

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H04B 7/26

H04L 27/36

H04L 27/38



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410081748.5

[43] 公开日 2005 年 9 月 7 日

[11] 公开号 CN 1665166A

[22] 申请日 2004. 12. 28

[21] 申请号 200410081748.5

[30] 优先权

[32] 2004. 3. 5 [33] JP [31] 061578/2004

[71] 申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京

[72] 发明人 玉木谕 矢野隆 斋藤利行

花冈诚之

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

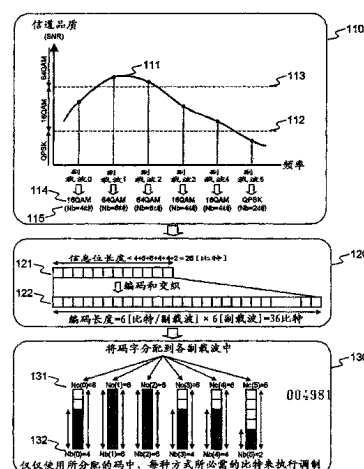
代理人 曲 瑞

权利要求书 4 页 说明书 14 页 附图 12 页

[54] 发明名称 自适应调制方法和数据率控制方法

[57] 摘要

本发明的目的在于提供一种自适应调制方法和数据率控制方法，发射台和接收台共用各副载波中的每 1 码元的最大传输比特数和所选编码方式的信息。发射台根据各副载波的传输通路品质来决定调制方式，并按照与可以利用所决定的调制方式进行通信的比特数相对应的编码方式来执行编码，对码进行分割，分配各副载波内的每 1 码元的平均最大传输比特数，在各副载波中，仅对所分配的比特中的可利用先前决定的调制方式进行发送的比特数进行调制、发送。接收台根据传输通路品质来决定解调中使用的调制方式，以执行解调，对于不足比特数而言，接收并添加似然度 0 的信号，汇集解调结果，并对该解调结果试行解码。



1.一种无线通信系统，其特征在于，具有：第1无线台，将对发送信息进行编码而生成的码字分割成多个通信单位，按每个通信单位对该被分割的码字进行调制后进行发送；第2无线台，结合分别对多个通信单位进行解调后的信号，以执行解码，

其中上述第1无线台和第2无线台共用：与第1比特数相关的信息，所述第1比特数为上述多个通信单位中的每一个通信单位的每一码元的最大传输比特数；以及能够在上述第1无线台用于对发送信息进行编码的、信息位长度不同但编码后的码长相等的编码方式的列表；

所述第1无线台利用上述编码方式列表内的任何一种编码方式对发送信息进行编码，以产生码字，并按照多个通信单位来分割该码字；使用每1码元的传输比特数为小于或等于上述第1比特数的第2比特数的调制方式，来分别调制、发送上述多个通信单位；

上述第2无线台从上述第1无线台接收调制后的上述多个通信单位，利用每1码元的传输比特数为小于或等于上述第1比特数的第3比特数的调制方式，来分别解调上述多个通信单位中的每一个；利用上述编码方式列表内的编码方式中的1种或多种编码方式，结合上述被解调的多个通信单位的信号来执行解码；将按照判断为该解码结果中没有错误的编码方式进行解码后的结果作为接收信息。

2.如权利要求1所述的无线通信系统，其特征在于，上述第1无线台判断与上述第2无线台之间的传输通路状况，并基于该判断的传输通路状况，来决定在上述编码中使用的编码方式或在上述调制中使用的调制方式。

3.如权利要求1所述的无线通信系统，其特征在于，上述第2无线台判断与上述第1无线台之间的传输通路状况，并基于该判断的传输通路状况，来决定上述解调时的调制方式或者是上述解码中使用的编码方式。

4.如权利要求1所述的无线通信系统，其特征在于，在发送上述

发送信息之前，基于在上述第1无线台和上述第2无线台之间执行的通信，共用与上述第1传输比特数相关的信息以及上述编码方式列表。

5.如权利要求1所述的无线通信系统，其特征在于，针对该多个通信单位中的每一个使用不同的中心频率来执行调制，从而执行通信。

6.如权利要求1所述的无线通信系统，其特征在于，针对该多个通信单位中的每一个使用不同的扩散码来进行扩散，从而执行通信。

7.如权利要求1所述的无线通信系统，其特征在于，该第1无线台在发送时使用多个天线，针对该多个通信单位中的每一个而使用不同的天线来执行通信。

8.如权利要求1所述的无线通信系统，其特征在于，该第1无线台在发送时使用多个天线，针对每个按分割为按该多个通信单位后的码字进行一次转换后的结果，使用不同的天线来执行通信。

9.一种发送台，用于在无线通信系统中向接收台发送发送信息，其特征在于，具有：

存储部，用于存储与在发送将根据发送信息而生成的码字分割为多个的通信单位时的、分别作为每1码元的最大传输比特数的第1比特数相关的信息、以及能够用于对该发送信息进行编码的、信息位长度不同而编码后的码长相等的编码方式的列表；

编码部，利用上述编码方式列表内的任何一种编码方式，对发送信息进行编码，以产生码字；

调制部，利用每1码元的传输比特数为小于或等于上述第1比特数的第2比特数的调制方式，对将上述码字分割为多个的通信单位分别进行调制；以及

发送部，用于发送经过该调制的通信单位；

其中与上述接收台共用有关上述第1传输比特数的信息和上述编码方式列表。

10.如权利要求9所述的发送台，还具有自适应控制部，用于判断与上述接收台之间的传输通路状况，并基于所判定的传输通路状况来决定上述编码中使用的编码方式或上述调制中使用的调制方法。

11.如权利要求 9 所述的发送台,在发送上述发送信息前,基于与上述接收台之间执行的通信,与上述接收台共用有关上述第 1 传输比特数的信息、以及上述编码方式列表。

12.如权利要求 9 所述的发送台,其特征在于,随该多个通信单位的每一个而使用不同的载波来执行发送。

13.一种接收台,在无线通信系统中对来自于发送台的接收信息进行解码,其特征在于,包含:

存储部,用于存储与在上述发送台执行发送时作为通信单位的每 1 码元的最大传输比特数的第 1 比特数相关的信息、以及能够用于对该发送信息进行编码的、信息位长度不同而编码后的码长相等的编码方式的列表;

接收部,接收来自于上述发送台的多个通信单位;

解调部,利用每 1 码元的传输比特数为小于或等于上述第 1 传输比特数的第 3 比特数的调制方式,对该接收的多个通信单位分别执行解调;以及

解码部,利用上述编码方式列表内的编码方式中的 1 到多种编码方式来执行解码;

其中与上述接收台一起共用有关上述第 1 传输比特数的信息和上述编码方式列表。

14.如权利要求 13 所述的接收台,其特征在于,上述解码部顺序选择上述编码方式列表内的编码方式,并利用该选择的编码方式来执行解码,在判断为该解码结果有错误的情况下,利用不同的编码方式来执行解码。

15.如权利要求 13 所述的接收台,其特征在于,上述解码部基于接收信号的品质,从上述编码方式列表内的编码方式中选择编码方式,并利用该选择的编码方式进行解码,在判断出该解码结果内无错误的情况下,将该解码结果作为接收信息,在判断出该解码结果中有错误的情况下,使用不同的编码方式来执行解码。

16.如权利要求 13 所述的接收台,其特征在于,上述解码部从上

述编码方式列表内的编码方式中，选择在以前对其他信号执行解码时判断为没有错误的编码方式，利用所选的编码方式来执行解码，在判断出解码结果内没有错误的情况下，将该解码结果作为接收信息，在判断出该解码结果内有错误时，利用不同的编码方式来执行解码。

17.如权利要求 13 所述的接收台，其特征在于，还具有自适应控制部，判断与上述发送台之间的传输通路状态，并根据所判断的传输通路状态来决定在上述解码中使用的编码方式或者是在上述解调中使用的调制方式。

18.如权利要求 13 所述的接收台，其特征在于，在发送上述发送信息前，基于与上述发送台之间执行的通信，与上述接收台共用与上述第 1 传输比特数有关的信息、以及上述编码方式列表。

19.如权利要求 13 所述的接收台，其特征在于，使用彼此不同的副载波来发送该多个通信单位。

自适应调制方法和数据率控制方法

技术领域

本发明涉及在利用多个载波等通过多个传输通路来执行通信的无线通信系统中，与各个传输通路的品质变动相适应的调制方法和控制数据率的方法。

背景技术

我们知道有为了在无线通信系统中增加单位时间的传输量，而在1个码元内传输多比特信息的多值调制技术。

在多值调制技术中，由于每1码元的比特数增大使得传输通路品质良好的情况下的最大容许量增大，另一方面，每1码元的比特数减小使得传输通路品质良好的情况下的最大容许量减小，因此，为了执行稳定的通信，提出了根据传输通路的品质来切换调制多值数的自适应调制技术。对于该技术而言，在论文“调制多值数可变自适应调制方式的传输特征”(电子信息通信学会论文集 B-II 卷，J78-B-II，第6，第435-444页，1995年6月)(非专利文献1)等中对其进行了说明。

随着无线通信的宽带化，使用了将信息分配给多个直达的副载波进行发送的 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 正交频分复用)方法，为了对应于 OFDM 频带内的传输通路品质的不同，提出了对每个副载波切换调制方式的 OFDM 自适应调制方式。就该技术而言，在论文“使用了用于高速数据通信的多等级发送电力控制的 OFDM 自适应调制方式”(电子信息通信学会论文集 B-II 卷，J84-B-II，第7，第1141-1150，2001年7月)(非专利文献2)等中对其进行了说明。

