



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1572080 B

(45) 授权公告日 2011.04.06

(21) 申请号 03801353.3

(56) 对比文件

(22) 申请日 2003.04.09

JP 2002-044051 A, 2002.02.08, 全文.

(30) 优先权数据

审查员 刘洁

107105/2002 2002.04.09 JP

106059/2002 2002.04.09 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2004.04.20

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2003/004475 2003.04.09

(87) PCT申请的公布数据

WO03/085869 JA 2003.10.16

(73) 专利权人 松下移动通信株式会社

地址 日本神奈川县

专利权人 日本电信电话株式会社

(72) 发明人 须藤浩章 杉山隆利 浅井裕介

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 郭定辉 黄小临

(51) Int. Cl.

H04J 11/00 (2006.01)

权利要求书 2 页 说明书 36 页 附图 56 页

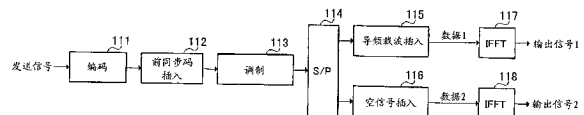
(54) 发明名称

正交频分多路复用通信方法与正交频分多路复用通信装置

(57) 摘要

为了从多个天线发送OFDM信号，只要从多个天线中的一个天线发送导频载波，并且从另一天线以发送导频载波的副载波频带发送空信号即可。

110 发送系统



1. 一种 OFDM 通信方法,通过该方法,其上叠加不同数据的 OFDM 信号从多个天线发送,并且这些 OFDM 信号的一部分副载波被作为导频载波发送,其中所述导频载波只从所述多个天线中的一个天线发送,并且空信号借助与发送所述导频载波的副载波相应的频带的副载波从不同于该天线的天线发送。

2. 如权利要求 1 所述的 OFDM 通信方法,其中发送所述导频载波的天线在所述多个天线之中切换。

3. 一种 OFDM 通信方法,通过该方法,其上叠加了不同数据的 OFDM 信号从多个天线发送,并且这些 OFDM 信号的一部分副载波被作为导频载波发送,其中所述导频载波由从所述多个天线发送的各个 OFDM 信号的相互不同频带的副载波发送,并且空信号借助与在某一 antennas 上发送导频信号的副载波相应的、在不同于该天线的天线的副载波上发送。

4. 一种 OFDM 通信装置,包含:

多个天线;

OFDM 信号生成部件,用来对多个发送数据分别执行的正交频分多路复用处理来生成从所述多个天线的各个天线发送的多个 OFDM 信号;

已知信号插入部件,用来在所述每个 OFDM 信号的一部分副载波中插入已知信号;以及空信号插入部件,用来在所述每个 OFDM 信号的一部分副载波中插入空信号,其中

所述已知信号插入部件将已知信号插入到所述多个 OFDM 信号的相互不同频带的副载波之中;并且

所述空信号插入部件将空信号插入到与在某一 OFDM 信号中插入了已知信号的副载波相应的频带的不同于该 OFDM 信号的 OFDM 信号的副载波之中。

5. 一种 OFDM 通信方法,通过该方法,其上叠加了不同数据的 OFDM 信号从多个天线同时发送,其中对于在所述多个 OFDM 信号中同一时间的同一频率的副载波,传播路径估计已知信号被放置在一个副载波上并且空信号被放置在不同于该副载波的副载波上,并且所述传播路径估计已知信号被放置在每个 OFDM 信号中的至少一个副载波上。

6. 一种 OFDM 通信装置,包含:

信号插入部件,用来在多个不同的发送数据的各个发送数据的开头插入传播路径估计已知信号与空信号;

OFDM 信号生成部件,用来对插入了所述传播路径估计已知信号与所述空信号的每个发送数据执行正交频分多路复用处理来生成多个 OFDM 信号;以及

多个天线,用来发送 OFDM 信号;

其中,对于所述多个 OFDM 信号之中在同一时间发送的副载波,所述信号插入部件插入所述传播路径估计已知信号与所述空信号在以下位置:当所述传播路径估计已知信号被放置在某一 OFDM 信号的副载波上时,空信号被放置在不同于该 OFDM 信号的 OFDM 信号的与其相应的副载波上,并且所述传播路径估计已知信号被放置在每个 OFDM 信号中至少一个副载波上。

7. 如权利要求 6 所述的 OFDM 通信装置,其中所述信号插入部件在所述多个 OFDM 信号内的同一时间的副载波中插入所述传播路径估计已知信号与所述空信号,使得所述传播路径估计已知信号被近乎均匀地置于各个 OFDM 信号之间。

8. 如权利要求 6 所述的 OFDM 通信装置,其中所述信号插入部件在每个 OFDM 信号中插

入所述传播路径估计已知信号与所述空信号,使得放置了所述传播路径估计已知信号与所述空信号的副载波按时间间隔变化。

9. 一种接收并解调由如权利要求 6 所述的 OFDM 通信装置发送的 OFDM 信号的 OFDM 通信装置,该 OFDM 通信装置包含:

多个天线,用来接收所述 OFDM 信号;

传播路径估计部件,用来根据由每个天线接收的接收信号中所包含的所述传播路径估计已知信号,估计所述多个天线以及权利要求 6 所述的 OFDM 通信装置的多个天线之间的传播路径特性;

内插部件,用来使用放置了所述传播路径估计已知信号的相邻副载波的传播路径特性,内插放置了空信号的副载波的传播路径特性;以及

传播路径补偿部件,用来使用所述传播路径特性,对于分配给各个副载波的信号执行传播路径补偿。

正交频分多路复用通信方法与正交频分多路复用通信装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于使用多个天线发送其上分别叠加了不同数据的多个正交频分多路复用 (OFDM) 信号的技术。

背景技术

[0002] 最近, 诸如 MIMO (多输入多输出) 等多天线通信作为一种允许以高速发送大量数据的技术已经引起人们的注意。因此, 人们已经认为通过组合 OFDM (正交频分多路复用) 与多天线通信可能取得极高速数据传送。然而, 除非在接收侧进行高度精确的传播路径补偿与干扰补偿, 则数据错误率特性下降,

[0003] 因此, 根据这种 OFDM 通信方法, 通过在发送侧叠加诸如导频码元等已知信号在预定的副载波上, 从而生成导频载波, 如图 1 所示, 并且在接收侧根据这些导频载波来补偿诸如每个副载波的频率偏置等传播路径失真, 就可以取得具有良好错误率特性的接收信号。

[0004] 另外, 根据 OFDM 通信方法, 在发送侧发送传播路径估计前同步码置于每个副载波上的 OFDM 信号, 并且在接收侧根据该传播路径估计前同步码进行每个副载波的相位旋转补偿。

[0005] 实际上, 发送装置发送如图 2 所示 (例如) 的突发单元信号。如图 2 所示, 突发单元信号包括保护间隔 (GI), 传播路径估计前同步码, 以及信息信号 (数据 1, …)。在突发单元信号中, 传播路径估计前同步码经过 IFFT (快速傅里叶逆变换) 处理, 信息信号经过预定调制处理与 IFFT 处理。

[0006] 通过计算在接收突发单元信号 (接收信号) 内的经 IFFT 处理的传播路径估计前同步码与传播路径估计前同步码之间的相关值, 接收侧装置检测 FFT (快速傅里叶变换) 处理开始时间。然后, 通过按照所检测的开始时间在接收信号上进行 FFT 处理, 接收侧装置从接收信号中抽取传播路径估计前同步码与信息信号。接收侧装置还使用所抽取的传播路径估计前同步码来进行传播路径估计, 并且使用传播路径估计的结果执行信息信号解调。通过这种方法, 接收侧装置可以抽取解调信号。

[0007] 现在使用图 3 解释使用 MIMO 技术的 OFDM 通信装置的发送 / 接收的原理。图 3 显示这样一种情况: 从具有两个天线 AN1 与 AN2 的 OFDM 通信装置 (TX) 1 向具有两个天线 AN3 与 AN4 的 OFDM 通信装置 (TX) 2 发送 OFDM 信号。从 OFDM 通信装置 1 的天线 AN1 与 AN2 发送的信号此处分别标记为 TX1 与 TX2, 由 OFDM 通信装置 2 的天线 AN3 与 AN4 接收的信号分别标记为 RX1 与 RX2。则接收信号 RX1 与 RX2 由以下等式表示

$$[0008] \quad RX1 = ATX1 + BTX2 \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$[0009] \quad RX2 = CTX1 + DTX2 \quad \dots \dots \dots (2)$$

[0010] 在等式 (1) 与等式 (2) 中, A 表示发送天线 AN1 与接收天线 AN3 之间的发送路径特性, B 表示发送天线 AN2 与接收天线 AN3 之间的发送路径特性, C 表示发送天线 AN1 与接收天线 AN4 之间的发送路径特性, D 表示发送天线 AN2 与接收天线 AN4 之间的发送路径特性。

