



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105764714 A

(43)申请公布日 2016.07.13

(21)申请号 201480043525.1

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(22)申请日 2014.07.18

代理人 陈浩然 胡斌

(30)优先权数据

102013108285.8 2013.08.01 DE

(51)Int.Cl.

B60C 23/06(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.02.01

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2014/065477 2014.07.18

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/014636 DE 2015.02.05

(71)申请人 大众汽车有限公司

地址 德国沃尔夫斯堡

(72)发明人 S·施泰因迈尔 M·M·梅内克

P·德格曼 C·德格

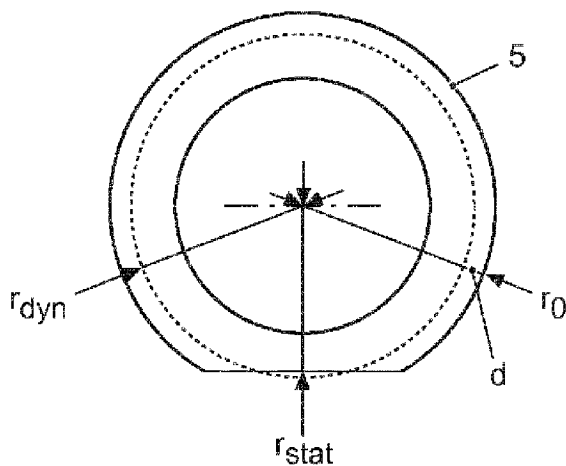
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

## (54)发明名称

确定车辆轮胎的理论胎压与实际胎压之间的压力偏差以及车轮载荷的方法和系统

## (57)摘要

利用以下步骤来确定车辆(10)的轮胎(5)的理论轮胎压力( $p_{Ideal}$ )与实际轮胎压力( $p_{Actual}$ )之间的压力偏差:测定轮胎的车轮载荷( $f$ )测定轮胎(5)的动态轮胎半径( $r_{dyn}$ )。根据车轮载荷( $f$ )和动态轮胎半径( $r_{dyn}$ )确定压力偏差( $p_{rel}$ )。



1. 一种用于确定车辆(10)的轮胎(5)的理论胎压( $p_{Ideal}$ )与实际胎压( $p_{Actual}$ )之间的压力偏差( $p_{Rel}$ )的方法,其包括以下步骤:

测定所述轮胎(5)的车轮载荷( $f$ ),

测定所述轮胎(5)的动态轮胎半径( $r_{dyn}$ ),以及

根据所述车轮载荷( $f$ )和所述动态轮胎半径( $r_{dyn}$ )确定所述压力偏差。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述理论胎压( $p_{Ideal}$ )根据所述车轮载荷( $f$ )借助于理论胎压函数来确定。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,在未负载状态中规定所述轮胎(5)的未负载的轮胎半径( $r_0$ ),根据所述车轮载荷( $f$ )、所述未负载的轮胎半径( $r_0$ )和所述动态轮胎半径( $r_{dyn}$ )借助于轮胎刚度函数计算所述实际胎压( $p_{Actual}$ )。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,规定所述轮胎刚度函数,通过所述轮胎刚度函数能够根据所述车轮载荷( $f$ )、所述实际胎压( $p_{Actual}$ )以及所述车辆(10)当前行驶的速度( $v$ )计算所述轮胎(5)的轮胎刚度( $m$ ),并且通过在多个时刻测定所述速度( $v$ )和所述车轮载荷( $f$ )的测量值且通过对于这些测量值将常数确定成使得估计误差最小化来掌握所述轮胎刚度函数的常数。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述实际胎压( $p_{Actual}$ )被视为常数并且在掌握所述常数时被一起掌握。

6. 根据权利要求3-5中任一项所述的方法,其特征在于,借助于所述轮胎刚度函数来确定所述轮胎刚度 $m$ ,并且通过以下等式根据所述动态轮胎半径 $r_{dyn}$ 、所述车轮载荷 $f$ 以及所述轮胎刚度 $m$ 来测定所述未负载的轮胎半径 $r_0$ :

$$r_0 = r_{dyn} + m * f。$$

7. 根据权利要求3-6中任一项所述的方法,其特征在于,规定理想的动态轮胎半径( $r_{Ideal}$ ),并且根据所述理想的动态轮胎半径( $r_{Ideal}$ )借助于所述轮胎刚度函数来确定所述理论胎压( $p_{Ideal}$ )。

8. 一种用于确定车辆(10)的轮胎(5)的车轮载荷( $f$ )的方法,其包括以下步骤:

测定实际胎压( $p_{Actual}$ ),

测定所述轮胎(5)的动态轮胎半径( $r_{dyn}$ ),

在未负载的状态中规定所述轮胎(5)的未负载的轮胎半径( $r_0$ ),并且

根据所述实际胎压( $p_{Actual}$ )、所述动态轮胎半径( $r_{dyn}$ )和所述未负载的轮胎半径( $r_0$ )借助于轮胎刚度函数来确定所述轮胎(5)的车轮载荷( $f$ )。

9. 一种用于确定车辆(10)的轮胎(5)的理论胎压( $p_{Ideal}$ )与实际胎压( $p_{Actual}$ )之间的压力偏差( $p_{Rel}$ )的系统,

