



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117601075 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 27

(21) 申请号 202310892273.0

(22) 申请日 2023.07.20

(30) 优先权数据

2022-132123 2022.08.22 JP

(71) 申请人 松下知识产权经营株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 中原雅之 山田飒一郎

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

专利代理师 刘新宇 张文慧

(51) Int. Cl.

B25D 16/00 (2006.01)

B25D 17/00 (2006.01)

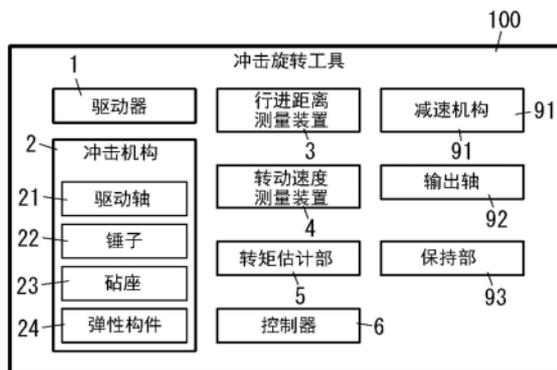
权利要求书2页 说明书12页 附图4页

(54) 发明名称

冲击旋转工具、转矩估计方法和非暂态记录介质

(57) 摘要

本发明的目的是提供被配置为准确地估计转矩值的冲击旋转工具、转矩估计方法和非暂态记录介质。冲击旋转工具(100)包括驱动器(1)、冲击机构(2)、驱动器轴(21)、锤子(22)、砧座(23)、弹性构件(24)、行进距离测量装置(3)和转矩估计部(5)。行进距离测量装置(3)被配置为测量与锤子行进距离相关的参数,其中在由锤子(22)对砧座(23)施加冲击时,锤子(22)从由锤子(22)对砧座(23)施加冲击的位置起沿着轴向方向(D1)远离砧座(23)而移动经过该锤子行进距离。转矩估计部(5)被配置为至少基于与锤子行进距离相关的参数来估计通过冲击所生成的转矩值。



1. 一种冲击旋转工具,包括:
 - 驱动器,其被配置为进行转动操作;
 - 驱动轴,其被配置为由所述驱动器转动;
 - 锤子,其被配置为装配到所述驱动轴的外周,使得所述锤子能够在所述驱动轴的轴向方向上移动并且能够在所述驱动轴转动的转动方向上转动;
 - 砧座,其被配置为接收所述锤子施加的所述转动方向上的冲击;
 - 行进距离测量装置,其被配置为测量与锤子行进距离相关的参数,其中在由所述锤子对所述砧座施加冲击时,所述锤子从由所述锤子对所述砧座施加冲击的位置起沿着所述轴向方向远离所述砧座而移动经过所述锤子行进距离;以及
 - 转矩估计部,其被配置为至少基于所述参数来估计通过所述冲击所生成的转矩值。
2. 根据权利要求1所述的冲击旋转工具,还包括转动速度测量装置,所述转动速度测量装置被配置为测量所述驱动轴和所述锤子中的至少一个的转动速度,
 - 其中,所述转矩估计部被配置为基于与所述锤子行进距离相关的参数以及所述转动速度来估计所述转矩值。
3. 根据权利要求1或2所述的冲击旋转工具,还包括控制器,所述控制器被配置为根据矢量控制来控制所述驱动器,
 - 其中,所述驱动器被配置为根据所述控制器所进行的矢量控制而被供给转矩电流,以及
 - 所述行进距离测量装置被配置为:
 - 测量在从所述锤子对所述砧座施加冲击起直到所述锤子下次对所述砧座施加冲击为止的时间段中的所述转矩电流的变化量,以及
 - 测量所述锤子行进距离自身作为所述参数,其中所述锤子行进距离是基于所述变化量测量到的。
4. 根据权利要求3所述的冲击旋转工具,其中,
 - 所述行进距离测量装置被配置为:
 - 在一个机械加工作业任务中进行所述变化量的多次测量,以及
 - 在所述多次测量中所述变化量表现出增加趋势的情况下,测量所述锤子行进距离。
5. 根据权利要求4所述的冲击旋转工具,其中,
 - 所述行进距离测量装置被配置为在所述多次测量中所述变化量连续增加预定次数的情况下,判断为所述变化量表现出增加趋势。
6. 根据权利要求3所述的冲击旋转工具,其中,
 - 所述行进距离测量装置被配置为在一个机械加工作业任务中,在所述锤子对所述砧座施加冲击预定次数之后,测量所述锤子行进距离。
7. 一种转矩估计方法,用于估计由冲击旋转工具生成的转矩值,所述冲击旋转工具包括:驱动器,其被配置为进行转动操作;驱动轴,其被配置为由所述驱动器转动;锤子,其被配置为装配到所述驱动轴的外周,使得所述锤子能够在所述驱动轴的轴向方向上移动并且能够在所述驱动轴转动的转动方向上转动;以及砧座,其被配置为接收所述锤子施加的所述转动方向上的冲击,所述转矩值是通过所述冲击产生的,所述转矩估计方法包括:
 - 行进距离测量步骤,用于测量与锤子行进距离相关的参数,其中在由所述锤子对所述

砧座施加冲击时,所述锤子从由所述锤子对所述砧座施加冲击的位置起沿着所述轴向方向远离所述砧座而移动经过所述锤子行进距离;以及

转矩估计步骤,用于至少基于所述参数来估计通过所述冲击所生成的转矩值。

8.一种非暂态记录介质,其记录有程序,所述程序被配置为使得计算机系统执行根据权利要求7所述的转矩估计方法。

冲击旋转工具、转矩估计方法和非暂态记录介质

技术领域

[0001] 本发明通常涉及冲击旋转工具、转矩估计方法和非暂态记录介质。本发明具体涉及被配置为估计转矩值的冲击旋转工具、转矩估计方法和非暂态记录介质。

背景技术

[0002] 专利文献1 (JP 2005-324265 A) 公开了一种冲击旋转工具, 该冲击旋转工具包括旋转驱动机构、输出轴、处理器、转动速度设置单元和控制器。旋转驱动机构经由驱动轴使锤子转动。通过锤子的冲击击打向输出轴施加驱动力。处理器根据锤子的冲击击打计算紧固转矩。转动速度设置单元改变旋转驱动机构的转动速度。控制器使旋转驱动机构以在转动速度设置单元中设置的转动速度转动, 并且在处理器中所计算出的紧固转矩变得大于或等于转矩设置单元中预先设置的紧固转矩值时, 使旋转驱动机构停止。

发明内容

[0003] 发明要解决的问题

[0004] 如上所述的冲击旋转工具基于旋转驱动机构的转动速度和锤子的冲击击打次数来计算紧固转矩值 (转矩值)。然而, 即使在锤子的冲击击打次数相同并且转动速度相同的情况下, 紧固转矩值也可能根据紧固构件 (例如, 螺钉、螺栓、螺母) 的类型而不同。也就是说, 需要被配置为准确地估计紧固转矩值的冲击旋转工具。

[0005] 本发明的目的是提供被配置为准确地估计转矩值的冲击旋转工具、转矩估计方法和非暂态记录介质。

[0006] 用于解决问题的方案

[0007] 根据本发明一方面的冲击旋转工具包括驱动器、驱动轴、锤子、砧座、行进距离测量装置和转矩估计部。所述驱动器被配置为进行转动操作。所述驱动轴被配置为由所述驱动器转动。所述锤子被配置为装配到所述驱动轴的外周, 使得所述锤子能够在所述驱动轴的轴向方向上移动, 并且能够在所述驱动轴转动的转动方向上转动。所述砧座被配置为接收所述锤子施加的所述转动方向上的冲击。所述行进距离测量装置被配置为测量与锤子行进距离相关的参数, 其中在由所述锤子对所述砧座施加冲击时, 所述锤子从由所述锤子对所述砧座施加冲击的位置起沿着所述轴向方向远离所述砧座而移动经过所述锤子行进距离。所述转矩估计部被配置为至少基于所述参数来估计通过所述冲击所生成的转矩值。

