



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107253507 B

(45)授权公告日 2020.06.23

(21)申请号 201710402901.7

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

(22)申请日 2011.12.13

责任公司 11287

(65)同一申请的已公布的文献号

代理人 沈锦华

申请公布号 CN 107253507 A

(51)Int.CI.

B62M 6/45(2010.01)

(43)申请公布日 2017.10.17

B62M 6/50(2010.01)

(30)优先权数据

B60L 15/20(2006.01)

2010-285549 2010.12.22 JP

审查员 郑喆

(62)分案原申请数据

201180061410.1 2011.12.13

(73)专利权人 微空间株式会社

地址 日本东京

专利权人 太阳诱电株式会社

(72)发明人 田中正人 浅沼和夫 保坂康夫

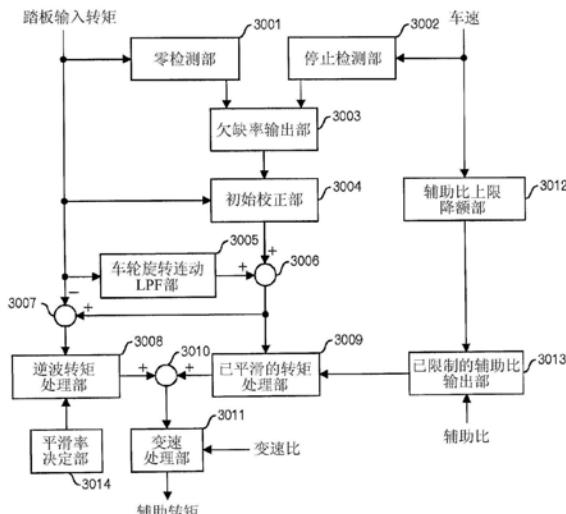
权利要求书2页 说明书14页 附图14页

(54)发明名称

电动机驱动控制装置

(57)摘要

本电动机驱动控制装置包括：平滑化处理部，使用踏板输入转矩的多个时刻的值实施平滑化处理而算出第1平滑化转矩值；欠缺率输出部，求出多个时刻中踏板输入转矩的输入不足的时刻的比例；辅助转矩算出部，实施将踏板输入转矩与通过平滑化处理部而算出的第1平滑化转矩值根据欠缺率输出部的输出混合的运算处理，来算出辅助转矩；及驱动处理部，使用通过该辅助转矩算出部而算出的辅助转矩而实施用于驱动电动机的处理。



1. 一种电动机驱动控制装置，包括：

平滑化处理部，对转矩需求实施平滑化的处理而生成平滑化的转矩需求；

转矩混合部，将所述平滑化转矩需求以正的任意系数值即第1系数值加权，且将所述转矩需求以负的任意系数值即第2系数值加权而混合；

驱动处理部，使用基于所述转矩混合部的混合结果的目标转矩而实施用于驱动电动机的处理；

检测部，对经时间变化的车速的下侧包络线进行检测；及

决定部，根据通过所述检测部而检测出的所述下侧包络线的值而决定所述系数值之中的至少一者。

2. 根据权利要求1所述的电动机驱动控制装置，其中

所述转矩混合部是从所述平滑化转矩需求减去所述转矩需求的值而算出逆波转矩，在对所述逆波转矩乘以正的任意系数值即第3系数值之后与所述平滑化转矩需求或所述平滑化转矩需求的特定数的倍数值相加。

3. 一种电动机驱动控制装置，包括：

平滑化处理部，对转矩需求实施平滑化的处理而生成平滑化的转矩需求；

转矩混合部，将所述平滑化转矩需求以正的任意系数值即第1系数值加权，且将所述转矩需求以负的任意系数值即第2系数值加权而混合；

驱动处理部，使用基于所述转矩混合部的混合结果的目标转矩而实施用于驱动电动机的处理；

检测部，对经时间变化的车速的下侧包络线及上侧包络线进行检测；及

决定部，根据通过所述检测部而检测出的所述下侧包络线的值及所述上侧包络线的值而决定所述系数值之中的至少一者。

4. 根据权利要求3所述的电动机驱动控制装置，其中

所述转矩混合部是从所述平滑化转矩需求减去所述转矩需求的值而算出逆波转矩，在对所述逆波转矩乘以正的任意系数值即第3系数值之后与所述平滑化转矩需求或所述平滑化转矩需求的特定数的倍数值相加。

5. 一种电动机驱动控制装置，包括：

平滑化处理部，对转矩需求实施平滑化的处理而生成平滑化的转矩需求；

转矩混合部，将所述平滑化转矩需求以正的任意系数值即第1系数值加权，且将所述转矩需求以负的任意系数值即第2系数值加权而混合；及

驱动处理部，使用基于所述转矩混合部的混合结果的目标转矩而实施用于驱动电动机的处理；

所述转矩混合部使所述第2系数值与辅助比的增加连动地减少。

6. 根据权利要求5所述的电动机驱动控制装置，其中

所述转矩混合部是从所述平滑化转矩需求减去所述转矩需求的值而算出逆波转矩，在对所述逆波转矩乘以正的任意系数值即第3系数值之后与所述平滑化转矩需求或所述平滑化转矩需求的特定数的倍数值相加。

7. 根据权利要求1所述的电动机驱动控制装置，其中

所述转矩混合部还根据辅助比而使所述系数值之中的至少一者发生变化。

8. 根据权利要求3所述的电动机驱动控制装置,其中所述转矩混合部还根据辅助比而使所述系数值之中的至少一者发生变化。
9. 根据权利要求1至8中任一权利要求所述的电动机驱动控制装置,其中所述平滑化处理部配合相当于可变周期的所述转矩需求的1个周期的期间而算出该期间的所述转矩需求的移动平均或加权移动平均。
10. 根据权利要求9所述的电动机驱动控制装置,其中所述平滑化处理部包含用于所述移动平均或加权移动平均的算出的有限脉冲响应(FIR,Finite Impulse Response)滤波器;  
所述平滑化处理部将对应所述期间的两端部分的所述FIR滤波器的抽头系数的值以向对应所述期间的其他部分的抽头系数的值圆滑增加的方式进行设定。
11. 根据权利要求9所述的电动机驱动控制装置,其中所述平滑化处理部根据车速而使所述转矩需求的取样时序发生变化。
12. 根据权利要求10所述的电动机驱动控制装置,其中所述平滑化处理部根据车速而使所述转矩需求的取样时序发生变化。
13. 根据权利要求2、4或6所述的电动机驱动控制装置,其中以与所述特定数的增加连动地增加所述第3系数值的方式进行设定。

## 电动机驱动控制装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电动机驱动控制。

### 背景技术

[0002] 例如在电动辅助自行车中,根据踏板踏力及预先设定的辅助比而驱动电动机。在简单的例子中,有时也采用对与踏板踏力相对应的踏板输入转矩乘以对应踏板踏力的辅助比的辅助转矩。但是,在法律上禁止在高速行驶时进行辅助的情况下,为避免突然停止辅助,也进行如若达到特定车速以上则根据车速使辅助比逐渐减少的控制。

[0003] 图1中单纯表示对踏板踏力乘以辅助比时的辅助转矩的时间变化。在图1中,虚线表示踏板输入转矩,实线表示对该踏板输入转矩乘以对应踏板踏力的辅助比的辅助转矩。这样,踏板输入转矩以波动形式输入,所以只要乘以对应踏板踏力的辅助比,则辅助转矩本身也成为波动形式。在这种情况下,未施加踏板踏力的时刻的辅助变弱,所以辅助感欠佳。此外,由于辅助转矩暂时变大,所以电动机驱动电流的波峰也变大,就电效率的视点来说也成为损失较大的驱动。

[0004] 另外,在日本专利3955152号公报中,揭示了如下技术:快速追随适应行驶环境的变化或所检测的人力驱动力的变动,可始终决定最佳的辅助比率而行驶、驱动,所以在作为车辆的乘坐感觉方面也不会对操作者等产生不适感,可进行自然且圆滑的行驶。具体来说,带辅助动力装置的车辆的控制装置是对用于进行行驶的车辆行驶部,赋予根据踏板曲柄的旋转运动而脉动的人力驱动力及来自辅助动力驱动部的辅助动力,包括:检测部,对人力驱动力进行检测;算出部,算出经检测的人力驱动力成为限制辅助动力时的阈值以上的期间的由人力驱动力产生的工作量;校正部,在成为阈值以下的时刻以后,将对应经检测的人力驱动力的输出电流根据计算出的工作量进行增加校正而获得辅助动力;及控制部,以输出经校正的辅助动力的方式进行控制。就这种控制来说,存在当开始踩踏时期望大转矩时也受到限制的问题。

[0005] 此外,在日本专利特开平8-295285号公报中揭示了用于使上坡路等的行驶性提高的技术。具体来说,在构成包括通过踏板踏力而驱动车轮的人力驱动机构及对车轮赋予对应所述踏力的大小的辅助驱动力的辅助驱动机构,且将所述踏板踏力与辅助驱动力的合力供给至车轮的动力辅助车辆的驱动装置的情况下,包括:踏力周期检测部,对所述踏板踏力的周期 $t_n$ ( $t_1 \sim t_5$ )进行检测;及延迟时间控制部,使辅助驱动力的赋予延迟时间( $t_n \times$ 常数C)与该踏力周期 $t_n$ 成比例。根据该技术,以辅助驱动力极大时近似于踏力极小时的方式使辅助驱动力的赋予延迟,所以通过以辅助驱动力补充踏力的低谷而可供给经平均化的固定合力。由此抑制合力的变动,在行驶在上坡路等时的合力的波谷所致的速度下降变小,从而获得稳定的行驶性。但是,由于辅助驱动力延迟并相加,所以在开始踩踏时无法应付。同样,无法适当进行上坡等必须增大辅助的情况以外的处理。

[0006] 而且,在日本专利第3301811号公报中揭示了在根据踏力而控制电动机输出的情况下,使电池的可放电的容量增大而电池寿命也延长的技术。具体来说,在并列设置人力驱

动系统与电驱动系统,对应人力的踏力的变化而控制电驱动系统的输出的带电动电动机的自行车中,包括:踏力检测部,对踏力进行检测;电动机输出运算部,在CPU(Central Processing Unit,中央处理器)中形成且根据每固定时间dt而求出的踏力的一个周期内的测量值而决定持续至下一个周期间的固定的电动电动机的输出;及输出控制部,产生所求出的电动机输出。但是,在每固定时间内进行处理的情况下,无法追随不断变化的踏板踏力周期而进行适当的辅助。

[0007] [背景技术文献]

[0008] [专利文献]

[0009] [专利文献1]日本专利第3301811号公报

[0010] [专利文献2]日本专利特开平8-295285号公报

[0011] [专利文献3]日本专利3955152号公报

## 发明内容

[0012] [发明所要解决的问题]

[0013] 所以,本发明的目的在于提供一种开始踩踏电动辅助自行车时等可以提供足够辅助的技术。

[0014] 此外,本发明的另一目的在于提供一种用于追随周期可变的转矩需求而算出适当的目标转矩的技术。

[0015] [解决问题的技术手段]

[0016] 本发明的第1形态的电动机驱动控制装置包括:(A) 平滑化处理部,使用踏板输入转矩的多个时刻的值而实施平滑化处理并算出第1平滑化转矩值;(B) 欠缺率输出部,求出多个时刻中踏板输入转矩的输入不足的时刻的比例;(C) 辅助转矩算出部,实施将踏板输入转矩与通过平滑化处理部而算出的第1平滑化转矩值根据欠缺率输出部的输出而混合的运算处理,从而算出辅助转矩;及(D) 驱动处理部,使用通过辅助转矩算出部而算出的辅助转矩而实施用于驱动电动机的处理。

[0017] 所述比例在开始踩踏时等成为较高值,结果,踏板输入转矩以较大的比例与第1平滑化转矩值相加,所以在开始踩踏时等可实现足够辅助。

[0018] 此外,以上所述的平滑化处理部可包括滤波器,该滤波器是将相当于可变周期的所述踏板输入转矩的1个周期(除1个周期外,也包括大致1个周期的情况)的可变期间内的所述多个时刻的所述踏板输入转矩的值的移动平均或加权移动平均作为所述第1平滑化转矩值而算出。这样,则适当追随可变周期的踏板输入转矩而算出适当的平滑化转矩值。

[0019] 而且,以上所述的滤波器有时为FIR(Finite Impulse Response,有限脉冲响应)滤波器。这种情况下,也存在以对应可变期间的两端部分的FIR滤波器的抽头系数的值圆滑向对应可变期间的其他部分的抽头系数的值变化的方式进行设定的情况。例如,即便在对踏板输入转矩的同步略有偏差的情况下,也可以算出适当的第1平滑化转矩值。

[0020] 而且,以上所述的辅助转矩算出部可以更包括转矩加算部,该转矩加算部是将第1平滑化转矩值与校正值的加算结果即第2平滑化转矩值和踏板输入转矩的值通过正或负的任意系数值而加权相加。通过应用这种转矩加算部,而可根据多种情况算出适当的辅助转矩值。

