



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103329462 A

(43) 申请公布日 2013. 09. 25

(21) 申请号 201280005869. 4

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

(22) 申请日 2012. 01. 23

代理人 郭红梅 王漪

(30) 优先权数据

61/435, 278 2011. 01. 22 US

61/521, 263 2011. 08. 08 US

13/356, 198 2012. 01. 23 US

(51) Int. Cl.

H04B 10/516 (2013. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 07. 19

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2012/022234 2012. 01. 23

(87) PCT申请的公布数据

W02012/100254 EN 2012. 07. 26

(71) 申请人 维尔塞特公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 莫凡 萨密普·戴夫

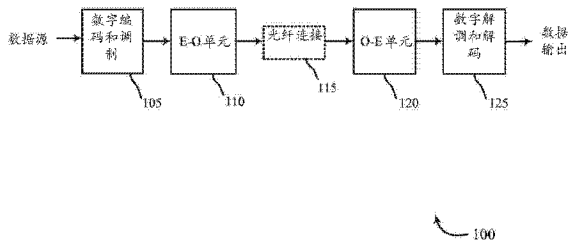
权利要求书3页 说明书12页 附图14页

(54) 发明名称

用于高速率光通信的帧格式化

(57) 摘要

在此描述了多种用于有待通过光纤信道传输的数据流的格式化和用于处理所接收到的光信号的方法、系统和装置。数据传输装置可以包括一个数字编码和调制模块,该数字编码和调制模块对数字数据流进行编码、将多个唯一字插入到该数字数据流内、并将编码的数据流和唯一字调制到多个光信道上用于通过光纤传输。解调和解码装置可以包括一个唯一字识别模块,该唯一字识别模块识别插入到每个光信道流内的唯一字、基于这些唯一字确定该多个光信道的一个或多个特征并向该解调器和解码装置内的一个或多个其他模块提供该一个或多个特征。



1. 一种数字编码和调制装置,包括:
 - 一个数据传送层成帧器模块,被配置成:
 - 接收一个输入数据流;以及
 - 将该数据流格式化多个数据传送帧;
 - 一个编码模块,该编码模块与该数据传送层成帧器模块耦联并被配置成将纠错信息编码成这些数据传送帧;
 - 一个唯一字插入模块,该唯一字插入模块与该编码模块耦联并且被配置成将多个唯一字插入包括这些数据传送帧的一个数据流内,该多个唯一字各自与不同的光通信信道相对应;以及
 - 一个光传输模块,该光传输模块与该唯一字插入模块耦联并且被配置成将这些数据传送帧和唯一字调制到多个光通信信道上并通过一条光纤传输该多个光通信信道,该多个唯一字各自被调制到一条相关联的光通信信道上。
2. 如权利要求 1 所述的装置,进一步包括耦联在该唯一字插入模块和该光传输模块之间的一个差分编码模块并且该差分编码模块被配置成差分地对多个数据传送帧和唯一字进行编码。
3. 如权利要求 1 所述的装置,进一步一个差分编码模块,该差分编码模块在该编码模块和唯一字插入模块之间耦联并且被配置成差分地对多个数据传送帧进行编码。
4. 如权利要求 1 所述的装置,其中,该光传输模块被配置成通过光纤传输双极性 QPSK 光信号。
5. 如权利要求 4 所述的装置,其中
 - 该多个光通信信道包括一个水平同相(HI)信道、一个垂直同相(VI)信道、一个水平正交(HQ)信道和一个垂直正交(VQ)信道;以及
 - 该多个唯一字中的一个第一唯一字与该 HI 信道相对应,该多个唯一字中的一个第二唯一字与该 VI 信道相对应,该多个唯一字中的一个第三唯一字与该 HQ 信道相对应,以及该多个唯一字中的一个第四唯一字与该 VQ 信道相对应。
6. 如权利要求 1 所述的装置,其中,该唯一字插入模块基于该光传输模块的一种调制方案将与这些唯一字相对应的数据位插入该数据流内。
7. 如权利要求 1 所述的装置,其中,每个唯一字包括一个 PN 代码,该 PN 代码对应于与该唯一字相关联的光通信信道。
8. 一种数字解码和解调装置,包括:
 - 一个光接口模块,该光接口模块被配置成接收多个光信道上的来自一条光纤的多个光信号并输出每个光信号的一个数字化版本;
 - 一个唯一字识别模块,该唯一字识别模块与该光接口模块耦联并被配置成识别这些光信号的每个内的一个唯一字;以及
 - 一个解调器模块,该解调器模块与该唯一字模块耦联并被配置成:
 - 接收这些光信号的该数字化版本;以及
 - 使用利用所识别的唯一字确定的光信号的特征将这些光信号解调成多个数据传送帧,该一个或多个特征包括该多个数据流中的一个或多个的一种标识和该多个数据流中的一个或多个之间的定时信息。

9. 如权利要求 8 所述的装置,进一步包括:

一个解码器模块,该解码器模块与该解调器模块耦联并被配置成在这些数据传送帧上进行纠错;以及

一个数据传送层解帧器模块,该数据传送层解帧器模块与该解码器模块耦联并被配置成接收已纠错的数据传送帧并输出一个解帧数据流。

10. 如权利要求 8 所述的装置,其中,该解调器模块包括一个差分解码模块,该差分解码模块被配置成差分地对多个数据传送帧和唯一字进行解码。

11. 如权利要求 8 所述的装置,进一步包括一个差分解码模块,该差分解码模块耦联在该光接口模块和该唯一字识别模块之间并且被配置成差分地对每个光信号的数字化版本进行解码。

12. 如权利要求 8 所述的装置,其中,该光接口模块被配置成通过光纤接收双极性 QPSK 光信号。

13. 如权利要求 12 所述的装置,其中,该唯一字标识识别水平同相(HI)、垂直同相(VI)、水平正交(HQ)和垂直正交(VQ)信道中每一个内的多个唯一字。

14. 如权利要求 13 所述的装置,其中,该解调器模块使用基于该定时信息确定的至少一个相位偏移为 HI、VI、HQ 和 VQ 信道中的每个跟踪和纠正相位。

15. 如权利要求 8 所述的装置,其中,该多个光信号的每个内的唯一字包括一个 PN 代码,该 PN 代码与相关联的光信号相对应。

16. 一种方法,包括:

接收有待通过一个光纤通信系统内的多个光信道传输的一个输入编码位流;

针对该编码位流有待传输到其上的每条光信道,将一个唯一字插入该位流内,每条光信道与一个不同的唯一字相对应;以及

通过该多个光信道传输该编码位流和唯一字。

17. 如权利要求 16 所述的方法,进一步包括差分地对该编码位流进行编码。

18. 如权利要求 16 所述的方法,其中,传输该编码位流包括通过一条光纤传输多个双极性 QPSK 光信号。

19. 如权利要求 18 所述的方法,其中,

该多个光通信信道包括一个水平同相(HI)信道、一个垂直同相(VI)信道、一个水平正交(HQ)信道和一个垂直正交(VQ)信道;以及

该多个唯一字中的一个第一唯一字与该 HI 信道相对应,该多个唯一字中的一个第二唯一字与该 VI 信道相对应,该多个唯一字中的一个第三唯一字与该 HQ 信道相对应,以及该多个唯一字中的一个第四唯一字与该 VQ 信道相对应。

20. 如权利要求 16 所述的方法,其中,插入一个唯一字包括基于用于传输该编码位流的一种调制方案将与这些唯一字相对应的数据位插入到该编码位流内。

21. 如权利要求 16 所述的方法,其中,用于每条光信道的唯一字包括一个与该光信道相对应的 PN 代码。

22. 一种方法,包括:

接收从一个光纤通信系统接收的多个光信号的一种数字化版本,该多个光信号的数字化版本包括与该多个光信号相对应的多个数据流;

识别这些数据流的每个内的一个唯一字；

基于这些唯一字的标识确定这些数据流的一个或多个特征，该一个或多个特征包括该多个数据流中的一个或多个的一种标识和该多个数据流中的一个或多个之间的定时信息；以及

使用利用所识别的唯一字确定的这些光信号的特征将这些数据流解调成多个数据传送帧。

23. 如权利要求 22 所述的方法，进一步包括差分地对该编码位流进行解码。

24. 如权利要求 22 所述的方法，其中，接收多个光信号的数字化版本包括通过一条光纤接收多个双极性 QPSK 光信号。

25. 如权利要求 22 所述的方法，其中，该多个数据流包括：水平同相(HI)流、一个垂直同相(VI)流、一个水平正交(HQ)流和一个垂直正交(VQ)流。

26. 如权利要求 22 所述的方法，其中，用于每条数据流的唯一字包括一个与该数据流相对应的 PN 代码。

用于高速率光通信的帧格式化

交叉引用

[0001] 本申请要求 2011 年 1 月 22 日提交的标题为“高速率光通信(HIGH RATE OPTICAL COMMUNICATION)”的美国临时专利申请号 61/435,278、和 2011 年 8 月 8 日提交的标题为“用于高速率光通信的帧格式化(FRAME FORMATTING FOR HIGH RATE OPTICAL COMMUNICATIONS)”的美国临时专利申请号 61/521,263 的权益,两者通过引用以其全文结合在此。

背景技术

[0002] 本披露涉及多种用于有待通过光纤信道传输的数据流的格式化和用于处理所接收到的光信号的方法、系统和装置。

[0003] 网络通信系统中的光纤信道被广泛开发并且被认为对数据传输是有效的,允许相对高带宽数据通信。光纤通常是柔韧的并且可以被捆扎在电缆内。因为与电力电缆相比,光以很小的衰减通过光纤传播,所以光纤经常用于远程通信。当今典型的商业光纤系统以 10Gbps 或 40Gbps 传输数据。每条光纤可以携带多个独立信道,每条信道使用光的不同波长,在技术上被称为波分多路复用(WDM)。

[0004] 随着对带宽需求的增加,提高后的数据传输速率将是令人希望的。然而,在光纤系统中,随着数据速率的提高,各种光学现象开始出现并起到限制数据传输速率的作用。例如,来自色散(CD)、偏振模色散(PMD)和偏振相关损耗(PDL)的光学影响开始对数据传输速率具有显著影响。

发明概述

[0005] 描述了多种用于通过光纤信道待传输的数据流的格式化和用于处理所接收到的光信号的方法、系统、装置和计算机程序产品。数据传输装置可以包括一个数字编码和调制模块,该数字编码和调制模块对一个数字数据流进行编码、将多个唯一字插入到该数字数据流内、并将编码的数据流和唯一字调制到用于通过光纤传输的多个光信道上。解调器和解码装置可以包括一个唯一字识别模块,该唯一字识别模块识别被插入每条光信道流内的唯一字、基于这些唯一字确定多个光信道的一个或多个特征并向该解调器和解码装置内的一个或多个其他模块提供该一个或多个特征。如以下更加详细描述,可以实现其他功能性。

[0006] 在一组实施例中,数字编码和调制装置包括:一个数据传送层成帧器模块、一个与该数据传送层成帧器模块耦联的编码模块、一个与该编码模块耦联的唯一字插入模块和一个与该唯一字插入模块耦联的光传输模块。该数据传送层成帧器模块可以被配置成接收一个输入数据流并将该数据流格式化成多个数据传送帧,并且该编码模块可以被配置成将纠错信息编码成这些数据传送帧。该唯一字插入模块可以被配置成将多个唯一字插入包括这些数据传送帧的一个数据流内,该多个唯一字各自与不同的光通信信道相对应。该光传输模块可以被配置成将这些数据传送帧和唯一字调制到多个光通信信道上并通过光纤传输该多个光通信信道,该多个唯一字各自被调制到相关联的光通信信道上。在一些实施例中,

该装置还包括一个差分编码模块,该差分编码模块耦联在该唯一字插入模块和该光传输模块之间并且被配置成差分地对多个数据传送帧和唯一字进行编码。在一些实施例中,该装置还可以包括一个差分编码模块,该差分编码模块耦联在该编码模块和唯一字插入模块之间并且被配置成差分地对数据传送帧进行编码。

