



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102029586 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 09

(21) 申请号 201010503532. 9

(22) 申请日 2010. 09. 30

(30) 优先权数据

2009-230037 2009. 10. 01 JP

(73) 专利权人 日立工机株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 饭村良雄 石丸健朗 岩田和隆
高野信宏

(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 张天舒

(51) Int. Cl.

B25B 21/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2008-213089 A, 2008. 09. 18, 说明书第
0018 段至第 0038 段、附图 1-8.

JP 2008-213089 A, 2008. 09. 18, 说明书第
0018 段至第 0038 段、附图 1-8.

US 2004182588 A1, 2004. 09. 23, 说明书第

0036 段至第 0083 段、附图 1-10.

CN 1695898 A, 2005. 11. 16, 全文.

CN 1511078 A, 2004. 07. 07, 全文.

US 6607041 B2, 2003. 08. 19, 全文.

US 6311786 B1, 2001. 11. 06, 全文.

JP 3945114 B2, 2007. 07. 18, 全文.

JP 2004-17167 A, 2004. 01. 22, 全文.

审查员 陈飞

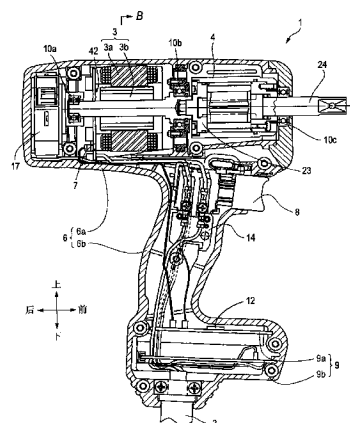
权利要求书1页 说明书10页 附图10页

(54) 发明名称

旋转打击工具

(57) 摘要

本发明公开一种旋转打击工具,其包括:电动机;冲击单元,其具有由电动机驱动的驱动部分,以及输出部分;尖端工具侧输出轴,其与输出部分联接;冲击检测单元,其检测冲击单元所产生的冲击;以及控制单元,其被设置为:当由冲击检测单元所检测的冲击达到指定值时,控制冲击单元执行确认打击,在确认打击时检测输出轴的旋转角度,当检测出的旋转角度等于或者小于预定角度时,判断紧固操作是否完成,并且当检测出的旋转角度大于预定角度时,继续紧固操作。



1. 一种旋转打击工具,包括:
电动机;
冲击单元,其具有驱动部分和输出部分,所述冲击单元的驱动部分由所述电动机驱动;
输出轴,其与所述冲击单元的输出部分联接,从而使尖端工具能够附接到所述输出轴;
冲击检测单元,其检测所述冲击单元所产生的冲击;以及
控制单元,其被设置为:
当由所述冲击检测单元所检测的冲击达到指定值时,控制所述冲击单元执行确认打击,
在所述确认打击时检测所述输出轴的旋转角度,
当检测出的旋转角度等于或者小于预定角度时,判断紧固操作是否完成,并且
当检测出的旋转角度大于预定角度时,继续所述紧固操作,
其中,控制所述电动机的旋转,使得所述确认打击的力小于在所述确认打击之前执行的前次打击的力。
2. 如权利要求 1 所述的旋转打击工具,其中
所述电动机为无刷直流电动机,
在所述无刷直流电动机上设置有旋转位置检测元件,并且
基于所述旋转位置检测元件的输出计算所述旋转角度。
3. 如权利要求 2 所述的旋转打击工具,其中
基于在从前次打击到下次打击期间的所述旋转位置检测元件的输出的变化来计算所述旋转角度。
4. 如权利要求 3 所述的旋转打击工具,其中
所述无刷直流电动机包括转子,所述转子包括具有 N、S 极对的多个永磁体,并且
所述位置检测元件是以预定的间隔设置成面向所述永磁体的霍尔元件或霍尔 IC。
5. 如权利要求 2 所述的旋转打击工具,其中
在供应至用于向所述无刷直流电动机供应驱动电流的逆变电路的信号的空占空比减小的情况下执行所述确认打击。

旋转打击工具

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请基于 2009 年 10 月 1 日提交的日本专利申请 No. 2009-230037 并要求上述申请的优先权,上述申请的全部内容通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本发明的一方面涉及旋转打击工具,其受电动机驱动并旋转,从而利用间歇的打击力来紧固诸如螺钉或螺栓等紧固件。

背景技术

[0004] 作为旋转打击工具(起子工具),已知通过施加旋转力或者旋转方向的打击力来紧固螺丝或螺栓等的打击工具。JP-2005-305578-A 公开了一种旋转打击工具类型的冲击起子机。此外,已知利用油压脉冲单元作为打击机构的油压脉冲工具。在 JP-2005-305578-A 所公开的冲击起子机中,锤部在旋转的同时可以通过使用弹簧或凸轮机构而轴向移动,并且锤部相对于砧一次旋转而对砧进行一次或两次打击。

[0005] 油压脉冲工具具有如下特征:由于金属部分从不相互接触,因此操作声音很低。在油压脉冲工具中,电动机用作驱动油压脉冲单元的动力源,并且电动机的旋转轴与油压脉冲单元直接联接。当拉动操作油压脉冲工具的触发开关时,驱动电力被供应至电动机。通过根据触发开关的拉伸量改变电动机的驱动力来控制电动机的旋转速度。当油压脉冲单元产生脉冲扭矩时,强的打击扭矩被传递至尖端工具,因此扭矩传感器在每次打击操作时检测输出轴的峰值扭矩。在输出轴上设置有角度传感器以检测输出轴的旋转角度,从而根据预先设定的从紧固开始计时到紧固完成计时的峰值扭矩值目标曲线与测量的峰值扭矩值的差,将峰值扭矩值控制为接近目标扭矩值。

[0006] 在市售的油压脉冲工具中,基于从角度传感器获得的角度值来计算每次打击时的旋转角度的增量。当旋转角度增量大于基准值(就位状态判断值)时,判断未完成紧固操作,从而即使峰值扭矩超过基准值(紧固操作完成判断值)也继续打击操作。当满足下列两个条件时电动机停止:峰值扭矩超过紧固操作完成判断值并且旋转角度的增量小于就位状态判断值。为了基于峰值扭矩与旋转角度增量这两个条件可靠地控制紧固操作完成状态,必须在油压脉冲工具的输出轴上提供扭矩传感器和角度传感器,从而需要旋转变量器以将信号传递给这些传感器以及从这些传感器中接收信号。因此,增大冲击工具以设置角度传感器和旋转变量器等,从而使电力布线变复杂并且使工具变得昂贵。

发明内容

[0007] 本发明的一个目的是提供一种旋转打击工具,即使输出轴上未设置角度传感器,也能够打击操作时精确地检测输出轴的旋转角度。

[0008] 本发明的另一个目的是提供一种旋转打击工具,即使输出轴上未设置角度传感器或扭矩传感器,也能够可靠地执行达到指定扭矩的紧固操作。

[0009] 本发明的再一个目的是提供一种旋转打击工具单元,其中通过冲击传感器的输出和电动机的旋转角度来确认紧固操作的完成,从而避免紧固件的紧固失败。

[0010] 根据本发明的一个方面,提供一种旋转打击工具,其包括:电动机;冲击单元,其具有驱动部分和输出部分,所述冲击单元的驱动部分由所述电动机驱动;输出轴,其与所述冲击单元的输出部分联接,从而使尖端工具能够附接到所述输出轴;冲击检测单元,其检测所述冲击单元所产生的冲击;以及控制单元,其被设置为:当由所述冲击检测单元所检测的冲击达到指定值时,控制所述冲击单元执行确认打击,在所述确认打击时检测所述输出轴的旋转角度,当检测出的旋转角度等于或者小于预定角度时,判断紧固操作是否完成,并且当检测出的旋转角度大于预定角度时,继续所述紧固操作。

[0011] 可以控制电动机的旋转,使得确认打击的力小于在确认打击之前执行的前此打击的力。

[0012] 根据上述构造,当判断所述冲击检测单元检测出的输出值达到指定值时,冲击单元执行确认打击并且通过确认打击检测输出轴的旋转角度。当检测出的旋转角度等于或者小于预定角度时,由于完成了紧固操作,所以可以有效地防止发生未充分紧固的状态。与之相反,当检测出的旋转角度大于预定角度时,由于紧固操作继续,所以可以可靠地完成紧固操作。

[0013] 当控制电动机的旋转,使得确认打击的力小于前次打击的力时,可以防止紧固件在确认打击中被过度紧固。

[0014] 所述电动机可以为无刷直流电动机。旋转位置检测元件可以设置在所述无刷直流电动机上。并且,可以基于所述旋转位置检测元件的输出来计算所述旋转角度。

[0015] 可以基于从前次打击到下次打击期间的所述旋转位置检测元件的输出的变化计算所述旋转角度。

[0016] 所述无刷直流电动机可以包括转子,所述转子包括具有 N、S 极对的多个永磁体。并且,所述位置检测元件是以预定的间隔设置成面向所述永磁体的霍尔元件或霍尔 IC。

[0017] 可以在供应至用于向无刷直流电动机供应驱动电流的逆变电路的信号的空占空比减小的情况下执行所述确认打击。

[0018] 根据上述构造,使用无刷直流电动机作为电动机,并且通过利用设置在无刷直流电动机上的旋转位置检测元件的输出,间接地(非直接地)检测/计算输出轴的旋转角度。由于不需要在附接有尖端工具输出轴上设置直接检测旋转角度的传感器,所以旋转打击工具的尺寸可以做得小并且可以降低制造成本。

[0019] 由于基于从前次打击到下次打击期间出现的位置检测脉冲来计算旋转角度,所以可以计算输出轴在前次打击时的旋转量。

[0020] 由以预定的间隔设置成面向永磁体的霍尔元件或霍尔 IC 构成位置检测元件。只需适当地控制计算部分即可实施本发明的操作,无需改变现有电动机的构造。

[0021] 在供应至用于向无刷直流电动机供应驱动电流的逆变电路的信号的空占空比减小的情况下执行确认打击。因此,防止了紧固件在确认打击中被过度紧固。

[0022] 根据本发明的另一方面,提供一种动力工具,其包括:电动机;尖端工具,其与所述电动机联接;旋转检测单元,其检测所述电动机的旋转;控制单元,其设置为基于所述旋转检测单元的输出检测尖端工具的驱动位置。

