(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 216102063 U
(45)授权公告日 2022.03.22

(21)申请号 202121067821.9

(22)申请日 2021.05.18

(73)专利权人 沃尔沃汽车公司
地址 瑞典哥德堡

(72)发明人 金永兴 袁明 于意

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司 72002
代理人 李隆涛

(51)Int.Cl.
B60T 17/22(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

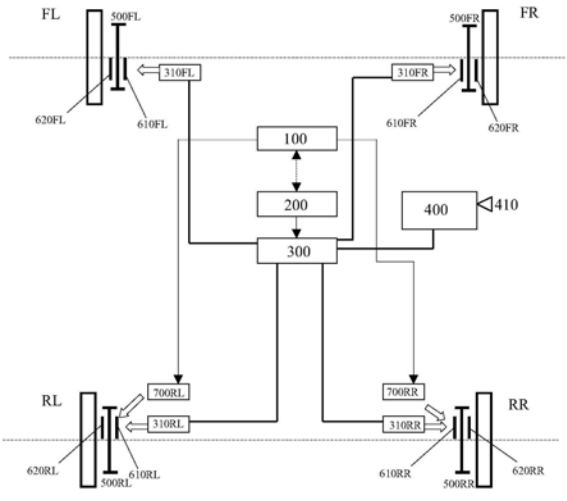
权利要求书2页 说明书12页 附图7页

(54)实用新型名称

机动车制动摩擦片损耗监测系统

(57)摘要

本申请涉及机动车制动摩擦片损耗监测系统，机动车包括：作用于车轮的制动装置，其具有相对于车轮不可旋转但能够平行于车轮的旋转轴线直线移动的摩擦片；能够驱动所述摩擦片移动的制动活塞；以及电子驻车制动器或电子机械制动器，其具有驱动电机以及所述驱动电机驱动而能够直线移动的活塞驱动件，所述方法包括：在机动车驻车后，操作驱动电机以令活塞驱动件移动至事先规定的基准位置；再次操作驱动电机，以使得活塞驱动件从基准位置移动到其与所述制动活塞接触的停止位置，停止位置与制动活塞的驻车制动位置对应；确定基准位置与停止位置之间的距离；将所确定的距离与事先确定的基准距离进行比较，以确定被测摩擦片的磨损厚度。



CN 216102063 U

1.一种机动车制动摩擦片损耗监测系统,所述机动车包括:

作用于车轮的制动装置,所述制动装置具有相对于车轮不可旋转但能够平行于车轮的旋转轴线直线移动的摩擦片;

能够驱动所述摩擦片移动的制动活塞;

电子驻车制动器或电子机械制动器,所述电子驻车制动器或电子机械制动器具有驱动电机以及所述驱动电机驱动而能够直线移动的活塞驱动件,所述制动活塞适于在机动车制动时受所述活塞驱动件驱动而接触所述摩擦片,进而驱使所述摩擦片移动;以及

电子控制单元,所述电子控制单元电连接所述电子驻车制动器或电子机械制动器,以控制所述电子驻车制动器或电子机械制动器的操作,其特征在于,所述电子控制单元包括:

第一模块,所述第一模块在所述机动车已经驻车后产生操作所述驱动电机以令所述活塞驱动件移动至事先规定的基准位置的指令;

第二模块,所述第二模块产生再次操作所述驱动电机以使得所述活塞驱动件从所述基准位置移动到其与所述制动活塞接触的停止位置的指令,其中,所述停止位置与所述制动活塞的驻车制动位置对应;

第三模块,所述第三模块产生确定所述基准位置与所述停止位置之间的距离的指令;以及

第四模块,所述第四模块产生将所确定的距离与事先确定的基准距离进行比较以确定被测摩擦片的磨损厚度的指令。

2.根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述基准距离是在被测摩擦片的厚度为已知或者被测摩擦片为全新的摩擦片的情况下并进行驻车制动时所确定的所述活塞驱动件从基准位置移动至所述停止位置的距离。

3.根据权利要求1或2所述的系统,其特征在于,所述被测摩擦片的磨损厚度是所确定的距离与所述基准距离之差的绝对值。

4.根据权利要求3所述的系统,其特征在于,所述电子控制单元还包括在所述被测摩擦片的磨损厚度低于一预定值后产生提醒机动车的驾驶员更换所述被测摩擦片的指令的第五模块。

5.根据权利要求1或2所述的系统,其特征在于,所述电子驻车制动器或电子机械制动器还包括与所述驱动电机的输出轴相连的减速机构、以及受所述减速机构驱动的直线移动机构,所述减速机构能够提供在制动时防止所述活塞驱动件随意移动的锁死功能,所述活塞驱动件通过所述驱动电机受所述直线移动机构驱动能够直线移动。

6.根据权利要求5所述的系统,其特征在于,所述车轮为机动车的前轮或者后轮。

7.根据权利要求6所述的系统,其特征在于,所述直线移动机构为螺纹丝杠结构,所述螺纹丝杠结构包括与所述减速机构的输出轴连接的芯轴,并且所述芯轴的外表面形成有外螺纹,所述活塞驱动件为螺纹件,具有能够与所述外螺纹接合的内螺纹且在所述芯轴旋转时不旋转以沿着所述芯轴的轴向能够来回直线移动。

8.根据权利要求7所述的系统,其特征在于,所述基准位置与所述停止位置之间的距离至少取决于所述驱动电机的转速、所述减速机构的传动比、所述螺纹丝杠结构的丝杠螺距和所述驱动电机的通电时长。

9.根据权利要求8所述的系统,其特征在于,所述机动车的每个车轮均配备所述制动装

置，并且所述机动车还包括配备于每个车轮的液压制动驱动装置，所述液压制动驱动装置具有相对于车身固定安装的缸体、以及在所述缸体中能够直线移动以驱动所述制动装置的相应摩擦片移动的制动活塞；

所述电子驻车制动器或电子机械制动器的活塞驱动件所驱动的制动活塞是相应的液压制动驱动装置的对应的制动活塞。

10.根据权利要求9所述的系统，其特征在于，在所述机动车配备电子驻车制动器的情况下，所述电子控制单元产生在进行磨损厚度确定之前利用所述液压制动驱动装置对未配备所述电子驻车制动器的车轮进行驻车制动的指令。

11.根据权利要求1或2所述的系统，其特征在于，所述机动车的每个车轮均只配备所述电子机械制动器。

12.根据权利要求11所述的系统，其特征在于，所述电子控制单元还包括第八模块，所述第八模块产生先利用前轮的电子机械制动器对前轮进行驻车制动、然后利用后轮的电子机械制动器确定后轮的摩擦片的磨损厚度的指令；或者，产生先利用后轮的电子机械制动器对后轮进行驻车制动、然后利用前轮的电子机械制动器确定前轮的摩擦片的磨损厚度的指令。

13.根据权利要求10所述的系统，其特征在于，所述电子控制单元还包括第六模块，所述第六模块产生依据所述被测摩擦片的磨损厚度确定其当前厚度的指令和/或产生将所述被测摩擦片的当前厚度显示于机动车的仪表板上和/或发送给驾驶员的移动电子装置的指令。

14.根据权利要求13所述的系统，其特征在于，所述被测摩擦片的当前厚度等于同一规格的新的摩擦片的厚度减去所述被测摩擦片的磨损厚度。

15.根据权利要求1或2所述的系统，其特征在于，所述活塞驱动件至所述基准位置的移动方向与所述活塞驱动件从所述基准位置至所述停止位置的移动方向相反。

机动车制动摩擦片损耗监测系统

技术领域

[0001] 本申请基本上涉及机动车的制动摩擦片损耗监测的系统和方法。

背景技术

[0002] 制动装置依据道路交通法规的要求是一种机动车上强制采用的装置。制动装置主要包括随车轮的轮辋能够一起旋转地安装的制动盘以及相对于轮辋不可移动地安装的摩擦片。针对每个制动盘，摩擦片例如为两片摩擦片，具有一定间隙地安装在对应制动盘的相反两侧，并且受到驱动机构的驱动能够移动接触旋转的制动盘并向其施加夹紧力，以使得制动盘因摩擦制动而停止运动。

[0003] 通常，制动盘的硬度要高于摩擦片的硬度。因此，摩擦片的厚度会随着长期制动而损耗减薄。为了确保足够的摩擦制动力能够产生，需要在摩擦片损耗减薄到一定程度后及时更换新的摩擦片。这样，需要监测摩擦片的损耗情况。