[0007] 在一些实施例中,该光传输模块被配置成通过一条光纤传输多个双极性 QPSK 光信号。例如,该多个光通信信道可以包括一个水平同相(HI)信道、一个垂直同相(VI)信道、一个水平正交(HQ)信道和一个垂直正交(VQ)信道,并且该多个唯一字中的一个第一唯一字与该 HI 信道相对应,该多个唯一字中的一个第二唯一字与该 VI 信道相对应,该多个唯一字中的一个第三唯一字与该 HQ 信道相对应,以及该多个唯一字中的一个第四唯一字与该 VQ 信道相对应。该唯一字插入模块可以基于该光传输模块的一种调制方案将与这些唯一字相对应的多个数据位插入该数据流内。每个唯一字包括一个 PN 代码,该 PN 代码对应于与该唯一字相关联的光通信信道。

[0008] 在其他实施例中,数字解码和解调装置被提供成包括一个光接口模块、一个与该光接口模块耦联的唯一字识别模块、和一个与该唯一字模块耦联的解调器模块。该光接口模块可以被配置成接收多个光信道上的来自一条光纤的多个光信号并输出每个光信号的数字化版本。该唯一字识别模块可以被配置成识别该多个光信号的每个内的唯一字。该解调器模块可以被配置成:接收这些光信号的数字化版本并使用利用所识别的唯一字确定这些光信号的特征将这些光信号解调成多个数据传送帧,该一个或多个特征包括该多个数据流中的一个或多个的一种标识和该多个数据流中的一个或多个之间的定时信息。该装置还可以包括:一个解码器模块,该解码器模块与该解调器模块耦联并且被配置成在这些数据传送帧上进行纠错;以及一个数据传送层解帧器模块,该数据传送层解帧器与该解码器模块耦联并且被配置成接收已纠错的数据传送帧并输出一个解帧数据流。

[0009] 在一些实施例中,该解调器可以包括一个差分解码模块,该差分解码模块被配置成差分地对多个数据传送帧和唯一字进行解码。该差分解码模块可以耦联在该光接口模块和该唯一字识别模块之间并且被配置成差分地对每个光信号的数字化版本进行解码。在一些实施例中,该光接口模块被配置成通过一条光纤接收多个双极性 QPSK 光信号。该唯一字识别可以识别水平同相(HI)、垂直同相(VI)、水平正交(HQ)和垂直正交(VQ)信道各自内的唯一字。例如,该解调器可以使用基于所接收到的唯一字的定时信息确定的至少一个相位偏移为 HI、VI、HQ 和 VQ 信道中的每个跟踪和纠正相位。例如,该多个光信号的每个内的唯一字可以包括一个与相关联的光信号相对应的 PN 代码。

[0010] 在其他实施例中提供了一种用于传输编码位流的方法,该方法包括:接收通过一个光纤通信系统内的多个光信道待传输的一个输入编码位流,将一个唯一字插入用于该编码位流有待被传输到其上的每条光信道的位流内,每条光信道与一个不同的唯一字相对应,并通过该多个光信道传输该编码位流和唯一字。该方法可以进一步包括差分地对该编码位流进行编码。例如,传输该编码位流可以包括通过一条光纤传输多个双极性 QPSK 光信号。在一些实施例中,该多个光通信信道包括一条 HI 信道、一条 VI 信道、一条 HQ 信道和一条 VQ 信道,并且该多个唯一字中的一个第一唯一字与该 HI 信道相对应,该多个唯一字中的一个第二唯一字与该 VI 信道相对应,该多个唯一字中的一个第三唯一字与该 HQ 信道相对应,以及该多个唯一字中的一个第四唯一字与该 VQ 信道相对应。在一些实施例中,插入一

个唯一字包括基于用于传输编码位流的一种调制方案将与这些唯一字相对应的多个数据位插入到该编码位流内。用于每条光信道的唯一字可以包括一个与该光信道相对应的 PN 代码。

[0011] 一些实施例中提高了一种解调数据流的方法,该方法包括:接收从一个光纤通信系统中接收到的多个光信号的数字化版本,该多个光信号的数字化版本包括与该多个光信号相对应的多个数据流、识别这些数据流中的每一条内的一个唯一字、基于这些唯一字的标识确定这些数据流的一个或多个特征,该一个或多个特征包括该多个数据流中的一个或多个的一种标识和该多个数据流中的一个或多个之间的定时信息、以及使用利用所识别的唯一字确定的这些光信号的特征将这些数据流解调成多个数据传送帧。该方法还可以包括差分地对该编码位流进行解码。在一些实施例中,接收多个光信号的数字化版本可以包括通过一条光纤接收多个双极性 QPSK 光信号。该多个数据流可以包括一条 HI 流、一条 VI 流、一条 HQ 流、和一条垂直正交 VQ 流。例如,用于每条数据流的唯一字可以包括一个与该数据流相对应的 PN 代码。

附图简要说明

[0012] 参照以下附图可以实现对本发明的各种实施例的性质和优点的进一步理解。附图中,类似的部件或特征可以具有相同的参考标号。此外,通过在参考标号的后面加上一个短划线和区分类似部件的第二标号,就可以区分相同类型的各个部件。如果说明书中只使用了第一参考标号,不管第二参考标号为何,该描述适用于具有相同第一参考标号的任何一个类似部件。

[0013] 图 1 是一个包括根据本发明的各种实施例配置的部件的光通信系统的框图。

[0014] 图 2 是根据本发明的各种实施例的数字编码和调制单元的框图。

[0015] 图 3 是根据本发明的各种实施例的替代性数字编码和调制单元的框图。

[0016] 图 4 来自根据本发明的各种实施例的唯一字插入模块、差分编码模块、相关联传输光接口模块的输入和输出流的框图。

[0017] 图 5 为用于将唯一字插入根据本发明的各种实施例的数字编码和调制单元的双极性 QPSK 信道框图的位流的图示。

[0018] 图 6 是根据本发明的各种实施例的数字解调和解码单元的框图。

[0019] 图 7 是根据本发明的各种实施例的数字解调单元的框图。

[0020] 图 8 为一种用于根据本发明的各种实施例将唯一字插入有待通过光纤传输的光流的方法的流程图。

[0021] 图 9 为一种根据本发明的其他实施例用于将唯一字插入有待通过光纤传输的光流的方法的流程图。

[0022] 图 10 为一种根据本发明的各种实施例用于将唯一字插入有待通过光纤传输的光流的方法的流程图。

[0023] 图 11 为一种根据本发明的各种实施例用于基于根据多个光信道上存在的唯一字的标识确定的信号特征数字解调光信号的方法的流程图。

[0024] 图 12 为另一种根据本发明的各种实施例用于基于根据多个光信道上存在的唯一字的标识确定的信号特征数字解调光信号的方法的流程图。

[0025] 图 13 为一种根据本发明的各种实施例用于基于根据多个光信道上存在的唯一字

的标识确定的信号特征的定时偏差检测和补偿的方法的流程图。

[0026] 图 14 为一种根据本发明的各种实施例用于验证基于根据多个光信道上存在的唯一字的标识确定的信号特征解调和解码的适当信号的方法的流程图。

发明详述

[0027] 描述了多种用于通过光纤信道待传输的数据流的格式化和用于处理所接收到的光信号的方法、系统、装置和计算机程序产品。描述了一种数据传输装置,该数据传输装置可以包括一个数字编码和调制模块,该数字编码和调制模块对一个数字数据流进行编码、将多个唯一字插入到该数字数据流内、并将编码的数据流和唯一字调制到用于通过光纤传输的多个光信道上。一个不同唯一字(或一组唯一字)可以被映射到每条光信道上。描述了一种解调和解码装置,该解调和解码装置可以包括一个唯一字识别模块,该唯一字识别模块识别插入每条光信道流内的唯一字、基于这些唯一字确定多个光信道的一个或多个特征并向该解调器和解码装置内的一个或多个其他模块提供该一个或多个特征。如以下更加详细描述,可以实现其他附加功能性。

[0028] 本说明书提供了示例,并不旨在限制本发明的范围、适用性和配置。相反,随后的描述将为本领域普通技术人员提供用于实现本发明实施例的一个促成说明。可以对元件的功能和安排进行各种改动。

[0029] 因此,各种实施例可以省略、替代、或者添加各种适当的程序或部件。例如,应当认识到,这些方法可以会以与以上描述的不同顺序执行,并且可以添加、省略或合并各种步骤。并且,相对于某些实施例描述的方面和元件可在各种其他实施例中组合。还应当认识到,以下系统、方法、装置和软件可以是一个更大的系统的单独或共同的部件,其中其他程序可以更为优先或以其他方式修改它们的应用。

[0030] 描述了用于将光纤光缆用作数据传输介质的光通信系统的系统、装置、方法和软件。图 1 展示了光学数据传送系统 100 的示例。在本实施例中,光学数据传送系统 100 包括一个数据源,该数据源向数字编码和调制单元 105 提供数据。该数据源可包括多个常见数据源中任意一个,如用户电信装置、有线电视运营商头端单元、电信供应商中央局、计算机服务器、或网络附接存储系统,仅举几个例子。在许多实施例中,该数据源生成有待传送通过光学数据传送系统 100 的大量数据。数字编码和调制单元 105 接收此数据,并对该数据进行成帧、前向纠错编码和调制功能。在各实施例中,数字编码和调制单元 105 将一个唯一字插入用于通过其发送数据的每条光信道的数据流。电-光(E-O)单元 110 将该数据和所插入的唯一字转换成多个光信号,并且通过光纤连接 115 传输包含该数据的多个光信号。该光纤连接 115 可以包括这种连接的众所周知的部件,包括光纤光缆。光-电(O-E)单元 120 接收来自光纤连接 115 的光信号,并且将该数据变换到电域内。数字解调和解码单元 120 接收该光信号的数字化版本并检测被插入各条光信道上的唯一字。当在来自该光信号的数据上进行解调、前向纠错解码、和解帧功能时,各条信道上的唯一字的检测可以用于提供光信道的特征,这些光信道的特征可以用于该数字解调和解码单元 120。然后,该数字解调和解码单元 120 可以输出该数据(例如,输出到用户电信装置、有线电视运营商头端单元、电信供应商中央局、计算机服务器、或网络附接存储系统)。

[0031] 图 2 展示了一个数字编码和调制单元 105-a。在所示的实施例中,该数字编码和调制单元 105-a 包括一个数据传送层成帧器模块 205、一个 FIFO 模块 210、一个 FEC 编码器模

块 215、一个交织模块 220、一个唯一字插入模块 225、一个差分编码模块 230、和一个发送器光接口模块 235。数据传送层成帧器模块 205 可将接收自该数据源的数据放到多个包帧中进行传输。这些包帧可以符合光通信系统中使用的包帧的许多公共协议中的一种,其通常包括报头和有效载荷,并还可以包括报尾,如 CRC。很好理解的是,在传输过程中报头可以被有效载荷交织,这取决于光传输所用的具体协议。FIFO 模块 210 将对接收自数据传送层成帧器模块 205 的包帧进行排列。FEC 编码器模块 215 计算前向纠错(FEC)信息并将其添加到从数据传送层成帧器模块 205 收到的数据帧中。各种实施例的 FEC 信息的具体类型一般包括系统地生成的冗余纠错码(ECC)数据,该数据与这些帧一起传输,并且在一个实施例中,FEC 信息包括 Turbo 乘积码(TPC)信息。在图 2 的实施例中,交织模块 220 接收 FEC 信息和数据帧,并且使该 FEC 信息与数据帧交织以降低清除具体帧的所有 FEC 数据的信道错误的可能性。

[0032] 在图 2 的实施例中,唯一字插入模块 225 将多个唯一字插入接收自交织模块 220 的数据流内。多个唯一字可以被添加到每条传输的光信道上以辅助包含不同数据流的光信号的解码和解调。在一个实施例中,使用双极性(双极)正交相移键控(QPSK)对数据的交织帧进行解调,从而产生四个光信道。本实施例的唯一字插入模块 225 将一个唯一字插入用于这四条光信道的每条的数据流内。所插入的唯一字为用于每条光信道的不同唯一字,定期将该唯一字插入用于该光信道的数据流内。根据一些实施例,选定用于每条光信道的唯一字以具有提供允许加强检测所接收到的数据流内的唯一字的相关特性的位模式。每个唯一字可以具有基于所希望的信道特征的位长度,如 OSNR 和相位噪声以及目标性能。还可以定期基于信道特征和目标性能将唯一字插入数据流内。在各实施例中,唯一字具有 128 至 256 比特的长度或 32 至 64 个码元,并且每 2,000 至 10,000 个码元被插入这些数据流一次。

