[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04B 10/00 (2006.01)
H04J 14/02 (2006.01)
H04L 12/56 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01821781.8

[45] 授权公告日 2007 年 5 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 1316761C

[22] 申请日 2001.1.4 [21] 申请号 01821781.8
[86] 国际申请 PCT/FI2001/000012 2001.1.4
[87] 国际公布 WO2002/054629 英 2002.7.11
[85] 进入国家阶段日期 2003.7.4
[73] 专利权人 诺基亚公司
地址 芬兰埃斯波
[72] 发明人 马尔库·奥克萨宁
安蒂·皮耶蒂莱宁 罗纳德·布郎
阿基·格罗恩 雷约·尤沃宁
哈拉尔德·卡亚 阿里·特尔沃宁
[56] 参考文献
WO－99/18679 A1 1999.4.15
EP－0928082 A1 1999.7.7
CN－1214832A 1999.4.21

A Differentiated Optical Services Model for WDM Networks Nada Golmie, Thomas D. Ndousse, David H. Su, IEEE Communication Magazine 2000

基于多项服务质量的域间路由方案 杨新凯，席裕庚，通信技术，第 1999 卷第 1 期 1999
审查员 姚宏颖
[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
代理人 董 莘

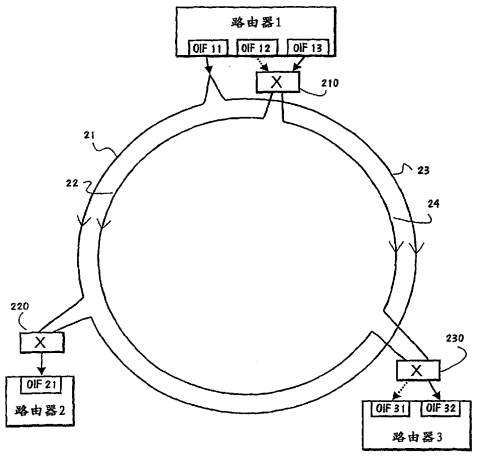
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 4 页

[54] 发明名称

在光网络内防止分组业务发生故障的方法

[57] 摘要

本发明公开了一种在光网络内防止分组业务发生故障的方法，所述光网络包括多个路由器、多条光纤、互连所述路由器与所述光纤的光开关，所述方法包括步骤：将分组分类为多个优先级等级；为不同的光链路设置不同的保护类型，从而使得所述不同光链路根据经由所述光链路传送的分组的优先级等级，具有不同的保护级，其中每个光链路包括至少两个并行的光纤；根据所述分组的优先级等级，在传送路由器处将分组路由至所述光链路；以及响应于光纤故障，根据受所述光纤故障影响的分组的优先级等级，执行保护方案。



1、一种在光网络内防止分组业务发生故障的方法，所述光网络包括多个路由器、多条光纤、互连所述路由器与所述光纤的光开关，所述方法包括步骤：

将分组分类为多个优先级等级；

为不同的光链路设置不同的保护类型，从而使得所述不同光链路根据经由所述光链路传送的分组的优先级等级，具有不同的保护级，其中每个光链路包括至少两个并行的光纤；

根据所述分组的优先级等级，在传送路由器处将分组路由至所述光链路；以及

响应于光纤故障，根据受所述光纤故障影响的分组的优先级等级，执行保护方案。

2、根据权利要求 1 的方法，其中所述光纤与所述路由器被耦合，以形成至少两个双向环路，这些双向环路在所述传送路由器与对应接收路由器之间定义至少两条不同的光链路。

3、根据权利要求 1 的方法，还包括步骤：

通过改变所述光链路的传送路由器端以及对应接收路由器端的光开关的状态，执行所述保护方案。

4、根据权利要求 3 的方法，其中所述传送路由器根据分组的优先级等级，将分组路由到适当的光接口，并在所述光链路的任何一条光纤中的光纤故障周期期间，继续相同的路由。

5、根据权利要求 1 或 3 的方法，其中用于定义业务质量的参数被附加至每个分组，所述传送路由器根据所述参数，将分组路由到适当的光接口。

6、根据权利要求 1 的方法，

对于传送路由器与对应的接收路由器之间的 N+1 个优先级等级的业务，其中一个所述光链路被提供了包含 1+N 个并行光纤的 1:N 保护，其中每条光纤都传递不同优先级等级的分组；

