



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101853141 B

(45) 授权公告日 2014. 01. 08

(21) 申请号 200910157966. 5

(22) 申请日 2009. 07. 20

(30) 优先权数据

61/191, 037 2008. 09. 05 US

12/384, 287 2009. 04. 02 US

(73) 专利权人 LSI 公司

地址 美国加利福尼亚州米尔皮塔斯市

(72) 发明人 史蒂芬·B·约翰逊

克里斯托弗·麦卡迪

(74) 专利代理机构 北京纽乐康知识产权代理事

务所 11210

代理人 田磊

(51) Int. Cl.

G06F 3/06 (2006. 01)

审查员 郭从征

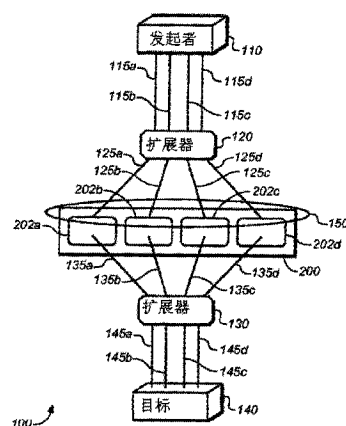
权利要求书3页 说明书9页 附图16页

(54) 发明名称

指定用于 SAS 宽端口连接的线路

(57) 摘要

指定用于 SAS 宽端口连接的线路。本发明公开了用于数据连接的至少一个 SAS 宽端口的最优线路。指定在 SAS 域的每个等级的 SAS 宽端口中用于数据连接的允许线路。检测所述指定的用于数据连接的允许线路。在所述指定的允许线路上创建数据连接。



1. 一种用于在串行连接小型计算机系统接口 SAS 域中指定 SAS 宽端口的允许线路的方法,所述 SAS 宽端口为 SAS 域中一 SAS 发起者和一 SAS 目标之间提供数据连接,该方法包括:发现用于所述数据连接的至少一个 SAS 宽端口的最优线路;指定在所述 SAS 域的每个等级的所述 SAS 宽端口中用于所述数据连接的允许线路;

检测用于所述数据连接的所述指定的允许线路;以及
在所述指定的允许线路上创建所述数据连接。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述发现用于所述数据连接的至少一个 SAS 宽端口的所述最优线路通过所述 SAS 发起者在一标准 SAS 发现处理过程中执行。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述发现用于所述数据连接的至少一个 SAS 宽端口的所述最优线路进一步包括:

通过一 SAS 管理协议(SMP)发现响应指示所述最优线路。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述指定在所述 SAS 域的每个等级的所述 SAS 宽端口中用于所述数据连接的所述允许线路进一步包括:

通过一 SAS 发起者连接请求指定所述 SAS 域的每个等级的所述 SAS 宽端口中用于所述数据连接的所述允许线路。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,其中,所述通过一 SAS 发起者连接请求指定所述 SAS 域的每个等级的所述 SAS 宽端口中用于所述数据连接的所述允许线路进一步包括:

通过一 SAS 发起者连接请求的一 OPEN 帧指定所述 SAS 域的每个等级的所述 SAS 宽端口中用于所述数据连接的所述允许线路。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述检测用于所述数据连接的所述指定的允许线路进一步包括:

检测用于所述数据连接的所述指定的允许线路的一 SAS 发起者连接请求的一 OPEN 帧。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述检测用于所述数据连接的所述指定的允许线路进一步包括:

一旦接收到一 SAS 发起者连接请求的一 OPEN 帧就通过一 SAS 扩展器检测用于所述数据连接的所述指定的允许线路。

8. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,在所述指定的允许线路上创建所述数据连接进一步包括:

在检测对所述指定的允许线路的一 SAS 发起者连接请求的一 OPEN 帧之后,通过一 SAS 扩展器在用于所述数据连接的所述指定的允许线路上创建所述数据连接。

9. 一种用于在串行连接小型计算机系统接口 SAS 域中指定 SAS 宽端口的允许线路的系统,包括:

用于发现用于数据连接的至少一个 SAS 宽端口的最优线路的装置;

用于指定在 SAS 域的每个等级的 SAS 宽端口中用于所述数据连接的允许线路的装置;

用于检测用于所述数据连接的所述指定的允许线路的装置;以及

用于在所述指定的允许线路上创建所述数据连接的装置。

10. 根据权利要求 9 所述的系统,其中,用于发现用于所述数据连接的至少一个 SAS 宽端口的所述最优线路的所述装置包括所述 SAS 发起者在一标准 SAS 发现处理过程中发现所述最优线路。

11. 根据权利要求 9 所述的系统,其中,用于发现用于所述数据连接的至少一个 SAS 宽端口的所述最优线路的所述装置进一步包括:

用于通过一 SAS 管理协议(SMP)发现响应指示所述最优线路的装置。

12. 根据权利要求 9 所述的系统,其中,用于指定在所述 SAS 域的每个等级的所述 SAS 宽端口中用于所述数据连接的所述允许线路的所述装置进一步包括:

用于通过一 SAS 发起者连接请求指定所述 SAS 域的每个等级的所述 SAS 宽端口中用于所述数据连接的所述允许线路的装置。

13. 根据权利要求 12 所述的系统,其中,用于通过一 SAS 发起者连接请求指定所述 SAS 域的每个等级的所述 SAS 宽端口中用于所述数据连接的所述允许线路的所述装置进一步包括:

用于通过一 SAS 发起者连接请求的一 OPEN 帧指定所述 SAS 域的每个等级的所述 SAS 宽端口中用于所述数据连接的所述允许线路的装置。

14. 根据权利要求 9 所述的系统,其中,用于检测用于所述数据连接的所述指定的允许线路的所述装置进一步包括:

用于检测对用于所述数据连接的所述指定的允许线路的一 SAS 发起者连接请求的一 OPEN 帧的装置。

15. 根据权利要求 9 所述的系统,其中,用于检测用于所述数据连接的所述指定的允许线路的所述装置进一步包括:

用于检测用于所述数据连接的所述指定的允许线路的装置,

其中一 SAS 扩展器一旦接收到一 SAS 发起者连接请求的一 OPEN 帧就检测用于所述数据连接的所述指定的允许线路。

16. 根据权利要求 9 所述的系统,其中,用于在所述指定的允许线路上创建所述数据连接的所述装置进一步包括:

用于在检测对所述指定的允许线路的一 SAS 发起者连接请求的一 OPEN 帧之后,通过一 SAS 扩展器在用于所述数据连接的所述指定的允许线路上创建所述数据连接的装置。

17. 一种用于创建一 SAS 发起者到多个 SAS 目标的数据连接的电路,包括:

一 SAS 发起者;

一第一 SAS 扩展器,其通过一 SAS 宽端口连接到所述 SAS 发起者;

一第二 SAS 扩展器,其包括至少一第一物理层 phy;

一第三 SAS 扩展器,其包括至少一第二物理层 phy;

至少一个公用 SAS 宽端口,其用于将至少第一编号的物理层 phy 和第二编号的物理层 phy 组合;

其中,所述第一 SAS 扩展器通过所述至少一个公用 SAS 宽端口连接到所述第二 SAS 扩展器和所述第三 SAS 扩展器;

其中,所述第二 SAS 扩展器通过用于扩展器间通信的所述第二 SAS 扩展器的 phy 和所述第三 SAS 扩展器的 phy 直接连接到所述第三 SAS 扩展器;以及

多个 SAS 目标,其连接到所述第二 SAS 扩展器和所述第三 SAS 扩展器。

18. 根据权利要求 17 所述的电路,其中,所述多个 SAS 目标的数量大于所述第二 SAS 扩展器的物理层 phy 的总数或所述第三 SAS 扩展器的物理层 phy 的总数。

19. 根据权利要求 18 所述的电路,其中,所述 SAS 发起者在所述连接请求的所述 OPEN 帧中指定将被用于创建从所述 SAS 发起者到一 SAS 目标的数据连接的所述 SAS 宽端口的所述线路,以及其中一 SAS 扩展器使用在所述 SAS 发起者的所述连接请求的所述 OPEN 帧中指定的所述 SAS 宽端口的所述线路创建所述数据连接。

20. 根据权利要求 19 所述的电路,其中,所述 SAS 发起者和所述多个 SAS 目标之间的数据连接不需要使用用于扩展器间通信的所述第二 SAS 扩展器的所述物理层 phy 和用于扩展器间通信的所述第三 SAS 扩展器的所述物理层 phy。

指定用于 SAS 宽端口连接的线路

[0001] 交叉引用相关案子

[0002] 根据 35 U. S. C. § 119(e), 本申请要求于 2008 年 9 月 5 日提交的美国临时申请序列号 61/191, 037 的权利, 其通过引用结合于此。本申请涉及共同未决的申请“组合多个 SAS 扩展器以提供单个 SAS 扩展器功能”(律师文档号 08-1075, 快递信件号 EM 260723514 US), 与本申请在同一天提交, 发明人为史蒂芬·B·约翰逊 (Stephen B. Johnson)、蒂莫西·E·霍格兰德 (Timothy E. Hoglund) 及路易斯·H·欧德威德 (Louis H. Odenwald, Jr.); “METHOD FOR PROVIDING PATH FAILOVER FOR MULTIPLE SAS EXPANDERS OPERATING AS A SINGLE SAS EXPANDER”(律师文档号 08-1459, 快递信件号 EM 260723491 US), 与本申请在同一天提交, 发明人为克里斯托弗·麦卡迪 (Christopher McCarty) 及史蒂芬·B·约翰逊 (Stephen B. Johnson); 以及“SAS PAIRED SUBTRACTIVE ROUTING”, 与本申请在同一天提交, 发明人为史蒂芬·B·约翰逊 (Stephen B. Johnson)、威廉·佩蒂 (William Petty) 及欧文·帕里 (Owen Parry)。所有这些申请都通过引用结合于此。

技术领域

[0003] 本发明总体涉及串行连接 SCSI (SAS) 领域, 以及更具体地涉及用于指定 SAS 拓扑中 SAS 宽端口连接的允许线路。

背景技术

[0004] 串行连接小型计算机系统接口 (SAS) 是表示各种被设计为实现计算机设备之间的数据传递的技术的术语。SAS 协议是至平行小计算机系统接口的串行后继站。在 SAS 协议中, 所有 SAS 设备是发起设备、目标设备、或扩展设备。发起设备是开始 SAS 数据传递的设备, 而目标设备是发起设备传递数据至其的设备。发起设备和目标设备一起被认为是终端设备。

[0005] SAS 扩展器是帮助在多个发起设备和多个目标设置之间数据传递的设备。SAS 协议使用点对点总线拓扑。因此, 如果发起设备需要连接到多个目标设备, 则在发起设备和每个独立的目标设备之间必须直接连接以有助于在发起设备和每个独立目标设备之间的每个独立数据传递。SAS 扩展器管理多个发起设备和多个目标设备之间的连接和数据传递。SAS 扩展器可以包括 SAS 设备。

发明内容

[0006] 一种用于指定用于在 SAS 域中的在 SAS 发起者和 SAS 目标之间的数据连接的串行连接小型计算机系统接口 (SAS) 宽端口的允许线路的方法, 可以包括但不限于: 找到用于数据连接的至少一个 SAS 宽端口的最优线路; 指定在 SAS 域的每个等级的 SAS 宽端口中用于该数据连接的允许线路; 检测指定的用于该数据连接的允许线路; 以及在指定的允许线路上创建数据连接。

[0007] 一种系统, 可以包括但不限于: 用于找到用于数据连接的至少一个 SAS 宽端口的

最优线路的装置 ; 用于指定在 SAS 域的每个等级的 SAS 宽端口中用于该数据连接的允许线路的装置 ; 用于检测指定的用于该数据连接的允许线路的装置 ; 以及用于在指定的允许线路上创建数据连接的装置。

