



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1783748 B

(45) 授权公告日 2010.05.12

(21) 申请号 200510131013.3

(22) 申请日 2005.12.02

(30) 优先权数据

100181/04 2004.12.02 KR

(73) 专利权人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

(72) 发明人 蔡宪基 权荣训 梁长薰

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 黄小临 王志森

(51) Int. Cl.

H04B 7/06 (2006.01)

H04B 7/08 (2006.01)

H04L 1/06 (2006.01)

H04L 27/26 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1322414 A, 2001.11.14, 全文.

US 6208287 B1, 2001.03.27, 全文.

CN 1194741 A, 1998.09.30, 权利要求 1、10, 说明书第 2 页第 4 段至第 3 页第 2 段、第 5 页第 2

段至第 8 页第 3 段、第 9 页第 2 段至第 10 页第 1 段,附图 3-7.

US 2004/0048584 A1, 2004.03.11, 全文.

EP 1329983 A2, 2003.07.23, 全文.

US 5499031 A, 1996.03.12, 全文.

JP 特开 2003-273634 A, 2003.09.26, 全文.

审查员 袁堃

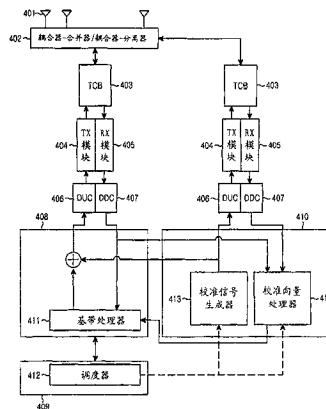
权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 9 页

(54) 发明名称

用于信号校准的智能天线通信系统

(57) 摘要

提供了一种用于在智能天线多载波通信系统中控制信号的相位和幅度的校准设备和方法。在发送之前,在将载波分配给数据信号之后,将校准信号分配给剩余的载波。由此,增加了用于数据发送的频率资源效率。



1. 一种智能天线通信系统,其包括:

调度器,用于将数据信号分配给作为数据载波的多个载波,将数据信号提供给基带处理器,并控制校准处理器和控制器生成要分配给未给其分配数据信号的非数据载波的校准信号;

校准处理器和控制器,用于在调度器的控制下生成未给其分配数据信号的非数据载波上的校准信号,并使用校准信号和作为通过发送路径的校准信号的反馈校准信号来计算校准向量;以及

基带处理器,用于利用校准向量来校准用于数据信号的波束成形加权向量,并在发送路径中发送校准的数据信号,

其中,计算校准向量包括以下步骤:

按照载波分离反馈校准信号;

基于校准载波位置信息,而测量给其分配了校准信号的非数据载波上的校准信号的相位和幅度;

利用相位和幅度测量值来更新存储器;以及

从存储在存储器中的相位和幅度测量值中消除耦合器特性,并使用无耦合器特性的相位和幅度测量值来计算校准向量。

2. 如权利要求 1 所述的智能天线通信系统,其中,校准处理器和控制器包括:

校准信号生成器,用于在调度器的控制下生成非数据载波上的校准信号;以及

校准向量处理器,用于使用校准信号和反馈校准信号来计算校准向量。

3. 如权利要求 2 所述的智能天线通信系统,其中,校准信号生成器包括:

校准信号分配器,用于根据从调度器接收的载波数据分配信息,而将校准信号分配给非数据载波;以及

IFFT 处理器,用于使用 IFFT 而对从校准信号分配器接收的校准信号进行调制。

4. 如权利要求 2 所述的智能天线通信系统,其中,校准向量处理器包括:

快速傅立叶变换 FFT 处理器,用于按照载波分离反馈校准信号;

校准信号获取器,用于基于从调度器接收的校准载波位置信息,而测量给其分配了校准信号的非数据载波上的校准信号的相位和幅度;

校准信号更新器,用于利用相位和幅度测量值来更新存储器;以及

校准向量计算器,用于从存储在存储器中的相位和幅度测量值中消除耦合器特性,并根据相位和幅度测量值,使用耦合器特性来计算校准向量。

5. 如权利要求 4 所述的智能天线通信系统,还包括插值器,用于通过对存储在存储器中的相位和幅度测量值进行插值,而估计未给其分配校准信号的载波上的校准信号的相位和幅度,并将所估计的校准信号的相位和幅度存储在存储器中。

6. 如权利要求 1 所述的智能天线通信系统,其中,调度器包括:

载波设置寻找器,用于找到具有不超过阈值的定时器值的载波来作为数据载波;

数据分配器,用于将数据信号分配给数据载波;以及

定时器,用于更新用于数据载波的定时器值。

7. 如权利要求 1 所述的智能天线通信系统,其中,基带处理器包括:

数据映射器,用于接收由调度器分配给数据载波的数据信号;

校准器,用于将从校准向量处理器接收的校准向量应用于数据信号;以及
逆快速傅立叶变换 IFFT 处理器,用于使用 IFFT 而调制从校准器接收的数据信号。

8. 如权利要求 1 所述的智能天线通信系统,其中,该智能天线通信系统为正交频分复用 OFDM 或正交频分多址接入 OFDMA 通信系统。

9. 一种智能天线通信系统,其包括:

调度器,用于控制校准信号生成器生成要分配给除了数据载波之外的非数据载波的校准信号,其中,在所述数据载波上,接收了来自移动台的数据信号;

校准处理器和控制器,用于在调度器的控制下生成非数据载波上的校准信号,并使用校准信号和作为通过接收路径的校准信号的反馈校准信号来计算校准向量;以及

基带处理器,用于利用校准向量来校准用于数据信号的波束成形加权向量,并在接收路径中发送校准的数据信号,

其中,计算校准向量包括以下步骤:

按照载波分离反馈校准信号;

基于校准载波位置信息,而测量给其分配了校准信号的非数据载波上的校准信号的相位和幅度;

利用相位和幅度测量值来更新存储器;以及

从存储在存储器中的相位和幅度测量值中消除耦合器特性,并使用无耦合器特性的相位和幅度测量值来计算校准向量。

10. 如权利要求 9 所述的智能天线通信系统,其中,校准处理器和控制器包括:

校准信号生成器,用于在调度器的控制下生成非数据载波上的校准信号;以及

校准向量处理器,用于使用校准信号和反馈校准信号来计算校准向量。

11. 如权利要求 10 所述的智能天线通信系统,其中,该智能天线通信系统为正交频分复用 OFDM 或正交频分多址接入 OFDMA 通信系统。

12. 一种在智能天线通信系统中将校准信号分配给载波的方法,其包括以下步骤:

对于该智能天线通信系统中的载波,逐个载波地执行以下步骤:

将该载波的定时器值与定时器阈值相比较;

如果该载波的定时器值大于该定时器阈值,则将该载波作为不可用的数据载波而排除;

如果该载波的定时器值不大于该定时器阈值,则在该载波上分配数据;以及

如果在分配数据的步骤中未分配数据,则在该载波上分配校准信号,

其中,用于每个载波的定时器最初被重置为 0。

13. 一种在智能天线通信系统中估计校准向量的方法,其包括以下步骤:

接收给其分配了校准信号的载波上的反馈校准信号;

利用该反馈校准信号的值来更新具有在先前的载波上接收的反馈校准信号的值的存储器;

对于码元的所有载波而重复接收步骤以及更新步骤;以及

使用存储在存储器中的反馈校准信号的值,而计算每个载波的校准向量,

其中,所述计算步骤包括:通过估计未给其分配校准信号的载波上的反馈校准信号的值,而计算每个载波的校准向量。

14. 如权利要求 13 所述的方法,其中,计算步骤包括:从存储在存储器中的反馈校准信号的值中消除耦合器特性,并计算每个载波的校准向量。

15. 一种在智能天线通信系统中的信号校准方法,其包括以下步骤:

将数据信号分配给作为数据载波的多个载波;

在未给其分配数据信号的非数据载波上分配校准信号,并在发送路径中发送校准信号;

使用校准信号和从发送路径接收的反馈校准信号来计算校准向量;以及

使用校准向量来校准用于数据信号的波束成形加权向量,并在发送路径中发送校准的数据信号,

其中,计算校准向量包括以下步骤:

按照载波分离反馈校准信号;

基于校准载波位置信息,而测量给其分配了校准信号的非数据载波上的校准信号的相位和幅度;

利用相位和幅度测量值来更新存储器;以及

从存储在存储器中的相位和幅度测量值中消除耦合器特性,并使用无耦合器特性的相位和幅度测量值来计算校准向量。

16. 如权利要求 15 所述的信号校准方法,其中,校准信号分配和发送步骤包括:

将校准信号分配给非数据载波;以及

调制所分配的校准信号。

17. 如权利要求 15 所述的信号校准方法,其中,校准和发送步骤包括:

接收每个数据载波上的数据信号;

将校准向量应用于数据信号;以及

调制向其应用了校准向量的数据信号。

18. 如权利要求 15 所述的信号校准方法,其中,存储器更新步骤包括:通过对存储在存储器中的相位和幅度测量值进行插值,而估计未给其分配校准信号的载波上的校准信号的相位和幅度,并将所估计的校准信号的相位和幅度存储在存储器中。

用于信号校准的智能天线通信系统

[0001] 优先权

[0002] 此申请要求于 2004 年 12 月 2 日在韩国知识产权局提交的标题为“SmartAntenna Communication System For Signal Calibration(用于信号校准的智能天线通信系统)”、且被分配的序列号为第 2004-100181 号的申请的优先权,通过引用而将其内容合并于此。

技术领域

[0003] 本发明一般涉及一种用于在智能天线多载波通信系统中控制信号的相位和幅度的校准设备和方法,并且,尤其涉及一种用于在将数据分配到载波之后的剩余载波上发送校准信号、由此增加用于数据信号的频率资源利用效率的设备和方法。

背景技术

[0004] 智能天线系统是这样的通信系统,其根据信号环境,使用多个天线来自动地优化辐射模式和 / 或接收模式 (pattern)。从数据信号发送的观点来看,智能天线系统通过波束成形,以最小的功率电平、沿预计的方向发送具有期望强度的信号。智能天线的使用使基站 (BS) 能够通过波束成形而仅将信号导向期望的移动台 (MS)。因此,与到所有 MS 的全方向信号发送相比,智能天线还减小了信号发送所需的功率、以及干扰。由于智能天线通过主动定位预计的 MS 而向发送 / 接收的信号施加方向性,所以,可使对在同一小区内的其它 MS 的干扰最小化。由此,BS 可将余下的可用功率分配给其它 MS,并且,减小的对其它小区的干扰导致 BS 信道容量的增加。

[0005] 基于正交频分多址接入 (OFDMA) 的无线因特网服务系统使用很宽的频率带宽,并以比在传统系统中高的功率电平将信号从 BS 发送到一个 MS。由此,小区半径很小。将智能天线应用于无线因特网系统有利地增加了 BS 信道容量。

[0006] 在将智能天线系统应用于多载波 OFDMA 系统的情况中,通过对每个天线的每个正交频率载波使用波束成形加权向量 (weight vector)、以便沿所选方向引导每个天线波束,而执行波束成形。波束必须在无线发送之前无任何改变的情况下到达天线,但是,由于 BS 中的非线性分量,波束的相位和幅度发生失真。由此,需要校准来控制信号的相位和幅度。智能天线技术的总体性能取决于校准的精度,即,波束方向性的精度和相位失配的最小化。通常,将校准应用于从 BS 指向 MS 的下行链路、以及从 MS 指向 BS 的上行链路。

[0007] 图 1 为智能天线系统中的传统校准设备的框图。参照图 1,以如下方式传送发送 (Tx) 校准信号。首先,将在 BS 109 的其它层的控制下、从校准处理器和控制器 110 生成的校准信号提供到基带模块 108。随后,将校准信号通过射频 (RF) 模块而发送到天线 101。RF 模块在数字上变频器 (DUC) 106 中对校准信号进行过采样 (oversample),在 Tx 模块 104 中,将过采样信号调制为 RF 信号,并将调制信号通过收发器控制板 (TCB) 103 和耦合器 - 分离器 102 而发送到天线 101。同时,在耦合器 - 分离器 102 中耦合校准信号,并在校准路径中传送该校准信号。具体地,在 Tx 校准路径中,此校准信号通过 TCB 103、接收 (Rx) 模块 105、以及数字下变频器 (DDC) 107 而返回到校准处理器和控制器 110。

[0008] 对于 Rx 校准信号, 在 Rx 路径中, 从校准处理器和控制器 110 生成的校准信号通过 DUC 106、Tx 模块 104、以及 TCB 103, 并且, 在耦合器 - 合并器 102 中, 将该校准信号与在天线 101 处接收的信号耦合。在 Rx 校准路径中, 耦合信号通过 TCB 103、Rx 模块 105、DDC 107、以及基带模块 109 而返回到校准处理器和控制器 110。

[0009] 如上所述, 通过计算从校准处理器和控制器 110 生成的校准信号与从 Tx 和 Rx 路径反馈的校准信号之间的相位差和幅度差, 而为 Tx 校准和 Rx 校准估计校准向量。

[0010] 图 2 图解了传统智能天线系统中的校准原理。Tx 或 Rx 校准信号 $C(t)$ 随着其在去往天线的路径中和反馈路径中行进, 而在其相位和幅度上发生变化。若有 N 个天线, 则从 N 条路径接收校准信号 $C(t)$ 。由此, 根据等式 1:

$$[0011] \quad C_1(t) = \alpha_1 C(t) e^{j\theta_{1,cal}} e^{j\theta_{feedback}}$$

$$[0012] \quad C_2(t) = \alpha_2 C(t) e^{j\theta_{2,cal}} e^{j\theta_{feedback}}$$

[0013]

⋮

$$[0014] \quad C_N(t) = \alpha_N C(t) e^{j\theta_{N,cal}} e^{j\theta_{feedback}}$$

... .. (1)

[0015] 其中, $C_n(t)$ 表示来自第 n 路径的反馈校准信号, 而 α_n 表示第 n 路径中的衰减。 $\theta_{N,cal}$ 为第 n 路径的相位因子, 而 $\theta_{feedback}$ 为反馈路径的相位因子。

[0016] 为了校准向量的计算, 必须从每条路径中消除耦合器特性 $R_{coupler}$, 并且, 为了进行波束成形, N 个天线的相对相位必须匹配。通过等式 2 来计算校准向量。

$$[0017] \quad w_{c,1} = \text{conj} \left[\frac{C_1(t)/R_{coupler1}}{C(t)} \right]$$

$$[0018] \quad w_{c,2} = \text{conj} \left[\frac{C_2(t)/R_{coupler2}}{C(t)} \right]$$

[0019]

⋮

$$[0020] \quad w_{c,N} = \text{conj} \left[\frac{C_N(t)/R_{couplerN}}{C(t)} \right]$$

... .. (2)

