



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1879321 B

(45) 授权公告日 2012.03.21

(21) 申请号 200380110738.3

代理人 吕晓章 李晓舒

(22) 申请日 2003.11.19

(51) Int. Cl.

H04L 27/26(2006.01)

(30) 优先权数据

10-2003-0074693 2003.10.24 KR

(56) 对比文件

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.05.24

US 2002/0159422 A1, 2002.10.31, 说明书第
0045-0046、0052、0075、0082 段以及图 2、3。

(86) PCT申请的申请数据

PCT/KR2003/002494 2003.11.19

WO 03/034642 A2, 2003.04.24, 全文。

(87) PCT申请的公布数据

W02005/041448 EN 2005.05.06

US 6487252 B1, 2002.11.26, 说明书第 3 栏
第 65 行至第 4 栏第 7 行。US 5867478 A, 1999.02.02, 说明书第 6 栏第
39 至 45 行, 第 22 栏第 51 至 54 行。

(73) 专利权人 韩国电子通信研究院

审查员 付圆媛

地址 韩国大田市

专利权人 中央大学教

(72) 发明人 金光淳 安载泳 赵镛洙 金东汉

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

权利要求书 4 页 说明书 15 页 附图 13 页

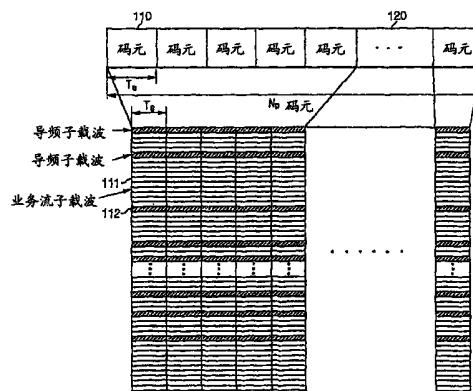
(54) 发明名称

移动通信系统中的下行链路信号配置方法与
设备、以及使用其的同步与小区搜索方法与设备

(57) 摘要

公开了一种移动通信系统中下行链路信号配置方法与设备、以及使用其的同步与小区搜索方法与设备。下行链路帧具有其中相对于时间轴与频率轴分布式地排列导频子载波的多个码元。通过使用下行链路信号的循环前缀与下行链路信号的有效码元的自相关被最大化的位置，估计初始码元同步与初始频率同步；并且通过使用在所估计的码元中包含的导频子载波，估计小区搜索与整数倍频率同步。使用所估计的小区搜索结果，估计细致码元同步、细致频率同步、下行链路帧同步。进行下行链路频率与时间跟踪，通过利用插入到下行链路帧中的导频子载波位置集合，进行小区跟踪，通过利用导频子载波，重复细致码元同步跟踪与细致频率同步跟踪，以进行下行链路的频率与时间跟踪。

CN 1879321 B



1. 一种用来在正交频分多路复用接入 - 频分双工 (OFDMA-FDD) 移动通信系统中初始同步下行链路信号及搜索小区的方法, 其中下行链路信号帧包含分配有多个业务流子载波和多个导频子载波的多个码元, 所述导频子载波相对于时间轴与频率轴而分布, 该方法包含 :

- (a) 使用下行链路信号的循环前缀与下行链路信号的有效码元的自相关被最大化的位
置, 并且估计初始码元同步与初始频率同步;
- (b) 使用在具有所估计的初始码元同步与初始频率同步的码元中包含的导频子载波,
并且估计小区搜索与整数倍频率同步;
- (c) 使用所估计的小区搜索结果, 并且估计细致码元同步;
- (d) 使用所估计的小区搜索结果, 并且估计细致频率同步; 以及
- (e) 估计下行链路的帧同步。

2. 一种用来在正交频分多路复用接入 - 时分双工 (OFDMA-TDD) 移动通信系统中初始同步下行链路信号及搜索小区的方法, 其中下行链路信号帧包含分配有多个业务流子载波和多个导频子载波的多个码元, 所述导频子载波相对于时间轴与频率轴而分布, 并且下行链路帧与无缝上行链路帧形成了该移动通信系统的帧, 该方法包含 :

- (a) 使用下行链路信号的循环前缀与下行链路信号的有效码元的自相关被最大化的位
置, 并且估计初始码元同步与初始频率同步;
- (b) 使用在具有所估计的初始码元同步与初始频率同步的码元中包含的导频子载波,
并且估计小区搜索、整数倍频率同步、以及下行链路估计;
- (c) 使用所估计的小区搜索结果, 并且跟踪下行链路;
- (d) 使用所估计的小区搜索结果, 并且估计细致码元同步;
- (e) 使用所估计的小区搜索结果, 估计细致频率同步; 以及
- (f) 估计下行链路的帧同步。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的方法, 其中该方法包含 : 在估计下行链路的帧同步之后 :

- (i) 跟踪下行链路的频率与时间;
 - (ii) 使用分布到下行链路帧中的导频子载波位置集合, 并且跟踪小区;
 - (iii) 使用导频子载波位置集合, 并且跟踪码元同步;
 - (iv) 使用导频子载波, 并且跟踪细致频率同步, 并且
- 重复步骤 (i)、(ii)、(iii)、(iv), 以跟踪下行链路帧的频率与时间。

4. 如权利要求 2 所述的方法, 其中, 当在步骤 (b) 发现链路为上行链路时, 停止下行链路信号的同步处理, 并且在预定的码元间隔之后, 重复步骤 (a) 到 (f)。

5. 一种用来在正交频分多路复用接入 - 频分双工 (OFDMA-FDD) 移动通信系统中同步下行链路信号的设备, 其中下行链路信号帧包含分配有多个业务流子载波和多个导频子载波的多个码元, 所述导频子载波相对于时间轴与频率轴而分布, 该设备包含 :

初始同步估计器, 用来估计下行链路信号的初始码元同步和初始频率同步, 利用估计结果与在小区信息存储单元中存储的信息, 并且进行小区搜索、整数倍频率同步估计、细致码元同步估计、细致频率同步估计、以及帧同步估计;

小区信息存储单元, 用来存储关于当初始同步估计器进行初始同步时、在该移动通信系统中包含的小区的信息; 以及

跟踪器,用来使用分配给每个小区的导频子载波位置集合,并且进行小区跟踪、细致码元同步跟踪、以及细致频率同步跟踪。

6. 一种用来在正交频分多路复用接入-时分双工 (OFDMA-TDD) 移动通信系统中初始同步下行链路信号的设备,其中下行链路信号帧包含分配有多个业务流子载波和多个导频子载波的多个码元,所述导频子载波相对于时间轴与频率轴而分布,并且下行链路帧与无缝上行链路帧形成了该移动通信系统的帧,该设备包含:

 初始同步估计器,用来估计下行链路信号的初始码元同步和初始频率同步,利用估计结果与在小区信息存储单元中存储的信息,并且进行小区搜索、整数倍频率同步估计、下行链路估计、下行链路跟踪、细致码元同步估计、细致频率同步估计、以及帧同步估计;

 小区信息存储单元,用来存储关于当初始同步估计器进行初始同步时、在该移动通信系统中包含的小区的信息;以及

 跟踪器,用来使用适合地分配给每个小区的导频子载波位置集合,并且进行小区跟踪、细致码元同步跟踪、以及细致频率同步跟踪。

7. 如权利要求 5 所述的设备,其中,初始同步估计器包含:

 初始码元同步与初始频率同步估计器,用来使用下行链路信号的循环前缀与下行链路信号的有效码元的自相关被最大化的位置,并且估计初始码元同步与初始频率同步;

 小区搜索与整数倍频率同步估计器,用来使用在由初始码元同步与初始频率同步估计器估计的码元中包含的导频子载波,并且估计小区搜索与整数倍频率同步;

 细致码元同步估计器,用来使用小区搜索与整数倍频率同步估计器所估计的小区搜索结果与导频子载波,并且估计细致码元同步;

 细致频率同步估计器,用来使用小区搜索与整数倍频率同步估计器所估计的小区搜索结果与导频子载波,并且估计细致频率同步;以及

 帧同步估计器,用来使用小区搜索与整数倍频率同步估计器所估计的小区搜索结果与导频子载波,并且估计下行链路的帧同步。

8. 如权利要求 6 所述的设备,其中,初始同步估计器包含:

 初始码元同步与初始频率同步估计器,用来使用下行链路信号的循环前缀与下行链路信号的有效码元的自相关被最大化的位置,并且估计初始码元同步与初始频率同步;

 小区搜索与整数倍频率同步及下行链路估计器,用来使用在由初始码元同步与初始频率同步估计器估计的码元中包含的导频子载波,并且估计小区搜索、整数倍频率同步、及下行链路;

 下行链路跟踪器,用来使用在由初始码元同步与初始频率同步估计器估计的码元中包含的导频子载波,并且跟踪下行链路;

 细致码元同步估计器,用来使用小区搜索与整数倍频率同步及下行链路估计器所估计的小区搜索结果、下行链路跟踪器的跟踪结果、导频子载波,并且估计细致码元同步;

 细致频率同步估计器,用来使用小区搜索与整数倍频率同步及下行链路估计器所估计的小区搜索结果、下行链路跟踪器的跟踪结果、导频子载波,并且估计细致频率同步;以及

 帧同步估计器,用来使用小区搜索与整数倍频率同步及下行链路估计器所估计的小区搜索结果、导频子载波,并且估计下行链路的帧同步。

9. 如权利要求 7 或 8 所述的设备,其中初始码元同步与初始频率同步估计器包含:

延迟单元,用来延迟下行链路信号;

共轭复数生成器,用来找到被延迟的下行链路信号与下行链路信号的相关;

比较器,用来通过相关器的输出信号、从下行链路码元间隔长度找到相关值的最大值;以及

频率偏移估计器,用来从由比较器估计的初始码元同步估计值、找到自相关的相位值。

10. 如权利要求 7 所述的设备,其中小区搜索与整数倍频率同步估计器包含:

延迟单元,用来将通过对下行链路信号进行傅立叶变换而生成的频率域信号延迟一个码元;

自相关器,用来根据通过小区信息存储单元接收的每个小区的导频子载波位置集合、在可用整数倍频率偏移范围内、找到下行链路信号与由延迟单元输出的频率域信号的自相关;

比较器,用来找到由自相关器输出的自相关最大值,以进行小区搜索,并且根据对于所估计的小区的导频子载波位置集合可用的整数倍频率偏移,找到自相关最大值,以估计整数倍频率同步。

11. 如权利要求 8 所述的设备,其中小区搜索与整数倍频率同步及下行链路估计器包含:

延迟单元,用来将通过对下行链路信号进行傅立叶变换而生成的频率域信号延迟一个码元;

自相关器,用来根据通过小区信息存储单元接收的每个小区的导频子载波位置集合、在可用整数倍频率偏移范围内、找到下行链路信号与由延迟单元输出的频率域信号的自相关;

比较器,用来找到由自相关器输出的自相关最大值,以进行小区搜索,并且根据对于所估计的小区的导频子载波位置集合可用的整数倍频率偏移,找到自相关最大值,以估计整数倍频率同步,并且当估计整数倍频率同步时,比较自相关值与预定阈值,以进行下行链路估计。

12. 如权利要求 8 所述的设备,其中下行链路跟踪器包含:

延迟单元,用来将通过对下行链路信号进行傅立叶变换而生成的频率域信号延迟一个码元;

自相关器,用来找到下行链路信号与由延迟单元输出的频率域信号的自相关;以及

比较器,用来比较由自相关器输出的自相关值与预定阈值,以进行下行链路估计。

13. 如权利要求 7 或 8 所述的设备,其中该细致码元同步估计器包含:

相关器,用来对通过对下行链路进行傅立叶变换而生成的频率域信号、由小区信息存储单元提供的所估计小区的导频码元模式、以及导频子载波位置集合进行交叉相关;

傅立叶逆变换单元,用来对由相关器交叉相关的值进行傅立叶逆变换;以及

比较器,用来找到其上傅立叶逆变化单元的输出被最大化的值,并且估计细致码元同步。

14. 如权利要求 7 或 8 所述的设备,其中该细致频率同步估计器包含:

傅立叶变换单元,用来对下行链路信号进行傅立叶变换,并且输出频率域信号;

延迟单元,用来将所述频率域信号延迟一个码元;

相关器,用来针对由小区信息存储单元提供的所估计的小区的导频子载波位置集合、对由延迟单元输出的经延迟信号与由傅立叶变换单元输出的频率域信号进行交叉相关;以及

相位估计器,用来使用由相关器交叉相关的值的相位值,并且估计细致频率同步。

15. 如权利要求 5 或 6 所述的设备,其中,跟踪器包含:

