



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108574532 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 08

(21) 申请号 201710147524.7

(22) 申请日 2017.03.13

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108574532 A

(43) 申请公布日 2018.09.25

(73) 专利权人 中兴通讯股份有限公司
地址 518057 广东省深圳市南山区科技园
路55号

(72) 发明人 杨巍 黄新刚

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240
专利代理师 江舟 董文倩

(51) Int. Cl.

H04B 10/294 (2013.01)

H04B 10/564 (2013.01)

(56) 对比文件

CN 102447514 A, 2012.05.09

US 2012163809 A1, 2012.06.28

JP 2012080377 A, 2012.04.19

CN 101989879 A, 2011.03.23

WO 2011079656 A1, 2011.07.07

王震. 无源光网络若干关键技术的研究.《中
国博士学位论文全文数据库 (信息科技辑)》
.2013,

审查员 潘佩琳

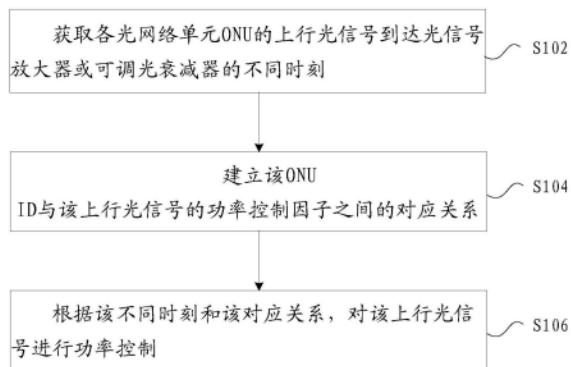
权利要求书4页 说明书29页 附图13页

(54) 发明名称

光信号的功率控制方法、装置及光线路终端

(57) 摘要

本发明提供了一种光信号的功率控制方法、装置及光线路终端。其中,该方法包括:获取各光网络单元ONU的上行光信号到达光信号放大器或可调光衰减器的不同时刻;建立该ONU ID与该上行光信号的功率控制因子之间的对应关系;根据该不同时刻和该对应关系,对该上行光信号进行功率控制。通过本发明,解决了相关技术中光网络单元ONU上行突发信号放大的均衡问题,达到了降低OLT接收机的接收功率范围要求的技术效果。



1. 一种光信号的功率控制方法,其特征在于,包括:

获取各光网络单元ONU的上行光信号到达光信号放大器或可调光衰减器的不同时刻;

分配注册时隙,并发送下行注册信号,在ONU接收到所述下行注册信号且判断满足所述注册时隙的功率要求时,开始注册并建立所述ONU ID与所述上行光信号的功率控制因子之间的对应关系;

根据所述不同时刻和所述对应关系,对所述上行光信号进行功率控制。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述功率控制因子包括以下至少之一:

光信号放大器的增益、可调光衰减器的衰减。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,在所述功率控制因子为所述光信号放大器的增益时,建立所述ONU ID与所述上行光信号的功率控制因子之间的对应关系包括:

分配注册时隙,并发送下行注册信号;

在ONU接收到所述下行注册信号且判断满足所述注册时隙的功率要求时,开始注册并建立所述ONU ID和光信号放大器的增益之间的对应关系。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,在所述功率控制因子为所述光信号放大器的增益时,建立所述ONU ID与所述上行光信号的功率控制因子之间的对应关系包括:

分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,所述下行注册信号中包含光信号放大器的增益信息;

在ONU接收到所述下行注册信号且判断处于光信号放大器增益最小注册时隙时,增大光信号放大器增益直至正确接收ONU发送的序列号;

建立所述ONU ID和光信号放大器增益之间的对应关系。

5. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,在所述功率控制因子为可调光衰减器的衰减时,建立所述ONU ID与所述上行光信号的功率控制因子之间的对应关系包括:

分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,所述注册时隙预分配一个衰减值;

在ONU接收到所述下行注册信号且判断符合所述注册时隙的功率要求时,开始注册并建立ONU ID和可调光衰减器之间的衰减关系。

6. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,在所述功率控制因子为可调光衰减器的衰减时,建立所述ONU ID与所述上行光信号的功率控制因子之间的对应关系包括:

设置可调光衰减器的衰减为最大;

分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,所述下行注册信号中包含可调光衰减器的衰减信息;

在ONU接收到所述下行注册信号且判断处于光信号放大器实际增益最小注册时隙时,减少可调光衰减器的衰减直至正确接收ONU发送的序列号;

建立ONU ID和可调光衰减器之间的衰减关系。

7. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,在所述功率控制因子为光信号放大器的增益和可调光衰减器的衰减时,建立所述ONU ID与所述上行光信号的功率控制因子之间的对应关系包括:

分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,在所述注册时隙光信号放大器设置有一个预分配的增益、可调光衰减器设置有一个预分配的衰减;

在ONU接收到所述下行注册信号且判断符合所述注册时隙的功率要求时,开始注册并

建立ONU ID、光信号放大器增益以及可调光衰减器衰减之间的对应关系。

8. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,在所述功率控制因子为光信号放大器的增益和可调光衰减器的衰减时,建立所述ONU ID与所述上行光信号的功率控制因子之间的对应关系包括:

设置光信号放大器的实际增益最小;

分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,所述下行注册信号包括光信号放大器实际增益信息;

在ONU接收到所述下行注册信号且判断处于光信号放大器实际增益最小注册时隙时,增大光信号放大器增益直至正确接收ONU发送的序列号;

建立ONU ID、光信号放大器增益以及可调光衰减器衰减之间的对应关系。

9. 根据权利要求1至8任一项所述的方法,其特征在于,所述光信号放大器或所述可调光衰减器的个数为多个。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,

在所述上行光信号到达多个所述光信号放大器和/或所述可调光衰减器之前,所述上行光信号经由公共光信号放大器被执行相应的功率控制。

11. 根据权利要求10所述的方法,其特征在于,在所述光信号放大器或所述可调光衰减器的个数为多个时,所述对应关系为多个,其中,多个所述对应关系分别为每一路ONU ID和对应的上行光信号的功率控制因子之间的关系。

12. 一种光信号的功率控制装置,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取各光网络单元ONU的上行光信号到达光信号放大器的不同时刻;

建立模块,用于分配注册时隙,并发送下行注册信号,在ONU接收到所述下行注册信号且判断满足所述注册时隙的功率要求时,开始注册并建立所述ONU ID与所述上行光信号的功率控制因子之间的对应关系;

控制模块,用于根据所述不同时刻和所述对应关系,对所述上行光信号进行功率控制。

13. 根据权利要求12所述的装置,其特征在于,所述功率控制因子包括以下至少之一:光信号放大器的增益、可调光衰减器的衰减。

14. 根据权利要求13所述的装置,其特征在于,所述建立模块包括:

第一分配单元,用于在所述功率控制因子为所述光信号放大器的增益时分配注册时隙,并发送下行注册信号;

第一建立单元,用于在ONU接收到所述下行注册信号且判断满足所述注册时隙的功率要求时,开始注册并建立所述ONU ID和光信号放大器的增益之间的对应关系。

15. 根据权利要求13所述的装置,其特征在于,所述建立模块包括:

第二分配单元,用于在所述功率控制因子为所述光信号放大器的增益时分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,所述下行注册信号中包含光信号放大器的增益信息;

第一增加单元,用于在ONU接收到所述下行注册信号且判断处于光信号放大器增益最小注册时隙时,增大光信号放大器增益直至正确接收ONU发送的序列号;

第二建立单元,用于建立所述ONU ID和光信号放大器增益之间的对应关系。

16. 根据权利要求13所述的装置,其特征在于,所述建立模块包括:

第三分配单元,用于在所述功率控制因子为可调光衰减器的衰减时分配注册时隙,并

发送下行注册信号,其中,所述注册时隙预分配一个衰减值;

第三建立单元,用于在ONU接收到所述下行注册信号且判断符合所述注册时隙的功率要求时,开始注册并建立ONU ID和可调光衰减器之间的衰减关系。

17.根据权利要求13所述的装置,其特征在于,所述建立模块包括:

第一设置单元,用于在所述功率控制因子为可调光衰减器的衰减时设置可调光衰减器的衰减为最大;

第四分配单元,用于分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,所述下行注册信号中包含可调光衰减器的衰减信息;

减少单元,用于在ONU接收到所述下行注册信号且判断处于光信号放大器实际增益最小注册时隙时,减少可调光衰减器的衰减直至正确接收ONU发送的序列号;

第四建立单元,用于建立ONU ID和可调光衰减器之间的衰减关系。

18.根据权利要求13所述的装置,其特征在于,所述建立模块包括:

第五分配单元,用于在所述功率控制因子为光信号放大器的增益和可调光衰减器的衰减时分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,在所述注册时隙光信号放大器设置有一个预分配的增益、可调光衰减器设置有一个预分配的衰减;

第五建立单元,用于在ONU接收到所述下行注册信号且判断符合所述注册时隙的功率要求时,开始注册并建立ONU ID、光信号放大器增益以及可调光衰减器衰减之间的对应关系。

19.根据权利要求13所述的装置,其特征在于,所述建立模块包括:

第二设置单元,用于在所述功率控制因子为光信号放大器的增益和可调光衰减器的衰减时,设置光信号放大器的实际增益最小;

第六分配单元,用于分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,所述下行注册信号包括光信号放大器实际增益信息;

第二增加单元,用于在ONU接收到所述下行注册信号且判断处于光信号放大器实际增益最小注册时隙时,增大光信号放大器增益直至正确接收ONU发送的序列号;

第六建立单元,用于建立ONU ID、光信号放大器增益以及可调光衰减器衰减之间的对应关系。

20.根据权利要求12至19任一项所述的装置,其特征在于,所述光信号放大器或所述可调光衰减器的个数为多个。

21.根据权利要求20所述的装置,其特征在于,

在所述上行光信号到达多个所述光信号放大器和/或所述可调光衰减器之前,所述上行光信号经由公共光信号放大器被执行相应的功率控制。

22.根据权利要求21所述的装置,其特征在于,在所述光信号放大器或所述可调光衰减器的个数为多个时,所述对应关系为多个,其中,多个所述对应关系分别为每一路ONU ID和对应的上行光信号的功率控制因子之间的关系。

23.一种光线路终端OLT,其特征在于,包括:如权利要求12至22任一项所述的装置。

24.一种光网络单元ONU,其特征在于,包括:

接收模块,用于接收光线路终端OLT在分配的当前注册时隙,下发的下行注册信号,其中,所述下行注册信号中包括功率控制因子;

执行模块,用于根据所述功率控制因子判断上行到达所述OLT的光功率是否符合所述当前注册时隙的功率要求,如果符合,则上行发送ONU序列号进行注册,并建立ONU ID和所述功率控制因子之间的对应关系,如果不符合,则等待下一个分配的注册时隙。

25. 根据权利要求24所述的ONU,其特征在于,所述功率控制因子至少包括以下之一:光信号放大器的增益、可调光衰减器的衰减。

26. 根据权利要求25所述的ONU,其特征在于,所述执行模块包括:

第一执行单元,用于在所述功率控制因子为所述OLT预分配的光信号放大器的增益的情况下,根据接收到的下行光信号功率计算出上行链路衰减,并根据ONU的发射光功率和上行链路衰减的值判断上行到达所述光信号放大器的光功率是否符合所分配的当前注册时隙的功率要求,如果符合则上行发送ONU序列号进行注册,如果不符合,则等待下一个分配的注册时隙。

27. 根据权利要求25所述的ONU,其特征在于,所述执行模块包括:

第二执行单元,用于在所述功率控制因子为所述OLT预分配的光信号放大器的最小增益的情况下,根据接收到的所述注册信号判断是否处于光信号放大器增益最小时的注册时隙,如果是,则上行发送ONU序列号进行注册,如果不是,则等待光信号放大器增益最小时的注册时隙。

28. 根据权利要求25所述的ONU,其特征在于,所述执行模块包括:

第三执行单元,用于在所述功率控制因子为所述OLT预分配的可调光衰减器的衰减的情况下,根据接收到的下行光信号功率计算出上行链路衰减,并根据ONU的发射光功率和上行链路衰减的值判断上行到达所述光信号放大器的光功率是否符合所分配的当前注册时隙的功率要求,如果符合则上行发送ONU序列号进行注册,如果不符合,则等待下一个分配的注册时隙。

29. 根据权利要求25所述的ONU,其特征在于,所述执行模块包括:

第四执行单元,用于在所述功率控制因子为所述OLT预分配的可调光衰减器的最大衰减的情况下,根据接收到的所述注册信号判断是否处于光信号放大器增益最小时的注册时隙,如果是,则上行发送ONU序列号进行注册,如果不是,则等待光信号放大器增益最小时的注册时隙。

30. 一种无源光网络PON系统,包括权利要求23中所述的OLT和权利要求25至29中任一所述的一个或多个ONU。

光信号的功率控制方法、装置及光线路终端

技术领域

[0001] 本发明涉及通信领域,具体而言,涉及一种光信号的功率控制方法、装置及光线路终端。

背景技术

[0002] 随着用户对带宽需求的不断提升,接入领域无源光网络(Passive Optical Network,简称为PON)的技术也在不断更新,从EPON,GPON到10GEPON,XGPON再到NGPON2和正在研究推进的100GEPON,接入技术带宽不断增大。但是,带宽的增大会带来功率预算不够的问题,由于接入网用户很多,因此需要很高的功率预算,以便局端和终端接收光功率都能满足灵敏度要求,达到良好的传输性能。为了达到功率预算要求,需要加入光放大器,目前通讯系统中常用的光放大器是掺铒光纤放大器(Erbium-doped Optical Fiber Amplifier,简称为EDFA)和半导体光放大器(Semiconductor Optical Amplifier,简称为SOA)。SOA由于其具有相对平坦且广泛的增益谱,快速的动态响应,以及可集成等优势,越来越受到关注,成为光接入领域光放大器件的良好选择。

[0003] 但是,PON系统中有一个动态范围问题,由于不同的光网络单元(Optical Network Unit,简称为ONU)发射光功率不同,且不同的ONU到光线路终端(Optical Line Terminal,简称为OLT)的距离也不同,这导致OLT接收不同ONU的光功率不同。如果SOA保持同一种增益,可能会导致有的ONU接收光放大倍数不够,达不到OLT灵敏度要求,而有的ONU接收光放大倍数过大,导致OLT出现过载,甚至可能损毁OLT接收机。因此,需要有一种机制来控制SOA的输出光功率,使得SOA可以根据不同的入射光功率合理地调整增益,或在SOA后加可调衰减,使得出射光都能达到一个相对一致的功率。

[0004] 针对相关技术中,光网络单元ONU上行突发信号放大的均衡问题,尚未提出有效的解决方案。

发明内容

[0005] 本发明实施例提供了一种光信号的功率控制方法、装置及光线路终端,以至少解决相关技术中光网络单元ONU上行突发信号放大的均衡问题。

[0006] 根据本发明的一个实施例,提供了一种光信号的功率控制方法,包括:获取各光网络单元ONU的上行光信号到达光信号放大器或可调光衰减器的不同时刻;建立所述ONU ID与所述上行光信号的功率控制因子之间的对应关系;根据所述不同时刻和所述对应关系,对所述上行光信号进行功率控制。

