



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02828200.0

[43] 公开日 2005 年 5 月 25 日

[11] 公开号 CN 1620770A

[22] 申请日 2002.12.18 [21] 申请号 02828200.0

[30] 优先权

[32] 2001.12.18 [33] SE [31] 0104170-6

[32] 2001.12.18 [33] US [31] 60/340,493

[32] 2002.7.15 [33] SE [31] 0202215-0

[86] 国际申请 PCT/SE2002/002380 2002.12.18

[87] 国际公布 WO2003/052978 英 2003.6.26

[85] 进入国家阶段日期 2004.8.18

[71] 申请人 鲁门蒂斯公司

地址 瑞典哈格斯滕

[72] 发明人 M·厄贝里 U·R·佩尔松

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

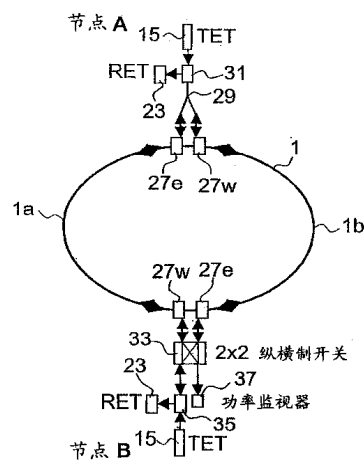
代理人 张雪梅 王忠忠

权利要求书 6 页 说明书 17 页 附图 8 页

[54] 发明名称 保护的双向 WDM 网络

[57] 摘要

光的 WDM 环路网络包括被连接在环路路径中的至少两个加上/除去节点。环路路径只包括单光纤(1)，被安排用于在节点之间的双向业务。一个 2×2 开关(33)在一个加上/除去节点(B)中用于当为了保护目的而需要时，把从该节点转发到另一个节点的信号切换到在环路路径的第一分段上行进或在环路路径的第二个、补充分段上行进。从另一个节点发出到第一节点的信号在两个分段上行进，但开关选择实际的分段，在第一节点处信号是从该分段接收的。由开关切换的信号可以是在该节点与另一个节点之间通信的保护的信道中使用的高优先级信号。在没有从其中接收高优先级信号的分段上，非保护的信道中的低优先级信号可以在节点之间被通信，这些信道也传送通过开关。



1. 一种光的 WDM 环路网络, 包括:
- 至少两个加上/除去节点, 包括第一节点和第二节点,
 - 互相串联连接的单光纤链路, 每个链路在两个加上/除去节点之间延伸, 并允许在链路的单条光纤上在所述两个加/除去节点之间进行双向业务,
 - 链路被连接成形成单环路路径, 使得环路路径只包括一条光纤路径,
- 其特征在于,
- 在第一节点处的切换单元, 为了保护目的, 用于把从第一节点到第二节点的信号切换成在环路路径的第一分段上行进或在环路路径的第二个、互补分段上行进,
 - 第一节点被安排成从该分段接收来自第二节点的信号, 来自第一节点的信号被切换成在该分段上行进, 以及
 - 第二节点被安排成把信号发到环路路径以在第一和第二分段上行进。
2. 按照权利要求 1 的光的 WDM 环路网络, 其特征在于, 第一和第二节点被安排成允许在两个不同的 WDM 波长信道上载送在第一和第二节点之间的业务, 一个信道用于从第一节点到第二节点的信号以及不同的信道用于从第二节点到第一节点的信号。
3. 按照权利要求 2 的光的 WDM 环路网络, 其特征在于, 第一和第二节点的每个节点包括一个波长选择性加上/除去滤波器, 在所述两个不同的 WDM 波长信道中的信号通过用于环路路径的每个第一和第二分段的、节点的波长选择性加上/除去滤波器, 而被加到第一和第二节点的每个节点中的环路路径上的业务中/从该业务除去。
4. 按照权利要求 3 的光的 WDM 环路网络, 其特征在于, 第一和第二节点的至少一个的波长选择性加上/除去滤波器是波段加上/除去滤波器。
5. 按照权利要求 1 的光的 WDM 环路网络, 其特征在于, 第一节点包括
- 至少一个接收机
 - 至少一个发射机, 和

- 被连接到切换单元的除去滤波器，用于引导进到第一节点并传递通过切换单元的信号到第一节点的该至少一个接收机，以及用于引导由第一除去节点的该至少一个发射机发出的信号到切换单元以便把信号转发到第二节点。

5 6. 按照权利要求 1 的光的 WDM 环路网络，其特征在于，第二节点包括

- 至少一个接收机
- 至少一个发射机，
- 非波长选择性耦合器，和

10 - 被连接到耦合器的除去滤波器，用于引导进到第二节点并传递通过耦合器的信号到第二节点的该至少一个接收机，以及用于引导由第二节点的该至少一个发射机发出的信号到耦合器以便把信号转发到第一节点。

15 7. 按照权利要求 1 的光的 WDM 环路网络，其特征在于，第二节点包括

- 多个接收机
- 多个发射机，和
- 非波长选择性发射机耦合器，

20 每个发射机具有与其耦合的单个发射机耦合器，用于把由发射机发出的信号分裂成两个份额，第一份额被安排成沿着第一分段行进到第一节点以及第二份额被安排成沿着第二分段行进到第一节点。

25 8. 按照权利要求 7 的光的 WDM 环路网络，其特征在于，每个发射机耦合器具有第一和第二输出端，每个发射机耦合器的第一输出端被连接到各个第一加上单元，第一加上单元互相串联连接，把由所有的发射机发出的信号的第一份额组合成组合的信号，该信号被安排成沿着第一分段行进，以及每个发射机耦合器的第二输出端被连接到各个第二加上单元，第二加上单元互相串联连接，把由所有的发射机发出的信号的第二份额组合成组合的信号，该信号被安排成沿着第二分段行进。

30 9. 按照权利要求 1 的光的 WDM 环路网络，其特征在于，第二节点包括多个接收机和接收机耦合器，每个接收机具有与其耦合的接收机耦合器，用于组合从第一和第二分段进到接收机的可能的信号。

10. 按照权利要求 9 的光的 WDM 环路网络, 其特征在于, 每个接收机耦合器具有第一和第二输入端, 每个接收机耦合器的第一输入端被连接到各个第一除去单元, 第一除去单元互相串联连接以接收来自第一分段的信号, 每个第一除去单元把各个信号偏转到被连接到第一除去单元的接收机, 以及每个接收机耦合器的第二输入端被连接到各个第二除去单元, 第二除去单元互相串联连接以接收来自第二分段的信号, 每个第二除去单元把各个信号偏转到被连接到第二除去单元的接收机。

11. 按照权利要求 1 的光的 WDM 环路网络, 其特征在于, 它只包括两个节点, 第一节点和第二节点, 第一节点的切换单元被直接连接在环路路径中。

12. 按照权利要求 1 的光的 WDM 环路网络, 其特征在于, 它只包括两个节点, 第一节点和第二节点, 第二节点包括

- 至少一个接收机
- 至少一个发射机,
- 非波长选择性耦合器, 和
- 被连接到耦合器的组合/分离装置, 用于引导进到第二节点并传递通过耦合器的信号到第二节点的该至少一个接收机, 以及用于引导由第二节点的该至少一个发射机发出的信号到耦合器以便把信号转发到第一节点, 耦合器被直接连接在环路路径中。

13. 按照权利要求 12 的光的 WDM 环路网络, 其特征在于, 非波长选择性耦合器被直接连接在环路路径中。

14. 按照权利要求 1 的光的 WDM 环路网络, 其特征在于, 每个第一节点和第二节点被安排成发出高优先权信号和低优先权信号, 切换单元在第一位置将从第一节点到第二节点的高优先权信号切换到第一分段上行进, 以及在第二位置切换到在环路路径的第二个、互补分段上行进,

- 第一节点被安排成从这样的分段接收来自第二节点的高优先权信号, 来自第一节点的高优先权信号被切换到在该分段上行进, 以及
- 第二节点被安排成把它的所有的信号, 高优先权信号和低优先权信号, 发到环路路径中, 使它们在第一和第二分段上行进,
- 切换单元允许在第一位置上来自第一节点的低优先权信号在第

二分段上行进和在第一节节点处从同一个、第二分段接收低优先权信号，以及允许在第二位置上来自第一节节点的低优先权信号在第一分段上行进和在从同一个、第一分段接收低优先权信号。

5 15. 按照权利要求 14 的光的 WDM 环路网络，其特征在于，低优先权信号在两个不同的 WDM 波长信道上载送，一个信道被使用于来自第一节节点的信号而不同的信道用于由第一节节点接收的信号。

16. 按照权利要求 14 的光的 WDM 环路网络，其特征在于，高优先权信号在两个不同的 WDM 波长信道上被载送，第一信道用于从第一节节点到第二节节点的信号以及第二个、不同的信道用于从第二节节点到第一节节点的信号，来自第一节节点的低优先权信号在第二信道上载送，而来自第二节节点的低优先权信号在第一信道上载送。

17. 按照权利要求 14 的光的 WDM 环路网络，其特征在于，高优先权信号和低优先权信号在第一节节点中由用于环路路径的第一和第二分段中的每个的一个波长选择性加上/除去滤波器，具体地波段加上/除去滤波器，被加到环路路径的业务中/从该业务除去。

18. 按照权利要求 14 的光的 WDM 环路网络，其特征在于，第一节节点包括，对于每个高优先权和低优先权信号中的每个，

- 至少一个接收机
- 至少一个发射机，和
- 20 - 被连接到切换单元的除去滤波器，用于引导进到第一节节点并传递通过切换单元的高优先权信号和低优先权信号到第一节节点的相应的至少一个接收机，以及用于引导由第一节节点的相应的至少一个发射机发出的高和低信号到切换单元以便把信号转发到环路路径。

25 19. 按照权利要求 14 的光的 WDM 环路网络，其特征在于，第二节节点包括

- 至少一个用于高优先权信号的接收机，
- 至少一个用于高优先权信号的发射机，
- 非波长选择性 2x2 耦合器，和
- 30 - 被连接到耦合器的除去滤波器，用于引导进到第二节节点并传递通过耦合器的信号到第二节节点的该至少一个接收机，以及用于引导由第二节节点的该至少一个发射机发出的信号到耦合器以便把信号转发到第一节节点。

20. 按照权利要求 14 的光的 WDM 环路网络, 其特征在于, 来自第一节点的低优先权信号被第二节点接收, 以及反之亦然。

21. 按照权利要求 1 的光的 WDM 环路网络, 其特征在于, 在第一节点与第二节点之间的所有的业务在两个不同的 WDM 波长信道上载送, 一个信道被使用于从第一节点到第二节点的信号以及不同的信道用于从第二节点到第一节点的信号。