[0033] 差分编码模块 230 为交织 FEC 编码帧和唯一字提供差分编码。差分编码是一种众所周知的技术,其中,有待传输的数据不仅取决于当前位(或码元)而且还取决于之前的位,如使用互斥或功能。然后向发送器光接口模块 235 提供差分编码数据。该发送器光接口模块 235 可以向该 E-0 模块(图 1)转发调制数据,在该 E-0 模块中,调制数据可以通过双极 QPSK 调制传输到光域中,从而产生四条平行光流。其他示例中也可以使用其他调制方案。

[0034] 如本领域的普通技术人员将轻易理解的,图 2 的模块的具体安排为一个示例,并且处理数据的具体顺序可以变化,并且可以修改和/或组合各模块的具体功能。图 3 中展示了数字编码和调制单元 105-b 的替代性配置的示例。在本实施例中,数字编码和调制单元 105-b 包括以另一种顺序安排的如关于图 2 的数字编码和调制单元 105-a 所述一样的模块。在图 3 的示例中,该数字编码和调制单元 105-b 包括一个数据传送层成帧器模块 305、一个 FIFO 模块 310、一个 FEC 编码器模块 315、一个交织模块 320、一个差分编码模块 325、一个唯一字插入模块 330、和一个发送器光接口模块 335。在本具体示例中,差分编码模块 325 接收来自交织模块 320 的数据。差分编码模块 325 为交织 FEC 编码帧提供差分编码,然后向唯一字插入模块 330 提供该差分编码。在图 3 的实施例中,唯一字插入模块 330 将多个唯一字插入接收自差分编码模块 325 的差分编码数据流内。与关于图 2 所讨论的类似,多个唯一字可以被添加到每条传输的光信道上以辅助包含不同数据流的光信号的解码和解调。在一个实施例中,使用双极 QPSK 对数据的交织帧进行解码,从而产生四个光信道,并且唯一字插入模块 330 将一个唯一字插入用于这四条光信道的每条的数据流内,并且向发

送器光接口模块 335 提供该数据流。在图 3 的实施例中,该发送器光接口模块 335 将数据解制到多个光信道上并将调制数据转发到该 E-0 模块(图 1),在该 E-0 模块中,调制数据通过双极 QPSK 调制传输到光域中,从而产生四条平行光流。其他示例中也可以使用其他调制方案。

[0035] 如简要讨论的,图 2 的唯一字插入模块 225 将一个唯一字插入与每条传输的光信道相对应的每条数据流内。应指出的是,图 3 的唯一字插入模块 330 以一种类似的方式运行,将更加详细地描述唯一字插入模块 225 的各方面,并理解到这种讨论同样适用于唯一字插入模块 330。现在参见图 4,描述了唯一字插入模块 225-a、差分编码模块 230-a 和发送器光接口模块 235-a 的输入和输出数据流的图示。在本示例中,在唯一字插入模块 225-a 处接收交织 FEC 编码位(或码元)流 405。与上述类似,唯一字插入模块 225-a 将多个唯一字插入流 405,并向差分编码模块 230-a 提供该流和唯一字,该差分编码模块 230-a 向发送器光接口模块 235-a 提供差分编码流。该发送器光接口模块 235-a 可以根据各种调制技术将输入数据流调制到不同光信道上。在一个示例中,使用双极 QPSK 将该输入数据流调制到四条不同光信道上,即水平同相(HI)信道、水平正交(HQ)信道、垂直同相(VI)信道和垂直正交(VQ)信道。例如,通过取第一接收位(或码元)并将其调制到 HI 信道上,取第二接收位并将其调制到 HQ 信道上等,可以选定这些光信道的每条上传输的数据。在这种实施例中,唯一字插入模块 225-a 定期将唯一字位插入数据流内以为在其内嵌入周期性唯一字的每条信道产生输出数据流。因此,来自发送器光接口模块 235-a 的输出提供一条其内定期包括第一唯一字的 HI 数据流 410、一条其内定期包括第二唯一字的 HQ 数据流 415、一条其内定期包括第三唯一字的 VI 数据流 420 和一条其内定期包括第四唯一字的 VQ 数据流 425。选定该第一、第二、第三和第四唯一字中的每个以唯一地识别与该唯一字相关的具体数据流。当在接收器处接收到所传输的光信号时,可以识别这些唯一字并且这些唯一字辅助所接收到的光信号的补偿和解调。在一个实施例中,唯一字包括生成用于每条数据流 410 至 425 内的唯一字的伪噪声(PN)代码。

[0036] 唯一字插入模块 225-a 将多个数据位插入输入交织 FEC 编码位流 405 内,使得数据流 410 至 425 各自包括正确的相应的唯一字。如提到的,发送器光接口模块 235-a 可以连续地将所接收到的位调制到单独 HI、HQ、VI 和 VQ 数据流上。在这种情况下,唯一字插入模块 225-a 将一个位流插入交织 FEC 编码为流 405 内,在交织 FEC 编码为流 405 内,每个第四位位于一个具体唯一字相对应。图 5 中展示了这种唯一字插入位流 500 的一个示例。在本示例中,每个唯一字长 $n/4$ 位,从而产生 n 位的唯一字插入位流 500。根据预先确定的间隔时间,这些 n 位定期被插入输入交织 FEC 编码为流 405 内,贯穿位 $n-3$,位 1、5、9 等与 HI 数据流 410 的第一唯一字(UW1)相对应。同样,贯穿位 $n-2$,位 2、6、10 等于 HQ 数据流 415 的第二唯一字(UW2)相对应,贯穿位 $n-1$,位 3、7、11 等于 VI 数据流 420 的第三唯一字(UW3)相对应,贯穿位 n ,位 4、8、12 与 VQ 数据流 425 的第四唯一字(UW4)相对应。当然,可以使用其他调制技术,其中,根据不同序列将数据调制到光信道上,并且唯一字插入模块 225-a 相应提供唯一字插入位流,以便为每条光信道提供相应的唯一字。

[0037] 如图 6 中所示,数字解调和解码单元 125-a 也可以包括数个模块。在本实施例中,该数字解调和解码单元 125-a 包括一个接收器光接口模块 605、一个唯一字识别模块 610、一个解调器模块 615、一个 FEC 解码器模块 620 和一个数据传送层解帧器模块 625。接收器

光接口 605 是从该 O-E 单元 120 的接口。接收器光接口模块 605 向唯一字识别模块 610 提供电信号,该唯一字识别模块 610 识别被插入光信道数据流的每条内的唯一字。唯一字识别模块 610 将唯一字从每条对应的数据流上清除唯一字,并确定与所接收到的数据流相关的信息,可以从唯一字识别上导出所接收的数据流,如其上识别这些唯一字的具体接收到的信道,和接收这些唯一字的定时。可以向其他模块提供此信息以辅助所接收到的光信道的解调和 / 或解码。电信号从唯一字识别模块 610 提供至解调器模块 615。解调器模块 615 可以包括对差分编码进行解码的差分解码模块,可能在数字编码和调制模块 105 处已经进行了该差分编码。解调器模块 615 的各种实施例将在下面进一步详细讨论。来自解调器模块 615 的信息被提供给 FEC 解码器模块 620 进行解码,并可以纠正从纠错码中识别出的传输错误。FEC 解码器模块 620 将解码后的数据提供到数据传送层解帧器模块 625,该数据传送层解帧器模块根据光传输中所使用的具体协议将来自该信号的数据解帧,并提供输出数据。该数据输出可以是例如一个用户或任何接收系统。

[0038] 这些部件可以用一个或多个被适配成执行硬件中的部分或全部可应用功能的特定用途集成电路(ASIC)单独或集体实现。可替代地,这些功能可以由一个或多个集成电路上的一个或多个其他处理单元(或处理核)执行。在其他实施例中,可以使用其他类型的集成电路(例如,结构化 / 平台 ASIC,现场可编程门阵列(FPGA)和其他的半定制的 IC),其可以以本领域中已知的任何方式编程。每个单元的功能还可以用指令被全部或部分地实现,这些指令体现在存储器中并被格式化以由一个或多个通用或特定用途的处理器执行。

[0039] 现在参见图 7,描述了一个解调器单元 700。这可以是图 6 的数字解调器单元 615。在本示例中,接收了两个偏振分量,一个水平分量(H)和一个垂直分量(V)。该 H 和 V 分量中的每一个各自包括同相(I)分量和正交(Q)分量两者。作为参考,该水平偏振中的两个分量被称为 HI (水平同相分量)和 HQ (水平正交分量)。类似地,该垂直偏振中的两个分量被称为 VI (垂直同相分量)和 VQ (垂直正交分量)。解调器单元 800 处理这两个偏振分量的该 I 和 Q 分量的数字化样本,以恢复所传输的数据。在输入端,解调器单元 700 接受携带 HI、HQ、VI 和 VQ 样本的四个并行流。在一个实施例中,每条流每秒钟包含多个样本。在其输出端,该解调器可向该 FEC 解码器模块提供解调硬决策数据(尽管在其他示例中可以提供软决策数据)。解调器单元 700 可以识别 FEC 帧的开始。此外,在一些实施例中,解调器单元 700 接收来自 FEC 解码器模块 620 的有关汇聚状态的反馈信号用于纠错。此外,在一些实施例中,解调器单元 700 接收来自唯一字识别模块 610 的信息以辅助解调。

[0040] 在一些实施例中,解调器单元 700 被实现为一个包括多个功能模块的特定用途集成电路(ASIC)。在此类实施例中,解调器单元 700 可具有一条连接到主机处理器 710 的控制和监控接口总线 705,从而允许配置解调器参数(滤波器系数、环路增益等)和提取解调器状态。继续参见图 7,描述了各种实施例的解调器单元 700 内的若干个子模块。在本实施例中,正交误差滤波器(QEF)模块 715 提供了数据格式化、误差检测和校正功能的集合。在一个实施例中,预期输入数据样本为二进制偏移 / 偏移二进制格式,并被转换为 2 的补码格式(2C),用于数字信号处理器内的处理。

[0041] 如果需要的话,输入的 HI、HQ、VI 和 VQ 流还可以被独立地交换和反相,允许可能转化为偶然反相或 IQ 交换的任何设计问题。可以处理这些各种实施例的每条数据流以消除偏振偏斜(H 和 V 极之间)以及极内 I-Q 偏斜。QEF 模块 715 可以提供四种类型的正交信号

误差的检测和消除：I/Q 偏斜、DC 偏置、I/Q 振幅失衡、和 I/Q 相位失衡。在一些实施例中，可以通过处理器接口独立地启用或禁用所有四个误差检测器，并且通过此相同的接口将所检测到的误差值输出为状态值。QEF 模块 715 还可以输出一个可以由该系统的其他部件使用的增益控制信号。

[0042] QEF 模块 715 与频率偏移消除模块 720 连接。在一个示例中，频率偏移消除模块 720 对来自 QEF 模块 715 的数据样本进行频率旋转。频率旋转的量由频率误差输入控制，该频率误差输入的来源是载波频率捕获和跟踪 (CFAT) 模块 740。此类频率偏移消除功能可除去该光域中的 LO 激光调谐剩下的残余频率。色散补偿模块 725 从该水平和垂直偏振信道中消除大量色散。补偿可以通过频域中的滤波器进行应用。在本实施例中，校正量可由来自解调器模块 700 之外的色散滤波器输入控制，并通过主机处理器 710 及控制和监控接口总线 705 提供。

[0043] 匹配滤波器抽取器 (MFD) 模块 730 可以实现一个内插函数，该内插函数提供了对以码元速率的大致 $2 + \epsilon$ 倍取得的样本的抽取。在一个实施例中，这四条数据流各自具有带选定系数的一个独立的 FIR 滤波器存储体。通过这些滤波器存储体处理输入数据，以便为每条数据流产生每码元两个样本。数据样本被一个样本块汇编器收集并汇编到每流每时钟固定样本数量的块中。该汇编功能可以与每个偏振中的 I 和 Q 流完全相同，所以一个汇编块可以为两条流提供服务。PMD/PDL 补偿模块 735 可以利用自适应均衡来补偿该光信道中的 PMD 和 PDL 所引入的正交偏振干扰、IQ 信道干扰、和相邻码元干扰以及其他残余损害，如上述残余色散。在一个实施例中，自适应均衡器以一个或两个样本 / 码元从 MFD 模块 730 吸收数据并且通过带自适应滤波器抽头系数的一个 FIR 滤波器存储体处理该数据。

