



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110880903 A

(43)申请公布日 2020.03.13

(21)申请号 201910838216.8

(22)申请日 2019.09.05

(30)优先权数据

62/727,865 2018.09.06 US

(71)申请人 米沃奇电动工具公司

地址 美国威斯康星州

(72)发明人 C·H·伊普玛

(74)专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司

公司 11283

代理人 肖冰滨 王晓晓

(51)Int.Cl.

H02P 29/032(2016.01)

H02H 7/08(2006.01)

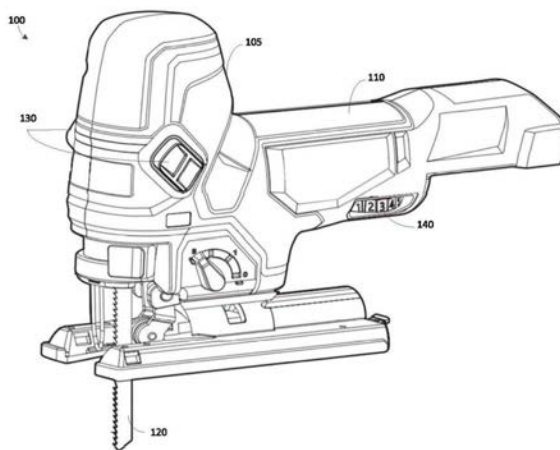
权利要求书3页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

使用电动工具的速度控制进行热管理的系统和方法

(57)摘要

本发明公开了一种电动工具和一种用于电动工具的热管理的方法。电动工具包括壳体,位于壳体内部的电动机,以及连接到电动机的电子处理器。电子处理器被配置为以第一速度操作电动机并且确定电动工具是否已经没有负载达预定时间量,其中电动机在预定时间量期间已经以第一速度操作。响应于确定电动机已经没有负载达预定时间量,电子处理器以低于第一速度的第二速度操作电动机。电子处理器还在以第二速度操作电动机时确定电动工具是否负载,并且响应于确定电动机有负载,以第一速度操作电动机。



1. 一种电动工具,包括:
壳体;
电动机,位于所述壳体内;
变速拨盘,可在多个位置之间移动,以选择所述电动机的操作速度;以及
电子控制器,连接到所述电动机和所述变速拨盘,所述电子控制器被配置为:
以与所述变速拨盘所选择的速度对应的第一速度操作所述电动机,
确定所述电动工具是否已经没有负载达预定时间量,其中所述电动机在所述预定时间量期间已经以所述第一速度操作,
响应于确定所述电动机已经没有负载达所述预定时间量,以低于所述第一速度的第二速度操作所述电动机,
在以所述第二速度操作所述电动机时确定所述电动工具是否负载,以及
响应于确定所述电动机有负载,以所述第一速度操作所述电动机。
2. 根据权利要求1所述的电动工具,其中所述预定时间量为至少1分钟。
3. 根据权利要求1所述的电动工具,其中所述电子处理器还被配置为:
确定所述电动工具是否已经在所述预定时间量期间连续没有负载,以及
响应于确定所述电动工具已经在所述预定时间量期间连续没有负载,确定所述电动机已经没有负载达所述预定时间量。
4. 根据权利要求3所述的电动工具,其中所述电子处理器还被配置为:
确定所述电动工具没有负载;
响应于确定所述电动工具没有负载而启动计时器,其中所述计时器在所述计时器计数到所述预定时间量时到期;
确定所述电动工具是否在所述定时器从开始到所述定时器到期期间没有负载;以及
当所述电动工具在所述定时器从开始到所述定时器到期期间没有负载,确定所述电动工具已经在所述预定时间量期间连续没有负载。
5. 根据权利要求4所述的电动工具,其中所述电子处理器还被配置为:
在启动所述计时器之后但在所述计时器到期之前,确定所述电动工具是否负载;以及
响应于在启动所述计时器之后但在所述计时器到期之前确定所述电动工具有负载,重置所述计时器。
6. 根据权利要求5所述的电动工具,还包括用于测量流向所述电动机的电流的电流传感器,其中所述电子处理器还被配置为:
使用所述电流传感器测量流向所述电动机的瞬时电流;
将所述瞬时电流与预定电流阈值进行比较;
当所述瞬时电流低于所述预定电流阈值时,确定所述电动工具没有负载;以及
当所述瞬时电流处于或高于所述预定电流阈值时,确定所述电动工具有负载。
7. 根据权利要求6所述的电动工具,其中为了确定所述电动工具是否在从所述计时器开始到所述计时器到期期间没有负载,所述电子处理器被配置为确定所述电动工具是否以离散的时间间隔从所述计时器开始到所述计时器到期期间没有负载。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的电动工具,其中以所述第一速度和所述第二速度操作所述电动机还包括使用开环速度控制或闭环速度控制来操作所述电动机。

9. 一种用于电动工具的热管理的方法,所述方法包括:

使用所述电动工具的电子处理器,以第一速度操作所述电动机,所述第一速度对应于所述电动工具的变速拨盘所选择的速度;

使用所述电子处理器确定所述电动工具已经没有负载达预定时间量,其中所述电动机在所述预定时间量期间已经以所述第一速度操作;

