



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109153427 B

(45)授权公告日 2020.09.08

(21)申请号 201780033468.2

(22)申请日 2017.03.31

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109153427 A

(43)申请公布日 2019.01.04

(30)优先权数据
102016209275.8 2016.05.30 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2018.11.29

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2017/057699 2017.03.31

(87)PCT国际申请的公布数据
W02017/207132 DE 2017.12.07

(73)专利权人 罗伯特·博世有限公司
地址 德国斯图加特

(72)发明人 G.达斯巴赫

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 梁冰 李雪莹

(51)Int.Cl.
B62M 6/45(2006.01)

(56)对比文件
CN 1515451 A,2004.07.28
CN 103359251 A,2013.10.23
EP 1236640 A2,2002.09.04
EP 2604499 A1,2013.06.19
CN 202911903 U,2013.05.01
CN 104554612 A,2015.04.29

审查员 曹勇

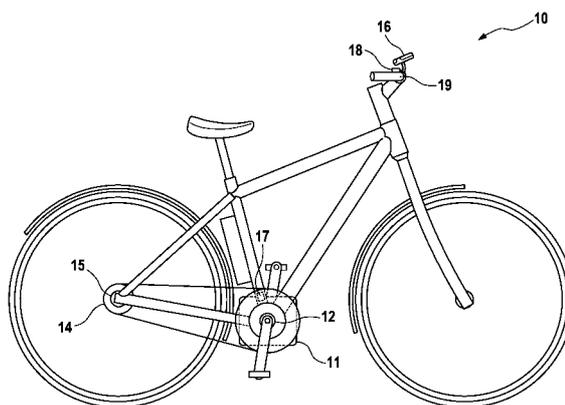
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

用于对于电动自行车的电动机进行控制的控制方法和设备

(57)摘要

本发明涉及：一种用于根据变速装置(14)的所接入的传动比从而对于电动自行车(10)的电动机(11)进行控制的控制方法；以及一种控制器(16)，该控制器实施所述控制方法；以及具该控制器(16)的电动自行车(10)。用于电动自行车的电动机(11)的控制方法包括至少一个对于自行车驾驶员的踩踏扭矩的探测以及一个对于变速装置(14)的所接入的传动比的探测。此外，所述控制方法根据所检测到的踩踏扭矩和所检测到的传动比对于用于驱动所述电动自行车的电动机(11)进行操控，用来产生电动机的扭矩。由此，在驱动电动自行车时根据所接入的传动比通过电动机(11)支持了自行车驾驶员。



1. 用于电动自行车(10)的电动机(11)的控制方法,至少包括以下步骤:
 - 探测(21)自行车驾驶员的踩踏扭矩($M_{\text{驾驶员}}$),以及
 - 探测(22)变速装置(14)的所接入的传动比(i),其特征在于,
 - 根据所探测到的踩踏扭矩($M_{\text{驾驶员}}$)和所探测到的传动比(i)实行对于所述电动机(11)的控制(26),用来产生用于驱动所述电动自行车(10)的扭矩($M_{\text{马达}}$),其中
 - 所述控制(26)在传动比进行换档时持续地控制所述扭矩($M_{\text{马达}}$),并且其中
 - 在对于电动机(11)的扭矩($M_{\text{马达}}$)进行控制(26)之后实行对于所述变速装置(14)的换档(27)。
2. 根据权利要求1所述的控制方法,其特征在于,
 - 将所探测到的传动比(i)与变速装置(14)的紧挨着在之前所探测到的传动比(i_1)进行比较(23),并且当识别到所述传动比的改变时
 - 所述控制(26)附加地根据所述传动比的变化来升高或者减小所述扭矩($M_{\text{马达}}$),用来实现电动自行车(10)的保持不变的总功率($P_{\text{电动自行车}}$)。
3. 根据按照权利要求1或2中任一项所述的控制方法,其特征在于,
 - 实行对于自行车驾驶员的当前的踩踏频率(K)的探测(24),并且
 - 所述控制(26)附加地根据所检测到的踩踏频率(K)来控制所述扭矩($M_{\text{马达}}$)。
4. 根据权利要求3所述的控制方法,其特征在于,
 - 将所探测到的踩踏频率(K)与踩踏频率的第一阈值($S1$)和踩踏频率的第二阈值($S2$)实行比较(25),其中所述第一阈值小于所述第二阈值,并且
 - 当达到第一阈值($S1$)时,所述控制(26)将电动机(11)的扭矩($M_{\text{马达}}$)减小,并且
 - 当达到或者超过第二阈值($S2$)时,所述控制(26)将电动机(11)的扭矩($M_{\text{马达}}$)升高。
5. 根据权利要求3所述的控制方法,其特征在于,
 - 将所探测到的踩踏频率(K)与踩踏频率的第三阈值($S3$)和踩踏频率的第四阈值($S4$)实行比较(25),其中所述第三阈值小于所述第四阈值,并且
 - 当达到所述第三阈值($S3$)时,将能够电子地控制的变速装置(14)换档(27)到更低的传动比中,并且
 - 当达到或者超过第四阈值($S4$)时,将能够电子地控制的变速装置(14)换档(27)到更高的传动比中。
6. 控制器(16),该控制器实施根据权利要求1至5中任一项所述的控制方法,其中所述控制器(16)具有至少一个运算单元(32),该运算单元
 - 探测一种代表所述自行车驾驶员的踩踏扭矩($M_{\text{驾驶员}}$)的量,并且
 - 探测一种代表所述变速装置(14)的所接入的传动比(i)的量,并且
 - 根据所探测到的踩踏扭矩($M_{\text{驾驶员}}$)以及所探测到的传动比(i)产生用于所述电动机(11)的控制信号。
7. 根据权利要求6所述的控制器,其特征在于,所述运算单元(32)
 - 探测一种代表所述自行车驾驶员的踩踏频率(K)的量,并且
 - 附加地根据所探测到的踩踏频率(K)产生用于所述电动机(11)的控制信号。
8. 根据权利要求6或7中任一项所述的控制器,其特征在于,所述运算单元(32)根据所