[0007] 可选地,所述功率控制因子包括以下至少之一:光信号放大器的增益、可调光衰减器的衰减。

[0008] 可选地,所述功率控制因子为所述光信号放大器的增益时,建立所述ONU ID与所述上行光信号的功率控制因子之间的对应关系包括:分配注册时隙,并发送下行注册信号;在ONU接收到所述下行注册信号且判断满足所述注册时隙的功率要求时,开始注册并建立

所述ONU ID和光信号放大器的增益之间的对应关系。

[0009] 可选地,在所述功率控制因子为所述光信号放大器的增益时,建立所述ONU ID与所述上行光信号的功率控制因子之间的对应关系包括:分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,所述下行注册信号中包含光信号放大器的增益信息;在ONU接收到所述下行注册信号且判断处于光信号放大器增益最小注册时隙时,增大光信号放大器增益直至正确接收ONU发送的序列号;建立所述ONU ID和光信号放大器增益之间的对应关系。

[0010] 可选地,在所述功率控制因子为可调光衰减器的衰减时,建立所述ONU ID与所述上行光信号的功率控制因子之间的对应关系包括:分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,所述注册时隙预分配一个衰减值;在ONU接收到所述下行注册信号且判断符合所述注册时隙的功率要求时,开始注册并建立ONU ID和可调光衰减器之间的衰减关系。

[0011] 可选地,在所述功率控制因子为可调光衰减器的衰减时,建立所述ONU ID与所述上行光信号的功率控制因子之间的对应关系包括:设置可调光衰减器的衰减为最大;分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,所述下行注册信号中包含可调光衰减器的衰减信息;在ONU接收到所述下行注册信号且判断处于光信号放大器实际增益最小注册时隙时,减少可调光衰减器的衰减直至正确接收ONU发送的序列号;建立ONU ID和可调光衰减器之间的衰减关系。

[0012] 可选地,在所述功率控制因子为光信号放大器的增益和可调光衰减器的衰减时,建立所述ONU ID与所述上行光信号的功率控制因子之间的对应关系包括:分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,在所述注册时隙光信号放大器设置有一个预分配的增益、可调光衰减器设置有一个预分配的衰减;在ONU接收到所述下行注册信号且判断符合所述注册时隙的功率要求时,开始注册并建立ONU ID、光信号放大器增益以及可调光衰减器衰减之间的对应关系。

[0013] 可选地,在所述功率控制因子为光信号放大器的增益和可调光衰减器的衰减时,建立所述ONU ID与所述上行光信号的功率控制因子之间的对应关系包括:设置光信号放大器的实际增益最小;分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,所述下行注册信号包括光信号放大器实际增益信息;在ONU接收到所述下行注册信号且判断处于光信号放大器实际增益最小注册时隙时,增大光信号放大器增益直至正确接收ONU发送的序列号;建立ONU ID、光信号放大器增益以及可调光衰减器衰减之间的对应关系。

[0014] 可选地,所述光信号放大器或所述可调光衰减器的个数为多个。

[0015] 可选地,在所述上行光信号到达所述多个光信号放大器和/或所述可调光衰减器之前,所述上行光信号经由公共光信号放大器被执行相应的功率控制。

[0016] 可选地,在所述光信号放大器或所述可调光衰减器的个数为多个时,所述对应关系为多个,其中,所述多个对应关系分别为每一路ONU ID和对应的上行光信号的功率控制因子之间的关系。

[0017] 根据本发明的另一个实施例,提供了一种光信号的功率控制装置,包括:获取模块,用于获取各光网络单元ONU的上行光信号到达光信号放大器的不同时刻;建立模块,用于建立所述ONU ID与所述上行光信号的功率控制因子之间的对应关系;控制模块,用于根据所述不同时刻和所述对应关系,对所述上行光信号进行功率控制。

[0018] 可选地,所述功率控制因子包括以下至少之一:光信号放大器的增益、可调光衰减

器的衰减。

[0019] 可选地,所述建立模块包括:第一分配单元,用于在所述功率控制因子为所述光信号放大器的增益时分配注册时隙,并发送下行注册信号;第一建立单元,用于在ONU接收到所述下行注册信号且判断满足所述注册时隙的功率要求时,开始注册并建立所述ONU ID和光信号放大器的增益之间的对应关系。

[0020] 可选地,所述建立模块包括:第二分配单元,用于在所述功率控制因子为所述光信号放大器的增益时分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,所述下行注册信号中包含光信号放大器的增益信息;第一增加单元,用于在ONU接收到所述下行注册信号且判断处于光信号放大器增益最小注册时隙时,增大光信号放大器增益直至正确接收ONU发送的序列号;第二建立单元,用于建立所述ONU ID和光信号放大器增益之间的对应关系。

[0021] 可选地,所述建立模块包括:第三分配单元,用于在所述功率控制因子为可调光衰减器的衰减时分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,所述注册时隙预分配一个衰减值;第三建立单元,用于在ONU接收到所述下行注册信号且判断符合所述注册时隙的功率要求时,开始注册并建立ONU ID和可调光衰减器之间的衰减关系。

[0022] 可选地,所述建立模块包括:第一设置单元,用于在所述功率控制因子为可调光衰减器的衰减时设置可调光衰减器的衰减为最大;第四分配单元,用于分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,所述下行注册信号中包含可调光衰减器的衰减信息;减少单元,用于在ONU接收到所述下行注册信号且判断处于光信号放大器实际增益最小注册时隙时,减少可调光衰减器的衰减直至正确接收ONU发送的序列号;第四建立单元,用于建立ONU ID和可调光衰减器之间的衰减关系。

[0023] 可选地,所述建立模块包括:第五分配单元,用于在所述功率控制因子为光信号放大器的增益和可调光衰减器的衰减时分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,在所述注册时隙光信号放大器设置有一个预分配的增益、可调光衰减器设置有一个预分配的衰减;第五建立单元,用于在ONU接收到所述下行注册信号且判断符合所述注册时隙的功率要求时,开始注册并建立ONU ID、光信号放大器增益以及可调光衰减器衰减之间的对应关系。

[0024] 可选地,所述建立模块包括:第二设置单元,用于在所述功率控制因子为光信号放大器的增益和可调光衰减器的衰减时,设置光信号放大器的实际增益最小;第六分配单元,用于分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,所述下行注册信号包括光信号放大器实际增益信息;第二增加单元,用于在ONU接收到所述下行注册信号且判断处于光信号放大器实际增益最小注册时隙时,增大光信号放大器增益直至正确接收ONU发送的序列号;第六建立单元,用于建立ONU ID、光信号放大器增益以及可调光衰减器衰减之间的对应关系。

[0025] 可选地,所述光信号放大器或所述可调光衰减器的个数为多个。

[0026] 可选地,在所述上行光信号到达所述多个光信号放大器和/或所述可调光衰减器之前,所述上行光信号经由公共光信号放大器被执行相应的功率控制。

[0027] 可选地,在所述光信号放大器或所述可调光衰减器的个数为多个时,所述对应关系为多个,其中,所述多个对应关系分别为每一路ONU ID和对应的上行光信号的功率控制因子之间的关系。

[0028] 根据本发明的又一个实施例,还提供了一种光线路终端OLT,包括上述的装置。

[0029] 根据本发明的又一个实施例,还提供了一种存储介质。该存储介质设置为存储用

于执行以下步骤的程序代码：

[0030] 获取各光网络单元ONU的上行光信号到达光信号放大器或可调光衰减器的不同时刻；建立所述ONU ID与所述上行光信号的功率控制因子之间的对应关系；根据所述不同时刻和所述对应关系，对所述上行光信号进行功率控制。

[0031] 通过本发明，获取各光网络单元ONU的上行光信号到达光信号放大器或可调光衰减器的不同时刻；建立该ONU ID与该上行光信号的功率控制因子之间的对应关系；根据该不同时刻和该对应关系，对该上行光信号进行功率控制，使得ONU的上行突发信号放大到OLT接收机能够接收的范围，进而解决了相关技术中光网络单元ONU上行突发信号放大的均衡问题，达到了降低OLT接收机的接收功率范围要求的技术效果。

附图说明

[0032] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解，构成本申请的一部分，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：

[0033] 图1是根据本发明实施例的光信号的功率控制方法流程图；

[0034] 图2是根据本发明实施例的光信号的功率控制结构示意图（一）；

[0035] 图3是根据本发明实施例的ONU注册时的系统框图；

[0036] 图4是根据本发明实施例的ONU注册流程图（一）；

[0037] 图5是根据本发明实施例的ONU注册流程图（二）；

[0038] 图6是根据本发明实施例的光信号的功率控制结构示意图（二）；

[0039] 图7是根据本发明实施例的光信号的功率控制结构示意图（三）；

[0040] 图8是根据本发明实施例的ONU注册流程图（三）；

[0041] 图9是根据本发明实施例的ONU注册流程图（四）；

[0042] 图10是根据本发明实施例的ONU注册流程图（五）；

[0043] 图11是根据本发明实施例的ONU注册流程图（六）；

[0044] 图12是根据本发明实施例的多通道光信号的功率控制结构示意图；

[0045] 图13是根据本发明实施例的多通道光信号的功率控制结构示意图（一）；

[0046] 图14是根据本发明实施例的多通道光信号的功率控制结构示意图（二）；

[0047] 图15是根据本发明实施例的多通道光信号的功率控制结构示意图（三）；

[0048] 图16是根据本发明实施例的多通道光信号的功率控制结构示意图（四）；

[0049] 图17是根据本发明实施例的多通道光信号的功率控制结构示意图（五）；

[0050] 图18是根据本发明实施例的光信号的功率控制装置的结构框图；

[0051] 图19是根据本发明实施例的光信号的功率控制装置的结构框图（一）；

[0052] 图20是根据本发明实施例的光信号的功率控制装置的结构框图（二）；

[0053] 图21是根据本发明实施例的光信号的功率控制装置的结构框图（三）；

[0054] 图22是根据本发明实施例的光信号的功率控制装置的结构框图（四）；

[0055] 图23是根据本发明实施例的光信号的功率控制装置的结构框图（五）；

[0056] 图24是根据本发明实施例的光信号的功率控制装置的结构框图（六）。

具体实施方式

[0057] 下文中将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0058] 需要说明的是,本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。

[0059] 实施例1

[0060] 在本实施例中提供了一种光信号的功率控制方法,图1是根据本发明实施例的光信号的功率控制方法流程图,如图1所示,该流程包括如下步骤:

[0061] 步骤S102,获取各光网络单元ONU的上行光信号到达光信号放大器或可调光衰减器的不同时刻;

[0062] 步骤S104,建立该ONU ID与该上行光信号的功率控制因子之间的对应关系;

[0063] 步骤S106,根据该不同时刻和该对应关系,对该上行光信号进行功率控制。

[0064] 可选地,在本实施例中,上述光信号的放大方法的应用场景包括但不限于:无源光网络(Passive Optical Network,PON),在该应用场景下,获取各光网络单元ONU的上行光信号到达光信号放大器或可调光衰减器的不同时刻;建立该ONU ID与该上行光信号的功率控制因子之间的对应关系;根据该不同时刻和该对应关系,对该上行光信号进行功率控制,使得ONU的上行突发信号放大到OLT接收机能够接收的范围,进而解决了相关技术中光网络单元ONU上行突发信号放大的均衡问题,达到了降低OLT接收机的接收功率范围要求的技术效果。

[0065] 需要说明的是,在本实施例中,光信号放大器的个数包括但不限于:一个多个;可调光衰减器的个数包括但不限于:一个多个。

[0066] 可选地,在本实施例中,上述光信号放大器主要以半导体放大器SOA为例进行说明。

[0067] 下面结合具体示例,对本实施例进行举例说明。

[0068] 如图2所示,通过DBA可以知道每个ONU上行信号到达SOA的时刻,在此时刻通过基于DBA的输出功率控制模块调节SOA增益,或SOA后面的可调光衰减器(VOA)衰减,或者同时调SOA增益和VOA衰减,就可以使ONU的上行突发信号放大到OLT接收机能够接收的范围,达到了放大的效果并降低了OLT接收机的接收功率范围要求。

[0069] 可选地,上述功率控制因子包括但不限于:光信号放大器的增益、可调光衰减器的衰减。

[0070] 在本发明的一个可选实施方式中,在该功率控制因子为该光信号放大器的增益时,建立该ONU ID与该上行光信号的功率控制因子之间的对应关系包括以下步骤:

[0071] 步骤S11,分配注册时隙,并发送下行注册信号;

[0072] 步骤S12,在ONU接收到该下行注册信号且判断满足该注册时隙的功率要求时,开始注册并建立该ONU ID和光信号放大器的增益之间的对应关系。

[0073] 通过上述步骤S11至S12,进一步使得ONU的上行突发信号放大到OLT接收机能够接收的范围,进而解决了相关技术中光网络单元ONU上行突发信号放大的均衡问题,达到了降低OLT接收机的接收功率范围要求的技术效果。

[0074] 可选地,在该功率控制因子为该光信号放大器的增益时,建立该ONU ID与该上行

光信号的功率控制因子之间的对应关系包括以下步骤：

[0075] 步骤S13,分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,该下行注册信号中包含光信号放大器的增益信息;

[0076] 步骤S14,在ONU接收到该下行注册信号且判断处于光信号放大器增益最小注册时隙时,增大光信号放大器增益直至正确接收ONU发送的序列号;

[0077] 步骤S15,建立该ONU ID和光信号放大器增益之间的对应关系。

[0078] 在一个可选地实施方式中,在该功率控制因子为可调光衰减器的衰减时,建立该ONU ID与该上行光信号的功率控制因子之间的对应关系包括以下步骤:

[0079] 步骤S21,分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,该注册时隙预分配一个衰减值;

[0080] 步骤S22,在ONU接收到该下行注册信号且判断符合该注册时隙的功率要求时,开始注册并建立ONU ID和可调光衰减器之间的衰减关系。

[0081] 通过上述步骤S21至S22,进一步使得ONU的上行突发信号放大到OLT接收机能够接收的范围,进而解决了相关技术中光网络单元ONU上行突发信号放大的均衡问题,达到了降低OLT接收机的接收功率范围要求的技术效果。

[0082] 可选地,在该功率控制因子为可调光衰减器的衰减时,建立该ONU ID与该上行光信号的功率控制因子之间的对应关系包括以下步骤:

[0083] 步骤S23,设置可调光衰减器的衰减为最大;

[0084] 步骤S24,分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,该下行注册信号中包含可调光衰减器的衰减信息;

[0085] 步骤S25,在ONU接收到该下行注册信号且判断处于光信号放大器实际增益最小注册时隙时,减少可调光衰减器的衰减直至正确接收ONU发送的序列号;

[0086] 步骤S26,建立ONU ID和可调光衰减器之间的衰减关系。

[0087] 在一个可选地实施方式中,在该功率控制因子为光信号放大器的增益和可调光衰减器的衰减时,建立该ONU ID与该上行光信号的功率控制因子之间的对应关系包括以下步骤:

[0088] 步骤S31,分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,在该注册时隙光信号放大器设置有一个预分配的增益、可调光衰减器设置有一个预分配的衰减;

[0089] 步骤S32,在ONU接收到该下行注册信号且判断符合该注册时隙的功率要求时,开始注册并建立ONU ID、光信号放大器增益以及可调光衰减器衰减之间的对应关系。

[0090] 通过上述步骤S31至S32,进一步使得ONU的上行突发信号放大到OLT接收机能够接收的范围,进而解决了相关技术中光网络单元ONU上行突发信号放大的均衡问题,达到了降低OLT接收机的接收功率范围要求的技术效果。

[0091] 可选地,在该功率控制因子为光信号放大器的增益和可调光衰减器的衰减时,建立该ONU ID与该上行光信号的功率控制因子之间的对应关系包括以下步骤:

[0092] 步骤S33,设置光信号放大器的实际增益最小;

[0093] 步骤S34,分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,该下行注册信号包括光信号放大器实际增益信息;

[0094] 步骤S35,在ONU接收到该下行注册信号且判断处于光信号放大器实际增益最小注

册时隙时,增大光信号放大器增益直至正确接收ONU发送的序列号;

[0095] 步骤S36,建立ONU ID、光信号放大器增益以及可调光衰减器衰减之间的对应关系。

[0096] 在一个可选实施方式中,上述光信号放大器或该可调光衰减器的个数为多个。在该光信号放大器或该可调光衰减器的个数为多个时,该对应关系为多个,其中,该多个对应关系分别为每一路ONU ID和对应的上行光信号的功率控制因子之间的关系。

[0097] 可选地,在该上行光信号到达该多个光信号放大器和/或该可调光衰减器之前,该上行光信号经由公共光信号放大器被执行相应的功率控制。

[0098] 下面结合具体示例,对本实施例进行举例说明。

[0099] 可选实施例一

[0100] 本可选实施例一共分为两步,第一步在注册阶段建立ONU ID和SOA增益之间的关系。第二步根据得到的关系,联系DBA,建立动态增益调整表,基于DBA的输出功率控制模块依据此表动态调整SOA增益,使每个ONU发出的光信号功率都能得到放大,并且放大后的光功率趋于一致。

[0101] 第一步,ONU ID和SOA增益的对应关系。

[0102] 由于一开始不知道每个ONU的上行光信号到达SOA的功率值,因此无法确定对应于每个ONU上行光信号的合适的SOA的增益。在PON的标准中ODN的动态范围达15dB,ONU发射光功率波动范围为5dB,因此到达OLT接收机的光功率差异最大可达20dB。如果SOA增益设置过小,则那些信号到OLT衰减较大的ONU无法注册,但是如果SOA增益过大又可能造成那些信号到OLT衰减较小的ONU光功率放大过大,损坏OLT的光接收机。因此需要一个合适的方式,通过合适的增益使OLT能够正确接收ONU上行突发信息,记录此时的ONU ID和SOA增益值,建立两者的关系。以下提供两种ONU注册方式:

[0103] 图3为ONU注册时的系统框图,如图3所示,OLT包含媒质接入层(MAC),DBA模块,光发射模块Tx,可以测量光功率的光接收模块Rx,滤除SOA放大的自发辐射(ASE)噪声的滤波器,SOA和基于DBA的输出功率控制模块。基于DBA的输出功率控制模块可以由存储器,控制器和驱动器组成,存储器用来存储动态增益调整表,控制器根据这个表来控制驱动器驱动SOA,改变其增益。控制器也可以直接接收OLT指令调整SOA增益。

[0104] 第一种ONU注册方式:如图3,OLT分段分配注册时隙,每个时隙SOA有一个预分配的增益,这个预分配的增益根据可能入射到SOA的功率范围和OLT接收机接收光功率范围设置。比如,假设系统动态范围为20dB,入射SOA的光功率范围为 $[-40\text{dBm}, -20\text{dBm}]$,OLT接收机接收功率范围为 $[-28\text{dBm}, -8\text{dBm}]$,那么可以分段分配两个注册时隙,每个注册时隙对应的SOA预分配的增益值分别为10dB和15dB,这样入射SOA功率为 $[-40\text{dBm}, -30\text{dBm}]$ 对应的ONU可以在SOA增益为15dB的时隙注册,入射SOA功率为 $[-30\text{dBm}, -20\text{dBm}]$ 对应的ONU可以在SOA增益为10dB的时隙注册。在某个注册时隙,OLT通过基于DBA的输出功率控制模块分配给SOA一个增益并发送下行信号,该信号包含OLT的发射光功率信息,并通知符合要求的ONU发送上行信号,所述符合要求的ONU为ONU发射功率减去上行链路衰减后的值,即入射SOA的功率值,在这个时隙规定的功率范围内。ONU已知OLT的发射光功率,ONU根据接收到的下行光信号功率计算出上行链路衰减,所述上行链路衰减为OLT发射光功率减去ONU接收到的下行光信号功率值,然后ONU根据自己发射机的发射光功率减去上行链路衰减的值判断到上行到

达SOA的光功率是否符合这一分配时隙的功率要求,如果不符合,则等待下一个分配时隙,反之,如果符合,则上行发送ONU序列号开始注册,上行信号经过预分配增益的SOA放大后再经过滤波器过滤ASE噪声,接收机接收过滤的信号,测量其光功率,并将光信号转换为电信号传给MAC。OLT记下此时SOA的增益值和ONU的ID,完成注册,并建立ONU ID和SOA增益关系。流程图如图4所示。

[0105] 建立的ONU ID和SOA增益关系如表1所示。

[0106] 表1

ONU-ID	增益[dB]
1	G_1
2	G_2
3	G_1
4	G_2
5	G_2
...	...
n	G_n

[0108] 第二种注册方式:OLT通过基于DBA的输出功率控制模块给SOA一个最低增益,例如5dB,然后OLT分配注册时隙,下行发送注册信号,该信号包含此时SOA的增益值。ONU接收到注册信号后判断是否处于SOA增益最小时的注册时隙,如果是,则上行发送序列号信息,如果不是,则等待SOA增益最小时的注册时隙。所述上行光信号经过SOA放大,ASE滤波器滤波后由OLT接收机接收,如果OLT正确接收,则记下此时ONU ID和SOA增益值,建立ONU ID和SOA增益关系,如果OLT无法正确接收,则OLT增大SOA增益一个固定的值,例如5dB,再次重复上述步骤。SOA增益增大到某个值后,OLT可以正确接收ONU上行信号,此时,记下ONU ID和SOA增益,建立ONU ID和SOA增益关系,并完成注册。流程图如图5所示。

[0109] 第二步,OLT根据DBA和链路时延,计算每个ONU光信号到达SOA的时刻,结合注册过程得到的ONU ID和SOA增益关系,建立动态增益调整表,如表2所示,动态地使用基于DBA的输出功率控制模块调整SOA增益值,使得每个ONU突发光信号功率趋于一致。

[0110] 表2

ONU-ID	到达OLT时刻	突发时长	增益(dB)
1	t_1	a	G_1
2	t_2	b	G_2
3	t_3	c	G_1
4	t_4	d	G_2
5	t_5	e	G_2
...
n	t_n	n	G_n

[0112] 可选地,在注册阶段,OLT可以根据接收到的ONU光功率微调SOA增益,使上行光功率经过SOA放大后达到OLT接收机的最佳接收功率,比如-18dBm,再记下此时ONU ID和SOA增益,使每个ONU都有一个一对一的SOA增益,这样,每个ONU的上行光信号都能放大到一致的OLT最佳接收功率。如图6所示,图6中增益均衡放大模块由图2组成,不同ONU的突发光信号

经过增益均衡放大模块放大后,光功率调整在OLT接收机的最佳接收功率,提高功率预算的同时大大降低了OLT接收机动态带宽范围要求。

[0113] 可选实施例二

[0114] 根据DBA动态调整SOA后面VOA的值。可选实施例二和可选实施例一类似,不同点为通过调整衰减来调整OLT接收机接收功率。

[0115] SOA实际增益=SOA固定增益-VOA衰减(式1)

[0116] 基于DBA的输出功率控制模块可以由存储器,控制器和步进电机组成,步进电机调整VOA衰减。

[0117] 第一步,建立ONU ID和VOA衰减关系。

[0118] 第一种ONU注册方式:如图7所示,SOA工作在固定增益,OLT分段分配注册时隙,每个时隙VOA有一个预分配的衰减,这个预分配的衰减根据可能入射到SOA的功率范围和OLT接收机接收光功率范围设置。比如,假设系统动态范围为20dB,SOA工作在20dB固定增益,入射SOA的光功率范围为[-40dBm, -20dBm],OLT接收机接收功率范围为[-28dBm, -8dBm],那么可以分段分配两个注册时隙,每个注册时隙对应的VOA预分配的衰减值分别为10dB和5dB,这样入射SOA功率为[-40dBm, -30dBm]对应的ONU可以在VOA衰减为5dB的时隙注册,入射SOA功率为[-30dBm, -20dBm]对应的ONU可以在VOA衰减为10dB的时隙注册。在某个注册时隙,OLT通过基于DBA的输出功率控制模块分配给VOA一个衰减并发送下行信号,该信号通知符合要求的ONU发送上行信号,所述符合要求的ONU为ONU发射功率减去上行链路衰减后的值,即入射SOA的功率值,在这个时隙规定的功率范围内。ONU已知OLT的发射光功率,ONU根据接收到的下行光信号功率计算出上行链路衰减,所述上行链路衰减为OLT发射光功率减去ONU接收到的下行光信号功率值,然后ONU根据自己发射机的发射光功率减去上行链路衰减的值判断到上行到达SOA的光功率是否符合这一分配时隙的功率要求,如果不符合,则等待下一个分配时隙,反之,如果符合,则上行发送ONU序列号开始注册,上行信号经过固定增益的SOA放大再经过VOA衰减后再经过滤波器过滤ASE噪声,接收机接收过滤的信号,测量其光功率,并将光信号转换为电信号传给MAC。OLT记下此时VOA的衰减值和ONU的ID,完成注册,并建立ONU ID和VOA衰减关系。流程图如图8所示。

[0119] 建立的ONU ID和VOA衰减形式如表3所示。

[0120] 表3

[0121]

ONU- ID	VOA衰减 [dB]
1	A_1
2	A_2
3	A_1
4	A_2
5	A_2
...	...
n	A_n

[0122] 第二种注册方式:OLT通过基于DBA的输出功率控制模块给VOA一个最大衰减,例如10dB,然后OLT分配注册时隙,下行发送注册信号,该信号包含此时SOA的实际增益值(式1)。ONU接收到注册信号后判断是否处于SOA实际增益最小时的注册时隙,如果是,则上行发送

序列号信息,如果不是,则等待SOA实际增益最小时的注册时隙。所述上行光信号经过SOA放大,VOA衰减,ASE滤波器滤波后由OLT接收机接收,如果OLT正确接收,则记下此时ONU ID和VOA衰减值,建立ONU ID和VOA衰减关系,如果OLT无法正确接收,则OLT减小VOA衰减一个固定的值,例如5dB,再次重复上述步骤。VOA衰减减小到某个值后,OLT可以正确接收ONU上行信号,此时,记下ONU ID和VOA衰减,建立ONU ID和VOA衰减关系,并完成注册。流程图如图9所示。

[0123] 第二步,OLT根据DBA和链路时延,计算每个ONU光信号到达VOA的时刻,结合注册过程得到的ONU ID和VOA衰减关系,建立动态增益调整表,如表4所示,动态地使用基于DBA的输出功率控制模块调整VOA的衰减值,使得每个ONU突发光信号功率趋于一致。

[0124] 表4

[0125]

ONU-ID	到达OLT时刻	突发时长	VOA衰减 (dB)
1	t_1	a	A_1
2	t_2	b	A_2
3	t_3	c	A_1
4	t_4	d	A_2
5	t_5	e	A_2
...
n	t_n	n	A_n

[0126] 可选地,在注册阶段,OLT可以根据接收到的ONU光功率微调VOA衰减,使上行光功率经过SOA放大和VOA衰减后达到OLT接收机的最佳接收功率,比如-18dBm,再记下此时ONU ID和VOA衰减,使每个ONU都有一个一对一的VOA衰减,这样,每个ONU的上行光信号都能放大到一致的OLT最佳接收功率。

[0127] 可选实施例三

[0128] 与可选实施例一、可选实施例二类似,不同点为通过同时调整SOA增益和VOA衰减来调整OLT接收机接收功率。这样做的优点是降低了SOA和VOA的调节范围要求。

[0129] $\text{SOA实际增益} = \text{SOA增益} - \text{VOA衰减}$ (式2)

[0130] 基于DBA的输出功率控制模块可以由存储器,控制器,驱动器和步进电机组成,驱动器调整SOA增益,步进电机调整VOA衰减。

[0131] 第一步,建立ONU ID和SOA增益、VOA衰减关系。

[0132] 第一种ONU注册方式:OLT分段分配注册时隙,每个时隙SOA有一个预分配的增益,VOA有一个预分配的衰减,这两个值的差值统称为SOA实际增益。这个预分配的实际增益根据可能入射到SOA的功率范围和OLT接收机接收光功率范围设置。比如,假设系统动态范围为20dB,入射SOA的光功率范围为[-40dBm, -20dBm],OLT接收机接收功率范围为[-28dBm, -8dBm],那么可以分段分配两个注册时隙,每个注册时隙对应的SOA预分配的实际增益值分别为10dB和15dB,对应地,当实际增益值为10dB时,SOA增益可以是15dB,VOA衰减可以是5dB;当实际增益值为15dB时,SOA增益可以是17dB,VOA衰减可以是2dB,这样原本单独调节SOA或者VOA需要5dB的调节范围,同时调节SOA和VOA可以将范围缩小到2dB和3dB。入射SOA功率为[-40dBm, -30dBm]对应的ONU可以在SOA实际增益为5dB的时隙注册,入射SOA功率为[-30dBm, -20dBm]对应的ONU可以在SOA实际功率为10dB的时隙注册。在某个注册时隙,OLT

通过基于DBA的输出功率控制模块分配给SOA一个增益,VOA一个衰减并发送下行信号,该信号通知符合要求的ONU发送上行信号,所述符合要求的ONU为ONU发射功率减去上行链路衰减后的值,即入射SOA的功率值,在这个时隙规定的功率范围内。ONU已知OLT的发射光功率,ONU根据接收到的下行光信号功率计算出上行链路衰减,所述上行链路衰减为OLT发射光功率减去ONU接收到的下行光信号功率值,然后ONU根据自己发射机的发射光功率减去上行链路衰减的值判断到上行到达SOA的光功率是否符合这一分配时隙的功率要求,如果不符合,则等待下一个分配时隙,反之,如果符合,则上行发送ONU序列号开始注册,上行信号经过SOA放大再经过VOA衰减后再经过滤波器过滤ASE噪声,接收机接收过滤的信号,测量其光功率,并将光信号转换为电信号传给MAC。OLT记下此时SOA增益值,VOA的衰减值和ONU的ID,完成注册,并建立ONU ID和SOA增益和VOA衰减关系。流程图如图10所示。

