[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
H04B 10/12
H04Q 11/00
H04Q 3/42

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01143108.3

[45] 授权公告日 2005 年 12 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 1232053C

[22] 申请日 2001.12.7 [21] 申请号 01143108.3
[30] 优先权
[32] 2000.12.7 [33] FR [31] 0015889
[71] 专利权人 阿尔卡塔尔公司
地址 法国巴黎
[72] 发明人 尼古拉斯·勒·索兹
多米尼克·查罗尼 阿矛里·乔丹
蒂里·匝米
审查员 丁文佳

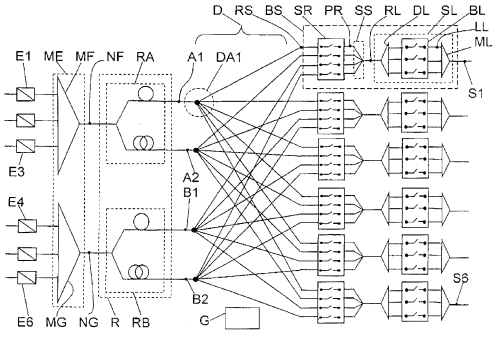
[74] 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
代理人 酆 迅

权利要求书 7 页 说明书 16 页 附图 4 页

[54] 发明名称 用于光传输网络的分组路由器

[57] 摘要

一个路由器通过传送波长与端口对应的光学载波的输入端口接收传送数据的分组。对分组施加相应的时间延迟并且将分组广播到空间选择器，而空间选择器将分组发送到频谱选择器。放大器被分布在分组的路径上，并且以限制选择器中半导体光学开关数量并且使影响分组的噪声和光学串扰最小的方式组织路径。



ISSN1008-4274

知识产权出版社出版

1.一种用于光传输网络的分组路由器，所述路由器包含输入端口（E1...E6），用于通过载波波长与上述输入端口有对应关系的光学形式接收分组并发送分组，上述载波波长定义多个操作波长，上述路由器还包含一个对上述分组施加时间延迟并且将其广播到空间选择器系统（SR）以便接收上述分组并发送到频谱选择器系统（SL）的输入系统（ME，R，D），

在路由器中，上述输入系统包含:

一个多路复用器（ME），该复用器被用于接收并对由上述输入端口发送的所述分组进行波分复用;

时间延迟系统（R），包含单独时间延迟单元，该单元被用于接收上述多路复用的分组，对于每个上述时间延迟，上述单元具有上述时间延迟的一个主内部端子（R1，R2）;

一个广播系统（D），包含多个频谱分割器（T1，T2），各个上述分割器（T1）具有连接到一个相关主内部端子的一个输入（R1）和多个输出（A1，B1），将各个上述输出连到多个分布终端（RS），上述输出分别与包括所述多个工作波长的各个部分所构成的波长组相关联，上述各个部分对于所有上述分割器来说是相同的。

2.如权利要求1所述的分组路由器，适于被包含在用于路由构成上述分组的各个信号的数据传输网络中，每个上述分组传送要发送的信息并且被提供一个路由标记，上述分组适于通过具有相应波长的光波传送，传送上述分组的光波的上述波长构成上述分组的上述载波波长，并且上述路由器具有多个工作波长并且包含:

-多个上述输入端口，每个上述输入端口均被分配一个上述工作波长并且被用来按时间序列接收上述分组，

-一个输入多路复用器系统，该系统被用来在上述输入端口的输出上接收上述分组，上述系统具有至少一个输出并且适于向上述系统的各个输出发送具有被上述系统接收的各自不同载波波长的上述分组，

-一个时间延迟系统，该系统被用来在上述输入多路复用器系统的输出上接收上述分组，上述时间延迟系统具有一个分别构成主内部端子的输出组合，上述端子具有各自的时间延迟，并且上述时间延迟系统适于按照一个等于上述端子的上述时间延迟的时间延迟向每个上述端子发送各个上述分组，

-一个广播设备系统，该系统将各个上述主内部端子连接到多个分配端子，其中各个分配端子均具有一个时间延迟，上述时间延迟由上述主内部端子的上述时间延迟构成，上述输入多路复用器系统，上述时间延迟系统和上述广播设备系统构成上述输入系统，并且上述输入系统与上述输入端口共同构成连接以便将上述端口连接到上述分配端子，

-多个选择器单元，各个上述单元具有多个输入，上述输入由多个上述分配端子构成并且被分配了各自端子的上述时间延迟，上述连接使得对于各个上述单元，一个上述端口接收的各个上述分组被上述端口的一个上述链路发送到上述单元的一个上述输入，上述单元适于接收对其进行指定的选择指令，各个上述指令还指定一个上述输入端口和上述模块的一个上述输入，上述模块适于通过选择一个在其某个输入上接收的上述分组来应答各个上述指令，上述选择分组的上述载波波长是上述指令指定的输入端口的上述波长并且上述输入是上述指令指定的上述模块的上述输入，上述单元具有一个输出，该输出构成上述路由器的一个输出端口，并且上述单元适于向上述输出发送上述选择分组，因此选择器单元包含:

-一个配送端子选择器，上述配送端子选择器一方面具有多个分别构成上述模块的上述输入的输入，另一方面具有一个输出，上述选择器构成一个上述空间选择器系统，适于接收那些指定上述选择器单元的上述选择指令并且通过将上述输出连接到上述指令指定的上述输入对各个指令进行应答，和

-一个波长选择器，上述波长选择器具有一个由上述配送端子选择器的上述输出构成的输入，上述波长选择器具有一个构成上述选择

器单元的上述输出的输出，上述选择器构成一个上述频谱选择系统，适于接收那些指定上述选择器单元的上述选择指令并且通过有选择地从其输入向其输出发送其载波波长是上述指令指定的输入端口的波长的上述分组对各个这种指令进行应答，

上述路由器还包含一个对上述路由标记和从上述传输网络接收的业务数据敏感的管理单元，上述单元适于通过发送一个有关上述分组的选择指令对上述路由器接收的各个上述分组的上述路由标记作出应答，上述指令指定接收上述分组的上述输入端口并且还根据上述业务数据指定至少一个上述选择器单元和上述单元的一个上述输入，

在路由器中，上述输入系统与上述输入端口配合构成的上述连接一方面将所有上述输入端口分成多个均构成多个上述端口的输入群，并且另一方面将所有上述分配端子分成多个分别与上述输入群相关并且均包含至少一个这种端子的内部群，各个上述输入群的端口的上述波长构成一个分别特定于一个上述端口序列的不同波长的序列，各个上述内部群的上述分配端子构成上述群的端子，上述端子的相应时间延迟是不同的时间延迟并且构成上述内部群的一个时间延迟序列，通过上述连接将一个上述输入群的端口只连接到上述内部群中与上述输入群相关的端子并且将上述端子只连接到上述端口来实现上述分配。

3.如权利要求2所述的分组路由器，其中上述输入群包含的端口的各个相应数量与输入端口的端子数量和上述群的数量的比率之间的差值的绝对数值小于上述群的数量。

4.如权利要求3所述的分组路由器，其中上述输入群的上述数量b至少等于 2并且最多等于 64。

5.如权利要求4所述的分组路由器，其中上述输入群的上述数量b是两个数量中较大的数量，其中上述两个数量中第一个数量的范围是从上述输入端口的上述数量n与上述时间延迟序列的时间延迟的上述数量k的比率的平方根的25%到400%，上述两个数量中的第二个数量等于上述数量n除以16。

