



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103128695 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 19

(21) 申请号 201210506927. 3

(22) 申请日 2012. 11. 30

(30) 优先权数据

2011-262338 2011. 11. 30 JP

(73) 专利权人 株式会社牧田

地址 日本爱知县安城市

(72) 发明人 石川刚史 市川佳孝

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 朱胜 陈炜

CN 102029587 A, 2011. 04. 27, 说明书第 21-22 段, 50-52 段, 图 1、4-8.

CN 1590029 A, 2005. 03. 09, 全文.

JP 2005324265 A, 2005. 11. 24, 全文.

CN 1891408 A, 2007. 01. 10, 全文.

JP 2010207951 A, 2010. 09. 24, 全文.

US 20110073334 A1, 2011. 03. 31, 全文.

JP 201131314 A, 2011. 02. 17, 全文.

JP 2011246573 A, 2001. 09. 11, 全文.

CN 101641186 A, 2010. 02. 03, 全文.

审查员 胡智

(51) Int. Cl.

B25B 21/02(2006. 01)

B25B 23/147(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 100450721 C, 2009. 01. 14, 说明书第 1 页第 2 段, 第 4 页第 5 段至第 6 页第 3 段, 第 9 页末段, 图 1-4、10.

CN 100450721 C, 2009. 01. 14, 说明书第 1 页第 2 段, 第 4 页第 5 段至第 6 页第 3 段, 第 9 页末段, 图 1-4、10.

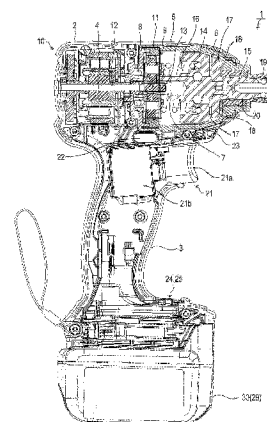
权利要求书3页 说明书16页 附图10页

(54) 发明名称

转动式冲击工具

(57) 摘要

提供了一种转动式冲击工具, 包括: 电动机; 被配置为由电动机转动的锤部; 被配置为由于锤部的转动而在转动方向上间歇性地施加冲击力的砧部; 被配置为检测电动机的转动速度的转动速度检测装置; 被配置为基于转动速度检测装置所检测到的转动速度检测极值对的极值对检测装置, 所述极值对是转动速度的一对极大值和极小值; 以及被配置为当极值差值等于或大于第一阈值时, 检测出正在施加冲击力的冲击检测装置, 所述极值差值是极大值和极小值之间的差值。



CN 103128695 B

1. 一种转动式冲击工具,包括:

电动机;

锤部,被配置为通过所述电动机的转动动力进行转动;

砧部,所述砧部安装有输出轴,工具元件附接到所述输出轴上,并且所述砧部被配置为通过接收所述锤部的转动动力来进行转动,以及被配置为当具有预定值或更大值的外部力矩由于所述砧部的转动而被施加时,通过所述锤部的转动动力在所述锤部的转动方向上被间歇性地施加冲击力;

转动速度检测装置,被配置为检测所述电动机的转动速度;

极值对检测装置,被配置为基于由所述转动速度检测装置所检测到的转动速度来检测极值对,所述极值对是转动速度的按照时间顺序连续出现的一对极大值和极小值;以及

冲击检测装置,被配置为当极值差值等于或大于第一阈值时,检测出正在施加所述冲击力,所述极值差值是构成由所述极值对检测装置所检测到的所述极值对的极大值和极小值之间的差值。

2. 如权利要求 1 所述的转动式冲击工具,其中,所述极值对检测装置被配置为当所述极大值和所述极小值在预定时段内按照时间顺序连续出现时,将所述极大值和所述极小值检测为所述极值对。

3. 如权利要求 1 所述的转动式冲击工具,其中,所述冲击检测装置被配置为针对在时间上彼此不同的多个所述极值对,当出现以下两种情况之一时,检测出正在施加所述冲击力:当所述多个所述极值对中的每个极值对的极值差值等于或大于所述第一阈值时,以及当所述多个所述极值对中的至少一个极值对的极值差值等于或大于所述第一阈值并且所述多个所述极值对中的其它极值对中的每个极值对的极值差值等于或大于比所述第一阈值小的第二阈值时。

4. 如权利要求 3 所述的转动式冲击工具,其中,所述冲击检测装置被配置为针对在时间上彼此不同的所述多个所述极值对中的两个极值对,

首先,确定较早检测到的极值对的极值差值是否等于或大于所述第一阈值,以及

随后,当所述极值差值等于或大于所述第一阈值时,确定较晚检测到的极值对的极值差值是否等于或大于所述第二阈值,以及

当较晚检测到的极值对的极值差值等于或大于所述第二阈值时,检测出正在施加所述冲击力。

5. 如权利要求 1 所述的转动式冲击工具,其中,所述冲击检测装置被配置为在所述冲击检测装置自身启动基于所述极值差值的检测后,

当多个所述极值对中的最初的极值对的极值差值等于或大于所述第一阈值时,检测出正在施加所述冲击力,

当所述多个所述极值对中的最初的极值对的极值差值不是等于或大于所述第一阈值时,确定所述多个所述极值对中的最初的极值对的极值差值是否等于或大于比所述第一阈值小的第二阈值,

随后,当所述多个所述极值对中的最初的极值对的极值差值等于或大于所述第二阈值时,确定在时间上比所述多个所述极值对中的最初的极值对晚的极值对中的至少一个极值对的极值差值是否等于或大于所述第一阈值,以及

当所述在时间上比所述多个所述极值对中的最初的极值对晚的极值对中的至少一个极值对的极值差值等于或大于所述第一阈值时,检测出正在施加所述冲击力。

6. 如权利要求 1 所述的转动式冲击工具,还包括:

转动数范围确定装置,被配置为确定构成所述极值对的极大值和极小值两者是否都在预定转动数范围内,

其中,所述冲击检测装置被配置为当所述转动数范围确定装置确定构成所述极值对的极大值和极小值两者都在预定转动数范围内时,基于所述极值对确定是否正在施加所述冲击力。

7. 如权利要求 6 所述的转动式冲击工具,还包括:

电压检测装置和转动方向检测装置中的至少一个装置,所述电压检测装置被配置为检测用于向所述电动机供电的电源的电压,所述转动方向检测装置被配置为检测所述电动机的转动方向是预定的正向转动方向还是反向转动方向;以及

转动数范围设置装置,被配置为基于所述电压检测装置和所述转动方向检测装置中的至少一个装置的检测结果,设置所述转动数范围。

8. 如权利要求 7 所述的转动式冲击工具,

其中,所述正向转动方向中的转动速度和所述反向转动方向中的转动速度中的一个转动速度相对高于另一个转动速度,以及

其中,所述转动数范围设置装置设置所述转动数范围,以使得在所述电压检测装置检测到的电压较大时,所述转动数范围处在具有较大的转动数的区域内,以及使得针对所述转动方向检测装置检测到的转动方向,在具有较大的转动速度的转动方向的情况下,所述转动数范围处在具有较大的转动数的区域内。

9. 如权利要求 1 所述的转动式冲击工具,还包括:

电压检测装置和转动方向检测装置中的至少一个装置,所述电压检测装置被配置为检测用于向所述电动机供电的电源的电压,所述转动方向检测装置被配置为检测所述电动机的转动方向是预定的正向转动方向还是反向转动方向;以及

阈值设置装置,被配置为基于所述电压检测装置和转动方向检测装置中的至少一个装置的检测结果,设置所述第一阈值。

10. 如权利要求 9 所述的转动式冲击工具,

其中,所述正向转动方向中的转动速度和所述反向转动方向中的转动速度中的一个转动速度相对高于另一个转动速度,以及

其中,所述阈值设置装置设置所述第一阈值,以使得在所述电压检测装置检测到的电压较大时,所述第一阈值变为较小,以及使得针对所述转动方向检测装置检测到的转动方向,在具有较大的转动速度的转动方向的情况下,所述第一阈值较小。

11. 如权利要求 1 所述的转动式冲击工具,还包括:

第一转动速度限制装置,被配置为当所述冲击检测装置检测到正在施加所述冲击力时,限制所述电动机的转动速度。

12. 如权利要求 1 所述的转动式冲击工具,还包括:

转动方向检测装置,被配置为检测所述电动机的转动方向是预定的正向转动方向还是反向转动方向;

冲击终止确定装置,被配置为当所述转动方向检测装置检测到所述转动方向是所述反向转动方向并且所述冲击检测装置还检测到正在施加所述冲击力时,确定是否已经终止施加所述冲击力;以及

第二转动速度限制装置,被配置为当所述冲击终止确定装置确定已经终止施加所述冲击力时,限制所述电动机的转动速度。

13. 如权利要求 1 到 12 中任一权利要求所述的转动式冲击工具,还包括:

霍尔集成电路,被配置为根据所述电动机的转动位置来输出信号,

其中,所述转动速度检测装置基于从所述霍尔集成电路输出的信号,检测所述转动速度。

转动式冲击工具

技术领域

[0001] 本发明涉及转动式冲击工具,该转动式冲击工具被配置为通过电动机的转动动力进行转动,并且当具有预定值或更大值的力矩被施加时,朝向转动方向施加间歇性的冲击力。

背景技术

[0002] 该种转动式冲击工具的已知示例是例如能够使用冲击力来以大力矩紧固螺钉的冲击驱动器。当使用冲击驱动器紧固螺钉时,操作者自身通常确认该螺钉已经固定好,并且随后关断触发开关来停止电动机。

[0003] 然而,在利用高速转动在轻负载的条件下紧固螺钉的情况下,难以在该螺钉已经固定好后立即关断触发开关来停止电动机。例如,在由于高速转动而施加冲击时的过大力矩可能使得螺钉头部磨伤或损坏。

[0004] 为了解决这个问题,例如如日本未审专利申请公开 No. 2010-207951 中所述,存在一种即使在利用高速转动来紧固螺钉时也可以防止螺钉的损坏等的已知技术,在该日本未审专利申请中,提供用于检测冲击的装置,以及在检测到冲击时,将电动机的转动速度从正常速度切换到低速。

发明内容

[0005] 根据日本未审专利申请公开 No. 2010-207951 中描述的技术,通过使用压电传感器、加速度传感器或振动传感器(比如压电蜂鸣器或麦克风等)检测在施加冲击时的振动或冲击声,来执行对冲击的检测。

[0006] 取决于构成对象(对该对象紧固螺钉等)的材料,在紧固期间要施加到工具上的负载量可能不是稳定的。在这种情况下,难以准确地检测冲击。例如,可能出现的是,在早期阶段错误检测到冲击,并且由此按照非预期的定时对电动机进行减速。还可能出现的是,尽管开始冲击,但是没有检测到该冲击,并且由此磨伤或损坏螺钉头部。

[0007] 因此,期望可以高度准确且快速地执行对转动式冲击工具中的冲击的检测。

[0008] 根据本发明的转动式冲击工具包括电动机,锤部,砧部,转动速度检测装置,极值对检测装置和冲击检测装置。锤部被配置为通过所述电动机的转动动力进行转动。砧部安装有输出轴,工具元件附接到所述输出轴上,并且所述砧部被配置为通过接收所述锤部的转动动力来进行转动,以及被配置为当具有预定值或更大值的外部力矩由于所述砧部的转动而被施加时,通过所述锤部的转动动力在所述锤部的转动方向上被间歇性地施加冲击力。转动速度检测装置被配置为检测所述电动机的转动速度。极值对检测装置被配置为基于由所述转动速度检测装置所检测到的转动速度来检测极值对,所述极值对是转动速度的按照时间顺序连续出现的一对极大值和极小值。冲击检测装置被配置为当极值差值等于或大于第一阈值时,检测出正在施加所述冲击力,所述极值差值是构成由所述极值对检测装置所检测到的所述极值对的极大值和极小值之间的差值。

[0009] 在如上配置的转动式冲击工具中,针对电动机的转动速度,所述转动速度的变化

的至少一个状态在冲击被施加（即，正在施加冲击力）时和在冲击没有被施加时不同。转动速度中的变化在这里意味着与锤部的转动同步造成的变化。

[0010] 在不施加冲击时的正常转动期间，转动速度的变化很难出现。另一方面，当施加冲击时，由于产生冲击力的原理，因此出现转动速度的变化。具体地，当施加冲击时，紧在所述锤部跨在 (ride over) 砧部上之后离开砧部之前，电动机的转动速度通常变为最低，以及当之前已经离开砧部的锤部再次击打砧部时（即，紧接在施加冲击力之前），电动机的转动速度变为最高。因此，电动机的转动速度与锤部的转动同步地周期性变化。

[0011] 因此，在本发明的转动式冲击工具中，按照时间顺序连续地检测电动机的转动速度的极大值和极小值。然后，当连续检测到的极大值和极小值（极值对）之间的差值（极值差值）等于或大于第一阈值时，检测出冲击被施加。由于转动速度周期性变化，并且由此在冲击施加时周期性地出现转动速度的极大值和极小值，所以可以通过合适地设置第一阈值，基于极值差值来检测冲击的施加。