[0023] 由于可以通过旋转检测单元来检测尖端工具的驱动位置,所以不需要设置其他能够检测尖端工具的驱动位置的检测单元。因此,由于不需要提供附加检测单元,所以可以提供便宜的动力工具。由于检测了尖端工具的驱动位置,所以可以适当地控制尖端工具。

[0024] 通过对说明书和附图的下述说明,本发明的上述的和其他的目的与新的特征将变得显而易见。

附图说明

[0025] 图 1 是根据实施例的冲击起子机的剖视图。

[0026] 图 2 是图 1 所示的冲击起子机中的油压脉冲单元 4 的放大剖视图。

[0027] 图 3 是沿图 2 中的线 A-A 截取的剖视图,示出油压脉冲单元 4 的一次旋转运动的八个阶段。

[0028] 图 4 示出根据本实施例的电动机 3 的驱动控制系统的结构图。

[0029] 图 5 示例性示出转子位置检测电路 43 的输出波形与电动机 3 的旋转位置信号之间的关系。

[0030] 图 6 示例性示出在油压脉冲单元 4 启动打击操作之后且在实际输出达到最终目标输出之前的冲击传感器 12 的目标输出与实际输出。

[0031] 图 7 示例性示出从油压脉冲单元 4 执行的前次打击到执行此次打击的紧固角度的增量。

[0032] 图 8 示例性示出在图 6 和图 7 中示出的在各次打击操作时供应至逆变电路 47 的 PWM 信号的占空比。

[0033] 图 9 示例性示出在与图 6 中的第四次打击类似的伪就位状态下的峰值输出与位置检测脉冲之间的关系。

[0034] 图 10 示例性地示出在与图 6 中的第七次打击类似的真就位状态下的峰值输出与位置检测脉冲之间的关系。

[0035] 图 11 示例性示出根据本实施例的对旋转打击工具中的打击操作的控制程序。

具体实施方式

[0036] [实施例 1]

[0037] 下面,将参考附图对实施例进行说明。在本实施例中,以使用油压脉冲单元的冲击起子机作为旋转打击工具的实例。图 1 示出根据本实施例的冲击起子机。在本说明书中,所描述的上、下、前、后方向分别与图 1 中示出的上、下、前、后方向相一致。

[0038] 冲击起子机 1 执行紧固螺钉、螺母、螺栓等的紧固操作。在紧固操作中,通过从外部经由电力供应线缆 2 供应的电力驱动电动机 3,然后电动机 3 驱动油压脉冲单元 4 以向油压脉冲单元 4 的主轴 24 施加旋转力和冲击力,从而连续 / 间歇地向诸如起子头、六角插座等尖端工具(未示出)传递旋转打击力。

[0039] 被供应至电力供应线缆 2 的电力例如为 100V 的直流或交流电。在交流电的情况下,在冲击起子机 1 内设置整流器(未示出)以便将交流电转换为直流电并将转换后的直流电供应至电动机的驱动电路。电动机 3 是包括转子 3b 和定子 3a 的无刷直流电动机,其中转子 3b 的内周侧设有永磁体,定子 3a 的外周侧设有卷绕在铁芯上的线圈。壳体 6 包括彼

此形成为一体的壳体部分 6a 和手柄部分 6b。电动机收容在圆筒形的壳体部分 6a 内,从而其旋转轴以可旋转的方式固定在两个轴承 10a、10b 上。壳体 6 由塑料等形成。在电动机 3 的后侧设置有用驱动电动机 3 的驱动电路板 7。该电路板上设置有由诸如 FET(场效应晶体管)等半导体元件和诸如霍尔元件或霍尔 IC 等用于检测转子 3b 的旋转位置的旋转位置检测元件 42 构成的逆变电路。在壳体部分 6a 的最后侧设置有用冷却的冷却扇单元 17。

[0040] 在壳体 6 中,手柄部分 6b 从壳体部分 6a 的下面相对于壳体部分 6a 的纵向大致垂直地延伸。在手柄部分 6b 与壳体部分 6a 连接的部分附近设置有触发开关 8。设置在触发开关 8 下方的开关电路板 14 将与触发开关 8 的拉伸量相对应的信号传送到电动机控制板 9a。在手柄部分 6b 的下侧设置有两个控制板 9,即电动机控制板 9a 和旋转位置检测板 9b。电动机控制板 9a 设置有用检测油压脉冲单元 4 上的打击冲击的冲击传感器 12。可以从冲击传感器 12 的输出中检测打击冲击。可以基于流过电动机的电流来检测油压脉冲单元 4 上的打击冲击,以代替设置用作冲击检测单元的冲击传感器 12。在该情况下,检测流过电动机的电流的单元可以用作冲击检测单元。

[0041] 油压脉冲单元 4 收容在壳体 6 的壳体部分 6a 中。在油压脉冲单元 4 中设置有位于后侧的衬板 23 和位于前侧的主轴 24。衬板 23 与电动机 3 的旋转轴直接耦合,而主轴 24 用作冲击起子机 1 的输出轴。当拉动触发开关 8 以启动电动机 3 时,电动机 3 的旋转力被传递至油压脉冲单元 4。油压脉冲单元 4 内部装载有油。当没有载荷施加到主轴 24 上或者施加的载荷很小时,主轴 24 仅克服油的阻力而与电动机 3 的旋转几乎同步地旋转。当大的载荷施加到主轴 24 上时,主轴 24 停止旋转,而固定在衬板 23 上的外周衬套 21 继续旋转。油压脉冲单元 4 产生强的螺旋扭矩,从而在每次旋转时将大紧固扭矩传递到主轴 24 的密封油的位置处。接下来,重复若干次类似的打击操作,从而将以设定的扭矩将紧固对象紧固。壳体 6 的壳体部分 6a 通过轴承 10c 以可旋转方式支撑主轴 24。尽管在本实施例中以球轴承作为轴承 10c 的实例,但是也可以由诸如滚针轴承等其它轴承来代替球轴承。

[0042] 图 2 是图 1 所示的冲击起子机中的油压脉冲单元 4 的放大剖视图。油压脉冲单元 4 主要由两部分构成,即,与电动机 3 同步旋转的驱动部分和与附接有尖端工具的主轴 24 同步旋转的输出部分。驱动部分包括与电动机 3 的旋转轴直接耦合的衬板 23、固定在衬板 23 上的具有筒形外周面的衬套 21 以及下板 22。衬套 21 的一端固定在衬板 23 的外周面上,另一端则向前延伸。输出部分包括主轴 24 和叶片 25a、25b。在主轴 24 的外周面上以 180 度的间隔形成有凹槽。叶片 25a、25b 分别通过弹簧与主轴 24 上的凹槽连接。

[0043] 主轴 24 插入到下板 22 中,并且被保持在由衬套 21、衬板 23 和下板 22 所限定的封闭空间内,从而可以在该空间内旋转。用于产生扭矩的油(操作油)充填在该封闭空间内。在下板 22 与主轴 24 之间设置有 O 形环 30,在衬套 21 与衬板 23 之间也设置有 O 形环 29,以便保证密封性。尽管未示出,衬套 21 设置有用使油从高压侧流入低压侧的减压阀,从而可以调节油压(紧固扭矩)。

[0044] 图 3 是沿图 2 中的线 A-A 截取的剖视图,示出油压脉冲单元 4 的一次旋转运动的八个阶段。在衬套 21 内,如图 3(1) 所示形成具有四个区域的衬套腔室。叶片 25a、25b 分别通过弹簧配合在形成于主轴 24 的外周面的两个相对的凹槽内,从而使叶片 25a、25b 受到径向推力而抵靠在衬套 21 的内表面上。主轴 24 的位于叶片 25a、25b 之间的外周面上设置有沿轴向延伸的两个突起密封面 26a、26b。在衬套 21 的内周面上形成有突起密封面 27a、

27b 和突起部 28a、28b, 该突起密封面 27a、27b 和突起部 28a、28b 分别具有类似山的形状。

[0045] 在使用冲击起子机 1 紧固螺栓的紧固操作期间, 当紧固对象螺栓的底座面就位时, 载荷施加到主轴 24 上, 从而使主轴 24 和叶片 25a、25b 几乎停止而仅仅衬套 21 继续旋转。由于衬套 21 相对于主轴 24 旋转, 所以衬套每次旋转时均产生冲击脉冲。当在冲击起子机 1 内产生冲击脉冲时, 形成在衬套 21 的内周面上的突起密封面 27a 与形成在主轴 24 的外周面上的突起密封面 26a 接触。同时, 突起密封面 27b 与突起密封面 26b 接触。以这种方式, 由于一对突起密封面 27a、27b 分别抵靠在一对突起密封面 26a、26b 上, 所以衬套 21 的内部空间被分为两个高压腔室和两个低压腔室。由于高压腔室和低压腔室之间的压力差, 在主轴 24 上产生瞬时强旋转力。

[0046] 接下来, 对油压脉冲单元 4 的操作过程进行说明。图 3(1) 至 (8) 示出了衬套 21 相对于主轴 24 相对旋转一周的状态。当拉动触发开关 8 时, 电动机 3 旋转从而衬套 21 与电动机同步旋转。在本实施例中, 衬板 23 与电动机 3 的旋转轴直接联接, 从而与电动机 3 同速旋转。然而, 衬板 23 可以通过减速机构或降速机构与电动机 3 联接。当没有载荷施加到主轴 24 上或者施加的载荷很小时, 主轴 24 仅克服油的阻力而与电动机 3 的旋转几乎同步地旋转。当大的载荷施加到尖端工具上时, 中央主轴 24 停止旋转, 而只有外周衬套 21 继续旋转。图 3 示出只有衬套 21 旋转的状态。

