

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
H04L 27/26 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610001081.2

[45] 授权公告日 2009年12月16日

[11] 授权公告号 CN 100571239C

[22] 申请日 2006.1.16

[21] 申请号 200610001081.2

[73] 专利权人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

[72] 发明人 杨学志 孙卫军 江浩 刘皓

[56] 参考文献

CN1658534A 2005.8.24

CN1980205A 2007.6.13

WO97/27687A1 1997.7.31

CN1466292A 2004.1.7

审查员 田琳琳

[74] 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司

代理人 罗正云 宋志强

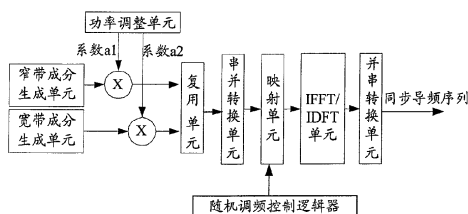
权利要求书4页 说明书9页 附图3页

## [54] 发明名称

通信系统中的同步导频序列生成系统和方法

## [57] 摘要

本发明公开了一种通信系统中的同步导频序列生成系统，该系统包括：基带信号序列生成单元，用于生成基带信号序列；功率调整单元，用于将基带信号序列生成单元所生成的基带信号序列分别乘以不同的系数，使一部分基带信号序列所对应的离散谱线的功率为零，另一部分基带信号序列所对应的离散谱线为单频导频；复用单元，将功率调整单元输出的基带信号序列复用为一路数据传送给随机跳频单元；随机跳频单元，用于在每一帧的同步信道中随机改变单频导频的频谱位置；同步导频序列生成单元，用于根据随机跳频后的数据生成同步导频序列。应用本发明后，所生成的同步导频序列能够显著地提高频率偏移估计性能。



1、一种通信系统中的同步导频序列生成系统，其特征在于，该系统包括：

基带信号序列生成单元，用于生成基带信号序列；

功率调整单元，用于将基带信号序列生成单元所生成的基带信号序列分别乘以不同的系数，使一部分基带信号序列所对应的离散谱线的功率为零，另一部分基带信号序列所对应的离散谱线为单频导频；

复用单元，将功率调整单元输出的基带信号序列复用为一路数据传送给随机跳频单元；

随机跳频单元，用于在每一帧的同步信道中随机改变单频导频的频谱位置；

同步导频序列生成单元，用于根据随机跳频后的数据生成同步导频序列；

其中基带信号序列生成单元与功率调整单元连接，功率调整单元与复用单元连接，复用单元与随机跳频单元连接，随机跳频单元与同步导频序列生成单元连接。

2、根据权利要求1所述的同步导频序列生成系统，其特征在于，所述基带信号序列生成单元包括：

宽带成分生成单元，用于输出所述功率为零的离散谱线所对应的基带信号序列；

窄带成分生成单元，用于输出所述单频导频的离散谱线所对应的基带信号序列。

3、根据权利要求1所述的同步导频序列生成系统，其特征在于，所述离散谱线为单频导频的谱线为单根。

4、根据权利要求1所述的同步导频序列生成系统，其特征在于，所述离散谱线的功率为零的谱线为多根。

5、根据权利要求1所述的同步导频序列生成系统，其特征在于，所述随机跳频单元用于在每一帧的同步信道中随机改变单频导频的频谱位置，使得单频导频之间的频率间隔大于信道相干带宽。

6、根据权利要求1-5中任一项所述的同步导频序列生成系统，其特征在于，所述通信系统为正交频分复用 OFDM 系统。

7、一种通信系统中的同步导频序列生成方法，其特征在于，包括以下步骤：

A、生成基带信号序列；

B、将基带信号序列分别乘以不同的系数，使一部分基带信号序列所对应的离散谱线的功率为零，另一部分基带信号序列所对应的离散谱线为单频导频；

C、将步骤B输出的基带信号序列复用为一路数据，并在每一帧的同步信道中随机改变单频导频的频谱位置；

D、根据随机跳频后的数据生成同步导频序列。

8、根据权利要求7所述的方法，其特征在于，步骤A包括：生成功率为零的离散谱线所对应的基带信号序列；生成所述单频导频的离散谱线所对应的基带信号序列。

9、根据权利要求7所述的方法，其特征在于，步骤C包括：在每一帧的同步信道中随机改变单频导频的频谱位置，使得单频导频之间的频率间隔大于信道相干带宽。

10、根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述离散谱线为单频导频的谱线为单根。

11、根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述离散谱线的功率为零的谱线为多根。

12、根据权利要求7所述的方法，其特征在于，步骤C包括：随机改变单频导频的频谱位置，其中连续的多个帧中的单频导频的频谱间隔是不等的。

13、根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，步骤 C 包括：随机改变单频导频的频谱位置，其中连续的多个帧中的单频导频的位置为随机跳频分布。