[0133] 建立的ONU ID和SOA增益、VOA衰减形式如表5所示。

[0134] 表5

ONU-ID	SOA 增益[dB]	VOA 衰减 [dB]	SOA 实际增益 [dB]
1	G_1	A_1	G_1-A_1
2	G_2	A_2	G_2-A_2
[0135] 3	G_1	A_1	G_1-A_1
4	G_2	A_2	G_2-A_2
5	G_2	A_2	G_2-A_2
...
n	G_n	A_n	G_n-A_n

[0136] 第二种注册方式:OLT通过基于DBA的输出功率控制模块给SOA一个实际最小增益,例如5dB,这个实际增益可以是SOA增益为10dB,VOA衰减为5dB。然后OLT分配注册时隙,下行发送注册信号,该信号包含此时SOA的实际增益值(式2)。ONU接收到注册信号后判断是否处于SOA实际增益最小时的注册时隙,如果是,则上行发送序列号信息,如果不是,则等待SOA实际增益最小时的注册时隙。所述上行光信号经过SOA放大,VOA衰减,ASE滤波器滤波后由OLT接收机接收,如果OLT正确接收,则记下此时ONU ID和和SOA增益值和VOA衰减值,建立ONU ID和SOA增益和VOA衰减关系,如果OLT无法正确接收,则OLT增大SOA实际增益一个固定的值,例如5dB,例如可以通过将SOA增益增大到13dB,VOA衰减减小到3dB实现。然后再重复上述步骤。SOA实际增益增大到某个值后,OLT可以正确接收ONU上行信号,此时,记下ONU ID和SOA增益和VOA衰减,建立ONU ID和SOA增益和VOA衰减关系,并完成注册。流程图如图11所示。

[0137] 第二步,OLT根据DBA和链路时延,计算每个ONU光信号到达SOA的时刻,结合注册过程得到的ONU ID和SOA增益、VOA衰减关系,建立动态增益调整表,如表6所示,动态地使用基

于DBA的输出功率控制模块SOA增益和VOA的衰减值,使得每个ONU突发光信号功率趋于一致。

[0138] 表6

ONU-ID	到达 OLT 时刻	突发时长	SOA 增益 [dB]	VOA 衰减 [dB]
1	t_1	a	G_1	A_1
2	t_2	b	G_2	A_2
[0139] 3	t_3	c	G_1	A_1
4	t_4	d	G_2	A_2
5	t_5	e	G_2	A_2
...
n	t_n	n	G_n	A_n

[0140] 可选地,在注册阶段,OLT可以根据接收到的ONU光功率微调SOA增益和VOA衰减,使上行光功率经过SOA放大和VOA衰减后达到OLT接收机的最佳接收功率,比如-18dBm,再记下此时ONU ID和SOA增益和VOA衰减,使每个ONU都有一个一对一的SOA增益和VOA衰减,这样,每个ONU的上行光信号都能放大到一致的OLT最佳接收功率。

[0141] 可选实施例五

[0142] 本实施例中还提出一种多通道放大的架构和基于这种架构的针对每个通道的放大输出功率均衡方法,以及这种OLT。通过本可选实施例解决了每个通道功率均衡问题的同时,也解决了不同通道共用一个SOA所带来的不同通道进入SOA功率不同,SOA增益无法选择的问题。

[0143] 如图12所示,上行信号线经过SOA进行第一步放大,然后经过WDM分成4路不通波长的信号,每一路信号再经过SOA放大,滤波器过滤ASE噪声,可调光衰减器 (VOA) 衰减后,以合适的功率进入接收机。功率控制模块通过动态带宽分配 (DBA) 调节SOA增益或VOA衰减,或同时调节二者,使得每一路信号的不同ONU的突发包经过放大后,进入接收机的功率在接收机工作范围内。具体过程分为两步:

[0144] 第一步,建立每个ONU ID和对应那一路SOA增益 (VOA衰减) 的对应关系。

[0145] 第二步,根据DBA在每一路信号经过WDM分波后,实时调整SOA增益 (VOA衰减),使入射接收机光功率在接收机工作范围内。

[0146] 需要说明的是,本实施例和上述可选实施例一、可选实施例二、可选实施例三以及可选实施例四的实现方式类似,区别在于本实施例中SOA、VOA可以为多个,在注册阶段建立每一路ONU ID和对应那一路SOA增益之间的关系,在调整时,具体是多路SOA增益 (VOA衰减)。

[0147] 下面结合具体示例,对本可选实施例进行举例说明。

[0148] 示例1

[0149] 图13是本示例根据DBA动态调整WDM后每一路SOA增益的结构示意图,在该架构下一共分为两步,第一步在注册阶段建立每一路ONU ID和对应那一路SOA增益之间的关系。第二步根据得到的关系,联系DBA,建立动态增益调整表,基于DBA的输出功率控制模块依据此表动态调整SOA增益,使每个ONU发出的光信号功率都能得到放大,并且放大后的光功率在接收机工作范围内。

[0150] 第一步,建立每一路ONU ID和对应那一路SOA增益的对应关系。

[0151] 由于一开始不知道每路ONU的上行光信号到达SOA的功率值,因此无法确定对应于每个ONU上行光信号的合适的SOA的增益。在PON的标准中ODN的动态范围达15dB,ONU发射光功率波动范围为5dB,因此到达OLT接收机的光功率差异最大可达20dB。如果SOA增益设置过小,则那些信号到OLT衰减较大的ONU无法注册,但是如果SOA增益过大又可能造成那些信号到OLT衰减较小的ONU光功率放大过大,损坏OLT的光接收机。

[0152] 因此需要一个合适的方式,通过合适的增益使OLT能够正确接收ONU上行突发信息,记录此时的ONU ID和SOA增益值,建立两者的关系。以下提供两种ONU注册方式:

[0153] 第一种ONU注册方式:对于每路信号,OLT分段分配注册时隙,每个时隙每路SOA有一个预分配的增益,这个预分配的增益根据可能入射到SOA的功率范围和OLT接收机接收光功率范围设置。比如,假设系统动态范围为20dB,入射SOA的光功率范围为[-40dBm, -20dBm],OLT接收机接收功率范围为[-28dBm, -8dBm],那么可以分段分配两个注册时隙,每个注册时隙对应的SOA预分配的增益值分别为10dB和15dB,这样入射SOA功率为[-40dBm, -30dBm]对应的ONU可以在SOA增益为15dB的时隙注册,入射SOA功率为[-30dBm, -20dBm]对应的ONU可以在SOA增益为10dB的时隙注册。

[0154] 在某个注册时隙,OLT通过基于DBA的输出功率控制模块分配给SOA一个增益并发送下行信号,该信号包含一路OLT下行发射功率信息,并通知符合要求的ONU发送上行信号。

[0155] 所述符合要求的ONU为ONU发射功率减去上行链路衰减后的值,即入射SOA的功率值,在这个时隙规定的功率范围内。

[0156] ONU通过下行信号获取OLT的发射光功率,ONU根据接收到的下行光信号功率计算出上行链路衰减,所述上行链路衰减为OLT发射光功率减去ONU接收到的下行光信号功率值,然后ONU根据自己发射机的发射光功率减去上行链路衰减的值判断到上行到达SOA的光功率是否符合这一分配时隙的功率要求,如果不符合,则等待下一个分配时隙,反之,如果符合,则上行发送ONU序列号开始注册,上行信号经过预分配增益的SOA放大后再经过滤波器过滤ASE噪声,接收机接收过滤的信号,并测量其光功率。OLT记下此时SOA的增益值和ONU的ID,完成注册,并建立ONU ID和SOA增益关系。注册过程4个通道可以同时进行,单个通道流程图如图4所示。

[0157] 建立的ONU ID和SOA增益关系如表7所示。

[0158] 表7

	λ_0 ONU-ID	增益[dB]
	1	G_1
	2	G_2

	n	G_n
	λ_1 ONU-ID	增益[dB]
	1	G_2
	2	G_1

[0159]	n	G_n
	λ_2 ONU-ID	增益[dB]
	1	G_3
	2	G_4

	n	G_n
	λ_3 ONU-ID	增益[dB]
	1	G_4
	2	G_3

[0160]	n	G_n

[0161] 第二种注册方式:OLT通过基于DBA的输出功率控制模块给SOA一个最低增益,例如5dB,然后OLT分配注册时隙,下行发送注册信号,该信号包含此时SOA的增益值。

[0162] ONU接收到注册信号后判断是否处于SOA增益最小时的注册时隙,如果是,则上行发送序列号信息,如果不是,则等待SOA增益最小时的注册时隙。

[0163] 所述上行光信号经过SOA放大,ASE滤波器滤波后由OLT接收机接收,如果OLT正确接收,则记下此时ONU ID和SOA增益值,建立ONU ID和SOA增益关系,如果OLT无法正确接收,则OLT增大SOA增益一个固定的值,例如5dB,再次重复上述步骤。SOA增益增大到某个值后,OLT可以正确接收ONU上行信号,此时,记下ONU ID和SOA增益,建立ONU ID和SOA增益关系,

并完成注册。4个通道的注册可以同时进行。单个通道流程图如图5所示。

[0164] 第二步,OLT根据DBA和链路时延,计算每个ONU光信号到达SOA的时刻,结合注册过程得到的ONU ID和SOA增益关系,建立动态增益调整表,如表8,动态地使用基于DBA的输出功率控制模块调整每个通道SOA增益值,使得每个ONU突发光信号功率在接收机工作范围内。

[0165] 表8

	λ_0 ONU-ID	到达 OLT 时刻	突发时长	增益 (dB)
	1	t_1	a	G_1
	2	t_2	b	G_2

	n	t_n	n	G_n
	λ_1 ONU-ID	到达 OLT 时刻	突发时长	增益 (dB)
	1	t_1	a	G_2
	2	t_2	b	G_1

	n	t_n	n	G_n
	λ_2 ONU-ID	到达 OLT 时刻	突发时长	增益 (dB)
	1	t_1	a	G_3
	2	t_2	b	G_4

	n	t_n	n	G_n
	λ_3 ONU-ID	到达 OLT 时刻	突发时长	增益 (dB)
	1	t_1	a	G_4
	2	t_2	b	G_3

	n	t_n	n	G_n

[0168] 可选地,在注册阶段,OLT可以根据接收到的ONU光功率微调SOA增益,使上行光功率经过SOA放大后达到OLT接收机的最佳接收功率,比如-18dBm,再记下此时ONU ID和SOA增

益,使每个ONU都有一个一对一的SOA增益,这样,每个ONU的上行光信号都能放大到一致的OLT最佳接收功率。

[0169] 示例2

[0170] 本示例和上述示例1类似,不同点为通过调整衰减来调整OLT接收机接收功率。如图14所示,在该架构下,每路SOA实际增益=每路SOA固定增益-每路VOA衰减(式1)

[0171] 基于DBA的输出功率控制模块可以由存储器,控制器和驱动器组成,驱动器调整VOA衰减。

[0172] 第一步,建立ONU ID和VOA衰减关系。

[0173] 第一种ONU注册方式:SOA工作在固定增益,OLT分段分配注册时隙,每个时隙VOA有一个预分配的衰减,这个预分配的衰减根据可能入射到SOA的功率范围和OLT接收机接收光功率范围设置。

[0174] 比如,假设系统动态范围为20dB,SOA工作在20dB固定增益,入射SOA的光功率范围为[-40dBm, -20dBm],OLT接收机接收功率范围为[-28dBm, -8dBm],那么可以分段分配两个注册时隙,每个注册时隙对应的VOA预分配的衰减值分别为10dB和5dB,这样入射SOA功率为[-40dBm, -30dBm]对应的ONU可以在VOA衰减为5dB的时隙注册,入射SOA功率为[-30dBm, -20dBm]对应的ONU可以在VOA衰减为10dB的时隙注册。

[0175] 在某个注册时隙,OLT通过基于DBA的输出功率控制模块分配给VOA一个衰减并发送下行信号,该信号包含OLT的发射功率信息并通知符合要求的ONU发送上行信号。

[0176] 所述符合要求的ONU为ONU发射功率减去上行链路衰减后的值,即入射SOA的功率值,在这个时隙规定的功率范围内。ONU已知OLT的发射光功率,ONU根据接收到的下行光信号功率计算出上行链路衰减,所述上行链路衰减为OLT发射光功率减去ONU接收到的下行光信号功率值,然后ONU根据自己发射机的发射光功率减去上行链路衰减的值判断到上行到达SOA的光功率是否符合这一分配时隙的功率要求,如果不符合,则等待下一个分配时隙,反之,如果符合,则上行发送ONU序列号开始注册,上行信号经过固定增益的SOA放大再经过滤波器过滤ASE噪声再经过VOA衰减,接收机接收信号,测量其光功率,并将光信号转换为电信号传给MAC。OLT记下此时VOA的衰减值和ONU的ID,完成注册,并建立ONU ID和VOA衰减关系。4个通道注册过程可以同时进行。单个通道流程图如图8所示。

[0177] 建立的ONU ID和VOA衰减形式如表9所示。

[0178] 表9

[0179]

λ_0 ONU-ID	衰减[dB]	实际增益[dB]
1	A_1	$G_{\lambda_0} - A_1$
2	A_2	$G_{\lambda_0} - A_2$
...
n	A_n	$G_{\lambda_0} - A_n$
λ_1 ONU-ID	衰减[dB]	实际增益[dB]
1	A_2	$G_{\lambda_1} - A_2$
2	A_1	$G_{\lambda_1} - A_1$
...
n	A_n	$G_{\lambda_1} - A_n$

λ_2 ONU-ID	衰减 [dB]	实际增益 [dB]
1	A_3	$G_{\lambda_2} - A_3$
2	A_4	$G_{\lambda_2} - A_4$
...
n	A_n	$G_{\lambda_2} - A_n$
λ_3 ONU-ID	衰减 [dB]	实际增益 [dB]
1	A_4	$G_{\lambda_3} - A_4$
2	A_3	$G_{\lambda_3} - A_3$
...
n	A_n	$G_{\lambda_3} - A_n$

[0180] 第二种注册方式:OLT通过基于DBA的输出功率控制模块给VOA一个最大衰减,例如10dB,然后OLT分配注册时隙,下行发送注册信号,该信号包含此时SOA的实际增益值(式1)。

[0181] ONU接收到注册信号后判断是否处于SOA实际增益最小时的注册时隙,如果是,则上行发送序列号信息,如果不是,则等待SOA实际增益最小时的注册时隙。

[0182] 所述上行光信号经过SOA放大,ASE滤波器滤波,VOA衰减后由OLT接收机接收,如果OLT正确接收,则记下此时ONU ID和VOA衰减值,建立ONU ID和VOA衰减关系,如果OLT无法正确接收,则OLT减小VOA衰减一个固定的值,例如5dB,再次重复上述步骤。VOA衰减减小到某个值后,OLT可以正确接收ONU上行信号,此时,记下ONU ID和VOA衰减,建立ONU ID和VOA衰减关系,并完成注册。4个通道注册可以同时进行。单个通道流程图如图9所示。

