

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04Q 7/30 (2006.01)

H04B 7/26 (2006.01)

H01Q 3/26 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02119263.4

[45] 授权公告日 2008年5月14日

[11] 授权公告号 CN 100388821C

[22] 申请日 2002.5.10 [21] 申请号 02119263.4

[30] 优先权

[32] 2001.5.10 [33] JP [31] 2001-140549

[73] 专利权人 日本电气株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 平部正司

[56] 参考文献

JP2000-209017A 2000.7.28

US5887262A 1999.3.23

CN1235390A 1999.11.17

CN1176566A 1998.3.18

审查员 张宏伟

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 戎志敏

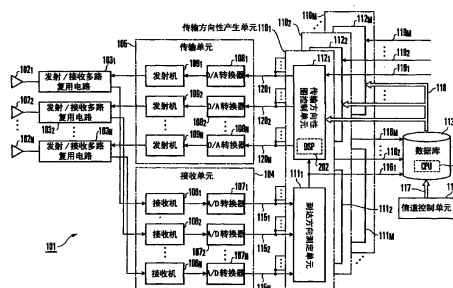
权利要求书3页 说明书21页 附图14页

[54] 发明名称

方向性控制装置

[57] 摘要

在一种方向控制装置中，接收单元从多个无线终端接收信号。传输单元传输信号给无线终端。方向确定单元，根据由接收单元接收的信号从传输单元考虑来确定无线终端的方向。分组选择装置，利用阈值以时间-重叠方式用于分布传输信号的无线终端的发射功率或下行数据传输速率，从而将无线终端分成两个组。然后，分组选择单元选择具有较小总数量无线终端的一组。方向性图控制单元，根据方向确定装置确定的无线终端方向来控制方向性图，以便增加到目标发射无线终端的无线电波的强度，减少到其它无线终端的无线电波的强度，其它无线终端以时间-重叠方式传输信号并属于所述组选择装置选择的组。



1. 一种方向性控制装置，其特征在于它包括：

无线基站中设置的多个天线（102）；

接收装置（104），用于通过所述天线元件接收来自多个无线终端接收信号；

传输装置（105），通过所述天线元件传输信号给多个无线终端之一的目标传输无线终端；

方向确定装置（111），用于根据所述接收装置收到的信号，确定来自无线终端的电波的方向，并判别从所述天线装置看无线终端的方向；

分组选择装置（201），使用阈值分配无线终端的下行发射功率或下行数据传输速率，所述无线终端以时间-重叠方式发射信号，从而将无线终端分成两个组，然后选择具有总数量较小的无线终端组；

方向性图控制装置（202），用于根据由所述方向确定装置确定的无线终端方向来控制方向性图，以便增加目标传输无线终端的无线电波的强度，减少其它无线终端的无线电波的强度，所述其它无线终端以时间-重叠方式发射信号并属于所述分组选择装置选择的组。

2. 根据权利要求1所述的装置，其特征在于所述阈值是通过把预定的系数与所述传输装置在传输信号时采用的下行传输功率或下行数据传输速率的平均值相乘计算出来的值。

3. 根据权利要求1所述的装置，其特征在于所述方向性图控制装置包括：

保护区域设置装置（202a），用于将包括目标传输无线电终端的预定角度范围设置作为保护区域；

终端选择装置（202b），用于随机选择落在保护区域外面的无线终端，保护区域是由所述保护区域设置装置从属于所述分组选择装置选择的组的无线终端设置的；

权重计算装置（202c），用于计算天线方向图的权重，以便在目标传

输无线电终端的方向上产生主波束，而在由所述终端选择装置选择的无线终端的方向上产生表示电波比主波束弱的传输方向的零信号。

4. 根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于所述分组选择装置包括：

分布表格创建装置（201a），用于创建存储无线终端的下行发射功率或下行数据传输速率与所述方向确定装置输出的终端方向之间关系的表格；

表格划分装置（201b），利用阈值来分布发射功率或下行数据传输速率，从而将无线终端分成两组；

比较装置（201c），用于比较属于两个分组的无线终端的总数；

零信号产生方向设置装置（201d），根据所述比较装置的比较结果，在属于具有较小无线终端数量组的无线终端的方向上设置表示电波比主波束弱的传输方向的零信号。

5. 根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于：

所述分布表格创建装置创建一个包括方向和下行数据速率*用户编号的表格，其用于存储通过等分、预定编号准备的角度范围，所述发射装置要发射信号的所有无线终端存在的整个角度范围和出现在每个划分角度范围内的无线终端的发射功率或下行数据传输速率的和的关系；

所述表格划分装置利用阈值分布该总和成两个组，因此将无线终端划分为两个表格。

6. 一种方向控制装置，其特征在于包括：

无线基站中设置的多个天线元件；

接收装置，用于通过所述天线元件接收来自多个无线终端的信号；

方向确定装置，根据所述接收装置接收的信号，确定来自无线终端的电波的方向，并判别从所述无线装置看天线终端的方向；

分组选择装置，使用阈值分配无线终端的上行接收功率或上行数据传输速率，所述无线终端以时间-重叠方式接收信号，从而将无线终端分成两个组，然后选择具有总数量较小的无线终端组；

方向性图控制装置，根据所述方向确定装置确定的无线终端方向控制方向性图，以便增加目标接收无线终端的无线电波的强度，减少其它无

线终端的无线电波的强度，其它无线终端以时间-重叠方式传输信号并属于所述组选择装置选择的组。

方向性控制装置

技术领域

本发明涉及一种用于无线电台（如无线基站）自适应天线的方向性控制装置。

背景技术

无线电台（例如无线基站）与无线终端（例如携带式电话）通信是利用辐射无线电波的天线。通常，天线辐射的无线电波在指定给各自无线基站的小区范围上传播。在一个方向辐射的无线电波不同于供给到发射无线电波天线的无线终端消耗功率的方向。

无线电波通常在无线终端存在的方向上具有较强的辐射，而在无线终端不存在的方向上较弱。能够调整无线电波方向性的天线例子是一种具有方向性控制装置的自适应天线。

常规上，在无线基站安装自适应天线，并且根据正在移动的无线终端的位置调整自适应天线传输信号的传输方向。在日本专利公开号 No. 11-298400（参考 1）中，预定的信号发射给无线终端，同时无线电波的方向性在无线基站中改变。无线终端接收预定信号的接收功率最强的方向被用作为传输方向。类似的装置也公开在日本专利公开号 No. 09-200115（参考 2）中。

在日本专利公开号 No. 10 - 070502（参考 3）中，已经到达无线基站的接收信号的到达方向是通过计算来测定的。控制传输方向性，以至测定方向上辐射较强的传输信号。

当多个无线终端存在于一个无线基站的小区内时，该无线基站同时发射无线电波给这些无线终端。尤其是，如果存在多个由相同的或邻近的频率进行通信的无线终端，发射的无线电波可能彼此干扰，这就不能保证合适的通信。作为一种抑制无线电波之间干扰的技术，自适应天线也

受到大量的关注。

使用自适应天线的无线基站包括传输方向性控制装置，其用于专门加权输出给构成天线的多个天线单元调整传输方向。产生无线终端的传输方向性图，主波束指向最强无线电波到达无线终端的方向。另外，零波束指向弱无线电波到达无线终端的方向。通过调整表示到各个天线单元输出的加权系数，可以使传输方向性图的波束点和零点指向所要求的方向。为各个无线终端产生期望的传输方向性图。这可以抑制传播给其他无线终端的无线电波的干扰，即使无线电波在传输中同时辐射，这也指向了各个传输方向性图的零点的范围内。

图 18显示一种在使用自适应天线的无线基站中的常规传输方向性控制装置。在已有的技术中，信道是通过使用 CDMA（码分多址）在相同的频带用相同时间间隔分配给第一到第M个无线终端的（没有显示）。在图 17中，传输方向性控制装置 11包括第一到第 N 个天线单元 12_1 到 12_N ，它们以相等的间隔有规则地排列并且发射/接收无线电波。天线单元 12_1 到 12_N 分别连接到第一到第 n 个发射/接收多路分解电路 13_1 到 13_n ，它们是用于多路分解无线电波的接收和传输信号。发射/接收多路分解电路 13_1 到 13_n 连接到接收单元 14，其用于接受接收的信号，以及连接到用于发射传输信号的传输单元 15。

接收单元 14由第一到第 n 个接收机 16_1 到 16_n 和第一到第 n 个 A/D（模拟-到-数字）转换器 17_1 到 17_n 等构成，这些接收机用于放大和检测从发射/接收多路分解电路 13_1 到 13_n 输出的信号，而这些 A/D转换器用于把放大/检测的接收信号转换成数字信号。传输单元 15由第一到第 n 个 D/A（数字-到-模拟）转换器 18_1 到 18_n 和第一到第 n 个发射机 19_1 到 19_n 等构成，转换器用于转换传输信号到模拟信号，发射机用于调制和放大转换成模拟信号的传输信号，而且将调制/放大的信号输出给发射/接收多路分解电路 13_1 到 13_n 。接收单元 14和传输单元 15都连接到第一到第 m 个传输方向性产生单元 20_1 到 20_m ，它们是用于产生由无线基站分别指定给第一到第 m 个无线终端的传输方向。

第一传输方向性产生单元 20_1 含有接收方向性图控制单元 20_1 ，其用于

接收由 A/D转换器 17_1 到 17_N 转换成数字信号的接收信号以及用于产生接收方向性图。接收方向性图控制单元 21_1 的输出连接到天线权重校正单元 22_1 ，该校正单元在产生接收方向性图中，每个计算出的天线权重被用来产生传输方向性图时，用于校正各种误差。天线权重校正单元 22_1 的输出连接到传输方向性图控制单元 23_1 ，该控制单元 23_1 用于接收通过校正各种误差获得的天线权重，并且用于产生传输方向性图。传输方向性图控制单元 23_1 的输出连接到 D/A转换器 18_1 到 18_N ，该转换器用于接收通过在产生传输方向性图中计算天线权重加权的传输信号。

类似于第一传输方向性产生单元 20_1 ，第二到第 m 个传输方向性产生单元 20_2 到 20_M 包括接收方向性图控制单元 21_2 到 21_M 、天线权重校正单元 22_2 到 22_M 、和传输方向性图控制单元 23_2 到 23_M 。与传输方向性控制装置相同的结构也公开在日本专利公开号 No.2000-209017 (参考 4)。传输方向性产生单元 20_1 到 20_M 的工作都是相同的，于是下面将代表性地描述传输方向性产生单元 21_1 的工作。

接收方向性图控制单元 21_1 接收天线单元 12_1 到 12_N 的接收信号，它们同时从第一到第 m 个无线终端接收无线电波。接收方向性图控制单元 21_1 对多路的接收信号执行解扩频，该接收信号是在第一无线终端中通过扩展编码多路复用的，并且从保持的扩频接收信号分离出第一无线终端的接收信号。接收方向性图控制单元 21_1 计算对应于来自第一无线终端接收信号的天线权重。接收方向性图控制单元 21_1 根据天线权重加权接收信号以便为第一无线终端产生接收方向性图。

