



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110901761 A

(43)申请公布日 2020.03.24

(21)申请号 201811423652.0

(22)申请日 2018.11.27

(30)优先权数据

10-2018-0110664 2018.09.17 KR

(71)申请人 现代自动车株式会社

地址 韩国首尔

申请人 起亚自动车株式会社

(72)发明人 黄祥羽 朴永大 李炳林 金玟爰

张世铉 赵显奭

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 陈鹏 李静

(51)Int.Cl.

B62D 15/02(2006.01)

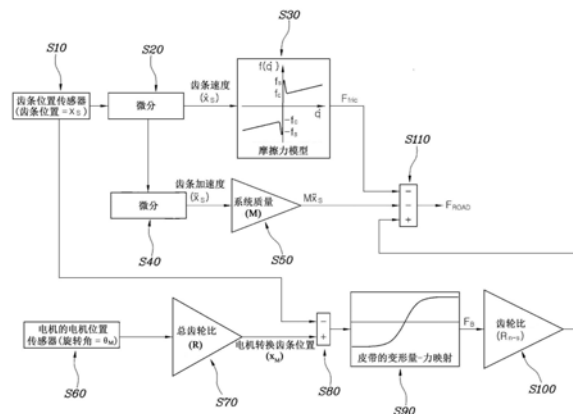
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

线控转向系统和用于估计线控转向系统的齿条力的方法

(57)摘要

本公开提供一种线控转向系统和用于估计线控转向系统的齿条力的方法,该方法在通过转向电机的操作改变齿条杆的位置时基于在减速器的前端和后端获得的齿条杆的位置值之间的差值来计算施加到减速器的恢复力;并且通过将恢复力反映到包括SBW系统的惯性力的运动方程来计算齿条力。



1. 一种用于估计线控转向系统的齿条力的方法,所述方法包括:

由控制器在通过转向电机的操作改变齿条杆的位置时基于在减速器的前端和后端获得的所述齿条杆的位置值之间的差值来计算所述线控转向系统中的恢复力,所述线控转向系统通过连接在所述转向电机与所述齿条杆之间的所述减速器将所述转向电机的操作力传递到所述齿条杆来进行转向,所述恢复力施加到所述减速器上;以及

由所述控制器通过将所述恢复力反映到包括所述线控转向系统的惯性力的运动方程来计算所述齿条力。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,计算所述恢复力包括:

从所述转向电机中的电机位置传感器计算所述齿条杆的第一位置值;

通过测量所述齿条杆的位置的齿条位置传感器测量所述齿条杆的第二位置值;

计算所述第一位置值与所述第二位置值之间的差值;以及

通过将所述差值乘以所述减速器的弹簧常数来计算所述恢复力。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中,所述减速器是皮带轮式减速器,并且通过将所述差值乘以皮带的弹簧常数来计算所述恢复力。

4. 根据权利要求2所述的方法,其中,所述减速器是皮带轮式减速器,并且从限定所述差值与施加到皮带上的力之间的关系的映射来计算所述恢复力。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,通过由齿条位置传感器测量所述齿条杆的位置值来计算所述齿条杆的加速度;并且

通过将所述线控转向系统的质量乘以计算的所述齿条杆的加速度来计算惯性力。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,通过在计算所述齿条力时从所述减速器的减速比与所述恢复力的乘积中减去所述惯性力来计算所述齿条力。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中,从所述减速器的所述减速比与所述恢复力的所述乘积中进一步减去所述线控转向系统的摩擦力。

8. 一种线控转向系统,包括:

转向电机、齿条杆、和将所述转向电机可操作地连接到所述齿条杆的减速器;以及

与所述减速器可操作地连接的控制器;

其中,所述控制器被配置成在通过所述转向电机的操作改变所述齿条杆的位置时基于在所述减速器的前端和后端获得的所述齿条杆的位置值之间的差值来计算所述线控转向系统中的恢复力,所述线控转向系统通过连接在所述转向电机与所述齿条杆之间的所述减速器将所述转向电机的操作力传递到所述齿条杆来进行转向,所述恢复力施加到所述减速器上;以及

