[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04L 27/26 (2006.01)
H04L 25/02 (2006.01)

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510003462.X

[43] 公开日 2006 年 7 月 5 日

[11] 公开号 CN 1798123A

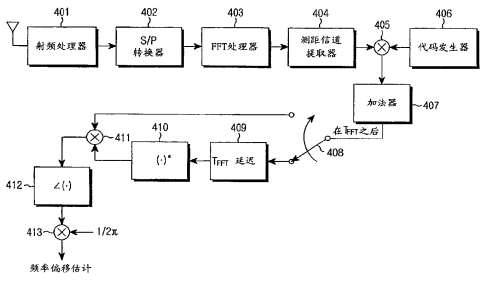
[22] 申请日 2005.10.17
[21] 申请号 200510003462.X
[30] 优先权
[32] 2004.10.15 [33] KR [31] 82790/04
[71] 申请人 三星电子株式会社
地址 韩国京畿道
[72] 发明人 具珍奎 尹晢铉 徐彰浩 卢贞敏 朴东植 赵暎权
[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
代理人 吕晓章 李晓舒
权利要求书 4 页 说明书 9 页 附图 7 页

[54] 发明名称

估计正交频分复用通信系统中上行链路频偏的设备和方法

[57] 摘要

提供了一种用于在 OFDM 通信系统中估计和修正上行频率估计的设备和方法。用户站(SS)一次性转发包含从 BS 分配的测距代码的 OFDM 符号并且将该转发的 OFDM 符号发送到基站(BS)。BS 使用测距代码解调从 SS 接收的两个连续 OFDM 符号，针对每一 FFT 窗口的解调信号进行累加，并且基站通过将第一 FFT 窗的和的复共扼与第二 FFT 窗的和相乘来估计上行链路频偏。BS 将包括频率偏移估计信息的消息发送到 SS。SS 然后使用频率偏移信息修正上行频率偏移。



1.一种在正交频分复用通信系统基站设备，其中使用由两个同样的正交频分复用符号所形成的测距信号来估计上行频率偏移，包含:

快速傅立叶变换处理器，用于对从用户站接收的测距信号的每两个连续正交频分复用符号进行快速傅立叶变换处理;

代码解调器，用于将从快速傅立叶变换处理器接收的测距信号和分配到用户站的测距代码相乘;

加法器，用于累加从代码解调器接收的针对每一快速傅立叶变换窗的信号;

乘法器，用于将从加法器接收来的第一快速傅立叶变换窗口的和的复共扼乘以从加法器接收来的第二快速傅立叶变换窗口的和; 和

频率偏移估计器，用于使用从乘法器接收来的乘积来估计用户站的上行频率偏移。

2.如权利要求1所述的基站设备，其中，代码解调器包含:

测距信道提取器，用于从快速傅立叶变换信号中提取具有测距信号的子载波;

乘法器，用于将用户值和分配到用户站的测距代码相乘。

3.如权利要求1所述的基站设备，其中，从乘法器接收的乘积近似等于$\exp(j2\pi k_1)$的倍数，其中，k_1是模拟为用户1的子载波间隔的频率偏移。

4.如权利要求3所述的基站设备，其中，频率偏移估计器包含:

相位计算器，用于使用从乘法器接收的乘积来计算相位值;

乘法器，用于通过将该相位值与$1/2\pi$相乘来计算频率偏移估计。

5.如权利要求1所述的基站设备，其中，通过一次性转发测距代码的逆快速傅立叶变换信号并在转发信号的之前和之后增加安全间隔来产生测距信号。

6.在正交频分复用通信系统中的用户站设备，包含:

测距代码发生器，用于产生从基站分配用来频率偏移估计的测距代码;

测距信道发生器，用于分配测距代码给子载波;

逆快速傅立叶变换处理器，用于对从测距信道发生器接收的数据进行逆快速傅立叶变换处理并且输出时域采样信号;

转发器，用于一次性转发从逆快速傅立叶变换处理器接收来的采样数据并且连续输出转发采样数据; 和

安全间隔加法器，用于通过在从转发器接收到的采样数据之前或者之后加上安全时间来产生用于频率偏移估计的测距信号。

7. 如权利要求 6 的用户站设备，进一步包含:

控制消息处理器，用于在传输用于频率偏移估计的测距信号之后通过处理从基站接收的控制消息来获得频率偏移信息;

频率偏移修正值发生器，用于依照频率偏移信息来产生相位旋转值;

乘法器，用于通过将时域采样数据乘以相位旋转值来修正频率偏移; 和

射频处理器，用于将从乘法器接收来的采样数据处理为射频信号并且通过天线发射该射频信号。

8. 在正交频分复用通信系统的基站中的上行频率偏移估计方法，其中使用由两个相同的正交频分复用符号所形成的测距信号来估计上行频率偏移，包含步骤:

对从用户站接收来的测距信号的每个两个连续正交频分复用符号进行快速傅立叶变换处理;

通过将该快速傅立叶变换信号与分配给用户站的测距代码相乘来代码调制该快速傅立叶变换信号;

针对每一快速傅立叶变换窗口累加代码解调信号;

将用于第一快速傅立叶变换窗口的和的复共扼乘以用于第二快速傅立叶变换窗口的和; 和

使用该乘法的乘积来估计用户站的上行频率偏移。

9. 如权利要求 8 的上行频率偏移估计方法，其中，代码解调步骤包含步骤:

从快速傅立叶变换信号中提取具有测距信号的子载波值; 和

将子载波值和分配到用户站的测距代码相乘。

10. 如权利要求 8 的上行频率偏移估计方法，其中，乘积大约近似等于 $\exp(j2\pi k_1)$ 的倍数，其中 k_1 是模拟为用户 1 的子载波间隔的频率偏移。

11. 如权利要求 10 的上行频率偏移估计方法，其中，频率偏移估计步骤包含步骤:

使用乘积计算相位值; 和

通过将相位值与 $1/2\pi$ 相乘来计算频率偏移估计。

12. 如权利要求 8 的上行频率偏移估计方法，其中，通过一次性转发测距代码的逆快速傅立叶变换信号并在转发信号之前和之后增加安全间隔来产

生测距信号。

13. 在正交频分复用通信系统的用户站中的上行频率偏移修正方法，包含步骤:

接收从基站分配的测距代码;

通过对测距代码进行逆快速傅立叶变换处理来产生时域采样数据;

