



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113165616 B

(45) 授权公告日 2024. 08. 30

(21) 申请号 201980078730.4

(22) 申请日 2019.09.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113165616 A

(43) 申请公布日 2021.07.23

(30) 优先权数据
102018000009105 2018.10.02 IT

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.05.28

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2019/058279 2019.09.30

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/070613 EN 2020.04.09

(73) 专利权人 乐姆宝公开有限公司
地址 意大利贝加莫

(72) 发明人 法布里齐奥·福尔尼
瓦莱里奥·加利齐
马西莫·迪·斯特凡诺
亚历山德罗·罗西
卢卡·乌戈利尼

(74) 专利代理机构 成都超凡明远知识产权代理有限公司 51258
专利代理师 王晖

(51) Int.Cl.
B60T 8/174 (2006.01)
B60T 13/74 (2006.01)
B60T 8/17 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2018056959 A1, 2018.03.01

审查员 王双

权利要求书3页 说明书12页 附图8页

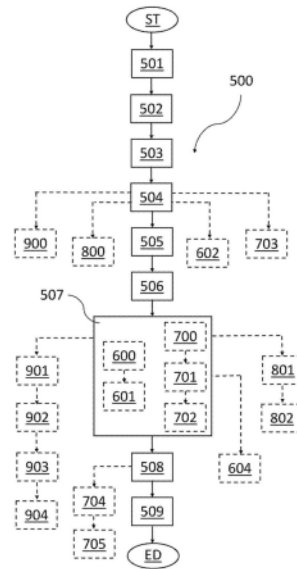
(54) 发明名称

用于控制车辆的制动系统的方法及其系统

(57) 摘要

一种用于控制车辆的制动系统的方法,包括以下步骤:通过车辆控制模块接收制动请求;通过车辆控制模块接收代表车辆的第一输入信息;通过车辆控制模块基于所述第一输入信息确定第一中间信息;通过车辆控制模块基于第一输入信息和制动请求确定参考力值;通过与车辆角部可操作地相关联的第一多个检测设备来检测代表制动系统在车辆角部处的第二输入信息;通过力估计和验证模块基于所述第一中间信息和所述第二输入信息确定估计的力值;通过力估计和验证模块确定控制参量;通过制动控制模块基于控制参量和参考力值来确定制动系统的制动卡钳的机电致动器的控制信号;通过制动控制模块向所述机电致动器提供所述控制信号。

CN 113165616 B



1. 一种用于控制车辆的制动系统的方法 (500), 包括以下步骤:
 - 通过车辆控制模块 (101) 接收 (501) 制动请求 (RF);
 - 通过所述车辆控制模块 (101) 接收 (502) 代表所述车辆的第一输入信息 (I1);
 - 通过所述车辆控制模块 (101) 基于所述第一输入信息 (I1) 确定 (503) 第一中间信息 (I1'), 所述第一中间信息 (I1') 是所述第一输入信息 (I1) 的数学处理;
 - 通过所述车辆控制模块 (101) 基于所述第一输入信息 (I1) 和所述制动请求 (RF) 确定 (504) 参考力值 (FS);
 - 通过与车辆角部可操作地相关联的多个第一检测设备 (P1) 来检测 (505) 代表所述制动系统在所述车辆角部处的第二输入信息 (I2);
 - 通过力估计和验证模块 (102) 基于所述第一中间信息 (I1') 和所述第二输入信息 (I2) 确定 (506) 估计的力值 (ST);
 - 通过所述力估计和验证模块 (102) 确定 (507) 控制参量 (GC);
 - 通过制动控制模块 (103) 基于所述控制参量 (GC) 和所述参考力值 (FS) 确定 (508) 所述制动系统的制动卡钳的机电致动器 (AE) 的控制信号 (SC);
 - 通过所述制动控制模块 (103) 向所述机电致动器 (AE) 提供 (509) 所述控制信号 (SC)。
2. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 所述力估计和验证模块 (102) 包括第一力估计子模块 (104), 通过所述力估计和验证模块 (102) 确定 (507) 控制参量 (GC) 的步骤包括以下步骤:
 - 通过所述第一力估计子模块 (104) 基于所述第一中间信息 (I1') 和所述第一输入信息 (I1) 确定 (600) 估计的力值 (ST);
 - 通过所述第一力估计子模块 (104) 基于所述估计的力值 (ST) 确定 (601) 所述控制参量 (GC)。
3. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 所述力估计和验证模块 (102) 包括第一力估计子模块 (104) 和第二力估计子模块 (105), 通过所述力估计和验证模块 (102) 确定控制参量 (GC) 的步骤包括以下步骤:
 - 通过所述第一力估计子模块 (104) 基于所述第一中间信息 (I1') 和所述第二输入信息 (I2) 确定 (700) 估计的力值 (ST);
 - 通过与所述第二力估计子模块 (105) 可操作地相关联的至少一个力传感器 (SF) 来检测 (701) 由所述制动系统的机电致动器 (AE) 施加到所述制动卡钳上的力值 (FM);
 - 通过所述第二力估计子模块 (105) 基于所述估计的力值 (ST) 和由所述制动系统的机电致动器 (AE) 施加到所述制动卡钳上的检测到的力值 (FM) 来确定 (702) 所述控制参量 (GC)。
4. 根据权利要求2所述的方法, 包括以下步骤:
 - 通过所述车辆控制模块 (101) 直接向所述制动控制模块 (103) 提供 (602) 基于所述第一输入信息 (I1) 和所述制动请求 (RF) 所确定的参考力值 (FS);
 - 通过所述制动控制模块 (103) 基于所述控制参量 (GC) 和所述参考力值 (FS) 来确定 (603) 所述制动系统的制动卡钳的机电致动器 (AE) 的控制信号 (SC), 所述控制参量 (GC) 是所述估计的力值 (ST)。
5. 根据权利要求3所述的方法, 包括以下步骤:

-通过所述车辆控制模块(101)直接向所述制动控制模块(103)提供(703)基于所述第一输入信息(I1)和所述制动请求(RF)所确定的参考力值(FS)；

-通过所述制动控制模块(103)基于所述控制参量(GC)和经确定的参考力值(FS)来确定(704)所述制动系统的制动卡钳的机电致动器(AE)的控制信号(SC),所述控制参量(GC)是经验证的力值(VD)。

6.根据权利要求2所述的方法,包括以下步骤:

-通过所述车辆控制模块(101)直接向所述第一力估计子模块(104)提供(800)基于所述第一输入信息(I1)和所述制动请求(RF)所确定的参考力值(FS)；

-通过所述第一力估计子模块(104)基于所述估计的力值(ST)和经确定的参考力值(FS)确定(801)所述控制参量(GC),经验证的力值(VD)是估计的力值(ST),所述控制参量(GC)是与经确定的参考力值(FS)相对应的、所述制动系统的制动卡钳的机电致动器(AE)的位置值；

-通过制动控制模块(103)基于所述控制参量(GC)确定(802)所述制动系统的制动卡钳的机电致动器(AE)的控制信号(SC)。

7.根据权利要求3所述的方法,包括以下步骤:

-通过所述车辆控制模块(101)直接向所述第一力估计子模块(104)提供(900)基于所述第一输入信息(I1)和所述制动请求(RF)所确定的参考力值(FS)；

-通过所述第一力估计子模块(104)基于所述估计的力值(ST)和经确定的参考力值(FS)确定(901)所述控制参量(GC),所述控

制参量(GC)是与经确定的参考力值(FS)相对应的、所述制动系统的制动卡钳的机电致动器(AE)的位置值；

-通过与所述第二力估计子模块(105)可操作地相关联的至少一个力传感器(SF)来检测(902)由所述制动系统的所述机电致动器(AE)施加到所述制动卡钳的力值(FM)；

-通过所述第二力估计子模块(105)基于所述估计的力值(ST)和由所述制动系统的所述机电致动器(AE)施加到所述制动卡钳上的检测到的力值(FM)来确定(903)经验证的力值(VD)。

