

# (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  
2018年10月4日 (04.10.2018)



(10) 国际公布号  
**WO 2018/176590 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
**H04B 10/516** (2013.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/084240
- (22) 国际申请日: 2017年5月12日 (12.05.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201710209894.9 2017年3月31日 (31.03.2017) CN
- (71) 申请人: 深圳大学(SHENZHEN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区南海大道3688号, Guangdong 518000 (CN)。
- (72) 发明人: 王可(WANG, Ke); 中国广东省深圳市南山区南海大道3688号, Guangdong 518000 (CN)。张晗(ZHANG, Han); 中国广东省深圳市南山区

南海大道3688号, Guangdong 518000 (CN)。吉建华(JI, Jianhua); 中国广东省深圳市南山区南海大道3688号, Guangdong 518000 (CN)。徐铭(XU, Ming); 中国广东省深圳市南山区南海大道3688号, Guangdong 518000 (CN)。杨淑雯(YANG, Shuwen); 中国广东省深圳市南山区南海大道3688号, Guangdong 518000 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市科吉华烽知识产权事务所(普通合伙)(SZ KINDWALF INTELLECTUAL PROPERTY FIRM); 中国广东省深圳市南山区深南西路深南花园裙楼A区四层402室, Guangdong 518057 (CN)。

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR PERFORMING SAFETY PROTECTION ON OPTICAL SIGNAL TO BE TRANSMITTED IN WDM SYSTEM

(54) 发明名称: 一种在 WDM 系统中对传输光信号进行安全防护的装置及方法

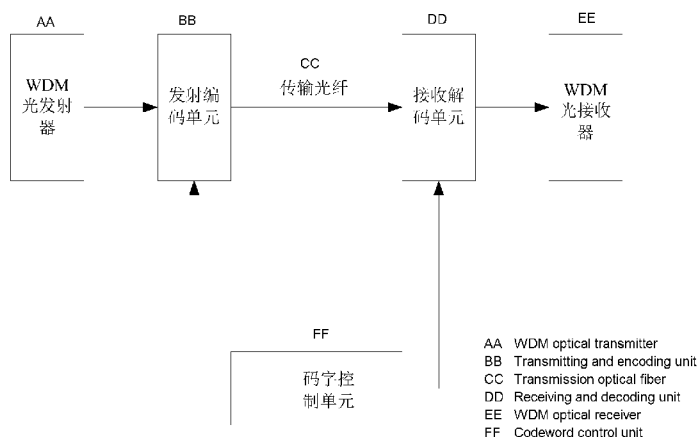


图 1

(57) Abstract: The present invention relates to a device for performing safety protection on an optical signal to be transmitted in a WDM system. The device comprises: a transmitting and encoding unit used for performing optical wave decomposition on a WDM optical signal and multiplexing same into N optical signals with a single wavelength, performing optical encoding on the obtained optical signals, and combining the N signals subjected to optical encoding into one WDM optical encoding signal and transmitting the WDM optical encoding signal to a transmission optical fiber; a receiving and decoding unit used for receiving the WDM optical encoding signal, converting the WDM optical encoding signal into an optical signal of the WDM system, and transmitting the optical signal to an optical receiver of the WDM system; and a codeword control unit used for generating control codewords and separately transmitting the codewords to the transmitting and encoding unit and the receiving and decoding unit. The present invention also relates to a method for performing safety protection on an optical signal to be transmitted in a WDM system. The device and method for performing safety protection on an optical signal to be transmitted in a WDM system provided by the present invention have the following beneficial effects: it is difficult to illegally steal the optical signal to be transmitted, and the transmission of the signal is safe.

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

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

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

---

**(57) 摘要:** 本发明涉及一种在WDM系统中对传输光信号进行安全防护的装置, 包括: 发射编码单元: 将WDM光信号进行光波分解复用为N路单一波长的光信号, 对得到的各路光信号进行光编码, 并将N路经过光编码的信号合为一路WDM光编码信号后传输到传输光纤; 接收解码单元: 接收所述WDM光编码信号, 将WDM光编码信号转换为WDM系统的光信号, 传输到WDM系统的光接收器; 码字控制单元: 产生控制码字并分别传输到所述发射编码单元和接收解码单元。本发明还涉及一种在WDM系统中对传输光信号进行安全防护的方法。实施本发明的一种在WDM系统中对传输光信号进行安全防护的装置及方法, 具有以下有益效果: 其较难被非法窃取、信号的传输较为安全。

# 发明名称：一种在WDM系统中对传输光信号进行安全防护的装置及方法

## 技术领域

[0001] 本发明涉及信号传输领域，更具体地说，涉及一种在WDM系统中对传输光信号进行安全防护的装置及方法。

## 背景技术

[0002] 已有的WDM光纤通信系统是由WDM光发射机、WDM光接收机和光纤组成，如图1所示。WDM光发射机内含有N个用户信号的光发射机（1-N），形成N个常规的单波长光纤通信系统，经波分复用器，将N个多路信道合为一路光波分复用信号输出，通过光纤传输到远端。远端WDM接收机接收到光波分复用信号后，由波分解复用器分离出N个单波长信道，各个信道分别经光接收机处理，获得N个用户信息。已有的WDM光纤通信系统存在可能被窃听的安全隐患，因为常规的单波长光纤通信系统工作于OOK体制，用能量探测器就能够获取光纤上所传输的用户信息。WDM系统中传输了多个用户信息，提高了系统安全性。但当窃听者使用频谱分析仪从WDM信道中剥离出一个信道，就仍然能获取用户信息，因而WDM光纤通信系统仍然是不安全的。

## 技术问题

[0003] 在此处键入技术问题描述段落。

## 问题的解决方案

## 技术解决方案

[0004] 本发明要解决的技术问题在于，针对现有技术的上述容易被非法窃取信息、不安全的缺陷，提供一种较难被非法窃取、安全的一种在WDM系统中对传输光信号进行安全防护的装置及方法。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：构造一种在WDM系统中对传输光信号进行安全防护的装置，包括：

