



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105917287 A

(43)申请公布日 2016.08.31

(21)申请号 201480056948.7

(22)申请日 2014.09.05

(30)优先权数据

61/875,430 2013.09.09 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.04.15

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/054256 2014.09.05

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/035141 EN 2015.03.12

(71)申请人 希捷科技有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 J·E·戴克斯

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 姬利永

(51)Int.Cl.

G06F 1/20(2006.01)

G11B 5/02(2006.01)

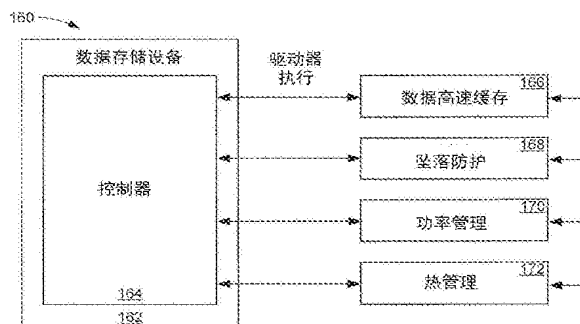
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

## (54)发明名称

具有温度管理的移动数据存储设备

## (57)摘要

移动数据存储设备(102)可被容纳在没有主动冷却特征的移动计算设备(142)中。该移动数据存储设备(102)可具有至少控制器(122),该控制器(122)配置成响应于预测的移动数据存储设备(102)温度而延迟命令执行。该控制器(122)可将多个延迟插入到命令队列中以防止移动数据存储设备(102)达到预测的移动数据存储设备(102)温度。



1. 一种包括移动数据存储设备的装置,所述移动数据存储设备容纳在没有主动冷却特征的移动计算设备中,所述移动数据存储设备包括控制器,所述控制器配置成响应于预测的移动数据存储设备温度而延迟至少一个命令的执行。

2. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述移动数据存储设备为硬盘驱动器。

3. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述移动计算设备为膝上型计算机。

4. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述移动计算设备为平板电脑。

5. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述移动数据存储设备包括连接至所述控制器的高速缓存存储器,所述高速缓存存储器存储包括所述至少一个命令的命令队列。

6. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述移动数据存储设备包括配置成识别主动冷却特征的存在移动启用套件。

7. 如权利要求6所述的装置,其特征在于,所述移动启用套件包括动态数据驱动器,所述动态数据驱动器配置成将所述控制器与至少一个外围部件连接。

8. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述控制器被连接至坠落防护电路,所述坠落防护电路被配置成提供预测的变化。

9. 一种方法,包括:

将移动数据存储设备容纳在移动计算设备中,所述移动计算设备未配置有主动冷却特征,所述移动数据存储设备包括控制器;

利用所述控制器预测移动数据存储设备温度;以及

响应于所预测的移动数据存储设备温度而将至少一个间隔插入在命令队列中以延迟至少一个命令的执行。

10. 如权利要求9所述的方法,其特征在于,基于记录的移动数据存储设备温度和活动的推导的热分布来预测所述移动数据存储设备温度。

11. 如权利要求10所述的方法,其特征在于,所述推导的热分布预测与所述命令队列中的命令中的至少一些的执行对应的一个或多个操作温度和功耗。

12. 如权利要求9所述的方法,其特征在于,多个间隔被插入到所述命令队列中。

13. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,第一间隔具有与第二间隔的第二持续时间不同的第一持续时间。

14. 如权利要求9所述的方法,其特征在于,所述至少一个间隔与包含在所述移动数据存储设备中的数据介质的旋转速度的减少对应。

15. 如权利要求9所述的方法,其特征在于,响应于所述移动数据存储设备下降到低于阈值操作温度而移除所述至少一个间隔。

16. 如权利要求9所述的方法,其特征在于,所述控制器插入多个间隔以延迟存在于所述命令队列中的任何命令的执行直到最大的预测的移动数据存储设备温度低于阈值操作温度。

17. 如权利要求16所述的方法,其特征在于,所述控制器响应于所述最大的预测的移动数据存储设备温度高于所述阈值操作温度而清除所述命令队列中的至少一个命令。

18. 一种包括移动数据存储设备的装置,所述移动数据存储设备容纳在没有主动冷却特征的移动计算设备中,所述移动数据存储设备包括控制器,所述控制器配置成响应于与命令队列对应的预测的移动数据存储设备温度而延迟至少一个命令的执行。

19. 如权利要求17所述的装置,其特征在于,所述预测的移动数据存储设备温度是40℃或以上。

20. 如权利要求17所述的装置,其特征在于,所述移动数据存储设备包括至少一个数据存储介质以及接近所述至少一个数据存储介质悬置的至少一个换能头。

## 具有温度管理的移动数据存储设备

### 发明内容

[0001] 多种实施例涉及容纳在没有主动冷却特征的移动计算设备中的移动数据存储设备。移动数据存储设备可具有至少控制器,所述控制器配置成响应于预测的移动数据存储设备温度而延迟命令执行。

### 附图说明

[0002] 图1是根据一些实施例配置和操作的示例数据存储系统的框图表示。

[0003] 图2A和2B分别显示能够被用于图1的数据存储系统中的示例数据存储设备的表示。

[0004] 图3示出了根据各种实施例配置和操作的示例移动计算设备的一部分的框图表示。

[0005] 图4提供了根据一些实施例进行的示例热管理方案。

[0006] 图5绘制了根据各种实施例执行的示例命令逻辑。

[0007] 图6显示了可根据多种实施例利用的示例命令队列分布例程。

[0008] 图7是根据各种实施例执行的示例温度管理例程的流程图。

### 具体实施方式

[0009] 随着移动电子器件激增到较小的形状因子和较大的计算能力,更高量的数据被创建、处理和存储在本地数据存储设备(诸如旋转硬盘驱动器、固态存储器阵列和混合数据驱动器)中。增加网络带宽和流数据的发展已进一步增加了由数据存储设备访问的数据的量并且因此增加了产生的热量和消耗的功率的量。虽然数据存储设备可通过采用经由风扇的对流冷却来满足这种增加的数据访问而没有接近操作限制,但像平板电脑和智能手机之类的移动电子器件不具有空气流动能力。因此,移动电子设备中的增加的数据使用可在没有实施温度管理方案时威胁数据存储设备的功能和准确度。

