

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

H01Q 3/40

H01Q 25/04

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98806702.1

[43]公开日 2000 年 8 月 2 日

[11]公开号 CN 1261989A

[22]申请日 1998.5.5 [21]申请号 98806702.1

[30]优先权

[32]1997.5.7 [33]SE [31]9701722-2

[86]国际申请 PCT/SE98/00827 1998.5.5

[87]国际公布 WO98/50981 英 1998.11.12

[85]进入国家阶段日期 1999.12.29

[71]申请人 艾利森电话股份有限公司

地址 瑞典斯德哥尔摩

[72]发明人 S·A·G·德纳德

S·O·彼得森

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

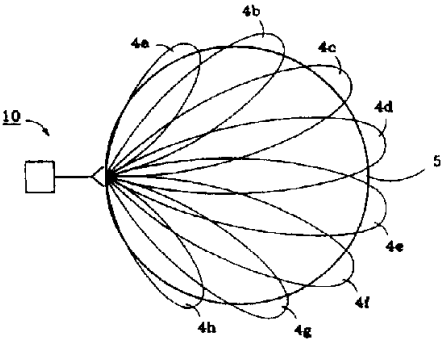
代理人 王 勇 王忠忠

权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图页数 5 页

[54]发明名称 无线电天线系统

[57]摘要

本发明涉及用同一个无线电天线设备(10)同时产生多个窄波束和一个宽波束的设备和方法,宽波束基本覆盖多个单指向波束一起所覆盖的相同区域。该无线电天线设备(10)包括一个天线阵列(3),一个连接到该天线阵列和一组放大模块(1a,...,1h)的巴特勒(Butler)矩阵(2)。该无线电天线设备的每个输入端(L1,...,L8)的激励相应于以来自天线阵列(3)的具有高增益的一个窄波束为表征的辐射方向图。通过用具有合适相位关系的同一信号同时激励波束端口,即可得到相应激励一个波束端口的辐射方向图的重叠。用此方式产生一个宽的波束。由于同时使用所有放大模块(1a,...,1h),宽波束的低的天线增益将由相应较高的放大量来加以补偿。由此宽波束将具有与多个窄波束基本相同的作用范围。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种从一个无线电天线设备 (10) 同时产生一个宽的波束以及至少一个窄波束的方法, 该无线电天线设备包括一个天线阵列 (3, 53), 该天线阵列包括多个第一子 - 阵列 (3a, ..., 3h), 以及至少一个波束形成设备 (2, 50), 该波束形成设备包括多个第二天线端口 (A1, ..., A8) 和多个第三波束端口 (2_{L1} , ..., 2_{L8}), 其中所说天线端口和波束端口按这种方式互连, 即单独激励所说波束端口将导致在指定用于每个波束端口的天线端口上的一种信号分布, 每一种分布将导致来自天线阵列 (3, 53) 的一种辐射方向图, 所说辐射方向图至少由一个窄波束 (4a, ..., 4h, P1, 61, ..., 68) 表征, 其特征不在于所说方法包括下列步骤:

- 在多个并行连接线 (L1, ..., L8) 上分布一个宽的波束信号到该无线电天线设备 (10);
- 放大被分配的宽波束信号的功率;
- 将放大的信号施加到属于波束形成设备 (2, 50) 的至少多个所说波束端口 (2_{L1} , ..., 2_{L8});
- 由所说天线阵列 (3, 53) 发射在天线端口 (A1, ..., A8) 上接收的天线信号,

宽波束信号的所说分配以这样的幅度和相位关系表征, 使得从天线阵列 (3, 53) 得到呈现一个宽的波束 (5, B1, B2, B3, 70) 的组合辐射方向图。

2. 按权利要求 1 的方法, 其特征不在于当在波束端口 (2_{L1} , ..., 2_{L8}) 所说的信号功率分配时, 信号功率主要集中到所说天线端口 (A1, ..., A8) 之一上。

3. 按权利要求 1 或 2 的方法, 其特征不在于波束形成设备 (2, 50) 是互逆的。

4. 按权利要求 1-3 任一的方法, 其特征不在于所说天线阵列 (3) 和所说波束形成设备 (2, 50) 也用于无线电接收。

5. 按权利要求 1-4 任一的方法, 其特征不在于所说子阵列 (3a, ..., 3h) 由天线阵列 (3) 中的天线列组成。

6. 按权利要求 1-5 任一的方法, 其特征不在于窄波束是相互正交的。

7. 按权利要求 1-6 的方法, 其特征不在于波束形成设备 (2, 50) 包括至少一个巴特爾矩阵。

8. 按权利要求 1-7 任一的方法, 其特征在于当在所说多个并行接线 ($L_1, \dots, L_8$) 上向无线电天线设备 (10) 分配宽波束信号时, 所说幅度关系使得由于所说分配在该波束端口 ($2_{L1}, \dots, 2_{L8}$) 上的所有信号电平基本相等。

5 9. 按权利要求 7 或 8 的方法, 其特征在于所说相位关系基本上相应于在巴特矩阵 (3, 53) 的转移矩阵中的行之一。

10. 按权利要求 2-9 任一的方法, 其特征在于下列步骤:

- 重新分配所说相位关系和/或幅度关系, 使得源于宽波束信号的全部信号功率基本上集中到天线端口 ($A_1, \dots, A_8$) 的另一个上。

10 11. 一种用于同时产生一个宽的波束和至少一个窄波束的无线电天线设备包括:

- 第一天线阵列 (3, 53), 包括多个第一子阵列 ($3a, \dots, 3h$), 每个子阵列包括至少一个天线单元;

15 - 至少一个波束形成装置 (2, 50), 包括多个第二天线端口 ($A_1, \dots, A_8$) 和多个第三波束端口 ($2_{L1}, \dots, 2_{L8}$), 所说天线端口和波束端口按这样一种方式互连, 即单独激励所说波束端口相应于在专门对着每个波束端口的天线端口 ($A_1, \dots, A_8$) 上的一种信号分布, 所说无线电天线设备的每一个子阵列 ($3a, \dots, 3h$) 按这样一种方式连接到波束形成设备 (2, 50) 的天线端口 ($A_1, \dots, A_8$), 即使得每一个天线端口连接到至多一个所说子阵列 ($3a, \dots, 3h$), 分开激励至少多个所说波束端口 ($2_{L1}, \dots, 2_{L8}$) 对应于每一个离开该天线阵列 (3) 的一个辐射方向图, 所说辐射方向图由至少一个窄波束 ($4a, \dots, 4h, P_1, 61, \dots, 68$) 表征, 特征在于该无线电天线设备包括多个第 4 放大模块 ($1a, \dots, 1h$), 每一个放大模块包括一第一放大器连接和一第二放大器连接, 所说每个放大模块 ($1a, \dots, 1h$) 的第二放大连接是按这样一种方式连接到波束形成设备 (2, 50) 的波束端 ($2_{L1}, \dots, 2_{L8}$) 之一, 即使得每一个波束端口连接到至多一个所说放大模块 ($1a, \dots, 1h$), 以及装置, 用于由同一信号同时激励至少多个所说波束端口 ($2_{L1}, \dots, 2_{L8}$), 该同一信号具有提供各个激励波束端口相应的辐射方向图的重叠的合适的幅度和相位关系, 用此方式产生一个宽的波束 (5, B1, B2, B3, 70)。

