



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116896302 A

(43) 申请公布日 2023. 10. 17

(21) 申请号 202310226481.7 H02P 21/36 (2016.01)

(22) 申请日 2023.03.10 H02P 21/14 (2016.01)

(30) 优先权数据 H02P 27/08 (2006.01)

2022-057422 2022.03.30 JP

(71) 申请人 松下控股株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 百枝幸太郎

(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 石宝方

(51) Int. Cl.

H02P 21/18 (2016.01)

B25B 21/00 (2006.01)

B25F 5/00 (2006.01)

H02P 21/20 (2016.01)

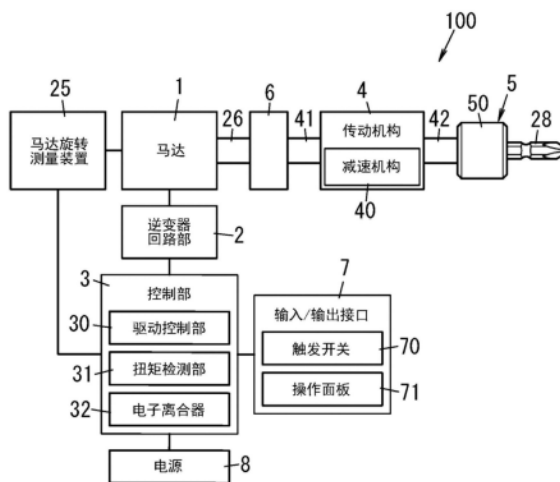
权利要求书1页 说明书14页 附图11页

(54) 发明名称

电动工具

(57) 摘要

本文公开了涉及电动工具的技术,用于根据扭矩更精确地控制电动工具。电动工具(100)包括马达(1)、保持部(5)、传动机构(4)、扭矩检测部(31)、电子离合器(32)和抑制机构(6)。保持部(5)被构造为在其上保持前端工具(28)。传动机构(4)将马达(1)的动力传递到保持部(5)。扭矩检测部(31)检测与前端工具(28)提供的输出扭矩相关的扭矩值。当满足与扭矩检测部(31)检测到的扭矩值相关的预定条件时,电子离合器(32)被致动,从而控制马达(1)以使马达(1)停止运行。抑制机构(6)处于马达(1)和保持部(5)之间。抑制机构(6)响应于电子离合器(32)的致动而抑制惯性力从马达(1)到保持部(5)的传递。



1. 一种电动工具,包括:
马达;
保持部,其被构造为在其上保持前端工具;
传动机构,其被构造为将所述马达的动力传递到所述保持部;
扭矩检测部,其被构造为检测与所述前端工具提供的输出扭矩相关的扭矩值;
电子离合器,其被构造为当与所述扭矩检测部检测到的扭矩值相关的预定条件被满足时致动,从而控制所述马达以使所述马达停止运行;以及
抑制机构,其处于所述马达和所述保持部之间,并且被构造为响应于所述电子离合器的致动而抑制惯性力从所述马达到所述保持部的传递。
2. 根据权利要求1所述的电动工具,其特征在于,
所述传动机构包括减速机构,所述减速机构被构造为降低所述马达的旋转速度,并将旋转力与由此降低的旋转速度传递到所述保持部,以及
所述抑制机构处于所述马达和所述减速机构之间,并被构造为响应于所述电子离合器的致动而抑制所述惯性力从所述马达到所述减速机构的传递。
3. 根据权利要求1或2所述的电动工具,其特征在于,
所述抑制机构包括空转结构,所述空转结构被构造为当进行从扭矩自所述马达传递到所述保持部的状态到扭矩自所述保持部传递到所述马达的状态的状态转换时,产生无扭矩传递的空转期,反之亦然。
4. 根据权利要求1至3中的任一项所述的电动工具,其特征在于,
所述马达包括第一旋转轴,
所述传动机构包括第二旋转轴,所述第二旋转轴被构造为在与所述第一旋转轴保持接触的情况下与所述第一旋转轴一体地转动,
所述抑制机构包括:
接合突出部,其被设置于从所述第一旋转轴和所述第二旋转轴组成的组中选择一个构件并且径向突出;以及
接合凹部,其被设置于从所述第一旋转轴和所述第二旋转轴组成的组中选择的剩余构件并径向凹陷以接收所述接合突出部,并且
所述接合凹部的周向尺寸大于所述接合突出部的周向尺寸。
5. 根据权利要求1至4中的任一项所述的电动工具,其特征在于,
所述抑制机构包括单向离合器。
6. 根据权利要求1至5中的任一项所述的电动工具,其特征在于,
所述抑制机构包括能够改变扭矩传递方向的双向离合器。
7. 根据权利要求1至6中的任一项所述的电动工具,其特征在于,
所述预定条件包括如下条件:所述扭矩检测部检测到的扭矩值大于阈值。
8. 根据权利要求1至7中的任一项所述的电动工具,其特征在于,
所述扭矩检测部被构造为基于流经所述马达的扭矩电流计算与所述前端工具提供的输出扭矩相关的扭矩值。

电动工具

技术领域

[0001] 本公开总体上涉及电动工具,并且更具体地涉及包括马达的电动工具。

背景技术

[0002] 日本特开2009-202317号公报公开了一种电动旋转工具。

[0003] 该电动旋转工具包括马达单元和用于控制马达单元的控制回路部。控制回路部基于由电流检测手段检测到的马达单元的驱动电流或者由回转数检测手段检测到的马达单元的回转数来计算紧固扭矩。当由此计算出的紧固扭矩变得等于或大于预设紧固扭矩时,控制回路部停止马达单元的运行。

发明内容

[0004] 发明要解决的问题

[0005] 在日本特开2009-202317号公报的电动旋转工具中,由于马达单元的惯性力,马达单元需要一些时间来停止运行。因此,电动旋转工具可能以大于预设紧固扭矩的紧固扭矩来紧固诸如螺栓或螺母等的紧固构件。

[0006] 因此,本公开的目的是提供一种用于根据扭矩更精确地控制电动工具的技术。

[0007] 用于解决问题的方案

[0008] 根据本公开的一个方面的电动工具包括马达、保持部、传动机构、扭矩检测部、电子离合器和抑制机构。保持部被构造为在其上保持前端工具。传动机构将马达的动力传递到保持部。扭矩检测部检测与前端工具提供的输出扭矩相关的扭矩值。当与扭矩检测部检测到的扭矩值相关的预定条件被满足时,电子离合器被致动,从而控制马达以使马达停止运行。抑制机构处于马达和保持部之间并且响应于电子离合器的致动而抑制惯性力从马达到保持部的传递。

[0009] 发明的效果

[0010] 本公开实现的优点在于提供了一种用于根据扭矩更精确地控制电动工具的技术。

附图说明

[0011] 图1是根据示例性实施方式的电动工具的框图;

[0012] 图2是电动工具的回路框图;

[0013] 图3图示了电动工具的控制部如何执行控制;

[0014] 图4是电动工具的主要部分的分解立体图;

[0015] 图5是电动工具的主要部分的截面图;

[0016] 图6是电动工具的主要部分的分解立体图;

[0017] 图7是电动工具的主要部分的侧视图;

[0018] 图8是处于与图7所示状态不同的状态的电动工具的主要部分的侧视图;

[0019] 图9是处于与图7和图8所示状态不同的状态的电动工具的主要部分的侧视图;

[0020] 图10是根据第一变型例的电动工具的主要部分的分解立体图;和

[0021] 图11是根据第二变型例的电动工具的主要部分的分解立体图。

具体实施方式

[0022] 现在将参照所附图说明根据示例性实施方式的电动工具100。注意,下面要说明的实施方式仅是本公开的各种实施方式中的一个示例性实施方式并且不应被解释为限制性的。相反,示例性实施方式可以在不脱离本公开的范围的情况下依据设计选择或任何其它因素以各种方式容易地修改。在以下对实施方式的说明中要参照的图都是示意性的图示。因此,图中所示的各个构成要素的尺寸(包括厚度)的比例并不总是反映它们的实际尺寸比例。

[0023] (1)概述

[0024] 如图1所示,根据本实施方式的电动工具100包括马达1、保持部5、传动机构4、扭矩检测部31和电子离合器32。在本实施方式中,扭矩检测部31和电子离合器32被设置为用于控制部3。

[0025] 马达1在控制部3的控制下,利用电源8供给的电力运行(旋转)。

[0026] 保持部5被构造为在其上保持有前端工具28。

[0027] 传动机构4将马达1的动力传递到保持部5。

[0028] 扭矩检测部31检测与前端工具28提供的输出扭矩相关的扭矩值。

[0029] 当与扭矩检测部31检测到的扭矩相关的预定条件被满足时,电子离合器32被致动从而控制马达1以使马达1停止运行。也就是说,当满足预定条件时,根据本实施方式的电动工具100允许控制部3使马达1停止运行,即能够执行所谓的“电子离合器控制”。然而,即使电子离合器32控制马达1以使马达1停止运行,马达1由于能量的惯性仍将继续转动一段时间。

[0030] 如图1所示,根据本实施方式的电动工具100还包括惯性力抑制机构(为简单起见,在下文中被简称为“抑制机构”)6。

[0031] 抑制机构6处于马达1和保持部5之间。抑制机构6响应于电子离合器32的致动抑制惯性力从马达1向保持部5的传递。

[0032] 在根据本实施方式的电动工具100中,当控制马达1以停止运行时,抑制机构6抑制惯性能量从马达1向保持部5的传递。这可以减少保持部5和前端工具28由于马达1的能量的惯性而连续转动的可能性。因此,根据本实施方式的电动工具100能够减少用过度的扭矩紧固紧固构件(诸如螺栓或螺母)的可能性。这使得能够根据扭矩更精确地控制电动工具100。

[0033] (2)细节

[0034] 接下来,将参照附图进一步详细说明根据本实施方式的电动工具100。电动工具100可以用作例如电动螺丝刀、钻、钻孔螺丝刀或扳手。可替代地,电动工具100也可以用作例如电锯、刨、切片机、孔锯或研磨机。在以下对示例性实施方式的说明中,作为典型示例,将说明电动工具100用作用于拧紧诸如螺栓或螺母等紧固构件的螺丝刀的情况。

[0035] (2.1)整体构造

[0036] 如图1所示,电动工具100包括马达1、逆变器回路部2、控制部3、传动机构4、保持部5、抑制机构6、输入/输出接口7、电源8、电流测量装置110(参见图2)和马达旋转测量装置

25.此外,电动工具100还包括外壳。

[0037] 外壳包括主体部、把持部和附接部。主体部具有筒形状。逆变器回路部2、马达1和传动机构4被收容在主体部中。把持部从主体部的侧面突出。把持部具有筒形状。把持部是供使用者握住的部分。把持部收容控制部3。把持部保持输入/输出接口7的触发开关70。电源8可移除地附接到附接部。附接部设置在把持部的前端(在与主体部相反的端部)。附接部保持输入/输出接口7的操作面板71。

[0038] 例如,马达1可以是无刷马达。根据本实施方式的马达1是同步马达。更具体地,马达1可以是永磁同步马达(PMSM)。如图2所示,马达1包括具有永磁体231的转子23和具有线圈241的定子24。转子23联接到输出旋转动力的旋转轴26(在下文中被称为“第一旋转轴”)(参见图1)。由于线圈241和永磁体231之间的电磁相互作用,转子23相对于定子24旋转。