小区跟踪器,用来使用适合地分配给小区的导频子载波位置集合,并且进行小区跟踪;

细致码元同步跟踪器,用来对所接收的导频子载波与预定的导频子载波的交叉相关进行傅立叶逆变化,并且估计最大值的位置;以及

细致频率同步跟踪器,用来使用通过对下行链路信号进行傅立叶变换而生成的频率域信号的导频子载波之间的相位差异,并且进行细致频率跟踪。

移动通信系统中的下行链路信号配置方法与设备、以及使用其的同步与小区搜索方法与设备

技术领域

[0001] 本发明涉及移动通信系统中的下行链路信号配置方法与设备、以及使用其的同步与小区搜索方法与设备。更具体地，本发明涉及移动站的系统与方法，用来通过利用适于正交频分多路接入 - 频分双工 (OFDMA-FDD) 系统、以及正交频分多路接入 - 时分双工 (OFDMA-TDD) 系统中下行链路的导频结构来同步时间与频率，并且搜索小区。

[0002] 背景技术

[0003] 一般地，为了初始同步的目的，移动站需要读取基站的信号，并且将其时间与频率同步于基站，并且搜索蜂窝式系统中的小区。当被初始同步时，移动站还需要跟踪时间与频率，同步邻近小区的时间与频率，并且搜索其小区以供切换。

[0004] 向作为常规的基于 TDMA (时分多路复用接入) 蜂窝式系统的 GSM、或作为基于 CDMA (码分多路复用接入) 蜂窝式系统的 W-CDMA、IS-95、CDMA2000 提供了实现初始同步、小区搜索、跟踪、以及邻近小区搜索的下行链路。

[0005] 例如，在 W-CDMA 中，为每个时槽开始点提供了 256 码片长的 P-SCH (主同步信道) 与 S-SCH (辅同步信道)，从而可以利用 P-SCH 估计时槽同步，并且可以利用 S-SCH 估计扰频码群组数以及帧同步。在该实例中，通过利用对于每个小区各时槽模式相同的 P-SCH，将估计同步的时间最小化，并且通过利用每 64 个不同扰频码群组不同模式、以及利用每个时槽不同模式，估计帧同步以及扰频码群组。P-CPICH (主公共导频信道) 用来在扰频码群组内找到八个主要扰频码中的一个，该扰频码用来解调在 P-CCPCH (主公共控制信道) 上提供的小区信息，并且获取小区信息，由此完成小区搜索。

[0006] 常规的基于 OFDMA 的系统包含 DAB (数字音频广播)、DVB (数字视频广播)、IEEE802.11a、以及 Hiperlan/2。DAB 利用空码元 (symbol) 与相位参照码元进行帧同步，DVB 利用导频进行帧同步。另外，IEEE802.11a 以及 Hiperlan/2 利用前序序列 (preamble) 来同步下行链路突发串。然而，基于 OFDMA 的系统难于通过常规结构进行同步并且搜索小区，这是因为基于 OFDMA 的系统不是蜂窝式系统。

[0007] 发明内容

[0008] 本发明的优点在于提供了 OFDMA-FDD 与 OFDMA-TDD 蜂窝式系统中用来配置下行链路信号的方法与设备、以及使用其的同步与小区搜索方法与设备，以在不发射前序序列的情况下使用导频子载波，依次进行码元同步、频率同步、小区搜索、以及帧同步，并且以较少的计算进行下行链路同步与小区搜索。

[0009] 根据本发明的一个方面，一种配置正交频分多路复用接入 - 频分双工 (OFDMA-FDD) 移动通信系统中下行链路信号的方法包含：(a) 用多个码元配置下行链路帧；以及 (b) 对于每个码元，分配多个业务流子载波和多个导频子载波，所述导频子载波相对于时间轴与频率轴而分布，部分导频子载波为移动站进行时间同步、频率同步、以及小区搜索的参照。

[0010] 根据本发明的另一个方面，一种配置正交频分多路复用接入 - 时分双工

(OFDMA-TDD) 移动通信系统中下行链路信号的方法,包含:(a) 用多个码元配置下行链路帧,下行链路帧与无缝上行链路帧形成该移动通信系统的帧;以及(b) 对于每个码元,分配多个业务流子载波和多个导频子载波,所述导频子载波相对于时间轴与频率轴而分布,部分导频子载波为移动站进行时间同步、频率同步、以及小区搜索的参照。

[0011] 导频子载波相对于时间域按照规则间隔而分别,并且相对于频率域按非照规则间隔而分别。

[0012] 导频子载波根据适合小区的导频子载波位置集合而被分配给该小区 s。

[0013] 当小区数目大于可用适合导频子载波位置集合数目时,在邻近小区的情况下,分配适合导频子载波位置集合,并且在非邻近小区的情况下,分配导频子载波位置集合使得可以重合最少子载波。

[0014] 对应于通过将子载波数目除以小区数目而生成的预定数目的适合导频子载波被分配给每个小区;并且对于不足够的导频子载波,将小区分为包含小区的小区群组,并且部分适合导频子载波被分配给在不同群组中具有相同位置的小区,以为每个小区配置导频子载波位置集合。

[0015] 根据本发明的另一个方面,一种配置正交频分多路复用接入 - 频分双工(OFDMA-FDD) 移动通信系统中下行链路信号的设备,包含:导频生成器,用来根据外部小区号信息而生成导频码元模式与导频子载波位置集合模式,导频码元模式定义下行链路帧的码元,并且导频子载波位置集合模式适合于每个小区、并且包含多个业务流子载波和多个导频子载波,该多个导频子载波对于每个码元相对于时间轴与频率轴而分布式,并且为移动站进行时间同步、频率同步、以及小区搜索的参照;以及码元映射器,用来根据由导频生成器生成的导频码元模式以及导频子载波位置集合模式,相对于时间与频率映射外部输入业务流数据信息,并且将所映射的信号输出到移动通信系统的发射机。

[0016] 根据本发明的另一个方面,一种用来在正交频分多路复用接入 - 频分双工(OFDMA-FDD) 移动通信系统中初始同步下行链路信号及搜索小区的方法,其中下行链路信号帧包含分配有多个业务流子载波和多个导频子载波的多个码元,所述导频子载波相对于时间轴与频率轴而分布,该方法包含:(a) 使用下行链路信号的循环前缀与下行链路信号的有效码元的自相关被最大化的位置,并且估计初始码元同步与初始频率同步;(b) 使用在具有所估计的初始码元同步与初始频率同步的码元中包含的导频子载波,并且估计小区搜索与整数倍频率同步;(c) 使用所估计的小区搜索结果,并且估计细致码元同步;(d) 使用所估计的小区搜索结果,并且估计细致频率同步;以及(e) 估计下行链路的帧同步。

[0017] 根据本发明的另一个方面,一种用来在正交频分多路复用接入 - 时分双工(OFDMA-TDD) 移动通信系统中初始同步下行链路信号及搜索小区的方法,其中下行链路信号帧包含分配有多个业务流子载波和多个导频子载波的多个码元,所述导频子载波相对于时间轴与频率轴而分布,并且下行链路帧与无缝上行链路帧形成了该移动通信系统的帧,该方法包含:(a) 使用下行链路信号的循环前缀与下行链路信号的有效码元的自相关被最大化的位置,并且估计初始码元同步与初始频率同步;(b) 使用在具有所估计的初始码元同步与初始频率同步的码元中包含的导频子载波,并且估计小区搜索、整数倍频率同步、以及下行链路估计;(c) 使用所估计的小区搜索结果,并且跟踪下行链路;(d) 使用所估计的小区搜索结果,并且估计细致码元同步;(e) 使用所估计的小区搜索结果,估计细致频率同

步；以及 (f) 估计下行链路的帧同步。

[0018] 该方法包含：在估计下行链路的帧同步之后：(i) 跟踪下行链路的频率与时间；(ii) 使用分布到下行链路帧中的导频子载波位置集合，并且跟踪小区；(iii) 使用导频子载波位置集合，并且跟踪码元同步；(iv) 使用导频子载波，并且跟踪细致频率同步，并且重复步骤 (i)、(ii)、(iii)、(iv)，以跟踪下行链路帧的频率与时间。

[0019] 当在步骤 (b) 发现链路为上行链路时，停止下行链路信号的同步处理，并且在预定的码元间隔之后，重复步骤 (a) 到 (f)。

[0020] 根据本发明的另一个方面，一种用来在正交频分多路复用接入 - 频分双工 (OFDMA-FDD) 移动通信系统中同步下行链路信号的设备，其中下行链路信号帧包含分配有多个业务流子载波和多个导频子载波的多个码元，所述导频子载波相对于时间轴与频率轴而分布，该设备包含：初始同步估计器，用来估计下行链路信号的初始码元同步和初始频率同步，利用估计结果与在小区信息存储单元中存储的信息，并且进行小区搜索、整数倍频率同步估计、细致码元同步估计、细致频率同步估计、以及帧同步估计；小区信息存储单元，用来存储关于当初始同步估计器进行初始同步时、在该移动通信系统中包含的小区的信息；以及跟踪器，用来使用适合地分配给每个小区的导频子载波位置集合，并且进行小区跟踪、细致码元同步跟踪、以及细致频率同步跟踪。

[0021] 根据本发明的另一个方面，一种用来在正交频分多路复用接入 - 时分双工 (OFDMA-TDD) 移动通信系统中初始同步下行链路信号的设备，其中下行链路信号帧包含分配有多个业务流子载波和多个导频子载波的多个码元，所述导频子载波相对于时间轴与频率轴而分布，并且下行链路帧与无缝上行链路帧形成了该移动通信系统的帧，该设备包含：初始同步估计器，用来估计下行链路信号的初始码元同步和初始频率同步，利用估计结果与在小区信息存储单元中存储的信息，并且进行小区搜索、整数倍频率同步估计、下行链路估计、下行链路跟踪、细致码元同步估计、细致频率同步估计、以及帧同步估计；小区信息存储单元，用来存储关于当初始同步估计器进行初始同步时、在该移动通信系统中包含的小区的信息；以及跟踪器，用来使用适合地分配给每个小区的导频子载波位置集合，并且进行小区跟踪、细致码元同步跟踪、以及细致频率同步跟踪。

[0022] 附图说明

[0023] 融入本说明书并且构成其一部分的附图说明了本发明的实施例，并且与说明书一道用来解释本发明的原理：

[0024] 图 1 显示 OFDMA-FDD 蜂窝式系统中插入 OFDM 码元中的导频结构与下行链路帧结构；

[0025] 图 2 显示 OFDMA-TDD 蜂窝式系统中插入 OFDM 码元中的导频结构与帧结构；

[0026] 图 3A 显示根据本发明示范性实施例的、在 OFDMA-FDD 与 OFDMA-TDD 蜂窝式系统的下行链路信号中、当小区数目小于导频子载波位置集合可用数目时、适合小区的导频子载波位置集合的示例性分配；

[0027] 图 3B 显示根据本发明示范性实施例的、在 OFDMA-FDD 与 OFDMA-TDD 蜂窝式系统的下行链路信号中、当小区数目大于导频子载波位置集合数目时、分配导频子载波位置集合、从而倚赖于小区可能覆盖最小数目的导频子载波的示例；

[0028] 图 3C 显示当通过编组小区而排列小区时、在小区搜索过程中、用来减少小区间干

扰的导频子载波位置集合的另一示例性分配；

[0029] 图 4A 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-FDD 蜂窝式系统中下行链路信号上的时间和频率同步与小区搜索的过程；

[0030] 图 4B 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-FDD 蜂窝式系统中下行链路信号同步与小区搜索的流程图；

[0031] 图 5A 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-TDD 蜂窝式系统中下行链路信号上的时间和频率同步与小区搜索的过程；

[0032] 图 5B 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-TDD 蜂窝式系统中同步与小区搜索的流程图；

[0033] 图 6 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-TDD 蜂窝式系统与 OFDMA-FDD 蜂窝式系统中用于估计初始码元同步与初始频率同步的设备的方框图；

[0034] 图 7 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-FDD 蜂窝式系统中用于通过利用下行链路信号来搜索小区和估计整数倍频率同步的设备的方框图；

[0035] 图 8 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-TDD 蜂窝式系统中用于搜索小区和估计整数倍频率同步、以及估计下行链路的设备的方框图；