响应于 1+N 个光纤中的任何一个上的光纤故障，将所述任何一个光纤上的分组切换到用于传递最低优先级等级的分组的光纤，并且放弃所述最低优先级等级的分组。

7、根据权利要求 1 的方法，其中每个分组都被分类为以下优先级等级中的一种：高优先级等级、中优先级等级以及低优先级等级。

8、根据权利要求 1 的方法，其中对于传送路由器与对应的接收路由器之间的第一优先级等级分组的业务，所述光链路中的第一个光链路被提供了包括两条并行光纤的 1+1 保护，

所述方法还包括步骤：

经由所述两条光纤，传送所述第一优先级等级的分组，

在其中一条所述光纤上发生光纤故障之后，所述对应的接收路由器继续从剩余的光纤接收分组。

9、根据权利要求 8 的方法，其中对于传送路由器与对应的接收路由器之间的第二和第三优先级等级分组的业务，所述光链路中的第二个光链路被提供了至少包括第一和第二并行光纤的 1:1 保护，所述第二优先等级分组具有低于所述第一优先等级分组的优先等级，并且所述第三优先等级分组具有低于所述第一优先等级分组和所述第二优先等级分组的优先等级，

所述方法还包括步骤：

经由所述第一光纤，传送所述第二优先级等级的分组，

经由所述第二光纤，传送所述第三优先级等级的分组，

响应于所述第一光纤内的光纤故障，将所述第二优先级等级的分组切换到所述第二光纤，并且将所述第三优先级等级的分组切换到所述第一光纤，从而在短暂的切换延迟之后，在所述对应的接收路由器处继续接收所述第二优先级等级的分组，但是所述第三优先级等级的分组丢失；

响应于所述第二光纤内的光纤故障，在所述对应的接收路由器中像以前一样继续接收所述第二优先级等级的分组，而不带有经由所述第一光纤的延迟，但是所述第三优先级等级的分组丢失。

在光网络内防止分组业务发生故障的方法

技术领域

本发明通常涉及支持光网络内的分组业务，尤其涉及在光网络链路发生故障时保护互联网业务。

背景技术

图 1 示出了 OSI 和 TCP/IP 通信模型。七层 OSI 模型源自于标准委员会的工作，而建立在硬件层之上的四层 TCP/IP 产生于实际研究。由所述 OSI 模型定义的会话层和表现层功能在所述 TCP/IP 模型中被省略，所述功能在需要时由不同的 TCP/IP 协议完成。

在 TCP/IP 模型中，用户与网络应用在应用层上相互作用。数据被作为来自所述用户的指令或是来自连接另一端的网络应用的数据而接收。TCP/IP 应用在客户/服务对内通信。传输层使用 TCP（传输控制协议）管理两个网间主机之间的数据流。在网络层上，数据在互联网周围移动。互联网协议（IP）在所述网络层上操作以独立于网络媒介地将分组通过网络路由。亦被称为网络接口层的数据链路层用于穿过单个网络传送数据。物理网络包括若干种物理媒介：铜线、光纤、无线电信道。

所述应用层和传输层起到端到端协议的作用，且所述协议与端系统之间的通信相关。相反，在所述数据链路层和网络层上，所述协议与业务采取的实际传送路径相关。在所述网络层上，数据报被寻址到最终源主机，但中间路由器会检查目的地地址并以任何所需的方式本地路由所述业务。

本地网络寻址在所述数据链路层上很重要，因为它仅在相同的物理导线上方可了解主机的硬件地址。因此，所述数据链路层显示一个或多个路由器的源地址和目的地地址。

通过将不同的功能指配给不同的网络层，可以路由业务通过跨越全球的网络（互联网）。只有中介路由器需要任何关于网内结构的大量信息，主机仅需了解哪些业务是本地的，哪些业务不是本地业务。

TCP 传输的可靠性基于接收确认的使用、重新传输请求以及超时的使用。IP 传输并不为传输速率、带宽、延迟以及吞吐量提供任何保证。换言之，IP 协议不同于另一个广泛使用的协议，异步转移模式（ATM），它并不提供任何业务质量保证。

如前所述，互联网协议（IP）在网络层上操作，以独立于网络媒介地路由分组通过网络，而数据链路层用于穿过单个网络传送数据，所述单个网络可包括若干种物理媒介。

诸如 SONET（同步光纤网）和 SDH（同步数字体系）的高速网络将光纤用作物理传输媒介。如今的光网络作为公众电信基础设施的一部分传送互联网业务的大部分。

以下将简单地解释防止光纤切断的光网络保护。光学保护的基本原理是为业务设置备用路径。所述备用路径意味着另一条光纤与另一个路由。两个基本保护原理被用于简单的点对点链路：1+1 保护以及 1:1 保护。

