

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04J 14/02 (2006.01)

H04B 10/12 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01113275.2

[45] 授权公告日 2006 年 10 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 1281018C

[22] 申请日 2001.7.2 [21] 申请号 01113275.2

[71] 专利权人 中兴通讯股份有限公司

地址 518057 深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦法律部

[72] 发明人 陈宝忠 施社平 赵勇 罗来荣

审查员 江红

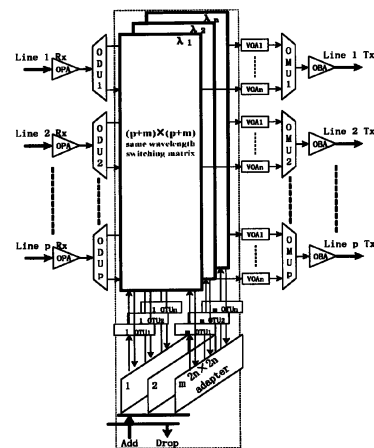
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 4 页

[54] 发明名称

一种光交叉连接节点装置

[57] 摘要

一种光交叉连接节点装置，涉及光网络的光交叉连接点结构，包括 P 条将信号输入核心交换处理部分的路径、一个核心交换处理部分、P 条将信号从核心交换处理部分输出的路径；其中每条信号输入路径由一个光预放 OPA，一个解复用器 ODU 组成，每条信号输出路径由一个可变光衰减器 VOA 阵列、一个复用器 OMU 和一个光功率放大器 OBA 组成；本发明实现了任意波长上下路到指定端口、部分波长完全变换、有限广播、部分波长电再生等功能。



1、一种光交叉连接节点装置，包括 p 条将信号输入核心交换处理部分的路径、一个核心交换处理部分、 p 条将信号从核心交换处理部分输出的路径；其中每条信号输入路径由一个光预放 OPA，一个解复用器 ODU 组成，每条信号输出路径由一个可变光衰减器 VOA 阵列、一个复用器 OMU 和一个光功率放大器 OBA 组成，其特征在于：所述的核心交换处理部分包括 n 个 $(p+m) \times (p+m)$ 同波交换矩阵模块、 m 个 $2n \times 2n$ 适配器和 m 个光转发单元 OTU 组；其中： n 个 $(p+m) \times (p+m)$ 同波交换矩阵模块分别对经过 p 个解复用器 ODU 完成波长分路后的链路信号进行各自波长的同波交换，同时将需要下路处理的波长按 $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$ 为一组分成 m 组，然后分别送入 m 个 $2n \times 2n$ 适配器模块，同波交换矩阵模块并接收上路 OTU 组送来的 m 组波长上路信号以完成交叉连接，再将链路信号送至可变光衰减器 VOA；

m 个 $2n \times 2n$ 适配器和 m 个光转发单元 OTU 组用来完成 $m \times n$ 波长上下路到指定端口、部分波长变换、和波长信号电再生；当完成任意波长上下路到指定端口时，由 $2n \times 2n$ 适配器接收同波交换矩阵模块的下路信号并指配至相应的本地客户层的设备，并将本地客户层的设备上路信号通过 OTU 送至同波交换矩阵模块来实现；当完成波长信号电再生时， $2n \times 2n$ 适配器接收同波交换模块的下路信号，然后再通过 OTU 送回至同波交换模块；当完成部分波长变换时，即下路

波长与上路波长不一致时,则在完成波长信号电再生功能的同时以光/电/光的形式完成了部分波长变换功能。

2、根据权利要求 1 所述的一种光交叉连接节点装置,其特征在于:
所述的 $2n \times 2n$ 适配器在实现有限广播功能时,是经过一个 $2n \times (2n+1)$ 光交叉矩阵交叉的第 $2n+1$ 端口,然后通过 $1:2n$ 光功率分配器分配至 $2n$ 个 1×2 光开关,最后由 1×2 光开关根据广播连接要求将广播信号接入的相应的同波交换模块上路或本地下路。

