



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118871252 A

(43) 申请公布日 2024. 10. 29

(21) 申请号 202380023559.3

(22) 申请日 2023.02.07

(30) 优先权数据

2022-033974 2022.03.04 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.08.23

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/003914 2023.02.07

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/166922 JA 2023.09.07

(71) 申请人 工机控股株式会社

地址 日本东京港区港南二丁目15番1号

(72) 发明人 藤本刚也 新户俊也 仲野领佑

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205

专利代理师 马爽 黄健

(51) Int.Cl.

B25F 5/00 (2006.01)

B25B 23/14 (2006.01)

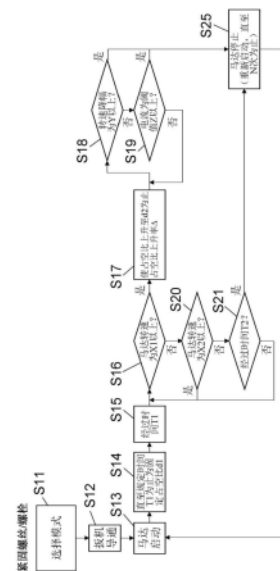
权利要求书2页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

作业机

(57) 摘要

本发明提供一种扭矩精度高的作业机。微型计算机95在滑动开关24的一次接通操作的期间,当满足与作用于前端工具14的扭矩相关的规定条件时(S18的是或S19的是),使占空比下降至与设定扭矩相应的d1,将马达施加电压的有效值设为与设定扭矩相应的完成用有效值(S25、S13、S14)。微型计算机95当在将占空比设为d1时满足完成条件时,即便滑动开关24受到接通操作,仍将马达施加电压的有效值设为零而停止马达12(S20的否、S21的是、S25)。



1. 一种作业机,其特征在于包括:  
马达;  
操作部,切换所述马达的接通/断开;  
前端工具保持部,保持通过所述马达的驱动力来驱动的前端工具;  
电流检测部,检测流经所述马达的电流;以及  
控制部,构成为,在所述操作部的一次接通操作的期间,在电流达到阈值之前以第一占空比进行驱动,在电流达到阈值之后,不论所述操作部的操作量如何,均以固定的第二占空比进行驱动。
2. 根据权利要求1所述的作业机,其中  
所述控制部构成为,不论所述操作部的操作量如何,均使所述第二占空比持续规定时间。
3. 根据权利要求1或2所述的作业机,其具有紧固扭矩选择部,  
所述控制部对应于利用所述紧固扭矩选择部的选择来设定所述第二占空比的值。
4. 一种作业机,包括:  
马达;  
操作部,切换所述马达的接通/断开;  
前端工具保持部,保持通过所述马达的驱动力来驱动的前端工具;以及  
控制部,控制所述马达的驱动,  
所述控制部构成为,具有紧固模式,在所述紧固模式中,在所述操作部的一次接通操作的期间,当满足与作用于所述前端工具的扭矩相关的规定条件时,使施加至所述马达的施加电压的有效值下降,从而不论所述操作部的操作量如何,均将其设为完成用有效值。
5. 根据权利要求4所述的作业机,其具有紧固扭矩选择部,  
所述控制部对应于利用所述紧固扭矩选择部的选择来设定所述完成用有效值。
6. 根据权利要求4所述的作业机,其中  
所述控制部构成为,当在将所述施加电压的有效值设为所述完成用有效值时满足完成条件时,即便所述操作部受到接通操作,仍将所述施加电压的有效值设为零。
7. 根据权利要求6所述的作业机,其中  
所述完成条件包含:所述马达的转速小于规定转速 $X_2$ 。
8. 根据权利要求6所述的作业机,其中  
所述完成条件包含:所述马达的转速小于规定转速 $X_2$ 的状态持续规定时间 $T_2$ 。
9. 根据权利要求6所述的作业机,其中  
所述控制部构成为,在将所述施加电压的有效值设为所述完成用有效值时,即便所述马达停止,仍将所述施加电压维持为所述完成用有效值,直至满足所述完成条件为止。
10. 根据权利要求6所述的作业机,其中  
所述控制部构成为,在满足所述完成条件而将所述施加电压的有效值设为零之后,进行告知控制。
11. 根据权利要求10所述的作业机,其中  
所述告知控制包含所述马达的暂时性的驱动控制。
12. 根据权利要求4至11中任一项所述的作业机,其中

所述控制部构成为,在所述紧固模式中,当对所述操作部进行接通操作时,将所述施加电压的有效值设为所述完成用有效值而以规定时间T1驱动所述马达,随后,相对于所述完成用有效值提高所述施加电压的有效值。

13.根据权利要求4所述的作业机,其中

所述控制部构成为,在通过满足所述规定条件而使所述施加电压的有效值下降以将其设为所述完成用有效值时,暂时性地停止所述马达后,将所述施加电压的有效值设为所述完成用有效值。

14.根据权利要求4所述的作业机,其中

所述规定条件包含:所述马达的转速的下降速度为规定值以上。

15.根据权利要求4所述的作业机,其中

所述规定条件包含:流经所述马达的电流为阈值以上。

## 作业机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种起子钻机等作业机。

### 背景技术

[0002] 下述专利文献1公开了一种起子钻机(driver drill),当基于马达电流所计算的紧固扭矩推测值超过设定值时使马达停止。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本专利特开2009-202317号公报

### 发明内容

[0006] 发明所要解决的问题

[0007] 基于马达电流来推测紧固扭矩的方法有能够简化机械结构的优点,但存在紧固扭矩的偏差大的问题。

[0008] 本发明的目的在于提供一种扭矩精度高的作业机。

[0009] 解决问题的技术手段

[0010] 本发明的一实施例是一种作业机。所述作业机包括:马达;操作部,切换所述马达的接通/断开;前端工具保持部,保持通过所述马达的驱动力来驱动的前端工具;电流检测部,检测流经所述马达的电流;以及控制部,构成为,在所述操作部的一次接通操作的期间,在电流达到阈值之前以第一占空比进行驱动,在电流达到阈值之后,不论电流的大小如何,均以固定的第二占空比进行驱动。

[0011] 本发明的另一实施例是一种作业机。所述作业机包括:马达;操作部,切换所述马达的接通/断开;前端工具保持部,保持通过所述马达的驱动力来驱动的前端工具;以及控制部,控制所述马达的驱动,所述控制部构成为,具有紧固模式,在所述紧固模式中,在所述操作部的一次接通操作的期间,当满足与作用于所述前端工具的扭矩相关的规定条件时,使施加至所述马达的施加电压的有效值下降而将其设为完成用有效值。

[0012] 本发明的又一实施例是一种作业机。所述作业机包括:马达;操作部,切换所述马达的接通/断开;前端工具保持部,保持前端工具且通过所述马达的驱动力来驱动;以及控制部,控制所述马达的驱动,所述控制部构成为,具有紧固模式,在所述紧固模式中,当对所述操作部进行接通操作时,将施加至所述马达的施加电压的有效值设为完成用有效值而以规定时间T1驱动所述马达,随后,相对于所述完成用有效值提高所述施加电压的有效值,并且构成为,当在将所述施加电压的有效值设为所述完成用有效值时满足完成条件时,即便所述操作部受到接通操作仍停止所述马达。

[0013] 本发明的再一实施例是一种作业机。所述作业机包括:马达;操作部,切换所述马达的接通/断开;前端工具保持部,保持前端工具且通过所述马达的驱动力来驱动;以及控制部,控制所述马达的驱动,所述控制部构成为,具有松动模式,在所述松动模式中,当对所

述操作部进行接通操作时,将施加至所述马达的施加电压的有效值设为开始用有效值而驱动所述马达,当所述马达的转速成为规定转速X3以上时,相对于所述开始用有效值提高所述施加电压的有效值。

[0014] 本发明也可表达为“电动作业机”或“电动工具”、“电动机器”等,像这样表达者也作为本发明的实施例而有效。

[0015] 发明的效果

[0016] 根据本发明,能够提供扭矩精度高的作业机。

## 附图说明

[0017] [图1]是本发明的实施方式的作业机1的侧剖面图。

[0018] [图2]是作业机1的操作面板31的外观图,是表示操作面板31的四种结构例的各者的图。

[0019] [图3]是作业机1的电路框图。

[0020] [图4]是通过作业机1所进行的紧固作业的控制流程图。

[0021] [图5]是通过作业机1所进行的松动作业的控制流程图。

[0022] [图6]是表示通过作业机1进行螺栓的紧固作业时的螺栓相对于对象材的浮起量、紧固扭矩、马达电流、马达转速及占空比的时间变化的一例的时间图。

[0023] [图7]是表示通过作业机1进行螺丝的紧固作业时的螺丝相对于对象材的浮起量、紧固扭矩、马达电流、马达转速及占空比的时间变化的一例的时间图。

[0024] [图8] (A) 是表示通过作业机1进行螺栓的松动作业时的螺栓相对于对象材的浮起量、紧固扭矩、马达电流、马达转速及占空比的时间变化的一例的时间图。(B) 是表示通过作业机1进行螺丝的松动作业时的螺丝相对于对象材的浮起量、紧固扭矩、马达电流、马达转速及占空比的时间变化的一例的时间图。