6.如权利要求 2所述的分组路由器，其中所有上述内部群均具有相

同的时间延迟序列。

7.如权利要求 2所述的分组路由器，其中上述输入端口的上述波长构成一个包括不同波长的频谱序列，

上述输入多路复用器系统包含一个被用来接收和波分多路复用上述输入端口发送的上述分组的多路复用器，并且上述系统具有一个发送上述多路复用分组的输出，

上述时间延迟系统包含一个被用来接收上述多路复用分组的单独时间延迟单元，针对各个上述时间延迟上述单元具有一个上述主内部端子并且上述主内部端子具有上述时间延迟，

上述广播设备系统包含:

-多个广播设备，各个广播设备具有一个输入和多个输出并且均将上述输入连接到各个上述输出，和

-多个频谱分割器，各个上述分割器具有一个输入和多个输出并且被用来在上述输入上接收上述多路复用分组，上述输出分别与包括上述多个工作波长的相应部分的波长群相关，上述连续部分对于所有上述分割器均是相同的，各个上述分割器适于向各个上述输出发送唯一一个上述分组群，并且上述群由具有一个上述载波波长的上述分组构成，上述载波波长被包含在与上述输出相关的上述波长群中，

各个上述分配端子通过一个上述频谱分割器和至少一个上述广播设备被上述广播设备系统连接到一个上述主内部端子，并且

各个上述选择器单元的上述输入包含各个上述波长群的一组上述输入，上述模块的各个上述输入群包含各个上述主内部端子的一个上述输入，上述输入包括一个上述分配端子并且通过上述广播设备系统被连接到上述主内部端子，

针对各个上述波长群，一个上述输入群由所有被分配了上述波长群包含的一个波长的上述输入端口构成，并且一个上述内部群由所有通过上述频谱分割器的那些与上述波长群相关的上述输出连接到上述主内部端子的上述分配端子构成。

8.如权利要求7所述的分组路由器，其中各个上述频谱分割器的上

述输入包括一个主内部端子。

9.如权利要求 7所述的分组路由器，其中上述工作波长构成一个基本规则的序列，各个上述波长在上述序列中具有一个序号，上述波长群构成一个包含数量b个上述群的序列，并且各个上述群在上述序列中具有一个序号，其中至少某些上述波长群均包含多个上述工作波长使得上述群的序号r和各个上述波长的序号q满足以下条件：

r = q 模 b。

10.如权利要求 7所述的分组路由器，其中各个上述选择器单元的上述波长选择器包含：

-至少一个频谱分割器，上述频谱分割器一方面具有一个公共端子，另一方面具有多个特殊端子，上述特殊端子构成分别与至少某些上述工作波长相关的波长端子，上述分割器适于有选择地在上述公共端子和各个上述波长端子之间发送那些其载波波长与上述端子相关的上述分组，和

-一个波长端子选择器，上述波长端子选择器具有至少多个分别由一个频谱分割器的上述波长端子构成的端子，上述选择器适于接收一个指定上述选择器单元和一个上述输入端口的上述选择指令并且以允许通过上述选择器的至少一个与上述端口的上述波长相关的上述端子选择性发送上述分组的方式应答上述指令，并且其中上述波长选择器的各个上述频谱分割器是一个频带分割器，所述广播系统的上述频谱分割器是周期性分割器。

11.如权利要求 7所述的分组路由器，其中上述工作波长构成一个基本规则的序列，各个上述波长在上述序列中具有一个序号，上述波长群构成一个包含数量b个上述群的序列，并且各个上述群在上述序列中具有一个序号，其中至少某些上述波长群均包含多个上述工作波长使得上述群的序号r和各个上述波长的序号q满足以下条件：

r = 1 + ((q-1)/(n/b))的整数部分。

12.如权利要求 7所述的分组路由器，其中各个上述选择器单元的上述波长选择器包含：

-至少一个频谱分割器，上述频谱分割器一方面具有一个公共端子，另一方面具有多个特殊端子，上述特殊端子构成分别与至少某些上述工作波长相关的波长端子，上述分割器适于有选择地在上述公共端子和各个上述波长端子之间发送那些其载波波长与上述端子相关的上述分组，和

-一个波长端子选择器，上述波长端子选择器具有至少多个分别由一个频谱分割器的上述波长端子构成的端子，上述选择器适于接收一个指定上述选择器单元和一个上述输入端口的上述选择指令并且以允许通过上述选择器的至少一个与上述端口的上述波长相关的上述端子选择性发送上述分组的方式应答上述指令，

其中上述波长选择器的各个上述频谱分割器是一个周期性分割器，上述广播设备系统的上述频谱分割器是频带分割器。

13.如权利要求 2所述的分组路由器，其中各个上述选择器单元的上述配送端子选择器包含:

-一个光学开关序列，上述序列具有分别构成上述选择器单元的上述输入的相应输入，上述开关具有分别构成定向输出的相应输出，并且上述输入分别与上述输出相关，和

-混合系统，上述混合系统构成分别将上述定向输出连接到上述选择器的上述输出的连接，

其中上述混合系统包含开关放大器，各个上述开关放大器在输入上至少间接地被连接到某些上述定向输出，与上述输出相关的上述输出和上述输入构成上述放大器的一个上级群，上述群包含多个上述输出并且不包含另一批多个上述输出，上述选择指令控制上述开关放大器以便在一个上述指令指定上述放大器的上述上级群的一个上述输入的情况下临时增加各个上述放大器的增益。

14.如权利要求 13所述的分组路由器，其中上述混合系统构成的至少某些上述连接均包含一个串行序列，上述串行序列包含若干均具有多个输入和一个单独输出的上述开关放大器，上述输入分别属于多个上述连接，至少两个上述放大器在上述序列中是连续的并且分别构成

一个前置放大器和一个后置放大器，上述前置放大器的上述输出构成上述后置放大器的一个上述输入。

用于光传输网络的分组路由器

本申请的交叉参考

本专利申请基于 2000年 12月 7日提交的法国专利申请 00 15 889号，这里完整地参考引用了上述专利申请的公开内容，并且根据 35 U.S.C.§119对其提出优先权要求。

技术领域

本发明具体涉及使用光纤的数据传输网络。

背景技术

上述使用光纤的网络的各个节点接收具体来自相同网络中其它节点的信号。信号是光学信号，即通过光波传送的信号，此后称作"输入"信号。同样地，节点具体向其它节点发送上述种类的其它信号，此后被称作"输出"信号。由于传送相同的数据，输出信号等价于相应的输入信号，但它们可以具有不同的顺序并且其载波波长可以不同。必须在输入信号的来源和等价输出信号必须发送到的目的地之间建立对应关系。

在使用异步传输的网络中，例如在使用诸如异步传输模式（ATM）和网际协议（IP)的现有技术协议的网络中，要发送的信号具有分组的形式。为此由节点中包含的一个管理单元或控制器负责上述要建立的对应关系，并且在这种情况下该节点被称作路由器。具体通过特定于相应分组并且可以被包含在分组头内或通过为该功能分配的载波传送的标记向路由器提供为了满足其功能而必须具有的数据。

上述种类的路由器一方面具有借以接收分组的输入端口，另一方面还有借以发送等价于输入分组的分组的输出端口。输出端口的数量通常与输入端口的数量相同。定义路由器的"容量"。容量由输入端口的数量与路由器通过各个端口可以发送的数据位速率的乘积构成。为了在其输入端口及其输出端口之间传送分组，路由器使用其波长构成路由器的工作波长的载波。为了针对一个输入端口和一个输出端口之

