



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110337780 B

(45) 授权公告日 2023. 03. 14

(21) 申请号 201880012531.9

(22) 申请日 2018.02.16

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110337780 A

(43) 申请公布日 2019.10.15

(30) 优先权数据  
2017-029653 2017.02.21 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2019.08.19

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2018/005459 2018.02.16

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02018/155332 JA 2018.08.30

(73) 专利权人 株式会社电装  
地址 日本爱知县

(72) 发明人 神尾茂

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

专利代理师 吕文卓

(51) Int.Cl.  
H02P 3/18 (2006.01)  
F16H 61/32 (2006.01)  
H02P 6/30 (2006.01)  
H02P 27/08 (2006.01)

(56) 对比文件  
JP 2004023890 A, 2004.01.22  
US 2005174084 A1, 2005.08.11  
US 2004066166 A1, 2004.04.08  
CN 102312847 A, 2012.01.11  
CN 101110561 A, 2008.01.23  
US 2008272731 A1, 2008.11.06  
王鲁峰等. 基于80C196MD高性能单片机的直  
流伺服控制系统设计.《现代制造技术与装备》  
.2008, (第03期),

审查员 李钦钦

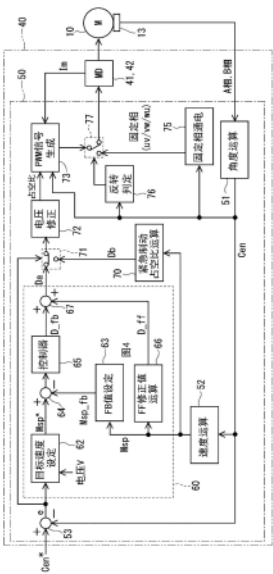
权利要求书1页 说明书11页 附图12页

(54) 发明名称

换挡挡位控制装置

(57) 摘要

换挡挡位控制装置(40)通过对马达(10)的驱动进行控制来切换换挡挡位,具备第1切换控制部(71)、反转控制部(76)和第2切换控制部(77)。第1切换控制部(71)在使马达(10)停止的目标角度与实际角度之差变得比角度判定阈值小的情况下,从反馈控制切换为固定占空比下的控制。反转判定部(76)对马达(10)进行了反转这一情况进行判定。在判定为马达(10)进行了反转的情况下,第2切换控制部(77)从固定占空比下的控制切换为向马达(10)的固定相通电的固定相通电控制。



1. 一种换挡挡位控制装置,通过对马达(10)的驱动进行控制而对换挡挡位进行切换,其特征在于,

具备:

第1切换控制部(71),在使上述马达停止的目标角度与实际角度之差变得比角度判定阈值小的情况下,从反馈控制切换为固定占空比下的控制;

反转判定部(76),对上述马达进行了反转这一情况进行判定;以及

第2切换控制部(77),在判定为上述马达进行了反转的情况下,从上述固定占空比下的控制切换为向上述马达的固定相通电的固定相通电控制。

2. 如权利要求1所述的换挡挡位控制装置,其特征在于,

上述固定占空比根据当判定为上述目标角度与上述实际角度之差比上述角度判定阈值小时的上述马达的旋转速度而被设定。

3. 如权利要求1或2所述的换挡挡位控制装置,其特征在于,

在从开始上述固定相通电控制起经过了固定相通电持续时间的情况下,将通电断开。

4. 如权利要求3所述的换挡挡位控制装置,其特征在于,

在上述固定相通电控制所持续的期间中,将到经过规定时间为止的第1期间中的占空比设为恒定,在从经过上述规定时间起到结束上述固定相通电控制为止的第2期间中,使占空比逐渐变化以使上述马达的电流接近于0。

5. 如权利要求3所述的换挡挡位控制装置,其特征在于,

在上述固定相通电控制所持续的期间中,将到经过规定时间为止的第1期间中的占空比设为第1占空比,在从经过上述规定时间起到结束上述固定相通电控制为止的第2期间中,设为绝对值比上述第1占空比小的第2占空比。

## 换挡挡位控制装置

[0001] 相关申请的相互参照

[0002] 本申请基于2017年2月21日提出申请的日本专利申请第2017-029653号主张优先权,这里引用其记载内容。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及换挡挡位控制装置。

### 背景技术

[0004] 以往,已知根据来自驾驶者的换挡挡位切换要求对马达进行控制来切换换挡挡位的换挡挡位切换装置。例如在专利文献1中,作为换挡挡位切换机构的驱动源而使用开关磁阻马达(Switched Reluctance Motor)。以下,将开关磁阻马达称作“SR马达”。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特许第4385768号

### 发明内容

[0008] 不使用永磁体的SR马达其结构简单。此外,例如DC无刷马达那样的使用永磁体的马达与SR马达相比响应性较好,但另一方面,在使马达停止时,有可能发生过冲(overshoot)。本发明的目的在于,提供能够适当地对与换挡挡位的切换有关的马达的驱动进行控制的换挡挡位控制装置。

[0009] 本发明的换挡挡位控制装置,通过对马达的驱动进行控制来切换换挡挡位,具备第1切换控制部、反转判定部和第2切换控制部。第1切换控制部在使马达停止的目标角度与实际角度之差变得比角度判定阈值小的情况下,从反馈控制切换为固定占空比下的控制。反转判定部对马达进行了反转这一情况进行判定。第2切换控制部,在判定为马达进行了反转的情况下,从固定占空比下的控制切换为向马达的固定相通电的固定相通电控制。由此,能够提高响应性并抑制过冲,并在目标位置适当地使马达停止。

### 附图说明

[0010] 关于本发明的上述目的及其他目的、特征及优点,一边参照附图一边通过下述的详细记述会变得更明确。

[0011] 图1是表示第1实施方式的线控换挡系统的立体图。

[0012] 图2是表示第1实施方式的线控换挡系统的概略结构图。

[0013] 图3是表示第1实施方式的马达及马达驱动器的电路图。

[0014] 图4是表示第1实施方式的换挡挡位控制装置的框图。

[0015] 图5是说明第1实施方式的目标速度设定的说明图。

[0016] 图6A是说明第1实施方式的加速控制时的FF占空比(duty)的说明图。

- [0017] 图6B是说明第1实施方式的稳定控制时的FF占空比的说明图。
- [0018] 图6C是说明第1实施方式的减速控制时的FF占空比的说明图。
- [0019] 图7是说明第1实施方式的固定占空比的说明图。
- [0020] 图8是说明第1实施方式的马达控制处理的流程图。
- [0021] 图9是说明第1实施方式的模式判定处理的流程图。
- [0022] 图10是说明第1实施方式的PWM控制处理的流程图。
- [0023] 图11是说明第1实施方式的马达控制处理的时序图。
- [0024] 图12是说明第2实施方式的马达控制处理的流程图。
- [0025] 图13是说明第3实施方式的马达控制处理的时序图。

## 具体实施方式

[0026] 以下,基于附图说明换挡挡位控制装置。

[0027] (第1实施方式)

[0028] 在图1~图11中表示第1实施方式的换挡挡位控制装置。如图1及图2所示,线控换挡系统1具备马达10、换挡挡位切换机构20、驻车锁定机构30及换挡挡位控制装置40等。马达10通过被从搭载在未图示的车辆中的电池45(参照图3)供给电力而旋转,作为换挡挡位切换机构20的驱动源发挥功能。马达10采用能够通过反馈控制变更电流的大小、并且能够按每个相变更指令的马达。本实施方式的马达10是永磁体式的DC无刷马达。如图3所示,马达10具有2组绕线组11、12。第1绕线组11具有U1线圈111、V1线圈112及W1线圈113。第2绕线组12具有U2线圈121、V2线圈122及W2线圈123。

[0029] 如图2所示,编码器13检测马达10的未图示的转子的旋转位置。编码器13例如是磁式的旋转编码器,包括与转子一体地旋转的磁铁、和磁检测用的霍尔IC等。编码器13同步于转子的旋转而按每规定角度将A相及B相的脉冲信号输出。减速机14设置在马达10的马达轴与输出轴15之间,将马达10的旋转减速并向输出轴15输出。由此,马达10的旋转被传递给换挡挡位切换机构20。在输出轴15,设置有检测输出轴15的角度的输出轴传感器16。输出轴传感器16例如是电位计。

[0030] 如图1所示,换挡挡位切换机构20具有止动板21及止动弹簧25等,将从减速机14输出的旋转驱动力向手动阀28及驻车锁定机构30传递。止动板21被固定在输出轴15,被马达10驱动。在本实施方式中,将止动板21从止动弹簧25的基部离开方向设为正旋转方向,将向基部靠近的方向设为逆旋转方向。

[0031] 在止动板21,设置有与输出轴15平行地突出的销24。销24与手动阀28连接。止动板21被马达10驱动,从而手动阀28在轴向上往复移动。即,换挡挡位切换机构20将马达10的旋转运动变换为直线运动并向手动阀28传递。手动阀28设置于阀身29。通过手动阀28在轴向上的往复移动,向未图示的液压离合器的液压供给路被切换,液压离合器的卡合状态被切换从而换挡挡位被变更。在止动板21的止动弹簧25侧,设置有用来将手动阀28保持在与各挡位对应的位置的4个凹部22。凹部22从止动弹簧25的基部侧起与D、N、R、P的各挡位对应。

[0032] 止动弹簧25是可弹性变形的板状部件,在前端设置有止动辊26。止动辊26嵌入到凹部22的某个中。止动弹簧25将止动辊26向止动板21的转动中心侧施力。当向止动板21施加规定以上的旋转力,则止动弹簧25弹性变形,止动辊26在凹部22中移动。通过使止动辊26

嵌入到凹部22的某个中,止动板21的摆动被限制,手动阀28的轴向位置以及驻车锁定机构30的状态被确定,自动变速器5的换挡挡位被固定。

[0033] 驻车锁定机构30具有驻车杆31、圆锥体32、驻车锁定柱33、轴部34及驻车齿轮35。驻车杆31形成为大致L形状,一端311侧被固定于止动板21。在驻车杆31的另一端312侧设置有圆锥体32。圆锥体32形成为,越朝向另一端312侧越缩径。当止动板21向逆旋转方向摆动,则圆锥体32向箭头P的方向移动。

[0034] 驻车锁定柱33与圆锥体32的圆锥面抵接,能够以轴部34为中心进行摆动。在驻车锁定柱33的驻车齿轮35侧,设置有能够与驻车齿轮35啮合的凸部331。当止动板21向逆旋转方向旋转、圆锥体32向箭头P方向移动,则驻车锁定柱33被推起,凸部331与驻车齿轮35啮合。另一方面,当止动板21向正旋转方向旋转、圆锥体32向箭头notP方向移动,则凸部331与驻车齿轮35的啮合被解除。