[0021] 此外,以上所述的辅助转矩算出部也可以更包括转矩加算部,该转矩加算部是从第1平滑化转矩值与校正值的加算结果即第2平滑化转矩值减去踏板输入转矩的值而算出第1转矩值,在对第1转矩值乘以正或负的任意平滑系数值后加上第2平滑化转矩值。通过采用这种安装方法,也可以根据多种情况算出适当的辅助转矩值。

[0022] 另外,也存在以与所设定的辅助比的上升连动而平滑系数值变大的方式进行设定的情况。

[0023] 本发明的第2形态的电动机驱动控制装置包括:(A) 平滑化处理部,算出相当于可变周期的转矩需求的1个周期的期间内的转矩需求的移动平均或加权移动平均;(B) 算出部,实施使用平滑化处理部的处理结果与转矩需求的运算处理而算出对应转矩需求的目标转矩;及(C) 驱动处理部,使用通过算出部而算出的目标转矩而实施用于驱动电动机的处理。

[0024] 根据可变周期的转矩需求的相位推移使该转矩需求适当平滑化,并且进一步使用转矩需求算出目标转矩,由此可相对于转矩需求进行适当的电动机驱动。另外,平滑化处理部有时也根据对应电动机的旋转而生成的脉冲信号使转矩需求的取样时序发生变化。

[0025] 另外,以上所述的平滑化处理部有时也为FIR滤波器。这种情况下,也存在以对应所述期间的两端部分的FIR滤波器的抽头系数的值圆滑向对应所述期间的其他部分的抽头系数的值变化的方式进行设定的情况。在无法完全跟随可变周期的转矩需求的相位推移的情况下,也可以适当平滑化。

[0026] 而且,以上所述的平滑化处理部有时也为FIR滤波器。这种情况下,以上所述的算出部可包括:欠缺比例算出部,算出输入至FIR滤波器的转矩需求的值成为0的比例;及平滑化转矩值算出部,将FIR滤波器的输出与转矩需求的值根据所述比例混合而算出平滑化转矩值。这样,即便在如开始踩踏般仍未输入转矩需求的状态下,当转矩需求较大时也可以输出足够大的目标转矩。

[0027] 此外,以上所述的算出部也可以更包括转矩加算部,该转矩加算部是将平滑化处理部的处理结果与转矩需求的值通过正或负的任意系数值而加权相加。这样,则可根据多种情况设定适当的目标转矩。

[0028] 此外,以上所述的算出部也可以更包括转矩加算部,该转矩加算部是从平滑化处理部的处理结果减去转矩需求的值而算出第1转矩值,在对第1转矩值乘以正或负的任意平滑系数值后加上平滑化转矩值或平滑化转矩值的特定数倍的值。通过这种安装方法,也可以根据多种情况设定适当的目标转矩。

[0029] 而且,第2形态的电动机驱动控制装置可以更包括:检测部,对经时间变化的车速的下侧包络线进行检测;及决定部,根据通过检测部而检测出的下侧包络线的值而决定所述系数值。通过车速的下侧包络线的高低而可把握行驶状态,所以只要由此决定系数值,则可算出对应情况的适当的目标转矩。

[0030] 而且,第2形态的电动机驱动控制装置也可以更包括:检测部,对经时间变化的车速的下侧包络线及上侧包络线进行检测;及决定部,根据通过检测部而检测的下侧包络线的值及上侧包络线的值而决定以上所述的系数值。若不仅使用下侧包络线也使用上侧包络线,则可进一步适当把握情况,并且可算出与此相对应的适当的目标转矩。

[0031] 此外,第2形态的电动机驱动控制装置也可以更包括:检测部,对经时间变化的车

速的下侧包络线进行检测；及决定部，根据通过检测部而检测的下侧包络线的值，对所述平滑系数值与所述特定数的至少一者进行检定。

[0032] 而且，第2形态的电动机驱动控制装置也可以更包括：检测部，对经时间变化的车速的下侧包络线及上侧包络线进行检测；及决定部，根据通过检测部而检测的下侧包络线的值及上侧包络线的值，而决定平滑系数值与特定数的至少一者。

[0033] 另外，可制成用于使微处理器实施如上所述的处理的程序，该程序例如存储于软盘、CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory, 光盘-只读存储器) 等光盘、磁光盘、半导体存储器(例如ROM (Read Only Memory, 只读存储器))、硬盘等计算机可读取的存储介质或存储装置。另外，关于处理途中的数据，暂时保管于RAM (Random Access Memory, 随机存取存储器) 等存储装置。

[0034] [发明的效果]

[0035] 根据本发明，在开始踩踏电动辅助自行车时等可以提供足够帮助。

[0036] 此外，根据本发明的另一形态，可追随周期可变的转矩需求而算出适当的目标转矩。

## 附图说明

- [0037] 图1是用于说明背景技术的图。
- [0038] 图2是表示电动辅助自行车的一例的图。
- [0039] 图3是有关于电动机驱动控制器的功能框图。
- [0040] 图4(a)至(l)是用于说明电动机驱动的基本动作的波形图。
- [0041] 图5是运算部的功能框图。
- [0042] 图6是驱动转矩目标运算部的功能框图。
- [0043] 图7是用于说明平滑化处理说明的图。
- [0044] 图8是用于说明平滑化处理的图。
- [0045] 图9是用于说明驱动转矩目标运算部的运算的波形图。
- [0046] 图10是用于说明驱动转矩目标运算部的运算的波形图。
- [0047] 图11是用于说明平滑率的图。
- [0048] 图12是用于说明平滑率的图。
- [0049] 图13是用于说明平滑率的图。
- [0050] 图14是用于说明平滑率的图。
- [0051] 图15是车轮旋转连动LPF部的功能框图。
- [0052] 图16是表示FIR滤波器的构成例的图。
- [0053] 图17是表示FIR滤波器的另一构成例的图。
- [0054] 图18是表示进行对应辅助比的平滑率的设定的例子的图。
- [0055] 图19是表示进行对应辅助比的平滑率的设定的另一例的图。
- [0056] 图20是表示用在根据车速而决定辅助转矩值的一例的图。
- [0057] 图21是表示车速与踏板相位的关系的图。
- [0058] 图22是用于说明下侧包络线的检测的图。
- [0059] 图23是用于说明下侧包络线及上侧包络线的检测的图。

- [0060] 图24是用于说明参数决定方法的图。
- [0061] 图25是用于说明参数决定方法的图。
- [0062] 图26是用于说明另一实施方式的功能框图。

## 具体实施方式

[0063] 图2是表示本实施方式的电动辅助自行车的一例的外观图。该电动辅助自行车1为曲柄轴与后轮透过链条而连结的一般性的后轮驱动型，且搭载着电动机驱动装置。电动机驱动装置包括二次电池101、电动机驱动控制器102、转矩传感器103、制动传感器104、电动机105、及操作面板106。

[0064] 二次电池101例如为供给最大电压(充满电时的电压)为24V的锂离子二次电池，也可以为其他种类的电池，例如锂离子聚合物二次电池、氢化镍蓄电池等。

[0065] 转矩传感器103设置于安装在曲柄轴的滚轮上，对搭乘者对踏板的踏力进行检测，并且将其检测结果输出至电动机驱动控制器102。

[0066] 制动传感器104包括磁铁及众所周知的舌簧开关。磁铁在固定制动杆并且送通制动线的壳体内，固定在与制动杆连结的制动线上。当手握持制动杆时使舌簧开关为导通状态。此外，舌簧开关固定在壳体内。该舌簧开关的导通信号发送至电动机驱动控制器102。

[0067] 电动机105例如是众所周知的三相直流无刷电动机，例如安装在电动辅助自行车1的前轮。电动机105使前轮旋转，并且将转子与前轮连结以使转子根据前轮的旋转而旋转。而且，电动机105包括霍尔元件等旋转传感器且将转子的旋转信息(即霍尔信号)输出至电动机驱动控制器102。

[0068] 操作面板106例如从使用者接收有关辅助的有无的指示输入，并且将该指示输入输出至电动机驱动控制器102。另外，操作面板106也可以从使用者接收辅助比的设定输入，并且将该设定输入输出至电动机驱动控制器102。

[0069] 将关于这种电动辅助自行车1的电动机驱动控制器102的构成示于图3。电动机驱动控制器102包括控制器1020及FET(Field Effect Transistor,场效晶体管)电桥1030。FET电桥1030中包括针对电动机105的U相进行切换的高端FET(S<sub>uh</sub>)及低端FET(S<sub>ul</sub>)、针对电动机105的V相进行切换的高端FET(S<sub>vh</sub>)及低端FET(S<sub>vl</sub>)、针对电动机105的W相进行切换的高端FET(S<sub>wh</sub>)及低端FET(S<sub>wl</sub>)。该FET电桥1030构成互补型切换放大器的一部分。此外，FET电桥1030中为测定其温度而设置着热阻器108。

[0070] 此外，控制器1020包括运算部1021、温度输入部1022、电流检测部1023、车速输入部1024、可变延迟电路1025、电动机驱动时序生成部1026、转矩输入部1027、制动输入部1028、及AD(Analog/Digital,模拟/数字)输入部1029。

[0071] 运算部1021使用来自操作面板106的输入(例如导通/断开及动作模式(例如辅助比))、来自温度输入部1022的输入、来自电流检测部1023的输入、来自车速输入部1024的输入、来自转矩输入部1027的输入、来自制动输入部1028的输入、来自AD输入部1029的输入进行以下所述的运算。接着，对电动机驱动时序生成部1026及可变延迟电路1025输出。另外，运算部1021包括存储器10211，存储器10211存储用于运算的各种数据及处理途中的数据等。而且，运算部1021有时也通过处理器执行程序而实现，这种情况下，该程序有时也记录于存储器10211中。

[0072] 温度输入部1022将来自热阻器108的输入数字化并输出至运算部1021。电流检测部1023通过对流通于FET电桥1030内的FET的电流进行检测的检测电阻107,而将对应电流的电压值数字化并输出至运算部1021。车速输入部1024根据电动机105输出的霍尔信号算出当前车速,并输出至运算部1021。转矩输入部1027将相当于来自转矩传感器103的踏力的信号数字化并输出至运算部1021。制动输入部1028将相当于来自制动传感器104的制动力的信号数字化并输出至运算部1021。AD (Analog-Digital, 模拟-数字) 输入部1029将来自二次电池101的输出电压数字化并输出至运算部1021。此外,存储器10211有时也与运算部1021分开设置。

[0073] 运算部1021将进角值作为运算结果输出至可变延迟电路1025。可变延迟电路1025根据自运算部1021接收的进角值而调整霍尔信号的相位并输出至电动机驱动时序生成部1026。运算部1021将例如相当于PWM (Pulse Width Modulation, 脉宽调变) 的负载比的PWM码作为运算结果输出至电动机驱动时序生成部1026。电动机驱动时序生成部1026根据来自可变延迟电路1025的调整后的霍尔信号与来自运算部1021的PWM码,生成FET电桥1030中所含的各FET所对应的切换信号并输出。

[0074] 使用图4(a)至(l)说明图3所示的构成的电动机驱动的基本动作。图4(a)表示电动机105输出的U相的霍尔信号HU,图4(b)表示电动机105输出的V相的霍尔信号HV,图4(c)表示电动机105输出的W相的霍尔信号HW。这样,霍尔信号表示电动机的旋转相位。另外,此处,并非将旋转相位作为连续值而获得,也可以通过其他传感器等而获得。如下所述,在本实施方式中,以霍尔信号如图4所示般以略上升的相位输出的方式设置电动机105的霍尔元件,且可通过可变延迟电路1025进行调整。所以,如图4(d)所示的U相的调整后霍尔信号HU\_In自可变延迟电路1025输出至电动机驱动时序生成部1026,如图4(e)所示的V相的调整后霍尔信号HV\_In自可变延迟电路1025输出至电动机驱动时序生成部1026,如图4(f)所示的W相的调整后霍尔信号HW\_In自可变延迟电路1025输出至电动机驱动时序生成部1026。

[0075] 另外,将霍尔信号1个周期设为电角度360度,并且分为6个相位。

[0076] 此外,如图4(g)至(i)所示,产生U相端子为Motor\_U反电动势,V相端子为Motor\_V反电动势,W相端子为Motor\_W反电动势的反电动势电压。为了根据相位对这种电动机反电动势电压赋予驱动电压而驱动电动机105,而将如图4(j)至(l)所示的切换信号输出至FET电桥1030的各FET的闸。图4(j)的U\_HS表示U相的高端FET ( $S_{uh}$ ) 的闸信号,U\_LS表示U相的低端FET ( $S_{ul}$ ) 的闸信号。PWM及“/PWM”表示通过对应运算部1021的运算结果即PWM码的负载比而进行导通/断开的期间,由于为互补型,所以若PWM导通,则/PWM断开,若PWM断开,则/PWM导通。低端FET ( $S_{ul}$ ) 的“On”的区间始终为导通。图4(k)的V\_HS表示V相的高端FET ( $S_{vh}$ ) 的闸信号,V\_LS表示V相的低端FET ( $S_{vl}$ ) 的闸信号。符号的意义与图4(j)相同。而且,图4(l)的W\_HS表示W相的高端FET ( $S_{wh}$ ) 的闸信号,W\_LS表示W相的低端FET ( $S_{wl}$ ) 的闸信号。符号的意义与图4(j)相同。