[0039] 电源8是用于驱动马达1的电源。电源8是DC电源。在本实施方式中,电源8包括二次电池。电源8是所谓的“电池组”。电源8也可以用作作用于逆变器回路部2和控制部3的电源。

[0040] 逆变器回路部2是用于驱动马达1的回路。逆变器回路部2将电源8供应的电压 V_{dc} 转换为用于马达1的驱动电压 V_a 。在本实施方式中,驱动电压 V_a 是包括U相电压、V相电压和W相电压的三相AC电压。在以下说明中,U相电压、V相电压和W相电压在下文中将根据需要分别由 v_u 、 v_v 和 v_w 来指定。这些电压 v_u 、 v_v 和 v_w 是正弦波电压。

[0041] 逆变器回路部2可以使用PWM逆变器和PWM变换器来实现。PWM变换器根据驱动电压 V_a (包括U相电压 v_u 、V相电压 v_v 、W相电压 v_w)的目标值(电压命令值) v_u^* 、 v_v^* 、 v_w^* 生成脉宽调制PWM信号。PWM逆变器将对应于PWM信号的驱动电压 V_a (v_u 、 v_v 、 v_w)施加到马达1,从而驱动马达1。更具体地,PWM逆变器包括对应于三相的半桥回路和驱动器。在PWM逆变器中,驱动器响应于PWM信号打开(turn ON)和关闭(turn OFF)各半桥回路中的开关元件,从而根据电压命令值 v_u^* 、 v_v^* 、 v_w^* 将驱动电压 V_a (v_u 、 v_v 、 v_w)施加到马达1。结果,向马达1供应了对应于驱动电压 V_a (v_u 、 v_v 、 v_w)的驱动电流 I_a 。驱动电流 I_a 包括U相电流 i_u 、V相电流 i_v 和W相电流 i_w 。更具体地,U相电流 i_u 、V相电流 i_v 和W相电流 i_w 分别是来自马达1的定子24中的U相电枢绕组、V相电枢绕组、W相电枢绕组流经的电流。

[0042] 电流测量装置110包括两个相电流传感器11。在本实施方式中,两个相电流传感器11分别测量从逆变器回路部2供应到马达1的驱动电流 I_a 中的U相电流 i_u 和V相电流 i_v 。注意,可以基于u相电流 i_u 和v相电流 i_v 计算w相电流 i_w 。可替代地,替代相电流传感器11,例如,电流测量装置110可以包括使用分流电阻(shunt resistor)的电流检测器。

[0043] 如图1和图4所示,传动机构4处于马达1的旋转轴(第一旋转轴)26与保持部5之间。传动机构4将马达1的动力传递到保持部5。如图4和图5所示,例如,传动机构4可以包括减速机构40、旋转轴(在下文中被称为“第二旋转轴”)41、输出轴42、轴承43和壳体44。

[0044] 第二旋转轴41联接到第一旋转轴26,以在马达1的旋转轴(第一旋转轴)26转动时与第一旋转轴26一起转动。第二旋转轴41在保持与第一旋转轴26接触的情况下与第一旋转轴26一起转动。

[0045] 减速机构40降低第二旋转轴41的旋转速度,并将第二旋转轴41的扭矩传递到输出轴42。减速机构40包括被设置为用于第二旋转轴41的太阳齿轮400以及与太阳齿轮400啮合的三级行星齿轮减速机构(包括第一行星齿轮401、第二行星齿轮402和第三行星齿轮403)。减速机构40可以响应于例如在被设置为用于外壳的速度选择开关上执行的操作而改变齿

轮比。

[0046] 第二旋转轴41的扭矩经由减速机构40传递到输出轴42。也就是说,输出轴42利用马达1的动力转动。

[0047] 轴承43将输出轴42保持为可旋转。壳体44保持减速机构40、第二旋转轴41和轴承43。

[0048] 如图1所示,保持部5上保持有前端工具28。如图5所示,保持部5具有卡盘50和通过输出轴42的前端设置的刀头附接孔51。前端工具28被装配到刀头附接孔51中,并经由卡盘50被固定(附接)到输出轴42。

[0049] 如图1所示,前端工具28由保持部5保持并随着保持部5旋转。电动工具100利用马达1的驱动力通过转动输出轴42来旋转前端工具28。换言之,电动工具100是用于利用马达1的驱动力驱动前端工具28的工具。在各种类型的前端工具28中,根据预期用途选择前端工具28并且将前端工具28附接到保持部5以用于使用。根据本实施方式,尽管前端工具28依据在电动工具100中的预期用途是可更换的,但前端工具28并非必须是可更换的,而是可以一体地固定到输出轴42。前端工具28的示例包括螺丝起子、钻孔钻头和套接筒。在图1所示的示例中,前端工具28是螺丝起子。

[0050] 输入/输出接口7是用户接口。输入/输出接口7包括用于显示与电动工具100的操作相关的信息的装置、输入与电动工具100的操作相关的设定的装置以及操作电动工具100的装置。

[0051] 如图1所示,在根据本实施方式的电动工具100中,输入/输出接口7包括用于接受用户操作命令的触发开关(触发量)70和操作面板71。

[0052] 触发开关70是按钮式开关。通过执行拉动触发开关70的操作,可以打开和关闭马达1。此外,可以通过拉动触发开关70的操作的操纵变量来改变马达1的速度目标值 ω_1^* 。结果,马达1和输出轴42的速度可以通过拉动触发开关70的操作的操纵变量来调节。触发开关70被拉得越深(即,操纵变量越大),马达1和输出轴42的速度变得越高。

[0053] 触发开关70可包括例如用于输出操作信号的多级开关或连续可变开关(可变电阻器)。操作信号根据触发开关70的操纵变量(即,触发开关70被拉得多深)而变化。

[0054] 输入/输出接口7响应于从触发开关70供给的操作信号来确定目标值 ω_1^* ,并将目标值 ω_1^* 提供给控制部3。控制部3开始或停止马达1的运行,并根据从输入/输出接口7供给的目标值 ω_1^* 来控制马达1的速度。

[0055] 操作面板71由用户操作。操作面板71具有设定阈值的功能。操作面板71包括例如用于设定阈值的两个操作按钮(即,向上按钮和向下按钮)以及显示装置。阈值可以从多个候选阈值中选择。显示装置上显示当前选择的候选阈值。例如,当按下向上按钮时,显示装置上显示的值增大。当按下向下按钮时,显示装置上显示的值减小。操作面板71将显示装置上显示的候选阈值作为阈值输出到控制部3。

[0056] 马达旋转测量装置25测量马达1的旋转角。作为马达旋转测量装置25,例如,既可以采用光电编码器,也可以采用磁编码器。基于马达旋转测量装置25测得的马达1的旋转角及其变化,可以确定马达1(转子23)的转子位置 θ 和速度 ω 。

[0057] 控制部3包括计算机系统,该计算机系统包括一个或多个处理器和存储器。通过使用计算机系统的处理器实施计算机系统的存储器中储存的程序来执行控制部3的至少一些功

能。程序可以预先储存在存储器中。可替代地，程序也可以经由电信线路（诸如因特网）下载，或者在已经储存在非临时存储介质（诸如存储卡）之后分配。

[0058] 控制部3根据从输入/输出接口7供给的目标值 ω_1^* 来控制马达1的操作。

[0059] (2.2)控制部

[0060] 接下来，将更详细地说明控制部3。

[0061] 如图1所示，控制部3包括驱动控制部30、扭矩检测部31和电子离合器32。驱动控制部30、扭矩检测部31和电子离合器32表示要由控制部3执行的各个功能。

[0062] 驱动控制部30控制逆变器回路部2，以使驱动电流 I_a 从逆变器回路部2供给到马达1，从而使马达1被驱动。更具体地，驱动控制部30基于触发开关70提供的马达1的速度的目标值 ω_1^* 来确定马达1的速度的命令值 ω_2^* 。此外，驱动控制部30还以使得马达1的速度与命令值 ω_2^* 一致的方式确定驱动电压 V_a 的目标值（电压命令值） v_u^* 、 v_v^* 和 v_w^* ，并将目标值给予逆变器回路部2。作为响应，逆变器回路部2根据逆变器回路部2已经从驱动控制部30接收到的驱动电压 V_a 的目标值将驱动电压 V_a 供给到马达1。

[0063] 在根据本实施方式的电动工具100中，驱动控制部30通过矢量控制来控制马达1。矢量控制是一种马达控制方法，其中马达电流被分解为生成扭矩（旋转力）的电流分量和生成磁通量的电流分量并且这些电流分量被彼此独立地控制。

[0064] 图3示出了根据矢量控制的马达1的解析模型。在图3中，示出的是用于U相、V相和W相的电枢绕组固定轴。根据矢量控制，考虑了以与被设置为用于马达1的转子23的永磁体231生成的磁通量的旋转速度一样高的速度旋转的旋转坐标系。在该旋转坐标系中，由永磁体231生成的磁通量的方向由d轴定义，在控制中与d轴对应的旋转轴由 γ 轴定义。q轴设定在相对于d轴前进90度电气角的相位处。 δ 轴设定在相对于 γ 轴前进90度电气角的相位处。与实际的轴对应的旋转坐标系是d轴和q轴被选择为其坐标轴（在下文中将被称为“dq轴”）的坐标系。控制中的旋转坐标系是 γ 轴和 δ 轴被选择为其坐标轴（在下文中将被称为“ $\gamma\delta$ 轴”）的坐标系。

[0065] dq轴已经旋转并且它们的旋转速度由 ω 指定。 $\gamma\delta$ 轴也已经旋转并且它们的旋转速度由 ω_e 指定。另外，在dq轴中，从U相电枢绕组固定轴观察的d轴角度（相位）由 θ 指定。以同样的方式，在 $\gamma\delta$ 轴中，从U相电枢绕组固定轴观察的 γ 轴角度（相位）由 θ_e 指定。由 θ 和 θ_e 指定的角度是作为电气角的角度，并且通常被称为“转子位置”或“磁极位置”。由 ω 和 ω_e 指定的旋转速度是由电气角表示的角速度。在以下说明中， θ 或 θ_e 在下文中有时被称为“转子位置”， ω 或 ω_e 在下文中将被简称为“速度”。

[0066] 基本上，驱动控制部30以使得 θ 和 θ_e 彼此一致的方式执行矢量控制。如果 θ 和 θ_e 彼此一致，则d轴和q轴分别与 γ 轴和 δ 轴一致。在以下说明中，驱动电压 V_a 的 γ 轴分量和 δ 轴分量将根据需要分别由 γ 轴电压 v_γ 和 δ 轴电压 v_δ 表示，并且驱动电流 I_a 的 γ 轴分量和 δ 轴分量将根据需要分别由 γ 轴电流 i_γ 和 δ 轴电流 i_δ 表示。

[0067] 另外，表示 γ 轴电压 v_γ 和 δ 轴电压 v_δ 的各自目标值的电压命令值将分别由 γ 轴电压命令值 v_γ^* 和 δ 轴电压命令值 v_δ^* 表示。另外，表示 γ 轴电流 i_γ 和 δ 轴电流 i_δ 的各自目标值的电流命令值将分别由 γ 轴电流命令值 i_γ^* 和 δ 轴电流命令值 i_δ^* 表示。

