



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101713970 A

(43) 申请公布日 2010. 05. 26

(21) 申请号 200910178775. 7

(22) 申请日 2009. 09. 30

(30) 优先权数据

12/242357 2008. 09. 30 US

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 D·B·皮尔斯 J·詹森

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 张雪梅 李家麟

(51) Int. Cl.

G05B 19/04 (2006. 01)

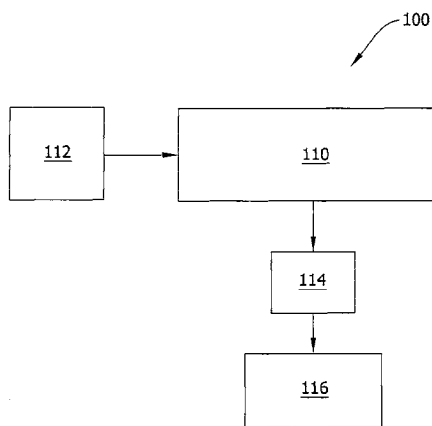
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

重启飞行控制系统的方法和系统

(57) 摘要

重启飞行控制系统的方法和系统。提供了一种飞行控制系统 (100)。该飞行控制系统包括:至少一个传感器 (112), 被配置为收集数据; 飞行控制器 (110), 耦合到所述至少一个传感器。所述飞行控制器 (110) 包括: 随机存取存储器 (RAM) 设备 (144), 被配置为将至少一个可执行程序存储在所述 RAM 设备的第一 RAM 扇区和第二 RAM 扇区中; 和处理器 (140), 被配置为执行来自于该第一 RAM 扇区的该至少一个可执行程序, 以处理该传感器数据并且输出操作指令; 和至少一个致动器 (116), 耦合到所述飞行控制器, 所述致动器被配置为接收并执行该操作指令。



1. 一种飞行控制系统 (100), 包括:
至少一个传感器 (112), 被配置为收集数据;
飞行控制器 (110), 耦合到所述至少一个传感器, 所述飞行控制器包括:
随机存取存储器 (RAM) 设备 (144), 被配置为将至少一个可执行程序存储在所述 RAM 设备的第一 RAM 扇区和第二 RAM 扇区中; 以及
处理器 (140), 被配置为执行来自于该第一 RAM 扇区的至少一个可执行程序, 以处理该传感器数据并且输出操作指令; 以及
至少一个致动器 (116), 耦合到所述飞行控制器, 所述致动器被配置为接收并执行该操作指令。
2. 根据权利要求 1 所述的飞行控制系统 (100), 其中, 所述至少一个传感器 (112) 还包括被配置为接收由该飞行控制系统的操作员提供的输入的输入设备 (114)。
3. 根据权利要求 1 所述的飞行控制系统 (100), 其中, 所述至少一个传感器 / 输入设备 (114)、所述飞行控制器 (110) 和所述至少一个致动器 (116) 通过存储器总线 (146) 耦合。
4. 根据权利要求 1 所述的飞行控制系统 (100), 还包括被配置为存储该至少一个可执行程序的只读存储器 (ROM) 设备 (142)。
5. 根据权利要求 4 所述的飞行控制系统 (100), 其中所述处理器 (140) 还被配置为:
在预定时间, 控制该至少一个可执行程序从该 ROM 设备 (142) 到该 RAM 设备 (144) 的传送, 以及
在处理器故障 / 错误之后, 控制该至少一个可执行程序从第二 RAM 扇区到第一 RAM 扇区的传送。
6. 根据权利要求 5 所述的飞行控制系统 (100), 其中所述预定时间是在所述飞行控制器 (110) 的启动时。
7. 根据权利要求 1 所述的飞行控制系统 (100), 其中, 所述飞行控制器 (110) 还包括直接存储器存取 (DMA) 引擎 (162), 该引擎被配置为:
在所述飞行控制器 (110) 的启动时, 控制该至少一个可执行程序从该 ROM 设备 (142) 到该 RAM 设备 (144) 的传送, 以及
在处理器故障 / 错误之后, 控制该至少一个可执行程序从第二 RAM 扇区到第一 RAM 扇区的传送。
8. 一种飞行控制器 (110), 包括:
随机存取存储器 (RAM) 设备 (144), 包括第一 RAM 扇区和第二 RAM 扇区, 其中至少一个可执行程序的第一副本被存储在所述第一 RAM 扇区中, 以及该至少一个可执行程序的第二副本被存储在第二 RAM 扇区中; 以及
处理器 (140), 被配置为执行来自于该第一 RAM 扇区的至少一个可执行程序。
9. 根据权利要求 8 所述的飞行控制器 (110), 其中所述处理器 (140) 还被配置为, 在处理器故障 / 错误后, 控制该至少一个可执行程序从第二 RAM 扇区到第一 RAM 扇区的传送。
10. 根据权利要求 8 所述的飞行控制器 (110), 还包括只读存储器 (ROM) 设备 (142), 被配置为存储该至少一个可执行程序。

