

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04J 13/04 (2006.01)

H04J 11/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200380107346.1

[43] 公开日 2006年2月8日

[11] 公开号 CN 1732643A

[22] 申请日 2003.12.12

[21] 申请号 200380107346.1

[30] 优先权

[32] 2002.12.25 [33] JP [31] 375265/2002

[86] 国际申请 PCT/JP2003/015946 2003.12.12

[87] 国际公布 WO2004/062153 日 2004.7.22

[85] 进入国家阶段日期 2005.6.23

[71] 申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 三好亮一

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 马莹 邵亚丽

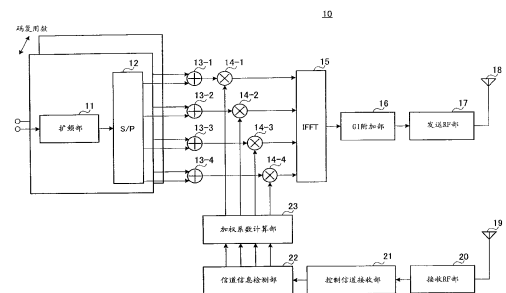
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 7 页

[54] 发明名称

无线通信装置和无线发送方法

[57] 摘要

在多载波 CDMA 系统中，为了在减少接收装置的运算量的同时提高接收性能，除了对每个副载波进行加权以外，还对每个副载波包含的各个扩频码（码片）进行不同的加权。



1、一种在多个副载波扩频信号后发送的多载波 CDMA 系统的无线发送装置，包括：

5 加权器，对解扩后信号按各个扩频码以码片为单位进行不同的加权，以及

发送器，对上述加权后的信号进行复用后发送。

2、如权利要求 1 所述的无线发送装置，其中，上述加权器将在接收装置以能够获得最大比值合并的系数进行解扩时确保扩频码的正交性的加权系数
10 用作上述加权中使用的加权系数。

3、如权利要求 1 所述的无线发送装置，其中，上述加权器在上述加权使用的加权系数，是在接收装置根据各个副载波的信道估计值信息而对以扩频率作为矩阵大小的矩阵进行固有值分解并解扩时提取成为最大固有值的信号的加权系数。

15 4、一种无线通信终端装置，具备如权利要求 1 所述的无线发送装置。

5、一种无线通信基站装置，具备如权利要求 1 所述的无线发送装置。

6、一种在多个副载波扩频信号后发送的多载波 CDMA 系统的无线发送方法，包括：

20 对解扩后信号按各个扩频码以码片为单位进行不同的加权；以及
 对上述加权后的信号进行复用后发送。

无线通信装置和无线发送方法

技术领域

5 本发明涉及一种多载波传输方式的无线通信装置和无线发送方法。

背景技术

以往，在多载波 CDMA (Code Division Multiple Access, 码分多址) 系统中是设置成发送装置在频率轴方向扩频发送数据，进行码复用后发送数据。
10 发送的数据因为在受到频率选择性衰落的影响后被接收装置接收，在接收装置会失去扩频码之间的正交性，使得接收性能恶化。为了使扩频码之间的正交性的破坏减少并提高接收性能，进行适用 MMSE (Minimum Mean Square Error, 最小均方误差) 等演算法的解扩以提高接收性能的方法已被广泛应用 (例如，参照文献 1“使用基于 SIR 估计的 MMSE 合成的下行链路宽带
15 OFCDM 分组传输的特性，电子信息通信学会技术报告 无线通信系统研究会 RCS2001-166 2001 年 10 月”)。

另外，如果在接收装置使各个副载波的功率相等，在接收装置就不会产生扩频码之间的正交性的破坏，因此可以想到事先在发送装置调整副载波的发送功率进行发送以使得在接收装置的各个副载波的接收功率相等的方法
20 (例如，参照文献 2“Performance of predistortion techniques for uplink MC-CDMA systems with TDD and FDD modes, 国际学会 The Fifth International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC'02) 2002 年 10 月”)。

然而，在上述文献 1 所表示的采用 MMSE 的演算法的接收方法中，因为
25 必须在接收装置测定噪声的功率，从而使得接收装置的结构变得复杂。而且根据传播环境的状态的不同，难以完全恢复扩频码之间的正交性的损失，因而产生不一定能够获得最佳接收性能的问题。

另外，在上述文献 2 所表示的方法中，接收装置被设置成进行 EGC (等增益) 合成，因此会产生和进行 MRC 合成时相比接收性能恶化的问题。

30 图 1 是表示传统的发送装置 10 的结构方框图。在发送装置 10，发送到

各接收装置的发送数据分别被输入到被设置得和码复用数（接收装置数）相同数量的扩频部 11 以及串/并行（S/P）变换部 12。

扩频部 11 以预定的扩频码对发送数据进行扩频处理后，将扩频后的信号提供给 S/P 变换部 12。S/P 变换部 12 通过将扩频后的串行信号变换为并行信号，例如可以生成四个副载波，并将该四个副载波分别提供给对应的加法器 13-1 至 13-4。

加法器 13-1 对从被设置得和码复用数（接收装置数）相同数量的扩频部 11 以及串/并行（S/P）变换部 12 的组合中的第一组输出的第一副载波和扩频部 11 以及串/并行（S/P）变换部 12 的组合中的第二组输出的第一副载波进行相加。由此，发往第一个用户（接收装置）的以第一扩频码扩频的信号和发往第二个用户（接收装置）的以第二扩频码扩频的信号在第一副载波相加，并构成第一副载波。这个第一副载波被提供给乘法器 14-1。

而且，其他的加法器 13-2 至 13-4 也是同样地，分别将从对应每个用户（接收装置）的扩频部 11 和 S/P 变换部 12 的各个组输出的第二副载波、第三副载波和第四副载波彼此相加，并将该结果提供给乘法器 14-2 至 14-4。乘法器 14-1 至 14-4 将在加权系数计算部 23 对应各个副载波计算出的加权系数乘以各个副载波。