14、根据权利要求 7-13 中任一项所述的方法，其特征在于，所述通信系统为 OFDM 系统。

15、一种通信系统中的同步导频序列生成系统，包括依次相连的串并转换单元、映射单元、快速傅立叶逆变换 IFFT/离散傅立叶逆变换 IDFT 单元、并串转换单元；

串并转换单元用于将接收的一路数据转换为多路并行数据，映射单元用于将多路并行数据以一定规则映射到各个子载波上，IFFT/IDFT 单元用于对映射后的数据执行反傅立叶变换后传送给并串转换单元输出；其特征在于，该系统还包括：

基带信号序列生成单元，用于生成基带信号序列；

功率调整单元，用于将基带信号序列生成单元所生成的基带信号序列分别乘以不同的系数，使一部分基带信号序列所对应的离散谱线的功率为零，另一部分基带信号序列所对应的离散谱线为单频导频；

复用单元，将功率调整单元输出的基带信号序列复用为一路数据传送给串并转换单元；

随机跳频控制逻辑器，用于向映射单元发送随机跳频命令，映射单元进一步用于根据所述随机跳频命令在每一帧的同步信道中随机改变单频导频的频谱位置；

其中随机跳频控制逻辑器与映射单元连接。

16、根据权利要求 15 所述的同步导频序列生成系统，其特征在于，所述基带信号序列生成单元包括：

宽带成分生成单元，用于输出所述幅值为零的离散谱线所对应的基带信号序列；

窄带成分生成单元，用于输出所述单频导频的离散谱线所对应的基带信

---

号序列。

17、根据权利要求 15 或 16 所述的同步导频序列生成系统,其特征在于,所述通信系统为 OFDM 系统。

## 通信系统中的同步导频序列生成系统和方法

### 技术领域

本发明涉及移动通信技术领域，更具体地，本发明涉及通信系统中的同步导频序列生成系统和方法。

### 背景技术

当前，全球数字移动通信系统（GSM）和码分多址（CDMA）移动通信系统在全世界范围内都得到了非常广泛的应用，而宽带码分多址（WCDMA）和码分多址 2000（CDMA2000）等移动通信系统也在一定范围内得到了应用。正交频分复用（OFDM）技术具有对抗符号间干扰（ISI）的能力，同时可以提供很高的频谱效率，因此被视为下一代无线移动通信系统最有可能采用的传输技术之一。OFDM 技术已经在数字用户环路、数字音频/视频广播、无线局域网和无线城域网等诸多领域得到了广泛应用。

同步技术是通信系统中的关键技术之一，而载波频率偏移估计技术又是通信系统同步技术中必不可少的一种。比如，对于 OFDM 系统，载波频率偏移会引入载波间干扰（ICI），造成系统的有效信噪比（SNR）下降，使得系统性能恶化。为了使 SNR 下降小于 0.1dB，最大频率偏移应该小于子载波间隔的 1%。在 OFDM 系统中，一般采用跟踪环路来执行频率偏移检测，并估计出频率偏移值，然后再进行频率补偿。频率偏移的估计方法主要包括根据 OFDM 帧（Frame）中专用的同步块进行分析、根据快速傅立叶变换（FFT）输出的信号进行分析、利用 OFDM 符号的特性或者频谱进行分析等。

目前有一种基于单频导频序列的频率偏移估计方法。在这种方法中，根据载波频率偏移会引起导频序列的频谱搬移，设计具有梳状频谱的导频序列，从而能够估计出频域偏移。图 1 为现有技术中基于单频导频序列的同步

