



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102567211 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 11

(21) 申请号 201110071461. 4

(22) 申请日 2011. 03. 24

(30) 优先权数据

12/983, 080 2010. 12. 31 US

(71) 申请人 LSI 公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 S·R·帕泰尔 P·R·卡达姆

A·S·阿普海尔

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 金晓

(51) Int. Cl.

G06F 12/02 (2006. 01)

G06F 13/16 (2006. 01)

H04L 29/12 (2006. 01)

H04L 12/56 (2006. 01)

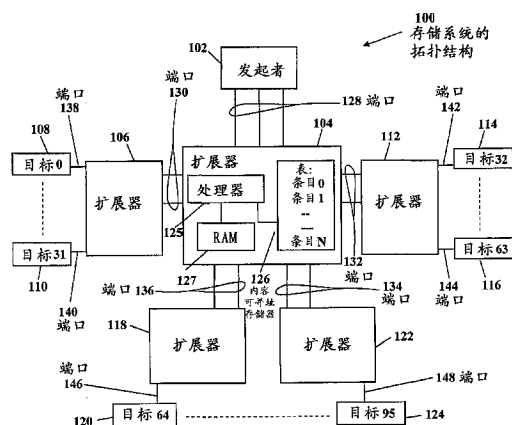
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 7 页

(54) 发明名称

SAS 扩展器连接路由技术

(57) 摘要

本发明涉及 SAS 扩展器连接路由技术。公开的是用于允许增加串行连接 SCSI 扩展器网络的拓扑结构规模以及限制被用于存储与系统拓扑结构相关的地址单元的内容可寻址存储器中条目的技术。根据一种方法,在 OAF 请求中提供地址以减少查找表的条目。根据另一个实施例,在查找表中提供地址范围。另外,使用虚拟存储器技术以使得可以使用软件查找进程或者也可以使用硬件进程,从而使得只将最近最多使用过的地址存储在查找表内。



1. 一种减少扩展器的查找表内条目数量的方法,所述扩展器被用于串行连接 SCSI 存储系统中,用于响应于对数据的开放地址帧请求而提供路由地址,所述方法包括:

在所述开放地址帧请求中提供路由信息,所述路由信息包括:

源扩展器标识;

源物理地址信息;

目的地扩展器标识;和

目的地物理地址信息;

利用所述查找表内的所述路由信息在发起者和目标之间路由数据。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述源扩展器标识包括源扩展器的物理地址。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其中所述目的地扩展器标识包括目的地扩展器的物理地址。

4. 如权利要求 3 所述的方法,其中利用所述查找表内的所述路由信息在发起者和目标之间路由数据的所述步骤包括:

在内容可寻址存储器查找表内用于在发起者和目标之间路由数据的路由信息。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其中在开放地址帧请求中提供路由信息的所述步骤包括:

在所述开放地址帧请求的更兼容特征字段内提供路由信息。

6. 一种减少扩展器的查找表内条目数量的方法,所述扩展器被用于串行连接 SCSI 存储系统中,用于响应于对数据的开放地址帧请求而提供路由地址,所述方法包括:

在所述开放地址帧请求中提供路由信息,所述路由信息包括:

源扩展器地址信息;和

目的地扩展器地址信息;

利用所述查找表内的所述路由信息在发起者和目标之间路由数据。

7. 如权利要求 6 所述的方法,其中所述源扩展器地址信息包括源扩展器的物理地址。

8. 如权利要求 7 所述的方法,其中所述目的地扩展器信息包括目的地扩展器的物理地址。

9. 如权利要求 8 所述的方法,其中利用所述查找表内的所述路由信息在发起者和目标之间路由数据的所述步骤包括:

内容可寻址存储器查找表内用于在发起者和目标之间路由数据的路由信息。

10. 如权利要求 6 所述的方法,其中在开放地址帧请求中提供路由信息的所述步骤包括:

在所述开放地址帧请求的更兼容特征字段内提供路由信息。

11. 一种减少扩展器的查找表内条目数量的方法,所述扩展器被用于具有给定拓扑结构的串行连接 SCSI 存储系统中,用于响应于对数据的开放地址帧请求而提供路由地址,所述方法包括:

为存在于所述存储系统的所述拓扑结构中的设备物理地址生成地址范围;

将所述地址范围存储在查找表内;

检查所述开放地址帧请求中的地址以确定所述开放地址帧请求的所述地址的地址范围信息;

利用所述开放地址帧请求中的所述地址的所述地址范围信息来得到用于路由到所述设备的物理层索引。

12. 如权利要求 11 所述的方法,其中将所述地址范围存储在查找表内的所述步骤包括:

将所述地址范围存储在三重内容可寻址存储器中。

13. 如权利要求 12 所述的方法,进一步包括:

利用所述扩展器内的处理来生成所述地址范围。

14. 一种减少扩展器的查找表内条目数量的方法,所述扩展器被用于具有给定拓扑结构的串行连接 SCSI 存储系统中,用于响应于对数据的开放地址帧请求而提供路由地址,所述方法包括:

运行发现程序以获得用于所述存储系统的所述拓扑结构的所述路由地址;

将所述路由地址存储在附加 RAM 中;

用最近最多使用过的所述路由地址填充查找表;

读取所述开放地址帧请求;

将所述开放地址帧请求中包含的地址信息与所述查找表中存储的所述路由地址相比较;

在所述查找表中存储的所述路由地址与所述开放地址帧请求中包含的所述地址信息匹配时,提供用于路由所述开放地址帧请求的所述路由地址;

在所述查找表中存储的所述路由地址与所述开放地址帧请求中包含的所述地址信息不匹配时,访问所述附加 RAM;

将所述开放地址帧请求中包含的所述地址信息与所述附加 RAM 中存储的所述路由地址相比较;

在所述附加 RAM 中存储的所述路由地址与所述开放地址帧请求中包含的所述地址信息匹配时,提供用于路由所述开放地址帧请求的所述路由地址。

15. 如权利要求 14 所述的方法,其中在所述附加 RAM 中存储的所述路由地址与所述开放地址帧请求中包含的所述地址信息匹配时提供所述路由地址的所述步骤进一步包括:

在所述查找表内确定最近最少使用的条目;

在所述查找表内删除所述最近最少使用的条目;

将所述路由地址存储在所述查找表内;

在将所述路由地址存储在所述查找表内之后,将所述开放地址帧请求中包含的地址信息与所述查找表中存储的所述路由地址相比较。

16. 如权利要求 14 所述的方法,其中用最近最多使用过的所述路由地址填充查找表的所述步骤包括:

