

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H04B 10/08

H04B 10/12

H04J 14/02



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410088591.9

[43] 公开日 2005年5月11日

[11] 公开号 CN 1614909A

[22] 申请日 2004.11.5

[21] 申请号 200410088591.9

[30] 优先权

[32] 2003.11.7 [33] US [31] 10/703,802

[71] 申请人 阿尔卡特公司

地址 法国巴黎市

[72] 发明人 戴维·巴特勒

[74] 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

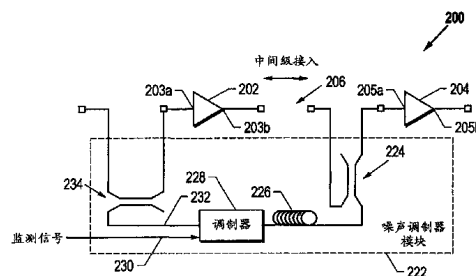
代理人 鄧 迅

权利要求书2页 说明书7页 附图3页

[54] 发明名称 使用宽带噪声调制实现光监测信道的方法和设备

[57] 摘要

本发明描述了一种用于使用宽带噪声调制实现光监测信道的方法和设备。本发明的一个实施例是一种用于从光纤放大器传输监测信道的系统。该系统包括第一级放大器和噪声调制器模块。噪声调制器模块包括用于接收激励掺铒光纤(EDF)的泵浦并且发射放大的噪声信号的EDF,和用于将放大的噪声信号和监测信号一起进行调制的调制器,其中将调制后的噪声信号输入回光路。



1. 一种用于从铺设在光路上的光纤放大器传输监测信道的系统，该系统包括：
- 5 增益级放大器；和  
噪声调制器模块，其包括：
- 掺铒光纤，用于接收激励掺铒光纤的泵浦并且发射放大的噪声信号；和  
调制器，用于将放大的噪声信号和监测信号一起进行调制，  
10 其中将调制后的噪声信号输入回光路。
2. 如权利要求 1 所述的系统，其中用于激励掺铒光纤的泵浦是从增益级放大器的外部泵浦输入端输出的。
3. 如权利要求 1 所述的系统，其中增益级放大器是反向泵浦 1480 纳米增益放大器。
- 15 4. 如权利要求 1 所述的系统，其中增益级放大器是掺铒光纤放大器。
5. 如权利要求 1 所述的系统，其中噪声调制器模块还包括用于将泵浦和掺铒光纤耦合在一起的波分复用耦合器。
6. 如权利要求 1 所述的系统，进一步包括低噪放大器，低噪放大器的输出端连接到增益级放大器的输入端，其中调制后的噪声信号  
20 经由低噪放大器输入回光路中。
7. 如权利要求 6 所述的系统，其中用于激励掺铒光纤的泵浦是从增益级放大器的输入端提供的。
8. 如权利要求 6 所述的系统，其中低噪放大器包括 980 纳米泵浦的放大器。  
25
9. 一种用于从光纤放大器传输监测信道的方法，光纤放大器包括第一放大级和第二放大级，第二放大级的一个输入端连接到第一放大级的一个输出端，该方法包括：
- 利用在第二放大级的输入端处的剩余泵浦产生放大的噪声信号；

将放大的噪声信号和监测信号一起进行调制；以及  
将调制后的噪声信号输入到第一放大级。

10. 如权利要求9所述的方法，其中放大步骤进一步包括：将掺铒光纤耦合到第二级放大器的输入端。

## 使用宽带噪声调制实现光监测信道的方法和设备

### 5 技术领域

本发明通常涉及光放大器电路。更特别地，并且不构成任何限制，本发明涉及用于使用宽带噪声调制实现与上述电路相关的光监测信道的方法和设备。

### 10 背景技术

铺设新光纤曾经是用于处理光通信网络中光纤耗尽的唯一方法。该方案不仅是劳动力和成本密集的，而且该方案不能让网络运营商向用户提供额外的业务。在 80 年代早期，时域复用（“TDM”）技术提高了光通信网络的比特速率。利用 TDM 技术，通过将时间分成小的片断、并且将不同的信号复用到这些分开的时间片断中，提高了单根光纤的容量。

在 TDM 系统中，每根光纤能够传输来自于单个激光器的光信号。将光信号转换成电信号，然后在电域重新整形、重新定时并且重新放大（“3R 再生”），最后又转换回光信号，这样导致了额外的损耗。在 80 年代后期采用了能在单根光纤中同时传输不同波长的多个信号的波分复用（“WDM”）网络，并且很多情况下证明它是更好的 TDM 替代物。

