

[51] Int. Cl⁷

H04B 7/06

H04B 7/005



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 00814988.7

[45] 授权公告日 2004 年 6 月 9 日

「11」 授权公告号 CN 1153373C

[22] 申请日 2000.10.3 [21] 申请号 00814988.7

〔30〕 優先権

[32] 1999. 10. 28 [33] US [31] 09/429,463

[86] 国际申请 PCT/US2000/027230 2000.10.3

[87] 国际公布 WO2001/031811 英 2001.5.3

[85] 进入国家阶段日期 2002.4.27

[71] 专利权人 艾利森公司

地址 美国北卡罗来纳州

[72] 发明人 P·W·登特 K·J·莫尔纳

审查员 行朝霞

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

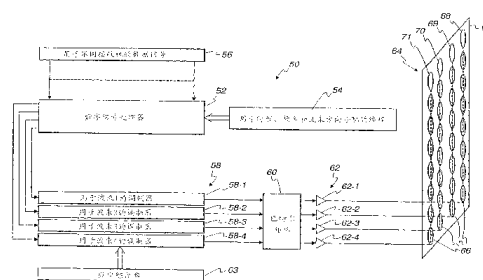
代理人 程天正 李亚非

权利要求书 3 页 说明书 16 页 附图 3 页

[54] 发明名称 使用相控阵的重叠时隙发送的方法和系统

[57] 摘要

揭示了一种时分多址(TDMA)基站,用于保持在给定的频率上按不同的方向发送的信号的跨时隙的信号连续性。基站包括用于辐射信号的多方向天线。处理器工作时被耦合到天线,用于产生对于包括第一预定的符号图案和第二预定的符号图案的TDMA帧的第一时隙的第一数据信号;用于产生对于包括第二预定的符号图案的TDMA帧的第二时隙的第二数据信号;和用于把第一数据信号和第二数据信号传送到天线,以使得第一数据信号以第一方向辐射以及第二数据信号按第二方向辐射。第一数据信号以第一相位被调制,以便在第一时隙在给定的频率上按第一方向以第一功率电平被发送。第二数据信号以第二相位被调制,以便在第二时隙在给定的频率上按第二方向以第二功率电平被发送。



1. 一种用于时分多址 TDMA 系统的基站, 包括:

用于发射多个定向波束的天线;

第一信号发生器, 它在工作时被耦合到天线, 用于产生在第一时间间隔期间在给定的频率上在第一方向上发送的第一数据信号, 该第一数据信号包括前置码和后置码, 该前置码包括第一预定的符号图案, 该后置码包括第二预定的符号图案;

第二信号发生器, 它在工作时被耦合到天线, 用于产生在第二时间间隔期间在给定的频率上在第二方向上发送的第二数据信号, 该第二数据信号包括前置码, 该前置码包括第二预定的符号图案; 以及

其中所述第一时间间隔和第二时间间隔相重叠, 以使得第一数据信号的后置码和第二数据信号的前置码在第一和第二方向上同时发送。

2. 权利要求 1 的基站, 其中第一和第二信号发生器产生具有预定的相位差的第一和第二数据信号。

3. 权利要求 2 的基站, 其中第一和第二信号发生器产生具有 90 度相位差的第一和第二数据信号。

4. 权利要求 1 的基站, 其中第一信号发生器产生具有第一功率电平的第一数据信号, 以及第二信号发生器产生具有第二功率电平的第二数据信号。

5. 权利要求 4 的基站, 其中第二信号发生器在发送第二预定的符号图案之前把功率电平从零斜坡上升到第二功率电平。

6. 权利要求 5 的基站, 其中, 第一和第二数据信号包括数据符号, 其中在第二预定的符号图案发送之前, 在斜坡上升的同时第二信号发生器调制与第一信号发生器相同的数据符号。

7. 权利要求 4 的基站, 其中第一信号发生器在发送第二预定的符号图案之后把功率电平从第一功率电平斜坡下降到零。

8. 权利要求 7 的基站, 其中, 第一和第二数据信号包括数据符号, 其中在第二预定的符号图案发送之后, 在斜坡下降的同时第一信号发生器调制与第二信号发生器相同的数据符号。

9. 权利要求 4 的基站, 其中第一功率电平基本上等于第二功率电平。

10. 权利要求 1 的基站, 其中后置码跟随在 TDMA 帧的第一时隙后面, 以及其中第一时间间隔包括第一时隙和后置码。

11. 权利要求 10 的基站, 其中第二时间间隔包括接续在第一时隙后面的 TDMA 帧的第二时隙, 以及其中后置码包括第二时隙的开始部分。

12. 一种保持由时分多址 TDMA 基站在给定的频率上以不同的方向发送的信号的跨时隙的信号连续性的方法, 包括以下步骤:

由基站在第一时间间隔期间在给定的频率上在第一方向上以第一功率电平发送第一数据信号, 该第一数据信号包括前置码和后置码, 该前置码包括第一预定的符号图案, 该后置码包括第二预定的符号图案; 以及

由基站在第二时间间隔期间在给定的频率上在第二方向上以第二功率电平发送第二数据信号, 该第二数据信号包括前置码, 该前置码包括第二预定的符号图案;

其中第一时间间隔和第二时间间隔相重叠, 以使得第一数据信号的后置码和第二数据信号的前置码在第一和第二方向上同时发送。

13. 权利要求 12 的方法, 其中第一功率电平基本上等于第二功率电平。

14. 权利要求 12 的方法, 还包括以相对于第一数据信号的相位的 90° 相位差调制第二数据信号。

15. 权利要求 12 的方法, 其中以第一功率电平发送第一数据信号的步骤包括在第二预定的符号图案被发送后把功率电平从第一功率电平斜坡下降到零。

16. 权利要求 12 的方法, 其中以第二功率电平发送第二数据信号的步骤包括在以第二方向发送第二预定的符号图案之前把功率电平斜坡上升到第二功率电平。

17. 权利要求 12 的方法, 其中发送第一数据信号和发送第二数据信号包括通过使用具有多个阵列单元的多波束定向天线阵列

发送第一和第二数据信号。

18. 权利要求 17 的方法，包括激励多波束天线的阵列单元，以使得第一数据信号由位于第一方向的第一预定进行接收的接收机以第一功率电平来接收，以及第二数据信号由位于第二方向的第二预定进行接收的接收机以第二功率电平来接收。