[0077] 这样,U相的FET ( $S_{uh}$ 及 $S_{ul}$ ) 于相位1及2进行PWM的切换,U相的低端FET ( $S_{ul}$ ) 于相位4及5成为导通。此外,V相的FET ( $S_{vh}$ 及 $S_{vl}$ ) 于相位3及4进行PWM的切换,V相的低端FET ( $S_{vl}$ ) 于相位6及1成为导通。而且,W相的FET ( $S_{wh}$ 及 $S_{wl}$ ) 于相位5及6进行PWM的切换,W相的低端FET ( $S_{wl}$ ) 于相位2及3成为导通。

[0078] 只要输出这种信号并适当控制负载比,则可以所期望的转矩驱动电动机105。

[0079] 接着,将运算部1021的功能框图示于图5。运算部1021包括再生制动目标转矩运算部1201、再生有效化部1202、驱动转矩目标运算部1203、辅助有效化部1204、加算部1206、第1负载比换算部1211、转矩通过速率限制部1212、第2负载比换算部1213、速度通过速率限制部1215、加算部1216、及PWM码生成部1217。

[0080] 来自车速输入部1024的车速值及来自转矩输入部1027的踏板转矩值输入至驱动转矩目标运算部1203,并且算出辅助转矩值。驱动转矩目标运算部1203的运算内容在以下进行详细叙述。

[0081] 此外,再生制动目标转矩运算部1201根据来自车速输入部1024的车速值,而算出例如依据预先设定的曲线的再生制动目标转矩值。该曲线是表示与车速值为相反极性且成为车速值的绝对值的一半以下(“一半以下”例如也包括超过“一半”数%左右的情况)的关系的曲线。这样,则无论为多大速度,也可以以某种程度的效率进行再生。另外,关于该处理,由于并非为本实施方式的主旨,所以以下不再进行叙述。

[0082] 在本实施方式中,若从制动输入部1028输入表示存在制动的输入信号,则再生有效化部1202将来自再生制动目标转矩运算部1201的再生目标转矩值输出至加算部1206。在此以外的情况下,输出0。另一方面,若从制动输入部1028输入表示无制动的输入信号,则辅助有效化部1204输出来自驱动转矩目标运算部1203的辅助转矩值。在此以外的情况下,输出0。

[0083] 加算部1206将来自再生有效化部1202的再生目标转矩值的极性反转并输出,或者直接输出来自辅助有效化部1204的辅助转矩值。以下,为简化说明,将辅助转矩值及再生目标转矩值简称为目标转矩值。

[0084] 第1负载比换算部1211对来自加算部1206的目标转矩值乘以换算系数 $d_t$ 而算出转矩负载码,并且输出至转矩通过速率限制部1212。转矩通过速率限制部1212对来自第1负载比换算部1211的输出实施已知的通过速率限制处理,并且将处理结果输出至加算部1216。

[0085] 此外,第2负载比换算部1213对车速值乘以换算系数 $d_s$ 而算出车速负载码,并且输出至速度通过速率限制部1215。速度通过速率限制部1215对来自第2负载比换算部1213的输出实施已知的通过速率限制处理,并且将处理结果输出至加算部1216。

[0086] 加算部1216将来自转矩通过速率控制部1212的转矩负载码与来自速度通过速率限制部1215的车速负载码相加而算出负载码,并且输出至PWM码生成部1217。PWM码生成部1217对负载码乘以来自AD输入部1029的电池电压/基准电压(例如24V)而生成PWM码。PWM码输出至电动机驱动时序生成部1026。

[0087] 本实施方式的驱动转矩目标运算部1203具有例如图6所示的功能。即,驱动转矩目标运算部1203包括零检测部3001、停止检测部3002、欠缺率输出部3003、初始校正部3004、车轮旋转连动LPF(Low Pass Filter,低通滤波器)部3005、加算部3006、加算部3007、逆波转矩处理部3008、已平滑的转矩处理部3009、加算部3010、变速处理部3011、辅助比上限降额部3012、已限制的辅助比输出部3013、及平滑率决定部3014。

[0088] 零检测部3001将来自转矩输入部1027的踏板输入转矩值中出现0而成为导通的检测信号输出至欠缺率输出部3003,将出现除0以外而成为断开的检测信号输出至欠缺率输出部3003。此外,停止检测部3002根据来自车速输入部1024的车速值而判断电动辅助自行车1是否停止,在判断为停止的情况下,将停止信号输出至欠缺率输出部3003。

[0089] 欠缺率输出部3003包括计数器,若从零检测部3001接收导通的检测信号,则使该计数器的计数值上升1,若从零检测部3001接收断开的检测信号,则使计数器的计数值降低1。而且,欠缺率输出部3003若从停止检测部3002接收停止信号,则对计数器载入“32”。接着,通过使用计数值除以“32”而算出欠缺率,并且输出至初始校正部3004。另外,“32”是踏板输入转矩的1个周期量(相当于踏板的半旋转量)的取样数,仅为一例,也可以为其他值。

[0090] 初始校正部3004对踏板输入转矩值乘以来自欠缺率输出部3003的欠缺率而算出初始校正转矩值,并且输出至加算部3006。

[0091] 而且,车轮旋转连动LPF部3005对踏板输入转矩值 $t_0$ 实施平滑化处理。关于平滑化处理,有多种方法,但采用相当于可变周期的踏板输入转矩的1个周期的可变期间的踏板输入转矩的移动平均或加权移动平均。在车轮旋转连动LPF部3005中,在稳定输入例如图7中由曲线a所示的踏板输入转矩的情况下,针对将该踏板输入转矩的1个周期 $T_1$ 进行32等分的时序的踏板输入转矩值算出移动平均或加权移动平均。此外,在稳定输入如图8中由曲线b所示的踏板输入转矩的情况下,针对将该踏板输入转矩的1个周期 $T_2 (> T_1)$ 进行32等分的时序的踏板输入转矩值算出移动平均或加权移动平均。这样,踏板输入转矩由于周期根据使用者的踩踏方法而可变,所以追随该变化使取样周期伸缩。关于该车轮旋转连动LPF部3005的详细构成,在下文进行叙述。

[0092] 加算部3006将来自初始校正部3004的初始校正值 $t_2$ 与来自车轮旋转连动LPF部3005的平滑化值 $t_1$ 相加,并且输出已校正的平滑化值 $t_3$ 。此外,加算部3007通过实施自己校正的平滑化值 $t_3$ 减去踏板输入转矩值 $t_0$ 的运算而算出逆波转矩值 $t_4$ ,并且输出至逆波转矩处理部3008。逆波转矩处理部3008对逆波转矩值 $t_4$ 乘以平滑率决定部3014输出的平滑率 $\alpha_1$ 而算出已调整的逆波转矩值 $t_5$ 。平滑率 $\alpha_1$ 可设定为正值或负值。

[0093] 另一方面,辅助比上限降额部3012实施根据车速值而用于限制辅助比的处理。例如,算出(24km/h-车速值)/7。而且,已限制的辅助比输出部3013将来自辅助比上限降额部3012的输出值与预先设定或由操作面板106等设定的辅助比(例如0至2的值)进行比较并输出其中的较小值。

[0094] 已平滑的转矩处理部3009对来自加算部3006的已校正的平滑化值 $t_3$ 乘以来自己限制的辅助比输出部3013的输出值 $\alpha_2$ 而算出已调整的平滑化值 $t_6$ 。

[0095] 加算部3010将来自逆波转矩处理部3008的已调整的逆波转矩值 $t_5$ 与来自已平滑的转矩处理部3009的已调整的平滑化值 $t_6$ 相加,并且输出至变速处理部3011。变速处理部3011通过使用预先设定的变速比除以加算部3010的输出 $t_7$ ,来算出辅助转矩值。另外,在通过传感器等可获取当前的变速比的情况下,也可以使用所述值。

[0096] 若整理以上所述的内容,则如下所述。

[0097] 已校正的平滑化值 $t_3 = \text{平滑化值 } t_1 + \text{初始校正值 } t_2$

[0098] 逆波转矩值 $t_4 = \text{已校正的平滑化值 } t_3 - \text{踏板输入转矩 } t_0$

[0099] 已调整的逆波转矩值 $t_5 = \text{逆波转矩值 } t_4 \times \alpha_1$

[0100] 已调整的平滑化值 $t_6 = \text{已校正的平滑化值 } t_3 \times \alpha_2$

[0101]  $t_7 = t_5 + t_6$

[0102] 若示意性表示说明驱动转矩目标运算部1203的运算内容的波形,则如图9及图10所示。图9的横轴表示时间,纵轴除直线 $c_1$ 以外表示转矩值,直线 $c_1$ 时表示欠缺率。直线 $c_1$ 表

示欠缺率,初始为100%,若电动辅助自行车1开始行驶,则逐渐下降直至0%为止。与此相对,踏板输入转矩由曲线c<sub>2</sub>表示,为波动形的曲线。初始校正部3004如上所述对踏板输入转矩t<sub>0</sub>乘以欠缺率而算出如曲线c<sub>3</sub>所示的初始校正值t<sub>2</sub>。若欠缺率成为0%,则初始校正值t<sub>2</sub>也成为0,故显示出所述状况。此外,来自车轮旋转连动LPF部3005的输出即平滑化值t<sub>1</sub>由曲线c<sub>6</sub>表示。所以,已校正的平滑化值t<sub>3</sub>为平滑化值t<sub>1</sub>+初始校正值t<sub>2</sub>,成为曲线c<sub>5</sub>。另一方面,逆波转矩值t<sub>4</sub>为已校正的平滑化值t<sub>3</sub>-踏板输入转矩t<sub>0</sub>,所以由曲线c<sub>4</sub>表示。即,表示踏板输入转矩的相反极性的AC成分。

[0103] 此外,使用图10对逆波转矩处理部3008及加算部3010的运算进行说明。另外,此处为简化说明而设为 $\alpha_2=1$ 。图10的横轴表示时间,图10的纵轴表示转矩值。图10中,已知曲线d<sub>1</sub>与图9的曲线c<sub>5</sub>相同,与逆波转矩值t<sub>4</sub>相乘的平滑率成为 $\alpha_1=0$ ,已调整的平滑化值t<sub>6</sub>成为辅助转矩值。若将这种曲线d<sub>1</sub>作为辅助转矩值使用,则可通过电动机105输出大致相同的转矩。

[0104] 电动机105的平均辅助动力于以相同速度前进中无关于转矩波动而与平均驱动转矩、即平均电动机驱动电流成比例。但是,电力消耗与电流的有效值成比例,若有波动即AC成分,则消耗于电动机线圈电阻而导致损失增加,但辅助动力输出由于补偿波动量而无法帮助机械输出。所以,电动机以不产生波动转矩而平均产生DC(Direct Current, 直流)转矩的方式被驱动时平均效率最高,所以有效的是以如曲线d<sub>1</sub>的辅助转矩值驱动电动机。

[0105] 另一方面,若平滑率 $\alpha_1=-1$ ,则成为自己调整的平滑化值t<sub>6</sub>减去逆波转矩值t<sub>4</sub>,所以如曲线d<sub>3</sub>所示,成为与原本的踏板输入转矩t<sub>0</sub>相同的辅助转矩值。而且,若平滑率 $\alpha_1=+1$ ,则成为将逆波转矩值t<sub>4</sub>与已调整的平滑化值t<sub>6</sub>相加,所以获得如于初始的转矩值较大的状态下,对已调整的平滑化值t<sub>6</sub>乘以与踏板输入转矩t<sub>0</sub>相反极性的波动的曲线d<sub>2</sub>。

[0106] 这样,通过适当设定平滑率 $\alpha_1$ 而可输出各种辅助转矩值。

[0107] 另外,以上所述的运算为一例,通过设置将踏板输入转矩与已校正的平滑化值以任意系数(正或负)加权相加的转矩混合部,而可获得与以上所述相同的结果。

[0108] 例如只要算出图10的曲线d<sub>1</sub>的平坦化的辅助转矩值,则于通常行驶时,也补充踏板下死点的踏力不足,且也抑制电动机波峰电力,因此优选。若在图11中示意性地表示,则如辅助转矩值由直线f<sub>2</sub>所示,踏板踏力由曲线f<sub>1</sub>所示的情况下,对于电动辅助自行车1整体来说,成为如图12所示的转矩输出。即,获得如踏板踏力的曲线向上方偏移与辅助转矩值相对应量的曲线f<sub>3</sub>。这样,使劲踩踏时会输出该部分的转矩,且可维持人正在踩踏的感觉。所以,可实现人的感觉及电动机效率均优选的辅助。

[0109] 另一方面,在上坡时,优选为生成例如图13所示的辅助转矩值。图13中,相对于踏板踏力g<sub>1</sub>,生成如图10中的曲线d<sub>2</sub>的辅助转矩值g<sub>2</sub>。而且,如图14所示,若将踏板踏力g<sub>1</sub>与辅助转矩值g<sub>2</sub>相加,则平坦的直线g<sub>3</sub>成为作为电动辅助自行车1整体的转矩输出。上坡时,虽必须非常大的转矩,但就法律规定来说也无法进行所输入的踏板踏力以上的电动机输出。所以,通过将对应该输入的踏板踏力的辅助转矩有效分配至人力最难达到的下死点,而整体获得平坦的转矩输出。这样,即便为上坡时于踏板下死点停止的状态,也可以通过辅助而平稳行驶。