在 90 年代，WDM 网络发展到能够通过一根光纤在同一个光窗内以不同的波长传输多达 4 个不同的信号。由于显而易见的原因，这种 WDM 网络需要使用窄激光。

为了提高可以提供的业务的数量，可以使信道间隔更加紧密，从而产生了密集波分复用（“DWDM”）。这种技术通过使用现有的光纤路由和终端设备，经济地提高了传输容量。

DWDM 系统可以被描述为一组平行的光信道，其中每个信道使

用略微不同的波长，但都共享单个传输媒质或者光纤。在一个典型的实施例中，将各种信号输入到光传输模块。通过适合的波长转发器，将光输出信号转换到在围绕特定波长的光窗中所定义的波长，例如 1550 纳米（“nm”）。然后 DWDM 光耦合器将这些光信号复用到单根光纤中，并且将其传送到光纤放大器（“OFA”）。OFA 只在光域中工作，也就是说它可以将光信号进行放大，而不会在放大之前将光信号转换成电信号然后将放大的电信号转换回光信号。而且，OFA 只执行 1R（即，光重新放大）再生，而不是如前所述的 3R 再生，并且可以同时 DWDM 信号的每一个波长进行放大，而不要求在放大之前分用信号和在放大之后重新复用信号。OFA 的一个主要优点在于，它们对于信号速度和数据类型是透明的。

目前所使用的更普遍的一种 OFA 类型是掺铒光纤放大器（“EDFA”），它包括一段掺杂了铒离子的光纤。将位于数据波长范围之外的泵浦激光的辐射耦合到光纤，以对数据信号进行放大。特别地，在一个实施例中，通过光隔离器将输入到 OFA 中的数据信号提供给波长组合器，其中光隔离器的作用是削弱反射。光隔离器后的输入信号检测器对输入信号的电平进行检测，并根据该电生成相应的电信号。泵浦激光器向波长组合器提供第二个输入。泵浦激光器产生波长为例如 980 或者 1480nm 的光，而将被放大的信号的光波长为例如 1550nm。将泵浦激光的光子导入掺铒光纤，在该光纤中光子激励光纤的铒原子。一些铒原子通过自发辐射返回到基态。当将被放大的信号光的光子被导入由泵浦激光光子所激励的铒原子时，铒原子发射对应于信号光光子的光子。

如前面所指出的，使用 EDFA 放大光信号的副作用是光子的自发辐射，这些光子随后被放大，从而加入了噪声。所导致的伪信号就是已知的放大自发辐射。

当 OFA 以给定的因数放大信号而没有向信号增加信息时，通常必须分别执行与放大器监测和控制相关的信令。用于实现这些信令的一种技术是，通过使泵浦光包含将被传输的监测信号的方式对泵

浦激光单元的控制信号进行调制，从而传输监测消息。该技术的缺点在于它要求应用两个分离的光系统——一个用于接收负载信号，而另一个用于接收监测信号。另外，它只能够连同其周期长于荧光状态生命周期的频率一起使用。

- 5        另一种技术对一个单独的光波长（例如，1510nm 或 1565nm）进行调制，以便携带监测和控制信号。该技术相对昂贵，而且在使用 Raman 放大器或者 L/C 波段耦合器时，有时候需要波长转换器以便将监测信道从光谱的一部分移到另一部分。还有另一种技术是使用前向纠错（“FEC”）开销比特以便携带监测信号。该技术需要在每一侧对 FEC 成帧器进行接入，这可能会出现问
- 10

### 发明内容

- 本发明的一个实施例是一种用于从在光路中铺设的光纤放大器传输监测信道的系统。该系统包括增益级放大器和噪声调制器模块。
- 15        噪声调制器模块包括：掺铒光纤（“EDF”），用于接收激励 EDF 的泵浦并且发射放大的噪声信号，以及调制器，用于对放大的噪声信号和监测信号一起进行调制，其中将调制后的噪声信号输入回光路。

- 另一个实施例是一种用于从光纤放大器传输监测信道的系统。该系统包括：第一放大级；其输入连接到第一放大级输出的第二放大级；以及噪声调制器模块。噪声调制器模块包括：掺铒光纤（EDF），用于接收激励 EDF 的泵浦并且发射放大的噪声信号，以及调制器，用于对放大的噪声信号和监测信号一起进行调制，其中将调制后的噪声信号输入回第一放大级。
- 20

