



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102770241 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 01

(21) 申请号 201180010495. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 02. 21

B25B 21/02(2006. 01)

(30) 优先权数据

B25B 23/147(2006. 01)

2010-036730 2010. 02. 22 JP

审查员 杨慧慧

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 08. 22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2011/054416 2011. 02. 21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/102559 EN 2011. 08. 25

(73) 专利权人 日立工机株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 益子弘识 西河智雅 山口勇人

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 顾红霞 何胜勇

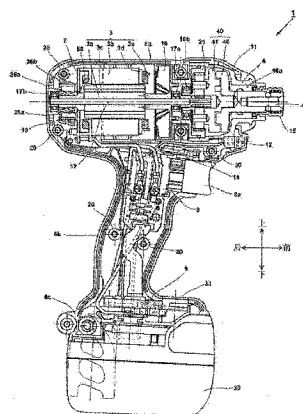
权利要求书1页 说明书12页 附图10页

(54) 发明名称

冲击工具

(57) 摘要

一种冲击工具(1)包括:电动机(3);减速机构(21),其减小电动机(3)的扭矩;撞锤(41),其与减速机构(21)的输出部连接;以及砧(46),其能够相对于撞锤(41)摆动,其中,所述撞锤(41)由电动机借助减速机构直接驱动,冲击工具(1)能够以如下模式操作:钻进模式,通过使撞锤(41)沿一个方向旋转以使砧(46)旋转,从而使安装在砧(46)上的端部工具旋转;以及冲击模式,在撞锤(41)间歇地撞击砧(46)的同时,使安装在砧(46)上的端部工具旋转。



1. 一种冲击工具,包括:
电动机;
减速机构,其减小所述电动机的扭矩;
撞锤,其与所述减速机构的输出部连接;以及
砧,其能够相对于所述撞锤摆动,并且所述撞锤能够相对于所述砧以小于 360 度的旋转角度摆动,
其中,所述撞锤由所述电动机直接驱动,并且
所述冲击工具能够以如下模式操作:
钻进模式,通过使所述撞锤沿一个方向旋转以使所述砧旋转,从而使安装在所述砧上的端部工具旋转;以及
冲击模式,在所述撞锤间歇地撞击所述砧的同时,使安装在所述砧上的端部工具旋转,
在所述钻进模式下,通过向所述电动机交替地供给用于使所述电动机沿正向旋转的第一电流和用于在短时间段内使所述电动机沿反向旋转的第二电流,或者交替地反复执行向所述电动机供给所述第一电流以及在短时间段内停止向所述电动机供给电流从而使撞锤在整个过程中朝正向继续旋转,来间歇地驱动所述电动机。
2. 根据权利要求 1 所述的冲击工具,其中,
计算所述第一电流的积分值,并且
当所述积分值达到预定值时,从供给所述第一电流切换到供给所述第二电流或者停止电流供给。
3. 根据权利要求 2 所述的冲击工具,其中,
供给所述第二电流或者停止电流供给的所述短时间段是预先设定的预定时间。
4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的冲击工具,其中,
监视所述第一电流的值,并且
当所述第一电流的值达到预定值时,停止所述电动机的旋转。
5. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的冲击工具,其中,
监视所述第一电流的积分值达到预定值所需的时间,并且
当所述时间等于或小于预定值时,停止所述电动机的旋转,或者将模式转换至所述冲击模式。
6. 根据权利要求 4 所述的冲击工具,其中,
监视所述第一电流的积分值达到预定值所需的时间,并且
当所述时间等于或小于预定值时,停止所述电动机的旋转,或者将模式转换至所述冲击模式。

冲击工具

技术领域

[0001] 本发明的方案涉及一种由电动机驱动且实现了新的撞击机构部的冲击工具,并且特别涉及一种能够防止在不执行冲击操作的紧固模式下出现脱离操作的冲击工具。

背景技术

[0002] 冲击工具利用电动机作为驱动源来驱动旋转撞击机构部以向砧施加扭矩和撞击力,从而间歇地将旋转冲击力传递到端部工具并且执行诸如拧紧螺钉之类的操作。近年来,无刷 DC 电动机广泛地用作驱动源。无刷 DC 电动机为例如不带电刷(整流电刷)的 DC(直流)电动机,并且在定子侧使用线圈(绕组线)且在转子侧使用磁体(永磁体)并且将在逆变器电路中驱动的电力顺序地供给至预定线圈以使转子旋转。逆变器电路利用诸如 FET(场效应晶体管)或 IGBT(绝缘栅型双极晶体管)之类的高容量输出晶体管形成并且由大电流驱动。无刷 DC 电动机具有比带电刷的 DC 电动机的扭矩特性更佳的扭矩特性,并且能够通过更强的力将螺钉、螺栓等紧固至被加工部件。

[0003] JP-A-2009-728888 公开了一种使用无刷 DC 电动机的冲击工具的实例。在 JP-A-2009-728888 中,冲击工具具有连续旋转型冲击机构部。当扭矩通过动力传递机构部(减速机构部)施加到心轴上时,与心轴接合而能够沿心轴的旋转轴方向移动的撞锤旋转,从而使与撞锤抵接的砧旋转。撞锤和砧分别具有两个撞锤突出部(撞击部),两个撞锤突出部分别相互对称地布置在旋转平面上的两个位置处。这些突出部位位于使得突出部沿旋转方向彼此接合的位置处。旋转撞击力通过突出部的接合传递。撞锤设置为在围绕心轴的环形区域内相对于心轴沿轴向自由地滑动。倒 V 形(大致三角形)凸轮槽设置在撞锤的内周表面上。V 形凸轮槽沿轴向设置在心轴的外周表面。撞锤借助插入到设置于心轴上的凸轮槽和设置于撞锤上的凸轮槽之间的滚珠(钢球)旋转。

发明内容

[0004] 技术问题

[0005] 在现有技术的动力传递机构部中,心轴和撞锤被布置在凸轮槽中的滚珠支撑。布置在撞锤后端处的弹簧能够使撞锤相对于心轴沿轴向向后后退。因此,电动机借助凸轮机构间接地驱动撞锤。这样,用于将动力从心轴传递至撞锤的动力传递部的部件数量变大。相应地,要求心轴和撞锤之间的安装精度高,从而增加了制造成本。

[0006] 同时,在现有技术的冲击工具中,为了控制冲击机构不操作(也就是说,为了不进行撞击),例如,需要采用限制撞锤的后退操作的机构。也就是说,在所谓的钻进模式下,不能够使用 JP-A-2009-728888 的冲击工具。此外,即使当实现了用于控制撞锤的后退操作的钻进模式,也需要单独设置离合器机构来实现在扭矩达到预定紧固扭矩时中断动力传递的离合器操作。这样,实现钻进模式或者在冲击工具中采用离合器情况下的钻进模式均会导致成本增加。

[0007] 因此,本发明的目的是提供这样一种冲击工具:即,所述冲击工具能够通过具有

简单机构的撞锤和砧来实现冲击机构,并且还能够在不操作冲击机构的所谓钻进模式下使用。

[0008] 本发明的另一目的是提供这样一种实现钻进模式的冲击工具:通过将电动机的驱动方法设计为以小于 360 度的相对旋转角度来驱动撞锤和砧,所述冲击工具能够极大地抑制螺钉等的脱离。

[0009] 本发明的另一目的是提供这样一种冲击工具:所述冲击工具控制电动机的旋转以便能够精确地响应来自紧固物体的紧固负荷的增加。

[0010] 问题的解决方案

[0011] 下面将对本发明的代表性特征进行说明。

[0012] 根据本发明的第一方案,提供一种冲击工具,包括:电动机;减速机构,其减小所述电动机的扭矩;撞锤,其与所述减速机构的输出部连接;以及砧,其能够相对于所述撞锤摆动,其中,所述撞锤由所述电动机直接驱动,并且所述冲击工具能够以如下模式操作:钻进模式,通过使所述撞锤沿一个方向旋转以使所述砧旋转,从而使安装在所述砧上的端部工具旋转;以及冲击模式,在所述撞锤间歇地撞击所述砧的同时,使安装在所述砧上的端部工具旋转。

[0013] 此外,根据本发明的第二方案,在所述冲击工具中,所述撞锤能够相对于所述砧以小于 360 度的旋转角度摆动。

[0014] 此外,根据本发明的第三方案,在所述冲击工具中,在所述钻进模式下可以间歇地驱动所述电动机。

[0015] 此外,根据本发明的第四方案,在所述冲击工具中,可以通过向所述电动机交替地供给用于使所述电动机沿正向旋转的第一电流和用于在短时间段内使所述电动机沿反向旋转的第二电流来间歇地驱动所述电动机。

[0016] 此外,根据本发明的第五方案,在所述冲击工具中,可以通过交替地反复执行向所述电动机供给所述第一电流以及在短时间段内停止向所述电动机供给电流来间歇地驱动所述电动机。

[0017] 此外,根据本发明的第六方案,在所述冲击工具中,可以计算所述第一电流的积分值,并且当所述积分值达到预定值时,可以从供给所述第一电流切换到供给所述第二电流或者停止电流供给。

[0018] 此外,根据本发明的第七方案,在所述冲击工具中,供给所述第二电流或者停止电流供给的所述短时间段可以是预先设定的预定时间。

[0019] 此外,根据本发明的第八方案,在所述冲击工具中,可以监视所述第一电流的值,并且当所述第一电流的值达到预定值时,可以停止所述电动机的旋转。

[0020] 此外,根据本发明的第九方案,在所述冲击工具中,可以监视所述第一电流的积分值达到预定值所需的时间,并且当所述时间等于或小于预定值时,可以停止所述电动机的旋转,或者可以将模式转换至所述冲击模式。

[0021] 本发明的有益效果

[0022] 根据本发明的第一方案,由于撞锤由电动机直接驱动的所述冲击工具包括:钻进模式,即,通过使所述撞锤沿一个方向旋转以使所述砧旋转,从而使安装在所述砧上的端部工具旋转;以及冲击模式,即,在撞锤间歇地撞击砧的同时,使安装在砧上的端部工具旋转,