[0110] 这样,上坡时,若踏板踏力与辅助转矩的合计的驱动转矩存在波动,则因重力而朝向后方施加沿着坡路后退的力,所以与转矩波动同时产生速度波动。所以,若存在转矩波

动,则与无波动的情况相比,即便进行平均且相同的驱动,最低速度也变慢。若最低速度下降,则自行车的把手的稳定度也下降,且踏板长期处于接近踏板下死点,变得非常难以踩踏,因此疲惫。所以,为了提高靠近踏板下死点的转矩而输出如图13的曲线 $g_2$ 般波动的辅助转矩值,该方法中辅助量也可以为较少,相反对电动机施加的电力负担也得到缓解。这样,在如上坡时,使合计转矩的波动平滑化的方法对人及电动机以及电池来说均为优选方案。

[0111] 接着,使用图15对车轮旋转连动LPF部3005的详情进行说明。车轮旋转连动LPF部3005包括计数器3031、寄存器3032、脉冲比运算器3033、递减计数器3034、FIR滤波器3035、及最小判断部3036。

[0112] 在来自电动机105的霍尔信号的例如上升时,计数器3031开始时脉CLK的计数,对直至下一次上升为止的时脉进行计数,并且将计数值输出至寄存器3032。此外,寄存器3032保持上次计数器3031输出的计数值,在霍尔信号的例如上升时将上次计数值输出至脉冲比运算器3033,并且保存来自计数器3031的输出值。

[0113] 在本实施方式中,踏板输入转矩2个周期生成64脉冲,1个周期生成32脉冲。另一方面,车轮的转数成为踏板转数×变速比g,进一步车轮旋转1次而电动机旋转20次。电动机旋转1次而霍尔信号为4脉冲(电洞脉冲),所以踏板旋转1次而成为 $g \times 20 \times 4 = 80g$ 电洞脉冲。所以,应生成的踏板脉冲频率成为 $64/80g$ 电洞脉冲频率。此外,踏板脉冲周期成为 $80g/64$ 电洞脉冲周期。计数器3031中,由于对电洞脉冲周期进行计数,所以脉冲比运算器3033只要将计数值增倍 $80g/64$ ,则可获得踏板脉冲周期。另外,在通过传感器等而可获取当前的变速比的情况下,也可以使用所述值。

[0114] 如上所述,脉冲比运算器3033将计数值增倍 $80g/64$ ,最小判断部3036将来自脉冲比运算器3033的输出与预先设定的FIR滤波器3035的容许最长偏移周期进行比较,将其中较小者输出至递减计数器3034。而且,递减计数器3034将自脉冲比运算器3033输出的踏板脉冲相当周期以时脉递减计数。递减计数器3034于对踏板脉冲相当周期结束递减计数后,将进位作为踏板相当脉冲输出至FIR滤波器3035。此外,递减计数器3034输出的进位作为载入输入至递减计数器3034,所以重新输入脉冲比运算器3033输出的踏板脉冲相当周期并且开始递减计数。

[0115] 另外,输入至最小判断部3036的FIR滤波器3035的容许最长偏移周期较通常行驶速度显着低速,例如设定相当于时速1km的踏板脉冲相当周期。通常,在更快地行驶中,最小判断部3036使来自脉冲比运算器3033的输出直接选择通过。但是,在时速1km以下的低速的情况下,选择输出相当于该时速1km的踏板脉冲相当周期,自递减计数器3034始终输出时速1km以上的踏板相当脉冲。特别是于停车时或接近于停车的状态下,也防止FIR滤波器3035等待或产生异常大的延迟。

[0116] 若重复进行这样的动作,则作为FIR滤波器3035的偏移时脉,根据车轮、即电动机105的旋转以踏板的1个周期输入32脉冲。

[0117] 将本实施方式的FIR滤波器3035的构成例示于图16。图16所示的FIR滤波器3035例如包括:移位寄存器30351,自左侧依序输入针对每个踏板相当脉冲而取样的踏板输入转矩值后,将每个踏板相当脉冲向右偏移;乘算部30352,进行各分接头的抽头系数值的乘法运算;加算部30353;及 $1/32$ (n=32)的乘算部30354,用于算出平均。

[0118] 移位寄存器30351针对每个踏板相当脉冲,将各分接头的值向右偏移的同时,将各

分接头的值输出至乘算部30352，各乘算部30352于乘以预先设定的抽头系数后输出至加算部30353。加算部30353将乘算部30352的所有值相加，并且输出至乘算部30354。乘算部30354中，通过将加算结果增倍1/32而算出移动平均。即，可根据踏板输入转矩的相位推移而算出踏板输入转矩的1个周期量的移动平均。

[0119] 此外，将本实施方式的FIR滤波器3035的另一构成例示于图17。图17的FIR滤波器3035例如包括：移位寄存器30355，自左侧依序输入针对每个踏板相当脉冲而取样的踏板输入转矩值后，将每个踏板相当脉冲向右偏移；乘算部30356，进行各分接头的抽头系数值的乘法运算；加算部30357；及乘算部30358，用于除以抽头系数的总和 $\Sigma n_i$  ( $n_i$ 为各抽头系数)。

[0120] 基本动作与图16所示者相同，但存在抽头系数并非为“1”的部分。由移位寄存器30355占据的踏板输入转矩的范围(即视窗)通过如上所述生成的踏板相当脉冲而决定，但也存在因某些原因而偏移踏板输入转矩的1个周期量的情况。所以，关于视窗的两侧，为降低偏移的影响，而设定比其他部分的抽头系数小的值的抽头系数。在图17的例子中，自视窗的两端朝向中央设定如1/4、2/4及3/4的值。该值的设定为任意，也可以以1/5、2/5、3/5、4/5的方式设定。这样，并非使抽头系数的值线性变化，也可以采用沿着其他曲线(例如饱和增加的曲线)的值。

[0121] 这样，则可根据踏板输入转矩的相位推移而算出踏板输入转矩的1个周期量的加权移动平均。

[0122] 另外，通过IIR (Infinite impulse response，无限脉冲响应) 滤波器等其他滤波器而并非FIR滤波器，也可以实现相同的功能。

[0123] 而且，例如根据由操作面板106设定的辅助比，平滑率决定部3014有时也设定以上所述的平滑率。如使用图9至图14所说明般，在必须大量搭乘者的辅助的情况下，如图10的曲线d<sub>2</sub>所示，如踏板输入转矩的逆相位的辅助变佳。即，优选为以踏板踏力与辅助转矩的合计转矩平坦化的方式使平滑率上升、即接近于+1。所以，在根据辅助比使平滑率发生变化的情况下，也可以根据例如图18或图19所示的曲线而根据辅助比设定平滑率。在图18及图19的例子中，横轴表示辅助比，纵轴表示平滑率。在图18的例子中，保持平滑率为0直至辅助比自0成为1为止，使辅助转矩平坦。而且，若辅助比超过1，则使平滑率自0线性上升至1直至辅助比成为2为止。由此，在必须大量辅助的情况下，使平滑率发生变化以使踏板踏力与辅助转矩的合计转矩平坦化。

[0124] 另一方面，在图19的例子中，表示只要增加辅助比则平滑率自0线性增加直至1为止的例子，根据辅助的必要性，使踏板踏力与辅助转矩的合计转矩逐渐平坦化。另外，除此以外，也可以非线性地根据辅助比的增加而使平滑率增加。

[0125] 在图18及图19中，对辅助比与平滑率的关系的例子进行了说明，但如结合图11至图14简单叙述般，适当的辅助转矩值与车速的关系较大。所以，表示用于在对车速值进行处理方面决定辅助转矩值的构成。

[0126] 图20中，作为用在根据车速而决定辅助转矩值的构成例，表示根据车速而决定辅助比及平滑率的构成例。在该构成中，上侧包络线检测部1221、下侧包络线检测部1222及参数决定部1223追加在图5所示的功能框图中。上侧包络线检测部1221对具有波动的车速的上侧包络线进行检测，并且将相当于上侧包络线的车速值输出至参数决定部1223。下侧包

络线检测部1222对具有波动的车速的下侧包络线进行检测，并且将相当于下侧包络线的车速值输出至参数决定部1223。参数决定部1223通过以下所述的处理而决定例如辅助比及平滑率，并且输出至驱动转矩目标运算部1203。驱动转矩目标运算部1203作为图6所示的功能框图中的辅助比及平滑率，使用来自参数决定部1223的输出值，来算出辅助转矩值。即，这种情况下，不使用平滑率决定部3014。

[0127] 另外，此处存在仅使用下侧包络线检测部1222的情况，或使用上侧包络线检测部1221及下侧包络线检测部1222的情况。

[0128] 接着，使用图21至图25对图20所示的构成的处理进行说明。图21是表示车速（也称为瞬时车速）与踏板的相位的关系的图。另外，如曲线s<sub>4</sub>所示，踏板输入转矩的相位推移在以下所述的各示例中作为大致固定者进行比较，但一般来说，若为上坡时，则踏板输入转矩的周期变长。

[0129] 例如，电动辅助自行车1于平地上行驶中，如曲线s<sub>1</sub>所示，车速为高速且成为波动较小的曲线。另一方面，上坡中，如曲线s<sub>2</sub>所示，车速比平地的行驶中下降，也成为波动较大的曲线。而且，若为陡坡的上坡中，则车速进一步下降，波动变大。

[0130] 这样，行驶状态表现于车速变化，所以只要适当抽取车速变化，则可推断行驶状态。所以，可设定对应行驶状态的辅助比及平滑率。

[0131] 具体来说，如图21所示，由于自车速的波动自较小的情况变化至较大的情况，所以也可以采用对车速波形的下侧包络线（也称为低速侧包络线）进行检测，而作为车速变化的特征。下侧包络线在开始踩踏时也特别规定，所以即便仅对下侧包络线检测，也可以进行对应。下侧包络线如图22中由虚线s<sub>5</sub>所示，为连结车速波动的极小点的包络线，可通过众所周知的方法而检测。

[0132] 另一方面，由图21也可以知，若坡路变陡，则车速的波动变大，所以上侧包络线与下侧包络线的差及比变大。更具体来说，如图23所示，也可以采用对连结车速波动的极小点的包络线的下侧包络线s<sub>5</sub>与连结车速波动的极大点的包络线的上侧包络线s<sub>6</sub>进行检测，由例如下侧包络线值/上侧包络线值而算出的比率而作为车速变化的特征。

[0133] 而且，在仅使用下侧包络线的情况下，参数决定部1223通过例如图24所示的曲线，而算出与下侧包络线值相对应的平滑率及辅助比。另外，也可以仅采用平滑率或辅助比。即，也可以仅采用辅助比。在仅采用辅助比的情况下，也可以根据例如图18及图19所示的曲线而采用与辅助比相对应的平滑率。而且，关于辅助比由其他方法决定，也可以仅采用平滑率。

[0134] 在图24的例子中，横轴表示下侧包络线值，纵轴表示辅助比或平滑率。在该例中，低速时比高速时更提高平滑率及辅助比，若下侧包络线值变大，则逐渐降低平滑率及辅助比行驶，下侧包络线值某种程度（图24的例子中约7.5km/h）变大后成为固定值。

[0135] 由此，上坡时辅助变大，进一步如图14所示，以踏板踏力与辅助转矩的合计转矩成为水平的方式，在平地上行驶中，以辅助转矩成为固定的方式进行驱动。

[0136] 而且，在使用上侧包络线及下侧包络线的两者的情况下，参数决定部1223通过例如图25所示的曲线，而算出平滑率及辅助比。在图25的例子中，横轴表示下侧包络线/上侧包络线的值，纵轴表示平滑率或辅助比。在图25的例子中，如图21所示，在下侧包络线/上侧包络线为较小值的情况下，优选为较大的辅助，随着接近1，可降低辅助，所以将辅助比设定

为“2”，将平滑率设定为“1”直至下侧包络线/上侧包络线的值成为某一值(例如约0.6)为止。若下侧包络线/上侧包络线超过某个值，则辅助比及平滑率逐渐下降，若达到例如0.9左右，则辅助比及平滑率再度成为固定值。

[0137] 所述曲线为一例，也可以采用其他曲线。

[0138] 此外，在以上所述的内容为开始踩踏时，仅检测下侧包络线，所以将例如由图24算出的值与由图25算出的值(已算出的情况)相比，也可以采用较大值。

[0139] [其他实施方式]

[0140] 以上，表示了将驱动转矩目标运算部1203应用于前馈控制的例子，但在反馈控制中，也可以使用本驱动转矩目标运算部1203。将这种情况下的运算部1021的功能框图示于图26。

[0141] 本实施方式的运算部1021包括再生制动目标转矩运算部11201、再生有效化部11202、驱动转矩目标运算部11203、辅助有效化部11204、加算部11206、转矩通过速率限制部11255、相当转矩转换部11251、加算部11252、环形滤波器部11253、及PWM码生成部11254。

[0142] 来自车速输入部1024的车速值及来自转矩输入部1027的踏板转矩值输出至驱动转矩目标运算部11203，并且算出辅助转矩值。驱动转矩目标运算部11203的运算内容与驱动转矩目标运算部1203相同。