信号的频谱图。如图 1 所示，导频序列具有梳状频谱，从而可以估计出频域偏移。

在这种基于单频导频序列的频率偏移估计方法中，最大可以检测出的频率偏移估计是梳状频点间隔的 0.5 倍。但是，如果载波频率偏移超过这个范围，则采用这种单频导频序列的频率偏移方法并不能准确检测出频率偏移。这种具有梳状频谱的单频导频序列，使得频率偏移精度仅为一个子载波间隔。对于多载波系统而言，采用这种具有梳状频谱的单频导频序列明显地引入 ICI，并不能满足通信系统所要求的较低误码率指标。

## 发明内容

有鉴于此，本发明的主要目的在于提供了一种通信系统中的同步导频序列生成系统，以生成能够提高频率偏移估计性能的同步导频序列。

本发明的另一目的在于提供一种通信系统中的同步导频序列生成方法，以生成能够提高频率偏移估计性能的同步导频序列。

为达到上述目的，本发明的技术方案是这样实现的：

一种通信系统中的同步导频序列生成系统，该系统包括：

基带信号序列生成单元，用于生成基带信号序列；

功率调整单元，用于将基带信号序列生成单元所生成的基带信号序列分别乘以不同的系数，使一部分基带信号序列所对应的离散谱线的功率为零，另一部分基带信号序列所对应的离散谱线为单频导频；

复用单元，将功率调整单元输出的基带信号序列复用为一路数据传送给随机跳频单元；

随机跳频单元，用于在每一帧的同步信道中随机改变单频导频的频谱位置；

同步导频序列生成单元，用于根据随机跳频后的数据生成同步导频序列；

其中基带信号序列生成单元与功率调整单元连接，功率调整单元与复用

单元连接, 复用单元与随机跳频单元连接, 随机跳频单元与同步导频序列生成单元连接。

所述基带信号序列生成单元包括:

宽带成分生成单元, 用于输出所述功率为零的离散谱线所对应的基带信号序列;

窄带成分生成单元, 用于输出所述单频导频的离散谱线所对应的基带信号序列。

所述离散谱线为单频导频的谱线为单根。

所述离散谱线的功率为零的谱线为多根。

所述随机跳频单元用于在每一帧的同步信道中随机改变单频导频的频谱位置, 使得单频导频之间的频率间隔大于信道相干带宽。

所述通信系统为 OFDM 系统。

一种通信系统中的同步导频序列生成方法, 包括以下步骤:

A、生成基带信号序列;

B、将基带信号序列分别乘以不同的系数, 使一部分基带信号序列所对应的离散谱线的功率为零, 另一部分基带信号序列所对应的离散谱线为单频导频;

C、将步骤 B 输出的基带信号序列复用为一路数据, 并在每一帧的同步信道中随机改变单频导频的频谱位置;

D、根据随机跳频后的数据生成同步导频序列。

生成功率为零的离散谱线所对应的基带信号序列; 生成所述单频导频的离散谱线所对应的基带信号序列。

在每一帧的同步信道中随机改变单频导频的频谱位置; 使得单频导频之间的频率间隔大于信道相干带宽。

所述离散谱线为单频导频的谱线为单根。

所述离散谱线的功率为零的谱线为多根。

步骤 C 包括: 随机改变单频导频的频谱位置, 其中连续的多个帧中的



单频导频的频谱间隔是不等的。

步骤 C 包括：随机改变单频导频的频谱位置，其中连续的多个帧中的单频导频的位置为随机跳频分布。

所述通信系统为 OFDM 系统。

一种通信系统中的同步导频序列生成系统，包括依次相连的串并转换单元、映射单元、快速傅立叶逆变换（IFFT）/离散傅立叶逆变换（IDFT）单元、并串转换单元；

串并转换单元用于将接收的一路数据转换为多路并行数据，映射单元用于将多路并行数据以一定规则映射到各个子载波上，IFFT/IDFT 单元用于对映射后的数据执行反傅立叶变换后传送给并串转换单元输出；该系统还包括：

基带信号序列生成单元，用于生成基带信号序列；

功率调整单元，用于将基带信号序列生成单元所生成的基带信号序列分别乘以不同的系数，使一部分基带信号序列所对应的离散谱线的功率为零，另一部分基带信号序列所对应的离散谱线为单频导频；