探测到的踩踏扭矩 ($M_{\text{驾驶员}}$) 和/或所探测到的踩踏频率 (K) 产生用于能够电子地控制的变速装置 (14) 的另一控制信号, 其中根据对于电动机 (11) 的扭矩 ($M_{\text{马达}}$) 的控制 (26) 换档 (27) 到另一传动比中 (i_2)。

9. 电动自行车, 其中该电动自行车包括至少以下的部件

- 用于驱动该电动自行车 (10) 的电动机 (11), 以及
- 用于探测自行车驾驶员的踩踏扭矩 ($M_{\text{驾驶员}}$) 的第一传感器 (12), 以及
- 用于探测所述变速装置 (14) 的所接入的传动比 (i) 的第二传感器 (15),

其特征在于,

• 根据所探测到的踩踏扭矩 ($M_{\text{驾驶员}}$) 以及所探测到的传动比 ($i_{\text{当前}}$) 布置按照权利要求6至8中任一项所述的控制器, 用于对于电动机 (11) 进行控制 (26)。

10. 根据权利要求9所述的电动自行车, 包括能够电子地控制的变速装置 (14), 其中所述控制器 (16) 根据踩踏扭矩 ($M_{\text{驾驶员}}$) 和/或踩踏频率 (K) 操控电子的变速装置 (14)。

用于对于电动自行车的电动机进行控制的控制方法和设备

[0001] 本发明涉及：一种用于对于电动自行车的电动机进行控制的控制方法；以及一种控制器，该控制器实施该控制方法；以及一种具有该控制器的电动自行车。

背景技术

[0002] 在文献DE 10 2010 028 658 A1中描述了一种电动自行车，其中电动机产生了一种用于驱动所述电动自行车的扭矩。对于马达扭矩所进行的控制在该文献中取决于自行车驾驶员的踩踏扭矩。此外公开了一种根据至少一个实际运行参数对于电动自行车的能够电子地控制的变速装置进行的换档。所述实际运行参数可以例如包括自行车驾驶员的踩踏频率或者踩踏扭矩。

[0003] 本发明的公开内容

[0004] 本发明涉及：一种用于根据变速装置所接入的传动比对于电动自行车的电动机进行控制的控制方法；以及一种控制器，该控制器实施该控制方法；以及一种具有所述控制器的电动自行车。

[0005] 根据本发明的控制方法包括至少一个对于自行车驾驶员的踩踏扭矩所进行的探测，以及一个对于变速装置的所接入的传动比所进行的探测。通过根据所探测到的踩踏扭矩以及所探测到的传动比而对于电动机所进行的控制，产生了一种用于驱动所述电动自行车的扭矩。由此实现了对于自行车驾驶员在驾驶时的令人愉快的马达控制。

[0006] 在本发明的一种优选的设计方案中，所述控制方法具有：将所探测到的传动比与变速装置的紧挨着在之前探测到的传动比进行比较。当识别到传动比的改变时，实行对于马达扭矩的控制。在此为了实现在自行车驾驶员的踩踏扭矩保持不变的假设下电动自行车的保持不变的总功率，当传动比升高时，所述马达扭矩就增高。当传动比在换档时减小时，所述马达扭矩也下降。自行车驾驶员的踩踏扭矩因此可以在换档时保持恒定。优选的设计方案具有的优点是：在换档时产生非常舒适的驾驶感受。

[0007] 所述控制方法优选地包括：探测所述自行车驾驶员的当前的踩踏频率。对于马达扭矩所进行的控制附加地根据所探测到的踩踏频率来执行。由此，可以将对于马达扭矩所进行的控制匹配于自行车驾驶员的踩踏频率。自行车驾驶员的踩踏频率和踩踏扭矩的乘积此外代表着该自行车驾驶员的功率。对于马达扭矩的控制在该设计方案中因此可以根据自行车驾驶员的功率来实行。这具有的优点是：对于自行车驾驶员来说令人愉快的、对于马达扭矩的控制。

[0008] 在本发明的一种进一步的设计方案中，根据所探测到的踩踏频率与阈值所进行的比较，实行对于马达扭矩的控制。特别地设置了在低的踩踏频率时的第一阈值以及在高的踩踏频率时的第二阈值。所述第一阈值代表着所述变速装置面临的到更小的传动比中的换档。当达到或者超过第一阈值时，减小所述马达扭矩。所述第二阈值代表着所述变速装置面临的到更大的传动比中的换档。当达到或者超过第二阈值时，升高所述马达扭矩。通过将踩踏频率与第一阈值和第二阈值进行比较，因此识别到了变速装置的传动比所面临的换档。通过在传动比的换档之前对于马达扭矩的匹配，可以将电动机在换档时的扭矩突变减到最