[0036] 图 9 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-FDD 与 OFDMA-TDD 蜂窝式系统中用于通过利用下行链路信号来估计细致码元同步的设备的方框图；

[0037] 图 10 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-FDD 与 OFDMA-TDD 蜂窝式系统中用于通过利用下行链路信号来估计频率同步的设备的方框图；

[0038] 图 11 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-TDD 蜂窝式系统中用于通过利用下行链路信号来跟踪下行链路的设备的方框图；

[0039] 图 12 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-FDD 蜂窝式系统中移动站的同步器；

[0040] 图 13 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-TDD 蜂窝式系统中移动站的同步器；

[0041] 图 14 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA 蜂窝式系统中用来配置基站下行链路信号的设备的方框图。

具体实施方式

[0042] 在以下详细描述中，只显示并且描述了本发明的优选实施例，只是要说明发明人设想的实现本发明的最佳模式。将会认识到，本发明能够在各个明显的方面进行修改，所有这些都没有离开本发明。相应地，应该将说明书与附图当作实质上是说明性的，而不是限定性的。为了明确本发明，省略了说明书中没有描述的部件，并且为其提供相同描述的附件具有相同的附图标记。

[0043] 将参照附图描述在 OFDMA-FDD 与 OFDMA-TDD 系统中配置下行链路信号、同步下行链路信号、以及搜索小区的方法。

[0044] 现在参照图 1 描述在 OFDMA-FDD 系统中配置下行链路信号的方法。

[0045] 图 1 显示 OFDMA-FDD 蜂窝式系统中所插入 OFDM 码元中的导频结构与下行链路帧结构。

[0046] 如图所示,下行链路信号帧 120 具有码元周期为 T_s 的 N_p 个 OFDM 码元 110,而没有前序序列。

[0047] 在关于时间与频率的 2 维域中, OFDM 码元 110 包含 :形成数据的业务流子载波 111、以及在发射机与接收机之间具有预定值的导频子载波 112。

[0048] 导频子载波 112 相对于时间恒定,相对于时间频率具有不规则间隔,并且根据适合每个小区的导频子载波 112 的位置集合发送,并且移动站使用导频子载波 112 来同步时间与频率、以及搜索小区。

[0049] 为了描述清楚,没有显示为了信道估计插入的导频子载波,并且该导频子载波具有与通用 OFDM 系统所使用的导频子载波类似的结构。

[0050] 图 2 显示 OFDMA-TDD 蜂窝式系统中所插入 OFDM 码元中的导频子载波结构 与帧结构。

[0051] 如图所示,时间长度为 T_p 的帧 220 包含下行链路子帧 221 与上行链路子帧 222。

[0052] 下行链路子帧 221 具有码元周期为 T_s 的 N_d 个下行链路 OFDM 码元,并且上行链路子帧 222 由被相同基站覆盖的移动站发送。

[0053] 在关于时间与频率的 2 维域中,下行链路 OFDM 码元 210 包含 :形成数据的业务流子载波 211、以及在发射机与接收机之间具有预定值的导频子载波 212。

[0054] 导频子载波 212 相对于时间恒定,相对于时间频率具有不规则间隔,不同于上行链路子帧 222 中的导频子载波位置集合,根据适合每个小区的导频子载波 112 的位置集合发送,并且移动站使用导频子载波 212 来同步时间与频率、以及搜索小区。

[0055] 为了描述清楚,没有显示为了信道估计插入的导频子载波,并且该导频子载波具有与通用 OFDM 系统所使用的导频子载波类似的结构。

[0056] 参照图 3A 与 3B,将描述为在 OFDMA-FDD 与 OFDMA-TDD 下行链路信号中每个小区分配导频子载波位置集合的方法。

[0057] 图 3A 显示根据本发明示范性实施例的、在 OFDMA-FDD 与 OFDMA-TDD 蜂窝式系统的下行链路信号中、当小区数目小于导频子载波位置集合可用数目时、适合小区的导频子载波位置集合的示例性分配,图 3B 显示当小区数目大于导频子载波位置集合数目时、分配导频子载波位置集合从而倚赖于小区可以设置最小数目的导频子载波的示例。

[0058] 如图 3A 所示,当小区数目小于适合导频子载波位置集合可用数目时,即当小区数目小于通过将频率域中使用的子载波数目除以导频子载波数目而获得的值时,配置小区下行链路的 OFDM 码元 310 具有预定的数目,并且按不规则间隔分布,并且适合每个小区的导频码元模式由适合小区的导频子载波 311 的位置集合传送。

[0059] 如图 3B 所示,当小区数目大于适合导频子载波位置集合可用数目时,即当小区数目大于通过将频率域中使用的子载波数目除以导频子载波数目而获得的值时,OFDM 码元 310 在频率域中按不规则间隔分布,不配置适合每个小区的导频子载波位置集合,找到每个小区相互重合的导频子载波,并且因此由于每个小区的重合导频子载波,在小区搜索过程中可能生成邻近小区干扰。

[0060] 因此,为了减少小区搜索过程中的邻近小区干扰,向移动站所在的小区与邻近小区提供适合导频子载波位置集合,并且配置导频子载波位置集合,使得可能重合移动站所在的小区与远程小区的最少的导频子载波。

[0061] 另外,图 3B 显示了当通过将小区编组而排列小区时、用来在小区搜索过程中减少小区间干扰的导频子载波位置集合的示例性分配。

[0062] 当在频率域中除空子载波之外的 Nu 个子载波用来生成 Np 个码元子载波的 Nf 个位置集合时, Nu/Nf 个导频子载波适合位置集合被分配给每个小区 321, 并且通过适合地选择分配给在其他小区群组 320 的相同位置上提供的小区的导频, 配置要重合在其他小区上的、最小数目的剩余 ($N_p - N_f/N_u$) 导频子载波 331。

[0063] 当如上所述地向小区分配导频子载波位置集合时, 相对于邻近小区, 每个小区都具有适合的导频子载波位置集合, 从而在小区搜索过程中小区不被邻近小区干扰, 并且远程与非邻近导频子载波位置集合的某些导频子载波在移动站所在的小区的导频子载波上重合, 但是在小区搜索过程中, 由于大信号衰减, 忽略小区干扰。

[0064] 图 3C 显示当通过编组小区 341 而排列小区时、在小区搜索过程中、用来减少小区间干扰的导频子载波位置集合的另一示例性分配。

[0065] 选择满足关系 $N_u/N_p \geq g$ 的素数 g , 从 N_u 个子载波中选择 gN_p 个子载波, 并且称为 K , 包含 $f_{K,0}, f_{K,1}, \dots, f_{K,gN_p-1}$ 。

[0066] 将 $G (<= g)$ 个小区编组为小区群组, 并且向第 i 个小区群组分配缺省序列 $h_{i\text{mod}g}$, 其中假定 $h_i = \{h_i(k), k = 0, \dots, N_p-1\}$ 以及 $h_i(k) = v(k) + (ik) \bmod g$, 并且 $v = \{v(k), k = 0, \dots, N_p-1\}$ 为值从 0 到 $g-1$ 的伪随机序列。通过利用子载波 $K_{ig+j} = \{f_{K,r} | r = kg + (h_{i\text{mod}g}(k) + j) \bmod g\}$, 将导频发送给第 i 个小区群组的第 j ($j = 0, \dots, G-1$) 个小区。当具有通过将小区群组号除以 g 而生成的相同余数的小区群组被排列得相互距离较远时, 小区群组中小区的导频子载波的位置不重合, 而在小区群组中具有通过将小区群组号除以 g 而生成的不同余数的两个小区中, 重合 N_f/g 个导频。

[0067] 具有不同小区号并且具有通过将小区群组号除以 g 而生成的相同余数的两个小区没有重合, 而具有相同小区号、以及通过将小区群组号除以 g 而生成的相同余数的两个小区使用相同的导频子载波, 并且因大信号衰减不受干扰。

[0068] 当选择满足关系 $N_u/N_f \leq g$ 的素数 g 时, 不同于 N_u 个发送子载波的其他子载波可以被打孔 (puncture), 并且不被发送。在图 3C 中给出了 $g = 29$, $G = 28$, 并且 a_1 到 d_7 表示通过将小区群组号除以 g 而生成的余数分别为从 0 到 28。

[0069] 如上所述, 通过利用在期间具有不规则间隔、并且相互不重合或者重合最少的小区的导频子载波, 更高效地执行随后的同步与小区搜索, 并且因此最小化小区间干扰。

[0070] 参照图 4A 到 11, 将描述 OFDMA-FDD 与 OFDMA-TDD 蜂窝式系统中下行链路信号同步与小区搜索方法。

[0071] 图 4A 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-FDD 蜂窝式系统中下行链路信号上的时间和频率同步的同步处理与小区搜索, 图 4B 显示 OFDMA-FDD 蜂窝式系统中下行链路信号同步与小区搜索的流程图。

[0072] 如图 4A 与 4B 所示, 对于初始同步, 在步骤 S410, 在时间域中使用下行链路 OFDMA 传送信号的循环前缀 (CP), 以估计初始码元同步与初始频率同步。在步骤 S420, 在同步估计的码元中包含的导频子载波用来搜索小区、以及估计整数倍 (integer-times) 频率同步。在步骤 S430, 所估计的小区搜索值用来估计细致码元同步, 在步骤 S440, 估计细致频率同步, 在步骤 S450, 估计帧同步。

[0073] 在进行初始同步之后,跟踪小区、时间、以及频率。在步骤 S460,通过利用为每个小区不同地分配的导频子载波位置集合,跟踪小区。在步骤 S470,对 OFDM 接收的信号进行快速傅立叶变换 (FFT) 处理或离散傅立叶变换 (DTT) 处理,以生成频率域信号,并且对频率域信号与预定导频子载波之间的交叉相关函数进行快速傅立叶逆变换 (IFFT),以跟踪时间。在步骤 S480,频率域中两个无缝接收的 OFDM 码元的导频子载波之间的相位差用来进行细致频率跟踪。在步骤 S490,确定在 S480 中跟踪细致频率的先前步骤之后是否帧结束,并且当帧未结束时,重复跟踪细致频率的步骤,而当帧结束时,重复跟踪小区的步骤 S460、跟踪时间的步骤 S470、以及跟踪频率的步骤 S480,以跟踪小区、时间、以及频率。

[0074] 图 5A 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-TDD 蜂窝式系统中下行链路信号上的时间和频率同步处理与小区搜索,图 5B 显示 OFDMA-TDD 蜂窝式系统中同步与小区搜索的流程图。

[0075] 对于初始同步,在步骤 S510,在时间域中接收的下行链路 OFDMA 传送信号的循环前缀 (CP) 用来估计初始码元同步与初始频率同步;在步骤 S520,导频子载波用来搜索小区、以及估计整数倍频率同步与下行链路;在步骤 S530,所估计的小区搜索值用来跟踪下行链路;在跟踪下行链路时,在步骤 S540,所估计的小区搜索值用来估计细致码元同步。以类似的方式,在跟踪下行链路时,在步骤 S550,所估计的小区搜索值用来估计细致频率同步;然后在步骤 S560,估计帧同步。

[0076] 在进行初始同步之后,跟踪小区、时间、以及频率。在步骤 S570,通过利用为每个小区不同地分配的导频子载波位置集合,跟踪小区。在步骤 S580,对 OFDM 接收的信号,进行 FFT 或 DTT 处理,以生成频率域信号,对频率域信号与预定导频子载波之间的交叉相关函数,进行 IFFT 处理,以搜索最大值的位置、并且跟踪时间。在步骤 S590,无缝接收的两个频率域 OFDM 码元的导频子载波之间的相位差用来进行细致频率跟踪。在步骤 S600,确定在 S590 中跟踪细致频率的先前步骤之后是否帧结束,并且当帧未结束时,重复跟踪细致频率的步骤,而当帧结束时,重复估计帧同步的步骤 S560、跟踪小区的步骤 S570、跟踪时间的步骤 S580、以及跟踪频率的步骤 S590,以同步帧及跟踪小区、时间、以及频率。

[0077] 在上述 OFDMA-TDD 蜂窝式系统中的初始同步过程中,移动站无缝地接收下行链路信号与邻近移动站的上行链路信号,并且根据上行链路信号,估计同步处理中不正确的时间与频率,这是因为移动站被随机地提供在小区中,并且进行初始同步的另一移动站接收其他移动站的合成的上行链路信号,其具有随机的开始位置,由此使定时估计的性能退化。该现象使估计频率偏移的处理的性能退化,并且允许小区中移动站的上行链路信号与另一频率偏移一起经过多普勒平移,从而进行初始同步的移动站难于估计与基站的频率偏移。

