

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03818139.8

[51] Int. Cl.

H04L 9/12 (2006.01)

H04B 7/08 (2006.01)

H04B 7/10 (2006.01)

H04J 11/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 5 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 100488097C

[22] 申请日 2003.9.12 [21] 申请号 03818139.8

[30] 优先权

[32] 2002.9.19 [33] JP [31] 272534/2002

[32] 2003.8.21 [33] JP [31] 297117/2003

[86] 国际申请 PCT/JP2003/011688 2003.9.12

[87] 国际公布 WO2004/028031 日 2004.4.1

[85] 进入国家阶段日期 2005.1.28

[73] 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 中川洋一 折桥雅之

[56] 参考文献

JP2002-152191A 2002.5.24

US2002/0111142A1 2002.8.15

WO9622643A1 1996.7.25

Co-channel interference suppression assisted adaptive OFDM in interference limited environments. Munster, M. ET AL. Vehicular Technology Conference, 1999. VTC 1999. Fall. IEEE VTS 50th, Vol. 1. 1999

审查员 刘 锋

[74] 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

代理人 郝庆芬

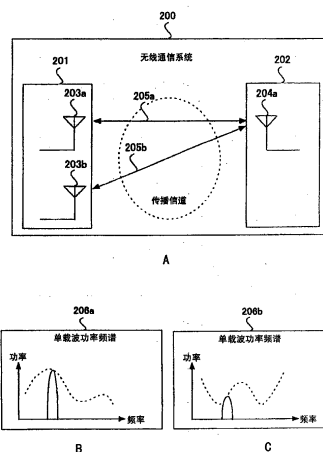
权利要求书 4 页 说明书 36 页 附图 25 页

[54] 发明名称

发送装置、接收装置、无线通信方法和无线通信系统

[57] 摘要

本发明涉及用于在特定的无线基站之间传送隐秘信息的发送装置、接收装置、无线通信系统和无线通信方法。在向无线基站传送发送数据的该无线通信方法中，根据发送数据，通过在发送基站(201)中由多根天线部件(203a、203b)所构成的天线来对接收基站(202)中所推定的传播参数进行控制，并进行数据传送。由此，在传播参数中被附加了特征的信道(205a、205b)可以仅在特定的无线基站之间共用，通过在该传播参数中重叠信号，就可以实现确保高安全性的无线访问。



1. 一种发送装置，其特征在于，具备：

阵列天线，其由接收从无线基站发送出的已知码元的载波调制信号的 M 根天线部件构成，其中， M 是2以上的整数；

基准码元生成单元，其生成提供相位基准的基准码元，该基准码元是与上述已知码元相同的码元；

传播信道推定单元，其根据上述基准码元，由上述天线部件接收到的基带信号，生成作为上述无线基站的发送天线和上述阵列天线之间的复传播信道的推定值的 M 个接收码元；

发送码元计算单元，其从上述 M 个接收码元计算出以 M 个发送码元为一组的多组发送码元矢量，并生成上述多组发送码元矢量构成的参照表；

码元映射单元，其根据发送数据，从上述参照表中选择一组发送码元矢量并生成 M 个发送码元；和

单载波调制单元，其从上述 M 个发送码元生成基带信号。

2. 根据权利要求1所述的发送装置，其特征在于，构成上述阵列天线的上述 M 根天线部件具有相互不同的指向性模式或者相互不同的极化波。

3. 根据权利要求1所述的发送装置，其特征在于，上述发送码元计算单元，生成用于控制上述无线基站中的接收功率和相位中的任何一方的上述多组发送码元矢量。

4. 一种发送装置，其特征在于，具备：

阵列天线，其由接收从无线基站发送出的已知码元的载波调制信号的 M 根天线部件构成，其中， M 是2以上的整数；

基准码元生成单元，其生成提供相位基准的基准码元，该基准码元是与上述已知码元相同的码元；

载波分离单元，其将上述 M 根天线部件接收到的基带信号分离为 N 个副载波，其中， N 是2以上的整数；

传播信道推定单元，在上述载波分离单元将接收到的基带信号分离为 N 个副载波之后，根据上述基准码元生成作为上述无线基站的发送天线和上述

阵列天线之间的复传播信道的推定值的 $M \times N$ 个接收码元;

发送码元计算单元,其从上述 $M \times N$ 个接收码元,按照各自上述 N 个副载波成分,计算出以 M 个发送码元为一组的多组发送码元矢量,并生成由上述多组发送码元矢量构成的参照表;

码元映射单元,其根据发送数据,分别从与 N 个副载波对应的 N 个上述参照表中选择出一组发送码元矢量,并生成 $M \times N$ 个发送码元;和

单载波调制单元,其从上述 $M \times N$ 个发送码元利用上述 N 个副载波成分生成发送基带信号。

5. 根据权利要求4所述的发送装置,其特征在于,构成上述阵列天线的上述 M 根天线部件具有相互不同的指向性模式或者相互不同的极化波。

6. 根据权利要求4所述的发送装置,其特征在于,上述发送码元计算单元,生成用于控制上述无线基站中的接收功率和相位中的任何一方的上述多组发送码元矢量。

7. 一种发送装置,其特征在于,具备:

阵列天线,其由接收从无线基站发送出的已知码元的载波调制信号的 M 根天线部件构成,其中, M 是2以上的整数;

基准码元生成单元,其生成提供相位基准的基准码元,该基准码元是与上述已知码元相同的码元;

传播信道推定单元,对于上述 M 根天线部件接收到的基带信号,在使用 N 个扩散代码进行逆扩散分离之后,根据上述基准码元生成作为复传播信道的推定值的 $M \times N$ 个接收码元,其中, N 是2以上的整数;

发送码元计算单元,其从上述 $M \times N$ 个接收码元,按照各上述 N 个扩散代码,计算出以 M 个发送码元为一组的多组发送码元矢量,并生成由上述多组发送码元矢量构成的参照表;

码元映射单元,其根据包含隐秘信息的发送数据,分别从与 N 个扩散代码对应的 N 个参照表中选择出一组发送码元矢量,并生成 $M \times N$ 个发送码元;和

单载波调制单元,其从上述 $M \times N$ 个发送码元利用上述 N 个扩散代码通过扩散处理生成发送基带信号。

8. 根据权利要求7所述的发送装置, 其特征在于, 构成上述阵列天线的上述M根天线部件具有相互不同的指向性模式或者相互不同的极化波。

9. 根据权利要求7所述的发送装置, 其特征在于, 上述发送码元计算单元, 生成用于控制上述无线基站中的接收功率和相位中的任何一方的上述多组发送码元矢量。

10. 一种无线通信方法, 用来由单载波将发送数据从具有M根天线部件构成的阵列天线的第一无线基站发送到第二无线基站, 其中, M是2以上的整数, 其特征在于, 具有以下步骤:

从第二无线基站向第一无线基站发送双方已知的信息的步骤;

从上述已知的信息和接收到的由第二无线基站发送的信息中推定传播参数, 并生成M个接收信号的步骤, 其中, 该传播参数为仅是在第一无线基站和第二无线基站之间共有的传播信道的参数;

从上述M个接收码元计算出以M个发送码元为一组的多组发送码元矢量, 并生成上述多组发送码元矢量构成的参照表的步骤;

根据上述发送数据, 从上述参照表中选择一组发送码元矢量并生成M个发送码元的步骤;

由上述M个发送码元生成基带信号的步骤;

在第二无线基站计算出从多根天线的接收信号得到的多个传播参数的步骤; 和

根据第二无线基站计算出的多个上述传播参数复原上述发送数据的步骤。

11. 一种无线通信方法, 用来由多载波将发送数据从具有M根天线部件构成的阵列天线的第一无线基站发送到第二无线基站, 其中, M是2以上的整数, 其特征在于, 具有以下步骤:

从第二无线基站向第一无线基站发送双方已知的信息的步骤;

从上述已知的信息和接收到的由第二无线基站发送的信息中按照各N个副载波推定传播参数, 并生成M×N个接收码元的步骤, 其中, N是2以上的整数, 该传播参数为仅是在第一无线基站和第二无线基站之间共有的传播信道的参数;

从上述M×N个接收码元, 按照各N个副载波成分, 计算出以M个发送码

元为一组的多组发送码元矢量，并生成由上述多组发送码元矢量构成的参照表的步骤；

根据上述发送数据，分别从与N个副载波对应的N个上述参照表中选择出一组发送码元矢量，并生成 $M \times N$ 个发送码元的步骤；

从上述 $M \times N$ 个发送码元利用上述N个副载波成分生成发送基带信号的步骤；

在第二无线基站计算出从多根天线的接收信号中得到的多个传播参数的步骤；和

根据第二无线基站计算出的多个上述传播参数复原上述发送数据的步骤。

12. 根据权利要求11所述的无线通信方法，其特征在于，上述第二无线基站，根据从接收信号推定出的传播参数，对每个构成上述多载波的载波复原上述发送数据。

13. 根据权利要求12所述的无线通信方法，其特征在于，构成上述多载波的载波，是在频率空间相互正交构成的OFDM信号，或者在代码空间相互正交构成的CDMA信号。

14. 一种无线通信系统，用于由单载波调制方式将发送数据从具有M根天线部件构成的阵列天线的第一无线基站发送到第二无线基站，其中，M是2以上的整数，其特征在于，具备：

第一无线基站，其具备以下单元：在从第一无线基站向第二无线基站无线传送包含隐秘信息的发送数据的情况下，推定出仅是在第一无线基站和第二无线基站之间共有的传播信道的参数，并生成M个接收信号的传播信道推定单元；从上述M个接收码元计算出以M个发送码元为一组的多组发送码元矢量，并生成上述多组发送码元矢量构成的参照表的发送码元计算单元；根据发送数据，从上述参照表中选择一组发送码元矢量并生成M个发送码元的码元映射单元；和从上述M个发送码元生成基带信号的单载波调制单元；和

第二无线基站，其具备：计算出从多根天线的接收信号中得到的多个传播参数的传播参数推定单元；根据计算出的多个传播参数复原来自上述第一无线基站的发送数据的码元判定单元。

发送装置、接收装置、无线通信方法和无线通信系统

技术领域

本发明涉及用于在特定的无线基站之间传送隐秘信息的发送装置、接收装置、无线通信系统和无线通信方法。

背景技术

近年来，数字无线通信，由于传送速度和传送质量飞跃性地提高，所以在通信领域占据了重要的地位。另一方面，因为在无线通信中利用了作为公共财产的电波空间，所以，从隐秘性方面考虑，存在可能会被第三者接收的根本性缺点。即，总存在被第三者接收了通信内容，会泄漏信息的危险。

因此，在现有的无线通信中，将隐秘信息加密，这样，即使第三者接收到了传送的数据也无法了解该隐秘信息的内容。各种领域都在研究加密，各种领域也在应用加密。这是因为在加密中具有即使不变更无线通信系统也可以确保一定的安全性的优点。

但是，在信息的加密中，存在有这样的问题：如果了解了用于进行加密的代码和加密的过程，就可以比较容易地解读信息。尤其在高速计算机已经普及了的现状下，如果不进行相当复杂的加密处理，则无法确保安全性。

针对加密技术存在的课题，例如在特开2002-152191号公报中，公开了一种关注无线通信的电波传播环境的物理特征的无线通信方法。图23表示上述公报中记载的现有无线通信系统。

在图23中，发送基站2310通过传播环境推定部2311推定出仅在与作为包含隐秘信息的发送数据的发送对象的接收局2320之间共有的无线传播路径2330的环境，考虑该无线传播环境并发送包含隐秘信息的发送数据。由此，因为在与无线传播路径环境不同的其他无线基站中不能对隐秘信息进行接收或者复原，所以可以高安全性传送隐秘信息。

但是，通常，在由于传送速度提高而被宽频带化的无线通信中，给传播路径附加特征的传播参数和天线方向性以及极化波等具有频率特性。因此，

在如上述专利公报中构成的、传送局利用多个天线控制传播参数的无线通信方法中，是以在特定的频带内，即，在天线和传播路径的频率特性被视为相同的范围内控制传播参数为前提。

要解决的问题是，在宽频带的无线通信的情况下，不能有效地活用传播路径和天线的特性。

发明内容

本发明是鉴于上述问题点而形成的，目的在于提供一种在宽频带的无线通信中，使其可成为具有频率特性的传播参数和天线特性本身特定发送信号的信息的、具有高度安全性的传送装置、接收装置、无线发送方法和无线通信系统。

本发明提供了一种发送装置，具有：由接收无限局发送出的已知码元的载波调制信号的 M 根天线部件组成的阵列天线，其中， M 是大于等于2的整数；生成提供相位基准的基准码元的基准码元生成单元，该基准码元是与上述已知码元相同的码元；由天线部件接收到的基带信号，根据基准码元，生成作为上述无线基站的发送天线和阵列天线之间的复传播信道的推定值的 M 个接收码元的传播信道推定单元；从上述 M 个接收码元计算出以 M 个发送码元为一组的多组发送码元矢量，并生成上述多组发送码元矢量构成的参照表的发送码元计算单元；根据发送数据，从上述参照表中选择一组发送码元矢量并生成 M 个发送码元的码元映射单元；以及从上述 M 个发送码元生成基带信号的单载波调制单元。

依据这种结构，在复杂的移动通信的传播环境中，因为可以通过从多根天线的接收信号中得到的信道推定值，给仅在与作为包含隐秘信息的发送数据的发送对象的无线基站之间共有的传播信道特性附加特征，并且根据天线间的信道推定值的相关等发送包含隐秘信息的发送数据，所以，在无线传播环境不同的其他无线基站中不能对隐秘信息进行传送或者复原。结果是，可以根据收发装置的相对位置关系的经常变化的移动通信系统的特征，以高安全性传送隐秘信息。

本发明还提供了一种发送装置，具有：由接收从无线基站发送出的已知码元的载波调制信号的 M 根天线部件构成的阵列天线，其中， M 是大于等于2

的整数；生成提供相位基准的基准码元的基准码元生成单元，该基准码元是与上述已知码元相同的码元；将上述M根天线部件接收到的基带信号分离为N个副载波的载波分离单元，其中，N是2以上的整数；在上述载波分离单元将接收到的基带信号分离为N个副载波之后，根据上述基准码元生成作为上述无线基站的发送天线和上述阵列天线之间的复传播信道的推定值的 $M \times N$ 个接收码元的传播信道推定单元；从上述 $M \times N$ 个接收码元，按照每N个副载波成分，计算出以M个发送码元为一组的多组发送码元矢量，并生成由上述多组发送码元矢量构成的参照表的发送码元计算单元；根据发送数据，分别从与N个副载波对应的N个上述参照表中选择出一组发送码元矢量，并生成 $M \times N$ 个发送码元的码元映射单元；以及从上述 $M \times N$ 个发送码元利用上述N个副载波成分生成发送基带信号的单载波调制单元。

依据这种结构，在复杂的移动通信的传播环境中，因为可以通过在有多根天线中构成多载波的多个副载波成分接收的信号中得到的信道推定值，给仅在与作为包含隐秘信息的发送数据的发送对象的无线基站之间共有的传播信道特性附加特征，并且根据天线间的信道推定值的相关等发送包含隐秘信息的发送数据，所以，在无线传播环境不同的其他无线基站中不能对隐秘信息进行传送或者复原。结果是，在收发装置的相对位置关系经常变化而与此相应传播信道的频率特性也经常变化的移动通信系统中，可以更高的高安全性传送隐秘信息。

另外，依据这种结构，在复杂的移动通信的传播环境中，因为可以通过在每个构成多载波的副载波从接收信号得到的信道推定值，给仅在与作为包含隐秘信息的发送数据的发送对象的无线基站之间共有的传播信道特性附加特征，所以可以同时平行地传送最多个副载波数的数据，并且可以以高安全性在短时间内传送隐秘信息。

本发明还提供了一种发送装置，具有：由接收从无线基站发送出的已知码元的载波调制信号的M根天线部件构成的阵列天线，其中，M是大于等于2的整数；生成提供相位基准的基准码元的基准码元生成单元，该基准码元是与上述已知码元相同的码元；对于上述M根天线部件接收到的基带信号，在使用N个扩散代码进行逆扩散分离之后，根据上述基准码元生成作为复传播

信道的推定值的 $M \times N$ 个接收码元的传播信道推定单元，其中， N 是2以上的整数；从上述 $M \times N$ 个接收码元，按照上述每 N 个扩散代码，计算出以 M 个发送码元为一组的多组发送码元矢量，并生成由上述多组发送码元矢量构成的参照表的发送码元计算单元；根据包含隐秘信息的发送数据，分别从与 N 个扩散代码对应的 N 个参照表中选择出一组发送码元矢量，并生成 $M \times N$ 个发送码元的码元映射单元；以及从上述 $M \times N$ 个发送码元利用上述 N 个扩散代码通过扩散处理生成发送基带信号的单载波调制单元。

依据这种结构，在复杂的移动通信的传播环境中，因为可以通过在每个扩散编码从接收信号得到的信道推定值，给仅在与作为包含隐秘信息的发送数据的发送对象的无线基站之间共有的传播信道特性附加特征，所以可以同时平行地传送最多个扩散编码数的数据，并且可以以高安全性在短时间内传送隐秘信息。

另外，依据这种结构，因为可以通过从多根天线中的接收信号中得到的每个扩散代码的信道推定值，给仅在与作为包含隐秘信息的发送数据的发送对象的无线基站之间共有的传播信道特性附加特征，并且根据天线间的信道推定值的相关等发送包含隐秘信息的发送数据，所以，在无线传播环境不同的其他无线基站中不能传送或者复原隐秘信息。结果是，根据收发装置的相对位置关系的经常变化而与此相应传播信道的频率特性也经常变化的移动通信系统的特征，除了利用扩散代码所得到的隐秘通话性能，还可以利用传播参数的随机性，所以，可以确保更高的安全性。另外，构成本发明的发送装置的阵列天线的 M 根天线部件，具有各不相同的指向性模式或者各不相同的极化波。

由此，因为与作为发送对象的无线基站之间共有的传播信道特性也随构成阵列天线的天线部件的指向性模式发生变化，所以在其他无线基站对隐秘信息进行了接收并复原的情况下，必须要考虑包含了天线指向性模式的传播信道特性，而由第三者复原隐秘信息则变得更加困难，结果，可以以高安全性传送隐秘信息。或者，在相同的天线部件数量下比较可变的指向性模式来改变极化波，这样可以使阵列天线小型化，结果是可以使装置整体小型化。

另外，在本发明的发送装置中，发送码元计算单元，生成用于控制无线

基站中的接收功率和相位中的任何一方的多组发送码元矢量。

依据这种结构，因为在无线基站中只检测出接收功率即可，并且因为作为无线装置的结构非常简单，所以可以以低成本实现确保高度安全性的数据传送。或者，因为在多路传播环境中伴随无线基站的移动而产生的接收信号的相位旋转按照传送波的波长间隔大致为360度，所以，尤其在波长从几十厘米到几厘米的移动电话和无线LAN中，第三者不能根据相位信息对包含有隐秘信息的发送数据进行复原。结果，与通过接收功率进行码元判定的情况相比较，可以以更高的安全性传送隐秘信息。

本发明的接收装置，具有：从接收信号推定出传播参数的传播参数推定单元；根据传播参数复原传送数据的码元判定单元。

另外，本发明的接收装置的接收信号由多载波组成，还具有从上述接收信号中分离出多个副载波的载波分离单元，传播参数推定单元，对每个副载波进行传播参数的推定，码元判定单元对每个副载波从接收信号复原发送数据。

另外，在本发明的接收装置中，副载波，是在频率空间相互正交构成的OFDM信号、和在代码空间相互正交构成的CDMA信号中的任何一方。

另外，在本发明的接收装置中，具有至少一个以上的天线部件所构成的阵列天线，传播参数推定单元对每根天线部件进行传播参数的推定。

另外，本发明的接收装置，具有：通过对接收到的基带信号进行正交检波而生成作为复码元的接收码元的传播参数推定单元；根据预先确定的判断基准，从接收码元复原发送数据的码元判定单元。

依据该结构，根据作为预先确定的判定基准的天线之间的信道推定值的相关等，发送包含隐秘信息的发送数据，由此，在无线基站可以进行接收信号的码元判定，所以，不能在无线传播环境不同的其他无线基站中对隐秘信息进行接收或者复原。结果，通过接收装置的相对位置关系经常发生变化的移动通信系统的特征，可以高安全性传送隐秘信息。

另外，本发明的接收装置的基带信号由多载波组成，并且还具有将基带信号分离为N（N是大于等于2的整数）个副载波成分的载波分离单元，在上述载波分离单元分离为副载波之后，上述传播参数推定单元在每个副载波中生成接收码元。

依据该结构，根据作为预先确定的判定基准的天线之间的信道推定值的相关等，发送包含隐秘信息的发送数据，由此，在无线基站可以进行接收信号的码元判定，所以，不能在无线传播环境不同的其他无线基站中对隐秘信息进行接收或者复原。结果，根据在接收装置的相对位置关系的经常变化而与此相应传播信道的频率特性也经常发生变化的移动通信系统的特征，可以以更高的安全性传送隐秘信息。

