

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.CI⁶

H04B 10/20

H04J 14/02 H04L 12/437



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96193966.4

[43]公开日 1998年6月10日

[11] 公开号 CN 1184572A

[22]申请日 96.3.13

[30]优先权

[32]95.3.27 [33]SE[31]9501075-7

[86]国际申请 PCT/SE96/00323 96.3.13

[87]国际公布 WO96/31025 英 96.10.3

[85]进入国家阶段日期 97.11.17

[71]申请人 艾利森电话股份有限公司

地址 瑞典斯德哥尔摩

[72]发明人 M·厄贝里

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

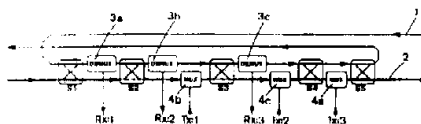
代理人 程天正 张志醒

权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图页数 2 页

[54]发明名称 光总线网络中的光节点

[57]摘要

本发明涉及光总线网络中的光节点。节点包含有适合于特定波长通路的发送器(Tx:1-3)和接收器(Rx:1-3),被设计来通过光总线网络与其他节点的对应波长通路的接收器和发送器通信。按照本发明的节点的特征在于它包含与节点的发送器和接收器相连的光安全倒换装置(S1-S5),以便使发送器和接收器在必要时从第一根光纤(1,2)倒换到第二根光纤(1,2)。



权 利 要 求 书

1. 光节点, 包含至少 N-1 个发送器(Tx:1-3)和至少 N-1 个接收器(Rx:1-3), 它们被用于通过具有两根光纤(1, 2)并被设计来以不同方向发送信号到其他 N-1 个光节点的总线网络, 与这些其他节点的接收器(Rx:1-3)和发送器(Tx:1-3)通信, 其特征在于所述节点包含至少 N 个光安全倒换装置(S1-S5), 它们被设计来使得当网络发生中断时, 能将接收器(Rx:1-3)和发送器(Tx:1-3)在光纤(1,2)间进行倒换。

2. 光节点包含至少 N-1 个复接器(4a,b,c), 用来把来自发送器(Tx:1-3)的相应数目的波长通路输入到总线网络中两光纤(1,2)之一, 包含至少 N-1 个波长-选择性分接器(3a,3b,3c), 用来从两光纤(1,2)之一提取出相应数目的波长通路送到接收器(Rx:1-3), 这些波长通路通过总线网络的两光纤(1,2), 以不同的方向分别传送到对应于与总线网络中其他 N-1 个光节点相连的波长通路的接收器(Rx:1-3)和发送器(Tx:1-3), 其特征在于所述节点包含至少 N 个光安全倒换装置(S1-S5), 它们被设计来使得当网络发生中断时, 能将复接器(4a,4b,4c)和/或分接器(3a,3b,3c)在光纤((1,2)间进行倒换。

3. 按照上述权利要求之一的光节点, 其特征在于两根光纤(1, 2)都被安排成以相同的传送方向通过安全倒换装置, 从置于节点上游的第一个安全倒换装置(S1), 到置于节点下游的最后一个安全倒换装置(S5)。

4. 按照上述权利要求中任一项的光节点, 其特征在于每一发送器(Tx:1-3)和接收器(Rx:1-3)有固定的波长分配。

5. 按照权利要求 2 或 3 的光节点, 其特征在于节点中复接器(4a,4b,4c)和分接器(3a,3b,3c)在节点中被安排成对出现以使每一复接器/分接器对(3a,4a;3b,4b;3c,4c)包含一个复接器和一个分接器, 用于输入或取出保持与另一节点的相互连接的波长通路; 以及其特征在于, 复接器/分接器(3a,4a;3b,4b;3c,4c)对的每侧至少有一个安全倒换装置(S1-S5), 安全倒换装置被这样配置使得如有必要时, 该安全倒换装置能将位于安全倒换装置上游的复接器/分接器对耦合到另一光纤上。

