

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H04B 7/08

H01Q 3/26 H04J 13/00



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01800034.7

[45] 授权公告日 2004 年 6 月 30 日

[11] 授权公告号 CN 1156092C

[22] 申请日 2001.1.17 [21] 申请号 01800034.7

[30] 优先权

[32] 2000.1.17 [33] JP [31] 8292/2000

[86] 国际申请 PCT/JP2001/000249 2001.1.17

[87] 国际公布 WO2001/054312 日 2001.7.26

[85] 进入国家阶段日期 2001.9.5

[71] 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 星野正幸 宫和行

审查员 杨艳丽

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

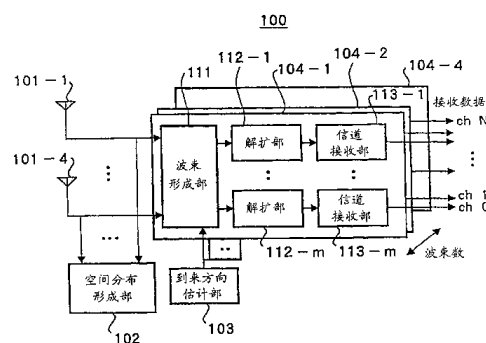
代理人 马莹

权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 5 页

[54] 发明名称 到来方向估计方法和无线接收装置

[57] 摘要

一种无线接收装置，其空间分布形成部(102)用通过天线振子(101-1~101-4)接收的解扩前的接收信号对信号的到来方向形成接收信号的强度分布、即空间分布或空间信息；其到来方向估计部(103)根据空间分布形成部(102)中形成的空间信息来假定从通信对方发送的信号的到来方向，将到来方向的信息按每个到来方向分配输出到接收单元(104-1~104-4)；其接收单元(104-1~104-4)内的波束形成部(111)根据到来方向的信息将从天线振子(101-1~101-4)输出的接收信号分别按规定的角度进行相位旋转合成，提高从到来方向发送来的信号的接收电平。



1、一种无线接收装置，其特征在于，包括：频谱生成部件，生成对于信号到来方向角度的接收信号的电功率强度分布；到来方向假定部件，根据所述强度分布以频带单位来假定信号的到来方向，该到来方向是具有至少一个峰值最大点的角度范围；方向性形成部件，在假定的到来方向上形成天线的方向性；以及信号分离部件，按所述方向性在每个所述频带单位中接收信号，从接收的信号中分离期望的信号。

2、如权利要求1所述的无线接收装置，其特征在于，方向性形成部件在包含期望信号的到来方向角度以外的假定到来方向角度上形成接收灵敏度低的方向性。

3、如权利要求1所述的无线接收装置，其特征在于，频谱生成部件用解扩前的接收信号来生成与信号的到来方向对应的电功率强度分布，信号分离部件从接收到的信号和期望的信号对应的扩频码相乘得到的接收信号中分离期望的信号。

4、如权利要求1所述的无线接收装置，其特征在于，信号分离部件包括干扰消除部件，该部件从接收信号中分离期望的信号和干扰分量，从所述接收信号中减去所述干扰分量。

5、如权利要求4所述的无线接收装置，其特征在于，信号分离部件将接收信号分别乘以各信道的扩频码后分离所述各信道的扩频解调信号，干扰消除部件从所述接收信号中减去所述期望信号以外的扩频解调信号。

6、一种基站装置，其特征在于，包括权利要求1所述的无线接收装置。

7、一种通信终端装置，其特征在于，包括权利要求1所述的无线接收装置。

8、一种到来方向估计方法，其特征在于，对信号的到来的方向角度生成接收信号的电功率强度分布；根据所述强度分布以频带单位来假定信号的到来方向，该到来方向是具有至少一个峰值最大点的角度范围；在假定的到来方向上形成天线的方向性；按所述方向性在每个所述频带单位中接收信号，从接收的信号中分离期望的信号。

到来方向估计方法和无线接收装置

5

技术领域

本发明涉及使用阵列天线的到来方向估计方法和无线接收装置。

背景技术

10

图1表示使用阵列天线的现有的无线接收装置的结构方框图。在图1中，现有的无线接收装置具有接收信道数的接收单元10-1~10-N。

接收单元10-1~10-N主要由与各个阵列天线11的天线振子数相同数量的解扩部12-1~12-M、根据各解扩部12-1~12-M的输出来估计信号的到来方向
15 的到来方向估计部13、沿到来方向估计部13估计的到来方向形成方向性并相对于形成的方向性使各解扩部12-1~12-M的输出通过的波束形成部14、从波束形成部14的输出取出信道信号的信道接收部15构成。阵列天线具有将多个天线振子直线状、以载波频率的半波长的间隔来配置的结构。