## 具体实施方式

[0025] 在实施方式中,对于各图所示的相同或等价的构成元件、构件等标注相同的符号,并适当省略重复的说明。实施方式为例示而不限定发明。实施方式中记述的所有特征或其组合不一定是发明的本质性内容。

[0026] 图1是本发明的实施方式的作业机1的侧剖面图。通过图1来定义作业机1的彼此正交的前后及上下方向。前后方向是与旋转轴13平行的方向。作业机1为起子钻机。作业机1包括可充电的电池(二次电池)11与将电池11作为电源受到旋转驱动的电动马达(电动机)12。

[0027] 电动马达12(以下称作“马达12”)具有旋转轴13。旋转轴13经由行星齿轮机构(减速机)16来使前端工具14驱动(旋转)。前端工具14被保持(固定)于作为前端工具保持部的自锁夹头(keyless chuck)15。通过操作自锁夹头15,将前端工具14替换为其他规格的起子头或六角套筒等前端工具。

[0028] 作业机1包括形成其外廓的壳体20。壳体20是通过塑料等进行注射成形而形成从侧方观察呈大致T字形状。壳体20包含收容马达12的壳体本体21、夹持部22及电池保持部23。夹持部22沿与旋转轴13(轴向)交叉的方向延伸。具体而言,夹持部22从壳体本体21朝下方延伸。

[0029] 在夹持部22的下端部设有电池保持部23。在电池保持部23中,可一触(one touch)装卸地安装有电池11。电池11通过未图示的锁定机构而固定于电池保持部23。由此,防止电池11因振动等从电池保持部23脱落。

[0030] 在夹持部22的上端部,设有可沿旋转轴13的轴向移动的滑动开关24。滑动开关24是切换马达12的接通/断开(驱动、停止)的操作部。滑动开关24为无级变速扳机开关。对应于滑动开关24的扳扣量,马达12的转速受到调整。具体而言,扳扣量越多,则马达12的转速越高。

[0031] 作业机1在滑动开关24的附近上方具有正反切换按钮25。通过正反切换按钮25,能够切换马达12的旋转方向(正转、反转)即前端工具14的旋转方向(正转、反转)。

[0032] 作业机1在壳体本体21内且马达12的前方具有开关控制基板80。开关控制基板80搭载图2所示的逆变器电路82,将从蓄电池11供给的直流电力转换为交流电力而供给至马达12。在开关控制基板80上,除了逆变器电路82以外,还设有图2所示的控制信号输出电路83、磁传感器84、转子位置检测电路85及温度检测电路86。

[0033] 作业机1在电池保持部23内具有主控制基板81。主控制基板81搭载图2所示的作为控制部的微型计算机95(微控制器),对逆变器电路82进行控制。在主控制基板81上,除了微型计算机95以外,还设有图2所示的降压电路87、控制系统电源电路88、电池电压检测电路89、过放电检测电路90、电流检测电路91、通信电路92及电池温度检测电路93。

[0034] 作业机1在电池保持部23的上表面具有操作面板31。作业者通过对操作面板31进行操作来变更后述的固定占空比,由此可设定目标扭矩。

[0035] 通过设于开关控制基板80的霍尔集成电路(Integrated Circuit, IC) 33(磁传感器)来检测用于变更行星齿轮机构16的齿轮比的选档开关(shift knob) 17的位置,通过知晓当前的齿轮比,能够变更固定占空比。

[0036] 图2(A)是作为操作面板31的第一结构例的操作面板31A的外观图。操作面板31A具有作为紧固扭矩选择部的扭矩设定按钮35及扭矩显示部38。扭矩显示部38通过发光二极管(Light Emitting Diode, LED)等发光部而以八阶段来显示当前的设定扭矩(选择扭矩)。每当按下扭矩设定按钮35时,逐一阶段地提高设定扭矩(目标扭矩),当在设定扭矩为最大时按下扭矩设定按钮35时,设定扭矩达到最大。

[0037] 图2(B)是作为操作面板31的第二结构例的操作面板31B的外观图。操作面板31B中,操作面板31A的扭矩设定按钮35被扭矩设定按钮36取代。在扭矩设定按钮36中,有提高设定扭矩的按钮与降低设定扭矩的按钮这两种,从而能够逐级地提高/降低设定扭矩。

[0038] 图2(C)是作为操作面板31的第三结构例的操作面板31C的外观图。操作面板31C中,操作面板31B的扭矩显示部38被扭矩显示部39取代。扭矩显示部39可对设定扭矩进行最大99阶段数字显示。也可为,除了短按扭矩设定按钮36来逐级地提高/降低设定扭矩以外,还能通过长按扭矩设定按钮36来高速切换设定扭矩。

[0039] 图2(D)是作为操作面板31的第四结构例的操作面板31D的外观图。操作面板31D具有作为紧固扭矩选择部的扭矩设定按钮37、扭矩显示部40及模式显示部41。扭矩显示部40通过LED等发光部而以六阶段来显示当前的设定扭矩(选择扭矩)。在扭矩设定按钮37中,有提高设定扭矩的按钮与降低设定扭矩的按钮这两种,从而能够逐级地提高/降低设定扭矩。

[0040] 模式显示部41以六阶段来显示当前的运行模式。运行模式例如表示定速控制中的

马达12的转速的设定值(500rpm、800rpm、1000rpm、1300rpm、1800rpm、2000rpm等)、设定扭矩的段范围的设定(M1、M2、M3、M4、M5、M6等)及响应的设定值(相对于滑动开关24的操作的反映速度的快速性、使马达12的转速上升时的占空比上升速度等)中的至少一个或两个以上的组合。在运行模式表示设定扭矩的段范围的设定的情况下,通过设定按钮37,能够进行所述段范围内的设定扭矩的微调,扭矩显示部40表示所述段范围内的设定扭矩的大小。运行模式例如可通过长按设定按钮37或者操作未图示的运行模式切换按钮来变更。

[0041] 图3是作业机1的电路框图。作业机1包含逆变器电路82、控制信号输出电路83、磁传感器84、转子位置检测电路85、温度检测电路86、降压电路87、控制系统电源电路88、电池电压检测电路89、过放电检测电路90、电流检测电路91、通信电路92、电池温度检测电路93及微型计算机95。

[0042] 逆变器电路82包含经三相桥接的半导体开关元件Q1~Q6。逆变器电路82将电池11所输出的直流电力转换为马达12的驱动用的交流电力并供给至马达12。控制信号输出电路83依照微型计算机95的控制,对开关元件Q1~Q6的各栅极施加驱动信号例如脉宽调制(Pulse Width Modulation, PWM)信号。

[0043] 磁传感器84检测马达12的转子所产生的磁场,并发送至转子位置检测电路85。转子位置检测电路85根据来自磁传感器84的信号来检测马达12的转子位置,并发送至微型计算机95。温度检测电路86检测开关元件Q1~Q6的温度,并发送至微型计算机95。

[0044] 降压电路87对电池11的输出电压进行降压并供给至控制系统电源电路88。控制系统电源电路88将降压电路87的输出电压转换为微型计算机95等的电源电压并供给至微型计算机95等。电池电压检测电路89检测电池11的输出电压并发送至微型计算机95。

[0045] 过放电检测电路90检测来自电池11的过放电告知信号并发送至微型计算机95。电流检测电路91通过在流至马达12的电流(马达电流)的路径中所设的电阻R的电压来检测马达电流,并发送至微型计算机95。通信电路92是电池11与微型计算机95之间的通信用电路。电池温度检测电路93检测来自电池11的温度告知信号并发送至微型计算机95。

[0046] 微型计算机95对应于利用操作面板31所设定的扭矩、通过正反切换按钮25所设定的旋转方向(以下称作“设定旋转方向”)及滑动开关24的操作量,经由控制信号输出电路83对逆变器电路82进行控制、例如PWM控制,以控制马达12的驱动。微型计算机95可通过PWM控制的占空比来控制对马达12施加的施加电压(以下称作“马达施加电压”)的有效值。微型计算机95在设定旋转方向为正转时成为紧固模式,在设定旋转方向为反转时成为松动模式。