响应于确定所述电动机已经没有负载达所述预定时间量,使用所述电子处理器以低于所述第一速度的第二速度操作所述电动机,

使用所述电子处理器确定所述电动工具在以所述第二速度操作所述电动机时负载,以及

响应于确定所述电动机有负载,使用所述电子处理器以所述第一速度操作所述电动机。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中所述预定时间量为至少1分钟。

11. 根据权利要求9所述的方法,还包括:

确定所述电动工具是否已经在所述预定时间量期间连续没有负载,以及

响应于确定所述电动工具已经在所述预定时间量期间连续没有负载,确定所述电动机已经没有负载达所述预定时间量。

12. 根据权利要求11所述的方法,还包括:

确定所述电动工具没有负载;

响应于确定所述电动工具没有负载而启动计时器,其中所述计时器在所述计时器计数到所述预定时间量时到期;

确定所述电动工具是否在所述定时器从开始到所述定时器到期期间没有负载;以及

当所述电动工具在所述定时器从开始到所述定时器到期期间没有负载,确定所述电动工具已经在所述预定时间量期间连续没有负载。

13. 根据权利要求12所述的方法,还包括:

在启动所述计时器之后但在所述计时器到期之前,确定所述电动工具是否负载;以及

响应于在启动所述计时器之后但在所述计时器到期之前确定所述电动工具有负载,重置所述计时器。

14. 根据权利要求13所述的方法,还包括:

使用电流传感器测量流向所述电动机的瞬时电流;

将所述瞬时电流与预定电流阈值进行比较;

当所述瞬时电流低于所述预定电流阈值时,确定所述电动工具没有负载;以及

当所述瞬时电流处于或高于所述预定电流阈值时,确定所述电动工具有负载。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中确定所述电动工具是否在从所述计时器开始到所述计时器到期期间没有负载包括:确定所述电动工具是否以离散的时间间隔从所述计时器开始到所述计时器到期期间没有负载。

16. 一种电动工具,包括:

壳体;

电动机,位于所述壳体内;以及

电子控制器,连接到所述电动机,所述电子控制器被配置为:

以第一速度操作所述电动机，

确定所述电动工具是否已经没有负载达预定时间量，其中所述电动机在所述预定时间量期间已经以所述第一速度操作，

响应于确定所述电动机已经没有负载达所述预定时间量，以低于所述第一速度的第二速度操作所述电动机，

在以所述第二速度操作所述电动机时确定所述电动工具是否负载，以及

响应于确定所述电动机有负载，以所述第一速度操作所述电动机。

17. 根据权利要求16所述的电动工具，其中所述预定时间量为至少1分钟。

18. 根据权利要求16所述的电动工具，其中所述电子处理器还被配置为：

确定所述电动工具是否已经在所述预定时间量期间连续没有负载，以及

响应于确定所述电动工具已经在所述预定时间量期间连续没有负载，确定所述电动机已经没有负载达所述预定时间量。

19. 根据权利要求18所述的电动工具，其中所述电子处理器还被配置为：

确定所述电动工具没有负载；

响应于确定所述电动工具没有负载而启动计时器，其中所述计时器在所述计时器计数到所述预定时间量时到期；

确定所述电动工具是否在所述定时器从开始到所述定时器到期期间没有负载；以及

当所述电动工具在所述定时器从开始到所述定时器到期期间没有负载，确定所述电动工具已经在所述预定时间量期间连续没有负载。

20. 根据权利要求19所述的电动工具，其中所述电子处理器还被配置为：

在启动所述计时器之后但在所述计时器到期之前，确定所述电动工具是否负载；以及

响应于在启动所述计时器之后但在所述计时器到期之前确定所述电动工具有负载，重置所述计时器。

使用电动工具的速度控制进行热管理的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及控制电动工具的速度,以防止电动工具部件的过热。

背景技术

[0002] 动力工具一般用于各种工作操作。在操作期间,热量可能在电动工具的一些部件中积聚。如果这些热量不被适当地管理或受控,那么它们可能会导致问题或危险。

发明内容

[0003] 在第一方面,本发明提供了一种电动工具,其包括壳体,位于壳体内部的电动机,可在多个位置之间移动以选择电动机的操作速度的变速拨盘,以及连接到电动机和变速拨盘的电子控制器。电子处理器被配置为以与变速拨盘所选择的速度对应的第一速度操作电动机。电子处理器还被配置成确定电动工具是否已经没有负载达预定时间量,其中电动机在预定时间量期间已经以第一速度操作。响应于确定电动机已经没有负载达预定时间量,电子处理器以低于第一速度的第二速度操作电动机。电子处理器还在以第二速度操作电动机时确定电动工具是否负载。响应于确定电动机有负载,电子处理器以第一速度操作电动机。在一些实施例中,预定时间量是至少1分钟。例如,预定时间量在1分钟和5分钟、1分钟和6分钟、1分钟和10分钟、1分钟和15分钟、2分钟和10分钟、3分钟和10分钟、5分钟和10分钟,或5分钟和15分钟之间。