这里，作为到来方向估计方法的示例，说明波束搜索方法。天线的输入
20 信号矢量 $X(t)$ 用以下的式(1)表示。

$$X(t)=[x_0(t), x_1(t), \dots, x_n(t)]^T \quad \dots(1)$$

此外，沿 Θ 方向具有峰值的矢量(称为转向矢量) $a(\theta)$ 用式(2)表示。

通过用

$$a(\theta)=[1, \exp(-j\pi\sin\theta), \dots, \exp(-jn\pi\sin\theta)]^T \quad \dots(2)$$

25 来进行接收，可以观测 $X(t)$ 中包含的 θ 方向的功率。即，空间分布 $H(\theta)$ 可以根据以下的式(3)来求。

假设

$$H(\theta)=a(\theta)^T \cdot X(t) \quad \dots(3)$$

，可以获得遍及前一个 180° 区间的 $X(t)$ 的空间分布。这里， θ 取从 -90° 至 90°
30 范围的值。

阵列天线中的波束形成通过将来自阵列天线的各天线振子的接收信号和

复数振幅相乘，用该结果赋予任意方向性来获得。

以下说明阵列天线的波束形成的示例。图2是表示波束形成的示例的图。在图2中，基站装置21具有4个天线振子，形成方向性，与移动台22和移动台23进行通信。

- 5 基站装置21在与 θ 方向上的移动台22进行通信的情况下，4个天线振子的输入信号矢量使用式(1)由式(4)来表示。

$$X(t)=[x_0(t), x_1(t), x_2(t), x_3(t)]^T \quad \dots(4)$$

而且，在使阵列天线的方向性从基站装置21朝向 θ 方向的移动台22的情况下，转向矢量 $a(\theta)$ 用式(5)表示。

10 $a(\theta)=[1, \exp(-j\pi\sin\theta), \exp(-j2\pi\sin\theta), \exp(-j3\pi\sin\theta)]^T \quad \dots(5)$

通过对接收信号进行式(4)和式(5)的矢量相乘，基站装置21的阵列天线在 θ 方向上形成增益大的方向性。例如，在直线状配置4个天线振子的阵列天线中，在 θ 方向上具有最大增益，在从 θ 方向离开 22.5° 以上的角度时，增益变为最大增益的一半以下。

- 15 这样，由于波束形成将通过阵列天线的各天线振子接收的信号分别以任意的角度进行相位旋转合成而形成方向性，所以将通过各天线振子接收的信号分支为多个，通过分别进行不同的合成，可以在不同的多个方向上形成增益大的方向性。其结果，在与多个通信对方进行通信时可以形成适当的方向性。

- 20 例如，可以同时进行在与 θ 方向的移动台22的通信时使用向 θ 方向的波束24，而在与 ϕ 方向的移动台23的通信时使用向 ϕ 方向的波束25这样的处理。

这样，基站装置21通过对每个通信对方具有对应的接收单元来处理从波束形成部输出的信号，从而可以分别接收多个通信对方的信号。

- 25 但是，在现有的无线接收装置中，由于对各信道单独估计信号的到来方向，所以在多个移动台相邻存在的状况下，因从其他台受到的干扰，在到来方向的估计上不能获得充分的精度，存在接收上不能形成最佳的阵列方向性的问题。

- 此外，由于对每个信道估计无线信号的到来方向，所以需要对每个信道设置接收单元10-1、10-2、...、10-N，由于需要各接收单元10-1、10-2、...、
30 10-N中接收的信道数的到来方向估计部和接收的信道数 $\times$ 天线数的解扩部，所以存在电路规模大，成本升高的问题。

发明内容

5 本发明的目的在于提供一种到来方向估计方法和无线接收装置，可以降低电路规模，即使在多个移动台相邻存在、信号的到来方向估计精度恶化的情况下，也可以防止接收品质恶化。