[0035] 驻车齿轮35设置于未图示的车轴,能够与驻车锁定柱33的凸部331啮合。当驻车齿轮35与凸部331啮合,则车轴的旋转被限制。当换挡挡位是作为P以外的挡位的notP挡位时,驻车齿轮35不被驻车锁定柱33锁定,车轴的旋转不被驻车锁定机构30妨碍。此外,当换挡挡位是P挡位时,驻车齿轮35被驻车锁定柱33锁定,车轴的旋转被限制。

[0036] 如图2及图3所示,换挡挡位控制装置40具有马达驱动器41、42及ECU50等。马达驱动器41是对第1绕线组11的通电进行切换的3相变换器,桥接有开关元件411~416。在成对的U相的开关元件411、414的连接点,连接着U1线圈111的一端。在成对的V相的开关元件412、415的连接点,连接着V1线圈112的一端。在成对的W相的开关元件413、416的连接点,连接着W1线圈113的一端。线圈111~113的另一端被用连线部115连线。

[0037] 马达驱动器42是对第2绕线组12的通电进行切换的3相变换器,桥连有开关元件421~426。在成对的U相的开关元件421、424的连接点,连接着U2线圈121的一端。在成对的V相的开关元件422、425的连接点,连接着V2线圈122的一端。在成对的W相的开关元件423、426的连接点,连接着W2线圈123的一端。线圈121~123的另一端被用连线部125连线。本实施方式的开关元件411~416、421~426是MOSFET,但也可以使用IGBT等其他元件。

[0038] 在马达驱动器41与电池45之间,设置有马达继电器46。在马达驱动器42与电池45之间,设置有马达继电器47。马达继电器46、47当作为点火开关等的启动开关接通时接通,电力被向马达10侧供给。此外,马达继电器46、47当启动开关断开时断开,向马达10侧的电力供给被切断。在电池45的高电位侧,设置有检测电池电压V的电压传感器48。此外,在换挡挡位控制装置40中,设置有检测马达电流 $I_m$ 的未图示的电流传感器。

[0039] ECU50通过对开关元件411~416、421~426的通断动作进行控制,来控制马达10的驱动。此外,ECU50基于车速、加速器开度及驾驶员要求换挡挡位等,对变速用液压控制螺线管6的驱动进行控制。通过对变速用液压控制螺线管6进行控制,来控制变速级。变速用液压控制螺线管6设置有与变速级数等对应的个数。在本实施方式中,1个ECU50对马达10及螺线管6的驱动进行控制,但也可以区分对马达10进行控制的马达控制用的马达ECU、和螺线管控制用的AT-ECU。以下,以马达10的驱动控制为中心进行说明。

[0040] 如图4所示,ECU50具备角度运算部51、速度运算部52、角度偏差运算部53、反馈控制部60、紧急制动占空比运算部70、第1切换控制部71、固定相通电控制部75、反转判定部76及第2切换控制部77等,以微型计算机等为主体而构成。ECU50中的各处理既可以通过由

CPU执行预先存储在ROM等实体性存储装置中的程序而进行的软件处理,也可以是由专用电子电路进行的硬件处理。

[0041] 角度运算部51基于从编码器13输出的A相及B相的脉冲,运算作为编码器13的计数值的实际计数值Cen。实际计数值Cen是与马达10的实际的机械角及电角对应的值。速度运算部52基于实际计数值Cen运算作为马达10的旋转速度的马达速度Msp。角度偏差运算部53运算与通过未图示的换挡杆等的操作而输入的驾驶员要求换挡挡位对应的目标计数值Cen\*和实际计数值Cen之差。以下,将目标计数值Cen\*与实际计数值Cen之差的绝对值设为角度偏差e。在本实施方式中,将实际计数值Cen设为“实际角度”,将目标计数值Cen\*设为“目标角度”。

[0042] 反馈控制部60具有目标速度设定部62、反馈值设定部63、速度偏差运算部64、控制器65、前馈修正值运算部66及前馈项修正部67等。以下适当将反馈记作“FB”,将前馈记作“FF”。

[0043] 目标速度设定部62基于角度偏差e,运算作为马达10的目标速度的目标马达速度Msp\*。例如基于图5所示的图,将目标马达速度Msp\*设定为,在角度偏差e是规定值ea以下的情况下,角度偏差e越大则目标马达速度Msp\*越大,在角度偏差e比规定值ea大的情况下,目标马达速度Msp\*设为规定的最大值。此外,使得在角度偏差e为角度判定阈值e\_th时成为设定速度sp1(例如1000rpm)。电池电压V越大则目标马达速度Msp\*被设定得越大。

[0044] FB值设定部63在马达10的控制状态为后述的模式2或模式3、即稳定控制或减速控制时,进行使马达速度Msp的相位超前的相位超前补偿,将速度相位超前值Msp\_pl设为速度反馈值Msp\_fb。此外,FB值设定部63在马达10的控制状态为模式1即加速控制时,不进行相位超前补偿,将马达速度Msp设为速度反馈值Msp\_fb。关于速度相位超前值Msp\_pl,也包含在“马达速度”的概念中。

[0045] 速度偏差运算部64对目标马达速度Msp\*与速度反馈值Msp\_fb的速度偏差 $\Delta$ Msp进行运算。控制器65为了使目标马达速度Msp\*与速度反馈值Msp\_fb一致,以使速度偏差 $\Delta$ Msp成为0的方式,例如通过P控制或PI控制等对FB占空比D\_fb进行运算。

[0046] FF修正值运算部66对与马达10的控制状态对应的FF占空比D\_ff进行运算。加速控制时的FF占空比D\_ff是基于图6A所示的图等运算的最大加速占空比,马达速度Msp越大则最大加速占空比越大。在本实施方式中,运算FF占空比D\_ff,以使得在到马达速度Msp成为目标马达速度Msp\*以上为止的期间成为最大占空比。将稳定控制时的FF占空比D\_ff设为基于图6B所示的图等运算的速度维持占空比。速度维持占空比是用来在无负载时维持马达速度Msp的占空比,马达速度Msp越大则速度维持占空比越大。将减速控制时的FF占空比D\_ff设为基于图6C所示的图等运算的减速修正占空比。减速修正占空比是用来实现目标马达速度Msp\*的修正占空比。减速修正占空比在马达10正向旋转的情况下是负值,马达速度Msp越大则减速修正占空比越小。即,马达速度Msp越大,减速修正占空比的绝对值为越大的值。

[0047] 另外,图6A、图6B及图6C是马达10正向旋转的情况,在马达10负向旋转的情况下,使FF占空比D\_ff的值的正负反转。后述的固定占空比Db也是同样的。在本实施方式中,设为基于马达速度Msp对FF占空比D\_ff进行运算而进行了说明,但也可以代替马达速度Msp而基于目标马达速度Msp\*来运算FF占空比D\_ff。

[0048] FF项修正部67将FB占空比D\_fb用FF占空比D\_ff修正,对占空比指令值进行运算。

本实施方式的FF项修正部67是加法器,对FB占空比 $D_{fb}$ 加上FF占空比 $D_{ff}$ ,对修正后FB占空比 $D_a$ 进行运算。

[0049] 在本实施方式的反馈控制中,通过PWM控制等将占空比变更,从而能够变更流过线圈111~113、121~123的电流及转矩的大小。在本实施方式中,通过基于 $120^\circ$ 通电的矩形波控制,对马达10的驱动进行控制。在基于 $120^\circ$ 通电的矩形波控制中,将第1相的高电位侧的开关元件和第2相的低电位侧的开关元件接通。此外,通过将第1相及第2相的组合按每 $60^\circ$ 电角进行替换,从而通电相切换。由此,在绕线组11、12中产生旋转磁场,马达10旋转。在本实施方式中,将使输出轴15向正旋转方向旋转时的马达10的旋转方向设为正向。此外,设马达10输出正的转矩时的占空比为正,设输出负的转矩时的占空比为负,设能够取的占空比范围为 $-100[\%]\sim 100[\%]$ 。即,在使马达10正旋转时,将占空比设为正,在使其逆旋转时,将占空比设为负。另外,当为使正旋转中的马达10停止而产生制动转矩(即负转矩)时,马达10的旋转方向是正旋转方向,但占空比为负。同样,当为使逆旋转中的马达10停止而产生制动转矩时,占空比为正。

[0050] 紧急制动占空比运算部70根据紧急制动控制开始时、也就是角度偏差 $e$ 变得比角度判定阈值 $e_{th}$ 小时的马达速度 $M_{sp}$ 即突入速度 $M_{sp\_i}$ ,对紧急制动控制时的占空比即固定占空比 $D_b$ 进行运算。如图7所示,马达10正旋转时的固定占空比 $D_b$ 是负值,在突入速度 $M_{sp\_i}$ 比规定速度 $sp2$ 小的情况下,突入速度 $M_{sp\_i}$ 越大则固定占空比 $D_b$ 的绝对值越大,在规定速度 $sp2$ 以上的情况下为 $-100[\%]$ 。

[0051] 第1切换控制部71对是将在信号生成中使用的占空比设为修正后FB占空比 $D_a$ 还是设为固定占空比 $D_b$ 进行切换。在本实施方式中,作为在信号生成中使用的占空比,在角度偏差 $e$ 是角度判定阈值 $e_{th}$ 以上的情况下选择修正后FB占空比 $D_a$ ,在角度偏差 $e$ 比角度判定阈值 $e_{th}$ 小的情况下选择固定占空比 $D_b$ ,向电压修正部72输出。电压修正部72将所选择的修正后FB占空比 $D_a$ 或固定占空比 $D_b$ 在电池电压 $V$ 下进行修正,对占空比指令值进行运算。PWM信号生成部73基于占空比指令值及实际计数值 $C_{en}$ ,生成与开关元件411~416、421~426的开关有关的指令信号 $S_{pwm}$ 。此外,对指令信号 $S_{pwm}$ 进行调整,以使马达电流 $I_m$ 不超过电流制限值 $I_{m\_max}$ 。

[0052] 固定相通电控制部75进行固定相通电控制。固定相通电控制是用来使马达10的旋转停止的控制,选择与电角对应的固定相,生成与开关元件411~416、421~426的开关有关的指令信号 $S_{fix}$ ,以使电流向所选择的固定相的规定方向流动。由此,励磁相被固定。如果励磁相被固定,则马达10以与励磁相对应的规定的电角停止。固定相通电控制部75基于实际计数值 $C_{en}$ 选择固定相及通电方向,以使马达10以距当前的转子位置最近的电角停止。此外,在固定相通电控制中,在从固定相通电控制开始起经过占空比固定时间 $T_f$ 后,使占空比逐渐变化。具体而言,使占空比的绝对值减小,以使固定相通电持续时间 $T_a$ 经过后的马达电流 $I_m$ 成为0。