通过一次性转发采样数据来产生用于频偏估计的测距信号; 和

将测距信号处理为射频信号并将该射频信号发送到基站。

14. 如权利要求 13 的上行频率偏移修正方法，进一步包含步骤:

在接收到响应消息之后，从测距信号的响应消息中获得上行链路频偏信息; 和

使用上行频率偏移信息来调整时域采样数据的相位并发射相位调整数据。

15. 如权利要求 14 的上行频率偏移修正方法，其中，响应消息包括上行频偏信息和上行时间偏移信息。

16. 如权利要求 13 的上行频率偏移修正方法，其中测距信号产生步骤包含通过一次性转发产生的采样数据并在连续转发的采样数据之前和之后增加安全间隔来产生用于频率偏移估计的测距信号的步骤。

17. 如权利要求 13 的频率偏移修正，其中测距代码接收步骤包含通过初始测距和周期测距的响应消息来接收测距代码分配信息的步骤。

18. 用于修正在正交频分复用通信系统中的上行频率偏移的方法，包含步骤:

一次性转发包括从基站分配的测距代码的正交频分复用符号并由用户站将该转发的正交频分复用符号发送给基站;

使用测距代码解调从用户站接收的两个连续正交频分复用符号，对每一快速傅立叶变换窗的解调信号进行累加，并且基站通过将第一快速傅立叶变换窗的和的复共扼乘以第二快速傅立叶变换窗的和来估计上行链路频偏;

基站将包括频偏估计信息的消息发送到用户站; 和

用户站使用频率偏移信息来修正上行频率偏移。

19. 如权利要求 18 的方法，其中，消息包括频率偏移信息和上行时间偏移信息。

20. 如权利要求 18 的方法，进一步包含用户站通过初始测距和周期测距

的响应消息来接收测距代码分配信息的步骤。

21. 使用由两个相同的正交频分复用符号所形成的频率偏移估计信号来估计上行频率偏移的设备，包含:

一个快速傅立叶变换处理器用于对从用户站接收的测距信号的每两个连续正交频分复用符号进行快速傅立叶变换处理;

一个加法器用于将从快速傅立叶变换处理器接收的针对每一快速傅立叶变换窗的的子载波值进行累加;

一个乘法器用于将从加法器接收的第一快速傅立叶变换窗口的和的复共扼乘以从加法器接收的第二快速傅立叶变换窗口的和; 和

一个频率偏移估计器用于使用从乘法器接收来的乘积来估计其它站的上行频率偏移。

22. 如权利要求 21 的设备，其中，从乘法器而来的乘积近似等于 $\exp(j2\pi k_1)$ 的倍数，其中 k_1 是模拟为用户 1 的子载波间隔的频率偏移。

23. 如权利要求 22 的设备，其中频率偏移估计器包含: 相位计算器用于使用从乘法器接收的乘积来计算相位值; 和

乘法器用于通过将该相位值与 $1/2\pi$ 相乘来计算频率偏移估计。

24. 如权利要求 22 的设备，其中，通过一次性转发预定序列的快速傅立逆变化信号并在转发的信号之前和之后增加安全间隔来产生频偏估计信号。

估计正交频分复用通信系统中上行链路频偏的设备和方法

技术领域

本发明通常涉及一种正交频分复用（OFDM）通信系统，尤其是，涉及一种使用测距信道估计上行链路频偏的设备和方法。

背景技术

最近几年，已经进行了扩展性研究以在第四代（4G）无线通信系统中以100Mbps或超过100Mbps来提供各种业务。为了提供高速业务，许多技术在物理层或者更高层上尤其需要。物理层采用划分一个电路的多路技术（无线通信中的一对发射机和接收机）来建立多个通信路径（以下称为“信道”）以便为了高速数据传输同时发送/接收独立信号。典型的复用技术方案是频分复用（FDM）和时分复用（TDM）。在将FDM用于高速数据传输的情况中，OFDM被应用在4G无线通信系统的物理层复用操作中。

OFDM为多载波调制（MCM）中一个比较特殊的例子，其中在传输一连串符号序列之前将其转换为平行符号序列并且调制到相互正交的子载波。

第一个MCM系统出现在1950年代后期，是用于军用高频（HF）无线通信，并且最初在1970年代开发了具有重叠正交子载波的OFDM。由于在多个载波之间保持正交调制方面的困难，OFDM在应用到真实的系统中时有许多限制。

然而，1971年，Weinstein等提出了将离散傅立叶变换（DFT）应用到平行数据传输以作为有效的调制和解调方法的OFDM方案，其成为后来OFDM发展的动力。虽然硬件复杂性对于推广使用OFDM是一个障碍，但最近在包括快速傅立叶变换（FFT）和逆快速傅立叶变换（IFFT）的数字信号处理技术上的发展已经使得能够实现OFDM。同样，安全间隔和作为具体安全间隔的循环前缀（CP）的引入减小了多径传播和时延扩展的不利影响。

因为OFDM在高速数据传输中的可行性，其已经被接纳为基于IEEE 802.11a 和HIPERLAN/2，IEEE802.16宽带无线接入（BMA）的快速无线局域网（WLAN）的标准，并且作为无线通信领域中的数字视频广播（DAB），也是不对称数据用户线（ADSL）和超高速率数字用户线（VDSL）的标准。

频率偏移深远地影响了OFDM通信系统的性能并且已经作了很多研究来解决这个问题。然而，大部分研究是在下行链路环境中开展的，在此环境中用户站（SS）接收和处理基站（BS）广播的信号。在上行链路情况中的频率偏移估计和补偿也是值得研究的。

与下行链路相比，联合上行链路接收来自多个用户的信号。因此，将现有的在下行情况下提出的频率偏移估计和补偿技术直接应用到上行链路是可能的。在本文中，有一种理论方法，在该方法中通过将不同的频段分配给不同的用户并且通过各个频段的滤波器从多个用户分离出各自的信号来设置下行链路附近的情况，以及根据下行链路附近情况应用现有的下行链路频偏估计方法。然而，这种方法实际上是不可行的，因为其需要和使用者同样数量的滤波器，使其能在频率波段中有一个很好的识别力。

在OFDM通信系统中，BS使用从SS接收的测距信道信号来估计上行时间偏移。测距信号基本上被设计为估计上行链路上的每个SS的时间偏移以及修正其传输定时。即使频率偏移没有被修正，使用测距信号也能相对准确地估计出时间偏移。

