



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119730991 A

(43) 申请公布日 2025. 03. 28

(21) 申请号 202380059546.1

(22) 申请日 2023.09.07

(30) 优先权数据

2022-158342 2022.09.30 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.02.13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/032643 2023.09.07

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/070561 JA 2024.04.04

(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 原田健太 西河智雅 松野智

(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 马雯雯 臧建明

(51) Int.Cl.

B25B 23/14 (2006.01)

B23B 45/02 (2006.01)

B25B 21/02 (2006.01)

B25F 5/00 (2006.01)

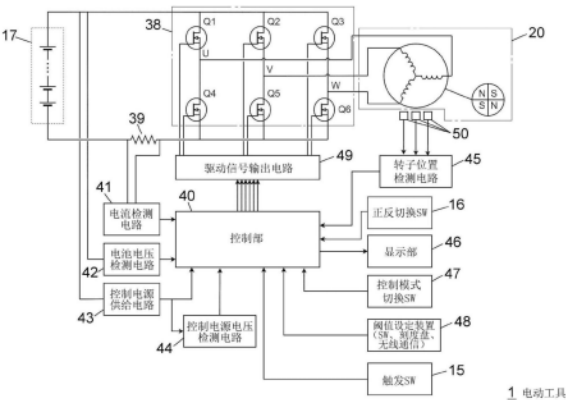
权利要求书2页 说明书10页 附图18页

(54) 发明名称

冲击工具及电动工具

(57) 摘要

本发明提供一种即便于在开始击打之前已就位的情况下也能够使马达停止或减速的冲击工具。作为冲击工具的电动工具1包括：马达20；冲击机构，由马达20驱动；电流测量单元，测量马达电流；旋转速度测量单元，检测马达转数；以及控制部40，控制马达。控制部40具有就位判断模式，所述就位判断模式构成为在多个不同的作业条件的螺钉紧固作业中，在由冲击机构开始击打之前及之后的任一时间点，均根据所测量出的马达电流及马达转数来判断螺钉是否就位，在判断为螺钉就位后使马达停止或减速。



1. 一种冲击工具,包括:

马达;

冲击机构,由所述马达驱动;

电流测量单元,测量所述马达的电流;

旋转速度测量单元,检测所述马达的旋转速度;以及

控制部,控制所述马达,

所述冲击工具的特征在于:

所述控制部具有就位判断模式,所述就位判断模式构成为在多个不同的作业条件的螺钉紧固作业中,在由所述冲击机构开始击打之前及之后的任一时间点,均根据所测量出的所述马达的电流及所述马达的旋转速度来判断螺钉是否就位,在判断为螺钉就位后使马达停止或减速。

2. 根据权利要求1所述的冲击工具,其特征在于:

所述控制部构成为在所述就位判断模式下,

在第一作业条件的螺钉紧固作业中,当在开始击打之前所述马达的电流及所述马达的旋转速度分别成为第一值及第二值时,判断为螺钉就位,并且

在与所述第一作业条件不同的第二作业条件的螺钉紧固作业中,当在开始击打之后所述马达的电流及所述马达的旋转速度成为与所述第一值及第二值分别不同的第三值及第四值时,判断为螺钉就位。

3. 根据权利要求2所述的冲击工具,其特征在于:

所述控制部构成为具有根据所测量出的所述马达的电流及所述马达的旋转速度来估计螺钉紧固深度的学习模型,并根据所估计出的螺钉紧固深度与所设定的设定值来使所述马达停止或减速。

4. 一种电动工具,包括:

马达;以及

控制部,控制所述马达,

所述电动工具的特征在于:

所述控制部具有螺钉紧固深度控制模式,所述螺钉紧固深度控制模式构成为根据所测量出的电动工具的状态量来估计相对于对象材而言的螺钉紧固深度,并根据所估计出的螺钉紧固深度与利用设定部设定的设定值来控制所述马达,

所述设定部构成为能够设定包含螺钉就位于对象材之前的第一螺钉紧固深度、以及与第一螺钉紧固深度不同的第二螺钉紧固深度在内的多个螺钉紧固深度作为设定值。

5. 根据权利要求4所述的电动工具,其特征在于:

所述螺钉紧固深度为螺钉头与对象材的距离即螺钉浮起量、或者为螺钉头就位于对象材并进一步沉入到对象材的螺钉沉降量。

6. 根据权利要求4所述的电动工具,其特征在于:

所述第二螺钉紧固深度为螺钉就位于对象材后的螺钉紧固深度。

7. 根据权利要求4至6中任一项所述的电动工具,其特征在于:

所述控制部构成为具有根据所测量出的电动工具的状态量来估计相对于对象材而言的螺钉紧固深度的学习模型,并根据所估计出的螺钉紧固深度与利用设定部设定的设定值

来使所述马达停止或减速。

8. 一种电动工具, 包括:

马达;

电流测量单元, 测量所述马达的电流;

旋转速度测量单元, 检测所述马达的旋转速度; 以及

控制部, 控制所述马达,

所述电动工具的特征在于:

所述控制部具有加工量估计模式, 所述加工量估计模式构成为根据所测量出的所述马达的电流及所述马达的旋转速度, 估计对于对象材的不可逆的加工的量的量即加工量, 并根据所估计出的加工量控制所述马达。

9. 根据权利要求8所述的电动工具, 其特征在于:

所述加工量为螺钉紧固深度或钻孔深度。

10. 根据权利要求8或9所述的电动工具, 其特征在于:

所述控制部构成为具有以根据所测量出的所述马达的电流及所述马达的旋转速度来估计对于对象材的加工量的方式构成的学习模型, 并根据所估计出的加工量与由设定部设定的设定值来控制所述马达。

冲击工具及电动工具

技术领域

[0001] 本发明涉及一种冲击工具及电动工具。

背景技术

[0002] 下述专利文献1公开了基于电流进行就位判断。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本专利第6984742号公报

发明内容

[0006] 发明所要解决的问题

[0007] 在专利文献1的技术中,于在由冲击机构开始击打之前已就位的情况下无法使马达停止或减速。另外,由于基于电流进行就位判断,因此有可能产生过于紧固或拧紧不足,作业性不良。

[0008] 本发明解决以下的课题1~课题3中的至少一个。•课题1…提供一种即便于在开始击打之前已就位的情况下也能够使马达停止或减速的冲击工具。•课题2…提供一种作业性良好的电动工具。•课题3…提供一种能够基于加工量进行控制的电动工具。

[0009] 解决问题的技术手段

[0010] 本发明的某一形态为一种冲击工具。所述冲击工具包括:马达;冲击机构,由所述马达驱动;电流测量单元,测量所述马达的电流;旋转速度测量单元,检测所述马达的旋转速度;以及控制部,控制所述马达,所述冲击工具的特征在于:所述控制部具有就位判断模式,所述就位判断模式构成为在多个不同的作业条件的螺钉紧固作业中,在由所述冲击机构开始击打之前及之后的任一时间点,均根据所测量出的所述马达的电流及所述马达的旋转速度来判断螺钉是否就位,在判断为螺钉就位后使马达停止或减速。

[0011] 本发明的其他形态为一种电动工具。所述电动工具包括:马达;以及控制部,控制所述马达,所述电动工具的特征在于:所述控制部具有螺钉紧固深度控制模式,所述螺钉紧固深度控制模式构成为根据所测量出的电动工具的状态量来估计相对于对象材而言的螺钉紧固深度,并根据所估计出的螺钉紧固深度与利用设定部设定的设定值来控制所述马达,所述设定部构成为能够设定包含螺钉就位于对象材之前的第一螺钉紧固深度、以及与第一螺钉紧固深度不同的第二螺钉紧固深度在内的多个螺钉紧固深度作为设定值。

[0012] 本发明的其他形态为一种电动工具。所述电动工具包括:马达;电流测量单元,测量所述马达的电流;旋转速度测量单元,检测所述马达的旋转速度;以及控制部,控制所述马达,所述电动工具的特征在于:所述控制部具有加工量估计模式,所述加工量估计模式构成为根据所测量出的所述马达的电流及所述马达的旋转速度,估计对于对象材的不可逆的加工的量即加工量,并根据所估计出的加工量控制所述马达。

[0013] 发明的效果

[0014] 通过本发明,可解决所述课题1~课题3中的至少一个。

附图说明

[0015] [图1]是本发明的实施方式1的电动工具1的右侧面图。

[0016] [图2]是电动工具1的右侧剖面图。

[0017] [图3]是电动工具1的电路框图。

[0018] [图4]是图3的控制部40的功能框图。

[0019] [图5]是停止状态下的控制部40的控制流程图。

[0020] [图6]是运转状态下的控制部40的控制流程图。

[0021] [图7] (A) ~ (F) 是表示对于对象材的螺钉紧固作业的进行形态的示意剖面图。(G) 是表示图7 (A) ~ (F) 所示的螺钉紧固作业中的马达20的电流、马达20的转数、螺钉头浮起量的时间变化的曲线图。

[0022] [图8]是表示电动工具1的马达20的电流及转数与螺钉头浮起量的相关关系的图。

[0023] [图9]是表示电动工具1的估计螺钉头浮起量的神经网络的结构的概念图。

[0024] [图10]是与图7 (G) 相同的曲线图,是表示为了估计时刻 t 的螺钉头浮起量而使用从时刻 $t-n$ 到时刻 t 为止的马达20的电流及转数的时间序列数据作为输入的曲线图。

[0025] [图11]是在图10的曲线图中加上螺钉头浮起量的估计值后的曲线图。

[0026] [图12]是本发明的实施方式2的电动工具的控制部140的功能框图。

[0027] [图13]是运转状态下的控制部140的控制流程图。

[0028] [图14]是控制部140的加工量计算的流程图。

[0029] [图15]是表示击打开始前的加工量估计中利用的表的一例的概念图。

[0030] [图16]是表示击打开始后的加工量估计中利用的表的一例的概念图。

[0031] [图17]是针对两种螺钉来表示马达20的电流及转数的积与螺钉头浮起量的关系的曲线图。

[0032] [图18]是表示图17的两种螺钉的数据的平均曲线的曲线图。

具体实施方式

[0033] (实施方式1) 图1~图11涉及本发明的实施方式1的电动工具1。电动工具1为作业机,具体而言为冲击工具(冲击螺丝刀)。如图1及图2所示,定义电动工具1的相互正交的前后方向、上下方向。前后方向为与马达轴21平行的方向。

[0034] 如图1及图2所示,电动工具1具有机壳10。机壳10例如为左右二分割结构的树脂成形体。机壳10包括:马达收容部11、手柄部12、以及电池组装设部13。

[0035] 马达收容部11为中心轴与前后方向大致平行的筒状部。关于手柄部12,上端与马达收容部11的前后方向上的中间部连接,并从所述中间部向下方延伸。电池组装设部13设置于手柄部12的下端,能够装卸地装设电池组17。电动工具1利用电池组17的电力进行动作。

[0036] 电动工具1具有与马达收容部11的后侧的开口连接并覆盖所述开口的尾罩14。尾罩14通过螺钉固定等固定于马达收容部11。

[0037] 电动工具1具有与马达收容部11的前部连接的锤壳18。锤壳18例如为金属制,保持

于马达收容部11并从马达收容部11向前方延伸。

[0038] 电动工具1在手柄部12的上端部具有用于供用户切换马达20的驱动、停止的触发开关15。电动工具1在马达收容部11与手柄部12的边界部附近具有用于供用户切换马达20的正转、反转的正反切换开关16。

[0039] 电动工具1在电池组装设部13内具有第一控制基板35。第一控制基板35搭载有控制马达20的驱动的微机等控制部40(图3)。电动工具1在电池组装设部13的前部上表面具有操作面板19。操作面板19具有图3所示的显示部46、控制模式切换开关47、阈值设定装置48。