[0047] 图 3(1) 示出因冲击脉冲而在主轴 24 产生打击力的位置。图 3(1) 所示出的位置表示旋转一周而出现一次的“气密地密封油的位置”。在该情况下, 在主轴 24 的整个轴向范围内, 突起密封面 27a、27b 分别抵靠在突起密封面 26a、26b 上, 并且叶片 25a、25b 分别抵靠在突起部 28a、28b 上, 从而衬套 21 的内部空间被分为四个腔室, 也就是说, 两个高压腔室和两个低压腔室。

[0048] “高压”和“低压”表示在内部空间中的油的压力。当衬套 21 随着电动机 3 的旋转而旋转时, 由于高压腔室的容积减小, 其内部的油被压缩, 从而瞬间产生高压, 并将叶片 25 推向低压腔室侧。因此, 旋转力瞬间经由叶片 25a、25b 作用在主轴 24 上, 从而产生强旋转扭矩。也就是说, 通过高压腔室产生强打击力, 以使叶片 25a、25b 沿图中所示的顺时针方向旋转。图 3(1) 所示出的位置在本说明书中称为“打击位置”。

[0049] 图 3(2) 示出衬套 21 从打击位置旋转 45 度的状态。当衬套 21 通过图 3(1) 所示的打击位置时, 由于突起密封面 27a、27b 与突起密封面 26a、26b 之间的邻接状态以及叶片 25a、25b 与突起部 28a、28b 之间的邻接状态消除, 因此被分为四个腔室的衬套 21 的内部空间解除。因此, 由于油流入各个腔室, 所以不产生旋转扭矩, 并且衬套 21 因电动机 3 的旋转而进一步旋转。

[0050] 图 3(3) 示出衬套 21 从打击位置旋转 90 度的状态。在该状态下, 叶片 25a、25b 由于分别抵靠在突起密封面 27a、27b 上而径向回缩到未从主轴 24 突出的位置。因此, 由于没有油压的影响并且不产生旋转扭矩, 所以衬套 21 继续旋转。

[0051] 图 3(4) 示出衬套 21 从打击位置旋转 135 度的状态。在该状态下, 由于衬套 21 内的各个区域彼此相通, 所以区域之间不会引起压力差, 从而主轴 24 上不产生旋转扭矩。

[0052] 图 3(5) 示出衬套 21 从打击位置旋转 180 度的状态。这里, 突起密封面 26a 和 26b 相对于主轴 24 的轴线不对称 (非对称) 地设置在主轴 24 上。因此, 在该位置, 突起密封面 27b、27a 分别接近突起密封面 26a、26b 但均不抵靠在突起密封面 26a、26b 上。类似地, 突起

密封面 27a 和 27b 相对于主轴 24 的轴线不对称（非对称）地设置在衬套 21 的内周面上。因此，在该位置，由于主轴几乎不受油的影响，所以也几乎不产生旋转扭矩。由于在内部空间中充填的油具有粘性并且当突起密封面 27b 或 27a 与突起密封面 26a 或 26b 相对时形成小的高压腔室，因此与图 3(2) 至图 3(4) 和图 3(6) 至图 3(8) 的情况不同，会产生小的旋转扭矩。然而，该旋转扭矩对紧固操作是无效的。

[0053] 图 3(6) 至图 3(8) 的状态分别与图 3(2) 至图 3(4) 的状态几乎相同，并且在这些状态下几乎不产生旋转扭矩。当衬套 21 从图 3(8) 的状态继续旋转时，衬套 21 返回图 3(1) 的状态。因此，在主轴 24 的整个轴向范围内，突起密封面 27a、27b 分别抵靠在突起密封面 26a、26b 上，并且叶片 25a、25b 分别抵靠在突起部 28a、28b 上，从而衬套 21 的内部空间被分为两个高压腔室和两个低压腔室，并且在主轴 24 上产生大的旋转扭矩。

[0054] 接下来，参考图 4 对电动机 3 的驱动控制系统的构造和功能进行说明。图 4 示出电动机 3 的驱动控制系统的结构图。在本实施例中，电动机 3 由三相无刷直流电动机构成。无刷直流电动机为内转子型，并且包括：转子 3b，其具有 N 极和 S 极对的多个永磁体；定子 3a，其具有星形连接的三相定子绕组 U、V、W，；以及三个旋转位置检测元件 42，其沿圆周方向以例如 60 度的预定角度间隔设置，以便检测转子 3b 的旋转位置。基于来自这些旋转位置检测元件 42 的位置检测信号来控制流入定子绕组 U、V、W 的电流方向和通电时间。

[0055] 逆变电路 47 包括六个开关元件 Q1 至 Q6，例如三相桥式耦合的 FET。桥式耦合的六个开关元件 Q1 至 Q6 的栅极与控制信号输出电路 46 相耦合。六个开关元件 Q1 至 Q6 的漏极或源极与星形连接的定子绕组 U、V、W 相耦合。因此，六个开关元件 Q1 至 Q6 根据从控制信号输出电路 46 输入的开关元件驱动信号（驱动信号 H1 至 H6）执行开关操作，从而将由直流电源 52 施加给逆变电路 47 的电压转换为三相电压 V_u 、 V_v 、 V_w （U 相、V 相和 W 相），并将这些电压分别施加给定子绕组 U、V、W。直流电源 52 可以为可拆卸的二次电池。

[0056] 在用于驱动六个开关元件 Q1 至 Q6 的各个栅极的开关元件驱动信号（三相信号）中，用于负电源侧的三个开关元件 Q4、Q5、Q6 的驱动信号分别供应为脉冲宽度调制信号（PWM 信号）H4、H5、H6。计算部分 41（控制单元）根据外加电压设定电路 49 的基于触发开关 8 操作量（行程）的检测信号改变 PWM 信号的脉冲宽度（占空比），从而调节供应给电动机 3 的电功率量，以控制电动机 3 的启动 / 停止及转速。

[0057] 将 PWM 信号供应至逆变电路 47 的正电源侧的开关元件 Q1 至 Q3 或者负电源侧的开关元件 Q4 至 Q6，从而高速地切换开关元件 Q1 至 Q3 或者开关元件 Q4 至 Q6，由此控制从直流电源供应至定子绕组 U、V、W 的电功率。在本实施例中，PWM 信号被供应至负电源侧的开关元件 Q4 至 Q6。因此，当 PWM 信号的脉冲宽度受到控制时，由于供应至定子绕组 U、V、W 的电功率可调，因此可以控制电动机 3 的旋转速度。

[0058] 冲击起子机 1 设置有用于切换电动机 3 的旋转方向的正 / 反转切换操纵杆 51。当正 / 反转切换操纵杆 51 变化时，旋转方向设定电路 50 向计算部分 41（控制单元）发送切换电动机 3 的旋转方向的控制信号。尽管未示出，但是计算部分 41（控制单元）包括：中央处理单元（CPU），用于基于处理程序和数据输出的驱动信号；ROM，用于储存处理程序和控制数据；RAM，用于临时储存数据；以及计时器等。旋转速度检测电路 44 接收来自转子位置检测电路 43 的信号以检测电动机 3 的旋转速度，并将检测值输出至计算部分 41。转子位置检测电路 43 基于来自旋转位置检测元件 42 的信号输出表示电动机 3 的旋转位置的位置信

号。冲击检测电路 45 根据来自冲击传感器 12 的信号检测因打击操作引起的打击冲击,并将检测值输出至计算部分 41。

[0059] 计算部分 41(控制单元)输出驱动信号,以基于来自旋转方向设定电路 50 和转子位置检测电路 43 的输出信号交替切换预定的开关元件 Q1 至 Q6,并且将驱动信号输出至控制信号输出电路 46。因此,电流交替供应至定子绕组 U、V、W 中的预定绕组,从而使转子 3b 沿设定的旋转方向旋转。在该情况下,基于来自外加电压设定电路 49 的输出控制信号,将施加在逆变电路 47 的负电源侧的开关元件 Q4 至 Q6 上的驱动信号输出为 PWM 调制信号。电流检测电路 48 测量供应至电动机 3 的电流,并且测量值被反馈至计算部分 41,以此调节驱动信号,从而使设定的驱动电功率施加到电动机上。PWM 信号可以被供应至正电源侧的开关元件 Q1 至 Q3。

[0060] 图 5 示例性示出转子位置检测电路 43 的输出波形与电动机 3 的旋转位置信号之间的关系。由于电动机 3 为三相二级电动机,所以以 60 度的间隔设置用于 U 相、V 相和 W 相的三个旋转位置检测元件 42。通过对旋转位置检测元件 42 的输出信号进行模数(A/D)转换处理而获得方波 61 至 63。每个方波在转子 3b 每旋转 90 度时而在低电平与高电平之间交替地变换。方波 64 是在转子 3b 每旋转 30 度时而产生的窄脉冲,以对应于 U 相、V 相和 W 相的方波 61 至 63 的上升沿或下降沿。该方波 64 用作位置检测脉冲,在转子 3b 的 360 度旋转期间出现 12 个位置检测脉冲。在图 5 中,方波 64 在转子 3b 从起始点(旋转角度=0,位置信号“12”)起每旋转 360 度时变为高电平,并且当转子 3b 相对于定子 3a 旋转 360 度时出现第 12 个方波脉冲。

[0061] 在根据本实施例的油压脉冲单元 4 中,输入部分(衬板 23)与电动机 3 的旋转轴耦合。因此,衬套 21 与转子 3b 同步旋转以与其具有相同的旋转角度。如图 3 所示,衬套 21 的旋转与主轴 24 的旋转不完全同步。然而,当主轴 24 在打击操作中旋转给定角度时,衬套 21(转子 3b)将旋转“360 度+给定角度”,直至到达下一个打击位置。

