



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1777078 B

(45) 授权公告日 2010.08.11

(21) 申请号 200510114824.2

(22) 申请日 2005.11.15

(30) 优先权数据

0452614 2004.11.15 FR

(73) 专利权人 阿尔卡特公司

地址 法国巴黎

(72) 发明人 T·扎米 F·多尔热耶

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 杨晓光 李峥

(51) Int. Cl.

H04J 14/02 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2004/0001718 A1, 2004.01.01, 全文.

CN 1299200 A, 2001.06.13, 全文.

US 2004/0033076 A1, 2004.02.19, 全文.

审查员 徐泉

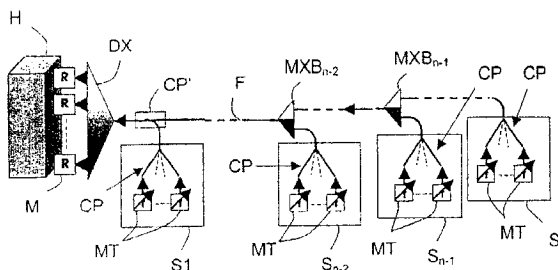
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 2 页

(54) 发明名称

采用周期性频谱复用处理的密集波分复用通信网络

(57) 摘要

WDM 网络包括光纤,该光纤经由具有 N 个输出的多路分用器的输入而连接到集线器以及连接到通信站,通信站能够经由耦合装置传送和 / 或接收具有不同波长的已调制光信号的频谱复用。通信站适于传送来自 P 个不相交的波长波段中给定的一个的已调制光信号的频谱复用。耦合装置中的至少一个是 2×1 波段多路复用器,其包括 i) 连接到光纤的下游部分的输出 ;ii) 连接到通信站之一并适合其波长波段的第一输入 ;和 iii) 第二输入,其连接到光纤的上游部分并适合其波长与通过所述第一输入的信道波长不同的信道。多路分用器是周期性的类型,以便在其 N 个输出中的每一个处传送其波长属于 P 个波长的不同集合的信道,其中每个不同集合都属于 P 个不相交波段中不同的一个。



1. 一种波分复用光网络 (R), 其包括: 经由具有 N 个输出的多路分用器部件的输入和 / 或具有 N 个输入的多路复用器部件 (DX, MX, DMX) 的输出而连接到集线器 (H) 的光纤 (F, F', F''), 和能够经由耦合装置传送和 / 或接收具有不同波长的已调制光信号的频谱复用的两个通信站 (S_i), 所述网络的特征在于, 所述通信站适于传送和 / 或接收来自 P 个不相交的波长波段中给定的一个的已调制光信号的频谱复用, 其特征还在于, 所述耦合装置中的至少一个是 2×1 波段多路复用器和 / 或多路分用器, 该 2×1 波段多路复用器和 / 或多路分用器包括 i) 连接到所述光纤 (F, F', F'') 的“下游”部分的输出和 / 或输入; ii) 连接到所述站之一并且适合其波长波段的第一输入和 / 或输出, 所述站因而被称作“主”站; 和 iii) 第二输入和 / 或输出, 其连接到所述光纤 (F, F', F'') 的“上游”部分并适合其波长与通过所述第一输入和 / 或输出的信道波长不同的信道, 并且所述多路分用器和 / 或多路复用器部件 (DX, MX, DMX) 是周期性的类型, 以便在其 N 个输出和 / 或输入中的每一个处传送和 / 或接收其波长属于 P 个波长的不同集合的信道, 其中每个不同集合都属于所述 P 个不相交波段中不同的一个。

2. 根据权利要求 1 的网络, 其特征在于, 所述网络包括连接到 2×1 波段多路复用器和 / 或多路分用器 (MXB, DXB, MDB) 的最多 P 个主通信站 (S_{n-1}, S_{n-2})。

3. 根据权利要求 1 的网络, 其特征在于, 所述多路分用器和 / 或多路复用器部件 (MXB, DXB, MDB) 是周期循环的类型。

4. 根据权利要求 3 的网络, 其特征在于, 所述周期循环的多路分用器和 / 或多路复用器部件 (MXB, DXB, MDB) 是从包括阵列波导光栅波长衍射设备和去交织器和 / 或交织器级联的一个组中选出的。

5. 一种波分复用光网络 (R), 其包括: 经由具有 N 个输出的多路分用器部件的输入和 / 或具有 N 个输入的多路复用器部件 (DX, MX, DMX) 的输出而连接到集线器 (H) 的光纤 (F, F', F''), 和能够经由耦合装置传送和 / 或接收具有不同波长的已调制光信号的频谱复用的两个通信站 (S_i), 所述网络的特征在于, 所述通信站适于传送和 / 或接收来自 P 个不相交的波长组中给定的一个的已调制光信号的频谱复用, 其特征还在于, 所述耦合装置中的至少一个是 2×1 波长交织器和 / 或去交织器 (MXB, DXB, MDB), 其包括 i) 连接到所述光纤 (F, F', F'') 的“下游”部分的输出和 / 或输入; ii) 连接到所述通信站之一并且适合其波长组的第一输入和 / 或输出, 所述通信站因而被称作“主”站; 和 iii) 第二输入和 / 或输出, 其连接到所述光纤 (F, F', F'') 的“上游”部分并适合与通过所述第一输入和 / 或输出的组不同的组, 并且所述多路分用器和 / 或多路复用器部件 (DX, MX, DMX) 是具有 N 个输出和 / 或输入的波段多路分用器和 / 或多路复用器, 每个所述输出和 / 或输入与 N 个波长波段中给定的一个相关联, 以便在其 N 个输出和 / 或输入中的每一个处传送和 / 或接收其波长属于 P 个波长的不同集合的信道, 其中每个不同集合都属于所述 P 个不相交的组中不同的一个。

6. 根据权利要求 5 的网络, 其特征在于, 该网络包括连接到 2×1 波长交织器和 / 或去交织器 (MXB, DXB, MDB) 的最多 P 个主通信站 (S_{n-1}, S_{n-2})。

7. 根据权利要求 1 到 6 中任何一个的网络, 其特征在于, 所述耦合装置中的至少一个是 2×1 光分插耦合器, 并且具有 i) 连接到所述光纤 (F, F', F'') 的“下游”部分的第一输出和 / 或输入; ii) 连接到所述站之一 (S_1) 的第一输入和 / 或输出, 该站因而被称作“从”站;