所以能够在所述冲击工具中实现钻进模式。尽管通过行星齿轮减速机构来降低撞锤的速度,但由于撞锤不具有诸如凸轮机构之类的有意设置的容差部,所以电动机的驱动力能够无损失地传递至所述撞锤。

[0023] 根据本发明的第二方案,由于撞锤能够相对于砧以小于 360 度的旋转角度摆动,也就是说,撞锤不能够相对于砧连续地旋转,所以撞锤不需要沿轴向移动,并且能够实现具有简单结构的冲击机构。

[0024] 根据本发明的第三方案,由于电动机被间歇地驱动以使所述撞锤沿一个方向旋转,因此能够极大减少所谓脱离的发生,例如,端部工具的刀头越过螺钉头。

[0025] 根据本发明的第四方案,由于通过向所述电动机交替地供给用于使所述电动机沿正向旋转的第一电流和用于在短时间段内使所述电动机沿反向旋转的第二电流来间歇地驱动所述电动机,因此当第一电流的供给停止时,由端部工具产生的紧固扭矩暂时大幅下降。因此,即使当端部工具的刀头试图越过螺钉头时,端部工具的刀头也能在扭矩下降过程中再次与螺钉头有效接合,从而能够极大减少脱离的发生。

[0026] 根据本发明的第五方案,由于通过交替地反复执行向所述电动机供给所述第一电流以及在短时间段内停止向所述电动机供给电流来间歇地驱动所述电动机,因此当第一电流的供给停止时,由端部工具产生的紧固扭矩暂时略微下降。因此,即使当端部工具的刀头试图越过螺钉头时,端部工具的刀头也能在扭矩下降过程中再次与螺钉头有效接合,从而能够极大减少脱离的发生。

[0027] 根据本发明的第六方案,计算所述第一电流的积分值,并且当所述积分值达到预定值时,从供给所述第一电流切换到供给所述第二电流或者停止电流供给。这样,在有效地使得由端部工具的刀头产生的紧固扭矩下降的同时,能够测量出引起脱离的紧固扭矩量。

[0028] 根据本发明的第七方案,由于供给所述第二电流或者停止电流供给的所述短时间段是预先设定的预定时间,所以能够在紧固扭矩的下降影响端部工具的旋转下降之前重新开始第一电流的供给。因此,能够在可以基本忽略紧固扭矩的变化的状态下执行由钻进模式实现的紧固操作。

[0029] 根据本发明的第八方案,监视所述第一电流的值,并且当所述第一电流的值达到预定值时,停止所述电动机的旋转。因此,当紧固扭矩达到预定值时,能够自动地停止电动机。通过这种方式,由于能够通过电子方式实现离合器单元而无需使用机械式离合器机构,所以能够抑制电动工具的制造成本的增加。

[0030] 根据本发明的第九方案,监视所述第一电流的积分值达到预定值所需的时间,并且当所述时间等于或小于预定值时,停止所述电动机的旋转,或者将模式转换至所述冲击模式。这样,当紧固扭矩达到预定值时,能够使电动机自动停止。通过这种方式,由于离合器单元能够以电子方式实现而无需使用机械式离合器机构,所以能够抑制电动工具的制造成本的增加。此外,当需要更大的紧固扭矩时,能够将钻进模式转换成冲击模式。因此,能够缩短利用冲击操作进行完整紧固操作所需的时间。

[0031] 上述目的和其它目的以及新颖特征将通过下面给出的说明书和附图的描述变得显而易见。

附图说明

- [0032] 图 1 是示出根据本发明的示例性实施例的冲击工具的整体结构的纵向剖视图；
- [0033] 图 2 是示出根据本发明的示例性实施例的冲击工具的外观的透视图；
- [0034] 图 3 是图 1 所示的撞击机构附近的部分的放大剖视图；
- [0035] 图 4 是示出图 1 所示的撞锤和砧的构造的透视图；
- [0036] 图 5 是示出从不同角度看到的图 1 所示的撞锤和砧的构造的透视图；
- [0037] 图 6 是示出根据本发明的示例性实施例的冲击工具的电动机的驱动控制系统的功能框图；
- [0038] 图 7 (7A、7B、7C、7D)是沿着图 3 中的线 A-A 截取的剖视图,用于说明“连续驱动模式”下的撞锤的驱动控制；
- [0039] 图 8 (8A、8B、8C、8D、8E、8F)是沿着图 3 中的线 A-A 截取的剖视图,用于说明“间歇驱动模式”下的撞锤的驱动控制；
- [0040] 图 9 是示出在根据本发明的示例性实施例的冲击工具的“连续驱动模式”下电动机的基本驱动电流控制的电流波形图；以及
- [0041] 图 10 是示出在根据本发明的示例性实施例的冲击工具的“脱离防止模式”下电动机的间歇驱动电流控制的电流波形图。

具体实施方式

[0042] 第一示例性实施例

[0043] 下文中,将参照附图对本发明的示例性实施例进行说明。在下面的说明中,上下方向、前后方向以及左右方向对应于图 1 和图 2 中所示的方向。

[0044] 图 1 是示出根据本发明的示例性实施例的冲击工具 1 的整体结构的纵向剖视图。冲击工具 1 使用可被充电而用作电源的电池组 30 以及作为驱动源驱动撞击机构 40 的电动机 3,冲击工具 1 旋转并且撞击作为输出轴的砧 46 以将连续扭矩或间歇撞击力传递至图中未示出的诸如螺丝刀头等端部工具,从而紧固螺钉或螺栓。

[0045] 电动机 3 为无刷 DC 电动机并且容纳在当从侧表面看时形成为大致 T 形的壳体 6 (见图 2)的管状主干部 6a 中。壳体 6 形成为可分开为彼此基本对称的左右两个部件,并且这些部件由多个螺钉固定到一起。因此,在分开的壳体 6 中的一个壳体(在示例性实施例中为左侧壳体)中,形成有多个螺钉凸台 20。在另一个壳体(右侧壳体)中,形成有多个螺孔(图中未示出)。电动机 3 的旋转轴 19 被轴承 17b 和轴承 17a 支撑以便自由地旋转,轴承 17b 设置于主干部 6a 的后端侧,轴承 17a 设置于中部附近的部分中。在电动机 3 的后部中,设有安装有六个开关元件 10 的板 7。通过开关元件 10 控制逆变器以使电动机 3 旋转。在板 7 的前部侧,安装有诸如霍尔元件或霍尔 IC 等旋转位置检测元件 58 以检测转子 3a 的位置。

[0046] 在与壳体 6 的主干部 6a 大致成直角一体延伸的抓握部 6b 的上部中,设有开关触发器 8 和正向 / 反向切换杆 14。在开关触发器 8 中,设有触发器操作部 8a,触发器操作部 8a 受图中未示出的弹簧推压而从抓握部 6b 突出。在抓握部 6b 的下部中,容纳有控制电路板 9,控制电路板 9 具有通过触发器操作部 8a 来控制电动机 3 的速度的功能。在形成于壳体 6 的抓握部 6b 的下部中的电池保持部 6c 中,可拆除地安装有电池组 30,在电池组 30 中容纳有诸如镍氢电池单元或锂离子电池单元等多个电池单元。

[0047] 在电动机 3 的前部中,设有冷却扇 18,冷却扇 18 安装在旋转轴 19 上并且与电动机

3 同步旋转。借助冷却扇 18, 从设置于主干部 6a 的后部中的进气口 26a 和 26b 抽吸空气。抽吸的空气从多个狭缝 26c (见图 2) 排放到壳体 6 的外部, 多个狭缝 26c 形成在壳体 6 的主干部 6a 中以及冷却扇 18 的径向外周侧附近。

[0048] 撞击机构 40 由两个部分形成, 即, 砧 46 和撞锤 41。撞锤 41 被固定成将行星齿轮减速机构 21 的多个行星齿轮的旋转轴连接到一起。撞锤 41 不包括具有心轴、弹簧、凸轮槽、滚珠等的凸轮机构, 这不同于当前广泛使用的公知的冲击机构。砧 46 和撞锤 41 通过装配轴和形成在旋转中心附近的装配孔彼此连接, 以使得在砧 46 和撞锤 41 之间仅可以进行小于一圈的相对旋转。砧 46 与输出轴部形成一体, 图中未示出的端部工具安装在输出轴部上。在砧的前端中, 形成有安装孔 46a, 安装孔 46a 在轴向上具有六边形截面形状。砧 46 的后侧与撞锤 41 的装配轴连接并且被位于轴向中部附近的部分处的金属轴承 16a 支撑以相对于外壳 5 自由地旋转。

[0049] 外壳 5 由金属一体形成为容纳撞击机构 40 和行星齿轮减速机构 21, 并且外壳 5 安装至壳体 6 的前侧。此外, 外壳 5 的外周侧被由树脂制成的罩盖 11 覆盖以防止热传递并且实现吸收冲击的效果。在砧 46 的端部中, 形成有助于保持端部工具的端部工具保持单元。通过使套筒 15 前后移动来拆除和安装端部工具。

[0050] 在冲击工具 1 中, 当拉动触发器操作部 8a 以开始驱动电动机 3 时, 通过行星齿轮减速机构 21 降低电动机 3 的转速, 并且以与电动机 3 的转速成预定比率的转速直接驱动撞锤 41。当撞锤 41 旋转时, 其扭矩传递至砧 46, 以使砧 46 以与撞锤 41 的速度相同的速度开始旋转。