另外，本发明的接收装置的码元判定单元，在使用 N （ N 是大于等于2的整数）个扩散代码对基带信号进行了逆扩散处理之后，根据预先确定的判定基准复原发送数据。

依据该结构，根据作为预先确定的判定基准的天线之间的信道推定值的相关等，发送包含隐秘信息的发送数据，由此，在无线基站可进行接收信号的码元判定，所以，不能在无线传播环境不同的其他无线基站中对隐秘信息进行接收或者复原。结果，根据在接收装置的相对位置关系的经常变化而与此相应传播信道的频率特性也经常发生变化的移动通信系统的特征，除了利用扩散代码得到的隐秘通话性能，还可以利用传播参数的随机性，故此，可以确保更高的安全性。

另外，本发明的接收装置的码元判定单元，根据天线的接收功率判定码元。

本发明的无线通信方法，是一种通过单载波将发送数据从具有 M 根天线部件构成的阵列天线的第一无线基站发送到第二无线基站的无线通信方法，其中， M 是大于等于2的整数，本发明的无线通信方法具有以下步骤：从第二无线基站向第一无线基站发送双方已知的信息的步骤；从上述已知的信息和接收到的由第二无线基站发送的信息中推定传播参数，并生成 M 个接收信号的步骤，其中，该传播参数为仅是在第一无线基站和第二无线基站之间共有的传播信道的参数；从上述 M 个接收码元计算出以 M 个发送码元为一组的多组发送码元矢量，并生成上述多组发送码元矢量构成的参照表的步骤；根据上述发送数据，从上述参照表中选择一组发送码元矢量并生成 M 个发送码元的步骤；由上述 M 个发送码元生成基带信号的步骤；在第二无线基站计算出从多根天线的接收信号中得到的多个传播参数的步骤；以及根据第二无线基站计算出的多个传播参数复原发送数据的步骤。

依据该方法,在与第一无线基站之间的传播信道不同的其他无线基站中,就不能复原上述隐秘信息。这是因为,在移动通信中的多路传播环境中,具有观测点不同和传播信道不同的特性,所以,构成传播信道的传播参数形成了仅在第一无线基站和第二无线基站之间共有的信息。进而,因为通过利用多根天线的接收信号得到的多个传播参数来特定发送数据,作为传播参数的判定基准,可以利用特定的天线接收信号,所以可能使调制方式变得更复杂,结果,可以确保更高的安全性。

另外,本发明的无线通信方法,是一种通过多载波将发送数据从具有 M 根天线部件构成的阵列天线的第一无线基站发送到第二无线基站的无线通信方法,其中, M 是大于等于2的整数,本发明的无线通信方法具有以下步骤:从第二无线基站向第一无线基站发送双方已知的信息的步骤;从上述已知的信息和接收到的由第二无线基站发送的信息中按照每 N 个副载波推定传播参数,并生成 $M \times N$ 个接收码元的步骤,其中, N 是大于等于2的整数,该传播参数为仅是在第一无线基站和第二无线基站之间共有的传播信道的参数;从上述 $M \times N$ 个接收码元,按照每 N 个副载波成分,计算出以 M 个发送码元为一组的多组发送码元矢量,并生成由上述多组发送码元矢量构成的参照表的步骤;根据上述发送数据,分别从与 N 个副载波对应的 N 个上述参照表中选择出一组发送码元矢量,并生成 $M \times N$ 个发送码元的步骤;从上述 $M \times N$ 个发送码元利用上述 N 个副载波成分生成发送基带信号的步骤;在第二无线基站中计算出从多根天线的接收信号得到的多个传播参数的步骤;以及根据第二无线基站计算出的多个传播参数复原发送数据的步骤。

另外,在本发明的无线通信方法中,第二无线基站根据在每个构成多载波的载波中从接收信号推定出的传播参数,复原发送数据。

另外,在本发明的无线通信方法中,构成多载波的载波,是在频率空间相互正交构成的OFDM信号,或者在代码空间相互正交构成的CDMA信号。

另外,本发明的无线通信系统,是一种通过单载波调制方式将发送数据从具有 M 根天线部件构成的阵列天线的第一无线基站发送到第二无线基站的无线通信系统,其中, M 是大于等于2的整数,本发明的无线通信系统具备:第一无线基站,该第一无线基站具有:在从第一无线基站向第二无线基站无

线传送包含隐秘信息的发送数据的情况下，推定出仅是在第一无线基站和第二无线基站之间共有的传播信道的参数，并生成M个接收信号的传播信道推定单元；从上述M个接收码元计算出以M个发送码元为一组的多组发送码元矢量，并生成上述多组发送码元矢量构成的参照表的发送码元计算单元；根据发送数据，从上述参照表中选择一组发送码元矢量并生成M个发送码元的码元映射单元；和从上述M个发送码元生成基带信号的单载波调制单元；以及第二无线基站，该第二无线基站具有：计算出从多根天线的接收信号得到的多个传播参数的传播参数推定单元、和根据计算出的多个传播参数复原来自第一无线基站的发送数据的码元判定单元。

如上所述依据本发明，在特定的无线基站之间在宽频带上进行无线通信的情况下，可以实现能以高安全性传送隐秘信息的发送装置、接收装置、无线通信系统和无线通信方法。

附图说明

图1A是表示普通移动通信系统结构的图；

图1B、C是表示构成发送天线和接收天线之间的传播信道的频谱示图；

图2A是表示本发明实施方式1的无线通信系统的结构的图；

图2B、C是表示构成发送天线和接收天线之间的传播信道的频谱的图；

图3是表示本发明实施方式1的发送基站的结构方框图；

图4是表示本发明实施方式1的接收基站的结构方框图；

图5是表示本发明实施方式1的发送基站的码元映射部的结构的方框图；

图6A是表示本发明实施方式2的无线发送系统的结构的方框图；

图6B、C是表示构成发送天线和接收天线之间的传播信道的频谱的图；

图7是表示本发明实施方式2的发送基站的结构方框图；

图8A是表示本发明实施方式3的无线发送系统的结构的方框图；

图8B是表示构成多载波的8个副载波成分的示图；

图8C、D是表示构成发送天线和接收天线之间的传播信道的频谱的示图；

图9是表示本发明实施方式3的发送基站的结构方框图；

图10是表示本发明实施方式3的接收基站的结构方框图；

图11是表示本发明实施方式3的发送基站的码元映射部的结构的方框图；

图12A是表示本发明实施方式4的无线发送系统的结构的方框图；

图12B、C是表示构成发送天线和接收天线之间的传播信道的频谱的图；

图13是表示本发明实施方式4的接收基站的结构方框图；

图14是表示实施方式3的码元判定方法的图；

图15是表示实施方式4的码元判定方法的图；

图16是表示本发明实施方式2的发送基站的结构方框图；

图17是表示本发明实施方式4的接收基站的结构方框图；

图18A、B是表示本发明实施方式1的发送基站的参照表的方框图；

图19是表示本发明实施方式2的发送基站的参照表的示意图；

图20A、B、C是表示本发明实施方式2的已知码元的发送时间的分配方法的示意图；

图21是表示本发明实施方式5的发送基站的结构方框图；

图22是表示本发明实施方式5的接收基站的结构方框图；

图23是表示现有无线通信系统的结构的方框图。

具体实施方式

以下，参考附图对本发明的实施方式进行详细说明。

实施例1

图1A是表示普通移动通信系统100结构的示意图，图1B、C作为构成一根发送天线和两根接收天线之间的传播信道的传播参数的一个例子示出了频谱的例子。

在图1A中，移动通信系统100具有发送天线101、接收天线102a、102b，通过接收天线101和接收天线102a构成传播信道103a，并通过发送天线101和接收天线102b构成传播信道103b。图1B表示接收天线102a观测到的接收信号的频谱104a，图1C表示接收天线102b观测到的接收信号的频谱104b。

如果假设普通的移动电话和无线LAN等电波传播环境作为移动通信系统100，则收发间的相对位置伴随终端和周围物体的移动进行变化，由于传播信道103a、103b变动，频谱104a、104b也发生变动。

这是因为在接收天线102a的天线接收端，由所谓多路传播产生的多个到来波，由于依存于频率的振幅和相位差而被合成，所以，如果传播信道103a

产生变动，与此相应频谱104a也产生变动。

另外，在接收天线102b也与接收天线102a同时进行接收的情况下，在两根接收天线之间的到来波及其振幅和相位差，随天线参数和传播参数的不同而不同。因此，传播信道103a和传播信道103b不同，结果，频谱104a和104b也显示相互不同的特性。

另外，在本发明中，将传播参数定义为包含：对于发送信号和基站发送信号等基准信号的接收信号振幅以及相位所表示的复信道系数；依存于电波的空间传播机制的来自发送天线的发射方向；传播时间和传播距离；向接收天线射入的方向；由于传播造成的功率衰减系数；表示电场方向的极化波。另外，天线参数，包含与所有的指向性模式和极化波以及匹配阻抗等这些普通天线设计相关的设计参数。

另外，在相同频率下传播信道在时间轴上被视为没有变化的情况下，传播路径在收发中确保相反性，所以，即使在图1中将收发做成了相反的结构，也能保存频谱104a、104b的特性。

以下，对有效利用这种移动通信的传播信道特性，并利用了将发送信号重叠在传播参数中的调制方法的无线通信系统进行详细说明。

图2A表示本发明实施方式1的无线通信系统。

在图2A中，无线系统具有发送基站201和接收基站202，并进行使用特定的频带的单载波无线通信。这里，发送基站201可以是单独包含隐秘信息的发送数据的发送方，也可以将接收该隐秘信息的一方称为接收基站202，其分别具有收发两个方面的功能。

另外，发送基站201具有发送基站天线203a、203b，接收基站202具有接收基站天线204a。图2B表示接收基站天线203a和接收基站天线204a之间的传播信道205a的单载波功率频谱206a，图2C表示构成发送基站天线203b和接收基站天线204a之间的传播信道205b的单载波功率频谱206b。

如上所述，功率频谱206a、206b表示相互不同的特性，传播路径不同的其他无线基站推定的频谱当然也具有不同的特性。

接下来，发送基站201的具体结构如图3所示，同时，接收基站202的具体结构如图4所示。

在图4中，已知码元生成单元400，生成发送基站201和接收基站202之间共有的已知码元401，单载波调制单元402将已知的码元401调制为发送基带信号403，频率转换单元404将发送的基带信号403转换为发送的RF信号405，并将天线204a接收到的RF信号转换为基带信号408a。另外，传播参数推定单元409通过正交检波从接收的基带信号408a生成作为复码元的接收码元410a，码元判定单元411根据预先确定的判定基准对接收码元410a进行码元的判定处理。天线204a，将RF信号405作为单载波调制信号406a进行发射，或进行发送。

在图3中，发送基站天线203a和203b不仅接收RF信号还进行发送。另外，频率转换单元301分别将接收的RF信号300a和300b转换为接收的基带信号302a和302b，并且将发送的基带信号317a、317b转换为发送的RF信号318a、318b。

另外，基准码元生成单元303，是生成与已知的码元401相同的码元、提供接收基带信号302a和302b的相位基准的基准码元304。传播信道推定单元305，将接收的基带信号302a、302b作为输入，并根据基准码元304，分别生成作为接收基站天线204a和发送基站天线203a之间的多个传播信道的推定值的接收码元306、作为接收基站天线204a和发送基站天线203b之间的多个传播信道的推定值的接收码元307。

发送码元计算单元308，输入接收码元306、307，计算出以发送基站天线203a、203b两个发送码元为一组的多组发送码元矢量，并生成由该多组发送码元矢量构成的参照表309。以下，对该发送码元矢量和参照表309的生成方法进行详细说明。

首先，以用于控制接收基站202中的接收码元410a的功率的发送基站的天线203a和天线203b两个的发送码元为一组，对多组发送码元矢量的计算方法进行叙述。

这里，分别将接收码元306和接收码元307设为h1和h2，并将表示发送基站天线203a、203b和接收基站天线204a之间的传播信道特征的信道矩阵h定义为表达式1。

$$h=[h1 \quad h2] \quad (1)$$

这里，对矢量h进行奇异值分解（Singular Value Decomposition），则h可

以如表达式2所示。

$$H=U \cdot \Lambda \cdot V \quad (2)$$

这是通过对任意的矩阵进行特异值分解，并表示为三个新的矩阵的积。如果表达式2中考虑h为1行2列的矩阵，则可以考虑U为1行1列的矩阵。这种情况下为1。另外， Λ 是1行2列的矩阵，V是列矢量v1和v2为h的特异矢量的2行2列的矩阵。这些可以分别如表达式3所示。

$$\Lambda=[s \ 0], \quad V=[v1 \ v2] \quad (3)$$

其中，S是标量，v1和v2都是2行1列的矢量。

这里，考虑了发送基站201将v1或v2作为用于通过发送数据选择或者多重化的发送码元矢量，并从发送基站天线203a和203b向接收基站202进行发送的情况。

表达式4表示仅发送v1还是同时多重发送v1和v2的情况下的接收信号。接收码元410a的功率大致等于 $|s|^2$ 。这里，y是接收码元410a，n主要是由于接收机的热噪音产生的噪音成分，C1是在该处理中用于选择发送码元矢量而乘以V的码元选择矢量。

$$y=h \cdot (V \cdot C1)+n=s+n, \quad C1=\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 或者 } \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

同样，表达式5用数学公式表示仅发送v2或是都不发送的情况下的接收信号，接收码元410a的功率大致等于0。其中，除了将码元选择矢量C1变更为C0之外，进行相同的处理。

$$y=h \cdot (V \cdot C0)+n=n, \quad C0=\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \text{ 或者 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

从以上，通过使用码元选择矢量C(C1或者C0)计算出发送码元矢量 $V \cdot C$ ，并发送该发送码元矢量 $V \cdot C$ 作为发送基站天线203a、203b的发送码元，由此，就可以控制接收基站天线204a中的接收码元410a的功率。

例如，在发送信息是通过1和0的1比特的2个值表示的情况下，发送基站201在发送信息是1的时候选择 $V \cdot C1$ ，在发送信息是0的时候选择 $V \cdot C0$ 后进行发送，由此，可以根据接收码元410a的功率进行比特判定。

因此，接收码元计算单元308生成的参照表309为如图18A所示的构成。

另外，在发送基站天线数是3根的情况下，若考虑到信道矩阵h是1行3列，

则可以进行与发送基站天线数是2根的情况相同的处理。在这种情况下， v_1 和 v_2 变为3维的矢量，进而参照表309，如图18B所示，数量仅为天线数增加量的码元选择矢量C的组合增加。

这样，发送码元计算单元308，计算出用于控制接收基站202中的接收码元410a的功率的发送基站天线203a和发送基站天线203b的多组复码元，并生成成为发送码元矢量的参照表309。

码元映射部311从发送表310中计算出接收码元410a的功率在特定阈值以上或者以下的发送码元314和发送码元315的组合。以下，对该码元映射部311的结构和动作进行说明。

图5是表示码元映射部311的结构的方框图。如图5所示，输入发送数据310的码元映射部311由预先存储参照表309的表存储单元312和码元选择单元313构成。

码元选择单元313参照表存储单元312，根据发送数据310选择与发送基站天线203a对应的发送码元314和与发送基站天线203b对应的发送码元315。

接下来，单载波调制单元316输入发送码元314并生成发送的基带信号317a，另外，输入发送码元315并生成发送的基带信号317b。

以下，对如上构成的发送基站201和接收基站202之间进行的无线通信方法进行说明。

首先，接收基站202的已知码元生成单元400生成的已知码元401通过单载波调制单元402被调制为发送的基带信号403。

接下来，被调制的接收的基带信号403通过频率转换单元404被转换为发送的RF信号405，并从天线204a发送单载波调制信号406a。

接下来，该接收基站202发送的已知码元401的单载波调制信号406a被天线203a、203b同时接收，并通过频率转换单元301分别转换为接收的基带信号302a、302b。

接下来，该基带信号302a、302b在传播信道推定单元305中，根据基准码元生成单元303生成的基准码元304被处理，并分别生成作为接收基站天线204a和发送基站天线203a、203b之间的复传播信道的推定值的接收码元306、307。

接下来,该接收码元306、307在发送码元计算单元308中被处理,并计算出对于发送基站天线203a、203b的发送码元矢量。并且,生成由该多组发送码元矢量构成的参照表309。

如上所述,利用已知的码元预先计算出发送基站201和接收基站202之间的传播参数,并在发送基站201中预先存储为参照表。

接下来,发送数据310在码元映射部311中利用该参照表计算出作为与发送数据310的数据列相同的发送码元314和发送码元315的组的接收基站202的接收码元410a的功率变化。

接下来,发送码元314、315在单载波调制单元316中被处理,并生成发送的基带信号317a、317b。

接下来,发送的基带信号317a、317b,在同时通过频率转换单元301被转换为发送的RF信号318a、318b之后,由发送基站天线203a、203b对接收基站202进行发送。

接下来,发送基站201发送的RF信号318a和318b被接收基站天线204a被合成接收,并通过频率转换单元404转换为接收的基带信号408a。

接下来,该基带信号408a在传播参数推定单元409中被处理,并通过正交检波生成接收码元410a。

接下来,在码元判定单元411中根据预先确定的功率阈值对该接收码元410a进行判定,并且得到接收数据412。

这样一来,就复原包含有发送基站201发送出的隐秘信息的发送数据310。

以下,以具体实施例对上述动作进行详细说明。

例如,考虑将发送数据310设为2比特数据系列的10001101,并将该数据系列按照时间系列发送,传送8比特的信息。

首先,在发送基站201的映射部311中,例如在发送数据310是1的情况下,码元选择单元313从表存储单元312中选择接收基站202中的接收码元410a的功率在特定阈值以上的发送码元314和发送码元315的组合。另外,在发送数据310是0的情况下,从表存储单元312中选择接收码元410a的功率在特定阈值以下的发送码元314和发送码元315的组合。

接下来,已选择的发送码元经过调制,从天线203a、203b中被发送出去。

接下来，接收了该码元的接收基站202在码元判定单元411中，判定接收码元410a的功率在特定阈值以上的情况为1，判定在阈值以下的情况为0，并进行解调。并且，如果对应接收数据系列的10001101，按照时间系列判定了接收码元410a的功率与10001101一致，则数据就可以被正确传送。

使以上控制成为可能的是，因为在传播参数可视为固定的情况下，如果使发送天线的指向性参数变化，则在接收天线端到来路径的功率和相位差等变化，所以，与此对应接收信号的功率也产生变化。

亦即，可以改变作为复码元的发送码元314和发送码元315的振幅和相位，就使通过发送基站天线203a和发送基站天线203b形成的合成指向性模式变化。结果，接收基站天线204接收到的接收码元410a的信号功率也产生变化。

进而，功率频谱206a、206b依存于发送基站和接收基站之间构成的传播空间，并被认为是带有收发基站的位置关系的特征。因此，即使是相同发送基站201发出的发送信号，在接收基站202以外的其他接收基站中，也可以在不同的频谱下被观测到。

因此，在通过以上结构，根据接收信号的功率将发送数据310解调的无线通信系统中，第三者很难通过其他接收基站解调或者复原包含隐秘信息的发送数据310，结果，可以以高的安全性传发隐秘信息。

在以上的说明中，虽然作为传播参数对在单载波功率（振幅）上重叠发送数据的码元信息的调制方法进行了叙述，但是也可以是在相位上重叠码元信息。

亦即，在发送码元计算单元308中，也可以是分别将与发送基站天线203a对应的发送码元314和与发送基站天线203b对应的发送码元315作为复码元，并生成用于控制接收基站202中的接收码元410a的相位的发送码元的结构。

并且，传播参数推定单元409推定接收码元410a作为复码元。因此，在码元判定单元411中，在将相位作为判定基准的时候，可以例如将映射接收码元410a的复数平面分为右半部和左半部，并通过码元判定出接收码元410a在哪个区域。

总之，通过预先将复平面上的虚数轴设为相位判定的界限，例如进可以行在接收码元410a处于复平面的右半部的时候判定为1，在左半部的时候判断

为0的码元判定。

在以上的说明中，虽然作为传播参数对在单载波的振幅和相位上重叠发送数据的码元信息的调制方法进行了叙述，但是，另一方面，也可以是在多个单载波之间的振幅和相位的差分值上重叠码元信息。在这种情况下，可以是预先决定作为码元判定基准使用的单载波的方法，也可以是构成由几个单载波形成的多载波的子集的方法。

预先决定作为码元判定基准使用的单载波的方法是，发送基站201将发送码元信息作为接收基站202的天线中的接收信号的振幅或者相位信息进行发送。接收基站202，计算出作为码元判定基准的单载波的振幅或者相位和与其他单载波的振幅或者相位的差分值，利用该结果例如可以通过进行比特判定处理解调发送信息。

另一方面，在由若干个单载波构成的多载波的子集的方法中，发送基站201将发送码元信息作为构成预先确定了多载波子集的单载波之间的相对振幅或者相位信息发送到接收基站202。接收基站202对每个多载波的子集计算出构成该子集的单载波之间的振幅或者相位的差分值，利用该结果可以例如通过比特判定处理来解调发送信息。