[0008] 根据本发明一方面的转矩估计方法是一种转矩估计方法, 用于估计通过由冲击旋转工具施加的冲击所生成的转矩值, 所述冲击旋转工具包括驱动器、驱动轴、锤子和砧座。所述驱动器被配置为进行转动操作。所述驱动轴被配置为由所述驱动器转动。所述锤子被配置为装配到所述驱动轴的外周, 使得所述锤子能够在所述驱动轴的轴向方向上移动, 并且能够在所述驱动轴转动的转动方向上转动。所述砧座被配置为接收所述锤子施加的所述转动方向上的冲击。所述转矩估计方法包括行进距离测量步骤和转矩估计步骤。所述行进距离测量步骤包括测量与锤子行进距离相关的参数, 其中在由所述锤子对所述砧座施加冲

击时,所述锤子从由所述锤子对所述砧座施加冲击的位置起沿着所述轴向方向远离所述砧座而移动经过所述锤子行进距离。所述转矩估计步骤包括至少基于所述参数来估计通过所述冲击所生成的转矩值。

[0009] 根据本发明一方面的非暂态记录介质是一种非暂态记录介质,用于记录程序,所述程序被配置为使得计算机系统执行所述转矩估计方法。

[0010] 发明的效果

[0011] 本发明提供可以准确地估计转矩值的优点。

附图说明

[0012] 图1是本实施例的冲击旋转工具的示意结构的框图;

[0013] 图2是该冲击旋转工具的示意结构的结构图;

[0014] 图3是该冲击旋转工具中的转矩电流随时间的变化、以及驱动器的转数的计算值和目标值随时间的变化的说明图;以及

[0015] 图4是转矩估计方法的流程图。

[0016] 附图标记列表

[0017] 100冲击旋转工具

[0018] 1驱动器

[0019] 21 驱动轴

[0020] 22 锤子

[0021] 23 砧座

[0022] 3行进距离测量装置

[0023] 4转动速度测量装置

[0024] 5转矩估计部

[0025] 6控制器

[0026] A1 变化量

[0027] D1 轴向方向

[0028] ST3 行进距离测量步骤

[0029] ST5 转矩估计步骤

[0030] X1 转矩电流

具体实施方式

[0031] (实施例)

[0032] (1)概述

[0033] 以下将参考图1和图2来说明根据本实施例的冲击旋转工具的概述。

[0034] 如图1和图2所示,根据本实施例的冲击旋转工具100包括驱动器1、驱动轴21、锤子22、砧座23、行进距离测量装置3和转矩估计部5。例如,假定作业人员在将紧固构件(诸如螺钉、螺栓或螺母等)紧固到紧固目标(诸如电子产品或家具等)中的紧固作业中使用冲击旋转工具100。

[0035] 驱动器1进行转动操作。驱动轴21由驱动器1转动。锤子22装配到驱动轴21的外周,

使得锤子22可在驱动轴21的轴向方向上移动并且可在驱动轴21转动的转动方向上转动。砧座23接收由锤子22施加的在驱动轴21转动的转动方向上的冲击。

[0036] 行进距离测量装置3测量与锤子行进距离(锤子22的移动的大小)相关的参数。锤子行进距离是如下的距离:在由锤子22对砧座23施加冲击时,锤子22从由锤子22对砧座23施加冲击的位置起沿着驱动轴21的轴向方向D1(参见图2)远离砧座23而移动经过该距离。转矩估计部5被配置为至少基于由行进距离测量装置3测量到的参数来估计通过冲击所生成的转矩值。本文中使用的“转矩值”是表示通过冲击所生成的转矩的大小的值,也就是说,表示施加到紧固构件的转矩的大小的值。

[0037] 通常,即使在由锤子22施加的冲击的次数相同并且转动速度相同的情况下,紧固构件(诸如金属螺钉或木螺钉等)的类型方面的差异也导致由锤子22施加的冲击所引起的砧座23在转动方向上的进度有所不同,并且通过冲击所生成的转矩值也可能由此不同。因而,在基于由锤子22施加的冲击的次数或者转动速度来估计转矩值的情况下,无法考虑到取决于紧固构件的类型的转矩值的差异,这使得难以准确地估计转矩值。

[0038] 然而,在本实施例的冲击旋转工具100中,转矩估计部5至少基于锤子行进距离来估计通过冲击所生成的转矩值。在锤子22对砧座23施加冲击时,由于砧座23的抵抗该冲击的排斥力而导致锤子22远离砧座23移动。砧座23的抵抗冲击的排斥力根据砧座23的转动方向上的进度而改变,因而锤子行进距离根据砧座23的转动方向上的进度而改变。因此,本实施例的冲击旋转工具100使得能够根据紧固构件的类型,考虑到砧座23的转动方向上的进度的差异来估计转矩值。也就是说,本实施例的冲击旋转工具100具有能够准确地估计转矩值的优点。

[0039] (2) 详细结构

[0040] (2-1) 总体结构

[0041] 以下将参考图1至图3来说明本实施例的详细结构。

[0042] 如图1和图2所示,冲击旋转工具100除了包括驱动器1、行进距离测量装置3和转矩估计部5之外,还包括冲击机构2、转动速度测量装置4、控制器6、减速机构91、输出轴92和保持部93。

[0043] 在以下的说明中,将后面所述的驱动轴21的轴向方向D1(参见图2)定义为前/后方向。假定后面所述的砧座23位于后面所述的锤子22的前方,并且假定锤子22位于砧座23的后方。

[0044] 冲击旋转工具100优选包括计算机系统。计算机系统包括处理器和存储器作为硬件主要组件。处理器执行计算机系统的存储器中所存储的程序,从而实现本发明的行进距离测量装置3、转动速度测量装置4、转矩估计部5和控制器6的功能中的至少一些功能。计算机系统包括根据程序进行操作的处理器作为主要硬件组件。可以使用任何类型的处理器,只要可以通过执行程序来实现(一个或多个)功能即可。处理器包括包含半导体集成电路(IC)或大规模集成电路(LSI)的一个或多个电子电路。如本文所使用的,诸如IC或LSI等的“集成电路”根据其集成的程度而被称为不同的名称。集成电路的示例包括系统LSI、超大规模集成电路(VLSI)和特大规模集成电路(ULSI)。可选地,还可以采用在制造了LSI之后要编程的现场可编程门阵列(FPGA)或者允许重新配置LSI内部的连接或电路区段的重新配置的逻辑器件作为处理器。这些电子电路可以一起集成在单个芯片上或分布在多

个芯片上,无论哪种都是适当的。这些多个芯片可以一起集成在单个装置中或者分布在多个装置中,而没有限制。

[0045] (2-2) 驱动器

[0046] 驱动器1进行转动操作。更具体地,驱动器1通过使用从电源B1(参见图2)供给的电力来进行操作,由此进行转动操作。作为示例,电源B1是可拆卸地附接到冲击旋转工具100的可再充电电池组。电源B1不是冲击旋转工具100的构成元件。然而,冲击旋转工具100可以包括电源B1作为其构成元件。

[0047] 驱动器1例如是无刷马达。特别地,本实施例的驱动器1是同步马达,并且具体是永磁同步马达(PMSM)。驱动器1包括:转子,其包括旋转轴和永磁体;以及定子,其包括三相(U相、V相和W相)的电枢绕组。