8.根据前述权利要求4或6中任一项所述的方法,包括通过所述第一力估计子模块(104)向所述车辆配备的车辆安全和诊断模块(DS)提供(604)所述估计的力值(ST)的步骤。

9.根据前述权利要求5或7中任一项所述的方法,包括通过所述第二力估计子模块(105)向所述车辆配备的车辆安全和诊断模块(DS)提供(705;904)所述经验证的力值(VD)的步骤。

10.一种用于控制车辆的制动系统的系统(100),包括:

-车辆控制模块(101)；

-可操作地与车辆角部相关联的多个第一检测设备(P1)；

-力估计和验证模块(102)；

-制动控制模块；

用于控制车辆的制动系统的所述系统被配置成执行根据前述权利要求1至7中任一项所述的方法的步骤。

11.根据权利要求10所述的用于控制车辆的制动系统的系统,还包括车辆安全和诊断

模块 (DS) ,用于控制车辆的制动系统的所述系统被配置成执行根据权利要求8或9中任一项所述的方法的步骤。

用于控制车辆的制动系统的方法及其系统

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆(vehicle:交通工具、载具)的制动系统,尤其涉及一种用于控制车辆的制动系统的方法及其系统。

背景技术

[0002] 现代车辆诸如乘用车越来越多地装配有使用BBW(线控制动)技术的电子制动系统。

[0003] 在BBW电子制动系统中,通常存在力传感器,该力传感器检测由成对的制动衬垫在相应的制动盘上施加的力。

[0004] 实际上,在制动步骤期间,必须知道这样的力,使得BBW电子制动系统可以通过将力传感器检测到的力值与车辆驾驶员或电子驾驶员辅助系统制动所需的参考力值进行比较,使用典型的闭环控制来对该力进行调制,从而确保制动力达到这样的所需参考力值。

[0005] 这样的比较不仅在制动请求的典型情况下进行,而且还在BBW电子制动系统必须对车辆可能配备有的其他电子系统诸如防抱死制动系统(ABS)或电子稳定控制系统(ECS)的请求做出响应或者必须对车辆本身的低抓地力状况做出响应的那些具体情况下进行。

[0006] 为了使BBW电子制动系统通过响应于所需的且日益严格的功能安全要求来确保这种控制,用于此类系统的力传感器必须遵循具体的开发过程,以确保达到极高的性能和可靠性水平。

[0007] 因此,这样的力传感器非常昂贵,并且显然这对制动系统的总成本以及因此对车辆本身的总成本产生影响。

发明内容

[0008] 本发明的目的是设计并提供一种用于控制车辆的制动系统的方法,该方法允许至少部分地避免上述关于现有技术的缺点,并且其特别地以尽可能低的成本确保了极高的性能和可靠性。

[0009] 这样的目的通过根据本申请所述的方法来实现。

[0010] 本发明还涉及一种用于控制车辆的制动系统的电子系统。

附图说明

[0011] 参考附图,根据通过指示性的非限制性示例给出的优选实施方式的以下描述,根据本发明的方法和系统的其他特征和优点将变得明显,其中:

[0012] -图1通过框图示出了根据本发明的实施方式的用于控制车辆的制动系统的电子系统;

[0013] -图2通过框图示出了根据本发明的另外的实施方式的用于控制车辆的制动系统的电子系统;

[0014] -图3通过框图示出了根据本发明的另外的实施方式的用于控制车辆的制动系统

的电子系统；

[0015] -图4通过框图示出了根据本发明的另外的实施方式的用于控制车辆的制动系统的电子系统；

[0016] -图5通过框图示出了根据本发明的实施方式的用于控制车辆的制动系统的方法；

[0017] -图6通过框图示出了根据本发明的实施方式的用于控制车辆的制动系统的电子系统的部件；

[0018] -图7通过框图示出了根据本发明的实施方式的用于控制车辆的制动系统的电子系统的另外的部件,以及

[0019] -图8通过图表示出了力和位移之间的理论刚度曲线,该理论刚度曲线可以应用于根据本发明的实施方式的方法的步骤中。

具体实施方式

[0020] 现在参考图1至图4,附图标记100总体上表示根据本发明的用于控制车辆的制动系统的电子系统,以下还称为电子系统或简称系统。

[0021] 值得注意的是,图中相同或相似的元件将用相同的数字或字母数字的附图标记表示。

[0022] 为了本说明书的目的,车辆是指也为商业类型的具有两个、三个、四个或更多个车轮的任何车辆或机动车。

[0023] 此外,也未在图中示出的制动系统是指有助于生成车辆的服务制动或有助于生成车辆的驻车制动的所有部件(机械的和/或电动的或电子的,还有制动流体)的整体。

[0024] 大体上参考图1至图4,系统100包括车辆控制模块101。

[0025] 车辆控制模块101,例如硬件模块或主硬件模块中的软件逻辑,被配置成接收制动请求RF(减速请求)——作为其预期任务中之一。

[0026] 这种制动请求RF可能来自可以由车辆驾驶员致动的制动踏板(图中未示出)并且例如可以通过由车辆控制模块101实施的EBD(电子制动力分配)类型的逻辑(图中未示出)来处理,或者可能来自车辆的自动驾驶员辅助逻辑例如AEB(自动紧急制动)类型的逻辑(也未在附图中示出)。

[0027] 车辆控制模块101还被配置成接收代表车辆的第一输入信息I1。

[0028] 为了本说明书的目的,“代表车辆的第一输入信息I1”是指检测和/或估计的信息,这些信息来自安装在车辆上即在角部处(车辆的前部或后部)的检测设备(真实或虚拟传感器),但不一定与车辆的制动系统有关。

[0029] 代表车辆的这种第一输入信息I1的示例是:

[0030] -制动请求,即制动踏板的位置和/或压力;

[0031] -在车辆角部上测量和/或估计的压力/力;

[0032] -车辆动力学变量(纵向加速度 A_x ;侧向加速度 A_y ;偏航率);

[0033] -速度车轮;

[0034] -适用于计算滑移的其他估计,例如诸如:制动状态、轮胎状态、车辆状态等。

[0035] 车辆控制模块101被配置成基于所述第一输入信息I1来确定第一中间信息I1'。

[0036] 这样的第一中间信息I1'是这样的第一输入信息I1的数学处理,例如导出数、滤波

(例如均值、中值、FIR滤波、IIR滤波等)。

[0037] 更详细地,第一中间信息I1'包括:

[0038] -经滤波的和/或导出的和/或经处理的信息I1;

[0039] -基于制动请求(制动踏板位置和/或压力)从车辆控制模块101(例如,具有EBD逻辑的)获得的减速请求;

[0040] -滑移角或简单滑移;

[0041] -车轮减速度;

[0042] -车辆前轴平均滑移角与车辆后轴平均滑移之间的差;

[0043] -相同轴的车轮的车辆前轴滑移角和车辆后轴滑移角之间的差;

[0044] -车辆状态估计(质量;分配,即车辆各个车轮上制动扭矩的不同分配;主动控制,例如EBD或ESP(电子稳定程序)。

[0045] 此外,车辆控制模块101被配置成基于第一输入信息I1和制动请求RF来确定参考力值FS。

[0046] 下面将参考图6提供参考力值FS的计算示例。

[0047] 大体上转向图1至图4,系统100还包括可操作地与车辆的角部相关联的第一多个检测设备P1。

[0048] 第一多个检测设备P1被配置成检测代表制动系统的在车辆角部处的第二输入信息I2。

[0049] 为了本说明书的目的,“代表制动系统的在车辆角部处的第二输入信息I2”是指位于车辆角部处的信息。

[0050] 更详细地,在一实施方式中,第一多个检测设备P1包括第一多个物理传感器或开关P1',例如诸如位置传感器、电压传感器、电流传感器、温度传感器等。

[0051] 在这种情况下,代表制动系统的第二输入信息I2例如是:

[0052] -制动卡钳的机电致动器的位置;

[0053] -从制动卡钳的机电致动器的位置导出的参量,诸如例如:速度、加速度或加速度的导出数(急动度或加加速度);