该目的如下来实现：通过根据每个信道分离前状态的接收信号来求信号到来方向所对应的接收信号的强度分布，根据该强度分布来对每个频道假定信号的到来方向，决定并接收天线的方向性，通过将从大致同一方向到来的信号进行成组来估计到来方向，沿以组单位估计的到来方向来形成天线的方向性，进行无线接收，从而以组单位接收信号，进行期望的信号的分

10 离或提取。

本发明的无线接收装置包括：频谱生成部件，生成对于信号到来方向角度的接收信号的电功率强度分布；到来方向假定部件，根据所述强度分布以频带单位来假定信号的到来方向，该到来方向是具有至少一个峰值最大点的角度范围；方向性形成部件，在假定的到来方向上形成天线的方向性；以及信号分离部件，按所述方向性在每个所述频带单位中接收信号，从接收的信号中分离期望的信号。

15

本发明提供一种到来方向估计方法，该方法包括：对信号的到来的方向角度生成接收信号的电功率强度分布；根据所述强度分布以频带单位来假定信号的到来方向，该到来方向是具有至少一个峰值最大点的角度范围；在假定的到来方向上形成天线的方向性；按所述方向性在每个所述频带单位中接收信号，从接收的信号中分离期望的信号。

20

附图说明

25

图 1 表示现有的无线接收装置的结构方框图；

图 2 表示波束形成的示例图；

图 3 表示本发明一实施例的无线接收装置的结构方框图；

图 4 表示本发明一实施例的无线接收装置的工作状况的说明图；

30 图 5 表示本发明一实施例的无线接收装置中的解扩前的所有接收信号的空间频谱的图；

图 6 是表示本发明一实施例的无线接收装置中的解扩后的信道 2 的空间频谱的图；以及

图 7 是表示本发明一实施例的无线接收装置中的波束图案的图。

5

具体实施方式

以下，参照附图来说明本发明的实施例。

(实施例 1)

以下，参照附图来详细说明本发明的一实施例。

10 图 3 表示本发明一实施例的无线接收装置的结构方框图。在图 3 中，无线接收装置 100 主要由多个天线振子 101-1~101-4、空间分布形成部 102、到来方向估计部 103、多个接收单元 104-1~104-4 构成。无线接收装置 100 可以形成波束形成部 111 的数量的方向性。

15 这里，说明本实施例的无线接收装置 100 可以使用的信道数的最大值为 20，将对接收单元 104-1~104-4 进行解调的信号均等分配给 5 个信道，由天线振子 101-1~101-4 形成的波束数为 4 的情况。在本实施例的无线接收装置 100 中，天线振子的数目、解扩部、信道接收部的数目没有特别限定。

接收单元 104-1~104-4 主要由各个波束形成部 111、多个解扩部 112-1~112-m、多个信道接收部 113-1~113-m 构成。

20 天线振子 101-1~101-4 将接收的无线信号作为接收信号输出到空间分布形成部 102 和接收单元 104-1~104-4。

空间分布形成部 102 用通过天线振子 101-1~101-4 接收的解扩前的接收信号来对信号的到来方向形成接收信号的强度分布、即空间分布或空间信息。

25 到来方向估计部 103 根据空间分布形成部 102 中形成的空间信息来假定从通信对方发送的信号的到来方向，将到来方向信息按每个到来方向分配输出到接收单元 104-1~104-4。

接收单元 104-1~104-4 根据各自到来方向的信息来生成天线的方向性，即生成波束，接收无线信号，将接收的信号和到来方向的信号所对应的扩频码相乘，对各信道的信号进行分离。

30 以下，说明接收单元 104-1~104-4 的内部结构。

波束形成部 111 根据到来方向的信息将从天线振子 101-1~101-4 输出的

接收信号分别以规定的角度进行相位旋转合成，以提高从到来方向发送的信号接收电平。其结果，波束形成部 111 沿到来方向估计部 103 估计的信号的到来方向来生成波束。

解扩部 112-1~112-m 对波束形成部 111 中合成的信号进行解扩，输出到
5 信道接收部 113-1~113-m。这里，解扩中使用的扩频码是从到来方向发送的信号解扩时使用的扩频码。

