

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04Q 3/52 (2006.01)

H04L 29/06 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03155739.2

[45] 授权公告日 2008 年 9 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 100420309C

[22] 申请日 2003.9.1 [21] 申请号 03155739.2

[30] 优先权

[32] 2003.2.4 [33] KR [31] 6871/2003

[73] 专利权人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 李基喆 吴润济 都尚铉 金钟权

[56] 参考文献

EP1076468A2 2001.2.14

CN1338837A 2002.3.6

US20020109878A1 2002.8.15

CN1360414A 2002.7.24

审查员 刘 刚

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 龚海军

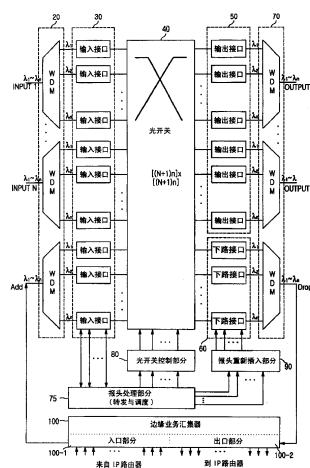
权利要求书 5 页 说明书 11 页 附图 10 页

[54] 发明名称

利用电缓冲器的大容量光路由器

[57] 摘要

公开了一种大容量光路由器，以光帧为单位高速交换如 IP 分组、以太网帧等数据业务。所述大容量光路由器利用电缓冲器，包括：输入端口；输出端口；上路端口；下路端口；波分解复用部分，对通过输入端口和上路端口输入的信号进行波分解复用；输入接口部分；以及光开关，对来自输入接口部分的光帧进行高速交换。所述大容量光路由器也包括：输出接口部分；波分复用部分，对输出接口部分的输出进行波分复用，并向另外的大容量光路由器传输复用后的输出；下路接口部分；报头处理器，识别报头信息；光开关控制部分，控制光开关的连接状态；报头重新插入部分，将报头重新插入光路由器的输出中；以及边缘业务汇集器，包括入口部分和出口部分。



1、 一种光路由器，该光路由器包括：

多个输入端口；

多个输出端口；

上路端口，输入从下级因特网协议（IP）路由器接收到的数据；

下路端口，向IP路由器输出数据；

波分解复用器，对通过输入端口和上路端口输入的信号进行波分解复用；

输入接口，将来自波分解复用部分的光帧转换为电信号，也将电信号转换为光帧；

光开关，对从输入接口输出的光帧进行高速交换；

输出接口，对光开关交换并输出的光帧进行处理；

波分复用器，对输出接口部分的输出进行波分复用，并向另外的光路由器传输复用后的输出；

下路接口，连接在光开关和波分复用器之间，由光开关输出的光帧经下路接口处理后，通过波分复用器向IP路由器输出复用后的光帧；

报头处理器，识别光帧的报头信息，根据报头信息控制输入接口输出光帧的时间并生成控制信号；

光开关控制器，根据来自报头处理器的控制信号控制用于交换光帧的光开关的连接状态；

报头重新插入器，将报头重新插入光路由器的输出中；以及

边缘业务汇集器，包括入口部分和出口部分，入口部分将从IP路由器输入的IP分组转换为光帧，而出口部分将光帧转换为IP分组，并向IP路由器传输转换后的分组。

2、 按照权利要求1所述的光路由器，其特征在于所述波分解复用器包括多个波分解复用器。

3、 按照权利要求1所述的光路由器，其特征在于输入接口包括：
光接收器，将从波分解复用器输入的光帧转换为电信号；

缓冲器，与光接收器相连，同步存储电信号；

报头长度检测器，与光接收器和缓冲器相连，提取报头长度，以便从电信号中分离出报头；

开关，与缓冲器相连，从电信号中分离出报头和数据；

队列，与开关相连，存储由开关分离出的数据；

光发射器，与队列相连，将电信号恢复成光信号，以便向光开关传输数据；以及

报头重新插入部分，插入从报头处理器输出的新报头，并且

其中报头处理器参照电信号的报头读取地址，并确定报头输出时间。

4、按照权利要求3所述的光路由器，其特征在于在从开关分离出的报头和数据帧之间设置预定的保护时间，以便防止分离报头和数据帧时的数据丢失。

5、按照权利要求3所述的光路由器，其特征在于输入接口的队列包括：

多个电开关，按照目的地交换输入数据；

多个缓冲器，按照目的地接收并存储数据，以积累预定数量的数据；以及

组合器，与多个缓冲器相连。

6、按照权利要求5所述的光路由器，其特征在于多个缓冲器针对每个可能的目的地至少包括一个缓冲器。

7、按照权利要求1所述的光路由器，其特征在于输入接口包括：

光接收器，将从波分解复用器输入的光帧转换为电信号；

缓冲器，与光接收器相连，存储电信号；

报头长度检测器，与光接收器相连，提取报头长度，以便从电信号中分离出报头；

开关，与缓冲器相连，从电信号中分离出报头和数据；

队列，与开关相连，存储由开关分离出的数据；

多个光发射器，从队列输入数据，并将电信号恢复成光信号，以便向光开关传输数据；以及

报头重新插入部分，插入从报头处理器输出的新报头，并且其中报头处理器参照电信号的报头读取地址，并确定报头输出时间。

8、按照权利要求7所述的光路由器，其特征在于缓冲器包括多个输出。

9、按照权利要求1所述的光路由器，其特征在于输出接口包括：光接收器，将光开关交换后的光数据转换为电信号；缓冲器，为了报头的重新插入，暂时存储数据；报头重新插入器，重新插入报头；以及光发射器，向下一节点传输与报头组合后的光数据。

10、按照权利要求1所述的光路由器，其特征在于输出接口包括：多个光接收器，将光开关交换后的光数据转换为电信号；多个缓冲器，分别与多个光接收器相连，为了报头的重新插入，暂时存储从多个光接收器输出的数据；报头重新插入器，重新插入报头；以及光发射器，向下一节点传输与报头组合后的光数据。

11、按照权利要求1所述的光路由器，其特征在于边缘业务汇集器的入口部分包括：

多个光接收器，接收从下级IP路由器输入的分组数据；

多个分组处理器，分别与多个光接收器相连，至少执行分组转发功能；

地址表，与多个分组处理器相连；

第一电开关，与多个分组处理器相连；

数据帧装配器，具有预定数目的缓冲器，将交换后的分组转换为光帧；

控制器和调度器，确定由数据帧装配器产生的光帧的输出顺序和波长；

第二电开关，传输已经确定了输出顺序和波长的光数据；

预定数目“n”个报头插入部分，在光调制之前插入报头；

光发射部分，包括n个光发射器，对与报头组合后的光帧进行光

调制；以及

波分复用器，对光调制后的信号进行波分复用。

12、按照权利要求11所述的光路由器，其特征在于数据帧装配器按照目的地分离交换后的数据帧并将其存储在n个缓冲器中，如果积累了预定的数据量，按照缓冲器处理数据；以及

其中，控制器和调度器按照数据帧装配器的缓冲器检测数据量，并确定光帧的输出顺序和波长。

13、按照权利要求1所述的光路由器，其特征在于边缘业务汇集器的出口部分包括：

波分解复用器，对光路由器下路的波分复用的光信号进行波分解复用；

多个光接收器，将光帧转换为电信号；

数据帧分解器，以IP分组为单位分离帧，然后按照目的地分离帧；

调度器，控制按照目的地分离的IP分组的输出顺序；

多个分组处理器，至少通过转发处理，对IP分组进行处理；

地址表，与多个分组处理器相连；

电开关，与多个分组处理器相连；以及

多个光发射器，对交换后的分组进行光调制。

14、按照权利要求1所述的光路由器，其特征在于边缘业务汇集器按照目的地地址，将从IP路由器输入的分组转换为预定长度的光帧，输入接口通过光/电/光转换对光帧进行处理，光开关执行对光帧的交换，而输出接口再次通过光/电/光转换对光帧进行处理，然后向下一光路由器节点或边缘业务汇集器传输。