小。同时通过控制所述马达扭矩,变速装置的换档还会更可能。由此,实现了在换档时协调到自行车驾驶员的驾驶行为的、对于马达扭矩所进行的控制。

[0009] 优选地,对于马达扭矩所进行的控制持续地实行。由此避免了马达扭矩的突变,由此有利地产生了对于自行车驾驶员的令人愉快的力支持。

[0010] 在本发明的一种改进方案中,将所探测到的踩踏频率与至少一个另外的阈值实行比较,其中特别地设置了第三阈值和第四阈值。当达到或者超过第三阈值时,将能够电子地控制的变速装置换档到更低的传动比中。当达到或者超过第四阈值时,将能够电子地控制的变速装置换档到更高的传动比中。通过变速装置的自动化的换档,可以将换档时典型地出现的扭矩突变减到最小,并且优化了时间转换点(Zeitschaltpunkt)。产生了特别舒适的驾驶感受。

[0011] 优选地在对于电动机的扭矩进行控制之后实行对于能够电子地控制的变速装置的换档。由此,在对于变速装置进行换档之前实行了对于电动机的扭矩的匹配,由此将在换档时的扭矩突变减到最小,并且实现了与驾驶行为协调的马达控制。

[0012] 根据本发明的控制器被设立用于实施根据本发明的方法。所述控制器具有至少一个运算单元。该运算单元探测了一种代表着所述自行车驾驶员的踩踏扭矩的量。此外,探测了一种代表着所述变速装置所接入的传动比的量。所述运算单元根据所探测到的踩踏扭矩和所探测到的传动比产生了一种用于电动机的控制信号。根据本发明的控制器在变速装置换档时为了特别令人愉快的驾驶感受而控制所述马达扭矩。

[0013] 在另一设计方案中,所述运算单元探测了一种代表着所述自行车驾驶员的踩踏频率的量。所述运算单元附加地根据所探测到的踩踏频率产生了用于电动机的控制信号。这具有的优点是:所述扭矩控制被优化地匹配于自行车驾驶员的驾驶行为。

[0014] 在一种优选的改进方案中,控制器的所述运算单元根据所探测到的踩踏扭矩和/或所探测到的踩踏频率产生用于能够电子地控制的变速装置的另一控制信号。由此产生的优点是,所述控制器接管了变速装置的换档,并且自行车驾驶员可以例如增强地专注于交通。

[0015] 优选地,换档到另外的传动比中通过另外的控制信号根据对于马达扭矩所进行的控制来实行。通过将对于扭矩的控制和变速装置的换档相耦联,可以实现对于自行车驾驶员来说的非常持续的并且平缓的扭矩变化曲线。

[0016] 根据本发明的电动自行车包括至少一个电动机,用于在驱动电动自行车时对于自行车驾驶员进行力支持。此外布置了:第一传感器,用于探测自行车驾驶员的踩踏扭矩;以及第二传感器,用于探测在电动自行车上的变速装置的所接入的传动比。所述电动自行车具有控制器,用于根据所探测到的踩踏扭矩和所探测到的传动比来控制电动机。根据本发明的电动自行车有利地实现了在对于传动比进行换档时的舒适的驾驶感受。

[0017] 在一种备选的设计方案中,所述电动自行车具有能够电子地控制的变速装置。所述控制器在该实施例中根据踩踏扭矩和/或踩踏频率来操控电子的变速装置。所述传动比的自动的换档使得自行车驾驶员能够更好地专注于自行车驾驶或者交通,由此产生了更加安全的自行车驾驶以及更加舒适的驾驶感受。

[0018] 附图的简短说明

[0019] 本发明以下借助于优选的实施方法和附加的附图进行阐释。

- [0020] 图1: 用于根据本发明地执行所述控制方法的电动自行车;
- [0021] 图2a: 用于根据本发明的、对于电动机进行操控的控制方法的流程图;
- [0022] 图2b: 用于具有在改变所述变速装置的传动比时的操控的控制方法的流程图;
- [0023] 图2c: 用于具有对于能够电子地控制的变速装置进行换档的控制方法的流程图;
- [0024] 图3: 用于根据本发明地执行所述控制方法的控制器。

实施例

[0025] 在图1中草绘了电动自行车10。所述电动自行车10具有蓄电池和电动机11。所述电动机11可以实施成在曲轴上的中级马达(Mittelmotor),或者备选地也可以布置在前轮或者后轮的轮毂中。所述电动自行车10此外具有用于改变传动比的变速装置14、也就是说例如轮毂-或者链式换档装置。备选地可以设置无级的变速装置14。所述变速装置14的换档优选地借助于在把手上的变速杆18来实行。控制器16操控所述电动机11。所述控制器16可以像在图1中示出的那样优选地布置在把手19上或者备选地布置在蓄电池上或者在电动机11上。对于在曲轴上的踩踏扭矩 $M_{\text{驾驶员}}$ 的探测优选地通过第一传感器12来实行。所述变速装置14的所接入的传动比方便地通过第二传感器15来探测,所述第二传感器例如可以布置在变速装置14上或者布置在变速装置14的变速杆18上。对于踩踏频率 K 的探测利用可选的第三传感器17来实行,所述第三传感器在曲轴、曲柄或者踏板上或者在曲轴、曲柄或者踏板附近。