信道接收部 113-1~113-m 对从解扩部 112-1~112-m 输出的信号进行解调。

通过采用这样的结构，接收单元 104-1~104-4 用形成相同方向性的天线来接收、分离大致从同一方向到来的信号，从而可以获得期望的信号。

10 下面说明本实施例的无线接收装置 100 的工作状况。图 4 表示与本实施例的无线接收装置通信的通信对方的方向示意图。

在图 4 中，无线接收装置用 16 个信道来与通信对方进行通信。这里，用 ch1、ch3、ch10、以及 ch19 的信道进行通信的通信对方从无线接收装置来看存在于相邻的方向上。到来方向估计部 103 将用这些 ch1、ch3、ch10、以及
15 ch19 的信道进行通信的通信对方作为一个组 G1 来估计到来方向，在进行相同的波束形成处理并取出信号后，分别乘以扩频码来进行解扩，取出各信道的信号。

此外，用 ch2、ch5、ch9、ch12、以及 ch17 的信道进行通信的通信对方从无线接收装置来看存在于相邻的方向上。到来方向估计部 103 将用这些
20 ch2、ch5、ch9、ch12、以及 ch17 的信道进行通信的通信对方作为一个组 G2 来估计到来方向，在进行相同的波束形成处理并取出信号后，分别乘以扩频码来进行解扩，取出各信道的信号。

同样，用 ch0、ch4、以及 ch7 的信道进行通信的通信对方从无线接收装置来看存在于相邻的方向上。到来方向估计部 103 将用这些 ch0、ch4、以及
25 ch7 的信道进行通信的通信对方作为一个组 G3 来估计到来方向，在进行相同的波束形成处理并取出信号后，分别乘以扩频码来进行解扩，取出各信道的信号。

另外，用 ch6、ch15、ch16、以及 ch20 的信道进行通信的通信对方从无线接收装置来看存在于相邻的方向上。到来方向估计部 103 将用这些 ch6、
30 ch15、ch16、以及 ch20 的信道进行通信的通信对方作为一个组 G4 来估计到来方向，在进行相同的波束形成处理并取出信号后，分别乘以扩频码来进行

解扩，取出各信道的信号。

这样，本实施例的无线接收装置用进行解扩处理前的接收信号来对信号的
到来方向求接收信号的强度分布，通过来对每个具有峰值的频带进行到来
方向的估计，可以将相邻方向上存在的通信对方集中作为一个组来估计到来
5 方向。

下面说明信号的到来方向对应的接收信号的强度分布。图 5 表示用解扩
处理前的接收信号进行估计了到来方向的空间频谱的示例的图。

在图 5 中，纵轴表示接收功率值的绝对值的平方值，横轴表示从本实施
例的无线接收装置观察的到来方向的角度。在图 5 的空间频谱中，显示将从
10 彼此相邻的通信对方发送的信号汇总为一个后的峰值 G1、G2、G3、和 G4。
本实施例的无线接收装置测定这些峰值 G1、G2、G3、以及 G4 的到来方向，
形成天线的方向性。

例如，如果图 5 所示的频带 B1 对应的波束由接收单元 104-1 生成，频带
B2 对应的波束由接收单元 104-2 生成，频带 B3 对应的波束由接收单元 104-3
15 生成，频带 B4 对应的波束由接收单元 104-4 生成，那么未图示的控制部件对
接收单元 104-1 的 m 个解扩部 121-1~121-m 赋予 ch1、ch3、ch19、ch10 的各
用户所对应的扩频码，对接收单元 22-2 的 5 个解扩部 12 赋予 ch2、ch9、ch12、
ch15、ch17 的各用户所对应的扩频码，对接收单元 22-3 的 3 个解扩部 12 赋
予 ch0、ch4、ch7 的各用户所对应的扩频码，对接收单元 22-4 的 4 个解扩部
20 12 赋予 ch6、ch15、ch16、ch20 的各用户所对应的扩频码。

形成的方向性对期望的到来方向以外存在的峰值方向来说，接收灵敏度
可为零，即可形成零方向性。该方法还披露于例如特开平(日本)9-261008 号
公报。

这种情况下，本发明的接收装置通过对期望的到来方向以外存在的峰值
25 的方向形成接收灵敏度为零的天线方向性，可以降低干扰分量的接收强度，
可以良好地形成期望信号的 SIR(Signal to Interference Ratio: 信号干扰比)。

