



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105684084 B

(45)授权公告日 2019.11.12

(21)申请号 201480058232.0

(72)发明人 J·E·戴克斯

(22)申请日 2014.09.05

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105684084 A

代理人 姬利永

(43)申请公布日 2016.06.15

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

G11B 19/28(2006.01)

61/875,430 2013.09.09 US

G06F 1/26(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.04.22

(56)对比文件

US 7143203 B1,2006.11.28,

US 5216655 A,1993.06.01,

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/054257 2014.09.05

US 5155831 A,1992.10.13,

US 7143203 B1,2006.11.28,

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/035142 EN 2015.03.12

US 2010290149 A1,2010.11.18,

US 5774292 A,1998.06.30,

(73)专利权人 希捷科技有限公司

审查员 杨松林

地址 美国加利福尼亚州

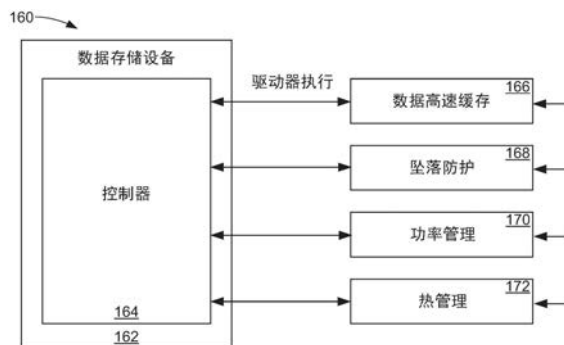
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

具有功率管理的移动数据存储设备

(57)摘要

数据存储系统(100)可被配置有至少移动数据存储设备(102),该移动数据存储设备(102)包含旋转的数据存储介质和控制器(122)。该控制器(122)可响应于命令队列的预测的变化而改变数据存储介质的旋转速度。移动数据存储设备(102)可未被配置有主动冷却特征。



1. 一种用于数据存储的装置,包括移动数据存储设备,所述移动数据存储设备包括旋转的数据存储介质和控制器,所述控制器具有功率管理模块和热管理模块,所述控制器适于基于预测的命令队列的变化而改变所述数据存储介质的旋转速度以平衡所述移动数据存储设备的热分布与功耗并且将所述移动数据存储设备维持在预定的热阈值之下,所述控制器适于通过以下步骤来预测命令队列的变化:

随时间记录至少一个命令队列活动;

确定所记录的命令队列活动是否呈现已知的活动分布;

如果所述所记录的命令队列活动呈现已知的活动分布,则利用所述所记录的命令队列活动更新所述已知的活动分布,否则开始新的活动分布;以及

基于所述所记录的命令队列活动来预测未来命令队列活动。

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是硬盘驱动器。

3. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述移动数据存储设备包括附连至中央主轴的多个数据存储介质。

4. 如权利要求3所述的装置,其特征在于,所述移动数据存储设备包括给所述控制器和中央主轴供电的至少一个电池。

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所述命令队列。

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被结合到移动计算设备中,所述移动计算设备经由网络无线地连接至远程主机。

7. 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功率管理电路,所述功率管理电路提供预测的功耗。

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,所述坠落防护电路配置成提供所述预测的变化。

9. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述数据存储介质毗邻至少一个悬置的数据换能头进行定位。

10. 一种用于数据存储的装置,包括移动数据存储设备,所述移动数据存储设备包括旋转的数据存储介质和控制器,所述移动数据存储设备未配置有主动冷却特征,所述控制器具有功率管理模块和热管理模块,所述控制器适于基于预测的命令队列的变化而改变所述数据存储介质的旋转速度以将所述移动数据存储设备维持在预定的热阈值之下,所述控制器适于通过以下步骤来预测命令队列的变化:

随时间记录至少一个命令队列活动;

确定所记录的命令队列活动是否呈现已知的活动分布;

如果所述所记录的命令队列活动呈现已知的活动分布,则利用所述所记录的命令队列活动更新所述已知的活动分布,否则开始新的活动分布;以及

基于所述所记录的命令队列活动来预测未来命令队列活动。

11. 如权利要求10所述的装置,其特征在于,所述预测的热分布与经历的命令队列活动的推导的分布对应。

12. 如权利要求10所述的装置,其特征在于,所述预测的热分布与在至少一个命令的执行期间的所述移动数据存储设备中的温度波动对应。

13. 如权利要求10所述的装置,其特征在于,所述控制器将所述数据存储介质的旋转速度降低25-50%。

14. 一种用于数据存储的方法,包括:

将控制器连接至移动数据存储设备中的旋转的数据存储介质,所述控制器被连接至功率管理模块和热管理模块;

通过以下步骤来预测命令队列的变化:

随时间记录至少一个命令队列活动;