[0047] 图4是通过作业机1所进行的紧固作业的控制流程图。作为此流程图的前提,设定旋转方向为正转。作业者通过操作面板31的操作来进行模式选择(S11)。模式选择包含扭矩的设定或前述运行模式的选择。当作业者将滑动开关24设为接通时(S12),微型计算机95启动马达12。图4中,S12以后,滑动开关24继续接通(持续接通状态)。

[0048] 微型计算机95从滑动开关24的接通起至经过规定时间T1为止,不论滑动开关24的操作量如何,均将对逆变器电路82的开关元件Q1~Q6施加的PWM信号的占空比(以下称作“占空比”)固定为d1来控制马达12的驱动(S14)。规定时间T1例如为130毫秒。占空比d1是与设定扭矩相应的值,例如为17.5%以下。占空比d1时的马达施加电压的有效值为完成用有效值的例示。以完成用有效值驱动的马达12在达到设定扭矩时自动停止(锁定)。

[0049] 当从滑动开关24的接通起经过规定时间T1时(S15),微型计算机95确认马达12的

转速(以下称作“马达转速”) (S16)。若马达转速为规定转速X1以上(S16的是),则微型计算机95使占空比以上升率 $\Delta$ 上升至d2为止(S17)。占空比d2是与滑动开关24的扣动量相应的值、或者与定速控制的转速的设定值相应的值。规定转速X1例如为3,000rpm。在从马达12的启动至规定时间T1的期间,并非以与滑动开关24的操作量相应的占空比,而是以与设定扭矩相应的固定占空比d1来驱动,由此,能够抑制施加设定扭矩以上的扭矩,因此能够提供扭矩精度高的产品。

[0050] 微型计算机95在规定的测量时间内的马达转速的下降幅度为Y以上的情况下(S18的是),即在马达转速的下降速度成为规定值以上的情况下或者马达电流成为阈值Z以上的情况下(S19的是),停止马达12(S25)。此时,优选的是,微型计算机95进行刹车控制而使马达12急停。刹车控制例如为电子刹车控制,具体而言,是将开关元件Q1~Q3全部设为断开,将开关元件Q4~Q6全部设为接通的刹车控制。规定的测量时间内的马达转速的下降幅度为Y以上的情况以及马达电流为阈值Z以上的情况分别为与作用于前端工具14的扭矩相关的规定条件的例示。

[0051] 微型计算机95在S16中马达转速并非规定转速X1以上的情况下(S16的否),若马达转速为规定转速X2以上( $X2 < X1$ ) (S20的是),则返回S16。规定转速X2例如为600rpm。微型计算机95在S20中马达转速并非规定转速X2以上的情况下(S20的否),若马达转速并非规定转速X2以上的状态尚未持续规定时间T2(S21的否),则返回S16。规定时间T2例如为100毫秒。微型计算机95在S21中马达转速并非规定转速X2以上的状态(小于规定转速X2的状态)已持续了规定时间T2的情况下(S21的是),停止马达12(S25)。马达转速小于规定转速X2的状态持续规定时间T2的情况为完成条件的例示。

[0052] 微型计算机95在S25中的马达12的停止后,返回S13并重新启动马达12,直至N次(N为1以上的整数)为止。在S25的时间点,紧固推进而马达12的扭矩变高,因此微型计算机95在马达12的重新启动(S25之后的S13)后,将在S16处的分支中前进至否。因马达转速小于规定转速X2的状态持续了规定时间T2而产生的马达12的停止(S21的是之后的S25)之后的马达12的重新启动(S13)及随后的停止(S25)、即马达12的暂时性的驱动控制为告知控制的例示。

[0053] 图5是通过作业机1所进行的松动作业的控制流程图。作为此流程图的前提,设定旋转方向为反转。图5的示例中,在反转的情况下无扭矩的设定或运行模式的选择(对应于图4的S11)。另外,也可设为在反转的情况下也进行扭矩的设定或运行模式的选择(对应于图4的S11)的结构。当作业者将滑动开关24设为接通时(S12),微型计算机95启动马达12。在图5中,S12以后,滑动开关24继续接通(持续接通状态)。

[0054] 微型计算机95从滑动开关24的接通起至经过规定时间T3为止,不论滑动开关24的操作量如何,均将占空比固定为d3来控制马达12的驱动(S14a)。规定时间T3也可与前述的规定时间T1相同的长度。规定时间T3例如为150毫秒。占空比d3设为与紧固时的占空比d1的最大值(设定扭矩为最大时的占空比d1)相同或稍大的值。在反转时也进行扭矩设定的结构的情况下,占空比d3是与设定扭矩相应的值。占空比d3时的马达施加电压的有效值为开始用有效值的例示。

[0055] 当从滑动开关24的接通起经过规定时间T3时(S15),微型计算机95确认马达转速(S16a)。若马达转速为规定转速X3以上(S16的是),则微型计算机95使占空比以上升率 $\Delta$ 上

升至 $d_2$ 为止(S17),以占空比 $d_2$ 来驱动马达12(S23)。规定转速 $X_3$ 也可与前述的规定转速 $X_1$ 相同的转速。规定转速 $X_3$ 例如为3500rpm。图5的S17中的上升率 $\Delta$ 也可与图4的S17中的上升率 $\Delta$ 不同。

[0056] 图5中,前进至S16a的否时的处理流程与图4中前进至S16的否时的处理流程同样。

[0057] 图6是表示通过作业机1来进行螺栓的紧固作业时的、螺栓相对于对象材的浮起量、紧固扭矩、马达电流、马达转速及占空比的时间变化的一例的时间图。对象材设为金属等坚硬的零件。图6中,重新启动马达12的次数(图4的S25的N次)设为三次。

[0058] 在时刻 $t_0$ ,当滑动开关24接通时,占空比为 $d_1$ ,马达电流上升,紧固扭矩及马达转速开始上升,螺栓浮起量开始下降。滑动开关24在时刻 $t_0$ 以后继续接通(持续接通状态)。

[0059] 在从时刻 $t_0$ 起至经过规定时间 $T_1$ 的时刻 $t_1$ 为止的期间,占空比固定为 $d_1$ 。在此期间,马达转速超过规定转速 $X_1$ 而上升。从时刻 $t_1$ 直到时刻 $t_2$ ,占空比以上升率 $\Delta$ 上升,在时刻 $t_2$ ,占空比达到100%(最大)。伴随于此,马达转速也上升,螺栓浮起量的下降也变快。随后,直至时刻 $t_3$ 为止,占空比维持为100%,螺栓浮起量下降,紧固扭矩上升并且马达电流上升,马达转速下降。

[0060] 在时刻 $t_3$ ,螺栓就位而紧固扭矩急剧上升。由此,规定的测量时间内的马达转速的下降幅度成为 $Y$ 以上,且马达电流成为阈值 $Z$ 以上。与此对应地,占空比一下子下降至零为止,马达12停止。另外,规定的测量时间内的马达转速的下降幅度成为 $Y$ 以上的情况及马达电流成为阈值 $Z$ 以上的情况在图6及后述的图7的示例中是同时满足,但也有时其中一者先满足,此时,在所述其中一者满足的时间点,占空比下降至零为止而马达12停止。

[0061] 在从时刻 $t_3$ 起经过了规定的等待时间后的时刻 $t_4$ ,占空比成为 $d_1$ ,马达电流再次上升,马达转速再次上升,紧固扭矩再次上升。在从时刻 $t_4$ 起经过了规定时间 $T_1$ 后的时刻 $t_5$ ,马达转速为规定转速 $X_2$ 以上。在随后的时刻 $t_6$ ,马达转速变得小于规定转速 $X_2$ 。在从时刻 $t_6$ 起经过了规定时间 $T_2$ 后的时刻 $t_7$ ,占空比变为0,马达12停止。

[0062] 在从时刻 $t_7$ 起经过了规定的等待时间后的时刻 $t_8$ ,占空比成为 $d_1$ ,马达电流再次上升,紧固扭矩再次上升。在从时刻 $t_8$ 起经过了规定时间 $T_1$ 后的时刻 $t_9$ ,马达12以规定转速 $X_2$ 以下旋转。在从时刻 $t_9$ 起经过了规定时间 $T_2$ 后的时刻 $t_{10}$ ,占空比变为0。马达12在时刻 $t_9$ 、 $t_{10}$ 的期间,以占空比 $d_1$ 的状态停止。此时,紧固扭矩达到设定扭矩。