[0048] 驱动器1的转矩和转动速度根据控制器6的控制而改变。控制器6通过从电源B1供给的电力来控制流向驱动器1的马达电流,由此控制驱动器1的转矩和转动速度。在本实施例中,控制器6根据矢量控制来控制驱动器1。更具体地,本实施例的控制器6通过将马达电流分解成用于生成转矩的转矩电流和用于生成磁通的励磁电流、并且分别控制这些电流分量,来进行矢量控制。也就是说,驱动器1根据控制器6所进行的矢量控制而被供给转矩电流和励磁电流。

[0049] (2-3) 冲击机构

[0050] 本实施例的冲击旋转工具100在使得冲击机构2进行冲击操作的同时进行紧固作业的操作。冲击机构2基于驱动器1的动力通过冲击操作生成冲击力,并将该冲击力施加到前端工具C1(参见图2)。

[0051] 如图2所示,冲击机构2包括驱动轴21、锤子22、砧座23和弹性构件24。

[0052] 如图2所示,驱动轴21经由减速机构91机械地连接到驱动器1的旋转轴。减速机构91将驱动器1的旋转轴的转动速度和转矩转换成转动螺钉的操作所需的转动速度和转矩。驱动器1的旋转轴的转矩经由减速机构91被传递到驱动轴21。结果,驱动轴21转动。驱动轴21是所谓的主轴。

[0053] 锤子22装配到驱动轴21的外周,使得锤子22可在驱动轴21的轴向方向D1上移动并且可在驱动轴21转动的转动方向上转动。驱动轴21的转动力被传递到锤子22,并且由此锤子22连同驱动轴21一起在驱动轴21转动的转动方向上转动。

[0054] 弹性构件24布置在减速机构91和锤子22之间。锤子22从弹性构件24接收沿着驱动轴21的轴向方向D1朝向砧座23的力。换句话说,锤子22被弹性构件24沿着驱动轴21的轴向方向D1朝向砧座偏置。本实施例的弹性构件24例如是圆锥形螺旋弹簧。

[0055] 砧座23包括将在转动方向上与锤子22接合的接合部。在锤子22和砧座23彼此接合的状态下,锤子22的转动力被传递到砧座23。这使砧座23转动。

[0056] 本实施例的输出轴92是与砧座23一体形成的。输出轴92的前端设置有保持部93。输出轴92将砧座23的转动力传递到保持部93。

[0057] 保持部93保持前端工具C1。更具体地,前端工具C1可拆卸地附接到保持部93。可替代地,保持部93和前端工具C1可以彼此一体地形成为一个零件。在本实施例中,输出轴92和前端工具C1连同砧座23一起转动。

[0058] 前端工具C1例如是螺丝刀钻头。前端工具C1装配到紧固构件。装配到紧固构件的

前端工具C1转动,由此使得能够进行例如对紧固构件进行紧固的机械加工作业。在本实施例中,前端工具C1未包括在冲击旋转工具100的组件中。然而,前端工具C1可以包括在冲击旋转工具100的组件中。

[0059] 在满足与从锤子22施加到砧座23的转动力的的大小相关的冲击条件时,冲击机构2进行冲击操作。冲击操作是从锤子22向砧座23施加冲击力的操作。在本实施例中,冲击条件是锤子22的转动力大于或等于规定值。随着锤子22的转动力增大,导致锤子22后退的分力相对于在锤子22和砧座23之间产生的力的比例增大。在锤子22的转动力变得大于或等于规定值时,锤子22在对弹性构件24压缩的同时后退。然后,在接收到来自弹性构件24的恢复力时,锤子22在转动的同时前进。然后,驱动轴21转动了指定量(例如,转动约半圈),因而锤子22与砧座23碰撞。也就是说,每当驱动轴21转动了规定量时,砧座23从锤子22接收到转动方向上的冲击。如在本发明中所提及的,“后退”意味着沿着前/后方向向后移动,并且“前进”意味着沿着前/后方向向前移动。

[0060] 如上所述,在冲击机构2中,锤子22重复地在转动方向上对砧座23施加冲击。与没有碰撞的情况相比,通过冲击所生成的转矩使得能够将紧固构件牢固地紧固。

[0061] (2-4) 行进距离测量装置

[0062] 本实施例的行进距离测量装置3测量锤子行进距离自身作为与锤子行进距离相关的参数。也就是说,本实施例的行进距离测量装置3测量锤子行进距离,其中在由锤子22对砧座23施加冲击时,锤子22从由锤子22对砧座23施加冲击的位置起沿着轴向方向D1远离砧座23而移动经过该锤子行进距离。更具体地,锤子行进距离表示锤子22从由锤子22对砧座23施加冲击的位置起沿轴向方向D1后退的距离。

[0063] 为了说明本实施例的行进距离测量装置3如何测量锤子行进距离,首先将说明根据由控制器6进行的矢量控制而供给到驱动器1的转矩电流X1的变化量A1。图3示出在冲击旋转工具100在使得冲击机构2进行冲击操作期间进行紧固作业的操作的时间段期间、转矩电流X1随时间的变化。转矩电流X1根据由控制器6进行的矢量控制而被供给到驱动器1。

[0064] 通常,转矩电流X1根据施加到驱动器1的负荷的大小而改变。也就是说,随着施加到驱动器1的负荷增加,转矩电流X1增加,而随着施加到驱动器1的负荷减少,转矩电流X1减少。因而,如图3所示,每当锤子22对砧座23施加冲击时,转矩电流X1重复如下的变化:转矩电流X1从锤子22对砧座23施加冲击的时间点起开始增加,并且转矩电流X1紧接在锤子22的最大后退之后开始减少。

[0065] 更具体地,参考图3,说明在时间T1a处锤子22对砧座23施加冲击、然后在时间T2a处锤子22对砧座23施加冲击的情况下引起的转矩电流X1的变化作为示例。在图3中,时间T1b与锤子22的最大后退的定时相对应。

[0066] 在时间T1a处锤子22对砧座23施加冲击之前,锤子22以锤子22从砧座23脱离的状态正在转动。由于锤子22与砧座23不接合,因此施加到驱动器1的负荷低,并且转矩电流X1由此低。之后,在时间T1a处锤子22对砧座23施加冲击,并且由此锤子22从砧座23脱离。在从时间T1a到时间T1b的时间段期间,锤子22在对弹性构件24进行压缩的同时后退。在锤子22正在后退期间,驱动器1向锤子22供给能量,因此施加到驱动器1的负荷增加,并且转矩电流X1由此增加。在从时间T1b到时间T2a的时间段期间,从砧座23脱离的锤子22在转动的同时前进。在锤子22正在前进期间,驱动器1不向锤子22供给能量,因此施加到驱动器1的负荷减

少,并且转矩电流 X_1 由此减少。之后,在时间 T_{2a} 处锤子22再次对砧座23施加冲击之后,在锤子22对弹性构件24进行压缩的同时锤子22后退。在锤子22正在后退期间,驱动器1向锤子22供给能量,因此施加到驱动器1的负荷增加,并且转矩电流 X_1 由此增加。因而,在时间 T_{1a} 处锤子22对砧座23施加冲击时的转矩电流 X_1 是局部极小值 V_{1a} ,并且与时间 T_{1b} 处的锤子22的最大后退相对应的转矩电流 X_1 是局部极大值 V_{1b} 。此外,在时间 T_{2a} 处锤子22对砧座23施加冲击时的转矩电流 X_1 是局部极小值 V_{2a} 。在冲击旋转工具100在使得冲击机构2进行冲击操作期间进行紧固作业的操作的时间段期间,每当锤子22对砧座23施加冲击时,转矩电流 X_1 重复上述的变化。