复用单元，将功率调整单元输出的基带信号序列复用为一路数据传送给串并转换单元；

随机跳频控制逻辑器，用于向映射单元发送随机跳频命令，映射单元进一步用于根据所述随机跳频命令在每一帧的同步信道中随机改变单频导频的频谱位置；

其中随机跳频控制逻辑器与映射单元连接。

所述基带信号序列生成单元包括：

宽带成分生成单元，用于输出所述幅值为零的离散谱线所对应的基带信号序列；

窄带成分生成单元，用于输出所述单频导频的离散谱线所对应的基带信号序列。

所述通信系统为 OFDM 系统。

上述技术方案中可以看出,在本发明中,同步导频序列生成系统中的功率调整单元,用于将基带信号序列生成单元所生成的基带信号序列分别乘以不同的系数,使一部分基带信号序列所对应的离散谱线的功率为零,另一部分基带信号序列所对应的离散谱线为单频导频;并且还包含随机跳频单元,用于在每一帧的同步信道中随机改变单频导频的频谱位置。由此可见,在本发明中,生成的同步导频序列实质上由两部分组成:一部分是具有零功率谱的成分,另一部分是具有较高功率谱的成分,通过改变单频导频的频谱位置,比如优选使得单频导频之间的频率间隔大于信道相干带宽,从而可以有效地克服由于频率选择性信道衰落而造成的频率偏移估计误差,进而能够显著地提高频率偏移估计性能。

#### 附图说明

图 1 为现有技术中基于单频导频序列的频率偏移估计的同步信号的频谱图。

图 2 为根据本发明一实施例的同步导频序列的离散频率谱线示意图。

图 3 为根据本发明一实施例的连续三帧中同步导频序列的离散频率谱线示意图。

图 4 为根据本发明一实施例的同步导频结构的示意图。

图 5 为根据本发明一实施例的同步导频序列生成系统的结构示意图。

图 6 为根据本发明一实施例的同步导频序列生成方法的示范性流程示意图。

图 7 为根据本发明一实施例的同步导频序列生成系统的示范性结构示意图。

#### 具体实施方式

为使本发明的目的、技术方案和优点表达得更加清楚明白,下面结合附图及具体实施例对本发明再作进一步详细的说明。

为了提高频率偏移估计性能,本发明提出一种用于频率偏移估计的同步导频序列。图2为根据本发明的同步导频序列的离散频率谱线示意图。如图2所示,该同步导频序列主要由两部分组成:一部分是功率谱为零的离散频率谱线,称为宽带成分;另一部分仅包含一根离散频率谱线,即单频导频,称为窄带成分。

同步导频序列所包含的单频导频可以通过跳频的方式,即在每一帧的同步信道中改变单频导频的频谱位置,从而克服频率选择性信道衰落,提高接收端的频率偏移估计性能。其中,连续的多个无线帧中的窄带成分的位置可以随机跳频分布,而且连续的多个无线帧中的窄带成分的位置之间的间隔可以是不等间隔的,也可以是等间隔的。

优选地,连续的多个无线帧中的窄带成分的位置之间的间隔大于信道的相干带宽,从而有效地克服由于频率选择性信道衰落而造成的频率偏移估计误差。窄带成分的最高频率可以限制在某个频率范围之内,并且宽带成分表现为除了单频导频以外的离散频谱。这样,由宽带成分和窄带成分组成的同步导频序列,峰均比非常小,接近于零分贝。

下面以连续三个无线帧为例进行说明。图3为根据本发明的连续三帧中同步导频序列的离散频率谱线示意图。如图3所示,在连续三个无线帧中,同步导频序列所包含的单频导频可以通过跳频的方式,即在每一帧的同步信道中改变单频导频的频谱位置,从而克服频率选择性信道衰落,提高接收端的频率偏移估计性能。在图3中,L1表示无线帧1和无线帧2上的单频导频之间的频率间隔,L2表示无线帧2和无线帧3上的单频导频之间的频率间隔。若单频导频之间的频率间隔L1和L2大于信道相干带宽,就可以有效地克服由于频率选择性信道衰落而造成的频率偏移估计误差。

