



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102640113 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 19

(21) 申请号 201080054552. 0

(22) 申请日 2010. 11. 05

(30) 优先权数据

12/631, 023 2009. 12. 04 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 06. 01

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/055734 2010. 11. 05

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/068631 EN 2011. 06. 09

(73) 专利权人 微软技术许可有限责任公司

地址 美国华盛顿州

(72) 发明人 N·A·艾伦 J·D·布朗

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 胡利鸣

(51) Int. Cl.

G06F 9/44(2006. 01)

G06F 15/16(2006. 01)

(56) 对比文件

US 6112222 A, 2000. 08. 29,

US 20020083252 A1, 2002. 06. 27,

US 20050138375 A1, 2005. 06. 23, 说明书第

【0005】-【0095】段, 图 1.

CN 1917504 A, 2007. 02. 21, 说明书第 5-14 页.

审查员 张妍

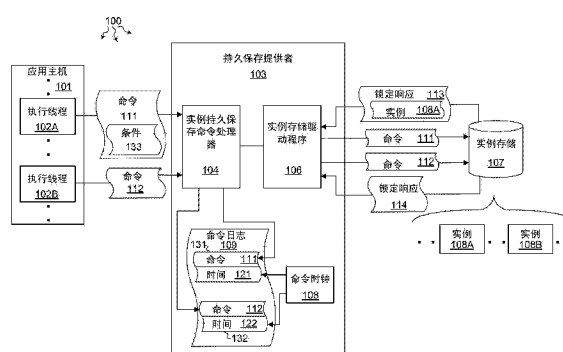
权利要求书4页 说明书12页 附图4页

(54) 发明名称

用于解决两个或更多执行线程之间的锁定冲突的方法和系统

(57) 摘要

本发明延及用于解决锁定冲突的方法、系统和计算机程序产品。对于状态持久保存系统, 本发明的实施例可以为每个持久保存的状态存储位置采用逻辑锁定时钟。锁定时间可以被合并到由命令处理器执行的薄记中, 以区分实例在之前的逻辑时间被应用主机锁定的情况和实例通过不同名称被应用主机并发地锁定的情况。还为应用主机向状态持久保存系统发出的命令维护逻辑命令时钟, 其中自测地确定哪些所发出的命令可能取得锁定。命令处理器可以通过如下方式来解决冲突: 暂停命令执行直到可能发生锁定冲突的命令的效果变为可见; 以及检查锁定时间以区分持久保存的状态存储位置的多个副本。



1. 一种在包括一个或多个处理器和系统存储器的计算机架构中用于解决两个或更多执行线程之间的锁定冲突的方法,所述计算机架构还包括应用主机、持久保存提供者以及实例存储,所述应用主机包括多个执行线程,所述执行线程被配置为把用于持久保存实例的命令发出给所述实例存储以及从所述实例存储访问实例,所述命令中的可能取得锁定的命令导致执行线程在执行期间请求实例锁定,该方法包括:

所述持久保存提供者从包括在所述应用主机中的第一执行线程接收第一命令的动作,所述第一命令被配置为请求在一个或多个条件被满足时获取第一实例的锁定;

所述持久保存提供者将所述第一命令记录在命令日志中的动作;

所述持久保存提供者将所述第一命令提交给所述实例存储的动作;

所述持久保存提供者从包括在所述应用主机中的第二执行线程接收第二命令的动作,所述第二命令被配置为请求将第二实例锁定到第二执行线程以供由所述第二命令进行处理;

所述持久保存提供者将所述第二命令记录在所述命令日志中的动作;

所述持久保存提供者将所述第二命令提交给所述实例存储的动作;

所述持久保存提供者从所述实例存储接收针对所述第二命令的锁定响应的动作,所述锁定响应指示:所述应用主机是第二实例的锁定的持有者,所述锁定响应是在提交第一命令以后并且在第一命令完成以前接收的;

持久保存提供者引用所述命令日志以确定第一命令的当前解析所提供的信息不足以确定下列各项的动作:(a) 第一命令是否获取了对第一实例的锁定;以及(b) 第一实例和第二实例是否是同一实例,不足的信息导致不清楚第二命令所请求的锁定是否是之前由第一命令所获取的锁定;

所述持久保存提供者暂停第二命令的处理直到达到对第一命令的进一步解析的动作,进一步解析至少提供关于所述一个或多个条件被满足的附加信息;以及

所述持久保存提供者基于关于第一命令的解析的附加信息来确定对第二命令如何继续的动作。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,还包括:所述持久保存提供者基于所述附加信息来确定第一命令曾获取第二命令所请求的锁定的动作。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述持久保存提供者将第一命令记录在命令日志中的动作包括:将第一命令与第一时间戳一起记录在所述命令日志中的动作,所述第一时间戳由所述持久保存提供者的命令时钟来提供;以及

其中所述持久保存提供者将第二命令记录在命令日志中的动作包括:将第二命令与第二时间戳一起记录在所述命令日志中的动作,所述第二时间戳由所述持久保存提供者的命令时钟来提供。

4. 如权利要求 3 所述的方法,其特征在于,所述持久保存提供者基于所述附加信息来确定第一命令曾获取第二命令所请求的锁定的动作包括:基于第一时间戳和第二时间戳来确定第一命令是在第二命令以前被接收的动作。

5. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述持久保存提供者确定对第二命令如何继续的动作包括:丢弃第二命令的动作。

6. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述持久保存提供者确定对第二命令如何

继续的动作包括：将所述应用主机引导到第一命令已获得锁定的实例的副本的动作。

7. 如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述持久保存提供者确定第一命令曾获取第二命令所请求的锁定的动作包括：

确定第一命令曾获取针对所述实例的一个版本的锁定的动作；以及

确定针对第二命令的锁定响应是针对所述实例的同一版本的锁定的动作。

8. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，还包括：所述持久保存提供者基于所述附加信息来确定第一命令未曾获取第二命令所请求的锁定的动作。

9. 如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，还包括：

所述持久保存提供者从包括在所述应用主机中的第三执行线程接收第三命令的动作，所述第三命令被配置为请求在一个或多个条件被满足时获取第三实例的锁定；

所述持久保存提供者将所述第三命令记录在命令日志中的动作；

所述持久保存提供者将所述第三命令提交给所述实例存储的动作；

所述持久保存提供者引用所述命令日志以确定所述第三命令的当前解析所提供的信息不足以确定如下各项的动作：(a) 第三命令是否获取了对第三实例的锁定；以及 (b) 第三实例和第二实例是否是同一实例，所述不足的信息导致不清楚第二命令所请求的锁定是否是之前由第三命令所获取的锁定；

所述持久保存提供者暂停第二命令的处理直到达到对第三命令的进一步解析的动作，进一步解析至少提供关于所述一个或多个条件被满足的附加信息；以及

所述持久保存提供者基于关于第三命令的解析的附加信息来确定对第二命令如何继续的动作。

10. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述持久保存提供者接收第二命令包括：所述持久保存提供者在接收第一命令以后接收第二命令的动作；以及

其中所述持久保存提供者从所述实例存储接收针对第二命令的锁定响应的动作包括：在接收与第一命令相对应的响应以前接收针对第二命令的锁定响应的动作。

11. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述持久保存提供者引用所述命令日志以确定第一命令的当前解析所提供的信息不足的动作包括：确定第一命令中的别名还未被解析成实例的动作。

12. 一种在包括一个或多个处理器和系统存储器的计算机架构中用于解决两个或更多执行线程之间的锁定冲突的方法，所述计算机架构还包括应用主机、持久保存提供者以及实例存储，所述应用主机包括至少一个执行线程，所述执行线程被配置为把用于持久保存实例的命令发出给所述实例存储以及从所述实例存储访问实例，所述命令中的可能取得锁定的命令导致执行线程在执行期间请求实例锁定，该方法包括：

所述持久保存提供者从包括在所述应用主机中的第一执行线程接收第一命令的动作，所述第一命令被配置为请求获取第一实例的锁定；

所述持久保存提供者将所述第一命令提交给所述实例存储的动作；

所述持久保存提供者从所述实例存储接收针对所述第一命令的锁定响应的动作，所述锁定响应指示：所述应用主机已经获取了第一实例的锁定，第一实例的锁定针对第一实例版本；

所述持久保存提供者从包括在所述应用主机中的第二执行线程接收第二命令的动作，

所述第二命令被配置为请求将第二实例锁定到第二执行线程以供由所述第二命令进行处理,所述第二命令是在所述第一命令之后接收到的;

所述持久保存提供者将所述第二命令提交给所述实例存储的动作;