[0067] 在本实施例中,在从锤子22对砧座23施加冲击的时间 T_{1a} 起直到锤子22再次对砧座23施加冲击的时间 T_{2a} 为止的时间段中的转矩电流 X_1 的变化量 A_1 被定义为时间 T_{1a} 处的局部极小值 V_{1a} 和时间 T_{1b} 处的局部极大值 V_{1b} 之间的差。换句话说,在本实施例中,在从锤子22对砧座23施加冲击起直到锤子22下次对砧座23施加冲击为止的时间段中的转矩电流 X_1 的变化量 A_1 被定义为在锤子22向砧座23施加冲击时的局部极小值和锤子22最大限度地后退时的局部极大值之间的差。

[0068] 在锤子22在对弹性构件24进行压缩的同时后退的时间段期间,驱动器1继续对锤子22施加力。随着由锤子22施加到砧座23的冲击所引起的锤子22的锤子行进距离增加,施加到驱动器1的负荷增加。也就是说,随着由锤子22施加到砧座23的冲击所引起的锤子22的锤子行进距离增加,转矩电流 X_1 的变化量 A_1 增大。也就是说,转矩电流 X_1 的变化量 A_1 根据在时间 T_{1a} 处由锤子22施加到砧座23的冲击所引起的锤子22的锤子行进距离而改变。换句话说,转矩电流 X_1 的变化量 A_1 与在时间 T_{1a} 处由锤子22施加到砧座23的冲击所引起的锤子22的锤子行进距离相关。

[0069] 因此,本实施例的行进距离测量装置3测量在从锤子22对砧座23施加冲击起直到锤子22下次对砧座23施加冲击为止的时间段中的转矩电流 X_1 的变化量 A_1 ,并且基于如此测量到的转矩电流 X_1 的变化量 A_1 ,行进距离测量装置3测量锤子行进距离自身作为与锤子行进距离相关的参数。更具体地,本实施例的行进距离测量装置3测量从锤子22对砧座23施加冲击的时间 T_{1a} 起直到锤子22下次对砧座23施加冲击的时间 T_{2a} 为止的时间段中的转矩电流 X_1 的变化量 A_1 ,并且基于由此测量到的转矩电流 X_1 的变化量 A_1 ,行进距离测量装置3测量在时间 T_{1a} 处由锤子22施加到砧座23的冲击所引起的锤子行进距离。

[0070] 具体地,本实施例的行进距离测量装置3包括电流传感器,该电流传感器被配置为根据由控制器6进行的矢量控制来检测供给到驱动器1的转矩电流。在本实施例中,行进距离测量装置3的电流传感器与用于矢量控制的电流传感器集成。该配置具有如下的优点:冲击旋转工具100可以在无需配备有用于感测锤子行进距离的附加传感器的情况下,以提高的准确度估计转矩值。

[0071] 本实施例的行进距离测量装置3在一个机械加工作业任务中进行转矩电流 X_1 的变化量 A_1 的多次测量,并且在这多次测量中转矩电流 X_1 的变化量 A_1 表现出增加趋势时,行进距离测量装置3测量锤子行进距离。更具体地,本实施例的行进距离测量装置3在一次紧固作业任务中每当锤子22对砧座23施加冲击时测量转矩电流 X_1 的变化量 A_1 ,并且在转矩电流 X_1 的变化量 A_1 表现出增加趋势的情况下,行进距离测量装置3测量锤子行进距离。通常,在使用者通过使用冲击旋转工具100开始紧固作业的时间点处紧固构件没有被紧固,因此砧

座23连同紧固构件一起转动,并且由此,每当锤子22对砧座23施加冲击时的紧固构件的转动角度增加。因而,在开始紧固作业的时间点处,锤子行进距离短,但仍可能存在转矩电流X1的变化量A1增加的情况。一旦转矩电流X1的变化量A1增加,转矩电流X1的变化量A1表现出减小趋势,直到紧固构件被紧固到一定程度为止。然而,从使用者通过使用冲击旋转工具100开始紧固作业的时间点起经过了时间,因而紧固构件被紧固到一定程度,并且由此,每当锤子22对砧座23施加冲击时的紧固构件的转动角度减小,这增加了砧座23对冲击的推斥力以增加锤子行进距离,因而各冲击的转矩电流X1的变化量A1表现出增加趋势。该配置使得能够基于每当施加冲击时的紧固构件的转动角度减小的时间点处的转矩电流X1的变化量A1来测量锤子行进距离。也就是说,该配置具有如下的优点:基于转矩电流X1的变化量A1,以进一步提高的准确度测量锤子行进距离。

[0072] 在多次测量中转矩电流X1的变化量A1连续增加预定次数的情况下,本实施例的行进距离测量装置3判断为变化量A1表现出增加趋势。更具体地,本实施例的行进距离测量装置3存储与每当锤子22对砧座23施加冲击时测量到的转矩电流X1的变化量A1有关的历史信息,并且在行进距离测量装置3连续预定次数判断为转矩电流X1的变化量A1大于由先前冲击引起的转矩电流X1的变化量A1的情况下,行进距离测量装置3判断为变化量A1表现出增加趋势。如本文所使用的,“预定次数”是根据经验设置的,并且例如是三次。也就是说,在“预定次数”被设置为三次的情况下,在连续三次冲击中测量到的转矩电流X1的变化量A1连续增加时,本实施例的行进距离测量装置3判断为变化量A1表现出增加趋势。注意,本发明中的“预定次数”不限于该示例。该配置具有如下的优点:不论紧固构件或紧固构件的材料如何,都以提高的准确度测量锤子行进距离。

[0073] (2-5) 转动速度测量装置

[0074] 转动速度测量装置4测量锤子22的转动速度。本实施例的转动速度测量装置4基于驱动器1的转数来测量锤子22的转动速度。转动速度测量装置4检测由控制器6供给到驱动器1的励磁电流,并基于如此检测到的励磁电流来计算驱动器1的转数。也就是说,转动速度测量装置4包括被配置为检测由控制器6供给到驱动器1的激励电流的电流传感器。

[0075] 图3示出在冲击旋转工具100在使得冲击机构2进行冲击操作期间进行紧固作业的操作的时间段期间、驱动器1的转数的计算值X2和驱动器1的转数的目标值X3随时间的变化。计算值X2是由转动速度测量装置4计算出的。根据由控制器6进行的矢量控制来控制驱动器1。图3所示的设置值R1是由作业人员预先设置的转数的值,使得该值适合于由冲击旋转工具100进行的紧固作业。控制器6计算目标值X3,使得驱动器1的转数达到设置值R1。

[0076] 如图3所示,每当锤子22对砧座23施加冲击时,驱动器1的转数的计算值X2变化。因此,本实施例的转动速度测量装置4基于驱动器1的转数的计算值X2来测量锤子22的转动速度,从而以提高的准确度测量每当锤子22对砧座23施加冲击时变化的锤子22的转动速度。

[0077] (2-6) 转矩估计部

[0078] 在锤子22对砧座23施加冲击时的锤子行进距离取决于冲击机构2的物理参数、锤子22的转动速度、以及通过冲击在砧座23处生成的转矩。如本文所使用的,“冲击机构2的物理参数”是冲击机构2中所包括的驱动轴21、锤子22、砧座23和弹性构件24各自的材料或尺寸等。也就是说,“冲击机构2的物理参数”不根据紧固目标或紧固构件而改变,而是针对各冲击旋转工具100唯一确定的。

[0079] 因此,转矩估计部5基于与行进距离测量装置3测量到的锤子行进距离有关的参数、由转动速度测量装置4测量到的转动速度和冲击机构2的物理参数,来估计表示通过由锤子22施加到砧座23的冲击而在砧座23处所生成的转矩的大小的转矩值。在本实施例中,转矩估计部5基于由行进距离测量装置3测量到的锤子行进距离、由转动速度测量装置4测量到的转动速度和冲击机构2的物理参数,来估计表示通过由锤子22施加到砧座23的冲击而在砧座23处所生成的转矩的大小的转矩值。更具体地,通过预先对转矩值进行机器学习来生成经学习模型,其中锤子行进距离和锤子22的转动速度这两者都是特征量,并且本实施例的转矩估计部5根据经学习模型,基于由行进距离测量装置3测量到的锤子行进距离和由转动速度测量装置4测量到的转动速度来估计转矩值。