和 iii) 连接到所述光纤的“上游”部分的第二输入和 / 或输出。

8. 根据权利要求 1 到 6 中任何一个的网络,其特征在于,所述光纤 (F) 是单向上行型的,所述多路分用器和 / 或多路复用器部件 (DX) 是具有一个输入和 N 个输出的多路分用器,并且所述通信站 (S_i) 每个都包括连接到光耦合器 (CP) 的至少一个复用发送器设备 (MT),该光耦合器 (CP) 本身耦合到所述耦合装置之一或者耦合到所述光纤 (F)。

9. 根据权利要求 1 到 6 中任何一个的网络,其特征在于,所述光纤 (F') 是单向下行型的,所述多路分用器和 / 或多路复用器部件 (MX) 是具有一个输出和 N 个输入的多路复用器,并且所述通信站 (S_i) 每个都包括连接到开关装置 (DO) 的至少一个复用接收器设备 (MR),该开关装置 (DO) 耦合到所述耦合装置之一或者耦合到所述光纤 (F')。

10. 根据权利要求 1 到 6 中任何一个的网络,其特征在于,所述光纤 (F'') 是双向型的,所述多路分用器和 / 或多路复用器部件 (DMX) 是具有一个输入 / 输出和 N 个输出 / 输入的多路分用器 / 多路复用器,并且所述通信站 (S_i) 每个都包括连接到光耦合器 (CP) 的至少一个复用发送器设备 (MT)、连接到开关装置 (DO) 的至少一个复用接收器设备 (MR),以及光循环器,该光循环器 (CR) 耦合到所述耦合装置之一或者耦合到所述光纤 (F'') 并且耦合到所述开关装置 (DO) 和所述光耦合器 (CP)。

11. 根据权利要求 1 到 6 中任何一个的网络,其特征在于,所述网络包括 i) 连接到具有一个输出和 N 个输入的多路复用器 (MX) 的单向下行型的第一光纤 (F); ii) 连接到具有一个输入和 N 个输出的多路分用器 (DX) 的单向上行型的第二光纤 (F'), 并且其特征还在于,所述通信站 (S_i) 每个都包括连接到光耦合器 (CP) 的至少一个复用发送器设备 (MT) 和连接到开关装置 (DO) 的至少一个复用接收器设备 (MR),所述光耦合器 (CP) 本身耦合到与所述第二光纤 (F') 连接的耦合装置之一或者耦合到该第二光纤 (F'), 所述开关装置 (DO) 本身连接到与所述第一光纤 (F) 连接的耦合装置之一或者连接到该第一光纤 (F)。

12. 根据权利要求 9 的网络,其特征在于,所述开关装置 (DO) 是从包括多路分用器和波长选择器开关的一个组中选出的。

13. 根据权利要求 1 到 6 中任何一个的网络,其特征在于,所述网络具有环形的结构。

采用周期性频谱复用处理的密集波分复用通信网络

技术领域

[0001] 本发明涉及（密集）波分复用（DWDM）网络的领域，并且特别涉及在这种类网络中传输数据（或光信号）。

背景技术

[0002] 如本领域的技术人员已知的那样，波分复用是一种对利用光网络的数据传输资源（例如光纤）进行优化的技术。如果由于新的通信站（或节点）的连接或者为了限制网络成本而使所述资源受到限制或者变得不足，则这种优化尤其重要。

[0003] 在需要优化网络结构的情形中，波分复用是不足的。

[0004] 建议了对此问题的许多解决方案，例如：集成例如光耦合器或者光分插复用器（OADM, optical add and drop multiplexer）（可能是可重新配置型的光分插复用器（R-OADM））之类的无源复用增/减（add/drop）设备，或者通过共享其带宽而在同一光纤中共同传播上行和下行业务。可是所述解决方案仍然可能是不足的。

[0005] 光网络的广度受到其范围的限制，即受到在网络接入节点（也称为“集线器”）和距其最远的通信站之间发送多路复用所需要的功率的限制，该网络接入节点通常被连接到联邦网络（federator network）（也称为“主干网”）和距离那里最远的通信站。为了节约所述功率，已经建议一种将来自给定通信站的业务和来自该通信站的上游侧的光纤部分的业务进行耦合的不平衡模式。例如，接近集线器的通信站是 10% / 90% 耦合的对象而接近网络边缘的通信站是 50% / 50% 耦合的对象。用这种方式优化耦合比率放宽了对功率的约束，但是无法完全消除该约束。

发明内容

[0006] 因此本发明的一个目的是对此情形加以改进，并且尤其是最好在不增加其成本的情况下优化 DWDM 光网络的结构以改善其性能（就容量和 / 或功率节约方面）。

[0007] 为此目的，本发明建议了一种波分复用光网络，其包括光纤，该光纤经由具有耦合到集线器的 N 个输出的多路分用器和 / 或多路复用器的输入和 / 或输出而连接到该集线器，并且连接到能够经由耦合装置来传送和 / 或接收具有不同波长的已调制光信号的频谱复用的通信站。

[0008] 应当指出，上面称为“多路分用器和 / 或多路复用器”部件是简单的多路分用器、简单的多路复用器还是组合的多路分用器和多路复用器，要根据其被连接到单向上行光纤、单向下行光纤还是双向光纤。

[0009] 本发明的光网络有两种不同的变型。

[0010] 在第一变型中，所述光网络的特征在于：

[0011] • 其通信站适于传送和 / 或接收来自 P 个不相交的波长波段中给定的一个的已调制光信号的频谱复用；

[0012] • 所述耦合装置中的至少一个是 2×1 波段多路复用器和 / 或多路分用器，其包括：

i) 连接到所述光纤的“下游”部分的输出和 / 或输入 ;ii) 连接到所述站点之一并适合其波长波段的第一输入和 / 或输出,该通信站因而被称作“主”站 ;和 iii) 第二输入和 / 或输出,其被连接到所述光纤的“上游”部分并适合其波长与通过所述第一输入和 / 或输出的信道波长不同的信道 ;和

[0013] •其多路分用器和 / 或多路复用器是周期性的类型,以便在其 N 个输出和 / 或输入中的每一个处传送和 / 或接收属于 P 个波长的不同集合 (或组 (comb)) 的波长信道,每一集合都属于 P 个不相交的波长波段中不同的一个。