[0053] 反转判定部76基于实际计数值 $C_{en}$ ,判定马达10的旋转是否进行了反转。第2切换控制部77切换向马达驱动器41、42输出的信号。在本实施方式中,在马达10向与要求换挡挡位对应的旋转方向旋转的情况下、即反转前的情况下,选择由PWM信号生成部73生成的指令信号 $S_{pwm}$ ,在马达10反转的情况下,选择由固定相通电控制部75生成的指令信号 $S_{fix}$ 。将所选择的指令信号向马达驱动器41、42输出。

[0054] 这里,对马达10的控制模式进行总结。模式1是“加速控制”,使马达10的旋转加速。模式2是“稳定控制”,将马达10的旋转速度保持为大致恒定。模式3是“减速控制”,使马达10的旋转减速。模式4是“紧急制动控制”,对马达10的旋转施以紧急制动。模式5是“固定相通电控制”,使马达10停止。模式0是“通电断开”,停止向马达10的通电。

[0055] 基于图8的流程图说明马达控制处理。该处理在作为点火开关等的启动开关接通的期间由ECU50以规定的周期执行。以下,将步骤S101的“步骤”省略,简单记作记号“S”。关于其他步骤也是同样的。

[0056] 在最初的S101中,ECU50判断是否由驾驶员将未图示的换挡杆操作而驾驶员要求换挡挡位发生了变化。在判断为驾驶员要求换挡挡位没有变化的情况下(S101:否),向S103转移。在判断为驾驶员要求换挡挡位变化了的情况下(S101:是),向S102转移。

[0057] 在S102中,ECU50将向马达10的通电标志设为ON。此外,ECU50将控制状态设为作为加速控制的模式1。在S103中,ECU50判断通电标志是否被设为ON。在判断为通电标志是OFF的情况下(S103:否),向S112转移。在判断为通电标志是ON的情况下(S103:是),向S104转移。在S104中,目标速度设定部62设置目标马达速度 $M_{sp}^*$ 。在S105中,ECU50进行模式判定处理。

[0058] 基于图9说明模式判定处理。在S151中,ECU50判断控制模式是否是模式1。在判断为控制模式不是模式1的情况下(S151:否),向S154转移。在判断为控制模式是模式1的情况下(S151:是),向S152转移。

[0059] 在S152中,ECU50判断目标马达速度 $M_{sp}^*$ 是否比当前的马达速度 $M_{sp}$ 小。在判断为目标马达速度 $M_{sp}^*$ 是当前的马达速度 $M_{sp}$ 以上的情况下(S152:否),继续模式1。在判断为目标马达速度 $M_{sp}^*$ 比当前的马达速度 $M_{sp}$ 小的情况下(S152:是),向S153转移。在S153中,ECU50将控制模式设为作为稳定控制的模式2。

[0060] 在判断为控制模式不是模式1的情况下(S151:否)转移到的S154中,ECU50判断控制模式是否是模式2。在判断为控制模式不是模式2的情况下(S154:否),向S157转移。在判断为控制模式是模式2的情况下(S154:是),向S155转移。

[0061] 在S155中,ECU50判断目标马达速度的此次值 $M_{sp}^*(n)$ 是否比上次值 $M_{sp}^*(n-1)$ 小。在判断为目标马达速度的 $M_{sp}^*(n)$ 是上次值 $M_{sp}^*(n-1)$ 以上的情况下(S155:否),继续模式2。在判断为目标马达速度的 $M_{sp}^*(n)$ 比上次值 $M_{sp}^*(n-1)$ 小的情况下(S155:是),向S156转移。在S156中,ECU50将控制模式设为作为减速控制的模式3。

[0062] 在判断为控制模式不是模式1、2的情况下(S154:否)转移到的S157中,ECU50判断控制模式是否是模式3。在判断为控制模式不是模式3的情况下(S157:否),向S160转移。在判断为控制模式是模式3的情况下(S157:是),向S158转移。

[0063] 在S158中,ECU50判断角度偏差 $e$ 是否比角度判定阈值 $e_{th}$ 小。在判断为角度偏差 $e$ 是角度判定阈值 $e_{th}$ 以上的情况下(S158:否),继续模式3。在判断为角度偏差 $e$ 比角度判定阈值 $e_{th}$ 小的情况下(S158:是),向S159转移。S159中,ECU50将控制模式设为作为紧急制动控制的模式4。

[0064] 在判断为控制模式不是模式1~3的情况下(S157:否)转移到的S160中,ECU50判断控制模式是否是模式4。在判断为控制模式不是模式4的情况下(S160:否),向S163转移。在判断为控制模式是模式4的情况下(S160:是),向S161转移。



[0065] 在S161中,ECU50的反转判定部76判断马达10是否进行了反转。这里,如果马达10向基于换挡挡位切换前后的挡位确定的旋转方向的相反方向进行了旋转,则判断为马达10进行了反转。在判断为马达10没有反转的情况下(S161:否),继续模式4。在判断为马达10进行了反转的情况下(S161:是),向S162转移。在S162中,ECU50将控制模式设为作为固定相通电控制的模式5。

[0066] 在判断为控制模式不是模式1~4的情况下(S160:否)转移到的S163中,控制模式是模式5,ECU50将对固定相通电控制的持续时间进行计时的计时器的计数值即计时器值Tc递增。在S164中,ECU50判断计时器值Tc是否比持续时间判定阈值Tth1大。持续时间判定阈值Tth1是根据使固定相通电控制持续的固定相通电持续时间Ta(例如100ms)而设定的值。在判断为计时器值Tc是持续时间判定阈值Tth1以下的情况下(S164:否),继续模式5。在判断为计时器值Tc比持续时间判定阈值Tth1大的情况下(S164:是),向S165转移。在S165中,ECU50将控制模式设为作为通电断开控制的模式0。

[0067] 回到图8,在接续于模式判定处理而转移到的S106中,ECU50判断控制模式是否是模式1~4中的某个。在控制模式是模式1~4时,马达10被PWM控制。在判断为控制模式是模式1~4以外的情况下(S106:否),向S108转移。在判断为控制模式是模式1~4中的某个的情况下(S106:是),向S107转移。

[0068] 在S107中,ECU50通过PWM控制对马达10的驱动进行控制。基于图10说明PWM控制处理。在S171中,ECU50判断控制模式是否是模式1~3中的某个。在控制模式是模式1~3时,马达10被反馈控制。在判断为控制模式不是模式1~3、即是模式4的情况下(S171:否),向S178转移。在判断为控制模式是模式1~3中的某个的情况下(S171:是),向S172转移。

[0069] 在S172中,ECU50判断控制模式是否是模式1。在判断为控制模式是模式1的情况下(S172:是),向S173转移。在判断为控制模式不是模式1、即是模式2或模式3的情况下(S172:否),向S174转移。

[0070] 在S173中,反馈值设定部63将马达速度Msp设为速度反馈值Msp\_fb,向速度偏差运算部64输出。在S174中,反馈值设定部63将马达速度Msp的相位超前补偿值Msp\_pl设为速度反馈值Msp\_fb,向速度偏差运算部64输出。

[0071] 在S175中,控制器65对反馈占空比D\_fb进行运算。在S176中,前馈修正值运算部66对与控制模式对应的前馈占空比D\_ff进行运算。在S177中,前馈项修正部67将反馈占空比D\_fb与前馈占空比D\_ff相加,对修正后反馈占空比Da进行运算。

[0072] 在判断为控制模式是模式4的情况下(S171:否)转移到的S178中,紧急制动占空比运算部70根据突入速度Msp\_i而设定固定占空比Db。在设定了固定占空比Db的情况下,维持已设定的值。在S179中,PWM信号生成部73基于运算出的修正后反馈占空比Da或固定占空比Db,生成指令信号Spwm。ECU50基于生成的指令信号Spwm对马达10的驱动进行控制。

[0073] 回到图8,在判断为控制模式是1~4以外的情况下(S106:否)转移到的S108中,ECU50判断控制模式是否是模式5。在判断为控制模式不是模式5、即是模式0的情况下(S108:否),向S112转移。在判断为控制模式是模式5的情况下(S108:是),向S109转移。

[0074] 在S109中,ECU50判断计时器值Tc是否比固定判定阈值Tth2大。固定判定阈值Tth2根据通过固定相通电使最大占空比持续的占空比固定时间Tf(例如20ms)而设定。占空比固定时间Tf比固定相通电持续时间Ta短。在判断为计时器值Tc是固定判定阈值Tth2以下的情

况下(S109:否),向S110转移。在判断为计时器值 $T_c$ 比固定判定阈值 $T_{th2}$ 大的情况下(S109:是),向S111转移。

[0075] 在S110中,固定相通电控制部75生成向与实际计数值 $C_{en}$ 对应的固定相以最大占空比通电的指令信号 $S_{fix}$ 。ECU50基于所生成的指令信号 $S_{fix}$ 对马达10的驱动进行控制。在S111中,固定相通电控制部75为使经过了固定相通电持续时间 $T_a$ 时的电流成为0,生成以设定成使电流逐渐变小的占空比向与实际计数值 $C_{en}$ 对应的固定相通电的指令信号 $S_{fix}$ 。ECU50基于所生成的指令信号 $S_{fix}$ 对马达10的驱动进行控制。

[0076] 在判断为通电标志是OFF的情况下(S103:否)、或者在判断为控制模式不是1~5、即控制模式是模式0的情况下(S108:否)转移到的S112中,ECU50将向马达10的通电断开。在马达10的通电断开的情况下使断开状态持续。此外,将通电标志设为OFF。

[0077] 基于图11所示的时序图说明马达控制处理。图11以共通时间轴为横轴,从上段起,表示驾驶员要求换挡挡位、通电标志、马达10的角度、马达速度、占空比、马达电流、控制模式。在图11中,将马达10的角度用编码器13的计数值表示。图13也是同样的。

[0078] 如图11所示,在时刻 $x_1$ 以前,在驾驶员要求换挡挡位维持在P挡位的情况下,将马达10的控制状态设为模式0的通电断开控制。在时刻 $x_1$ ,当驾驶员要求换挡挡位从P挡位变化为D挡位,则通电标志被设为ON,将控制状态切换为模式1的加速控制。此外,根据驾驶员要求换挡挡位而设定目标计数值 $C_{en}^*$ 。在加速控制中,ECU50通过最大占空比下的PWM控制对马达10进行驱动。此外,在加速控制中,将没有进行相位超前补偿的马达速度 $M_{sp}$ 进行反馈。