重启飞行控制系统的方法和系统

技术领域

[0001] 本发明的领域总体上涉及飞行控制系统,更具体地,涉及用于在飞行控制系统出错或故障之后快速恢复的方法和体系。

背景技术

[0002] 至少一些已知的航空器包括包含数字计算机的控制系统。飞行控制系统从传感器与/和飞行员接收输入,并且作为响应,向航空器的飞行控制组件提供控制信号。包括在一些已知航空器中的飞行控制系统的例子是电传操纵(fly-by wire)系统。在包括电传操纵系统的航空器中,飞行员对驾驶舱内的操纵装置(control)的移动不通过机械耦合(例如液压或电缆)被传送到航空器的相应飞行操纵面。而是相反,飞行员对驾驶舱内的操纵装置的移动被传感器转换成电子信号,该电子信号被传送到飞行控制系统计算机。飞行控制系统计算机为耦合到航空器的飞行操纵面的致动器提供操作指令。电传操纵系统通常还包括为飞行控制系统计算机提供数据的传感器,该数据与飞行员输入相结合来确定飞行操纵面(例如电子稳定系统)的操作。

[0003] 飞行控制系统还可以被包括在无人驾驶飞行器中。无人驾驶航空中的飞行控制系统例如从遥远位置或从预先编程的飞行平面接收电子信号,并且将那些电子信号与来自于传感器的信息相结合以确定飞行操纵面的操作。

[0004] 计算机的连续操作和/或从计算机误差或故障的快速恢复促进了飞行控制对计算机的依赖。

发明内容

[0005] 在一个方面,描述一种用于飞行控制系统的快速重启的方法,其中该飞行控制系统包括处理器。该方法包括将至少一个可执行程序存储在存储器设备上,并且在预定时间将该至少一个可执行程序复制到RAM(随机存取存储器)存储器设备的第一随机存取存储器(RAM)扇区和第二RAM扇区。该方法还包括一旦重启该处理器就将该至少一个可执行程序从第二RAM扇区复制到第一RAM扇区,以及通过执行从第二RAM扇区复制到第一RAM扇区的该至少一个可执行程序来重新初始化处理机操作。

[0006] 在另一个方面,描述了一种飞行控制系统。该飞行控制系统包括被配置为收集数据的至少一个传感器/输入设备和耦合到该至少一个传感器/输入设备的飞行控制器。该飞行控制器包括被配置为将至少一个可执行程序存储在第一RAM扇区和第二RAM扇区的随机存取存储器(RAM)设备以及被配置为执行来自于该第一RAM扇区的至少一个可执行程序以处理该传感器/输入设备数据以及输出操作指令的处理器。该飞行控制系统还包括耦合到该飞行控制器的至少一个致动器。该致动器被配置为接收并且执行该操作指令。