[0014] 这里应当指出,所述 P 个不相交的 (并因此是不同的) 波长波段是由波段多路复用器或者波段多路分用器的输入或输出来过滤的那些波长波段。

[0015] 此类网络包括最多 P 个主通信站,其被连接到 2×1 波段多路复用器和 / 或多路分用器。

[0016] 所述多路分用器和 / 或多路复用器可以是周期循环的类型。其因而可以采用例如阵列波导光栅 (AWG, arrayed waveguide grating) 型的波长衍射设备的形式,或者采用去交织器和 / 或交织器级联的形式。

[0017] 所述光网络的第二变型的特征在于 :

[0018] •其通信站适于传送和 / 或接收来自 P 个不相交的波长组中给定的一个的已调制光信号的频谱复用 ;

[0019] •其耦合装置中的至少一个是 2×1 波长交织器和 / 或去交织器,其包括 :i) 连接到所述光纤的“下游”部分的一个输出和 / 或输入 ;ii) 连接到所述通信站之一并且适合其波长组的第一输入和 / 或输出,所述通信站因而被称作“主”站 ;和 iii) 第二输入和 / 或输出,其被连接到所述光纤的“上游”部分并适合与通过所述第一输入和 / 或输出的组不同的组 ;和

[0020] •其多路分用器和 / 或多路复用器是波段多路分复用器和 / 或多路复用器,以便在其 N 个输出和 / 或输入中的每一个处传送和 / 或接收其波长属于 P 个波长的不同集合的信道,其中每个不同集合都属于所述 P 个不相交的组中不同的一个。

[0021] 这里应当指出,所述 P 个不相交的 (并因此不同的) 波长组是由波长交织器和 / 或去交织器的输入和 / 或输出来过滤的那些波长组。

[0022] 此类网络包括最多 P 个主通信站,其被连接到 2×1 波长交织器和 / 或去交织器。

[0023] 所述网络的任何一个变型都可能具有其它特征,并且特别地,分别或者组合地具有下列特征 :

[0024] •所述耦合装置中的至少一个可以是 2×1 插或分光耦合器 (add ordrop optical coupler),并且具有 i) 连接到所述光纤的“下游”部分的第一输出和 / 或输入 ;ii) 连接到所述站点之一的第一输入和 / 或输出,该站点因而然后被称作“从”站 ;和 iii) 连接到所述光纤的“上游”部分的第二输入和 / 或输出 ;

[0025] •所述光纤是单向上行型的,所述多路分用器和 / 或多路复用器是具有一个输入和 N 个输出的多路分用器,并且每个通信站可以包括至少一个连接到光耦合器的复用发送器设备,该光耦合器本身耦合到所述耦合装置之一或者直接耦合到所述光纤 ;

[0026] •在第一变型中,所述光纤是单向下行型的,所述多路分用器和 / 或多路复用器是具有一个输出和 N 个输入的多路复用器,并且每个通信站包括至少一个连接到开关装置的

复用接收器设备,该开关装置耦合到所述耦合装置之一或者直接耦合到所述光纤;

[0027] • 在第二变型中,所述光纤是双向型的,所述多路分用器和 / 或多路复用器是具有一个输入 / 输出和 N 个输出 / 输入的多路分用器 / 多路复用器,并且每个通信站可以包括至少一个连接到光耦合器的复用发送器设备、至少一个连接到开关装置的复用接收器设备以及光循环器,该光循环器耦合到所述耦合装置之一(或者直接耦合到所述光纤)并且耦合到所述开关装置和光耦合器;

[0028] • 在第二变型中,所述网络可以包括 i) 单向下行型的第一光纤,其连接到具有一个输出和 N 个输入的多路复用器;ii) 单向上行型的第二光纤,其连接到具有一个输入和 N 个输出的多路分用器,并且每个通信站包括至少一个连接到光耦合器的复用发送器设备和至少一个连接到开关装置的复用接收器设备,所述光耦合器本身耦合到与所述第二光纤连接的耦合装置之一或耦合到该第二光纤,所述开关装置本身连接到与所述第一光纤连接的耦合装置之一或直接连接到该第一光纤;以及

[0029] • 所述开关装置例如可以是多路分用器或者波长选择器开关。

[0030] 本发明非常(尽管不只)适合环形或者总线结构(D)WDM光网络。

附图说明

[0031] 在读过下面的详细描述并且检查附图后,本发明的其它特征和优点将变得显而易见,其中:

[0032] • 图 1 非常概略地示出了连接到主干网的环形通信网络的一个实施例;

[0033] • 图 2 概略地示出了配备有单向上行光纤的本发明光网络的一部分的一个实施例;

[0034] • 图 3 概略地示出了配备有单向下行光纤的本发明光网络的一部分的一个实施例;和

[0035] • 图 4 概略地示出了配备有双向光纤的本发明光网络的一部分的一个实施例。

[0036] 附图构成本发明说明书的一部分,并且如果必要,可以有助于本发明的定义。

具体实施方式

[0037] 本发明的目的是最好在不增加其成本的情况下优化(D)WDM光网络的结构,以改进其性能(就容量和 / 或功率节约方面)。

[0038] 作为说明性的例子,下面认为所述光网络是“电路模式”的网络,例如电信接入城域网。然而本发明不仅限于该应用。此外,所述光网络可以是环形网,但这不是必须的。本发明适用于其它类型的光网络,尤其适用于总线结构光网络。

[0039] 图 1 示出了环形网 R。这种网络 R 传统地包括集线器(或“存在点”)H 和多个用户站 S_i (在该例子中,下标 i 的值从 1 到 4,但是可以采用任何大于或等于二(2)的值),其中,集线器 H 连接到光纤 F、F' 的两端中的至少一端,用于以光信号的形式发送数据,用户站 S_i 经由下面参考图 2 到 4 所描述的耦合装置而被光耦合到光纤 F、F'。

[0040] 环形网 R 通常经由集线器 H 被连接到“主干网”R'。

[0041] 网络 R 例如包括专用于从站 S_i 到集线器 H(箭头 A1)的上行业务的单向上行传输光纤 F,和专用于从集线器 H 到站 S_i (箭头 A2)的下行业务的单向下行传输光纤 F'。然而,

如同下面参考图 4 所显现的那样,可以设想简化的网络 R,其中只存在专用于两种类型业务(上行和下行)的一个双向光纤。

[0042] 而且,同样可以设想网络 R 包括至少一个其它光纤,该光纤在光纤 F 和光纤 F' (或者在单个双向光纤)发生故障的情况下专用于保护业务。

[0043] 优选地是电子类型的集线器 H 包括例如电子存储器的存储装置用来至少临时地储存业务,并且配备有光/电/光(O/E/O)转换器装置的以太网或 IP 电子开关 CE 以便能够接入在网络(这里为环形网)中循环的所有业务。这种电子开关 CE 通常被称为“集中器”。