[0079] 在时刻 $x_2$ ,当马达速度 $M_{sp}$ 变得比目标马达速度 $M_{sp}^*$ 大,则将控制状态切换为模式2的稳定控制。在稳定控制中,将进行了相位超前补偿的值即相位超前补偿值 $M_{sp\_pl}$ 进行反馈。在时刻 $x_3$ ,当目标马达速度 $M_{sp}^*$ 转为下降,则将控制状态切换为模式3的减速控制。在本实施方式中,在起因于旋转角的检测延迟、检测的分辨率而容易发生不规则振荡(hunting)的稳定状态及减速状态下,将进行了相位超前补偿的相位超前补偿值 $M_{sp\_pl}$ 进行反馈。由此,抑制稳定状态及减速状态下的不规则振荡。

[0080] 在角度偏差 $e$ 变得比角度判定阈值 $e_{th}$ 小的时刻 $x_4$ ,将控制模式切换为模式4的紧急制动控制。在紧急制动控制时,基于与突入速度 $M_{sp\_i}$ 对应地设定的固定占空比 $Db$ 对马达10的驱动进行控制。通过进行紧急制动控制,能够抑制过冲。另外,从时刻 $x_1$ 到向固定相通电控制转移的时刻 $x_5$ 的期间中,通过PWM控制对马达10的驱动进行控制。

[0081] 在时刻 $x_5$ ,当判定了马达10的反转,则将控制模式切换为模式5的固定相通电控制。在本实施方式中,在从时刻 $x_5$ 到经过固定相通电持续时间 $T_a$ 的时刻 $x_7$ 的期间中,持续固定相通电控制。由此,能够适当地使马达10停止。

[0082] 此外,马达10是弹簧质点系统,所以如双点划线所示,在固定相通电持续时间 $T_a$ 中,在以最大占空比持续固定相通电后,当在时刻 $x_7$ 将通电断开,则马达轴突然被释放从而发生振动。在通过该振动而马达轴被驱动的情况下,有可能输出轴15也被驱动。

[0083] 因此,在本实施方式中,在从固定相通电开始到占空比固定时间 $T_f$ 经过的时刻 $x_6$ 的第1期间中,以最大占空比进行固定相通电。此外,在固定相通电控制下从经过占空比固定时间 $T_f$ 到成为固定相通电持续时间 $T_a$ 、即从时刻 $x_6$ 到时刻 $x_7$ 的第2期间中,使占空比逐渐变化到0,以使得固定相通电持续时间 $T_a$ 结束的时刻 $x_7$ 的马达电流 $I_m$ 成为0。在图11中,线性

地使占空比逐渐变化,但也可以使其非线性地逐渐变化,也可以使其阶段性地逐渐变化。由此,抑制了从固定相通电切换为通电断开时的马达轴的振动,在通电断开时,能够适当地维持马达轴及输出轴15停止的状态。

[0084] 如以上说明的那样,本实施方式的换挡挡位控制装置,是通过对马达10的驱动进行控制来切换换挡挡位的装置,具备第1切换控制部71、反转判定部76和第2切换控制部77。第1切换控制部71,在目标计数值 $Cen^*$ 与实际计数值 $Cen$ 之差即角度偏差 $e$ 变得比角度判定阈值 $e_{th}$ 小的情况下,从反馈控制切换为固定占空比 $Db$ 下的控制。本实施方式的固定占空比 $Db$ ,是使马达10的旋转停止那样的紧急制动占空比。详细地讲,在如果反馈控制开始后的加速控制或稳定控制时的占空比为正则固定占空比 $Db$ 为负的状态下,固定占空比 $Db$ 是与根据要求换挡挡位的切换方向使马达10旋转时的占空比正负相反的占空比。

[0085] 反转判定部76对马达10进行了反转进行判定。第2切换控制部77在判定为马达10反转了的情况下,从固定占空比 $Db$ 下的控制切换为对马达10的固定相通电的固定相通电控制。由此,能够提高响应性并抑制过冲,并在目标位置适当地使马达10停止。

[0086] 固定占空比 $Db$ 根据当判定为角度偏差 $e$ 比角度判定阈值 $e_{th}$ 小时的马达10的旋转速度即突入速度 $Msp_i$ 而被设定。由此,能够对应于马达速度 $Msp$ 而抑制过冲,并在目标位置适当地使马达10停止。

[0087] 换挡挡位控制装置40,在从开始固定相通电控制起经过了固定相通电持续时间 $Ta$ 的情况下,将通电断开。通过在固定相通电时间 $T1$ 中持续固定相通电控制,能够可靠地使马达10停止。此外,在固定相通电持续期间 $Ta$ 经过后,通过设为通电断开,能够降低耗电。

[0088] 将固定相通电控制持续的期间中的、到作为规定时间的占空比固定时间 $Tf$ 经过为止的第1期间中的占空比设为恒定,在从占空比固定时间 $Tf$ 经过到结束固定相通电控制的第2期间中,使占空比逐渐变化以使马达10的电流接近为0。由此,能够抑制从固定相通电控制切换为通电断开时的马达轴的振动,在通电断开时也能够维持输出轴15在希望的位置停止的状态。

[0089] (第2实施方式)

[0090] 在图12及图13中表示第2实施方式。在本实施方式中,固定相通电控制与上述实施方式不同,因此以这一点为中心进行说明,关于其他点的说明省略。图12是说明本实施方式的马达控制处理的流程图。图12中,除了代替在S109后转移的S110及S111而设为S210及S211这一点以外,与图8是同样的。

[0091] 在S109中,在判断为计时器值 $Tc$ 是固定判定阈值 $Tth2$ 以下的情况下(S109:否),向S210转移。在S210中,固定相通电控制部75生成向与实际计数值 $Cen$ 对应的固定相以第1占空比 $D1$ 通电的指令信号 $Sfix$ 。在本实施方式中,第1占空比 $D1$ 例如设为作为最大占空比的一100[%]。ECU50基于所生成的指令信号 $Sfix$ 对马达10的驱动进行控制。

[0092] 在S109中,在判断为计时器值 $Tc$ 比固定判定阈值 $Tth2$ 大的情况下(S109:是),向S211转移。在S211中,固定相通电控制部75为使电流比占空比固定时间 $Tf$ 经过前减小而生成以第2占空比 $D2$ 向与实际计数值 $Cen$ 对应的固定相通电的指令信号 $Sfix$ ,第2占空比 $D2$ 与第1占空比 $D1$ 符号相等且绝对值较小。第2占空比 $D2$ 是任意的规定值(例如-30[%])。ECU50基于所生成的指令信号 $Sfix$ 对马达10的驱动进行控制。

[0093] 图13是说明本实施方式的马达控制处理的时序图。到时刻 $x6$ 为止的处理与第1实

施方式是同样的。如图13所示,在固定相通电控制下,在到占空比固定时间 $T_f$ 经过的时刻 $x_6$ 为止的第1期间中,以作为最大占空比的第1占空比 $D_1$ 进行固定相通电。此外,在固定相通电控制下,在从占空比固定时间 $T_f$ 经过到成为固定相通电持续时间 $T_a$ 、即从时刻 $x_6$ 到时刻 $x_7$ 的第2期间中,以绝对值比第1占空比 $D_1$ 小的第2占空比 $D_2$ 进行固定相通电控制。通过从第1占空比 $D_1$ 变更为第2占空比 $D_2$ ,第2期间的马达电流 $I_m$ 与第1期间相比变小,所以与使第1占空比 $D_1$ 下的通电持续的情况相比,能够抑制切换为通电断开时的马达轴的振动。

[0094] 在本实施方式中,将固定相通电控制持续的期间中的、到作为规定时间的占空比固定时间 $T_f$ 经过为止的第1期间中的占空比设为第1占空比 $D_1$ ,在从占空比固定时间 $T_f$ 经过到结束固定相通电控制的第2期间中,设为绝对值比第1占空比 $D_1$ 小的第2占空比 $D_2$ 。由此,能够抑制从固定相通电控制切换为通电断开时的马达轴的振动,在通电断开时也能够维持输出轴15在希望的位置停止的状态。

[0095] (其他实施方式)

[0096] 在上述实施方式中,马达是永磁体式的3相无刷马达。在其他实施方式中,马达只要能够切换反馈控制和固定相通电控制,则使用怎样的马达都可以。此外,在上述实施方式中,在马达中设置有2组绕线组。在其他实施方式中,马达的绕线组也可以是1组,也可以是3组以上。在上述实施方式中,在反馈控制中进行基于 $120^\circ$ 通电的矩形波控制。在其他实施方式中,在反馈控制中也可以进行基于 $180^\circ$ 通电的矩形波控制。此外,并不限于矩形波控制,也可以为三角波比较方式、瞬时矢量选择方式的PWM控制。

[0097] 在上述实施方式中,作为对马达的旋转角进行检测的旋转角传感器而使用编码器。在其他实施方式中,旋转角传感器并不限于编码器,解算器(resolver)等怎样的形态都能够使用。此外,也可以代替编码器的计数值而反馈能够换算为马达的旋转角的编码器计数值以外的值。关于固定相通电控制中的固定相的选择也是同样的。

[0098] 在上述实施方式中,当速度状态为稳定控制或减速控制时,将进行相位超前滤波处理后的相位超前值进行反馈。在其他实施方式中,可以是,在速度状态为加速控制时也反馈进行相位超前滤波处理后的值。此外,也可以将稳定状态及减速状态的至少一方的相位超前滤波处理省略。此外,速度状态的判定例如可以使用马达速度的微分值进行判定等,判定方法不限于上述实施方式的方法,是怎样的方法都可以。

[0099] 在上述实施方式中,使用1个角度判定阈值判定从反馈控制向固定占空比下的紧急制动控制的切换。在其他实施方式中,角度判定阈值例如也可以是,以马达速度越大则角度判定阈值越大这样的情况根据马达速度而设为可变。在上述实施方式中,紧急制动控制中的固定占空比根据突入速度而设定。在其他实施方式中,固定占空比也可以不取决于突入速度而是规定值(例如最大占空比)。

[0100] 在上述实施方式中,在固定相通电控制中,到占空比固定时间经过为止的占空比是最大占空比。在其他实施方式中,固定相通电控制中的到占空比固定时间经过为止的占空比也可以不是最大占空比。此外,在其他实施方式中,也可以将固定相通电控制中的占空比变更处理省略,固定相通电中的占空比也可以是恒定的。

