



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1816977 B

(45) 授权公告日 2014.08.13

(21) 申请号 200480019284.3

H04B 10/275(2013.01)

(22) 申请日 2004.07.02

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

20031104 2003.07.25 FI

US 6351582 B1, 2002.02.26, 说明书第4—5,8列, 说明书附图5,6.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2006.01.05

US 2002/0071149 A1, 2002.01.13, 说明书第2,3页.

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FI2004/000341 2004.07.02

CN 1325204 A, 2001.12.05, 全文.

(87) PCT国际申请的公布数据

W02005/011159 EN 2005.02.03

(73) 专利权人 舍费尔德科技有限责任公司

地址 美国特拉华州

审查员 门乐

(72) 发明人 叶应华 安蒂·皮耶蒂莱宁

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 王波波

(51) Int. Cl.

H04B 10/077(2013.01)

H04B 10/079(2013.01)

H04B 10/27(2013.01)

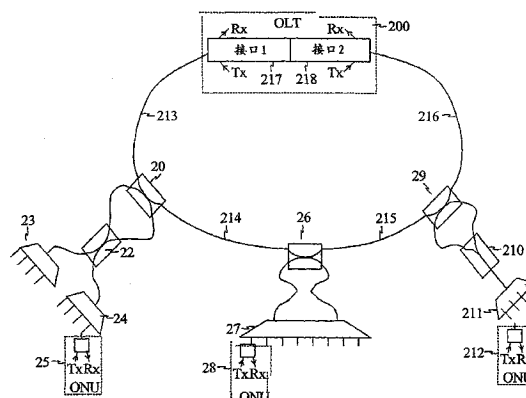
权利要求书7页 说明书14页 附图8页

(54) 发明名称

电信网络中的单光纤保护

(57) 摘要

受保护单光纤无源光纤网中检测和恢复故障的一种方案。检测器被用于检测光信号的功率水平的降低。此外,本发明公开一种提高拆分的数目(例如 ONU 的数目)的可变对称分光比方法。公开了一种单光纤无源光纤网,该光纤网使用连接在接口之间的光纤中的多个无源节点,其中无源节点 2×2 分光器/光组合器被用于以预定的分光比把光功率接入和接出光纤。



1. 一种单光纤无源光纤网,包括:

包含第一发射器和第一接收器的第一接口;

包含第二发射器和第二接收器的第二接口;

连接所述接口的光纤;

连接在所述接口之间的所述光纤中的多个无源节点,其中在所述无源节点中,2×2 分光器/光组合器被用于以预定的分光比把光功率接入和接出所述光纤;

与所述多个无源节点连接的多个光纤网络单元;以及

在所述第二接口处的检测器,被配置为检测通过所述光纤从所述第一接口接收的光信号的功率水平的降低;并且响应于所述检测,所述第二接口被配置为接通所述第二发射器;

其中所述第二接口还被配置为,响应于检测到功率水平的降低,建立所述第一和第二接口之间的专用路径,并且在所述第二接口与其附联的光纤网络单元之间进行往返时延补偿。

2. 按照权利要求 1 所述的单光纤无源光纤网,其中在所述无源节点间使用多个分光比,并且所述第一接口和第二接口位于不同的光线路终端中。

3. 按照权利要求 2 所述的单光纤无源光纤网,其中所述分光比被配置成在所述无源节点之间提供可变对称分光比,所述方法还包括:

将所述多个光纤网络单元中的至少一些与所述第二接口同步。

4. 按照权利要求 1 所述的单光纤无源光纤网,其中所述第二接口还包括:

用于启动自动发现过程以注册受影响的光纤网络单元的装置;以及

用于测量所述第二接口与其附联的光纤网络单元之间的往返时延的装置。

5. 一种在受保护的单光纤无源光纤网中检测和恢复故障的方法,所述单光纤无源光纤网包含包括第一发射器和第一接收器的第一接口,包括第二发射器和第二接收器的第二接口,连接所述接口的光纤,所述接口之间的多个无源节点,与所述多个无源节点连接的多个光纤网络单元,所述方法包括下述步骤:

通过所述光纤,把光信号从所述第一接口发送给所述第二接口;

在所述第二接口检测来自所述第一接口的所述光信号的功率水平的降低;

响应所述检测,接通所述第二接口的所述第二发射器;以及

在所述第二接口与其附联的光纤网络单元之间进行往返时延补偿。

6. 按照权利要求 5 所述的方法,其中:

当所述光信号的功率水平降低到预定阈值之下时,接通所述第二接口的所述第二发射器。

7. 按照权利要求 6 所述的方法,还包括下述步骤:

如果功率水平增大到所述预定阈值之上,那么关闭所述第二发射器。

8. 按照权利要求 6 所述的方法,还包括下述步骤:

如果功率水平增大到所述预定阈值之上,那么使所述第二发射器保持接通状态。

9. 按照权利要求 8 所述的方法,还包括下述步骤:

关闭所述第二发射器,并再次接通所述第二接收器,以便核实电缆是否仍然破损。

10. 按照权利要求 6 所述的方法,还包括下述步骤:

如果在接通所述第二发射器之后,检测到功率水平的急剧变化,那么关闭所述第二发射器。

11. 按照权利要求 10 所述的方法,还包括下述步骤:

如果功率水平降低到所述预定阈值之下,那么再次接通所述第二发射器。

12. 按照权利要求 5 所述的方法,其中在检测到功率水平的降低之后,并且其中如果所述第一和第二接口位于单个光线路终端中,那么所述方法还包括下述步骤:

在所述第二接口中启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程;和响应所述自动发现过程的结果,

更新所述光线路终端的内部路由表;和

利用所述第二接口发送所述受影响光纤网络单元的受影响下游通信量。

13. 按照权利要求 5 所述的方法,其中在检测到功率水平的降低之后,并且其中如果所述第一和第二接口位于不同的光线路终端中,那么所述方法还包括下述步骤:

在所述第二接口中启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程;

在所述接口之间建立专用路径;

把通知消息从所述第二接口发送给所述第一接口,所述通知消息包含和所述受影响光纤网络单元有关的信息;

通过所述专用路径,把所述受影响光纤网络单元的下游通信量从所述第一接口转发给所述第二接口;和

通过所述专用路径,把来自所述受影响光纤网络单元的受影响上游通信量从所述第二接口转发给所述第一接口。

14. 按照权利要求 13 所述的方法,其中所述方法还包括下述步骤:

通过所述专用路径,把在所述受影响光纤网络单元之后的较高层地址从所述第一接口发送给所述第二接口。

15. 按照权利要求 14 所述的方法,其中当通过所述第二接口收到上游分组时,所述方法还包括下述步骤:

检查在与所述第二接口相关的光线路终端的路由表中,是否找到该上游分组的目的地地址,如果在所述路由表中找到所述目的地地址,

那么按照所述路由表发送所述上游分组,如果在所述路由表中未找到所述目的地地址,

那么通过所述专用路径,把所述上游分组从所述第二接口发送给所述第一接口。

16. 一种在受保护的单光纤无源光纤网中检测和恢复故障的方法,所述单光纤无源光纤网包含包括第一发射器和第一接收器的第一接口,包括第二发射器和第二接收器的第二接口,连接所述接口的光纤,所述接口之间的多个无源节点,与所述多个无源节点连接的多个光纤网络单元,所述方法包括下述步骤:

在所述第一接口中检测未从至少一个光纤网络单元收到信号;和响应所述检测;

接通所述第二接口的所述第二发射器;以及

响应于所述检测,在所述第二接口与其附联的光纤网络单元之间进行往返时延补偿。

17. 按照权利要求 16 所述的方法,其中所述方法还包含下述步骤:

如果所述第一接口检测到未从其收到信号的光纤网络单元的数目增大,那么关闭所述

第二接口的所述第二发射器。

18. 按照权利要求 16 所述的方法,其中如果所述第一和第二接口位于单个光线路终端中,那么所述方法还包括下述步骤:

在所述第二接口中启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程;和响应所述自动发现过程的结果,

更新所述光线路终端的内部路由表;和

利用所述第二接口发送所述受影响光纤网络单元的受影响下游通信量。

19. 按照权利要求 16 所述的方法,其中如果所述第一和第二接口位于不同的光线路终端中,那么所述方法还包括下述步骤:

在所述接口之间建立专用路径;

从所述第一接口向所述第二接口发送接通所述第二接口的所述第二发射器的消息;

在所述第二接口启动记录受影响光纤网络单元的自动发现过程;

从所述第二接口向所述第一接口发送通知消息,所述通知消息包含和所述受影响光纤网络单元有关的信息;

通过所述专用路径,把所述受影响光纤网络单元的受影响下游通信量从所述第一接口转发给所述第二接口;和

通过所述专用路径,把来自所述受影响光纤网络单元的上游通信量从所述第二接口转发给所述第一接口。

20. 按照权利要求 19 所述的方法,其中所述方法还包括下述步骤:

通过所述专用路径,把在所述受影响光纤网络单元之后的较高层地址从所述第一接口发送给所述第二接口。

21. 按照权利要求 20 所述的方法,其中当通过所述第二接口收到上游分组时,所述方法还包括下述步骤:

检查在与所述第二接口相关的光线路终端的路由表中,是否找到所述上游分组的目的地地址,如果在所述路由表中找到所述目的地地址,

那么按照所述路由表发送所述上游分组,如果在所述路由表中未找到所述目的地地址,

那么通过所述专用路径,把所述上游分组从所述第二接口发送给所述第一接口。

22. 一种受保护的单光纤无源光纤网络,包含:

包括第一发射器和第一接收器的第一接口;

包括第二发射器和第二接收器的第二接口;

连接所述接口的光纤;

所述接口之间的多个无源节点;

与所述多个无源节点连接的多个光纤网络单元;

在第二接口处,检测通过所述光纤从所述第一接口接收的光信号的功率水平的降低的检测器,响应所述检测,所述第二接口被配置成接通所述第二发射器,并且在所述第二接口与其附属的光纤网络单元之间进行往返时延补偿。

23. 按照权利要求 22 所述的受保护的单光纤无源光纤网络,其中所述第二接口被配置成当利用所述第二接收器接收的光信号的光功率水平降低到预定阈值之下时,接通所述第

二接口的所述第二发射器。

24. 按照权利要求 23 所述的受保护的单光纤无源光纤网络,其中所述第二接口被配置成如果功率水平增大到所述预定阈值之上,那么关闭所述第二发射器。

25. 按照权利要求 23 所述的受保护的单光纤无源光纤网络,其中所述第二接口被配置成如果功率水平增大到所述预定阈值之上,那么使所述第二发射器保持接通状态。

26. 按照权利要求 25 所述的受保护的单光纤无源光纤网络,其中所述第二接口被配置成关闭所述第二发射器,并再次接通所述第二接收器,以便核实电缆是否仍然破损。

27. 按照权利要求 23 所述的受保护的单光纤无源光纤网络,其中所述第二接口被配置成如果在接通所述第二发射器之后,利用所述检测器检测到功率水平的急剧变化,那么关闭所述第二发射器。

28. 按照权利要求 27 所述的受保护的单光纤无源光纤网络,其中所述第二接口被配置成如果功率水平降低到预定阈值之下,那么再次接通所述第二发射器。

29. 按照权利要求 22 所述的受保护的单光纤无源光纤网络,其中如果所述第一和第二接口位于单个光线路终端中,那么所述第二接口包括:

启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程的开始装置;和

响应所述自动发现过程的结果,更新所述光线路终端的内部路由表的更新装置。

30. 按照权利要求 22 所述的受保护的单光纤无源光纤网络,其中如果所述第一和第二接口位于不同的光线路终端中,那么所述第二接口包括:

启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程的开始装置;

建立所述接口之间的专用路径的建立装置;

向所述第一接口发送通知消息的发送装置,所述通知消息包含和所述受影响光纤网络单元有关的信息;和

通过所述专用路径,把来自所述受影响光纤网络单元的受影响上游通信量转发给所述第一接口的转发装置;

所述第一接口包含:

通过所述专用路径,把所述受影响光纤网络单元的下游通信量转发给所述第二接口的转发装置。

31. 按照权利要求 29 所述的受保护的单光纤无源光纤网络,其中所述第一接口还包括:

通过所述专用路径,把在所述受影响光纤网络单元之后的较高层地址发送给所述第二接口的发送装置。

32. 按照权利要求 31 所述的受保护的单光纤无源光纤网络,其中所述第二接口还包括:

检查在包含所述第二接口的光线路终端的路由表中,是否找到接收分组的目的地地址的检查装置;

和如果在所述路由表中找到所述目的地地址,那么按照所述路由表发送所述分组,以及如果在所述路由表中未找到所述目的地地址,那么通过所述专用路径,把所述分组从所述第二接口发送给所述第一接口的发送装置。

33. 一种受保护的单光纤无源光纤网,包括:

包括第一发射器和第一接收器的第一接口；
包括第二发射器和第二接收器的第二接口；
连接所述接口的光纤；
所述接口之间的多个无源节点；
与所述多个无源节点连接的多个光纤网络单元；
在所述第一接口检测未从至少一个光纤网络单元接收信号的检测装置；和
向所述第二接口发送接通所述第二接口的所述第二发射器的消息的发送装置，
其中所述第二接口还被配置为，响应于所述在所述第一接口检测未从至少一个光纤网络单元接收信号，在所述第二接口与其附联的光纤网络单元之间进行往返时延补偿。

34. 按照权利要求 33 所述的受保护单光纤无源光纤网，其中：

所述第二接口被配置成如果所述检测装置检测到未从其收到信号的光纤网络单元的数目增大，那么关闭所述第二接口的所述第二发射器。

35. 按照权利要求 33 所述的受保护单光纤无源光纤网，其中如果所述第一和第二接口位于单个光线路终端中，那么所述第二接口包括：

启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程的开始装置；和

响应所述自动发现过程的结果，更新所述光线路终端的内部路由表的更新装置。

36. 按照权利要求 33 所述的受保护单光纤无源光纤网，其中如果所述第一和第二接口位于不同的光线路终端中：

那么所述第一接口包括建立所述接口之间的专用路径的建立装置；

所述第二接口包含启动记录受影响光纤网络单元的自动发现过程的开始装置；

所述第二接口包含向所述第一接口发送通知消息的发送装置，所述通知消息包含和所述受影响光纤网络单元有关的信息；

所述第一接口包含通过专用路径，把所述受影响光纤网络单元的下游通信量转发给所述第二接口的转发装置；和

所述第二接口包含通过专用路径，把来自所述受影响光纤网络单元的受影响上游通信量转发给所述第一接口的转发装置。

37. 按照权利要求 36 所述的受保护单光纤无源光纤网，其中所述第一接口还包括：

通过所述专用路径，把在所述受影响光纤网络单元之后的较高层地址发送给所述第二接口的发送装置。

38. 按照权利要求 37 所述的受保护单光纤无源光纤网，其中所述第二接口还包括：

检查在与所述第二接口相关的光线路终端的路由表中，是否找到接收分组的目的地地址的检查装置；和

如果在所述路由表中找到所述目的地地址，那么按照所述路由表发送所述分组，以及如果在所述路由表中未找到所述目的地地址，那么通过所述专用路径，把所述分组从所述第二接口发送给所述第一接口的发送装置。

39. 一种受保护单光纤无源光纤网的接口结构，所述结构包括：

包括第一发射器和第一接收器的第一接口，所述第一发射器与光纤耦接，用于在第一波长下发射光信号，所述第一接收器与所述光纤耦接，用于在第二波长下接收光信号；

包括第二发射器和第二接收器的第二接口，所述第二发射器与所述光纤耦接，用于

在第二波长下发射光信号,所述第二接收器与所述光纤耦接,用于在第一波长下接收光信号;

检测未从至少一个光纤网络单元接收光信号的检测装置;和

向所述第二接口发送接通所述第二接口的所述第二发射器的消息的发送装置,

其中所述第二接口还被配置为,响应于所述检测未从至少一个光纤网络单元接收光信号,在所述第二接口与其附联的光纤网络单元之间进行往返时延补偿。

40. 按照权利要求 39 所述的接口结构,其中:

所述第二接口被配置成如果所述检测装置检测到未从其收到信号的光纤网络单元的数目增大,那么关闭所述第二接口的所述第二发射器。

41. 按照权利要求 39 所述的接口结构,其中如果所述第一和第二接口位于单个光线路终端中,那么所述第二接口包括:

启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程的开始装置;和

响应所述自动发现过程的结果,更新所述光线路终端的内部路由表的更新装置。

42. 按照权利要求 39 所述的接口结构,其中如果所述第一和第二接口位于不同的光线路终端中:

那么所述第一接口包括建立所述接口之间的专用路径的建立装置;

所述第二接口包含启动记录受影响光纤网络单元的自动发现过程的开始装置;

所述第二接口包含向所述第一接口发送通知消息的发送装置,所述通知消息包含和所述受影响光纤网络单元有关的信息;

所述第一接口包含通过专用路径,把所述受影响光纤网络单元的下游通信量转发给所述第二接口的转发装置;和

所述第二接口包含通过专用路径,把来自所述受影响光纤网络单元的受影响上游通信量转发给所述第一接口的转发装置。

43. 按照权利要求 42 所述的接口结构,其中所述第一接口还包括:

通过所述专用路径,把在所述受影响光纤网络单元之后的较高层地址发送给所述第二接口的装置。

44. 按照权利要求 43 所述的接口结构,其中所述第二接口包括:

检查在与所述第二接口相关的光线路终端的路由表中,是否找到接收分组的目的地地址的检查装置,如果在所述路由表中找到所述目的地地址;

那么按照所述路由表发送所述分组,以及如果在所述路由表中未找到所述目的地地址,那么通过所述专用路径,把所述分组从所述第二接口发送给所述第一接口的发送装置。

45. 一种受保护单光纤无源光纤网的接口结构,所述接口结构包括:

包括第一发射器和第一接收器的第一接口,所述第一发射器与光纤耦接,用于在第一波长下发射光信号,所述第一接收器与所述光纤耦接,用于在第二波长下接收光信号;

包括第二发射器和第二接收器的第二接口,所述第二发射器与所述光纤耦接,用于在第二波长下发射光信号,所述第二接收器与所述光纤耦接,用于在第一波长下接收光信号;

与所述光纤耦接,用于检测经由所述光纤的所述第一波长的输入光信号的功率水平的降低的检测器;响应所述检测,所述第二接口被配置成接通所述第二发射器,

其中所述第二接口还被配置为,响应于所述检测功率水平的降低,在所述第二接口与其附属的光纤网络单元之间进行往返时延补偿。

46. 按照权利要求 45 所述的接口结构,其中所述第二接口被配置成当所述第一波长的接收光信号的功率水平降低到预定阈值之下时,接通所述第二发射器。

47. 按照权利要求 46 所述的接口结构,其中所述第二接口被配置成如果功率水平增大到所述预定阈值之上,那么关闭所述第二发射器。

48. 按照权利要求 46 所述的接口结构,其中所述第二接口被配置成如果功率水平增大到所述预定阈值之上,那么使所述第二发射器保持接通状态。

49. 按照权利要求 48 所述的接口结构,其中所述第二接口被配置成关闭所述第二发射器,并再次接通所述第二接收器,以便核实电缆是否仍然破损。

50. 按照权利要求 46 所述的接口结构,其中所述第二接口被配置成如果在接通所述第二发射器之后,所述检测器检测到光线量急剧变化,那么关闭所述第二发射器。

51. 按照权利要求 50 所述的接口结构,其中所述第二接口被配置成如果光线量降低到所述预定阈值之下,那么再次接通所述第二发射器。

52. 按照权利要求 45 所述的接口结构,其中如果所述第一和第一二接口位于单个光线路终端中,那么所述第二接口包括:

启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程的开始装置;和

响应所述自动发现过程的结果,更新所述光线路终端的内部路由表的更新装置。

53. 按照权利要求 45 所述的接口结构,其中如果所述第一和第二接口位于不同的光线路终端中:

那么所述第二接口包括启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程的开始装置;

所述第二接口包括建立所述接口之间的专用路径的建立装置;

所述第二接口包括向所述第一接口发送通知消息的发送装置,所述通知消息包含和所述受影响光纤网络单元有关的信息;

所述第一接口包含通过所述专用路径,把所述受影响光纤网络单元的下游通信量转发给所述第二接口的转发装置;

所述第二接口包含通过所述专用路径,把来自所述受影响光纤网络单元的受影响上游通信量转发给所述第一接口的转发装置。

54. 按照权利要求 53 所述的接口结构,其中所述第一接口还包括:

通过所述专用路径,把在所述受影响光纤网络单元之后的较高层地址发送给所述第二接口的发送装置。

55. 按照权利要求 54 所述的接口结构,其中所述第二接口包括:

检查在与所述第二接口相关的光线路终端的路由表中,是否找到接收分组的目的地地址的检查装置;和

如果在所述路由表中找到所述目的地地址,那么按照所述路由表发送所述分组,以及如果在所述路由表中未找到所述目的地地址,那么通过所述专用路径,把所述分组从所述第二接口发送给所述第一接口的装置。

电信网络中的单光纤保护

技术领域

[0001] 本发明涉及无源光纤网,尤其涉及受保护的无源光纤网。

背景技术

[0002] 无源光纤网(PON)是一种高带宽的点对多点光纤网。PON一般由只利用光缆、分光器和其它无源组件(即,不利用电流传送信号)与光纤网络设备(ONU)连接的光线路终端(Optical Line Terminal;OLT)组成。在PON中,按照这样的方式路由信号,以致所有信号到达PON的所有中间转接点。

[0003] 无源光纤网技术一直被视为非常有前途的解决最后一英里问题的方案。逻辑上,PON具有由位于例如中心局(CO)的光线路终端,和多个光纤网络设备,例如64个ONU组成的树形结构。PON技术消除了对OLT和ONU之间范围中的有源设备的需要,在常规的网络中通常使用这种有源设备。PON能够提供例如1Gbps的容量。单一链路故障会导致无法忍受的通信量损失,这间接导致收入损失。从而,当在光纤到企业(fiber-to-business)和蜂窝传送(CT)网络环境中应用PON时,生存性变得尤其重要。

[0004] 一般来说,存在两种生存体系结构:1+1体系结构和1:1体系结构。1+1体系结构使用两个重叠的PON。通信量被桥接到工作PON和保护PON中。当在OLT中收到信号时,根据信号质量选择通信量。借助这种方法,能够实现快速保护。但是,在这种体系结构中,不能支持任何额外的通信量。与无保护情况相比,它还需要两倍的带宽。

[0005] 在1:1体系结构中,在正常情况下,正常通信量通过工作PON传送。一旦发生故障,通信量被切换到保护PON中。相对于1+1体系结构来说,保护切换较慢。但是,与1+1体系结构相比,它能够显著降低备用容量要求,或者能够运送额外的低优先级通信量,取决于网络设计。

[0006] US 6351582公开一种优化无源光纤网的方案。无源光纤网包括多个分光器/光组合器,每个分光器/光组合器都具有第一和第二通过端口(through port)和至少一个分出端口(drop port)。所述多个分光器/光组合器的通过端口被串联,从而形成具有两个末端通过端口的线性结构。

[0007] 图1公开在US 6351582中描述的环形保护无源光纤网的基本结构的一个例子。在该例子中,PON包括在OLT设备110内的两个接口IF1和IF2,其中IF1按照有源模式工作,IF2按照备用方式工作。PON包含多个无源节点10-13和15-18,所述多个无源节点最好是分光器/光组合器,此外,PON还包含多个ONU 14和19。在图1中,分光器/光组合器10、11、15和16是相对于光纤接出和接入光功率的1×2或2×1分光器/光组合器。

[0008] 现有方案中及图1中公开的方案中的一个问题是经过环路分光器/光组合器10和11的光信号在两个不同的阶段(环路分光器/光组合器10和11)经历光功率损失。

[0009] 现有的无源光纤网还涉及不得不克服的其它问题。在接入网络中,成本是一个主要的关心事项,因为接入网络中的用户的数量远远小于城域网或主干网中的用户的数量。此外,存在如何有效地在基于PON的接入网络中提供克服单一链路故障的保护,而不显著