[0026] 自行车的链式-或者轮毂换档装置大多具有离散的传动比 i ,其中所述档位的分级取决于所述变速装置的结构形式以及生产者。例如,具有在曲轴上的53/59链轮组合和在后轮毂上的带有11至21齿的链齿轮组的链式换档装置的传动比以离散的级位于1.86到4.82之间。具有3-或者8档的轮毂换档装置和无级的变速装置具有像所描述的链式换档装置类似的传动比。自行车的车轮在 $i=2$ 的低的传动比时因此例如以自行车驾驶员的踩踏频率的双倍的转速进行旋转。

[0027] 自行车的速度 v 一般可以作为由变速装置14的所接入的传动比 i 、踩踏频率 K 以及外轮周长 U 的乘积被推导出来。这一般只要自行车激活地被驱动、也就是说不存在空转或者制动就适用。例如通过自行车驾驶员的踩踏,在 $i=2$ 的传动比时,同时 $K=80\text{rpm}$ 的踩踏频率以及 U =大约2.1m(28“寸赛车轮胎)的外轮周长,就达到 v =大约20km/h的速度,同样见等式(2)。

$$[0028] \quad v = K \cdot i \cdot U \quad (2)$$

[0029] 自行车驾驶员的踩踏功率 $P_{\text{驾驶员}}$ 可以在传动比的换档的时刻近似认为是保持不变的。所述踩踏功率可以被描述成自行车驾驶员的踩踏扭矩 $M_{\text{驾驶员}}$ 和踩踏频率 K 的乘积,见等式(3)。

$$[0030] \quad P_{\text{驾驶员}} = M_{\text{驾驶员}} \cdot K \quad (3)$$

[0031] 为了例如当在行驶路段上的上坡时减小踩踏扭矩 $M_{\text{驾驶员}}$,所述自行车驾驶员换档到变速装置14的更低的传动比 i 中,其中同时所述踩踏频率 K 升高。因为在换档时没有制动,所以自行车的速度 v 在换档的紧接下来的时刻保持不变($v_1=v_2$)。所述踩踏频率 K 根据按照等式(4)的传动比 i 、也就是说例如根据变速装置的分级离散地改变。

$$[0032] \quad v_2 = v_1 \Rightarrow K_2 = K_1 \cdot \frac{i_1}{i_2} \quad (4)$$

[0033] 在对于传动比进行换档的时刻脚踏功率 $P_{\text{驾驶员}}$ 保持不变时,脚踏扭矩 $M_{\text{驾驶员},2}$ 与传动比 i_1 和 i_2 以及脚踏扭矩 $M_{\text{驾驶员},1}$ 的关系按照等式(5)得出。

$$[0034] \quad M_{\text{驾驶员},2} = M_{\text{驾驶员},1} \cdot \frac{i_2}{i_1} \quad (5)$$

[0035] 对于电动自行车的电动机11所进行的控制在现有技术中典型地根据自行车驾驶员的脚踏扭矩 $M_{\text{驾驶员}}$ 或者脚踏频率 K 来实行。该操控例如以脚踏扭矩 $M_{\text{驾驶员}}$ 和辅助比例 α 的线性的相关性来实行。所述辅助比例 α 是由电动机的扭矩 $M_{\text{马达}}$ 和自行车驾驶员的脚踏扭矩 $M_{\text{驾驶员}}$ 所得的商,见等式(6)。

$$[0036] \quad \alpha = \frac{M_{\text{马达}}}{M_{\text{驾驶员}}} \quad (6)$$

[0037] 在将传动比由 i_1 换档到 i_2 上时,所述脚踏扭矩 $M_{\text{驾驶员}}$ 因此离散地改变(见等式(5))。因此电动机11的扭矩 $M_{\text{马达}}$ 通过带有恒定的辅助比例 α 的操控在换档时同样离散地改变。

[0038] 在电动自行车10中,总功率 $P_{\text{电动自行车}}$ 代表由自行车驾驶员的脚踏功率 $P_{\text{驾驶员}}$ 以及马达功率 $P_{\text{马达}}$ 所得的总和,其中所述马达功率 $P_{\text{马达}}$ 可以被描述成由电动机11的扭矩 $M_{\text{马达}}$ 和角速度 ω 所得的乘积。所述角速度 ω 对于自行车驾驶员相应于脚踏频率并且得出等式(7)。

$$[0039] \quad \begin{aligned} P_{\text{电动自行车}} &= P_{\text{驾驶员}} + P_{\text{马达}} \\ &= M_{\text{驾驶员}} \cdot K + M_{\text{马达}} \cdot \omega \end{aligned} \quad (7)$$

[0040] 电动机11的角速度 ω 和自行车驾驶员的脚踏频率 K 在具有中级马达的电动自行车10中相耦联,因为在所述两者之间存在固定的传动比 c 。因此借助于代数的简化而得出等式(8)。

$$[0041] \quad P_{\text{电动自行车}} = M_{\text{驾驶员}} \cdot K \cdot (1 + \alpha \cdot c) \quad (8)$$

[0042] 具有中级马达的电动自行车的总功率 $P_{\text{电动自行车}}$ 在将传动比以恒定的辅助比例 α 换档时因此同样地是恒定的,因为由自行车驾驶员的脚踏扭矩 $M_{\text{驾驶员}}$ 和脚踏频率 K 所得的乘积在变速装置换档时正如上面说明的那样被认为是恒定的(见等式(3)和(8))。