[0044] 下面参考图 2,在本发明光网络的例子中详细描述了专用于上行业务的部分,在该例子中上行和下行业务由不同的光纤 F 和 F' 来承载。

[0045] 上行光纤 F 连接到也具有 N 个输出的多路分用器 DX 的输入并且连接到通信站 S_i ,其中所述 N 个输出中的每一个都连接到集线器 H 的接收器模块 MR,通信站 S_i 包括发送模块 MT,该发送模块能够经由下面进一步讨论的耦合装置来传送具有不同波长的已调制光信号的频谱复用。

[0046] 例如,每个站 S_i 包括至少一个发送模块 MT,例如四个这样的模块。每个发送模块 MT 包括源和调制器,其中所述源包括至少一个例如可调波长的并且至少以一个波长传送光的产生器,所述调制器由电子电路来馈送并负责调制这个光以便在其输出处传送已调制光信号。所述产生器例如是可调波长激光器。然而,其同样可以是固定波长激光器。每个源还包括用于控制其输出以便以所选择的波长传送光信号的装置。

[0047] 每个发送模块 MT 连接到(无源)光耦合器 CP 的输入之一,该光耦合器 CP 的输出直接连接到光纤 F 或者连接到耦合装置 CP' 或 MXB_i ,以便向其馈送由所述源传送的由具有不同波长的已调制光信号组成的频谱复用。

[0048] 所使用的耦合装置 MXB_i 尤其取决于连接到集线器 H 的多路分用器 DX 的类型。

[0049] 可以设想两个实施例。

[0050] 在第一实施例中,通信站 S_i 的处理模块 MT 传送属于来自 P 个非重叠波段(即不成对重叠的波段)的给定波长波段的已调制光信号的频谱复用。

[0051] 在本上下文中,“波长波段”这一表述是指顺次的并且受到相同光处理的波长集合。

[0052] 在该第一实施例中,多路分用器 DX 是周期性的类型。其定义了 N 个虚拟逻辑信道,每个虚拟逻辑信道关联于其 N 个输出之一以及经由该输出离开的所有 WDM 信道。因此,通信站 S_i 可以通过在具有不同波长的光信道上发送其光信号来共享同一虚拟逻辑信道,假定多路分用器 DX 的输出必须在任意给定的时刻只接收属于相关类别的一个物理信道(或者虚拟逻辑信道)。

[0053] 如果多路分用器 DX 是周期性的类型,则“虚拟逻辑信道”是一种归类这样的物理信道的类别:其光频率之间的间隔是所述多路分用器 DX 的频谱周期的整数倍。

[0054] 换言之,所述多路分用器 DX 在其 N 个输出中的每一个传送其波长属于 P 个波长的不同集合(也称为组)的信道,其中所述不同集合中的每一个都属于来自 P 个不相交波段的一个不同的波段。

[0055] 如果上行光纤 F 支持 M 个物理信道(或者波长),并且多路分用器 DX 的输出数目

(以及因而其定义的虚拟逻辑信道的数目) 等于 N , 则上行光纤 F 所支持的波段数目 P 等于 M/N , 并且 N 个虚拟逻辑信道中的每一个都包括属于 P 个各个不同波段的 P 个不同的物理信道。

[0056] 例如, 如果 M 等于 80 并且 N 等于 16, 则 P 等于 $80/16 = 5$, 并且每个虚拟逻辑信道包括属于五个各个不同波段的五个不同的物理信道。所述网络因而可以被组织, 以使在任什么时候多路分用器 DX 都在其 16 个输出处传送 16 个虚拟逻辑信道中的每一个的 (来自五个不同波段的) 五个波长之一。

[0057] 应当指出, 所述周期性可以是简单的或者循环的。简单周期性对应于光频域中的滤波功能的周期性。循环的周期性是简单周期性的特殊情况。如果滤波功能的一个阶数的最后一个信道和下一阶数的第一信道之间的频谱距离等于同一阶数的信道之间的频谱距离, 则产生所述循环的周期性。

[0058] 如果所述周期性是简单的, 则多路分用器 DX 例如可以采用阵列波导光栅型的波长衍射设备的形式。如果该周期性是循环的, 则多路分用器 DX 例如可以采用 AWG 或者去交织器级联的形式。

[0059] 在所述第一实施例中, 术语“主站”是指连接到耦合装置 MXB_i 的通信站 S_i , 耦合装置 MXB_i 采用 2×1 波段多路复用器的形式, 该 2×1 波段多路复用器可以使用来自 P 个不相交的波长波段中的一个波长波段。

[0060] 在包括支持 P 个波段的光纤 F 的网络中, 因而可以仅存在连接到光纤 F 的 P 个主站。

[0061] 如果通信站 S_i 未通过波段多路复用器 MXB_i 被连接到光纤 F , 则其被称作“从站”。这在本例子中例如适用于站 S_1 和 S_n 。

[0062] 如果 m 个从站被连接到光纤 F , 则其使用 P 个波段中的同一个。因此, $P-1$ 个波段保持对 (连接到同一光纤 F 的) $P-1$ 个主站可用。如果最后一个 S_n 是从站 (如这里所示) 则除该最后一个 S_n 之外, 离集线器 H 最远的 $P-1$ 个站优选地是主站。

[0063] 每个波段复用器 MXB_i 具有连接到上行光纤 F 的“下游”部分的输出、连接到关联的主站并适合其波长波段的第一输入以及第二输入, 该第二输入连接到上行光纤 F 的“上游”部分并适合其波长不同于通过所述第一输入的信道波长的信道。“上游”和“下游”的概念是指相对于沿上行光纤 F 的最远下游的集线器 H 的位置。因此, 每个波段多路复用器 MXB_i 在上游侧将属于其所连接的主站 S_i 的波长波段的频谱复用与属于主站 S_{i+m} ($m \geq 1$) 的波长波段的频谱复用进行合并。

[0064] 在图 2 的例子中, 主站 S_{n-1} 和 S_{n-2} 通过各个波长波段多路复用器被连接到上行光纤 F 。在上行光纤 F 的上游侧的最后一个站 S_n 经由其无源光耦合器 CP 而连接到该光纤, 该无源光耦合器 CP 连接到其发送模块 MT 。在这个例子中, S_n 因而是从站。而且, 在上行光纤 F 的下游侧的其它站 (这里是 S_1) 经由例如耦合比率为 10% / 90% 的 2×1 光耦合器 CP' 而连接到该光纤。所述其它站因而在该例子中也是从站。