所述持久保存提供者从所述实例存储接收针对所述第二命令的锁定响应,所述锁定响应指示:所述应用主机已经获取了第二实例的锁定,第二实例的锁定针对第二实例版本,针对所述第二命令的锁定响应是在针对所述第一命令的锁定响应之后接收到的;

所述持久保存提供者确定第一实例和第二实例是同一实例的动作;

所述持久保存提供者确定第二实例版本是比第一实例版本更新的实例版本的动作;以及

所述持久保存提供者响应于确定第一命令正持有陈旧的实例版本的锁定而舍弃第一命令的动作。

13. 如权利要求 12 所述的方法,其特征在于,还包括:

所述实例存储在所述实例存储将第一锁定响应发送给所述持久保存提供者以后并且在所述实例存储从所述持久保存提供者接收第二命令以前从一个或多个其他应用主机接收一个或多个其他命令的动作;以及

实例时钟响应于所述一个或多个其他命令根据版本更新规则将所述实例的所述版本从第一版本实例更新为第二版本实例的动作。

14. 一种用于解决持久实例的锁定冲突的计算机系统,该计算机系统包括:

一个或多个应用主机、持久保存提供者和实例存储,所述一个或多个应用主机中的每个都包括至少一个执行线程,所述一个或多个应用主机中的每个都被配置为:

把用于持久保存实例的命令发送给所述实例存储以及从所述实例存储访问实例,所述命令中的可能取得锁定的命令导致执行线程在执行期间请求实例锁定;

其中所述实例存储被配置为:

从所述持久保存提供者接收请求获取存储在所述实例存储中的实例的锁定的命令;

根据实例版本化策略使用实例时钟来维护实例版本;

向所述持久保存提供者指示:锁定已经在何时响应于所接收的命令针对实例被获取,包括指示已获取锁定的实例的版本;以及

向所述持久保存提供者指示:针对所接收的命令的锁定获取的请求在何时针对已经被锁定的实例;以及

其中所述持久保存提供者被配置为:

从包括在所述一个或多个应用主机中的执行线程接收命令,包括接收被配置为请求获取实例的锁定的命令,其中所述持久保存提供者被配置为区分有可能导致锁定冲突的命令和不可能导致锁定冲突的命令;

确定命令被接收的逻辑时间;

将命令被接收的逻辑时间记录在命令日志中,其中所述持久保存提供者被进一步配置为只记录被确定为有可能导致所述锁定冲突的命令;

从所述实例存储接收指示,所述指示指示:锁定已经在何时响应于所接收的命令针对实例被获取;

从所述实例存储接收指示,所述指示指示:针对所接收的命令的锁定获取的请求在何

时针对已经被锁定的实例；

基于所接收的指示与记录在所述命令日志中的信息一起来检测应用主机之间的锁定冲突；以及

基于所接收的指示与记录在所述命令日志中的信息一起来解决锁定冲突。

用于解决两个或更多执行线程之间的锁定冲突的方法和系统

[0001] 背景

[0002] 计算机系统和相关技术影响社会的许多方面。的确,计算机系统处理信息的能力已转变了人们生活和工作的方式。计算机系统现在通常执行在计算机系统出现以前手动执行的许多任务(例如,文字处理、日程安排和会计等)。最近,计算机系统彼此耦合并耦合到其他电子设备以形成计算机系统和其他电子设备可以在其上传输电子数据的有线和无线计算机网络。因此,许多计算任务的执行分布在多个不同的计算机系统和/或多个不同的计算环境中。

[0003] 长期运行的应用(如例如 workflow 应用)通常得益于周期性地持久保存其工作以允许应用在错误、崩溃或机器故障之后恢复。持久保存工作允许应用临时地变为空闲并且使它们的资源得到重新分配。为了持久保存工作,应用主机使持久保存的状态与运行时状态相协调以保证创建了一致的检查点。例如,持久保存的状态可能需要与应用事务、消息通知、锁定、本地状态高速缓存等进行协调。

[0004] 计算机系统还基本上并行化地将工作在多个计算线程、核和处理器间划分,包括执行许多同时的长期运行的应用。因此,应用主机必须采用谨慎的簿记来允许多个同时执行线程与持久保存的状态和运行时状态交互。由于应用主机和状态持久保存系统可能位于不同的机器上,因此该协调可以进一步嵌入在分布式系统内。由此,即使在应用主机处对执行线程施加了绝对顺序,应用主机与状态持久保存系统之间的交互仍然可能经历重排序。此外,持久保存的状态可以由多种别名来标识,从而使得两个执行线程正在引用同一状态是不明显的。

[0005] 这些条件(以及其他条件的组合)可共同造成创建了顺序系统中不大可能的复杂度。例如,应用主机可以是如下若干功能类似的程序之一:所述程序竞争以在共享的状态持久保存系统中将修改应用于持久保存的状态。由于在这样的系统中可能存在固有的竞争,因此这些修改的一部分可能是冲突的。另外,由于这些复杂度以及无论是否使用谨慎和正确的簿记,应用主机都可以确定该应用主机与其自身冲突。

发明内容

[0006] 本发明延及用于解决锁定冲突的方法、系统和计算机程序产品。本发明的实施例包括用于解决在两个或更多个尝试对存储在实例存储中的实例进行锁定的执行线程之间锁定冲突的方法。在一些实施例中,持久保存提供者从包括在应用主机中的第一执行线程接收第一命令。第一命令被配置为在一个或多个条件被满足时请求为第一实例获取锁定。持久保存提供者将第一命令记录在命令日志中。持久保存提供者将第一命令提交到实例存储。

[0007] 持久保存提供者从包括在应用主机中的第二执行线程接收第二命令。第二命令被配置为请求将第二实例锁定到第二执行线程以供第二命令来处理。持久保存提供者将第二命令记录在命令日志中。持久保存提供者将第二命令提交到实例存储。

[0008] 持久保存提供者从实例存储接收针对第二命令的锁定响应。该锁定响应指示：应用主机是第二实例的锁定的持有者。该锁定响应是在提交第一命令以后并在第一命令完成以前接收到的。

[0009] 持久保存提供者引用命令日志以确定第一命令的当前解析提供的信息不足以确定：(a) 第一命令是否获取了对第一实例的锁定；以及 (b) 第一实例和第二实例是否是同一实例。不足的信息导致不清楚第二命令所请求的锁定是否是之前由第一命令获取的锁定。持久保存提供者暂停第二命令的处理直到达到对第一命令的进一步解析。对第一命令的进一步解析至少提供关于一个或多个所满足的条件附加信息。持久保存提供者基于所述附加信息来确定：第一命令获取了第二命令所请求的锁定。持久保存提供者响应于第一命令已经获取该锁定的确定而舍弃第二命令。

[0010] 在一些实施例中，持久保存提供者从包括在应用主机中的第一执行线程接收第一命令。第一命令被配置为请求获取第一实例的锁定。持久保存提供者将第一命令提交到实例存储。持久保存提供者从实例存储接收针对第一命令的锁定响应。该锁定响应指示：应用主机已经获取了第一实例的锁定。第一实例的锁定是针对第一实例版本的。

[0011] 持久保存提供者从包括在应用主机中的第二执行线程接收第二命令。第二命令被配置为请求将第二实例锁定到第二执行线程以供第二命令来处理。持久保存提供者将第二命令提交到实例存储。持久保存提供者从实例存储接收针对第二命令的锁定响应。该锁定响应指示：应用主机已经获取了第二实例的锁定。第二实例的锁定是针对第二实例版本的。

[0012] 持久保存提供者确定：第一实例和第二实例是同一实例。持久保存提供者确定：第二实例版本是比第一实例版本更新的实例版本。持久保存提供者响应于确定第一命令正持有针对陈旧的实例版本的锁定而舍弃第一命令。

[0013] 提供本发明内容以便以简化的形式介绍将在以下的详细描述中进一步描述的一些概念。本概述并非旨在标识所要求保护的的主题的关键特征或必要特征，也不旨在用于帮助确定所要求保护的的主题的范围。

[0014] 本发明的附加特征和优点将在以下描述中叙述，且其一部分根据本描述将是显而易见的，或可通过对本发明的实践来获知。本发明的特征和优点可通过在所附权利要求书中特别指出的工具和组合来实现和获得。本发明的这些和其他特征将通过以下描述和所附权利要求书变得更加显而易见，或可通过对下文中所述的本发明的实践来领会。

[0015] 附图简述

[0016] 为了描述可获得本发明的上述和其他优点和特征的方式，将通过参考附图中示出的本发明的具体实施例来呈现以上简要描述的本发明的更具体描述。可以理解，这些附图仅描述本发明的典型实施例，从而不被认为是对其范围的限制，本发明将通过使用附图用附加特征和细节来描述和说明，在附图中：