[0040] 作业机1在马达收容部11及锤壳18的内侧具有马达20、减速机构28、主轴29、作为冲击机构的旋转击打机构30、风扇34。

[0041] 马达20为内转子型的无刷马达,具有与前后方向平行的马达轴21。马达20包括:转子22、定子铁心23、定子线圈24、前侧绝缘体25、后侧绝缘体26。

[0042] 转子22设置于马达轴21的周围,与马达轴21一体地旋转。定子铁心23、定子线圈24、前侧绝缘体25、后侧绝缘体26构成电动工具1的定子。

[0043] 定子铁心23设置于转子22的径向外侧。定子线圈24设置于定子铁心23。前侧绝缘体25设置于定子铁心23的前部。后侧绝缘体26设置于定子铁心23的后部。前侧绝缘体25及后侧绝缘体26例如为树脂成形体,使定子铁心23与定子线圈24之间绝缘。

[0044] 在前侧绝缘体25的前部,安装有第二控制基板36。第二控制基板36搭载有用于检测马达20的旋转位置的霍尔(Hall)集成电路(integrated circuit, IC)等磁传感器50(图3)、或用于对定子线圈24供给驱动电流的逆变电路38(图3)。

[0045] 减速机构28将马达20的旋转减速并传递给主轴29。主轴29驱动旋转击打机构30。旋转击打机构30为电动工具1的输出部并由马达20驱动。

[0046] 旋转击打机构30包括:弹簧31、锤32、砧座33。在砧座33保持有未图示的钻头顶端工具。锤32与主轴29以凸轮方式卡合,且由弹簧31向前方施力。由主轴29驱动的锤32旋转击打砧座33。旋转击打机构30的结构、动作众所周知,因此省略进一步的详细说明。

[0047] 风扇34在转子22的后方安装于马达轴21,与马达轴21一体地旋转,产生冷却马达20等的冷却风。

[0048] 图3是电动工具1的电路框图。电动工具1具有:逆变电路38、电阻39、控制部40、电流检测电路41、电池电压检测电路42、控制电源供给电路43、控制电源电压检测电路44、转子位置检测电路45、显示部46、控制模式切换开关47、阈值设定装置48、驱动信号输出电路49、磁传感器50。

[0049] 逆变电路38包括经三相桥接连接的场效晶体管(field-effect transistor, FET)等六个开关元件Q1~Q6。电阻39设置于在马达20中流动的电流(以下“马达电流”)的路径上。

[0050] 控制部40例如为微机(微型控制器),控制电动工具1整体的动作。电流检测电路41利用电阻39的电压检测马达电流,并发送给控制部40。电流检测电路41及电阻39构成电流测量单元。

[0051] 电池电压检测电路42检测电池组17的输出电压(以下“电池电压”),并发送给控制部40。控制电源供给电路43将电池电压转换为控制部40等的电源电压,并向控制部40等供给。控制电源电压检测电路44检测控制电源供给电路43的输出电压,并发送给控制部40。

[0052] 转子位置检测电路45利用磁传感器50的输出信号检测马达20的旋转位置(转子旋转位置),并发送给控制部40。控制部40利用转子位置检测电路45的输出信号检测马达20的旋转速度(以下“马达旋转速度”)。转子位置检测电路45、磁传感器50及控制部40构成旋转速度测量单元。

[0053] 显示部46显示当前的阈值(设定值)或控制模式。控制模式切换开关47例如为轻触开关(tactile switch),为供用户对后述的加工量控制模式的有效、无效进行切换的操作部。阈值设定装置48为设定加工量控制模式中的后述的阈值(设定值)的装置(设定部)。阈值设定装置48例如为设置于操作面板19的开关(按钮)。作为另一例,阈值设定装置48可为独立于操作面板19而另行设置的刻度盘,也可为通过与智能手机等外部设备的无线通信来接收阈值的无线通信装置。

[0054] 驱动信号输出电路49依照控制部40的控制,对逆变电路38的开关元件Q1~开关元件Q6的各栅极施加驱动信号、例如脉冲宽度调制(pulse-width modulation,PWM)信号。磁传感器50将与马达20的旋转位置相应的信号输出到转子位置检测电路45。

[0055] 控制部40根据触发开关15的操作、正反切换开关16的状态、加工量控制模式的有效、无效、加工量控制模式中的阈值,经由驱动信号输出电路49控制开关元件Q1~开关元件Q6的接通断开,控制马达20的驱动。

[0056] 图4是图3的控制部40的功能框图。此外,关于图4所示的各框,是控制部40以功能的形式而具有,并非是指存在作为硬件的实体。此外,附图中的“NN”是指神经网络(neural network)。

[0057] 控制部40包括:转数计算部51、数据存储部52、学习完毕模型53、马达输出设定部54、输出稳定判定部55、神经网络运算部56(以下“NN运算部56”)、阈值设定部57、比较器58、控制模式设定部59、与门(AND gate)60、马达控制部61。

[0058] 转数计算部51利用来自转子位置检测电路45的接收信号计算马达旋转速度。此外,附图中的“转数”是指每单位时间的马达20的转数(以下“马达转数”)、即马达旋转速度。

[0059] 数据存储部52存储由转数计算部51计算出的马达转数、以及从电流检测电路41接收到的马达电流、即马达转数与马达电流的测量值。

[0060] 学习完毕模型53为存储有用于根据马达转数与马达电流的时间序列数据来估计加工量、例如螺钉紧固深度的神经网络的参数(以下“NN参数”)的功能框。NN参数包含权重与偏差(bias)等。NN参数事先通过机器学习而生成。机器学习的方法将在以后叙述。

[0061] 马达输出设定部54检测触发开关15的导通,并发送给输出稳定判定部55。另外,马达输出设定部54将与触发开关15的扣动量相应的输出设定信号发送给马达控制部61。

[0062] 当从触发开关15的导通起经过规定时间时,输出稳定判定部55判断为马达20的输出稳定,使神经网络计算有效信号(以下“NN计算有效信号”)从低电平(无效)成为高电平(有效)。

[0063] NN运算部56在NN计算有效信号为高电平的情况下,基于数据存储部52中存储的马达转数与马达电流的测量值的时间序列数据、以及学习完毕模型53中存储的NN参数,运算加工量估计值。

[0064] 阈值设定部57从阈值设定装置48接收阈值设定输入值,并输出阈值。比较器58对加工量估计值与阈值进行比较,若加工量估计值为阈值以下,则输出低电平的信号,若加工

量估计值超过阈值,则输出高电平的信号。

[0065] 控制模式设定部59检测控制模式切换开关47的操作,并输出加工量控制模式有效/无效信号。加工量控制模式有效/无效信号在加工量控制模式有效的情况下为高电平,在无效的情况下为低电平。显示部46显示加工量控制模式的有效、无效。

[0066] 与门60输出加工量控制模式有效/无效信号与比较器58的输出信号的逻辑积的信号。换句话说,与门60在加工量控制模式有效/无效信号为高电平时(加工量控制模式有效时),将比较器58的输出信号报送到马达控制部61。

[0067] 与门60的输出信号为高电平是指加工量控制模式有效且加工量估计值超过阈值,是指停止/低速控制请求信号被输出到马达控制部61。与门60的输出信号为低电平是指加工量控制模式无效和/或加工量估计值为阈值以下,是指停止/低速控制请求信号未被输出到马达控制部61。

[0068] 马达控制部61将与来自马达输出设定部54的输出设定信号相应的马达控制信号输出到驱动信号输出电路49(图3)。马达控制部61在输入了停止/低速控制请求信号的情况下、即在停止/低速控制请求信号为高电平的情况下,无论来自马达输出设定部54的输出设定信号如何,均将用于对马达20进行停止/低速控制的马达控制信号输出到驱动信号输出电路49(图3)。

[0069] 停止/低速控制为使马达20停止的控制、或使马达20减速并以低速旋转的控制。关于使马达20停止的控制,可对马达20进行制动控制,也可不施加制动而是使马达20自然减速。如此,加工量控制模式为当加工量估计值超过阈值时对马达20进行停止/低速控制的模式。加工量控制模式与螺钉紧固深度控制模式及加工量估计模式对应。

[0070] 图5是停止状态下的控制部40的控制流程图。控制部40在触发开关15接通的情况下(S1的是(YES)),进入图6所示的运转状态下的流程图(S3)。控制部40在触发开关15断开的情况下(S1的否(N0)),使马达20停止(S5)。

[0071] 控制部40在控制模式切换开关47接通的情况下(S7的是),将加工量控制模式有效/无效信号设为高电平(有效)(S9)。控制部40在控制模式切换开关47断开的情况下(S7的否),将加工量控制模式有效/无效信号设为低电平(无效)(S11)。

[0072] 控制部40对来自阈值设定装置48的阈值设定输入值进行确认(S13)。控制部40在阈值设定输入值与当前的阈值不一致的情况下(S15的是),更新阈值(将阈值设定输入值代入到阈值)(S17),返回到S1。控制部40在阈值设定输入值与当前的阈值一致的情况下(S15的否),返回到S1。

[0073] 图6是运转状态下的控制部40的控制流程图。控制部40获取作为工具状态数据的马达电流及马达转数(S21)。控制部40在加工量控制模式有效的情况下(S23的是),在NN计算有效信号为高电平的情况下(S25的是),执行神经网络运算(以下“NN运算”),导出基于学习完毕模型53的加工量估计值(S27)。

[0074] 控制部40在加工量估计值超过阈值的情况下(S29的是),对马达20进行停止/低速控制(S31)。控制部40在加工量估计值未超过阈值的情况下(S29的否),对马达20进行通常控制、即与触发开关15的扣动量相应的转数控制(S33)。

[0075] 在电动工具1那样的螺钉紧固用的作业机的情况下,加工量由螺钉紧固深度(螺钉的顶端侵入到对象材中的长度)、或图7(A)所示的螺钉头浮起量(为从对象材的表面到螺钉

头为止的距离且为直至螺钉头的顶部与对象材的表面成为齐平状态为止的距离)表示。在加工量为螺钉头浮起量的情况下,加工量越小,是指加工越进行,因此S29的判断中的不等号的朝向变得相反。即,控制部40在加工量估计值(螺钉头浮起量的估计值)小于阈值的情况下对马达20进行停止/低速控制,在加工量估计值(螺钉头浮起量的估计值)为阈值以上的情况下对马达20进行通常控制。此外,也可从最初导出的螺钉头浮起量的估计值中减去当前的螺钉头浮起量的估计值而设为螺钉紧固深度的估计值。

[0076] 在螺钉例如为木螺钉的情况下,由于伴随对于对象材的钻孔加工,因此螺钉紧固深度或螺钉头浮起量成为对于对象材的不可逆的加工的量的例示。另一方面,例如螺栓与螺母的相互拧紧并不伴随钻孔加工,因此为可逆的加工。

[0077] 控制部40在加工量控制模式并非有效的情况下(S23的否)、或者在NN计算有效信号为低电平的情况下(S25的否),对马达20进行通常控制(S33)。在NN计算有效信号为低电平时,在从触发开关15的导通起经过规定时间之前,马达20的输出不稳定,存在由启动电流等引起的误判定的风险,因此不前进到NN运算(S27)。

[0078] 图7(A)~(F)是表示对于对象材的螺钉紧固作业的进行形态的示意剖面图。图7(A)为螺钉紧固开始时的状态,表示电动工具1的钻头37与螺钉63卡合,且使螺钉63竖立于石膏板64的表面的状态。图7(B)~(E)表示螺钉紧固中途的状态。图7(B)表示螺钉63的顶端到达基底65之前的状态。图7(C)表示螺钉63的顶端到达基底65时的状态。图7(D)表示螺钉63的顶端在基底65中前进的状态。图7(E)为已就位的状态,表示螺钉63的头部的下端(锥形部的下端)与石膏板64的表面接触而开始侵入时的状态。图7(F)表示螺钉63的头部与石膏板64的表面齐平的状态、即螺钉头浮起量为零的状态。