15、按照权利要求1所述的光路由器，其特征在于边缘业务汇集器具有出口部分，出口部分按照目的地地址，将从IP路由器输入的分组转换为预定长度的数据帧，产生具有通过以整数去除数据帧的速度而得到的速度的报头，并组合报头与数据帧，以传输组合后的光帧。

16、按照权利要求1所述的光路由器，其特征在于边缘业务汇集器具有出口部分，出口部分接收由光路由器交换的光数据帧，按照IP分组分离接收到的光数据帧，并向IP路由器传输分离后的光数据帧。

17、按照权利要求1所述的光路由器，其特征在于输入接口包括：报头长度检测器，检测报头开始点和报头长度；以及报头处理器，分离报头和数据帧，以处理数据帧。

18、按照权利要求1所述的光路由器，其特征在于输出接口部分包括报头重新插入部分，将新的报头插入到由光开关交换后的数据帧中。

利用电缓冲器的大容量光路由器

技术领域

本发明涉及一种大容量光路由器，所述光路由器以光帧（optical frame）为单位高速交换诸如因特网协议（IP）分组、因特网帧等数据业务，以及更具体地涉及一种利用电缓冲器的大容量光路由器。

背景技术

一般地，随着对诸如因特网、活动图像、视频点播（VOD）等数据服务的需求的增长，在网络中产生了从几百吉比特/秒（Gb/s）到几太比特/秒（Tb/s）范围内的大容量数据业务。为了对这种数据业务进行交换或路由，需要具有几百Gb/s到几Tb/s容量的大容量路由器/交换机。

传统的大容量IP路由器通过将众多的小容量IP路由器连接在一起构成。在这类IP路由器中，整个容量的50~60%被用于小容量IP路由器的相互连接。这引起了带宽的浪费，以及按照所需的容量，IP路由器数目的急剧增加。两种传统的方法已经被用于构建这种大容量路由器。

图1是描述了传统全光路由器的结构的示意图，将用于讨论构建大容量路由器的第一种方法。

如图1所示，通过由开关门开关14-3组成的空间开关14对光数据进行交换。利用可变波长变换器和光纤延迟线缓冲器16防止了光数据中发生的任何冲突。此外，利用可变波长变换器和如N×N阵列波导光栅（AWG）等波长路由器对光数据进行交换。通过利用光纤延迟线防止数据冲突。

第二种方法通过采用速度超过10 Gb/s的接口的大容量IP路由器来实现。按照这种方法，通过分组识别输入分组的报头，并通过驱动

电开关进行分组路由/交换。通过电缓冲器防止分组之间的冲突。利用这种方法，大容量IP路由器已经发展称为一类太比特路由器。

在图1所示的全光路由器中，由于没有光存储器，使用光纤延迟线来防止光数据之间的冲突。但是，随着光路由器交换容量的增加，光数据的长度变长，光纤延迟线的长度可能达到几十到几百千米，这使得系统的尺寸增大，而且极大地增加了系统的复杂性。

同样应当注意的是，由于光纤延迟线利用在光纤中对光信号的时间延迟的效果，系统控制变得非常困难。由于光纤中的损耗或衰减，对光数据的信号电平的适当检测也变得不同。此外，大多数全光路由器利用许多可变波长变换器来交换或缓冲。可变波长变换器通常由可变波长激光器和多个半导体光放大器（SOA）组成。这些附加的部件增加了制造成本。

同样，可变波长激光器的稳定速度非常慢，即，在几毫秒到几十毫秒（ms）的范围内，因而其并不适用于光路由器。此外，在全光路由器中，信号性能监测和信号再生也很困难。

图1的全光路由器使用了很多光耦合器。这引起了较大的路径损耗。在电IP路由器的情况下，由于通过识别分组的报头来进行分组转发，处理10 Gb/s的高速分组存在较大困难。这限制了接口达到低于40 Gb/s的速度。

按照传统的技术，处理速度为10 Gb/s和40 Gb/s的64比特分组分别需要15 Mp/s和60 Mp/s的转发速度。同样，由于不仅要处理上路/下路分组，还要处理直通分组，路由器的处理负担极大地增加。这引起了处理容量的无效使用。

尽管在大容量IP路由器中可以使用高速电开关，但这种电开关在速度和可扩展性上仍然存在限制。同样，需要Tb/s或更高容量的大容量节点需要众多（例如，几十个）大容量路由器。这增加了节点和节点构造的复杂性及其操作成本。

因此，本领域中需要改进的大容量路由器。

发明内容

本发明的一个目的是解决上述现有技术中存在的问题。

本发明的另一目的是提供一种大容量光路由器，克服了全光路由器接入方法和高速IP路由器接入方法的限制。

本发明的另一目的是提供一种大容量光路由器，解决全光路由器中可变波长变换器和光纤延迟线缓冲器的问题，并利用电缓冲器对光信号进行信号性能监测和信号再生。

本发明的另一目的是提供一种大容量光路由器，通过采用与高速IP路由器接入方法不同、具有几个纳秒的开关速度的光开关，解决电开关的开关速度和可扩缩性的问题。

本发明的另一目的是提供一种大容量光路由器，通过利用边缘业务汇集器（aggregator）和执行开关操作，将分组转换为具有预定长度的光帧，解决高速IP路由器的转发和交换速度的限制。

本发明的另一目的是提供一种大容量光路由器，通过利用具有Tb/s或更高容量的单一平台，减少了构成节点的设备的数目，所述光路由器能够极大地减少设备的占地面积以及构建和操作成本。

本发明的一个实施例涉及一种大容量光路由器，所述光路由器包括：多个输入端口；多个输出端口；从因特网协议（IP）路由器接收到的输入数据的上路端口；向IP路由器的输出数据的下路端口；波分解复用部分，对通过输入端口和上路端口输入的信号进行波分解复用；输入接口部分，将来自波分解复用部分的光帧转换为电信号；光开关，对从输入接口部分输出的光帧进行高速交换；输出接口部分，对光开关交换并输出的光帧进行处理；波分复用部分，对输入接口部分的输出信号进行波分复用，并向另外的大容量光路由器传输复用后的输出；下路接口部分，连接在光开关和波分复用器之间，由光开关输出的光帧经下路接口处理后，通过波分复用器向IP路由器输出复用后的光帧；报头处理部分，识别光帧的报头信息，根据报头信息控制输入接口输出光帧的时间并生成控制信号；光开关控制部分，根据来自报头处理器的控制信号控制用于交换光帧的光开关的连接状态；报头重新插入部分，将报头重新插入光路由器的输出中；以及边缘业务汇集器，由入口部分和出口部分组成，入口部分将从IP路由器输入的IP分组转换为光帧，而出口部分将光帧转换为IP分组，并向IP路由器传输转换后