一种光交叉连接节点装置

技术领域

本发明属于光纤通信中的波分复用 WDM 光网络领域，具体涉及光网络技术中的光交叉连接节点结构。

背景技术

近年来，由于以 IP 为代表的业务以 6~9 月翻一番的速度爆炸式发展，对传输带宽产生了巨大的需求，密集波分复用 DWDM 技术的广泛采用为网络提供了丰富的带宽资源，但同时也使得网络交换节点成为网络发展的瓶颈。为此，众多的设备制造商及组织提出了光交叉连接 OXC 节点的多种解决方案，以消除节点瓶颈，实现大容量、多业务融合、智能化的光传送网络。

从整个通信网络需求来看，未来的 OXC 节点设备需要完成全光交叉连接功能，并具有任意波长上下路到指定端口功能、波长变换功能、广播功能、波长信号电再生功能等功能。同时 OXC 节点设备应具有模块性、可扩展性。不过，由于现有器件水平及其相关技术尚未完全成熟，上述功能尚无法完全实现，这是当前 OXC 节点结构设计所面临的问题。

目前 OXC 节点结构普遍采用的三种方案：图 1 所示是一种传统的 OXC 节点结构，具有 p 个输入/输出链路，每链路内传输 n 个波长，链路内的波长分别由光前置放大器 OPA 完成全光信号放大功能和由

光分波单元 ODU 完成分波功能,然后在核心部分采用 $(p+m) \times (p+m)$ 同波交换矩阵模块和光转发单元 OTU 模块阵列,以实现 $m \times n$ 个波长的上路和 $m \times n$ 个波长的下路,最后由光合波单元 OMU 完成合波功能并由光功率放大器 OBA 完成全光信号放大功能。此方案不能够实现任意波长上下路到指定端口,缺乏灵活性,同时对所有波长采用 OTU 来实现波长信号电再生,存在成本昂贵、缺乏波长透明性以及难以实现波长变换及广播功能等缺点。

图 2 所示是另一种常用的 OXC 节点结构,该结构将图 1 中的光转发单元 OTU 模块换成了光可调衰减器 VOA,并增加上路 OTU 模块,从而具有波长的透明性,同时具有波长模块性和可扩展性等特点。但此方案同样难以实现任意波长上下路到指定端口功能、波长变换及广播功能,而且如何在 OXC 节点有效地实现波长信号电再生也是个问题。

图 3 是另外一种普遍采用的 OXC 节点实现方案,与图 1 所示的方案相比,核心部分采用一个 $(p \times n+m) \times (p \times n+m)$ 的大型光交叉连接矩阵替换 n 个 $(p+m) \times (p+m)$ 同波交换矩阵,从而实现了所有波长完全交叉到指定端口,完全波长变换以及波长信号电再生功能,但是由于光交叉连接矩阵的规模太大,实现困难,成本高,大量的 OTU 进一步增加了 OXC 设备成本,而且此方案缺乏波长透明性,缺少波长模块性,不易于扩展,难以完成有限广播功能。

发明内容

本发明的目的是为了克服上述的各方案存在的缺陷,通过对网络

实际业务分布的统计分析并基于目前器件水平，提出了一种基于分层结构的光交叉连接节点装置。

通过对光传送网需求的统计分析可知光传送网络并不需要在每一节点进行完全交叉、波长变换及电再生，同时现有器件的水平促使我们尽可能采用较小规模的开关矩阵实现更大规模的交叉连接并解决 OXC 的任意波长上下路到指定端口功能、波长变换、广播功能、波长信号电再生功能。为此，本发明提出的一种光交叉连接节点装置是基于分层结构的 OXC 节点装置：包括 p 条将信号输入核心交换处理部分的路径、一个核心交换处理部分、 p 条将信号从核心交换处理部分输出的路径；其中每条信号输入路径由一个光预放 OPA，一个解复用器 ODU 组成，每条信号输出路径由一个可变光衰减器 VOA 阵列、一个复用器 OMU 和一个光功率放大器 OBA 组成，其特征在于：所述的核心交换处理部分包括 n 个 $(p+m) \times (p+m)$ 同波交换矩阵模块、 m 个 $2n \times 2n$ 适配器和 m 个光转发单元 OTU 组；其中： n 个 $(p+m) \times (p+m)$ 同波交换矩阵模块分别对经过 p 个解复用器 ODU 完成波长分路后的链路信号进行各自波长的同波交换，同时将需要下路处理的波长按 $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$ 为一组分成 m 组，然后分别送入 m 个 $2n \times 2n$ 适配器模块，同波交换矩阵模块并接收上路 OTU 组送来的 m 组波长上路信号以完成交叉连接，再将链路信号送至可变光衰减器 VOA；