间的各个分组选择一个路径和路径持续时间，路由器包含通常由半导体光学放大器构成的开关。

当使用上述种类的路由器实现传输网络时，期望可以使用网络的用户的数量尽可能地大，对用户之间可以发送的数据位速率也有相同的期望。因此期望增加网络中包含的路由器的容量。然而增加上述类型的现有技术路由器的容量需要同等增加路由器工作波长的数量和各个光学开关接收的载波波长的数量。在上述种类的开关中，增加后者的数量会导致四波混合，从而造成光学串扰。还需要增加上述种类的开关的数量。增加路由器的容量受到光学串扰风险和实现路由器的费用，尤其是实现这个方案中必需的光学开关的费用的限制。

在Yoshiharu Maeno等人的文章"快速分组交换网络的2.56 - Tb/s多波长可伸缩开关结构"，IEEE光电技术文集，Vol. 10，N° 8，1998年 8月中公开了第一种上述类型的路由器。它的具体缺点是不能针对各个分组选择路径持续时间。

在D. Chiaroni，D. de Bouard，C. Chauzat，J.C. Jacquinot，D. Bayart，P. Bousselet，M. Bachman和M. Sotom的文章"快速分组交换系统的160 Gbit/s吞吐量光电开关"，光电交换技术，1977年，技术摘要系列，Vol. 10，p 37 - 40中公开了第二种上述类型的路由器。它的具体缺点是随着容量的增加其实现所需的光学开关的数量会急剧增加。

上述两个现有技术路由器还都具有不能将影响路由器输出上的分组的噪声和光学串扰限制到合理程度的缺点。

发明内容

本发明的一个具体目标是增加上述种类的路由器的容量并且/或者在限制噪声和光学串扰的风险的同时还限制其实现费用。

本发明为光传输网络提供了一种用于光传输网络的分组路由器，所述路由器包含输入端口，用于通过载波波长与上述输入端口有对应关系的光学形式接收分组并发送分组，上述载波波长定义多个操作波长，上述路由器还包含一个对上述分组施加时间延迟并且将其广播到空间选择器系统以便接收上述分组并发送到频谱选择器系统的输入系统。

在路由器中，上述输入系统包含:一个多路复用器，该复用器被用于接收并对由上述输入端口发送的所述分组进行波分复用；时间延迟系统，包含单独时间延迟单元，该单元被用于接收上述多路复用的分组，对于每个上述时间延迟上述单元具有上述时间延迟的一个主内部端子；一个广播系统，包含多个频谱分割器，各个上述分割器具有连接到一个相关主内部端子的一个输入和多个输出，将各个上述输出连到多个分布终端，上述输出分别与包括所述多个工作波长的各个部分所构成的波长组相关联，上述各个部分对于所有上述分割器来说是相同的。

附图说明

下面通过例子并且参照附图解释如何将本发明付诸实践。如果相同部件或提供相同功能的部件在不止一个图中出现，则用相同索引字符和/或编号表示该部件。

图1示出了上述第二现有技术路由器。

图2示出了基于本发明的第一路由器。

图3示出了基于本发明的第二路由器。

图4示出了基于本发明的第一或第二路由器的选择器单元的一个可选实施例。

图5示出了选择器单元的另一个可选实施例。

图6示出了一个可以被包含在基于本发明的第一或第二路由器中的开关光学放大系统。

具体实施方式

为了利于理解附图，示出的路由器是简化的路由器，其中均具有相同数量的输入端口和相同数量的输出端口，上述数量等于6，并且同样简化了分组，其中对分组施加相同数量的时间延迟，这个数量等于2。然而本发明的优点是可以适用于更高的上述数量值。

同样为了利于理解附图，未示出某些光学放大器。然而事实上必须用这种放大器补偿分组遭受的光学功耗，尤其是在路由器包含的各

个广播设备中。

首先描述某些分组路由器的特性。它们是第二现有技术路由器和基于本发明的路由器共有的。

在其公共特性方面，上述种类的路由器可以被包含在一个构成分组的数据传输网络路由信号中。各个分组传递要发送的数据并且具有一个路由标记。当此后提到一个分组具有一个载波波长时，这表示通过一个具有上述波长的光波在路由器内部传送分组。

包含路由器的传输网络通常是一个根据异步传输模式组织的光纤网络。在异步传输模式中，分组按照取决于网络的流量并且不必统一的时间间隔在网络的不同位置上连续出现。

由于分组在路由器内部保持光学形式并且以光学形式从路由器输出，即在各个分组通过路由器时总是通过光学载波传送分组，所以路由器是光学路由器。通常也以光学形式接收分组。然而可以通过不同的形式，例如以电子形式接收分组。

如图1-3所示，路由器包含多个输入端口E1...E6。 为每个输入端口分配路由器的一个工作波长并且排列输入端口以便接收上述时间连续的分组。

在网络使用多路复用，例如频谱多路复用的情况下，可以通过传导上述种类的多路复用的相同光纤馈送多个输入端口，即所有这些端口均可以从上述光纤接收上述种类的分组。在那些端口的一个接收端上，将上述种类的光纤馈送的端口与相应多路复用波长关联起来以便每个端口均接收具有在接收端上与上述端口相关的载波波长的上述种类多路复用中的分组。

接收一个分组的每个输入端口均适于发送并且施加上述端口的输出上的载波波长必须等于上述端口的波长这一条件。

为了在上述每个分组在上述端口的输入上具有光学形式的情况下使上述分组在上述端口的输出上具有这种波长，其载波波长通常会不同于上述端口的波长，并且为了在线路中下降之后使其恢复到适当的信号质量，输入端口通常由同样也进行波长转换的现有技术中继器构

成。

这个路由器包含一个输入多路复用器系统和一个时间延迟系统。配置输入多路复用器系统ME以便在输入端口的输出上接收分组。它具有至少一个输出，例如图1和 3中的输出NE或图2中的输出NF和 NG。它适于向上述每个输出发送已经被系统接收并且具有不同载波波长的分组。

配置时间延迟系统R以便在输入多路复用器系统的输出上接收分组。它通过多个时间延迟单元发送那些分组，上述时间延迟单元具有与多个对应输出相应的时间延迟，例如图1和3中的输出 R1和 R2，图2中的输出 A1和A2或 B1或 B2，这些输出在单元后面排列并且构成相应的主内部端子。按照排在该端子前面的时间延迟单元的时间延迟将所有这些分组发送到所有这些端子，这个时间延迟构成该端子的一个时间延迟。在上述简化路由器中，一个上述第一时间延迟是端子 R1， A1和B1的时间延迟，并且一个上述第二时间延迟是端子 R2，A2和B2的时间延迟。

根据包含路由器的网络的流量的特征选择时间延迟系统适用的不同时间延迟的数量k。在真实路由器中通常接近 16并且通常小于 32。这些时间延迟构成一个序列，其中时间延迟具有相应的序号，该序列从第一时间延迟开始。序列通常是规则的，即除了第一时间延迟之外，所有这些时间延迟均等于前面一个时间延迟加上一个独立于前面这个时间延迟的序号的预定时间延迟增量。第一时间延迟最好为零以便每个时间延迟等于上述时间延迟增量乘以一个比该时间延迟的序号小1的数量。根据一个关于分组的格式和路由器的期望流量的特征选择这个时间延迟增量。

借助一个诸如图1和 3中的单元 R或图2中的单元 RA 或 RB 的时间延迟单元方便地实现上述时间延迟序列。 上述单元包含一个延迟线路序列，上述序列由具有交错长度的光纤，例如图1中的光纤 F1和F2构成并且构成了上述时间延迟单元。所有这些光纤将输入多路复用器系统的输出连接到一个主内部端子。上述单元有时被称作"光缓冲存