[0078] 因此,OFDMA-TDD 蜂窝式系统需要对于时间与频率同步的初始同步过程,这不同于 OFDMA-FDD 蜂窝式系统,其控制移动站接收无缝下行链路信号。据此地,在上述 OFDMA-TDD 蜂窝式系统中的对于时间与频率同步和小区搜索的初始同步过程 S510 与 S520 中,在步骤 S525,移动站确定接收信号是否为下行链路信号,并且当接收信号为下行链路信号时,执行初始同步过程。当在初始同步过程中估计 OFDM 接收的信号为上行链路信号时,移动站终止当前的同步处理,并且在预定的码元间隔之后,开始初始码元同步与频率同步 (S510)。

[0079] 另外,在估计下行链路信号之后,移动站在步骤 S530、S540、以及 S550 执行下行链路跟踪处理,完成初始同步处理,在步骤 S555 确定接收的 OFDM 信号是否为下行链路信号,

并且当估计接收的 OFDM 信号为上行链路信号时,在步骤 S560 至 S590,移动站跟踪随后下行链路子帧的小区、时间、以及频率。当估计接收信号为下行链路信号时,在步骤 S530 至 S550,移动站进行下行链路跟踪处理。

[0080] 当在初始同步处理期间、估计接收的 OFDM 信号为上行链路信号时,移动站终止当前的同步处理,并且在预定的码元间隔之后,开始初始码元同步与频率同步 (S510)。

[0081] 图 6 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-TDD 蜂窝式系统与 OFDMA-FDD 蜂窝式系统中用于初始码元同步与初始频率同步的估计器的方框图。

[0082] 如图所示,估计器包含:延迟单元 410、共轭复数生成器 420、乘法器 430、移动平均单元 440 与 460、功率检测器 450、规格化器 (normalizer) 470、比较器 480、以及频率偏移估计器 490。

[0083] 初始码元同步估计 OFDM 码元间隔期间 OFDM 码元的循环前缀 (CP) 与有效 OFDM 码元的自相关被最大化的位置。

[0084] 详细地说,接收的 OFDM 信号 $y(n+1+N)$ 由延迟单元 410 延迟有效 OFDM 码元的长度 N ,并且将由共轭复数生成器 420 生成的延迟信号的共轭复数值 $y^*(n+1)$ 由乘法器 430 乘以接收的信号,以输出相关值 $y^*(n+1)y(n+1+N)$,并且移动平均单元 440 计算相关值的移动平

$$\text{均值 } \sum_{l=0}^{N_{CP}-1} y^*(n+l)y(n+l+N) .$$

[0085] 移动平均单元 460 计算由功率检测器 450 检测的信号功率的移动平均值

$$\sum_{l=0}^{N_{CP}-1} |y(n+l+N)|^2 , \text{ 并且规格化器 470 用移动平均值 } \sum_{l=0}^{N_{CP}-1} |y(n+l+N)|^2 \text{ 规格化移动平均}$$

$$\text{值 } \sum_{l=0}^{N_{CP}-1} y^*(n+l)y(n+l+N) . \text{ 比较器 480 确定最大化由规格化器 470 规格化的相关值的点}$$

为码元定时 $\hat{\tau}_m$,并且估计初始码元同步。通过对 M 个码元反复 估计上述处理,改进初始码元同步的估计性能。在初始码元同步估计处理中估计的码元定时 $\hat{\tau}_m$ 以及估计 M 次的码元定时 $\hat{\tau}_i$ 由等式 1 给出。

[0086] 等式 1

$$[0087] \hat{\tau}_m = \max_n \left\{ \left| \sum_{l=0}^{N_{CP}-1} y^*(n+l)y(n+l+N) \right| / \sum_{l=0}^{N_{CP}-1} |y(n+l+N)|^2 \right\}, \quad 0 \leq n \leq N_{sym}$$

$$[0088] \hat{\tau}_i = \frac{\sum_{m=0}^{M-1} \hat{\tau}_m}{M}$$

[0089] 其中, $\hat{\tau}_i$ 为初始码元定时, N_{sym} 为 OFDM 码元长度, $y(n)$ 为接收的 OFDM 信号, N_{CP} 为 OFDM 码元的 CP 长度, N 为 OFDM 码元的有效 OFDM 码元长度 ($N = N_{sym} - N_{CP}$)。

[0090] 关于初始频率同步,频率偏移估计器 490 利用所估计的初始码元同步估计值 $\hat{\tau}_m$,并

且估计从具有自相关值的最大移动平均值的码元的开始点到 OFDM 最终 CP 的移动平均值的相位值。频率偏移估计器 490 接收规格化器 470 的输出、以及比较器 480 的输出, 以估计频率偏移 $\hat{\varepsilon}_m$ 。通过反复估计 M 个码元, 改进初始频率同步的估计性能。频率偏移 $\hat{\varepsilon}_m$ 与重复估计 M 次的初始频率偏移 $\hat{\varepsilon}_I$ 由等式 2 给出。

[0091] 等式 2

$$[0092] \quad \hat{\varepsilon}_m = \arg \left\{ \sum_{l=\hat{\tau}_m}^{\hat{\tau}_m+N_{CP}-1} y^*(n+l)y(n+l+N) / \sum_{l=0}^{N_{CP}-1} |y(n+l+N)|^2 \right\}$$

$$[0093] \quad \hat{\varepsilon}_I = \frac{\sum_{m=0}^{M-1} \hat{\varepsilon}_m}{M}$$

[0094] 其中 $\hat{\varepsilon}_I$ 为初始频率偏移, $\hat{\tau}_m$ 为在第 m 个码元间隔中估计的码元定时, $y(n)$ 为接收的 OFDM 信号。

[0095] 因为估计器使用保护间隔与有效 OFDM 码元的自相关来进行码元同步与 频率同步, 所以延迟单元 410、共轭复数生成器 420、乘法器 430、移动平均单元 440 与 460、以及功率检测器 450 被配置为单个设备, 如图 6 所示。另外, 用于初始码元同步与初始频率同步的估计器可以通过利用专用设备、通用处理器的软件、或者专用设备与软件两者来实现。

[0096] 图 7 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-FDD 蜂窝式系统中用于通过利用下行链路信号来搜索小区和估计整数倍频率同步的设备的方框图。

[0097] 如图所示, 该设备包含 :FFT 单元 510、码元延迟单元 520、导频模式存储单元 530、自相关器 540、以及比较器 550。

[0098] FFT 单元 510 接收 OFDM 信号, 对接收的 OFDM 信号进行 FFT 或 DFT, 并且输出频率域中的信号 $Y_i[k]$ 。码元延迟单元 520 将信号 $Y_i[k]$ 延迟一个码元, 并且输出信号 $Y_{i-1}[k]$ 。导频模式存储单元 530 根据输入小区号, 输出导频子载波位置集合。自相关器 540 利用信号 $Y_{i-1}[k]$ 与导频子载波位置集合, 并且在生成整数倍频率偏移的范围内输出自相关信号 $Y_i[k] \cdot Y_{i-1}^*[k]$ 。比较器 550 找到具有来自自相关器 540 的最大自相关值的导频子载波位置集合, 并且估计小区。小区搜索估计值由等式 3 给出。

[0099] 等式 3

$$[0100] \quad \widehat{CN} = \max_{CN} \left\{ \max_l \left\{ \left| \sum_{k \in \{K_{CN}\} + l} Y_i[k] \cdot Y_{i-1}^*[k] \right| \right\} \mid -\varepsilon_{I_{\max}} \leq l \leq \varepsilon_{I_{\max}} \right\}$$

[0101] 其中 \widehat{CN} 为小区搜索估计值, CN 为小区号, $\{K_{CN}\}$ 为根据小区号的导频子载波位置集合, $\varepsilon_{I_{\max}}$ 为最大整数倍频率偏移, $Y_i[k]$ 为在第 i 时刻的经过 FFT 的信号的第 k 个子载波。

[0102] 为了估计整数倍频率同步的目的, 使用小区搜索估计值 \widehat{CN} 的自相关值、接收的频

率域信号、以及延迟一个码元的频率域信号，并且使用通过移动具有由整数倍频率偏移生成的所估计的子载波循环平移的小区的导频子载波位置集合而生成的最大自相关值。在这个实例中，因为需要由 FFT 单元 510、码元延迟单元 520、导频模式存储单元 530、自相关器 540、以及比较器 550 的小区搜索处理，所以将小区搜索处理与整数倍频率同步估计处理作为单个 处理执行，并且将其实现为单个设备，如图 7 所示。所估计的整数倍频率偏移由等式 4 给出。

[0103] 等式 4

$$[0104] \quad \hat{\varepsilon}_I = \max_l \left\{ \left| \sum_{K \subset \{K_{CN}\} + l} Y_i[k] \cdot Y_{i-1}^*[k] \right| \right\} - \varepsilon_{I_{\max}} \leq l \leq \varepsilon_{I_{\max}}$$

[0105] 其中 $\hat{\varepsilon}_I$ 为整数倍频率偏移， \hat{CN} 为小区搜索估计值， $\varepsilon_{I_{\max}}$ 为最大整数倍频率偏移， $\{K_{CN}\}$ 为由覆盖移动站的基站发送的导频子载波位置集合， $Y_i[k]$ 为在第 i 时刻的经过 FFT 的信号的第 k 个子载波。

[0106] 另外，上述设备可以通过利用专用设备、通用处理器的软件、或者专用设备与软件两者来实现。

[0107] 图 8 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-TDD 蜂窝式系统中用于搜索小区和估计整数倍频率同步、以及估计下行链路的设备的方框图。

[0108] 如图所示，该设备包含：FFT 单元 610、码元延迟单元 620、自相关器 630、导频模式存储单元 640、加法器 650、以及比较器 660。

[0109] FFT 单元 610 接收 OFDM 信号，对接收的 OFDM 信号进行 FFT 或 DFT，并且输出频率域中的信号 $Y_i[k]$ 。码元延迟单元 620 将信号 $Y_i[k]$ 延迟一个码元，并且输出信号 $Y_{i-1}[k]$ 。导频模式存储单元 640 根据输入小区号，输出导频子载波位置集合。自相关器 630 利用信号 $Y_{i-1}[k]$ 与导频子载波位置集合，并且在生成整数倍频率偏移的范围内输出自相关信号 $Y_i[k] \cdot Y_{i-1}^*[k]$ 。比较器 6600 找到具有来自自相关器 630 的最大自相关值的导频子载波位置集合，并且估计小区。小区搜索估计值由等式 5 给出。

[0110] 等式 5

$$[0111] \quad \hat{CN} = \max_{CN} \left\{ \max_l \left\{ \left| \sum_{K \subset \{K_{CN}\} + l} Y_i[k] \cdot Y_{i-1}^*[k] \right| \right\} - \varepsilon_{I_{\max}} \leq l \leq \varepsilon_{I_{\max}} \right\}$$

[0112] 其中 \hat{CN} 为小区搜索估计值，CN 为小区号， $\{K_{CN}\}$ 为根据小区号的导频子 载波位置集合， $\varepsilon_{I_{\max}}$ 为最大整数倍频率偏移， $Y_i[k]$ 为在第 i 时刻的经过 FFT 的信号的第 k 个子载波。

[0113] 为了估计整数倍频率同步的目的，使用小区搜索估计值 \hat{CN} 的自相关值、接收的频率域信号、以及延迟一个码元的频率域信号，并且使用通过移动具有由整数倍频率偏移生成的所估计的子载波循环移位的小区的导频子载波位置集合而生成的最大自相关值。所估计的整数倍频率偏移由等式 6 给出。

[0114] 等式 6

$$[0115] \quad \hat{\varepsilon}_I = \max_i \left\{ \left| \sum_{K \in \{K_{CN}\} + \delta_i} Y_i[k] \cdot Y_{i-1}^*[k] \right| \right\} - \varepsilon_{I_{\max}} \leq l \leq \varepsilon_{I_{\max}}$$

[0116] 其中 $\hat{\varepsilon}_I$ 为整数倍频率偏移, \hat{CN} 为小区搜索估计值, $\varepsilon_{I_{\max}}$ 为最大整数倍频率偏移, $\{K_{CN}\}$ 为由覆盖移动站的基站发送的导频子载波位置集合, $Y_i[k]$ 为在第 i 时刻的经过 FFT 的信号的第 k 个子载波。