其中,所述控制器被配置为通过将所述恢复力反映到包括所述线控转向系统的惯性力的运动方程来计算齿条力。

线控转向系统和用于估计线控转向系统的齿条力的方法

技术领域

[0001] 本公开涉及一种用于估计线控转向 (SBW) 系统的齿条力的方法。

背景技术

[0002] 本部分中的陈述仅提供与本公开相关的背景信息并且可能不构成现有技术。

[0003] 线控转向 (SBW) 系统,其是将车辆的方向盘和驱动轮彼此机械地断开的转向系统,通过电子控制单元 (ECU) 接收方向盘的转向信号并且基于输入的转向信号操作连接到驱动轮的转向辅助电机 (以下称为“转向电机”) 而可以使车辆转向。

[0004] 由于SBW系统不具有现有转向系统所具有的机械连接结构,因此可以更自由地配置转向系统的布局、提高燃料效率、并消除从车轮输回的干扰。

[0005] 我们已经发现,可以在车辆的横向控制和转向响应控制方面监控施加到轮胎的横向力(施加到齿条杆的力=齿条力),因为它对不仅影响车辆的控制,还影响转向响应的控制。

[0006] 特别地,由于SBW系统不提供齿条杆和驱动器之间的物理连接,因此可能希望通过测量和估计齿条力来让驾驶员识别关于路面的信息。

[0007] 作为估计齿条力的方法,存在使用汽车动力学模型的横向力估计以及使用转向系统模型的齿条力估计。作为测量方法,存在使用拉杆上的杆单元直接测量力的方法。

[0008] 然而,根据使用汽车动力学模型的齿条力估计方法,取决于轮胎的模型,精度存在差异,并且在低车速下精度可能特别低。

[0009] 此外,因为没有物理连接,使用转向系统模型的情况使用通过物理连接到齿轮箱的柱上的扭矩传感器而获得的值可能与SBW系统不兼容,因此可能需要准确地知道从轮胎转向系统的电机传递到齿条的力。

[0010] 以上提供的描述仅用于帮助理解本公开的背景并且不应被解释为包括在本领域技术人员已知的现有技术中。

发明内容

[0011] 本公开提供用于估计SBW系统的齿条力的方法,该方法基于SBW中的构件的强度来测量从电机传递到齿条杆的力并且使用该力来估计齿条力。

[0012] 根据本公开的一个方面,提供用于估计线控转向 (SBW) 系统的齿条力的方法,该系统通过连接在转向电机与齿条杆之间的减速器将转向电机的操作力传递到齿条杆来进行转向,该方法包括:由控制器在通过转向电机的操作改变齿条杆的位置时基于在减速器的前端和后端获得的齿条杆的位置值之间的差值来计算施加到减速器的恢复力;并且通过控制器,通过将恢复力反映到包括SBW系统的惯性力的运动方程来计算齿条力。

[0013] 计算恢复力可以包括:从转向电机中的电机位置传感器计算齿条杆的第一位置值;通过测量齿条杆的位置的齿条位置传感器测量齿条杆的第二位置值;计算第一位置值与第二位置值之间的差值;以及通过将该差值乘以减速器的弹簧常数来计算恢复力。

[0014] 减速器可以是皮带轮式减速器,并且可以通过将该差值乘以皮带的弹簧常数来计算恢复力。

[0015] 减速器可以是皮带轮式减速器,并且可以从限定差值与施加到皮带上的力之间的关系的映射来计算恢复力。

[0016] 可以通过由齿条位置传感器测量齿条杆的位置值来计算齿条杆的加速度,并且可以通过将SBW系统的质量乘以计算的齿条杆的加速度来计算惯性力。

[0017] 可以通过在计算齿条力时从减速器的减速比与恢复力的乘积中减去惯性力来计算齿条力。

[0018] 可以从减速器的减速比与恢复力的乘积中进一步减去SBW系统的摩擦力。

[0019] 根据本公开,通过测量SBW系统中的部件的运动差值,通过基于设置在部件之间的构件的强度测量从转向电机传递到齿条杆的力,并且通过使用该差值和力来估计齿条力,即使没有用于估计齿条力的昂贵的扭矩传感器也可以估计齿条力,因此可以降低车辆的制造成本。