m 个 $2n \times 2n$ 适配器和 m 个光转发单元 OTU 组用来完成 $m \times n$ 波

长上下路到指定端口、部分波长变换、和波长信号电再生功能；当完成任意波长上下路到指定端口功能时，由 $2n \times 2n$ 适配器接收同波交换矩阵模块的下路信号并指配至相应的本地客户层的设备，并将本地客户层的设备上路信号通过 OTU 送至同波交换矩阵模块来实现；当完成波长信号电再生功能时， $2n \times 2n$ 适配器接收同波交换模块的下路信号，然后再通过 OTU 送回至同波交换模块；当完成部分波长变换功能时，即下路波长与上路波长不一致时，则在完成波长信号电再生功能的同时以光/电/光的形式完成了部分波长变换功能。

在 $2n \times 2n$ 适配器中增加功率分配器或采用电交叉模块则可实现有限广播功能。

附图说明

图 1 是传统的 OXC 结构实现方案一示意图

图 2 是传统的 OXC 结构实现方案二示意图；

图 3 是传统的 OXC 结构实现方案三示意图；

图 4 是本发明的基于分层结构的 OXC 节点结构示意图。

图 5 (a)、(b) 是图 4 的适配器具体实现示意图。

图 6 给出采用功率分配器实现有限广播功能的原理框图。

图 7 是实现本发明的具体实施例示意图。

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明做进一步的描述：

图 1、图 2、图 3 已在背景技术中做了说明。

图 4 是本发明的基于分层结构的 OXC 节点结构示意图：该光交叉

连接节点支持 p 条输入光纤链路和 p 条输出光纤链路 (Line1、Line2.....Line p)，输入与输出光纤链路数可以不相等；每条光纤链路传送 n 个波长信道 (λ_1 、 λ_2 ... λ_n)，各个链路传输的波长信道数可以不相等。每个同波交换模块同时上下路最多 m ($m \leq p$) 路波长 (当输入输出链路不等时， m 不大于其中的较大值。)，总共有 n 个同波交换模块，整个节点可以实现上路 $m \times n$ 个波长和下路 $m \times n$ 个波长。通过 $2n \times 2n$ 适配器对上述 $m \times n$ 路波长进行处理可很好地实现任意波长上下路到指定端口功能、部分波长完全变换、有限广播功能和部分波长电再生功能。下面将对此节点结构进行详细阐述：

链路信号首先经过 p 个光预放 OPA 和 p 个解复用器 ODU 完成波长分路，然后进入核心交换处理部分完成交叉连接功能，再经过可变光衰减器 VOA 阵列实现光功率均衡，保证信道的光域透明性，最后经过 p 个复用器 OMU 和 p 个光功率放大器 OBA 完成波长合路后进入光纤链路传输。

与传统的 OXC 结构具有本质区别的核心处理部分包括三部分： n 个 $(p+m) \times (p+m)$ 同波交换矩阵模块、 m 个 $2n \times 2n$ 适配器和 m 个光转发单元 OTU 组 (OTU₁、OTU₂OTU_n)，其中 1、2..... n 分别对应波长 λ_1 、 λ_2 ... λ_n)。

n 个 $(p+m) \times (p+m)$ 同波交换矩阵模块分别完成各自波长的同波交换，同时将需要下路处理的波长 (每个波长最多 m 个) 按 λ_1 、 λ_2 ... λ_n 一组分成 m 组分别送入 m 个 $2n \times 2n$ 适配器模块，并接收上路 OTU 组送来的 m 组波长上路信号；

m 个 $2n \times 2n$ 适配器和 m 个光转发单元 OTU 组主要完成 $m \times n$ 波长上下路到指定端口、部分波长变换、有限广播功能和波长信号电再生功能：任意波长上下路到指定端口功能的实现由 $2n \times 2n$ 适配器接收同波交换模块的下路信号并指配至相应的本地客户层的设备（如 SDH、GbE 设备），并将本地客户层的设备上路信号通过光转发单元 OTU 送至同波交换模块来实现。