储器"。

这个路由器包含一个广播设备系统和多个选择器单元。

广播设备系统D将各个主内部端子连接到多个诸如端子RS的分配端子。 此后所有这些分配端子均被认为具有一个由主内部端子的时间延迟构成的时间延迟，应当理解这个系统或这些分配端子没有向分组提供额外的时间延迟。

输入多路复用器系统，时间延迟系统和广播设备系统构成一个输入系统，输入系统与输入端口E1... E6共同构成将那些端口连接到那些分配端子的连接。

针对各个上述时间延迟，诸如单元BS的各个选择器单元均具有一个输入，该输入由一个诸如端子RS并且具有上述时间延迟的分配端子构成。此后也认为该输入具有上述时间延迟。对于所有这些单元，上述连接使得通过一个这样的端口接收的各个分组均通过一个这样的连接被发送到这个单元的一个输入上。这个单元接收指定这个模块的选择指令，所有这些指令进一步指定一个上述输入端口和这个模块的一个输入。通过选择一个在这个输入上接收的分组对所有这些指令作出响应。选择的这个分组的载波波长是这个指令指定的端口的波长。这个单元具有一个输出并且适于向该输出发送选择的分组。因此它包含一个分配端子选择器 SR 和一个波长选择器 SL 。

分配端子选择器SR一方面具有多个由这个单元的诸如输入 RS的相应输入构成的输入，另一方面又具有一个输出 RL 。 在图中以位于选择器SR的输出上的 (k.b):1混合器SS的一个公共端子的形式表示该输出。 下面定义数量b。 在图1的情况下它具有数值1。在图2和3的情况下它具有数值2，其中通过编号字符 SS 表示这个混合器。然而根据图4中示出的另一种有时比较有利的候选配置，输出RL可以至少由诸如 (k.b):(n/b）耦合器的一个星形耦合器的虚拟公共端子构成。如果这个选择单元接收一个指定这个单元和一个这样的输入的选择指令，则选择器通过将其输出RL连接到诸如输入RS的输入来应答指令。所以用于被系统R发送到输出的分组的时间延迟是该输入的时间延

迟。所以各个选择指令选择系统R的一个时间延迟。

波长选择器SL具有一个由分配端子选择器的输出RL构成的输入和一个构成选择器单元的上述输出的输出 S1。如果这个选择单元BS接收一个指定这个单元的选择指令，则选择器通过有选择地从其输入向其输出发送载波波长是上述指令指定的输入端口的波长的分组。

这个波长选择器通常包含波分器和一个波长端子选择器BL。在图4示出的第一种情况下，分割器由一个被连接到这个选择器的输出的频谱分割器ML构成。在图5示出的第二种情况下，它们由这样一个被连接到这个选择器的输入的分割器DL构成。在图1-3示出的最利于光学放大器的分布的第三种情况下，上述分割器由两个这样的分割器构成，其中一个 DL被连接到这个选择器的输入而另一个 ML被连接到这个选择器的输出。

一方面各个频谱分割器具有一个诸如端子RL或 S1的公共端子，而另一方面又具有多个端子，这些端子构成分别与路由器的至少某些工作波长相关的波长端子。它有选择地在这个公共端子和所有这些波长端子发送载波波长与上述端子相关的分组。一个这样的分割器最好由一个现有技术多路复用器或一个多路分解器构成。

在上述第一和第二种情况下，波长端子选择器BL一方面具有一个公共端子，另一方面又具有多个属于单独的频谱分割器的端子的波长端子。在这个单独分割器被连接到这个选择器的输出上的第一种情况下，选择器通过图4中示出的候选配置的星形耦合器被连接到分配端子选择器SR. 波长选择器SL的输出则是单独频谱分割器ML的公共端子。在单独分割器DL被连接到这个端子选择器BL的输入的第二种情况下，这个分割器的公共端子 RL构成分配端子选择器SR的输出和波长选择器SL的输入。 波长选择器SL的输出则是波长端子选择器BL的公共端子。在上述第三种情况下，波长端子选择器BL一方面具有多个输入终端，其中分别由连接到其输入的频谱分割器的波长端子构成上述输入终端，另一方面又具有多个输出终端，其中分别由连接到其输出的频谱分割器的波长端子构成上述输出终端。如果这个选择器单元接

收一个指定这个单元和一个输入端口的选择指令，则上述选择器通过有选择地在上述第一和第二种情况下将其(可能是虚拟的)公共端子连接到与端口的波长相关的波长端子的端口，或者在第三种情况下将其输入端子中的一个连接到其输出端子中的一个对上述指令作出应答，其中这些端子是与上述端口的波长相关的端子。

在所有三种情况下，波长选择器的输入和输出分别由波长端子选择器和/或一个频谱分割器的两个上述公共端子构成。

所有上述两个端子选择器最好均由一个光学开关序列构成，并且所有这些开关具有一个半导体光学放大器的形式。选择指令则控制这些放大器的供电电流。相同端子选择器的所有开关通常被集成在相同的半导体模片上。

路由器的输出端口由选择器单元的相应输出S1... S6构成。

为了构成选择指令，路由器最终包含一个管理单元G，这个管理单元G响应路由器接收的分组的路由标记和另外从传输网络接收的业务数据。这个单元通过发送一个有关该分组的选择指令对所有这些输入端口接收的各个分组的路由标记作出响应。该指令指定该端口和至少一个选择单元，并且还根据业务数据选择一个时间延迟。这个单元通常由一个电子数据处理器构成。它通过图中未示出的光学耦合器和光电传感器接收来自路由标记的数据。这些耦合器被放到输入多路复用器系统的上级端，也可以被放到输入端口的上级端。

在基于本发明的两个路由器中，铒涂层光纤放大器（EDFA)通常被串连到诸如多路复用器ME的各个输入多路复用器的输出上，或者被连接到一个诸如单元R的时间延迟单元的各个输出上。 如果端子是诸如端子RL的个别端子，放大器也可以被串连到各个分配端子选择器的诸如端子SR的输出端子上，也可以被串连到诸如单元BS的各个选择器单元的输出上。

诸如图1中转换器CS的输出转换器通常被连接到诸如端口S1的相应输出端口以便接收通过诸如单元BS的选择器单元选择的分组。 类似于输入端口的转换器，这些输出转换器具有相应的波长，上述波长被

输出转换器当作载波波长用于其自身发送的分组。这些波长通常是预定的，在波分多路复用环境中，对波长进行选择以便能够进一步在网络中路由这些分组。每个这样的多路复用均由一个诸如多路复用器 MS 的输出多路复用器构成。上述多路复用器通过多个诸如转换器CS的波长转换器从多个选择器单元接收分组，上述波长转换器的输出波长是交错排列的，而这些模块和转换器的组合构成一个与这个多路复用器相关的选择器模块。通过一个诸如光纤FS的输出光纤传导所构成的多路复用。上述转换器，多路复用器和输出光纤以相同方式连接到图2和3中未示出的路由器输出上。

所有选择器模块均可以包含相同数量的选择器单元。各个输出光纤则传导一个由具有相同数量的相应载波波长的分组构成的多路复用。如果这种模块的数量为 c，则乘积 c × d通常等于输入端口的数量 n 。

如图1所示，上述第二现有技术路由器具有上述共同特性并且还具有下面更加具体的特性:

-工作波长的数量等于输入端口的数量n，那些端口具有相应的工作波长。

-输入多路复用器系统由一个现有技术多路复用器构成，上述现有技术多路复用器构成一个输入多路复用器。

-各个选择器单元的输入的数量是时间延迟系统的时间延迟的数量k。

-所有这些端子发送的分组的载波波长的数量是输入端口的数量n。

根据上述具体特性可以发现，在各个选择器单元中分配端子选择器的开关的数量是时间延迟系统的时间延迟的数量k并且波长端子选择器的开关的数量是工作波长的数量n。

原来要求这种路由器的输入端口的数量n尽可能大。然而在经济性方面显然难以增加这个数量的数值，例如增加到 32或 64，除非数量k具有诸如 16或 32的数值，而乘积 k x n 必须小于1024。大部分路由器费用与各个选择器单元的端子选择器中必须包含并且管理单元必须

分别加以控制的开关的数量k + n 有关这一事实导致了这个困难。此外，路由器的某些光学开关所见到的波长数量则会过多，例如等于 32 个，这样会导致在这些开关内部出现不期望的四波混合现象并且因而导致光学串扰。

根据本发明，输入系统与输入端口配合构成的连接一方面在多个输入群之间分配所有这些输入端口，另一方面将所有分配端子分配到分别与这些输入群相关并且均包含至少一个这种端子的内部群中，其中每个上述输入群均由多个上述端口构成。所有这些输入群的端口的波长构成一个包括不同波长的序列，这些不同波长特定于这些端口的一个相应序列。所有这些内部群的各个分配端子构成这个群的一个端子并且这个群包含多个这样的端子，其中这些端子的相应时间延迟构成一个包括不同时间延迟的序列。 通过以下事实获得上述分割，即这些连接仅将一个输入群的端口连接到与该输入群相关的内部群的端子并且仅将那些端子连接到那些端口上。

上述各个分组群由一个输入群接收的分组构成，因而通过与上述输入群相关的内部群通过路由器传输。因而它与上述输入群和内部群相关联，并且当此后被使用时文字"群"同样可以适用于这种分组群以及与上述分组群相关的输入群或内部群。

各种输入群中的端口的相应数量最好是类似的。更具体地说，根据以下条件，所有这些端口数量以及输入端口总数 n 与这些群的数量b之间的比率 n / b 的绝对数值之间的差值最好小于这个群的数量:

$n/b-b<g<n/b+b$

其中 g 表示任何输入群中包含的端口的数量。在 n 可以被 b 整除的典型情况下，所有输入群最好具有相同数量n / b 的输入端口，并且后面会讨论这种情况。

如上所述，时间延迟序列最好是一个规则序列并且如上所述的方式选择该序列的时间延迟的数量k。对于 b 个群中的各个群，各个分配选择器将数量k个输入分别连接到该群中相同数量的分配端子。因而其输入的数量及其光学开关的数量是乘积 k × b。 并且各个群中载波

波长的数量等于群的输入端口的数量，即等于商n/b。各个波长端子选择器的光学开关的数量等于波长的数量，即等于这个商。所以通过表达式定义 n 个选择器单元的每个选择器单元中的光学开关的总数:

$k.\ b + n/b$

如果改变数量b，则这个表达式具有一个最小数值:

$b^2 = n/k$

这是因为，为了限制各个选择器单元中光学开关的数量和路由器中开关的总数，仅在比率n/b不超过16的情况下，输入群的数量b最好是输入端口的数量n与上述时间延迟的上述序列的时间延迟数量k之间的比率的平方根$\sqrt{n/k}$的 25%到 400%，最好是接近 100%。 总之，为了避免出现四波混合现象，选择数量b使得这个比率 n/b不会显著超过 16并且输入群中分别包含的端口的数量 g 也是这样。

在当前技术条件允许的情况下，输入群的数量b通常至少等于2并且最多等于 64。例如在$n = 32$，$k = 8$的情况下$b = 2$，并且$n = 32$个选择器单元中每个选择器单元内的光学开关的数量为:

$8 \times 2+32/2=32$

对于相同数值的 n 和 k，第二现有技术路由器的各个这样的模块中的这些开关的数量为:

$8+32=40.$

同样地，如果$n = 64$并且$k = 6$则$b= 4$，并且开关的对应数量为:

$6 \times 4+64/4=40$

在相同的现有技术路由器中，该数量为:

$6+64=70.$

在基于本发明的第一路由器中，在输入多路复用器系统ME的上级端上对群进行空间分离。

这个第一路由器具有下面如图2所示的具体特性:

输入端口的波长构成一个频谱序列$\lambda 1 \ldots \lambda p$，这个频谱序列由各个输入群中的不同波长构成，并且该序列中至少大部分波长被包含在各个其它输入群的对应频谱序列中。

例如，并且如图所示，如果b＝2并且数量n是偶数，则两个输入群E1... E3和E4... E6具有相同频谱序列λ1... λp并且该序列中波长的数量p是p＝n／2 。

对于每个输入群，输入多路复用器系统ME均包含一个输入多路复用器，即两个输入多路复用器 MF 和 MG 。这些多路复用器构成群的相应多路复用器。对其进行配置以便接收通过其群的端口发送的分组并且进行波分多路复用。它具有一个发送多路复用分组的输出。

对于所有这些输入群，时间延迟系统R包含一个诸如两个单元 RA 和 RB的时间延迟单元以便接收这些多路复用分组。对于各个上述时间延迟，这个单元具有一个主内部端子，这个主内部端子具有上述时间延迟。

在不但针对各个时间延迟，而且针对各个时间延迟单元的情况下，广播设备系统D包含一个诸如广播设备 DA1 的广播设备，上述广播设备将诸如端子A1并且具有上述时间延迟的主内部端子连接到多个与上述主内部端子相连的分配端子上。上述广播设备构成该主内部端子的一个广播设备。它将上述主内部端子连接到 n 个诸如端子RS的分配端子。 现有技术"广播耦合器"或"分割器"是这种广播设备的一个例子。

最终，各个选择器单元的输入包含各个输入群的一组这样的单元输入，并且所有这些单元输入群包含各个主内部端子的一个这样的输入。上述输入由一个分配端子构成并且通过后者的广播设备被连接到上述主内部端子。

在这个基于本发明的第一路由器中，频谱组合均具有一个单独的波长。这个路由器在限制频谱组合的数量方面有优势，其中诸如选择器SL的频谱选择器装置必须根据上述数量进行选择，而这个路由器在必须被包含在每个进行上述选择的选择器中的光学开关的数量方面也有优势。基于上述特性，所有这些数量均可以被限制成比率 n/b。

在基于本发明的第二路由器中，在广播设备系统中对群进行空间分离，这具有简化时间延迟系统的有利性。

这个第二路由器具有下面如图3所示的具体特性:

-输入端口E1... E6的波长构成一个单独的频谱序列λ1... λn，而上述频谱序列由不同的波长构成。

-输入多路复用器系统包含一个接收通过输入端口发送的分组并且对分组进行波分多路复用的单独多路复用器ME，并且这个系统具有一个发送这些多路复用分组的单独输出。

-时间延迟系统包含一个接收这些多路复用分组的单独时间延迟单元 R，并且对于各个上述时间延迟这个单元具有一个诸如端子 R1或R2并且具有上述时间延迟的主内部端子。

-广播设备系统D包含:

-多个诸如广播设备 DA1的广播设备，上述广播设备均具有一个诸如输入 A1的输入和多个诸如输出 RS的输出，并且均将上述输入连接到所有这些输出中的每一个，和

-多个频谱分割器，例如分割器T1和T2。

所有这些诸如分割器 T1的分割器均具有一个诸如输入 R1的输入和多个诸如输出A1和 BL的输出，并且在上述输入上接收上述多路复用分组。那些输出分别与由上述多个工作波长的相应部分构成的波长群相关联，其中这些相应部分对于所有这些分割器是相同的。所有这些分割器向其各个输出只发送其接收的一个分组群，即由具有与一个输出相关的波长群中包含的一个载波波长的分组构成的群。

诸如端子RS的各个分配端子通过一个诸如分割器 T1的频谱分割器和至少一个诸如广播设备DA1的广播设备被广播设备系统D连接到一个诸如端子 R1的主内部端子。

各个诸如单元BS的选择器单元的输入包含一组针对各个波长群的输入，并且上述各个输入群包含一个针对各个主内部端子的输入，其中输入通过广播设备系统和一个分配端子被连接到上述主内部端子。

在基于本发明的第二路由器中，根据上述具体特性并且针对各个波长群，一个输入群由所有具有波长被包含在这个波长群内的波长的输入端口构成，并且一个上述内部群由所有通过频谱分割器与上述波

长群相关的输出被连接到主内部端子的分配端子构成。

并且在这个第二路由器中，频谱组合均具有数量b个波长并且这些组合的数量等于一个输入群中包含的端口的数量，即象在基于本发明的第一路由器中那样，上述数量可以被限制成比率 n/b.

