



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105189254 B

(45)授权公告日 2017.08.15

(21)申请号 201480022961.0

(22)申请日 2014.04.07

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105189254 A

(43)申请公布日 2015.12.23

(30)优先权数据  
2013-090650 2013.04.23 JP  
2014-075257 2014.04.01 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2015.10.22

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2014/060093 2014.04.07

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02014/175052 JA 2014.10.30

(73)专利权人 日本精工株式会社  
地址 日本东京都

(72)发明人 椿贵弘 近江保

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 李辉 黄纶伟

(51)Int.Cl.  
B62D 6/00(2006.01)  
B62D 5/04(2006.01)  
B62D 101/00(2006.01)  
B62D 113/00(2006.01)  
B62D 117/00(2006.01)  
B62D 119/00(2006.01)

(56)对比文件  
CN 102666257 A, 2012.09.12,  
JP 特开2009-280163 A, 2009.12.03,  
JP 特开2005-262936 A, 2005.09.29,  
JP 特开平7-28527 A, 1995.01.31,  
JP 特开2003-212142 A, 2003.07.30,  
JP 特开2011-121383 A, 2011.06.23,  
JP 特开2006-335228 A, 2006.12.14,

审查员 彭然

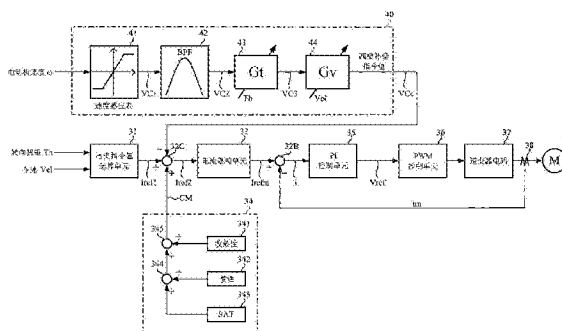
权利要求书2页 说明书6页 附图10页

(54)发明名称

电动助力转向装置

(57)摘要

本发明提供一种电动助力转向装置。该电动助力转向装置不变更PI控制的增益,基于电动机速度或舵角速度及齿轮比的因素来抑制起因于转向盘的惯性和扭力杆的弹簧性的转向盘振动(异常音),以便改善转向感觉。本发明的电动助力转向装置通过至少基于转向扭矩运算出的电流指令值来驱动电动机,对转向进行辅助控制。该电动助力转向装置设有运算用于抑制转向盘的振动的减振补偿指令值的减振补偿单元,通过减振补偿指令值对电流指令值进行补正。



1. 一种电动助力转向装置,其通过至少基于转向扭矩运算出的电流指令值来驱动电动机,对转向进行辅助控制,其特征在于:

设有基于所述电动机的电动机速度运算用于抑制转向盘的起因于惯性和扭力杆的弹簧性的振动的减振补偿指令值的减振补偿单元,

所述减振补偿单元由速度感应表1和BPF构成,所述速度感应表1将变化为正弦波形的所述电动机速度转换为梯形波形的减振补偿值1,所述BPF对所述减振补偿值1进行BP滤波处理并输出减振补偿值2,其中,在该BP滤波处理中,去除5Hz以下的频率成分和20Hz以上的频率成分,所述减振补偿指令值变为零的定时早于所述电动机速度变为零的定时,

从所述电流指令值中减去所述减振补偿指令值来进行补正。

2. 根据权利要求1所述的电动助力转向装置,其特征在于:所述减振补偿单元由与所述电动机速度的方向对应的速度感应表2构成,所述速度感应表2输出减振补偿值3。

3. 根据权利要求1所述的电动助力转向装置,其特征在于:所述减振补偿单元还具备扭矩感应增益单元,所述扭矩感应增益单元将所述减振补偿值2或3与感应所述转向扭矩的增益1相乘,并输出减振补偿值4。

4. 根据权利要求2所述的电动助力转向装置,其特征在于:所述减振补偿单元还具备扭矩感应增益单元,所述扭矩感应增益单元将所述减振补偿值2或3与感应所述转向扭矩的增益1相乘,并输出减振补偿值4。

5. 根据权利要求3所述的电动助力转向装置,其特征在于:所述减振补偿单元还具备车速感应增益单元,所述车速感应增益单元将所述减振补偿值4与感应车速的增益2相乘,并输出所述减振补偿指令值。

6. 根据权利要求4所述的电动助力转向装置,其特征在于:所述减振补偿单元还具备车速感应增益单元,所述车速感应增益单元将所述减振补偿值4与感应车速的增益2相乘,并输出所述减振补偿指令值。

7. 一种电动助力转向装置,其通过至少基于转向扭矩运算出的电流指令值来驱动电动机,经由减速装置对转向进行辅助控制,其特征在于:

设有基于舵角速度及所述减速装置的齿轮比的因素运算用于抑制转向盘的起因于惯性和扭力杆的弹簧性的振动的减振补偿指令值的减振补偿单元,

所述因素为所述舵角速度及所述齿轮比的乘法值,所述减振补偿单元由速度感应表1和BPF构成,所述速度感应表1将变化为正弦波形的所述因素转换为梯形波形的减振补偿值1,所述BPF对所述减振补偿值1进行BP滤波处理并输出减振补偿值2,其中,在该BP滤波处理中,去除5Hz以下的频率成分和20Hz以上的频率成分,所述减振补偿指令值变为零的定时早于所述因素变为零的定时,

从所述电流指令值中减去所述减振补偿指令值来进行补正。

8. 根据权利要求7所述的电动助力转向装置,其特征在于:所述减振补偿单元由与所述舵角速度的方向对应的速度感应表2构成,所述速度感应表2输出减振补偿值3。

9. 根据权利要求7所述的电动助力转向装置,其特征在于:所述减振补偿单元还具备扭矩感应增益单元,所述扭矩感应增益单元将所述减振补偿值2或3与感应所述转向扭矩的增益1相乘,并输出减振补偿值4。

10. 根据权利要求8所述的电动助力转向装置,其特征在于:所述减振补偿单元还具备

扭矩感应增益单元,所述扭矩感应增益单元将所述减振补偿值2或3与感应所述转向扭矩的增益1相乘,并输出减振补偿值4。

11.根据权利要求9所述的电动助力转向装置,其特征在于:所述减振补偿单元还具备车速感应增益单元,所述车速感应增益单元将所述减振补偿值4与感应车速的增益2相乘,并输出所述减振补偿指令值。

12.根据权利要求10所述的电动助力转向装置,其特征在于:所述减振补偿单元还具备车速感应增益单元,所述车速感应增益单元将所述减振补偿值4与感应车速的增益2相乘,并输出所述减振补偿指令值。

## 电动助力转向装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电动助力转向装置,其通过至少基于转向扭矩运算出的电流指令值经由减速装置来对车辆的转向系统施加基于电动机的辅助扭矩。本发明尤其涉及一种电动助力转向装置,其抑制起因于转向盘的惯性和扭力杆的弹簧性的转向盘振动(异常音),以便改善转向感觉。