图 6 表示作为天线方向性的波束图案的示例的图。在图 6 中，纵轴表示
天线的增益，横轴表示方向性的方向。

在图 6 中，形成接收自峰值 G2 到来的信号的情况下的天线方向性。在
30 图 6 的波束图案中，在峰值 G2 的方向上增益大。此外，在图 6 的波束图案
中，峰值 G1、G3、以及 G4 的方向上增益小，成为所谓的零。

通过在波束图案中形成图 6 的方向性,使峰值 G2 方向上增益变大,可以用高强度来接收从峰值 G2 方向到来的无线信号。由于图 6 的波束图案在峰值 G1、G3、以及 G4 的方向上增益小,所以以弱的强度来接收作为干扰分量的从峰值 G1、G3、以及 G4 的方向到来的无线信号,从而接收从峰值 G2 方向到来的包含多个信号的来自频带 B2 的信号,可以降低从峰值 G1 方向到来的包含多个信号的来自频带 B1 的信号、从峰值 G3 方向到来的包含多个信号的来自频带 B3 的信号、以及从峰值 G4 方向到来的包含多个信号的来自频带 B4 的信号,即可以降低干扰分量。

对从形成图 6 所示的方向性的天线接收的信号实施接收处理,通过与 ch2 的扩频码相乘,可以从峰值 G2 方向到来的信号、即频带 B2 中包含的 ch2、ch5、ch9、ch12、以及 ch17 的信道信号中取出 ch2 的信号。

图 7 表示解扩后的波束图案的示例的图。在图 7 中,纵轴表示接收功率的绝对值的平方值,横轴表示从本实施例的无线接收装置来看的到来方向的角度。图 7 的空间频谱是将接收信号与 ch2 对应的扩频码相乘后的频谱。

包含 ch2 的信号的峰值 G2' 和 B2' 的接收功率高,而其他方向的接收功率低。

这样,根据本发明的接收装置,通过对信号的到来方向生成接收信号的强度分布,根据所述强度分布以频带单位来假定信号的到来方向,以从大致同一方向到来的多个信号单位来形成并接收天线的方向性,进行信号的分离,所以信号分离所需的电路比信道数少,只有成组后的信号数量即可,所以可以减小电路规模,可以实现成本下降。

由于进行组单位的到来方向的估计,而不需对每个信道设置到来方向估计部件,所以可以减小电路规模,可以实现成本下降。

根据本发明的接收装置,在多个移动台相邻存在,到来方向估计的精度恶化的情况下,通过按移动台存在的方向生成可增强接收信号的波束,将多个信号进行集中处理,从而可以防止精度恶化。

可将本实施例用作多用户型干扰消除器的前级处理。在将多用户型干扰消除器和阵列天线组合时,由于需要对每个波束图案进行其他信道的传播路径估计,所以可用波束图案的共有化来大幅度削减电路规模。

这种情况下,在图 3 的解扩部 112-1~112-m 中通过包括干扰分量消除部可以实现从接收信号中分离期望的信号和干扰分量,从波束形成部 111 输出的接收信号中减去干扰分量。

在本实施例中,说明了编码复用方式的情况,但不限于此,也可以用于

多路通信、分时方式等。

此外，通过以解扩前的信号来形成空间分布，不能获得执行扩频、解扩步骤时所得的过程增益的效果。因此，通过将空间分布的值进行时间平均，可以消除噪声。

- 5 从以上说明可知，通过对信号的到来方向生成接收信号的强度分布，根据所述强度分布以频带单位来假定信号的到来方向，以从大致同一方向到来的多个信号为单位来形成天线的方向性并进行接收，进行信号的分离，可以减小电路规模。即使在多个移动台相邻存在，信号的到来方向估计精度恶化的情况下，也可以防止接收品质恶化。
- 10 本说明书基于2000年1月17日申请的(日本)特愿2000-008292专利申请。其内容全部包含于此。