[0011] 图 4(A)、(B) 与图 5(A)、(B) 显示从 OFDM 通信装置 1 发送的 OFDM 发送信号的帧格式。图 4(A)、(B) 显示针对导频载波的帧格式,图 5(A)、(B) 显示针对传播路径估计前同步码的帧格式。即图 4(A) 所示的 OFDM 信号从天线 AN1 发送,图 4(B) 所示的 OFDM 信号从天线 AN2 发送。在图 4(A)、(B) 中,数据 1(N,K),例如,表示与数据 1 有关的第 N' 个码元由第 K' 个副载波在由数据 1 表示的时间与频率上发送。在图 5(A)、(B) 中,前同步码(1,k),表示传播路径估计前同步码的第 1 个码元由第 K' 个副载波在由传播路径估计前同步码(1,k) 表示的时间与频率上发送。

[0012] 为了从接收信号中解调以上发送信号 TX1 与 TX2,必须估计四个传播路径特性 A、B、C、D。为此目的,OFDM 通信装置 1 在发送信号中插入传播路径估计前同步码,或者发送具有作为导频载波的特定副载波的 OFDM 信号。当接收到这些 OFDM 信号时,OFDM 通信装置 2 根据这些传播路径估计前同步码或者导频载波来取得传播路径特性。

[0013] OFDM 通信装置 2 可以通过如下方法估计从 A 到 D 四个传播路径特性。对于传播路径特性 A,在天线 AN3 处接收从天线 AN1 发送的传播路径估计前同步码,与天线 AN3 对应的信号处理部件找出传播路径特性 A。对于传播路径特性 B,在天线 AN3 处接收从天线 AN2 发送的传播路径估计前同步码,与天线 AN3 对应的信号处理部件找出传播路径特性 B。对于传播路径特性 C,在天线 AN4 处接收从天线 AN1 发送的传播路径估计前同步码,与天线 AN4 对应的信号处理部件找出传播路径特性 A。对于传播路径特性 D,在天线 AN4 处接收从天线 AN2 发送的传播路径估计前同步码,与天线 AN4 对应的信号处理部件找出传播路径特性 B。

[0014] OFDM 通信装置 2 可以通过使用所估计的从 A 到 D 四个传播路径特性进行在下列公式中所示的处理,来从天线 AN1 与 AN2 发送的 TX1 与 TX2 进行解调。

$$\begin{aligned}
 [0015] \quad & DRX1 / (AD-BC) - BRX2 (AD-BC) \\
 [0016] \quad & = D (ATX1+BTX2) / (AD-BC) - B (DTX1+DTX2) / (AD-BC) \\
 [0017] \quad & = (ADTX1+BDTX2-BCTX1-BDTX2) / (AD-BC) \\
 [0018] \quad & = TX1 \quad \dots\dots\dots (3)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 [0019] \quad & -CRX1 / (AD-BC) - ARX2 (AD-BC) \\
 [0020] \quad & = -C (ATX1+BTX2) / (AD-BC) - A (CTX1+DTX2) / (AD-BC) \\
 [0021] \quad & = (-ACTX1-BCTX2+ACTX1-ADTX2) / (AD-BC) \\
 [0022] \quad & = TX2 \quad \dots\dots\dots (4)
 \end{aligned}$$

[0023] 实际上,传播路径估计前同步码如下传送。在从天线 AN1 发送传播路径估计前同步码期间,不从天线 AN2 发送传播路径估计前同步码。类似地,在从天线 AN2 发送传播路径估计前同步码期间,不从天线 AN1 发送传播路径估计前同步码。

[0024] 一般地,导频载波被用来补偿由频率偏置检测误差等所引起的残余相位差。即,在接收时,使用多路复用于导频载波的已知信号(导频信号)来检测残余相位差,并对残余相位差进行补偿。实际上,如图 4(A)、4(B) 所示,特定副载波被作为导频载波发送。在图 4(A)、4(B) 所示的例子中,在 2k+1 个副载波中,四个天线 AN1 副载波被作为导频载波发送。

[0025] 图 6 显示 OFDM 通信装置 1 的发送系统的构造。在发送系统 10 中,发送信号首先由编码部件 11 编码。编码后信号交由前同步码插入部件 12 进行前同步码插入,然后交由导频载波插入部件 13 进行在特定副载波为导频载波位置处的已知信号(导频信号)的插入。

[0026] 在由调制部件 14 进行调制处理之后,该信号通过由串并转换部件 15 进行串并转换被分为两个。这两个分裂后的信号分别由快速傅里叶逆变换部件 (IFFT) 16、17 进行快速傅里叶逆变换,由此由 IFFT 部件 16、17 正交频分多路复用,并取得 OFDM 信号。IFFT 16 输出信号 1 被射频发送部件 (未显示) 叠加到预定频率的载波上,然后从天线 AN1 (图 3) 发送。类似地,IFFT17 输出信号 2 被射频发送部件 (未显示) 叠加到预定频率的载波上,然后从天线 AN2 (图 3) 发送。

[0027] 图 7 显示 OFDM 通信装置 2 (图 3) 的接收系统的构造。在接收系统 20 中,由天线 AN3 接收的接收信号经过射频接收部件 (未显示) 输入到快速傅里叶变换部件 (FFT) 21 作为输入信号 1,并且由天线 AN4 接收的接收信号经过射频接收部件 (未显示) 输入到快速傅里叶变换部件 (FFT) 22 作为输入信号 2。

[0028] FFT 21 通过在输入信号 1 上执行快速傅里叶变换取得每个副载波的接收信号。由 FFT 21 取得的每个副载波的接收信号被送往传播路径估计部件 25,以及传播路径补偿与干扰补偿部件 24 与 26。输入信号 2 由 FFT 33 转换为每个副载波的接收信号,这些信号被送往传播路径估计部件 25,以及传播路径补偿与干扰补偿部件 26 与 24。

[0029] 如上针对图 3 所述,根据插在接收信号中的前同步码,传播路径估计部件 23 估计传播路径特性 A 与 B。类似地,根据插在接收信号中的前同步码,传播路径估计部件 25 估计传播路径特性 C 与 D。

[0030] 系数计算部件 27 使用由传播路径估计部件 23、25 取得的从 A 到 D 的传播路径特性,以找到系数 $A/(AD-BC)$ 、 $B/(AD-BC)$ 、 $C/(AD-BC)$ 、 $D/(AD-BC)$ 。系数计算部件 27 的构造如图 8 所示。由传播路径估计部件 23、25 取得的从 A 到 D 四个传播路径特性分别存储在存储器 41 到 44 中。AD 由乘法部件 46 求得,BC 由乘法部件 45 求得。AD-BC 由减法部件 47 求得。 $A/(AD-BC)$ 、 $B/(AD-BC)$ 、 $C/(AD-BC)$ 、 $D/(AD-BC)$ 分别由除法部件 48、49、50、51 求得。

[0031] 现在转到图 7 继续解释。传播路径补偿与干扰补偿部件 24 通过使用由系数计算部件 27 找到的系数在接收信号上执行等式 (3) 所示的计算从而形成已经过传播路径补偿与干扰补偿的接收信号 TX1。类似地,传播路径补偿与干扰补偿部件 26 通过使用由系数计算部件 27 找到的系数在接收信号上执行等式 (4) 所示的计算从而形成已经过传播路径补偿与干扰补偿的接收信号 TX2。

[0032] 已经过传播路径补偿与干扰补偿的接收信号 TX1 被送往残余相位误差检测部件 28 与相位补偿部件 29,类似地,已经过传播路径补偿与干扰补偿的接收信号 TX2 被送往残余相位误差检测部件 28 与相位补偿部件 30。残余相位误差检测部件 28 使用由导频载波传送的已知信号在两个接收信号 TX1、TX2 中检测残余相位误差,并将其送往相位补偿部件 29、30。

[0033] 通过分别旋转针对 TX1、TX2 的残余相位的相位,相位补偿部件 29、30 进行相位补偿处理。这两个补偿了相位的接收信号由并串转换部件 (P/S) 31 转换为串行信号,并且在解码部件 32 中通过解码该串行信号取得相应于发送信号的接收信号。

[0034] 然而,使用现有的 OFDM 通信装置,如图 4(A)、(B) 所示,从一个天线发送的数据被作为干扰叠加在从其他天线发送的已知信号 (导频载波) 上。因此,必须消除叠加在已知信号上的该干扰分量以检测残余相位误差。