发明内容

如上描述，现在不存在估计上行链路频率偏移的传统技术。因为频率偏移估计的资源附加分配是不切实际的，目前采用用于上行链路时间同步的测距信道。

本发明的一个目的在于实质上解决至少一个上述问题和/或缺点并且提供至少一个以下的优点。因此，本发明的一个目的在于在OFDM通信系统中提供一种使用测距信号估计和修正上行链路频率偏移的设备和方法。

本发明的一个方面是提供一种发送/接收用于FDM通信系统种频偏估计的测距信号的设备和方法。

通过在OFDM通信系统中提供一种用于估计和纠正上行链路频偏的设备和方法来获得上述目的。

根据本发明的一个方面，在OFDM通信系统的BS设备中，其中使用由两个同一OFDM符号形成的测距信号来估计上行链路频偏，从SS接收到测距信号的每两个连续的OFDM符号，FFT处理器就进行FFT处理。代码解调器将从FFT处理器接收的FFT信号乘以分配给SS的测距代码。加法器累加从每个FFT

窗口的代码解调器接收而来的信号。乘法器对第一个从加法器接收而来的 FFT 窗口的和的复共扼以及从加法器接收而来的第二 FFT 窗口的和进行相乘。频率偏移估计器使用从乘法器接收的乘积来估计用户站的上行链路频率偏移。

依照本发明的另一个方面，在 OFDM 通信系统中的 SS 设备中，测距代码产生器产生分配用于 BS 的频率偏移估计的测距代码。测距信道产生器将测距代码分配到预定子载波上。IFFT 处理器对从测距信道产生器接收的数据进行 IFFT 处理并输出时间域采样数据。转发器一次性转发从 IFFT 处理器接收而来的采样数据并且连续输出转发采样数据。安全间隔加法器通过将安全间隔加在从转发器接收的采样数据之前和之后来产生用于频率偏移估计测距信号。

根据本发明的另一方面，在 OFDM 通信系统基站的上行链路频偏估计方法中，使用由两个同一 OFDM 符号形成的测距信号来估计上行链路频偏，对从 SS 接收的测距信号的每两个连续 OFDM 符号进行 FFT 处理。通过将 FFT 信号与分配给 SS 的测距代码相乘来对 FFT 信号进行代码解调并对每一 FFT 窗相加。第一 FFT 窗的和的复共扼乘以第二 FFT 窗的和。使用该乘积来估计 SS 的上行链路频偏。

还依照本发明的另一个方面，在 OFDM 通信系统的 SS 中的上行链路频率偏移修正方法中，从基站分配测距代码。通过对测距代码进行 IFFT 处理来产生时域采样数据。通过一次性转发采样数据来产生频偏估计的测距信号，将其处理为一个 RF 信号，然后传输到 BS 上。

附图说明

本发明的以上和其他目的、特征和优点从结合附图的下列详细描述中将变得明显，其中

图 1 说明了根据本发明实施例在 OFDM 通信系统中的上行链路频率偏移估计的整个流程;

图 2A 和 2B 说明了根据本发明的一个实施例的第二测距信号的结构;

图 3 是根据本发明一个实施例的在 OFDM 系统中的第二测距信号发射器的框图;

图 4 是根据本发明一个实施例在 OFDM 通信系统中的 BS 的上行链路频率偏移估计器的框图;

图 5 是根据本发明的一个实施例在 OFDM 通信系统的 SS 中的上行链路频率偏移修正器的框图;

图 6 是一个通过本发明的一个实施例说明了用于修正在 OFDM 通信系统中的上行链路频率偏移的 SS 中的操作流程图;

图 7 是一个通过本发明的一个实施例说明了用于估计在 OFDM 通信系统的上行链路频率偏移的 BS 中的操作流程图。

具体实施方式

下面将参考附图来描述本发明的优选实施例。在下面的说明中，众所周知的功能或者结构不会被详细说明，因为对他们不必要的详细说明将会使得本发明变得难以理解。

图 1 说明了根据本发明的实施例在 OFDM 通信系统中上行链路频率偏移估计的整个流程。

参见图 1，在步骤 101 中 SS 随机从主要测距代码集中选择一个测距代码并且在步骤 102 中使用选择的测距代码来发送主要测距信号。主要测距代码集是一个为初始化测距和周期测距而设置的代码集。通过本发明频率偏移估计能在初始测距和周期测距中执行。

在步骤 103，BS 监视测距信道，在检测到主要测距代码时估计时间偏移，从次要测距代码集中选择次要测距代码并将选择的次要测距代码分配给与检测的主要测距代码相对应的 SS。在步骤 104 中，BS 然后将时间偏移修正值和分配的次要测距代码反馈给 SS。

在步骤 105 中，SS 基于时间偏移修正值来修正其传输定时并且在步骤 106 中使用分配的次要测距代码来传输次要测距信号。

步骤 107 中，BS 监视测距信道。在检测到次要测距代码之后，BS 使用本发明的算法来估计频率偏移。在步骤 108 中，BS 接着反馈一个频率偏移修正值给 SS，同时还包括另外一个时间偏移修正值。

SS 基于时间偏移修正值对传输定时作出一个好的修改并且基于频率偏移修正值修正其频率偏移。

需要注意的一件事情是图 1 所示的过程是在步骤 107 中 BS 仅仅只确定在步骤 103 中分配的次要测距代码是否被接收而不必确定哪个测距代码被接收了。相反的，BS 必须决定关于在所有可能的主要测距代码中进行代码接收。

步骤 103 和 107 的时间偏移估计算法是公知的，并且因此在这里没有给出它们的描述。

现在将描述频根据本发明的一个估计过程。

图 2A 和 2B 说明了根据本发明一个实施例的次要测距信号的配置。

图 2A 描述了次要测距信号的发射。参考图 2A，T_{FFT} 表示一个有效的 OFDM 符号周期，T_{CP} 表示一个安全间隔，T_{ADD} 表示另一个安全间隔，T_{OFDM} 表示一个 OFDM 符号周期。该被分配了次要测距代码的测距信道的 IFFT 信号与 T_{FFT} 对应。次要测距信号产生于一次性转发的 T_{FFT} 期间，附一个开始时 T_{FFT} 期间预定最后部分 C 的拷贝 T_{CP}，再附一个结束时 T_{FFT} 期间预定第一部分 A 的拷贝 T_{ADD}。在此情况下 T_{CP} 是增加的正常安全间隔用于防止载波互相干扰（ICI），其中在 FFT 窗口之外接收次要测距信号。和 T_{CP} 相似，在此情况下增加 T_{ADD} 用于防止 ICI，其中在 FFT 窗口之前接收次要测距信号。