$2n \times 2n$ 适配器接收同波交换模块的下路信号，然后再通过 OTU 送回至同波交换模块，则完成波长信号电再生功能；若下路波长与上路波长不一致，则在完成波长信号电再生功能的同时完成了部分波长变换功能；如果在 $2n \times 2n$ 适配器增加功率分配器或采用电交叉模块则可实现有限广播功能。

本发明所述光交叉连接节点中的 p 个 n 路复用/解复用器、 n 个 $(p+m) \times (p+m)$ 模块、 m 个 $2n \times 2n$ 适配器和 m 个上路光转发单元 OTU 组可以看作三维结构中的不同层面，如果把 n 个 $(p+m) \times (p+m)$ 同波交换模块作为水平层处理模块，则 m 个 $2n \times 2n$ 适配器和 m 个上路的光转发单元 OTU 组可以看成是和水平层正交的垂直层处理模块，而 p 个 n 路复用/解复用器可看成是侧向层处理模块。传统 OXC 节点结构试图在一层或二层内部同时完成交叉连接、部分波长变换、信号再生、有限广播功能，结果导致结构复杂、成本过高、功能顾此失彼。而本发明所述的 OXC 节点技术突破了传统思维的限制，采用分层处理，特别是垂直层的引入并通过水平层和垂直层的配合，在完成全光交叉连接的同时很好地实现了任意波长上下路到指定

端口、部分波长变换、信号再生、有限广播功能等功能，并且结构清晰，各层功能明确，具有模块化，便于设计制造、成本大幅度降低。

下面具体描述垂直层的实施：图 5 是 $2n \times 2n$ 适配器完成任意波长上下路到指定端口、波长信号电再生、部分波长完全变换功能的一种具体实施方式：

图 5(a)所示的 $2n \times 2n$ 光开关来完成 $2n \times 2n$ 适配功能具体如下：

- 1) 若下路的 n 个波长 ($\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$) 中的 λ_1 需要波长信号再生，则波长 λ_1 交换到对应的上路 OTU (λ_1)，通过 OTU 实现波长信号电再生；
- 2) 若下路的 n 个波长 ($\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$) 中的波长 λ_1 上的光信号需要变换到另外一条链路的 n 个波长 ($\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$) 中的某一个波长上（假设变换到波长 λ_k ），则波长 λ_1 交换到对应的上路 OTU (λ_k) 上，实现波长完全变换；
- 3) 若需要完成任意波长上下路到指定端口，则通过光开关直接将指定波长与相应客户端设备光口连接即可。

图 5(b)所示是一个 $2n$ 端口输入， $2n$ 端口输出的适配器和上路 OTU 的组合示意图，图中采用 n 个 2×2 光开关和一个 $n \times n$ 光开关来实现 $2n \times 2n$ 的适配功能：其除无下路指配功能外与图 5(a)完成的功能完全相同，并且可以减小光开关矩阵的规模。若需要下路指配功能，则在 $D_1, D_2 \dots D_n$ 处连接另外一个 $n \times n$ 光开关矩阵即可。

当要实现有限广播功能时，只是在附图 5(a)和(b)的光开关矩阵用电开关矩阵代替(需要光电—电光转换)即可完成有限广播功能。

采用此方案，一个波长上的信号可以广播到另一链路中的同一波长上，也可以广播到另一链路中的其他波长上。

图 6 给出采用功率分配器实现有限广播功能的原理框图：当从同波交换模块来的某一下路信号或本地的某一上路信号需要实现广播功能时，首先经过 $2n \times (2n+1)$ 光交叉矩阵交叉的第 $2n+1$ 端口，然后经过 $1:2n$ 光功率分配器分配至 $2n$ 个 1×2 光开关，最后由 1×2 光开关根据广播连接要求将广播信号接入的相应的同波交换模块上路或本地下路，从而实现有限广播功能。

图 7 给出本发明支持 6 个链路/每链路 8 个波长的 OXC 节点结构的具体实现：包括 OPA 和 OBA 模块、ODU 和 OMU 模块、VOA 模块、 8×8 同波交换矩阵模块、上路 OTU 模块和 16×16 适配模块等组成，具体实现过程同上面对图 4 的描述。可以实现以下功能：

