



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103581091 A

(43) 申请公布日 2014. 02. 12

(21) 申请号 201210270586. 4

(22) 申请日 2012. 07. 31

(71) 申请人 武汉邮电科学研究院

地址 430074 湖北省武汉市洪山区邮科院路
88 号

(72) 发明人 杨奇 黎偲 杨铸 余少华

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 万里晴

(51) Int. Cl.

H04L 27/26(2006. 01)

H04L 25/02(2006. 01)

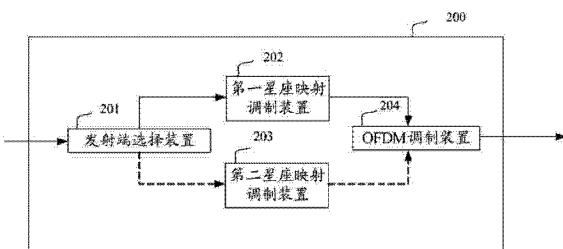
权利要求书3页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

发射系统和接收系统、以及发射方法和接收
方法

(57) 摘要

本发明公开描述了实现多速率通信的发射系
统和接收系统、以及发射方法和接收方法。该发射
信号的发射系统包括：发射端选择装置，用于基
于要发射的速率、将输入的比特数据选择性地输
入到第一星座映射调制装置和第二星座映射调制
装置之一；所述第一星座映射调制装置，用于基
于所述发射端选择装置的选择，对输入到其的信
号进行第一星座映射调制以得到星座映射信号；
所述第二星座映射调制装置，用于基于所述发射
端选择装置的选择，对输入到其的信号进行第二
星座映射调制以得到星座映射信号；以及 OFDM 调
制装置，用于将所述星座映射信号进行 OFDM 调制
以得到 OFDM 调制的信号，用于发射。



1. 一种发射信号的发射系统,包括 :

发射端选择装置,用于基于要发射的速率、将输入的比特数据选择性地输入到第一星座映射调制装置和第二星座映射调制装置之一;

所述第一星座映射调制装置,用于基于所述发射端选择装置的选择,对输入到其的信号进行第一星座映射调制以得到星座映射信号;

所述第二星座映射调制装置,用于基于所述发射端选择装置的选择,对输入到其的信号进行第二星座映射调制以得到星座映射信号;以及

OFDM 调制装置,用于将所述星座映射信号进行 OFDM 调制以得到 OFDM 调制的信号,用于发射。

2. 根据权利要求 1 所述的发射系统,其中,所述第一星座映射调制是 mPSK 调制和 mQAM 调制中的任一种,所述第二星座映射调制是 m' PSK 调制和 m' QAM 调制中的任一种,其中, m 、 m' 为 2 的正整数次幂。

3. 根据权利要求 1 所述的发射系统,其中,所述第一星座映射调制和所述第二星座映射调制的信息速率不同。

4. 根据权利要求 1 所述的发射系统,其中,所述发射系统还与发射的信号一起发送第三星座映射调制格式的参考信号,以用于接收端的时间同步和频率同步、信道估计和相位噪声估计。

5. 根据权利要求 4 所述的发射系统,其中,所述第三星座映射调制格式是 BPSK。

6. 一种用于从发射系统接收信号的接收系统,包括 :

OFDM 解调装置,用于对输入的信号进行 OFDM 解调以得到 OFDM 解调的信号;

接收端选择装置,用于基于 OFDM 解调的信号的信息速率、将 OFDM 解调的信号选择性地输入到第一星座映射解调装置和第二星座映射解调装置之一;

所述第一星座映射解调装置,用于基于所述接收端选择装置的选择,对输入到其的信号进行第一星座映射解调以得到第一星座映射解调的比特数据;以及

所述第二星座映射解调装置,用于基于所述接收端选择装置的选择,对输入到其的信号进行第二星座映射解调以得到第二星座映射解调的比特数据。

7. 根据权利要求 6 所述的接收系统,其中,所述第一星座映射解调是 mPSK 解调和 mQAM 解调中的任一种,所述第二星座映射解调是 m' PSK 解调和 m' QAM 解调中的任一种,其中, m 、 m' 为 2 的正整数次幂。

8. 根据权利要求 6 所述的接收系统,其中,所述 OFDM 解调装置还包括 :

时间同步和频率同步装置,用于对接收的信号进行时间同步和频率同步,以校正信号中存在的时问偏移和频率偏移;

信道估计和相位噪声估计装置,用于对 OFDM 解调的信号进行信道估计和相位噪声估计。

9. 根据权利要求 8 所述的接收系统,其中,所述接收系统还接收从发射系统发射的第三星座映射调制格式的参考信号,且所述时间同步和频率同步装置、所述信道估计和相位噪声估计装置通过第三星座映射调制格式的参考信号来实现。

10. 根据权利要求 9 所述的接收系统,其中,所述第三星座映射调制格式是 BPSK。

11. 根据权利要求 6 所述的接收系统,其中,所述接收端选择装置选择的星座映射解调

装置与所述发射系统中选择的对发射的信号进行星座映射调制的星座映射调制装置相对应。

12. 一种发射方法，包括：

发射端选择步骤，用于基于要发射的速率、将输入的比特数据选择性地进行第一星座映射调制步骤和第二星座映射调制步骤之一；

所述第一星座映射调制步骤，用于基于发射端选择步骤的选择，对输入到其的信号进行第一星座映射调制以得到星座映射信号；

所述第二星座映射调制步骤，用于基于发射端选择步骤的选择，对输入到其的信号进行第二星座映射调制以得到星座映射信号；以及

OFDM 调制步骤，用于将所述星座映射信号进行 OFDM 调制以得到 OFDM 调制的信号，用于发射。

13. 根据权利要求 12 所述的发射方法，其中，所述第一星座映射调制是 m PSK 调制和 m QAM 调制中的任一种，所述第二星座映射调制是 m' PSK 调制和 m' QAM 调制中的任一种，其中， m, m' 为 2 的正整数次幂。

14. 根据权利要求 12 所述的发射方法，其中，所述第一星座映射调制和所述第二星座映射调制的信息速率不同。

15. 根据权利要求 12 所述的发射方法，其中，所述发射方法还包括：

与发射的信号一起发送第三星座映射调制格式的参考信号，以用于接收端的时间同步和频率同步、信道估计和相位噪声估计。

16. 根据权利要求 15 所述的发射方法，其中，所述第三星座映射调制格式是 BPSK。

17. 一种从发射系统接收信号的接收方法，包括：

OFDM 解调步骤，用于对输入的信号进行 OFDM 解调以得到 OFDM 解调的信号；

接收端选择步骤，用于基于 OFDM 解调的信号的信息速率、将 OFDM 解调的信号选择性地进行第一星座映射解调步骤和第二星座映射解调步骤之一；

所述第一星座映射解调步骤，用于基于接收端选择步骤的选择，对输入到其的信号进行第一星座映射解调以得到第一星座映射解调的比特数据；以及

所述第二星座映射解调步骤，用于基于接收端选择步骤的选择，对输入到其的信号进行第二星座映射解调以得到第二星座映射解调的比特数据。

18. 根据权利要求 17 所述的接收方法，其中，所述第一星座映射解调是 m PSK 解调和 m QAM 解调中的任一种，所述第二星座映射解调是 m' PSK 解调和 m' QAM 解调中的任一种，其中， m, m' 为 2 的正整数次幂。