22. 按照权利要求 14 的光的 WDM 环路网络, 其特征在于, 第二节点包括耦合器并对于高优先权信号和低优先权信号中的每个,

- 至少一个接收机
- 至少一个发射机, 和
- 被连接到耦合器的除去滤波器, 用于允许进到第二第一节点的高优先权信号和低优先权信号传送到用于高优先权信号和低优先权信号的接收机的, 以及用于引导由用于高优先权信号和低优先权信号的发射机发出的高信号和低信号, 以两个相反的方向/在第一和第二分段上传送到环路路径。

23. 按照权利要求 14 的光的 WDM 环路网络, 其特征在于, 高优先权信号和低优先权信号由用于环路路径的每个第一和第二分段的一个波长选择性加上/除去滤波器, 具体地波段加上/除去滤波器, 加到第二节点中环路路径的业务中/从该业务除去。

24. 按照权利要求 14 的光的 WDM 环路网络, 其特征在于, 来自第一节点的低优先权信号被加上/除去节点中的第三个即第三节点接收, 以及被第一节点接收的低优先权信号从第三节点发送。

25. 按照权利要求 24 的光的 WDM 环路网络, 其特征在于, 高优先权信号在两个不同的 WDM 波长信道上载送, 以及低优先权信号在两个其它的、不同的 WDM 波长信道上载送。

26. 按照权利要求 24 的光的 WDM 环路网络, 其特征在于, 第三节点包括

- 至少一个接收机
- 至少一个发射机, 和
- 除去滤波器。

27. 按照权利要求 24 的光的 WDM 环路网络, 其特征在于, 低优先权信号由一个波长选择性加上/除去滤波器, 具体地波段加上/除去滤

波器，加到在第三节点中的环路路径的业务中/从该业务除去。

28. 一种光的 WDM 环路网络，包括：

- 两个加上/除去节点，包括第一节点和第二节点，
 - 连接第一和第二节点的两个链路，第一链路和第二链路，每个
- 5 链路只包括一条光纤，第一链路包括第一光纤和第二链路包括第二光纤，第一和第二光纤中的每个允许在两个加上/除去节点之间进行双向业务，两个条光纤具体地被放置成地理上互相分开或互相远离，

其特征在在于，在两个加上/除去节点的第一节点处的切换单元，为了保护目的，用于把从第一节点到第二节点的信号切换成在第一光纤上或第二光纤上行进以及从第二节点到第一节点的信号在第一节点处

10 从同一个链路被接收，第二节点被安排成发出信号在两个链路上行进。

29. 按照权利要求 28 的光的 WDM 环路网络，其特征在在于，切换单元被直接连接到第一和第二光纤。

15 30. 按照权利要求 28 的光的 WDM 环路网络，其特征在在于，第二节点包括

- 至少一个接收机
 - 至少一个发射机，
 - 非波长选择性耦合器，和
- 20 - 被连接到耦合器的组合/分离装置，用于引导进到第二节点并传递通过耦合器的信号到第二节点的该至少一个接收机，以及用于引导由第二节点的该至少一个发射机发出的信号到耦合器以便把信号转发到第一节点，耦合器被直接连接到第一和第二光纤。

25 31. 按照权利要求 28 的光的 WDM 环路网络，其特征在在于，非波长选择性耦合器被直接连接到第一和第二光纤。

保护的双向 WDM 网络

相关专利申请

5 本专利申请主张来自以下专利申请的优先权和利益：2001 年 12 月 18 日提交的、瑞典专利申请 No. 0104170-6, 2002 年 7 月 15 日提交的、瑞典专利申请 No. 0202215-0, 以及 2001 年 12 月 18 日提交的、美国临时专利申请 No. 60/340, 493, 这些专利申请的整体教导在此引用, 以供参考。

10 技术领域

本发明涉及在单光纤双向 WDM 环路网络中的光纤保护, 具体地涉及保护的、单光纤双向 WDM 环路网络。

背景

15 光纤保护在这里被定义为在光纤网络中在光纤段出现断裂的情形下使得所有的业务仍旧工作的能力。设备保护是更高级别的保护, 也是更昂贵的, 它意味着, 网络中的业务在部分传输设备, 例如激光器, 接收机等等出现故障的情形下还是可工作的。

20 当传输光纤的任何分段出现故障的风险比起传输/接收设备的其余部分发生故障的风险高得多时, 或当全部设备保护太昂贵时, 使用光纤保护。

描述 WDM 环路网络中光纤保护的专利的例子在美国专利 No. 5, 680, 235, 6, 134, 036, 和 6, 278, 536 中被描述。在这些专利揭示了的网络中, 光纤保护是通过被连接在主环路光纤中的开关或其他接通/关断装置被实行的。

25 在美国专利 No. 5, 510, 917 和公布的国际专利申请 No. WO 00/28670 中揭示了使用两条并行光纤的通信来达到双向通信的环路网络的保护。

30 而且, 在 WDM 环路网络中, 保护的和未保护的信道可以同时存在。使用未保护的业务的通常的方法是建立一条使用只提供给这些信道的设备的路径。如果路径被断开, 业务将丢失。在保护的的网络中, 每个保护的信道具有保留给它使用的两条不同的路径。一条路径是工作的, 而另一条路径是不工作的。为了能够在两条路径上传输业务, 某

些设备必须是双份的。描述与开关相组合的保护的专利的例子包括已阐述的美国专利 No. 5, 680, 235 和 6, 134, 036, 以及另一个美国专利 No. 5, 933, 258。在公布的欧洲专利申请 No. 0 928 082 中, 描述了可以通过操作开关禁止的低优先权业务的例子。

5 在这里使用的概念“低优先权信道”描述可以通过光纤断开或通过开关装置判定进行禁止的信道。一种低优先权信道是传统的未保护的点对点信道。在环路网络中, 未保护的只使用围绕环路的两条可能的路径中的一条路径。传统的未保护的信道将使用它本身的加上-除去滤波器连接到环路以及是与其他设备无关的。

10 在 2001 年 4 月 11 日提交的、待决的瑞典专利申请 No. 0101300-2, 和 2001 年 4 月 4 日提交的、美国临时专利申请 No. 60/288, 422, 相应于公开的国际专利申请 WO 02/084915, 以及 2002 年 11 月 12 日提交的、美国专利申请“Low loss WDM add-drop node (低损耗 WDM 加上-除去节点)”中揭示了一种 WDM 环路网络, 其中双向业务是在单条光纤
15 上载送的, 这些专利申请全部在此引用, 以供参考。

发明概要

本发明的一个目的是提供具有对于保护功能需要最少工作的元件的光纤保护的单光纤双向 WDM 环路网络。

20 本发明的另一个目的是提供具有对于保护功能不需要被连接到光纤环路中的开关元件或类似的器件的光纤保护的单光纤双向 WDM 环路网络。

本发明的另一个目的是提供用于允许未保护的优先权业务的设施的保护的单光纤双向 WDM 环路网络。

25 本发明的另一个目的是提供利用保护业务的另一条路径的保护的单光纤双向 WDM 环路网络。

因此, 通常在用于保护环路的光纤传输路径的单光纤双向 WDM 环路网络中, 提供通过开关元件达到的切换功能, 其中切换功能是在环路传输光纤外部实行的。由此, 网络中总的传输损耗被最小化。这在不具有光的线路放大器的光网络中是特别重要的。而且, 对于被连接到环路传输光纤的两个所考虑的节点之间的通信, 有一个保护开关被
30 连接到仅仅一个节点。然后, 来自具有开关的节点的业务总是只在两个环路分段中的一个环路分段上传输, 这两个环路分段是从环路路径

通过在考虑的两个节点处划分该环路路径而得出的。当需要时，开关可被控制来把业务引导到其他分段。到具有开关的节点的业务总是在两个分段上被载送，该开关然后选择分段，信号实际上是在具有开关的节点上从该分段接收的。

- 5 在传输环路中，在每对节点之间的多个传输信道可被使用和/或多个节点可被连接在网络中，然后在每个信道级别上或对于其间有业务的每对节点，可以选择保护。

在这里描述的、具有专门的节点结构的建议的网络中，例如，可得到以下的优点。

- 10 - 与具有两个光纤环路（每个光纤环路一个业务方向）的传统的网络相比较，需要较少的保护开关设备。

- 执行相同功能的开关或其他装置没有被连接到环路光纤本身，由此，减小环路光纤上信号传输的损耗和增加环路传输路径的可靠度。

- 15 - 光纤保护是可以按信道级别，或替换地按波段加上-除去 (add-drop) 滤波器级别选择的。这意味着，例如，在环路网络中的某些信道可以具有光纤保护，以及同时某些其他信道可能没有光纤保护。

建议的光纤保护可被使用于具有网状的以及中继的 (hubbed) 业务负荷曲线的网络中。

- 20 而且，在保护的单光纤双向 WDM 环路网络中，保护业务的替换的路径通常可被使用来载送未保护的低优先权业务。在保护的和未保护的信道之间的不工作的路径上的额外的设备然后有效地使用于低优先权业务。

- 25 在如这里考虑的单光纤双向 WDM 网络中，可以通过使用比起传统的未保护的信道更少的设备来加上低优先权信道。而且，双向加上-除去滤波器的使用，意味着同一个纵横制开关可被利用于加上的和除去的业务。

- 30 在以下的说明中将阐述本发明的附加的目的和优点，以及部分地将从说明中看到，或可以通过本发明的实践学习。藉助于在附属权利要求中指出的方法、过程、工具和组合，可以实现和得到本发明的目的与优点。

附图简述

虽然在附属权利要求中具体地阐述本发明的新颖的特性，但从中可以从本发明的组织和内容方面以及本发明的以上的和其他的特性得到对本发明全面的了解，以及通过考虑以下参照附图给出的非限制性实施例的详细说明将更好地了解本发明，其中：

图 1 是包括被安排用于单传输光纤上的双向或双工通信的一对光的加上/除去节点的光的 WDM 网络的一部分的方框图，

图 2 是被安排用于在中继站节点和两个子节点之间的单传输光纤上的双向通信的光纤 WDM 环路网络的图，

10 图 3a 是具有两条并行传输光纤的按照现有技术的光纤 WDM 环路网络的图，每条传输光纤只载送一个方向上的业务，

图 3b 是被安排用于在单传输光纤上的双向通信和具有按照图 3a 的原理安排的保护的的光纤 WDM 环路网络的图，

15 图 4 是被安排用于在单传输光纤上的双向通信和具有使用单个开关元件用于每个双向通信链路的保护的的光纤 WDM 环路网络的图，

图 5 是类似于图 1 的光的 WDM 网络的一部分的方框图，这些节点被安排用于在几个信道中在单传输光纤上的双向或双工通信，

20 图 6 是被安排用于在几个信道中在两个节点之间的单传输光纤上的双向通信和具有使用单个开关元件的保护的的光纤 WDM 环路网络的图，

图 7 是类似于图 6 的网络、但具有节点之一的不同的结构的光纤 WDM 环路网络的图，

图 8 是只具有两个节点、但类似于图 6 的网络工作的光纤 WDM 网络的图，

25 图 9a, 9b 是允许在两个节点之间的保护的的业务和具有低优先权信道的光的双向 WDM 环路网络的方框图，

图 10 是包括用于在一个保护的的信道和一个未保护的、低优先权信道上在两个节点之间的通信的光的 WDM 网络的方框图，

30 图 11 是允许在两个节点之间的保护的和低优先权的业务和具有最小数目的元件的光的双向 WDM 环路网络的方框图，以及

图 12 是允许在两个节点之间的保护的的业务和在这两个节点的一个节点与第三节点之间的低优先权的业务的的光的双向 WDM 环路网络的、

类似于图 11 的方框图。

详细描述

在上述的瑞典专利申请 No. 0101300-2 和 2001 年 4 月 11 日提交的、美国临时专利申请 No. 60/288,422, "Low loss WDM add-drop node (低损耗 WDM 加上-除去节点)", 以及相应的专利申请中描述了网络, 在这里被称为双向 WDM 网络, 其中应用下面要描述的光纤保护方案。这是其中在单光纤上载送双向业务的 WDM 环路网络。