[0004] 在第一方面的一个实施方式中,电子处理器还被配置为:确定电动工具是否已经在预定时间量期间连续没有负载,以及响应于确定电动工具已经在预定时间量期间连续没有负载,确定电动机已经没有负载达预定时间量。

[0005] 在第一方面的一个实施方式中,电子处理器还被配置为:确定电动工具没有负载;响应于确定电动工具没有负载而启动计时器,其中计时器在计时器计数到预定时间量时到期;确定电动工具是否在定时器从开始到定时器到期期间没有负载;以及当电动工具在定时器从开始到定时器到期期间没有负载,确定电动工具已经在预定时间量期间连续没有负载。

[0006] 在第一方面的一个实施方式中,电子处理器还被配置为:在启动计时器之后但在在计时器到期之前,确定电动工具是否负载;以及响应于在启动计时器之后但在在计时器到期之前确定电动工具有负载,重置计时器。

[0007] 在第一方面的一个实施方式中,电动工具还包括用于测量流向电动机的电流的电流传感器,其中电子处理器还被配置为:使用电流传感器测量流向电动机的瞬时电流;将瞬时电流与预定电流阈值进行比较;当瞬时电流低于预定电流阈值时,确定电动工具没有负载;以及当瞬时电流处于或高于预定电流阈值时,确定电动工具有负载。

[0008] 在第一方面的一个实施方式中,为了确定电动工具是否在从计时器开始到计时器到期期间没有负载,电子处理器被配置为确定电动工具是否以离散的时间间隔从计时器开始到计时器到期期间没有负载。

[0009] 在第一方面的一个实施方式中,以第一速度和第二速度操作电动机还包括使用开环速度控制或闭环速度控制来操作电动机。

[0010] 在第二方面,本发明提供了一种用于电动工具的热管理的方法,该方法包括使用电动工具的电子处理器,以第一速度操作电动机,第一速度对应于电动工具的变速拨盘所选择的速度。该方法还包括使用电子处理器来确定电动工具已经没有负载达预定时间量,其中电动机在预定时间量期间已经以第一速度操作。响应于确定电动机已经没有负载达预定时间量,电子处理器以低于第一速度的第二速度操作电动机。该方法还包括使用电子处理器来确定电动工具在以第二速度操作电动机时负载。响应于确定电动机有负载,电子处理器以第一速度操作电动机。在一些实施例中,预定时间量是至少1分钟。例如,预定时间量在1分钟和5分钟、1分钟和6分钟、1分钟和10分钟、1分钟和15分钟、2分钟和10分钟、3分钟和10分钟、5分钟和10分钟,或5分钟和15分钟之间。

[0011] 在第二方面的一个实施方式中,该方法还包括:确定电动工具是否已经在预定时间量期间连续没有负载,以及响应于确定电动工具已经在预定时间量期间连续没有负载,确定电动机已经没有负载达预定时间量。

[0012] 在第二方面的一个实施方式中,该方法还包括:确定电动工具没有负载;响应于确定电动工具没有负载而启动计时器,其中计时器在计时器计数到预定时间量时到期;确定电动工具是否在定时器从开始到定时器到期期间没有负载;以及当电动工具在定时器从开始到定时器到期期间没有负载,确定电动工具已经在预定时间量期间连续没有负载。

[0013] 在第二方面的一个实施方式中,该方法还包括:在启动计时器之后但在计时器到期之前,确定电动工具是否负载;以及响应于在启动计时器之后但在计时器到期之前确定电动工具有负载,重置计时器。

[0014] 在第二方面的一个实施方式中,该方法还包括:使用电流传感器测量流向电动机的瞬时电流;将瞬时电流与预定电流阈值进行比较;当瞬时电流低于预定电流阈值时,确定电动工具没有负载;以及当瞬时电流处于或高于预定电流阈值时,确定电动工具有负载。

[0015] 在第二方面的一个实施方式中,确定电动工具是否在从计时器开始到计时器到期期间没有负载包括:确定电动工具是否以离散的时间间隔从计时器开始到计时器到期期间没有负载。

[0016] 在第三方面,本发明提供了一种电动工具,其包括壳体,位于壳体内部的电动机,以及连接到电动机的电子处理器。电子处理器被配置为以第一速度操作电动机。电子处理器还被配置成确定电动工具是否已经没有负载达预定时间量,其中电动机在预定时间量期间已经以第一速度操作。响应于确定电动机已经没有负载达预定时间量,电子处理器以低于第一速度的第二速度操作电动机。电子处理器进一步在以第二速度操作电动机时确定电动工具是否负载。响应于确定电动机有负载,电子处理器以第一速度操作电动机。在一些实施例中,预定时间量是至少1分钟。例如,预定时间量在预定时间量在1分钟和5分钟、1分钟和6分钟、1分钟和10分钟、1分钟和15分钟、2分钟和10分钟、3分钟和10分钟、5分钟和10分钟,或5分钟和15分钟之间。

[0017] 在第三方面的一个实施方式中,电子处理器还被配置为:确定电动工具是否已经在预定时间量期间连续没有负载,以及响应于确定电动工具已经在预定时间量期间连续没有负载,确定电动机已经没有负载达预定时间量。