增大每个用户的成本的问题。

[0010] 另一问题是如何在 PON 中实现快速故障检测。另一问题是如何快速地把受影响的通信量从工作 OLT 改换路由到保护 OLT。

[0011] 另一问题是如何解决由保护元件引起的衰减问题。

发明内容

[0012] 根据本发明的第一方面,提供一种单光纤无源光纤网,它包括具有第一发射器和第一接收器的第一接口,具有第二发射器和第二接收器的第二接口,所述接口之间的光纤连接,和连接在所述接口之间的所述光纤中的多个无源节点。在无源节点中,2×2 分光器/光组合器被用于以预定的分光比(split ratio)把光功率接(couple)入和接出光纤。

[0013] 在一个实施例中,在无源节点间使用多个分光比。

[0014] 在另一实施例中,分光比被配置成在无源节点之间提供可变对称分光比。

[0015] 在另一实施例中,单光纤无源光纤网还包括第二接口中的检测器,用于检测经过光纤连接,从第一接口接收的光信号的功率水平的降低,和响应所述检测,接通(switch on)第二接口的第二发射器。

[0016] 根据本发明的第二方面,提供一种在受保护的单光纤无源光纤网中,检测和恢复故障的方法,所述单光纤无源光纤网包括具有第一发射器和第一接收器的第一接口,具有第二发射器和第二接收器的第二接口,所述接口之间的光纤连接,所述接口之间的多个无源节点,与所述多个无源节点连接的多个光纤网络单元。所述方法包括通过光纤连接,把光信号从第一接口发送给第二接口,在第二接口中检测来自第一接口的光信号的功率水平的降低,和响应所述检测,接通第二接口的第二发射器。

[0017] 在一个实施例中,所述方法包括当利用第二接收器接收的光信号的光功率降低到预定阈值之下时,接通第二接口的第二发射器的步骤。

[0018] 在另一实施例中,所述方法还包括如果光功率水平增大到所述预定阈值之上,那么关闭第二发射器的步骤。

[0019] 在另一实施例中,所述方法还包括如果光功率水平增大到所述预定阈值之上,那么使第二发射器保持接通状态的步骤。

[0020] 在另一实施例中,所述方法还包括关闭第二发射器,并再次接通第二接收器,以便核实电缆是否仍然破损的步骤。

[0021] 在另一实施例中,所述方法还包括如果在接通第二发射器之后,检测到光线量的急剧变化,那么关闭第二发射器的步骤。

[0022] 在另一实施例中,所述方法还包括如果光功率水平降低到预定阈值之下,那么再次接通第二发射器的步骤。

[0023] 在另一实施例中,在第二接口中检测到来自第一接口的光信号的功率水平的降低之后,并且其中如果第一和第二接口位于单个光线路终端中,那么所述方法还包括下述步骤:在第二接口中启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程,响应所述自动发现过程的结果,更新光线路终端的内部路由表,并利用第二接口发送受影响光纤网络单元的受影响的下游通信量。

[0024] 在另一实施例中,在第二接口中检测到来自第一接口的光信号的功率水平的降低

之后,并且其中如果第一和第二接口位于不同的光线路终端中,那么所述方法还包括下述步骤:在第二接口中启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程,利用第二接口建立接口之间的专用路径,把通知消息从第二接口发送给第一接口,所述通知消息包含和受影响的光纤网络单元有关的信息,通过所述专用路径,把受影响光纤网络单元的下游通信量从第一接口转发给第二接口,和通过所述专用路径,把来自受影响光纤网络单元的受影响的上游通信量从第二接口转发给第一接口。

[0025] 在另一实施例中,所述方法还包括通过所述专用路径,把在受影响光纤网络单元之后的较高层地址从第一接口发送给第二接口的步骤。

[0026] 在另一实施例中,当从第二接口收到上游分组时,所述方法还包括下述步骤:检查在包含第二接口的光线路终端的路由表中,是否找到分组的目的地地址,如果在该路由表中找到所述目的地地址,那么按照该路由表发送所述分组,如果在该路由表中未找到所述目的地地址,那么通过所述专用路径,把所述分组从第二接口发送给第一接口。

[0027] 根据本发明的另一方面,提供一种在受保护的单光纤无源光纤网中,检测和恢复故障的方法,所述单光纤无源光纤网包括具有第一发射器和第一接收器的第一接口,具有第二发射器和第二接收器的第二接口,所述接口之间的光纤连接,所述接口之间的多个无源节点,与所述多个无源节点连接的多个光纤网络单元。所述方法包括在第一接口中检测到未从至少一个光纤网络单元收到信号,响应所述检测,接通所述第二接口的发射器。

[0028] 在一个实施例中,所述方法还包括如果第一接口检测到未从其收到信号的光纤网络单元的数目增大,那么关闭所述第二接口的发射器。

[0029] 在另一实施例中,如果第一和第二接口位于单个光线路终端中,那么所述方法还包括在第二接口中启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程,响应所述自动发现过程的结果,更新光线路终端的内部路由表,并利用第二接口发送受影响光纤网络单元的受影响下游通信量。

[0030] 下面解释该方法的其它实施例。

[0031] 在另一实施例中,如果第一和第二接口位于不同的光线路终端中,那么所述方法还包括下述步骤:利用第一接口建立接口之间的专用路径,从第一接口向第二接口发送命令接通第二接口的第二发射器的消息,在第二接口中启动记录受影响光纤网络单元的自动发现过程,从第二接口向第一接口发送通知消息,所述通知消息包含和受影响光纤网络单元有关的信息,通过专用路径,把受影响光纤网络单元的受影响下游通信量从第一接口转发给第二接口,并通过专用路径,把来自受影响光纤网络单元的上游通信量从第二接口转发给第一接口。

[0032] 在另一实施例中,所述方法还包括通过所述专用路径,把在受影响光纤网络单元之后的较高层地址从第一接口发送给第二接口的步骤。

[0033] 在另一实施例中,当通过第二接口收到上游分组时,所述方法还包括下述步骤:检查在包含第二接口的光线路终端的路由表中,是否找到所述分组的目的地地址,如果在该路由表中找到所述目的地地址,那么按照该路由表发送所述分组,如果在该路由表中未找到所述目的地地址,那么通过所述专用路径,把所述分组从第二接口发送给第一接口。

[0034] 根据本发明的另一方面,提供一种受保护的单光纤无源光纤网络,包括具有第一发射器和第一接收器的第一接口,具有第二发射器和第二接收器的第二接口,所述接口之

间的光纤连接,所述接口之间的多个无源节点,与所述多个无源节点连接的多个光纤网络单元,和第二接口中的,检测通过光纤从第一接口接收的光信号的功率水平的降低的检测器。响应所述检测,第二接口被配置成接通所述第二发射器。

[0035] 下面详细说明所述网络的各种实施例。

[0036] 在一个实施例中,第二接口被配置成当利用第二接收器接收的光信号的光功率降低到预定阈值之下时,接通第二接口的第二发射器。

[0037] 在另一实施例中,第二接口被配置成如果光功率水平增大到所述预定阈值之上,那么关闭第二发射器。

[0038] 在另一实施例中,第二接口被配置成如果光功率水平增大到所述预定阈值之上,那么使第二发射器保持接通状态。

[0039] 在另一实施例中,第二接口被配置成关闭第二发射器,并再次接通第二接收器,以便核实电缆是否仍然破损。

[0040] 在另一实施例中,第二接口被配置成如果在接通第二发射器之后,利用检测器检测到光线量的急剧变化,那么关闭第二发射器。

[0041] 在另一实施例中,第二接口被配置成如果光功率水平降低到预定阈值之下,那么再次接通第二发射器。

[0042] 在另一实施例中,如果第一和第二接口位于单个光线路终端中,那么第二接口包括启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程的开始装置,响应所述自动发现过程的结果,更新光线路终端的内部路由表的更新装置。

[0043] 在另一实施例中,如果第一和第二接口位于不同的光线路终端中,那么第二接口包括启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程的开始装置,第二接口包括建立接口之间的专用路径的建立装置,第二接口包括向第一接口发送通知消息的发送装置,所述通知消息包含和受影响的光纤网络单元有关的信息,第一接口包含通过所述专用路径,把受影响光纤网络单元的下流通信量转发给第二接口的转发装置,第二接口包含通过所述专用路径,把来自受影响光纤网络单元的受影响的上游通信量转发给第一接口的转发装置。

[0044] 在另一实施例中,第一接口还包括通过所述专用路径,把在受影响光纤网络单元之后的较高层地址发送给第二接口的发送装置。

[0045] 在另一实施例中,第二接口包括检查在包含第二接口的光线路终端的路由表中,是否找到分组的目的地址的检查装置,和如果在该路由表中找到所述目的地址,那么按照该路由表发送所述分组,如果在该路由表中未找到所述目的地址,那么通过所述专用路径,把所述分组从第二接口发送给第一接口的发送装置。

[0046] 在一个实施例中,第二接口被配置成如果第一接口检测到未从其收到信号的光纤网络单元的数目增大,那么关闭所述第二接口的发射器。

[0047] 在另一实施例中,如果第一和第二接口位于单个光线路终端中,那么第二接口包括启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程的开始装置,响应所述自动发现过程的结果,更新光线路终端的内部路由表的更新装置。

[0048] 在另一实施例中,如果第一和第二接口位于不同的光线路终端中,那么第一接口包括建立接口之间的专用路径的建立装置,第二接口包含启动记录受影响光纤网络单元的自动发现过程的开始装置,第二接口包含向第一接口发送通知消息的发送装置,所述通知

消息包含和受影响光纤网络单元有关的信息,第一接口包含通过所述专用路径,把受影响光纤网络单元的受影响下游通信量转发给第二接口的转发装置,第二接口包含通过专用路径,把来自受影响光纤网络单元的受影响上游通信量转发给第一接口的转发装置。

[0049] 在另一实施例中,第一接口还包括通过所述专用路径,把在受影响光纤网络单元之后的较高层地址发送给第二接口的发送装置。

[0050] 在另一实施例中,第二接口包括检查在包含第二接口的光线路终端的路由表中,是否找到所述分组的目的地地址的检查装置,和如果在该路由表中找到所述目的地地址,那么按照该路由表发送所述分组的发送装置,如果在该路由表中未找到所述目的地地址,那么所述发送装置被配置成通过所述专用路径,把所述分组从第二接口发送给第一接口。

[0051] 根据本发明的另一方面,提供一种受保护的单光纤无源光纤网,包括具有第一发射器和第一接收器的第一接口,具有第二发射器和第二接收器的第二接口,所述接口之间的光纤连接,所述接口之间的多个无源节点,与所述多个无源节点连接的多个光纤网络单元,第一接口中的检测到未从至少一个光纤网络单元接收信号的检测组件,和向第二接口发送接通第二接口的发射器的消息的发送单元。

[0052] 根据本发明的另一方面,提供一种受保护单光纤无源光纤网的接口结构。所述结构包括具有第一发射器和第一接收器的第一接口,所述第一发射器与光纤耦接,用于在第一波长下发射光信号,所述第一接收器与所述光纤耦接,用于在第二波长下接收光信号;包括具有第二发射器和第二接收器的第二接口,所述第二发射器与所述光纤耦接,用于在第二波长下发射光信号,所述第二接收器与所述光纤耦接,用于在第一波长下接收光信号。所述结构还包括检测到未从至少一个光纤网络单元接收信号的检测装置,和向第二接口发送接通第二接口的第二发射器的消息的发送单元。

[0053] 在一个实施例中,第二接口被配置成如果第一接口检测到未从其收到信号的光纤网络单元的数目增大,那么关闭所述第二接口的发射器。

[0054] 在另一实施例中,如果第一和第二接口位于单个光线路终端中,那么所述第二接口包括启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程的开始装置,响应所述自动发现过程的结果,更新光线路终端的内部路由表的更新装置。

[0055] 在另一实施例中,如果第一和第二接口位于不同的光线路终端中,那么所述第一接口包括建立接口之间的专用路径的建立装置,所述第二接口包含启动记录受影响光纤网络单元的自动发现过程的开始装置,所述第二接口包含向第一接口发送通知消息的发送装置,所述通知消息包含和受影响光纤网络单元有关的信息,所述第一接口包含通过专用路径,把受影响光纤网络单元的下游通信量转发给第二接口的转发装置,所述第二接口包含通过专用路径,把来自受影响光纤网络单元的受影响上游通信量转发给第一接口的转发装置。