[0017] 图 1 示出了促进解决锁定冲突的示例性计算机架构。

[0018] 图 2 示出了促进解决锁定冲突的另一示例性计算机架构。

[0019] 图 3 示出了用于解决锁定冲突的示例性方法的流程图。

[0020] 图 4 示出了用于解决锁定冲突的另一示例性方法的流程图。

[0021] 详细描述

[0022] 本发明延及用于解决锁定冲突的方法、系统和计算机程序产品。本发明的实施例

包括用于解决在两个或更多个尝试对存储在实例存储中的实例进行锁定的执行线程之间锁定冲突的方法。在一些实施例中,持久保存提供者从包括在应用主机中的第一执行线程接收第一命令。第一命令被配置为在一个或多个条件被满足时请求为第一实例获取锁定。持久保存提供者将第一命令记录在命令日志中。持久保存提供者将第一命令提交到实例存储。

[0023] 持久保存提供者从包括在应用主机中的第二执行线程接收第二命令。第二命令被配置为请求将第二实例锁定到第二执行线程以供第二命令来处理。持久保存提供者将第二命令记录在命令日志中。持久保存提供者将第二命令提交到实例存储。

[0024] 持久保存提供者从实例存储接收针对第二命令的锁定响应。该锁定响应指示:应用主机是第二实例的锁定的持有者。该锁定响应是在提交第一命令以后并在第一命令完成以前接收到的。

[0025] 持久保存提供者引用命令日志以确定第一命令的当前解析所提供的信息不足以确定:(a) 第一命令是否获取了对第一实例的锁定;以及(b) 第一实例和第二实例是否是同一实例。不足的信息导致不清楚第二命令所请求的锁定是否是之前由第一命令获取的锁定。持久保存提供者暂停第二命令的处理直到达到对第一命令的进一步解析。对第一命令的进一步解析至少提供关于所述一个或多个所满足条件的附加信息。持久保存提供者基于所述附加信息来确定:第一命令获取了第二命令所请求的锁定。持久保存提供者响应于确定第一命令已经获取该锁定而舍弃第二命令。

[0026] 在一些实施例中,持久保存提供者从包括在应用主机中的第一执行线程接收第一命令。第一命令被配置为请求获取第一实例的锁定。持久保存提供者将第一命令提交到实例存储。持久保存提供者从实例存储接收针对第一命令的锁定响应。该锁定响应指示:应用主机已经获取了第一实例的锁定。第一实例的锁定是针对第一实例版本的。

[0027] 持久保存提供者从包括在应用主机中的第二执行线程接收第二命令。第二命令被配置为请求将第二实例锁定到第二执行线程以供第二命令来处理。持久保存提供者将第二命令提交到实例存储。持久保存提供者从实例存储接收针对第二命令的锁定响应。该锁定响应指示:应用主机已经获取了第二实例的锁定。第二实例的锁定是针对第二实例版本的。

[0028] 持久保存提供者确定:第一实例和第二实例是同一实例。持久保存提供者确定:第二实例版本是比第一实例版本更新的实例版本。持久保存提供者响应于确定第一命令正持有针对陈旧的实例版本的锁定而舍弃第一命令。

[0029] 本发明的各实施例可包括或利用专用或通用计算机,该专用或通用计算机包括诸如例如一个或多个处理器和系统存储器等计算机硬件,如下更详细讨论的。本发明范围内的各实施例还包括用于承载或存储计算机可执行指令和/或数据结构的物理和其他计算机可读介质。这样的计算机可读介质可以是可由通用或专用计算机系统访问的任何可用介质。存储计算机可执行指令的计算机可读介质是物理存储介质。承载计算机可执行指令的计算机可读介质是传输介质。由此,作为示例而非限制,本发明的各实施例可包括至少两种显著不同的计算机可读介质:计算机存储介质和传输介质。

[0030] 计算机存储介质包括 RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM 或其他光盘存储、磁盘存储或其他磁存储设备、或可用于存储计算机可执行指令或数据结构形式的所需程序代码装置且可由通用或专用计算机访问的任何其他介质。

[0031] “网络”被定义为允许在计算机系统和 / 或模块和 / 或其他电子设备之间传输电子数据的一个或多个数据链路。当信息通过网络或另一个通信连接（硬连线、无线、或者硬连线或无线的组合）传输或提供给计算机时，该计算机将该连接适当地视为传输介质。传输介质可包括可用于携带计算机可执行指令或数据结构形式的所需程序代码装置且可由通用或专用计算机访问的网络和 / 或数据链路。上述的组合也应被包括在计算机可读介质的范围内。

[0032] 此外，在到达各种计算机系统组件之后，计算机可执行指令或数据结构形式的程序代码装置可从传输介质自动传输到计算机存储介质（或反之亦然）。例如，通过网络或数据链路接收到的计算机可执行指令或数据结构可被缓存在网络接口模块（例如，“NIC”）内的 RAM 中，然后最终被传输到计算机系统 RAM 和 / 或计算机系统处的较不易失性的计算机存储介质。因而，应当理解，计算机存储介质可被包括在还利用（或甚至主要利用）传输介质的计算机系统组件中。

[0033] 计算机可执行指令例如包括，当在处理器处执行时使用通用计算机、专用计算机、或专用处理设备执行某一功能或某组功能的指令和数据。计算机可执行指令可以是例如二进制代码、诸如汇编语言之类的中间格式指令、或甚至源代码。尽管用结构特征和 / 或方法动作专用的语言描述了本主题，但可以理解，所附权利要求书中定义的主题不必限于上述特征或动作。相反，上述特征和动作是作为实现权利要求的示例形式而公开的。

[0034] 本领域的技术人员将理解，本发明可以在具有许多类型的计算机系统配置的网络计算环境中实践，这些计算机系统配置包括个人计算机、台式计算机、膝上型计算机、消息处理器、手持式设备、多处理器系统、基于微处理器的或可编程消费电子设备、网络 PC、小型计算机、大型计算机、移动电话、PDA、寻呼机、路由器、交换机等等。本发明也可在其中通过网络链接（或者通过硬连线数据链路、无线数据链路，或者通过硬连线和无线数据链路的组合）的本地和远程计算机系统两者都执行任务的分布式系统环境中实施。在分布式系统环境中，程序模块可位于本地和远程存储器存储设备中。

[0035] 图 1 示出了促进解决锁定冲突的示例性计算机架构 100。参考图 1，计算机架构 100 包括应用主机 101、持久保存提供者 103 以及实例存储 107。所描绘的计算机系统中的一个通过诸如例如局域网（“LAN”）、广域网（“WAN”）或甚至因特网等网络（或作为网络的一部分）彼此连接。因此，所描绘的计算机系统中的一个以及任何其他连接的计算机系统及其组件都可以创建消息相关数据并通过网络交换消息相关数据（例如，网际协议（“IP”）数据报和利用 IP 数据报的其他更高层协议，诸如传输控制协议（“TCP”）、超文本传输协议（“HTTP”）、简单邮件传输协议（“SMTP”）等）。

[0036] 应用主机 101 包括多个执行线程，包括执行线程 102A 和 102B。一般而言，执行线程被配置为发出用于与实例存储 107 中的实例进行交互的（例如持久保存）命令。应用主机 101 可以为诸如例如程序或管理工具之类的实体，并且执行线程可以是应用主机 101 内的操纵存储在实例存储 107 中的实例的模块。

[0037] 在应用主机 101 内，执行线程 102A、102B 等等可以对应于长期运行的应用的程序序列。然而，执行线程可能不直接对应于由操作系统所提供的计算线程。例如，在支持异步执行或从继续点恢复的应用主机运行时中，执行线程到计算线程的绑定可以是动态和瞬时的。因此，应用主机执行线程中的一些或全部可以同时在一个或多个计算线程上执行。

[0038] 应用主机 101 的包括执行线程 102A 和 102B 在内的每个执行线程都被配置为执行应用主机 101 的函数中的多个。例如,执行线程可以被配置为:向持久保存提供者请求实例存储的实例句柄;将命令提交给实例持久保存命令处理器;以及接收响应于所提交的命令的持久保存的应用状态。因此,一般而言,对应用主机所执行的函数的引用可以包括应用主机的执行线程所执行的函数。

[0039] 实例存储 107 为诸如例如实例 108A 和 108B 之类的实例提供了持久的存储。实例存储 107 被配置为接收和处理用于与实例交互的(例如持久保存)命令。实例存储 107 可以持久保存应用状态以及响应于持久保存命令将持久保存的状态返回给请求实体(例如执行线程)。