[0068] 驱动控制部30执行矢量控制，以使 γ 轴电压 v_γ 的值和 δ 轴电压 v_δ 的值分别遵从 γ 轴电压命令值 v_γ^* 和 δ 轴电压命令值 v_δ^* ，并且使 γ 轴电流 i_γ 的值和 δ 轴电流 i_δ 的值分别遵从

γ 轴电流命令值 i_{γ}^* 和 δ 轴电流命令值 i_{δ}^* 。

[0069] 如图2所示,驱动控制部30包括坐标变换器12、减法器13、另一减法器14、电流控制部15、通量控制部16、速度控制部17、另一坐标变换器18、又一减法器19、位置和速度推定部20、失调检测部21和设定部22。注意,坐标变换器12、减法器13、14、19、电流控制部15、通量控制部16、速度控制部17、坐标变换器18、位置和速度推定部20、失调检测部21和设定部22分别表示驱动控制部30(控制部3)要执行的功能。因此,驱动控制部30的各个构成要素可以自由地使用驱动控制部30内部生成的各个值。

[0070] 设定部22生成马达1的速度的命令值 ω_2^* 。设定部22基于输入/输出接口7提供的目标值 ω_1^* 和其它值确定命令值 ω_2^* 。

[0071] 坐标变换器12基于转子位置 θ_e , 对 γ δ 轴上的u相电流 i_u 和v相电流 i_v 执行坐标变换,从而计算并输出 γ 轴电流 i_{γ} 和 δ 轴电流 i_{δ} 。如本文所使用的, γ 轴电流 i_{γ} 是与d轴电流相对应的励磁电流并且对扭矩几乎没有贡献。另一方面, δ 轴电流 i_{δ} 是与q轴电流相对应的电流并且对扭矩有显著贡献。转子位置 θ_e 由位置和速度推定部20计算。

[0072] 减法器19参照速度 ω_e 和命令值 ω_2^* 并且计算速度 ω_e 和命令值 ω_2^* 之间的速度偏差 $(\omega_2^* - \omega_e)$ 。速度 ω_e 由位置和速度推定部20计算。

[0073] 速度控制部17例如以使得速度偏差 $(\omega_2^* - \omega_e)$ 朝向零收敛的方式通过比例积分控制计算 δ 轴电流命令值 i_{δ}^* , 并输出由此计算出的 δ 轴电流命令值 i_{δ}^* 。

[0074] 通量控制部16确定 γ 轴电流命令值 i_{γ}^* 并将 γ 轴电流命令值 i_{γ}^* 输出到减法器13。例如,根据控制部3执行的矢量控制的类型和马达1的速度 ω , γ 轴电流命令值 i_{γ}^* 可以具有各种值中的任何一种值。例如,如果在d轴电流设定为零的情况下执行最大扭矩控制,则 γ 轴电流命令值 i_{γ}^* 被设定为零。另一方面,如果在允许d轴电流流动的情况下执行通量弱化控制,则 γ 轴电流命令值 i_{γ}^* 设置为与速度 ω_e 对应的负值。在以下说明中,将说明 γ 轴电流命令值 i_{γ}^* 为零的情况。

[0075] 减法器13从通量控制部16提供的 γ 轴电流命令值 i_{γ}^* 中减去坐标变换器12提供的 γ 轴电流 i_{γ} , 从而计算电流误差 $(i_{\gamma}^* - i_{\gamma})$ 。减法器14从速度控制部17提供的值 i_{δ}^* 中减去坐标变换器12提供的 δ 轴电流 i_{δ} , 从而计算电流误差 $(i_{\delta}^* - i_{\delta})$ 。

[0076] 电流控制部15例如以使得电流误差 $(i_{\gamma}^* - i_{\gamma})$ 和 $(i_{\delta}^* - i_{\delta})$ 两者都朝向零收敛的方式通过比例积分控制执行电流反馈控制。在这种情况下,电流控制部15以使得 $(i_{\gamma}^* - i_{\gamma})$ 和 $(i_{\delta}^* - i_{\delta})$ 两者都朝向零收敛的方式通过使用非干涉控制来消除 γ 轴和 δ 轴之间的干涉来计算 γ 轴电压命令值 v_{γ}^* 和 δ 轴电压命令值 v_{δ}^* 。

[0077] 坐标变换器18基于位置和速度推定部20提供的转子位置 θ_e , 在三相固定坐标轴上对电流控制部15提供的 γ 轴电压命令值 v_{γ}^* 和 δ 轴电压命令值 v_{δ}^* 执行坐标变换,从而计算并输出电压命令值 $(v_u^*, v_v^*$ 和 $v_w^*)$ 。

[0078] 逆变器回路部2向马达1供给与坐标变换器18提供的电压命令值 $(v_u^*, v_v^*$ 和 $v_w^*)$ 对应的三相电压。作为响应,马达1利用从逆变器回路部2供给的电力(三相电压)被驱动并生成旋转动力。

[0079] 位置和速度推定部20推定转子位置 θ_e 和速度 ω_e 。更具体地,位置和速度推定部20可以例如使用由坐标变换器12提供的 i_{γ} 和 i_{δ} 以及由电流控制部15提供的 v_{γ}^* 和 v_{δ}^* 中的一部分或全部来执行比例积分控制。位置和速度推定部20以使得d轴和 γ 轴之间的轴误差 $(\theta_e -$

θ) 朝向零收敛的方式,使用马达旋转测量装置25测得的马达1的旋转角 θ 来推定转子位置 θ_e 和速度 ω_e 。注意,本领域中已经提出了用于推定转子位置 θ_e 和速度 ω_e 的各种方法。位置和速度推定部20可以采用那些各种已知方法中的任何一种。

[0080] 失调检测部21确定马达1中是否发生了失调(不同步)。更具体地,失调检测部21基于马达1的磁通量确定马达1中是否发生了失调。马达1的磁通量可以基于d轴电流、q轴电流、 γ 轴电压命令值 v_γ^* 和 δ 轴电压命令值 v_δ^* 确定。当发现马达1的磁通量的振幅小于阈值时,失调检测部21可以判定马达1中已经发生了失调。注意,阈值可以基于马达1的永磁体231生成的磁通量的振幅而适当地确定。在本领域中已经提出了各种已知的用于检测失调的方法。失调检测部21可以采用那些各种已知方法中的任何一种。

[0081] 以此方式,驱动控制部30基于从输入/输出接口7(触发开关70)供给的目标值 ω_1^* 确定驱动电压 V_a (包括U相电压 v_u 、V相电压 v_v 和W相电压 v_w)的目标值(电压命令值) v_u^* 、 v_v^* 和 v_w^* ,并将目标值供给到逆变器回路部2以使马达1开始转动。

[0082] 扭矩检测部31检测与前端工具28提供的输出扭矩相关的扭矩值。扭矩检测部31基于例如流经马达1的电流来检测扭矩值。

[0083] 扭矩检测部31可以实现为上述坐标变换器12和计算部29。扭矩检测部31还可以包括上述电流测量装置110。

[0084] 坐标变换器12接收电流测量装置110(即,两个相电流传感器11)从供应到马达1的驱动电流 I_a 中测得的两相电流(即,U相电流 i_u 和V相电流 i_v)的测量值。坐标变换器12对电流测量装置110测得的两相电流的测量值执行坐标变换,从而获得流经马达1的 γ 轴电流 i_γ (励磁电流)和 δ 轴电流 i_δ (扭矩电流)。

[0085] 坐标变换器12通过基于转子位置 θ_e 对电流测量装置110测得的U相电流 i_u 和V相电流 i_v 的测量值执行坐标变换来计算 γ 轴电流 i_γ 和 δ 轴电流 i_δ 。

[0086] 计算部29计算扭矩值。计算部29基于由坐标变换器12获得的 δ 轴电流 i_δ (扭矩电流)检测与前端工具28提供的输出扭矩相关的扭矩值。计算部29可以通过例如将 δ 轴电流 i_δ 的值乘以预定常数来计算扭矩值。

[0087] 如本文中所使用的,扭矩检测部31要检测的“与前端工具28提供的输出扭矩相关的扭矩值”可以是马达1产生的扭矩的值、保持部5产生的扭矩的值或将马达1的扭矩传递到保持部5的构成构件(即,传动机构4)产生的扭矩的值,以适当者为准。

[0088] 以此方式,扭矩检测部31基于流经马达1的扭矩电流(即, δ 轴电流 i_δ)计算与前端工具28提供的输出扭矩相关的扭矩值。扭矩检测部31基于用于矢量控制的扭矩电流(δ 轴电流 i_δ)计算扭矩值,由此允许用于矢量控制的回路的一部分和用于计算扭矩值的回路的一部分被共享。这有助于减少为电动工具100提供的回路的面积和尺寸,并降低回路所需的成本。

[0089] 当与扭矩检测部31检测到的扭矩值相关的预定条件被满足时,电子离合器32被致动,从而控制马达1以使马达1停止运行。如本文所使用的,“电子离合器32被致动”意味着控制部3控制逆变器回路部2以使马达1停止运行。

[0090] 用于致动电子离合器32的“预定条件”包括扭矩检测部31检测到的扭矩值大于通过操作面板71设定的阈值的条件。

[0091] 具体地,预定条件可以是例如检测到的扭矩值大于阈值的条件。可替代地,预定条

件也可以是例如检测到的扭矩值大于阈值的状态持续预定时间或更长时间的条件。还可替代地,预定条件甚至可以是例如在扭矩检测部31以预定时间间隔检测扭矩值的情况下,检测到的扭矩值大于阈值至少预定的次数。

[0092] 电子离合器32可实现为例如如上所述的设定部22。当满足预定条件时,设定部22为马达1的速度生成命令值 ω_2^* 以使马达1停止运行。然而,这仅是示例,并且不应被解释为限制性的。可替代地,电子离合器32可以包括从由电流控制部15、通量控制部16、速度控制部17和坐标变换器18组成的组中选择的至少一者。例如,当满足预定条件时,用作电子离合器32的通量控制部16和速度控制部17可以确定 γ 轴电流命令值 i_γ^* 和 δ 轴电流命令值 i_δ^* ,以使要供应到马达1的驱动电流 I_a 等于零并且输出 γ 轴电流命令值 i_γ^* 和 δ 轴电流命令值 i_δ^* 。

[0093] 电子离合器32可以执行使马达1的速度等于零或使要供应到马达1的驱动电流 I_a 等于零的控制,以适当者为准。

[0094] (2.3)抑制机构

[0095] 抑制机构6响应于电子离合器32的致动而抑制惯性力从马达1到保持部5的传递。

[0096] 如图1所示,在根据本实施方式的电动工具100中,抑制机构6处于马达1和传动机构4的减速机构40之间。如图4和图6所示,抑制机构6包括设置为用于马达1的第一旋转轴26的第一结构61和设置为用于传动机构4的第二旋转轴41的第二结构62。在根据本实施方式的电动工具100中,抑制机构6响应于电子离合器32的致动而抑制惯性力从马达1到减速机构40的传递。

[0097] 如图6所示,第一旋转轴26包括作为其一体部分的轴本体260和接合突出部264。

[0098] 轴本体260具有三个直径相互不同的圆柱状部分(即,第一圆柱部261、第二圆柱部262和第三圆柱部263)沿轴向并列配置并且彼此同轴结合的形状。在图6所示的示例中,第一圆柱部261的直径大于第二圆柱部262,第二圆柱部262的直径大于第三圆柱部263。轴本体260以第三圆柱部263位于邻近转子23的位置并且第一圆柱部261位于远离转子23的位置的方式被固定到马达1的转子23,如图4所示。例如,轴本体260与转子23一起转动。