[0004] 一种传统的摩擦片损耗监测方式是在摩擦片的背板上设置一个金属片，该金属片具有一个自由端与摩擦片的磨损面(即与制动盘相接触的那面)相邻，同时该自由端自该磨损面在摩擦片的厚度方向上退后一定距离。在正常的情况下，金属片的自由端在摩擦片与制动盘接触以进行车轮制动时与制动盘间隔开。但是，当摩擦片损耗减薄到一定程度后再进行车轮制动时，金属片的自由端将会与旋转的制动盘接触并发出尖锐噪音，以此提醒驾驶者需要更换新的摩擦片。这种摩擦片损耗监测方式的缺点在于，驾驶者无法在尖锐噪音产生前就感知到摩擦片的磨损程度。此外，金属片与制动盘的摩擦接触也会导致制动盘受损。

[0005] 另一种传统的摩擦片损耗监测方式是为摩擦片配设电阻式传感器。例如，这种电阻式传感器可以直接埋设到摩擦片的摩擦材料内或者插入到摩擦片的背板中沿着摩擦材料的厚度方向分布。当摩擦片因损耗减薄到一定程度后使得在制动过程中电阻式传感器电阻值发生变化，因此通过检测这种电阻值变化就可以预测报警。但是，这种摩擦片损耗监测方式的不足之处在于必须为电阻式传感器配设专门线缆，从而确保电信号的读取。而线缆的存在造成了悬架整体结构设计以及装配上的难度增加。此外，这种电阻式传感器也无法为驾驶者提供摩擦片的持续损耗程度的监测。因此，电阻式传感器及其线缆会导致零部件成本以及设计、组装成本的上升。

实用新型内容

[0006] 针对上述问题，本申请旨在提出新颖的摩擦片损耗监测系统和方法，从而无需明显增加整体机动车的设计和组装成本，就可以持续监测摩擦片的损耗情况。

[0007] 根据本申请的一个方面，提供了一种机动车制动摩擦片损耗监测方法，其中，所述机动车包括：

[0008] 作用于车轮的制动装置，所述制动装置具有相对于车轮不可旋转但能够平行于车轮的旋转轴线直线移动的摩擦片；

[0009] 能够驱动所述摩擦片移动的制动活塞;以及

[0010] 电子驻车制动器(EPB)或电子机械制动器(EMB),所述电子驻车制动器或电子机械制动器具有驱动电机以及所述驱动电机驱动而能够直线移动的活塞驱动件,所述制动活塞适于在机动车制动时受所述活塞驱动件驱动而接触所述摩擦片,进而驱使所述摩擦片移动,

[0011] 所述方法包括:

[0012] 在所述机动车已经驻车后,操作所述驱动电机以令所述活塞驱动件移动至事先规定的基准位置;

[0013] 再次操作所述驱动电机,以使得所述活塞驱动件从所述基准位置移动到其与所述制动活塞接触的停止位置,其中,所述停止位置与所述制动活塞的驻车制动位置对应;

[0014] 确定所述基准位置与所述停止位置之间的距离;

[0015] 将所确定的距离与事先确定的基准距离进行比较,以确定被测摩擦片的磨损厚度。

[0016] 可选地,所述基准距离是在被测摩擦片的厚度为已知或者被测摩擦片为全新的摩擦片的情况下并进行驻车制动时所确定的所述活塞驱动件从基准位置移动至所述停止位置的距离。

[0017] 可选地,所述被测摩擦片的磨损厚度是所确定的距离与所述基准距离之差的绝对值。

[0018] 可选地,在所述被测摩擦片的磨损厚度低于一预定值后,提醒机动车的驾驶员更换所述被测摩擦片。

[0019] 可选地,所述电子驻车制动器或电子机械制动器还包括与所述驱动电机的输出轴相连的减速机构、以及受所述减速机构驱动的直线移动机构,所述减速机构能够提供在制动时防止所述活塞驱动件随意移动的锁死功能,所述活塞驱动件通过所述驱动电机受所述直线移动机构驱动能够直线移动。

[0020] 可选地,所述车轮为机动车的前轮或者后轮。

[0021] 可选地,所述直线移动机构为螺纹丝杠结构,所述螺纹丝杠结构包括与所述减速机构的输出轴连接的芯轴,并且所述芯轴的外表面形成有外螺纹,所述活塞驱动件为螺纹件,具有能够与所述外螺纹接合的内螺纹且在所述芯轴旋转时不旋转以沿着所述芯轴的轴向能够来回直线移动。

[0022] 可选地,所述基准位置与所述停止位置之间的距离至少取决于所述驱动电机的转速、所述减速机构的传动比、所述螺纹丝杠结构的丝杠螺距和所述驱动电机的通电时长。

[0023] 可选地,所述机动车的每个车轮均配备所述制动装置,并且所述机动车还包括配备于每个车轮的液压制动驱动装置,所述液压制动驱动装置具有相对于车身固定安装的缸体、以及在所述缸体中能够直线移动以驱动所述制动装置的相应摩擦片移动的制动活塞;

[0024] 所述电子驻车制动器或电子机械制动器的活塞驱动件所驱动的制动活塞是相应的液压制动驱动装置的对应的制动活塞。

[0025] 可选地,在所述机动车配备电子驻车制动器的情况下,在进行磨损厚度确定之前,利用所述液压制动驱动装置对未配备所述电子驻车制动器的车轮进行驻车制动。

[0026] 可选地,所述机动车的每个车轮均只配备所述电子机械制动器。

[0027] 可选地，先利用前轮的电子机械制动器对前轮进行驻车制动，然后利用后轮的电子机械制动器确定后轮的摩擦片的磨损厚度；或者，先利用后轮的电子机械制动器对后轮进行驻车制动，然后利用前轮的电子机械制动器确定前轮的摩擦片的磨损厚度。

[0028] 可选地，依据所述被测摩擦片的磨损厚度确定其当前厚度，并将所述被测摩擦片的当前厚度显示于机动车的仪表板上和/或发送给驾驶员的移动电子装置。

[0029] 可选地，所述被测摩擦片的当前厚度等于所述被测摩擦片的已知厚度或者同一规格的新的摩擦片的厚度减去所述被测摩擦片的磨损厚度。

[0030] 可选地，所述活塞驱动件至所述基准位置的移动方向与所述活塞驱动件从所述基准位置至所述停止位置的移动方向相反。

[0031] 根据本申请的另一个方面，还提供了一种机动车制动摩擦片损耗监测系统，其中，所述机动车包括：

[0032] 作用于车轮的制动装置，所述制动装置具有相对于车轮不可旋转但能够平行于车轮的旋转轴线直线移动的摩擦片；

[0033] 能够驱动所述摩擦片移动的制动活塞；

[0034] 电子驻车制动器或电子机械制动器，所述电子驻车制动器或电子机械制动器具有驱动电机以及所述驱动电机驱动而能够直线移动的活塞驱动件，所述制动活塞适于在机动车制动时受所述活塞驱动件驱动而接触所述摩擦片，进而驱使所述摩擦片移动；以及

[0035] 电子控制单元，所述电子控制单元电连接所述电子驻车制动器或电子机械制动器，以控制所述电子驻车制动器或电子机械制动器的操作，所述电子控制单元包括：

[0036] 第一模块，所述第一模块在所述机动车已经驻车后产生操作所述驱动电机以令所述活塞驱动件移动至事先规定的基准位置的指令；

[0037] 第二模块，所述第二模块产生再次操作所述驱动电机以使得所述活塞驱动件从所述基准位置移动到其与所述制动活塞接触的停止位置的指令，其中，所述停止位置与所述制动活塞的驻车制动位置对应；

[0038] 第三模块，所述第三模块产生确定所述基准位置与所述停止位置之间的距离的指令；以及

[0039] 第四模块，所述第四模块产生将所确定的距离与事先确定的基准距离进行比较以确定被测摩擦片的磨损厚度的指令。

[0040] 可选地，所述基准距离是在被测摩擦片的厚度为已知或者被测摩擦片为全新的摩擦片的情况下并进行驻车制动时所确定的所述活塞驱动件从基准位置移动至所述停止位置的距离。

[0041] 可选地，所述被测摩擦片的磨损厚度是所确定的距离与所述基准距离之差的绝对值。

[0042] 可选地，所述电子控制单元还包括在所述被测摩擦片的磨损厚度低于一预定值后产生提醒机动车的驾驶员更换所述被测摩擦片的指令的第五模块。

[0043] 可选地，所述电子驻车制动器或电子机械制动器还包括与所述驱动电机的输出轴相连的减速机构、以及受所述减速机构驱动的直线移动机构，所述减速机构能够提供在制动时防止所述活塞驱动件随意移动的锁死功能，所述活塞驱动件通过所述驱动电机受所述直线移动机构驱动能够直线移动。

[0044] 可选地，所述车轮为机动车的前轮或者后轮。

[0045] 可选地，所述直线移动机构为螺纹丝杠结构，所述螺纹丝杠结构包括与所述减速机构的输出轴连接的芯轴，并且所述芯轴的外表面形成有外螺纹，所述活塞驱动件为螺纹件，具有能够与所述外螺纹接合的内螺纹且在所述芯轴旋转时不旋转以沿着所述芯轴的轴向能够来回直线移动。