### 背景技术

[0002] 利用电动机的旋转力对车辆的转向机构施加转向辅助力(辅助扭矩)的电动助力转向装置,将电动机的驱动力经由减速装置由齿轮或皮带等传送机构,向转向轴或齿条轴施加转向辅助力。为了准确产生转向辅助力的扭矩,现有的电动助力转向装置(EPS)进行电动机电流的反馈控制。反馈控制调整电动机外加电压,以便使转向辅助指令值(电流指令值)与电动机电流检测值的差变小,电动机外加电压的调整通常用调整PWM(脉冲宽度调制)控制的占空比(Duty)来进行。

[0003] 如图1所示,对电动助力转向装置的一般结构进行说明。转向盘(方向盘)1的柱轴(转向轴或方向盘轴)2经过减速装置的减速齿轮3、万向节4a和4b、齿臂机构5、转向横拉杆6a和6b,再通过轮毂单元7a和7b,与转向车轮8L和8R连接。另外,在柱轴2上设有检测转向盘1的转向扭矩的扭矩传感器10和检测操舵角 $\theta$ 的舵角传感器14,对转向盘1的转向力进行辅助的电动机20通过减速装置的减速齿轮(齿轮比 $n$ )3与柱轴2连接。电池13对控制电动助力转向装置的控制单元(ECU)30进行供电,同时,经过点火开关11,点火信号被输入到控制单元30。控制单元30基于由扭矩传感器10检测出的转向扭矩 $T_h$ 和由车速传感器12检测出的车速 $V_{e1}$ ,进行作为辅助(转向辅助)指令的电流指令值的运算,通过对电流指令值实施补偿等得到的电压控制指令值 $V_{ref}$ ,控制供给电动机20的电流。此外,舵角传感器14不是必须的,可以不设置舵角传感器14。

[0004] 另外,收发车辆的各种信息的CAN(Controller Area Network,控制器局域网)50被连接到控制单元30,车速 $V_{e1}$ 也能够从CAN50获得。此外,收发CAN50以外的通信、模拟/数字信号、电波等的非CAN51也被连接到控制单元30。

[0005] 控制单元30主要由CPU(也包含MPU或MCU等)构成,该CPU内部由程序执行的一般功能,如图2所示。

[0006] 参照图2说明控制单元30的功能和动作。如图2所示,由扭矩传感器10检测出的转向扭矩 $T_h$ 和由车速传感器12检测出的车速 $V_{e1}$ 被输入到用于运算电流指令值 $I_{ref1}$ 的电流指令值运算单元31中。电流指令值运算单元31基于被输入的转向扭矩 $T_h$ 和车速 $V_{e1}$ 使用辅助图等来运算作为供给电动机20的电流的控制目标值的电流指令值 $I_{ref1}$ 。电流指令值 $I_{ref1}$ 经过加法单元32A被输入到电流限制单元33;被限制了最大电流的电流指令值 $I_{refm}$ 被输入到减法单元32B;减法单元32B运算电流指令值 $I_{refm}$ 与被反馈回来的电动机电流值 $I_m$ 之间的偏差 $I(I_{refm}-I_m)$ ;该偏差 $I$ 被输入到用于进行转向动作的特性改善的PI控制单元35中。在PI控制单元35中被进行了特性改善的电压控制指令值 $V_{ref}$ 被输入到PWM控制单元

36中,再经过作为驱动单元的逆变器电路37来对电动机20进行PWM驱动。电动机20的电流值 $I_m$ 由电动机电流检测器38来检测,检测出的电动机电流值 $I_m$ 被反馈到减法单元32B中。在逆变器电路37中作为驱动元件使用电场效应晶体管(FET),逆变器电路37由FET的电桥电路构成。

[0007] 另外,在加法单元32A对来自补偿信号生成单元34的补偿信号 $CM$ 进行加法运算,通过补偿信号 $CM$ 的加法运算来进行转向系统的特性补偿,以便改善收敛性和惯性特性等。补偿信号生成单元34先在加法单元344对自对准扭矩(SAT)343和惯性342进行加法运算,然后,在加法单元345再对该加法运算的结果和收敛性341进行加法运算,最后,将加法单元345的加法运算的结果作为补偿信号 $CM$ 。

[0008] 如上所述,这样的电动助力转向装置的CPU(微计算机等)通过PI控制来生成用于控制电动机的电压控制指令值。针对每个车辆的种类,将PI控制的增益调整到适当的值。

[0009] 如果加大PI控制的增益的话,会发生起因于噪音等的异常音和振动。因此,尽管需要限制PI控制的增益以便不发生振动和异常音,但如果这样限制PI控制的增益的话,电流控制的频率特性会降低,很难提高转向辅助的响应性。此外,即使在使PI控制的增益足够低的情况下,仍然不能完全回避在转向系统的共振频率附近的振动,并不一定能够获得良好的转向感觉。

[0010] 作为解决这样的问题的发明,例如在日本特开2006-188183号公报(专利文献1)中,公开了一种电动助力转向装置。即,专利文献1的电动助力转向装置设有用于检测操作部件的振动的振动检测单元并具备增益变更单元,当该振动检测单元检测出操作部件的振动时,该增益变更单元降低PI控制的比例增益和积分增益中的至少任意一方。

[0011] 现有技术文献

[0012] 专利文献

[0013] 专利文献1:日本特开2006-188183号公报

## 发明内容

[0014] 发明要解决的技术问题

[0015] 然而,在如专利文献1所公开的电动助力转向装置中,为了抑制振动,变更电流控制的PI控制的增益(比例增益和积分增益中的至少任意一方)。因此,增益的变更有可能影响到其它的控制和转向感觉。

[0016] 本发明是鉴于上述情况而完成的,本发明的目的在于提供一种电动助力转向装置,其不变更PI控制的增益,基于电动机速度或舵角速度及齿轮比的因素来抑制起因于转向盘的惯性和扭力杆的弹簧性的转向盘振动(异常音),以便改善转向感觉。

[0017] 解决技术问题的手段

[0018] 本发明涉及一种电动助力转向装置,其通过至少基于转向扭矩运算出的电流指令值来驱动电动机,对转向进行辅助控制,本发明的上述目的可以通过下述这样实现,即:设有基于所述电动机的电动机速度运算用于抑制转向盘的振动的减振补偿指令值的减振补偿单元,通过所述减振补偿指令值对所述电流指令值进行补正。

[0019] 本发明的上述目的还可以通过下述这样更有效地实现,即:所述减振补偿单元由速度感应表1和BPF构成,所述速度感应表1将所述电动机速度或舵角速度及齿轮比的乘法

值的零前后作为梯形波形的减振补偿值1,所述BPF对所述减振补偿值1进行BP滤波处理并输出减振补偿值2;或,所述减振补偿单元由与所述电动机速度的方向对应的速度感应表2构成,所述速度感应表2输出减振补偿值3;或,所述减振补偿单元还具备扭矩感应增益单元,所述扭矩感应增益单元将所述减振补偿值2或3与感应所述转向扭矩的增益1相乘,并输出减振补偿值4;或,所述减振补偿单元还具备车速感应增益单元,所述车速感应增益单元将所述减振补偿值4与感应车速的增益2相乘,并输出所述减振补偿指令值。

[0020] 发明的效果

[0021] 根据本发明的电动助力转向装置,因为基于电动机速度或舵角速度及齿轮比的因素(乘法值)使用速度感应表和BPF(带通滤波器)来运算减振补偿指令值,所以仅在转向反转(操舵反転)时产生减振补偿指令值,可以把对其它的控制和转向感觉的影响限制在最低限度。