[0021] 假定天线的波束成形加权向量为 w_{b1} 、 w_{b2} 、 \dots 、 w_{bn} , 则考虑了天线路径而计算出的波束成形加权向量为 $w_{b1}w_{c1}$ 、 $w_{b2}w_{c2}$ 、 \dots 、 $w_{bn}w_{cn}$ 。

[0022] 必须对于所有载波而周期性地执行校准, 以在例如 OFDMA 的多载波通信系统中使用智能天线。此校准需要将频率资源分配给校准信号。然而, 用于校准信号的附加的频率资源分配导致频率资源的消耗, 并且, 由此, 存在对于解决此问题的技术的需要。

发明内容

[0023] 本发明的一个目的在于: 至少实际上解决以上问题和 / 或缺点, 并至少提供以下优点。因而, 本发明的一个目的在于: 提供一种用于在智能天线多载波通信系统中控制信号

的相位和幅度的改进的校准设备和方法。

[0024] 本发明的另一个目的在于：提供一种用于发送校准信号的校准设备和方法，通过所述校准设备和方法，控制在将数据分配给载波之后的剩余载波上的信号的相位和幅度，由此，增加在智能天线多载波通信系统中用于数据信号的频率资源利用效率。

[0025] 通过提供一种用于在智能天线多载波通信系统中控制信号的相位和幅度的校准设备和方法，而实现以上目的。

[0026] 根据本发明的一个方面，在智能天线通信系统中，调度器将数据信号分配给作为数据载波的多个载波，将数据信号提供给基带处理器，并控制校准处理器和控制器生成要分配给未给其分配数据信号的非数据载波的校准信号。校准处理器和控制器在调度器的控制下生成非数据载波上的校准信号，并使用校准信号和反馈校准信号（通过发送路径的校准信号）来计算校准向量。基带处理器利用校准向量来校准用于数据信号的波束成形加权向量，并在发送路径中发送校准的数据信号。其中，计算校准向量包括以下步骤：按照载波分离反馈校准信号；基于校准载波位置信息，而测量给其分配了校准信号的非数据载波上的校准信号的相位和幅度；利用相位和幅度测量值来更新存储器；以及从存储在存储器中的相位和幅度测量值中消除耦合器特性，并使用无耦合器特性的相位和幅度测量值来计算校准向量。

[0027] 根据本发明的另一个方面，在智能天线通信系统中的信号校准方法中，将数据信号分配给作为数据载波的多个载波。将校准信号分配给未给其分配数据信号的非数据载波，并在发送路径中发送该校准信号。使用校准信号和从发送路径接收的反馈校准信号来计算校准向量。使用校准向量来校准用于数据信号的波束成形加权向量，并在发送路径中发送校准的数据信号。其中，计算校准向量包括以下步骤：按照载波分离反馈校准信号；基于校准载波位置信息，而测量给其分配了校准信号的非数据载波上的校准信号的相位和幅度；利用相位和幅度测量值来更新存储器；以及从存储在存储器中的相位和幅度测量值中消除耦合器特性，并使用无耦合器特性的相位和幅度测量值来计算校准向量。

附图说明

[0028] 从下面与附图相结合的详细描述中，本发明的以上和其它目的、特征和优点将变得更为清楚，附图中：

[0029] 图 1 为智能天线通信系统中的传统信号校准设备的框图；

[0030] 图 2 图解了智能天线通信系统中的信号校准原理；

[0031] 图 3 图解了在根据本发明的在智能天线通信系统中将载波分配给数据信号；

[0032] 图 4 为根据本发明的智能天线系统中的校准设备的框图；

[0033] 图 5 图解了根据本发明的智能天线系统中的基带处理器的配置；

[0034] 图 6 为根据本发明的智能天线系统中的调度器 (scheduler) 的框图；

[0035] 图 7 为根据本发明的智能天线系统中的校准信号生成器的框图；

[0036] 图 8 为根据本发明的智能天线系统中的校准向量处理器的框图；

[0037] 图 9 为图解在根据本发明的智能天线系统中用于将载波分配给校准信号的操作的流程图；

[0038] 图 10 为图解在根据本发明的智能天线系统中用于估计校准向量的操作的流程图

图;以及

[0039] 图 11A 和 11B 图解了在根据本发明的智能天线系统中的反馈校准信号的值。

具体实施方式

[0040] 这里,下面将通过参照附图来描述本发明的优选实施例。在下面的描述中,由于公知的功能或构造将会以不必要的细节而使本发明模糊,所以不会详细地描述它们。

[0041] 在将智能天线应用于诸如正交频分复用 (OFDM) 或正交频分多址接入 (OFDMA) 通信系统的多载波通信系统的情况下,需要对所有载波执行周期性的校准。

[0042] 首先,将对在这样的通信系统中的将载波分配给数据作出描述。

[0043] 图 3 图解了在根据本发明的在智能天线通信系统中将载波分配给数据信号。参照图 3,阴影方格表示具有数据信号的区域,而空白方格表示无数据信号的区域,将所述区域中的一些分配给校准信号。这里示出了随着时间而将载波分配给数据的例子。由于随着时间的经过、不同的 MS 连接到 BS,所以,将频率资源分配给数据相应地改变,并且,无数据的载波也随着时间的经过而改变。

[0044] 有可能通过将校准信号映射到非数据载波 (non-data carrier),而校准无数据的载波。在预定时间周期内对非数据载波的连续校准导致在整个频带上的校准。因此,为了有效校准整个频带,非数据载波必须被均匀分布在整个频带上。另外,除非给其分配了校准信号的特定载波具有在预定时间之后 (Time_threshold) 再次应用的校准信号,否则,必须将校准信号强制分配给载波,以便周期性地在整个频带上分配校准信号。

[0045] 图 4 为根据本发明的智能天线系统中的校准设备的框图。参照图 4,附图标记 401 至 410 表示图 1 中图解的相同组件 101 至 110。附图标记 411 至 414 表示根据本发明而进一步提供的组件,其用于将校准信号分配给载波、以及估计校准向量。调度器 412 考虑到每个码元 (symbol) 中的校准而将数据信号分配给载波,并将数据信号提供到基带处理器 411。调度器 412 还控制校准信号生成器 413 和校准向量处理器 414。具体地,调度器 412 控制校准信号生成器 413 在非数据载波上生成校准信号,并控制校准向量处理器 414 使用已通过反馈路径的反馈校准信号来计算校准向量。以与图 1 中图解的相同的方式而发送/接收此校准信号,以进行 Tx 校准和 Rx 校准。

[0046] 图 5 图解了根据本发明的智能天线系统中的基带处理器 411 的配置。参照图 5,基带模块 408 中的基带处理器 411 从校准处理器和控制器 410 的校准向量处理器 414 接收校准向量。在从 BS 到 MS 的 Tx 路径中,数据映射器 504 将非数据载波映射到乘法器 502。校准器 503 将校准向量提供到乘法器 502。乘法器 502 将载波信号与校准向量相乘,并且,逆快速傅立叶变换 (IFFT)/FFT 处理器 501 使用 IFFT 而调制乘积。

[0047] 在从 MS 到 BS 的 Rx 路径中,使用于 Tx 路径的以上操作反转。IFFT/FFT 501 使用 FFT 而解调所接收的数据信号。校准器 503 将从校准向量处理器 414 接收的校准向量应用于 FFT 信号。

[0048] 图 6 为根据本发明的智能天线系统中的调度器 412 的框图。参照图 6,调度器 412 用来通过控制校准信号生成器 413 而将校准信号分配给载波。载波设置寻找器 (finder) 601 找到其定时器值不超过阈值 (Time_threshold) 的载波,作为可给其分配数据的数据载波。数据分配器 603 将数据分配给由载波设置寻找器 601 找到的载波。对于数据