- [0006] 发射编码单元：连接在WDM的光发射器和传输光纤之间，将WDM光信号进行光波分解复用为N路单一波长的光信号，对得到的各路光信号进行光编码，并将N路经过光编码的信号合为一路WDM光编码信号，并将所述WDM光编码信号传输到所述传输光纤；其中，每个信道的编码光载波的载波波长不相同；
- [0007] 接收解码单元：接收所述WDM光编码信号，将所述WDM光编码信号转换为WDM系统的光信号，传输到WDM系统的光接收器；
- [0008] 码字控制单元：产生控制码字并分别传输到所述发射编码单元和接收解码单元，所述控制码字用于控制各信道的编码光载波参数，以产生不同的、对应于各信道的编码光载波或控制输出不同的、各信道的解码光载波信号。
- [0009] 更进一步地，每个信道的编码光载波分别包括依次排列的多个设定时间单元，每个设定时间单元中的光波长不同于其相邻的设定时间单元中的光波长；每个信道的编码光载波的不同序号的设定时间单元中的光波长不同。
- [0010] 更进一步地，所述发射编码单元进一步包括波分解复用器、多个光接收模块、多个光调制模块、光源和发射波分复用器；所述波分解复用器包括一个连接在所述WDM系统的光发射器输出上的输入端和多个输出端，所述波分解复用器的多个输出端分别连接在一个光接收模块的输入端上，一个光接收模块的输出端连接在一个光调制模块的调制信号输入端；所述光源包括多个编码光载波信号输出端，一个光调制模块的输入端连接在一个编码光载波信号输出端；光调制模块的输出端连接在所述发射波分复用器的输入端，所述发射波分复用器的输出端与传输光纤连接；所述波分解复用器的输出端个数、光接收模块个数、光调制模块个数、编码光载波输出端个数和发射波分复用模块的输入端个数相等。
- [0011] 更进一步地，所述光源包括宽谱光源和发射波长选择开关，所述发射波长选择开关包括输入端、控制端和多个输出端；所述宽谱光源产生宽谱光信号并输出到所述发射波长选择开关的输入端，所述发射波长选择开关的控制端接收码字控制单元产生的发射控制码字作为编码变换控制信号，使得所述发射波长选择开关的多个输出端分别由所述宽谱光源输入的光信号中得到并分别输出符合所

述控制码字要求的编码光载波信号。

[0012] 更进一步地，所述接收解码单元包括接收波长选择开关、多个光窄脉冲接收模块和接收波分复用器；所述接收波长选择开关包括一个输入端、一个控制端和多个输出端；所述接收波长选择开关的输入端和所述传输光纤连接，所述接收波长选择开关的控制端接收所述码字控制单元产生的接收控制码字作为控制信号，使得所述接收波长选择开关的多个输出端分别输出所述发射编码单元中各光调制模块输出的、已调制的编码光载波信号；所述接收波长选择开关的多个输出端分别连接到所述多个光窄脉冲接收模块的输入端，一个光窄脉冲接收模块的输出端分别连接到所述接收波分复用器的输入端，所述接收波分复用器的输出端与所述WDM系统的光接收器连接。

[0013] 更进一步地，所述光窄脉冲接收模块对其接收到的已调制的编码光载波信号进行检波，得到调制的光信号并输出到所述接收波分复用器的相应输入端口上。

[0014] 更进一步地，所述控制码字包括发射控制码字和接收控制码字，所述发射控制码字和所述接收控制码字分别通过独立的光纤输送到所述发射编码单元和所述接收解码单元。

[0015] 本发明还涉及一种对WDM系统中传输的光信号安全防护的方法，包括在WDM系统输出复用的光信号后，对该光信号进行如下处理：

[0016] 将WDM的光信号按照信道进行分解和光电转换，N路单一波长的光信号，对得到的各路光信号进行光编码；将各信道调制后的编码光载波复用得到WDM光编码，并将所述WDM光编码传输到所述传输光纤；其中，每个信道的编码光载波的载波波长不相同；

[0017] 在WDM系统接收到上述经处理后在传输光纤上传输的光信号后，对该光信号进行如下处理：

[0018] 接收所述WDM光编码，将所述WDM光编码解复用为各信道的调制后的编码光载波信号，并进行解调制，得到各信道的用户光信号，将得到的各信道的用户光信号复用为WDM的光信号，传输到WDM系统的光接收器；

[0019] 其中，产生控制码字并分别用于上述的光信号处理，所述控制码字用于控制各信道的编码光载波参数，以产生不同的、对应于各信道的编码光载波或控

制输出不同的、各信道的已调制的编码光载波信号。

[0020] 更进一步地，每个信道的编码光载波分别包括依次排列的多个设定时间单元，每个设定时间单元中的光波长不同于其相邻的设定时间单元中的光波长；每个信道的编码光载波的相同序号的设定时间单元中的光波长不同。

[0021] 更进一步地，通过控制码字控制波长选择开关，使得输入到该波长选择开关的信号中的各设定波长分量分别输出到该波长选择开关的输出端，从而得到编码光载波信号或调制后的编码光载波信号。

## 发明的有益效果

### 有益效果

[0022] 实施本发明的一种在WDM系统中对传输光信号进行安全防护的装置及方法，具有以下有益效果：由于对现有的WDM系统中在光纤上传输的光信号进行处理后才传输到光纤上，使得在光纤上传输的光信号中，一个用户信号的载波是变化的，而且变化的规律是由控制码字决定的，这样，在不知道控制码字的情况下，即使对光纤上的光信号进行了拦截，取得了光纤上的光信号，也不可能完整地解调一个信道上的信号，进而不可能得到一个用户信号。所以，其较难被非法窃取、信号的传输较为安全。