[0056] 在另一实施例中,所述第一接口还包括通过所述专用路径,把在受影响光纤网络单元之后的较高层地址发送给第二接口的发送装置。

[0057] 在另一实施例中,所述第二接口包括检查在包含第二接口的光线路终端的路由表中,是否找到分组的目的地地址的装置,如果在该路由表中找到所述目的地地址,那么按照该路由表发送所述分组的发送装置,如果在该路由表中未找到所述目的地地址,那么所述发送装置被配置成通过所述专用路径,把所述分组从第二接口发送给第一接口。

[0058] 所述第二接口包含向第一接口发送通知消息的发送装置,所述通知消息包含和受影响光纤网络单元有关的信息,所述第一接口包含通过专用路径,把受影响光纤网络单元的下游通信量转发给第二接口的转发装置,所述第二接口包含通过专用路径,把来自受影响光纤网络单元的受影响上游通信量转发给第一接口的转发装置。

[0059] 在另一实施例中,所述第一接口还包括通过所述专用路径,把在受影响光纤网络单元之后的较高层地址发送给第二接口的发送装置。

[0060] 在另一实施例中,所述第二接口包括检查在包含第二接口的光线路终端的路由表中,是否找到分组的目的地地址的装置,如果在该路由表中找到所述目的地地址,那么按照该路由表发送所述分组的发送装置,如果在该路由表中未找到所述目的地地址,那么所述发送装置被配置成通过所述专用路径,把所述分组从第二接口发送给第一接口。

[0061] 根据本发明的另一方面,提供一种受保护单光纤无源光纤网的接口结构。所述接口结构包括具有第一发射器和第一接收器的第一接口,所述第一发射器与光纤耦接,用于在第一波长下发射光信号,所述第一接收器与所述光纤耦接,用于在第二波长下接收光信号;具有第二发射器和第二接收器的第二接口,所述第二发射器与所述光纤耦接,用于在第二波长下发射光信号,所述第二接收器与所述光纤耦接,用于在第一波长下接收光信号。所述结构还包括与光纤耦接,用于检测经由光纤的第一波长的输入光信号的功率水平的降低的检测器,并且响应所述检测,第二接口被配置成接通第二发射器。

[0062] 下面描述这方面的几个实施例。

[0063] 在一个实施例中,第二接口被配置成当经由光纤的第一波长的接收光信号的光功率降低到预定阈值之下时,接通第二发射器。

[0064] 在另一实施例中,第二接口被配置成如果光功率水平增大到所述预定阈值之上,那么关闭第二发射器。

[0065] 在另一实施例中,第二接口被配置成如果光功率水平增大到所述预定阈值之上,那么使第二发射器保持接通状态。

[0066] 在另一实施例中,第二接口被配置成关闭第二发射器,并再次接通第二接收器,以便核实电缆是否仍然破损。

[0067] 在另一实施例中,第二接口被配置成如果在接通第二发射器之后,检测器检测到光线量急剧变化,那么关闭第二发射器。

[0068] 在另一实施例中,第二接口被配置成如果光功率水平降低到预定阈值之下,那么再次接通第二发射器。

[0069] 在另一实施例中,如果第一和第二接口位于单个光线路终端中,那么第二接口包括启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程的开始装置,响应所述自动发现过程的结果,更新光线路终端的内部路由表的更新装置。

[0070] 在另一实施例中,如果第一和第二接口位于不同的光线路终端中,那么第二接口包括启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程的开始装置,第二接口包括建立接口之间的专用路径的建立装置,第二接口包括向第一接口发送通知消息的发送装置,所述通知消息包含和受影响的光纤网络单元有关的信息,第一接口包含通过所述专用路径,把受影响光纤网络单元的下游通信量转发给第二接口的转发装置,第二接口包含通过所述专用路径,把来自受影响光纤网络单元的受影响上游通信量转发给第一接口的转发装置。

[0071] 在另一实施例中,第一接口还包括通过所述专用路径,把在受影响光纤网络单元之后的较高层地址发送给第二接口的发送装置。

[0072] 在另一实施例中,第二接口包括检查在包含第二接口的光线路终端的路由表中,是否找到分组的目的地址的检查装置,和如果在该路由表中找到所述目的地址,那么按照该路由表发送所述分组的发送装置,如果在该路由表中未找到所述目的地址,那么所述发送装置被配置成通过所述专用路径,把所述分组从第二接口发送给第一接口。

[0073] 和现有方案相比,本发明具有几个优点。例如,本发明采用单光纤来防止单链路故障或单 OLT 故障。此外,本发明提供实现快速故障检测和故障隔离的方法。另外,提供一种致力于如何把受影响的路由信息从工作 OLT 传送给保护 OLT 的方案。更特别地,公开一种有效的光保护方案,该方案可和较高层保护方案一起使用。另一方面,可在无光保护方案的情况下使用较高层保护方案。

[0074] 与现有方法相比,本发明的各个方面成本效率更高,因为只使用了单光纤。此外,和常规系统相比,本发明的实施例需要较少的光学组件。

[0075] 最后,根据本发明的各个方面,可节省否则由于使用 2×2 (2-by-2) 和 $2 \times n$ 分光器 (splitter) 的环路保护而会失去的光功率。

附图说明

[0076] 为便于进一步理解本发明而包括的,并且构成本说明书的一部分的附图图解说明本发明的实施例,并且与下述说明一起帮助解释本发明的原理。附图中:

[0077] 图 1 是图解说明关于无源光纤网的现有解决方案的方框图;

[0078] 图 2 是图解说明根据本发明的环形保护 PON 布局的流程图;

[0079] 图 3 公开现有解决方案中使用的收发器;

[0080] 图 4 是可用在根据本发明的 PON 布局中的收发器;

[0081] 图 5 是可用在根据本发明的 PON 布局中的另一收发器;

[0082] 图 6 图解说明根据本发明的方法;

[0083] 图 7 是根据本发明的在光缆破裂的情况下,光信号的功率水平的图形示意图;

[0084] 图 8a 是图解说明根据本发明,当接口位于单一光线路终端中时的接口布置的方框图;

[0085] 图 8b 是图解说明根据本发明,当接口位于不同的光线路终端中时的接口布置的方框图;

[0086] 图 8c 是图解说明根据本发明,当接口共同位于单一光线路终端中时的接口布置的方框图;

[0087] 图 8d 是图解说明根据本发明,当接口位于不同的光线路终端中时的接口布置的方框图;

[0088] 图 9 图解说明根据本发明的例证网络拓扑结构;

[0089] 图 10 图解说明根据本发明的例证网络拓扑结构;

[0090] 图 11 图解说明根据本发明的例证网络拓扑结构;

[0091] 图 12 图解说明根据本发明的可变对称分光比的概念。

具体实施方式

[0092] 图 2 描述配置成服务许多用户的环形保护 PON 布局。该布局包括具有两个接口 217 和 218 的 OLT200, 每个接口具有一个收发器。接口 217 是有源接口, 而接口 218 是备用接口。本例中的分布网络包括由光纤分布线 213-216 连接, 从而在两个接口 217 和 218 之间形成圆环的三个 2×2 环路分光器 / 光组合器 20、26、29。每个环路分光器 / 光组合器 20、26、29 通过中间分光器 / 光组合器 22、23、24、27、210、211 与许多用户 ONU25、28、212 链接。OLT200 的发射器被配置成在第一波长 (例如 1490 纳米) 下发射光信号。对应地, OLT200 的接收器被配置成在第二波长 (例如 1310 纳米) 下接收光信号。为了避免干扰, ONU25、28、212 的发射器被配置成在第二波长下发射光信号。相应地, ONU25、28、212 接收器被配置成在第一波长下接收光信号。

[0093] 当光信号从 OLT 200 发射给 ONU25 时, 光信号通过光纤分布线 213 从有源接口 217 流向环路分光器 / 光组合器 20。环路分光器 / 光组合器 20 被配置成以致接收的光信号的预定数量的光功率经过光学介质被传送给环路分光器 / 光组合器 26, 所述预定数量的光功率经过光学介质 215 从环路分光器 / 光组合器 26 被传输给环路分光器 / 光组合器 29, 等等。在环路分光器 / 光组合器 20 接收的剩余部分的光信号被传送给分光器 / 光组合器 23 和 24 的下游端口。ONU25 接收的光线通过分光器 / 光组合器 22、24 被传送。

[0094] 在相反的方向上, 当光信号从 ONU25 被发射给 OLT200 时, 位于 ONU25 的收发器发射光信号, 所述光信号通过分光器 / 光组合器 24、22 被传送给环路分光器 / 光组合器 20。分光器 / 光组合器 20 根据预定的分光比分离光信号, 一部分光信号通过光学介质 213 被传送给有源接口 217, 而另一部分的光信号通过光学介质 214 被传送给分环路光器 / 光组合器 26, 又通过光学介质 215 被传送给环路分光器 / 光组合器 29, 再通过光学介质 216 被传送给备用接口 218。换句话说, 环路分光器 / 光组合器 20、26、29 将把来自 ONU25、28、212 的光信号分离到物理环路的不同方向上, 信号既能够到达有源接口 217, 又能够到达备用接口 218。在一个链路发生故障的情况下, OLT200 仍能使所有 ONU 保持被连接的状态。

[0095] 如图 2 中所示, 既存在 1×4 分光器 / 光组合器, 又存在 2×8 分光器 / 光组合器。 2×8 分光器 / 光组合器可被用于减少 (save) 组件的数目, 而不改变光学性质。当然, 如果要求由该特定分光器 / 光组合器馈送的 ONU 较少, 那么也可使用单一的 1×4 分光器 / 光组合器。

[0096] 在图 2 的实施例, 对于上游访问 (即, 从 ONU 到 OLT 的通信量) 来说, 使用时分多址访问 (TDMA)。即, 每个 ONU25、28、212 只可在 OLT 借助门消息 (gate message) 向其授权的时隙访问上行链路, 于是, 不允许同时访问。

[0097] 出于比较的目的, 图 3 公开现有解决方案中使用的收发器。图 3 中, OLT 接口 30 包括发射器 32 和接收器 31。发射器 32 被配置成在第一波长 (例如 1490 纳米) 下发射光信号。相应地, 接收器 31 被配置成在第二波长 (例如 1310 纳米) 下接收光信号。OLT30 一般还包括一个双工滤波器 33, 用于把 1310 纳米的波长过滤给接收器 31。

[0098] 图 4 公开了根据本发明的收发器的一个实施例。图 4 中, OLT 接口 40 包括收发器 42 和接收器 41。发射器 42 被配置成在第一波长 (例如 1490 纳米) 下发射光信号。相应地, 接收器 41 被配置成在第二波长 (例如 1310 纳米) 下接收光信号。OLT 接口 40 一般还包括一个双工滤波器 43, 用于把 1310 纳米的波长过滤给接收器 41。此外, OLT 接口 40 包

括一个能够实现光学保护切换的 1490 纳米检测器 44。分光器 45 被配置成把光线分离给检测器 44。后面参考图 6 和 7 更详细地说明光学保护切换。在图 4 的布局中,由于检测器 44 的设置,可以利用现有的双工滤波器 43。

[0099] 图 5 公开了收发器的另一实施例。图 5 中,OLT 接口 50 包括发射器口和接收器 51。发射器 52 被配置成在第一波长(例如 1490 纳米)下发射光信号。相应地,接收器 51 被配置成在第二波长(例如 1310 纳米)下接收光信号。OLT 接口 45 一般还包括一个双工滤波器 53,用于把 1310 纳米的波长过滤给接收器 51。此外,OLT 接口 50 包括一个能够实现光学保护切换的 1490 纳米检测器 54。后面参考图 6 和 7 更详细地说明光学保护切换。

[0100] 在本例中,检测器 54 不在收发器之内。如果检测器 54 被布置成如图 5 中所示,那么可利用标准的收发器组件。

[0101] 图 5 的布局包括一个把光功率分离给检测器 54 的 1×2 分光器。分光比为例如 90% / 10%。 1×2 分光器可由例如波长灵敏分光器替换,所述波长灵敏分光器将只分出一小部分的 1490 纳米光线。给检测器 54 的光信号由滤波器 56 过滤。滤波器 56 是例如 1490 带通滤波器或者 1310/1490 高通滤波器。