分配器 603 已向其分配数据的对应数据载波, 定时器 602 更新其定时器值。

[0049] 图 7 为根据本发明的智能天线系统中的校准信号生成器 413 的框图。参照图 7, 校准信号生成器 413 包括校准信号分配器 701 和 IFFT 处理器 702。校准信号分配器 701 基于从调度器 412 接收的载波数据分配信息, 而将校准信号分配给非数据载波。IFFT 处理器 702 使用 IFFT 而调制校准载波信号。

[0050] 图 8 为根据本发明的智能天线系统中的校准向量处理器 414 的框图。参照图 8, 校准向量处理器 414 包括 FFT 处理器 801、校准信号获取器 802、校准信号更新器 803、插值器 804、以及校准向量计算器 805。FFT 处理器 801 按照载波分离反馈校准信号。校准信号获取器 802 根据从调度器 412 接收的校准载波位置信息, 而测量校准载波的反馈校准信号的相位和幅度。校准信号更新器 803 每次都更新相位和幅度信息, 并将其存储在存储器中。插值器 804 对所存储的相位和幅度信息进行插值, 由此估计未给其分配校准信号的载波上的校准信号的相位和幅度。在大量 MS 连接到 BS 的情况下进行该插值。校准向量计算器 805 在从反馈校准信号中消除耦合器特性之后计算校准向量。

[0051] 图 9 为图解在根据本发明的智能天线系统中用于将载波分配给校准信号的操作的流程图。参照图 9, 在 BS 操作之前, 将用于每个载波的定时器重置为 0。在步骤 901 中, 将指示载波的变量 n 设为 1。在步骤 902 中, 将第 n 载波的定时器值与定时器阈值 (Time_threshold) 相比较。如果第 n 载波的定时器值大于该阈值, 则在步骤 903 中, 将第 n 载波作为不可用的数据载波而排除。在此情况下, 在步骤 904 中, n 被更新为 $n+1$, 并返回步骤 902。另一方面, 如果第 n 载波的定时器值不大于该阈值, 则在步骤 905 中, 第 n 载波可为数据载波。因为数据未被分配给所有数据载波, 所以, 可能存在未给其分配数据的载波。在步骤 906 中, 确认是否分配了数据。如果未分配数据, 那么, 在步骤 907 中, 将校准信号分配给这样的非数据载波。随后, 发送具有校准信号和数据信号的码元。

[0052] 图 10 为图解在根据本发明的智能天线系统中用于估计校准向量的操作的流程图。参照图 10, 在步骤 1001 中, 将指示载波的变量 n 设为 1。如果 n 小于 N (载波的总数), 则在步骤 1005 中, 确认是否将校准信号分配给第 n 载波。如果将校准信号分配给第 n 载波, 那么, 在步骤 1006 中, 接收校准载波上的校准信号响应, 并将校准载波的相位和幅度存储在存储器中。对于第 n 载波, 如果其携带校准信号, 则利用第 n 地址处的第 n 载波上的校准信号的相位和幅度来更新已经存储了先前的校准载波的相位和幅度的存储器。在步骤 1007 中, 对所有载波重复此操作。随后, 在步骤 1003 中, 使用所存储的校准载波的相位和幅度来对校准信号进行插值。在步骤 1004 中, 在从校准信号中消除耦合器特性之后, 为每个载波计算校准向量。

[0053] 图 11A 和 11B 图解了在根据本发明的智能天线系统中的反馈校准信号的值。在所图解的图 11A 的情况中, 在预定的时间周期内发送校准信号, 并反馈校准信号。通过存储在时间周期内接收的反馈校准信号, 可在整个频带上校准信号。由于系统知晓所发送的校准信号的相位和幅度, 所以, 它可通过将所发送的校准信号的值与反馈校准信号的值相比较而计算校准向量。由此, 可使用校准向量来校准信号的相位和幅度。在小量用户连接到 BS 的情况中, 可应用此方法。

[0054] 在所图解的图 11B 的情况中, 不在整个频带上发送校准信号, 并且, 由此, 通过插值来估计反馈校准信号的值。在大量用户连接到 BS、且需要更多数据载波时可采用此方法。

并且,由于系统知晓所发送的校准信号的相位和幅度,所以,它可通过将所发送的校准信号的值与反馈校准信号的值相比较而计算校准向量。由此,可使用校准向量来校准信号的相位和幅度。

[0055] 根据如上所述的本发明,在智能天线多载波通信系统中在发送之前、将载波分配给数据信号之后,将校准信号分配给剩余载波。由此,增加了用于数据发送的频率资源的效率。

[0056] 尽管已通过参照本发明的特定实施例而示出并描述了本发明,但本领域的技术人员将理解,在不背离由所附权利要求定义的本发明的精神和范围的情况下,在其中可作出各种形式和细节上的改变。