19. 权利要求 18 的方法，包括选择第一和第二功率电平，以使得第一和第二预定进行接收的接收机至少接收最小可接受的信号电平，而同时使得由天线阵列辐射的总的功率最小化。

20. 权利要求 18 的方法，还包括激励该天线单元，以使得在前置码和后置码发射重叠期间，发送方向从第一方向平滑地改变到第二方向。

21. 权利要求 17 的方法，包括在完成后置码的发送后继续在第一方向上发送第一数据信号，而同时第一信号的发送的功率电平平滑地斜坡下降到零。

22. 权利要求 17 的方法，包括在开始前置码的发送之前在第二方向上开始第二数据信号的发送，而同时第二信号的发送的功率电平从零平滑地斜坡上升。

使用相控阵的重叠时隙发送的方法和系统

技术领域

5 本发明涉及数字蜂窝电话系统，更具体地，涉及使用定向天线阵列的基站。

背景技术

10 一个被称为时分多址（TDMA）的蜂窝通信系统把射频频谱分成多个信道。每个信道被再划分成时隙，这些时隙可被分配给不同的用户。运行在美国“D-AMPS”标准（也被称为 IS-54 或 IS-136）下的移动电话利用同步字来帮助解调和译码发送到移动台的信号。同步字包含已知的符号的图案。

15 同步字在已被分配用于从基站到移动台的发送的每个时隙的开始时被发送。利用 D-AMPS 标准的系统常常在同一个载波频率上在所有的时隙以恒定的功率电平发送。移动台可以通过使用在它的分配的时隙的开始时和在以后的时隙的开始时的已知的符号来译码分配的时隙。结果，可以以前向或后向次序进行解调和译码。这可以通过使用在 Dent 等人的美国专利 No. 5, 335, 250 或美国专利申请 No. 08/218, 236 中描述的算法来完成，这些专利的说明内容在此引用，以供参考。

20 后置码同步字的使用因此可被用来改进性能。它的使用是可能的，因为 D-AMPS 下行链路是 TDM，而不是 TDMA。TDM 是连续发射，在时隙边界具有相位、比特时序和功率电平连续性。因此，被分配以同一个载频的不同的时隙的所有的信号由基站以相等的功率被发送。功率电平必须是对三个移动台占用每个载波的三个时隙所需要的三个
25 基站发射功率电平中的最大的电平。Schaeffer 的美国专利 No. 4, 866, 710 揭示了一种系统，它把呼叫集中在每个频率内，以便减少载送呼叫的频率的数目。替换地，Dent 的美国专利 No. 5, 579, 306 揭示了把具有相同的下行链路功率需求的呼叫编组在同一个载波，然后
30 把载波功率电平减小到在任何时隙中所需要的功率电平中的最大电平。因此，现有技术描述了试图保持与前一个时隙相干的同步字发送，以允许由接收机把它用作为后置码使用的各种例子。

蜂窝系统被不断地设计以便获得容量改进。一个可能的方法依赖于天线波束宽度的减小，这样可以有效地增加可供使用的水平扇区的数目，以便构建频率复用规划。因此，有利地，蜂窝系统可以复用更少的台址，从而导致更小的台址复用图案。例如，作为七个台址乘以三个扇区的复用规划的替代，可以使用三个台址乘以十二扇区的复用规划。这使得可将 $1/3$ 而不是仅 $1/7$ 的全部频率信道放在一个台址中使用。这提供了 $7/3$ 的容量增益。

提高天线波束方向性比起载波频率可以造成产生更多的扇区。然后，不再可能给予每个扇区一个唯一的频率。为了避免在同一个台址的不同的扇区同时使用同一个频率，每个频率可被划分成时隙，以便创建大量独特的时隙-频率对，这些时隙-频率对可以在各扇区之间进行划分。在 Dent 的美国专利 No. 5, 339, 730; 5, 566, 168; 5, 619, 503 和 5, 594, 941, 以及 Honda 等的美国专利 No. 5, 555, 271 中描述了时间和频率复用规划的构建，这些专利的说明内容在此引用，以供参考。

Charas 等的美国专利 No. 5, 548, 813 描述了 TDMA 系统中不同的时隙是如何通过使用相控阵的不同单元组来发送，以便达到对于不同扇区的不同的有效的各向异性辐射功率电平，该专利的说明内容在此引用，以供参考。

以上的现有技术在不同的方向或以不同的功率电平发送不同的时隙。这违反了当前的 D-AMPS 移动台假设的跨时隙的 TDM 信号连续性。Mazur 等人的美国专利申请 08/887, 726 揭示了使用多个天线阵列以便保持跨时隙的信号连续性。

自适应信道分配 (ACA) 也被使用来达到容量改进。ACA 是一种达到复用划分的自动方法。当信道以低于最大功率被发送到较邻近于小区中心而且不处在小区边缘的移动台时，信道可以在更紧密的栅网上被复用。在仿真过程中，可以看到在固定的复用规划的容量上的 $1.7:1$ 的增益。然而，这个增益是以使用动态功率控制为条件的。如果功率电平不能动态地适配于每个呼叫，则增益通过使用 ACA 降低到约 $1.3:1$ 。再次地，动态地改变时隙之间的功率电平可能也违反当前的 D-AMPS 移动台假设的 TDM 信号连续性。