用最近最多使用过的所述路由地址填充内容可寻址存储器。

SAS 扩展器连接路由技术

背景技术

[0001] 串行连接 SCSI (SAS) 是一种用于和计算机存储设备（例如硬盘驱动器和磁带驱动器）之间来回移动数据的计算机总线。SAS 基于点对点的串行协议。典型的串行连接 SCSI 系统包括发起者，发起者是一种发起服务并请求由目标设备进行处理以及从目标设备接收对这些请求的响应的设备。发起者可以包括控制器或主机设备。目标是包含逻辑单元和目标端口的设备，其接收设备服务和任务管理请求以供处理，并向发起者设备发送用于相同请求的响应。目标设备可以包括硬盘或磁盘阵列。扩展器是有助于 SAS 设备之间的通信并且有助于连接多个 SAS 终端设备的设备。

发明内容

[0002] 本发明的实施例因此可以包括一种减少扩展器的查找表内条目数量的方法，所述扩展器被用于串行连接 SCSI 存储系统中，用于响应于对数据的开放地址帧请求而提供路由地址，所述方法包括：在所述开放地址帧请求中提供路由信息，所述路由信息包括：源扩展器标识；源物理地址信息；目的地扩展器标识；和目的地物理地址信息；利用所述查找表内的所述路由信息在发起者和目标之间路由数据。

[0003] 本发明的实施例可以进一步包括一种减少扩展器的查找表内条目数量的方法，所述扩展器被用于串行连接 SCSI 存储系统中，用于响应于对数据的开放地址帧请求而提供路由地址，所述方法包括：在所述开放地址帧请求中提供路由信息，所述路由信息包括：源扩展器地址信息；和目的地扩展器地址信息；利用所述查找表内的所述路由信息在发起者和目标之间路由数据。

[0004] 本发明的实施例可以进一步包括一种减少扩展器的查找表内条目数量的方法，所述扩展器被用于具有给定拓扑结构的串行连接 SCSI 存储系统中，用于响应于对数据的开放地址帧请求而提供路由地址，所述方法包括：为存在于所述存储系统的所述拓扑结构中的设备物理地址生成地址范围；将所述地址范围存储在查找表内；检查所述开放地址帧请求中的目的地 SAS 地址以确定所述开放地址帧请求的所述地址的地址范围信息；利用所述开放地址帧请求中的所述地址的所述地址范围信息来得到用于路由到所述设备的物理层索引。

[0005] 本发明的实施例可以进一步包括一种减少扩展器的查找表内条目数量的方法，所述扩展器被用于具有给定拓扑结构的串行连接 SCSI 存储系统中，用于响应于对数据的开放地址帧请求而提供路由地址，所述方法包括：运行发现程序以获得用于所述存储系统的所述拓扑结构的所述路由地址；将所述路由地址存储在附加 RAM 中；用最近最多使用过的所述路由地址填充查找表；读取所述开放地址帧请求；将所述开放地址帧请求中包含的地址信息与所述查找表中存储的所述路由地址相比较；在所述查找表中存储的所述路由地址与所述开放地址帧请求中包含的所述地址信息匹配时，提供用于路由所述开放地址帧请求的所述路由地址；在所述查找表中存储的所述路由地址与所述开放地址帧请求中包含的所述地址信息不匹配时，访问所述附加 RAM；将所述开放地址帧请求中包含的所述地址信息

与所述附加 RAM 中存储的所述路由地址相比较 ; 在所述附加 RAM 中存储的所述路由地址与所述开放地址帧请求中包含的所述地址信息匹配时, 提供用于路由所述开放地址帧请求的所述路由地址。

附图说明

- [0006] 图 1 是示出了存储系统拓扑结构的一个实施例的示意性框图。
[0007] 图 2 是用于连接请求的一个实施例的工作流程图。
[0008] 图 3 是对连接请求的响应的一个实施例的工作流程图。
[0009] 图 4 是表条目的一个实施例的示例。
[0010] 图 5 是用于使用查找表地址范围的进程的一个实施例的流程图。
[0011] 图 6 是用于提供地址范围的查找表的框图。
[0012] 图 7 是用于执行虚拟查表进程的流程图。

具体实施方式

[0013] 图 1 是示出了存储系统 100 的示范性拓扑结构的一个实施例的示意性框图。如图 1 中所示, 发起者 102 可以利用被称为开放地址帧或 OAF 的请求指令从目标 108, 110, 114, 116, 120, 124 发起数据请求。OAF 包含源地址, 也就是发起者 102 的地址, 以及目的地 SAS 地址, 也就是目标的地址。扩展器 104 接收 OAF 请求并参照查找表, 查找表通常是内容可寻址存储器 (CAM), 例如表 126。表 126 提供用于访问来自目标的数据的路由地址。扩展器 104 首先检查以查看目标是否被直接连接至扩展器 104。如果目标没有被直接连接至扩展器 104, 那么扩展器 104 就参照表 126 以获得至目标的路由数据。在现有技术的设备中, 表 126 针对每一个目的地 SAS 地址都包括一个路由条目。由于扩展器 104 可以具有多达 256 个不同的端口, 并且扩展器 106, 112, 118, 122 中的每一个均可具有多达 256 个端口, 因此查找表 126 可以具有很多的条目。访问时间以及在表 126 中存储信息的成本构成了现有技术中的缺点。如果扩展器中的附加层被连接至每一个均可具有多达 256 个端口的扩展器 106, 112, 118, 122, 这就会造成表条目的指数增长。减少表 126 内的条目数量可以有利地减少处理时间, 并有利地降低了与需要被设置在扩展器 104 的处理芯片上的 CAM 存储器数量有关的成本。

[0014] OAF 的“目的地 SAS 地址”字段可以被修改, 而不具有包括目的地 SAS 地址和源 SAS 地址字段的条目, 其中目的地 SAS 地址指定了被请求连接的 SAS 端口的端口标识, 而源 SAS 地址字段指定了发出开放地址帧的 SAS 端口 (例如发起者 102) 的端口标识。例如, 来自发起者 102 的 OAF 请求可以包括路由信息, 例如源扩展器 ID、源物理地址 ID、目的地扩展器 ID 和目的地端口 ID。例如, OAF 请求可以被表示为:

[0015] DestinationSasAddr == {SrcExpID, SrcPhyID, DestExpID, DestPhyID} ==
{[Byte 11...Byte 10], [Byte9...Byte 8], [Byte 7...Byte 6], [Byte 5...Byte4]}