6. 按照上述权利要求中任一项的光节点, 其特征在于在有 N 个节点和有效通路分配的光总线网络中的节点, 所有节点间的通信当 N 是偶数时, 使用 $N^2/4$ 个波长通路, 或当 N 是奇数时使用 $(N^2-1)/4$ 个通路, 包

含 $N+1$ 个安全倒换装置(S1-S5), 其中至少一个安全倒换装置(S2;S3;S4) 被放置在复接器/分接器对(3a,4a)中的分接器(3a)和复接器(4a)之间。

7. 光节点, 包含至少 $N-1$ 个具有固定通路分配的发送器, 每一发送器连接一复接器, 它把来自发送器的一波长通路输入到具有两光纤的总线网络中的一根光纤, 节点还包含 $N-1$ 个具有固定通路分配的接收器, 每一接收器与波长-选择分接器连接, 分接器从总线网络的一根光纤上选择取出波长通路送到接收器, 波长通路被用来通过总线网络中的两根光纤, 以不同方向, 传送到相应于与网络中 $N-1$ 个其他节点相连的波长通路的接收器和发送器, 其特征在于:

10 - 节点包含适合于与其他节点通信的 $N-1$ 个复接器/分接器对, 每一对包含一个复接器和一个分接器, 它们分别输入和取出保持与第二个节点的相互连接的波长通路;

- 节点包含至少 N 个光安全倒换装置;

15 - 安全倒换装置被放置在各个复接器/分接器对的每一侧, 这样复接器/分接器对可用来被耦合到相反的光纤上; 和

- 两根光纤都被安排成以相同的传送方向通过安全交换装置, 从节点中置于上游的第一个安全倒换装置, 到下游的另一个安全倒换装置。

8. 光节点包含:

20 - 两根光纤, 用于以不同方向传送信号到总线网络中其他 $N-1$ 节点, 这些节点以从节点的上游位置到节点的下游位置通过节点的同方向传送;

- $N-1$ 个具有固定通路分配的发送器, 每个发送器与一个复接器相连, 该复接器用来把来自发送器的波长通路输入到总线网络中的一光纤;

25 - $N-1$ 个具有固定通路分配的接收器, 每个接收器与波长选择性分接器相连, 该分接器用来从总线网络的一根光纤上选取出波长通路送到接收器, 波长通路被用来在不同方向上, 通过两根光纤传送到相应于与总线网络中其他 $N-1$ 个节点相连的波长通路的接收器和发送器;

30 - 用于与其他节点通信的 $N-1$ 个复接器/分接器对, 它们被用来分别输入和取出与另一节点保持相互连接的波长通路; 并被放置在节点上游和下游位置之间;

- $N+1$ 个光安全倒换装置用来在两光纤间耦合复接器和分接器, 并

放置在每对复接器/分接器的每一侧，在复接器/分接器成对的情况下，安全倒换装置被放置在复接器和分接器对的每一侧，这样在总线网络中复接器被安排在分接器的下游位置。

说明书

光总线网络中的光节点

技术背景

5 本发明涉及光总线网络中的光节点。节点包括适合特定波长通路的发送器和接收器，并被设计来通过光总线网络与其他节点中对应波长通路的接收器和发送器进行通信。

本发明也涉及光总线网络中实行的一种处理方法。

现有技术

10 在通信领域里，常常需要很高的传输容量。大量的数据可利用通过调制的光信号的光传输系统而被非常高速地传送。

波分复用 (WDM) 法被用来在公用光媒质中传送多种光信号。信号将通过独立的波长通路被传送，这些通路可同时在一根光纤中。

15 光传输可通过光总线网络来实行，光总线网络包括多个能相互通信的光连接点。在一个有 N 个节点通过两根光纤互相串联在一起的光总线网络中，由于第一根光纤用来传输一个方向，而第二根光纤用来传输另一个方向，这样可实现在节点之间在两个方向的通信。每个节点通过一独立的波长通路与其他节点通信。这意味着每根光纤上同时具有至少 N-1 个波长通路。