因此，需要一种用于当时隙以不同的方向和以不同的功率电平被发送时保持跨时隙的信号连续性的方法。

发明内容

按照本发明，提供一种使用相控阵的重叠时隙发送的方法和系统。

5 广义地，这里揭示了一种用于保持在给定的频率上按不同的方向发送的信号跨时隙的信号连续性的时分多址（TDMA）基站。该基站包括用于辐射信号的多方向天线。处理器工作时被耦合到天线，用于产生用于包括第一预定的符号图案和第二预定的符号图案的TDMA帧的第一时隙的第一数据信号；用于产生用于包括第二预定的符号图案的TDMA帧的第二时隙的第二数据信号；以及用于把第一数据信号和第二数据信号传送到天线，以使得第一数据信号按第一方向辐射以及第二数据信号按第二方向辐射。第一数据信号以第一相位被调制，以便在第一时隙在给定的频率上按第一方向以第一功率电平被发送。第二数据信号以第二相位被调制，以便在第二时隙在给定的频率上按第二方向以第二功率电平被发送。

15 本发明的一个特征是第一功率电平基本上等于第二功率电平。

本发明的另一个特征是第一相位相对于第二信道有 90° 的相位差。

本发明的再一个特征是提供一个调制器，用于把第一数据信号和第二数据信号调制在给定频率上。

20 本发明的又一个特征是处理器执行在给定频率上调制第一数据信号和第二数据信号。

本发明的再又一个特征是第一数据信号的功率电平在第二预定的符号图案按第一方向被发送后从第一功率电平斜坡下降到零，以及第二数据信号的功率电平在第二预定的符号图案按第二方向被发送前从零斜坡上升到第二功率电平。

25 本发明的又另一个特征是第一方向和第二方向是四个预定的方向中的两个方向。

按照本发明的另一个方面揭示了TDMA蜂窝基站，用于按不同的方向发送在TDMA帧的不同的时隙中的信号，而同时保持跨时隙的信号连续性，正如在预定要进行接收的接收机中所看到的那样。基站包括一个用于形成多个定向波束的天线。第一信号发生器调制第一数据信号，其中包括第一预定符号图案、第一数据符号和第二预定符号，通

过使用天线在第一方向以第一功率电平在第一时隙期间在给定的无线频道上被辐射。第一信号发生器在发送第二预定符号图案后把第一数据信号电平从第一功率电平平滑地斜坡下降到零。第二信号发生器调制第二数据信号，其中包括至少第二预定符号图案和第二数据符号，
5 通过使用天线在第二方向以第二功率电平在第二时隙期间在给定的无线频道上被辐射。在第二已知的符号图案发送期间，第一和第二时隙相重叠，以及第二信号发生器在发送第二预定符号图案以前把第二数据信号电平从零斜坡上升到第二功率电平。

本发明的一个特征是第一信号发生器调制与第二信号发生器相同的数据符号，而同时执行斜坡下降。
10

本发明的另一个特征是第二信号发生器调制与第一信号发生器相同的数据符号，而同时执行斜坡上升。

本发明的附加特征是当第一和第二数据信号在斜坡上升、第二预定图案发送以及斜坡下降期间按第一和第二方向从天线被辐射时，第一和第二信号发生器被调整成使得第一信号相对于第二数据信号成
15 90° 相位差。

按照本发明的再一个方面揭示了一种保持由 TDMA 系统在给定的频率按不同的方向发送的信号的跨时隙的信号连续性的方法，包括以下步骤：产生用于包括第一预定的符号图案和第二预定的符号图案的
20 TDMA 帧的第一时隙的第一数据信号；产生用于包括第二预定的符号图案的 TDMA 帧的第二时隙的第二数据信号；在给定的频率上以第一相位调制第一数据信号；在给定的频率上以第二相位调制第二数据信号；从基站在第一时隙在给定的频率上以第一相位在第一方向上以第一功率电平发送第一数据信号；以及从基站在第二时隙在给定的频率上以
25 第二相位在第二方向上以第二功率电平发送第二数据信号。

按照本发明的又一个方面揭示了在使用多波束定向天线阵列的 TDMA 蜂窝基站中按不同的方向发送在 TDMA 帧的不同的时隙中的信号、而同时保持跨时隙的信号连续性的方法，该信号连续性正如在预定要接收该时隙的接收机中所看到的那样，该方法包括以下步骤：在
30 第一方向以第一功率电平在第一时隙期间发送第一信号，其中包括发送在第一时隙末尾的、由预先规定的符号组成的后置码，以及在第二方向上以第二功率电平在第二时隙期间发送第二信号，其中包括发送

由预先规定的符号组成的、与后置码的发送重叠的、在第二时隙的开始的前置码。

本发明的一个特征是包括天线的驱动单元，以使得第一信号和后置码由位于第一方向的预定用于接收的接收机以第一功率电平进行接收，以及前置码和第二信号由位于第二方向的不同的预定用于接收的接收机以第二功率电平进行接收。

本发明的另一个特征是包括选择第一和第二功率电平，以使得每个预定用于接收的接收机至少接收最小可接受的信号电平，而同时使得由天线阵列辐射的总的功率最小化。

本发明的另一个特征是包括选择天线单元驱动信号，以使得定向发送在前置码和后置码发射重叠期间从第一方向平滑地改变到第二方向。

本发明的再一个特性是在完成后置码发射后在一个时间间隔内继续在第一方向上发送第一信号，而同时第一信号的发送的功率电平平滑地斜坡下降到零。

本发明的又一个特征是在前置码发送开始之前在第二个时间间隔内开始在第二方向上发送第二信号，而同时第二信号的发送的功率电平从零平滑地斜坡上升。

本发明的技术方案包括：

根据本发明的一种用于时分多址 TDMA 系统的基站，包括：用于发射多个定向波束的天线；第一信号发生器，它在工作时被耦合到天线，用于产生在第一时间间隔期间在给定的频率上在第一方向上发送的第一数据信号，该第一数据信号包括前置码和后置码，该前置码包括第一预定的符号图案，该后置码包括第二预定的符号图案；第二信号发生器，它在工作时被耦合到天线，用于产生在第二时间间隔期间在给定的频率上在第二方向上发送的第二数据信号，该第二数据信号包括前置码，该前置码包括第二预定的符号图案；以及其中，所述第一时间间隔和第二时间间隔相重叠，以使得第一数据信号的后置码和第二数据信号的前置码在第一和第二方向上同时发送。