[0016] 在此情况下, 字段 SrcExpID 包含分配给直接连接源端口的扩展器的索引值。在此情况下, 源是发起者 102, 而扩展器是扩展器 104。字段 SrcPhyID 具有直接连接源端口 (也就是端口 128 之一) 的物理地址值。字段 DestExpID 包含分配给直接连接目的地端口的扩展器的索引值。例如, 如果目的地是目标 114 (目标 32), 那么扩展器就是扩展器 112。字段

DestPhyID 具有连接目的地的端口（也就是端口 142）的值。

[0017] 由于在现有的 OAF 中有 64 位被分配用于目的地寻址，因此具有 8 位的八个字节用于在 OAF 中供寻址使用。这些字节如上所述在以上被表示为字节 11-4。

[0018] 图 2 示出了用于来自发起者 102 的数据请求的工作流程图 200。如图 2 中所示，可以包括图 1 中发起者 102 的控制器 202 发起 OAF 请求 204。OAF 是字节块 210，其包括字节预览位 SOAF 211 以及构成块 210 中的区段 212 的源控制器地址 216，以及构成块 210 中的区段 214 的目的地地址 218。OAF 请求 204 通过端 206 被传输至扩展器 208。例如，扩展器 208 可以包括图 1 中示出的扩展器 104。扩展器 208 利用在 224 处示出的目的地扩展器 ID 以通过端 222 将 OAF 204 传输给最终扩展器 226。最终扩展器 226 利用来自于区段 214 的目的地物理地址，该目的地物理地址指示将端 230 连接至驱动器 242。最终扩展器 226 在 OAF 204 经端口 230 被发送至驱动器 242 之前如块 232 中所示的修改 OAF 204。驱动器 242 随后存储 OAF 请求 204 以使驱动器 242 具有恰当的地址用于将数据返回到控制器 202。

[0019] 图 3 是目标响应的工作流程图 300。如图 3 中所示，驱动器 242 生成 OAF 302。OAF 302 包括块 304。目标目的地 312 提供源扩展器 ID、源物理 ID、目的地扩展器 ID 和目的地物理 ID。目标源数据 314 包括目标驱动器 SAS 地址。该信息由控制器 202 使用以确保控制器 202 知道该响应是来自于驱动器 242。OAF 302 通过端口 230 被传输至最终扩展器 226。最终扩展器 226 如块 306 中所示修改 OAF 302 并随后通过端口 320 将 OAF 302 传输至扩展器 208。OAF 包括块 306，块 306 包括目标目的地扇区 316，目标目的地扇区 316 包括目的地扩展器 ID、目的地物理 ID、源扩展器 ID 和源物理 ID 地址。扇区 318 包括目标源驱动器 SAS 地址。扩展器 208 利用源扩展器 ID 以将 OAF 302 经端口 322 路由到控制器 202。利用图 2 和 3 中所示的方法，即可将表 126 中的条目数量从终端设备 SAS 地址数量（可能多达 1000 个地址或更多）减少到扩展器索引地址的数量（在任意给定的拓扑结构中通常为 50 个左右或更少）。这样就提高了能够对数据进行访问的速度并且降低了包括在扩展器处理芯片中的 CAM 的成本。

[0020] 图 4 中示出了减少表 126 中的表条目的一种可选方法。根据该实施例，将两个新字段加入现有的 OAF 格式中。这两个新字段是源扩展器 SAS 地址和目的地扩展器 SAS 地址。源扩展器 SAS 地址指定了源端口直接连接到的扩展器。在图 1 的实施例中，源扩展器 SAS 地址是扩展器 104 的地址。目的地扩展器 SAS 地址指定了目的地端口直接连接到的扩展器。例如，如果目的地是目标 114，那么目的地扩展器 SAS 地址就是扩展器 112 的地址。当然，如果发起者 102 具有直接连接至目的地目标的端口 128，那么用于这些地址的字段为 0。扩展器 104 首先检查 OAF 内的目的地 SAS 地址是否与任意直接连接的目标的 SAS 地址匹配。如果地址匹配，那么连接就应该被路由至特定连接的目标端口。如果地址不匹配，那么扩展器 104 将利用在 OAF 中指定的目的地扩展器 SAS 地址从 CAM 中进行查找。

[0021] 因此，表条目中的地址列表是扩展器地址而不是目标地址。例如，表将包括目标直接连接到的最终扩展器的物理地址（例如目的地扩展器 SAS 地址）以及发起者连接到的扩展器的地址，而不具有目标 SAS 地址。例如，如果目标是目标 114 且发起者是发起者 102，如图 1 中所示，扩展器 112 的地址被用作目的地扩展器 SAS 地址并且扩展器 104 的地址被用作源扩展器 SAS 地址。利用该方法，由于地址被减少为仅仅是最终扩展器的数量而不是目标的总数量，因此表 126 中的条目数量得以大大减少。

[0022] 用于减少表 126 内条目的另一种可选方法是使用 OAF 中包括字节 24-27 的数据字段“更兼容特征”以包括 OAF 中的地址信息。接收 OAF 的物理层忽略“更兼容特征”字段（“特征字段”）。更兼容特征字段指定与先前的标准版本不兼容的附加特征。由于在大多数拓扑结构中只有很少的几个发起者和扩展器，并且绝大多数设备都是目标设备，因此为了利用该事实，OAF 的特征字段可以被用于提供附加信息。在特征字段被设定为 0 时，OAF 就是如 SAS-2 规范中所定义的通常情况。在特征字段被设定为 1 时，更兼容特征 [7:0] 的字段值表示连接应该被路由到达的目的地扩展器的物理编号或端口编号。如果特征字段被设定为 1 并且 OAF 中的目的地 SAS 地址与扩展器（例如扩展器 112）的 SAS 地址匹配，那么扩展器 112 就知道将连接直接路由至更兼容特征 [7:0] 字段内指示的物理编号，也就是目标到扩展器 112 的直接连接。如果存在中间扩展器，那么表 126 中的条目将被路由至特定的目的地地址的连接，也就是最终扩展器的 SAS 地址。

[0023] 根据该方法，路由表 126 内的条目将包括用于整个拓扑结构的发起者 SAS 地址和扩展器 SAS 地址。利用该方法，由于发起者的数量和扩展器的数量远小于大多数拓扑结构中目标或终端设备的数量至少一个数量级，因此路由表 126 内的条目数量可以大大减少。

[0024] 根据公开的第二种和第三种方法，扩展器 SAS 地址和目的地物理编号或端口编号可以被用于通过给定的拓扑结构来路由连接，而不使用目的地目标的 SAS 地址。已经示出了用于实现该结果的一种方法，但是提供扩展器 SAS 地址以及 OAF 请求中的目的地 SAS 地址或目的地端口编号的任意进程当然都落在本发明的保护范围之内。