另外，在无线通信系统200中的传播信道205a和205b被视为大致固定的电波传播环境中，因为可以利用预先得到的传播信道205a和205b的推定值而生成发送码元的参照表309，所以无需图3所示的传播信道推定单元305就可以简单地构成发送基站201。

另外，因为可以将发送基站201的天线数设定在三根以上来利用多根天线的组合，所以第三者很难通过其他接收基站对包含隐秘信息的发送数据310进行解调或者复原，另外，如果发送基站天线203a和天线203b具有相互不同的指向性模式或极化波，则由于第三者更难推定功率频谱206a、206b，所以可以确保更高的安全性。

另外，作为发送基站得到下行线路的信道状态信息的方法，是在无线线路的上行和下行中使用相同频率载波的TDD中，可以根据信道的双向性(reciprocity)，可使用自接收基站的上行线路在发送基站进行信道状态信息的推定或者测定，本发明的实施例1与其类似。

但是,另一方面,因为即使在上行和下行中使用不同频率载波的FDD中,也可以在接收基站中对下行的信道状态信息进行推定和测定,并可以通过将该结果通知发送基站,在发送基站中得到下行的正确信道状态信息,所以本发明的适用范围并不限于采用TDD的无线通信系统。

实施例2

利用附图对本实施例进行说明。

图6A表示本发明实施方式2的无线发送系统600,除了接收基站601不仅具有接收基站天线204a还具有接收基站天线204b以外,与实施例1的无线通信系统200的结构大致相同。

图6B表示构成发送天线203a和接收天线204b之间的传播信道205c的单载波电频206c,图6C表示构成发送基站天线203b和接收基站天线204b之间的传播信道205d的单载波电频206d。

图7是表示发送基站601的具体结构的方框图。在图7中,已知的码元生成单元400在生成已知码元401的同时,还生成确定时隙的定时的基准时钟信号700。

频率转换单元404,与时隙T1、T2同步来切换接收基站天线204a和接收基站天线204b。由此,例如,在时隙T1中从接收基站天线204a将发送的RF信号作为单载波调制信号406a进行发送,在时隙T2中从接收基站天线204b将同样发送RF信号作为单载波调制信号406b进行发送。

图16是表示本实施例的发送基站201的结构的方框图。

发送基站201在以下两方面与实施例1不同,即:基准码元生成单元303生成确定时隙T1和T2的定时的基准时钟信号701,并在各个定时产生两种基准码元;传播信道推定单元305在各个定时从基带信号生成接收码元。

以下,对在如上构成的发送基站201和接收基站601之间进行的无线通信方法进行说明。

首先,接收基站601的已知码元生成单元400生成的已知码元401,被单载波调制单元402调制为发送的基带信号403。

接下来,已被调制的发送基带信号403,以已知码元生成单元400生成的基准时钟信号700的定时,在频率转换单元404中被转换为发送的RF信号407a、

407b。并且，单载波调制信号406a、406b用各自不同的时隙T1和T2，分别从天线204a、204b被发送出来。

接下来，从接收基站天线204a发送出的单载波调制信号406a和从接收基站天线204b发送出的单载波调制信号406b，被发送基站201的接收基站天线203a和203b接收。

接下来，在频率转换单元301中，从已被接收的接收RF信号300a和300b中分离出单载波调制信号406a的接收信号和单载波调制信号406b的接收信号。由此，在每个时隙生成与发送基站天线203a和203b对应的接收的基带信号302a和302b，并输出到传播信道推定单元305中。

接下来，该基带信号302a和302b在传播信道推定单元305中，在时隙T1下，根据基准码元生成单元303发出的基准码元304被处理，并且分别生成作为接收天线204a和接收基站天线203a之间的多传播信道的推定值的接收码元306a、作为接收天线204a和接收基站天线203b之间的多传播信道的推定值的接收码元307a。另外，在时隙T2下，同样根据基准码元304，生成作为接收天线204b和接收基站天线203a之间的多传播信道的推定值的接收码元306b、作为接收天线204b和接收基站天线203b之间的多传播信道的推定值的接收码元307b。

接下来，从接收基站天线204a的接收信号中推定出的接收码元306a和307a、从接收基站天线204b的接收信号中推定出的接收码元306b和307b在发送码元计算单元308中被处理，与实施例1相同，计算出以发送基站天线203a和发送基站天线203b的两个发送码元为一组的多组接收码元矢量。并且，生成由该多组发送码元矢量构成的参照表309。

这里，在发送基站201的发送码元计算单元308中，对与假设的发送数据310的码元信息对应的参照表309的计算方法进行详细说明。

以发送码元计算单元308中的发送码元的计算方法为例，以下，对作为自适应阵列天线的加权系数计算法使用了通常所使用的MMSE (Minimum Mean Square Error) 法[B. Widrow, P. E. Mantey, L. J. Griffiths, and B. B. Goode, "Adaptive Antenna Systems", Proc. IEEE, vol.55, no.12, pp.2143-2158, Dec. 1967.]和Zero-forcing法[J. G. Proakis, Digital Communications, 3rd Edition,

McGraw-Hill, New York, 1995.]的情况进行说明。

在使用MMSE法的情况下，例如将接收基站天线204b考虑为干涉信号源来计算出针对发送基站天线203a和203b的加权系数。并且，通过利用该加权系数作为直接发送码元，在接收基站601中可以进行使接收基站天线204a中的接收信号的功率为最大的控制。

另外，在使用Zero-forcing法的情况下，相反地，将接收基站天线204a考虑为干涉信号源，计算出针对发送基站天线203a和203b的加权系数。并且，通过利用该加权系数作为直接发送码元，在接收基站601中可以进行使接收基站天线204a中的接收信号的功率为最小的控制。

以下，对利用Zero-forcing法的发送码元的计算方法和参照表309的生成方法进行详细说明。

首先，以针对用于控制接收基站601中的接收码元410a和410b的功率的发送基站天线203a和发送基站天线203b的两个发送码元为一组，对多组发送码元矢量的计算方法进行叙述。

这里，如表达式6所示，分别设接收码元306a和接收码元307a为h11和h12，并且分别设接收码元306b和接收码元307b为h21和h22，定义表示发送基站天线203a和203b以及接收基站天线204a之间的传播信道特性的信道矩阵H。

$$H = \begin{bmatrix} h11 & h12 \\ h21 & h22 \end{bmatrix} \quad (6)$$

接下来，求得矩阵H的伪逆矩阵（Moore-Penrose矩阵）并将其设为H⁺的时候，具有表达式7所示的特征。

这里，H⁺是2行2列的矩阵，J是对角要素为S1和S2、其他都为零的单位矩阵。

$$H \bullet H^+ = J = \begin{bmatrix} s1 & 0 \\ 0 & s2 \end{bmatrix} \quad (7)$$

其中，在存在H的逆矩阵的情况下，s1和s2都为1。进而，令构成H⁺的列矢量为w1和w2，则如表达式8所示。

$$H^+ = [w1 \quad w2] \quad (8)$$

这里，考虑发送基站201，将w1或w2作为用于根据发送数据选择或者多重化的发送码元矢量，使用发送基站天线203a和203b对接收基站601进行发送

的情况。

根据表达式7和表达式8，若用数学式表示仅用w1进行发送情况下的接收信号，则形成表达式9，接收码元410a的功率大致等于 $|s1|^2$ ，另一方面，接收码元410b的功率大致等于零。

$$y = \begin{bmatrix} y1 \\ y2 \end{bmatrix} = H \cdot (H^+ \cdot C10) + n = \begin{bmatrix} s1 \\ 0 \end{bmatrix} + n, C10 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (9)$$

这里，y1是接收码元410a，y2是接收码元410b，n主要是接收机的热噪音产生的噪音成分矢量，C10是为了在该处理中选择发送码元矢量而乘以H的码元选择矢量。

另外，若用数学式表示仅通过w2进行发送情况下的接收信号，则形成表达式10，接收码元410a的功率大致等于零，另一方面，接收码元410b的功率大致等于 $|s2|^2$ 。

$$y = \begin{bmatrix} y1 \\ y2 \end{bmatrix} = H \cdot (H^+ \cdot C01) + n = \begin{bmatrix} 0 \\ s2 \end{bmatrix} + n, C01 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (10)$$

这里，C01是为了在该处理中选择发送码元矢量而乘以H的码元选择矢量。

进而，若用数学式表示将w1和w2矢量多重化并发送的情况下的接收信号，则形成表达式11，接收码元410a的功率大致等于 $|s1|^2$ ，另一方面，接收码元410b的功率大致等于 $|s2|^2$ 。

$$y = \begin{bmatrix} y1 \\ y2 \end{bmatrix} = H \cdot (H^+ \cdot C11) + n = \begin{bmatrix} s1 \\ s2 \end{bmatrix} + n, C11 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (11)$$

这里，C11是为了在该处理中选择发送码元矢量而乘以H的码元选择矢量。

另外，不共同发送w1和w2情况下的接收信号，如表达式12，当然，接收码元410a和410b的功率大致都等于零。

$$y = \begin{bmatrix} y1 \\ y2 \end{bmatrix} = H \cdot (H^+ \cdot C00) + n = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} + n, C00 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (12)$$

这里，C00是为了在该处理中选择发送码元矢量而乘以H的码元选择矢量。

由以上所述，利用码元选择矢量C（C10、C01、C11、C00）计算发送码

元矢量 $H^+ \cdot C$ ，通过将该发送码元矢量 $H^+ \cdot C$ 作为发送基站天线203a和203b的发送码元来发送，可以控制接收基站天线204a中的接收码元410a的功率。

例如，用10、01、11、00等2比特的4个值表示发送信息的情况下，发送基站201，在发送比特是1的时候选择 $H^+ \cdot C0$ ，在发送比特是0的时候选择 $H^+ \cdot C1$ 来进行发送，由此，在接受基站就可以根据接收码元410a的功率进行比特判定。

因此，发送码元计算单元308生成的参照表309，为图19所示的结构。

另外，在发送基站天线数是3的情况下，如果考虑信道矩阵H是2行3列，则可以进行与发送基站天线数是2的情况下相同的处理，但是由于H+是2行3列的矩阵，所以w1和w2分别形成三维矢量。

这样一来，两者使用已知的码元预先计算出发送基站201和接收基站601之间的传播参数，并作为参照表来存储。

接下来，发送数据310在码元映射部311中使用该参照表，接收基站601中的接收码元410a的功率变化，被作为与发送数据310的数据列相同的接收码元314和接收码元315的组合被计算出来。

接下来，发送码元314、315在单载波调制单元316中被处理，并生成发送的基带信号317a、317b。

接下来，发送的基带信号317a、317b，在同时被频率转换单元301转换为发送的RF信号318a、318b之后，通过发送基站天线203a、203b被发送到接收基站601。

接下来，发送基站201发送出的RF信号318a和318b，被接收基站天线204a合成并接收，并被频率转换单元404转换为接收的基带信号408a。另一方面，在接收基站天线204b中，也同样地，合成并接收RF信号318a和318b，并被频率转换单元404转换为接收的基带信号408b。

接下来，该基带信号408a在传播参数推定单元409中被正交检波，生成作为复码元的接收码元410a。基带信号408b也同样在传播参数推定单元409中被正交检波，生成作为复码元的接收码元410b。

接下来，该接收码元410a和410b在码元判定单元411中，计算出他们的功率差，并根据预先确定的阈值判定该功率差。即，根据功率差在阈值以上还

是以下判定出码元是1还是0。其结果，作为接收数据412被输出。

这样一来，包含从发送基站201发送出的隐秘信息的发送数据310被复原。

因此，在发送数据310根据接收基站天线204a和204b的天线之间的相对接收功率差而被解调的无线通信系统中，第三者为了通过其他接收基站对包含隐秘信息的发送数据310进行解调或者复原，就必须完全确定在接收基站601的两根天线和发送基站201的两根天线之间构成的四个传播信道。因此，本实施例可以更高的安全性传送隐秘信息。

另外，在接收基站601中，虽然采用了已知码元401的单载波调制信号406，使用各自不同的时隙T1和T2从接收基站天线204a和204b分别被发送的结构，但是并不限于此，也可以采用：利用代码相互正交的已知码元P1和P2，以相同时隙从接收基站天线204a发送已知码元P1，从接收基站天线204b发送已知码元P2的结构。

在这种情况下，在发送基站201中，基准码元生成单元303生成与已知码元P1相同的码元的基准码元304a、与已知码元P2相同的码元的基准码元304b。并且，传播信道推定单元305，输入接收的基带信号302a和302b，并根据基准码元304a生成作为接收基站天线204a和接收基站天线203a之间的复传播信道的推定值的接收信号306a、作为接收基站天线204a和接收基站天线203b之间的复传播信道的推定值的接收信号307b。

图20A~C是表示已知码元401和已知码元P1或者P2的发送时间的分配方法的示图。图20A表示按照时间分割从两根接收天线204a和204b发送已知码元401的情况下的例子。例如，已知码元401在T1的时间从接收天线204a中发送，在T2的时间从接收天线204b中发送。此时，将从两个天线发送出已知码元401所需的时间设为TR。

另外，图20B表示在TR的时间内，从接收天线204a和204b中同时分别多重发送码元相互正交的已知码元P1和P2的情况的例子。

进而，利用图20C，对移动电话所代表的蜂窝的TDMA（时分多址）方式和WLAN的频率检测连接（载波检测接入）方式等多个信道相互时间分摊而确保连接的无线通信系统中，发送上述已知码元所必需的时间TR的分配方法进行说明。

在图20C中，TD1和TD2分别表示分配给了不同通信信道的时间，通常，根据于发送数据系列的长度，TD1和TD2可变。进而，TD1和TD2占有的时间也不一定要按照周期分配。因此，发送已知码元的时间TR通过预先确定利用TD1和TD2没有占有的时间，可以发送基站601在TD1和TD2没有占有的时间内在适当的计时下分配TR，发送已知数据。

另外，因为通过将接收基站601的天线数设在三根以上可以利用更多的天线组合，所以第三者就更能通过其他接收基站对包含隐秘信息的发送数据310进行解调或者复原，进而可以确保更高的安全性。

实施例3

图8A是表示本实施例中的无线通信系统800的图。在图8A中，无线通信系统800在具有发送基站801和接收基站802，并进行OFDM等为代表的多载波无线通信的方面与实施例1的无线通信系统不同。

图8B表示构成多载波的8根副载波成分803a~803h，图8C表示发送基站天线203a和接收基站天线204a之间的传播信道205a的多载波功率频谱804a，图8D表示接收基站天线203b和接收基站天线204a之间的传播信道205b的多载波电频804b。另外，从每个副载波成分的传播信道推定值中求出的功率频谱804a、804b构成了多载波整体的频谱。但是，副载波数不仅限于8个，这里是为了说明本实施例的便利而是用8根副载波结构。

如实施例1所述，多载波功率频谱804a和多载波功率频谱804b表示相互不同的特性，进而传播路不同的其他无线基站推定出的多载波的频谱当然也具有不同特性。

接下来，将发送基站801的具体结构表示在图9和图11的同时，图10表示接收基站802的具体结构。

在图10中，已知的码元生成单元1000对副载波成分803a~803h中的每个都生成发送基站801和接收基站802之间共有的已知码元1001，多载波调制单元1002，利用副载波803a~803h将已知码元1001调制为发送的基带信号1003，频率转换单元1004将发送的基带信号1003转换为发送的RF信号。船舶参数推定单元1009，通过正交检波将接收的基带信号1008a生成作为复码元的接收码元1010a~1010h，码元判定单元1011，根据预先确定的判定基准对接收码元

1010a~1010h进行码元的判定处理,天线204a发送RF信号1005作为多载波调制信号1006a。

在图9中,发送基站801的发送基站天线203a和203b不仅同时对接收基站802发送的RF信号进行接收,还进行发送,频率转换单元901分别将接收的RF信号900a、900b转换为接收的基带信号902a和902b。

另外,基准码元生成单元903是与已知的码元1001相同的码元,并生成带有接收基带信号902a和902b的相位基准的基准码元904,载波分离单元920通过高速傅立叶转换(FFT)处理和频带限制过滤处理将接收的基带信号902a和902b分离为8个接收码元803a~803h,传播信道推定单元905根据基准码元904生成作为接收基站天线204a和发送基站天线203a之间的复传播信道的推定值的8个接收码元907a~907h。

发送码元计算单元908a~908h与8个副载波成分803a~803h附加了对应关系。

该发送码元计算单元908a~908h计算出以发送基站天线203a和发送基站天线203b的两个发送码元为一组的多组发送码元矢量,并生成由每个副载波成分803a~803h中计算出的、该多组发送码元矢量构成的8个参照表909a~909h。例如,与副载波成分803a对应的码元计算单元908a与实施例1相同,从与副载波成分803a对应的接收码元906a、907a中计算出用于控制接收基站802中的接收码元1010a的功率的发送基站天线203a和发送基站天线203b的多组复码元,并生成参照表909a。对于所有的副载波成分进行该处理,并生成发送码元的参照表909a~909h。

串行/并行转换单元911对每个副载波成分都将发送数据系列910进行并行转换。

码元映射部913,从发送数据912a~912h中计算出接收基站802的接收码元1010a~1010h的功率在特定阈值以上或者以下的发送码元916a~916h和发送码元917a~917h的组合。以下,对该码元映射部913的结构进行说明。

图11是表示码元映射部913的结构方框图。

在图11中,码元映射部913,由预先存储了参照表909a~909h的表存储单元914a~914h和码元选择单元915a~915h构成。

码元选择单元915a~915h, 根据发送数据912a~912h对每一个副载波成分803a~803h参照表存储单元914a~914h, 选择与发送基站天线203a对应的发送码元916a~916h和与发送基站天线203b对应的发送码元917a~917h。

接下来, 多载波调制单元918, 输入发送码元916a~916h, 使用8个副载波成分803a~803h并生成发送的基带信号919a, 另外, 输入发送码元917a~917h, 使用8个副载波成分803a~803h并生成发送的基带信号919b。

以下, 对以上构成的发送基站801和接收基站802之间进行的无线通信方法进行说明。

首先, 通过接收基站802的已知码元生成单元1000在每一个副载波成分803a~803h中生成的已知码元1001, 被多载波调制单元1002调制为发送的基带信号1003。

接下来, 已被调制的发送的基带信号1003, 被频率转换单元1004转换为发送的RF信号1005, 并从天线204a中作为多载波调制信号1006a发送出去。

接下来, 由该接收基站802发送出的已知码元1001的多载波调制信号1006a同时被发送基站801的天线203a、203b接收, 并通过频率转换单元901分别转换为接收的基带信号902a、902b。

接下来, 该基带信号902a、902b被载波分离单元920分离为8个副载波成分803a~803h。并且, 在传播信道推定单元905中, 分别生成根据基准码元生成单元903生成的基准码元904被处理的、作为接收基站天线204a和发送基站天线203a、203b之间的复传播信道的推定值的、8个接收码元906a~906h和907a~907h。

接下来, 在发送码元计算单元908a~908h中处理该接收码元906a~906h和907a~907h, 并计算出针对发送天线203a、203b的多组发送码元矢量。并且, 生成由该多组发送码元矢量构成的8个参照表909a~909h。

这样一来, 发送基站801和接收基站802之间的传播参数是预先使用已知的码元被计算出来, 并作为参照表存储。

在这种状态下, 希望隐秘的发送数据910首先被串行/并行转换单元911进行并行转换, 然后输入到码元映射部913中。

接下来, 被分离为8个的发送信号912a~912h, 在码元映射部913中, 利用

参照表，作为与发送数据910的数据列相同的发送码元916a和发送码元917a的组合、以至发送码元916h和发送码元917h的8个组合，计算出接收基站802进行的接收码元1010a~1010h的功率变化。

接下来，发送码元916a~916h、917a~917h，在多载波调制单元918中被处理，并生成发送的基带信号919a、919b。

接下来，发送的基带信号919a在被频率转换单元901转换为发送的RF信号900a之后，被发送基站天线203a发送到接收基站802中。

接下来，在接收基站802中，被接收基站801的发送基站天线203a发送的发送RF信号900a和被发送天线203b发送的发送RF信号900b被接收基站天线204a合成后接收。该接收的RF信号1005被频率转换单元1004转换为接收的基带信号1008。

该基带信号1008a，在载波分离单元1020中，在进行了高速傅立叶转换（FFT）或者频带限制过滤处理之后，通过正交检波被分离为8个副载波成分803a~803h。

接下来，在传播参数推定单元1009中，从副载波成分中分离出的信号1021a~1021b中检测并生成作为复码元的接收码元1010a~1010h。

接下来，在码元判定单元1011中，根据预先确定的判定基准，对生成的接收码元1010a~1010h进行码元的判定处理，并生成接收数据1012a~1012h。

接下来，在串行/并行转换单元1013中，将该接收数据1012a~1012h转换为作为串行的数据系列的接收数据系列1014，并对发送基站801发送出的包含隐秘信息的发送数据系列910进行复原。