以上虽然以三帧为例进行了说明,然而,实际上单频导频还可以在三帧以上跳频排列,其中单频导频之间的频率间隔可以相同,也可以不相同。

图4为根据本发明的同步导频结构的示意图。在图2中,H1和H2是两段完全相同的序列,用来进行定时同步估计;H3序列用来进行频率偏移

估计。其中，序列 H3 就可以采用上述本发明的同步导频序列，也就是说，序列 H3 由两部分组成：一部分是功率谱为零的离散频率谱线，也就是宽带成分；另一部分仅包含一根离散频率谱线，即单频导频，称为窄带成分。

针对本发明的同步导频序列，本发明提供了同步导频序列的生成系统，如图 5 所示的同步导频序列生成系统，包括：

基带信号序列生成单元，用于生成基带信号序列；

功率调整单元，用于将基带信号序列生成单元所生成的基带信号序列分别乘以不同的系数，使一部分基带信号序列所对应的离散谱线的功率为零，另一部分基带信号序列所对应的离散谱线为单频导频；比如，系数  $a_1$  可以为零，从而使得一部分基带信号序列所对应的离散谱线的功率为零。

复用单元，将功率调整单元输出的基带信号序列复用为一路数据传送给随机跳频单元；

随机跳频单元，用于在每一帧的同步信道中随机改变单频导频的频谱位置；

同步导频序列生成单元，用于根据随机跳频后的数据生成同步导频序列；

其中基带信号序列生成单元与功率调整单元连接，功率调整单元与复用单元连接，复用单元与随机跳频单元连接，随机跳频单元与同步导频序列生成单元连接。

其中，图 5 中的基带信号序列生成单元可以包括：窄带成分生成单元，用于输出所述功率为零的离散谱线所对应的基带信号序列；宽带成分生成单元，用于输出所述单频导频的离散谱线所对应的基带信号序列。

图 6 为根据本发明实施例的生成同步导频序列的方法的流程示意图。如图 6 所示，该方法包括以下步骤：

步骤 601：生成基带信号序列；

步骤 602：将基带信号序列分别乘以不同的系数，使一部分基带信号序列所对应的离散谱线的功率为零，另一部分基带信号序列所对应的离散谱线

为单频导频；

在这里，单频导频序列的离散频谱上优选只有单根谱线，而功率为零的离散谱线可以为多根，其中可以将单频导频的最高频率限制在一定的频率范围之内。

步骤 603：将基带信号序列复用为一路数据，并在每一帧的同步信道中随机改变单频导频的频谱位置；

在这里，连续的多个无线帧中的窄带成分的位置可以随机跳频分布。连续的多个无线帧中的窄带成分的位置之间的间隔是不等间隔的。连续的多个无线帧中的窄带成分的位置之间的间隔大于信道的相干带宽。

步骤 604：根据随机跳频后的数据生成同步导频序列。

在这里，优选将接收的随机跳频后的一路复用数据转换为多路并行数据，然后将多路数据以一定规则映射到各个子载波上，再由 IFFT/IDFT 单元进行反傅立叶变换后传送给并串转换单元输出，从而生成同步导频序列，由此产生的同步导频序列峰均比非常小，接近于零分贝。可选地，还可以在串并转换中、IFFT/IDFT 过程、并串转换过程中来执行跳频操作。也就是说，随机跳频操作可以在复用之后的任意时刻执行。

以上方法可以适用于各种通信系统，尤其适用于 OFDM 通信系统。本领域技术人员可以意识到，本发明对于其它的多载波通信系统同样适用。

图 7 为根据本发明一实施例的同步导频序列生成系统的示范性结构示意图。此处假设该通信系统为 OFDM 通信系统。如图 7 所示，该系统包括：包括依次相连的串并转换单元、映射单元、IFFT/IDFT 单元、并串转换单元；

串并转换单元用于将接收的一路数据转换为多路并行数据，映射单元用于将多路并行数据以一定规则映射到各个子载波上，IFFT/IDFT 单元用于进行反傅立叶变换后传送给并串转换单元输出；该系统还包括：

