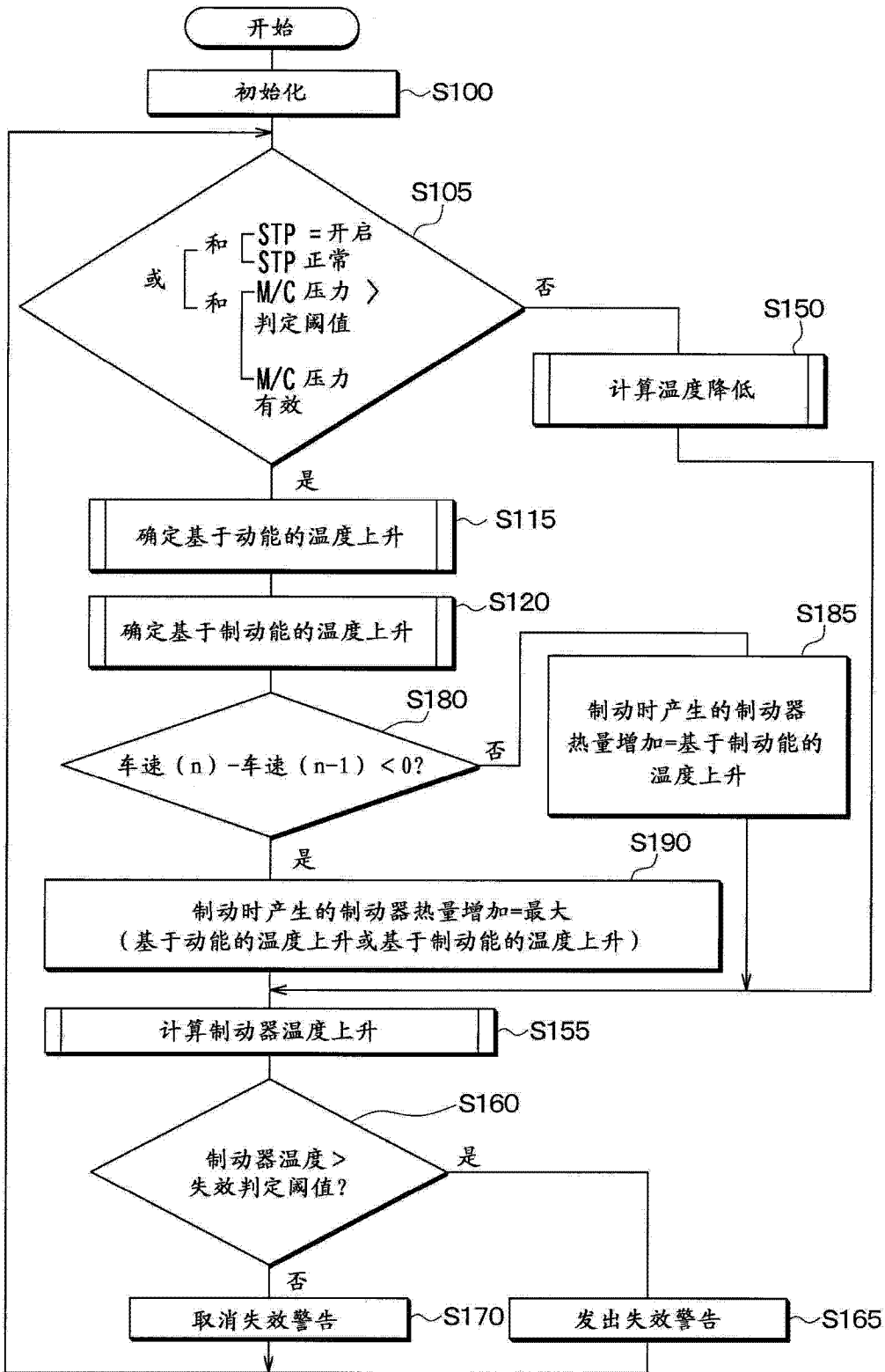


图 5

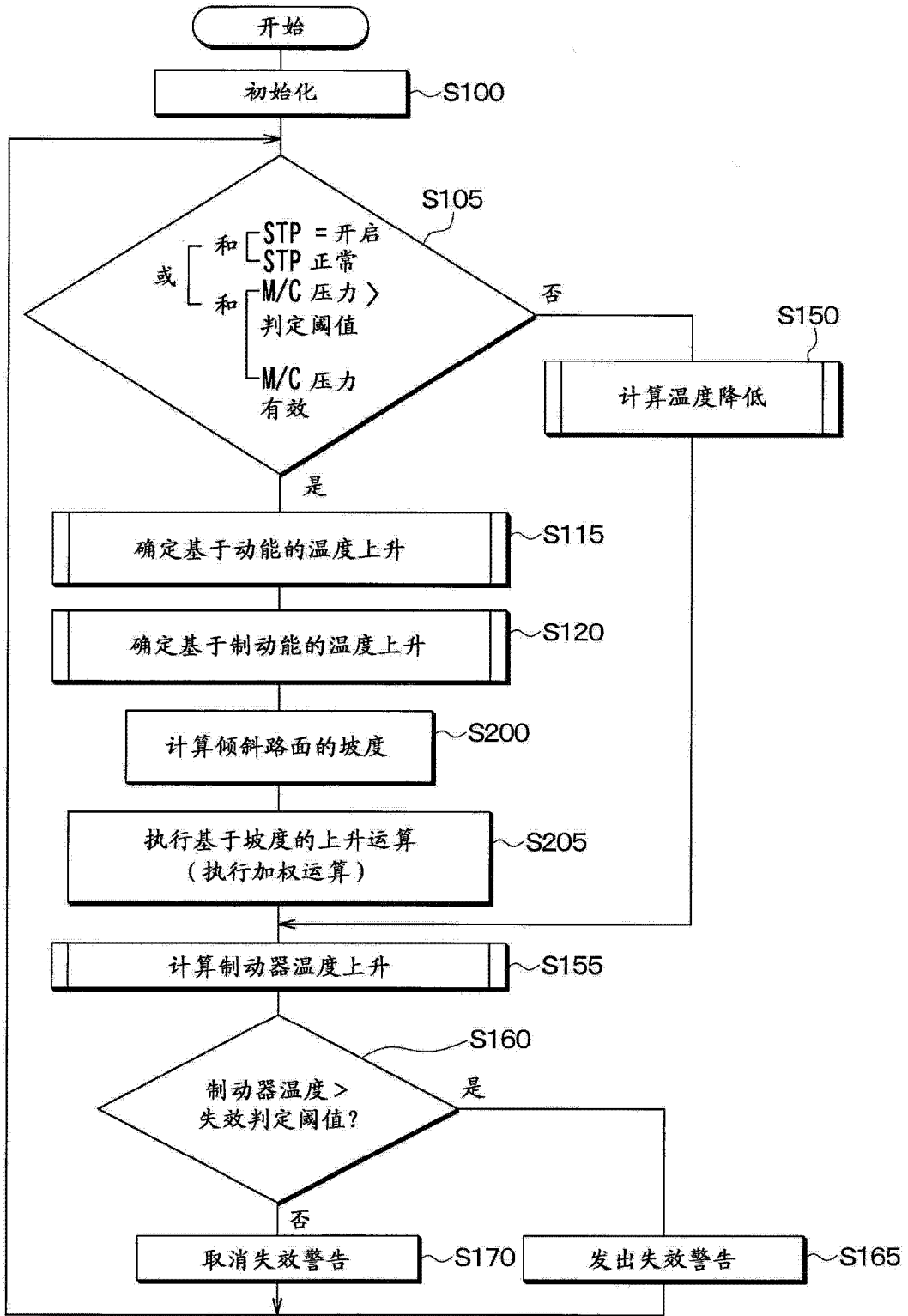