[0025] 根据第一种方法，扩展器标识以及目的地端口编号可以被用于在任意给定的拓扑结构中路由连接，而不使用目的地目标的 SAS 地址。已经示出了两种方法，但是用于提供扩展器标识以及目的地端口编号的任意方法都落在本发明的范围之内。

[0026] 如上所述，用于 SAS 扩展器的基于现有表格的路由机制对于每一个 SAS 地址都具有一个路由条目。无论何时在具有特定地址的输入端口（例如扩展器 104 的端口 128 之一）上接收到开放地址帧（OAF）请求，扩展器都会在表 126 中执行内容可寻址存储器查找或者某种类似的处理，以找到应该将 OAF 路由至的输出物理地址。由于该表对每一个 SAS 地址都具有一个条目，因此表 126 中需要用于覆盖存储访问系统拓扑结构的表条目的数量就随着拓扑结构的规模而线性增加。

[0027] 减少内容可寻址存储器表 126 中的条目数量的另一种方法是指定被路由至特定物理地址的 SAS 地址范围。例如，如果物理地址 0 被设置为到达以下 SAS 地址范围：

[0028] 5006 05b0 0002 72bf- 物理地址 0 路由 SAS 地址范围开始

[0029] 到

[0030] 5006 05b0 0003 72bf- 物理地址 0 路由 SAS 地址范围结束

[0031] 那么如上所述，目标为 SAS 地址范围内的目的地的所有输入 OAF 都会被路由至物理地址 0，这将消除大量的路由条目。由于表 126 或类似设备内的静态查找时间与表条目的规模成正比，因此地址范围使条目的数量随着范围的规模而减少。

[0032] 图 5 是示出了用于使用查找表地址范围的进程 500 的示意性框图。在步骤 502，生成地址范围。扩展器中的处理器 125 可以生成这些地址范围。在步骤 504，将地址范围存储在查找表（例如图 1 中的查找表 126）内。在步骤 506，由处理器 125 检查输入 OAF 的地址，以确定 OAF 的地址落入怎样的范围内。在步骤 508，访问查找表 126 以检索用于该特定

地址范围的物理地址。

[0033] 范围搜索的实现可以用若干种不同的方式完成。进行地址范围搜索的一种方式是使用三重内容可寻址存储器 602,其提供根据 SAS 地址内减小的位数来进行查表的机制。减小的位数自动提供了一个地址范围。

[0034] 图 6 是示出了地址范围查找表设备 600 的示意性框图。如图 6 中所示,三重内容可寻址存储器 602 被用于提供地址范围的查找。OAF 606 由处理器 604 接收,处理器 604 处理 OAF 以确定地址范围。地址范围 608 被生成并应用于三重内容可寻址存储器 602。三重内容可寻址存储器 602 生成提供给处理器 604 的物理地址 610。

[0035] 另一种方法是使用标准的内容可寻址存储器和执行 SAS 地址查找的扩展器硬件逻辑。换句话说,可以将逻辑加入处理器芯片中,或者可以使用状态机以在内容可寻址存储器中执行地址范围查找。而且,SAS 设备的制造商可以为能够基于存储访问系统拓扑结构内的路由机制而有效利用 SAS 地址范围的其他设备和驱动器提供便利。例如,在大批量采购时,来自部分制造商的 SAS 设备具有连续的 SAS 地址。这种方法可以等价地应用于 SAS 扩展器以及具有多个物理地址的 SAS 发起者。

[0036] 如上所述,SAS 扩展器通常采用内容可寻址存储器以存储终端设备在 SAS 拓扑结构中的 SAS 地址。内容可寻址存储器由扩展器硬件使用以在输入的开放地址帧 (OAF) 中查找目的地的 SAS 地址和需要以此路由 OAF 的物理地址。内容可寻址存储器 (图 1 中的表 126) 通常通过运行 SAS 发现程序而在软件控制下进行填充。能够被连接在 SAS 拓扑结构中的终端设备的数量因此要受到扩展器的 CAM 大小的限制。由于 CAM 的大小 (表 126) 不再是扩展器能够支持的拓扑结构规模的限制因素,因此软件辅助的查找表的使用就不会限制终端设备的数量。

[0037] 根据本发明的一个实施例,软件辅助的 SAS 地址查找功能也可以在硬件中自动实现。由此,可将频繁访问的 SAS 地址条目保留在内容可寻址存储器中。软件随后可被用于在内容可寻址存储器查找 SAS 地址失败时提供另外的查找数据。用这种方式,与通过使用软件查找程序的内容可寻址存储器所能支持的情况相比,扩展器能够满足频繁使用的地址并满足更大数量的 SAS 地址的需要。因此,可以被连接在存储系统拓扑结构中的终端设备数量就不会受到内容可寻址存储器大小的限制。而且,利用该技术即可在软件中实现更高级的拓扑校验和恢复算法。这些技术中的至少一部分可以在硬件中自动进行以加速查找进程。另外,还可以描绘经过利用该特征的扩展器的输入 / 输出功能。而且,使用本发明中的各种实施例可以建立起虚拟目标和代理目标。

[0038] 根据一个实施例,扩展器软件作为发现进程的一部分填充扩展器 104 的路由表或内容可寻址存储器 126。根据一个实施例,由于路由表 126 不能保存用于终端设备的全部地址,因此扩展器软件中的发现程序将整个拓扑结构的发现信息保留在 RAM 127 中。在此情况下,一部分地址被存储在路由表 (CAM) 126 中。当扩展器硬件检测到没有与开放地址帧 (OAF) 的目的地 SAS 地址匹配的地址时,扩展器硬件可产生中断或产生向软件指示该状态的其他控制功能。提供给软件的状态信息可以包括在内容可寻址存储器查找中失败的目的地 SAS 地址。可选地,开放地址帧中的全部内容均可被提供用于通过软件进行高级分析。

[0039] 软件在收到中断或指示地址匹配失败的其他控制信号之后,通过从扩展器 104 上的处理芯片 125 执行被远程地存储在 RAM 127 中的发现信息中的地址的查找或比较来尝