[0099] 如图6所示,接合突出部264沿着轴本体260的半径从轴本体260的侧面(更具体地,从第一圆柱部261的侧面)突出。当沿着以直角与轴本体260的轴相交的虚拟平面观察时,接合突出部264可以具有例如矩形截面(参照图7)。

[0100] 如图5和图6所示,第二旋转轴41包括作为其一体部分的轴本体410和齿轮部415。

[0101] 如图6所示,轴本体410为一个底面开口的有底圆筒形状。轴本体410具有通过开口底面设置的圆柱状接收凹部411。接收凹部411的(内)直径大致等于(具体地,略大于)马达1的第一旋转轴26的第一圆柱部261的直径。

[0102] 轴本体410还具有接合凹部412,接合凹部412从接收凹部411的侧面径向向外凹陷。接合凹部412通常具有与接收凹部411同轴的扇形状。如图7所示,接合凹部412的深度 $D1$ (即,沿着轴本体410的半径测得的尺寸)大于接合突出部264的突出部分的尺寸 $H1$ (即,沿着轴本体260的半径测得的尺寸)。接合凹部412的周向尺寸 $X2$ (即,接合凹部412的沿着轴本体410的周向测得的尺寸)大于接合突出部264的周向尺寸 $X1$ (即,接合突出部264的沿着轴本体260的周向测得的尺寸)。在图7所示的示例中,接合凹部412的周向尺寸 $X2$ 大约是接合突出部264的周向尺寸 $X1$ 的两倍大。

[0103] 如图5和图6所示,齿轮部415被同轴地固定到轴本体410的底面。齿轮部415设置有太阳齿轮400。

[0104] 如图5和图7所示,在根据本实施方式的电动工具100中,第一旋转轴26的第一圆柱部261被同轴地装配到第二旋转轴41的接收凹部411中。此时,如图7所示,第一旋转轴26的接合突出部264被接收在第二旋转轴41的接合凹部412内。

[0105] 在第一旋转轴26的第一圆柱部261被装配到接收凹部411中的情况下,第二旋转轴41可以与第一旋转轴26一体转动。例如,当第一旋转轴26沿图7中的顺时针方向旋转时,利用由马达1运行所施加的扭矩,第一旋转轴26的接合突出部264的第一侧面(即,图7中的右侧面)与第二旋转轴41的接合凹部412的第一侧面(即图7中的右侧面)接触。以此方式,第一旋转轴26对第二旋转轴41施加力 F_1 ,使第二旋转轴41顺时针转动。结果,第二旋转轴41与第一旋转轴26一体地沿图7中的顺时针方向转动。在这种状态下,扭矩经由传动机构4从马达1传递到保持部5。在这种情况下,第二旋转轴41的旋转速度 V_2 与第一旋转轴26的旋转速度 V_1 一样高。

[0106] 根据本实施方式的电动工具100包括如上所述的电子离合器32。当满足预定条件时,电子离合器32被致动并且控制马达1以使马达1停止运行。电子离合器32通过例如切断对马达1的驱动电流 I_a 的供应来使马达1停止运行。即使切断对马达1的驱动电流 I_a 的供应,由于能量的惯性,马达1仍将继续转动一段时间。同样,由于能量的惯性,传动机构4、保持部5和前端工具28也继续转动一段时间。

[0107] 接下来,将说明根据比较例的电动工具。根据比较例的电动工具具有与根据示例性实施方式的电动工具100相同的构造,但比较例的电动工具的第一旋转轴和第二旋转轴彼此成一体,这与根据示例性实施方式的电动工具100不同。更具体地,在根据比较例的电动工具中,在马达的旋转轴的前端处设置有太阳齿轮。

[0108] 在根据比较例的电动工具中,即使致动电子离合器并通过切断对马达的驱动电流的供应而控制马达停止运行,由于包括马达、传动机构、保持部和前端工具的旋转体的惯性能量,旋转体仍然继续一体地旋转一段时间。因此,在根据比较例的电动工具中,即使在电子离合器已被致动之后,由于包括马达的旋转体的惯性能量,诸如螺钉、螺栓或螺母等的紧固构件将被进一步紧固。因此,根据比较例的电动工具增大了利用比与扭矩检测部检测到的扭矩值对应的紧固扭矩(即,预设的紧固扭矩)大的紧固扭矩来紧固紧固构件的可能性,由此可能使根据扭矩控制电动工具的精度下降。

[0109] 相较而言,在根据本实施方式的电动工具100中,马达1包括旋转轴(第一旋转轴)26,传动机构4包括旋转轴(第二旋转轴)41,旋转轴41在与第一旋转轴26保持接触的情况下与第一旋转轴26一体地转动。也就是说,第二旋转轴41可以采取第二旋转轴41与第一旋转轴26在保持接触的情况下与第一旋转轴26一体地转动的状态以及第二旋转轴41与第一旋转轴26脱离接触而分别转动的状态。此外,第一旋转轴26包括径向突出的接合突出部264,第二旋转轴41具有在径向上凹陷并接收接合突出部264的接合凹部412。接合凹部412的周向尺寸 X_2 大于接合突出部264的周向尺寸 X_1 。

[0110] 在根据具有这种构造的本实施方式的电动工具100中,马达1被控制成响应于电子离合器32的致动而停止运行以使第一旋转轴26减速。当第一旋转轴26的速度 V_1 变得低于第二旋转轴41的速度 V_2 时,第一旋转轴26的接合突出部264与第二旋转轴41的接合凹部412的

第一侧面脱离接触。在与接合凹部412的第一侧面脱离接触后,接合突出部264在接合凹部412内沿图7中的逆时针方向相对移动(参照图8)。一旦接合突出部264与接合凹部412的第一侧面脱离接触,就不再有力从第一旋转轴26传递到第二旋转轴41。因此,即使第一旋转轴26沿图7中的顺时针方向继续旋转,马达1的惯性力也不再传递到第二旋转轴41。

[0111] 总之,在根据本实施方式的电动工具100中,如果马达1被控制成响应于电子离合器32的致动而停止运行,则从马达1传递到传动机构4的惯性力减少。换句话说,抑制了惯性力从马达1到传动机构4的传递。这可以降低由于马达1的惯性能量从马达1传递到保持部5和前端工具28而导致保持部5和前端工具28连续转动的可能性。因此,电动工具100能够降低利用过度的扭矩来紧固紧固构件的可能性。这使得能够根据扭矩更精确地控制电动工具100。

[0112] 在根据本实施方式的电动工具100中,用于响应于电子离合器32的致动抑制惯性力从马达1到保持部5的传递的抑制机构6由设置为用于马达1的第一旋转轴26的第一结构61和设置为用于传动机构4的第二旋转轴41的第二结构62形成。在本实施方式中,第一结构61包括沿着第一旋转轴26的半径突出的接合突出部264,而第二结构62包括沿着第二旋转轴41的半径凹陷的接合凹部412。

[0113] 注意,当马达1受到控制停止运行时,接合突出部264并非必须与接合凹部412的第一侧面脱离接触。即使接合突出部264保持与接合凹部412的第一侧面接触,接合突出部264按压接合凹部412的力 F_1 至少可以说会减小。因此,也减小了从马达1传递到传动机构4的惯性力。

[0114] 另外,如果传动机构4、保持部5和其它构件由于马达1运行所施加的扭矩而转动,则不仅马达1,而且传动机构4、保持部5和其它构件也具有惯性能量。因此,当电子离合器32被致动时,由于除马达1外的诸如传动机构4和保持部5的那些构件的惯性能量,仍然有进一步紧固紧固构件的可能性。不过,将马达1、传动机构4和保持部5各自的速度进行比较,可以看出马达1的速度在三者中最高,因此,马达1的惯性能量充分大于传动机构4和保持部5的惯性能量。尽管其取决于各个构件的质量、速度、形状等参数,但马达1的惯性能量可能是传动机构4的惯性能量和保持部5的惯性能量之和的两倍或更高。因此,使抑制机构6抑制惯性力从马达1到保持部5的传递能够更显著地根据扭矩精确地控制电动工具100。

[0115] 如果第二旋转轴41的速度 V_2 高于第一旋转轴26的速度 V_1 的状态即使在接合突出部264的第一侧面已经与接合凹部412的第一侧面脱离接触之后仍然持续,则接合突出部264在接合凹部412内沿图8中的逆时针方向进一步相对移动。然后,第一旋转轴26的接合突出部264的第二侧面(即,图9中的左侧面)与第二旋转轴41的接合凹部412的第二侧面(即,图9中的左侧面)接触(参照图9)。在这种状态下,第二旋转轴41的接合凹部412的第二侧面按压接合突出部264的第二侧面,由此使顺时针旋转力 F_2 从第二旋转轴41施加到第一旋转轴26。也就是说,在这种状态下,扭矩经由传动机构4从保持部5传递到马达1。

[0116] 总之,在根据本实施方式的电动工具100中,在扭矩从马达1传递到保持部5的状态(参照图7)和扭矩从保持部5传递到马达1的状态(参照图9)之间,存在无扭矩传递的空转期(参照图8)作为过渡期。可以说,在根据本实施方式的电动工具100中,抑制机构6包括产生这种空转期的空转结构。

[0117] 在根据本实施方式的电动工具100中,抑制机构6被实现为与空转结构一样简单的

结构。

[0118] (3.1) 变型例

[0119] 注意,上述实施方式仅是本公开的各种实施方式中的一个示例性实施方式并且不应被解释为限制性的。相反,示例性实施方式在不脱离本公开的范围的情况下可以根据设计选择或任何其它因素以各种方式容易地变型。注意,上述示例性实施方式和下面要说明的变型例可以酌情组合采用。

[0120] (3.1) 第一变型例

[0121] 将参照图10说明根据第一变型例的电动工具100。在以下说明中,根据该第一变型例的电动工具100的与根据上述示例性实施方式的电动工具100的对应部分具有相同功能的任何构成元件将适当地不再重复说明。

[0122] 如图10所示,在根据第一变型例的电动工具100中,抑制机构6包括单向离合器63。

[0123] 单向离合器63可以是例如包括内环和外环并构造为在内环和外环之间仅在一个方向上传递旋转力的离合器机构。在该变型例中,单向离合器63仅在马达1的第一旋转轴26的旋转方向上传递旋转力。

[0124] 例如,单向离合器63的内环可以固定到马达1的第一旋转轴26,并且与第一旋转轴26一体地旋转。另一方面,例如,单向离合器63的外环可以固定到传动机构4的第二旋转轴41并与第二旋转轴41一体地旋转。

[0125] 在根据第一变型例的电动工具100中,当马达1被控制为响应于电子离合器32的致动而停止运行时,第二旋转轴41的速度变得高于第一旋转轴26的速度,从而使第二旋转轴41相对于第一旋转轴26在相反方向上相对地转动。因此,单向离合器63的外环也相对于单向离合器63的内环在相反方向上相对地转动。这是单向离合器63不传递旋转力的方向。因此,在这种状态下,通过单向离合器63减少了惯性力从马达1到保持部5的传递。

[0126] 根据第一变型例的电动工具100也能够使抑制机构6(单向离合器63)减少利用过度的扭矩来紧固诸如螺钉、螺栓或螺母等紧固构件的可能性。这使得能够根据扭矩更精确地控制电动工具100。