[0008] 一种用于创建 SAS 发起者到多个 SAS 目标的数据连接的电路, 可以包括但不限于 : SAS 发起者 ; 第一 SAS 扩展器, 通过 SAS 宽端口连接到该 SAS 发起者 ; 第二 SAS 扩展器, 包括至少一个第一物理层 (phy) ; 第三 SAS 扩展器, 包括至少一个第二物理层 (phy) ; 至少一个公用 SAS 宽端口, 用于至少将所述第一编号的 phy 和所述第二编号的 phy 组合 ; 其中第一 SAS 扩展器通过所述至少一个公用 SAS 宽端口连接到第二 SAS 扩展器和第三 SAS 扩展器 ; 其中第二 SAS 扩展器通过用于扩展器间通信的第二 SAS 扩展器的 phy 和第三 SAS 扩展器的 phy 直接连接到第三 SAS 扩展器 ; 以及多个 SAS 目标, 连接到第二 SAS 扩展器和第三 SAS 扩展器。

[0009] 应该理解, 上述的一般描述和下面的具体描述都仅是示例性, 且不必限制本公开。附图结合并于此并构成本说明书的一部分, 示出了本公开的主题内容。具体实施方式和附图一起用于解释本公开的原理。

附图说明

[0010] 本领域的技术人员通过参考附图可以更好地理解本公开的多个优点, 附图中 :

[0011] 图 1 是示出了表示单一、结合 SAS 扩展器的 SAS 拓扑的框图 ;

[0012] 图 2A 至图 2E 是示出了单一、结合 SAS 扩展器的各种结构的框图 ;

[0013] 图 3 是示出了单一、结合 SAS 扩展器的刀片中心交换机结构的框图 ;

[0014] 图 4 是示出了单一、结合 SAS 扩展器的扩展器间链接的框图 ;

[0015] 图 5 是示出了在单一、结合 SAS 扩展器内的失败内部链接的框图 ;

[0016] 图 6 是示出了用于将多个 SAS 扩展器组合以作为单一、结合 SAS 扩展器运行的方法的流程图 ;

[0017] 图 7 是示出了用于在单一、结合 SAS 扩展器中链接失败时提供路径切换的方法的流程图 ;

[0018] 图 8 是示出了使用单一、结合 SAS 扩展器选择用于数据连接的 SAS 宽端口的线路的框图 ;

[0019] 图 9 是示出了使用单一、结合 SAS 扩展器指定用于数据连接的 SAS 宽端口的线路的方法的流程图 ;

[0020] 图 10 是示出了配置为执行成对的减法路由的级联 SAS 拓扑的框图 ;

[0021] 图 11A-11D 是示出了成对减法端口的经销商唯一函数、命令和描述符 ; 以及

[0022] 图 12 是示出了在级联 SAS 拓扑中执行成对减法路由的方法的流程图。

具体实施方案

[0023] 下面具体参考公开的主题内容, 其在附图中示出。

[0024] 示出了根据本公开的示例性实施例的特征在于单一、结合 SAS 扩展器的 SAS 拓扑。拓扑 100 可以包括通过窄端口 115a...d 连接到扩展器 120 的发起者 110。扩展器 120 可以通过窄端口 125a...d 连接到单一、结合 SAS 扩展器 200。单一、结合 SAS 扩展器 200 可以

包括多个物理分开的 SAS 扩展器 202a...d。SAS 扩展器 202a...d 可以配置为共享相同的 SAS 地址来组合窄端口 125a...d 以作为单一公用宽端口 150。如在 SAS 拓扑 100 中所示的,窄端口 125a...d 可以组合以形成 $\times 4$ 宽端口 150。SAS 扩展器 202a...d 可以通过窄端口 135a...d 连接到扩展器 130。扩展器 130 可以通过窄端口 145a...d 连接到目标 140。SAS 规范要求所有连接是点对点的。然而,SAS 拓扑 100 是符合 SAS 规范的,因为宽端口 150 是真正的 SAS 宽端口。

[0025] 参考图 2A-2E,结合 SAS 扩展器 200 可以包括多个物理分开的 SAS 扩展器 202a...h。SAS 扩展器 202a...h 可以通过链路 255a...h-294a...h 连接到输出端口 205-244。根据 SAS 控制器 202a...h 的数量、SAS 扩展器 202a...h 的端口的数量、输出端口 205-244 的数量、输出端口 205-244 的宽度以及在链路 255a...h-294a...h 中所使用的 SAS 扩展器端口的数量,广泛变化的单一、结合 SAS 扩展器 200 的构造通过本公开被考虑。

[0026] 输出端口 205-244 可以是宽端口。输出端口 205-244 可以配置为共享相同的 SAS 地址。在 SAS 规范下,这就将输出端口 205-244 定义为相同扩展器的单一宽端口。每个输出端口 205-244 可以连接到每个 SAS 扩展器 202a...h(未示出)。输出端口 205-244 的宽度可以取决于连接每个输出端口 205-244 的链路 255a...h-294a...h 中使用多少 SAS 扩展器端口。每个 SAS 扩展器 202a...h 可以具有多个连接到每个输出端口 205-244 的 SAS 扩展器端口。例如,如果单一、结合 SAS 扩展器 200 包括两个使用一个 SAS 扩展器端口通过链路 255a...h-294a...h 连接到每个输出端口 205-244 的 SAS 扩展器 202a-h,则输出端口 205-244 将是 $\times 2$ 宽端口;此外,如果单一、结合 SAS 扩展器 200 包括两个使用两个 SAS 扩展器端口通过链路 255a...h-294a...h 连接到每个输出端口 205-244 的 SAS 扩展器 202a-h,则输出端口 205-244 将是 $\times 4$ 宽端口。这些结构允许以全端口带宽来同时访问单一、结合 SAS 扩展器 200 的任何端口和任何其他端口。

[0027] 提供了单一、结合 SAS 扩展器 300 的刀片中心交换机结构 301。参考图 3,多个 CPU 刀片 302 可以连接到输入端口 305-320。输入端口 305-320 可以是宽端口。输入端口 305-320 可以配置为共享相同的 SAS 地址。在 SAS 规范下,这就将输入端口 305-320 定义为相同扩展器的单一宽端口。每个输入端口 305-320 可以通过链路 355a...b-375a...b(未示出)连接到每个 SAS 扩展器 202a...b。如刀片中心交换机结构 301 中所示,输入端口 305-320 是通过链路 355a...b-375a...b 使用一个 SAS 扩展器端口连接到两个 SAS 扩展器 202a...b 的 $\times 2$ 宽端口,但是其他结构是完全被这些公开所考虑的。每个 SAS 扩展器 202a...b 可以通过链路 255a...b-26a...b(未示出)连接到每个输出端口 205-218。如在刀片中心交换机结构 301 中所示,输出端口 205-218 是使用两个 SAS 扩展器端口通过链路 255a...b-268a...b 连接到两个 SAS 扩展器 202a...b 的 $\times 4$ 宽端口,但是其他结构是完全被当前公开所考虑的。输出端口 205-218 可以连接到多数据存储装置 303。

[0028] SAS 扩展器 202a...h 可以被配置为共享相同的 SAS 地址。在 SAS 规范下,这就将 SAS 扩展器 202a...h 定义为单一扩展器。固件可以在每个 SAS 扩展器 202a...h 上运行,因此 SAS 扩展器 202a...h 作为单一扩展器动作和响应。如图 4 所示,每个 SAS 扩展器 202a...h 可以通过扩展器间链路 (IEL) 430-435 连接到 202a...h 中的每一个。IEL 430-435 可以允许 SAS 扩展器 202a...h 通信并互相配合以作为单一扩展器动作和响应。IEL 430-435 可以通过 SAS 管理协议 (SMP) 或其他通信方法,例如内部集成电路总线协议 (I2C)、增强并行

端口 (EPP)、以太网、共享存储器等,来进行通信。IEL430-435 可以允许 IEL 域 420 从主交换域 410 被分区。在 IEL430-435 中,广播可以被无效以消除任何 SAS 规范不适应的循环问题。可以从主交互域中完全隐藏 IEL 430-435。在 SAS 扩展器 202a...h 的主交换域中所使用的物理层 (phy) 的编号可以被重新映射到单一、逻辑编号。IEL 430-435 可以允许 SAS 扩展器的任何组合的失败,而保持任何操作的 SAS 扩展器 202a...h 之间的连接。此外,所有输入端口 305-320 和输出端口 205-244 可以在小于每个 SAS 扩展器 202a...h 故障的情况下,以减少的带宽维持连接。SMP 目标处理可以由单一、结合 SAS 扩展器 200 的单一主 SAS 扩展器执行。对单一、结合 SAS 扩展器 200 连接请求可以通过 IEL 430-435 路由至该单一主 SAS 扩展器。SAS 扩展器 202a...h 可以共享 SMP 目标处理。

[0029] 大体上参考图 6,示出了组合多 SAS 扩展器的方法。例如,该方法可以实现如下所述 (以及在图 1,2A 至 2E,3 和 4 中所示) 的连接和组合 SAS 扩展器的技术。该方法 600 可以包括:将第一 SAS 扩展器的至少一个第一编号的 phy 和与第一 SAS 扩展器物理独立的第二 SAS 扩展器的至少一个第二编号的 phy 分组成至少一个共用 SAS 宽端口 602 的步骤。例如,分组成至少一个共用 SAS 宽端口 (205-244) 可以包括分配相同的 SAS 地址给至少一个共用宽端口 (205-244)。

[0030] 该方法 600 可以进一步包括:分配相同 SAS 地址给第一 SAS 扩展器和第二 SAS 扩展器 604 的步骤。分配相同 SAS 地址给第一 SAS 扩展器和第二 SAS 扩展器可以允许第一 SAS 扩展器和第二 SAS 扩展器作为单一、结合 SAS 扩展器 200 来动作和响应。所述分配可以通过在第一 SAS 扩展器和第二 SAS 扩展器上执行的固件来执行。此外,第一 SAS 扩展器和第二 SAS 扩展器的 phy 编号可以被重新映射以显示为单一、结合 SAS 扩展器的单一、逻辑排列的 phy 编号。例如,第一 SAS 扩展器的第一编号的 phy 可以重新映射为在单一、逻辑排列的编号的第一范围内,以及第二 SAS 扩展器的第二编号的 phy 可以重新映射为在单一、逻辑排列编号的第二范围内。

[0031] 该方法 600 还可以包括:将第一 SAS 扩展器直接连接到第二 SAS 扩展器用于扩展器间通信 606 的步骤。扩展器间通信可以使用 SMP 通信或其他通信方法,例如,内部集成电路总线协议 (I2C)、增强并行端口 (EPP)、以太网、共享存储器等。在其他实施例中,用于扩展器间通信 (430-435) 的第一 SAS 扩展器和第二 SAS 扩展器之间的连接可以通过第一 SAS 扩展器的 phy 和第二 SAS 扩展器的 phy 来执行。此外,用于扩展器间通信的第一 SAS 扩展器的 phy 和用于扩展器间通信的第二 SAS 扩展器的 phy 可以从单一、结合 SAS 扩展器的主交换域 (410) 中被隐藏。第一 SAS 扩展器的至少两个物理层 (phy) 和第二 SAS 扩展器的至少两个物理层 (phy) 可以用于第一 SAS 扩展器和第二 SAS 扩展器之间的扩展器间通信。此外,如果单一、结合 SAS 扩展器中的至少一个 SAS 扩展器保持操作 (例如:诸如在 SAS 扩展器故障期间),则所有共用 SAS 宽端口保持操作,所有共用 SAS 宽端口以减少的带宽操作。

