



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101902454 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 15

(21) 申请号 201010004024. 6

US 2007/0050568 A1, 2007. 03. 01,

(22) 申请日 2010. 01. 14

CN 101106427 A, 2008. 01. 16,

(30) 优先权数据

审查员 王戡

12/475, 838 2009. 06. 01 US

(73) 专利权人 LSI 公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 J·W·基利 D·E·桑德斯 A·H·宗

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限  
责任公司 11287

代理人 王田

(51) Int. Cl.

H04L 29/06 (2006. 01)

H04B 10/25 (2013. 01)

(56) 对比文件

CN 1567146 A, 2005. 01. 19,

US 2005/0060598 A1, 2005. 03. 17,

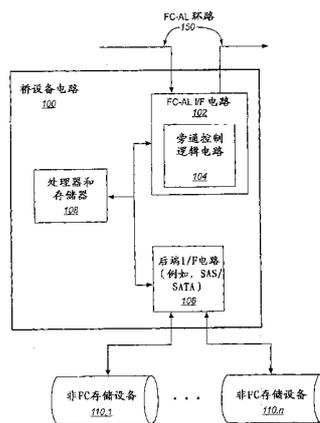
权利要求书3页 说明书11页 附图7页

(54) 发明名称

用于将多个非光纤通道设备耦合至光纤通道仲裁环路的桥设备和方法

(57) 摘要

关于增强的桥设备的装置和方法, 该增强的桥设备用于将多个非光纤通道存储设备耦合至光纤通道仲裁环路 (FC-AL) 通信媒介。本发明的特征和方面提供了 FC-AL 增强电路 (104、202... 210), 用于处理被寻址到与同桥设备耦合的存储设备相关联的任何目标仲裁环路物理地址 (T-ALPA) 的环路端口旁通 (LPB) 和环路端口使能 (LPE) 原语序列, 而不管该桥设备所处理的并且与同该桥设备耦合的其他存储设备相关联的其他 T-ALPA 的当前的旁通 / 非旁通状态。



1. 一种光纤通道桥设备,其特征在于所述桥设备包括:

光纤通道接口电路,其用于与光纤通道仲裁环路耦合,其中所述接口响应多个目标仲裁环路物理地址;

后端接口电路,其与多个存储设备耦合,其中所述多个存储设备不是光纤通道仲裁环路存储设备;和

旁通控制逻辑电路,其与所述光纤通道接口电路耦合并且与所述后端接口电路耦合,其中所述旁通控制逻辑电路对所述多个存储设备中的每个存储设备映射所述多个目标仲裁环路物理地址中的一个,并且其中所述旁通控制逻辑电路处理关于所述多个目标仲裁环路物理地址中的每个目标仲裁环路物理地址的环路端口使能和环路端口旁通光纤通道原语序列,以便于旁通和使能所述多个存储设备中的单独的存储设备而不管所述多个存储设备中的其他存储设备的状态。

2. 如权利要求 1 所述的桥设备,

其中所述后端接口电路是串行附连小型计算机系统接口 SAS 接口电路,用于耦合至多个串行附连小型计算机系统接口存储设备。

3. 如权利要求 1 所述的桥设备,

其中所述后端接口电路是串行高级技术附连接口电路,用于耦合至多个串行高级技术附连存储设备。

4. 如权利要求 1 所述的桥设备,

其中所述旁通控制逻辑电路进一步包括:

旁通比特向量,其包括多个旁通比特,其中每个旁通比特对应于所述多个目标仲裁环路物理地址之一,并且其中所述每个旁通比特的值指示当前与对应的目标仲裁环路物理地址相关联的存储设备当前是否处于旁通状态;和

有效比特向量,其包括多个有效比特,其中每个有效比特对应于所述多个目标仲裁环路物理地址之一,并且其中所述每个有效比特的值指示当前与对应的目标仲裁环路物理地址相关联的存储设备当前是否处于参与状态。

5. 如权利要求 4 所述的桥设备,

其中所述旁通控制逻辑电路响应于获得关于对应的存储设备的有效目标仲裁环路物理地址而设置所述有效比特向量中的有效比特。

6. 如权利要求 4 所述的桥设备,

其中所述旁通控制逻辑电路进一步包括:

环路端口状态机电路,其基于所述旁通比特向量和所述有效比特向量处理关于所述多个目标仲裁环路物理地址中的每个目标仲裁环路物理地址的环路端口旁通和环路端口使能原语序列。

7. 如权利要求 6 所述的桥设备,

其中所述环路端口状态机基于所述旁通比特向量和所述有效比特向量维护历史比特,所述历史比特包括旁通历史比特和参与历史比特。

8. 如权利要求 7 所述的桥设备,

其中所述环路端口状态机:在处理关于根据所述有效比特向量被确定为有效的存储设备的环路端口旁通原语序列时,在通过所述旁通比特向量和所述有效比特向量确定所有其

他存储设备都被旁通时,设置所述旁通历史比特。

9. 如权利要求 7 所述的桥设备,

其中所述环路端口状态机:在通过所述有效比特向量确定与所述桥设备耦合的任何存储设备当前处于所述参与状态时,设置所述参与历史比特。

10. 一种可在光纤通道仲裁环路桥设备的光纤通道仲裁环路接口电路中操作的方法,所述光纤通道仲裁环路桥设备将多个非光纤通道仲裁环路存储设备耦合至光纤通道仲裁环路通信媒介,所述方法包括:

响应于所述桥设备接收到自所述光纤通道仲裁环路通信媒介接收的标识特定存储设备的环路端口使能原语序列,将与所述桥设备耦合的所述特定存储设备置于非旁通状态,其中使所述特定存储设备进入非旁通状态而不管与所述桥设备耦合的其他存储设备的旁通/非旁通状态;和

响应于所述桥设备接收到自所述光纤通道仲裁环路通信媒介接收的标识特定存储设备的环路端口旁通原语序列,将与所述桥设备耦合的所述特定存储设备置于旁通状态,其中使所述特定存储设备进入旁通状态而不管与所述桥设备耦合的其他存储设备的旁通/非旁通状态。

11. 如权利要求 10 所述的方法,进一步包括:

维护有效比特向量,其中所述有效比特向量的每个有效比特指示对应的目标仲裁环路物理地址是否已和与所述桥设备耦合的存储设备相关联;和

维护旁通比特向量,其中所述旁通比特向量的每个旁通比特指示与所述对应的目标仲裁环路物理地址相关联的所述存储设备处于旁通状态还是非旁通状态。

12. 如权利要求 11 所述的方法,进一步包括:

基于所述旁通比特向量和所述有效比特向量维护历史比特,所述历史比特包括旁通历史比特和参与历史比特。

13. 如权利要求 12 所述的方法,

其中维护历史比特的步骤进一步包括:

在处理关于根据所述有效比特向量被确定为有效的存储设备的环路端口旁通原语序列时,在通过所述旁通比特向量和所述有效比特向量确定所有其他存储设备处于所述旁通状态时,设置所述旁通历史比特。

14. 如权利要求 12 所述的方法:

其中维护历史比特的步骤进一步包括:

在通过指示对应的目标仲裁环路物理地址已与存储设备相关联的所述有效比特向量中的有效比特确定与所述桥设备耦合的任何存储设备当前处于参与状态时,设置所述参与历史比特。

15. 一种桥设备,其用于将多个串行附连小型计算机系统接口 SAS 存储设备和/或串行高级技术附连 SATA 存储设备耦合到光纤通道仲裁环路通信媒介,所述桥设备包括:

后端接口电路,其与多个 SAS/SATA 存储设备耦合;以及

光纤通道接口电路,其与所述后端接口耦合,用于与光纤通道仲裁环路通信媒介耦合,其中所述光纤通道接口电路包括用于实现光纤通道协议的 FC0、FC1、FC2、小型计算机系统接口光纤通道协议(SCSI FCP)、以及光纤通道仲裁环路层的逻辑电路,光纤通道仲裁环路

层逻辑电路包括：

旁通控制逻辑电路，其将多个目标仲裁环路物理地址映射到所述多个存储设备中的相应存储设备，并且其中所述旁通控制逻辑电路处理关于所述多个目标仲裁环路物理地址中的每个目标仲裁环路物理地址的环路端口使能和环路端口旁通光纤通道原语序列，以便于旁通和使能所述多个存储设备中的单独的存储设备而不管所述多个存储设备中的其他存储设备的状态。

16. 如权利要求 15 所述的桥设备，

其中所述旁通控制逻辑电路进一步包括：

旁通比特向量，其包括多个旁通比特，其中每个旁通比特对应于所述多个目标仲裁环路物理地址之一，并且其中所述每个旁通比特的值指示当前与对应的目标仲裁环路物理地址相关联的存储设备当前是否处于旁通状态；和

有效比特向量，其包括多个有效比特，其中每个有效比特对应于所述多个目标仲裁环路物理地址之一，并且其中所述每个有效比特的值指示当前与对应的目标仲裁环路物理地址相关联的存储设备当前是否处于参与状态。