[0051] 图 2 是示出图 1 所示的冲击工具 1 的外观的透视图。壳体 6 由三个部分 (6a、6b 和 6c) 形成。在冷却扇 18 的径向外周侧附近, 形成有助于排出冷却空气的狭缝 26c。此外, 在电池保持部 6c 的上表面中, 设有控制面板 31。在控制面板 31 上, 布置有各种操作按钮或指示灯。例如, 布置有用于开启和关闭 LED 灯 12 的开关或者用于确认电池组 30 的残余电量的按钮。此外, 在电池保持部 6c 的侧表面上, 设有用于切换冲击工具 1 的操作模式 (钻进模式、冲击模式) 的按钮开关 32。当操作员向右按压按钮开关 32 时, 交替地切换钻进模式和冲击模式。

[0052] 在电池组 30 中, 设有解除按钮 30a。通过在使电池组 30 向前移动的同时按压位于左右两侧的解除按钮 30a, 能够将电池组 30 从电池保持部 6c 上拆除。在电池保持部 6c 的左右两侧, 设有由金属制成的可拆除的带挂钩 33。在图 2 中, 带挂钩安装至冲击工具 1 的左侧。然而, 带挂钩 33 可拆除并安装至冲击工具 1 的右侧。在电池保持部 6c 的后端部附近, 安装有条带 34。

[0053] 图 3 是图 1 所示的撞击机构 40 附近的部分的放大剖视图。行星齿轮减速机构 21 为行星齿轮类型, 与电动机 3 的旋转轴 19 的端部连接的恒星齿轮 21a 用作驱动轴 (输入轴), 并且多个行星齿轮 21b 在固定到主干部 6a 上的外齿轮 21d 内旋转。行星齿轮 21b 的多个旋转轴 21c 由具有行星齿轮托架功能的撞锤 41 支撑。撞锤 41 作为行星齿轮减速机构 21 的从动轴 (输出轴) 以预定减速比沿着与电动机 3 的方向相同的方向旋转。可以基于诸如待紧固的主对象 (螺钉或螺栓)、电动机 3 的输出以及所需的紧固扭矩等因素来适当地设定减速比。在示例性实施例中, 减速比设定为使得撞锤 41 的转速约为电动机 3 的转速的 $1/8$ 至 $1/15$ 。

[0054] 在主干部 6a 中的两个螺钉凸台 20 的内周侧,设有内罩盖 22。内罩盖 22 是通过将诸如塑料之类的合成树脂一体成型制成的。在后部中,形成有筒形部。筒形部保持轴承 17a,轴承 17a 固定电动机 3 的旋转轴 19 以使旋转轴 19 自由地旋转。此外,在内罩盖 22 的前侧,设有具有不同直径的两个筒形阶部。在小阶部中,设有滚珠型轴承 16b。在大的筒形阶部中,从前侧插入有外齿轮 21d 的一部分。由于外齿轮 21d 附接至内罩盖 22 而不能自由旋转并且内罩盖 22 附接至壳体 6 的主干部 6a 而不能自由旋转,因此外齿轮 21d 在非旋转状态下固定到壳体 6。此外,在外齿轮 21d 的外周部中,设有凸缘部,该凸缘部形成为外径大。在凸缘部和内罩盖 22 之间设有 O 形圈 23。油脂(图中未示出)被设于撞锤 41 和砧 46 的旋转部分。O 形圈 23 用于进行密封以使油脂不会泄漏到内罩盖 22 侧。

[0055] 在本示例性实施例中,撞锤 41 用作保持行星齿轮 21b 的多个旋转轴 21c 的行星齿轮托架。因此,撞锤 41 的后端部延伸到轴承 16b 的内圈的内周侧。此外,撞锤 41 的后侧的内周部布置在用于容纳安装在电动机 3 的旋转轴 19 上的恒星齿轮 21a 的筒形内空间中。在撞锤 41 前侧的中心轴线附近,装配轴 41a 形成为沿轴向向前突出的轴部。装配轴 41a 装配到形成在砧 46 后侧的中心轴线附近的柱形装配孔 46f 中。装配轴 41a 和装配孔 46f 被支撑为相对于彼此旋转。

[0056] 下文中参照图 4 和图 5,对图 1 和图 2 中所示的撞击机构 40 的详细结构进行说明。图 4 是示出根据本发明的示例性实施例的撞锤 41 和砧 46 的构造的透视图。在图 4 中,从斜前部观察撞锤 41,而从斜后部观察砧 46。图 5 是示出撞锤 41 和砧 46 的构造的透视图,示出了从斜后部观察撞锤 41 的示意图以及从斜前部观察砧 46 的局部图。撞锤 41 包括从筒形主体部 41b 径向突出的两个叶片部 41c 和 41d。叶片部 41d 和 41c 分别包括沿轴向突出的突出部。此外,叶片部 41c 和 41d 分别包括一组撞击部和心轴部(spindle portion)。

[0057] 叶片部 41c 的外周部形成为以扇形形状展开。在叶片部 41c 的外周部上形成有沿轴向向前突出的突出部 42。以扇形形状展开的部分和突出部 42 同时用作撞击部(撞击棘爪)且用作心轴部。在突出部 42 的周向两侧形成有撞击侧表面 42a 和 42b。撞击侧表面 42a 和 42b 二者均形成为平面并且具有适当的角度以便与砧 46 的被撞击侧表面有效地形成面接触,稍后说明。另一方面,在叶片部 41d 中,外周部形成为以扇形形状展开。因此,叶片部 41d 的外周部的质量变大,从而用作心轴部。此外,形成有从叶片部 41d 的径向中部附近的部分沿轴向向前突出的突出部 43。突出部 43 用作撞击部(撞击棘爪)。在周向两侧处,形成有撞击侧表面 43a 和 43b。撞击侧表面 43a 和 43b 二者均形成为平面并且沿周向具有适当的角度以便与砧 46 的被撞击侧表面有效地形成面接触,稍后说明。

[0058] 在主体部 41b 的轴线附近以及前侧,形成有装配到砧 46 的装配孔 46f 中的装配轴 41a。在主体部 41b 的后侧,形成有两个盘形部 44a 和 44b 以及连接部 44c,从而具有行星齿轮托架的功能,连接部 44c 在两个周向位置处将盘形部连接到一起。分别在盘形部 44a 和 44b 的两个周向位置处,形成有通孔 44d。两个行星齿轮 21b 布置在盘形部 44a 和 44b 之间(见图 3),并且行星齿轮 21b 的旋转轴 21c(见图 3)安装至通孔 44d 内。在盘形部 44b 的后侧,形成有以筒形形状延伸的筒形部 44e。筒形部 44e 的外周侧由轴承 16b 的内圈支撑。此外,恒星齿轮 21a 布置在筒形部 44e 的内部空间 44f 中(见图 3)。优选地,考虑到强度和重量,通过金属的一体成型而形成图 4 和图 5 中所示的撞锤 41 和砧 46。

[0059] 砧 46 包括两个叶片部 46c 和 46d,两个叶片部 46c 和 46d 从筒形主体部 46b 沿径

向突出。在叶片部 46c 的外周附近,形成有沿轴向向后突出的突出部 47。在突出部 47 的周向两侧,形成有被撞击侧表面 47a 和 47b。另一方面,在叶片部 46d 的径向中部附近,形成有沿轴向向后突出的突出部 48。在突出部 48 的周向两侧,形成有被撞击侧表面 48a 和 48b。当撞锤 41 正向旋转(沿紧固螺钉的方向旋转)时,撞击侧表面 42a 抵靠在被撞击侧表面 47a 上,同时撞击侧表面 43a 抵靠在被撞击侧表面 48a 上。此外,当撞锤 41 反向旋转(沿松开螺钉的方向旋转)时,撞击侧表面 42b 抵靠在被撞击侧表面 47b 上,同时撞击侧表面 43b 抵靠在被撞击侧表面 48b 上。确定突出部 42、43、47 和 48 的形状以使上述抵靠同时发生。

[0060] 如上所述,根据撞锤 41 和砧 46,由于在相对于旋转轴线彼此对称的两个部分中进行撞击,因此撞击过程中的平衡良好,从而冲击工具 1 在撞击过程中几乎不会摆动。此外,由于撞击侧表面分别设置在突出部的周向两侧,因此不仅在正向旋转过程中能够进行撞击,而且在反向旋转过程中也能够进行撞击。这样,能够实现方便的冲击工具。此外,由于撞锤 41 撞击砧 46 的方向仅为周向并且撞锤 41 不会沿轴向也不会向前撞击砧,所以在冲击模式期间端部工具不会多余地按压紧固部件。因此,当将木螺钉等紧固到木材中时存在优势。

[0061] 下面将参照图 6 对电动机 3 的驱动控制系统的结构和操作进行说明。图 6 是示出电动机 3 的驱动控制系统的结构的框图。在本示例性实施例中,电动机 3 由三相无刷 DC 电动机形成。无刷 DC 电动机是所谓的内转子型并且包括:转子 3a,其包括具有多组(在本示例性实施例中为两组)N 极和 S 极的永磁体;定子 3b,其包括星形连接的三相定子绕组 U、V 和 W;以及三个旋转位置检测元件(霍尔元件) 58,其沿周向以预定间隔,例如,以 60° 的角度间隔布置以检测转子 3a 的旋转位置。根据来自旋转位置检测元件 58 的位置检测信号,控制向定子绕组 U、V 和 W 供给电流的方向和时间,并且使电动机 3 旋转。旋转位置检测元件 58 设于板 7 上与转子 3a 的永磁体 3c 相反的位置处。

[0062] 电子元件包括逆变器电路 52,逆变器电路 52 具有以三相桥接形式连接的诸如 FET 之类的六个开关元件 Q1 至 Q6。六个桥接的开关元件 Q1 至 Q6 的栅极分别与安装于控制电路板 9 上的控制信号输出电路 53 连接,而六个开关元件 Q1 至 Q6 的漏极和源极分别与星形连接的定子绕组 U、V 和 W 连接。这样,六个开关元件 Q1 至 Q6 根据从控制信号输出电路 53 输入的开关元件驱动信号(驱动信号 H4、H5 和 H6)执行切换操作以通过将施加到逆变器电路 52 的电池组 30 的 DC 电压视为三相(U 相、V 相和 W 相)电压 V_u 、 V_v 、 V_w ,将电力供给至定子绕组 U、V 和 W。