12. 按权利要求 11 的无线电天线设备, 其特征在于波束形成设备 (2, 50) 是互逆的。

13. 按权利要求 11 或 12 的无线电天线设备, 其特征在于所说天线阵列 (3) 和所说波束形成设备 (2, 50) 也被配置用于无线电接收。

14. 按权利要求 11, 12 或 13 的无线电天线设备, 其特征在于无线电天线设备 (10) 包括多个双工滤波器 (9), 放置在所说波束形成设备 (2) 和所说放大模块 (1a, ..., 1h) 之间。

15. 按权利要求 11-14 任一的无线电天线设备, 其特征在于波束形成设备 (2, 50) 包括至少一个巴特爾矩阵。

16. 按权利要求 11-15 任一的无线电天线设备, 其特征在于所说子-阵列 (3a, ..., 3h) 由天线阵列 (3) 中的天线列构成。

10 17. 按权利要求 11-16 任一的无线电天线设备, 其特征在于所说幅度关系是使得在波束端口 (2_{L1} , ..., 2_{L8}) 上由所说分配引起的所有信号电平基本相等。

说明书

无线电天线系统

技术领域

5 本发明涉及一个天线阵列产生辐射方向图的方法和设备。

发明背景及技术状态

在移动电话系统中，除了在其上在一基站和一移动站间传输话音和其他类型数据的业务通道外，也使用传送不同类型控制信息的所谓控制通道。某些这样的控制通道，例如业务通道，传送在该基站和该移动站之间的点到点信息。由基站使用其他的控制通道同时与所有在扇区单元内的移动站进行通信。这要求基站的天线在水平平面具有充分宽的波束，以便复盖所述整个扇区。这样的—个扇区复盖波束通常在垂直线度具有受限的波束宽度而形成所谓扁平波束的水平圆盘。

10 点对点信息对通道的波段要求与点对多点信息对通道的波段要求相同。因此，在目前系统中对两个功能而言使用一个以及相同扇区的天线。然而，点对点信息不能从该基站按所有在该扇区中的移动站能接收它的方式发射。对于该移动站而言，只要能将信息供其用这就足够了。因此，基站可以通过使用具有窄波束辐射方向图的天线集中甚至侧向—边地发射功率于要求的方向。如果这些相同的天线同样也用于接收，则在要求的方向将获得接收机灵敏度的—个相应的增加。可以使用发射功率的集中和接收机灵敏度来增加限程和/或降低基站和移动站两者的发射机的功率要求。由于用此方法可以降低通道频率再使用间距，移动电话系统的总容量也可用此方法加以改善。

25 产生若干同时窄波束的—种可理解的可能性是使用巴特尔矩阵连接到一个天线阵列。巴特尔矩阵是—个完全无源的和互易的电路，该电路包括许多混合耦合器和/或固定相移元件或不同长度的传输电缆。用于N单元的一个天线的巴特尔矩阵具有N个输入端口和输出端口，并因此能产生N个窄波束，N是—个整数，通常为2的平方。对于该巴特尔矩阵，在该输入端之—上的—个信号将在该矩阵的输出端上产生幅度基本上相同但相位不同的信号。每—个输入端相应输出端上的相位的某种组合。30 这些组合的每—个由天线阵列产生—个窄波束。由于天线和巴特尔矩阵完全是互易的，所以系统也可用作发射，也可用作接收。

使用由一个巴特爾矩阵饋电天线将可得到一组窄波束，其中，每个单独的辐射方向图对在另外的辐射方向图指示一最大功率的每个角度上具有零点（如果功率是归一化的，使用单元方向图(element pattern)的天线增益）。符合此标准的窄波束被称为互相正交的。使用同一天线阵列组合的巴特爾矩阵从而得到一组窄波束本身是预先知道的。

或许可能使用一个单独扇区天线，或者为宽波束功能交替地使用天线阵列中的一列。此外宽波束功能的较低的天线增益有可能用一个较高的放大能力所补偿。这里天线增益表示一个天线的最大辐射与一个无损理想全方向天线的辐射之间在相同的供给功率情况下的关系。例如，具有 8 列的一个天线阵列具有天线增益比单个天线列或一个扇区天线高 9dB。这表明放大器的功率放大倍数必须大于 9dB，以补偿较低的天线增益。

英国专利说明书 GB 2 169 453 公开了一种使用天线阵列产生许多窄波束以及一个宽波束的方法，窄波束具有不同的方向，宽波束复盖所有窄波束一起复盖的相同区域。这里使用具有平行板的称为罗特曼 (Rotman) 型的电磁透镜。透镜的一侧有许多波束端口，其相对侧有许多天线端口。每个天线端口通过放大模块连接到天线阵列中的一个天线单元。每一个波束端口在现有技术中相应于一个窄波束。另外，透镜配备单独的连接，其在该透镜上的位置如此进行调节，使得天线端口的几何距离导致加到该连接的信号功率在天线端口上按这样一种方式进行分配，即使得由该天线阵列产生一个宽的波束。

这样一种电磁透镜是空间大且昂贵的元件，因此市场上是不可得到的。同样，该宽波束，如以上讨论的情况那样，得到比窄波束更低的天线增益，它要求对该宽波束附加昂贵的单独的放大措施，否则给出比窄波束短的距离。

发明概述

如上所述，希望用一个天线设备能实现同时产生许多窄波束和一个宽波束的设备和方法，该宽波束基本上复盖单个窄波束一起所复盖的相同区域，由此对所要求的宽波束功能而言将达到足够的距离，该宽波束的范围必须基本上与窄波束的相同。与宽波束功能相比，窄波束具有更高的天线增益。在过去符合这些要求是一个难题。

本发明通过使用一个天线阵列和波束形成设备来解决这个问题，该

天线阵列由包括至少一个天线单元的多个第一子阵列组成，连接到天线阵列的波束形成设备例如为一个巴特耳矩阵，它包括多个第二天线端口和多个第三波束端口，至少多个所说波束端口的每一个的激励对应于由来自该天线阵列的一个窄的主波束为表征的辐射方向图。通过用具有合适相移的信号同时激励至少多个所说波束端，将以这样一种方式得到相应于各个被激励的波束端口的辐射方向图的叠加，即产生了一个宽的波束。

在该波束形成设备中所说天线端口和波束端口按这样一种方式相互连接，即通过对每个端口的放大模块对波束端口的单独激励在该天线端口上特别对于每个波束端口产生的信号分布相应于来自该天线阵列的具有窄的主波束的指定的辐射方向图。放大模块连接到波束形成设备的波束端口。通过分布一个宽波束信号，最好该信号具有均匀的功率分布，并通过放大模块加到波束端口，则天线阵列能产生所说宽波束。这样该宽波束信号在相对大的角度范围上从该天线阵列发射。在波束端口宽波束信号具有合适的相位关系的情况下，波束形成设备将使信号功率主要集中到所说天线端口之一个端口上。由此信号将主要由所说包括至少一个天线单元的子阵列之一阵列发射。这样宽波束的波束宽度将主要取决于该子阵列的各个辐射方向图。在产生该宽波束时通过同时使用所有放大模块，宽波束的较低的天线增益将由相应较高的放大量来进行补偿，由此得到要求范围的宽波束。