[0101] 在上述实施方式中,止动板设有4个凹部。在其他实施方式中,凹部的数量并不限于4个,是几个都可以。例如,也可以将止动板的凹部设为2个来切换P挡位和notP挡位。此外,换挡挡位切换机构及驻车锁定机构等也可以与上述实施方式不同。

[0102] 以上,本发明不受限于上述实施方式,在不脱离其主旨的范围内能够以各种形态实施。

[0103] 将本发明依据实施方式进行了记述。但是,本发明并不限于该实施方式及构造。本发明也包含各种各样的变形例及等价的范围内的变形。此外,各种各样的组合及形态,进而在它们中仅包含一要素、其以上或其以下的其他的组合及形态,也落入本发明的范畴及思想范围中。

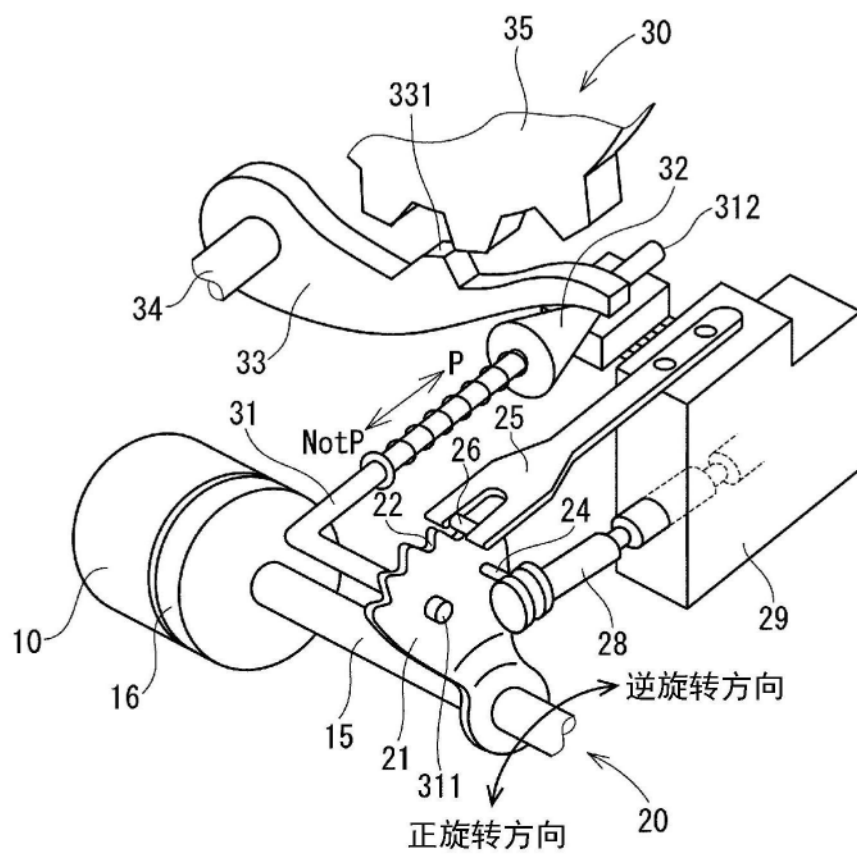


图1

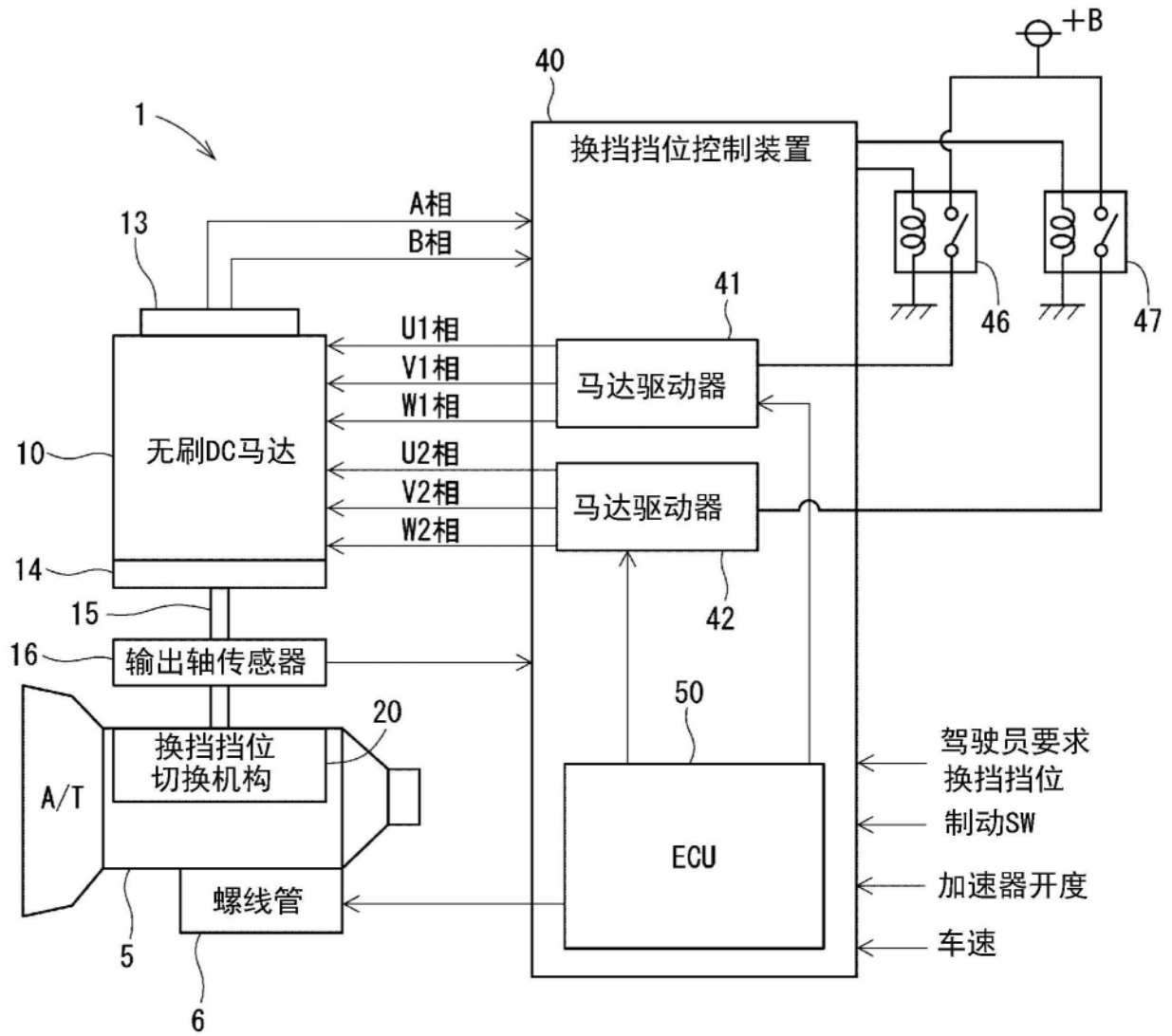


图2

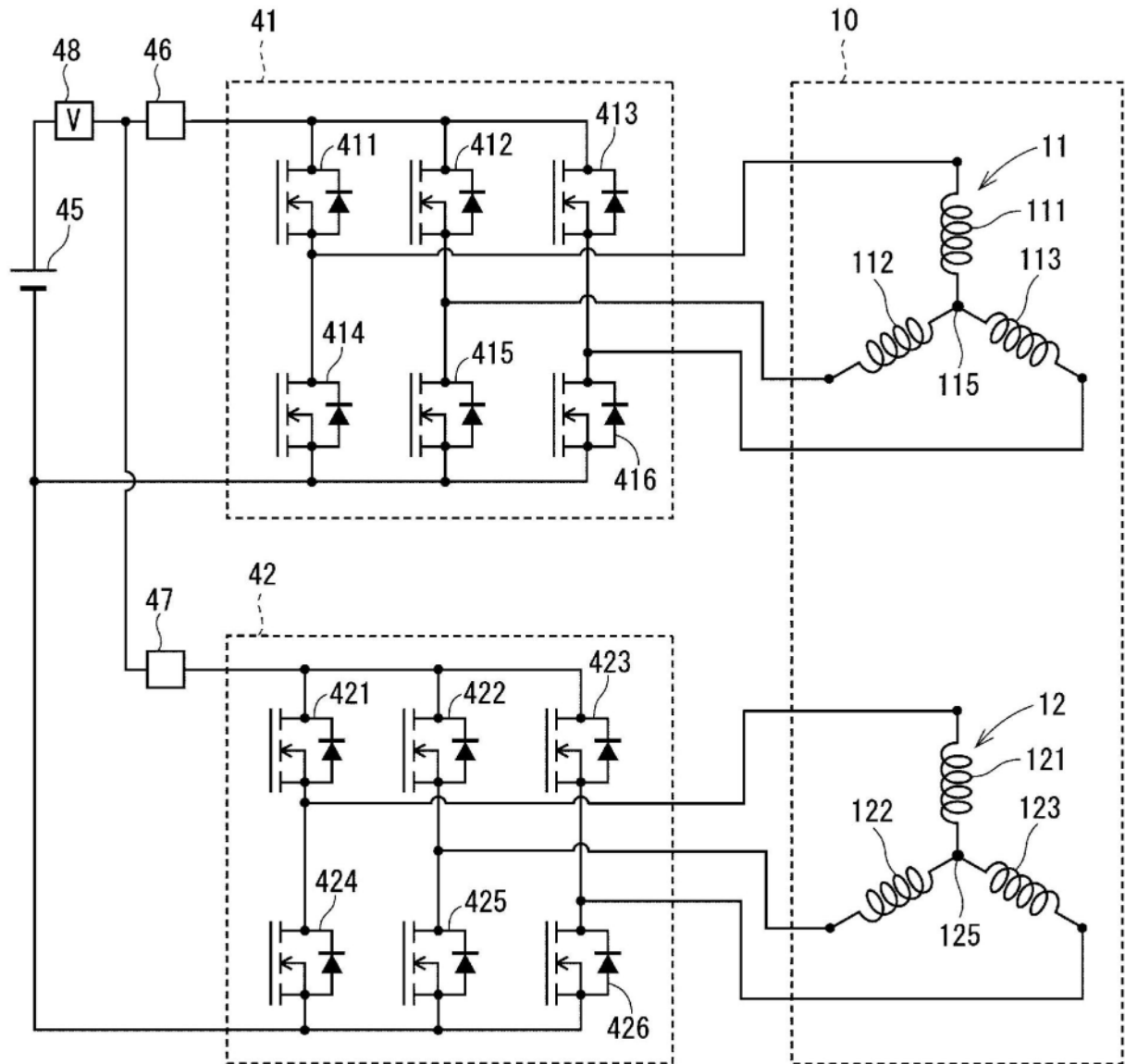


图3



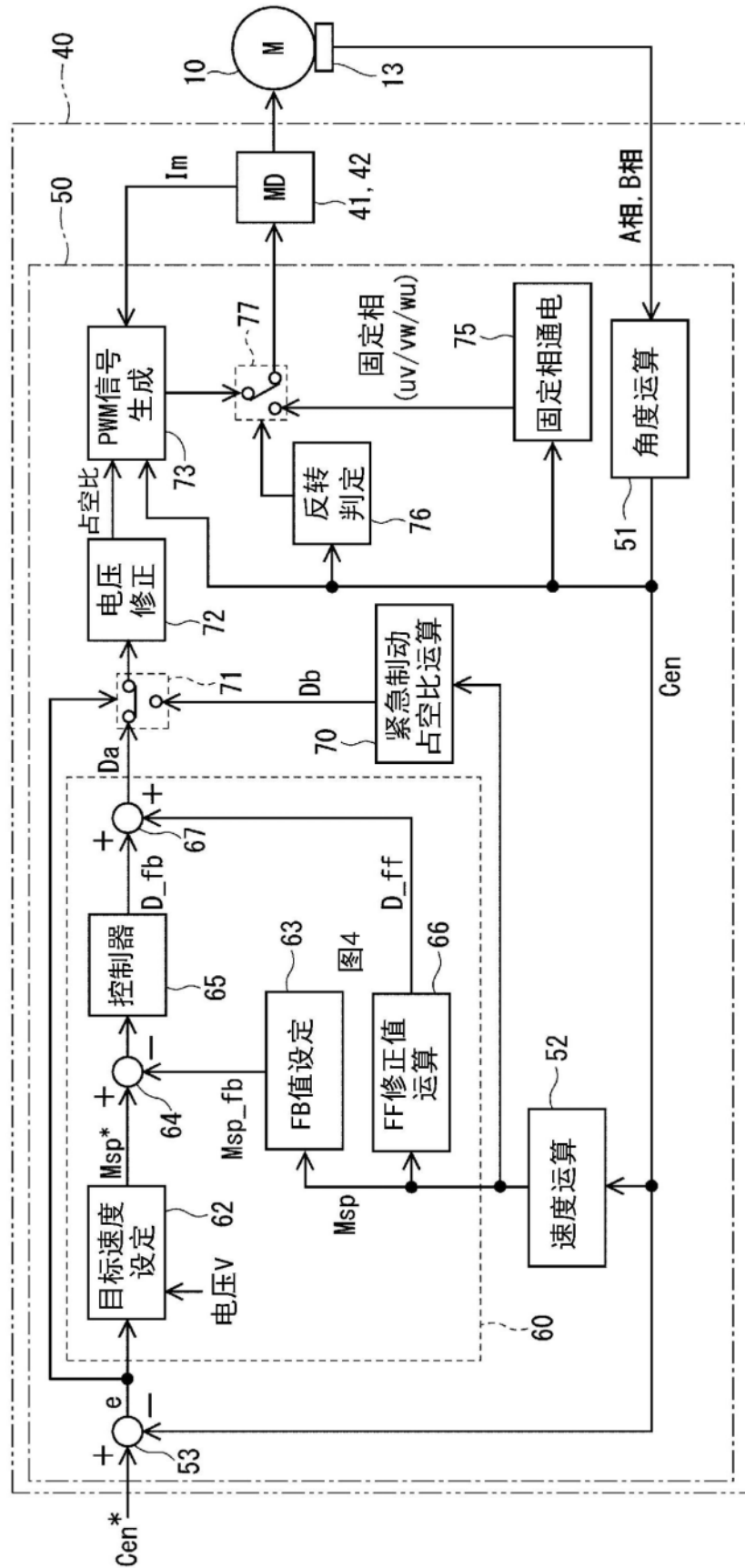


图4