试解决失败的地址匹配。如果利用软件查找技术找到了匹配,那么两种不同方法之一可被用于将匹配信息提供给扩展器硬件。在第一种方法中,软件可以提供指示 OAF 需要被路由到达的目标的物理地址信息。在确认了中断之后,硬件即可利用由软件提供的物理地址路由来路由 OAF。根据第二种方法,软件可以利用最近最少使用方法来用由软件提供的新地址取代表 126 中现有的内容可寻址存储器条目。硬件随后更新内容可寻址存储器 126 中的最近最少使用标记。在确认了中断之后,硬件可重新开始内容可寻址存储器的查找,并且作为通过软件向内容可寻址存储器中新加入了地址信息的结果,将找到匹配。随后硬件可根据指示的输出物理地址路由 OAF。

[0040] 图 7 是用于在附加 RAM 127 中虚拟查找地址的进程 700 的示意性框图。在步骤 702,由扩展器运行发现程序以获得用于存储系统(例如图 1 中所示的存储系统)的整个拓扑结构的地址信息。在步骤 704,将从发现程序获得的地址信息存储在图 1 中扩展器 104 的附加 RAM 127 内。在步骤 706,用使用最多的地址填充 CAM 126。换句话说,将由扩展器 104 最近最多使用过的地址存储在图 1 的表 126 内。在步骤 708,扩展器 104 读取 OAF 请求。在步骤 710,比较 OAF 地址和存储在 CAM 表 126 内的地址。如果匹配,那么 CAM126 就在步骤 712 给扩展器 104 提供路由地址。如果不匹配,那么就由扩展器 104 在步骤 714 产生中断。在步骤 716,由扩展器 104 内的处理器访问附加 RAM 127。在步骤 718,进行比较以确定是否将路由信息存储在 RAM 127 中。此时,可以使用两种不同的可选进程中的一种。根据一个实施例,在步骤 720,提供路由地址以将 OAF 路由至正确的目的地。根据另一个实施例,在步骤 722,确定路由表 126 中最近最少使用的条目。在步骤 724,从路由表 126 中删除路由表内最近最少使用的条目。在步骤 726,将从 RAM 127 中搜索得到的新地址信息存储在路由表 126 内。随后扩展器 104 中的处理器 125 继续访问查找表 126 以获得地址信息。

[0041] 也可以实施上述两种不同方法的组合。在这样的组合中,软件可以包括逻辑以确定何时替换现有的内容可寻址存储器条目,以便提高随后用于相同目的地终端设备的 OAF 的路由性能。

[0042] 由于较大规模拓扑结构内的大多数输入/输出请求在任意的给定时间点都倾向于以特定的发起者和目标为中心,因此在软件存储的地址数据(内容可寻址存储器未命中)中的软件查找就会导致新的 SAS 地址被高速缓存在内容可寻址存储器中。因此用于执行软件查找的性能损失结果在本质上就不一定是重复性的。为了进一步优化上述进程,在出现软件地址查找时,软件也可以提供源 SAS 地址。如果源 SAS 地址属于串行同步端口(SSP)发起者并且 SAS 地址未被存储在内容可寻址存储器中,那么源和目的地 SAS 地址即可均被存储在内容可寻址存储器 126 中,以确保当目标试图打开返回发起者的连接时,目的地 SAS 地址已经存在于内容可寻址存储器中以避免另外的软件查找。当然,这些进程也可以用类似于高速缓存控制器的方式以硬件实施。

[0043] 由硬件实施的发现程序提供的内容可寻址存储器信息的高速缓存与如上所述的软件查找程序相比可以提高系统的性能。根据该可选实施例,软件发现程序执行拓扑结构发现分析并建立存储在 RAM 中的完整的路由表。当然,硬件实施的限制因素在于存储全部路由表信息所需的 RAM 尺寸,其可能处在比扩展器处理芯片上的内容可寻址存储器更大的数量级上。在硬件实现中,上述进程可以用与软件查找相同的方式实现。另外,采用软件查找,可通过将 OAF 路由至扩展器的内部 SSP 目标虚拟物理地址来代理扩展器中的终端设备。

软件随后即可提供用于特定发起者和目标的带宽以确保特定的服务质量。

[0044] 为了解释和说明已经给出了本发明的上述介绍。这些内容不应被理解为穷举或者将本发明限制为公开的具体形式,并且根据以上的教导可以得出其他的修改和变形。选择并介绍实施例是为了更好地解释本发明的原理及其实际应用以由此使本领域技术人员能够在适用于预期特定用途的不同实施例和不同变形中更好地利用本发明。应该理解所附权利要求被构建为包括了本发明除现有技术限定内容以外的其他可选实施例。