[0065] 例如在网络 R 包括八个通信站 S_i 的情况下, 除最后一个站 S_8 外, 距所述集线器最远的五个站 S_3 到 S_7 通过各个多路复用器 MBX_i 连接到上行光纤 F , 并且其因而是主站, 而距该集线器最近的两个站 S_1 和 S_2 以及最远的站 S_8 通过各个光耦合器 CP' 连接到上行光纤 F 或直接连接到该上行光纤, 并且其因而是从站。

[0066] 在第二实施例中,一个或多个主通信站 S_i 的发送模块 MT 负责根据所述频谱复用来推导属于来自 P 个不相交的组(即不成对重叠的组)中给定的波长组的已调制光信号。

[0067] 在本上下文中,“波长组”这一表述是指其光载波频率被有规则地隔开的光信号集合。

[0068] 在所述第二实施例中,多路分用器 DX 是波段多路分用器。其定义 N 个虚拟逻辑信道,每个虚拟逻辑信道关联于所述 N 个输出之一并且关联于与该输出关联的波段的波长,并且因此在其 N 个输出中的每一个处传送与其关联的虚拟逻辑信道的(以及因而波段的)波长之一。

[0069] 换言之,多路分用器 DX 在其 N 个输出中的每一个上传送其波长属于 P 个波长的不同集合的信道,所述不同集合中的每一个都属于所述 P 个不相交组中一个不同的组。

[0070] 在每个组中,两个连续波长之间的距离至少等于在波段多路分用器 DX 的输入处的波段之间的距离。

[0071] 如果上行光纤 F 支持 M 个物理信道(或者波长),并且波段多路分用器 DX 的输出数目(以及因而其定义的虚拟逻辑信道的数目)等于 N,则上行光纤 F 所支持的组的数目 P 等于 M/N ,并且所述 N 个虚拟逻辑信道中的每一个都包括属于 P 个各个不同的组的 P 个不同的物理信道。

[0072] 例如,如果 M 等于 80 并且 N 等于 16,则 P 等于 $80/16 = 5$,并且每个虚拟逻辑信道包括属于五个各个不同的组的五个不同的物理信道。所述网络因而可以被组织,以使在任何时候多路分用器 DX 都在其 16 个输出处传送所述 16 个虚拟逻辑信道中的每一个的(五个不同组的)五个波长之一。

[0073] 在该第二实施例中,主站 S_i (其优选地是离集线器 H 最远的站,这在最后一个 S_n 在上行光纤 F 的末端时除该 S_n 之外的情况下是适用的)连接到各个耦合装置 MXB_i ,每个耦合装置 MXB_i 采用 2×1 交织器的形式。

[0074] 每个交织器 MXB_i 具有连接到上行光纤 F 的下游部分的输出、连接到关联的主站并适合其波长组的第一输入以及第二输入,该第二输入连接到上行光纤 F 的上游部分并适合其波长不同于通过该第一输入的信道波长的信道。因此,每个交织器 MXB_i 在其上游侧将属于其所连接的主站 S_i 的波长组的频谱复用与属于主站 S_{i+m} ($m \geq 1$) 的波长组的频谱复用进行合并。

[0075] 如同在第一实施例中那样,在上行光纤 F 的上游端的最后一个站 S_n 经由其无源光耦合器 CP 而连接到该光纤。其因而从站,正如接近上行光纤 F 的下游端并且经由例如耦合比率为 10%/90% 的各个 2×1 光耦合器 CP' 而连接到该光纤的其它站。

[0076] 下面参考图 3 在本发明光网络的例子中详细描述专用于下行业务的部分,在该例子中上行和下行业务由不同的光纤 F 和 F' 来承载。

[0077] 下行光纤 F' 连接到具有 N 个另外的输入的多路复用器 MX 的输出以及通信站 S_i ,每个另外的输入连接到集线器 H 的发送模块 MT,通信站 S_i 包括能够经由下面进一步讨论的耦合装置来接收具有不同波长的已调制光信号的频谱复用。

[0078] 每个接收模块 MR 连接到固定光多路分用器的或波长选择器开关 DO 的输出之一,波长选择器开关 DO 的输入直接连接到光纤 F' 或者耦合装置 CP' 或 DXB_i 以便为该输入供应频谱复用,该频谱复用是由属于其站 S_i 的波长组或波长波段的已调制光信号组成的。

[0079] 例如,每个站 S_i 包括一个或多个接收模块 MR,例如四个这样的模块。每个接收模块 MR 例如包括向耦合到端子 (terminal) 的输出进行馈送的处理电路。

[0080] 所述处理电路包括具有这样的输入接收器:通过固定的光多路分用器或波长选择器开关 DO 的输出之一、利用隔离的(并因而被过滤的)光信道来馈送该输入,并且其目的是将具有被选择波长的光信号转换为电信号以便可以对其进行处理。

[0081] 如同在上行光纤 F 的情况下那样,所使用的耦合装置 DXB_i 尤其取决于连接到集线器 H 的多路复用器 MX 的类型。由于光的可逆性原理,上述两个实施例在这里同等地应用。

[0082] 因此,在第一实施例中,每个通信站 S_i 接收属于 P 个不相交的波长波段中给定的一个的已调制光信号的频谱复用。而且,多路复用器 MX 是周期性的类型。其还定义了 N 个虚拟逻辑信道,每个虚拟逻辑信道关联于其 N 个输入之一和属于不同波长波段的波长,并且必须在任意给定时刻在每个输入只接收属于关联类别的一个物理信道(或者虚拟逻辑信道)。

[0083] 换言之,多路复用器 MX 在其 N 个输入中的每一个处接收其波长属于 P 个波长的不同集合(或组)的信道,所述不同集合中的每个都属于所述 P 个不相交波段中不同的一个。

[0084] 如果下行光纤 F' 支持 M 个物理信道(或者波长),并且多路复用器 MX 的输入的数目(并且因而其定义的虚拟逻辑信道的数目)等于 N,则下行光纤 F' 所支持的波段的数目 P 等于 M/N,并且 N 个虚拟逻辑信道中的每一个都包括属于 P 个各个不同的波段的 P 个不同的物理信道。