宽波束功能通过适当选择波束信号间的相位关系得到。在本发明的优选实施例中实际上所有功率集中到所说天线端口之一端口，由此也集中到天线阵列中子阵列的一个阵列。这样辐射方向图具有宽且平滑的主波束。

本发明的一个目的在于使用相同的无线电天线设备得到同时能产生多个窄波束和基本上与由该单个窄波束一起所复盖的区域相同的一个宽波束的设备和方法。

本发明的另一个目的在于得到用于移动电话系统，使基站和移动站之间的通信能在窄波束上进行的设备和方法。

本发明的一个优点在于所有放大模块可同时用来产生宽波束，以得到足够的范围。

本发明的另一优点在于仅用一个无线天线设备得到同时产生多个窄

波束和一个宽波束的设备，它符合成本和空间上的高要求。

本发明的再一优点在于它使得能够在一个移动电话系统中使用窄的波束，由此可实现减小了干扰并改善了频率的使用。

以下将借助实施例并参照附图更详细地描述本发明。

5 附图的简要说明

图 1 是说明本发明优选实施例的方块图。

图 2 表示由图 1 中所示的实施例得到的辐射方向图。

图 3 是对于在图 1 和 2 中的所示的实施例，按现有技术表示巴特爾矩阵的连接图。

10 图 4 表示使用在蜂窝移动电话系统中的本发明的实施例。

图 5 是说明本发明的具有两维巴特爾矩阵的一个实施例的原理的透视图。

图 6 是在一个按本发明实施例的蜂窝移动电话网络中的一个基站 71 的方块图。

15 图 7a 是表示在图 1、2 和 3 中所示实施例的辐射方向图的信号图。

图 7b 是说明在图 1、2 和 3 中所示实施例的宽波束功能的信号图。

优选实施例的详细说明

图 1 说明一个天线无线设备 10，包括由 8 个天线单元 3a, ..., 3h 组成的一个天线阵列 3，一个巴特爾矩阵 2 和 8 个放大模块 1a, ..., 1h。巴特爾矩阵 2 依次包括 8 个天线端口 A1, ..., A8，每个连接到天线单元 3a, ..., 3h，以及 8 个波束端口 2_{L1} , ..., 2_{L8} ，所述 8 个放大模块 1a, ..., 1h 的每一个包括第一连接头 L1, ..., L8 和第二连接头，所说第二连接头连接到所说 8 个波束端口 2_{L1} , ..., 2_{L8} 。

图 2 说明该无线电天线设备 10 的主辐射方向图。该无线电天线设备被配置来产生 8 个窄的，部分重叠的窄波束 4a, ..., 4h。单独地激励该波束端口将对该天线端口上的每个波束端口产生一个信号分布，该信号分布对应在一指定方向来自该天线阵列的一个窄波束。进而该无线电天线设备能产生一个宽波束 5，它基本上复盖 8 个窄波束 4a, ..., 4h 一起所复盖的相同的范围。

按本发明的优选实施例，这些窄波束 4a, ..., 4h 将是互相正交的。因此，对于其他辐射方向图具有最大功率的每个角度，每个单独的窄波束的辐射方向图具有零点（如果使用单元方向图的天线增益该功率是归

一化的)。

图 3 更详细地表示巴特尔矩阵 2。在波束端口 $2_{L1}, \dots, 2_{L8}$ 和天线端口 $A1, \dots, A8$ 之间, 如现有技术中了解的那样巴特尔矩阵 2 包括第一组混合耦合器 $21a, \dots, 21d$, 第二组混合耦合器 $23a, \dots, 23d$ 以及第三组混合耦合器 $28a, \dots, 28d$, 按此方法, 即使每个波束端口 $2_{L1}, \dots, 2_{L8}$ 连接到每个天线端口 $A1, \dots, A8$ 。在该波束端口之一端口上提供的信号功率将基本上均匀地分布在该天线端口上。该巴特尔矩阵还包括许多固定的相移元件 $22a, \dots, 22d, 24, 25, 26, 27$ 。巴特尔矩阵的带宽取决于混合耦合器和相移元件的实施。有若干巴特尔矩阵的例子, 其带宽高达一个倍频程。

巴特尔矩阵的定义规定了该矩阵的波束端口和天线端口内的确定的关系。在文献中公开了许多实施巴特尔矩阵的多个方法。本发明也不限于巴特尔矩阵。其他类型的矩阵, 例如称为伯拉斯 (Blass) 矩阵或例如朗伯尔格 (Luneberg) 或罗特曼 (Rotman) 型的电磁透镜可用作波束形成设备。

可以使用该天线阵列的天线列之一列用该天线阵列 3 产生一个宽的波束。对于这种宽波束功能的较低的天线增益则不得不用一个更高的放大器的增益来补偿。例如一个八列的天线阵列的天线增益比单个天线列高 9dB。这意味着放大器必须有高于 9dB 的功率放大以便补偿较低的天线增益。

如图 1 中所示, 本发明的放大模块 $1a, \dots, 1h$ 是配置在巴特尔矩阵 2 的发射机侧边的该巴特尔矩阵的波束端口 $2_{L1}, \dots, 2_{L8}$ 上, 而不是配置在天线端处在雷达应用中的普通的位置。这些放大模块的放大量是要计算的, 以使范围要求符合用于窄波束的一种放大模量和天线增益。这意味着每一个窄波束符合该范围要求。

按本发明是这样来产生在图 2 中表示为 5 的所要求的宽的波束, 即分布在波束端口 $2_{L1}, \dots, 2_{L8}$ 上的宽的波束信号以这样的方式在天线端口 $A1, \dots, A8$ 上被组合, 那就是在天线端口的一个端口中它们同相增加, 而同时其他的天线端口中按这样的一种相位关系增加, 即发生基本上完全抵消的情况。按这种方式信号将集中到天线端口 $A1, \dots, A8$ 的一个端口。由于在这种方式中放大模块一起使用, 所以总功率将为所有放大器的贡献的和。

每个功率放大模块的平均功率是要计算的，使每个单独的窄波束将给出确定的有效的全向性的辐射功率（EIRP）。按定义 EIRP 相应于输出功率乘以归化到一个理想全向性发射机的天线增益。当产生主宽波束功能时，起源于天线增益的 EIRP 的部分将降低 $(M-1)/M$ ， M 相应天线列数（在本实施例中为 8）。另一方面，起源于功率放大量的 EIRP 的部分将增加 $(M-1)$ 倍，使得 EIRP 对窄波束和宽波束将是相同的。

在该例中假定对天线阵列 3，使一两相邻天线列间的距离相等，即，天线阵列被称为具有 $M=8$ 个天线列 $3a, \dots, 3h$ 的均匀线性阵列（ULA）。对于直进到达的一个波，按下列方式得到一个阵列的响应矢量 $a(\theta)$ ：

$$a(\theta) = \begin{bmatrix} e^{j(0-(m-1)/2)2\pi d \sin \theta} \\ e^{j(1-(m-1)/2)2\pi d \sin \theta} \\ \dots \\ e^{j(M-1-(m-1)/2)2\pi d \sin \theta} \end{bmatrix},$$