[0080] (3)操作

[0081] 接着,将参考图4来说明转矩估计方法,该转矩估计方法用于估计表示通过由冲击旋转工具100施加的冲击所生成的转矩的大小的转矩值。

[0082] 如图4所示,转矩估计方法包括变化量测量步骤ST1、判断步骤ST2、行进距离测量步骤ST3、转动速度测量步骤ST4和转矩估计步骤ST5。

[0083] 作业人员通过使用冲击旋转工具100开始紧固作业,然后在变化量测量步骤ST1中,行进距离测量装置3测量在从锤子22对砧座23施加冲击起直到锤子22下次对砧座23施加冲击为止的时间段中的转矩电流X1的变化量A1。更具体地,行进距离测量装置3测量在从锤子22对砧座23施加冲击起直到锤子22下次对砧座23施加冲击为止的时间段中的转矩电流X1的变化量A1,并且行进距离测量装置3将转矩电流X1的变化量A1作为历史信息进行存储。

[0084] 然后,在判断步骤ST2中,行进距离测量装置3判断多次测量中的转矩电流X1的变化量A1是否表现出增加趋势。在本实施例的判断步骤ST2中,行进距离测量装置3判断在多次测量中转矩电流X1的变化量A1是否连续预定次数增加。本实施例的判断步骤ST2包括第一判断步骤ST2a、第二判断步骤ST2b和第三判断步骤ST2c。

[0085] 在第一判断步骤ST2a中,行进距离测量装置3判断紧前冲击中的转矩电流X1的变化量A1和先前冲击中的转矩电流X1的变化量A1这两者是否都作为历史信息进行存储。如本文所使用的,“紧前冲击”是在当前执行的判断步骤ST2之前执行的变化量测量步骤ST1中测量到转矩电流X1的变化量A1的冲击。此外,本文所使用的“先前冲击”是重复地施加到砧座23的多次冲击中的在“紧前冲击”之前的一次冲击。

[0086] 在仅存储紧前冲击中的转矩电流X1的变化量A1并且不存储先前冲击中的转矩电流X1的变化量A1的情况下(ST2a中为“否”),行进距离测量装置3再次测量在从锤子22对砧座23施加冲击起直到锤子22下次对砧座23施加冲击为止的时间段中的转矩电流X1的变化量A1(ST1)。换句话说,在仅存储紧前冲击中的转矩电流X1的变化量A1并且不存储先前冲击中的转矩电流X1的变化量A1的情况下(ST2a中为“否”),行进距离测量装置3测量下次冲击中的转矩电流X1的变化量A1。如本文所使用的,“在仅存储紧前冲击中的转矩电流X1的变化量A1并且不存储先前冲击中的转矩电流X1的变化量A1的情况下”假设了如下的情况:作业人员开始紧固作业,然后在变化量测量步骤ST1中测量最初冲击中的转矩电流X1的变化量A1,并且处理进入第一判断步骤ST2a。

[0087] 相比之下,在存储紧前冲击中的转矩电流X1的变化量A1和先前冲击中的转矩电流

X1的变化量A1这两者的情况下(ST2a中为“是”),行进距离测量装置3执行第二判断步骤ST2b,该第二判断步骤ST2b用于判断紧前冲击中的转矩电流X1的变化量A1是否大于先前冲击中的转矩电流X1的变化量A1。

[0088] 在紧前冲击中的转矩电流X1的变化量A1小于或等于先前冲击中的转矩电流X1的变化量A1的情况下(ST2b中为“否”),行进距离测量装置3再次测量在从锤子22对砧座23施加冲击起直到锤子22下次对砧座23施加冲击为止的时间段中的转矩电流X1的变化量A1(ST1)。换句话说,在紧前冲击的转矩电流X1的变化量A1小于或等于先前冲击中的转矩电流X1的变化量A1的情况下(ST2b中为“否”),行进距离测量装置3测量下一冲击中的转矩电流X1的变化量A1。

[0089] 相比之下,在紧前冲击中的转矩电流X1的变化量A1大于先前冲击中的转矩电流X1的变化量A1的情况下(ST2b中为“是”),行进距离测量装置3执行第三判断步骤ST2c,该第三判断步骤ST2c用于进一步判断是否连续预定次数判断为紧前冲击中的转矩电流X1的变化量A1大于先前冲击中的转矩电流X1的变化量A1。

[0090] 在行进距离测量装置3没有连续预定次数判断为紧前冲击中的转矩电流X1的变化量A1大于先前冲击中的转矩电流X1的变化量A1的情况下(ST2c中为“否”),行进距离测量装置3再次测量在从锤子22对砧座23施加冲击起直到锤子22下次对砧座23施加冲击为止的时间段中的转矩电流X1的变化量A1(ST1)。换句话说,在行进距离测量装置3没有连续预定次数判断为紧前冲击中的转矩电流X1的变化量A1大于先前冲击中的转矩电流X1的变化量A1的情况下(ST2c中为“否”),行进距离测量装置3测量下一冲击中的转矩电流X1的变化量A1。

[0091] 相比之下,在行进距离测量装置3连续预定次数判断为紧前冲击中的转矩电流X1的变化量A1大于先前冲击中的转矩电流X1的变化量A1的情况下(ST2c中为“是”),行进距离测量装置3执行行进距离测量步骤ST3,该行进距离测量步骤ST3用于基于紧前冲击中的转矩电流X1的变化量A1来测量锤子行进距离。也就是说,在行进距离测量步骤ST3中,行进距离测量装置3测量与锤子行进距离相关的参数,其中在由锤子22对砧座23施加冲击时,锤子22从由锤子22对砧座23施加冲击的位置起沿着轴向方向D1远离砧座23而移动经过该锤子行进距离。在行进距离测量步骤ST3中,行进距离测量装置3测量在由锤子22对砧座23施加冲击时、锤子22从由锤子22对砧座23施加冲击的位置起沿着轴向方向D1远离砧座23而移动经过的锤子行进距离。然后,在转动速度测量步骤ST4中,转动速度测量装置4测量锤子22的转动速度。

[0092] 然后,在转矩估计步骤ST5中,转矩估计部5基于由行进距离测量装置3在行进距离测量步骤ST3中测量到的锤子行进距离和由转动速度测量装置4在转动速度测量步骤ST4中测量到的转动速度,来估计表示通过紧前冲击在砧座23处所生成的转矩的大小的转矩值。也就是说,在转矩估计步骤ST5中,转矩估计部5至少基于与锤子行进距离相关的参数,来估计表示通过紧前冲击在砧座23处生成的转矩的大小的转矩值。

[0093] 在转矩估计步骤ST5之后,行进距离测量装置3再次测量在从锤子22对砧座23施加冲击起直到锤子22下次对砧座23施加冲击为止的时间段中的转矩电流X1的变化量A1(ST1)。换句话说,在转矩估计步骤ST5之后,行进距离测量装置3测量下次冲击中的转矩电流X1的变化量A1。之后,冲击旋转工具100不执行判断步骤ST2,而是执行行进距离测量步骤ST3、转动速度测量步骤ST4和转矩估计步骤ST5以估计转矩值。也就是说,在冲击旋转工具

100在作业人员开始紧固作业之后在第三判断步骤ST2c中一次判断为行进距离测量装置3连续预定次数判断为紧前冲击中的转矩电流X1的变化量A1大于先前冲击中的转矩电流X1的变化量A1的情况下,冲击旋转工具100不执行判断步骤ST2。冲击旋转工具100重复变化量测量步骤ST1、行进距离测量步骤ST3、转动速度测量步骤ST4和转矩估计步骤ST5以重复地估计转矩值,直到作业人员结束紧固作业为止。

