

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局



(43) 国际公布日  
2009年5月7日 (07.05.2009)

PCT

(10) 国际公布号  
WO 2009/056064 A1

- (51) 国际专利分类号: H04B 10/12 (2006.01) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为基地总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (21) 国际申请号: PCT/CN2008/072823 (72) 发明人; 及
- (22) 国际申请日: 2008年10月24日 (24.10.2008) (75) 发明人/申请人 (仅对美国): 喻凡 (YU, Fan) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为基地总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (25) 申请语言: 中文 (74) 代理人: 北京同立钧成知识产权代理有限公司 (LEADER PATENT & TRADEMARK FIRM); 中国北京市朝阳区北辰西路69号峻峰华亭A座902, Beijing 100029 (CN)。
- (26) 公布语言: 中文 (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, [见续页]
- (30) 优先权: 200710167350.7  
2007年10月25日 (25.10.2007) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.)

(54) Title: AN OPTICAL LINE TERMINAL, A REMOTE NODE UNIT, AN OPTICAL TRANSMISSION METHOD AND SYSTEM THEREOF

(54) 发明名称: 光线路终端、远端节点单元、光传输方法及系统

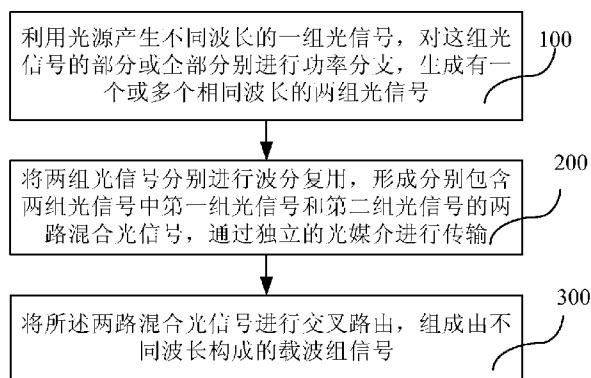


图5 / FIG. 5

100 according to a group of optical signal having different wavelength generated by the optical source, performing the power branching to part or all the group of optical signals to generate one or more two group of signals having equal wavelength

200 performing a wavelength division multiplexing on the two group of optical signals to form two paths of mixed optical signals respectively including the first group of optical signal and the second group of optical signal in the two group of optical signals

300 performing a crossing routing on the two paths of mixed optical signals to constructing carrier group signal having different wavelengths

(57) Abstract: An optical line terminal, a remote node unit, an optical transmission method thereof are provided, wherein, the method includes following steps: performing the power branching respectively to part of or all the M optical signals having different wavelengths generated by M optical sources, thus forming a first group of optical signal including the first branching optical signal and a second group of optical signal including the second branching optical signal, the first group of optical signal and second group of optical signal both have N different wavelengths; performing a crossing route to the first group of optical signal and the second group of optical signal to form N carrier groups of signals that needed to provide to N optical network units. The embodiments of the present invention can solve the problems in the prior art such as the greater number of optical source, the higher cost, and the lower reception quality, the lower efficiency or the higher cost of the optical power, thus the number of the optical source in the network is reduced and the transmission quality of

the signal is improved and at the same time, the system cost is decreased.

[见续页]

WO 2009/056064 A1



GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,

本国际公布:

— 包括国际检索报告。

(57) 摘要:

本发明提出了一种光线路终端、远端节点单元、光传输方法及系统, 其中, 该方法包括: 将 M 个光源产生的 M 个不同波长的光信号的部分或全部分别进行功率分支, 形成包含第一分支光信号的第一组光信号和包含第二分支光信号的第二组光信号, 第一组光信号和第二组光信号均具有 N 个不同波长; 将第一组光信号和第二组光信号进行交叉路由, 形成需要提供给 N 个光网络单元的 N 个载波组信号。本发明各实施例可解决现有技术中光源数量较多、成本高及现有的技术方案接收质量不高、光源功率利用率不高或成本较高等问题, 实现降低网络中光源的数量、提高信号传输质量, 并同时降低系统的成本。

## 光线路终端、远端节点单元、光传输方法及系统

本申请要求于 2007 年 10 月 25 日提交中国专利局、申请号为 200710167350.7、发明名称为“光线路终端、远端节点单元、减少光源数量的方法及系统”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申  
5 请中。

### 技术领域

本发明属于网络通信技术领域，涉及一种光线路终端、远端节点单元、光传输方法及系统，特别是一种波分复用系统中能够减少光网络光源数量的  
10 光线路终端、远端节点单元、光传输方法及系统。

### 背景技术

目前光接入技术的共同特点是：光线路终端 (Optical Line Terminal, 简称 OLT) 和光网络单元 (Optical Network Unit, 简称 ONU) 之间通过光  
15 分路器分配光信号，上下行载波分别使用不同的波长进行数据传输。

现有的光网络系统中存在较大的光损耗，并且传统的无源光网络 (Passive Optical Network, 简称 PON) 技术在传输距离和分路比等方面都受到了限制，各 ONU 获得的上行带宽有限，很难满足高清晰数字等高带宽业务的需求。

20 针对现有光网络系统的情况，在接入网中引入波分复用技术 (Wavelength Division Multiplex, 简称 WDM) 可以解决 PON 技术的问题。如图 1 所示，每个 ONU 分配 2 个不同的波长，分别用于上行和下行载波的传输。光线路终端，置于如图 1 所示的中心局 (CO) 中，光线路终端 (OLT) 使用多波长光源，下行传给 ONU1, ONU2. . . ONU<sub>n</sub> 的数据分别调制到波  
25 长为  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、. . .  $\lambda_n$  的光载波上后发送，通过无源远端节点 (Remote node, 简称 RN) 把信号分配给目的光网络单元，完成下行传输。上行传输

时，ONU间采用（Wavelength-Division Multiplexing Access，简称WDMA）解决信道竞争问题，每个ONU使用一个特定的波长承载上行数据，如图 1 所示n个ONU分别在 $\lambda 1^*$ 、 $\lambda 2^*$ 、...、 $\lambda n^*$ 的光载波上承载上行数据，不需要定时和网络同步。上行信号通过波长光栅路由器（Wavelength Grating Router，简称WGR）上传到OLT的接收端，如通过图 1 中的阵列波导光栅（Arrayed Waveguide Grating，简称 AWG）上传到OLT的接收端。但是现有的WDM-PON相对其他宽带接入方式，初期投资太大，成本过高，其主要原因是系统中需要使用大量的光源。如图 1 所示，对于有N个ONU的系统，每个ONU采用不同波长作为上、下行的载波信号，此WDM-PON系统将使用 2N个光源；对于有些波分复用系统，每个ONU需要两个上行载波以获得较高的上行调制信号功率，有N个ONU的系统，每个ONU占用 3 个光载波，采用一个波长的下行载波，和 2 个不同波长的上行载波信号，系统中将使用 3N个光源。为了降低PON系统中的光源数量，现有技术主要通过以下两种方式：

#### 一、光网络单元处采用重调制的方式

这种方式对于有 N 个 ONU 的系统，每个 ONU 采用相同波长传输上下行信号，系统中将使用 N 个光源，光源总数目与图 1 所示的系统相比可降低一半。具体的：ONU 把来自 OLT 的携带有下行数据的下行光信号分成两部分，一部分用于探测恢复出下行数据，另一部分用于上行数据发送，上行数据重调制于此部分下行光上，再发送回 OLT，如图 2 所示，每个 ONU 的上下行承载于同一个波长，ONU 不设置光源，只在 OLT 处设置光源。

第一种方式虽然可以降低光源的数量，但光网络单元处采用重调制的方式，在下行光上承载的下行数据对上行数据的调制会有影响，影响系统 OLT 处上行数据的接收质量。

#### 二、基于宽谱光源谱分割的方式

OLT 处设置两个高功率的宽谱光源，采用宽谱光源谱分割的方法为 OLT 和 ONU 分别提供下行光载波和上行光载波，如图 3 中的宽谱光源（Broadband

Light Source, 简称 BLS), 第二宽谱光源用于给 OLT 提供锁波长的光源, 第一宽谱光源用于为 ONU 提供锁波长的光源。宽谱光源发出的宽谱光经解复用器 (Demultiplexer, DEMUX) 进行谱分割后得到一系列窄光谱光, 注入到一系列置于中心局内的 OLT 或 ONU 的接收/发送部分中产生注入锁定光源, 如图 3 所示。

上述谱分割的方式将宽频光谱分割成若干个窄光谱, 窄光谱之间存在频谱间隙, 因此, 光源功率的利用率不高; 同时, 高功率宽谱光源器件还不太成熟, 成本高。

现有技术中波分复用系统需要使用较多的光源, 虽然现有技术中有降低光源数量的方式, 但同时会带来信号传输质量不高、光源功率利用率不高或成本较高等问题。

## 发明内容

本发明的第一目的是提供一种光传输方法, 用以解决现有的光网络系统光源数量较多、成本高及现有的降低网络光源数量的技术方案信号传输质量不高、光源功率利用率不高等问题, 实现降低网络中光源的数量、提高接收质量, 并同时降低系统的成本。

本发明的第二目的是提供一种光线路终端, 用以解决现有的光线路终端降低网络光源数量的技术方案需要加入高功率宽谱光源器件、光源功率利用率不高、成本较高或现有的技术方案接收质量不高等问题, 实现既降低网络中光源的数量、提高信号传输质量, 又同时降低系统的成本。

本发明的第三目的是提供一种远端节点单元, 用以解决现有的光网络系统光源数量较多、成本较高等问题, 实现既降低网络中光源的数量、提高信号传输质量, 又同时降低系统的成本。

本发明的第四目的是提供一种光传输系统, 用以解决现有的光网络系统光源数量较多、成本高及现有的降低网络光源数量的系统接收质量不高、光

源功率利用率不高等问题，实现降低网络中光源的数量、提高信号传输质量，并同时降低系统的成本。

为了实现本发明第一目的，本发明一光传输方法实施方式，利用光线路终端上的 M 个光源为 N 个光网络单元提供 K 个载波，所述 M、N 和 K 都为大于 1 的整数，且  $K > M \geq N$ ，所述方法包括：

将 M 个光源产生的 M 个不同波长的光信号的部分或全部分别进行功率分支，形成包含第一分支光信号的第一组光信号和包含第二分支光信号的第二组光信号，其中，所述第一组光信号和所述第二组光信号均具有 N 个不同波长；

将所述第一组光信号和所述第二组光信号进行交叉路由，形成需要提供给 N 个光网络单元的 N 个载波组信号，其中，所述 N 个载波组信号共有 K 个载波，每一个载波组信号包含第一组光信号的载波和第二组光信号的载波，且每个载波组信号包含的载波的波长不同。

为实现本发明第二目的，本发明光线路终端的实施方式包括产生 M 个不同波长的光源模块，光线路终端上的 M 个光源为 N 个光网络单元提供 K 个载波，所述 M、N 和 K 都为大于 1 的整数，且  $K > M \geq N$ ，所述光线路终端还包括：

处理模块，用于将光源模块产生的具有不同波长的一组光信号中部分或全部分别进行功率分支，形成包含第一分支光信号的第一组光信号和包含第二分支光信号的第二组光信号，并将下行数据调制到所述第一组光信号，其中，所述第一组光信号和所述第二组光信号均具有 N 个不同波长，所述第二组光信号用作上行载波；

波分复用模块，用于分别对调制有下行数据的光信号和所述第二组光信号分别进行波分复用，形成分别包含调制有下行数据的第一组光信号和用作上行载波的第二组光信号的两路混合光信号；

接收模块，用于接收 N 个光网络单元的上行光信号，其中，每一个光网络

单元的上行光信号的载波与发送给该光网络单元的下行载波的波长不同。

为了实现本发明第三目的，本发明一远端节点单元的实施方式包括：

交叉路由模块，用于对输入的多路混合光信号进行交叉路由，组成多个由不同波长构成的载波组信号，将多个载波组信号分别作为不同光网络单元  
5 的载波；

其中，所述多路混合光信号中的每路混合光信号均包含多个不同波长的载波，且多路混合光信号具有一个或多个相同波长的载波。

为了实现本发明第四目的，本发明一光传输系统的实施方式包括：依次相连的能够产生 M 个不同波长光信号的光线路终端、远端节点单元及 N 个  
10 光网络单元，光线路终端能够为所述 N 个光网络单元提供 K 个载波，所述 M、N 和 K 都为大于 1 的整数，且  $K > M \geq N$ ，

光线路终端，用于产生 M 个不同波长的一组光源，对部分或全部光源分别进行功率分支，生成包含第一分支光信号的第一组光信号和包含第二分支光信号的第二组光信号，将下行数据调制于所述第一组光信号中，将  
15 调制有下行数据的第一组光信号和所述第二组光信号分别进行波分复用，形成分别包含调制有下行数据的第一组光信号和第二组光信号的两路混合光信号；

远端节点单元，与所述光线路终端连接，用于对输入的两路混合光信号进行交叉路由，组成多个由不同波长构成的载波组信号，将多个载波组信号  
20 分别作为不同光网络单元的载波，其中，每一个载波组信号包含两路混合光信号中未调制下行数据的混合光信号的一个载波和两路混合光信号中调制有下行数据的混合光信号的一个载波。

综上所述，本发明提出了一种光线路终端、远端节点单元、能够降低网络光源数量的光传输方法及系统，各技术方案重复利用产生的光源将一个或一组光源产生的光信号分成了相同的两路或有重叠波长的两组，将一路混合光信号功率分支成了相同的两路，将两路或两组光信号分别作为不  
25

同光网络单元的载波。对于两组光信号形成的混合光信号通过后续的交叉路由,实现了将同一光源产生的同一波长光分别用于不同光网络单元(ONU)的载波。现有技术中有  $N$  个 ONU 的系统需要使用  $2N$  或  $3N$  个光源,经过验证,本发明各实施例只需设置大约  $N$  个光源既可,因此,可以有效的减少网络中所使用的光源数量,进而降低系统成本,并且,本发明采用成熟的简单器件即可实现,波分复用可以采用现有的阵列波导光栅(Arrayed Waveguide Grating, 简称 AWG),调制可以采用成熟的马赫曾德尔调制器(Mach-Zehnder Modulator, 简称 MZM)或者电吸收调制器(electro-absorption modulator, 简称 EAM)等,与现有技术方案 2 相比,本发明采用较低的成本即可以实现减少光源数量,并且由于上下行载波的波长不相同,所以信号传输的质量比现有技术方案 1 相比又有很大提高。