[0040] 一般而言,持久保存提供者 103 被配置为把从执行线程接收到的持久保存命令翻译成与实例存储 107 兼容的命令。例如,持久保存提供者 103 可以将来自执行线程 102A 或 102B 的持久保存命令翻译成与实例存储 107 兼容的持久保存命令。

[0041] 如所描绘的那样,持久保存提供者 103 包括实例持久保存命令处理器 104、实例存储驱动程序 106、命令时钟 108 以及命令日志 109。实例持久保存命令处理器 104 定义了应用主机 101 与实例存储 107 之间的合同。因此,实例持久保存命令处理器 104 是应用主机 101 与实例存储 107 之间的接口,所述接口允许应用主机 101 提供修改或检查实例存储 107 的命令。例如,实例持久保存命令处理器 104 和使用 SQL 服务器实现的实例存储 107 的组合可以称为 SQL 持久保存提供者。持久保存提供者根据主机的命令使用一组由实例持久保存命令处理器 104 定义的可许可的状态修改来修改实例存储的状态。

[0042] 一般而言,命令日志 109 被配置为跟踪由应用主机所提交的如下命令:针对所述命令的命令结果和/或效果还未对应用主机可见。在命令日志 109 中所跟踪的命令被称为“飞行中”命令。

[0043] 命令时钟 108 是单调增加的计数器,所述计数器用于在应用主机的执行线程对命令的提交和/或对命令结果的接收中创建部分因果关系顺序。

[0044] 因此,命令时钟 108 被配置为为持久保存提供者 103 维护逻辑时间。在合适时,在持久保存提供者 103 处接收的命令可以使用来自命令时钟 108 的时间被加时间戳,并且被记录到命令日志 109 中。因此,命令时钟 108 促进在时间上理解命令被接收的顺序。实例持久保存命令处理器 103 可以在解决锁定冲突(例如应用主机 101 的竞争性执行线程之间)时(与其他信息一起)使用该时间上的理解。

[0045] 可能的是,一些但不是全部命令都被记录到命令日志 109 中。当确定是否在命令日志 109 中记录命令时,持久保存提供者 103 可以区分有可能导致锁定冲突的命令和不可能导致锁定冲突的命令。可能导致锁定冲突的命令被记录在命令日志 109 中。另一方面,不可能导致锁定冲突的命令可以被允许执行而无需记录。

[0046] 一些命令可以由于是如下类型的命令而被确定为不可能导致锁定冲突:所述命令一定不请求获取任何锁定。例如,请求对实例进行未经协调的读取访问的命令具有(如果有的话)与其他命令冲突的极少可能性,并且因此可以被允许执行而无需记录(因为这些命令不请求获取锁定)。

[0047] 另一方面,被确定为可能导致锁定冲突的命令可以被记录在命令日志 109 中。当命令被接收到时,实例持久保存命令处理器 104 可以具有不充足的信息以至于不能确定该

命令是请求获取已经被锁定的实例的锁定。例如可能的是：实例可以使用多种不同的别名来标识。因此，在接收到包括实例别名的命令以后，所述实例别名指代什么实例可能不是显而易见的。因此，实例持久保存命令处理器 104 不能将所述命令归类为不可能导致锁定冲突的命令，直到获得另外的信息（将所述别名解析成实例句柄）。

[0048] 命令是否请求获取锁定可以取决于与所述命令相关联的各个条件被满足。持久保存提供者 103 内部和外部（例如时间、日期等等）的信息二者都可以用于确定相关联的条件是否被满足。另外，持久保存提供者 103 可能在不同时间得知与不同的相关联的条件相关的信息，所述不同时间包括命令在实例持久保存命令处理器 104 处被接收以前或以后。因此，所检测到的导致锁定冲突的可能性可以在附加信息变得可用时被除去。例如，请求在星期三时获取锁定的命令可最初被记录在命令日志 109 中。然而，在持久保存提供者 103 得知今天是星期四时，可以将该命令从命令日志 109 中移除。

[0049] 在一些实施例中，命令本身可能包含指示请求获取锁定的可能性的信息。因此，实例持久保存命令处理器 104 可以向该命令询问：是否存在该命令请求获取锁定的某种可能性。在其他实施例中，维护一定不请求获取锁定的命令的列表。当命令被接收到时，实例持久保存命令处理器 104 可以引用该列表。

[0050] 一般而言，实例存储驱动程序 106 被配置为在必要时分解命令以获得与实例存储 107 兼容的通信。例如，应用主机命令集可能缺少来自实例存储命令集的特定命令。然而可能的是，使用来自实例存储命令集的两个或更多个命令的组合，可以实现来自应用主机命令集的命令。因此，当持久保存提供者 103 检测到所接收的持久保存命令未被包括在实例存储命令集中时，持久保存提供者 103 可以引用实例存储驱动程序 106 以将该命令分解成其他兼容的命令。

[0051] 有时，执行线程 102A、102B 等等可以将命令提交给持久保存提供者 103。在合适时，所接收的命令可以被命令时钟 108 加时间戳并存储在命令日志 109 中。

[0052] 图 3 示出用于解决一个或更多执行线程之间的锁定冲突的示例性方法 300 的流程图。方法 300 将参考计算机架构 100 的组件和数据来描述。

[0053] 方法 300 包括：持久保存提供者（例如持久保存提供者 103）从包括在应用主机中的第一执行线程接收第一命令的动作，第一命令被配置为请求在一个或多个条件被满足时获取第一实例的锁定（动作 301）。例如，实例持久保存命令处理器 104 可以从执行线程 102A 接收命令 111，包括条件 133。命令 111 被配置为请求在条件 133 被满足时获取实例 108A 的锁定。条件 133 可以表示条件语句，比如例如“如果今天是星期三则进行锁定”。

[0054] 方法 300 包括：持久保存提供者将第一命令记录在命令日志中的动作（动作 302）。例如，在接收命令 111 以后，实例持久保存命令处理器 104 可能具有不充足的信息以至于不能肯定地确定：命令 111 不可能导致锁定冲突（例如实例持久保存命令处理器 104 可能不知道今天是否是星期三）。因此，实例持久保存命令处理器 104 将命令 111 记录在命令记录 109 中。在一些实施例中，命令日志 109 中的条目包括命令和来自命令时钟 108 的时间戳。例如，条目 131 包括命令 111 和时间 121。

[0055] 方法 300 包括：持久保存提供者将第一命令提交给实例存储的动作（动作 303）。例如，实例存储驱动程序 106 可以将命令 111 提交给实例存储 107。

[0056] 方法 300 包括：持久保存提供者从包括在应用主机中的第二执行线程接收第二命

令的动作,第二命令被配置为请求将第二实例锁定到第二执行线程以供由第二命令进行处理(动作 304)。例如,实例持久保存命令处理器 104 从执行线程 102B 接收命令 112。命令 112 被配置为请求将第二实例锁定到执行线程 102B 以供由命令 112 进行处理。

[0057] 方法 300 包括:持久保存提供者将第二命令记录在命令日志中的动作(动作 305)。例如,在接收到命令 112 以后,实例持久保存命令提供者 104 可能具有不充足的信息以至于不能肯定地确定命令 112 不可能导致锁定冲突。例如,实例持久保存命令处理器 104 可能缺少用于确定命令 112 中的别名是否指代已经为之请求锁定获取的实例的信息。因此,实例持久保存命令处理器 104 在命令日志 109 中记录包括命令 112 和时间 122(在时间 121 之后的时间)的条目 132。

[0058] 方法 300 包括:持久保存提供者将第二命令提交给实例存储的动作(动作 306)。例如,实例存储驱动程序 106 可以将命令 112 提交给实例存储 107。

[0059] 方法 300 包括:持久保存提供者从实例存储接收针对第二命令的锁定响应的动作,所述锁定响应指示:应用主机是第二实例的锁定的持有者,所述锁定响应是在提交第一命令以后并且在第一命令完成以前接收的(动作 307)。例如,实例存储驱动程序 106 可以从实例存储 107 接收锁定响应 114。锁定响应 114 可以指示:应用主机 101 是实例 108A 的锁定的持有者。锁定响应 114 可以在提交命令 111 之后且在命令 111 完成以前被接收(例如,实例存储驱动程序 106 可能还未接收到锁定响应 113)。

[0060] 方法 300 包括:持久保存提供者引用命令日志以确定第一命令的当前解析所提供的信息不足以确定以下各项的动作:(a) 第一命令是否获取了对第一实例的锁定;以及(b) 第一实例和第二实例是否是同一实例,所述不足的信息导致不清楚第二命令所请求的锁定是否是之前由第一命令所获取的锁定(动作 308)。例如,持久保存提供者 103 可能具有不充足的信息以至于不能确定命令 111 是否获取了锁定和/或命令 111 和 112 是否引用同一实例。所述不充足的信息导致不清楚命令 112 所请求的锁定是否之前已被命令 111 获得。