[0022] 另外,根据本发明的电动助力转向装置,不变更PI控制的增益,既可以减少起因于例如制动颤振(ブレーキジャダー)、摆振(シミー)等车辆底盘(車両の足回り)的共振的影响的转向盘振动,又可以减少由当行驶在难走的路(恶路)上时力从路面传递至转向系统所造成的转向盘振动和起因于其它的因素的转向盘振动。

## 附图说明

[0023] 图1是表示电动助力转向装置的概要的结构图。

[0024] 图2是表示电动助力转向装置的控制系统的结构例的结构框图。

[0025] 图3是表示本发明的结构例(实施方式1)的结构框图。

[0026] 图4是表示扭矩感应增益单元的特性例的特性图。

[0027] 图5是表示车速感应增益单元的特性例的特性图。

[0028] 图6是表示本发明的动作例(实施方式1)的流程图。

[0029] 图7是表示在本发明中使用的BPF的动作例的时序图。

[0030] 图8是表示本发明的效果的图。

[0031] 图9是表示速度感应表的其它的特性例的图。

[0032] 图10是表示本发明的结构例(实施方式2)的结构框图。

[0033] 图11是表示本发明的动作例(实施方式2)的流程图。

## 具体实施方式

[0034] 本发明抑制起因于转向盘的惯性和扭力杆的弹簧性等的转向盘振动(异常音),以便抑制使驾驶员感到不舒服的振动并改善转向感觉。

[0035] 因此,在本发明的电动助力转向装置中,经由与电动机速度对应的速度感应表后而被决定的表输出值(テーブル出力值)(减振补偿值1)通过BPF(带通滤波器),或,求出通过对由舵角传感器检测出的舵角 $\theta$ (或被估计出的舵角)进行微分而得到的舵角速度并求出减速装置的减速齿轮比,经由与舵角速度(舵角 $\theta$ 的微分成分)及齿轮比的因素(舵角速度 $\times$ 齿轮比)对应的速度感应表后通过BPF。通过将BPF的输出值(减振补偿值2)与基于转向扭矩的增益及基于车速的增益相乘,来运算减振补偿指令值。通过从转向辅助的电流指令值中减去运算出的减振补偿指令值来对电流指令值进行补正,通过补正后的电流指令值来驱动

电动机,以便抑制转向盘的振动。舵角速度 $\times$ 齿轮比的因素相当于电动机速度 $\omega$ 。

[0036] 根据本发明,因为输入电动机速度或舵角速度及齿轮比的因素并利用速度感应表和BPF来运算减振补偿指令值,所以仅在转向反转时产生减振补偿指令值,可以把对其它的控制和转向感觉的影响限制在最低限度。

[0037] 下面,参照附图来详细说明本发明的实施方式。

[0038] 与图2相对应的图3表示本发明的结构例(实施方式1)。如图3所示,在本发明中新附加了减振补偿单元40,减振补偿单元40基于电动机速度 $\omega$ 运算出的减振补偿指令值 $VC_c$ 被减法输入到加法减法单元32C中以便对电流指令值 $I_{ref1}$ 进行补正,从而补偿转向盘的振动。即,在本发明中,电流指令值 $I_{ref1}$ 和补偿信号 $CM$ 被加法输入到加法减法单元32C中,并且,由减振补偿单元40运算出的减振补偿指令值 $VC_c$ 被减法输入到加法减法单元32C中,对前述电流指令值 $I_{ref1}$ 进行补正,以便求出电流指令值 $I_{ref2}$ 。电流指令值 $I_{ref2}$ 之后的动作与前述图2的情况完全一样。

[0039] 另外,在本发明中,基于来自补偿信号生成单元34的补偿信号 $CM$ 的补偿不是必须的。

[0040] 减振补偿单元40由速度感应表41、BPF42、扭矩感应增益单元43和车速感应增益单元44构成,其中,速度感应表41输入电动机速度 $\omega$ ,将电动机速度 $\omega$ 的零前后(ゼロ前後)作为梯形波形的减振补偿值 $VC_1$ 并输出;BPF42对来自速度感应表41的减振补偿值 $VC_1$ 进行带通滤波;扭矩感应增益单元43根据转向扭矩 $Th$ 将来自BPF42的减振补偿值 $VC_2$ 与增益 $G_t$ 相乘;车速感应增益单元44根据车速 $Ve_1$ 将来自扭矩感应增益单元43的减振补偿值 $VC_3$ 与增益 $G_v$ 相乘后并作为减振补偿指令值 $VC_c$ 输出。

[0041] 如图4所示,扭矩感应增益单元43为这样的特性,即,转向扭矩 $Th$ 到规定的扭矩值1(在本示例中为0.5Nm)为止的话,保持一定的增益 $G_t$ ;转向扭矩 $Th$ 从规定的扭矩值1到规定的扭矩值2(在本示例中为1.0Nm)的话,增益 $G_t$ 增加;转向扭矩 $Th$ 变为规定的扭矩值2以上的话,保持一定的增益 $G_t$ 。也就是说,是这样一种特性,即,在低扭矩时为小的值,从某一扭矩(规定的扭矩值1)起逐渐增加,然后,到某一个值(规定的扭矩值2)达到饱和。这样,在转向盘振动大的(正在检测扭转角的转向扭矩为大的)状态,能够更容易出效果。

[0042] 还有,如图5所示,车速感应增益单元44为这样的特性,即,车速 $Ve_1$ 到规定的车速1(在本示例中为50kph)为止的话,保持一定的增益 $G_v$ ;车速 $Ve_1$ 从规定的车速1到规定的车速2(在本示例中为100kph)的话,增益 $G_v$ 增加;车速 $Ve_1$ 变为规定的车速2以上的话,保持一定的增益 $G_v$ 。也就是说,是这样一种特性,即,在低速时为小的值,从某一速度(规定的车速1)起逐渐增加,然后,到某一个值(规定的车速2)达到饱和。这样,在容易发生转向盘振动的车速状态,能够更容易出效果。

[0043] 另外,扭矩感应增益单元43和车速感应增益单元44的顺序也可以是相反的。

[0044] 在这样的结构中,参照图6的流程图来说明其动作例。

[0045] 输入转向扭矩 $Th$ (步骤S1),输入车速 $Ve_1$ (步骤S2),电流指令值运算单元31运算电流指令值 $I_{ref1}$ (步骤S3)。

[0046] 还有,减振补偿单元40输入电动机速度 $\omega$ (步骤S10),利用速度感应表41来求出与电动机速度 $\omega$ 对应的减振补偿值 $VC_1$ (步骤S11)。接下来,将减振补偿值 $VC_1$ 输入到BPF42,进行BP滤波处理(步骤S12),将经过BP滤波处理后的减振补偿值 $VC_2$ 输入到扭矩感应增益单元

43,并根据转向扭矩 $T_h$ 将其与增益 $G_t$ 相乘(步骤S13)。与增益 $G_t$ 相乘后得到的减振补偿值 $VC_3$ 被输入到车速感应增益单元44(步骤S14),根据车速 $V_e1$ 将其与增益 $G_v$ 相乘后作为减振补偿指令值 $VC_c$ 输出(步骤S15)。