10

其中 θ 表示上述窄波束和垂直于该天线阵列的方向之间的角度，而 d 是归一化到波长的两个相邻天线列间的距离。该响应矢量 $a(\theta)$ 描述了在天线端口的信号彼此如何相关。对于巴特矩阵而言，波束端信号和天线端信号间的关系适合于用本质上已知的转移矩阵 B 来加以描述：

$$b(\theta) = B^H a(\theta),$$

15 其中 $b(\theta)$ 为包括 M 元素的一个矢量。该矢量的每个元素相应于对每一个波束端口的某一辐射函数。该转移矩阵 B 具有 $(M \times M)$ 元，并描述巴特矩阵的波束端口和天线端口信号间的关系。 H 表示哈密顿（Hermitian）共轭性，即既是转移矩阵的移位，又是各矩阵元的复共轭性。

20 对于角度 θ 的一个值，特别对于每一列，矩阵 B 的每一列 $B^{(k)}$ 相应于归一化的阵列响应矢量的一个幅度。这些角度按所有的列相互垂直的方式进行选择，即：

$$B^H B = E,$$

其中 E 表示单位矩阵。这将给出：

$$(B^H)^{-1} = B$$

25 在激励若干天线端口上的组合辐射函数 $g_{tot}(\theta)$ 是通过重叠按下式的天线列的各辐射函数得到的

$$g_{tot}(\theta) = \omega_b^T b(\theta),$$

其中 ω_b 是在波束端口 $2_{L1}, \dots, 2_{L8}$ 上的激励矢量。该式也可写成

$$g_{tot}(\theta) = (\omega_b^T B^H) a(\theta),$$

其中天线列的激励按下式得到:

$$\omega_b^T = \omega_k^T B^H,$$

5 ω_b 是在波束端口 $2_{L1}, \dots, 2_{L8}$ 上的激励矢量。如果全部信号功率集中到单个天线端口, 则该天线阵列的组合辐射函数 $g_{tot}(\theta)$ 将取决于单个天线列的特性, 由此得到一个宽的波束。因此在天线端口上的激励矢量 ω_b 被设置为一个矢量 U_k , 矢量 U_k 的一任意矢量元由一个常数 C 以及所有另外为零的矢量元构成。这将给出:

$$\omega_b^T = U_k^T (B^H)^{-1} = U_k^T B.$$

10 例如, 如果在图 1 中指示为 A2 的天线端口被激励, 对于激励矢量 ω_b 得到下列函数:

$$\omega_b^T = \begin{bmatrix} 0 \\ C \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}^T \times \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & \dots & B_{1n} \\ B_{21} & B_{22} & \dots & B_{2n} \\ \vdots & & & \vdots \\ B_{s1} & B_{s2} & \dots & B_{sn} \end{bmatrix} = C \begin{bmatrix} B_{21} \\ B_{22} \\ B_{23} \\ \vdots \\ B_{2n} \end{bmatrix}^T.$$

15 它理解为在波束端口上的激励矢量 ω_b 应当是转移矩阵 B 的行的一行, 在该例中行 2 乘一常数以便将所有信号功率集中到天线列的一列上。由于所有矩阵元对于巴特矩阵而言理想地具有相同值, 这意味着该巴特矩阵的波束端口应当由强度相同的信号激励以得到一个平滑的宽的波束。波束端口信号的相互相位应当与转移矩阵 B 中的一任意行相一致。

20 按照本发明的另一实施例, 在巴特矩阵的波束端口宽波束信号的相位在正则点同时按这样一种方式瞬时变化, 即来自宽波束信号的信号功率从天线阵列中的一个天线列移动到另一列。由于这个过程, 将均分功率损耗, 以及由功率损耗引起的热量, 从而降低了要求和增长了寿命。

在该例中，一个巴特尔矩阵被用作作为一个波束形成设备，该设备使窄波束是正交的。当减小上面已被表示的激励矢量 ω_b 时，其中包括使用这样一个事实，即在波束端口 $2_{L1}, \dots, 2_{L8}$ 中的信号幅度理想地应当相等。但是正交性对本发明而言不是绝对的先决条件。如果使用了不给出绝对正交性的一个波束形成设备，则激励矢量 ω_b 的元将对由天线阵列 3 得到的甚至宽波束要求不同的值。因此功率放大模块 $1a, \dots, 1h$ 必须提供不同的输出功率，而这将损害无线电系统的链路预算。按照一个最佳实施例，该波束形成设备由此将提供正交的或基本正交的波束。

由于天线阵列 3 和巴特尔矩阵是完全互逆的元件，所以同一天线也可用于接收。借助于在放大模块 $1a, \dots, 1h$ 和巴特尔矩阵 2 之间的一组双工滤波器接收功能是能实现的。

在表示在此的该实施例中，该宽波束信号是在基带侧被分配，然而有可能单独调制该信号，分配被调宽波束信号，经适当相移后，将其馈送到 8 个放大模块 $1a, \dots, 1h$ 的所说第一连接 $L1, \dots, L8$ 。

图 4 中表示无线电天线设备 10 的应用场所。在蜂窝移动电话系统中通常使用被呼叫扇区网孔。在该情况中，三个基站被放置在同一地理位置，通常称作为场站，并具有各自指向的天线，使每个天线服务于 120° 的扇区网孔。在该图中，表示六个这样的基站场站 $BS1, \dots, BS6$ 。在场站 $BS4$ 处，第一基站服务于第一网孔 $C1$ ，第二基站服务于第一网孔 $C2$ ，而第三基站服务于第三网孔 $C3$ 。

按现有技术，在基站的天线的特征在于复盖一整个扇区网孔的宽波束。在图中表示分别复盖第一网孔 $C1$ ，第二网孔 $C2$ 以及第三网孔 $C3$ 的三个宽波束 $B1, B2, B3$ 。用这些宽波束，各基站能够同在该网孔中发现的移动站进行通信。在图中 MS 表示这样的移动站 MS 。在基站和移动站间的交换的大部分信息由点到点信息组成。然而，没有必要按照所有在扇区内的移动站都能接收点对点信息的方式去发射这样的信息。对于移动站而言要使信息成为它能接收的信号就够了。本发明该实施例中的基站使用宽波束于点对点信息。按此方式，输出功率能集中到要求的方向。在该图中表示一个这样的窄波束 $P1$ 。该移动站 MS 用此窄波束与在网孔 $C2$ 中定位移动站的基站通信。

用窄波束这种方式导致更高的天线增益改善了到和从该基站的两个方向上的链路预算。这可用来增加相对基站和移动站的输出功率的作用

范围。由于频率重复使用间距可以减小，与现有技术相比，使用这种技术也可以改善移动电话系统的总容量。

但是由基站发射的某些信息应由所有在关连网孔中发射的移动站所接收。因此按本发明的基站能产生宽的波束。这些波束基本上具有与窄波束相同的作用范围。由于每个基站包括在图 1 中表示成 10 的一个无线电天线设备，则每个基站能产生多个窄波束，它们一起复盖上述网孔。同时该基站能产生基本复盖整个网孔的一个宽的波束。

图 6 是一个收发机简单的概观，其中一个基站 71 处于蜂窝移动电话网络中，所说收发信机包括按本发明的一个实施例的一个无线电天线设备。基站 71 是包括这种无线电天线设备的通信装置的一个例子。其他类型的通信装置可用相同方式使用这样的一种无线电天线系统。