[0007] 在另一个方面,描述了一种飞行控制器。该飞行控制器包括随机存取存储器(RAM)设备,其包括第一RAM扇区和第二RAM扇区,其中至少一个可执行程序的第一副本被存储在第一RAM扇区中以及该至少一个可执行程序的第二副本被存储在第二RAM扇区中。该飞行

控制器还包括处理器,其被配置为执行来自于该第一 RAM 扇区的至少一个可执行程序。

附图说明

- [0008] 图 1 是示范的飞行控制系统的框图。
[0009] 图 2 是飞行控制器的示范的实施例的框图。
[0010] 图 3 是图 2 所示的飞行控制器的替换实施例。
[0011] 图 4 是飞行控制系统的操作的示范的时序图。
[0012] 图 5 是用于快速重启飞行控制系统的示范的方法的流程图。

具体实施方式

[0013] 以下详细描述以示例方式而非限制性方式阐明了本发明的实施例。预期,本发明具有快速重启装备控制系统的一般应用,其减少工业、商业和住宅应用中的装备操作的中断。

[0014] 这里所用的以单数记载以及用字“一”或“一个”进行的元件或步骤应该被理解为不排除复数元件或步骤,除非明确指出。此外,本发明的“一个实施例”的提及不意欲被理解为排除还合并这里记载的特征的另外的实施例的存在。

[0015] 图 1 是示范的飞行控制系统 100 的框图。在该示范的实施例中,飞行控制系统 100 包括飞行控制器 110、传感器 112、输入/输出(I/O)设备 114 和致动器 116。传感器 112 为飞行控制器 110 提供数据,例如当前飞行信息、航空器信息和有关天气的信息。飞行控制器 110 接收并处理该数据,使得飞行控制指令被提供给 I/O 设备 114 和致动器 116,其中根据飞行控制指令采取行动。尽管图示为包括单个传感器 112、单个 I/O 设备 114 和单个致动器 116,但是系统 100 可以包括任意数目的传感器、I/O 设备和致动器,使得系统 100 如这里所述地运行。

[0016] 在具体的实施例中,当操作员移动耦合到传感器 112 的输入设备(图 1 未示出)时,传感器 112 将操作员输入传送到飞行控制器 110。例如,操作员对飞行操纵杆的移动(图 1 未示出)由传感器 112 接收到并且被传送到飞行控制器 110。控制器 110 确定与操作员输入对应的航空器的飞行操纵面(图 1 未示出)的操作。控制器 110 还可以将操作员输入与被预编程的对应于所选择的操作员输入的任何其它传感器输入(例如,有关天气的输入、海拔输入和/或航空器速度输入)结合。在其它实施例中,控制器 110 不接收操作员输入,而是基于例如预先编程的飞行计划和来自传感器 112 的输入来确定航空器的飞行操纵面的操作。致动器 116 根据飞行控制器 110 指令移动航空器的飞行操纵面。

[0017] 图 2 是飞行控制器 110 的示范的实施例的框图。在该示范的实施例中,飞行控制器 110 包括处理器 140、只读存储器(ROM)设备 142 和随机存取存储器(RAM)设备 144。在该示范的实施例中,ROM 存储器设备 142、RAM 存储器设备 144 和处理器 140 由存储器总线 146 耦合。在一些例子中,ROM 存储器设备 142 是闪速存储器设备,但是,ROM 存储器设备 142 可以是使得飞行控制器 110 如这里所述地运行的任何存储器设备。上述存储器类型仅仅是示范的,因而不限制飞行控制器 110 内可用的存储器类型。

[0018] ROM 设备 142 和 RAM 设备 144 中的至少一个存储至少一个可执行程序,以及处理器 140 执行该至少一个可执行程序。在该示范的实施例中,该可执行程序包括操作系统和