其中,所述系统(20)包括控制部(1),

其中,所述系统(20)设计成测定所述轮胎(5)的动态轮胎半径( $r_{dyn}$ )和所述轮胎(5)的车轮载荷( $f$ ),并且

其中,所述系统(20)设计成借助于所述控制部(1)根据所述车轮载荷( $f$ )和所述动态轮胎半径( $r_{dyn}$ )确定所述压力偏差。

## 确定车辆轮胎的理论胎压与实际胎压之间的压力偏差以及车轮载荷的方法和系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于确定车辆的轮胎的理论胎压或最佳胎压与实际胎压之间的压力偏差的方法和系统。此外,本发明涉及一种用于还在行驶期间确定车轮载荷的方法和系统。

### 背景技术

[0002] 文件DE 10 2009 057 578 A1公开了根据每个轮胎印迹长度和胎压研究车辆的多个轮胎的车轮载荷分布。

[0003] 文件DE 10 2009 057 579 A1说明了根据轮胎的印迹的实际值和理论值测定理论胎压。

[0004] 文件DE 103 52 539 B4公开了借助于变形传感器监控充气轮胎的车辆。

[0005] 车辆的滚动阻力基本确定了车辆完成行驶距离所需的能量。对于轿车须使用该能量的大约20%来克服在高速公路上的滚动阻力。在城市区域中,该百分比提高到40%。对于载重车辆,该百分比还更高。在高速公路上,对于载重车辆而言,能量消耗的66%要归因于克服滚动阻力。因此,对于在高速公路上的载重车辆,滚动阻力减少3%可使总能量消耗降低2%。对于最佳胎压的另一标准是行驶稳定性和因此驾驶员的安全以及所有其它交通参与者的安全。

### 发明内容

[0006] 因此,本发明目的在于对车辆的驾驶员提供一种指示,借助于其可设定最佳的胎压。

[0007] 根据本发明,该目的通过一种根据权利要求1所述的用于确定理论胎压与实际胎压之间的压力偏差的方法、通过一种根据权利要求8所述的用于确定车轮载荷的方法和通过一种根据权利要求9所述的用于确定理论胎压与实际胎压之间的压力偏差的系统来实现。从属权利要求限定本发明的优选的和有利的实施形式。

[0008] 在本发明的范围中,提供一种用于确定车辆的轮胎的理论胎压或最佳胎压与实际胎压之间的压力偏差的方法。在此,根据本发明的方法包括以下步骤:

- 自动测定车轮载荷,其主要由于车辆的负载而作用到轮胎上。

[0009] • 自动测定轮胎的动态轮胎半径。在此,轮胎的这样的半径被理解成动态轮胎半径,即轮胎在车辆直线行驶的情况中所具有的半径。动态轮胎半径例如可通过轮胎的滚动周长来确定。在此,滚动周长相应于轮胎在不打滑地转动的情况下所经过的距离。滚动周长例如可由车辆所经过的行驶距离除以轮胎的回转数的商来算出。

[0010] • 根据车轮载荷和动态轮胎半径自动地确定压力偏差。

[0011] 接下来说明大量变体或实施形式,可根据车轮载荷和动态轮胎半径如何来确定理论胎压和实际胎压以及由此压力偏差。

[0012] 依照根据本发明的第一变体存在理论胎压函数,经由该理论胎压函数可根据车轮载荷来确定理论胎压。对此,例如对于所有轮胎变体可将相应的理论胎压函数储存在车辆可存取数据库中,使得车辆在了解属于其轮胎类型的理论胎压函数的情况下可根据所测得的车轮载荷确定所属的理想胎压或理论胎压。

[0013] 依照根据本发明的一实施形式规定轮胎的未负载的轮胎半径,也就是说未负载的轮胎半径对于车辆是已知的。例如当轮胎处于地面上使得其轮胎支承面与地面没有接触时,可确定未负载的轮胎半径。实际胎压现在可根据车轮负载、未负载的轮胎半径以及动态轮胎半径借助于轮胎刚度函数来计算。

[0014] 轮胎刚度函数相应于相应轮胎的轮胎特征的数学描述。借助于轮胎刚度函数可根据车轮载荷、实际胎压和必要时车辆的当前速度来确定轮胎刚度。

[0015] 在以下等式(1)中来说明轮胎刚度函数的一示例。

$$[0016] \quad m = \frac{a}{f} \times \left( \frac{f}{p+k} \right)^n - b \times v \quad (1)$$

在此,m相应于轮胎刚度,f相应于车轮载荷而v相应于车辆的速度。a、b、k和n是常数。由于常数b通常非常小,也可在没有“b\*v”项的情况下来确定轮胎刚度m。

[0017] 轮胎刚度m还可经由根据以下等式(2)的关系来确定。

$$[0018] \quad m = d/f \quad (2)$$

在此,f相应于车轮载荷,而d根据以下等式(3)相应于未负载的轮胎半径 $r_0$ 与动态轮胎半径 $r_{dyn}$ 之间的差。

$$[0019] \quad d = r_0 - r_{dyn} \quad (3)$$

换言之,可在了解车轮载荷、动态轮胎半径和未负载的轮胎半径的情况下通过之前的等式(2)和(3)来计算轮胎刚度。现在通过调整轮胎刚度函数用于计算实际胎压或通过借助于轮胎刚度函数对于实际胎压确定一值(对于该值,由轮胎刚度函数所计算的轮胎刚度相应于以其它方式计算的轮胎刚度)可从所计算的轮胎刚度和车轮载荷(以及必要时速度)出发经由轮胎刚度函数来计算实际胎压。