20 每个节点包含至少 N-1 个接收器和 N-1 个发送器，通过波长通路与其他节点中对应于这些波长通路的发送器和接收器通信。每个发送器发送输入的信息到两根光纤中的一根光纤上；每一个接收器接收从两根光纤中的一根上提取的信息。

25 光总线网络被优选地构成使得在网络发生中断时，通过特为中断情况而保留的一对备用光纤仍能保持在所有的节点之间的通信。然而，这种类型的中断能启动不同节点间的通信，并使每一节点的一个或多个接收器和发送器必须改变以使它们分别通过一些备用光纤接收或发送一波长通路。为了限制使用的波长通路的数量，通路的重复使用是有可能的。通路的重复使用意味着一个节点所接收到的一个或多个波长通路，
30 在可能的情况下被该节点在同一光纤上用来传输。最少可用的通路数受限于节点数，N 是偶数时，通路数为 $N^2/4$ ，或 N 是奇数时，通路数为 $(N^2 - 1)/4$ 。由于同一通路被用来在同一光纤上多次传输，当网络发生中

断，两个节点间仍要保持通信时，就会产生问题。

US - 5 159 595 已经公开一种网络，包括相互连接成环形结构的多个节点。每一节点能通过网络与其他节点通信。在传统的网络结构中，两节点间消息的传递要通过两根光纤，从一发送节点到达目的节点；同样地，节点接收到从两个相反方向的光纤上传送的消息。这意味着总线网络发生中断的情况下，不需要倒换而仍能保持通信。该系统的一个弱点是正常情况下，网络拥有大量的、不必要的波长通路，因而是超尺寸的。

发明描述

10 本发明涉及在光总线网络中的一个光节点，它通过连接在两根光纤上的发送器和接收器，与至少另外两个光节点通信。总线网络包含额外的通信通道以保证在总线网络中发生中断后，两节点间仍能保持通信。

这种类型的安全总线网络的一个问题是如果一根光纤有故障，接收器和发送器需要改变以通过另一根光纤进行通信，这样才能保持通信。

15 本发明试图通过提供一个在网络发生中断时，能以简单方式使发送器/接收器在总线网络的光纤上进行倒换的光节点，来解决上述问题。本发明中所述节点包括很多成对的发送器和接收器，使得在总线网络中能通过两根光纤与其他任一节点通信。总线网络中的光纤将节点连接起来并允许各节点间进行双向通信。节点至少包含与总线网络中节点总数相同的
20 安全倒换装置，这些安全倒换装置被设计用来将节点中的发送器和接收器在两根光纤间进行倒换。

本发明也涉及不一定包含发送器和接收器，但包含多个多路复接器和分接器的节点，这些复接器和分接器能耦合在总线网络的光纤间的波长通路，从而把这些波长通路的发送器和接收器连接到光纤上。节点至少
25 包含与总线网络中节点总数相同的安全倒换装置，这些安全倒换装置被设计成在两根光纤间倒换节点中的复接器和分接器。

借助于本发明中的节点结构，在以重复使用的通路进行通路分配，使得在总线网络中，对于固定的波长，将最少数量的波长通路分配给发送器和接收器的情况下，即使网络发生中断时，有可能在两根光纤间进行发送器和接收器的倒换，以使得可保持发送器和接收器的通路分配以
30 用于在包括于总线网络中的节点之间的通信。

由于这种相对简单的设计，本发明的节点结构，对不使用上述

有效的通路分配方法的其他类型总线网络，也具有优势。然而，使用该节点的一个条件是，总线网络受网络结构变化（例如总线网络中某处的中断）的影响而存在改变网络配置的危险，这些变化，要求发送器和接收器在光纤之间倒换。