[0010] 因此,本公开的各种实施例提供温度管理方案,该温度管理方案可优化不具有提供对流冷却的装置的移动电子设备的数据存储部分中的热产生和功率消耗。也就是说,容纳在移动计算环境中的数据存储设备可具有至少控制器,所述控制器配置成选择性地调节数据存储设备的功率消耗以改变数据存储设备的温度。调节数据存储设备的温度而不使用流动空气的能力允许像硬盘驱动器之类的旋转数据存储设备用于移动电子器件中以提供大数据容量与比固态存储器(像动态随机存取存储器(DRAM)和闪存存储器)更大的长期完整性。

[0011] 构想的是,采用温度管理方案的数据存储设备可被用在可具有或可能不具有对流冷却能力的无限制的各种数据存储环境中。然而,多种实施例利用被显示为框图表示的图1的示例数据存储系统100中的温度管理数据存储设备。数据存储系统100可接合(engage)一个或多个数据存储设备102。图1示出了装备有换能头104的示例数据存储设备102的一部分的框图表示,该换能头104可分别被定位在磁存储介质106上的所选位置上方,诸如被定位

在组织于数据磁道110中的一个或多个存储的数据位108上方。

[0012] 存储介质106可被附连至一个或多个主轴电机112,该一个或多个主轴电机112使介质108旋转以产生空气轴承114,换能头104在该空气轴承114上飞行以访问介质106的预定部分。以此方式,一个或多个本地116处理器和远程主机118可提供换能头104和主轴112的受控运动以调节换能头104并将换能头104与所选数据位108对准。网络计算的出现已经允许远程主机118和存储阵列120经由适当的协议通过网络124访问控制器122。

[0013] 远程主机118和本地处理器116可独立地或同时地行动以监测和控制一个或多个传感器126,该一个或多个传感器126连续地或偶发地读取数据存储介质106的操作条件(像振动和温度)以及主轴112的操作条件(诸如旋转速度和功耗)。本地处理器116和远程主机118可进一步填充(populate)、组织和执行在存储缓冲器128中的命令请求,该存储缓冲器128可被配置为易失性和非易失性存储单元以提供对有待由数据存储设备102和控制器122执行的数据和数据信息的暂时存储。

[0014] 像换能头104之类的数据存储部件的物理尺寸的最小化可允许实现到不断争取较小的形状因子和较大的计算能力的移动电子器件中。图2A和2B分别示出了可被用于图1的数据存储系统中的示例移动计算系统140的不同表示。如图2A中所示,移动计算系统140可包括一个或多个移动计算设备142,该一个或多个移动计算设备142可经由有线和无线路径向静态和虚拟移动设备传送数据。例如,移动计算设备142可具有能够有线连接到固定桌面的串行总线以及允许与虚拟云节点、服务器和其它移动计算设备的无线连接的网络协议。

[0015] 虽然不必需或限制,但移动计算设备142可包括电池144,该电池144提供电能并且可以是或可以不是可再充电的。高速缓存存储器146可为数据提供短期存储,该数据可由处理器148进行处理,图形地显示在显示器150上并且被移动至硬盘驱动器152以供长期存储。虽然移动计算设备142可在没有用于冷却构成部件的装置下运行,但各个移动计算部件单独的或共同的操作可有助于通过消耗由电池144提供的电能来产生热量。

[0016] 不管移动计算设备142中的数据存储的类型、大小和性能,从操作产生的热量都会危害移动计算设备142的性能。换言之,从固态存储器阵列和硬盘驱动器产生热量并且这种热量可使这些数据存储装置准确地读、写和输出数据的能力劣化。通过实线154和分割线156提供随时间的移动计算设备146的温度和设备146的功耗之间的示例关系。可理解的是,至少由于构成部件的操作、环境条件和与用户的交互,热量被保持在移动计算设备中。

[0017] 图3是根据多种实施例构造和操作的示例移动计算设备160的一部分的框图表示。移动计算设备160可具有至少一个数据存储设备162,该至少一个数据存储设备162具有一个或多个专用或分布式控制器164,该控制器164通过驱动器的执行来提供一系列的计算能力。各种实施例采用至少一个驱动器来与外围部件通信以提供数据高速缓存166、坠落防护168、功率管理170以及热管理172能力。这些能力可排他性地、冗余地和共同地操作以优化数据存储设备162,并且因此移动计算设备160性能。

[0018] 虽然各种能力可被用于为可具有或不具有冷却装置的移动计算设备164的一部分的任何数据存储设备162中,但构想的是,控制器164选择性地检测数据存储设备162条件以采用一个或多个能力来平衡缺乏冷却装置的移动计算设备中的功率消耗与热量保留。例如,可在执行数据高速缓存166之前同时地操作热172和功率170管理方案。作为另一非限制性示例,坠落防护168能力可暂停(suspend)功率170和热172管理方案同时进行预测性和反