[0046] 可选地，所述基准位置与所述停止位置之间的距离至少取决于所述驱动电机的转速、所述减速机构的传动比、所述螺纹丝杠结构的丝杠螺距和所述驱动电机的通电时长。

[0047] 可选地，所述机动车的每个车轮均配备所述制动装置，并且所述机动车还包括配备于每个车轮的液压制动驱动装置，所述液压制动驱动装置具有相对于车身固定安装的缸体、以及在所述缸体中能够直线移动以驱动所述制动装置的相应摩擦片移动的制动活塞；

[0048] 所述电子驻车制动器或电子机械制动器的活塞驱动件所驱动的制动活塞是相应的液压制动驱动装置的对应的制动活塞。

[0049] 可选地，在所述机动车配备电子驻车制动器的情况下，所述电子控制单元产生在进行磨损厚度确定之前利用所述液压制动驱动装置对未配备所述电子驻车制动器的车轮进行驻车制动的指令。

[0050] 可选地，所述机动车的每个车轮均只配备所述电子机械制动器。

[0051] 可选地，所述电子控制单元还包括第八模块，所述第八模块产生先利用前轮的电子机械制动器对前轮进行驻车制动、然后利用后轮的电子机械制动器确定后轮的摩擦片的磨损厚度的指令；或者，产生先利用后轮的电子机械制动器对后轮进行驻车制动、然后利用前轮的电子机械制动器确定前轮的摩擦片的磨损厚度的指令。

[0052] 可选地，所述电子控制单元还包括第六模块，所述第六模块产生依据所述被测摩擦片的磨损厚度确定其当前厚度的指令和/或产生将所述被测摩擦片的当前厚度显示于机动车的仪表板上和/或发送给驾驶员的移动电子装置的指令。

[0053] 可选地，所述被测摩擦片的当前厚度等于同一规格的新的摩擦片的厚度减去所述被测摩擦片的磨损厚度。

[0054] 可选地，所述活塞驱动件至所述基准位置的移动方向与所述活塞驱动件从所述基准位置至所述停止位置的移动方向相反。

[0055] 采用本申请的上述技术手段，能够在无需为摩擦片配设任何附加的设备的情况下持续确定摩擦片的损耗情况，为机动车的使用者更换摩擦片提供了有利的依据，降低了制动装置的设计、制造、组装成本。此外，本申请的系统以及方法可以单独实施或者替代地作为现有技术中配备金属片或者电阻式传感器的摩擦片损耗监测方式的有利补充。

附图说明

[0056] 从下文的详细说明并结合下面的附图将能更全面地理解本申请的原理及各个方面。需要指出的是，各附图的比例出于清楚说明的目的有可能不一样，但这并不会影响对本申请的理解。在附图中：

[0057] 图1示意性示出了适于采用本申请的制动摩擦片损耗监测的系统和方法的机动车制动系统的一个实施例，其中，所述机动车制动系统包括能够作用于每个车轮的液压制动驱动装置以及仅能够作用于两个后轮的电子驻车制动器，并且所述电子驻车制动器能够独

立于所述液压制动驱动装置而操作；

[0058] 图2A示意性示出了电子驻车制动器(EPB)的一个示例，其中所述电子驻车制动器相对于机动车的制动卡钳安装，并且所述电子驻车制动器的用于驱动制动活塞的驱动元件处于其与制动活塞接触的位置，甚至可以是处于令制动活塞驱动摩擦片接触制动盘进行驻车制动的停止位置；

[0059] 图2B示意性示出了图2A的同一电子驻车制动器，其中，所述电子驻车制动器的驱动元件处于接触制动活塞之前的自由行程的开始止点位置、即基准位置；

[0060] 图3示意性示出了电子驻车制动器的驱动电机在工作时的电流随时间变化的曲线；

[0061] 图4示意性示出了一个制动盘以及作用在其相反两侧的摩擦片，其中，机动车未处于驻车制动状态中；并且该图还示意性示出了如图所示的同一个制动盘以及作用在其相反两侧的摩擦片，其中，机动车处于驻车制动状态中；

[0062] 图5示意性示出了根据本申请的制动摩擦片损耗监测方法的一个实施例的流程图；

[0063] 图6示意性示出了根据本申请的制动摩擦片损耗监测系统的一个实施例的框图。

具体实施方式

[0064] 在本申请的各附图中，结构相同或功能相似的特征由相同的附图标记表示。

[0065] 图1示意性示出了机动车制动系统的一个实施例，其中，所述机动车制动系统包括能够作用于每个车轮的液压制动驱动装置以及仅能够作用于两个后轮的电子驻车制动器(EPB)，并且所述电子驻车制动器能够独立于所述液压制动驱动装置而操作。本领域技术人员应当清楚，如图1所示的电子驻车制动器替代性地可以仅作用于两个前轮。图1仅以示意但非限制性的方式以电子驻车制动器作用于两个后轮为例本申请的原理。在本申请的上下文中，机动车包括但不限于燃油机动车、纯电动汽车、混合动力汽车等。

[0066] 如图所示，机动车包括电子控制单元(ECU)100，用于从相应的零部件接收信号并将控制信号发送至相应的零部件；以及制动踏板 200，例如制动踏板200可以位于驾驶舱内，以便由驾驶者依据需要踩踏。例如，机动车包括四个车轮，即左前轮FL、右前轮FR、左后轮 RL和右后轮RR。为左前轮FL、右前轮FR、左后轮RL和右后轮RR 中的每个分别配备一个制动装置，例如左前轮FL的制动装置包括随着左前轮FL能够旋转地安装的制动盘500FL以及位于所述制动盘500FL 的相反两侧且相对于所述制动盘500FL无法旋转地安装的两个摩擦片 610FL和620FL，例如，这两个摩擦片610FL和620FL可以安装在(图 1中未示出的)制动卡钳上且制动卡钳至少部分地径向包围制动盘 500FL。在机动车非制动时，摩擦片610FL和620FL分别与制动盘 500FL间隔开。摩擦片620FL位于制动盘500FL的朝向左前轮FL的那一侧，而摩擦片610FL位于制动盘500FL的背离左前轮FL的那一侧。在需要制动机动车时，摩擦片610FL和620FL能够被驱动分别朝向制动盘500FL移动并夹紧，从而与随左前轮FL旋转的制动盘500FL 接触，由于接触产生的摩擦力，增加机动车受到的阻力，从而有助于机动车停止移动。右前轮FR、左后轮RL和右后轮RR的制动装置与左前轮FL的制动装置类似，分别包括随着各自相应的轮能够旋转安装的制动盘500FR、500RL、500RR以及位于相应的制动盘500FR、500RL、 500RR的相反两侧且相对于所述制动盘无法旋转地安装的两个摩擦片

610FR和620FR、610RL和620RL、610RR和620RR。

[0067] 机动车制动系统的液压制动驱动装置包括制动主泵300。该制动主泵300与制动踏板200操作性连接。同时，制动主泵300与为了每个车轮FL、FR、RL和RR配备的制动分泵310FL、310FR、310RL和 310RR经由液压管路相连。此外，制动液存储罐400也能够与这些泵经由液压管路连通。每个制动分泵可以包括缸体以及制动活塞，从而制动活塞在液压的作用下能够相对于缸体直线移动。各制动分泵 310FL、310FR、310RL和310RR在相应的制动卡钳处安装，从而能够驱动相应成对的摩擦片朝向相应的制动盘直线移动。这样，在制动踏板200被按压时，制动主泵300经液压管路驱动制动液作用于各制动分泵310FL、310FR、310RL和310RR，从而使得相应的摩擦片与相应的制动盘接触，促成机动车停止移动。在电子控制电路100的控制下，前轮FL、FR或后轮RL、RR的制动分泵可以各自独立地控制操作。

[0068] 进一步如图1所示，对于左后轮RL和右后轮RR而言，各自配备一个电子驻车制动器700RL、700RR。每个电子驻车制动器700RL、 700RR与电子控制单元100电连接并受其控制。同时，每个电子驻车制动器700RL、700RR在相应的制动卡钳上安装作用于相应的摩擦片上，并且能够与相应的制动分泵310RL、310RR独立地操作，从而例如在机动车已经停车的情况下，使得左后轮RL和/或右后轮RR的相应摩擦片朝向其制动盘移动并接触，从而依靠摩擦片与制动盘之间的摩擦力确保机动车的驻车制动。

[0069] 例如，图2A示意性示出了一个电子驻车制动器，其可以是如图1 所示的电子驻车制动器700RL或700RR。需要指出的是，本申请的所有附图仅仅是出于说明本申请的原理而给出的，并不能认为具体的零部件设计必须完成安装附图所示的结构。