5 本发明也涉及当总线网络发生中断时在光节点中实行的一种处理方法。

附图说明

图 1a-c 表示有四个节点的光总线网络的不同中断情况；

图 2 表示本发明的光节点的第一种实施方案；和

10 图 3 表示本发明的光节点的第二种实施方案。

优选实施方案

下面参照附图，特别是参照表示光节点的不同实施方案的图 2 和图 3，对本发明作详细说明。

图 1a-c 表示一个光总线网络有 A,B,C,D 四个节点，并有一对备用光纤 3,4 在常规总线网络发生中断时使用。每一节点包含三个发送器和三个接收器。根据节点在网络中的位置，可变数目的发送器 Tx:1-4 和接收器 Rx:1-4 与光纤 1 相连。例如，第一个节点 A 有三个接收器 Rx:1-3 与光纤 1 相连，所有信号传向图中左边方向，三个发送器 Tx:1-3 与光纤 2 相连，所有信号传向图中右边方向。另一方面，最后一个节点 D 的三个接收器 Rx:1,2,4 与光纤 2 相连，三个发送器 Tx:1,2,4 与光纤 1 相连。中间节点都有发送器 Tx 和接收器 Rx 与两光纤相连。

光总线网络中的每一发送器 Tx 按一给定的波长发送信号，即所谓的波长通路。网络中的每一接收器 Rx 接收一给定的波长通路，并允许其他通路通过到下一节点。同一光纤段上不会出现两个通路用同一波长的情况，因为这种情况下通路将不能被接收器分开。这意味着由一个光节点的接收器所接收的通路必须被完全移出该光总线网络。每一节点的一对发送器/接收器被保留来进行与每个其他节点的通信，即第一节点的一个发送器发送一波长通路给一特定的其他节点，第一节点的一个接收器从该其他节点接收一波长通路。该第一节点中的发送器和接收器一起使第一个节点能与第二个节点完全通信，组成了第一节点的发送器/接收器对。因而每一节点包含的发送器/接收器对数量与网络中存在的其他节点数量相同。

图 1a 表示光总线网络的正常情况，即没有中断。图中的备用光纤对用虚线画出，更清楚地表示它在正常情况下并不用于通信。在所示的总线网络中通路是重复使用的，即在节点中所接收的波长通路，如有可能将在同一光纤上被该节点用来传送信号，以使不同节点间通信使用的通路数最少。在图 1a 所示的总线网络情况下，波长通路 2 由接收器 Rx:2 接收，该节点的发送器 Tx:2 仍使用同一通路传送信号到节点 D。在有 N 个节点的总线网络中的通路重复使用意味着，需给网络分配的最少波长通路数，在 N 是奇数时，为 $(N^2 - 1) / 4$ ，或 N 是偶数时，为 $N^2 / 4$ 。每一节点在每一光纤上分配 N-1 个通路用于该点的来去通信。图中所示例子中，总线网络有四个节点，这意味着如果使用至少四个不同波长通路，所有的节点间的通信都能保持。每一节点分配三个波长通路与其他节点通信。这些波长通路被节点接收后就被再使用，当然在其中不重复使用通路的总线网络中也可找到根据发明的节点。

图 1b 表示在原总线网络中节点 A 和节点 B 间的一光纤断开后得到的新配置。在这种情况下为使得节点 A 和其他节点之间进行通信，将使用备用光纤。有利的通路分配使得不同节点间的通信能使用和按照图 1a 的情况相同的通路，而不管图 1a 中的通路分配是按最少波长通路数进行分配的。然而，在所有节点中，给定的发送器和接收器必须使用与图 1a 所示情况的相反的光纤。中断后，节点 A 是网络中向右传递信息流的最后一个节点，因此它的三个接收器连接光纤 2，三个发送器连接光纤 1。节点 B 基本上没有变化，因为只有在节点 A 与 B 进行通信的发送器和接收器需要在光纤间倒换。在中断发生前，图中节点 B 中要与节点 A 通信的发送器通过光纤 1 向左发送。中断后，这些发送器要代之以光纤 2 与节点 A 通信，方向向右。相反地，节点 B 中要接收节点 A 信息的接收器变成接收从光纤 1 向左传送的信息。相应地，节点 C 和节点 D 中的一对发送器/接收器作相应的倒换等。因此节点 A 和 B 间的中断导致节点 A 中所有的发送器和接收器必须在光纤间倒换，而在其他节点中只有一对发送器/接收器需要被倒换。