利用图14对以上动作进行具体说明。

例如，将发送数据系列910用2比特数据系列设为“10001101”，对应副载波成分将该数据系列依序分配，并传送8比特的信息。

首先，例如在发送数据912a是1的情况下，在发送基站801的码元映射部913中，码元选择单元915a从表存储单元914a中选择接收基站802中的接收码元1010a的功率在特定阈值以上的发送码元916a和发送码元917a的组合。另外，在发送数据912a是0的情况下，选择接收码元1010a的功率在特定阈值1401以上的发送码元916a和发送码元917a的组合。

接下来，已选择的发送码元被调制之后，从天线203a、203b中发送出去。

接下来，在接收了该发送码元的接收基站的码元判定单元1011中，从接收的基带信号1008中分离为8个副载波成分803a~803h的接收码元1010a~1010h的每个码元功率，在特定的功率阈值1400以上的情况下被判断为1，在阈值以下的情况下被判断为0，并对其进行解调。并且，对应发送数据系列的10001101，如果接收码元的1010a~1010h的功率判断结果与10001101一致，则数据被正确传送。

使这种控制成为可能是，因为如果使发送天线的指向性模式变化，则在接收天线端到来路径的功率和相位差等发生变化，与此对应，接收信号的多载波功率频谱也发生变化。

亦即，作为复码元的发送码元916a~916h和发送码元917a~917h的振幅和相位可变，会使发送基站天线203a和203b形成的合成指向性模式变化，所以接收基站天线204a接收的接收码元1010a~1010h的信号功率也发生变化。

进而，多载波功率频谱804a和804b依存于发送基站和接收基站之间构成的传播空间，附加有接收基站和发送基站的位置关系的特征。因此，即使是相同发送基站801发送出的发送信号，在接收基站802以外的其他接收基站中，也可以观测到接收基站802中的多载波功率频谱804a和804b为不同的频谱。

因此，在本实施例中，第三者很难通过其他接收基站对包含隐秘信息的发送数据系列910进行解调或者复原。

另外，在发送码元计算单元908a~908h中，与发送基站天线203a对应的发送码元916a~916h和发送基站天线203b对应的发送码元917a~917h分别是复码元。并且，在上述实施例中，对求出用于使该振幅可变并且控制接收基站802中的接收码元1010a~1010h的功率的发送码元的情况进行说明。但是，并不限于此，也可以是生成发送码元计算单元908a~908h用于控制接收基站802中的接收码元1010a~1010h的相位的发送码元的结构。

在这种情况下，传播参数推定单元1009分别将接收码元1010a~1010h作为复码元来进行推定。因此，在码元判定单元1001中，例如将接收码元1010a~1010h作为与基准码元的相位差映射在复平面上，将该复平面分为右半部和左半部，可以通过接收码元1010a~1010h处于哪个区域来进行码元判定。

总之，通过预先将复平面上的虚数轴设为相位判断的界限，例如可以进行在接收码元1010a~1010h处于复平面上的右半部的时候判定为1，在处于左半部的时候判定为0的码元判定。

该实施例的无线通信系统800因为在第三者将要特定发送数据系列的情况下，必须在所有多个副载波成分中正确推定发送基站801和接收基站802的传播信道，所以比较单载波的无线通信系统，可以以更高的安全性进行数据传送。

另外，在以上的说明中，虽然叙述了假设OFDM所代表的频率多重化方式的无线通信系统的构成，不过，通过将OFDM的载波成分与CDMA的扩散代码附加对应关系，来利用与本实施例相同结构的无线通信系统，也可以适用于CDMA。

另外，在假设使用了频谱扩散调制方式的CDMA的情况下，本实施例的无线通信系统将副载波成分803a~803h置换为扩散代码C1~C8。以下，对此时的动作进行说明。

首先，在接收基站802中，多载波调制单元1002通过扩散代码C1~C8扩散已知的码元1001并生成发送的基带信号1003，然后通过接收基站天线204a进行发送。

接下来，在发送基站801中，传播信道推定单元905在利用8个扩散代码C1~C8对接收的基带信号902a和902b进行逆扩散处理之后，根据基准码元904生成作为接收基站天线204a和发送基站天线203a之间的复传播信道的推定值的8个接收码元906a~906h、作为接收基站天线204a和发送基站天线203b之间的复传播信道的推定值的8个接收码元907a~907h。

接下来，在发送码元计算单元908a~908h中，从接收码元906a~906h、907a~907h计算出以接收基站天线203a和接收基站天线203b的两个发送码元为一组的多组发送码元矢量，并生成从扩散代码C1~C8中的每一个计算出的该多组发送码元矢量构成的8个参照表909a~909h。

这样一来，预先利用两者已知的码元计算出发送基站801和接收基站802之间的传播参数，然后存储为参照表。

接下来，在设扩散代码数为8的情况下，在串行/并行转换单元911中将发

送数据910进行并行转换，并且可以每8个数据地对发送数据系列910进行缓存。该发送数据912a~912h被并行地输出到码元映射部913中。

接下来，在码元映射部913中，发送数据912a~912h利用参照表计算出接收基站802中的接收码元1010a~1010h的功率变化作为与发送数据910的数据列相同的发送码元916a和发送码元917a的组合乃至发送码元916h和发送码元917h的组合。

接下来，在多载波调制单元918中，发送码元916a~916h通过利用8个扩散代码C1~C8的扩散处理生成发送基带信号919a并从发送基站天线203a中被发送出去。同样，发送码元917a~917h通过利用8个扩散代码C1~C8的扩散处理生成发送基带信号919b并从发送基站天线203b中被发送出去。

接下来，在接收基站802中，在传播参数推定单元1009中，天线204a接收到的信号对接收的基带信号1008进行使用8个扩散代码C1~C8的逆扩散处理。之后，生成通过正交检波对8个扩散代码C1~C8进行分离之后检测出的作为复码元的接收码元1010a~1010h。

接下来，在码元判定单元1011中，从接收码元1010a~1010h中复原包含以及信息的发送数据系列910。

在利用如上的CDMA的无线通信系统中，除了通过利用扩散代码得到了隐秘对话性能，还可以通过使用利用传播参数的随机性的调制方式可以确保更高的安全性。

另外，在无线通信系统800中的传播信道205a、205b被视为大致固定的电波传播环境中，可以利用预先得到的传播信道205a和205b的推定值，生成发送码元的参照表909a~909h。在这种情况下，可以无需图9所示的传播信道推定单元905而简单地构成发送基站801。

另外，因为通过将发送基站801的天线数设定在3根以上可以利用多根天线的组合，所以第三者很难通过其他接收基站对包含隐秘信息的发送数据系列910进行解调或者复原。进而，在发送基站天线203a和天线203b具有相互不同的指向性模式和极化波的情况下，第三者更难推定电频206a和206b，可以确保更高的安全性。

实施例4

图12A表示本发明实施方式4的无线发送系统1200的结构,除了接收基站1201不仅具有发送基站天线204a还具有接收基站天线204b之外,结构基本与实施例3的无线通信系统800相同。

图12B表示发送基站天线203a和接收基站天线204b之间的传播信道205c的多载波功率频谱804c,图12C表示发送基站天线203b和接收基站天线204b之间的传播信道205d的多载波功率频谱804d。另外,构成多载波的8个副载波成分803a~803h与图8B所示相同。

图13表示本接收基站1201的具体结构。在图13中,已知码元生成单元1000与实施例2相同,通过接收基站天线204a和204b,分别利用不同的时隙T1、T2,发送副载波成分803a~803h的已知码元1001的多载波调制信号1006a、1006b。决定该每个时隙的定时的基准时钟信号1300由已知码元生成单元1000生成。

图17是表示本实施例的接收基站801的结构的方框图。在图17中,在基准码元生成单元903生成决定时隙T1、T2的计时的基准时钟信号1301的方面与实施例3中的发送基站不同。

以下,对如上构成的发送基站801和接收基站1201之间进行的无线通信方法进行说明。

首先,通过接收基站1201的已知单元1000、在每一个副载波成分803a~803h生成的已知码元1001,被多载波调制单元1002调制为发送的基带信号1003。

接下来,已被调制的发送基带信号1003,频率转换单元1004,与时隙同步地来切换接收基站天线204a和204b。由此,例如在时隙T1,从接收基站天线204a作为多载波调制信号1006a来发送发送的RF信号1005a,并且同样从接收基站天线204b发送发送的RF信号1005b作为多载波调制信号1006b。

接下来,在发送基站801中,利用发送基站天线203a和203b,接收从接收基站天线204a发送出的多载波调制信号1006a和从接收基站天线204b发送出的多载波调制信号1006b。

接下来,在频率转换单元901中,分离成多载波调制信号1006a的接收信号和多载波调制信号1006b的接收信号。并且,在每个时隙生成与发送基站天线203a和203b对应的接收的基带信号902a和902b,并在载波分离单元920中,

在时隙T1中，通过高速傅立叶转换（FFT）处理和频带限制过滤处理，将接收的基带信号902a和902b分离为8个作为副载波成分803a~803h的副载波信号921a~921h、922a~922h。

接下来，在传播信道推定单元中，根据基准码元904进行处理，分别生成作为接收基站天线204a和发送基站天线203a之间的复传播信道的推定值的接收码元906a~906h、作为接收基站天线204a和发送基站天线203b之间的复传播信道的推定值的接收码元907a~907h。

另外，在时隙T2中也同样，输入接收的基带信号902a和902b，并分离为8个作为副载波成分803a~803h的副载波信号921i~921p、922i~922p。并且，根据基准码元904，生成作为接收基站天线204b和发送基站天线203a之间的复传播信道的推定值的接收码元906i~906p、作为接收基站天线204b和发送基站天线203b之间的复传播信道的推定值的接收码元907i~907p。

接下来，从接收基站204a的接收信号中推定出的接收码元906a~906h和907a~907h、从接收基站天线204b的接收信号中推定出的接收码元906i~906p和907i~907p，在接收码元计算单元908a~908h中被处理，并计算出以发送基站天线203a和发送基站天线203b的两个发送码元为一组的多组发送码元矢量。并且，生成在副载波成分803a~803h中算出的该多组发送码元矢量构成的8个参照表909a~909h。

这样一来，利用两者已知的码元预先计算出发送基站801和接收基站1201之间的传播参数，并作为参照表进行存储。

在这种状态下，欲隐秘的发送数据910，首先通过串行/并行转换单元911进行并行转换，并输入到码元映射部913中。

接下来，8个分离的发送信号912a~912h，在码元映射部913中，利用参照表，接收基站1201中的接收码元1010a~1010h、1010i~1010p的功率变化，作为域发送数据910的数据列相同的发送码元916a和发送码元917a的组合、乃至发送码元916h和发送码元917h的组合、乃至发送码元916p和发送码元917p的组合等16个组合来进行计算。

接下来，在多载波调制单元918中，对发送码元916a~916h、917a~917h、916i~916p、917i~917p进行处理，并生成发送的基带信号919a、919b。

接下来,发送的基带信号919a,在通过频率转换单元901被转换为发送的RF信号900a之后,通过发送基站天线203a发送到接收基站1201中。另外,同时,发送的基带信号919,在通过频率转换单元901被转换为发送的RF信号900b之后,通过发送基站天线203b发送到接收基站1201中。

接下来,在接收基站1201中,通过接收基站天线204a合成发送基站801的发送基站天线203a发送的发送RF信号900a和发送基站天线203b发送的发送RF信号900b,并进行接收,得到的RF信号1005a,通过频率转换单元1004被转换为接收的基带信号1008a。

同样,通过接收基站天线204b合成发送RF信号900a和发送RF信号900b,并进行接收,得到的RF信号1005b,通过频率转换单元1004被转换为接收的基带信号1008b。

接下来,在载波分离单元1020中,对接收的基带信号1008a进行了高速傅立叶转换(FFT)或者频带限制过滤的处理。

之后,在传播参数推定单元1009中,作为复码元的接收码元1010a~1010h通过正交检波分离为8个副载波成分803a~803h后被检测并被生成。另外,同样,在载波分离单元1020中,对接收的基带信号1008b进行了高速傅立叶转换(FFT)或者频带限制过滤的处理之后,生成通过正交检波分离为8个副载波成分803a~803h后被检测的作为复码元的接收码元1010i~1010p。

接下来,在码元判定单元1011中,计算出接收码元1010a~1010h和1010i~1010p的功率差。并且,根据预先确定的判定基准进行码元的判定处理,并生成接收数据1012a~1012h。

接下来,该接收数据1012a~1012h,在串行/并行转换单元1013中,被转换为作为串行的数据系列的接收数据系列1014,并且将发送基站801发送出的包含隐秘信息的发送数据系列910进行复原。

图15表示对于接收码元1010a~1010h和1010i~1010p,分别计算出副载波成分803a~803h的功率差,尤其表示根据码元判定基准判定码元是1还是0的动作。在图15中,功率差为正的情况下设为1,在负的情况下设为0来进行编码。

亦即,如图15所示,对于副载波成分803a~803h中的每一个,当接收码元1010a~1010h较大的情况下,设码元值为1,相反,当接收码元1010i~1010p较

大的情况下，设码元值为0。

如上，在根据接收基站天线204a和天线204b的天线之间的相对接收功率差解调发送数据系列910的无线通信系统中，第三者为了通过其他接收基站对包含隐秘信息的发送数据910进行解调或者复原，必须确定在接收基站1201的两根天线和发送基站的两根天线之间构成的四个传播信道，故可以以更高的安全性传送隐秘信息。

另外，在接收基站1201中，已知码元1001的多载波调制信号虽然是分别利用不同时隙T1、T2分别传送接收基站天线204a和204b，但是并不限于此，也可以利用码元相互正交的已知码元P1，对已知码元P2进行多载波解调并从接收基站天线204b中发送。

在这种情况下，在发送基站801中基准码元生成单元903，生成与已知码元P1相同的码元基准码元R1、与已知码元P2相同的码元基准码元R2。并且，载波分离单元920，通过高速傅立叶转换（FFT）处理或频带限制过滤处理，将接收的基带信号902a和902b分离为8个副载波成分803a~803h之后，传播信道推定单元905根据基准码元R1，分别生成作为接收基站天线204a和发送基站天线203a之间的复传播信道的推定值的接收码元906a~906h、作为接收基站天线204a和发送基站天线203b之间的复传播信道的推定值的接收码元907a~907h。另外，同样，输入接收的基带信号902a和902b，并根据基准码元R2，生成作为接收基站天线204b和发送基站天线203a之间的复传播信道的推定值的接收码元906i~906p、作为接收基站天线204b和发送基站天线203b之间的复传播信道的推定值的接收码元907i~907p。

另外，在以上的说明中，虽然叙述了假设了OFDM为代表的频率复用方式的无线系统的构成，但是通过使OFDM的副载波成分与CDMA的扩散代码对应地利用实施例的相同结构的无线通信系统，也可以适用于CDMA。

以下，对假设利用了频谱扩散调制方式的CDMA的情况进行说明。在这种情况下，在本实施例的无线通信系统中，将副载波成分803a~803h置换为扩散代码C1~C8。

首先，在接收基站1201中，利用不同的时隙T1、T2，通过接收基站天线204a和204B，分别将针对扩散代码C1~C8各自的已知码元1001的频谱扩散调

制信号发送出去。

接下来，在发送基站801的传播信道推定单元905中，在时隙T1下，在利用了8个扩散代码C1~C8对接收的基带信号902a和902b进行了逆扩散处理之后，根据基准码元904，分别生成作为接收基站天线204a和发送基站天线203a之间的复传播信道的推定值的接收码元906a~906h、作为接收基站天线204a和发送基站天线203b之间的复传播信道的推定值的接收码元907a~907h。另外，在时隙T2中也同样，输入接收的基带信号902a和902b，根据基准码元904，分别生成作为接收基站天线204b和发送基站天线203a之间的复传播信道的推定值的接收码元906i~906p、作为接收基站天线204b和发送基站天线203b之间的复传播信道的推定值的接收码元907i~907p。

接下来，在发送码元计算单元908中，从接收基站天线204a的接收信号中推定出的接收码元906a~906h和907a~907h、从接收基站天线204b的接收信号中推定出的接收码元906i~906p和907i~907p中，计算出以发送基站天线203a和发送基站天线203b的两个发送码元为一组的多组发送码元矢量。并且，生成在扩散代码C1~C8中的每一个计算出的由该多组发送码元矢量构成的8个参照表909a~909h。

这样一来，两者使用已知的码元预先来计算出发送基站801和接收基站1201之间的传播参数，并作为参照表存储。

接下来，发送数据910，与上述OFDM的情况相同，利用参照表被转换为发送码元的组合，并从发送天线203a、203b中被发送出去。

接下来，接收基站1202接收到的接收信号，在传播参数推定单元1009中，进行针对接收的基带信号1008a的、利用了8个扩散代码C1~C8的逆扩散处理。之后，生成利用正交检波对8个扩散代码C1~C8进行分离并检测的作为复码元的接收码元1010i~1010p。

另外，同样利用8个扩散代码C1~C8对接收的基带信号1008b进行逆扩散处理之后，生成利用正交检波对8个扩散代码C1~C8进行分离并检测的作为复码元的接收码元1010i~1010p。

接下来，在码元判定单元1011中，根据接收码元1010a~1010h和接收码元1010i~1010p，将发送基站801发送出的包含隐秘信息的发送数据系列910复

原。

在利用了以上CDMA的无线通信系统中，除了利用扩散代码得到的隐秘对话性能之外，还可以通过利用传播参数的随机性的调制方式，来确保更高的安全性。

另外，通过将接收基站1201的天线数设在3根以上，可以利用更多的天线组合。因此，第三者很难通过其他接收基站对包含隐秘信息的发送数据系列910进行解调或者复原，可以确保更高的安全性。

如上所述，通过使用本发明的无线通信系统，可以在通信的物理层确保高的安全性。另外，因为这些处理基本上都可以独立进行利用现有算术方法的加密和解密，所以，通过在现有技术中实施本发明，可以期待更高的安全性。

实施例5

图21是表示本实施例的阵列天线发送基站的结构方框图。在图21中，振幅相位控制部2102a~2102n，控制来自各天线的信号的振幅和相位，并形成指向性射束。其他各个分支具备的结构块与实施例3相同。另外，虽然没有图示出用于接收来自接收基站的已知码元，然后生成参照表的传播信道推定单元和基准码元生成单元和发送码元计算单元，但是每个分支都具备与实施例3相同的部分。

图22是表示本实施例的阵列天线接收基站的结构方框图。在图22中，从已知码元生成单元1000发出的码元被多载波转换单元1002调制之后，通过振幅相位控制部2202a~2202n在每个阵列天线由指向性射束所生成这点上与实施例3不同。其他结构块与实施例3相同。

根据以上的结构，发送基站形成多个指向性射束，可以通过适当组合这些射束来控制接收基站802的天线的接收功率。

使这种控制成为可能的是，因为在传播参数可视为固定的状况下，如果使发送天线的指向性模式变化，则在接收天线端，到来路径的功率和相位差等就会产生变化。

另外，就算不是阵列天线，发送基站801，在接收基站1201中，也可以对由多载波接收信号所检测出的单载波成分的频率数轴上位置分别进行控制，

来传送发送比特信息。

具体地说，根据发送基站和接收基站之间作为固有值的传播参数，发送基站分别控制发送天线，而使指向性模式变化，这样，来控制接收天线端的各个单载波成分的接收功率。

在这种情况下，将构成接收基站接收的多载波信号的各个单载波的频率的轴上位置与发送的比特信息附加对应关系。例如，在多载波发送信号由8个单载波构成的情况下，预先使频率的轴上单载波 $f_1 \sim f_8$ 与000~111的3位发送比特信息对应。在发送比特信息是010的时候，发送基站使发送天线的指向性模式变化，并在接收基站中将单载波 f_3 与其他单载波成分比较并使其在最大功率下被接收。接收基站计算出接收信号的频谱，如果推定单载波 f_3 处于最大功率，则发送比特信息判定为010。

另外，接收基站根据载波检测结果判定发送比特信息的方法是，例如接收基站对构成多载波的各个单载波的发送功率进行控制。在该方法中，多路衰减环境下的接收功率中不会产生较大的落差，也不会形成错误比特的原因和在作为第三者的其他无线基站中不会轻易推定出发送比特信息。

即，依据本发明，根据发送基站和接收基站之间的作为固定值的传播参数，发送基站使发送天线的指向性模式变化，由此，可以控制接收天线端的各个单载波成分的接收功率。另外，还可以补偿多路衰减造成的错误比特。进而，还可以防止发送信息向由不同传播参数所附加的特征的第三者泄漏。