19. 根据权利要求 17 所述的接收方法，其中，所述 OFDM 解调步骤还包括：

时间同步和频率同步步骤，用于对接收的信号进行时间同步和频率同步，以校正信号中存在的时问偏移和频率偏移；

信道估计和相位噪声估计步骤，用于对 OFDM 解调的信号进行信道估计和相位噪声估计。

20. 根据权利要求 19 所述的接收方法，其中，所述接收方法还接收从发射系统发射的第三星座映射调制格式的参考信号，且所述时间同步和频率同步步骤、所述信道估计和所述相位噪声估计步骤通过第三星座映射调制格式的参考信号来实现。

21. 根据权利要求 20 所述的接收方法, 其中, 所述第三星座映射调制格式是 BPSK。
22. 根据权利要求 17 所述的接收方法, 其中, 所述接收端选择步骤选择的星座映射解调步骤与所述发射系统处选择的对发射的信号进行的星座映射调制步骤相对应。

发射系统和接收系统、以及发射方法和接收方法

技术领域

[0001] 本公开涉及光纤通信领域,且更具体地,涉及用于实现多速率通信的发射系统和接收系统、以及发射方法和接收方法。

背景技术

[0002] 为了使数字信号在通信信道中传输,需要用数字信号对正弦(或余弦)载波信号进行调制。几种基本调制方式包括幅度调制(ASK)、频率调制(FSK)和相位调制(PSK)及正交幅度调制(QAM)。

[0003] 为了实现高于波特率 R_{Baud} 的信息速率 R_b ,可以利用多电平调制格式,例如多电平相位调制格式(m PSK)、多电平正交幅度调制(m QAM)等等,其中, m 是 2 的正整数次幂或 2^p ,其中 p 为正整数。例如, $p=1$ 时为 BPSK(又称 2PSK), $R_b=R_{\text{Baud}}$; $p=2$ 则为 QPSK(又称 4PSK)或为 4QAM, $R_b=2R_{\text{Baud}}$; $p=3$ 则为 8PSK 或 8QAM, $R_b=3R_{\text{Baud}}$; $p=4$ 则为 16PSK 或 16QAM, $R_b=4R_{\text{Baud}}$; $p=5$ 为 32QAM, $R_b=5R_{\text{Baud}}$; $p=6$ 则为 64QAM, $R_b=6R_{\text{Baud}}$ 。因此,在同一波特率 R_{Baud} 的情况下,为了实现多种信息速率 R_b 的通信,可以通过改变调制格式来实现。

[0004] 在数字调制技术中,通常也将 m PSK、 m QAM 等称为星座映射,并将同相分量 I 和正交分量 Q 分别作为横纵坐标得到星座映射的星座图。例如 4QAM 的一种示例星座图见图 1(a),16QAM 的一种示例星座图见图 1(b), QPSK 的一种示例星座图如图 1(c),16PSK 的一种示例星座图如图 1(d)。

[0005] 目前,在实现 100Gb/s 速率的光纤传输时,主要是单载波 4QAM 或者 QPSK 调制格式;实现 200Gb/s 速率的信号传输时,则一般使用的是 16QAM 调制格式。两者在硬件实现和软件方面有很大的不同。

[0006] 如果用硬件实现 100Gb/s 的速率,在发送端采用例如 4QAM,信号本身为 $\pm 1 \pm j$,同相分量 I 和正交分量 Q 都是 ± 1 。产生 4QAM 信号的一种示例硬件实现图见图 1(e)。

[0007] 如果用硬件实现产生 200Gb/s 速率的 16QAM 信号,同相分量 I 和正交分量 Q 将分别取 $+3, +1, -1, -3$,即由 4QAM 的两种电平格式变成为 16QAM 的 4 种电平格式。因此在产生信号的时候,就需要额外的硬件去实现。产生 16QAM 信号的一种示例硬件方式见图 1(f)。

[0008] 在硬件上,两种速率的 4QAM 和 16QAM 的调制所采用的硬件是不同的,因此,要对 4QAM 的速率升级为 16QAM 的速率,必须对硬件进行升级,这是很麻烦的。

[0009] 在软件上,4QAM 调制的一种示例星座图为图 1(a),由于信号的四个点的模都是恒定的(因为信号点分布在同一个圆上),因此实现该技术的解调方案主要采用的是恒模算法(CMA)。它通过调节线性均衡器的抽头增益来达到使代价函数减小的目的。恒模盲均衡算法适用于所有具有恒定包络(简称恒模)和一部分非恒包络(如 QAM)的发射信号的均衡。

[0010] 而 CMA 算法的误差函数 $e(n)$ 是:

$$[0011] e(n) = z(n) (|z(n)|^2 - R)$$

[0012] 其中, $z(n)$ 表示需要进行均衡的接收信号, R 表示由发射信号决定的一个常数,

$R = \frac{E[|x(n)|^4]}{E[|x(n)|^2]}$, $x(n)$ 表示发射信号, n 表示接收信号采样的时序序号, $E[\cdot]$ 表示期望值。从该算法的误差函数可知, 该算法对 4QAM 信号时最佳的, 而对 16QAM 信号不是最佳的。

[0013] 16QAM 的信号分布在 3 个圆上。因此如果用 CMA 实现 16QAM 解调, 就需要根据位于这 3 个圆的点来分别进行处理, 其软件处理量将是 4QAM 的 3 到 4 倍。

[0014] 也就是说, 在软件上, 如果要将 4QAM 的信息速率升级为 16QAM 的信息速率, 两者如果用相同的软件解调方式, 得到的解调效果不一样, 处理量也不同; 如果用不同的软件解调方式, 则需要对软件进行升级, 这也是很麻烦的。

[0015] 综上, 在现有技术中, 如果要实现两种或更多传输速率的切换, 则必须对硬件和软件进行较大升级或改变, 缺少能在同一芯片上在几乎无硬件或软件改变的情况下实现多种速率通信的装置和方法。

发明内容

[0016] 正交频分复用(OFDM)是一种可用于光纤通信环境下的高速传输技术, 主要思想就是在频域内将给定信道分成许多正交子信道, 在每个子信道上使用一个子载波进行调制, 并且各子载波并行传输。在 OFDM 系统中各个子信道的载波相互正交, 它们的频谱是相互重叠的, 这样不但减小了子载波间的相互干扰, 同时又提高了频谱利用率。它属于多载波调制(Multi-Carrier Modulation, MCM)技术, 增强了抗频率选择性衰落和抗窄带干扰的能力, 还采用了功率控制和自适应调制相协调工作方式。

[0017] 本发明利用 OFDM 调制和解调的特性来解决背景技术部分提到的上述技术问题。

[0018] 鉴于上述, 根据本发明的一个方面, 提供一种发射信号的发射系统, 包括: 发射端选择装置, 用于基于要发射的速率、将输入的比特数据选择性地输入到第一星座映射调制装置和第二星座映射调制装置之一; 所述第一星座映射调制装置, 用于基于所述发射端选择装置的选择, 对输入到其的信号进行第一星座映射调制以得到星座映射信号; 所述第二星座映射调制装置, 用于基于所述发射端选择装置的选择, 对输入到其的信号进行第二星座映射调制以得到星座映射信号; 以及 OFDM 调制装置, 用于将所述星座映射信号进行 OFDM 调制以得到 OFDM 调制的信号, 用于发射。

[0019] 如此, 在硬件配置和软件配置为统一的 OFDM 调制的结构的情况下, 通过选择不同的星座映射调制, 可以产生信息速率不同的信号, 这使得利用统一的硬件配置和软件配置可以实现两种速率的切换和发送。