[0020] 关于轮胎刚度函数根据本发明存在两个可能性。

[0021] • 完全(也就是说以对于所有常数的精确值)规定轮胎刚度函数,从而已可根据车轮载荷和实际胎压以及必要时车辆当前的速度的第一测量值来计算轮胎的相应的轮胎刚度。

[0022] • 在不知道其常数(在等式(1)的示例中这将是a、b、k和n)的情况下规定轮胎刚度函数。在该情况中,根据在多个时刻对车轮载荷、实际胎压以及车辆的速度所测定的测量值来掌握或确定常数,从而例如使估计误差的二次范数最小。对此,例如卡尔曼滤波器(或其它合适的滤波器)在较长的时间段上观察在所测量的值之间的关联。对于规定的轮胎刚度函数如此来确定常数或参数,这还被称为参数识别。在此,还可将车轮载荷或实际胎压近似视作常数或参数,从而可通过在较长的时间段上所测得的测量值不仅来确定常数(例如a、b、k和n)、而且来确定车轮载荷或实际胎压。换言之,在尤其可将轮胎刚度函数用于计算轮胎刚度之前,根据本发明的方法首先掌握了轮胎刚度函数的常数。在卡尔曼滤波器的情况中,轮胎刚度函数的待确定的常数或参数形成所谓的卡尔曼-系统状态矢量。借助于引入测量值以时间递归地来估算该矢量。

[0023] 依照根据本发明的另一实施形式借助于轮胎刚度函数来确定轮胎刚度。接着,通过以下等式(4)根据动态轮胎半径 $r_{dyn}$ 、车轮载荷 $f$ 和所确定的轮胎刚度 $m$ 来测定未负载的轮胎半径 $r_0$ 。

$$[0024] \quad r_0 = r_{dyn} + m * f \quad (4)$$

未负载的轮胎半径的计算有利地提供用于规定未负载的轮胎半径的备选方案。

[0025] 根据本发明还可能不是规定、而是确定理论胎压。这例如可根据优化准则或根据设计准则(借助于其来确定理论胎压)来实现。该准则可根据应用情况表现得不同。一可能性在于对于在理想动态轮胎半径 $r_{Ideal}$ 与未负载的轮胎半径 $r_0$ 之间的比规定固定的比例 $C_{Ideal}$ ,如这根据以下等式(5)是这种情况。

$$[0026] \quad C_{Ideal} = r_{Ideal} / r_0 \quad (5)$$

在尤其根据之前所说明的等式(5)确定理想的动态轮胎半径之后,可根据理想的动态轮胎半径借助于轮胎刚度函数来确定理论胎压。

[0027] 从理想的动态轮胎半径 $r_{Ideal}$ 与未负载的轮胎半径 $r_0$ 之间的差可计算理想的差 $d_{Ideal}$ ,如这根据等式(6)所示。

$$[0028] \quad d_{Ideal} = r_0 - r_{Ideal} \quad (6)$$

经由之前所说明的等式(2)因此可确定理论轮胎刚度。通过最后相应地调整轮胎刚度函数,可借助于轮胎刚度函数在了解车轮载荷(和必要时速度)的情况下根据已知的理论轮胎刚度来确定与此匹配的理论胎压。或者借助于轮胎刚度函数对于理论胎压来确定一值,对于该值由轮胎刚度函数所计算的轮胎刚度相应于理论轮胎刚度。

[0029] 在本发明的范围中,还提供一种用于确定车辆的轮胎的车轮载荷的方法。在此,根据本发明的该方法包括以下步骤:

- 测定实际胎压,这例如可利用集成到轮胎中的胎压传感器来实现。

[0030] • 测定轮胎的动态轮胎半径。

[0031] • 规定在未负载的状态中轮胎的未负载的轮胎半径。

[0032] • 根据实际胎压、动态轮胎半径以及未负载的轮胎半径借助于轮胎刚度函数来确定轮胎的车轮载荷。

[0033] 根据动态轮胎半径 $r_{dyn}$ 和未负载的轮胎半径 $r_0$ 可示出在等式(7)中所说明的轮胎刚度 $m$ 与车轮载荷 $f$ 之间的关系。

$$[0034] \quad m = \frac{r_0 - r_{dyn}}{f} \quad (7)$$

关于轮胎刚度函数存在轮胎刚度与车轮载荷之间的第二关系。因此对于这两个未知的 $m$ 和 $f$ 存在两个等式,从而不仅可计算轮胎刚度而且可计算车轮载荷。

[0035] 例如通过根据GPS-数据确定车辆所经过的距离且然后将所经过的该距离除以相应的轮胎的回转数(其在由相应的轮胎完成该距离期间被检测)可根据本发明来确定动态半径。相应的轮胎的回转数在此例如可根据所谓的“车轮记数(Wheel Tick)”来确定,其中,例如轮胎每转检测100车轮记数动。在此,车轮记数相应于当轮胎旋转了预定的转动角度时相应由传感器所检测的测量信号。

[0036] 如之前已在动态轮胎半径的定义中所说明的那样,仅当轮胎不打滑时才可精确地确定动态轮胎半径。出于该原因,在确定动态轮胎半径时应排除车辆的动态行驶情况(例如