[0012] 因此，根据本发明的具有上述配置的转动式冲击工具，使用在冲击施加时出现的转动速度的变化来执行对冲击的检测，并且由此可以高度准确且快速地执行对冲击的检测。

[0013] 作为极值对的极大值和极小值在时间上是连续的并不是充分条件。例如，即使在不施加冲击时，转动速度也可能由于各种扰动（比如负载状态的变化或者供应给电动机的功率变化等）而改变，所述各种扰动可以导致以较大的时间间隔连续出现极大值和极小值。在这种情况下，存在一种可能性，即，尽管事实是不施加冲击，但是如果极大值和极小值之间的差值等于或大于第一阈值，则可能错误地检测到冲击。

[0014] 为了避免这种可能性，优选地，极值对检测装置被配置为当所述极大值和所述极小值在预定时段内按照时间顺序连续出现时，将所述极大值和所述极小值检测为所述极值对。

[0015] 通过对连续出现的极大值和极小值之间的时间间隔设置限制，可以排除由于与冲击不同的原因而出现的极值对，并且因此可以抑制对冲击的错误检测。

[0016] 此外，为了抑制由于上述各种扰动等而造成的对冲击的错误检测，可以使用下述配置。具体地，所述冲击检测装置被配置为针对在时间上彼此不同的多个所述极值对，当出现以下两种情况之一时，检测出正在施加所述冲击力：当所述多个所述极值对中的每个极值对的极值差值等于或大于所述第一阈值时，以及当所述多个极值对中的至少一个极值对的极值差值等于或大于所述第一阈值并且其它极值对中的每个极值对的极值差值等于或大于比所述第一阈值小的第二阈值时。

[0017] 通过确定多个极值对中的每个极值对的极值差值是否等于或大于同一第一阈值，或者通过使用包括第一阈值的多个阈值，并且确定所述极值差值中的每个极值差值是否等于或大于所述多个阈值中的对应阈值，可以排除由于与冲击不同的原因而出现的极值对，并且因此可以抑制对冲击的错误检测。

[0018] 在所述冲击检测装置通过使用多个极值对来执行检测的情况下，可以存在各种具体的检测方法。例如，所述冲击检测装置被配置为针对在时间上彼此不同的所述多个极值对中的两个极值对，首先，确定较早检测到的极值对的极值差值是否等于或大于所述第一阈值，以及随后，当所述极值差值等于或大于所述第一阈值时，确定较晚检测到的极值对的

极值差值是否等于或大于所述第二阈值,以及当较晚检测到的极值对的极值差值等于或大于所述第二阈值时,检测出正在施加所述冲击力。

[0019] 通过针对所述两个极值对连续地使用第一阈值和第二阈值,可以以高度准确的方式执行对冲击的检测,同时抑制由于对冲击的检测而造成的处理负载。

[0020] 所述多个极值对在时间上不必是完全不同,而可以是部分重叠。例如,在首先检测极大值并且随后检测极小值(例如,被称为“最初的极值对”)的情况下,时间上在最初的极值对之后的极值对可以是由最初的极值对中的在该极大值之后检测到的极小值以及在该极小值之后新近检测到的极大值构成的极值对。

[0021] 可能出现的是,即使在正在施加冲击时,因为所述极值差值由于某种原因变为暂时小于第一阈值,也不会检测到冲击(或者延迟检测到冲击)。因此,优选地,所述冲击检测装置被配置为在所述冲击检测装置自身启动基于所述极值差值的检测后,当所述多个极值对中的最初的极值对的极值差值等于或大于所述第一阈值时,检测出正在施加所述冲击力,当所述多个极值对中的最初的极值对的极值差值不是等于或大于所述第一阈值时,确定所述多个极值对中的最初的极值对的极值差值是否等于或大于比所述第一阈值小的第二阈值,随后,当所述多个极值对中的最初的极值对的极值差值等于或大于所述第二阈值时,确定在时间上比所述多个极值对中的最初的极值对晚的极值对中的至少一个极值对的极值差值是否等于或大于所述第一阈值,以及当所述极值对中的至少一个极值对的极值差值等于或大于所述第一阈值时,检测出正在施加所述冲击力。

[0022] 也就是,当所述极值差值小于第一阈值时,将所述极值差值与比第一阈值小的第二阈值进行比较。如果所述极值差值等于或大于第二阈值,则推测性地确定为施加冲击。随后,为了进一步确实地确认冲击被施加,确定后来出现的极值对的极值差值是否等于或大于第一阈值。随后,当后来出现的极值对的极值差值等于或大于第一阈值时,检测出冲击被施加。

[0023] 因此,如果即使在正在施加冲击时所述极值差值由于某种原因而暂时变小,也可以确实并迅速地检测到冲击。

[0024] 通常,当冲击正在施加时的电动机的转动速度相对小于在当冲击没有施加时的正常转动期间的电动机的转动速度。

[0025] 因此,优选地,所述转动式冲击工具包括转动数范围确定装置,转动数范围确定装置被配置为确定构成所述极值对的极大值和极小值两者是否都在预定转动数范围内,其中,所述冲击检测装置被配置为当所述转动数范围确定装置确定构成所述极值对的极大值和极小值两者都在预定转动数范围内时,基于所述极值对确定是否正在施加所述冲击力。

[0026] 根据具有这种配置的转动式冲击工具,除了考虑所述极值差值之外,还在考虑构成所述极值对的极大值和极小值两者是否都在预定的转动数范围内的情况下,执行对冲击的检测。因此,可以实现增加的准确性的冲击检测。

[0027] 包括上述转动数范围确定装置的转动式冲击工具还可以如下配置。具体地,所述转动式冲击工具可以包括电压检测装置和转动方向检测装置中的至少一个装置,以及转动数范围设置装置。所述电压检测装置被配置为检测用于向所述电动机供电的电源的电压,所述转动方向检测装置被配置为检测所述电动机的转动方向是预定的正向转动方向还是反向转动方向;转动数范围设置装置被配置为基于所述电压检测装置和所述转动方向检测

装置中的至少一个装置的检测结果,设置所述转动数范围。

[0028] 所述电动机的转动速度可以根据电源电压的变化而变化,并且还可以根据所述电动机的转动方向是正向转动方向还是反向转动方向而变化。因此,通过基于所述电源电压或所述电动机的转动方向来设置所述转动数范围,可以根据该工具的使用状态来设置更为合适的转动数范围,并且因此可以实现进一步增加的准确性的冲击检测。

[0029] 存在所述转动数范围设置装置基于所述电源电压或所述电动机的转动方向来具体设置所述转动数范围的各种方式。例如,所述转动数范围可以被设置以使得在所述电压检测装置检测到的电压较大时,所述转动数范围处在具有较大的转动数的区域内。此外,在所述正向转动方向中的转动速度和所述反向转动方向中的转动速度中的一个相对高于另一转动速度的情况下,所述转动数范围可以被设置以使得在具有较大的转动速度的转动方向的情况下,所述转动数范围处在具有较大的转动数的区域内。

[0030] 利用这种配置,可以在考虑所述电源电压或者所述转动速度的情况下,设置合适的转动数范围。

[0031] 可以按照与上述转动数范围相同的方式,可变地设置第一阈值和第二阈值。具体地,所述转动式冲击工具可以包括电压检测装置和转动方向检测装置中的至少一个装置,以及阈值设置装置,所述电压检测装置被配置为检测用于向所述电动机供电的电源的电压,所述转动方向检测装置被配置为检测所述电动机的转动方向是预定的正向转动方向还是反向转动方向;以及所述阈值设置装置被配置为基于所述电压检测装置和转动方向检测装置中的至少一个装置的检测结果,设置所述第一阈值。

[0032] 在冲击正在施加时的所述极值对的极值差值可以根据所述电源电压或所述转动方向而变化。因此,通过如上所述基于电源电压或转动方向设置阈值,可以根据该工具的使用状态来设置更为合适的转动数范围,并且因此可以实现进一步增加了准确性的冲击检测。

[0033] 存在所述阈值范围设置装置基于所述电源电压或所述电动机的转动方向来具体设置所述第一阈值的各种方式。例如,所述第一阈值可以被设置以使得在所述电压检测装置检测到的电压较大时,所述第一阈值变为较小。此外,在所述正向转动方向中的转动速度和所述反向转动方向中的转动速度中的一个转动速度相对高于另一个转动速度的情况下,所述第一阈值可以被设置以使得在具有较大的转动速度的转动方向的情况下,第一阈值较小。

[0034] 利用这种配置,可以在考虑所述电源电压或者所述转动速度的情况下,设置合适的转动数范围。

[0035] 如上所述的本发明中的转动式冲击工具优选包括第一转动速度限制装置,所述第一转动速度限制装置被配置为当所述冲击检测装置检测到正在施加所述冲击力时,限制所述电动机的转动速度。这里所述的限制可以不仅意味着降低所述转动速度,而且意味着停止所述转动。

[0036] 根据具有这种配置的转动式冲击工具,可以高度准确且迅速地执行对冲击的检测。此外,可以迅速地限制所述电动机的转动速度。因此,可以抑制对使用所述转动式冲击工具所针对的目标对象的不利影响,比如如上所述的由于过大的力矩而造成的螺钉头部的磨伤或损坏。

[0037] 对本发明的转动式冲击工具的预期用途可以不仅是将目标对象连接到对端构件，比如紧固螺钉，而且是将目标对象与对端构件分离开，比如将螺钉从上面紧固了该螺钉的构件上松开并且移除。在这种情况下，在施加冲击的同时不必要求降低转动速度，但是优选地，在终止所述冲击后降低转动速度，以便避免比如螺钉等目标对象从对端构件上立即落下来。

[0038] 因此，本发明的转动式冲击工具还可以包括：转动方向检测装置，被配置为检测所述电动机的转动方向是预定的正向转动方向还是反向转动方向；冲击终止确定装置，被配置为当所述转动方向检测装置检测到所述转动方向是所述反向转动方向并且所述冲击检测装置还检测到正在施加所述冲击力时，确定是否已经终止施加所述冲击力；以及第二转动速度限制装置，被配置为当所述冲击终止确定装置确定已经终止施加所述冲击力时，限制所述电动机的转动速度。

[0039] 利用这种配置，当通过反向转动所述电动机来从所述对端构件移除所述目标对象时，可以防止所述目标对象立即落下来，并且由此避免工作性能的降低。

[0040] 在本发明的转动式冲击工具包括根据所述电动机的转动位置输出信号的霍尔集成电路 (IC) 的情况下，所述转动速度检测装置可以基于从所述霍尔 IC 输出的信号，检测所述转动速度。利用这种配置，可以利用简单的配置检测所述转动速度。

附图说明

[0041] 现在将参照附图作为示例来描述本发明，在附图中：

[0042] 图 1 是本发明的实施例的可充电冲击驱动器的截面图；

[0043] 图 2 是示出安装在所述可充电冲击驱动器中的电动机控制单元的电气配置的配置图；

[0044] 图 3 是示出在所述可充电冲击驱动器的使用（包括冲击操作）期间电动机转动数的变化的示例的波形图；

[0045] 图 4 是图 3 的波形图中的在无负载状态（负载小于预定值）下的预定时间段的波形的放大图，在该预定时间段中不施加冲击；

[0046] 图 5 是在预定时间段中的波形的放大图，在该预定时间段中施加预定值或更大值的负载并且以图 3 中的波形图进行冲击施加；

[0047] 图 6 是示出由控制器执行的冲击控制过程的流程图；

[0048] 图 7A-7B 是示出图 6 中的冲击控制过程中的 S170 的冲击检测过程的细节的流程图；

[0049] 图 8 是示出图 7A-7B 中的冲击检测过程中的 S450 的重新确定过程的细节的流程图；和

[0050] 图 9 是示出电动机转动数变化的另一示例（在通过反向转动松开螺钉的情况下的变化的示例）的波形图。

具体实施方式

[0051] 由于可充电冲击驱动器 1（这里称为“冲击驱动器 1”）的更为具体的结构（尤其是冲击机构）在例如上述日本未审专利申请公开 No. 2010-207951 和日本未审专利申请公

开 No. 2006-218605 中被详细公开,因此这里将不提供它的进一步详细说明。取而代之,将提供对包括冲击机构的主要配置的概略描述。

[0052] 如图 1 中所示,冲击驱动器 1 包括工具主体 10 和电池组 30,该电池组 30 向工具主体 10 供应电能。工具主体 10 包括外壳 2 以及被配置为从外壳 2 的下部(图 1 中的下侧上)突出的手柄部分 3,外壳 2 容纳稍后描述的电动机 4 和冲击机构 6 等。

[0053] 外壳 2 在它的后部(图 1 中的左侧上)容纳电动机 4,以及在电动机 4 的前部(图 1 的右侧上)容纳组装的钟形锤壳(bell-shaped hammer case)5。锤壳 5 容纳冲击机构 6。