如图所示，诸如分割器T1的各个频谱分割器的输入最好但不必需由一个诸如端子R1的主内部端子构成。诸如广播设备DA1的各个广播设备被配置在一个上述分割器和与上述主内部端子相连的分配端子之间，这就限制了这种分割器的数量，而该数量则等于时间延迟的数量k. 一个 EDFA可以被放在诸如输出 A1或 B1的各个输出和诸如广播设备DA1并且被连接到上述输出的广播设备之间，或者被放在诸如端子R1的各个主端子上。

工作波长通常构成一个基本上规则的序列，所有这些波长在上述序列中均具有一个序号，并且波长群通常构成一个包含数量b个这样的群的序列，所有这些群均在上述序列中具有一个序号。因而在所有这些波长群均有选择地包含工作波长的情况下最好使得上述群的序号 r 和所有这些波长的序号 q 满足条件:

r = q 模 b.

频谱分割器 T1和 T2是周期性分割器，更具体地是具有周期 b 的周期性多路分解器或滤波器。 这种分割器一方面在输入或输出上具有一个公共端子，另一方面在输出或输入上分别具有数量b个特定端子，后者均允许通过 n 个工作波长中的一部分工作波长。一个具有序号i的具体端子通常允许n/b个非连续并且具有序号i，i + b，i + 2b等等的工作波长通过分割器。 例如，在所示的n为偶数并且b = 2的典型情况下，一个第一波长群由具有奇数序号λ1，λ3... λn - 1的波长构成，而一个第二波长群由具有偶数序号λ2,... λn的波长构成。

一个这样的配置可以利于实现波长选择器中包含的频谱分割器，即具有现有技术多路分解器或多路复用器形式的多路分解器 DL和多路复用器 ML，上述现有技术多路分解器或多路复用器被称为"频带"多路分解器或多路复用器并且此后称作"频带分割器"。这种分割器一

方面在输入或输出上具有一个公共端子，另一方面在输出或输入上分别具有数量n /b个特定端子，后者均允许通过 n个工作波长中的一部分工作波长.一个具有序号i的具体端子通常允许b个序号在从序号b (i - 1) + 1到序号 b (i - 1) + b并且包含序号 b (i - 1) + b的范围内的连续工作波长通过分割器。具有序号1的具体端子选择波长λ1和λ2，而具有序号2的端子选择波长λ3和λ4，等等。

除此之外，诸如分割器T1和T2的频谱分割器可以由频带分割器构成，而诸如分割器DL和ML的分割器会是周期性分割器。一个工作波长的rank q和包含上述波长的群的rank r通常满足条件:

r = 1 + ((q - 1) / (n/b))的整数部分.

需要光学分组路由器具有高容量，即使设置了每个端口的数据位速率也是如此。 其输入或输出端口的数量则变得较大，通常大于 256。还期望这些路由器实现与电子分组路由器的性能可比的逻辑性能。这就是选择器单元中包含的诸如混合器SS的光学混合器较多，通常多于16至1的原因。 这意味着在诸如选择器SL的波长选择器的输出上有高光学损耗和低信/噪比。此外在这种混合器内重新混合大量光学路径可以导致过高的光学串扰。

根据本发明并且如图2，3和6所示，这就是各个诸如单元BS的选择单元的诸如选择器SR的配送端子选择器最好具有以下类型的原因:

象在现有技术中那样，它包含一个具有相应输入的光学开关序列，上述输入构成这个选择单元的诸如输入RS的相应输入。这些开关还具有构成相应的定向输出的相应输出，例如输出 PR ，这些输入分别与这些输出相关。象在现有技术中那样，它还包含组合系统，上述组合系统构成了分别将这些定向输出连接到这个选择器的诸如输出RL的输出上。在本发明的环境中，这些连接包含开关放大器，例如放大器 AC1 和 AC2 。所有这些开关放大器均在输入上至少间接地被连接到某些定向输出上，那些与上述输出相关的输出和输入构成这个放大器的一个上级群。这个群包含多个这样的输出并且不包含其中的若干个其它输出。根据选择指令控制这些开关放大器以便在通过一个指令指定放

大器的上级群的一个输入的情况下临时增加所有这些放大器的增益。

混合器构成的所有或某些连接可以均包含一系列由多个开关放大器构成的序列，其中每个开关放大器均具有多个输入和唯一一个输出，这些输入分别属于多个这样的连接。在上述序列中至少有两个放大器是连续的。它们分别构成一个诸如放大器AC1的前置放大器和一个诸如放大器AC2的后置放大器，这个前置放大器诸如输出PQ的输出构成这个后置放大器的一个输入。

图6示出了一个适于替换例如混合器SS的混合器的开关放大器系统CC。这个系统由分别包括 J到 1个混合器的三个级段构成，例如混合器 C1， C2和 C3，这三个级段通过分别包含放大器AC1和 AC2的两组开关放大器相连。数量J在图中具有数值 4并且通常可以具有数值4或8。 诸如放大器AC1和 AC2的放大器是可以按照与分隔两个分组的时间间隔兼容的速度大大修改其增益的半导体光学放大器。如果一个分组被发送到单独的输出RL，则只有发送该分组的放大器接收一个向其授予高增益的供电电流。所有其它放大器则具有很强的吸收性，从而避免了对上级放大器中放大自行发射的传输和重新混合。其结果是显著增加了信号功率与光学串扰功率的比率。

可以通过除上述之外的方式实现本发明。具体地，如果群的数量b是一个相对较大的数量，例如 4或 6，则可以混合群的空间分割，即根据这两个模式中的第一个模式第一次可以分割成数量 z 个群，并且根据这两个模式中的第二个模式第二次可以分割成数量h 个群，群的数量则是$b = z \times h$。 并且针对简单情况描述了频谱分割器的类型和波长群的合成，考虑到一个网络结构提供的部件可用性和/或端口数量，一个路由器的实现可以某种程度上偏离这些描述，同时得到这些类型和/或合成的好处。最终，一个基于本发明的第三路由器与第二路由器的不同之处在于，第三路由器不会包含任何时间延迟系统，其广播设备系统D包含一个诸如分割器T1并且被连接到多路复用器ME的输出上的单独频谱分割器。 它会包含一个单独的主内部端子，其时间延迟会为零。