下面通过附图和实施例,对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

## 15 附图说明

- 图 1 为现有的波分复用系统结构示意图;
- 图 2 为现有的基于重调制的无源光网络系统结构示意图;
- 图 3 为现有的基于宽谱光源谱分割的无源光网络系统结构示意图;
- 图 4 为本发明能够减少光源数量的光传输方法实施例一流程图;
- 图 5 为本发明能够减少光源数量的光传输方法实施例二流程图;
- 图 6 为本发明能够减少光源数量的光传输方法实施例三流程图;
- 图 7 为本发明能够减少光源数量的光传输方法实施例四流程图;
- 图 8 为本发明能够减少光源数量的光传输方法实施例五流程图;
- 图 9 为本发明能够减少光源数量的光传输方法实施例六流程图;
- 图 10 为本发明光线路终端实施例一结构示意图;
- 图 11 为本发明光线路终端实施例二结构示意图;

图 12 为本发明能够减少光源数量的光传输系统实施例一及远端节点单元实施例一结构示意图；

图 13 为本发明能够减少光源数量的光传输系统实施例二、远端节点单元实施例二及光线路终端实施例三结构示意图；

5 图 14 为本发明能够减少光源数量的光传输系统实施例三结构示意图；

图 15 为本发明能够减少光源数量的光传输系统实施例四及远端节点单元实施例三结构示意图；

图 16 为本发明能够减少光源数量的光传输系统实施例五及远端节点单元实施例四结构示意图；

10 图 17 为本发明能够减少光源数量的光传输系统实施例六结构示意图；

图 18 为本发明能够减少光源数量的光传输系统实施例七及远端节点单元实施例五结构示意图；

图 19 为本发明能够减少光源数量的光传输系统实施例八及远端节点单元实施例六结构示意图；

15 图 20 为本发明能够减少光源数量的光传输系统实施例九及远端节点单元实施例七结构示意图。

### 具体实施方式

20 图 4 为本发明能够减少光源数量的光传输方法实施例一流程图。如图 4 所示，本实施例包括：

步骤 10. 将一个光源产生的光信号，功率分支为两路光信号；

步骤 20. 将所述两路相同波长的光信号分别作为不同光网络单元的载波。

具体的，可以将同一光源发出的光信号功率分支为两路相同波长的光信号，分别作为不同光网络单元的上行载波和下行载波，如利用波长  $\lambda_1$  的一个光源功率分支产生两路波长均为  $\lambda_1$  的光信号，并将其中一路波长为  $\lambda$

的光信号作为某一光网络单元的上行载波,将另一路波长为 $\lambda_1$ 的光信号作为另一不同光网络单元的下行载波。与现有技术不同,现有技术中一个光源产生的某波长的光信号,只利用一次,只能作为某一个光网络单元的下行载波或上行载波。本实施例重复利用同一光源产生的某波长的光信号,将同一光源发出的光,分成两部分,并分别作为两个不同ONU的载波,因此,对于两个不同的ONU,只利用一个光源,即可产生两个光载波信号,从而可有效减少光源的数量。

图 5 为本发明能够减少光源数量的光传输方法实施例二流程图。如图 5 所示,本实施例包括:

10 步骤 100. 利用光源产生不同波长的一组光信号,对产生的这组光信号的部分或全部分别进行功率分支,生成有一个或多个相同波长的两组光信号,即生成包含第一分支光信号的第一组光信号和第二分支光信号的第二组光信号;

15 步骤 200. 将两组光信号分别进行波分复用,形成分别包含所述两组光信号中第一组光信号和第二组光信号的两路混合光信号,通过独立的光媒介进行传输;

步骤 300. 将所述两路混合光信号进行交叉路由,组成由不同波长构成的载波组信号,其中,由不同波长构成的载波组信号分别作为不同光网络单元的载波。

20 本实施例与图 4 实施例相同之处均是重复利用光源产生的光,但本实施例针对的是一组波长各不相同的光源,将这一组光源中的一个或多个光源采用图 4 的方法,即同一光源产生的信号功率分支为波长相同的两路,这样,一组光信号可以分离成两组光信号,该两组光信号有一个或多个光信号的波长相同。在分离为两组光信号后,将两组光信号分别进行波分复  
25 用,形成两路混合光信号,后续再将两路混合光信号分别进行交叉路由,这样,这一组光源中的一个或多个光源产生的两路波长相同的光信号分别

作为不同 ONU 的载波。本实施例具体可参见图 12 或图 13 实施例以便于理解。

本实施例还是基于重复利用波长的方式，采用本实施例所述的方法，对于有 N 个 ONU 的波分复用系统，最少只需设置等于 N 个光源。如，设置 N 个光源时，发出的连续光波长分别为  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、...、 $\lambda_N$ ，重复利用此 N 个波长的光，将这 N 个波长的光分成两组，每组有 N 个不同波长；将第一组光信号  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、...、 $\lambda_N$  作为下行载波承载下行数据，其中，每一个下行载波对应一个 ONU；第二组光信号  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、...、 $\lambda_N$  作为承载上行数据的上行载波，其中，每一个上行载波对应一个 ONU；后续会对波分复用后的两组光信号进行交叉路由，使得输出给每一个 ONU 的上行载波和下行载波不同，例如，将上述第一组光信号的  $\lambda_1$  和第二组光信号的  $\lambda_2$  分别用作 ONU1 的下、上行载波；第一组光信号的  $\lambda_2$  和第二组光信号的  $\lambda_3$  分别用作 ONU2 的下、上行载波；...；而第一组光信号的  $\lambda_N$  和第二组光信号的  $\lambda_1$  分别用作 ONU 的下、上行载波，实现了将同一光源产生的同一波长光分别用于不同光网络单元 (ONU) 的上行和下行数据载波，利用 N 个数量的一组光源即可以实现产生 N 个不同 ONU 的上、下行数据的载波。如图 12 实施例所示，产生的两组光信号完全相同，共需 N 个光源；图 13 实施例的两组光信号则不完全相同，如图 13 所示，需要利用 N+1 个光源，产生每组包含 N 个波长的两组光信号，前 N 个光源产生的不同波长光信号为一组，后 N 个光源产生的不同波长光信号为第二组。

通过上述举例可知，本实施例在有 N 个 ONU 的 WDM 系统，在 ONU 的数量较多时，即 N 比较大时只使用大约 N 个光源，与普通的 WDM PON 系统相比，光源数量大约可以减少一半，可以减少网络中所使用的光源数量，从而可以有效的降低成本。

本发明采用成熟的简单器件即可实现，与现有技术方案 2 相比，本发明采用较低的成本即可以实现减少光源数量，并且由于上下行载波的波长

不相同，所以信号传输的质量比现有技术方案 1 相比又有很大提高。

图 6 为本发明能够减少光源数量的光传输方法实施例三流程图。图 6 与图 5 类似，具有与图 5 相同的功能，但是波分复用过程进一步细化，将两组光信号分别作为上行载波和下行载波，并调制下行数据到下行载波，如图 6 所示，本实施例包括：

步骤 100. 利用光源产生不同波长的一组光信号，对产生的这组光信号的部分或全部分别进行功率分支，生成有一个或多个相同波长的两组光信号，即生成包含第一分支光信号的第一组光信号和包含第二分支光信号的第二组光信号；

步骤 110. 将所述两组光信号中的第一组光信号作为下行载波，将下行数据分别调制于所述第一组光信号；将所述两组光信号中的第二组光信号作为承载上行数据的上行载波；

步骤 200. 将两组光信号分别进行波分复用，形成分别包含所述第一组光信号和所述第二组光信号的两路混合光信号；

步骤 310. 将所述两路混合光信号进行交叉路由，生成多个载波组信号，其中，所述每个载波组信号包含两个不同波长的光信号，每个载波组信号包含的两个不同波长的光信号分别属于所述两路混合光信号；

步骤 320. 每个载波组信号中波长不同的两个光信号分别作为同一光网络单元的上行载波和下行载波。

本实施例将两组光信号分别作为上行载波和下行载波，并将下行数据调制到其中一组光信号中，接收到所述不同载波组信号的不同光网络单元，分别将上行数据调制到载波组信号中的上行载波上，通过接收的可逆路径向上行发送。对两组光信号分别进行波分复用具体可参见图 12、13、15、16、20 等实施例。本实施例对两组光信号进行交叉路由，如图 5 实施例所例举的将两组光信号中第一组光信号的  $\lambda_1$  和第二组光信号的  $\lambda_2$  分别用作 ONU1 的下、上行载波；第一组光信号的  $\lambda_2$  和第二组光信号的  $\lambda_3$  分别用作

ONU2 的下、上行载波; ... ..; 而第一组光信号的  $\lambda_N$  和第二组光信号的  $\lambda_1$  分别用作 ONU 的下、上行载波, 这时, 每个载波组信号由波长相邻的两两光波信号组成。当然也可以采取其它交叉路由或交叉联合的方式, 如将第一组光信号的  $\lambda_1$  和第二组光信号的  $\lambda_3$  分别用作 ONU1 的下、上行载波; 第一组光信号的  $\lambda_2$  和第二组光信号的  $\lambda_4$  分别用作 ONU2 的下、上行载波; ... ..; 而第一组光信号的  $\lambda_N$  和第二组光信号的  $\lambda_2$  分别用作 ONU 的下、上行载波, 这时, 每个载波组信号由波长相隔的两两光波信号组成。本领域普通技术人员应当了解, 交叉路由的方式有多种, 只要是分别位于两组光信号中且不同波长的光信号组合成一组即可, 以满足每个交叉组合信号作为同一 ONU 的上、下行载波波长不同的要求。

图 7 为本发明能够减少光源数量的光传输方法实施例四流程图。图 7 与图 6 不同, 如图 7 所示, 本实施例包括:

步骤 100. 利用光源产生不同波长的一组光信号, 对产生的这组光信号的部分或全部分别进行功率分支后, 生成具有一个或多个相同波长的两组光信号, 即生成包含第一分支光信号的第一组光信号和包含第二分支光信号的第二组光信号;

步骤 110. 将所述两组光信号中的第一组光信号作为下行载波, 将下行数据分别调制于所述第一组光信号; 将所述两组光信号中的第二组光信号作为承载上行数据的上行载波;

步骤 120. 将调制有下行数据的信号和所述第二组光信号进行交叉耦合, 生成多个载波组信号, 其中, 所述每个载波组信号耦合两个不同波长的光信号;

步骤 210. 对两组光信号交叉耦合后生成的多个载波组信号进行交叉路由, 形成分别包含所述两组光信号中第一组光信号和第二组光信号的两路混合光信号, 将所述两路混合光信号通过独立的光媒介进行传输;

步骤 220. 将所述两路混合光信号进行交叉路由, 恢复成所述多个载波

组信号，其中，每一个载波组信号包含两个不同波长的光信号，所述每一个载波组信号包含的两个不同波长的光信号分别属于所述两路混合光信号；

步骤 320. 将交叉路由后的多个载波组信号作为不同光网络单元的载波。

对两组光信号进行交叉耦合之后再行波分复用具体可参见图 14 或图 18 实施例中光线路终端内部的结构。

综合图 6 和图 7 实施例，对两组光信号进行波分复用有多种方式：

1) 直接将第一组光信号和第二组光信号分别进行波分复用，如，将第一组含有的  $N$  个光信号作为一个波分复用器件（如 AWG）的  $N$  个输入进行波分复用；将第二组含有的  $N$  个光信号作为另一个波分复用器件的  $N$  个输入进行波分复用，由此形成波分复用后的两路混合光信号；

2) 第一组光信号和第二组光信号先进行交叉耦合，生成载波组信号，每个载波组信号包括第一组光信号中的某一波长信号和第二组光信号中的与该波长不同的一上行载波信号，如第一组光信号的  $\lambda_1$  和第二组光信号的  $\lambda_3$  交叉耦合为第 1 个载波组信号；第一组光信号的  $\lambda_2$  和第二组光信号的  $\lambda_4$  交叉耦合为第 2 个载波组信号；... ...；而第一组光信号的  $\lambda_N$  和第二组光信号的  $\lambda_2$  交叉耦合为第  $N$  个载波组信号，然后通过一个波分复用器件，如通过一个  $2 \times N$  端口 AWG 器件对组合后的信号进行交叉路由，输出波分复用后的两路混合光信号，具体可参见图 14 所示的实施例。

本实施例在对两组光信号进行波分复用之前还加入了交叉耦合的步骤，用一个  $2 \times N$  的耦合器件即可进行交叉耦合，可以进一步减少波分复用器件的数目，降低成本。

上述实施例中，利用多个光源产生的不同波长一组光信号，生成有一个或多个相同波长的两组光信号具体可以是：设置  $N$  个产生不同波长光信号的光源，每个光源产生的光信号功率分支为两路，一分支作为承载下行数据的下行载波，另一分支作为承载上行数据的上行载波；将所述  $N$  个光

源产生的光信号通过光信号功率分支后的作为下行载波的 N 个光信号下行载波组成第一组光信号，将所述 N 个光源产生的光信号通过光信号功率分支后作为上行载波的 N 个光信号组成第二组光信号，具体可参见图 10、图 11、图 12 或图 14。这时，后续接收到所述波分复用后的两路混合光信号的远端节点，对两路混合光信号进行交叉路由，组成载波组信号，每组载波组信号由分别属于所述两路混合光信号的两个光信号组成，其中，每组载波组信号中的两个光信号的波长不同，即只要分别属于两路混合光信号且不同波长的光信号就可组合成一组，波长可以两两相邻或两两相隔，在此不再赘述。