基站 71 包括连接到输入/输出 (I/O) 单元 6 的一个基带处理单元 4。基站 71 还包括像结合图 1 描述的无线电天线设备 10。无线电天线设备 10 包括由 8 个天线单元组成的一个天线阵列 3，一个巴特尔矩阵 2 形式的波束形成设备以及由 8 个放大模块组成的放大单元 1。在放大单元 1 和巴特尔矩阵 2 之间配置一个双工滤波器单元 9，包括第一，第二和第三连接装置。放大单元 1 连接到第一连接装置，而巴特尔矩阵连接到第二连接装置。第二放大单元 8 连接到第三连接装置。解调器单元 7 连接到由 8 个放大器组成的第二放大单元 8，解调单元 7 按序连接到基带处理单元 4。基带处理单元 4 还连接到调制器 5 的输入端。调制器单元 5 的输出端连接到放大单元 1。

按现有技术中已知的方式来配置双工滤波器单元 9，以便将包括所说第二放大单元 8 和解调器单元 7 的基站的接收机部分与包括第一放大单元 1 和调制器单元 5 的基站的发射机部分分开。

其输出通过双工滤波器单元 9 连接到巴特尔矩阵 2 的一个波束端口的每个放大单元 1 中的每个放大模块连接到调制器单元 5 中的一个调制器。用指定窄波束发射的信号借助这种配置被单独地调制。来自巴特尔矩阵 2 中的每个信号波束端口的信号借助相应方式在解调器单元 7 中单独地解调。按此方式解调的信号从一单个窄波束中产生。

当发射数据到所有在基站网孔中的移动站时，信号的幅度均匀地分布在所有调制单元的输入端上。这样，在放大单元 1 中的所有放大模块将用于信号的放大。当使用合适的信号相位关系时，巴特尔矩阵 2 将在

该巴特尔矩阵 2 的天线端上产生这样的信号分布，即将由天线阵列 3 产生一个宽的波束。

当同时使用若干不同的载波时，上述无线电天线设备特别适用于使用单一载波功率放大器（SCPA）技术（即在基站中使用载波指定放大器）的移动电话系统。这要求发射的信号在不同载波被混频之前放大。按本发明，这个要求在组合载波之前在波束形成设备波束端口侧进行放大时将遇见。此外，按本发明的无线电天线设备特别适合于空分多路存取（SDMA），其中，若干有源无线电连接对不同波束中的同一载波同时使用。

在上述本发明的实施例中使用一维巴特尔矩阵。术语一维在这里系指控制发生在一维之间中，即使在本发明的优选实施例中的天线阵列中的每一个天线列包括若干天线单元。然而本发明并不限于仅仅一维的控制。在图 5 中表示两维巴特尔矩阵 50 的原理示意图，借助它可以在两维中控制天线阵列的波束。两维巴特尔矩阵 50 包括第一组一维巴特尔矩阵 51a, ..., 51f。该两维巴特尔矩阵 50 还包括级连所说第一组一维巴特尔矩阵 51a, ..., 51f 的第二组一维巴特尔矩阵 52a, ..., 52h。

在所说第一组巴特尔矩阵中的每个巴特尔矩阵 51a, ..., 51f 包括 8 个波束端口和 8 个天线端口。按同样方式，在所说第二组巴特尔矩阵中的每个巴特尔矩阵 52a, ..., 52h 包括 6 个波束端口和 6 个天线端口。在两维天线阵列 53 中，每个巴特尔矩阵 52a, ..., 52h 的天线端口连接到一个天线单元。在该例中的天线阵列 53 包括 $6 \times 8 = 48$ 个天线单元。

在图中被遮掩的 8 个巴特尔矩阵 51a 的天线端口的每一个连接到在所说第二组一维巴特尔矩阵中的巴特尔矩阵 52a, ..., 52h 的每一个。按同样方式，巴特尔矩阵 51b, ..., 51f 的每一个连接到在所说第二组巴特尔矩阵中的每一个巴特尔矩阵 52a, ..., 52h。按这种方式，每一个矩阵 51a, ..., 51f 的天线端口连接到矩阵 52a, ..., 52h 的一个波束端口。

对于第一组巴特尔矩阵控制发生在一第一维中。对于第二组巴特尔矩阵控制发生在一第二维中。按这种方式，在所说第一组巴特尔矩阵中的矩阵 51a, ..., 51f 的波束端口的每一个激励相应于天线阵列的辐射方向图。

通过对两维巴特尔矩阵 50 均匀分布一个宽波束信号的幅度将产生按本实施例的一个宽的波束。该宽波束信号由在本图中未示的一组放大

模块进行功率放大。用分布在放大模块上的宽波束信号的适当的相位关系，导致两维巴特矩阵 50 将施加的信号功率基本上集中到一维巴特矩阵 52a, ..., 52h 的任意矩阵的单个天线端口。按这种方式，宽波束信号将主要由天线阵列 53 中所说天线单元的一个发射。按这种方式得到的宽波束的带宽由此将主要取决于该天线单元的单个辐射方向图。

分布在放大模块上的该宽波束信号的相位关系取决于该两维巴特矩阵 50。可以指出，48 个不同的相位关系将满足理论上所有功率将集中到一维巴特矩阵 52a, ..., 52h 之一的一个天线端口。这些 48 个相位关系的每一个相应于信号功率集中到天线阵列中 48 个天线单元之一的一个单元。

按照本发明另一实施例，在两维巴特矩阵的波束端口宽波束信号的相位关系在正则点瞬时同时按这样一种方式变化，即来自宽波束信号的信号功率从天线阵列中的一个天线单元移动到另一单元。按此方式，功率损耗，以及与功率损耗有关的热量在天线单元上分布，从而降低了要求和增长了寿命。

图 7a 是表示以上结合图 1, 2 和 3 表示的实施例的辐射图形的信号图。在该信号图中 S 表示信号强度，按分贝测量，而 θ 表示相对垂直天线阵列方向的一个角度。在该信号图中说明 8 个辐射函数，每一个由窄波束 61, ..., 68 和多个比该窄波束幅度低的旁瓣表征。在图 1 中，表示成 2_{L1} , ..., 2_{L8} 的巴特矩阵的波束端的一个的激励相应于具有离开该天线阵列 3 的相关旁瓣的一个窄波束 61, ..., 68。如图 7a 所示。由于巴特矩阵产生正交的辐射方向图，存在多个角度，在该角度中除一个基本具有零值之外所有 8 个辐射起作用。

图 7b 是说明结合图 1, 2 和 3 表示的实施例的宽波束函数的信号图。当图 1 中表示成 2_{L1} , ..., 2_{L8} 的所有 8 个波束端口用均匀的幅度分布和结合图 1 所讨论那样的相位关系激励时，则得到一个宽的波束 70，它基本上复盖与图 7a 中窄波束 61, ..., 68 一起所复盖的角度范围相同。