[0054] 手柄部分 3 被设计为由操作者在使用冲击驱动器 1 时握住,并且在手柄部分 3 的上方设置触发开关 21。触发开关 21 包括触发器 21a 和开关主体 21b,触发器 21a 由操作者推拉。开关主体 21b 被配置为利用触发器 21a 的推拉操作来打开/关断,并且使得电阻值根据触发器 21a 的操作量(推拉量)而改变。

[0055] 此外,在触发开关 21 的上方(在外壳 2 的下端部分中)设置正向和反向切换开关(changeover switch)22(下文中称作“切换开关 22”),该切换开关 22 将电动机 4 的转动方向切换到正向方向(在本示例中,当从工具的后端向前看时的顺时针方向)和反向方向(与正向转动方向相反的转动方向)之一。用于在触发器 21a 被推拉时照亮冲击驱动器 1 的正向方向的 LED 23 设置在外壳 2 的下部前方部分中。

[0056] 在手柄部分 3 的前下部中,设置冲击力设置开关 24(下文中称作“设置开关 24”)以及冲击力设置指示器 25(下文中称作“指示器 25),设置开关 24 供用户使用来在施加冲击时,按照可选的方式从多个级别中设置冲击力(尤其是冲击力的上限值),以及指示器 25 指示冲击力设置开关 24 所设置的冲击力。

[0057] 容纳电池 29 的电池组 30 可拆卸地附接到手柄部分 3 的下端。电池组 30 通过从手柄部分 3 的前侧向后侧滑动,被附接到手柄部分 3 的下端。在本实施例中,容纳在电池组 30 中的电池 29 是可充电二次电池,比如锂离子二次电池。

[0058] 图 1 中省略的电动机控制单元(参见图 2) 安装在手柄部分 3 内。电动机控制单元包括控制器 31、门电路 32、电动机驱动电路 33 和稳压器 34,并且电动机控制单元被设计为利用来自电池组 30 的电能来转动电动机 4。电动机 4 包括图 1 中省略的霍尔 IC 40(参见图 2),其用于检测电动机 4 的转动位置。

[0059] 在外壳 2 中,在后端部分中具有中空部分的主轴 7 容纳在锤壳 5 中。主轴 7 与电动机 4 的输出轴同轴地布置。设置在锤壳 5 的后端部分中的球轴承 8 枢轴地支撑主轴 7 的后端部分的外缘。

[0060] 在球轴承 8 的正向区域中,设置行星齿轮机构 9,行星齿轮机构 9 由相对于转动轴被点对称地枢轴支撑的两个行星齿轮构成。行星齿轮机构 9 与在锤壳 5 的后端部分的内周表面上形成的内部齿轮 11 啮合。行星齿轮机构 9 被设计为与在电动机 4 的输出轴 12 的前端上形成的小齿轮 13 啮合。

[0061] 冲击机构 6 由主轴 7、安装在主轴 7 的外部的锤部 14 以及在锤部 14 的前方枢轴地支撑的砧部 15 以及用于正向偏置锤部 14 的线圈弹簧 16 构成。

[0062] 锤部 14 以一体地转动且轴向移动的方式与主轴 7 连接,并且由线圈弹簧 16 正向地(朝向砧部 15)偏置。主轴 7 的前端以某个间隙插入到砧部 15 的后端,从而被以可转动的方式枢轴地支撑。

[0063] 砧部 15 被设计为通过接收锤部 14 的转动力和冲击力,绕着它的轴转动。砧部 15 由设置在外壳 2 的前端处的轴承 20 支撑,从而绕着它的轴且在轴向上不可移动地转动。在砧部 15 的前端上,设置夹具衬套 19,用于附接各种工具钻头(未示出),比如驱动器钻头和套管钻头等。电动机 4 的输出轴 12、主轴 7、锤部 14、砧部 15 和夹具衬套 19 全部同轴地布置。

[0064] 用于向砧部 15 施加冲击力的两个冲击突出部 17,17 被突出地设置在锤部 14 的前端表面上,以便在圆周方向上相互间隔开 180 度。被配置为与锤部 14 的冲击部 17,17 邻接的两个冲击臂 18,18 设置在砧部 15 的后端部分上,以便在圆周方向上相互间隔开 180 度。随着利用线圈弹簧 16 的偏置力将锤部 14 朝向主轴 7 的前端侧偏置并保持,锤部 14 的冲击突出部 17,17 邻接砧部 15 的冲击臂 18,18。

[0065] 在如上的状态中,当经由行星齿轮机构 9 利用电动机 4 的转动力转动主轴 7 时,锤部 14 与主轴 7 一起转动,并且经由冲击突出部 17,17 和冲击臂 18,18,将锤部 14 的转动力传递到砧部 15。结果是,转动附接到砧部 15 的前端上的驱动器钻头等,并且紧固螺钉变为可能。

[0066] 当螺钉被紧固到预定位置,并且由此将具有预定值或更大值的外部力矩施加到砧部 15 时,锤部 14 相对于砧部 15 的转动力(力矩)也变为预定值或更大值。结果是,锤部 14 向后移动以对抗线圈弹簧 16 的偏置力,并且锤部 14 的冲击突出部 17,17 跨在砧部 15 的冲击臂 18,18 上。随后,锤部 14 的冲击突出部 17,17 离开砧部 15 的冲击臂 18,18,并且旋转。一旦锤部 14 的冲击突出部 17,17 跨在砧部 15 的冲击臂 18,18 上,将利用线圈弹簧 16 的偏置力再次将锤部 14 向前移动,同时其与主轴 7 一起移动,并且锤部 14 的冲击突出部 17,17 沿着转动方向将冲击施加在砧部 15 的冲击臂 18,18 上。

[0067] 因此,每次向砧部 15 施加具有预定值或更大值的力矩时,将砧部 14 的冲击重复地施加到砧部 15。这种将锤部 14 的冲击力间歇性地施加到砧部 15 上,允许以大的力矩对螺钉进行重新紧固。

[0068] 接着,将参照图 2 提供对设置在冲击驱动器 1 的内部以便控制电动机 4 的转动驱动的电动机控制单元的描述。

[0069] 如图 2 中所示,冲击驱动器 1 包括电池 29、控制器 31、门电路 32 以及电动机驱动电路 33,作为控制电动机 4 的驱动的电动机控制单元。在本实施例中,电动机 4 是三相无电刷电动机,该电动机具有各相 U、V 和 W 的电枢绕组。

[0070] 电动机驱动电路 33 被设计为接收从电池 29 供应的特定直流电压(例如,14.4V),以及将电流传输到电动机 4 的各相的绕组。在本实施例中,电动机驱动电路 33 是由 6 个开关装置 Q1 到 Q6 构成的三相全桥电路。在本实施例中,开关装置 Q1 到 Q6 中的每个是 MOSFET。

[0071] 在电动机驱动电路 33 中,在电动机 4 的各个端子 U、V 和 W 与连接到电池 29 的正极的电源线之间设置三个开关装置 Q1 到 Q3,作为所谓的高端开关(high side switch)。此外,在电动机 4 的各个端子 U、V 和 W 与连接到电池 29 的负极的地线之间设置其它三个开关装置 Q4 到 Q6,作为所谓的低端开关(low side switch)。

[0072] 门电路 32 被设计为根据从控制器 31 输出的控制信号,打开/关断电动机驱动电路 33 中的开关装置 Q1 到 Q6,从而将电流流到电动机 4 中的各相的绕组,并且转动电动机 4。

[0073] 在本实施例中,作为示例,控制器 31 被构造为所谓的单芯片微型计算机。控制器 31 包括存储器 41、CPU、输入 / 输出 (I/O) 端口、A/D 变换器、计时器等。存储器 41 可以是 ROM、RAM 和可重写非易失性存储装置 (比如快闪 ROM、EEPROM 等)。CPU 根据存储器 41 中存储的各种程序执行各种过程。

[0074] 触发开关 21 (更为具体地,开关主体 21b)、切换开关 22、LED 23、设置开关 24、指示器 25 以及电池电压检测单元 26 (下文中称作“检测单元 26”) 与控制器 31 相连。设置在电动机 4 中的霍尔 IC 40 也与控制器 31 相连。

[0075] 控制器 31 根据来自触发开关 21 的驱动命令,设置构成电动机驱动电路 33 的开关装置 Q1 到 Q6 的各个驱动占空比,并且将与各个驱动占空比相符的控制信号输出给门电路 32,从而转动电动机 4。

[0076] 本实施例中的控制器 31 对电动机 4 的转动进行控制,从而使得电动机 4 的转动数对应于用户对触发器 21a 的推拉量,其中预定的最大转动数对应于设置开关 24 选择的作为上限值的冲击力。转动数在这里意味着每单位时间的转动次数,并且因此意味着基本上与转动速度相同。

[0077] 当构成触发开关 21 的触发器 21a 被推拉时,与推拉量对应的信号从也构成触发开关 21 的开关主体 21b 输入到控制器 31。接着,控制器 31 对电动机 4 进行控制,从而使得根据所输入的信号 (与推拉量对应的信号),以与推拉量对应的转动数转动电动机 4。

[0078] 在本实施例中,被配置为使得即使针对相同的推拉量,在反向转动时的转动数也大于在正向转动时的转动数。

[0079] 尽管下面将基于这种构造进行描述,但是所述构造仅仅是示例。可以使用一种使得在正向转动时的转动数大于在反向转动时的转动数的构造,或者可以使用一种使得在两种转动方向上的转动数相同的构造。

[0080] 控制器 31 使用来自霍尔 IC 40 的信号控制转动数。霍尔 IC 40 是设置有霍尔装置的已知转动传感器。具体地,霍尔 IC 40 被配置为每当电动机 4 的转子的转动位置已经到达预定转动位置时 (例如,每当电动机 4 已经转动预定量时),输出脉冲信号。

[0081] 控制器 31 基于来自霍尔 IC 40 的脉冲信号,计算电动机 4 的转动位置和转动数,并且通过门电路 32 和电动机驱动电路 33 控制电动机 4,以使得所计算出的转动数与根据触发器 21a 的推拉量确定的设置转动数一致。

[0082] 实际上,电动机 4 的转动数在高频范围内 (例如,在两倍于或更多倍于工具钻头的转动频率的频率范围内) 不规则地波动。因此,如果基于来自霍尔 IC 40 的脉冲信号计算转动数,则所计算出的转动数包括作为不规则波动分量的高频波动分量。这种包括高频波动分量的转动数的使用可能是对各种高准确性的控制的障碍。

[0083] 鉴于上述,本实施例中的控制器 31 对基于来自霍尔 IC 40 的脉冲信号计算出的转动数 (包括高频波动分量) 执行预定平均过程,以获得在去除该高频波动分量之后的转动数 (即,平均转动数)。随后,基于所获得的转动数 (平均转动数),执行各种过程 (包括上述转动控制过程和下述冲击控制过程 (图 6))。图 3 到图 5 以及图 9 中示出的电动机 4 的转动数的所有波形图 (稍后描述的) 表示执行平均过程之后的转动数,所述转动数要在各种控制过程中被控制器 31 实际使用。

[0084] 尽管在本实施例中利用软件处理 (例如,利用时间平均计算) 在控制器 31 中执行

平均过程,但是这仅仅是示例。针对所述平均过程,存在各种具体方法。例如,可以使用低通滤波器去除所述高频分量。此外,不必要求执行上述平均过程。例如,在所述高频波动分量是可忽略的级别时,可以简单地将基于来自霍尔 IC 40 的脉冲信号计算出的转动数应用于各种控制过程。

[0085] 控制器 31 基于来自切换开关 22 的转动方向设置信号,沿着由切换开关 22 设置的转动方向转动电动机 4。此外,控制器 31 对在触发器 21a 被推拉的同时照亮 LED 23 执行控制,以及对在指示器 25 上指示由设置开关 24 设置的冲击力执行控制。

[0086] 检测单元 26 检测电池 29 的电压,并且将指示所检测到的电压值的电压检测信号输出到控制器 31。控制器 31 基于来自检测单元 26 的电压检测信号,检测电池 29 的电压(电池电压),并且将该电压值用于各种控制过程,比如稍后描述的冲击控制过程(图 6)。

[0087] 由微型计算机构成的控制器 31 要求供应恒定的电源电压 V_{cc} 。因此,在冲击驱动器 1 的外壳 2 中,还设置稳压器 34,稳压器 34 通过从电池 29 接收电能供给,生成恒定的电源电压 V_{cc} (例如,直流 5V)。

[0088] 接着,将提供对冲击控制过程的具体描述。在冲击控制过程中,控制器 31 检测冲击,并且限制(例如,减少)电动机 4 的转动数。所述冲击控制过程是为了根据来自触发开关 21 的驱动命令转动电动机 4 控制器 31 要执行的各种控制过程之一。首先,将参照图 3 到图 5 的波形图提供冲击控制过程的概述。

[0089] 图 3 示出了在利用本实施例的冲击驱动器 1 进行的一系列紧固操作期间电动机转动数的变化的示例。该一系列紧固操作具体是如下操作:打开触发开关 21(即,推拉触发器 21a)来开始紧固螺钉,在螺钉被固定好后在一段时间中施加冲击力从而附加地紧固螺钉,并且随后关断触发开关 21。