[0062] 图 6 示例性示出在油压脉冲单元 4 启动打击操作之后且在实际输出达到最终目标输出之前的冲击传感器 12 的目标输出与实际输出。打击冲击与冲击传感器 12 的输出值对应。在附图中,括号内的数字表示打击操作的次数。在图 6 中,纵坐标表示冲击传感器 12 的输出信号(A/m²或电压)而横坐标表示时间(毫秒)。当由冲击起子机 1 执行紧固操作时,衬套 21 与主轴 24 几乎同步旋转,直至紧固对象螺栓的底座面就位,并且当载荷施加到尖端工具时,主轴 24 几乎停止而仅衬套 21 旋转。然后,紧固力通过油压脉冲单元 4 间歇地传递至主轴 24,从而执行打击操作。

[0063] 在打击操作中,控制电动机 3 的旋转,从而使冲击传感器 12 的输出变为目标输出。例如,当控制电动机 3 的旋转,使得第一次打击的目标输出 $Tr(1)$ 变得等于开始输出 Ts 时,检测到的输出为 $T(1)$ 。接下来,用基于输出 $T(1)$ 计算出的目标输出 $Tr(2)$ 执行第二次打击。以类似的方式,顺次地执行第三和第四次打击操作,同时逐渐地增加目标输出 $Tr(n)$,并且检测出的输出为 $T(3)$ 和 $T(4)$ 。通常,当诸如螺栓或螺母等紧固材料无缺陷或者无质量差异时,检测到的输出 $T(n)$ 几乎与目标输出 $Tr(n)$ ($n = 1, 2, \dots, m$) 一致。

[0064] 然而,有时,打击力可能因为某些原因而变大。在图 6 中,第四次打击力变大,使得第四输出 $T(4)$ 超过截止输出 Tc 。例如,当受到来自尖端工具的大反作用力时,即使打击能量不够大,峰值输出也会变大,同时打击期变短。在不具有旋转角度传感器的冲击起子机中

(如在背景技术中),当检测出的输出 $T(4)$ 超过截止输出 T_c 时,由于判断出紧固操作完成,所以电动机 3 将停止旋转。在主轴 24 上具有角度传感器的冲击起子机中(如在背景技术中),当检测出的输出 $T(4)$ 超过截止输出 T_c 时,基于打击操作时主轴 24 的旋转是否超过预定角度来判断正常紧固操作是否完成,可以使打击操作继续而不停止电动机 3。然而,当主轴 24 上未设置有角度传感器时,不能直接获得打击操作时的旋转角度以判断紧固操作是否完成。

[0065] 因此,根据本实施例的冲击起子机 1 构造为:即使输出 $T(4)$ 超过截止输出 T_c 也不会立即停止电动机 3,并且执行用于确认的追加打击(在本说明书中称为“确认打击”)。在确认打击中,在图 6 的情况下,基于前次目标输出 $Tr(4)$ 而不是前次输出 $T(4)$ 来设定目标输出 $Tr(5)$ 。因此,目标输出 $Tr(5)$ 是基本介于 $Tr(4)$ 与 $Tr(6)$ 之间的输出值并且不超过截止输出 T_c 。图 7 示例性示出从油压脉冲单元 4 执行的前次打击操作时的主轴 24(尖端工具)的角度增量 $R(n)$ 。图 7 中的角度增量 $R(n)$ 示出为与图 6 中的(第 n 次)打击时刻相对应。如上所述,在两次打击操作之间,衬套 21(转子 3b)将旋转“360 度+主轴 24 的实际旋转角度”。考虑到这一点,可以通过设置在电动机 3 内的旋转位置检测元件 42 来获得角度增量 $R(n)$,而无需在主轴 24 上设置角度传感器。例如,当在第四次打击与第五次打击之间旋转“360 度+ $R(5)$ 度”时,主轴 24 经由前次打击(第四次打击)而旋转 $R(5)$ 度。从图 7 中可以看出,通过执行确认打击(对应于图 6 中的 $T(5)$ 的第五次打击),可以判断出主轴 24 在前次打击(对应于图 6 中的 $T(4)$ 的第四次打击)时已经旋转了阈值 θ_d 或更多。因此,根据确认打击可以判断出超过截止输出 T_c 的输出 $T(4)$ 不因紧固操作完成而出现而是因其他原因而出现。

[0066] 由于在第五次打击操作时判断出超过截止输出 T_c 的输出 $T(4)$ 不因紧固操作完成而出现,所以可以继续紧固操作,并且如图 6 所示,可以连续地执行第六和第七次打击操作。在第七次打击操作时,尽管输出 $T(7)$ 超过截止输出 T_c ,但是电动机 3 不立即停止而是执行用于确认的打击(第八次打击)。并且,通过执行第八次打击,可以确认主轴 24 在前次打击(第七次打击)时仅旋转 $R(8)$ 度。也就是说,可以确认,在前次打击时主轴 24 的旋转角度小于表示打击操作完成的阈值 θ_d ,并且当第八次打击完成时停止电动机 3。

[0067] 图 8 示例性示出在图 6 和图 7 中示出的在各次打击操作时供应至逆变电路 47 的 PWM 信号的占空比。在开始执行第一次打击之前,以预定的占空比 D_0 执行电动机 3 的旋转控制(空运转),并且在第一次打击之后,以通过下述表达式所确认的占空比执行电动机的旋转控制,也就是说,执行反馈控制。

[0068] $D(n) = D(n-1) + G1 \times (Tr(n-1) - T(n-1))$, 其中 $n = 2 \sim m$, $G1$:增益常数。根据这一表达式,占空比被设定为满足下述关系: $D(4) > D(3) > D(2)$ 并且 $D(7) > D(6)$,以便随着打击次数的增加而逐渐地提高打击力。另一方面,由于第五和第八次打击均为用于确认紧固操作是否完成的确认打击,因此以比在前次打击的占空比小足够多的占空比(例如,占空比 D_0)执行第五和第八次打击。

[0069] 图 9 示例性示出在与图 6 中的第四次打击类似的伪就位状态下的峰值输出与位置检测脉冲之间的关系。在第四次打击中,峰值输出 101 超过截止输出 T_c 。然而,在该情况下,油压脉冲单元 4 的衬套 21 旋转了大的角度(例如 60 度),使得在峰值输出 101 降为 0 之前出现两个或三个位置检测脉冲。因此,由于在下次确认打击之前出现第十四个位置检

测脉冲,所以可以确认衬套 21 在第四次打击与第五次打击之间旋转了 420 度。由于 360 度对应于旋转一周,所以可以计算出主轴 24 在第四次打击操作时旋转的旋转角度为 $420-360=60$ 度。通常,在打击操作时,衬套 21 与主轴 24 一起旋转(该现象称为“共同旋转”)。由于在第四次打击中存在 60 度的共同旋转,所以可以判断,在紧固操作完成时,在第四次打击之后的状态不是正常状态(几乎不执行紧固操作的状态)。由于每 30 度出现一次位置检测脉冲,所以可以以小于 +30 度的角度误差检测共同旋转。这种误差程度足以判断是否完成紧固操作。

[0070] 图 10 示例性示出在与图 6 中的第七次打击类似的真就位状态下的峰值输出与位置检测脉冲之间的关系。在第七次打击的情况下,产生了超过截止输出 T_c 的峰值输出 111。在该情况下,由于油压脉冲单元 4 的衬套 21 几乎不发生共同旋转,所以在峰值输出 111 降为 0 之前不出现位置检测脉冲。于是,由于在下次确认打击之前出现 12 个位置检测脉冲,所以可以确认在第七次打击操作时的共同旋转的旋转角度几乎为 0。因此,可以确认在第七次打击之后的状态是完成螺栓紧固操并且不能执行进一步紧固操作的状态。

[0071] 接下来,参考图 11 的流程对根据本实施例的确认紧固完成的过程进行说明。首先,当用户拉动触发开关 8 时电动机 3 启动(步骤 120)。尽管电动机 3 的旋转速度根据触发开关 8 的拉伸量而变化,但是在螺栓就位之前,油压脉冲单元 4 的衬套 21 与主轴 24 几乎同步旋转而不产生任何打击。当螺栓就位并且由尖端工具施加的反作用力变大时,油压脉冲单元 4 的主轴 24 停止旋转,并且仅衬套 21 继续旋转。当衬套 21 达到图 3 所说明的打击位置时,主轴 24 上产生因冲击脉冲而产生的打击力,以执行第一次打击(步骤 121)。

[0072] 接下来,计算部分 41(控制单元)对步骤 121 中执行的打击数量进行计数,并根据图 9 和图 10 所说明的方法测量共同旋转角度(步骤 122)。在第一次打击中,由于不存在前次打击,所以对从电动机 3 启动到第一次打击期间出现的位置检测脉冲数量进行计数。接下来,计算部分 41 判断该打击是否为第一次打击。当该打击是第一次打击时,处理进行至步骤 128,而当该打击是第二次或随后的打击时,处理进行至步骤 124。在第一次打击中,基于从电动机 3 启动到第一次打击期间出现的位置检测脉冲的数量获得空转角度,并且判断所获得的角度是否等于或者小于用于二次紧固判断的设定角度。二次紧固是通过使尖端工具抵靠在诸如螺栓等紧固对象上并拉动触发开关 8 来再次执行紧固。在该情况下,在油压脉冲单元 4 的旋转期间的下一打击位置立即执行打击操作。因此,当在从电动机 3 启动的等于或者小于设定角度的旋转角度开始执行打击操作时,判断执行二次紧固,从而计算部分 41 停止电动机 3 的旋转以完成处理(步骤 130)。当在步骤 128 中判断空转角度大于设定角度时,处理进行至步骤 124。

[0073] 在步骤 124 中判断峰值输出是否超过截止输出 T_c 。当峰值输出未超过截止输出时,通过使用检测出的输出值来执行电动机 3 的反馈控制(步骤 127),并且处理返回步骤 121。在反馈控制中,根据检测出的输出值计算用于反馈控制的占空比 $D(n)$ 。接下来,当在步骤 124 中判断峰值输出超过截止输出时,占空比被设定为初始占空比 D_0 ,从而执行确认打击(步骤 125)。当执行确认打击时,判断在该打击之前的旋转角度(共同旋转角度)是否等于或小于设定角度(步骤 126)。当判断该旋转角度大于设定角度时,由于该状态为图 9 中说明的伪就位状态,因此处理进行至步骤 127。与之相反,当在步骤 126 中判断该旋转角度等于或者小于设定角度时,由于可以确认该状态为图 10 中说明的真就位状态,因此计