根据本发明，通过一次性转发 IFFT 信号以及在转发的 IFFT 信号之前和之后增加安全间隔来特有的建立次要测距信号。

图 2B 描述了在 BS 同时从多个 SS 接收次要测距信号。参考图 2B，BS 分配三个 T_{OFDM} 周期用于接收以图 2A 所述格式所发送的次要测距信号。在分配的间隔开始之后的预定时间，BS 读取在两个 T_{FFT} 周期上的信号，对读取的信号进行 FFT 处理并估计频率偏移。预定时间等于在包括步骤 104 和 106 中所涉及的时间延迟。

图 3 是根据本发明一个实施例在 OFDM 系统中的次要测距信号发射器的框图。

本发明的次要测距信号发射器包括测距代码发生器 301，测距信道发生器 302，IFFT 处理器 303，并串（P/S）转换器 304，转发器 305，和安全间隔（C，A）加法器 306。

参考图 3，在从上层控制器（未示出）接收到由 BS 分配的次要测距代码数量之后，测距代码发生器 301 输出与代码数量对应的次要测距代码。测距信道发生器 302 分配次要测距代码给子载波。子载波分配实际上是提供测距代码的各自元素（或者比特）到 IFFT 处理器 303 的相关输入（子载波位置）。在没有被分配测距代码的子载波位置上插入 0。

IFFT 处理器 303 对来自测距信道发生器 302 的信号进行 IFFT 处理，因此产生时域采样数据。并串转换器 304 将并行 IFFT 信号转换为串行 IFFT 信

号。转发器 305 一次性转发 IFFT 信号并且安全间隔加法器 306 在两个转发 IFFT 信号的开始和结束时间增加安全间隔 C 和 A 并且输出最后得到的基带次要测距信号。。虽然未示出，基带次要测距信号被处理为适合于在空中传输的射频（RF）信号并且通过天线传输到空中。

图 4 是根据本发明一个实施例在 OFDM 通信系统的 BS 中的上行链路频率偏移估计器的框图。频率偏移估计器设计为接收上述次要测距信号并且使用次要测距信号来估计频率偏移。

本发明的上行链路频率偏移估计器包括射频处理器 401，串并（S/P）转换器 402，FFT 处理器 403，测距信道提取器 404，乘法器 405，代码产生器 406，加法器 407，开关 408，延迟器 409，复共扼发生器 410，乘法器 411，相位计算器 412，乘法器 413。

参考图 4，射频处理器 401 包括前端单元，滤波器，模数（A/D）转换器等等。射频处理器 401 将通过天线接收的 RF 信号下变频到基带信号并且将模拟基带信号转换成数字采样数据。S/P 转换器 402 将从 RF 处理器 401 接收的串行数据转换为并行数据用于输入到 FFT 处理器 403。在串并转换过程中，串并转换器 402 从串行数据中消除了在图 2A 和 2B 所示的安全间隔 C 和 A。

FFT 处理器 403 对从串并转换器 402 接收的时域采样数据进行 FFT 处理并且输出频域数据。也就是说，FFT 处理器 403 通过解调接收信号来产生子载波值。测距信道提取器 404 在从 FFT 处理器 403 接收的子载波值中提取加载了测距代码的子载波值。如图 3 描述的，因为次要测距信号包括两个连续的 OFDM 符号，FFT 处理器 403 解调在连续 FFT 窗口上的次要测距信号。和第一 FFT 窗口有关的测距信道抽取器 404 的输出被模拟为公式 1:

$$\sum_{l=1}^{L}(H_l(k)X_l(k)+N^{(1)}(k)),\quad k\in RACH \qquad \ldots(1)$$

并且和第二 FFT 窗口有关的测距信道抽取器 404 的输出被模拟为公式 2:

$$\sum_{l=1}^{L}(H_l(k)X_l(k)\exp(j2\pi k_l)+N^{(2)}(k)),\quad k\in RACH \qquad \ldots(2)$$

其中 k 是子载波索引，1 是用户索引，用户数量是 L，$H_1(K)$ 指示用于用户 1 的子载波 k 的信道，$X_1(k)$ 指示用于用户 1 的子载波 k 的测距代码部分，而且 k_1 指示校正为用户 1 的真实子载波空间的频率偏移。$N^{(1)}(k)$ 和 $N^{(2)}(k)$ 是关于子载波 k 在图 2 所示的第一和第二 FFT 窗口中的噪音元素， RACH 是分配给测距信道的一组子载波索引。

代码发生器 406 为需要进行频偏估计的用户产生次要测距代码。为了表达清楚，假设为用户 1（l = 1）估计频率偏移。换句话说，代码发生器 406 的输出被假设为 $X_1(k)$，$k \in RACH$。乘法器 405 将从测距信道提取器 404 接收的子载波值与次要测距代码相乘。

加法器 407 累加每个 FFT 窗口中的乘积信号。整个第一 FFT 窗口上的加法器 407 的输出被模拟为公式（3）：

$$\sum_{k\in RACH} H_1(k) + \sum_{l=2}^{L} \sum_{k\in RACH} H_1(k)X_1(k)X_l(k) + \sum_{k\in RACH} X_1(k)N^{(1)}(k) \quad \ldots (3)$$

并且，在第二 FFT 窗口上的加法器 407 的输出被模拟为公式（4）：

$$\sum_{k\in RACH} H_1(k)\exp(j2\pi k_1) + \sum_{l=2}^{L} \sum_{k\in RACH} H_1(k)X_1(k)X_l(k)\exp(j2\pi k_l) + \sum_{k\in RACH} X_1(k)N^{(2)}(k) \quad \ldots (4)$$

在公式(3)和公式(4)中，因为用户 1（l = 1）的次要测距代码与任何其它用户的不同，第二项是一个近似于 0 的值。在没有时间同步时，第二项不是零因此时间同步必须在频率偏移估计之前。需要指出的是第三项仍旧作为噪声元素。因此，通过将公式（3）所描述的信号进行复共扼来提取 $\exp(j2\pi k_1)$ 并且将复共扼与公式（4）所述信号相乘。

因此，开关 408 将加法器 407（在下文中，称作“第一 FFT 值”）的第一输出切换到延迟器 409 中。预定时间（也就是 T_{FFT}）之后，开关 406 切换加法器 407（在下文中，称作“第二 FFT 值”）的第二输出到乘法器 411。在中间时间，延迟器 409 将第一 FFT 值延迟预定时间（也就是 T_{FFT}）。复共扼发生器 410 将延迟的第一 FFT 值进行复共扼。