车辆的紧急制动、伴有轮胎打滑(durchdrehen)的加速)。例如可借助于加速度传感器或通过评估制动信号、ABS-信号或ESP-信号的来识别这样的动态行驶情况,从而仅在轮胎不打滑的行驶情况中确定动态轮胎半径。除此之外,可应用卡尔曼滤波器(Kalman-Filter)或其它合适的过滤方法以将在预定间隔所检测的车轮记数与期望的车轮记数比较,以便识别出异常值(Ausreisser)且在确定动态轮胎半径时不考虑其。

[0037] 此外,可根据车辆的偏转比率 $\Psi$ 、该轮胎的转速 $DG_1$ 、车辆的另一轮胎的另一转速 $DG_2$ 以及在该轮胎与另一轮胎之间的距离 $s$ 根据以下等式(2)来测定车辆的轮胎的动态轮胎半径,如这在文件DE 10 2006 020 490 A1中所说明的那样。

$$[0038] \quad r_{dyn} = \frac{1}{2\pi} \times \frac{\Psi \times s}{DG_2 \times X_1 - DG_1} \quad (8)$$

在此, $X_1$ 说明周长比,其可借助于以下等式(3)在车辆直线行驶的情况中由第一转速在时间上的积分和第二转速在时间上的积分来计算。

$$[0039] \quad X_1 = \frac{\int DG_1}{\int DG_2} \quad (9)$$

根据本发明,所测量或计算的车轮载荷主要由于车辆的负载而作用到相应的轮胎上。可对于车辆的每个轮胎的当前车轮载荷来确定实际胎压与理论胎压之间的压力偏差。例如可将这两个值(也就是说理论胎压和实际胎压)经由相应的接口传输给车辆的驾驶员。为了促使驾驶员使实际胎压与理论胎压相称,此外可示出由于错误地设定的胎压所积累的附加能量消耗。(例如“由于过低的气压所引起的高2%(0.4 l/100km)的能量消耗”)。此外,在超过一定的能量消耗-阈值的情况下可对驾驶员产生警告,以警告驾驶员防止错误设定的胎压。此外,可警告驾驶员防止由错误的胎压所引起的安全风险。最后,根据本发明还可自动地改变相应的轮胎的胎压,使得其相应于理论胎压。

[0040] 为了避免在车轮载荷每次改变时将胎压匹配于理论胎压,对于相应的轮胎可确定平均的、最大的或典型的车轮载荷。在该情况中,可根据该车轮载荷(而不根据相应当前的车轮载荷)确定压力比或理论胎压。

[0041] 在本发明的范围中,还提供一种用于确定车辆轮胎的理论胎压与实际胎压之间的压力偏差的系统。在此,根据本发明的包括控制部的系统设计成测定轮胎的动态轮胎半径和车轮载荷。然后,根据本发明的系统借助于控制部根据动态车轮半径和车轮载荷确定压力偏差。

[0042] 根据本发明的系统的优点大致相应于之前详细实施的根据本发明的方法的优点,从而在此不再重复。

[0043] 根据本发明的系统尤其设计成执行根据本发明的方法的每个变体或实施形式。

[0044] 此外,在本发明的范围中还提供用于确定车辆的轮胎的车轮载荷的另一系统。在此,包括控制部的该另外的系统设计成经由该另外的系统的胎压传感器测定实际胎压以及确定动态胎压。在了解未负载的轮胎半径的情况下,该另外的系统根据实际胎压、动态轮胎半径和未负载的轮胎半径借助于轮胎刚度函数确定车轮载荷。

[0045] 此外,根据本发明提供一种车辆,其包括根据本发明的系统和/或根据本发明的另一系统。

[0046] 接下来应根据六个可能的根据本发明的变体再次从其它角度来阐述本发明。

[0047] 变体1

在第一变体中,测量车轮载荷和实际胎压。依照规定的函数根据车轮载荷来确定理论胎压。该函数例如可对于所有轮胎变体储存在车辆可存取数据库中。作为子变体(Untervariante),该函数也可构建成使得其适用于所有允许的轮胎类型。

[0048] 变体2

在该变体中,例如利用集成在轮胎中的胎压传感器来测量实际胎压且确定动态轮胎半径。依照规定的函数(参见变体1)根据车轮载荷来确定理论胎压。与变体1相对,在变体2中然而不是测量、而是计算车轮载荷。根据在该变体中假定为已知的未负载的轮胎半径和动态轮胎半径存在车轮载荷与轮胎刚度之间的第一关系,如其之前在等式(7)中所说明的那样。此外,关于规定的轮胎刚度函数存在车轮载荷与轮胎刚度之间的第二关系。经由这两个关系不仅可确定车轮载荷而且可确定轮胎刚度。

[0049] 变体3

在第三变体中,测量车轮载荷且确定动态轮胎半径。又依照规定的函数(参见变体1)根据车轮载荷来确定理论胎压。与变体2相比,在该变体中虽然测量了车轮载荷,但是实际胎压未知。经由等式(7)可根据车轮载荷、未负载的轮胎半径(其在该变体中假定为已知)和动态轮胎半径来计算轮胎刚度。通过根据实际胎压调整轮胎刚度函数,可经由轮胎刚度函数根据车轮载荷和轮胎刚度以及必要时车辆的速度来确定实际胎压。