的分组。

附图说明

通过以下结合附图的详细描述，本发明的上述和其他目的、特征和优点将变得更加清楚，其中：

图1是描述传统全光路由器的结构的示意图。

图2是按照本发明的实施例描述大容量光路由器的结构的示意图。

图3是图2的输入接口部分的方框图。

图4是包含在图3的输入接口部分中的队列的方框图。

图5是图2的输出接口部分的方框图。

图6是描述了由图3所示的开关分为报头和数据帧的光帧的结构示意图。

图7是图2的边缘业务汇集器的入口部分的方框图。

图8是图2的边缘业务汇集器的出口部分的方框图。

图9是图3的输入接口部分的另一实施例的方框图。

图10是图5的输出接口部分的另一实施例的方框图。

具体实施方式

此后，将参照附图，对按照本发明优选实施例的大容量光路由器进行描述。应当注意的是，在全部附图中以相同的参考数字表示相同的元件。尽管在下面给出了如电路的特定部件等许多特定的特征，只是为了能够更好地理解本发明。同样，本领域的技术人员清楚的是，可以实现本发明，而不具有这些特定的特征。在本发明下面的描述中，当使本发明的主题不清楚时，将省略对这里所采用的已知功能和结构的详细描述。

图2是按照本发明的实施例描述了大容量光路由器的结构的示意图。

按照本发明的大容量光路由器具有N个输入端口INPUT 1到INPUT N、N个输出端口OUTPUT 1到OUTPUT N、从IP路由器接收到的输入数据的上路端口Add、向IP路由器输出的输出数据的下路端口Drop。

波分解复用部分20对通过输入端口INPUT 1到INPUT N和上路端口

Add输入的波长信号 λ_1 到 λ_N 进行波分解复用。波分解复用部分20包括N+1个波分解复用器(WDM)。输入接口部分30将从波分解复用器输入的光帧转换为用于处理的电信号,然后将电信号转换回光信号。与波长信号 λ_1 到 λ_N 相对应的N个输入接口与一个波分解复用器的输出端相连。光开关,即开关门开关40对从输入接口部分30输出的光帧进行高速交换。输出接口部分50处理由光开关40交换并从光开关40输出的光帧。波分复用部分70对输出接口部分50的输出进行波分复用,并向另一大容量光路由器传输复用后的输出。下路接口60连接在光开关40和波分复用部分70之间,由光开关40输出的光帧经下路接口60处理后,通过波分复用部分70向IP路由器输出复用后的光帧。报头处理部分75识别用于控制光路由器的报头信息。光开关控制部分80控制用于交换光帧的光开关的连接状态。报头重新插入部分90将报头重新插入到光路由器的输出中。边缘业务汇集器100包括入口部分100-1和出口部分100-2。入口部分100-1将从IP路由器输入的IP分组转换为光帧,而出口部分100-2将光帧转换为IP分组,并向IP路由器传输转换后的分组。

通过与波分复用部分20和70相连的输入端和输出端,进行大容量光路由器之间的数据传输/接收。边缘业务汇集器100的输入部分100-1处理从IP路由器输入的数据,而边缘业务汇集器100的出口部分100-2处理输出给IP路由器的数据。

图3是图2的输入接口部分30的方框图。

光接收器120将从波分解复用部分输入的光帧转换为电信号。缓冲器122同步存储由光接收器120转换的帧。报头长度检测器123提取报头长度,以便从转换后的帧分离报头。开关124从帧分离出报头和数据。队列125在交换数据之前,存储由开关分离的数据,以解决冲突。光发射器126输入来自队列125数据,并将已经转换为电信号的帧恢复成光帧,以便向光开关传输数据。报头处理部分75参考输入帧的报头,读取地址。同样,报头处理部分75确定何时输出,并由报头重新插入部分90插入新的报头。

图4是图3的输入接口部分30的队列125的方框图。

队列125包括 $1 \times N$ 电开关128、N个缓冲器129和组合器130。开关128按照目的地交换输入数据,并向N个缓冲器129传输数据。缓冲器129

的数目至少应该等于目的地的数目，并按照目的地接收和存储数据。如果存储的数据积累了预定的时间，通过组合器125，将积累的数据传输给光发射器126。输入接口部分30与用于处理分开的报头的报头处理部分75相连。报头处理部分75从报头检测数据的目的地，并控制以确定数据的输出时间。

图5是图2的输出接口部分50的方框图。

输出接口部分50包括：光接收器140，将由光开关40交换后的光数据转换为电信号；缓冲器141，暂时存储报头重新插入的数据；报头重新插入器142，重新插入报头；以及光发射器143，向下一节点传输与报头组合后的光数据。输出接口部分50的报头重新插入器142从产生要重新插入的报头的报头重新插入部分90接收报头。报头重新插入部分90从输入接口部分30接收到的报头信息中检测目的地，并在输出数据时，提供新的报头。

下路接口部分60具有与图5的输出接口部分50相同的结构，除了报头重新插入器142之外。在边缘业务汇集器100的出口部分100-2中再次处理下路接口部分60的输出，因而不需要报头重新插入器142。

图6是描述了由图3所示的开关124分为报头和数据帧的光帧的结构示意图。

参考数字 T_{HEADER} 表示报头， T_{DATA} 表示数据帧。 T_G 表示保护时间，代表开关124从光帧中分出报头和数据帧的时间。如图6所示， T_G 用于防止在开关分离报头和数据帧时的数据丢失。

图7是图2的边缘业务汇集器100的入口部分100-1的方框图。

入口部分100-1通过上路端口Add，向光路由器传输从IP路由器接收到的数据。入口部分100-1包括：M个光接收器150，用于接收从IP路由器输入的分组数据；分组处理部分151，分别与光接收器150相连，用于执行分组转发等功能；地址表152，为分组转发提供地址信息；电开关153，将来自分组处理部分151的输入交换到K个缓冲器，以产生光帧，后面将进行解释；数据帧装配器154，与K个缓冲器一起提供，用于将交换后的分组转换为光帧；控制器和调度器155，用于确定由数据帧装配器154产生的光帧的输出顺序和波长；电开关156，用于向

光发射部分158，传输已经确定了输出顺序和波长的光数据，后面将进行解释；n个报头插入部分157，在光调制之前插入报头；光发射部分158，由n个发射器组成，对与报头组合了的光帧进行光调制；以及波分复用器159，对光调制后的信号进行波分复用。

数据帧装配器154按照目的地对交换后的分组进行分配并将其存储在n个缓冲器中。如果数据积累了预定的时间，按照缓冲器处理数据。控制器和调度器155按照数据帧装配器154的缓冲器，检测数据量，并确定光帧的输出顺序和波长。

图8是图2的边缘业务汇集器100的出口部分100-2的方框图。

出口部分100-2接收下路接口部分60的输出，并处理输出给下级IP路由器的数据。出口部分100-2包括：波分解复用器160，对光路由器下路的波分复用光信号进行波分解复用；n个光接收器161，将光帧转换为电信号；数据帧分解器162，以IP分组为单位并按照目的地对数据帧进行分解；调度器163，控制已经按照目的地分解了的IP分组的输出顺序；分组处理部分164，通过转发等处理，对IP分组进行处理；地址表165，用于提供分组的地址；电开关166，将处理过的分组交换到正确的目的地IP路由器；以及M个光发射器167，用于对交换后的分组进行光调制。

图9是图3的输入接口部分30的另一实施例的方框图。此实施例为光路由器提供了额外的交换效率。

与图3的实施例相比较，队列185不是提供单一的输出，而是提供多个（例如，K个）输出。因此，光发射器186的数目至少等于输出的数目。在本实施例中，按照其地址分别传输数据，因而提高了处理速度。由多个光发射器186对从队列185的多个缓冲器（未示出）输出的多个数据帧进行光调制，然后输入光开关。

更具体地，图3的输入接口部分30利用图4的多个缓冲器129防止了线端（HOL）阻塞问题，但由于队列125只提供一个输出，队列中的缓冲器容量变大。为了解决此问题，如图9所示，从具有多个缓冲器的队列185提供多个输出，从而可以用较高的交换效率降低缓冲器容量。在这点上，通过调整队列185的多个输出的数目，可以调整缓冲