图 6

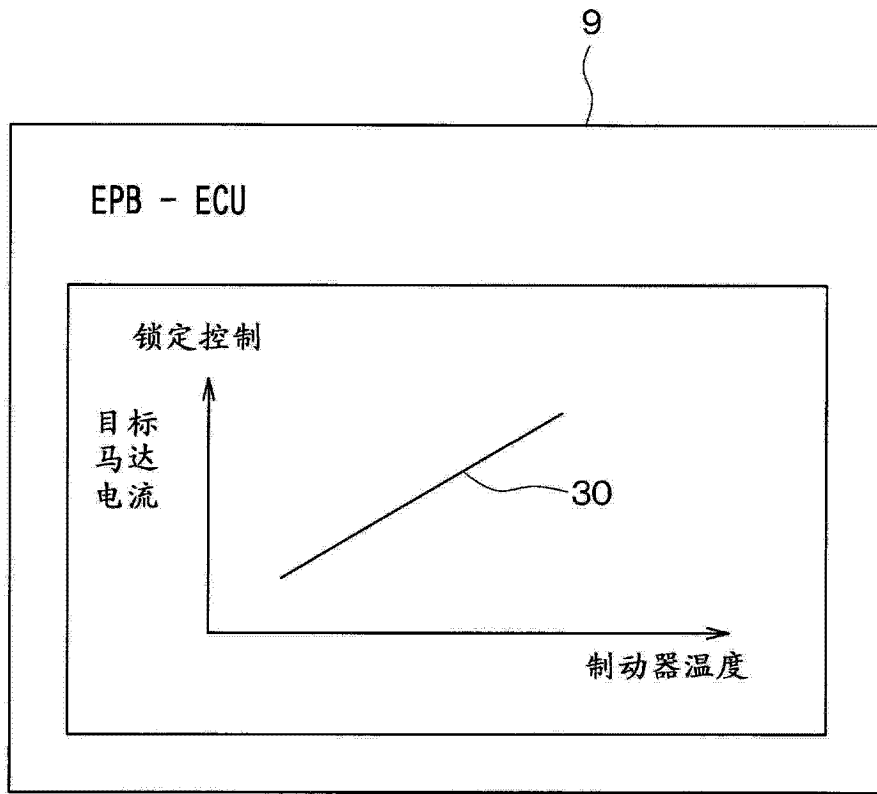


图 7