上述实施例中，利用多个光源产生的具有不同波长的一组光信号，生成具有一个或多个相同波长的光信号的两组光信号具体还可以是：设置 N+1 个产生不同波长光信号的光源，中间的 N-1 个光源中每个光源产生的光信号功率分支为两路，由此产生 2N-2 路光信号；将 N+1 个光源中第一个光源及中间 N-1 个光源分支后的 N-1 路光信号组成第一组光信号，将 N+1 个光源中中间 N-1 个光源分离出的 N-1 路光信号及第 N+1 个光源产生的光信号组成第二组光信号，具体可参见图 13。这种分组的方式主要是考虑到实际设计时，远端节点进行交叉路由时，如将第一组光信号的  $\lambda_N$  和第二组光信号的  $\lambda_1$  交叉路由实现光波长组合输出时比较困难，则加入了第 N+1 个光源，从而可以将第 N 个光源的承载下行有数据的信号与第 N+1 个光源的上行载波信号组成第 N 个载波组信号，减少了设计的复杂度。

图 8 为本发明能够减少光源数量的光传输方法实施例五流程图。如图 8 所示，本实施例包括：

步骤 1000. 将包含多个不同波长的一路混合光信号，功率分支为与该混合光信号波长相同的两路混合光信号；

步骤 2000. 将所述两路混合光信号中不同波长的光信号进行交叉路由后，组成由不同波长构成的载波组信号，分别作为不同光网络单元的载波。

本实施例可参见图 16-18 实施例的结构图进行理解,如图 16 实施例远端节点单元, 将一个包含不同波长的混合光信号  $\lambda_{2u}$ 、 $\lambda_{3u}$ 、...、 $\lambda_{(N+1)u}$ , 分成两路, 然后对两路光信号进行交叉路由, 形成若干个载波组信号, 将载波组信号作为不同光网络单元的上行载波, 本实施例对每个光网络单元下发两个上行载波, 以获得较高的上行调制信号功率, 如果加上下行的载波, 每个光网络单元将占用 3 个载波信号。对于现有技术, 如果每个光网络单元占用 3 个载波信号, 共有 N 个光网络单元, 则共需 3N 个光源, 采用本实施例所述的方法, 将一路混合光信号分成两路, 并通过交叉路由后作为不同光网络单元的上行载波, 系统最少只需要 N 个光源, 如图 18 实施例所示, 但最多不超过 2N 个光源, 如图 17 实施例所示。

图 9 为本发明能够减少光源数量的光传输方法实施例六流程图。如图 9 所示, 本实施例包括:

步骤 1100. 将多路混合光信号中的至少一路混合光信号功率分支成两路混合光信号; 所述多路混合光信号中的每路混合光信号均包含多个不同的波长;

步骤 2100. 将多路混合光信号中未功率分支的剩余混合光信号与功率分支后的两路或多路混合光信号进行交叉路由后, 组成由不同波长构成的载波组信号, 分别作为不同光网络单元的载波。

本实施例与图 8 实施例类似, 但图 8 为一混合光信号, 图 9 为多路混合光信号, 将其中一路混合光信号按照图 8 的方法进行分离, 图 8 是对分离后的两路混合光信号进行交叉路由, 本实施例是将功分(功率分支)后的混合光信号以及未功分的剩余光信号一起进行交叉路由, 具体可参见图 19-20 实施例中远端节点(RN)单元内部的结构实施例, 所述的多路混合光信号可以有相同的波长, 如图 20 实施例, 有 2 路混合光信号第一路混合光信号的波长分别为  $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、...、 $\lambda_{(N+1)}$ , 第 2 路混合光信号的波长分别为  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、...、 $\lambda_N$ , 图中的下标“d”表示下行载波, “u”表示上

行载波，由图 20 可看出，两路混合光信号共有N-1 个波长相同。如图 19 所示，有 2 路混合光信号第一路混合光信号的波长分别为  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、...、 $\lambda_N$ ，第 2 路混合光信号的波长分别为  $\lambda_{N+1}$ 、 $\lambda_{N+2}$ 、...、 $\lambda_{2N}$ ，图中的下标“d”表示下行载波，“u”表示上行载波，由图 20 可看出，两路混合光信号的波长各不相同，不再详述。

图 10 为本发明光线路终端实施例一结构示意图。如图 10 所示，本实施例包括产生不同波长的N个光信号的光源模块 1，例如，其中光源模块 1 包括N个激光二极管（Laser Diode，简称LD），用于产生N个不同波长的光信号，分别表示为第一LD、第二LD...第N个LD，产生的N个不同波长的光信号记为  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、...、 $\lambda_N$ 。如图 10 中的接收模块 4，可以采用光电二极管（Photo Diode，简称PD）等接收不同波长的光信号，不再举例。另外，由于每一个光网络单元的载波组信号包含的下行载波和上行载波波长不同，因此接收模块 4 中接收到的某一ONU发送的上行载波与发送给该ONU的下行载波的波长不同，从而实现波长重用又不影响上下行的。本实施例还包括：

处理模块 2，与光源模块 1 连接，用于利用光源模块 1 产生的具有不同波长的一组光信号，将光源模块 1 产生的这组光信号的部分或全部分别进行功率分支，形成包含第一分支光信号的第一组光信号（此时第一组光信号上还未调制数据）和包含第二分支光信号的第二组光信号，这两组光信号具有一个或多个相同波长，如第一分支光信号和第二分支光信号的波长相同，其中，第一组光信号用作调制下行数据的下行载波，第二组光信号用作上行载波；处理模块 2 还包括调制功能，将下行数据调制到第一组光信号中，每一个光网络单元的下行数据调制到对应的一个波长。

波分复用模块 3，与处理模块 2 连接，用于对调制有下行数据的光信号和所述第二组光信号分别进行波分复用，形成分别包含调制有下行数据的第一组光信号和用作上行载波的第二组光信号的两路混合光信号，两路混合光信号中包含的第一组光信号中调制有下行数据。

可以采用现有的阵列波导光栅(Arrayed Waveguide Grating, 简称 AWG)实现波分复用, 如图 10 中利用第一 AWG 和第二 AWG 器件分别实现  $1 \times N$  波分复用/解复用。

如图 10 所示, 本实施例处理模块还可进一步细化, 包括:

5 分离子模块 23, 与光源模块 1 连接, 用于将光源模块 1 产生的具有不同波长的一组光信号中部分或全部分别进行功率分支, 第一分支光信号作为调制下行数据的下行载波提供给调制子模块 21, 第二分支的光信号作为上行载波提供给上行载波子模块 22。分离子模块 23 可以是具有多个分立的分支元件构成的虚拟模块也可以是具有多个分支元件的集成模块, 其中, 每一个分支元件将一个光源产生的光信号进行功率分支, 生成两路波长相同的光信号。

10 调制子模块 21, 与波分复用模块 3 连接, 用于接收第一组光信号, 第一组光信号包含分离子模块 23 提供的第一分支光信号。调制子模块 21 将下行数据调制于第一组光信号, 每一个光网络单元对应第一组光信号中的一个载波。为区别第一组光信号与第二组光信号, 将承载了下行数据的第一组光信号加入下行(downstream, 简写d)标志, 如图 10 所示, 第一组光信号为  $\lambda_{1d}$ 、 $\lambda_{2d}$ 、...、 $\lambda_{Nd}$ ; 本实施例中采用马赫曾德尔调制器(Mach-Zehnder Modulator, 简称MZM)作为调制器件; 调制子模块 21 可以是多个分立的马赫曾德尔调制器构成的虚拟模块, 也可以是包括多个马赫曾德尔调制器的集成模块。

20 上行载波子模块 22, 与波分复用模块 3 连接, 将产生的N个不同波长的第二组光信号作为上行载波; 如图 10 所示, 将上行载波信号加入上行(upstream, 简写u)标志, 第二组光信号记为  $\lambda_{1u}$ 、 $\lambda_{2u}$ 、...、 $\lambda_{Nu}$ ; 第一组光信号与第二组光信号虽然加入了上行和下行的标志, 但对于  $\lambda_{1u}$ 、 $\lambda_{1d}$  表示为同为波长  $\lambda_1$  的光, 只是分别用于下行载波和上行载波, 其它依次类推。

25 如果光源模块 1 产生的光信号全部进行功率分支或者功率分支的光信

号的载波数目等于光网络单元的数目，提供给调制子模块 21 用作下行载波的第一组光信号就是第一分支光信号；如果光源模块 1 产生的光信号部分进行功率分支或功率分支的光信号的载波数目小于光网络单元的数目，提供给调制子模块 21 用作下行载波的第一组光信号还要包括未分支的光信号，这个未分支的光信号可以由分离子模块 23 提供，也可以直接由光源模块 1 提供。同样的，如果光源模块 1 产生的光信号部分进行功率分支或者功率分支的光信号的载波数目小于光网络单元的数目，提供给上行载波子模块 22 用作下行载波的第一组光信号就是第一分支光信号；如果光源模块 1 产生的光信号部分进行功率分支或功率分支的光信号的载波数目小于光网络单元的数目，提供给上行载波子模块 22 用作上行载波的第二组光信号还要包括未分支的光信号，这个未分支的光信号可以由分离子模块 23 提供，也可以直接由光源模块 1 提供。本实施例重复利用产生的 N 个光源，将一组光源产生的不同波长的光信号分成了两组，一组用于承载下行数据，另一组作为上行载波，实现了将同一光源产生的同一波长光分别用于不同光网络单元 (ONU) 的上行和下行数据载波，利用 N 个光源产生的光可以作为 N 个不同的 ONU 进行上、下行数据的载波。现有技术中有 N 个 ONU 的系统需要使用 2N 个光源，本实施例只需设置 N 个光源既可提供上、下行数据的载波，因此，可以有效的减少网络中所使用的光源数量，进而降低系统成本，与现有第二种技术方案相比，本发明采用较低的成本即可以实现减少光源数量，并且由于上下行载波的波长不相同，所以信号传输的质量比现有第一种技术方案相比又有很大提高。

图 11 为本发明光线路终端实施例二结构示意图。本实施例与图 10 类似，相同的功能不再详述，但不同之处在于，本实施例中还包括：交叉耦合模块 105，与处理模块 102 及波分复用模块 103 连接，用于将分别位于所述两组光信号中且波长不同的两个光信号进行交叉耦合，生成多个载波组信号。

如图 11 中交叉耦合后的第一个载波组信号  $\lambda_{1d} \lambda_{2u}$ ，第二个载波组信

号  $\lambda_{2d}$   $\lambda_{3u}$ , ... 第N个载波组信号  $\lambda_{Nd}$   $\lambda_{1u}$ , 本实施例波分复用模块 103 采用一个  $2 \times N$  的AWG器件即可, 具体可参见图 7 实施例中的相关说明, 与图 10 实施例相比, 减少了一个AWG器件, 更加节约了成本。

上述只是对 OLT 的几种例举, 本领域普通技术人员应当了解, 为适用不同的需求, 与图 10-图 11 不同, 光源产生模块提供的光源的数目 M 可以设置为 N+1 或 N+2 等, 如图 13 中的光线路终端 (OLT) 即为与图 10 和图 11 不同的结构, 具体会在图 13 实施例中进行阐述和说明。

图 12 为本发明能够减少光源数量的光传输系统实施例一及远端节点单元实施例一结构示意图。

10 本实施例远端节点单元 B 包括: 交叉路由模块, 与输入的 2 路混合光信号相连, 用于对输入的 2 路混合光信号进行交叉路由, 生成多个载波组信号, 将多个载波组信号分别作为不同光网络单元的载波; 其中, 所述 2 路混合光信号中的每路混合光信号均包含 N 个不同波长的载波, 且两路混合光信号具有一个或多个相同波长的载波, 其中一路混合光信号还调制有下行数据。  
15 交叉路由模块采用如图 12 所示的第三 AWG 器件实现交叉路由功能。

本实施例提供了能够减少光源数量的光传输系统, 包括依次相连的光线路终端 A、远端节点单元 B 及多个光网络单元 C, 光线路终端 A 参见图 10 实施例的说明, 结构与图 10 类似, 光线路终端 A 通过两个独立的光媒介将生成的两路混合光信号与所述远端节点单元 B 相连。

20 在光线路终端 (OLT), N 个光源发出 N 路光信号, 这里光源发出的光信号为连续光, 将 N 路光信号中部分或全部通过功率分支, 形成包含第一分支光信号的第一组光信号形成包含第一分支光信号的第一组光信号和包含第二分支光信号的第二组光信号, 并将下行数据调制到所述第一组光信号调制有下行数据的光信号通过 OLT 处的第一 AWG 进行波分复用; 将第二  
25 组光信号, 直接通过 OLT 处的第二 AWG 进行波分复用, 作为下发给光网络单元的上行载波。复用后的两路混合光信号分别由两根光纤传输, 一根传

输承载有下行数据的光信号，另一根传输作为上行载波的光信号。这里，第一组光信号可以仅仅包括第一分支光信号（光源数目  $M$  等于光网络单元数目  $N$  或将光源产生的光信号的全部进行功率分支），当然，第一组光信号可以既包括第一分支光信号又包括其它光信号（光源数目  $M$  大于光网络单元数目  $N$  或将光源产生的光信号的部分进行功率分支）。第二组光信号可以仅仅包括第二分支光信号（光源数目  $M$  等于光网络单元数目  $N$  或将光源产生的光信号的全部进行功率分支），当然，第二组光信号可以既包括第二分支光信号又包括其它光信号（光源数目  $M$  大于光网络单元数目  $N$  或将光源产生的光信号的部分进行功率分支）。

10 在远端节点单元B，两根光纤连接到一个  $2 \times N$  的第三AWG器件，由于AWG器件的交叉路由特性，其  $N$  个输出端口将分别输出一个下行数据信号和一个上行载波的载波组信号。如图 12 所示，第一输出端口输出  $(\lambda_{1d}, \lambda_{2u})$ ，第二输出端口输出  $(\lambda_{2d}, \lambda_{3u})$ ，... ..，第  $N$  个输出端口输出  $(\lambda_{Nd}, \lambda_{1u})$ 。由于每个AWG器件的自由光谱范围（Free Spectral Range，简称FSR）是固定的，因此，只有满足一定工作波长关系才能实现波长的交叉路由，输出多个不同波长构成的载波组信号。为了实现此交叉路由特性，本实施例需要合理地选择  $N$  个光源的工作波长以及第三AWG器件的FSR。

20 远端节点单元 B 输出的每个载波组信号对应多个光网络单元（ONU）C 中的某一光网络单元，如，输出端口 1 对应第一光网络单元 1，... 输出端口  $N$  对应第  $N$  光网络单元。每个光网络单元，如第一光网络单元包括：