算部分 41 停止电动机的旋转（步骤 129）。

[0074] 如上所述,根据本实施例,即使输出轴产生的打击力超过预定的紧固力（截止输出）,也可以执行小打击力的追加打击作为确认打击,以在检测到下次打击之前检测输出轴的旋转角度,从而可以可靠地确认是否正确地执行了紧固操作。

[0075] 尽管示例性示出了上述实施例,但是本发明不限于此,并且可以在本发明的范围内做出各种修改。例如,尽管以油压脉冲单元作为冲击单元的实例,但是本发明不限于此,并且本发明以类似的方式不但可以应用于采用油压脉冲单元的旋转打击工具,还可以应用于采用具有机械锤和砧的冲击机构的旋转打击工具。此外,尽管以无刷直流电动机作为冲击机构的驱动源的实例,但是本发明可以以类似的方式应用于采用无刷直流电动机的旋转打击工具。

[0076] 此外,本发明可以以类似的方式应用于采用气动马达作为驱动源的旋转打击工具。当采用未设置有助于电动机旋转角度的检测机构（例如直流电动机或空气马达的驱动源）时,可以利用固定在尖端工具上的检测电动机旋转角度的传感器或者检测输出轴的旋转角度的传感器。

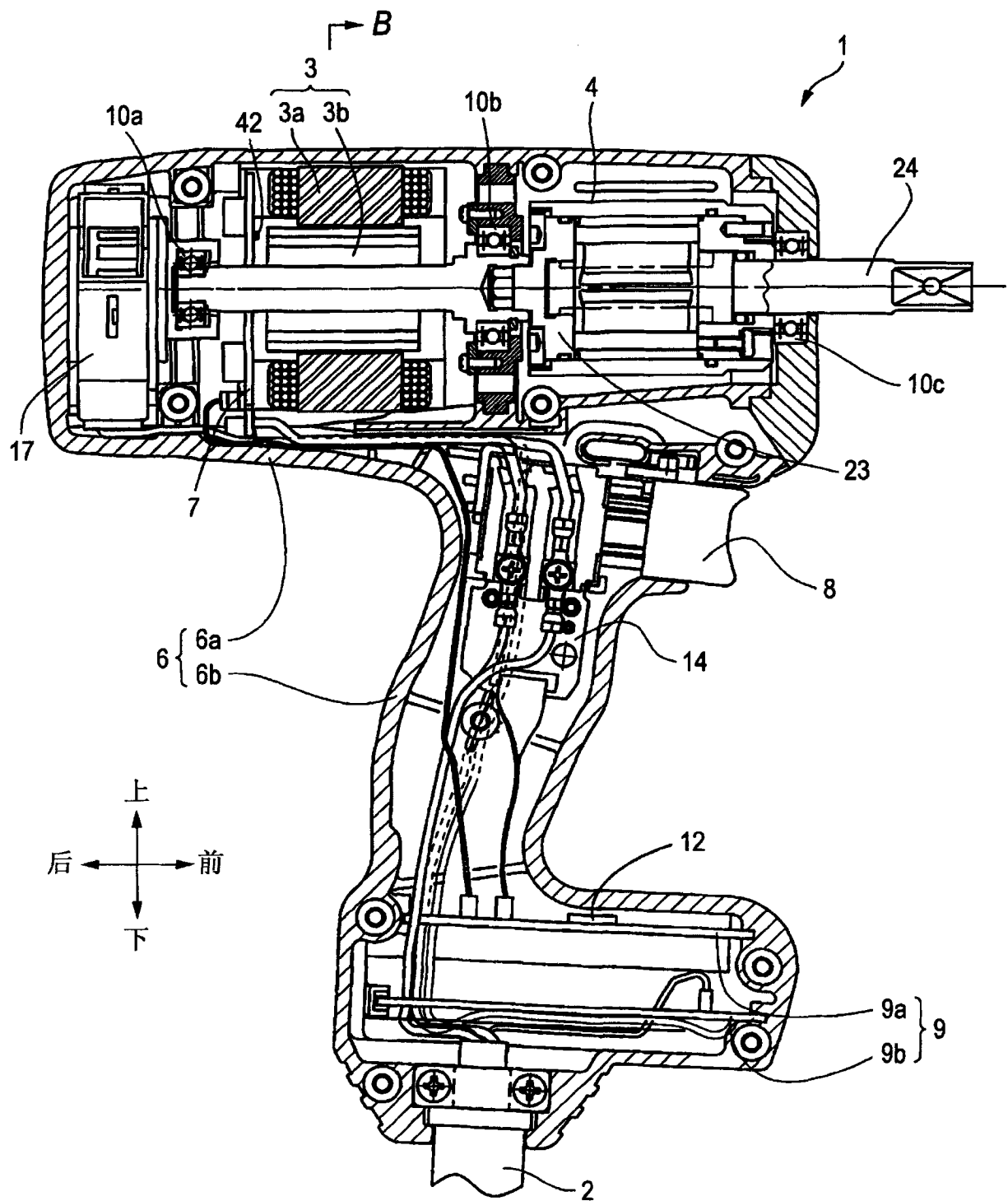