[0050] 变体4

如在变体3中那样,在该变体中测量车轮载荷且确定动态轮胎半径。又依照规定的函数(参见变体1)根据车轮载荷来确定理论胎压。在该变体中,规定轮胎刚度函数,在其中常数仍未知。因此例如借助于卡尔曼滤波器(或其它合适的滤波器)经由在所测得的车轮载荷与车辆速度的值之间的关联连同实际胎压来确定这些常数。在该变体中即不测量实际胎压,而是近似演绎为轮胎刚度函数的常数。在确定常数时应考虑车辆的速度。如果一次就确定了常数,可在轮胎刚度函数的之后的应用中忽略速度,因为待计算的的实际胎压须适用于所有速度。

[0051] 应指出,在该变体中在一定时间段之后才可实现理论胎压与实际胎压之间的压力偏差的确定,在该时间段中须掌握轮胎刚度函数的常数。

[0052] 变体5

在该变体中,测量车轮载荷和实际胎压以及确定动态轮胎半径。如在变体4中那样,首先近似掌握轮胎刚度函数。接下来可利用该轮胎刚度函数根据车轮载荷、实际胎压和车辆的速度来确定轮胎刚度。经由之前说明的等式(4)可根据车轮载荷、动态轮胎半径和轮胎刚度来计算未负载的轮胎半径。与之前所说明的变体相对,在该变体中没有规定用于根据车轮载荷确定理论胎压的函数。取而代之,例如通过根据规定的在理想的动态轮胎半径与未负载的轮胎半径之间固定比例来确定理想的动态轮胎半径,经由优化准则或设计准则来确定理论胎压。可利用等式(6)根据未负载的轮胎半径和理想的动态轮胎半径来计算理想的差。利用该理想的差然后可利用等式(2)近似计算理想的轮胎刚度或理论轮胎刚度。通过相应地调整轮胎刚度函数,可根据理论轮胎刚度和车轮载荷来计算理论胎压。

[0053] 变体6

该变体很大程度上相应于变体5,但是其中,与变体5相对不确定实际胎压,从而仅测量车轮载荷且确定动态轮胎半径。在掌握轮胎刚度函数的情况下,除了掌握或确定常数还确定实际胎压,从而然后可近似相应于变体5来进行以确定理论胎压。与变体5相比,在该变体6中可以以较差的函数质量(Funktionsqualitaet)来计算。一方面,掌握常数和实际胎压的阶段将允许比变体5更长的时间段。另一方面,与变体5相比不那么精确地来测定所测定的实际胎压较,使得所确定的压力偏差也将具有比变体5更小的精度。

[0054] 必要时规定的用于根据车轮载荷确定理论胎压的函数可对于车辆的每个轮胎特定存在。但是也可能该函数适用于车辆的所有轮胎。在极端情况中可能规定的函数适用于所有允许的轮胎。以类似的方式,必要时完全规定的轮胎刚度函数可对于车辆的每个轮胎特定存在、适用于车辆的所有轮胎或适用于车辆的所有允许的轮胎。

[0055] 本发明适用于机动车、尤其货车。当然,本发明不限于该优选的应用范围,因为本发明还可被应用在飞机以及有轨车辆中。

### 附图说明

[0056] 接下来根据优选的根据本发明的实施形式参考附图来详细说明本发明。

[0057] 以图1来阐述静态的、动态的以及未负载的轮胎半径的概念。

[0058] 在图2中示出根据本发明的轮胎刚度(在动态的和未负载的轮胎半径之间的差异与车轮载荷之间的比)的示例。

[0059] 在图3中示出用于确定理论胎压与实际胎压之间的压力偏差的根据本发明的实施形式的流程图。

[0060] 在图4中示意性地示出带有根据本发明的系统的车辆。

### 具体实施方式

[0061] 图1中示出轮胎5,其具有静态轮胎半径 $r_{stat}$ 、动态轮胎半径 $r_{dyn}$ 以及未负载的轮胎半径 $r_0$ 。静态轮胎半径 $r_{stat}$ 确定在轮胎5的中轴线6与车辆所处的车道之间的最短距离。动态轮胎半径 $r_{dyn}$ 可根据轮胎的滚动周长来计算。未负载的轮胎半径 $r_0$ 是在轮胎5处待测量的最大半径并且相应于轮胎5在未负载的状态中(也就是说,无车轮载荷作用到轮胎上)所呈现的轮胎半径。概括来说,适用以下不等式(10):

$$r_{stat} < r_{dyn} < r_0 \quad (10)$$

以附图标记 $d$ 来表示未负载的轮胎半径 $r_0$ 与动态轮胎半径 $r_{dyn}$ 之间的差或距离。

[0062] 在图2中示出对于一定的轮胎或轮胎类型在差 $d$ 与作用到相应的车轮5上的车轮载荷 $f$ 之间近似线性的关系或比例 $m$ 。识别出,在 $d$ 与 $f$ 之间的比例 $m$ 或关系取决于实际胎压和车辆行驶的速度。在图2中说明了对于压力1.7巴、2.2巴和2.7巴以及相应对于0km/h的速度(也就是说对于静止状态)和对于200km/h的速度的比例。