根据本发明的一种保持由时分多址 TDMA 基站在给定的频率上以不同的方向发送的信号的跨时隙的信号连续性的方法，包括以下步骤：由基站在第一时间间隔期间在给定的频率上在第一方向上以第一功率

电平发送第一数据信号，该第一数据信号包括前置码和后置码，该前置码包括第一预定的符号图案，该后置码包括第二预定的符号图案；以及由基站在第二时间间隔期间在给定的频率上在第二方向上以第二功率电平发送第二数据信号，该第二数据信号包括前置码，该前置码包括第二预定的符号图案。其中，第一时间间隔和第二时间间隔相重叠，以使得第一数据信号的后置码和第二数据信号的前置码在第一和第二方向上同时发送

通过本技术说明和通过附图，将容易明白本发明的其它特性和优点。

10

附图说明

图 1 是显示按照本发明的、在不同的方向上发送多个时隙的时序图；

图 2 是显示按照本发明的、用于发送第一和第二波束的辐射方向图的曲线；

图 3 显示按照本发明的四单元天线阵列在两个方向上的发送；

图 4 是按照本发明的基站的方框图。

具体实施方式

按照本发明，时分多址（TDMA）数字蜂窝基站使用定向天线阵列。该天线阵列产生朝向位于与基站台址具有不同的方位角的移动台的多

个定向发送。通过使用分配的射频载频，在 TDMA 帧的时间间隔的分配的时隙中进行对给定的移动台的发送。该发送是通过使用定向天线阵列指向移动台的。本发明许可在同一个载频上接连的时隙的发送在不同的方向上或以不同的功率电平进行，而同时保持正如由接收机所看到的信号连续性。

许多现有的移动台被设计成遵从美国数字蜂窝系统标准 IS54 或 IS136，它也被称为数字高级移动电话系统 (D-AMPS)。为了保持与这些现有的移动台兼容性，在每个时隙的开始端发送的同步字中已知的符号的图案必须在具有与先前的时隙和以后的时隙的相位、功率和时序连续性的情况下进行发送。这允许移动台采用前向解调或后向解调，正如已经知道的那样。

按照本发明，通过使用定向天线阵列在给定的方向上的一个时隙的发送被扩展，以便发送下一个时隙中被称为后置码的同步字。通过在第二方向上同时发送相同的同步字，在第二方向上开始进行下一个时隙的发送，因此与在第一方向上扩展的发送相重叠。通过把它的信号电平斜坡下降到零，第一发送平滑地终结，而同时发送跟随在第二时隙中的同步字后面的相同的数据信号。同样地，在发送它的同步字之前斜坡上升它的功率电平，第二时隙发送平滑地开始，而同时发送与在第一方向在第一时隙末尾发送的相同的数据符号。为了防止重叠的发送出现破坏性的干扰，第二发送可以相对于与其重叠的第一发送成 90° 相移地进行。因此，当一个帧中的时隙数是奇数时（例如在全速率 D-AMPS 中的情况），在接连的 TDMA 帧中的相应的时隙的发送以在交替的帧中交替的 90° 相移、或以接连的 90° 相位旋转来进行。

按照本发明的另一个方面，在出现在第一时隙末尾和第二时隙开始端的码字发送期间，天线阵列使用波束成形加权。位于第一方向的移动台接收与紧靠在它的时隙前面的数据符号之间具有相位、幅度和时序连续性的同步字。同时，位于第二方向的移动台接收具有与紧接在它的时隙的后面的数据符号之间具有相位、幅度和时序连续性的同步字。为了达到这一点，在第二时隙开始发送时的功率电平或第一时隙发送终结时的功率电平必须根据第一和第二方向来协调，特别是根据这些方向的差别来协调。这些功率电平被加以协调，以确保在从天线阵列发送最小的总的功率量的同时，每个移动台接收到大于或等于

最小可接受的信号电平的信号电平。

首先参照图 1, 在时序图中显示了打算给第一移动台的第一波束 10 的第一发送, 以及打算给第二移动台的第二波束 12 的随后的发送。第一时隙 14 包括第一前置码同步字 S1, 其后面跟随第一组数据符号 16 和后置码同步字 S2。第一发送的第一波束 10 在第一方向上以第一功率电平发送到第一移动台。因此, 第一时隙的发送延伸到包括后置码同步字 S2 的发送。

第二时隙 18 包括前置码同步字 S2, 它是与第一时隙的后置码同步字 S2 相同的, 以及在时间上和它重叠。第二时隙还包括第二组数据符号 20 和后置码同步字 S3。因此, 本发明的实施方案的特征在于, 在重叠的时间间隔期间在两个方向上同时发送同一个同步字 S2。

如图所示, 第一发送在发送第二同步字 S2 后 (被显示为 22) 平滑地斜坡下降到零功率电平。另外, 第二发送 12 在发送同步字 S2 之前 (被显示为 24) 从零功率平滑地斜坡上升。在斜坡上升时间间隔 24 和斜坡下降时间间隔 22 期间, 同一个数据符号被调制到所述重叠的发送上。图 1 也显示了第三波束的发送 26, 它同样地与第二发送重叠, 正如所看到的那样。