确定所记录的命令队列活动是否呈现已知的活动分布;

如果所述所记录的命令队列活动呈现已知的活动分布,则利用所述所记录的命令队列活动更新所述已知的活动分布,否则开始新的活动分布;

基于所述所记录的命令队列活动来预测未来命令队列活动;以及

基于预测的命令队列的变化而改变所述数据存储介质的旋转速度以将所述移动数据存储设备维持在预定的热阈值之下。

15. 如权利要求14所述的方法,其特征在于,所述热管理模块执行少于所述命令队列中存在的所有命令。

16. 如权利要求14所述的方法,其特征在于,通过给主轴电机断电以达到所述数据存储介质的较慢的旋转速度来改变所述数据存储介质的旋转速度。

17. 如权利要求14所述的方法,其特征在于,通过增加到主轴电机的功率以达到所述数据存储介质的操作旋转速度来改变所述数据存储介质的旋转速度。

18. 如权利要求14所述的方法,其特征在于,改变步骤包括以变化的间隔降低所述数据存储介质的旋转速度。

19. 如权利要求18所述的方法,其特征在于,所述变化的间隔与不同的旋转速度对应。

20. 如权利要求14所述的方法,其特征在于,所述控制器响应于被连接至所述控制器的坠落防护模块预测的坠落而暂停所述功率管理模块和所述热管理模块的操作。

具有功率管理的移动数据存储设备

发明内容

[0001] 根据各种实施例,移动数据存储设备可具有至少旋转的数据存储介质和控制器。该控制器可被配置成响应于命令队列中的预测的变化而改变数据存储介质的旋转速度。

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分别显示来自示例数据存储设备的框图表示和标绘的操作数据。

[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命令队列分布例程。

[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显示了根据多种实施例利用的示例功率管理方案。

[0008] 图7标绘了可根据各种实施例执行的示例功率保存例程。

具体实施方式

[0009] 半导体设计和制造的激增已允许计算设备变得日益移动化且更加强大。先前预留用于物理上笨重的、静止的形状因子的技术现在被封装到移动电子设备中,所述移动电子设备提供宽带通信连通性以及大量数据的生成,诸如高清晰度视频记录。移动计算设备(诸如智能手机、平板电脑、手表和膝上型计算机)的形状因子的减小已经减小了可用于电池的空间。虽然电池技术持续推进和替代电源(像太阳能可对电池再充电),但相比节约电能使用,重装电池是较慢的并且使移动计算设备更衰弱。

[0010] 因此,移动数据存储设备可具有至少旋转的数据存储介质和控制器,该控制器响应于命令队列的预测的变化而改变数据存储介质的旋转速度。介质的旋转速度的主动(proactive)改变可缓解不必要的功耗同时允许在由用户访问时的响应式系统功能。也就是说,介质的旋转速度可被改变至节约电能的状态并且可被返回至充分操作状态而没有移动数据存储设备的性能的明显降低。

[0011] 虽然移动数据存储设备可被用于无限制的各种系统和环境中,但各种实施例利用被示为图1中的框图表示的示例数据存储系统100中的移动数据存储设备。数据存储系统100可通过接合(engage)一个或多个本地或远程数据存储设备102来利用根据一些实施例的功率管理技术。一个或多个数据存储设备102可以装备有一个或多个换能头104,该一个或多个换能头104被悬置在所选的数据位108和数据磁道110的上方以横跨空气轴承112编程和感测数据。

[0012] 存储介质106可被附连至一个或多个主轴电机114,该一个或多个主轴电机114使介质108旋转以产生空气轴承112,换能头104在该空气轴承112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114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持续减小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和服务器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是根据多种实施例布置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,并且因此优化移动计算设备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选择性地监测数据存储设备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(诸如硬盘驱动器)可被用于具有冷却装置的固定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。动态数据驱动器可被配置成建立控制器164和外围部件之间的通信以执行各种能力。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、偶发地和例行地进行主动式和反应式措施以建立和保存最佳性能而不管在设备162中消耗功率和生成热量。图4传达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180。可通过在步骤182中随时间记录至少一个命令队列活动来开始例程180。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。

[0021] 判决184接下来评估来自步骤182的一个或多个所记录的活动以确定是否呈现已知的活动分布。也就是说,判决184可评估所记录的活动的时间、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186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188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可以不改变该分布。

[0022] 所记录的活动在新的或已知的分布中的登记允许步骤190基于在步骤182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190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。

[0023] 虽然可在步骤190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192判断在步骤190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194来记录命令队列活动和该活动的时间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192提示步骤190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。

[0024] 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,控制器可进行节约移动计算设备中的功耗的措施。图5的命令逻辑200是根据能够实施例的一个或多个控制器可如何响应于预测的和实际的命令队列活动的示例。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中的实际命令的预测或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,超过限制的温度使控制器放慢了数据存储介质的旋转速度同时暂停至少一个命令队列的执行。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。