(非专利文献 1) 大槻信也 等著 “调制多值数可变自适应调制方

式的传输特征”，电子信息通信学会论文集 B-II 卷，J78-B-II，第 6，第 435 - 444 页，1995 年 6 月

(非专利文献 2) 吉識知明 等著“使用了用于高速数据通信的多等级发送电力控制的 OFDM 自适应调制方式”，电子信息通信学会论文集 B-II 卷，J84-B-II，第 7，第 1141 - 1150 页，2001 年 7 月

发明内容

在利用上述以往的自适应调制技术来根据传输通路的变更执行调制方式的切换时，为了使得接收台正确地执行解调，发射台和接收台必须要共用所使用的调制方式的信息。

在发射台和接收台之间使用不同调制方式的情况下，由于数据位置错开、连锁出现错误，例如从发射台将调制方式通知给接收台的方法中，该通知信号必须要以非常高的精度进行通信，例如，即便在接收台根据接收信号来推测调制方式的情况下，也必须要有用于以高精度进行推测的训练信号。为此，例如，为按照 OFDM 的每个副载波来控制调制方式，产生了为了增加所谓调制方式通知信号和训练信号的、用于调制方式控制的信号而压迫数据信号自身的容许量的问题，但是，反之，在为了不压迫数据信号的容许量而削减了用于所谓调制方式通知信号和训练信号的调制方式控制信号后，调制方式控制的自由度减少，不能执行精细的控制，由此存在在传输通路中不能充分活用地进行通信的问题。

本发明是为了解决上述问题而作出的，其目的在于提供一种无线通信系统，例如，即便在对 OFDM 的每个副载波控制调制方式的情况下，在发射台和接收台之间的调制方式的一致性不一定正确时也可以进行通信，为此，可能一边削减用于控制调制方式的控制信号，一边按各副载波切换调制方式，能够根据传输通路的整体品质来控制通信整体的容许量。

作为用于解决上述问题的单元，在根据本发明的自适应调制及编

码方式下，首先，发射台和接收台共用各副载波中的每 1 码元的最大传输比特数和所选编码方式的列表信息。

发射台根据各副载波的传输通路品质来决定该副载波中的调制方式，以可利用所决定的调制方式来进行通信的比特数信息为基础，从所述列表中选出编码方式后执行编码，对代码进行分割，按所述每 1 码元的最大传输比特数分配给各副载波，在各副载波中，仅对所分配的比特中按在先决定的调制方式可发送的比特数执行调制，并进行发送。

接收台根据各副载波的传输通路品质，对该副载波中决定在解调时所使用的调制方式以执行解调，在每 1 码元的解调结果所得到的比特数目不足所述每 1 码元的最大传输比特数的情况下，在添加接收了似然度 0 的信号后，汇集解调结果，并利用所述编码方式列表内的编码方式，对该解调结果试行解码，在解码成功的情况下，发送解码结果得到的信息。

根据该方法，在发射台和接收台之间未取得正确的调制方式的一致，也可以对应于传输通路按每种副载波来切换调制方式，可根据平均的传输通路品质来控制容许量。

根据本发明，提供了一种系统：不必通知发射台和接收台之间的调制方式信息，可以与传输通路的变动相对应地切换每 1 码元内通信的比特数，并根据传送通路的变动而以最适当的容许量进行通信。

附图说明

图 1 是本发明的发射台中的自适应调制以及编码方式的例子。

图 2 是本发明接收台的自适应解调和解码方式的例子。

图 3 是可利用本发明中的自适应调制来进行通信的比特数和编码化率的关系的例子。

图 4 是利用本发明中的自适应调制来进行通信的比特数目和发送功率之间关系的例子。

图 5 是本发明中的发射台的第 1 实施例。

图 6 是本发明中的发射台的第 2 实施例。

图 7 是本发明接收台的第 1 实施例。

图 8 是本发明接收台的第 2 实施例。

图 9 是将本发明应用于按码来分割多个信息从而执行发送的系统时的发射台自适应调制部的实施例。

图 10 是将本发明应用于按照多个天线来分割信息并执行发送的系统时的发射台自适应调制部的实施例。

图 11 是将本发明应用于按照多个波束模式分割信息来执行发送的系统时的发射台自适应调制部的实施例。

图 12 是本发明的发射台的处理流程例。

图 13 是本发明接收台的处理流程例。

具体实施方式

以下，将使用附图对本发明的实施方式进行说明，但是，以下，作为例子，设定各副载波中的每一个码元的最大传输比特数为 6 比特，作为调制方式，对使用 64 QAM 或 16 QAM 或 QPSK 的自适应调制方式进行说明，但是，本发明的应用并不仅仅限于这些最大传输比特数目和调制方式，更一般的情况是，设每 1 码元的最大传输比特数目为 2^m 比特，作为调制方式，也可同样适用于利用 2^{2k} QAM(k 为小于或等于 m 的自然数)进行解调的情况。在上述情况中，表示相当于 $k=1$ 的 4QAM 与 QPSK 相同的调制方式。

首先，如图 5-8 所示，基于使用本发明的自适应调制和编码方式来执行通信的发射台和接收台的结构图面，对发射台和接收台的结构和信号流程进行说明。

但是，在以下，仅仅对在从发射台到接收台的通信中、应用本发明的调制解调方式的结构进行了说明，但在实际实施时，也有可能在一个通信装置内具有接收台和发射台双方的功能，从而将本发明应用于双向通信。本发明的发射台和接收台意味着执行被发送数据信号的调制的无线台以及执行解调的无线台，可以将任何一个作为基站·移动

终端，在终端之间相互连接的情况下，也可以将任何一个终端当作发射台·接收台。

图 5 中表示了本发明发射台的第 1 结构例，图 6 中表示了本发明发射台的第 2 结构例，图 7 中显示了本发明接收台的第 1 结构例，图 8 中显示了本发明接收台的第 2 结构例。

使用图 5 或图 6 的发射台、图 7 或图 8 的接收台来执行通信时，发射台和接收台首先共用各副载波中的每 1 码元的最大传输比特数以及所选编码方式的列表信息，并在发送信息的编码、接收信号的解码之前，将其存储在存储部内。

作为发射台和接收台的信息共用方法、系统，可以预先确定，也可以在通信开始时从发射台或接收台进行通知。在发射台和接收台的一方为基站、另一方为终端的情况下，能够使用在执行位置登录和越区切换时从基站通知终端，或以在被广播的基准信号内包含共用信息的方式来从基站执行发送等的方法。每 1 码元的最大传输比特数是由传输通路状况、通信请求量、收发机性能等决定的。

在图 5 的发射台中，自适应调制控制部 410 利用 FFT(快速傅利叶变换)将无线部 400 接收的信号转换为频域信号，并基于传输通路品质来为每个副载波决定调制方式，并向自适应调制部 430 通知每个副载波各自的调制方式的信息，向编码部 420 通知为每种副载波所选的调制方式的每 1 码元的比特数的总和。

在编码部 420 中，基于从自适应调制部 410 得到的信息，从编码方式列表中选择出编码方式，基于所选编码方式来执行编码处理，并将执行编码处理后的结果发送给自适应调制部 430。在编码处理中，例如是利用奇偶校验或 CRC 等方法向应发送的信息中添加错误检测信息，例如利用卷积码或 Turbo 码等信道码来执行编码，利用交织来改变所生成的码字内的比特位置，在分配给各副载波时，如果在比特数中产生了剩余，则利用击穿(puncture)来删除一部分比特。

在自适应调制部 430 中，将利用编码部 420 传递的数据分割给各个副载波，在各副载波中利用自适应调制控制部 410 决定的调制方式

来执行调制，利用 IFFT(快速傅利叶反变换)将各副载波的信号多路复用为时域信号，并通过无线部 400 执行发送。

从图 5 的发射台发送出的信号例如由图 7 结构的接收台所接收。在图 7 的接收台中，自适应解调控制部 510 利用 FFT 将无线部 500 接收的信号转换为频域信号，并基于传输通路品质，为每个副载波决定在解调时所使用的调制方式，并将每个副载波在解调中各自使用的调制方式的信息通知给自适应解调部 530，将为每个副载波所选择的在解调中使用的调制方式的每 1 码元的比特数的总和通知给解码部 520。

在自适应解调部 530 中，利用 FFT 将无线部 500 接收的信号转换为频域信号，并使用由自适应解调控制部通知的调制方式来对每个副载波执行解调，（在解调中使用的调制方式的每 1 码元的比特数，不满先前在与发射台之间所确定的每 1 码元的最大比特数的情况下，处理为接收对应于不足部分的似然度 0 的信号，）根据各副载波对每个码元输出每 1 码元的最大比特数的解调结果，对所有载波进行多路复用，并将其传送给解码部。

在解码部 520 中，从编码方式列表中选择编码方式，根据所选编码方式来执行从自适应解调部 530 传送来的数据的数据的去击穿(depuncture)、去交织、信道码的解码处理，并使用发送时所附加的错误检测信息来判断解码结果是否错误。

当判断为解码结果没有错误的情况下，解码部 520 将判断的解码结果作为接收信息而输出。当判断为解码结果错误的情况下，从先前的编码方式列表中选择出另一个编码方式，再次试行相同的解码处理。在对列表中的所有编码方式都判断为解码结果错误的情况下，输出解码失败。