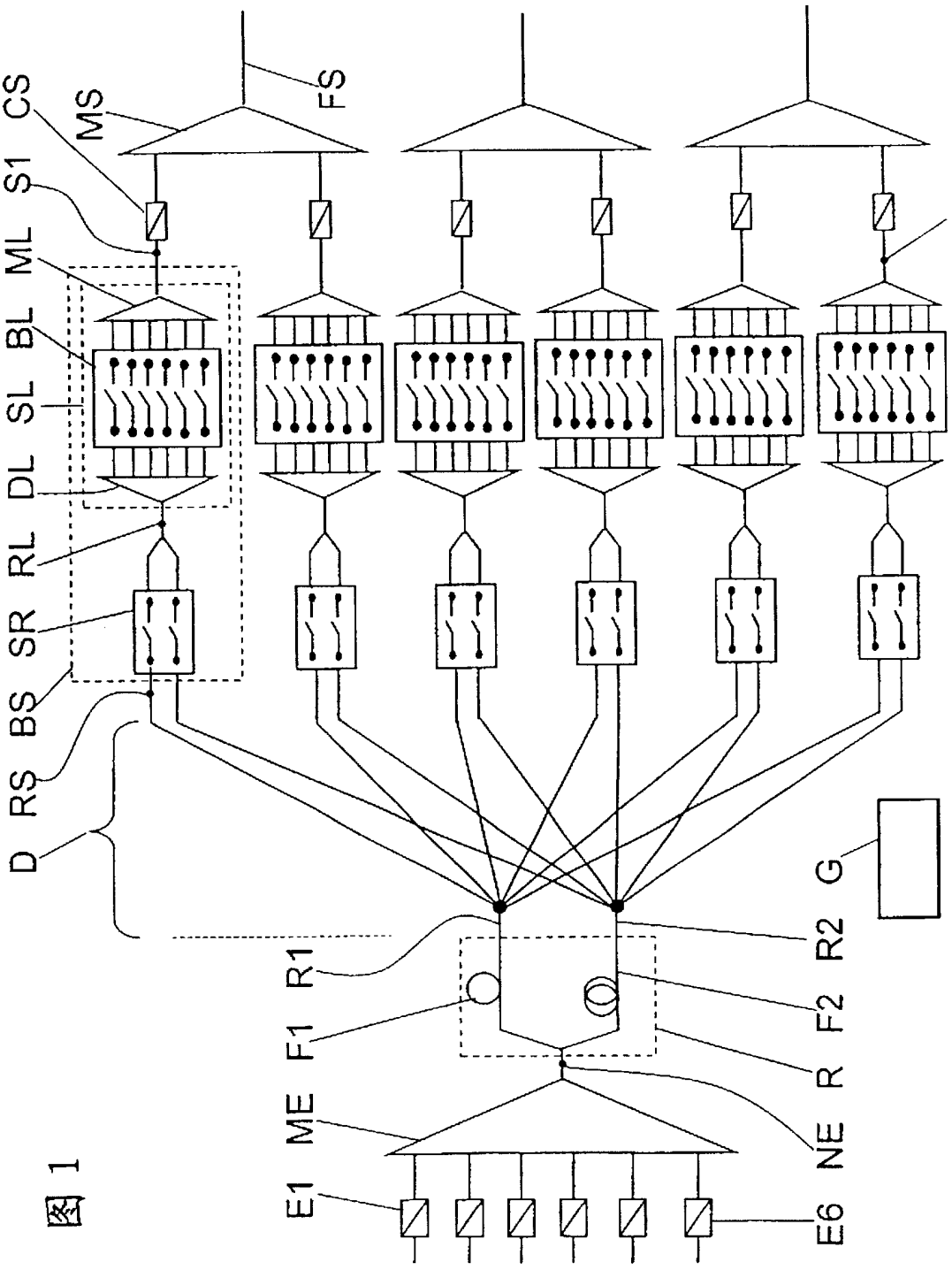


图 1

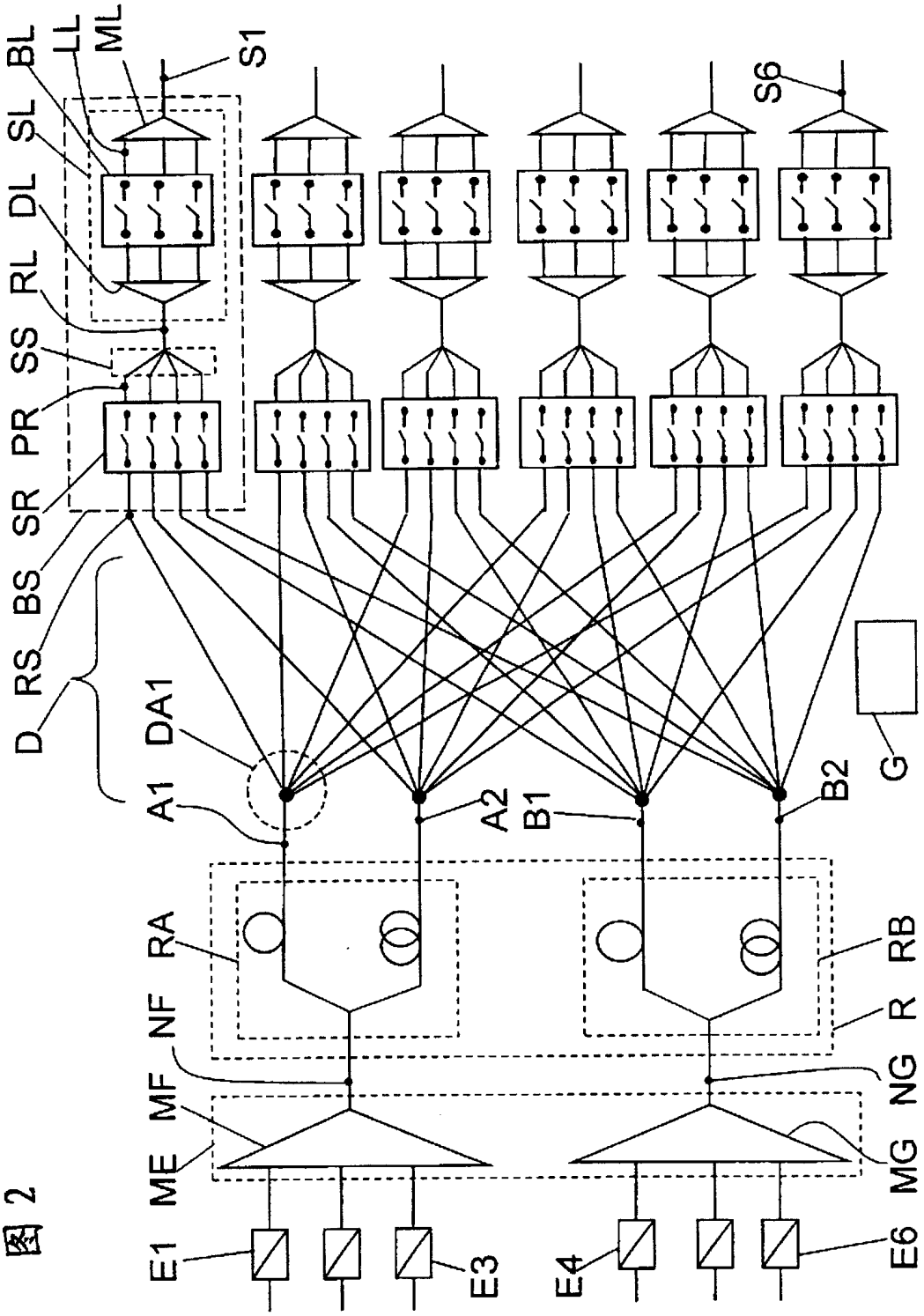

BL
LL
ML
S1
S6
SL
DL
RL
SS
PR
SR
BS
RS
D
DA1
A1
A2
B1
B2
G
RA
RB
R
NF
NG
MF
MG
ME
E1
E3
E4
E6

图 2

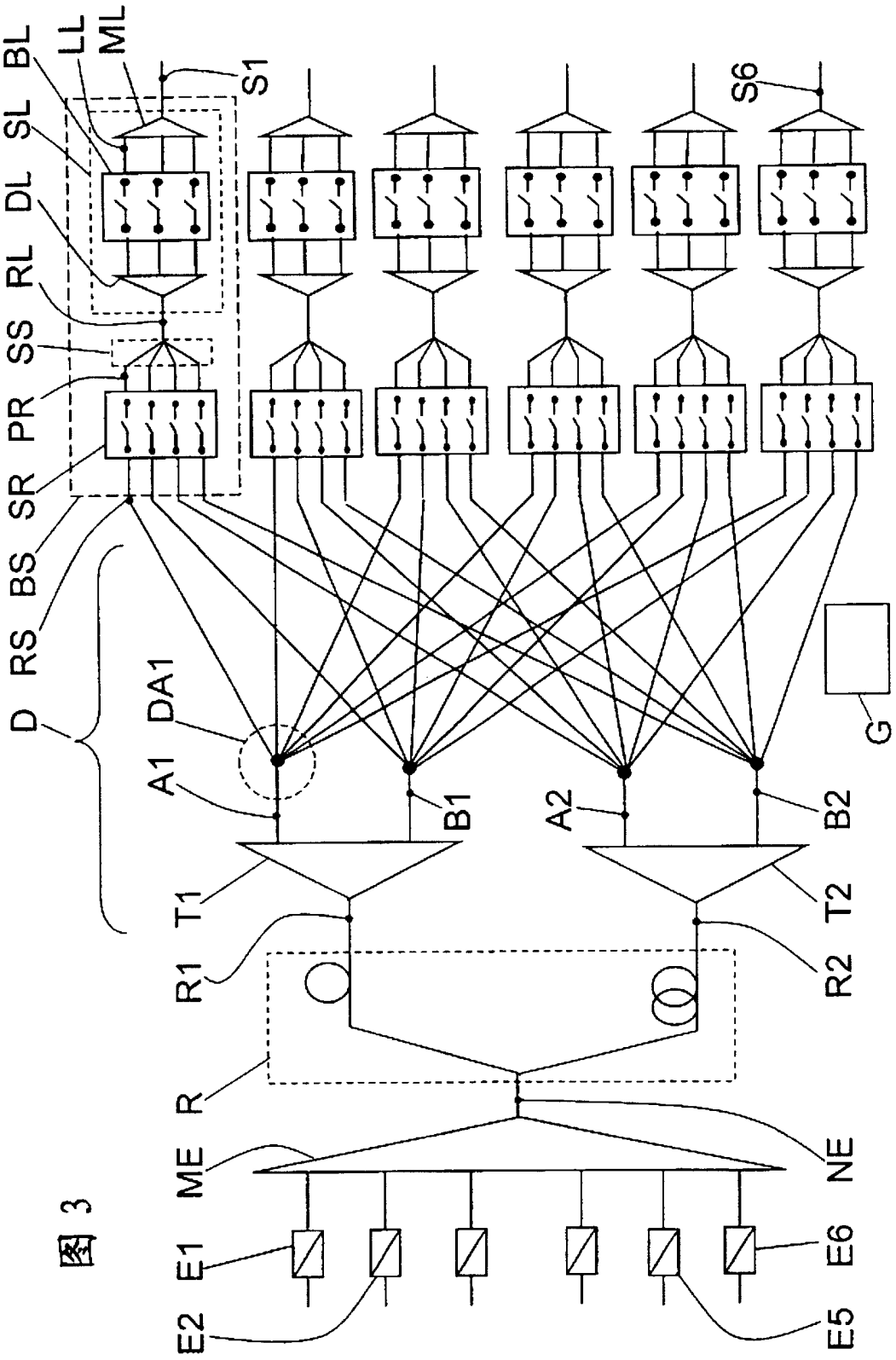

BL
LL
ML
S1
S6
SL
DL
RL
SS
PR
SR
BS
RS
D