[0063] 在图3中示出用于确定压力偏差的根据本发明的方法的流程图。

[0064] 在第一步骤S1中确定动态轮胎半径 $r_{dyn}$ 。通常适用的是,胎压越低且车轮载荷越高,相应的轮胎在轮胎接触车道的区域中变形越多(也就是说,在动态轮胎半径 $r_{dyn}$ 与未负载的轮胎半径 $r_0$ 之间的区别以及相应地差 $d$ 越大)。

[0065] 在第二步骤S2中确定作用到相应的轮胎上的车轮载荷 $f$ 。在此,车轮载荷 $f$ 可利用



相应的传感器(其例如对于空气悬架(Luftfederung)中测量在相应的弹性元件内的气压)来检测。对于车辆的传统悬架,可根据相应的弹性元件的偏移来检测车轮载荷 $f$ 。

[0066] 如果不存在相应的传感器,例如可由车辆的驾驶员手动地输入作用到相应的轮胎上的车轮载荷 $f$ 。在此,通过例如对于车辆的每个轴线仅规定一个载荷并且假定载荷对称分布,使得规定的轴载荷对半地作用到相应的轮胎上,可进行简化。

[0067] 在第三步骤S3中,例如根据安装在轮胎中的压力传感器来检测相应的轮胎的实际胎压。该步骤S3是可选的且尤其辅助在接下来的步骤S4中轮胎常数或轮胎参数的自动校正。此外,对于实际胎压与在步骤S9中所计算的值相比可优选直接测量的值。

[0068] 在第四步骤S4中确定轮胎刚度函数,借助于其可根据车轮载荷、胎压以及车辆的速度来确定轮胎刚度 $m$ 、也就是说在动态轮胎半径 $r_{\text{dyn}}$ 和未负载的轮胎半径 $r_0$ 之间的差与作用到各轮胎上的车轮载荷 $f$ 之间的比。

[0069] 对此,对于车辆的每个轮胎在一确定的时间段上对于车轮载荷、速度和动态轮胎半径检测或测定测量值。如果实际胎压同样存在,附加地检测相应的测量值。

[0070] 然后例如借助于卡尔曼滤波器(或类似的附件)可在准备阶段中根据之前所检测的测量值来确定轮胎刚度函数 $m = \text{func}(f, p, v)$ 的参数(参见图2)。借助于卡尔曼滤波器估计的常数或参数说明了相应的轮胎或轮胎类型的确定的特性并且定义了轮胎刚度函数,从而对于变量胎压 $p$ 、车轮载荷 $f$ 以及速度 $v$ 可确定轮胎刚度 $m$ 。

[0071] 备选地,还可以数据库的形式来提供该函数,在其中对于最不同的轮胎类型相应储存之前所说明的轮胎刚度函数,借助于其可根据胎压、车轮载荷以及车速来计算轮胎刚度。此外,存在将说明轮胎刚度函数的数据例如储存在直接在轮胎中或在其处的RFID-标签上且无接触地读出这些数据的可能性。

[0072] 在步骤S5中利用之前完全确定的或掌握的轮胎刚度函数来计算轮胎刚度。

[0073] 在接下来的步骤S6中,由轮胎刚度 $m$ 与车轮载荷 $f$ 的乘积得出差 $d$ 。根据差 $d$ 可在下一步骤S7中通过将动态轮胎半径 $r_{\text{dyn}}$ 与差 $d$ 相加来计算未负载的轮胎半径 $r_0$ 。

[0074] 在下一步骤S8中根据优化准则来计算对于当前存在的车轮载荷的最佳胎压或理论胎压。该准则在轮胎数据库中明确地作为描绘(函数或特征线) $p_{\text{Ideal}}(f)$ 存在或者应用可通用的近似(例如规定的比 $r_{\text{Ideal}}/r_0$ )。通过根据 $p$ 调整和算出之前所确定的轮胎刚度函数,可借助于所调整的轮胎刚度函数根据车轮载荷来确定理论胎压。

[0075] 如果实际胎压 $p_{\text{Actual}}$ 在步骤S3中未被测量,可在步骤S9中计算其。对此,根据动态轮胎半径 $r_{\text{dyn}}$ 和车轮载荷 $f$ 来计算轮胎刚度。然后根据 $p$ 来调整轮胎刚度函数,从而可利用所调整的函数根据车轮载荷、速度以及轮胎刚度来计算实际胎压。

[0076] 在步骤S10中,作为理论压力 $p_{\text{Ideal}}$ 与实际胎压 $p_{\text{Actual}}$ 的差来计算压力偏差。监控该压力偏差,且必要时通知或警告驾驶员或者借助于自动的压力匹配装置使实际压力相应地匹配。

[0077] 可周期性地重复步骤S5至S10。

[0078] 在图4中示意性示出具有根据本发明的系统20的根据本发明的车辆。根据本发明的系统20包括控制部1、胎压传感器2、力传感器3和速度传感器4。

[0079] 附图标记清单

1 控制部

- 2 胎压传感器
- 3 力传感器
- 4 速度传感器
- 5 轮胎
- 6 轮胎中轴线
- 10 车辆
- 20 系统
- d 差( $r_0 - r_{dyn}$ )
- f 车轮载荷
- m 轮胎刚度
- $p_{Actual}$  实际胎压
- $p_{Ideal}$  理论胎压
- $r_0$  在未负载的状态中的轮胎半径
- $r_{dyn}$  动态轮胎半径
- $r_{stat}$  静态轮胎半径
- S1-S10 方法步骤。