每个斜坡上升时间间隔 24 和斜坡下降时间间隔 22 的时间长度大约是 1 毫秒。这两个时间一起占 D-AMPS 的 6.6 毫秒突发持续时间的约 30%, 但在当第一和第二时隙具有相等的功率电平时的最坏的情形下, 只占总的功率的 10%。

典型的天线阵列使用左-右厄密特对称 (hermitian-symmetrical) 的波束成形加权值组。来自阵列的辐射场在所有的方向具有相同的相位 (除了穿过辐射方向图零点时从+改变到-, 即从 0° 改变到 180° 之外, 这样, 与主瓣或幅度 "a" (波束 1) 相比较, 图 2 的副瓣或幅度 a' 具有 - 的符号。因此, 在不同的方向上在同一个时间发送同一个数据的第二波束如果也使用这样的加权值, 就可能在第二方向上加上或减去第一波束的辐射。按照本发明的教导, 第二波束 12 的发送被做成与第一波束的发送具有 90° 的相位差 (在波束 2 中用虚数换算因子 "j" 表示), 如图 2 所示。这避免两个波束的建设性或破坏性相加的不确定性。具体地, 当使用斜坡上升和斜坡下降从非重叠发送平滑地过渡到重叠发送和再返回时, 由每个移动台接收的信号电平是来自每个发送的贡献

的平方和值的平方根。这些贡献分别是到达移动台（即，该波束打算发送到的移动台）的主波束贡献和在该方向上来自其它波束副瓣贡献。平方定律相加是在两个发送之间的 90° 相移的仔细考虑的结果。这确保当功率电平在斜坡上升后达到它的稳定值时，由每个移动台接收的信号电平至少等于单独由一个波束发送的预定的电平。在重叠的同步字发送期间信号电平的增加并不违反所希望的跨时隙的连续性，只要功率斜坡上升和斜坡下降比起由于瑞利衰落引起的信号电平改变发生得更慢（这是设计接收机时预先考虑的）。同样地，在任一个方向上来自波束 1 和波束 2 的贡献的合成的和值的相位的旋转并不侵犯相位连续性，只要斜坡上升和斜坡下降比起预期的衰落慢。为了克服衰落，接收机利用信道跟踪，它在译码每个数据符号后更新用于译码的参考幅度和相位，这种信道跟踪可以跟踪由于斜坡上升和斜坡下降造成的改变。

在本发明的第二实施方案中，参照以上内容，信号可以从每个阵列单元发射，它们被选择为使得第一移动台接收在第一方向具有与它的前面的数据符号完全相同的电平和相位的后置码同步字。同时，第二移动台接收在第二方向上具有等于随后的数据符号的功率电平的第二预定的功率电平的同一个同步字作为它的前置码。下面从数学上考虑同时满足这两个要求的可行性。

如果通过使用 N 单元的天线阵列（其中 $N > 2$ ）来进行发送，则每个单元用信号 $a(i)$ 进行激励，以便形成列矢量：

$$A = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a(N) \end{pmatrix}$$

把从天线单元 i 到移动台 j 的传播信道表示为 C_{ji} ，其中 $j=1, 2$ ，以及用 $a \cdot S(t)$ 和 $b \cdot S(t)$ 表示为相应的两个移动台要接收的两个同步信号，其中“ a ”和“ b ”是需要的信号幅度电平，则

$$C \cdot A = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} S, \text{ 其中 } S \text{ 是一个二元列矢量。}$$

有 N 个未知量 $a_1, \dots, a(N)$, 以及只有两个方程要满足。施加附加条件: 要使得总的辐射功率 $A^H \cdot A$ 为最小 (由此在不打算的方向上散布最小干扰), 可找到的唯一解为:

$$A = C^H \cdot (CC^H)^{-1} \dots \dots (1)$$

如果两个移动台的方向一致, 则 $C \cdot C^H$ 变成奇异的 (singular), 于是不能试图发送不同的信号电平到位于几乎同一个方向的移动台, 以及有可能花费较小的总的功率来增加两个信号电平 (a, b) 中较低的一个。图 3 上对于四单元阵列 30 情形给出数字实例。在显示的阵列 30 中, 为了分别在两个方向上发送, 四个单元 32, 33, 34, 35 被馈送以以下的信号:

$$C1 = 0.5(e^{-2j\phi_1}; e^{-j\phi_1}; e^{j\phi_1}; e^{2j\phi_1}) \text{ 和}$$

$$C2 = 0.5(e^{-2j\phi_2}; e^{-j\phi_2}; e^{j\phi_2}; e^{2j\phi_2})$$

其中 $\phi_1 = 2\pi d \sin(\theta_1)/\lambda$

和 $\phi_2 = 2\pi d \sin(\theta_2)/\lambda$.

因此, 矩阵 $C \cdot C^H$ 可被计算为:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1-\Delta \\ 1-\Delta & 1 \end{bmatrix} \text{ 其中 } \Delta = 1 - 0.5[\cos(2\delta\phi) + \cos(\delta\phi)]$$

和 $\delta\phi = \phi_1 - \phi_2$, 以及它的逆矩阵是:

20

$$\frac{1}{\Delta(2-\Delta)} \begin{bmatrix} 1 & -(1-\Delta) \\ -(1-\Delta) & 1 \end{bmatrix}$$