[0054] -用于移动机电致动器的电动机电压/PWM(脉宽调制)和其他导出参量(例如,电压峰值、经滤波的介质、通过电流导出的电功率等);

[0055] -由电动机汲取的电流和其他导出参量(例如,电流峰值、经滤波的平均值、以电压导出的电功率、消耗估计、效率和所汲取的电功率等);

[0056] -机电致动器和/或电动机的外部温度。

[0057] 此外,在另外的实施方式中(在附图中示出),第一多个检测设备P1除了包括第一多个物理传感器P1'之外,还可以包括第二多个力传感器或开关P1",其可以例如在硬件中或通过实施软件逻辑来实现。

[0058] 这样的力传感器或开关的示例是:加载力的启动开关;在机电致动器活塞的行程的第一部分中具有有限范围的力传感器;通过机电致动器活塞从间隙区域(无加载位置)穿过到加载区域的软件估计器。

[0059] 在这种情况下,代表制动系统的第二输入信息I1包括例如代表来自机电致动器的力步骤开始的信息,即代表加载步骤开始的信息(例如,标志),在加载步骤中,机电致动器

活塞开始施加力,并从无加载位置移动到开始在制动卡钳上加载的位置。

[0060] 值得注意的是,在逻辑或软件配置中,代表由机电致动器的力步骤开始的信息是由力传感器或开关P1”通过比较参量诸如速度、加速度、梯度、电流、位置、应用时间或这些参量的导出数及其相应的参考阈值来确定的。

[0061] 再次大体参考图1至图4,系统100还包括力估计和验证模块102。

[0062] 力估计和验证模块102,例如硬件模块或主硬件模块中的软件逻辑,被配置成基于所述第一中间信息I1’和所述第一输入信息I2来确定估计的力值ST。

[0063] 在描述根据本发明的方法期间,将在下面提供估计的力值ST的计算示例。

[0064] 力估计和验证模块102还被配置成确定控制参量GC。

[0065] 下文中将参考图1至图4所示的不同实施方式来描述对经验证的力值VD和控制参量GC的确定。

[0066] 大体上转向图1至图4中的任何一个,系统100还包括制动控制模块103。

[0067] 制动控制模块103,例如硬件模块或主硬件模块中的软件逻辑,被配置成基于控制参量GC和参考力值FS确定制动系统的制动卡钳的机电致动器的控制信号SC(在系统100外部图解性地示出并显示为附图标记A)。

[0068] 值得注意的是,控制信号SC是例如要提供给制动卡钳的机电致动器AE的电流或电压(PWM)的参考值(设定点)。

[0069] 下面将参考图7提供控制信号SC的计算示例。

[0070] 再次参考图1至图4,制动控制模块103被配置成将这样的控制信号SC提供给机电致动器AE。

[0071] 更详细地,如图1至图4图解性地示出,系统100还包括用于机电致动器的电子驱动模块DR。

[0072] 制动控制模块103被配置成借助于电子驱动模块DR向机电致动器AE提供控制信号SC。

[0073] 驱动模块DR被配置成接收控制信号SC,从而接收制动请求水平(百分比/PWM),由此生成要提供给AE机电致动器的驱动信号SC’,例如要提供给电动机以使机电致动器AE移动的电驱动。

[0074] 参考图1,在一实施方式中,力估计和验证模块102包括第一力估计子模块104。

[0075] 第一力估计子模块104,例如硬件模块或主硬件模块内软件逻辑,被配置成基于所述第一中间信息I1’和所述第一输入信息I2来确定估计的力值ST。

[0076] 如上所述,在描述根据本发明的方法中,将在下面描述估计的力值的计算示例。

[0077] 根据图1中的实施方式,第一力估计子模块104被配置成基于估计的力值ST来确定控制参量GC。

[0078] 根据第一实施方式,如图1中所示并结合前述实施方式,车辆控制模块101被配置成直接向制动控制模块103提供基于第一输入信息I1和制动请求RF所确定的参考力值FS。

[0079] 在该实施方式中,控制制动控制模块103被配置成基于控制参量GC和参考力值FS来确定制动系统的制动卡钳的机电致动器AE的控制信号SC。

[0080] 值得注意的是,在该实施方式中,代表经验证的力值的控制参量是仍由第一力估计子模块验证的估计的力值,以便确保足够的鲁棒力水平以用于控制机电致动器AE。通过

从其他传感器接收到的反馈和/或车辆的动态响应来验证这种估计的力值。

[0081] 根据一实施方式,如图1中所示并结合前述实施方式,第一力估计子模块104被配置成向车辆配备的车辆诊断和安全模块DS提供估计的力值。

[0082] 车辆诊断和安全模块DS,例如硬件模块或主硬件模块中的软件逻辑模块,在图1中被图解性地示出在系统100的外部。

[0083] 根据另一实施方式,如图2所示并作为参考图1描述的前述实施方式的替代,力估计和验证模块102包括第一力估计子模块104和第二力验证子模块105。

[0084] 第一力估计子模块104被配置成基于所述第一中间信息I1'和所述第二输入信息I2确定估计的力值ST。

[0085] 在该实施方式中,系统100还包括可操作地连接到第二力验证子模块105的至少一个力传感器SF。

[0086] 至少一个力传感器SF具有较低的ASIL(汽车安全完整性等级),并且因此成本低。

[0087] 所述至少一个力传感器SF的示例是具有根据QM(质量管理)的可变鲁棒性 or 从A降到C的ASIL类型安全等级的力传感器,诸如应变计、压电、磁致弹性等。

[0088] 至少一个力传感器SF被配置为用于检测由制动系统的机电致动器AE施加到制动卡钳上的力值FM。

[0089] 第二力验证子模块105,例如硬件模块或主硬件模块中的软件逻辑,被配置成基于估计的力值ST和由制动系统的机电致动器AE施加到制动卡钳上的检测到的力值FM来确定控制参量GC。

[0090] 值得注意的是,第一力估计子模块104被配置成在不使用由所述至少一个力传感器SF提供的信息的情况下,即在不使用检测到的力值FM的情况下,确定估计的力值ST。

[0091] 而估计的力值ST由第二力验证子模块105使用,以验证来自至少一个力传感器SF的检测到的力值FM。

[0092] 以这种方式,根据图2中的实施方式的系统100通过具有冗余力的信息,允许降低至少一个力传感器SF的安全等级要求,如上所述,该至少一个力传感器可以具有较低的ASIL型安全等级,因此成本低。

[0093] 根据一实施方式,第二力验证子模块105被配置成将估计的力值ST与由至少一个力传感器SF检测到的力值FM进行比较,并根据这种基于接受阈值来执行的比较的结果来确立由至少一个力传感器SF检测到的力值FM相对于估计的力值ST的正确性如何,并且因此对这两个值执行数学处理,例如简单平均、加权平均或其他类型的滤波。

[0094] 值得注意的是,根据图2中的实施方式的系统100,有利地在至少一个力传感器FS的故障或错误的情况下,也可以确定经验证的力值VD。

[0095] 根据另外的实施方式,如图2中所示并结合以上参考图2描述的任何实施方式,车辆控制模块101还被配置成直接向制动控制模块103提供基于第一输入信息I1和制动请求RF所确定的参考力值FS。

[0096] 此外,在该实施方式中,制动控制模块103被配置成基于控制参量GC和经确定的参考力值FS来确定制动系统的制动卡钳的机电致动器AE的控制信号SC。

[0097] 值得注意的是,在本实施方式中,控制参量GC为经验证的力值VD。

[0098] 根据一实施方式,如图2中所示并结合参考图2描述的那些实施方式,第二力验证

子模块105被配置成向车辆配备的车辆诊断和安全模块DS提供经验证的力值VD。

[0099] 车辆诊断和安全模块DS,例如硬件模块或主硬件模块中的软件逻辑模块,在图2中被图解性地示出在系统100的外部。

[0100] 根据一实施方式,如图3中所示并结合所述实施方式——在该实施方式中力估计和验证模块102包括第一力估计子模块104,车辆控制模块101被配置成直接向第一力估计子模块104提供基于第一输入信息I1和制动请求RF所确定的参考力值FS。