在图 1 上显示在这样的网络中包括两个节点 A, B 的、一个 WDM 加上-除去节点对的建立。传输光纤 1 被使用来在两个相反的方向上传送光信号。在单传输光纤 1 中在节点 A 上一个二信道加上/除去滤波器 $5e_{1-2}$, 例如波段加上/除去滤波器, 被连接来加上/除去在两个, 优选地相邻的或邻近的波长信道 No. 1 和 2 中的光信号, 从东面离开/到达节点 A, 其中假设节点 B 被连接到节点 A 的右面或东面, 节点 A 和 B 例如只由一个未断开的光纤部分连接在一起。通常, 不同于在节点 A 与 B 之间的双向通信所使用的波长, 即, 不同于在图上的例子中在信道 No. 1 和 2 中使用的波长的波长的光传送通过在具有低的损耗的传输光纤上的加上/除去节点 A, B。二信道加上/除去滤波器 $5e_{1-2}$ 的分支端口被连接到用于除去信道 No. 2 的内部的单信道除去滤波器 7_2 。它具有在被除去的信道外面的, 即, 在信道 No. 2 外面的信号传送到的直通端口, 以及在波长信道 No. 1 上的光的信号源, 光发射机 9_1 , 诸如在节点 A 处的激光器, 被连接到这个直通端口。单信道除去滤波器 7_2 的分支端口被连接到用于接收信道 No. 2 的信号的光接收机 11_2 。

节点 B 具有类似于但互补于节点 A 的结构的结构。因此, 二信道加上/除去滤波器 $5w_{1-2}$ 适配于只分支来自西面的业务, 内部的单信道除去滤波器 7_1 除去波长信道 No. 1 的信号, 光的信号源 9_2 只发送波长信道 No. 2 中的光, 以及接收机 11_1 适配于接收波长信道 No. 1 中的信号。

节点 A 的光信号源 9_1 只生成波长信道 No. 1 中的信号, 它被输入到节点 A 的单信道除去滤波器 7_2 的直通端口。信道 No. 1 的信号因此通过具有低损耗的除去滤波器 7_2 , 然后被耦合到连接在传输光纤 1 中的二信道加上/除去滤波器 $5e_{1-2}$ 。由于二信道加上/除去滤波器的分支方向, 信道 No. 1 的信号被加到在传输光纤中的业务, 沿着如从节点 A 看到的东面方向行进, 因此沿如图 1 上看到的右面方向传播, 直至它们

来到节点 B 为止。在节点 B，信道 No. 1 的信号在节点 B 的二信道加上/除去滤波器 $5w_{1-2}$ 中被除去，然后由此被耦合到节点 B 的内部的、单信道除去滤波器 7_1 。波长信道 No. 1 的所有的信号在内部的、单信道除去滤波器中被除去，以及被传送到节点 B 的接收机 11_1 。

5 至于在相反方向的信号，在节点 B，光信号源 9_2 只发送波长信道 No. 2 的光信号。信号以相反方向通过具有低损耗的内部的、单信道除去滤波器 7_1 ，并被耦合到二信道加上/除去滤波器 $5w_{1-2}$ 的分支端口或加上/除去端口，并且它在传输光纤 1 中沿着西面或左面方向，连同在同一个方向的其他业务一起传播。在节点 A，考虑的信道 No. 2 的信号在
10 二信道加上/除去滤波器 $5e_{1-2}$ 中被除去，被耦合到单信道除去滤波器 7_2 ，以及在该滤波器中被除去，然后还被耦合到节点 A 的接收机 11_2 。

如果二信道加上/除去滤波器 $5e_{1-2}$ 和 $5w_{1-2}$ 是波段加上/除去型的，则被使用于一对节点之间的通信的波长信道，即在上述的例子中的信道 No. 1 和 2，应当优选地，如上所述的，是相邻的或邻接的，由此，
15 这些滤波器 $5e_{1-2}$ 和 $5w_{1-2}$ 尽可能少地阻塞其他波长信道，优选地一个也不阻塞。

在图 2 上，显示了具有三个节点 A, B, C 的 WDM 单光纤环路网络，其中使用图 1 的节点结构。节点 A 是在总共四个不同的逻辑链路上与其他两个节点 B, C 通信的中继站节点 A，每个子节点 B, C 两个链路，
20 每个链路牵涉到两个不同的波长。因此，例如节点 A 包括四组如图 1 所示的节点结构，每组具有波段加上/除去二信道滤波器，它们被单独地连接在包括传输光纤 1 的光纤环路中。

环路结构的一个主要的优点在于，在任意节点对之间总是有围绕环路的两条路径。如果在环路的一个分段中的光纤断裂，则在一对节点之间的连接可以在环路的其余分段上被建立。
25

得到光纤保护的传统的方法是通过使用功率分裂在围绕环路的两条路径上发送信号。这是在图 3a, 3b 所示的网络中示例说明的，其中只显示一对节点 A, B，对于图 3a 的网络中的通信只使用一个波长信道，以及对于图 3b 的单光纤网络使用两个信道。

30 在图 3a 上，显示在标准的二光纤环路解决方案中传统的光纤保护的例子，其中每条传输光纤 $1', 1''$ 只载送一个方向上的业务。对于从节点 A 到节点 B 的业务，来自节点 A 处 WDM 发送端转发器，TET 15 的信

号被传统的光纤耦合器 17 分裂成通过两条光纤载送，然后通过使用滤光器 19e, 19w 被加到并行环路光纤 1', 1" 上。在加上以后，信号的右面部分在外环路光纤 1a 中沿着环路的右面以顺时针方向传播，以及信号的左面部分在内环路光纤 1b 中沿着环路的左面以逆时针方向传播。

5 在环路的右面的信号被节点 B 的右面的除去滤波器 21e 除去。在环路的左面的信号被节点 B 的左面的除去滤波器 21w 除去。来自节点 B 的左面和右面单信道除去滤波器的两个相同的信号被引导到两个光电接收机 O/E Rx 22w, 22e, 这二者是专门设计的接收端转发器 RET 23 的一部分，RET 23。从节点 B 到节点 A 的信号以类似的方式发送。

10 在图 3b 所示的网络中，光纤保护的相同的原理被显示为应用到按照上述的专利申请的单光纤环路解决方案，其中在单光纤上载送双向业务。以与图 3a 的网络中完全相同的方式，对于从节点 A 到节点 B 的业务，来自图 3 的网络的节点 A 处 WDM TET 15 的信号由传统的光纤耦合器 17 分裂到两条光纤，然后被第一传送单信道加上/除去滤波器

15 25e, 25w, 经由其直通端口和然后经由波段加上/除去滤光器 27e, 27w 加到单环路光纤 1 上，这些波段加上/除去滤光器因此被连接到光纤环路。在加上以后，信号的右面部分沿着环路的右面部分以顺时针方向传播，以及信号的左面部分沿着环路的左面部分以逆时针方向传播。在环路的右面部分的信号被节点 B 的右面波段加上-除去滤波器 27e 除

20 去，然后被右面单信道除去滤波器 25e 分接。在环路的左面部分的信号被节点 B 的左面波段加上-除去滤波器 27w 除去，然后被左面单信道除去滤波器 25w 分接。来自节点 B 的左面和右面单信道除去滤波器的两个相同的信号被引导到两个光电接收机 22w, 22e, 它们是节点 B 的专门接收端转发器 23 的一部分。从节点到节点的业务以类似的方式传

25 播。

在正常情形下，如图 3a 和 3b 所示，其中传输环路 1 没有断裂，每个 RET 23 的两个光电接收机 22w, 22e 接收相同的信号，但它们中只有一个是在工作的。如果主动运行的接收机从其中接收它的信号的光纤分段被断开，则这个接收机失去它的输入信号，并因此被禁止。同时，

30 包括在专门的 RET 23 中的另一个接收机将被启动，因此业务将被恢复。在这种情形下的切换机制是，或者两个接收机 22w, 22e 被连接到电组合器（未示出），并且两个接收机在接通和断开之间被切换，或

者两个接收机总是接通，接收信号，但一次只有一个被电开关（未示出）选择。来自这样的组合器/开关的输出然后把信号传送到 RET 23 的电路的其余部分，产生输出信号。这样，进入到节点的业务将总是达到 RET 23 的输出端，即使在光纤断裂的情形下。

5 作为替换例，代替具有包括两个光电接收机的 RET，如图 3a 和 3b 所示，有可能把单个 2x1 光开关，或可能地 2x2 纵横制开关（未示出）连接在两个单信道除去滤波器 27w, 27e 和具有单个接收机的正常的 RET 23 之间。RET 在这种情形下总是接通的，并且开关将选择从其中接收信号的环路的一边。

10 这个保护方案在另一个方向即用于信令从节点 B 行进到节点 A 是相同的。这意味着，对于双向通信信道需要每个包括两个光电接收机的两个专门的 RET 23，或替换地，需要两个 2x1 或 2x2 开关。正如从另一个节点结构的以下的说明中看到的，每个双向通信信道只需要一个开关。

15 因此，在类似于图 3 所示网络的网络中，其中单环路光纤 1 载送双向业务，可以利用在波段加上-除去滤波器 27w, 27e 和单信道除去滤波器 25w, 25e 之间的业务也是双向的这样的事实，以便使用较少的设备达到简化的光纤保护方案。

20 图 4 上显示具有简化结构的节点的网络的第一实施例。为简明起见，只显示一对节点 A, B。本发明并不限于这种情形，因为在网络中通常存在多个节点并在每个节点中有几个信道，工作在不同于所显示的节点对波长的波长，以及可以以类似的方式处理它们。