乘法器 14-1 至 14-4 的输出被提供给 IFFT (Inverse Fast Fourier Transform, 快速傅立叶逆变换) 处理部 15。IFFT 处理部 15 通过重叠各个副载波生成 OFDM 信号（多载波信号）并提供给 GI (Guard Interval, 保护区间) 附加部 16。GI 附加部 16 对 OFDM 信号附加保护区间后提供给发送 RF (Radio Frequency, 射频) 部 17。发送 RF 部 17 对插入保护区间后的信号进行预定的无线发送处理（例如，D/A 变换和上变频等），使该无线发送处理后的信号作为无线电信号从天线 18 发送出去。

发送装置 10 发送的信号在接收装置被接收。图 2 是表示接收装置 30 的结构方框图。在接收装置 30，通过天线 31 被接收 RF 部 32 接收的接收信号被施以预定的无线接收处理（例如，下变频和 A/D 变换等）。接收 RF 部 32 将该无线接收处理后的信号提供给 GI 除去部 33。

GI 除去部 33 除去插入在无线接收处理后的信号的保护区间，将该保护区间除去后的信号提供给 FFT (Fast Fourier Transform, 快速傅立叶变换) 处理部 34。FFT 处理部 34 对保护区间除去后的信号进行串/并行（S/P）变换，

对 S/P 变换后的信号进行 FFT 处理后变换为每个副载波的信息，并将该 FFT 处理后的信号中作为已知信号的导频码元按每个副载波提供给信道估计部 35。

5 信道估计部 35 使用每个副载波的导频码元按每个副载波进行信道估计，将获得的每个副载波的信道估计值分别提供给 EGC 系数计算部 36 和控制信道发送部 39。

EGC (Equal Gain Combining, 等增益合成) 系数计算部 36 计算为了对每个副载波的信道估计值进行等增益合成的 EGC 系数，将该 EGC 系数提供给乘法器 37-1 至 37-4。乘法器 37-1 至 37-4 对从 FFT 处理部 34 输出的 FFT 10 处理后的各个副载波乘以从 EGC 系数计算部 36 提供的系数，通过将该乘法结果提供给解扩部 38 来进行 EGC 解扩处理。

另外，控制信道发送部 39 是用来以控制信道发送信道估计部 35 提供的各个副载波的信道估计值，将各个信道估计值提供给发送 RF 部 40。发送 RF 部 40 对各个信道估计值信息进行预定的无线发送处理 (例如，D/A 变换和上 15 变频等)，使该无线发送处理后的信号作为无线电信号通过天线 41 发送出去。

在接收到从该接收装置 30 发送出的信号的发送装置 10 (图 1)，接收 RF 部 20 对该接收信号进行预定的无线接收处理 (例如，下变频和 A/D 变换等)，将该无线接收处理后的信号提供给控制信道接收部 21。控制信道接收部 21 从接收信号提取出控制信道，将该提取出的控制信道的数据提供给信道信息 20 检测部 22。

信道信息检测部 22 检测从接收装置以控制信道发送的作为反馈信息的各副载波的信道估计值，并将该信道估计值提供给加权系数计算部 23。加权系数计算部 23 按各个副载波从信道估计值计算出加权系数，将计算出的加权系数提供给乘法器 14-1 至 14-4。例如可以如图 3 所示，按各个副载波使用信道估计值的倒数作为该加权系数。由此，对于接收装置 30 中的接收功率小的副载波，在发送装置 10 增大发送功率后进行发送，对于接收装置 30 中的接收功率大的副载波，在发送装置 10 减小发送功率后进行发送，于是接收装置 30 能够接收功率为一定地接收各个副载波。如果接收功率为一定，则接收装置 30 只要恢复相位的变化进行解扩 (等增益合成型解扩)，即使有频率选择 30 性衰落也能够恢复扩频码之间的正交性。

如上述结构的传统的发送装置 10 是如图 4 所示，各个副载波 (#1 至 #

4) 因加权使得发送功率不同, 但副载波内的各个扩频码 (各个用户) 的发送功率为一定。

如上所述, 使用 EGC (等增益合成) 的传统的多载波 CDMA 系统只是对各个副载波进行加权使在接收装置端的接收信号的功率相等, 虽然能够在接收装置使扩频码之间的正交性恢复, 却难以使 SNR (Signal to Noise Ratio, 信噪比) 最佳化佳化。

发明内容

本发明的目的在于提供一种在多载波 CDMA 系统中减少在接收装置的运算量的同时能够提高接收性能的无线发送装置和无线发送方法。

为达成上述目的, 本发明在多载波 CDMA 系统对每个副载波进行加权, 并对包含在各个副载波的每个扩频码 (码片) 进行不同的加权。

附图说明

- 15 图 1 是表示传统的发送装置的结构方框图;
图 2 是表示传统的接收装置的结构方框图;
图 3 是表示传统的加权系数的示意图;
图 4 是表示传统的加权结果的示意图;
图 5 是表示本发明实施方式的无线通信系统的结构方框图;
20 图 6 是表示本发明实施方式的发送装置的结构方框图;
图 7 是表示本发明实施方式的接收装置的结构方框图;
图 8 是表示本发明实施方式的加权系数的示意图; 以及
图 9 是表示本发明实施方式的加权结果的示意图。

25 具体实施方式

以下参照附图详细说明本发明的实施方式。

图 5 是表示使用本发明的无线通信装置 100 的多载波 CDMA 方式的无线通信系统的结构方框图。在这个无线通信系统中, 发送装置 100 和多个接收装置 200、300、...之间是以多载波 CDMA 方式进行无线通信。