## 对附图的简要说明

### 附图说明

[0023] 图1是本发明一种在WDM系统中对传输光信号安全防护的装置及方法实施例的该装置的结构示意图；

[0024] 图2是所述实施例中发射单元的结构示意图；

[0025] 图3是所述实施例中接收单元的结构示意图；

[0026] 图4是所述实施例中一种情况下第一载波波长变换的示意图；

[0027] 图5是所述实施例中一种在WDM系统中对传输光信号安全防护的方法流程图。

## 实施该发明的最佳实施例

### 本发明的最佳实施方式

[0028] 在此处键入本发明的最佳实施方式描述段落。

## 发明实施例

### 本发明的实施方式

[0029] 下面将结合附图对本发明实施例作进一步说明。

[0030] 如图1所示，在本发明的一种在WDM系统中对传输光信号进行安全防护的装置及方法实施例中，对于现有WDM系统而言，在WDM系统的光发射器和光接收器之间，直接连接传输光纤，且传输光纤上传输的光信号就是WDM系统中的复用信号。而在图1中，在WDM系统的光发射器和光接收器之间，不仅仅包括传输光纤，还包括发射编码单元、接收解码单元以及码字控制单元，同时，在传输光纤上传输的信号也不是传统的复用信号，而是对传统的复用信号进行处理后，得到的新的复用信号，这种信号即使被非法取得，由于不知道控制码字，因而不能被解码。因此能够起到保护传输内容不外泄的作用。

[0031] 在本实施例中，如图1所示，发射编码单元连接在WDM的光发射器和传输光纤之间，将WDM光信号进行光波分解复用为N路单一波长的光信号，对得到的各路光信号进行光编码，并将N路经过光编码的信号合为一WDM光编码信号，并将所述WDM光编码信号传输到所述传输光纤；N是WDM光信号中原先就具有的信道数量，换句话说，WDM光信号通常是由N路信号复用后得到的；其中，每个信道的编码光载波的载波波长不相同；而接收解码单元的输入端与上述传输光纤连接，接收所述WDM光编码信号，将所述WDM光编码信号转换为WDM系统的光信号，传输到WDM系统的光接收器；码字控制单元分别与上述发射编码单元和接收解码单元连接，产生控制码字并分别传输到所述发射编码单元和接收解码单元，所述控制码字用于控制各信道的编码光载波参数，以产生不同的、对应于各信道的编码光载波或控制输出不同的、各信道的已调制的编码光载波信号。值得一提的是，在本实施例中，上述光编码包括了将得到的WDM的信道光信号进行光电转换，利用得到的电信号分别对各信道的光载波进行编码调制，从而得到每个信道的光编码信号；将得到的各路光编码信号复用后，得到WDM光编码信号。

[0032] 在本实施例中，每个信道的编码光载波分别包括依次排列的多个设定时间单元，每个设定时间单元中的光波长不同于其相邻的设定时间单元中的光波长；每

个信道的编码光载波的相同序号的设定时间单元中的光波长不同。换句话说，在本实施例中，WDM系统的复用信号中包括多个信道（即多个用户信号，每个用户信号使用一个信道），每个信道均对应于一个编码光载波，每个信道的编码光载波虽然其结构相同，都是由多个设定时间单元依次排列而成，但是每个编码光载波的波长是不同的，同时，在一个编码光载波中，相邻的设定时间单元中的光载波是不相同的。而编码光载波的波长的选择和相邻设定时间单元中波长的变化，是由控制码字决定的。在知道控制码字的情况下，也就能够得到取得调制后的编码光载波携带的信息内容；而在不知道控制码字的情况下，由于无法预测当前设定时间单元内第一载波的波长，也不知道下一个设定时间单元内编码光载波的波长，因而无法得到该调制后的编码光载波携带的信息内容。

[0033] 在本实施例中，WDM光发射器输出的是光复用信号，其中包括了多个信道输出的光信号。在上述发射编码单元中，请参见图2，包括波分解复用器、多个光接收模块、多个光调制模块、光源和发射波分复用器；所述波分解复用器包括一个连接在所述WDM系统的光发射器输出上的输入端和多个输出端，所述波分解复用器的多个输出端分别连接在一个光接收模块的输入端上，一个光接收模块的输出端连接在一个光调制模块的调制信号输入端；所述光源包括多个编码光载波信号输出端，一个光调制模块的输入端连接在一个编码光载波信号输出端；光调制模块的输出端连接在所述发射波分复用器的输入端，所述发射波分复用器的输出端与传输光纤连接；所述波分解复用器的输出端个数、光接收模块个数、光调制模块个数、编码光载波输出端个数和发射波分复用模块的输入端个数相等。在本实施例中，光源包括宽谱光源和发射波长选择开关，所述发射波长选择开关包括输入端、控制端和多个输出端；所述宽谱光源产生宽谱光信号并输出到所述发射波长选择开关的输入端，所述发射波长选择开关的控制端接收码字控制单元产生的发射控制码字作为编码变换控制信号，使得所述发射波长选择开关的多个输出端分别由所述宽谱光源输入的光信号中得到并分别输出符合所述控制码字要求的编码光载波信号。

[0034] 总体上来讲，在本实施例中，对于发射端的信号处理就是将传统的WDM系统



的复用信号解复用，经过处理得到每个信道上的信号，再将得到的多个信道上的用户信号（一个信道传输一个用户信号）作为调制信号，去调制该信道对应的编码光载波信号。也就是说，在本实施例中，有多个编码光载波信号，每个编码光载波信号对应于一个信道，每个编码光载波信号在同一个时间上，其载波波长不同；同时，对于一个编码光载波信号而言，其波长每隔一个设定时间周期，都会变化一次；对编码光载波信号的波长变换情况，请参见图4。图4中给出了本实施例中一种情况下，多个编码光载波信号的波长沿时间轴变换的例子。

[0035] 图3示出了本实施例中接收解码单元的结构示意图。在本实施例中，接收解码单元包括接收波长选择开关、多个光窄脉冲接收模块和接收波分复用器；所述接收波长选择开关包括一个输入端、一个控制端和多个输出端；所述接收波长选择开关的输入端和所述传输光纤连接，所述接收波长选择开关的控制端接收所述码字控制单元产生的接收控制码字作为控制信号，使得所述接收波长选择开关的多个输出端分别输出所述发射编码单元中各光调制模块输出的、已调制的编码光载波信号；所述接收波长选择开关的多个输出端分别连接到所述多个光窄脉冲接收模块的输入端，一个光窄脉冲接收模块的输出端分别连接到所述接收波分复用器的输入端，所述接收波分复用器的输出端与所述WDM系统的光接收器连接。所述光窄脉冲接收模块对其接收到的已调制的编码光载波信号进行检波，得到调制的光信号并输出到所述接收波分复用器的相应输入端口上。