图 2A 描述了 1+1 保护，其中在两条独立光纤上同时将业务从信源传送至目的地。一条光纤是工作光纤，另一条光纤则是保护光纤，其中分离器将相同的数据传送至所述两个光纤。因此，在 1+1 保护中，从信源至目的地存在两条光纤，且在两条独立的光纤上同时传送业务。开关选择所述两条光纤中的一条用于接收。如果工作光纤被切断，则目的地切换至保护光纤并继续接收数据。切换时间相当的短，大约为 2ms。

图 2B 描述了 1:1 保护。每次仅经由一条光纤，即仅经由工作光纤传送来自信源的业务。在常规操作中，另一条光纤，即保护光纤是“冷的”；并无数据被传送。在单向通信系统内，光纤切断由目的地而不是信源检测。因此，如果工作光纤出现故障，则目的地会检测到该

故障，于是光学开关切换至保护光纤。然后，目的地必须使用信令协议将切换至保护光纤通知信源。在双向通信中，光纤切断将由信源和目的地两者检测。在 1:1 保护中，需要链路两端的光学开关。切换时间显然大于 1+1 保护。

IP 路由器负责在互联网内路由 IP 分组。路由器将网络业务从一个连接网络转发至另一个。此外，所述网络可为光网络，且其间还可能存在着若干间歇光网络。在 IP 路由器路由 IP 分组通过光网络中使问题复杂的是 IP 网络和光网络包括许多层。所述两个网络内的每一层都具有自身的保护。此外，光网络以及互联网络的网络层的保护机制之间并不存在着互配。因此，互联网协议（IP）在其上操作的网络层完全独立于光网络的光学层，从而相应地独立于光纤的保护。

上述特征的缺点是 IP 路由器无法了解如何建立光传输层，即 IP 层并非完全了解节点之间的光路由。因此，在设置光学保护以防御光纤切断时并未注意到经由光网络传送的业务的性质。就指定用于互联网传输的业务质量（QoS）而言，所述缺点更为明显。在现有技术中，互联网协议（IP）将光学层视为简单的点对点连接，而没有最优化容量使用以与互联网协议（IP）的 QoS 水平相匹配。另一方面，所述光学层并不支持互联网协议的 QoS。

发明内容

本发明的目的是提供一种能够实现光学保护与 IP 层保护的互配的方法，以支持 QoS 路由和 IP 分组转发。

所述目的的实现是通过将光学点对点链路配置为形成环状网络的一部分，以及为不同的链路设置不同的保护类型。通过将 1+1 保护或 1:1 保护用于环状网络内的每一条光学链路，每一条所述光学链路都可以具有适当的保护级，所述保护级对应于经由所述的链路传送的互联网业务的性质。

根据本发明的一个方面，提供了一种在光网络内防止分组业务发生故障的方法，所述光网络包括多个路由器、多条光纤、互连所述

路由器与所述光纤的光开关，所述方法包括步骤：

将分组分类为多个优先级等级；

为不同的光链路设置不同的保护类型，从而使得所述不同光链路根据经由所述光链路传送的分组的优先级等级，具有不同的保护级，其中每个光链路包括至少两个并行的光纤；

根据所述分组的优先级等级，在传送路由器处将分组路由至所述光链路；以及

响应于光纤故障，根据受所述光纤故障影响的分组的优先级等级，执行保护方案。

根据本发明的另一个方面，提供了一种用于包括多个不同光链路的光网络的路由器，每个光链路包括至少两个并行的光纤，并且在其中一个光纤上存在光纤故障时，每个光链路带有不同的保护，

其中所述路由器被设置成根据分组的优先级等级，将这些分组路由到所述光链路。

尽管光纤切断会引起链路故障，但链路的高保护级几乎保证了以与故障之前相同的比特率不间断地传输互联网业务。该保护级是借助 1+1 保护来实现的。所述光学层可为不能容忍延迟的高优先级互联网业务提供这种保护。

尽管光纤切断会引起链路故障，但链路的中保护级保证了在短暂的中断期之后以与故障之前相同的比特率传输互联网业务。所述光学层可为容忍少许延迟的高优先级互联网业务提供这种保护。所述保护级是借助 1:1 保护来实现的。