[0143] 此外，再生制动目标转矩运算部11201根据来自车速输入部1024的车速值，而算出例如依据预先设定的曲线的再生制动目标转矩值。该曲线是表示与车速值为相反极性且成为车速值的绝对值的一半以下(“一半以下”也包括例如超过“一半”数%左右的情况)的关系的曲线。这样，则无论为多大速度，也可以以某种程度的效率进行再生。另外，关于该处理，由于并非本实施方式的主旨，所以以下不再叙述。

[0144] 在本实施方式中，若从制动输入部1028输入表示存在制动的输入信号，则再生有效化部11202将来自再生制动目标转矩运算部11201的再生目标转矩值输出至加算部11206。在此以外的情况下，输出0。另一方面，若从制动输入部1028输入表示无制动的输入信号，则辅助有效化部11204输出来自驱动转矩目标运算部11203的辅助转矩值。在此以外的情况下，输出0。

[0145] 加算部11206将来自再生有效化部11202的再生目标转矩值的极性反转输出，或直接输出来自辅助有效化部11204的辅助转矩值。以下，为简化说明，将辅助转矩值及再生目标转矩值简称为目标转矩值。

[0146] 转矩通过速率限制部11255对来自加算部11206的目标转矩值实施已知的通过速率限制处理，并且将处理结果输出至加算部11252。

[0147] 另一方面，相当转矩转换部11251实施相当于来自电流检测部1023的电动机电流的值转换为转矩相当值的处理，并且将处理结果输出至加算部11252。加算部11252自来自转矩通过速率限制部11255的输出减去来自相当转矩转换部11251的输出，并且将运算结果输出至环形滤波器部11253。环形滤波器部11253对来自加算部11252的输出实施积分处理，并且将处理结果输出至PWM码生成部11254。PWM码生成部11254对来自环形滤波器部11253的输出乘以来自AD输入部1029的电池电压/基准电压(例如24V)而生成PWM码。PWM码输出至电动机驱动时序生成部1026。

[0148] 这样，则于反馈控制中可直接获得以上所述的驱动转矩目标运算部1203的效果。

[0149] 以上对本发明的实施方式进行了说明,但本发明并不限定于此。例如,以上所述的功能框图为方便说明而分为功能区块,实际的电路构成也存在不同,在通过程序而实现的情况下,也存在与程序模块构成不一致的情况。而且,实现以上所述的功能的具体的运算方法存在多种,可采用任一种。

[0150] 此外,关于运算部1021的一部分,只要也存在通过专用电路而实现的情况,则也通过微处理器执行程序而实现如上所述的功能。

[0151] 此外,在以上所述的实施方式中,表示了对踏板输入转矩直接乘以欠缺率的运算的例子,但有时也对踏板输入转矩乘以欠缺率x的函数f(x)。而且,也可以为如对车轮旋转连动LPF部3005的输出也乘以欠缺率x的函数g(x)的变形。