如上所述，本发明在特定无线基站之间、在宽频带上进行无线通信的通信方法中是有用的，并且适用于以高的安全性传送隐秘信息。

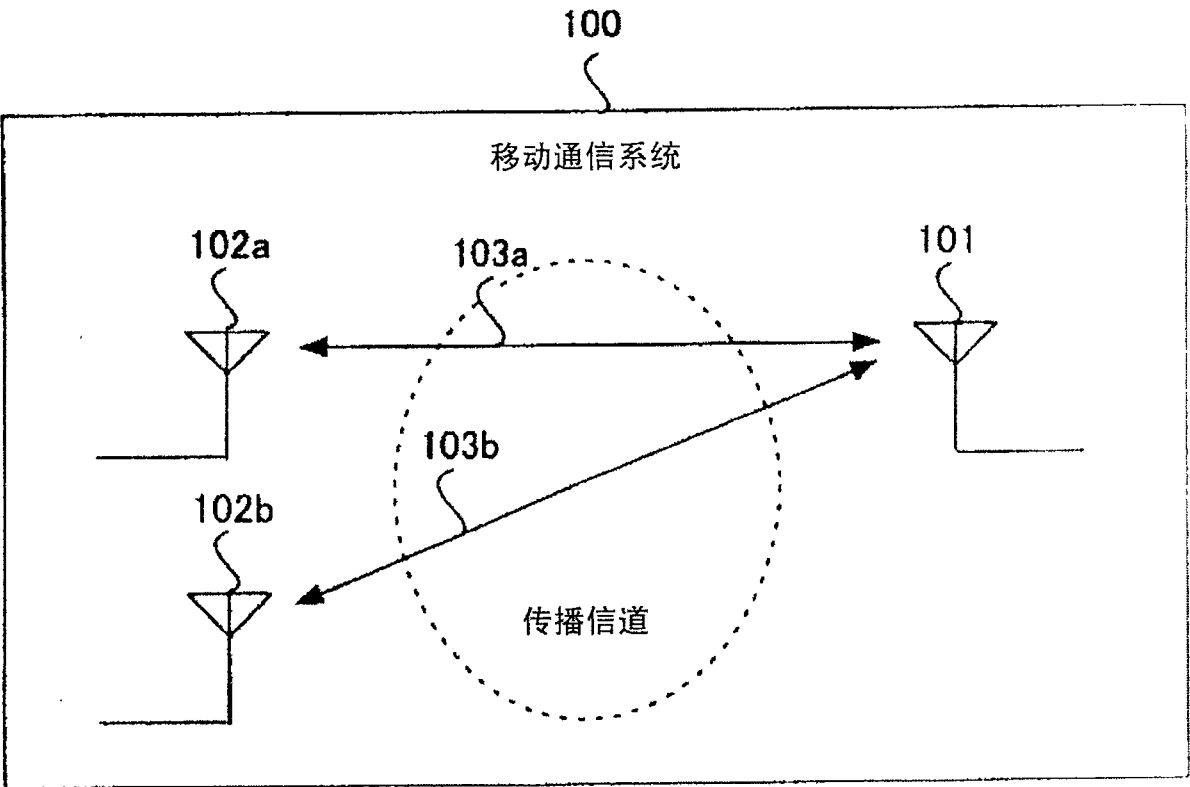


图 1A

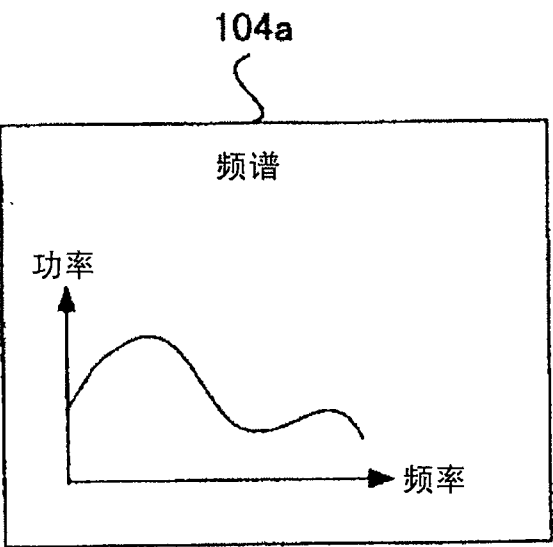


图 1B

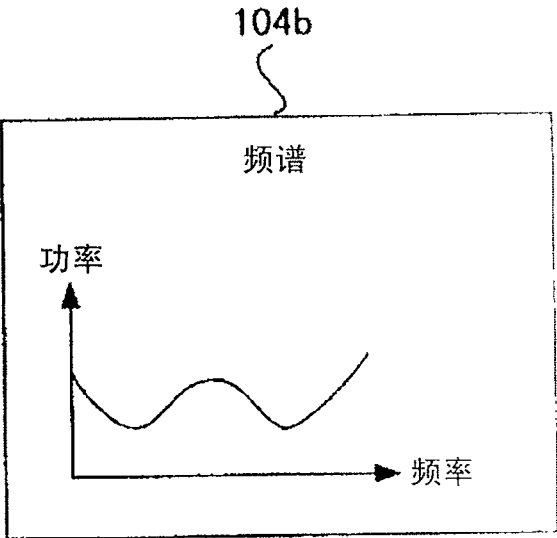


图 1C

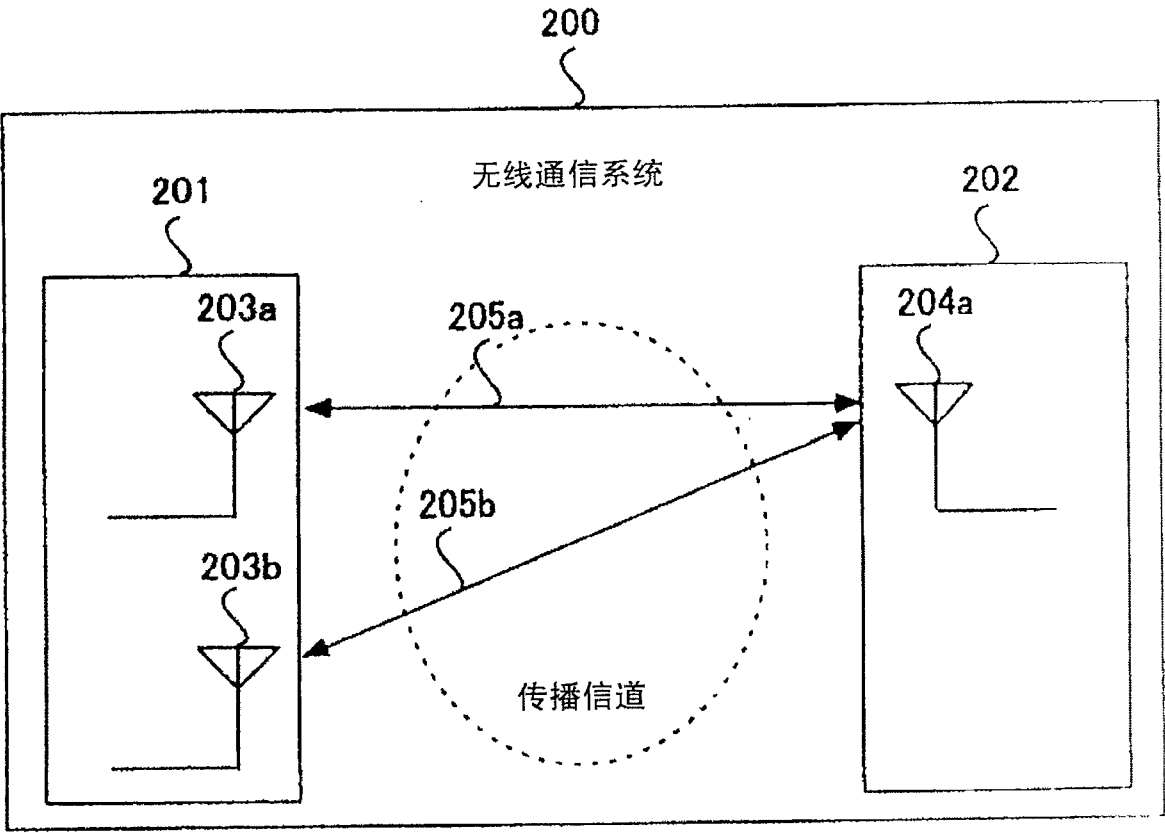


图 2A

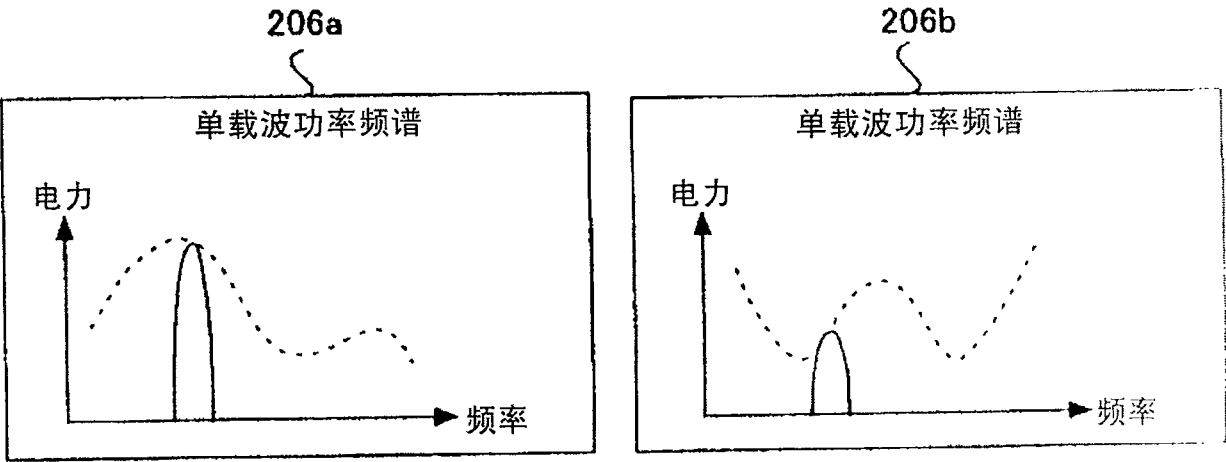


图 2B

图 2C

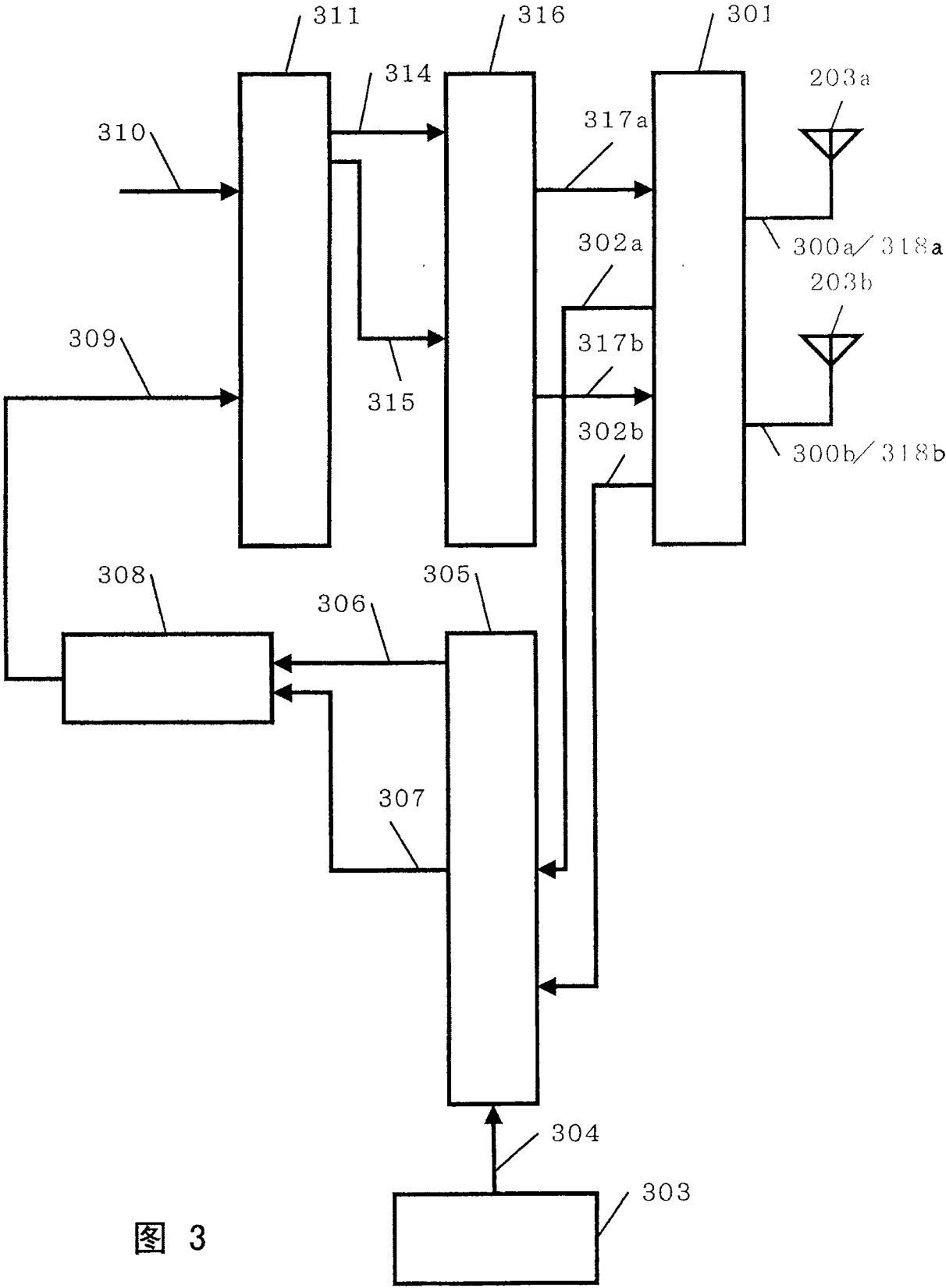


图 3

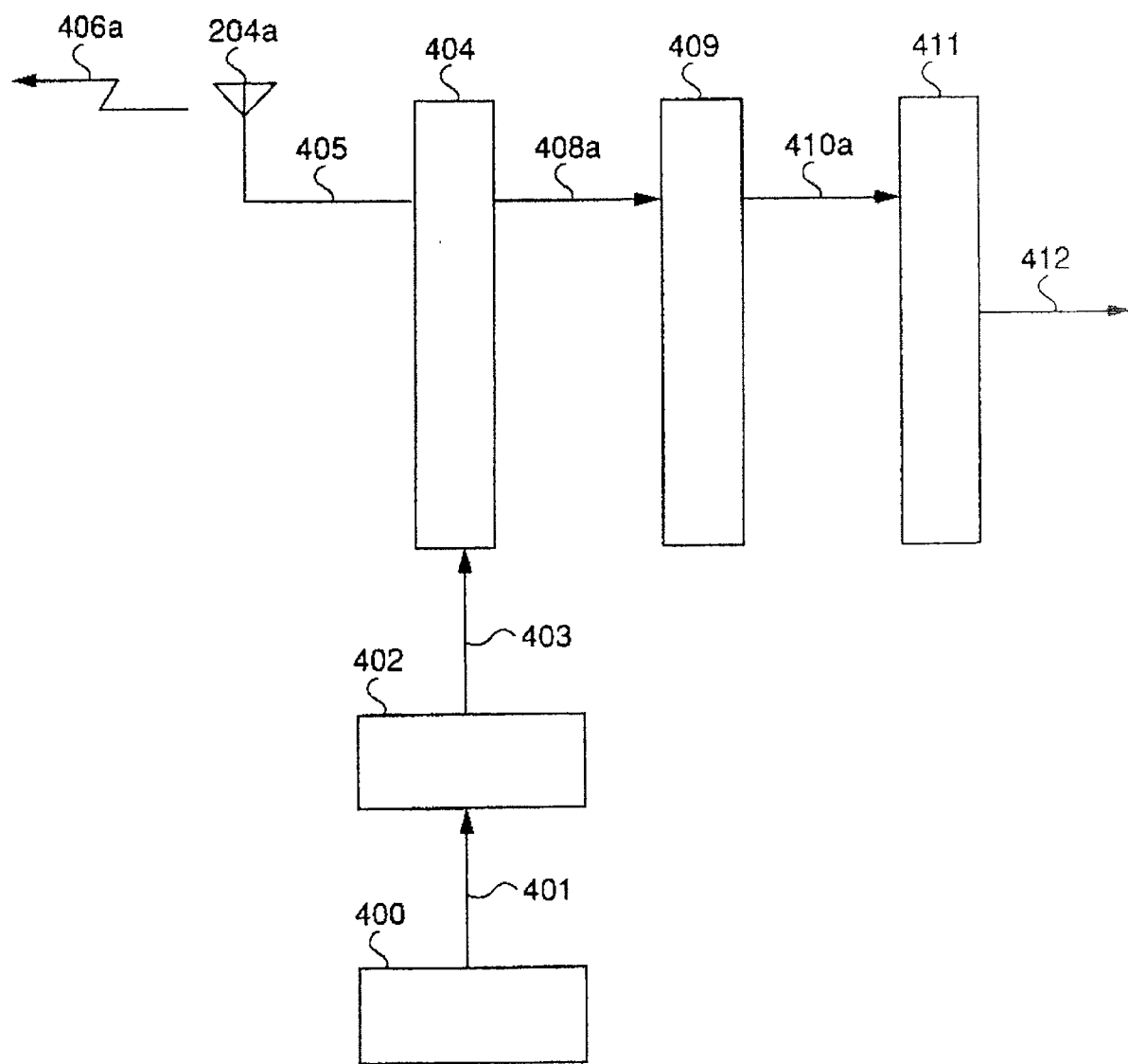


图 4