[0063] 用于驱动六个开关元件 Q1 至 Q6 的栅极的开关元件驱动信号(三相信号)所连接的三个负极电源侧开关元件 Q4、Q5 和 Q6 分别作为脉冲宽度调制信号(PWM 信号) H4、H5 和 H6 供应,并且通过安装到控制电路板 9 上的计算单元 51 根据开关触发器 8 的触发器操作部 8a 的操作量(行程)的检测信号来改变 PWM 信号的脉冲宽度(占空比),从而调节供给电动机 3 的电量并且控制电动机 3 的启动/停止以及转速。

[0064] 此处,PWM 信号供给至逆变器电路 52 的正极电源侧开关元件 Q1 至 Q3 或负极电源侧开关元件 Q4 至 Q6。开关元件 Q1 至 Q3 或开关元件 Q4 至 Q6 高速切换以控制从电池组 30 的 DC 电压分别供给至定子绕组 U、V 和 W 的电力。在本示例性实施例中,由于 PWM 信号供给至负极电源侧开关元件 Q4 至 Q6,因此控制 PWM 信号的脉冲宽度,可以调节分别供给至定子绕组 U、V 和 W 的电力并且可以控制电动机 3 的转速。

[0065] 在冲击工具 1 中,设有用于切换电动机 3 的旋转方向的正向 / 反向切换杆 14。每当旋转方向设定电路 62 检测到正向 / 反向切换杆 14 的变化时,旋转方向设定电路 62 切换电动机的旋转方向并且将控制信号发送至计算单元 51。计算单元 51 包括:中央处理单元(CPU),其用于根据处理程序和数据来输出驱动信号;ROM,其用于存储处理程序或控制数据;RAM,其用于临时存储数据;计时器等部件,这些部件在图中未示出。

[0066] 控制信号输出电路 53 根据旋转方向设定电路 62 和转子位置检测电路 54 的输出信号生成交替地切换预定开关元件 Q1 至 Q6 的驱动信号,并且将该驱动信号输出到控制信号输出电路 53。因此,电流交替地供应至定子绕组 U、V 和 W 的预定绕组,从而使转子 3a 沿着设定的旋转方向旋转。在这种情况下,基于施加电压设定电路 61 的输出控制信号将施加到负极电源侧开关元件 Q4 至 Q6 的驱动信号作为 PWM 调制信号输出。电流检测电路 59 测量供应至电动机 3 的电流值,并且电流值被反馈给计算单元 51,以便将电流调节为设定的驱动电力。可以向正极电源侧开关元件 Q1 至 Q3 提供 PWM 信号。

[0067] 转速检测电路 55 是利用输入的转子位置检测电路 54 的多个信号来检测电动机 3 的转速并且把转速输出至计算单元 51 的电路。撞击冲击传感器 56 检测施加到砧 46 上的冲击水平,并且撞击冲击传感器 56 的输出通过撞击冲击检测电路 57 输入至计算单元 51。撞击冲击传感器 56 能够通过安装至砧 46 上的应变计来实现。当利用撞击冲击传感器 56 的输出以预定扭矩完成紧固操作时,电动机 3 可自动停止。

[0068] 在根据示例性实施例的冲击工具 1 中,电动机能够在下面所述的三种驱动模式(1)至(3)下旋转。

[0069] (1)连续驱动模式 A(不具有电子离合器功能)

[0070] (2)连续驱动模式 B(具有电子离合器功能)

[0071] (3)间歇驱动模式

[0072] 在连续驱动模式 A 下,简单地控制电动机 3,使撞锤连续旋转从而使砧沿一个方向连续地旋转。在连续驱动模式 A 下,由于未使用离合器机构,所以为了使电动机 3 的旋转停止,操作员需要关掉开关触发器 8。

[0073] 在连续驱动模式 B 下,简单地控制电动机 3,使撞锤连续旋转从而使砧沿一个方向连续地旋转。连续驱动模式 B 与连续驱动模式 A 基本相同。然而,由于通过电子方式实现了离合器机构,所以操作员不需要关掉开关触发器 8。即使当连续拉动开关触发器 8 时,如果扭矩达到预定扭矩值,电动机 3 的旋转也自动停止。随后将对通过电子离合器机构控制电动机 3 的自动停止的方法进行说明。

[0074] 在间歇驱动模式下,撞锤正向旋转和反向旋转以撞击砧,并且间歇地驱动砧以利用强的撞击扭矩使端部工具旋转。由于撞锤 41 需要正向旋转以及反向旋转来撞击砧 46,因此需要以独特的方式来控制电动机 3。独特的控制方法用于间歇驱动模式,这能够由根据本示例性实施例的撞锤 41 和砧 46 来实现。在间歇驱动模式下,由于撞锤 41 进行撞击,所以与连续驱动模式相比每次的紧固角度较小。因此,当通过冲击操作来进行紧固时,在所需扭矩低的紧固的初期阶段中,在连续驱动模式 A 下驱动电动机 3。当待被紧固物体的反作用力强且所需紧固扭矩增大时,将连续驱动模式切换到间歇驱动模式。因此,能够缩短在冲击模式下进行紧固所需的总时间。

[0075] 下面将参照图 7(7A、7B、7C、7D)和图 8(8A、8B、8C、8D、8E、8F)对撞锤 41 和砧 46

的旋转操作进行说明。图 7 是沿着图 3 中的线 A-A 截取的剖视图并且为用于对上述“连续驱动模式 A 和 B”下的撞锤 41 的基本驱动控制进行说明的示意图。从这些剖视图中能够理解从撞锤 41 沿轴向突出的突出部 42 和 43 与从砧 46 沿轴向突出的突出部 47 和 48 之间的位置关系。在紧固操作期间(在正向旋转期间)砧 46 的旋转方向在图 7 中为逆时针方向。通过驱动电动机 3,撞锤 41 按图 7A、图 7B、图 7C 和图 7D 的次序旋转。此时,由于电动机 3 使撞锤 41 沿箭头标记 71、72、73 和 74 所示的方向连续地旋转,所以撞锤 41 按压砧 46 的后部。在撞锤 41 的撞击侧表面 42a 和 43a 与砧 46 的被撞击侧表面 47a 和 48a 形成接触的状态下,砧 46 也沿箭头标记所示的方向同步地旋转。

[0076] 如上所述,在根据示例性实施例的冲击工具 1 中,在紧固操作期间负荷小的状态下,通过利用电动机 3 仅使撞锤 41 旋转,砧 46 也能够同步旋转。因此,能够利用安装在安装孔 46a 中的端部工具来执行紧固操作或钻进操作,这与常规的驱动器钻具类似。

[0077] 图 8 是沿着图 3 中的线 A-A 截取的剖视图并且为用于对冲击工具 1 的上述“间歇驱动模式”下的撞锤 41 的基本驱动控制进行说明的示意图。在“间歇驱动模式”下,不仅撞锤 41 沿一个方向旋转,而且通过以独特的方法驱动电动机 3 使撞锤 41 前后移动,从而使撞锤 41 撞击砧 46。图 8A 是示出初始状态的图,所述初始状态为在“连续驱动模式”切换到“间歇驱动模式”之后紧接的状态。通过从该状态开始电动机 3 的反向旋转,撞锤 41 沿箭头标记 81 所示的方向(与砧 46 的旋转方向相反的方向)旋转。

[0078] 由于撞锤 41 能够相对于砧 46 以小于 360 度的旋转角度摆动,所以当电动机 3 反向旋转时,可以仅使撞锤 41 从图 8A 所示的状态反向地旋转。此时,砧 46 的旋转保持停止。当电动机 3 反向旋转至与图 8B 所示的状态接近的状态时,电动机 3 的反向旋转驱动停止。然而,撞锤 41 由于惯性而沿箭头标记 82 所示的方向继续旋转并且反向旋转至图 8C 所示的位置。当将沿正旋转方向的驱动电流供给至电动机 3 以使电动机正向旋转时,恰在图 8C 所示的位置之前,撞锤 41 沿箭头标记 83 所示的方向的旋转停止而开始沿箭头标记 84 所示的方向旋转(沿正向旋转)。此处,撞锤 41 的旋转方向被反转的位置称为“反向位置”。在本示例性实施例中,从旋转开始至撞锤 41 的反向位置处的旋转角度约为 240 度。该反向角度可在最大可反向角度内任意设定并且优选地依照由撞击产生的紧固扭矩的要求值来设定。

[0079] 当撞锤 41 的旋转方向被反转时,撞锤 41 再次正向旋转。如图 8D 所示,突出部 42 再次经过突出部 48 的外周侧,同时突出部 43 经过突出部 47 的内周侧,并且撞锤加速并且沿箭头标记 85 所示的方向继续旋转。通过这种方式,为了容许突出部 42 和 43 二者经过,突出部 42 的内径 R_{H2} 形成为比突出部 48 的外径 R_{A1} 大,以使突出部 42 和 48 二者彼此不碰撞。类似地,突出部 43 的外径 R_{H1} 形成为比突出部 47 的内径 R_{A2} 小,以使突出部 43 和 47 二者彼此不碰撞。根据这种位置关系,撞锤 41 和砧 46 的相对旋转角度能够形成为大于 180 度,并且能够确保撞锤 41 相对于砧 46 存在足够的反向角度量。反向角度表示在撞锤 41 撞击砧 46 之前的加速区。

[0080] 然后,当撞锤 41 沿箭头标记 86 所示的方向加速并且旋转至图 8E 所示的状态时,突出部 42 的撞击侧表面 42a 与突出部 47 的被撞击侧表面 47a 碰撞。同时,突出部 43 的撞击侧表面 43a 与突出部 48 的被撞击侧表面 48a 碰撞。通过这种方式,由于撞锤在相对于旋转轴线彼此相反的两个位置处与砧碰撞,所以撞锤 41 以良好的平衡性撞击砧 46。