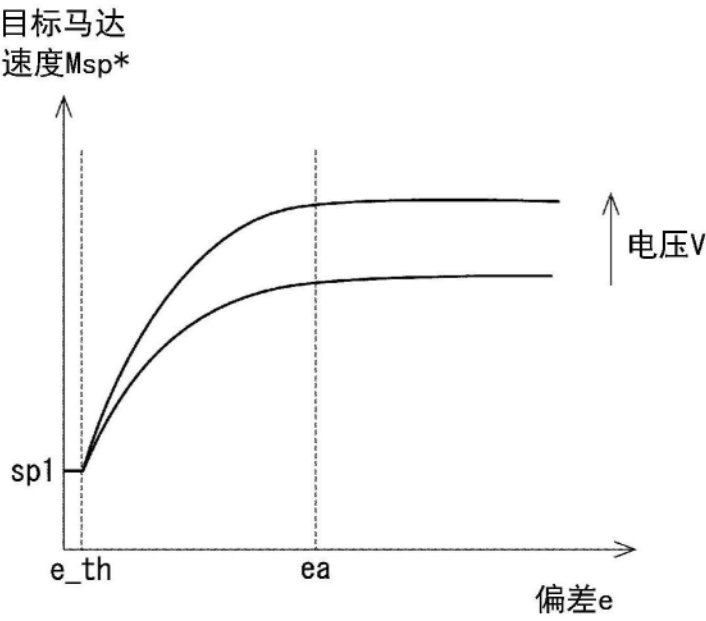


图5

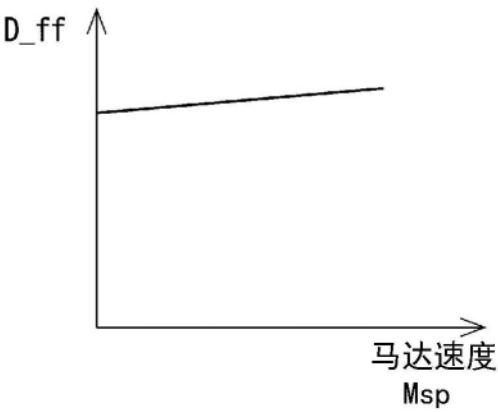


图6A

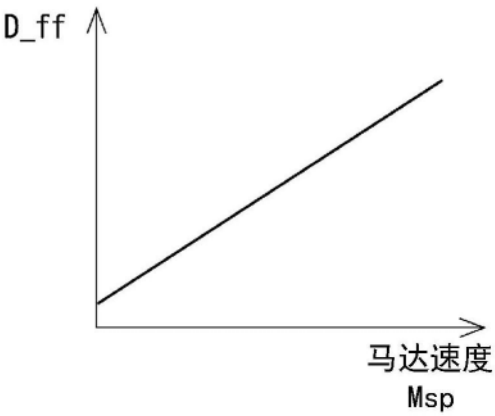


图6B

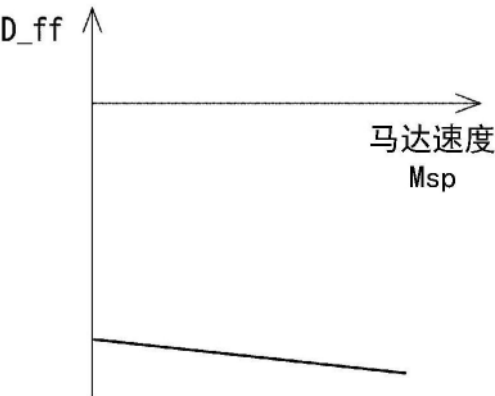


图6C

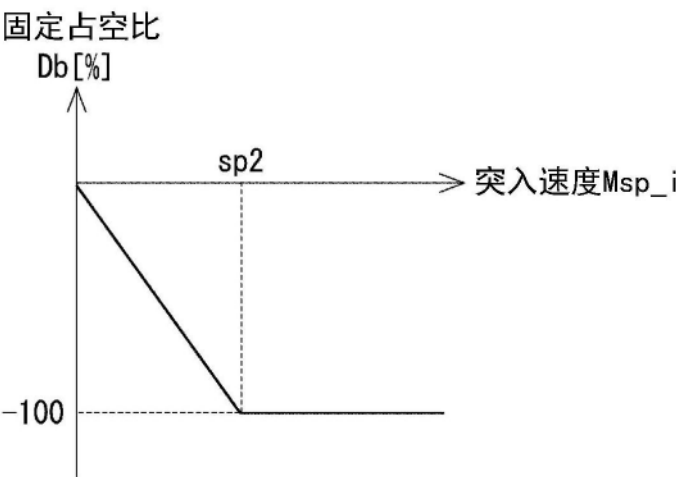


图7

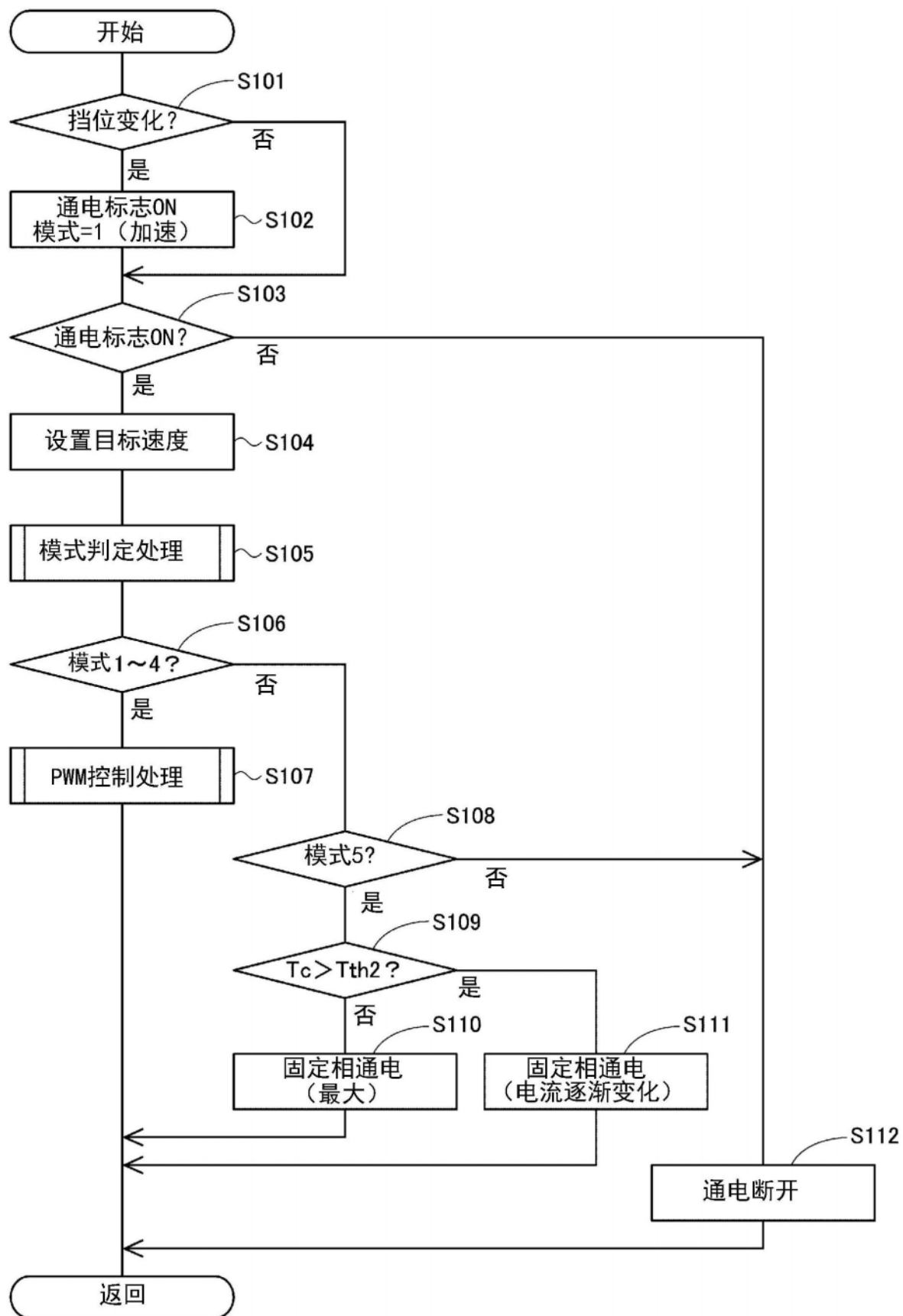