[0035] 然而,当由于多路径传播而存在码间干扰、定时误差、频率偏置检测误差时,干扰

消除特性下降。结果,在已知信号中保留了干扰分量,从而产生错误率特性大大下降的问题。

[0036] 另外,使用现有的 OFDM 通信装置,如图 5(A)、(B) 所示,对于发送天线 AN1 与发送天线 AN2,发送传播路径估计前同步码的时间不同。

[0037] 因此,如果在由这两个接收天线 AN3、AN4 接收的接收信号 RX1、RX2 中存在残余相位误差,则在使用传播路径估计前同步码估计的传播路径估计结果中将存在残余相位误差。当存在残余相位误差时,该残余相位误差变为传播路径估计误差,从而导致在接收侧错误率特性大大下降。因此,这种类型的现有 OFDM 通信装置的缺陷在于当存在残余相位误差时,错误率特性显著下降。

发明内容

[0038] 本发明的目的在于提供一种 OFDM 通信方法和 OFDM 通信装置,在其中,当结合 OFDM 通信和多天线通信时,通过防止由于受到已知信号(导频载波)的干扰而造成的残余相位误差检测精度的退化,来改善错误率特性,并且抑制由于传播路径估计前同步码时间差异而造成的传播路径估计结果的残余相位误差偏移。

[0039] 该目的通过以下方法达到:当其中叠加了不同数据的 OFDM 信号从多个天线发送,并且已知信号借助这些 OFDM 信号的特定副载波发送时,在 OFDM 信号中适当地插入空信号。

[0040] 首先,对于已知信号与空信号之间的关系,导频信号只从多个天线中的一个发送,并且空信号从不同于该天线的另一天线由其中发送导频载波的频带的副载波发送。通过此方式,可以防止由于已知信号(导频载波)干扰而造成的残余相位误差检测精度的退化。

[0041] 第二,对于多个 OFDM 信号中同一时间的同一频率的副载波,传播路径估计前同步码被放置在一个副载波上并且空信号被放置在其他副载波上,并且传播路径估计前同步码被放置在每个 OFDM 信号中的至少一个副载波上。通过此方式,可以抑制由于传播路径估计前同步码时间差异而造成的传播路径估计结果的残余相位误差偏移。

[0042] 附图说明

[0043] 根据本发明的第一方面,提供了一种 OFDM 通信方法,通过该方法,其上叠加不同数据的 OFDM 信号从多个天线发送,并且这些 OFDM 信号的一部分副载波被作为导频载波发送,其中所述导频载波只从所述多个天线中的一个天线发送,并且空信号借助与发送所述导频载波的副载波相应的频带的副载波从不同于该天线的天线发送。

[0044] 根据本发明的第二方面,提供了一种一种 OFDM 通信方法,通过该方法,其上叠加了不同数据的 OFDM 信号从多个天线发送,并且这些 OFDM 信号的一部分副载波被作为导频载波发送,其中所述导频载波由从所述多个天线发送的各个 OFDM 信号的相互不同频带的副载波发送,并且空信号借助与在某一天线上发送导频信号的副载波相应的、在不同于该天线的天线的副载波上发送。

[0045] 根据本发明的第三方面,提供了一种 OFDM 通信装置,包含:多个天线;OFDM 信号生成部件,用来对多个发送数据分别执行的正交频分多路复用处理来生成从所述多个天线的各个天线发送的多个 OFDM 信号;已知信号插入部件,用来在所述每个 OFDM 信号的一部分副载波中插入已知信号;以及空信号插入部件,用来在所述每个 OFDM 信号的一部分副载波中插入空信号。其中,所述已知信号插入部件将已知信号插入到所述多个 OFDM 信号的相互不

同频带的副载波之中；并且所述空信号插入部件将空信号插入到与在某一 OFDM 信号中插入了已知信号的副载波相应的频带的不同于该 OFDM 信号的 OFDM 信号的副载波之中。

[0046] 根据本发明的第四方面，提供了一种 OFDM 通信方法，通过该方法，其上叠加了不同数据的 OFDM 信号从多个天线同时发送，其中对于在所述多个 OFDM 信号中同一时间的同一频率的副载波，传播路径估计已知信号被放置在一个副载波上并且空信号被放置在不同于该副载波的副载波上，并且所述传播路径估计已知信号被放置在每个 OFDM 信号中的至少一个副载波上。

[0047] 根据本发明的第五方面，提供了一种 OFDM 通信装置，包含：信号插入部件，用来在多个不同的发送数据的各个发送数据的开头插入传播路径估计已知信号与空信号；OFDM 信号生成部件，用来对插入了所述传播路径估计已知信号与所述空信号的每个发送数据执行正交频分多路复用处理来生成多个 OFDM 信号；以及多个天线，用来发送 OFDM 信号。其中，对于所述多个 OFDM 信号之中在同一时间发送的副载波，所述信号插入部件插入所述传播路径估计已知信号与所述空信号在以下位置：当所述传播路径估计已知信号被放置在某一 OFDM 信号的副载波上时，空信号被放置在不同于该 OFDM 信号的 OFDM 信号的与其相应的副载波上，并且所述传播路径估计已知信号被放置在每个 OFDM 信号中至少一个副载波上。

[0048] 根据本发明的第六方面，提供了一种接收并解调由根据本发明的第五方面所述的 OFDM 通信装置发送的 OFDM 信号的 OFDM 通信装置，该 OFDM 通信装置包含：多个天线，用来接收所述 OFDM 信号；传播路径估计部件，用来根据由每个天线接收的接收信号中所包含的所述传播路径估计已知信号，估计所述多个天线以及本发明的第五方面所述的 OFDM 通信装置的多个天线之间的传播路径特性；内插部件，用来使用放置了所述传播路径估计已知信号的相邻副载波的传播路径特性，内插放置了空信号的副载波的传播路径特性；以及传播路径补偿部件，用来使用所述传播路径特性，对于分配给各个副载波的信号执行传播路径补偿。

[0049] 图 1 为显示示例 OFDM 信号中导频码元排列的图；

[0050] 图 2 为显示 OFDM 信号的帧结构的图；

[0051] 图 3 为提供用来解释 OFDM 通信系统中传播路径估计的图；

[0052] 图 4(A) 为显示现有 OFDM 信号中导频载波与数据信号之间的关系视图；

[0053] 图 4(B) 为显示现有 OFDM 信号中导频载波与数据信号之间的关系视图；

[0054] 图 5(A) 为显示现有 OFDM 信号中传播路径估计前同步码与数据信号之间的关系视图；

[0055] 图 5(B) 为显示现有 OFDM 信号中传播路径估计前同步码与数据信号之间的关系视图；

[0056] 图 6 为显示现有 OFDM 通信装置的发送系统的构造的方框图；

[0057] 图 7 为显示现有 OFDM 通信装置的接收系统的构造的方框图；

[0058] 图 8 为显示系数计算部件的构造的方框图；

[0059] 图 9(A) 为显示实施例 1 的 OFDM 信号中导频载波与数据信号之间的关系视图；

[0060] 图 9(B) 为显示实施例 1 的 OFDM 信号中空信号与数据信号之间的关系视图；

[0061] 图 10 为显示根据实施例 1 的 OFDM 通信系统的总体构造的图；

[0062] 图 11 为显示根据实施例 1 的 OFDM 通信装置的发送系统的构造的方框图；

- [0063] 图 12 为显示根据实施例 1 的 OFDM 通信装置的接收系统的构造的方框图；
- [0064] 图 13(A) 为显示实施例 2 的 OFDM 信号中导频载波、空信号与数据信号之间的关系视图；
- [0065] 图 13(B) 为显示实施例 2 的 OFDM 信号中导频载波、空信号与数据信号之间的关系视图；
- [0066] 图 14 为显示根据实施例 2 的 OFDM 通信装置的发送系统的构造的方框图；
- [0067] 图 15(A) 为显示实施例 3 的 OFDM 信号中导频载波、空信号与数据信号之间的关系视图；
- [0068] 图 15(B) 为显示实施例 3 的 OFDM 信号中导频载波、空信号与数据信号之间的关系视图；
- [0069] 图 16 为显示根据实施例 3 的 OFDM 通信装置的发送系统的构造的方框图；
- [0070] 图 17(A) 为显示实施例 4 的 OFDM 信号中导频载波、空信号与数据信号之间的关系视图；
- [0071] 图 17(B) 为显示实施例 4 的 OFDM 信号中导频载波、空信号与数据信号之间的关系视图；
- [0072] 图 18 为显示根据实施例 4 的 OFDM 通信装置的发送系统的构造的方框图；
- [0073] 图 19(A) 为显示实施例 5 的 OFDM 信号中导频载波、空信号与数据信号之间的关系视图；
- [0074] 图 19(B) 为显示实施例 5 的 OFDM 信号中导频载波、空信号与数据信号之间的关系视图；
- [0075] 图 20 为显示根据实施例 3 的 OFDM 通信装置的发送系统的构造的方框图；
- [0076] 图 21(A) 为显示实施例 6 的 OFDM 信号中导频载波、空信号与数据信号之间的关系视图；
- [0077] 图 21(B) 为显示实施例 6 的 OFDM 信号中导频载波、空信号与数据信号之间的关系视图；
- [0078] 图 22 为显示根据实施例 6 的 OFDM 通信装置的发送系统的构造的方框图；
- [0079] 图 23(A) 为显示实施例 7 的 OFDM 信号中导频载波、空信号与数据信号之间的关系视图；
- [0080] 图 23(B) 为显示实施例 7 的 OFDM 信号中导频载波、空信号与数据信号之间的关系视图；
- [0081] 图 24 为显示根据实施例 7 的 OFDM 通信装置的发送系统的构造的方框图；
- [0082] 图 25 为显示根据实施例 8 的 OFDM 通信装置的接收系统的构造的方框图；
- [0083] 图 26 为显示直流偏置消除电路的构造的方框图；
- [0084] 图 27 为显示根据实施例 9 的 OFDM 通信装置的发送系统的构造的方框图；
- [0085] 图 28 为显示根据实施例 10 的 OFDM 通信装置的发送系统的构造的方框图；
- [0086] 图 29 为显示根据实施例 11 的 OFDM 通信装置的发送系统的构造的方框图；
- [0087] 图 30 为显示根据实施例 11 的 OFDM 通信装置的接收系统的构造的方框图；
- [0088] 图 31 为显示根据实施例 12 的 OFDM 通信装置的发送系统的构造的方框图；
- [0089] 图 32 为显示根据实施例 12 的 OFDM 通信装置的接收系统的构造的方框图；