天线权重校正单元 22_1 接收由接收方向性图控制单元 21_1 计算出的各个天线权重。当接收和传输信号的频率彼此不同时，天线权重校正单元 22_1 校正由接收和传输信号之间频率不同引起的天线权重误差。同时，天线权重校正单元 22_1 校正由在接收单元 14和传输单元 15中产生的幅度和相位偏差而引起的天线权重误差。

传输方向性图控制单元 23_1 根据每个校正的天线权重来加权来自传输信号产生单元 (没有显示)的传输信号 24_1 ，以便产生传输方向性图。传输方向性图控制单元 23_1 通过扩频编码来完成多路传输信号的扩频。扩频

的传输信号输入到 D/A转换器 18_1 到 18_N 。

由传输方向性控制装置 11产生的传输方向性图实质上是利用在产生接收方向性图中计算出的每个天线权重相同的天线权重来产生的。该传输方向性图实质上与接收方向性图相同。例如，当接收方向性图控制单元 21_1 到 21_M 执行 MMSE（最小均方误差）自适应控制，作为计算每个天线权重的一种方法时，引导零信号到最大-接收-功率信号方向的每个天线权重产生。在传输方向性控制装置 11中产生的传输方向性图引导零信号到最大-接收-功率信号的方向。因为来自其它无线终端的无线电波干扰在零信号被引导的方向上是较小的，所以在这个方向上对于无线终端的需要的发送功率就被减小。结果，可以减轻其它无线终端的干扰。

最近几年，无线终端（例如便携电话）通过下载互联网络上的各种数据例如图象数据已经逐渐地被使用。在这种数据通信中，下行信号趋向于比上行信号具有大的数据容量，以及越来越多地需要更高的数据传输速率。通常，数据传输速率越高，无线电波的发送功率就变得越大。如果上行和下行信号的数据传输速率不同，则上行和下行信号的功率分布也不同。

假定上行和下行信号的传输速度相同，对于上行信号的功率分布，常规的无线基站利用优化的接收方向性图作为传输方向性图。因此，为了抑制干扰，自适应天线的作用不能完全地增强。

为了解决这个问题，已经提出一种技术，使零信号的指向方向对应下行信号的功率分布。在日本专利公开号 No. 2000-224097中（参考 5），零信号指向下行信号的最大-发射-功率方向。这减少了在这个方向上向无线终端发送的功率，而减小了另一个下行信号在较小-发射-功率方向上的干扰。

能够用传输方向性控制装置来调整零信号的数量受天线单元的数量限制。当除了主波束指向的无线终端以外而存在多个无线终端时，零信号不能够指向所有的其余无线终端。在某些情况中，由于需要数据通信的无线终端的增加，而零信号的数量超过限制的零信号数量。在这种情况下，零信号无法指向下行信号发射功率大的无线终端。在这种情况下，

较大传输功率到没有零信号指向的方向上的无线终端是无法减小的。不能抑制其他较小-发射-功率的无线终端的无线电干扰。

已经描述了主波束和零信号之间关系。类似的问题也发生在其它的情况中。当调整方向性图，以致对目标传输无线终端的无线电强度增加，而对于其他时间-重叠的无线终端的无线电强度减小时，多个无线终端不能被选择为应该选择的其他无线终端。

发明内容

本发明的目的是提供一种能够调整方向性图的方向性控制装置，以便选择性地减小在调整方向性图中的多个时间-重叠无线终端的无线电强度。

为了达到上述目的，根据本发明，在此提供一种方向控制装置，包括：
无线基站中设置的多个天线（102）；

接收装置（104），用于通过所述天线元件接收来自多个无线终端接收信号；

传输装置（105），通过所述天线元件传输信号给多个无线终端之一的目标传输无线终端；

方向确定装置（111），用于根据所述接收装置收到的信号，确定来自无线终端的电波的方向，并判别从所述天线装置看无线终端的方向；

分组选择装置（201），使用阈值分配无线终端的下行发射功率或下行数据传输速率，所述无线终端以时间-重叠方式发射信号，从而将无线终端分成两个组，然后选择具有总数量较小的无线终端组；

方向性图控制装置（202），用于根据由所述方向确定装置确定的无线终端方向来控制方向性图，以便增加目标传输无线终端的无线电波的强度，减少其它无线终端的无线电波的强度，所述其它无线终端以时间-重叠方式发射信号并属于所述分组选择装置选择的组。

附图说明

图 1 是本发明第一实施例使用 CDMA 的无线基站中传输方向性控制装

置的方框图；

图 2是图 1所示数据库的数据处理流程图；

图 3是图 1所示数据库中处理的用户分布表例子的表格；

图4 A和 4B是显示当图 3中显示的用户分布表被分成 A和 B时的两个表格；

图 5是图 1所示传输方向性图控制单元中天线权重计算处理的流程图；

图 6是图 1所示传输方向性图控制单元中产生的用户传输方向性图的视图；

图 7是一个显示图 1所示传输方向性图控制单元中产生的多个用户传输方向性图的视图；

图 8是根据第一实施例修改的数据库中用户分布表格处理例子的表格；

图 9A和 9B是显示图 8中所示用户分布表格被分成 A和 B表格例子的两个表格；

图 10是根据本发明第二实施例使用 CDMA的无线基站中传输方向性控制装置的方块图；

图 11是图 10所示数据库的数据处理流程图；

图 12是第二实施例数据库中用户分布表格处理例子的表格；

图13 A和 13B是显示当图 12所示的用户分布表格被分成 A 和 B的例子时的两个表格；

图 14是根据修改的第二实施例的数据库中用户分布表格处理例子的表格；

图15 A和 15B是显示图 14所示用户分布表格被分成 A和 B例子的两个表格；

图 16是根据本发明第三实施例的使用 TDMA/FDMA无线基站中传输方向性控制装置的方框图；

图 17A是构成图 1所示数据库的 CPU的功能框图；

图 17B是构成图 1所示传输方向性图控制单元的 DSP的功能框图；

图 18是使用自适应天线的无线基站中常规的传输方向性控制装置的方框图。

具体实施方式

下面将参照附图详细描述本发明。

第一实施例：

图 1显示根据本发明第一实施例使用 CDMA的无线基站中的传输方向性控制装置。在图 1中，传输方向性控制装置 101包括第一到第 n 个天线单元 102_1 到 102_N ，它们以相等的间隔有规则地排列，并且发射/接收无线电波。天线单元 102_1 到 102_N 分别连接到第一到第 n 个发射/接收多路分解电路 103_1 到 103_N ，它们用于多路分解接收和发射的无线电波信号。发射/接收多路分解电路 103_1 到 103_N 连接到用于接受接收信号的接收单元 104，和连接到用于发送传输信号的传输单元 105。

接收单元 104由第一到第 n 个接收机 106_1 到 106_N 和第一到第 n 个 A/D (模/数)转换器 107_1 到 107_N 构成，接收机用于放大和检测来自发射/接收多路分解电路 103_1 到 103_N 的信号输出，而 A/D转换器用于转换放大/检测的接收信号为数字信号。传输单元 105由第一到第 n 个 D/A (数/模)转换器 108_1 到 108_N 和第一到第 n 个发射机 109_1 到 109_N 等构成，D/A转换器用于转换传输信号为模拟信号，而发射机用于调制和放大转换成模拟信号的传输信号，并且输出调制/放大的信号给发射/接收多路分解电路 103_1 到 103_N 。接收单元 104和传输单元 105都连接到第一到第 m 个传输方向性产生单元 110_1 到 110_M ，它们用于在无线基站的小区内产生分配给 M 个无线终端（以下被称为用户）的传输方向。

第一传输方向性产生单元 110_1 是由到达方向测定单元 111_1 和传输方向性图控制单元 112_1 组成，该测定单元用于接收来自 A/D转换器 107_1 到 107_N 的接收信号和测定来自第一用户的无线电波到达方向，而控制单元用于控制第一用户的传输方向性图。到达方向测定单元 111_1 的输出连接到传输方向性图控制单元 112_1 和数据库 113，例如存储第一到第 m 个用户的无线电波到达方向数据的磁盘。

类似于传输方向性产生单元 110_1 ，第二到第 m 个传输方向性产生单元 110_2 到 110_M 是由第二到第 m 个到达方向测定单元 111_2 到 111_M 和第二到第 m 个传输方向性图控制单元 112_2 到 112_M 等构成，测定单元用于接收来自 A/D转换器 107_1 到 107_N 的接收信号和测定来自第二到第 m 个用户无线电波的到达方向，而控制单元用于控制第二到第 m 个用户的传输方向性图。数据库 113连接到用于分配信道给用户的信道控制单元 114，和传输方向性图控制单元 112_1 到 112_M 。

下面将描述具有这种结构的传输方向性控制装置 101的工作。

通过天线单元 102_1 到 102_N 收到的接收信号经过发射/接收多路复用电路 103_1 到 103_N 被输入给接收单元 104。在接收单元 104中，接收的信号由接收机 106_1 到 106_N 放大和检测，而且由 A/D转换器 107_1 到 107_N 转换成数字信号。每个都转换成数字信号的第一到第 n 个接收信号 115_1 到 115_N 由信道控制单元 114指定的用户数 M 分支，并且输入给到达方向测定单元 111_1 到 111_M 。

到达方向测定单元 111_1 到 111_M 是由每个都具有一个 CPU（中央处理机）的 DSP（数字信号处理器）、例如存储控制程序的 ROM（只读存储器）的存储介质和作为工作存贮器的 RAM（随机存取存储器）等形成。CPU根据 ROM中储存的程序执行各种控制操作。

到达方向测定单元 111_1 执行解扩频以便从接收信号 115_1 到 115_N 中分离出第一用户的接收信号。解扩频的接收信号被分配给唯一的识别号，以便识别该信号的用户。为了方便，识别号由传输方向性控制装置 101分配给第一到第 m 个用户在通信开始时由信道控制单元 114指定的信道。至于接收信号分配的识别号，到达方向测定单元 111_1 测定已经到达信号的方向。

在测定到达方向中，到达方向测定单元 111_1 采用常规的波束成形器方法，这是扫描接收方向性图波束和检测最大接收功率中的方向。表示到达方向 θ_1 的第一数据 116_1 由到达方向测定单元 111来测定，一组用户识别号 U_1 储存在数据库 113中，并同时输入给传输方向性图控制单元 112_1 。

当 M 个用户存在于传输方向性控制装置 101 的无线基站小区时, M 个到达方向测定单元 111_1 到 111_M 完成相同的处理。作为到达方向测定方法, 可以使用众所周知的到达方向测定方法, 比如 MUSIC (多路信号分类) 算法。

信道控制单元 114 根据每个用户需要的下行数据传输速率分配下行频道给第一到 M 个用户。信道控制单元 114 包括 CPU、如存储控制程序 ROM 的存储介质、作为工作存贮器的 RAM, 它通过存储程序的方法来执行预定的信道控制。