[0043] 在图2a中示出了根据本发明的用于对于电动自行车10的电动机11进行控制的控制方法20的可能的流程图。在步骤21中,探测了自行车驾驶员的脚踏扭矩 $M_{\text{驾驶员}}$ 。在进一步的步骤22中,探测了变速装置14的所接入的传动比。在进一步的步骤26中,根据所探测到的脚踏扭矩以及所探测到的传动比对电动机11进行操控。通过对于电动机11的控制,产生了用于驱动所述电动自行车的扭矩 $M_{\text{马达}}$ 。根据本发明的方法可以连续地或者反复地进行。

[0044] 在步骤22之后可以在可选的步骤24中探测所述自行车驾驶员的脚踏频率。在该实施方案中,电动机11在步骤26中附加地根据所探测到的脚踏频率被进行操控。

[0045] 在图2b中的备选的流程图中示出了用于将所探测到的传动比 i_2 与紧挨着之前所探测到的传动比 i_1 进行比较的另一步骤23。如果当前所探测到的传动比 i_2 与之前所探测到的传动比 i_1 相等,那么没有识别到传动比 i 的改变,并且不实行马达扭矩 $M_{\text{马达}}$ 的匹配。在步骤

26中的马达扭矩 $M_{\text{马达}}$ 的匹配仅仅在识别到传动比 i 变化之后才实行。根据本发明的按照在图2b中的流程图的方法可以连续地或者反复地进行。

[0046] 在按照在图2b中的流程图的方法的一种改进方案中,在步骤26中的用于实现电动自行车10的保持不变的总功率 P 的、对于马达扭矩 $M_{\text{马达}}$ 的匹配在自行车驾驶员的恒定的踩踏扭矩 $M_{\text{驾驶员}}$ 的前提下实行。电动自行车10的总功率 P 包括:马达功率 $P_{\text{马达}}$ 以及自行车驾驶员的功率 $P_{\text{驾驶员}}$ 的总和。通过没有所述方法的自行车驾驶员的在换档时所必须的对于踩踏扭矩 $M_{\text{驾驶员}}$ 的匹配,通过对于马达扭矩 $M_{\text{马达}}$ 的匹配来补偿。出于自行车驾驶员在换档时的恒定的踩踏扭矩 $M_{\text{驾驶员}}$ 的假设,在本发明的该改进方案中在自行车驾驶员换档时仅仅将踩踏频率 K 匹配于变速装置14的新的传动比 i_2 。对于马达扭矩 $M_{\text{马达}}$ 所进行的控制在此根据不恒定的辅助比例来实行。在换档之后的辅助比例 α_2 根据等式(7)取决于通过换档所接入的传动比 i_2 并且取决于紧挨着地之前所接入的传动比 i_1 以及取决于紧挨着地之前所使用的辅助比例 α_1 。因此在本发明的该设计方案中在步骤26中在传动比 i_2 的换档之后实行了马达扭矩 $M_{\text{马达}}$ 的改变,其中所述辅助比例 α 在换档时上升到更高的传动比,以及在换档时减小到更低的传动比。

$$M_{\text{驾驶员},1} \cdot (1 + \alpha_1) \cdot K_1 = M_{\text{驾驶员},1} \cdot (1 + \alpha_2) \cdot K_2$$

[0047]
$$\Rightarrow \alpha_2 = (1 + \alpha_1) \cdot \frac{i_2}{i_1} - 1 \quad (7)$$

[0048] 这例如意味着,在将原来的 $\alpha_1=1$ 的辅助比例时的 $i_1=2$ 的传动比换档时,在换档到 $i_2=2.5$ 之后产生了 $\alpha_2=1.5$ 的新的辅助比例。电动机11的扭矩 $M_{\text{马达}}$ 在该例子中紧挨着在换档之后因此升高了50%。所必须的踩踏频率 K 相应于等式(3)降低了20%。自行车驾驶员可以在该例子中正如在根据本发明的方法的上述的改进方案中所描述的那样在换档时将踩踏扭矩 $M_{\text{驾驶员}}$ 保持恒定。

[0049] 在图2c中的流程图中示出了本发明的另一特别地优选的设计方案。在该设计方案中,在控制所述马达扭矩 $M_{\text{马达}}$ 之前执行步骤24,用于探测所述踩踏频率 K 。此外,在步骤25中在探测了所述踩踏频率 K 之后并且在控制所述马达扭矩 $M_{\text{马达}}$ 之前,将踩踏频率 K 与四个阈值进行比较。如果所述踩踏频率位于第一阈值 S_1 和第二阈值 S_2 之间,那么不实行对于所述马达扭矩 $M_{\text{马达}}$ 的匹配。如果所探测到的踩踏频率 K 达到或者超过第一阈值 S_1 或者第二阈值 S_2 ,那么在步骤26中按照根据本发明的方法实行对于马达扭矩 $M_{\text{马达}}$ 的控制,其中该控制可以附加地取决于踩踏频率 K 地实行。如果所述踩踏频率达到或者超过第三阈值 S_3 或者第四阈值 S_4 ,那么在步骤26中实行对于马达扭矩 $M_{\text{马达}}$ 的控制,并且然后在步骤27中将能够电地控制的变速装置14换档到另一传动比 i_2 中。根据本发明的按照在图2c中的流程图的方法可以连续地或者反复地进行。

[0050] 在图3中示出了根据本发明的控制器16。所述控制器16具有至少一个运算单元32。所述运算单元32探测一种代表着所述踩踏扭矩 $M_{\text{驾驶员}}$ 的量以及一种代表着被接入的传动比 i 的量。所述运算单元32此外产生了一种用于电动机11的用来匹配马达扭矩 $M_{\text{马达}}$ 的控制信号。所述控制器为了探测所述量可以具有接收单元31,并且为了输出该传感器信号可以具有输出单元33。可选地,所述运算单元32附加地探测一种代表着所述踩踏频率 K 的量。所探测到的量可以例如是第一传感器12的、第二传感器15的和/或第三传感器17的传感器量。