在上述解码部 520 中执行试行时，作为从列表中选择解码中使用的编码方式的顺序决定方法，简单来说，在通信前决定顺序号码时，通常可以按照预定的顺序号码来选择。作为其他的决定方法，接收来自于自适应解调控制部 510 的接收品质的通知，若接收品质高则优先执行编码率高的编码方法，若接收品质低下，则可以优先选择编码率

低的编码方法。再有，作为其他的决定方法，也可以优先选择在前一次解码中解码成功的编码方法进行试行，该方法在传输通路的品质变化比较缓慢时特别适用。此外，作为其他决定方法，也可以是发射台向接收台通知在编码部 420 内所选择的编码方法，接收台优先选择该发射台通知的方法进行试行。

即便是用图 8 的结构来代替图 7 的结构，本发明的接收台也能够实现。在图 7 的接收台中，自适应解调控制部 510 和自适应解调部 530 执行与图 6 的构成例中接收台的自适应解调控制部 510 和自适应解调部 530 相同的处理。图 8 的接收台的解码部 520 试图对编码方式的每个列表使用去击穿(depuncture)、去交织、信道解码以及错误检测部，从而可以将错误检测处理的结果为无错误的解码部输出输出为接收信息。

即便使用图 6 的结构来代替图 5 的结构，也可以实现本发明的发射台。在根据图 6 的结构的发射台中，自适应调制控制部 410 以无线部 400 接收的信号为基础，来判断传输通路的整体品质，并将结果通知给编码部 420。

在编码部 420 中，以从自适应调制控制部 410 得到的信息为基础，从编码方式列表中选择出编码方法，并基于所选编码方式执行编码处理，并将结果传送到自适应调制部 430。在编码处理中，利用例如所谓奇偶校验或 CRC 等方法向应当发送的信息中添加错误检测信息，例如利用卷积码或 Turbo 码等信道码来执行编码，利用交织来改变所生成的码字内的比特位置，在分配给各副载波时，如果在比特数中产生了剩余，则利用击穿(puncture)来删除一部分比特。

自适应调制部 430 将利用编码部 420 传送来的数据分割为各副载波，在所有副载波中，使用预先与接收台之间预定的传送每 1 码元的最大传输比特数的调制方式来执行调制，并利用 IFFT(快速傅利叶反变换)将各副载波的信号多路复用为时域信号，并通过无线部 400 来执行发送。

在图 6 结构的发射台中，与图 5 结构的发射台相比，不执行与每

个副载波的传输通路品质相对应的调制方式切换，但是由于图 7 到图 8 的接收台根据每个副载波的传输通路品质来切换解调时使用的调制方法，因此存在以下优点：利用每个副载波的品质的不同来进行通信，同时能够使得发射台的结构简化。

通过使用图 6 结构的发射台，例如在从发射台向接收台的通信和从接收台向发射台的通信中使用了不同频率的情况下，即便在发射台中很难测定每个副载波的传输通路品质的不同，也能够使用本发明，在这种情况下，希望将来自接收台的接收品质收取为反馈信息。

接下来，基于用于说明相应的图 1 和图 2 的发射台和接收台的本发明的调制方式和编码方式的模式图，来进行详细的说明。

发射台和接收台首先共用各副载波中每 1 码元的最大传输比特数 N_c 和选择的编码方式列表信息。在以下的说明和附图中，设表示为 N_c 的值表示各副载波中每 1 码元的最大传输比特数。

使用图 1 来详细说明发射台的自适应调制控制部、编码部、以及自适应调制部中的处理。在图 1 的发射台中，首先，在自适应调制控制部 110 中以每个副载波的传输通路品质 111 为基础，来决定每个副载波的调制方式 114，并求出决定了调制方式的每 1 码元内可通信的比特数 N_b 115。在以下的说明以及图中，设表示为 N_b 的值是表示由发射台一侧判断的、每 1 码元内可通信的比特数 115。

这里，在决定每个副载波的调制方式时，例如作为传输通路品质，可以使用信号功率强度、干扰功率强度、信号对干扰以及噪声功率比等。单纯而言，阈值的决定可以是以下决定方法：例如是若根据每个副载波的传输通路品质而预想的副载波的信道容量比作为 QPSK 的每 1 码元内可通信的比特数的 2 还要大，则选择阈值 112 以选择调制多值数比 QPSK 大的调制方式，若比作为 16QAM 的每 1 码元内可通信的比特数的 4 还要大，则选择阈值 113 以选择调制多值数比 16QAM 还要大的调制方式。为了进一步提高通信品质，还能够根据使用的编码、调制方式、传输通路的性质来决定阈值。

在编码部 120 中，从为发射台和接收台所共用的编码方式列表中

选择一种编码来执行编码。这里，选择编码的基准的一个例子是图 3 的曲线图内所示的关系 301。

利用关系 301，选择比发送 1 个码字的区间内按各副载波所选的调制方式的每 1 码元内可通信的比特数 N_b 的总和除以各副载波的每 1 码元的最大传输比特数 N_c 的总和所得到的值还要小的编码率的编码方法。

例如在图 1 的例子中，为了使用 6 个副载波来临时发送一个代码，而选择这样一种编码方式：代码长度 122 等于针对 6 个副载波使各副载波的每 1 码元的最大传输比特数 N_c 相加后的值，信息位长 121 比使 6 个副载波中为各副载波所选的调制方式的每 1 码元内可通信的比特数 N_b 相加之后所得到的值还要小。这里，所选编码方式也可以满足编码率小于 N_b 总和与 N_c 总和的商的条件，除此的外，选择以下编码方式：例如若是将代码在时间上分割 n 次来进行发送的情况下，代码长度等于发送该代码时使用的所有载波的 N_c 总和与 n 的乘积，该代码的信息位长度为小于发送该代码时使用的所有载波的 N_b 总和与 n 的乘积的值。

如此，通过选择编码方式，传输通路的品质越高则越选择高编码率的编码方式来提高数据率，传输通路的品质越低则越选择低编码率的编码方式来提高纠错能力，能够选择与传输通路的品质相应的编码方式。

利用图 3 的关系 301 例如在 302 的范围内选择一定的编码率，但是，例如如图 4 所示的 N_b 总和与 N_c 总和的商与发送功率的关系图所示，在选择相同编码率的区间 312 内，通过控制功率以使 N_b 总和与 N_c 总和的商越小则发送功率越大，能够使得发送信息的每 1 位内使用的能量稳定，另外还能够改善通信品质。

在以上所示的编码选择方针中是以 N_b 总和与 N_c 总和的商为基准来选择编码率的，但是，也可以将传输通路品质用作编码率的选择基准。例如，将在将发送 1 个码字的区间中的传输通路的信道容量总和除以 N_c 总和所得到的值上，乘以与信道编码的纠错能力具有正相

关关系的系数后的乘积作为基准值，选择编码方式列表中的编码率与基准值最接近的方式，或者是，在编码方式列表中的编码率不超出基准值的范围内选择最大的方式，或者是，在编码方式列表中的编码率不低于基准值的范围内选择最小的方式。无论选择那种编码的选择方法都能够得到同样的效果。

调制部 130 中，按各副载波的每 1 码元的最大传输比特数 N_c 的比特，就将编码部 120 生成的码字分割给各副载波，使用为各副载波所分配的 N_c 比特中、在自适应调制控制部 110 中决定的该副载波的调制方式下的每一码元内可通信的比特数 N_b 位，利用该副载波的调制方式来执行调制，从而生成发送信号。此时，产生了 N_c 比特和 N_b 比特之差那么多位的在发送中不使用的比特，但是它们不在发送中使用而是被废弃。

接下来，使用图 2 来详细说明接收台的自适应解调控制部、解调部以及调制部中的处理。在图 2 的接收台中，首先，在自适应解调控制部 210 中，以每个副载波的传输通路品质 211 为基础，来决定在每个副载波的解调中所使用的调制方式 214，并求出在所决定的调制方式下的每 1 码元内可通信的比特数 N_d 215。设在以下的说明和图中标记为 N_d 的值表示在发射台一侧被判断出的每 1 码元内可通信的比特数。

这里，在每种副载波的调制方式的决定中，与在发射台中相同，例如可以将信号功率强度、干扰功率强度、信号对干扰和噪声功率比等用作传输通路的品质。

阈值的决定可以是这样一种决定方法：例如，若根据每个副载波的传输通路品质 211 而预想的副载波的信道容量比作为 QPSK 的每 1 码元内可通信的比特数的 2 还要大，则选择阈值 212 以选择调制多值数比 QPSK 还要大的调制方式，若比作为 16QAM 的每 1 码元内可通信的比特数的 4 还要大，则选择阈值 213 以选择调制多值数比 16QAM 还要大的调制方式。这种阈值决定方法能够为了进一步提高通信品质而根据使用的代码、调制方式、传输通路的性质来决定阈值。另外，