在下行信道, 可传输的数据传输速率是根据传输给每个用户信号的数据容量预先确定的。即, 当用户开始通信时, 根据数据传输速率将下行信道分配给该用户, 以致于调整可以储存在无线基站的信道容量的数据容量。在分配信道中, 设定每个用户需要的数据传输速率。表示数据传输速率 R_1 到 R_M 和通过信道控制单元 114 分配的第一到第 m 个用户的下行频道中用户识别编号 U_1 到 U_M 的数据 117 被储存在数据库 113 中。

图 2 显示数据库 113 中的数据处理流程。数据库 113 由 CPU 201、存储介质例如存储控制程序的 ROM、作为工作存贮器的 RAM 等组成。数据库 113 由存储的程序方法执行预定的控制。数据库 113 存储表示到达方向 θ_1 到 θ_M 的数据, 它们是由到达方向测定单元 111_1 到 111_M 测定的而且对应于第一到第 m 个用户, 以及存储用户识别编号 U_1 到 U_M 。数据库 113 还存储表示由信道控制单元 114 指定第一到第 m 个用户的下行信道中数据速率 R_1 到 R_M 的数据, 和用户识别编号 U_1 到 U_M 。从这些数据中生成用户分布表格 (步骤 S101)。

图 3 显示一个用数据库处理的数据表格例子。在图 3 中, 用户各个到达方向所需要的下行数据传输速率的分布, 将以表格形式储存在用户分布表 201 中。用户分布表 201 中的“用户编号”表示由到达方向测定单元 111_1 到 111_M 分配的用户识别编号 U_1 到 U_M 。第二字段“下行数据速率”表示信道控制单元 114 分配的下行传输信号的数据传输速率。在第一实施例中, R_{Hi} 表示高数据传输速率; R_{Mi} 表示中间数据传输速率; 而 R_{Lo} 表示低数据传输速率。第三字段“到达方向”表示由到达方向测定单元 111_1

到 111_M 测定的接收信号到达方向。

回到参考图 2，下行信道数据传输速率的平均值是从用户分布表 201 中的数据速率 R_1 到 R_M 计算出的（步骤 S102）。计算出的平均值与一个系数相乘，而乘积被设定为一个阈值（步骤 S103）。这个系数是一个预先为使用环境条件（例如用户编号和用户分布）而设置为最佳指数的任意系数。在第一实施例中，该阈值是利用所有的用户数据传输速率的平均值作为参考，为基站的平均用户分布实验确定的。起初，该平均值设置为一个缺省值，进行微扰，以便确定阈值，以致于最小化平均基站的总发射功率。基站的总发射功率每天都被监视。

通过利用这个阈值，用户分布表 201被分成两个，A和 B表（步骤 S104）。注意，该图可以在步骤 S102计算出而代替平均值，而且计算出的图可以用一个系数相乘以便在步骤 S103获得一个阈值。

图 4A和 4B显示用户分布表被分成 A和 B表的例子。A和 B表是利用数据传输速率 R_{hi} 和 R_{mi} 之间的一个数值作为阈值获得的。在图 4A所示 A表 202中，“No”为方便表示指定的编号。“下行数据速率”表示低于阈值的数据传输速率 R_{mi} 和 R_{lo} 。类似于图 3中的表，“ARRIVAL 方向”表示测定的接收信号到达方向。图 4B所示的 B表 203除了“下行数据速率”表示高于阈值的数据传输速率 R_{hi} 以外，其它的与 A表 202一样。

回到参考图 2，获得属于 A表 202的用户编号 MA和属于 B表 203的用户编号 MB（步骤 S105），而且将用户编号 MA和用户编号 MB进行比较（步骤 S106）。如果用户编号 MA比用户编号 MB小，则表示用户编号 MA而包括在 A表 202中的到达方向被设置为零信号产生方向候选者（步骤 S107）。如果用户编号 MA比用户编号 MB大，表示用户编号 MB而包括 B表 203中的到达方向被设置为零信号产生方向候选者（步骤 S108）。

在这种方式中，需要下行传输信号用户的方向，以属于第一到第 m 个用户的下行数据传输速率分配以外的低-密度分配的数据传输速率被定义为零信号产生方向。该阈值的系数避免用户编号 MA和用户编号 MB彼此相等。在处理之后，来自数据库 113的零信号产生方向候选者 118（图 1）被输出到传输方向性图控制单元 112_1 到 112_M 。

图 17A显示 CPU 201的功能模块。在图 17A中，CPU 201包括功能块：用于在步骤 S101执行处理的分布表创建单元 201a、用于在步骤 S102到 S104执行处理的表划分单元 201b、用于在步骤 S105和 S106执行处理的比较单元 201c、和用于在步骤 S107和 S108执行处理的零信号产生方向确定单元 201d。用于实现数据库控制的 CPU 201安装在数据库 113中，但是也可以安排在数据库 113的外面。

每一个传输方向性图控制单元 112_1 到 112_m 都是由具有 CPU、存储控制程序的 ROM存储介质、作为工作存储器 RAM等的 DSP 202形成。传输方向性图控制单元 112_1 到 112_m 的工作都是相同的，因此仅仅描述传输方向性图控制单元 112_1 的工作。

根据表示第一用户到达方向的数据 116_1 和从数据库 113输出的零信号产生方向候选者 118，传送方向性图控制单元 112_1 计算用于产生第一用户的传输方向性图的每个天线权重。

图 5显示在传输方向性图控制单元 112_1 计算天线权重的流程。传送方向性图控制单元 112_1 根据由到达方向测定单元 111_1 测定的到达方向 θ_1 的输入计算保护区域 H（步骤 S111）：

$$H = \theta_1 \pm \Delta\theta/2 \quad \dots(1)$$

方程式（1）中的 $\Delta\theta$ 是由下面给出

$$\Delta\theta = k \cdot \theta_{BW} \quad \dots(2)$$

方程式（2）中的数值 θ_{BW} 是无线基站中自适应天线的半功率角。系数 k 通常是“2”到“3”的一个数值，但是可以根据装置的特性取各种数值。

在保护区域 H设定之后，用于计数时钟的计数器（没有显示）的时钟计数 C被重新设定到数值“0”（步骤 S112）。从步骤 S107和 S108中选择的零信号产生方向候选中随机选定一个到达方向（步骤 S113）。检查选定的到达方向是位于保护区域 H外部的角还是位于保护区域 H内部的角（步骤S114）。如果到达方向落在保护区域 H的外部，选定的到达方向被保存（步骤 S115）。如果到达方向落在保护区域 H内部，则重复步骤 S113和 S114中的处理。

在步骤 S115到达方向被保存之后，计数器的时钟计数“C”加 1（步

骤 S116)，并检查是否时钟计数“C”达到预置数值 L (步骤 S117)。如果在步骤 S117是 YES，在选定的 L到达方向具有零信号的天线权重和在第一用户的到达方向中产生的主波束被计算出(步骤 S118)。如果在步骤 S117是 NO，重复步骤 S113到 S117的处理。

图 17B显示传输方向性图控制单元 112₁的 DSP (CPU) 202的功能模块。在图 17B中，DSP 202含有下面的功能模块：用于在步骤 S111执行处理的保护区设置单元 202a、用于在步骤 S113到 S117执行处理的终端选择单元 202b、用于在步骤 S118执行处理的权重计算单元 202c。

下面将描述预置数值 L。在自适应天线中，预定的限制是形成在自由可调整的零方向。这被称作天线的自由度。假设 N (N是一个正整数) 是天线单元的数量，则天线的自由度由下式给出

$$\text{天线的自由度} = N - 1 \quad \dots(3)$$

当调整主波束产生方向时，天线的自由度按照“1”递减而且由下式给出

$$\text{天线的自由度} = N - 2 \quad \dots(4)$$

正如方程式(3)和(4)所描述，能够自由地控制零信号中的方向受到预定的限制。预置数值 L的最大值是由方程式(4)给出的天线自由度。

落在保护区 H内部的到达方向没有根据由方程式(1)给出的保护区 H被选为零信号产生方向。换言之，对出现在第一用户的保护区 H中的用户没有零信号产生。在这种情况下，在包括第一用户方向的预定角度内部没有零信号产生。可以减小第一用户传输方向性图的主波束天线增益，而可以避免发射功率的增加。因此，可以减小由于发射功率的增加对其它用户的干扰。

图 6显示由传输方向性图控制单元产生的第一用户的传输方向性图。在图 6中， θ_1 表示存在于无线基站小区内的多个用户外的第一用户 301的方向； θ_1 到 θ_5 表示选定为零信号产生方向候选者的方向和存在的第二到第五用户 302到 305的方向；而 θ_6 到 θ_9 表示未选择为零信号产生方向的方向和存在的第六到第九用户 306到 309的方向。

在图 6中，所有落在保护区 H内部的零信号产生方向候选者没有作为零信号产生方向的候选者被选中。因为落在保护区 H内部的用户方

向没有被设定为零信号产生方向的候选者，所以，可以减小主波束天线增益。如此获得天线权重，以便产生第一用户的传输方向性图，其中，主波束指向到达方向 θ_1 ，零信号指向角度 θ_2 、 θ_3 、 \dots 、 θ_5 。

回到图 1，为了通过传输方向性图控制单元 112₁ 计算每个天线权重，期望的波/干扰的波分布是通过信号处理来模拟的，该信号处理是一种常规的天线权重计算方法，而且 MMSF 算法适用于模拟信号。在传输方向性图控制单元 112₁ 中，来自传输信号产生单元（没有显示）的传输信号 119₁ 是通过每个计算的天线权重加权，以便产生第一用户的传输方向性图。由传输方向性图控制单元 112₁ 加权的传输信号经历由信道控制单元 114 分配的信道扩频编码与它们相乘的扩频。该合成的信号是作为传输信号 120₁ 到 120_N 输出给 D/A 转换器 108₁ 到 108_N。

当 M 个用户存在于传输方向性控制装置 101 的无线基站小区内时，相同的处理由 M 个传输方向性图控制单元 112₁ 到 112_M 来完成。

图 7 显示由对应于多个用户的传输方向性图控制单元产生的传输方向性图。图 7 显示出现在无线基站小区内多个用户外的两个用户 310A 和 310B 的传输方向性图。 θ_A 和 θ_B 表示被选定为零信号产生方向候选者用户 311A 和 311B 的方向，而 θ_N 表示用户 311N 没有被选为零信号产生方向的方向。用户 310A 的传输方向性图是通过把主波束指向用户 310A 产生的一种方向性图 312A。此时，在图 5 的步骤 S113，零信号产生方向是随机为用户 310A 选择的。对于出现在随机从选定的零信号产生方向候选者选择的方向 θ_A 中的用户 311A，产生一个零信号。

同样地，用户 310B 的传输方向性图是通过把主波束指向用户 310B 产生的方向性图。对于出现在随机从选定的零信号产生方向候选者选择的方向 θ_B 中的用户 311B，产生一个零信号。