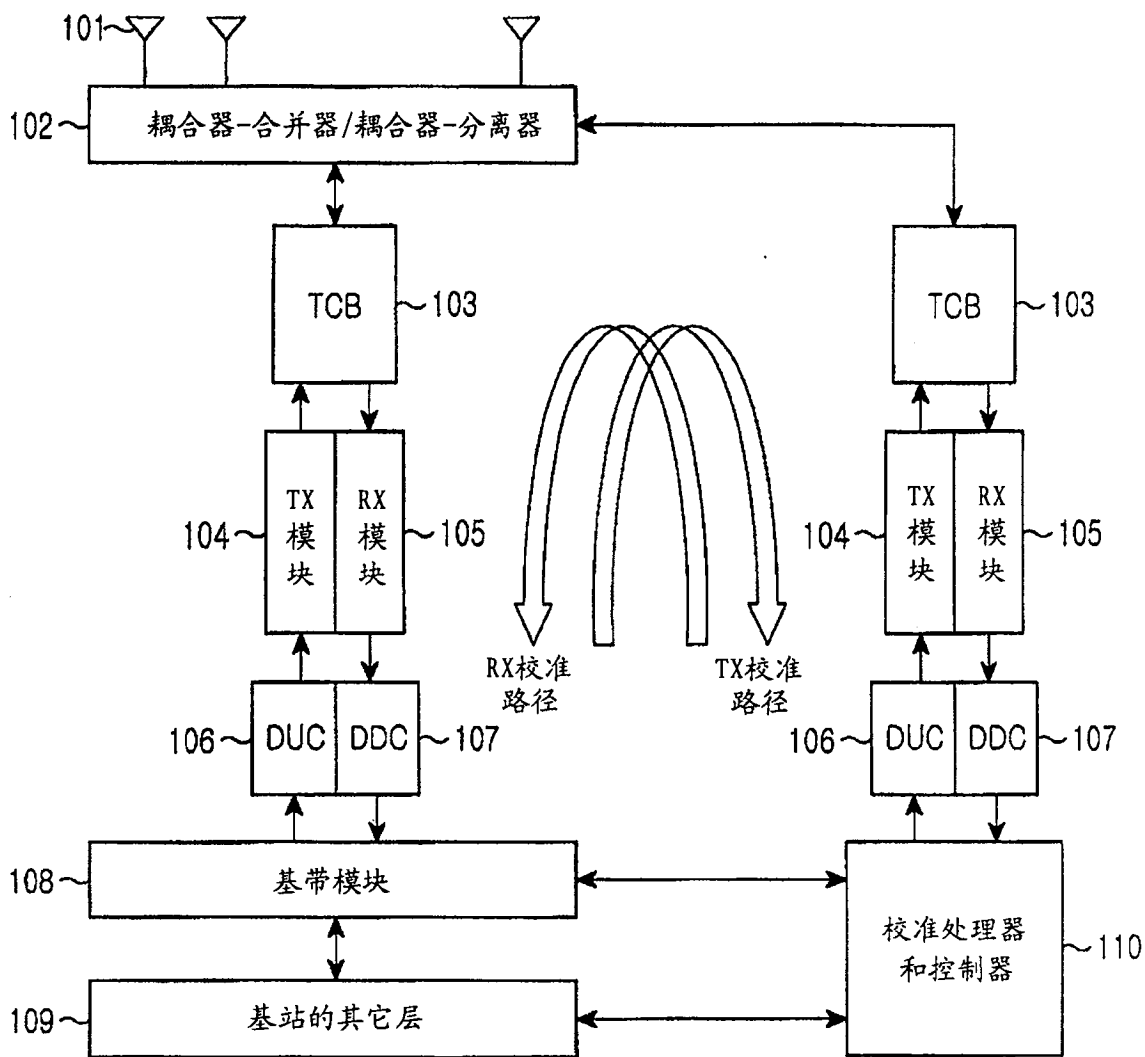


图 1

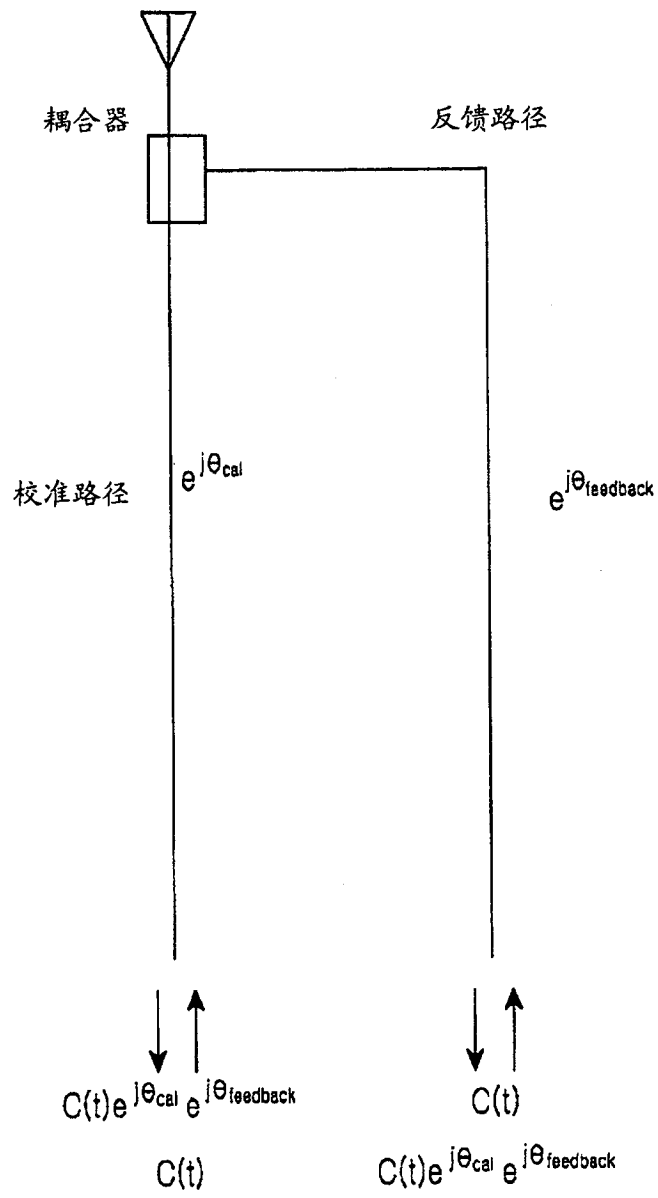


图 2

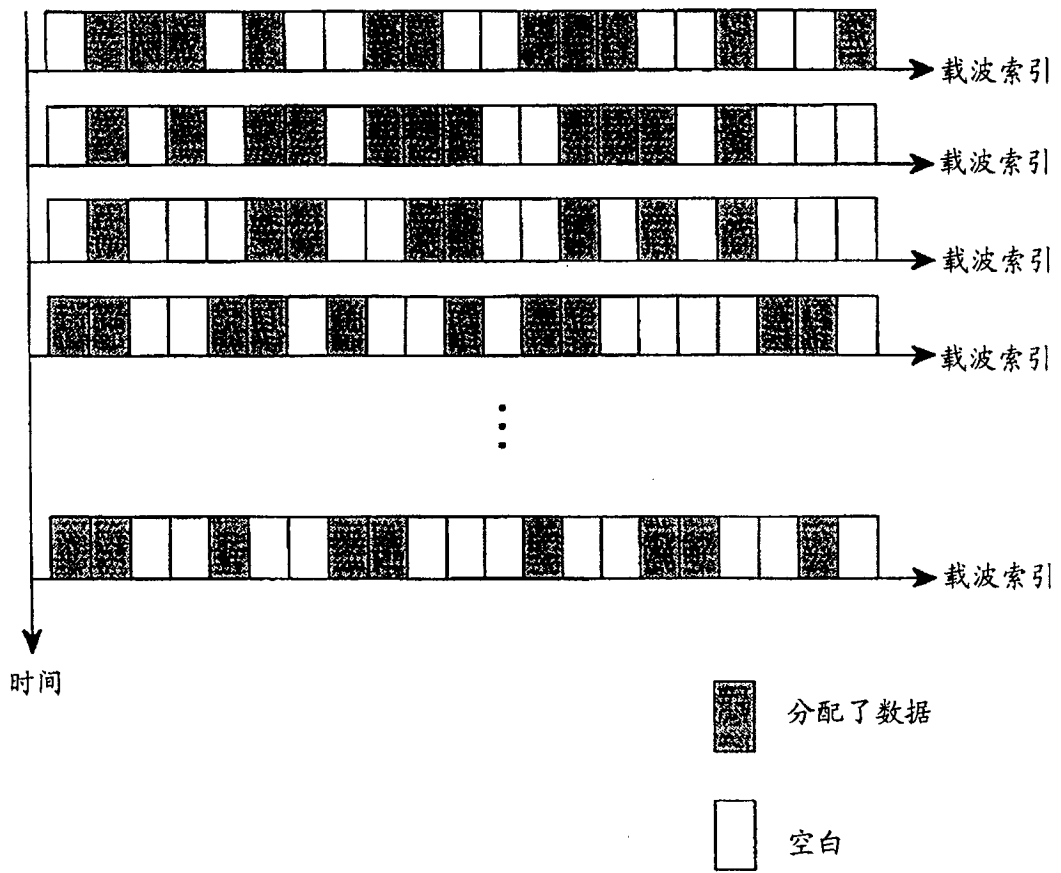


图 3