- [0090] 图 33 为显示根据实施例 13 的 OFDM 通信装置的构造的方框图；
- [0091] 图 34 为显示根据实施例 14 的 OFDM 通信装置的发送系统的构造的方框图；
- [0092] 图 35 为显示根据实施例 15 的 OFDM 通信装置的接收系统的构造的方框图；
- [0093] 图 36 为显示根据实施例 16 的 OFDM 通信装置的接收系统的构造的方框图；
- [0094] 图 37 为显示根据实施例 17 的 OFDM 通信装置的接收系统的构造的方框图；
- [0095] 图 38 为显示根据实施例 18 的 OFDM 通信装置的发送系统的构造的方框图；
- [0096] 图 39 为显示根据实施例 19 的 OFDM 通信装置的总体构造的方框图；
- [0097] 图 40 为显示根据实施例 19 的 OFDM 通信装置的发送系统的构造的方框图；
- [0098] 图 41 为显示根据实施例 20 的 OFDM 通信装置的发送系统的构造的方框图；
- [0099] 图 42 为显示根据实施例 20 的 OFDM 通信装置的接收系统的构造的方框图；
- [0100] 图 43 为显示传播路径跟踪部件的构造的方框图；
- [0101] 图 44 为显示根据实施例 21 的 OFDM 通信装置的发送系统的构造的方框图；
- [0102] 图 45 为显示根据实施例 22 的 OFDM 通信装置的接收系统的构造的方框图；
- [0103] 图 46 (A) 为显示实施例 23 的 OFDM 信号中传播路径估计前同步码、空信号与数据信号之间的关系视图；
- [0104] 图 46 (B) 为显示实施例 23 的 OFDM 信号中传播路径估计前同步码、空信号与数据信号之间的关系视图；
- [0105] 图 47 为显示根据实施例 23 与 24 的 OFDM 通信装置的发送系统的构造的方框图；
- [0106] 图 48 为显示根据实施例 23 至 26 的 OFDM 通信装置的接收系统的构造的方框图；
- [0107] 图 49 为显示根据实施例 23 的系数计算部件的构造的方框图；
- [0108] 图 50 为显示内插部件的构造的方框图；
- [0109] 图 51 (A) 为显示实施例 24 的 OFDM 信号中传播路径估计前同步码、空信号与数据信号之间的关系视图；
- [0110] 图 51 (B) 为显示实施例 24 的 OFDM 信号中传播路径估计前同步码、空信号与数据信号之间的关系视图；
- [0111] 图 52 为显示根据实施例 24 的系数计算部件的构造的方框图；
- [0112] 图 53 (A) 为显示实施例 25 的 OFDM 信号中传播路径估计前同步码、空信号与数据信号之间的关系视图；
- [0113] 图 53 (B) 为显示实施例 25 的 OFDM 信号中传播路径估计前同步码、空信号与数据信号之间的关系视图；
- [0114] 图 54 为显示根据实施例 25 的 OFDM 通信装置的发送系统的构造的方框图；
- [0115] 图 55 提供用来解释实施例 25 的操作的 I-Q 平面图；
- [0116] 图 56 (A) 为显示实施例 26 的 OFDM 信号中传播路径估计前同步码、空信号与数据信号之间的关系视图；
- [0117] 图 56 (B) 为显示实施例 26 的 OFDM 信号中传播路径估计前同步码、空信号与数据信号之间的关系视图；以及
- [0118] 图 57 为显示根据实施例 26 的系数计算部件的构造的方框图；
- [0119] 具体实施例
- [0120] 现在参照附图详细说明本发明的实施例。

[0121] 在实施例 1 到 22 中,将解释根据本发明的导频载波、空信号以及数据信号之间的关系,在实施例 23 至 26 中,将解释根据本发明的传播路径估计前同步码、空信号以及数据信号之间的关系。

[0122] 实施例 1

[0123] 图 9(A)、(B) 显示从本发明实施例 1 的 OFDM 通信装置发送的 OFDM 信号的示意图。在此实施例中,描述了这样一种情况:从两个不同发送数据形成两个 OFDM 信号,并且这些信号从不同天线发送。图 9(A) 所示的 OFDM 信号为其上添加第一发送信号(数据 1)的 OFDM 信号,其从第一天线发送。图 9(B) 所示的 OFDM 信号为其上添加第二发送信号(数据 2)的 OFDM 信号,其从第二天线发送。

[0124] 在此实施例中,如图 9(A)、(B) 所示,一个天线的特定载波被用做其上叠加已知信号的导频载波,而从另一天线不输出导频载波,并且对于此另一天线与导频载波相同频率的副载波,将其用做其上叠加空信号的载波(即副载波只包含载波,没有叠加信号)。通过此方式,由于导频载波在传播路径上没有受到干扰,所以可以在接收侧取得无干扰已知信号。

[0125] 在图 9(A)、(B) 中,数据 1(N,K),例如,表示与数据 1 有关的第 N' 个码元由第 K' 个副载波以数据 1 表示的时间与频率发送。因此,在此实施例中,在 2k+1 个副载波中,四个天线 AN1 副载波被作为导频载波发送。

[0126] 图 10 显示使用实施例 1 的 OFDM 通信装置的 OFDM 通信系统的构造。图 10 描绘了这样一种情况:从具有两个天线 AN1、AN2 的 OFDM 通信装置(TX) 101 发送 OFDM 信号到具有两个天线 AN3、AN4 的 OFDM 通信装置(RX) 102。如果从天线 AN1 与 AN2 发送的信号此处分别标记为 TX1 与 TX2,由天线 AN3 与 AN4 接收的信号分别标记为 RX1 与 RX2,则接收信号 RX1 与 RX2 由以下等式表示

$$[0127] \quad RX1 = ATX1+BTX2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$[0128] \quad RX2 = CTX1+DTX2 \quad \dots\dots\dots (6)$$

[0129] 在等式(5)与等式(6)中,A表示发送天线 AN1 与接收天线 AN3 之间的发送路径特性,B表示发送天线 AN2 与接收天线 AN3 之间的发送路径特性,C表示发送天线 AN1 与接收天线 AN4 之间的发送路径特性,D表示发送天线 AN2 与接收天线 AN4 之间的发送路径特性。

[0130] 为了从接收信号中解调以上发送信号 TX1 与 TX2,必须估计四个传播路径特性 A、B、C、D。因此,OFDM 通信装置 101 从天线 AN1、AN2 发送传播路径估计前同步码。实际上,传播路径估计前同步码如下所述地发送。在从天线 AN1 发送传播路径估计前同步码期间,不从天线 AN2 发送传播路径估计前同步码。类似地,在从天线 AN2 发送传播路径估计前同步码期间,不从天线 AN1 发送传播路径估计前同步码。

[0131] OFDM 通信装置 102 可以通过如下方法,使用传播路径估计前同步码估计从 A 到 D 四个传播路径特性。对于传播路径特性 A,在天线 AN3 处接收从天线 AN1 发送的传播路径估计前同步码,与天线 AN3 对应的信号处理部件找出传播路径特性 A。对于传播路径特性 B,在天线 AN3 处接收从天线 AN2 发送的传播路径估计前同步码,与天线 AN3 对应的信号处理部件找出传播路径特性 B。对于传播路径特性 C,在天线 AN4 处接收从天线 AN1 发送的传播路径估计前同步码,与天线 AN4 对应的信号处理部件找出传播路径特性 A。对于传播路径特