[0090] 如图 3 中所示,在从电动机 4 的转动开始时(即,当开始紧固螺钉时)直到将螺钉固定好为止的时间段期间,电动机 4 处于无负载状态,并且以每分钟大约 22,500 转的转动数高速转动。这里所使用的“负载”意味着从外部施加到工具钻头的负载力矩,换言之,转动工具钻头(转动夹具衬套 19)所要求的转动力矩。此外,这里所使用的“无负载状态”意味着负载(转动力矩)小于预定值并且因此不施加冲击的状态。

[0091] 当进行对螺钉的紧固并且将该螺钉固定在紧固的目标对象构件上时,负载增加。最后,转动力矩超过所述预定值,并且开始施加冲击。由于在施加冲击期间所述负载(所述转动力矩)大,所以以比所述无负载状态中小的每分钟大约 14,000 转的转动数执行转动。当在开始施加冲击后的某一时间段内施加冲击力,并且随后关断触发开关 21 时,电动机 4 的转动停止。

[0092] 在本实施例中,预定的冲击转动数范围被设置为是冲击检测的确定准则之一,以便以高度准确的方式检测冲击。具体地,设置指示所述冲击转动数范围的下限值的下限阈值 B_d 以及指示所述冲击转动数范围的上限值的上限阈值 B_u 。此外,检测冲击的一个条件是电动机 4 的转动数在所述冲击转动数范围内。

[0093] 图 4 是不施加冲击的无负载状态下的波形的放大图。更为具体地,这是在打开触发开关 21 后的 200 到 300 分钟的时间段中的波形的放大图。

[0094] 图 5 是在施加冲击时的波形的放大图。更为具体地,这是在打开触发开关 21 后的 800 到 900 分钟的时间段中的波形的放大图。

[0095] 在无负载状态下,如图 4 中清楚的示出,电动机 4 以每分钟大约 22,500 转的转动数高速转动,并且转动数的变化很小。相反,在施加冲击的同时,如图 5 中清楚地示出,由于冲击操作,电动机 4 的转动数周期性变化。具体地,电动机的转动数与锤部 14 的转动同步地周期变化。

[0096] 在施加冲击期间,当锤部 14 跨在砧部 15 上时(在跨在砧部 15 上之后以及紧在离开砧部 15 之前),电动机 4 的转动数变为最低值 ML。另一方面,当在锤部 14 以前离开砧部 15 后再次击打砧部 15 时(具体地,紧在施加冲击力之前),电动机 4 的转动数变为最高值 MH。因此,在施加冲击期间,每次转动锤部 14 时,电动机 4 的转动数与锤部 14 的转动同步地变化,并且达到最低值 ML 的时刻和达到最高值 MH 的时刻交替到达。

[0097] 如果以数学术语严格地定义,则周期性变化的波形中的上述最低值 ML 是极小值,以及上述最高值 MH 是极大值。因此,在施加冲击期间的电动机的转动数中,所述极大值和极小值交替出现。

[0098] 然而,在本实施例中,为了说明的目的如上所述,在施加冲击期间出现的电动机转动数的极大值和极小值分别被称作最高值和最低值。也就是,在本实施例中,最高值 (MH) 对应于本发明的极大值,以及最低值 (ML) 对应于本发明的极小值。

[0099] 如上所述,在施加冲击期间的电动机转动数中,最低值 (ML) 和最高值 (MH) 按照时间顺序交替出现。因此,本实施例中的控制器 31 在电动机 4 的转动期间,按照时间顺序连续地检测电动机 4 的转动数的最高值 (MH) 和最低值 (ML),以便检测冲击。可以更容易地检测最高值 (MH) 和最低值 (ML) 中的任何一个。当连续检测到的最高值 (MH) 和最低值 (ML) 之间的差值等于或大于第一阈值 x 时,确定施加了冲击。

[0100] 将参照图 5 提供具体的描述。为了例示冲击检测的原理,为了方便,在假设在图 5 的波形中的 830ms 的时刻处或之后开始施加冲击的情况下提供所述描述。在这种情况下,在开始施加冲击后,首先在大约 839ms 的时刻处检测到最高值 (MHn),并且随后在大约 847ms 的时刻处检测到最低值 (MLn)。接着,控制器 31 计算连续检测到的最高值 MHn 和最低值 MLn 之间的差值。如果上述值之间的差值等于或大于第一阈值 x ,则确定施加了冲击。

[0101] 在本实施例中,取代如上所述仅进行一次确定,可以通过进行多次确定(在本示例中为两次确定)来检测冲击。此外,如果上述差值不是等于或大于第一阈值 x ,则可以重新确定。这些各种控制方法将在稍后描述。

[0102] 如上所述,电动机的转动数周期性变化,并且在施加冲击期间最高值和最低值周期性地出现。因此,可以通过合适地设置第一阈值 x 来检测冲击。

[0103] 在不施加冲击的无负载状态下,第一阈值 x 被合适地设置为使得电动机转动数的波动范围不超过第一阈值 x 的值(参见图 4)。此外,在施加冲击时,第一阈值 x 被合适地设置为使得电动机转动数的波动范围(即,最高值和最低值之间的差值)超过第一阈值 x 的值(参见图 5)。然而,如果第一阈值 x 被设置为使得在考虑到施加冲击期间出现的可能差值的情况下所述波动范围总是超过第一阈值 x ,则第一阈值 x 可以是极低值,这可以导致即使在无负载状态下也错误检测到冲击。因此,第一阈值 x 应该被设置为是合适的高值,以避免在无负载状态下错误地检测到冲击。

[0104] 接着,将根据图 6 到图 8 中示出的流程图,提供对控制器 31 执行的冲击控制过程的描述。冲击控制过程是实现上述冲击检测以及在检测到冲击后对电动机转动数进行限制

的过程。

[0105] 在从稳压器 34 将电源电压 V_{cc} 施加到控制器 31 时,控制器 31 重复地执行图 6 中示出的冲击控制过程。

[0106] 如图 6 中所示,当开始冲击控制过程时,控制器 31 首先在 S110 确定是否打开触发开关 21。在触发开关 21 关断时,重复执行 S110 中的处理。当触发开关 21 打开时 (S110 :是),在 S120 中确定冲击检测开始时刻是否已经到达。具体地,确定自触发开关 21 打开起是否已经经过预定时间。等待经过所述预定时间是为了避免在紧接在触发开关 21 打开后的不稳定条件下错误地检测到冲击。

[0107] 直到冲击检测开始时刻已经到达 (即,直到自触发开关 21 打开起已经经过所述预定时间),本过程才进行到 S130,并且确定触发开关 21 是否保持打开。只要触发开关 21 保持打开 (S130 :是),所述过程就返回到 S120。当触发开关 21 关断 (S130 :否) 时,所述过程返回到 S110。

[0108] 当确定冲击检测开始时刻已经到达时 (S120 :是),在 S140 中,从检测单元 26 获取电池电压。此外,在 S150,基于来自切换开关 22 的信号获取电动机 4 的转动方向。随后,在 S160,基于所获取的电池电压和转动方向,设置上限阈值 B_u 、下限阈值 B_d 、第一阈值 x 和第二阈值 y 。

[0109] 如下设置上限阈值 B_u 和下限阈值 B_d :针对所述电池电压,在电池电压变为更大时,将上限阈值 B_u 和下限阈值 B_d 设置为各自的较大值。换言之,上限阈值 B_u 和下限阈值 B_d 被设置为使得在所述电池电压变为更大时,所述冲击转动数范围作为整体在具有较大的转动数的区域中。此外,如上所述,在本实施例中,在反向转动时的转动数大于在正向转动时的转动数。因此,设置上限阈值 B_u 和下限阈值 B_d 从而使得在反向转动时比在正向转动时大。换言之,设置上限阈值 B_u 和下限阈值 B_d ,以使得与在正向转动时相比,在反向转动时的冲击转动数范围作为整体处在具有较大的转动数的区域中。

[0110] 第一阈值 x 和第二阈值 y 基本上被设置为使得第二阈值 y 小于第一阈值 x 。基于此,根据所述电池电压和所述转动方向,设置第一阈值 x 和第二阈值 y 。

[0111] 针对所述电池电压,在所述电池电压变为更大时,第一阈值 x 和第二阈值 y 被设置为更小。针对所述转动方向,与正向转动相比,在反向转动时的第一阈值 x 和第二阈值 y 被设置为更小。

[0112] 在如上设置第一阈值 x 和第二阈值 y 后,所述过程进行到 S170 中的冲击检测过程。图 7A-7B 中示出了 S170 中的冲击检测过程的细节。当所述过程进行到冲击检测过程时,首先,在 S310,对存储器 41 中存储的最高值 MH 和最低值 ML 都复位。接着,在 S320,确定是否检测到最高值。

[0113] S320 中的对最高值的检测实质上是检测极大值的处理。具体地,在上次 S320 中的确定处理中由控制器 31 计算出的转动数和本次 (即,当前) S320 中的确定处理中由控制器 31 计算出的转动数之间进行比较,并且当本次的值小于上次的值时 (即,在从增加变为减小的情况下),上次的值被检测为最高值。

[0114] 当在 S320 中检测到最高值时,在 S330 中,将所检测到的最高值作为最高值 MH_n 存储到存储器 41 中。接着,在 S340,确定是否检测到最低值。

[0115] S340 中的对最低值的检测实质上是检测极小值的处理。具体地,在上次 S340 中

的确定处理中由控制器 31 计算出的转动数和本次（即，当前）S340 中的确定处理中由控制器 31 计算出的转动数之间进行比较，并且当本次的值大于上次的值时（即，在从减小变为增加的情况下），上次的值被检测为最低值。

[0116] 如果 S340 中的最低值检测处理中没有检测到最低值，则所述过程进行到 S350，并且确定自上次检测到所述最高值起（即，自在 S320 中检测到最高值起）是否已经经过预定时间。

[0117] 如果确定还未经过所述预定时间（S350：否），则所述过程返回到 S340，并且继续对最低值的检测。如果确定在检测到最低值之前已经经过所述预定时间（S350：是），则终止冲击检测过程，并且所述过程进行到 S180（图 6）。如果在已经经过所述预定时间之前检测到最低值（S340：是），则在 S360，将所检测到的最低值作为最低值 ML_n 存储到存储器 41 中。

[0118] 在 S370，确定在 S330 和 S360 中存储在存储器 41 中的最高值 MH_n 和最低值 ML_n 分别是否都在所述冲击转动数范围内（即，等于或小于上限阈值 B_u 并且还等于或大于下限阈值 B_d ）（参见图 3）。如果最高值 MH_n 和最低值 ML_n 中的任何一个在所述冲击转动数范围之外（S370：否），则终止所述冲击检测过程，并且所述过程进行到 S180（图 6）。如果最高值 MH_n 和最低值 ML_n 两者都在所述冲击转动数范围内（S370：是），则所述过程进行到 S380。

[0119] 在 S380，确定最高值 MH_n 和最低值 ML_n 之间的差值（下文中称为“第一差值”）是否等于或大于第一阈值 x 。如果第一差值等于或大于第一阈值 x （S380：是），则作出推测性的确定，该确定即，正在施加冲击的可能性非常大，并且随后执行又一相同确定过程。具体地，在 S390，再次执行对作为下一极大值的最高值的检测。也就是，由于当前已经连续检测到最高值 MH_n 和最低值 ML_n ，因此执行对下次应该再次出现的最高值的检测。S390 中的最高值检测处理与 S320 中的最高值检测处理完全相同。

[0120] 如果在 S390 的最高值检测处理中没有检测到最高值，则所述过程进行到 S400，并且确定自上次检测到最低值起（即，自 S340 中检测到最低值起）是否已经经过预定时间。如果确定还未经过所述预定时间（S400：否），则所述过程返回到 S390，并且继续最高值检测处理。如果确定在检测到最高值之前已经经过所述预定时间（S400：是），则终止所述冲击检测过程，并且所述过程进行到 S180（图 6）。如果在已经经过所述预定时间之前检测到最高值（S390：是），则在 S410，将所检测到的最高值作为最高值 MH_{n+1} 存储到存储器 41 中，并且所述过程进行到 S420。

[0121] 在 S420，确定最高值 MH_{n+1} 和最低值 ML_n 之间的差值（下文中称为“第二差值”）是否等于或大于比第一阈值 x 小的第二阈值 y 。如果第二差值小于第二阈值 y ，则终止所述冲击检测过程，而不对正在施加冲击进行确定并且终止所述冲击检测过程，并且所述过程进行到 S180（图 6）。如果第二差值等于或大于第二阈值 y （S420：是），则对正在施加冲击进行确认确定，并且在 S430，将冲击检测标记设置在存储器 41 中。

[0122] 也就是，即使在 S380 中最高值 MH_n 和最低值 ML_n 之间的差值（第一差值）等于或大于第一阈值 x ，仅仅作出推测性的确定，而不对正在施加冲击进行确认确定，并且随后在确认后续的最高值 MH_{n+1} 和最低值 ML_n 之间的差值（第二差值）等于或大于第二阈值 y 后，对正在施加冲击进行确认确定。