[0101] 在该实施方式中,第一力估计子模块104被配置成基于所确定的参考力值FS来确定控制参量GC。

[0102] 值得注意的是,在该实施方式中,经验证的力值VD为估计的力值ST。

[0103] 此外,再次在该实施方式中,控制参量GC是与经确定的参考力值相对应的、制动系统的制动卡钳的机电致动器AE的位置值。

[0104] 在该实施方式中,控制制动控制模块103被配置成基于控制参量GC来确定制动系统的制动卡钳的机电致动器AE的控制信号SC。

[0105] 根据一实施方式,如图3中所示并结合参考图3描述的那些实施方式,第一力估计子模块104被配置成向车辆配备的车辆诊断和安全模块DS提供估计的力值ST。

[0106] 车辆诊断和安全模块DS,例如硬件模块或主硬件模块中的软件逻辑模块,在图3中被图解性地示出在系统100的外部。

[0107] 根据另外的实施方式,如图4中所示并结合所述实施方式——在该实施方式中力估计和验证模块102包括第一力估计子模块104和第二力验证子模块105,车辆控制模块101被配置成直接向第一力估计子模块104提供基于第一输入信息I1和制动请求RF所确定的参考力值FS。

[0108] 在该实施方式中,第一力估计子模块104被配置成基于估计的力值ST和所确定的参考力值FS来确定控制参量GC。

[0109] 值得注意的是,在该实施方式中,控制参量GC是与经确定的参考力值FS相对应的、制动系统的制动卡钳的机电致动器AE的位置值。

[0110] 在该实施方式中,系统100还包括可操作地连接到第二力验证子模块105的至少一个力传感器SF。

[0111] 至少一个力传感器SF具有较低的ASIL(汽车安全完整性等级),并且因此成本低。

[0112] 所述至少一个力传感器SF的示例是具有根据QM(质量管理)的可变鲁棒性 or 从A降到C的ASIL类型安全等级的力传感器,诸如应变计、压电、磁致弹性等。

[0113] 至少一个力传感器SF被配置为用于检测由制动系统的机电致动器AE施加到制动卡钳上的力值FM。

[0114] 在该实施方式中,第二力验证子模块105被配置成基于估计的力值ST和由制动系统的机电致动器AE施加到制动卡钳上的检测到的力值FM来确定经验证的力值VD。

[0115] 此配置的优点与以上参考图3的实施方式所述的优点完全相似。

[0116] 根据一实施方式,如图4中所示并结合参考图4描述的那些实施方式,第二力估计子模块105被配置成向车辆配备的车辆诊断和安全模块DS提供经验证的力值VD。

[0117] 车辆诊断和安全模块DS,例如硬件模块或主硬件模块中的软件逻辑模块,在图4中被图解性地示出在系统100的外部。

[0118] 如已经提到的,每个描述的模块可以是例如硬件模块或主硬件模块中的软件逻辑,并且可以根据不同的硬件和/或逻辑架构来组织这些模块。

[0119] 在参考图2描述的实施方式的情况下,架构的第一示例可以包括被配置为车辆后轴的主单元的第一电子控制单元ECU1和被配置为车辆前轴的从属单元的第二电子控制单元ECU2,该第二电子控制单元可操作地连接至第一电子控制单元EC1。

[0120] 根据该架构的第一示例,第一电子控制单元EC1可以包括:

[0121] -车辆控制模块;

[0122] -诊断和安全模块;

[0123] -在右后角部:第一多个检测设备(物理传感器或开关以及力传感器或开关)、力估计模块、制动控制模块和用于制动卡钳的机电致动器的驱动模块;

[0124] -在左后角部:第一多个检测设备(物理传感器或开关以及力传感器或开关)、力估计模块、制动控制模块和用于制动卡钳的机电致动器的驱动模块。

[0125] 再次,根据该架构的第一示例,第二电子控制单元EC2可以包括:

[0126] -在右前角部:第一多个检测设备(物理传感器或开关以及力传感器或开关)、力估计模块、制动控制模块和用于制动卡钳的机电致动器的驱动模块。

[0127] -在左前角部:第一多个检测设备(物理传感器或开关以及力传感器或开关)、力估计模块、制动控制模块和用于制动卡钳的机电致动器的驱动模块。

[0128] 再次,在参考图2描述的实施方式的情况下,架构的第二示例可以包括:

[0129] -被配置为主单元的第一电子控制单元ECU1;

[0130] -被配置为车辆的左前角部的从属单元的第二电子控制单元ECU2,其可操作地连接到第一电子控制单元EC1;

[0131] -被配置为车辆的右前角部的从属单元的第三电子控制单元ECU3,其可操作地连接到第一电子控制单元EC1;

[0132] -被配置为车辆的左后角部的从属单元的第四电子控制单元ECU4,其可操作地连接到第一电子控制单元EC1;

[0133] -被配置为车辆的右后角部的从属单元的第五电子控制单元ECU5,其可操作地连接到第一电子控制单元EC1。

[0134] 根据该架构的第二示例,第一电子控制单元EC1可以包括:

[0135] -车辆控制模块;

[0136] -诊断和安全模块。

[0137] 再次,根据该架构的第二示例:

[0138] -第二电子控制单元EC2可以包括:

[0139] -在左前角部:第一多个检测设备(物理传感器或开关以及力传感器或开关)、力估计模块、制动控制模块和用于制动卡钳的机电致动器的驱动模块。

[0140] -第三电子控制单元EC3可以包括:

[0141] -在右前角部:第一多个检测设备(物理传感器或开关以及力传感器或开关)、力估计模块、制动控制模块和用于制动卡钳的机电致动器的驱动模块。

[0142] -第四电子控制单元EC4可以包括:

[0143] -在左后角部:第一多个检测设备(物理传感器或开关以及力传感器或开关)、力估

计模块、制动控制模块和用于制动卡钳的机电致动器的驱动模块；

[0144] -第五电子控制单元EC5可以包括：

[0145] -在右后角部：第一多个检测设备（物理传感器或开关以及力传感器或开关）、力估计模块、制动控制模块和用于制动卡钳的机电致动器的驱动模块。

[0146] 将参考前述附图和图5中的框图来描述根据本发明的用于控制车辆的制动系统的方法500。

[0147] 方法500包括象征性步骤开始STR。

[0148] 方法500包括通过车辆控制模块101接收501制动请求RF的步骤。

[0149] 控制模块101和RF制动请求已在上文描述。

[0150] 方法500还包括通过车辆控制模块101接收502代表车辆的第一输入信息I1的步骤。

[0151] 代表车辆的这种第一输入信息I1已在上文描述。

[0152] 方法500还包括通过车辆控制模块101基于所述第一输入信息I1确定503第一中间信息I1'的步骤。

[0153] 第一中间信息I1'已在上文描述。

[0154] 方法500包括通过车辆控制模块101基于第一输入信息I1和制动请求RF确定504参考力值FS的步骤。

[0155] 参考力值的计算示例将参考图6描述。

[0156] 特别地，车辆控制模块101借助于相应的处理块101'来确定与代表车辆动力学的下述信息有关的参考力值FS，即：

[0157] -代表车轮的速度WS的信息；

[0158] -代表车轮的加速度WA的信息；

[0159] -代表车轮的滑移的信息WL'，其通过将车轮的滑移值WL与参考滑移值WP和其他车轮的滑移值OL进行比较来确定；

[0160] -代表车辆的减速状态的信息，其可以例如通过惯性信号IM'（IMU，惯性测量单元）来确定，该惯性信号通过将制动请求RF（减速请求）与惯性信号和代表车轮加速度WA的信息进行比较来确定；

[0161] -车辆的质量MS；

[0162] -车辆的分配RP，例如在前轴和后轴之间或者在侧轴之间的分配。

[0163] 大体上转回图5，方法500还包括通过与车辆的角部可操作地相关联的第一多个检测设备P1来检测505代表制动系统在车辆的角部处的第二输入信息I2的步骤。