[0081] 由于该撞击,如图 8F 所示,撞锤 41 撞击砧 46 的后部以使砧 46 沿箭头标记 87 所

示的方向旋转。因此,利用由撞击引起的旋转来紧固被紧固部件。撞锤 41 包括作为在径向上位于同心位置(等于或大于 R_{H2} 且等于或小于 R_{H3} 的位置)处的唯一突起部的突出部 42 以及作为位于同心位置(等于或小于 R_{H1} 的位置)处的唯一突起部的突出部 43。此外,砧 46 具有作为在径向上位于同心位置(等于或大于 R_{A2} 且等于或小于 R_{A3} 的位置)处的唯一突起部的突出部 47 以及作为位于同心位置(等于或小于 R_{A1} 的位置)处的唯一突起部的突出部 48。如上所述,在“间歇驱动模式”下,电动机 3 沿正向和反向交替旋转以使撞锤 41 沿正向和反向交替旋转,以便撞击砧 46。

[0082] 在下文中,下面将参照图 9 和图 10 对根据示例性实施例的冲击工具 1 的“连续驱动模式”下的电动机 3 的驱动方法进行说明。图 9 是示出在图 7 中所述的“连续驱动模式”下电动机 3 的基本控制方法的电流波形图。在图 9 中,横轴表示消逝时间 t (微秒),而纵轴表示供给至电动机 3 的驱动电流 I (A)。当操作员在时点 t 拉动触发器操作部 8a 时,电动机 3 启动。此时,在由电流检测电路 59 检测到的电流值 90 之中,在紧接着旋转开始之后供给所谓的启动电流,即如箭头标记 91 所示的大电流。然后,当转子 3a 开始旋转并加速时,电流值 90 减小。最终,在电动机 3 的目标转速附近,电流值停留在箭头标记 92 所示的值。然而,当来自安装在砧 46 上的端部工具的紧固反作用力增大时,从砧 46 传递至撞锤 41 的反作用力增大。因此,为了保持电动机 3 以目标转速旋转,计算单元 51 控制供给至电动机 3 的电流增大。结果,电流值 90 如箭头标记 93 所示逐渐增大。

[0083] 然后,在箭头标记 94 所示的点处,由于电流达到截止电流 I_c ,因此计算单元 51 视为完成了通过所需紧固扭矩实现的紧固操作。然后,在钻进模式下,计算单元 51 停止向逆变器电路 52 供给 PWM 信号以使电动机 3 的旋转停止。另一方面,在冲击模式下,计算单元 51 视为在“连续驱动模式”下紧固扭矩达到了最大紧固扭矩,并且将“连续驱动模式”切换至图 8 所述的“间歇驱动模式”以通过撞锤 41 的撞击使砧 46 旋转。

[0084] 在图 9 中,任意设定截止电流 I_c 的值。例如,截止电流的值可设定为对应于由用户按多个级别设定的值。此外,计算单元 51 监视电流值 90 是否超过截止电流 I_c 。然而,由于启动电流紧接在电动机 3 启动之后流动,因此电流值 90 可以超过截止电流 I_c 。因此,在紧接着启动之后的预定时间段内,优选的是,设置不将电流值 90 的值与截止电流 I_c 进行比较的停滞时间 95。可控制为,在经过停滞时间 95 之后,开始将电流值 90 与截止电流 I_c 进行比较。

[0085] 图 10 是在改进的“连续驱动模式”即“脱离防止模式”下电动机 3 的控制方法的电流波形图,该方法是本发明的最具特点的控制方法。从图 10 可以理解到,供给至电动机 3 的电流值 100 被控制为不是连续供给而是间歇供给。此外,在将驱动转子沿正旋转方向旋转的预定量正向电流供给至电动机之后(例如,在 t_1 处),在短时间内(t_1 至 t_2)供给用于使电动机沿反向旋转的预定反向电流 I_r ,然后,再次供给正向电流。在时点 t_1 处,由于电动机 3 以预定转速旋转,因此即使此时在短时间内供给反向电流,电动机 3 本身也不反向旋转,并且撞锤 41 继续旋转。扭矩仅稍微减小。此外,由于撞锤 41 的旋转是以大约 1/15 的减速比传递过来的,并且由于行星齿轮减速机构 21 或者撞锤 41 和砧 46 的公差,撞锤 41 的旋转几乎不减弱。看起来撞锤 41 的旋转扭矩仅在时点 t_1 至 t_2 期间暂时滑落。在该时间期间,由于诸如木螺钉之类的紧固部件由于惯性而继续旋转,砧 46 的旋转扭矩会如同撞锤的旋转扭矩暂时滑落一样下降,并且撞锤 41 的撞击侧表面 42a 和 43a 可与砧 46 的被撞击侧

表面 47a 和 48a 分离。分离的距离根据来自紧固部件的反作用力的值而不同。在一些情况下,仅砧 46 向前移动,从而使撞锤 1 与砧 46 分离大约几度的旋转角度。然而,撞锤 41 的旋转方向不变。也就是说,撞锤 41 仅沿相同方向继续旋转。

[0086] 在时点 t_2 处,当正向电流再次供给至电动机 3 时,电流值 100 如箭头标记 103 所示突然升高,再次下降,并且如箭头标记 104 所示根据负荷的升高而逐渐增大。然后,在时点 t_3 处,向电动机 3 供给沿正向的旋转电流变成向电动机 3 供给预定的反向电流 I_r 。时点 t_1 、 t_3 和 t_5 作为供给反向电流 I_r 的定时被设定成使得由横轴和沿正向的电流值 100 形成的闭合区域的面积是恒定的,即,下文所述数学表达式 1 成立。

[0087] [数学表达式 1]

[0088] $\int I dt = I_{\text{脉冲}} = \text{恒量}$

[0089] I 表示供给至电动机 3 的电流(A), $I_{\text{脉冲}}$ 表示预先设定的预定值(阈值)。计算单元 51 开始基于电流检测电路 59 的输出根据例如每微秒的电压值依照数学表达式 1 来计算积分。开始定时为时点 0、 t_1 、 t_2 、 t_4 和 t_6 。当计算值达到积分值 $I_{\text{脉冲}}$ 时,计算单元 51 控制待供给至电动机 3 的反向电流 I_r 。通常,在紧固木螺钉时,随着紧固操作进行得更多,从紧固材料接收到的反作用力增加。也就是说,电流值 100 逐渐增大。同时,由于 $I_{\text{脉冲}}$ 恒定, t_2 和 t_3 之间、 t_4 和 t_5 之间以及 t_6 和 t_7 之间的时间段逐渐变短。然而,作为供给至电动机 3 的反向脉冲的反向电流 I_r 的值和将反向电流供给至电动机的时间段是恒定的。值 I_r 或供给时间段可以预先设定并且存储在计算单元 51 中包含的微计算机中。

[0090] 如上所述,根据本发明的示例性实施例的冲击工具 1,由于供给至电动机 3 的电流值 100 被监视,并且每当进行预定量的驱动时都供给少量的反向脉冲,所以旋转扭矩每次都下降,如同在砧 46 旋转期间旋转扭矩暂时滑落一样,从而有效地恢复砧 46 与螺钉头的接合。因此,能够有效地恢复端部工具与螺钉头的可能发生脱离的接合状态。这样,在连续执行紧固操作的同时,能够有效地防止脱离的发生。

[0091] 在本示例性实施例中,可以如图 9 所述相同的方式通过监视截止电流 I_c 来确认紧固操作是否完成。即,计算单元 51 连续监视供给至电动机 3 的电流值 100 以判定电流值 100 是否超过截止电流 I_c 。当电流值 100 超过截止电流 I_c 时,计算单元 51 视为以预定紧固扭矩完成了紧固操作并且停止电动机 3 的旋转。当与撞击操作一起进行紧固操作时,图 10 中所示的“脱离防止模式”可切换至如图 8 所示的“间歇驱动模式”。此处,紧接在电动机 3 启动之后或者紧接在供给正向电流之后(时点 t_2 、 t_4 、 t_6),与图 9 类似地设置停滞时间 110。优选的是,在经过停滞时间 10 之后,开始将电流值 100 与截止电流 I_c 进行比较。

[0092] 在本示例性实施例中,作为用于通过“脱离防止模式”完成紧固操作的另一评估方法,判定供给正向电流期间的单位时间,即 0 和 t_1 之间、 t_2 和 t_3 之间、 t_4 和 t_5 之间或者 t_6 和 t_7 之间的时间是否短于预定阈值。当所述时间短于阈值时,可以控制电动机 3 停止或者可以控制“脱离防止模式”切换至“间歇驱动模式”。

[0093] 如上所述,根据本示例性实施例,在将相对旋转角度小于一圈的撞锤和砧用于使砧沿恒定方向(一个方向)旋转的电动工具中,不仅能够容易地实现冲击模式,而且能够容易地实现钻进模式。此外,由于在钻进模式下在紧固时执行如图 10 所示的间歇控制,所以能够大幅降低所谓脱离的发生率,脱离是指端部工具的刀头越过螺钉的螺钉头。

[0094] 已经依照本示例性实施例说明了本发明。然而,本发明不限于此,并且可以在不偏

离本发明的精神和范围的情况下对本发明进行各种形式和细节的改变。例如,在上述示例性实施例的图 10 中,控制反向电流 I_r 以在 t_1 至 t_2 、 t_3 至 t_4 、 t_5 至 t_6 以及 t_7 至 t_8 期间将反向电流供给至电动机 3。然而,可以停止电流的供给($I=0$),或者可以供给极其接近于 0 的正向电流来替代反向电流 I_r 的供给。此外,尽管在说明书中对冲击工具进行了说明,但是本发明不限于此,而是可应用于具有如下连接机构的电动工具:该连接机构能够相对地旋转大约几度至几十度或者在旋转方向上具有预定公差。