[0020] 此外,可以通过使用SBW系统中的部件的强度,找出施加在转向电机和齿条杆之间的力来减小齿条力的估计误差。

[0021] 根据本文提供的描述,其他适用领域将变得显而易见。应该理解的是,描述和具体示例仅用于说明的目的,并不旨在限制本公开的范围。

附图说明

[0022] 为了可以很好地理解本公开,现在将参考附图通过举例的方式来描述本公开的各种形式,在附图中:

[0023] 图1是示意性地表示SBW系统的配置的图;以及

[0024] 图2是用于说明测量齿条力的原理的操作流程图。

[0025] 本文描述的附图仅用于说明目的,并不旨在以任何方式限制本公开的范围。

具体实施方式

[0026] 以下描述本质上仅是示例性的,并不旨在限制本公开、应用或用途。应该理解的是,在整个附图中,相应的附图标记表示相同或相应的部件和特征。

[0027] 应用于本公开的齿条力估计的转向系统可以是线控转向(SBW)系统,其中方向盘和齿轮箱机械地断开,在一个方面,SBW系统包括皮带轮式减速器5。

[0028] 以下参考图1描述应用于本公开的SBW系统的结构。提供有向齿条杆17提供转向力的转向电机1,并且在转向电机1中设置有测量转向电机1的旋转角的电机位置传感器3。

[0029] 减速器5设置在转向电机1和齿条杆17之间,并且从转向电机1提供的扭矩被转换成线性力,并然后传递到齿条杆17。

[0030] 齿条位置传感器19设置在围绕齿条杆17的齿条壳体21上、在面向齿条杆17的预定位置处,并且测量齿条杆17的位置。

[0031] 以下描述应用于本公开的皮带轮式减速器5的结构。驱动带轮7安装在转向电机1的旋转轴上,与驱动带轮7成对的从动带轮11与齿条杆17同轴设置,并且驱动带轮7和从动带轮11通过缠绕在其上的皮带9连接以一起旋转。

[0032] 滚珠螺母13耦接到从动带轮11并与从动带轮11一起旋转,滚珠螺杆15形成在齿条杆17的端部,并且滚珠螺母13螺纹紧固到滚珠螺杆15上。

[0033] 也就是说,当来自转向电机1的扭矩通过驱动带轮7、从动带轮11、和皮带9传递到滚珠螺母13时,通过滚珠螺母13和滚珠螺杆15的机构将转向电机1的旋转运动转换成齿条杆17的线性运动,并且齿条杆17线性移动,从而使轮胎移动。

[0034] 以下参照图2描述根据本公开的用于估计齿条力的方法。该方法主要包括恢复力计算步骤和齿条力计算步骤。

[0035] 在恢复力计算步骤中,当通过转向电机1的操作改变齿条杆17的线性位置时,控制器23基于减速器5的前端和后端处的齿条杆17的位置值的差值来计算施加到减速器5的恢复力 F_B 。

[0036] 在齿条力计算步骤中,控制器23通过将恢复力 F_B 反映到包括SBW系统的惯性力 $M\ddot{x}_s$ 的运动方程中来计算齿条力 F_{ROAD} 。

[0037] 例如,计算恢复力 F_B 的步骤可以包括:从转向电机1中的电机位置传感器3计算齿条杆17的第一位置值 x_M ;通过测量齿条杆17的位置的齿条位置传感器19测量齿条杆17的第二位置值 x_s ;计算第一位置值 x_M 和第二位置值 x_s 之间的差值;并且通过将该差值乘以减速器5的弹簧常数来计算恢复力 F_B 。

[0038] 减速器5是皮带轮式减速器,并且作为计算恢复力 F_B 的示例,可以通过将该差值乘以皮带9的弹簧常数 K 来计算恢复力 F_B 。

[0039] 作为计算恢复力 F_B 的另一示例,可以从限定该差值和施加到皮带9上的力之间的关系映射来计算恢复力 F_B 。

[0040] 也就是说,通过通常测量具有线性的弹性构件的变形量,并然后将测量的变形量乘以弹性构件的弹簧常数来计算力/扭矩。

[0041] 假设皮带9是弹性构件,可以通过测量皮带9的前端和后端的位置来计算皮带9的变形量,并且可以通过将变形量乘以皮带9的弹簧常数 K 来计算作为施加到皮带9(从皮带传递)的力的恢复力 F_B 。