17. 如权利要求 16 所述的桥设备，

其中所述旁通控制逻辑电路进一步包括：

可根据光纤通道标准工作的环路端口状态机；

旁通历史比特，由所述环路端口状态机使用来控制所述光纤通道仲裁环路通信媒介；  
以及

参与历史比特，由所述环路端口状态机使用来控制所述光纤通道仲裁环路通信媒介，

其中所述旁通控制逻辑电路在处理关于根据所述有效比特向量被确定为有效的存储设备的环路端口旁通原语序列时，在通过所述旁通比特向量和所述有效比特向量确定所有其他存储设备都处于旁通状态时，设置所述旁通历史比特，以及

其中所述旁通控制逻辑电路在通过所述有效比特向量中指示相应的目标仲裁环路物理地址已经与存储设备相关联的有效比特确定与所述桥设备耦合的任何存储设备当前处于参与状态时，设置所述参与历史比特。

## 用于将多个非光纤通道设备耦合至光纤通道仲裁环路的桥 设备和方法

### 背景技术

[0001] 存储系统已从利用具有与主机系统的总线并行总线连接演变为高速串行通信结构和协议。相比于高成本的并行总线结构布缆, 串行通信结构和协议有利地提供与较低成本布缆和较长距离布缆限制相结合的高速度, 同时进一步提供改进的抗噪性。特别地, 利用光纤光通信媒介的光纤通道 (fibre channel) 媒介和协议已被普遍使用一段时间了。该光纤光通信媒介相比于任何电气耦合 (并行或串行), 提供了高速度和极大的抗噪性。光纤通道标准对于本领域的普通技术人员是公知的, 并且关于光纤通道架构的多种方面的文档标准可容易地在诸如 [www.t11.org](http://www.t11.org) 的网站获得。

[0002] 在高性能存储区域网络中, 串行附连 SCSI (SAS) 和串行高级技术附连 (SATA) 通信协议作为用于将计算系统耦合至存储设备的优选媒介和协议而在很大程度上取代光纤通道。SAS 和 SATA 提供了对较旧的光纤通道技术的基本上较低成本的替代方案, 同时保持相似的性能水平。因此相比于光纤通道存储设备, SAS 和 SATA 存储设备目前是更普遍的和更成本有效的。

[0003] 在某些其中较旧的、传统的存储网络利用光纤通道作为用于高性能存储网络的优选耦合的存储应用中, 用户可能极大地投资于主机总线适配器和其他相关存储网络设备, 其用于将主机系统耦合至光纤通道存储网络。尽管 SAS 和 SATA 存储设备是相对廉价的, 但是在该传统环境中难于论证仅出于较低成本的存储设备的节约目的替换整个光纤通道通信基础设施 (即, 主机总线适配器、光纤布缆、光纤通道网络设备等) 的代价是值得的。因此某些现有技术的开发方案已提供用于将 SAS 和 SATA 存储设备耦合至光纤通道网络的桥设备。

[0004] 在光纤通道连接中, 一种普遍的结构 / 拓扑被称为光纤通道仲裁环路 (FC-AL)。在该拓扑中, 所有设备耦合在环形或环路配置中, 由此信息从一个设备传递到另一设备直至由业务 (transaction) 所特别寻址的设备接收到业务并且对其进行处理。典型地, 在该拓扑中, 在该仲裁环路上, 光纤通道 (FC) 主机被指配静态预留地址 (典型地, 零地址)。该 FC 主机用作系统代理, 以利用环路端口使能 (LPE) 和环路端口旁通 (LPB) FC 原语序列 (primitive sequences) 来使能或旁通单独的设备。环路拓扑中已被旁通的设备不参与在该环路拓扑上交换的业务。相反地, 这种被旁通的设备尽管在物理上驻留在环路拓扑中, 但是在逻辑上不起作用并且忽略大部分光纤通道业务。

[0005] 在典型的 FC-AL 拓扑中, 环路上的每个设备代表单个目标仲裁环路物理地址 (T-ALPA)。使用 LPE 或 LPB FC 原语序列的环路端口的使能 (将设备设定为非旁通状态) 或旁通, 将与原语序列中的 T-ALPA 地址对应的单个设备使能或旁通。出于成本效率和简单的目的, 现今的允许将 SAS 或 SATA 存储设备耦合至现有的 FC-AL 拓扑的桥设备利用环路拓扑中的单个 T-ALPA, 而不管与桥设备耦合的物理 SAS 或 SATA 存储设备的数目。利用其他的高层的寻址机制来通过桥设备但是在 LPE/LPB FC 原语序列的最低层上选择特定 SAS 或 SATA 设备, 与具有单个 T-ALPA 的桥设备耦合的所有设备将被使能或旁通。

[0006] 为了允许单独地使能或旁通与桥耦合的每个单独的存储设备,某些现有技术解决方案已提供了软件/固件功能,其被编程为在该桥设备中的处理器上执行,以接收环路端口使能和环路端口旁通原语序列,并尝试通过较复杂的软件分析使能和旁通与该桥耦合的单独设备的存储设备。然而,根据 FC 规范,在该最低层处交换的 FC 原语序列(也被称为“有序集”)快速连续地(in rapid succession)重复(例如,FC-AL 规范要求接收方对接收的原语序列采取行动之前发送至少三个相继的 LPB/LPE 原语序列)。该软件/固件解决方案通常不具有用于根据 FC-AL 规范充分处理并且响应快速连续地接收的旁通原语序列所需的性能。因此,现有技术的软件解决方案不能全面遵照 FC-AL 规范。应用于目前的桥设备的多种测试和实际应用情形未能遵照 FC-AL 规范,其中例如,桥设备尝试使用软件/固件处理环路端口旁通/使能序列,但是未能以足够性能进行该操作。

[0007] 作为示例,在一个示例性的现有技术的软件/固件实现的桥解决方案中,桥的 FC 电路检测 LPB 原语序列的接收,并且引发桥设备的通用处理器的中断以分析和处理所接收的 LPB 原语序列。在该处理器正在分析和处理接收的原语序列的同时,桥设备的 FC 电路迫使 FC-AL 媒介上的“填充”字指示空闲周期,同时该桥设备处理接收的原语序列。在一个示例性测试中,在向处于测试下的 FC-AL 设备发送 LPB 原语序列之后,立刻发送对刚被旁通的同一设备寻址的原语序列。例如,可在 LPB 原语序列之后立刻发送 OPEN 原语序列。根据 FC-AL 标准,该设备应处理 LPB 和 OPEN 两者,由此 FC 主机将接收如未被寻址设备处理的、自 FC-AL 拓扑返回的 OPEN 原语序列(因为该设备被成功旁通)。如果当前的桥设备的软件/固件中断处理不能以足够及时的方式处理 LPB 用以及及时更新其环路端口状态机(LPSM)以接收和转发该 OPEN 原语序列(如果该设备被适当旁通则可以),则该桥设备可能不能适当地处理该 OPEN 原语序列并且因此可能生成明显的错误条件。尽管该测试情形在实践中可能是极端的和罕见的,但是其在 FC-AL 架构的规范内。因此,在目前的 FC 至 SAS/SATA 桥设备中不存在用于允许与该桥设备耦合的单独 SAS/SATA 设备使能或旁通的有效功能。

[0008] 因此,存在的挑战是,增强通过桥设备与 FC-AL 通信媒介耦合的多个非 FC 存储设备中的每个设备的使能和旁通的灵活性。

## 发明内容

[0009] 本发明通过提供关于桥设备的装置和方法,用于使多个存储设备与 FC-AL 环路以将该多个存储设备中的单独的存储设备置于旁通或非旁通状态而不管通过该桥设备与该 FC-AL 环路耦合的其他存储设备的状态的方式耦合,由此解决上述和其他问题,从而推进了现有技术。

[0010] 在本发明的一个方面,提供了一种光纤通道桥设备。该桥设备包括用于与光纤通道仲裁环路(FC-AL)耦合的光纤通道接口电路。该接口适于响应多个目标仲裁环路物理地址(T-ALPA)。该桥设备还包括后端接口电路,其适于与多个存储设备耦合。该多个存储设备不是 FC-AL 存储设备。该桥设备进一步包括旁通控制逻辑电路,其与该光纤通道接口电路耦合并与该后端接口电路耦合。该旁通控制逻辑电路适于对该多个存储设备中的每个存储设备映射该多个 T-ALPA 之一。该旁通控制逻辑电路进一步适于处理关于该多个 T-ALPA 中的每个 T-ALPA 的环路端口使能(LPE)和环路端口旁通(LPBI)光纤通道原语序列,以便于将该多个存储设备中的单独的存储设备旁通和使能而不管该多个存储设备中的其他存储

设备的状态。

[0011] 本发明的另一方面提供了一种可在光纤通道仲裁环路 (FC-AL) 桥设备的 FC-AL 接口电路中操作的方法, 该 FC-AL 桥设备适于将多个非 FC-AL 存储设备耦合至 FC-AL 通信媒介。该方法包括: 响应于该桥设备接收到自该 FC-AL 通信媒介接收的、标识特定存储设备的环路端口使能 (LPE) 原语序列, 将与该桥设备耦合的该特定存储设备置于非旁通状态。使该特定存储设备进入非旁通状态而不管与该桥设备耦合的其他存储设备的旁通 / 非旁通状态。该方法还包括: 响应于该桥设备接收到自该 FC-AL 通信媒介接收的、标识特定存储设备的环路端口旁通 (LPB) 原语序列, 将与该桥设备耦合的该特定存储设备置于旁通状态。使该特定存储设备进入旁通状态而不管与该桥设备耦合的其他存储设备的旁通 / 非旁通状态。