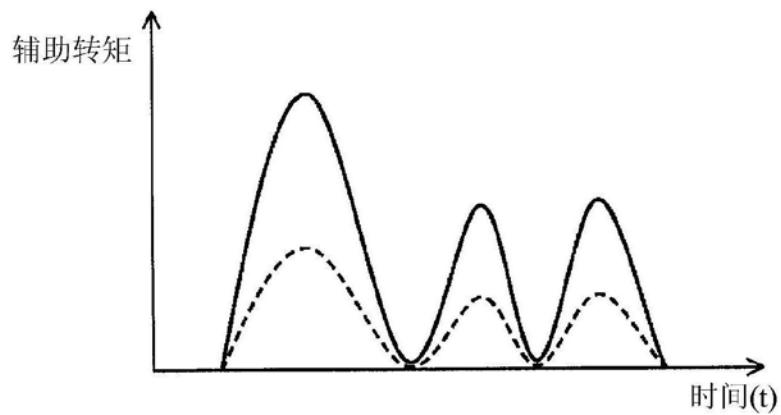


图1

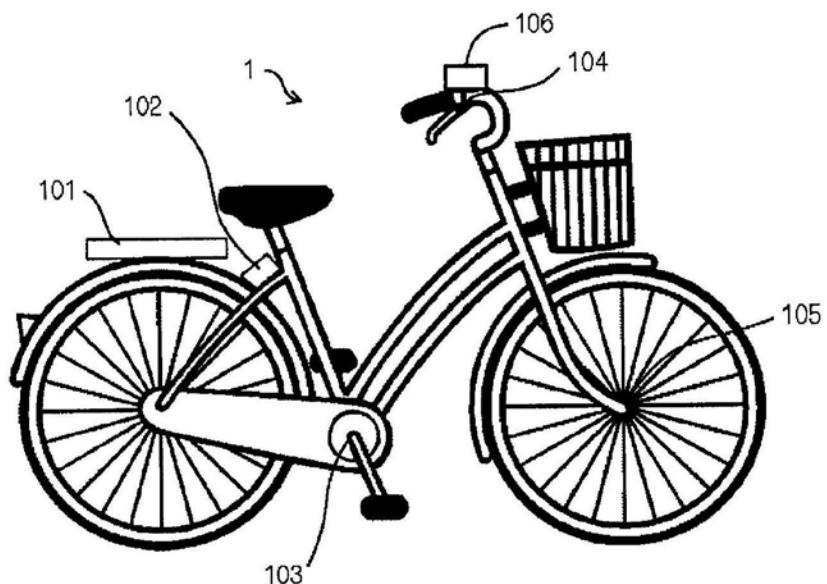


图2

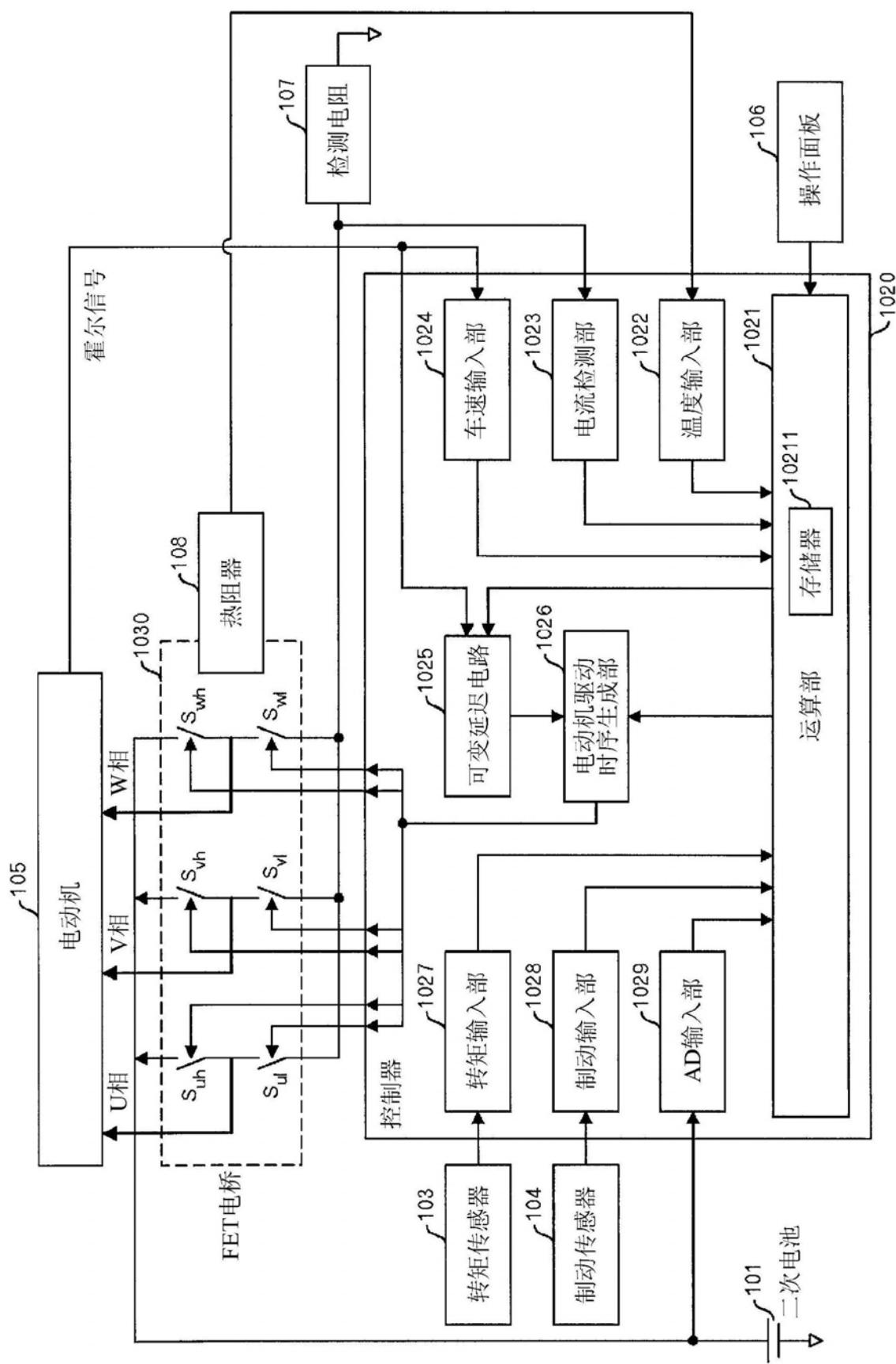


图3

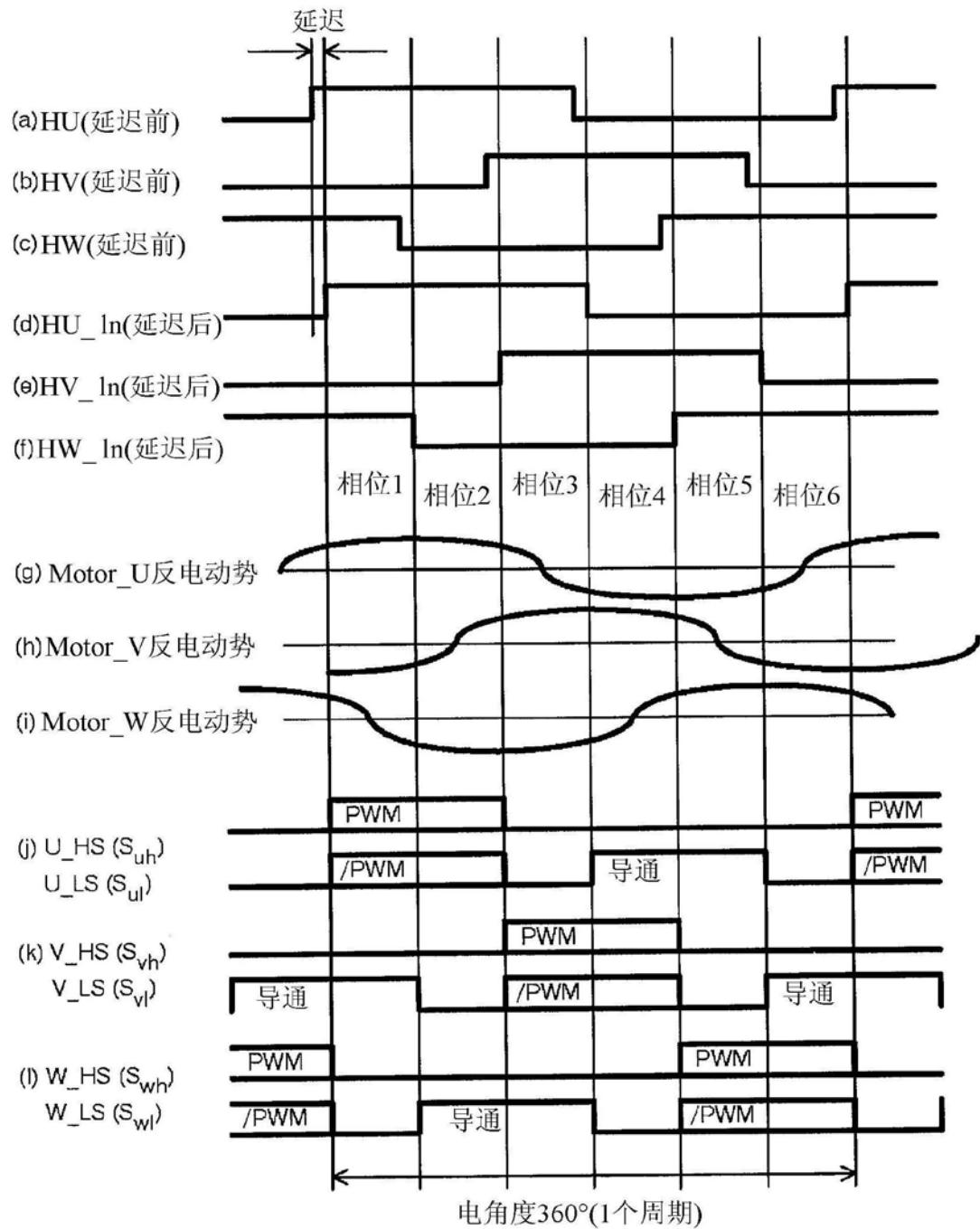


图4

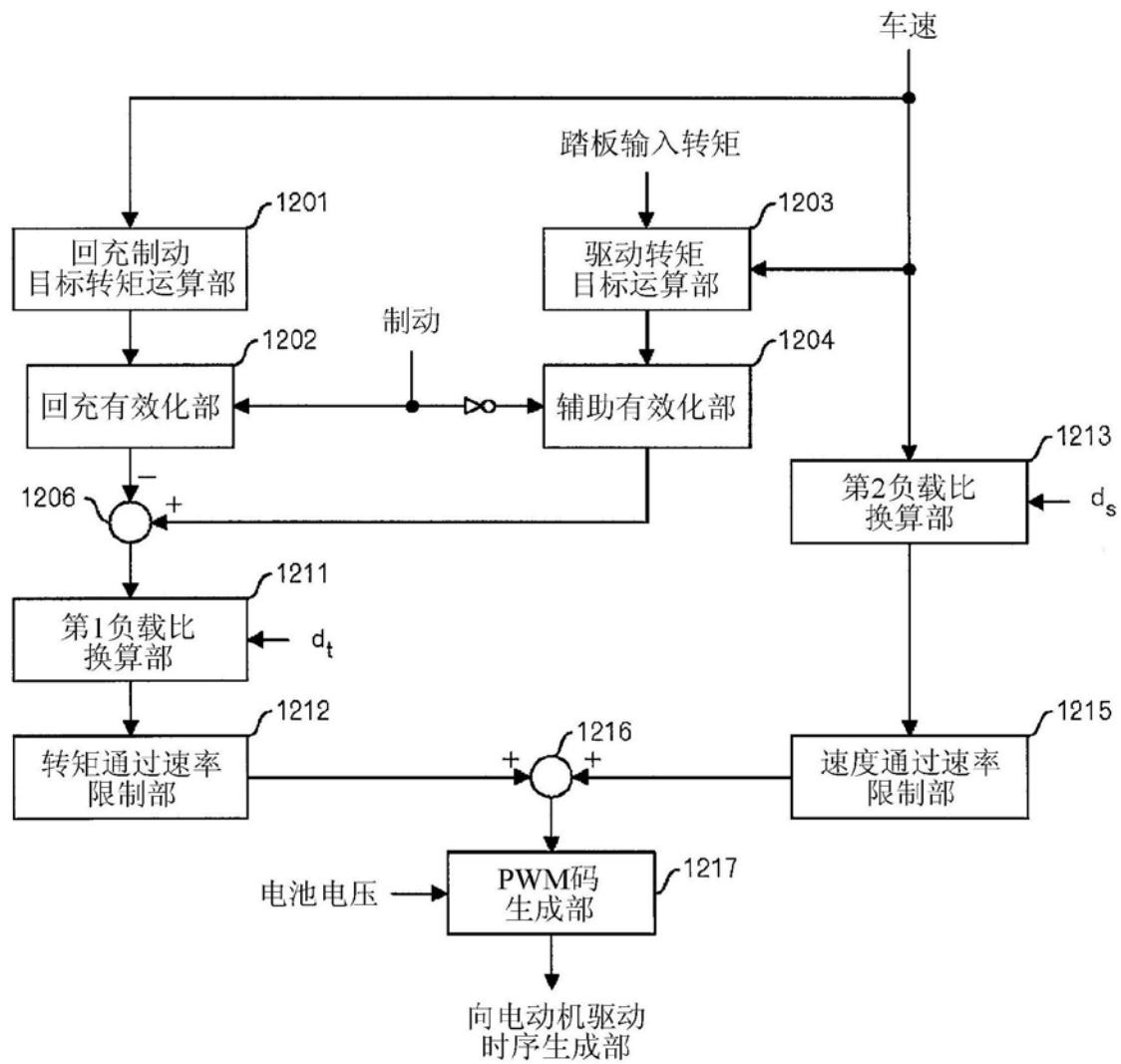


图5

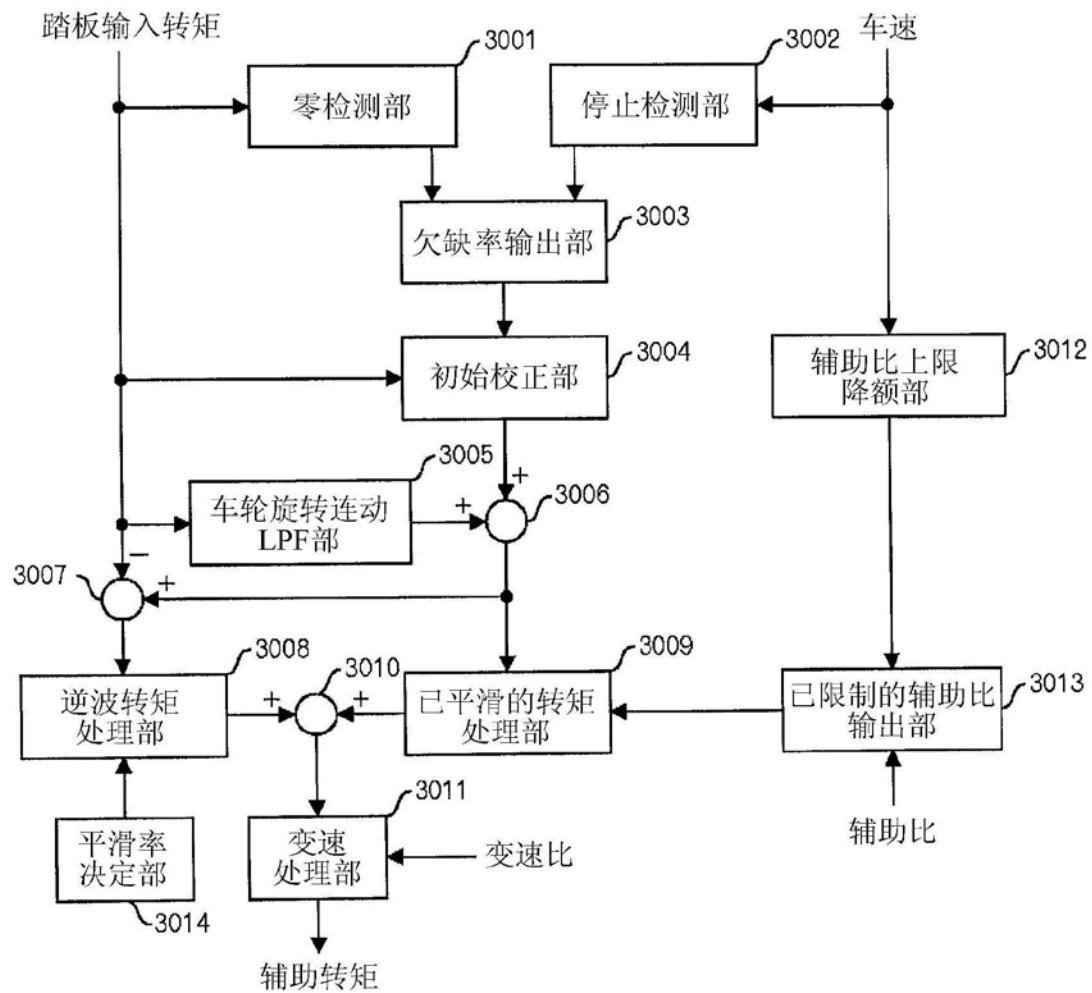


图6

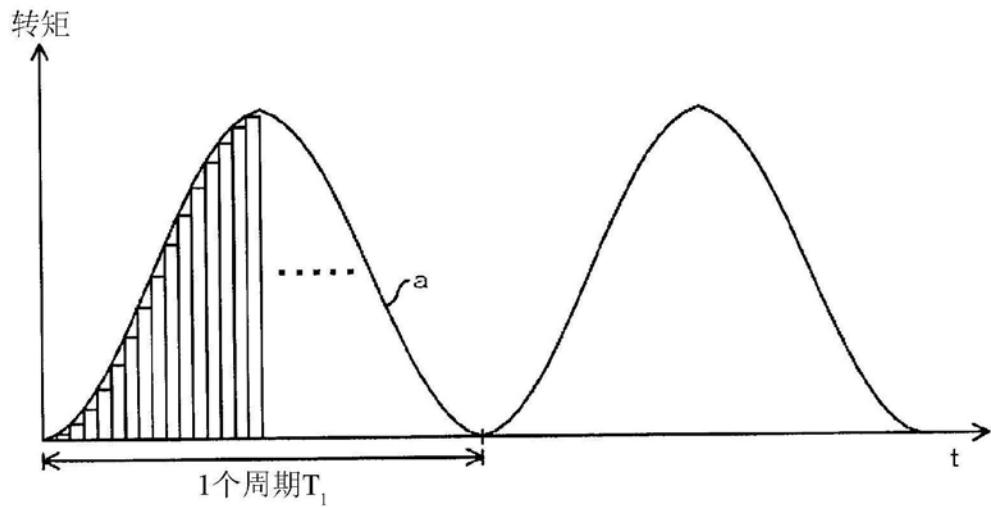


图7

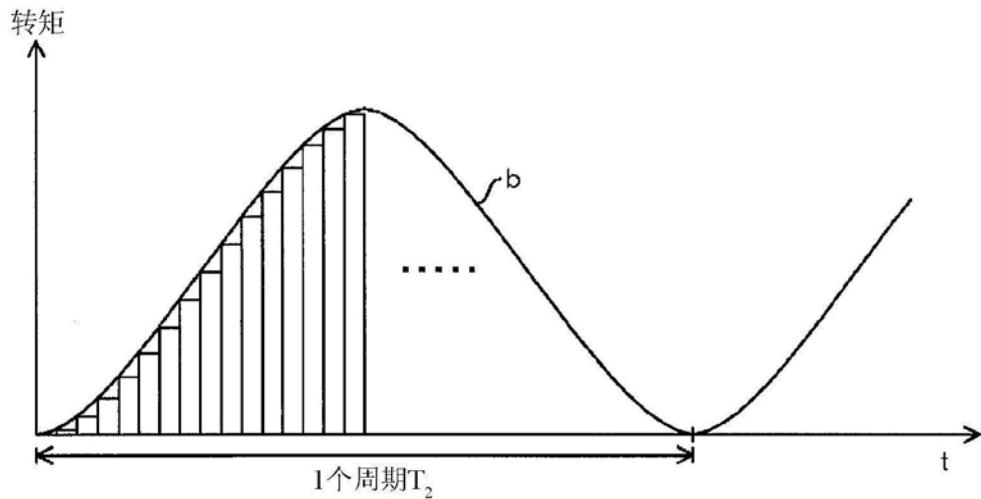


图8

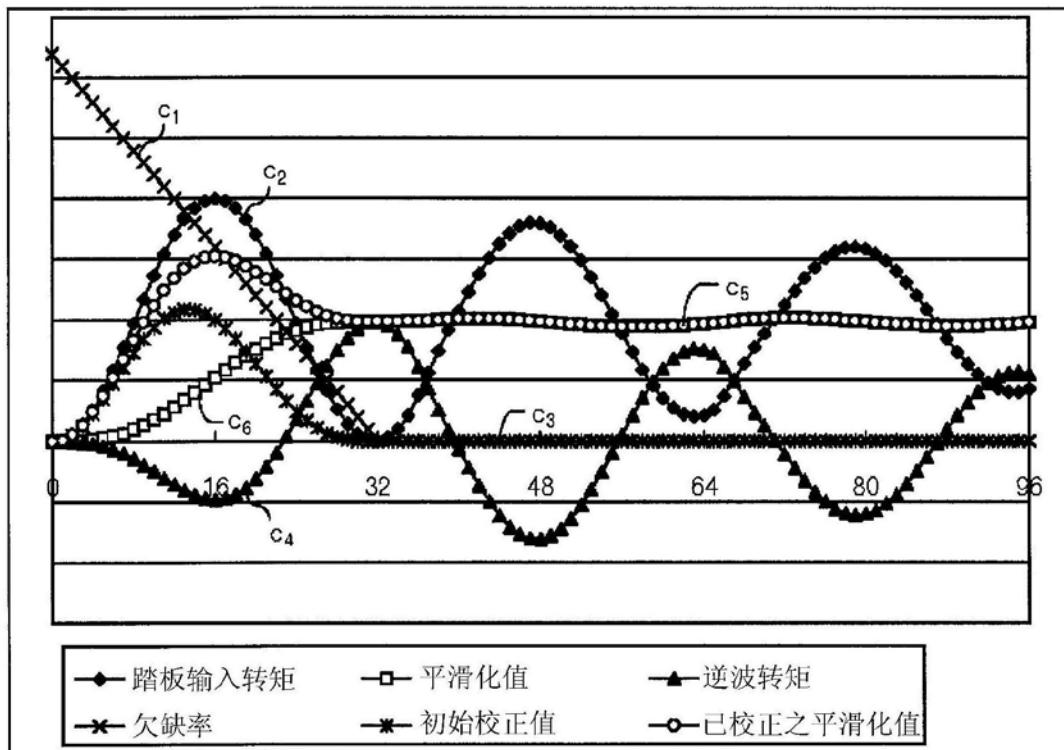