器容量和交换效率。由于队列185具有多个输出，输入接口部分30需要多个光发射器186。同样，光开关40的数目也要增加K倍。

图10是图5的输出接口部分50的另一实施例的方框图。

与图5的实施例相比较，提供了多个光接收器和缓冲器（例如，K个光接收器和K个缓冲器）。还提供了组合器193。在此实施例中，通过采用多个光接收器和缓冲器，按照目的地对数据进行处理，从而可以提高处理速度。

现在，将详细解释如上按照本发明实施例所构造的光路由器的操作。

首先，将解释图7的边缘业务汇集器100的入口部分100-1的操作。从IP路由器传输过来的IP分组通常具有1.3 mm的波长，并由入口部分100-1的光接收器150转换为电信号。将每个转换后的分组输入分组处理部分151，分组处理部分151参照地址表152确定目的地端口和输出顺序。在数据帧装配器154中，存在与目的地地址的数目（例如，K个）一样多的缓冲器。因而，由 $M \times K$ 电开关153将目的地端口和输出顺序已经由分组处理部分151确定了分组交换到与目的地地址匹配的数据帧装配器154的缓冲器。如果在数据帧装配器154的缓冲器中形成了一定时间周期的数据帧，向控制器和调度器155发送输出请求信号。接收到输出请求信号的控制器和调度器155通过检查输出波长信道的状态确定是否存在可用的信道。如果不存在可用的波长信道，数据帧在缓冲器中等待，直到产生了可用的波长信道。如果存在可用的信道，将填充在缓冲器中的数据帧交换到具有由 $K \times n$ 电开关156选定的波长信道的光发射部分158。然后，由报头重新插入部分157将报头重新插入数据帧。

在重新插入报头中，控制器和调度器155产生代表数据帧的目的地地址等的报头信号。由报头重新插入部分157组合此报头信号和交换后的数据帧，然后交换到光发射器158。在图6中描述了组合后的帧结构。报头领先数据帧保护时间那么多。报头和数据帧分别具有 T_H 和 T_{DF} 的固定长度。同样，报头和数据帧分别具有 $R_H[b/s]$ 和 $R_{DF}[b/s]$ 的不同数据速度，而且数据帧的速度是报头帧速度的整数倍（即， R_{DF}

$=n \cdot R_H)$ 。

例如，如果数据帧是10 Gb/s的，则可以使用1.25 Gb/s的报头帧。同样，为了识别每个开始点，报头和数据帧分别具有前同步码。如上所述，由光发射部分158对光帧进行光调制，由波分复用器159进行波分复用，然后传输到光路由器的上路端口Add。以相同的波长对报头和数据帧进行调制，然后进行传输。将由光路由器交换的光帧中要传输到IP路由器的帧通过下路接口部分60输入边缘业务汇集器100的出口部分100-2。

参照图8，将对边缘业务汇集器的输出部分100-2的操作进行解释。

由波分解复用器160对输入光信号进行波分解复用，然后由光接收部分161转换为电信号。由数据帧分解器162将转换后的数据帧分为原始IP分组单元。通过调度器163，按照输出顺序提供分离后的IP分组，由分组处理部分164参照地址表165进行处理，以传输到目的地IP路由器，然后由 $n \times M$ 电开关166进行交换。由光发射部分167向目的地IP路由器传输交换后的分组。

再次参照图2，从边缘业务汇集器的入口部分100-1输出波分复用光帧信号并由波分解复用部分20对波分复用光帧进行波分解复用，然后输出到接口部分30。

图3的光接收器120将输入到输入接口部分30的光帧转换为电信号。转换后的电信号被输入缓冲器122和报头长度检测器123。报头长度检测器123通过检测报头的前同步码，识别报头的开始点和长度。当检测到报头长度时，帧被暂时存储在缓冲器中。如果完成了对报头的开始点和长度的检测，将存储在缓冲器122中的帧输入开关124，并利用报头长度检测器123所检测到的关于报头的开始点和长度的信息，由开关24分为报头和数据帧。将分离的报头输入报头处理部分75，而数据帧输入队列125。报头处理部分75读取通过转发处理分离的报头中的关于目的地地址等的信息，并通过调度处理，确定数据帧的输出顺序。数据被存储在具有图4所示的结构 of 的队列125中，直到报头处理部分完成调度。为了解决HOL阻塞问题，队列125具有 n 个缓冲器129。

通过调度从队列125输出的数据帧由光发射器126进行光调制，然后输入光开关。光发射器126可以包括便宜的短范围型（short reach type）元件。

按照传统方法，如果数据分组具有10 Gb/s的传输速率，则分组处理部分必须以10 Gb/s进行高速处理。相反，由于本发明的多个实施例使用了其速度为数据帧速度的 $1/n$ 的报头，报头处理部分75可以具有“数据速度/ n ” Hz的处理速度。

此外，按照传统方法，报头处理部分为了处理大约64字节的短长度分组，要执行几十Mp/s的高速处理。但是，按照本发明的多个实施例，由于边缘业务汇集器100产生较长长度数据帧，与传统方法相比极大地降低了报头处理速度。同样，报头处理部分75按照转发和调度的结果，产生针对光开关控制部分80的控制信号，以及按照高速交换到目的地的控制信号，产生传输到光开关40的数据帧。同样，报头处理部分75针对报头的重新插入，向报头重新插入部分90传输报头改变信息。

将光开关40交换的光数据帧输入输出接口部分50。然后，图5中的光接收器140将此信号转换为电信号，然后存储在缓冲器141中。报头重新插入部分90利用从报头处理部分75传输过来的报头改变信息，产生新的报头，并向报头插入器142传输新的报头信号。输出存储在缓冲器141中的数据帧，并由报头重新插入部分90将其与报头组合，并由光发射器143对其进行光调制。然后由波分复用部分70对数据帧进行波分复用，并传输给另一光路由器。

由光开关40交换的数据帧并不输出给另一大容量光路由器，而是输出给IP路由器。数据帧通过下路接口部分60和波分复用部分70，传输到边缘业务汇集器的出口部分100-2。由于不需要在下路的数据帧中插入报头，下路接口部分60与图5中的输出接口部分50相同，除了报头插入器142之外。如图5所示，对输入到边缘业务汇集器的出口部分100-2的数据帧进行处理，然后传输给IP路由器。