[0047] 另外,如前所述,补偿信号生成单元34基于收敛性341、惯性342和SAT343生成补偿信号 $CM$ 并输出(步骤S20)。

[0048] 此外,电流指令值 $I_{ref1}$ 的运算(步骤S1~S3)、减振补偿指令值 $VC_c$ 的运算(步骤S10~S15)和补偿信号 $CM$ 的生成(步骤S20)的顺序可以适当变更。

[0049] 如上述那样求出的电流指令值 $I_{ref1}$ 、减振补偿指令值 $VC_c$ 和补偿信号 $CM$ 被输入到加法减法单元32C中以便进行加法/减法处理(加减算处理),从而生成电流指令值 $I_{ref2}$ (步骤S30)。电流指令值 $I_{ref2}$ 如前述那样在电流限制单元33中被限制,然后,用其进行电流控制(步骤S31),来对电动机20进行驱动控制(步骤S32)。

[0050] 电动机速度 $\omega$ 如图7(A)所示那样以正弦波形的方式振动,当电动机速度 $\omega$ 被输入到速度感应表41时,速度感应表41具有将电动机速度 $\omega$ 的零前后作为梯形波形的减振补偿值 $VC_1$ 并输出的特性。因此,速度感应表41输出的减振补偿值 $VC_1$ 为如图7(B)所示那样的梯形波形。来自速度感应表41的减振补偿值 $VC_1$ 被输入到BPF42,其高频成分(例如20Hz以上)和低频成分(例如5Hz以下)被去除,只有其中频率成分通过,输出如图7(B)所示那样的减振补偿值 $VC_2$ 。

[0051] 如图7(A)及(B)所示,通过在BPF42中对经由速度感应表41后而变为梯形波形的减振补偿值 $VC_1$ 进行带通滤波处理,可以延迟减振补偿值 $VC_2$ (时刻 $t_1$ )使其比电动机速度 $\omega$ 和减振补偿值 $VC_1$ 零交叉(ゼロクロス)的时刻 $t_2$ 慢。减振补偿值 $VC_2$ 的成分变为用于抑制转向盘振动的电流指令值(减振补偿指令值 $VC_c$ ),从转向的电流指令值 $I_{ref1}$ 中减去减振补偿指令值 $VC_c$ 。由此,对照电动机速度 $\omega$ 和零交叉的定时(タイミング),延迟电动机速度 $\omega$ 的振动,结果可以抑制电动机速度的振幅。

[0052] 图8表示在故意地造成容易发生转向盘振动的状态,松开转向盘并施加了扰动扭矩(外乱トルク)时的检测扭矩(与扭力杆的扭转角成比例)的时间响应的一个示例,对具有减振补偿(本发明)时的特性和不具有减振补偿(现有技术)时的特性进行比较。另外,设定扭矩感应增益和车速感应增益为一定值。从图8的特性例也可知,在具有减振补偿的情况下,振动平息得快,从而振动被抑制。

[0053] 在上述的实施方式中,尽管减振补偿单元40由速度感应表41、BPF42、扭矩感应增益单元43和车速感应增益单元44来构成,也可以使用如图9所示那样的与电动机速度 $\omega$ 的方向对应的并具有滞后特性(ヒステリシス特性)的速度感应表来替代速度感应表41和BPF42。

[0054] 还有,在上述的实施方式1中,尽管将电动机速度 $\omega$ 作为减振补偿的输入,但将舵角速度与减速装置的齿轮比相乘的话,会变成相当于电动机速度 $\omega$ 的值。因此,也可以将舵角速度及齿轮比的因素作为减振补偿的输入。通过对来自舵角传感器的操舵角进行微分运算可以容易地求出舵角速度,预先设定减速装置的齿轮比。

[0055] 将舵角速度及齿轮比的因素作为减振补偿的输入时(实施方式2)的结构如与图3相对应的图10的结构框图所示。在图10中,舵角速度 $\times$ 齿轮比被输入到减振补偿单元40A内的速度感应表41A。速度感应表41A感应舵角速度 $\times$ 齿轮比,具有与前述速度感应表41的特



性相同的特性(参照图7);BPF42、扭矩感应增益单元43及车速感应增益单元44与前述完全一样。来自减振补偿单元40A的减振补偿指令值VCc被减法输入到加法减法单元32C中以便对电流指令值Iref1进行补正,从而补偿转向盘的振动。

[0056] 另外,将舵角速度及齿轮比的因素作为减振补偿的输入时(实施方式2)的动作例如与图6相对应的图11的流程图所示,在本实施方式中,在步骤S10A中输入舵角速度和预先设定的齿轮比,在步骤S11A中利用速度感应表41A来求出与舵角速度×齿轮比对应的减振补偿值VC1,其它全部与前述实施方式1一样。此外,关于步骤S10A中的舵角速度,也可以通过输入舵角 $\theta$ 后再对其进行微分运算来求出舵角速度。

[0057] 根据上述实施方式2也可以起到与前述实施方式1完全同样的效果,并可获得图8的特性。

[0058] 近年出现了具有停车辅助功能(parking assist),切换自动转向控制和手动转向控制的车辆。对这样的装备了停车辅助功能的车辆来说,在舵角控制的动作中,也可以实施基于本发明的减振补偿。还有,也可以将本发明的减振补偿与检测振动状态的功能组合。

[0059] 此外,扭矩感应增益Gt并不限定于图4的特性(例如可以非线性地增加),车速感应增益Gv并不限定于图5的特性(例如可以非线性地增加)。

[0060] 附图标记说明

[0061]	1	转向盘(方向盘)
[0062]	2	柱轴(转向轴或方向盘轴)
[0063]	10	扭矩传感器
[0064]	12	车速传感器
[0065]	20	电动机
[0066]	30	控制单元(ECU)
[0067]	31	电流指令值运算单元
[0068]	33	电流限制单元
[0069]	34	补偿信号生成单元
[0070]	35	PI控制单元
[0071]	36	PWM控制单元
[0072]	37	逆变器电路
[0073]	40、40A	减振补偿单元
[0074]	41、41A	速度感应表
[0075]	42	BPF(带通滤波器)
[0076]	43	扭矩感应增益单元
[0077]	44	车速感应增益单元
[0078]	50	CAN