性 D, 在天线 AN4 处接收从天线 AN2 发送的传播路径估计前同步码, 与天线 AN4 对应的信号处理部件找出传播路径特性 B。

[0132] OFDM 通信装置 102 可以通过使用所估计的从 A 到 D 四个传播路径特性 进行在下列公式中所示的处理, 来进行从天线 AN1 与 AN2 发送的 TX1 与 TX2 的接收解调。

$$[0133] \quad \text{DRX1} / (\text{AD} - \text{BC}) - \text{BRX2} (\text{AD} - \text{BC})$$

$$[0134] \quad = \text{D} (\text{ATX1} + \text{BTX2}) / (\text{AD} - \text{BC}) - \text{B} (\text{DTX1} + \text{DTX2}) / (\text{AD} - \text{BC})$$

$$[0135] \quad = (\text{ADTX1} + \text{BDTX2} - \text{BCTX1} - \text{BDTX2}) / (\text{AD} - \text{BC})$$

$$[0136] \quad = \text{TX1} \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$[0137] \quad -\text{CRX1} / (\text{AD} - \text{BC}) - \text{ARX2} (\text{AD} - \text{BC})$$

$$[0138] \quad = -\text{C} (\text{ATX1} + \text{BTX2}) / (\text{AD} - \text{BC}) - \text{A} (\text{CTX1} + \text{DTX2}) / (\text{AD} - \text{BC})$$

$$[0139] \quad = (-\text{ACTX1} - \text{BCTX2} + \text{ACTX1} - \text{ADTX2}) / (\text{AD} - \text{BC})$$

$$[0140] \quad = \text{TX2} \quad \dots\dots\dots (8)$$

[0141] 导频载波被用来补偿由频率偏置检测误差等等所引起的残余相位差。即, 在接收时, 使用多路复用于导频载波的已知信号 (导频信号) 来检测残余相位差, 并对由频率偏置检测误差等等所引起的残余相位差进行补偿。

[0142] 图 11 是显示 OFDM 通信装置 101 的发送系统的构造的方框图。在图 11 中, 标号 110 表示根据本发明实施例 1 的 OFDM 通信装置 101 的发送系统的总体构造。发送信号输入编码部件 111 并由该编码部件 111 进行编码处理, 已经过编码处理的信号被送往前同步码插入部件 112。

[0143] 在此实施例中, 发送信号是其中有两个数据——数据 1、数据 2——在逐帧基础上被交替地时分多路复用的信号。例如, 包含数据 1 的 N 个码元的信号在时段 T 输入编码部件 111, 然后包含数据 2 的 N 个码元的信号在下一个时段 T 输入编码部件 111。

[0144] 前同步码插入部件 112 在预定位置插入传播路径估计前同步码, 以使得在从天线 AN1 发送传播路径估计前同步码期间, 不从天线 AN2 发送传播路径估计前同步码, 并且在从天线 AN2 发送传播路径估计前同步码期间, 不从天线 AN1 发送传播路径估计前同步码, 如上所述。

[0145] 调制部件 113 在输入数据上执行诸如 BPSK (二相移键控)、QPSK (四相移键控) 或者 16 值 QAM (正交幅度调制) 等数字调制处理。调制信号由串并转换部件 (S/P) 114 分为数据 1 与数据 2, 并且数据 1 送往导频载波插入部件 115, 而数据 2 送往空信号插入部件 116。

[0146] 导频载波插入部件 115 在数据 1 中预定位置插入已知信号。空信号插入部件 116 在在数据 1 中与导频载波插入部件 115 插入已知信号相应的位置插入空信号 (即, 信号电平为 0 的信号)。

[0147] 通过分别在数据 1 与数据 2 上执行快速傅里叶逆变换, IFFT 117、118 进行正交频分多路复用, 并形成如图 9(A)、(B) 所示的 OFDM 信号。快速傅里叶逆变换处理所产生的输出信号 1 与 2 由乘法器 (未显示) 叠加在预定频率的载波上, 由带通滤波器频带限制到预定频带, 然后分别从天线 AN1、AN2 发送。

[0148] 图 12 显示接收从具有图 11 所示的发送系统 110 的 OFDM 通信装置 101 发送的 OFDM 信号的 OFDM 通信装置 102 的接收系统的构造。在接收系统 120 中, 由天线 AN3 接收的接收信号经过射频接收部件 (未显示) 输入到快速傅里叶变换部件 (FFT) 121 作为输入信号 1,

并且由天线 AN4 接收的接收信号经过射频接收部件（未显示）输入到快速傅里叶变换部件 (FFT) 122 作为输入信号 2。

[0149] FFT 121 通过在输入信号 1 上执行快速傅里叶变换取得每个副载波的接收信号。由 FFT 121 取得的每个副载波的接收信号被送往传播路径估计部件 123, 以及传播路径补偿与干扰补偿部件 124 与 126。输入信号 2 由 FFT 122 转换为每个副载波的接收信号, 这些信号被送往传播路径估计部件 125, 以及传播路径补偿与干扰补偿部件 126 与 124。

[0150] 如上针对图 10 所述, 根据插在接收信号中的前同步码, 传播路径估计部件 123 估计传播路径特性 A 与 B。类似地, 根据插在接收信号中的前同步码, 传播路径估计部件 125 估计传播路径特性 C 与 D。

[0151] 系数计算部件 127 使用由传播路径估计部件 123、125 取得的从 A 到 D 的传播路径特性, 以找到系数 $A/(AD-BC)$ 、 $B/(AD-BC)$ 、 $C/(AD-BC)$ 、 $D/(AD-BC)$ 。系数计算部件 127 具有与上面针对图 8 所述的系数计算部件 27 一样的构造, 因此此处省略其详细描述。

[0152] 传播路径补偿与干扰补偿部件 124 通过使用由系数计算部件 127 找到的系数在接收信号上执行等式 (7) 所示的计算从而形成已经过传播路径补偿与干扰补偿的接收信号 TX1。类似地, 传播路径补偿与干扰补偿部件 126 通过使用由系数计算部件 127 找到的系数在接收信号上执行等式 (8) 所示的计算从而形成已经过传播路径补偿与干扰补偿的接收信号 TX2。

[0153] 由系数计算部件 127 找到的系数交由选择部件 128、129 进行选择, 并且所选择的系数输入传播路径补偿与干扰补偿部件 124、126。具体地说, 选择部件 128、129 选择在已知信号的情况下与在数据的情况下的传播路径估计结果, 并且输出这些结果到传播路径补偿与干扰补偿部件 124、126。

[0154] 已经过传播路径补偿与干扰补偿的接收信号 TX1 被送往残余相位误差检测部件 130 与相位补偿部件 131, 而类似地已经过传播路径补偿与干扰补偿的接收信号 TX2 被送往残余相位误差检测部件 130 与相位补偿部件 132。残余相位误差检测部件 130 使用由导频载波传送的已知信号在两个接收信号 TX1、TX2 中检测残余相位误差, 并将其送往相位补偿部件 131、132。

[0155] 通过分别旋转针对 TX1、TX2 的残余相位的相位, 相位补偿部件 131、132 进行相位补偿处理。这两个补偿了相位的接收信号由并串转换部件 (P/S) 133 转换为串行信号, 并且在解码部件 134 中通过解码该串行信号取得相应于发送信号的接收信号。

[0156] 在以上构造中, OFDM 通信装置 101 从一个天线 AN1 发送将预定副载波作为导频载波的 OFDM 信号 (图 9(A)), 并从另一天线 AN2 发送将与导频载波相应的预定载波作为空信号的 OFDM 信号 (图 9(B))。

[0157] 结果, 已知信号不受传播路径上数据信号所引起的干扰, 因此接收并解调 OFDM 信号的 OFDM 通信装置 102 不再需要进行针对已知信号的干扰补偿。具体地说, 参照接收系统 120 解释如下: 对于发送已知信号的副载波, 传播路径补偿与干扰补偿部件 124、126 通过使用由传播路径估计部件 123、125 以及系数计算部件 127 所取得的传播路径估计结果, 只进行传播路径补偿, 并且不需要进行干扰补偿。

[0158] 根据几乎未受干扰影响的已知信号, 残余相位误差检测部件 130 可以检测两个接收信号 TX1、TX2 中的残余相位误差, 由此可以取得高精度的残余相位误差。结果, 进行残余

相位误差补偿的相位补偿部件 131、132 可以使用高精度残余相位误差检测结果进行相位补偿,最终可以取得错误率特性得到改进的接收信号。

[0159] 根据以上构造,当从多个天线 AN1、AN2 发送 OFDM 信号时,通过使用一个天线 AN1 的特定副载波作为其上叠加已知信号的导频载波,并且不从另一个天线 AN2 输出导频载波,并且使用来自这一天线的与导频载波频率相同的副载波作为其上叠加空信号的副载波,可以防止在导频载波传播路径上的干扰,从而能够检测高精度的残余相位误差。结果,可以取得错误率特性 得到改进的接收信号。