[0117] 另外, 对于下行链路估计, 使用小区搜索估计值 \hat{CN} 与整数倍频率偏移 $\hat{\varepsilon}_I$, 并且将通过移动相对于频率域小区由整数倍频率偏移估计的小区的导频子载波位置集合而生成的自相关值与阈值相比较, 并且当自相关值大于阈值时, 移动站估计所接收的信号为下行链路信号, 而当自相关值小于阈值时, 移动站估计所接收的信号为上行链路信号。估计结果由等式 7 给出。

[0118] 等式 7

$$[0119] \quad \Gamma = \left| \sum_{K \in \{K_{CN}\} + \delta_i} Y_i[k] \cdot Y_{i-1}^*[k] \right|$$

[0120] 其中 $\hat{\varepsilon}_I$ 为整数倍频率偏移, \hat{CN} 为小区搜索估计值, $\{K_{CN}\}$ 为由覆盖移动站的基站发送的导频子载波位置集合, $Y_i[k]$ 为在第 i 时刻的经过 FFT 的信号的第 k 个子载波。当 Γ 大于阈值时, 估计信号为下行链路信号, 而当 Γ 小于阈值时, 估计信号为上行链路信号。

[0121] 因为需要由 FFT 单元 610、码元延迟单元 620、自相关器 630、导频模式存储单元 640、加法器 650、以及比较器 660 的小区搜索处理, 以估计整数倍频率同步与下行链路信号, 所以将小区搜索处理、整数倍频率同步估计处理、以及下行链路信号估计处理作为单个处理执行, 并且将其实现为单个设备, 如图 8 所示。另外, 上述设备可以通过利用专用设备、通用处理器的软件、或者专用设备与软件两者来实现。

[0122] 图 9 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-FDD 与 OFDMA-TDD 蜂窝式系统中用于通过利用下行链路信号来估计细致码元同步的设备的方框图。

[0123] 如图所示, 该设备包含:FFT 单元 710、导频模式存储单元 720、交叉相关器 730、IFFT 单元 740、以及比较器 750。

[0124] FFT 单元 710 对接收的 OFDM 信号进行 FFT 或 DFT, 并且输出频率域信号 $Y[k]$ 。交叉相关器 730 对在导频模式存储单元 720 中存储的所估计小区的导频信号 $X(k)$ 进行交叉相关。IFFT 单元 740 对由交叉相关器 730 进行了交叉相关的信号进行 IFFT。比较器 750 估计将 IFFT 单元 740 的输出最大化的值为细致码元定时估计值 $\hat{\tau}_f$, 由等式 8 给出。

[0125] 等式 8

$$[0126] \quad \hat{\tau}_f = -\max_n \left| IFFT \left\{ Y(k) X^*(k) \right\} \right|$$

[0127] 其中满足

$$[0128] Y'(k) = \begin{cases} Y(k) & k \in \{K_{\text{CP}}\} \\ 0 & k \notin \{K_{\text{CP}}\} \end{cases}, \quad 0 < k < 2048 \text{ 以及}$$

$$[0129] X'(k) = \begin{cases} X(k) & k \in \{K_{\text{CP}}\} \\ 0 & k \notin \{K_{\text{CP}}\} \end{cases}, \quad 0 < k < 2048 \quad \text{并且} \quad \hat{\tau}_f \text{ 为细致码元定时估计值,}$$

$\{K_{\text{CP}}\}$ 为由覆盖移动站的基站发送的导频子载波位置集合。

[0130] 上述细致码元同步估计器可以通过利用专用设备、通用处理器的软件、或者专用设备与软件两者来实现。

[0131] 图 10 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-FDD 与 OFDMA-TDD 蜂窝式系统中用于通过利用下行链路信号来估计细致频率同步的设备的方框图。

[0132] 如图所示,该设备包含 :FFT 单元 810、延迟单元 820、自相关器 830、以及相位估计器 840。

[0133] FFT 单元 810 接收 OFDM 信号,对接收的 OFDM 信号进行 FFT 或 DFT,并且输出频率域中的信号 $Y_i[k]$ 。码元延迟单元 820 将信号 $Y_i[k]$ 延迟一个码元,并且输出信号 $Y_{i-1}[k]$ 。自相关器 830 对延迟了一个码元的信号 $Y_{i-1}[k]$ 的导频子载波信号与导频子载波位置集合进行自相关,并且输出结果信号 $Y_i[k] \cdot Y_{i-1}^*[k]$ 。

[0134] 相位估计器 840 使用由自相关器 830 进行了自相关的值的相位,以估计细致频率偏移。细致频率偏移估计值由等式 9 给出。

[0135] 等式 9

$$[0136] \hat{\varepsilon}_f = \frac{1}{2\pi(1+N_{\text{CP}}/N)} \arg \left\{ \sum_{K \in \{K_{\text{CP}}\}} Y_i[k] \cdot Y_{i-1}^*[k] \right\}$$

[0137] 其中 $\hat{\varepsilon}_f$ 为细致频率偏移, $\{K_{\text{CP}}\}$ 为由覆盖移动站的基站发送的导频子载波位置集合, $Y_i[k]$ 为在第 i 时刻的经过 FFT 的信号的第 k 个子载波, N_{CP} 为 OFDM 码元的 CP 长度, N 为 OFDM 码元的有效 OFDM 码元长度。

[0138] 上述细致频率同步估计器可以通过利用专用设备、通用处理器的软件、或者专用设备与软件两者来实现。

[0139] 图 11 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-TDD 蜂窝式系统中用于通过利用下行链路信号来跟踪下行链路的设备的方框图。

[0140] 如图所示,该设备包含 :FFT 单元 910、延迟单元 920、自相关器 930、以及大小比较器 940。

[0141] FFT 单元 910 接收 OFDM 信号,对接收的 OFDM 信号进行 FFT 或 DFT,并且输出频率域中的信号 $Y_i[k]$ 。码元延迟单元 920 将信号 $Y_i[k]$ 延迟一个码元,并且输出信号 $Y_{i-1}[k]$ 。自相关器 930 对延迟了一个码元的信号 $Y_{i-1}[k]$ 的导频子载波信号与 OFDM 信号的导频子载波进行自相关,并且输出结果信号 $Y_i[k] \cdot Y_{i-1}^*[k]$ 。

[0142] 大小比较器 940 比较自相关值与阈值，并且当自相关值大于阈值时，估计自相关值为下行链路信号，而当自相关值小于阈值时，估计自相关值为上行链路信号。小区搜索估计值 Γ 由等式 10 给出。

[0143] 等式 10

$$[0144] \quad \Gamma = \left| \sum_{K \subset \{K_{CN}\}} Y_i[k] \cdot Y_{i-1}^*[k] \right|$$

[0145] 其中 \widehat{CN} 为小区搜索估计值， $\{K_{CN}\}$ 为由覆盖移动站的基站发送的导频子载波位置集合， $Y_i[k]$ 为在第 i 时刻的经过 FFT 的信号的第 k 个子载波。当 Γ 大于阈值时，小区搜索估计信号 Γ 为下行链路信号，而当 Γ 小于阈值时，其为上行链路信号。

[0146] FFT 单元 910、延迟单元 920、以及自相关器 930 的自相关处理对应于参照图 10 所述的细致频率同步估计器中的自相关处理，因此，可以将 FFT 单元 810、延迟单元 820、以及自相关器 830 共享为单个设备，如图 10 所示。

[0147] 上述下行链路跟踪器可以通过利用专用设备、通用处理器的软件、或者专用设备与软件两者来实现。

[0148] 参照图 12 与 13，将详细描述移动站的同步器，用来进行参照图 4A 至 11 描述的同步与小区搜索。

[0149] 图 12 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-FDD 蜂窝式系统中移动站的同步器 100。

[0150] 如图 12 所示，同步器 100 包含：初始同步估计器 1100、存储单元 1200、以及跟踪器 1300。

[0151] 初始同步估计器 1100 包含：初始码元同步与初始频率同步估计器 1110、小区搜索与整数倍频率同步估计器 1120、细致码元同步估计器 1130、细致频率同步估计器 1140、以及帧同步估计器 1150。

[0152] 初始码元同步与初始频率同步估计器 1110 使用接收的 OFDMA 信号的循环前缀 (CP) 来估计初始码元同步与初始频率同步，小区搜索与整数倍频率同步估计器 1120 使用通过对所接收的 OFDMA 信号进行 FFT 或 DFT 而生成的频率域信号的导频子载波，并且进行小区搜索与整数倍频率同步估计。细致码元同步估计器 1130 使用由小区搜索与整数倍频率同步估计器 1120 估计的小区搜索估计值，并且使用由小区信息存储单元 1210 提供的导频子载波位置集合与导频码元模式来估计细致码元同步。细致频率同步估计器 1140 使用由小区搜索与整数倍频率同步估计器 1120 估计的小区搜索估计值，并且使用由小区信息存储单元 1210 提供的导频子载波位置集合与导频码元模式，以估计细致频率同步。帧同步估计器 1150 使用由初始码元同步与初始频率同步估计器 1110 估计的初始码元同步与初始频率同步，以进行帧同步。

[0153] 跟踪器 1300 包含：小区跟踪器 1310、细致码元同步跟踪器 1320、以及细致频率同步跟踪器 1330。

[0154] 小区跟踪器 1310 使用适合地分配给每个小区的导频子载波位置集合，以进行小区搜索；细致码元同步跟踪器 1320 对接收的导频子载波与预定的导频子载波之间的交叉

相关进行 IFFT, 以估计最大值的位置; 细致频率同步跟踪器 1330 使用通过对接收的 OFDM 信号进行 FFT 而生成的频率域信号的导频子载波之间的相位差异, 以进行频率跟踪。

[0155] 存储单元 1200 包含: 小区信息存储单元 1210, 用来存储小区同步信息与小区信息。

[0156] 初始同步估计器 1100 的细致码元同步估计器 1130 与跟踪器 1300 的细致码元同步跟踪器 1320 可以共享为单个设备, 并且初始同步估计器 1100 的细致频率同步估计器 1140 与跟踪器 1300 的细致频率同步跟踪器 1330 也可以共享为单个设备。

[0157] 图 13 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA-TDD 蜂窝式系统中移动站的同步器 2000。

[0158] 如图所示, 同步器 2000 包含: 初始同步估计器 2100、存储单元 2200、以及跟踪器 2300。

[0159] 初始同步估计器 2100 包含: 初始码元同步与初始频率同步估计器 2110、小区搜索与整数倍频率同步及下行链路估计器 2120、下行链路跟踪器 2130、细致码元同步估计器 2140、细致频率同步估计器 2150、以及帧同步估计器 2160。

[0160] 初始码元同步与初始频率同步估计器 2110 使用所接收的 OFDMA 信号的循环前缀 (CP), 以估计初始码元同步与初始频率同步; 小区搜索与整数倍频率同步及下行链路估计器 2120 使用通过对接收的 OFDMA 信号进行 FFT 或 DFT 生成的频率域信号的导频子载波, 以进行小区搜索、整数倍频率同步估计、及 下行链路估计。下行链路跟踪器 2130 使用由小区搜索与整数倍频率同步及下行链路估计器 2120 提供的小区搜索估计值、以及由存储单元 2200 的小区信息存储单元 2210 提供的导频子载波位置集合, 以在初始阶段跟踪下行链路。细致码元同步估计器 2140 使用由小区搜索与整数倍频率同步及下行链路估计器 2120 提供的小区搜索估计值、以及由存储单元 2200 的小区信息存储单元 2210 提供的导频子载波位置集合, 以进行细致码元同步估计。细致频率同步估计器 2150 使用由小区搜索与整数倍频率同步及下行链路估计器 2120 提供的小区搜索估计值、以及由小区信息存储单元 2210 提供的导频子载波位置集合, 以进行细致频率同步估计。帧同步估计器 2160 使用由初始码元同步与初始频率同步估计器 2110 估计的初始码元同步与初始频率同步, 以进行帧同步。

[0161] 跟踪器 2300 包含: 小区跟踪器 2310、细致码元同步跟踪器 2320、以及细致频率同步跟踪器 2330。

[0162] 小区跟踪器 2310 使用适合地分配给每个小区的导频子载波位置集合, 以识别小区; 细致码元同步跟踪器 2320 对接收的导频子载波与预定的导频子载波之间的交叉相关进行 IFFT, 以估计最大值的位置; 细致频率同步跟踪器 2330 使用通过对接收的 OFDM 信号进行 FFT 而生成的频率域信号的导频子载波之间的相位差异, 以进行频率跟踪。