[0070] 电子驻车制动器相对于制动卡钳630安装，所述制动卡钳630可以是至少部分地包围制动盘500RL或500RR安装。制动卡钳630相对于车身或者相对于悬架固定地安装。电子驻车制动器包括相对于制动卡钳630固定安装的驱动电机311。与此同时，电子驻车制动器还包括相对于制动卡钳630能够旋转地安装的芯轴316。此外，在芯轴316 的外表面上套设有无法旋转且只能沿轴向直线往复移动的螺纹件317。芯轴316的外表明上形成有外螺纹，并且螺纹件317的中心孔形成有内螺纹，从而外螺纹与内螺纹能够相互接合。此外，螺纹件317能够位于制动活塞319的中空腔室内或者相对于制动活塞319独立地移动。与此同时制动活塞319位于缸体320内能够直线移动地被引导。缸体320相对于制动卡钳630被固定。本领域技术人员应当清楚，制动活塞319和缸体320可以构成前述提及的相应制动分泵的同一制动活塞和缸体。实际上，由电子驻车制动器所产生的活塞驱动力以及由制动主泵300经由相应制动分泵产生的活塞驱动力可以是能够彼此相互独立地作用于制动活塞319。在需要时，电子驻车制动器与制动活塞319 的相互作用可以解耦。在本申请的上下文中，术语“解耦”意味着两个关联的元件或者装置之间相互不产生驱动作用力。

[0071] 螺纹件317能够以其外表面不旋转的方式被直线引导，或者说在制动活塞319的中空腔室内以其外表面不旋转的方式被直线引导，因此螺纹件317与芯轴316构成了一种螺纹丝杠结构或者说在螺纹件317 与芯轴316之间形成了一种螺纹丝杠结构，使得不随着芯轴316旋转的螺纹件317依靠着二者之间的螺纹接合作用能够沿着芯轴316的轴线来回直线移动。因此，例如在驻车制动时，螺纹件317的直线移动能够确保其接触制动活塞319并进而驱动制动活塞319顶推着相应的摩擦片，从而在制动卡钳630的帮助下令相反布置的两个摩擦片同时接触相应的制动盘，并且进而向摩擦片施压以在制动盘上产生所需的驻车摩擦制动

力,即此时制动活塞319处于其驻车制动位置。

[0072] 当然,由于螺纹丝杠结构的特性,随着芯轴316反向旋转,已经与处于驻车制动位置的制动活塞319接触的螺纹件317可以反向直线移动,从而螺纹件317不再向制动活塞319施加力。也就是说,电子驻车制动器与制动活塞319解耦。当然,解耦时,螺纹件317反向直线移动的距离可以取决于芯轴316反向旋转的时间或者甚至螺纹丝杠结构本身的机械限位设计。在通常的情况下,为了解除驻车制动,仅需要令芯轴316反向旋转到螺纹件317恰好与制动活塞319脱离接触的程度即可,从而确保驻车制动力不再由摩擦片施加到制动盘上。同时,也便于后续行车过程中,液压制动驱动装置响应制动需求快速驱动制动活塞以及因而摩擦片再次接触制动盘施加行车制动力。在本申请的上述示例中,螺纹丝杠结构形成了一种直线移动机构,该直线移动机构能够受如下介绍的减速机构驱动,从而能够驱动螺纹件317做直线移动。当然,本领域技术人员应该清楚其它任何合适形式的能够将旋转运动转化成直线运动的机构都可以在本申请的技术方案中作为直线移动机构使用。

[0073] 转看图2A,电子驻车制动器包括相对于制动卡钳630安装的减速机构315。该减速机构315的输入端与驱动电机311的输出轴相连,并且该减速机构315的输出端与芯轴316相连,从而驱动电机311的输出轴的正反转可以经由减速机构315的输出进而带动芯轴316正反转。仅作为一个示例,减速机构可以是在制动卡钳630上安装的双级涡轮蜗杆减速机构,包括由彼此接合的一级蜗杆和一级涡轮组成的第一减速级以及由彼此接合的二级蜗杆和二级涡轮组成的第二减速级,其中一级蜗杆与驱动电机311的输出轴相连,二级涡轮与芯轴316相连,并且一级涡轮与二级蜗杆形成在同一旋转轴上。这种方式构成的减速机构可以确保在进行驻车制动时提供锁死作用、即制动活塞317不会因摩擦片造成的反作用力经由螺纹件317、芯轴316和减速机构传递至驱动电机311的输出轴导致其相应旋转。当然,本领域技术人员应当清楚的是,可以提供类似驻车制动锁死作用的其它形式的减速机构例如单级涡轮蜗杆减速机构或甚至具有锁死功能的减速齿轮机构等也可以在本申请的技术方案中采用。

[0074] 上述螺纹件317也可以称为电子驻车制动器的活塞驱动件317。因此,可以看出在驻车制动时,如果已知螺纹丝杠结构的螺距、减速机构315的减速比、驱动电机311的输出轴的运行时间,就可以推算出活塞驱动件317从其与制动活塞319脱离接触的位置到其顶推制动活塞319的位置(例如,该位置与制动活塞319的驻车制动位置对应) 之间的距离。

[0075] 图3示意性示出了电子驻车制动器的驱动电机311在工作时测量获得的电流曲线。在电子驻车制动器的操作过程中,驱动电机311的工作电流可以经由相应的检测电路检测并将检测结果输送到电子控制单元100中。在需要进行驻车制动时,驱动电机311通电启动。由于电机本身的特性,通常会产生一个较大的起动电流,在图3的电流曲线中表现为出现电流峰值A。在经过电流峰值A后,工作电流迅速下降,并且随着驱动电机311经由减速机构和螺纹丝杠结构带动活塞驱动件317经历一段自由行程(在此期间,活塞驱动件317尚未与制动活塞319接触),驱动电机311的工作电流表现平稳,即对应于从t_A至t_C的那段曲线。接着,在时刻t_C,活塞驱动件317开始与制动活塞 319接触并进而促使制动活塞319驱动相应的摩擦片朝向制动盘移动并与之接触。这期间由于活塞驱动件317相应地经历到制动活塞319反作用的阻力,因此驱动电机311的工作电流表现为迅速上升。最终,当制动活塞319达到其驻车制动位置时,为了确保驱动电机311的工作电流过大而受损,会为驱动电机311设置对

应的截止电流峰值B(在时刻t_B)。当工作电流达到截止电流峰值B时,会强令驱动电机311停机。此时,在时刻t_B,由于前述提及的减速机构的锁死作用,制动活塞319经由活塞驱动件317以及减速机构被保持在驻车制动位置,电子驻车制动器完成驻车制动。在需要行车时,再次启动驱动电机311 使得其输出轴反向旋转,以确保活塞驱动件317反向直线移动到制动活塞319恰好未处于其驻车制动位置的程度,从而相应的摩擦片与制动盘之间不再因电子驻车制动器而产生驻车制动力,即电子驻车制动器与制动活塞319解耦。

[0076] 因此,可以看出,在现有技术的机动车驻车制动时,随着摩擦片的不断磨损,活塞驱动件317在进行驻车制动时的起始位置几乎是随机而定的。为了能够确保以统一的评测标准而认定驻车制动时活塞驱动件317具体直线移动距离,可以人为地设定活塞驱动件317的起始位置。通常,在活塞驱动件317与芯轴311之间的螺纹丝杠结构设计中,在芯轴311的轴向某处位置会设置一个止挡特征例如止挡块,从而限定活塞驱动件317沿着远离制动活塞319的方向能够移动到的最大程度,如图2B所示。对于一个制造好的电子驻车制动器而言,与该最大移动程度对应的活塞驱动件317的限位总是固定的,因此可以视为活塞驱动件317的一个基准位置。也就是说,如果每次在进行驻车制动时,故意地先令活塞驱动件317移动到基准位置,然后测量从活塞驱动件317开始移动到最终制动活塞319到达其驻车制动位置的时间,就可以测算出活塞驱动件317从基准位置到停止位置(与驻车制动位置对应)的距离。

[0077] 本领域技术人员应当清楚,上述起动电流峰值时刻t_A、稳态转变时刻t_C、以及截止电流峰值时刻t_B是通过相关电子电路可以检测并传递给电子控制单元100以便记录的。因此,通过电子控制单元100内的程序设定,可以在每次驻车制动时记录该电流曲线,进而通过检测一事先确定的检测时间段,然后以该检测时间段依据下述公式1来确定摩擦片自最初的位置到实现驻车制动时的位置之间的移动距离L。