[0044] 在一些实施例中，码元定时捕获和跟踪 (STAT) 模块 745 可使用一个早 / 晚码元半径匹配方案和 PI 控制器来估算码元定时，并生成一个误差信号以校正码元定时。在实施例中，此 STAT 模块 745 还具有一个输出码元锁定指示符的码元定时锁定检测机构。在各种实施例中，该 PI 控制器有两套增益 (用于捕获的宽频带和用于跟踪的窄频带)。当无定时锁定时，可以使用宽带增益，否则可以使用窄带增益。STAT 模块 745 可以在 PMD/PDL 补偿模块补偿了 PMD 和 PDL 所造成的干扰之后和在该光信号的一部分上的载波相位恢复之前执行该光信号的部分的码元定时捕获和跟踪。

[0045] CFAT 模块 740 可以负责捕获以及跟踪载波频率。载波频率捕获是使用一些技术中的一种实现的，例如通过快速傅立叶变换 (FFT) 及适当的平均和峰值频率分量检测。CFAT 模块 740 可以为频率偏移消除模块 720 提供一个频率误差输入。在一些实施例中，CFAT 模块 740 还为本地振荡器 (LO) 频率偏移输出提供了一个控制输出，其可以与来自帧同步和接口模块 760 的数据一起使用。载波相位跟踪和恢复模块 750 可使用带块相位估计器和相位旋转功能的前馈算法，以消除残余频率和相位误差。载波相位跟踪和恢复模块 750 可以在由该 PMD 补偿模块产生的准时数据样本进行操作。在各种实施例中，差分解码器 755 可以负责接受来自载波相位跟踪和恢复模块 750 的码元流 (例如，以每码元 1 个样本)。差分解码器 755 可以被配置成差分地解码该信号，并向帧同步和接口模块 760 提供解码输出 (例如，硬决策输出数据流)。帧同步和接口模块 760 处理数据以实现帧同步，并且可包括用于数据调正、帧同步检测、以及时钟传送的功能块。该帧同步模块 760 可被配置成相对于彼此偏斜、交换并旋转所接收到的信道。在一些实施例中，该帧同步模块 760 接收来自唯一字识

别模块 610 的信息以辅助数据调正、帧同步检测和 / 或时钟传送。

[0046] 图 8 为一种根据本发明的各种实施例用于光信号的数字调制和编码的方法 800 的流程图。可以由图 1 至图 3 的数字调制和编码单元 105 执行该方法 800。

[0047] 在框 805 处,接收有待通过光纤通信系统内的多个光信道传输的输入编码位流。可以从向如图 1 的单元 105 的数字编码和调制单元提供数据的数据源上生成输入数据。该数据源可包括多个常见数据源中任意一个,如用户电信装置、有线电视运营商头端单元、电信供应商中央局、计算机服务器、或网络附接存储系统,仅举几个例子。在框 810 处,将唯一字插入用于该编码位流待被传输到其上的每条光信道的位流内,每条光信道与一个不同的唯一字相对应。此类唯一字可以辅助包含不同数据流的光信号的解码和解调。在框 815 处,通过该多个光信道传输该编码位流和唯一字。可以在光域内通过双极 QPSK 进行传输,产生四条平行光流。其他示例中也可以使用其他调制方案。

[0048] 图 9 为一种根据本发明的各种实施例用于光信号的数字调制和编码的方法 900 的流程图。可以由图 1 至图 3 的数字调制和编码单元 105 执行该方法 900。

[0049] 在框 905 处,接收输入数据。可以从向如图 1 的单元 105 的数字编码和调制单元提供数据的数据源上生成输入数据。该数据源可包括多个常见数据源中任意一个,如用户电信装置、有线电视运营商头端单元、电信供应商中央局、计算机服务器、或网络附接存储系统,仅举几个例子。在框 910 处,所接收的数据被格式化成交帧用于传输。这些帧可以符合光通信系统中使用的帧的许多公共协议中的一种,其通常包括报头和有效载荷,并还可以包括报尾,如 CRC。很好理解的是,在传输过程中报头可以被有效载荷交织,这取决于光传输所用的具体协议。在框 915 处,用前向纠错代码(FEC)对帧流进行编码以生成编码位流。各种实施例的 FEC 信息的具体类型一般包括系统地生成的冗余纠错码(ECC)数据,该数据与这些帧一起传输,并且在一个实施例中,FEC 信息包括 Turbo 乘积码(TPC)信息。该 FEC 信息可以与数据帧交织以降低清除具体帧的所有 FEC 数据的信道错误的可能性。

[0050] 在框 920 处,唯一字被插入用于每条传输的光信道的编码位流内。此类唯一字可以辅助包含不同数据流的光信号的解码和解调。在一个实施例中,使用双极性(双极)正交相移键控(QPSK)对数据的交织帧进行解调,产生四个光信道,并且唯一字被插入用于四条光信道的每条的编码位流内。或者在添加唯一字之前或者之后,差分编码可以应用于该流上。如在框 925 处所示,编码数据流和唯一字通过光纤连接传输。可以在光域内通过双极 QPSK 进行传输,产生四条平行光流。其他示例中也可以使用其他调制方案。

[0051] 图 10 为一种根据本发明的各种实施例用于光信号的数字调制和编码的方法 1000 的流程图。可以由图 1 至图 3 的数字调制和编码单元 105 执行该方法 1000。

[0052] 首先,在框 1005 处,接收待通过四条平行光信道传输的输入编码位流:HI 信道、VI 信道、HQ 信道、VQ 信道。可以从向如图 1 的单元 105 的数字编码和调制单元提供数据的数据源上生成输入数据。该数据源可包括多个常见数据源中任意一个,如用户电信装置、有线电视运营商头端单元、电信供应商中央局、计算机服务器、或网络附接存储系统,仅举几个例子。在框 1010 处,所接收的数据被格式化成交用于每条光信道的帧流。在框 1015 处,用前向纠错代码(FEC)对帧的流进行编码以生成编码位流。如在框 1020 处所示,唯一字被插入每条编码位流内。与上述类似,此类唯一字可以辅助包含不同数据流的光信号的解码和解调。在框 1025 处,通过平行光信道传输这些编码位流和相应的唯一字。可以在光域内通

过双极 QPSK 进行传输,产生四条平行光流。其他示例中也可以使用其他调制方案。

[0053] 图 11 为一种根据本发明的各种实施例用于光信号的数字解调的方法的流程图。可以由图 1 或图 6 的数字调制和编码单元 125 执行方法 1100。更确切地说,可以分别由图 6 或图 7 的解调器单元 615 或 700 执行方法 1100。

[0054] 在框 1105 处,接收从光纤通信系统接收的多个光信号的数字版本,该多个光信号的数字化版本包括与该多个光信号相对应的多个数据流。在框 1110 处,识别这些数据流的每条内的唯一字。在框 1115 处,基于唯一字的标识确定数据流的一个或多个特征。此类特征可以包括例如在其上识别唯一字的具体接收到的信道和这些唯一字的接收的定时。在框 1120 处,将这些数据流解调成使用这些光信号的特征的数据传送帧,使用所识别的唯一字确定这些光信号的特征。在各实施例中,解调器和解码器内的一个或多个模块可以接收平行数据流的一个或多个测量特征,基于唯一字的标识确定这些平行数据流的一个或多个测量特征,这些唯一字可以用于辅助所接收到的光信道的解调和 / 或解码。

[0055] 图 12 为一种根据本发明的各种实施例用于光信号的数字解调的方法的流程图。可以由图 1 至或 6 的数字调制和编码单元 125 执行方法 1200。更确切地说,可以分别由图 6 或图 7 的解调器单元 615 或 700 执行方法 1200。

[0056] 在框 1205 处,接收到一个光信号的数字化版本,包括四条平行流:水平同相(HI)流、垂直同相(VI)流、水平正交(HQ)流和垂直正交(VQ)流。在框 1210 处,识别这四条数据流的每条内的唯一字。在框 1215 处,基于唯一字的标识确定这些平行数据流的特征。此类特征可以包括例如在其上识别唯一字的具体接收到的信道和这些唯一字的接收的定时。在框 1220 处,部分地使用利用所识别的唯一字确定的这些光信号的特征将这些数据流解调成多个数据传送帧。在各实施例中,解调器和解码器内的一个或多个模块可以接收平行数据流的一个或多个测量特征,基于唯一字的标识确定这些平行数据流的一个或多个测量特征,这些唯一字可以用于辅助所接收到的光信道的解调和 / 或解码。

[0057] 图 13 为一种根据本发明的各种实施例用于光信号的数字解调的方法的流程图。可以由图 1 或图 6 的数字调制和编码单元 125 执行方法 1300。更确切地说,可以分别由图 6 或图 7 的解调器单元 615 或 700 执行方法 1300。

[0058] 首先,在框 1305 处,接收到一个光信号的数字化版本,包括四条平行流:水平同相(HI)流、垂直同相(VI)流、水平正交(HQ)流和垂直正交(VQ)流。在框 1310 处,识别这四条数据流的每条内的唯一字。在框 1315 处,基于唯一字的标识确定这些平行数据流的两条或更多个数据流之间的定时偏差。可以通过对比与这些数据流相关的唯一字接收的时间确定定时偏差。例如,可以用具体的码元速率对数据流进行解调和解码,并且同时传输的信道内的唯一字的接收之间的码元数量的差可以用于确定定时偏差。在框 1320 处,在光信号的解调和解码过程中补偿定时偏差。例如,定时偏差量可以被提供到一个或多个补偿模块上,如图 7 的 PMD/PDL 补偿模块 735,该补偿模块可以通过调节包含在该模块内的滤波器至少部分地补偿该定时偏差。在各实施例中,解调器和解码器内的一个或多个其他模块可以接收基于唯一字的标识确定的定时偏差,这些唯一字可以用于辅助所接收到的光信道的解调和 / 或解码。

[0059] 图 14 为根据本发明的各种实施例用于光信号的数字解调的另一种方法的流程图。可以由图 1 或图 6 的数字调制和编码单元 125 执行方法 1400。更确切地说,可以分别

由图 6 或图 7 的解调器单元 615 或 700 执行方法 1400。

[0060] 在框 1405 处, 接收到一个光信号的数字化版本, 包括四条平行流: 水平同相(HI)流、垂直同相(VI)流、水平正交(HQ)流和垂直正交(VQ)流。在框 1410 处, 进行初始捕获以对这些平行数据流进行解调和解码。在框 1415 处, 识别这些解码后的数据流的每条内的唯一字。在框 1420 处, 确定是否基于这些唯一字适当地对数据流进行解调和解码。例如, 若两条输出数据流包含相同的唯一字, 则可以确定解调器的一个或多个模块已经锁定到一条不正确的数据流上。这种情况可能会出现, 例如, 如果该光纤传送连接内的信道状况导致所传输的光信号的水平极性和垂直极性各自以约 45 度旋转。在这种情况下, 被配置成对不同极性信号进行解调的解调器模块的多个部分可以各自锁定在相同极性信号上。在这种情况下, 对于两条数据流, 唯一字将会是相同的, 这指示这些数据流之一是无效的。在框 1425 处, 为没有适当解调和解码的任何一个或多个数据流重新进行捕获。以这种方式可以验证和纠正数据流的适当解调和解码。

[0061] 图 1 或图 6 的数字解调和解码单元 125。更确切地说, 可以分别由图 6 或图 7 的解调器单元 615 或 700 执行方法 1300。这些部件可以用一个或多个被适配成执行硬件中的部分或全部可应用功能的特定用途集成电路(ASIC)单独或集体实现。可替代地, 这些功能可以由一个或多个集成电路上一个或多个其他处理单元(或处理核)执行。在其他实施例中, 可以使用其他类型的集成电路(例如, 结构化/平台 ASIC, 现场可编程门阵列(FPGA)和其他的半定制的 IC), 其可以以本领域中已知的任何方式编程。每个单元的功能还可以用指令被全部或部分地实现, 这些指令体现在存储器中并被格式化以由一个或多个通用或特定用途的处理器执行。