至少一个应用程序。操作系统控制系统 100(图 1 所示)的资源配置,以及应用程序控制例如航空器的操作。该操作系统包括用于实现该操作系统的资源分配服务的可执行代码和数据结构。该应用程序包括用于例如确定飞行指令的可执行代码和数据结构。在某些实施例中,该操作系统是实时操作系统(RTOS)。RTOS 便于确定的行为,其中预期在事件发生后的预定时段内发生对该事件的响应。RTOS 可以被存储在 ROM 存储器设备 142 和 / 或 RAM 存储器设备 144 上,并且可通过存储器总线 146 访问处理器 140。

[0019] RAM 存储器设备 144 包括 RAM 的一个连续存储体。RAM 的该一个连续存储体包括低的地址空间上的第一扇区,其中可执行程序被复制到该第一扇区,并且从该第一扇区中执行可执行程序。RAM 的第一扇区在这里被称为低 RAM 150。RAM 的该一个连续存储体还包括高的地址空间上的第二扇区,其中程序以暂时状态放置在该第二扇区中。RAM 的第二扇区在这里被称为高 RAM 154。将程序从 ROM 设备 142 或目标主系统(图 2 未示出)复制到高 RAM 154 和低 RAM 150。在发生事件和 / 或故障时,将程序从高 RAM 154 复制到低 RAM 150,并且从低 RAM 150 执行。在该示范的实施例中,处理器 140 控制 ROM 设备 142、低 RAM 150 和高 RAM 154 之间的读 / 写操作。

[0020] 图 3 是飞行控制器 110 的替换实施例。共用于飞行控制器 110(图 2 所示)的示范的实施例和飞行控制器 110(图 3 所示)的替换实施例之间的组件用相同的附图标记标识。在该替换实施例中,飞行控制器 110 包括直接存储器存取(DMA)引擎 162。独立于处理器 140,DMA 引擎 162 执行 ROM 设备 142、低 RAM 150 和高 RAM 154 之间的读 / 写操作。DMA 引擎 162 便于存储器设备 142 和 144 之间快速的数据传送,卸下了这些数据传送任务对处理器 140 的负担。

[0021] 图 4 是飞行控制器 110 的操作的示范的时序图 170。时序图 170 示出了重复的飞行控制器 110 操作的控制循环 172,以连续地确定保持航空器的操作的操作指令。飞行控制器 110 操作包括获得 180 输入、处理 182 该输入、以及发送 184 输出。在该示范的实施例中,飞行控制器 110 从例如传感器 112(图 1 所示)获得 180 输入,并且将输出发送 184 到例如 I/O 设备 114(图 1 所示),I/O 设备 114 反过来影响致动器 116(图 1 所示)的操作。控制循环 172 的长度在这里被称为计算帧 186。计算帧 186 取决于飞行控制需求。例如,大的客机可能不需要如战斗机那样常常保持飞行控制信号的稳定性。在一些实施例中,例如战斗机中,可以在小于一毫秒(ms)内执行操作 180、182 和 184。在一些实施例中,例如,客机中,计算帧 186 的长度可以从一个 ms 到五百个 ms,但是这些计算帧 186 仅仅作为例子给出,并且不意味着限制。

[0022] 控制循环 172 中的任何中断可以中断飞行控制系统 100 的操作。减少控制循环 172 中中断的影响便于减少对飞行控制系统 100 的操作的中断。例如,软件错误可以中断处理器 140 的操作,因此中断控制循环 172。软件错误可以是例如运行在处理器 140 上的可执行程序中的除零错误、数据存取异常或指令存取异常之类的事件。软件错误可以是中断处理器 140 的操作因此中断控制循环 172 的任何事件。处理器 140 的重启通常通过消除软件错误来将处理器 140 返回到正常操作。但是,在处理器重置期间,控制循环 172 被中断。计算帧 186 的长度越短,错误事件对飞行控制器 110 的影响越大,因为当处理器 140 返回到正常操作时,经过控制循环 172 的更多的帧 186。