说明书附图

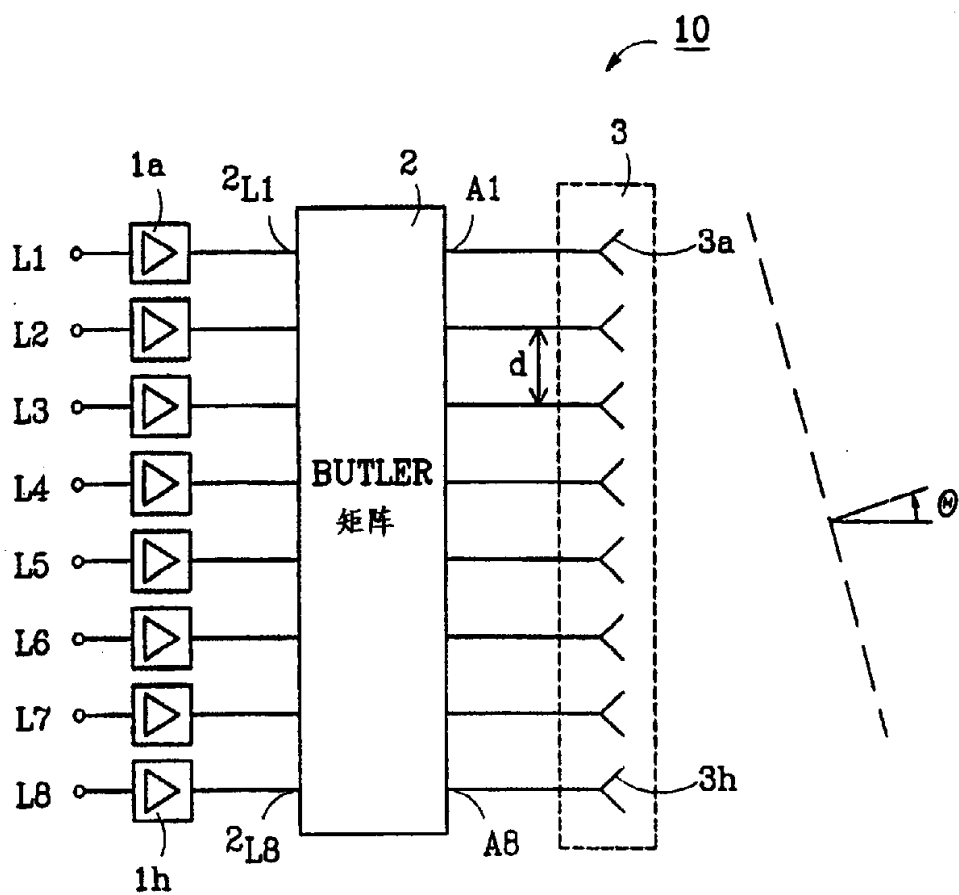


图 1

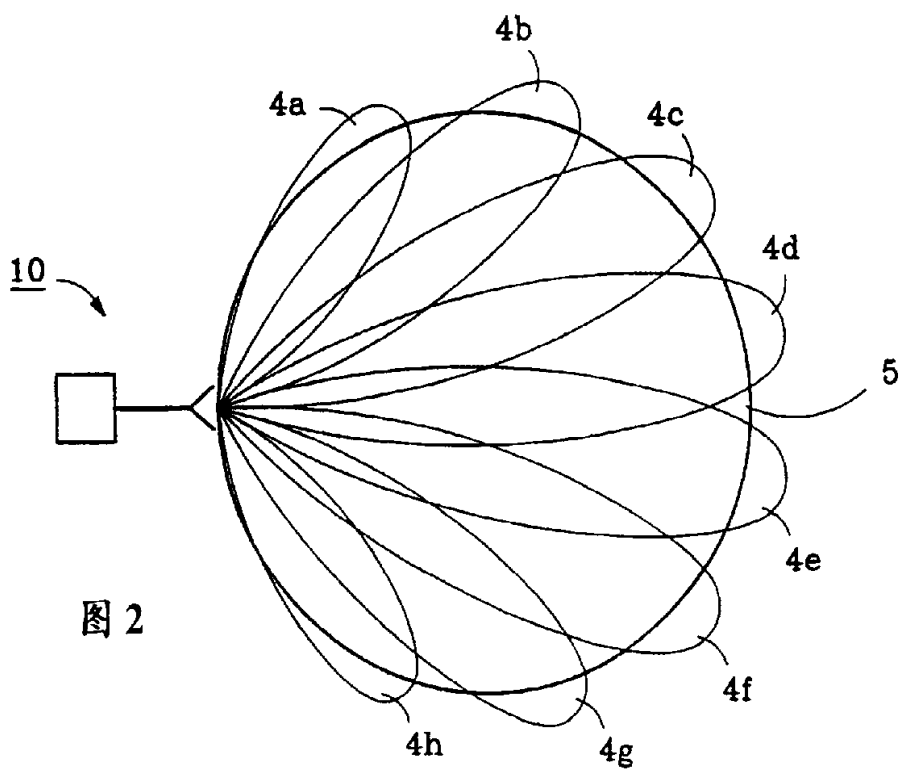


图 2

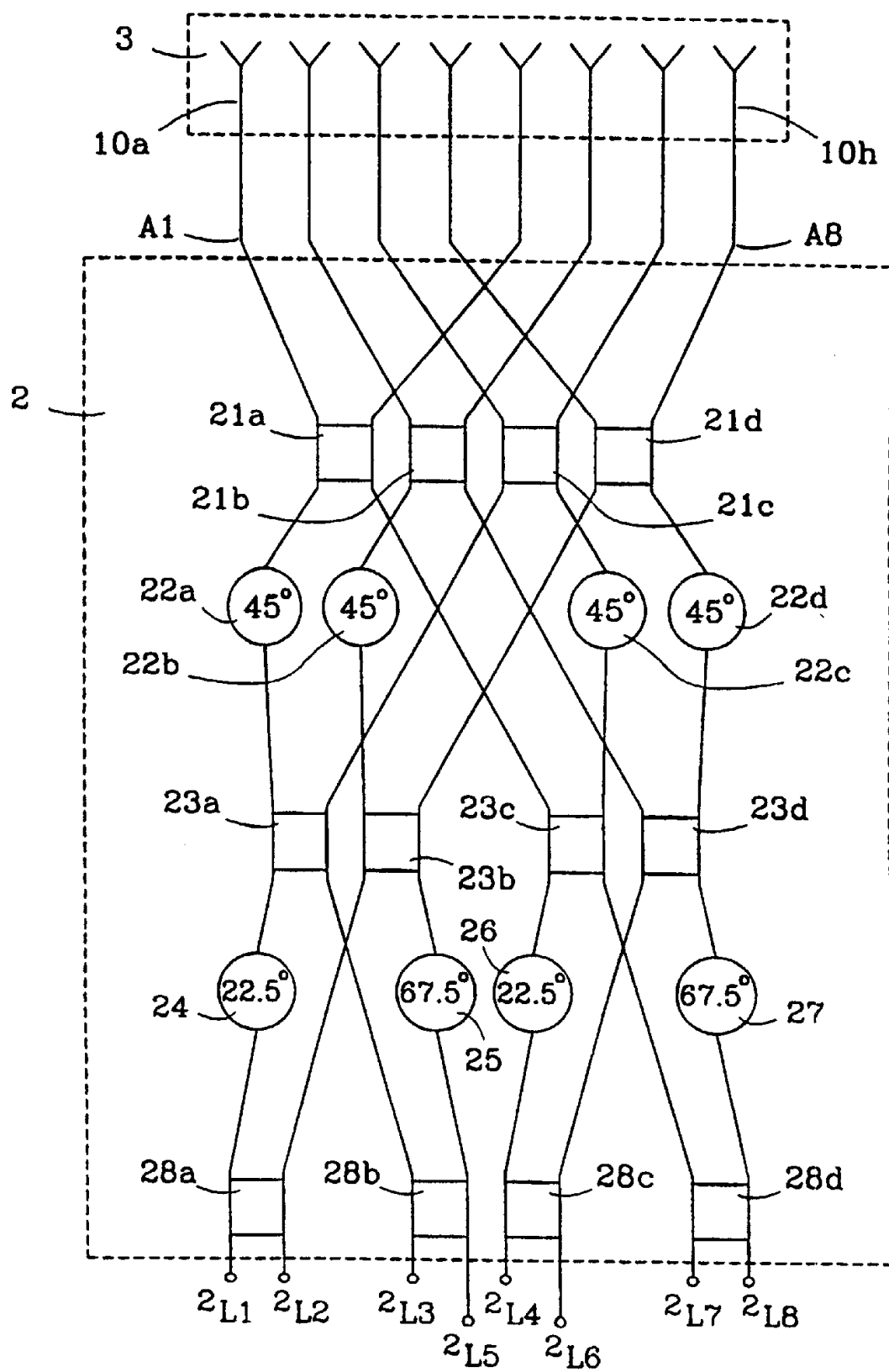