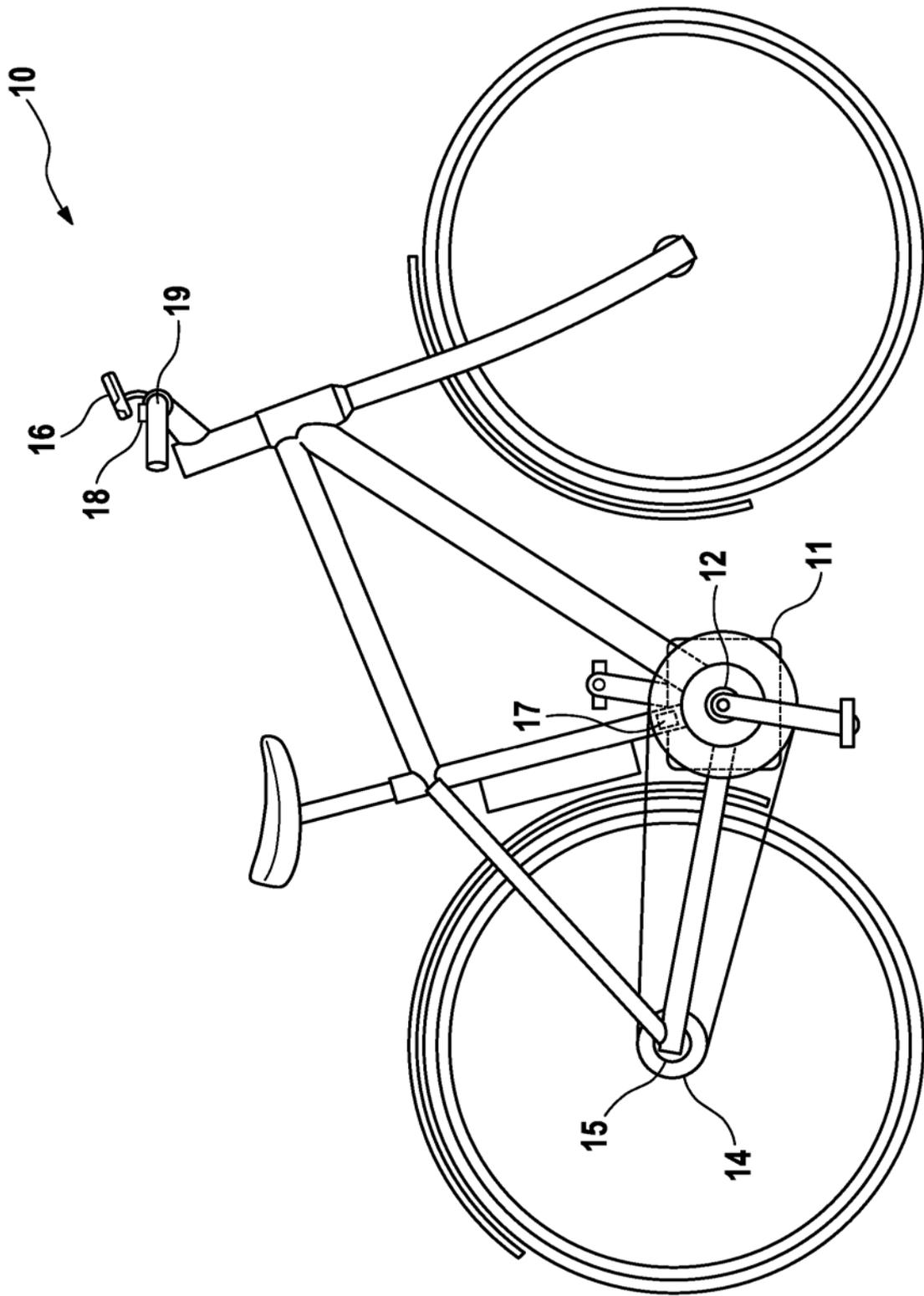


图 1

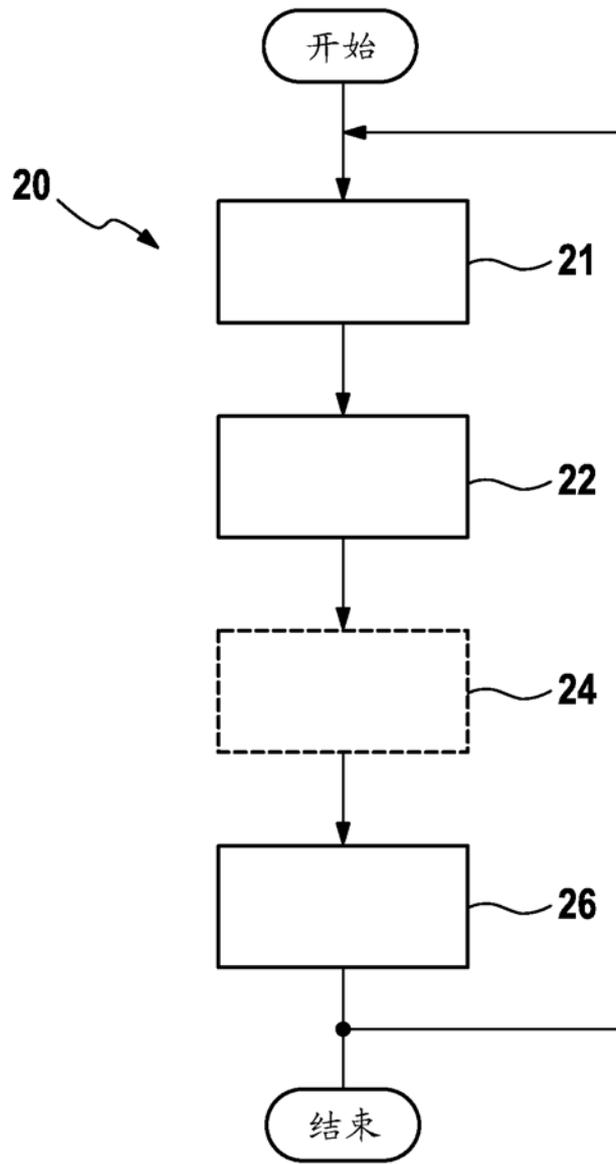


