

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99118525.0

[43]公开日 2000年6月21日

[11]公开号 CN 1257385A

[22]申请日 1999.9.7 [21]申请号 99118525.0

[30]优先权

[32]1998.9.8 [33]US [31]09/149,327

[71]申请人 朗讯科技公司

地址 美国新泽西

[72]发明人 尼尔·E·伯恩斯坦

吴晓成(音译)

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事

务所

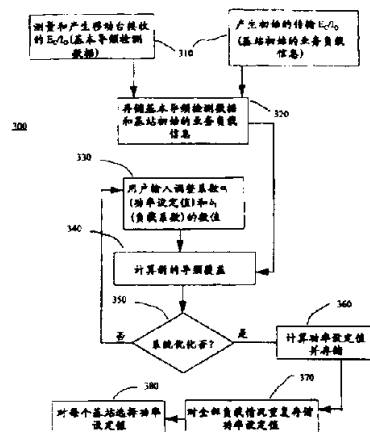
代理人 蒋世迅

权利要求书 4 页 说明书 9 页 附图页数 4 页

[54]发明名称 估计导频覆盖的方法和装置

[57]摘要

一种方法和系统,对于不同的业务信道负载和功率情况,通过估计导频信号覆盖的变化使导频信号重叠和射频干扰减至最小。在基站位置确定之后,将诸如 移动台或导频扫描器之类用以测量接收的导频信号强度的终端应用来采集和产生基本导频检测数据,然后存储于盘片或磁带上。基站在前向链路上传输的导频 E_c/I_o 。亦即业务信道负载也存储在盘片或磁带上。应用了与传输功率和业务信道负载关联的两个调整系数,使不同的射频情况,有优化的运行。



ISSN 1 0 0 8 - 4 2 7 4

权 利 要 求 书

1. 一种在具有基站以及用于产生基本导频检测数据和基站初始业务负载信息的装置的无线通信系统中，用于对不同的工作情况建立基站传输功率电平的方法，所述方法包括步骤：

输入第一调整系数值和第二调整系数值，第一调整系数表示基站传输功率的变化，第二调整系数表示业务信道负载的变化；

根据所述的基本导频检测数据、所述的基站初始业务负载信息、所述的小区传输功率调整系数和所述的小区业务信道负载调整系数，计算出导频覆盖；和

根据选择的一个导频覆盖准则，为诸基站中的至少一个基站设定传输功率电平。

2. 按照权利要求1的方法，其中，所述的基站初始业务负载数据表示一个基站传输的导频信号功率与总功率之比。

3. 按照权利要求1的方法，其中，所述的基本导频检测数据表示在移动台上接收的导频信号功率与接收的总功率之比。

4. 按照权利要求1的方法，其中，所述的设定传输功率电平的步骤中包括对所述第一调整系数和所述第二调整系数进行调节的步骤，直至导频信号重叠和小区间干扰最小。

5. 按照权利要求1的方法，进一步包括对不同的业务信道负载所作的所述输入调整系数步骤、计算导频覆盖步骤和设定传输功率电平步骤，进行重复操作的步骤。

6. 按照权利要求1的方法，其中，所述基站初始业务负载数据是初始的传输 E_c/I_o ，这里， E_c/I_o 是在特定的导频信道上接收到的总功率的分数值， E_c 表示每码片的能量， I_o 表示一个特定基站的总传输功率。

7. 按照权利要求1的方法，其中，所述的基本导频检测数据是测试移动台接收到的 E_c/I_o ，这里， E_c/I_o 是在特定的导频信道上接收到的总功率的分数值， E_c 表示每码片的能量， I_o 表示接收的总功率。

8. 按照权利要求1的方法，其中，所述选择的导频覆盖区域准则是使导频覆盖重叠和来自其它基站的干扰最小。

9. 一种在具有至少一个基站以及用于产生移动台接收的 E_c/I_o 和初始传输 E_c/I_o 的装置的无线通信系统中，用于在不同的功率和负载情况下使干扰减至最小的方法，所述方法包括步骤；