通过将接收台中的阈值 212 和 213 选择为分别比发射台中的阈值 112 和 113 还要小的值,可以提高通信品质。

最好是,在接收台中预测的传输通路品质 211 与图中点线所示的发射台中测定的传输通路品质 111 相一致,但是由于发射台和接收台的物理环境的不同、测定定时等不同等原因而造成不一定一致。其结果,在利用本发明的自适应调制和编码方式中,接收台中决定的调制方式 214 和发射台发送的调制方式 114 未必一致。但是,在本发明中,不拘泥于调制方式 214 和 114,由于固定了各副载波的每 1 码元的最大传输比特数 N_c ,从而调制方式的选择错误不会延续到其他副载波的调制结果,利用代码的纠错能力,从而,即便在发射台和接收台中选择不同的调制方式时错误变大,也不会使得特性恶化。为此,如果使用具有充分纠错能力的代码,则与以往技术不同,就不需要用于使发射台和接收台中的调制方式正确一致的组件。

在解调部 230 中,利用在自适应解调控制部 210 内决定的每个副载波的解调中所用的调制方式来执行解调处理,从而得到 N_d 比特的信号,作为接收了对应于 N_c 比特和 N_d 比特之差的似然度 0 的信号,追加信号,对解调部 220 按每个副载波输出合计 N_c 比特的信号。

在解码部 220 中,从与发射台间共用的编码方式列表中选出 1 到多种编码方式试行解码,视为以解码成功的方式在发射台中被编码后就结束发送信息的解码。关于解码成功的判断,例如在发送时添加了奇偶校验、CRC 这样的错误检测信号,并在解码时进行判断,在没有检测出错误的情况下,可以判断为解码成功。

在解码部 220 中,在基于多种编码方式而顺序试行解码的情况下,例如,利用与发射台中决定编码方式的方法相同的方法,根据 N_d 和 N_c 来推断编码方式,通过使用优先试行推断出的编码方式的方法、或优先试行刚刚解码成功的方式的方法,可以削减计算量。

作为以上的解码处理的结果,来自解码部 220 的解码结果以及错误检测信号作为本发明的接收台中的接收结果被通知给上级通信层。

对于以上的本发明的自适应调制·编码处理而言,在图 12 中表示

了发射台的处理流程，在图 13 中表示了接收台的处理流程。

在图 12 的处理流程中，发射台首先在处理 600 中决定各副载波的每一码元的最大传输比特数 N_c 。处理 600 是可以按一连串的通信单位逐一执行的处理，是按照在通信开始时一次设置的频度来执行的处理。

接下来，在发射台中，在处理 601 内测定传输通路品质，基于测定结果而在步骤 602 中决定各副载波的调制方式，在步骤 603 中决定编码方法。这些处理都是按照遵循传输通路的变动速度的频度来执行的处理。这些处理还是这样一些处理：若传输通路的变动速度为与代码长度相同的程度，则基于处理 601 中的测定结果，按照每次发送代码的程度的频度来执行处理 602 和处理 603 的方式决定，传输通路的变动与代码长度相比，若较为缓和，则以较少的频度来执行处理。接下来，在发射台中，针对每一个码，在处理 604 内对发送信息进行编码，并按照每个码元单位在步骤 605 中调制经编码的信息，之后发送信号。

在图 13 的处理流程中，接收台首先在处理 610 中决定各副载波的每一码元的最大传输比特数 N_c 。处理 610 是与发射台中的处理 600 相同的、可以按照一连串通信单位逐一执行的处理，是按照在通信开始时一次设置的频度来执行的处理，有必要按照与发射台中的处理 600 相同的定时来执行处理。

接下来，在接收台中在处理 611 内测定传输通路品质，基于测定结果，在处理 612 内决定各副载波的解调中所用的调制方式。这些处理是按照遵循传输通路的变动速度的程度的频度来执行的处理，它们还是这样一些处理：若传输通路的变动速度为与代码长度相同的程度，则基于处理 611 中的测定结果，按照每次发送编码的程度的频度来执行处理 612 中的方法决定，若传输通路的变动与代码长度相比较为缓和，则以较少的频度来执行处理。最好是这些处理的频度为与处理 601、处理 602、处理 603 的处理频度相同的程度，但是也不一定要一致。

接下来,在接收台内基于在处理 612 中决定的调制方式来执行接收信号的解调,每当结束代码长度那样的解调处理时就在步骤 613 中推断编码方式,之后,在处理 614 内执行解码处理。如图 8 的接收台那样,若是具有多个解码部的接收台,则每当执行完对应于代码长度的解调处理就执行一次处理 613 和处理 614。另一方面,如图 7 的接收台所示,若是通过切换方式来反复使用一个解码部的接收台,则每当对应于代码长度的解调处理结束时就利用候补方式来试行解码,若解码失败则用不同方式再次试行解码,若解码成功则结束处理。

以上是就 2^m QAM 来说明调制方式,但是,本发明的应用并不限定于 2^m QAM,也可以使用例如使用格雷码递归扩展信号点配置,并可设置对于信号点的比特分配的调制方式,设每一码元的最大传输比特数为 m 比特,即使对于 2^m PSK 或 2^m ASK,也可以采用同样的控制。

在以上说明中所使用的代码及编码,不仅仅指基于所谓的单纯的卷积码或 Turbo 码这样的纠错码的编码,更一般而言,是指向根据通信对象的信息来执行调制的位串的映射,汇集例如是包含所谓的错误检测码的添加、交织、重复(repetition)、击穿(puncture)等信号处理的处理,将其称为编码。

在以上叙述中,从每 1 码元的比特数到称为每 1 码元的最大比特数时的比特数相当于编码后的码字的比特数,为了与发送信息位数相对应,必须乘以代码的编码率。

以上,是以在品质随每个频率而不同的传输通路中,使用 IFFT 和 FFT 运算而将信息分割为多个副载波从而进行通信的情况进行的说明,但是,本发明对于按照品质不同的多个通信单位分割信息进行通信的系统而言,一般也是可以应用的。

例如,也可以如图 9 所示来构成自适应调制部。在图 9 的自适应调制部 430 中,使用例如 Walsh 码这样的代码来进行扩散以代替执行 IFFT,通过执行逆扩散来代替执行 FFT,从而将码字分割为多个代码,从而同样能够应用本发明。

通过在自适应调制部 430 中,不执行 IFFT 而代之以例如如图 10 所示进行分割,并分别从不同的天线发送调制后的信号,并通过在自适应调制部 530 中,不执行 FFT 而代之以通过执行将多个天线接收到的信号按发送源的每个天线进行分离的干扰去除处理,将码字按多个天线进行分割,从而同样能够应用本发明。

通过在自适应调制部 430 中,不执行 IFFT 而代之以例如是如图 11 所示执行分割,并在调制过的信号上乘以复合系数后,在一次变换后从不同点的天线执行发送,并通过在自适应解调部 530 中不执行 FFT 而代之以执行按照发送源的一次变换前的每个信号来分离由多个天线接收的信号的干涉去除处理,从而按照多个波束模式来分割码字,同样能够应用本发明。