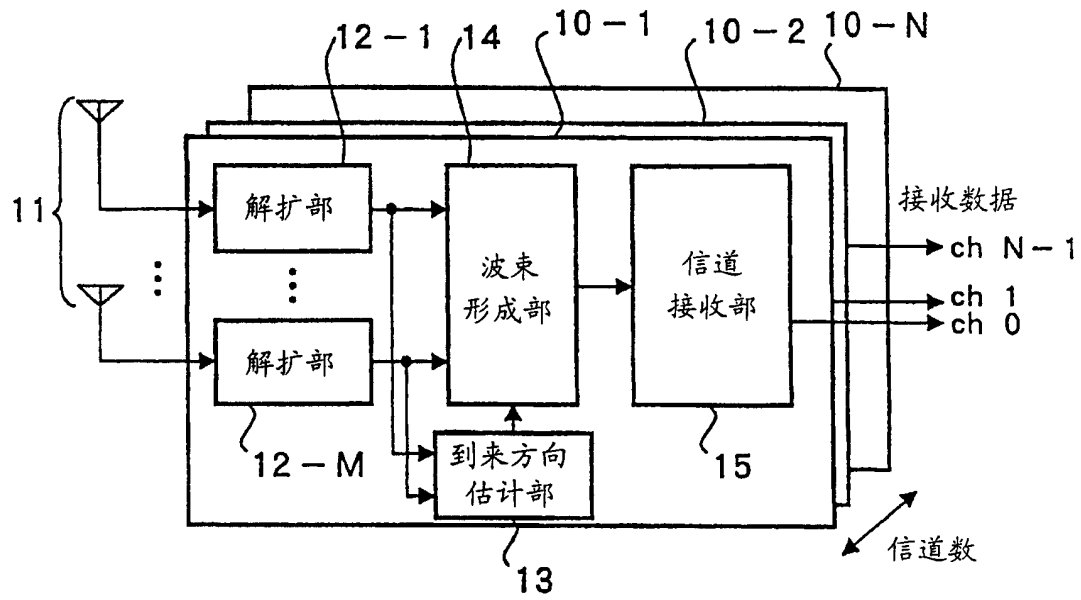


图 1

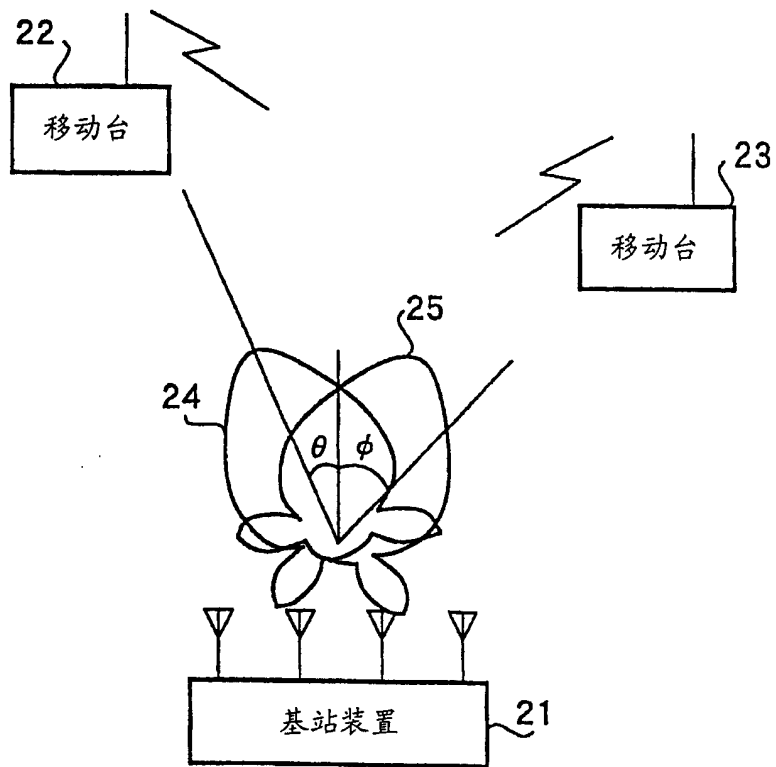


图 2