所述的高保护级和所述的中保护级之间的主要差异在于其对于故障的响应时间。

在光纤切断引起链路故障的情况下，链路的低保护级并不保证互联网业务的连续传输。因此，在光学层内并未提供任何保护。在丢失互联网业务时，IP 层将立即检测丢失链路，此后将改变路由表以适应新情况。如果网络的剩余部分并未拥塞，则使用丢失链路的互联网业务将被恢复。

在中保护级中，光学层内的光学信令负责保护，其中 IP 层并不了解何时执行保护行动。

所述光学层内的保护级可能在 IP 层内具有对应优先级。

附图说明

以下将参照附图更为详细地描述本发明，在附图中

图 1 描述了 TCP/IP 协议的层模型；

图 2A 示出了光学链路的 1+1 保护；

图 2B 示出了光学链路的 1:1 保护；

图 3 示出了光环状网络；

图 4 描述了从 IP 层的角度来看的布置，以及

图 5 示出了光学链路的 1:N 保护。

具体实施方式

图 3 示出了包括作为物理媒介的光纤的环状网络。所述网络包括两个光环以及三个经由光接口（OIF）连接至所述光环的路由器。在出现故障时，环路提供了高度的可用性，同时在拓扑上是简单的。尽管链路可能会由于光纤切断而发生故障，而节点可能会由于停电或设备故障而失灵，但所述的环状网络对于故障具有弹性，因为其在任何一对节点之间都提供了至少两个独立的路径。除了源节点与目的地节点之外，所述路径并不具有任何共用的节点或是链路。

参照图 3，路由器 1 与 2 之间的业务被 1+1 保护：光纤 21 是工作光纤，而光纤 23 是保护光纤。具有相同方向业务的平行光纤可由能够带有多个光信道的单个光纤替代。例如，波分复用（WDM）技术可被用于此目的，其中通过分别使用 WDM 复用器和分用器可将波长加入光纤以及从光纤中删除。路由器 1 和 2 之间的业务以及路由器 1 和 3 之间的业务是双向的。为了简单起见，以下仅考虑从路由器 1 至路由器 2 和 3 的业务方向。

路由器 1 具有用于将数据传送至路由器 2 的接口 OIF 11，相应

地，路由器 2 具有用于从路由器 1 接收数据的接口 OIF 21。开关 220 监控来自光纤 21 的光功率，且如果所述的光功率由于光纤切断而消失，则光开关 220 简单地切换至光纤 23 并继续接收数据。切换时间很短；大约为 2ms。两端仅需要一个光接口。例如，如果路由器 1 与路由器 2 之间的光纤的总容量是 2.5Gbit/s，则仅为路由器 1 与 2 之间的业务提供 2.5Gbit/s 的容量，而非 5Gbit/s 的最大容量。另一方面，由于 1+1 保护，所述容量不仅在常规操作条件下是可用的，在光纤故障期间内有效保护发生时也是可用的。

所述保护为互联网业务提供高保护级。在大多数情况下，切换至备用光纤是相当迅速的，以至于 IP 层根本未意识到光学层内已发生了故障。因此，被 1+1 保护的点对点连接可被提供给其互联网业务需要极为可靠的连接的用户。

可将中保护级和低保护级提供给路由器 1 与 3 之间的业务。路由器 1 与 3 内存在两个光接口：路由器 1 具有用于传送数据的接口 OIF 12 和 OIF 13，相应地，路由器 3 具有从路由器 1 接收数据的接口 OIF 31 和 OIF32。如先前实例所述的，还存在着从路由器 3 到路由器 1 的业务，但图 3 内并没有示出。因此，路由器 1 与 3 之间存在着两条光学链路。如果路由器 1 与路由器 3 之间的每条链路的容量都是 2.5Gbit/s，则所述路由器之间的最大可用容量是 5Gbit/s，其中所述两条光纤都被用于所述业务。在这种情况下，负载分配原理被用于传送路由器，以在光接口 OIF 12 与 OIF 13 之间分配业务。

根据本发明，路由器 1 与路由器 3 之间的业务被 1:1 保护。根据 1:1 保护方案，链路的光纤 24 被选为“工作光纤”，而光纤 22 是“保护光纤”。应当注意的是，每条光纤都可被选为工作光纤。例如，路由器 1 经由光接口 12 和光开关 210 传送至光纤 24 的业务被保护，因而路由器 3 始终能够经由光开关 230 和光接口 32 从光纤 24 接收所述业务，或是经由光开关 230 和光接口 31 从光纤 22 接收所述业务。