[0123] 如果 S380 中确定最高值 MH_n 和最低值 ML_n 之间的差值（第一差值）小于第一阈

值 x (S380 :否), 则所述过程进行到 S450, 并且执行重新确定过程。

[0124] 图 8 中示出了重新确定过程的细节。当所述过程进行到所述重新确定过程时, 首先在 S510, 确定最高值 MH_n 和最低值 ML_n 之间的差值 (第一差值) 是否等于或大于第二阈值 y 。如果第一差值小于第二阈值 y (S510 :否), 则确定未施加冲击, 并且终止所述重新确定过程。接着, 所述过程进行到 S460 (参见图 7B)。

[0125] 另一方面, 如果第一差值等于或大于第二阈值 y (S510 :是), 则作出正在施加冲击的可能性高的推测性的确定, 并且再次执行基于第一阈值 x 的确定。具体地, 在 S520, 按照与图 7B 中的 S390 中相同的方式, 执行对作为下一极大值的最高值的检测处理。如果甚至在 S520 中的检测处理中也未检测到最高值, 则所述过程进行到 S530, 并且按照与 S400 中相同的方式, 确定自上次检测到最低值起是否已经经过预定时间。如果确定还未经过所述预定时间 (S530 :否), 则所述过程返回到 S520。如果确定在检测到最高值之前已经经过所述预定时间 (S530 :是), 则确定未施加冲击, 并且终止所述重新确定过程。如果在已经经过所述预定时间之前已经检测到最高值 (S520 :是), 则在 S540, 将所检测到的最高值作为最高值 MH_{n+1} 存储到存储器 41 中, 并且所述过程进行到 S550。

[0126] 在 S550, 确定最高值 MH_{n+1} 和最低值 ML_n 之间的差值 (第二差值) 是否等于或大于第一阈值 x 。如果第二差值等于或大于第一阈值 x (S550 :是), 则在 S560 中进行冲击确定, 即, 正在施加冲击的确认确定, 并且终止所述重新确定过程。如果在 S550 中确定第二差值小于第一阈值 x (S550 :否), 则确定未施加冲击, 并且终止所述重新确定过程。

[0127] 返回到图 7B, 当终止 S450 中的重新确定过程时, 所述过程进行到 S460, 并且确定在 S450 中的重新确定过程中是否进行了冲击确定 (在图 8 中示出的 S560 的重新确定过程中是否进行了冲击确定)。如果在 S450 中的重新确定过程中未进行冲击确定 (S460 :否), 则立即终止所述冲击检测过程, 并且所述过程进行到 S180 (参见图 6)。如果在 S450 中的重新确定过程中进行了冲击确定 (S460 :是), 则在 S430, 将冲击检测标记设置到存储器 41 中, 并且终止所述冲击检测过程。随后, 所述过程进行到 S180。

[0128] 返回到图 6, 当终止 S170 中的冲击检测过程并且所述过程进行到 S180 时, 确定在 S170 中的冲击检测过程中是否已经检测到冲击 (冲击检测标记是否被设置到存储器 41 中)。如果冲击检测标记被设置 (S180 :是), 则所述过程进行到 S200, 并且限制 (减少) 电动机 4 的转动数。限制转动数的具体示例可以采用各种形式。例如, 可以完全停止电动机 4 的转动。

[0129] 如果冲击检测标记未被设置 (S180 :否), 则所述过程进行到 S190, 并且按照与 S130 中相同的方式, 确定触发开关 21 是否保持打开。如果触发开关 21 保持打开 (S190 :是), 则所述过程返回到 S170。如果触发开关 21 关断 (S190 :否), 则所述过程返回到 S110。

[0130] 如上所述, 在本实施例的冲击驱动器 1 中, 控制器 31 基于来自霍尔 IC 40 的脉冲信号计算电动机 4 的转动数, 并且基于所计算出的转动数, 检测冲击存在或缺失。具体地, 计算所述转动数的最高值 MH 和最低值 ML (上述值按照时间顺序连续出现) 之间的差值, 并且基于所述差值是否等于或大于第一阈值 x , 确定是否正在施加冲击。也就是, 使用在施加冲击时出现的转动速度中的周期性变化, 检测冲击。因此, 即使利用简单的配置, 也可以高度准确且快速地检测冲击。

[0131] 当检测到冲击时, 例如通过减少电动机 4 的转动数或停止电动机 4, 来限制电动机

4 的转动数,从而使得所述转动数将至少低于检测到所述冲击之前的转动数。

[0132] 因此,在螺钉紧固期间,可以紧接在固定好螺钉之后(紧接在开始施加冲击之后)检测到冲击,并且限制电动机 4 的转动数。因此,可以抑制比如螺钉头部磨伤或损坏的麻烦。

[0133] 此外,在本实施例中,当连续地检测到按照时间顺序连续出现的转动数的最高值 MH 和最低值 ML 时,对从检测到所述值中的一个到检测到所述值中的另一个的时间设置限制。具体地,当在自检测到所述值中的一个起已经经过预定时间之前检测到所述值中的另一个的情况下,基于这两个值之间的差值进行确定(比如通过与第一阈值 x 进行比较以及与第二阈值 y 的比较进行的确定)。

[0134] 因此,如果由于与冲击不同的原因而连续检测到最高值 MH 和最低值 ML,则可以排除该种检测结果,并且由此抑制对冲击的错误检测。

[0135] 此外,在本实施例中,在检测到在时间上连续的最高值 MH 和最低值 ML 的情况下,仅仅在这些值都在所述冲击转动数范围内时,才基于这些值之间的差值执行对冲击的确定。因此,可以对检测冲击提供增加的准确性。

[0136] 此外,在本实施例中,即使在最高值 MH_n 和最低值 ML_n 之间的差值(第一差值)等于或大于第一阈值 x 时,也不做出正在施加冲击的确认确定。在随后将下次检测到的最高值 MH_{n+1} 和紧之前的最低值 ML_n 之间的差值(第二差值)与第二阈值 y 进行比较并且确定第二差值等于或大于第二阈值 y 之后,做出确认确定。通过基于如上所述的使用不同阈值的多次确定来检测冲击,可以抑制对冲击的错误检测。

[0137] 在本实施例中,在考虑所述电池电压和所述转动方向的情况下,以可变的方式设置上限阈值 B_u 、下限阈值 B_d 、第一阈值 x 和第二阈值 y 。因此,可以根据所述电池电压和所述转动方向设置更为合适的各个阈值,并且由此在检测冲击上提供增加的准确性。

[0138] [修改例]

[0139] 尽管已经如上描述了本发明的实施例,但是要理解的是,本发明不限于上述实施例,并且可以在不被背离本发明的精神和范围的情况下进行各种改变和修改。

[0140] 例如,关于按照时间顺序连续出现的最高值 MH 和最低值 ML 之间的差值,在第一差值等于或大于第一阈值 x 以及后续的第二差值等于或大于第二阈值 y 的情况下,在上述实施例中做出冲击确定。然而,取而代之,可以首先进行与第二阈值 y 之间的比较,并且随后进行与第一阈值 x 之间的比较。

[0141] 此外,由于第二阈值 y 比第一阈值 x 小,与第二阈值 y 相比,第一阈值 x 作为用于冲击检测的阈值具有相对较高的可靠性。因此,例如,可以与第一阈值 x 进行一次比较,并且随后当第一差值等于或大于第一阈值 x 时,与第二阈值 y 进行多次比较,并且当所述多次的比较结果指示第二差值等于或大于第二阈值 y 时,做出冲击确定。换言之,在使用多个阈值进行多次确定的情况下,可以使用所述多个阈值中的相对低可靠的阈值(即,较小的阈值),来进行更多次的确定。

[0142] 或者,取代进行多次确定,可以仅仅进行一次确定(即,仅仅进行关于第一差值的确定),并且当第一差值等于或大于第一阈值 x 时,进行冲击确定。

[0143] 在进行多次确定的情况下,取代第一阈值 x 和第二阈值 y ,可以仅仅使用第一阈值 x 来进行所述多次确定。例如,当第一差值等于或大于第一阈值 x 时,还可以进行后续检测

到的第二差值和第一阈值 x 之间的第二比较,并且当第二差值也等于或大于第一阈值 x 时,进行冲击确定。

[0144] 在这种情况下,如果在第二次比较中第二差值小于第一阈值 x ,则可以立即确定出未施加冲击。或者,可以确定下一差值(最高值 MH_{n+1} 与最低值 ML_{n+1} 之间的差值,下文中称作“第三差值”)是否等于或大于第一阈值 x ,并且随后在第三差值等于或大于第一阈值 x 时,进行冲击确定。此外,或者,可以将第三差值与第二阈值 y 进行比较,并且如果第三差值等于或大于第二阈值 y ,则在另一差值(最高值 MH_{n+2} 和最低值 ML_{n+1} 之间的差值)和第一阈值 x 之间进行比较,并且随后在该另一差值等于或大于第一阈值 x 时,做出冲击确定。

[0145] 此外,可以在三个或四个差值中的每个差值与第一阈值 x 之间进行比较,并且随后在所有三个或四个差值都等于或大于第一阈值 x 时,做出冲击确定。在这种情况下,如果三个或四个差值中的任何一个小于第一阈值 x ,则可以立即做出未施加冲击的确定。或者,可以在比第一阈值 x 小的差值和第二阈值 y 之间进行比较。随后,如果作为进一步比较的结果,该差值大于第二阈值 y ,则可以立即进行冲击确定,或者可以计算新差值,并且基于该新差值是否等于或大于第一阈值 x 来进行冲击检测。

[0146] 也就是,可以合适地对以下进行确定:应该将多少按照时间顺序连续出现的最高值 MH 和最低值 ML 之间的差值用于进行对冲击的确定;如果任何差值小于第一阈值 x ,则是否进行与第二阈值 y 之间的比较;以及如果该差值大于第二阈值 y ,则接下来该进行的事情(即,是做出冲击确定,还是进行基于任何其它差值的另一确定)。

[0147] 尽管在上述实施例设置两个阈值,但是可以设置另一阈值来进行关于冲击的确定。例如,如果差值小于第一阈值 x ,并且还小于第二阈值 y ,则可以在该差值与小于第二阈值 y 的第三阈值 z 之间进行比较,并且当该差值等于或大于第三阈值 z 时,继续关于冲击的确定。也就是,可以合适地确定用于对冲击的确定的阈值的数量,以及尤其是确定如何使用多个阈值来进行关于冲击的确定。

[0148] 冲击驱动器 1 不仅可以用于紧固螺钉,而且可以用于移除(松开)螺钉。在松开螺钉的情况下,还可以使用冲击力来松开被紧固的螺钉。在松开螺钉的情况下,与紧固的情形相反,电动机 4 应该沿着反向转动方向转动。此外,在反向转动期间,在上述实施例中执行图 6 中示出的冲击控制过程。

[0149] 在使用冲击力松开螺钉的情况下,一旦螺钉被松开且电动机 4 处于无负载状态,电动机 4 就可以高速转动,并且螺钉可以马上落下,从而导致降低的工作性能。因此,在利用反向转动松开螺钉的情况下,必须首先检测冲击,接着检测冲击的终止,并且随后在检测到冲击终止时,限制电动机 4 的转动数。

[0150] 图 9 示出了在松开被紧固的螺钉的情况下电动机 4 的转动数的变化的示例。如图 9 中所示,当开始电动机 4 的反向转动来松开螺钉时,在开始反向转动后马上开始施加冲击。控制器 31 按照与图 6 中示出的冲击控制过程(更为具体地,图 7A-7B 中的冲击检测过程)相同的方式,检测反向转动期间的冲击施加。当检测到施加冲击时,随后执行对冲击终止的检测。

[0151] 具体地,基于电动机 4 的转动数是否等于或大于预定的冲击终止检测阈值 F (下文中称为“阈值 F ”),执行对冲击终止的检测。可以在比所述冲击检测过程中使用的冲击转动数范围(参见图 3)高但比无负载状态时的转动数小的范围内设置所述阈值 F 。

[0152] 当电动机 4 的转动数由于冲击终止而增加,并且变为等于或大于阈值 F(图 9 中的大约 940ms 处)时,确定已经终止冲击施加,并且执行对电动机 4 的转动数的限制。

[0153] 如上所述,在当松开螺钉等时施加冲击的情况下,通过在冲击终止后限制电动机 4 的转动数,可以抑制螺钉等由于高速转动而导致的马上落下,并且由此可以避免工作性能的降低。

[0154] 尽管在上面的实施例中描述了控制器 31 由微型计算机构成,但是控制器 31 可以由可编程逻辑装置构成,比如 ASIC(专用集成电路)、FPGA(现场可编程门阵列)等。

[0155] 此外,控制器 31 所执行的上述各种控制过程可以利用构成控制器 31 的 CPU 执行各个程序来实现。所述程序可以写入到控制器 31 中的存储器 41 中,或者可以存储在控制器 31 可以读取数据的记录介质中。作为所述记录介质,可以使用便携式半导体存储器(比如 USB 存储器、存储卡(注册商标))。