[0025] 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),而这最终可导致使数据存储设备断电。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。

[0026] 作为步骤208的结果,将允许时间窗口、功耗或温度波动的量,该时间窗口、功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。

[0027] 图5的逻辑200可用于通过经由一个或多个间隔(诸如500、1000或5000rpm降低)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给数据存储设备断电,但这种动作对功耗将是有害的,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也可能不使功耗与热量耗散平衡,这是由于设备旋转和热量稳定在预定的阈值之下。

[0028] 图6显示了可根据多种实施例在移动数据存储环境中由控制器执行以更强有力地节约功率的示例功率管理方案220,这在低处理时间中可以是尤其有用的。虽然不必需,但当通过停泊换能头使数据存储设备断电并且停止数据存储介质的旋转而不管设备的温度时,可响应于预定周期的系统闲置(诸如1分钟)而触发方案220。然而,替代地,可单独地或结合其他方案和逻辑连续地运行方案220。

[0029] 功率管理方案220的启动以步骤222从主机接收至少一个读取命令开始。步骤224进行至针对所请求的数据检查本地或网络高速缓存。如果在高速缓存中发现数据,方案220可将数据返回至主机而没有改变旋转的数据存储设备的条件。在步骤224中未能定位所请求的数据随后进行判决226,在判决226处,完成数据存储设备是否正在旋转的判断。旋转的数据存储介质导致步骤228在下一可用的命令窗口(诸如在逻辑200的步骤206中建立的命令窗口)处执行来自命令队列的至少一个命令。如果介质是静止的,则步骤230接下来保持命令同时在步骤232中将介质旋转到预定的速度,诸如9000rpm。步骤232的完成允许步骤228随后在下一可用的命令窗口处执行命令。在其中于步骤228中执行至少一个命令的命令窗口结束时,步骤234在于步骤236中给数据存储设备断电之前清除本地高速缓存并且停泊换能头。各种实施例遵循预定的旋转减慢分布,该预定的旋转减慢分布允许在接收新的命令的情况下的有效的旋转加快,而其他实施例突然地旋转减慢并且使数据存储设备断电以试图最大化功率保存。构想的是,主机可诸如通过设置与不同的旋转减慢分布对应的高的或低的保存设置来设置和调节功率管理方案220中的功率保存的程度。可单独地和同时地使用对图4的命令队列分布例程180、图5的命令逻辑200和图6的功率管理方案220的利用以

平衡功耗与温度控制。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。图7传达了可根据各种实施例进行以智能地进行移动计算设备中的功耗的主动式和反应式缓解的示例功率保存例程240。

[0030] 构想的是,可在步骤242之前执行任意数量的步骤和判决,该步骤242基于推导的分布来预测至少一个命令队列活动。例如,可进行例程180以开始或更新推导的分布,该推导的分布在步骤242中被用于预测一个或多个命令队列活动,诸如队列中的命令容量的变化、命令执行的增加以及队列中的命令的挤压的建立。任意种类的命令队列活动或系统活动(诸如高的或低的处理容量)的预测可触发步骤244来调节数据存储介质的旋转速度。

[0031] 作为非限制性示例,步骤242可在步骤244之前预测低命令队列容量或队列命令的慢摄入,步骤244将数据存储介质的旋转放慢预定的间隔,诸如500rpm或操作速度的25%。对命令队列活动的预测可允许步骤244通过对命令队列满足特定参数(像在给定时间上的新的或执行的命令的数量)作出响应而放慢数据存储介质的旋转速度来主动节省功率。步骤244可替代地增加数据存储介质的旋转速度以允许在将来执行增加数量的命令,相比在较长的时间周期上逐渐地执行命令,这可减少功耗。

[0032] 虽然使用推导的分布可增加步骤242中命令队列预测的准确度,但旋转速度的预测和调节可能是不正确的。判决246评估步骤244中由控制器进行的主动动作是否是正确的。关于一个或多个在前的旋转速度调节是正确的验证使例程240循环至步骤242,在步骤242处,不断地、偶发地和例行地预测命令队列活动。对数据存储介质的旋转速度的不正确的预测和调节可与预定的时间间隔(诸如1、5、10、30和60秒或更多)对应,该预定的时间间隔定义了失败的命令队列活动的超时间隔。

[0033] 也就是说,判决248可标识不正确的命令队列预测和数据存储介质旋转速度调节是否对应于队列中的命令的不想要的执行延迟或容量。如果不正确的预测和/或旋转调节未导致超时间隔上的命令执行,步骤250更新所推导的分布以演变所推导的分布以在再次访问步骤242时更好地预测未来命令队列活动。在超时间隔上的命令队列延迟使步骤252将数据存储介质的旋转速度减少预定的间隔,该预定的间隔可与步骤244的间隔相同或不同。