[0036] 在本实施例中，控制码字包括发射控制码字和接收控制码字，所述发射控制码字和所述接收控制码字分别通过独立的光纤输送到所述发射编码单元和所述接收解码单元。发射控制码字和接收控制码字的作用是使得上述发射波长选择开关和接收波长选择开关分别在其不同的输出端上输出符合设定要求的波长的信号，所以，只要事先实现这一目的，在本实施例中，上述发射控制码字和接收控制码字可以相同（可以合并为一个控制码字），也可以不同，需要视上述发射波长选择开关和接收波长选择开关的具体情况而定。

[0037] 对WDM光传输信号进行安全防护的装置将来自WDM光发射器的光波分复用信号进行信道分离处理后，各信道分别接收进行光-电转换，用此电信号调制窄光

脉冲（即编码光载波信号），窄光脉冲由宽谱超连续光源产生，或由多个不同波长的窄脉宽半导体增益开关激光器组产生，经过波长选择开关（WSS，Wavelength Selective Switch）模块，WSS有一个或多个输入端口、N个输出端口，由计算机控制，可以将任意端口输入的光或输入端口输入的光的任意部分，输出到WSS的任意输出端口（端口1-N），一个输入端口可以输入一个或多个波长，一个输出端口可以输出预期的一个或多个波长。控制WSS各个输出端口的波长，即可转换信道的光载波。使各信道的光载波随时间进行跳频变化，变化规律将遵循所设计的码字。

[0038] 在本实施例中，WDM光传输信号安全防护装置的接收解码单元由WSS-Drop波长选择开关模块、多个光窄脉冲接收模块、波分复用器、解码变换控制系统（图中未示出）等组成，如图3所示。自传输光纤传输来的WDM光编码进入WSS-Drop接收波长选择开关模块，在解码变换控制系统发出的解码变换控制信号（即接收控制码字）作用下，WSS-Drop接收波长选择开关的各个输出端口输出单个光载波，此载波波长与编码变换的相应，使WSS-Drop各个输出端口（1---N）输出的单波光信号的波长保持不变，仍然分别为 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、...、 $\lambda_N$ 。各路信号分别进入多个光窄脉冲接收模块，还原为原不同波长的各单路用户信号，经波分复用器复用为WDM光信号。其中，在需要的时候，上述光窄脉冲接收模块将其得到的光窄脉冲采用延时或扩展的手段依次展宽后，使其恢复到WDM的信道光信号的格式后输出。

[0039] 编码变换控制系统是要按所设计的编码规则来控制各路光载波波长，如在第一个时间段 $\tau_1$ 内，对第1信道至第N个信道分别配置不同的波长 $\lambda_1$ 至 $\lambda_N$ ；在第2个时间段 $\tau_2$ 内，改变各信道的波长；第3个时间段 $\tau_3$ 内，再改变各信道的波长，依此类推，如图4所示。对任何一个信道，载波波长随时间而改变。时间段长短的确定，及其波长的选取是依据所设计的编码变换规律确定。各时间段不一定相等。这样，窃听器用频谱分析仪就不能获取到用户信息，从而系统起到安全防护作用。

[0040] 请参见图5，在本实施例中还涉及一种对WDM系统中传输的光信号安全防护的方法，包括如下步骤：

- [0041] 步骤S11将WDM系统的复用信号解复用，得到用户信号：在本步骤中，将WDM系统输出的复用光信号按照信道进行分解和光电转换，得到各信道的用户信号；
- [0042] 步骤S12将得到的用户信号分别调制对应的编码光载波信号，其中，编码光载波信号的波长随时间变化：在本步骤中，将得到的各信道的用户信号分别对该信道的编码光载波进行调制；其中，产生控制码字并分别用于本步骤和稍后步骤中的光信号处理，控制码字用于控制各信道的编码光载波参数，以产生不同的、对应于各信道的编码光载波或控制输出不同的、各信道的已调制的编码光载波信号。
- [0043] 步骤S13将得到的多个调制后的编码光载波信号复用得到WDM光编码：在本步骤中，由于上述步骤中产生了多个已调制的编码光载波信号，所以将各信道调制后的编码光载波复用得到WDM光编码。
- [0044] 步骤S14将WDM光编码传输到传输光纤上：在本步骤中，将所述WDM光编码传输到所述传输光纤。
- [0045] 步骤S15接收WDM光编码，并得到按用户输出调制后的编码光载波信号：在本步骤中，上述WDM光编码（光信号）在传输光纤上传输后到达接收端，在该WDM光编码还没有进入WDM系统的光接收器之前，对其进行处理，即接收所述WDM光编码，将所述WDM光编码解复用为各信道的调制后的编码光载波信号。
- [0046] 步骤S16对输出的各个调制后的编码光载波信号解调，得到各用户信号：在本步骤中，对得到的各调制后的编码光载波信号进行解调制，得到各信道的用户信号。
- [0047] 步骤S17复用得到的用户信号并输出到WDM系统的光接收器：在本步骤中，将得到的各信道的用户信号复用为WDM的光信号，传输到WDM系统的光接收器。
- [0048] 在本实施例中，每个信道的编码光载波分别包括依次排列的多个设定时间单元，每个设定时间单元中的光波长不同于其相邻的设定时间单元中的光波长；每个信道的编码光载波的相同序号的设定时间单元中的光波长不同。通过控制

码字控制波长选择开关，使得输入到该波长选择开关的信号中的各设定波长分量分别输出到该波长选择开关的输出端，从而得到编码光载波信号或调制后的编码光载波信号。

[0049] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本发明的保护范围。因此，本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