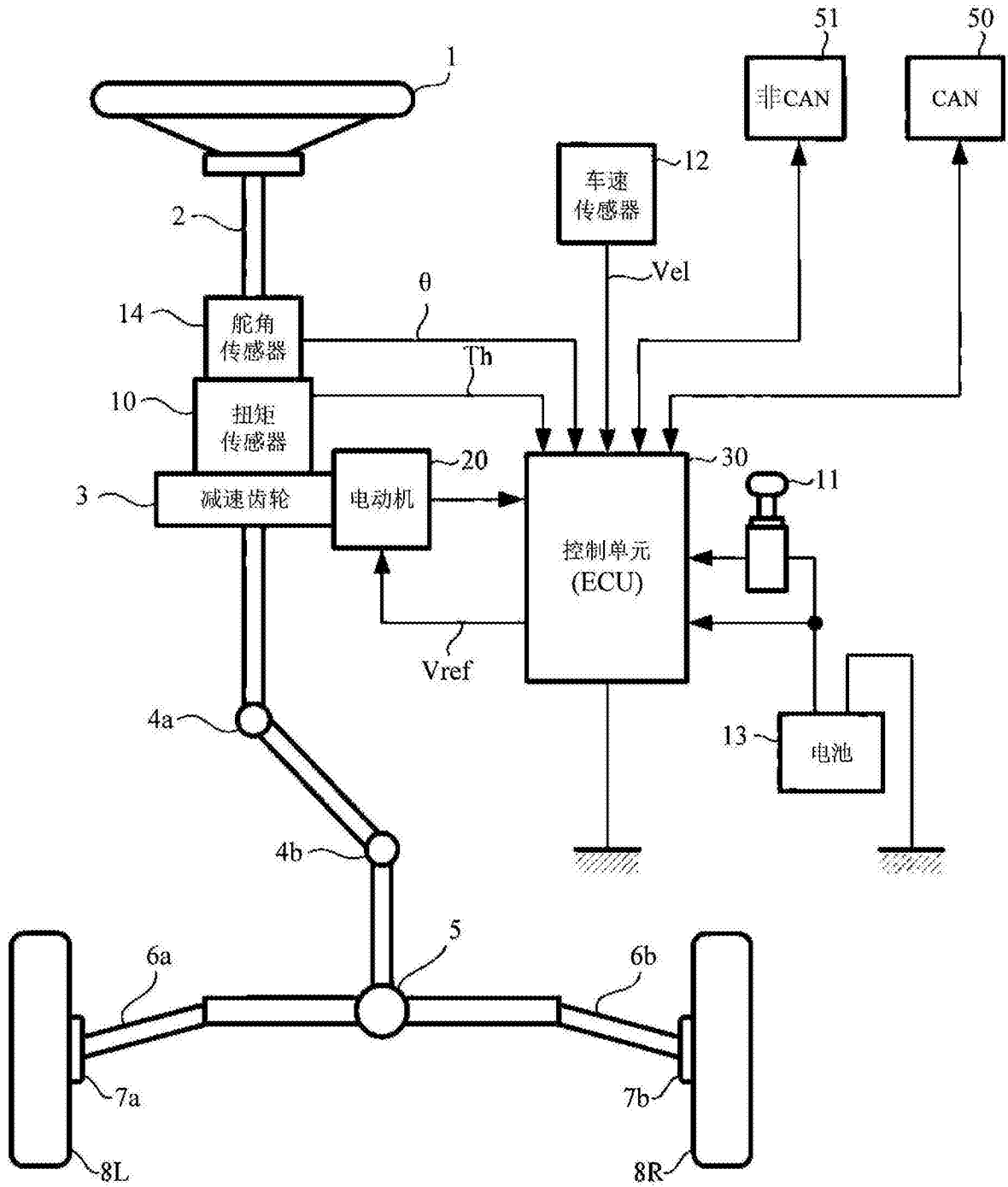


图1

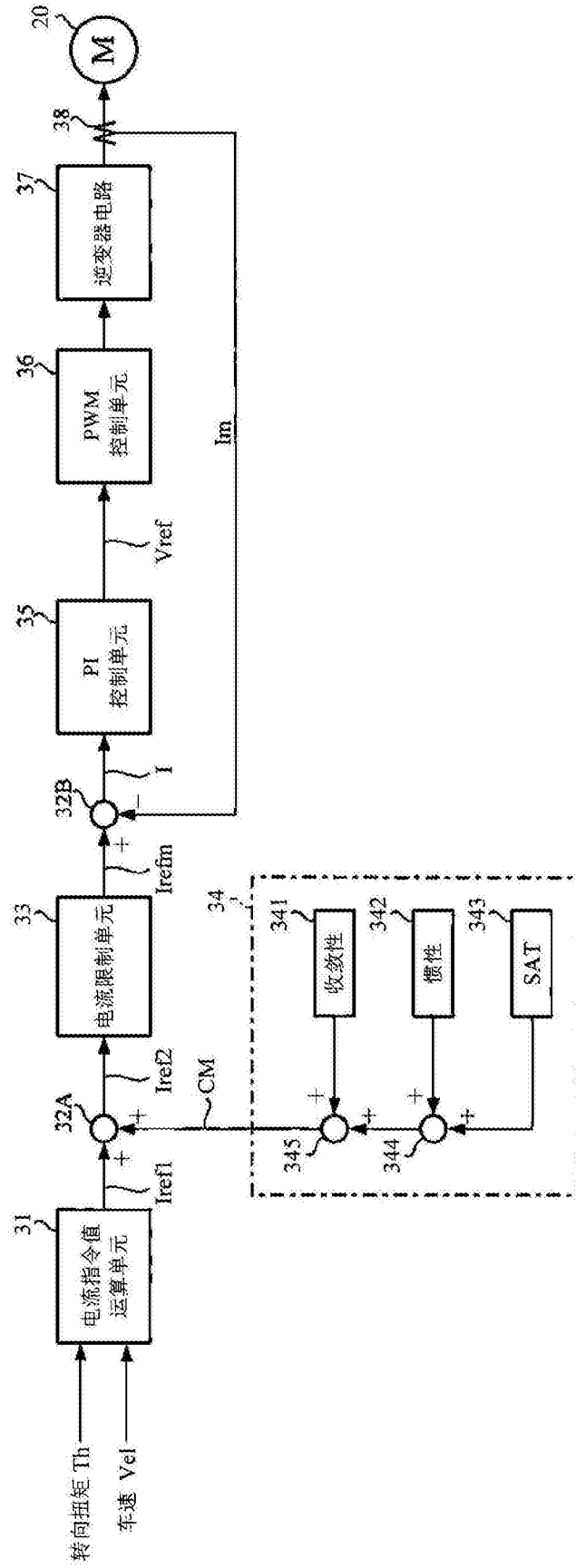


图2

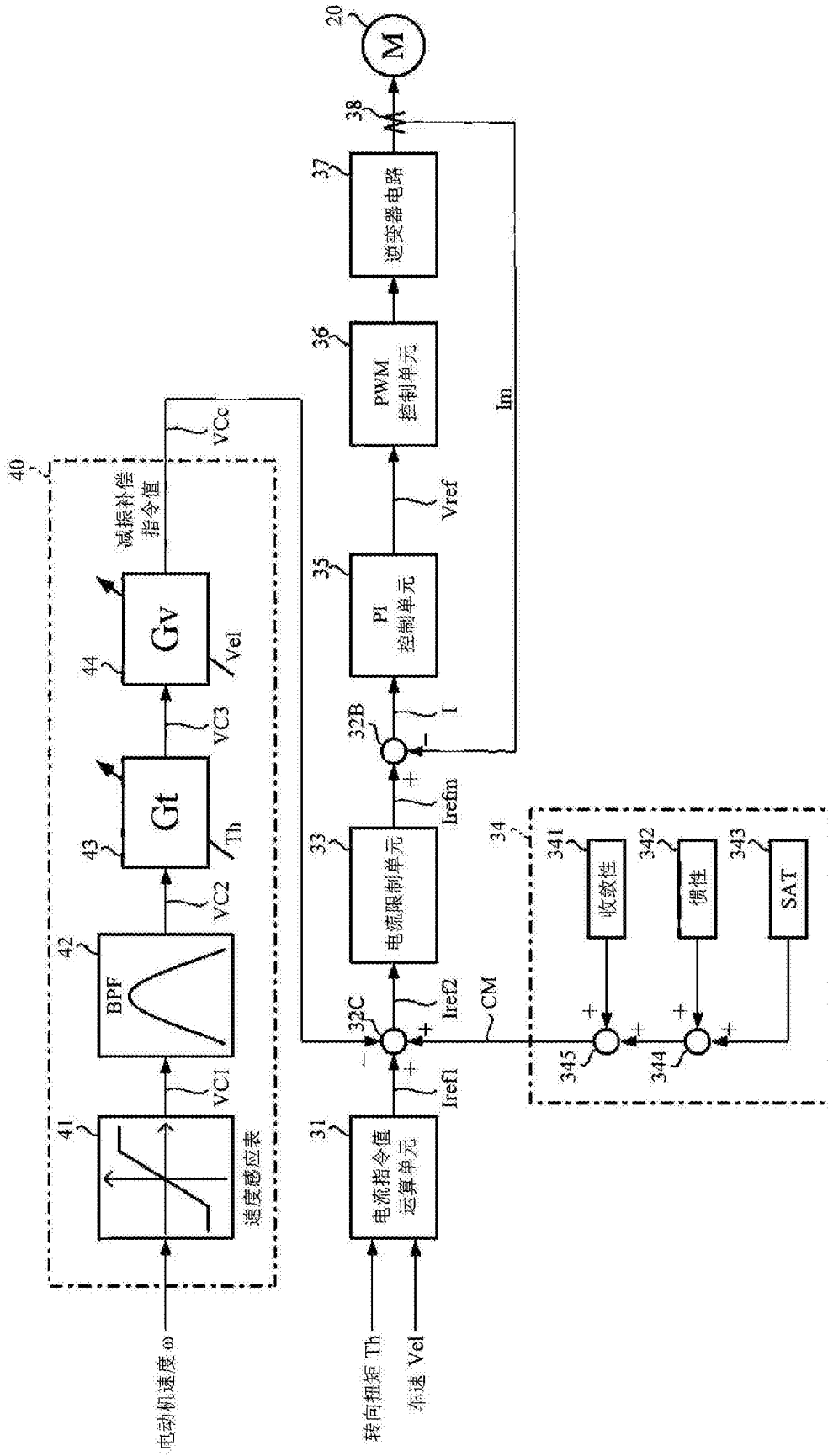