30 图 6 是表示发送装置 100 的结构方框图。在发送装置 100, 发送到各接收装置的发送数据分别被输入到被设置得和码复用数 (接收装置数) 相同数

量的扩频部 111、串/并行 (S/P) 变换部 112 以及乘法器 114-1 至 114-4 的扩频处理部 110-1、110-2、....。

扩频部 111 以预定的扩频码对发送数据进行扩频处理后, 将扩频后的信号提供给 S/P 变换部 112。S/P 变换部 112 通过将扩频后的串行信号变换为并行信号, 例如可以生成四个副载波, 并将该四个副载波分别提供给对应的乘法器 114-1 至 114-4。乘法器 114-1 至 114-4 分别将在加权系数计算部 123 计算出的对应各个副载波和各个扩频码(码片)的加权系数和各个副载波相乘。

将和各个加权系数相乘后的结果分别提供给对应各个副载波的加法器 113-1 至 113-4。加法器 113-1 将从被设置得和码复用数(接收装置数)相同数量的扩频处理部 110-1、110-2、... 中的第一扩频处理部 110-1 输出的第一副载波和第二扩频处理部 110-2 输出的第一副载波相加。由此, 发往第一个用户(接收装置)的以第一扩频码扩频的信号和发往第二个用户(接收装置)的以第二扩频码扩频的信号在第一副载波相加。这个第一副载波被提供给 IFFT (Inverse Fast Fourier Transform, 快速傅立叶逆变换) 处理部 115。

而且, 其他的加法器 113-2 至 113-4 也是同样, 分别将从对应每个用户(接收装置)的扩频处理部 110-1、110-2... 输出的第二副载波、第三副载波和第四副载波彼此相加, 并将该结果提供给 IFFT 处理部 115。

IFFT 处理部 115 通过重叠各个副载波生成 OFDM 信号(多载波信号)并提供给 GI (Guard Interval, 保护区间) 附加部 116。GI 附加部 116 对 OFDM 信号附加保护区间后提供给发送 RF (Radio Frequency, 射频) 部 117。发送 RF 部 117 对插入保护区间后的信号进行预定的无线发送处理(例如, D/A 变换和上变频等), 使该无线发送处理后的信号作为无线电信号从天线 118 发送出去。

从发送装置 100 发送的信号在接收装置被接收。图 7 是表示接收装置 200 的结构方框图。在接收装置 200, 通过天线 231 被接收 RF 部 232 接收的接收信号被施以预定的无线接收处理(例如, 下变频和 A/D 变换等)。接收 RF 部 232 将该无线接收处理后的信号提供给 GI 除去部 233。

GI 除去部 233 除去插入在无线接收处理后的信号的保护区间, 将该保护区间除去后的信号提供给 FFT (Fast Fourier Transform, 快速傅立叶变换) 处理部 234。FFT 处理部 234 对保护区间除去后的信号进行串/并行 (S/P) 变换, 对 S/P 变换后的信号进行 FFT 处理后变换为每个副载波的信息, 并将该 FFT

处理后的信号中作为已知信号的导频码元按每个副载波提供给信道估计部 235。

信道估计部 235 使用每个副载波的导频码元按每个副载波进行信道估计，将获得的每个副载波的信道估计值分别提供给 MRC 系数计算部 236 和
5 控制信道发送部 239。

MRC (Maximal Ratio Combining, 最大比值合并) 系数计算部 236 计算为了对每个副载波的信道估计值进行最大比值合并的 MRC 系数，将该 MRC 系数(系数的大小对应于接收电平)提供给乘法器 237-1 至 237-4。乘法器 237-1 至 237-4 对从 FFT 处理部 234 输出的 FFT 处理后的各个副载波乘以 MRC 系
10 数计算部 236 提供的系数，通过将该乘法结果提供给解扩部 238 来进行 MRC 解扩处理。

另外，控制信道发送部 239 是用来以控制信道发送信道估计部 235 提供的各个副载波的信道估计值，将各个信道估计值提供给发送 RF 部 240。发送 RF 部 240 对各个信道估计值信息进行预定的无线发送处理(例如，D/A 变换
15 和上变频等)，使该无线发送处理后的信号作为无线电信号通过天线 231 发送出去。

在接收了从该接收装置 200 发送出的信号的发送装置 100(图 6)中，接收 RF 部 120 对该接收信号进行预定的无线接收处理(例如，下变频和 A/D 变换等)，将该无线接收处理后的信号提供给控制信道接收部 121-1、
20 121-2、...。控制信道接收部 121-1、121-2、...从接收信号提取出控制信道，将该提取出的控制信道的数据提供给信道信息检测部 122。

信道信息检测部 122 检测从接收装置以控制信道发送的作为反馈信息的各副载波的信道估计值，并将该信道估计值提供给加权系数计算部 123。加权系数计算部 123 按各个副载波以及各个扩频码(各个码片)从信道估计值
25 计算出加权系数，将计算出的加权系数提供给乘法器 114-1 至 114-4。这个加权系数是在接收装置端进行接收信号的 MRC 解扩时能够确保各个扩频码之间的正交性的加权系数。

例如，可以如图 8 所示，按各个副载波以及各个扩频码(各个码片)计算该加权系数。通过在各个扩频处理部 110-1、110-2...的各个乘法器 114-1
30 至 114-4 使上述计算出的加权系数和副载波相乘，按各个副载波以及该每一个副载波的各个扩频码(各个码片)进行加权。

现在说明在加权系数计算部 123 的加权系数计算方法。使用户（接收装置）数为 K，在以本发明的权重向量 w_k 发送 K 个用户分量的发送流 $S_k(t)$ 时，该权重向量 w_k 以下述方式决定。