应式数据高速缓存166,该数据高速缓存166将数据移动至固态存储器以供暂时存储。

[0019] 采用各种不同能力的功能可被改装到数据存储设备162中,该数据存储设备162先前不具有具备这些能力的控制器。然而,移动启用套件可替代地在制造期间且在终端用户数据被存储之前被预加载到数据存储设备152中以允许在任意时间激活各种能力。在预期使用中,数据存储设备162可被用于具有冷却装置的台式计算机中并且随后被安装在没有冷却装置的移动计算平板电脑中,其中移动启用套件识别到缺乏冷却并且通过利用动态数据驱动器来建立预定的能力,该动态数据驱动器建立控制器164和需要执行这些能力的外围部件之间的通信。由此,移动启用套件可以对补充的软件更新的最小需要来优化能力的执行。

[0020] 在具有或不具有安装在数据存储设备162上的移动启用套件的情况下,控制器164可不断地、偶发地和例行地引导热管理172能力来监测数据存储设备162中的热量保留并激活散热措施。图4是根据一些实施例的可由数据存储设备的一个或多个控制器执行的示例热管理方案180的流程图。最初,在步骤182中,热管理方案180接收来自主机的至少一个命令。所接收的命令可以是将数据读取和编程到数据存储介质或可以是开销维护操作,像元数据、纠错码和伺服数据的写入。

[0021] 如果在步骤182中接收的命令是数据访问请求,则所述命令被记录并被安排在命令队列中,该命令队列可被填充以供以后执行,诸如在低处理和系统空闲时间期间执行。步骤184接下来进行到响应于命令队列接收至少一个新的命令而读取数据存储设备的温度。步骤184可利用任意数量的温度感测装备和算法来读取当前温度以及预测未来温度。这种预测的温度可根据从先前记录和预测的数据存储设备操作温度推导出的热分布进行绘制。例如,温度可被记录并且随后被计算为算法的一部分以绘制趋势和对计算操作(像加载操作系统、读取数据和使视频流动)的典型热响应。

[0022] 步骤186利用所推导出的热分布与步骤184的温度读数进行比较以确定在步骤182中接收的命令可如何影响数据存储设备内的热环境。远低于所推导出的热分布的所测得的温度可使例程180前进至执行存在于命令队列中的一个或多个命令。然而,与热分布相比升高的温度可触发步骤188来将预定持续时间的时间延迟插入到命令队列中以减少工作量并且因此减少由数据存储设备产生的热量的量。换言之,步骤188可允许命令队列的执行,但在命令之间插入预定的时间延迟(诸如2秒)使得数据存储设备没有贯穿命令队列的执行而不断地产生升高量的热量。

[0023] 在一些实施例中,步骤188战略性地贯穿命令队列插入不同时间的多个延迟以增强数据存储设备中的热耗散而不管构成命令的执行。可相对于所推导出的热分布协调延迟的这种战略性插入以提供可在步骤190中达到稳定的温度的最高概率而不管命令队列是否已完全被执行。为了阐明,可由于无限制的各种动作(诸如使用单个命令队列时间延迟、多个时间延迟以及所有数据存储设备操作的暂停)而达成步骤190。

[0024] 在于步骤190中使温度稳定的情况下,步骤192进行到减少或移除存在于命令队列中的一些或所有的时间延迟。这种时间延迟修改可以是数据存储设备温度低于特定阈值(诸如40°C)或命令队列部分地或完全地完成的结果。利用时间延迟调谐命令队列的能力允许命令执行和无缝的用户操作同时控制数据存储设备的温度。虽然将时间延迟插入到命令队列中可允许热量耗散同时数据存储设备不从事于数据访问操作,但数据存储设备可消耗

功率并且生成热量而没有进行数据访问操作。例如,数据存储介质的旋转可经由主轴电机使用电能并生成热量。因此,热管理方案180可以是用于控制热量并且达到期望温度的有用工具,时间延迟在显著降低设备温度所需的功率和时间量方面可能是代价很高的。

[0025] 因此,根据各种实施例,像图5的命令逻辑200之类的逻辑可被控制器用来减少数据存储设备中的功率消耗和热量生成。应当注意的是,命令逻辑200不被排他性地实施并且可被部分地执行同时其他控制器能力(诸如热管理方案180、数据高速缓存166和坠落防护168)正在运行。返回至图5,步骤202中的命令的到达触发了对数据存储设备中的温度的评估以及利用判决204的是否已超过温度阈值的判断。在步骤206中,超过限制的温度放慢了数据存储介质的旋转速度同时暂停命令队列的执行。介质速度的降低和命令的暂停可允许热量快速耗散同时减少被消耗的功率的量。

[0026] 一旦介质以降低的速度旋转达预定的时间(诸如30秒),重新访问判决204以确定进一步的旋转速度降低是否需要(in order)。若是,则数据存储设备可经历旋转速度的逐级排列(tiers),而这最终可导致关闭数据存储设备。然而,如果判决204判断出设备的温度对于进行命令执行是安全的,则步骤208随后至少部分基于所推导的热分布来计算命令窗口,所推导的热分布预测命令的执行将如何影响设备温度。

[0027] 作为步骤208的结果,将允许时间窗口、功率消耗或温度波动的量,该时间窗口、功率消耗或温度波动的量可以或不执行在步骤202中接收的或驻留在命令队列中的所有命令,因为步骤210增加数据存储设备的旋转速度并且步骤212执行至少一个命令。预期的是,步骤212执行实际数据访问命令以及由热管理方案施加的时间延迟,但这种执行不是必需的。步骤212对于来自步骤208的指定的命令窗口的完成将逻辑200推进回到判决204,在判决204处,进行对数据存储设备的温度的另一评估。通过循环返回至判决204,逻辑200可不断地聚焦于数据存储设备的温度是什么并且采取行动以降低设备的温度和功率消耗而没有使用用户体验降级,因为数据的高速缓存可服务短期用户请求。