将要描述用户到达方向之中的零信号 θ_{A_3} 的方向，以便解释零信号指向方向中的情况。产生零信号的方向 θ_{A_3} 是用户 311A₃ 的方向，是在产生传输方向性图中为用户 310A 从零信号产生方向候选者选出的。因为用户 310B 没有被选择为零信号产生方向，所以对用户 310B 零信号 θ_{A_3} 防止任何零信号的产生。即使存在许多用户，这个处理也是为所有用户执行的。

通过所有用户的传输方向性图，减小了指向用户 311A₃方向的 θ_{A_3} 的零信号的可能性。然而，选择作为零信号产生方向候选者的某些用户指向零信号到方向 θ_{A_3} 。

如上所述，预定的限制是形成在自由可调整的零方向。在第一实施例中，零信号产生方向是在自由度限制之下，从零信号产生方向候选者中随机选中的。即使到达无线基站的干扰波数量超过了自适应天线的自由度，在某种程度上具有相等深度的零信号，由产生传输方向性图为多个无线终端产生。例如，如图 7所示，在传输方向性图的产生中，对用户 311A 的方向没有为用户 310B选择成零信号产生方向，但是为每个用户选择为零信号产生方向的候选者。只要该方向选择为零信号产生方向候选者，这个方向能够以高的可能性选择成与其它用户的传输方向性图有关的零信号产生方向。结果，实际上可以有效地抑制许多用户的干扰。

回到图 1，从传输方向性图控制单元 112₁到 112_M输出的传输信号 120₁到 120_N被输入到传输单元 105。该传送信号由 D/A转换器108₁到 108_N转换成模拟信号，而且由发射机 109₁到 109_N调制和放大。该放大的传输信号经过发射/接收多路分解电路 103₁到 103_N从天线单元 102₁到 102_N发射出去。

修改的第一实施例：

图 8显示一个修改的数据库。在根据修改的用户分布表 204中，当由第一实施例的传输方向性控制装置 101可以调整的方向性中的方向等分成 Q时，“方向”表示一个角度范围。

该角度范围由下式定义

$$\text{角度范围} = \theta_1 \pm \Delta\theta/2 \quad \dots(5)$$

其中方程式 (5)中的 $\Delta\theta$ 由方程式 (2)给出。

在这个修改中，平等划分用户分布表 204的字段“方向”之后的角度范围是通过按顺序添加 $\Delta\theta$ 到方程式(5)中来计算出的数值。“下行数据速率 × 用户数量”是通过添加下行传输信号的数据传输速率计算出的数值，下行传输信号是为出现在每个范围内的用户由信道控制单元 114分配的。

图 9A和 9B显示一个当用户分布表 204被分成 A和 B两表时的例子。在 A与 B表 205和 206中，“方向”和“下行数据速率 × 用户号码”表示的如图 8中相同的项。在这个例子中，阈值是实验地为基站的平均用户分配而确定的，其利用对所有的角度范围的数据传输速率的平均参考值来确定。类似于第一实施例，该平均值首先设定为一个缺省值，进行微扰确定一个阈值，以致于最小化平均基站的总发射功率。该基站总发射功率每天都被监视。A表 205显示用户的整个下行数据传输速率的一种情况，该用户出现在小于阈值的每个分开的角度范围 Q内。相反地，B表 206显示用户整个下行数据传输速率的一种情况，该用户出现在大于阈值的每个分开的角度范围 Q内。

数据库 113中的处理与第一实施例中的处理相同，而且传输方向性图也是通过与第一实施例相同的操作产生的。除了第一实施例的效果外，因为零信号指向集中在预定方向上的无线终端，该修改有效地抑制了许多无线终端的干扰。

第二实施例

图 10显示根据本发明第二实施例使用 CDMA的无线基站中传输方向性控制装置。在第二实施例的传输方向性控制装置 401中，如第一实施例的传输方向性控制装置中的相同的参考编号表示相同的部分，他们的操作实质上也相同，于是详细的描写将被省略。在第二实施例中，传输方向性产生单元 402_1 到 402_m 代替了第一实施例中的传输方向性产生单元 110_1 到 110_m 。

传送方向性产生单元 402_1 到 402_m 分别由到达方向测定/发射功率控制单元 403_1 到 403_m 和传输方向性图控制单元 404_1 到 404_m 等构成，功率控制单元是用于接收来自 A/D转换器 107_1 到 107_n 的接收信号，测定第一到第 m 个用户的到达方向，而传输方向性图控制单元是用于控制第一到第 m 个用户的传输方向性图。到达方向测定/发射功率控制单元 403_1 到 403_m 的输出连接到数据库 405，例如存储输出数据的磁盘，以及连接到传输方向性图控制单元 404_1 到 404_m 。数据库 405连接到传输方向性图控制单元 404_1 到 404_m 。

到达方向测定/发射功率控制单元 403_1 到 403_M 都是由 DSP形成, 每个 DSP含有 CPU、存储介质比如存储控制程序的 ROM、和作为工作存贮器的 RAM。

到达方向测定/发射功率控制单元 403_1 到 403_M 对输入接收信号 115_1 到 115_N 执行解扩频, 与第一实施例类似。到达方向测定/发射功率控制单元 403_1 到 403_M 分配识别编号给信号 115_1 到 115_N , 并且测定他们的到达方向。区别其它接收信号的接收信号格式指明下行传输信号的发射功率。根据这些接收信号, 到达方向测定/发射功率控制单元 403_1 到 403_M 提取用户指定的下行发射功率。

表示用户识别编号 U_1 到 U_M 的数据 406_1 到 406_M 从到达方向测定/发射功率控制单元 403_1 到 403_M 输出, 到达方向 θ_1 到 θ_M 和 下行发射功率 P_1 到 P_M 都储存在数据库 405中。

图 11显示数据库 405中的数据处理流程。数据库 405由 CPU、存储介质比如存储控制程序的 ROM、和作为工作存贮器的 RAM组成。数据库 405通过存储的程序方法完成预定的控制。数据库 405生成一个用户分布表, 在这个表中储存着彼此对应的用户识别编号 U_1 到 U_M 、到达方向 θ_1 到 θ_M 、下行发射功率 P_1 到 P_M , (步骤 S121)。

图 12显示一个由数据库处理的表格结构的例子。在第二实施例中, 用户的下行发射功率分配以表格形式储存为用户分布表 207。在用户分布表格 207中, “用户号码”表示由到达方向测定/发射功率控制单元 403_1 到 403_M 指定的用户识别编号 U_1 到 U_M 。“下行数据速率”表示由到达方向测定/发射功率控制单元 403_1 到 403_M 提取的下行发射功率 P_1 到 P_M 。“到达方向”表示要求下行发射功率列出在“下行数据速率”中用户的接收信号到达方向。

在图 11中, 下行信道发射功率的平均值是从储存在用户分布表格 207中的到达方向 θ_1 到 θ_M 、用户识别编号 U_1 到 U_M 、和下行发射功率 P_1 到 P_M 等计算的(步骤 S122)。该计算出的平均值用一个系数相乘以便设定阈值(步骤 S123)。这个系数是灵活地应付使用环境的任意系数, 类似于第一实施例。利用这个阈值, 将用户分布表格 207分成两个, A和B表(步

骤 S124)。注意该图可以使用于一般的场合。

图 13A和 13B显示用户分布表格被分成 A和 B两表的例子。在图 13A显示的 A 表格 208中, 为了方使用“ No”表示分配的编号。“下行数据速率”表示低于阈值的数据发射功率。“到达方向”与图 12的相同, 于是描述省略。图 13B中显示的 B表 209, 除了“下行数据速率”表示高于阈值的下行发射功率之外, 其它与 A表 208一样。

属于 A表 208的用户编号 M_A 和属于 B表 209的用户编号 M_B 获得(步骤 S125), 而用户编号 M_A 和用户编号 M_B 进行比较(步骤 S126)。如果用户编号 M_A 比用户编号 M_B 小, 则表示用户编号 M_A 包括在 A表 208的到达方向被设定零信号产生方向候选者(步骤 S127)。如果用户编号 M_A 比用户编号 M_B 大, 则表示用户编号 M_B 包括在 B表 209中的到达方向被设定为零信号产生方向候选者(步骤 S128)。用这种方式, 零信号产生方向候选者被从储存在数据库 405中的数据 406_1 到 406_M 选出。阈值系数避免用户编号 M_A 和用户编号 M_B 彼此相等。代表选择的零信号产生方向候选者的数据 407 分别输入到传输方向性图控制单元 404_1 到 404_M 。传输方向性图控制单元 404_1 到 404_M 中的处理与第一实施例中的相同, 而且后续的操作也相同。

修改的第二实施例:

图 14显示一个修改的第二实施例中的数据库。在根据修改的用户分布表 210中, 当可以由第二实施例的传输方向性控制装置 401调整的方向被平分为 Q 时, “方向”表示角度的范围。该角度范围与修改的第一实施例中描述分开的角度范围相同。“下行数据速率 \times 用户号码”是通过添加下行传输信号的发射功率计算出的数值, 下行传输信号是由到达方向测定/发射功率控制单元 403_1 到 403_M 为出现每个范围内的用户提取的。

图 15A和 15B显示当图 14所示的用户分布表 210被分成 A和 B两个表时的例子。在图 15A所示的 A表 211和图 15B所示的 B表 212中, “方向”和“下行数据速率 \times 用户号码”表示如图 14中相同的项。A表 211显示出现在每个分开角度 Q 小于阈值的用户整个下行发射功率的一种情

况。B表 212显示整个下行发射功率大于阈值的情况。

正如第二实施例和它的修改中描述，零信号产生方向实际上是根据传输到每个用户的功率来选择的。这个选择认为功率的差别取决于用户与相同的数据速率之间的距离。因此，更有效率地抑制了执行具有较小发射功率的低数据速率通信用户的干扰。

第三实施例：

第三实施例采用 TDMA (时分多址)或 FDMA (频分多址)。TDMA和 FDMA 通信实现了SDMA (空分多址)，其中多个用户是在相同的时间信道或相同的频率信道上由方向性图进行空间地多路复用。

图 16显示根据本发明第三实施例的使用 TDMA/FDMA无线基站中传输方向性控制装置。在第三实施例的传输方向性控制装置 501中，如第一实施例的传输方向性控制装置 101中相同的参考编号表示相同的部分，它们的工作实质上相同，于是详细的描写将被省略。

在第三实施例中，传输方向性产生单元 502_1 到 502_m 代替第一实施例中的传输方向性产生单元 110_1 到 110_m 。用户公用的到达方向测定单元 503代替第一实施例的到达方向测定单元 111_1 到 111_m 。到达方向测定单元 503没有为各个用户执行解扩频的装置以及没有分离 CDMA无线基站天线单元接收的信号的装置。由于这个原因，空间多路复用的上行传输信号对所有的用户都是公用的。