基带信号序列生成单元，用于生成基带信号序列；

功率调整单元，用于将基带信号序列生成单元所生成的基带信号序列分别乘以不同的系数，使一部分基带信号序列所对应的离散谱线的功率为零，

另一部分基带信号序列所对应的离散谱线为单频导频；

复用单元，将功率调整单元输出的基带信号序列复用为一路数据传送给串并转换单元；

随机跳频控制逻辑器，用于向映射单元发送随机跳频命令，映射单元进一步用于根据所述随机跳频命令在每一帧的同步信道中随机改变单频导频的频谱位置。

优选地，其中基带信号序列生成单元包括：

宽带成分生成单元，用于输出幅值为零的离散谱线所对应的基带信号序列；

窄带成分生成单元，用于输出单频导频的离散谱线所对应的基带信号序列。

以上实施例中，随机跳频控制逻辑器向映射单元发送随机跳频命令，由映射单元再根据随机跳频命令在每一帧的同步信道中随机改变单频导频的频谱位置。然而，本发明并不局限于此，还可以在串并转换中、IFFT/IDFT过程、并串转换过程中执行跳频操作。也就是说，随机跳频操作可以在复用完后的任意时刻执行。因此，随机跳频控制逻辑器可以相应分别连接到串并转换单元或 IFFT/IDFT 单元或并串转换单元，以发送随机跳频命令。

以上此处以 OFDM 系统为例对本发明进行了描述，但是本领域技术人员可以意识到，本发明对于其它的多载波通信系统同样适用。用 OFDM 为例进行说明仅为示范性的，并不用于对本发明进行限制。

以上所述，仅为本发明的较佳实施例而已，并非用于限定本发明的保护范围。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。