[0078] $$L=f1(\Delta t_E,\eta,p) \qquad \text{公式1}$$

[0079] 其中,L为单独一个摩擦片的移动距离,Δt_E为电子驻车制动器的活塞驱动件317从其基准位置移动到其停止位置(对应于制动活塞319 的驻车制动位置)的时间,η为减速机构的传动比,p为螺纹丝杠结构 317的螺距,f1可以是与Δt_E,η,p相关联的函数。当然,本领域技术人员应当清楚,虽然在以下描述的示例中Δt_E为$|t_A-t_B|$,但这仅仅是出于估计方便的需要。在替代的示例中,Δt_E也可以选择为$|t_A-t_C|$。也就是说,可以人为设定是否转变电流点C或者截止峰值点B对应于制动活塞319所处的驻车制动位置。

[0080] 例如,作为一个示例,$f1=(n_M/\eta)\cdot p\cdot \Delta t_E/2$,其中,$n_M$为驱动电机 311的转速。作为另一个示例,还可以考虑在f1函数中加入与其它因素有关的修正系数,例如加入与制动盘厚度磨损有关的修正系数(该修正系数可以事先依据大量试验来确定),从而令$f1=(n_M/\eta)\cdot p\cdot \Delta t_E/2+\theta$,其中θ为修正系数、例如与制动盘厚度磨损有关的修正系数。

[0081] 假设转变电流点C和截止峰值点B为与新的摩擦片所对应情况下驱动电机311的工作电流曲线上的相应点,而转变电流点C'和截止峰值点B'为与摩擦片已经工作一定时间后所对应情况下驱动电机311的工作电流曲线上的相应点。这样,如图4的上部分和下部分所示(为了清楚,图4的上和下部分夸张示出了摩擦片与制动盘之间在未接触时的间隙),在新的摩擦片已经安装就位后,就采用上述公式1通过激活电子驻车制动器来记录其活塞驱动件317在驻车制动时从基准位置到停止位置的时间,$\Delta t_E=|t_A-t_B|$,进而根据上述公式1来

计算活塞驱动件317的移动的距离L_0，即基准距离。然后，在摩擦片经历一段时间磨损后再进行驻车制动。如果需要评估此时摩擦片的厚度的话，在进行驻车制动时，首先激活电子驻车制动器，使得其活塞驱动件317移动至基准位置，然后再反向激活电子驻车制动器的驱动电机311，使得活塞驱动件317从其基准位置移动至停止位置的距离L_A对应于时间$\Delta t_E=|t_A-t_{B'}|$。由于每当进行驻车制动并需要测量时，活塞驱动件317均是先返回至其基准位置后，再从基准位置到停止位置计时，所以在驱动电机311的性能不变的情况下，与启动电流点A所对应的启动电流时刻t_A总是恒定的，从而确保了每次计算的L_A与最初计算的L_0的比较计算基准。也就是说，$\Delta L_R=|L_0-L_A|$既为摩擦片的厚度损耗量。在本申请的上下文中，与新的摩擦片所对应的首次确定的距离或者最早几次所确定的距离的平均值可以认定为活塞驱动件317的基准距离L_0。

[0082] 本申请确定摩擦片的厚度损耗量方法的巧妙之处在于，虽然新的摩擦片进行驻车制动时所对应的时间段$|t_B-t_C|$必然会小于使用一定时间后的摩擦片进行驻车制动时所对应的时间段$|t_{B'}-t_{C'}|$，但是二者之间的差异会非常小，需要非常高的C点确认精度以及相对较小的时间差必然会带来较大的计算误差。本申请每次先将活塞驱动件317返回至其基准位置，从而能够以统一的标准利用驱动电机311的启动电流时刻 t_A到截止峰值时刻t_B或$t_{B'}$来推算活塞驱动件317的移动距离。由于启动电流时刻t_A到截止峰值时刻t_B或$t_{B'}$的时间差明显大于转变电流时刻 t_C或$t_{C'}$到截止峰值时刻t_B或$t_{B'}$的时间差，从而降低了出现计算误差的可能性、进而确保最终的推算精度。

[0083] 因此，对于配备有电子驻车制动器的机动车而言，本申请提供了一种巧妙的、适于连续监测与电子驻车制动器配对使用的摩擦片的磨损厚度监测方法。

[0084] 图5示意性示出了根据本申请的制动摩擦片损耗监测方法的一个实施例的流程图。本领域技术人员应当清楚，本申请所介绍的方法或者各方法步骤可以作为程序而编码存储在电子控制单元100的存储器内并且由其调用执行。在步骤S10中，确定机动车是否已经停稳。例如，停稳的判断依据可以是以机动车中现有已经存在的各种传感器汇总后判断机动车是否已经安全停稳。在步骤S10的判断为“是”的前提下，转到步骤S14；否则，停止本次制动摩擦片损耗监测。在步骤S14，出于驻车制动安全的考虑，先激活没有配备电子驻车制动器的车轮的制动分泵，从而确保没有配备电子驻车制动器的车轮处于制动状态中。接着，在步骤S15，激活电子驻车制动器，使得其驱动电机311 以能够确保活塞驱动件317返回至其基准位置的方式运行，并且最终确保活塞驱动件317处于其基准位置。接着在步骤S20，激活如图1 所示的电子驻车制动器700RL、700RR，使得相应的制动活塞驱动摩擦片接触对应的制动盘进行驻车制动，因而根据驱动电机311的Δt、减速机构的传动比η、螺纹丝杠结构的螺距p并利用公式1确定配备有电子驻车制动器700RL、700RR的后轮RL、RR的每个摩擦片在利用驻车制动进行制动摩擦片损耗监测时的移动距离差值ΔL_R，例如上述驱动电机311的Δt可以是依据图4中用于确定L_0或L_A的Δt_E。

[0085] 接着，在步骤S30，首先判断是否首次进行驻车制动测量；如果判断结果为“是”的话，意味着步骤S20的计算结果为L_0，此时将计算结果作为基准距离L_0记录备用，例如，这个过程可以在整车厂车辆下线或者在4S店更换新摩擦片时执行；如果判断结果为“否”的话，意味着步骤S20的计算结果为L_A，则根据本次针对制动摩擦片损耗监测的移动距离L_A与首次记录的基准距离L_0的差值的绝对值ΔL来确定当前摩擦片的厚度损耗值。

[0086] 接着，在步骤S60中，如果所获得的当前摩擦片的厚度损耗值大于或等于一预定的值，则可以转到步骤S70。例如，在步骤S70，驾驶舱内的指示器能够被激活，以向驾驶者发出影像和/或声音警报，和/ 或，可以对机动车的某些功能进行限制，例如对机动车行驶的速度进行限制，如最高限速50公里/小时，从而引起驾驶员的警觉。如果在步骤S60中所获得的当前摩擦片的厚度损耗值小于预定的值，则转到步骤S80，将测试数据发送给仪表板或者驾驶员移动电子设备作为常规状态提示信息显示。在步骤S80，继续依据电子驻车制动器进行驻车制动确保机动车安全停车，同时也可以选择性释放没有配备电子驻车制动器的车轮的制动分泵。

[0087] 在上述实施例中虽然以配备于后轮RL、RR的电子驻车制动器 700RL、700RR介绍了本申请的基本思路，但是本领域技术人员应当清楚，针对仅为前轮FL、FR配备电子驻车制动器的机动车而言，本申请的基本思路同样适用。

[0088] 在一个替代的实施例中，本申请的思路同样适用于配备有电子机械制动器(EMB)的机动车。在本申请的上下文中，电子机械制动器指的是无论在行车制动还是驻车制动均能够驱动制动活塞以在摩擦片与制动盘之间产生摩擦制动力的装置。当然，这种电子机械制动器可以作用于机动车的四个车轮中的每个车轮。同时，配备这种电子机械制动器的机动车可以保留液压制动驱动装置作为制动安全屏障保护，或者甚至液压制动驱动装置，而仅依靠电子机械制动器来实现行车制动和驻车制动。本领域技术人员应当清楚，这种液压制动驱动装置大体上也包括驱动电机、与驱动电机操作性相连的且在制动时具有锁死功能的减速机构、与减速机构操作性相连的活塞驱动件，从而能够作用于制动活塞进而驱动相应的摩擦片移动。

[0089] 因此，对于配备电子机械制动器的机动车而言，上述描述的方法同样适用。例如，对于仅配备电子机械制动器的机动车而言，可以上图5所示的步骤S10变更为先行利用电子机械制动器驻车制动两个前轮，并在随后的步骤中利用后轮的电子机械制动器确定后轮的摩擦片磨损程度，然后再利用后轮的电子机械制动器进行驻车制动，同时利用前轮的电子机械制动器的操作来确定前轮的摩擦片磨损程度。