图1

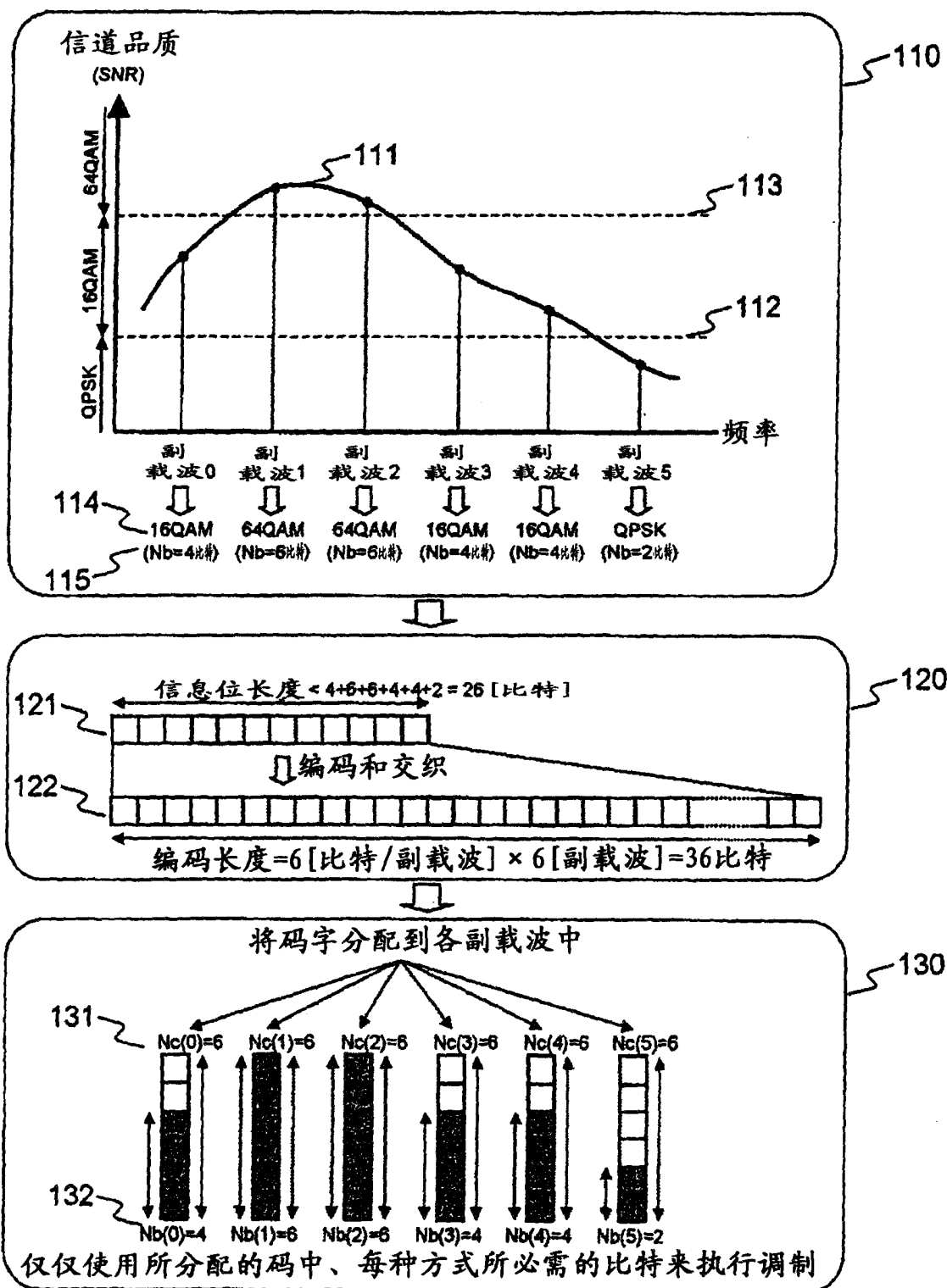


图2

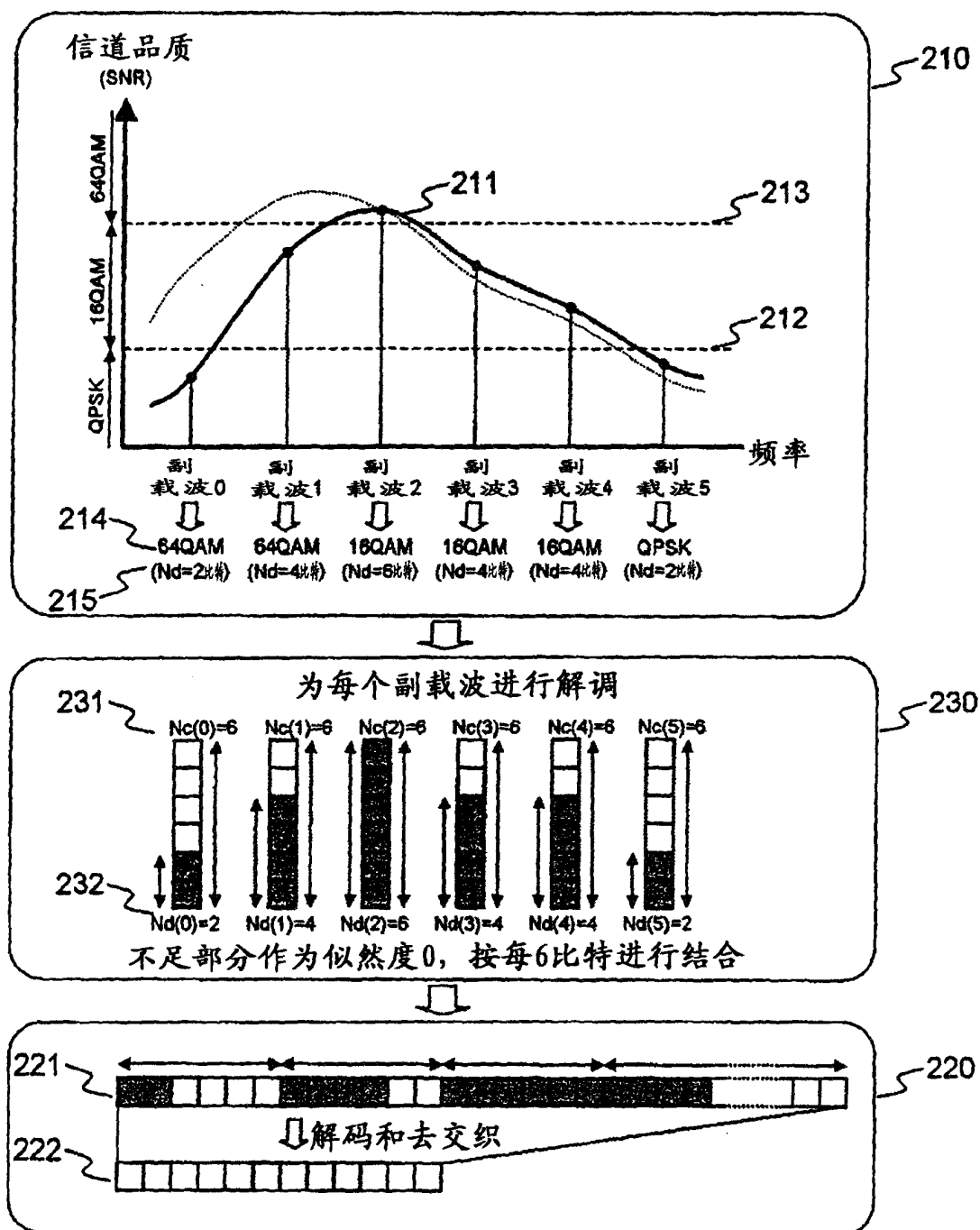


图 3

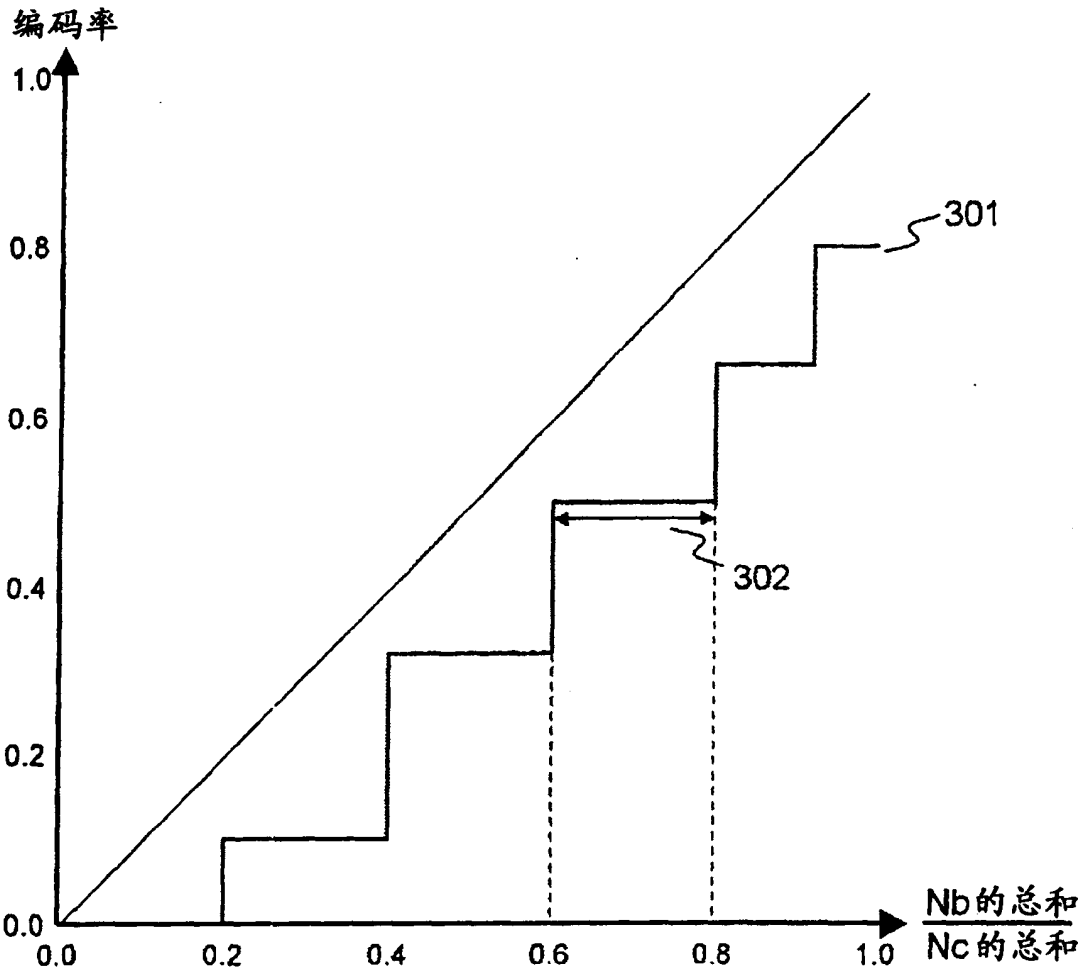


图 4