首先，计算出相对于从传播路径矩阵 A 获得的矩阵 $B = A^H A$ 的固有向量 e_k 。该固有向量 e_k 是满足下式的向量。

$$e_i^H A^H A e_i = \lambda_i \quad (\lambda_k \text{ 是第 } k \text{ 个固有值})$$

$$e_i^H A^H A e_j = 0 \quad (i \neq j)$$

然后，使固有向量 e_k 作为发送权重向量 w_k ，在加权系数计算部 123 进行计算，以该计算出的系数对各个副载波进行加权后发送出去。使用如上述一般的加权系数发送的信号 $x(t)$ 以下式 (1) 表示。

$$x(t) = \sum_{k=1}^K w_k s_k(t) \quad \dots (1)$$

这个时候的接收装置的接收信号向量 $r(t)$ 以下式 (2) 表示。

$$r(t) = A \sum_{k=1}^K w_k s_k(t) + n(t) \quad \dots (2)$$

其中，式 (2) 中的 $n(t)$ 表示噪声。

接着，假设在接收装置的接收时的加权系数为 $(A e_k)^H$ ，则 MRC 处理后的信号 $y(t)$ 以下式 (3) 表示。

$$\begin{aligned} y(t) &= w_k^H A^H A \sum_{m=1}^K w_m s_m(t) + w_k^H A^H n(t) \\ &= \lambda_k s_k(t) + w_k^H A^H n(t) \quad \dots (3) \end{aligned}$$

其中， $w_k^H A^H n(t)$ 表示噪声。该式 (3) 的 $\lambda_k s_k(t)$ 则是目标的发送流。

另外，此时使用下述关系展开算式。

$$e_i^H A^H A e_i = \lambda_i \quad (\lambda_k \text{ 是第 } k \text{ 固有值})$$

$$e_i^H A^H A e_j = 0 \quad (i \neq j)$$

由此能够完全除去来自其他用户的干扰，并能够进行接收 SNR 为最大的接收。

如上述结构的发送装置 100 是如图 9 所示，各个副载波（#1 至 #4）因加权使得发送功率不同，并且，副载波内的各个扩频码（各个用户）的发送功率也因为加权而使得发送功率不同。而且，上述的各个扩频码的加权系数被设定成在接收装置 200 进行 MRC（对于接收电平大的信号乘以大的加权系

数,对于接收电平小的信号则乘以小的加权系数)时能够确保正交性的数值,也就是能够事先补偿在传播路径的正交性的破坏的数值。换言之,即使在接收装置 200 执行 MRC,所使用的加权系数能维持接收信号的大小关系,因此,通过在发送装置 100 事先将补偿正交性的加权系数乘以发送信号能够确保在接收装置 200 的正交性。

在接收装置 200、300、...接收如上述般进行加权的发送数据,通过对该接收信号进行 MRC 解扩,使确保扩频码之间的正交性成为可能。而且,作为 MRC 解扩原本的特性,SNR 也最佳化佳化。

如上所述,根据本实施方式的发送装置 100,通过对解扩后的信号按每个扩频码以码片为单位进行不同的加权后发送,在接收装置端进行 MRC 解扩时能够在确保扩频码之间的正交性的同时获得 SNR 为最佳的接收信号。也就是说,在接收装置能够兼顾到接收信号的 SNR 的最佳化和确保扩频码之间的正交性,从而提高接收性能。