[0085] 此外,所述周期性可以是简单的或者循环的。如果该周期性是简单的,则多路复用器 MX 例如可以采用 AWG 的形式。如果该周期性是循环的,则多路复用器 MX 例如可以采用 AWG 或者去交织器级联的形式。

[0086] 在所述第一实施例中,至少主站 S_i (其优选地是离集线器 H 最远的那些站,可能的话如果最后一个 S_n 在下行光纤 F' 的末端则除该最后一个 S_n 之外)连接到耦合装置 DXB_i ,耦合装置 DXB_i 采用与上面参考图 2 所描述的波段多路分用器 MXB_i 的类型相同的 2×1 波段多路复用器的形式。

[0087] 每个波段多路分用器 DXB_i 具有连接到下行光纤 F' 的下游部分的输入、连接到关联的主站 S_i 并因而适合波长波段的第一输出,以及第二输出,该第二输出连接到下行光纤 F' 的上游部分并适合其波长与通过所述第一输出的信道波长不同的信道。上游和下游的概念是指相对于未连接到集线器 H 的下行光纤 F' 的上游端的位置。因此,每个波段多路分用器 DXB_i 在上游侧将属于其所连接的站 S_i 的波长波段的频谱复用与属于站 S_{i+m} ($m \geq 1$) 的波长波段的频谱复用分开。

[0088] 在图 3 的例子中,主站 S_{n-1} 和 S_{n-2} 的固定光多路分用器或者波长选择器开关 DO,通过波段多路分用器 DXB_{n-1} 和 DXB_{n-2} 而被连接到下行光纤 F'。在下行光纤 F' 的上游端(与集线器 H 相对的那端)的最后一个站 S_n 经由其固定光多路分用器或者其波长选择器开关 DO 而连接到所述光纤,该波长选择器开关 DO 连接到其接收模块 MR。在这个例子中,其因而从站。而且,接近下行光纤 F' 的下游端(与集线器 H 相同的那端)的其它站(这里是 S_i)的固定光多路分用器或波长选择器开关 DO,例如经由耦合比率为 10%/90%的 2×1 光耦合器 CP' 而连接到所述光纤。其因而在该例子中也是从站。

[0089] 例如,在网络 R 包括八个通信站 S_i 的情况下,除最后一个站 S_8 之外,离所述集线器

最远的五个站 S_3 到 S_7 通过各个多路复用器 MBX_i 被连接到下行光纤 F' ，并且其是主站，而离该集线器最近的两个站 S_1 和 S_2 以及最远的站 S_8 通过光耦合器 CP' 而连接到下行光纤 F' 或直接连接到该下行光纤，并且其因而是从站。

[0090] 在第二实施例中，主通信站 S_i 中的至少一个接收模块 MR，接收属于 P 个不相交的波长组中给定的一个的已调制光信号的频谱复用。

[0091] 而且，多路复用器 MX 是波段多路复用器。其仍然定义 M 个虚拟光信道，并且向其 N 个输入中的每一个馈送与其关联的虚拟逻辑信道的（并因此波段的）波长之一，每个所述虚拟光信道关联于其 N 个输入之一并且关联于属于与该输入关联的波段的波长。

[0092] 换言之，多路复用器 MX 在其 N 个输入中的每一个处传送其波长属于 P 个波长的不同集合的信道，所述不同集合中的每个都属于 P 个不相交的组中不同的一个。

[0093] 在每个组中，两个连续波长之间的距离至少等于在波段多路复用器 MX 的输出处的波段之间的距离。

[0094] 如果下行光纤 F' 支持 M 个物理信道（或者波长），并且波段多路复用器 MX 的输入的数目（并且因而其定义的虚拟逻辑信道的数目）等于 N，则下行光纤 F' 所支持的组的数目 P 等于 M/N ，并且 N 个虚拟逻辑信道中的每一个都包括属于 P 个各个不同的组的 P 个不同的物理信道。

[0095] 例如，如果 M 等于 80 并且 N 等于 16，则 P 等于 $80/16 = 5$ ，并且每个虚拟逻辑信道包括属于五个各个不同的组的五个不同的物理信道。所述网络因而可以被组织，以使在什么时候波段多路复用器 MX 都在其 16 个输出处传送 16 个虚拟逻辑信道中的每一个的（五个不同组的）五个波长之一。

[0096] 在该第二实施例中，至少主站 S_i （其优选地是离集线器 H 最远的那些站，可能的话如果最后一个 S_n 在下行光纤 F' 的末端则除该最后一个 S_n 之外）的固定光多路分用器或者波长选择器开关 DO 连接到耦合装置 DXB_i ，其中每个耦合装置 DXB_i 都采用 2×1 去交织器的形式。

[0097] 每个去交织器 DXB_i 都具有连接到下行光纤 F' 的下游部分的输入、连接到关联的主站 S_i 并适合其波长组的第一输出，以及第二输出，该第二输出连接到下行光纤 F' 的上游部分并适合其波长与通过所述第一输出的信道波长不同的信道。因此，每个去交织器 DXB_i 在其上游侧将属于其所连接的主站 S_i 的波长组的频谱复用与属于站 S_{i+m} ($m \geq 1$) 的波长组的频谱复用分开。

[0098] 如同在第一实施例中那样，在下行光纤 F' 的上游端的最后一个站 S_n 经由其固定光多路分用器或者其波长选择器开关 DO 而连接到该光纤。其因而在该例子中是从站。而且，在下行光纤 F' 的下游端的其它站的固定光多路分用器或者波长选择器开关 DO，例如经由耦合比率为 10% / 90% 的各个 2×1 光耦合器 CP' 而连接到该光纤。其因而在该例子中也是从站。

[0099] 下面参考图 4 详细描述本发明的光网络的例子，在该例子中上行业务和下行业务由单个双向光纤 F'' 来承载。

[0100] 这个实施例可以说是参考图 2 和 3 的上述实施例的组合。

[0101] 通信站 S_i 包括如上面描述的发送模块 MT 和接收模块 MR，其分别连接到无源光耦合器 CP 和固定光多路复用器 / 多路分用器或者波长选择器开关 DO。

[0102] 在每个通信站 S_i 中还提供具有输入 / 输出的循环器 CR, 所述输入 / 输出在从站 S_n 离集线器 H 最远的情况下直接连接到光纤 F'' , 或者例如针对最接近集线器 H 的从站 (这里是 S_1) 而连接到耦合比率为 10% / 90% 的 2×1 光耦合器 CP' , 或者针对主站 (这里是 S_{n-1} 和 S_{n-2}) 而连接到多路复用器 / 多路分用器 MDB_i 。