但是，与其中保护光纤是“冷的”的 1+1 保护基本原理相反，在常规操作中还经由保护光纤 22 传送业务。因此，IP 路由器 1 将具有

低优先级的分组通过光接口 OIF 13 和光开关 210 发送至光纤 24。具有低优先级的分组被通过光接口 OIF 12 和光开关 210 路由至光纤 22。相同的比特率会被提供给路由器 1 与路由器 3 之间传送的所有分组，不论分组的优先等级为何。

如果光纤切断发生在光纤 24 内，则将执行根据 1:1 方案的保护操作。光开关 230 检测到并无分组从光纤 24 到达，即无光从光纤 24 到达，则开关 230 切换为将分组从光纤 22 路由至光接口 32 以及从光纤 24 路由至光接口 31。同时，开关 230 使用信令协议将开关改变通知开关 210，于是开关 210 转为将分组从光接口 13 引导至光纤 22 以及从光接口 12 引导至光纤 24。

结果是，在短暂的间断之后，中优先级分组经由另一光纤如故障之前一样仍被从路由器 1 传送至路由器 3。具有低优先级的分组被指向损坏的光纤 24，因而这些分组将丢失。

在上述保护方案中，以与中优先级分组相同的比特率来传送低优先级分组，但在故障情况下，中优先级业务幸存，而低优先级业务被中断。因此，低优先级业务始终经历被放弃的风险。

如果光纤切断发生在光纤 22 内，则光开关 210 和 230 并不改变其位置。结果是，经由光纤 24 的中优先级业务幸存，而经由光纤 22 的低优先级业务被中断。

总之，中优先级分组始终可以在路由器 1 与 2 之间传送，无论光纤切断发生在哪一条链路内。

所述路由器确定哪个分组会被路由至哪个光接口。完成所述确定并不需要了解潜在的光网络。在任何情况下，光网络的运营商都会预先设置光网络以及光纤的保护，并以适当的方式配置路由器，从而使得路由器将某项业务路由至考虑到业务需要而提供某一优先级的某条光纤。

将业务分类为优先级例如可由 IP 分组的目的地和/或信源执行。在完成分类之后，将选择适当节点之间的保护类型，并会相应配置链路。然后，路由器将分组指向适当的光接口，并进一步指向适当

的光纤。但是，环状网络内光链路的配置基本是静态的，且已设置的配置很少改变。在任何情况下，路由器都会确定如何将业务指向光纤。

应当注意的是，本发明将 IP 层内的保护与光学层内的保护结合起来，尽管所述的层是完全相互独立的。尽管在光学层与 IP 层之间并不存在着任何控制信号流，但节点之间的互联网业务的质量仍得到维持。现有互联网协议支持 1+1 与 1:1 保护方案。

根据本发明的光学保护切换尤其适合于具有正在研发的新兴业务质量（QoS）路由的互联网。在 QoS 路由中，路由器之间的链路与 QoS 参数相关。分别为不同的传输等级生成路由表。

以下将参照图 4 和图 3 更为详细地对其进行描述。

图 4 示出了图 3 的路由器 1 和 3 及其之间的链路。此外，图 4 还示出了从 IP 层的角度来看的布置。链路 1 对应于光纤 24，而链路 2 对应于光纤 22。考虑从路由器 1 至路由器 3 的业务。路由器 1 检查输入 IP 分组的 QoS 参数。如果所述参数指示所述分组需要高可靠性和低延迟，则所述分组被经过链路 1 路由。该路由在图 3 内被描述为实线箭头。其它分组，即其 QoS 参数指示其容忍更长延迟并具有低可靠性要求的分组被经过链路 2 路由。该路由在图 3 内被描述为虚线箭头。鉴于链路 1 的更高 QoS，与穿过链路 2 的分组相比可能会更高的价格计费穿过链路 1 的分组。

如果光线切断发生在链路 2 内，则在修理期间内将该链路删除。如果 IP 网络并未过载，则 IP 层上的保护将在几秒内发生且 IP 连接被恢复。如果有的话，链路 1 也仅经历非常短暂的中断，且故障在 IP 层上并不会触发任何保护。