[0012] 本发明的另一方面提供了一种用于将多个串行附连 SCSI (SAS) 存储设备和 / 或串行高级技术附连 (SATA) 存储设备耦合至光纤通道仲裁环路 (FC-AL) 通信媒介的桥设备。该桥设备包括后端接口电路, 其适于与多个 SAS/SATA 存储设备耦合。该桥设备还包括光纤通道接口电路, 其与该后端接口耦合并且适于与该 FC-AL 通信媒介耦合。该光纤通道接口电路包括适于实现光纤通道协议的 FC0、FC1、FC2、SCSI-FCP 和 FC-AL 层的逻辑电路。该 FC-AL 层逻辑电路包括旁通控制逻辑电路, 其适于将多个目标仲裁环路物理地址 (T-ALPA) 映射到该多个存储设备中的对应的存储设备。该旁通控制逻辑电路进一步适于处理关于该多个 T-ALPA 中的每个 T-ALPA 的环路端口使能 (LPE) 和环路端口旁通 (LPB) 光纤通道原语序列, 以便于使该多个存储设备中的单独的存储设备旁通和使能而不管该多个存储设备中的其他存储设备的状态。

## 附图说明

[0013] 图 1 是包括用于将多个存储设备耦合至 FC-AL 环路的根据本发明的特征和方面的增强的桥设备的示例性实施例的系统的框图。

[0014] 图 2 是提供根据本发明的特征和方面的图 1 的旁通控制逻辑电路的示例性功能细节的框图。

[0015] 图 3 是包括用于将多个存储设备耦合至 FC-AL 环路的根据本发明的特征和方面的增强的桥设备的示例性实施例的另一系统的框图。

[0016] 图 4 是根据本发明的特征和方面的与 FC-AL 层逻辑电路集成的示例性旁通控制逻辑电路的框图。

[0017] 图 5 ~ 8 是描述用于操作根据本发明的特征和方面的增强的桥设备以将多个存储设备耦合至 FC-AL 环路的示例性方法的流程图。

## 具体实施方式

[0018] 图 1 是根据本发明的特征和方面增强以包括旁通控制逻辑电路 104 的桥设备电路 100 的框图。如上文提及的, 在将多个存储设备耦合至 FC-AL 环路时, 现有技术不允许与桥耦合的单独设备被独立地旁通, 或者唯一依赖于桥设备中实现的软件处理环路端口状态机 (LPSM) 旁通逻辑。相反地, 旁通控制逻辑电路 104 提供用于处理关于通过桥设备电路 100 与 FC-AL 环路 150 耦合的存储设备 110.1 ~ 110.n 中的每个存储设备的环路端口旁通特征

和原语序列的定制逻辑电路。

[0019] 旁通控制逻辑电路 104 与 FC-AL 接口电路 102 耦合, 以允许旁通控制逻辑电路 104 的处理与大部分商用 FC-AL 接口电路 102 中的 LPSM 电路标准集成。在一个示例性实施例中, 如下文进一步讨论的, 旁通控制逻辑电路 104 可集成在 FC-AL 接口电路 102 内。在其他实施例中, 旁通控制逻辑电路 104 可被实现为与 FC-AL 接口电路 102 分立的部件, 但是也可能需要它们之间接口信号的紧密耦合以允许旁通控制逻辑电路功能逻辑集成在增强的桥设备电路 100 的 LPSM 处理的逻辑集成之内。

[0020] 尽管本发明的旁通控制特征被实现为定制逻辑电路 (104), 但是增强的桥设备 100 仍可包括用于控制桥设备电路 100 的整体配置和管理的处理器和存储器 108。后端接口电路 106 提供到非光纤通道存储设备 110.1 ~ 110.n 的所需接口。在一个示例性实施例中, 后端接口电路 106 可提供用于将串行附连 SCSI (SAS) 和 / 或串行高级技术附连 (SATA) 存储设备耦合至增强的桥设备电路 100 的 SAS/SATA 接口逻辑。

[0021] 如下文进一步详细讨论的, 旁通控制逻辑 104 (与 FC-AL 接口逻辑 102 结合) 允许在 FC-AL 环路 150 上旁通单独的存储设备, 而不管与桥 100 耦合的其他存储设备的状态。换言之, 增强的桥设备 100 响应包含 FC-AL 环路 150 上的 T-ALPA 的原语序列所寻址的多个 T-ALPA, 并且允许单独地旁通每个 T-ALPA, 而不管桥设备 100 所管理的所有其他 T-ALPA 的旁通 / 非旁通状态。

[0022] 图 2 是提供图 1 的旁通控制逻辑电路 104 执行的功能的示例性额外细节的框图。旁通控制逻辑电路 104 包括用于自 FC-AL 通信媒介接收环路端口旁通 (LPB) 和环路端口使能 (LPE) 原语序列 (与接收和处理 FC-AL 原语序列的 LPSM 200 并行地接收) 的 FC 原语序列旁通 / 使能处理功能 204。换言之, LPSM 200 根据标准的光纤通道仲裁环路处理技术处理光纤通道原语序列, 但是通过合并有元件 204 的功能而合并有关于环路端口旁通和环路端口使能的增强处理。

[0023] 如上文提及的, LPSM 200 (通常在光纤通道接口电路中实现) 可与旁通控制逻辑电路 104 紧密耦合。如下文进一步详细讨论的, 该 FC-AL 接口电路和该旁通控制逻辑电路可根据公知的设计选择集成为单个专用集成电路或定制设计的电路。旁通控制逻辑电路 104 包括历史比特 202 (例如, 根据光纤通道标准规范典型地集成在 LPSM200 中并且由 LPSM 200 利用的 BYPASS (旁通) 和 PARTICIPATED (参与) 历史比特)。由 LPSM 200 利用的该 BYPASS 和 PARTICIPATED 历史比特可根据 FC-AL 规范提供的 LPSM 标准处理特征设置和重置, 但是通过利用旁通控制逻辑电路 104 的有效比特向量 208 和旁通比特向量 210 来增强。在一个示例性实施例中, 有效比特向量 208 和旁通比特向量 210 每一均包括比特阵列, 其中每个比特对应于多个目标仲裁环路物理地址 (T-ALPA) 之一。

[0024] 映射元件 206 提供将特定 T-ALPA 映射到有效比特向量 208 中的对应比特和映射到旁通比特向量 210 中的对应比特的功能, 以在结合 LPSM 200 处理环路端口旁通和环路端口使能原语序列时标识适当的比特。在一个示例性实施例中, T-ALPA 到有效比特向量 208 或旁通比特向量 210 中的对应比特的映射提供了简单地利用 T-ALPA 值作为到每个比特向量的索引。本领域的普通技术人员将容易地认识到, 用于将多个 T-ALPA 中的每个 T-ALPA 映射到指示该 T-ALPA 目前是否有效 (即, 是否与对应的存储设备相关联) 和该对应的 T-ALPA 目前是否处于旁通状态的对应信息的许多其他数据结构和映射技术。

[0025] 可利用旁通控制逻辑电路 104 中的任何适当的存储器结构实现有效比特向量 208 和旁通比特向量 210。例如,可利用简单的寄存器构造来表示与旁通控制逻辑电路 104 所处理的 127 个可能的 T-ALPA 中的每个 T-ALPA 对应的存储比特。其他适当的存储器结构可包括多种类型的随机存取存储器 (RAM),包括例如, DRAM、静态 RAM、视频 RAM(video RAM)、非易失性 RAM、SDRAM 等。FC 原语序列旁通 / 使能处理元件 204 和 T-ALPA 映射元件 206 所提供的任何所需映射处理可被实现为定制的专用集成电路,其提供如下文进一步描述的所需逻辑功能。

[0026] 图 3 是提供用于将多个非光纤通道存储设备 110.1 ~ 110.n 耦合至 FC-AL 环路通信媒介 150 的增强的桥设备电路 300 的另一示例性实施例的框图。如同上面就图 1 所述的,图 3 的增强的桥设备电路 300 可合并有处理器和存储器 108 以及后端接口电路 106(例如, SAS/SATA 接口电路)。增强的桥设备电路 300 还可包括根据本发明的特征和方面增强的光纤通道接口电路 302,以合并旁通控制逻辑电路 104。特别地,光纤通道接口电路 302 可包括用于实现包括 FC2/SCSI-FCP(304)、FC1(308)和 FC0(310)的光纤通道层的逻辑电路,以及可合并有旁通控制逻辑电路 104 的 FC-AL 逻辑电路(306)。