[0063] 在从时刻 $t_{10}$ 起经过了规定的等待时间后的时刻 $t_{11}$ ,占空比成为 $d_1$ ,马达电流再度上升,但马达12仍保持停止,紧固扭矩也不上升。马达电流是与紧靠时刻 $t_{10}$ 之前相同的值。在从时刻 $t_{11}$ 起经过规定时间 $T_1$ 而至到达时刻 $t_{12}$ 为止的期间、及从时刻 $t_{12}$ 起经过规定时间 $T_2$ 而至到达时刻 $t_{13}$ 为止的期间,也是持续相同的状态,在时刻 $t_{13}$ ,占空比变为0。

[0064] 图7是表示通过作业机1来进行螺丝的紧固作业时的、螺丝相对于对象材的浮起量、紧固扭矩、马达电流、马达转速及占空比的时间变化的一例的时间图。对象材设为模制物等柔软的零件。图7中,重新启动马达12的次数(图4的S25的N次)设为三次。

[0065] 在时刻 $t_{20}$ ,当滑动开关24接通时,占空比成为 $d_1$ ,马达电流上升,紧固扭矩及马达转速开始上升,螺丝浮起量开始下降。滑动开关24在时刻 $t_{20}$ 以后继续接通(持续接通状态)。

[0066] 在从时刻 $t_{20}$ 起至经过规定时间 $T_1$ 的时刻 $t_{21}$ 为止的期间,占空比固定为 $d_1$ 。在此期间,马达转速超过规定转速 $X_1$ 而上升。从时刻 $t_{21}$ 直到时刻 $t_{22}$ ,占空比以上升率 $\Delta$ 上升,

在时刻 $t_{22}$ ,占空比达到100% (最大)。伴随于此,马达转速上升,螺丝浮起量的下降也变快。随后,直至时刻 $t_{23}$ 为止,占空比维持为100%,螺丝浮起量下降,紧固扭矩上升并且马达电流上升,马达转速下降。

[0067] 在时刻 $t_{23}$ ,螺丝就位而紧固扭矩急剧上升。由此,规定的测量时间内的马达转速的下降幅度成为 $Y$ 以上,且马达电流成为阈值 $Z$ 以上。与此对应地,占空比一下子下降至零为止,马达12停止。

[0068] 在从时刻 $t_{23}$ 起经过了规定的等待时间后的时刻 $t_{24}$ ,占空比成为 $d_1$ ,马达电流再次上升,马达转速再次上升,紧固扭矩再次上升。在从时刻 $t_{24}$ 起经过了规定时间 $T_1$ 后的时刻 $t_{25}$ ,马达转速为规定转速 $X_2$ 以上。在随后的时刻 $t_{26}$ ,马达转速变得小于规定转速 $X_2$ 。在从时刻 $t_{26}$ 起经过了规定时间 $T_2$ 后的时刻 $t_{27}$ ,占空比变为0,马达12停止。

[0069] 在从时刻 $t_{27}$ 起经过了规定的等待时间后的时刻 $t_{28}$ ,占空比成为 $d_1$ ,马达电流再次上升,马达转速再次上升,紧固扭矩再次上升。在从时刻 $t_{28}$ 起经过了规定时间 $T_1$ 后的时刻 $t_{29}$ ,马达12以规定转速 $X_2$ 以下旋转。在从时刻 $t_{29}$ 起经过了规定时间 $T_2$ 后的时刻 $t_{30}$ ,占空比变为0,马达12停止。

[0070] 在从时刻 $t_{30}$ 起经过了规定的等待时间后的时刻 $t_{31}$ ,占空比成为 $d_1$ ,马达电流再次上升,马达转速再次上升,紧固扭矩再次上升。在从时刻 $t_{31}$ 起经过了规定时间 $T_1$ 后的时刻 $t_{32}$ ,马达12以规定转速 $X_2$ 以下旋转。在从时刻 $t_{32}$ 起经过了规定时间 $T_2$ 后的时刻 $t_{33}$ ,占空比变为0。马达12在时刻 $t_{32}$ 、 $t_{33}$ 的期间,以占空比 $d_1$ 的状态停止。此时,紧固扭矩达到设定扭矩。

[0071] 图8(A)是表示通过作业机1来进行螺栓的松动作业时的、螺栓相对于对象材的浮起量、紧固扭矩、马达电流、马达转速及占空比的时间变化的一例的时间图。对象材设为金属等坚硬的零件。

[0072] 在时刻 $t_{40}$ ,当滑动开关24接通时,占空比成为 $d_1$ ,马达电流上升。滑动开关24在时刻 $t_{40}$ 以后继续接通(持续接通状态)。

[0073] 在从时刻 $t_{40}$ 起经过规定时间 $T_3$ 而至到达时刻 $t_{41}$ 为止的期间,螺栓的就位解除,紧固扭矩急剧下降,马达转速成为规定转速 $X_2$ 以上。在时刻 $t_{41}$ ,马达转速小于规定转速 $X_3$ 。

[0074] 在随后的时刻 $t_{42}$ ,马达转速成为规定转速 $X_3$ 以上。从时刻 $t_{42}$ 直到时刻 $t_{43}$ ,占空比以上升率 $\Delta$ 上升,在时刻 $t_{43}$ ,占空比达到100% (最大)。伴随于此,马达转速上升,螺栓浮起量的上升也变快。以后,占空比维持为100%,螺栓浮起量上升,紧固扭矩下降并且马达电流下降,马达转速上升。

[0075] 图8(B)是表示通过作业机1来进行螺丝的松动作业时的、螺丝相对于对象材的浮起量、紧固扭矩,马达电流,马达转速,及占空比的时间变化的一例的时间图。对象材设为模制物等柔软的零件。

[0076] 在时刻 $t_{50}$ ,当滑动开关24接通时,占空比成为 $d_1$ ,马达电流上升。滑动开关24在时刻 $t_{50}$ 以后继续接通(持续接通状态)。

[0077] 在从时刻 $t_{50}$ 起经过规定时间 $T_3$ 而至到达时刻 $t_{51}$ 为止的期间,螺丝的就位解除,紧固扭矩急剧下降,马达转速成为规定转速 $X_2$ 以上。在时刻 $t_{51}$ ,马达转速小于规定转速 $X_3$ 。

[0078] 在随后的时刻 $t_{52}$ ,马达转速成为规定转速 $X_3$ 以上。从时刻 $t_{52}$ 直到时刻 $t_{53}$ ,占空比以上升率 $\Delta$ 上升,在时刻 $t_{53}$ ,占空比达到100% (最大)。伴随于此,马达转速上升,螺丝浮

起量的上升也变快。以后,占空比维持为100%,螺丝浮起量上升,紧固扭矩下降并且马达电流下降,马达转速上升。

[0079] 根据本实施方式,起到下述效果。

[0080] (1) 微型计算机95构成为,在紧固模式中,在滑动开关24的一次接通操作的期间,当满足与作用于前端工具14的扭矩相关的规定条件时,具体而言,当规定的测量时间内的马达转速的下降幅度成为Y以上或马达电流成为阈值Z以上时,使占空比下降至与设定扭矩相应的d1,将马达施加电压的有效值设为与设定扭矩相应的完成用有效值。因此,在马达施加电压的有效值为完成用有效值的状态且马达转速低或为零的状态下,紧固作业完成。由此,马达转速对紧固扭矩造成的影响得到抑制,能够通过和马达转速无关地对应于设定扭矩而定的占空比,来实现高精度的扭矩。此处,例如在17.5%以下的低占空比中,依靠电流检测难以进行微型计算机95的控制,但由于是基于占空比的扭矩管理,因此微型计算机95的控制容易。

[0081] (2) 微型计算机95构成为,在将占空比设为d1时,即,在马达施加电压的有效值设为完成用有效值时,当满足完成条件时,即便滑动开关24受到接通操作,仍将马达施加电压的有效值设为零而停止马达12。因而,当满足完成条件时,马达12自动停止,因此扭矩精度提高。而且,作业者不需要为了扭矩调整而在意将滑动开关24断开的时机,作业性好。

[0082] (3) 微型计算机95将马达转速为规定转速X2以下的状态持续规定时间T2的情况设为完成条件。因此,在马达12实质上停止的状态下,紧固完成。固定占空比的状态下的马达12的锁定扭矩稳定,因此能够实现高精度的扭矩。