然而,虽然在上述实施方式以进行一对多通信的情况进行说明,但本发明不限于此,也可适用于一对一通信的情况。

另外,本实施方式的发送装置和接收装置适合配备在于移动通信系统中使用的无线通信终端装置和无线通信基站装置。

如上所述,根据本发明,在多载波 CDMA 系统中,除了按各个副载波进行加权,也对每个副载波包含的各个扩频码进行不同的加权,由此能够提高接收装置的接收性能。

本说明书是基于 2002 年 12 月 25 日申请的第 2002—375265 号日本专利,其全部内容包含于此。

工业实用性

本发明适用于在移动通信系统中使用的无线通信终端装置和无线通信基站装置。

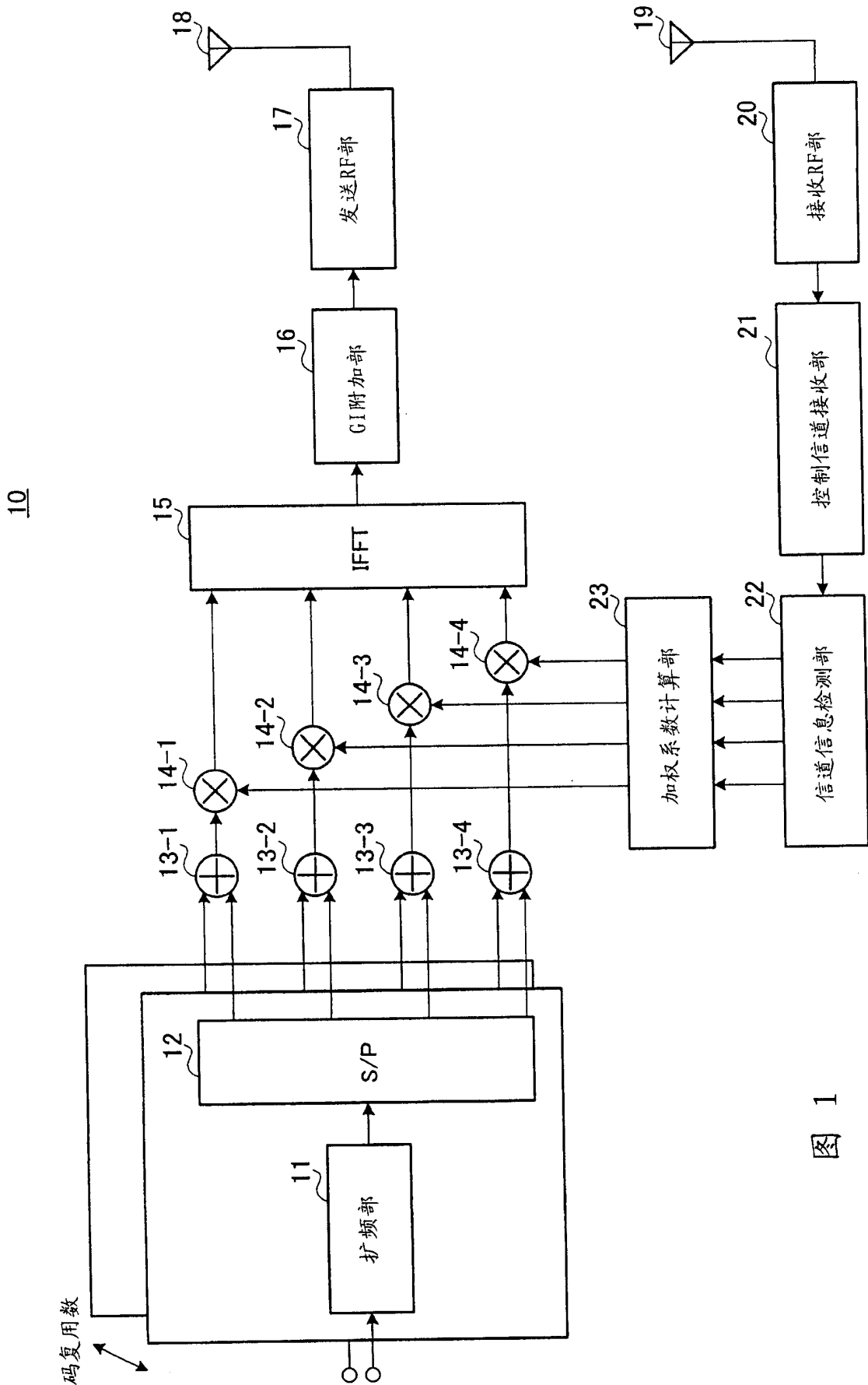


图 1

30

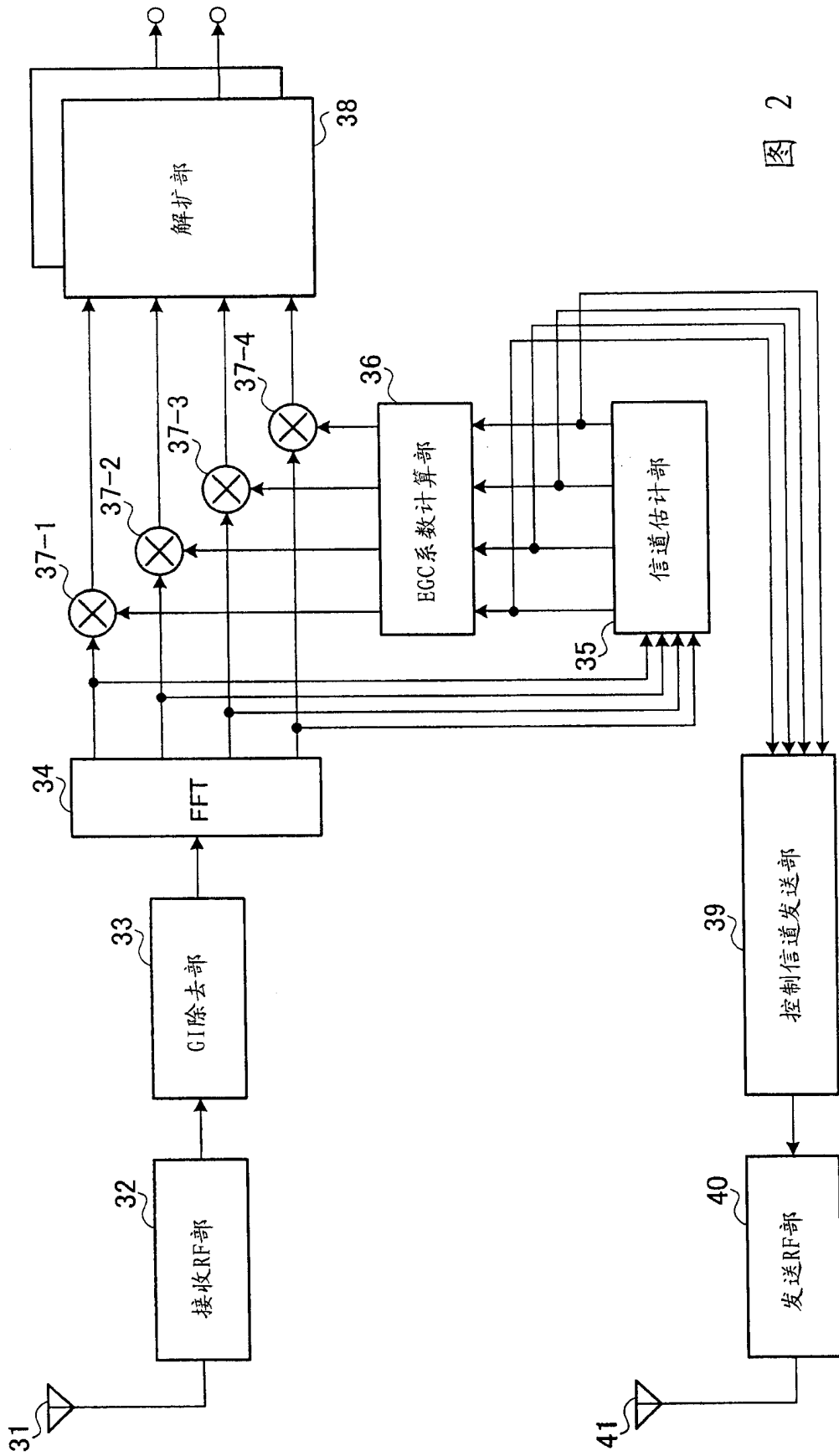


图 2