[0020] 所述第一星座映射调制可以是 mPSK 调制和 mQAM 调制中的任一种, 所述第二星座映射调制可以是 m' PSK 调制和 m' QAM 调制中的任一种, 其中, m 、 m' 为 2 的正整数次幂。如此, 要调制的传输数据可以在 mPSK 调制和 m' PSK 调制之间切换, 也可以在 mPSK 调制和 m' QAM 之间切换, 也可以在 mQAM 调制和 m' QAM 调制之间切换。

[0021] 所述第一星座映射调制和所述第二星座映射调制的信息速率可以不同。例如, m 不等于 m' 。

[0022] 所述发射系统还可以与发射的信号一起发送第三星座映射调制格式的参考信号, 以用于接收端的时间同步和频率同步、信道估计和相位噪声估计。这样, 可以在发射端不用考虑实际调制的传输数据的调制格式是 mPSK 还是 m' QAM 等, 只要将用于时间同步和频率同

步、信道估计和相位噪声估计的参考信号用一种星座映射调制格式来进行调制即可，这样可以进一步简化硬件和软件结构。

[0023] 所述第三星座映射调制格式可以是BPSK。而不用考虑实际调制的传输数据的调制格式是 m PSK还是 m' QAM等。

[0024] 根据本发明的另一方面，提供一种用于从发射系统接收信号的接收系统，包括：OFDM解调装置，用于对输入的信号进行OFDM解调以得到OFDM解调的信号；接收端选择装置，用于基于OFDM解调的信号的信息速率、将OFDM解调的信号选择性地输入到第一星座映射解调装置和第二星座映射解调装置之一；所述第一星座映射解调装置，用于基于所述接收端选择装置的选择，对输入到其的信号进行第一星座映射解调以得到第一星座映射解调的比特数据；以及所述第二星座映射解调装置，用于基于所述接收端选择装置的选择，对输入到其的信号进行第二星座映射解调以得到第二星座映射解调的比特数据。

[0025] 如此，在硬件配置和软件配置为统一的OFDM解调的结构的情况下，通过选择不同的星座映射解调方式，可以解调信息速率不同的信号，这使得利用统一的硬件配置和软件配置可以实现两种速率的解调。

[0026] 所述第一星座映射解调可以是 m PSK解调和 m QAM解调中的任一种，所述第二星座映射解调可以是 m' PSK解调和 m' QAM解调中的任一种，其中， m 、 m' 为2的正整数次幂。如此，要解调的传输数据可以在 m PSK解调和 m' PSK解调之间切换，也可以在 m PSK解调和 m' QAM之间切换，也可以在 m QAM解调和 m' QAM解调之间切换。

[0027] 所述OFDM解调装置还可以包括：时间同步和频率同步装置，用于对接收的信号进行时间同步和频率同步，以校正信号中存在的时间偏移和频率偏移；信道估计和相位噪声估计装置，用于对OFDM解调的信号进行信道估计和相位噪声估计。其中，相位噪声估计为了消除相位噪声。

[0028] 所述接收系统还可以接收从发射系统发射的第三星座映射调制格式的参考信号，且所述时间同步和频率同步装置、所述信道估计和相位噪声估计装置通过第三星座映射调制格式的参考信号来实现。这样，可以在接收端不用考虑实际调制的传输数据的调制格式是 m PSK还是 m' QAM等，只要将用于时间同步和频率同步、信道估计和相位噪声估计的参考信号用一种星座映射解调格式来进行解调即可，这样可以进一步简化硬件和软件结构。

[0029] 所述第三星座映射调制格式可以是BPSK。而不用考虑实际调制的传输数据的调制格式是 m PSK还是 m' QAM等。

[0030] 所述接收端选择装置选择的星座映射解调装置可以与所述发射系统中选择的对发射的信号进行星座映射调制的星座映射调制装置相对应。例如，发送端选择了 m QAM调制，则在接收端也选择 m QAM解调。这样，可以使得该接收系统与上述根据本发明的方面的发射系统结合起来形成一个配套的通信系统。

[0031] 根据本发明的另一方面，提供一种发射方法，包括：发射端选择步骤，用于基于要发射的速率、将输入的比特数据选择性地进行第一星座映射调制步骤和第二星座映射调制步骤之一；所述第一星座映射调制步骤，用于基于发射端选择步骤的选择，对输入到其的信号进行第一星座映射调制以得到星座映射信号；所述第二星座映射调制步骤，用于基于发射端选择步骤的选择，对输入到其的信号进行第二星座映射调制以得到星座映射信号；以及OFDM调制步骤，用于将所述星座映射信号进行OFDM调制以得到OFDM调制的信号，用于

发射。

[0032] 所述第一星座映射调制可以是 m PSK 调制和 m QAM 调制中的任一种，所述第二星座映射调制可以是 m' PSK 调制和 m' QAM 调制中的任一种，其中， m, m' 为 2 的正整数次幂。

[0033] 所述第一星座映射调制和所述第二星座映射调制的信息速率可以不同。

[0034] 所述发射方法还可以包括：与发射的信号一起发送第三星座映射调制格式的参考信号，以用于接收端的时间同步和频率同步、信道估计和相位噪声估计。

[0035] 所述第三星座映射调制格式可以是 BPSK。

[0036] 根据本发明的另一方面，提供一种从发射系统接收信号的接收方法，包括：OFDM 解调步骤，用于对输入的信号进行 OFDM 解调以得到 OFDM 解调的信号；接收端选择步骤，用于基于 OFDM 解调的信号的信息速率、将 OFDM 解调的信号选择性地进行第一星座映射解调步骤和第二星座映射解调步骤之一；所述第一星座映射解调步骤，用于基于接收端选择步骤的选择，对输入到其的信号进行第一星座映射解调以得到第一星座映射解调的比特数据；以及所述第二星座映射解调步骤，用于基于接收端选择步骤的选择，对输入到其的信号进行第二星座映射解调以得到第二星座映射解调的比特数据。

[0037] 所述第一星座映射解调可以是 m PSK 解调和 m QAM 解调中的任一种，所述第二星座映射解调可以是 m' PSK 解调和 m' QAM 解调中的任一种，其中， m, m' 为 2 的正整数次幂。

[0038] 所述 OFDM 解调步骤还可以包括：时间同步和频率同步步骤，用于对接收的信号进行时间同步和频率同步，以校正信号中存在的时间偏移和频率偏移；信道估计和相位噪声估计步骤，用于对 OFDM 解调的信号进行信道估计和相位噪声估计。其中，相位噪声估计为了消除相位噪声。

[0039] 所述接收方法还可以接收从发射系统发射的第三星座映射调制格式的参考信号，且所述时间同步和频率同步步骤、所述信道估计和所述相位噪声估计步骤通过第三星座映射调制格式的参考信号来实现。