[0156] 此外,尽管在上述实施例中描述了电动机 4 由三相无电刷电动机构成,但是可以使用任何电动机,只要该电动机能够转动被附接了工具元件的输出轴。

[0157] 本发明不仅可以应用于电池型工具,而且可以应用与通过电线接收电力供应的工具,或者可以应用于被配置为利用交流电动机转动工具元件的转动式冲击工具。

[0158] 此外,构成电动机驱动电路 33 的开关装置 Q1 到 Q6 中的每个可以是除了 MOSFET 之外的开关装置(比如,双极晶体管)。

[0159] 此外,尽管作为示例,在上述实施例中描述了电池 29 是锂离子二次电池,但是电池 29 可以是另一种二次电池,比如镍氢二次电池或者镍镉二次电池。

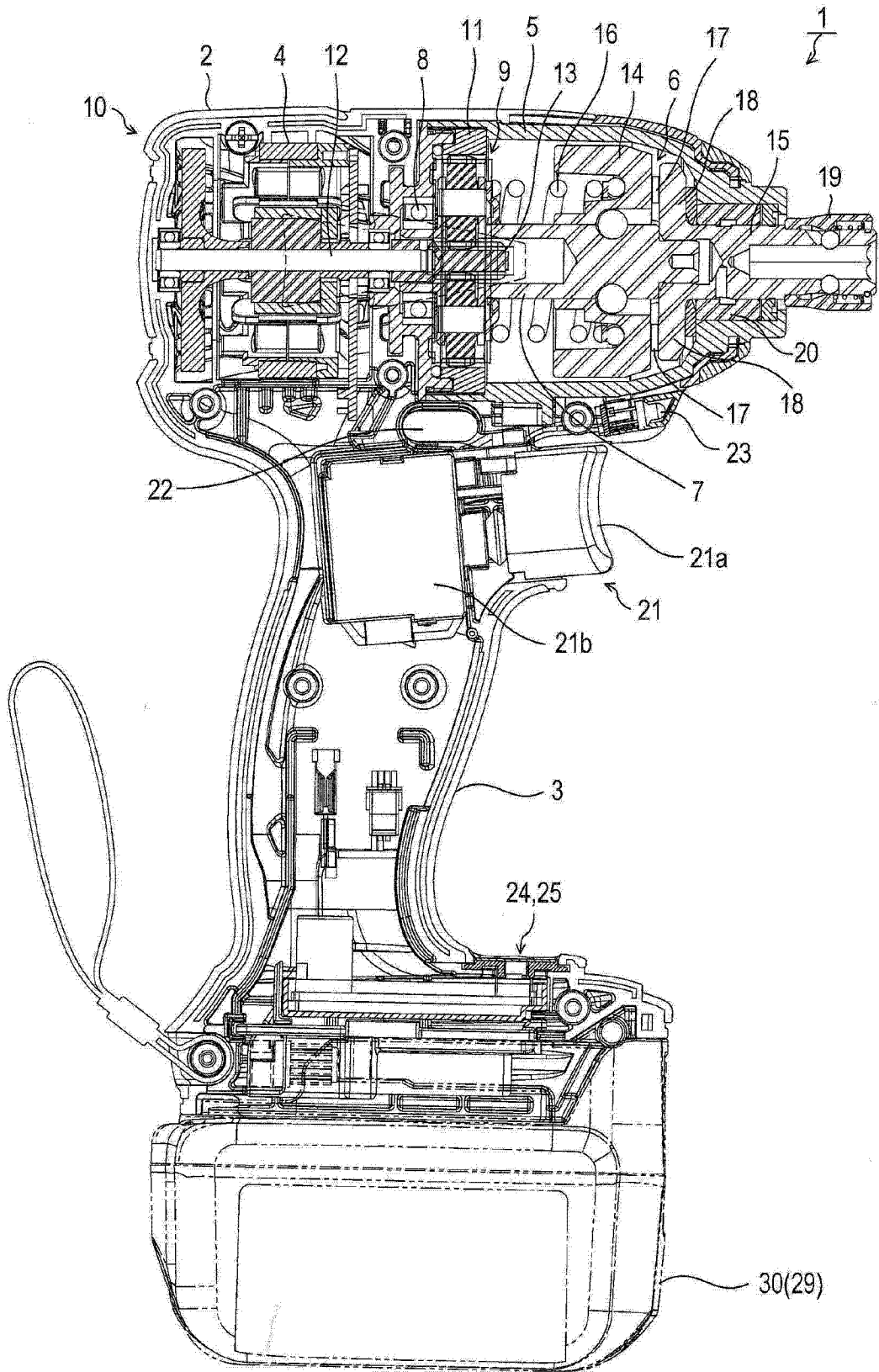


图 1

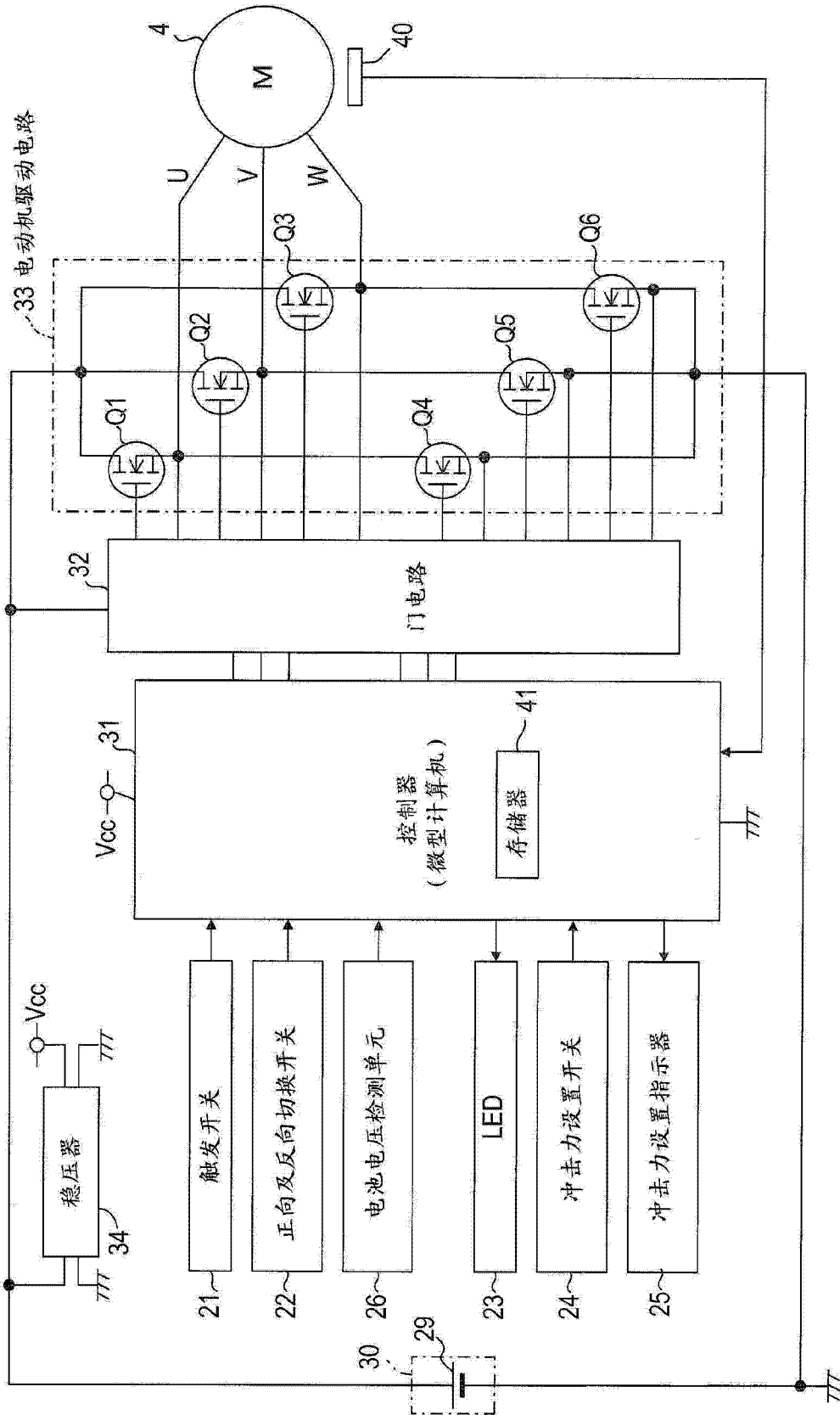


图 2

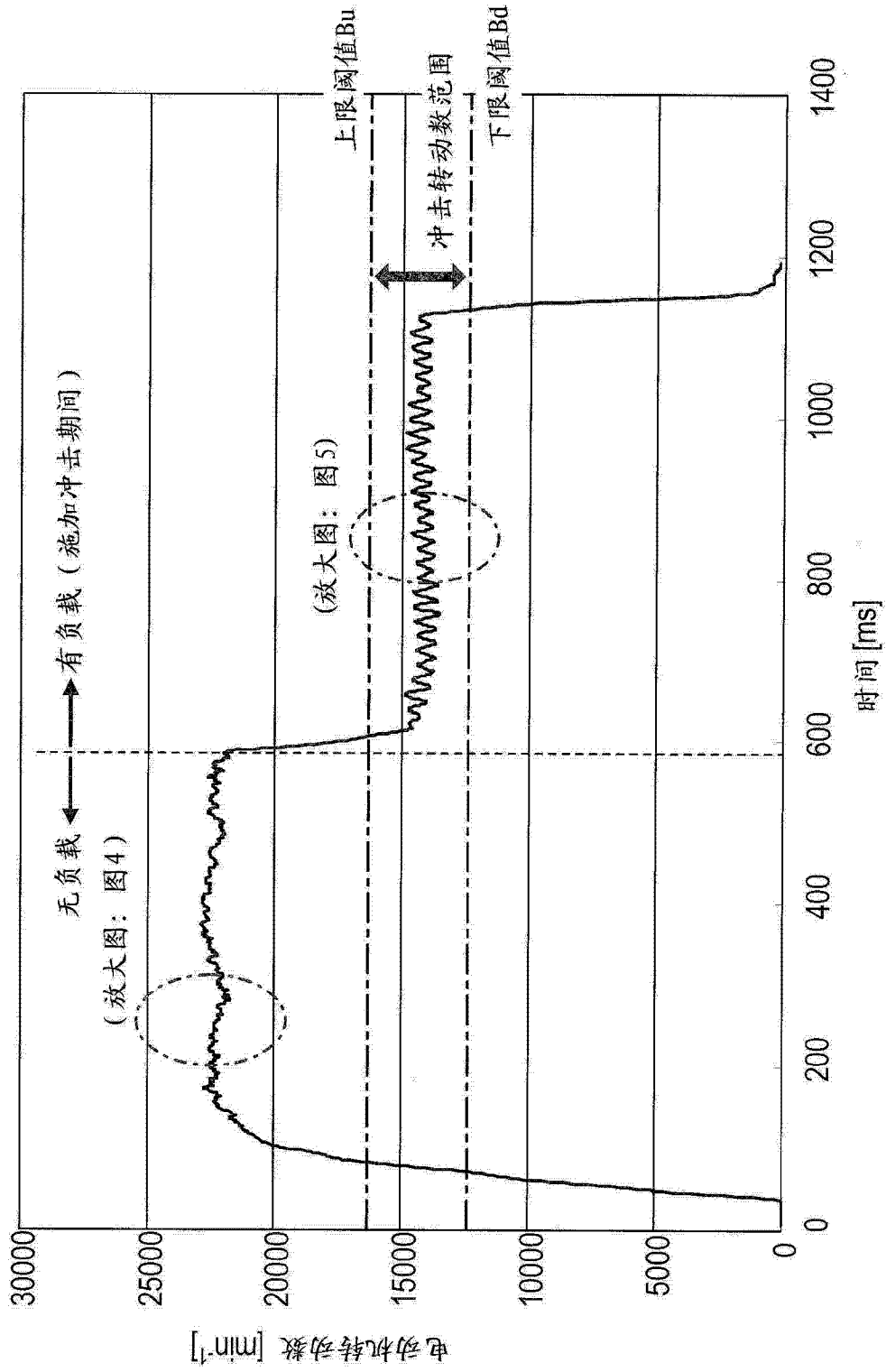


图 3

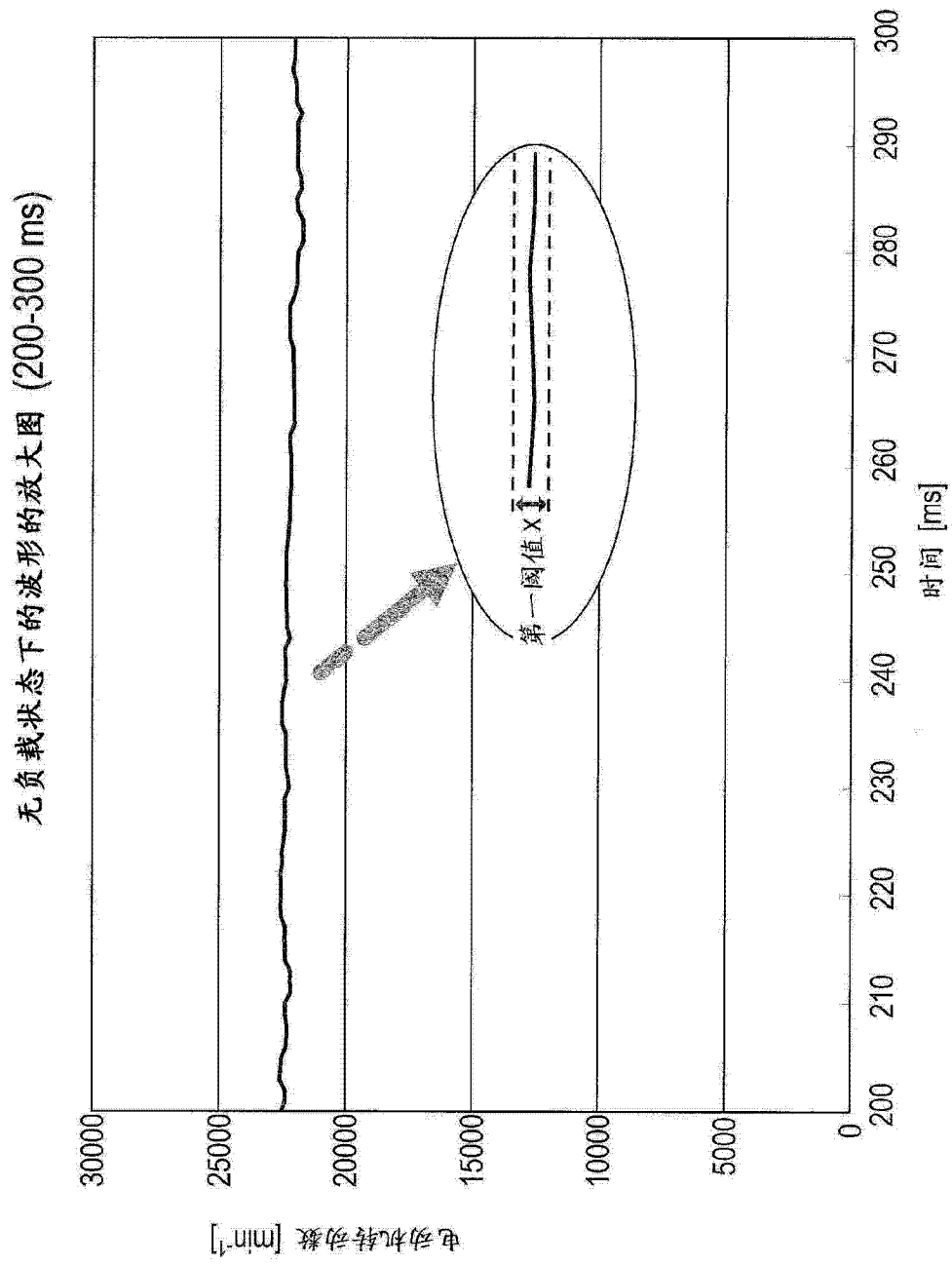


图 4

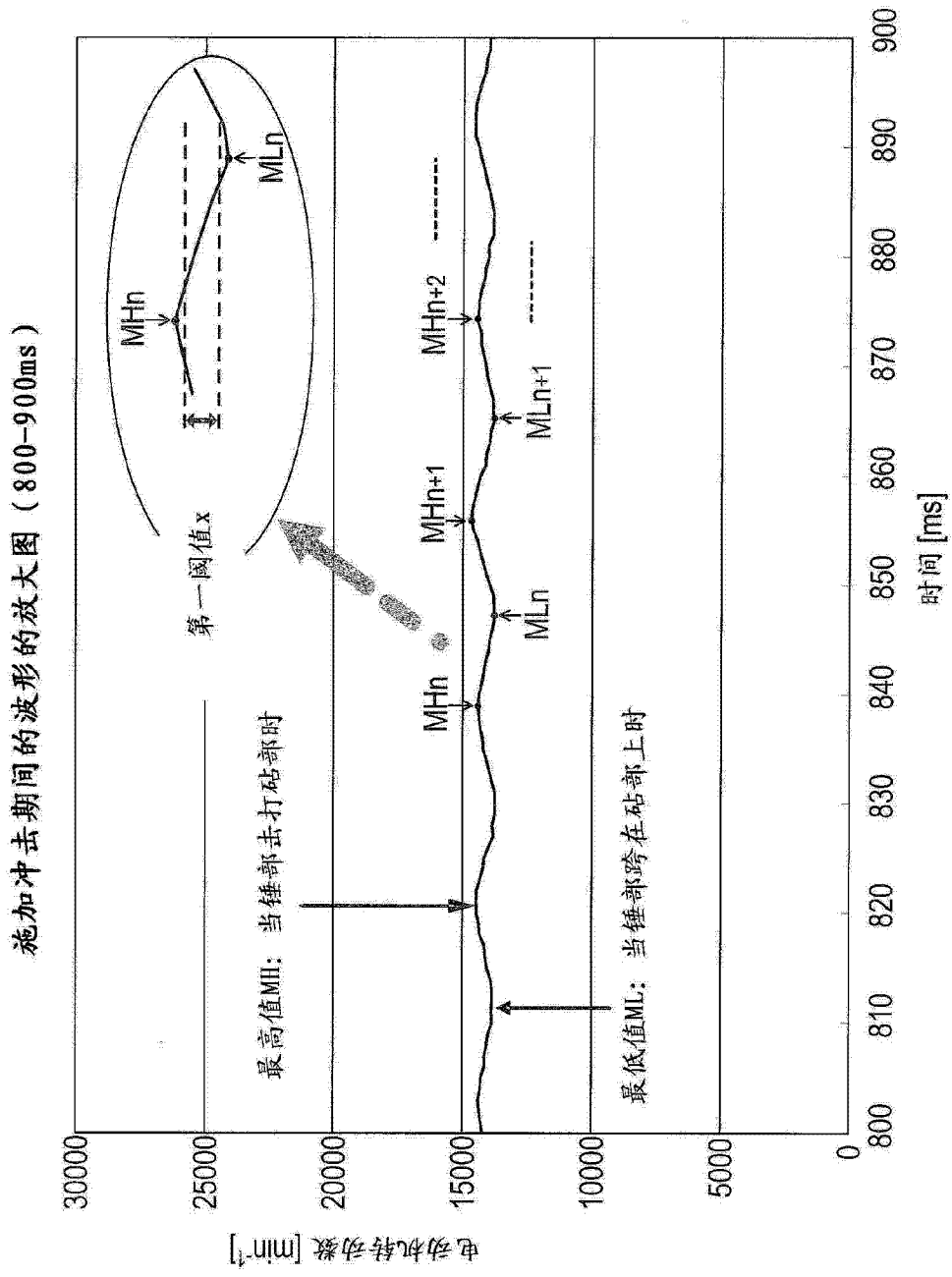