[0079] 图7(G)是表示图7(A)~(F)所示的螺钉紧固作业中的马达电流、马达转数、螺钉头浮起量的时间变化的曲线图。曲线图中的A~F表示与图7(A)~(F)的各状态对应的时间部分或时间范围。图7(G)的曲线图所示那样的马达电流及马达转数的实测值与由外部的测距传感器获取的螺钉头浮起量的时间序列数据在用于生成图4所示的学习完毕模型53的NN参数的机器学习中被利用。在电动工具1的设计阶段,进行将各种种类的螺钉拧紧到各种种类的对象材的作业,使控制部40进行基于图7(G)的曲线图所示那样的时间序列数据的机器学习,由此生成能够应对各种种类的螺钉、各种种类的对象材、击打的有无的NN参数。

[0080] 图8是表示电动工具1的马达20的电流及转数与螺钉头浮起量的相关关系的图。如图8所示,马达转数与螺钉头浮起量呈正相关,另一方面,马达电流与螺钉头浮起量呈负相关。即,可确认到如下相关关系:在马达电流小、马达转数大的情况下,螺钉头浮起量大,在马达电流大、马达转数小的情况下,螺钉头浮起量小。

[0081] 图9是表示电动工具1的估计螺钉头浮起量的神经网络的结构的概念图。如图8所示,螺钉头浮起量与马达电流及马达转数之间存在相关性。利用所述相关性,如图9所示,可通过将规定样品数量的马达电流、马达转数的时间序列数据作为输入、将螺钉头浮起量作为输出的神经网络来估计螺钉头浮起量。在本实施方式中,使用利用图9所示的结构神经网络进行了机器学习的学习完毕模型53,进行实际的螺钉头浮起量的估计运算。

[0082] 如图10所示,在时刻t的螺钉头浮起量的估计中,使用从时刻t-n到时刻t为止的马达电流及马达转数的时间序列数据作为输入。从时刻t-n到时刻t为止的时间的长度与时间序列数据的数量可根据电动工具1的规格任意地设定。

[0083] 图11是在图10的曲线图中加上螺钉头浮起量的估计值后的曲线图。螺钉头浮起量的估计值是对学习完毕的神经网络实际输入马达电流及马达转数的时间序列数据并进行运算而得的值。螺钉头浮起量的估计值大致追随螺钉头浮起量的实测值。在螺钉头浮起量的估计值低于所设定的阈值(图中“马达停止阈值”)的情况(螺钉紧固深度的估计值超过所设定的阈值的情况)下,使马达20停止或低速驱动,由此可进行就位时的自动停止、螺钉头浮起量为零时的自动停止、或者规定的螺钉头浮起量(规定的螺钉紧固深度)下的停止等。

[0084] 本实施方式发挥下述作用效果。

[0085] (1) 控制部40可在各种不同的作业条件的螺钉紧固作业中,在由旋转击打机构30开始击打之前及之后的任一时间点,均根据所测量出的马达电流及马达转数来估计螺钉头浮起量。因此,通过预先设定与就位对应的阈值,即便于在由旋转击打机构30开始击打之前螺钉已就位的情况下,也可判断螺钉是否就位而使马达20停止或减速。与就位对应的阈值的情况下的加工量控制模式与就位判断模式对应。

[0086] (2) 控制部40根据所测量出的马达电流及马达转数来判断螺钉是否就位,因此与仅利用马达电流进行就位判断的情况相比较,可抑制过于紧固或拧紧不足的产生,作业性良好。

[0087] (3) 控制部40构成为具有根据所测量出的马达电流及马达转数来估计螺钉紧固深度(螺钉头浮起量)的学习模型(学习完毕模型53),并根据所估计出的螺钉紧固深度与所设定的设定值(阈值)使马达20停止或减速。因此,能够实现利用神经网络的高精度的螺钉紧固深度(螺钉头浮起量)的估计。

[0088] (4) 控制部40可从螺钉就位之前起便估计螺钉紧固深度(螺钉头浮起量)。对应于此,阈值设定装置48构成为能够设定包含螺钉就位于对象材之前的第一螺钉紧固深度(第一螺钉头浮起量)、以及与第一螺钉紧固深度不同的第二螺钉紧固深度在内的多个螺钉紧固深度作为阈值(设定值)。因此,可在就位前的阶段使马达20停止或减速,在就位前后可适宜地应对想要手动调节螺钉紧固深度的情况等,作业性良好。作为第二螺钉紧固深度,也可设定螺钉头就位于对象材并进一步沉入到对象材的螺钉沉降量(负的螺钉头浮起量),可适宜地应对各种作业需求。

[0089] (实施方式2) 图12~图17涉及本发明的实施方式2的电动工具。所述电动工具除了加工量的估计(计算)方法以外,与实施方式1相同。

[0090] 图12是本发明的实施方式2的电动工具的控制部140的功能框图。控制部140是将图4的控制部40的学习完毕模型53及NN运算部56替换为加工量计算程序62而成的部件。此外,图4的NN计算有效信号在图12中是替换为加工量计算有效信号,但作为信号的功能相同。加工量计算程序62的运行参照图14而在以后叙述。

[0091] 图13是运转状态下的控制部140的控制流程图。此外,停止状态下的控制部140的控制流程图与图5相同。控制部140获取作为工具状态数据的马达电流及马达转数(S41)。控制部140在加工量控制模式有效的情况下(S43的是),在加工量计算有效信号为高电平的情况下(S45的是),执行图14所示的加工量计算的流程图,导出加工量计算值(S47)。

[0092] 控制部140在加工量计算值超过阈值的情况下(S49的是),对马达20进行停止/低速控制(S51)。控制部140在加工量计算值未超过阈值的情况下(S49的否),对马达20进行通常控制、即与触发开关15的扣动量相应的转数控制(S53)。控制部140在加工量控制模式并

非有效的情况下(S43的否)、或者在加工量计算有效信号为低电平的情况下(S45的否),对马达20进行通常控制(S53)。

[0093] 图14是控制部140的加工量计算的流程图。控制部140在从加工量计算有效信号成为高电平起(从前进到S45的是起)的经过时间未超过规定时间的情况下(S61的否),进行马达电流 $\times$ 马达转数的积分(S63)。所述积分值在后述的S65中用于基准输出的算出。

[0094] 控制部140在从加工量计算有效信号成为高电平起(从前进到S45的是起)的经过时间超过规定时间的情况下(S61的是),将S63中计算完毕的积分值除以规定时间而得的值作为基准输出来进行计算(S65)。基准输出作为用于根据对象材与螺钉的组合来变更控制、即、用于选择后述的S71或S73中使用的表的判断基准值来利用。

[0095] 控制部140进行针对马达电流的测量数据的高速傅里叶转换(fast Fourier transform,FFT)处理。在通过FFT获得的频谱中,若规定频率的振幅值超过规定值(S69的是),则控制部140判定为由旋转击打机构30进行了击打并前进到S71,若非如此(S69的否),则控制部140判定为未进行击打并前进到S73。此时的规定频率是设为根据马达转数算出的锤32(图2)的旋转频率除以锤32与砧座33(图2)的啮合齿的数量而得的值。

[0096] 控制部140在进行击打判定(S69)之后,根据预先准备的表并基于基准输出值、电流值、转数来导出螺钉紧固深度(螺钉头浮起量)的计算值。关于此时的表,在进行击打的情况与没有进行击打的情况下使用不同的表。即,控制部140在判定为由旋转击打机构30进行了击打的情况下(S69的是),基于击打前用的表并根据基准输出、马达电流、马达转数导出螺钉紧固深度(螺钉头浮起量)的计算值(估计值)(S71)。控制部140在判定为由旋转击打机构30进行了击打的情况下(S69的否),基于击打后用的表并根据基准输出、马达电流、马达转数导出螺钉紧固深度(螺钉头浮起量)的计算值(估计值)(S73)。

[0097] 图15是表示击打开始前的加工量估计中利用的表的一例的概念图。图16是表示击打开始后的加工量估计中利用的表的一例的概念图。如这些图所示,表构成为通过基准输出、马达电流、马达转数来确定螺钉头浮起量的估计值的三维表。

[0098] 图17是针对两种螺钉来表示马达电流及马达转数的积与螺钉头浮起量的关系的曲线图。两种螺钉的长度相互不同,螺钉2比螺钉1长。在图17的曲线图中,绘制了对两种螺钉分别进行20次螺钉紧固作业时的马达电流及马达转数的实测值彼此的积与螺钉头浮起量的实测值的关系。图18是表示图17中的两种螺钉的数据的平均曲线的曲线图。

[0099] 在本实施方式中,如图17所示,基于预先获取的马达电流、马达转数、螺钉头浮起量的实测数据,事先生成并存储加工量估计中利用的表。如图18所示,表以成为相对于马达电流及马达转数的积而言的螺钉头浮起量的数据的平均的曲线的方式生成。通过本实施方式,在螺钉或对象材的种类不同的情况下,利用螺钉头浮起量大的拧紧初期的输出(图14的S65中算出的基准输出)稍有不同的情况,预先生成能够应对各种种类的螺钉、各种种类的对象材的表。本实施方式也发挥与实施方式1相同或对应的作用效果。

[0100] 以上,以实施方式为例说明了本发明,但本领域技术人员应理解对于实施方式的各结构要素或各处理过程能够在权利要求记载的范围内进行各种变形。以下,涉及变形例。

[0101] 本发明的不可逆的加工的量并不限定于螺钉紧固深度或螺钉头浮起量,例如也可作为钻孔深度。本发明的电动工具并不限定于冲击工具,也可作为钻孔机(drill driver)或油脉冲工具等能够进行螺钉紧固或钻孔的其他种类的工具。进而,本发明可应用于马达电流

或马达转数等状态量或其时间序列数据与加工量具有相关关系那样的所有电动工具。

[0102] 在实施方式或附图中作为具体的数值而例示的时间或马达电流、马达转数、螺钉头浮起量、基准输出等并不对发明的范围进行任何限定,而是根据制品的规格而各种各样。

[0103] 符号的说明

[0104] 1:电动工具

[0105] 10:机壳

[0106] 11:马达收容部

[0107] 12:手柄部

[0108] 13:电池组装设部

[0109] 14:尾罩

[0110] 15:触发开关

[0111] 16:正反切换开关

[0112] 17:电池组

[0113] 18:锤壳

[0114] 19:操作面板

[0115] 20:马达

[0116] 21:马达轴

[0117] 22:转子

[0118] 23:定子铁心

[0119] 24:定子线圈

[0120] 25:前侧绝缘体

[0121] 26:后侧绝缘体

[0122] 28:减速机构

[0123] 29:主轴

[0124] 30:旋转击打机构

[0125] 31:弹簧

[0126] 32:锤

[0127] 33:砧座

[0128] 34:风扇

[0129] 35:第一控制基板

[0130] 36:第二控制基板

[0131] 37:钻头

[0132] 38:逆变电路

[0133] 39:电阻

[0134] 40:控制部

[0135] 41:电流检测电路

[0136] 42:电池电压检测电路

[0137] 43:控制电源供给电路

[0138] 44:控制电源电压检测电路

- [0139] 45:转子位置检测电路
- [0140] 46:显示部
- [0141] 47:控制模式切换开关
- [0142] 48:阈值设定装置(设定部)
- [0143] 49:驱动信号输出电路
- [0144] 50:磁传感器
- [0145] 51:转数计算部
- [0146] 52:数据存储部
- [0147] 53:学习完毕模型
- [0148] 54:马达输出设定部
- [0149] 55:输出稳定判定部
- [0150] 56:NN运算部
- [0151] 57:阈值设定部
- [0152] 58:比较器
- [0153] 59:控制模式设定部
- [0154] 60:与门
- [0155] 61:马达控制部
- [0156] 62:加工量计算程序
- [0157] 63:螺钉
- [0158] 64:石膏板
- [0159] 65:基底