[0090] 基于上述已经描述的内容，可以认为本申请提出了一种机动车制动摩擦片损耗监测方法，其中，所述机动车包括作用于两个前轮或两个后轮中的每个车轮的制动装置，所述制动装置具有随车轮能够一起旋转地安装的制动盘、相对于车轮不可旋转但能够平行于车轮的旋转轴线直线移动的摩擦片、相对于车身固定安装的缸体、以及在所述缸体中能够直线移动的制动活塞，所述机动车还包括相应配备于两个前轮或两个后轮中的每个车轮的电子驻车制动器或电子机械制动器，所述电子驻车制动器或电子机械制动器包括驱动电机、与所述驱动电机的输出轴相连的减速机构、受所述减速机构驱动的直线移动机构、以及受所述直线移动机构驱动能够直线移动的活塞驱动件，所述减速机构能够提供在制动时防止所述活塞驱动件随意移动的锁死功能，所述制动活塞适于受所述活塞驱动件驱动而接触所述摩擦片，进而驱使所述摩擦片移动，

[0091] 所述方法包括：

[0092] 在所述机动车已经驻车后，操作所述驱动电机以令所述活塞驱动件移动至事先规定的基准位置；

[0093] 再次操作所述驱动电机，以使得所述活塞驱动件从所述基准位置移动到其与所述

制动活塞接触的停止位置，其中，所述停止位置与所述制动活塞的驻车制动位置对应；

[0094] 确定所述基准位置与所述停止位置之间的距离；

[0095] 将所确定的距离与事先确定的基准距离进行比较，以确定被测摩擦片的磨损厚度。

[0096] 此外，还可以认为本申请提出了一种机动车制动摩擦片损耗监测系统。所述机动车包括作用于每个车轮的制动装置，所述制动装置具有随车轮能够一起旋转地安装的制动盘以及相对于车轮不可旋转但能够平行于车轮的旋转轴线直线移动的摩擦片。所述机动车包括作用于两个前轮或两个后轮中的每个车轮的制动装置，所述制动装置具有随车轮能够一起旋转地安装的制动盘、相对于车轮不可旋转但能够平行于车轮的旋转轴线直线移动的摩擦片、相对于车身固定安装的缸体、以及在所述缸体中能够直线移动的制动活塞。

[0097] 进一步如图6所示，所述系统包括：

[0098] 相应配备于两个前轮或两个后轮中的每个车轮的电子驻车制动器 700或电子机械制动器710，所述电子驻车制动器或电子机械制动器包括驱动电机、与所述驱动电机的输出轴相连的减速机构、受所述减速机构驱动的直线移动机构、以及受所述直线移动机构驱动能够直线移动的活塞驱动件，所述减速机构能够提供在制动时防止所述活塞驱动件随意移动的锁死功能，所述制动活塞适于受所述活塞驱动件驱动而接触所述摩擦片，进而驱使所述摩擦片移动；以及

[0099] 电子控制单元100，所述电子控制单元100电连接所述电子驻车制动器700或电子机械制动器710，以控制所述电子驻车制动器700 或电子机械制动器710的操作。所述电子控制单元100包括：第一模块1001，所述第一模块1001在所述机动车已经驻车后产生操作所述驱动电机以令所述活塞驱动件移动至事先规定的基准位置的指令；

[0100] 第二模块1002，所述第二模块1002产生再次操作所述驱动电机以使得所述活塞驱动件从所述基准位置移动到其与所述制动活塞接触的停止位置的指令，其中，所述停止位置与所述制动活塞的驻车制动位置对应；

[0101] 第三模块1003，所述第三模块1003产生确定所述基准位置与所述停止位置之间的距离的指令；以及

[0102] 第四模块1004，所述第四模块1004产生将所确定的距离与事先确定的基准距离进行比较以确定被测摩擦片的磨损厚度的指令。

[0103] 所述基准距离是在被测摩擦片的厚度为已知或者被测摩擦片为全新的摩擦片的情况下并进行驻车制动时所确定的所述活塞驱动件从基准位置移动至所述停止位置的距离。需要指出的是，虽然在已经示出的实施例中提及被测摩擦片为全新摩擦片时需要确定基准距离，但是本领域技术人员应当清楚基准距离的确定以被测摩擦片的厚度已为准。也就是说，当被测摩擦片厚度已经知道的情况下，就可以事先确定基准距离。当然，对于被测摩擦片为全新摩擦片时，这种全新摩擦片的厚度当然是已知的。如果被测摩擦片为用过的摩擦片，仅需要测量该被测摩擦片的厚度并记录，然后再相应地确定其基准距离即可应用本申请的方法或系统。

[0104] 所述被测摩擦片的磨损厚度是所确定的距离与所述基准距离之差的绝对值。

[0105] 所述机动车的每个车轮均只配备所述电子机械制动器。

[0106] 所述电子控制单元100还包括在所述被测摩擦片的磨损厚度低于一预定值后产生

提醒机动车的驾驶员更换所述被测摩擦片的指令的第五模块1005。例如，电子控制单元100可以与蜂鸣报警器相连，从而蜂鸣报警器在接收到第五模块1005所产生的指令后发出蜂鸣警报。例如，针对仅前轮或后轮配备电子驻车制动器的机动车而言，该预定值可以依据制造厂商针对机动车的使用者的长期摩擦片更换监测习惯而定。

[0107] 所述直线移动机构为螺纹丝杠结构，所述螺纹丝杠结构包括与所述减速机构的输出轴连接的芯轴，并且所述芯轴的外表面形成有外螺纹，所述活塞驱动件为螺纹件，具有能够与所述外螺纹接合的内螺纹且在所述芯轴旋转时不旋转以沿着所述芯轴的轴向能够来回直线移动。

[0108] 所述基准位置与所述停止位置之间的距离至少取决于所述驱动电机的转速、所述减速机构的传动比、所述螺纹丝杠结构的丝杠螺距和所述驱动电机的通电时长。

[0109] 在所述机动车配备电子驻车制动器的情况下，所述机动车还包括在进行磨损厚度确定之前利用所述液压制动驱动装置对未配备所述电子驻车制动器的车轮进行驻车制动的液压制动驱动装置。所述电子控制单元包括控制所述液压制动驱动装置的第七模块1007。

[0110] 所述电子控制单元100还包括第六模块1006，所述第六模块1006 产生依据所述被测摩擦片的磨损厚度确定当前厚度的指令和/或产生将所述被测摩擦片的当前厚度显示于机动车的仪表板上或发送给驾驶员的移动电子装置的指令。例如，指令可以经由机动车已有的总线发送给机动车的仪表板上的专用显示仪表，或者也可以经由WiFi、移动网络等发送给驾驶员的手机、笔记本电脑等移动电子装置。

[0111] 所述被测摩擦片的当前厚度等于同一规格的新的摩擦片的厚度减去所述被测摩擦片的磨损厚度。

[0112] 所述活塞驱动件至所述基准位置的移动方向与所述活塞驱动件从所述基准位置至所述停止位置的移动方向相反。

[0113] 所述电子控制单元100还包括第八模块1008，在所述机动车的所有前后车轮均配备电子机械制动器的情况下，所述第八模块1008产生先利用前轮的电子机械制动器对前轮进行驻车制动、然后利用后轮的电子机械制动器确定后轮的摩擦片的磨损厚度的指令；或者，产生先利用后轮的电子机械制动器对后轮进行驻车制动、然后利用前轮的电子机械制动器确定前轮的摩擦片的磨损厚度的指令。

[0114] 尽管这里详细描述了本申请的特定实施方式，但它们仅仅是为了解释的目的而给出，而不应认为它们对本申请的范围构成限制。此外，本领域技术人员应当清楚，本说明书所描述的各实施例可以彼此相互组合使用。在不脱离本申请精神和范围的前提下，各种替换、变更和改造可被构想出来。