[0094] (4) 变形例

[0095] 上述实施例仅仅是本发明的各种实施例的示例。可以根据设计等对上述实施例进行各种修改,只要实现了本发明的目的即可。此外,与根据上述实施例的冲击旋转工具100的行进距离测量装置3、转动速度测量装置4、转矩估计部5和控制器6的功能类似的功能例如可以通过计算机程序或记录该程序的非暂态记录介质来实现。根据一方面的程序是被配置为使得计算机系统执行上述实施例中的转矩估计方法的程序。

[0096] 在上述实施例中,从锤子22对砧座23施加冲击的时间T1a起直到锤子22再次对砧座23施加冲击的时间T2a为止的时间段中的转矩电流X1的变化量A1被定义为时间T1a处的局部极小值V1a和时间T1b处的局部极大值V1b之间的差。然而,在从锤子22对砧座23施加冲击的时间T1a起直到锤子22再次对砧座23施加冲击的时间T2a为止的时间段中的转矩电流X1的变化量A1可以被定义为时间T1b处的局部极大值V1b和时间T2a处的局部极小值V2a之间的差。也就是说,从锤子22对砧座23施加冲击起直到锤子22下次对砧座23施加冲击为止的时间段中的转矩电流X1的变化量A1可以被定义为在锤子22最大限度地后退时的局部极大值和锤子22再次对砧座23施加冲击时的局部极小值之间的差。

[0097] 上述实施例的行进距离测量装置3基于如此测量到的转矩电流X1的变化量A1来测量锤子行进距离。然而,行进距离测量装置3可以通过测量锤子行进距离来测量锤子行进距离。也就是说,行进距离测量装置3可以包括位置传感器,该位置传感器被配置为测量在由锤子22对砧座23施加冲击时、锤子22从锤子22对砧座23施加冲击的位置起沿着驱动轴21的轴向方向远离砧座23而移动经过的距离。

[0098] 此外,上述实施例的行进距离测量装置3测量锤子行进距离自身作为与锤子行进距离相关的参数。然而,行进距离测量装置3可以测量转矩电流X1的变化量A1作为与锤子行进距离相关的参数。也就是说,上述实施例的转矩估计部5基于锤子行进距离和锤子22的转动速度来估计转矩值。然而,转矩估计部5可以基于转矩电流X1的变化量A1和锤子22的转动速度来估计转矩值。更具体地,通过预先对转矩值进行机器学习来生成经学习模型,其中转矩电流X1的变化量A1和锤子22的转动速度这两者都是特征量,并且转矩估计部5可以根据经学习模型,基于由行进距离测量装置3测量到的转矩电流X1的变化量A1和由转动速度测量装置4测量到的转动速度来估计转矩值。总之,在转矩估计部5估计转矩值时,转矩估计部5不必一定根据转矩电流X1的变化量A1测量锤子行进距离,而是可以根据转矩电流X1的变化量A1直接估计转矩值。也就是说,如本发明中所使用的“与锤子行进距离相关的参数”可以是锤子行进距离自身,或者可以是根据锤子行进距离而变化的值(例如,转矩电流X1的变化量A1)。

[0099] 此外,上述实施例的行进距离测量装置3在一个机械加工作业任务中进行转矩电流X1的变化量A1的多次测量,并且在这多次测量中转矩电流X1的变化量A1表现出增加趋势的情况下,行进距离测量装置3测量锤子行进距离。然而,行进距离测量装置3可以在一个机

械加工作业任务中在锤子对砧座施加预定次数的冲击之后测量锤子行进距离。更具体地,行进距离测量装置3对在紧固作业开始之后锤子对砧座施加冲击的次数进行计数,并且在该次数达到预定次数的情况下,行进距离测量装置3可以测量锤子行进距离。如本文所使用的,“预定次数”是根据经验设置的,并且例如是十次。也就是说,在“预定次数”被设置为十次的情况下,行进距离测量装置3对在紧固作业开始之后锤子对砧座施加冲击的次数进行计数,并且在该次数达到十次的情况下,行进距离测量装置3测量锤子行进距离。注意,“预定次数”不限于十次。该配置具有如下的优点:行进距离测量装置3在无需执行复杂的判断处理的情况下,以进一步提高的准确度测量锤子行进距离。

[0100] 上述实施例的转动速度测量装置4测量锤子22的转动速度,但也可以测量驱动轴21的转动速度。也就是说,转动速度测量装置4至少测量驱动轴21和锤子22中的至少一个的转动速度。此外,转矩估计部5基于锤子行进距离以及驱动轴21和锤子22中的至少一个的转动速度,来至少估计表示通过由锤子22施加到砧座23的冲击而在砧座23处所生成的转矩的大小的转矩值。

[0101] 上述实施例的转矩估计部5基于由行进距离测量装置3测量到的锤子行进距离和由转动速度测量装置4测量到的转动速度,来估计表示通过由锤子22施加到砧座23的冲击而在砧座23处所生成的转矩的大小的转矩值。然而,转矩估计部5可以基于由行进距离测量装置3测量到的锤子行进距离、以及通过由作业人员预先设置的驱动器1的转数的设置值R1(参见图3)所计算出的驱动轴21和锤子22中的至少一个的转动速度,来估计表示通过由锤子22施加到砧座23的冲击而在砧座23处所生成的转矩的大小的转矩值。也就是说,驱动轴21和锤子22中的至少一个的转动速度可以由转动速度测量装置4测量,或者可以通过驱动器1的转数的设置值R1来计算。总之,冲击旋转工具100不必一定包括转动速度测量装置4,并且转矩估计部5至少基于由行进距离测量装置3测量到的锤子行进距离,来至少估计表示通过由锤子22施加到砧座23的冲击而在砧座23处所生成的转矩的大小的转矩值。

[0102] (总结)

[0103] 根据第一方面的冲击旋转工具(100)包括驱动器(1)、驱动轴(21)、锤子(22)、砧座(23)、行进距离测量装置(3)和转矩估计部(5)。驱动器(1)被配置为进行转动操作。驱动轴(21)被配置为由驱动器(1)转动。锤子(22)被配置为装配到驱动轴(21)的外周,使得锤子(22)可在驱动轴(21)的轴向方向(D1)上移动并且可在驱动轴(21)转动的转动方向上转动。砧座(23)被配置为接收锤子(22)施加的转动方向上的冲击。行进距离测量装置(3)被配置为测量与锤子行进距离相关的参数,其中在由锤子(22)对砧座(23)施加冲击时,锤子(22)从由锤子(22)对砧座(23)施加冲击的位置起沿着轴向方向远离砧座(23)而移动经过该锤子行进距离。转矩估计部(5)被配置为至少基于与锤子行进距离相关的参数来估计通过冲击所生成的转矩值。

[0104] 该方面具有能够准确地估计转矩值的优点。

[0105] 参考第一方面的第二方面的冲击旋转工具(100)还包括转动速度测量装置(4)。转动速度测量装置(4)被配置为测量驱动轴(21)和锤子(22)中的至少一个的转动速度。转矩估计部(5)被配置为基于与锤子行进距离相关的参数以及转动速度来估计转矩值。

[0106] 该方面具有如下的优点:考虑到驱动轴(21)和锤子(22)中的至少一个的转动速度的变化来以进一步提高的准确度估计转矩值。

[0107] 参考第一方面或第二方面的第三方面的冲击旋转工具(100)还包括控制器(6),所述控制器(6)被配置为根据矢量控制来控制驱动器(1)。驱动器(1)被配置为根据由控制器(6)进行的矢量控制而被供给转矩电流(X1)。行进距离测量装置(3)被配置为:测量在从锤子(22)对砧座(23)施加冲击起直到锤子(22)下次对砧座(23)施加冲击为止的时间段中的转矩电流(X1)的变化量(A1);以及测量锤子行进距离自身作为与锤子行进距离相关的参数,该锤子行进距离是基于变化量(A1)测量到的。