[0102] 图 6 和 7 描述根据本发明的光保护切换。参见图 6,光信号从 OLT 的第一接口被发送给 OLT 的第二接口,如步骤 60 中所示。接口可以在相同的光线路终端中,或者另一方面,在不同的光线路终端中。只要第二接口从第一接口收到(某一波长,例如 1490 纳米的)光信号,它就可认为接口之间的光连接未受损伤。

[0103] 于是,当第二接口检测到 (61) 来自第一接口的光信号的功率水平的降低时,它接通 (62) 发射器,开始向第一接口发射光信号。参考图 4 和 5 说明实现该检测机制的例证实施例。简单地说,检测器被用于检测第一接口发射的光信号是否被接收。

[0104] 图 7 示意地图解说明根据本发明的各个方面的光保护切换。在一种光保护切换方案中,预定的阈值被用于确定(图 8 中描述的)接口之间的光缆是否破裂。所述接口可位于相同的 OLT 中,或者位于不同的 OLT 中。通常(点 1),接收的光功率高于所述阈值。阈值的意义在于如果在第二接口(参见图 4 和 5)中的检测器接收的光信号的功率水平低于所述阈值(点 2),那么可认为这两个接口之间的光缆破裂。

[0105] 响应接收的光信号的功率水平下降,打开第二接口的发射器(点 3)。从图 7 可看出由于它所发射的光线的反射,在第二接口的接收光信号的功率水平升高,但是仍然低于所述阈值。

[0106] 当光缆已被修复时,接收的光信号的功率水平突然增大(点 4)。由于功率水平现在超过了所述阈值,因此可认为光缆已被修复。于是,可关闭第二接口的发射器(点 5)。

[0107] 在检测光缆修复时,必须考虑由破损的电缆引起的反射。就单光纤环路来说,当在修复后的光纤环路的另一端接收光线时,通常仍然剩下约 -10dB 的发射功率。这远远大于通常从光缆破损情况下发生的反射接收的 -20...-30dB。从而,多数情况下,能够确定阈值,在所述阈值之上,认为光纤已被修复。但是,有时反射光能够大于用于保护切换的阈值的有效值。

[0108] 图 6 和 7 描述了一种解决方案,其中可对检测器设置一个简单的阈值。如上所述,可能出现其中即使光缆仍然破损,当打开第二接口的发射器时,所述阈值被超过的情况。于是,这会导致第二接口的发射器被关闭的情况(因为阈值被超过),尽管光缆仍然破损。

[0109] 根据另一实施例,能够避免上述问题。在接通第二接口(保护接口)之后,能够测量第二接口发射的光线有多少被反射回去。反射的功率水平可能高于认为电缆破损的阈值,这会欺骗第二接口相信电缆已被修复。但是,由于知道电缆破损(这可通过快速关闭发射器,并再次打开发射器来检查),并且所有光线是反射光,因此第二接口仍然保持打开状态。只要在第二接口被打开之后,光线的数量没有任何急剧变化,第二接口就知道光缆还未被修复。

[0110] 但是,如果功率水平以某一方式变化,第二接口可认为光缆现在已被修复,于是它可关闭发射器。如果此时,接收的光信号的功率水平降低到初始阈值之下,意味着光缆实际上仍然破损,第二接口快速重新接通发射器。这可在如此短的时间内发生,以致通过第二接口通信的所有注册 ONU 应该仍然保持注册状态。

[0111] 上述方法依赖于光层检测。但是,还存在一种用于检测断纤,并且激活第二接口的高层机制。如果第一接口未从一个或多个 ONU 收到信号,那么它认为这些 ONU 被丢失。第一接口能够根据它是否具有 PON 物理拓扑信息采取动作。如果根据丢失的 ONU 和物理拓扑信息,第一接口(节点)知道物理拓扑信息,那么第一接口能够诊断故障是否与断纤有关。如果所有丢失的 ONU 都在光纤环路上的某个特定分光器之后,那么认为继纤发生在该分光器之后。随后第一接口激活所述第二接口。

[0112] 如果物理拓扑信息不可获得,并且当第一接口发现它已丢失一些 ONU 时,由于它不能弄清故障发生于何处,因此它将通知第二接口实现传输。如果第一和第二接口同时位于相同的 OLT 中,那么第二接口的激活实现起来简单。但是,如果接口在不同的 OLT 中,在多数情形下,必须在接口之间提供专用连接,以便传送所述通知。

[0113] 当两个接口同时工作时,能够找出更多的这种故障。如果从第一接口处丢失的 ONU 注册到第二接口,那么该故障是光纤环路中的电缆破裂。另一方面,如果故障在别的地方,并且光纤环路未破裂,那么打开第二接口将导致干扰,以及随后丢失更多的 ONU。这种情况下,第一接口或者第二接口快速禁用第二接口。沿着环路检测继纤故障,这种方法只需要 1-2 毫秒时间。为了避免由其它故障,比如 ONU 故障或者从分光器到 ONU 的断纤引起的第二接口的频率切换,操作员可设定丢失的 ONU 的数目的阈值。于是,在优选实施例中,只有当丢失的 ONU 的数目大于设定的阈值时,第一接口才通知第二接口,并实现传输。

[0114] 在正确地诊断光纤故障和激活第二接口之后,在第二接口中执行自动发现机制,使 ONU 与第二接口同步,并测量第二接口与它的附联 ONU 之间的往返时延。随后第二接口将进行往返时延补偿,并正确地开始发送/接收通信量。

[0115] 图 8a 和 8b 图解说明根据本发明的,具有光层故障检测方法的无源光纤网的接口结构的实施例。图 8a 和 8b 的布局能够实现参考图 6 和 7 说明的光保护切换。

[0116] OLT 的第一接口 86 包括一个收发器 87,收发器 87 包括一个发射器 890 和一个接收器 88。发射器 890 被配置成在第一波长(例如 1490 纳米)下发射光信号。相应地,接收器 88 被配置成在第二波长(例如 1310 纳米)下接收光信号。OLT 的第一接口 86 还包括一个把 1310 纳米的波长过滤给接收器 88 的双工滤波器 89。

[0117] OLT 的第二接口 80 包括一个收发器 81,收发器 81 具有一个发射器 85 和一个接收器 82。发射器 85 被配置成在第一波长(例如 1490 纳米)下发射光信号。相应地,接收器 82 被配置成在第二波长(例如 1310 纳米)下接收光信号。OLT 的第二接口 80 还包括一个

把 1310 纳米的波长过滤给接收器 82 的双工滤波器 83。此外,在优选实施例中,第二接口 80 包括一个能够实现光保护切换的 1490 纳米检测器 84。分光器 893 被配置成把光线分离给检测器 84。另一方面,检测器 84 可在收发器 81 之外,而不是在收发器 81 之内。

[0118] 图 8a 和 8b 之间的布局还包括两个接口 80、86 之间的光学介质 892。

[0119] 图 8a 和 8b 之间的差异在于在图 8a 中,接口 80、86 同时位于相同的 OLU(路由器)处,如图 9 中所示,在图 8b 中,接口 80、86 位于不同的 OLT(路由器)处,如图 10 和 11 中民示。路由器链接 PON 和外部网络。接口由物理协议层,以及更高的一层或多层组成。从而,路由器代表具有更高协议层的设备。典型的协议层是以太网,ATM(异步传输模式)或者 IP(网际协议)层或者多层的组合。下面说明如何可通过路由器之间的信令增强较高层操作,以确保快速保护切换。

[0120] 对于位于同一地点的情况来说(图 8a),接口 80 和 86 所位于的节点直接控制这两个接口。当光纤破裂时,在检测并诊断受影响的 ONU 是哪些之后,图 9 中的 OLT91 更新其内部的路由表,而不向外部网络中的其余路由器通告 PON 故障,从而使保护切换保持局部并且快速。预定给 / 起源于受影响的 ONU 的通信量将通过接口 80,而不是接口 86 发送 / 接收。

[0121] 对于不位于同一地点的情况来说(图 8b),接口 86 和 80 在不同的节点中,所述不同的节点能够通过专用路径 891 相互通信。如果在 PON 中发生光纤破裂,那么去往受影响的 ONU(接口 86 不能到达的 ONU)的通信量不得被重新路由到接口 80。就故障的光学检测来说,当接口 80 利用检测器 84 检测光纤破裂时,它启动其发射器 85,并开始自动发现过程以便记录受影响的 ONU。同时,接口 80 向接口 86 发送路径建立请求,接口 86 答复以 PATH-ACK。如果接口 80 收到 PATH-ACK,那么建立该路径。随后,接口 80 将沿着建立的路径 891 把具有受影响的 ONU 的信息的通知消息发送给接口 86。通过利用信令协议,能够实现上面描述的路径建立。例如, IETF(因特网工程任务组)提出的 RSVP(资源预留协议)或 CR LDP(基于路由受限标签分发协议)的扩展可被用于在两个路由器之间交换信息和有效负载,而不会影响其余外部网络中的分组转发。从而,能够实现这两个路由器之间的快速保护动作和分组的重新路由。之后,把故障及受影响的 ONU 通知接口 86,以致接口 86 能够停止向受影响的 ONU 发送通信量。

[0122] 在没有使用光学检测的情况下,故障的检测依赖于接口 86 的在更高层识别 ONU 已从 PON 被丢失的能力,如前所述。从而,在接口 86 而不是在接口 80 启动上面描述的路径初始化。

[0123] 接口 86 通知路由器它被连接上,以便利用专用路径 891 把受影响的下游通信量转发给接口 80。接口 80 不能简单地把所有其收到的上游通信量转发给接口 86。否则,会发生循环。图 10 表示了关于不位于同一地点的情况的实现。这里,接口 103 对应于图 8b 中的接口 86,接口 104 对应于图 8b 中的接口 80。当路由器 102 从 PON 收到上游通信量时,并且如果它把所有分组发送给路由器 101,那么路由器 101 处理这些分组,如同这些分组发源于它本身一样,一些分组可经由路由器 102 到达它们的目的地,从而出现循环。为了解决该问题,当上游分组到达路由器 102 时,路由器 102 根据其路由表检查 IP 分组的目的地地址,如果该分组的地址在路由表中,那么路由器 102 根据路由表发送该分组。否则,路由器 102 简单地通过在路由器 101 和 102 之间建立的专用路径,把该分组发送给路由器 101。这种方

法的优点在于保持外部网络的路由表不变。当保护动作完成时,路由器 101 和 102 可向外部网络通告新的稳定的拓扑结构。从而,路由器 101 和 102 之间的专用路径(否则可能消耗过多的带宽)没有有效负载通信量。图 9 中,OLT91 更新它的内部路由表,预定给 / 起源于受影响的 ONU 的通信量将通过接口 93 而不是接口 92 被发送 / 接收。

[0124] 为了对于如图 8a 中图解说明的具有光学检测的位于同一地点情况实现上述功能,接口 80 包括启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程的开始组件 SM1。接口 80 还包括响应自动发现过程的结果,更新光线路终端的内部路由表的更新组件 UP。

[0125] 为了对于如图 8b 中图解说明的具有光学检测的不位于同一地点情况实现上述功能,接口 80 包括启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程的开始组件 SM1,在接口 80、86 之间建立专用路径 891 的建立组件 EM,和把通知消息发送给接口 8 的发送单元 SM2。通知消息包括和受影响的光纤网络单元有关的信息。接口 80 还包括通过专用路径 891,把来自受影响光纤网络单元的受影响上游通信量转发给接口 86 的转发组件 FW2。接口 86 包括通过专用路径 891,把受影响的光纤网络单元的下游通信量转发给接口 80 的转发组件 FW1。

[0126] 此外,接口 86 可包括通过专用路径 891,把位于受影响的光纤网络单元之后的较高层地址发送给接口 80 的发送单元 SM3。此外,接口 80 可包括检查是否在包括接口 80 的光线路终端的路由表中找到分组的目的地地址的检查机构 CM,和按照该路由表发送该分组的发送单元 SM4。如果在该路由表中未找到该目的地地址,那么发送单元通过专用路径 891,把来自接口 80 的分组发送给接口 86。