如上所述，通过利用光/电/光转换，本发明的多种实施例可以解决传统全光路由器中所产生的可变波长变换器和光纤延迟线缓冲器

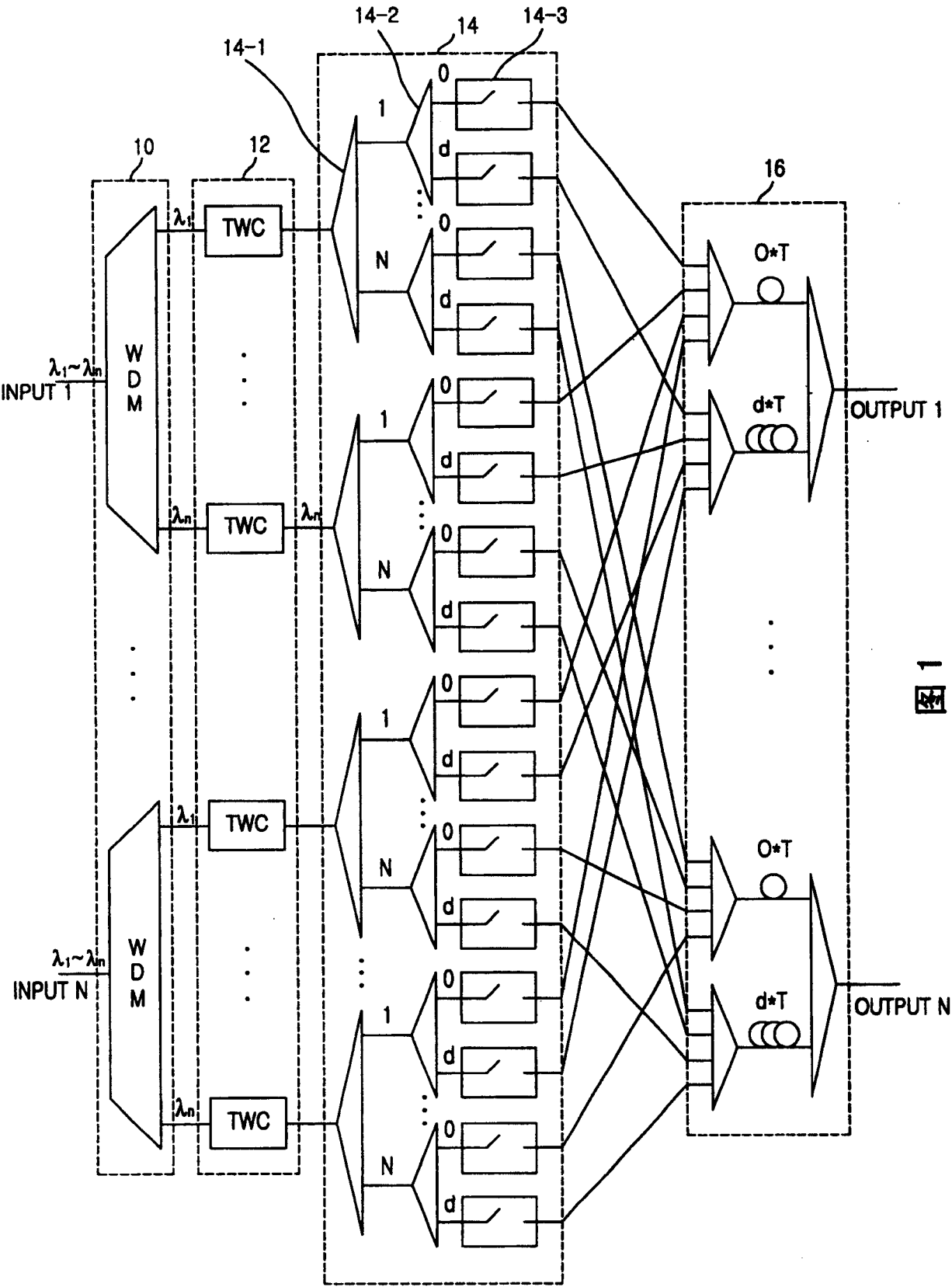
的问题，并能够容易地实现信号性能监测和信号再生。

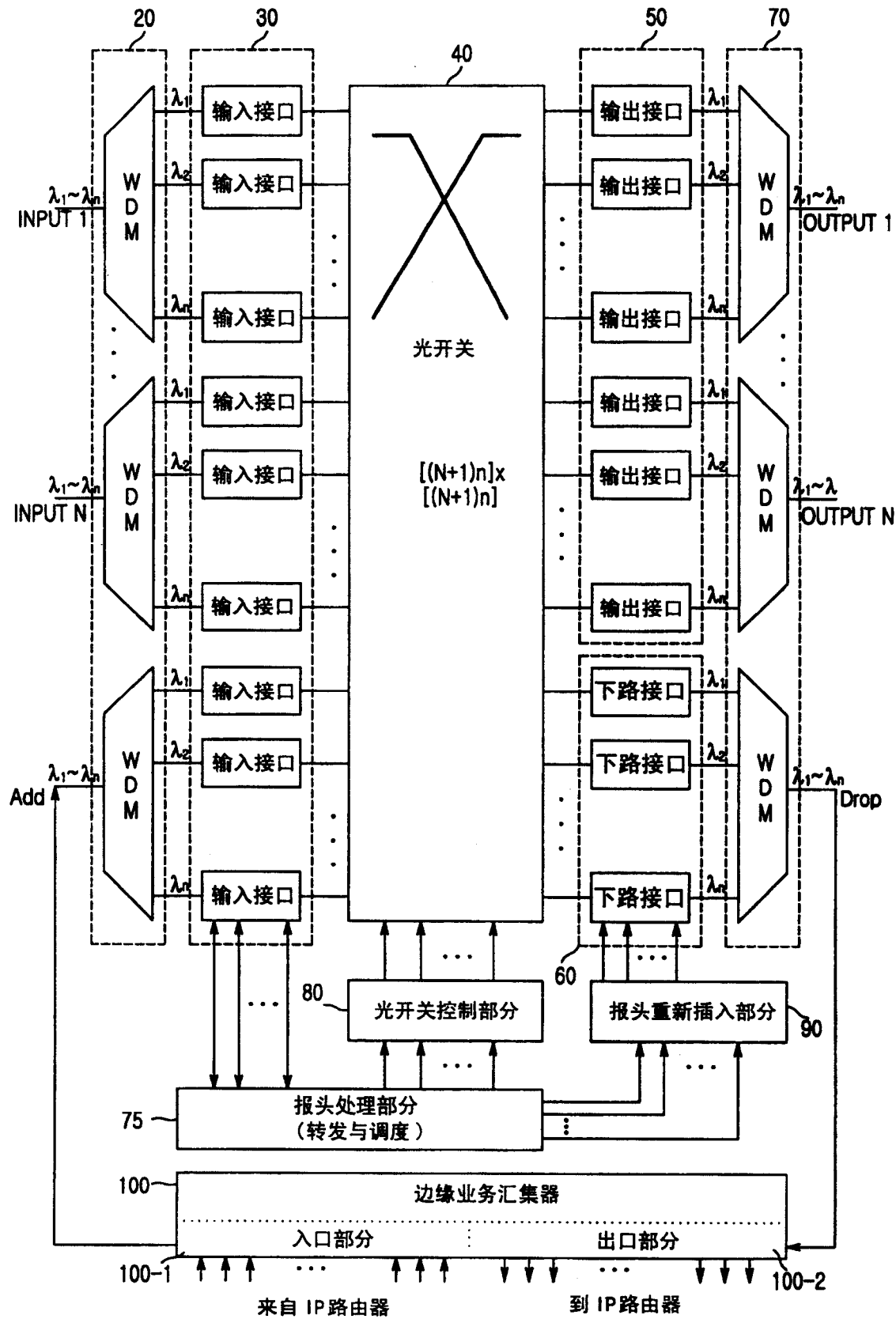
此外，由于本发明的多种实施例使用了与传统的电路由器方法不同的高速光开关，同样解决了电开关中扩散速度和程度的问题。

同样，本发明的多种实施例通过以具有预定长度的光帧为单位进行交换，解决了传统IP路由器的转发和交换速度的限制。在这点上，传统的IP路由器需要几十Mp/s的转发速度，而按照本发明一个方面的光路由器通过以预定长度的光帧为单位，可以使转发速度减少几百Kp/s到几Mp/s，从而可以极大地降低路由器处理的负担。

此外，本发明的多种实施例通过利用具有Tb/s或更大容量的单一结构极大地减少了构建节点的元件数目，减少了节点上层区域、构建和操作成本，从而可以预期本发明将有效地用在大容量通信网络中。