[0040] 所述第三星座映射调制格式可以是 BPSK。

[0041] 所述接收端选择步骤选择的星座映射解调步骤可以与所述发射系统处选择的对发射的信号进行的星座映射调制步骤相对应。

[0042] 根据本公开的各个方面，在硬件配置和软件配置为统一的 OFDM 调制的结构的情况下，通过选择不同的星座映射调制，可以产生信息速率不同的信号，这使得利用统一的硬件配置和软件配置可以实现两种速率的切换和发送。不仅如此，要传输的有效数据可以被调制为其他调制格式、例如 m QAM、 m PSK 中的任一种等等，这样使得同一硬件配置和软件配置可以灵活地用于多种传输速率和多种星座映射调制格式，这简化了硬件和软件，也提高了应用兼容性。在接收端，也仅需要用于 OFDM 解调的统一的硬件配置和软件配置即可，而在切换多种速率时，无需对硬件和软件进行升级或更改。另外，通过将用于时间同步和频率同步、信道估计装置和相位噪声估计的参考信号通过同一星座映射调制格式来实现。这样，可以在接收端不用考虑实际调制的传输数据的调制格式是 m PSK 还是 m' QAM 等，只要将用于时间同步和频率同步、信道估计和相位噪声估计的参考信号用一种星座映射解调格式来进行解调即可，这样可以进一步简化硬件和软件结构。

附图说明

[0043] 现在将参考附图仅通过例子描述本发明的优选实施例,本公开的上述以及其它目的、特征和优势将变得更加明显,其中,相同的组件用相同的附图标记来表示,在附图中:

[0044] 图 1 是示现有技术中的星座映射调制的示意图和硬件实现示意图,其中图 1(a)–图 1(d) 示出了现有技术中的星座映射调制 4QAM、16QAM、QPSK、16PSK 的星座图,且图 1(e) 和图 1(f) 分别示出了 4QAM 和 16QAM 的硬件实现示意图。

[0045] 图 2(a) 和 2(b) 是示出根据本发明的一个实施例的发射信号的发射系统的方框图。

[0046] 图 3(a) 和 3(b) 是示出根据本发明的另一实施例的接收信号的接收系统的方框图。

[0047] 图 4 是示出根据本发明的另一实施例的发射信号的发射方法的示意图。

[0048] 图 5 是示出根据本发明的另一实施例的接收信号的接收方法的示意图。

具体实施方式

[0049] 下面将参照附图更详细地描述本公开的优选实施方式。虽然附图中显示了本公开的优选实施方式,然而应该理解,可以以各种形式实现本公开而不应被这里阐述的实施方式所限制。相反,提供这些实施方式是为了使本公开更加透彻和完整,并且本领域的技术人员能够在阅读了本公开之后清楚本公开中未描述的其他实施方式也在本公开的范围之内。

[0050] 图 2(a) 是示出根据本发明的一个实施例的发射信号的发射系统 200 的方框图。

[0051] 该发射系统 200 包括:发射端选择装置 201,用于基于要发射的速率、将输入的比特数据选择性地输入到第一星座映射调制装置 202 和第二星座映射调制装置 203 之一;所述第一星座映射调制装置 202,用于基于所述发射端选择装置的选择,对输入到其的信号进行第一星座映射调制以得到星座映射信号;所述第二星座映射调制装置 203,用于基于所述发射端选择装置的选择,对输入到其的信号进行第二星座映射调制以得到星座映射信号;以及 OFDM 调制装置 204,用于将所述星座映射信号进行 OFDM 调制以得到 OFDM 调制的信号,用于发射。

[0052] 该发射端选择装置 201 可以包括开关、切换器、或选择器等,只要其可以实现将输入的比特数据选择性地输入到第一星座映射调制装置 202 和第二星座映射调制装置 203 之一即可。

[0053] 所述第一星座映射调制可以是 m PSK 调制和 m QAM 调制中的任一种,所述第二星座映射调制可以是 m' PSK 调制和 m' QAM 调制中的任一种,其中, m 、 m' 为 2 的正整数次幂。如此,要调制的传输数据可以在 m PSK 调制和 m' PSK 调制之间切换,也可以在 m PSK 调制和 m' QAM 之间切换,也可以在 m QAM 调制和 m' QAM 调制之间切换。

[0054] 所述第一星座映射调制和所述第二星座映射调制的信息速率可以不同。例如, m 可以不等于 m' 。假设,第一星座映射调制可以是例如 4QAM 以实现 100Gb/s 的信息传输速率,而第二星座映射调制可以是例如 16QAM 以实现 200Gb/s 的信息传输速率。当然,第一星座映射调制也可以是例如 QPSK 以实现 100Gb/s 的信息传输速率,而第二星座映射调制可以是例如 16PSK 以实现 200Gb/s 的信息传输速率。或者第一星座映射调制也可以是例如 QPSK 以实现 100Gb/s 的信息传输速率,而第二星座映射调制可以是例如 16QAM 以实现 200Gb/s 的信息传输速率等等。本公开不限于此,只要第一星座映射调制和所述第二星座映射调制的

信息速率不同即可。

[0055] 当然,在某些情况下,可能在发射的信息速率相同(例如都为 100Gb/s)的情况下,但需要调制格式不同,例如 4QAM 和 QPSK,即 $m=m'$,也可以利用本公开的该实施例来实现容易且低成本的切换。

[0056] 本公开中的星座映射调制例如 4QAM 和 16QAM 都可以用软件调制方式来实现,以避免在芯片上增加实现两者的分别的硬件。

[0057] 本公开中的 OFDM 调制装置 204 可以使用众多已知的 OFDM 调制方式,例如,如图 2(b) 所举例示出的,该 OFDM 调制装置 204 可以包括串 / 并变换装置 2041 用于进行输入比特的串 / 并变换以生成并行的信号;插入导频装置 2042,用于插入导频;快速傅里叶逆变换(IFFT)装置 2043,用于对每个并行的信号进行快速傅里叶逆变换;插入循环前缀装置 2044,用于插入循环前缀(或保护时间间隔);并 / 串变换装置 2045,用于将经过快速傅里叶逆变换的并行的信号变换为串行的信号。该发射系统 200 还可以包括用于发射信号的数 / 模(D/A)变换装置和低通滤波器(LPF)205 用于将串行信号从数字格式转换为模拟格式以输出基带信号;上变频器 206,用于将基带信号进行上变频以用于射频发射等等。这些装置和器件都是公知的,在此不赘述。

[0058] 要注意的是,该发射系统 200 还可以与传输的信号一起发送参考信号,以用于接收端的时间同步和频率同步、信道估计和相位噪声估计。OFDM 以帧结构为单位的方式来进行调制和解调。例如 10000 个符号为一组:前 100 个符号是固定符号 A,用于时间同步和频率同步;101-200 固定符号是 B,用于信道估计;301, 401, ..., 99901, 固定符号 C,用于相位估计。除了这些固定符号外,还有所需要传输的数据(例如,例如被调制为 4QAM 或 16QAM 的有效信息数据)。而需要传输的数据与用于同步、信道估计、相位噪声估计的信号是完全独立的。基于这一点,假设需要传输的数据采用例如 4QAM 或 16QAM 等调制格式来调制,而上述用于同步、信道估计、相位估计的符号 A、B、C 均可采用例如 BPSK 来调制,而不用考虑实际调制的传输数据的调制格式是 4QAM 还是 16QAM 等。也就是说,在切换例如 4QAM 或 16QAM 的星座映射信号时,对星座映射信号进行 OFDM 的装置可以仅采用统一的 BPSK 格式来调制要发送的其他参考信号。而该 BPSK 调制格式也可以用软件实现,当然也可以用硬件实现,只是通常不用硬件实现。这样,在实现 4QAM 或 16QAM 的星座映射信号的不同信息速率的同时,整个发射系统的用于进行星座映射信号的 4QAM 或 16QAM 调制和进行参考信号的 BPSK 的调制以及进行 OFDM 调制的软件和硬件配置可以不变,因此,可以减少系统的软件和硬件升级而需要的人力、物力、财力。