滤波模块，与远端节点单元 B 相连，用于对接收到的载波组信号进行滤波，分离出载波组信号中两个不同的波长，如图 12 中第一光网络单元采用 WDM 器件进行滤波，需要说明的是，本实施例含有滤波模块，但用于其他网络结构中时，则不一定需要滤波，此时就不需要滤波模块；

25 调制模块，与滤波模块连接，用于接收滤波后的上行载波信号，调制上行数据，并经接收通道的可逆路径通过远端节点发送到光线路终端，将

上行载波信号送至一个调制器件,如图 12 所示的成本相对较低的电吸收调制器 (electro-absorption modulator, 简称 EAM), 调制上行数据。调制后的上行信号经可逆路径送至 OLT 的接收 (Rx) 模块;

下行接收模块, 与滤波模块连接, 用于接收承载有下行数据的下行载波信号, 并进行探测获得下行数据, 如图 12 中将第一个载波组信号中的下行数据信号送至第一光网络单元内部的接收模块。

本实施例提供了一种能够降低网络光源数量的光传输系统及远端节点单元, 利用 N 个不同波长的光源, 通过对光源信号的功率分支, 生成每组有 N 个不同波长的两组光信号, 并通过后续远端节点单元的交叉路由, 实现了将同一光源产生的同一波长光信号分别用于不同光网络单元 (ONU) 的上行和下行载波, 利用一组光源即可以产生不同 ONU 的上、下行载波。与现有技术方案 2 相比, 本发明采用较低的成本、成熟的简单器件即可以实现减少光源数量, 并且由于上下行载波的波长不相同, 所以接收的质量比现有技术方案 1 相比又有很大提高。

图 13 为本发明能够减少光源数量的光传输系统实施例二、远端节点单元实施例二及光线路终端实施例三结构示意图。图 13 与图 12 实施例类似, 不同之处在于光线路终端的内部结构, 本实施例中光线路终端 A1 产生的两路混合光信号也不具有完全相同的波长, 远端节点单元 B 输入的两路混合光信号的波长不完全相同。通过图 12 实施例可看出, 图 12 实施例远端节点单元 B 中的第三 AWG 器件对输入光信号进行交叉路由时, 最后一个输出端口实现  $(\lambda_{Nd}, \lambda_{1u})$  的光波长组合输出对第三 AWG 的设计实现比较困难, 本实施例对于有 N 个光网络单元的系统, 光线路终端 A1 处采用  $(N+1)$  个不同波长的光源, 将该  $(N+1)$  个不同波长的光源分为两组, 第一组光信号包括  $\lambda_{1d}, \lambda_{2d}, \dots, \lambda_{Nd}$ , 第二组光信号包括  $\lambda_{2u}, \lambda_{3u}, \dots, \lambda_{(N+1)u}$ , 在远端节点 (RN) 单元 B1 进行交叉路由时, 输出端口 N 输出  $(\lambda_{Nd}, \lambda_{(N+1)u})$  给光网络单元 C1 中的第 N 光网络单元,  $\lambda_{Nd}$  和  $\lambda_{(N+1)u}$  分别作为第 N 光网络单元的

下、上行载波，具体可参见方法实施例的相关说明，不再赘述。

图 14 为本发明能够减少光源数量的光传输系统实施例三结构示意图。本实施例中的光线路终端与图 11 实施例的结构类似。本实施例系统与图 12 和图 13 实施例不同，本实施例光线路终端 A2 内部还采用交叉耦合，并利  
5 用一个波分复用器件完成交叉耦合后两组光信号的波分复用，具体可参见方法实施例图 7 及图 11 中光线路终端的相关说明。

图 12-图 13 实施例中的远端节点单元的波分器件只采用一个  $2 \times N$  的 AWG 器件实现交叉路由，但是，本领域普通技术人员应当了解，远端节点单元的波分器件也可以根据图 10-图 11 中 OLT 内部相同的结构原理，采用两个  $1 \times N$   
10 的 AWG 器件分别对两路混合光信号分别进行波分复用，然后再将波分复用后的信号进行交叉路由，形成  $N$  个载波组信号发送到各个 ONU，具体可参见图 15。图 15 为本发明能够减少光源数量的光传输系统实施例四及远端节点单元实施例三结构示意图。其中远端节点单元 B2 的交叉路由模块与图 13 的功能相同，但采用不同的实现方式，通过第三 AWG 和第四 AWG 器件分别波分复用  
15 后再交叉形成多个载波组信号作为光网络单元 C1 的各个光网络单元的载波。

图 16 为本发明能够减少光源数量的光传输系统实施例五及远端节点单元实施例四结构示意图。图 16 实施例中远端节点单元与图 12-15 不同，本实施例远端节点单元 B3 包括：

20 分离模块 B31，用于将包含  $N$  个不同波长一路混合光信号，功率分支成与该混合光信号波长相同的两路混合光信号；

交叉路由模块 B33，与分离模块 B31 连接，用于输入所述两路混合光信号，将两路混合光信号进行交叉路由，生成多个载波组信号，将多个载波组信号分别作为不同光网络单元的上行载波，其中，每个载波组信号包含两个不同波长的光信号，且每个载波组信号包含的两个不同波长的光  
25 信号分别属于两路混合光信号。如图 16 实施例中的第三 AWG 器件，实现交叉路由功能，对于下行信号，只是采用波分复用 (WDM) 器件 B32 进行波分

复用后作为各个不同光网络单元的下行信号。

图 16 实施例中利用  $N+1$  个光源实现对  $N$  个光网络单元的载波，如图 16 所示，本实施例中多个光网络单元 C3 中的每个光网络单元均对应包含 3 个波长不同的载波组信号，每个载波组信号包含一个上行载波和两个上行载波，光线路终端及光网络单元内部的结构前述实施例已经作了详细的阐述，在此不多作说明。本实施例与现有技术相比，减少了大约  $2N$  个光源，采用成熟的器件即可完成，成本低。

图 17 为本发明能够减少光源数量的光传输系统实施例六结构示意图。本实施例远端节点单元内部结构与图 16 类似，光线路终端 A3 与图 12-图 16 实施例不同，本实施例中光线路终端 A3 采用  $2N$  个不同波长的光源，一组  $N$  个不同波长的光源产生的光信号作为下行载波，另一组  $N$  个不同波长的光源产生的光信号作为上行载波，如光源模块 A31 中的第一 LD 到第  $N$  个 LD 产生的  $N$  个不同波长的一组波长光信号作为下行载波，光源模块 A32 中的第  $N+1$  个 LD 到第  $2N$  个 LD 产生的  $N$  个不同波长的另一组波长光信号作为上行载波，经过远端节点单元 B4 中的分离模块进行功率分支后，分成两路上行载波混合光信号，再进行后续的交叉路由，实现生成不同光网络单元的载波，本实施例光线路终端没有做改进，但远端节点单元 B4 由于进行了功率分支和后续的交叉路由，对于有  $N$  个光网络单元的系统，可以实现利用  $2N$  个光源产生  $3N$  个载波信号，与现有技术相比，也减少了  $N$  个光源。在本实施例中， $N$  个光源产生的用作上行载波的光信号经过功率分支后为  $N$  个光网络单元提供  $2N$  个上行载波，和上面一样，也可以是  $N+1, \dots, 2N-1$  个光源产生的用作上行载波的光信号为  $N$  个光网络单元提供  $2N$  个上行载波

图 18 为本发明能够减少光源数量的光传输系统实施例七及远端节点单元实施例五结构示意图。本实施例中光线路终端内部结构与图 14 实施例相同，远端节点单元与图 16 类似，整体结构与图 16 实施例类似，但图 16 需要使用  $N+1$  个光源，图 18 需要  $N$  个光源，本实施例中光线路终端 A2、远端

节点单元 B5 及光网络单元 C5 内部的结构与前述实施例类似，只是载波信号的波长不同，在此不多作说明。

图 19 为本发明能够减少光源数量的光传输系统实施例八及远端节点单元实施例六结构示意图。本实施例中远端节点单元 B6 包括：

5 分离模块 B61，用于将两路混合光信号中的一路混合光信号（未调制下行数据）功率分支成与该混合光信号相同的两路混合光信号；

交叉路由模块 B62，与分离模块 B61 连接，用于将分离模块 B61 输入的功率分支后的两路混合光信号和未功率分支的光信号（调制有下行数据）这三路混合光信号进行交叉路由，生成多个载波组信号，将多个载波组信号  
10 号分别作为不同光网络单元的载波，其中，每个载波组信号包括三个不同波长的光信号且每个载波组信号包含的三个不同波长的光信号分别属于输入交叉路由模块 B62 的三路混合光信号。

本实施例能够减少光源数量的光传输系统包括：

15 光线路终端 A3，用于通过两组光源产生两组光信号，将两组光信号分别进行波分复用，形成分别包含所述两组光信号中第一组光信号和第二组光信号的两路混合光信号，其中，所述两组光源具有各不相同的波长；

远端节点单元 B6，通过两个独立的光媒介与所述光线路终端连接，用于对输入的两路混合光信号进行交叉路由，生成多个载波组信号，将多个载波组信号分别作为不同光网络单元的载波。

20 本实施例与图 17 实施例的光线路终端及光网络单元相同，但是远端节点单元与图 17 实施例相比，采用一个 AWG 器件作为交叉路由模块，实现对三路混合光信号交叉路由，每个载波组信号包括三个载波，分别发送给光网络单元。本实施例中光线路终端产生的两路混合光信号的波长各不相同。

25 图 20 为本发明能够减少光源数量的光传输系统实施例九及远端节点单元实施例七结构示意图。图 20 实施例与图 19 实施例类似，采用一个 AWG 器件作为交叉路由模块，但光线路终端与图 19 不同。本实施例光线路终端

A1 采用与图 16 实施例相同的结构，光线路终端 A1 产生的两路混合光信号有 N-1 个相同的波长，本实施例与图 16 实施例具有相同的光线路终端 A1 及光网络单元 C3，但远端节点单元 B7 与图 19 实施例类似。

本发明能有多种不同形式的具体实施方式，上面以图 4-图 20 为例结合附图对本发明的技术方案作举例说明，这并不意味着本发明所应用的具体实例只能局限在特定的流程图和实施例结构中，本领域的普通技术人员应当了解，上文所提供的具体实施方案只是多种优选用法中的一些示例，任何将一组光信号重复利用，分为两组光信号，每组光信号具有不同波长并且该两组光信号有一个或多个相同波长，并通过不同媒介分别传输，并通过交叉路由实现将两组光信号分别作为上、下行载波信号，的实施方式均应在本发明技术方案所要求保护的范围之内。

本领域普通技术人员可以理解：实现上述方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成，前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中，该程序在执行时，执行包括上述方法实施例的步骤；而前述的存储介质包括：ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

## 权 利 要 求

1. 一种光传输方法，其特征在于，利用光线路终端上的 M 个光源为 N 个光网络单元提供 K 个载波，所述 M、N 和 K 都为大于 1 的整数，且  $K > M > N$ ，所述方法包括：

5 将 M 个光源产生的 M 个不同波长的光信号的部分或全部分别进行功率分支，形成包含第一分支光信号的第一组光信号和包含第二分支光信号的第二组光信号，其中，所述第一组光信号和所述第二组光信号均具有 N 个不同波长；

10 将所述第一组光信号和所述第二组光信号进行交叉路由，形成需要提供给 N 个光网络单元的 N 个载波组信号，其中，所述 N 个载波组信号共有 K 个载波，每一个载波组信号包含第一组光信号的载波和第二组光信号的载波，且每个载波组信号包含的载波的波长不同。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，

15 所述第一组光信号用作下行载波，所述第二组光信号用作上行载波；  
或者

所述第一组光信号和所述第二组光信号均用作上行载波。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，如果所述第一组光信号用作下行载波，所述第二组光信号用作上行载波；所述方法还包括：

20 光线路终端将下行数据调制到第一组光信号；

则将所述第一组光信号和所述第二组光信号进行交叉路由，形成需要提供给 N 个光网络单元的 N 个载波组信号具体包括：

光线路终端将调制有下行数据的第一组光信号和所述第二组光信号进行交叉耦合，形成需要提供给 N 个光网络单元的 N 个载波组信号。

25 4. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，如果所述第一组光信号用作下行载波，所述第二组光信号用作上行载波；所述方法还包括：

光线路终端将下行数据调制到第一组光信号，并将调制有下行数据的

第一组光信号和所述第二组光信号分别通过第一光媒介和第二光媒介发送给光线路终端和光网络单元之间的远端节点单元；

则将所述第一组光信号和所述第二组光信号进行交叉路由，形成需要提供给 N 个光网络单元的 N 个载波组信号具体包括：

5 远端节点单元将来自第一光媒介的调制有下行数据的第一组光信号和来自第二光媒介的第二组光信号进行交叉路由，形成需要提供给 N 个光网络单元的 N 个载波组信号。

10 5. 根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，每一个载波组信号包含两个不同波长的上行载波，则所述远端节点单元将来自第一光媒介的调制有下行数据的第一组光信号和来自第二光媒介的第二组光信号进行交叉路由，形成需要提供给 N 个光网络单元的 N 个载波组信号具体包括：

15 所述远端节点单元将来自第二光媒介的第二组光信号的部分或全部进行功率分支，形成与第二组光信号波长相同的第三组光信号和第四组光信号，将所述第三组光信号、第四组光信号和自第一光媒介的调制有下行数据的第一组光信号进行交叉路由，形成需要提供给 N 个光网络单元的 N 个载波组信号，每一个载波组信号具有第三组光信号的一个载波、第四组光信号的一个载波和所述来自第一光媒介的调制有下行数据的第一组光信号的一个载波；  
或者

20 所述远端节点单元将来自第二光媒介的第二组光信号的部分或全部进行功率分支，形成与第二组光信号波长相同的第三组光信号和第四组光信号，将第三组光信号和第四组光信号进行交叉路由，形成 N 个上行载波组信号，将 N 个上行载波组信号和自第一光媒介的调制有下行数据的第一组光信号的 N 个下行载波信号进行交叉耦合，形成需要提供给 N 个光网络单元的 N 个载波组信号，每一个载波组信号具有上行载波组信号的两个载波和所述自第一  
25 光媒介的调制有下行数据的第一组光信号的一个载波。