- 另一个实施例是一种用于从光纤放大器传输监测信道的设备，其中光纤放大器包括第一放大级、和其输入端连接到第一放大级输出端的第二放大级。该设备包括：用于在第二放大级的输入端使用剩余泵浦以生成放大的噪声信号的装置；用于将放大的噪声信号和监测信号一起进行调制的装置；以及用于将调制后的噪声信号输入
- 25

到第一放大级的装置。

另一个实施例包括一种用于从光纤放大器传输监测信道的方法，其中光纤放大器包括第一放大级、和其输入端连接到第一放大级输出端的第二放大级。该方法包括：在第二放大级的输入端使用剩余  
5 泵浦以生成放大的噪声信号；将放大的噪声信号和监测信号一起进行调制；以及将调制后的噪声信号输入到第一放大级。

### 附图说明

通过对照附图参考以下的具体描述，可以更加全面地理解本发明，其中：  
10

图 1 是通常用于传输系统后置放大器和在线增强放大器（in-line booster amplifier）的两级 EDFA（掺铒光纤放大器）结构的一个实施例的示意性框图；

图 2 是用于利用宽带噪声调制实现光监测信道的两级 EDFA（掺  
15 铒光纤放大器）结构的一个实施例的示意性框图；

图 3 是用于利用宽带噪声调制实现光监测信道的两级 EDFA（掺铒光纤放大器）结构的另一个实施例的示意性框图；以及

图 4 是图 2 所示的实施例的操作流程图。

### 20 具体实施方式

在附图中，贯穿其中的多个视图，以相同的参考标号来表示相同或者近似的单元，并且所描绘的不同元件并不一定按照比例进行绘制。

图 1 是通常被用于传输系统后置放大器和在线增强放大器的两  
25 级 EDFA（掺铒光纤放大器）结构 100 的实施例的示意性框图。如图 1 所示，结构 100 包括：第一级 102，它包括输入端 103a 和输出端 103b，和第二级 104，它包括输入端 105a 和输出端 105b，并且在第一级 102 和第二级 104 之间设置有中间级接入部分 106。通常，第一级 102 是低噪 980nm 泵浦的 EDFA，而第二级是反向泵浦 1480nm 增

益级。剩余的 1480nm 泵浦功率存在于第二级输入端 105a 处。

可以认识到，结构 100 包括两级，是因为低噪放大器通常不能提供高的饱和输出功率，而具有高饱和输出的放大器不具有可接受的噪声特征。如图 1 所示对两种放大器进行组合，产生一种同时具有  
5 好的噪声特征和高饱和输出功率的放大器。作为一个次要的优点，两级结构允许通过中间级接入部分 106 接入两级之间的光纤。中间级接入部分 106 的主要作用是作为连接可变衰减器的位置，可变衰减器能够用于调节组合的放大器的光谱倾斜以补偿不同的输入和输出电平。中间级接入部分 106 也可以用作连接例如监控器的位置，  
10 并且只要不增加太多的损耗，就可以忽略对于放大器工作的影响。

图 2 是用于利用宽带噪声调制实现光监测信道的两级 EDFA (掺铒光纤放大器) 结构 200 的实施例的示意性框图。与图 1 所示的结构 100 类似，结构 200 包括：第一级 202，它包括输入端 203a 和输出端 203b，和第二级 204，它包括输入端 205a 和输出端 205b，并且  
15 在第一级 202 和第二级 204 之间设置有中间级接入部分 206。第一级 202 是低噪 980nm 泵浦的 EDFA，而第二级是反向泵浦 1480nm 增益级。如前所述，剩余的 1480nm 泵浦功率存在于第二级输入端 205a 处。应当注意到，尽管图 2 所示的实施例被描述为利用 1480nm 泵浦的增益级来实现第二级 204，但是也可以使用具有其它泵浦波长的放大器，例如 980nm EDFA。与结构 100 不同，结构 200 还包括连接在  
20 第一级的输入端 203a 和第二级的输入端 205a 之间的噪声调制器模块 222。