[0127] (3.2) 第二变型例

[0128] 将参照图11说明根据第二变型例的电动工具100。在以下说明中,根据该第二变型例的电动工具100的与根据上述示例性实施方式的电动工具100的对应部分具有相同功能的任何构成元件将适当地不再重复说明。

[0129] 如图11所示,在根据第二变型例的电动工具100中,抑制机构6包括双向离合器64。

[0130] 双向离合器64可以是例如包括内环和外环并构造为在内环和外环之间改变旋转力传递方向的离合器机构。具体地,当沿着内环的轴线从一侧观察时,双向离合器64可以从双向离合器64仅沿顺时针方向传递旋转力的状态切换到双向离合器64仅沿逆时针方向传递旋转力的状态,反之亦然。

[0131] 例如,双向离合器64的内环可以固定到马达1的第一旋转轴26并与第一旋转轴26一体地旋转。例如,双向离合器64的外环可以固定到传动机构4的第二旋转轴41并与第二旋转轴41一体地旋转。

[0132] 另外,在根据第二变型例的电动工具100中,马达1还可以沿正向和反向两者旋转。也就是说,马达1可以将其旋转方向从正向改变到反向,反之亦然。通过例如使从逆变器回

路部2供应到马达1的驱动电流 I_a 的方向反向,可以使马达1的旋转方向反向。根据第二变型例的电动工具100还包括用于将马达1的旋转方向从正向改变为反向,以及反之亦然的正向/反向开关。

[0133] 此外,根据第二变型例的电动工具100还包括同步机构,同步机构用于使双向离合器64的旋转力传递方向的变化与马达1的旋转方向的变化同步。例如,同步机构可以通过正向/反向开关使双向离合器64的旋转力传递方向与马达1的旋转方向的变化同步改变。同步机构可以是机械结构或电子回路(诸如半导体开关),以适当者为准。

[0134] 双向离合器64的操作方式与单向离合器63相同,因此,本文将省略对其的说明。

[0135] 根据第二变型例的电动工具100也能使抑制机构6(双向离合器64)减少利用过度的扭矩来紧固诸如螺钉、螺栓或螺母等紧固构件的可能性。这能根据扭矩更精确地控制电动工具100。

[0136] 此外,根据第二变型例的电动工具100还可以在马达1正向旋转和马达1反向旋转这两种情况下减少将马达1的惯性能量传递到保持部5的可能性。

[0137] (3.3)其它变型例

[0138] 在一个变型例中,电动工具100也可以是所谓的“冲击工具”,其包括用于随着马达1旋转通过使锤间歇性地撞击砧来紧固紧固构件的冲击机构。

[0139] 在另一变型例中,根据上述示例性实施方式的电动工具100可以被变型为允许马达1在正向和反向两者上旋转,并且还包括用于将马达1的旋转方向从正向改变为反向、反之亦然的正向/反向开关。在这种情况下,接合凹部412的周向尺寸 X_2 越大,响应于电子离合器32的致动从马达1传递到传动机构4的惯性能量就可以越显著地减少。不过,如果将马达1的旋转方向从正向改变为反向,或反之,则接合突出部264与接合凹部412的相反侧面接触所用的时间将会较长,由此可能使电动工具100的方便性下降。考虑到这些因素,可以适当地确定接合凹部412的周向尺寸 X_2 。

[0140] 在又一变型例中,替代马达1和减速机构40之间的位置,抑制机构6可以布置在别的地方。例如,抑制机构6可以设置在传动机构4的输出轴42上。在具体示例中,输出轴42可以包括第一输出轴(具有与第一旋转轴26的第一圆柱部261相同的形状)和第二输出轴(具有与第二旋转轴41的轴本体410相同的形状)。在这种情况下,第一输出轴和第二输出轴可以配置为彼此同轴,并且抑制机构6可以处于第一输出轴和第二输出轴之间。可替代地,还可以为传动机构4的减速机构40(即,为减速机构40中包括的任何轴)设置抑制机构6。

[0141] 在又一变型例中,可以在马达1和保持部5之间设置多个抑制机构6。例如,总共可以设置三个抑制机构6。具体地,不仅可以设置如上述示例性实施方式中的设置在马达1和传动机构4之间的抑制机构6,还可以设置被设置为用于传动机构4的减速机构40(即,减速机构40中包括的任何轴)的另一抑制机构6以及设置在传动机构4的输出轴42上的又一抑制机构6。

[0142] 在又一变型例中,第一结构61可以具有接合凹部,第二结构62可以具有接合突出部。具体地,可以为传动机构4的第二旋转轴41设置径向突出的接合突出部,同时可以为马达1的第一旋转轴26设置接收凹部以及从接收凹部的侧面径向凹陷的接合凹部。在这种情况下,第一旋转轴26的直径可以大于第二旋转轴41的直径。

[0143] 在又一变型例中,扭矩检测部31可以基于检测马达的速度(即,转数)用的速度检

测器检测到的马达1的速度,检测与前端工具28提供的输出扭矩相关的扭矩值。

[0144] 在又一变型例中,接合凹部412的周向尺寸X2并非必须是接合突出部264的周向尺寸X1的大约两倍大,也可以设定为适当的尺寸,以响应于电子离合器32的致动而抑制惯性力从马达1到传动机构4的传递。

[0145] (4)方面

[0146] 上述实施方式及其变型例是本公开以下方面的具体实现。

[0147] 根据第一方面的电动工具(100)包括马达(1)、保持部(5)、传动机构(4)、扭矩检测部(31)、电子离合器(32)和抑制机构(6)。保持部(5)被构造为在其上保持前端工具(28)。传动机构(4)将马达(1)的动力传递到保持部(5)。扭矩检测部(31)检测与前端工具(28)提供的输出扭矩相关的扭矩值。当与扭矩检测部(31)检测到的扭矩值相关的预定条件被满足时,电子离合器(32)被致动,从而控制马达(1)以使马达(1)停止运行。抑制机构(6)处于马达(1)和保持部(5)之间。抑制机构(6)响应于电子离合器(32)的致动而抑制惯性力从马达(1)到保持部(5)的传递。

[0148] 本方面使得能够根据扭矩更精确地控制电动工具(100)。

[0149] 在根据可与第一方面结合实现的第二方面的电动工具(100)中,传动机构(4)包括减速机构(40),减速机构(40)降低马达(1)的旋转速度,并将旋转力与由此降低的旋转速度传递到保持部(5)。抑制机构(6)处于马达(1)与减速机构(40)之间。抑制机构(6)响应于电子离合器(32)的致动而抑制惯性力从马达(1)到减速机构(40)的传递。

[0150] 本方面使得能够根据扭矩更精确地控制电动工具(100)。

[0151] 在根据可与第一方面或第二方面结合实现的第三方面的电动工具(100)中,抑制机构(6)包括空转结构,当进行从扭矩自马达(1)传递到保持部(5)的状态到扭矩自保持部(5)传递到马达(1)的状态的状态转换时,空转结构产生无扭矩传递的空转期,反之亦然。

[0152] 本方面使得能够根据扭矩更精确地控制电动工具(100)。

[0153] 在根据可与第一方面至第三方面中的任一方面结合实现的第四方面的电动工具(100)中,马达(1)包括第一旋转轴(26)。传动机构(4)包括第二旋转轴(41),第二旋转轴(41)在与第一旋转轴(26)保持接触的情况下与第一旋转轴(26)一体地转动。抑制机构(6)包括:接合突出部(264),其被设置为用于从第一旋转轴(26)和第二旋转轴(41)组成的组中选择一个构件并且径向突出;接合凹部(412),其被设置为用于从第一旋转轴(26)和第二旋转轴(41)组成的组中选择的剩余构件并且径向凹陷以接收接合突出部(264)。接合凹部(412)的周向尺寸(X2)大于接合突出部(264)的周向尺寸(X1)。

[0154] 本方面使得能够根据扭矩更精确地控制电动工具(100)。

[0155] 在根据可与第一方面至第四方面中的任一方面结合实现的第五方面的电动工具(100)中,抑制机构(6)包括单向离合器(63)。

[0156] 本方面使得能够根据扭矩更精确地控制电动工具(100)。

[0157] 在根据可与第一方面至第五方面中的任一方面结合实现的第六方面的电动工具(100)中,抑制机构(6)包括能够改变扭矩传递方向的双向离合器(64)。

[0158] 本方面使得能够根据扭矩更精确地控制电动工具(100)。

[0159] 在根据可与第一方面到第六方面中的任一方面结合实现的第七方面的电动工具(100)中,预定条件包括如下条件:扭矩检测部(31)检测到的扭矩值大于阈值。

- [0160] 本方面使得能够降低利用大于阈值的扭矩来紧固紧固构件的可能性。
- [0161] 在根据可与第一方面至第七方面中的任一方面结合实现的第八方面的电动工具(100)中,扭矩检测部(31)基于流经马达(1)的扭矩电流计算与前端工具(28)提供的输出扭矩相关的扭矩值。
- [0162] 本方面使得能够基于扭矩电流计算扭矩。
- [0163] 附图标记列表
- [0164] 100 电动工具
- [0165] 1 马达
- [0166] 26 第一旋转轴
- [0167] 264 接合突出部
- [0168] 28 前端工具
- [0169] 31 扭矩检测部
- [0170] 32 电子离合器
- [0171] 4 传动机构
- [0172] 40 减速机构
- [0173] 41 第二旋转轴
- [0174] 412 接合凹部
- [0175] 5 保持部
- [0176] 6 抑制机构
- [0177] 63 单向离合器
- [0178] 64 双向离合器
- [0179] x1 尺寸
- [0180] x2 尺寸