[0062] 应该注意到, 以上讨论的方法、系统和装置仅旨在示例的目的。必须强调的是, 各种实施例可以省略、替代、或者添加各种适当的程序或部件。例如, 应当认识到, 在替代实施例中, 这些方法可以会以与所描述的不同的顺序执行, 并且可以添加、省略或合并各种步骤。并且, 相对于某些实施例描述的特征可在各种其他实施例中组合。实施例中不同的方面和元件可以用类似的方式组合起来。并且, 应当强调的是, 技术不断发展, 并且因此许多元件为示例并且不应被解释为限制本发明的范围。

[0063] 说明书中给出了具体细节以提供对实施例的透彻理解。然而, 本领域普通技术人员都应该明白可以在没有这些具体细节的情况下实践实施例。例如, 示出众所周知的电路、过程、算法、结构和技术时没有不必要的细节, 以避免模糊实施例。

[0064] 并且, 注意到的是实施例可被描述为一个过程, 该过程被描绘为流程图或框图。虽然每个实施例都可以将操作描述为顺序过程, 但是许多操作可以并行或同时执行。此外, 可以重新安排操作顺序。一个过程可以具有图中未包括的附加步骤。

[0065] 此外, 如本文所披露的, 术语“存储器”可以代表一个或多个用于存储数据的装置, 包括只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、磁性 RAM、磁芯存储器、磁盘存储介质、光存储介质、闪存装置或其他用于存储信息的计算机可读介质。术语“计算机可读介质”包括但不限于便携式或固定存储装置、光存储装置、无线信道、sim 卡、其他智能卡、和能够存储、包含或携带指令或数据的其他各种介质。

[0066] 此外, 实施例可以由硬件、软件、固件、中间件、微代码、硬件描述语言、或其任意组合实现。当在软件、固件、中间件或微代码中实现时, 要执行必要任务的程序代码或代码段

可以存储在计算机可读介质中,例如存储介质。处理器可以执行必要的任务。

[0067] 已经描述了若干个实施例,本领域普通技术人员将认识到,在不脱离本发明精神的情况下,也可以使用各种修改、替代构造和等同物。例如,以上元素可以仅仅是一个更大系统的部件,其中其他规则可以更为优先或以其他方式修改本发明的应用。并且,可以在考虑以上元素之前、在考虑的过程中或在考虑之后采取一些步骤。相应地,上面的描述不应被视为限制本发明的范围。