- a) 具有全光交叉连接功能；
- b) 具有 6 链路、每链路 8 波长的同波交换能力；
- c) 具有任意波长上下路到指定端口功能，最多可上下 16 个波长通道；
- d) 16 个波长通道具有波长完全变换能力；
- e) 16 个波长通道具有电再生能力；
- f) 具有波长模块性和可扩展性；

本发明的基于分层结构的 OXC 节点装置采用较小规模的开关矩阵，在保证完成足够交叉连接能力、避免节点内部损耗限制的前提下，同时实现了 OXC 中的任意波长上下路到指定端口功能、部分波长完

全变换、有限广播功能、部分波长电再生功能，并且具有波长模块性和可扩展性，同时保持一定波长透明性，并能够以较低的成本解决当前网络对业务调度、保护/恢复及可靠性等方面的需求。

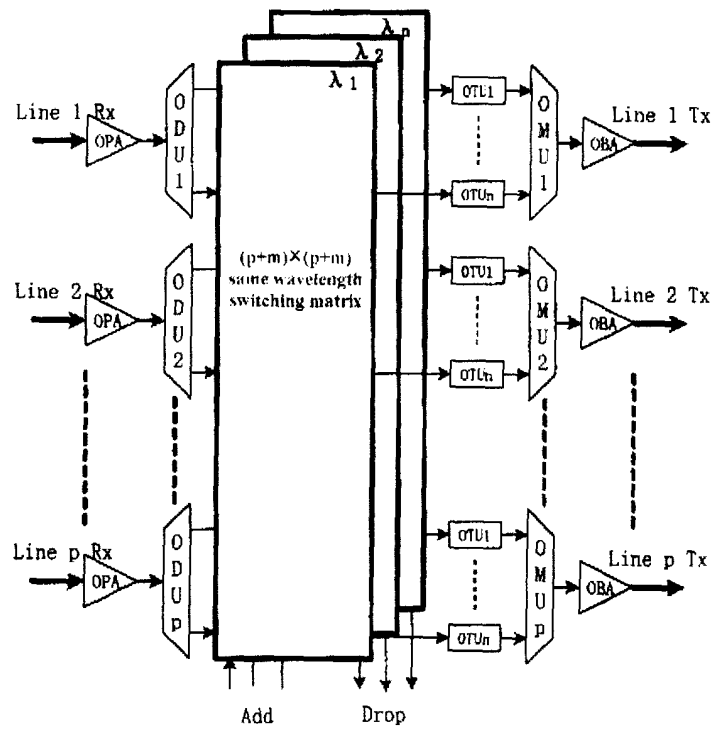


图 1

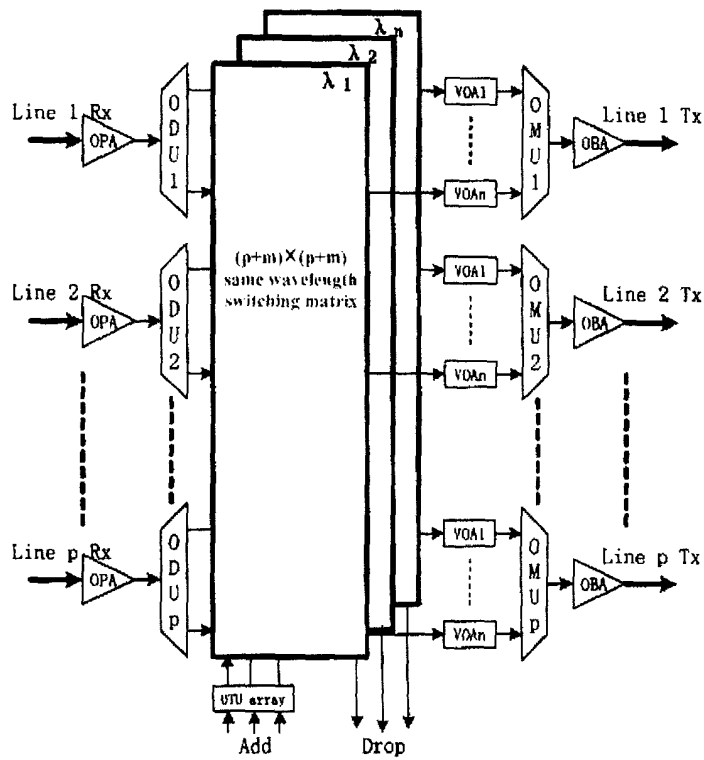


图 2

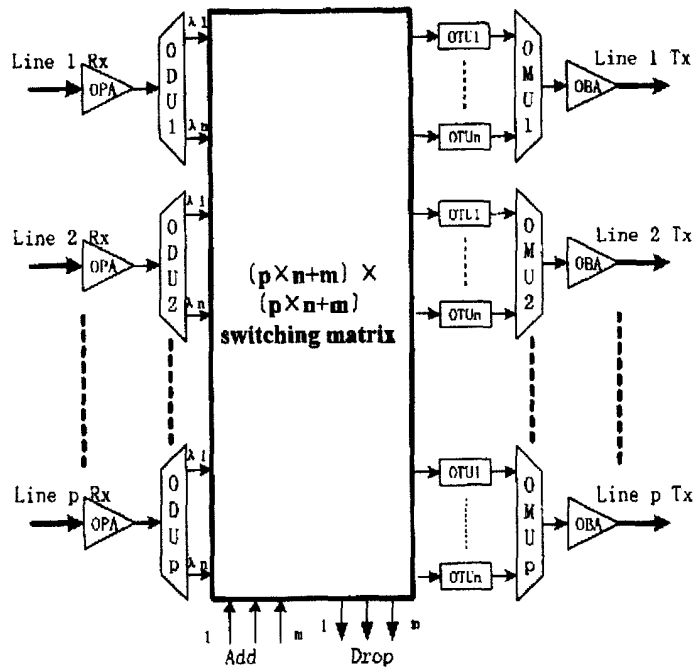


图 3

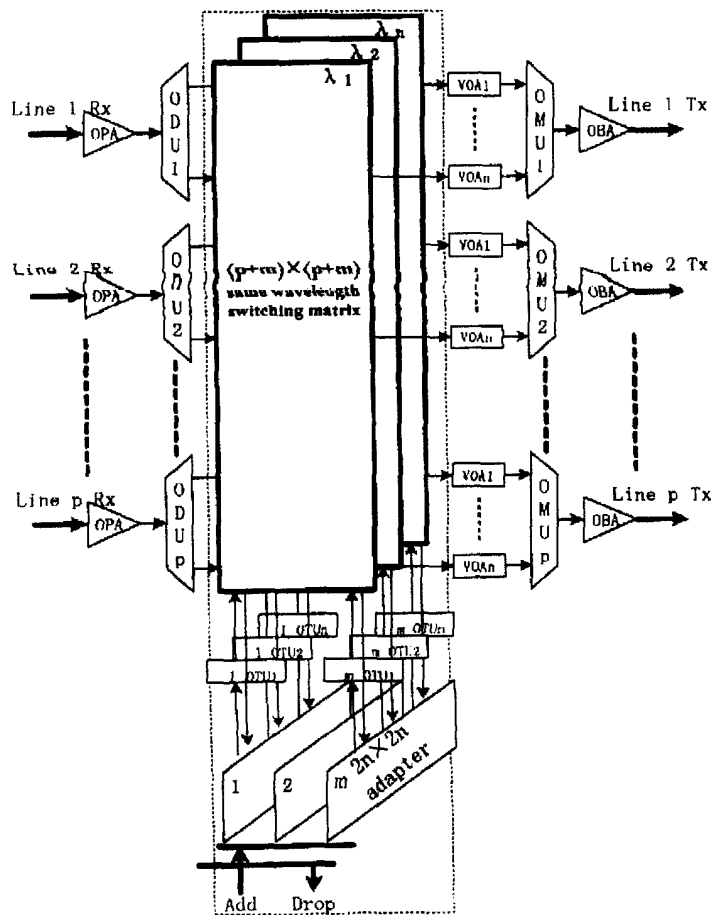


图 4

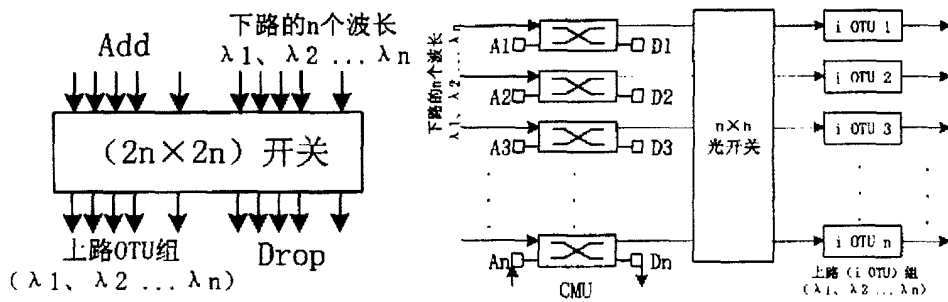


图 5(a)