在 IP 层上可能会使用三种不同的方法；负载分配方案、改进的 QoS 分组转发方案以及 QoS 路由方案。

负载分配方案被用于当前的路由器，但该方案并未利用对于链路 1 光线切断之后幸存而链路 2 并未幸存的了解。

在改进的 QoS 分组转发方案内，如果链路 1 有可能发生阻塞，

则经由链路 1 传送的低优先级分组被指向链路 2，而不是被放弃。

在 QoS 路由方案中，所述链路具有上述的不同路由参数。

图 5 描述了允许五个优先级的光网络。图 5 与图 3 的不同之处在于在环路中路由器 1 与路由器 3 之间存在四条光纤。当然，路由器之间的附加链路的数量并不仅限于五个，而是可以使用任何数量 N 条光纤。于是，该保护方案被称为 1:N。在 1:N 保护方案中，N 条工作光纤共用一个保护光纤，其中保护可以处理任何单个工作光纤内的故障。因此，光纤 51、52 和 54 中的每一个都可在路由器 1 和 3 之间传送高优先级业务，而光纤 55 传送低优先级业务。如果光纤切断发生在光纤 51-54 内，则其业务被路由至光纤 55，而光纤 55 的低优先级业务被放弃。

因此，可为每条光纤 51-54 指定不同的优先级。如果光纤切断发生在传送最高级业务的光纤 52 内，所述业务将被路由至其业务将被放弃的光纤 55。如果此后故障发生在光纤 51 内，其业务将被路由至具有较低优先级的光纤 53 而非光纤 55，因为光纤 55 正在传送比光纤 51 的更高优先级的业务。此外，可在每个光接口 OIF 12...OIF 1n 与 OIF 32...OIF 3n 之间划分路由器输出的总容量。当前光接口的典型容量是 2.5Gbit/s。然后，可在 5 条链路 51-55 之间分配具有 10Gbit/s 速率的业务。