[0183] 第二步,OLT根据DBA和链路时延,计算每个ONU光信号到达VOA的时刻,结合注册过程得到的ONU ID和VOA衰减关系,建立动态增益调整表,如表10,动态地使用基于DBA的输出功率控制模块调整VOA的衰减值,使得每个ONU突发光信号功率趋于一致。

[0184] 表10

[0185]	λ_0 ONU-ID	到达 OLT 时刻	突发时长	衰减 (dB)	实际增益 [dB]
	1	t_1	a	A_1	$G_{\lambda_0}-A_1$
	2	t_2	b	A_2	$G_{\lambda_0}-A_2$

	n	t_n	n	A_n	$G_{\lambda_0}-A_n$
	λ_1 ONU-ID	到达 OLT 时刻	突发时长	衰减 (dB)	实际增益 [dB]
	1	t_1	a	A_2	$G_{\lambda_1}-A_2$
	2	t_2	b	A_1	$G_{\lambda_1}-A_1$

	n	t_n	n	A_n	$G_{\lambda_1}-A_n$
[0186]	λ_2 ONU-ID	到达 OLT 时刻	突发时长	衰减 (dB)	实际增益 [dB]
	1	t_1	a	A_3	$G_{\lambda_2}-A_3$
	2	t_2	b	A_4	$G_{\lambda_2}-A_4$

	n	t_n	n	A_n	$G_{\lambda_2}-A_n$
	λ_3 ONU-ID	到达 OLT 时刻	突发时长	衰减 (dB)	实际增益 [dB]
	1	t_1	a	A_4	$G_{\lambda_3}-A_4$
	2	t_2	b	A_3	$G_{\lambda_3}-A_3$

	n	t_n	n	A_n	$G_{\lambda_3}-A_n$

[0187] 可选地,在注册阶段,OLT可以根据接收到的ONU光功率微调VOA衰减,使上行光功率经过SOA放大和VOA衰减后达到OLT接收机的最佳接收功率,比如-18dBm,再记下此时ONU ID和VOA衰减,使每个ONU都有一个一对一的VOA衰减,这样,每个ONU的上行光信号都能放大

到一致的OLT最佳接收功率。

[0188] 示例3

[0189] 与示例1、2类似,不同点为通过同时调整SOA增益和VOA衰减来调整OLT接收机接收功率。这样做的优点是降低了SOA和VOA的调节范围要求,如图14所示的架构,在该架构下,每路SOA实际增益=每路SOA增益-每路VOA衰减(式2)

[0190] 基于DBA的输出功率控制模块可以由存储器,控制器,驱动器组成,驱动器调整SOA增益和VOA衰减。

[0191] 第一步,建立ONU ID和SOA增益、VOA衰减关系。

[0192] 第一种ONU注册方式:OLT分段分配注册时隙,每个时隙SOA有一个预分配的增益,VOA有一个预分配的衰减,这两个值的差值统称为SOA实际增益。

[0193] 这个预分配的实际增益根据可能入射到SOA的功率范围和OLT接收机接收光功率范围设置。比如,假设系统动态范围为20dB,入射SOA的光功率范围为[-40dBm, -20dBm],OLT接收机接收功率范围为[-28dBm, -8dBm],那么可以分段分配两个注册时隙,每个注册时隙对应的SOA预分配的实际增益值分别为10dB和15dB,对应地,当实际增益值为10dB时,SOA增益可以是15dB,VOA衰减可以是5dB;当实际增益值为15dB时,SOA增益可以是17dB,VOA衰减可以是2dB,这样原本单独调节SOA或者VOA需要5dB的调节范围,同时调节SOA和VOA可以将范围缩小到2dB和3dB。

[0194] 入射SOA功率为[-40dBm, -30dBm]对应的ONU可以在SOA实际增益为5dB的时隙注册,入射SOA功率为[-30dBm, -20dBm]对应的ONU可以在SOA实际功率为10dB的时隙注册。

[0195] 在某个注册时隙,OLT通过基于DBA的输出功率控制模块分配给SOA一个增益,VOA一个衰减并发送下行信号,该信号包含OLT的发射功率信息并通知符合要求的ONU发送上行信号。

[0196] 所述符合要求的ONU为ONU发射功率减去上行链路衰减后的值,即入射SOA的功率值,在这个时隙规定的功率范围内。ONU已知OLT的发射光功率,ONU根据接收到的下行光信号功率计算出上行链路衰减,所述上行链路衰减为OLT发射光功率减去ONU接收到的下行光信号功率值,然后ONU根据自己发射机的发射光功率减去上行链路衰减的值判断到上行到达SOA的光功率是否符合这一分配时隙的功率要求,如果不符合,则等待下一个分配时隙,反之,如果符合,则上行发送ONU序列号开始注册,上行信号经过SOA放大再经过滤波器过滤ASE噪声再经过VOA衰减后,接收机接收过滤的信号,测量其光功率,并将光信号转换为电信号传给MAC。OLT记下此时SOA增益值,VOA的衰减值和ONU的ID,完成注册,并建立ONU ID和SOA增益和VOA衰减关系。4个通道可以同时注册。单个通道注册流程图如图10所示。

[0197] 建立的ONU ID和SOA增益、VOA衰减形式如表11所示。

[0198] 表11

	λ_0 ONU-ID	SOA 增益[dB]	VOA 衰减 [dB]	实际增益[dB]
	1	G_1	A_1	G_1-A_1
	2	G_2	A_2	G_2-A_2

	n	G_n	A_n	G_n-A_n
	λ_1 ONU-ID	SOA 增益[dB]	VOA 衰减 [dB]	实际增益[dB]
	1	G_2	A_2	G_2-A_2
	2	G_1	A_1	G_1-A_1

[0199]	n	G_n	A_n	G_n-A_n
	λ_2 ONU-ID	SOA 增益[dB]	VOA 衰减 [dB]	实际增益[dB]
	1	G_3	A_3	G_3-A_3
	2	G_4	A_4	G_4-A_4

	n	G_n	A_n	G_n-A_n
	λ_3 ONU-ID	SOA 增益[dB]	VOA 衰减 [dB]	实际增益[dB]
	1	G_4	A_4	G_4-A_4
	2	G_3	A_3	G_3-A_3

	n	G_n	A_n	G_n-A_n
[0200]
	n	G_n	A_n	G_n-A_n

[0201] 第二种注册方式:OLT通过基于DBA的输出功率控制模块给SOA一个实际最小增益,例如5dB,这个实际增益可以是SOA增益为10dB,VOA衰减为5dB。然后OLT分配注册时隙,下行发送注册信号,该信号包含此时SOA的实际增益值(式2)。ONU接收到注册信号后判断是否处于SOA实际增益最小时的注册时隙,如果是,则上行发送序列号信息,如果不是,则等待SOA实际增益最小时的注册时隙。

[0202] 所述上行光信号经过SOA放大,ASE滤波器滤波,VOA衰减后由OLT接收机接收,如果OLT正确接收,则记下此时ONU ID和和SOA增益值和VOA衰减值,建立ONU ID和SOA增益和VOA衰减关系,如果OLT无法正确接收,则OLT增大SOA实际增益一个固定的值,例如5dB,例如可

以通过将SOA增益增大到13dB,VOA衰减减小到3dB实现。然后再次重复上述步骤。

[0203] SOA实际增益增大到某个值后,OLT可以正确接收ONU上行信号,此时,记下ONU ID和SOA增益和VOA衰减,建立ONU ID和SOA增益和VOA衰减关系,并完成注册。流程图如图11所示。

[0204] 第二步,OLT根据DBA和链路时延,计算每个ONU光信号到达SOA的时刻,结合注册过程得到的ONU ID和SOA增益、VOA衰减关系,建立动态增益调整表,如表12,动态地使用基于DBA的输出功率控制模块SOA增益和VOA的衰减值,使得每个ONU突发光信号功率趋于一致。

[0205] 表12

λ_0 ONU-ID	到达 OLT 时刻	突发时长	SOA 增益 (dB)	VOA 衰减 (dB)	实际增益 (dB)
1	t_1	a	G_1	A_1	G_1-A_1
2	t_2	b	G_2	A_2	G_2-A_2

...
n	tn	n	Gn	An	Gn-An
λ_1 ONU-ID	到达 OLT 时刻	突发时 长	SOA 增 益(dB)	VOA 衰 减(dB)	实际增益 (dB)
1	t ₁	a	G ₂	A ₂	G ₂ -A ₂
2	t ₂	b	G ₁	A ₁	G ₁ -A ₁
...
n	tn	n	Gn	An	Gn-An
λ_2 ONU-ID	到达 OLT 时刻	突发时 长	SOA 增 益(dB)	VOA 衰 减(dB)	实际增益 (dB)
1	t ₁	a	G ₃	A ₃	G ₃ -A ₃
2	t ₂	b	G ₄	A ₄	G ₄ -A ₄
...
n	tn	n	Gn	An	Gn-An
λ_3 ONU-ID	到达 OLT 时刻	突发时 长	SOA 增 益(dB)	VOA 衰 减(dB)	实际增益 (dB)
1	t ₁	a	G ₄	A ₄	G ₄ -A ₄
2	t ₂	b	G ₃	A ₃	G ₃ -A ₃
...
n	tn	n	Gn	An	Gn-An

[0207]

[0208] 可选地,在注册阶段,OLT可以根据接收到的ONU光功率微调SOA增益和VOA衰减,使上行光功率经过SOA放大和VOA衰减后达到OLT接收机的最佳接收功率,比如-18dBm,再记下此时ONU ID和SOA增益和VOA衰减,使每个ONU都有一个一对一的SOA增益和VOA衰减,这样,每个ONU的上行光信号都能放大到一致的OLT最佳接收功率。

[0209] 示例4

[0210] 这个实施例和示例二类似,不同点为上行信号经过一个共有的SOA放大,经过WDM分路和滤波后,每路信号再经过VOA衰减,使衰减后的信号光功率在接收机的接收范围内。如图15所示,本实施例减少了SOA的数量。每路SOA实际增益=共有SOA固定增益-每路VOA衰减(式3)

[0211] 基于DBA的输出功率控制模块可以由存储器,控制器和驱动器组成,驱动器调整VOA衰减。

[0212] 第一步,建立ONU ID和VOA衰减关系。

[0213] 第一种ONU注册方式,共有SOA工作在固定增益,对于每个通道,OLT分段分配注册时隙,每个时隙VOA有一个预分配的衰减,这个预分配的衰减根据可能入射到SOA的功率范围和OLT接收机接收光功率范围设置。

[0214] 比如,对于单个通道,假设系统动态范围为20dB,共有SOA工作在20dB固定增益,入射SOA的光功率范围为 $[-40\text{dBm}, -20\text{dBm}]$,OLT接收机接收功率范围为 $[-28\text{dBm}, -8\text{dBm}]$,那么可以分段分配两个注册时隙,每个注册时隙对应的VOA预分配的衰减值分别为10dB和5dB,这样入射SOA功率为 $[-40\text{dBm}, -30\text{dBm}]$ 对应的ONU可以在VOA衰减为5dB的时隙注册,入射SOA功率为 $[-30\text{dBm}, -20\text{dBm}]$ 对应的ONU可以在VOA衰减为10dB的时隙注册。不同通道入射SOA的光功率不一致时,由于VOA在每个通道上单独调节,所以SOA可以固定增益。

[0215] 在某个注册时隙,OLT通过基于DBA的输出功率控制模块分配给VOA一个衰减并发送下行信号,该信号包含OLT的发射功率信息并通知符合要求的ONU发送上行信号。

[0216] 所述符合要求的ONU为ONU发射功率减去上行链路衰减后的值,即入射SOA的功率值,在这个时隙规定的功率范围内。ONU已知OLT的发射光功率,ONU根据接收到的下行光信号功率计算出上行链路衰减,所述上行链路衰减为OLT发射光功率减去ONU接收到的下行光信号功率值,然后ONU根据自己发射机的发射光功率减去上行链路衰减的值判断到上行到达SOA的光功率是否符合这一分配时隙的功率要求,如果不符合,则等待下一个分配时隙,反之,如果符合,则上行发送ONU序列号开始注册,上行信号经过固定增益的SOA放大再经过滤波器过滤ASE噪声再经过VOA衰减,接收机接收信号,测量其光功率,并将光信号转换为电信号传给MAC。OLT记下此时VOA的衰减值和ONU的ID,完成注册,并建立ONU ID和VOA衰减关系。4个通道注册过程可以同时进行。单个通道流程图如图8所示。建立的ONU ID和VOA衰减形式如表13所示。

[0217] 表13

	λ_0 ONU-ID	衰减 [dB]	实际增益[dB]
	1	A_1	$G_{share}-A_1$
	2	A_2	$G_{share}-A_2$

	n	A_n	$G_{share}-A_n$
	λ_1 ONU-ID	衰减 [dB]	实际增益[dB]
[0218]	1	A_2	$G_{share}-A_2$
	2	A_1	$G_{share}-A_1$

	n	A_n	$G_{share}-A_n$
	λ_2 ONU-ID	衰减 [dB]	实际增益[dB]
	1	A_3	$G_{share}-A_3$
	2	A_4	$G_{share}-A_4$

	n	A_n	$G_{share}-A_n$
	λ_3 ONU-ID	衰减 [dB]	实际增益[dB]
[0219]	1	A_4	$G_{share}-A_4$
	2	A_3	$G_{share}-A_3$

	n	A_n	$G_{share}-A_n$

[0220] 第二种注册方式:OLT通过基于DBA的输出功率控制模块给VOA一个最大衰减,例如10dB,然后OLT分配注册时隙,下行发送注册信号,该信号包含此时SOA的实际增益值(式3)。

[0221] ONU接收到注册信号后判断是否处于SOA实际增益最小时的注册时隙,如果是,则上行发送序列号信息,如果不是,则等待SOA实际增益最小时的注册时隙。

[0222] 所述上行光信号经过SOA放大,ASE滤波器滤波,VOA衰减后由OLT接收机接收,如果OLT正确接收,则记下此时ONU ID和VOA衰减值,建立ONU ID和VOA衰减关系,如果OLT无法正确接收,则OLT减小VOA衰减一个固定的值,例如5dB,再次重复上述步骤。VOA衰减减小到某个值后,OLT可以正确接收ONU上行信号,此时,记下ONU ID和VOA衰减,建立ONU ID和VOA衰

减关系,并完成注册。4个通道注册可以同时进行。单个通道流程图如图9所示。

[0223] 第二步,OLT根据DBA和链路时延,计算每个ONU光信号到达VOA的时刻,结合注册过程得到的ONU ID和VOA衰减关系,建立动态增益调整表,如表14,动态地使用基于DBA的输出功率控制模块调整VOA的衰减值,使得每个ONU突发光信号功率趋于一致。

[0224] 表14

[0225]	λ_0 ONU-ID	到达 OLT 时刻	突发时长	衰减 (dB)	实际增益 [dB]
--------	--------------------	-----------	------	---------	-----------