[0103] 而且, 集线器 H 包括连接到多路分用器 / 多路复用器 DMX 的输出 / 输入的接收模块 MR 和发送模块 MT, 多路分复用 / 多路复用器 DMX 的输入 / 输出连接到双向光纤 F'' 的下游端。

[0104] 如同在上行光纤 F 和下行光纤 F' 的情况下那样, 所使用的耦合装置 MDB_i 尤其取决于连接到集线器 H 的多路分用器 / 多路复用器 DMX 的类型。

[0105] 在第一实施例中, 每个主通信站 S_i 发送并接收属于 P 个不相交的波长波段中给定的一个的已调制光信号的频谱复用。而且, 多路分用器 / 多路复用器 DMX 是周期性的类型。其还定义了 N 个虚拟逻辑信道, 每个虚拟逻辑信道关联于其 N 个输出 / 输入之一以及属于不同的波长波段的波长, 并且在其 N 个输出 / 输入中的每一个上接收与之关联的虚拟逻辑信道的波长之一。

[0106] 如果光纤 F'' 支持 M 个物理信道 (或者波长), 并且多路分用器 / 多路复用器 DMX 的输出 / 输入的数目 (并且因而其定义的虚拟逻辑信道的数目) 等于 N , 则光纤 F'' 所支持的波段的数目 P 等于 M/N , 并且 N 个虚拟逻辑信道中的每一个都包括属于 P 个各个不同的波段的 P 个不同的物理信道。应当指出, 这里 P 个波段必须在上行和下行业务之间被划分。

[0107] 同样, 所述周期性可以是简单的或者循环的。如果该周期性是简单的, 则多路分用器 / 多路复用器 DMX 例如可以采用 AWG 的形式。如果该周期性是循环的, 则多路分用器 / 多路复用器 DMX 例如可以采用 AWG 或者去交织器 / 交织器级联的形式。

[0108] 在所述第一实施例中, 至少主站 S_i (其优选地是离集线器 H 最远的那些站, 这在最后一个 S_n 在光纤 F' 的末端时除该最后一个 S_n 之外的情况下是适用的) 连接到各个耦合装置 DXB_i , 其中每个耦合装置 DXB_i 都采用 2×1 波段多路复用器 / 多路分用器的形式, 其与上面参考图 2 所描述的波段多路复用器 MXB_i 或者上面参考图 3 所描述的波段多路分用器 DXB_i 的类型相同。

[0109] 每个多路复用器 / 多路分用器 MDB_i 具有连接到光纤 F'' 的下游部分的输出 / 输入、连接到关联的主站 S_i 并适合其波长波段的第一输入 / 输出, 以及第二输入 / 输出, 该第二输入 / 输出连接到光纤 F'' 的上游部分并适合其波长与通过所述第一输出的信道波长不同的信道。上游和下游的概念是指相对于未连接到集线器 H 的光纤 F'' 的上游端的位置。因此, 每个波段多路复用器 / 多路分用器 MDB_i 在其上游侧将属于其所连接的主站 S_i 的波长波段的频谱复用与属于主站 S_{i+m} ($m \geq 1$) 的波长波段的频谱复用进行合并或者分开。

[0110] 例如, 在网络 R 包括八个通信站 S_i 的情况下, 除最后一个站 S_8 外, 离所述集线器最远的五个站 S_3 到 S_7 通过各个多路分用器 / 多路复用器 MDB_i 被连接到光纤 F'' , 并且其因而而是主站, 而离该集线器最近的两个站 S_1 和 S_2 以及最远的站 S_8 通过光耦合器 CP' 被连接到光纤 F'' 或被直接连接到该光纤, 并且其因而而是从站。

[0111] 在第二实施例中, 每个通信站 S_i 发送并接收属于 P 个不相交的波长组中给定的一个的已调制光信号的频谱复用。而且, 该多路分用器 / 多路复用器 DMX 是波段多路分用器 / 多路复用器。其也定义了 N 个虚拟逻辑信道, 其中每个虚拟逻辑信道关联于其 N 个输出 /

输入之一。其 N 个输出 / 输入中的每一个传送 / 接收与之关联的虚拟逻辑信道的（并且因而波段的）波长之一。

[0112] 如果光纤 F'' 支持 M 个物理信道（或者波长），并且多路分用器 / 多路复用器 DMX 的输出 / 输入的数目（并且因而其定义的虚拟逻辑信道的数目）等于 N ，则光纤 F'' 所支持的组的数目 P 等于 M/N ，并且 N 个虚拟逻辑信道中的每一个都包括属于 P 个各个不同的组的 P 个不同的物理信道。应当指出，这里 P 个组必须在上行业务和下行业务之间被划分。

[0113] 例如，如果 M 等于 80 并且 N 等于 16，则 P 等于 $80/16 = 5$ ，并且每个虚拟逻辑信道包括属于五个各个不同的组的五个不同的物理信道。所述网络因而可以被组织，以使在什么时候波段多路复用器 MX 都在其 16 个输出处传送 16 个虚拟逻辑信道中的每一个的（五个不同组的）五个波长之一。

[0114] 在所述第二实施例中，至少主站 S_i （其优选地是离集线器 H 最远的那些站，这在当最后一个 S_n 在光纤 F'' 的末端时除该最后一个 S_n 外是适用的）的固定光多路复用器 / 多路分用器或者波长选择器开关 DO 连接到各个耦合装置 MDB_i ，其中每个耦合装置 MDB_i 都采用 2×1 交织器 / 去交织器的形式。

[0115] 每个交织器 / 去交织器 MDB_i 具有连接到光纤 F'' 的下游部分的输入 / 输出、连接到关联的主站 S_i 并适合其波长组的第一输出 / 输入以及第二输出 / 输入，该第二输出 / 输入连接到光纤 F'' 的上游部分并适合其波长与通过该第一输出 / 输入的信道波长不同的信道。因此，每个交织器 / 去交织器 MDB_i 在其上游侧将属于其所连接的主站 S_i 的波长组的频谱复用与属于主站 S_{i+m} ($m \geq 1$) 的波长组的频谱复用进行合并或者分开。