[0163] 存储单元 2200 包含: 小区信息存储单元 2210, 用来存储小区同步信息与小区信息。

[0164] 初始同步估计器 2100 的细致码元同步估计器 2140 与跟踪器 2300 的细致码元同步跟踪器 2320 可以共享为单个设备, 并且初始同步估计器 2100 的细致频率同步估计器 2150 与跟踪器 2300 的细致频率同步跟踪器 2330 也可以共享为单个设备。

[0165] 图 14 显示根据本发明示范性实施例的、OFDMA 蜂窝式系统中用来配置基站下行链路信号的设备的方框图。

[0166] 如图所示,该设备 3000 包含:导频生成器 3100、以及 OFDM 码元映射器 3200。

[0167] 导频生成器 3100 接收小区号信息,以根据小区信息,生成导频子载波位置集合模式与导频码元模式;OFDM 码元映射器 3200 接收如参照图 1 与 2 所述的、相对于时间与频率轴定义的帧结构信息、业务流数据信息,以及关于 参照图 3A 与 3B 描述的导频子载波位置集合的信息,并且在所定义的时间与频率上映射导频子载波码元信息与业务流数据信息,并且输出映射结果。

[0168] 虽然结合当前被认为是最实际与优选的实施例描述了本发明,但是应该理解本发明不限于所公开的实施例,而是相反,意在覆盖包含在权利要求的精神与范围内的各种修改与等价结构。

[0169] 根据本发明,在 OFDMA-FDD 与 OFDMA-TDD 蜂窝式系统中,为了切换的目的,在不使用附加先导序列的情况下通过利用插入到码元中、然后发送的导频子载波,估计时间与频率同步及小区搜索,并且在估计了小区之后,进行小区搜索。

[0170] 另外,在 OFDMA-FDD 蜂窝式系统中,小区搜索与整数倍频率同步估计作为单个处理执行,在 OFDMA-TDD 蜂窝式系统中,小区搜索、整数倍频率同步估计、以及下行链路估计作为单个处理执行,并且相应地,在 OFDMA-FDD 与 OFDMA-TDD 蜂窝式系统中,以较少的计算量进行下型链路同步与小区搜索。