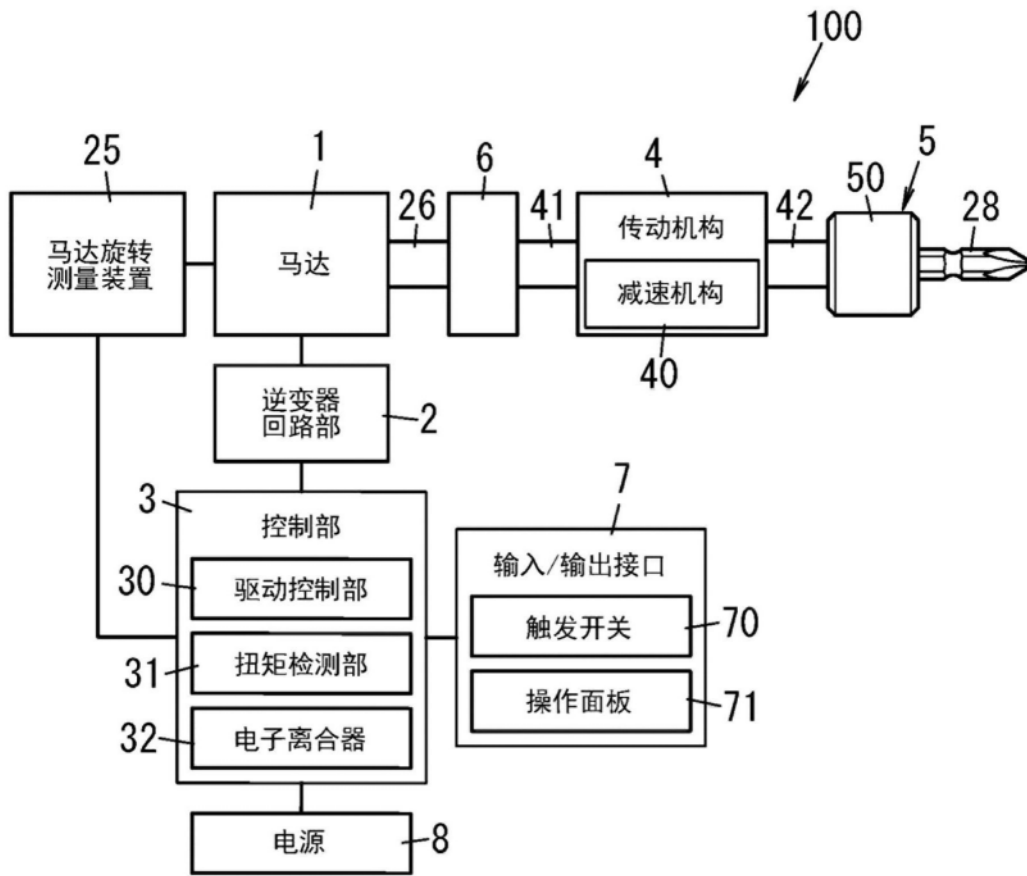


图1

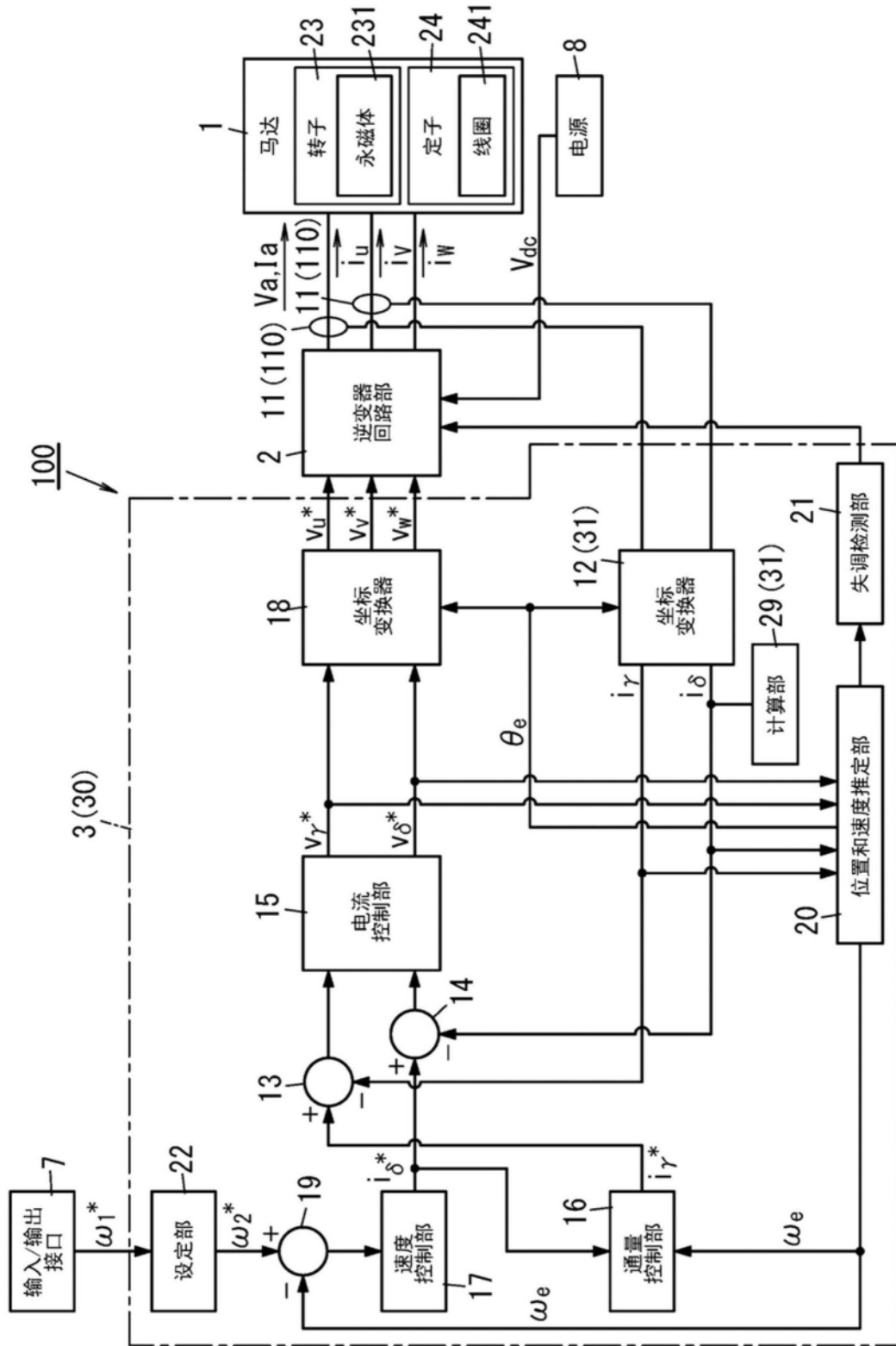


图2

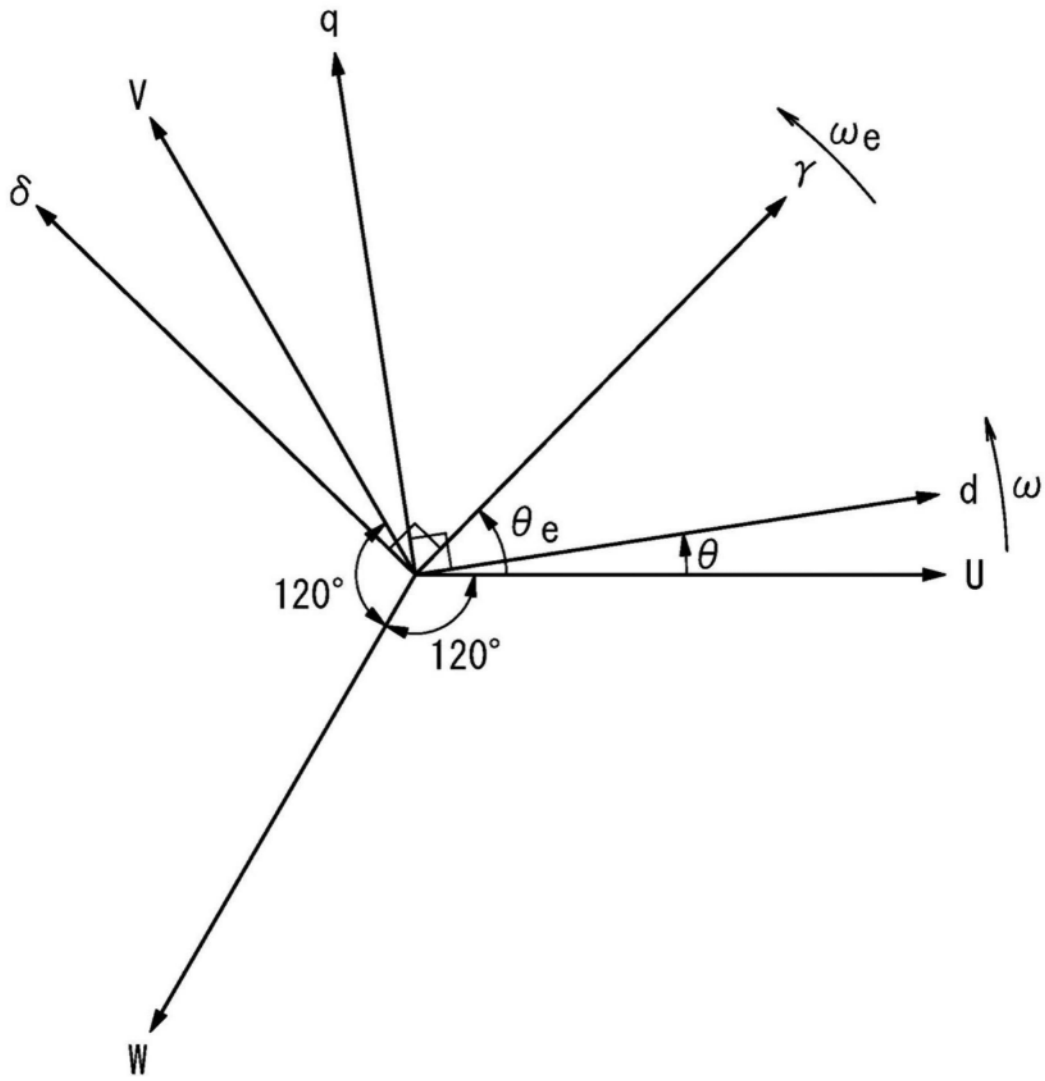


图3

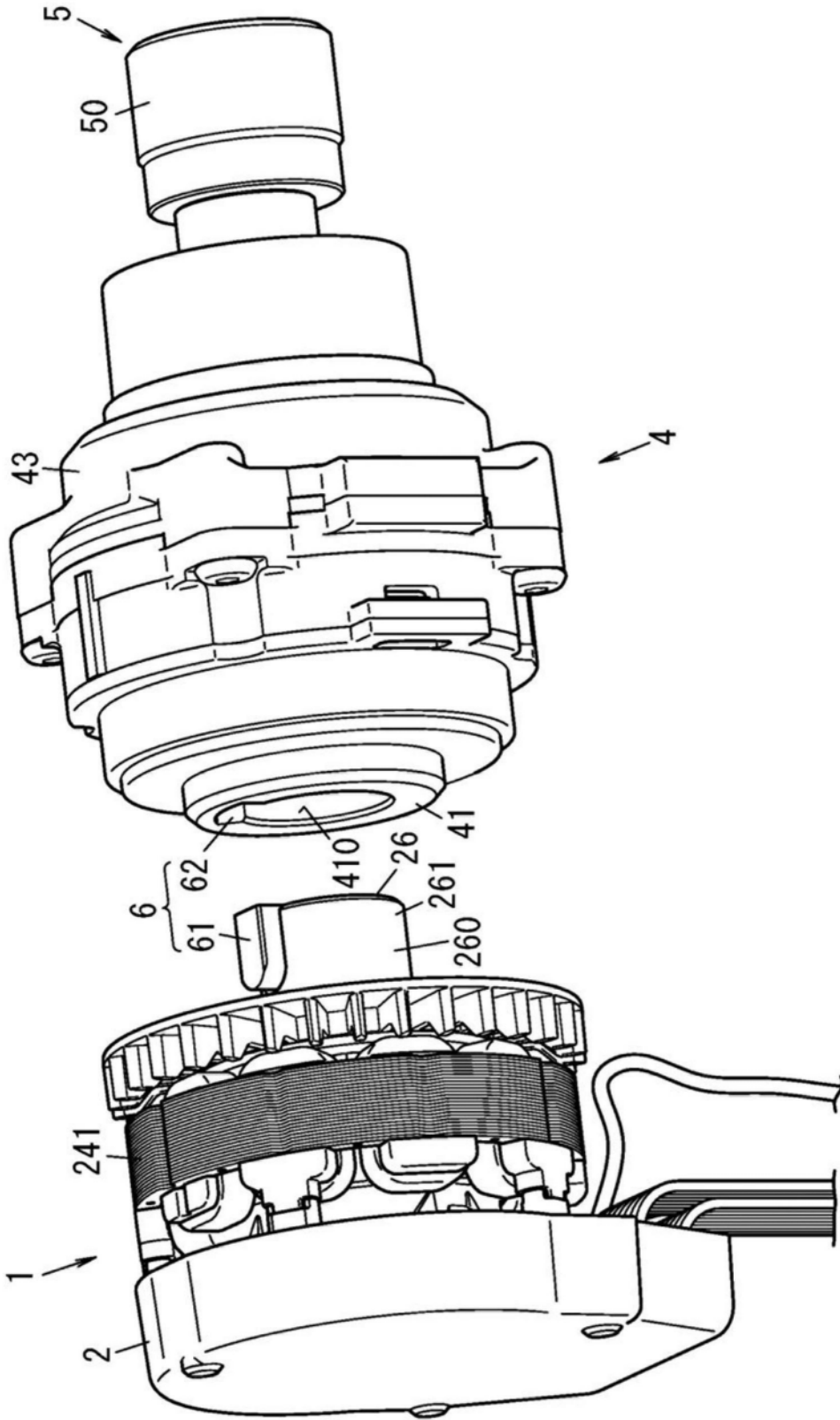