图 5 (b)

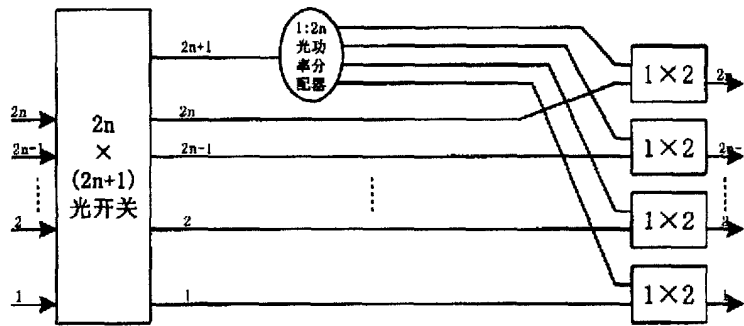


图 6

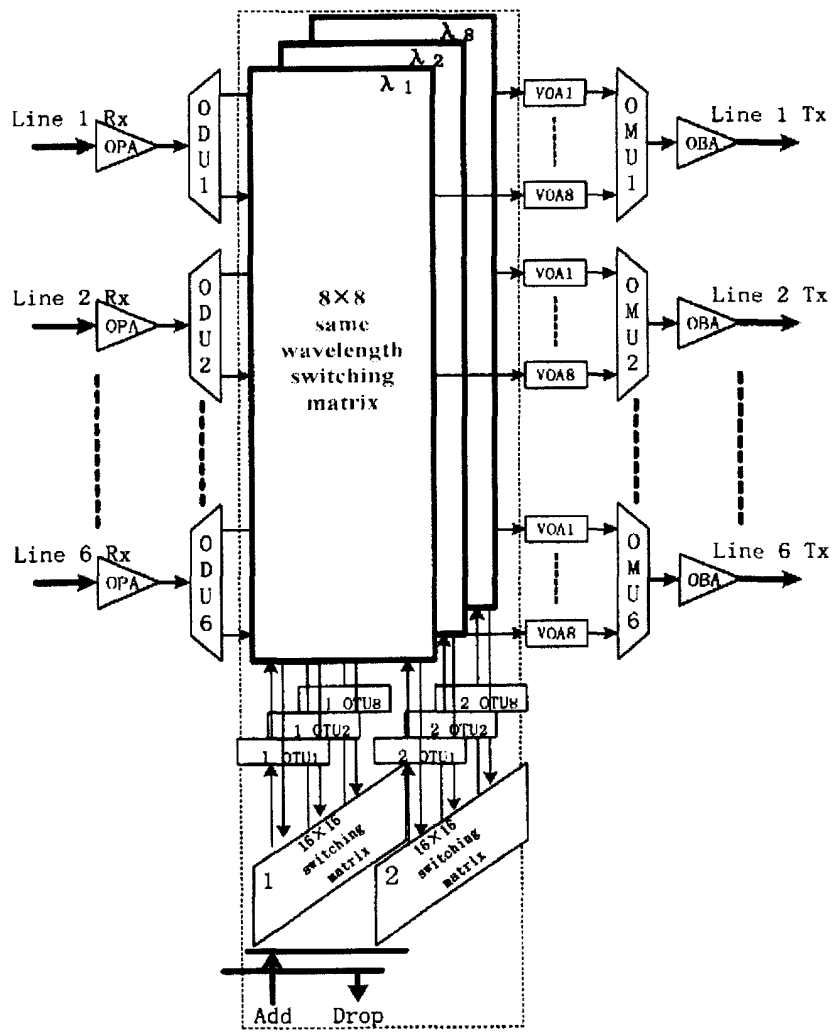


图 7