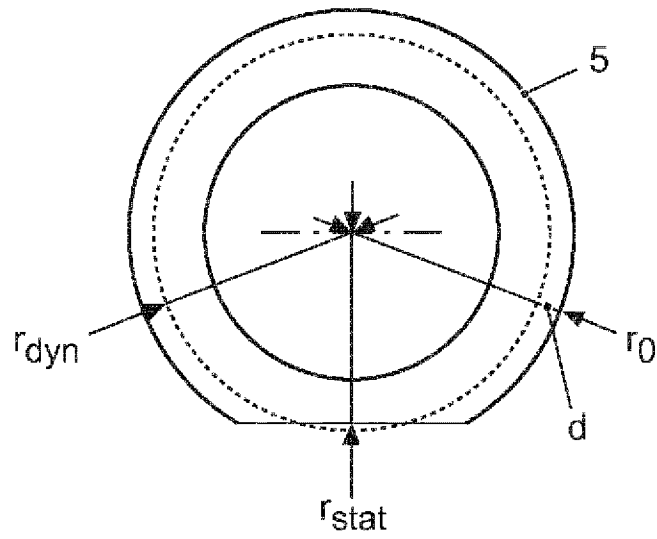


图 1

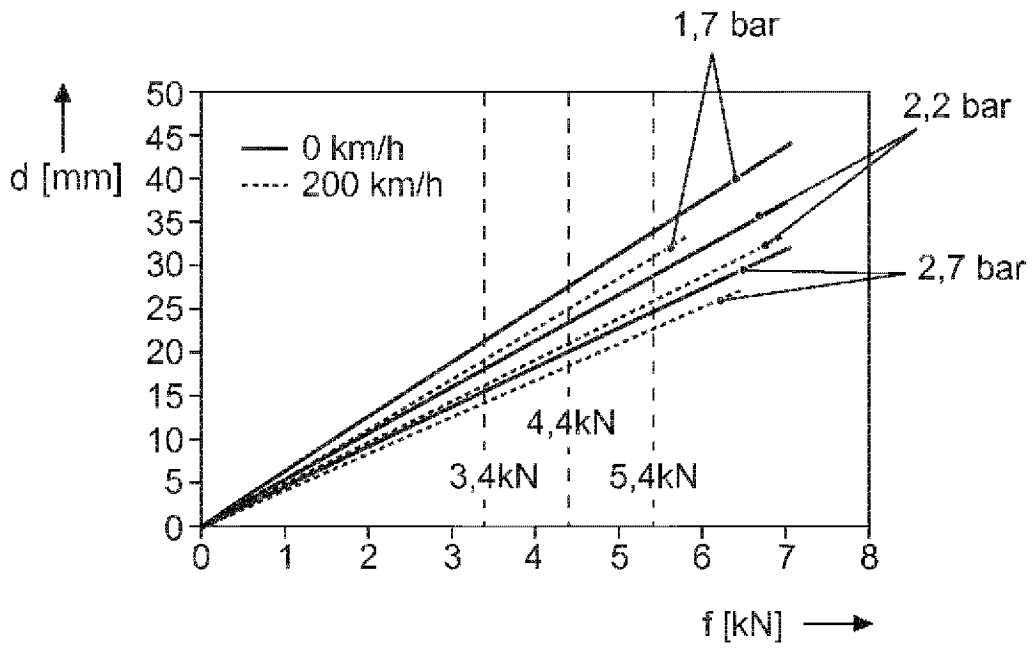


图 2