#### 工业实用性

[0050] 在此处键入工业实用性描述段落。

#### 序列表自由内容

[0051] 在此处键入序列表自由内容描述段落。

## 权利要求书

[权利要求 1] 一种在WDM系统中对传输光信号进行安全防护的装置，其特征在于，包括：

发射编码单元：连接在WDM的光发射器和传输光纤之间，将WDM光信号进行光波分解复用为N路单一波长的光信号，对得到的各路光信号进行光编码，并将N路经过光编码的信号合为一路WDM光编码信号，并将所述WDM光编码信号传输到所述传输光纤；其中，每个信道的编码光载波的载波波长不相同；

接收解码单元：接收所述WDM光编码信号，将所述WDM光编码信号转换为WDM系统的光信号，传输到WDM系统的光接收器；

码字控制单元：产生控制码字并分别传输到所述发射编码单元和接收解码单元，所述控制码字用于控制各信道的编码光载波参数，以产生不同的、对应于各信道的编码光载波或控制输出不同的、各信道的解码光载波信号。

[权利要求 2] 根据权利要求1所述的在WDM系统中对传输光信号进行安全防护的装置，其特征在于，每个信道的编码光载波分别包括依次排列的多个设定时间单元，每个设定时间单元中的光波长不同于其相邻的设定时间单元中的光波长；每个信道的编码光载波的相同序号的设定时间单元中的光波长不同。

[权利要求 3] 根据权利要求2所述的在WDM系统中对传输光信号进行安全防护的装置，其特征在于，所述发射编码单元进一步包括波分解复用器、多个光接收模块、多个光调制模块、光源和发射波分复用器；所述波分解复用器包括一个连接在所述WDM系统的光发射器输出上的输入端和多个输出端，所述波分解复用器的多个输出端分别连接在一个光接收模块的输入端上，一个光接收模块的输出端连接在一个光调制模块的调制信号输入端；所述光源包括多个编码光载波信号输出端，一个光调制模块的输入端连接在一个编码光载波信号输出端；光调制模块的

输出端连接在所述发射波分复用器的输入端，所述发射波分复用器的输出端与传输光纤连接；所述波分解复用器的输出端个数、光接收模块个数、光调制模块个数、编码光载波输出端个数和发射波分复用模块的输入端个数相等。

[权利要求 4] 根据权利要求3所述的在WDM系统中对传输光信号进行安全防护的装置，其特征在于，所述光源包括宽谱光源和发射波长选择开关，所述发射波长选择开关包括输入端、控制端和多个输出端；所述宽谱光源产生宽谱光信号并输出到所述发射波长选择开关的输入端，所述发射波长选择开关的控制端接收码字控制单元产生的发射控制码字作为编码变换控制信号，使得所述发射波长选择开关的多个输出端分别由所述宽谱光源输入的光信号中得到并分别输出符合所述控制码字要求的编码光载波信号。

[权利要求 5] 根据权利要求4所述的在WDM系统中对传输光信号进行安全防护的装置，其特征在于，所述接收解码单元包括接收波长选择开关、多个光窄脉冲接收模块和接收波分复用器；所述接收波长选择开关包括一个输入端、一个控制端和多个输出端；所述接收波长选择开关的输入端和所述传输光纤连接，所述接收波长选择开关的控制端接收所述码字控制单元产生的接收控制码字作为控制信号，使得所述接收波长选择开关的多个输出端分别输出所述发射编码单元中各光调制模块输出的、已调制的编码光载波信号；所述接收波长选择开关的多个输出端分别连接到所述多个光窄脉冲接收模块的输入端，一个光窄脉冲接收模块的输出端分别连接到所述接收波分复用器的输入端，所述接收波分复用器的输出端与所述WDM系统的光接收器连接。

[权利要求 6] 根据权利要求5所述的在WDM系统中对传输光信号进行安全防护的装置，其特征在于，所述光窄脉冲接收模块对其接收到的已调制的编码光载波信号进行检波，得到调制的光信号并输出到所述接收波分复用器的相应输入端口上。

[权利要求 7] 根据权利要求6所述的在WDM系统中对传输光信号进行安全防护的装

置，其特征在于，所述控制码字包括发射控制码字和接收控制码字，所述发射控制码字和所述接收控制码字分别通过独立的光纤输送到所述发射编码单元和所述接收解码单元。

[权利要求 8]

一种对WDM系统中传输的光信号进行安全防护的方法，其特征在于，包括在WDM系统输出复用的光信号后，对该光信号进行如下处理：

将WDM的光信号按照信道进行分解和光电转换，N路单一波长的光信号，对得到的各路光信号进行光编码；将各信道调制后的编码光载波复用得到WDM光编码，并将所述WDM光编码传输到所述传输光纤；其中，每个信道的编码光载波的载波波长不相同；

在WDM系统接收到上述经处理后在传输光纤上传输的光信号后，对该光信号进行如下处理：

接收所述WDM光编码，将所述WDM光编码解复用为各信道的调制后的编码光载波信号，并进行解调制，得到各信道的用户光信号，将得到的各信道的用户光信号复用为WDM的光信号，传输到WDM系统的光接收器；

其中，产生控制码字并分别用于上述的光信号处理，所述控制码字用于控制各信道的编码光载波参数，以产生不同的、对应于各信道的编码光载波或控制输出不同的、各信道的已调制的编码光载波信号。

[权利要求 9]

根据权利要求8所述的方法，其特征在于，每个信道的编码光载波分别包括依次排列的多个设定时间单元，每个设定时间单元中的光波长不同于其相邻的设定时间单元中的光波长；每个信道的编码光载波的不同序号的设定时间单元中的光波长不同。

[权利要求 10]

根据权利要求9所述的方法，其特征在于，通过控制码字控制波长选择开关，使得输入到该波长选择开关的信号中的各设定波长分量分别输出到该波长选择开关的输出端，从而得到编码光载波信号或调制后的编码光载波信号。