图 1

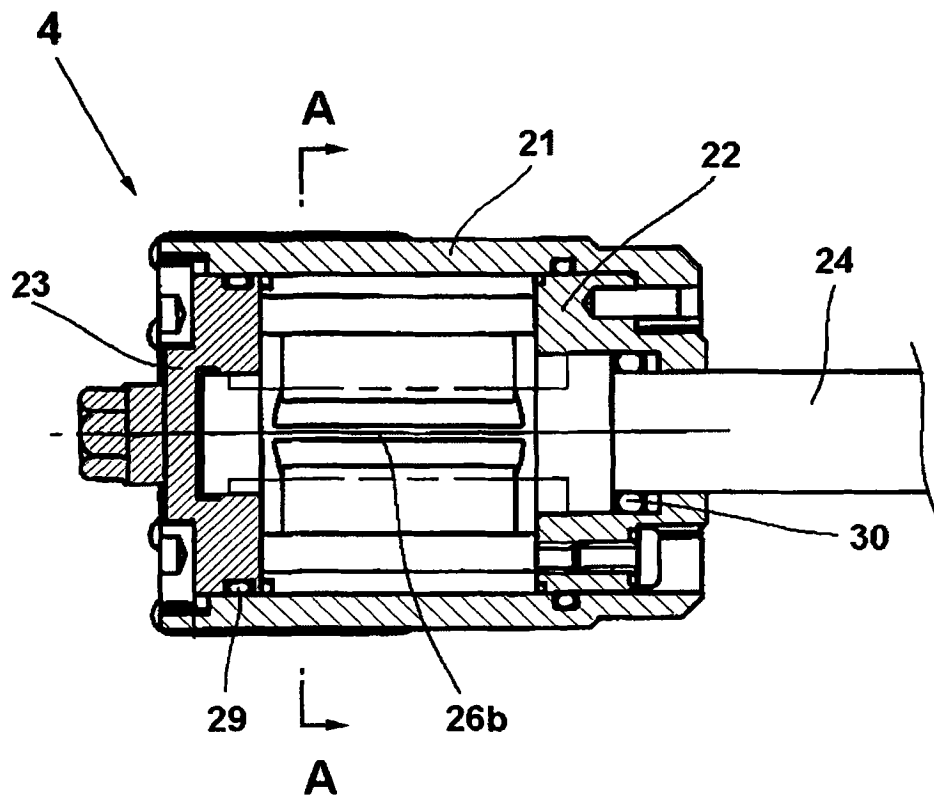


图 2

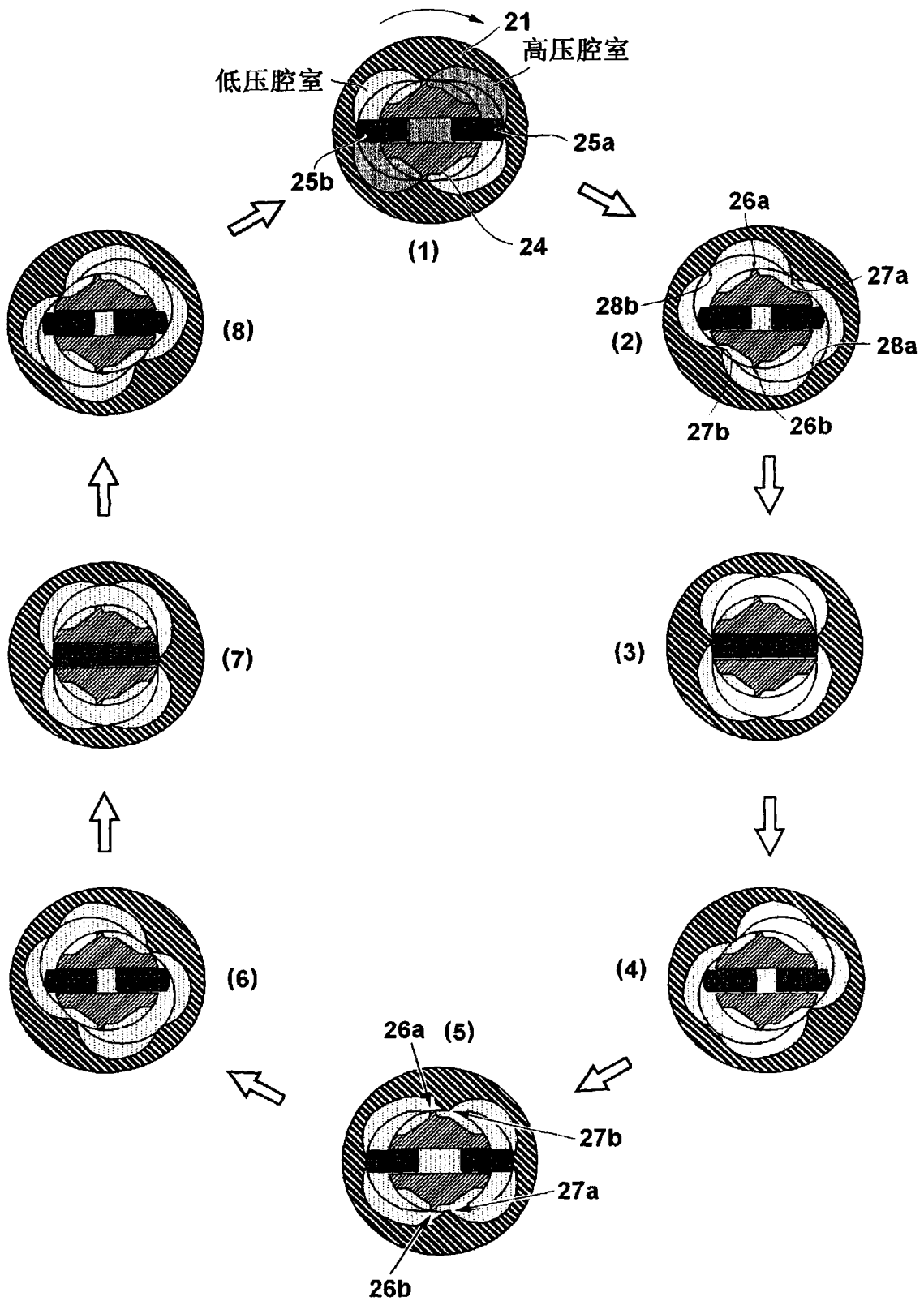


图 3

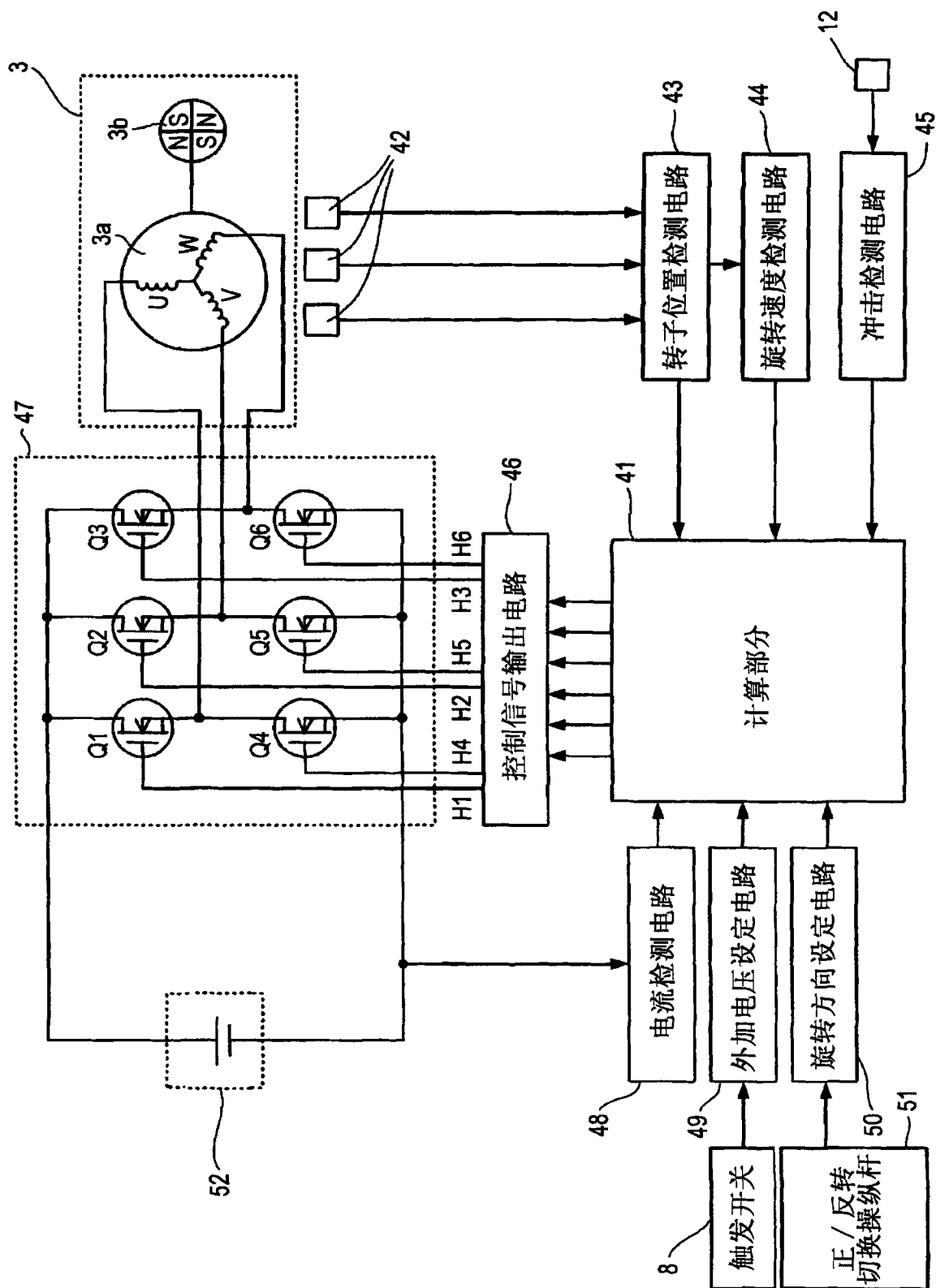


图 4

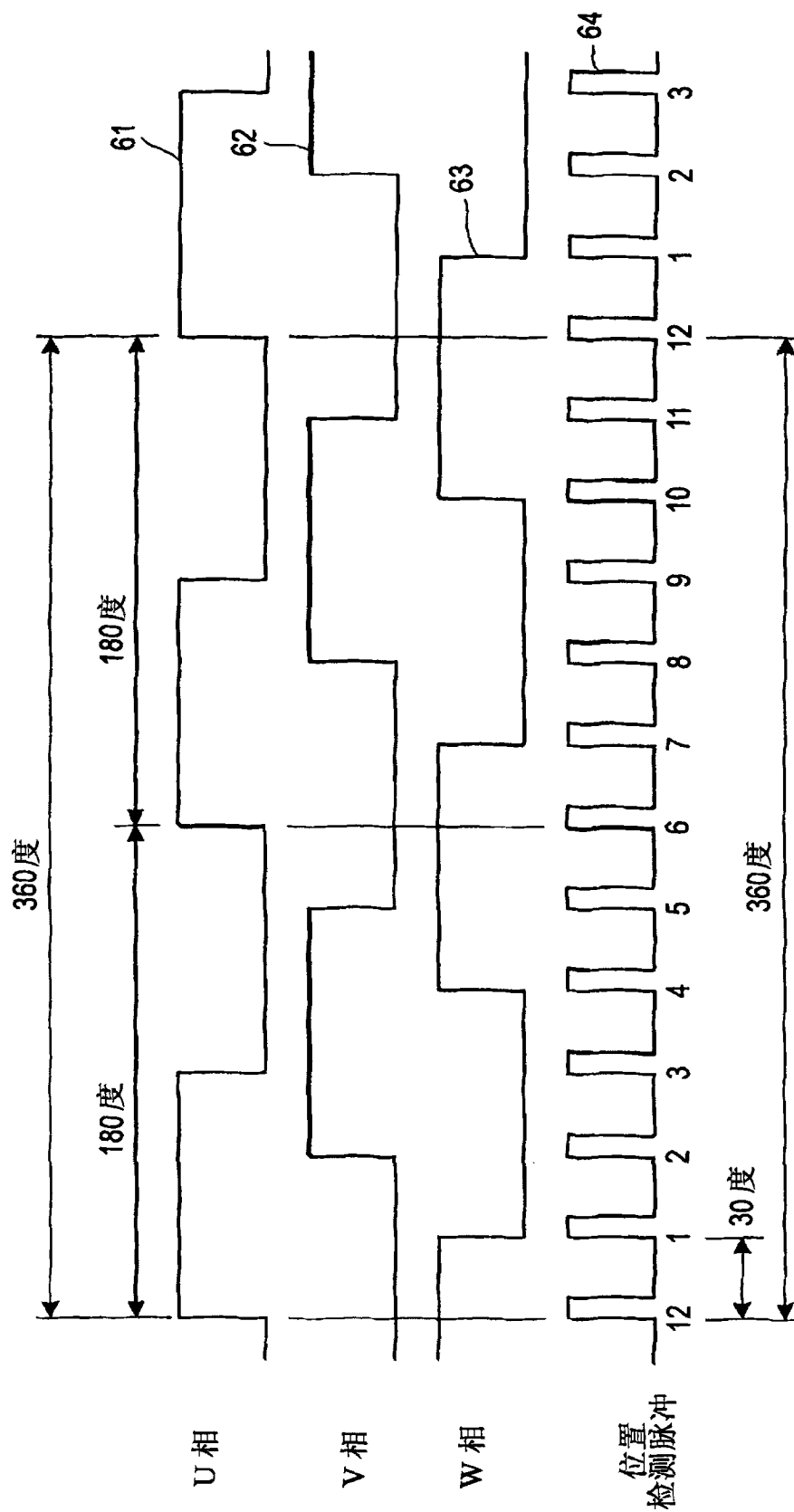


图 5

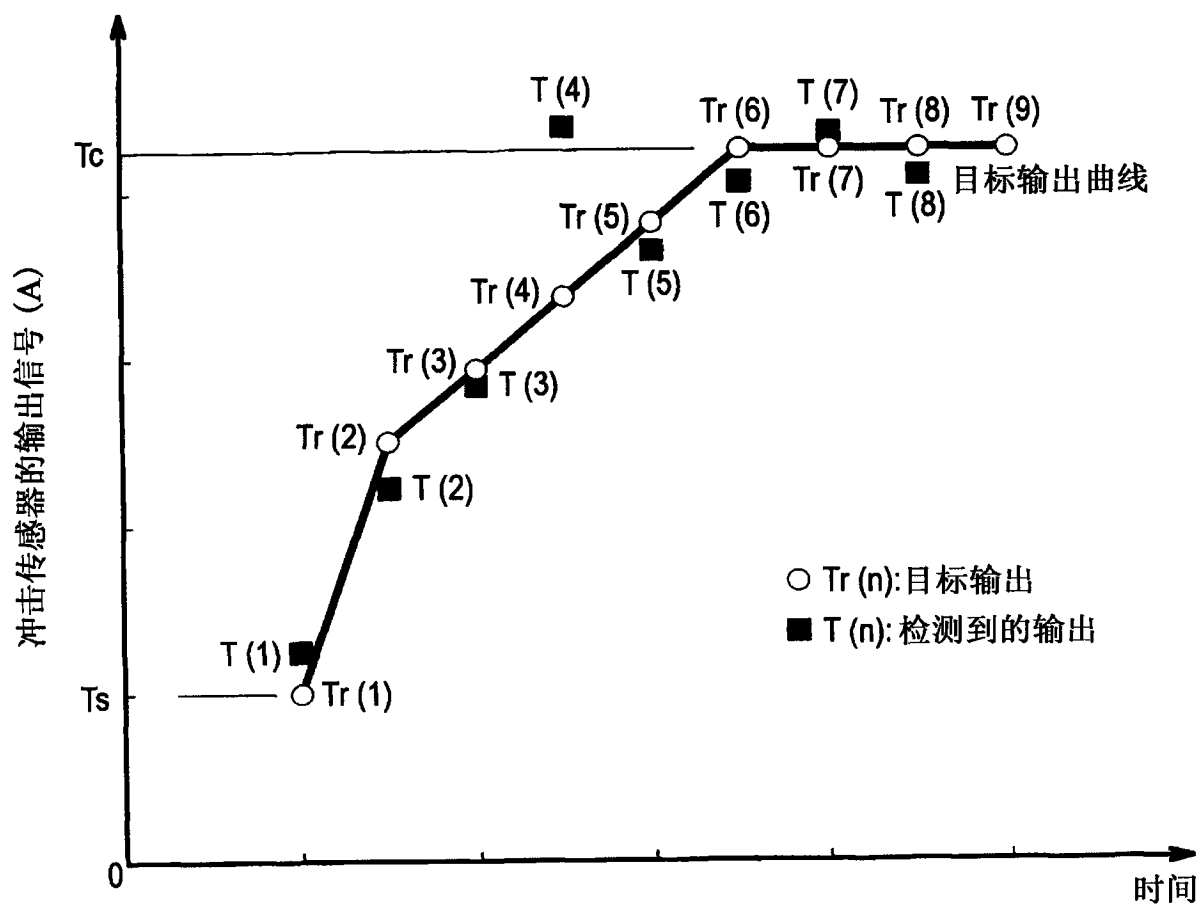