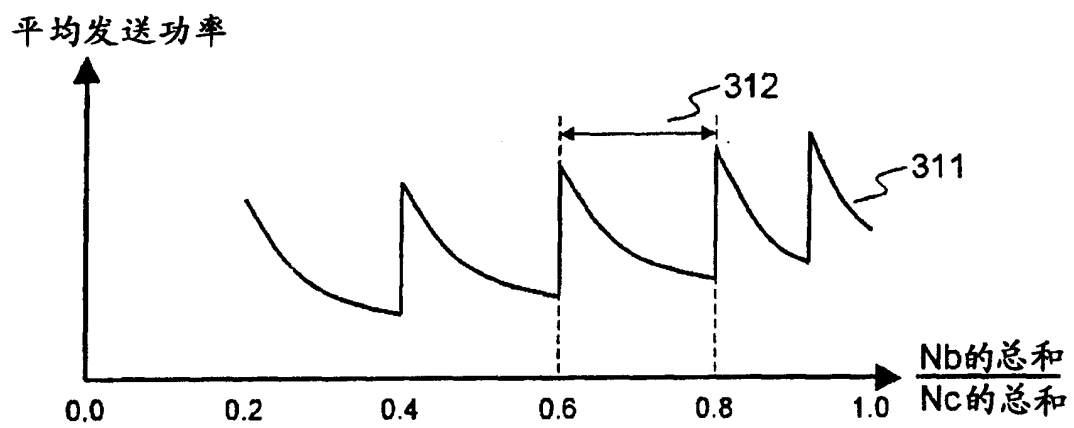
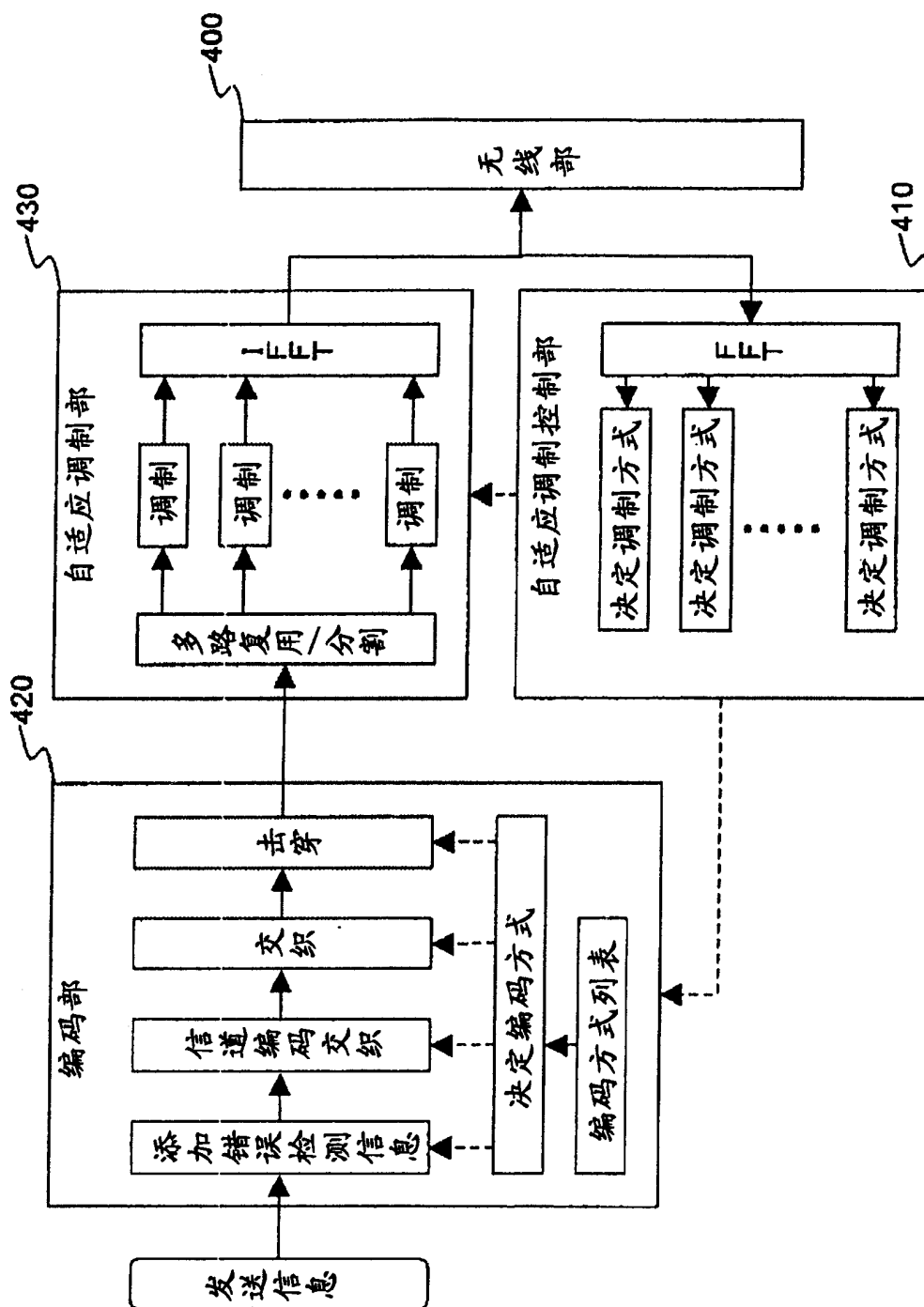


图5



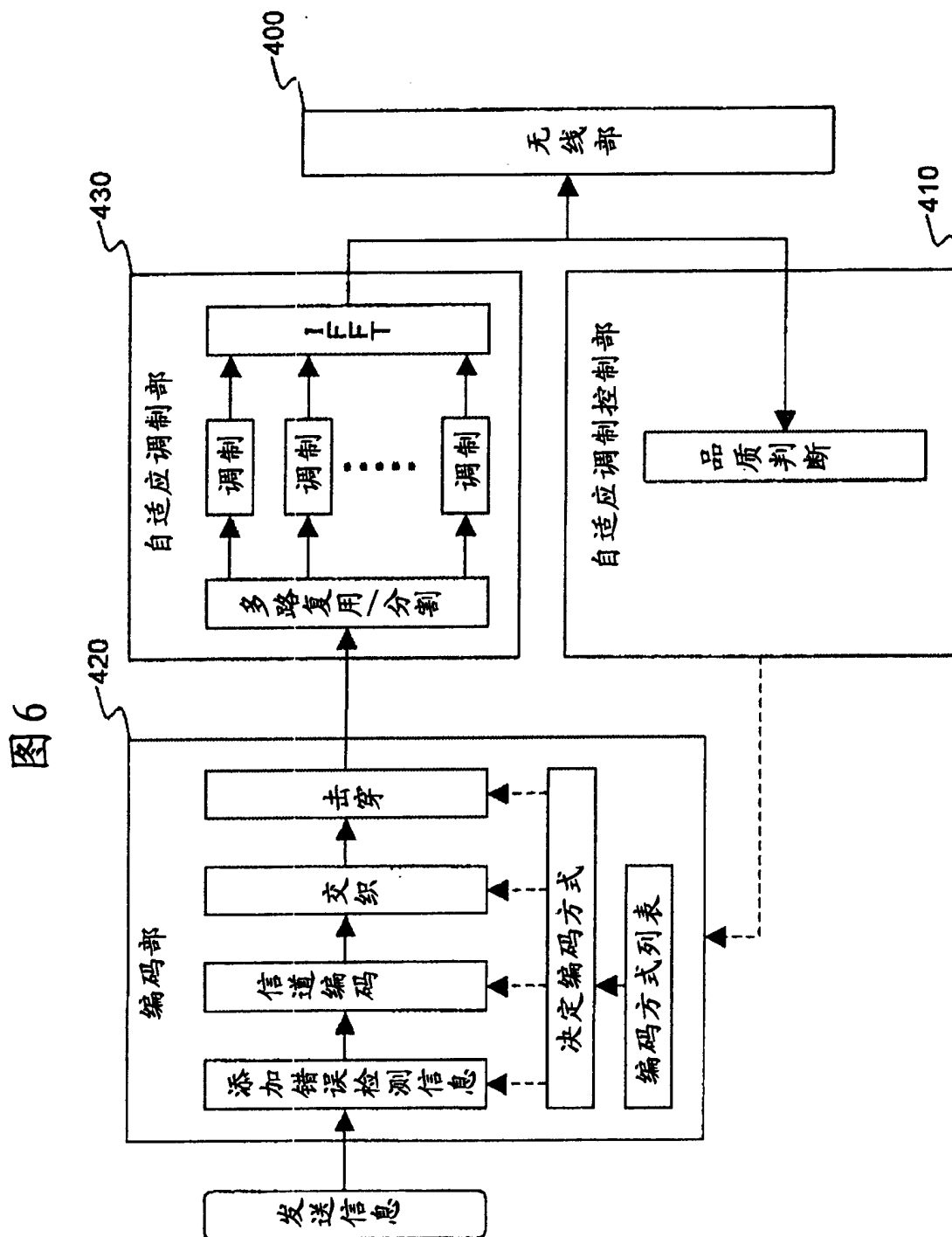
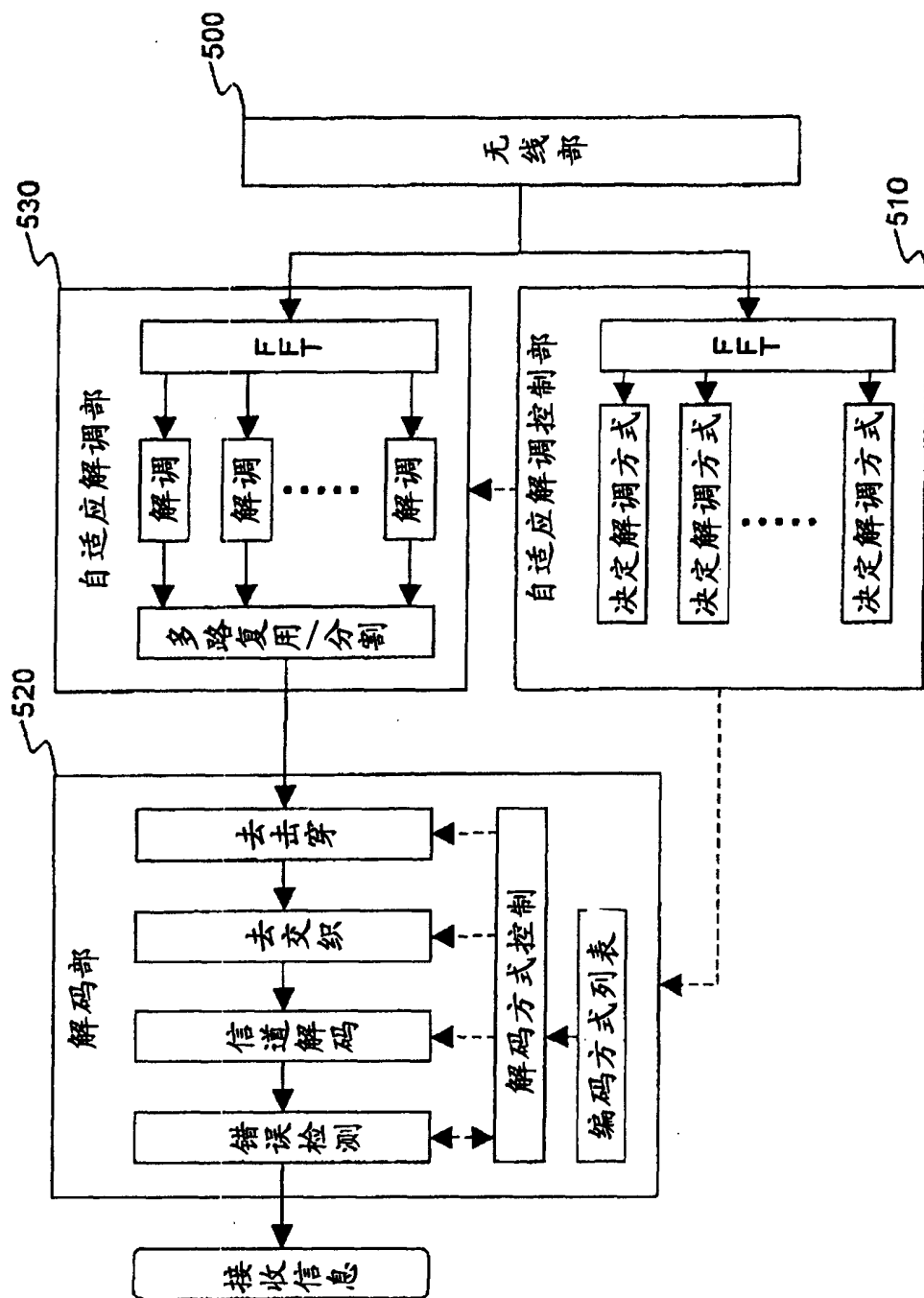