[0059] 因此,也就是说,所述发射系统 200 还可以与发射的信号一起发送第三星座映射调制格式的参考信号,以用于接收端的时间同步和频率同步、信道估计和相位噪声估计。这样,可以在发射端不用考虑实际调制的传输数据的调制格式是 m PSK 还是 m' QAM 等,只要将用于时间同步和频率同步、信道估计和相位噪声估计的参考信号用一种星座映射调制格式来进行调制即可,这样可以进一步简化硬件和软件结构。

[0060] 如此,在硬件配置和软件配置为统一的 OFDM 调制的结构的情况下,通过选择不同的星座映射调制,可以产生信息速率不同(100Gb/s 或 200Gb/s)的信号,这使得利用统一的硬件配置和软件配置可以实现两种速率的信号的切换和发送。

[0061] 当然,基于本公开,还可以容易地实现多于两种速率的信号的切换和发送,因此,

本公开的实施例可以应用于非常广泛的范围。

[0062] 图 3(a) 是示出根据本发明的另一实施例的接收信号的接收系统 300 的方框图。

[0063] 该接收系统包括：OFDM 解调装置 301，用于对输入的信号进行 OFDM 解调以得到 OFDM 解调的信号；接收端选择装置 302，用于基于 OFDM 解调的信号的信息速率、将 OFDM 解调的信号选择性地输入到第一星座映射解调装置 303 和第二星座映射解调装置 304 之一；所述第一星座映射解调装置 303，用于基于所述接收端选择装置的选择，对输入到其的信号进行第一星座映射解调以得到第一星座映射解调的比特数据；以及所述第二星座映射解调装置 304，用于基于所述接收端选择装置的选择，对输入到其的信号进行第二星座映射解调以得到第二星座映射解调的比特数据。

[0064] OFDM 解调装置 301 可以使用众多已知的 OFDM 解调方式，例如，如图 3(b) 示例示出的，该 OFDM 解调装置 301 可以包括时间同步和频率同步装置 3011，用于对该数字信号进行时间同步和频率同步以校正信号中存在的频率偏移和时间偏移；串 / 并变换装置 3012，用于将串行信号为并行信号；去循环前缀装置 3013，用于去除循环前缀；快速傅里叶变换(FFT) 装置 3014；信道估计和相位噪声估计装置 3015，用于进行信道估计和相位噪声估计等；并 / 串变换装置 3016，用于将并行信号变换为串行信号；等等。接收系统 300 还可以包括用于整个信号接收的下变频器 305，用于将射频信号下变频为基带信号；模 / 数(A/D) 变换装置和低通滤波器(LPF) 306，用于将基带信号转换为数字信号。这些装置和器件都是本领域已知的，在此不赘述。

[0065] 例如，在接收系统 300 接收例如图 2(a) 或 2(b) 中的发射系统 200 发射的信号的情况下，由于发射的信号的速率可能由于发射端选择装置 201 的选择而不同，因此，图 3(a) 中的接收端选择装置 302 可以基于该信号的信息速率来选择相对应的星座映射解调装置来对该信号进行相应的星座映射解调。例如，发射系统 200 采用 4QAM 星座映射调制格式来调制发射信号，则接收系统 300 可以相应地采用 4QAM 星座映射解调格式来解调该信号。这样，所述接收端选择装置 302 选择的星座映射解调装置(303 或 304)可以与所述发射系统 200 中选择的对发射的信号进行星座映射调制的星座映射调制装置(202 或 203)相对应。这样，可以使得该接收系统 300 与上述根据图 2 所示的发射系统 200 结合起来形成一个配套的通信系统。

[0066] 当然，该接收系统 300 不一定只接收图 2(a) 或 2(b) 所示的发射系统 200 发射的信号，而可以接收其他各种系统发射的信号，只要其可以知道该信号的信息速率和星座映射调制格式，就可以通过接收端选择装置 302 选择相应的星座映射解调装置来进行解调。

[0067] 所述第一星座映射解调可以是 mPSK 解调和 mQAM 解调中的任一种，所述第二星座映射解调可以是 m' PSK 解调和 m' QAM 解调中的任一种，其中，m、m' 为 2 的正整数次幂。如此，要解调的传输数据可以在 mPSK 解调和 m' PSK 解调之间切换，也可以在 mPSK 解调和 m' QAM 之间切换，也可以在 mQAM 解调和 m' QAM 解调之间切换。

[0068] 本公开中的星座映射解调都可以用软件解调方式来实现，以避免在芯片上增加实现两者的分别的硬件。

[0069] 如先前所述的，所述接收系统 300 还可以包括：时间同步和频率同步装置 3011，用于对接收的信号进行时间同步和频率同步，以校正信号中存在的时间偏移和频率偏移；信道估计和相位噪声估计装置 3015，用于对 OFDM 解调的信号进行信道估计和相位噪声估计。

[0070] 即,所述接收系统 300 还可以接收从图 2(a) 或 2(b) 中的发射系统 200 发射的第三星座映射调制格式的参考信号,且所述时间同步和频率同步装置 3011、所述信道估计和相位噪声估计装置 3015 通过第三星座映射调制格式的参考信号来实现。所述第三星座映射调制格式可以是例如 BPSK。这样,可以在接收端不用考虑实际调制的传输数据的调制格式是 mPSK 还是 m' QAM 等,只要将用于时间同步和频率同步、信道估计和相位噪声估计的参考信号用一种星座映射解调格式例如 BPSK 来进行解调即可,这样可以进一步简化硬件和软件结构。而不用考虑实际调制的传输数据的调制格式是 mPSK 还是 m' QAM 等。

[0071] 下面详细阐述为何用于时间同步和频率同步、信道估计和相位噪声估计的参考信号可以用与时间传输的数据的星座映射调制格式(例如 mPSK/mQAM)不同的解调格式(例如 BPSK)来解调。

[0072] 因为时间同步主要靠同步码元的自相关运算实现,因此与 OFDM 信号内子载波上有效信息数据是采用的何种调制格式无关。即,无论信息数据的调制格式是 mPSK/mQAM,用于时间同步的符号 A 可采取 BPSK 调制格式,因而时间同步算法均可统一用 BPSK 算法实现。

[0073] 因为频率估计利用自相关卷积运算估计载波相位,因此与 OFDM 信号内子载波上有效信息数据是采用的何种调制格式无关。无论信息数据的调制格式是 mPSK/mQAM,用于频率估计的符号 A (如上述) 可采取 BPSK 调制格式,因而频率估计算法均可统一用 BPSK 算法实现。

[0074] 因为信道估计利用 OFDM 信息数据之前的数十个训练码元求得信道响应矩阵,因此也与 OFDM 有效信息数据是采用何种调制格式无关。无论信息数据的调制格式是 mPSK/mQAM,用于信道估计的符号 B (如上述) 可采取 BPSK 调制格式,因而信道估计算法均可统一用 BPSK 算法实现。

[0075] 因为相位噪声估计利用 OFDM 信息帧中的导频子载波实现,导频子载波上调制的信息不计算在有效信息内,因此数个导频子载波上只调制阶数较小的调制格式信号,如 BPSK,以便于估计相位噪声。因此,也与 OFDM 信号内子载波上有效信息数据是采用的何种调制格式无关。无论信息数据的调制格式是 mPSK/mQAM,用于相位噪声估计的符号 C (如上述) 可采取 BPSK 调制格式,因而相位噪声估计算法均可统一用 BPSK 算法实现。