25 在节点 A，传统的 1x2 光纤耦合器 29，即，与波长无关的功率分配器/组合器，被放置在单信道除去滤波器 31 与被连接在传输环路中的两个波段加上-除去滤波器 27e, 27w 之间。来自节点 A 的 TBT 15 的 WDM 信号输出可以假设是在信道 No. 1 上载送的。它传送到单信道除去滤波器 31，以低损耗通过其直通端口，然后被 1x2 耦合器 29 分裂成在两个支路上载送的两个信号。左面支路被连接到左面波段加上-除去滤波器 27e，它把信号加到环路光纤 1 的左面的业务上，其中信号沿逆时针方向传播。1x2 耦合器 29 的右面支路被连接到右面波段加上-除去滤波器 27w，它把信号加到环路光纤 1 的右面的业务上，其中信号沿顺时针方向传播。

30

这意味着，同一个信号被节点 B 的两个波段加上-除去滤波器 27w, 27e 接收。来自这两个波段加上-除去滤波器的输出被连接到 2x2 光纵横制空间开关 33 的两个上部端口。这样的开关例如可以是由 JDS Uniphase 公司在市面上销售的，并具有四个端口，其中两个端口在这里称为上部端口以及另两个端口被称为下部端口。在这样的开关的第一状态，被称为纵状态，第一或左上方端口被连接到下部的、左下方端口以及第二、右上方端口被连接到第二、右下方端口。在第二状态，被称为横状态，右上方端口被连接到左下方端口，以及左上方端口被连接到右下方端口。2x2 纵横制开关 33 的左下方端口被连接到单信道除去滤波器 35，并且来自节点 A 的信号在这个滤波器中被除去，以及被连接到 RET 23。2x2 开关的右下方端口可被连接到光功率检测器 37。

如果 2x2 纵横制开关 33 处在纵状态，即，其中它的左上方端口被连接到它的左下方端口以及它的右上方端口被连接到它的右下方端口的情形下，节点 B 处的 RET 23 接收通过环路 1 的左面传送的信号，以及功率检测器 37 监视通过环路的右面传送的信号。

如果 2x2 纵横制开关 33 处在横状态，即，其中它的左上方端口被连接到它的右下方端口以及它的右上方端口被连接到它的左下方端口的情形下，节点 B 处的 RET 23 接收通过环路 1 的右面传送的信号，以及功率检测器 37 监视通过环路的左面传送的信号。

在从节点 A 到节点 B 的业务是在信道 No. 1 上载送的情形下，从节点 B 到节点 A 的业务，例如，可被假设为在信道 No. 2 上载送的。业务的信号从节点 B 的 TET 15 发送，传送到单信道除去滤波器 35，在节点 B 以低损耗通过其直通端口，被输入到 2x2 纵横制开关 33 的左下方端口。

如果 2x2 纵横制开关 33 处在纵状态，则来自节点 B 的 TET 15 的信号传送到节点 B 的左面波段加上-除去滤波器 27w，在环路 1 的左面沿顺时针方向传播，在节点 A 的左面波段加上-除去滤波器 27 中被除去，经由 1x2 光纤耦合器 29 被输入到单信道除去滤波器 31，以及被节点 A 的 RET 23 接收。由于没有信号从被连接到 2x2 开关 33 的右下方端口的功率检测器 37 发送，在环路的右面没有信号从节点 B 传播到节点 A。

如果 2x2 纵横制开关 33 处在横状态，则来自节点 B 的 TET 15 的

信号进到节点 B 的右面波段加上-除去滤波器 27e, 在环路 1 的右面沿
逆时针方向传播, 在节点 A 的右面波段加上-除去滤波器 27w 中被除
去, 经由 1x2 光纤耦合器 29 的右臂被连接到单信道除去滤波器 31, 以
及被节点 A 的 RET 23 接收。在环路的左面没有信号从节点 B 传播到节
点 A。

将会指出, 在这种情形下的 RET 15 是标准 RET, 每个只包括一个
光电接收机。

假设在网络的所有的部件都是工作的正常情形下, 2x2 开关 33 处
在纵状态。这意味着, 从节点 A 到节点 B 的业务通过环路的左面和右
面被发送到节点 B 的两个波段加上/除去滤波器 27。经过环路的左面的
业务将通过 2x2 开关 33 和单信道除去滤波器 35 到达节点 B 的 RET 23,
而经过环路的右面的业务将被节点 B 的功率监视器 37 监视。从节点 B
到节点 A 的业务将只经过环路 1 的左面。

如果在环路的右面出现光纤断裂, 则在节点 A 与 B 之间的业务将
不受影响。然而, 到功率监视器 37 的信号将丢失, 由此, 将发出保护
路径不工作的报警。

如果在环路的左面出现光纤断裂, 则在节点 A 与 B 之间的业务将
丢失。节点 B 的 RET 23 将丢失它的输入信号, 所以发出报警, 并通知
2x2 开关 33 以便从纵状态改变到横状态。替换地, 被连接到功率监视
器的光纤抽头耦合器(未示出)可被放置在单信道除去滤波器 35 与 RET
23 之间或在 2x2 开关 33 的左下端口与单信道除去耦合器滤波器之间的
短的光纤分段上。如果这个监视器丢失它的输入的功率, 则将发出报
警: 通知 2x2 开关 33 从纵状态改变到横状态。当开关达到横状态时,
在环路 1 的右面传播的、从节点 A 到节点 B 的信号现在将到达节点 B
的 RET, 以及从节点 B 到节点 A 的业务现在沿着环路的右面传播。这样,
业务被恢复。

如果保护路径的监视被认为是不必要的, 则功率监视器, 诸如 37,
可被省略, 以及 2x2 纵横制开关 33 可以用 2x1 空间开关(未示出)代
替, 其中一个固定的端口被连接到节点 B 的单信道除去滤波器 35, 以
及可以在其间可以进行切换的两个端口被连接到节点 B 的两个波段加
上-除去滤波器 27w, 27e。

当把图 4 所示的结构应用到上述的专利申请的图 10 的节点结构

时, 得到简化的节点结构的第二实施例。在这些专利申请中描述的
这个替换的节点结构允许在几个信道上的双向通信, 并且这个结构被显
示于图 5。几个信道, 例如节点 A 的信道 No. 1-4 和节点 B 的信道
No. 5-8, 通过使用一个多信道加上/除去滤波器 $5e_{1-8}$ 或 $5w_{1-8}$ 被加到传
5 输光纤 1 的业务上, 以及几个信道, 例如节点 A 的信道 No. 5-8 和节
点 B 的信道 No. 1-4, 通过使用同一个多信道加上/除去滤波器从传输光
纤中的业务被除去。多信道加上/除去滤波器 $5e_{1-8}$ 或 $5w_{1-8}$ (可以是波段
加上-除去滤波器) 的信道包括所有的使用的信道的波长, 例如在图上
所示的例子中的信道 No. 1-8。例如通过使得一组信道是长的波长以及
10 另一个组是短的波长, 而使得附加信道的波长与除去的信道的波长分
离开。在图 1 上节点 A 的内部的单信道除去滤波器 7_2 然后通常由多信
道除去滤波器代替, 诸如波长波段分裂滤波器或具有适当的带宽的波
段除去滤波器 7_{5-8} , 在本例中除去的信道包括信道 No. 5-8。在图 1 上
节点 B 的单信道除去滤波器 7_1 类似地由多信道除去滤波器 7_{1-4} 代替,
15 诸如具有包括包括信道 No. 1-4 的波长的波段的波段除去滤波器。

作为替换例, 在节点, 图上的节点 A 或 B 上的加上的信道的波长
通过使得一组为奇数编号的信道以及另一个组为偶数编号的信道而与
除去的信道的波长分离, 信道的编号例如对于增加的波长顺序地进
行。然后, 代替内部波段分离或除去滤波器 7_{5-8} 和 7_{1-4} , 使用光的交
20 织器滤波器, 每隔一个信道使得通过以及隔一个信道分出支路, 例如在
节点 A 分支或偏转信道 No. 2, 4, 6, 8 以及在节点 B 分支信道
No. 1, 3, 5, 7。

另一个替换例是具有光环形器, 它把业务从复接器引导到各个波
段加上/除去滤波器 $5e_{1-8}$, $5w_{1-8}$, 以及把来自波段加上/除去滤波器的业
25 务引导到分接器。

连接到内部多信道除去滤波器即波段分裂滤波器 7_{5-8} 或 7_{1-4} 或者光
的交织器滤波器的是光复接器 13_{1-4} 或 13_{5-8} , 用于接收和组合附加信
道, 和光分接器 14_{1-4} 或 14_{5-8} , 用于滤除各个除去的信道。光复接器因
此被连接来接收来自光源的光, 诸如用于各个信道的发射机 $9_1, 9_2, \dots$,
30 以及组合发出的光, 由此成为单个组合的信号。光的分接器被连接来
发送分接的光信号到用于各个信道的光的接收机 $11_1, 11_2, \dots$ 。

当把图 4 所示的简单的节点结构的概念应用到图 5 的基本节点结

构时，得到图 6 所示的网络和节点结构。类似于图 4 所示的结构，1x2 光纤耦合器 29 被连接到节点 A 的左面和右面波段加上-除去滤波器 27e, 27w。1x2 耦合器的另一个末端被连接到组合器/分裂器单元 39，它可包括波段分裂滤波器，光交织器或光环形器。来自节点 A 的 TET 15 的 WDM 信道输出在光复接器 41 中被组合，复接器的输出端被连接到组合器/分裂器单元 39。节点 A 的 RET 23 也通过光分接器 43 被连接到单元 39 的同一端。

来自节点 A 的 TET 15 的业务沿着环路光纤 1 的两边传播到节点 B 的波段加上-除去滤波器 27w, 27e。类似于图 4 所示的结构，左面波段加上-除去滤波器 27w 被连接到 2x2 光纵横制空间开关 33 的左上端口，以及右面波段加上-除去滤波器 27w 被连接到同一个开关的右上端口。

2x2 开关 33 的右下端口可被连接到功率监视器 37，以便监视环路的保护路径。2x2 开关的左下端口被连接到组合器/分裂器单元 45，它可包括波段分裂滤波器，光交织器或光环形器 45，以及把进入的信号转发到分接器 47，并从这里到节点 B 的各个 RET 23 或 WDM 接收机。组合器/分裂器单元 45 也被连接到分接器 49，该分接器接收和组合来自节点 B 的 TET 15 的信号。

如果 2x2 开关 33 处在纵状态，从节点 B 到节点 A 的业务沿着环路的左面传播，以及正如图 4 的网络，在环路的左面出现光纤断裂的情形下，2x2 开关将从纵状态改变到横状态，以便恢复业务。

具有简化的节点结构的网络的第三实施例显示于图 7。在这个网络中，节点 A 通常是中继站节点，即，具有到大多数其他节点的直接光信道的节点，并且其中所有的业务是被光终结的。来自节点 A 的每个 TET 15 的 WDM 信号通过简单的 1x2 耦合器/分裂器 51 被光分裂成两个部分或份额。每个最终得到的信号首先被连接到单信道相加滤波器 53e, 53w 的加上端口，然后传送通过被连接到节点的其他 TET 的、多个其他的类似的单信道加上滤波器的直通端口，然后通过可包括波段分裂滤波器、光交织器或光环形器的波长组合器/分裂器单元 55e, 55w 被耦合到环路光纤 1。这个单元因此被连接在光纤环路 1。