[0023] 图 5 是用于快速重启飞行控制系统(例如飞行控制系统 100(图 1 所示))的示范

的方法的流程图 200。该示范的方法包括将可执行程序存储 210 在例如 ROM 设备 142(图 2 所示)中。该可执行程序包括程序文本和只读数据。更准确地说,在该示范的实施例中,该可执行程序包括操作系统代码和应用程序代码。该方法还包括在飞行控制器 110(图 1 所示)的启动期间复制 212 该可执行程序。在飞行控制器启动期间复制 212 可执行程序包括将存储在 ROM 设备 142 中的可执行程序复制到低 RAM 和高 RAM。例如,将可执行程序复制到 RAM 存储器设备 144(图 2 所示)的低 RAM 150 以及复制到 RAM 存储器设备 144(图 2 所示)的高 RAM 154。

[0024] 一旦复制 212 到低 RAM 和高 RAM,处理器就执行 214 来自于低 RAM150 的可执行程序。如上所述,可以通过重启处理器 140 来解决例如软件错误或故障的事件。重启处理器 140 包括重新初始化可执行程序以消除处理器错误或故障。该示范的方法包括将可执行程序从高 RAM154 复制到低 RAM 150,并且利用传送到低 RAM 150 的可执行程序重新初始化 218 处理器 140。利用复制的可执行程序重新初始化 218 处理器 140 便于利用原始可执行程序重启处理器 140,摆脱了可能在处理器错误或故障之前的执行期间已经进入了可执行程序的错误。

[0025] 在一些实施例中,当在软件错误/故障发生之后重启处理器 140 时,不需要处理器 140 的完全重启,以及可以除去重启进程中的某些步骤。例如,如果不需要克服软件错误/故障,则可以跳过存储器管理单元(MMU)的设置。可执行程序在高 RAM 154 和低 RAM 150 之间的快速传送便于减少处理器 140 的重启时间。此外,减少的重启时间便于减少对处理器 140(图 2 所示)操作的中断,这可以减少控制循环 172(图 4 所示)在操作期间不循环的时间段。由于中断控制循环 172 可以中断飞行控制,因此处理器 140 的快速重启是有益的。

[0026] 在该示范的实施例中,复制 212 由处理器 140 利用读/写命令控制。在替换实施例中,独立于处理器 140,复制 212 由例如 DMA 引擎 162(图 3 所示)控制。独立于处理器 140 的控制复制 212 便于减少处理器 140 的负担以及降低可执行程序传送时间。

[0027] 这里描述的是用于快速重启飞行控制系统的示范的方法和系统。更准确地说,可以使用这里描述的方法来在软件错误/故障的情况下存储并访问来自于 RAM 的扇区的可执行程序。

[0028] 这里描述的系统和方法便于有效且经济地操作飞行控制系统。便于处理器重启时间的减少可以便于减少软件错误对航空器操作的影响。这里描述的方法和系统的技术效果包括便于减少飞行控制系统处理器的重启时间。

[0029] 尽管参考航空器和飞行控制系统来描述和/或图示这里描述和/或图示的系统和方法,但是这里描述和/或图示的系统和方法的实践不限于航空器或飞行控制系统。相反,这里描述和/或图示的系统和方法可应用于期望连续操作的任何装备或机动车。

[0030] 这里详细地描述和/或图示了系统和方法的示范的实施例。系统和方法不局限于这里描述的具体的实施例,而是相反,可以与这里描述的其它元件和步骤独立且分开地使用各个系统的组件以及各个方法的步骤。各个组件以及各个方法步骤还可以与其它组件和/或方法步骤结合使用。

[0031] 这里所用的术语处理器是指中央处理单元、微处理器、微控制器、精简指令集电路(RISC)、专用集成电路(ASIC)、逻辑电路以及任何其它能够执行这里描述的功能的电路或