[0032] 单一、结合 SAS 扩展器 500 可以配置为在单一、结合 SAS 扩展器内发生内部链路故障时提供路径切换。参考图 5 以及如上所述,输入端口 502-508 可以通过链路 552a...d-558a...d 连接到每个 SAS 扩展器 202a...d。此外,输入端口 502-508 可以是 SAS 宽端口。输出端口 510-516 可以通过链路 560a...d-566a...d 连接到每个 SAS 扩展器 202a...d。此外,输出端口 510-516 可以是 SAS 宽端口。每个 SAS 扩展器 202a...d 可以通过用于扩展器间通信的 SAS 扩展器端口彼此连接。如在单一、结合 SAS 扩展器 500 中所示,

SAS 扩展器 202c 和输出端口 516 之间的链路 566b 可能故障。例如,物理缺陷可能导致链路 566b 故障。作为另一示例,链路 566b 可以由于逻辑问题而故障。

[0033] 想要通过故障的链路 566b 发送的数据传输可以被重路由至连接到输出端口 516 的另一 SAS 扩展器。该数据传输可以通过用于在 SAS 扩展器之间的扩展器间的通信的物理层 (phy) 被重路由至另一 SAS 扩展器。如在单一、结合 SAS 扩展器 500 中所示的, SAS 扩展器 202c 和输出端口 516 之间通过故障链路 566b 的数据传输可以通过扩展器间通信链路 434 重路由通过 SAS 扩展器 202d。从 SAS 扩展器 202d, 数据传输可以通过链路 566c 被重路由到输出端口 516。因此, 输出端口 516 可以如原始期望的一样接收该数据传输, 但是可能不同的 phy 上接收该数据传输。此外, 如果 SAS 扩展器 202d 已经具有至输出端口 516 的活动链路, 则 SAS 扩展器 202c 可以使用处理中的仲裁 (AIP) 响应于该 SAS 发起者, 如同通过 SMP 提供的。SAS 发起者可以在接收到来自 SAS 扩展器 202c 的 AIP 或开启拒绝 (OPENREJECT) (重试) SMP 响应之后一段时间尝试数据传输。

[0034] 在本公开的另一方面, 在 SAS 扩展器上执行固件可以重新编写 SAS 扩展器路由表以重路由通过扩展器间链接 (430-435) 而不通过故障链路的连接。此外, 连接到单一、结合 SAS 扩展器的 SAS 发起者可以通过接收 CHANGE 图元来知道链路 566b 已经故障。SAS 发起者任何可以执行 SAS 发现, 例如, 如同通过 SMP 提供的。此外, SAS 发起者可以注意到与目标保持活跃连接的数量, 以及可以仅启动和与目标保持活跃连接的数量相等数量的同时数据传输。

[0035] 大体上参考图 7, 示出了用于提供路径切换同时组合多个 SAS 扩展器以作为单一、结合 SAS 扩展器的方法。例如, 该方法可以实现图 5 中所示的技术。在当前发明的当前实施例中, 方法 700 包括检测第一 SAS 扩展器和装置 702 之间的故障链路的步骤。例如, 检测到的故障链路可能由于物理问题而故障。检测到的故障链路可能由于逻辑问题而故障。

[0036] 方法 700 可以进一步包括步骤: 将通过故障链路连接到装置的第一 SAS 扩展器的数据传输重路由至通过起作用的链路 704 连接到装置的第二 SAS 扩展器。例如, 单一、结合 SAS 扩展器的故障链路可能由于故障链路中的物理问题而故障。在另一示例中, 故障链路可能由于逻辑问题而故障。第一 SAS 扩展器可以通过用于扩展器间通信的第一 SAS 扩展器的 phy 和第二 SAS 扩展器的 phy 连接到第二 SAS 扩展器。在其他实施例中, 将通过故障链路连接到装置的第一 SAS 扩展器的数据传输重路由至通过起作用的链路连接到装置的第二 SAS 扩展器可能通过用于扩展器间通信的第一扩展器的 phy 和用于扩展器间通信的第二 SAS 扩展器的 phy 发生。在示例性实施例中, 重路由数据传输可以包括重新编写第一 SAS 扩展器的路由表, 以将来自故障内部链路的数据传输通过用于扩展器间通信的第一 SAS 扩展器的 phy 和用于扩展器间通信的第二 SAS 扩展器的 phy 重路由至之间的链路。例如, 重新编写第一 SAS 扩展器的路由表可以通过在第一 SAS 扩展器上执行的固件来执行。

[0037] 将来自单一、结合 SAS 扩展器中的故障链路的数据传输通过扩展器间通信的链路重路由至第二 SAS 扩展器的步骤可以不通知连接到该单一、结合 SAS 扩展器的 SAS 发起者和 SAS 目标发生这样的重路由。然而, 如果第二 SAS 扩展器当前具有至装置的活跃链路并且数据从故障链路重路由至第二 SAS 扩展器, 则通过故障链路连接到装置的第一 SAS 扩展器可以用 AIP 响应来响应。在这样的情况下, 接收到该 AIP 响应的 SAS 发起者可以稍后重发数据传输。连接到单一、结合 SAS 扩展器的 SAS 发起者可以通过接收到 CHANGE 图元而被

告知故障。一旦接收到 CHANGE 图元, SAS 发起者可以执行 SAS 发现。例如, SMP 提供 SAS 发现, 其包括 SAS 发现和 SAS 发现响应。

[0038] 提供了 SAS 发起者指定数据连接结构 800。参考图 8, SAS 发起者 810 可以通过 SAS 宽端口 880 连接到 SAS 扩展器 820。SAS 扩展器 830 的至少一个 phy 和 SAS 扩展器 840 的至少一个 phy 可以组合在共用 SAS 宽端口 890 中, 为了使 SAS 扩展器 830 和 SAS 扩展器 840 作为单一、结合 SAS 扩展器操作, SAS 扩展器 830 可以与 SAS 扩展器 840 共享相同的 SAS 地址。SAS 扩展器 820 可以通过共用 SAS 宽端口 890 连接到 SAS 扩展器 830 和 SAS 扩展器 840。扩展器 830 也可以由通过 SAS 扩展器 830 的物理层 (phy) 和 SAS 扩展器 840 的物理层 (phy) 的扩展器间通信直接连接到 SAS 扩展器 840。SAS 扩展器 830 和 SAS 扩展器 840 可以不作为单一、结合 SAS 扩展器操作, 但是可以为级联结构。多个 SAS 目标 850-875 可以通过 SAS 窄端口连接到 SAS 扩展器 830 和 SAS 扩展器 840。SAS 目标 850-875 的数量可以大于 SAS 扩展器 830 或 SAS 扩展器 840 上的物理层 (phy) 的数量。例如, SAS 目标 850-875 可以是硬盘阵列, 例如简单磁盘捆绑 (JBOD) SAS 阵列。

[0039] SAS 发起者 810 可以指定将被用来创建从 SAS 发起者 810 至 SAS 目标 850-875 之一的数据连接的宽端口 880、890 的线路。指定宽端口 880、890 的线路可以用来公平控制, 其中宽端口 880、890 的一些线路可以用来访问 SAS 目标 850-875, 以及宽端口 880、890 的其他线路可以用来经过至 SAS 结构的其他部分。SAS 发起者 810 可以进一步指定连接请求的 OPEN 帧内的线路。这样的 OPEN 帧可以通过 SMP 连接请求来提供。SAS 发起者 810 可以通过执行标准 SAS 发现处理而知道用于从 SAS 发起者 810 至 SAS 目标 850-875 之一的数据连接的最优化线路。SAS 扩展器 830 和 SAS 扩展器 840, 连同 SAS 目标 850-875 可以配置为使用用于从 SAS 发起者 810 至 SAS 目标 850-875 之一的数据连接的最优化线路, 通过 SMP 发现响应来进行响应。在发起者 810 和 SAS 目标 850-875 之一之间的数据连接中的每个 SAS 扩展器可以检测来自 SAS 发起者 810 的对允许的用于数据连接的线路的连接请求的 OPEN 帧, 并仅在这些指定的线路上进行数据连接。

[0040] 大体上参考图 9, 示出了根据本公开的示例性实施例的用于指定用于在 SAS 域中的在 SAS 发起者和 SAS 目标之间的数据连接的 SAS 宽端口的允许线路的方法。在本公开的当前实施例中, 方法 900 包括发现用于数据连接 902 的至少一个 SAS 宽端口的最优线路的步骤。例如, SAS 发起者 810 可以通过执行标准 SAS 发现处理来发现用于数据连接的最优线路。此外, SMP 发现响应可以被用来将用于数据连接的最优线路传递给 SAS 发起者 810。

[0041] 方法 900 还可以包括指定在 SAS 域 904 的每个级别的 SAS 宽端口内的用于数据连接的允许的线路的步骤。例如, 用于数据连接的允许线路可以通过 SAS 发起者连接请求来被指定。用于数据连接的允许线路可以在 SAS 发起者连接请求的 OPEN 帧中被进一步指定。

[0042] 方法 900 还可以包括检测为数据连接 906 指定的允许线路的步骤。例如, 当 SAS 扩展器 (820-840) 接收到 SAS 发起者连接请求的 OPEN 帧时, SAS 扩展器可以检测用于指定的用于数据连接的允许线路的 OPEN 帧。

[0043] 方法 900 还包括创建指定的允许线路 908 的数据连接的步骤。例如, SAS 扩展器可以在指定的允许线路上创建数据连接。此外, SAS 扩展器可以在检测对指定的允许线路的 SAS 发起者连接请求的 OPEN 帧之后, 创建数据连接。

[0044] 提供了使用成对减法路由的 SAS 级联拓扑。为了使用成对减法路由, SAS 拓扑 1000

中的 SAS 装置可以检测通过如 SMP 提供的 SMP 报告制造商信息响应,以指定是否支持经销商唯一 SMP 函数。如果支持,则 SAS 发起者 1002-1004 可以使用经销商唯一 SMP 函数来请求 SAS 扩展器 1010-1024 的 phy 的列表,其具有用于使用成对减法路由的修改的路由属性。例如,SAS 发起者 1002-1004 可以发布 SMP 报告修改 phy 路由属性列表请求 1100 至 SAS 拓扑 1000 的每个 SAS 扩展器 1010-1024。一旦接收到 SMP 报告修改 phy 路由属性列表请求 1100,每个 SAS 扩展器 1010-1024 可以使用具有修改的路由属性的 phy 的列表来通过 SMP 报告修改 phy 路由属性列表请求 1120 来响应。在操作中,SMP 报告修改 phy 路由属性列表响应 1120 可以包含多个修改路由描述符 1140。每个修改路由描述符 1140 可以表示 SAS 扩展器 1010-1024 的单一 phy 和用于该单一 phy 的修改路由属性 1160。例如,修改路由属性 1160 可以识别 phy 为自配置 (SC)、表发起者仅输入 (TIOI) 或表发起者仅输出 (TIOO)。TIOI 可以识别仅具有在用于该 phy 的路由表中列出的 SAS 发起者的输入 phy。TIOO 可以识别仅具有在用于该 phy 的路由表中列出的 SAS 发起者的输出 phy。

[0045] 如果 SMP 报告修改的 phy 路由属性列表响应 1120 识别用于该 phy 的修改的路由属性 1160, SAS 发起者 1002-1004 可以忽略用于由 SMP 发现响应提供的 phy 的路由属性。在本公开的实施例中,经销商唯一 SMP 函数可以仅报告修改的路由属性 TIOI、TIOO 和 SC。SAS 扩展器 1010-1024 可以具有多个端口,一些端口具有标准路由属性 (D、S、T) 以及一些端口具有修改的路由属性 (TIOI、TIOO、SC)。