尽管已经示出了本发明，并参照其特定的优选实施例对本发明进行了描述，本领域的技术人员应当清楚的是在不偏离所附权利要求所限定的本发明的精神和范围的前提下，可以对本发明进行形式和细节上的多种改变。





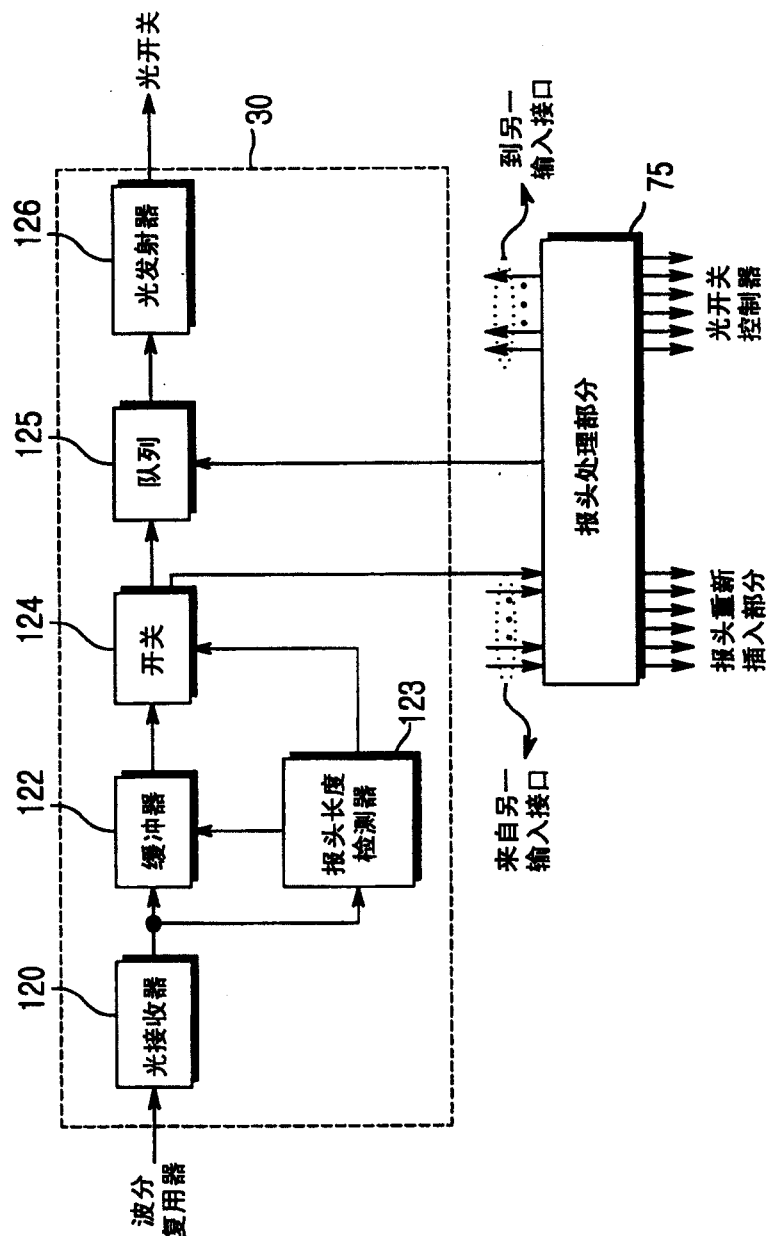


图 3