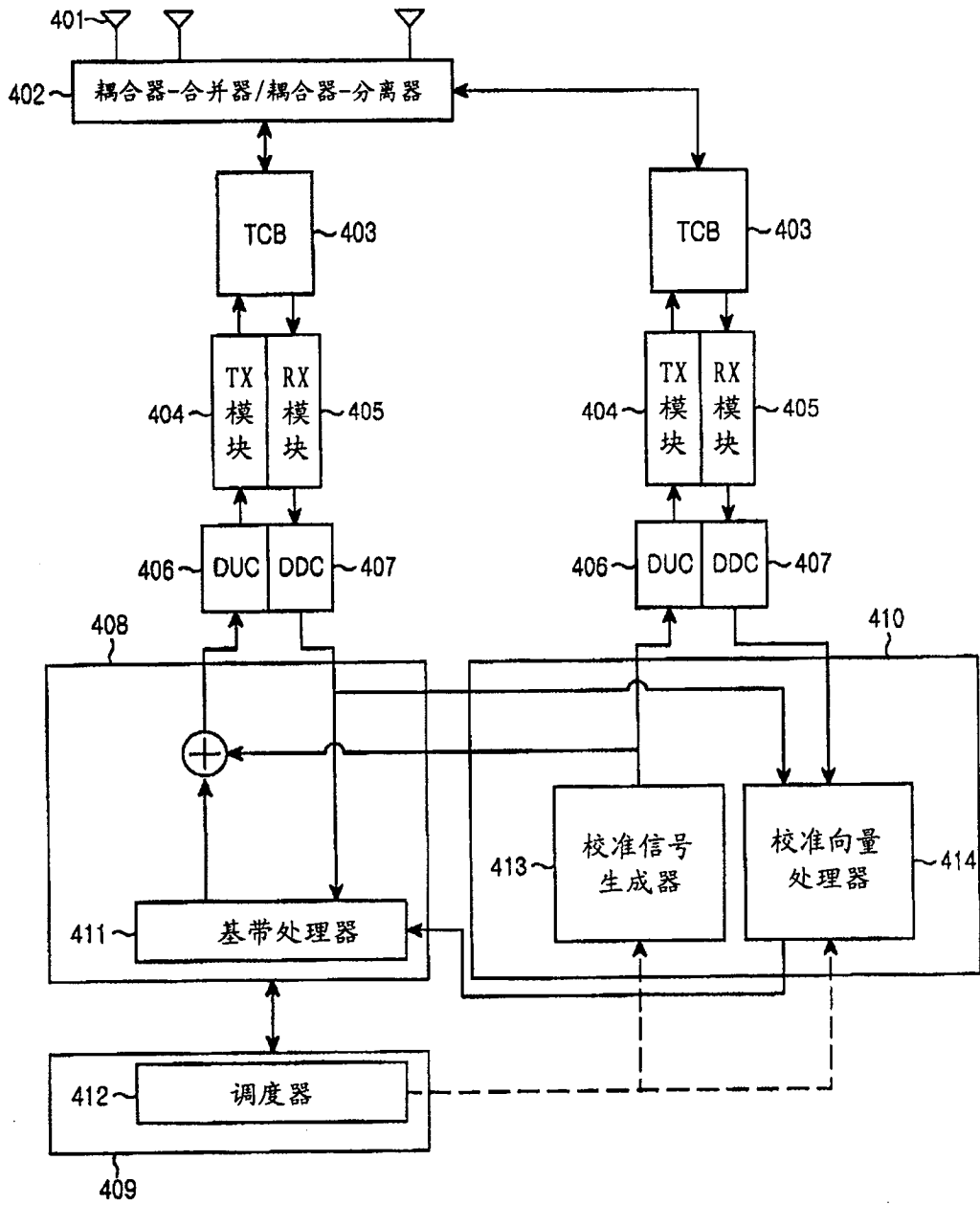


图 4

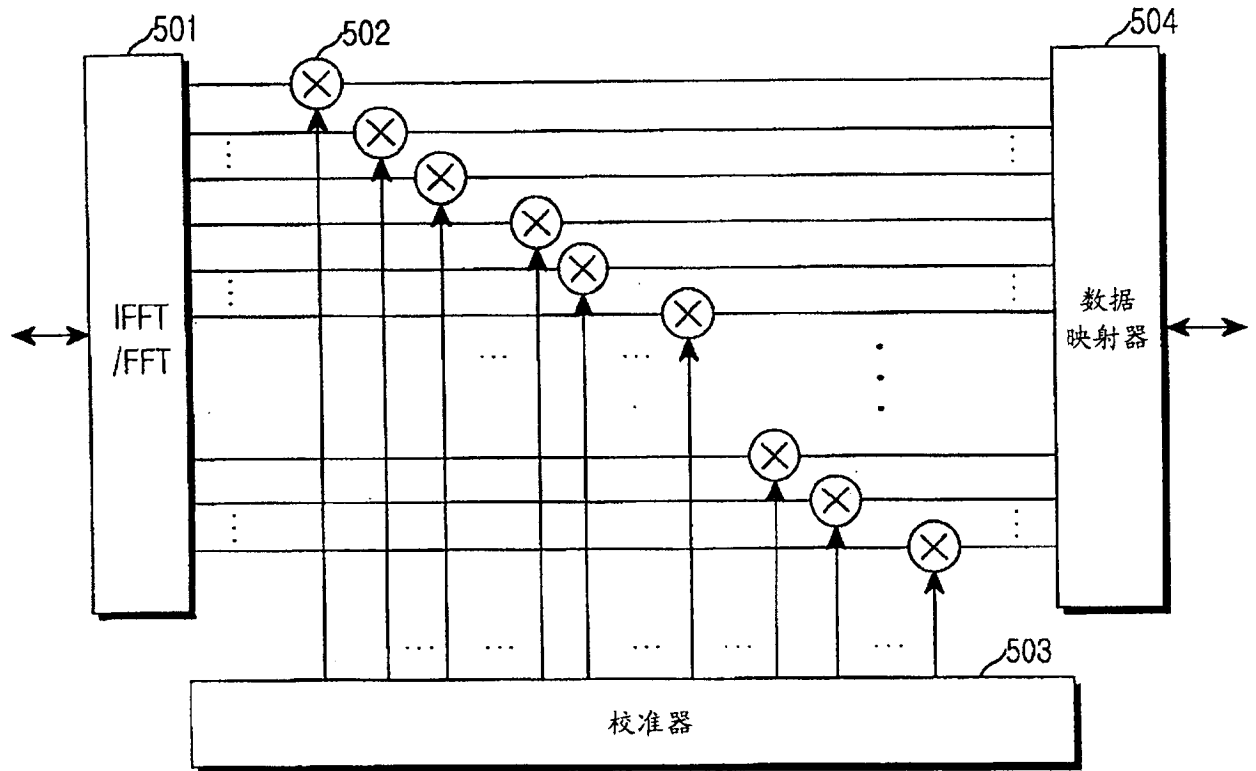


图 5

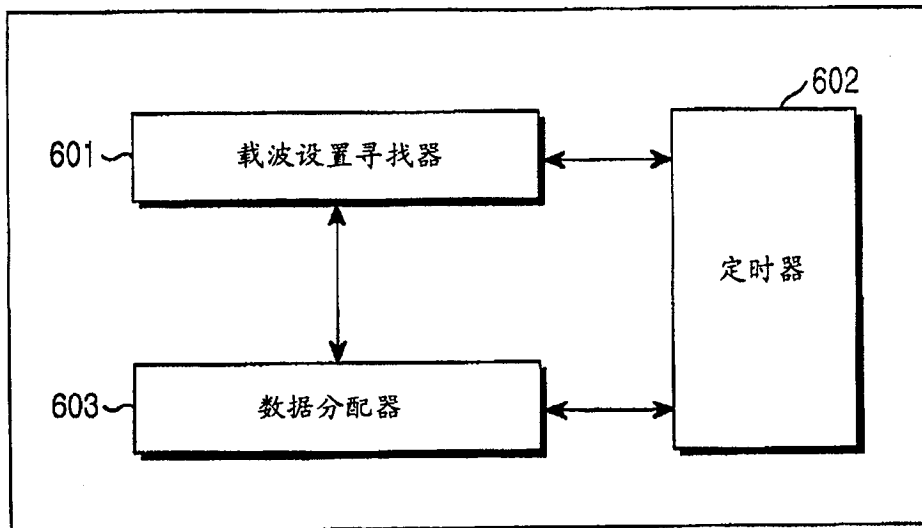


图 6