[0042] 此外,还可以通过设定限定变形量和施加到皮带9的力之间的关系映射来计算恢复力 F_B 。

[0043] 也就是说,由于在本公开中电机位置传感器3设置在皮带9的前端并且齿条位置传感器19设置在皮带9的后端,因此可以获得变形量,该变形量是从电机位置传感器3计算出的齿条杆17的第一位置值 x_M 与由齿条位置传感器19测量的齿条杆17的第二位置值 x_s 之间的差值。因此,如下面的等式(1),可以通过将变形量乘以皮带9的弹簧常数 K 来计算恢复力 F_B 。

$$[0044] \quad F_B = K \cdot (x_M - x_s) \dots \dots (1)$$

[0045] F_B : 恢复力

[0046] K : 皮带的弹簧常数

[0047] x_M : 第一位置值

[0048] x_s : 第二位置值

[0049] 另一方面,可以通过将SBW系统的质量乘以齿条杆17的加速度来计算根据本公开的SBW系统的惯性力。为此,通过由齿条位置传感器19测量和微分齿条杆17的位置值来计算齿条杆17的加速度。

[0050] 因此,可以通过将SBW系统的质量乘以计算的齿条杆17的加速度来计算惯性力。可以通过系统建模来计算SBW系统的质量。

[0051] 同时,在根据本公开的齿条力计算步骤中,如下面的等式(3),可以通过从恢复力 F_B 与减速器5的减速比的乘积中减去惯性力来计算齿条力 F_{ROAD} 。

[0052] 此外,可以通过从恢复力 F_B 与减速器5的减速比的乘积中进一步减去SBW系统的摩擦力 F_{fric} 来计算齿条力 F_{ROAD} 。

[0053] 可以从适当的摩擦模型估计摩擦力 F_{fric} 并且减速比可以是滚珠螺杆15和滚珠螺母13之间的减速比。

[0054] 也就是说,当操作转向电机1并且齿条杆17相应地移动轮胎时,施加SBW系统的摩擦力 F_{fric} 和来自轮胎的齿条力(外力)。

[0055] 因此,如下面的等式(2),SBW系统的惯性力、SBW系统的摩擦力 F_{fric} 、以及来自轮胎的齿条力(外力)的合力与减速比和作为从皮带9传递的力的恢复力 F_B 的乘积相同。

$$[0056] \quad R_{n-s}F_B = F_{ROAD} + F_{fric} + M\ddot{x}_s \dots\dots (2)$$

[0057] F_{ROAD} : 齿条力

[0058] R_{n-s} : 减速比

[0059] F_{fric} : 摩擦力

[0060] $M\ddot{x}_s$: 惯性力

[0061] M : 质量

[0062] \ddot{x}_s : 加速度

[0063] 此外,针对齿条力 F_{ROAD} 重新排列等式,如下面的等式(3)。

$$[0064] \quad F_{ROAD} = R_{n-s}F_B - F_{fric} - M\ddot{x}_s \dots\dots (3)$$

[0065] 也就是说,从适当的模型值获得摩擦力 F_{fric} 和质量 M ,通过齿条位置传感器19计算齿条杆17的加速度,由等式(1)计算恢复力 F_B ,并且减速比是已经确定的且已知的值,因此可以计算和估计齿条力 F_{ROAD} 。

[0066] 参考图2顺序描述根据本公开的估计齿条力 F_{ROAD} 的过程。首先,通过齿条位置传感器19测量齿条杆17的位置值(第二位置值)(S10)。

[0067] 接下来,通过对测量的第二位置值 x_s 进行微分来计算齿条速度(S20),并且将计算的齿条速度反映到摩擦力模型数据(S30),从而估计并确保SBW系统的摩擦力 F_{fric} 。

[0068] 此外,通过对由S20中的微分获得的齿条速度再次微分来计算齿条杆17的加速度(S40),并且计算的齿条杆17的加速度乘以系统的质量(S50),从而计算并确保SBW系统的惯性力。

[0069] 转向电机1的旋转角由电机位置传感器3测量(S60)。

[0070] 接下来,通过将添加有带轮齿轮比的总齿轮比 R 和和滚珠螺母13和滚珠螺杆15的传动比 R_{n-s} 反映到测量的旋转角来获得从电机位置传感器3转换的齿条杆17的位置值(第一位置值)。