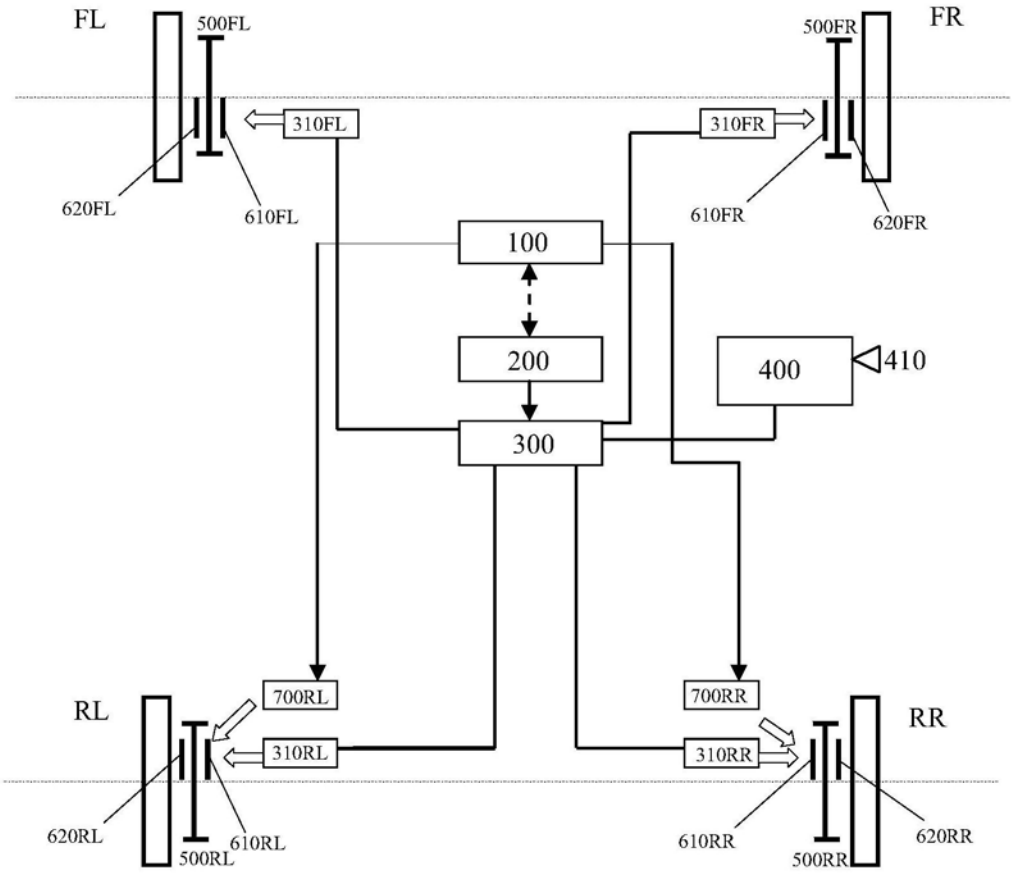

FL
500FL
310FL
620FL
610FL
500FR
FR
310FR
610FR
620FR
100
200
300
400
410
RL
700RL
310RL
620RL
610RL
500RL
700RR
310RR
610RR
500RR
620RR
RR