[0160] 在此实施例中,描述了两个 OFDM 信号被从两个天线 AN1、AN2 发送并且由两个天线 AN3、AN4 接收的情况,但本发明并不局限于此,还可以应用到使用任意数目的天线发送任意数目的 OFDM 信号的情况。这也适用于以后所述的实施例。

[0161] 实施例 2

[0162] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于发送导频载波的天线是可变的,如图 13(A)、(B) 所示。通过此方式,可以以比实施例 1 高得多的精度检测残余相位误差。

[0163] 当一个 OFDM 通信装置被安装在移动站中并且该移动站的移动速度不高时,或者当两个 OFDM 通信装置都被安装在射频基站中时,例如,信道波动非常慢。如果在这种情况下导频载波电平显著下降,则该状态可能持续很长时间。结果,叠加在导频载波上的已知信号的接收电平也持续走低,因此根据已知信号找到的残余相位误差的检测精度也可能下降很长时间。

[0164] 考虑到这一点,在此实施例中,从天线 AN1 与天线 AN2 发送具有图 13(A)、(B) 所示帧格式的 OFDM 信号。可以从图 13(A)、(B) 看出,导频载波不只从一个天线发送,而是交替地转换发送导频载波的天线。另外,在从一个天线发送导频载波时,另一天线发送空信号作为与其相应的副载波。

[0165] 通过此方式,已知信号被交替地从具有不同传播路径的两个天线发送,由此防止已知信号接收电平长时间走低。结果,可以防止长时间段上残余相位误差检测精度的下降。

[0166] 现在使用图 14 描述用来达到此目标的 OFDM 通信装置的发送系统的构造。在图 14 中,与图 11 中相应的部件具有与图 11 同样的标号,发送系统 140 具有与图 11 的发送系统 110 类似的构造,但不同之处在于具有选择分别在数据 1 与数据 2 中插入导频载波(已知信号)还是空信号的选择部件 141、142。

[0167] 对于选择部件 141、142,当一个选择部件插入已知信号时,另一选择部件插入空信号。通过此方式,发送系统 140 可以形成图 13(A)、(B) 所示的 OFDM 信号类型。

[0168] 根据以上构造,通过交替地切换发送导频载波的天线,并且在一个天线发送空信号作为与导频载波相应的副载波时让另一天线发送导频载波,除了达到实施例 1 的效果外,还可以防止当信道波动慢时长时间段上的残余相位 误差检测精度的下降。

[0169] 实施例 3

[0170] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于:如图 15(A)、(B) 所示,从每个天线发送的 OFDM 信号的特定副载波被用做导频载波,并且与从一个天线发送导频载波的副载波相应的另一个天线的副载波为空信号。通过此方式,除了达到实施例 1 与实施例 2 的效果外,还可能取得能够抑制 OFDM 信号峰值功率的效果。

[0171] 在图 15(A)、(B) 的例子中,导频载波的数目为 4,从每个天线发送两个导频载波,

并且与这两个导频载波对应地,从每个天线发送两个空信号。因为空信号的发送功率为 0,所以可以降低当发送每个 OFDM 信号时的峰值功率到这两个副载波变为空信号的地步。

[0172] 现在使用图 16 描述用来达到此目标的 OFDM 通信装置的发送系统的构造。在图 16 中,与图 11 中相应的部件具有与图 11 同样的标号,发送系统 150 具有在数据 1 中插入导频载波(已知信号)的导频载波插入部件 151,以及空信号插入部件 152。发送系统 150 还具有在数据 2 中插入导频载波(已知信号)的导频载波插入部件 154,以及空信号插入部件 153。空信号插入部件 153 在导频载波插入部件 151 插入已知信号的位置上插入空信号。空信号插入部件 152 在导频载波插入部件 154 插入已知信号的位置上插入空信号。

[0173] 根据以上构造,通过使用从每个天线发送的 OFDM 信号的特定副载波作为导频载波,并且使相应于从一个天线发送空信号的副载波的另一天线的副载波为空信号,除了达到实施例 2 的效果外,还可以降低从每个天线发送的 OFDM 信号的峰值功率。

[0174] 实施例 4

[0175] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于:如图 17(A)、(B) 所示,除了提供实施例 3 的特征之外,对于发送数据的副载波中的特定副载波,只从一个天线发送数据并且从另一天线发送空信号。通过此方式,除了达到实施例 3 的效果之外,还可以提高比其他数据更需要良好错误率特性的数据的错误率特性,同时,几乎不降低发送效率。

[0176] 在图 17(A)、(B) 的例子中,对于在直流(DC)点两侧的两个副载波,从一个天线发送空信号。发送空信号的副载波并不局限于图 17(A)、(B) 的例子,而是可以任意设置。

[0177] 如同导频载波一样,从一个天线发送空信号的副载波不需要对其进行干扰补偿。因此,对于从一个天线发送空信号的副载波,可以防止来自其他信号的干扰,即使由于多路径传播而存在码间干扰、定时误差以及频率偏置检测误差,也是如此。结果,叠加在这些副载波上的数据的错误率特性得到提高。在此实施例中,要求良好错误率特性的数据,诸如控制信息的重发信息,被叠加在上述特定副载波上发送。

[0178] 现在使用图 18 描述用来达到此目标的 OFDM 通信装置的发送系统的构造。在图 18 中,与图 16 中相应的部件具有与图 16 同样的标号,发送系统 160 依次通过编码部件 163、前同步码插入部件 162 以及调制部件 163,输入重发信息到并串转换部件(P/S)164。空信号也输入并串转换部件 164。

[0179] 由并串转换转换为串行形式的数据被串并转换(S/P)部件 165 分割为两个——数据 1 与数据 2。数据 1 与数据 2 经过与上述同样的处理成为图 17(A)、(B) 所示的两个 OFDM 信号。

[0180] 通过让发送系统 160 的并串转换部件 164 在预定时间输出空信号,相应于图 17(A) 所示的天线 AN1 “-1”与“1”副载波(数据 1(1,-1),数据 1(2,-1),数据 1(1,1),数据 1(2,1))的天线 AN2 副载波(图 17(B))可以被变为空信号。

[0181] 在此实施例中,描述了这样一种情况:除了提供实施例 3 的特征,对于发送数据的副载波中的特定副载波,只从一个天线发送数据并且从另一天线发送空信号。但是本发明并不局限于此,本实施例也可以与实施例 1 或实施例 2 结合。

[0182] 根据以上构造,通过满足以下条件:对于发送数据的副载波中的特定副载波,只从一个天线发送数据并且从另一天线发送空信号,则可能提高比其他数据更需要良好错误率特性的数据的错误率特性,同时,几乎不降低发送效率。

[0183] 实施例 5

[0184] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于：如图 19(A)、(B) 所示，与实施例 4 相比，对于在距中心频率一定距离处的副载波，数据只从一个天线发送，而从另一天线发送空信号。通过此方式，可以提高由在距中心频率一定距离处的副载波所发送的数据的错误率特性，从而，除取得实施例 4 的效果之外，还可以大大提高数据错误率特性，同时，几乎不降低发送效率。

[0185] 在图 19(A)、(B) 的例子中，相应于图 19(A) 所示的天线 AN1 “ $k+1$ ” 副载波（数据 1(1, $-k+1$), 数据 1(2, $-k+1$)) 的天线 AN2 副载波（图 19(B)）为空信号。

[0186] 对于 OFDM 信号，副载波距离中心频率越远，其越易受相邻信道干扰波、模拟滤波幅度偏移及群时延偏移的影响。考虑到这一点，在此实施例中，为了最小化由在距中心频率一定距离处的副载波发送的数据的退化，相应的另一副载波为空信号。

[0187] 现在使用图 20 描述用来达到此目标的 OFDM 通信装置的发送系统的构造。在图 20 中，与图 18 中相应的部件具有与图 18 同样的标号，发送系统 170 具有与图 18 的发送系统 160 类似的构造，但不同之处在于具有空信号插入部件 171。

[0188] 通过在数据 2 中预定位置插入空信号，空信号插入部件 171 使在距中心频率一定距离处的副载波为空信号，如图 19(B) 所示。通过此方式，可以抑制由在距中心频率一定距离处的副载波发送的数据 1(1, $-k+1$) 与数据 1(2, $-k+1$) 中的干扰分量，从而可以抑制该数据的错误率特性的退化。

[0189] 实施例 6

[0190] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于：如图 21(A)、(B) 所示，与实施例 5 相比，在一个或者多个副载波中发送空信号的天线是可变的。通过此方式，除达到实施例 5 的效果之外，还可以降低平均峰值功率。还可以防止当信道波动非常低时上述副载波的接收电平走低。

[0191] 在图 21(A)、(B) 所示的例子中，在点 t_1 与 t_2 之间的时段内，相应于图 21(A) 所示的天线 AN1 “ $-k+1$ ” 与 “ $k-1$ ” 副载波（数据 1(1, $-k+1$), 数据 1(2, $k-1$)) 的天线 AN2 副载波（图 21(B)）为空信号。