噪声调制器模块 222 包括 1550/1480 波分复用 (“WDM”) 耦合器 224，用于滤除剩余的 1480nm 泵浦功率。然后，利用过滤后的  
25 剩余功率对一段掺铒光纤 (“EDF”) 226 进行激励。EDF 226 在 1550nm 窗口内发射宽带放大的自发辐射噪声，然后将其输入到调制器 228，并且和在线路 230 上输入到调制器的监测信号一起进行调制。将在线路 232 上从调制器 228 输出的调制后的噪声信号经由例如偏斜耦合器 234 反馈回第一级 202 的输入端 203a，并且将其传送到传输系

统的远端。调制后的噪声是宽带信号，并且通过 C/L 波段耦合器和拉曼（Raman）放大器。与业务数据速率相比，监测调制速率较低，因此可以通过在接收机端使用较窄的光滤波器对噪声进行取样，来恢复监测信号。

- 5       应当注意，除第二级 204 的剩余泵浦外的泵浦源可以用于激励噪声调制器模块 222。特别地，可以预期，为此目的可以使用外部泵浦源或者第一级 202 的剩余泵浦。

一些放大器在第二级的输入端包括 1480/1550nm WDM 耦合器以便允许使用外部泵浦模块。图 3 是用于使用为与该种放大器一起使用而设计的宽带噪声调制来实现光监测信道的两级 EDFA（掺铒光纤放大器）结构 300 的实施例的示意性框图。

与图 1 所示的结构 100 和图 2 所示的结构 200 类似，结构 300 包括：第一级 302，它包括输入端 303a 和输出端 303b，和第二级 304，它包括输入端 305a 和输出端 305b，并且在第一级 302 和第二级 304 15 之间设置有中间级接入部分 306。第一级 302 是低噪 980nm 泵浦的 EDFA，而第二级是反向泵浦 1480nm 增益级。在图 3 所示的实施例中，第二级 304 包括外部泵浦输入端 311，外部泵浦（未显示）可以与其相连。在该实施例中，剩余 1480nm 泵浦功率存在于外部泵浦输入端 311 处。与结构 200 类似，结构 300 还包括连接在第一级的输入端 303a 和第二级的输入端 305a 之间的噪声调制器模块 307。

20       然后，利用存在于外部泵浦输入端 311 的过滤后的剩余功率，对噪声调制器 307 的一段掺铒光纤（EDF）308 进行激励。EDF 308 在 1550nm 窗口内发射宽带放大的自发辐射噪声，然后将其输入到调制器 309，并且与在线路 310 上输入到调制器的监测信号一起进行调制。将在线路 312 上从调制器 309 输出的调制后的噪声信号经由例如偏斜耦合器 314 反馈回第一级 102 的输入端 103a，并且将其传输到传输系统的远端。再一次，调制后的噪声是宽带信号，并且通过了 C/L 波段耦合器和拉曼放大器。与业务数据速率相比，监测调制速率较低，因此可以通过在接收机端使用较窄的光滤波器对噪声进

行取样，来恢复监测信号。

图 4 是表示本发明的实施例、例如图 2 所示的实施例的操作流程图。在步骤 400, 对输入到包括低噪 980nm 泵浦的 EDFA 的第一 EDFA 中的光数据信号进行放大。在步骤 404 中，将放大后的光数据信号  
5 输入到包括反向泵浦 1480nm 增益级的第二 EDFA。在步骤 406 中，连接到第二 EDFA 输入端的 WDM 耦合器对存在于第二 EDFA 的输入端处的剩余泵浦功率进行滤除。在步骤 408 中，利用过滤后的剩余泵浦功率对一段 EDF 进行激励。在步骤 410 中，将由该段 EDF 发射的宽带 ASE 噪声与监测信号一起进行调制。在步骤 412 中，将从  
10 调制器输出的调制后的噪声信号经由例如偏斜耦合器耦合回第一 EDFA 的输入端。

基于前面的详细描述，应当很明显地，本发明有利地提供了一种用于在光传输通路上对监测信息和工程信号线（orderwire）信息进行传输的方法和设备。特别地，这些实施例可以利用现有的 EDFA  
15 设计来实现，而不需要对其进行改动。另外，因为调制是宽带的但只能从窄光带中恢复信号，所以这些实施例是独立于传输线中的拉曼放大器和 C/L 波段耦合器的。最后，这些实施例不需要使用昂贵的电-光半导体。

可以相信，通过前面的具体描述，本发明的操作和构造是很明显的。  
20 的。尽管所表示和描述的本发明的示例性实施例是作为优选实施例来进行描述的，但应当很容易理解，可以对其做出各种变化和修改，而并不脱离如下面权利要求所述的本发明的范围。例如，可以使用具有与上述波长不同的泵浦波长的放大器，来实现第一级 202 和第二级 204。而且，用于激励噪声调制器模块 222 的泵浦源可以不同于  
25 来自于第二级 204 的剩余泵浦。