[0018] 在第三方面的一个实施方式中,电子处理器还被配置为:确定电动工具没有负载;响应于确定电动工具没有负载而启动计时器,其中计时器在计时器计数到预定时间量时到期;确定电动工具是否在定时器从开始到定时器到期期间没有负载;以及当电动工具在定时器从开始到定时器到期期间没有负载,确定电动工具已经在预定时间量期间连续没有负载。

[0019] 在第三方面的一个实施方式中,电子处理器还被配置为:在启动计时器之后但在计时器到期之前,确定电动工具是否负载;以及响应于在启动计时器之后但在计时器到期之前确定电动工具有负载,重置计时器。

附图说明

[0020] 图1A是根据本发明一些实施例的电动工具的透视图。

[0021] 图1B是图1A的电动工具的透视图,其中移除了壳体的一部分。

[0022] 图2是根据本发明一些实施例的图1A的电动工具的框图。

[0023] 图3是根据本发明一些实施例的图1A的电动工具的热管理方法的流程图。

具体实施方式

[0024] 在详细解释本发明的任何实施例之前,应理解,本发明的应用不限于以下描述中阐述的或在以下附图中示出的构造细节和部件布置。本发明能够具有其他实施例,并且能够以各种方式实践或实施。

[0025] 图1A至图1B示出了电动工具100,其包括壳体105、手柄110、刀片120、电源开关130和变速拨盘140。在所示示例中,电动工具100是曲线锯。然而,下面描述的实施例可应用于任何电动工具。参照图2,电动工具100包括电子处理器150、存储器160、电动机170、逆变桥180、放电开关190和电流传感器195。在所示示例中,电动工具100是无绳电池供电曲线锯,其从与其连接的电池组197接收操作电力。在其他实施例中,电动工具100可以是有线交流(AC)曲线锯,其从例如壁装插座接收操作电力。

[0026] 电子处理器150可悲实现为例如微处理器、微控制器、现场可编程门阵列、专用集成电路等。存储器160可以是电子处理器150的一部分或者可以是单独的部件。存储器160可包括例如程序存储区域和数据存储区域。存储器160存储可执行指令,当该指令由电子处理器150执行时,使得电动工具100执行本文描述的功能。例如,电子处理器150控制电动机170和电源与电动机170之间的电流供应。电子处理器150和存储器160一起可形成电子控制器。

[0027] 电动机170可以是无刷直流电动机。逆变桥180包括联接在电池组197和电动机170之间的多个场效应晶体管(FET)。电子处理器150例如通过可以是分开的或并入电子处理器150中的栅极驱动器(未示出)来控制多个FET的脉冲宽度调制占空比,以操作和控制电动机170的速度。电子处理器150可使用闭环速度控制、开环速度控制或两者的组合来操作电动机。特别地,在本实施例中,以选定的速度操作电动机170可包括:使用闭环速度控制以特定速度操作电动机170,使用开环速度控制以特定的占空比操作电动机170,或者两者的组合。在闭环速度控制中,例如,电子处理器150接收期望的速度(例如,通过变速拨盘140),以初始脉冲宽度调制(PWM)占空比驱动逆变桥180,检测电动机170的速度(例如,使用霍尔传感器),并且向上或向下调节PWM占空比以实现期望的速度。在开环速度控制中,例如,电子处

理器150接收期望的速度(例如,通过变速拨盘140),访问存储在存储器160中的查找表以获得映射到期望速度的PWM占空比,并且以从存储器160获得的PWM占空比驱动逆变桥180。

[0028] 电动工具100包括传动装置175(图1B),以将电动机170的旋转运动转换成往复运动,以使刀片120往复运动。也就是说,电动机170的旋转被转换成刀片120的冲程。通过控制刀片120的每分钟转数(RPM)(即,电动机速度)来设定刀片120的每分钟冲程(SPM)(即,工具输出速度)。因此,通过控制电动机速度(例如,经由开环或闭环速度控制),也控制了工具输出速度。通过致动电源开关130来激活电动工具100。在所示示例中,电源开关130是可滑动的开关,其可在启动(ON)位置和关闭(OFF)位置之间移动,在启动位置,电动工具100接通以操作电动机150;在关闭位置,终止到电动机170的电力供应。在一些实施例中,将电源开关130滑动到启动位置可闭合放电开关190,从而允许电流从电源流到电动机170。类似地,将电源开关130滑动到关闭位置可打开放电开关190,从而终止电源和电动机170之间的电流。在一些实施例中,电源开关130可以是不同种类的开关,例如按钮、触发器等。在其他实施例中,电源开关130不是直接控制放电开关190,而是向电子处理器150提供信号,电子处理器150进而基于从电源开关130接收的信号来控制放电开关190。

[0029] 变速拨盘140用于选择电动工具100的操作速度。变速拨盘140可包括多个设置,每个设置对应于不同的操作速度。在一个示例中,变速拨盘140可包括对应于800冲程/分钟(SPM)和3500SPM之间的速度的6个设置。变速拨盘140还可用于将电动工具100设定在自动控制启动模式。在自动控制启动模式中,电动机170在检测到负载之前以低速(例如,对应于1500SPM的速度)操作,并且当检测到负载时,速度上升到最大速度(例如,对应于3500SPM的速度)。在这里,负载是指由刀片120接合的工件。电流传感器195测量流到电动机的电流,并提供流到电子处理器150的电流量的指示。