[0083] (4) 微型计算机95构成为,在满足完成条件而将马达施加电压的有效值设为零之后,进行包含马达12的至少一次暂时性的驱动控制的告知控制。因此,作业者能够容易地知晓已满足完成条件的情况,作业性好。另外,对于告知控制,也可取代马达12的暂时性的驱动控制或除此以外,而为借助操作面板31或未图示的灯的发光或声音的告知等。

[0084] (5) 微型计算机95构成为,在紧固模式中,当对滑动开关24进行接通操作时,将占空比固定为d1而将马达施加电压的有效值设为完成用有效值并以规定时间T1来驱动马达12,随后,相对于d1提高占空比,而相对于完成用有效值提高马达施加电压的有效值。此处,例如在二次紧固(追加紧固)的情况下,在从对滑动开关24进行接通操作起至经过规定时间T1为止的期间满足完成条件,即便滑动开关24受到接通操作,微型计算机95仍将马达施加电压的有效值设为零而停止马达12。因而,与并非二次紧固的通常紧固的情况同样地,在二次紧固中也能够实现高精度的扭矩。另一方面,在并非二次紧固的通常紧固的情况下,在从对滑动开关24进行接通操作起至经过规定时间T1为止的期间未满足完成条件,微型计算机95提高占空比而使马达转速上升。因而,与保持将占空比固定为d1的情况相比较,能够实现高速的紧固,作业性好。

[0085] (6) 微型计算机95构成为,在通过满足规定条件,即,通过规定的测量时间内的马达转速的下降幅度成为Y以上或马达电流成为阈值Z以上,而使占空比下降至d1以将马达施加电压的有效值设为完成用有效值时,将占空比暂时设为零而暂时停止马达12后,将马达施加电压的有效值设为完成用有效值。因此,与不将占空比暂时设为零而不暂时停止马达12的情况不同,能够抑制将占空比设为d1的过程中的扭矩的超过风险,从而能够抑制过度紧固而实现高精度的扭矩。

[0086] (7) 微型计算机95构成为,在松动模式中,当对滑动开关24进行接通操作时,将占空比固定为d3而将马达施加电压的有效值设为开始用有效值来驱动马达12,当马达转速成为规定转速X3以上时,相对于d3提高占空比,而相对于开始用有效值提高马达施加电压的有效值。因此,能够抑制开始松动的反作用,提高作业性。即,在松动作业中,若从一开始便以高占空比来驱动马达12,则会成为反作用肆虐的因素,但能够较佳地解决此种问题。

[0087] 以上,以实施方式为例说明了本发明,但本领域技术人员当理解,在实施方式的各构成元件或各处理过程中,可在权利要求所记载的范围内进行各种变形。以下涉及变形例。

[0088] 实施方式中的说明是将在以前端工具14右旋的方式来驱动马达12时紧固至对象材的正螺纹设为对象,但本发明也能够适用于在以前端工具14左旋的方式来驱动马达12时紧固至对象材的反螺纹。在将反螺纹设为对象的情况下,微型计算机95在设定旋转方向为反转时成为紧固模式,在设定旋转方向为正转时成为松动模式。

[0089] 微型计算机95也可在马达转速成为规定转速X2以下时,立即判断为已满足完成条件。即,微型计算机95也可不论持续时间而将马达转速为规定转速X2以下的情况设为完成条件。

[0090] 本发明的控制并不限于实施方式中例示的起子钻机,例如也能够适用于冲击起子或冲击扳手,此时也能够进行高精度的扭矩管理。

[0091] 也可设为下述结构:设置马达12的旋转方向的加速度传感器,通过所述加速度传感器来检测马达转速的急剧下降(规定的测量时间内的马达转速的下降幅度成为Y以上)。

[0092] 实施方式中例示为具体数值的规定转速或规定时间、占空比、马达转速等并不对发明的范围作任何限定,可根据所要求的规格来任意变更。

[0093] 符号的说明

[0094] 1:作业机(起子钻机)

[0095] 11:电池

[0096] 12:电动马达

[0097] 13:旋转轴

[0098] 14:前端工具

[0099] 15:自锁夹头(前端工具保持部)

[0100] 16:行星齿轮机构

[0101] 17:选档开关

[0102] 20:壳体

[0103] 21:壳体本体

[0104] 22:夹持部(把手部)

[0105] 23:电池保持部

[0106] 24:滑动开关(操作部)

[0107] 25:正反切换按钮

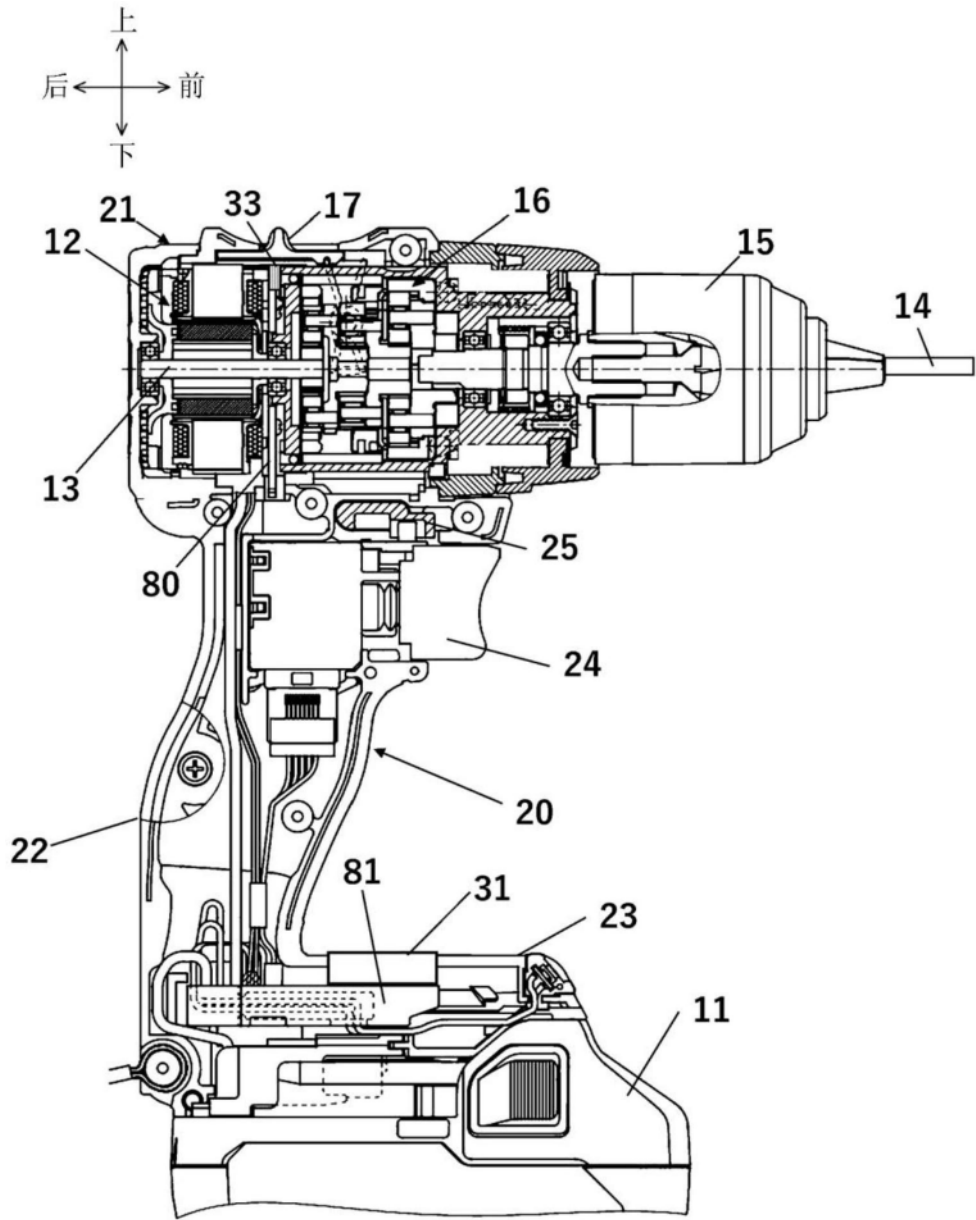
[0108] 31:操作面板

[0109] 33:霍尔IC

[0110] 35~37:扭矩设定按钮(紧固扭矩选择部) 38~40:扭矩显示部

[0111] 41:模式显示部

- [0112] 80:开关控制基板
- [0113] 81:主控制基板
- [0114] 82:逆变器电路
- [0115] 83:控制信号输出电路
- [0116] 84:磁传感器
- [0117] 85:转子位置检测电路
- [0118] 86:温度检测电路
- [0119] 87:降压电路
- [0120] 88:控制系统电源电路
- [0121] 89:电池电压检测电路
- [0122] 90:过放电检测电路
- [0123] 91:电流检测电路
- [0124] 92:通信电路
- [0125] 93:电池温度检测电路
- [0126] 95:微型计算机