从节点 B 到节点 A 的信号首先在节点 A 通过同一个波段分裂滤波器/光环形器/交织器 55e, 55w 被耦合到节点 A 内另一个光纤支路，其

中单信道光除去滤波器 57e, 57w 被连接到该光纤支路。某个波长信道传送通过这些单信道除去滤波器的多个直通端口, 直至它被具有匹配的除去波长的滤波器除去为止。被除去的信道通过组合器 59 (简单的耦合器) 被转发到节点 A 的相应的 RET 23。

- 5 为了保护的原因, 节点 A 具有两个相同的边, 包括相加滤波器 53e, 53w, 除去滤波器 57e, 57w, 和波段分裂滤波器/光环形器/交织器 55e, 55w 的完整的建立。每个光 1x2 光纤耦合器 51 (图上只显示一个) 在节点的每边被从 TET 15 连接到加上滤波器 53e, 53w, 以及在节点 A 的每边的除去滤波器 57e, 57w 经由 2x1 光纤耦合器 59 (图上只显示一个) 被连接到 RET 23。

10 通过这种节点配置, 节点 A 发送相同的信号到环路 1 的两边, 并且它也具有接收信号的能力, 而不管信号是来自环路的哪一边。

- 两组串联连接的加上滤波器 53e 和 53w 的每组可由单光纤复接器 (未示出) 替代。类似地, 两组串联连接的除去滤波器 57e 和 57w 的
15 每组可由单光纤分接器 (未示出) 替代。然而, 独立的加上滤波器和独立的除去滤波器的使用给予节点以模块结构, 这在某些情形下是有利的。

节点 B 的设计可以类似于图 4 或 6 所示的节点 B 的设计。在节点 B 处用于保护的切换功能是与这些图上所示的网络中的相同的。

- 20 具有简化的节点结构的保护网络的第四实施例显示于图 8。图上显示退化的环路网络, 它实际上是只具有两个末端节点并包括两个光纤分段 1a, 1b 的点对点网络。该网络类似于图 6 所示的网络, 但由于它不是包括大于两个节点的环路网络, 波段加上-除去滤波器 27e, 27w 可被省略。1x2 光纤耦合器 61 被直接连接到波段分裂滤波器/光的交织器
25 /光的环形器 39 的单端侧, 比较图 4 和 6 的光纤耦合器 29, 它把它的平行臂连接到光纤路径 1 的左面和右面分段 1a, 1b。在节点 B, 右面和左面光纤分段被直接连接到 2x2 纵横制开关 33 的右上和左上端口。

- 如果 2x2 开关 33 正常地处在纵状态, 左面光纤分段 1a 被用作为工作路径, 以及右面光纤分段 1b 被用作为保护路径。在左面分段光纤
30 断裂的情形下, 开关改变到横状态, 并且通信被恢复, 代之以在右面光纤分段 1b 上被载送。为了得到在两个节点之间的业务的良好保护, 两个光纤分段 1a, 1b 应当位于地理上互相分开的地方。

因此，描述了具有简化的节点结构的保护的网路，比起传统的每个光纤具有一个业务方向的网路来说，该网路具体地需要较少的保护切换设备，只要一个开关。而且，在环路光纤本身中没有连接开关，由此，减小环路光纤上的损耗，提高环路传输路径的可靠度。如上所述的网络中的保护是按信道级别，按节点级别或按波段加上-除去滤波器级别可选择的。

正如参照图 4、6 和 7 描述的本发明不限于在这些图上显示的仅仅两个节点的情形，因为在这些网路中通常存在有每个节点处的多个节点和几个信道，它们工作在与所示的节点对的波长不同的波长上，以及它们可以以类似的方式被处理。

在保护的 WDM 网路中也存在低优先权信道。这样的信道在原则上是不保护的，因此会通过光纤断裂或由切换装置的决定被禁止。低优先权信道的例子是传统的未保护的点对点信道。在环路网路中，未保护业务只使用围绕环路的两条可能的路径中的一条路径。未保护信道传统上使用它自己的加上-除去滤波器来连接到环路，并且它与其他设备无关。图 9a 和 9b 的图显示在与保护信道相同的环路中使用的未保护信道的两个例子。

图 9a 和 9b 的网路是通过把图 1 所示的那种简单的链路叠加到图 4 的网路而得到的。在图 9a 上，只有两个节点 A, B, 但在图 9b 上，简单的链路的一个节点位于分开的节点 C, 链路的另一个节点与环路网络的节点 B 相组合。因此，在图 9b, 环路由三个光纤分段 1a, 1c, 1d 组成。

在节点 B 处左面滤波器 27w, 27e 载送受保护的信道，而在节点 B 处右面滤波器 5'e 载送未保护的信道。在图 9a 上，未保护的信道使用环路的右路径以连接在节点 B 和 A 之间。在图 9b 中未保护的从节点 B 发送到节点 C。保护信道从节点 B 以围绕环路的顺时针或逆时针方向被发送到节点 A, 这由开关 33 的设置值确定。

在所述的欧洲专利申请 No. 0928 082 中，低优先权业务被开关禁止。使用标准的二光纤环路 1', 1'', 以及需要四个 2x2 纵横制开关 63 来实行保护功能，见本专利申请的图 10, 其上显示具有这种保护方案的环路。对于保护信道，在每个 2x2 纵横制开关中只需要三个端口。所以，在每个开关 63 中最后一个端口可被使用来连接低优先权信道。

在每个节点 A, B 中, 有用于每个方向的一个加上耦合器 65w, 65e 以及用于每个方向的一个除去耦合器 67w, 67e, 用于不同的方向的耦合器被连接在不同的光纤环路 1', 1"。使用两个波长信道 No. 1 和 2, 在每个节点上提供用于这些信道的发射机 9₁, 9₂, 和接收机 11₁, 11₂。节点的发射机被连接到纵横制开关 63t, 并且接收机被连接到纵横制开关 63r, 开关也分别连接到加上耦合器和除去耦合器, 这些耦合器被连接在环路中。

当所有的开关 63t, 63r 被设置为纵状态时, 保护信道 No. 1 从节点 A 通过内环 1"在光纤分段 1a"上以逆时针方向发送到节点 B。同时, 信道 No. 1 从节点 B 在外环 1'在光纤分段 1a'上以顺时针方向发送到节点 A。同样地, 在节点 A 与 B 之间的业务在环路的右面部分, 即, 在光纤分段 1b', 1b"上, 对于信道 No. 2 被建立。当所有的开关被设置为横状态时, 信道 No. 1 使用环路的右面部分用于它的发送, 以及信道 No. 2 使用环路的左面部分。

如果信道 No. 1 载送高优先权业务, 则开关将被设置为这样的状态, 它保证在这个信道上的业务将到达它的目的地, 即使环路的一部分出现断裂的话。在这种情形下, 如果环路的任何部分发生故障的话, 载送低优先权业务的信道 No. 2 将被禁止。为了在具有分开的加上和除去滤波器的二光纤环路中得到包括低优先权业务的功能, 因此需要四个 2x2 纵横制开关。

在图 11 上, 显示包括被连接在具有分段 1a, 1b 的简单的光纤环路中的两个节点 A, B 的简单的网络, 该网络允许在两个信道上的高优先权通信, 以及在非保护状态下在相同的信道中的低优先权通信。在节点上, 提供两个发射机/接收机对, 每对包括一个发射机 9₁, 9₂, 和一个接收机 11₁, 11₂, 该对发射机工作在不同的波长信道 No. 1 和 2。一个节点 (图上的节点 B) 的发射机/接收机对通过除去滤波器 7₁, 7₂ 被连接到 2x2 纵横制开关 33。在另一个节点 (节点 A), 发射机/接收机对以相同的方式被连接, 但是不用开关, 使用无源 2x2 耦合器 69。例如, 正如在图上看到的, 在节点 A 和 B 的左面部分的发射机/接收机对 11₂, 9₁; 11₁, 9₂ 可以处理保护的高优先权业务, 而低优先权业务由在节点 A 和 B 的右面部分的发射机/接收机对 11₁, 9₂; 11₂, 9₁ 照料。低的和高的优先权信道因此使用环路的两条不同的路径。如果环路的任何分段

1a, 1b 出现故障, 开关将被设置为一种状态, 其中高优先权信道在工作的路径上发送。在这种情形下, 低优先权信道将被重新引导到出现故障的路径, 因此在这个信道上将没有业务达到它的目的地。

通过使用这个原理, 低优先权信道可以加到环路中的业务, 而不使用对于高优先权信道所需要的滤波器以外的任何额外滤波器。双向系统需要一对波长信道, 一个信道用于加上, 而一个信道用于除去。如果高优先权业务使用波长信道 No. 1 用于加上, 和使用波长信道 No. 2 用于除去, 则低优先权业务可以使用相反的配置, 即, 波长信道 No. 2 用于加上, 和波长信道 No. 1 用于除去。相同的波长信道对使用于两种业务, 意味着, 没有占用额外波长。传统的未保护的信道需要它自己的滤波器和分开的波长信道, 见图 9a。

在图 1 的网络中, 由于使用被连接在环路的双向加上/除去滤波器 $5e_{1-2}$, $5w_{1-2}$, 只需要一个 2×2 纵横制开关 33 和一个无源 2×2 耦合器 69。如果使用分开的加上滤波器和除去滤波器, 则需要使用四个开关。

图 12 显示第二实施例。低优先权业务在这里被建立在节点 B 与第三节点 C 之间。节点 C 可被取为基本上相应于图 11 的节点 A 的左面部分, 以及节点 B 的左边和右边被切换。节点 A 处的耦合器在这里用 1×2 耦合器 69 替代。图 12 的网络结构与图 9b 的网络结构进行比较, 其中在节点 B 和 C 之间使用传统的未保护信道。可以看到, 当加上用于低优先权的信道时在节点 B 处不需要额外滤波器。然而, 在节点 B 处的右面波段加上-除去滤波器 $5e_{1-4}$, 比起图 9b 的相应的滤波器 $5e$ 来说, 应当具有更大的带宽, 因为低优先权信道必须具有分开的波长。在图 12 上, 低优先权信道使用波长信道 No. 3 和 4 用于双向业务。高优先权信道使用波长信道 No. 1 和 2。

图 12 的低优先权信道仅仅在节点 B 处的开关 33 被设置为纵状态时才工作。在节点 A 与 B 之间延伸的、但没有连接到节点 C 的光纤分段 1a 上的光纤断裂将迫使开关切换到横状态, 这样, 它可恢复高优先权业务, 在环路的光纤分段 1c, 1d 上传送, 但这个行动就禁止低优先权信道。这对于传统的未保护的信道将不会发生, 因为它是与其他设备无关的。而且, 低优先权信道可被开关 33 重新引导, 但它将被节点 B 的左面滤波器 $5e_{1-2}$ 停止, 因为只有波长信道 No. 1 和 2 传送通过。所以, 对于被使用于未保护低优先权信道的波长的信道复用是可能的。