[0046] SAS 扩展器 1010-1024 可以被配置为具有定义为输入和输出对的主减法端口。减法端口的输入端口和输出端口都需要在用于该端口的路由表中的 SAS 发起者 1002-1004 的地址。此外,SAS 扩展器可以添加用于直接连接装置的次减法端口。例如,如果 OPEN 的 DEST 如通过 SMP 所提供的不是直接连接装置 (例如连接到具有 D 路由属性的端口的装置),或者如果 OPEN 的 DEST 不是在用于该输出端口的路由列表中,则在输入端口中接收到的 OPEN 可以被发送给用于该减法端口的输出端口。例如,如果 OPEN 的 DEST 不是直接连接装置 (例如连接到具有 D 路由属性的端口的装置) 或者如果 OPEN 的 DEST 不是在用于该输出端口的列表中,则该输出端口上接收到的 OPEN 可以发送给用于该减法端口的输入端口。修改的路由属性 TIOI 可以表示减法端口的输入端口。修改的路由属性 TIOO 可以表示减法端口的输出端口。OPEN 总是可以默认为主减法端口。

[0047] SAS 发起者 1002-1004 可以定位在级联 SAS 拓扑 1000 的顶部或底部。SAS 发起者 1002-1004 可以仅将他们自己的 SAS 地址编写入级联 SAS 拓扑 1000 的 SAS 扩展器 1010-1024 的 TIOI 端口 1060 和 TIOO 端口 1050 的路由表。此外,根据级联 SAS 拓扑 1000 中的 SAS 发起者 1002-1004 的位置, SAS 发起者 1002-1004 可以仅将他们自己的 SAS 地址编写入级联 SAS 拓扑 1000 的 SAS 扩展器 1010-1024 的 TIOI 端口 1060 的路由表或 TIOO 端口 1050 的路由表。SAS 扩展器 1010-1024 可以执行防止 SAS 发起者 1002-1004 在将地址编写入 SAS 扩展器路由表 (例如位置无关的路由表编写) 时彼此伤害的固件。

[0048] SAS 目标 1070 可以发布 OPEN 给 SAS 扩展器 1010-1024 之一。SAS 扩展器 1010-1024 之一可以在用于 SAS 扩展器 1010-1024 之一的路由表中定位 OPEN 的 DEST 地址。OPEN 可以被发送给由 DEST 地址指定的 SAS 发起者。在另一实施例中,SAS 发起者 1002-1004 之一可以发布 OPEN 至 SAS 扩展器 1002-1004 之一。SAS 扩展器 1002-1004 之一可以首先在任何直接连接的装置中搜索 OPEN 的 DEST 地址。如果找到,则 OPEN 被发送给适当的直接连接的装

置。如果 OPEN 的 DEST 地址没有在任何直接连接的装置中找到,则 SAS 扩展器 1010-1024 之一然后可以在 SAS 扩展器路由表中搜索 OPEN 的 DEST 地址。如果找到,则 OPEN 被路由至适当 SAS 发起者。如果 OPEN 的 DEST 地址不能在 SAS 扩展器路由表中找到,则 SAS 扩展器 1010-1024 之一然后可以发送 OPEN 至其成对的减法端口。

[0049] 此外,为了在 SAS 级联拓扑 1000 中执行 SAS 分区,仅拓扑中的末端扩展器可能需要检测。末端扩展器可以将用于直接连接的装置的 phy 的 DEST 和 OPEN 命令中的源区组进行比较。该比较作为减法来进行直到到达该区的末端装置扩展器。

[0050] 大体上参考图 12,示出了在 SAS 级联拓扑中执行成对减法路由的方法。方法 1200 包括将输入端口分配给 SAS 扩展器装置 1210 的步骤。该方法 1200 可以进一步包括将输出端口分配给 SAS 扩展器装置 1220 的步骤。在示例性实施例中,方法 1200 可以进一步包括将输出端口和输入端口定义为彼此成对以作为成对的减法端口 1230 来操作的步骤。此外,方法 1200 还可以包括将第二输入端口和第二输出端口添加到 SAS 扩展器装置的步骤。第二输入端和第二输出端口可以彼此成对作为次减法端口。

[0051] 在示例性实施例中,方法 1200 可以进一步包括以下步骤:如果 OPEN 命令的 DEST 不是 SAS 扩展器装置的直接连接装置,并且 DEST 不是在 SAS 扩展器装置的路由表中,则一旦接收到 OPEN 命令进入输入端口,就将 OPEN 命令发送出输出端口 1250。方法 1200 可以进一步包括以下步骤:如果 OPEN 命令的 DEST 不是 SAS 扩展器装置的直接连接装置,并且 DEST 不是在 SAS 扩展器装置的路由表中,则一旦接收到 OPEN 命令进入输出端口,就将 OPEN 命令发送出输入端口 1250。此外,如果 OPEN 命令的 DEST 不是 SAS 扩展器装置的直接连接装置,并且 DEST 不是在 SAS 扩展器装置的路由表中,则一旦接收到 OPEN 命令进入输入端口,就将 OPEN 命令发送出输出端口 1250。方法 1200 可以进一步包括以下步骤:如果 OPEN 命令的 DEST 不是 SAS 扩展器装置的直接连接装置,并且 DEST 不是在 SAS 扩展器装置的路由表中,则一旦接收到 OPEN 命令进入第二输出端口,就将 OPEN 命令发送出第二输入端口。方法 1200 可以进一步包括以下步骤:如果 OPEN 命令的 DEST 不是 SAS 扩展器装置的直接连接装置,并且 DEST 不是在 SAS 扩展器装置的路由表中,则一旦接收到 OPEN 命令进入第二输出端口,就将 OPEN 命令发送出第二输入端口。进一步地,次减法端口可以为与 SAS 扩展器装置的直接连接装置的通信进行操作。此外,OPEN 命令可以默认为主减法端口。

[0052] 在示例性实施例中,方法 1200 可以进一步包括通过经销商唯一 SMP 函数的修改路由属性指定 SAS 扩展器的减法端口的步骤。进一步,SAS 发起者可以忽略减法端口的 SMP 发现响应属性,并可以在存在用于减法端口的修改路由属性的情况下,使用经销商唯一 SMP 的修改路由属性。

[0053] 在示例性实施例中,方法 1200 可以进一步包括仅编写 SAS 扩展器 1240 的路由表中的 SAS 发起者地址的步骤。例如,仅编写 SAS 扩展器 1240 的路由表中的 SAS 发起者地址的步骤可以由 SAS 扩展器执行。此外,由 SAS 扩展器编写的 SAS 扩展器的路由表可以是用于自配置指定端口的路由表。仅编写 SAS 扩展器 1240 的路由表中的 SAS 发起者地址的步骤可以通过 SAS 路由拓扑中的每个 SAS 发起者执行,每个 SAS 发起者仅编写在该 SAS 扩展器的路由表中的 SAS 发起者的 SAS 地址。此外,每个 SAS 发起者可以仅编写在一种类型的 SAS 扩展器的修改路由属性端口的路由表中的 SAS 发起者的 SAS 地址。该种类型的 SAS 扩展器的修改路由属性端口可以通过 SAS 路由拓扑中的 SAS 发起者的位置指定。SAS 发起者

可以定位在 SAS 路由拓扑的顶部或底部。

[0054] 在本公开中,所公开的方法可以实现为装置可读的指令集或软件。这样的软件可以是计算机程序产品,其采用计算机可读存储介质,包括用来为计算机编程以执行本发明所公开的功能和过程的所存储的计算机代码。计算机可读介质包括但不限于如何类型的传统软盘、光盘、CD-ROM、磁盘、硬盘驱动器、磁光盘、ROM、RAM、EPROM、EEPROM、磁或光卡、或任何用于存储电子指令的适当介质。此外,应该理解,所公开的方法中的步骤的特定顺序或层次是示例性方法的示例。基于设计优选,应该理解在该方法中的步骤的特定顺序或层次可以被重新布置,而仍保持在所公开的主题内容的范围内。所附的方法权利要求以示例顺序呈现了各种步骤的要素,并且不必然意味着限制于所呈现的特定顺序或层次。

[0055] 确信本公开和其伴随的优点将通过上述描述而能够被理解,并且在不背离本公开的主题内容或不牺牲其所有材料优点的情况下,显然可以对部件的形式、结构和布置进行各种修改。所描述的形式仅是示例性的,并且下面的权利要求旨在包括和包含这些改变。