图3

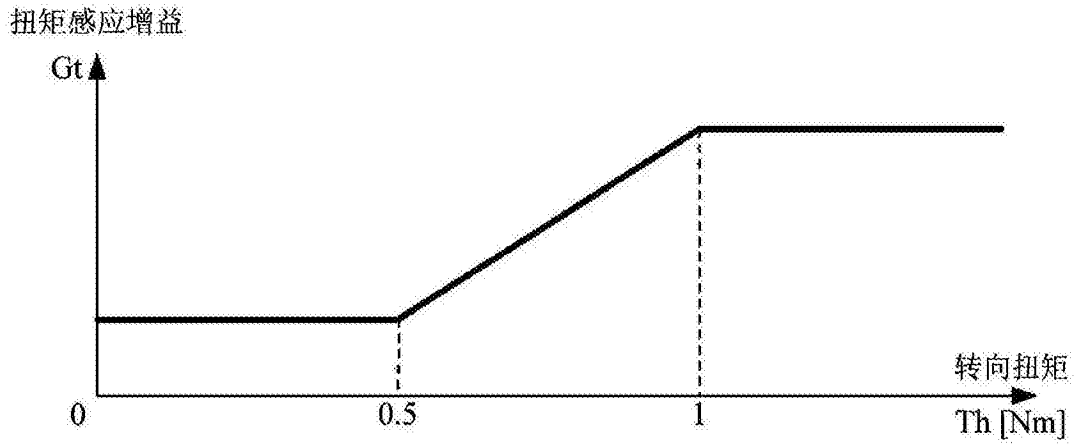


图4

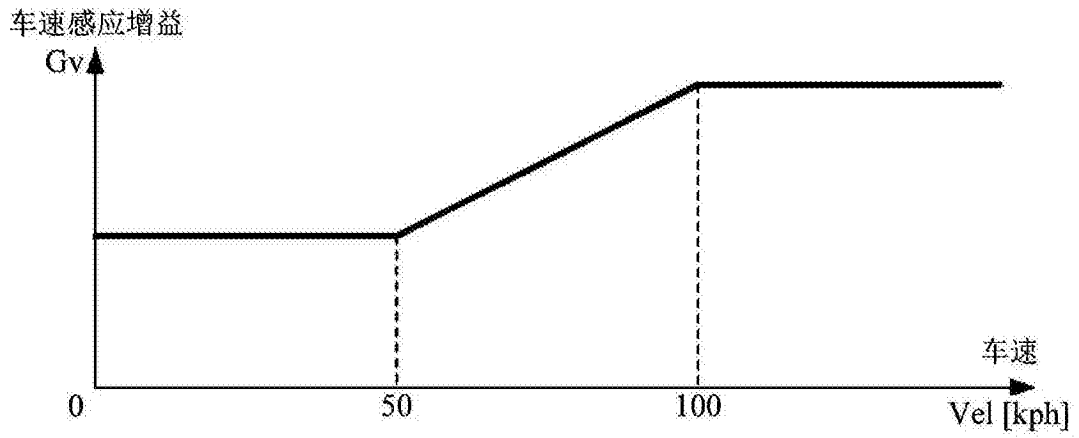


图5

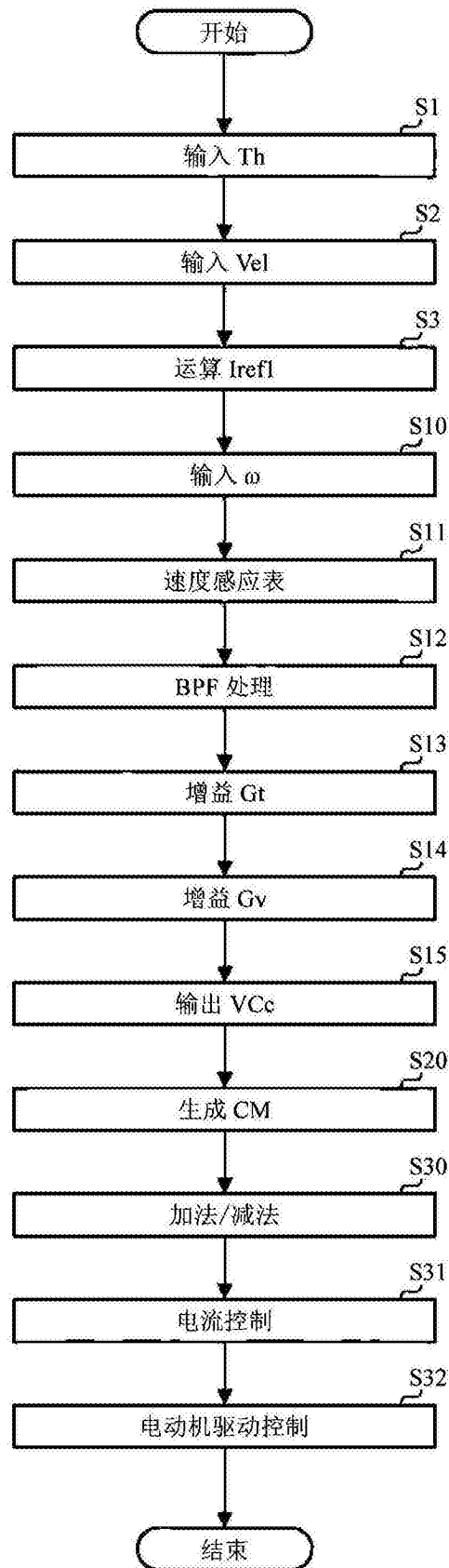