图 6

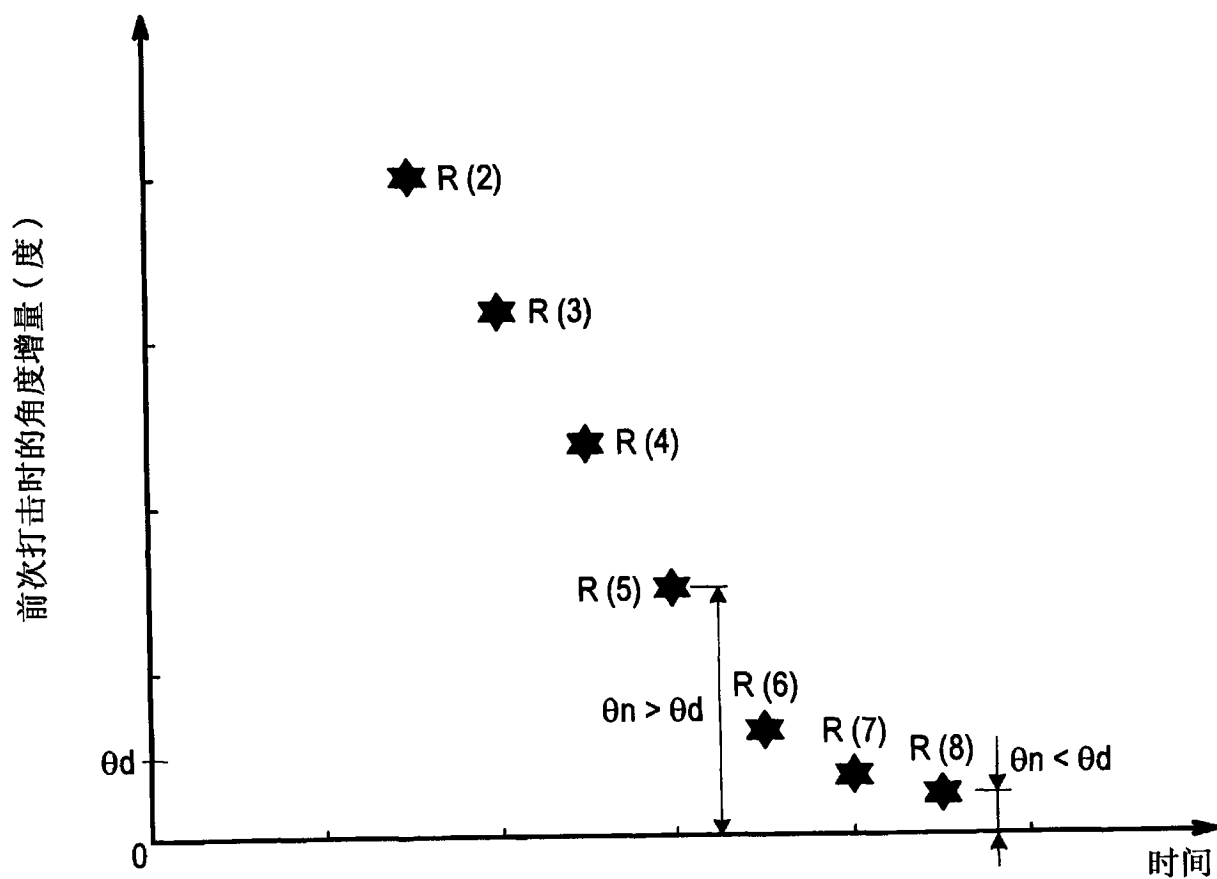


图 7

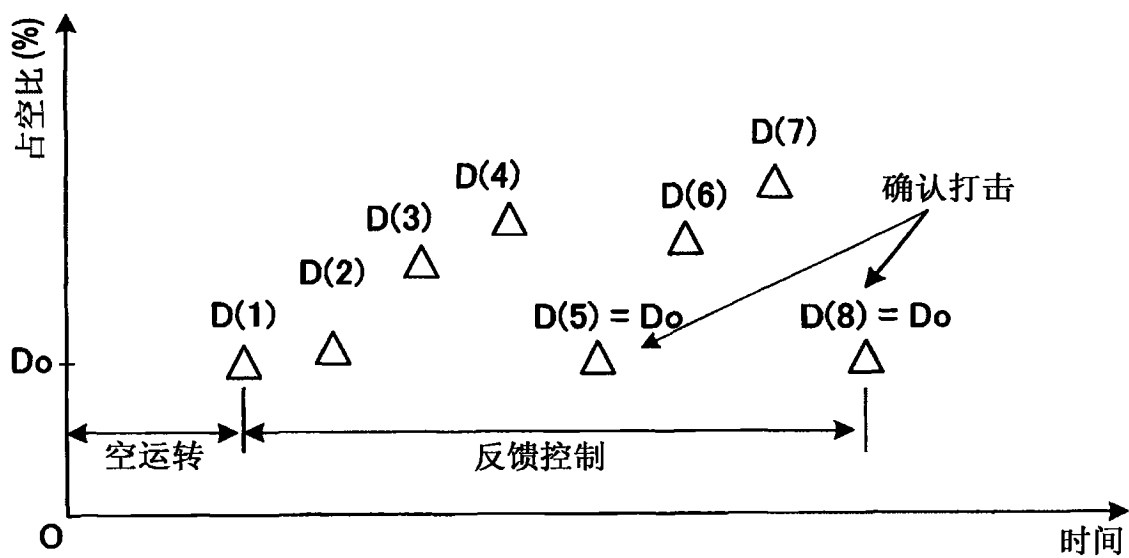


图 8

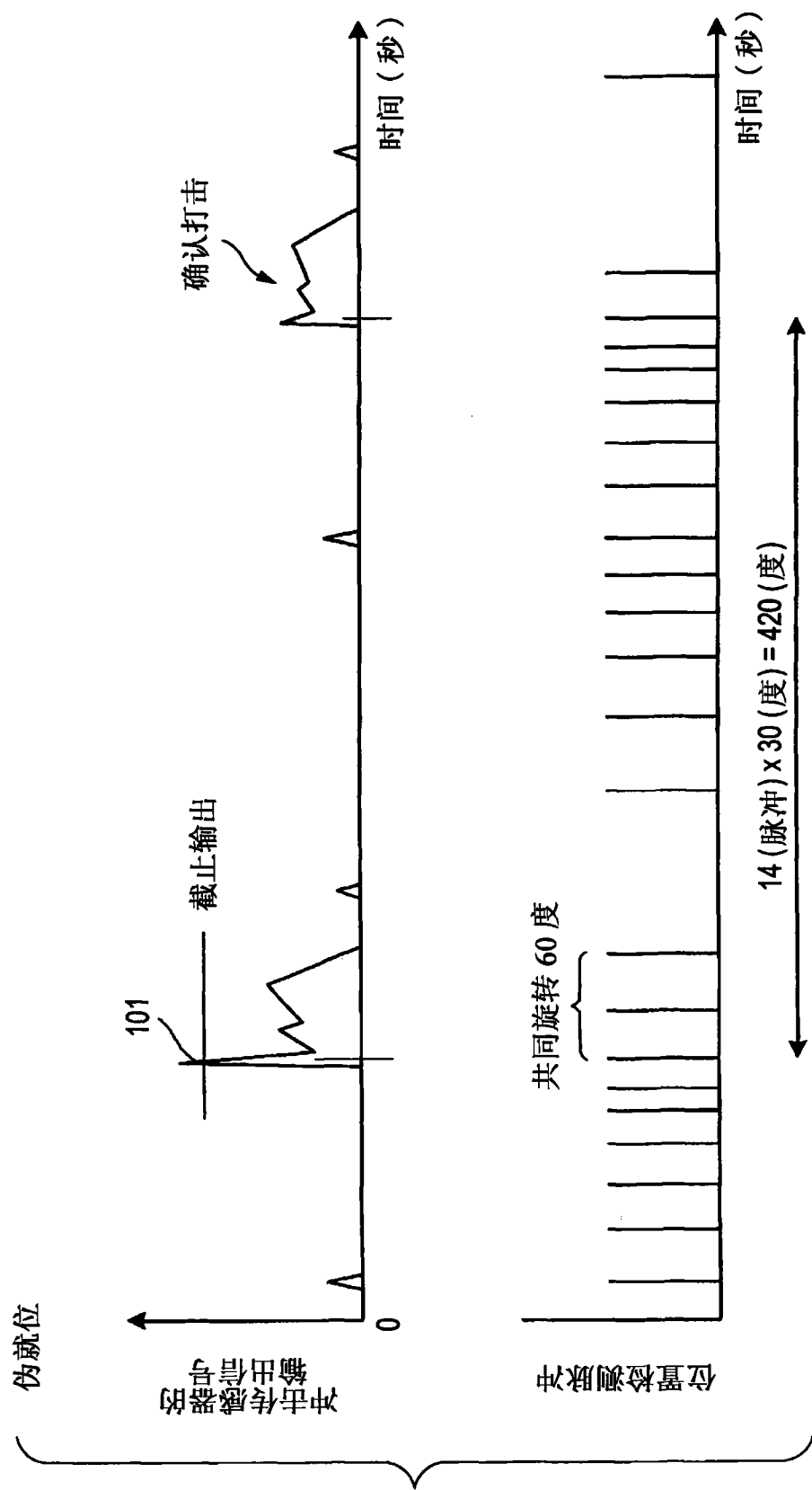


图 9

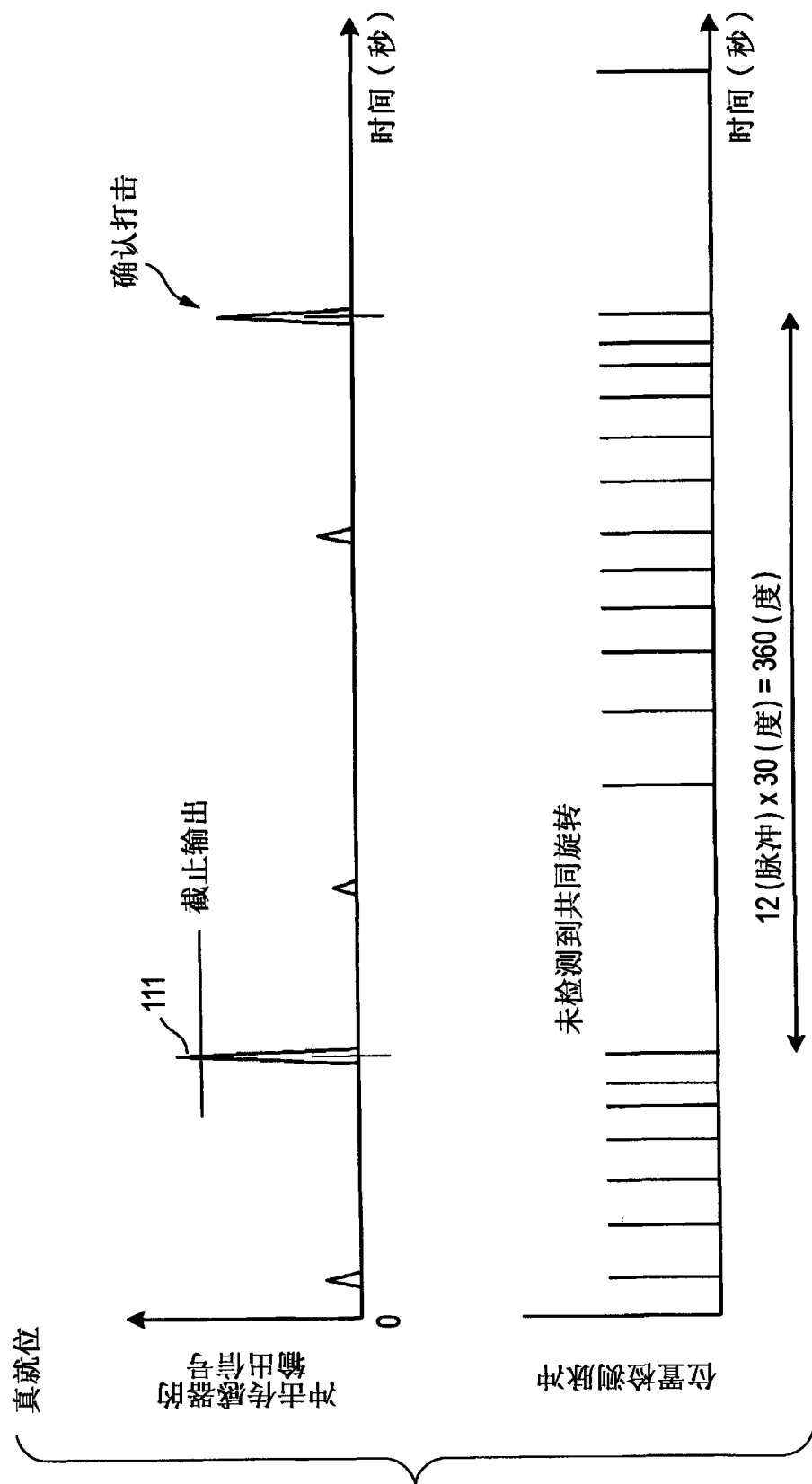


图 10

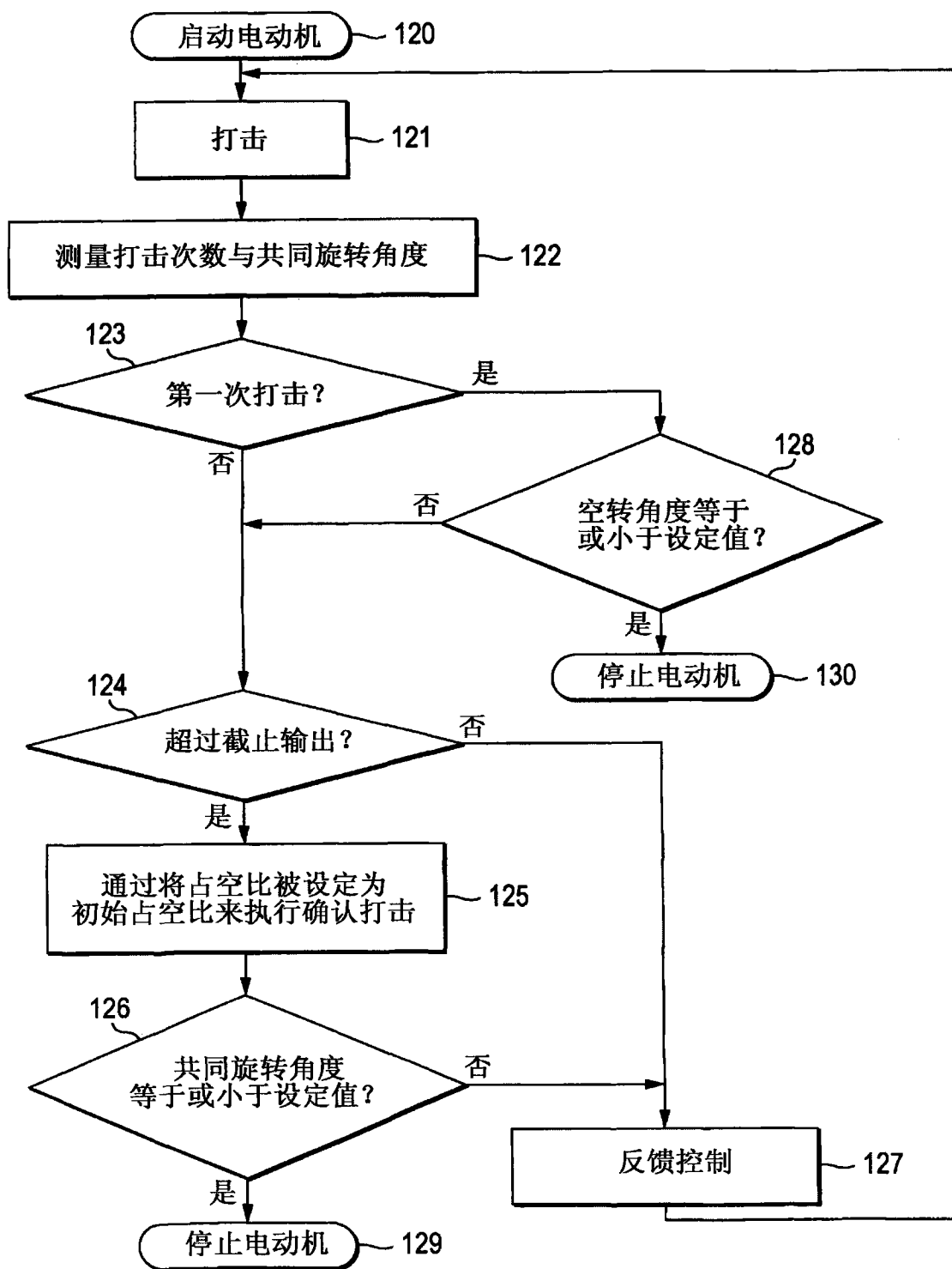


图 11