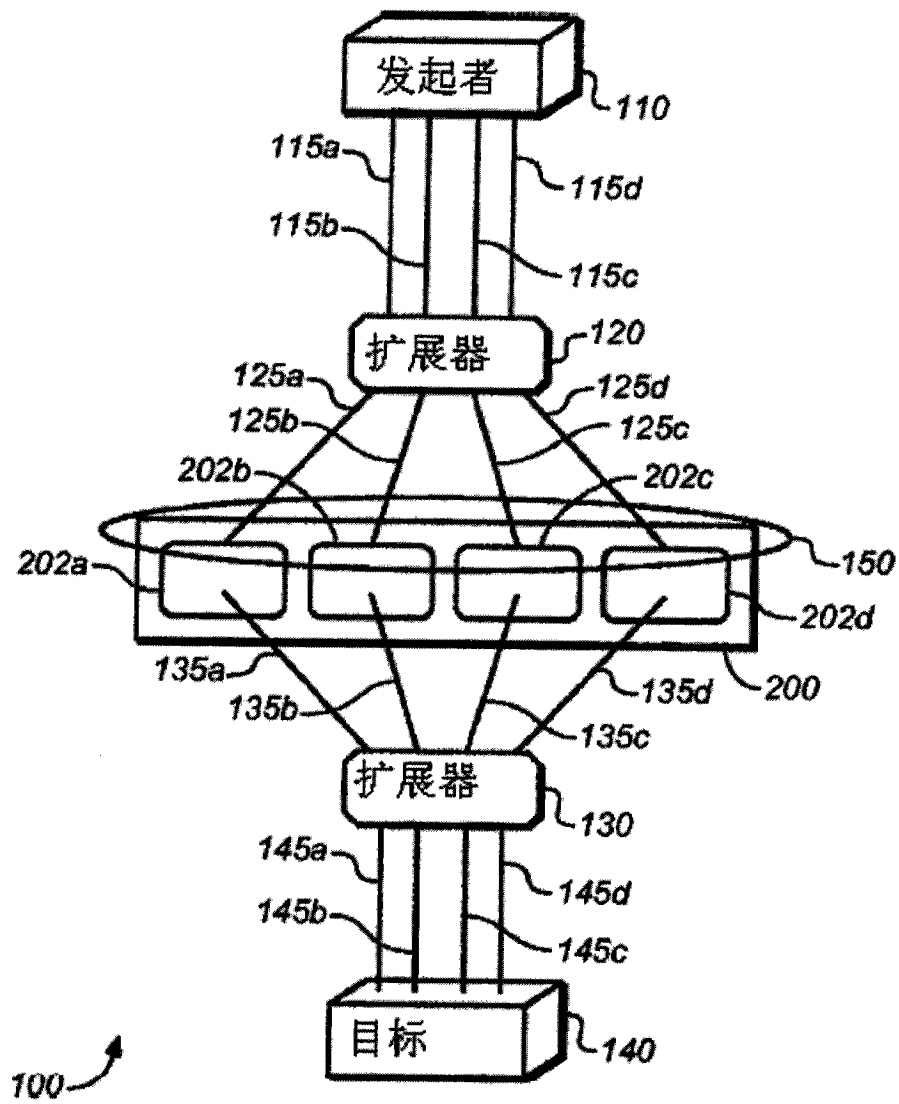


图 1

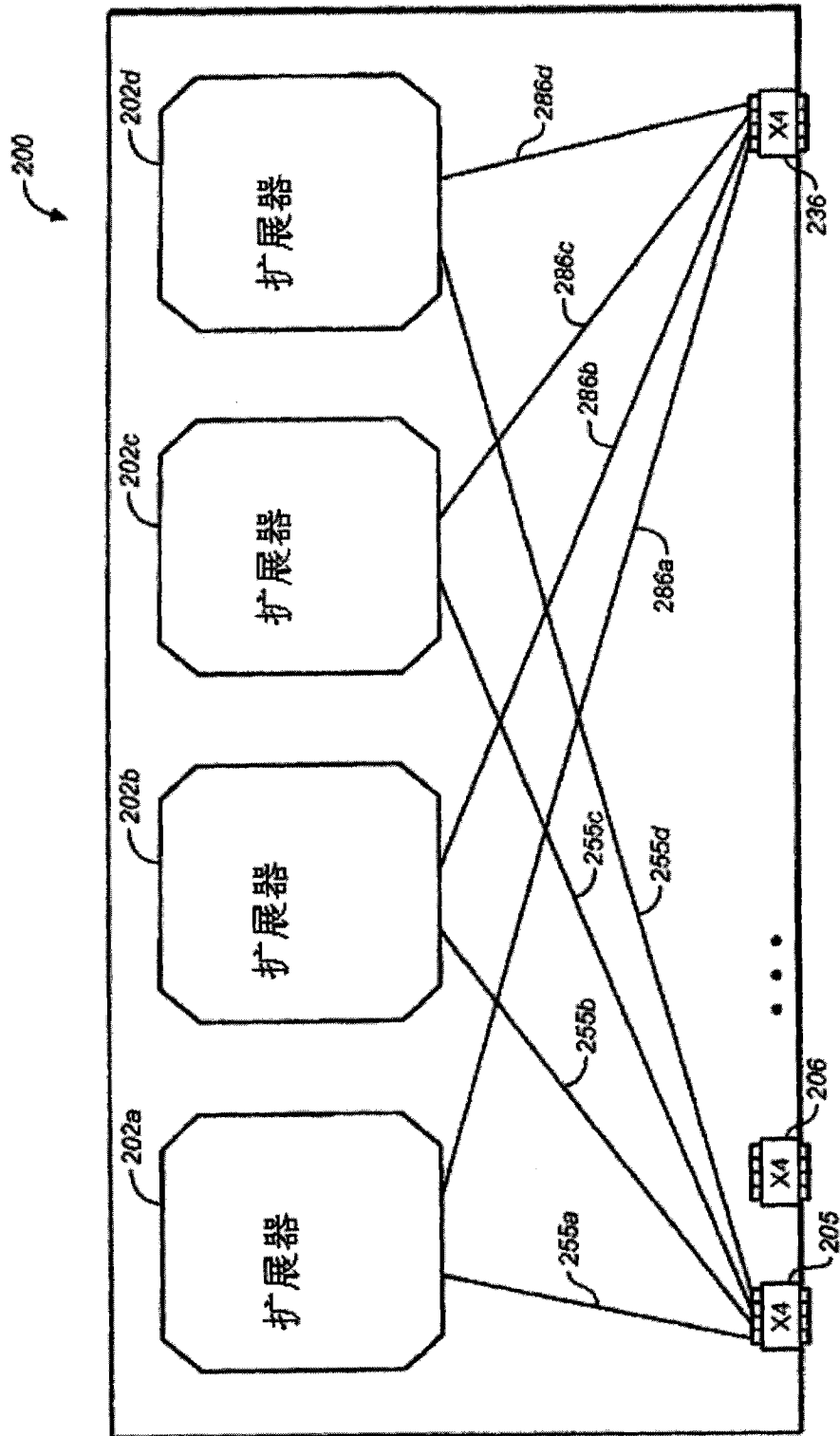


图 2A

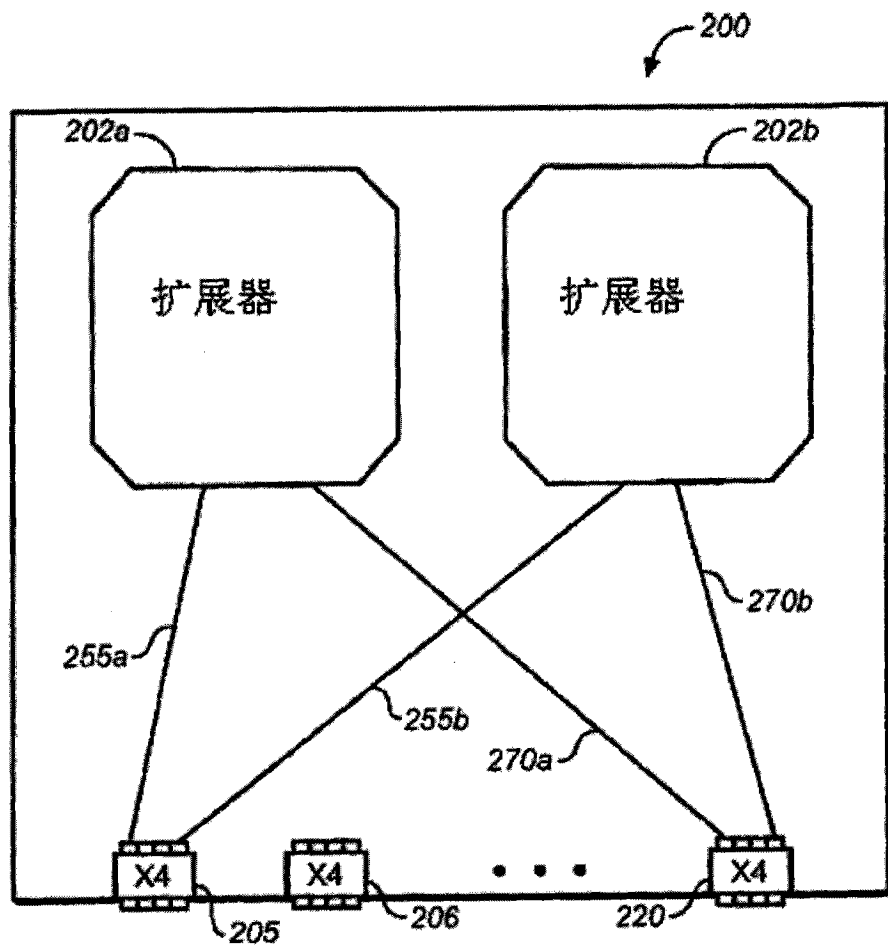


图 2B

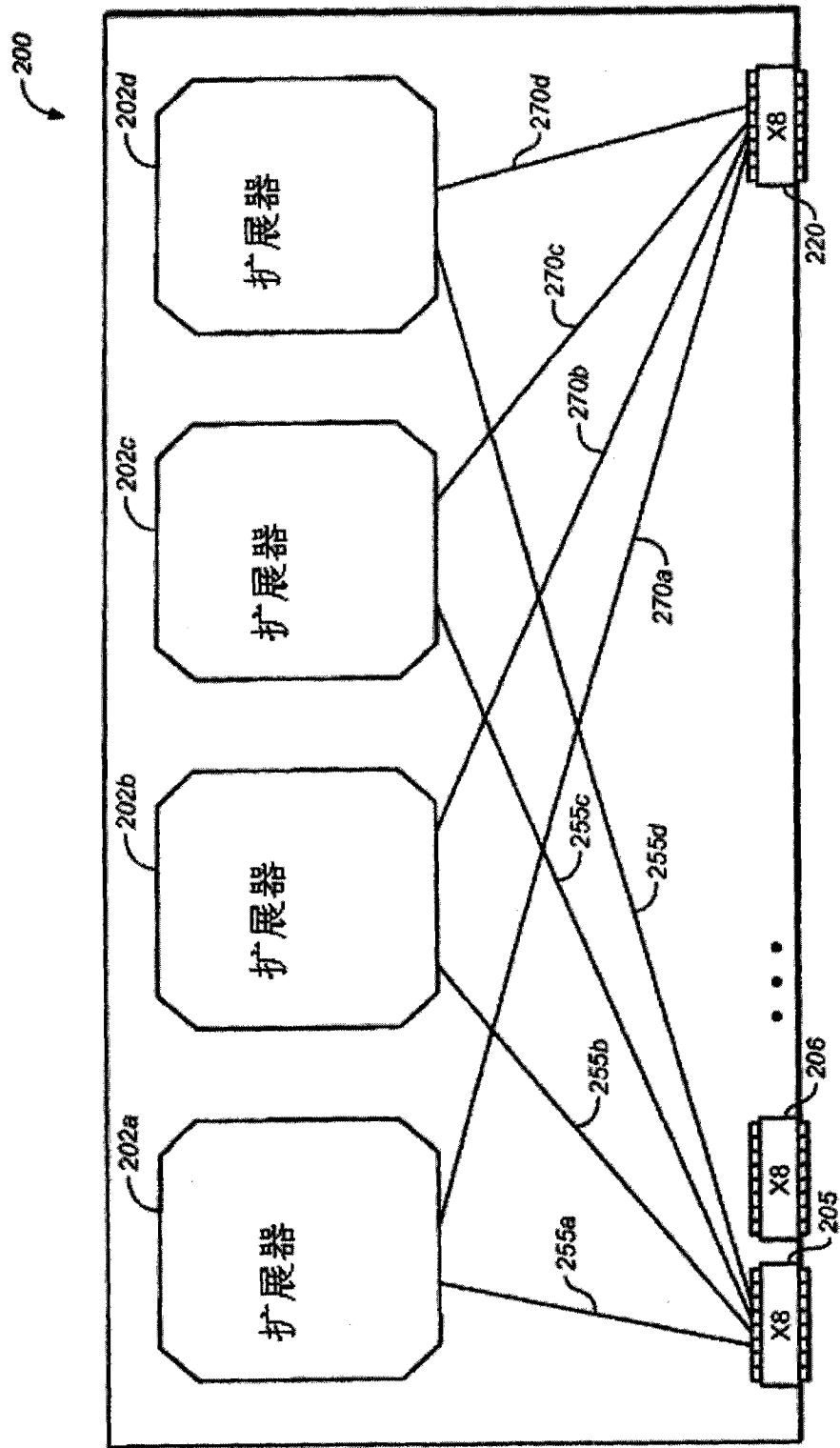


图 2C

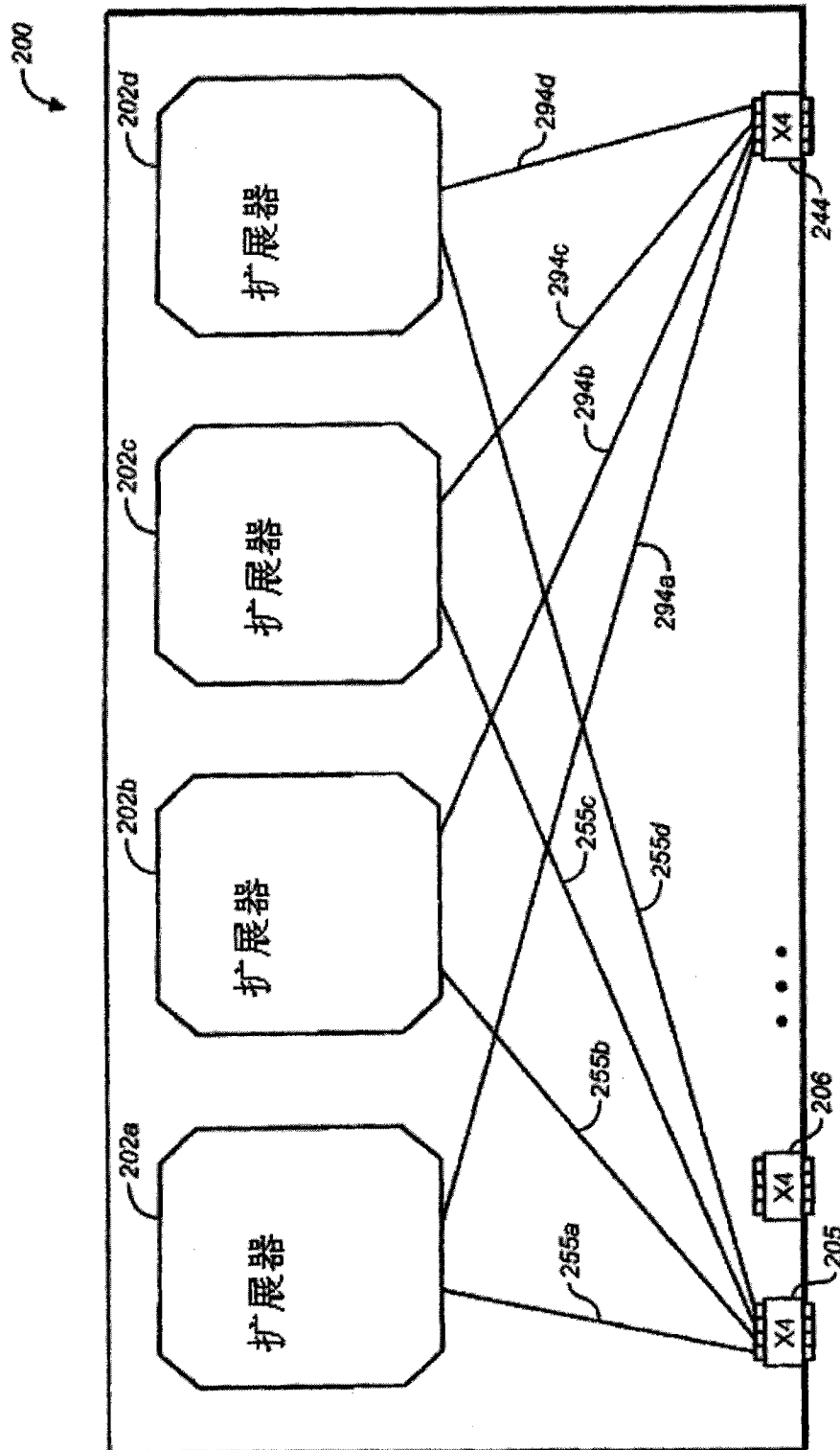


图 2D

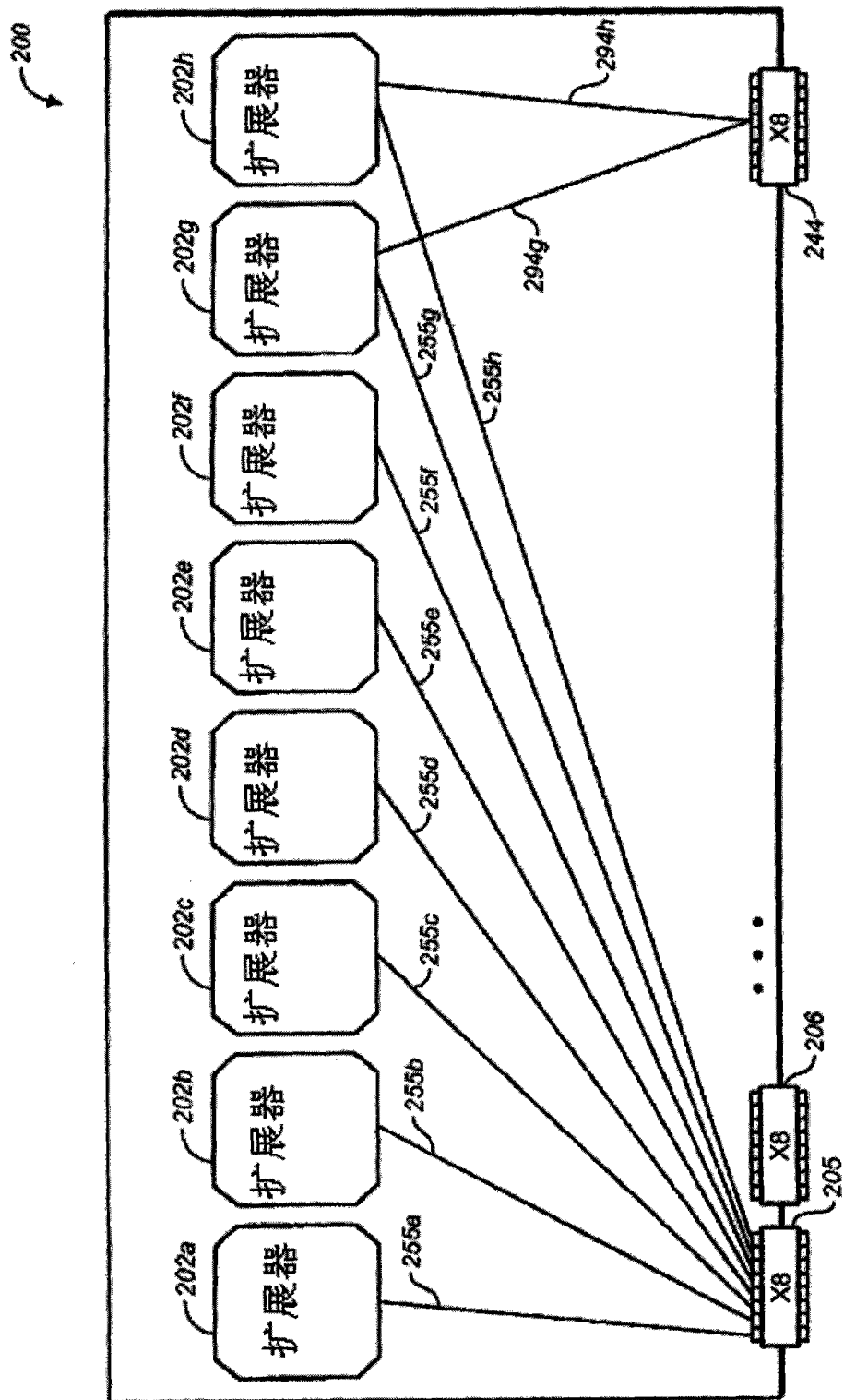


图 2E

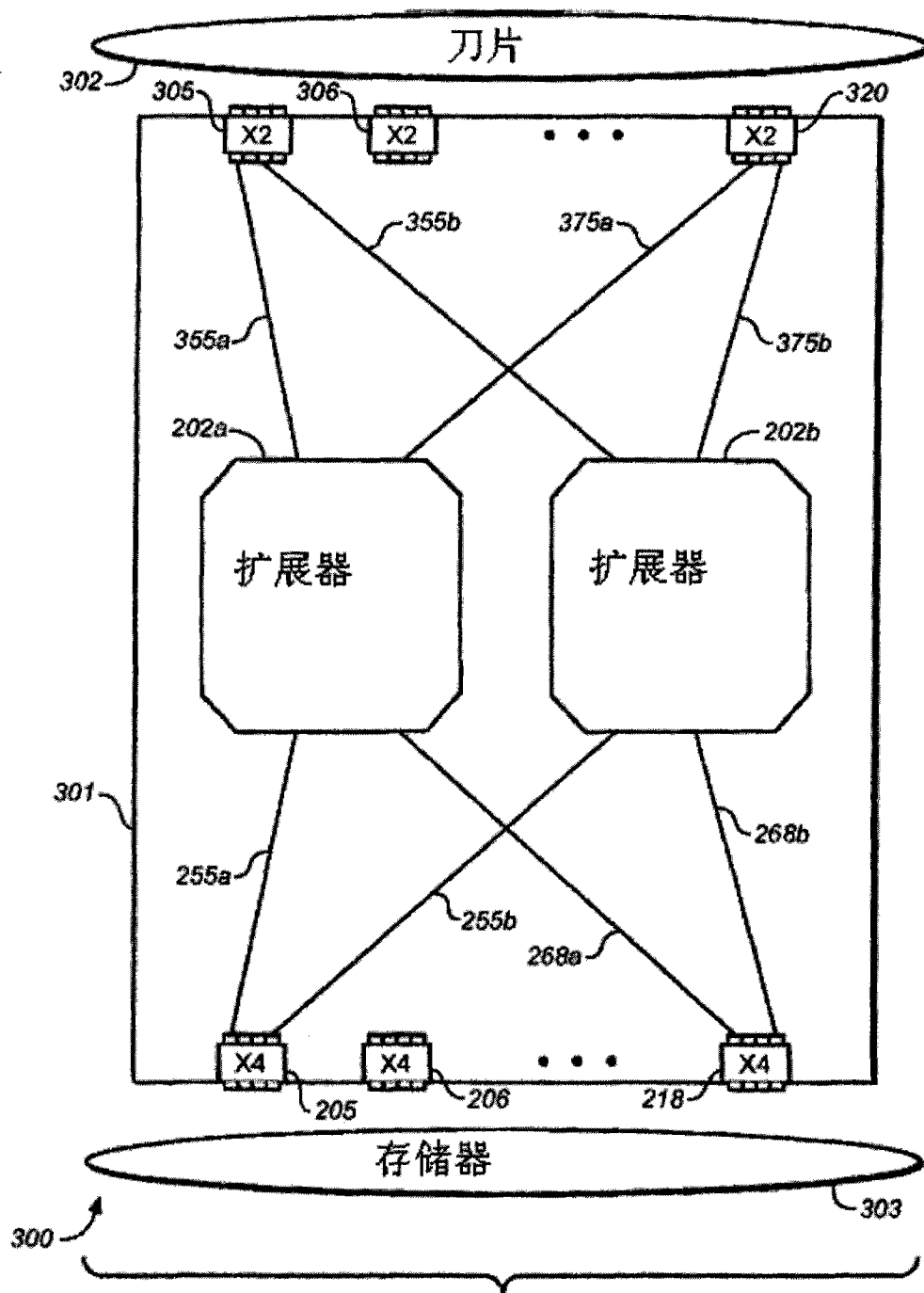


图 3

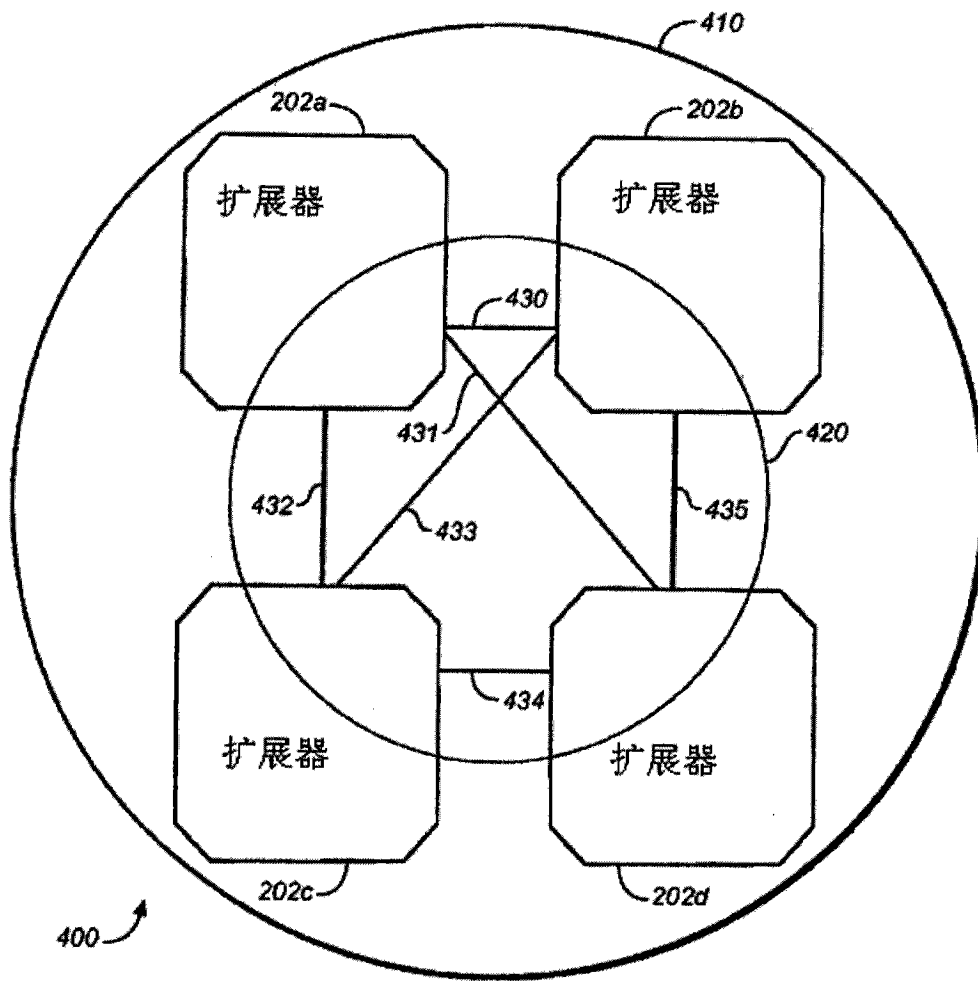