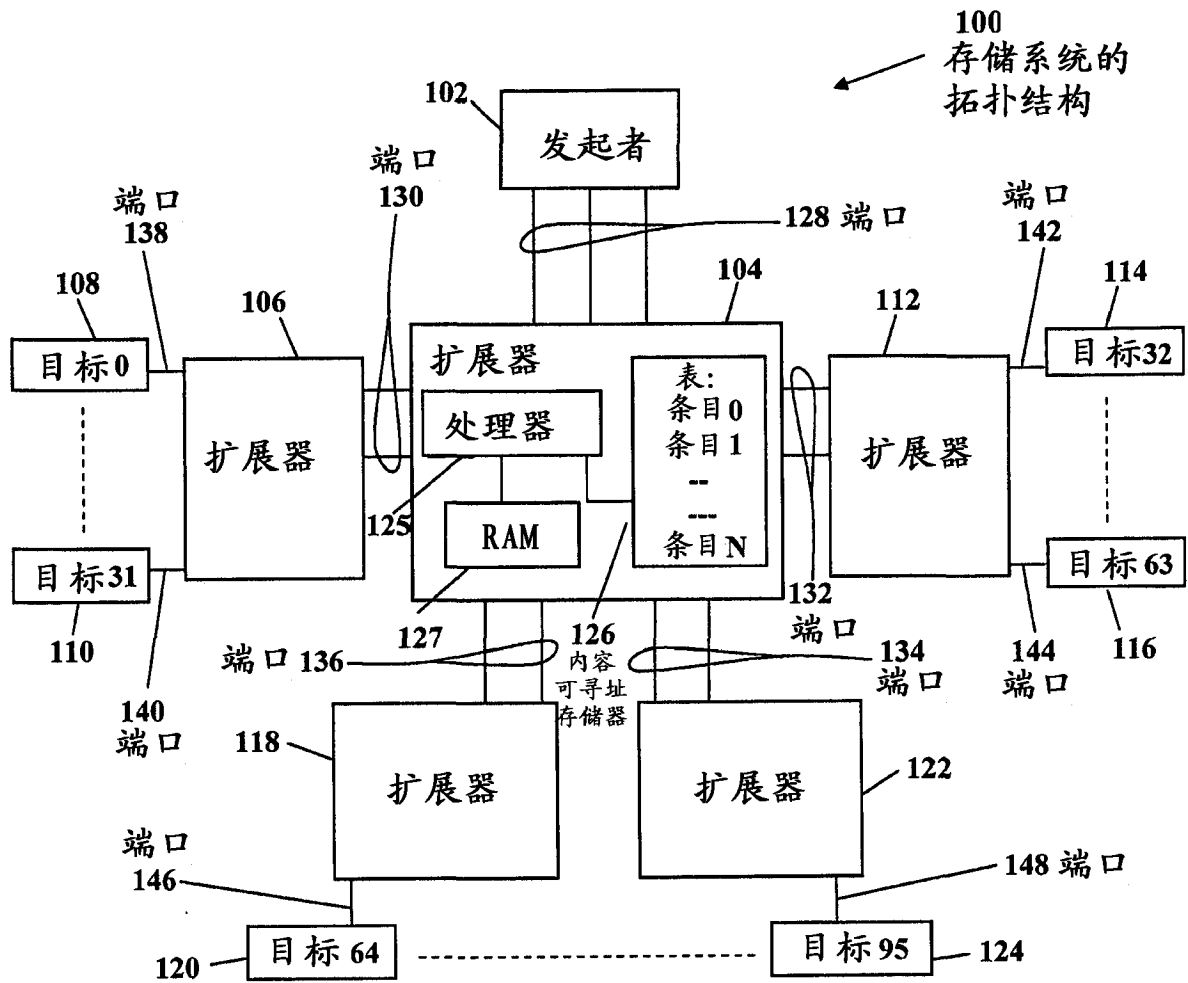


图 1

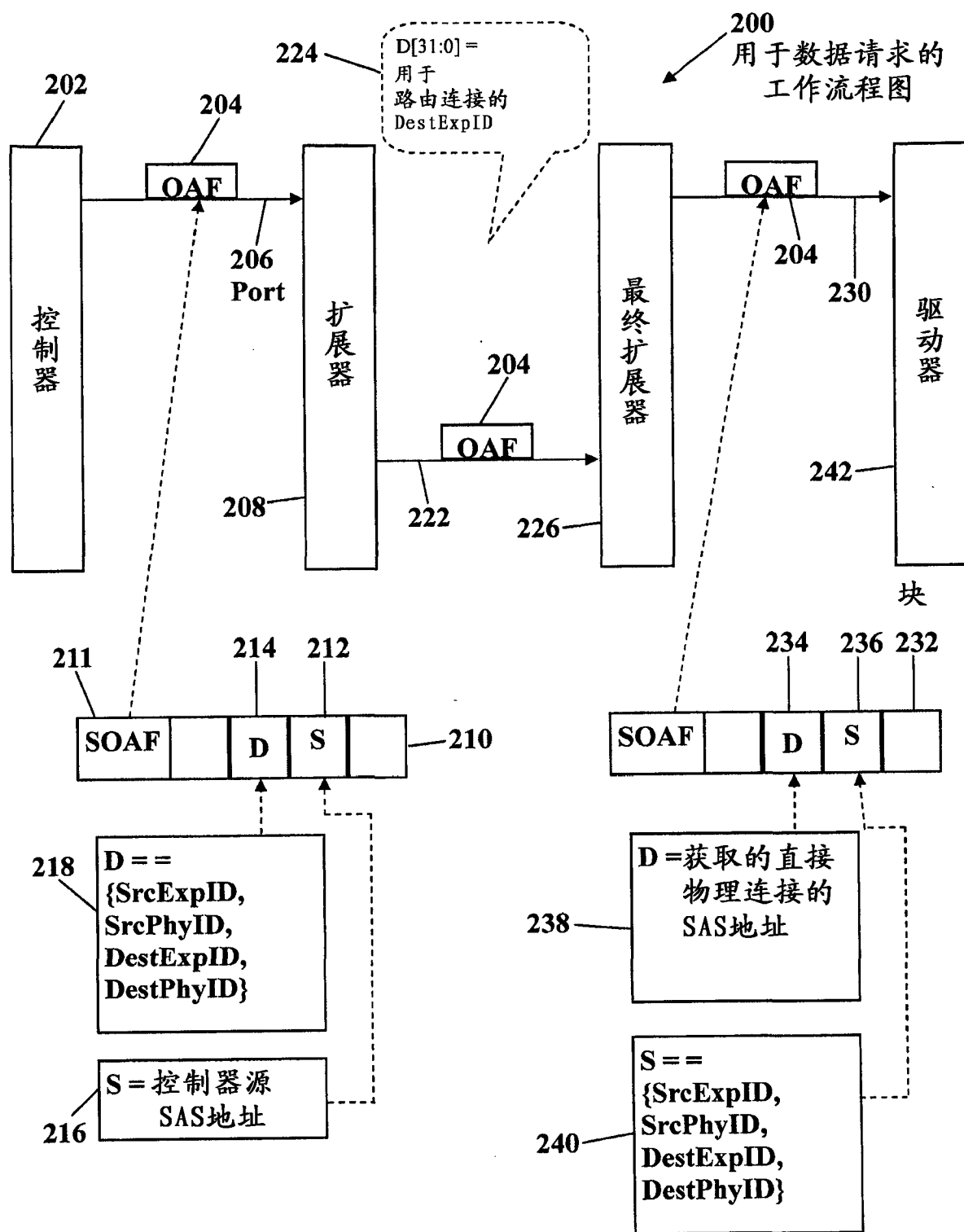


图 2