图 3

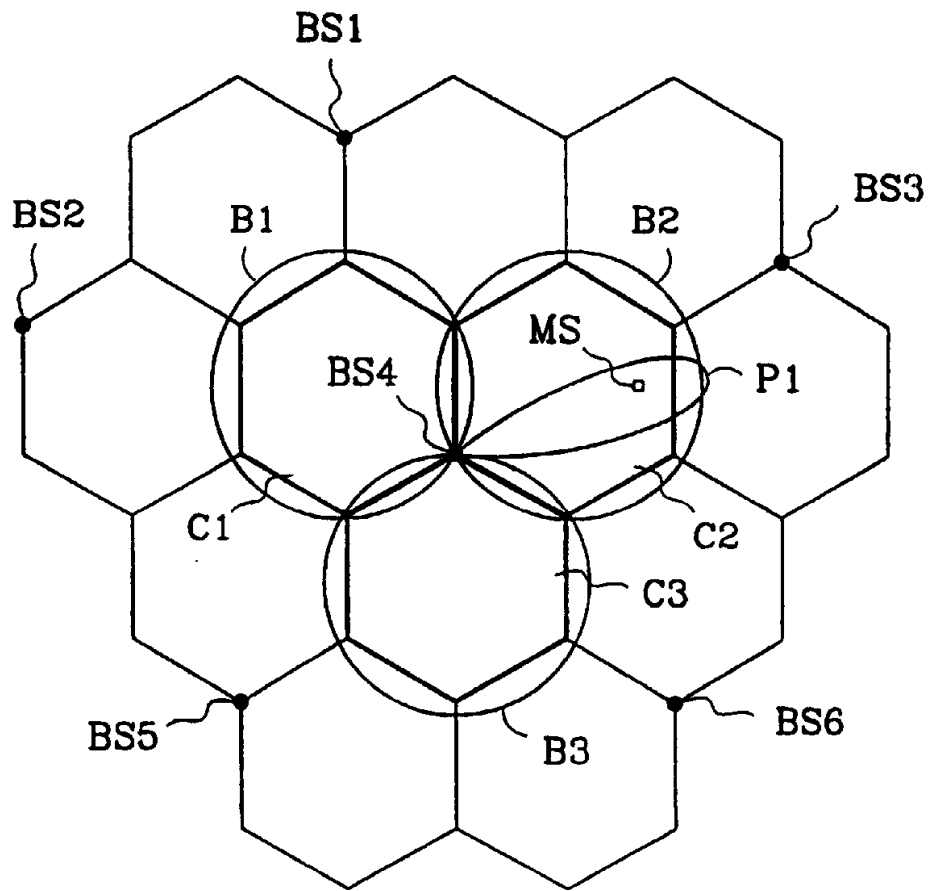


图 4

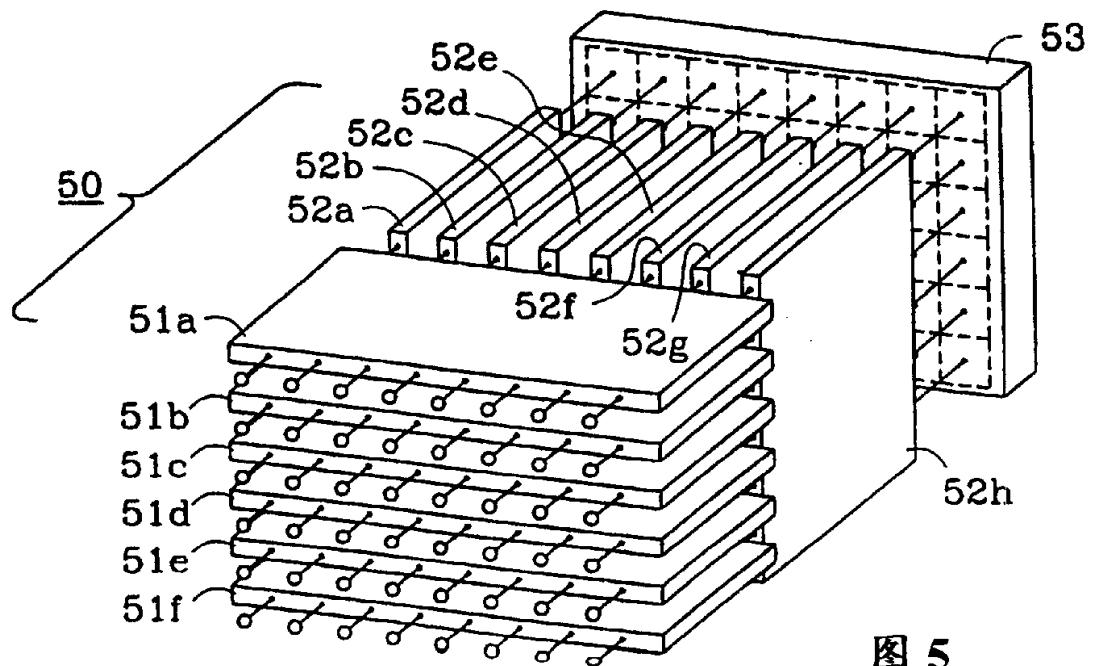


图 5