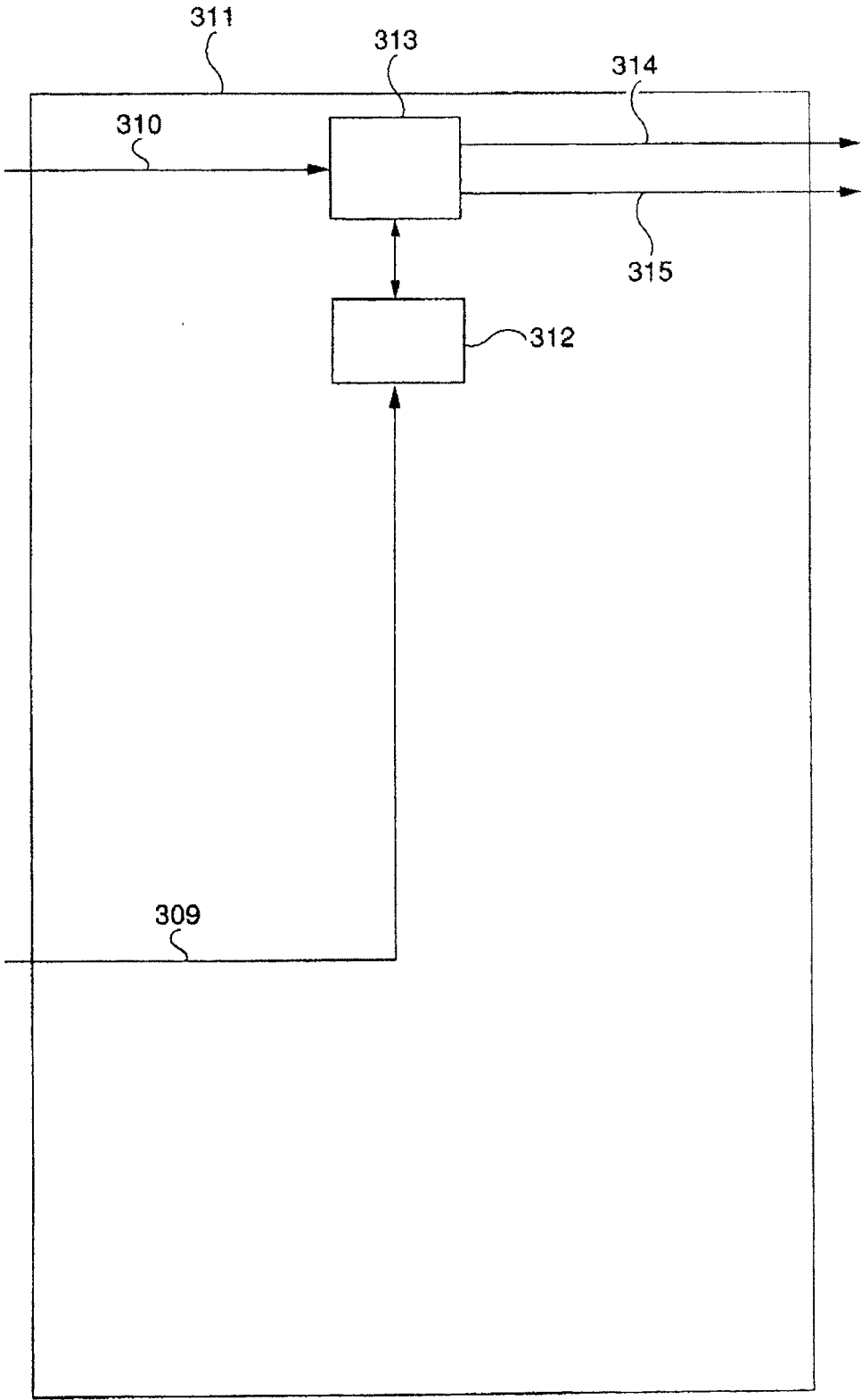


图 5

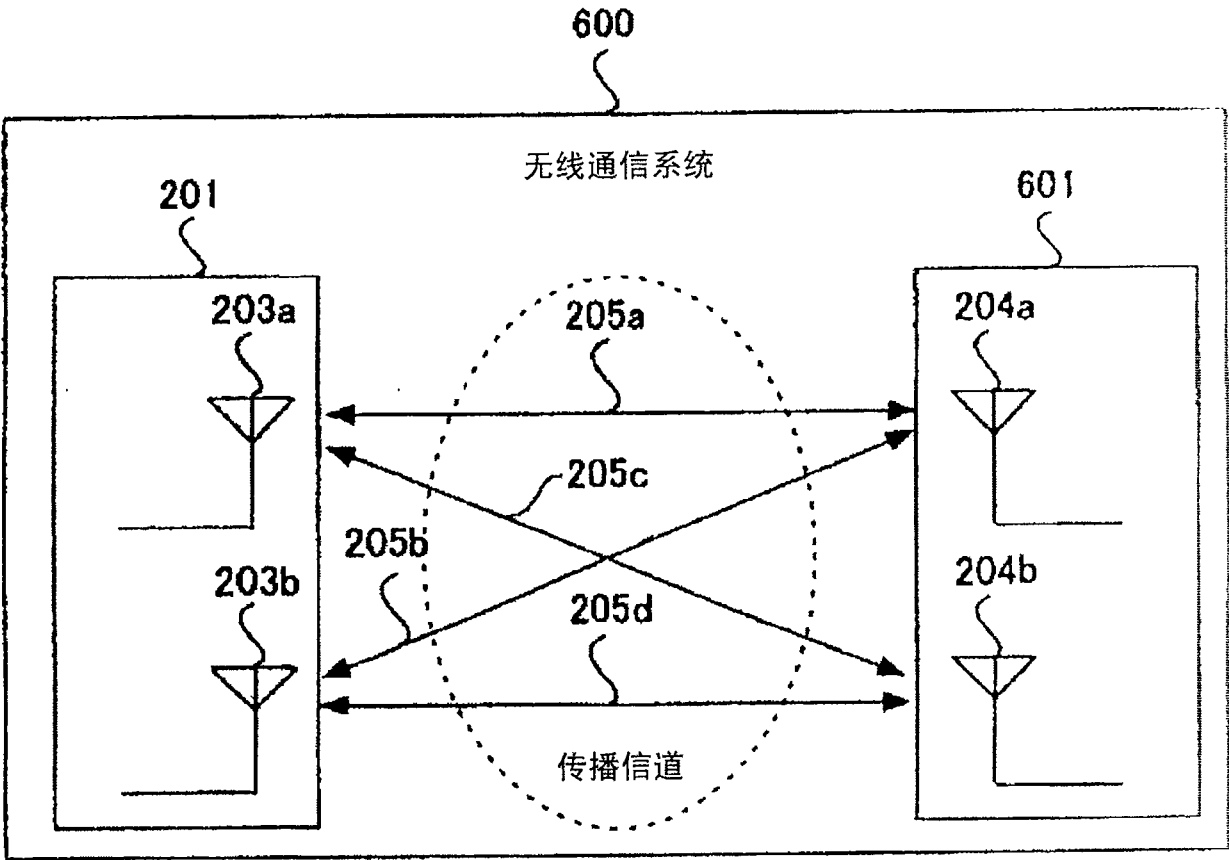


图 6A

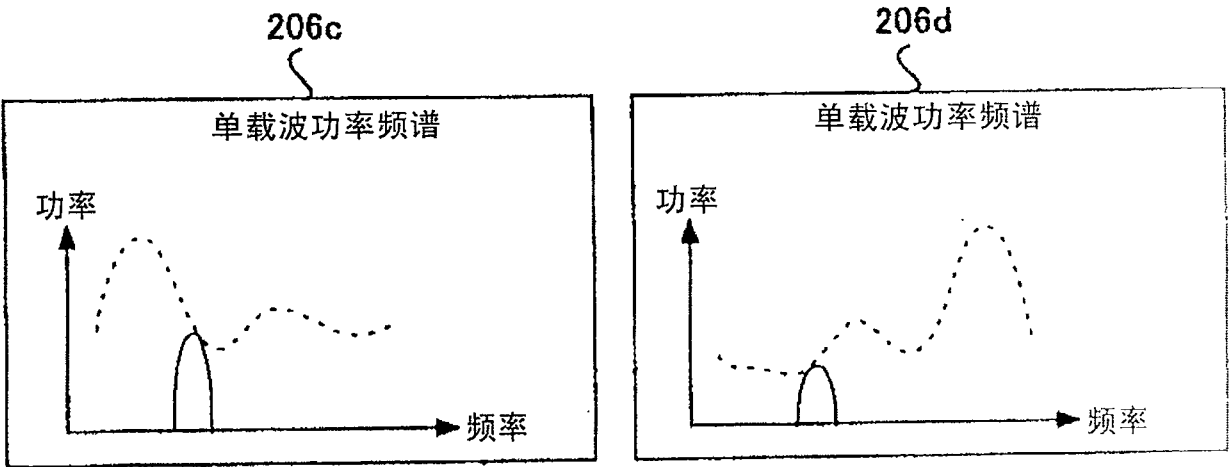


图 6B

图 6C

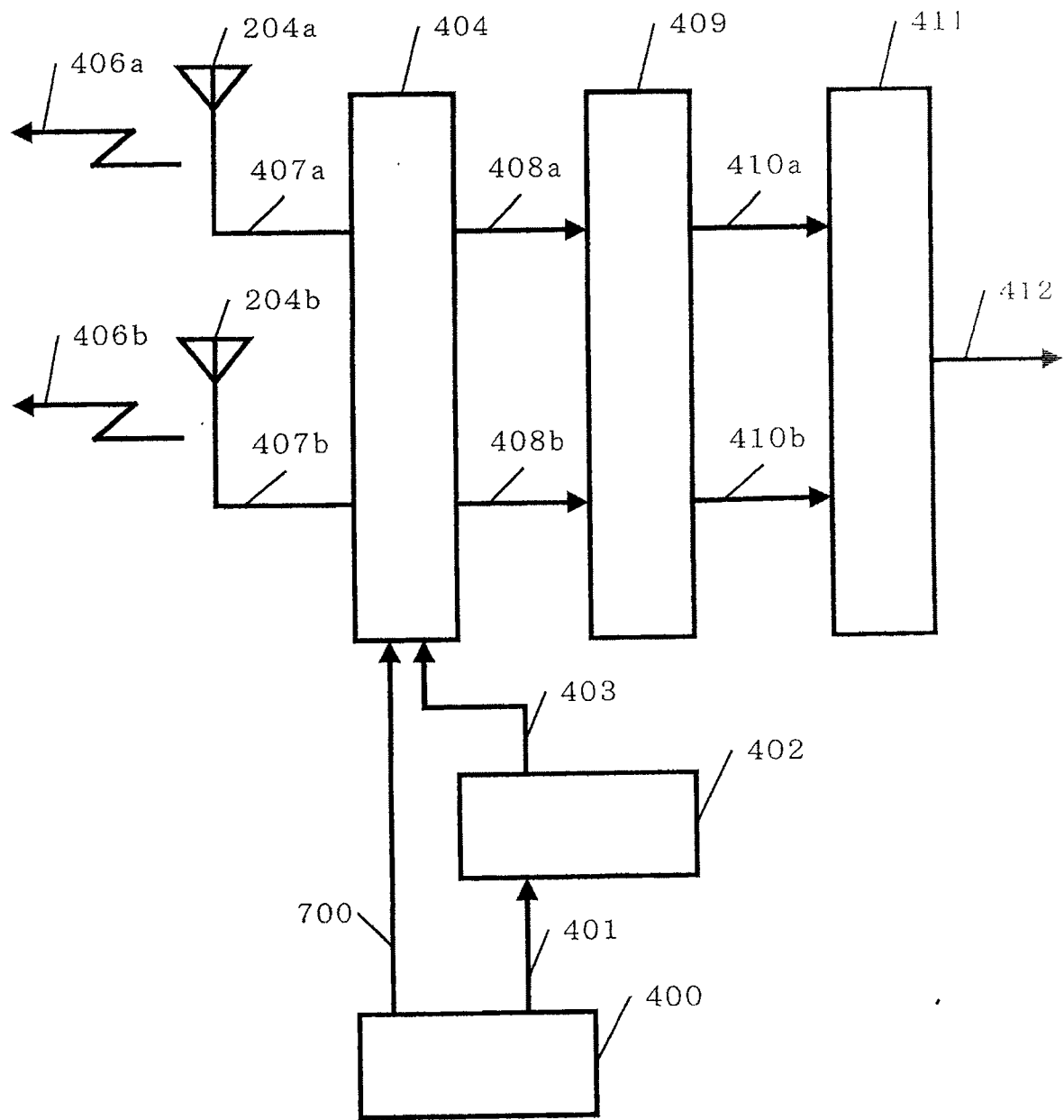


图 7

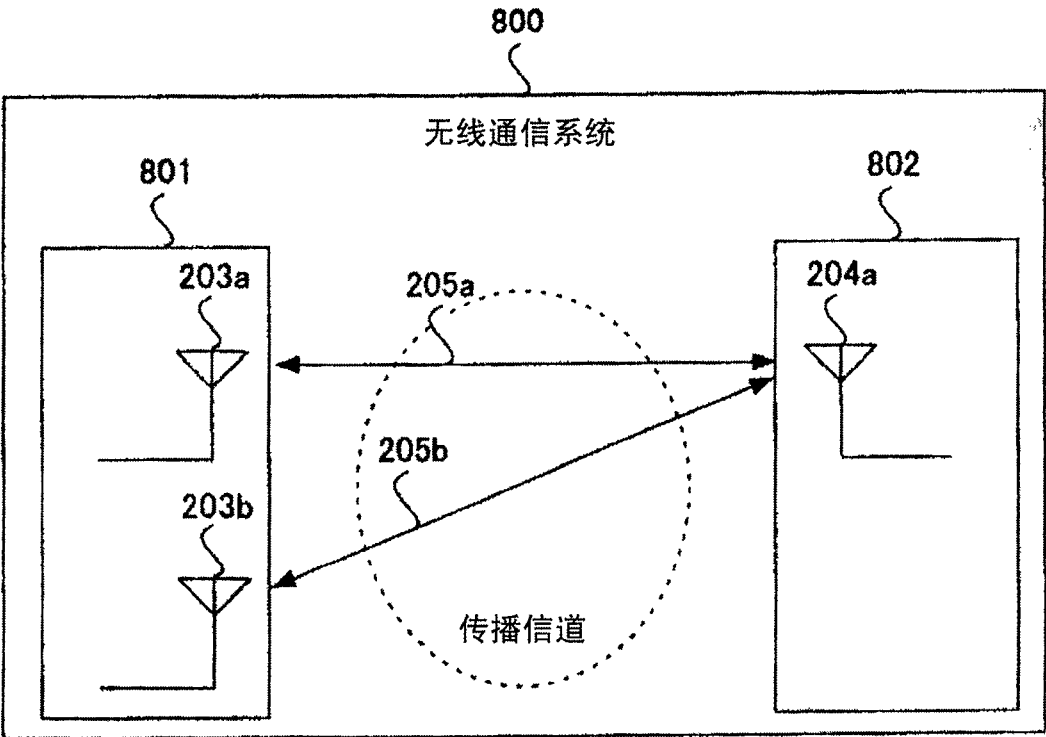


图 8A

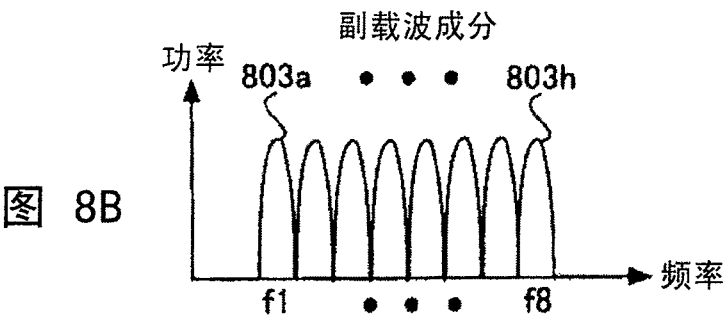


图 8B

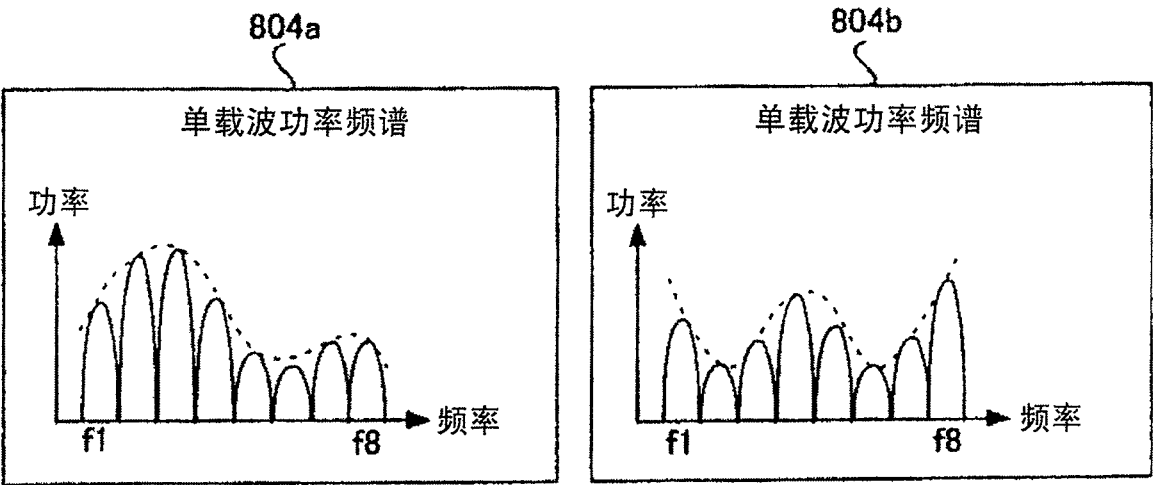


图 8C

图 8D

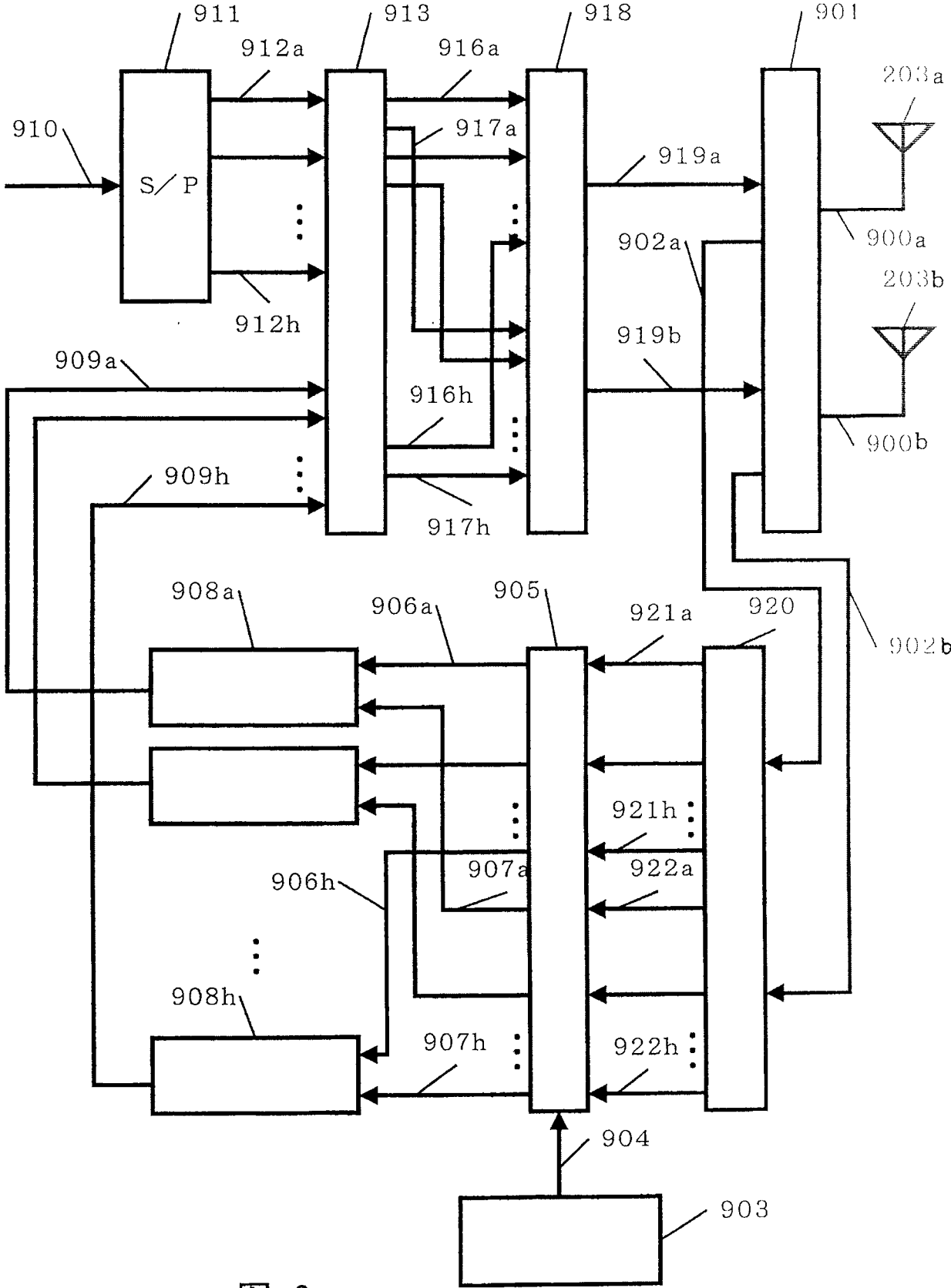
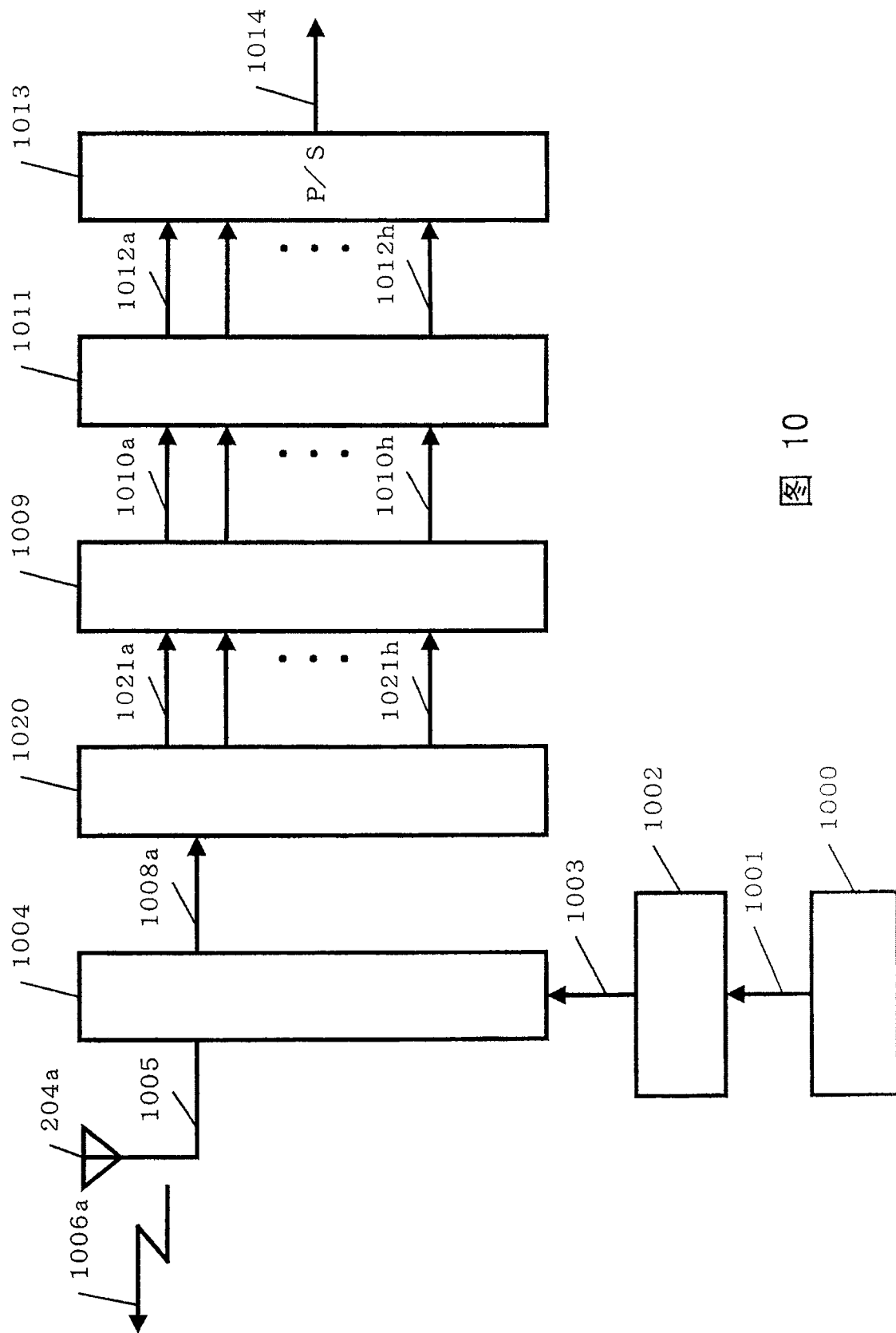