传送方向性产生单元 502_1 到 502_m 是分别由控制第一到第 m 个用户的传输方向性图的传输方向性图控制单元 504_1 到 504_m 构成。到达方向测定单元 503的输出连接到数据库 505，比如存储输出数据的磁盘，以及连接到传输方向性图控制单元 504_1 到 504_m 。数据库 505连接到用于分配信道给用户的信道控制单元 114，和连接到传输方向性图控制单元 504_1 到 504_m 。

到达方向测定单元 503是由一个 DSP形成，它含有 CPU、存储介质比如存储控制程序的 ROM、和作为工作存贮器的 RAM。到达方向测定单元 503接受接收信号 115_1 到 115_N ，而且检测使用 MUSIC算法空间地多路复用用户的方向。

数据库 505是由 CPU、存储介质比如存储控制程序的 ROM、和作为工作存贮器的 RAM等组成。数据库 505通过存储的程序方法执行预定的控制。数据库 505从到达方向 θ_1 到 θ_M 、用户识别编号 U_1 到 U_M 、和各个用户的下行信道数据速率 R_1 到 R_M 等生成一个数据表格。对于每个传输方向性图的零信号产生方向候选者从该数据库中确定。在第三实施例中的数据处理的实质上与图 1中所示第一实施例的相同，于是省略其描述。

还有，当实现 SDMA时，生成一个数据库，它由下行时间信道或者频率信道的数据速率（多重值），以及在相同的时隙或相同的频率信道多路复用的用户方向等组成。下行传输方向性图用如第一实施例中相同的处理，利用这个数据库来确定，而干扰被有效率地抑制在下行信道。

也可以使用在每个用户的上行传输信号上多路复用下行发射功率控制信号而准备的信号。每个用户的下行发射功率还可以从这个信号中提取。利用这种安排，生成一个包括发射功率和用户到达方向的数据库。下行传输方向性图是根据第二实施例中相同的处理生成的。因此，下行信道干扰被有效地抑制。

其他的修改：

在第一实施例中，零信号产生方向是随机地从零信号产生方向候选者中选择的。当作为零信号产生方向候选者的无线终端发射功率高时，具有较高发射功率的无线终端可以按顺序选择，以便调整方向性图。在这种情况下，只要少数无线终端显示高的发射功率，方向性图集中地指向零信号到高-发射-功率无线终端。可以有效地抑制具有高-传输-功率无线终端的射频干扰。可以有效地抑制具有高-传输-功率无线终端的无线干扰。当作为零信号产生方向候选者的无线终端发射功率是低时，具有低发射功率的无线终端可以按顺序选择，以便调整方向性图。在这种情况下，只要少数无线终端显示低的发射功率，方向性图集中地指向零信号到低-发射-功率无线终端。可以有效地抑制具有低-发射-功率无线终端的射频干扰。

在第一实施例中，设定保护区域，而保护区域外部的无线终端被选择为零信号方向。大多数不同于主波束方向为零信号产生方向候选者也可

以被选择为零方向。在这种情况下，可以减小主波束天线增益，避免发射功率的增加。

上面所描述的实施例已经例证了一种用于控制传输方向性的传输方向性控制装置。本发明还可以应用到控制接收方向性的接收方向性控制装置。甚至相对于多个时间-重叠无线终端，接收方向性控制装置展现一种给定的接收方向性图的主波束和零信号之间的关系。为了产生某些无线终端的接收方向性图，来自最强接收无线电波的方向指向该无线终端，而来自较弱接收无线电波的方向中的零信号指向其余的无线终端。如第一到第三实施例中那些相同的方向性控制，可以通过采用数据库和用于产生接收方向性图的接收方向性图控制单元来达到，该数据库利用由无线基站接收的无线终端的接收功率或者传输速度。

如上所述，根据本发明，当一组高-发射-功率无线终端被选择为零信号产生候选者时，具有指向高-发射-功率无线终端的传输方向性图产生。这抑制了具有高-发射-功率无线终端的干扰，增加在高-发射-功率无线终端中信号功率与干扰功率的比例（SIR），而减小需要的发射功率。控制发射功率得到对高-发射-功率无线终端减少发射功率而抑制具有低-发射-功率无线终端干扰的作用。当一组低-发射-功率无线终端被选择为零信号产生候选者时，零信号被产生朝向低-发射-功率无线终端。具有低-发射-功率无线终端的干扰可以被抑制。因为方向性图是根据发射中的发射功率产生的，所以可以认为功率差别取决于具有相同传输速度无线终端之间的距离。

阈值是通过用一个预定的系数乘上平均值或者传输图功率而计算出的，而且可以灵活地应付使用环境条件，比如用户编号和用户分布。例如，该平均值是首先设定为一个缺省值，而扰动被引导以便确定阈值，以致于最小化总发射功率的平均值。总的发射功率每天都要观察。结果，干扰可以被有效地地抑制。

保护区设置在期望无线终端的方向，而在保护区没有零信号产生。由零信号产生主波束的天线增益中的减少量可以减小，可以避免发射功率中的增加，可以抑制与其他无线终端的干扰。

无线终端被随机地选择，以便调整方向性图。这个方向性图对许多选定的无线终端分配地削弱无线电波。可以有效地抑制许多无线终端的射频干扰。即使到达无线基站的干扰波数量超过了自适应天线的自由度，具有某种程度上深度的零信号相等地由产生传输方向性图为多个无线终端而产生。可以抑制许多无线终端的射频干扰。

分开角度范围的使用可以避免集中的无线终端选择，无线终端接近相对于多个无线终端存在的方向。靠近的无线终端被集中地选择为了产生接近方向中的零信号。零信号被分配地产生在许多方向，这在整个的分布上提供了更有效率的作用。