图4

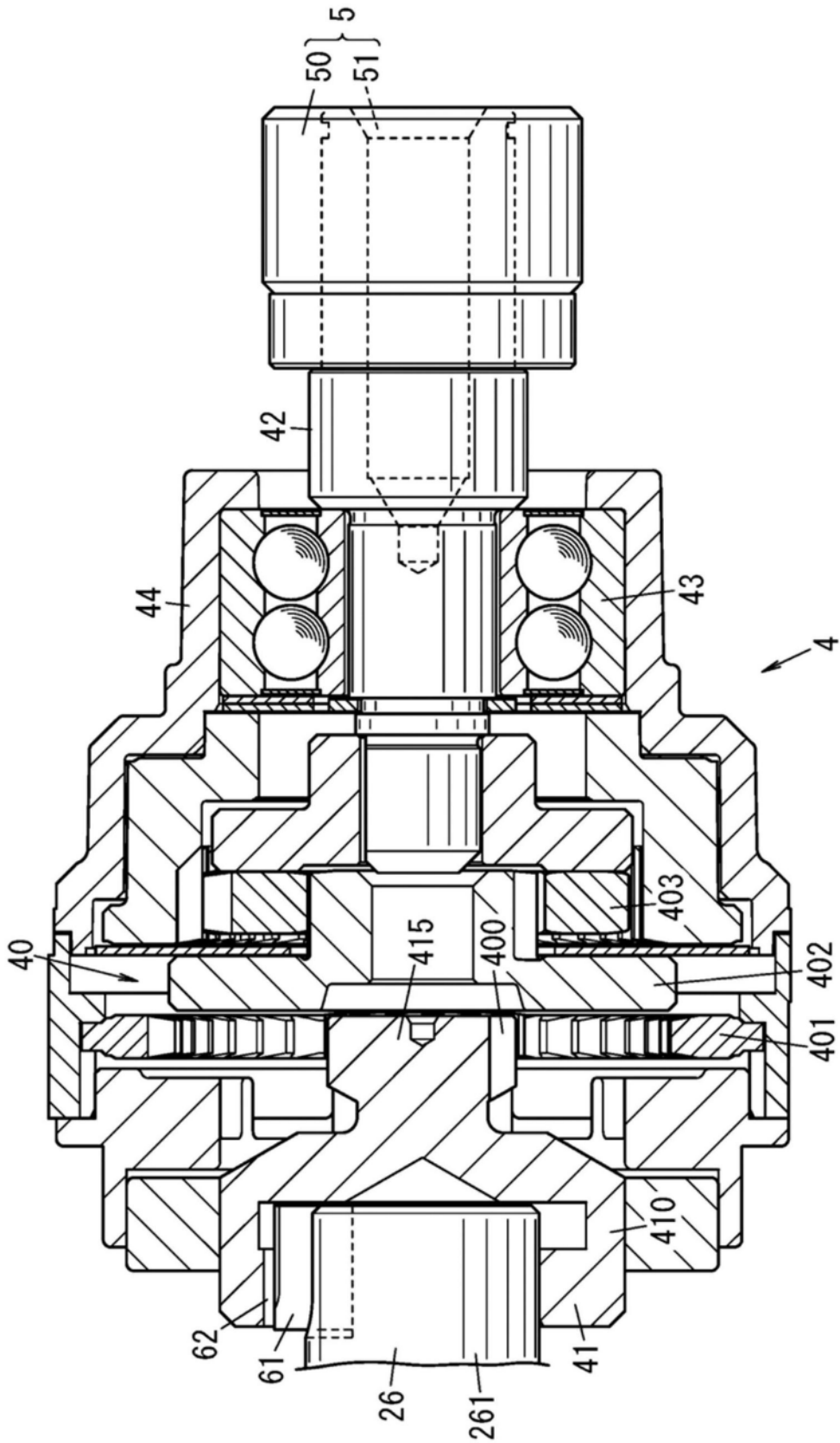


图5

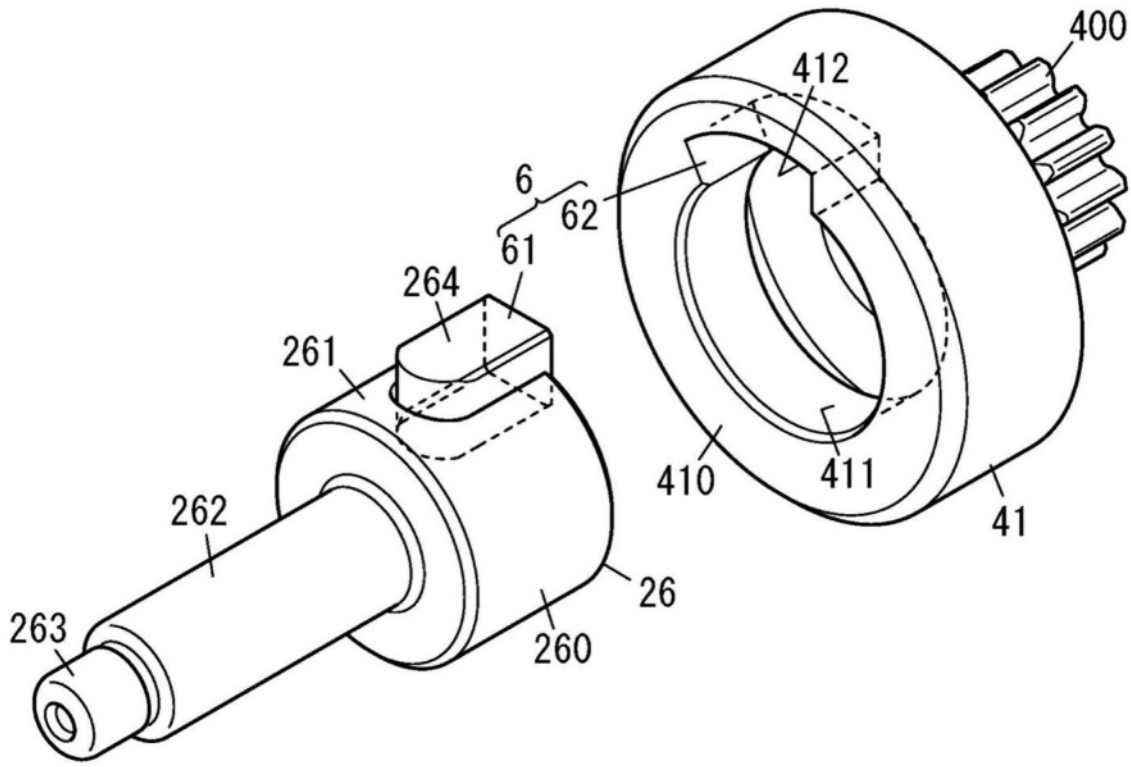


图6

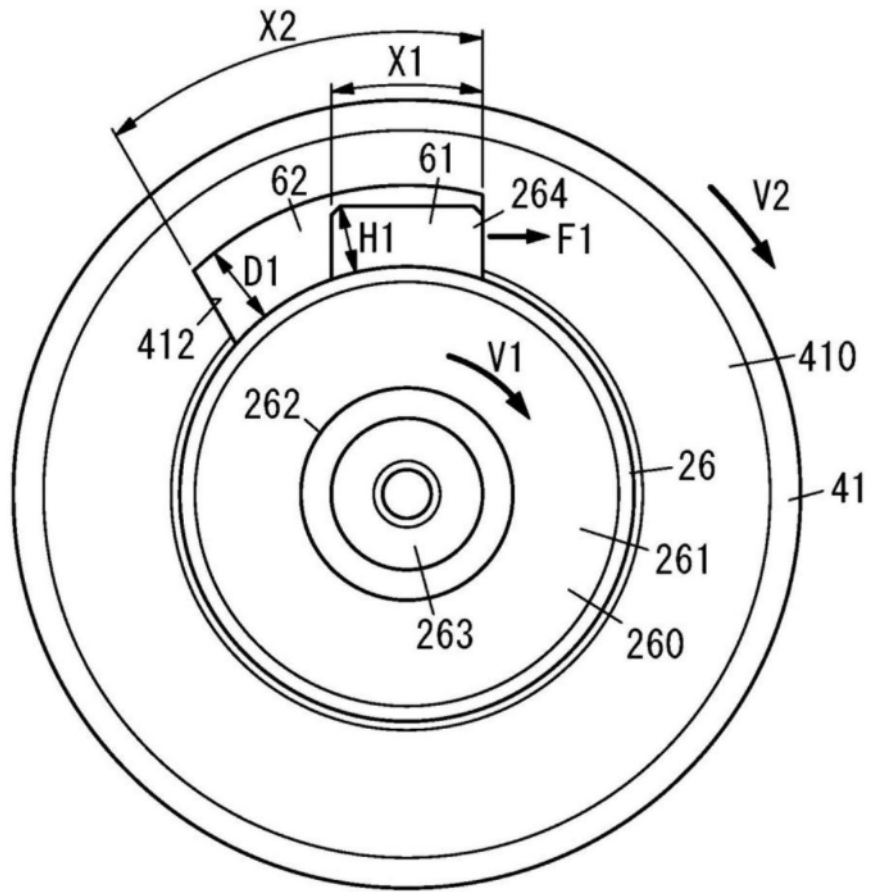


图7