[0028] 图5的逻辑200可用于通过降低数据存储介质的旋转速度来战略性地调节设备温度。虽然可在存在升高的温度下简单地关闭数据存储设备,但这种动作对功率消耗将是有害的,因为相比从使介质旋转减慢所节省的功率,使介质旋转加快会花费更多的功率。换言之,逻辑200通过响应于升高的温度而使数据存储介质旋转逐渐减慢来提供热耗散与功率消耗的平衡。在高容量命令队列条件(诸如操作系统加载)期间,逻辑200可提供维持系统性能的优化的热和功率平衡。然而,在可使用移动计算设备对应的低或散发的命令队列条件中,逻辑200可能不同样平衡功率消耗与热量耗散,这是由于设备旋转和热量稳定在预定的阈值之下。

[0029] 图6提供了可根据各种实施例执行以主动允许至少一个控制器在像设备温度和功率消耗之类的条件改变时维持优化的移动计算设备性能的示例命令队列分布例程220。可通过在步骤222中随时间记录至少一个命令队列活动来开始例程220。可在暂时或永久存储位置中本地地和远程地进行这种活动记录。

[0030] 判决224接下来评估来自步骤222的一个或多个所记录的命令队列活动以确定是否呈现已知的活动分布。也就是说,判决224可评估所记录的活动的时序、情形和顺序以确定已知的活动分布是否适用。如果没有已知的分布适合所记录的活动,则步骤226开始新的分布,该新的分布可独立或在稍后的时间被实现到另一分布中。如果已知的分布适合所记

录的活动,则步骤228利用所记录的事件更新已知的分布,所述所记录的事件可以或不改变该分布。

[0031] 所记录的命令队列活动在新的或已知的分布中的登记允许步骤230基于在步骤222中观察的活动来预测未来命令队列活动。作为非限制性示例,一个或多个算法可从活动分布中标识具有高的再次发生概率的趋势和情形,这被显示在步骤230中的命令队列活动容量的减少或增加的预测中。注意的是,命令队列可具有固定的执行率并且步骤190可预测未执行和部分执行的命令(诸如数据读取、伺服数据维护、元数据更新、高速缓存存储维护和数据写入)的容量。

[0032] 虽然可在步骤230中采用精细的和简单的算法,但非预期的和先前未遇到的活动可发生。判决232判断在步骤230中预测的命令队列活动在试图验证、演变和维持活动分布以及用于预测未来活动的算法的准确度方面是否是正确的。正确的活动预测触发步骤234来记录命令队列活动和该活动的时序以允许分布和相关联的算法随后预测其它未来命令队列事件。如果所预测的活动是错误的,则判决232提示步骤230来预测新的活动,这有效地删除错误的预测免于包含到活动分布或预测算法中。

[0033] 在具有预测未来命令队列活动(像命令容量和紧急度)的能力的情况下,控制器可进行措施来管理移动计算设备中的温度而无需主动冷却装置,诸如风扇、真空或通风孔。可单独地和同时地使用对图4的热管理方案180、图5的命令逻辑200和图6的命令队列分布例程220的利用以平衡功率消耗与温度控制。在一些实施例中,数据存储设备的控制器智能地执行各种方案和逻辑以适应正在如何使用移动计算设备。可根据各种实施例执行图7的示例温度管理例程240以选择性地利用各种不同的关注功率和热的方案和逻辑。

[0034] 通过在关闭数据存储设备时填充命令队列来开始步骤242,通过构成的数据存储介质的不旋转以及换能头被停泊来定义关闭数据存储设备。注意的是,虽然例程240在关闭数据存储设备时开始,但这种条件不是必需的或限制的,因为例程240可在设备处于使用中时是激活的。填充的命令队列前进至步骤244,在步骤244处,相对于基于热质量和先前记录的功率和温度条件的推导的温度分布来预测执行命令队列中的一些或全部的功率消耗和温度。例如,作为针对5mm数据存储介质的数据编程操作的结果的温度改变可遵循由性能算法预测的分布。

[0035] 在步骤244中对温度和功耗进行预测之后,在判决246中对数据存储设备的温度进行评估。如果温度太高以致不能维持命令队列命令中的至少一些的执行,则步骤248保持任何命令队列执行并返回至判决246中的温度评估。可维持命令执行的设备温度随后在步骤250中使数据存储介质旋转加快并且随后针对预定的命令窗口执行命令队列命令。一些实施例维持数据存储介质的操作速度达所选的时间(诸如1分钟),但这种等待在步骤254将介质的旋转速度放慢到预定的中间速度之前不是必需的。例如,1000rpm降低和换能头的停泊连同功耗从1.6W到.6W的显著降低可对应于步骤254。

[0036] 步骤254可进一步包含介质旋转速度的逐渐或突然降低,这取决于在步骤256中命令如何和何时填充命令队列。一旦命令队列接收到先决数量的命令队列(该先决数量的命令队列可被测量所消耗的功率、可被定时执行或可被预测热生成),判决258就再次感测数据存储设备是否比阈值温度热或是否在命令执行完结时将会更热。如果温度太热,则步骤260在暂停命令队列的同时清除高速缓存并且关闭驱动器。相反,冷的设备温度在于步骤



260中关闭设备之前于步骤262中增加介质旋转速度并根据命令窗口执行至少一个命令。

[0037] 可理解的是,例程240可通过利用一个或多个方案和逻辑来提供完善的功率和热量管理。然而,例程240的各种方面不是必需的或限制的,因为可随意改变、添加和移除例程240的任何部分。例如,可在介质处于操作速度时插入一步骤,该步骤生成命令窗口、经由温度算法计算温度趋势并且预测性地高速缓存操作系统数据。