6. 一种光线路终端，包括产生 M 个不同波长的光源模块 (1)，其特

征在于，光线路终端上的 M 个光源为 N 个光网络单元提供 K 个载波，所述 M、N 和 K 都为大于 1 的整数，且  $K > M \geq N$ ，所述光线路终端还包括：

5 处理模块 (2)，用于将光源模块 (1) 产生的具有不同波长的一组光信号中部分或全部分别进行功率分支，形成包含第一分支光信号的第一组光信号和包含第二分支光信号的第二组光信号，并将下行数据调制到所述第一组光信号，其中，所述第一组光信号和所述第二组光信号均具有 N 个不同波长，所述第二组光信号用作上行载波；

10 波分复用模块 (3)，用于分别对调制有下行数据的光信号和所述第二组光信号分别进行波分复用，形成分别包含调制有下行数据的第一组光信号和用作上行载波的第二组光信号的两路混合光信号；

接收模块 (4)，用于接收 N 个光网络单元的上行光信号，其中，每一个光网络单元的上行光信号的载波与发送给该光网络单元的下行载波的波长不同。

15 7. 根据权利要求 6 所述的光线路终端，其特征在于，所述处理模块 (2) 包括：

20 分离子模块 (23)，用于将光源模块 (1) 产生的具有不同波长的一组光信号中部分或全部分别进行功率分支，第一分支光信号作为调制下行数据的下行载波提供给调制子模块 (21)，第二分支的光信号作为上行载波提供给上行载波子模块 (22)；

25 调制子模块 (21)，用于接收第一组光信号，将下行数据分别调制于第一组光信号其中，所述第一组光信号包含调制子模块 (21) 提供的第一分支光信号。

8. 根据权利要求 6 或 7 所述的光线路终端，其特征在于，还包括：

交叉耦合模块 (105)，与处理模块 (2) 及波分复用模块 (3) 连接，用于分别从来自处理模块 (2) 的两组光信号中选取波长不同的光信号进行交叉耦合，生成多个载波组信号。

9. 一种远端节点单元, 其特征在于, 包括:

交叉路由模块, 用于对输入的多路混合光信号进行交叉路由, 组成多个由不同波长构成的载波组信号, 将多个载波组信号分别作为不同光网络单元的载波;

5 其中, 所述多路混合光信号中的每路混合光信号均包含多个不同波长的载波, 且多路混合光信号具有一个或多个相同波长的载波。

10. 根据权利要求 9 所述的远端节点单元, 其特征在于, 所述远端节点单元还包括:

10 分离模块, 用于将包含多个不同波长的一路混合光信号, 功率分支成波长相同的两路混合光信号, 将两路混合光信号发送给交叉路由模块;

交叉路由模块, 与分离模块连接, 用于输入所述两路混合光信号, 将分别属于两路混合光信号中且波长不同的光信号进行交叉路由, 组成多个由不同波长构成的载波组, 将多个载波组分别作为不同光网络单元的载波。

15 11. 根据权利要求 9 所述的远端节点单元, 其特征在于, 所述远端节点单元还包括:

至少一个分离模块, 每个分离模块用于将两路混合光信号中的第一路发送给交叉路由模块, 将第二路混合光信号功率分支成与第二路混合光信号波长相同的第三路混合光信号和第四路混合光信号, 并将所述第三路混合光信号和第四路混合光信号发送给交叉路由模块, 其中, 所述第三路混合光信号和第四路混合光信号中的每路混合光信号均包含多个不同的波长;

20 交叉路由模块, 与分离模块连接, 用于输入第一路混合光信号、第二路混合光信号和第三路混合光信号的三路混合光信号进行交叉路由, 组成多个由不同波长构成的载波组信号, 将多个载波组信号分别作为不同光网络单元的载波, 其中, 每一个载波组信号分别包含三路混合光信号中的一个载波。

25 12. 一种光传输系统, 其特征在于, 包括依次相连的能够产生 M 个不同波

长光信号的光线路终端、远端节点单元及  $N$  个光网络单元，光线路终端能够为所述  $N$  个光网络单元提供  $K$  个载波，所述  $M$ 、 $N$  和  $K$  都为大于 1 的整数，且  $K > M \geq N$ ，

5 光线路终端，用于产生  $M$  个不同波长的一组光源，对部分或全部光源分别进行功率分支，生成包含第一分支光信号的第一组光信号和包含第二分支光信号的第二组光信号，将下行数据调制于所述第一组光信号中，将调制有下行数据的第一组光信号和所述第二组光信号分别进行波分复用，形成分别包含调制有下行数据的第一组光信号和第二组光信号的两路混合光信号；

10 远端节点单元，与所述光线路终端连接，用于对输入的两路混合光信号进行交叉路由，组成多个由不同波长构成的载波组信号，将多个载波组信号分别作为不同光网络单元的载波，其中，每一个载波组信号包含两路混合光信号中未调制下行数据的混合光信号的一个载波和两路混合光信号中调制有下行数据的混合光信号的一个载波。

15 13. 根据权利要求 12 所述的光传输系统，其特征在于，所述远端节点单元为一个  $2 \times N$  的阵列波导光栅器件，用于将两路混合光信号进行交叉路由，生成  $N$  个载波组信号，将  $N$  个载波组信号分别作为  $N$  个光网络单元的载波。

20 14. 根据权利要求 12 或 13 所述的任一光传输系统，其特征在于，所述远端节点单元包括：

分离模块，用于将未调制下行数据的混合光信号，功率分支成与该混合光信号相同的两路混合光信号；

25 交叉路由模块，与分离模块连接，用于将分别属于所述功率分支后的两路混合光信号且波长不同的光信号进行交叉路由，生成多个载波组信号，将多个载波组信号分别作为不同光网络单元的上行载波；

波分复用模块，用于将调制有下行数据的混合光信号进行波分复用，

生成多个分别作为不同光网络单元的下行载波。

15. 根据权利要求 12 或 13 所述的任一光传输系统，其特征在于，所述远端节点单元包括：

5 分离模块，用于将两路混合光信号中未调制下行数据的一路混合光信号，功率分支成与该混合光信号波长相同的两路混合光信号；

交叉路由模块，与分离模块连接，用于输入功率分支后的两路混合光信号及调制下行数据的一路混合光信号，将分别位于三路混合光信号中且波长不同的光信号进行交叉路由，生成多个载波组信号，将多个载波组信号分别作为不同光网络单元的载波。