[0076] 顺带提及,OFDM 解调装置 301 中的例如 FFT 装置(未示出)进行快速傅里叶变换。因此也与 OFDM 信号内子载波上有效信息数据是采用的何种调制格式无关。也就是说无论信息数据采用 mPSK/mQAM 调制或是 BPSK 调制均不影响快速傅里叶变换算法。

[0077] 因此,在接收系统 300 中,无论有效信息数据采用何种星座映射调制格式吗,都可以统一用 BPSK 算法来进行时间同步、频率估计、信道估计、相位噪声估计。同时,在接收系统 300 中,简化了软件配置,在解调不同速率传输的数据时,不需要对软件配置和硬件配置进行升级或更改。

[0078] 如此,在硬件配置和软件配置为统一的 OFDM 解调的结构的情况下,通过选择不同的星座映射解调方式,可以解调信息速率不同的信号,这使得利用统一的硬件配置和软件配置可以实现两种速率的解调。

[0079] 当然,基于本公开,还可以容易地实现多于两种速率的信号的切换和接收,因此,本公开的实施例可以应用于非常广泛的范围。

[0080] 图 4 是示出根据本发明的另一实施例的发射信号的发射方法 400 的示意图。

[0081] 该发射方法 400 包括：发射端选择步骤 401，用于基于要发射的速率、将输入的比特数据选择性地进行第一星座映射调制步骤 402 和第二星座映射调制步骤 403 之一；所述第一星座映射调制步骤 402，用于基于发射端选择步骤的选择，对输入到其的信号进行第一星座映射调制以得到星座映射信号；所述第二星座映射调制步骤 403，用于基于发射端选择步骤的选择，对输入到其的信号进行第二星座映射调制以得到星座映射信号；以及 OFDM 调制步骤 404，用于将所述星座映射信号进行 OFDM 调制以得到 OFDM 调制的信号，用于发射。

[0082] 所述第一星座映射调制可以是 m PSK 调制和 m QAM 调制中的任一种，所述第二星座映射调制可以是 m' PSK 调制和 m' QAM 调制中的任一种，其中， m 、 m' 为 2 的正整数次幂。

[0083] 所述第一星座映射调制和所述第二星座映射调制的信息速率可以不同。

[0084] 所述发射方法还可以包括：与发射的信号一起发送第三星座映射调制格式的参考信号，以用于接收端的时间同步和频率同步、信道估计和相位噪声估计。

[0085] 所述第三星座映射调制格式可以是 BPSK。

[0086] 其他细节可以与上述实施例中公开的内容相一致，在此不赘述。

[0087] 如此，在硬件配置和软件配置为统一的 OFDM 调制的结构的情况下，通过选择不同的星座映射调制，可以产生信息速率不同的信号，这使得利用统一的硬件配置和软件配置可以实现两种速率的信号的切换和发送。

[0088] 图 5 是示出根据本发明的另一实施例的接收信号的接收方法 500 的示意图。

[0089] 该从发射系统接收信号的接收方法 500 包括：OFDM 解调步骤 501，用于对输入的信号进行 OFDM 解调以得到 OFDM 解调的信号；接收端选择步骤 502，用于基于 OFDM 解调的信号的信息速率、将 OFDM 解调的信号选择性地进行第一星座映射解调步骤 503 和第二星座映射解调步骤 504 之一；所述第一星座映射解调步骤 503，用于基于接收端选择步骤的选择，对输入到其的信号进行第一星座映射解调以得到第一星座映射解调的比特数据；以及所述第二星座映射解调步骤 504，用于基于接收端选择步骤的选择，对输入到其的信号进行第二星座映射解调以得到第二星座映射解调的比特数据。

[0090] 所述第一星座映射解调可以是 m PSK 解调和 m QAM 解调中的任一种，所述第二星座映射解调可以是 m' PSK 解调和 m' QAM 解调中的任一种，其中， m 、 m' 为 2 的正整数次幂。

[0091] 所述接收方法还可以包括：时间同步和频率同步步骤，用于对接收的信号进行时间同步和频率同步，以校正信号中存在的时间偏移和频率偏移；信道估计步骤，用于对 OFDM 解调的信号进行信道估计；以及相位噪声估计步骤，用于对 OFDM 解调的信号进行相位噪声估计，以去除相位噪声。

[0092] 所述接收方法还可以接收从发射系统发射的第三星座映射调制格式的参考信号，且所述时间同步和频率同步步骤、所述信道估计和所述相位噪声估计步骤通过第三星座映射调制格式的参考信号来实现。

[0093] 所述第三星座映射调制格式可以是 BPSK。

[0094] 所述接收端选择步骤选择的星座映射解调步骤可以与所述发射系统处选择的对发射的信号进行的星座映射调制步骤相对应。

[0095] 其他细节可以与上述实施例中公开的内容相一致，在此不赘述。

[0096] 以上，根据本公开的各个方面，在硬件配置和软件配置为统一的 OFDM 调制的结构的情况下，通过选择不同的星座映射调制，可以产生信息速率不同的信号，这使得利用统一

的硬件配置和软件配置可以实现两种速率的切换和发送。不仅如此,要传输的有效数据可以被调制为其他调制格式、例如 mQAM、mPSK 中的任一种等等,这样使得同一硬件配置和软件配置可以灵活地用于多种传输速率和多种星座映射调制格式,这简化了硬件和软件,也提高了应用兼容性。在接收端,也仅需要用于OFDM解调的统一的硬件配置和软件配置即可,而在切换多种速率时,无需对硬件和软件进行升级或更改。另外,通过将用于时间同步和频率同步、信道估计装置和相位噪声估计的参考信号通过同一星座映射调制格式来实现。这样,可以在接收端不用考虑实际调制的传输数据的调制格式是 mPSK 还是 m' QAM 等,只要将用于时间同步和频率同步、信道估计和相位噪声估计的参考信号用一种星座映射解调格式来进行解调即可,这样可以进一步简化硬件和软件结构。

[0097] 本公开的各个实施例实现了在同一芯片上在几乎无硬件或软件改变的情况下 的多种速率通信。

[0098] 以上公开已经描述了发射信号和接收信号的方法和系统的各个实施例,但是,上述描述是示例性的,并非穷尽性的,并且也不限于所披露的各实施例。而且,本领域技术人员根据本公开已经可以理解各个术语的本质含义,本公开的内容并不仅局限于具体的术语所给出的狭窄的含义,而是可以指示在本公开的精神和原理内的广泛的含义。在不偏离所说明的各实施例的范围和精神的情况下,对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。本领域技术人员应该理解,在所附权利要求或其等同物的范围内,可以基于设计需要和其他因素进行各种修改、组合、子组合和变更。

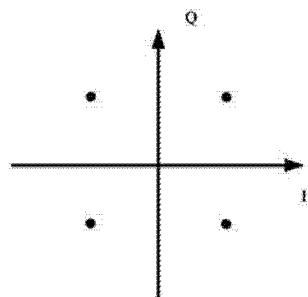


图 1(a)

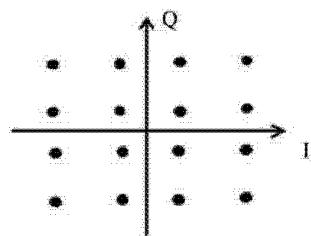


图 1(b)