[0038] 通过本文中所描述的多种实施例,移动计算设备可经历温度管理,尽管不具有冷却装置。热管理方案和命令逻辑的选择性和智能使用允许控制温度而没有使系统响应性降级。此外,功率管理方案的使用可有效地控制数据存储设备操作以补充热量的耗散同时最小化被消耗的功率的量,被消耗的功率的量由移动计算设备中的电池的减小的形状因子不断加压。

[0039] 将理解的是,以上描述的技术可容易地用在任意数量的应用中,包括具有冷却装置的计算环境。将理解,尽管在先前描述中连同各实施例的结构和功能的细节一起阐述了本公开的各实施例的许多特性,但是此详细描述仅仅是示例性的,并且可以在细节上作出修改,尤其在由表达所附权利要求的术语的宽泛的一般含义所指示的尽可能范围内在本技术的原理内对部件的结构和布置的诸方面作出修改。例如,特定要素可以根据特定应用而变化而不偏离本公开的精神和范围。

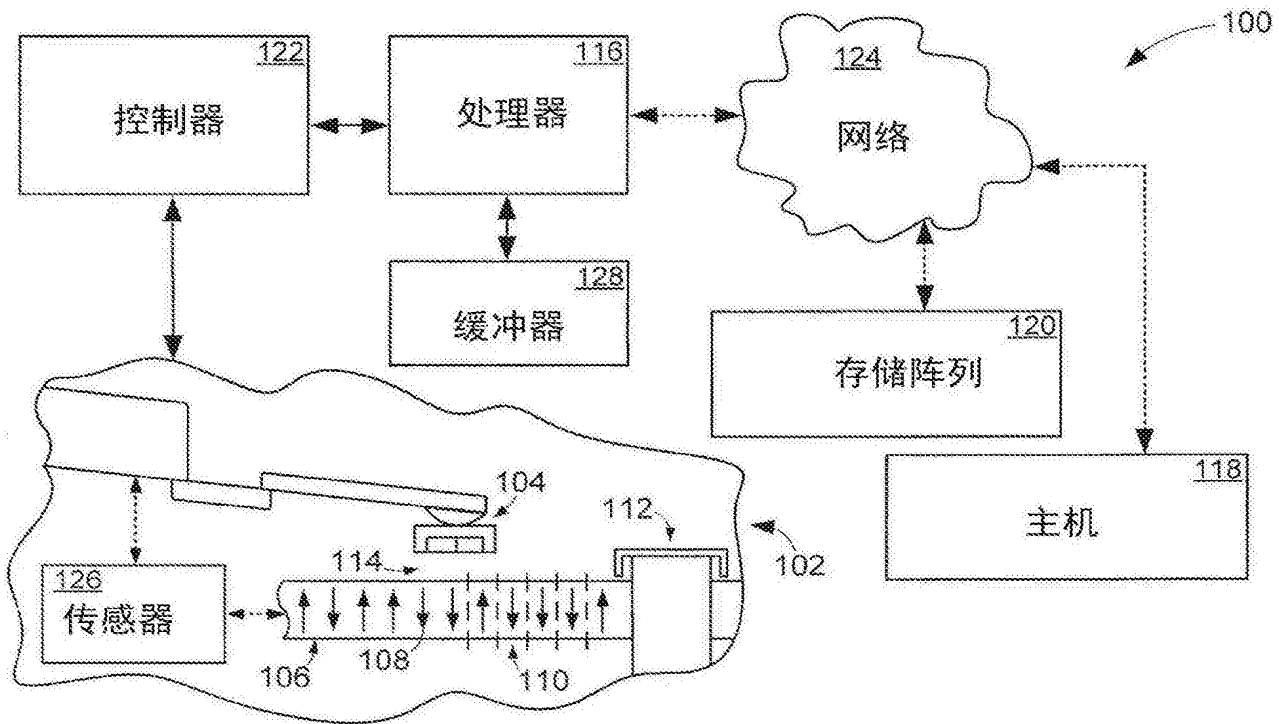


图1

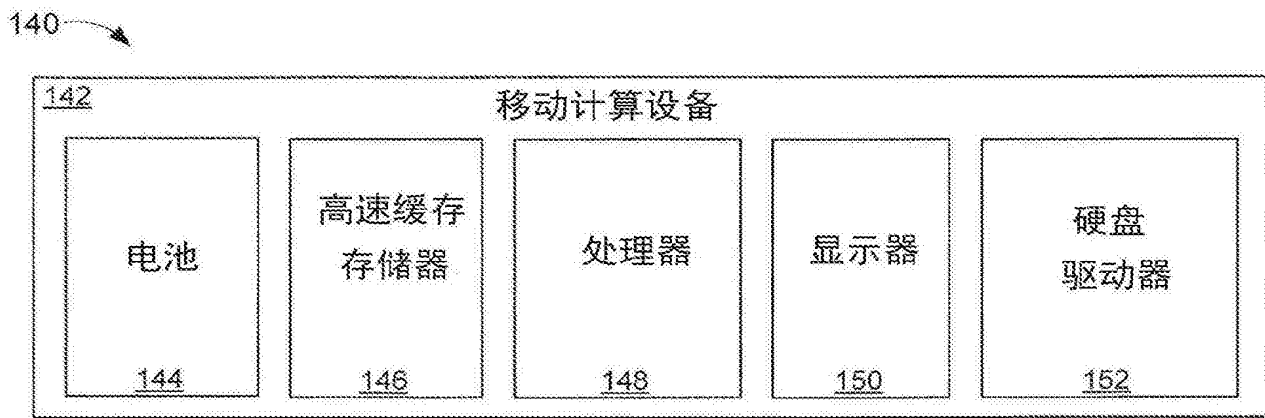


图2A

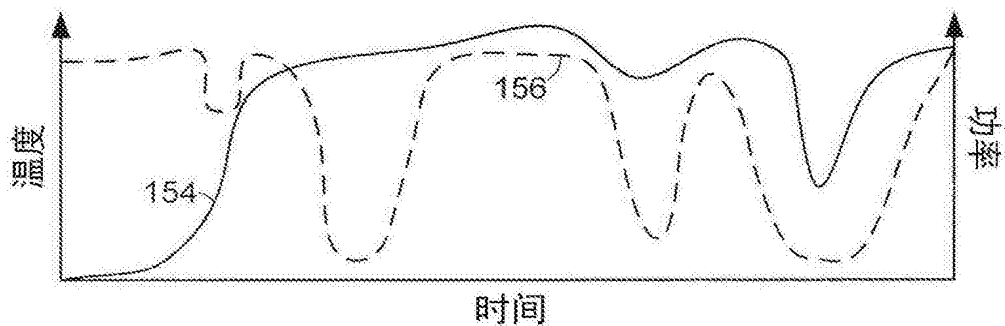


图2B

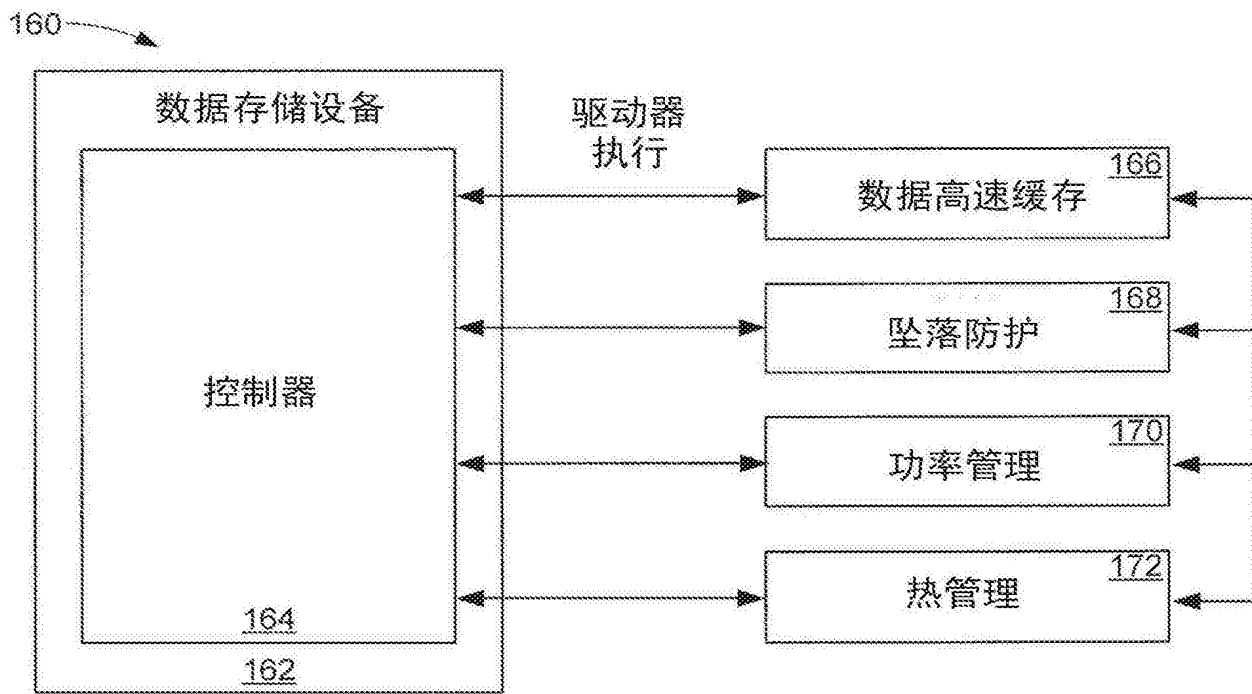