图 1c 表示节点 B 与节点 C 间发生中断的相应情况。这些图显示了在某些情况下，需要在通过给定节点的两光纤之间倒换发送器和接收器。应当理解图中的例子只是想要进行这样的倒换的众多情况中的几种。

图 2 表示光节点的第一实施方案，它被设计来实现上述倒换。图中所示的节点用于图 1 所示的总线网络中；因此每一节点包含以固定的波长分配的 3 个发送器 Tx 和 3 个接收器 Rx，它们与两根光纤 1,2 相连。这些光纤穿过节点以使得在该节点的光纤 1, 2 都向同一方向发送。图 2 所示的节点对应于图 1 中的节点 A。因此节点通过 3 个发送器 Tx:1-3 发送信号，使用波长通路 1,2 和 3。如结合图 1 所示的，该节点通过相同的波长通路 1,2 和 3 来接收信号。接收器 Rx:1 被放置在节点的最上游（upstream）处，发送器 Tx:3 放置在最下游（downstream）处。节点包含 3 个多路分接器 3a,b,c 用来选出波长通路给各自的接收器 Rx:1-3，还包含 3 个复接器 4a,b,c，用来将来自相应的发送器 Tx:1-3 的波长通路输入到两根光纤 1,2 上。

节点还包含 5 个 2x2 安全倒换装置或安全切换装置 S1-S5，以便当总线网络发生变化时，可在节点中完成必要的倒换。每一安全倒换装置包含 2 个输入端和 2 个输出端，第一个输入端与光纤 1 相连，第二个输入端与光纤 2 相连；与此对应，第一个输出端与光纤 1 相连，第二个输出端与光纤 2 相连。当倒换装置处于第一种状态时，信号从连接到光纤 1 的输入端耦合到与该光纤连接的输出端，而来自连接到光纤 2 的输入端的信号耦合到与同一光纤相连的输出端。当安全倒换装置处于另一种状态时，信号从连接到光纤 1 的输入端再耦合到连接到光纤 2 的输出端，相应地，信号从连接到光纤 2 的输入端耦合到连接到光纤 1 的输出端。在所示的实施方案中安全倒换或切换装置被设计成以使两个安全切换装置 S1-S5 之间，决没有多于正好一个接收器和正好一个发送器。与另一给定节点进行通信的发送器/接收器对 Tx:1/Rx:2, Tx:2/Rx:3, 不会使用同一光纤，它们可和在两侧的安全切换装置 S1 - S5 放在一起。然而，在这一对中的接收器和发送器必须被设计成使得接收器（即由多路分接器 3a,3b,3c 分接的接收器）相对于发送器和它的复接器 4a,4b,4c，不可能处在节点的下游。在使用最少波长数的有利通路分配情况下，因为一给定波长的发送器与相同波长的接收器相比，不可能都处在节点的上游，所以节点应包含 5 个安全切换装置，即 N+1 个安全切换装置，这意味着至少有一个安全倒换装置被放置在复接器 4a 和分接器 3a 之间，供其中一对发送器/接收器使用。在图 2 所示的实施方案中分接器 3a 放置在节点的最上游，复接器 4a 放置在节点的

最下游,安全倒换装置 S1,S2 在分接器 3a 两侧,同时安全倒换装置 S4,S5 在复接器 4a 两侧. 只要分接器 3a 相对于复接器 4a 不放置在总线网络中的下游,该分开的分接器/复接器对 3a,4a 也可放置在节点的其他位置.

5 如果按照图 1 的总线网络中引入另外的波长,则一节点只要 4 个安全切换装置,即 N 个安全切换装置,就是以完成总线网络中每一中断状态下的倒换. 图 3 是这种情况的一个例子,表示有另外两个波长通路 5 和 6,允许节点配置 N 个安全倒换装置.