因为对无线终端使用的是发射中的传输速度，所以分配频道中的传输速度可以容易地利用。

因为接收方向性图被调整类似于传输方向性图，可以获得对应于接收方向性图的效果。

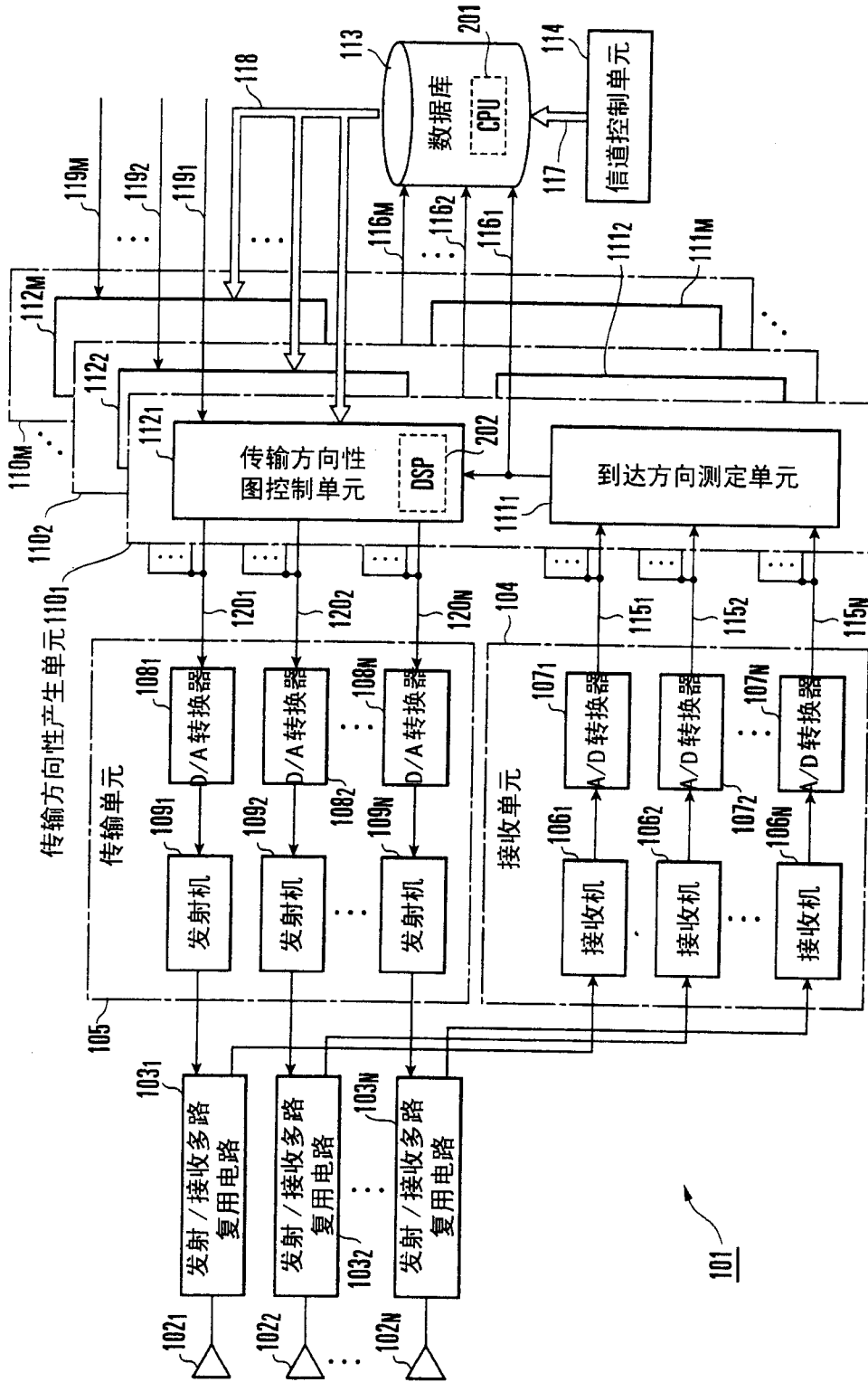


图 1

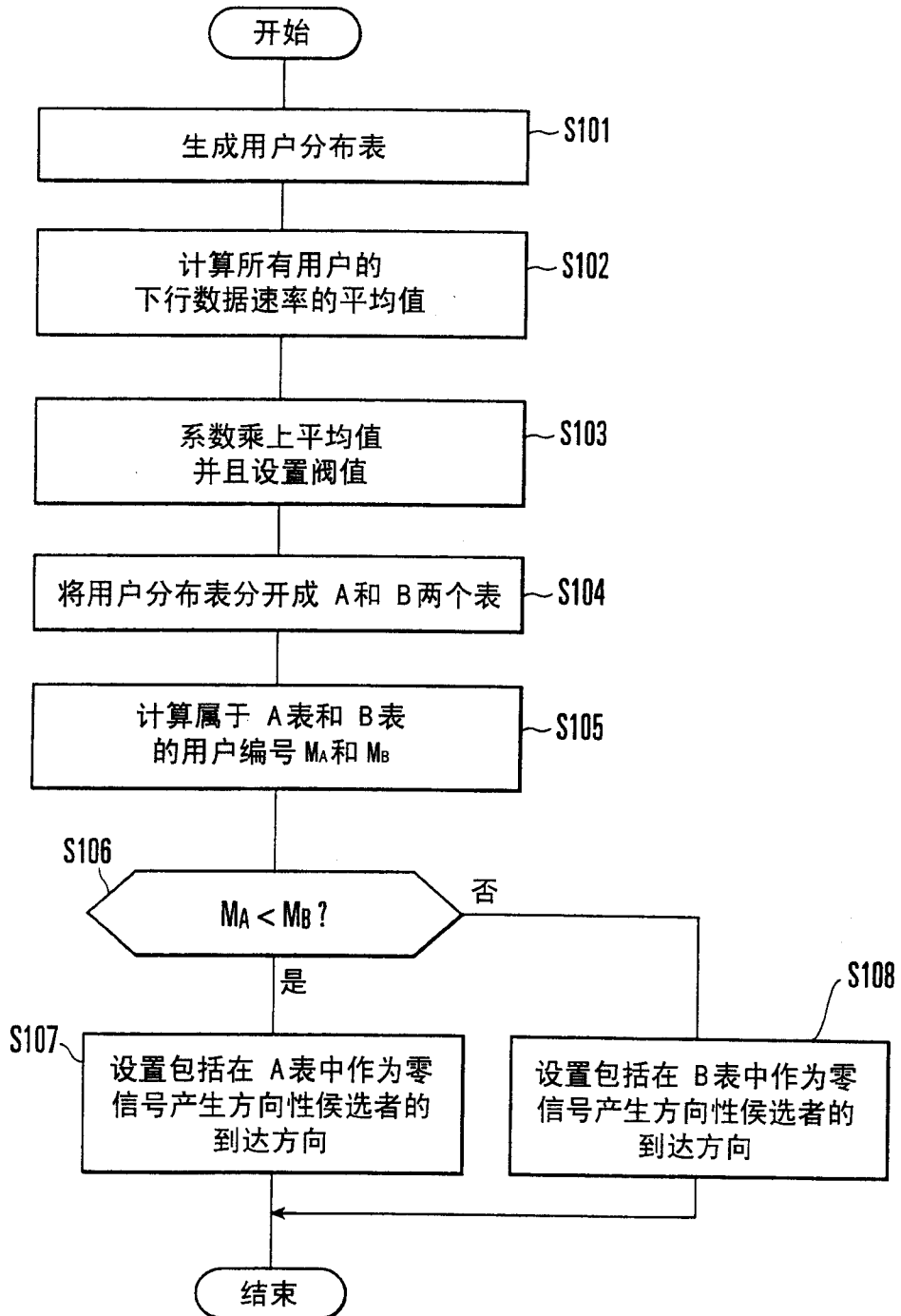


图 2

201

用户编号	下行 数据速率	到达方向
U_1	$R_1=R_{Lo}$	θ_1
U_2	$R_2=R_{Hi}$	θ_2
U_3	$R_3=R_{Mi}$	θ_3
⋮	⋮	⋮
U_M	$R_M=R_{Lo}$	θ_M

图 3

202

编号	下行 数据速率	到达方向
1	$R_1=R_{Lo}$	θ_1
2	$R_3=R_{Mi}$	θ_3
3	$R_7=R_{Mi}$	θ_7
⋮	⋮	⋮
MA	$R_M=R_{Lo}$	θ_M

203

编号	下行 数据速率	到达方向
1	$R_2=R_{Hi}$	θ_2
2	$R_4=R_{Hi}$	θ_4
3	$R_5=R_{Hi}$	θ_5
⋮	⋮	⋮
MB	$R_{M-2}=R_{Hi}$	θ_{M-2}

图 4A

图 4B

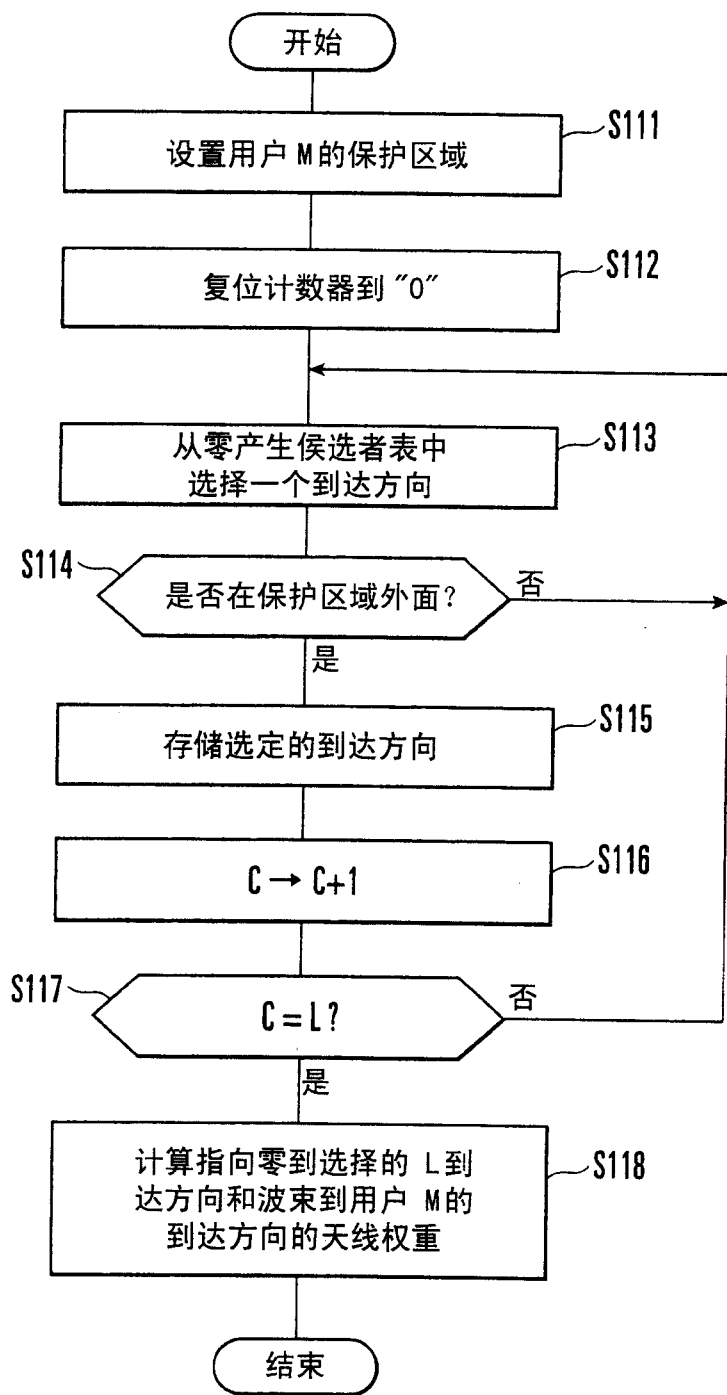


图 5

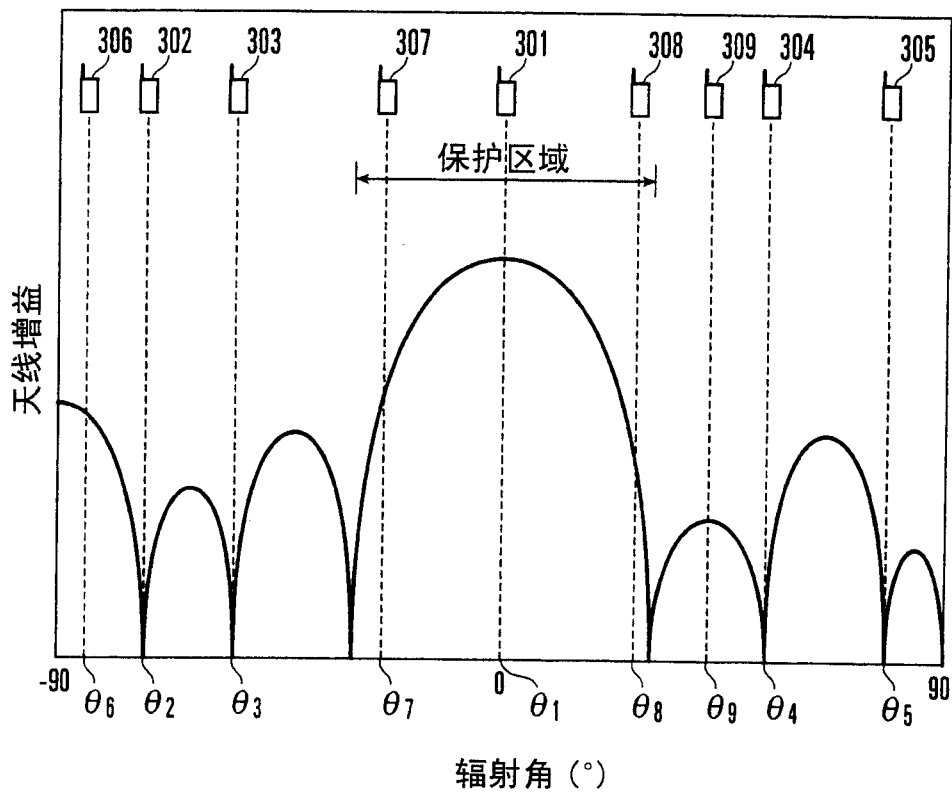


图 6

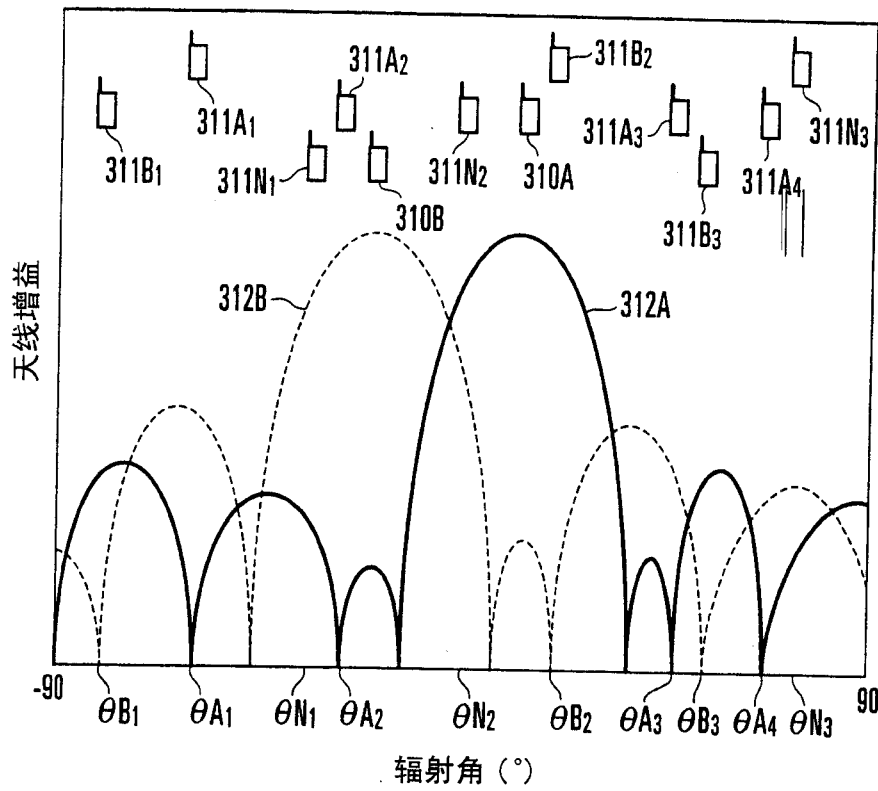


图 7

方向	下行数据速率 X 用户编号
$\theta_1 \pm \Delta\theta/2$	$R_1+R_3+R_7$
$\theta_1+\Delta\theta \pm \Delta\theta/2$	R_2+R_5
$\theta_1+2\cdot\Delta\theta \pm \Delta\theta/2$	R_8
⋮	⋮
$\theta_1+Q\cdot\Delta\theta \pm \Delta\theta/2$	R_{42}