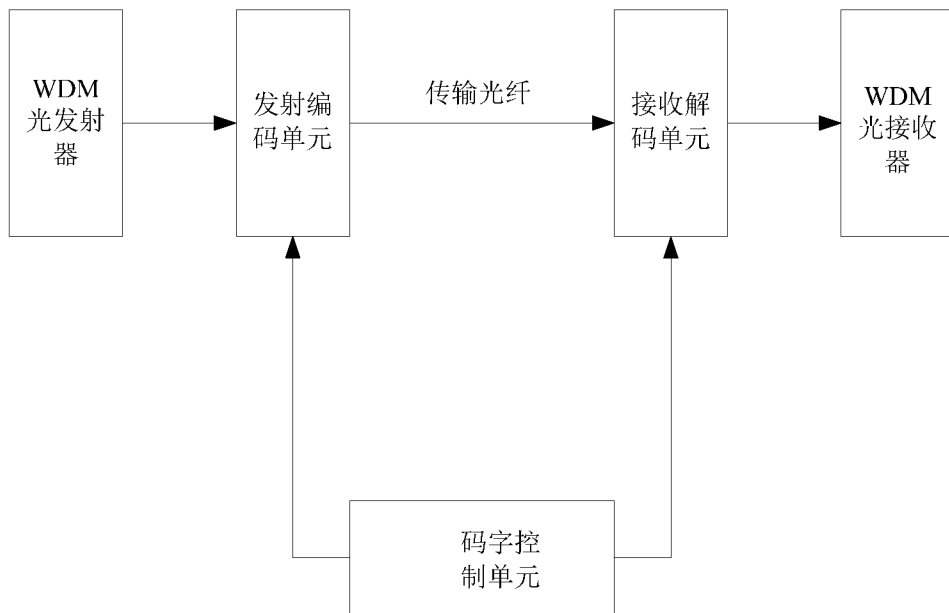


图 1

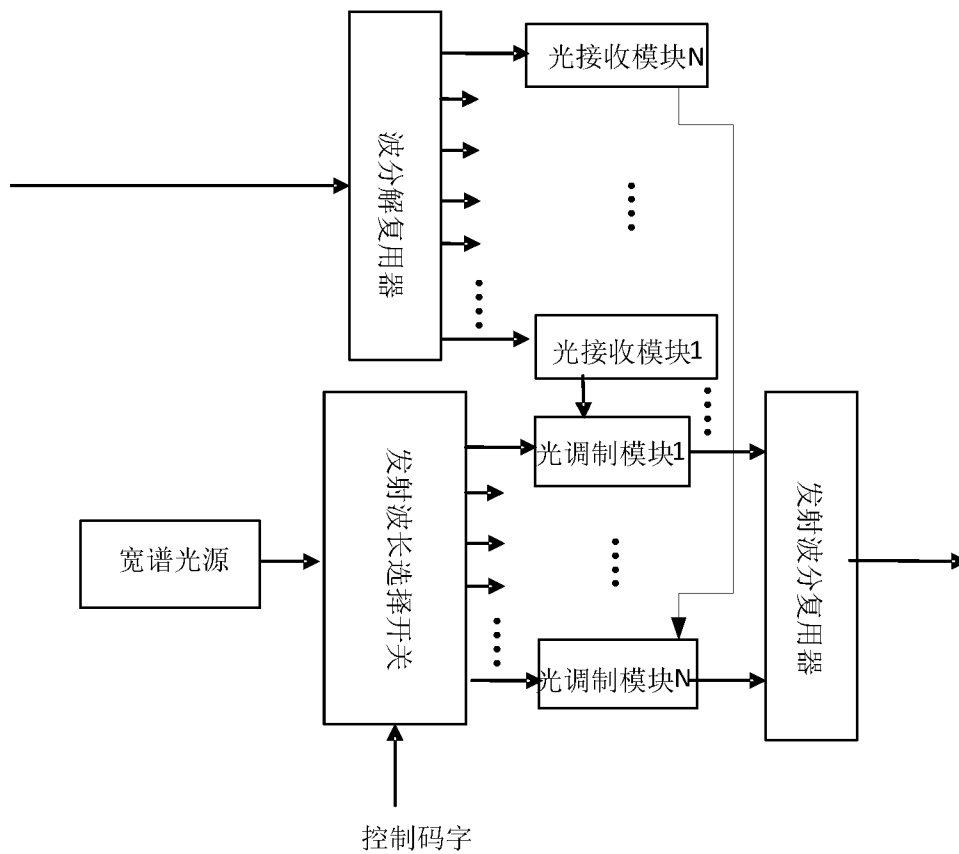




图 2

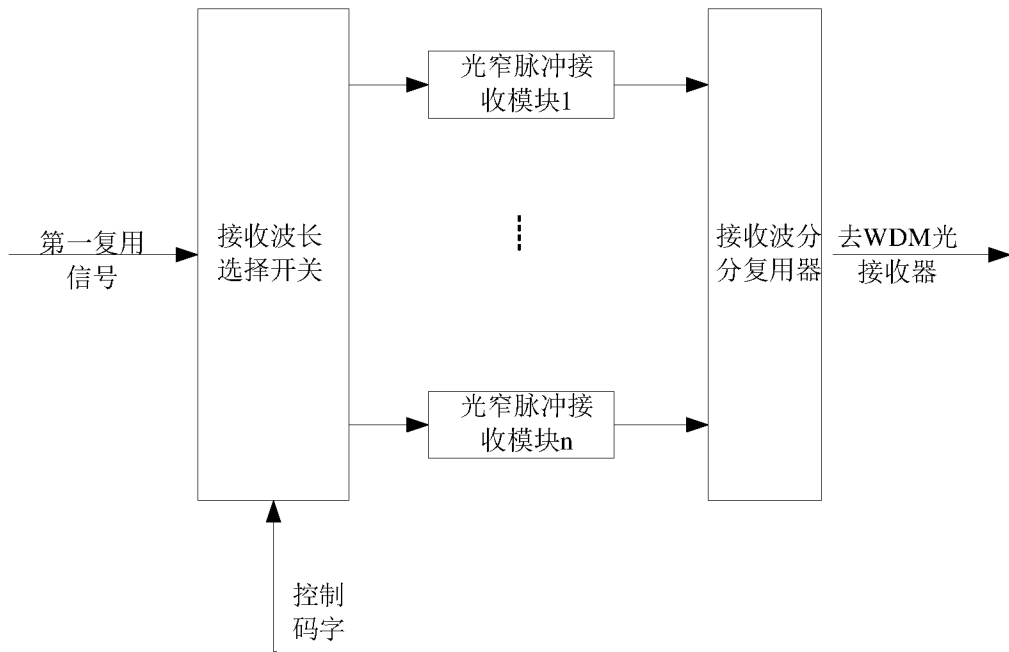


图 3

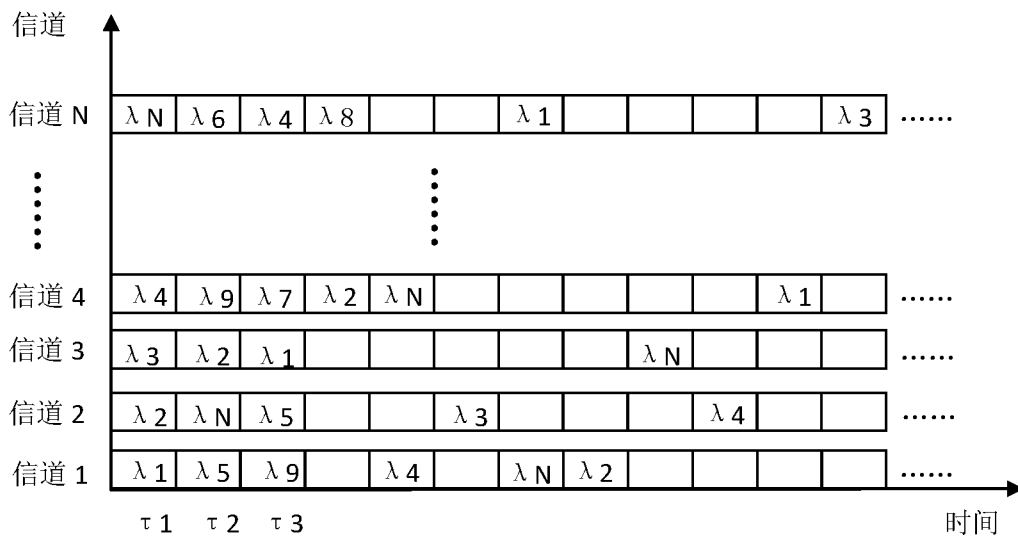


图 4

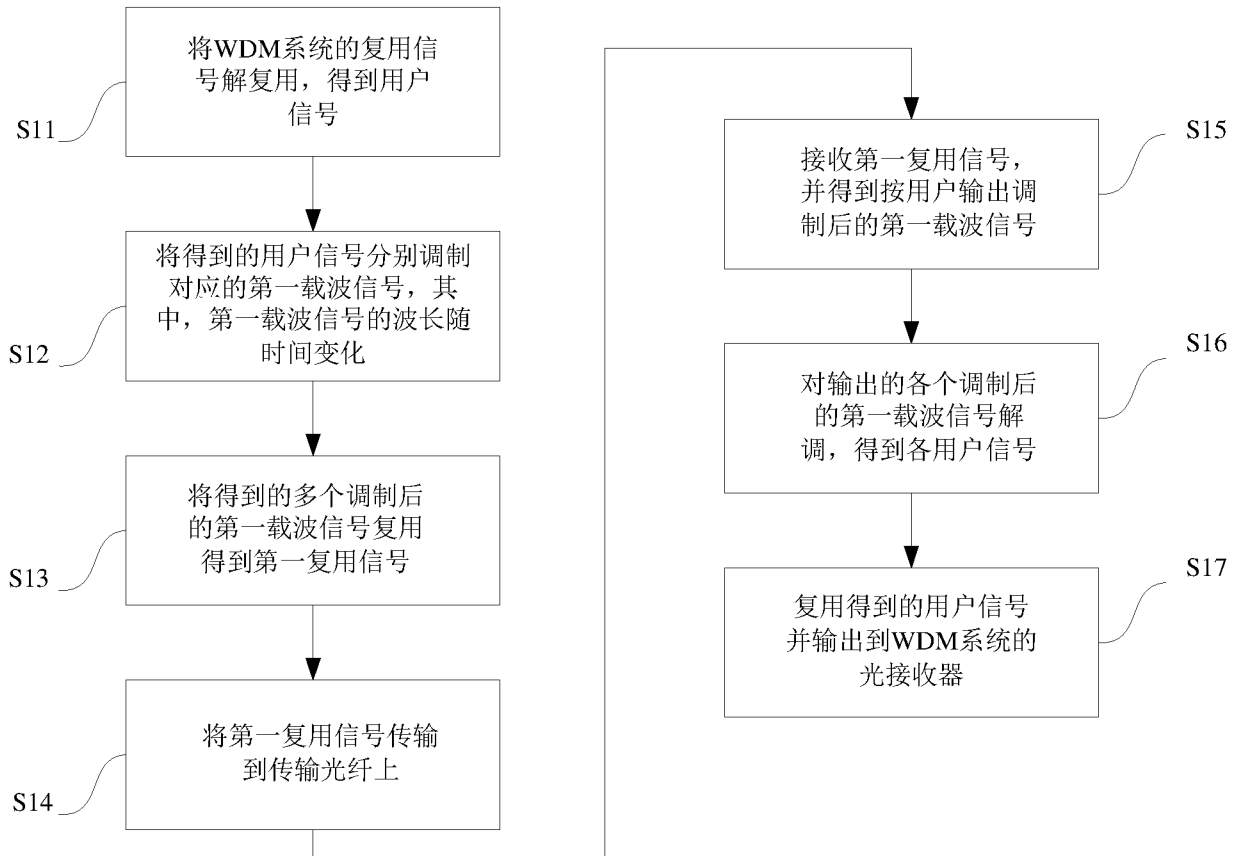


图 5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2017/084240

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 10/516 (2013.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B; H04L; H04W; H04J

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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC, 3GPP: 光, 波分复用, 安全, 保护, 保密, 加密, 防护, 加密, 码字, 载波, 信道, 波长, 不同, 不相同, 时变, 可变, 调整, 时间单元, WDM, OCDM, safety, protect, encryption, code, carrier, channel, wavelength, different, variable