10 图 1a 所示的总线网络有四个节点并且通路是重复使用的正常状态下,节点 A 中所有的发送器 Tx:1-3 在光纤 2 上发送,所有的接收器 Rx:1-3 从光纤 1 接收. 至于节点 A,这意味着按照图 2 的节点的安全倒换装置 S1-S5 必须保持在第一种状态或正常状态下,即不进行光纤间的倒换. 然而当两节点间发生中断时,安全倒换装置必须改变成另一转换的状态. 图 1c 举例说明节点 B 和节点 C 间的光缆断开的情况. 在这种
15 情况下,节点 A 中用于波长通路 1 和波长通路 3 的发送器必须耦合到光纤 1; 同时用于波长通路 1 和 2 的接收器必须倒换到光纤 2. 这是通过启动倒换装置在光纤 1 和光纤 2 进行倒换来实现的,以便把它们切换到不同的状态.

20 下面的表 1 显示了总线网络在各种中断类型的情况下,节点 A 的各个发送器和接收器使用哪根光纤(1 或 2). 下面的表中用双平行线表示安全倒换装置的第一种状态. 安全倒换装置的第二种状态由交叉的 X 表示. 下面的表显示了在不同中断情形,和根据图 2 中的节点设计的情况下,在节点 A 中每一安全倒换装置的状态.

	Tx:1	Tx:2	Tx:3	Rx:1	Rx:2	Rx:3	S1	S2	S3	S4	S5
正常状态:	2	2	2	1	1	1					
A-B 间中断:	1	1	1	2	2	2	X				X
B-C 间中断:	1	2	1	2	2	1	X		X	X	X
C-D 间中断:	1	2	2	1	2	1		X	X		

表 1

25 如果网络的节点 B 和节点 C 之间发生中断,那么将导致通过光纤 1 从节点 A 发送波长通路 1 和 3,而不是正常情况下通过光纤 2 发送. 因此,耦合这些波长通路的复接器 4a,4b 必须被倒换以使通路通过光纤 1

被耦合。与此相对应，图 1c 显示用于通路 1 和 2 的接收器在中断后需
要与光纤 2 连接。因此分接波长通路 1 和 2 的分接器 3a,3b 必须被倒换，
以使从光纤 2 分接波长通路。表 1 说明如果安全倒换装置 S1,S3,S4,S5
能被启动以改变状态，则节点就可适应中断的情况。

5 因此按照图 2 的具有四个节点的总线网络中的一个节点应包含五
个安全倒换装置 S1-S5，使得在图 1 所示的重复使用通路时的通路分配
的情况下，发送器和接收器能被倒换到每个想要的光纤状态。通常这意
味着如果给总线网络分配最少通路数，即 N 是奇数时为 $(N^2 - 1) / 4$ ，
或 N 是偶数时为 $N^2 / 4$ ，则总共有 N 个节点的总线网络中的一个节点，
10 应包含 N+1 个安全倒换装置，以使发送器和接收器能进行倒换以便有可
能适应网络的各种可能的中断状态。

假如不是以完全通路重复使用来实行总线网络的通路分配，则具有
N 个节点的总线网络中，可产生一个有 N 个安全倒换装置的功能节点，
即比图 2 所示的少一个安全倒换装置。图 3 对于节点 A 显示了这种节点
15 结构。该节点只包含四个安全倒换装置，对于图 1a-c 所示的使用完全的
通路重复使用的情况是不能满意地工作的。图 3 所示的实施方案中，增
加了另外两个通路，即波长通路 5 和 6。这些额外通路表明四套安全倒
换装置 S1-S4 在节点中是足够的。如果通路的分配使得在一个节点中只
有 N-2 或更少的发送器和接收器具有相同的波长，即至少一接收器和至
20 少一发送器不工作在对应的波长，那么按照图 3 有可能使用具有 N 个
2x2 的安全倒换装置的节点。替换地，如果使用相同的波长进行与其他
节点的通信，即节点 A 和节点 B 的通话与节点 B 和节点 A 的通话使用
相同的波长，等等，那么可使用相同的节点配置。这样发送器和使用相
同波长的接收器一起放在两个分开的 2x2 安全倒换装置之间。