[0061] 持久保存提供者可以在命令日志中排除如下的命令:所述命令由于所述命令仅仅引用一定不是实例 108A 的实例而可以被确定不可能导致锁定冲突。例如,实例持久保存命令处理器 104 可以确定:命令日志 109 中的命令还未解析已知不是实例 108A 的任何别名的实例别名。

[0062] 方法 300 包括:持久保存提供者暂停第二命令的处理直到达到对第一命令的进一步解析的动作,进一步解析至少提供关于所述一个或多个所满足的条件附加信息(动作 309)。例如,持久保存提供者 103 可以暂停处理命令 112,直到达到对命令 111 的进一步解析。对命令 111 的进一步解析可以提供关于所满足的条件 133 的信息。例如,如果命令 111 请求未解析的实例别名的锁定,则持久保存提供者 130 可以暂停处理命令 112,直到实例别名被解析成特定实例。另外可能的是,持久保存提供者 103 接收指示命令 111 已经获取了对实例 108A 的锁定(并且由此命令 111 中的任何别名都指代实例 108A)的锁定响应 113。

[0063] 方法 300 包括:持久保存提供者基于关于第一命令的解析的附加信息来确定对第二命令如何继续的动作(动作 310)。在一些实施例中,持久保存提供者基于所述附加信息来确定:第一命令获取了第二命令所请求的锁定。例如,实例持久保存命令处理器 104 可以确定:命令 111 获取了对实例 108A 的锁定。实例持久保存命令处理器 104 还可以确定:命令 112 接收了锁定响应 114,因为命令 112 也请求了实例 108A 的锁定(但是在实例 108A

的锁定已经被命令 111 获取以后)。在合适时,实例持久保存命令处理器 104 可以引用命令日志 109 以确定命令 111 是在命令 112 以前接收到的。在这些实施例中,持久保存提供者响应于确定第一命令已经获取该锁定而舍弃第二命令。例如,持久保存提供者 103 可以响应于确定命令 111 已经获取了对实例 108A 的锁定而舍弃命令 112。

[0064] 在其他实施例中,持久保存提供者基于所述附加信息来确定:第一命令未曾获取第二命令所请求的锁定。例如,实例持久保存命令处理器 104 可以确定:命令 111 未曾获取对实例 108A 的锁定。在这些其他实施例中,可以引导应用主机尝试覆盖由针对第二命令接收的锁定响应所指示的锁定。例如,可以引导应用主机 101 尝试覆盖针对命令 112 的锁定响应 114 中所指示的锁定。

[0065] 覆盖锁定的一个原因是,可以确定该锁定是虚假锁定。例如,剩余的锁定可能是从已被应用主机遗忘的以前计算中剩下的。因此,该命令存在于第二命令被实例存储接收到时,但是应用主机在第二命令响应被接收时不具有该锁定的记录。当可能与第二命令冲突的之前发出的所有命令最后都未获取锁定时,可以检测到虚假锁定。

[0066] 可替代地,持久保存提供者 103 可以引导应用主机 101 使用已经锁定到命令 111 的实例 108A 的副本。

[0067] 本发明的实施例还包括解决锁定冲突,包括附加的命令。例如,持久保存提供者可以从包括在应用主机中的第三执行线程接收第三命令。第三命令可以被配置为请求在一个或多个条件被满足时获取第三实例的锁定。持久保存提供者将第三命令记录在命令日志中。

[0068] 持久保存提供者将第三命令提交到实例存储。持久保存提供者引用命令日志以确定第三命令的当前解析所提供的信息不足以确定:(a) 第三命令是否获取了对第三实例的锁定;以及(b) 第三实例和第二实例是否是同一实例。不足的信息导致不清楚第二命令(例如命令 112)所请求的锁定是否是之前由第三命令获取的锁定。

[0069] 持久保存提供者暂停第二命令的处理直到达到对第三命令的进一步解析。进一步解析至少提供关于所述一个或多个所满足的条件附加信息。持久保存提供者基于关于第三命令的解析的附加信息来确定对第二命令如何继续。

[0070] 图 2 示出了促进锁定冲突的解决的示例性计算机架构 200。参考图 2,计算机架构 200 包括应用主机 201、持久保存提供者 203 以及实例存储 207。类似于计算机架构 100,所描绘的计算机系统每个都通过诸如例如局域网(“LAN”)、广域网(“WAN”)或甚至因特网等网络(或作为网络的一部分)彼此连接(或者是所述网络的一部分)。因此,所描绘的计算机系统每一个以及任何其他连接的计算机系统及其组件都可以创建消息相关数据并通过网络交换消息相关数据(例如,网际协议(“IP”)数据报和利用 IP 数据报的其他更高层协议,诸如传输控制协议(“TCP”)、超文本传输协议(“HTTP”)、简单邮件传输协议(“SMTP”)等)。

[0071] 在图 2 中,来自图 1 的相似标记的组件包括相似的功能。例如,应用主机 201 包括多个执行线程,包括执行线程 202A 和 202B。一般而言,执行线程被配置为发出用于与实例存储 207 中的实例交互的(例如持久保存)命令。应用主机 201 可以为诸如例如程序或管理工具之类的实体,并且执行线程可以是应用主机 201 内的操纵存储在实例存储 207 中的实例的模块。

[0072] 实例存储 207 为诸如例如实例 208 之类的实例提供了持久的存储。实例存储 207 被配置为接收和处理用于与实例交互的（例如持久保存）命令。实例存储 207 可以持久保存应用状态以及响应于持久保存命令将持久保存的状态返回给请求实体（例如执行线程）。

[0073] 一般而言，持久保存提供者 203 被配置为把从执行线程接收到的持久保存命令翻译成与实例存储 207 兼容的命令。例如，持久保存提供者 203 可以将来自执行线程 202A 或 202B 的持久保存命令翻译成与实例存储 207 兼容的持久保存命令。

[0074] 如所描绘的那样，持久保存提供者 203 包括实例持久保存命令处理器 204、实例存储驱动程序 206、以及命令日志 209。实例持久保存命令处理器 204 定义了应用主机 201 与实例存储 207 之间的合同。因此，实例持久保存命令处理器 204 是应用主机 201 与实例存储 207 之间的接口，所述接口允许应用主机 201 提供修改或检查应用存储 207 的命令。例如，实例持久保存命令处理器 204 和使用 SQL 服务器实现的实例存储 207 的组合可以称为 SQL 持久保存提供者。持久保存提供者根据主机的命令使用一组由实例持久保存命令处理器 204 定义的可许可的状态修改来修改实例存储。

[0075] 类似于持久保存提供者 103 处的功能，可能的是，一些但不是全部命令被记录到命令日志 209 中。当确定是否在命令日志 209 中记录命令时，持久保存提供者 203 可以区分有可能导致锁定冲突的命令和不可能导致锁定冲突的命令。可能导致锁定冲突的命令被记录在命令日志 209 中。另一方面，不可能导致锁定冲突的命令可以被允许执行而无需记录。实例持久保存命令处理器 204 可以与命令处理器 104 如何对将命令记录在命令日志 109 中作出确定类似地作出这些确定。

[0076] 一般而言，实例存储驱动程序 206 被配置为在必要时分解命令以获得与实例存储 207 兼容的通信。例如，应用主机命令集可能缺少来自实例存储命令集的特定命令。然而可能的是，使用来自实例存储命令集的两个或更多的组合，可以实现来自应用主机命令集的命令。因此，当持久保存提供者 203 检测到所接收的持久保存命令未被包括在实例存储命令集中时，持久保存提供者 203 可以引用实例存储驱动程序 206 以将该命令分解成其他兼容的命令。

[0077] 如所描绘的那样，实例存储 207 包括实例时钟 281。实例时钟 281 被配置为维护存储在实例存储 207 中的实例的版本。实例时钟 281 可以根据定义版本要在何时被更新的版本更新规则来维护版本。例如，版本更新规则可以规定实例版本要在下列情况下被更新（递增）：当为实例采取独占性锁定时；每当为实例释放独占性锁定时；当与实例相关联的持久保存的状态被修改时；等等。维护实例版本可以包括：在版本要被更新时递增计数器。例如，在修改来自当前为版本 3 的实例的数据以后，该实例可以被递增为版本 4。持久保存提供者 203 可以在解决锁定冲突时使用实例版本。