[0030] 在长时间中以高速操作电动工具100可能在电动工具100中产生热量。在这些时段期间产生的热量可能损坏电动工具100的电气部件。当曲线锯100(即,电动工具100在工件上操作)负载时,电动工具100可在产生过多热量之前由于电池放电而自动关闭。然而,当电动工具100没有负载而在延长的时间段(例如,10分钟、15分钟或更长时间)中以高速操作时,电动工具100可能产生过多热量,其可能损坏电动工具100的部件。例如,当使用者已经安装曲线锯100以用于免提操作,启动电动工具100并且忘记回到电动工具100以关闭电动工具100时,可能会发生这种情况。

[0031] 返回图1B,示出了图1A的电动工具100的透视图,其中移除了壳体105的一部分。在所示示例中,壳体105是蛤壳式壳体,并且在图1B中移除了蛤壳式壳体的一半。在移除了壳体部分的情况下,电动工具100的内部部件是可见的,这些部件包括电动机170,传动装置175和用于联接到电池组197的电池组端子块198。

[0032] 图3示出了用于电动工具100的热管理的方法200的流程图。方法200包括使用电子处理器150激活计时器(在框210),并且使用电子处理器150以第一速度操作电动机170,该第一速度对应于由变速拨盘140所选择的速度(在框220)。使用者可使用变速拨盘140选择速度设置。变速拨盘140将对应于所选择的速度的信号发送到电子处理器150。当使用者致动电源开关130时,电子处理器150激活计时器,并且以所选择的速度(即第一速度)操作电动机。如上所述,控制电动机速度可包括设置FET的PWM占空比(开环速度控制)和/或控制电动机170的每分钟转数为特定值(闭环速度控制),该特定值对应于所选择的每分钟冲程。可

通过将每分钟冲程除以传动装置的齿轮减速比来获得每分钟转数。在一些实施例中,不使用变速拨盘140来选择速度,而是所选择的速度是存储在存储器160中(例如,在制造时)的预定值。在一些实施例中,替代使用变速拨盘140和电源开关130,电动工具100包括可由使用者按压并向电子处理器150提供信号的变速触发器,其于启用和停用电动工具100,并且还用于输入用于电动机170的所选速度。

[0033] 方法200还包括使用电子处理器150确定电动工具100是否没有负载(在框230)。在一个实施例中,电子处理器150基于流过电动机170的电流量来检测负载状况。例如,电子处理器150在瞬时电流低于电流阈值(例如,20安培)时确定电动工具没有负载,并且在瞬时电流高于阈值时确定电动工具有负载。在其他实施例中,电子处理器150基于电动机速度的变化高于阈值,加速度的变化高于阈值,平均电流的变化高于阈值及其组合,或通过监控其他工具参数,来确定工具100负载或没有负载。

[0034] 当电子处理器150确定电动工具100负载时,电子处理器150重置计时器(在框240)并返回框220。通过在电动工具100继续负载的同时循环通过框220、框230和框240,定时器继续被重置。

[0035] 当电子处理器150确定电动工具100没有负载时(在框230),方法200包括使用电子处理器150确定是否已经过了预定时间量(在框250)。电子处理器150基于计时器来确定是否已经过了预定时间量。例如,响应于通过比较操作确定计时器的当前值超过预定时间量,电子处理器150确定已经过了预定时间量。可选择预定时间量,以允许电动工具在不产生过多的热量的情况下,以所选的速度连续操作。在一些实施例中,预定时间量是例如1分钟,2分钟,3分钟,5分钟,6分钟,10分钟,15分钟等。在一些实施例中,预定时间量在1分钟和5分钟、1分钟和6分钟、1分钟和10分钟、1分钟和15分钟、2分钟和10分钟、3分钟和10分钟、5分钟和10分钟、5分钟和15分钟之间,或这些范围内的任何中间范围等。通过选择预定时间量来防止产生过多的热量,而不是在工具没有负载时将工具置于较低的速度。也就是说,不是执行基于负载的速度控制以及选择防止迟滞的时间,而是选择预定时间量以防止过多的热量产生,并且将预定时间量配置为长于在负载速度和没有负载速度之间切换的时间。当尚未经过预定时间量时,电子处理器150继续以第一速度操作电动机170(返回到框220)。

[0036] 当过了预定时间量时,方法200包括使用电子处理器150以第二速度操作电动机170(在框260),第二速度低于第一速度。电子处理器150以降低的速度(例如,对应于1500SPM的速度)操作电动机170(例如,经由开环或闭环速度控制),以防止电动工具100产生过多的热量。方法200还包括使用电子处理器150确定电动工具100是否负载(在框270)。如上面关于框230所述,电子处理器150可使用基于电流的技术来确定电动工具100是否负载,或者可使用电动机速度、加速度、平均电流或其他技术来确定电动工具100是否负载。当电子处理器150确定电动工具100没有负载时,则电子处理器150继续以第二速度操作电动工具100。