乘法器 411 将从开关 408 接收的第二 FFT 值与复共扼相乘。乘积结果是附加噪声和 $\exp(j2\pi k_1)$ 的乘积。相位计算器 412 计算乘积的相位 $2\pi k_1$。乘法器 413 通过将相位 $2\pi k_1$ 和 $1/2\pi$ 相乘来计算频率偏移估计 k_1。频率偏移估计连同时间偏移估计一起回馈给用户（或者 SS），并且 SS 基于时间偏移估计和频率偏移估计来修正时间偏移和频率偏移，用于信号传输。

图 5 是根据本发明一个实施例在 OFDM 通信系统的 SS 中的上行链路频率偏移修正器的框图。

本发明的频率偏移修正器包括基带处理器 501，乘法器 502，频率偏移修正值发生器 503，射频处理器 504，和控制消息处理器 505。

参考图 5，控制消息处理器 505 处理从 BS 接收来的控制消息并且提供频

率偏移修正值到频率偏移修正值发生器 503。根据本发明假定接收的控制消息包括频率偏移信息和时间偏移信息。

频率偏移修正值发生器 503 根据频率偏移修正值产生相位旋转值 $\exp(j2\pi nk_0/N)$。N 是 FFT 的大小，n 是 IFFT 输出的时间索引，k_0 是用于用户的频率偏移修正值。乘法器 502 将从基带处理器 501 接收而来的时间采样数据与相位旋转值相乘。射频处理器 504 将相位调整采样数据转换为模拟信号，并将模拟信号处理为适合于实际传输的射频信号，并且通过天线发送射频信号。

图 6 是说明根据本发明一个实施例在 OFDM 通信系统中的 SS 的上行链路频率偏移修正操作流程图。

参考图 6，在步骤 601 中 SS 从主要测距代码集中选择一个随机主要测距代码。主要测距代码集是一个定义为初始测距和周期测距的代码集。也就是，按照本发明在初始测距和周期测距期间实施频率偏移估计。在步骤 602 中，SS 使用选择的主要测距代码将主要测距信号发送到 BS。

在步骤 603 中，SS 监测在预定时间内从 BS 接收的确认信号（ACK）。如果没有接收到 ACK 信号，SS 返回到步骤 601。另一方面，在接收到 ACK 信号时，SS 从 ACK 消息中获得时间偏移信息并在步骤 604 中基于时间偏移信息修正时间偏移。

SS 同样从 ACK 消息中获得次要测距代码并在步骤 605 中将使用次要测距代码的测距信号发送到 BS。正如先前所述，次要测距代码具有两个连续的 OFDM 符号。也就是说，使用次要测距代码来产生 OFDM 符号并且随后一次性转发最后得到的次要测距信号。

在发送了次要测距信号之后，SS 在步骤 606 中监测从 BS 接收的次要测距信号的 ACK 信号。在接收到 ACK 消息后，SS 从 ACK 消息中获得频偏信息和时间偏移信息并在步骤 607 中基于获得的信息来修正频偏和时间偏移。

图 7 是说明了根据本发明一个实施例在 OFDM 通信系统中 BS 的上行链路频偏估计操作的流程图。

参考图 7，BS 在步骤 701 中监测所有可能的主要测距代码的接收。如果接收到主要测距代码，在步骤 702 中 BS 估计检测到的测距信号的时间偏移。因为关于时间偏移估计的算法是公知的，所以不再描述时间偏移估计。在步骤 703，BS 确定时间偏移估计是否有效。依靠使用的估计算法判定的标准是不同的并且在这里不提供其详细描述。如果时间偏移估计不是有效的，在步

骤 704 中 BS 将否定确认信号（NACK）发送到与检测的测距代码相对应的 SS。

在步骤 705 中，如果时间偏移估计是有效的，BS 从次要测距代码中选择一个随机次要测距代码并且在步骤 706 中将包含时间偏移估计和次要测距代码分配信息的消息发送到 SS。

在步骤 707 中，BS 监测使用次要测距代码的次要测距信号的接收。在接收到次要测距信号之后，在步骤 708 中 BS 估计次要测距信号的时间偏移和频率偏移。如前所述，对每个 FFT 期间的解调代码信号进行累加，对第一 FFT 期间的和进行复共扼，并且将该复共扼与第二 FFT 期间的和相乘。这样，频率偏移被估计出来。

在估计时间偏移和频率偏移之后，在步骤 709 中 BS 决定估计是否有效。如果估计是无效的，在步骤 710 中 BS 传送一个 NACK 信号给 SS。如果估计是有效的，在步骤 711 中 BS 传送一个包含时间偏移估计和频率偏移估计的消息到 SS。

如上描述，本发明提供了一种对 OFDM 通信系统中的上行链路进行频率偏移估计和修正的解决方案。本发明的频率偏移估计方案在频率资源的利用上具有优点，因为使用了分配用于时间偏移估计的现有测距信道而没有为频偏估计分配另外的频率资源。

然而只是参考其某些优选实施例来示出和描述了本发明，本领域内的技术人员将会明白在这里所作的各种形式上和细节上的改变都不会超出附加权利要求所定义的本发明的精神和范围。