[0034] 例程240的构想但不必需的实施例包含对命令队列中的缓慢或不活动的预测并且以均匀的或变化的间隔将数据存储介质的旋转速度向下步进至低功率旋转,诸如500rpm。旋转速度向下的逐渐步进允许移动计算设备通过将数据存储介质的旋转速度带至操作状态(诸如5600或9000rpm)来快速且无缝地响应于用户和命令队列活动的预测的或实际的变化。可通过不断地或间歇地关闭主轴电机以降低数据存储介质的旋转速度来优化由移动计算设备执行例程240所消耗的功率。

[0035] 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,可插入一步骤,该步骤总共生成推导的分布或停止数据存储介质的旋转。通过本文中所描述的多种实施例,移动计算设备可预测命令队列活动并缓解功耗。通过使得能够无缝返回至操作旋转速度的旋转速度的逐渐降低来补充通过减少数据存储介质的旋转速度来选择性地响应于预测的命令队列活动的的能力。

[0036] 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。

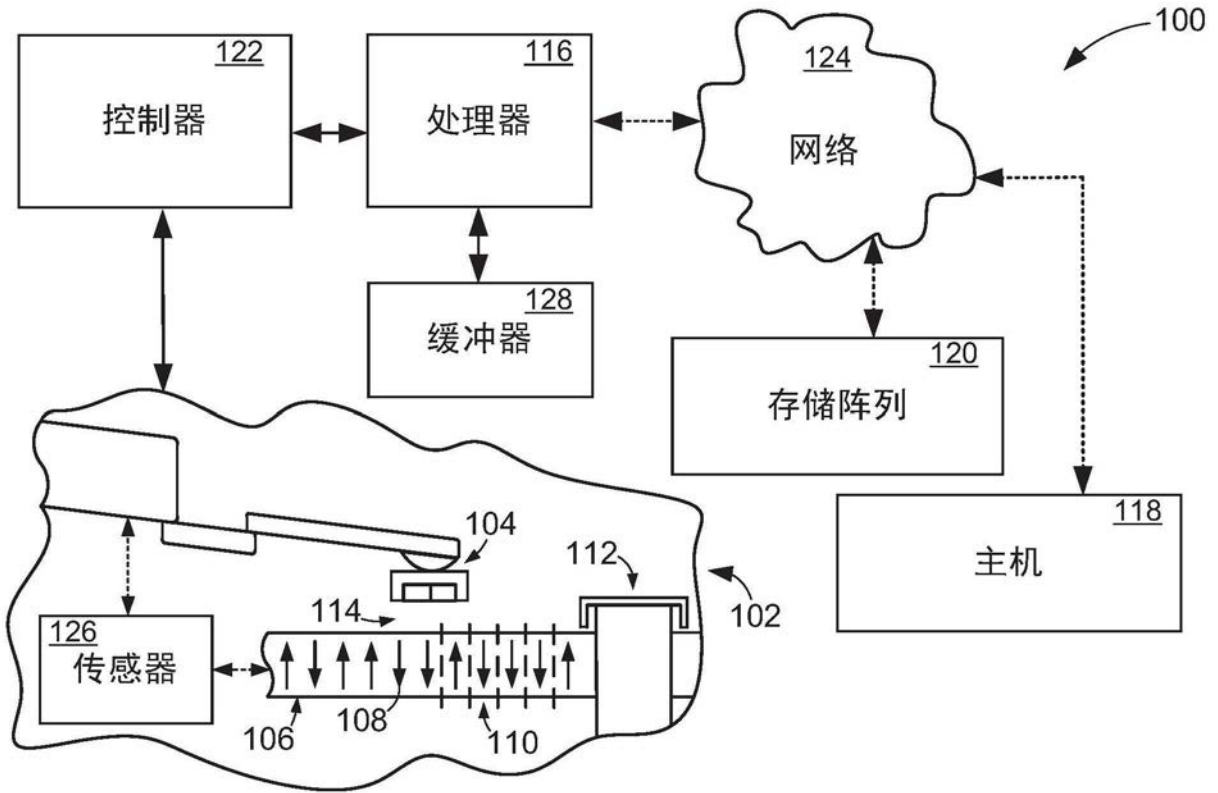