[0037] 当电子处理器150确定电动工具100负载时,方法200包括使用电子处理器150以第一速度操作电动机170(在框280),第一速度对应于由变速拨盘140所选择的速度。在一些实施例中,方法200重复,返回到框210以重新启动计时器。

[0038] 因此,至少在一些实施例中,通过在框210、框220、框230、框240和框250之间循环,并且在电动工具100负载时连续地重置计时器,电子处理器150可以第一速度有效地操作电

动机,除非电动工具100在至少预定时间量内没有负载。特别地,方法200包括确定电动工具100是否在预定时间段的持续时间内连续没有负载。电子处理器150测量流到电动机170的瞬时电流或用于测量负载的其他电动机参数。电子处理器150将瞬时电流与预定电流阈值进行比较,并且当瞬时电流低于阈值时确定电动工具100没有负载。当瞬时电流处于或高于阈值时,电子处理器150确定电动工具100负载。电子处理器150重复上述步骤(即,测量瞬时电流),将测量的电流与预定的电流阈值进行比较,并以离散的时间间隔确定电动工具100的负载状态。例如,电子处理器150每几毫秒(例如每50毫秒或100毫秒)重复上述步骤。因此,至少在一些实施例中,当测量的瞬时电流在预定时间段期间的每个离散间隔处低于阈值时,电子处理器150确定电动工具100在预定时间段的持续时间内连续没有负载。

[0039] 然后,至少在一些实施例中,通过在框260和框270之间循环,电子处理器150以第二速度有效地操作电动机,直到电动工具100负载,此时速度被上升回到第一速度(在框280)。