图1

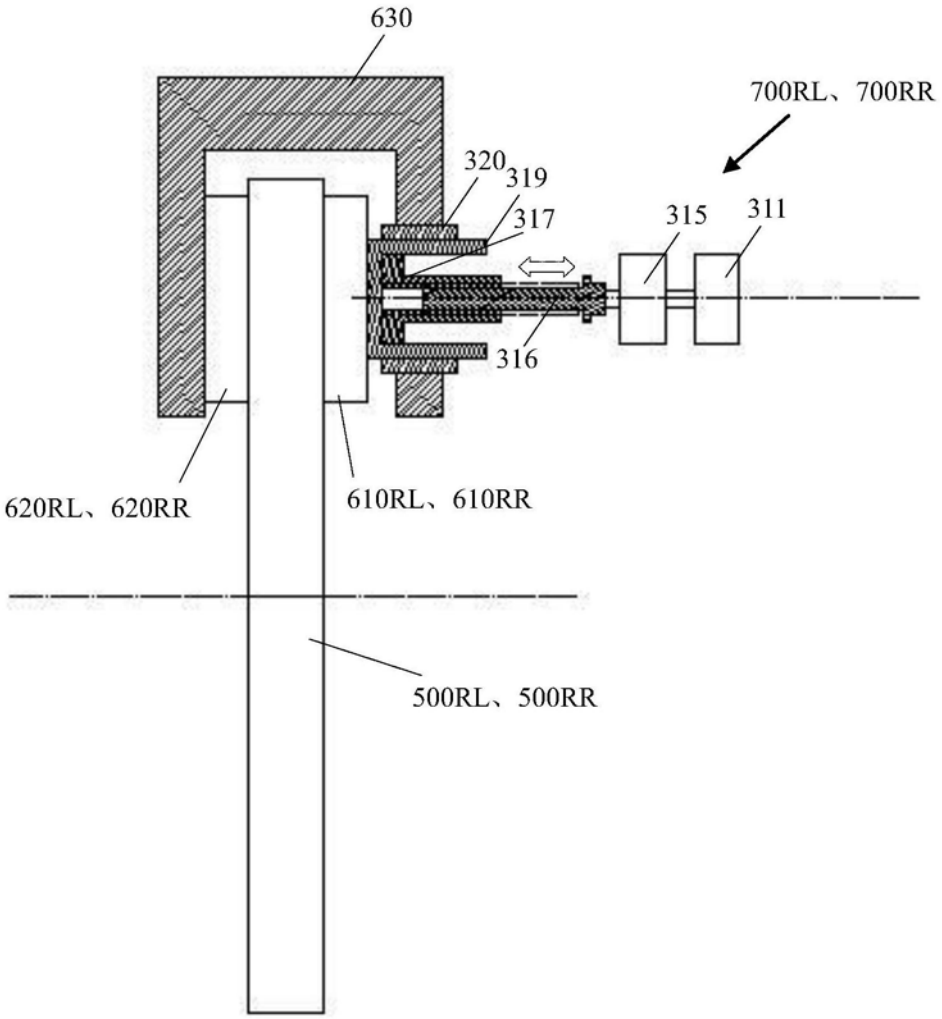

630
700RL、700RR
320
319
317
315
311
316
620RL、620RR
610RL、610RR
500RL、500RR

图2A

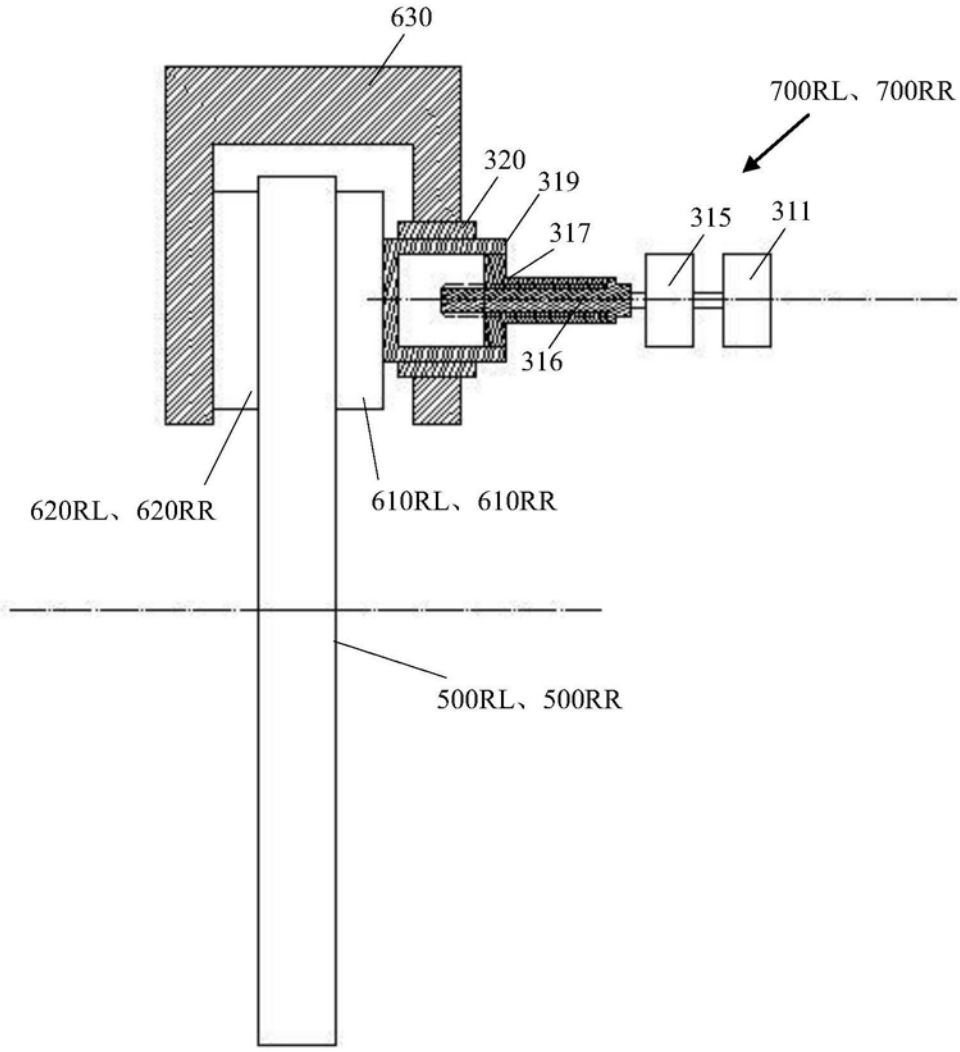

630
700RL、700RR
320
319
317
315
311
316
620RL、620RR
610RL、610RR
500RL、500RR

图2B

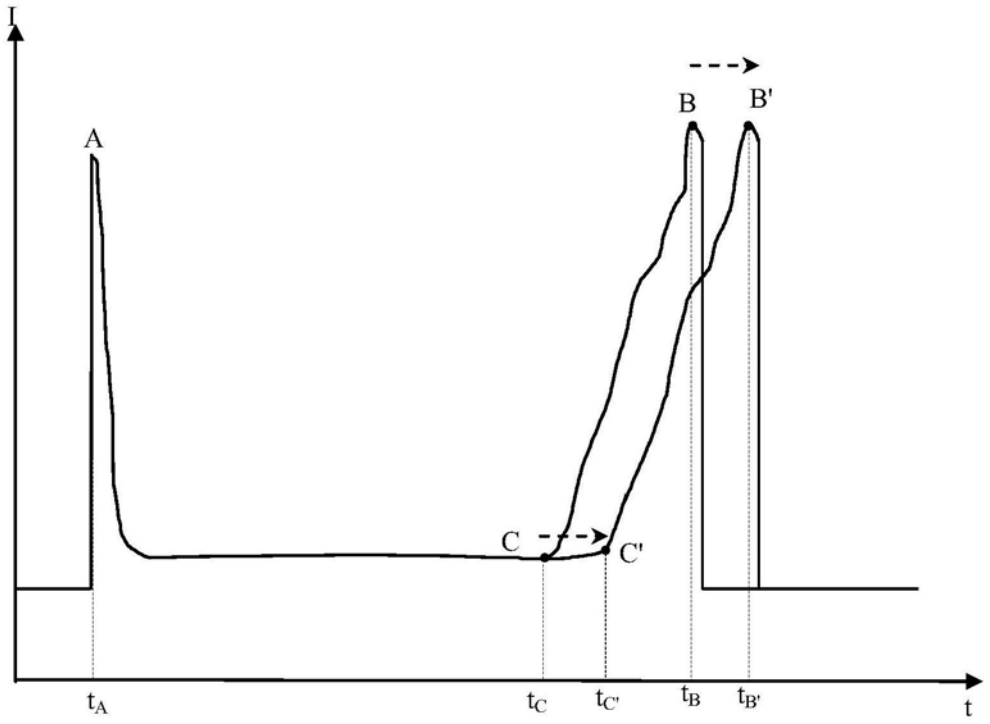


图3

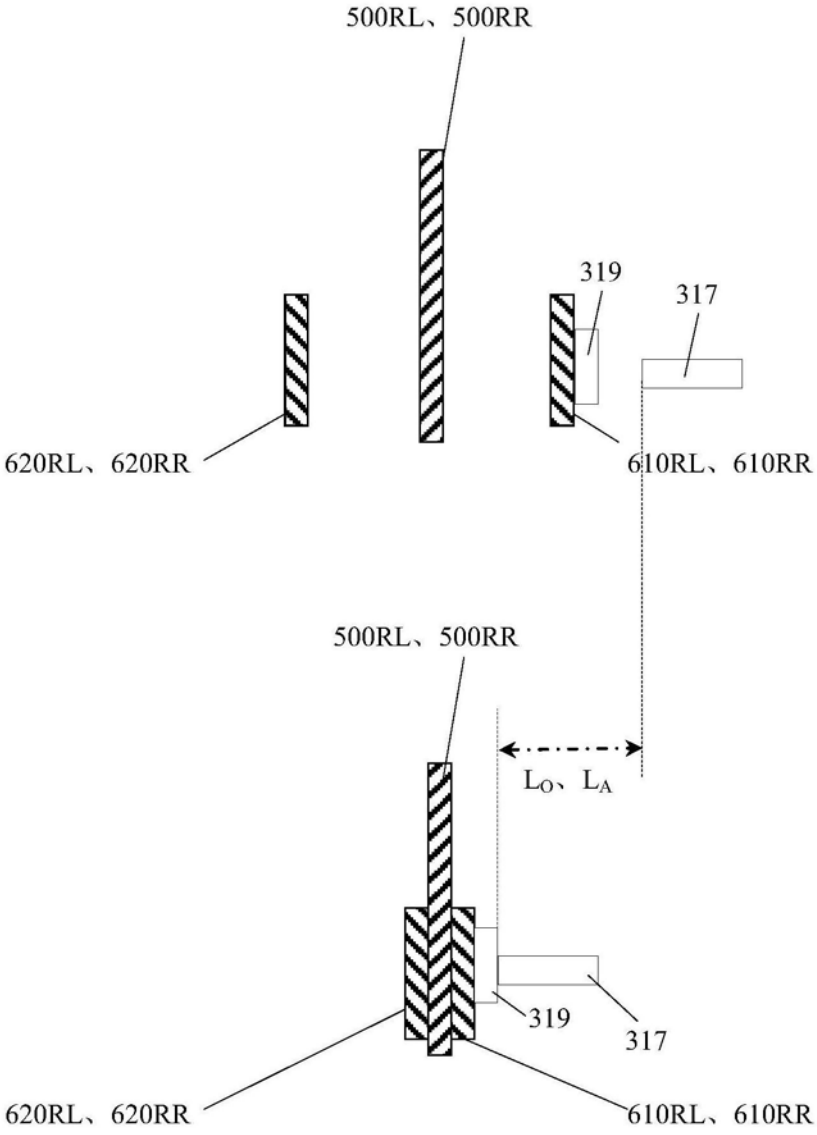

500RL、500RR
319
317
620RL、620RR
610RL、610RR
500RL、500RR
L_O、L_A
319
317
620RL、620RR
610RL、610RR

图4

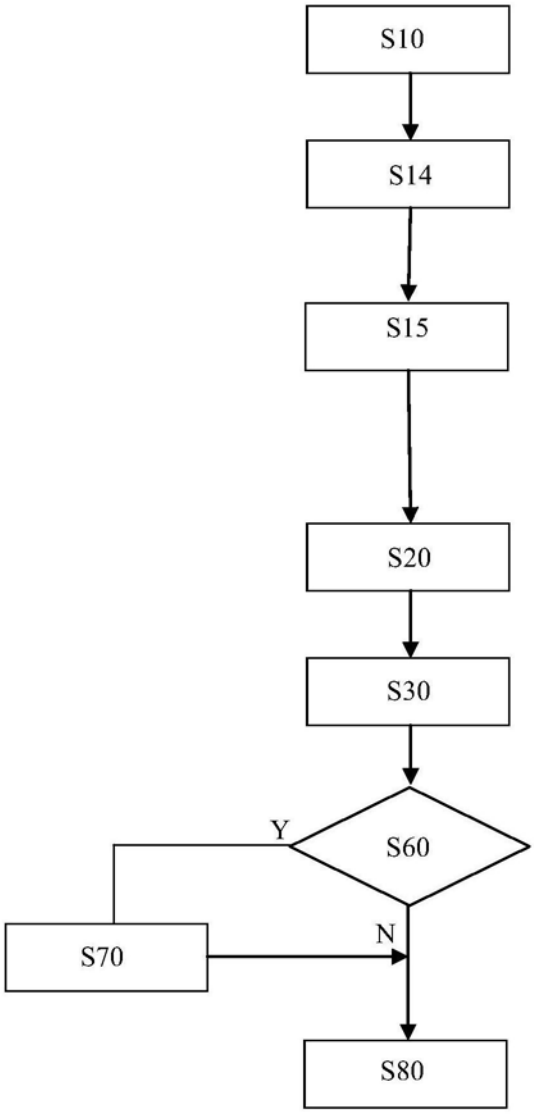


图5

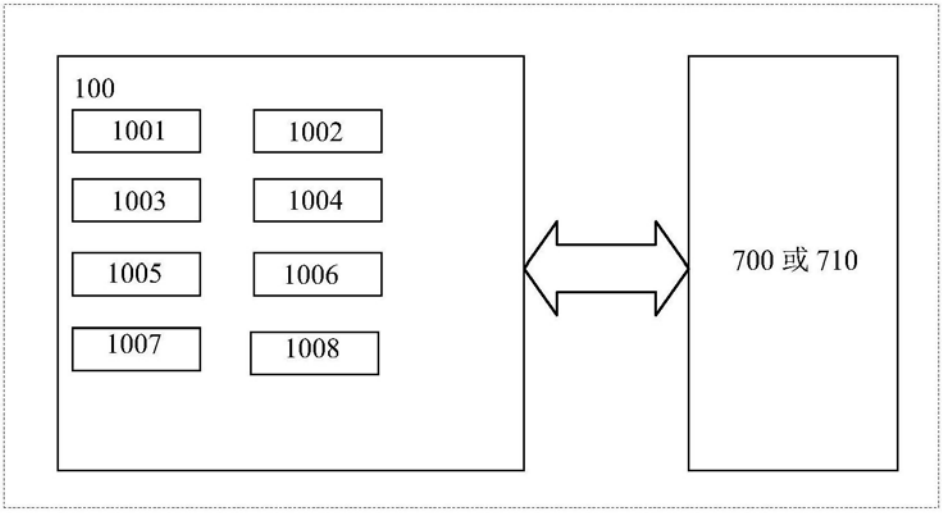


图6