处理器。

[0032] 此处书写的说明书使用示例来公开本发明,包括具体实施方式,并且还使得本领域技术人员能够实践本发明,包括制造和使用任何设备或系统以及执行任何合并的方法。本发明的可取得专利权的范围由权利要求书定义,并且可以包括被本领域技术人员想到的其它例子。这样的其它例子意欲落入本权利要求书的范围之内,如果它们具有与本权利要求书并无文字表达差别的构造单元,或者如果它们包括与本权利要求书的文字表达无实质差别的等效构造单元的话。

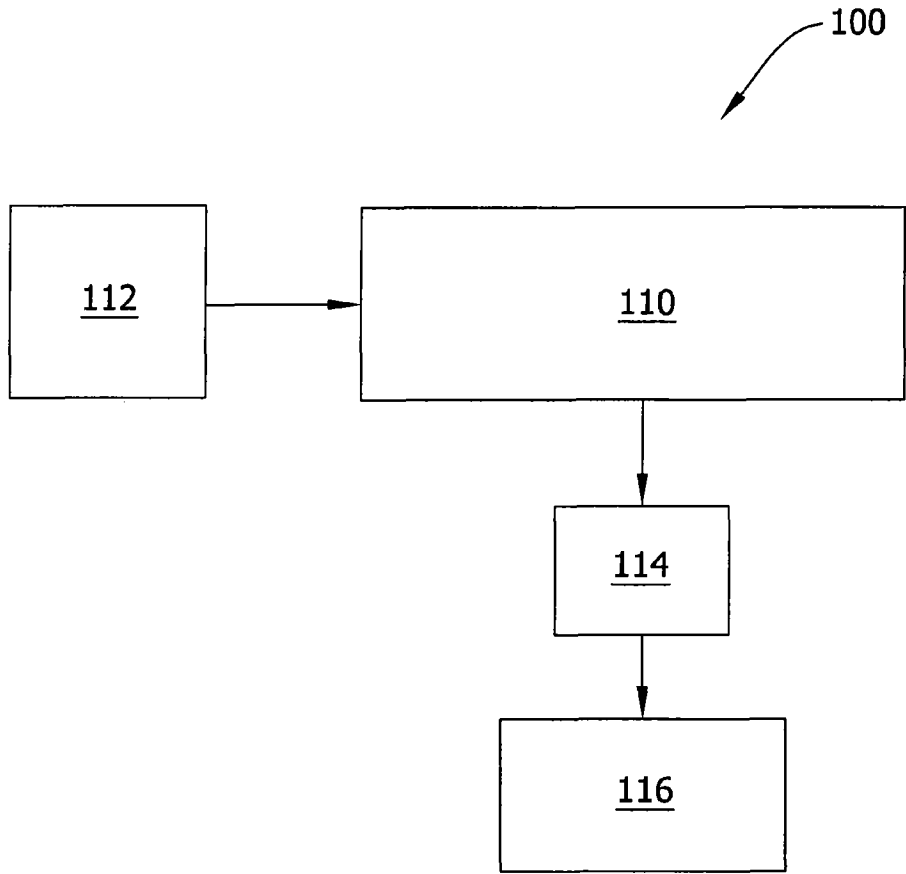


图 1

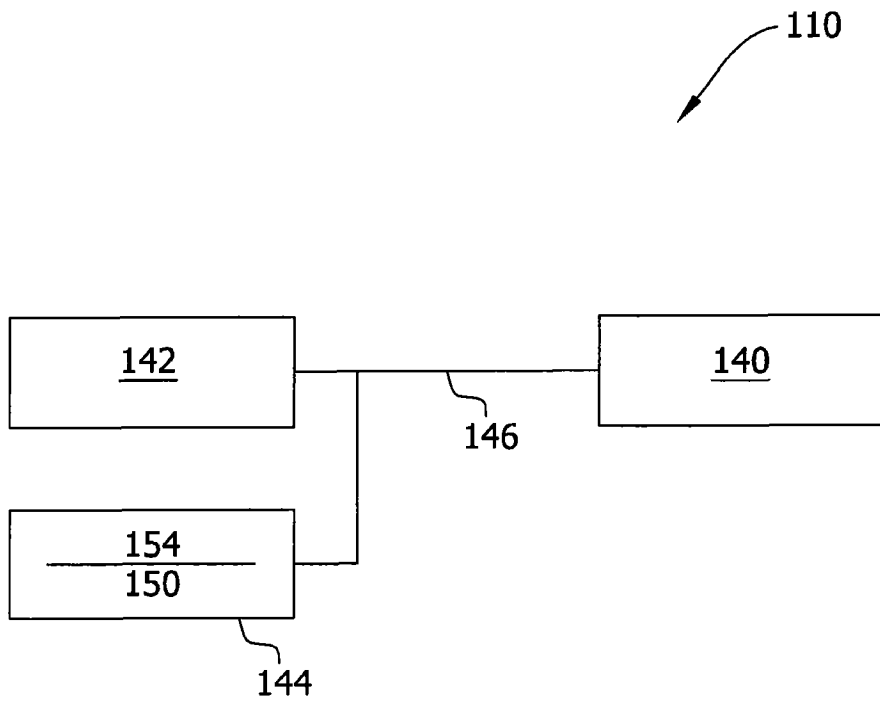