在这里描述的网络中，没有被使用于所考虑的高优先权和低优先权通信的任何其他波长信道可以通过使用同一个光纤环路路径，而用于在所示出的节点和/或其他节点（未示出）之间的其他通信。因此，使用其他波长的其他的网络通常可被叠加到所描述的网络，或这里描述的网络可被叠加到其他网络，在公共光纤环路路径中使用用于通信的其他波长，其他网络例如也包括其他光纤环路，在其中它们可使用所有可能提供的波长。

在这里描述的网络中，用于发送的转发器或发射机转发器可以是各个客户设备的集成 WDM 发射机，诸如 WDM 激光器，或者是发送端 WDM 转发器（TET），它任选地从各个客户设备接收它们的输入信号。同样地，发射机可以是传统的 WDM 发射机，或者是发送端 WDM 转发器（TET）。

在这里描述的网络中，用于接收的转发器可以是各个客户设备的集成接收机，或者是接收端 WDM 转发器（RET），它典型地从 WDM 网络接收它们的输入光信号，并在光学上把它们重新发送到各个客户设备。同样地，接收机可以是传统的光接收机，或者是接收端 WDM 转发器（RET）。

在这里描述的网络中，交叉连接单元可以是全光学装置，或者包括配备有在输入端连接的光电接收机并配备有在输出端的光电发射机的电开关核心。

如上所述的光纤保护的原理可被使用于具有网状的以及中继的业务负荷曲线的网络。

虽然这里显示和描述了本发明的具体实施例，但应当看到，各种附加优点、修正和改变对于本领域技术人员是容易做到的。所有，本发明在更加广泛的方面，不限于这里显示和描述的具体的细节、代表性装置和说明的例子。因此，在不背离由附属权利要求和它们的等价物规定的、总的本发明概念的精神和范围的条件可以作出各种修正。所以，应当看到，附属权利要求意在覆盖属于本发明的真正精神和范围内的所有的修正和改变。