[0164] 第一多个检测设备P1和第二输入信息I2已在上文描述。

[0165] 方法500还包括通过力估计和验证模块102基于所述第一中间信息I1'和所述第二输入信息I2确定506估计的力值ST的步骤。

[0166] 估计和验证模块102已在上文描述。

[0167] 方法500还包括通过力估计和验证模块102确定507控制参量GC的步骤。

[0168] 根据不同实施方式的控制参量已在上文描述，但是下面还将参考方法500的不同实施方式对其进行描述。

[0169] 图5中的方法500还包括通过制动控制模块103基于控制参量GC和参考力值FS来确

定508制动系统的制动卡钳的机电致动器AE的控制信号SC的步骤。

[0170] 制动控制模块103、制动系统的制动卡钳的机电致动器AE的控制信号SC和机电致动器AE已在上文描述。

[0171] 下面将参考图7描述控制信号SC的计算示例。

[0172] 制动控制模块103将参考力值FS与估计的力值ST进行比较,并且将这种第一比较C1的结果作为输入发送到第一处理块103',例如力控制器,其生成与第一比较C1有关的参考速度值SP。

[0173] 制动控制模块103将参考速度值SP与估计的速度值SE进行比较,并且将该第二比较C2的结果作为输入发送到第二处理块103'',例如速度控制器,其生成要被发送到机电致动器AE的与第二比较C2的结果有关的控制信号SC。

[0174] 值得注意的是,估计的速度值SE通过第一力估计子模块104基于由第一多个检测设备P1提供的第二输入信息I2来确定。

[0175] 转回到图5,方法500还包括通过控制模块制动103向所述机电致动器AE提供509所述控制信号SC的步骤。

[0176] 因此,方法500以象征性步骤结束ED来结束。

[0177] 根据一实施方式,在图5中用虚线示出的,力估计和验证模块102包括第一力估计子模块104(已经在上面描述)。

[0178] 在该实施方式中,通过力估计和验证模块102确定507控制参量GC的步骤包括以下步骤:

[0179] -通过第一力估计子模块104基于所述第一中间信息I1'和所述第一输入信息I1确定600估计的力值ST;

[0180] -通过第一力估计子模块104基于估计的力值FS确定601控制参量GC。

[0181] 根据一实施方式,结合前述那些中的任何一者并在图5中通过虚线示出的,该方法还包括以下步骤:

[0182] -通过车辆控制模块101直接向制动控制模块103提供602基于第一输入信息I1和制动请求RF所确定的参考力值FS;

[0183] -通过制动控制模块103基于控制参量GC和参考力值FS来确定603制动系统的制动卡钳的机电致动器AE的控制信号SC,控制参量QC是估计的力值FS。

[0184] 根据一实施方式,结合前述实施方式并在图5中用虚线示出的,方法500还包括通过第一力估计子模块104向车辆配备的车辆诊断和安全模块DS提供604估计的力值ST的步骤。

[0185] 根据另一实施方式,作为前述实施方式的替代,力估计和验证模块102包括第一力估计子模块104和第二力验证子模块105(已经在上文描述)。

[0186] 根据该实施方式,通过力估计和验证模块104确定507控制参量GC的步骤包括以下步骤:

[0187] -通过第一力估计子模块104基于所述第一中间信息I1'和所述第二输入信息I2确定700估计的力值ST;

[0188] -通过与第二力验证子模块105可操作地相关联的至少一力传感器SF来检测701由制动系统的机电致动器AE施加到制动卡钳上的力值FM;

[0189] -通过第二力验证子模块105基于估计的力值ST和由制动系统的机电致动器AE施加到制动卡钳上的检测到的力值FM来确定702控制参量GC。

[0190] 值得注意的是,至少一个力传感器SF已在上文描述。

[0191] 根据一实施方式,结合前述实施方式并在图5中用虚线示出的,该方法500包括以下步骤:

[0192] -通过车辆控制模块101直接向制动控制模块103提供703基于第一输入信息I1和制动请求RF所确定的参考力值FS;

[0193] -通过制动控制模块103基于控制参量GC和经确定的参考力值FS来确定704制动系统的制动卡钳的机电致动器AE的控制信号SC,控制参量QC是经验证的力值VD。

[0194] 根据一实施方式,结合前述实施方式并在图5中用虚线示出的,方法500包括通过第二力验证子模块105向车辆配备的车辆诊断和安全模块DS(已经在上文描述)提供705经验证的力值VD的步骤。

[0195] 根据另一实施方式,替代上述的那些并在图5中用虚线示出的,如果力估计和验证模块102包括第一力估计子模块104,则方法500包括以下步骤:

[0196] -通过车辆控制模块101直接向第一力估计模块104提供800基于第一输入信息I1和制动请求RF所确定的参考力值FS;

[0197] -通过第一力估计子模块104基于估计的力值ST和经确定的参考力值FS确定801控制参量GC。

[0198] 在该实施方式中,经验证的力值VD是估计的力值ST。

[0199] 在该实施方式中,控制参量GC是与经确定的参考力值FS相对应的、制动系统的制动卡钳的机电致动器AE的位置值。

[0200] 在该实施方式中,方法500还包括通过制动控制模块103基于控制参量GC来确定802制动系统的制动卡钳的机电致动器AE的控制信号SC的步骤。

[0201] 根据一实施方式,结合前述实施方式,方法500包括通过第一力估计子模块104向车辆配备的车辆诊断和安全模块DS提供604估计的力值ST的步骤。

[0202] 根据另一实施方式,替代上述的那些并在图5中用虚线示出的,如果力估计和验证模块102包括第一力估计子模块104和第二力验证子模块,则方法500包括以下步骤:

[0203] -通过车辆控制模块101直接向第一力估计模块104提供900基于第一输入信息I1和制动请求RF所确定的参考力值FS;

[0204] -通过第一力估计子模块104基于估计的力值ST和经确定的参考力值FS确定901控制参量GC。

[0205] 在该实施方式中,控制参量GC是与经确定的参考力值FS相对应的、制动系统的制动卡钳的机电致动器AE的位置值。

[0206] 在该实施方式中,方法500还包括以下步骤:

[0207] -通过与第二力验证子模块105可操作地相关联的至少一力传感器SF来检测902由制动系统的机电致动器AE施加到制动卡钳上的力值FM;

[0208] -通过第二力验证子模块105基于估计的力值ST和由制动系统的机电致动器AE施加到制动卡钳上的检测到的力值FM来确定903经验证的力值VD。

[0209] 根据一实施方式,结合前述实施方式并在图5中用虚线示出的,方法500包括通过

第二力验证子模块105向车辆配备的车辆诊断和安全模块DS(已在上文描述)提供904经验证的力值VD的步骤。

[0210] 现在描述可以由估计和验证模块102或由第一估计子模块104执行的对估计的力值ST进行确定的一些示例。

[0211] 第一示例涉及基于理论刚度曲线 F_x ——即,涉及由机电致动器AE施加的力F与机电致动器AE的活塞的位置P之间的关系——来使用逻辑/模型。

[0212] 刚度曲线 F_x 的示例在图8的图表中示出。

[0213] 第二示例涉及基于机电致动器AE的机械等式(动力学模型)来使用逻辑/模型。

[0214] 根据此机械等式,估计的力值ST与以下参量有关:

[0215] -机电致动器AE的位置;

[0216] -控制机电致动器AE的电动机的电源电压;

[0217] -通过控制机电致动器AE的电动机汲取的电流;

[0218] -控制机电致动器AE的电动机的温度;

[0219] -传感器或力开关检测到的信息。

[0220] 机械等式的示例如下。

$$[0221] \quad F_L(V, T) = \eta \frac{2\pi R}{p} (K_{MOT} I - K_{MOT} I_{NOLOAD} - J \frac{d\Omega}{dt})$$

[0222] 其中:

[0223] η =效率;

[0224] P=螺距;

[0225] R=减速比;

[0226] K_{MOT}^I =电动机扭矩;

[0227] I_{NOLOAD} =无载电流;