[0095] 工业实用性

[0096] 根据本发明的方案,提供一种能够通过具有简单机构的撞锤和砧来实现冲击机构并且还能够在不操作冲击机构的所谓钻进模式下使用的冲击工具。

[0097] 根据本发明的另一方案,提供一种通过设计电动机的驱动方法以小于 360 度的相对旋转角度驱动撞锤和砧而实现了极大抑制螺钉等脱离的钻进模式的冲击工具。

[0098] 根据本发明的另一方案,提供一种控制电动机的旋转以便能够精确地对来自紧固物体的紧固负荷的增加作出响应的冲击工具。

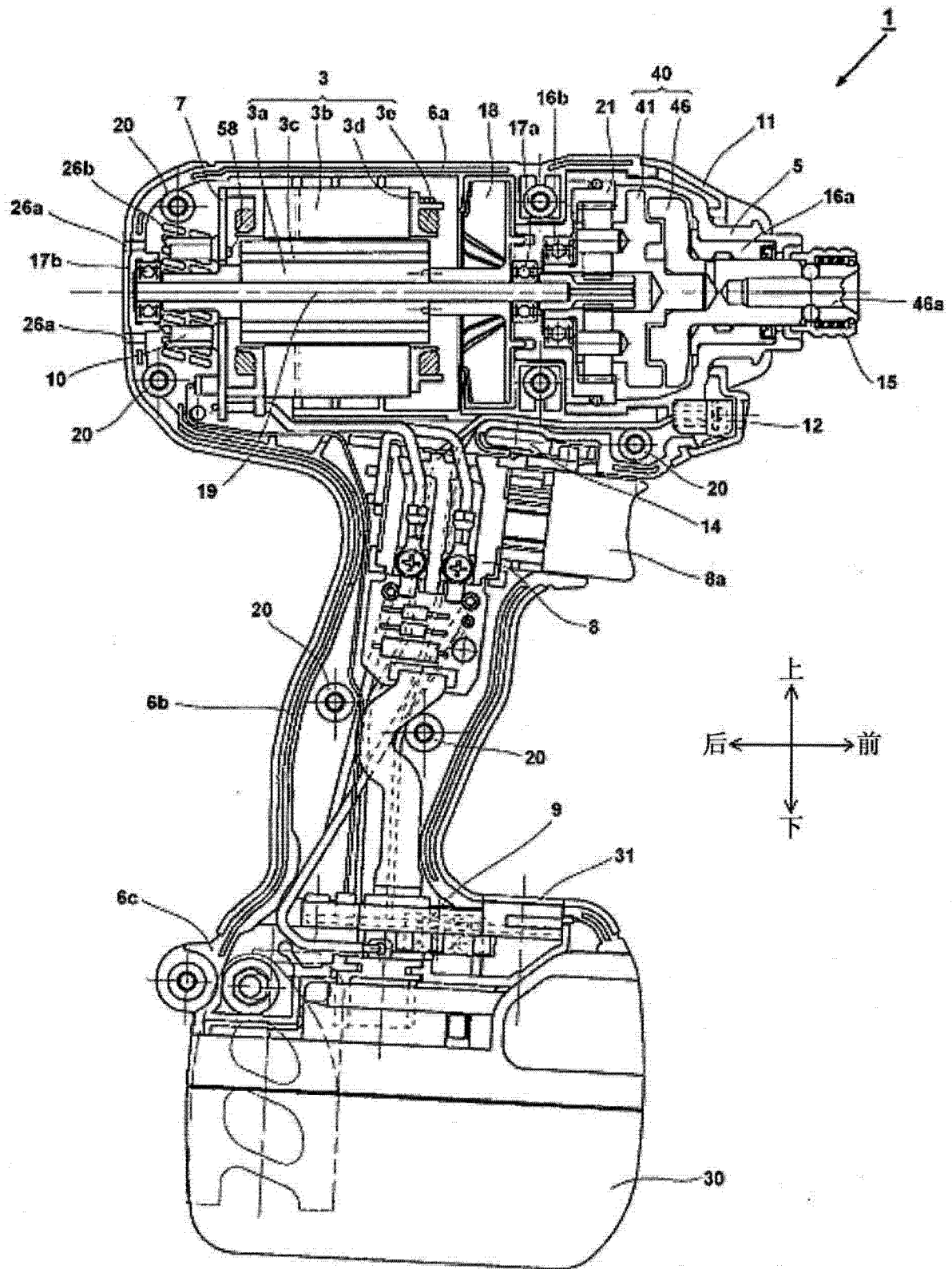


图 1

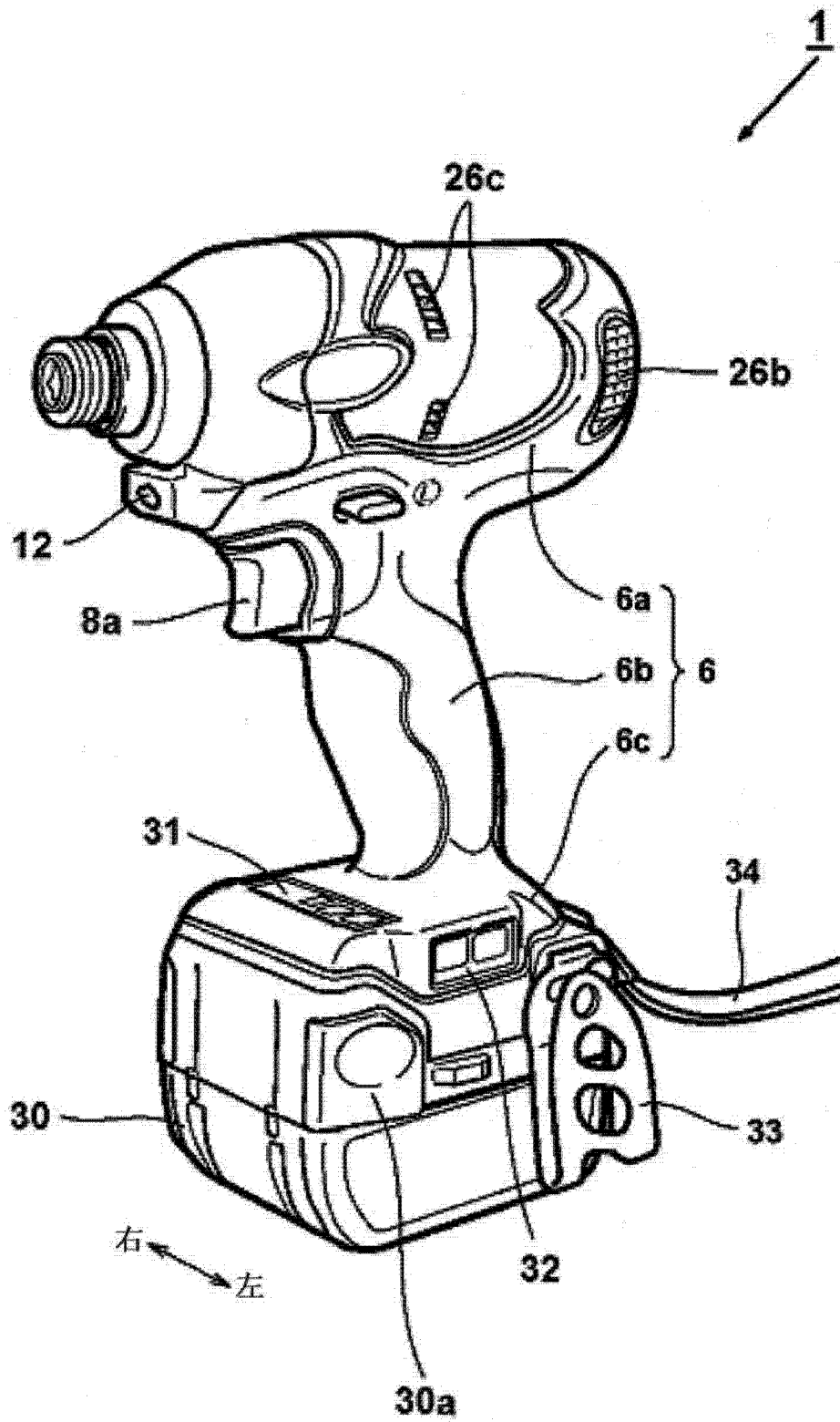


图 2

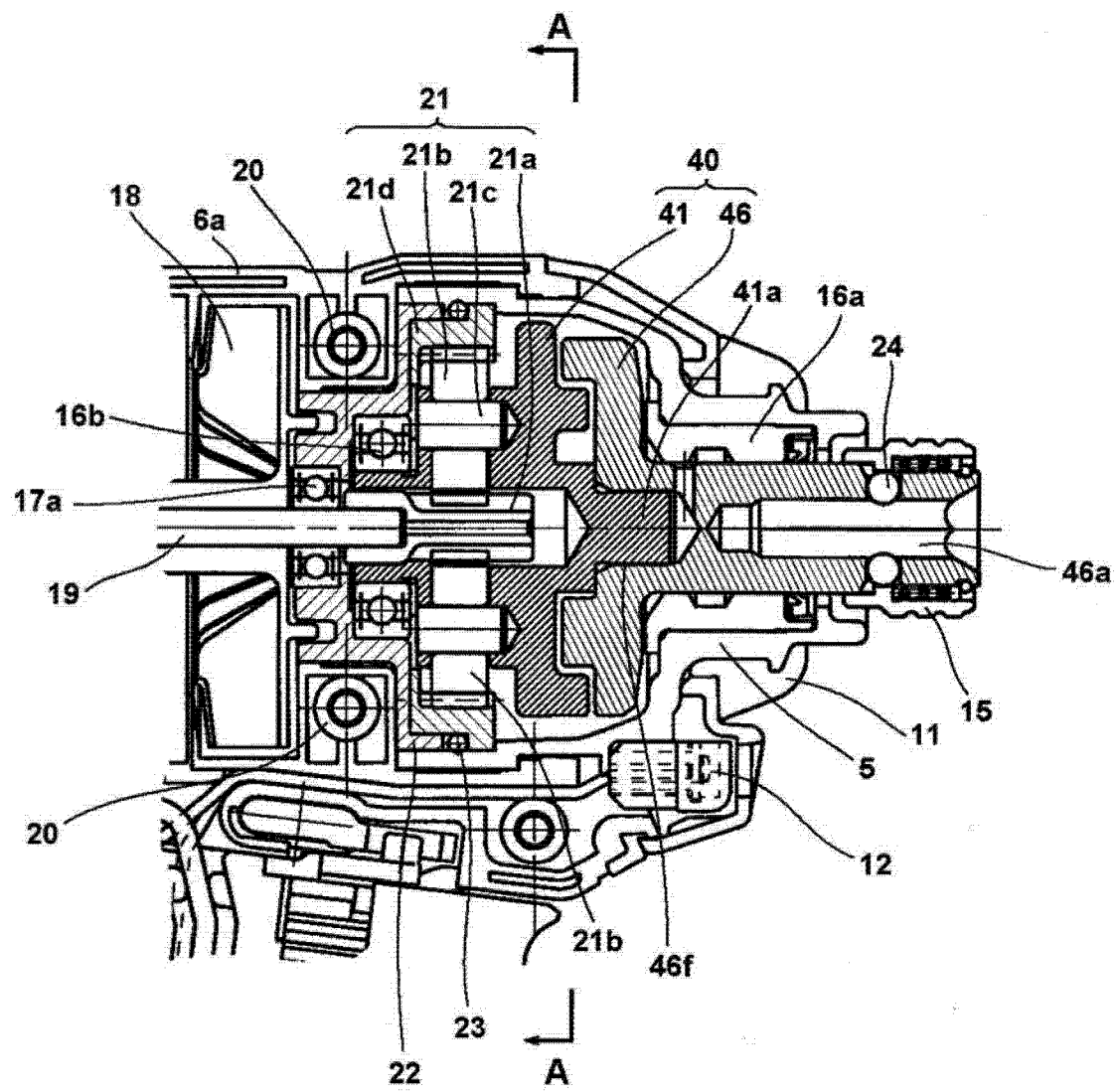