对第一调整系数和第二调整系数选择数值，所述第一调整系数对应于基站功率，所述第二调整系数对应于业务信道负载情况；

根据所述移动台接收到的 E_c/I_o 、所述初始的传输 E_c/I_o 、所述第一调整系数的选择值和所述第二调整系数的选择值，计算新的 E_c/I_o ；和

根据选择的导频覆盖准则，对所述的至少一个基站设定初始传输功率电平。

10. 按照权利要求9的方法，其中，所述的选择步骤中包括对所述第一调整系数和所述第二调整系数进行调节的步骤，直至导频信号重叠和射频干扰最小。

11. 按照权利要求10的方法，进一步包括对不同的业务信道负载所作的选择调整系数步骤、计算 E_c/I_o 步骤和设定初始传输功率电平步骤，进行重复操作的步骤。

12. 按照权利要求9的方法，其中：

所述基站初始业务负载数据表示由一个基站传输的导频信号功率与总功率之比；和

所述基本导频检测数据表示在移动台上接收到的导频信号功率与接收到的总功率之比。

13. 一种在具有基站和移动无线电装置的无线通信系统中，用于在不同的功率和负载情况下使射频干扰最小的装置，所述装置包括：

一个存储器，用以存储在移动无线电装置和基站上产生的基本导频检测数据和基站初始业务负载信息；

一个接口，用于将小区传输功率调整系数和小区业务信道负载调整系数的数值输入；和

一个处理器，用于根据所述基本导频检测数据、所述基站初始业务信道调整系数、所述小区传输功率调整系数和所述小区业务信道负载调整系数，计算出导频覆盖。

14. 按照权利要求13的装置，还包括一个用以示明优化的导频覆盖的显示装置，导频覆盖是由用户用来为每个基站设定初始传输功率电平的。

15. 按照权利要求13的装置，其中，所述的基站初始业务负载信息是初始的传输 E_c/I_o ，这里， E_c/I_o 是在特定的导频信道上接收到的总功率的分数值， E_c 表示每码片的能量， I_o 表示特定的基站的总传输功率。

16. 按照权利要求13的装置，其中，所述的基本导频检测数据是测试移动台接收的 E_c/I_o ，这里， E_c/I_o 是在特定的导频信道上接收到的总功率的分数值， E_c 表示每码片的能量， I_o 表示接收到的总功率。

17. 按照权利要求13的装置，其中，所述接口和所述处理器在工作是对所述第一调整系数和所述第二调整系数进行调节，直至导频信号重叠和射频干扰最小。

18. 一种对于不同的运行情况估计导频覆盖的系统，所述系统包括：

一个存储器，用以存储在测试移动台上产生的基本导频检测数据，以及在基站上产生的基站初始业务负载信息；

一个接口，用以输入小区传输功率调整系数的值和小区业务信道负载调整系数的值；和

一个处理器，用于根据所述基本导频检测数据、所述基站初始业务负载信息、所述小区传输功率调整系数和所述小区业务信道负载调整系数，计算出导频覆盖。

19. 按照权利要求18的系统，还包括一个用于示明优化的导频覆盖的显示装置，导频覆盖是由用户用来为每个基站设定初始传输功率电平的。

20. 按照权利要求19的装置，其中，所述接收和所述处理器在工

作时可对所述第一调整系数和所述第二调整系数进行调节，直至导频信号重叠和射频干扰最小。

21. 按照权利要求18的系统，其中：

所述基站初始业务负载数据表示由基站传输的导频信号功率与总功率之比；和

所述基本导频检测数据表示在移动台上接收到的导频信号功率与接收到的总功率之比。

说明书

估计导频覆盖的方法和装置

本发明涉及无线通信领域，具体地涉及在不同的射频情况下估计导频覆盖的方法和装置。

无线移动通信对用户提供出最大的方便，实质上能在任何地方和任何时间获得话音和数据服务。码分多址（CDMA）通信系统是最有希望的数字无线通信系统之一，它能提供出所需的话音和数据混合业务。CDMA调制技术容许大量的系统用户相互通信。

由通信系统提供的地理覆盖划分成称为小区的覆盖区域，这里每个小区对应于一个基站。小区可进一步划分成多个区段。分配给一个给定小区和/或区段的通信信道可按照各种已知的方法来确定。每个基站发送一个起信标作用的导频信号，供基站小区内的移动无线电装置应用。诸基站使用相同的导频信号，但有不同的调谐偏置，使得诸基站可区别开。由各基站提供的地理覆盖又称为导频覆盖。

对于给定的系统配置，系统工程师的一个优化目标是提供一种良好的射频环境。此种优化中的两个因素是：（1）使得多导频地区（指这样的区域，不同基站来的导频信号在那里有大致相同的信号强度）最小化；和（2）使得从其它基站来的干扰的影响最小。两个因素（导频信号重叠和小区间干扰）之每一个直接受无线系统中基站发射功率电平的影响。因此，优化处理的一个目标是寻找这样的基站发射功率电平，它一般地产生出最小的导频信号重叠和小区间干扰。此种优化发射功率电平也是基站上业务量负载的函数。

通常，在基站确定位置后，测量接收到的导频信号强度用的终端（诸如移动台或导频扫描器）在现场中应用来采集和产生自各个基站来的导频信号强度的基本数据集（称为“基本导频检测数据”）。然后，对诸基站的基本导频检测数据和初始功率设定值进行分析，以识别射频有问题的区域，诸如导频信号重叠和小区间干扰的区域。然

后，以常规方式调整初始的基站功率设定值，以纠正识别出的射频有问题的区域。然后，再应用终端来采集基于所调整的功率设定值上的新导频检测数据集。重复这些步骤，直至导频信号重叠和小区间干扰最小。对于不同的业务信道负载情况，重复此程序；这里，业务信道负载是指在给定时间上进行服务的移动台数目。所以，为了在不同的射频情况和环境下使系统优化，采用现行可得到的方法是费时和费钱的。