图6

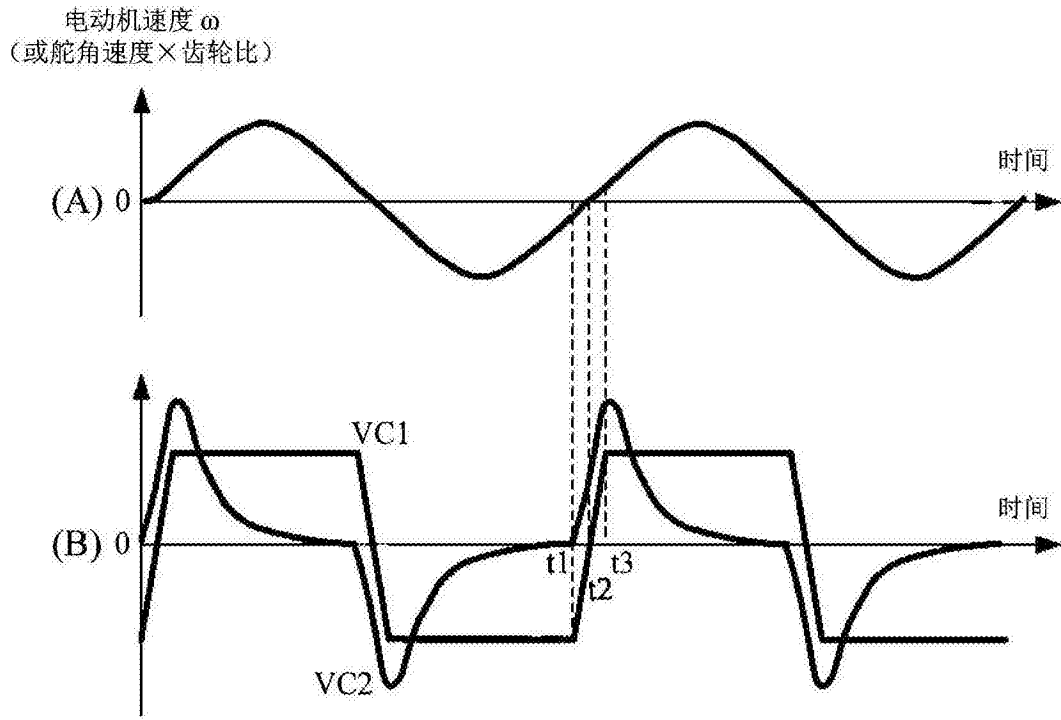


图7

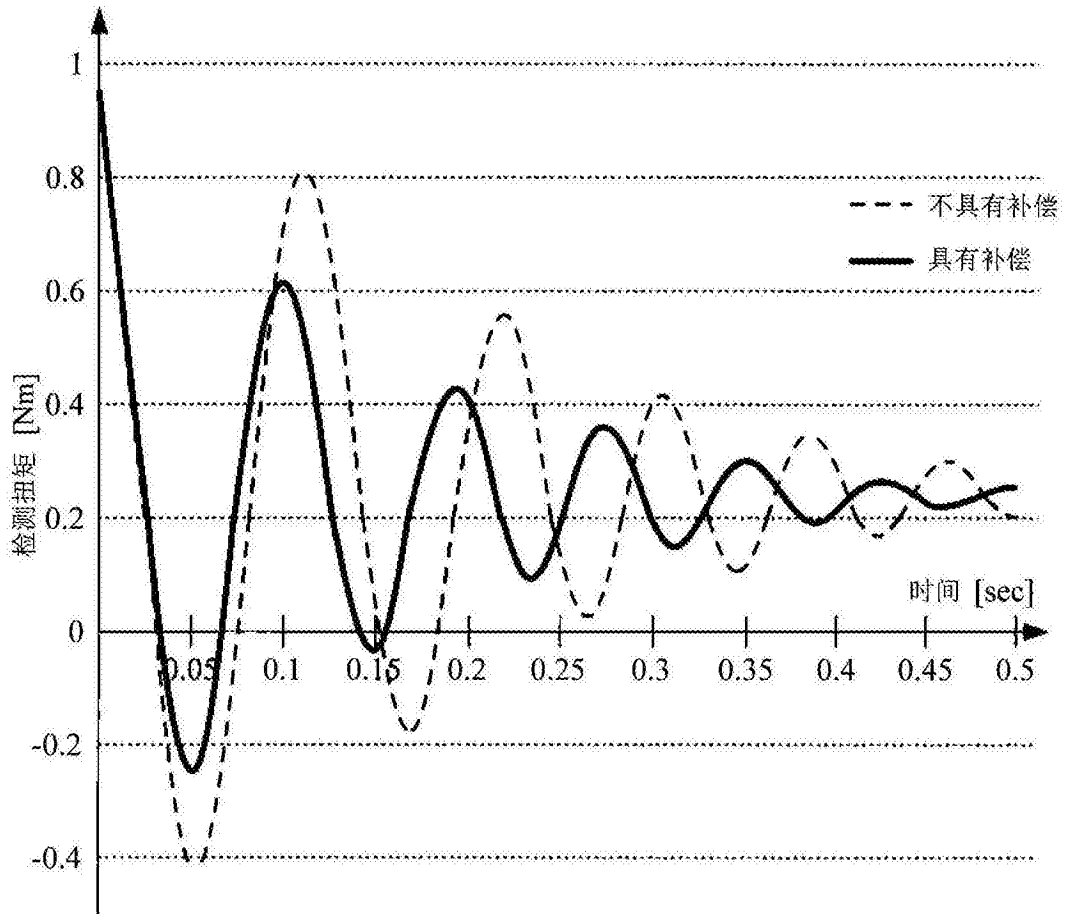


图8