[0078] 有时，执行线程 202A、202B 等等可以将命令提交给持久保存提供者 203。同样如所描绘的那样，其他命令/结果 217 可以被传递到实例存储 207 和其他应用主机/从实例存储 207 和其他应用主机传递（可能通过其他中间持久保存提供者）。因此，应用主机 201 以及其他应用主机可以与实例存储 207 交互，从而可能导致实例版本改变。例如，响应于（从应用主机 201 和/或其他应用主机）所接收的命令，实例 208 可以从版本 261（更早的版本）转变为版本 263（更新的版本）。

[0079] 图 4 示出用于解决一个或更多执行线程之间的锁定冲突的示例性方法 200 的流程图。方法 400 将参考计算机架构 200 的组件和数据来描述。

[0080] 方法 400 包括：持久保存提供者从包括在应用主机中的第一执行线程接收第一命令的动作，第一命令被配置为请求获取第一实例的锁定（动作 401）。例如，实例持久保存命令处理器 204 从执行线程 202A 接收命令 211。第一命令 211 可以被配置为请求获取实例 208 的锁定。

[0081] 方法 400 包括：持久保存提供者将第一命令提交给实例存储的动作（动作 402）。例如，实例存储驱动程序 206 可以将命令 211 提交给实例存储 207。

[0082] 方法 400 包括：持久保存提供者从实例存储接收针对第一命令的锁定响应的动作，所述锁定响应指示：应用主机已经获取了第一实例的锁定，第一实例的锁定针对第一实例版本（动作 403）。例如，实例存储驱动程序 206 可以从实例存储 207 接收锁定响应 213。锁定响应 213 指示：命令 211 已经锁定了实例 208 的版本 261。实例持久保存提供者 204 可以将条目 231 记录到命令日志 209 中。如所描绘的那样，条目 231 将命令 211 与锁定响应 213 相关联。

[0083] 方法 400 包括：持久保存提供者从包括在应用主机中的第二执行线程接收第二命令的动作，第二命令被配置为请求将第二实例锁定到第二执行线程以供由第二命令进行处理（动作 404）。例如，实例持久保存命令处理器 204 从执行线程 202B 接收命令 212。第二命令 212 可以被配置为请求获取实例 208 的锁定。

[0084] 方法 400 包括：持久保存提供者将第二命令提交给实例存储的动作（动作 405）。例如，实例存储驱动程序 206 可以将命令 212 提交给实例存储 207。

[0085] 方法 400 包括：持久保存提供者从实例存储接收针对第二命令的锁定响应的动作，所述锁定响应指示：应用主机已经获取了第二实例的锁定，第二实例的锁定针对第二实例版本（动作 406）。例如，实例存储驱动程序 206 可以从实例存储 207 接收锁定响应 214。锁定响应 214 指示：命令 212 已经锁定了实例 208 的版本 263。

[0086] 如之前所描述的那样，其他应用主机可以与实例存储 207 交互（这由其他命令 / 结果 217 来指示）。因此可能的是，命令 211 和 212 与在实例存储 207 接收的其他命令（其来自其他应用主机）散布在一起。由于多种因素中的任何因素，实例存储 207 可释放之前曾被应用主机获取的锁定。例如，由于通信故障，实例存储 207 可以检测到：其不再与执行线程 202A（和 / 或持久保存提供者 203）通信。结果，实例存储 207 可释放之前曾被执行线程 202A 获取的锁定。然而，同样由于通信故障，应用主机 201 和 / 或持久保存提供者 203 可能不能得知实例存储 207 释放了该锁定。因此，例如执行线程 202A 可以就好像其已经获取了锁定响应 213 中指示的锁定那样继续，即使该锁定事实上已经在实例存储 207 处被释放。

[0087] 在释放锁定以后，另一应用主机可获取对同一实例的锁定并且致使版本被更新。例如，通过其他 / 命令结果 217 中的命令，实例 208 可以从版本 261（更早的版本）更新到版本 263（更新的版本）。另外，这可能在执行线程 202A 基于锁定响应 213 继续但实际上不具有对实例 208 的锁定时发生。

[0088] 方法 400 包括：持久保存提供者确定第一实例和第二实例是同一实例的动作（动作 407）。例如，实例持久保存命令处理器 204 可以确定：锁定响应 213 和 214 二者都请求

了对实例 208 的锁定获取。

[0089] 方法 400 包括 :持久保存提供者确定第二实例版本是比第一实例版本更新的实例版本的动作 (动作 408)。例如,实例持久提供者 204 可以将版本 261 和版本 263 相比较。通过该比较,实例持久保存命令处理器 204 可以确定 :实例 208 的版本 263 比实例 208 的版本 261 更新,并且由此版本 261 是陈旧的。

[0090] 方法 400 包括 :持久保存提供者响应于确定第一命令正持有陈旧的实例版本的锁定而舍弃第一命令的动作 (动作 409)。例如,实例持久保存命令处理器 204 可以响应于确定命令 211 正持有版本 261 的锁定而舍弃命令 211。

[0091] 舍弃命令可以包括 :向执行线程或应用主机通知命令之前是否被指示为已成功完成。例如,在检测到锁定冲突以前,实例持久保存命令处理器 204 可能已经向执行线程 202A 指示 :命令 211 已成功完成。在检测到锁定冲突以后,实例持久保存命令处理器 204 可能向执行线程 202A 或应用主机 201 指示 :命令 211 已经舍弃。执行线程 202A 或应用主机 201 可以基于表示命令 211 已经舍弃的通知来采取校正动作 (例如通过终止执行线程 202A 正在对实例 208 执行的计算)。

[0092] 如之前所述,应用主机可以尝试比如例如在锁定被确定为虚假时覆盖锁定。覆盖锁定可以包括 :可能无论应用主机所持有的现有锁定如何都重复获取该锁定的尝试,其中由锁定冲突指示特定锁定版本。由于锁定可能在第二命令被实例存储接收以后已被释放,因此可能的是,另一应用主机或者甚至同一应用主机然后已经在解决锁定冲突期间锁定了该实例。因此,锁定版本化提供了一种机制来检测 :第二锁定冲突中的锁定不同于之前在尝试获取锁定时的第一锁定冲突期间所指示的锁定。

[0093] 因此,第二锁定冲突可以是两种锁定冲突类型中任一 (其参照方法 300 和 400 予以了描述)。另外,两种锁定冲突类型任一都可以在没有对第一锁定冲突的知识的情况下被处理。因此,连续的尝试是独立的。例如,甚至可能在重新尝试第二命令以前接收针对再次锁定该实例的新命令的响应。因此,可以确定 :新版本的锁定已经被接收并且锁定获取将失败而不必回到实例存储。

[0094] 本发明的实施例还包括 :通过同时实现与方法 300 和 400 中所述的技术类似的技术来解决三个或更多命令之间的锁定冲突。例如,三个命令之间的锁定冲突可以使用锁定版本与确定命令何时已被接收的组合来解决。

[0095] 因此,本发明的实施例可以采用由状态持久保存系统为每个持久保存的状态存储位置维护的逻辑锁定时钟。锁定时间可以被合并到由实例持久保存命令处理器执行的薄记中,以区分实例在之前的逻辑时间被应用主机锁定的情况和实例通过不同名称被应用主机并发地锁定的情况。实例持久保存命令处理器可以附加地为应用主机向状态持久保存系统发出的命令维护逻辑命令时钟,其中自测地确定哪些所发出的命令可能取得锁定。然后,实例持久保存命令处理器可以通过如下方式来解决冲突 :暂停命令执行直到可能发生锁定冲突的命令的效果变为可见 ;以及检查锁定时间以区分持久保存的状态存储位置的多个副本。

[0096] 例如,本发明的实施例可以被用以解决由于并行请求的重排序导致的锁定冲突。实例持久保存命令处理器可以从第一执行线程接收第一应用消息以供递送给实例。然而,基于第一应用消息的内容,目的地实例可能是不清楚的。例如,第一应用消息可以包含业务

信息（比如订单号），所述业务信息是实例的数据的一部分而不是实例本身的唯一标识符。即使应用主机也可能不能将第一应用消息解析成正确的目的地实例。例如，即使通过在第一应用消息中检查唯一的实例标识符以及在之前加载的实例中搜索与消息中的业务信息相对应的数据，应用主机仍然可能不能找到合适的实例。应用存储可能能够通过将消息中的信息与同一实例的数据相关来将第一应用消息解析成特定实例。因此，应用主机可以要求实例存储加载合适的实例（或者在还没有合适的实例存在的情况下创建新实例）。

[0097] 在基本上相同时间期间，第二应用消息被第二并行执行线程上的应用主机接收。第二应用消息可以类似地不唯一地标识目的地实例。此外，第二应用消息可以包含不同的业务信息。例如，第二应用消息可以包含顾客的送货地址，而不是订单号。因此，尽管两个应用消息可能指代同一目的地实例，但是应用主机可能不能检测到该关系。因此，第二执行线程行进到要求实例存储加载合适的实例（或者在还没有合适的实例存在的情况下创建新实例）。