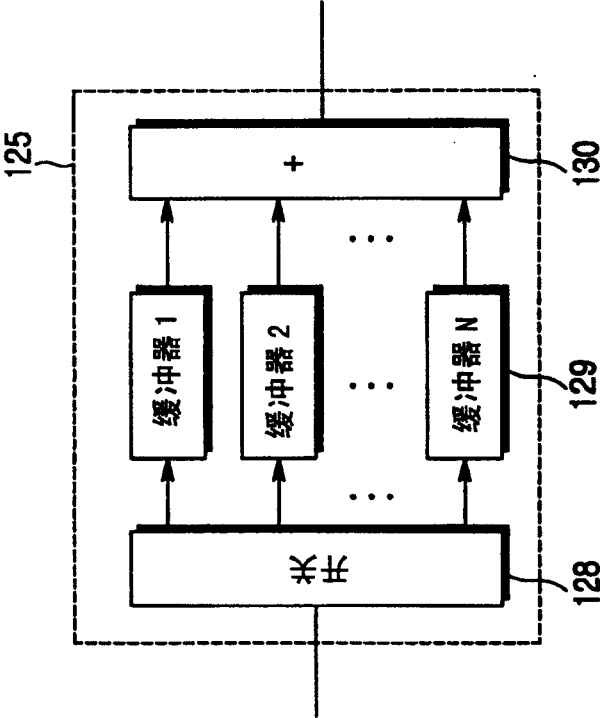


图 4

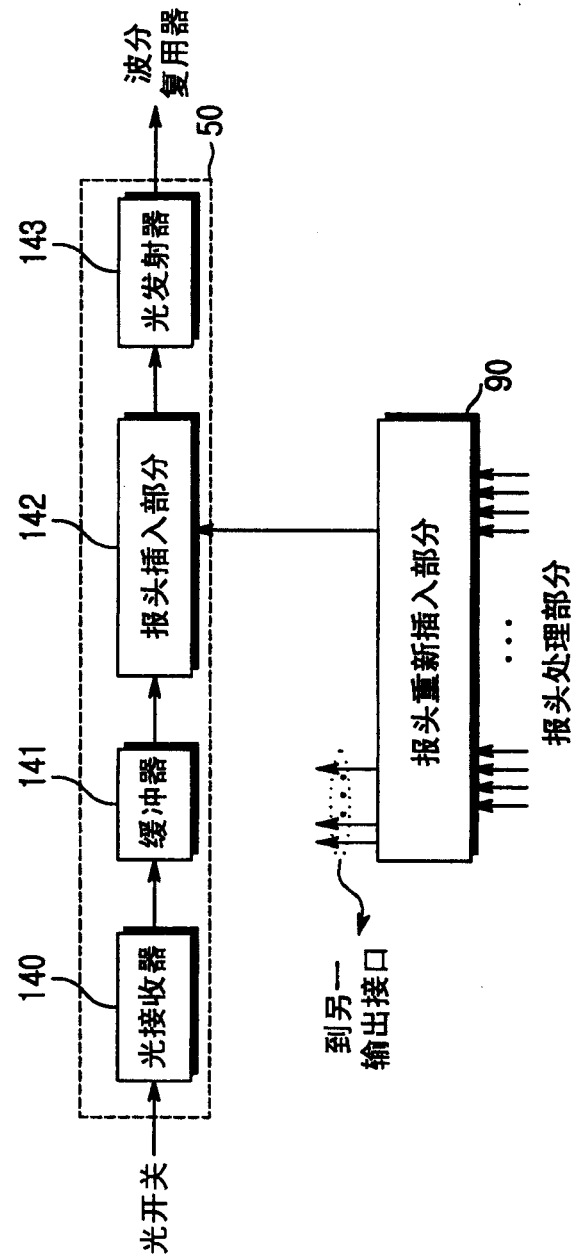


图 5

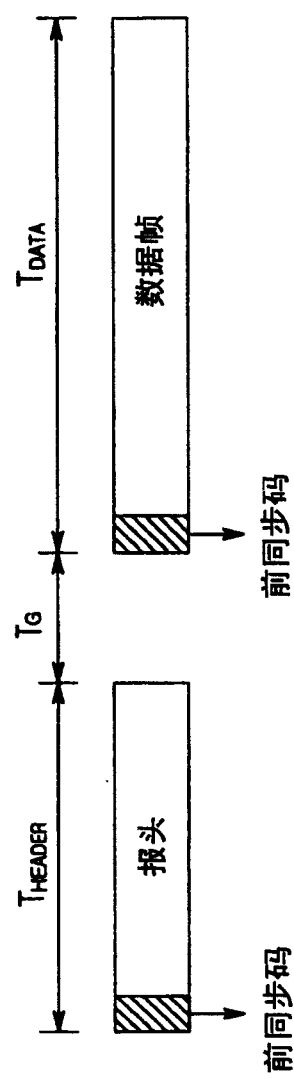


图 6

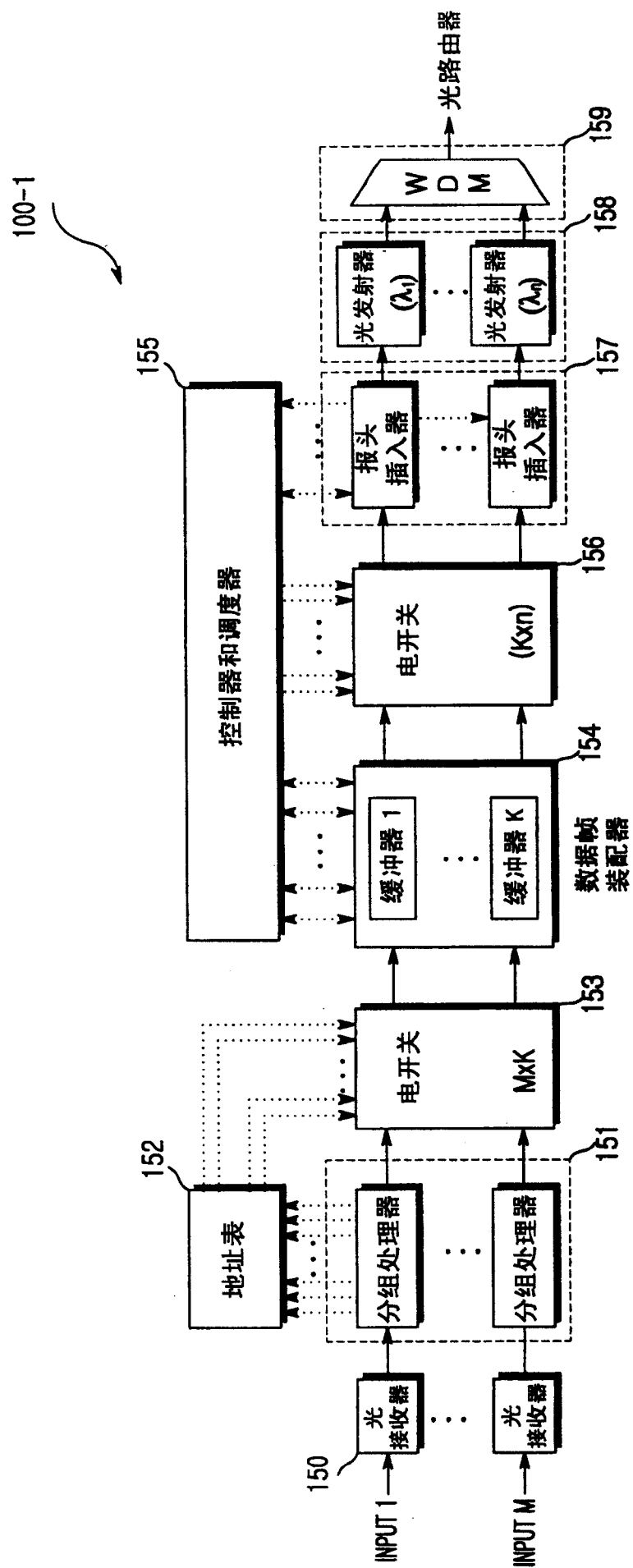