图9

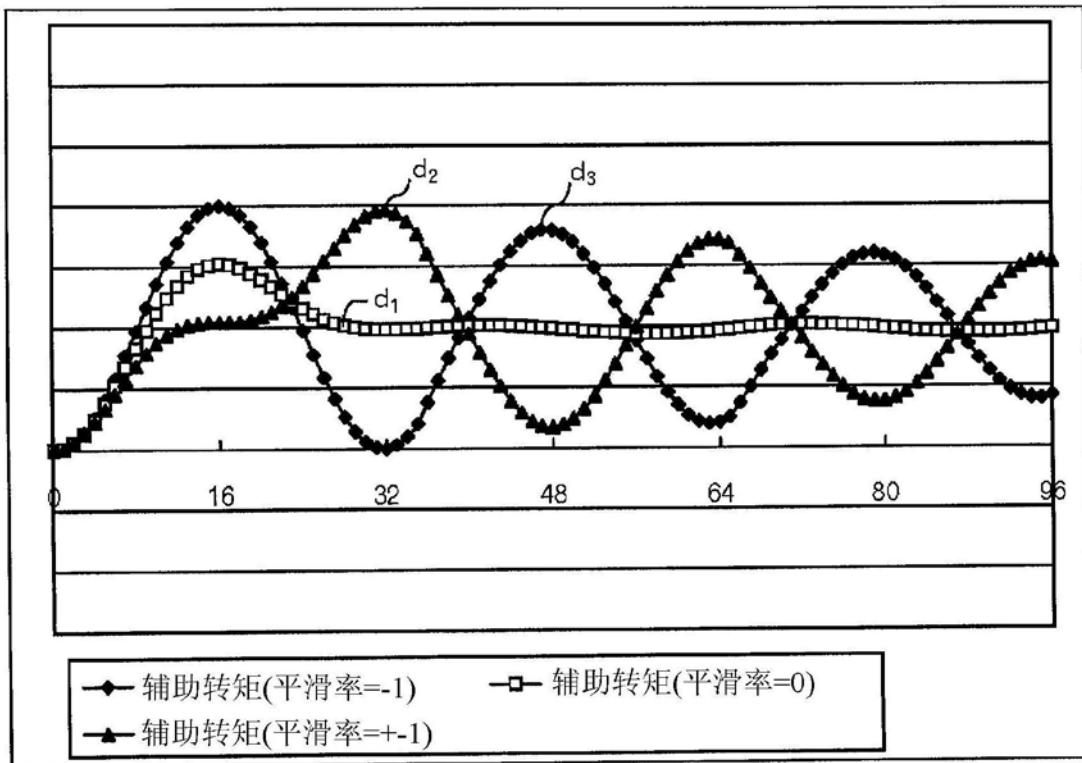


图10

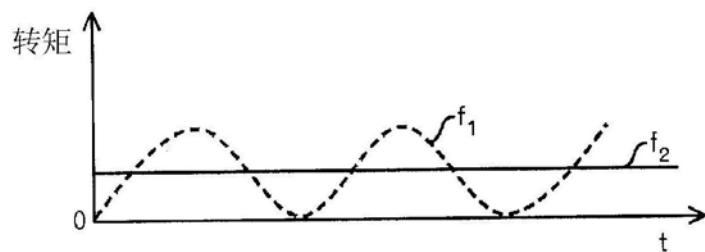


图11

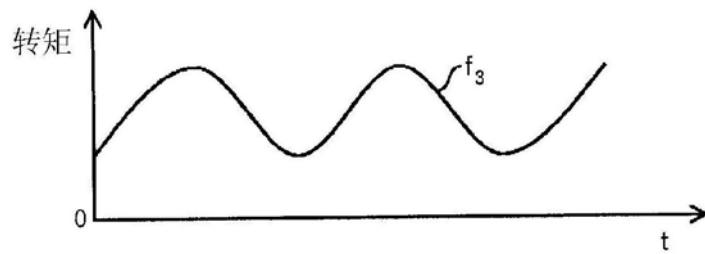


图12

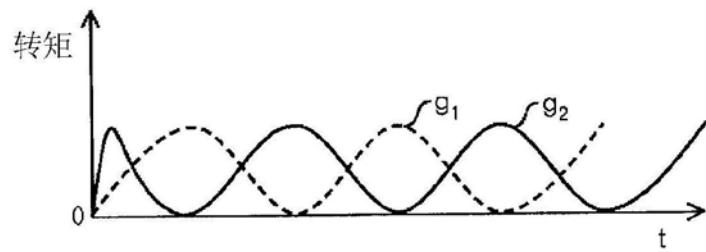


图13

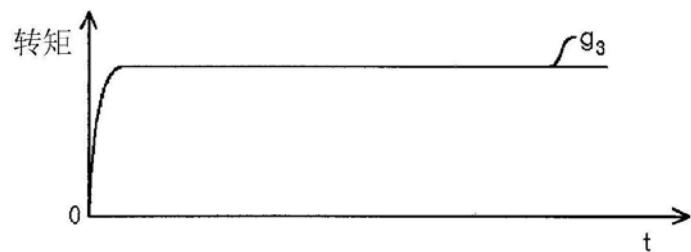


图14

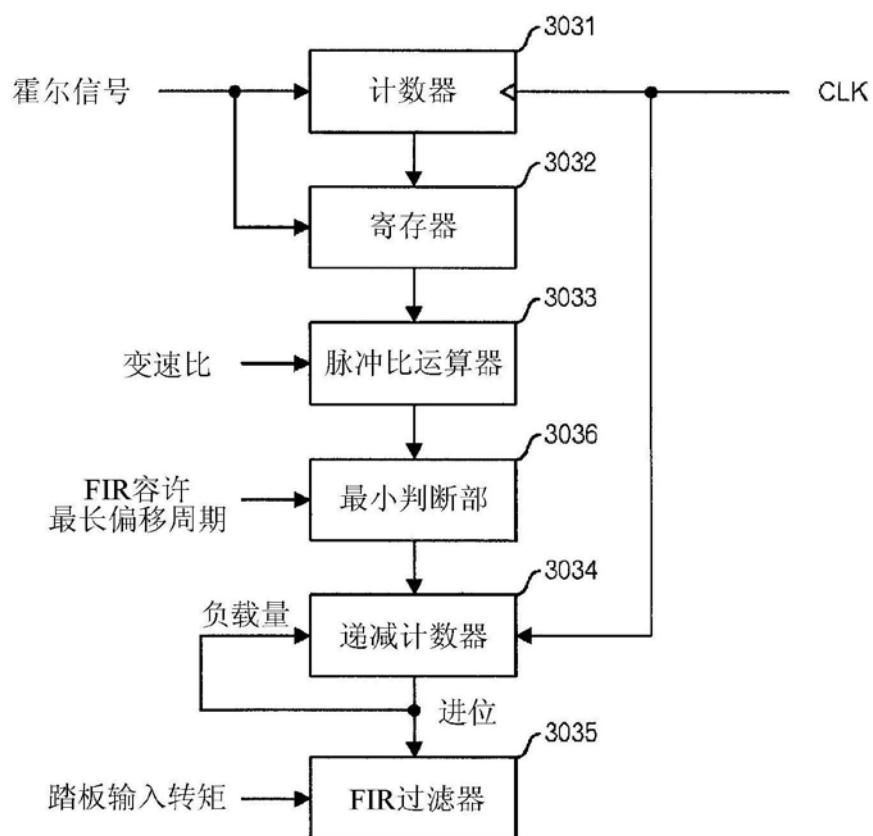


图15

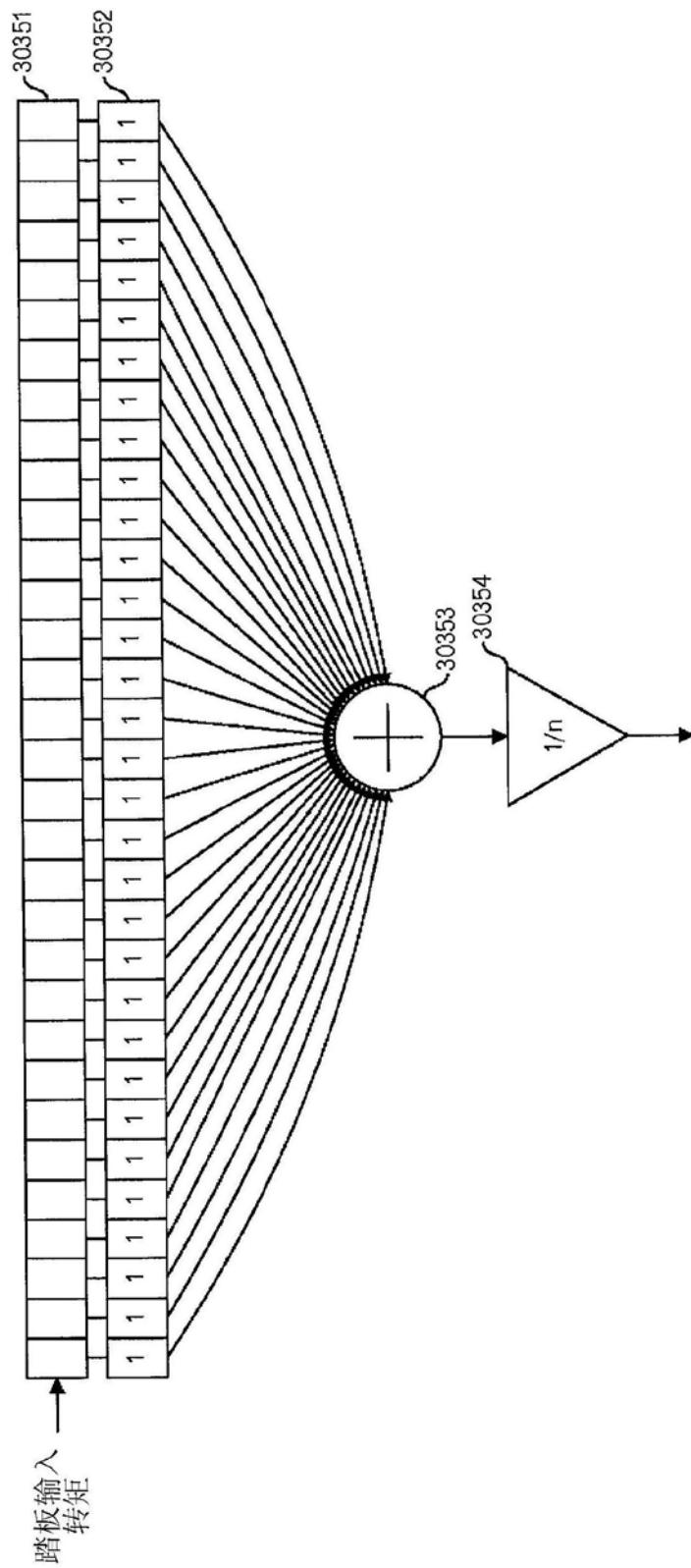


图16

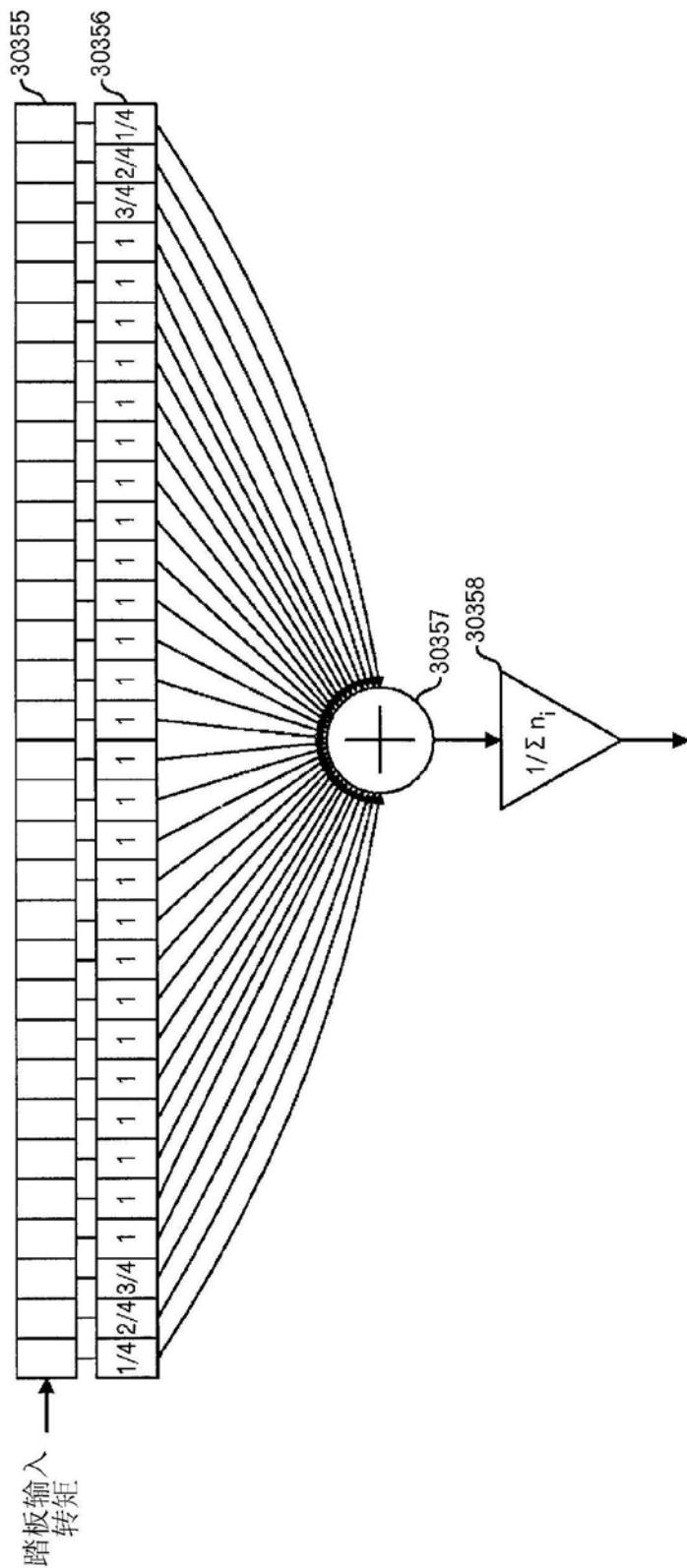


图17