图 9



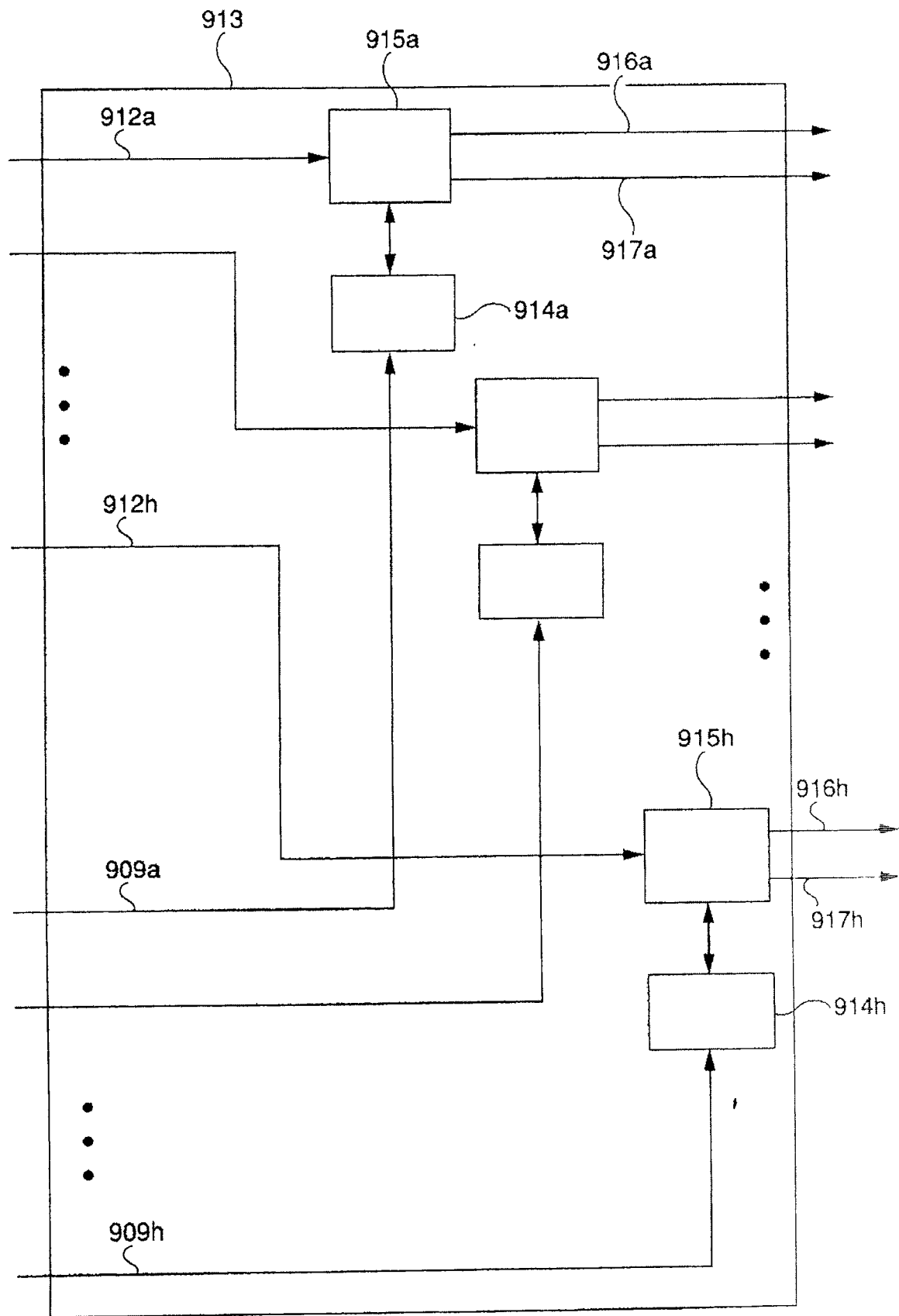


图 11

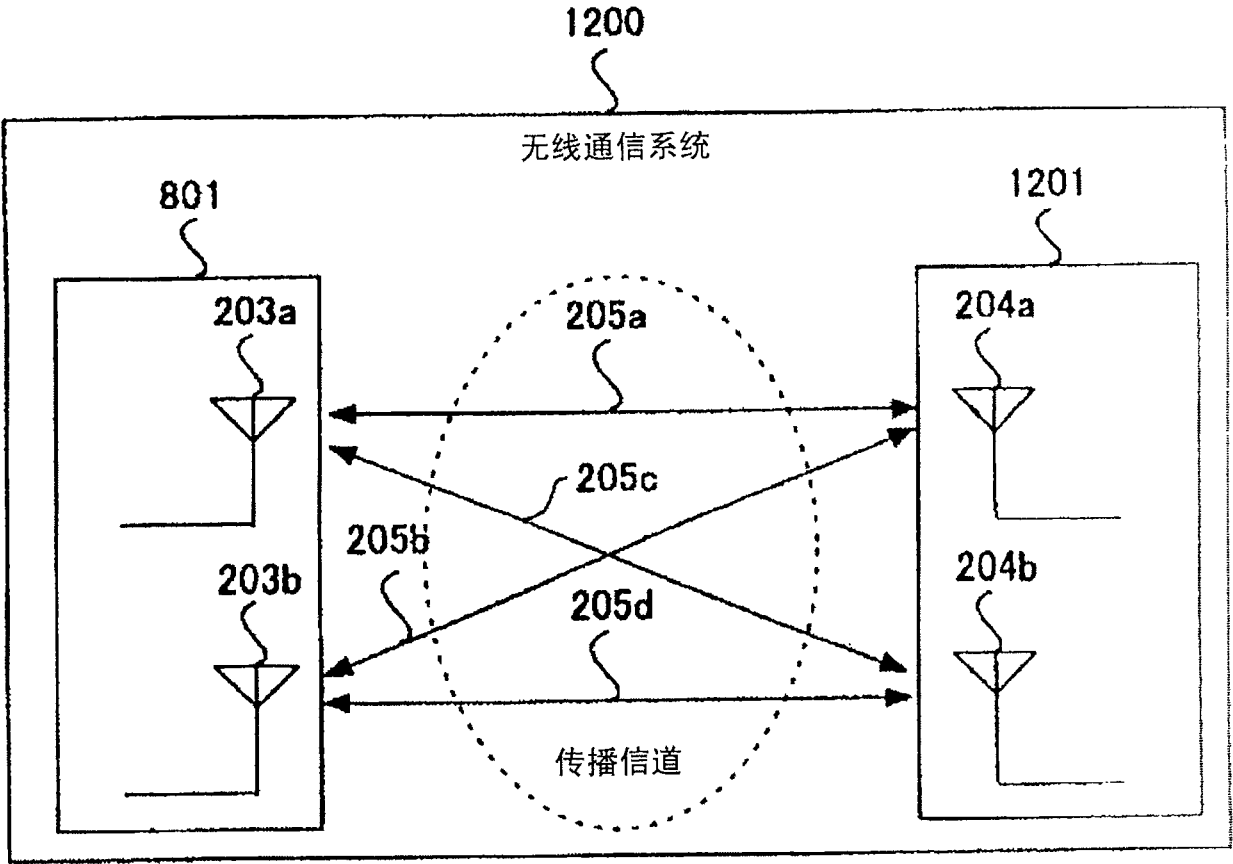


图 12A

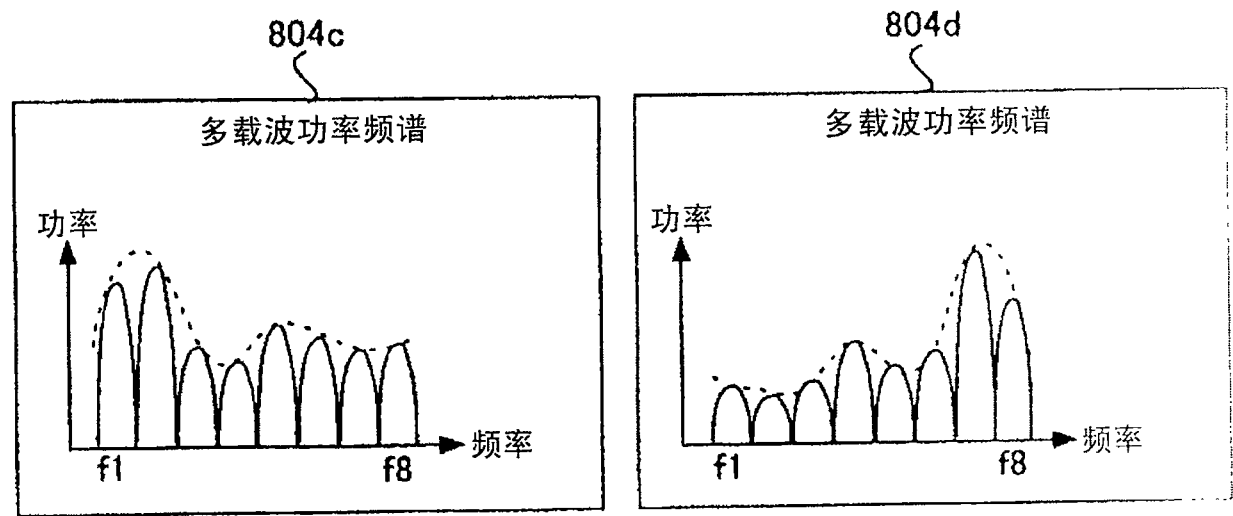


图 12B

图 12C

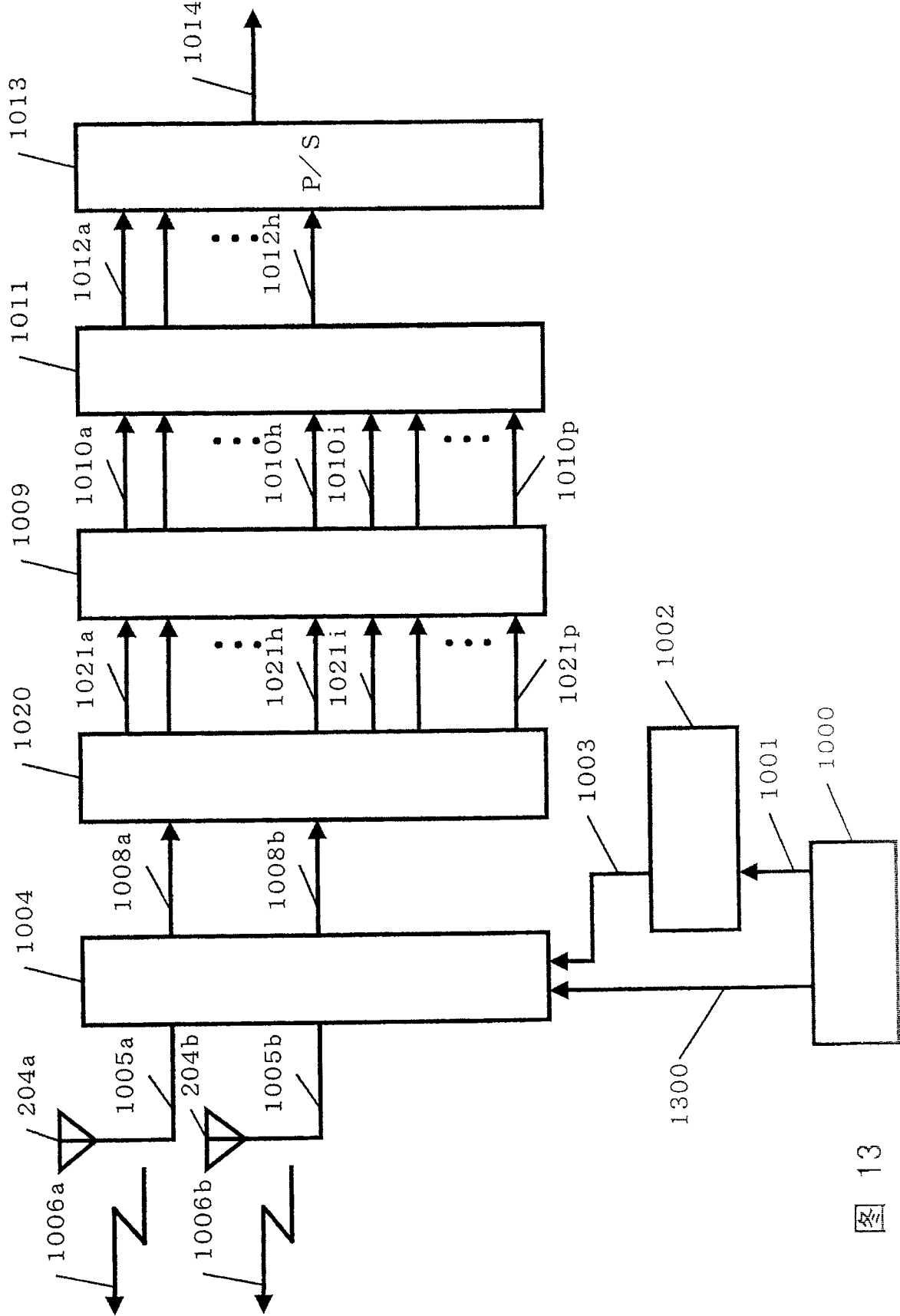


图 13

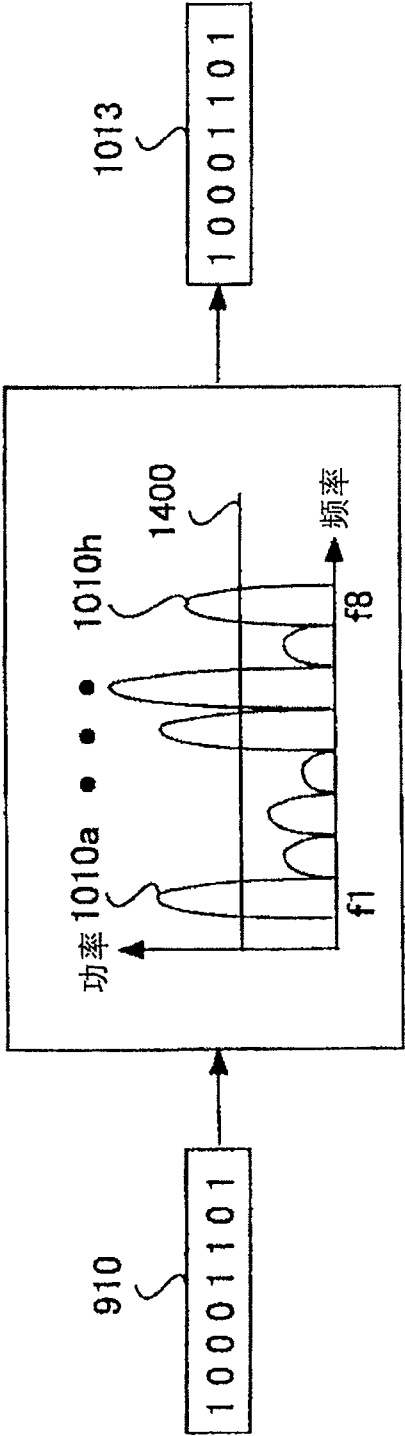


图 14

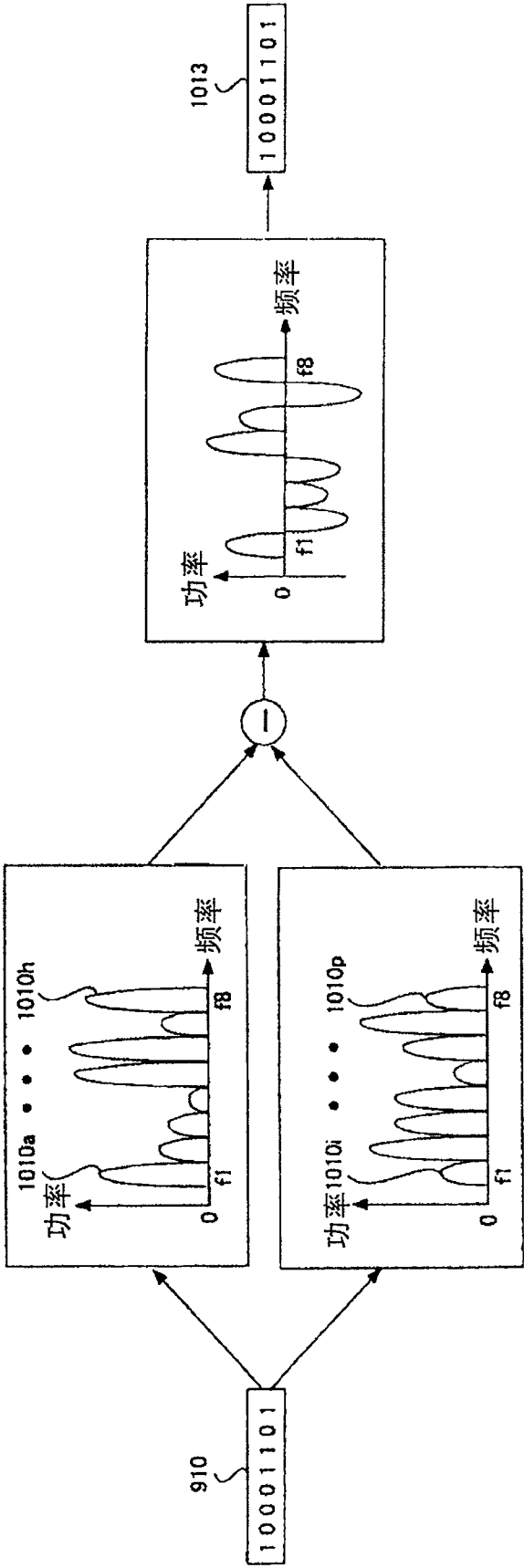


图 15

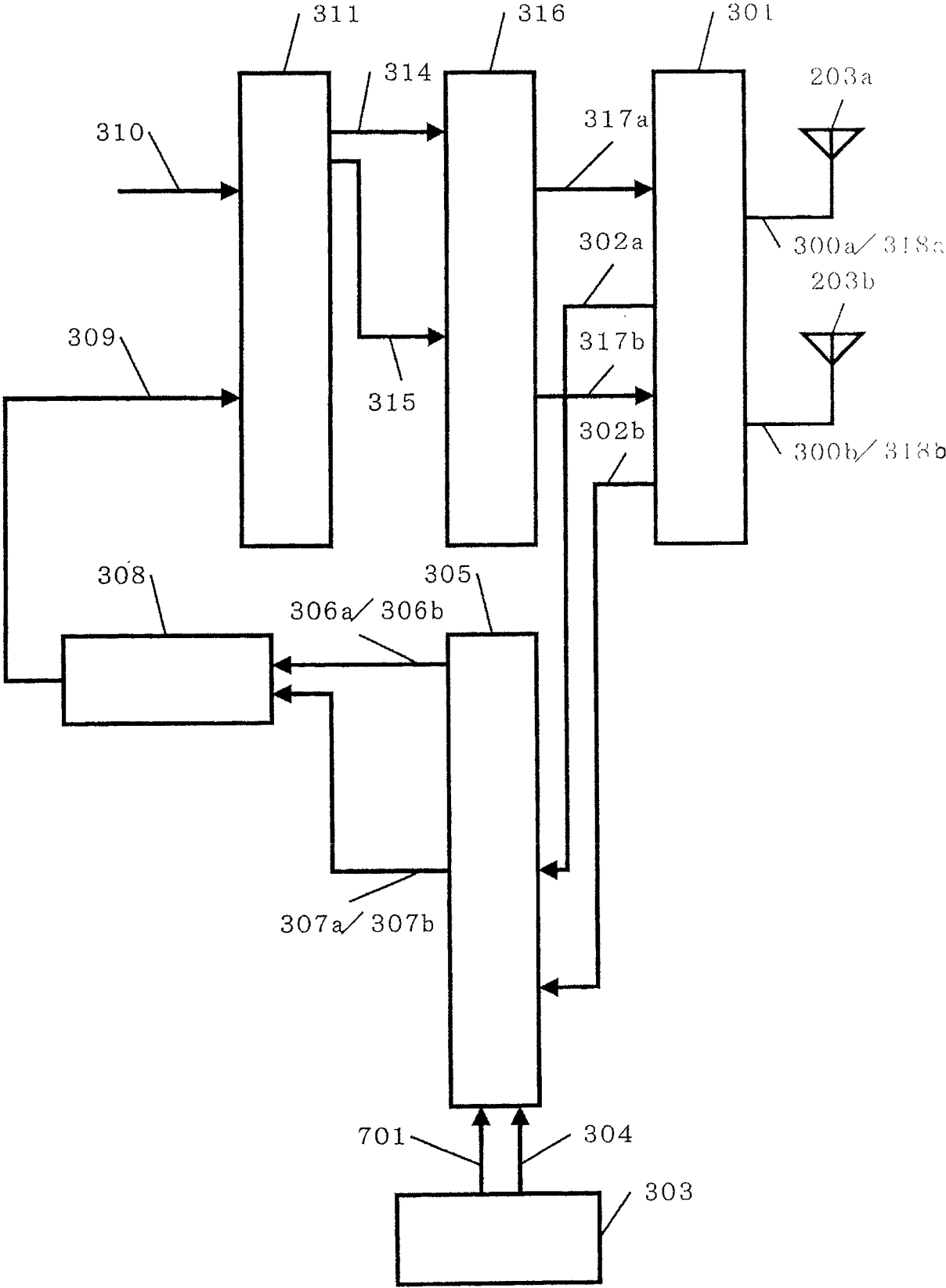


图 16

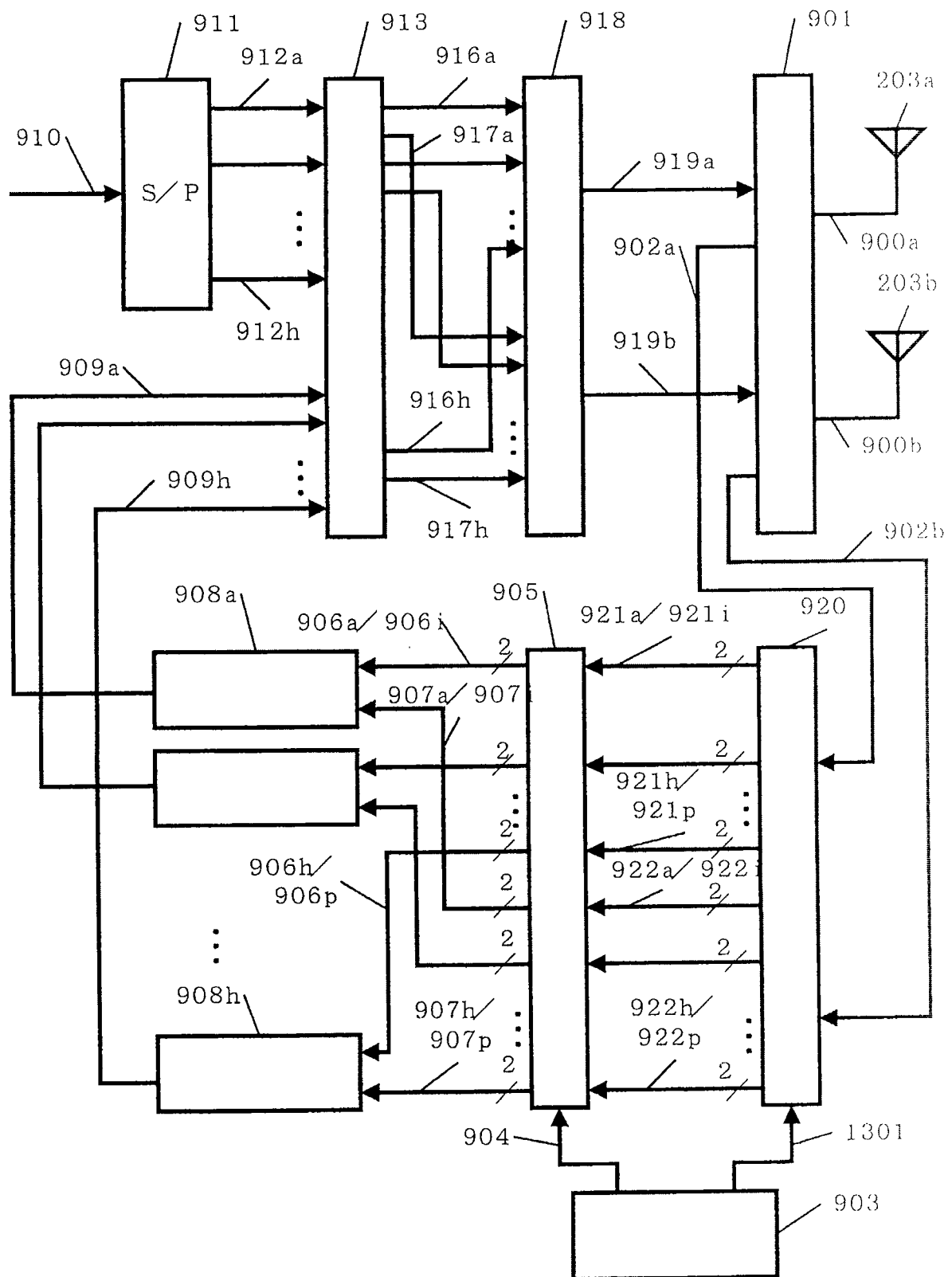


图 17

发送信息	发送码元矢量	
1	$\mathbf{V} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\mathbf{V} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$
0	$\mathbf{V} \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\mathbf{V} \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$

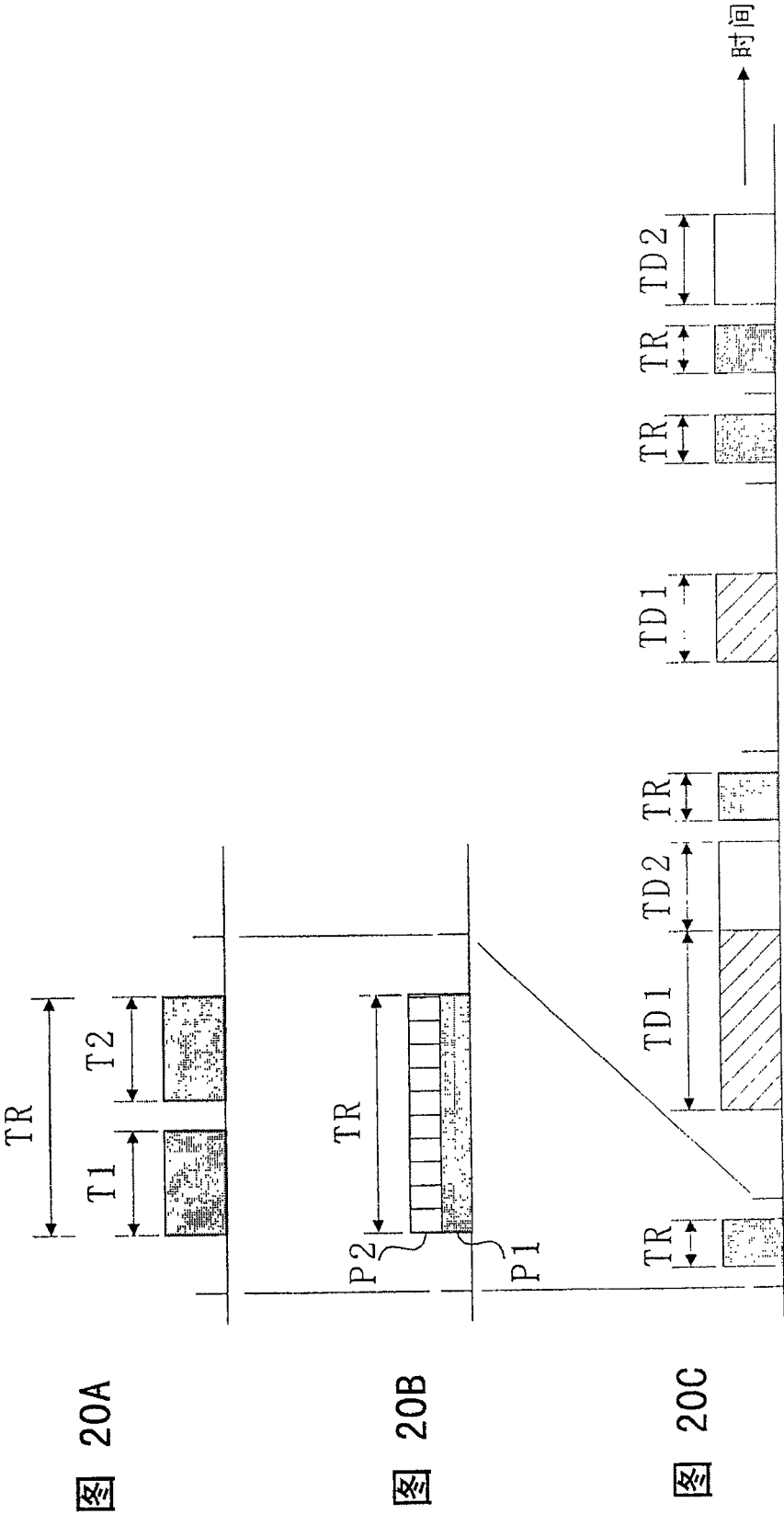
图 18A

发送信息	发送码元矢量			
1	$\mathbf{V} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\mathbf{V} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\mathbf{V} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\mathbf{V} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$
0	$\mathbf{V} \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\mathbf{V} \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\mathbf{V} \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\mathbf{V} \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$

图 18B

发送信息	发送码元矢量
10	$\mathbf{H}^+ \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$
01	$\mathbf{H}^+ \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$