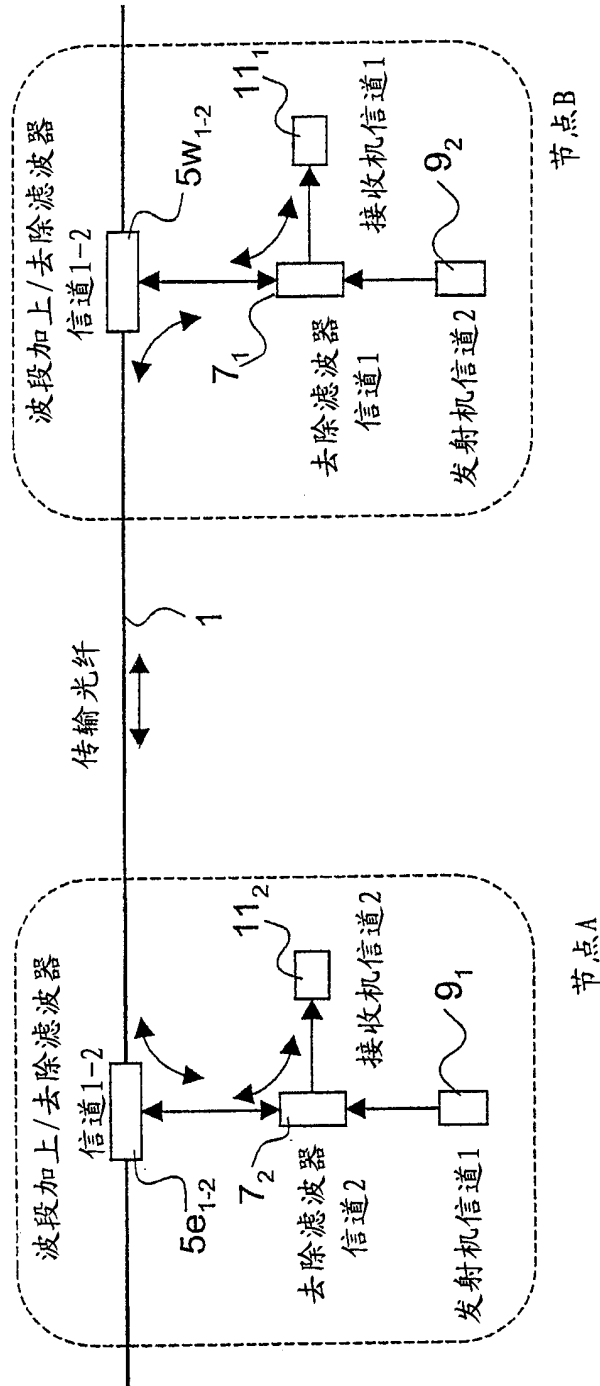


图 1

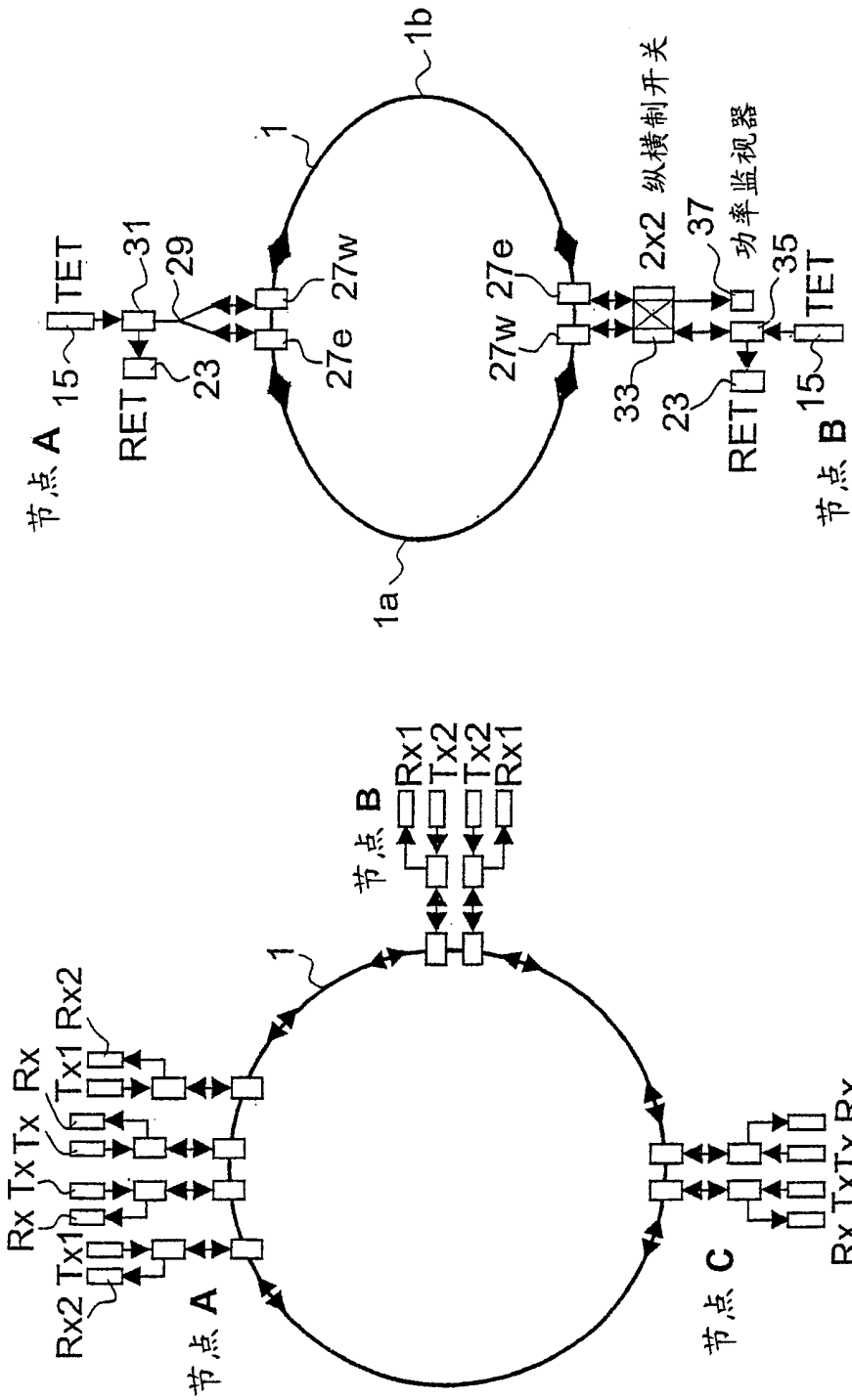


图 4

图 2

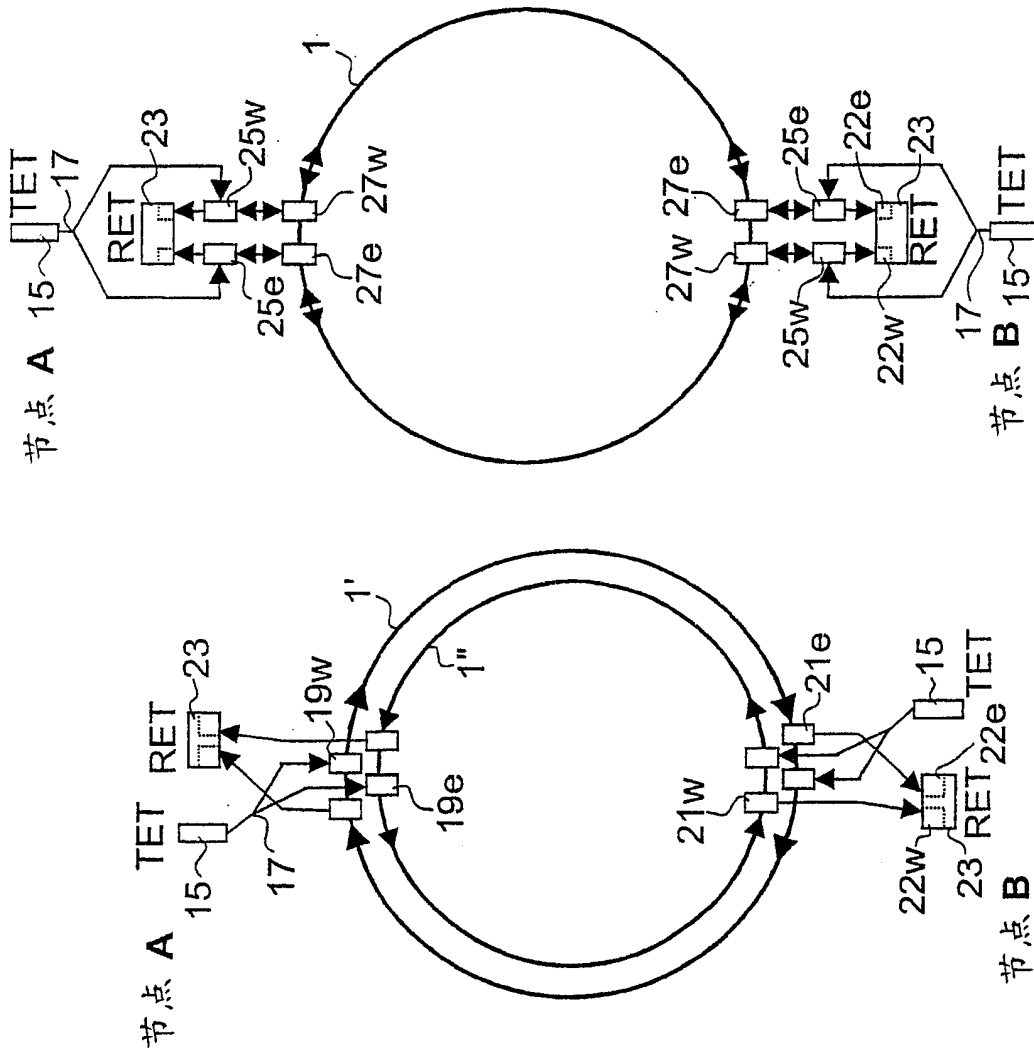


图 3b

图 3a

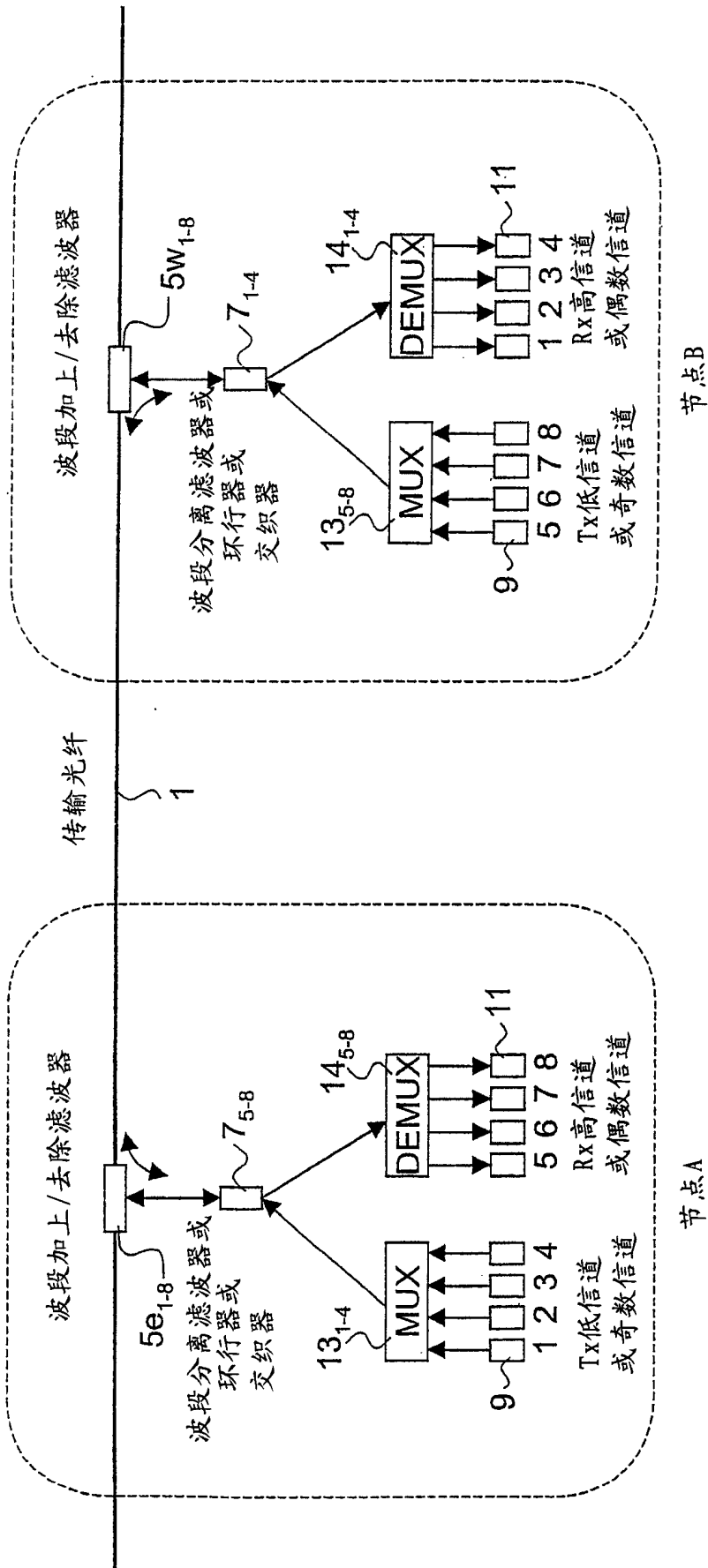
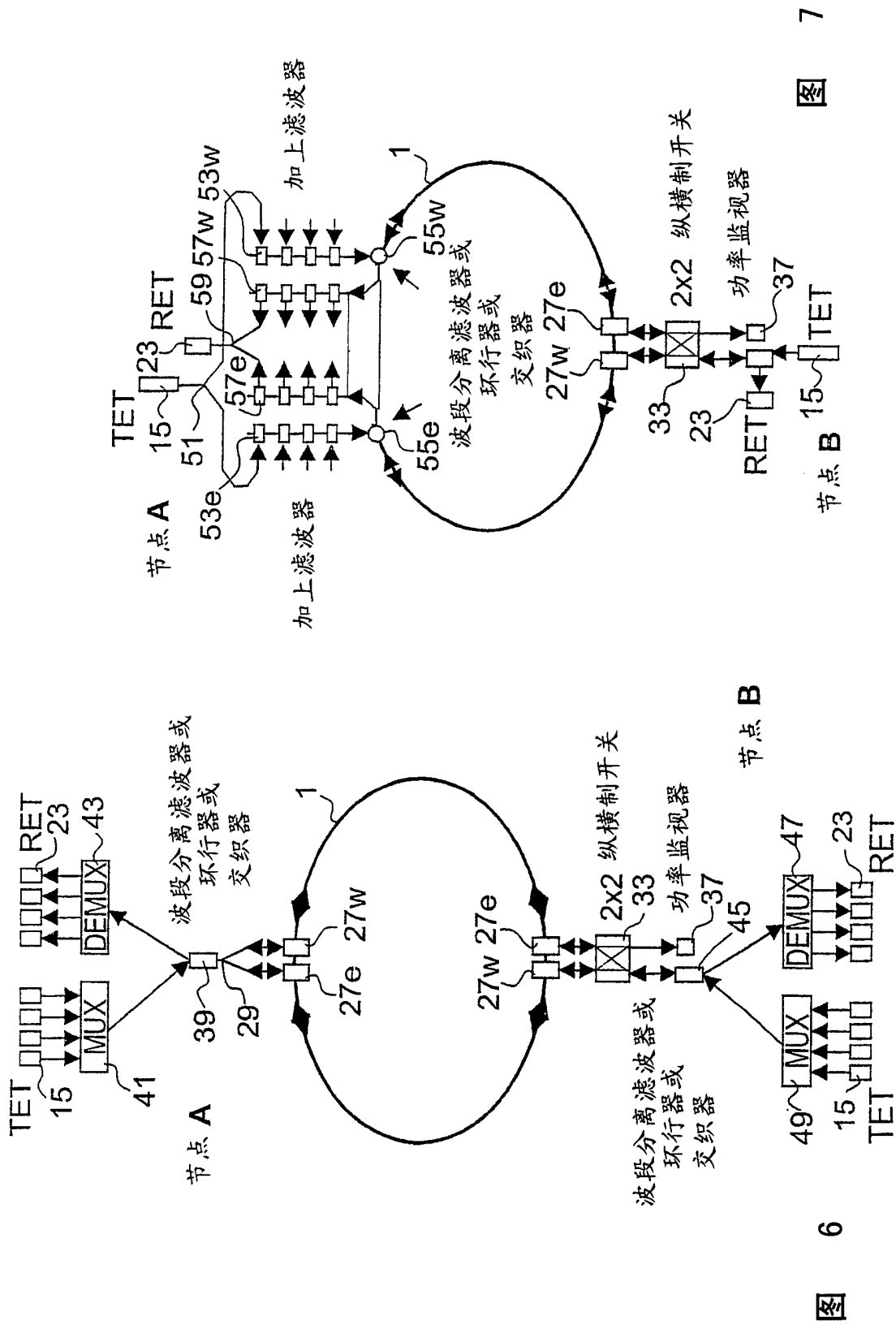