DA1
A1
B1
A2
B2
T1
T2
R1
R2
R
ME
NE
E1
E2
E6
E5
G

图 3

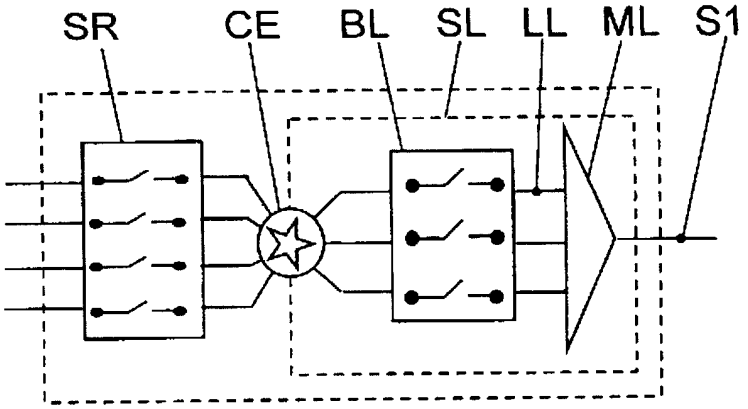

SR
CE
BL
SL
LL
ML
S1

图 4

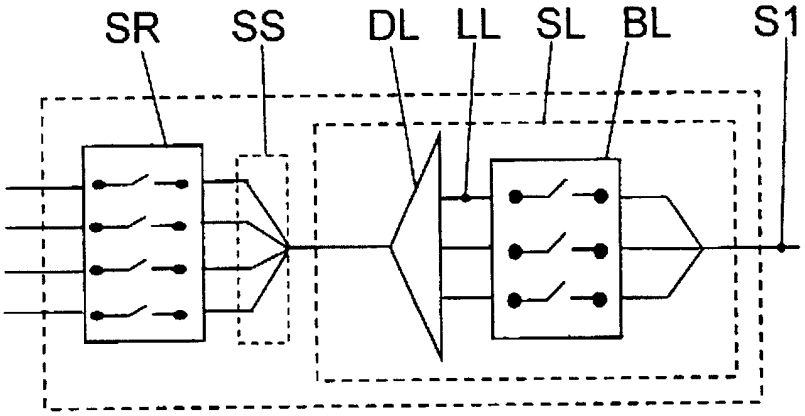

SR
SS
DL
LL
SL
BL
S1

图 5

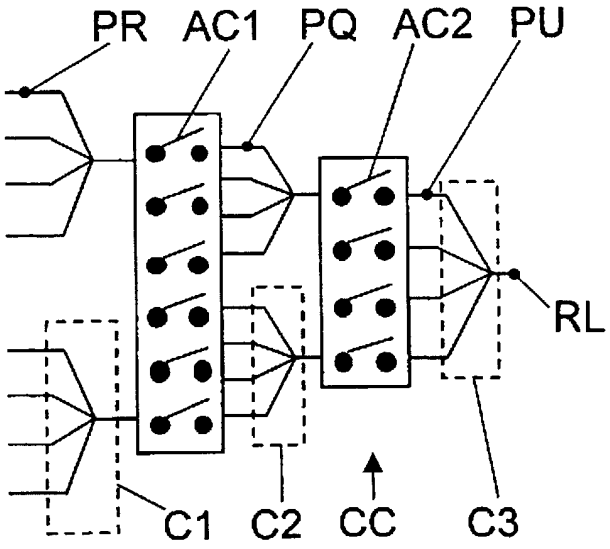

PR
AC1
PQ
AC2
PU
RL
C1
C2
CC
C3

图 6