如果使用 1:N 保护方案，则在全球 IP 内可能会需要相同数量的优先级。

本发明可应用于环状网络，尤其可应用于城域网（MAN）以及 SONET/SDH 网络。

所建议的方法例如适合于计费客户。因此，计费可以基于所述客户需要的 QoS，而不是像现有技术一样基于业务量。

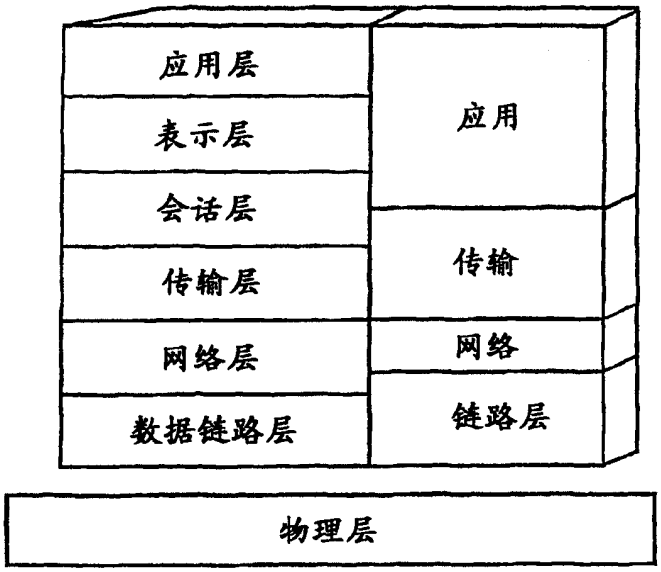


图1 现有技术

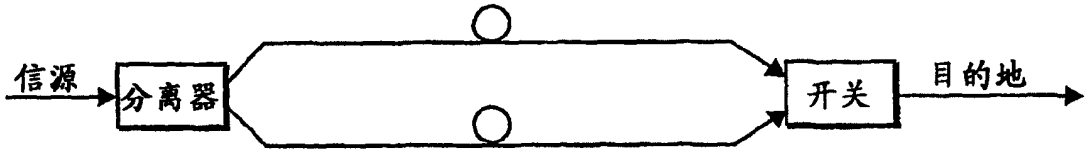


图2A 现有技术

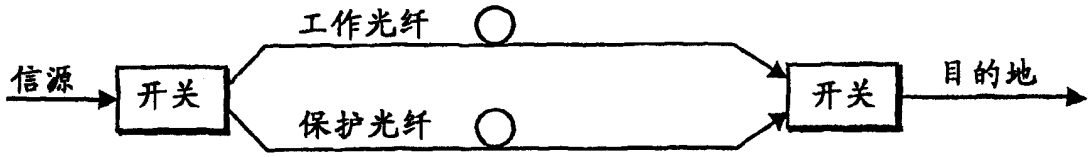


图2B 现有技术

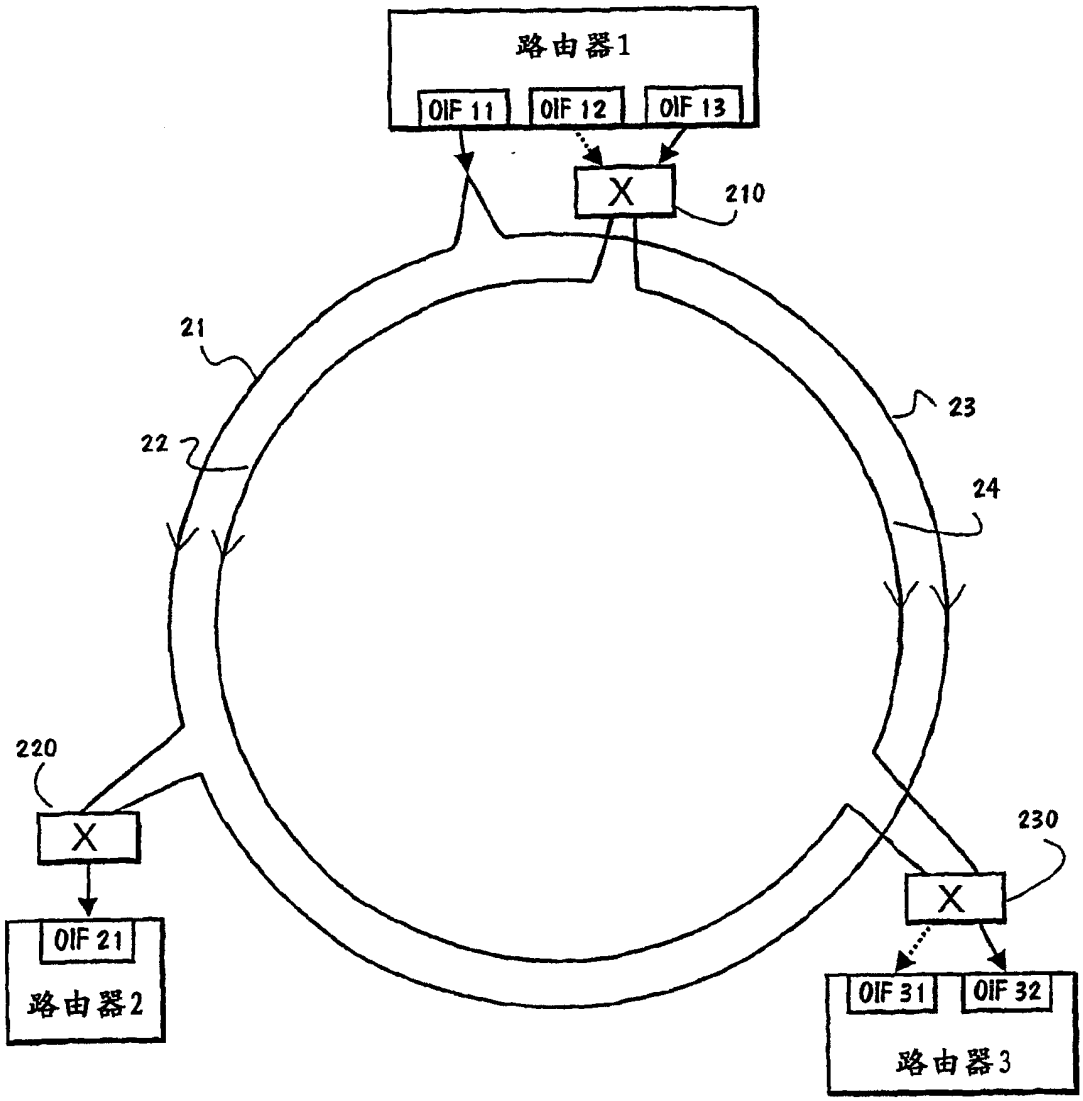

路由器1
OIF 11
OIF 12
OIF 13
X
210
21
22
23
24
220
X
OIF 21
路由器2
230
X
OIF 31
OIF 32
路由器3