[0228] $K_{MOT} I_{NOLOAD}$ =用于考虑静摩擦的部件;

[0229] $J \frac{d\Omega}{dt}$ =惯性扭矩。

[0230] 第三示例涉及基于具有参数估计的模型来使用逻辑/模型。

[0231] 模型的示例如下:

$$[0232] \quad \text{估计的力值} = A_3 \varphi^3 + A_2 \varphi^2 + A \varphi + B \dot{\varphi}$$

[0233] 其中:

[0234] A_3 、 A_2 、A、B=参数向量;

[0235] φ =输入向量(机电致动器的位置、电动机的电源电压、由电动机汲取的电流、电动机的温度)

[0236] 最后的示例涉及通过机器学习技术基于自适应模型来使用逻辑/模型,以用于根据上述示例对估计技术的参数的实时变化。

[0237] 值得注意的是,本发明的目的得以完全实现。

[0238] 实际上,如前提到的,估计的力值ST可以两种不同的方式使用:

[0239] -专门使用估计的力值ST,例如,在功能安全方面,其必须满足与当前传感器所要

求的要求相同的要求；

[0240] 一部分使用估计算法与力传感器配合,在所有情况下,由于存在估计,其在功能安全方面可能具有较不严格的要求。

[0241] 作为本发明目的的方法及其系统允许通过估计力来控制具有BBW型电子制动系统的制动系统,而无需使用传统上采用的通常非常可靠但也很昂贵的传感器,而是利用了使用安装在车辆上的其他传感器的测量来估计力的硬件/软件模型。

[0242] 根据本发明的方法及其系统的优点是能够部分地替换或者在某些情况下消除传统上用于制动卡钳的传感器,并且能够使用具有较低质量和可靠性要求并因此价格较便宜的传感器来替代,确保了相同的所需安全等级并允许降低系统成本。

[0243] 因此,根据本发明的方法和系统,考虑到能够降低将要被应用的力传感器的要求或者甚至消除力传感器本身的可能性,有利地允许可以使用的机电致动器在重量和大小(以及已经提到的成本)方面上显著地减小。

[0244] 值得注意的是,该描述涉及力的估计以及涉及对要被施加到BBW型系统的机电致动器的力进行闭环控制。

[0245] 然而,本发明的教导可以用于制定方法及其系统,以用于估计液压系统中的压力以及对要被施加到BBW型系统中的电动气动致动器的压力进行闭环控制。

[0246] 本领域技术人员可以对上述方法和相应系统进行改变和适配或者可以使用在功能上等同的其他元件来替换元件以满足偶然性需要,而不会脱离所附权利要求书的保护范围。以上描述的属于一个可能的实施方式的所有特征可以独立于其他描述的实施方式来实现。