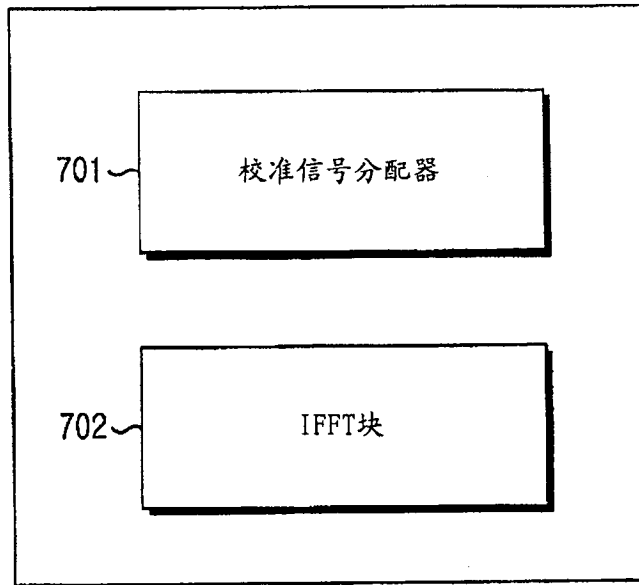


图 7

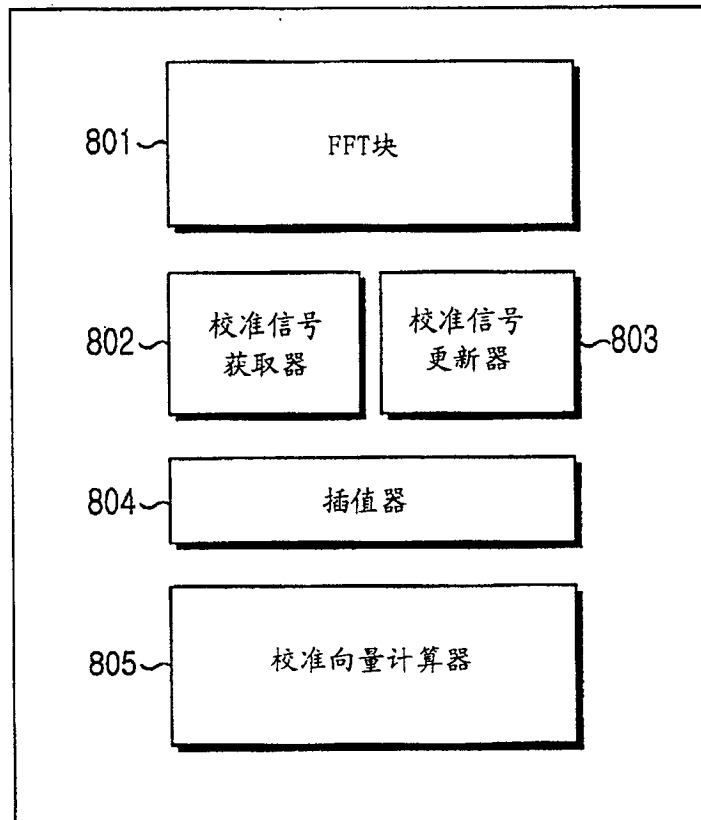


图 8

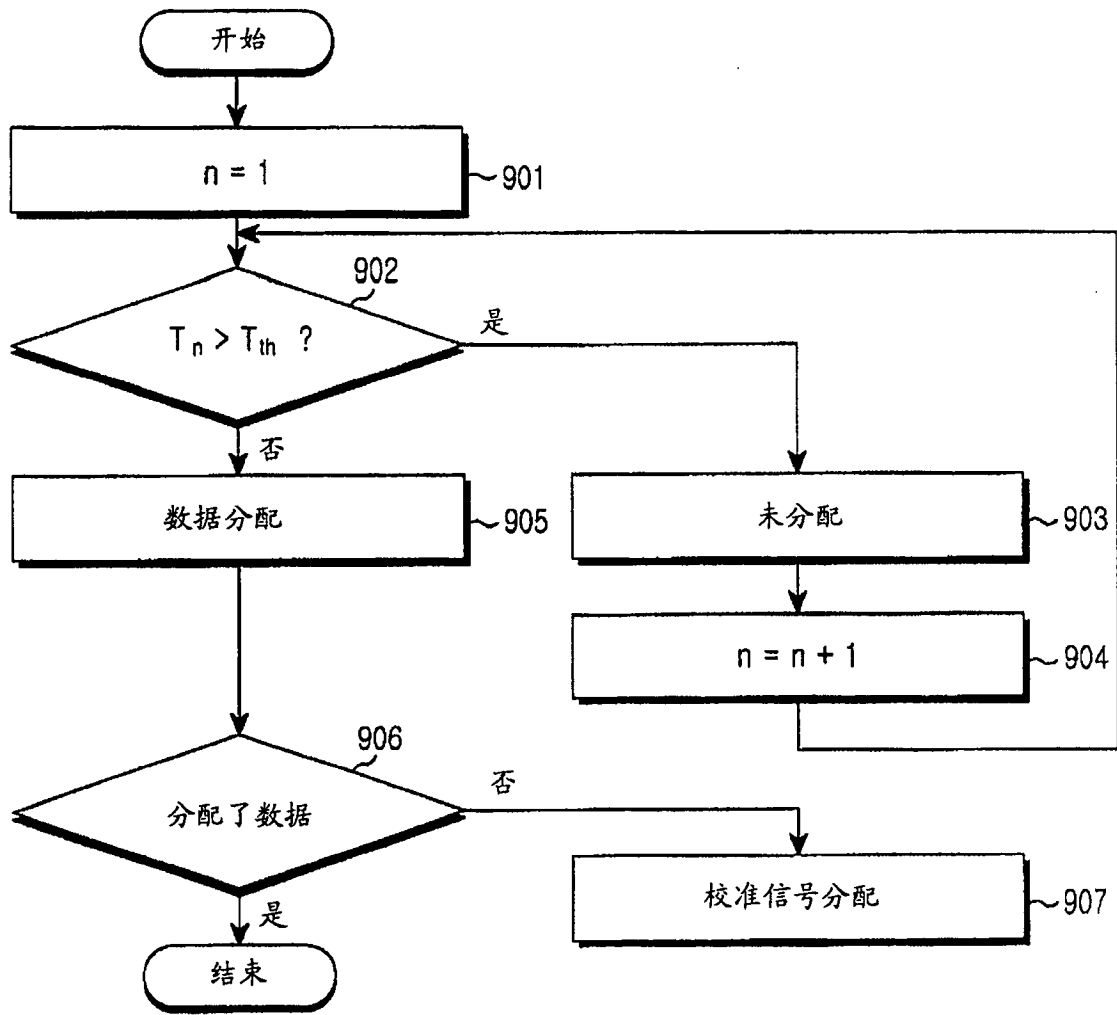


图 9