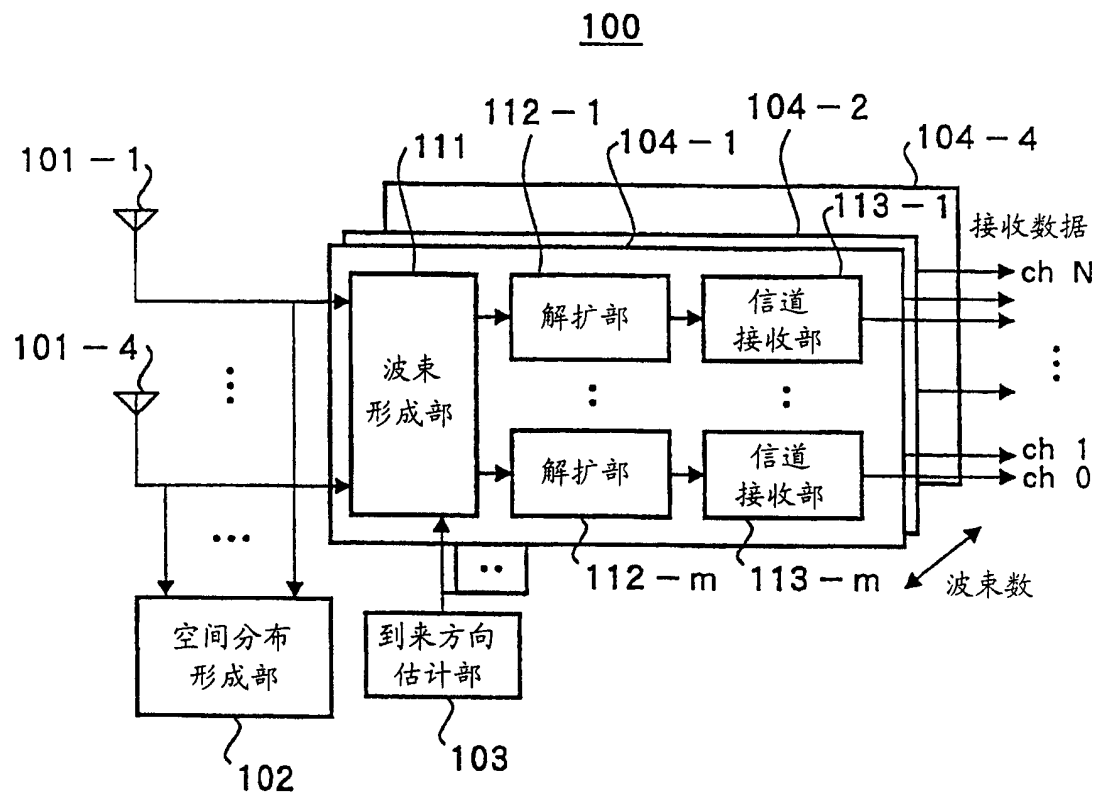


图 3

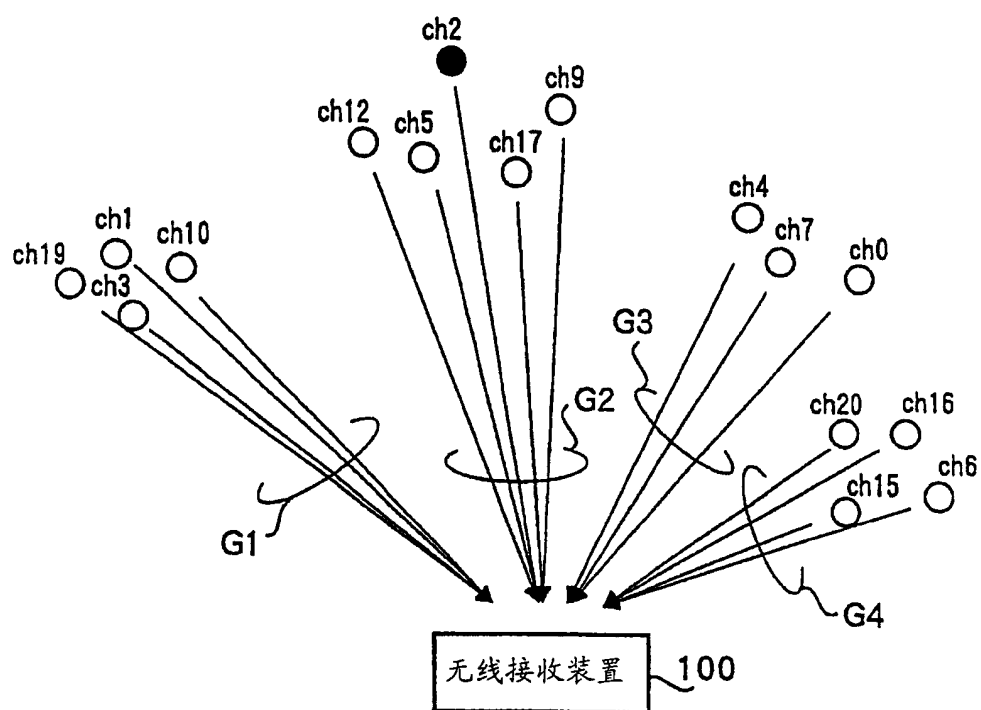


图 4

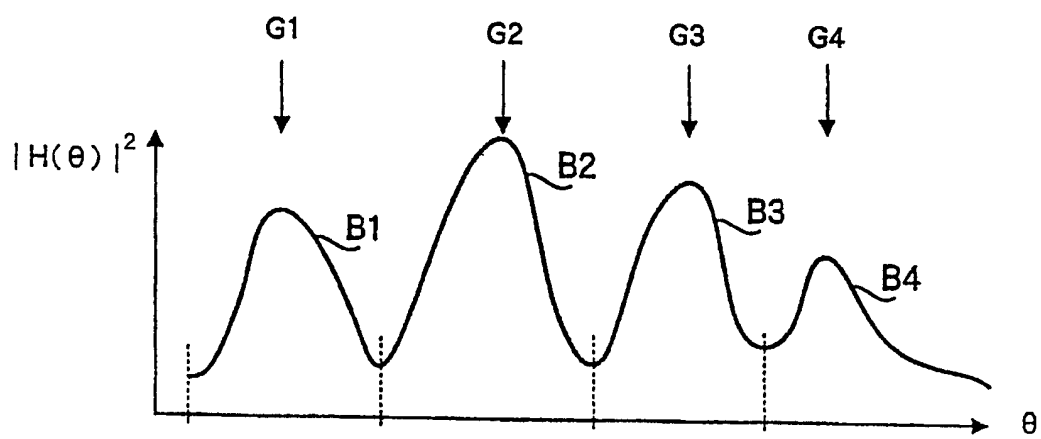