因为行列式出现在逆矩阵的分母中，当两个方向互相接近时，逆矩阵的分量趋向于无穷大。然而，如果这个矩阵乘以具有相等的信号电平 $a=b$ 的列矢量 $S=(a, b)$ ，则当这些方向接近于一致时，其结果收敛，这正是合逻辑的；以及没有两个紧密地相邻的方向上发送相等的信号的问题。然而，当“a”和“b”不等时，在方向趋向于一致时，所需要的阵列驱动信号不收敛，因为不可能要求在紧密地相邻的方向上发送显著地不同的信号电平。对于对称的四单元阵列 30，阵列驱动信号的解是：

$$(a+b)\cos(\phi_i)/(2-\Delta) + j(a-b)\sin(\phi_i)/\Delta$$

其中 ϕ_i 是对于一个波束方向的单元 i 的相位。

把对于上面所有四个单元 32-35 的信号的平方的幅度相加，给出总的功率。在下面表 1 中给出对于具有 0.5 波长间隔的全向辐射器的四单元阵列的、在一个方向发送信号幅度 1 和在镜向方向发送幅度 0.5 时的总的功率，以相对于不同的波束倾斜角度的单位功率的 dB 来计算。

表 1

<u>+/- 倾斜 (度)</u>	<u>总的功率 (dB)</u>
45.0000	4.2
40.0000	3.1
35.0000	1.5
30.0000	1.0
25.0000	1.6
20.0000	3.5
15.0000	3.9
12.0000	2.3
10.0000	1.2
9.0000	0.7
8.0000	0.3
7.0000	7.2
6.0000	3.2
5.0000	0.2
4.5000	0.4
4.0000	0.7
3.5000	1.2
3.0000	1.9
2.5000	2.9
2.0000	4.3
1.5000	6.3
1.0000	9.5
0.8000	11.3
0.7000	12.4
0.6000	13.7
0.5000	15.3

表 1 显示当有角度的波束间隔接近于零时试图建立不同的信号电
5 平 $(a, b) = (1, 0.5)$ 时快速降低的效率。在 $\pm 15^\circ$ 度和 $\pm 7^\circ$ 度的波束角
度附近，具有其它较小的无用的区域，这是由具有与另一个波束的主

瓣辐射相反的正负号的一个波束的副瓣造成的，从而产生破坏性的干扰。在这种情形下，最好颠倒第二波束的正负号，通过下面表 2 中的结果选择 (a, b)=(1, 0.5) 的幅度。

表 2

5

+/- 倾斜 (度)	总的功率 (dB)
45.0000	0.0
40.0000	0.0
35.0000	0.5
30.0000	1.0
25.0000	0.5
20.0000	0.0
15.0000	0.0
12.0000	0.2
10.0000	0.8
9.0000	1.3
8.0000	1.9
7.0000	2.8
6.0000	3.9
5.0000	5.2
4.5000	6.1
4.0000	7.0
3.5000	8.1
3.0000	9.4
2.5000	10.9
2.0000	12.8
1.5000	15.3
1.0000	18.8
0.8000	20.7
0.7000	21.8
0.6000	23.2
0.5000	24.8

- 这表明，具有有利于选择对于第二波束的相反的相位的波束角，以及具有有利于选择相同的相位的其它波束角。更一般地，当不能试图在第二方向上建立比起第一方向上低得多的信号时，应当在第二方向上产生较高的信号电平，以及通过对于“b”微分以及使它等于零而
- 5 得出下式，可以找到导致最小的总的阵列功率的最佳电平：

$$b(\text{opt}) = a \left[\frac{\sum_{i=1}^4 \frac{\sin^2(\phi_i)}{\Delta^2} - \frac{\cos^2(\phi_i)}{(2-\Delta)^2}}{\sum_{i=1}^4 \frac{\sin^2(\phi_i)}{\Delta^2} + \frac{\cos^2(\phi_i)}{(2-\Delta)^2}} \right]$$

因此，当在第二波束发送同一个同步字时就应该在重叠时间间隔期间当使用以上的第二波束电平的最佳值。

- 10 在第一波束发送终结时，通过从 $b(\text{opt})$ 的较高的电平使“a”和“b”斜坡下降，直至“b”达到第二波束的目标信号电平为止，可以产生斜坡下降。然而，继续斜坡降低“a”而同时保持“b”，可能是不可能的，除非第一波束方向摆动收敛到第二方向。最佳值解会涉及到对于每个单元的不同的斜坡函数，它们是实际的天线单元特性的复杂的
- 15 函数。然而，由性能的小的增加而造成的复杂性可能是不必要的。结果，上述的第一实施方案是优选的，其中第一波束在完成第二同步字的发送以后从它的信号幅度“a”斜坡下降，而第二波束在同一个同步字发送以前从零平滑地斜坡上升到它的幅度“jb”，其中“jb”表示“b”的信号幅度，并带有相对于第一波束的 90° 的相移。

- 20 参照图 4，方框图显示用于实施按照本发明的系统和方法的基站 50。基站 50 包括数字信号处理器 52，它被连接到存储器 54。存储器 54 存储由处理器 52 对于时隙、频率和波束方向分配而执行的程序。处理器接收来自方块 56 的、要被发送到具有移动台的形式的数据信号。处理器 52 通过调制器库 58 被连接到波束形成网络 60。
- 25 波束形成网络 60 通过一组线性列放大器 62 被连接到天线阵列 64。天线阵列 64 包括一系列天线单元 66，诸如贴片单元，它们被印刷在带线材料的薄片 68 上。在四列 68, 69, 70, 71 的每列中的单元 66 通过调相线（未示出）而被同相地互联，从而以传统的方式形成具有垂直方向

性的共线阵列。

调制器库 58 包含用于波束 1 的第一调制器 58-1、用于波束 2 的第二调制器 58-2、用于波束 3 的第三调制器 58-3、和用于波束 4 的第四调制器 58-4。线性列放大器 62 包括第一放大器 621、第二放大器 622、
5 第三放大器 623、和第四放大器 624。

四列 68-71 由各个功率放大器 621 到 624 驱动。功率放大器（总的称为 62）可以是多载波功率放大器，其每一个忠实地放大具有不同的频率和功率电平的多信号的信号的和，从而使得一组列放大器 62 满足多个同时出现的波束和频率。