图7



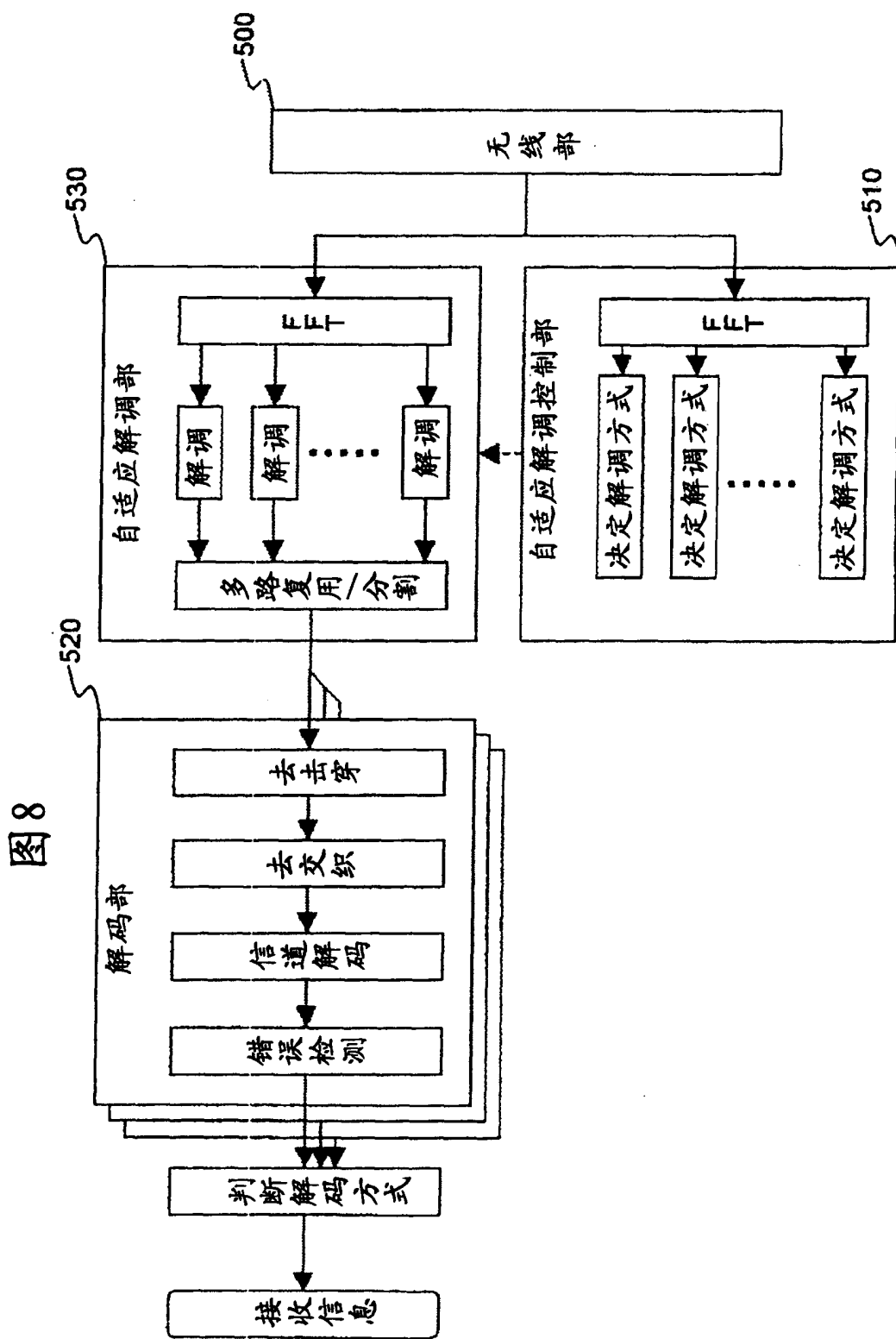


图9

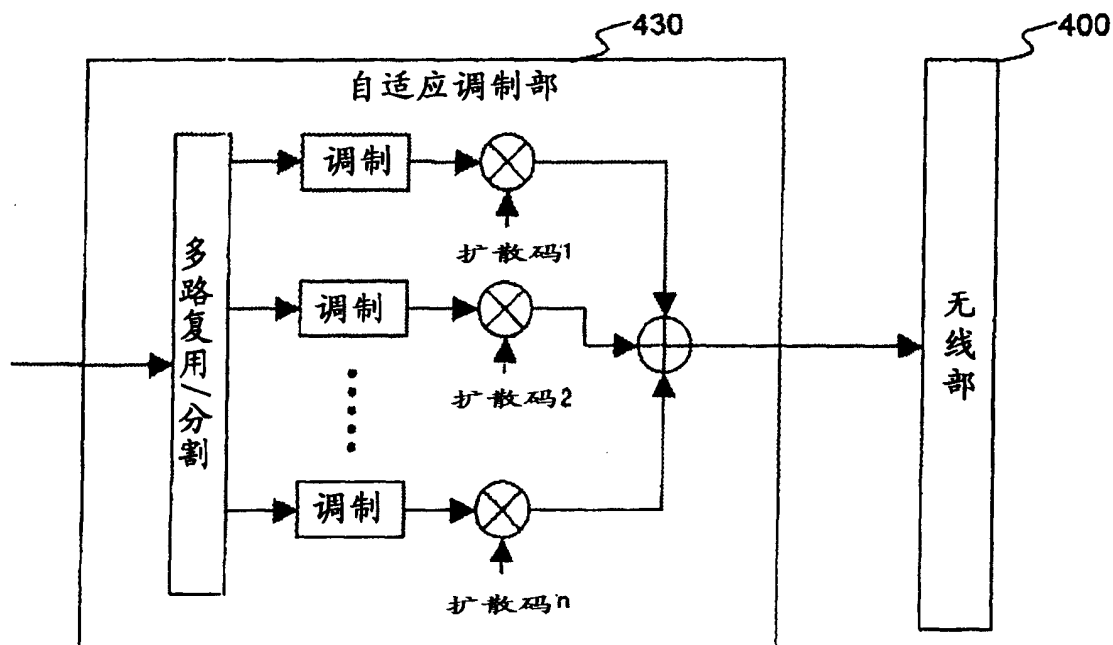


图10

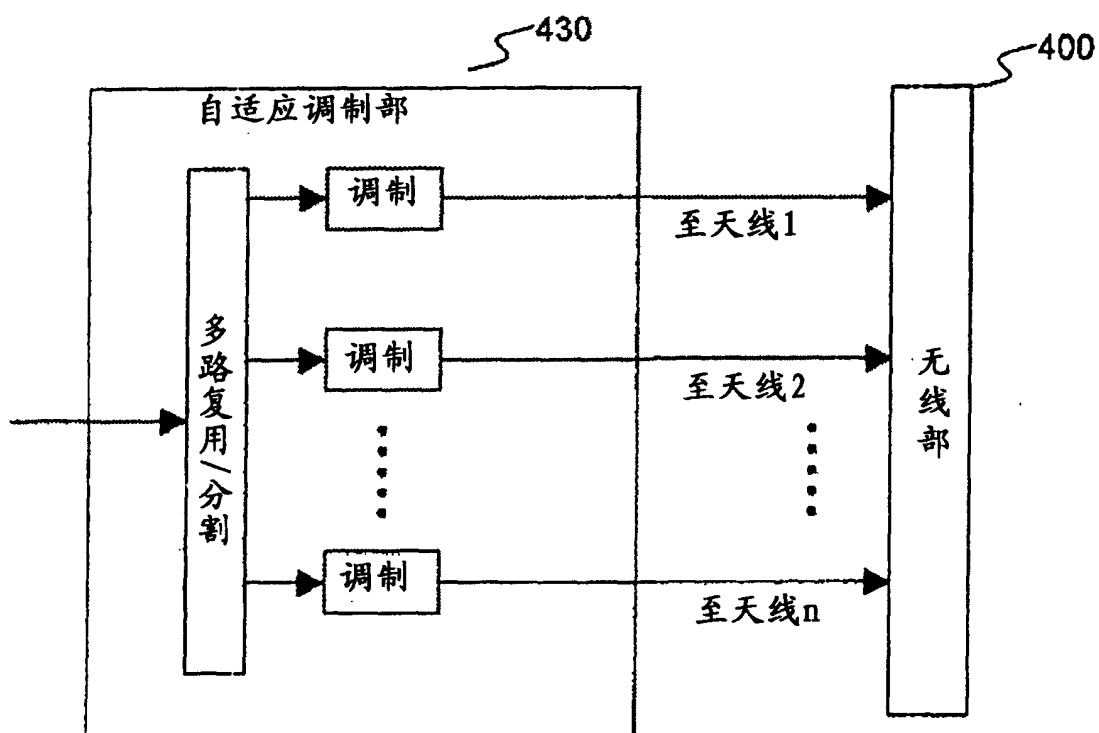