[0127] 为了对于图 8c 中图解说明的只具有较高层故障检测的位于同一地点情况实现上述功能,接口 80 包括启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程的开始组件 SM1。还包括响应自动发现过程的结果,更新光线路终端的内部路由表的更新部分 UP。相应地,接口 86 包括检测信号不是接收自至少一个光纤网络单元的检测单元 DET,和向接口 80 发送接通接口 80 的发射器的消息的发送单元 SM5。

[0128] 为了对于图 8d 中图解说明的只具有较高层故障检测的不位于同一地点情况实现上述功能,接口 80 包括启动记录受影响的光纤网络单元的自动发现过程的开始组件 SM1,和向接口 86 发送通知消息的发送单元 SM2。通知消息包括和受影响的光纤网络单元有关的信息。接口 80 还包括通过专用路径 891,把来自受影响光纤网络单元的受影响上游通信量转发给接口 86 的转发组件 FW2。接口 86 包括通过专用路径 891,把受影响的光纤网络单元的下游通信量转发给接口 80 的转发组件 FW1。此外,接口 80 包括检查是否在由接口 80 构成的光线路终端的路由表中找到分组的目的地地址的检查机构 CM,和按照该路由表发送该分组的发送单元 SM4。如果在该路由表中未找到该目的地地址,那么发送单元 SM4 通过专用路径 891,把来自接口 80 的分组发送给接口 86。

[0129] 相应地,接口 86 包括检测信号不是接收自至少一个光纤网络单元的检测单元 DET,和向接口 80 发送接通接口 80 的发射器的消息的发送单元 SM5。此外,接口 86 包括通过专用路径 891,把受影响光纤网络单元的下游通信量转发给接口 80 的转发组件 FW1,通过专用路径 891,把位于受影响光纤网络单元之后的较高层地址发送给接口 80 的发送单元 SM3,和在接口 80、86 之间建立所述专用路径 891 的建立机构 EM。

[0130] 上述组件、单元和 / 机构可用本领域的技术人员已知的硬件和 / 或软件解决方案来实现,于是不再更详细地描述具体例子。

[0131] 图 9-11 图解说明其中可使用本发明的例证的无源光纤网络拓扑结构。每个拓扑结构被大大简化,只是出于举例说明的目的给出的。图 9 描述了其中接口 92、93 在相同的 OLT91 中的无源光纤网络 90 的环形拓扑结构。几个 ONU94 与光学介质 95 连接。图 10 描述其中第一接口 103 在 OLT101 中,第二接口 104 在 OLT102 中的无源光纤网络 100 的 U 形链状拓扑结构。几个 ONU105 与光学介质 106 连接。图 11 描述了其中第一接口 123 在 OLT121 中,第二接口 124 在 OLT122 中的无源光纤网络 120 的环形拓扑结构。几个 ONU125 与光学介质 126 连接。

[0132] 光保护切换提供一种检测光纤破裂的快速检测方案。前面说明了在这两个接口之间存在连接(除了接口之间的光学介质之外)。这使得能够实现受影响 ONU 的信息的快速重新路由。但是,必须注意网际协议(IP)层能够在没有 OLT 之间的直接信令的情况下,获悉变更后的网络拓扑结构,但是这种获悉可能需要许多秒的时间,在这段时间内,分组被丢失。于是,这种解决方案的效率低于这里描述的解决方案。

[0133] 从而,在图 9 和 10 中可使用根据本发明的各个方面的光保护切换,而在图 11 中,使用根据本发明的各个方面的光保护切换更为困难,因为路由器 121 和 122 之间的连接(除光学介质 126 之外)可能涉及多个中继段和域。于是,路由器之间的专用路径更难以建立,等待时间更大,并且和直接连接或中继段很少的连接相比,显然更受带宽约束。如果故障检测以第二接口,例如路由器 102 中的检测器为基础,那么第二接口将激活它自己。一段时间之后,将利用标准 IP 路由协议更新路由信息。

[0134] 另一方面,如果故障检测以注意到较高层的 ONU 的丢失的第一接口,例如路由器 101 中的检测器为基础,那么路由器 101 必须向路由器 102 发送通知消息,以便第二接口能够激活它自己。由于在这种检测方案中,刚一激活就必须立即使第二接口减活的可能性很高,因此应特别注意这两个路由器之间的消息如环境允许那样尽可能快地传播。

[0135] 图 12 图解说明可变对称分光比的概念。在环形保护无源光纤网络中举例说明该概念,所述环形保护无源光纤网络包含光线路终端(OLT)130,OLT130 包括有源接口 131 和备用接口 132。PON 包括四个环路分光器/光组合器 132、133、134、135。上述元件通过光学介质 136,如图 12 中所示相互连接。所述两个接口也可位于不同的 OLT 中(图 12 中未示出)。

[0136] 通常,OLT13 中的两个接口 131、132 之一是活动的。该接口在一个波长,通常在 1490 纳米波长下发送光线,并在另一波长,通常在 1310 纳米波长下接收光线。环路分光器/光组合器 132、133、134、135 是把光信号分到 ONU(图 12 中未示出)的星形中性点。

[0137] 在双向环路(例如环形保护无源光纤网络)中,一个方向上的第一分出节点是另一方向上的最后节点。如果这里使用适用于单向光纤的方法(即,在起点附近的分出节点中只从环路分出一小部分的光功率,在后续的分出节点中从环路分出较大部分的光功率),那么相反方向上的第一分出节点会分流出比必需的功率更多的功率,最后的节点不会收到足够的功率。由此得出,在每个分出节点,相等地分流出一部分光线是一种适当的解决方案。通常,在环路分光器/光组合器 132、133、134、135 中,使用相同的分光比从环路分出功率。但是,当使用可变对称分光比方案时,可增大 ONU 的数目,在所述可变对称分光比方案中,在接近 OLT130 的环路分光器/光组合器 132、133、134、135 分出更大比例的光线,在环路中间的环路分光器/光组合器 132、133、134、135 分出较少的功率。

[0138] 下表表示了在假定功率分配为 24dB 的系统中,ONU 的数目如何可由可变对称分光比增大。

[0139]

恒定分光比		可变对称分光比	
8/分出, 3 次分出		8/分出, 4 次分出	
Drop%	dB	Drop%	dB
20%	-19.4	30%	-17.6
20%	-21.3	20%	-22.0
20%	-23.2	20%	-23.9
20%	-25.1	30%	-24.0

[0140] 每个环路分光器 / 光组合器 132、133、134、135 之间的距离为 2 公里的单光纤环路被用作该拓扑结构。每个环路分光器 / 光组合器 132、133、134、135 把信号分发给八个 ONU。dB 值指示相对于在 ONU 的发射功率,在 OLT 130 的接收光功率(就功率分配来说,计算中使用的上游方向更关键,因为在 ONU 通常使用的波长下,衰减更大)。在恒定的分光比下,每个环路分光器 / 光组合器 132、133、134、135 中 20% 的分出比对三节点系统产生最好的性能,所述三节点系统采用每个模型之间节距 10% 的一批分光器。但是,在 24 dB 的功率分配下,在第四个节点功率不足。从而,三个节点是节点的最大数目。另一方面,如果使用可变对称分光比,那么第四个节点将刚好适应于该功率分配。

[0141] 对于本领域的技术人员来说,随着技术的发展,显然可以各种方式实现本发明的思想。从而,本发明及其实施例并不局限于上面描述的例子,相反它们可在权利要求的范围内变化。