25 本发明并不局限于以上参照附图所描述的实施方案，而是可在下述
的权利要求范围内修改。

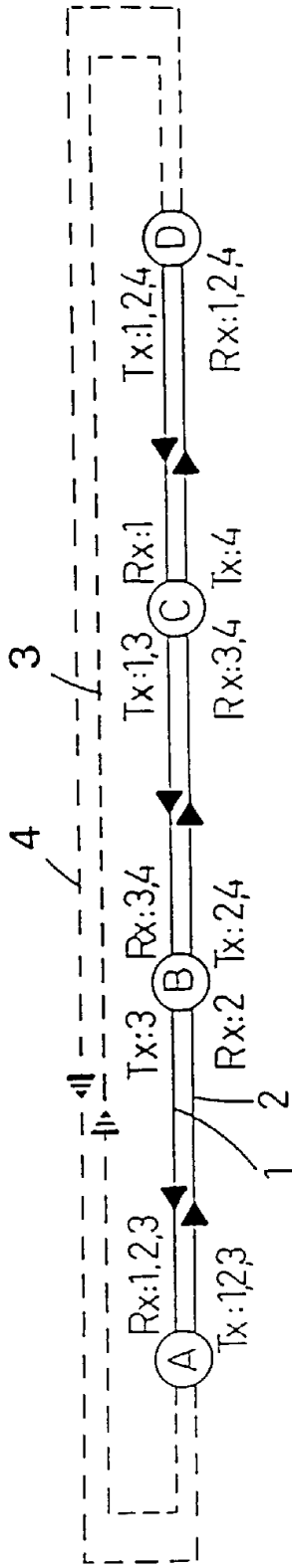


图 1a

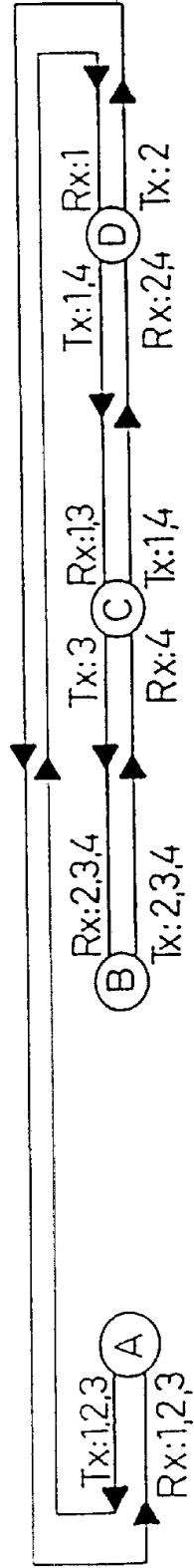


图 1b