图 2a

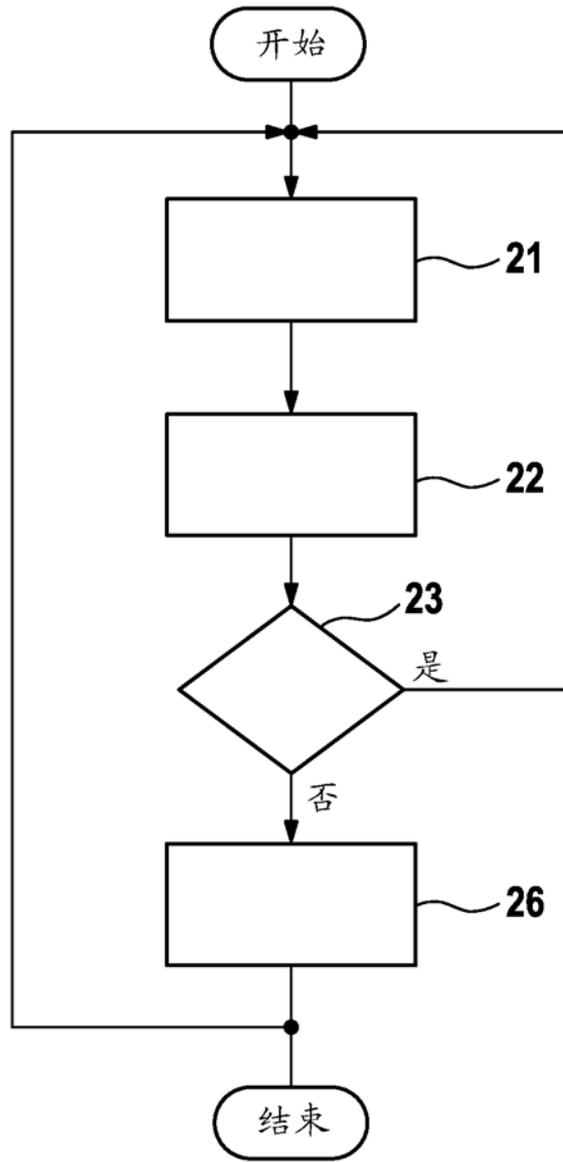


图 2b