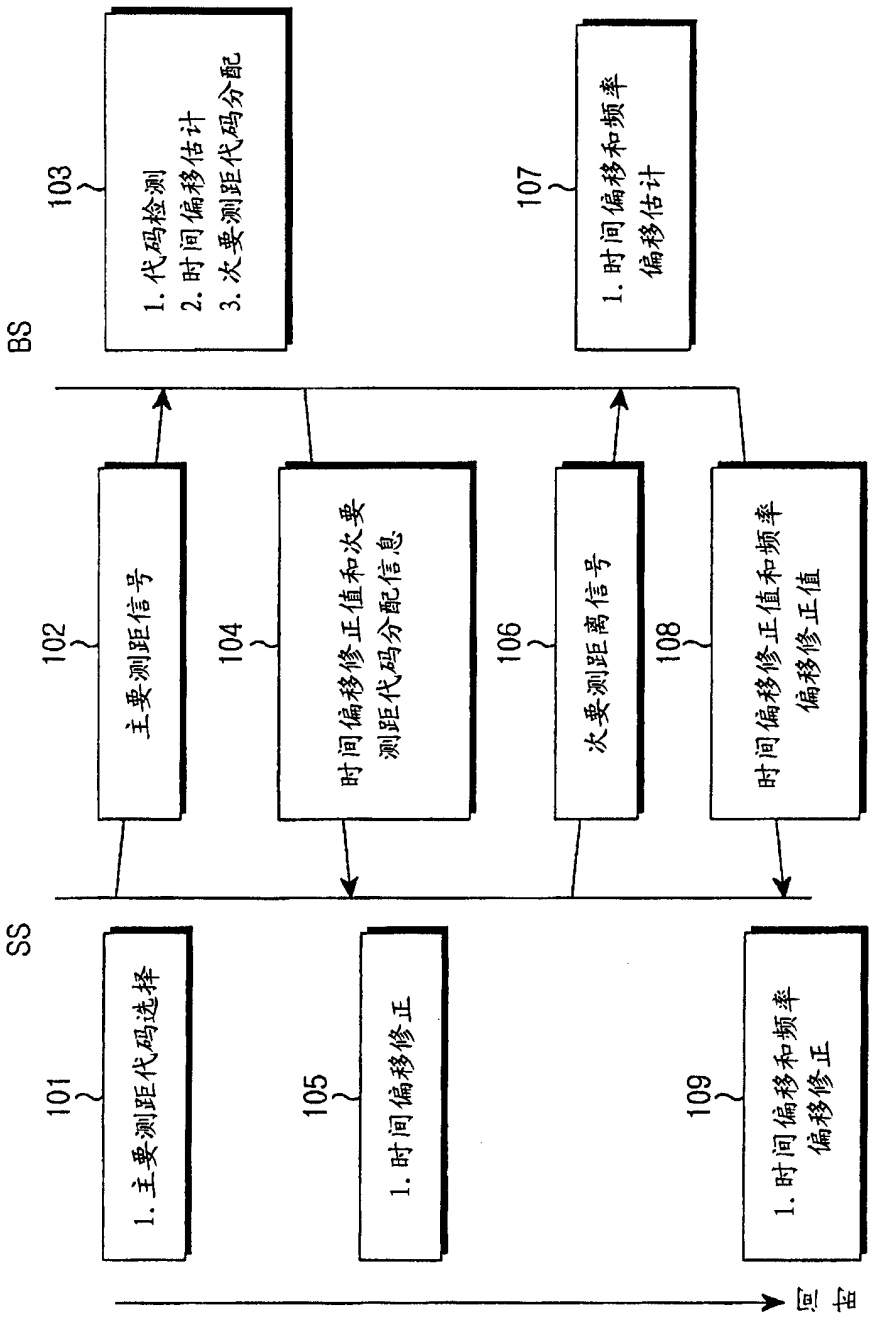

BS
SS
103
1. 代码检测
2. 时间偏移估计
3. 次要测距代码分配
107
1. 时间偏移和频率偏移估计
101
1. 主要测距代码选择
102
主要测距信号
104
时间偏移修正值和次要测距代码分配信息
106
次要测距信号
108
时间偏移修正值和频率偏移修正值
105
1. 时间偏移修正
109
1. 时间偏移和频率偏移修正
时间