图1

140

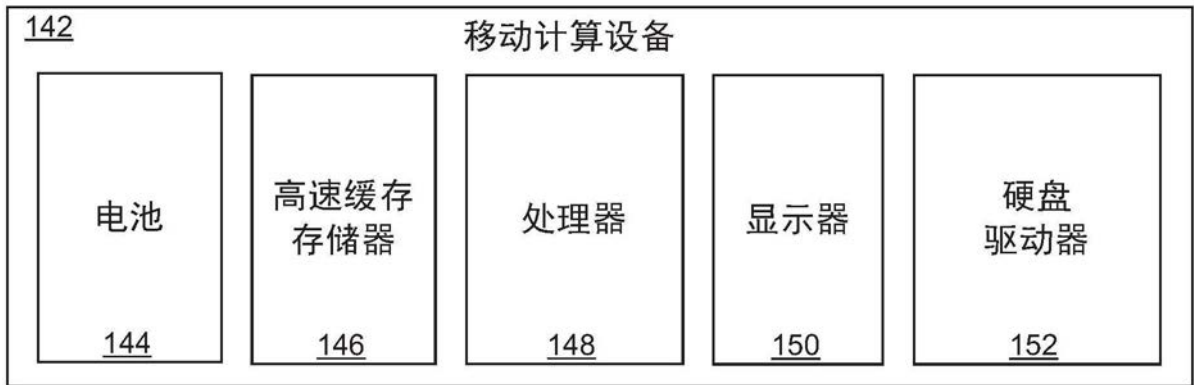


图2A

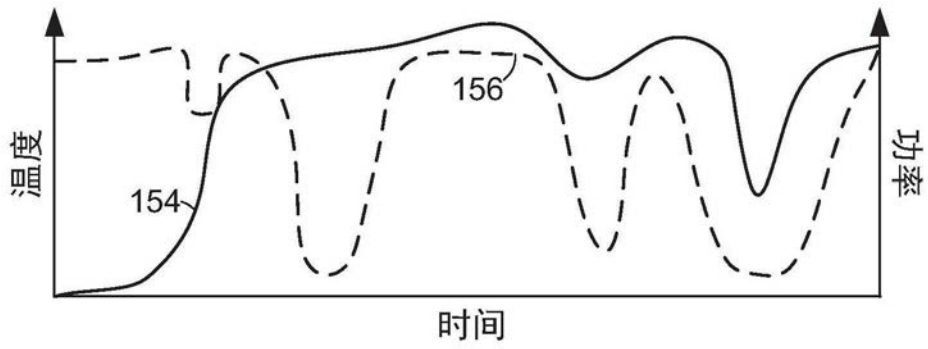


图2B

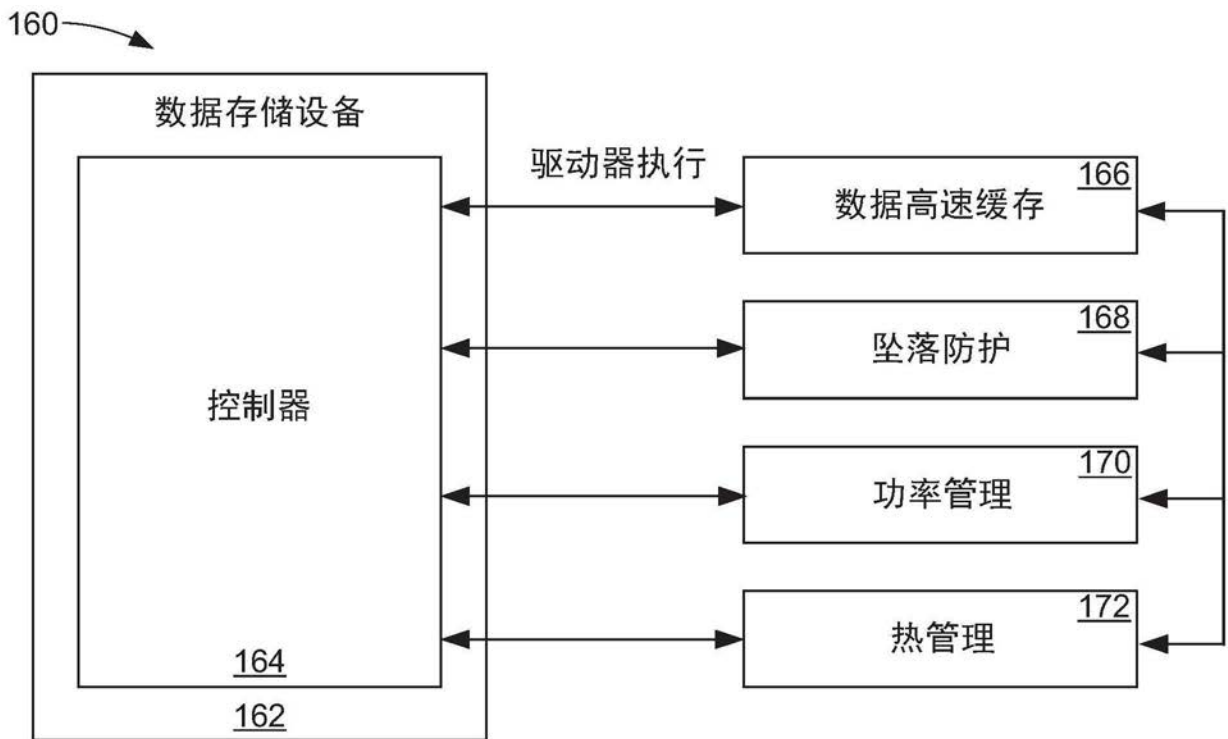


图3