[0071] 计算第一位置值 x_M 与第二位置值 x_s 之间的差值(S80),并且通过将计算的差值乘以皮带9的弹簧常数 K 或使用限定差值与恢复力 F_B 之间的关系的映射来获得恢复力 F_B (S90)。

[0072] 接下来,将恢复力 F_B 乘以滚珠螺母13和滚珠螺杆15的齿轮比(S100),并且从乘积

中减去在S30中获得摩擦力 F_{fric} 和在S50中获得的惯性力(S110),由此可以计算和估计齿条力 F_{ROAD} 。

[0073] 如上所述,根据本公开,通过测量SBW系统中的部件的运动差值,通过基于设置在部件之间的构件的强度测量从转向电机1传递到齿条杆17的力,以及通过使用差值和力来估计齿条力 F_{ROAD} ,即使没有用于来估计齿条力的昂贵的扭矩传感器也可以估计齿条力,因此可以降低车辆的制造成本。此外,使用SBW系统中的部件的强度,可以通过找出施加在转向电机1和齿条杆17之间的力来减小齿条力 F_{ROAD} 的估计误差。

[0074] 另一方面,尽管参考详细实施方式描述了本公开,但是对于本领域技术人员来说显而易见的是,在不脱离本公开的范围的情况下,可以以各种方式修改本公开。

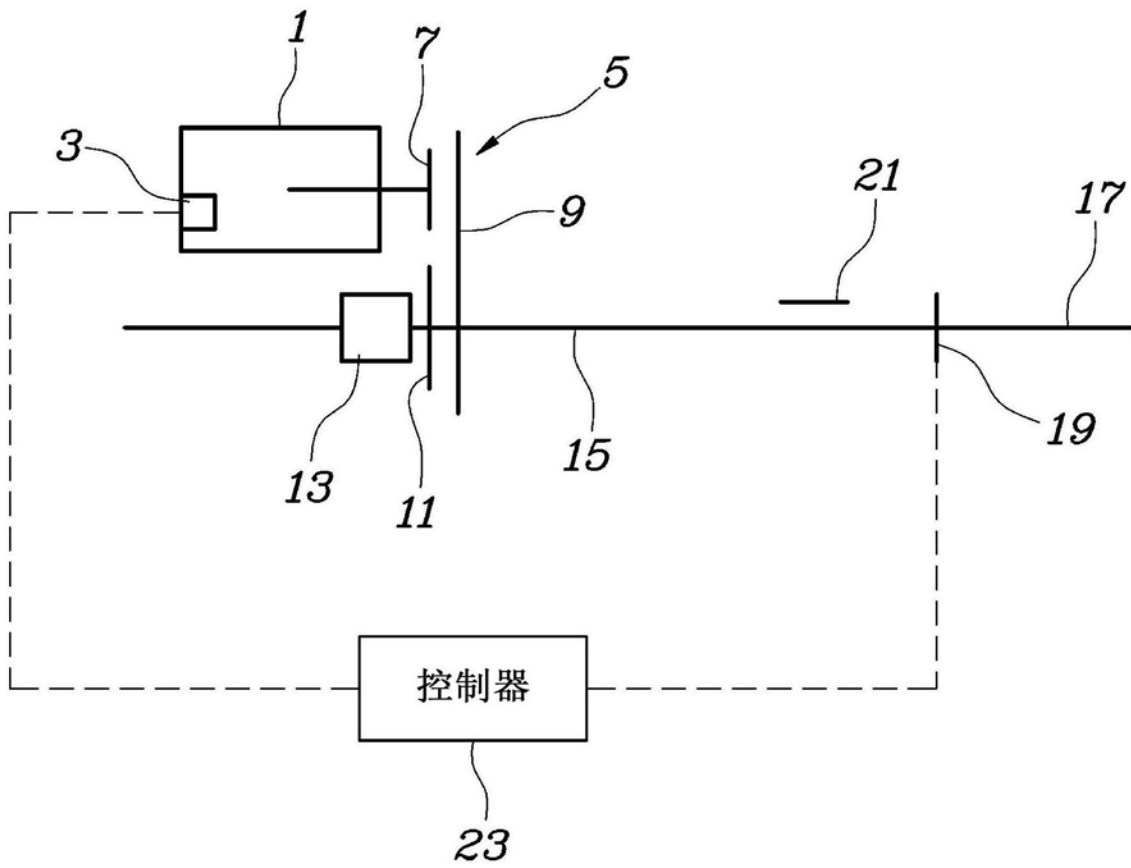


图1

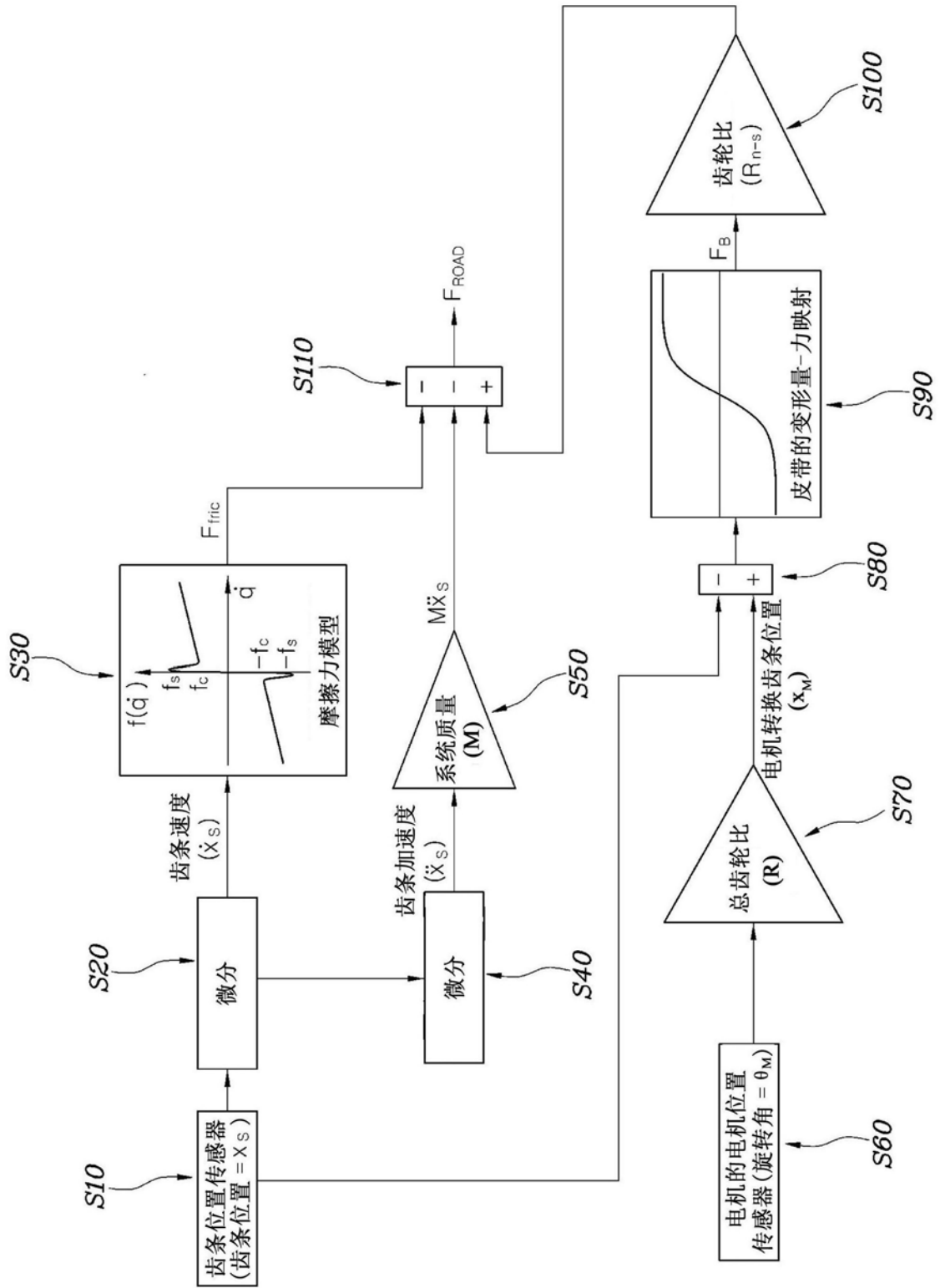


图2