[0098] 由于重排序，针对第二执行线程的响应可能是：应用主机已经锁定了相关实例。然而，应用主机可能仍须接收对该锁定的通知。因此，实例持久保存命令处理器可以引用命令日志来解决该冲突。

[0099] 其他事件序列可能导致实例存储的类似响应。例如，应用主机可能已经终止执行线程或者之前已经崩溃，由此丢失其关于已经锁定该实例的记录，而实例存储仍然认为应用主机具有副本。类似的竞争可能发生在在一个执行线程上的应用主机保存和卸载实例而另一执行线程同时加载同一实例时。锁定冲突的解决必须区分这些不同情况以便一致地调应用主机和实例存储的状态。本发明的实施例可以用于解决由于这些以及个其他附加事件序列导致的锁定冲突。

[0100] 本发明的实施例还包括具有一个或多个持久保存提供者的计算机架构。每个持久保存提供者都提供多个应用主机，每个应用主机都具有一个或多个执行线程，具有对存储在实例存储处的实例的访问。在这些实施例内，每个实例持久保存提供者都可以包括命令时钟，并且实例存储可以包括实例时钟。从命令时钟以及从实例时钟获得的信息可以被用于基于时间排序和版本化二者来解决应用主机之间的锁定冲突。因此，本发明的实施例可以解决多个应用主机之间的锁定冲突，其中命令在不同时间被接收并且指代实例的不同版本。

[0101] 本发明可具体化为其它具体形式而不背离其精神或本质特征。所描述的实施例在所有方面都应被认为仅是说明性而非限制性的。因此，本发明的范围由所附权利要求书而非前述描述指示。落入权利要求书的等效方案的含义和范围内的所有改变被权利要求书的范围所涵盖。