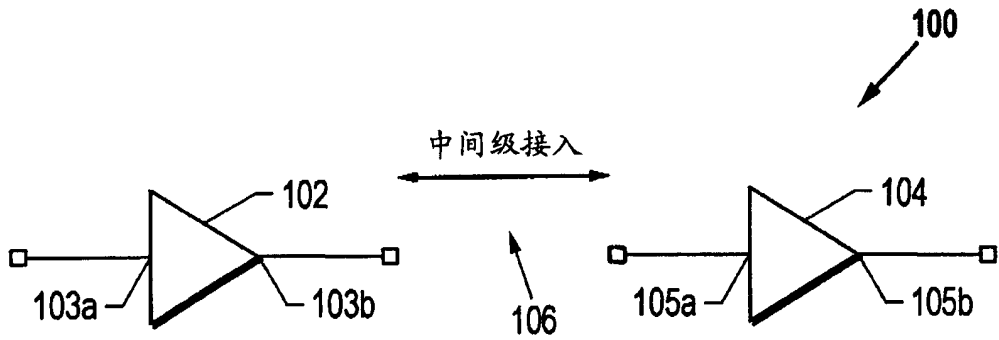


图 1

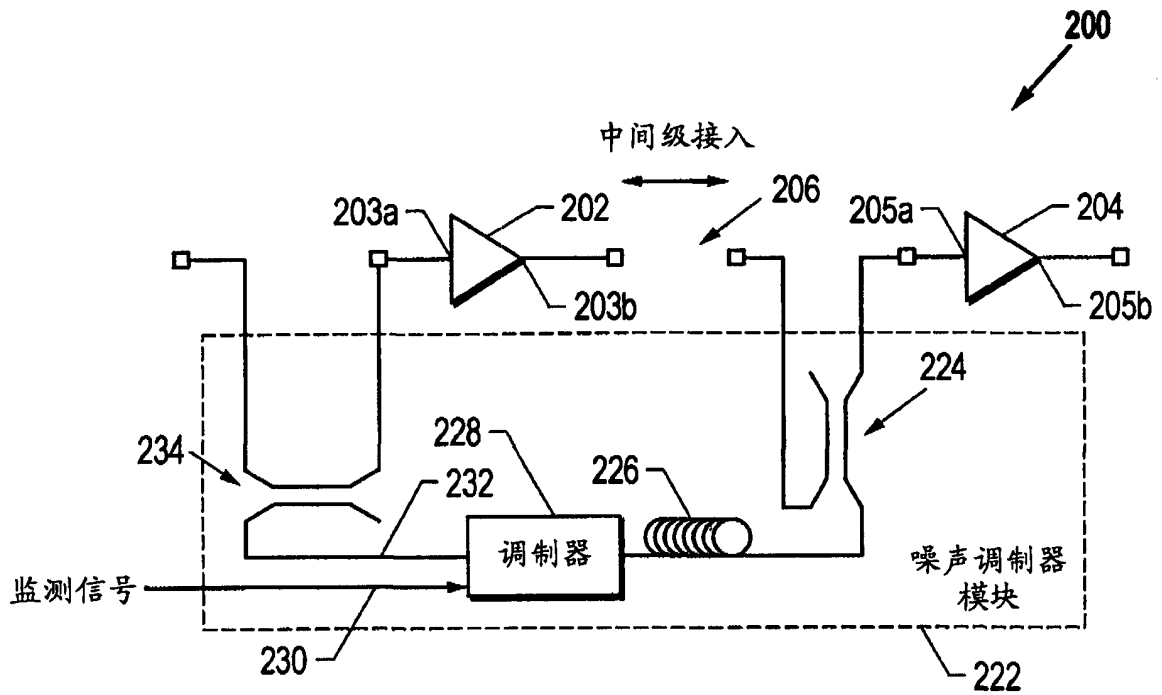


图 2