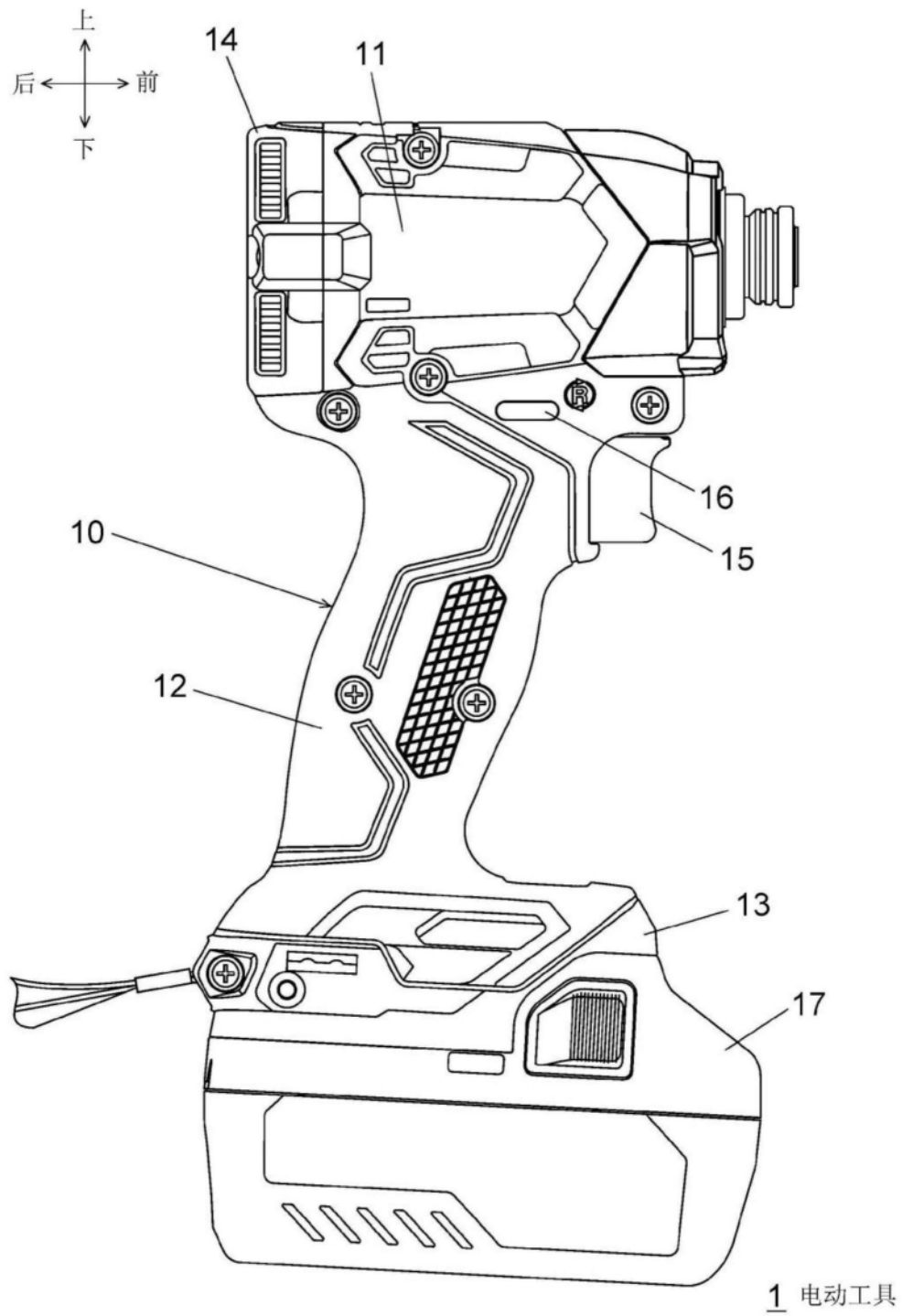


图1

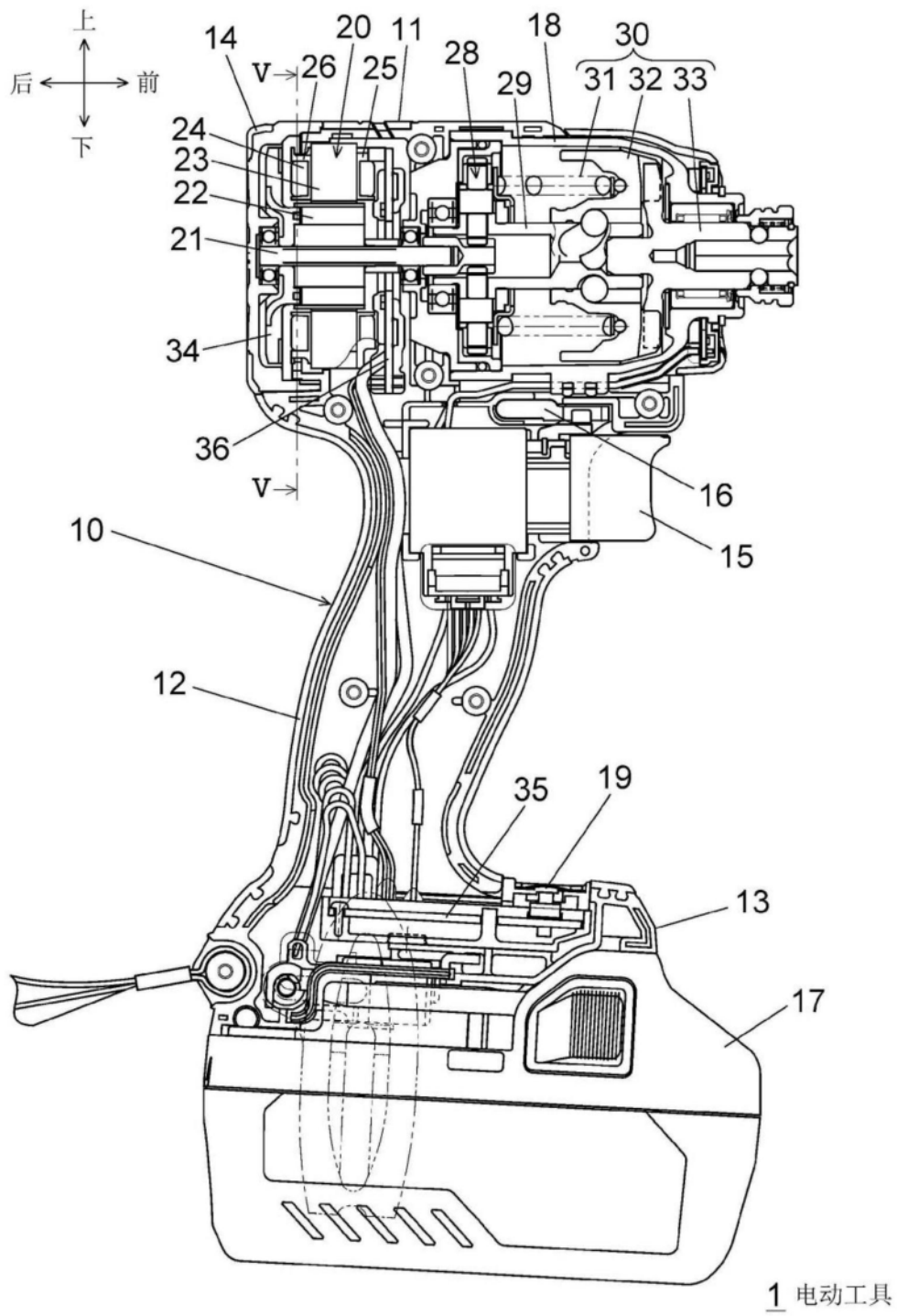


图2

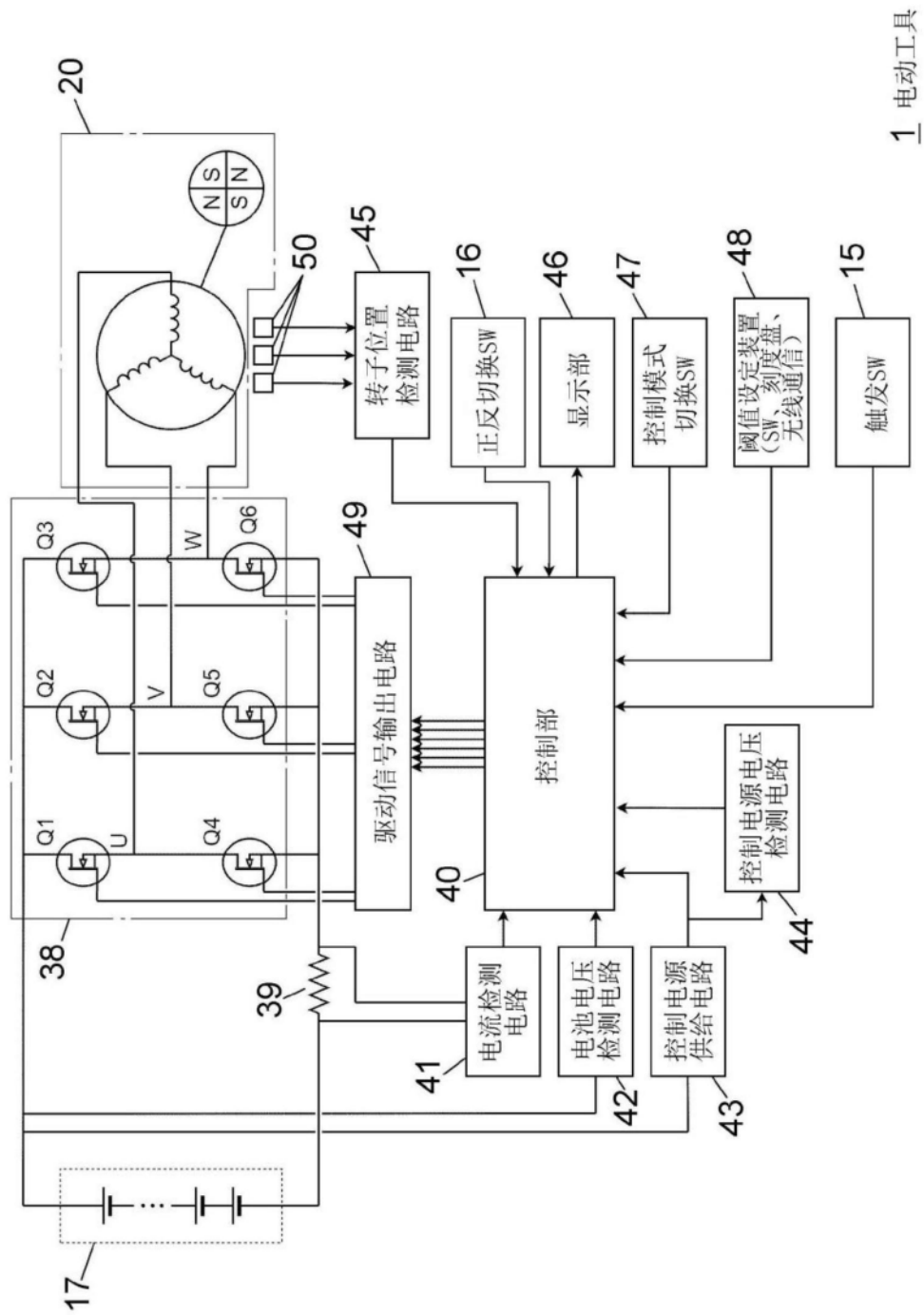


图3

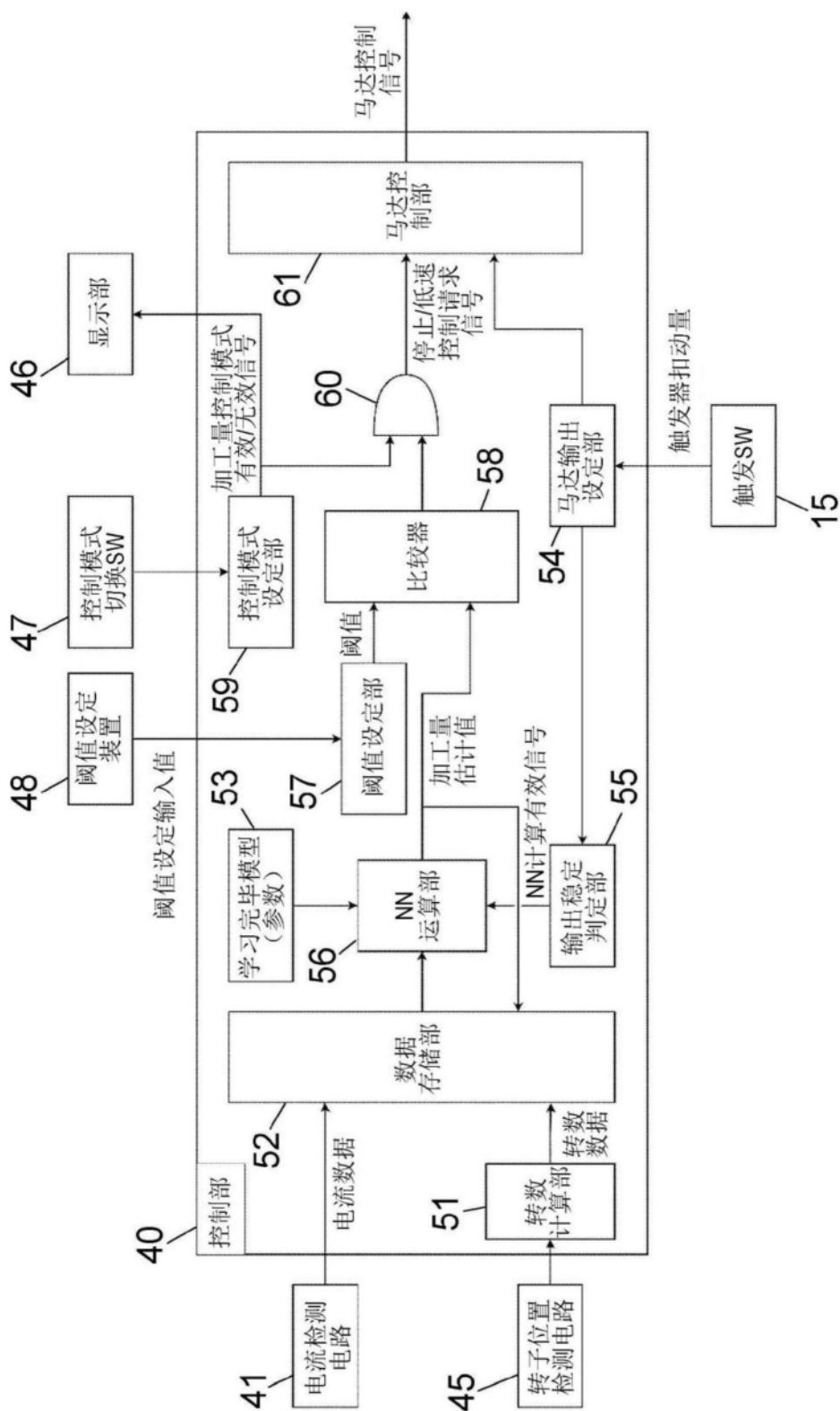