10 固定的波束形成网络 60（被称为巴特矩阵）被用在功率放大器组 62 的输入端，以便接受用于在特定的方向上辐射的信号，以及在它的四个输出端之间同相地分离输入信号，从而使来自天线阵列 64 的辐射能够对准所需想要的方向。加到巴特矩阵 60 的其它输入被使用于在其它方向上发送。巴特矩阵 60 可以具有四个以上的输入（例如，
15 八个输入），以及它具有需要的数目的输出，其中只有四个被连接到功率放大器 62。这允许规定四个以上的不同的方向，额外的波束基本上与原先的四个波束相重叠。自适应信道分配装置（未示出）分配要被使用于每个呼叫频率、时隙、和方向，以使得对从同一个或附近的其它类似的基站址发送的其它的呼叫的干扰最小化。

20 在同一个方向上使用不同的载频发送的信号通过使用数字信号处理器 52 从数据信号 56 来产生，它们被相加起来，然后通过使用调制器组 58 而被共同调制，以便形成用于施加到巴特矩阵 60 上的信号。正如这里引用的参考文献中描述的，数字信号处理器 52 可以实施巴特矩阵 60 的功能，以及以数字方式执行这些功能，从而消除了对于块
25 60 的需要。当实现了这一点时，发送不再被限制于有限数目的预定波束方向，但是在每个时隙和在每个频率上的每个信号可以在各个波束方向上独立地被控制，以使得由预定要进行接收的接收机所接收的信号质量最高。在 Dent 的美国专利申请 No. 5,909,460 中描述了简化的数字发送波束成形方法，该专利申请的说明内容在此引用，以供参考。

30 通常，处理器 52 包括以下功能：差错编码、调制、波束成形、对所分配的信道的数字频移以及对不同的频道的信号的数字频分复用，从而形成阵列驱动信号。阵列驱动信号然后被进行 D/A 变换和被调制

从而形成阵列驱动信号。阵列驱动信号然后被进行 D/A 变换和被调制到需要的射频频带。频带的中心由来自与调制器组 58 有关的频率综合器 63 的射频信号所规定。处理器 52 也可被编程成能够对于不同的时间和不同的波束应用信号的斜坡上升和斜坡下降，以便实施本发明的方法。本领域技术人员借助于这里揭示的内容和引用的技术，可以看到，所有的以上的功能可以通过使用复数的乘法和加法在数字域中实施。

虽然本发明是对于编程的数字信号处理器描述的，但也可以使用其它类型的处理器或电子电路来实施该系统，正如本领域技术人员将会看到的那样。因此，本发明的其它实施方案是可能的，然而应该认为它们属于如权利要求规定的本发明的精神和范围内。