[0027] 图 4 是提供如上文关于图 3 提及的 FC-AL 层逻辑电路 306 的示例性额外细节的框图。FC-AL 层逻辑电路 306 可合并有如上文讨论的旁通控制逻辑。FC-AL 层逻辑电路 306 分别与较低级的 FC1 和 FC0 层电路 308 和 310 耦合,并且与 FC2 层电路 304 耦合。如图 4 中所示的,FC2 层电路 304 可包括 SCSI-FCP 层协议。尽管该层实际上可被实现为分立的和不同的逻辑部件,但是出于简化此处讨论的目的,它们被示为单个的较高层逻辑元件。因此,如此处使用的,“FC2”(元件 304)表示 FC2 层逻辑、SCSI-FCP 层逻辑以及任何其他较高层的光纤通道协议和应用电路及处理。自较低级 FC1 和 FC0 层电路 308 和 310 接收的光纤通道数据被施加到通过 FC-AL 层逻辑电路 306 去往 FC2 层电路 304 的路径 420。在该处理过程中,有序集(ordered set)解码逻辑 408 监视或探查施加到路径 420 的光纤通道接收的数据以寻找将由 FC-AL 层逻辑电路 306 处理的相关有序集(光纤通道仲裁环路原语序列)。如本领域的普通技术人员公知的,仅特定的有序集(原语序列)与环路端口状态机(图 4 的 LPSM 处理电路 400)中的本发明的增强特征和方面相关。特别地,对于本发明的增强特征和方面,例如,环路端口旁通(LPB)、环路端口使能(LPE)和环路初始化协议(LIP)原语序列以及开放(OPN)原语对于 FC-AL 电路 400 中的 LPSM 处理是受关注的。本领域的普通技术人员将认识到 LPSM 根据 FC-AL 标准处理的多种其他原语序列。

[0028] 当有序集解码 408 检测到该相关原语序列时,T-ALPA 解码逻辑电路 406 对接收的有序集中的 T-ALPA 地址解码以确定 T-ALPA 值,该 T-ALPA 值将用作与该增强的桥电路所管理的多个 T-ALPA 关联的状态处理中的索引。解码的 T-ALPA 随后可被施加到 FC-ALLPSM 电路 400 以及设备状态和历史比特参数 402,用作到用于存储关于该增强的桥设备所管理的多个 T-ALPA 中的每个 T-ALPA 的信息的多种状态表或映射(例如,比特向量)中的索引。设备状态和历史比特参数 402 表示用于从有效和旁通映射 404(例如,比特向量)获取(retrieve)适当的有效和旁通信息的电路。例如,解码的 T-ALPA 索引值可用于选择指示是否该 T-ALPA 目前已知是有效的(即,目前与一个非 FC 存储设备相关联)以及如果该特定 T-ALPA 有效则其目前是否处于旁通状态的信息的适当比特。表示解码的 T-ALPA 地址索引的目前状态的该有效和旁通比特随后被施加到 FC-AL LPSM 400 用于进一步处理。此外,

历史比特参数 402 中的设备状态可利用自映射 404 获取的有效和旁通信息来调节（例如，适当地设置或清除）FC-AL LPSM 400 的 LPSM 410 中维护的多种历史比特。用于存储 LPSM 历史比特的实际物理位置是设计选择的问题，其可在用于 FC-AL LPSM 400 的电路中实现，或者可存储在 LPSM 电路外部诸如存储在历史比特参数 402 中的设备状态内，并且使得对于 LPSM 400 电路是可用的。基于旁通控制逻辑与标准 LPSM 电路的所需的集成水平，该设计选择对于本领域的普通技术人员将是显而易见的。

[0029] 利用 LPSM 历史比特 410，FC-AL LPSM 400 确定 REPEAT（重复）历史比特的目前状态，并且将其施加到多路复用器 412（标为“A”），以从两个源之一选择要施加到光纤通道发送数据路径 430 的数据。多路复用器 412 接收来自光纤通道接收数据路径 420 的第一输入，并且经由路径 432 接收来自较高级的 FC2 层电路 304 的第二数据。选择逻辑（“A”）表示 REPEAT 历史比特的计算，该 REPEAT 历史比特指示在接收数据信号路径 420 上接收的光纤通道传输将被重复并且施加到光纤通道发送路径 430。如果 REPEAT 历史比特目前未设置，则作为对多路复用器 412 的输入的施加到路径 432 的来自 FC2 层电路 304 的传输随后被施加到光纤通道发送路径 430，用于施加到较低级的 FC1 (308) 和 FC0 (310) 层。因此，元件 402 所确定的设备状态和历史比特用于控制 FC-AL LPSM。然而，与其中 LPSM 仅处理单个 T-ALPA 的现有技术或者依赖于软件控制旁通逻辑的用于桥设备的其他现有技术相反，具有旁通控制的增强 FC-AL 电路 306 利用逻辑电路 400 ~ 412 在单个桥设备的控制下实现关于多个 T-ALPA 的必要的旁通逻辑。

[0030] 特别地，由该增强 FC-AL 层电路 (306) 处理的多个 T-ALPA 中的每个 T-ALPA 可以基于对应于每个 T-ALPA 的有效比特和旁通比特处于如下四个状态之一：

[0031]

| 有效比特 | 旁通比特 | 重复状态<br>! 有效或<br>旁通 | 描述  |
|------|------|---------------------|---|
| 0    | 0    | 1                   | 未参与。环路上对应的 T-ALPA 未参与，并且不响应任何接收的原语序列或针对其的发送请求。  |
| 1    | 0    | 0                   | 参与。环路上对应的 T-ALPA 被使能，并且响应所有接收的原语序列和针对其的“帧发送”请求。   |
| 1    | 1    | 1                   | 参与旁通。对应的 T-ALPA 处于逻辑旁通模式，并且仅响应所接收的针对其的 LPE <sub>yx</sub> 或者 LPE <sub>fx</sub> 。使用该 T-ALPA 的任何发送请求被忽略。如果接收到 LIP 并且所有有效 T-ALPA 处于旁通状态，则 LPSM 忽略该 LIP。 |

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 0 | 1 | 1 | 未参与旁通。环路上对应的 T-ALPA 未参与,并且不响应所有接收的原语序列或针对其的发送请求。 |
|---|---|---|--|

[0032] 除了由关于每个 T-ALPA 的有效和旁通比特表示的状态之外,根据本发明的特征和方面的增强还控制 LPSM 所使用的多种历史比特,以控制 FC-AL 层电路的旁通逻辑。具体地,在一个示例性实施例中,如 FC-AL LPSM 所标准规定的 LPSM 的 BYPASS、PARTICIPATE、REPEAT 和 REPLICATE(复制)历史比特可被确定如下:

[0033]

| 历史比特        | 描述   |
|-------------|--|
| BYPASS      | 当接收到被寻址到有效 T-ALPA 的 LPB 并且所有其他 T-ALPA 已处于逻辑旁通状态时,设置该历史比特。当:<br>a. 接收到被寻址到目前处于逻辑旁通状态的有效 T-ALPA 的 LPE 时,或者<br>b. 请求初始化并且 LPSM 变换到初始化状态(如 FC-AL 标准中所规定的)时,或者<br>c. 请求不参与并且 LPSM 变换到初始化状态(如 FC-AL 标准中所规定的)时,或者<br>d. 请求去往旧端口并且 LPSM 变换到旧端口状态(如 FC-AL 标准中所规定的)时,<br>清除该历史比特。  |
| PARTICIPATE | 当至少一个 T-ALPA 有效(即,如通过有效比特向量所证实的与存储设备相关联)时,设置该历史比特。确定该有效 T-ALPA 并且在桥设备的初始化过程中设置对应的有效比特。<br>当:<br>a. LPSM 处于监视状态并且接收到 LIP 同时设置 BYPASS 历史比特时(如 FC-AL 标准中所规定的),或者<br>b. LPSM 处于监视或初始化状态并且较高层控制软件/固件请求不参与(如 FC-AL 标准中所规定的)时,或者<br>c. LPSM 处于初始化状态并且较高层控制软件/固件请求去往旧端口(如 FC-AL 标准中所规定的)时,或者<br>d. LPSM 处于初始化状态并且较高层控制软件/固件请求旁通(如 FC-AL 标准中所规定的)时,<br>清除该历史比特。 |
| REPEAT      | ! PARTICIPATE 或 BYPASS   |
| REPLICATE   | 如果接收到被寻址到任何有效非旁通的 T-ALPA 的任何 OPN <sub>yr</sub> 或 OPN <sub>fr</sub> ,则设置该历史比特。在 FC-AL-2 规范中规定的所有条件下清除该历史比特。   |

[0034] 而且,与桥设备的 LPSM 的旁通状态相关的单独的原语序列可以被处理如下:

[0035]

| 原语/<br>原语序列 | T-ALPA=有效<br>(参与)  | T-ALPA = !有效<br>(不参与)                   | T-ALPA=旁通  |
|-------------|--|---|--|
| OPNyx       | y=T-ALPA<br>a. y 是开放全双工  | 处于无效状态的任何 ALPA 不响应任何针对特定 ALPA 的接收的原语序列。 | y=T-ALPA<br>a. 忽略 OPNyx  |
| OPNyy       | y=T-ALPA<br>a. y 是开放半双工  |   | y=T-ALPA<br>a. 忽略 OPNyx  |
| OPNyr       | y=T-ALPA<br>a. 开放 y (复制)   |   | y=T-ALPA<br>a. 忽略 OPNyx  |
| OPNfr       | f=所有<br>a. 如果比特映射中的任何 ALPA 有效, 则转到开放复制模式                                   |   | y=fr<br>a. 对处于旁通中的 T-ALPA 没影响  |
| LPByx       | y=T-ALPA<br>a. T-ALPA 具有其对应的旁通映射比特集<br>b. 设置中断, 捕获 yx<br>c. 设置 LPSM 旁通历史变量 |   | y=T-ALPA<br>a. 设置对应于旁通映射比特的 T-ALPA<br>b. 设置中断, 捕获 yx<br>c. LPSM 旁通历史比特保持被设置。 |
| LPBfx       | y=所有<br>a. 所有有效 T-ALPA 具有其对应的旁通比特集。 b. 设置中断, 捕获 yx<br>c. 如果在有效映射中          |   | f=所有<br>a. 对应于旁通比特的所有 T-ALPA 保持被设置<br>b. 设置中断, 捕获 yx                         |