图 4

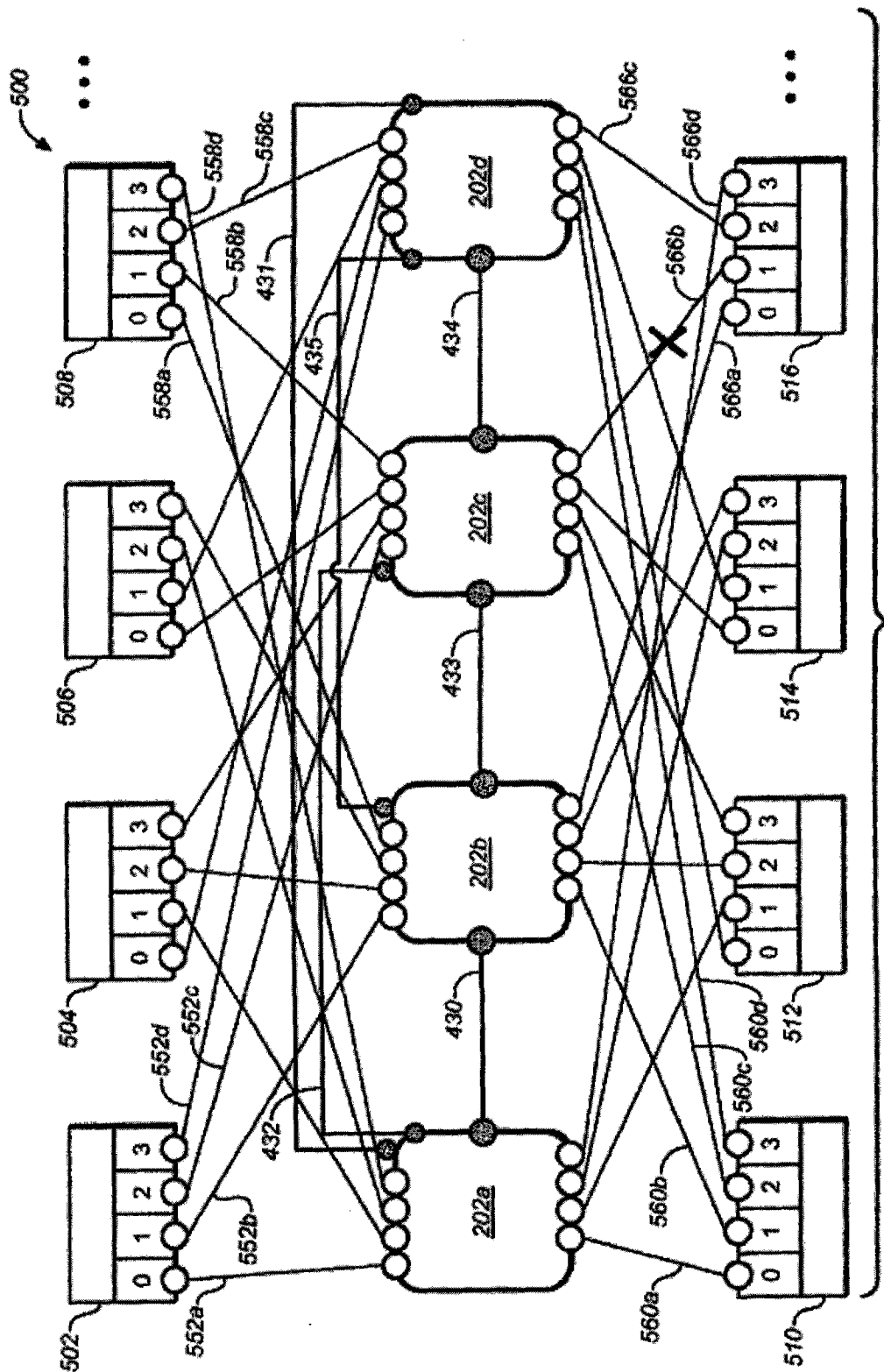


图 5

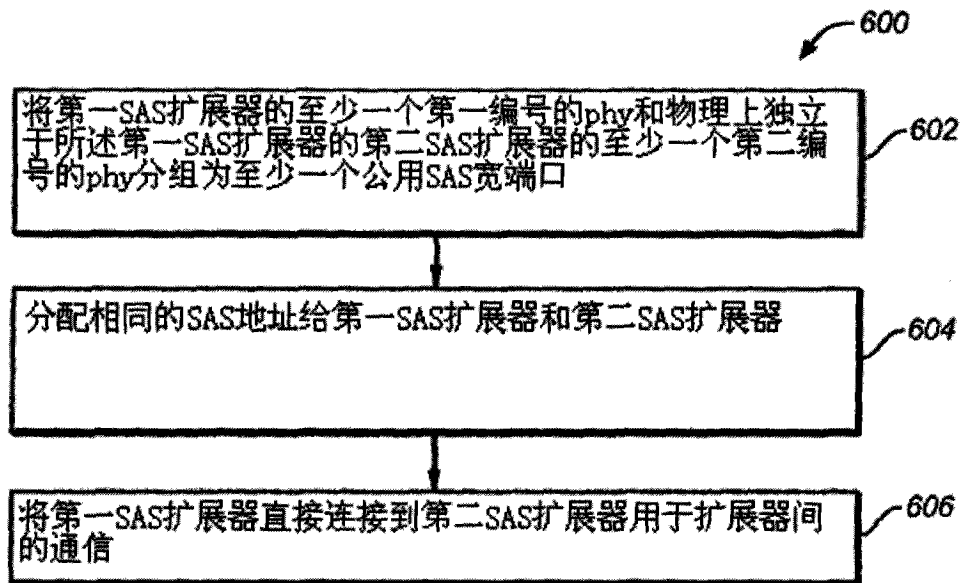


图 6

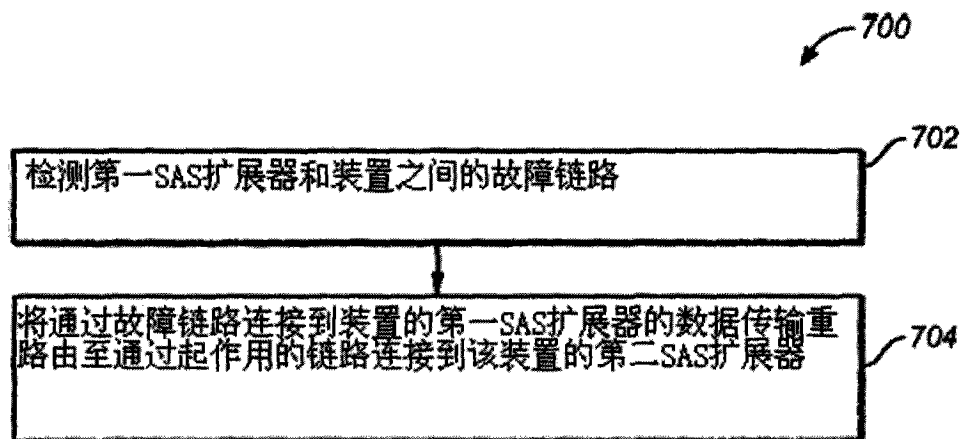


图 7

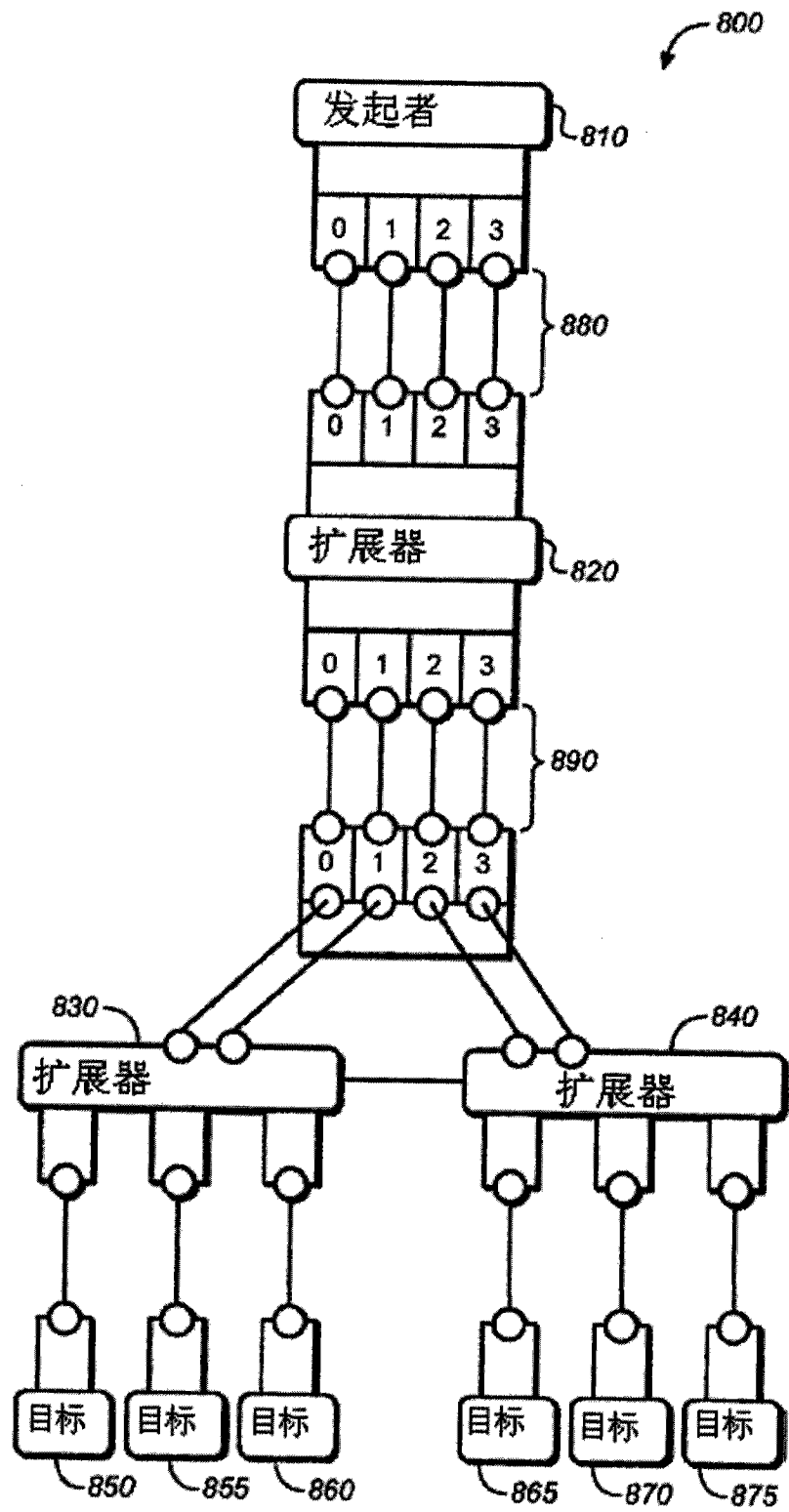


图 8

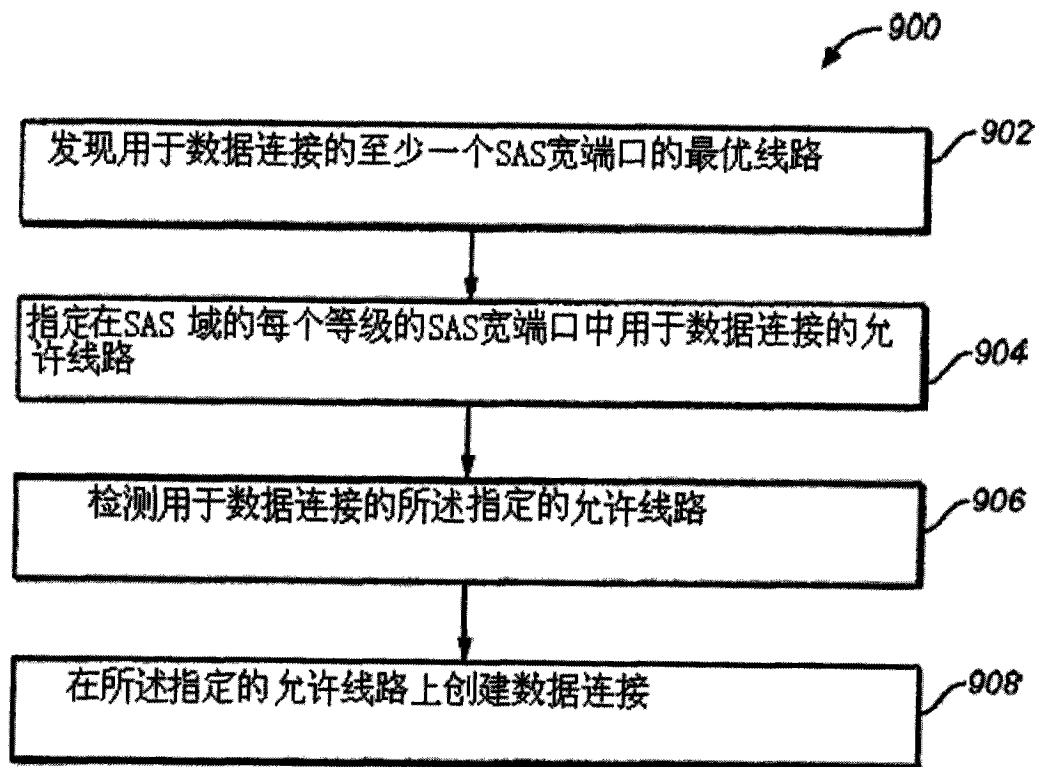


图 9

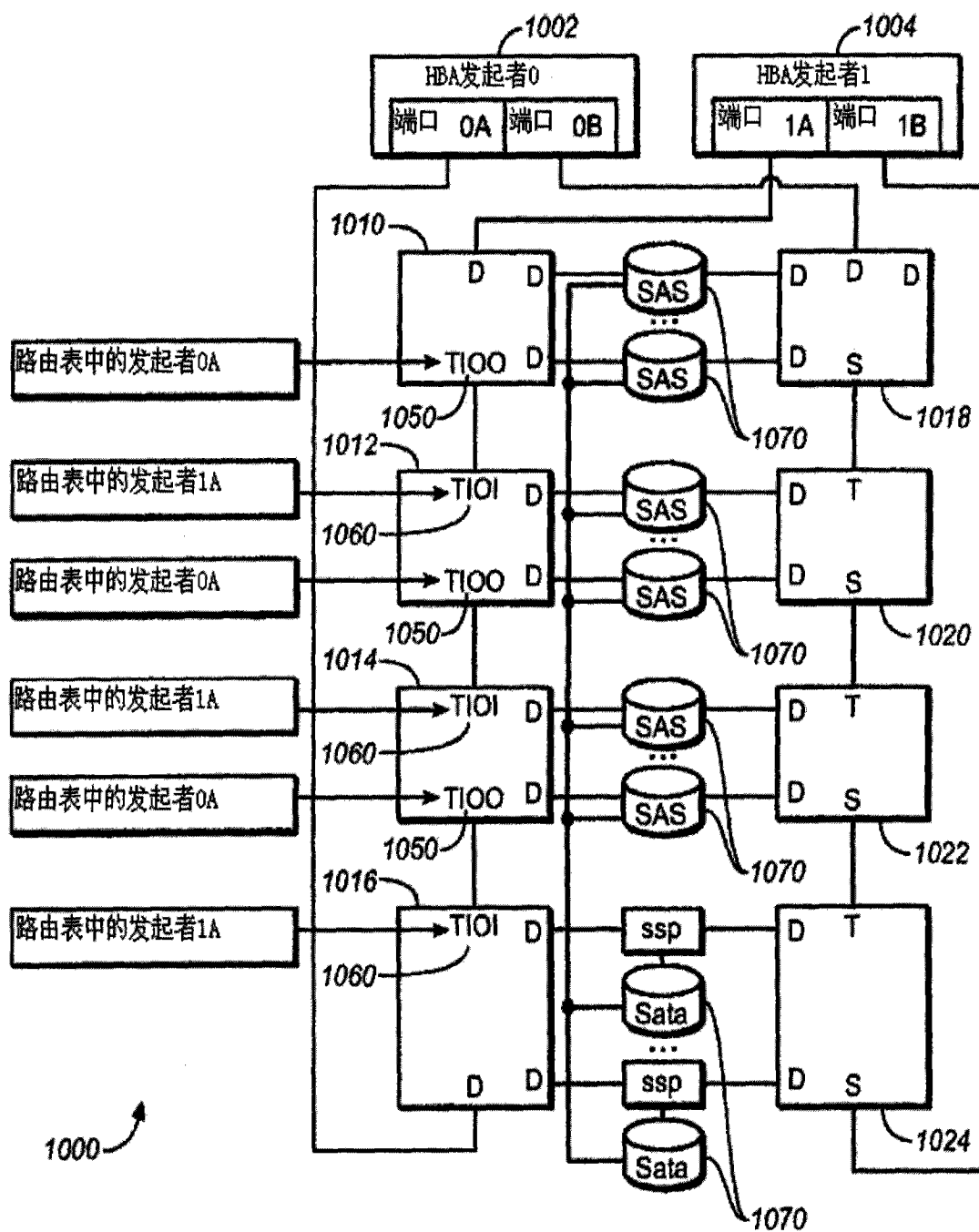


图 10

SMP报告修改的phy路由属性列表请求

字节/位	7	6	5	4	3	2	1	0	1100
0	SMP帧类型 (40h)								