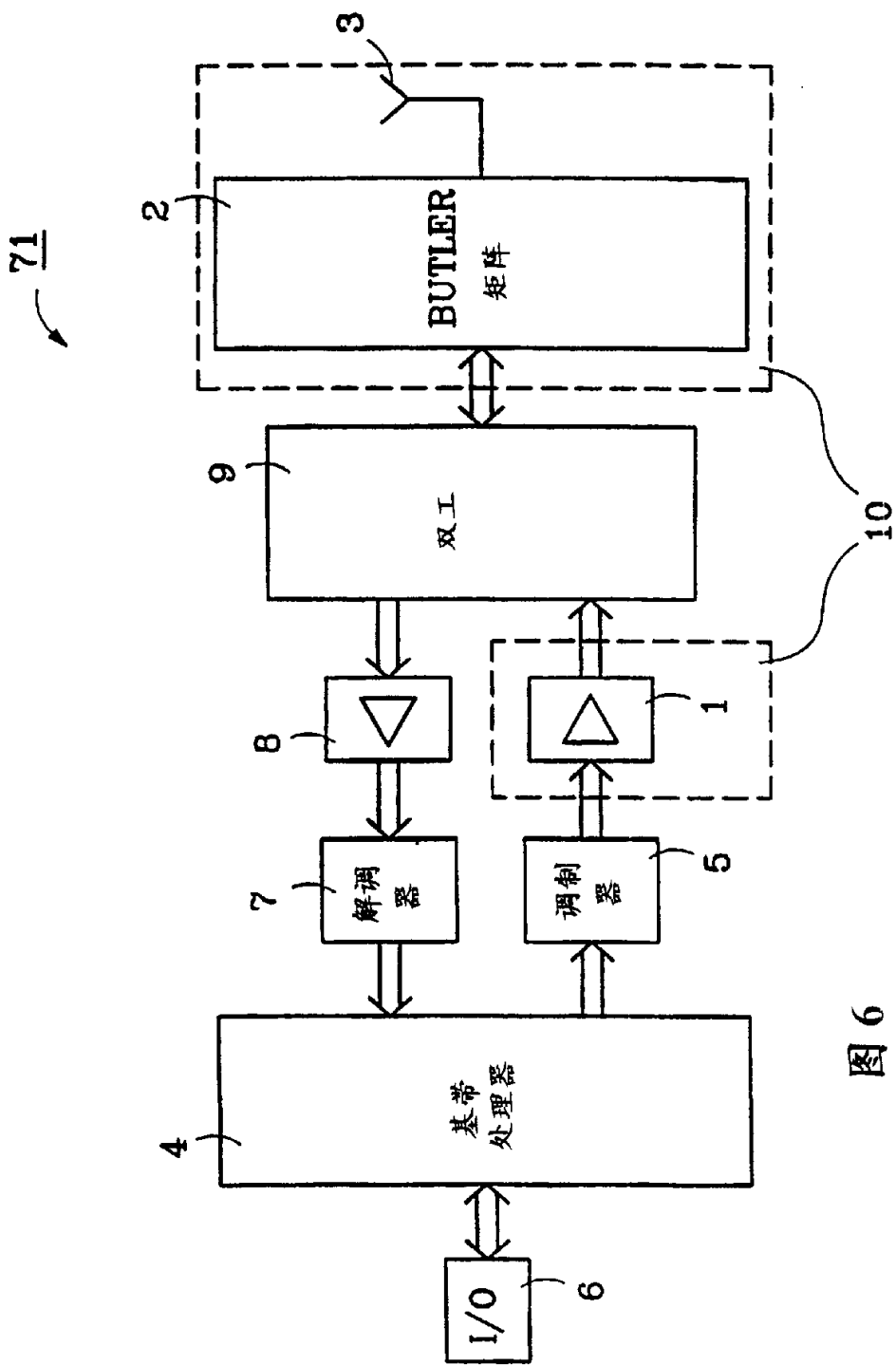


图 6

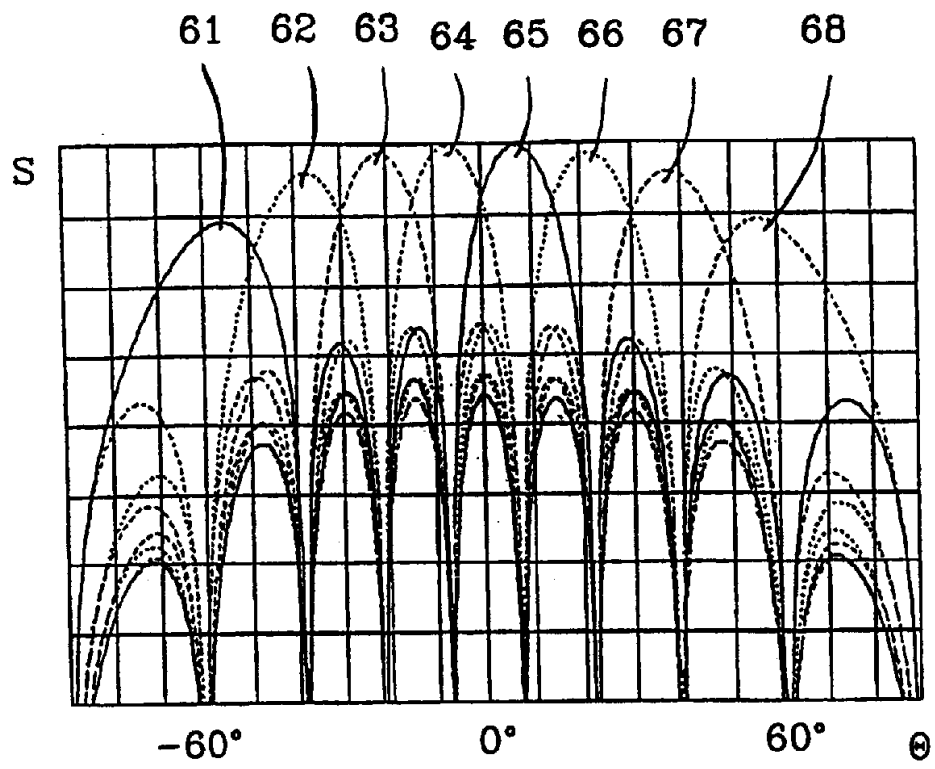


图 7a

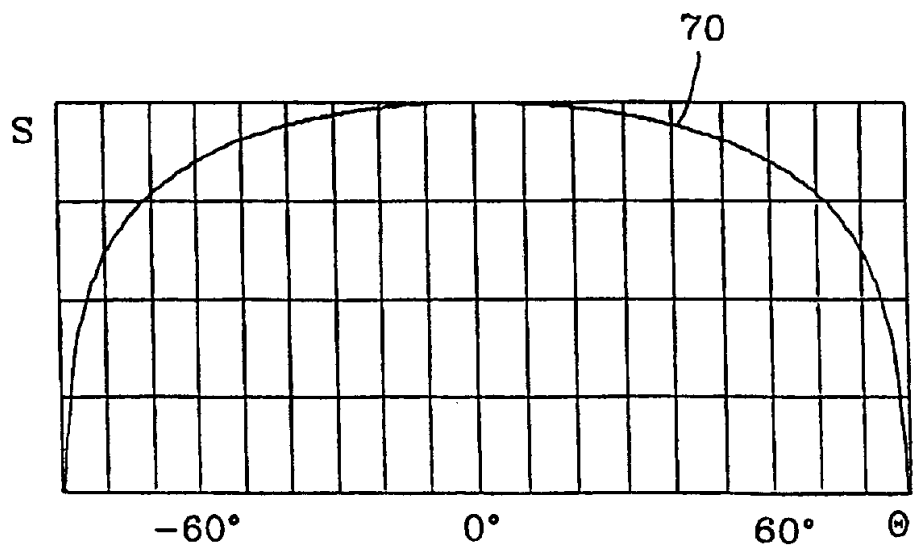


图 7b