图 7

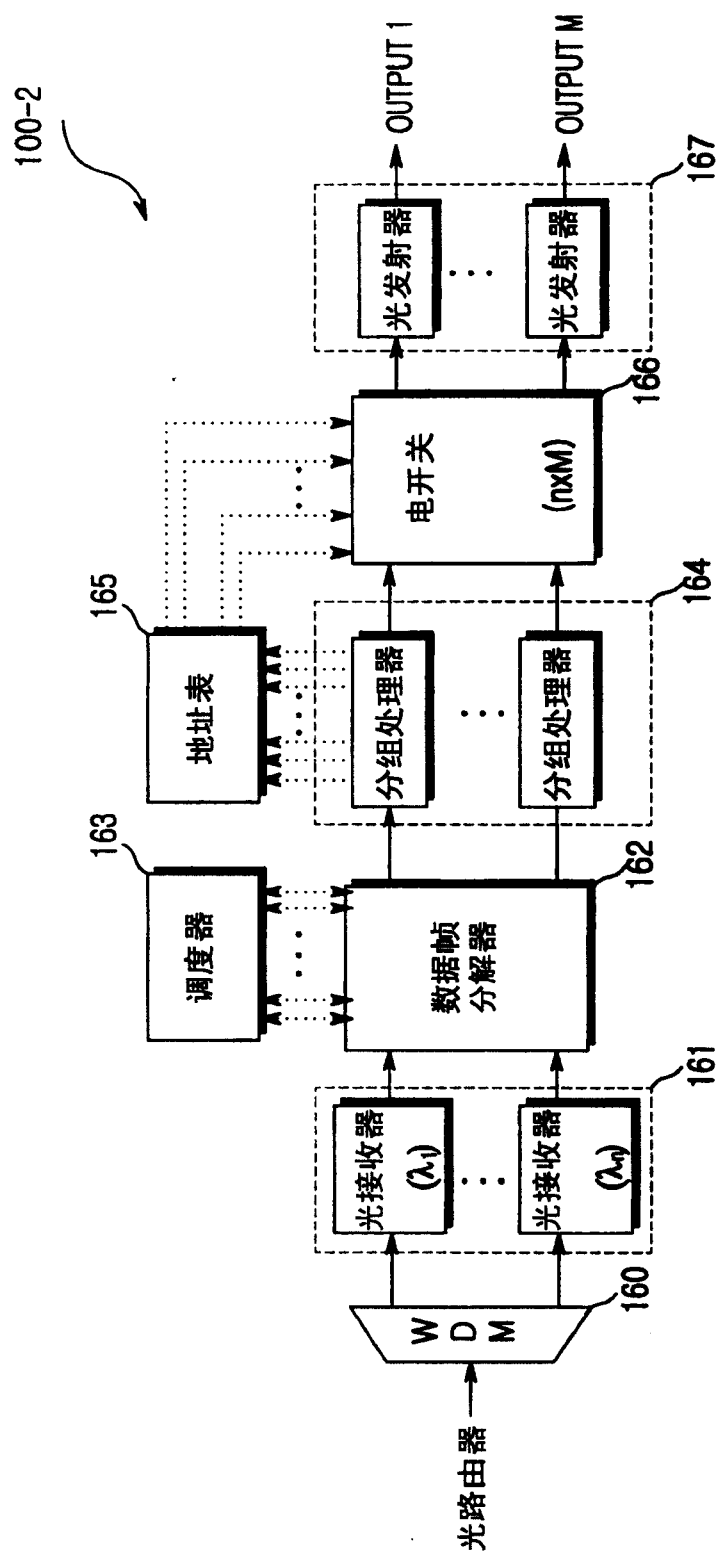


图 8

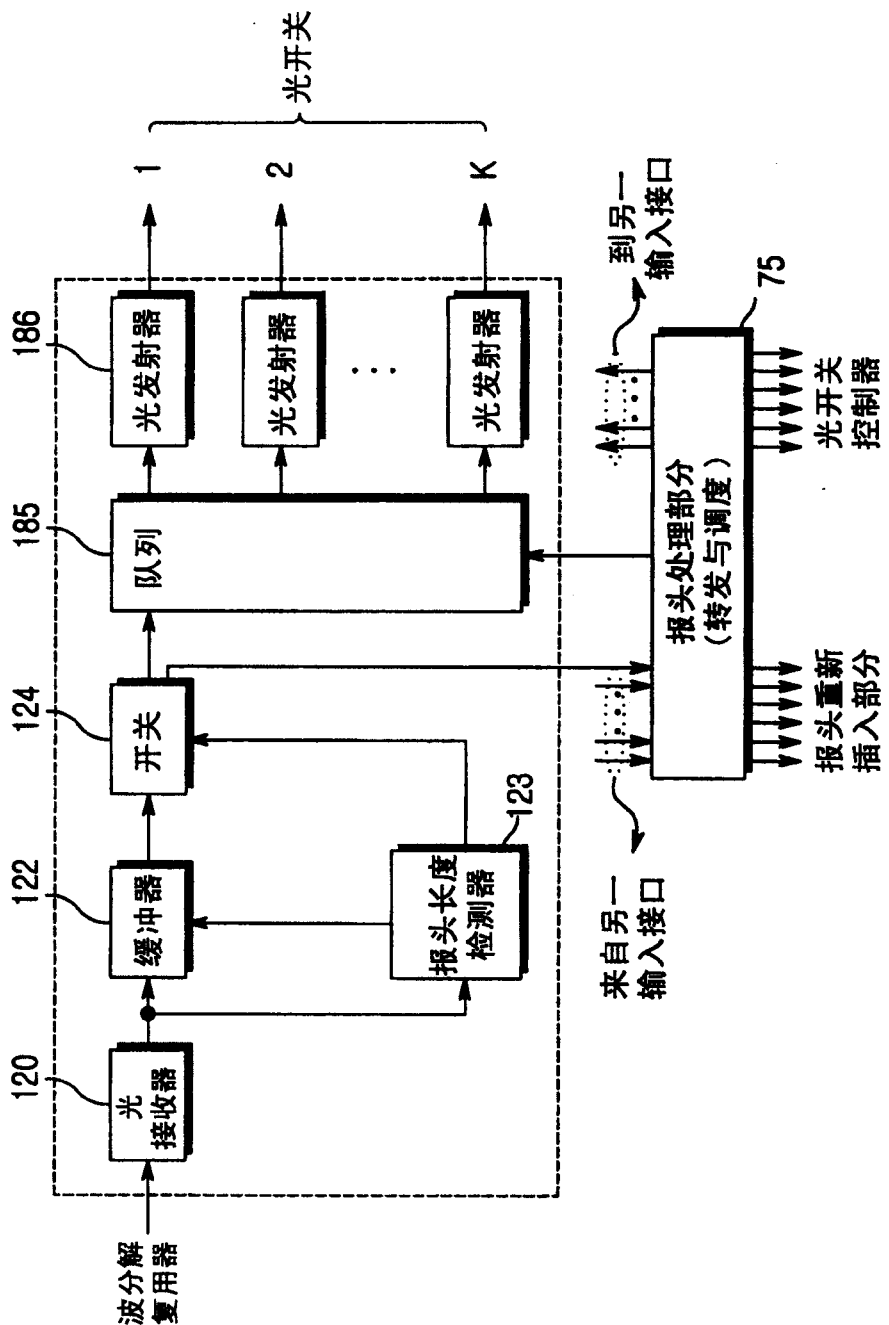


图 9

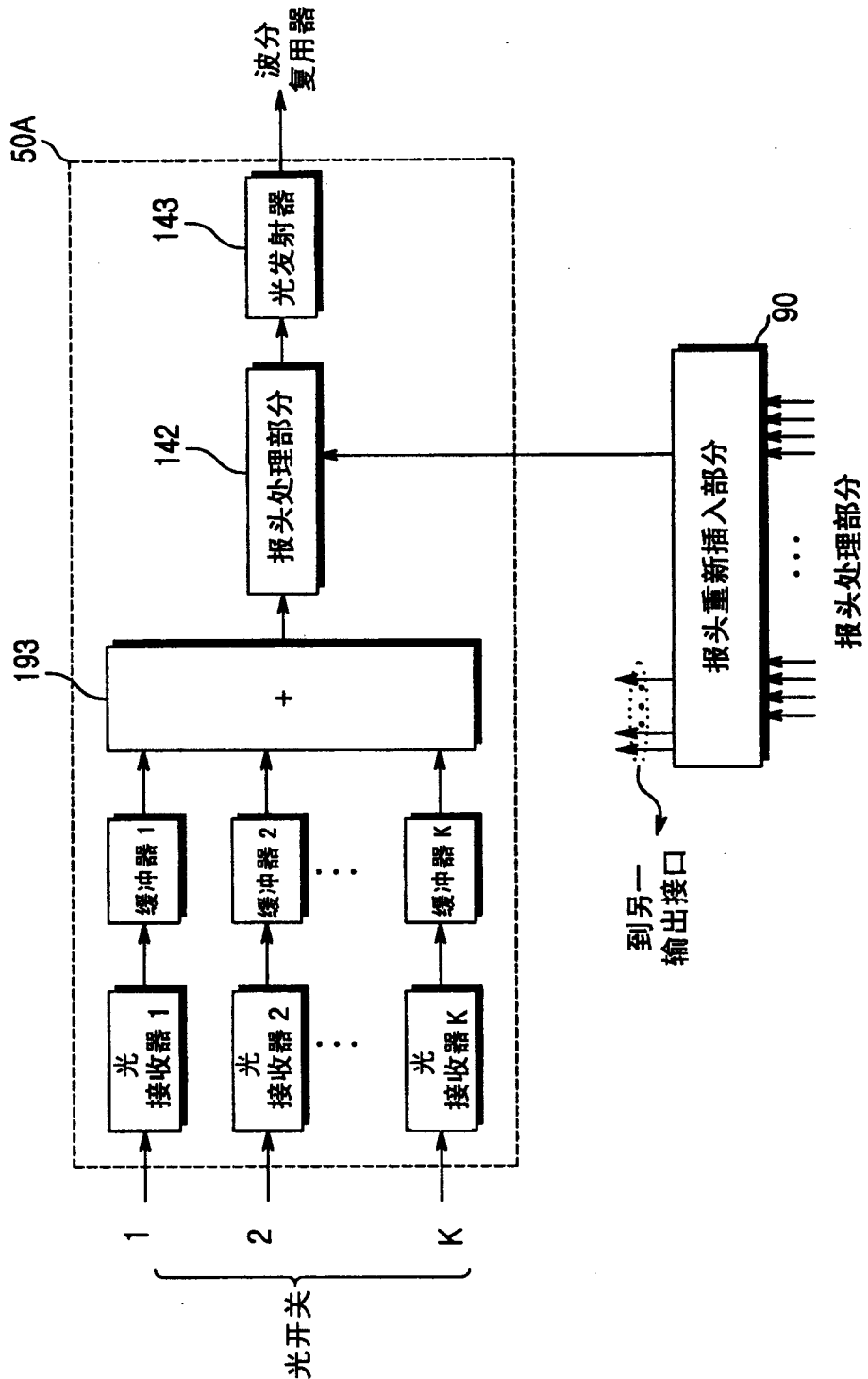


图 10