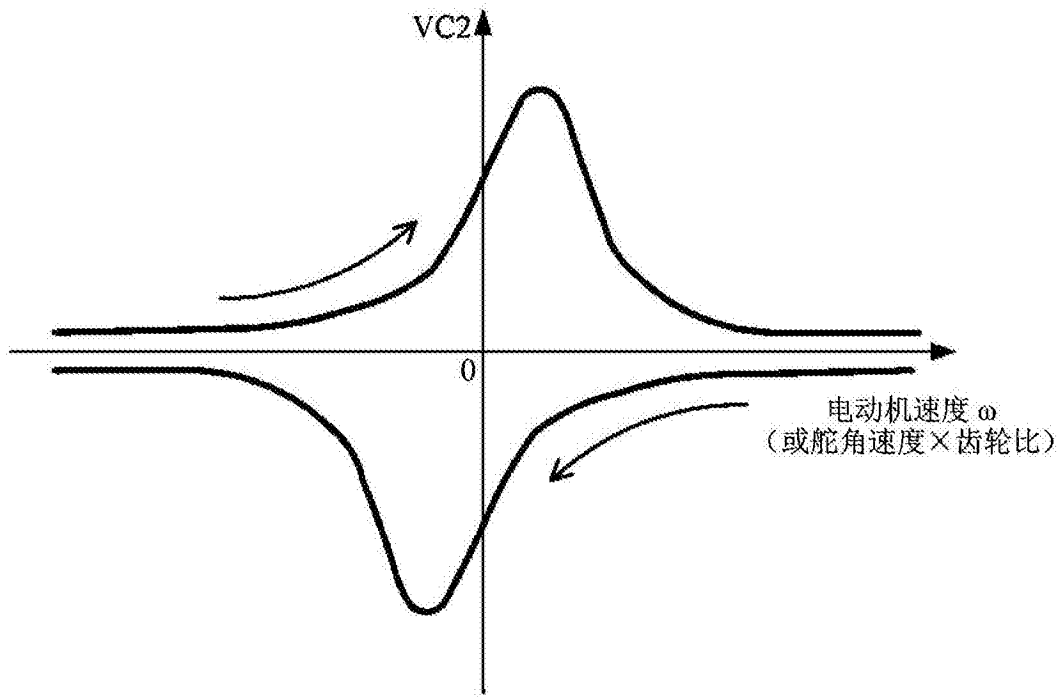


图9

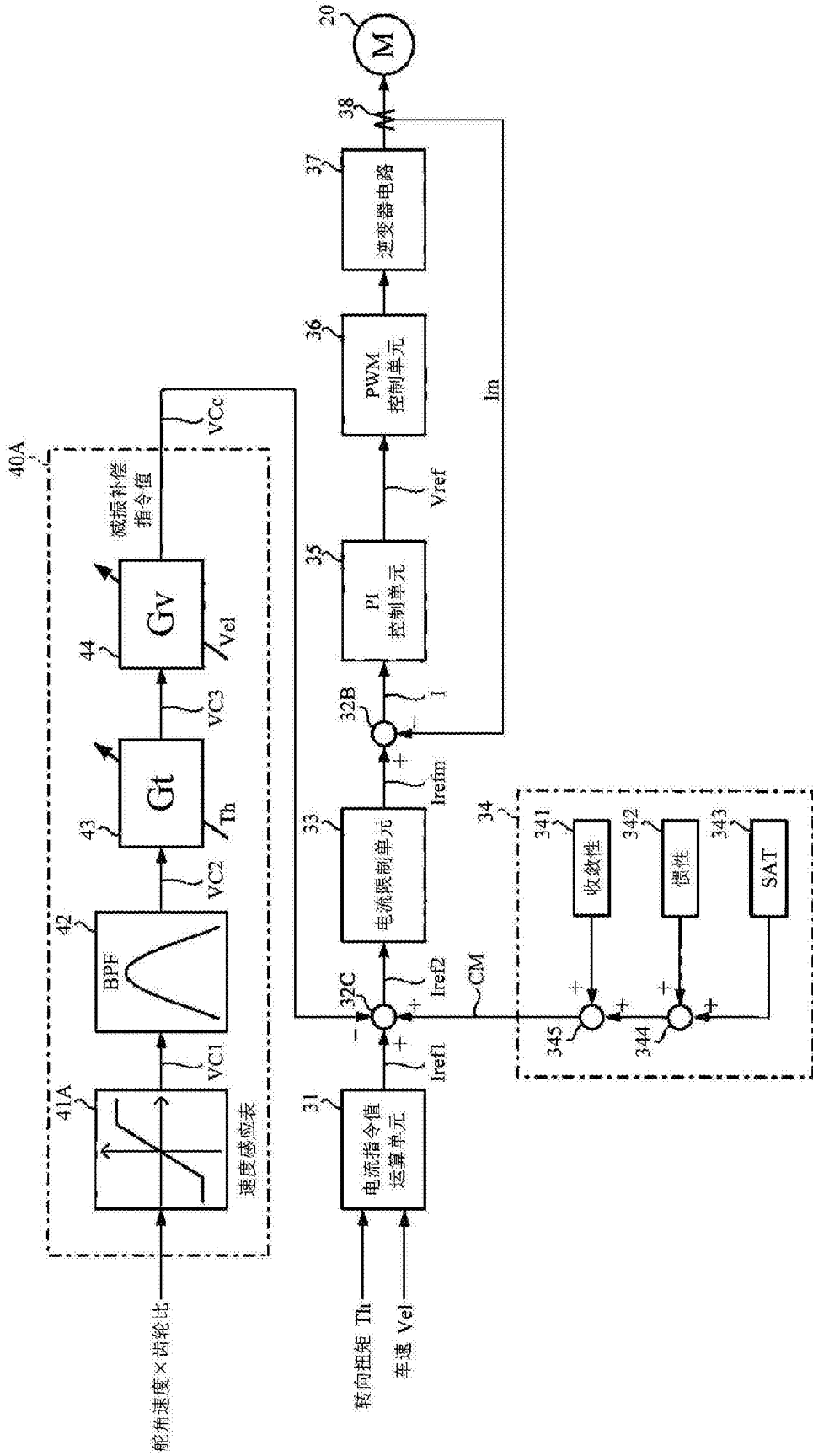


图10

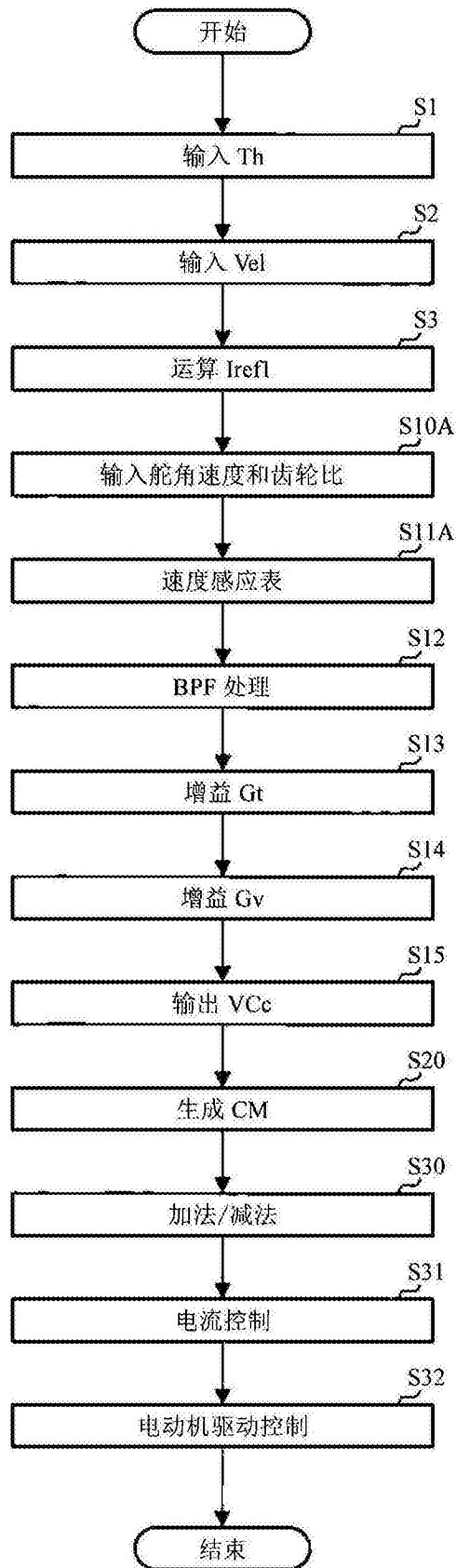


图11