图3

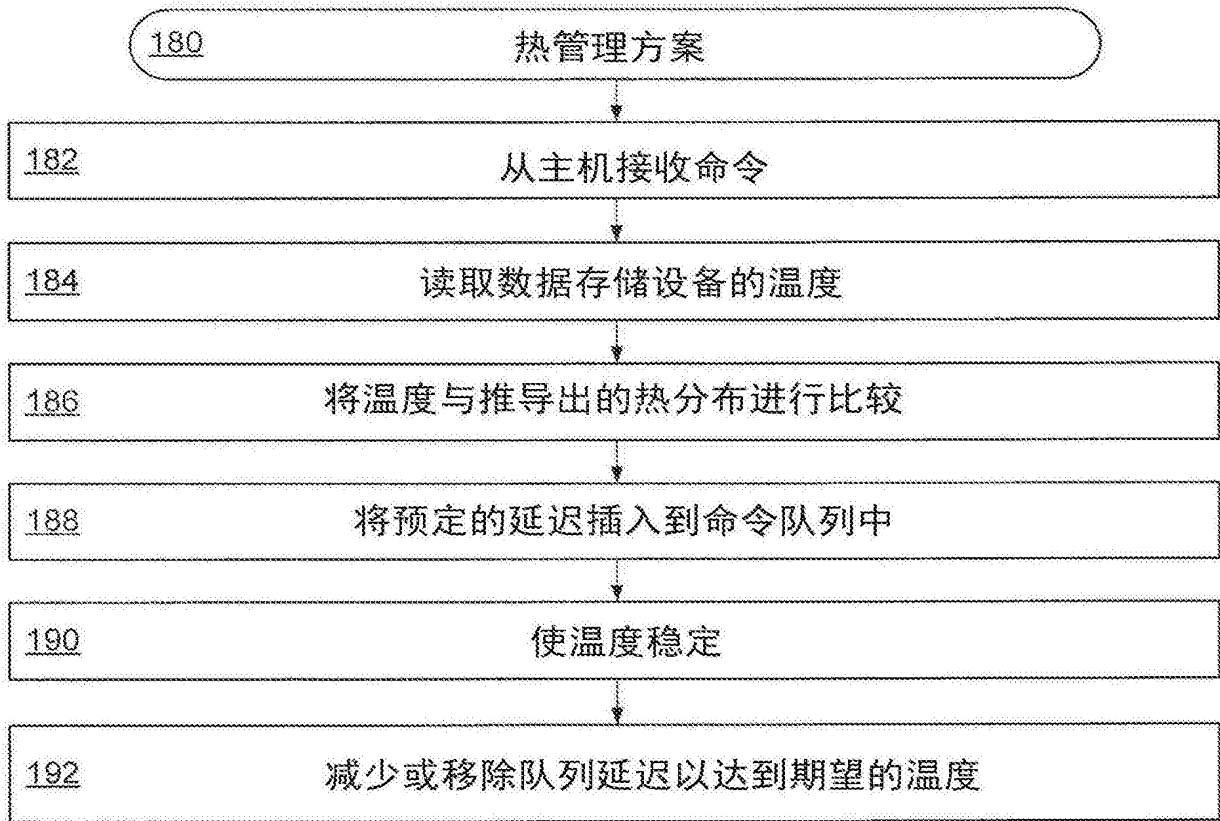


图4

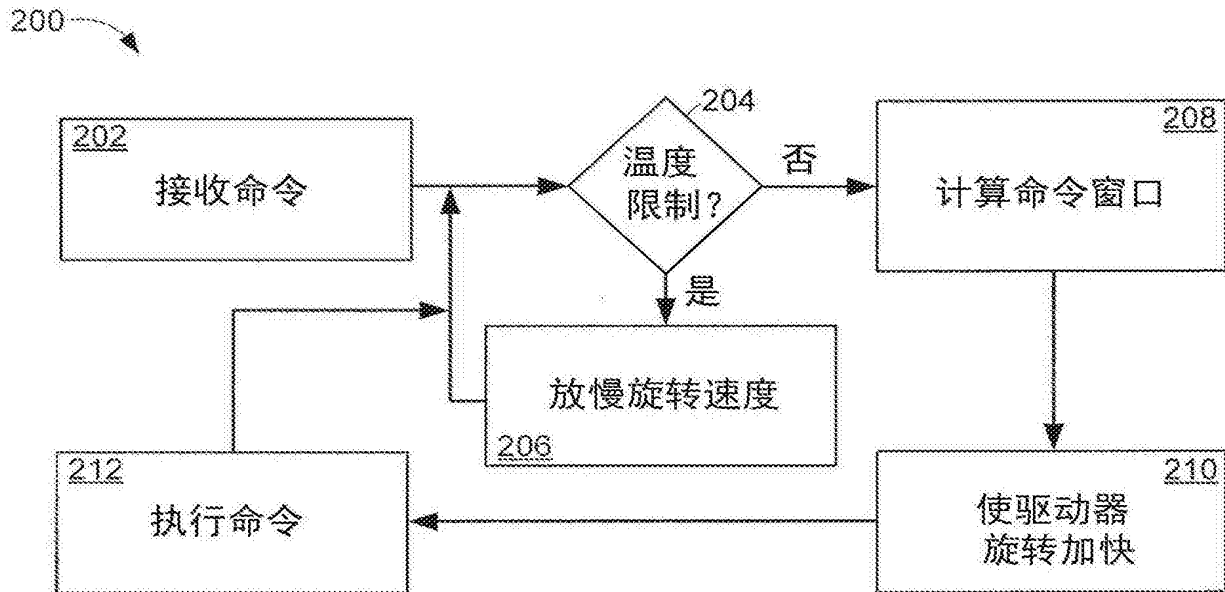


图5

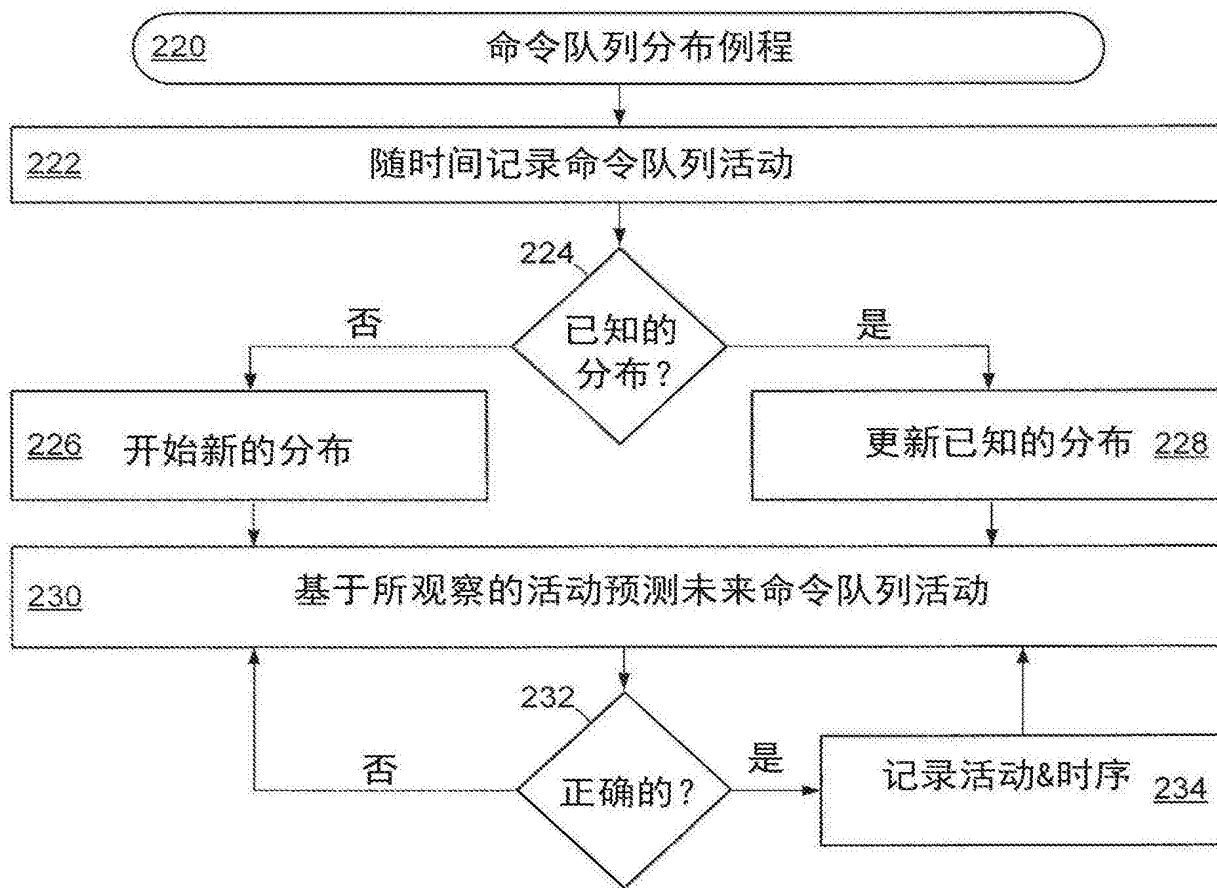


图6

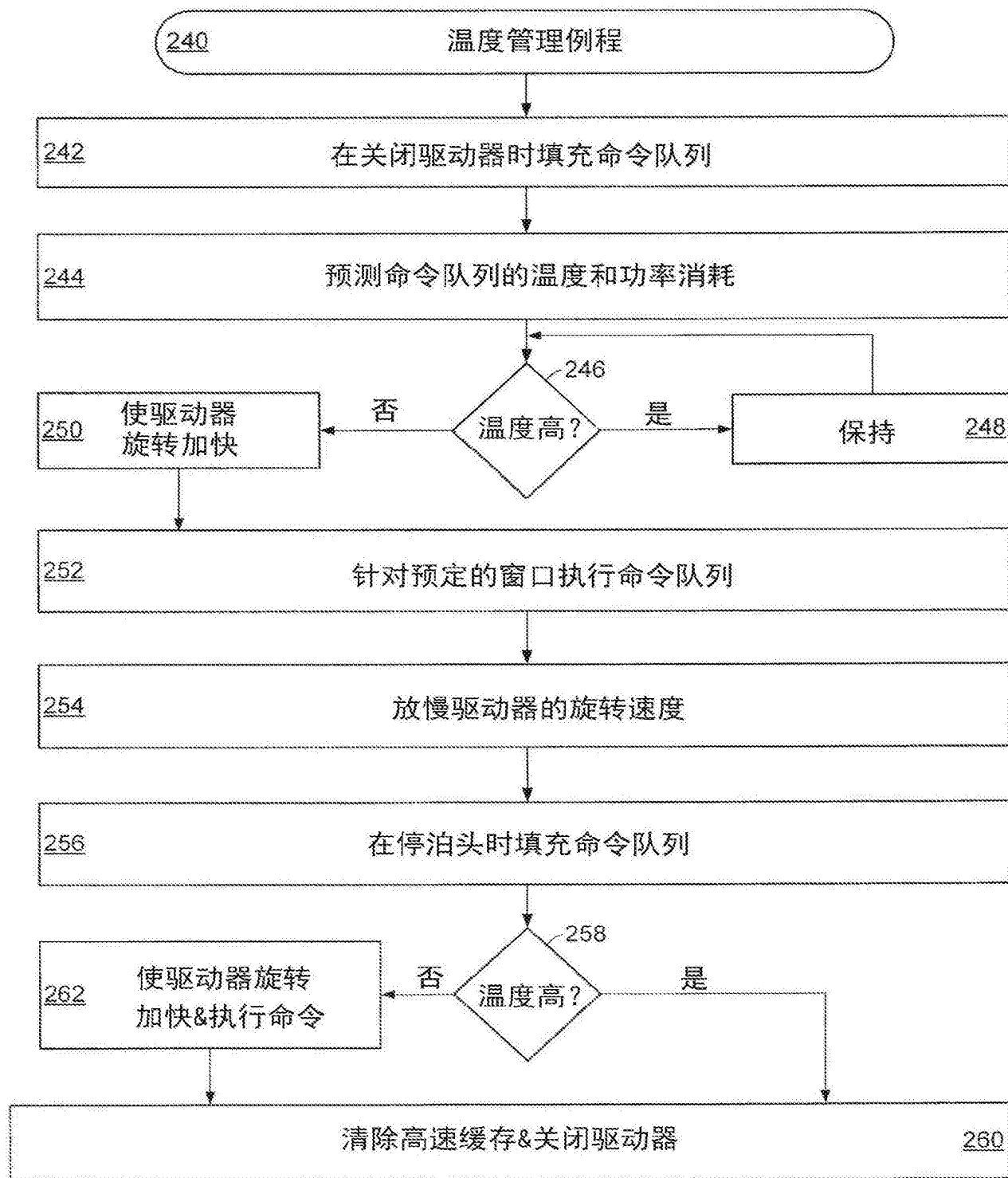


图7