[0036]

|            |  |  |   |
|------------|--|--|---|
|            | 设置任何有效 T-ALPA, 则设置 LPSM 旁通历史变量。  |  | c. LPSM 历史比特保持被设置。  |
| LPEyx      | y=T-ALPA<br>a. 设置中断, 捕获 yx。 b. 清除 LPSM 旁通历史变量。   |  | y=T-ALPA<br>a. 清除对应的 T-ALPA 旁通比特映射<br>b. 设置中断, 捕获 yx              |
| LPEfx      | f=所有<br>a. 设置中断, 捕获 yx。 无条件地清除 LPSM 旁通历史比特。  |  | f=所有<br>a. 设置中断, 捕获 yx<br>b. 清除整个旁通比特映射<br>c. 无条件地清除 LPSM 旁通历史变量。 |
| LIP(F7,F7) | 设置 LIP 接收中断 (LIP Received Interrupt)。通过软件将整个有效比特映射清除到无效状态<br><br>如果设置了 LPSM 旁通历史变量比特, 则 LPSM 忽略 LIP                |  |   |
| LIP(F7,x)  |  |  |   |
| LIP(F8,F7) |  |  |   |
| LIP(F8,x)  |  |  |   |
| LIPyx      | 如果 y=T-ALPA, 则设置重置 LIP 接收中断 (Reset LIP Received Interrupt)。通过软件将整个有效比特映射清除到无效状态。如果设置了 LPSM 旁通历史变量比特, 则 LPSM 忽略 LIP |  |   |
| LIPfx      | 设置 LIP 接收中断。通过软件将整个有效比特映射清除到无效状态<br>如果设置了 LPSM 旁通历史变量比特, 则 LPSM 忽略 LIP   |  |   |

[0037] 图 5 是描述根据本发明的特征和方面的用于提供将多个存储设备耦合至 FC-AL 通信媒介的 FC-AL 桥设备中的增强的旁通控制电路的示例性方法的流程图。图 5 的方法可在例如集成有如上文讨论的 FC-AL 层电路的 LPSM 处理的定制电路中操作。

[0038] 步骤 500 等待来自 FC-AL 接收数据路径的下一原语序列的接收。在接收到该原语序列时, 步骤 502 确定接收的原语序列是否是环路端口旁通 (LPB) 原语序列。如果是, 则

步骤 504 将与该 LPB 所标识的一个或多个 T-ALPA 对应的一个或多个存储设备置于旁通状态,而不管与桥设备耦合的其他存储设备的状态。更具体地,通过设置旁通比特向量中的对应比特,将根据有效比特向量被标识为有效的、所接收的 LPB 中的任何一个或多个指定的 T-ALPA 置于旁通状态。然后,处理过程在步骤 500 中继续等待下一 FC-AL 原语序列的接收。

[0039] 如果步骤 502 确定接收的原语序列不是 LPB,则步骤 506 确定接收的原语序列是否是环路端口使能 (LPE) 原语序列。如果是,则步骤 508 将与接收的 LPE 中标识的一个或多个 T-ALPA 中对应的一个或多个存储设备置于非旁通状态,而不管与桥设备耦合的其他存储设备和对应 T-ALPA 的状态。更具体地,对于根据有效比特向量目前处于有效状态的接收的 LPE 中标识的每个 T-ALPA,清除旁通比特向量中的对应的旁通比特以指示该设备未处于旁通状态。然后,处理过程在步骤 500 中继续等待接收下一 FC-AL 原语序列。

[0040] 如果步骤 506 确定接收的原语序列不是 LPE,则步骤 510 接着确定接收的原语序列是否是环路初始化协议 (LIP) 原语序列。如果是,则步骤 512 有条件地清除有效比特向量中的所有比特以指示有效状态(即,T-ALPA 不再与任何存储设备关联直至被重新初始化)。如上文的表中提及的,LIP 的处理是有条件的,即如果当前设置了旁通历史比特,则 LPSM 简单地忽略 LIP 原语序列(如在 FC-AL 规范中作为标准的那样)。

[0041] 如果步骤 510 确定接收的原语序列不是 LIP 原语序列,则步骤 514 接着确定接收的原语是否是开放 (OPN) 原语。如果是,则步骤 516 有条件地处理该 OPN 原语。特别地,如果所标识的 T-ALPA 是有效的(如有效比特向量中的对应比特所指示的)并且当前未被旁通(如旁通比特向量中的对应比特所指示的),则处理该 OPN。否则,忽略该 OPN 原语。然后,处理过程在步骤 500 中继续等待接收下一 FC-AL 原语序列。

[0042] 如果步骤 514 确定接收的原语序列不是 OPN 原语,则根据 FC-AL 标准中规定的标准 LPSM 处理在步骤 518 中处理所有其他的原语序列。然后,处理过程在步骤 500 中继续等待接收下一 FC-AL 原语序列。

[0043] 因此图 5 的示例性方法基于关于该增强的桥设备所处理的多个 T-ALPA 的有效比特向量和旁通比特向量中的信息,处理 FC-AL 原语序列(特别地,LPB 和 LPE 原语序列)。而且,图 5 的示例性方法保持/更新有效映射和旁通映射(例如,有效比特向量和旁通比特向量)中的信息,以控制 LPSM 的处理和更新与该增强的桥设备所管理的 T-ALPA 相应的多个存储设备中的每个存储设备的状态。此外,图 5 的方法基于关于该增强的桥设备所管理的多个 T-ALPA 中的每个 T-ALPA 的有效和旁通信息维护 LPSM 历史比特。如上文提及的,该 LPSM 历史比特可包括 BYPASS、PARTICIPATE、REPEAT 和 REPLICATE 历史比特。

[0044] 图 6 是提供图 5 的步骤 504 的处理的示例性额外细节的流程图。步骤 504 表示处理 LPB 原语序列以将该 LPB 原语序列中标识的一个或多个 T-ALPA 置于旁通状态。步骤 600 首先确定由接收的 LPB 标识的任何 T-ALPA 是否有效。如果如有效比特向量所指示的,标识的 T-ALPA 均无效,则步骤 504 的处理完成。如果该 LPB 中标识的一个或多个 T-ALPA 有效,则步骤 602 设置旁通比特向量中的对应比特,以指示对应的有效 T-ALPA 现被旁通。

[0045] 随后,步骤 604 确定由桥设备处理的所有有效 T-ALPA 当前是否处于旁通状态。该步骤检查有效和旁通比特向量以进行该确定。如果至少一个有效 T-ALPA 未处于旁通状态,则步骤 504 的处理完成。如果所有有效 T-ALPA 当前都处于旁通状态,则步骤 606 设置 BYPASS 历史比特以迫使 FC-AL LPSM 逻辑电路将任何接收的 FC 数据的处理旁通,并且简单

地将接收的数据转发到发送数据路径上。在步骤 606 之后,步骤 504 的处理完成。

[0046] 图 7 是提供图 5 的步骤 508 的处理的示例性额外细节的流程图。步骤 508 表示处理 LPE 原语序列以将该 LPE 原语序列中标识的一个或多个 T-ALPA 置于非旁通状态。步骤 700 首先确定由接收的 LPE 标识的任何 T-ALPA 是否有效。如果如有效比特向量所指示的,标识的 T-ALPA 均无效,则步骤 508 的处理完成。如果该 LPE 中标识的一个或多个 T-ALPA 有效,则步骤 702 清除旁通比特向量中的对应比特,以指示对应的有效 T-ALPA 现在未处于旁通状态。随后,步骤 704 清除 BYPASS 历史比特,这是因为桥设备所处理的至少一个有效 T-ALPA 现在未处于旁通状态。清除 BYPASS 历史比特允许 FC-AL LPSM 电路分析每一接收自 FC-AL 环路的接收路径的数据,以确定每个接收的原语序列中的特定的、标识的 T-ALPA 当前是否处于旁通状态,并且因此重复 FC-AL 环路发送路径上的数据或者处理接收的原语序列。

[0047] 图 8 示出了根据本发明的特征和方面的可在增强的桥设备中操作的另一示例性方法。当桥设备根据标准 FC-AL 协议初始化(或者重新初始化)时,所有 T-ALPA 被视为无效的,即,向量中的有效和旁通比特被清除。步骤 800 表示根据 FC-AL 协议的标准处理,其中 FC-AL 环路上的代理使 T-ALPA 与对于该环路已知的每个设备相关联。该增强的桥设备将通过例如诸如 SAS/SATA 接口标准中公知的发现过程知晓通过其后端接口耦合的所有存储设备。由于对于该桥设备(并且因此对于 FC-AL 环路结构)已知的每个存储设备与对应的 T-ALPA 相关联,因此步骤 800 还设置有效比特向量中的对应的有效比特,以指示该 T-ALPA(并且因此其对应的存储设备)现在有效(即,参与)。