图 5

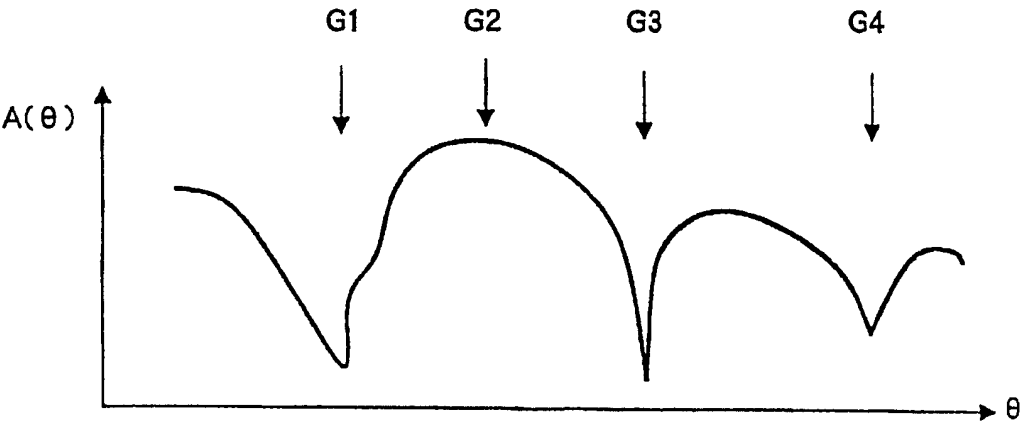


图 6

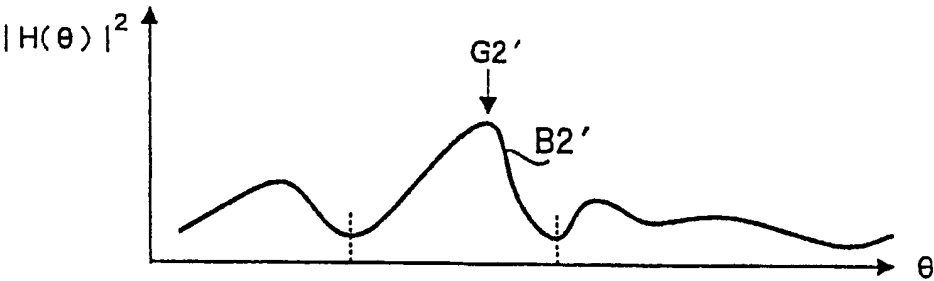


图 7