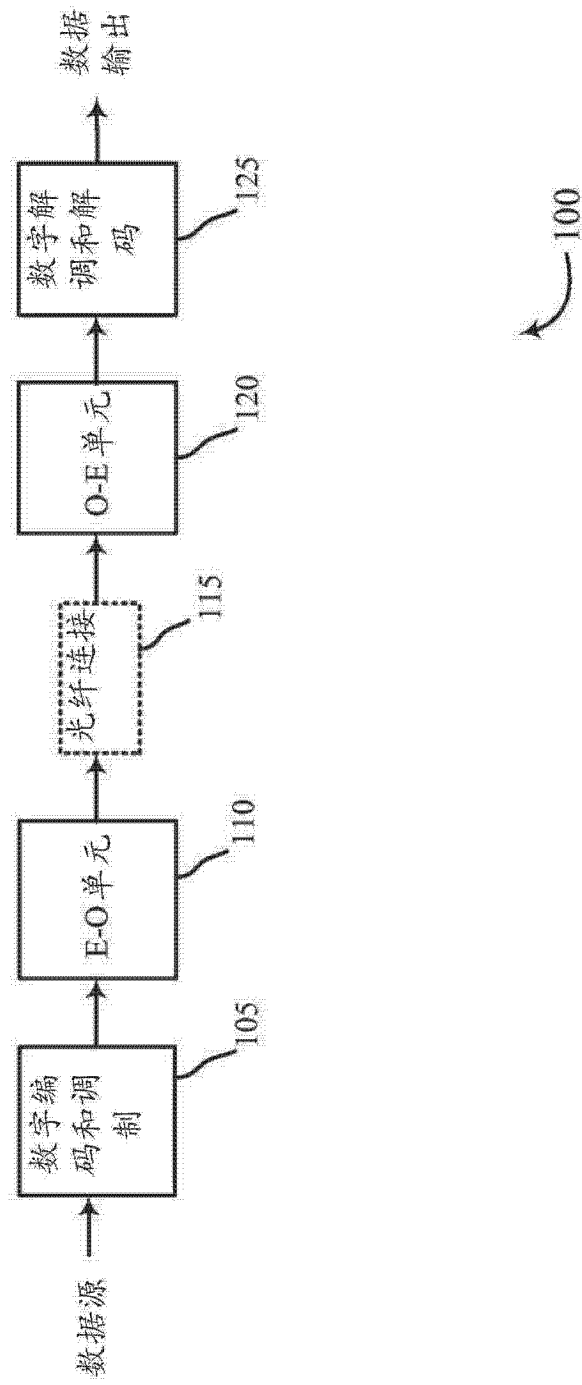


图 1

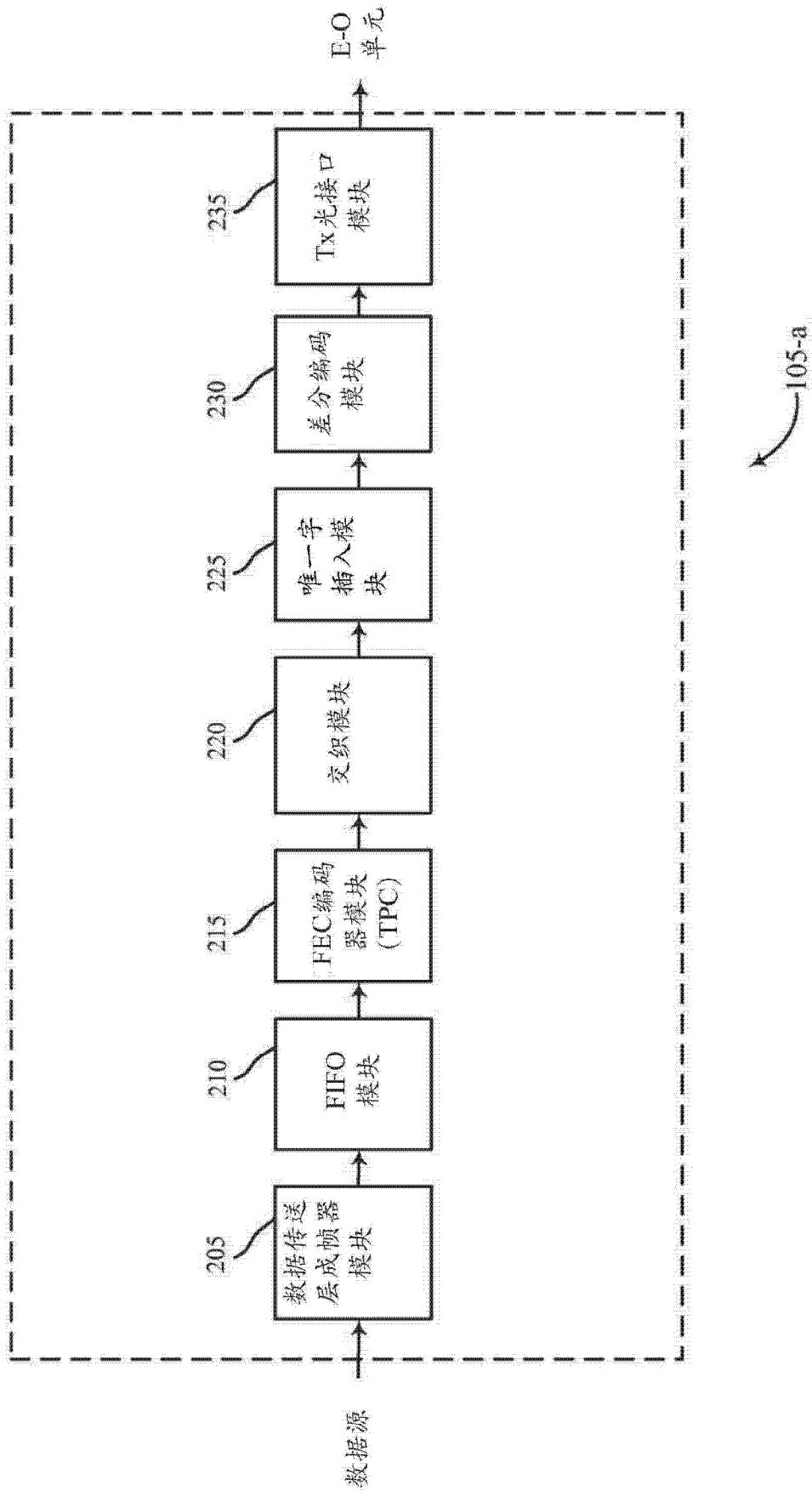


图 2

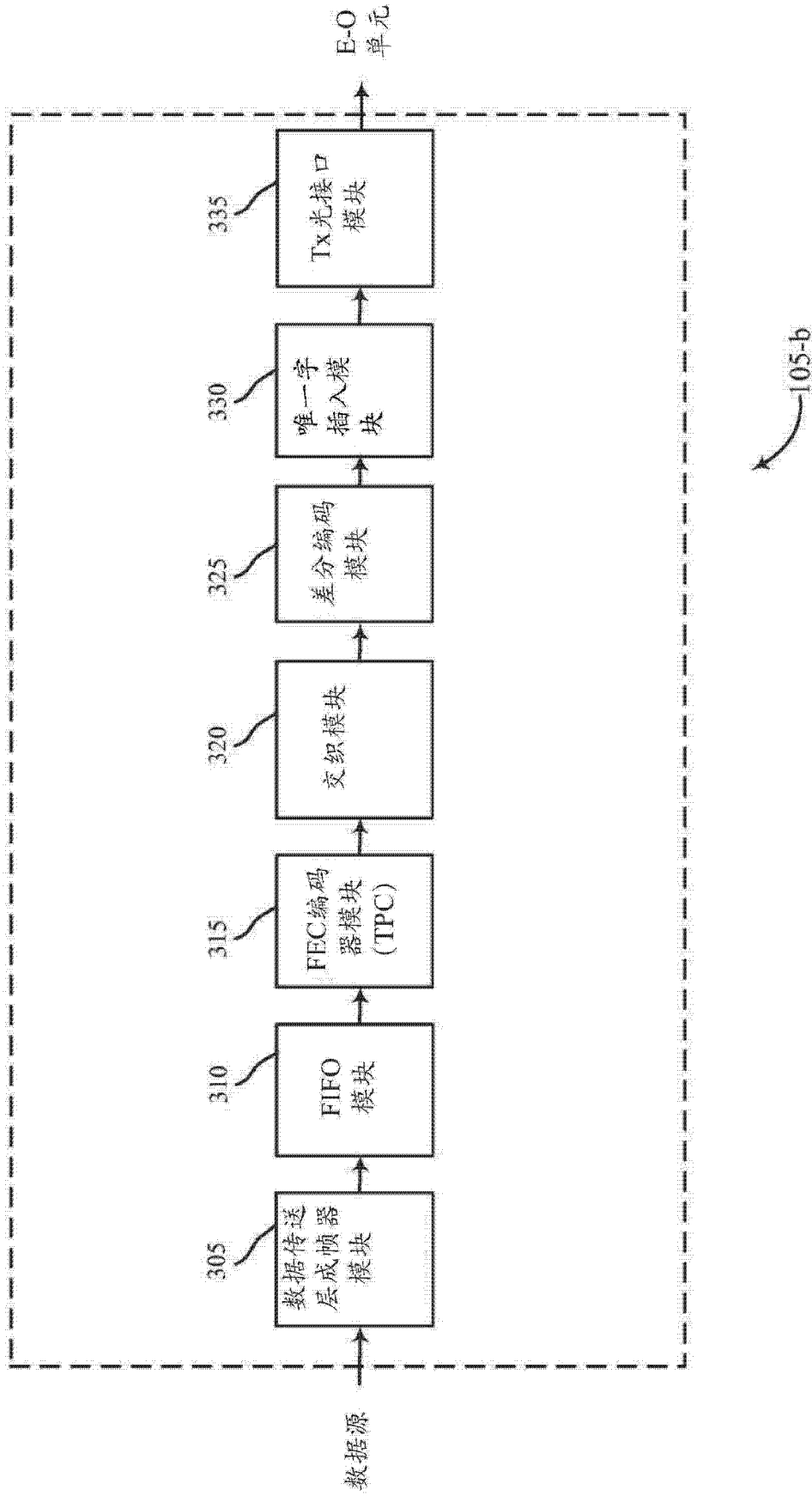


图 3

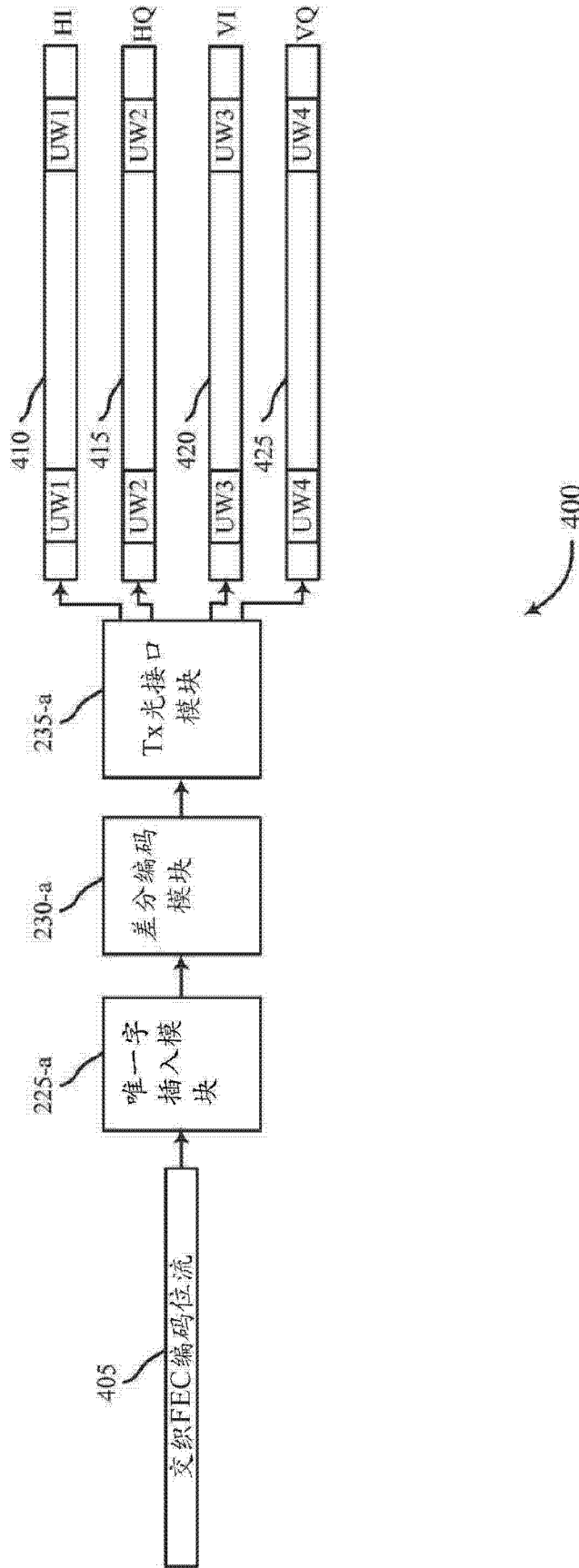


图 4

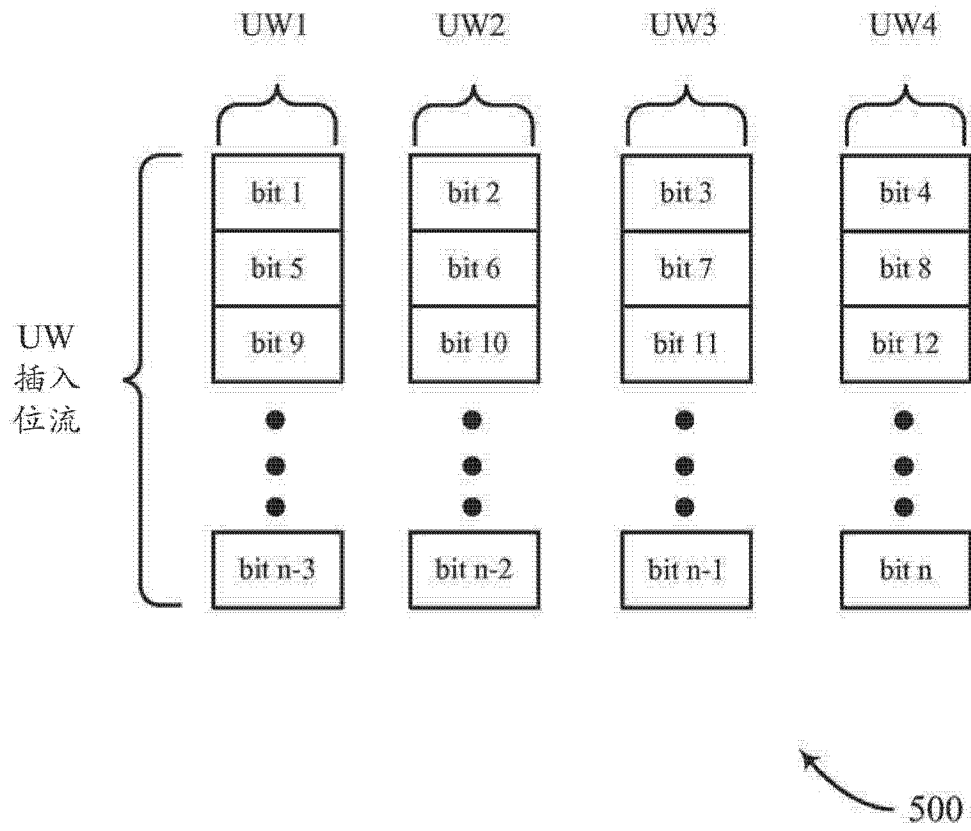