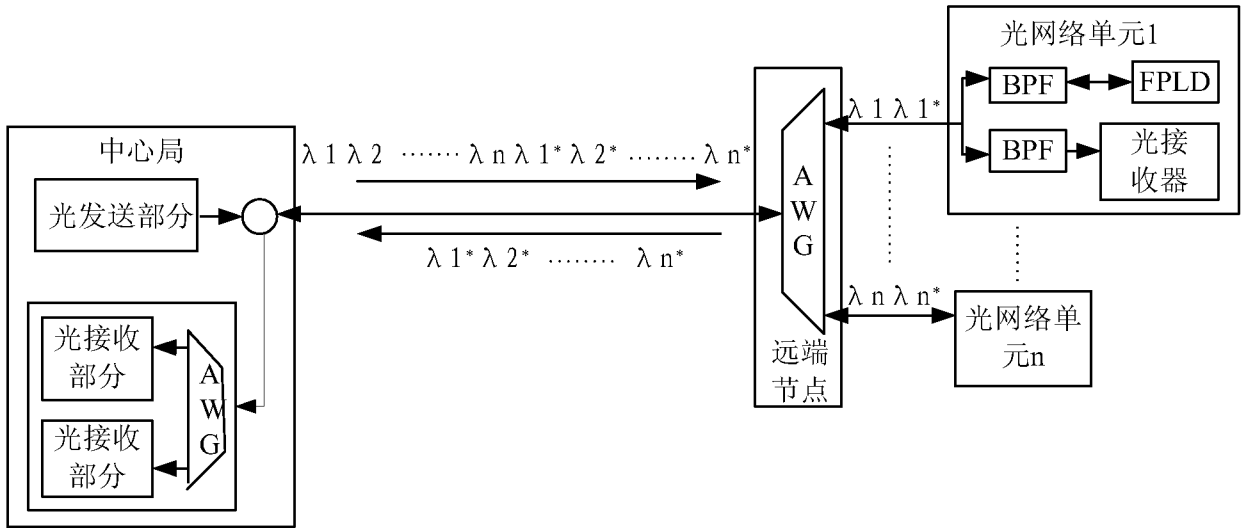


图1

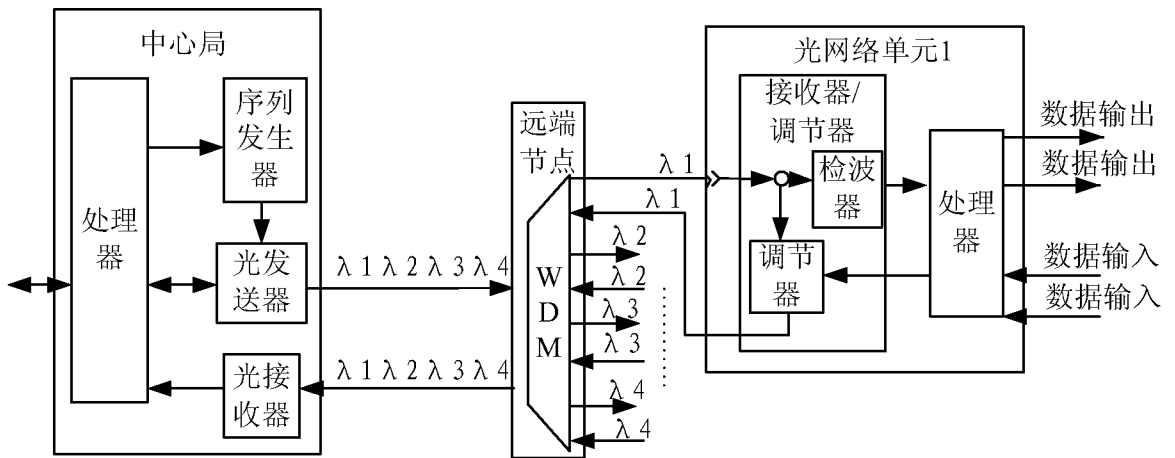


图2

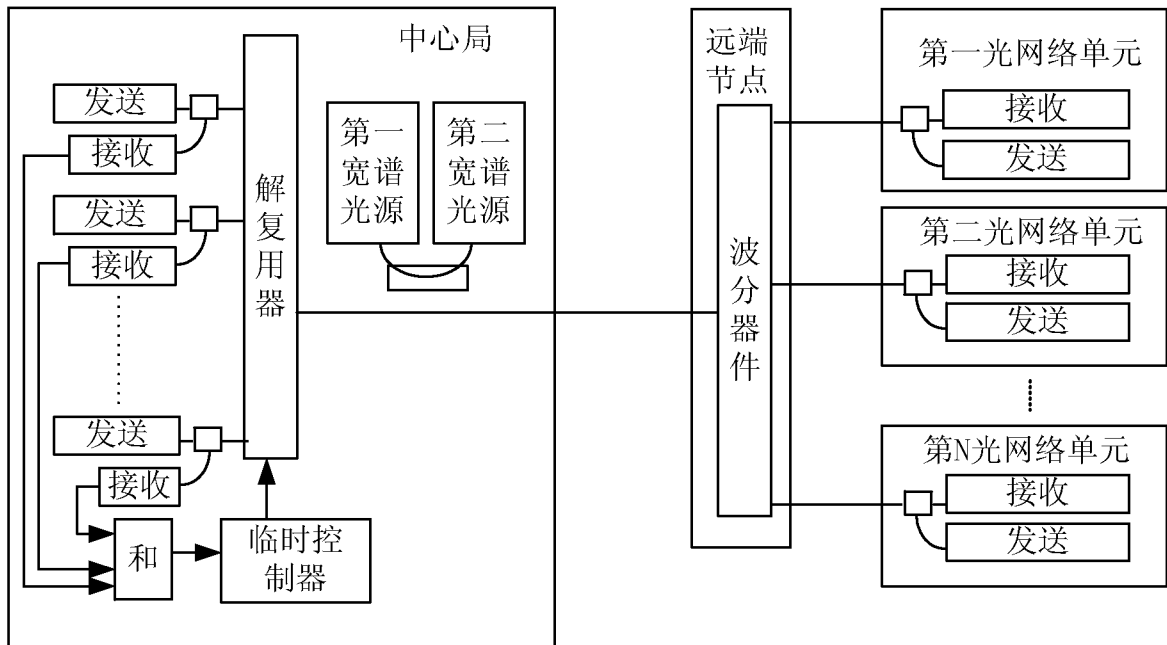


图3

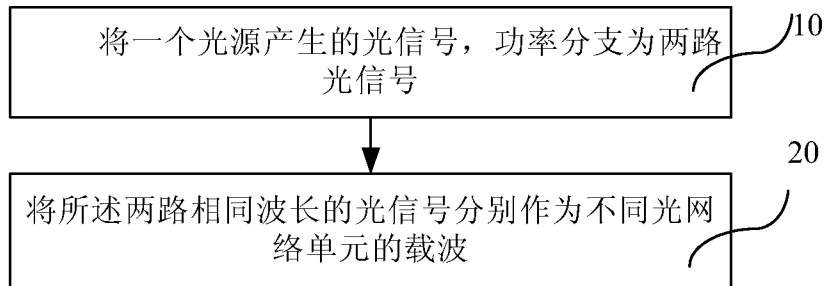


图4

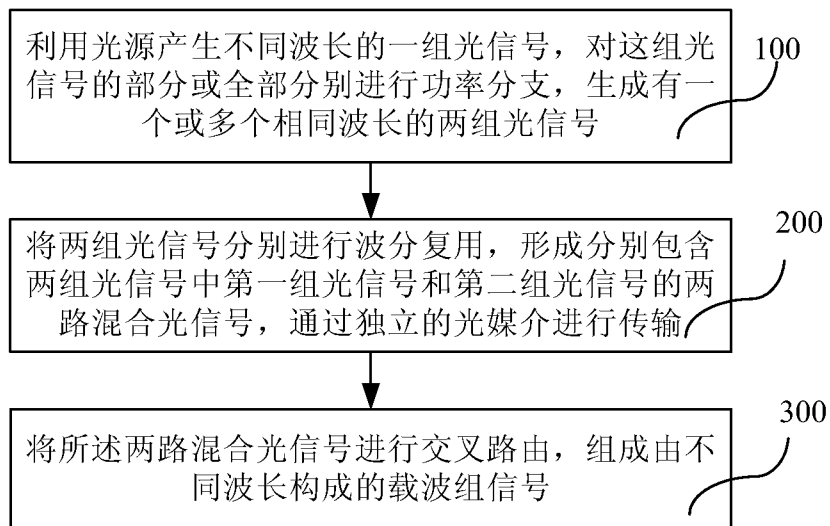


图5

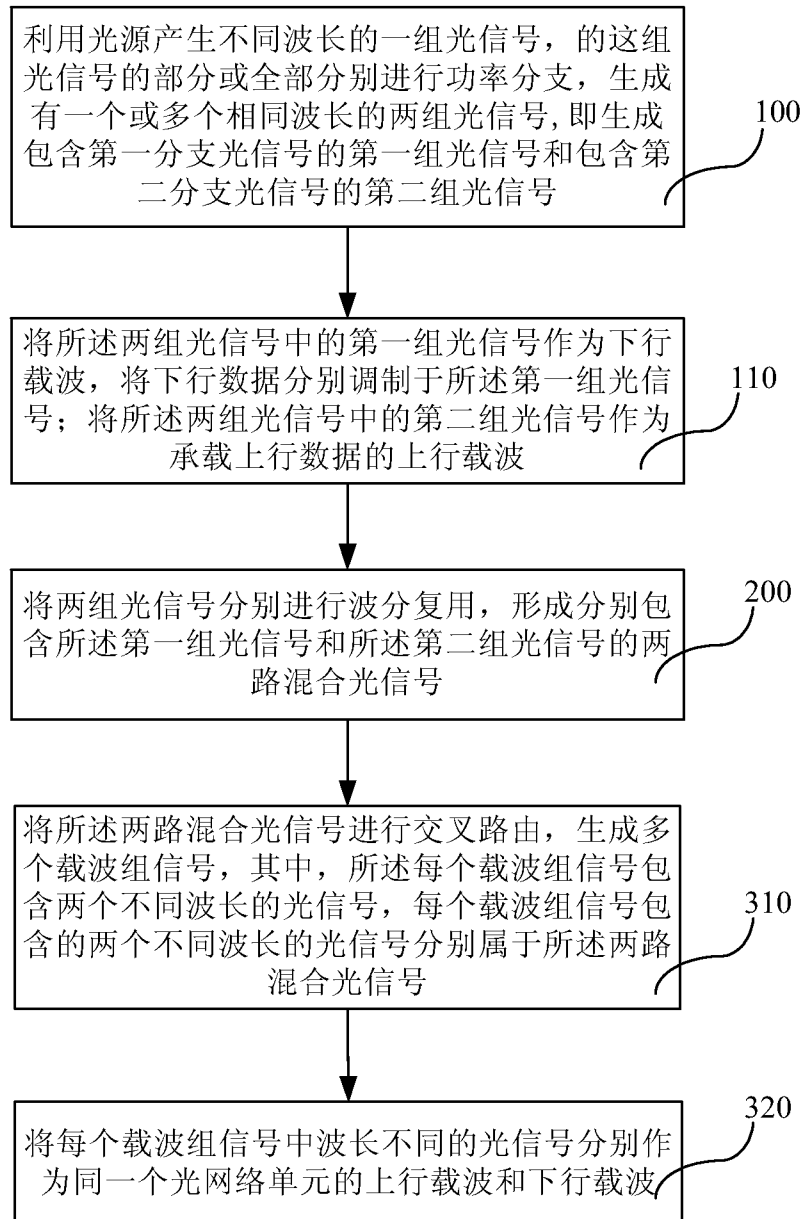


图6

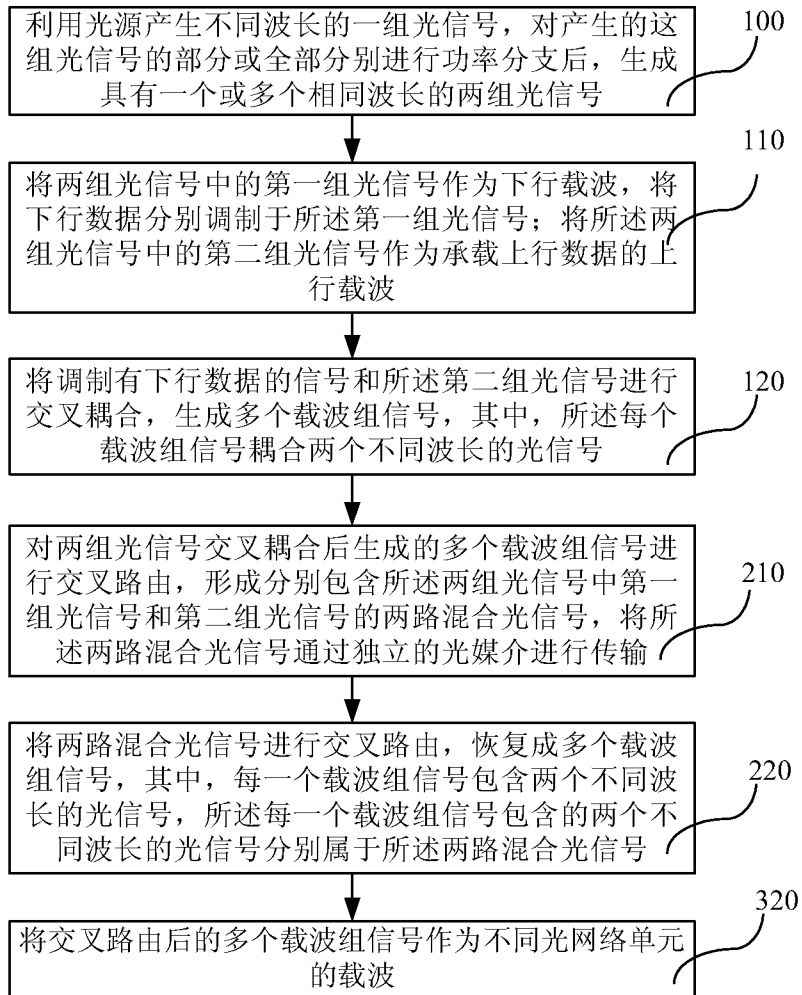


图7

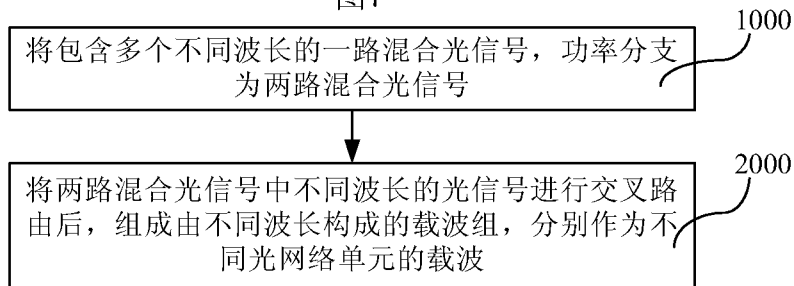


图8

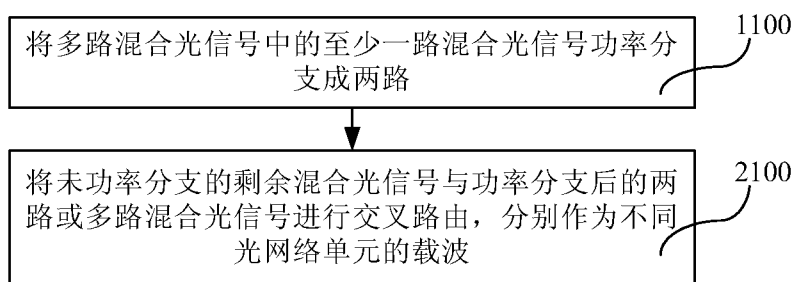


图9

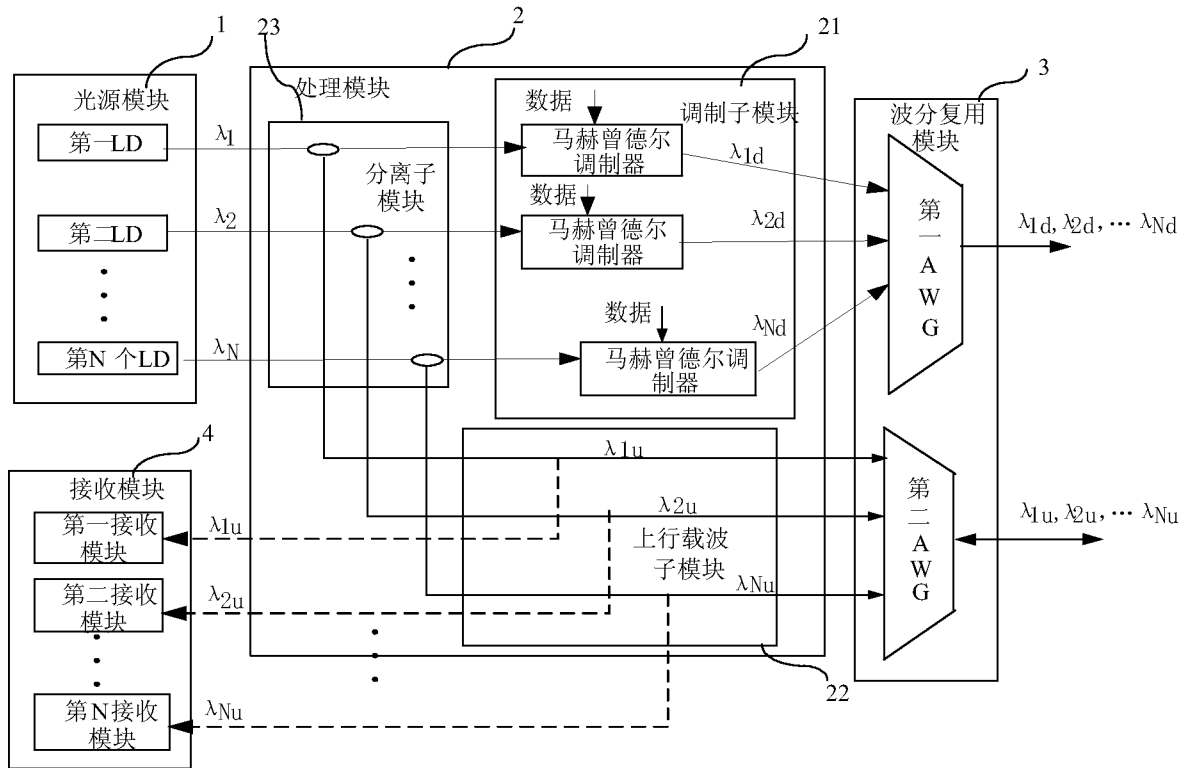


图10

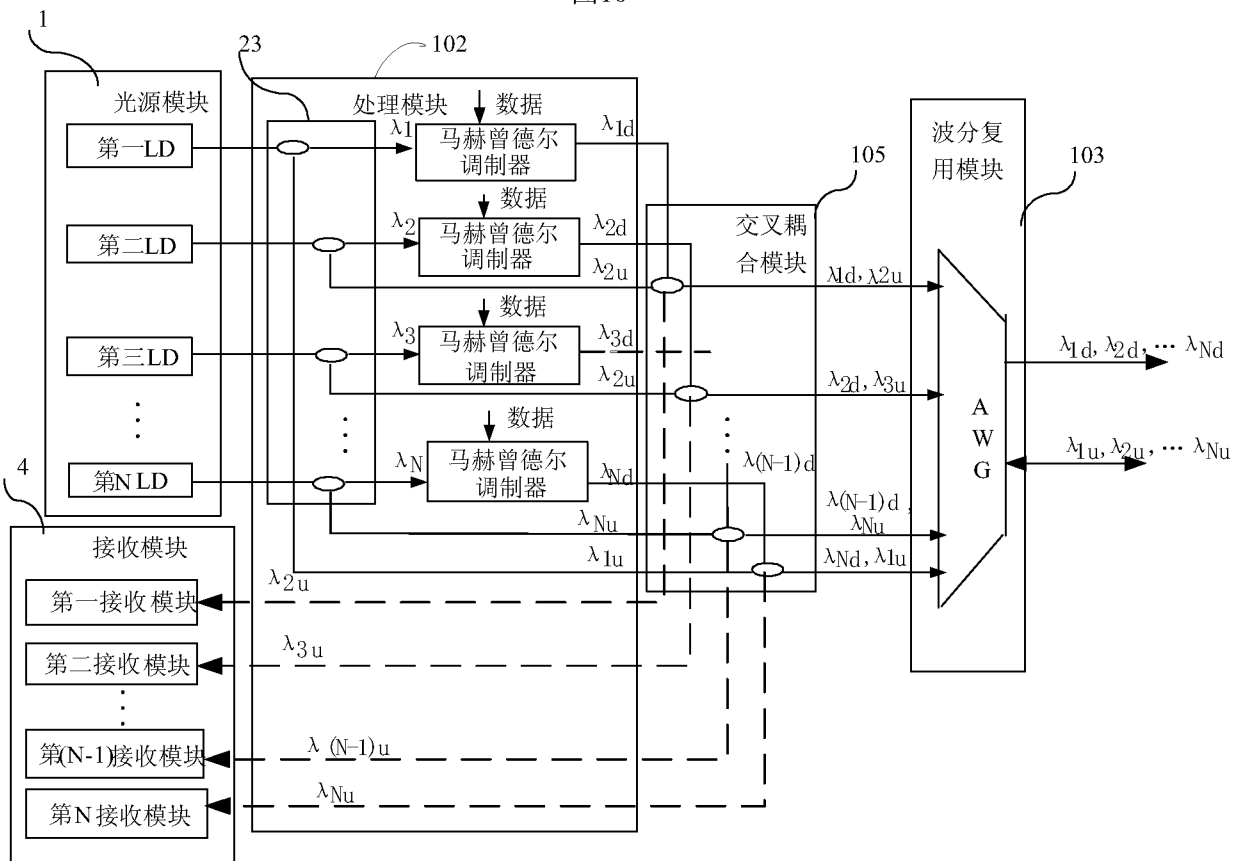


图11

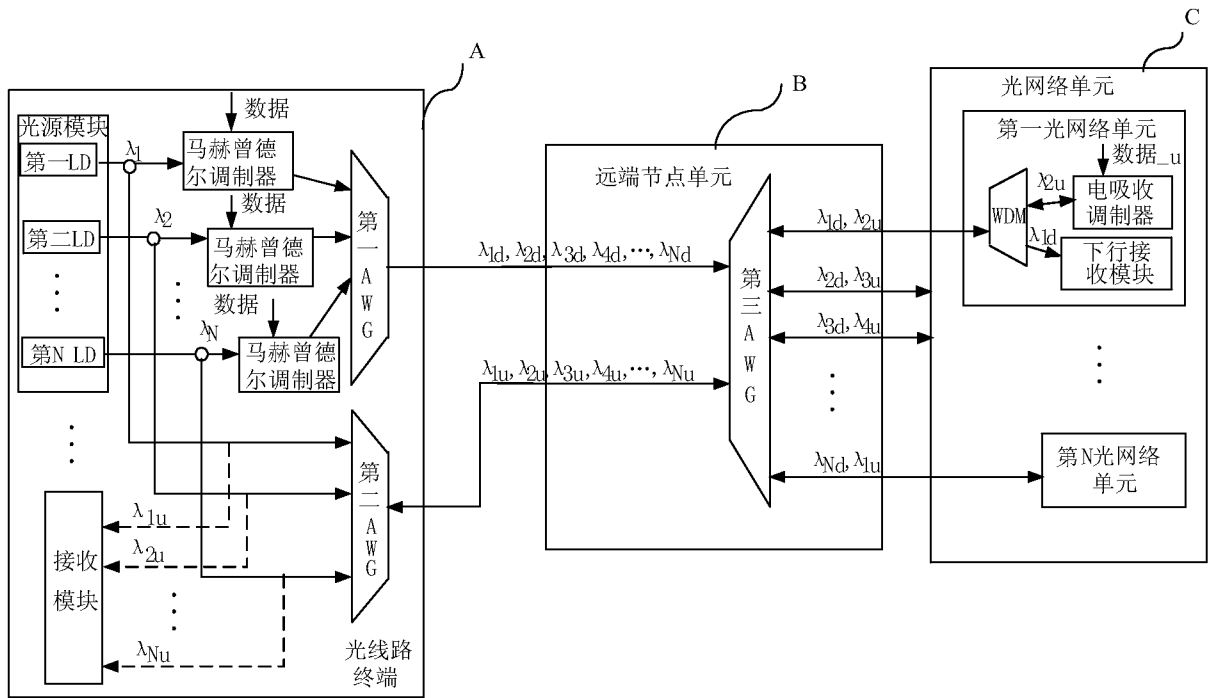


图12

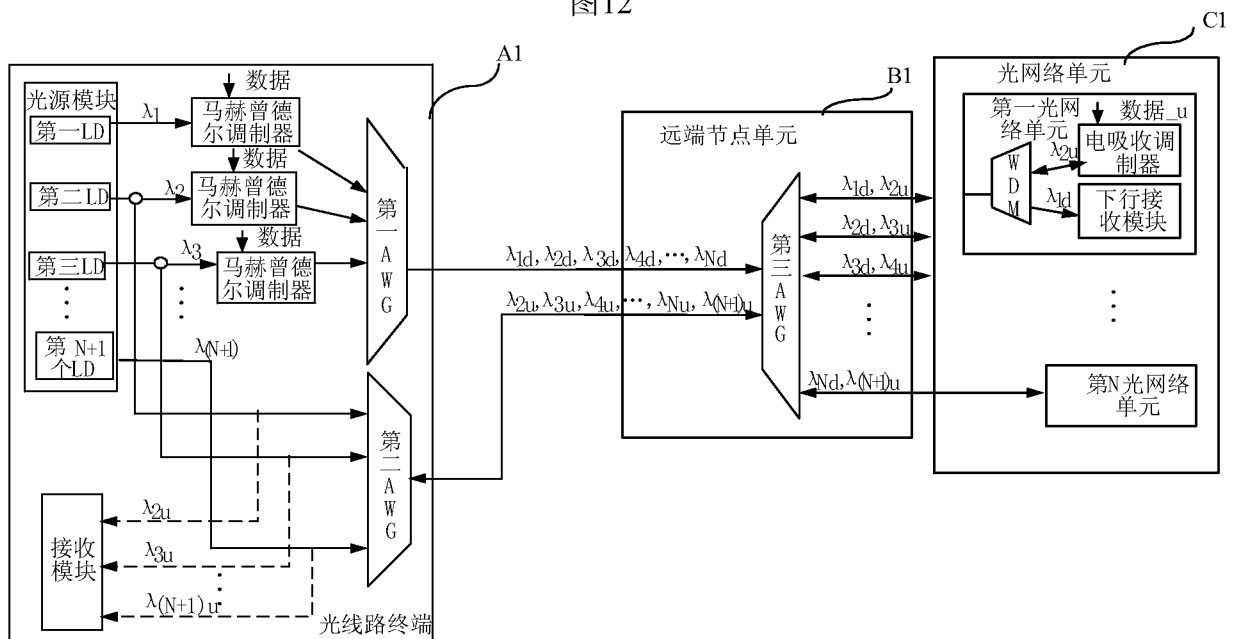


图13

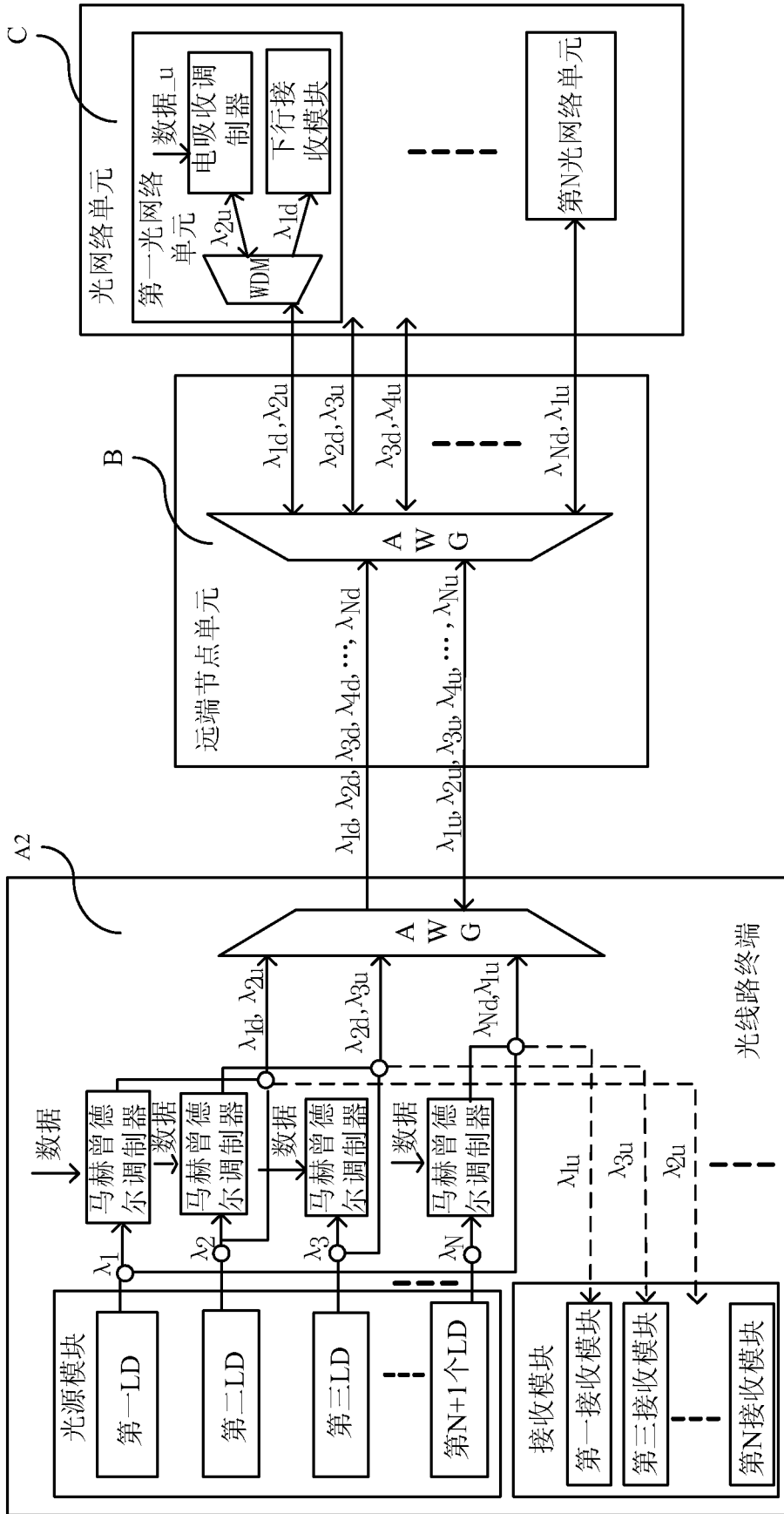


图14

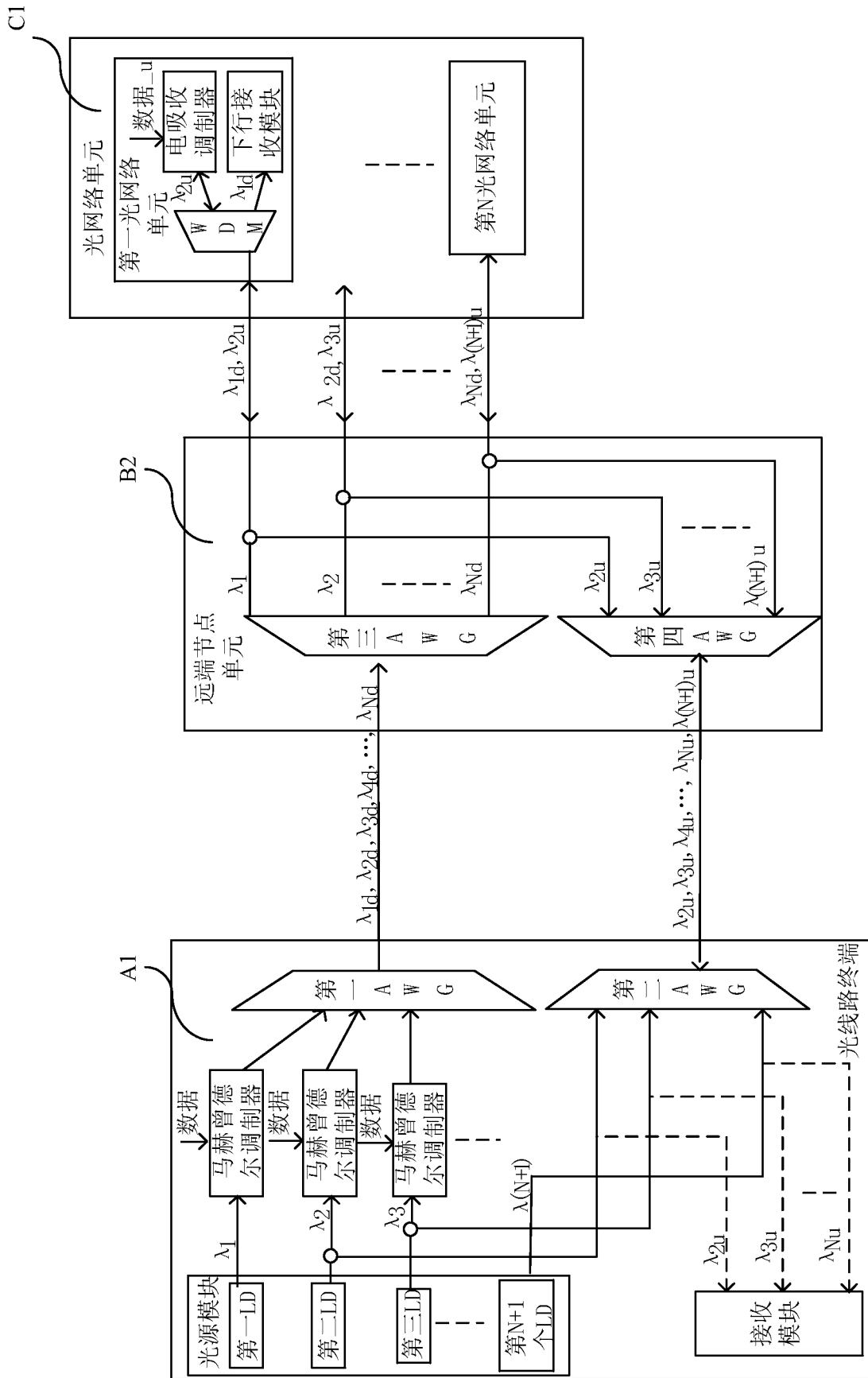


图15

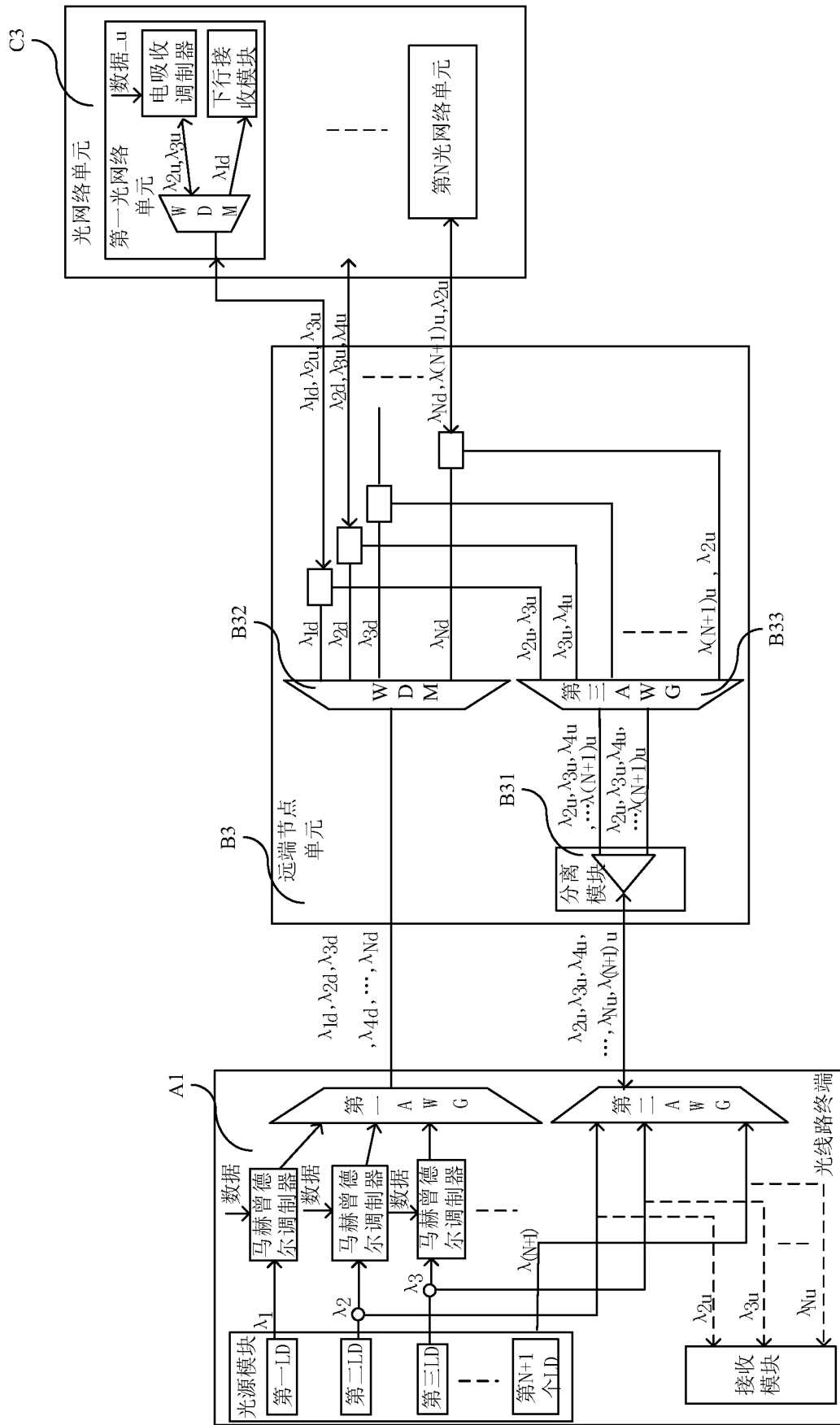


图16

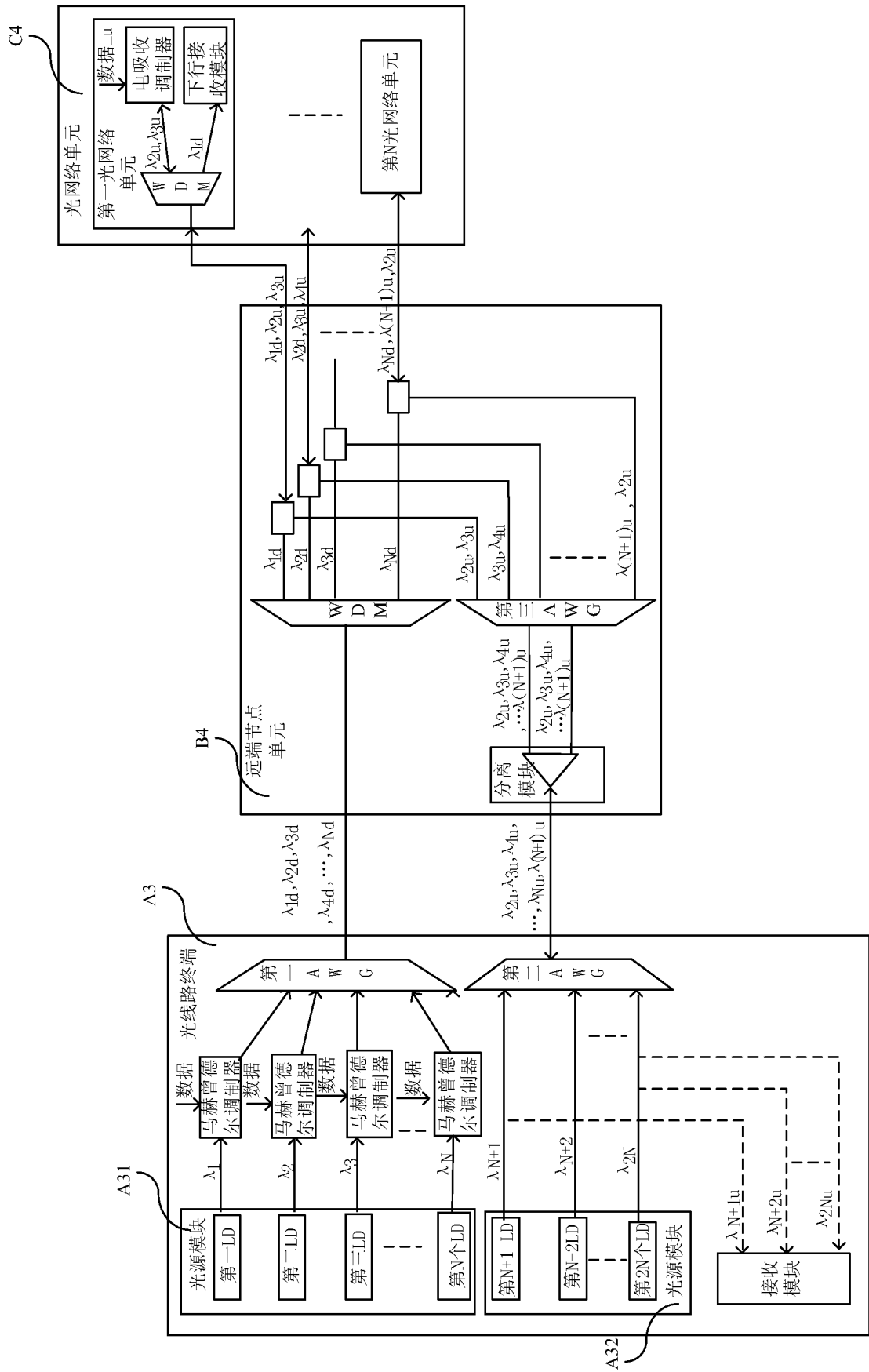


图17





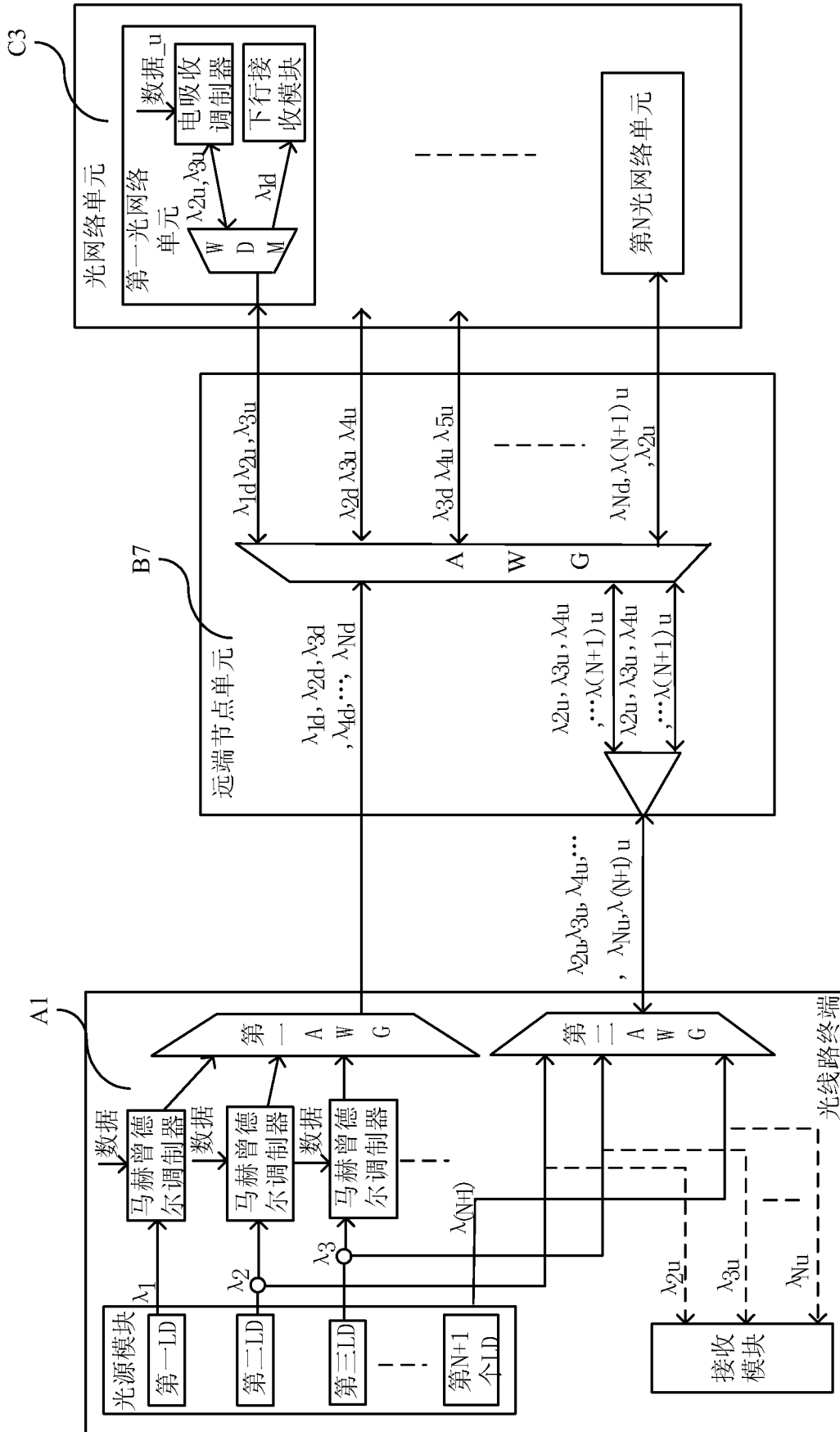


图20

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2008/072823

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>  <div style="text-align: center;">H04B 10/12(2006.01)i</div> According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  <div style="text-align: center;">IPC: H04B H04J</div>		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  CPRS,CNKI,WPI,EPODOC,PAJ: ONU, OPTICAL NETWORK UNIT, OPTICAL LINE TERMINAL, OLT, CARRIER, WAVELENGTH, WDM, WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEX+, BRACHING, CROSSING, ROUT+		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN1701543A(NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE CORP)23 Nov. 2005 (23.11.2005), see the whole document	1-15