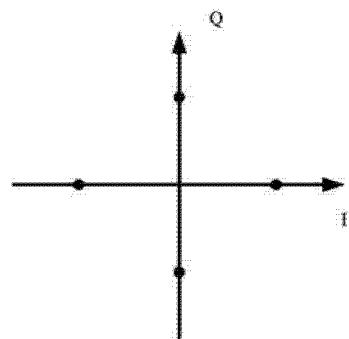


图 1(c)

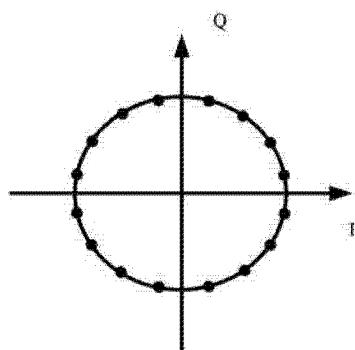


图 1(d)

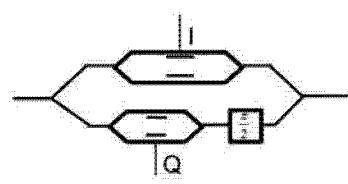


图 1(e)

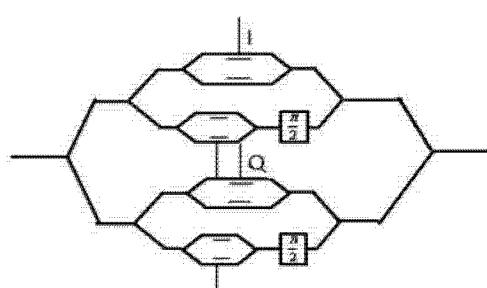


图 1(f)

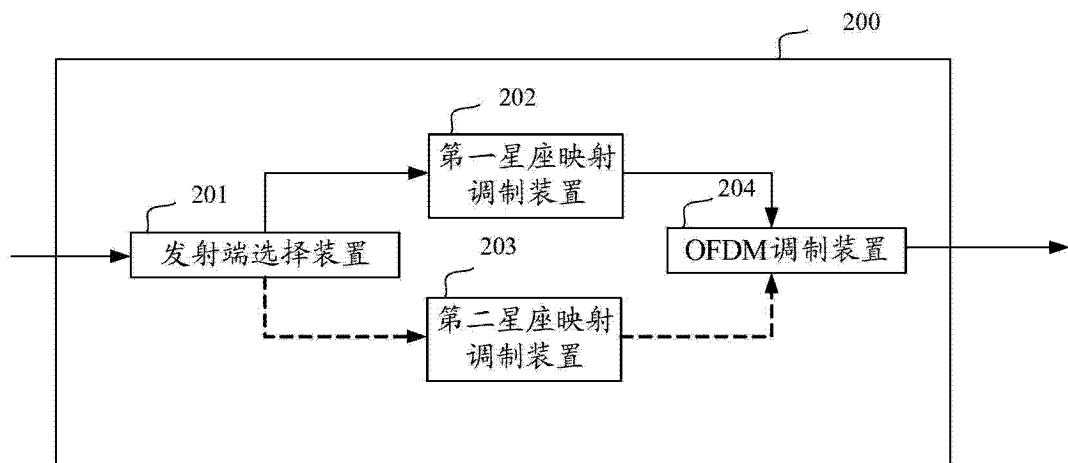


图 2(a)

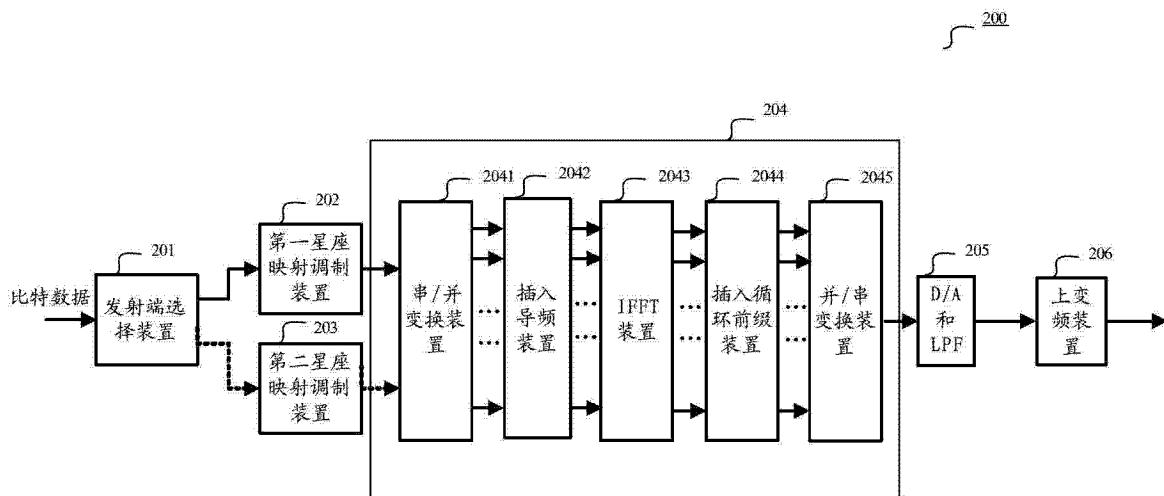


图 2(b)

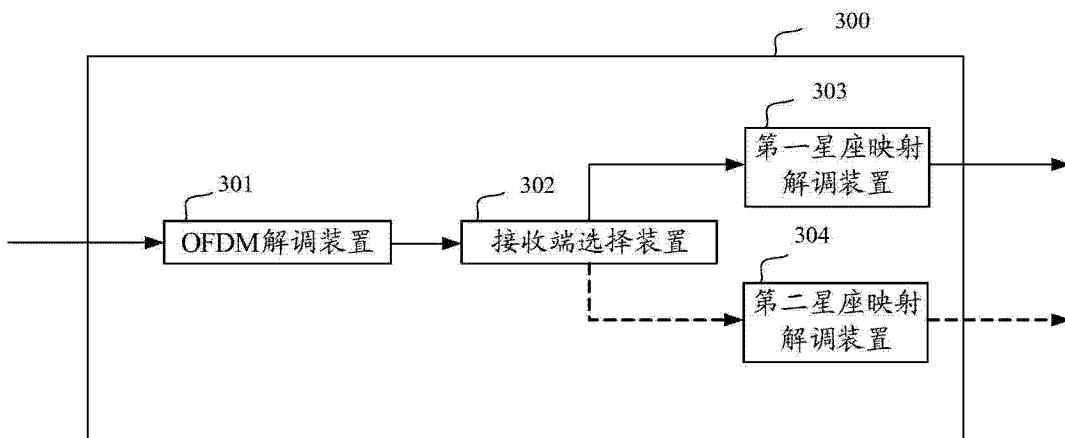


图 3(a)

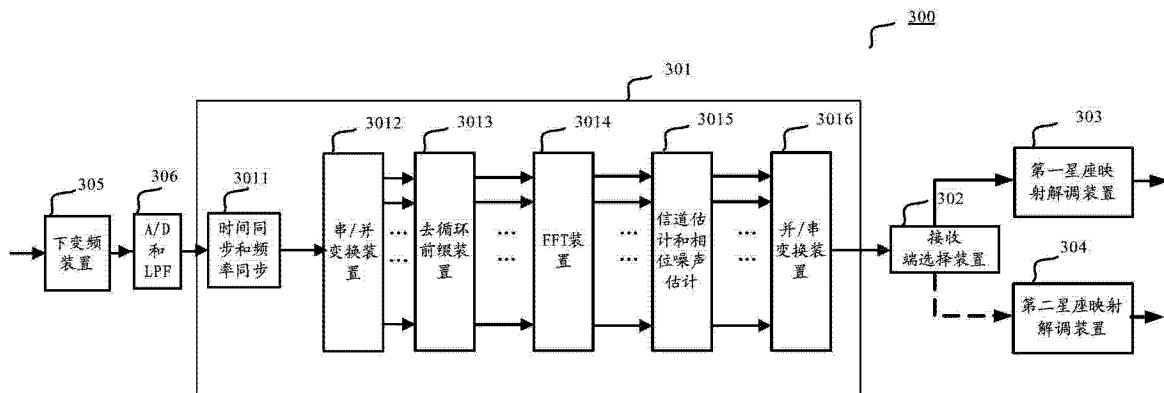


图 3 (b)