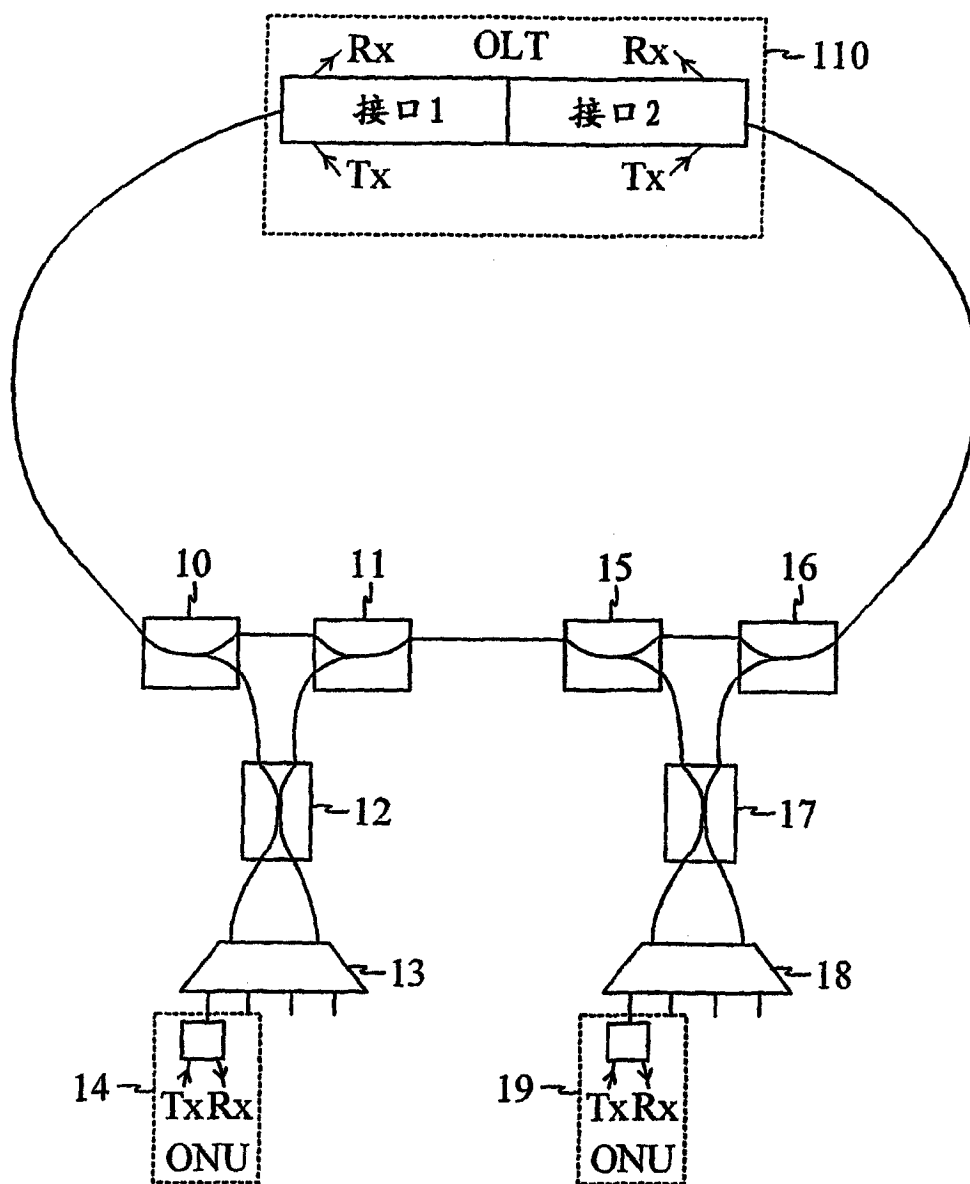


图 1

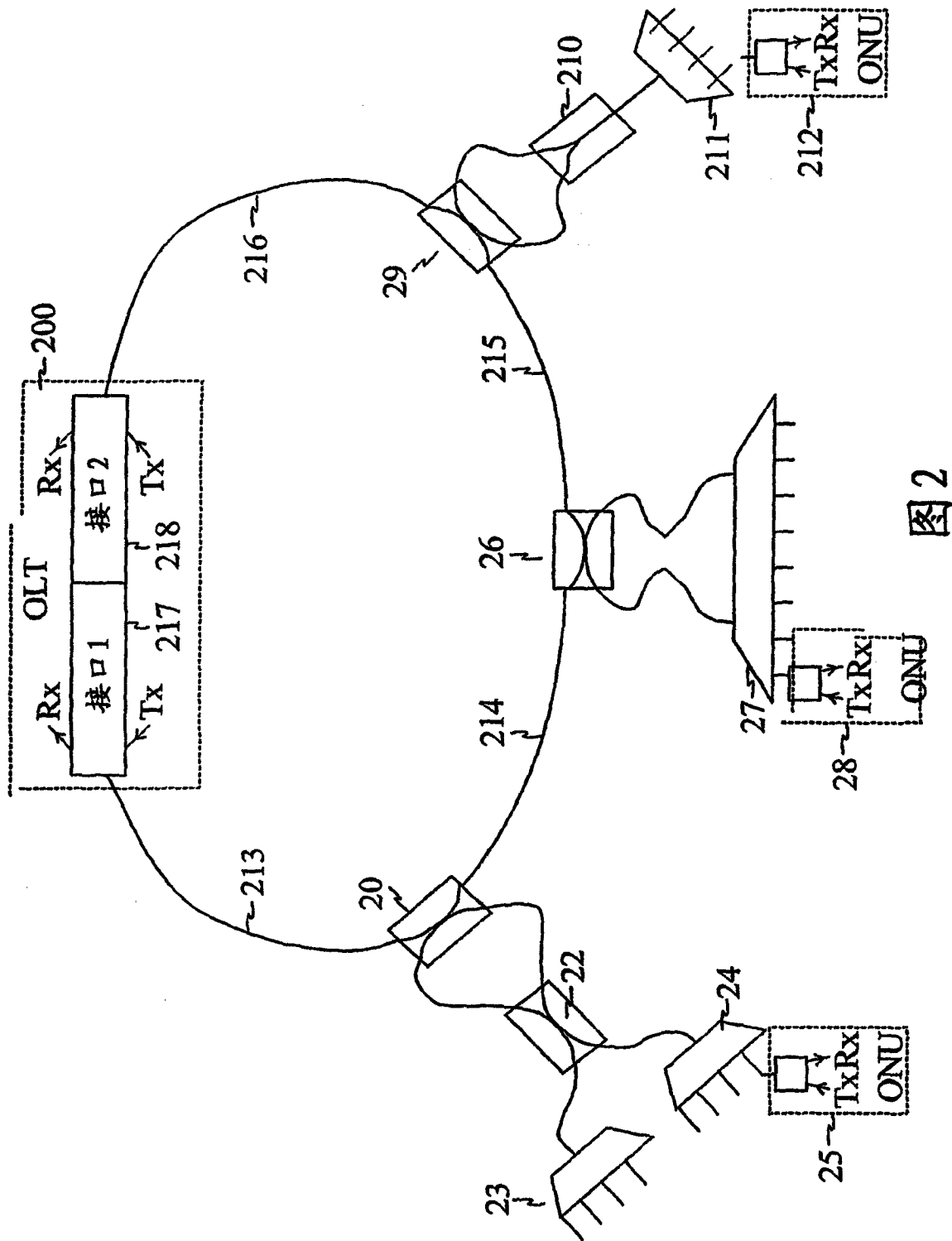


图 2

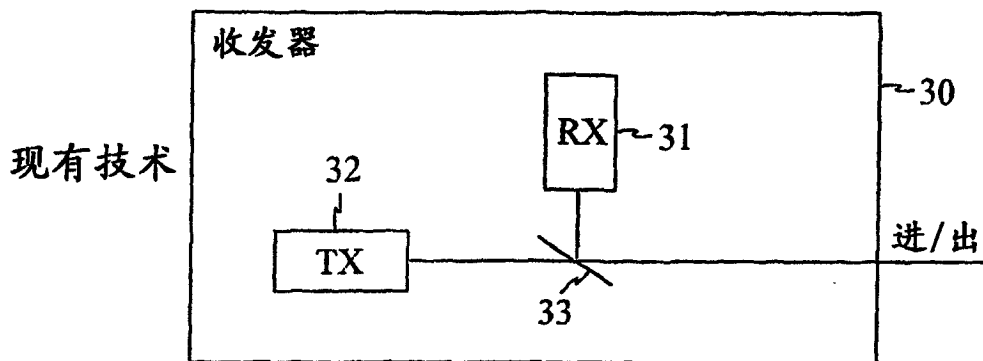


图 3

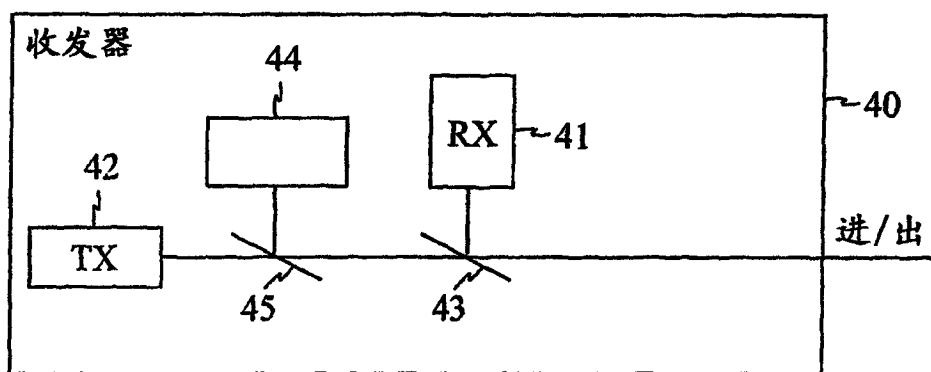


图 4

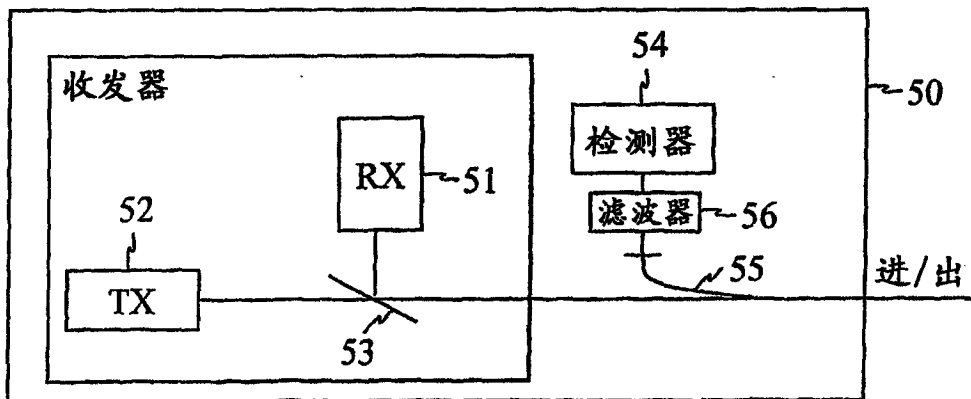


图 5

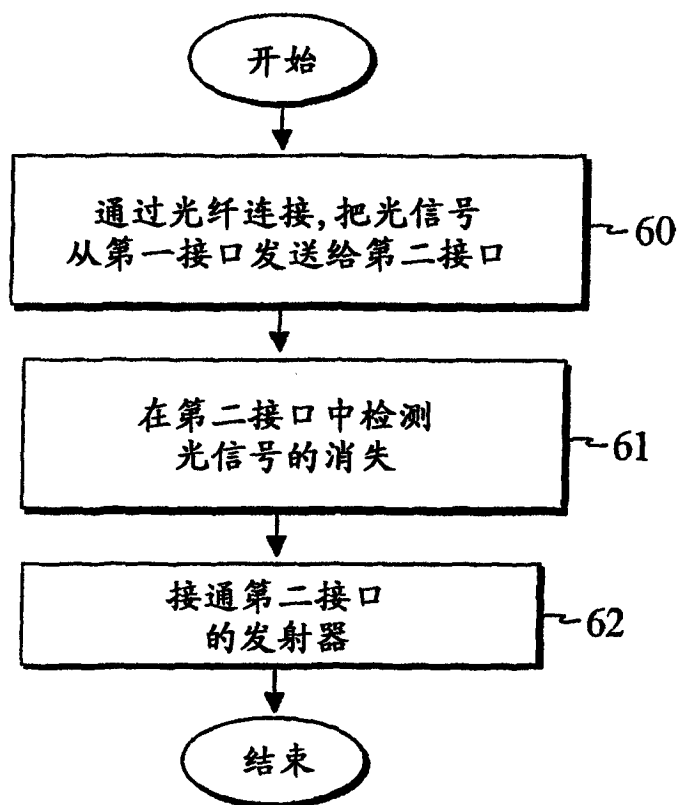


图 6

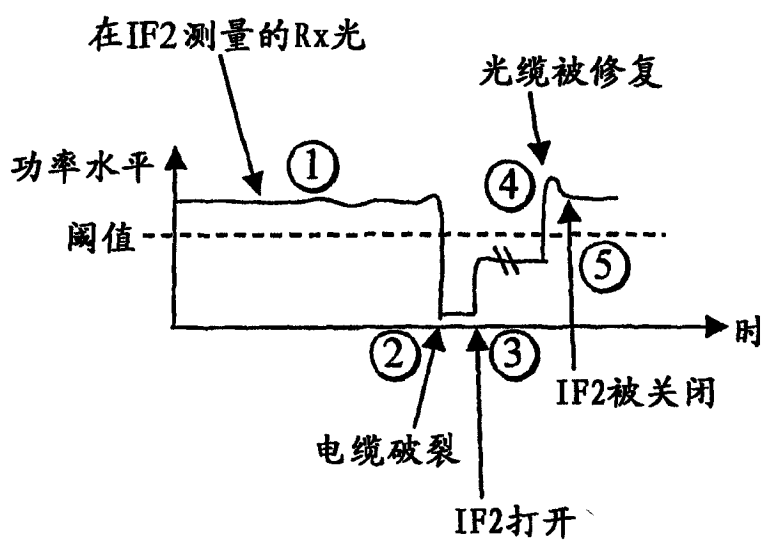


图 7

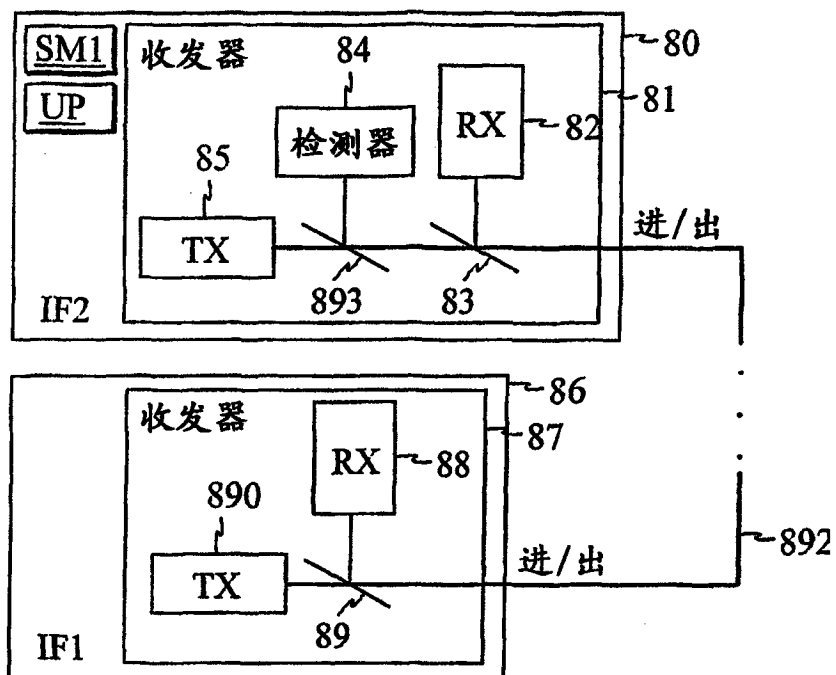