[0040] 上述方法的一个优点是:防止产生过多的热量,以及防止损坏电动工具100的电子部件。

[0041] 因此,本文描述的实施例尤其提供了用于使用电动工具的速度控制的热管理的系统和方法。

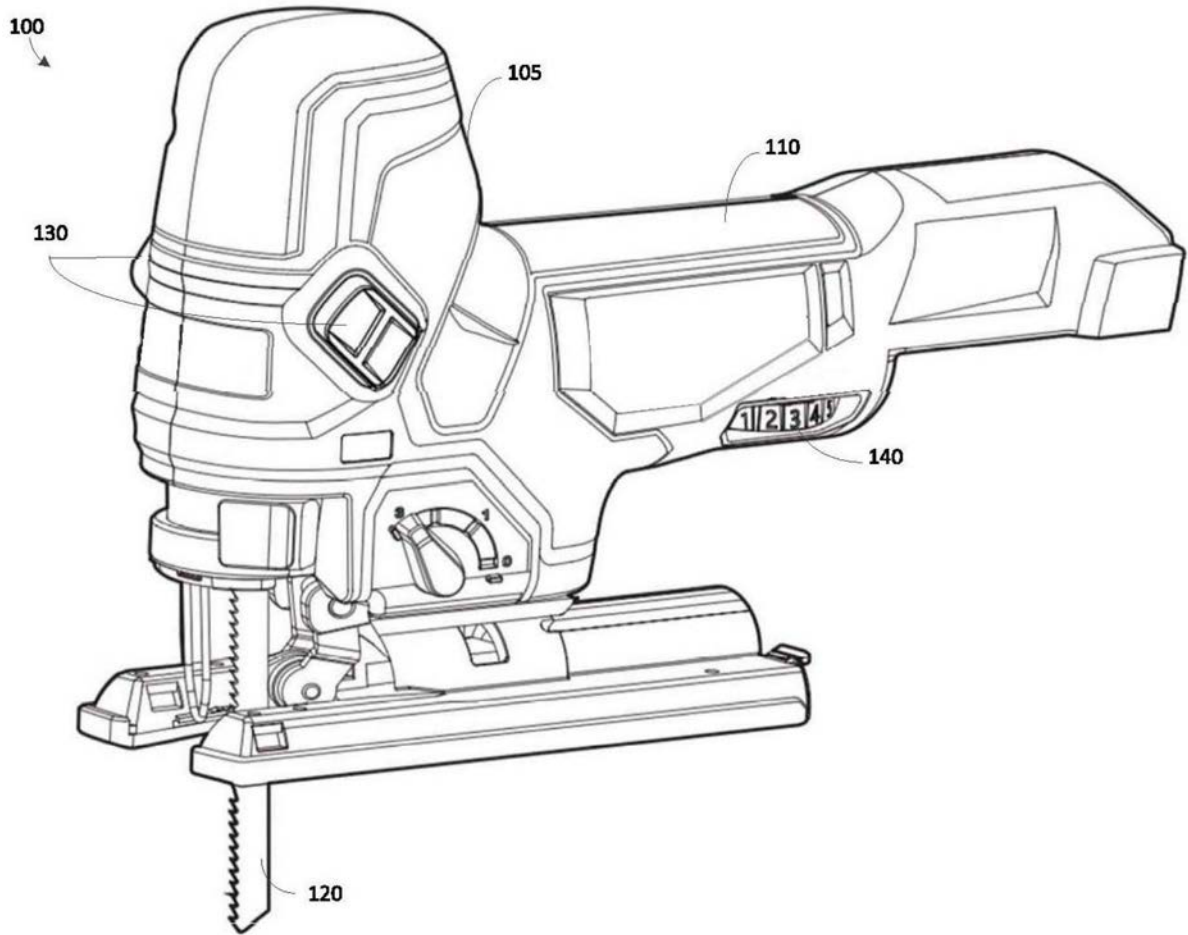