图 3

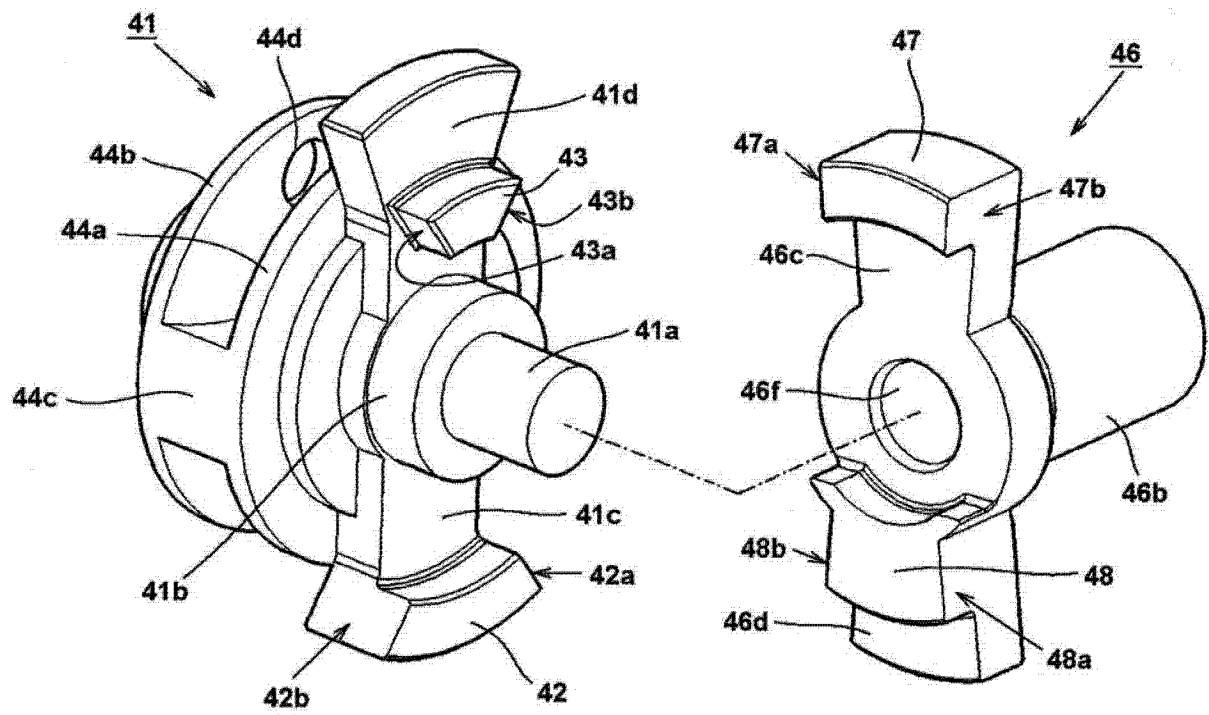


图 4

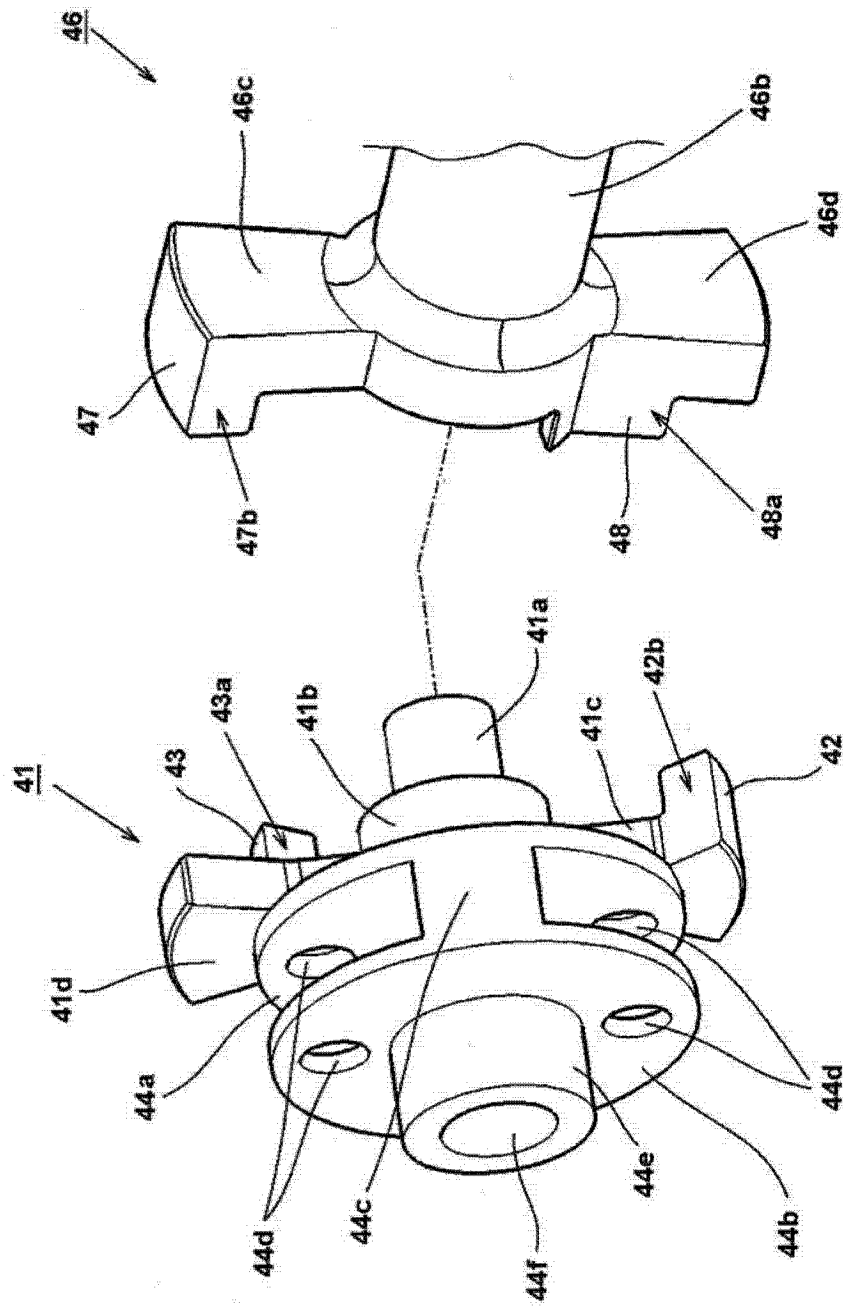


图 5

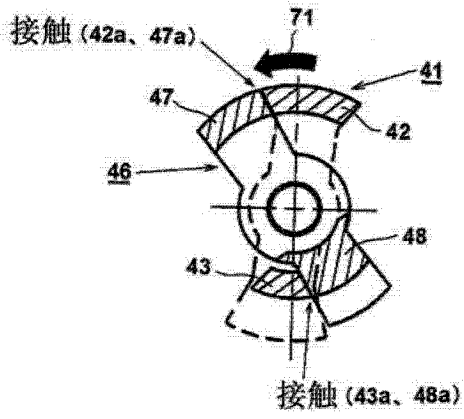


图 7A

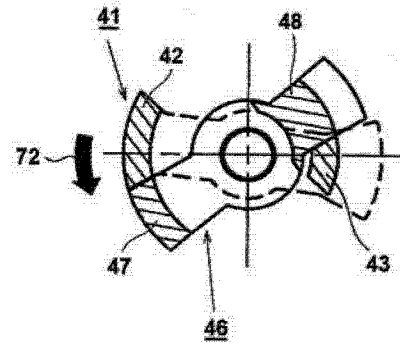


图 7B

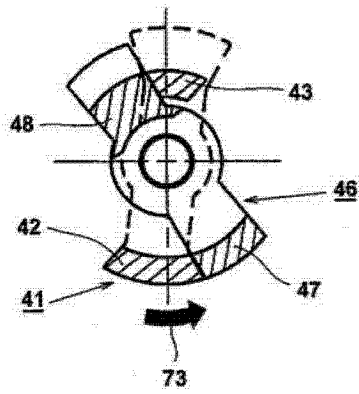


图 7C

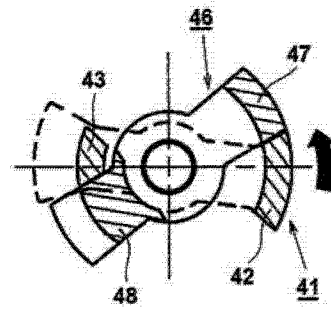


图 7D

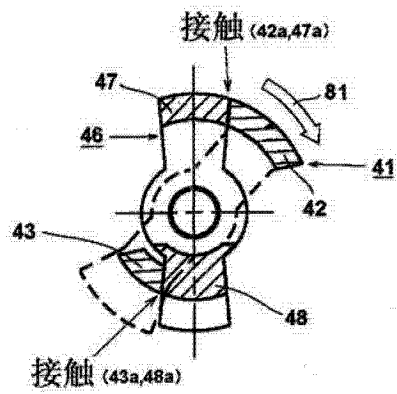