本发明通过对不同的业务负载和基站功率情况下的导频覆盖变化作出估计，提供出使导频信号重叠和小区间干扰最小的一种装置和方法。特别是，本发明根据基本导频检测数据，在前向链路上对不同的业务负载确定出合适的基站功率设定值，使导频信号重叠和小区间干扰最小。重要之点在于，导频信号覆盖估计中只需测量两个参数：

(1) 所传输导频的 E_c/I_o ，它是导频信号中每码片(chip)平均发射能量与总发射功率频谱密度之比；和(2)移动无线电装置接收的 E_c/I_o ，它是移动无线电装置上的每码片组合导频能量与总的接收功率频谱密度之比。

本发明的一个示例性实施例中，系统通过改变一对调整系数来确定移动无线电装置接收的导频 E_c/I_o 值的变化，这对调整系数关联到前向链路上的基站发射功率和业务信道负载情况。基站初始的业务负载数据和基本导频检测数据初始地按照 E_c/I_o 进行存储。对于可变的调整系数的每一种组合，系统计算来自基本导频检测数据的变化。改变调整系数，直至在前向链路中对每一种业务信道负载情况得到优化的(也即最小的导频信号重叠等的)基站功率设定值。这就得到了一组优化的基站功率设定值。然后，从该组优化的发射功率设定值中选择出一种设定值，例如它对应于基站的实际负载情况，借以确定基站发射功率设定值。

结合附图考虑下面的说明，能从中获得对本发明更全面的理解，附图中：

图1是典型的无线网络的一个代表性框图；

图2示明一个导频覆盖预测器系统，它利用了一个图形用户界面来处理调整系数，用以对相应的基站变更导频覆盖区域；

图3是一个示例的流程图，表明了本发明中导频覆盖预测器系统的方法；和

图4示例出具有相应的导频覆盖区域的基站。

虽然，本发明特别适合于CDMA系统，并将对此作出说明，但本发明也同样地适合于包括有宽带CDMA (W-CDMA) 的其它系统中应用。

总体上，本发明容许系统设计人员不同的业务负载和基站功率情况造成的导频覆盖的变化作出估计。在基站确定位置后，测量接收到的导频信号强度应用的终端（诸如移动台或导频扫描器）应用来采集和产生基本导频检测数据，然后存储入盘片或磁带上。基站初始的传输导频 E_c/I_o （也即业务信道负载数据）也存储在盘片或磁带上。输入一对调整系数来改变传输功率和业务信道负载，直至在前向链路上对每一种不同的基站传输功率和/或业务负载情况做到导频信号重叠和射频或小区间干扰最小。

对于每一种业务信道负载情况，本发明的方法通过将调整系数施加到初始存储的数据上来确定基本导频检测数据中的变化。该种变化反映出在给定的情况下移动台将接收到怎样的 E_c/I_o 。对每一个基站存储入至少使导频信号重叠和小区间干扰最小时的基站功率设定值。所以，系统工程师可对每一种不同的业务信道负载情况获得一个优化的基站功率设定值集合。然后，由系统工程师对每一个基站选择出这些优化的功率设定值之一。

现在，参看图1，它示出典型的蜂窝无线网络的一个代表性框图。一个移动电话交换局 (MTSO) 10（也相当于移动交换中心MSC）在蜂窝网络与有线交换网络12之间提供出交换的呼叫。

MTSO 10与多个蜂窝基站14相连接。蜂窝基站14中包括一个位置固定的多信道收发信机，它通过一个无线电端口连接至蜂窝天线16上。对于蜂窝基站14起到通信范围作用的地理区域，称之为小区18。使各个使窝基站14的小区以合适的位置分布，由此形成系统覆盖。图

4中表明了一个示例性的配置。每个蜂窝基站14有一个可识别的导频信道信号，它提供出一个信标供小区18内的任何移动单元、移动台或移动无线电装置20使用。移动无线电装置20通过一个前向链路（基站到移动台）和一个反向链路（移动台到基站）与小区18内的蜂窝基站14进行通信；前向链路中包括一个导频信道和多个业务信道，后向链路中包括多个业务信道和接入信道。

每个基站14在同一频率上传输出一个恒定功率的导频信号。接收到的导频信号（在移动无线电装置上接收）的功率电平能使移动无线电装置20对基站14与移动无线电装置20之间的通路损失作出估计，这方面说明在1997年Prentice Hall出版社的、由Vijay K. Garg、Kenneth Smolik和Joseph E. Wilkes著作的书籍Applications of CDMA in Wireless/ Personal Communications（无线和个人通信中CDMA的应用）中。知道通路损失后，移动无线电装置调整其传输功率，如上述书籍中所表明，使得移动台14能在必需的功率电平上接收到接入检查信号或业务信号。通过在基站上设定合适的传输功率电平，本发明对于前向链路上不同的业务负载情况可有效地使导频信号重叠和小区间干扰最小。