[0048] 本领域的普通技术人员将认识到全面功能增强的桥设备及其关联的操作方法中的许多额外的和等效的电路和步骤。出于使讨论简单和简要的目的,此处省略了该额外的和等效的要素。而且,本领域的普通技术人员将容易地认识到可用于存储关于桥设备所处理的每个 T-ALPA 的有效和旁通信息的多种存储器结构。由于当前的 FC-AL 标准提供了任何 FC-AL 环路上的最大 127 个该 T-ALPA,因此目前,所选择的存储器结构需要存储关于至多 127 个 T-ALPA 的有效和旁通信息。因此,简单的寄存器存储器结构足以提供所需的功能,但是作为设计选择,也可以使用任何适当的存储器结构。

[0049] 尽管在附图和前面的描述中已示出并描述了本发明,但是该图示和描述应被视为在性质上是示例性的且是非限制性的。已示出和描述了本发明的一个实施例及其略微变化。期望保护被涵盖于本发明的精神内的所有改变和修改。本领域的技术人员将认识到在本发明的范围内的上文描述的实施例的变型。因此,本发明不限于上文讨论的特定示例和图示,而是仅由所附权利要求及其等效物限定。

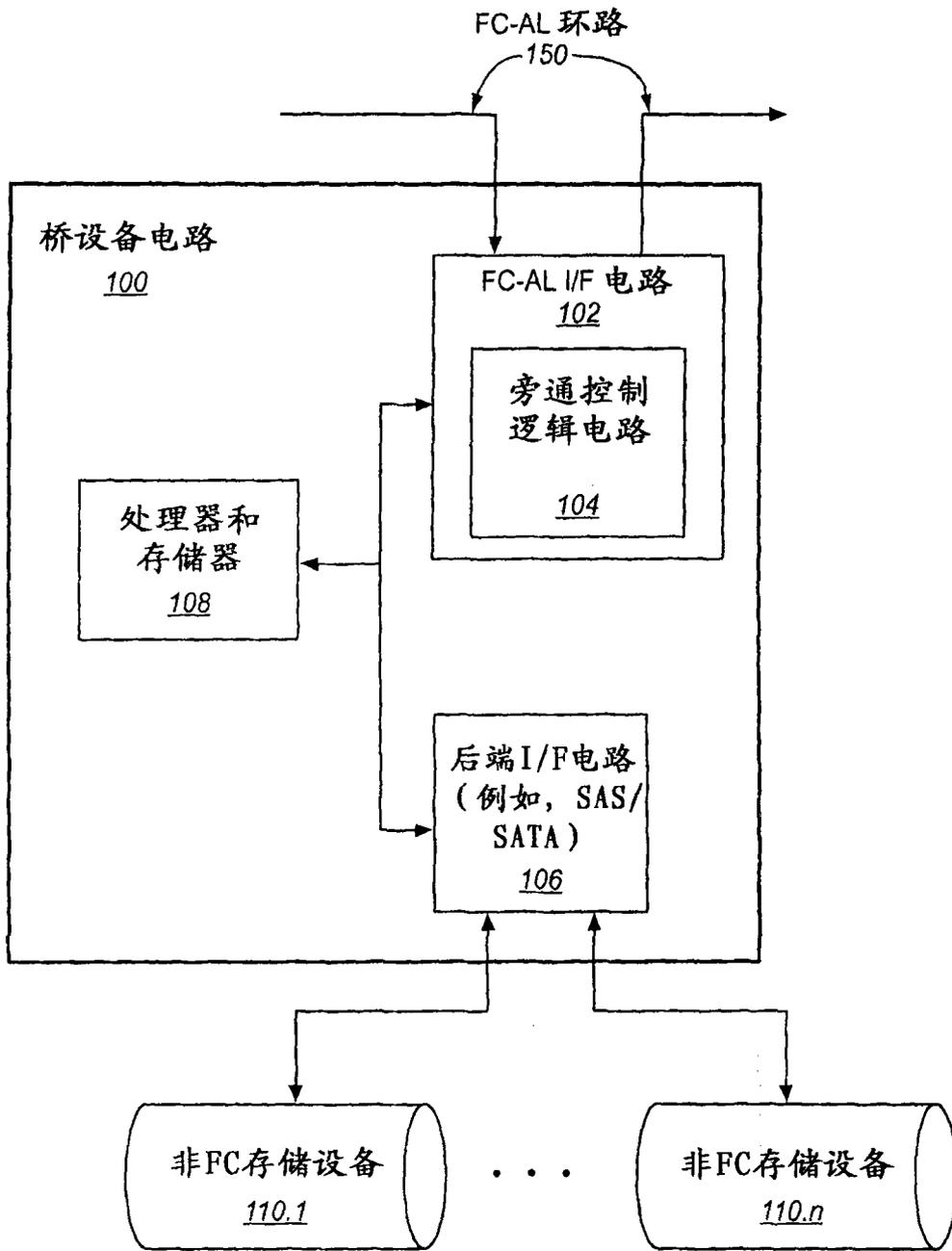


图 1

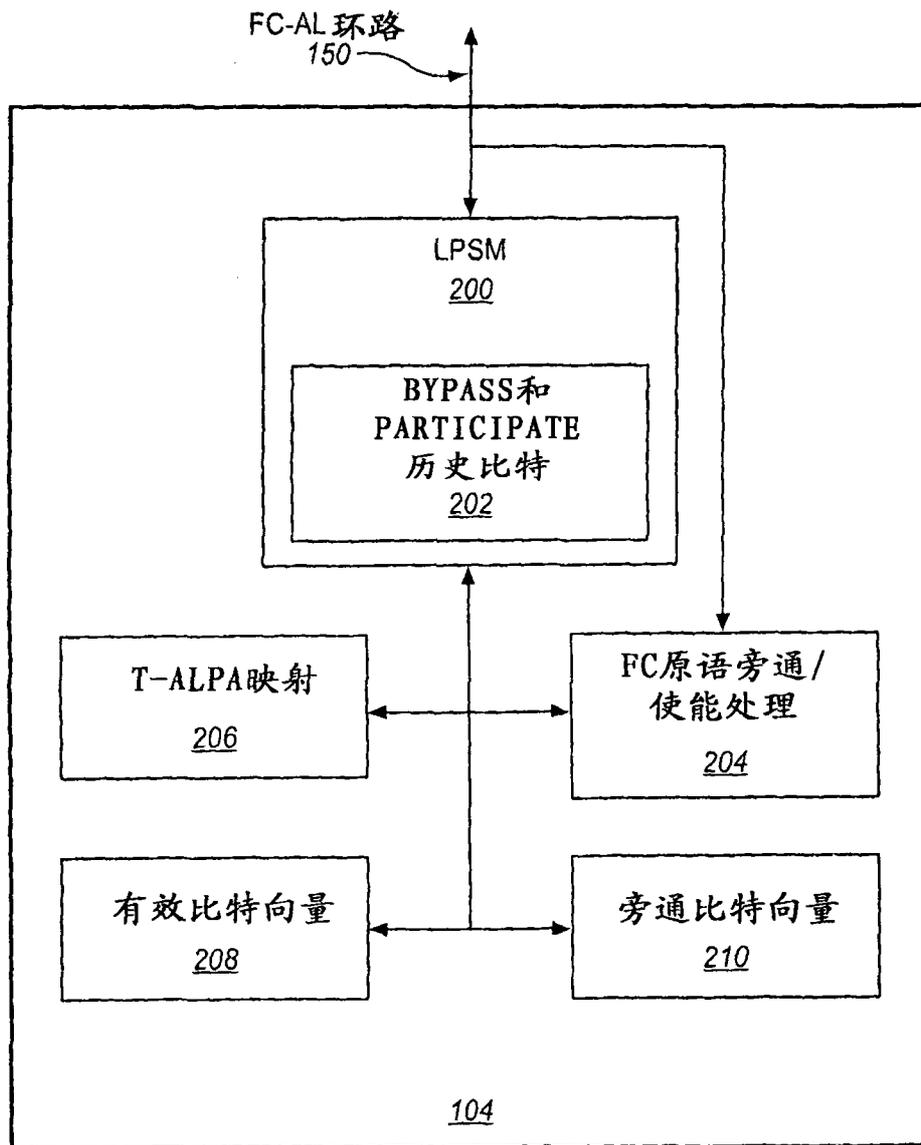


图 2