[0108] 该方面具有如下的优点:能够在无需配备有用于感测锤子行进距离的附加传感器的情况下准确地估计转矩值。

[0109] 在参考第三方面的第四方面的冲击旋转工具(100)中,行进距离测量装置(3)被配置为在一个机械加工作业任务中进行变化量(A1)的多次测量。行进距离测量装置(3)被配置为在多次测量中变化量(A1)表现出增加趋势的情况下,测量锤子行进距离。

[0110] 该方面具有如下的优点:基于转矩电流(X1)的变化量(A1)来以进一步提高的准确度测量锤子行进距离。

[0111] 在参考第四方面的第五方面的冲击旋转工具(100)中,行进距离测量装置(3)被配置为在多次测量中变化量(A1)连续增加预定次数的情况下,判断为变化量(A1)表现出增加趋势。

[0112] 该方面具有如下的优点:无论紧固构件或紧固构件的材料如何,都以进一步提高的准确度测量锤子行进距离。

[0113] 在参考第三方面的第六方面的冲击旋转工具(100)中,行进距离测量装置(3)被配置为在一个机械加工作业任务中,在锤子(22)对砧座(23)施加冲击预定次数之后,测量锤子行进距离。

[0114] 该方面具有如下的优点:行进距离测量装置(3)在无需执行复杂的判断处理的情况下,以进一步提高的准确度测量锤子行进距离。

[0115] 第七方面的转矩估计方法是用于估计通过冲击旋转工具施加的冲击所生成的转矩值的转矩估计方法,该冲击旋转工具包括驱动器(1)、驱动轴(21)、锤子(22)和砧座(23)。驱动器(1)被配置为进行转动操作。驱动轴(21)被配置为由驱动器(1)转动。锤子(22)被配置为装配到驱动轴(21)的外周,使得锤子(22)可在驱动轴(21)的轴向方向(D1)上移动并且可在驱动轴(21)转动的转动方向上转动。砧座(23)被配置为接收由锤子(22)施加的转动方向上的冲击。转矩估计方法包括行进距离测量步骤(ST3)和转矩估计步骤(ST5)。行进距离测量步骤(ST3)包括测量与锤子行进距离相关的参数,其中在由锤子(22)对砧座(23)施加冲击时,锤子(22)从由锤子(22)对砧座(23)施加冲击的位置起沿着轴向方向(D1)远离砧座(23)而移动经过该锤子行进距离。转矩估计步骤(ST5)包括至少基于与锤子行进距离相关的参数来估计通过冲击所生成的转矩值。