1 作业机

图1

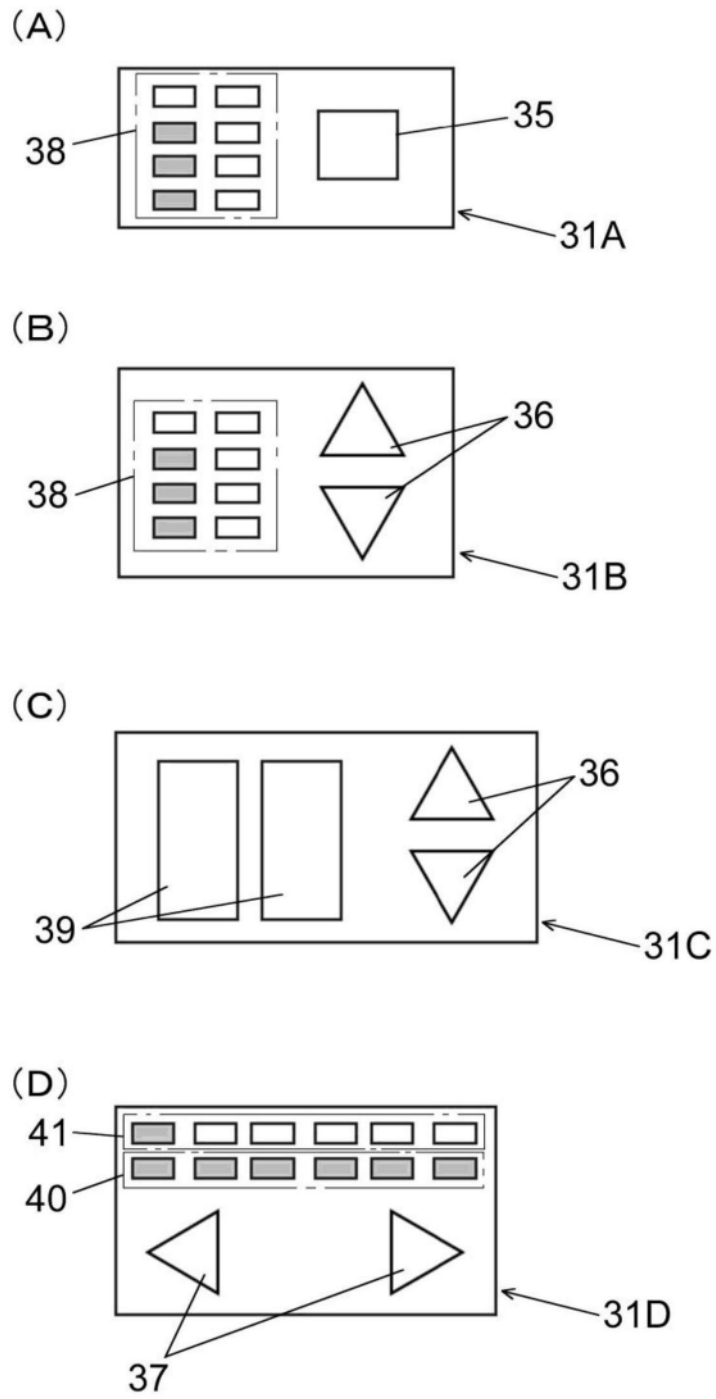


图2

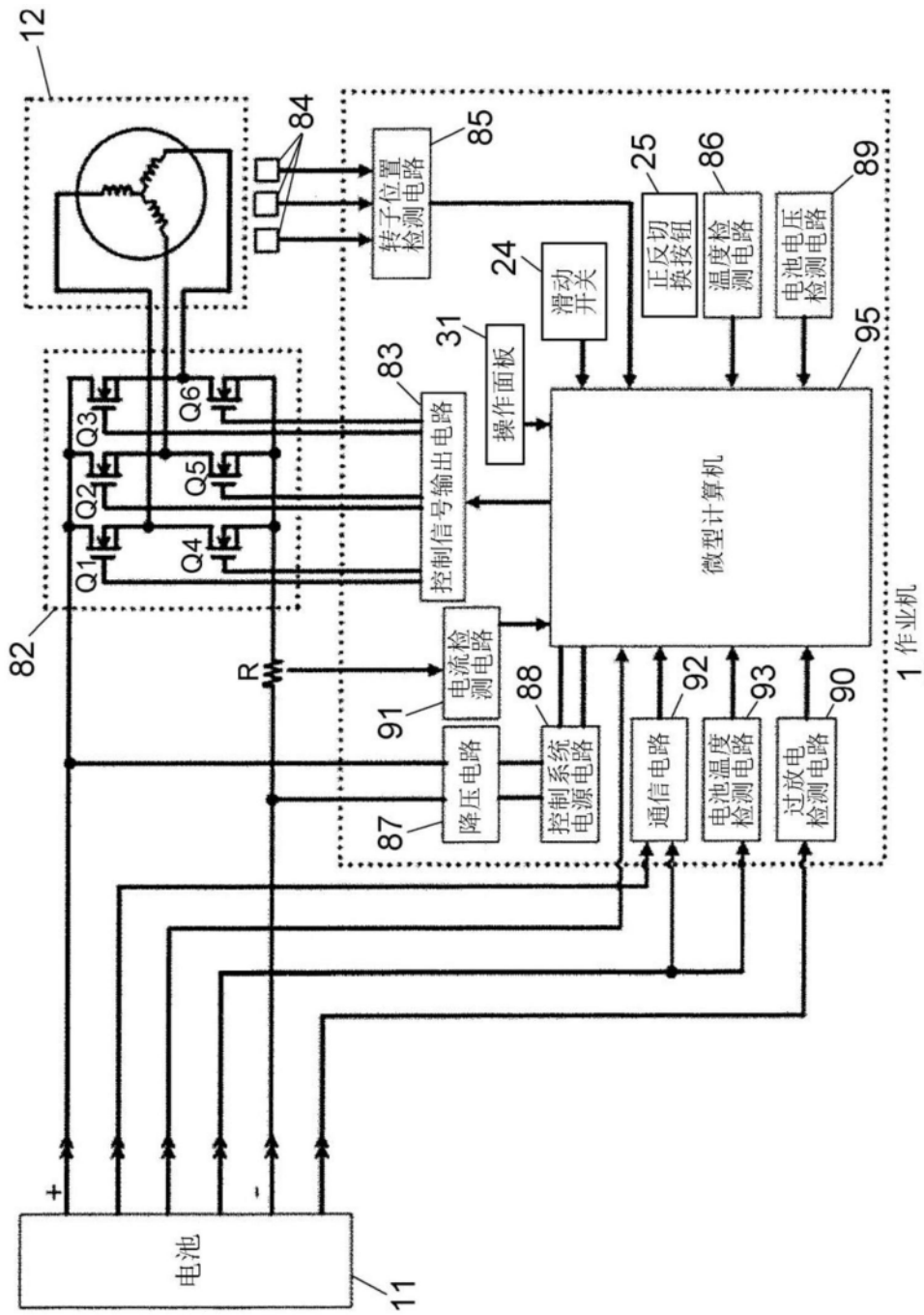


图3