[0171] 另外,当在微小区与热点中提供 OFDMA-FDD 蜂窝式系统与 OFDMA-TDD 蜂窝式系统时,由同一设备进行同步与小区搜索。

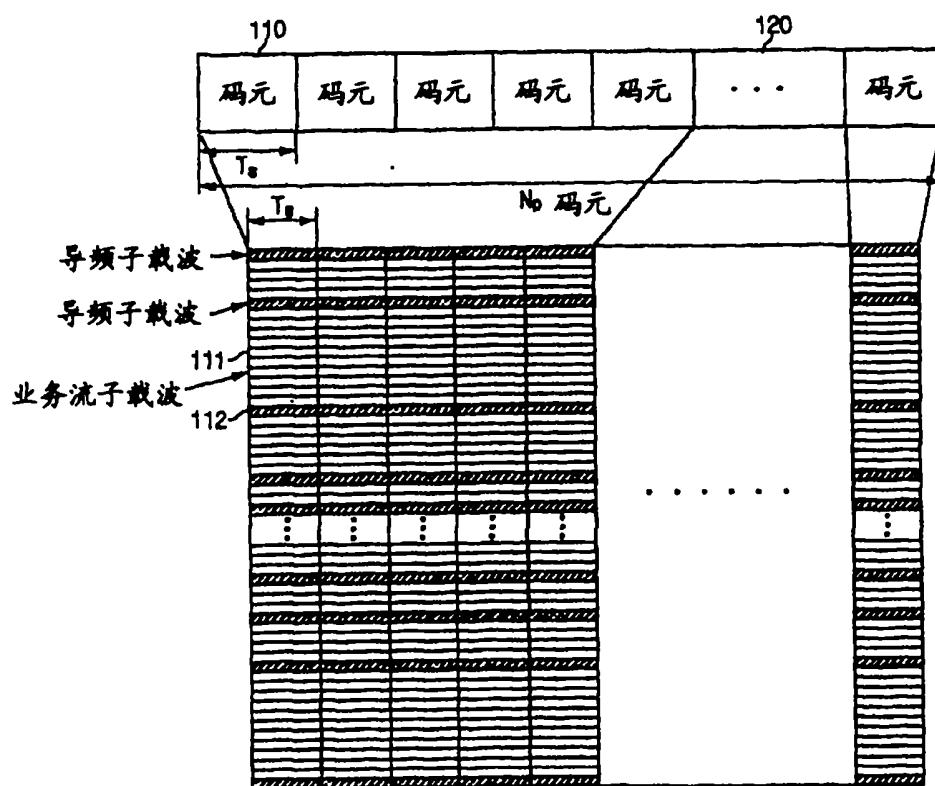


图 1

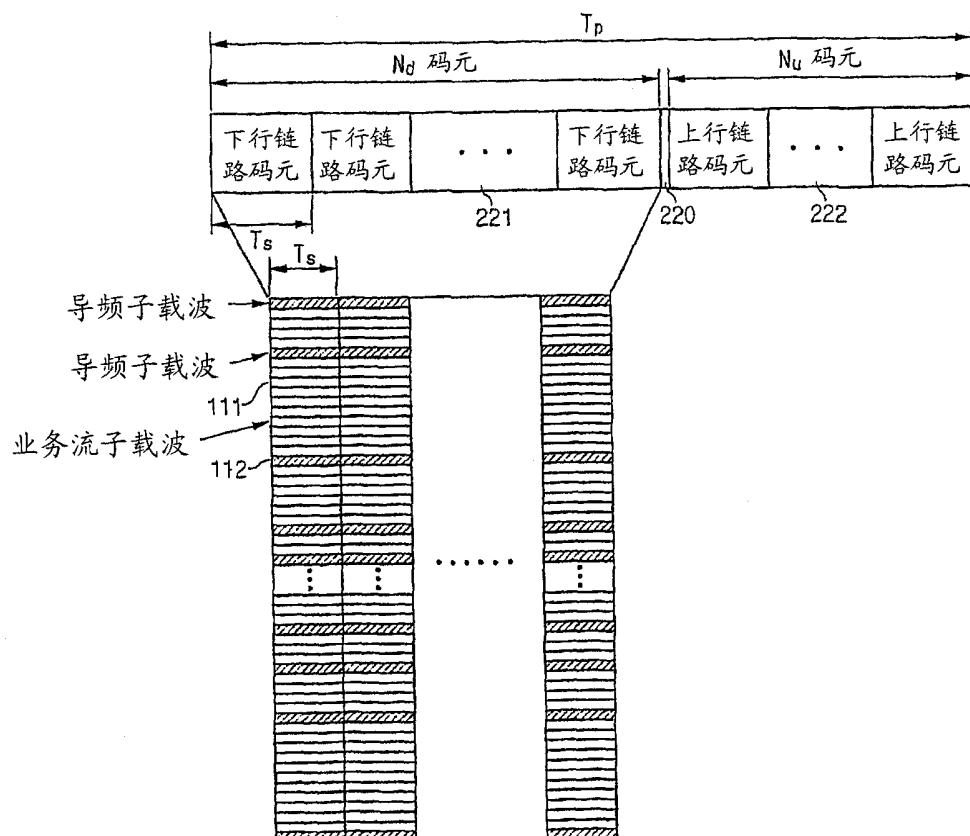


图 2

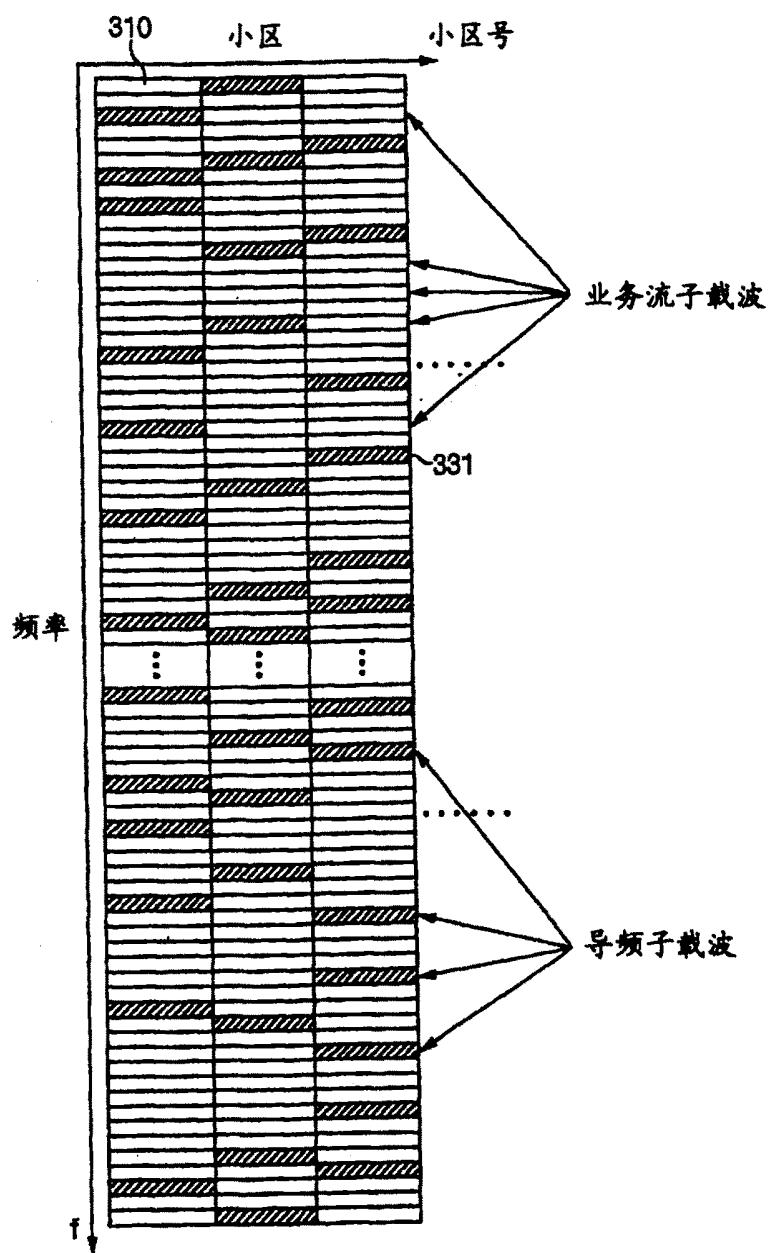


图 3A

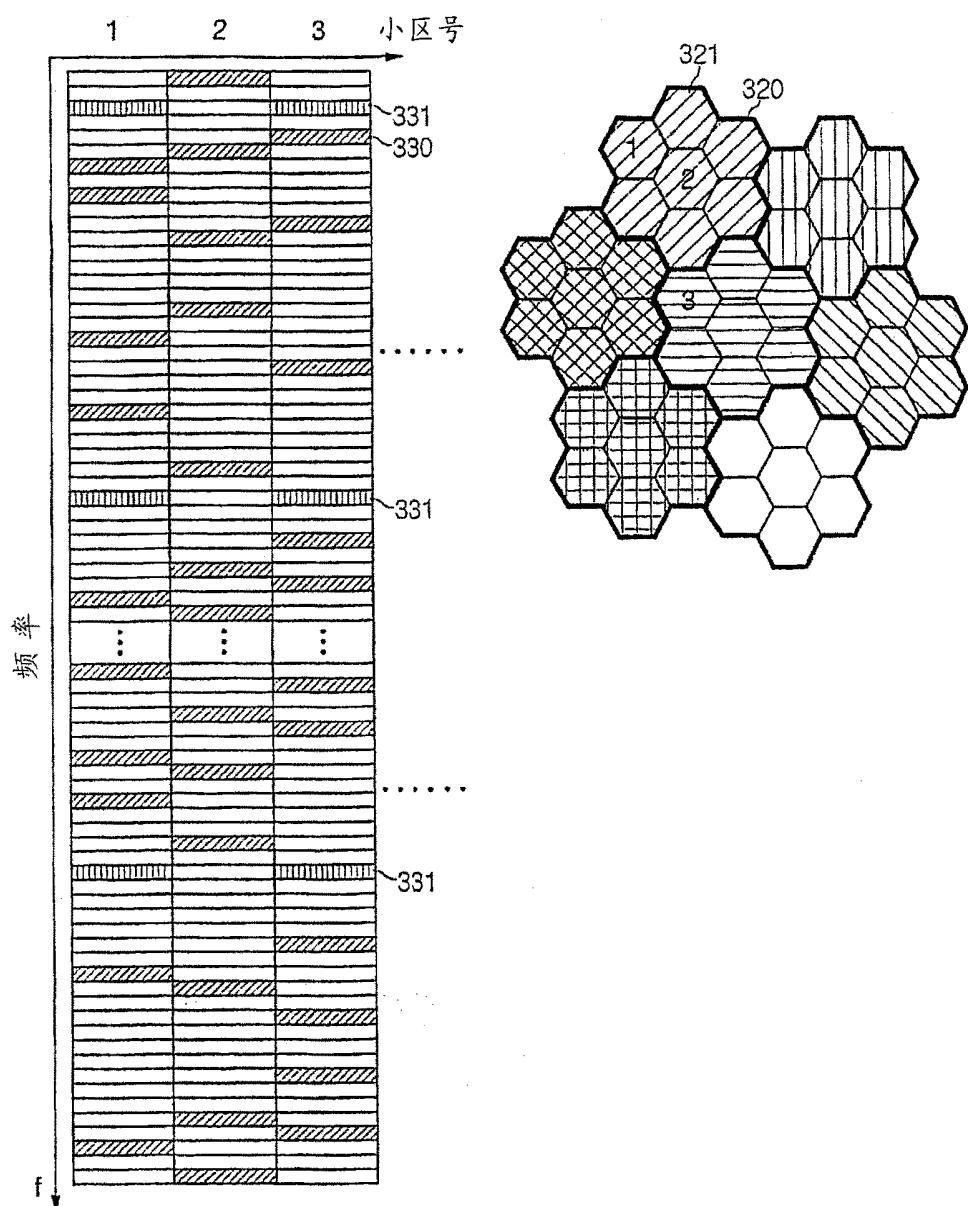


图 3B

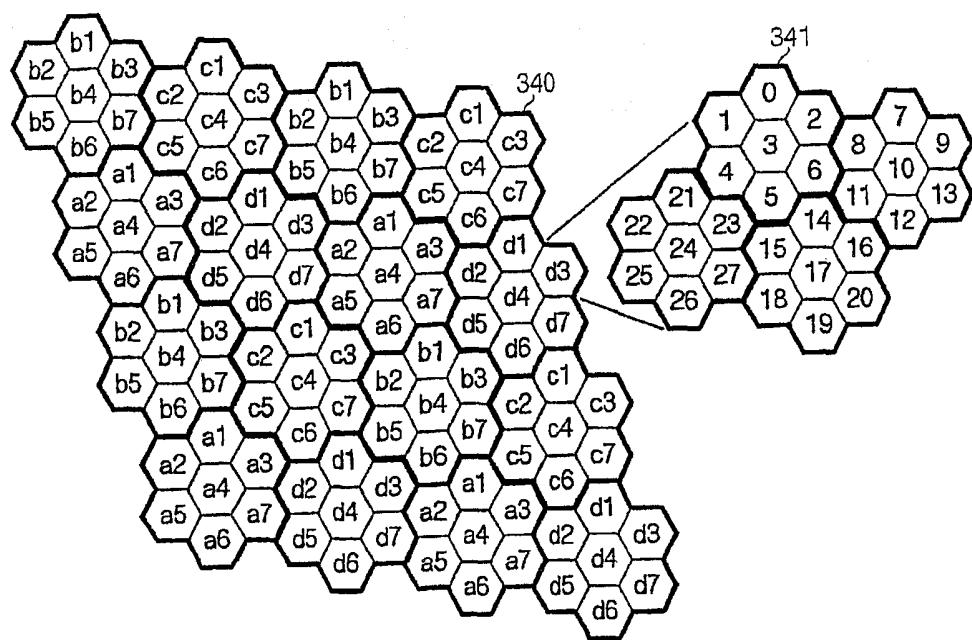


图 3C

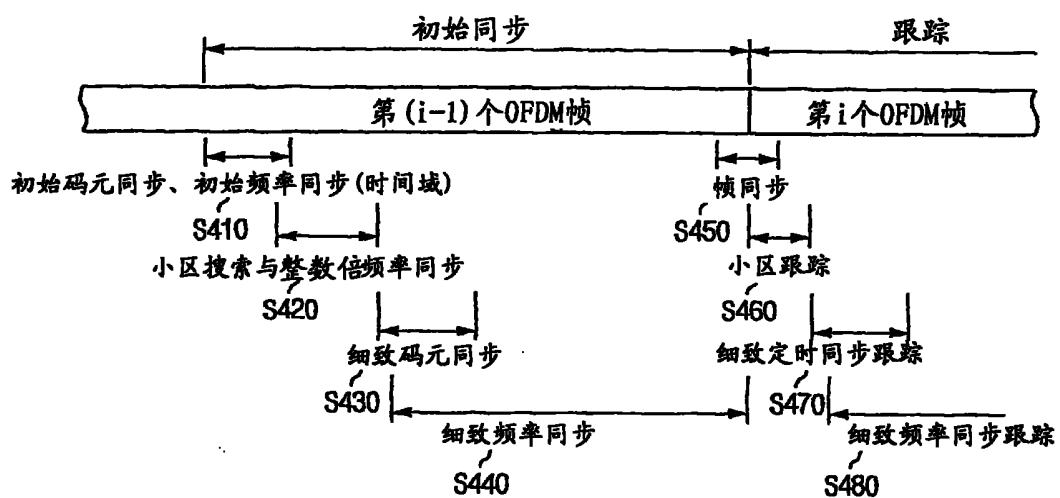


图 4A

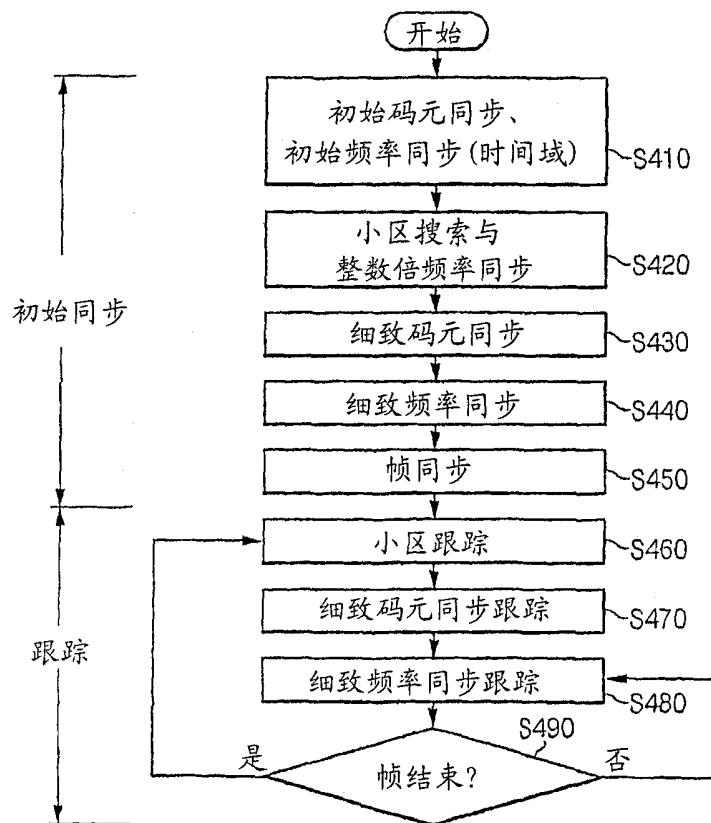


图 4B

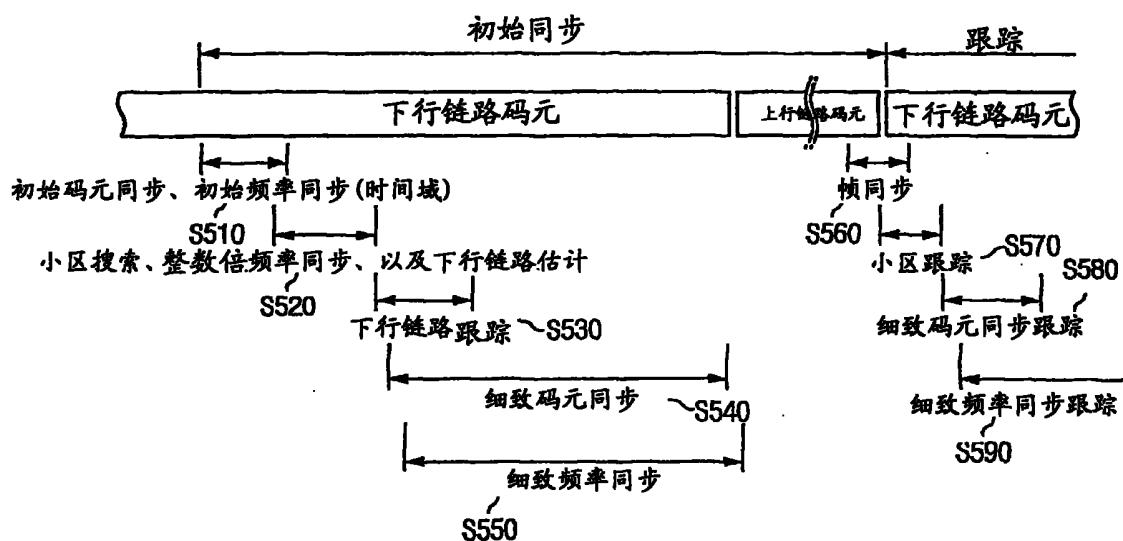


图 5A