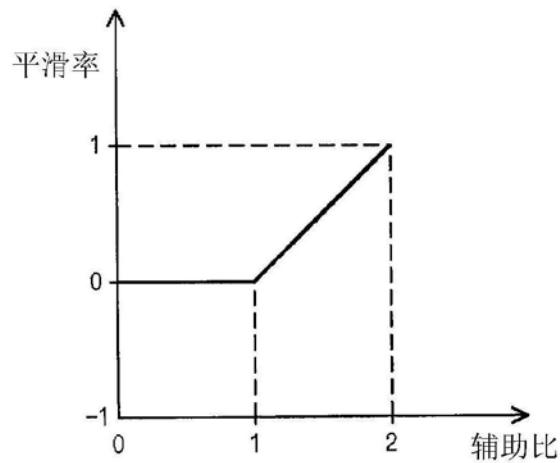


图18

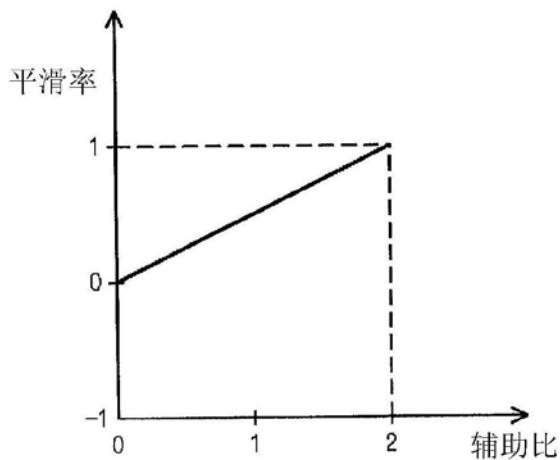


图19

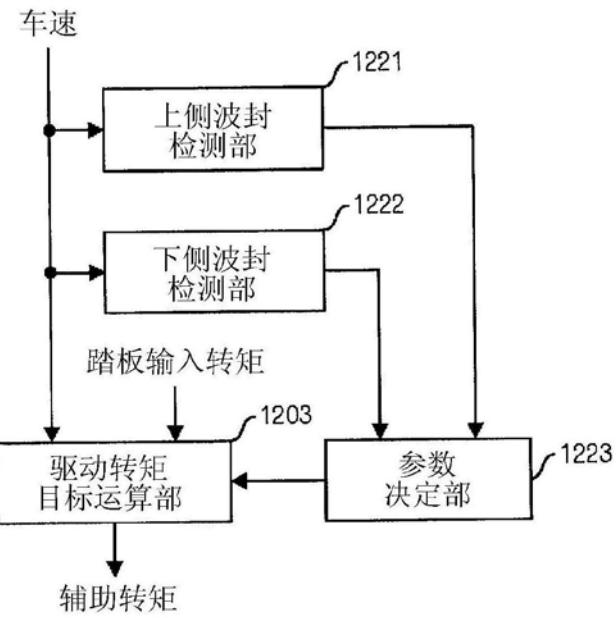


图20

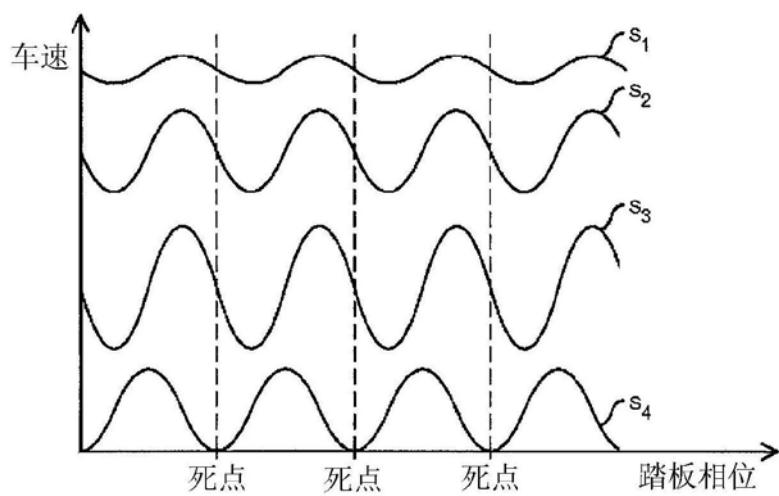


图21

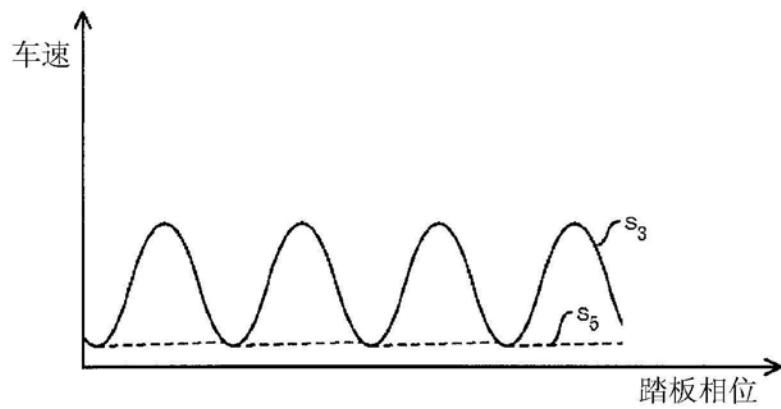


图22

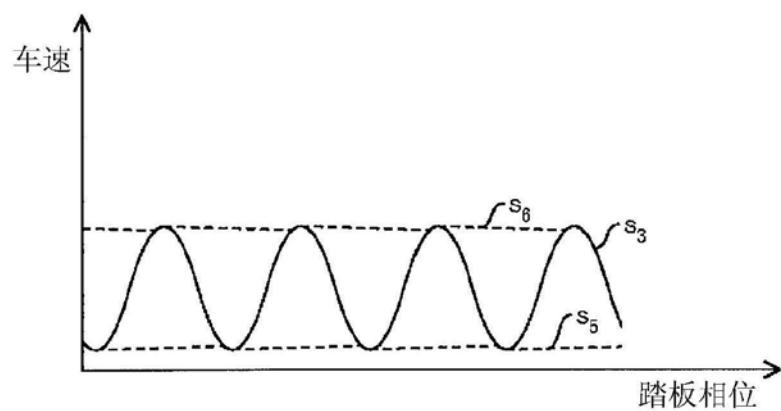


图23

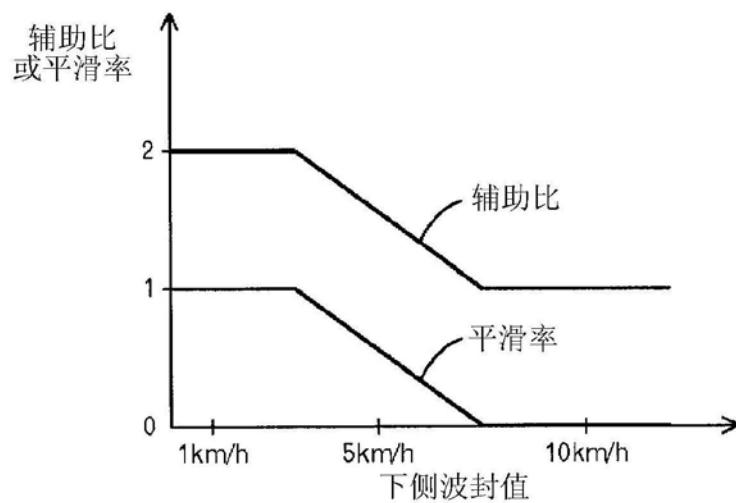


图24

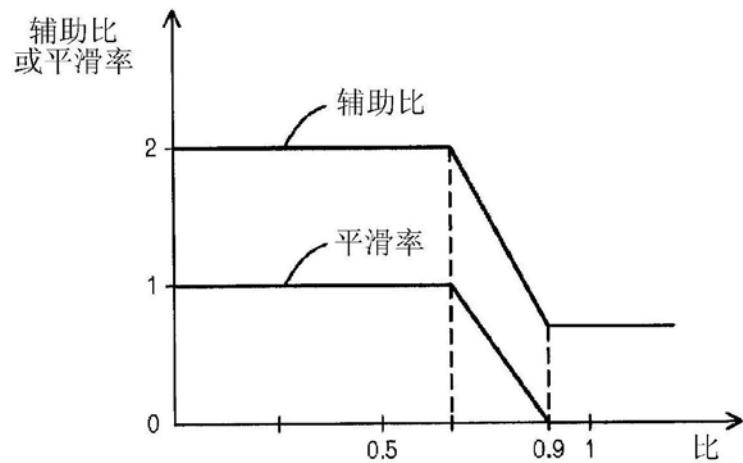


图25

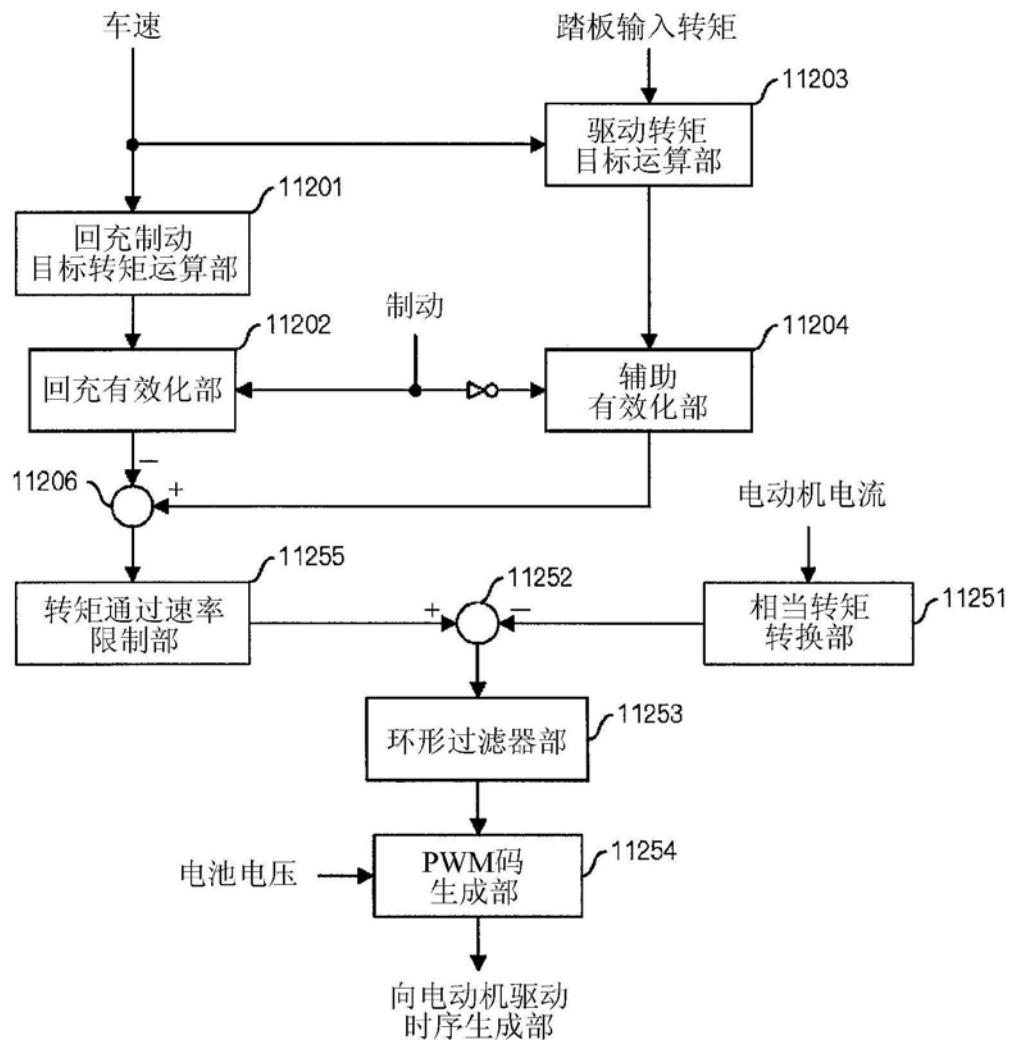


图26