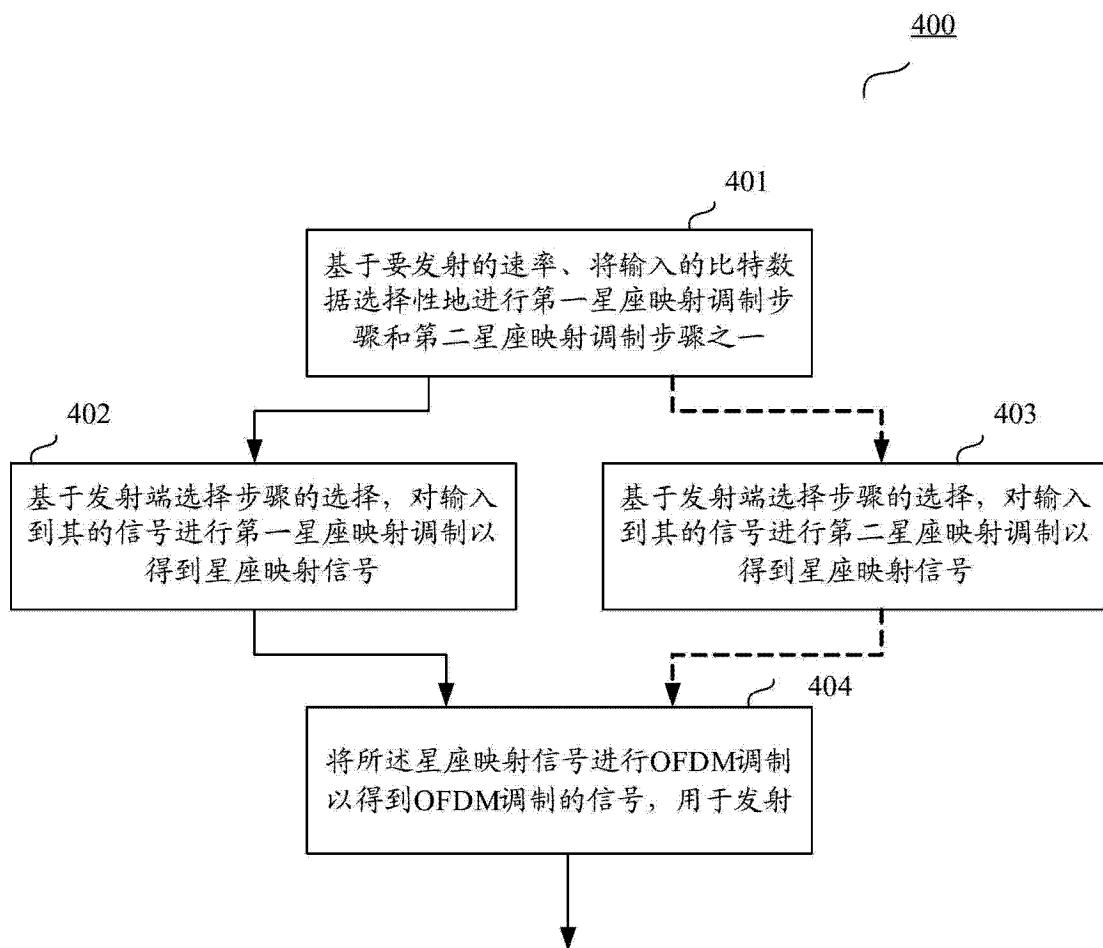


图 4

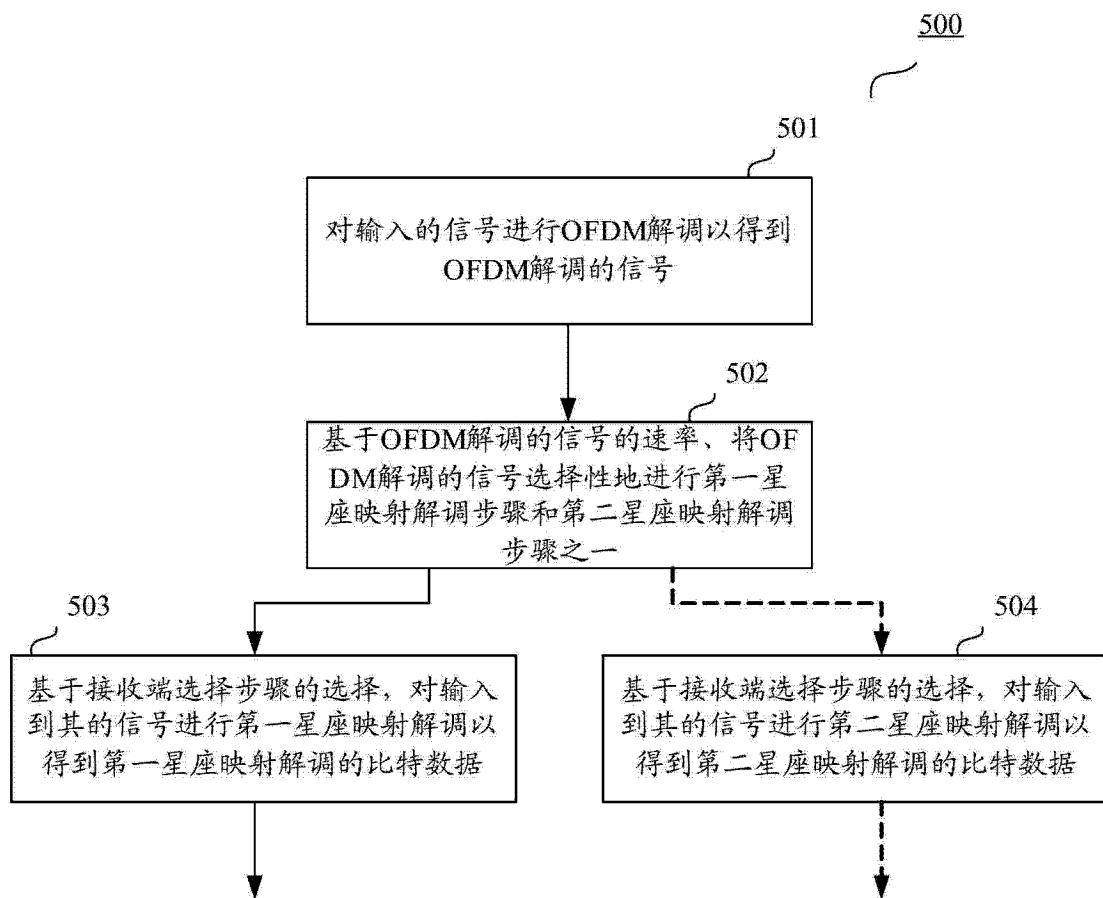


图 5