图 3

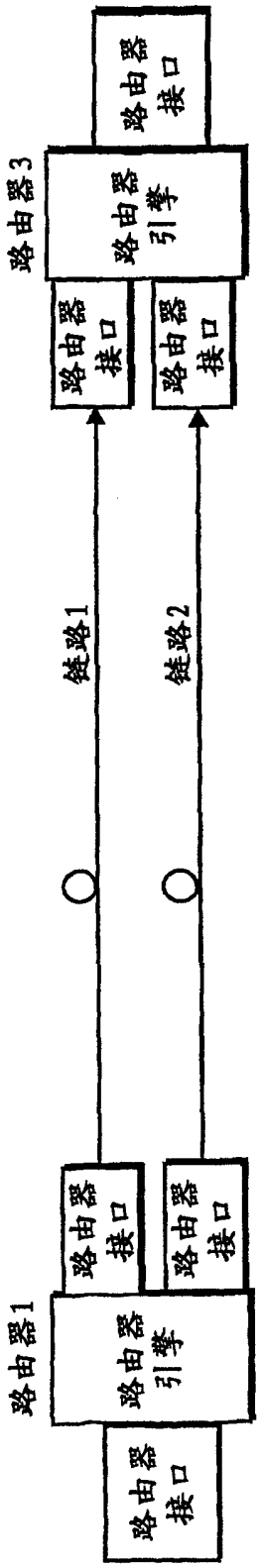
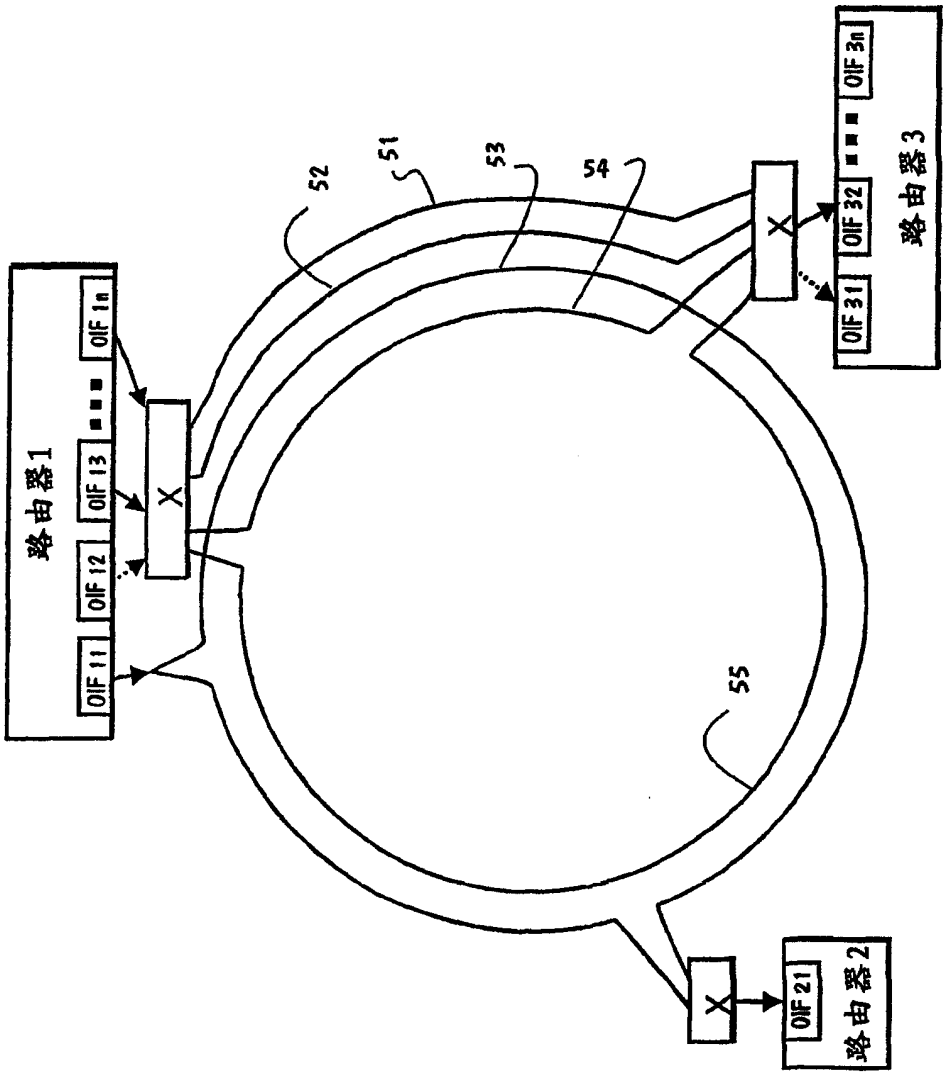

路由器3
路由器引擎
路由器接口
路由器接口
路由器接口
链路1
链路2
路由器1
路由器引擎
路由器接口
路由器接口
路由器接口

图4

图5


路由器1
OIF 11
OIF 12
OIF 13
OIF 1n
X
52
51
53
54
55
X
OIF 31
OIF 32
OIF 3n
路由器3
X
OIF 21
路由器2