图 8

205		206	
方向	下行数据速率 X用户编号	方向	下行数据速率 X用户编号
$\theta_1 + 2 \cdot \Delta\theta \pm \Delta\theta/2$	R8	$\theta_1 \pm \Delta\theta/2$	$R_1 + R_3 + R_7$
$\theta_1 + 5 \cdot \Delta\theta \pm \Delta\theta/2$	R21	$\theta_1 + \Delta\theta \pm \Delta\theta/2$	$R_2 + R_5$
$\theta_1 + 7 \cdot \Delta\theta \pm \Delta\theta/2$	R28	$\theta_1 + 3 \cdot \Delta\theta \pm \Delta\theta/2$	$R_{21} + R_{32}$
⋮	⋮	⋮	⋮
$\theta_1 + 0 \cdot \Delta\theta \pm \Delta\theta/2$	R42	$\theta_1 + (0 - 5) \Delta\theta \pm \Delta\theta/2$	$R_{40} + R_{41}$

图 9A

图 9B

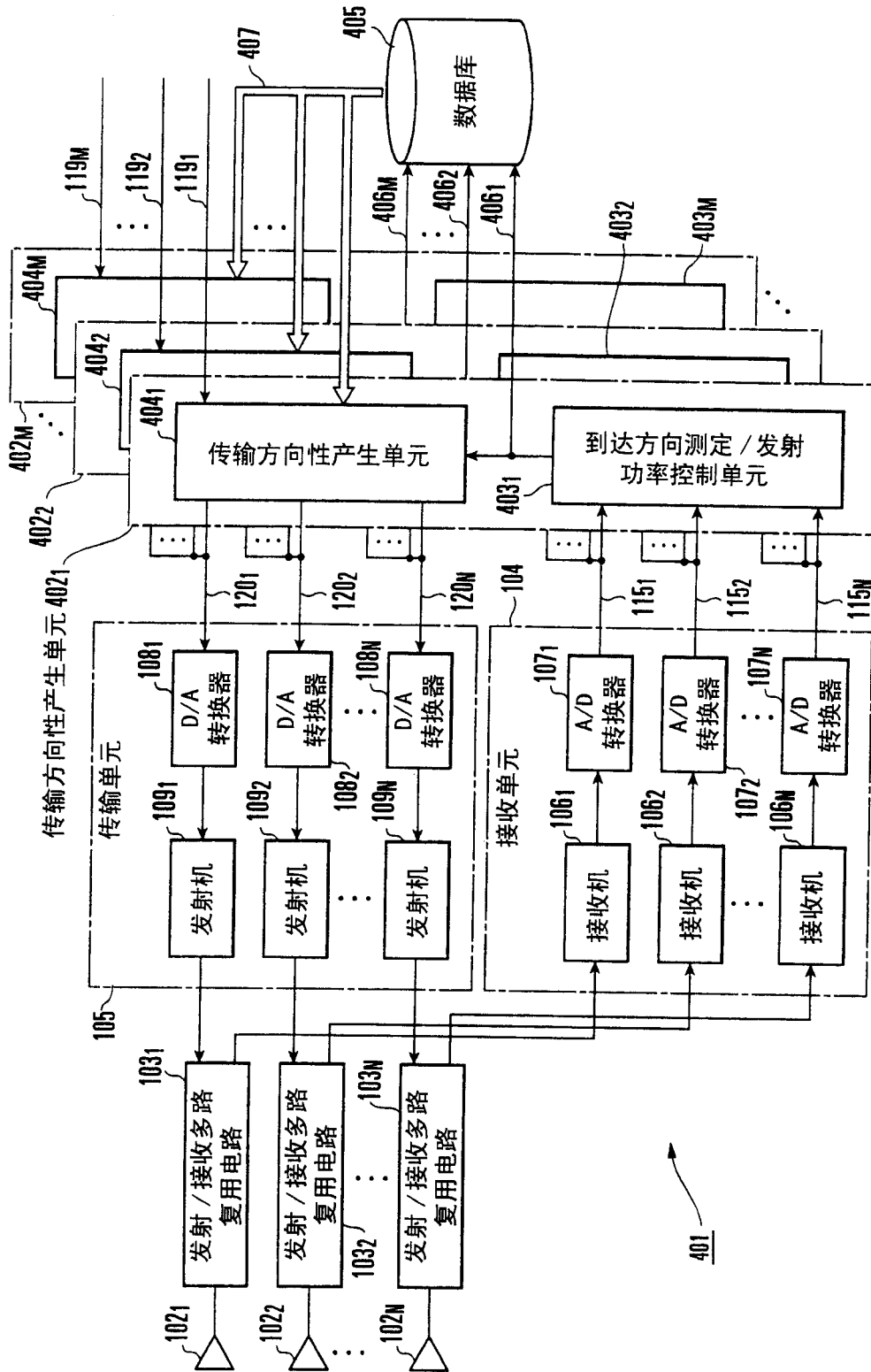


图 10

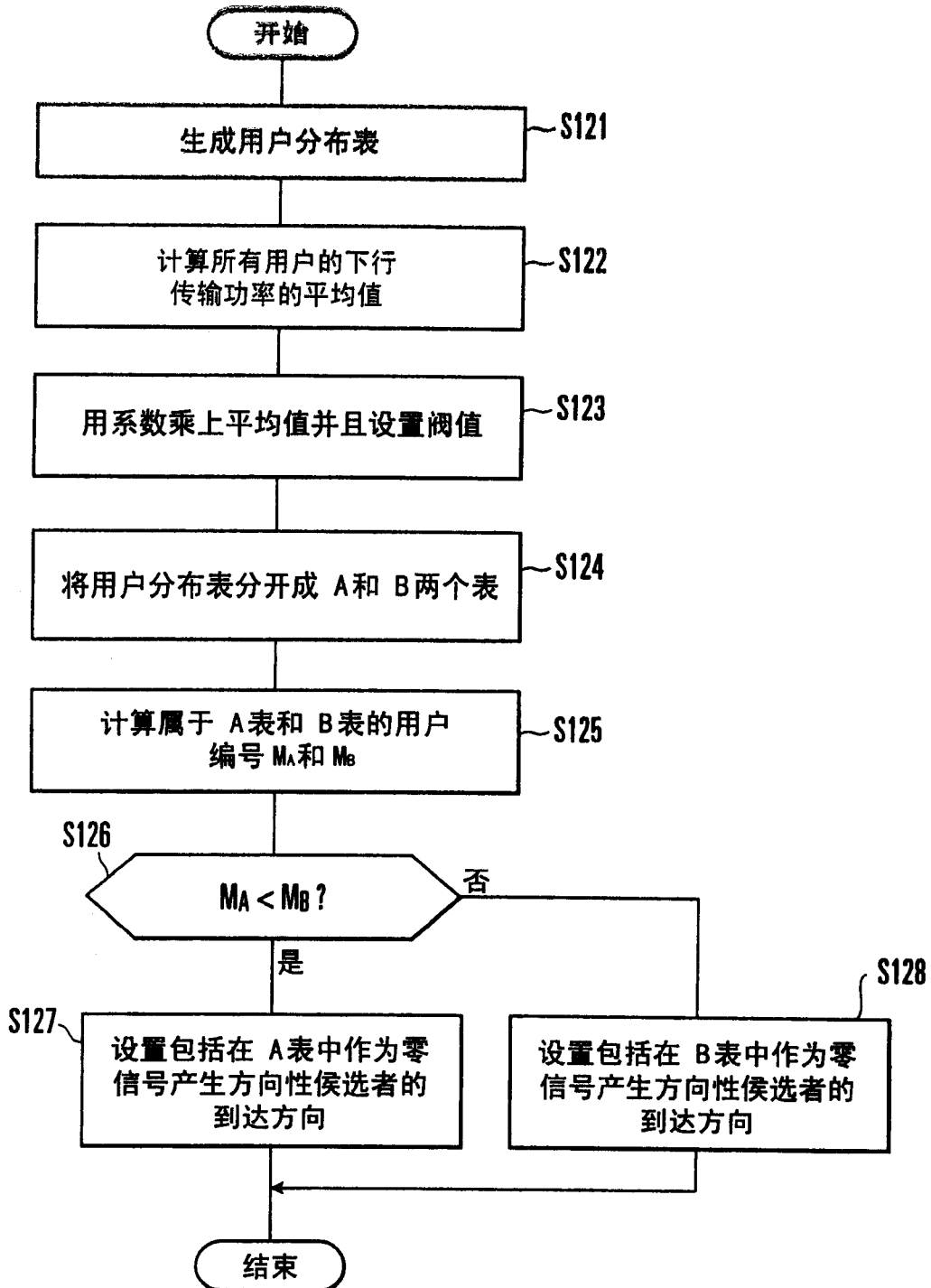


图 11

207

用户编号	下行数据速率	到达方向
U_1	P_1	θ_1
U_2	P_2	θ_2
U_3	P_3	θ_3
⋮	⋮	⋮
U_M	P_M	θ_M

图 12

208

编号	下行数据速率	到达方向
1	P_1	θ_1
2	P_3	θ_3
3	P_7	θ_7
⋮	⋮	⋮
M_A	P_M	θ_M

209

编号	下行数据速率	到达方向
1	P_2	θ_2
2	P_4	θ_4
3	P_5	θ_5
⋮	⋮	⋮
M_B	P_{M-2}	θ_{M-2}

图 13A

图 13B

方向	下行数据速率 X用户编号
$\theta_1 \pm \Delta\theta/2$	$P_1+P_3+P_7$
$\theta_1+\Delta\theta \pm \Delta\theta/2$	P_2+P_5
$\theta_1+2\cdot\Delta\theta \pm \Delta\theta/2$	P_8
⋮	⋮
$\theta_1+Q\cdot\Delta\theta \pm \Delta\theta/2$	P_{42}