图 5

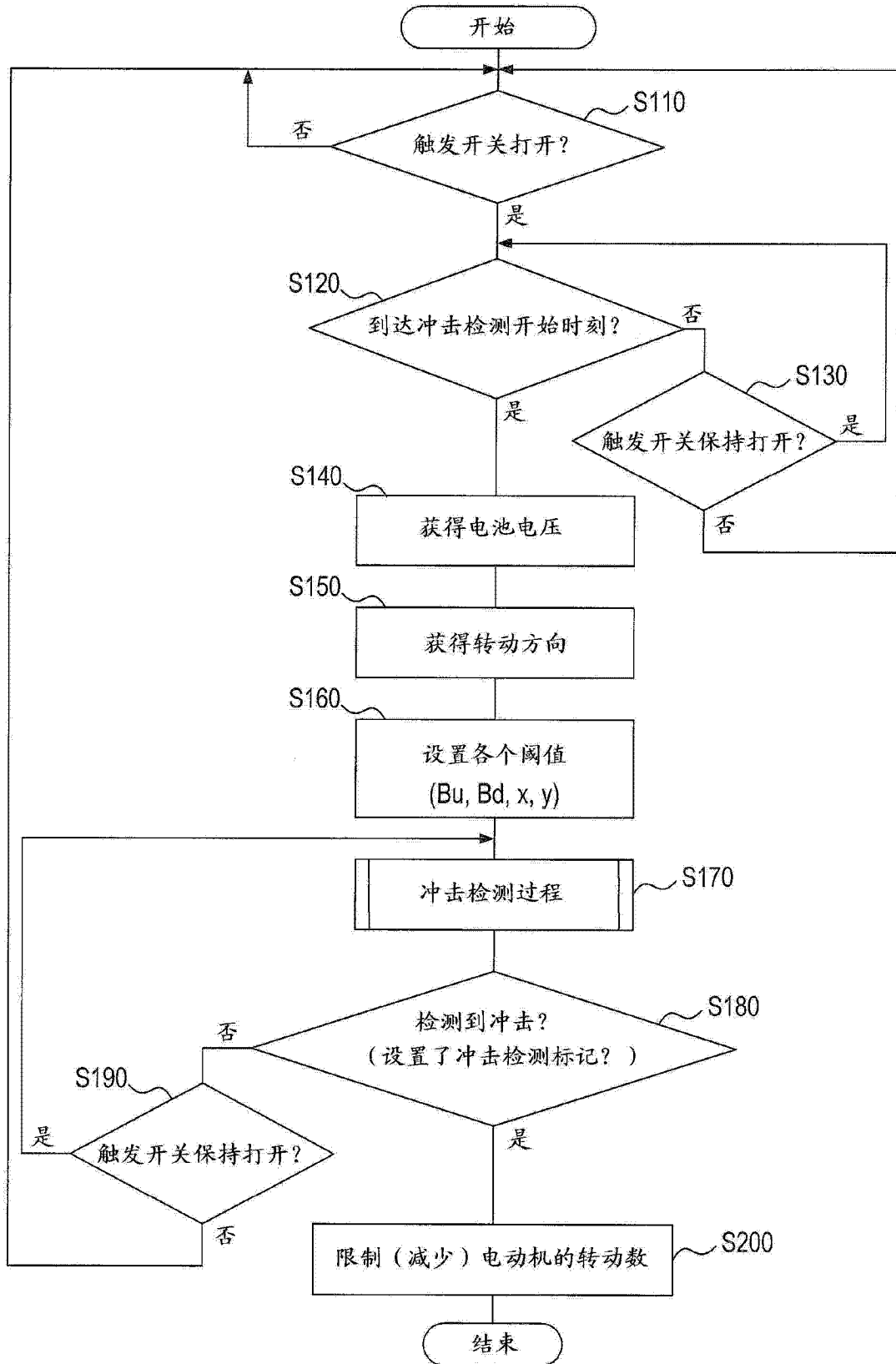


图 6

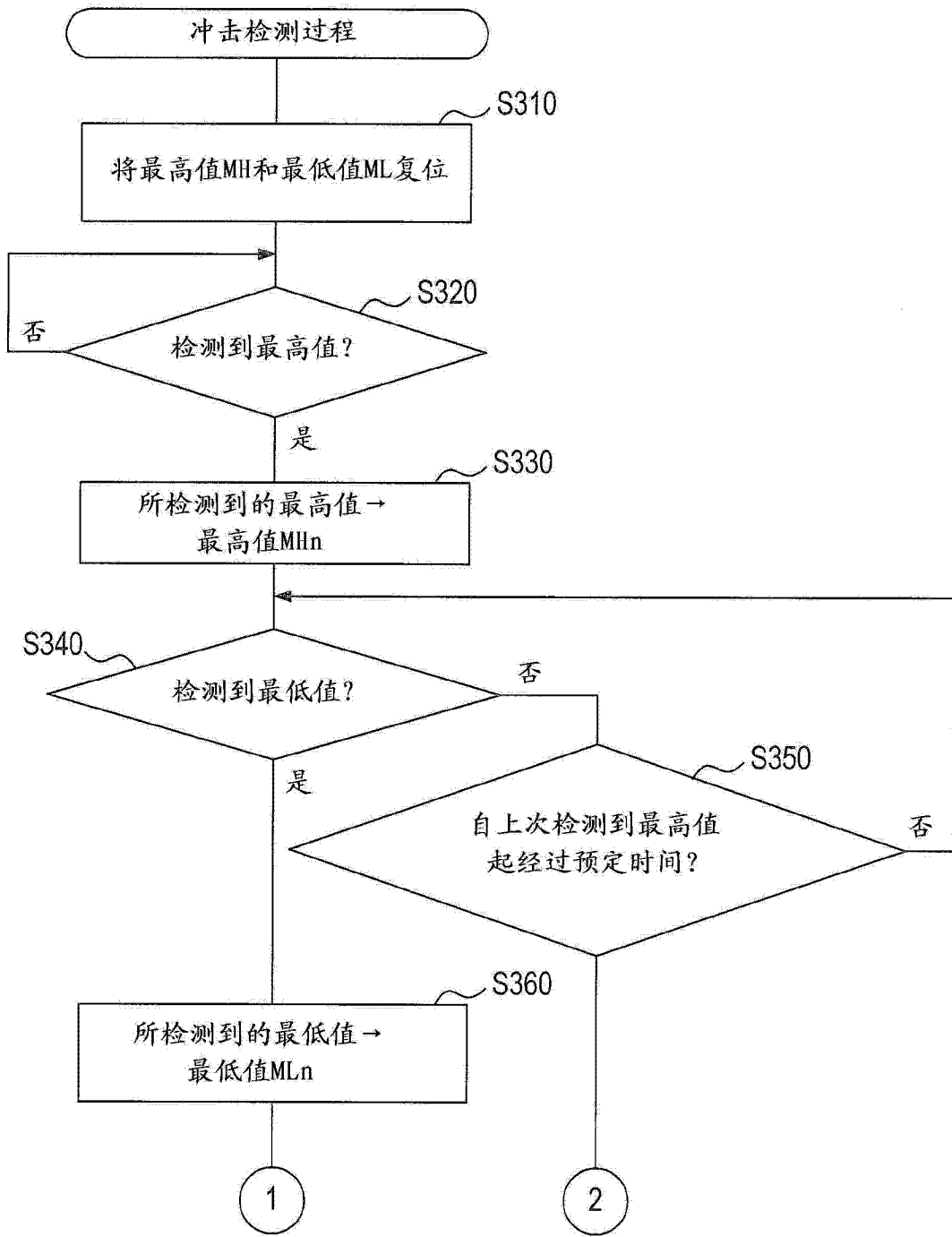


图 7A

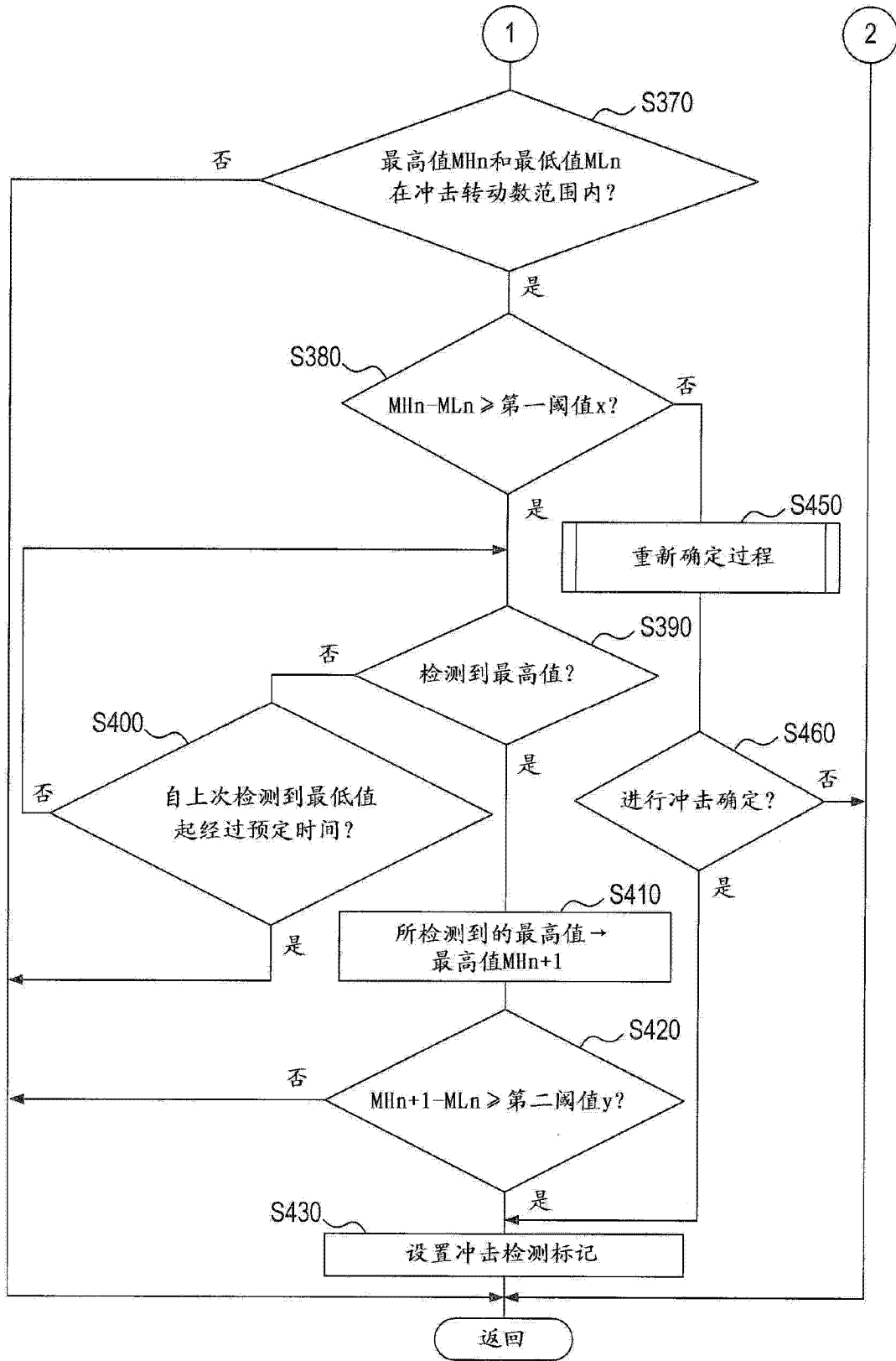


图 7B

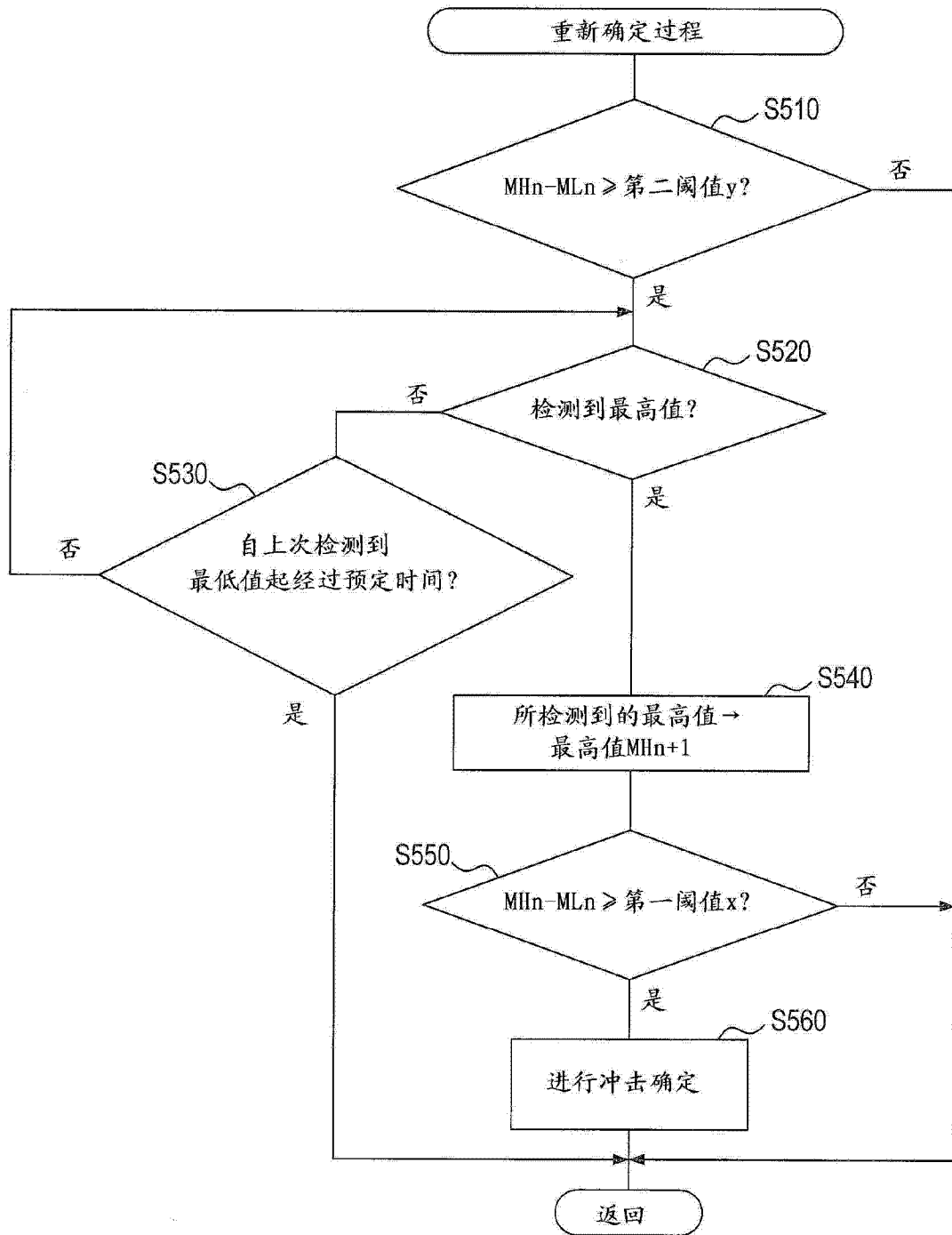


图 8

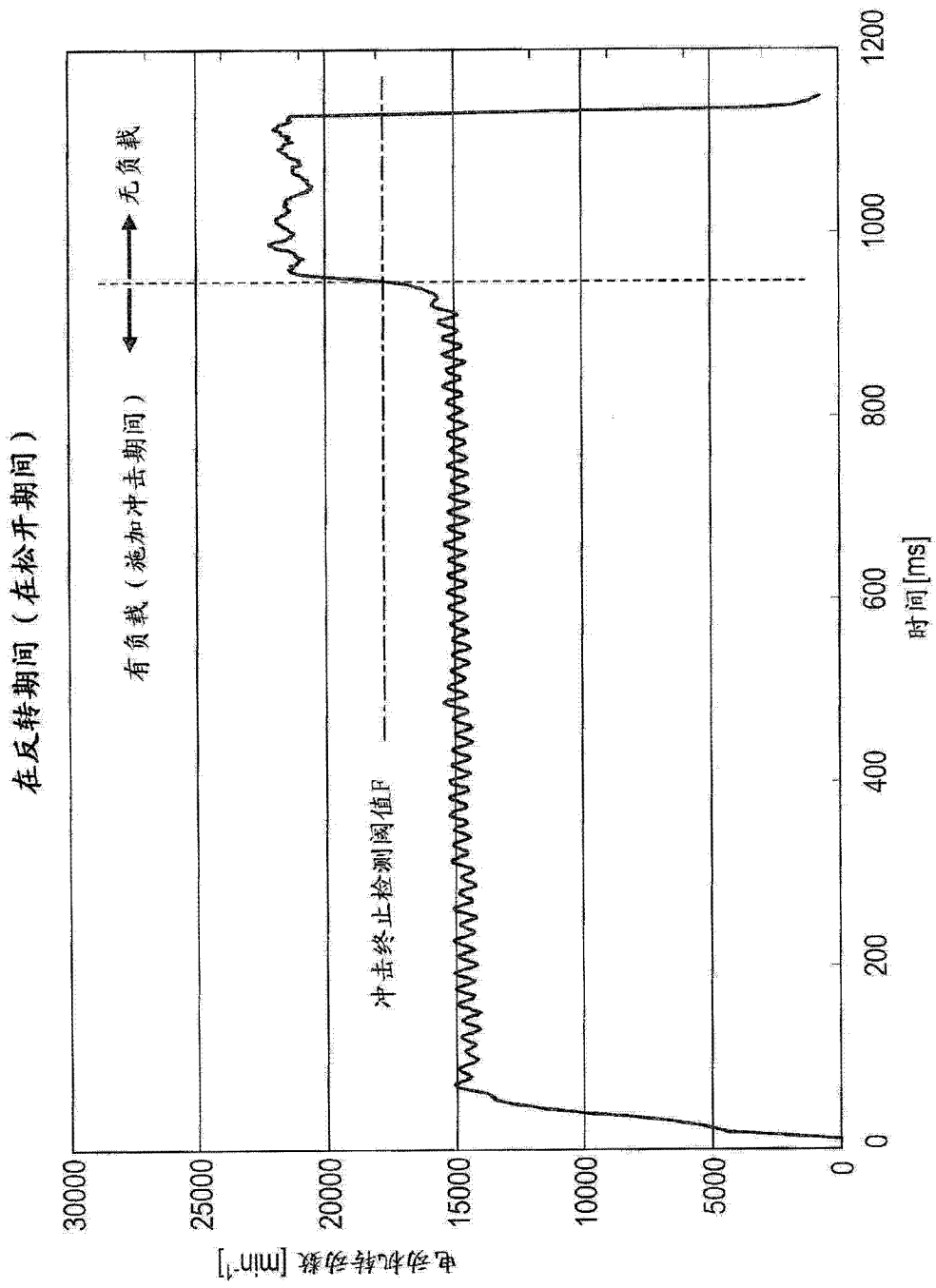


图 9