图11

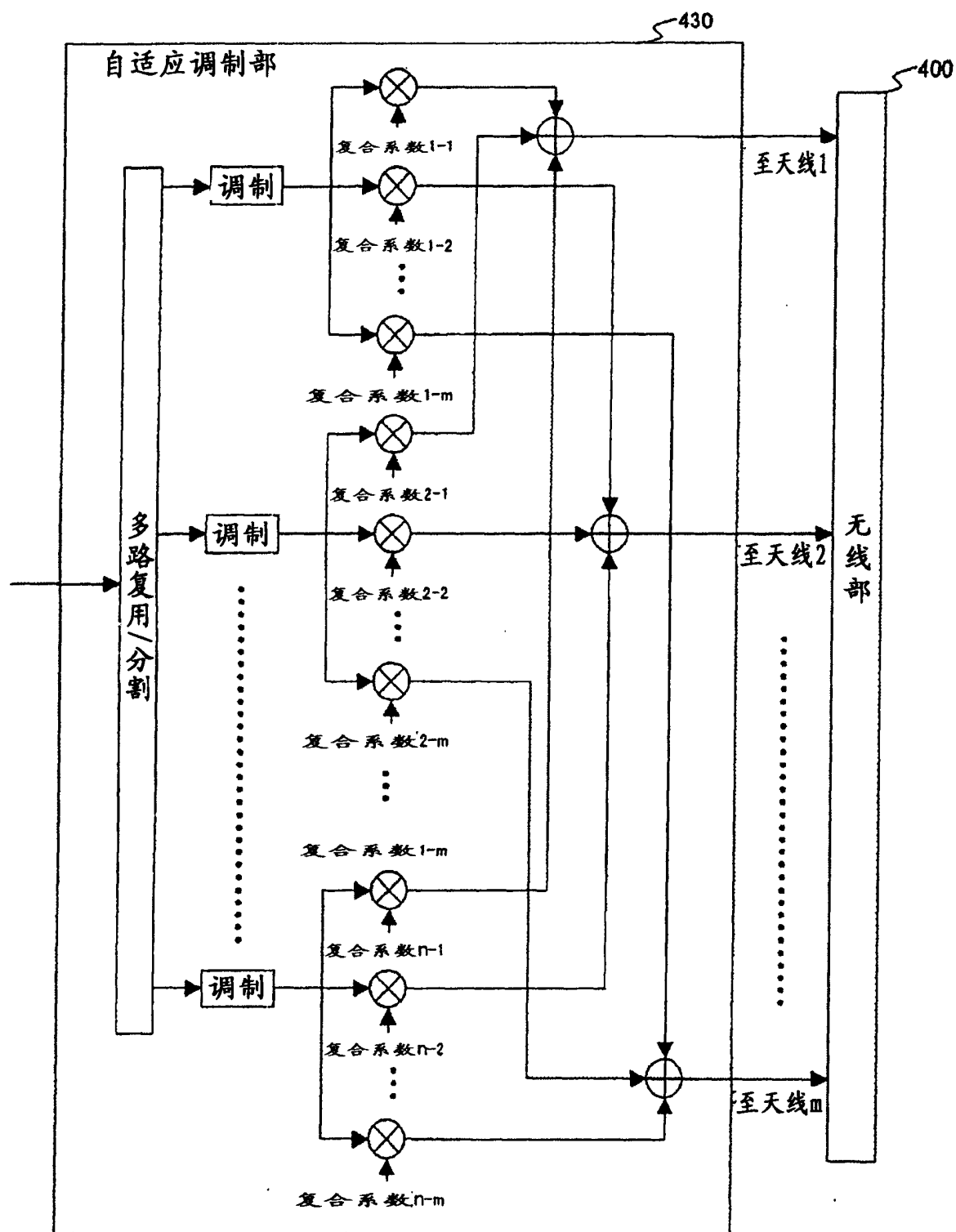


图 12

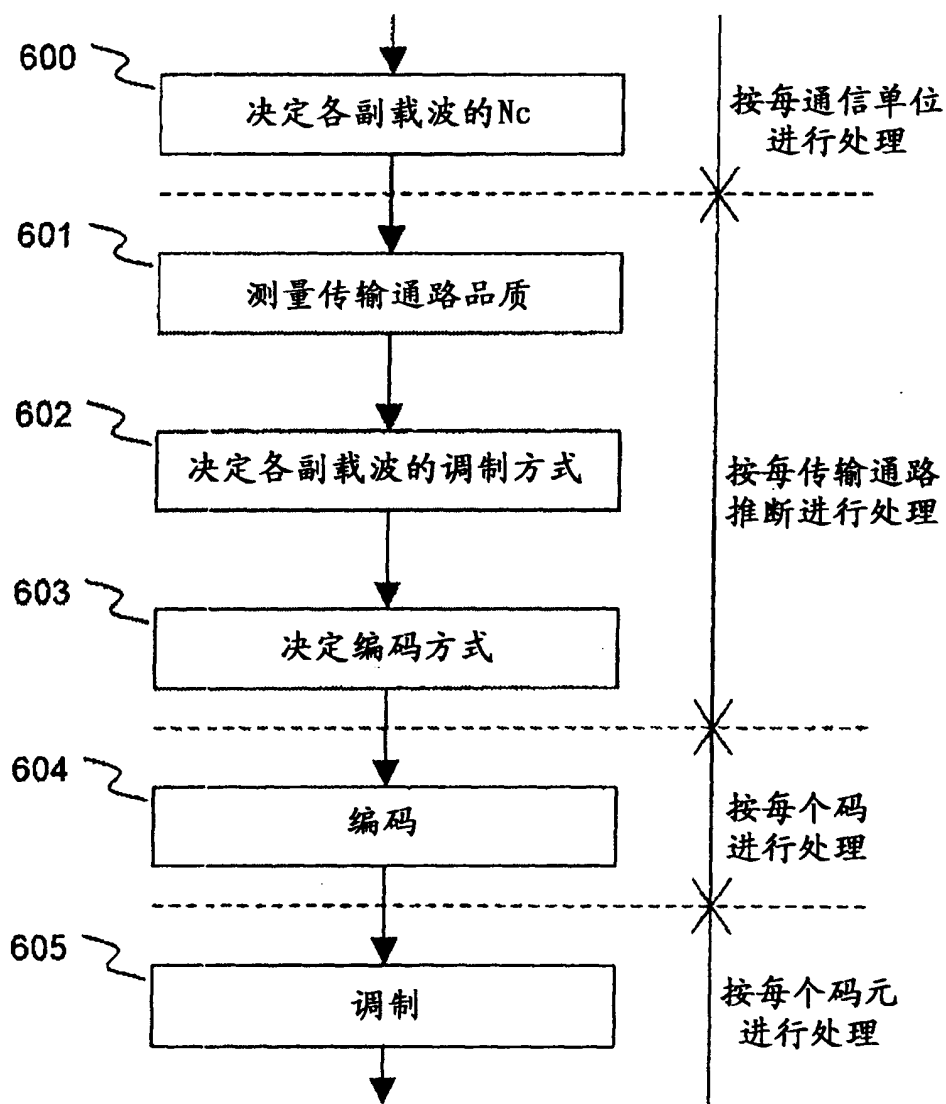


图13