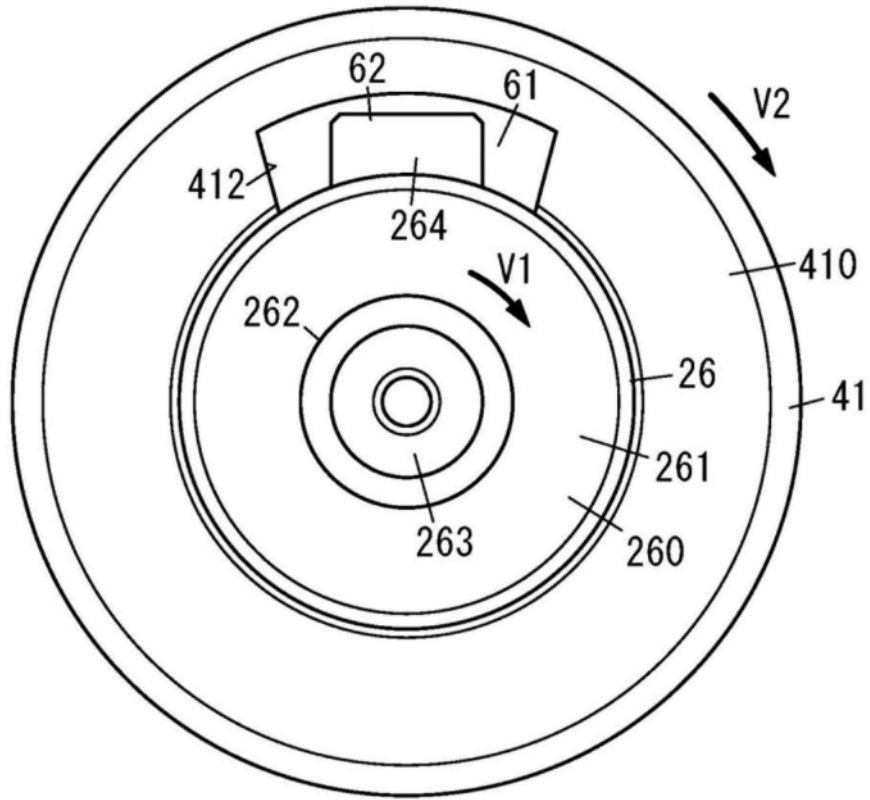


图8

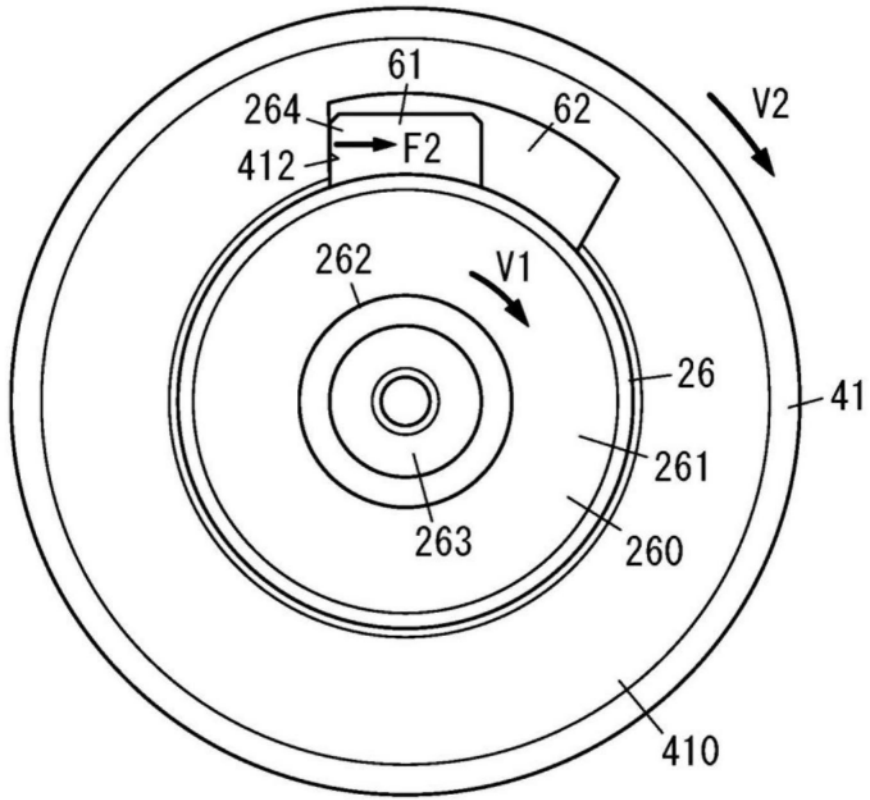


图9

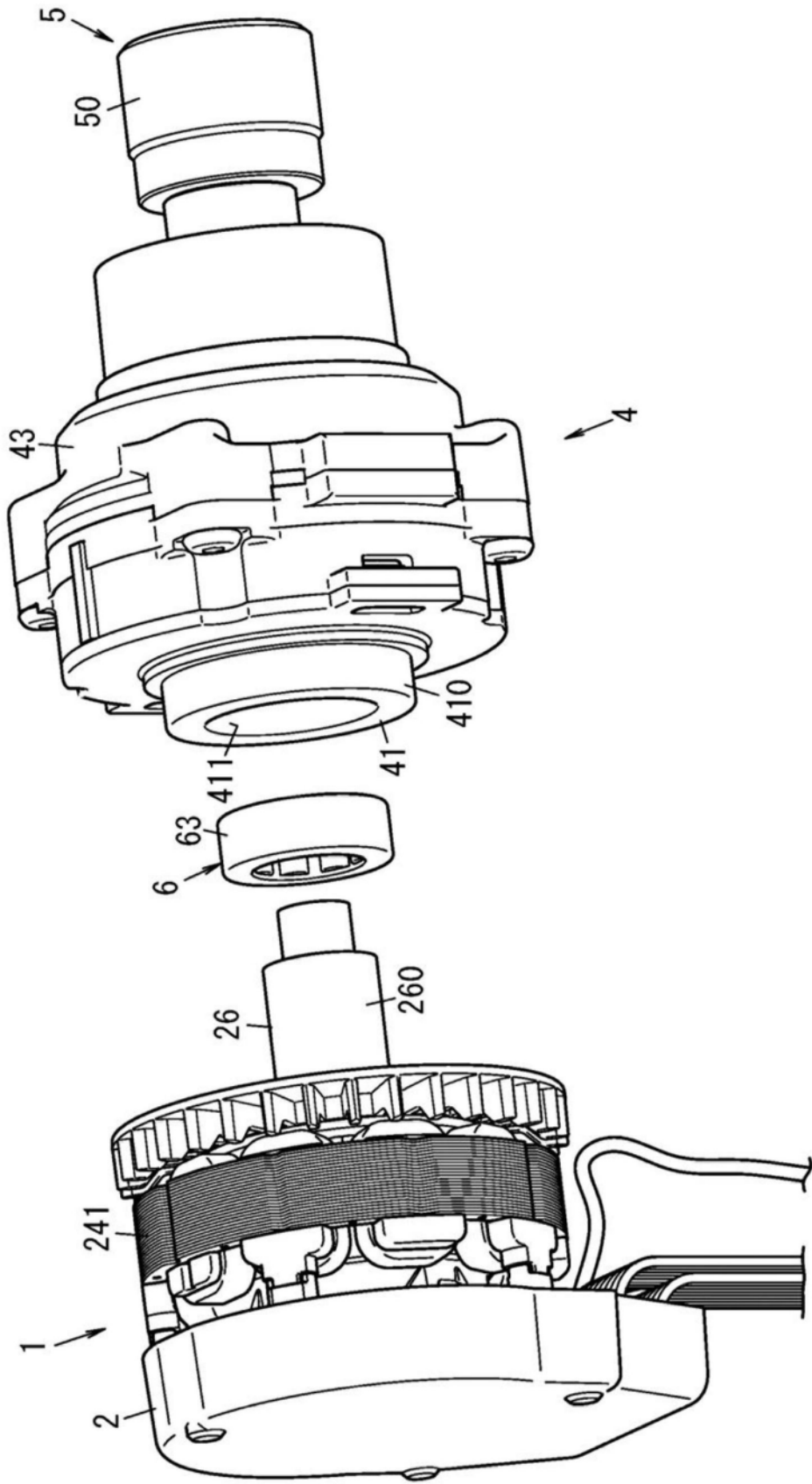


图10

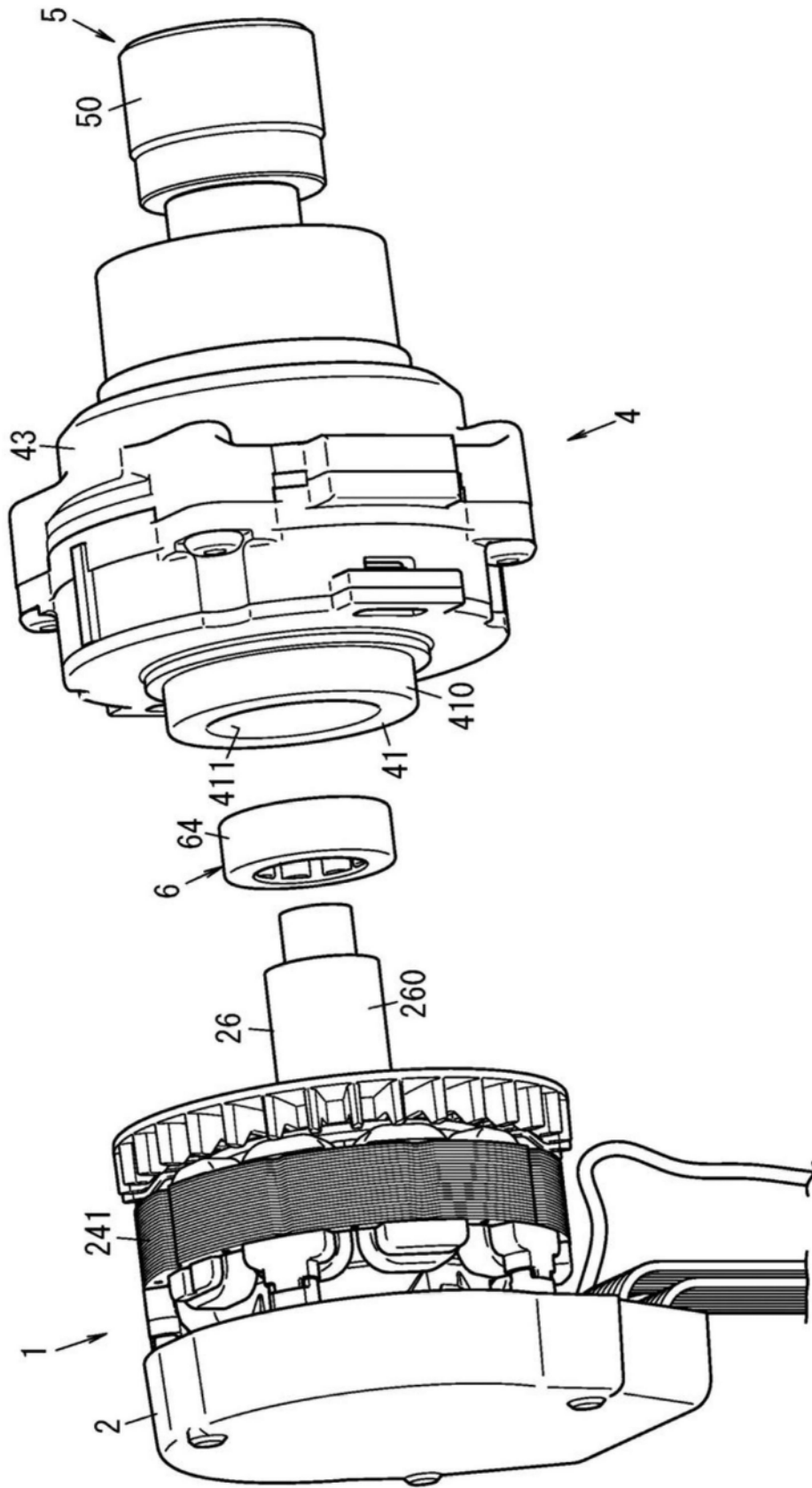


图11