11	$\mathbf{H}^+ \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$
00	$\mathbf{H}^+ \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$

图 19



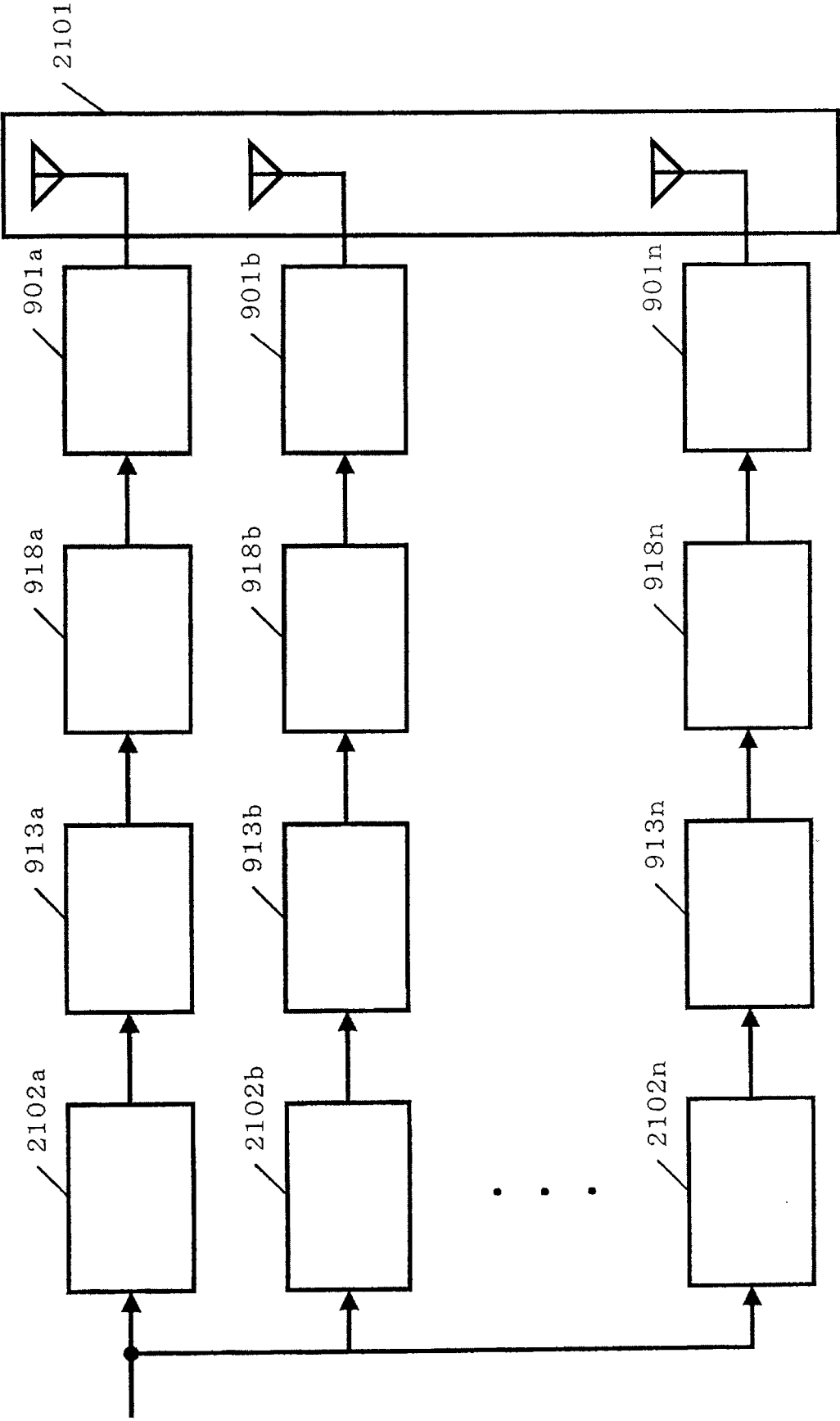


图 21

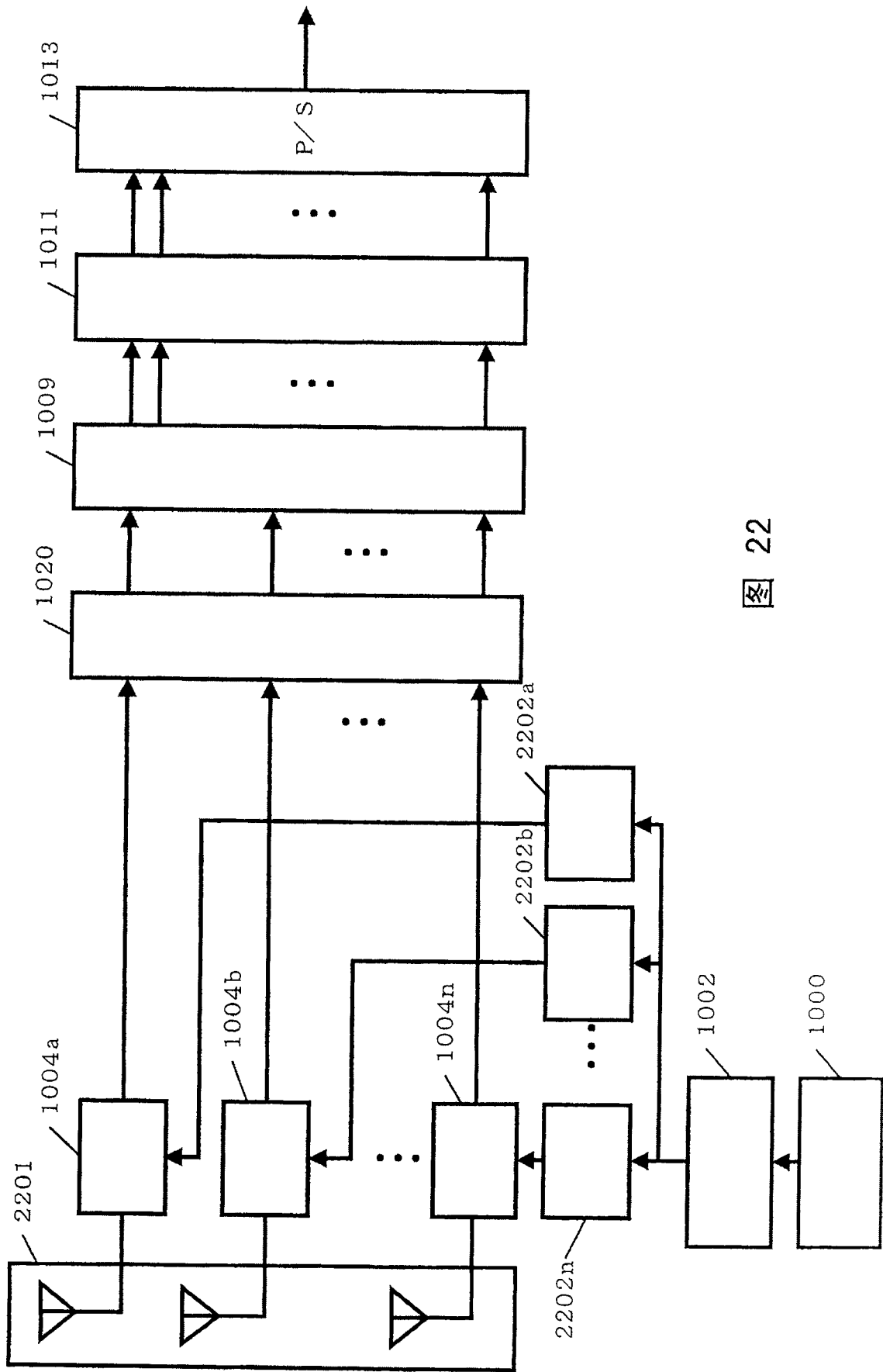


图 22

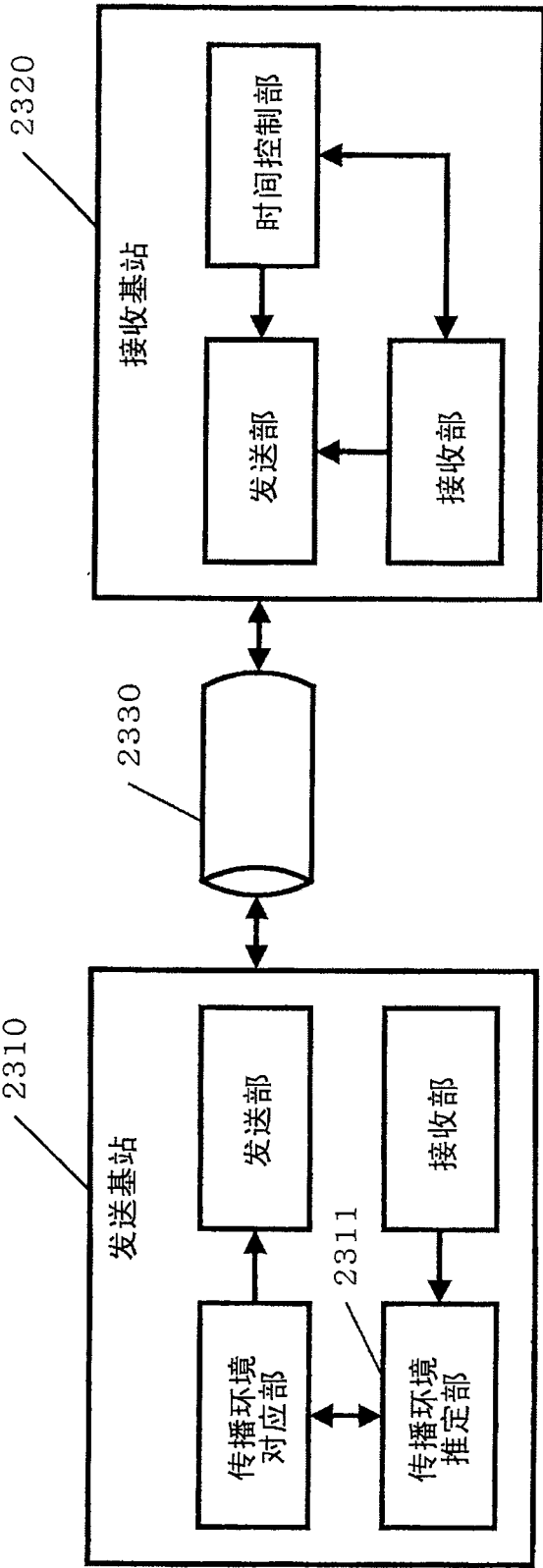


图 23

附图参考符号一览表

100 移动通信系统

200、600、800、1200 无线通信系统

101 发送天线 102a、102b 接收天线

103a、103b、205a、205b、205c、205d 传播信道

104a、104b 频谱

201、801 发送基站

202、601、802、1201 接收基站

203a、203b 发送基站天线

204a、204b 接收基站天线

206a、206b、206c、206d 单载波功率频谱

300a、300b、407a、407b、900a、900b、1007a、1007b 接收的RF信号

301、404、901、1004 频率转换单元

302a、302b、408a、408b、902a、902b、1008a、1008b 接收的基带信号

303、903 基准码元生成单元

304、904 基准码元

305、905 传播信道推定单元

306、307、410a、410b、906a~906p、907a~908p、1010a~1010h 接收码元

308、908a~908h 发送码元计算单元

309、909a~909h 参照表

310、912a~912h 发送数据

310、913 码元映射部

312、914a~914h 表存储单元

313、915a~915h 码元选择单元

314、315、916a~916h、917a~917h 发送码元

316、402 单载波调制单元

317a、317b、403、919a、919b、1003 发送的基带信号

318a、318b、404、920a、920b、1005 发送的RF信号

400、1000 已知码元生成单元

401、1001 已知码元

402 单载波调制单元

406a、406b 单载波调制信号

409、1009 传播参数推定单元

411、1011 码元判定单元

412、1012a~1012h 接收数据

700、701、1300、1301 基准时钟信号

803a~803h 副载波成分

804a、804b、804c、804d 多载波功率频谱

910 发送数据系列

911 串行/并行转换单元

918、1002 多载波调制单元

920 载波分离单元

1006a、1006b 多载波调制信号

1003 并行/串行转换

1014 接收数据系列

1400 功率阈值

1020 载波分离单元

2102a~2102n、2202a~2202n 振幅相位控制部

2101、2201 阵列天线

2310 发送基站

2311 传播环境推定部

2320 接收基站

2330 无线传播路径