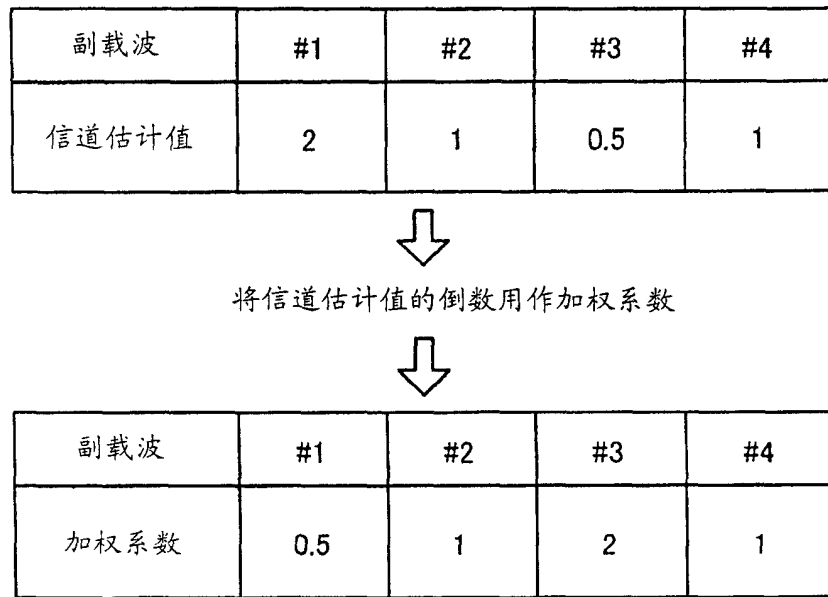


图 3

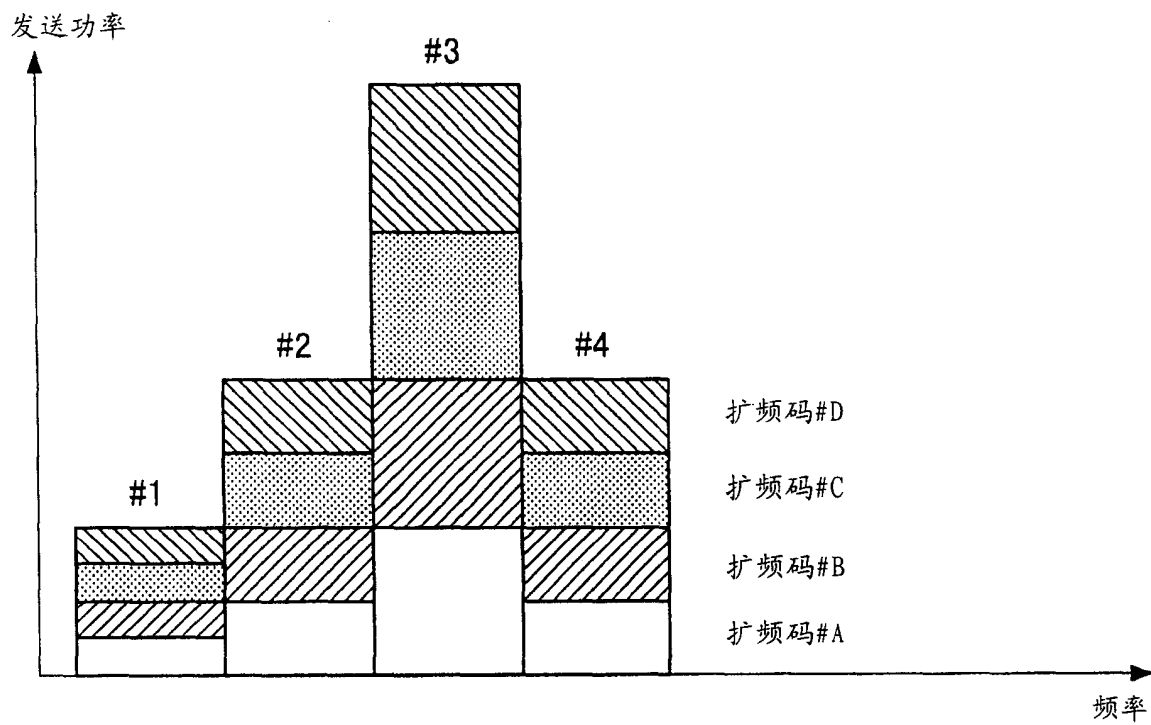


图 4

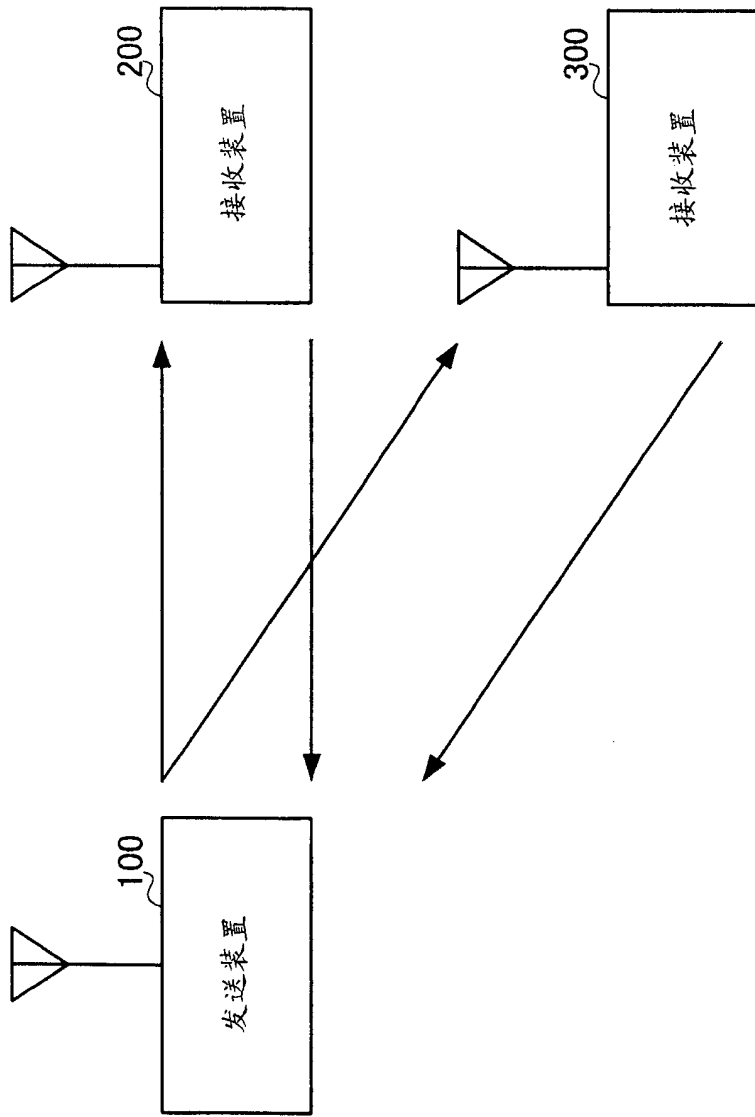


图 5

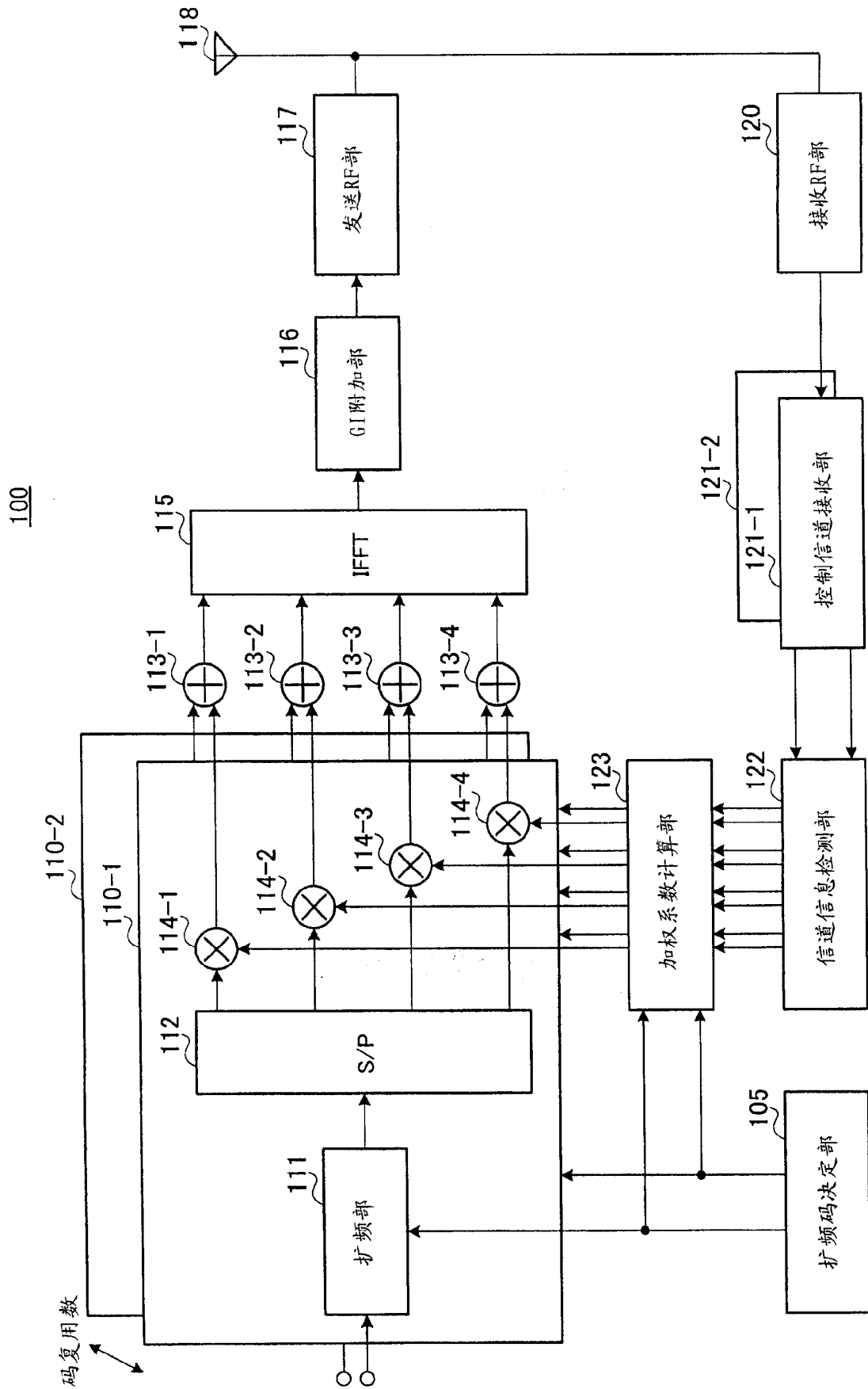


图 6