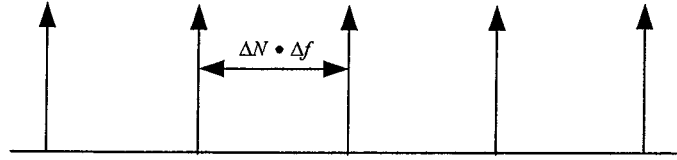


图 1

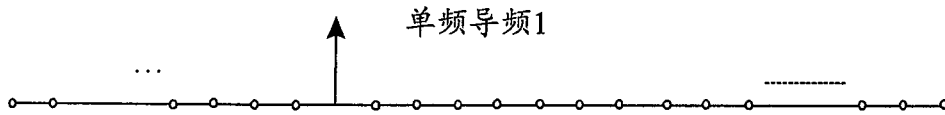


图 2

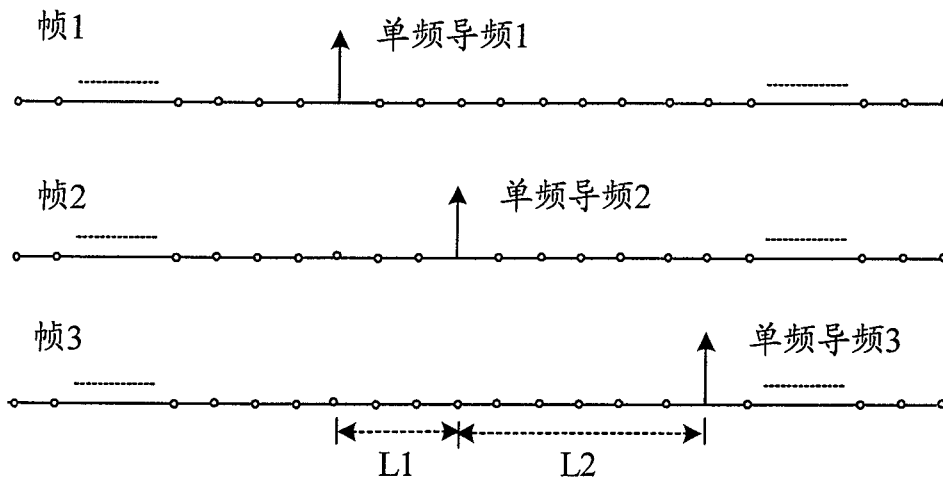


图 3

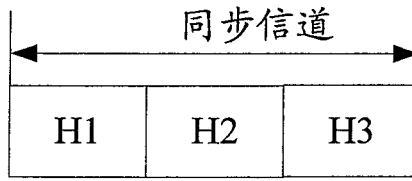


图 4

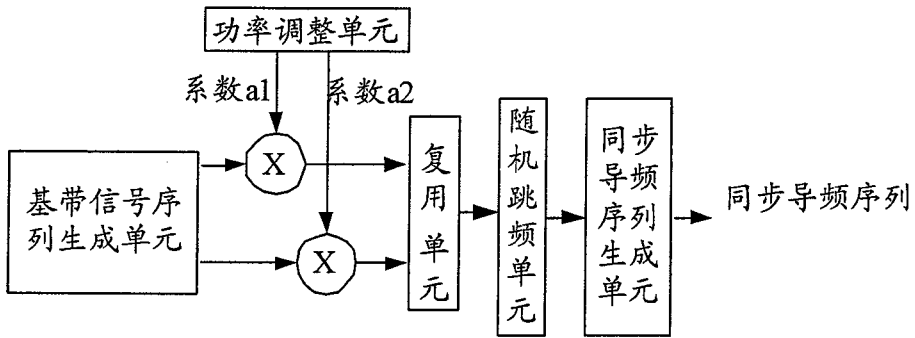


图 5

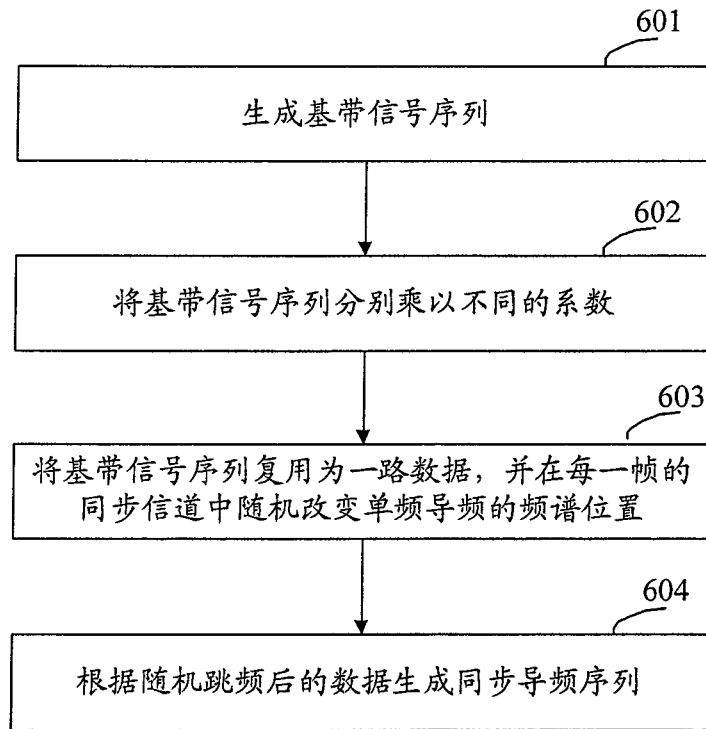


图 6



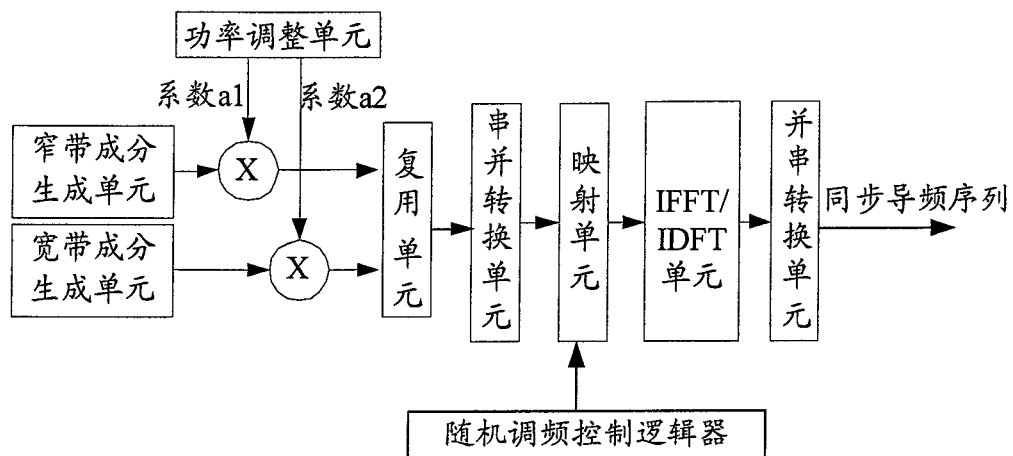


图 7