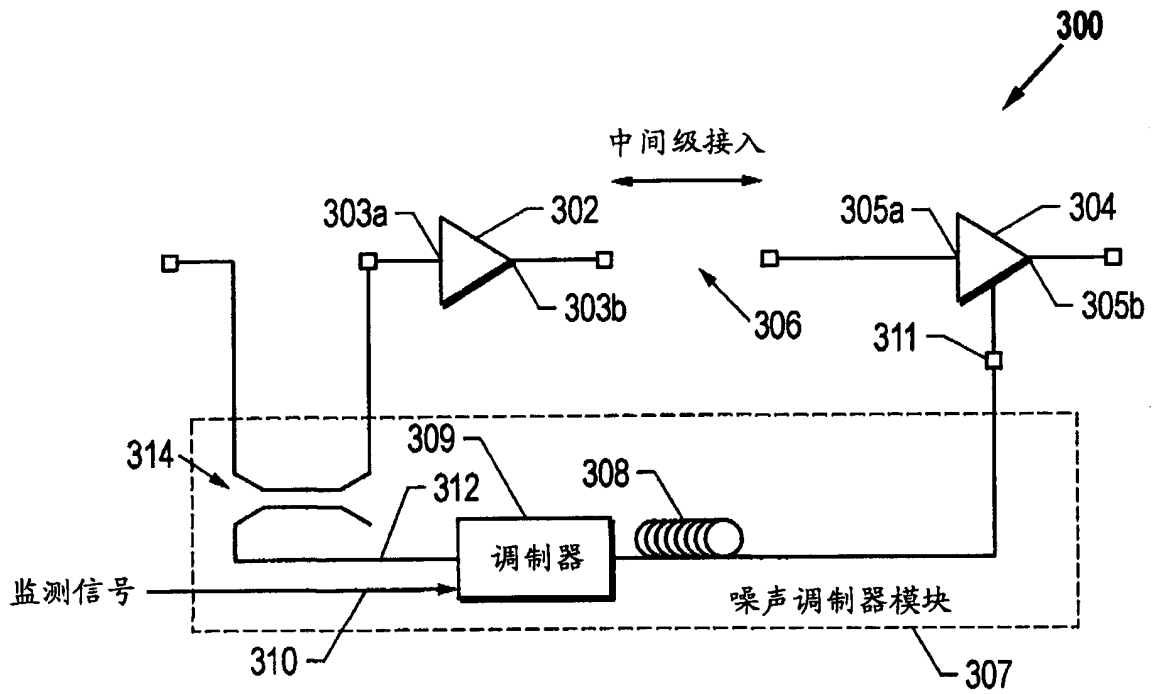


图 3

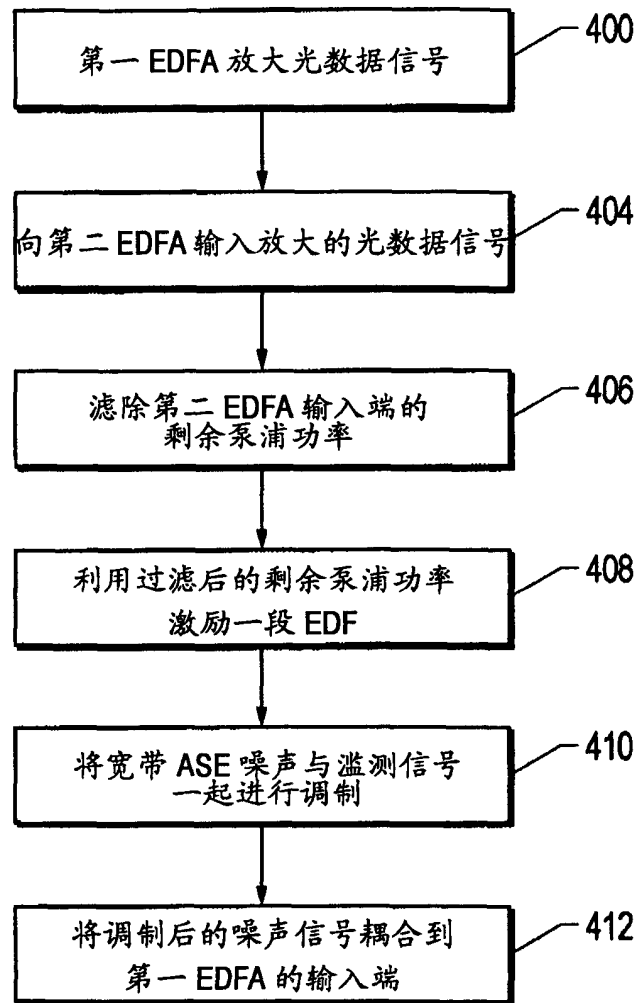


图 4