图4

停止状态下的流程图

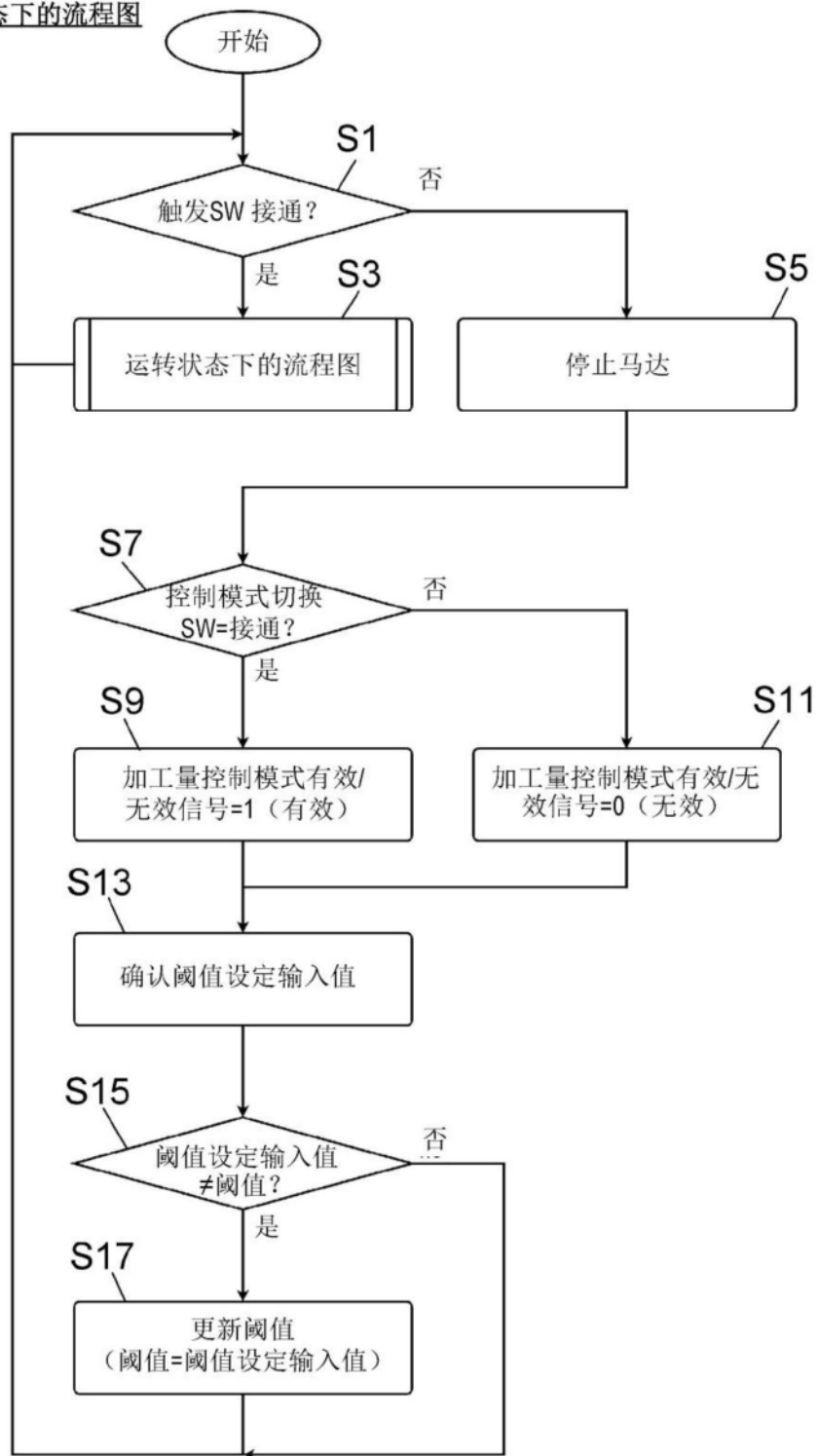


图5

运转状态下的流程图（神经网络）

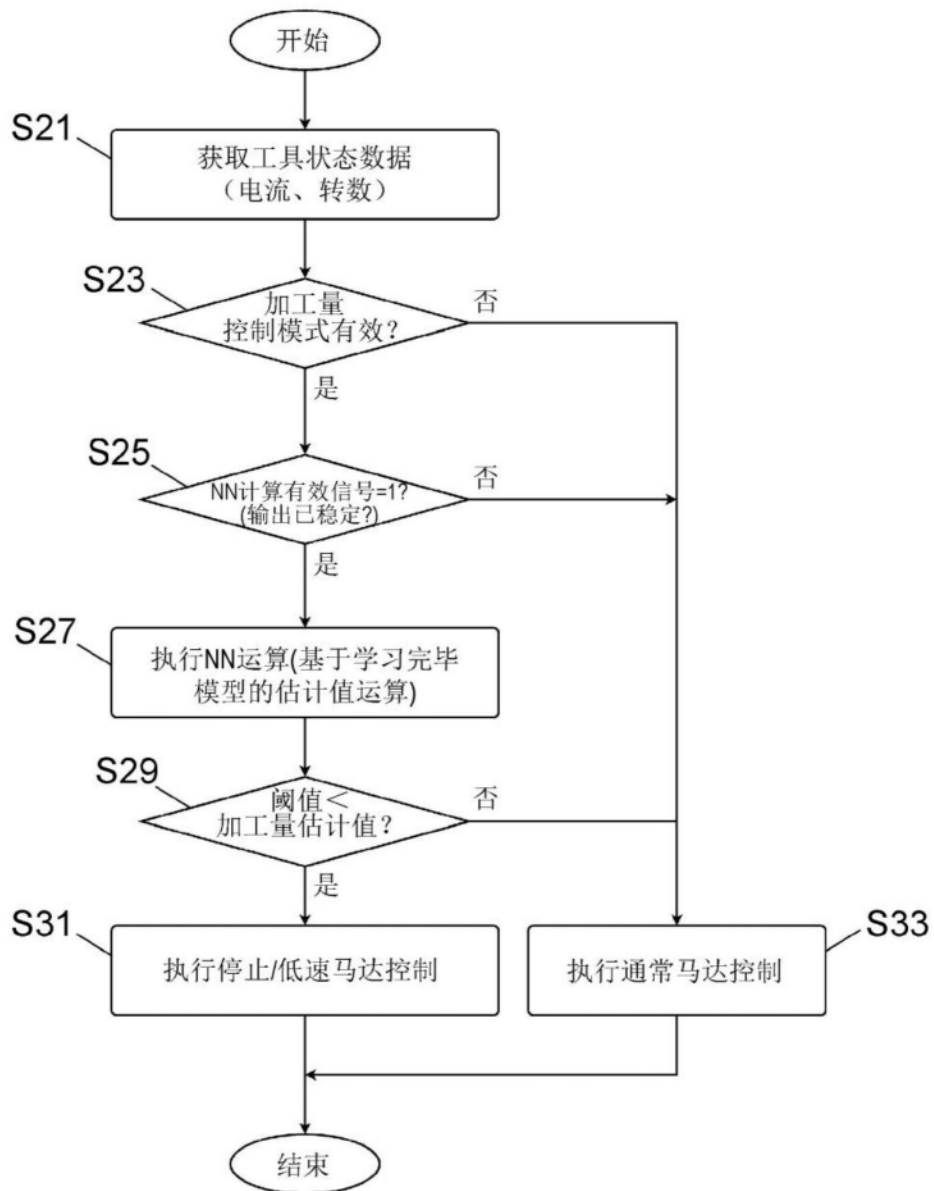
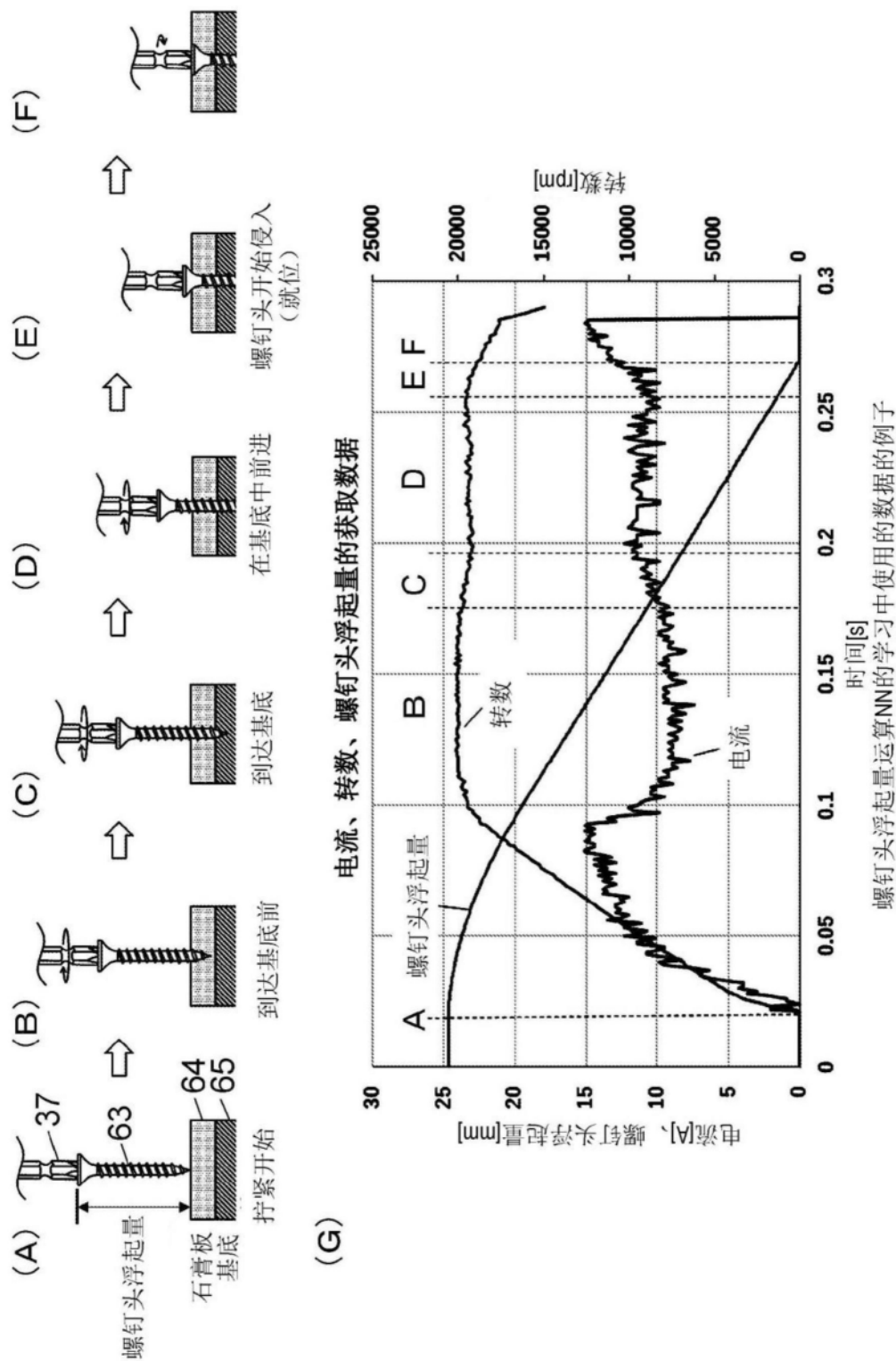