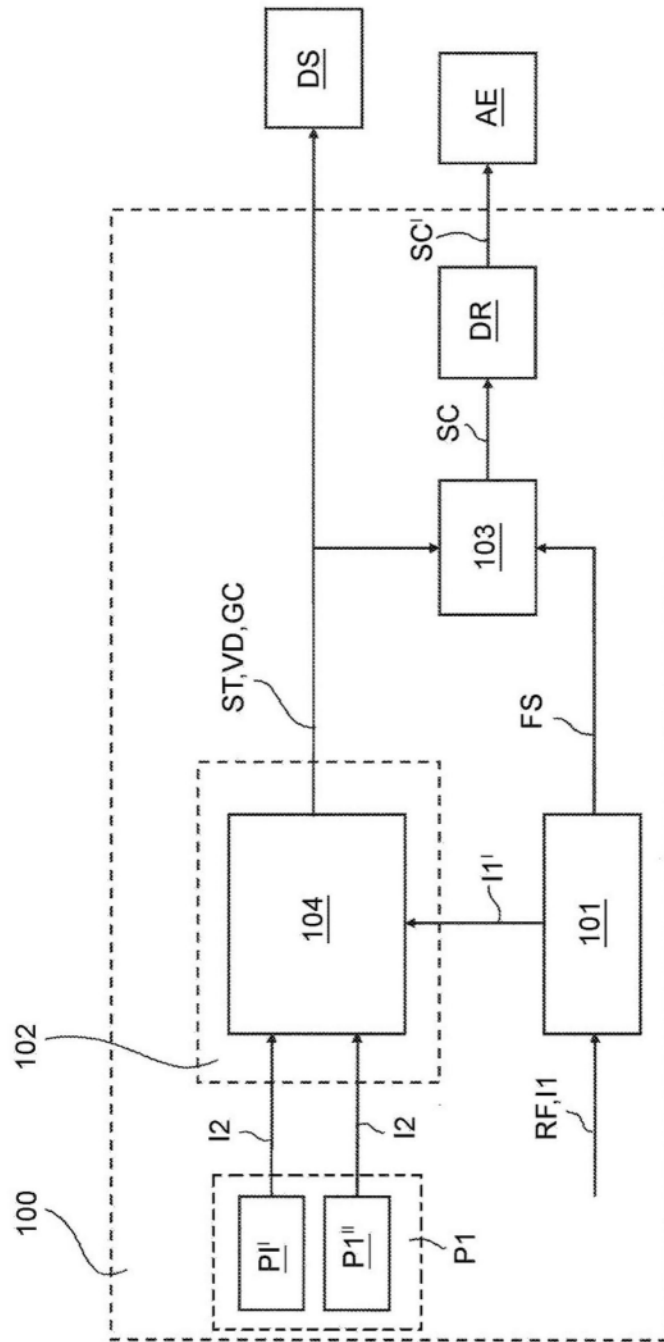


图1

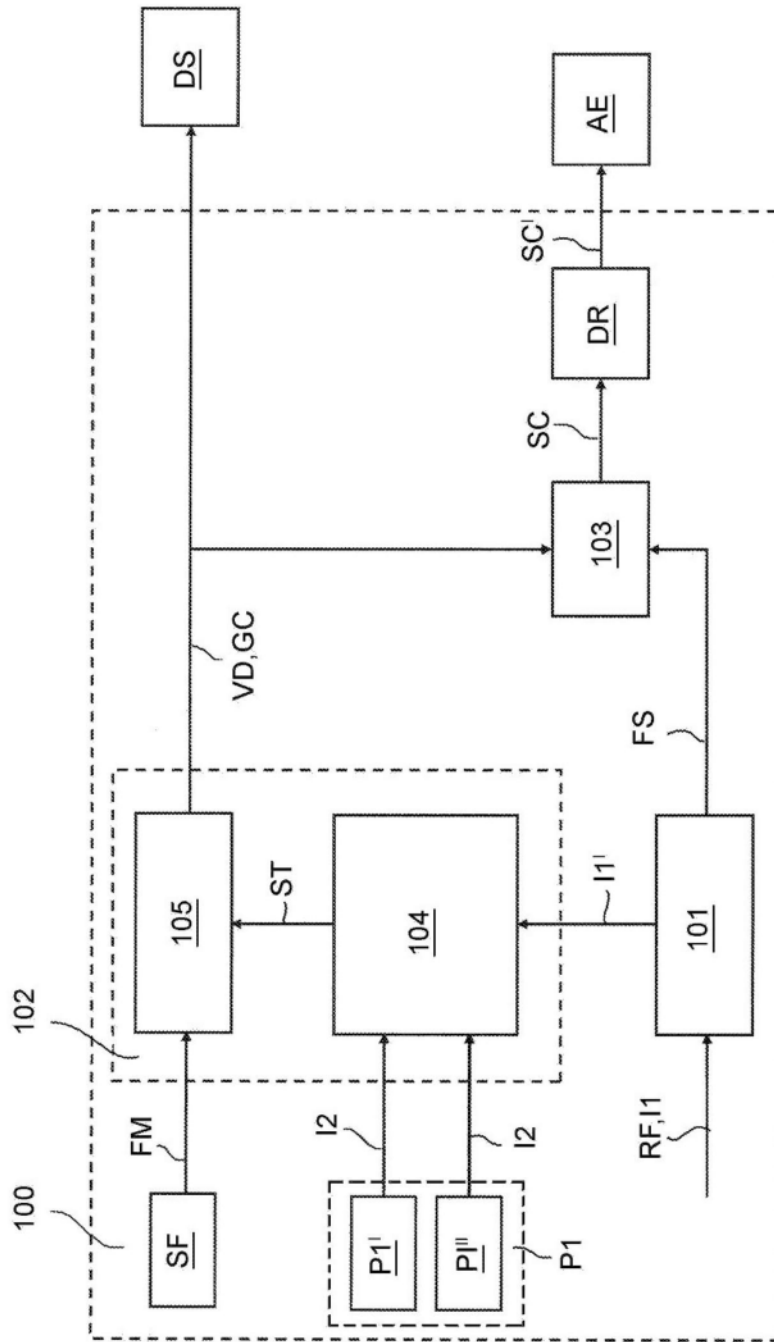


图2

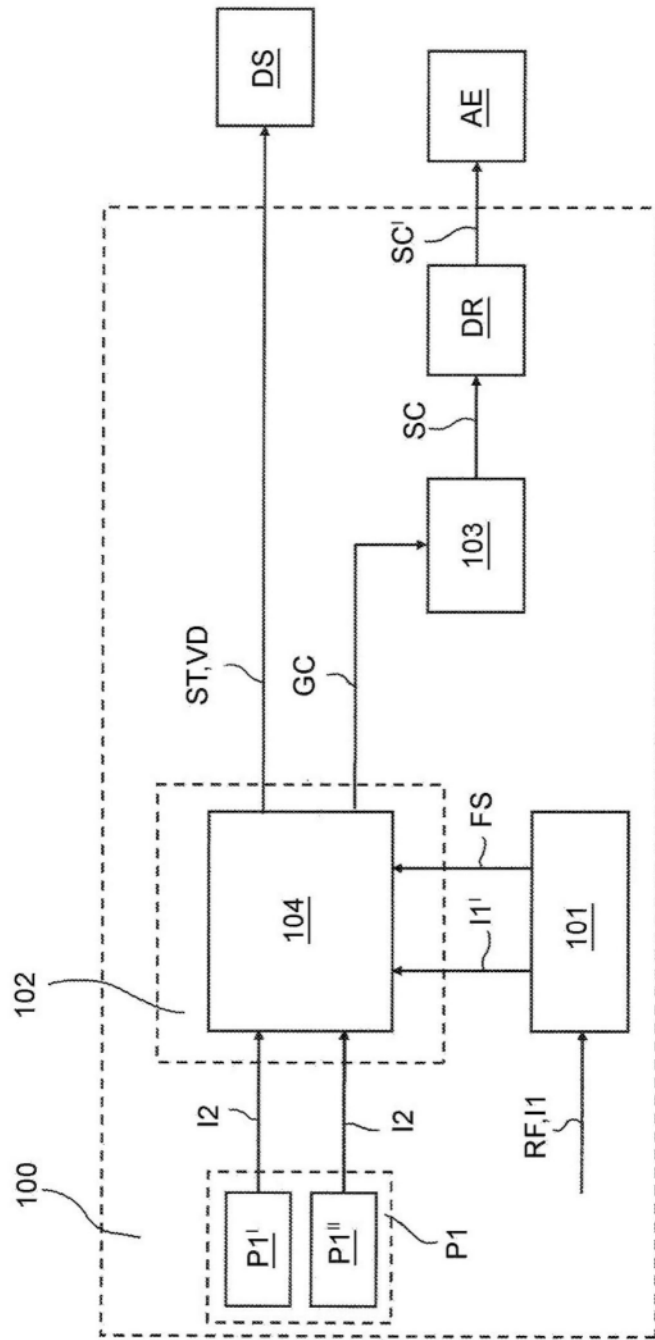


图3

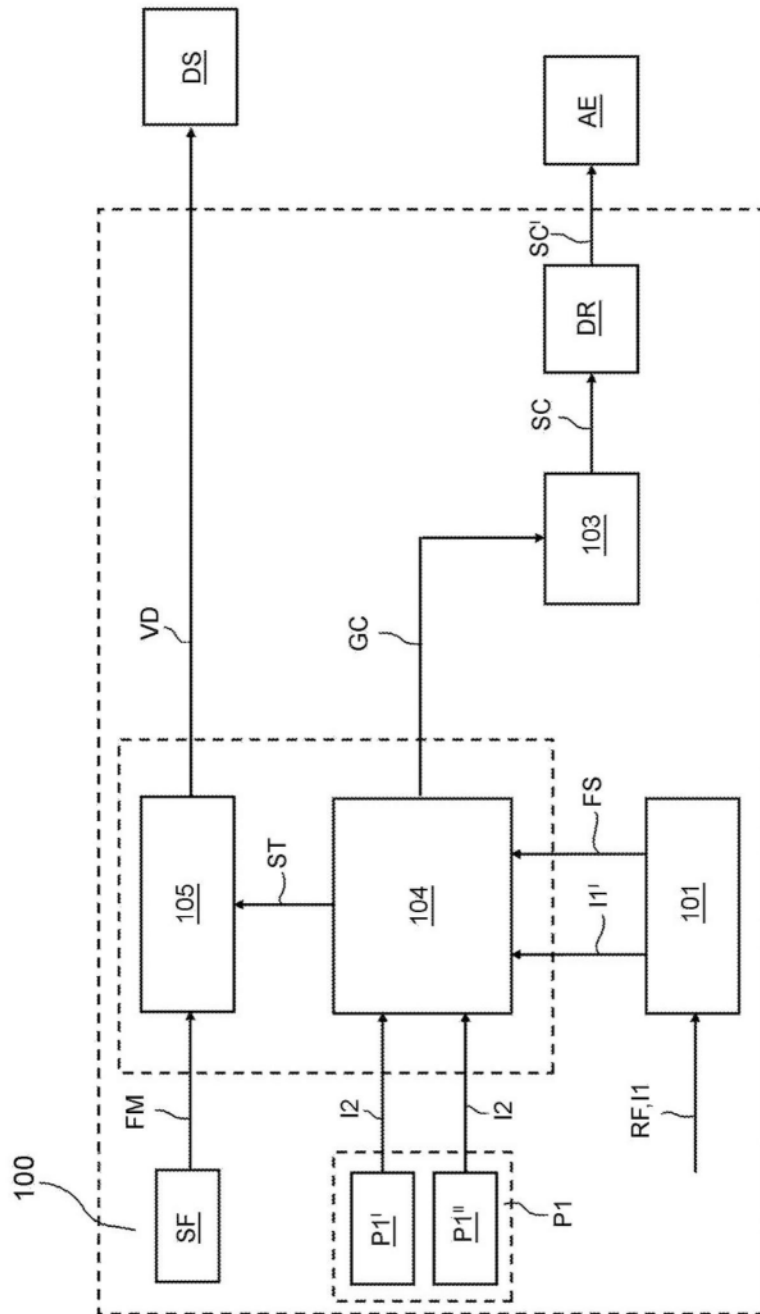


图4