图1A

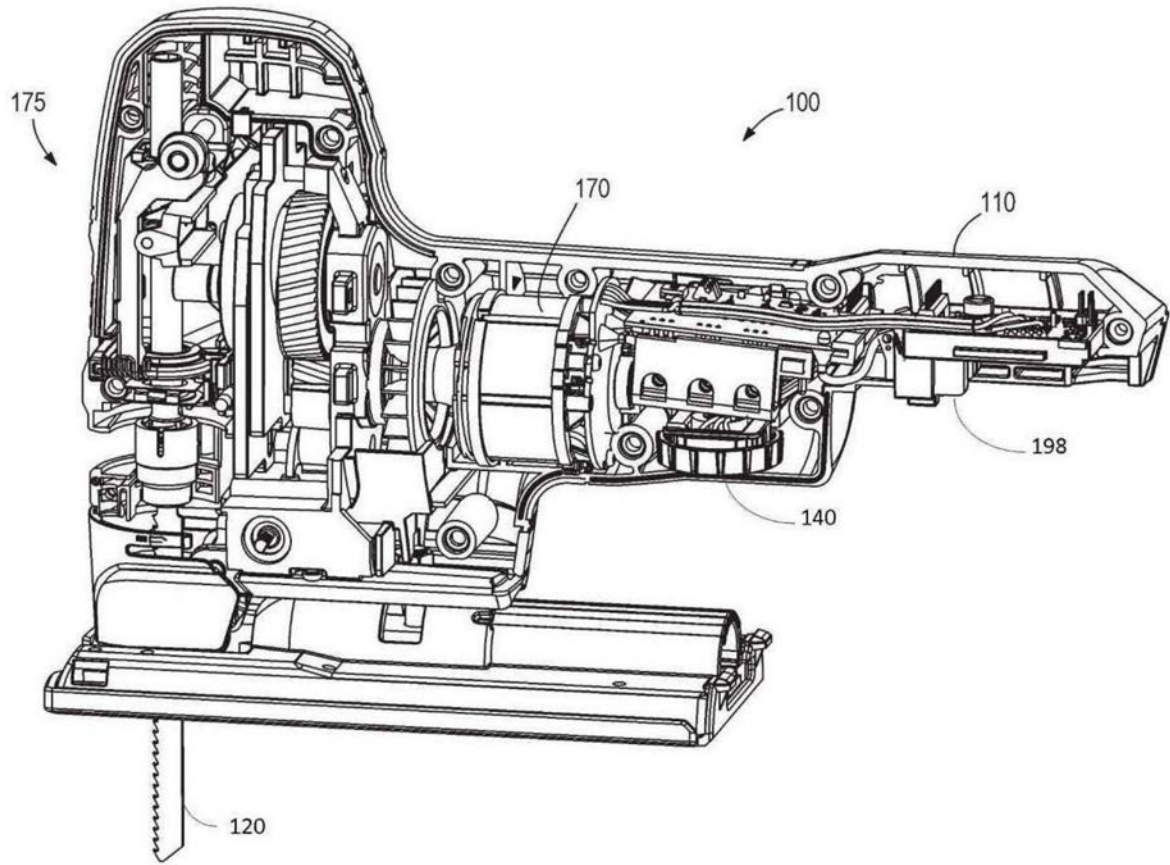


图1B

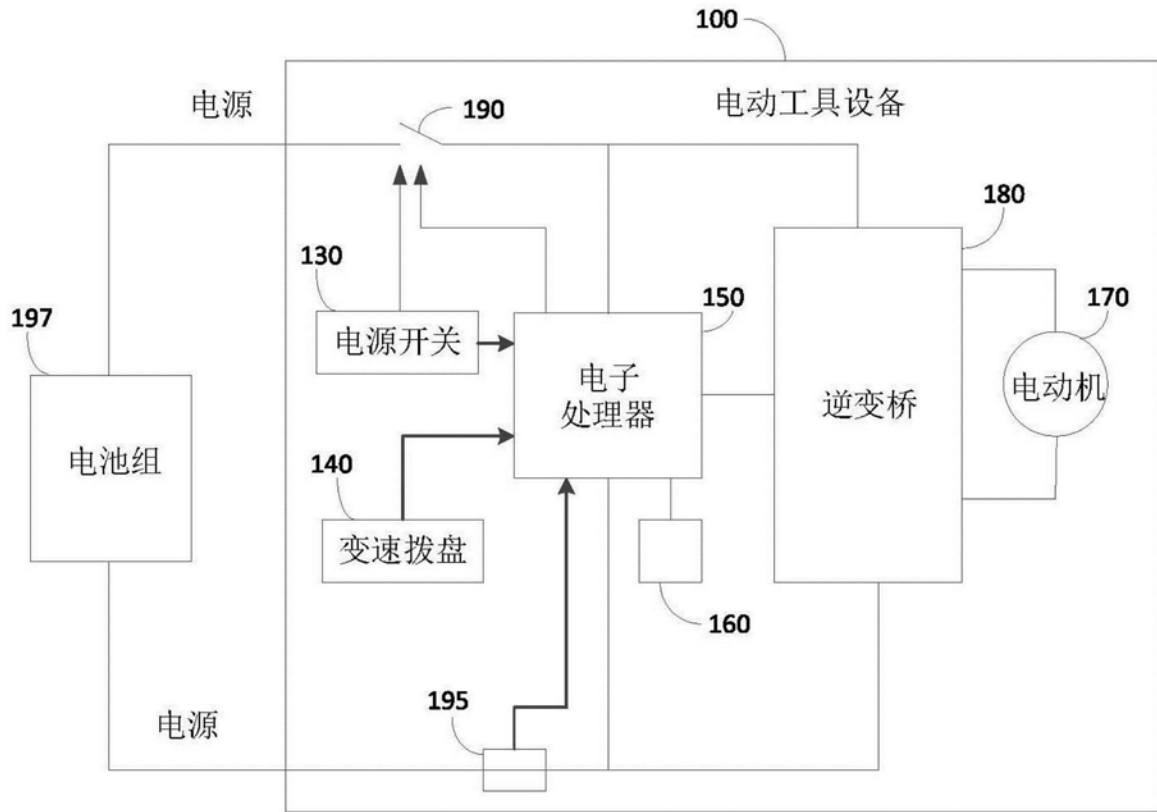


图2

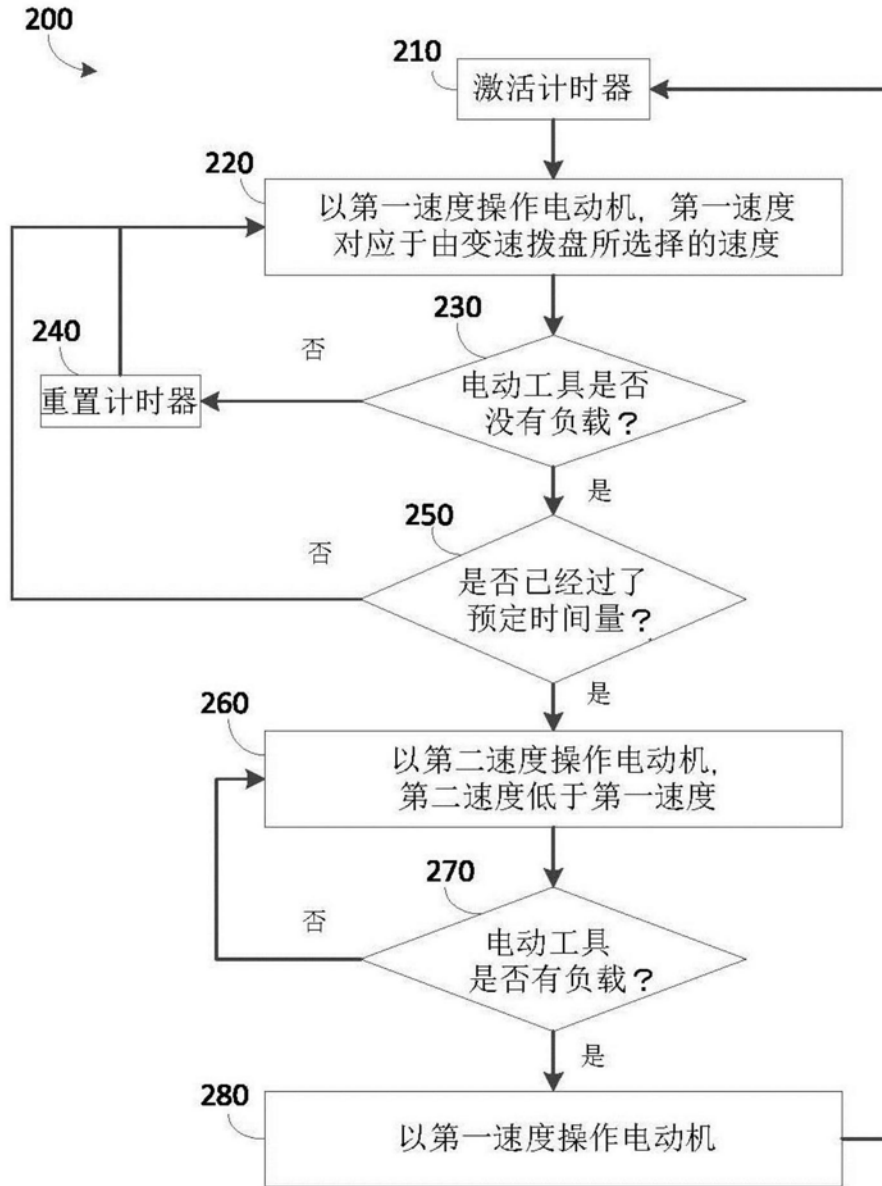


图3