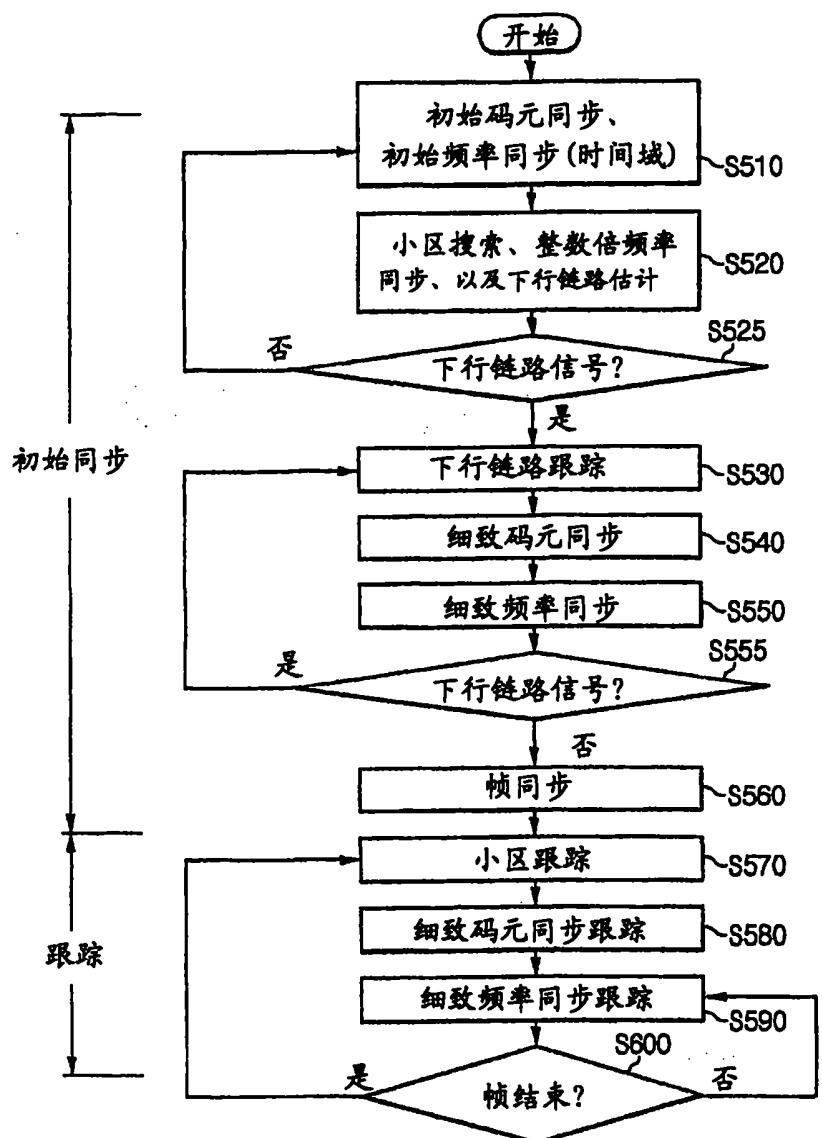


图 5B

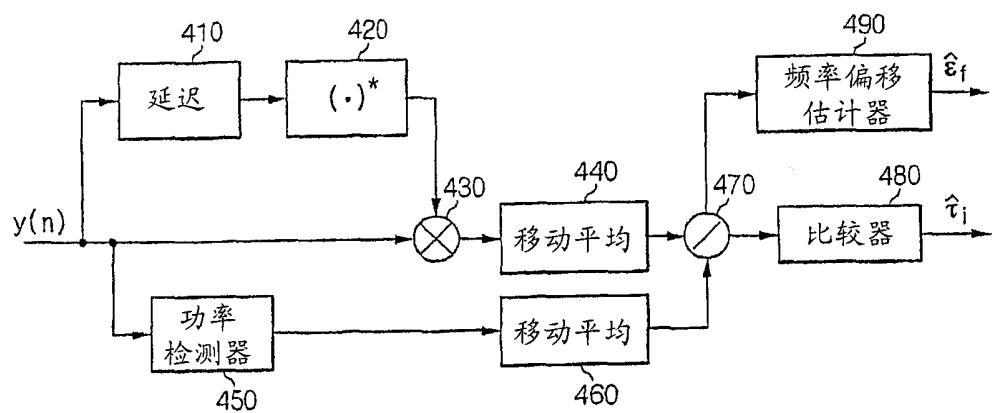


图 6

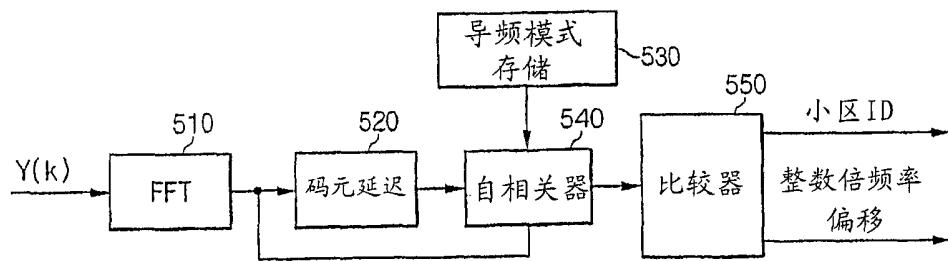


图 7

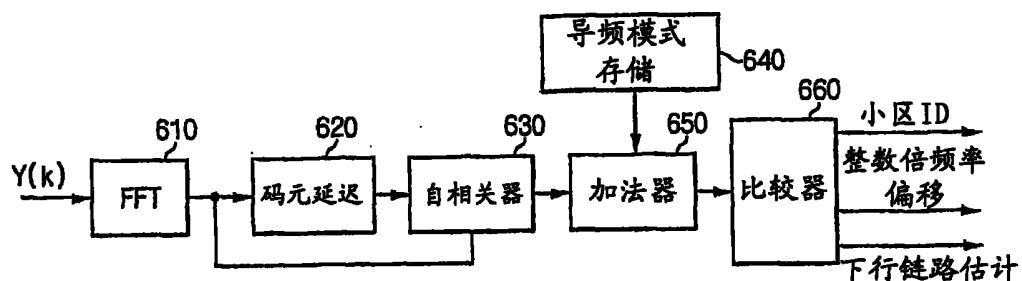


图 8

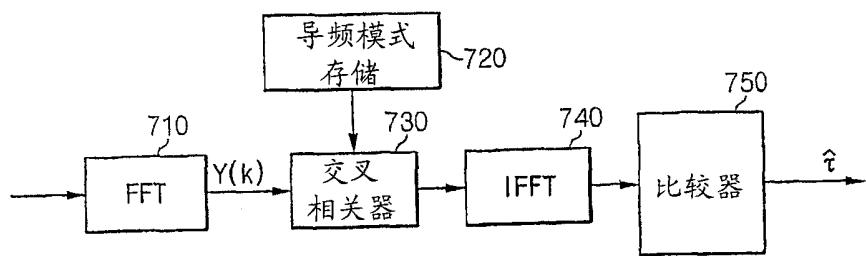


图 9

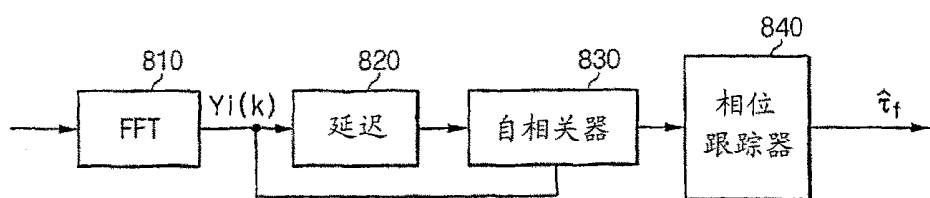


图 10

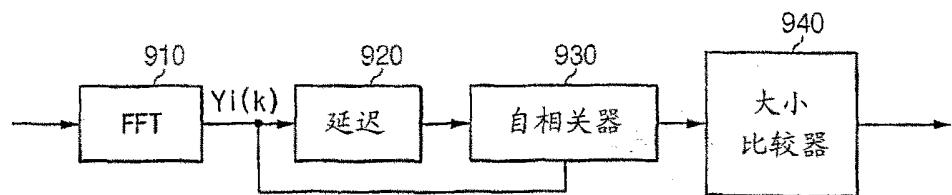


图 11

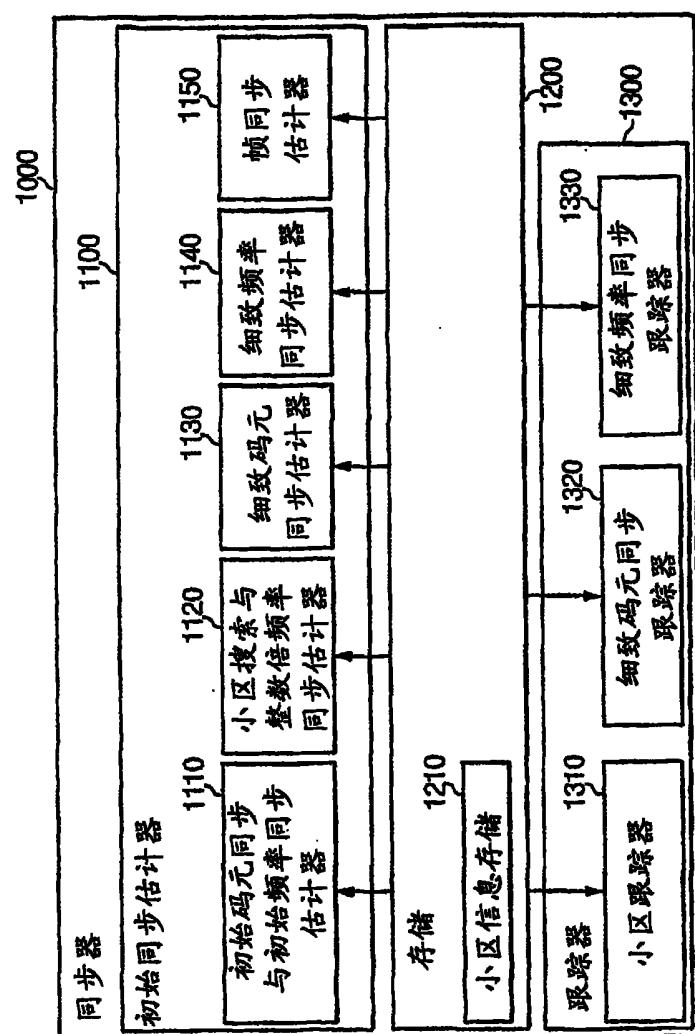


图 12

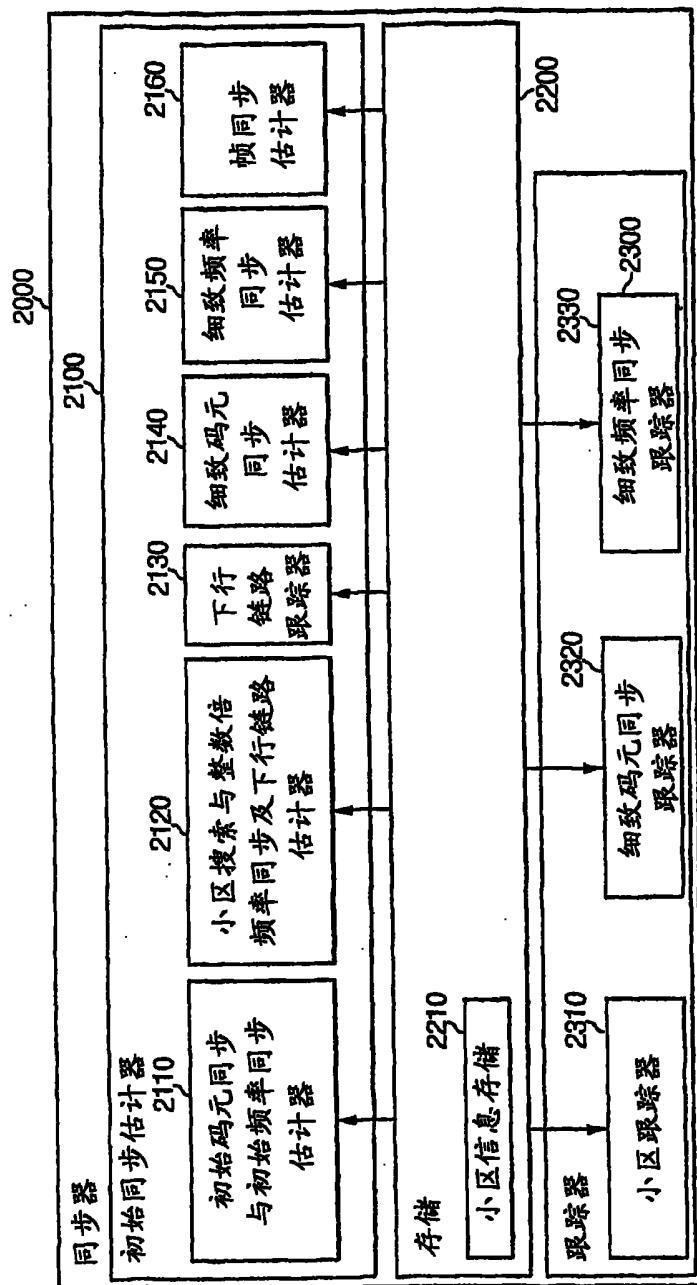


图 13

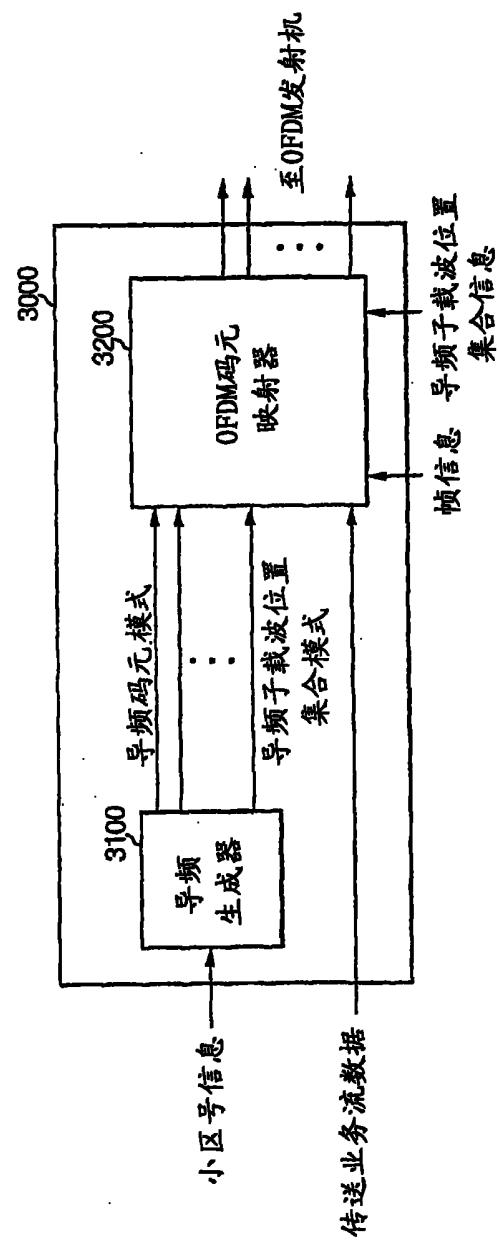


图 14