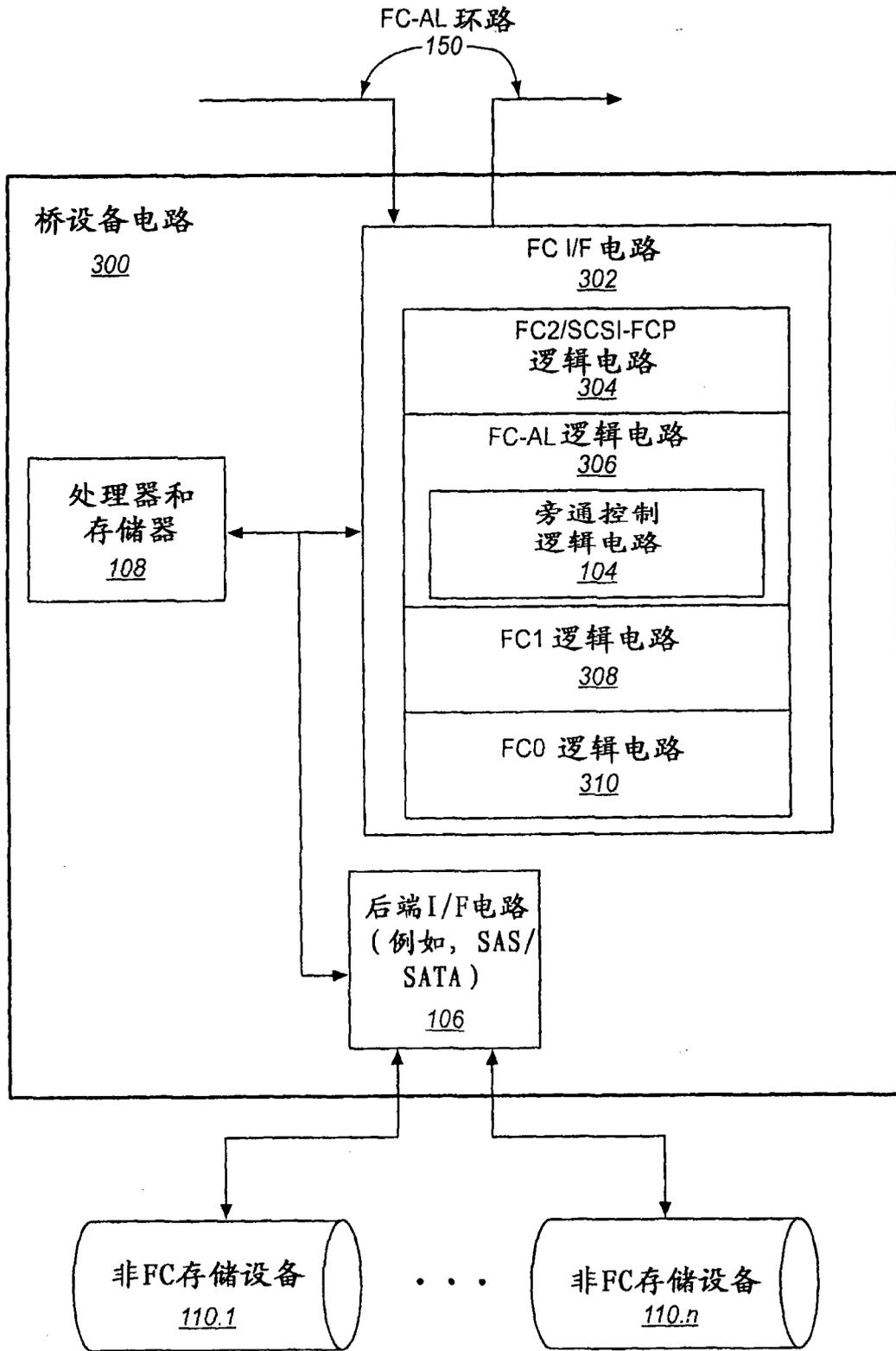


图 3

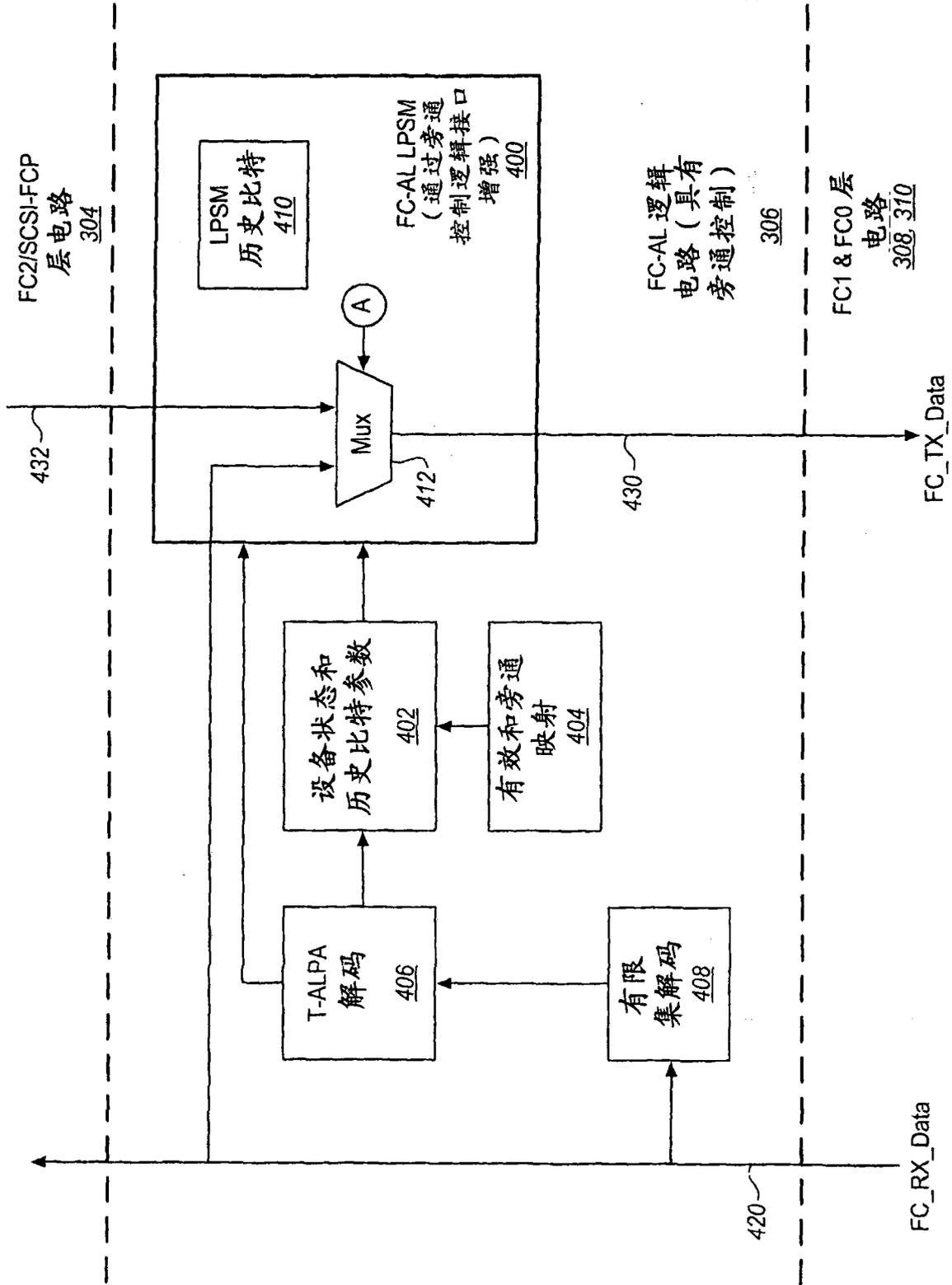


图 4

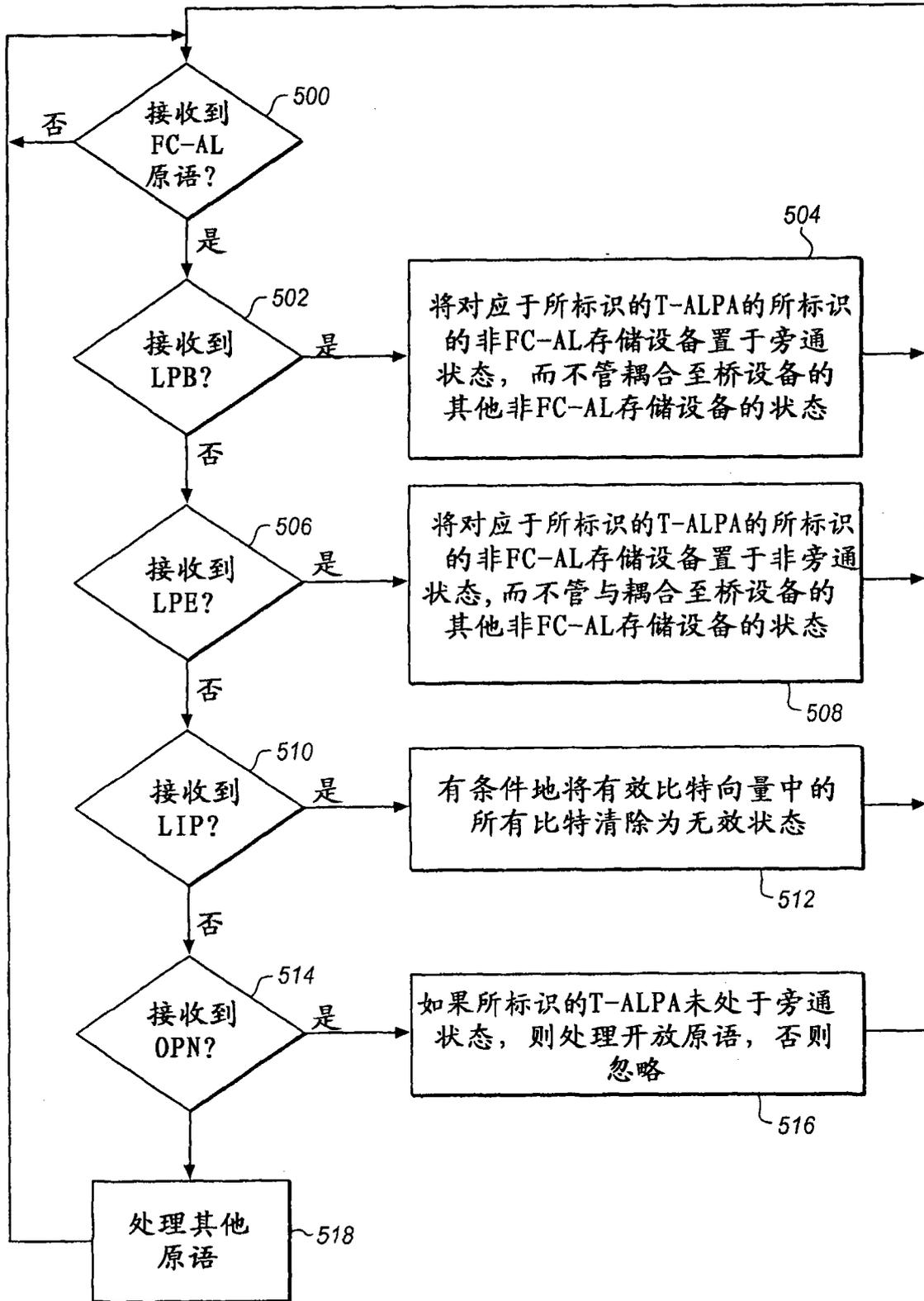


图 5

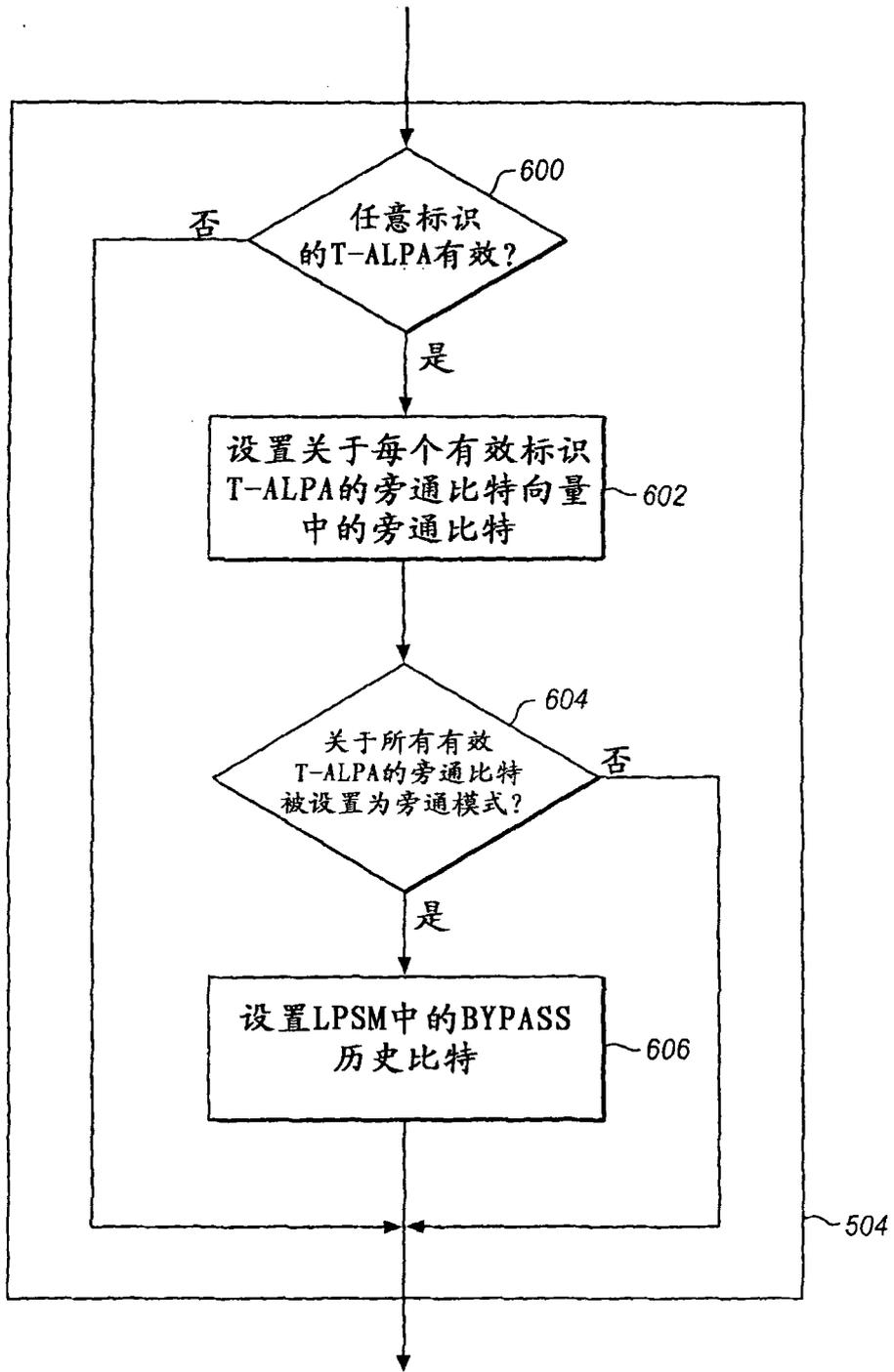


图 6

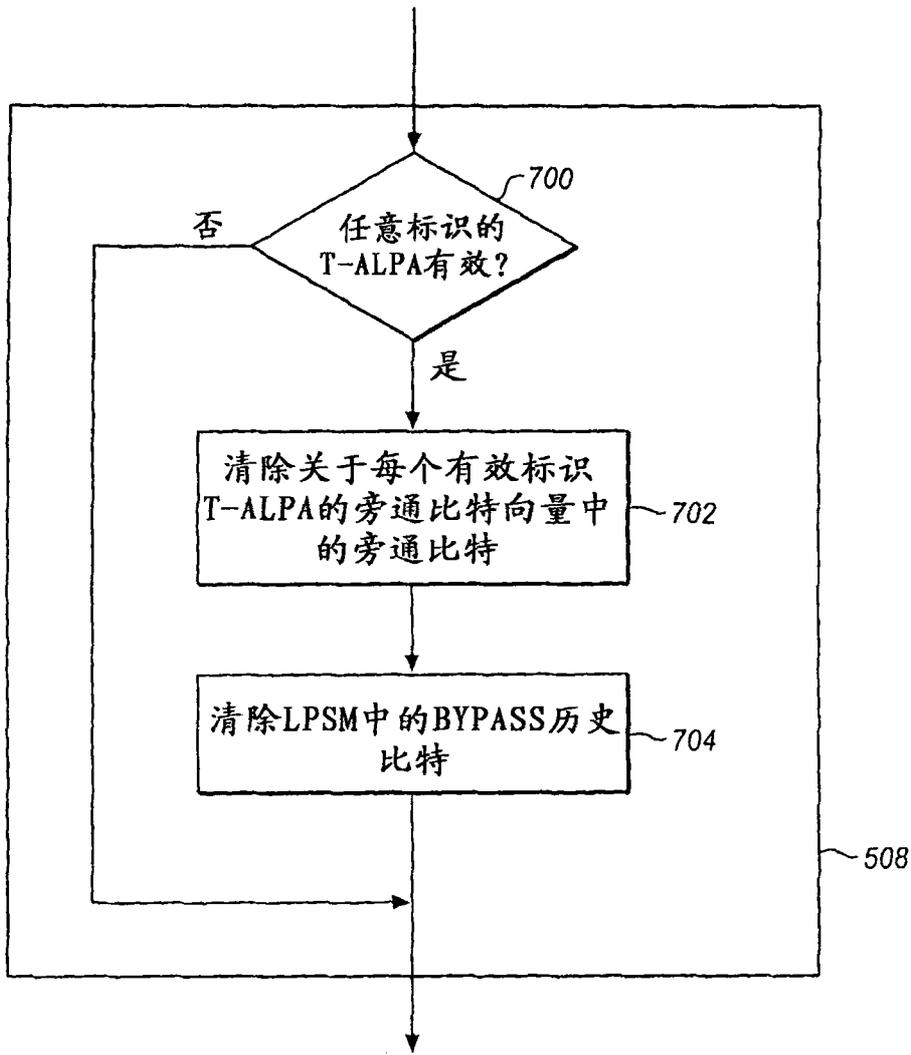


图 7

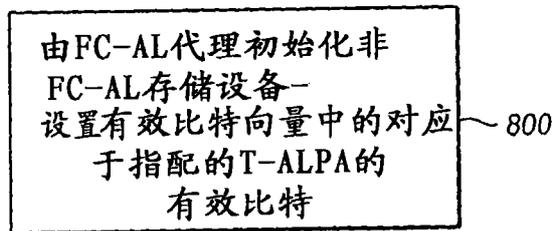


图 8