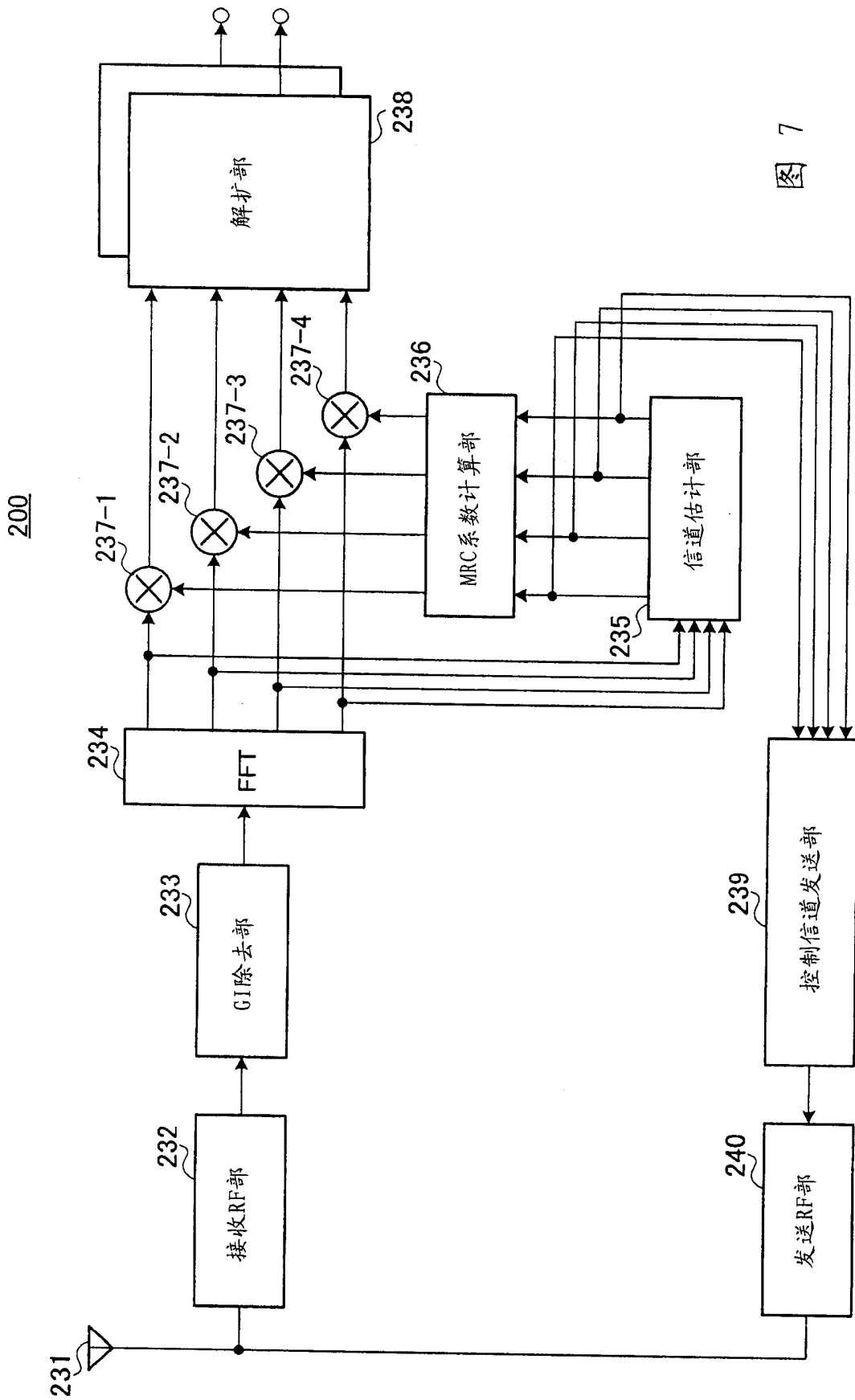


图 7

副载波	#1	#2	#3	#4
码#A	0.8	0.5	0.6	0.7
码#B	0.8	0.5	0.8	0.9
码#C	0.7	0.6	0.6	0.7
码#D	0.9	0.9	0.6	0.5

图 8

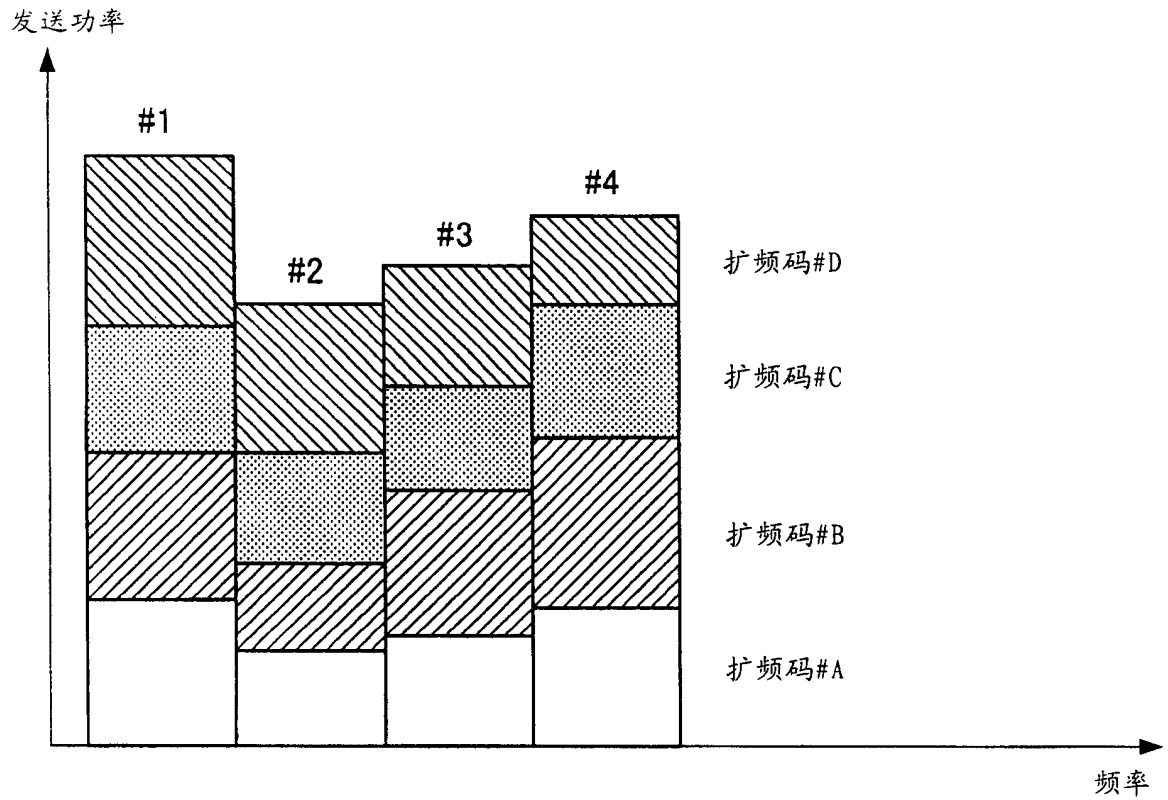


图 9