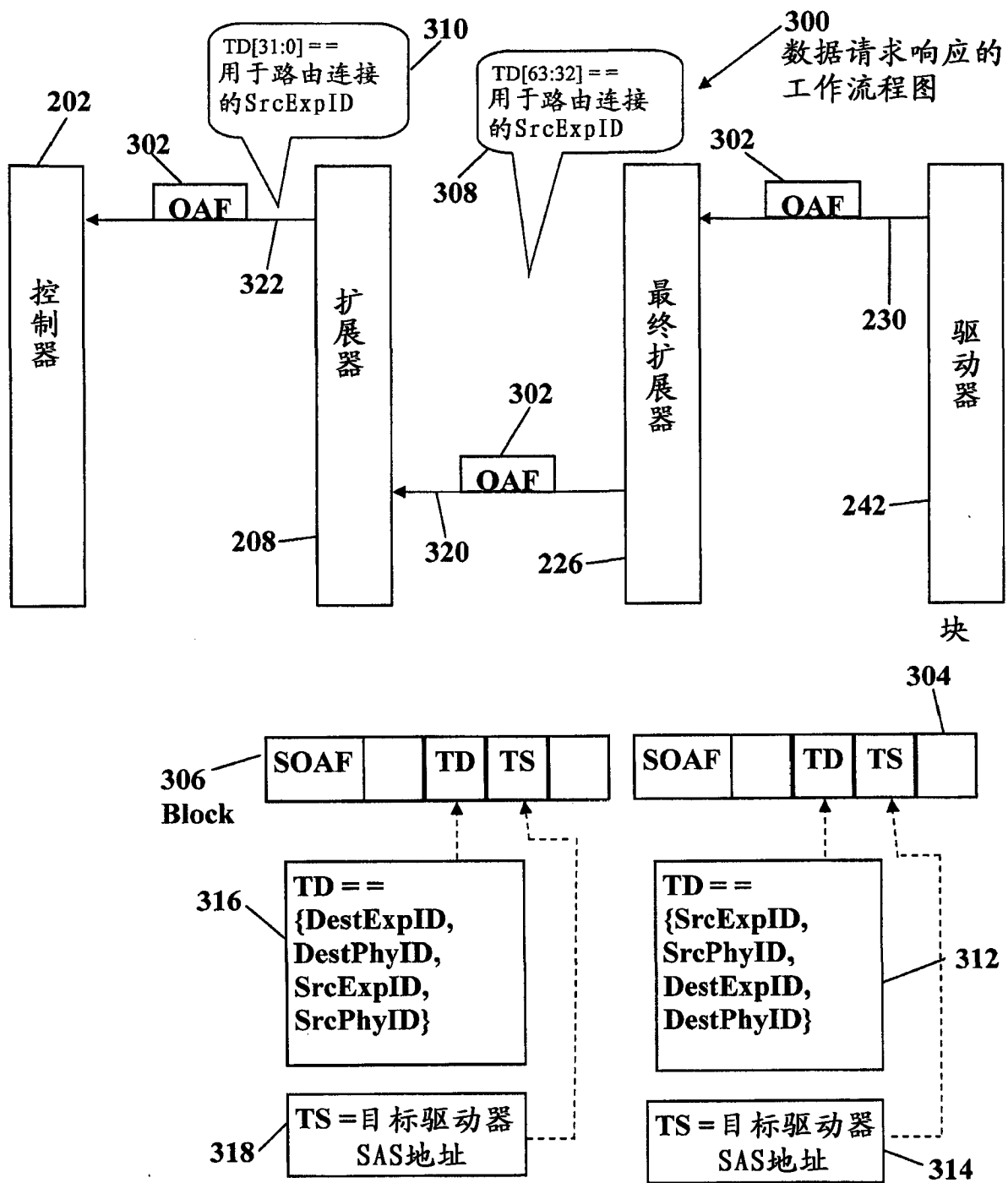


图 3

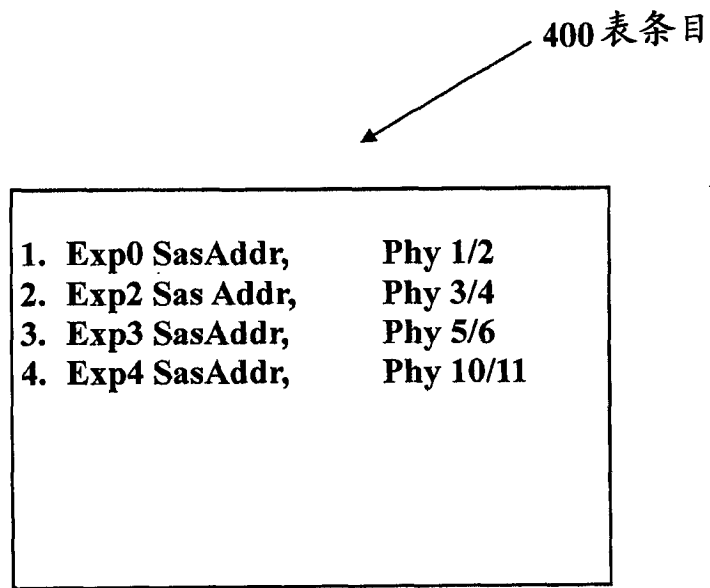


图 4

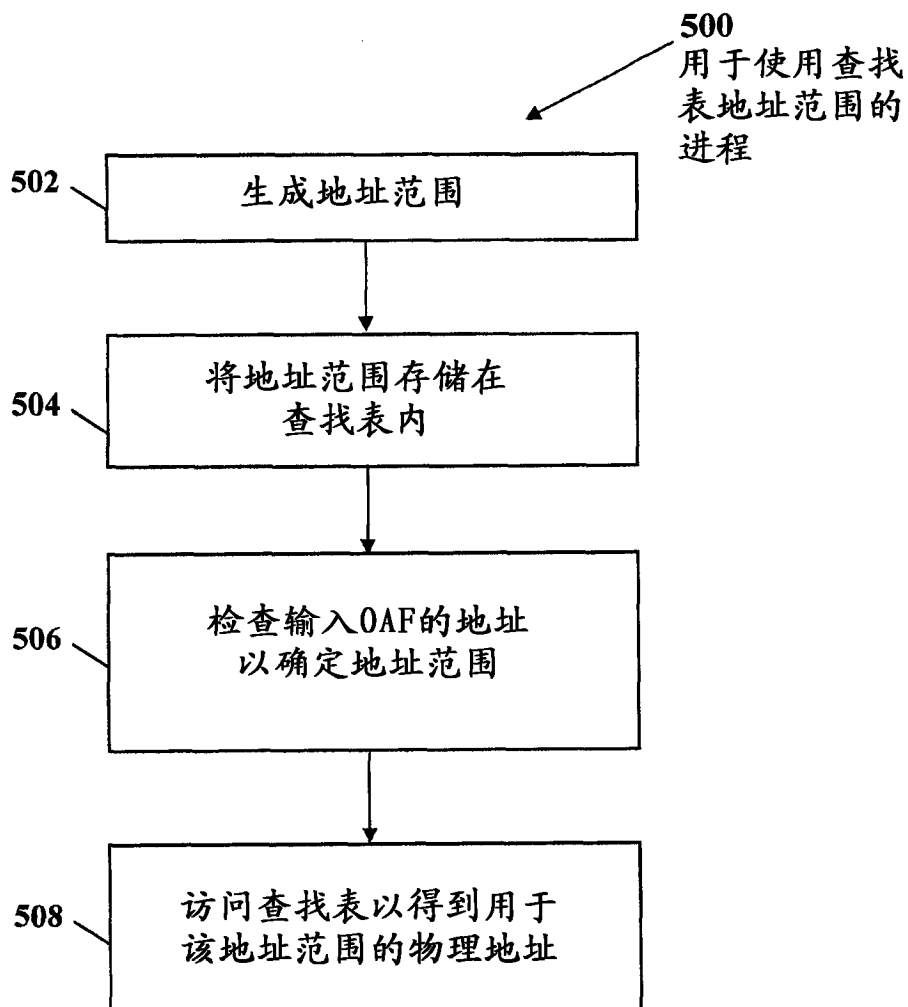