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101079679 A (OKI ELECTRIC INDUSTRY CO., LTD.) 28 November 2007 (28.11.2007), description, page 13, line 14 to page 14, line 8 and page 17, line 12 to page 18, line 29, and figures 5 and 7	1-10
A	CN 102843189 A (INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE) 26 December 2012 (26.12.2012), entire document	1-10
A	CN 1780189 A (OKI ELECTRIC INDUSTRY CO., LTD.) 31 May 2006 (31.05.2006), entire document	1-10
A	CN 101848403 A (ZTE CORPORATION et al.) 29 September 2010 (29.09.2010), entire document	1-10
A	US 9178610 B1 (GOOGLE INC.) 03 November 2015 (03.11.2015), entire document	1-10
A	EP 2940904 A1 (FUJITSU LIMITED) 04 November 2015 (04.11.2015), entire document	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;”document member of the same patent family</p>
---	--

Date of the actual completion of the international search  
09 December 2017

Date of mailing of the international search report  
28 December 2017

Name and mailing address of the ISA  
State Intellectual Property Office of the P. R. China  
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao  
Haidian District, Beijing 100088, China  
Facsimile No. (86-10) 62019451

Authorized officer  
  
HAN, Xue  
  
Telephone No. (86-10) 62413842

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

International application No.  
PCT/CN2017/084240

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101079679 A	28 November 2007	US 2007286603 A1	13 December 2007
		JP 2007318234 A	06 December 2007
CN 102843189 A	26 December 2012	TW 201301785 A	01 January 2013
		US 2012328295 A1	27 December 2012
		JP 2013009296 A	10 January 2013
CN 1780189 A	31 May 2006	JP 2006157204 A	15 June 2006
		US 2009190927 A1	30 July 2009
		US 2006115272 A1	01 June 2006
CN 101848403 A	29 September 2010	WO 2011130982 A1	27 October 2011
US 9178610 B1	03 November 2015	None	
EP 2940904 A1	04 November 2015	US 2015280852 A1	01 October 2015
		JP 2015195490 A	05 November 2015

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>H04B 10/516(2013.01) i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																							
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H04B; H04L; H04W; H04J</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <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))</p> <p>CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC, 3GPP: 光, 波分复用, 安全, 保护, 保密, 加密, 防护, 加密, 码字, 载波, 信道, 波长, 不同, 不相同, 时变, 可变, 调整, 时间单元, WDM, OCDM, safety, protect, encryption, code, carrier, channel, wavelength, different, variable</p>																							
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 101079679 A (冲电气工业株式会社) 2007年 11月 28日 (2007 - 11 - 28) 说明书第13页第14行至第14页第8行、第17页第12行至第18页第29行, 图5、7</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102843189 A (财团法人工业技术研究院) 2012年 12月 26日 (2012 - 12 - 26) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1780189 A (冲电气工业株式会社) 2006年 5月 31日 (2006 - 05 - 31) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101848403 A (中兴通讯股份有限公司等) 2010年 9月 29日 (2010 - 09 - 29) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 9178610 B1 (GOOGLE INC.) 2015年 11月 3日 (2015 - 11 - 03) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>EP 2940904 A1 (FUJITSU LTD.) 2015年 11月 4日 (2015 - 11 - 04) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 101079679 A (冲电气工业株式会社) 2007年 11月 28日 (2007 - 11 - 28) 说明书第13页第14行至第14页第8行、第17页第12行至第18页第29行, 图5、7	1-10	A	CN 102843189 A (财团法人工业技术研究院) 2012年 12月 26日 (2012 - 12 - 26) 全文	1-10	A	CN 1780189 A (冲电气工业株式会社) 2006年 5月 31日 (2006 - 05 - 31) 全文	1-10	A	CN 101848403 A (中兴通讯股份有限公司等) 2010年 9月 29日 (2010 - 09 - 29) 全文	1-10	A	US 9178610 B1 (GOOGLE INC.) 2015年 11月 3日 (2015 - 11 - 03) 全文	1-10	A	EP 2940904 A1 (FUJITSU LTD.) 2015年 11月 4日 (2015 - 11 - 04) 全文	1-10
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
A	CN 101079679 A (冲电气工业株式会社) 2007年 11月 28日 (2007 - 11 - 28) 说明书第13页第14行至第14页第8行、第17页第12行至第18页第29行, 图5、7	1-10																					
A	CN 102843189 A (财团法人工业技术研究院) 2012年 12月 26日 (2012 - 12 - 26) 全文	1-10																					
A	CN 1780189 A (冲电气工业株式会社) 2006年 5月 31日 (2006 - 05 - 31) 全文	1-10																					
A	CN 101848403 A (中兴通讯股份有限公司等) 2010年 9月 29日 (2010 - 09 - 29) 全文	1-10																					
A	US 9178610 B1 (GOOGLE INC.) 2015年 11月 3日 (2015 - 11 - 03) 全文	1-10																					
A	EP 2940904 A1 (FUJITSU LTD.) 2015年 11月 4日 (2015 - 11 - 04) 全文	1-10																					
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																							
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																							
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2017年 12月 9日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2017年 12月 28日</p>																					
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>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</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>韩雪</p> <p>电话号码 (86-10)62413842</p>																					

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/084240

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	101079679	A	2007年 11月 28日	US	2007286603	A1	2007年 12月 13日
				JP	2007318234	A	2007年 12月 6日
CN	102843189	A	2012年 12月 26日	TW	201301785	A	2013年 1月 1日
				US	2012328295	A1	2012年 12月 27日
				JP	2013009296	A	2013年 1月 10日
CN	1780189	A	2006年 5月 31日	JP	2006157204	A	2006年 6月 15日
				US	2009190927	A1	2009年 7月 30日
				US	2006115272	A1	2006年 6月 1日
CN	101848403	A	2010年 9月 29日	WO	2011130982	A1	2011年 10月 27日
US	9178610	B1	2015年 11月 3日	无			
EP	2940904	A1	2015年 11月 4日	US	2015280852	A1	2015年 10月 1日
				JP	2015195490	A	2015年 11月 5日