[0192] 然后，在接下来的点 t_2 与 t_3 之间的时段内，相应于图 21(B) 所示的天线 AN2 “ $-k+1$ ” 与 “ $k-1$ ” 副载波（数据 2(1, $-k+1$), 数据 2(2, $k-1$)) 的天线 AN1 副载波（图 21(A)）为空信号。

[0193] 现在使用图 22 描述用来达到此目标的 OFDM 通信装置的发送系统的构造。在图 22 中，与图 18 中相应的部件具有与图 18 同样的标号，发送系统 180 具有与图 18 的发送系统 160 类似的构造，但不同之处在于具有选择部件 181、182，向这两个选择部件输入通过串并转换部件 (S/P) 165 分割所取得的数据。

[0194] 分割后数据与空信号输入选择部件 181、182 的每一个。在从一个天线发送在距中心频率一定距离的副载波之中的、其上叠加数据的副载波并且从另一天线发送空信号的时间处，选择部件 181 选择并输入空信号，如上所述，并且这些天线是可变的。

[0195] 实施例 7

[0196] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于：如图 23(A)、(B) 所示，与实施例 6 相比，对于 DC 点副载波，数据只从一个天线发送，而从另一天线发送空信号。通过此方式，可以提高

由 DC 点副载波发送的数据的错误率特性,从而除达到实施例 6 的效果之外,还可以大大提高数据错误率特性,同时,几乎不降低发送效率。

[0197] 在图 23(A)、(B) 所示的例子中,与图 23(B) 所示的天线 AN2“0”副载波(数据 2(1, 0), 数据 (2, 0)) 相应的天线 AN1 副载波(图 23(A)) 为空信号。

[0198] 对于 OFDM 信号,由于模拟电路的 DC 偏移,DC 点副载波的错误率特性比其他副载波退化严重得多。考虑到这一点,在此实施例中,为了最小化由 DC 点副载波发送的数据的退化,相应的其他副载波被变为空信号。

[0199] 现在使用图 24 描述用来达到此目标的 OFDM 通信装置的发送系统的构造。在图 24 中,与图 22 中相应的部件具有与图 22 同样的标号,发送系统 190 具有与图 22 的发送系统 180 类似的构造,但不同之处在于在选择部件 181 与导频载波插入部件 151 之间配备有空信号插入部件 191。空信号插入部件 191 在输入数据内位于 DC 点的数据位置上插入空信号。

[0200] 实施例 8

[0201] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于:在 OFDM 信号接收系统中配备有偏置消除电路。通过此方式,将其应用到接收(例如)借助实施例 7 的方法所取得的 OFDM 信号的 OFDM 通信装置,可以大大提高错误率特性。

[0202] 图 25 显示此实施例的接收系统的构造。在图 25 中,与图 12 中相应的部件具有与图 12 同样的标号,接收系统 200 具有与图 12 的接收系统 120 类似的构造,但不同之处在于分别在 FFT 121、122 之后具有偏置消除电路(“DC 消除”)201、202。

[0203] 图 26 显示偏置消除电路(“DC 消除”)201、202 的实际构造。偏置消除电路 201 (202) 具有来自 FFT 121 (122) 的输入信号作为到平均电路 203 与减法电路 205 的输入。通过平均在 FFT 部件 121 (122) 的输出中位于 DC 点附近的信号分量,平均电路 203 检测 DC 偏置,并且在存储器 204 中存储该 DC 偏置信息。减法电路 204 从 FFT 输出信号之中位于 DC 点附近的信号中减去存储在存储器 204 中的 DC 偏置量。通过此方式,可以从 FFT 输出中消除 DC 偏置分量。

[0204] 根据以上构造,在接收侧,通过在从接收 OFDM 信号中消除 DC 偏置之后进行传播路径补偿、传播路径干扰与残余相位补偿等等,可以大大提高从上述实施例 1 至 7 的 OFDM 通信装置发送的数据的错误率特性。

[0205] 实施例 9

[0206] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于:只从一个天线发送特定突发信号,并且在发送这些突发信号时,从另一天线发送空信号。通过此方式,可以比实施例 1 至 7 更大地提高错误率特性,而不太降低发送效率。

[0207] 在此处发送的突发信号之中,有些信号比其他信号要求更好的错误率特性。这些信号包括(例如)控制突发信号或者重发突发信号。在此实施例中,当发送这些比其他信号要求更好的错误率特性的突发信号时,该突发信号只从一个天线发送,并且从另一天线输出空信号(即没有信号输入)。

[0208] 通过此方式,上述突发信号不受任何来自另一天线的发送信号在传播路径上的干扰,并且因此提高了接收侧的错误率特性。另外,因为诸如控制突发信号或者重发突发信号等比其他信号要求更好的错误率特性的突发信号构成了所有突发信号的一小部分,所以发送效率几乎没有下降。结果,可以大大提高重要突发信号的错误率特性,同时,不大降低发

送效率。

[0209] 图 27 显示此实施例的发送系统的构造。在图 27 中,与图 11 中相应的部件具有与图 11 同样的标号,发送系统 210 在针对从天线 AN1 发送的输出信号 1 的处理系统中具有选择部件 214,在针对从天线 AN2 发送的输出信号 2 的处理系统中具有选择部件 215。

[0210] 选择部件 214 的输入有:来自导频载波插入部件 115 的输出,还有通过编码部件 211、前同步码插入部件 212 以及调制部件 213 的重发信息输入。选择部件 215 的输入有:由空信号插入部件 216 进行空信号插入之后的发送数据,以及空信号。

[0211] 当选择部件 214 正在选择并输出调制重发信息(即特定突发信号)时,选择部件 215 选择并输出空信号。相反,当选择部件 214 正在选择并输出调制来自导频载波插入部件 116 的输出(即不同于特定突发信号的突发信号)时,选择部件 215 选择并输出来自空信号插入部件 116 的输出。

[0212] 结果,当发送特定突发信号时,发送系统 210 从天线 AN1 输出图 9(A) 所示的信号,并且从天线 AN2 只输出空信号。在另一方面,当不发送特定突发信号时,从天线 AN1 与天线 AN2 输出图 9(A) 与 (B) 所示的信号。

[0213] 在根据此实施例的发明中,对于发送系统 210 是配备于基站内或者配备于终端站内没有限制,如同以上以及以下所述实施例一样,但是当发送系统 210 只配备于终端站内时(即只应用到上行链路时),可以取得以下附加效果。

[0214] 在此实施例中,发送效率下降到此地步:当正在发送特定突发信号时,从另一天线发送空信号。考虑到这一点,在下行链路用大量发送数据进行正常通信,并且在终端站中配备发送系统 210。通过此方式,就抑制了总体系统吞吐量的下降,并且可以提高借助上行链路发送的特定突发信号的错误率特性,同时,不增加终端站的硬件规模。

[0215] 实施例 10

[0216] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于:与实施例 9 相比,除了只从一个天线发送突发信号并在发送这些突发信号时从另一天线发送空信号之外,突发信号还被分割并且交替地从每个天线发送。通过此方式,可以在达到实施例 9 的效果之外进一步地降低峰值功率。

[0217] 即,通过分割实施例 9 中只从一个天线发送的特定突发信号并且从多个天线发送该信号,可以降低一个天线的发送副载波的数目,由此可以成比例地减低峰值功率。

[0218] 具体地说,使用图 9(A)、(B) 解释如下:首先对于特定时段使用图 9(A) 中的一半副载波,从天线 AN1 发送特定突发信号的一半信息,并且在此时段内从天线 AN2 发送空信号。然后,在下一时段,使用图 9(B) 中的一半副载波,从天线 AN2 发送该特定突发信号的残余的一半信息,并且在此时段内从天线 AN1 发送空信号。

[0219] 图 28 显示此实施例的发送系统的构造。在图 28 中,与图 27 中相应的部件具有与图 27 同样的标号,发送系统 220 借助串并转换部件 (S/P) 223 分割调制重发信息,并发送分割后的信号到选择部件 221、222。还向选择部件 221、222 空信号。

[0220] 从来自导频载波插入部件 115 的输出信号、分割后的重发信息以及空信号中,选择部件 221 可选地输出一个信号。从来自空信号插入部件 116 的输出信号、分割后的重发信息以及空信号中,选择部件 222 可选地输出一个信号。

[0221] 具体地说,当发送不同于特定突发信号(在图 28 的情况中为重发信息)的数据

时,选择部件 221 选择并输出来自导频载波插入部件 115 的输出,并且选择部件 222 选择并输出来自空信号插入部件 116 的输出。结果从两个天线 AN1、AN2 发送图 9(A)、(B) 所示的信号。