图6



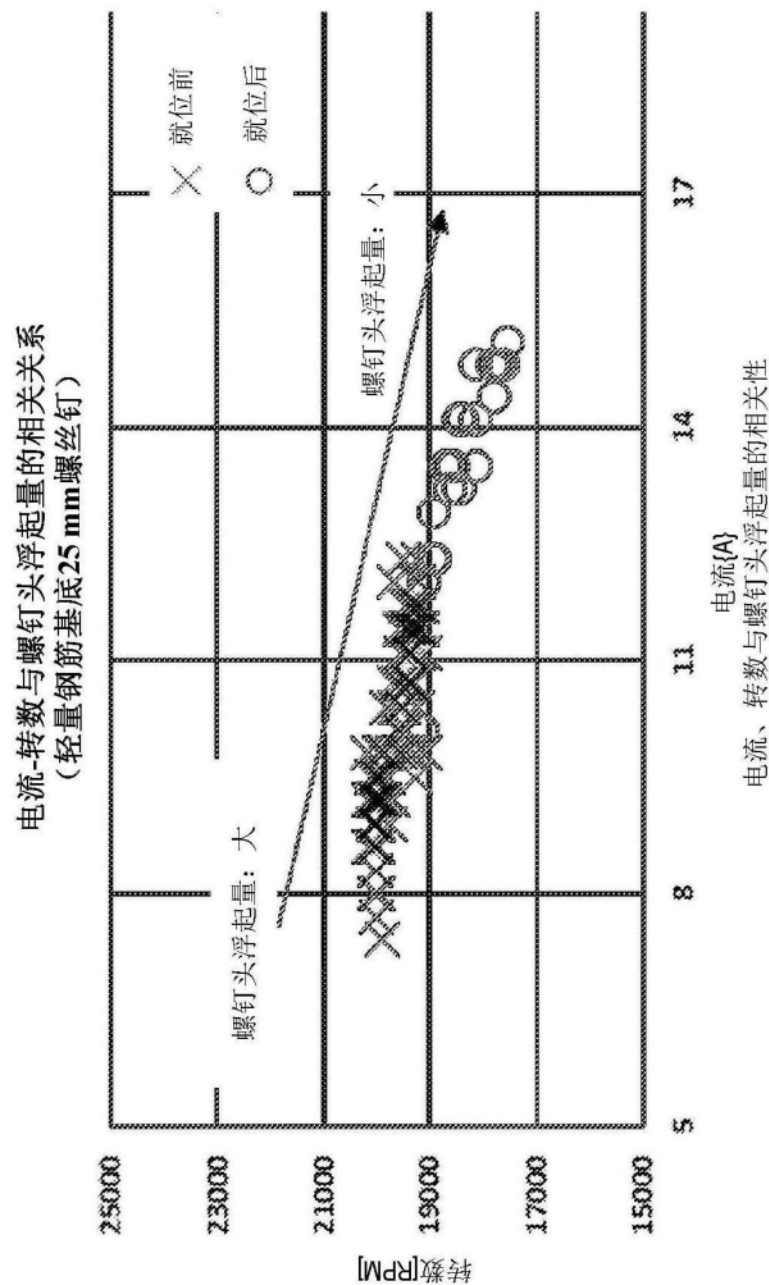


图8

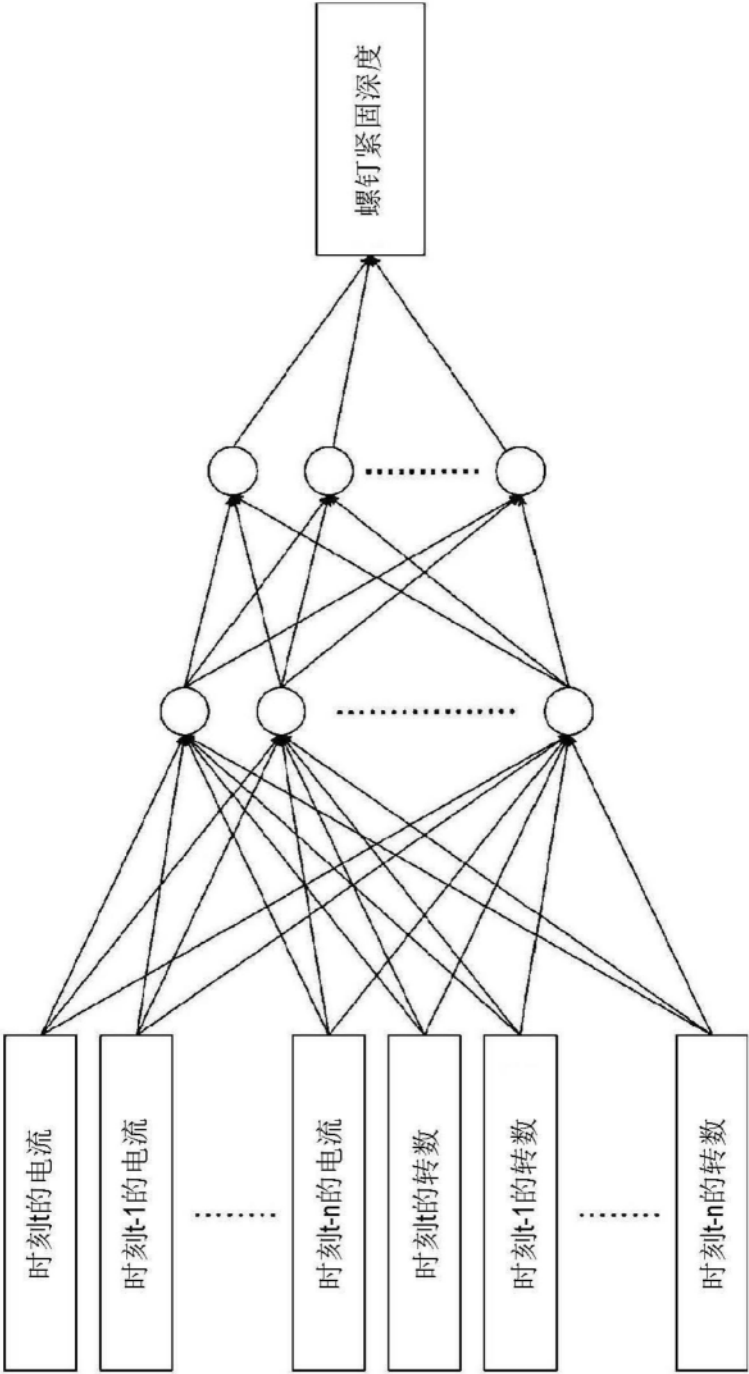


图9

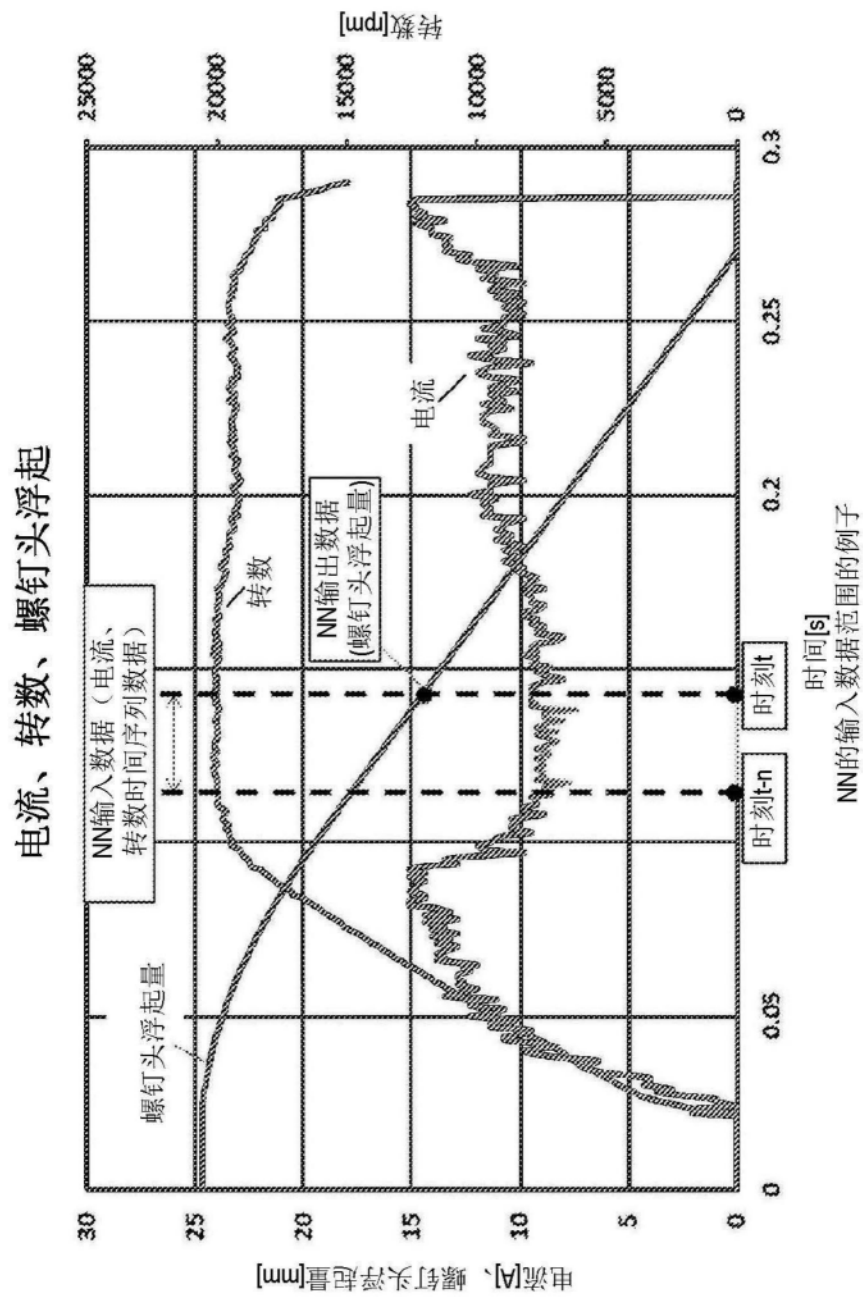


图10

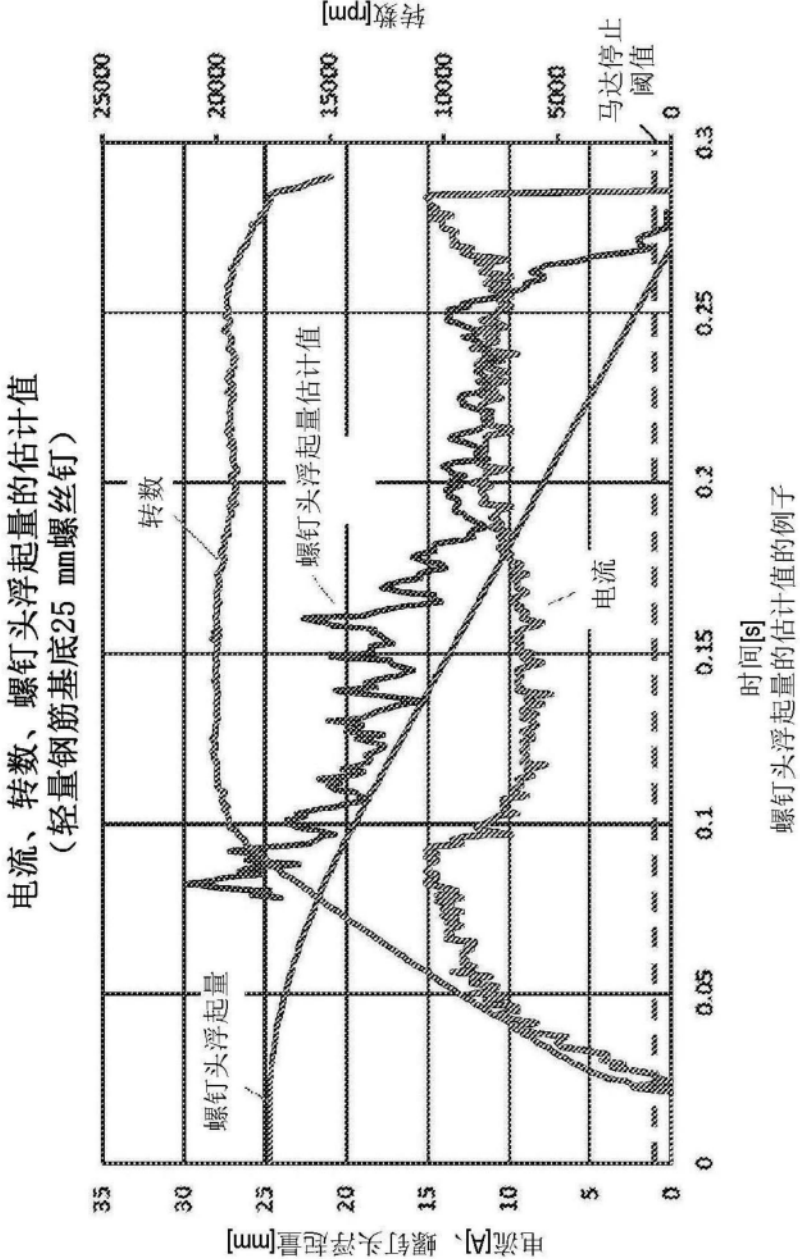


图11

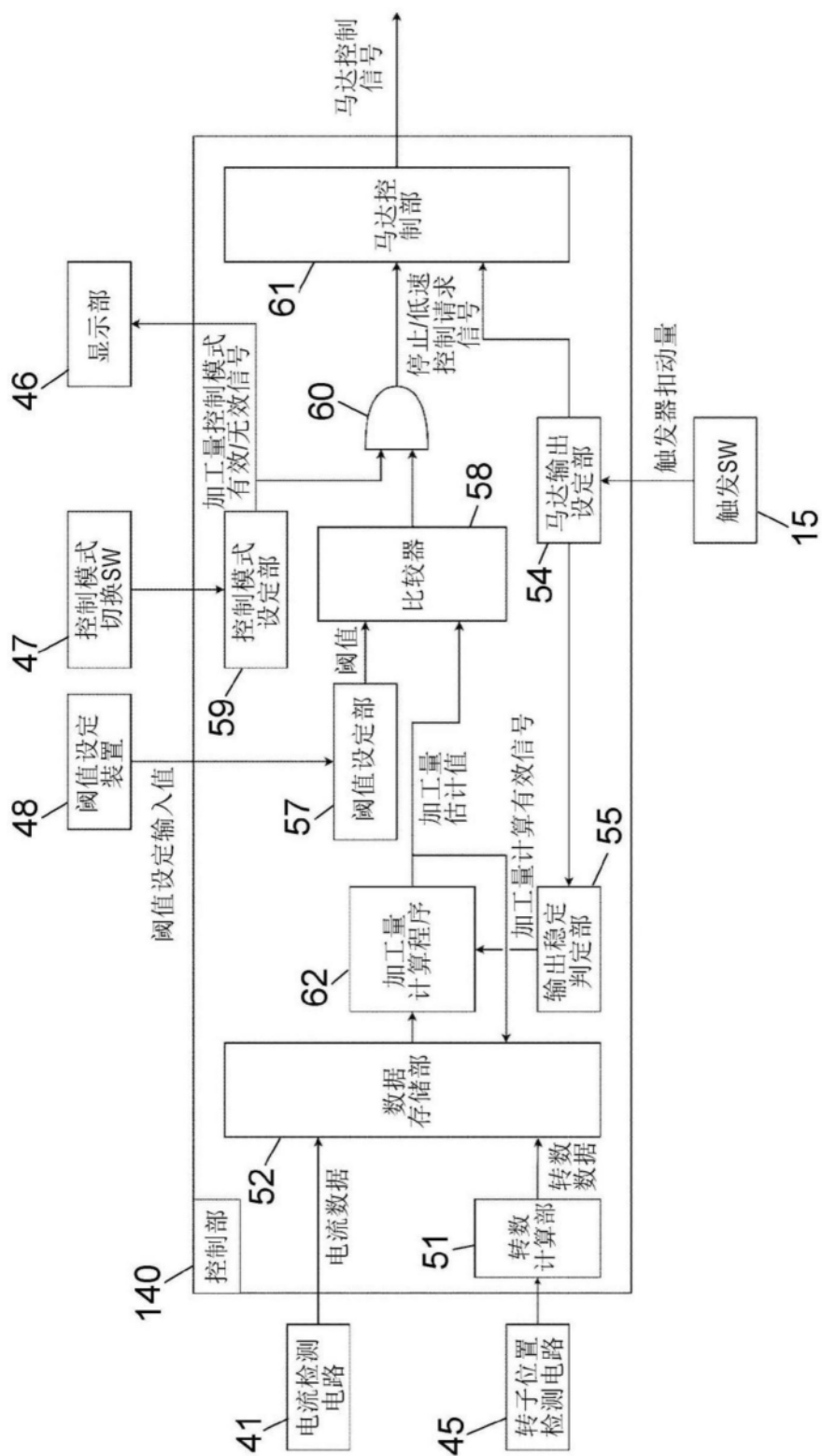


图12

运转状态下的流程图（基于规则）

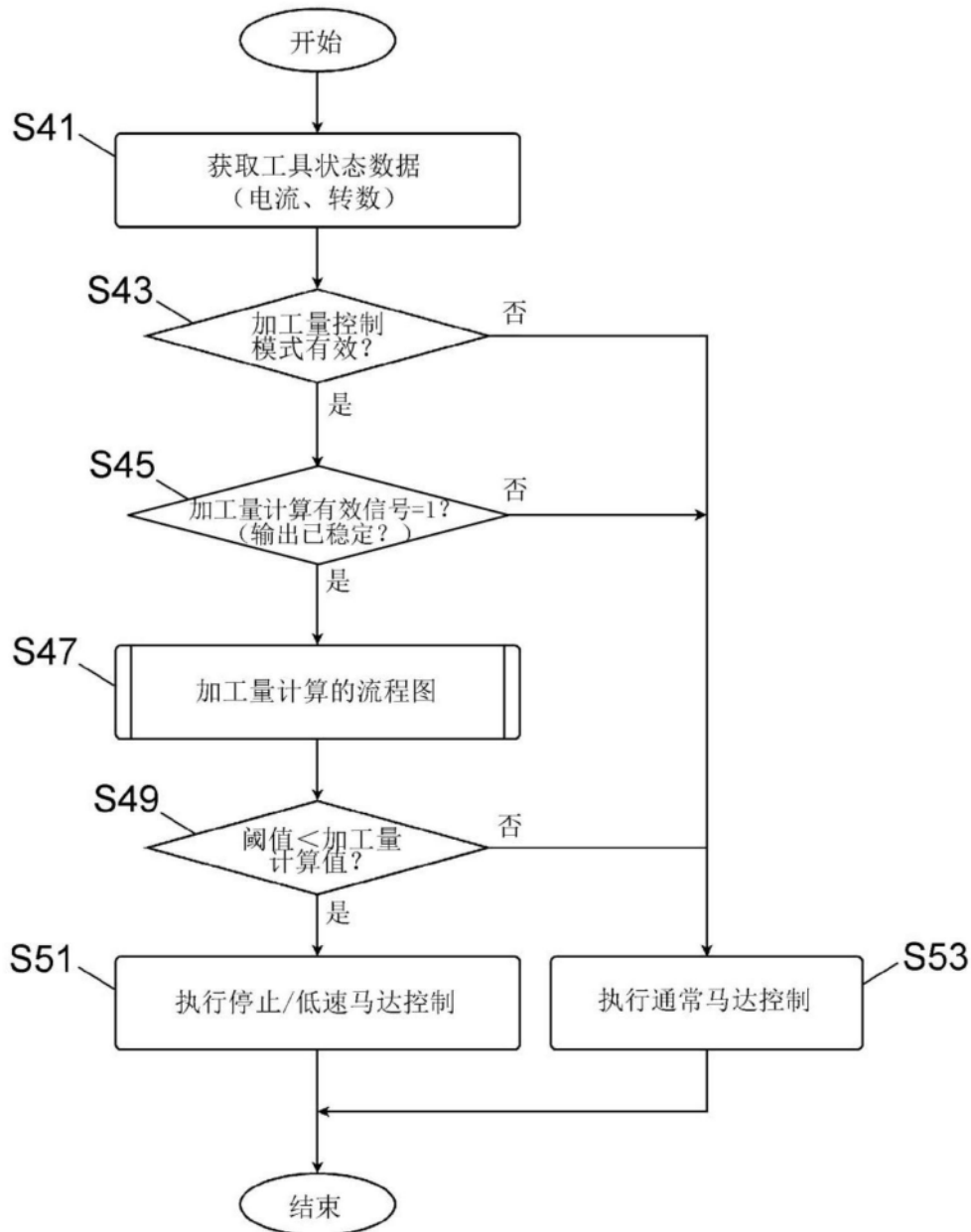


图13

加工量计算的流程图（基于规则）

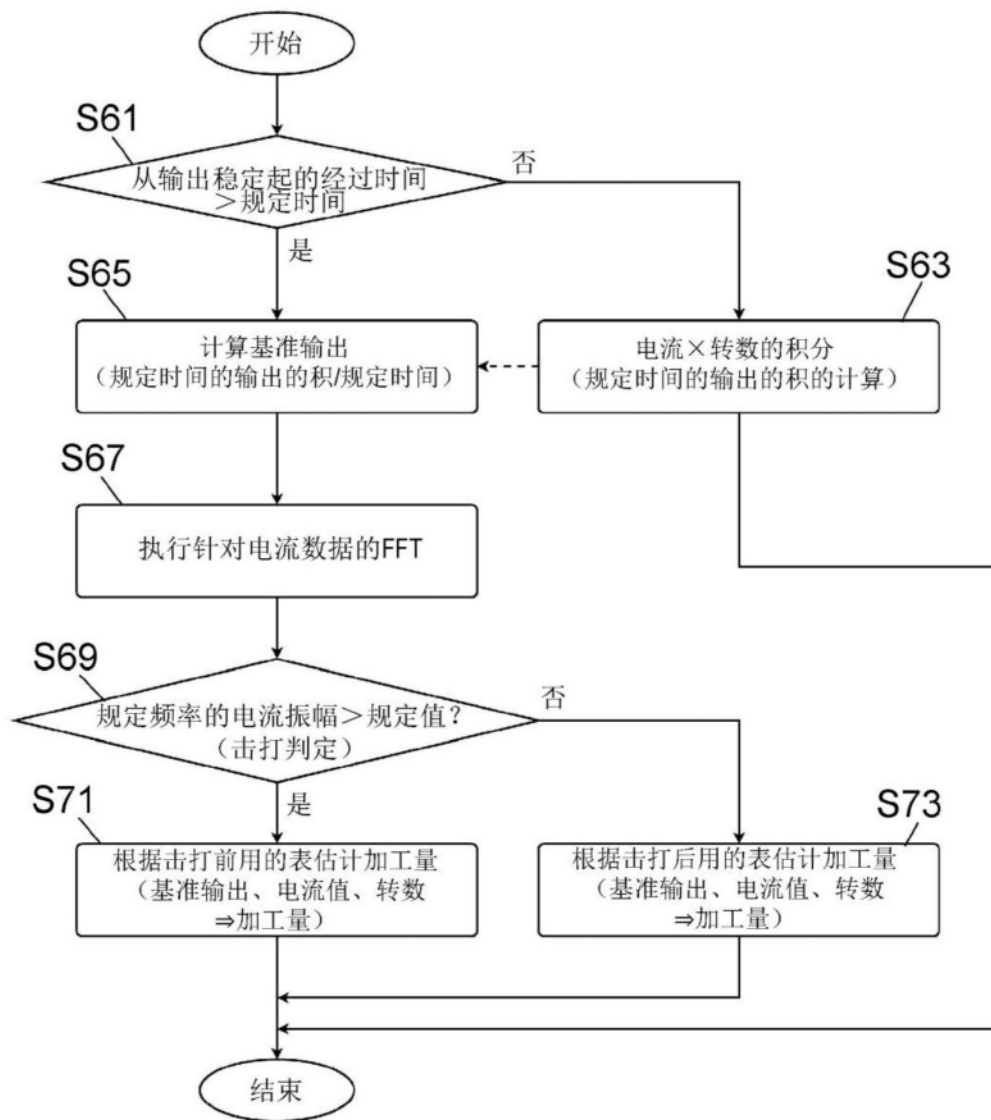


图14

未击打的情况

基准输出		电流[A]					
40~60[krpm · A]		0.0~2.5	2.5~5.0	5.0~7.5	7.5~10.0	10.0~12.5	...
转	...						
	15000~16000	14.7	12.8	9.1	5.5	3.0	

基准输出		电流[A]					