图 5

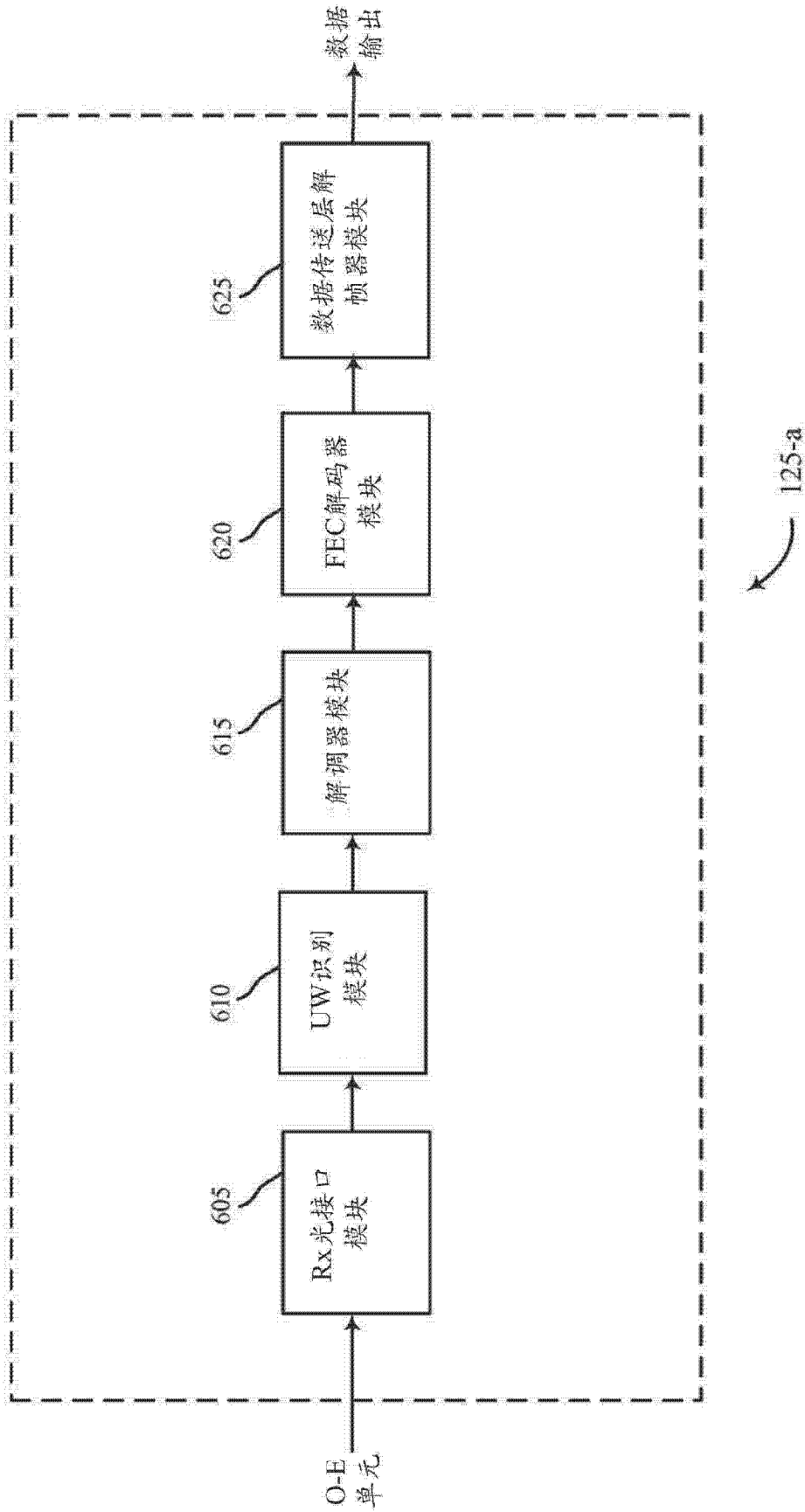


图 6

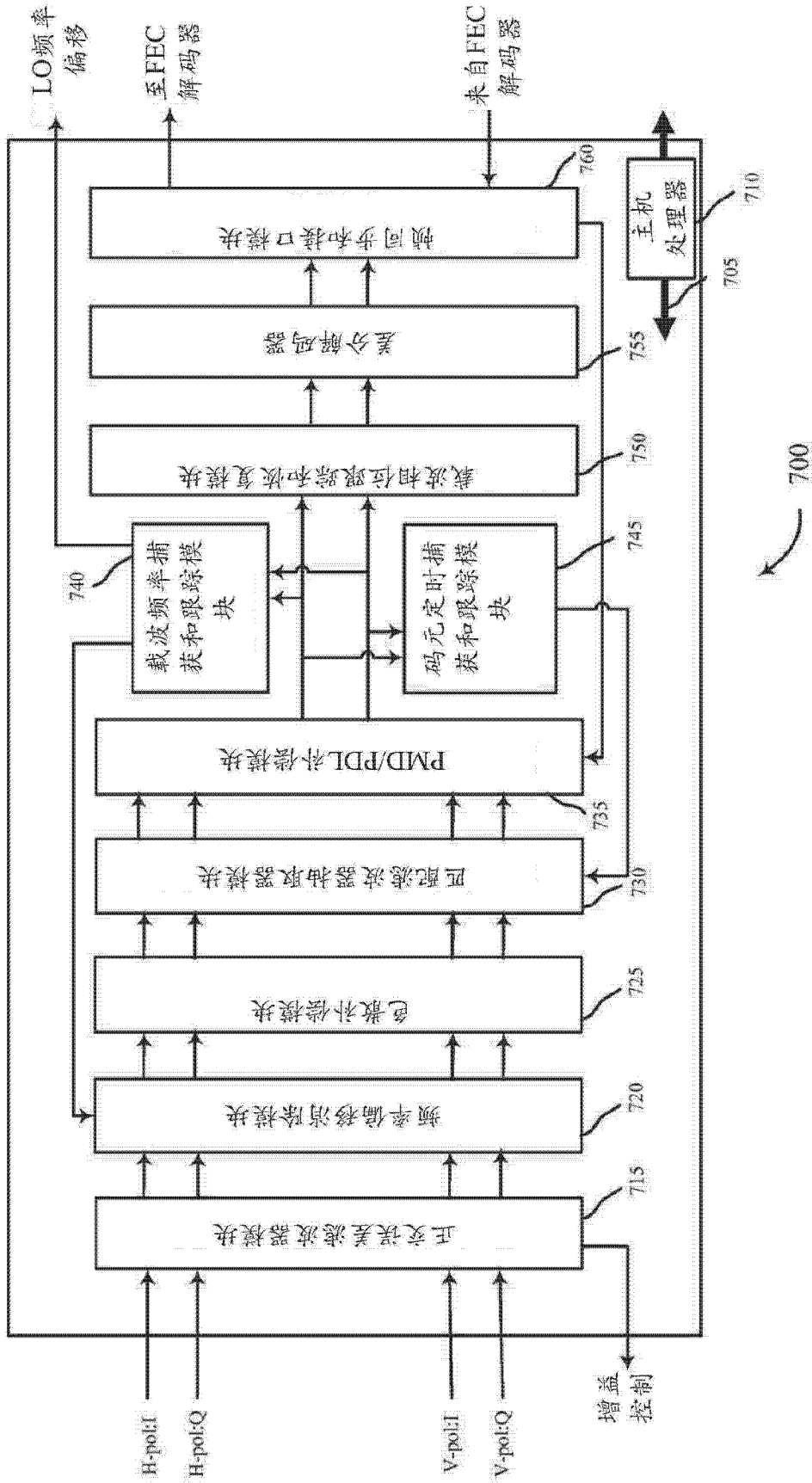


图 7

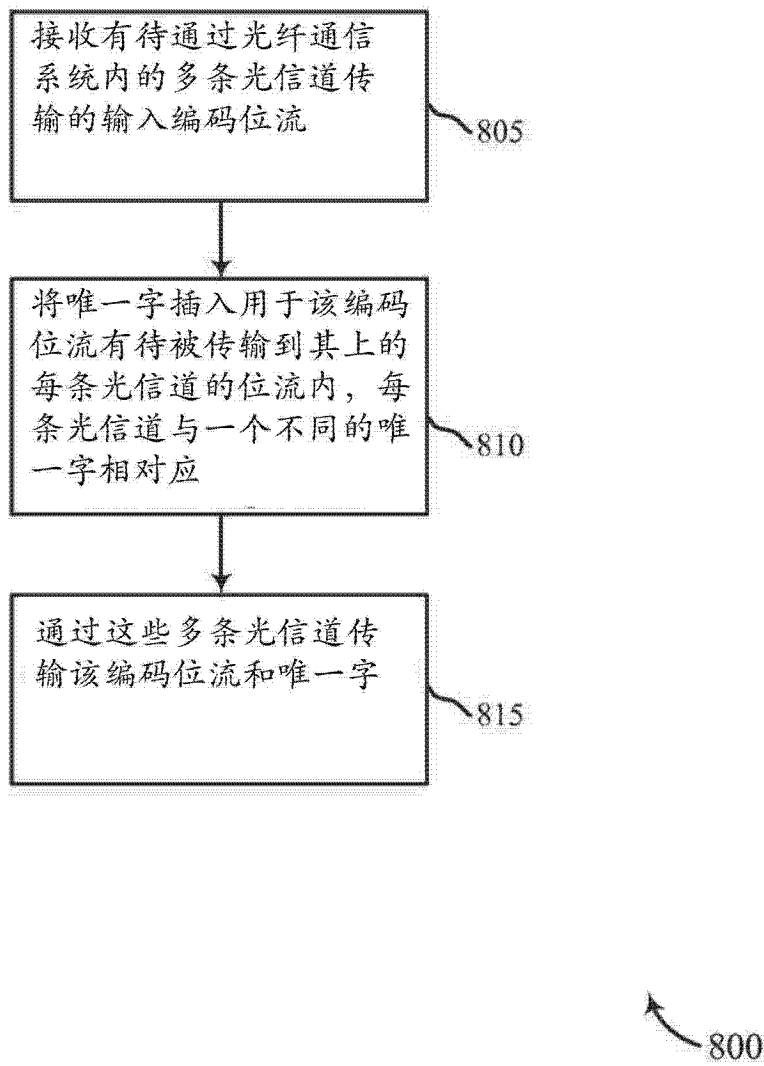


图 8

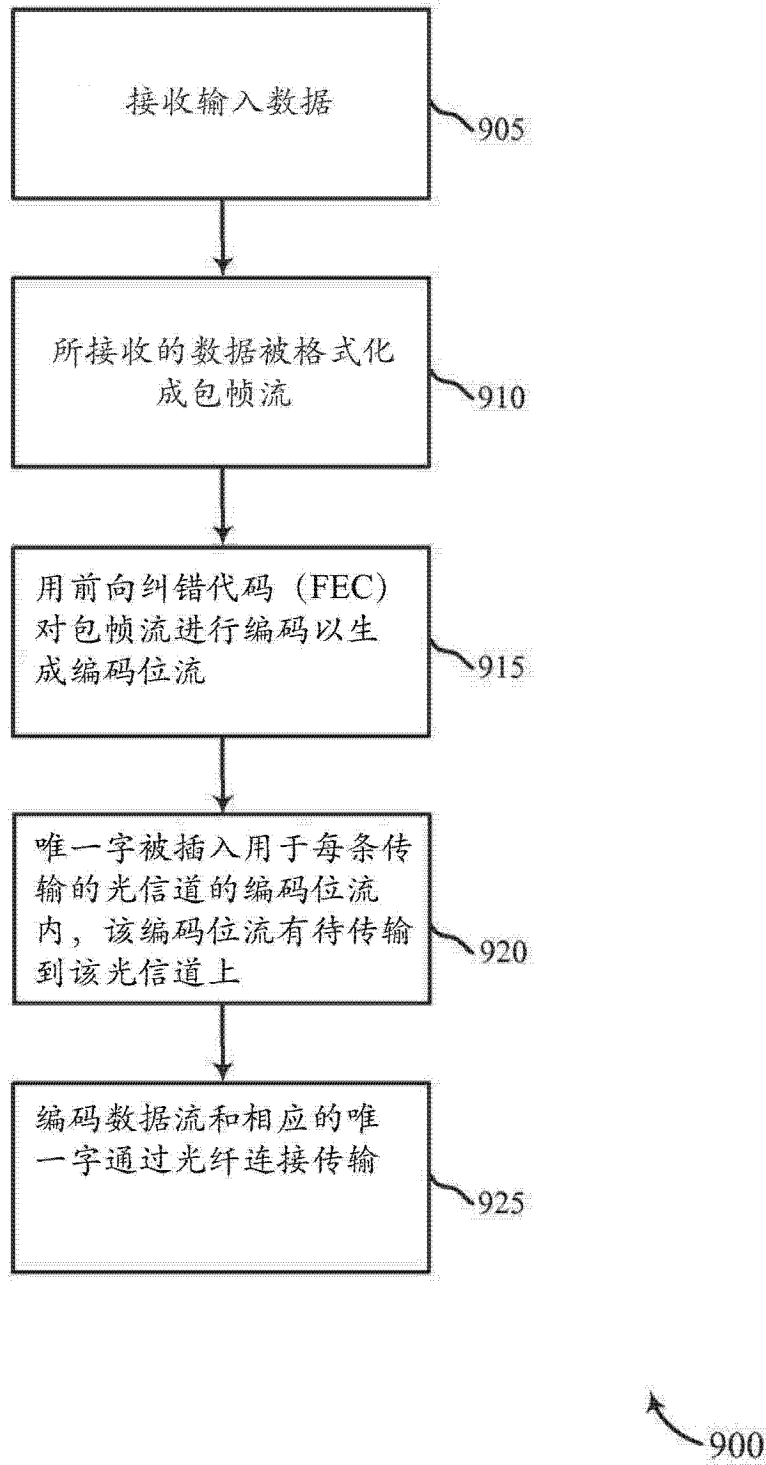


图 9