图 1

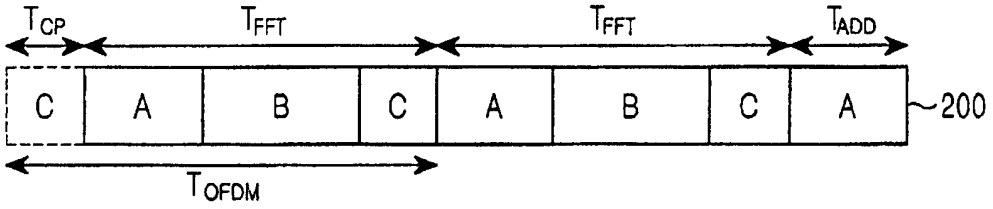

TCP
TFFT
TFFT
TADD
C
A
B
C
A
B
C
A
200
TOFDM

图 2A

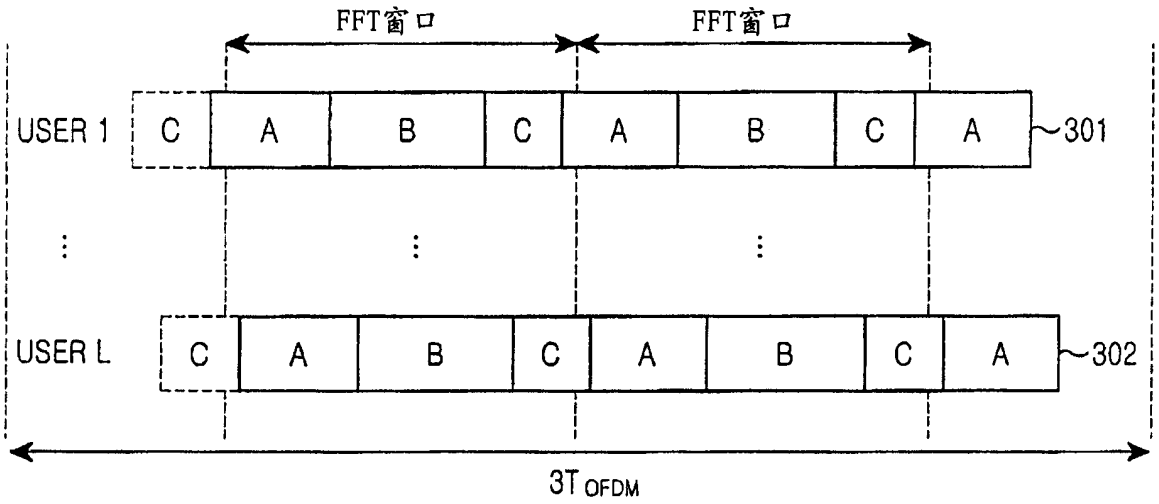

FFT窗口
FFT窗口
USER 1
C
A
B
C
A
B
C
A
301
USER L
C
A
B
C
A
B
C
A
302
3TOFDM

图 2B

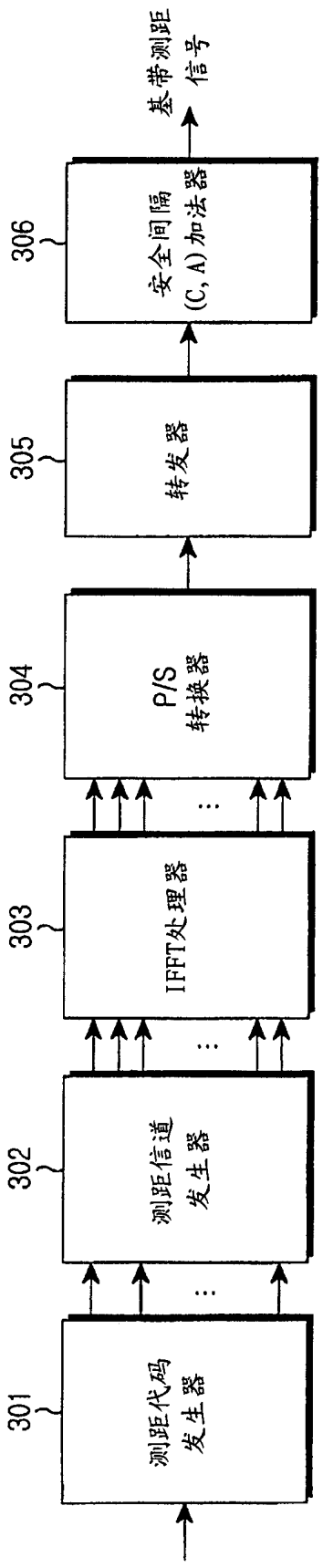

301
测距代码发生器
302
测距信道发生器
303
IFFT处理器
304
P/S转换器
305
转发器
306
安全间隔(C,A)加法器
基带测距信号

图 3

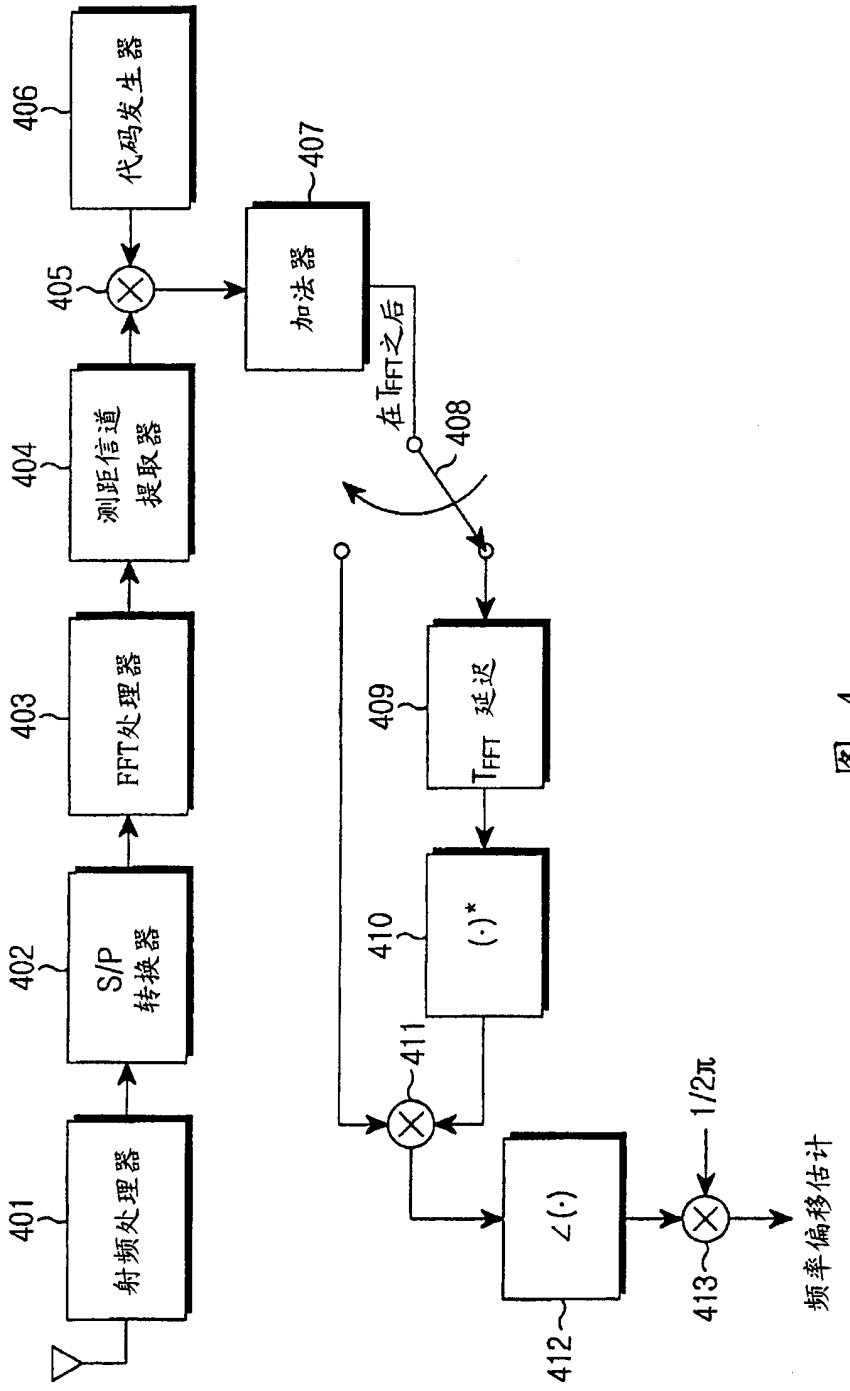

401
射频处理器
402
S/P
转换器
403
FFT处理器
404
测距信道
提取器
405
406
代码发生器
407
加法器
在IFFT之后
408
409
TFFT 延迟
410
(·)*
411
412
∠(·)
413
1/2π
频率偏移估计