[0116] 该方面具有如下的优点:能够在无需使用专用的冲击旋转工具(100)的情况下准确地估计转矩值。

[0117] 第八方面的非暂态记录介质是存储有被配置为使得计算机系统执行第七方面的转矩估计方法的程序的非暂态记录介质。

[0118] 这方面具有能够准确地估计转矩值的优点。

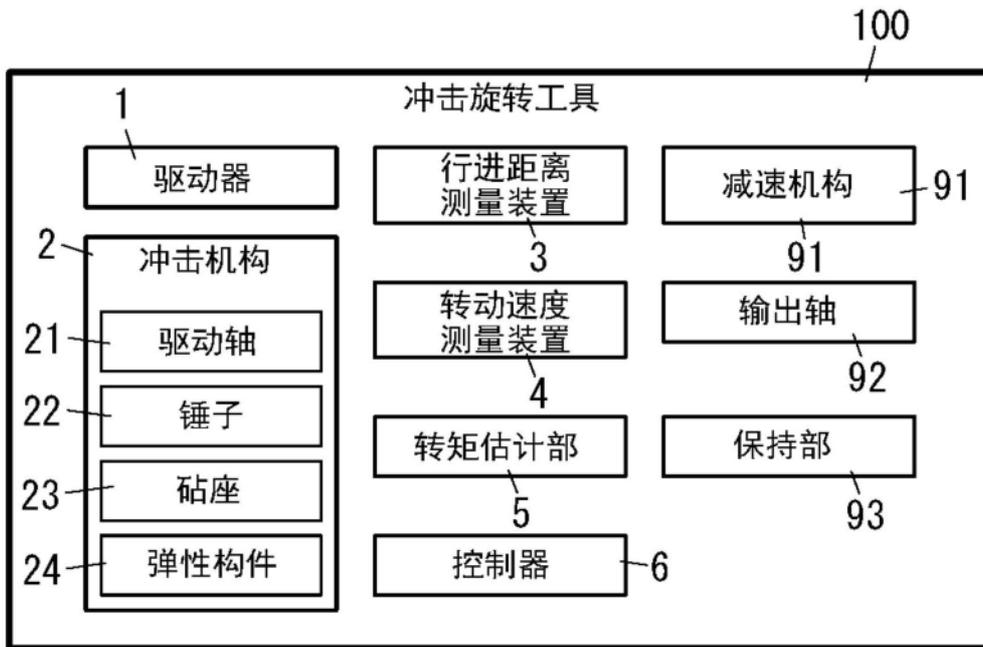


图1

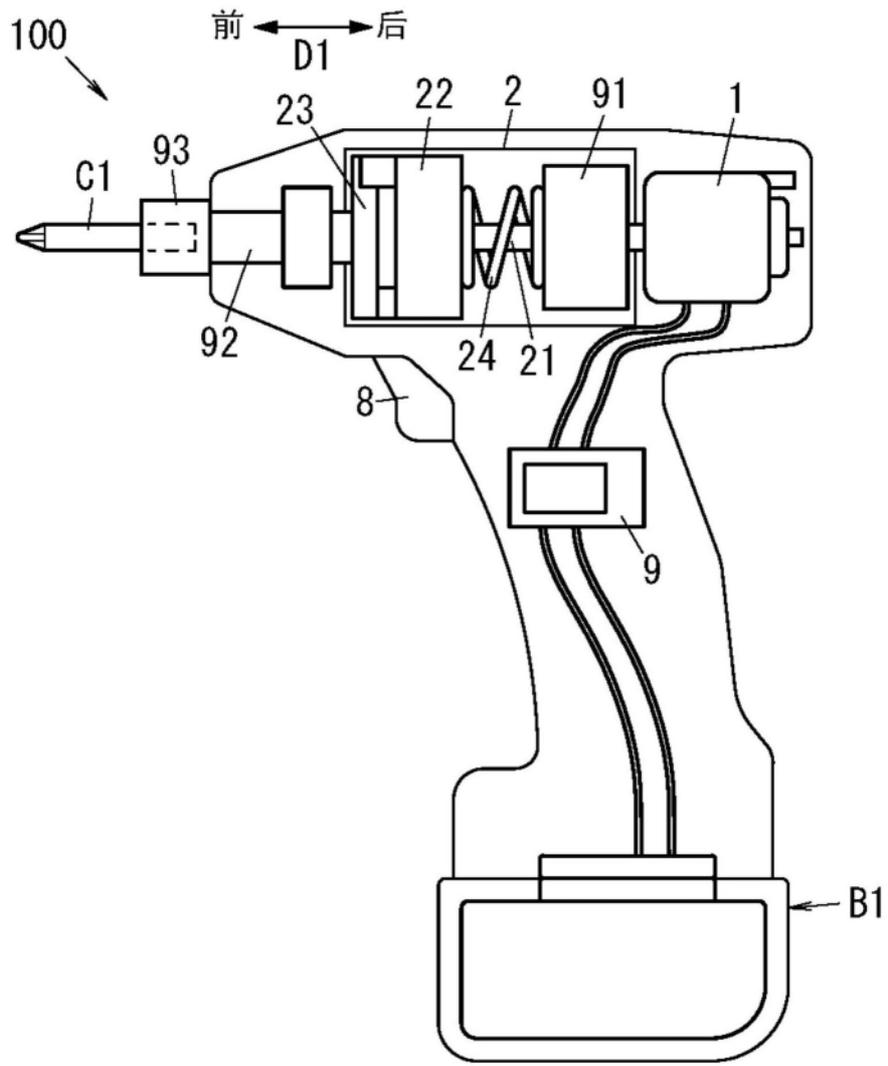


图2

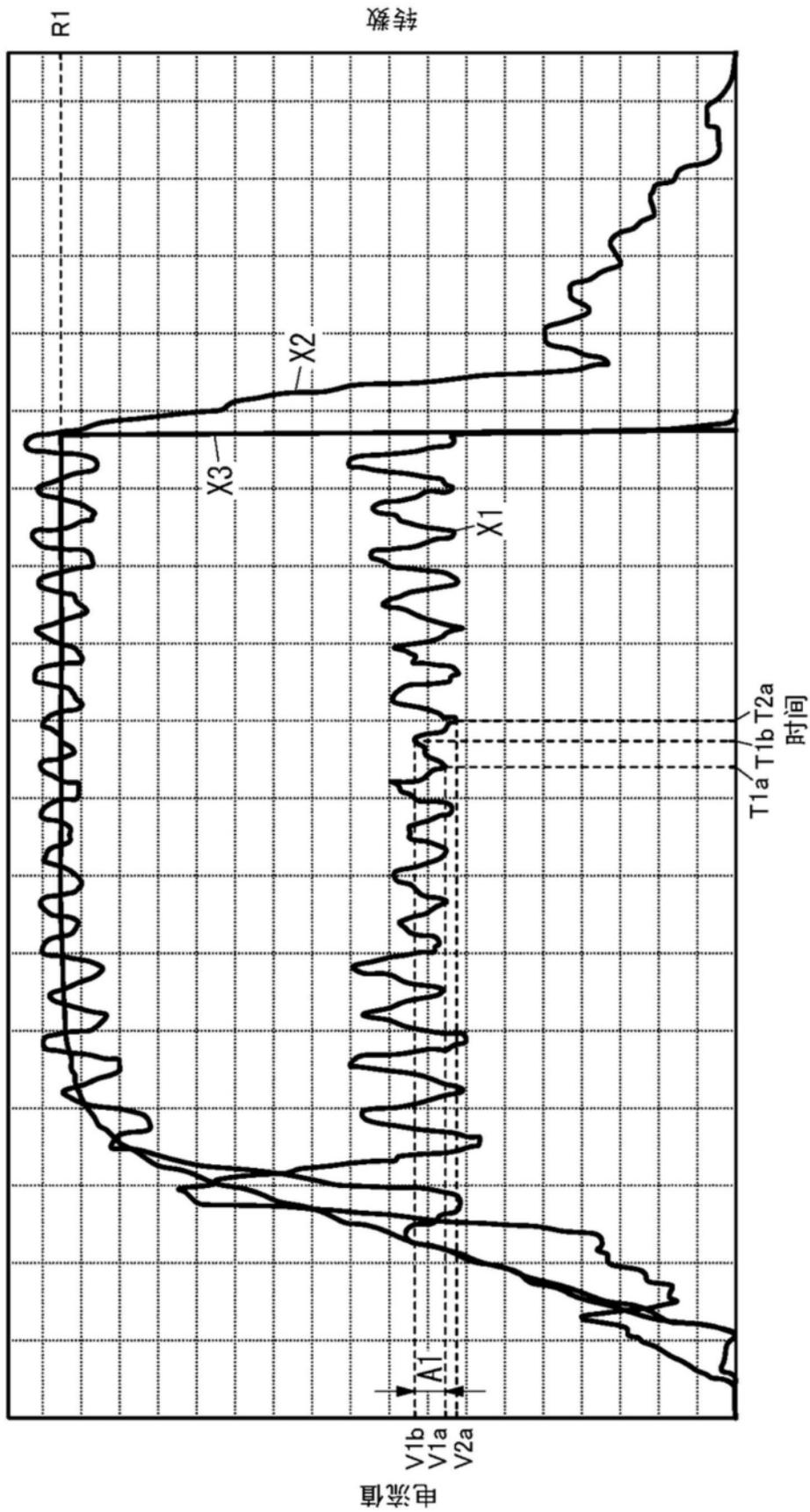


图3

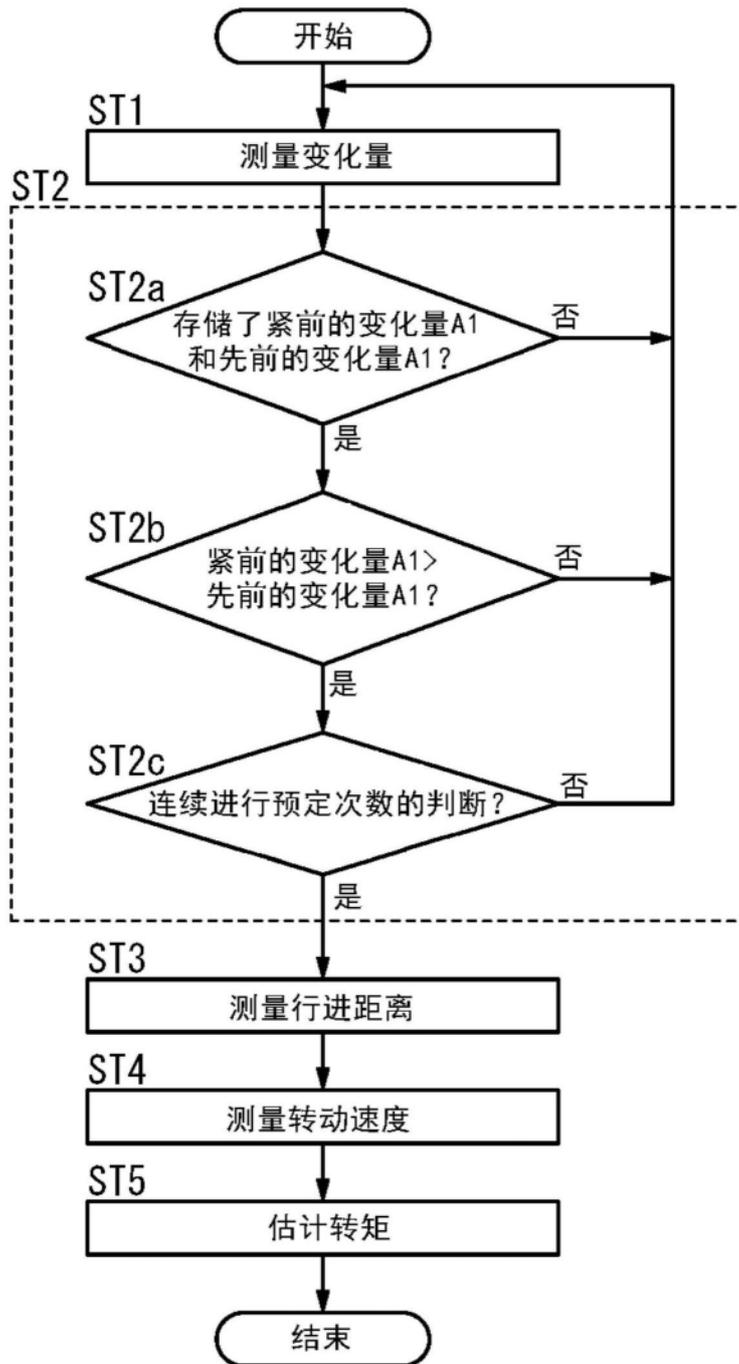


图4