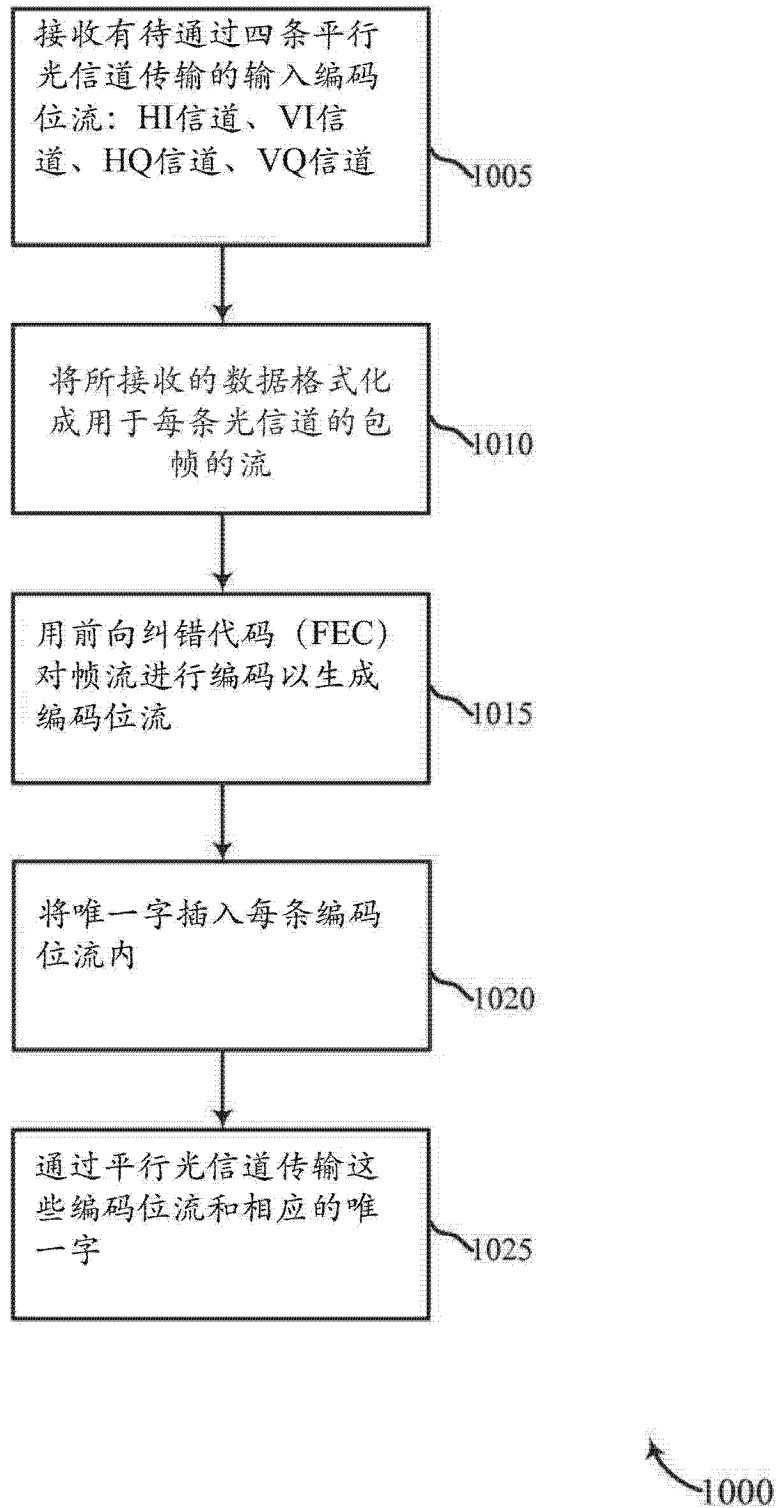


图 10

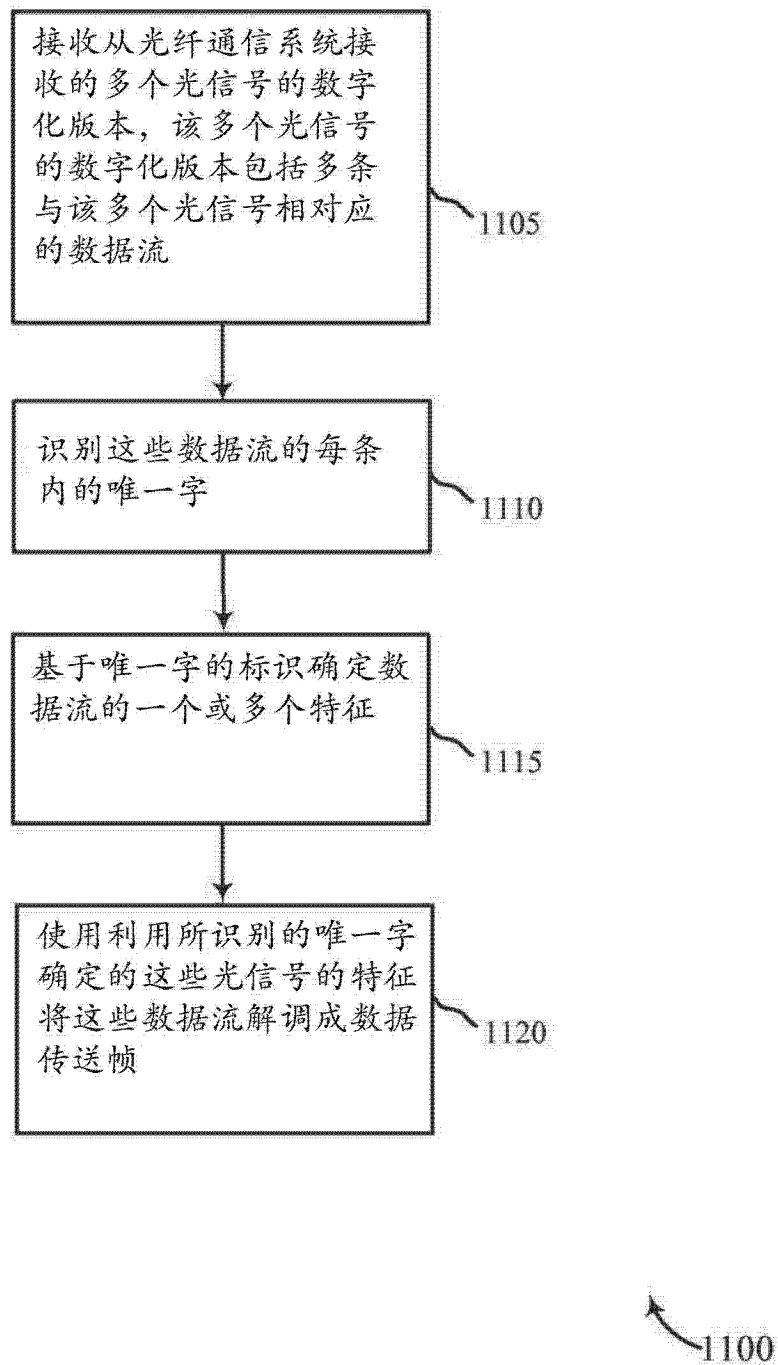


图 11

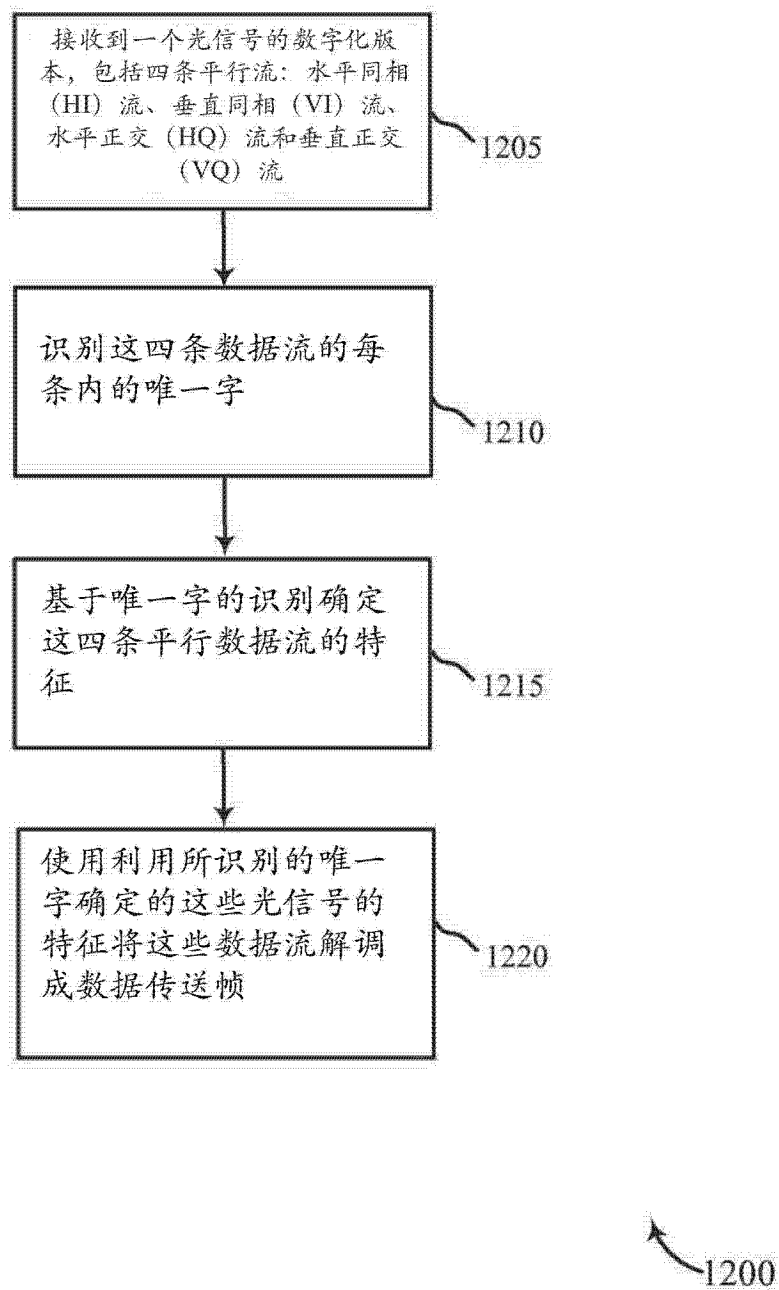


图 12

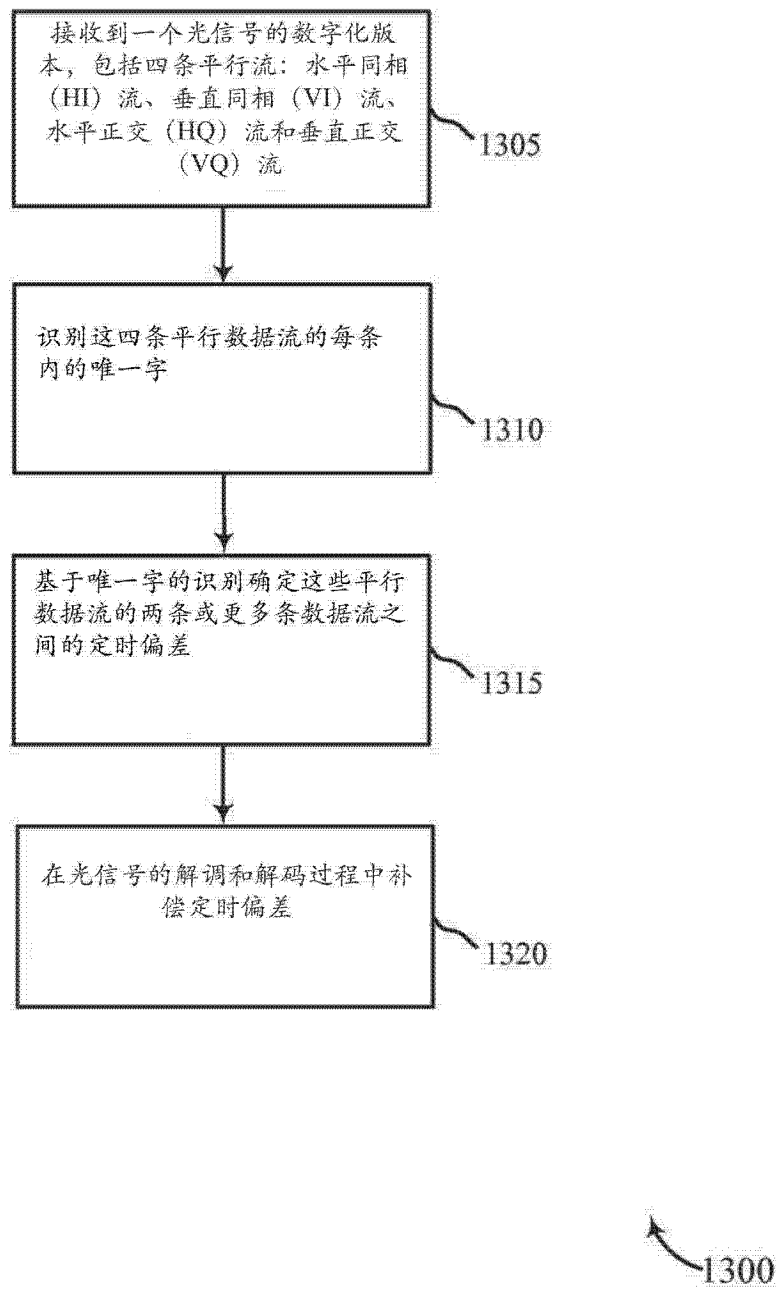


图 13

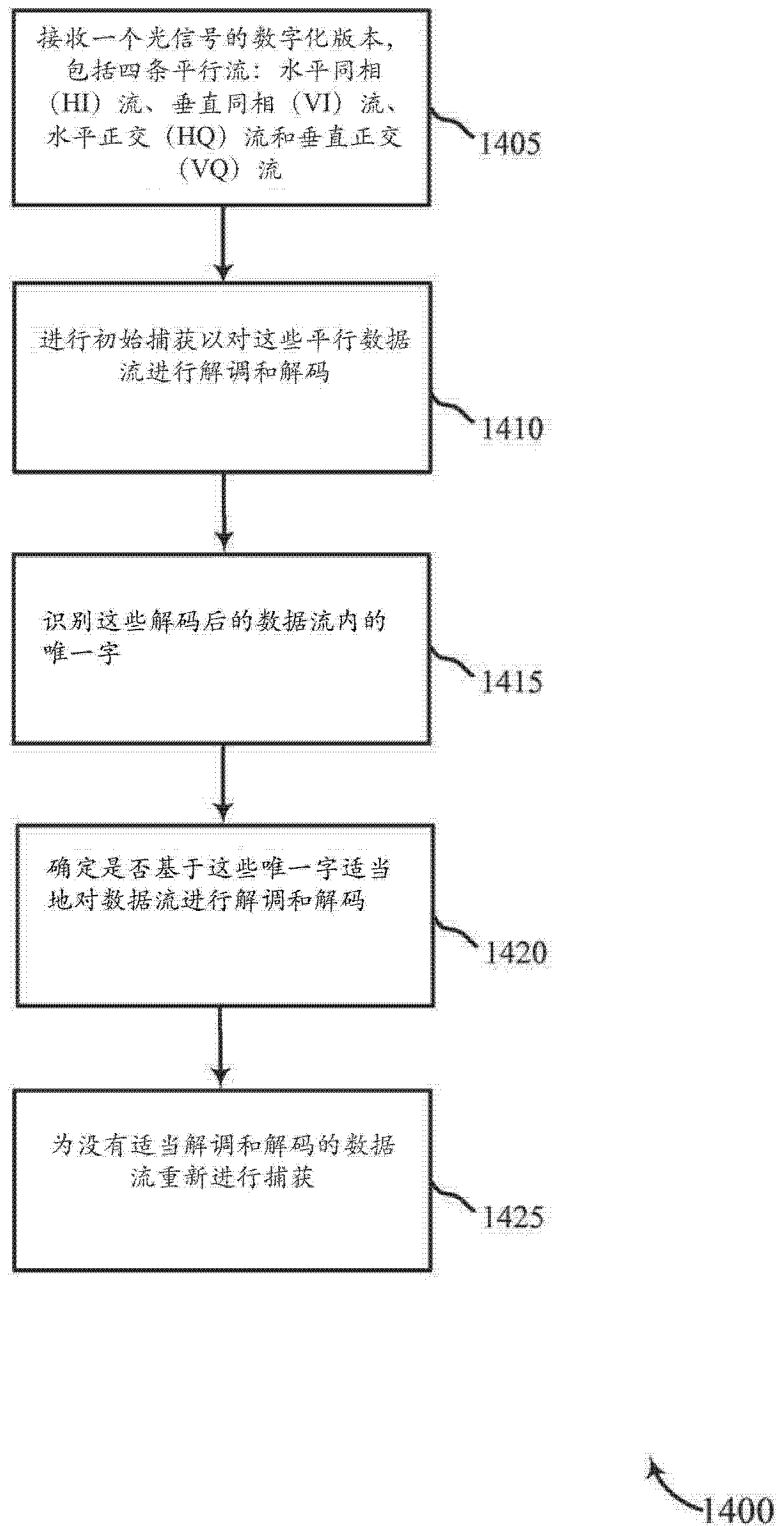


图 14