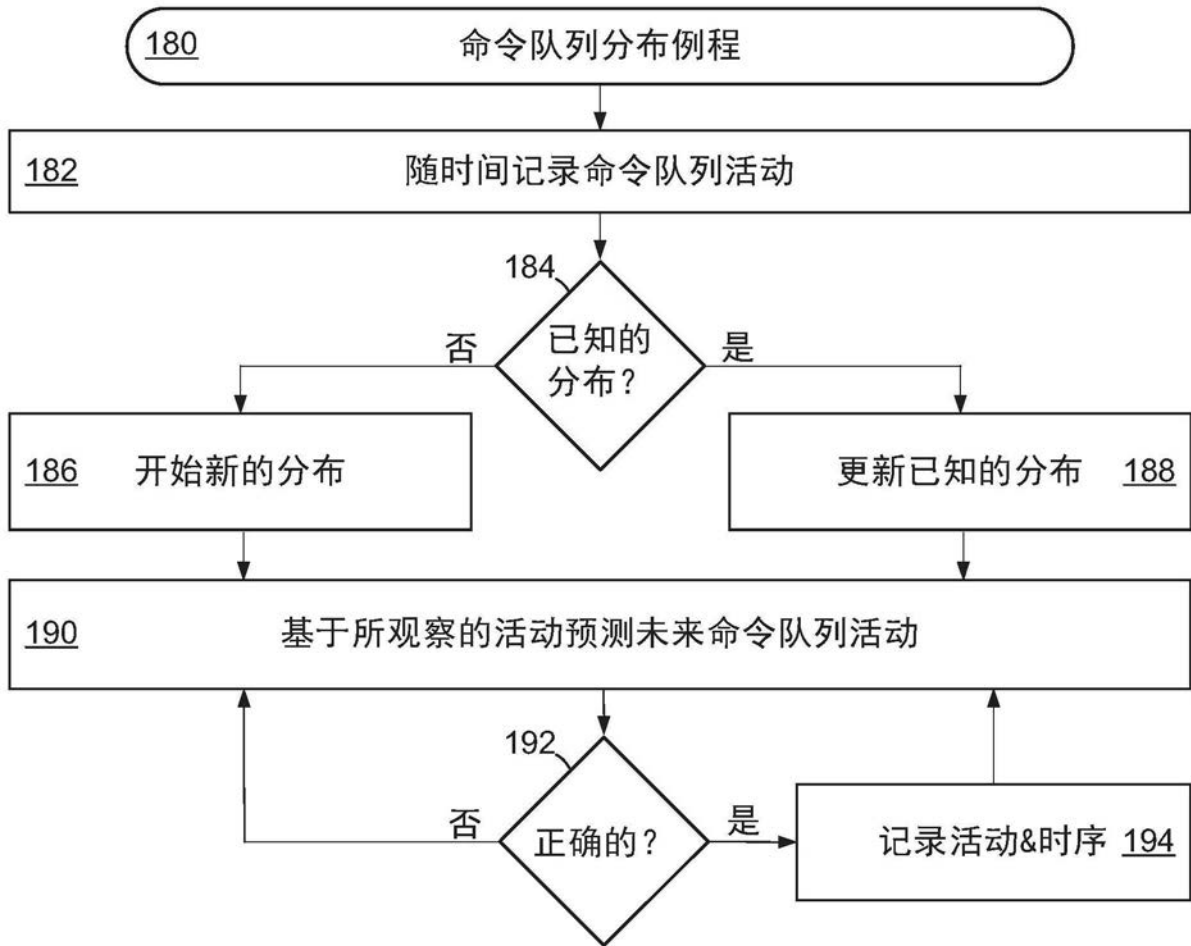


图4

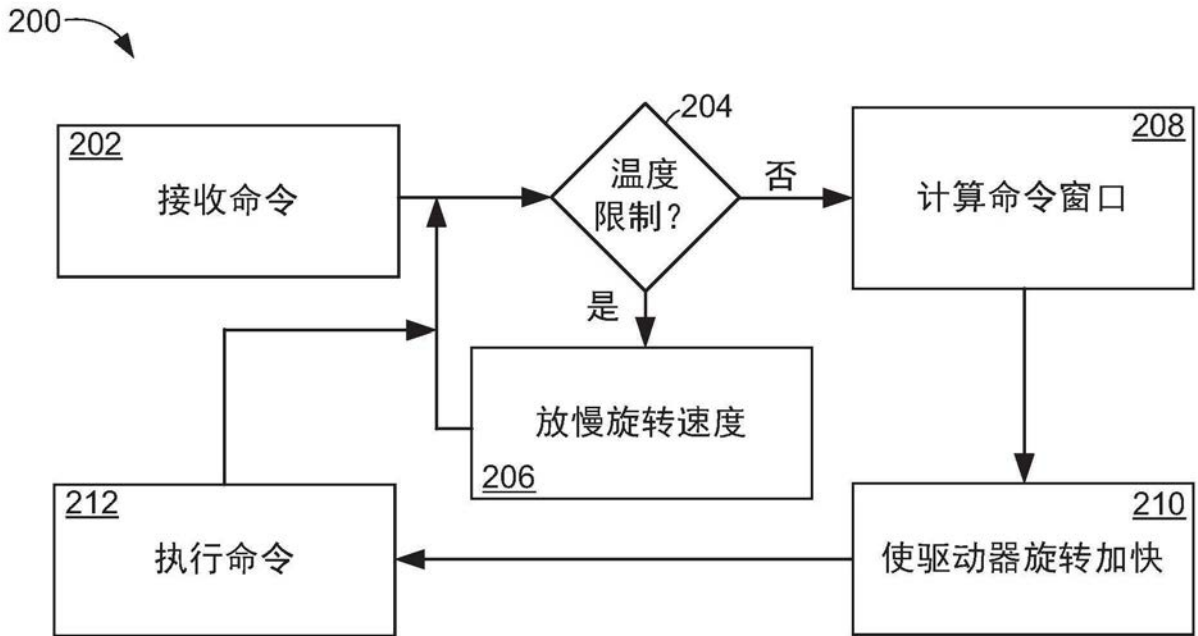


图5

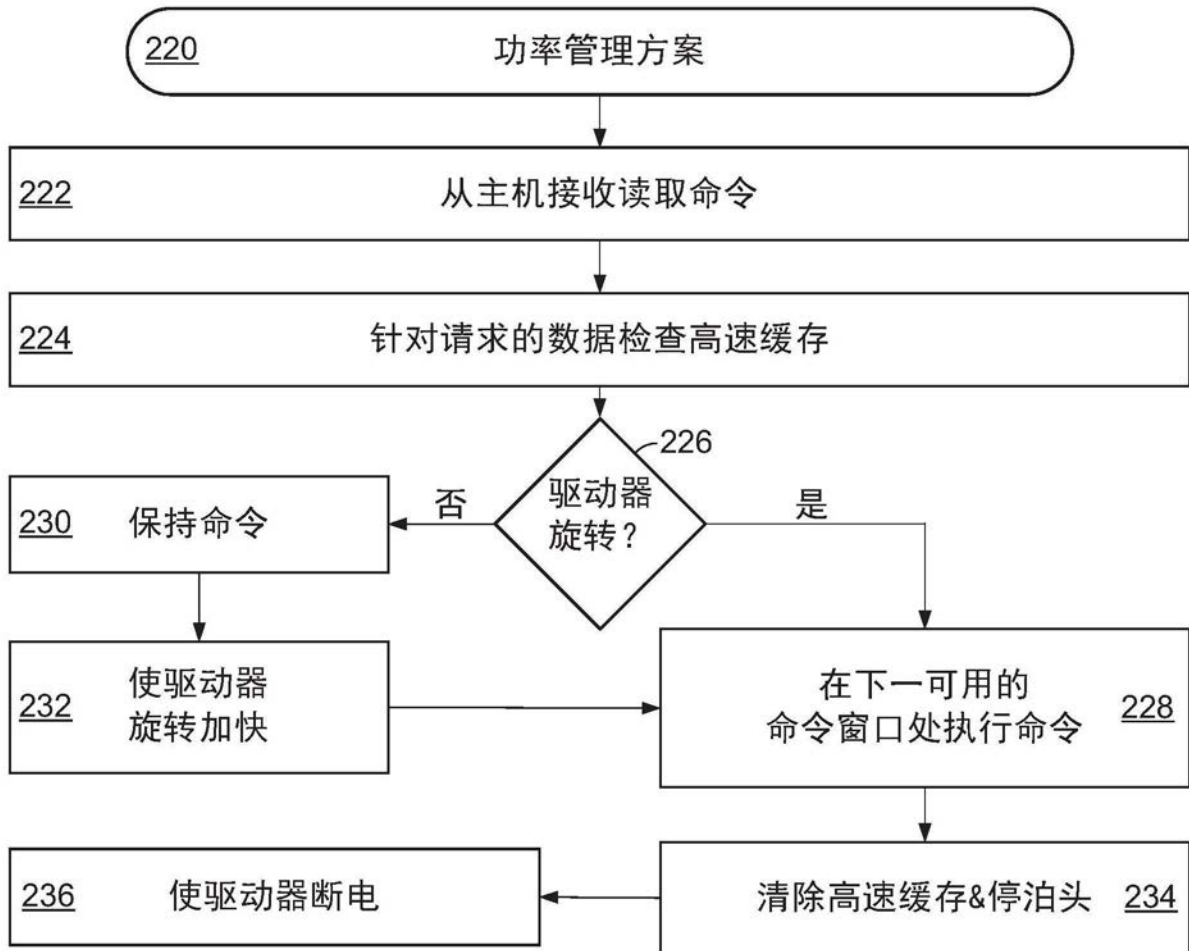


图6

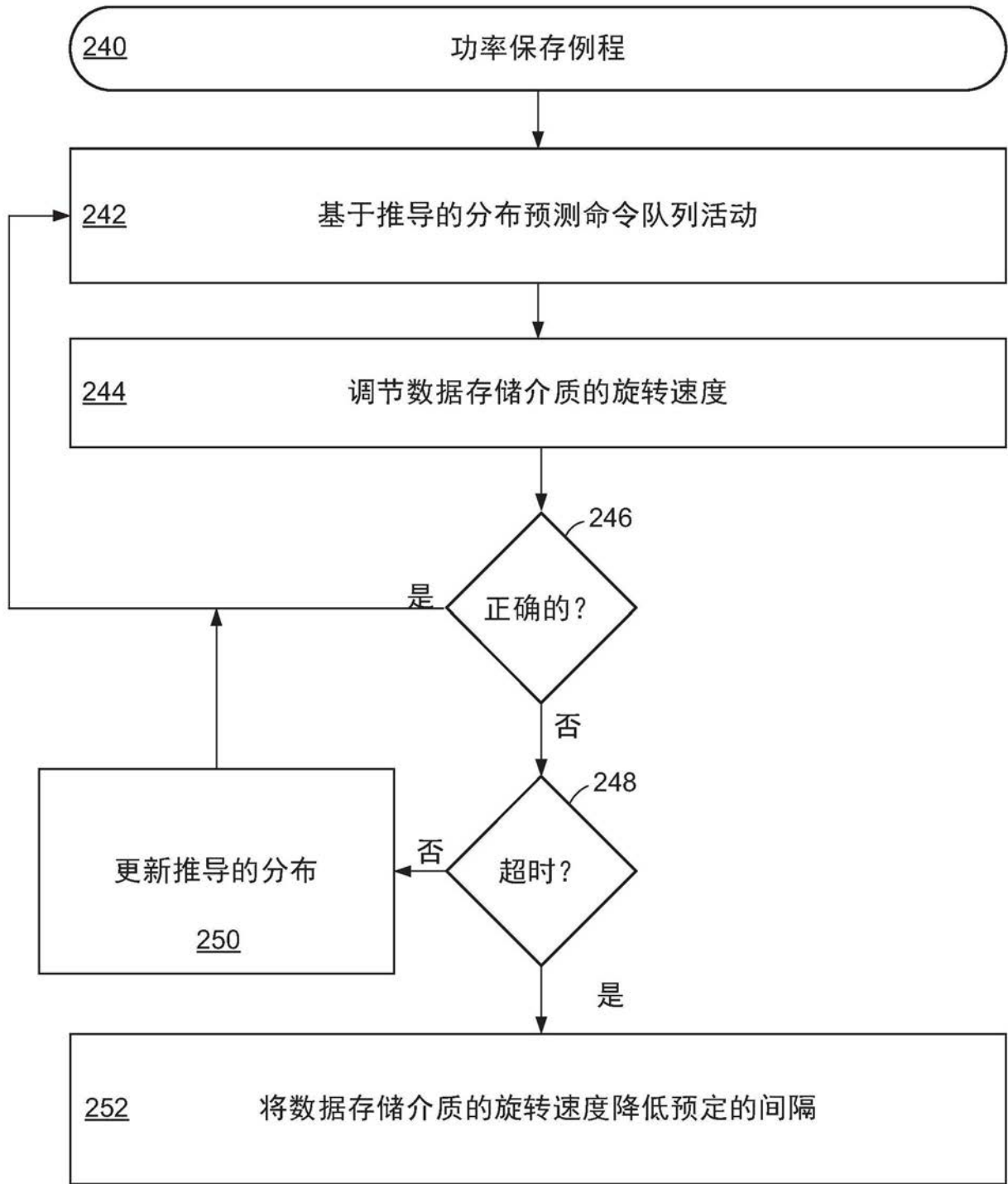


图7