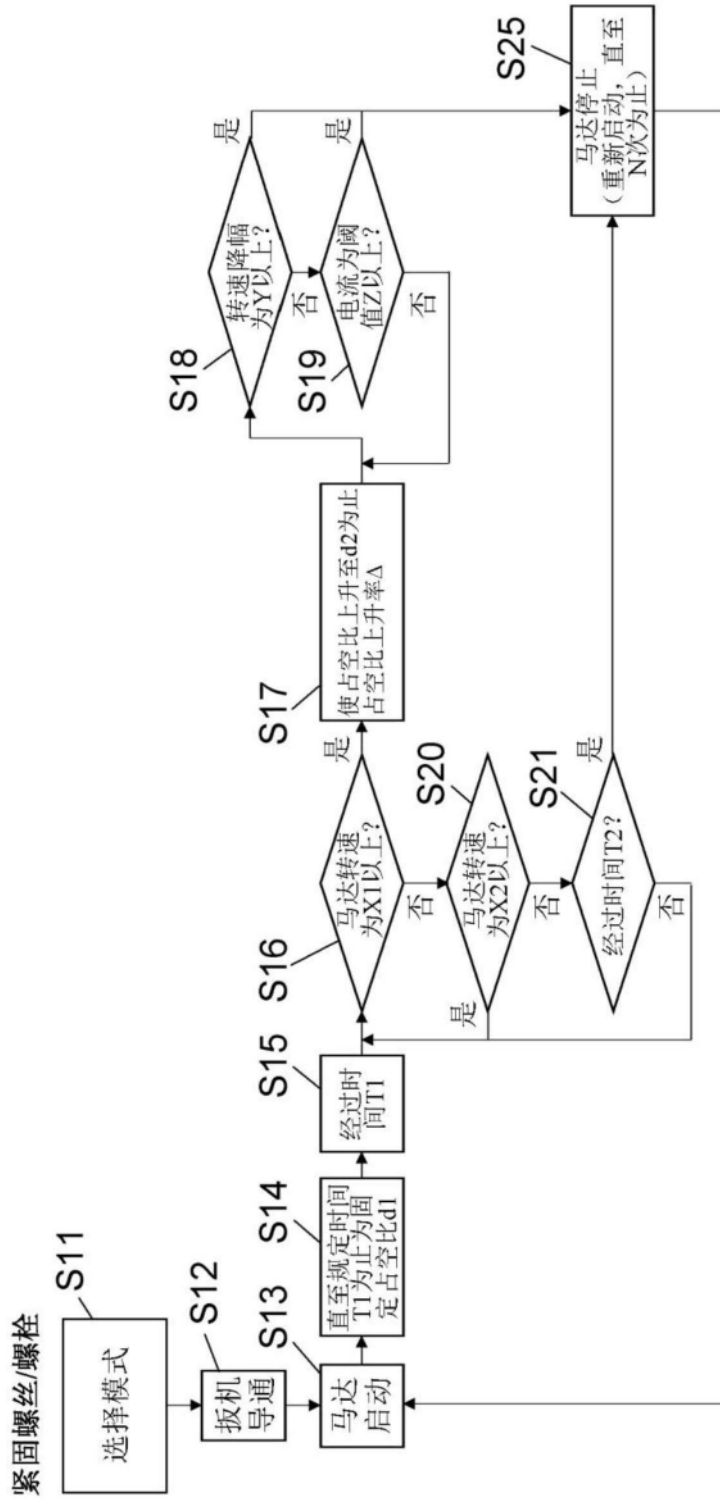


图4

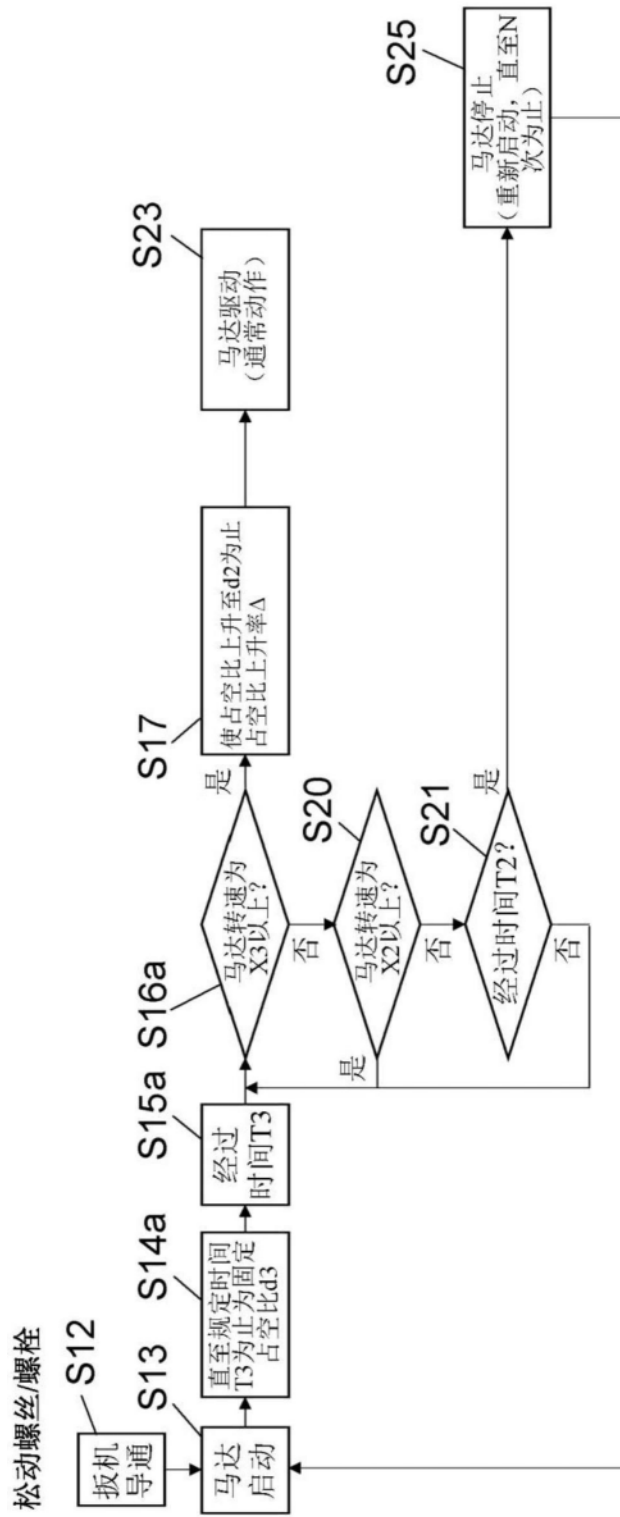


图5

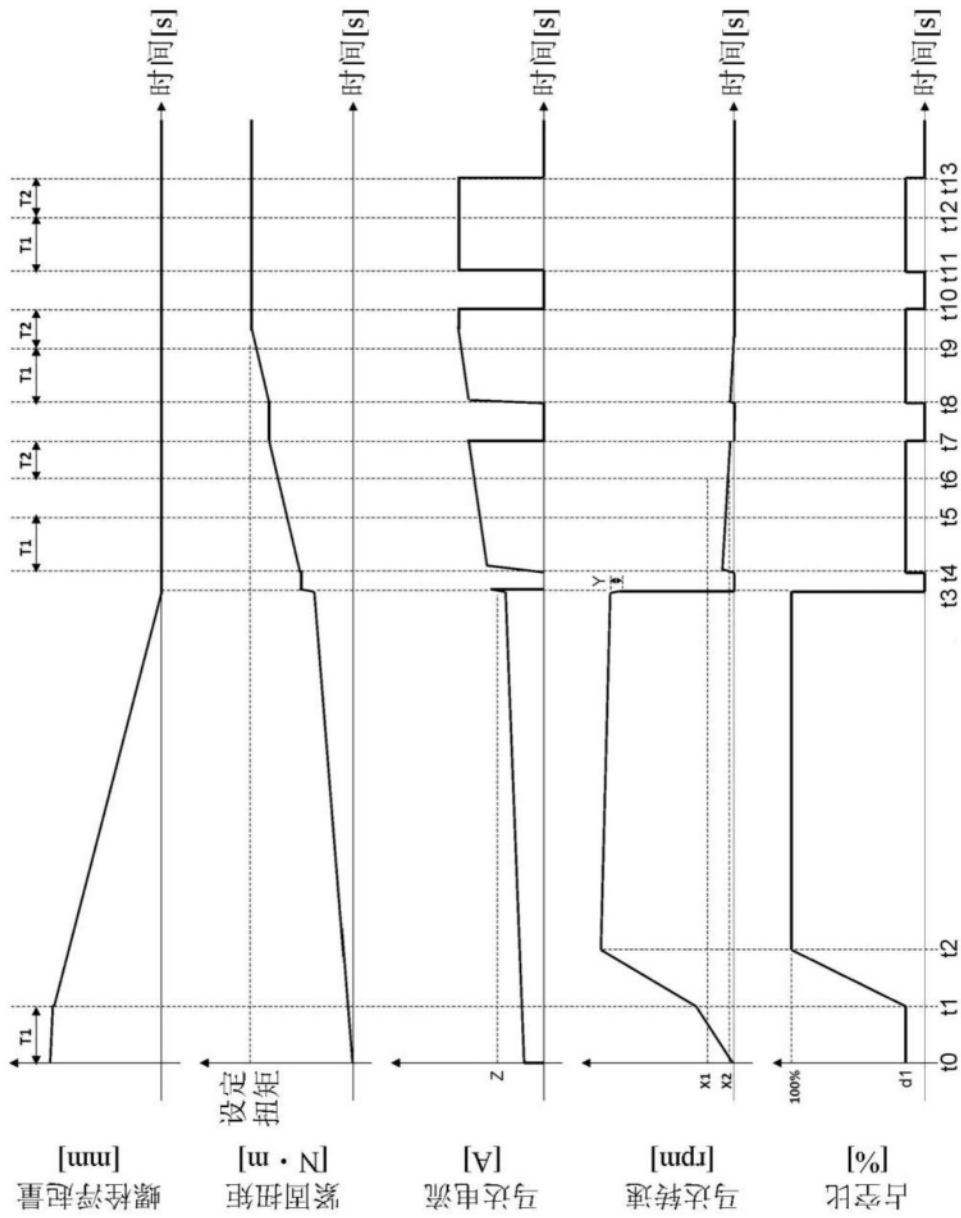