图 4

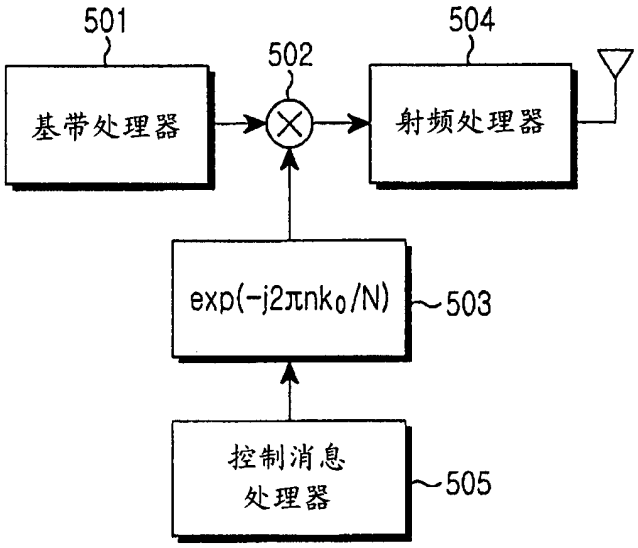


图 5

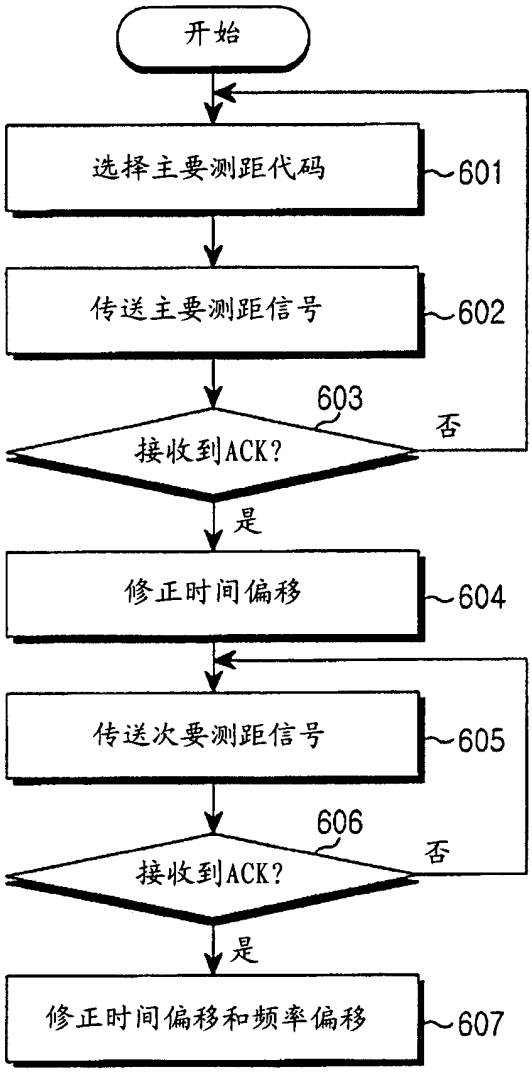

开始
选择主要测距代码
601
传送主要测距信号
602
603
接收到ACK?
否
是
修正时间偏移
604
传送次要测距信号
605
606
接收到ACK?
否
是
修正时间偏移和频率偏移
607

图 6

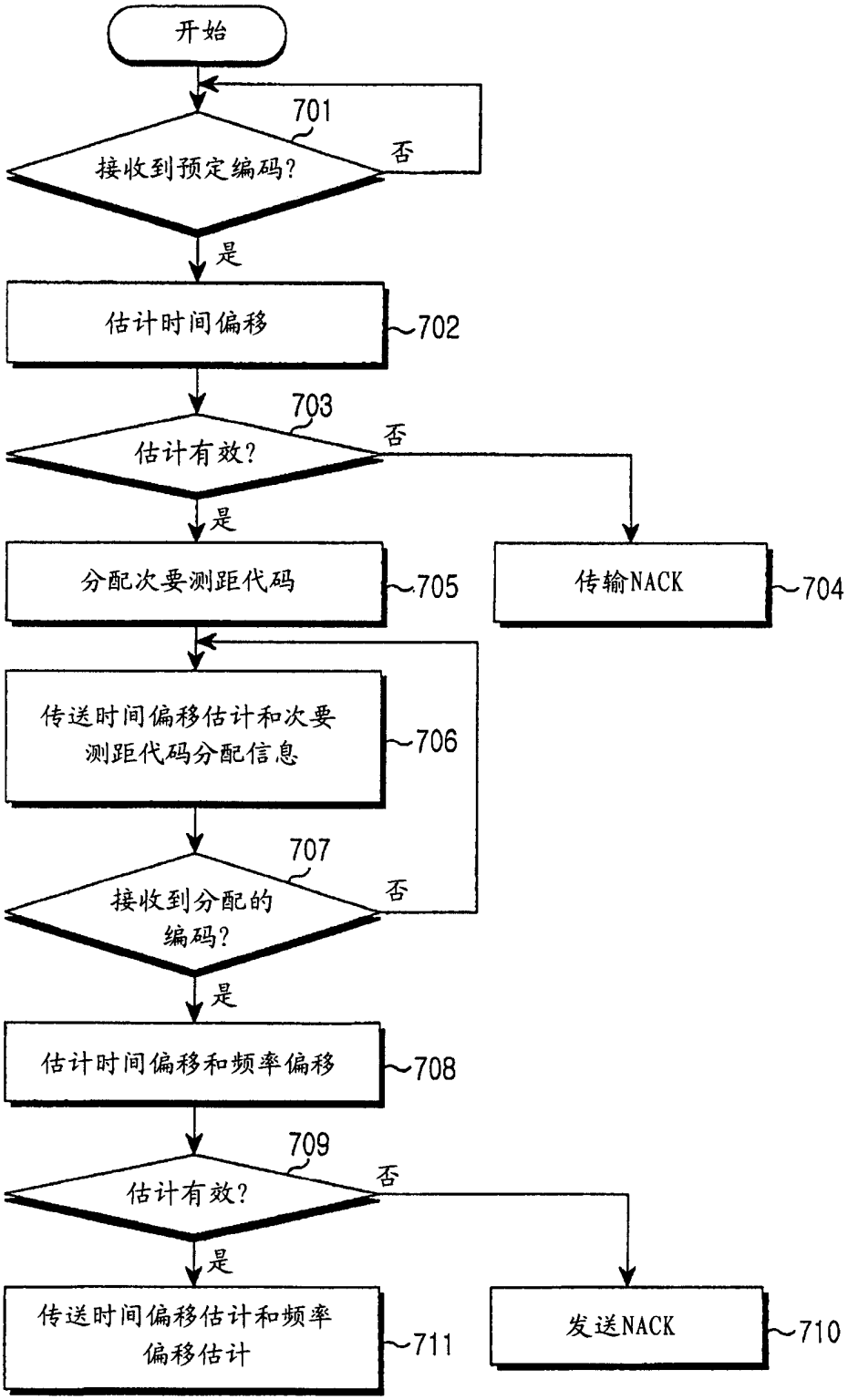

开始
701
接收到预定编码?
否
是
估计时间偏移
702
703
估计有效?
否
是
分配次要测距代码
705
传输NACK
704
传送时间偏移估计和次要测距代码分配信息
706
707
接收到分配的编码?
否
是
估计时间偏移和频率偏移
708
709
估计有效?
否
是
传送时间偏移估计和频率偏移估计
711
发送NACK
710

图 7