图 2

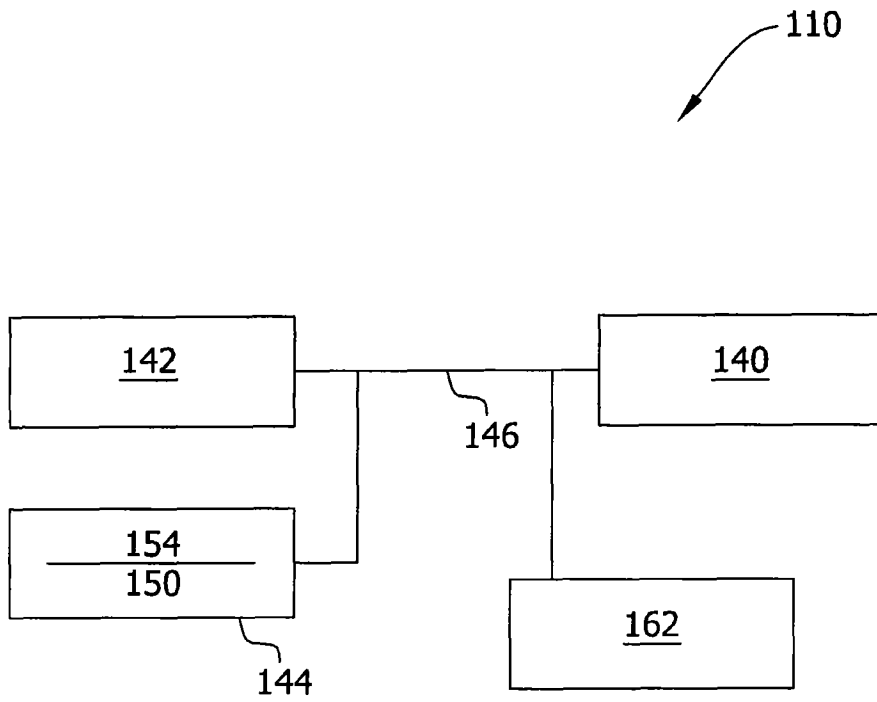


图 3

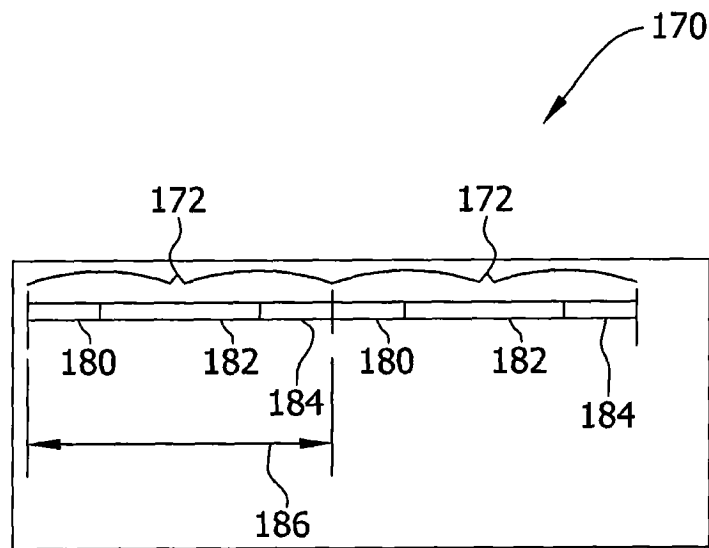


图 4

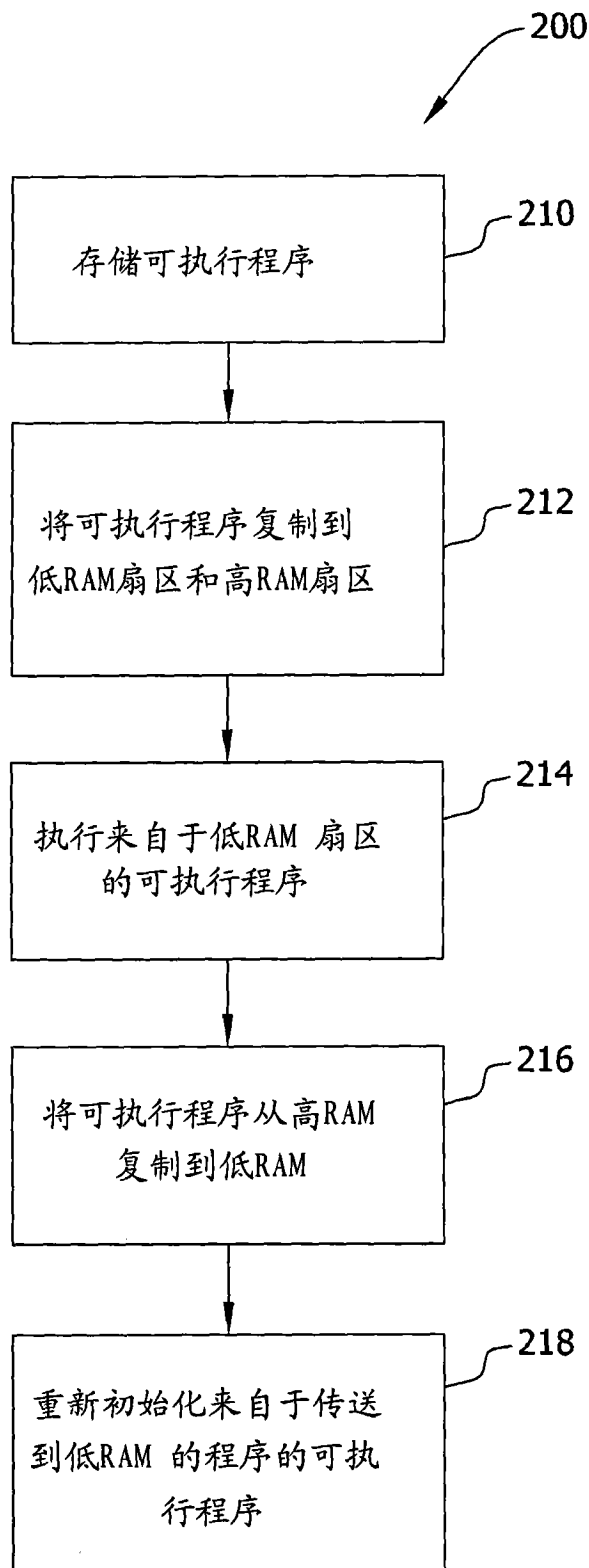


图 5