传输的导频功率电平和接收的导频强度典型地指的是参数 E_c/I_o ；这里， E_c/I_o 是相对信号强度，或是在特定导频信道上接收到（也即来自特定基站）的一个总功率的分数值， E_c 表示信号每码片的能量， I_o 表示总接收功率。参见电信工业协会/电子工业协会/接口标准-98（TIA/EIA/IS-98）中的1-8页8-10行和1-9页33-34行。

参看图2，它表明结合本发明之方法应用的一个示例性实施例系统200。系统200中包含有处理单元210、显示屏终端220和例如键盘230与鼠标235的输入装置。处理单元210中包括有处理器240和存储器250。鼠标235上包括有触键237，它通过点击通和点击断的方式向系统200提供输入信号。显示屏200、键盘230和鼠标235总合起来称为显示装置。还可以连接一个辅助存储器（未示出）到处理单元210上，以接入存储的信息。

示例的实施例中，系统200利用UNIX[®]作为计算机操作系统，利用X Windows[®]作为视窗系统，用来在用户与操作系统之间提供一个界面，典型地称为图形用户界面（GUI）。UNIX、X Windows和本发明之方法可从系统200内存储器250的驻留中找到，或者从连接于系统200上的中心计算机（未示出）内存储器的驻留中找到。虽然，这里对UNIX和X Windows作出了说明，但本发明也能以其它计算机操作系统和视窗系统来实现。

现在，参看图3，由流程图300示明了本发明之方法所采用的步骤序列。结合图4来说明本方法，图4中示明了由具有相关小区420的多个基站410给出的部分覆盖配置400。诸小区的形状仅仅是示例性的。

给定系统配置400和每个基站410的标称基站传输功率设定值后，应用一个测试移动台来测量和产生对于每个基站接收的 E_c/I_o 的移动导频信号强度，也即基本导频检测数据（步骤310）。每个基站410以常规方式确定一个初始的传输 E_c/I_o ，它反映出基站上的初始业务负载情况。将接收的和传输的两个 E_c/I_o 都存储在辅助存储器中，诸如盘片中（步骤320）。

本方法应用两个调整系统来模拟不同的业务信道和功率设定情况。第一个调整系数 a_i 表示每个基站 i 上传输功率的变动，第二个调整系数 b_i 表示每个基站 i 上业务信道负载的变动。例如，当 $a_i=1$ 时，基站功率是在其标称电平上，也即不调整；当 $a_i=2$ 时，基站功率加倍；而当 $a_i=0.5$ 时，基站功率减半。对于 b_i 的情况，“1”也是意味着相对于标称值无变化，凡是数值大于1反映出业务信道负载的增加，凡是数值小于1反映出业务信道负载的减少。如下面所示，应用这两个调整系数并结合以测得的初始数据，可使系统200对下面每一种情况确定出导频信号强度：

1. 只是基站传输功率有变化；
2. 只是基站业务负载有变化；
3. 基站传输功率和基站业务负载两者都有变化。

系统200容许系统工程师应用GUI对每个小区输入数值 a_i （基站传

输功率)和 b_i (业务信道上的负载)。输入的数值应用于调整系数上。响应于小区传输功率的变化或业务负载的变化,本发明工作方法是根据先前的 E_c/I_o 数据和小区业务负载信息,计算一个新的 E_c/I_o 。

应用基本导频检测数据、基站初始的传输 E_c/I_o 与两个调整系数之间的下列关系,本发明在工作上确定出导频覆盖区域的变化(步骤340)。

如前面所述,移动台接收的导频信号强度(也即基本导频检测数据)和初始的传输设定值(它反映出每个基站上的初始业务负载情况)存储为传输的 E_c/I_o 和接收的 E_c/I_o 。第 i 个小区的传输 E_c/I_o (例如是初始的传输 E_c/I_o)和移动台接收到的第 i 个小区的 E_c/I_o (例如是基本导频检测数据)可表示为:

$$e_{it} = \frac{E_i}{I_i} \quad (1)$$

$$e_{ir} = \frac{E_i}{\sum_{k=1}^K I_k + N} \quad (2)$$

式中:

K 是测试移动台看到的导频信号的总数;

E_i 是移动台接收到的第 i 个小区的导频功率, $i=1, \dots, K$;

I_i 是移动台接收到的第 i 个小区的CDMA功率, $i=1, \dots, K$;

N 是移动台接收到的非CDMA功率,包括外部干扰和热噪声;

e_{it} 是第 i 个小区传输的CDMA功率中的部分导频功率, $i=1, \dots, K$;

e_{ir} 是移动台接收到的总功率中移动台接收的第 i 个小区导频功率的一部分,也就是移动台接收到的第 i 个小区的 E_c/I_o , $i=1, \dots, K$ 。

对于每个基站或者其相关的小区 i 来说, e_{it} 表示相对于由基站传输的总CDMA功率,所传输的一部分导频功率。类似地,当测试移动台对每个小区 i 看过去时, e_{ir} 表示相对于由移动台接收到的总功率,所接收的一部分移动台导频功率。