A	CN1983906A(HUAWEI TECHNOLOGIES CO LTD)20 Jun.2007(20.06.2007), see the whole document	1-15
A	JP2006191604A(FUJITSU LTD et al)20 Jul. 2006(20.07.2006), see the whole document	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&”document member of the same patent family	
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance		
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date		
“L” document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)		
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
“P” document published prior to the international filing date		
Date of the actual completion of the international search 15 Jan. 2009(15.01.2009)	Date of mailing of the international search report <b>05 Feb. 2009 (05.02.2009)</b>	
Name and mailing address of the ISA/CN The State Intellectual Property Office, the P.R.China 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China 100088 Facsimile No. 86-10-62019451	Authorized officer  <div style="text-align: center;">FAN Xiaohan</div> Telephone No. (86-10)62411429	

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/CN2008/072823

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN1701543A	23.11.2005	WO2004114555A1	29.12.2009
		EP1635489A1	15.03.2006
		US2006146855A1	06.07.2006
		JP200505049T	27.07.2006
		JP3938924B2	27.06.2007
		US7389048B2	17.06.2008
CN1983906A	20.06.2007	WO2007071154A1	28.06.2007
		EP1887724A1	13.02.2008
		CN101160768A	09.04.2008
JP2006191604A	20.07.2006	US2006140631A1	29.06.2006

国际检索报告

国际申请号  
**PCT/CN2008/072823**

<b>A. 主题的分类</b>		
H04B 10/12(2006.01)i		