	1	t_1	a	A_1	$G_{\text{share}} - A_1$
	2	t_2	b	A_2	$G_{\text{share}} - A_2$

	n	t_n	n	A_n	$G_{\text{share}} - A_n$
	λ_1 ONU-ID	到达 OLT 时刻	突发时长	衰减 (dB)	实际增益 [dB]
	1	t_1	a	A_2	$G_{\text{share}} - A_2$
	2	t_2	b	A_1	$G_{\text{share}} - A_1$

	n	t_n	n	A_n	$G_{\text{share}} - A_n$
[0226]	λ_2 ONU-ID	到达 OLT 时刻	突发时长	衰减 (dB)	实际增益 [dB]
	1	t_1	a	A_3	$G_{\text{share}} - A_3$
	2	t_2	b	A_4	$G_{\text{share}} - A_4$

	n	t_n	n	A_n	$G_{\text{share}} - A_n$
	λ_3 ONU-ID	到达 OLT 时刻	突发时长	衰减 (dB)	实际增益 [dB]
	1	t_1	a	A_4	$G_{\text{share}} - A_4$
	2	t_2	b	A_3	$G_{\text{share}} - A_3$

	n	t_n	n	A_n	$G_{\text{share}} - A_n$

[0227] 可选地,在注册阶段,OLT可以根据接收到的ONU光功率微调VOA衰减,使上行光功率经过SOA放大和VOA衰减后达到OLT接收机的最佳接收功率,比如-18dBm,再记下此时ONU ID和VOA衰减,使每个ONU都有一个一对一的VOA衰减,这样,每个ONU的上行光信号都能放大到一致的OLT最佳接收功率。

[0228] 示例5

[0229] 在本示例中,如图16所示,4个通道由一个SOA进行第一步放大,然后每路信号经过

SOA第二步放大,滤波,衰减,然后接收机接收,功率控制模块根据DBA控制每路SOA增益和VOA衰减,使接收机接收光功率在接收机工作范围内。本示例与示例3类似,不同点为上行信号在WDM分波前由一个共有的SOA进行第一步放大,后续再在每个通道上进行SOA放大和VOA衰减。

[0230] 整体系统如图17所示,上行信号的放大可以根据上述不同实施例灵活选择。

[0231] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到根据上述实施例的方法可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现,当然也可以通过硬件,但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质(如ROM/RAM、磁碟、光盘)中,包括若干指令用以使得一台终端设备(可以是手机,计算机,服务器,或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述的方法。

[0232] 实施例2

[0233] 在本实施例中还提供了一种光信号的功率控制装置,该装置用于实现上述实施例及优选实施方式,已经进行过说明的不再赘述。如以下所使用的,术语“模块”可以实现预定功能的软件和/或硬件的组合。尽管以下实施例所描述的装置较佳地以软件来实现,但是硬件,或者软件和硬件的组合的实现也是可能并被构想的。

[0234] 图18是根据本发明实施例的光信号的功率控制装置的结构框图,如图18所示,该装置包括:

[0235] 1) 获取模块182,用于获取各光网络单元ONU的上行光信号到达光信号放大器的不同时刻;

[0236] 2) 建立模块184,用于建立该ONU ID与该上行光信号的功率控制因子之间的对应关系;

[0237] 3) 控制模块186,用于根据该不同时刻和该对应关系,对该上行光信号进行功率控制。

[0238] 可选地,在本实施例中,上述光信号的放大装置的应用场景包括但不限于:无源光网络(Passive Optical Network,PON),在该应用场景下,获取各光网络单元ONU的上行光信号到达光信号放大器或可调光衰减器的不同时刻;建立该ONU ID与该上行光信号的功率控制因子之间的对应关系;根据该不同时刻和该对应关系,对该上行光信号进行功率控制,使得ONU的上行突发信号放大到OLT接收机能够接收的范围,进而解决了相关技术中光网络单元ONU上行突发信号放大的均衡问题,达到了降低OLT接收机的接收功率范围要求的技术效果。

[0239] 需要说明的是,在本实施例中,光信号放大器的个数包括但不限于:一个多个;可调光衰减器的个数包括但不限于:一个多个。

[0240] 可选地,在本实施例中,上述光信号放大器主要以半导体放大器SOA为例进行说明。

[0241] 可选地,上述功率控制因子包括以下至少之一:光信号放大器的增益、可调光衰减器的衰减。

[0242] 图19是根据本发明实施例的光信号的放大装置的结构框图(一),如图19所示,建立模块184包括:

[0243] 1) 第一分配单元192,用于在该功率控制因子为该光信号放大器的增益时分配注册时隙,并发送下行注册信号;

[0244] 2) 第一建立单元194,用于在ONU接收到该下行注册信号且判断满足该注册时隙的功率要求时,开始注册并建立该ONU ID和光信号放大器的增益之间的对应关系。

[0245] 图20是根据本发明实施例的光信号的放大装置的结构框图(二),如图20所示,建立模块184包括:

[0246] 1) 第二分配单元202,用于在该功率控制因子为该光信号放大器的增益时分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,该下行注册信号中包含光信号放大器的增益信息;

[0247] 2) 第一增加单元204,用于在ONU接收到该下行注册信号且判断处于光信号放大器增益最小注册时隙时,增大光信号放大器增益直至正确接收ONU发送的序列号;

[0248] 3) 第二建立单元206,用于建立该ONU ID和光信号放大器增益之间的对应关系。

[0249] 图21是根据本发明实施例的光信号的放大装置的结构框图(三),如图21所示,建立模块184包括:

[0250] 1) 第三分配单元212,用于在该功率控制因子为可调光衰减器的衰减时分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,该注册时隙预分配一个衰减值;

[0251] 2) 第三建立单元214,用于在ONU接收到该下行注册信号且判断符合该注册时隙的功率要求时,开始注册并建立ONU ID和可调光衰减器之间的衰减关系。

[0252] 图22是根据本发明实施例的光信号的放大装置的结构框图(四),如图22所示,建立模块184包括:

[0253] 1) 第一设置单元222,用于在该功率控制因子为可调光衰减器的衰减时设置可调光衰减器的衰减为最大;

[0254] 2) 第四分配单元224,用于分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,该下行注册信号中包含可调光衰减器的衰减信息;

[0255] 3) 减少单元226,用于在ONU接收到该下行注册信号且判断处于光信号放大器实际增益最小注册时隙时,减少可调光衰减器的衰减直至正确接收ONU发送的序列号;

[0256] 4) 第四建立单元228,用于建立ONU ID和可调光衰减器之间的衰减关系。

[0257] 图23是根据本发明实施例的光信号的放大装置的结构框图(五),如图23所示,建立模块184包括:

[0258] 1) 第五分配单元232,用于在该功率控制因子为光信号放大器的增益和可调光衰减器的衰减时分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,在该注册时隙光信号放大器设置有一个预分配的增益、可调光衰减器设置有一个预分配的衰减;

[0259] 2) 第五建立单元234,用于在ONU接收到该下行注册信号且判断符合该注册时隙的功率要求时,开始注册并建立ONU ID、光信号放大器增益以及可调光衰减器衰减之间的对应关系。

[0260] 图24是根据本发明实施例的光信号的放大装置的结构框图(六),如图24所示,建立模块184包括:

[0261] 1) 第二设置单元242,用于在该功率控制因子为光信号放大器的增益和可调光衰减器的衰减时,设置光信号放大器的实际增益最小;

[0262] 2) 第六分配单元244,用于分配注册时隙,并发送下行注册信号,其中,该下行注册

信号包括光信号放大器实际增益信息；

[0263] 3) 第二增加单元246,用于在ONU接收到该下行注册信号且判断处于光信号放大器实际增益最小注册时隙时,增大光信号放大器增益直至正确接收ONU发送的序列号；

[0264] 4) 第六建立单元248,用于建立ONU ID、光信号放大器增益以及可调光衰减器衰减之间的对应关系。

[0265] 可选地,该光信号放大器或该可调光衰减器的个数为多个。在该光信号放大器或该可调光衰减器的个数为多个时,该对应关系为多个,其中,该多个对应关系分别为每一路ONU ID和对应的上行光信号的功率控制因子之间的关系。

[0266] 可选地,在该上行光信号到达该多个光信号放大器和/或该可调光衰减器之前,该上行光信号经由公共光信号放大器被执行相应的功率控制。

[0267] 需要说明的是,上述各个模块是可以通过软件或硬件来实现的,对于后者,可以通过以下方式实现,但不限于此:上述模块均位于同一处理器中;或者,上述各个模块以任意组合的形式分别位于不同的处理器中。

[0268] 实施例3

[0269] 本发明的实施例还提供了一种光线路终端OLT,包括上述实施例2的装置。

[0270] 实施例4

[0271] 本发明的实施例还提供了一种存储介质。可选地,在本实施例中,上述存储介质可以被设置为存储用于执行以下步骤的程序代码:

[0272] S1,获取各光网络单元ONU的上行光信号到达光信号放大器或可调光衰减器的不同时刻;

[0273] S2,建立该ONU ID与该上行光信号的功率控制因子之间的对应关系;

[0274] S3,根据该不同时刻和该对应关系,对该上行光信号进行功率控制。

[0275] 可选地,在本实施例中,上述存储介质可以包括但不限于:U盘、只读存储器(ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0276] 可选地,在本实施例中,处理器根据存储介质中已存储的程序代码执行上述步骤S1、S2以及S3。

[0277] 可选地,本实施例中的具体示例可以参考上述实施例及可选实施方式中所描述的示例,本实施例在此不再赘述。

[0278] 显然,本领域的技术人员应该明白,上述的本发明的各模块或各步骤可以用通用的计算装置来实现,它们可以集中在单个的计算装置上,或者分布在多个计算装置所组成的网络上,可选地,它们可以用计算装置可执行的程序代码来实现,从而,可以将它们存储在存储装置中由计算装置来执行,并且在某些情况下,可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤,或者将它们分别制作成各个集成电路模块,或者将它们中的多个模块或步骤制作成单个集成电路模块来实现。这样,本发明不限制于任何特定的硬件和软件结合。