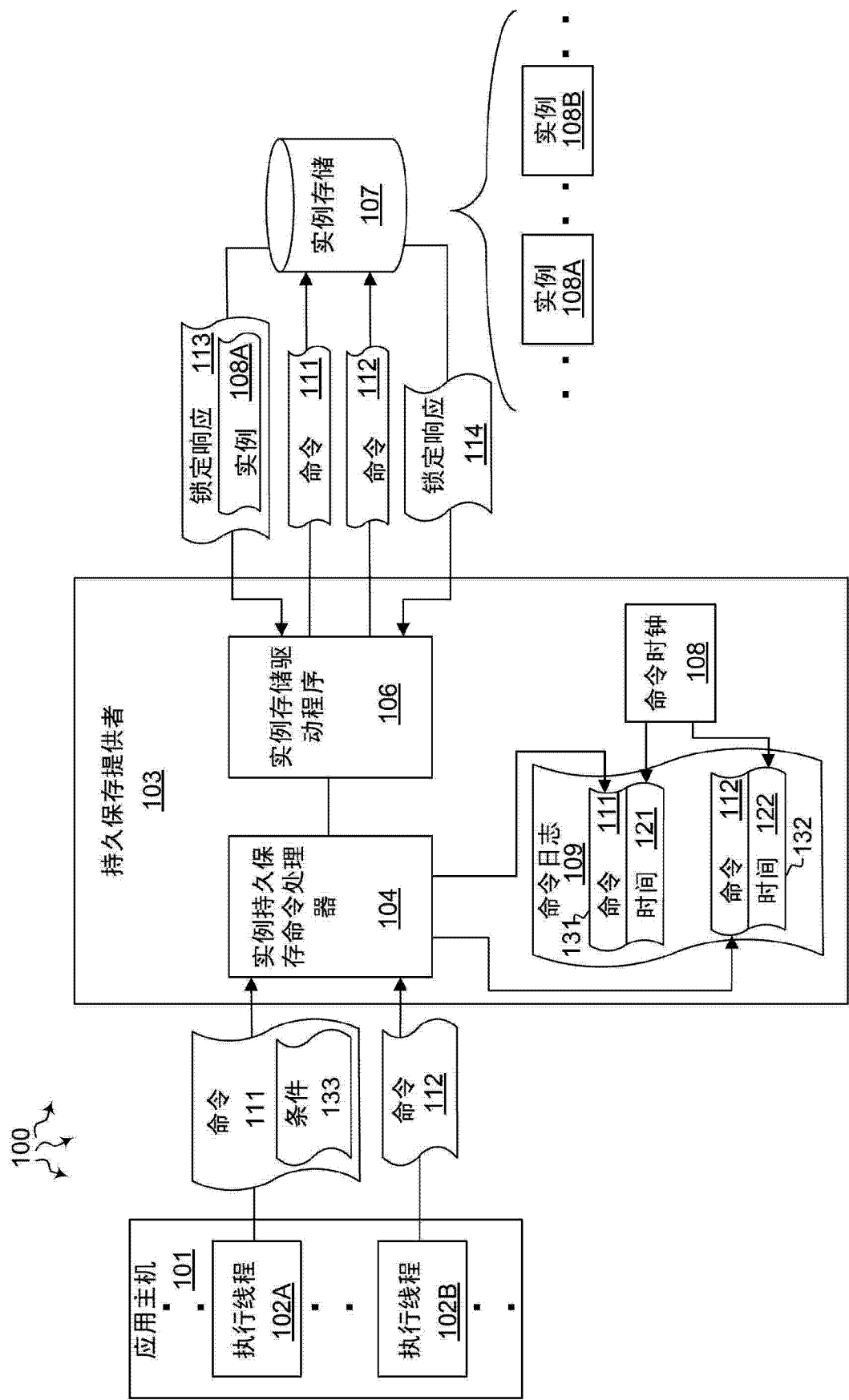


图 1

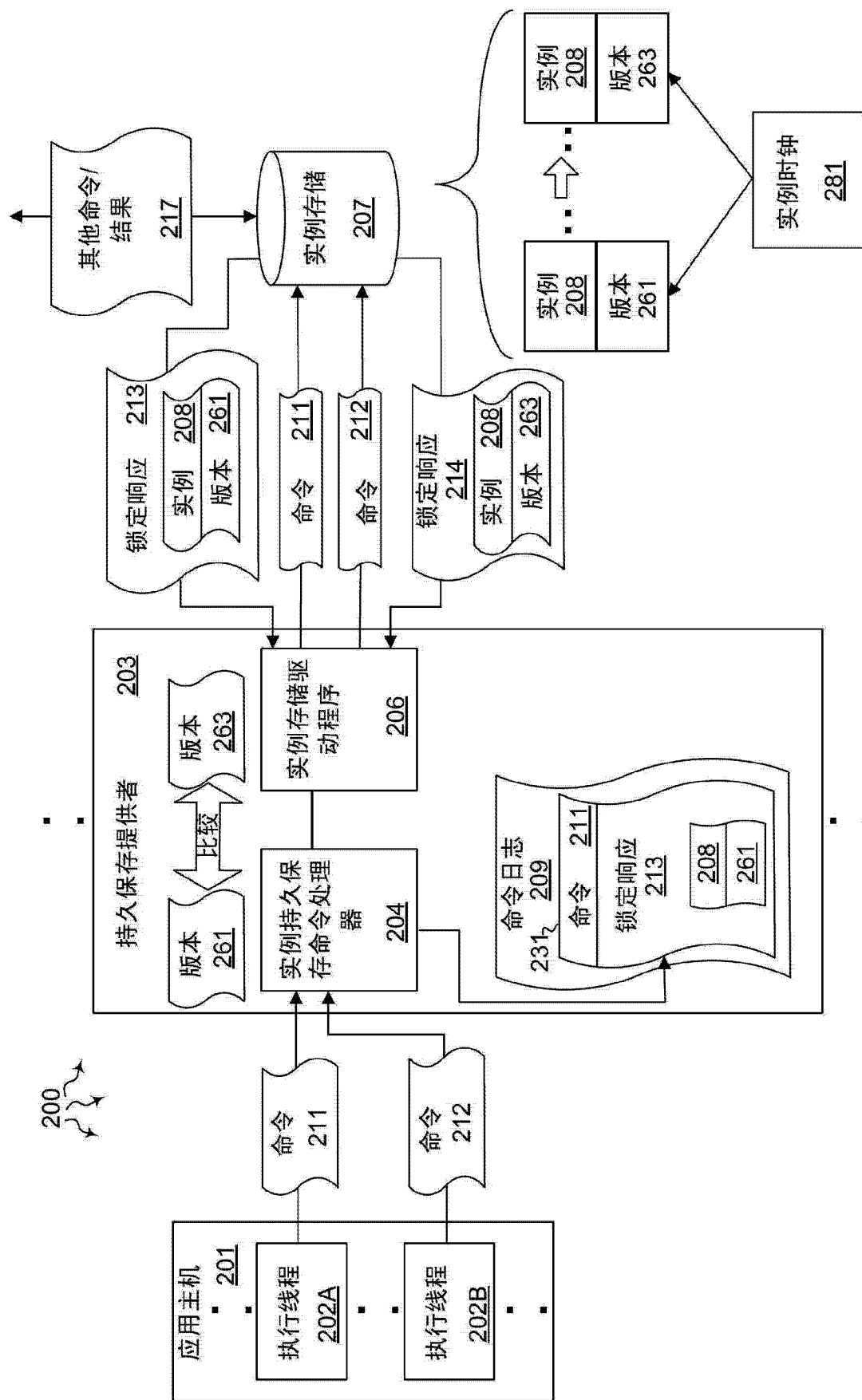


图 2

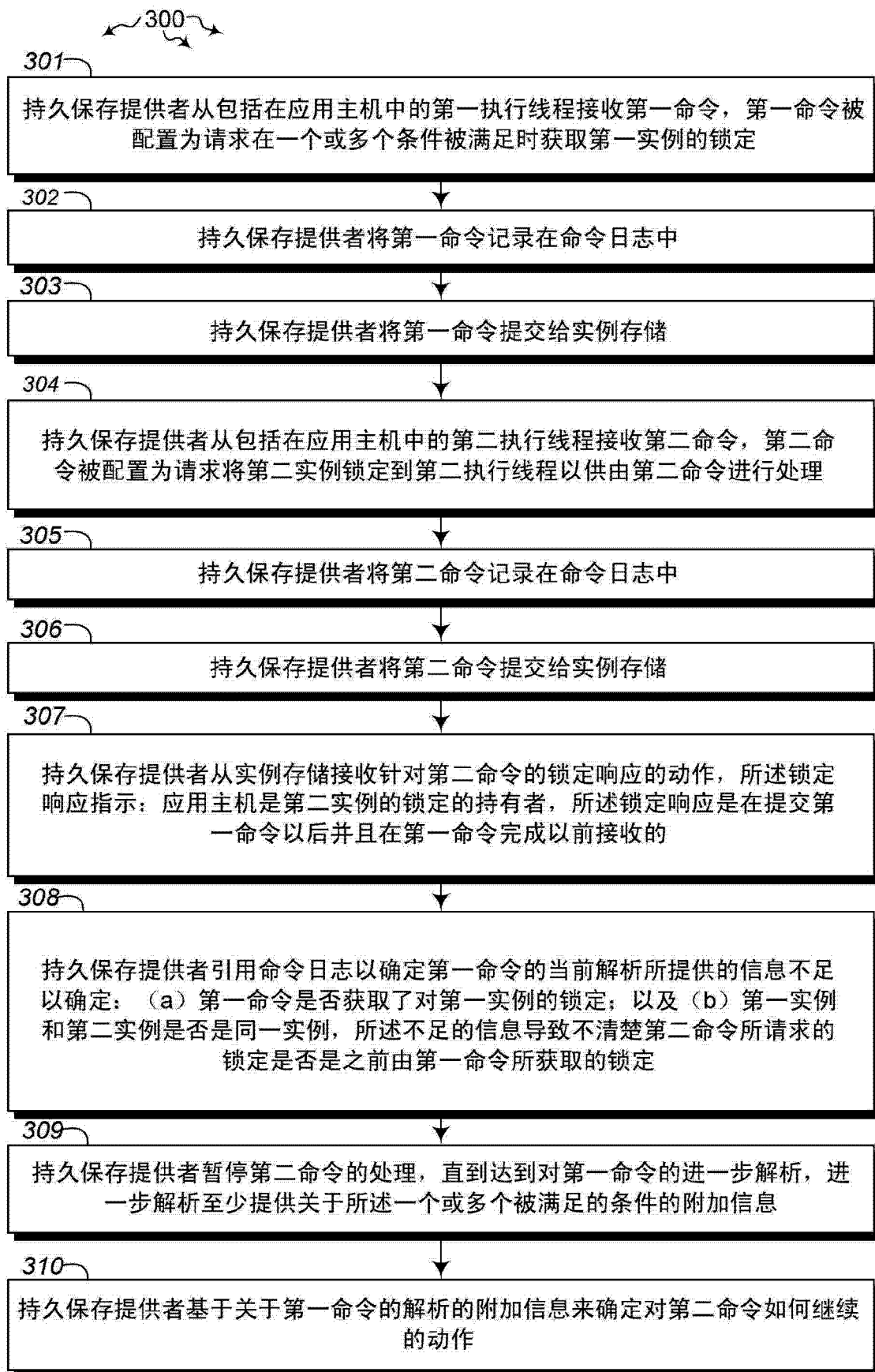


图 3

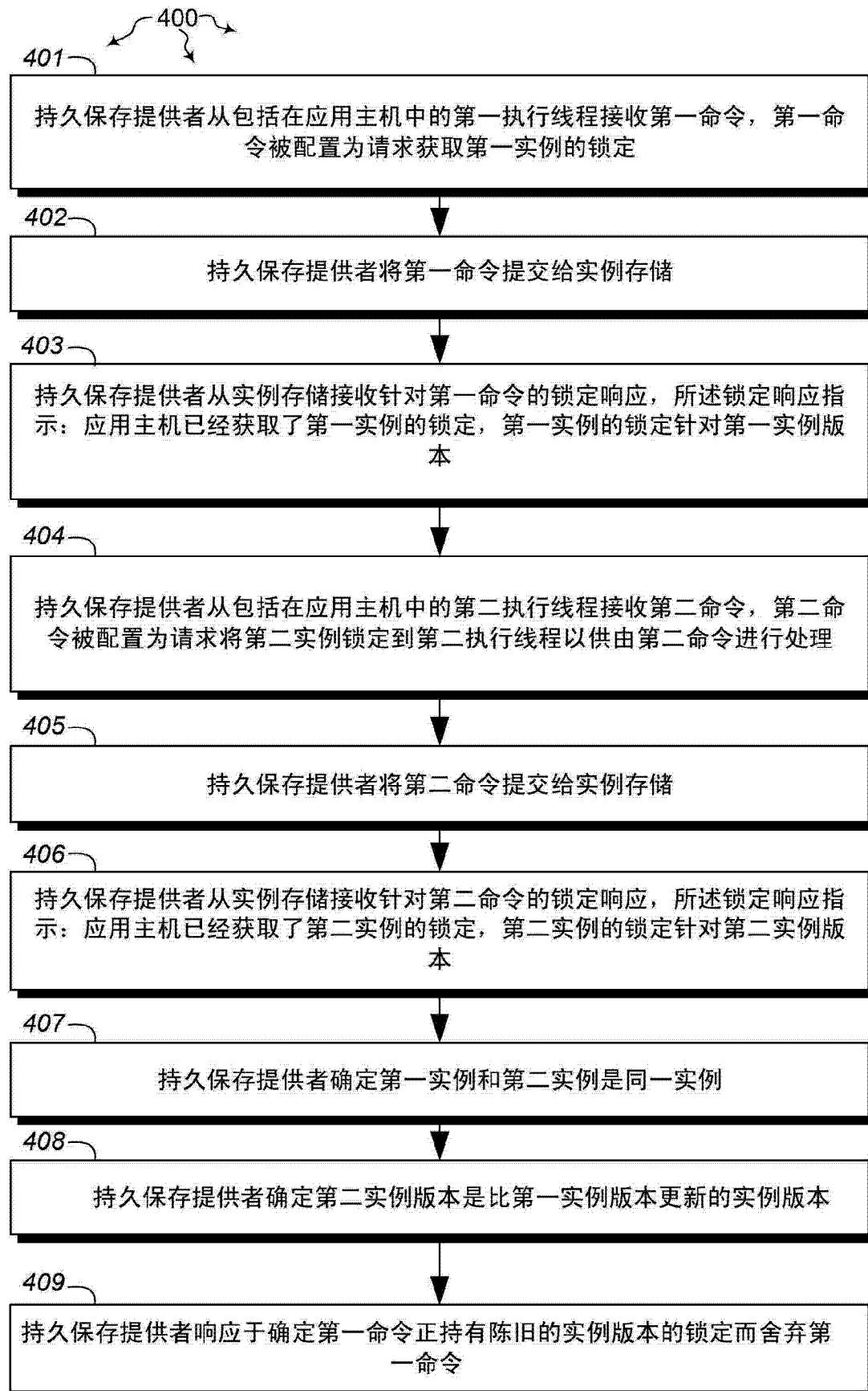


图 4