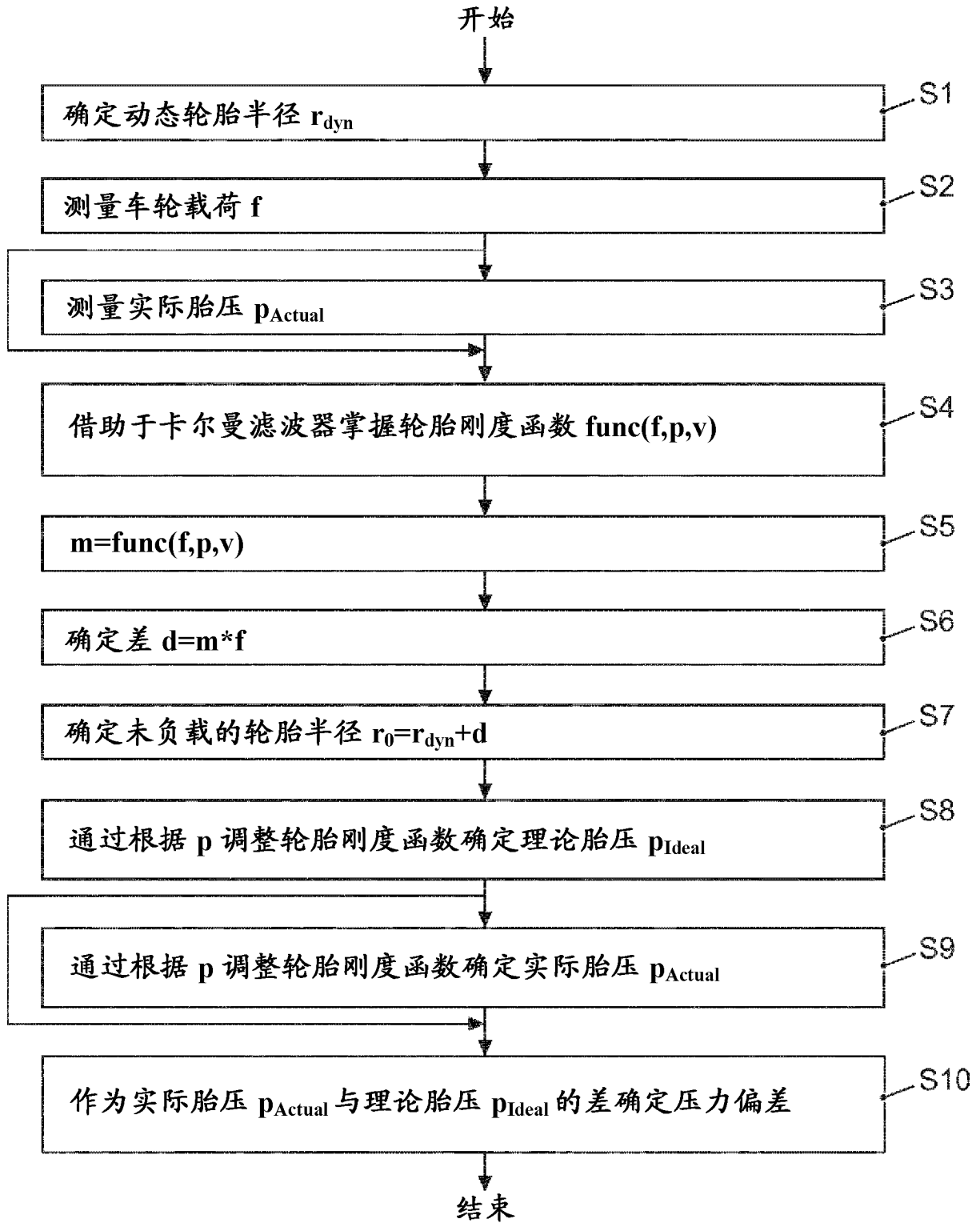


图 3

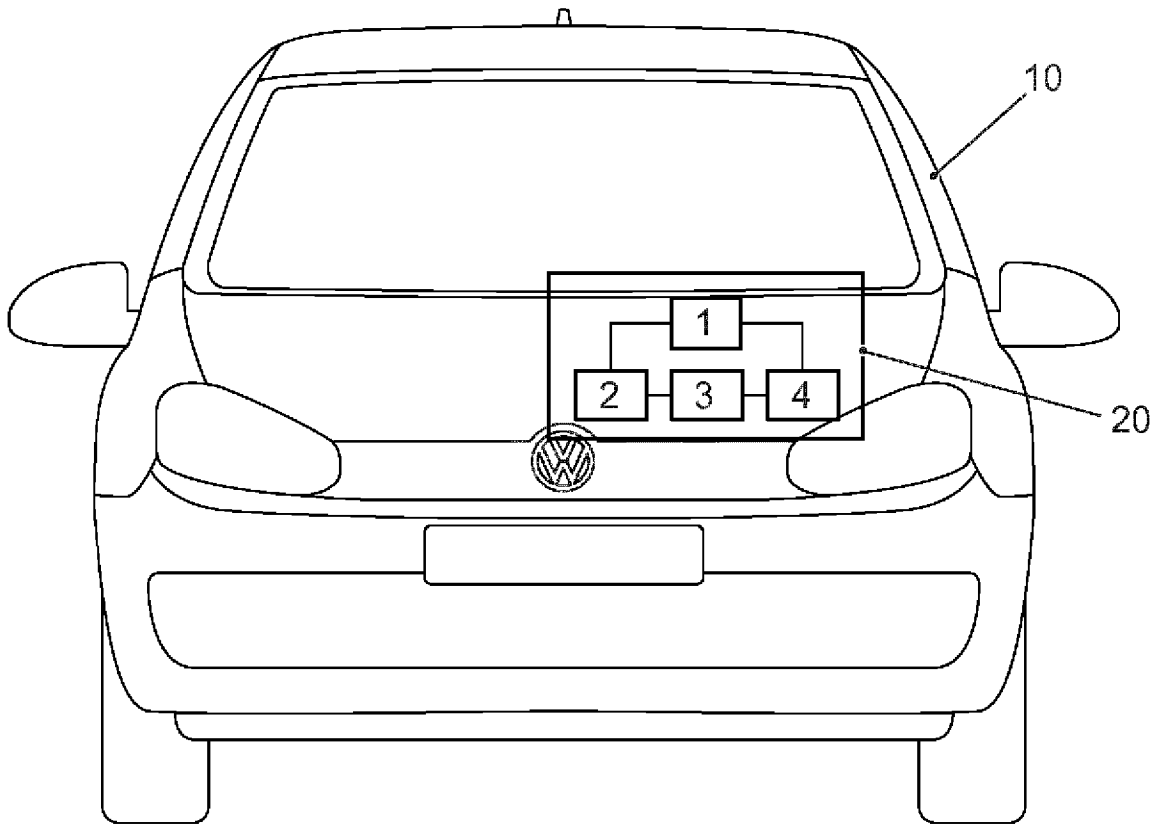


图 4