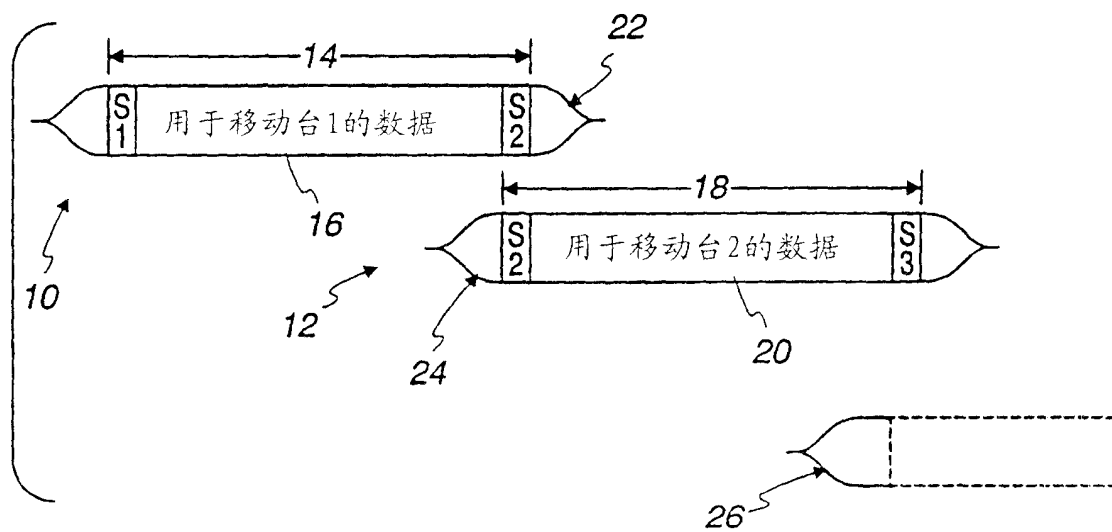


图 1

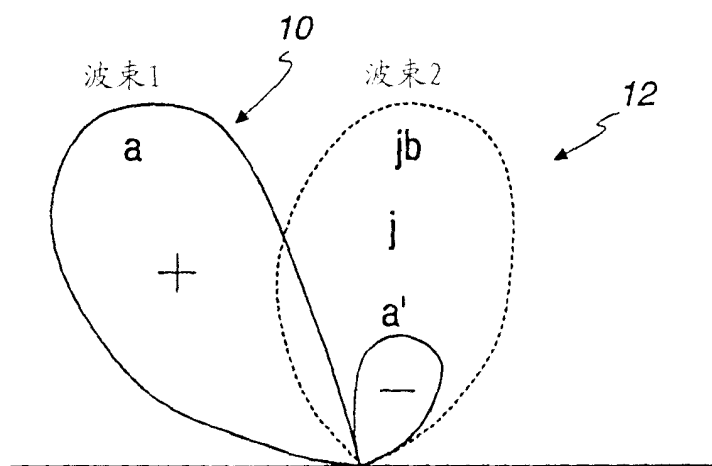


图 2

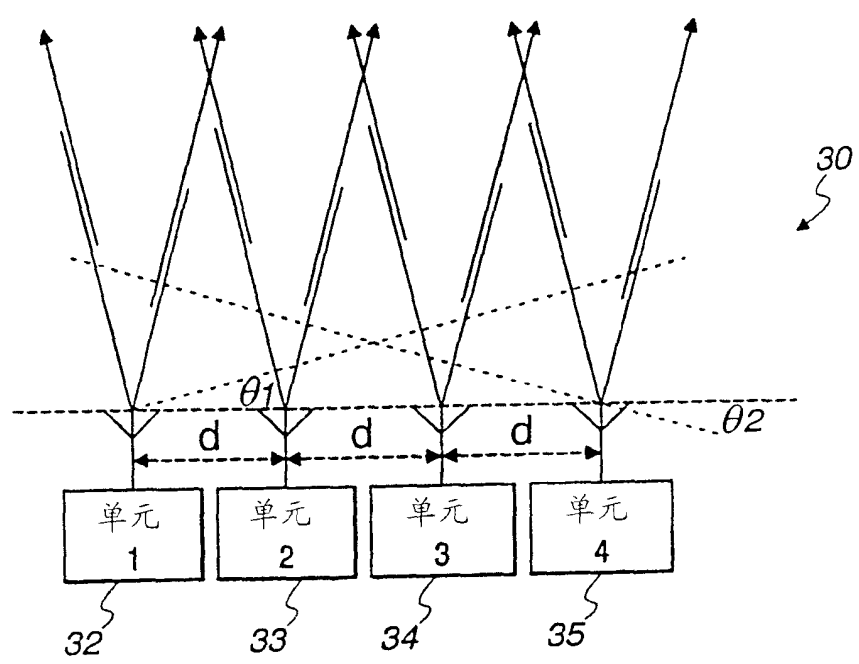


图 3

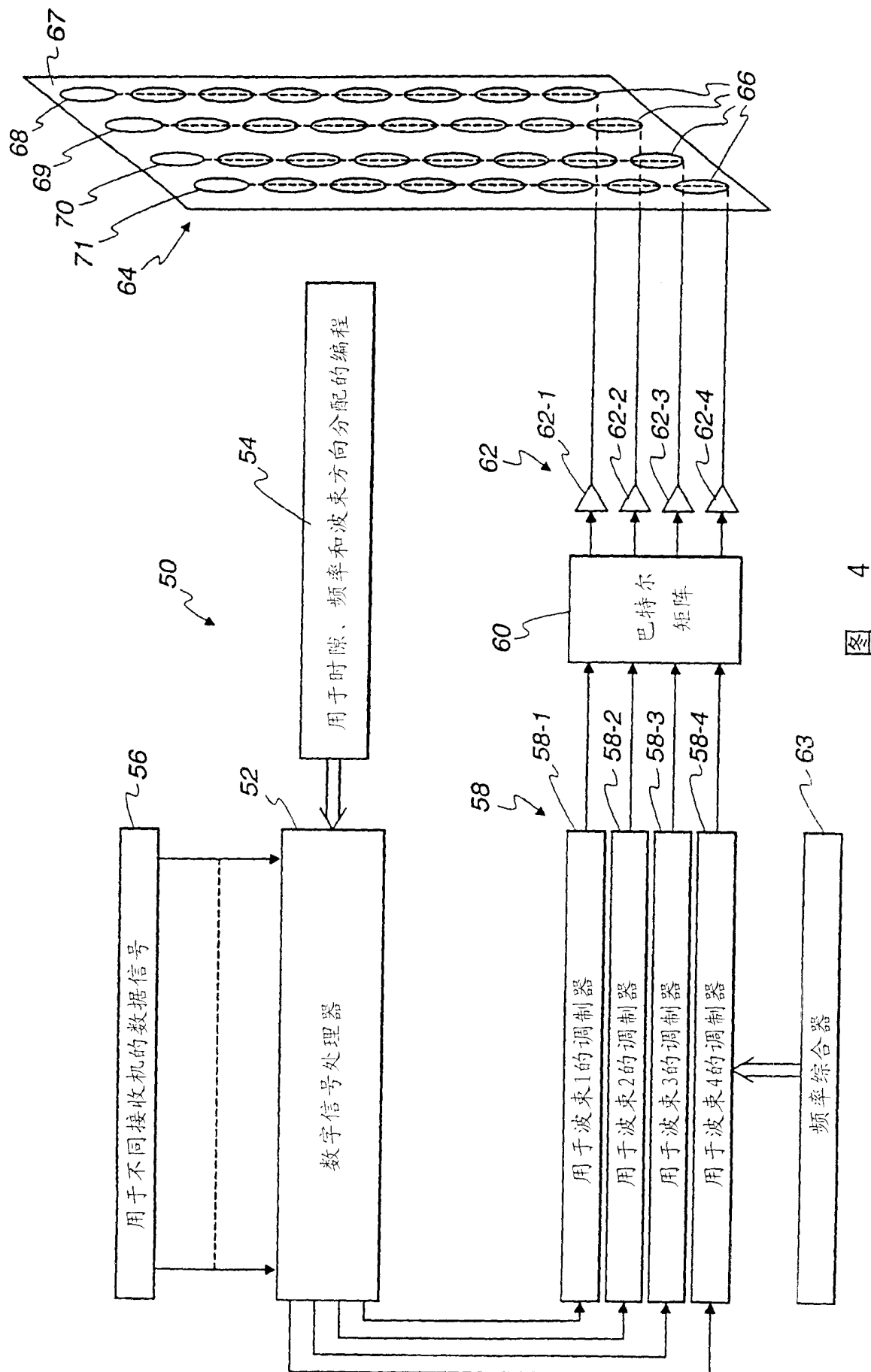


图 4