应用本发明的调整系数,在调整之后移动台接收的第 i 个小区的导频功率和CDMA功率表示为:

$$E'_i = a_i E_i \quad (3)$$

$$I'_i = a_i b_i I_i \quad (4)$$

式中：

a_i 是第 i 个小区的传输功率调整系数， $a_i \geq 0$ ， $i=1, \dots, K$ ；

b_i 是第 i 个小区的业务信道负载调整系数， $b_i \geq 0$ ， $i=1, \dots, K$ ；

E'_i 是调整之后移动台接收的第 i 个小区的导频功率， $i=1, \dots, K$ ；

I'_i 是调整之后移动台接收的第 i 个小区的 CDMA 功率， $i=1, \dots, K$ ；

基本上，将先前的移动台接收导频功率乘上小区传输功率调整系数 a_i ，以得到新的移动台接收导频功率。然而，将先前的移动台接收 CDMA 功率乘上 a_i 和 b_i （小区业务信道负载变量），以确定新的移动台接收 CDMA 功率。这是因为， I_i 取决于小区中的传输功率和业务量两者。

为了应用调整系数和给定的数据，需要有关于 e_{it} 与 e_{ir} 之间关系的表达式。做到这一点是重写反映出移动台接收的第 i 个小区之 E_c/I_0 的公式 (2)，提取出 I_i 项，依据噪声与总功率之比如下地加以整理：

$$e_{ir} = \frac{\frac{E_i}{I_i}}{\left(\sum_{k=1}^K I_k + N \right) / I_i} = \frac{e_{it}}{\sum_{k=1}^K \frac{I_k}{I_i} + \frac{N}{I_i}}$$

$$\frac{N}{I_i} = \frac{e_{it}}{e_{ir}} - \sum_{k=1}^K \frac{I_k}{I_i} \quad (5)$$

现在，公式 (5) 表明了当由测试移动台看过去时基站 i 的噪声与总功率之间的关系。重新整理公式 (5)，可确定基站之间总功率关系的表达式：

$$\sum_{k=1}^K I_k + N = \frac{e_{it}}{e_{ir}} I_i = \frac{e_{jt}}{e_{jr}} I_j \quad i, j = 1, \dots, K$$

$$\frac{I_j}{I_i} = \frac{e_{jr}}{e_{jt}} * \frac{e_{it}}{e_{ir}} \quad (6)$$

如下面所示，公式（6）的长处在于用 e_{it} 和 e_{ir} 项来表示 I_i ，可应用来简化新的 e_{ir} 的确定。

应用公式（2）的关系，对移动台新接收到的第 i 个小区的 E_c/I_o 、 e'_{ir} 通过计算新的 E_i 和 I_i 来确定，初始地表示如下：

$$e'_{ir} = \frac{E_i}{\sum_{k=1}^K I_k + N} \quad (7)$$

式中：

e'_{ir} 是调整之后移动台接收的第 i 个小区的 E_c/I_o ， $i=1, \dots, K$ ；

E_i 是调整之后移动台接收的第 i 个小区的导频功率， $i=1, \dots, K$ ；

i'_i 是调整之后移动台接收的第 i 个小区的CDMA功率， $i=1, \dots, K$ 。

将公式（3）和（4）中表明的基站传输功率和业务负载调整系数关系代入公式（7）中，得到

$$e'_{ir} = \frac{a_i E_i}{\sum_{k=1}^K a_k b_k I_k + N} = \frac{a_i E_i / I_i}{\sum_{k=1}^K a_k b_k \frac{I_k}{I_i} + \frac{N}{I_i}} \quad (8)$$

将公式（1）中的 e_{it} 和公式（5）中的噪声与总功率之比的表达式 N/I_i 代入进来，可简化公式（8），得到：

$$e'_{ir} = \frac{a_i e_{it}}{\sum_{k=1}^K a_k b_k \frac{I_k}{I_i} + \frac{e_{it}}{e_{ir}} - \sum_{k=1}^K \frac{I_k}{I_i}} = \frac{a_i e_{it}}{\sum_{k=1}^K (a_k b_k - 1) \frac{I_k}{I_i} + \frac{e_{it}}{e_{ir}}} \quad (9)$$

将基站之间关于总功率的表达式 I_j/I_i 予以代换，可实现进一步的简化，得到：

$$e'_{ir} = \frac{a_i e_{it}}{\sum_{k=1}^K (a_k b_k - 1) \frac{e_{kr}}{e_{kt}} * \frac{e_{it}}{e_{ir}} + \frac{e_{it}}{e_{ir}}} \quad (10)$$

公式（10）再简化如下：

$$e'_{ir} = \frac{a_i e_{ir}}{\sum_{k=1}^K (a_k b_k - 1) \frac{e_{kr}}{e_{kt}} + 1} \quad (11)$$