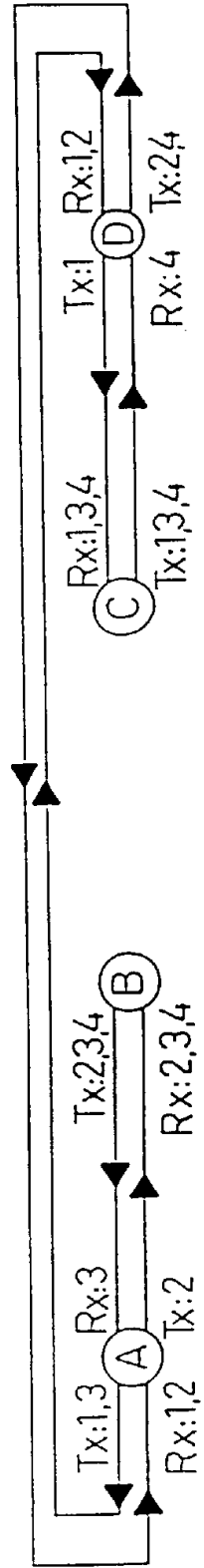


图 1c

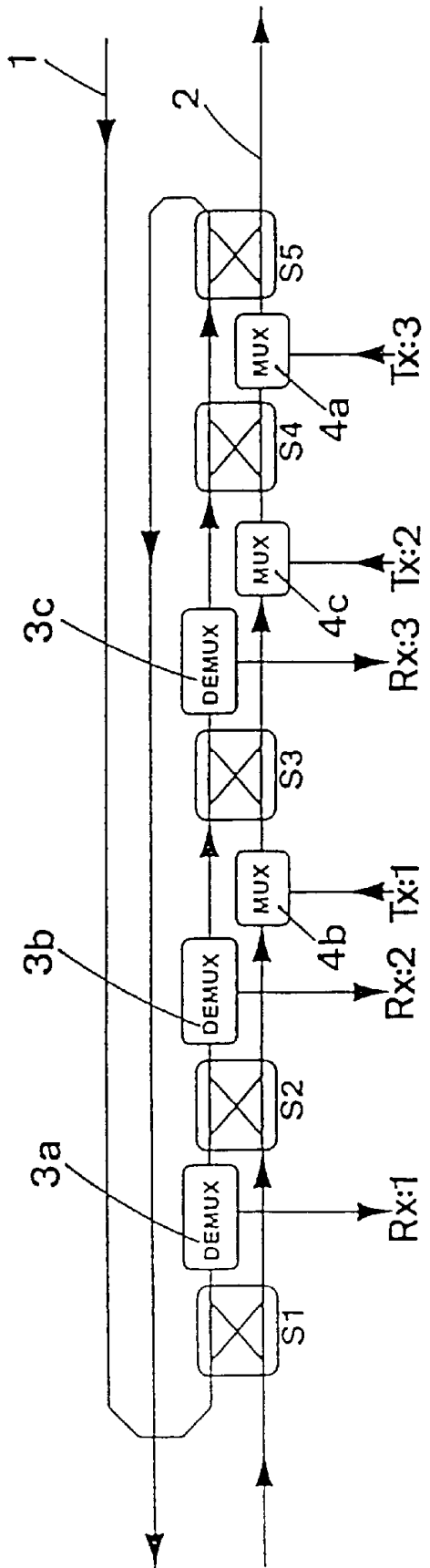


图 2

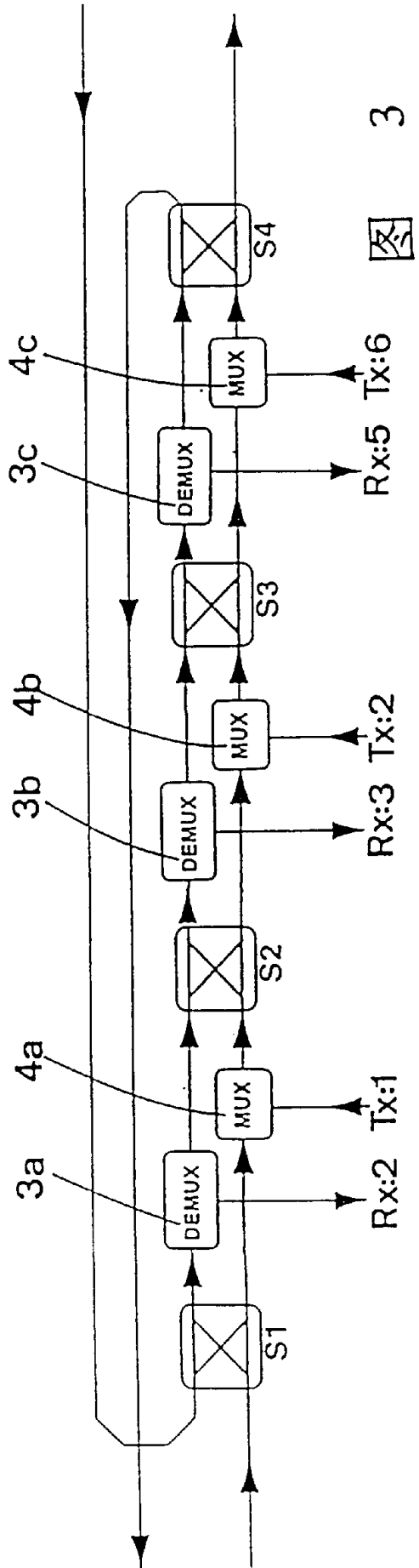


图 3