图 5



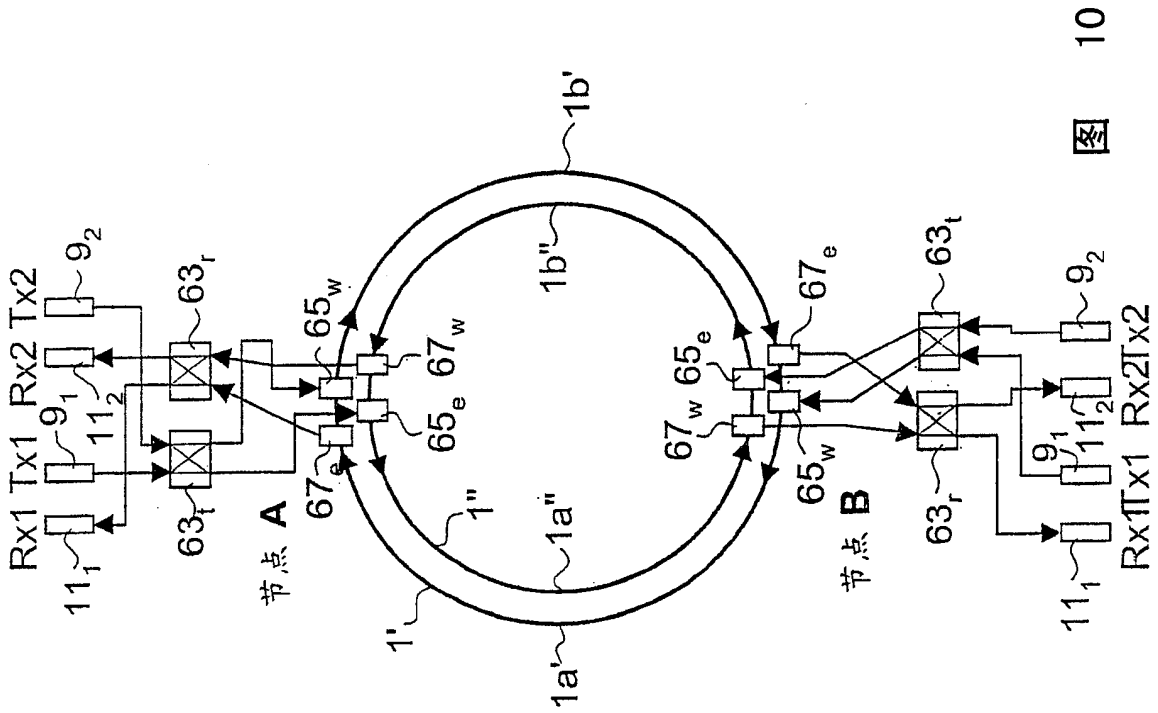


图 8

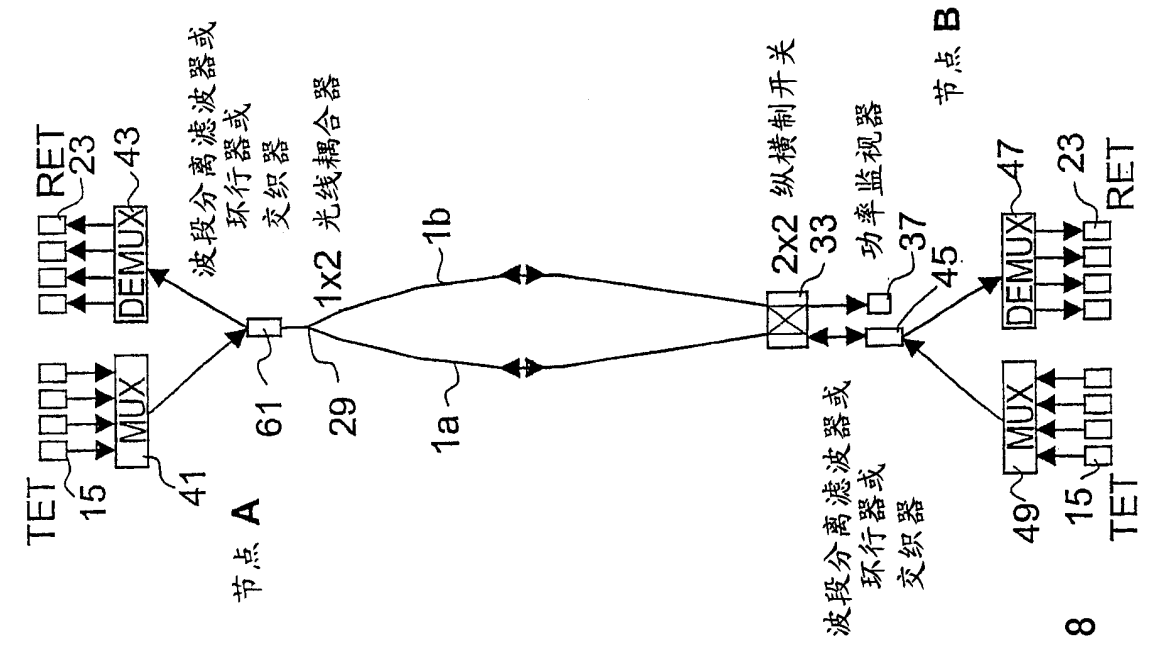


图 10

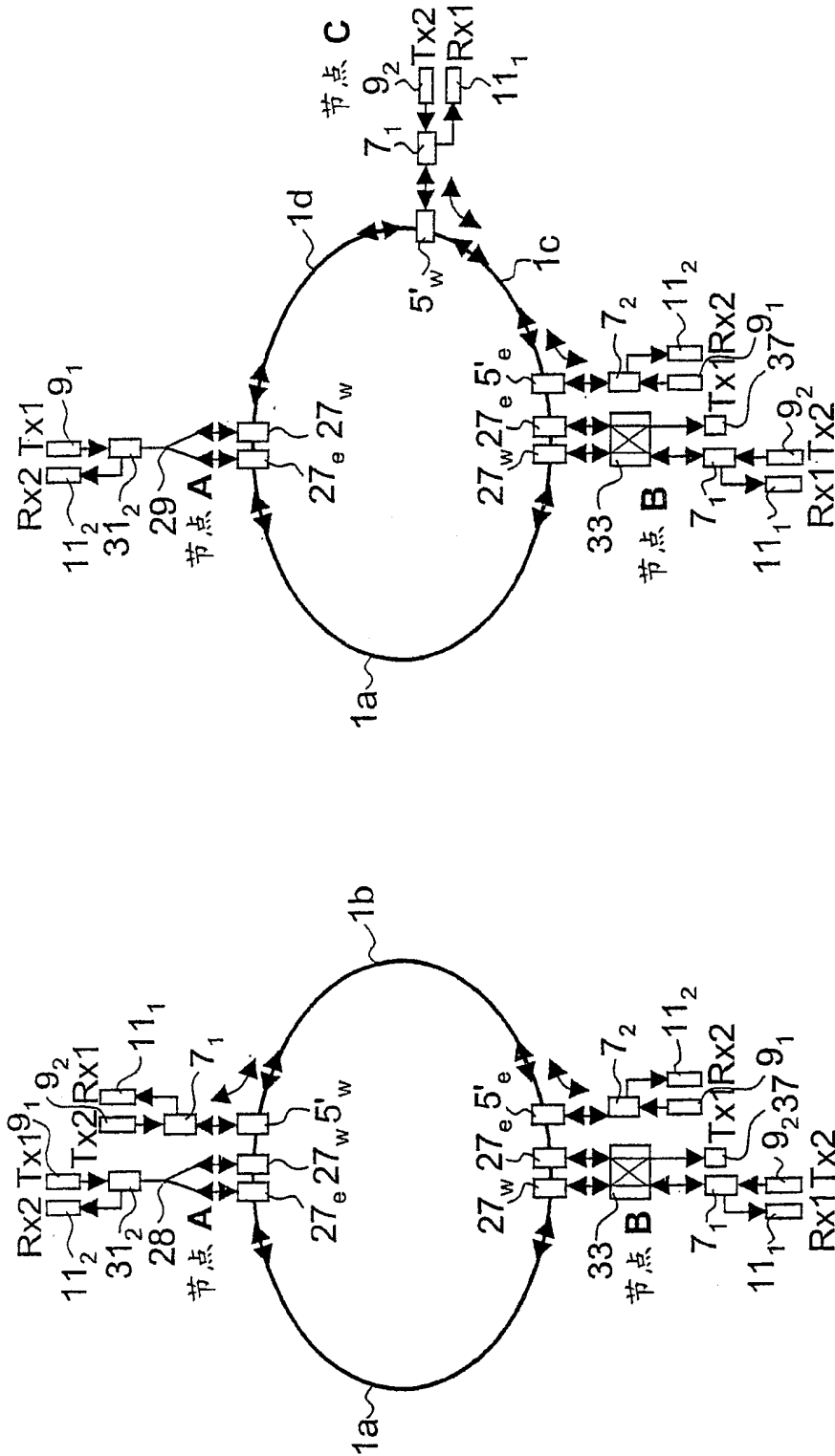


图 9b

图 9a

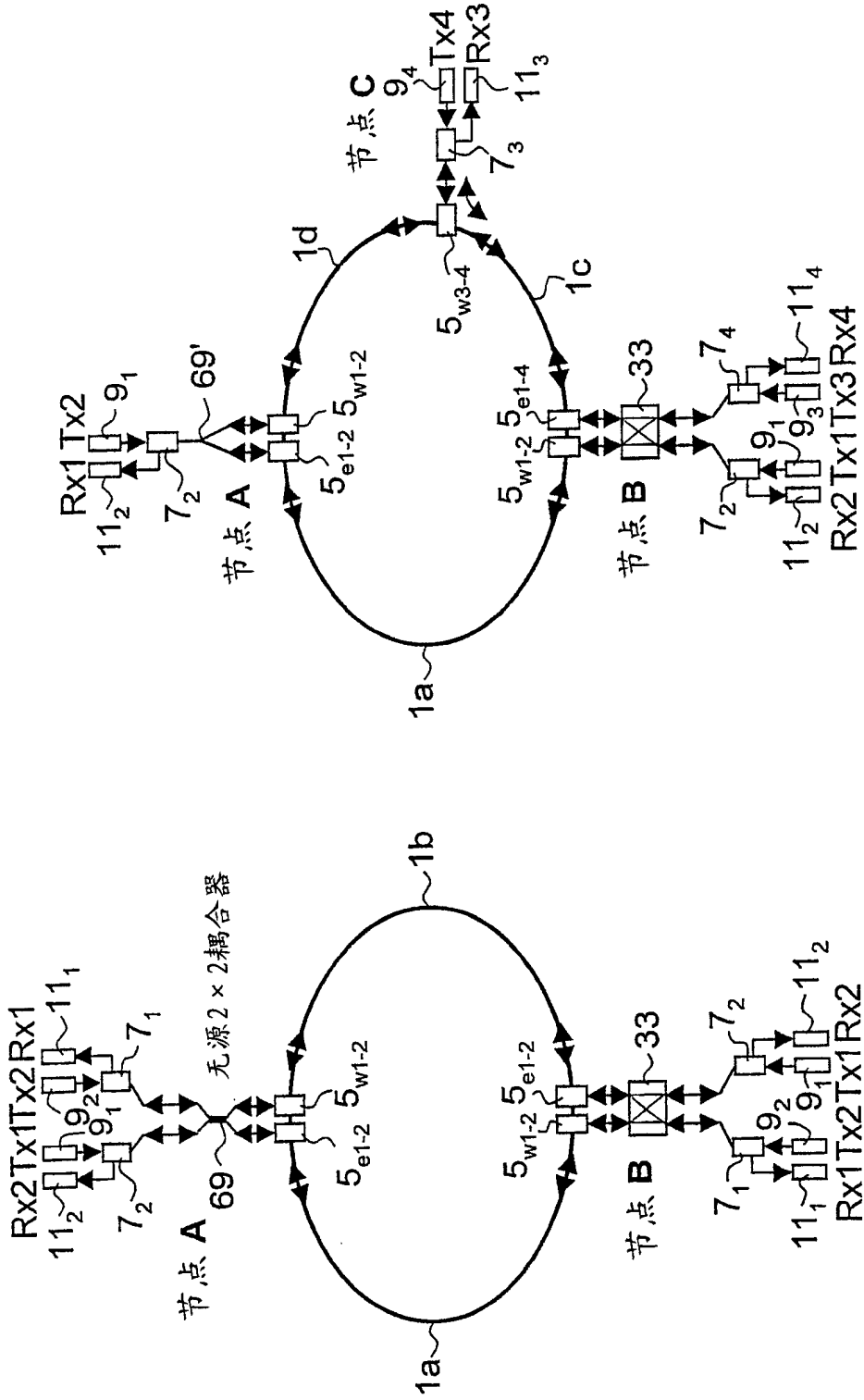


图 12

图 11