图6

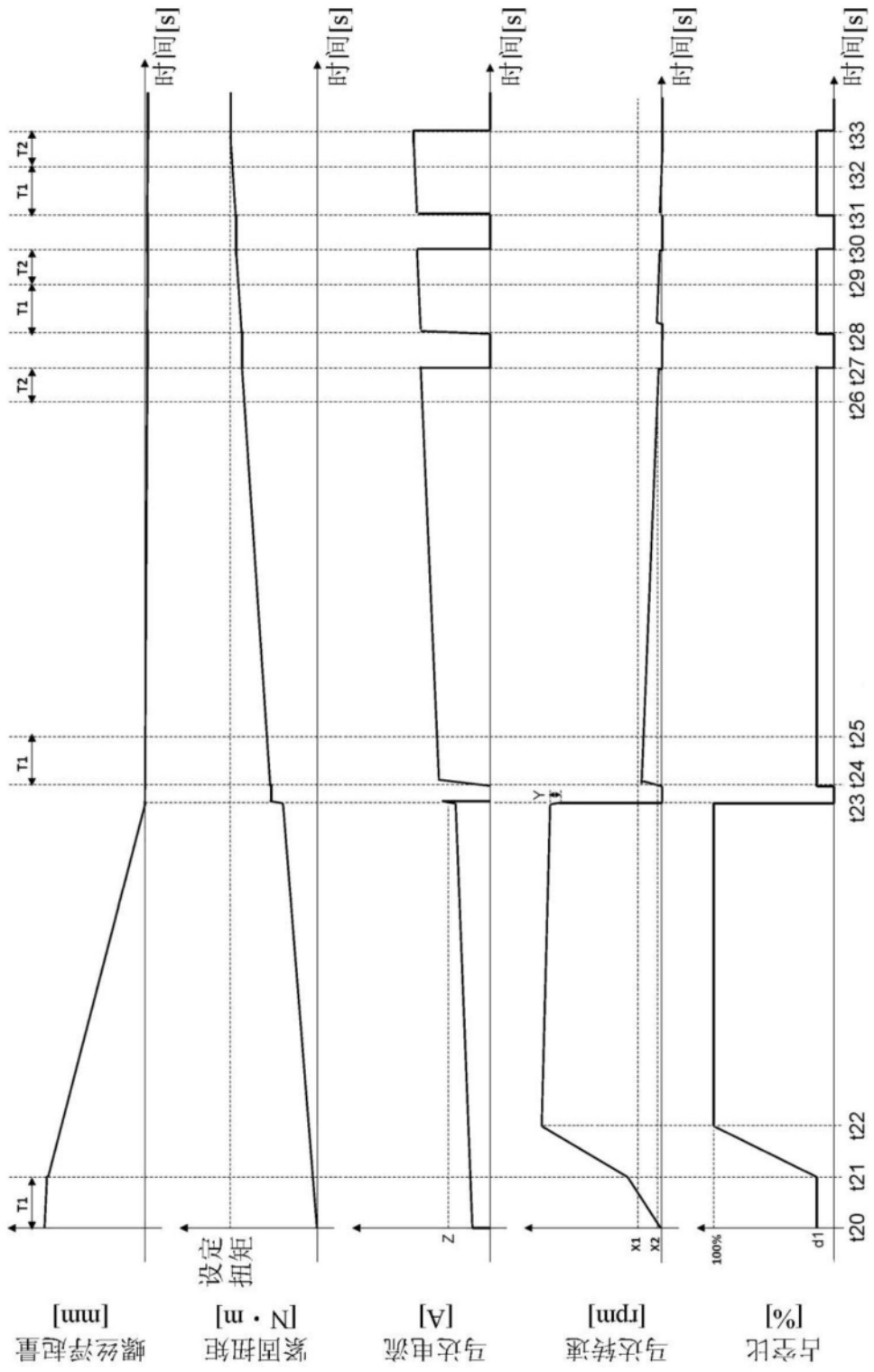


图7

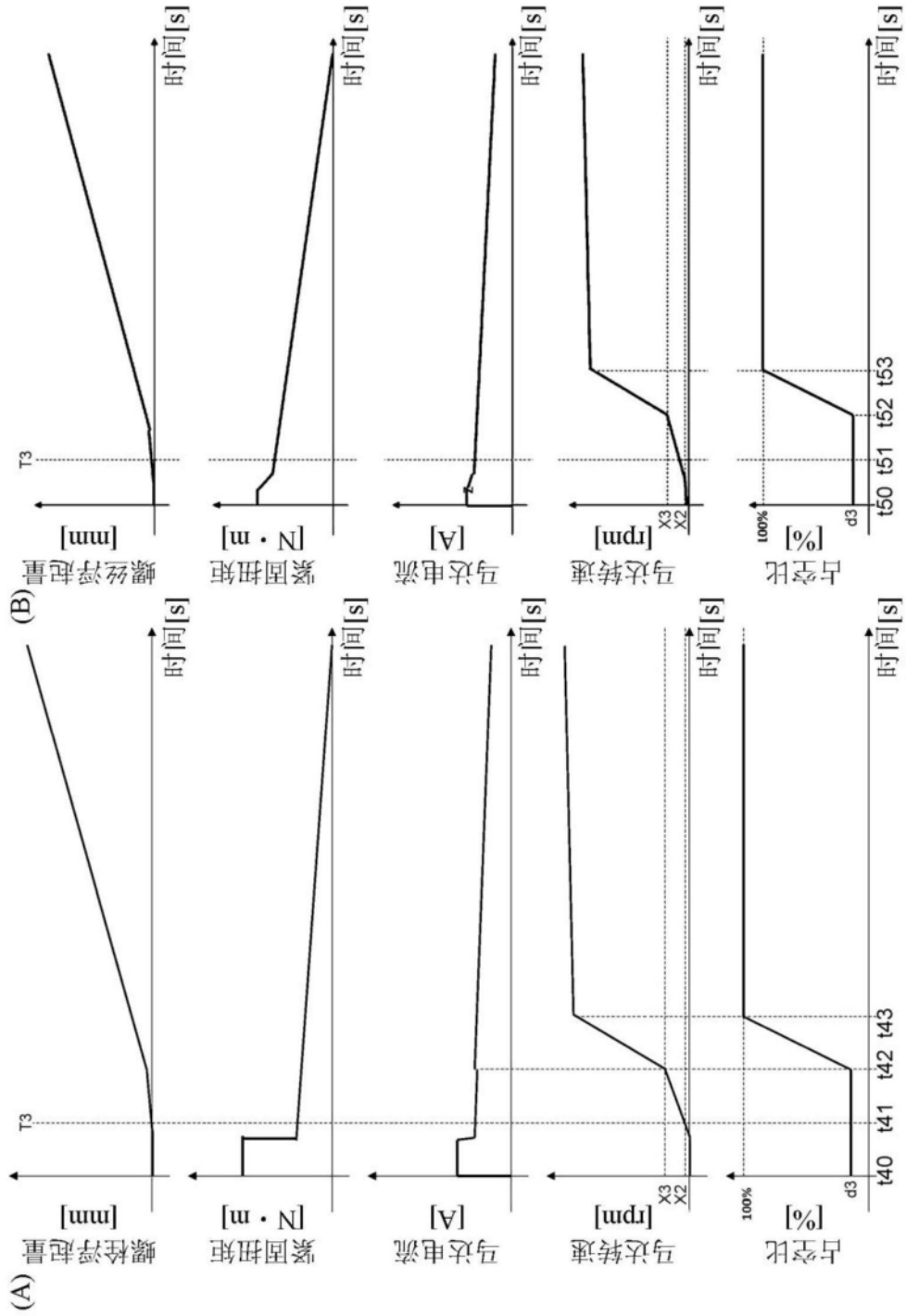


图8