图 8A

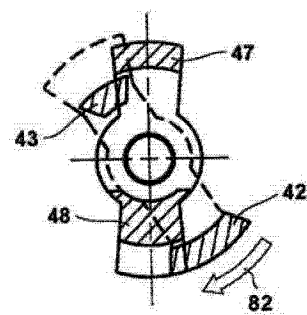


图 8B

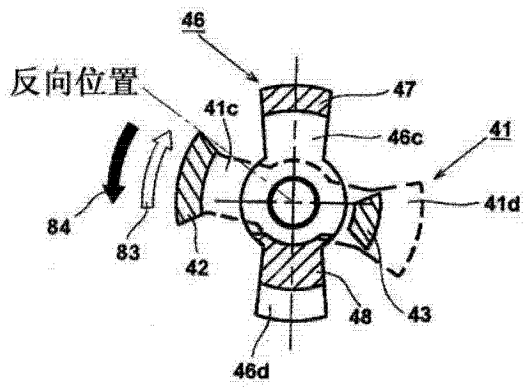


图 8C

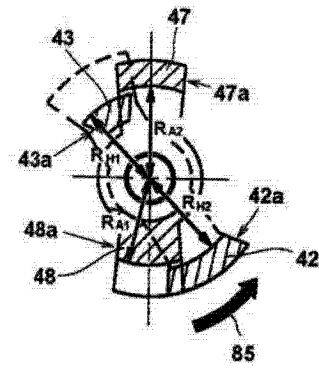


图 8D

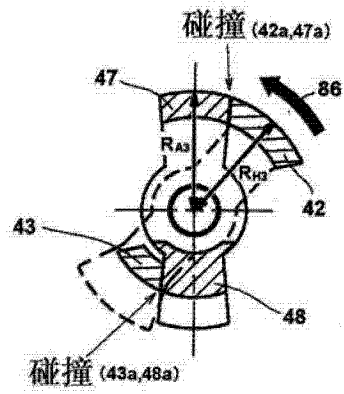


图 8E

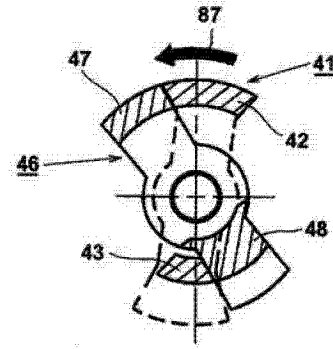


图 8F

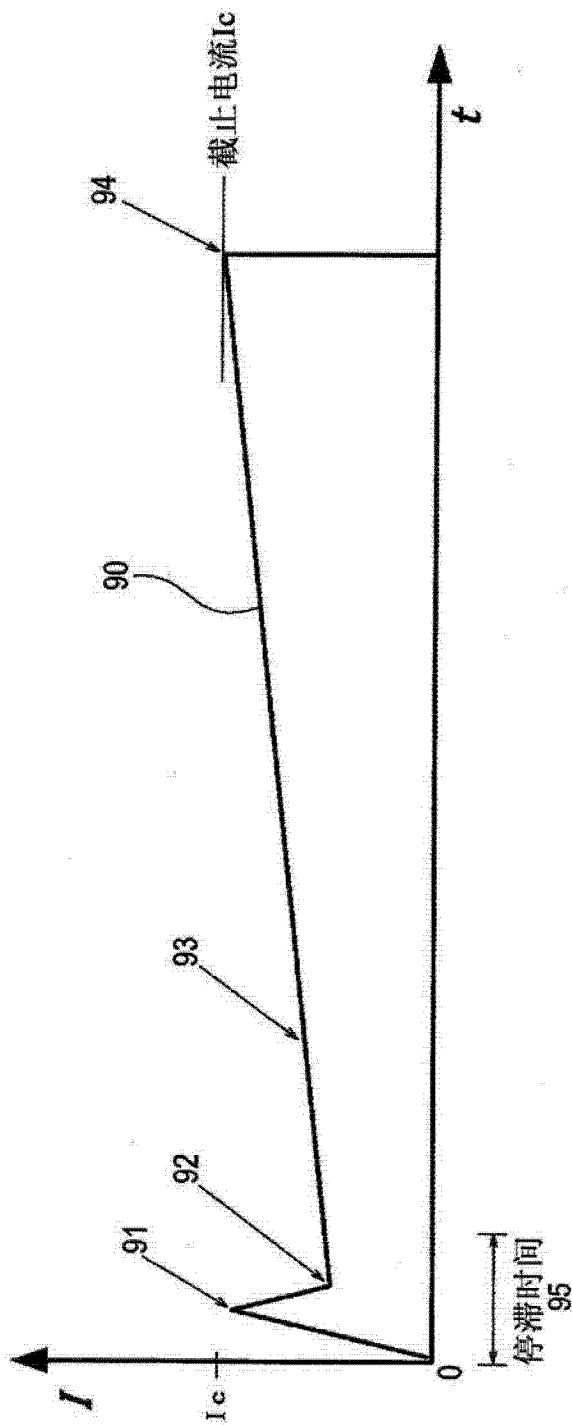


图 9

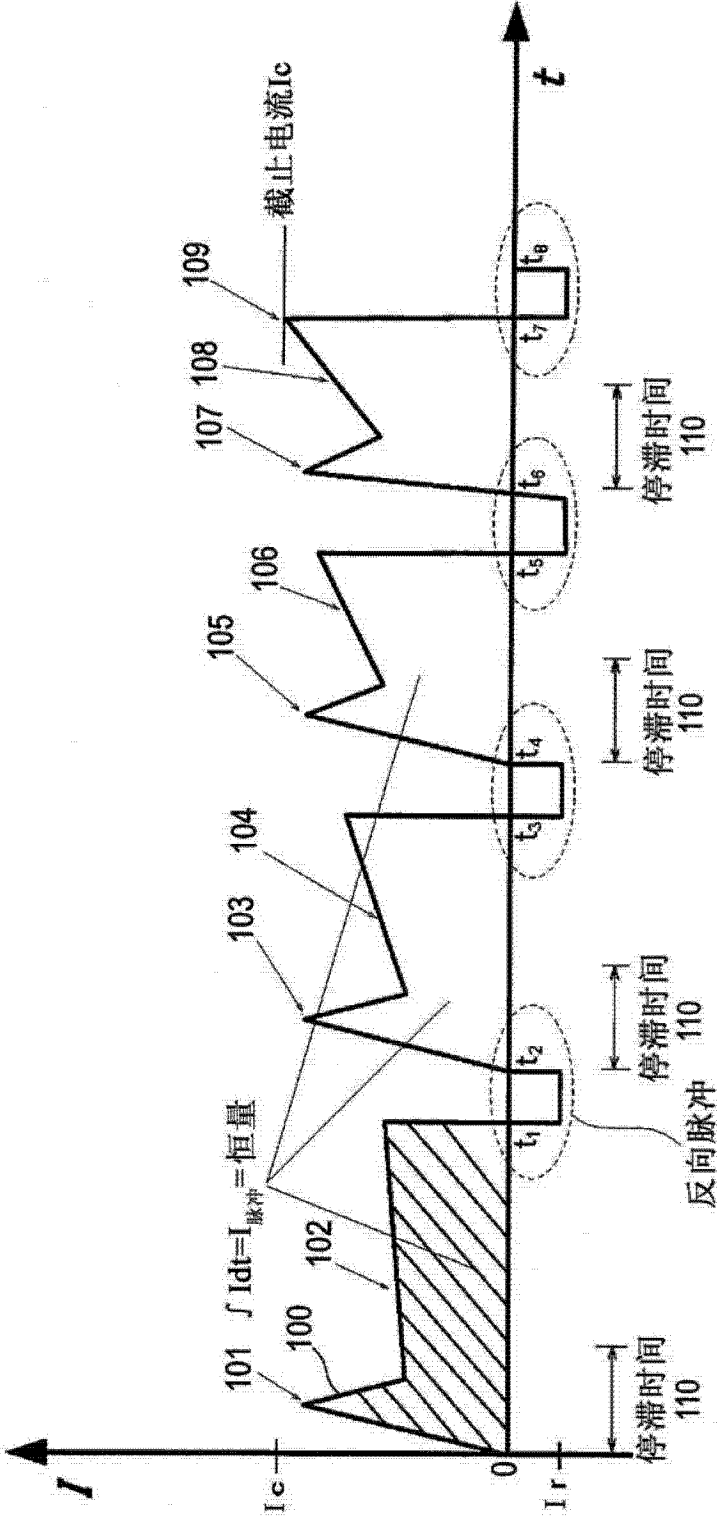


图 10