按照国际专利分类表(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
<b>B. 检索领域</b>		
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)		
IPC: H04B H04J		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
<p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))CPRS,CNKI,WPI,EPODOC,PAJ:光网络单元, ONU, 光线路终端, OLT, 载波, 波长, 波分复用, WDM, 分支, 交叉路由, ONU, OPTICAL NETWORK UNIT, OPTICAL LINE TERMINAL, OLT, CARRIER, WAVELENGTH, WDM, WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEX+, BRACHING, CROSSING, ROUT+</p>		
<b>C. 相关文件</b>		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN1701543A (日本电信电话株式会社) 23.11 月 2005(23.11.2005), 参见全文	1-15
A	CN1983906A (华为技术有限公司) 20.6 月 2007(20.06.2007), 参见全文	1-15
A	JP2006191604A (FUJITSU LTD 等) 20.7 月 2006(20.07.2006), 参见全文	1-15
<input type="checkbox"/> 其余文件在 C 栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件		“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件
国际检索实际完成的日期 15.1 月 2009(15.01.2009)		国际检索报告邮寄日期 <b>05.2 月 2009 (05.02.2009)</b>
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号: (86-10)62019451		授权官员 <b>范晓寒</b> 电话号码: (86-10) <b>62411429</b>

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
**PCT/CN2008/072823**

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN1701543A	23.11.2005	WO2004114555A1	29.12.2009
		EP1635489A1	15.03.2006
		US2006146855A1	06.07.2006
		JP200505049T	27.07.2006
		JP3938924B2	27.06.2007
		US7389048B2	17.06.2008
CN1983906A	20.06.2007	WO2007071154A1	28.06.2007
		EP1887724A1	13.02.2008
		CN101160768A	09.04.2008
JP2006191604A	20.07.2006	US2006140631A1	29.06.2006