[0116] 本发明不限于上面仅作为例子而描述的光网络实施例，而是包含落入后面的权利要求范围中的、本领域的技术人员可以设想的所有变型。

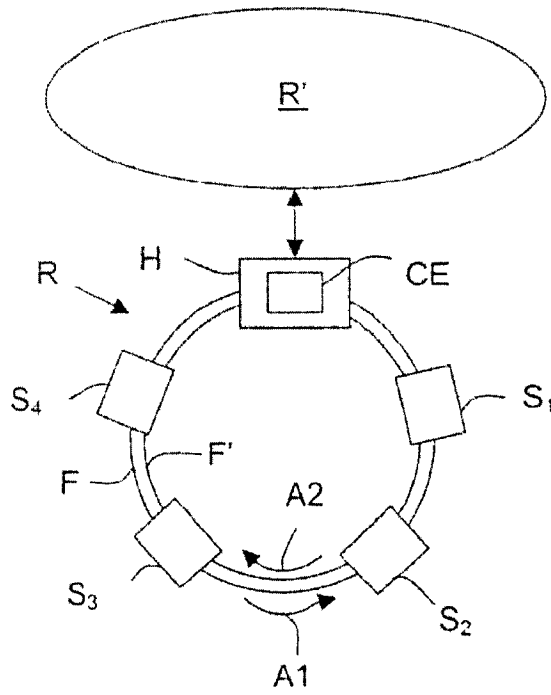


图 1

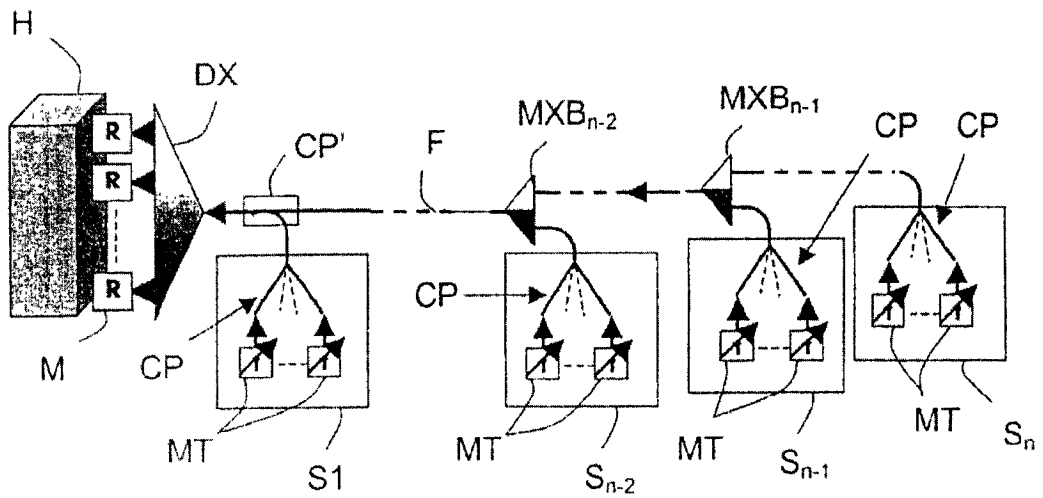


图 2

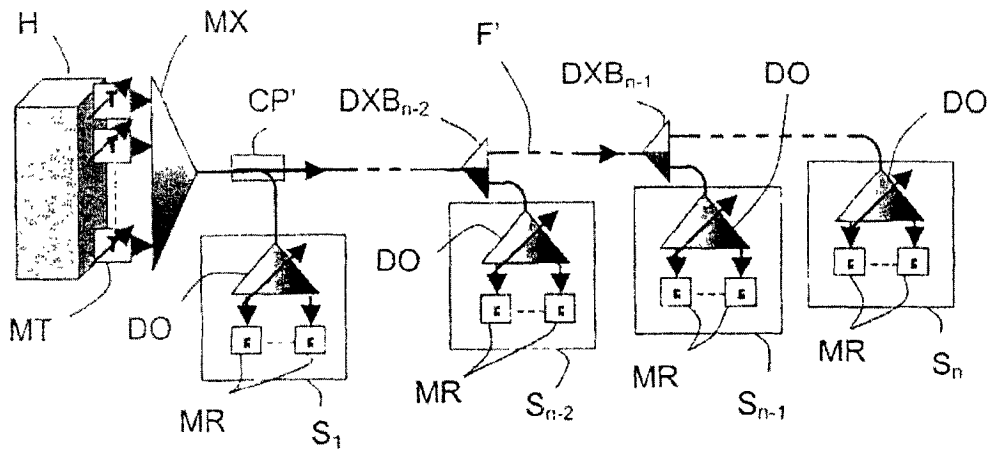


图 3

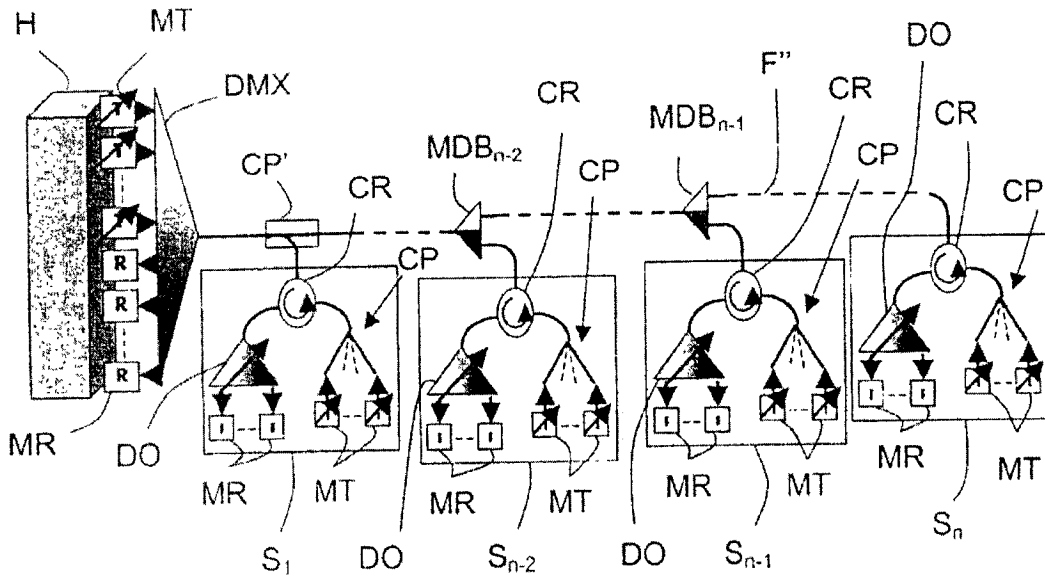


图 4