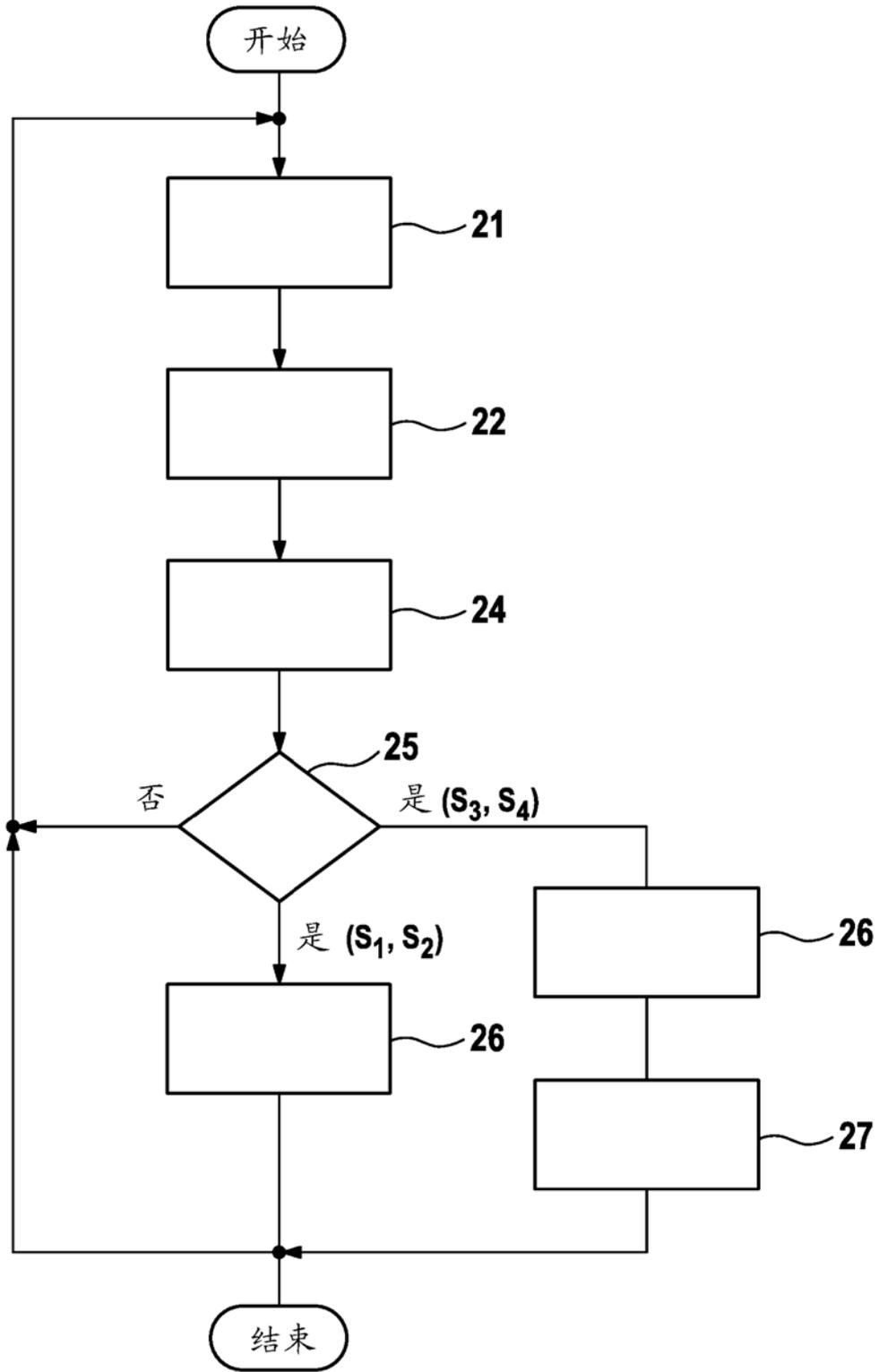


图 2c

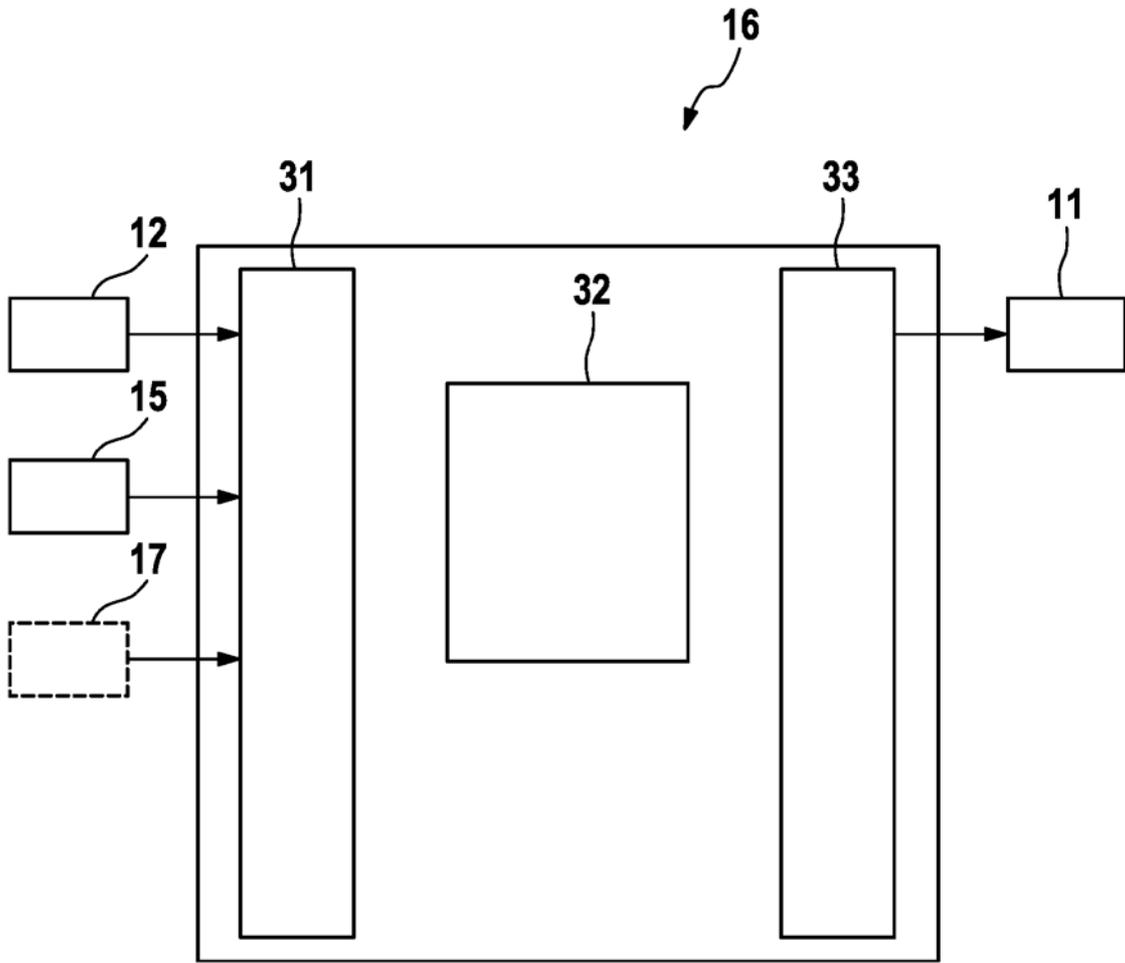


图 3