应用公式(11)中的表达式,本发明的方法能响应于小区传输功率变化(a_i)或业务负载变化(b_i),根据先前的 E_c/I_o 数据和小区业务负载数据(e_{ir} 、 e_{kr} 和 e_{kt})计算出新的 E_c/I_o (e'_{ir})。

反过来参看图3和图4,本发明的系统和方法容许系统工程师根据所存储的数据对于调整系数作出调节,直至对每个基站来说导频信号重叠和小区间干扰最小(步骤350)。然后,应用最后的调整系数和 e_{ir} 对具体的业务信道负载情况计算优化的基站功率设定值(步骤360)。接着,对于不同的信道负载情况重复此过程,得到一个优化的传输功率设定值集合(步骤370)。于是,系统工程师对于系统配置中的每一个基站选择出优化的传输功率设定值之一(步骤380)。

依据前面的叙述,本技术领域内的熟练人员显然可对本发明作出无数的修改和替换的实施例。因此,本叙述只应认作是示例说明,目的在于指导本技术领域内的熟练人员以最好的模式实现本发明。可以变更结构的细节而实质上偏离不开本发明的精神实质,归属在所附的权利要求书内的一切修改的专门应用,在这里保留有权利要求。

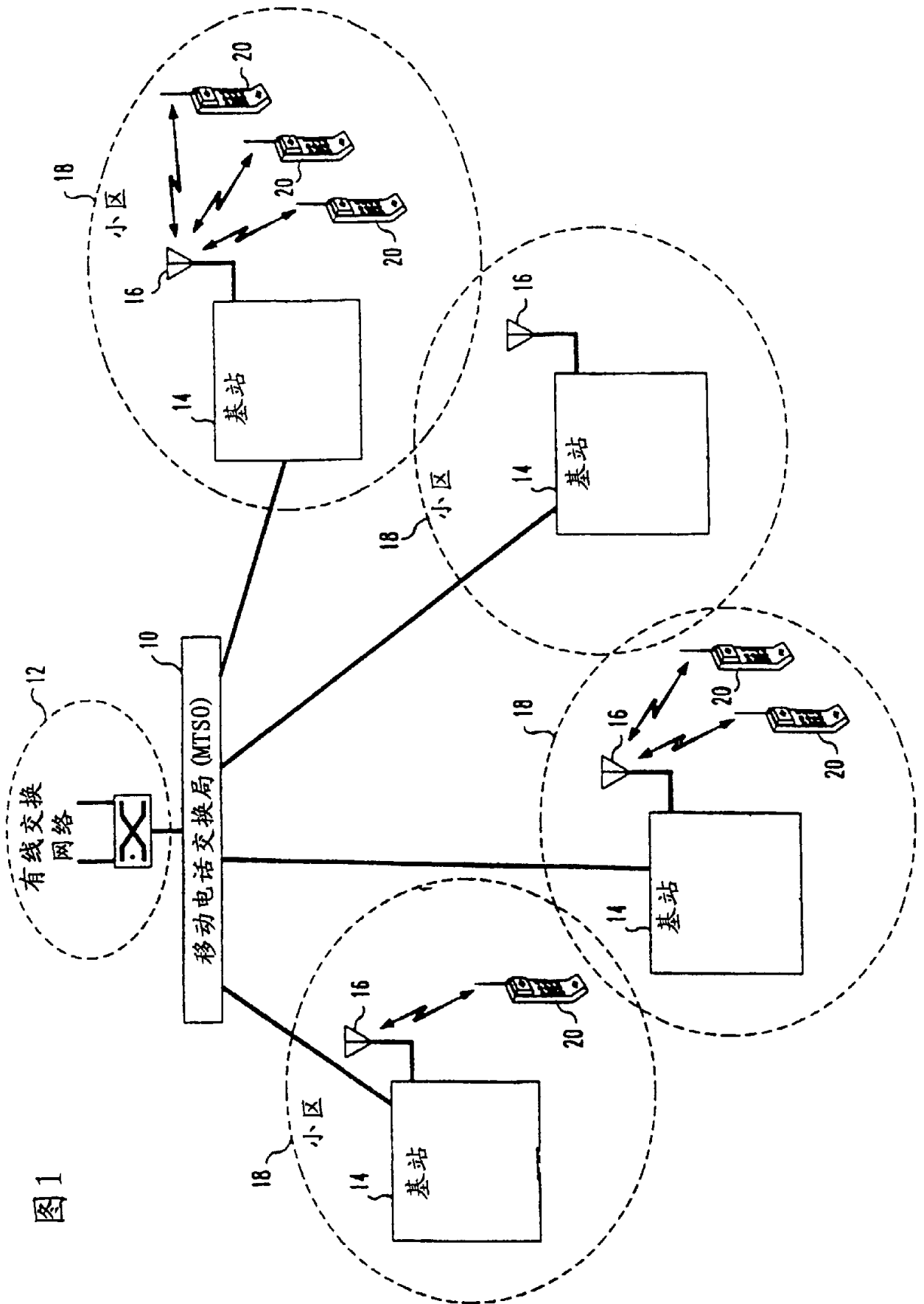
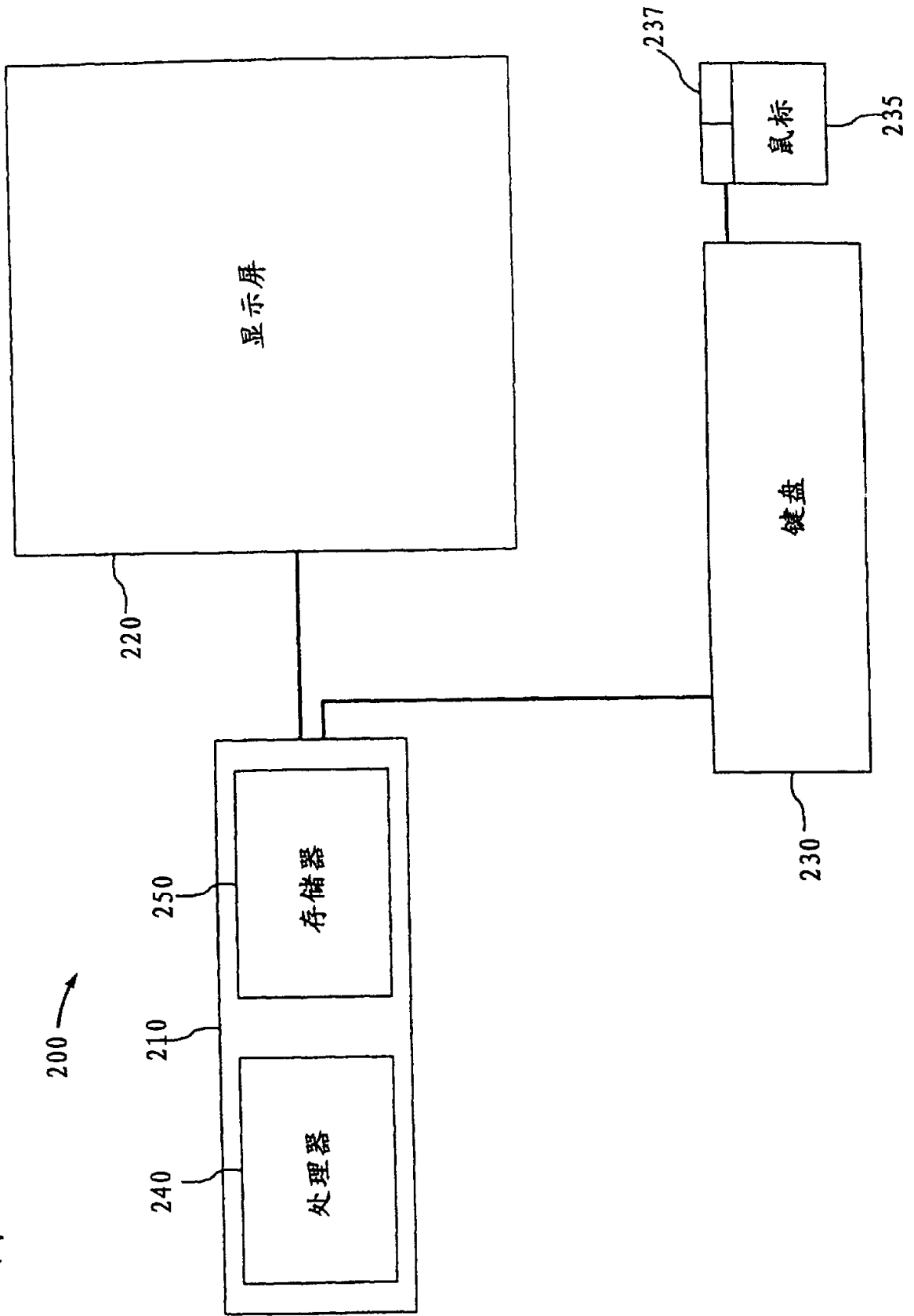