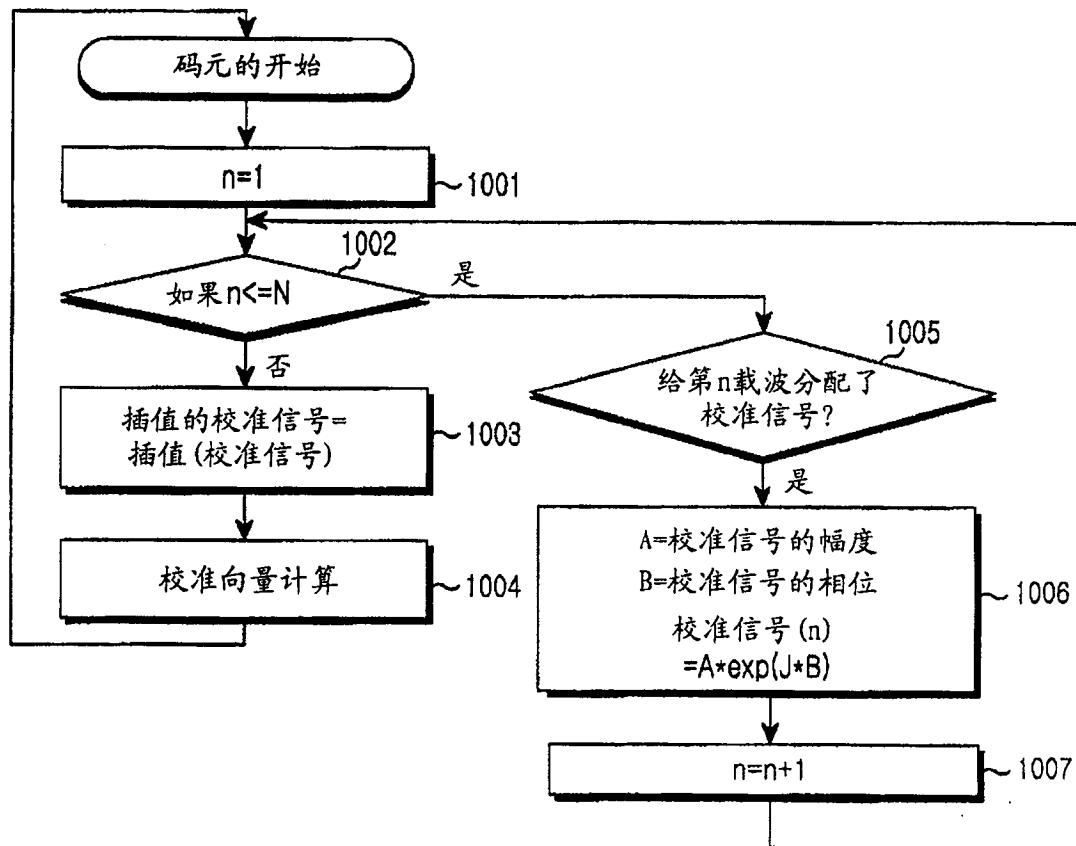


图 10

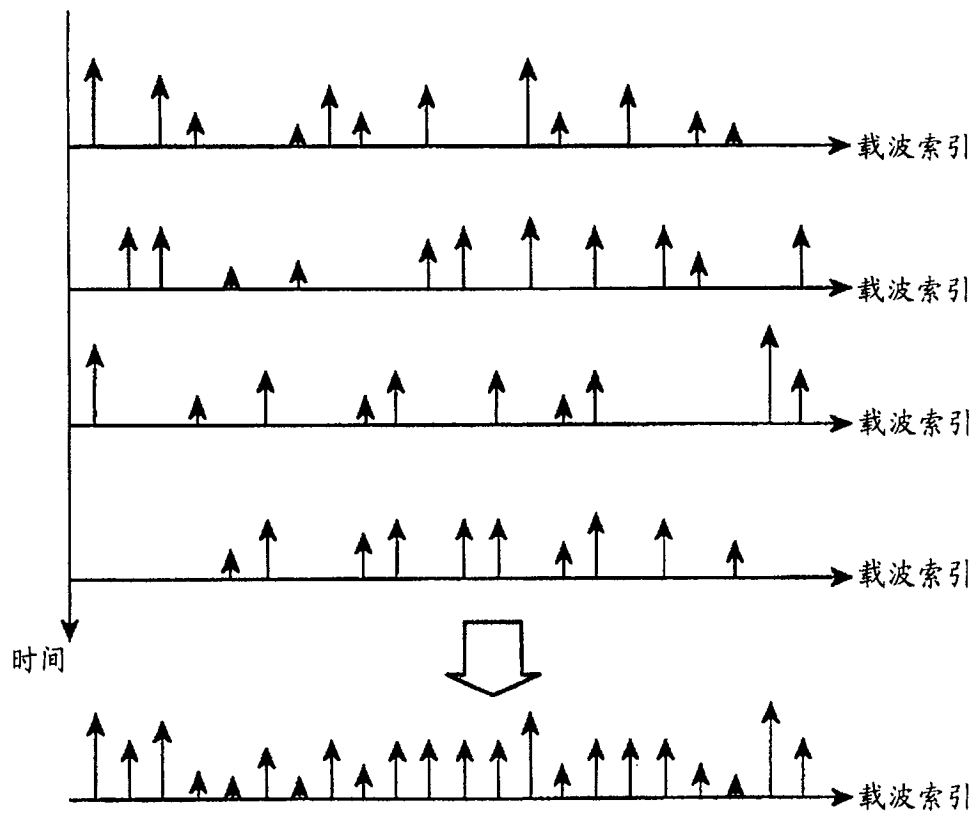


图 11A

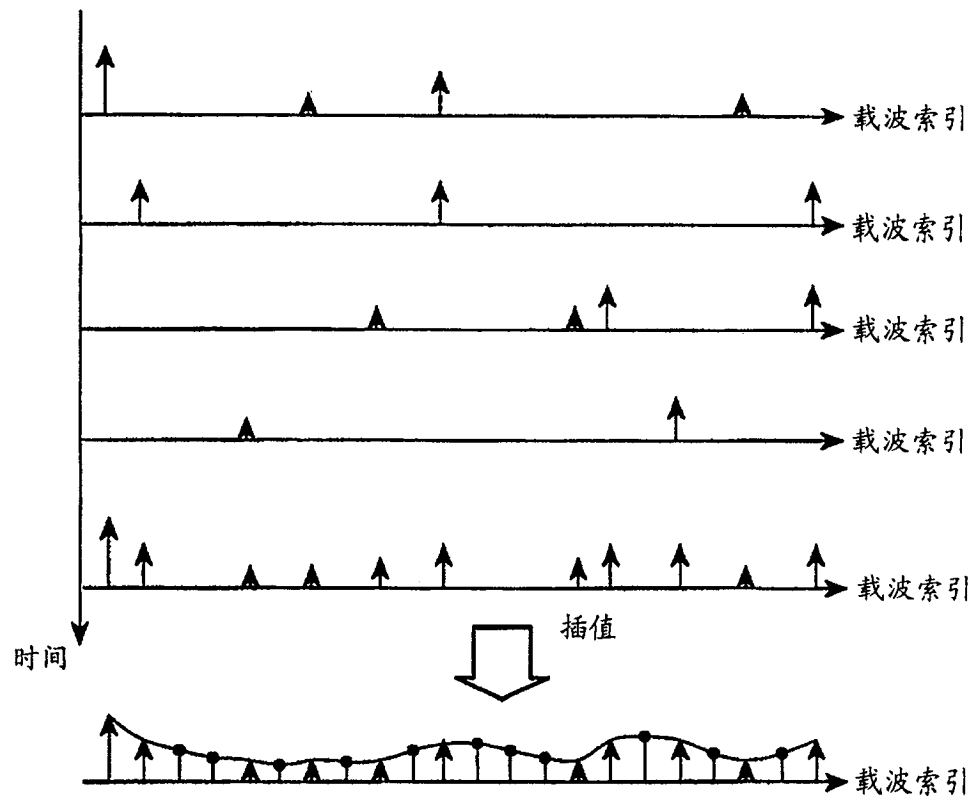


图 11B