1	函数 (CCh)								
2	分配的响应长度								
3	请求长度 (01h)								
4	预留								
5									
6	开始描述符索引								
7	描述符的最大数								

图 11A

SMP报告修改的phy路由属性列表响应

字节/位	7	6	5	4	3	2	1	0	1120
0	SMP帧类型				(41h)				
1	函数				(CCh)				
2	函数值								
3	响应长度				$((n-7)/4)$				
4	第一描述符索引								
5	预留								
6	描述符的数量								
7	预留								
8	描述符的长度								
9	预留								
10									
11									
描述符列表									1140
12									
13	描述符 (第一)								
14									
15									1140
16									
17	描述符 (最后)								
18									
19									

图 11B

修改的路由描述符

字节/位	7	6	5	4	3	2	1	0	1140
0	PHY标识符								1160
1	预留				修改的路由属性				
2	预留								
3	预留								

图 11C

修改的路由属性	描述符	1160
3	自配置 (SC)	
4	表发起者仅输入 (TIOI)	
5	表发起者仅输出 (TIOO)	
Others	预留	

图 11D

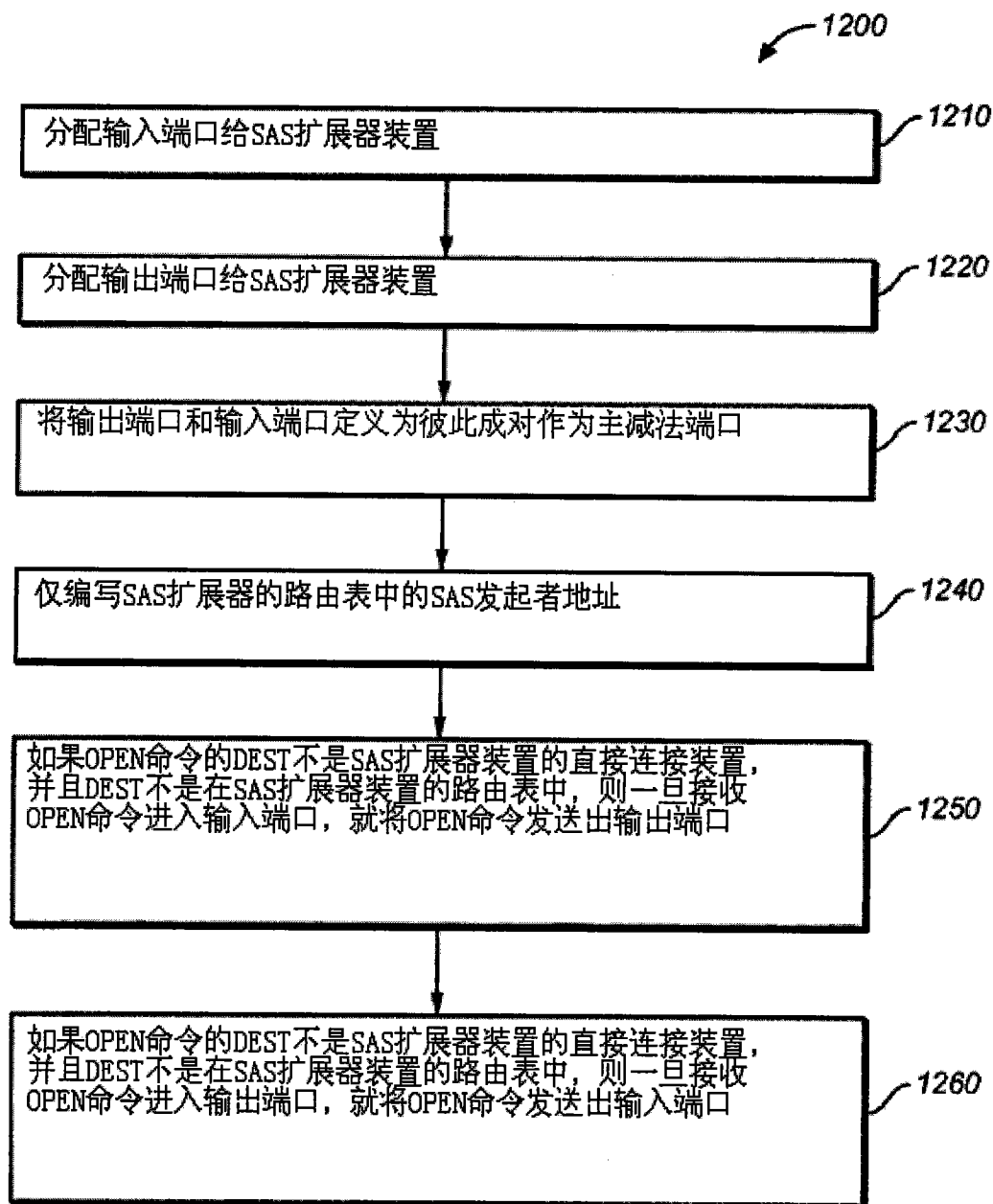


图 12