图 8a

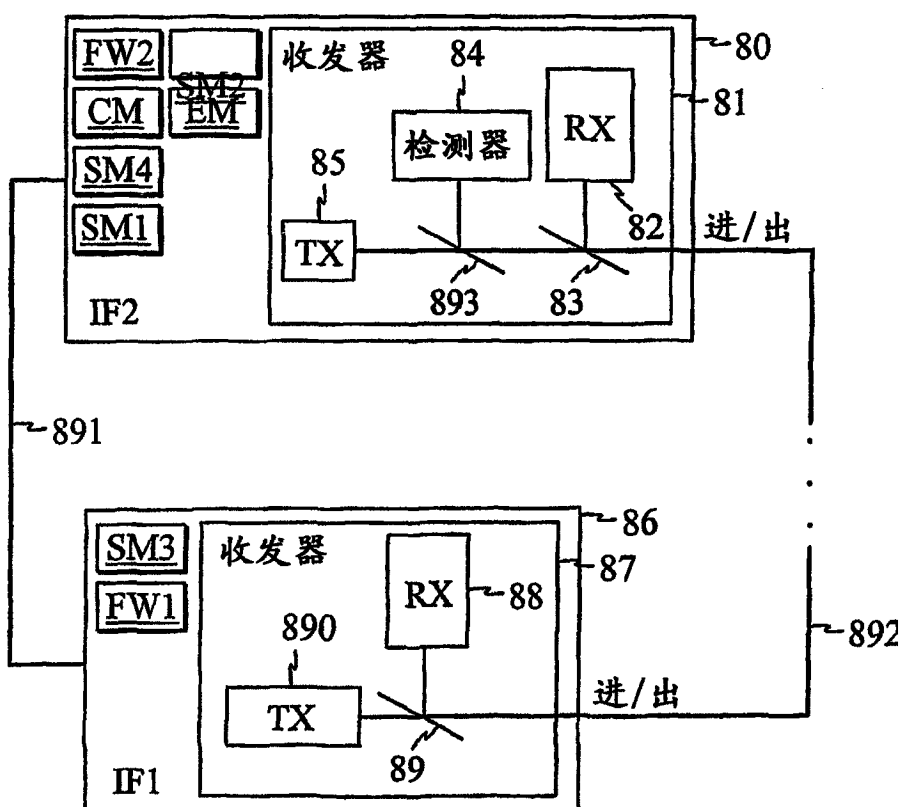


图 8b

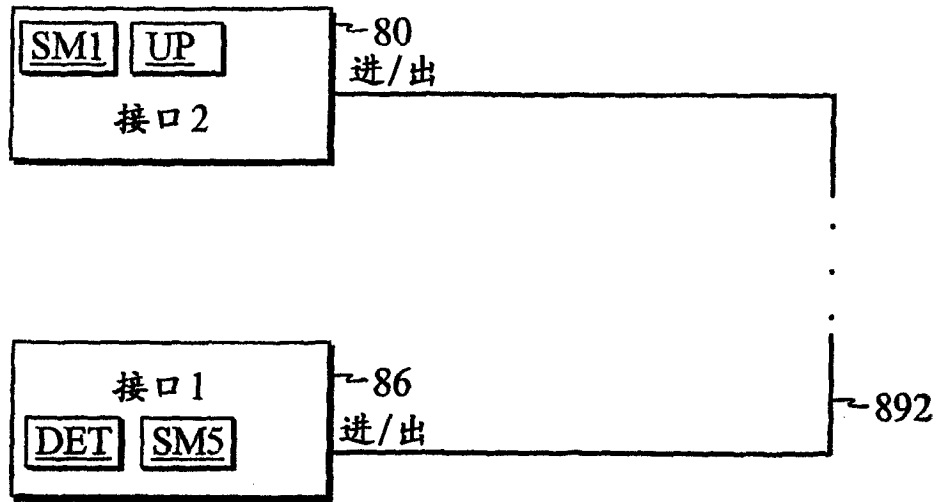


图 8c

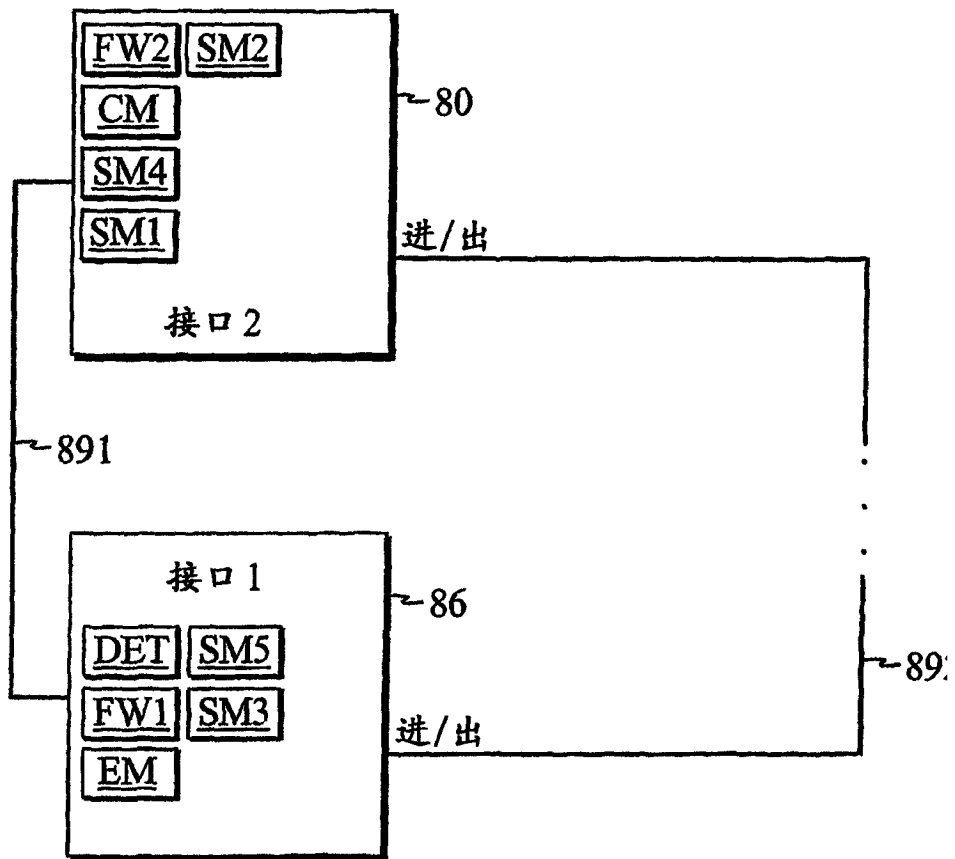


图 8d

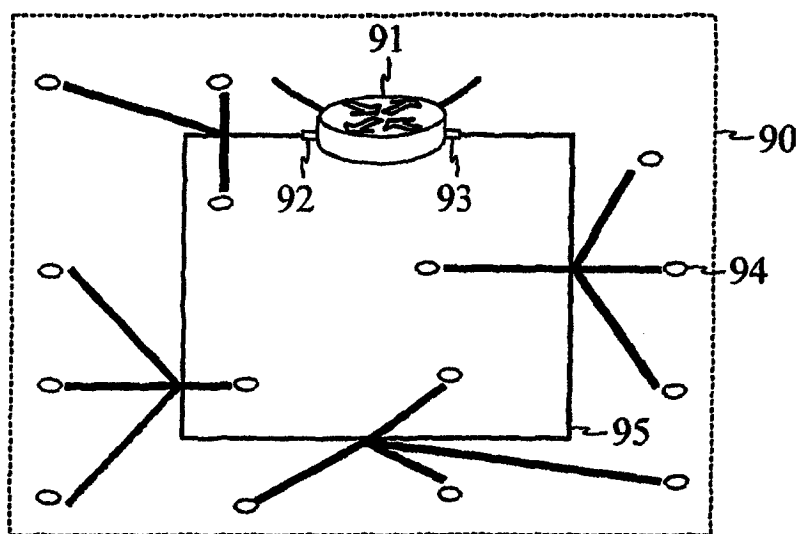


图 9

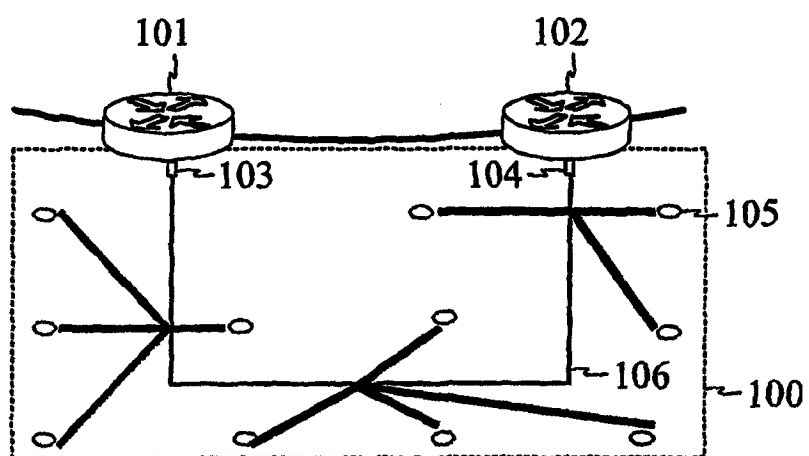


图 10

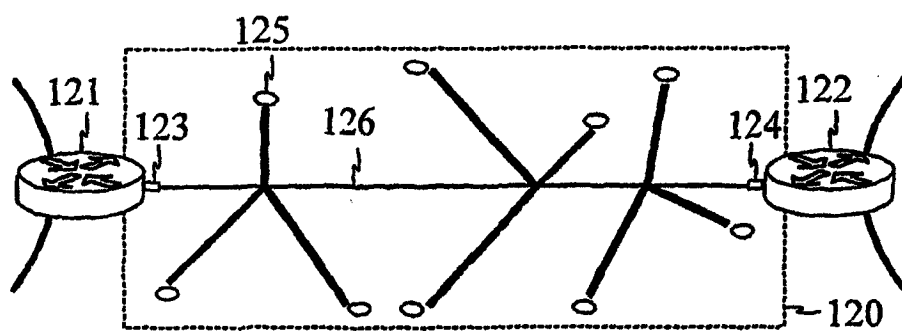


图 11

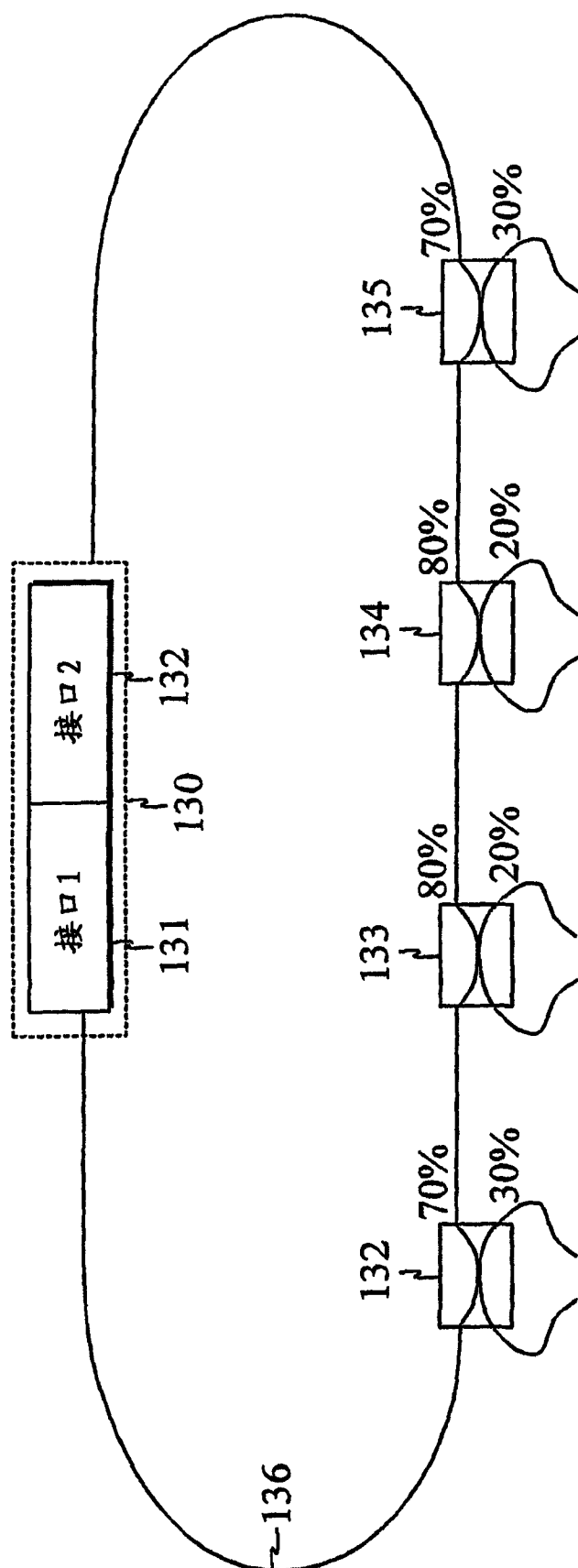


图12