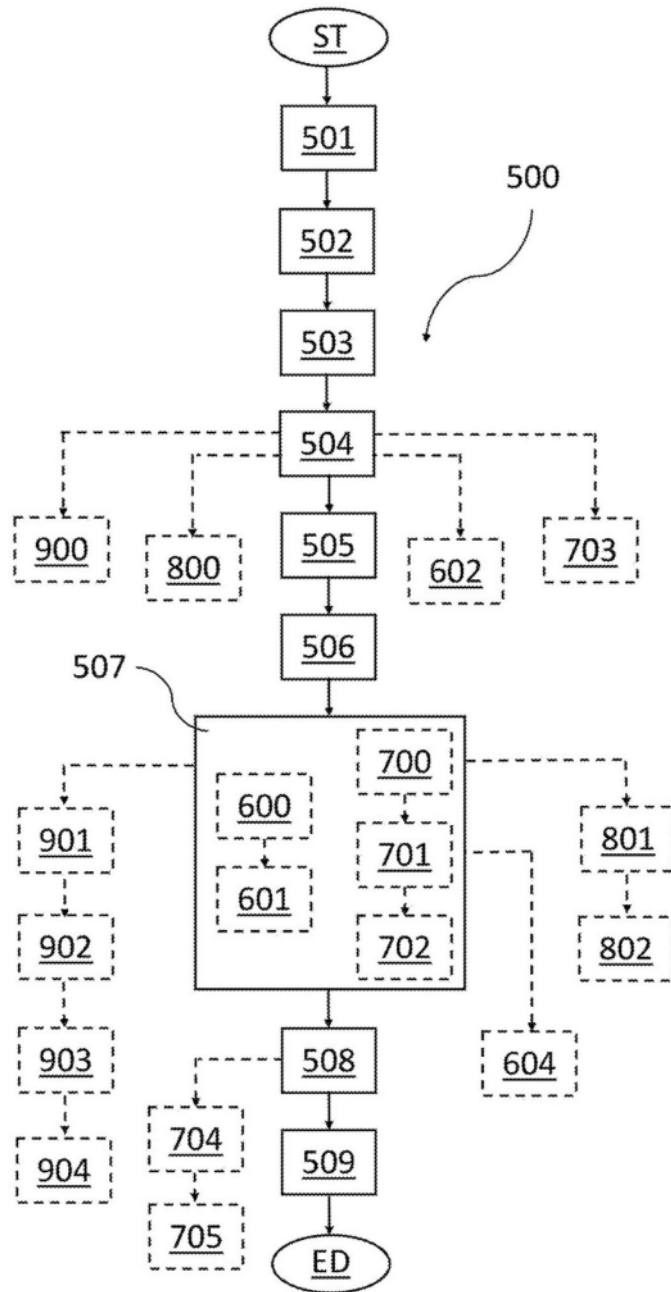


图5

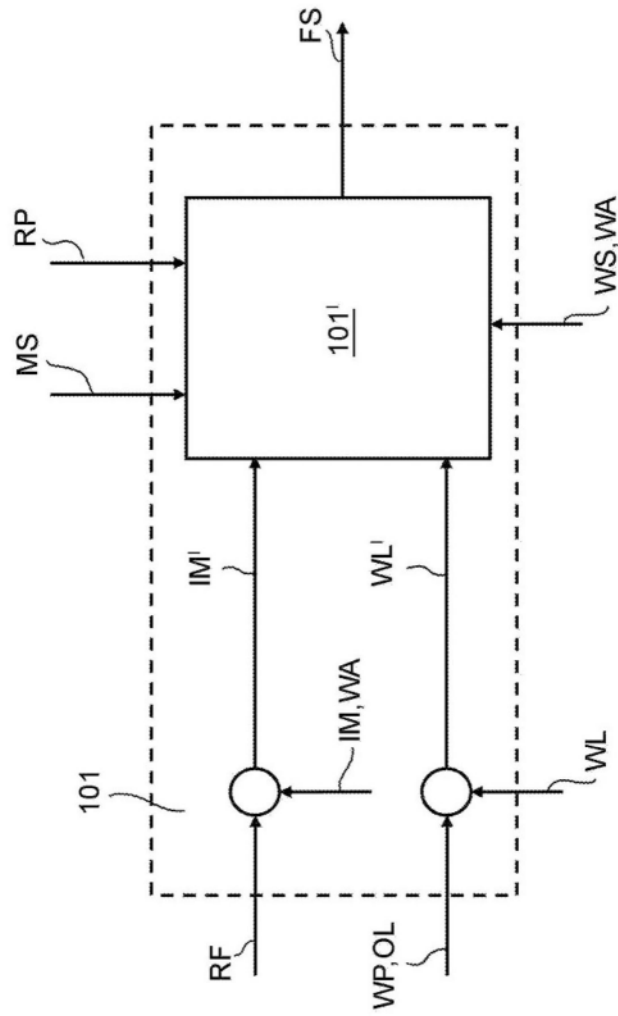


图6

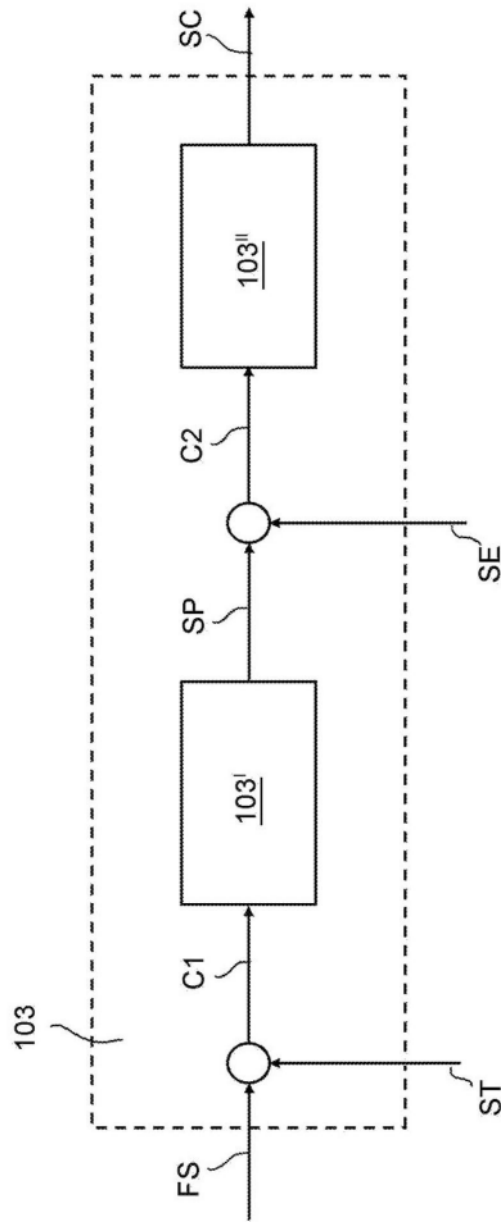


图7

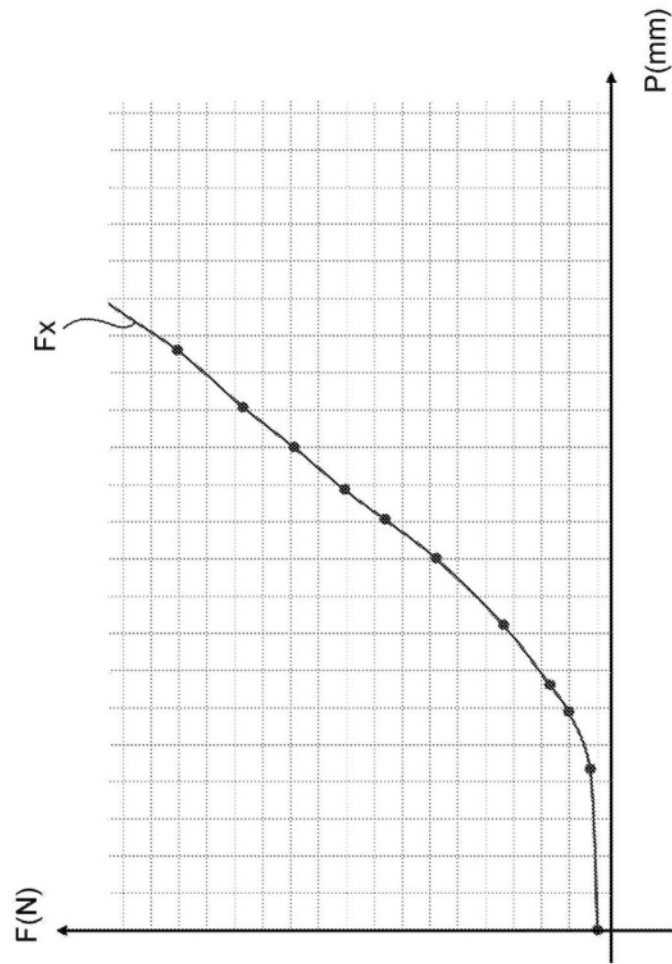


图8