图 5

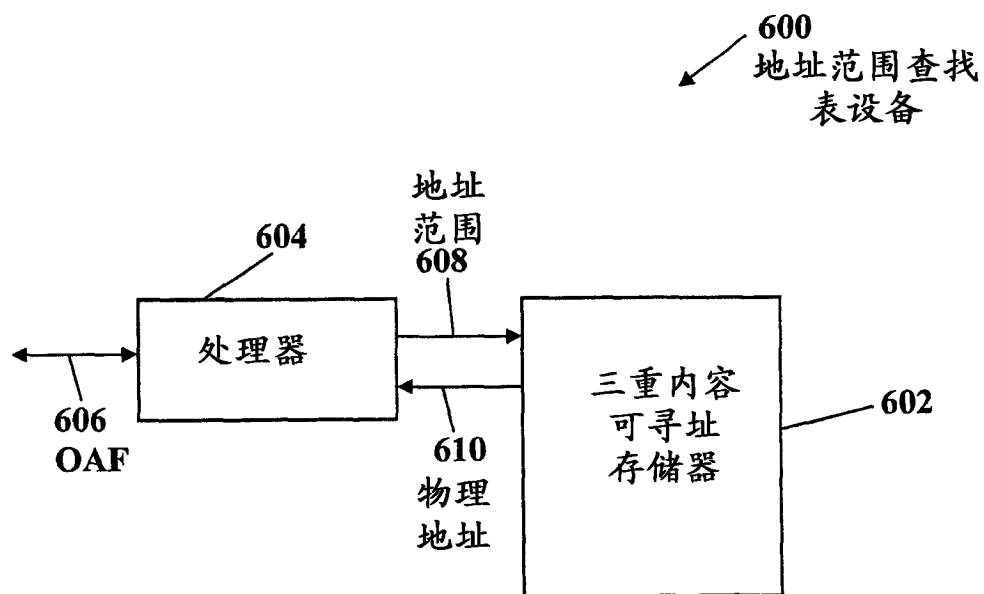


图 6

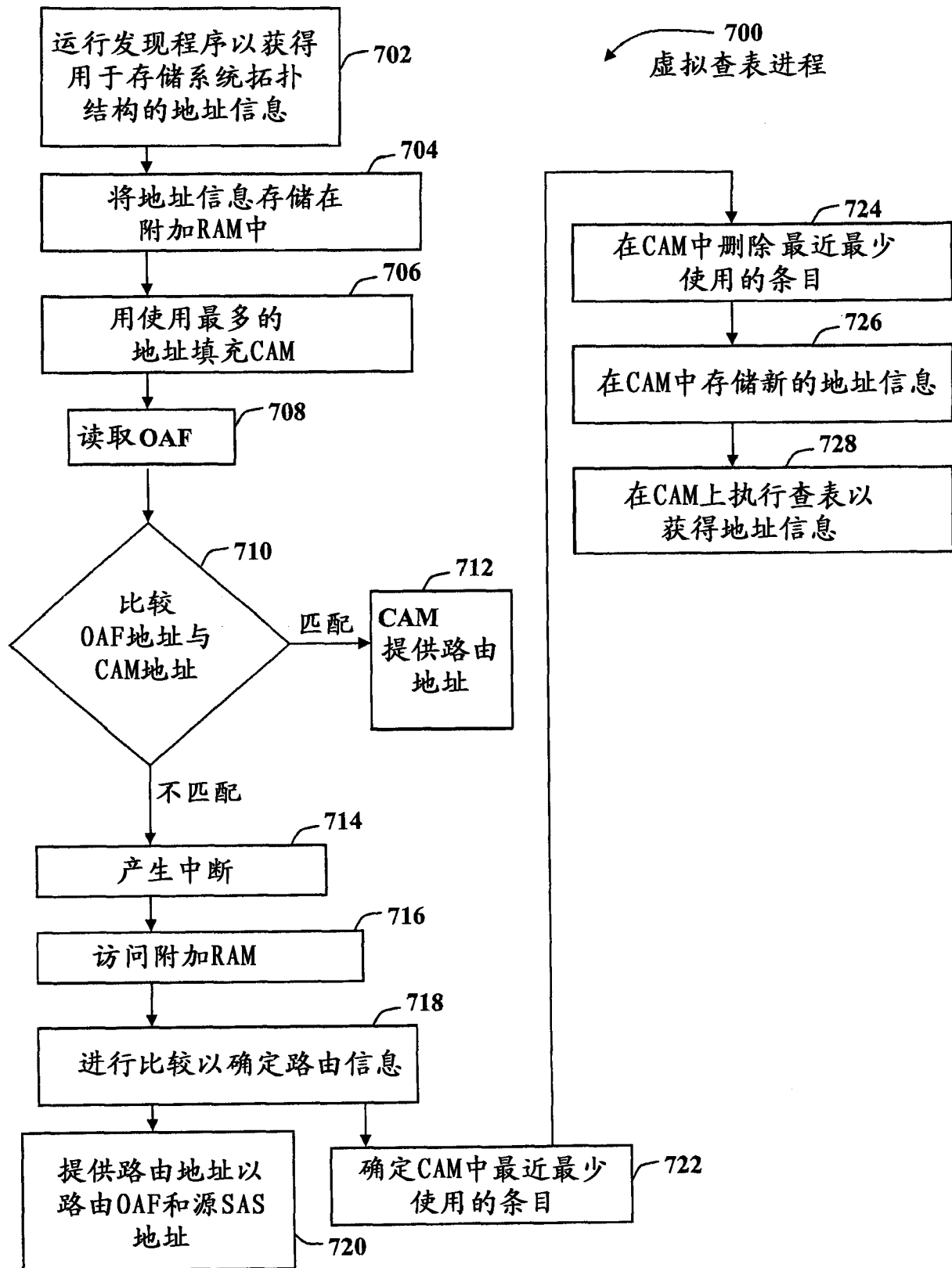


图 7