[0279] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

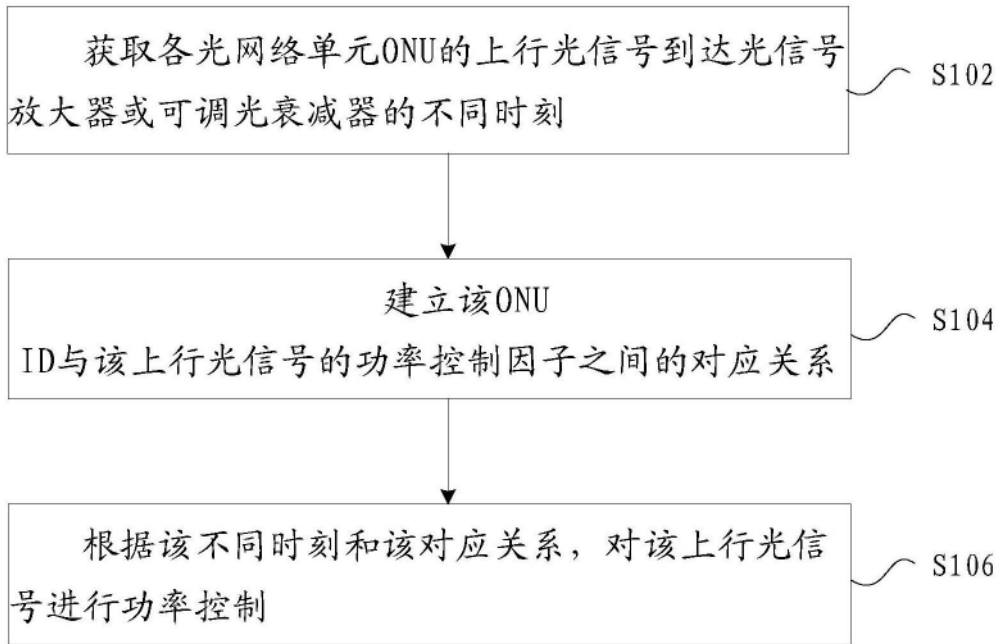


图1

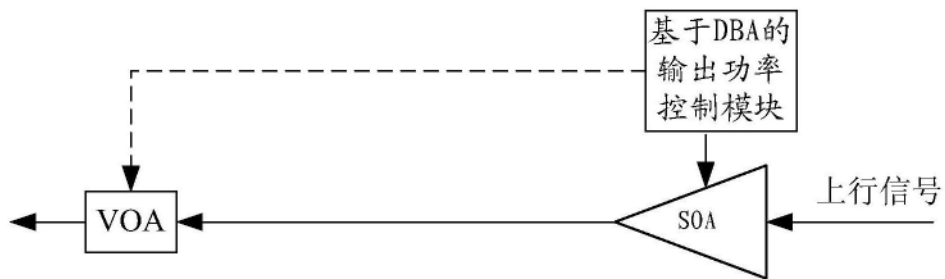


图2

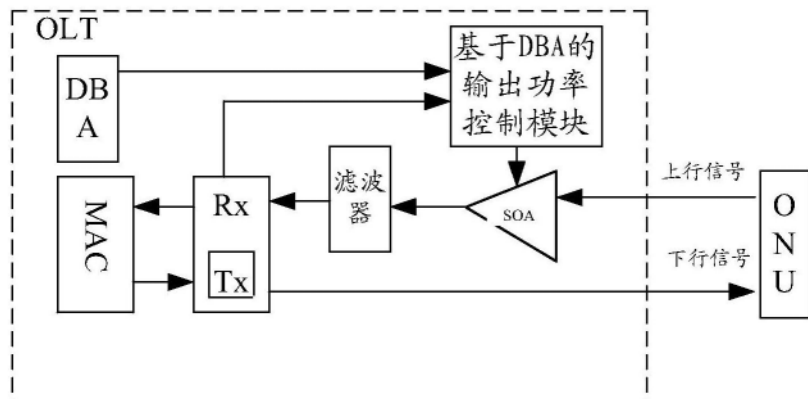


图3

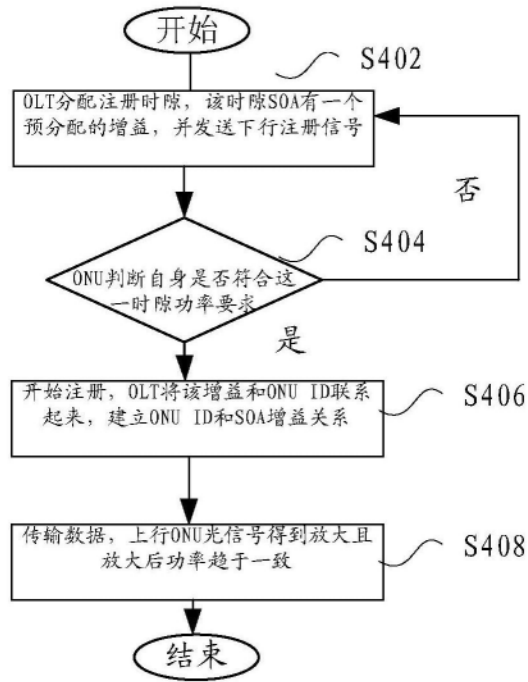


图4

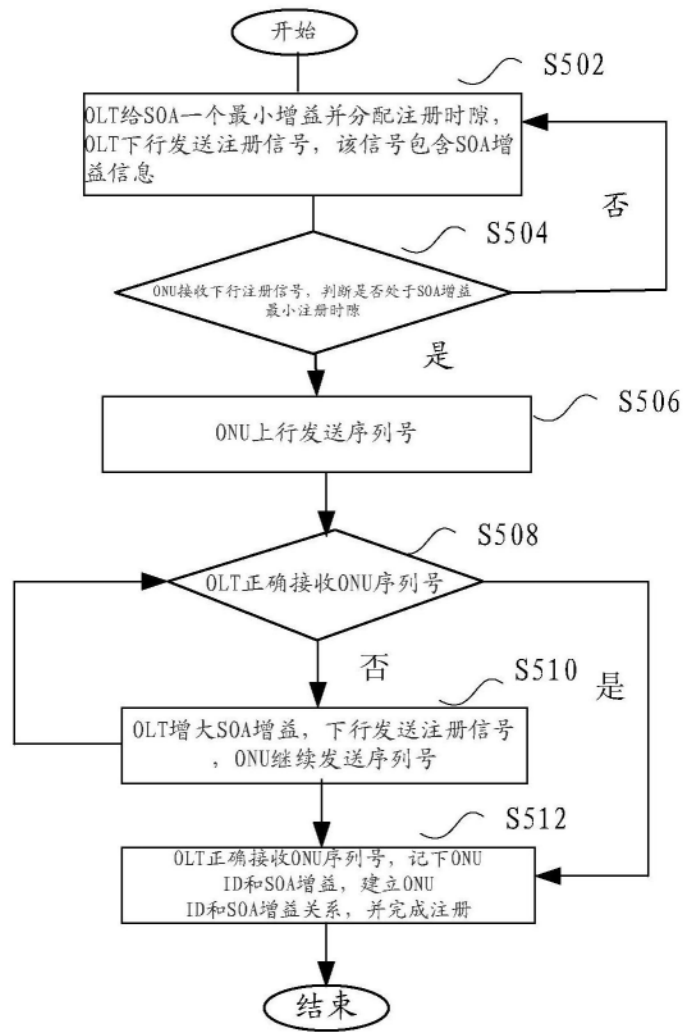


图5

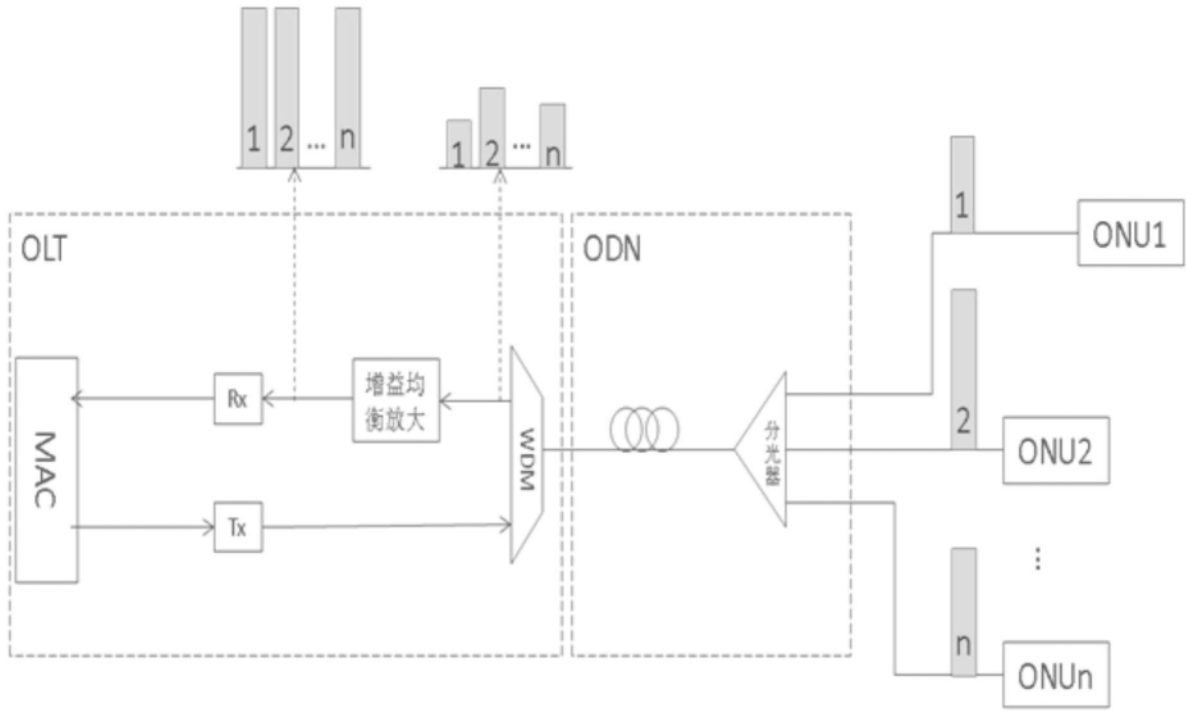


图6

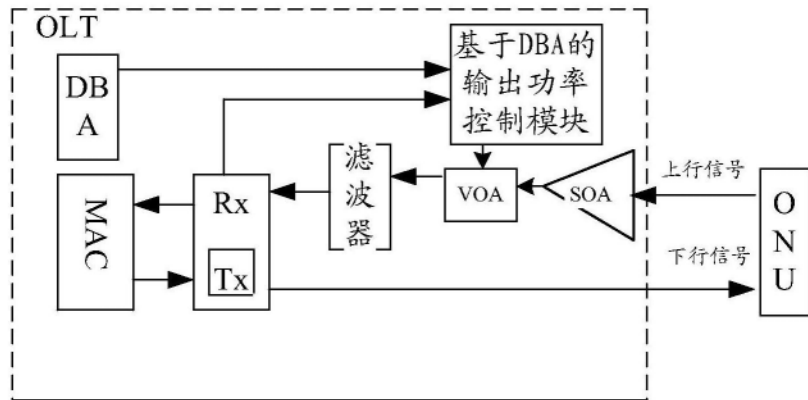


图7

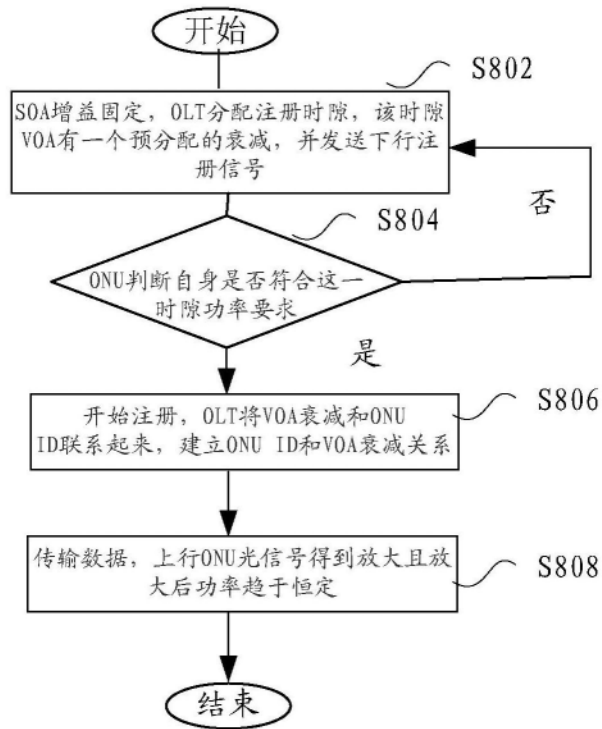


图8

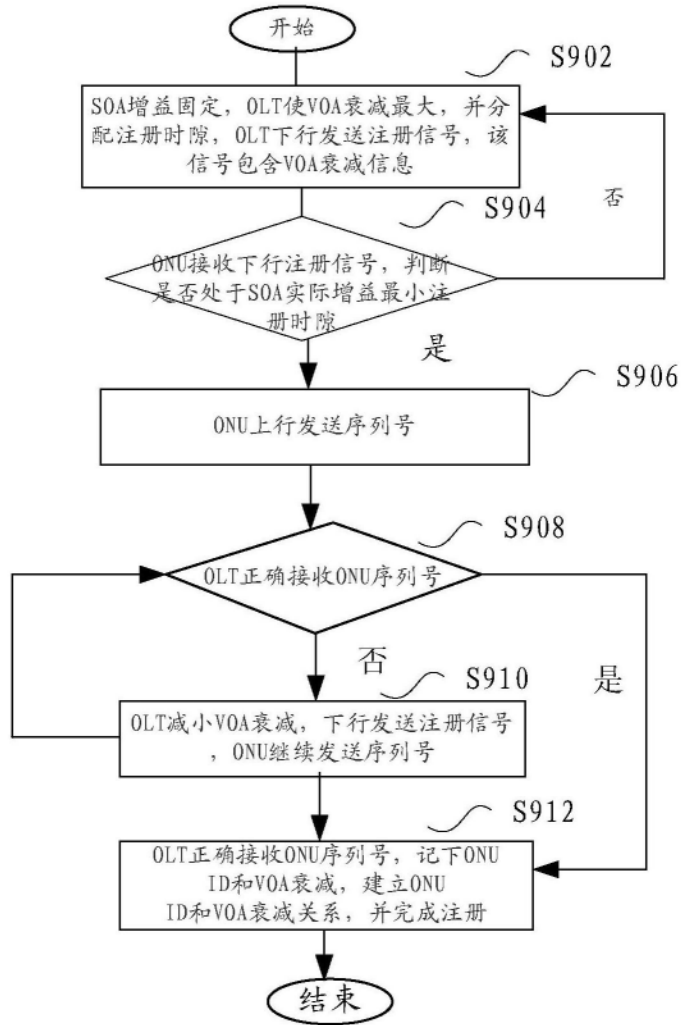


图9

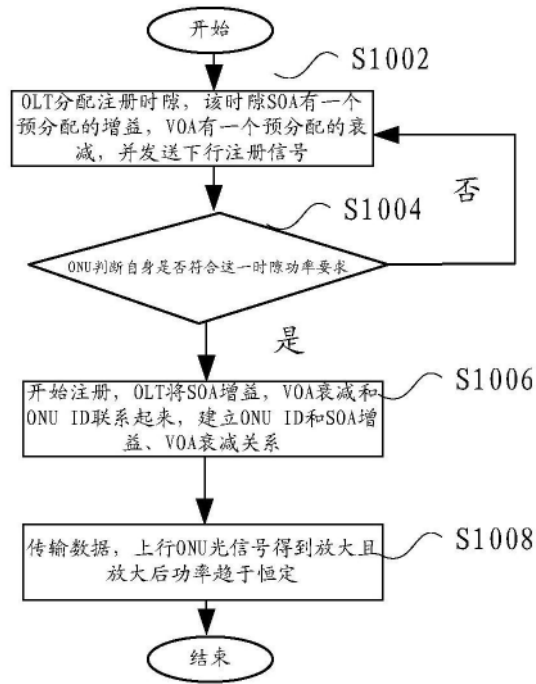


图10

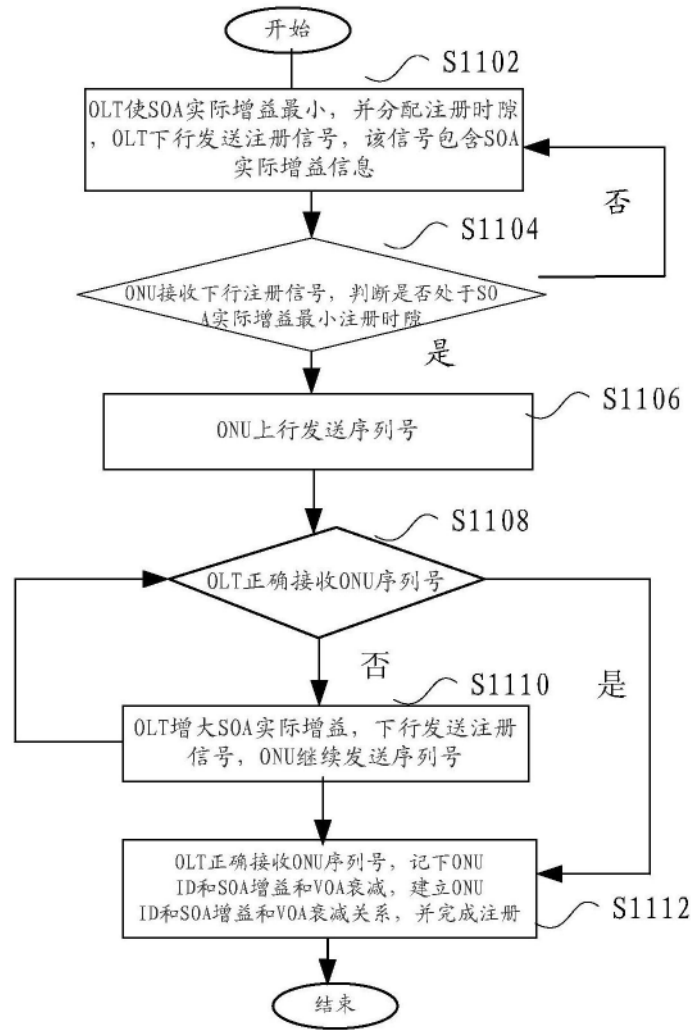