20~40[krpm · A]		0.0~2.5	2.5~5.0	5.0~7.5	7.5~10.0	10.0~12.5	...
转	...						
	15000~16000	9.2	7.4	5.5	3.7	2.0	

基准输出		电流[A]					
0~20[krpm · A]		0.0~2.5	2.5~5.0	5.0~7.5	7.5~10.0	10.0~12.5	...
转数[rpm]	...						
	15000~16000	6.9	4.6	2.4	0.1	-2.1	
	16000~17000	11.9	9.7	7.4	5.2	2.9	
	17000~18000	16.9	14.7	12.5	10.2	8.0	
	18000~19000	22.0	19.7	17.5	15.2	13.0	
	19000~20000	27.0	24.8	22.5	20.3	18.0	
	...						

图15

有击打的情况

基准输出		电流[A]					
40~60[krpm · A]		0.0~2.5	2.5~5.0	5.0~7.5	7.5~10.0	10.0~12.5	...
转	...						
	15000~16000	23.3	18.0	12.9	7.8	2.7	
基准输出		电流[A]					
20~40[krpm · A]		0.0~2.5	2.5~5.0	5.0~7.5	7.5~10.0	10.0~12.5	...
转	...						
	15000~16000	20.7	16.0	10.8	5.8	0.3	
基准输出		电流[A]					
0~20[krpm · A]		0.0~2.5	2.5~5.0	5.0~7.5	7.5~10.0	10.0~12.5	...
转数[rpm]	...						
	15000~16000	18.6	13.4	8.6	3.6	-1.2	
	16000~17000	21.2	15.4	10.3	6.1	0.3	
	17000~18000	22.6	18.1	12.5	7.7	2.6	
	18000~19000	25.0	20.1	15.5	10.5	4.8	
	19000~20000	27.1	22.8	17.6	12.6	7.5	
	...						

图16

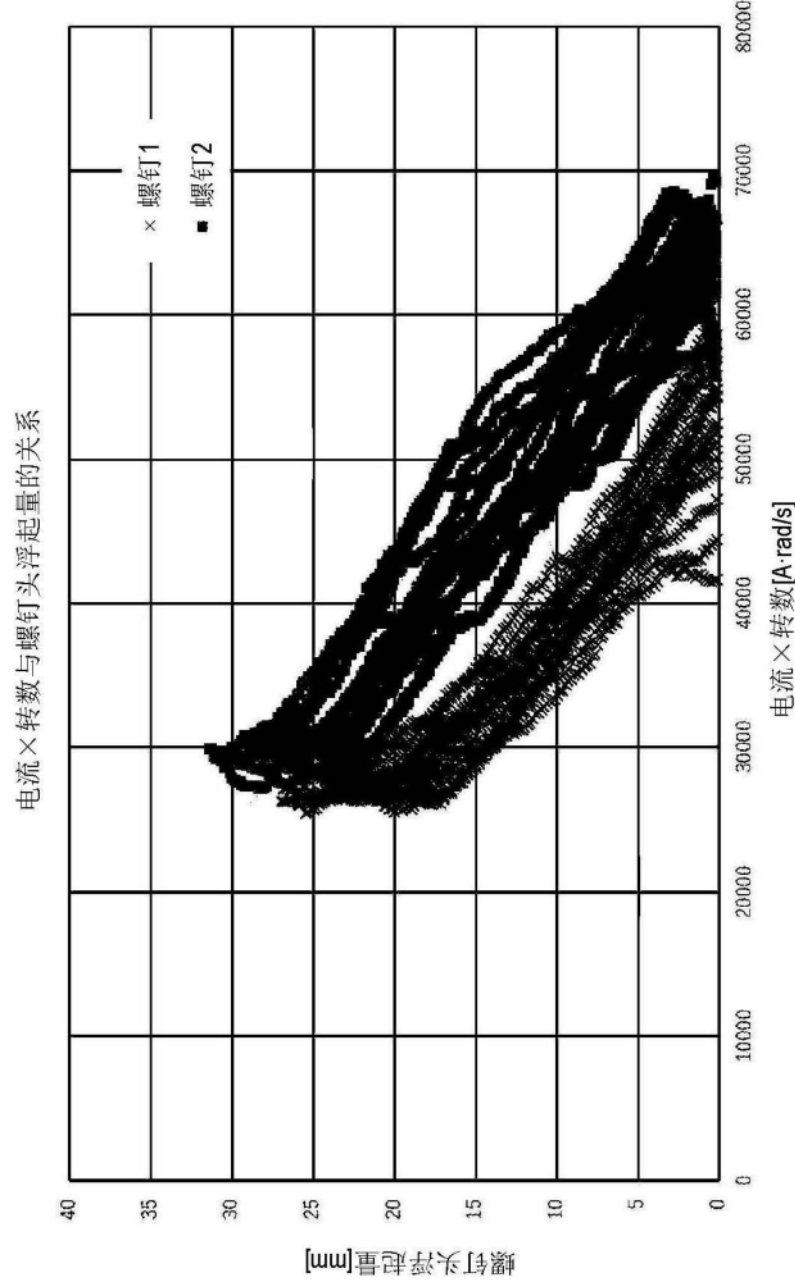


图17

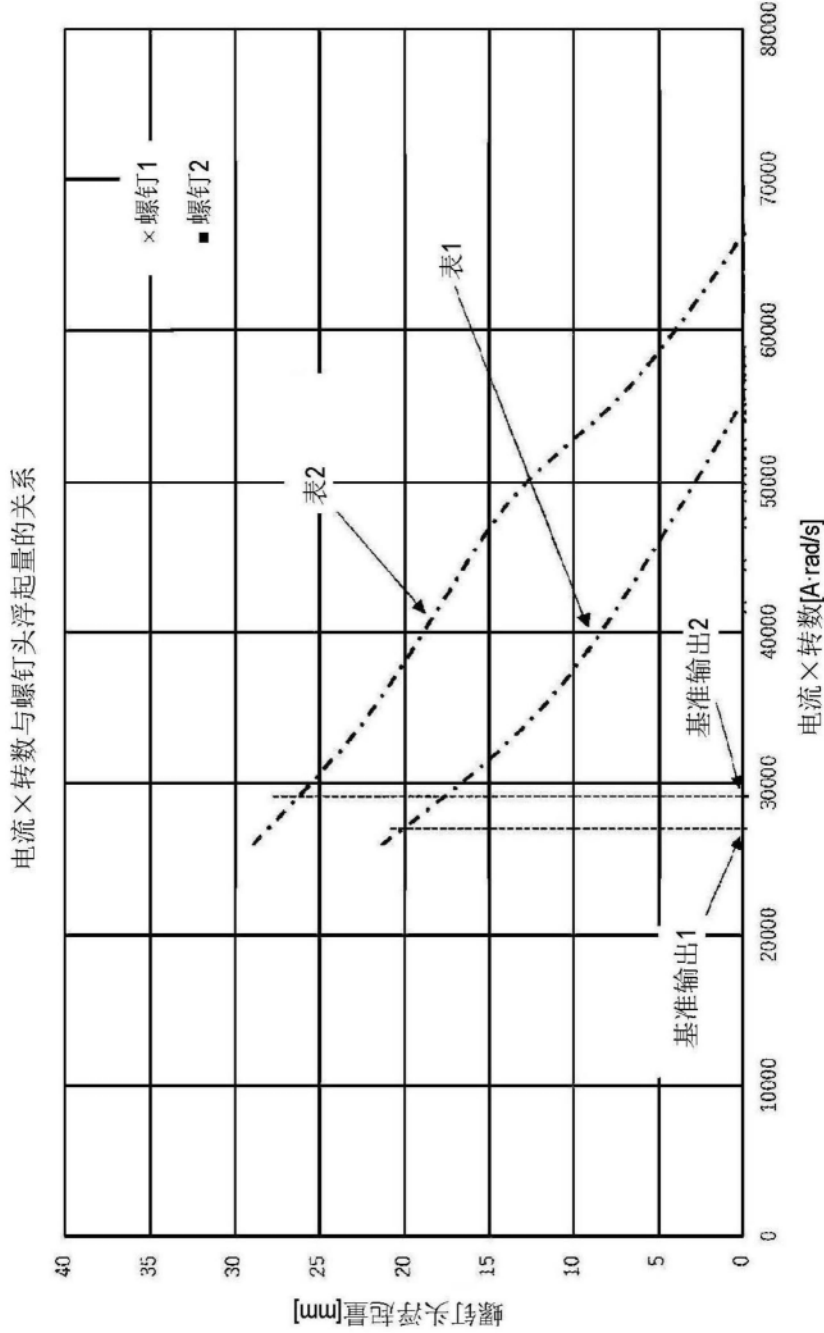


图18