图8

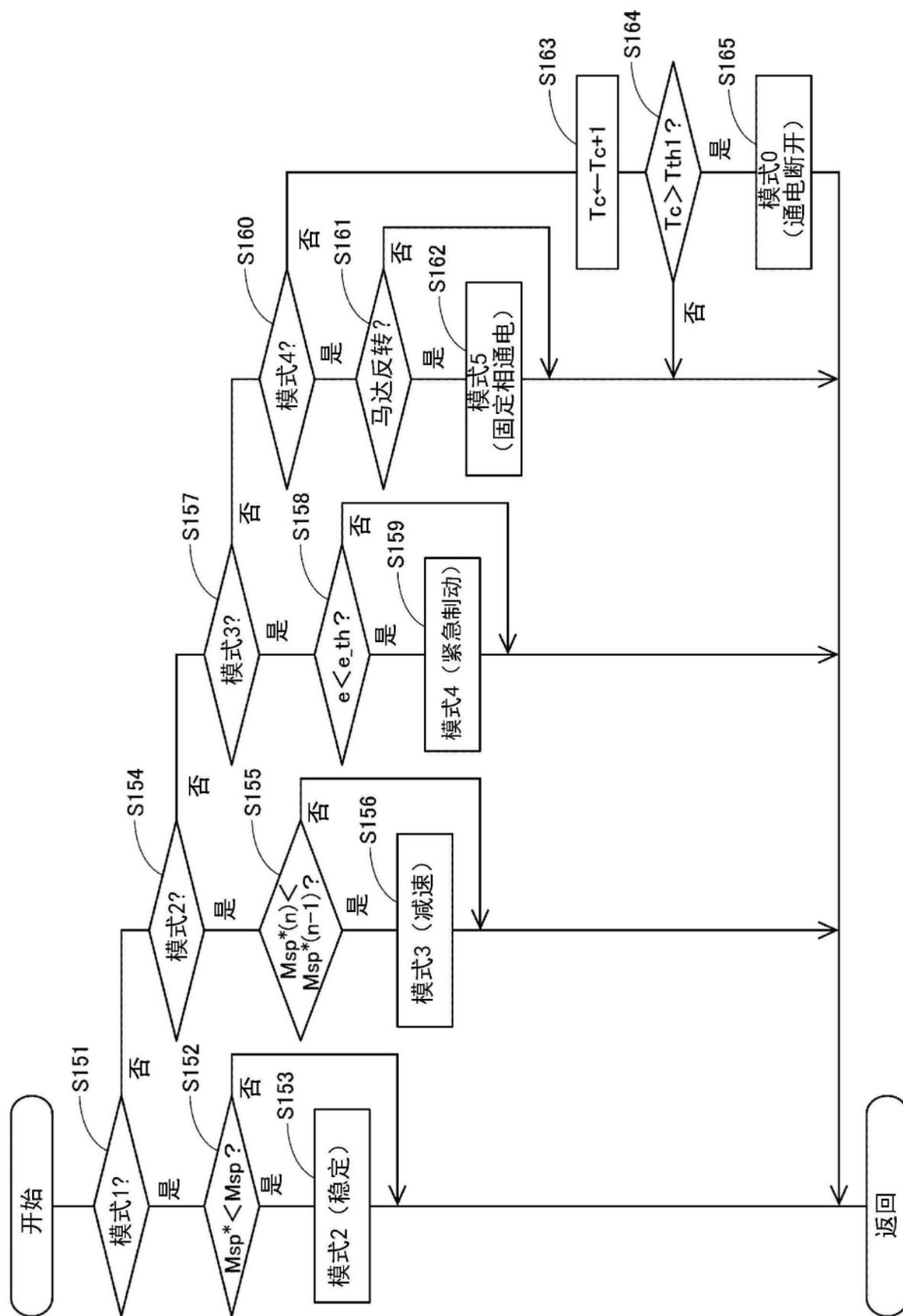


图9

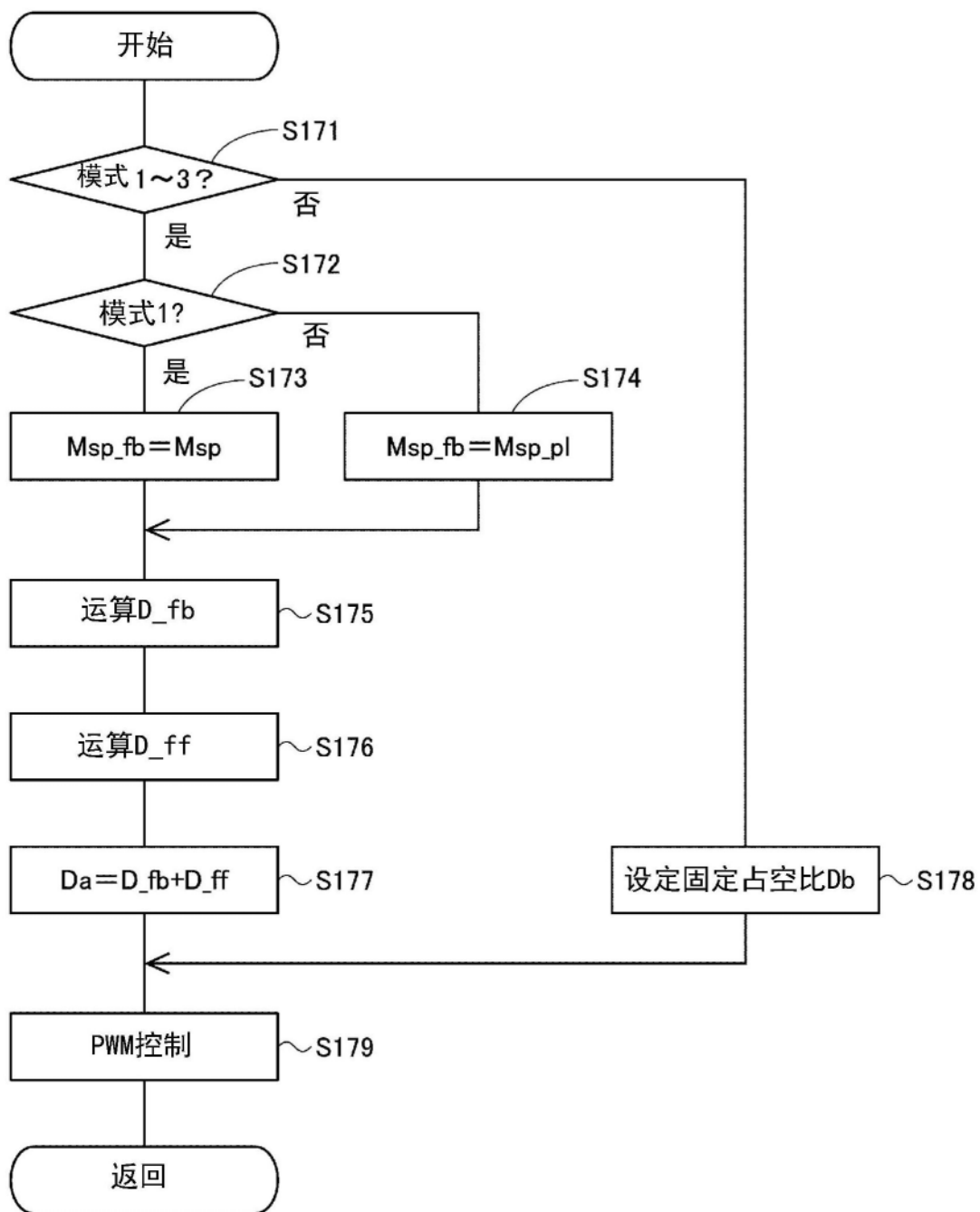


图10

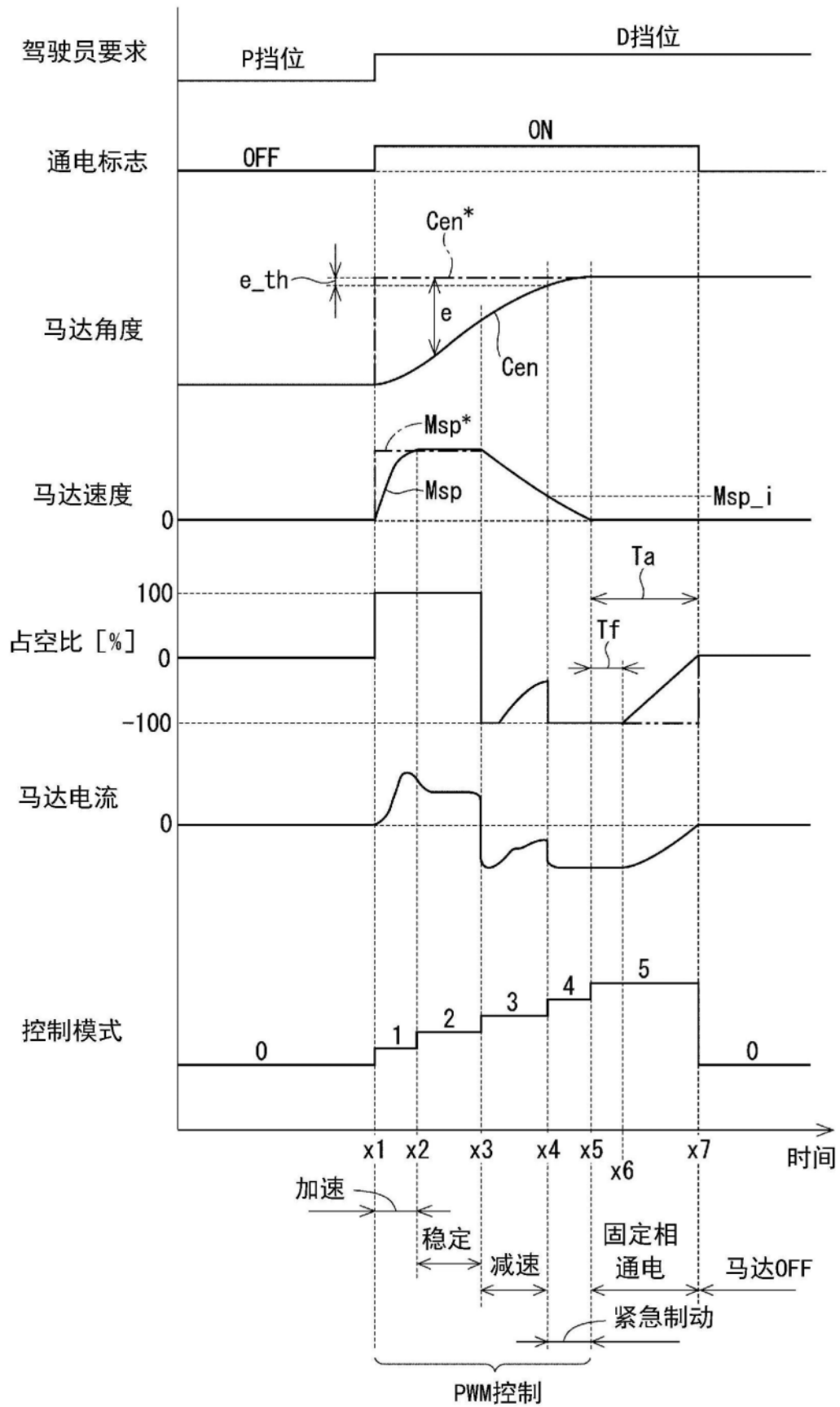


图11

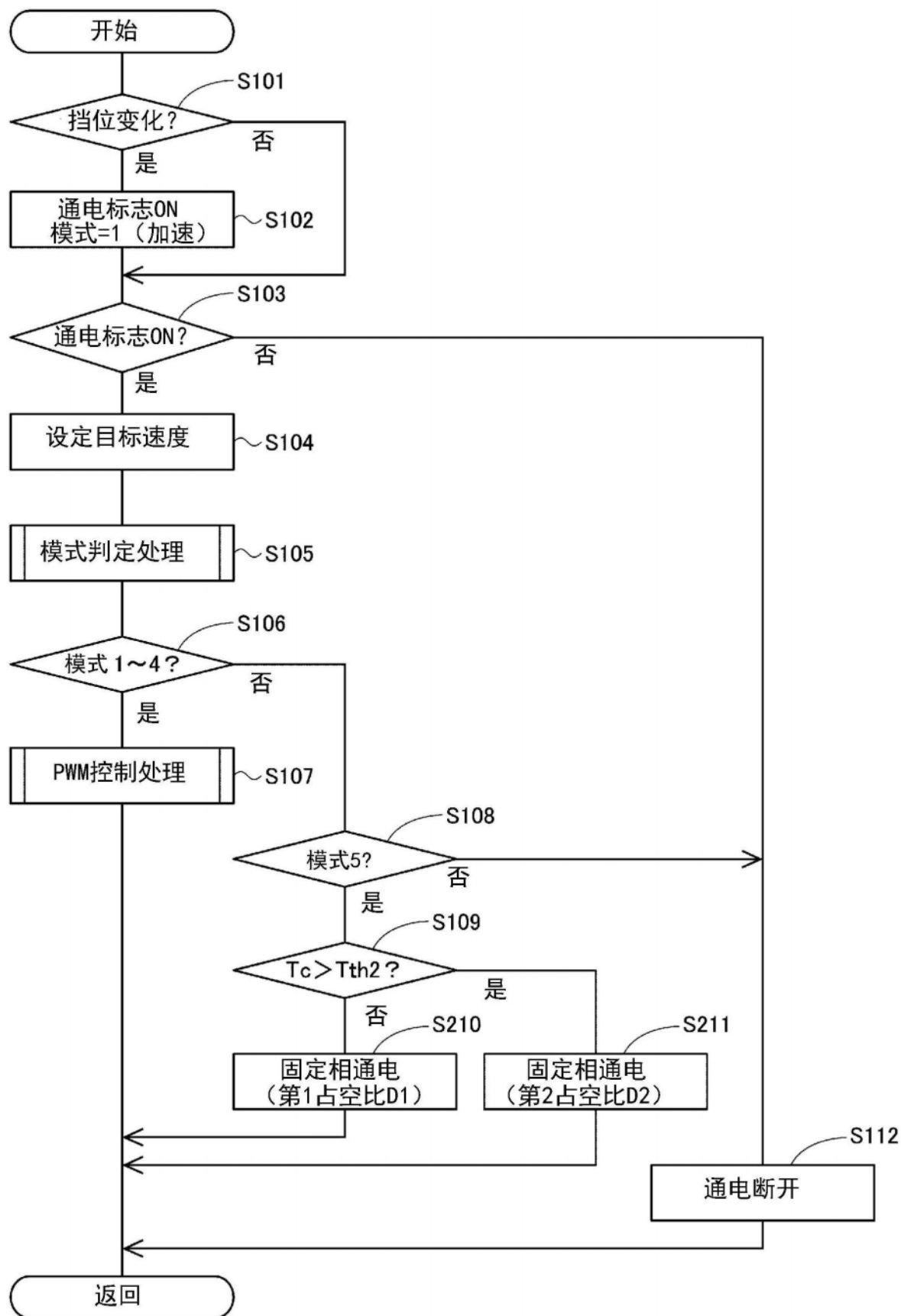


图12



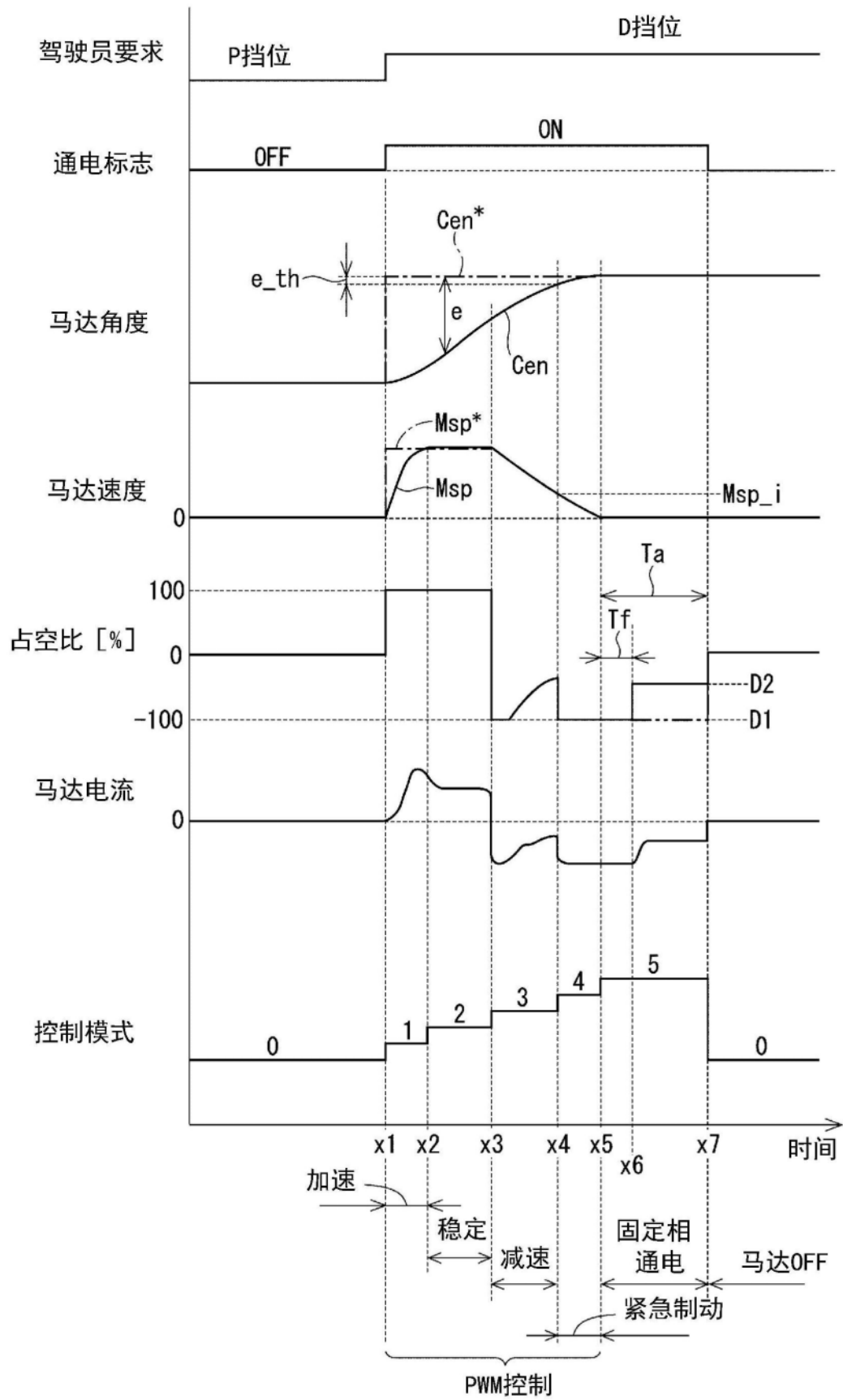


图13