图 14

方向	下行数据速率 X用户编号
$\theta_1+2\cdot\Delta\theta \pm \Delta\theta/2$	P_8
$\theta_1+5\cdot\Delta\theta \pm \Delta\theta/2$	P_{21}
$\theta_1+7\cdot\Delta\theta \pm \Delta\theta/2$	P_{28}
⋮	⋮
$\theta_1+Q\cdot\Delta\theta \pm \Delta\theta/2$	P_{42}

图 15A

方向	下行数据速率 X用户编号
$\theta_1 \pm \Delta\theta/2$	$P_1+P_3+P_7$
$\theta_1+\Delta\theta \pm \Delta\theta/2$	P_2+P_5
$\theta_1+3\cdot\Delta\theta \pm \Delta\theta/2$	$P_{21}+P_{32}$
⋮	⋮
$\theta_1+(Q-5)\Delta\theta \pm \Delta\theta/2$	$P_{40}+P_{41}$

图 15B

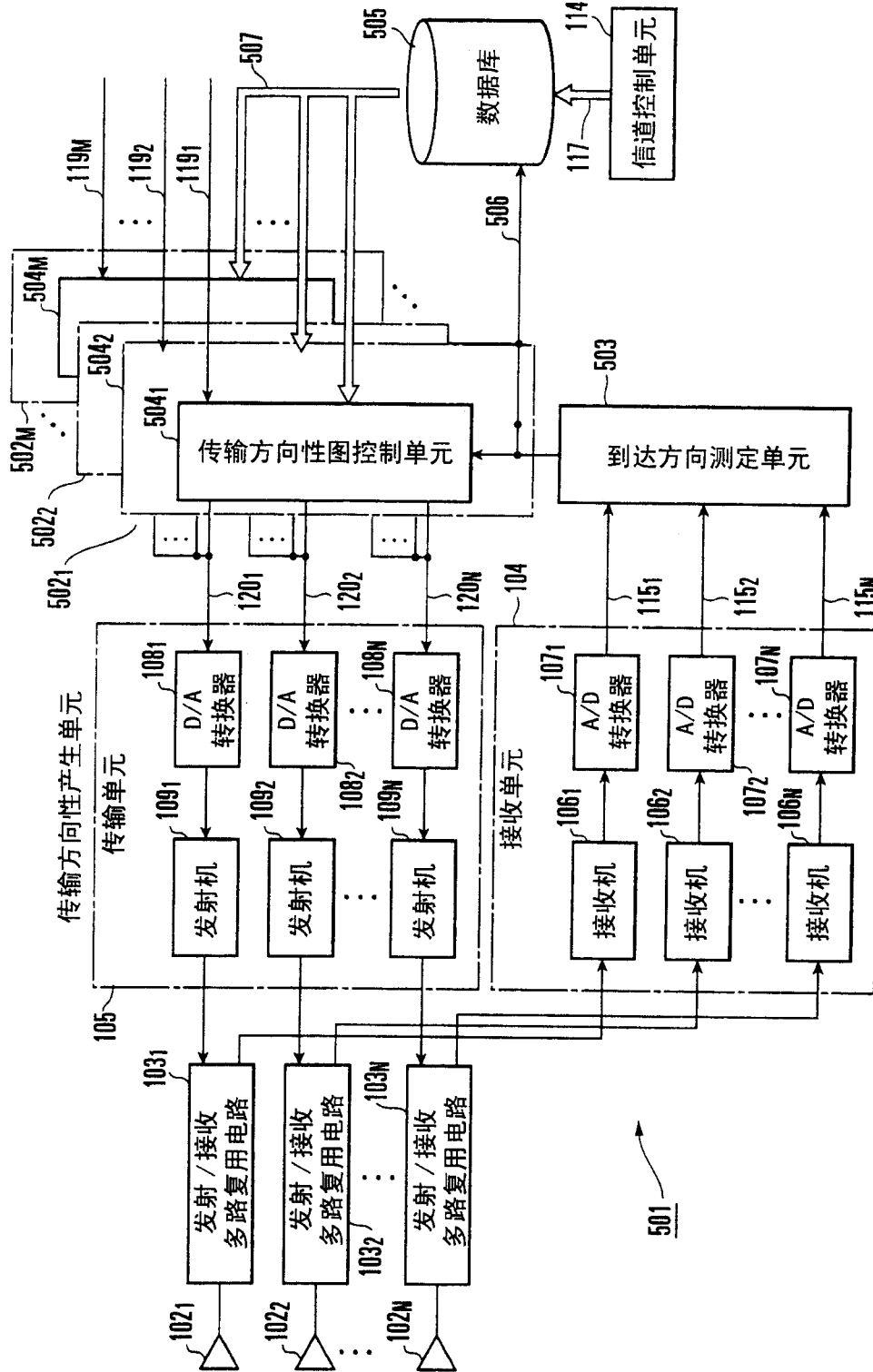


图 16

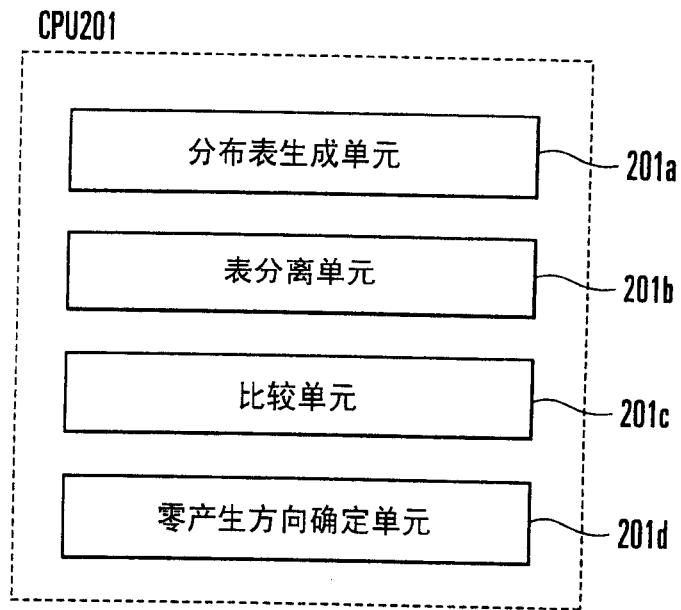


图 17A

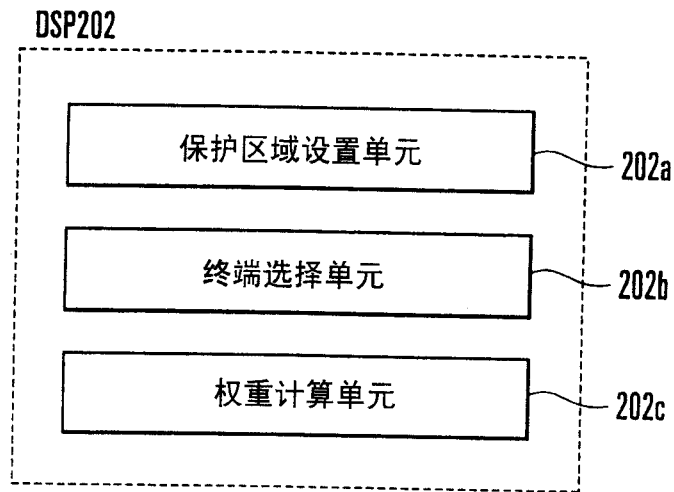


图 17B

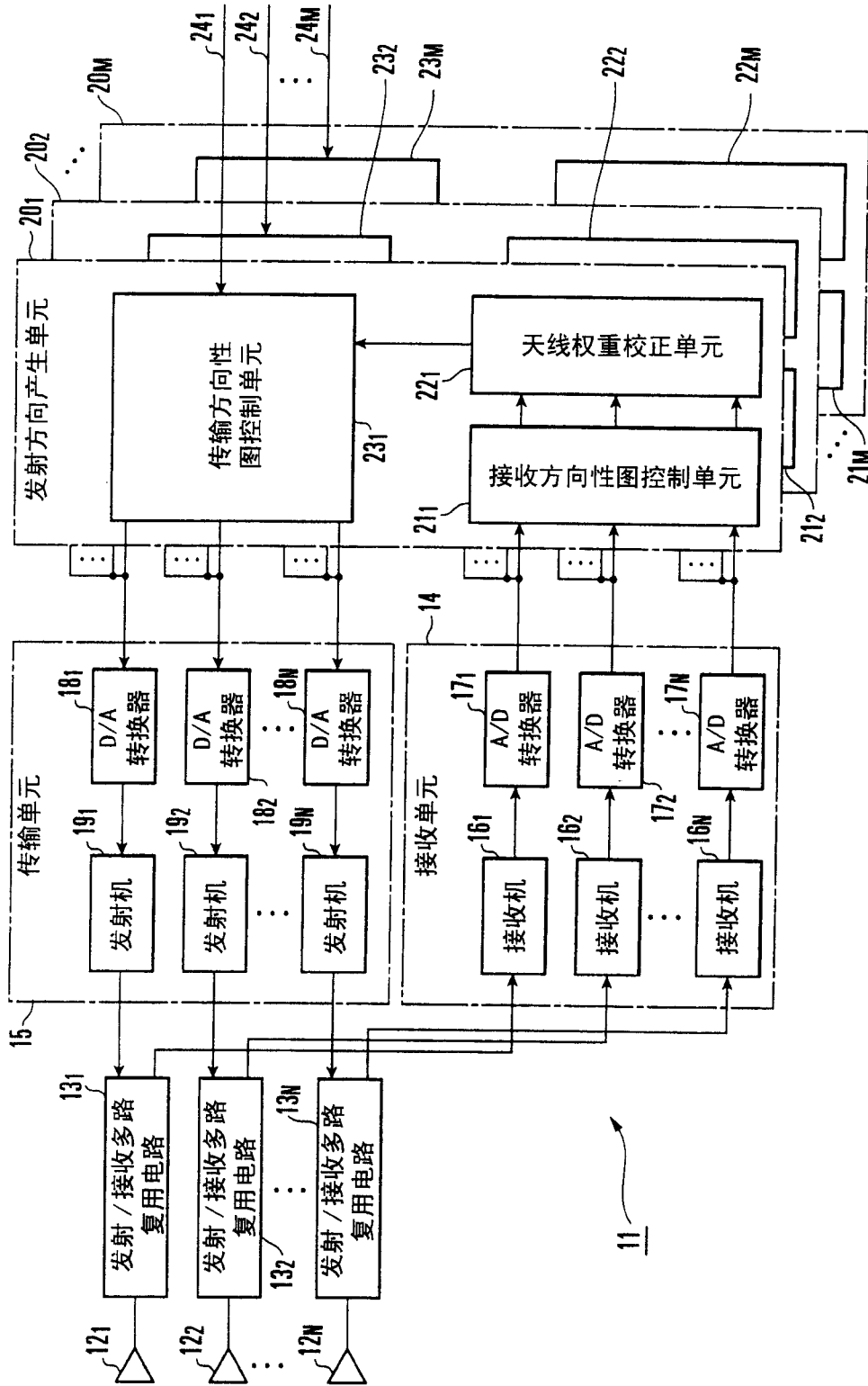


图 18