图 1

图2



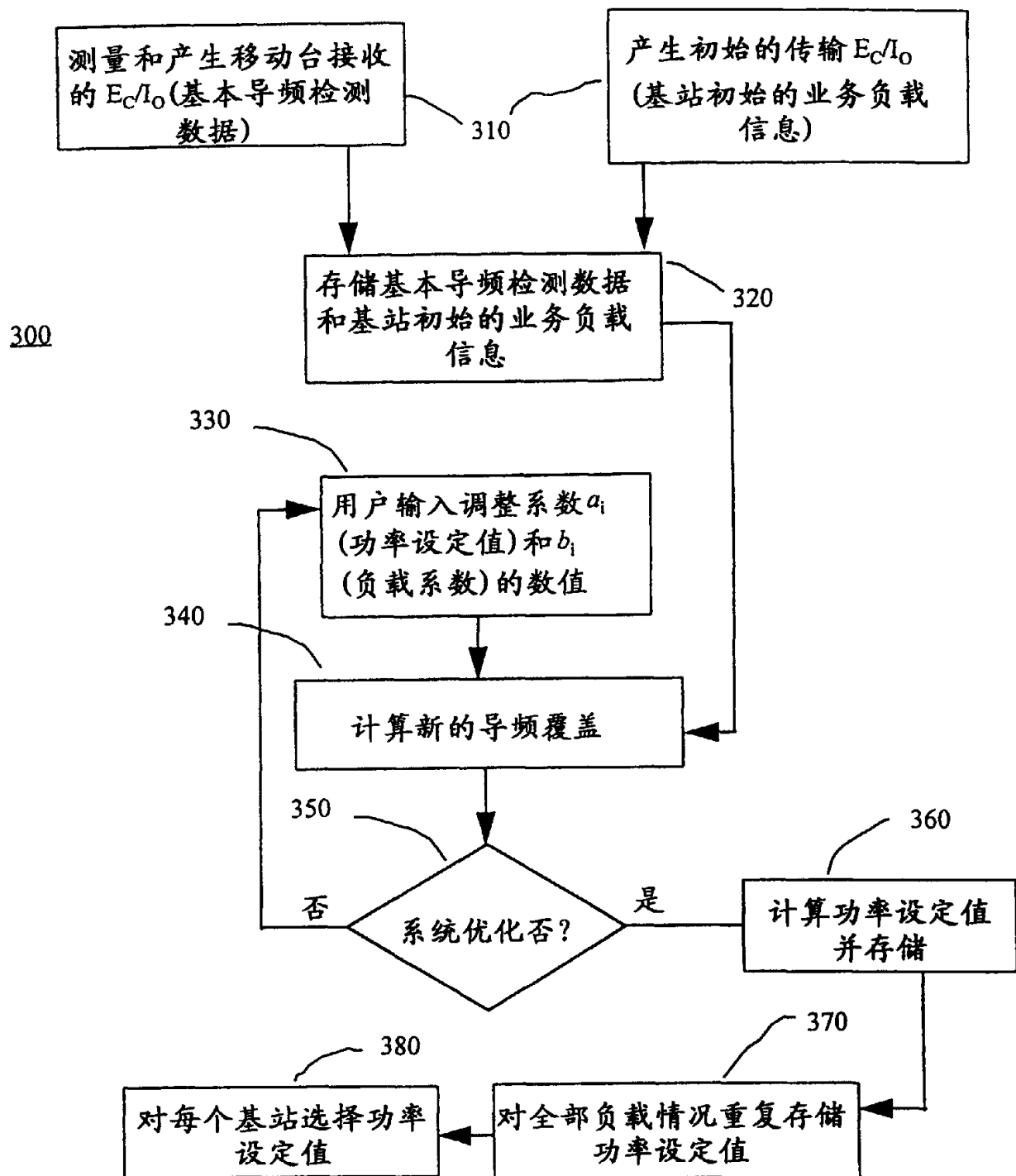


图 3

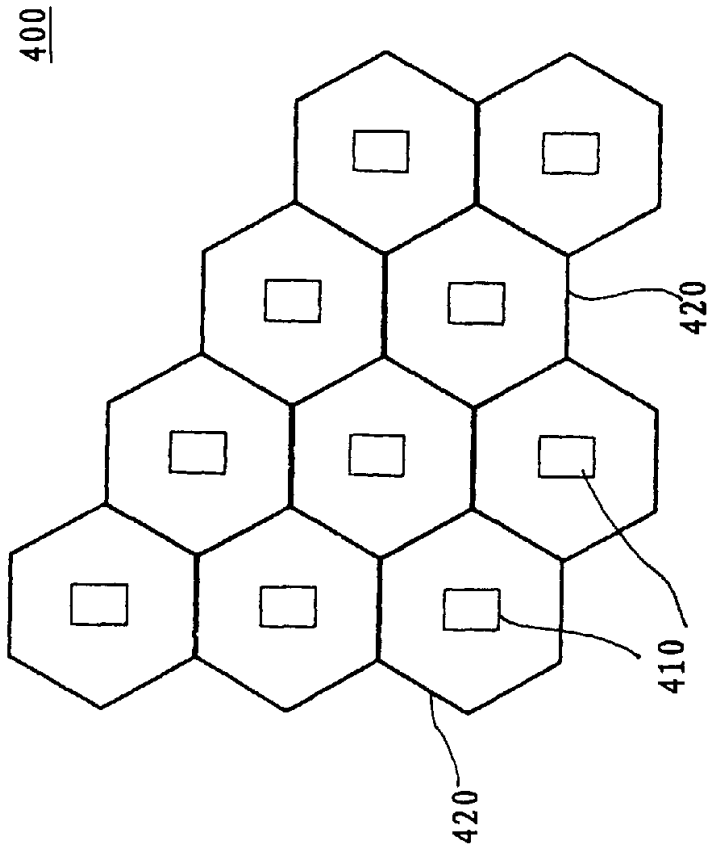


图4