图11

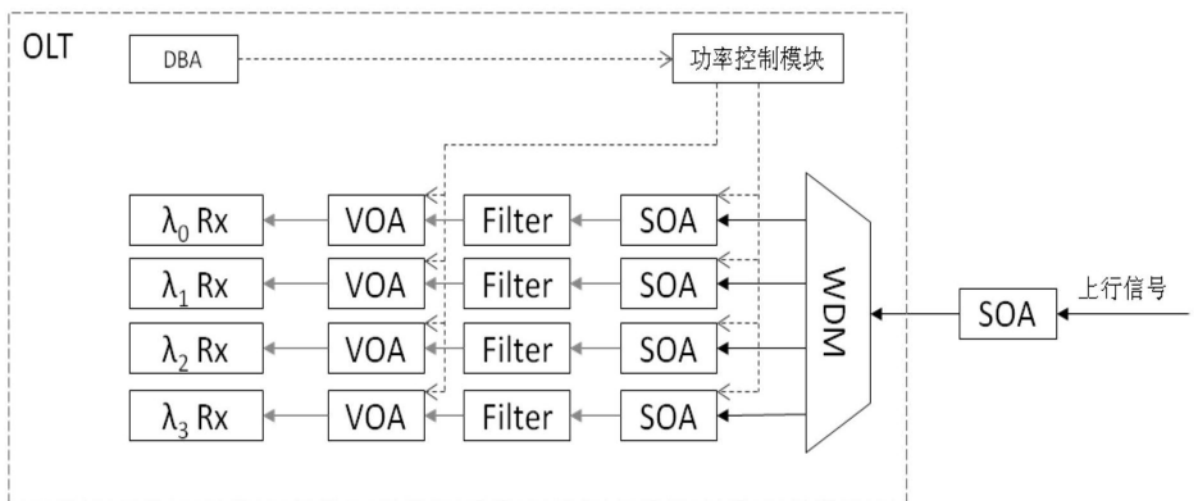


图12

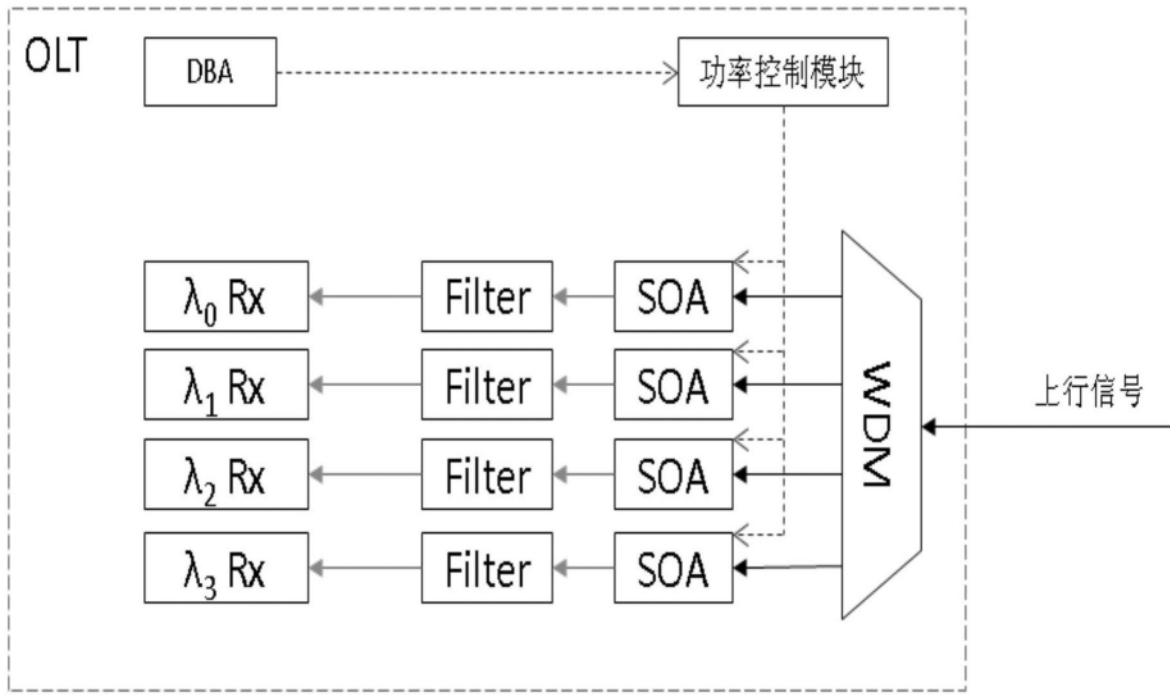


图13

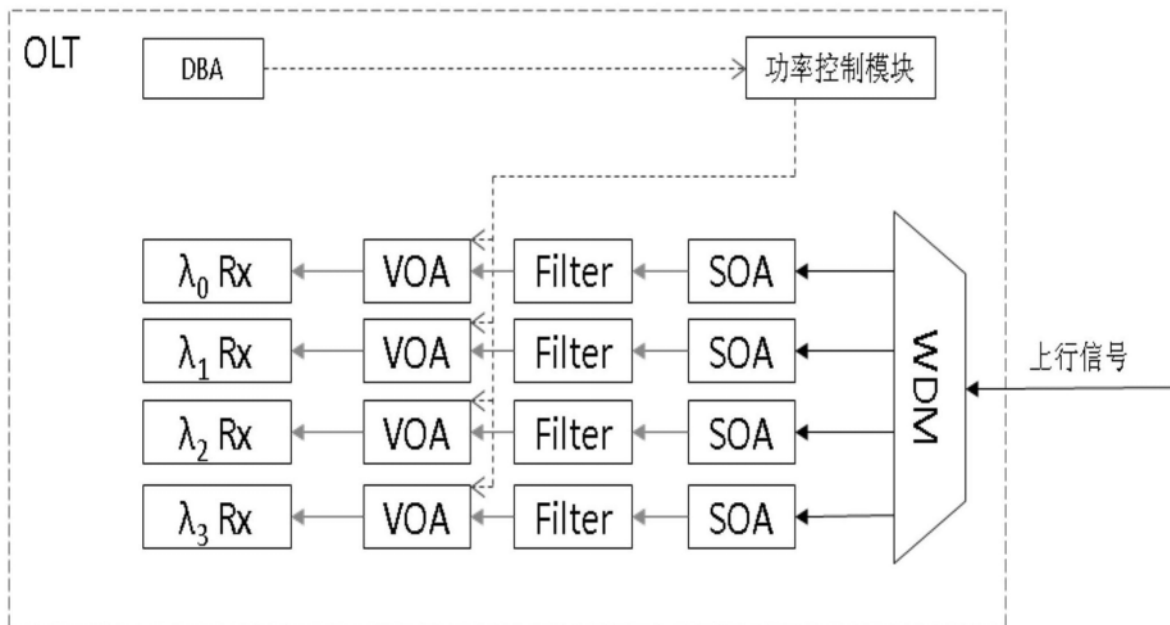


图14

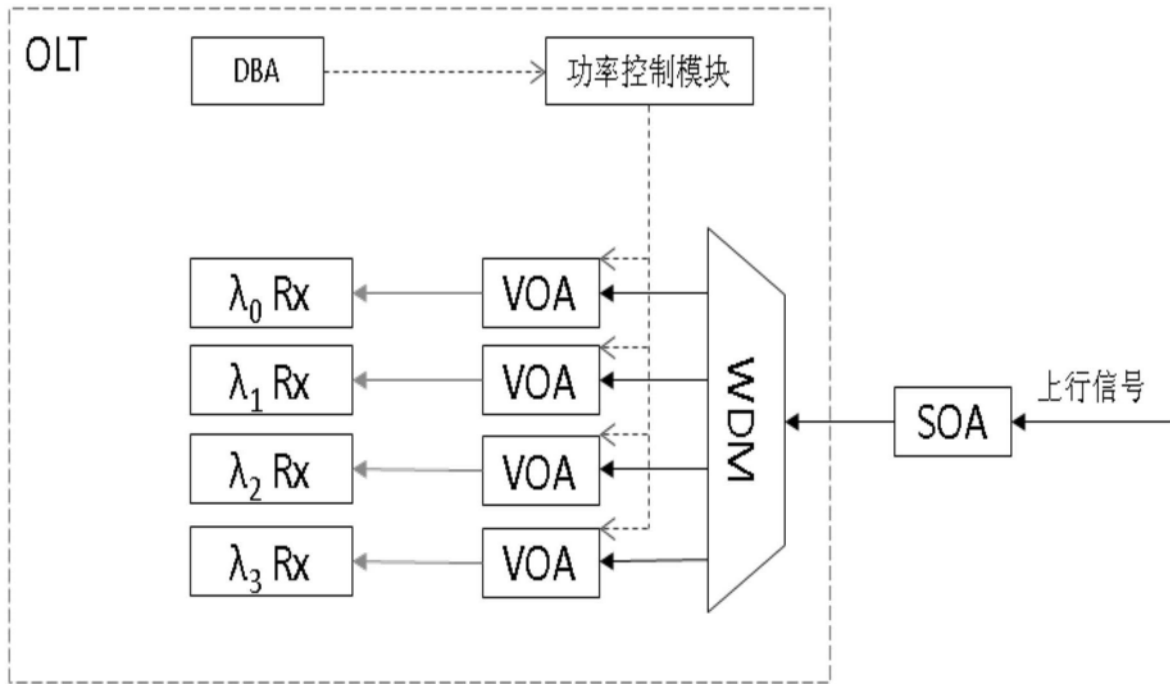


图15

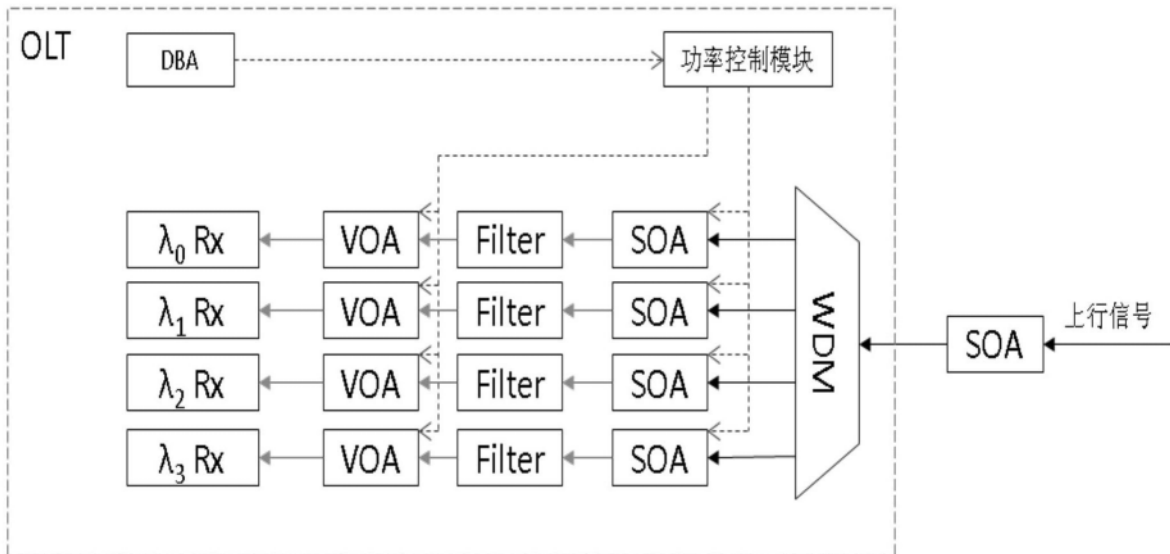


图16

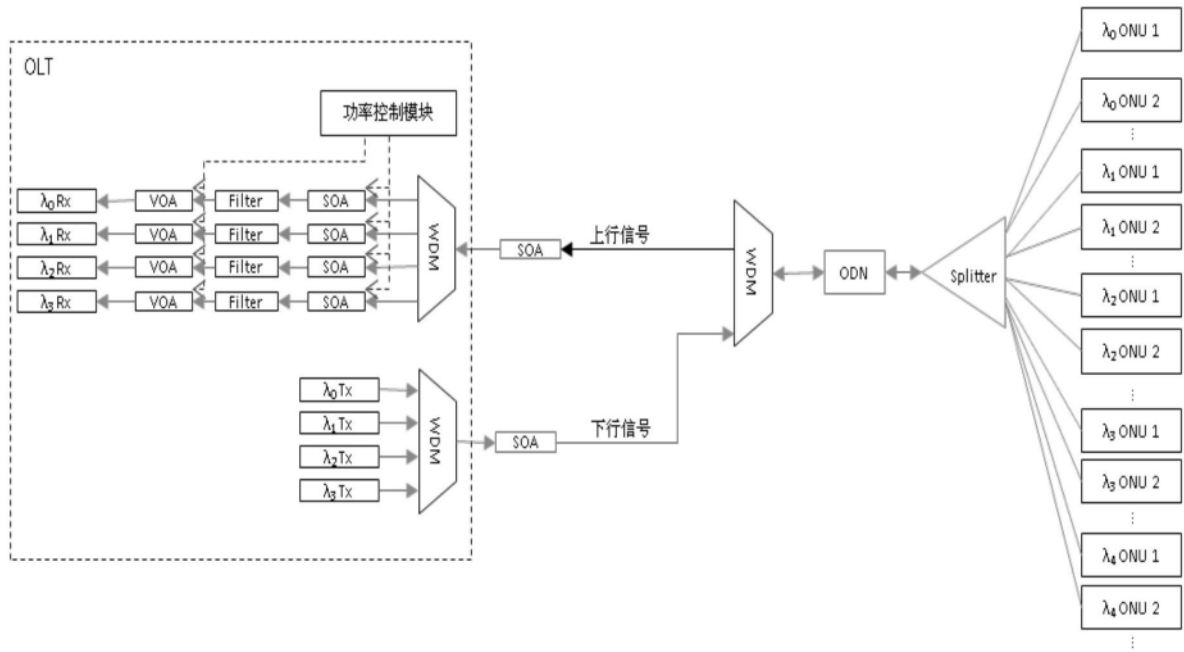


图17



图18

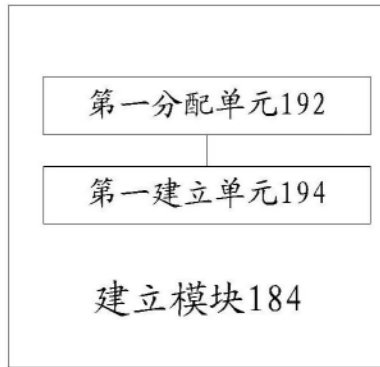


图19

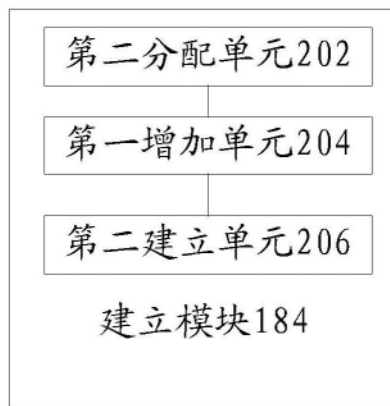


图20

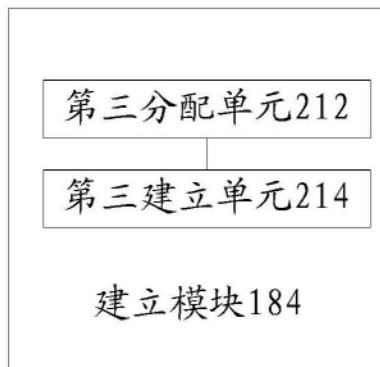


图21

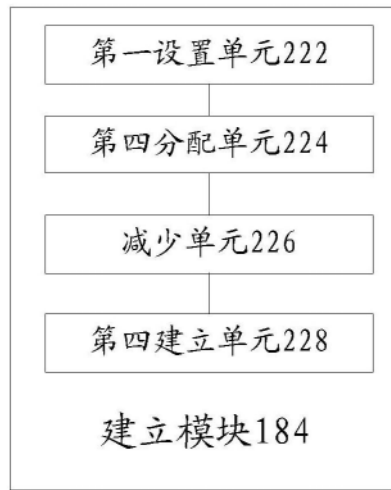


图22

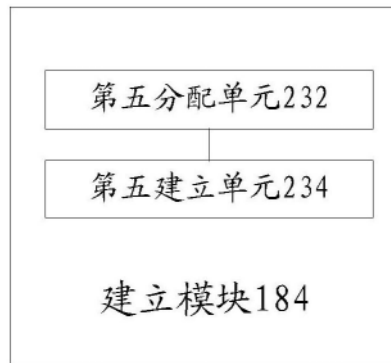


图23



图24