[0222] 相反,当发送特定突发信号(在图 28 的情况中为重发信息)时,在第一时段内,选择部件 221 选择并输出分割后的重发信息,并且选择部件 222 选择并输出空信号。结果从天线 AN1 在图 9(A) 的一半载波中发送重发信号,并且从天线 AN2 发送空信号。然后,在下一时段内,从天线 AN2 在图 9(B) 的一半载波中发送重发信号,并且从天线 AN1 发送空信号。

[0223] 实施例 11

[0224] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于:通信终端只配备了一个天线,并且只从基站(只在下行链路上)从多个天线发送不同数据。通过此方式,可以大大降低终端的硬件规模与功耗,同时,几乎不降低总体系统发送效率。

[0225] 当将从多个天线发送不同数据的方法也应用到上行链路时,就大大增加了终端的硬件规模与功耗,这是因为对于每个天线都需要终端的发送系统信号处理系统与射频处理部件(发送 RF)。然而,总体系统发送效率一般由下行链路决定。考虑到这一点,本发明人认为终端只配备一个天线将有效地降低终端的硬件规模与功耗,同时,达到较好的总体系统发送效率。

[0226] 图 29 显示根据此实施例的通信终端的发送系统的构造。在图 29 中,与图 11 中相应的部件具有与图 11 同样的标号,发送系统 230 通过信号 RF 部件 231 在已经过傅里叶逆变换处理的信号上执行诸如信号放大等射频处理,并且从单一天线 232 发送结果信号。图 29 所示的发送信号包括单一数据,这不同于图 11 所示的发送数据的多个不同数据。

[0227] 图 30 显示接收并解调从终端发送系统 230 发送的 OFDM 信号的射频基站的接收系统的构造。在基站接收系统 240 中,由多个天线 241-1、241-2 接收的 OFDM 信号通过接收 RF 部件 242-1 与 242-2、FFT 243-1 与 243-2 以及传播路径补偿部件 244-1 与 244-2 输入组合部件 245。在组合部件 245 中,组合已经过传播路径补偿的信号,或者选择其一。组合或者选择所产生的信号由解码部件 246 解码,并且成为接收信号。

[0228] 实施例 12

[0229] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于:在干扰补偿部件所使用的逆矩阵的行列式的绝对值不大的传播环境的情况下,OFDM 信号只从一个天线发送。通过此方式,在干扰补偿部件所使用的逆矩阵的行列式的绝对值不大的传播环境的情况下,可以提高错误率特性。

[0230] 当干扰补偿部件所使用的逆矩阵的行列式的绝对值 $|AD-BC|$ 不大时,多个运算比特的实际值不大,因此逆矩阵估计精度下降。结果,错误率特性下降。考虑到这一点,在此实施例中,监视干扰补偿部件逆矩阵的行列式的绝对值,并且如果该值不大,则只从一个天线进行发送。

[0231] 图 31 显示根据此实施例的 OFDM 通信装置的发送系统的构造。在图 31 中,与图 11 中相应的部件具有与图 11 同样的标号,发送系统 250 在针对从天线 AN1 发送的输出信号 1 的处理系统中具有选择部件 251,在针对从天线 AN2 发送的输出信号 2 的处理系统中具有选择部件 252。

[0232] 选择部件 251 的输入有:来自导频载波插入部件 115 的输出,还有空信号。选择部

件 252 的输入有：由空信号插入部件 116 进行空信号插入之后的发送数据，以及空信号。根据由发送对象站的接收系统形成的判决信号 S10，选择部件 251、252 的每一个选择性地输出发送数据或者空信号，以后将对其描述。即，在具有发送系统 250 的 OFDM 通信装置中，接收天线（为显示）才通信对方站接收判决信号 S10，并且 S10 被送往选择部件 251、252。

[0233] 图 32 显示由具有发送系统 250 的 OFDM 通信装置向其发送的 OFDM 通信装置的接收系统的构造。在图 32 的接收系统 260 中，与图 12 中接收系统相应的部件具有与图 12 同样的标号，由系数计算部件 127 所取得的逆矩阵行列式绝对值 $|AD-BC|$ 输入到大小比较部件 261。大小比较部件 261 比较绝对值 $|AD-BC|$ 与门限值 1，并且借助发送系统（未显示）报告作为判决信号 S10 的比较结果给图 31 所示的 OFDM 通信装置的发送系统 250 的选择部件 251、252。

[0234] 在以上构造中，由具有发送系统 250 的 OFDM 通信装置所形成的 OFDM 信号首先从发送系统 250 发送。该 OFDM 信号由通信对象 OFDM 通信装置的接收系统 260 接收并解调。

[0235] 接收系统 260 使用由传播路径估计部件 123、125 取得的从 A 到 D 的传播路径特性，通过系数计算部件 127 找到系数 $A/(AD-BC)$ 、 $B/(AD-BC)$ 、 $C/(AD-BC)$ 、 $D/(AD-BC)$ 。大小比较部件 261 比较逆矩阵行列式绝对值 $|AD-BC|$ 与门限值 1，并且发送比较结果作为判决信号 S10 给具有发送系统 250 的 OFDM 通信装置。

[0236] 然后，接受到该判决信号 S10 的 OFDM 通信装置将判决信号 S10 输入选择部件 251、252。如果绝对值 $|AD-BC|$ 大于或等于门限值 1，则选择部件 251、252 选择导频载波插入部件 115 与空信号冲入部件 116 的信号。在另一方面，如果绝对值 $|AD-BC|$ 小于门限值 1，则选择部件 251 或者选择部件 252 选择空信号。例如，当选择部件 251 选择并输出来自导频载波插入部件 115 的信号时，选择部件 252 输出空信号。

[0237] 由此，当绝对值 $|AD-BC|$ 较大并且在通信对方可以保持传播路径补偿与干扰补偿的精度时，从多个天线发送其上叠加不同发送数据的 OFDM 信号。在另一方面，当绝对值 $|AD-BC|$ 较小并且在通信对方传播路径补偿与干扰补偿的精度退化时，只从一个天线发送 OFDM 信号。结果，即使当补偿精度不好时，传播路径上的干扰也被逐渐降低，从而能够由通信对方取得具有良好错误率特性的接收信号。

[0238] 根据以上构造，通过在针对传播路径补偿与干扰补偿的逆矩阵系数 $(AD-BC)$ 较小时只从一个天线发送 OFDM 信号，可以抑制在传播路径补偿与干扰补偿精度不好的传播环境下错误率特性的退化。

[0239] 在进行通信的 OFDM 通信装置使用 FDD（频分双工）方法作为接入方法执行通信时，此实施例尤其有效。即，在此实施例中，在接收侧估计发送系统 250 所发送的特定频带内的 OFDM 信号的传播路径特性，该估计结果（判决信号 S10）被报告给具有发送系统 250 的 OFDM 通信装置，并且发送系统 250 形成反映该判决信号 S10 的 OFDM 信号。通过此方式，在传播特性上行链路与下行链路上不同的 FDD 系统中，发送系统 250 可以根据准确的判决信号 S10 按照上述传播环境来形成 OFDM 信号。

[0240] 在下面的实施例 13 中描述了使用 TDD（时分双工）方法作为接入方法的情况中的有效构造。

[0241] 实施例 13

[0242] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于：与上面的实施例 12 相比，在发送时反映对

接收时的逆矩阵行列式绝对值 $|AD-BC|$ 的判决结果。通过此方式,在传播特性上行链路与下行链路上相同的 TDD 系统中,发送效率被提高到以下地步:可以降低控制信息的发送,从而可取得与实施例 12 同样的效果。

[0243] 在图 33 中,与图 31、32 中相应的部件具有与图 31、32 同样的标号,此实施例的 OFDM 通信装置 270 具有发送系统 280 与接收系统 290。通过此方式,在 OFDM 通信装置 270 中,由接收系统 290 取得的判决结果 S10 可以被反映在发送系统 280 中。

[0244] 根据以上构造,通过以下步骤可以抑制在传播路径补偿与干扰补偿精度不好的传播环境下错误率特性的退化并且不向通信对方发送控制信息(判决信号 S10):对针对传播路径补偿与干扰补偿的逆矩阵系数 $(AD-BC)$,由接收系统 290 生成门限值判决,在同一 OFDM 通信装置的发送系统 280 中反映该判决结果,并且当逆矩阵行列式绝对值 $|AD-BC|$ 小于门限值时只从一个天线发送 OFDM 信号。

[0245] 实施例 14

[0246] 此实施例的特征在于:与实施例 12、13 相比,用于干扰补偿部件逆矩阵行列式绝对值的门限值是可变的。通过此方式,可以大大抑制在干扰补偿部件所使用的矩阵行列式绝对值较小的传播环境下错误率特性的退化。

[0247] 本发明人注意到:比较干扰补偿部件所使用的逆矩阵行列式绝对值的比较部件的门限值的最优值根据接收 OFDM 信号的信道质量变化。即,当信道质量不好时,逆矩阵行列式绝对值 $|AD-BC|$ 的检测误差增加,因此,当信道质量不好时,将比较部件所使用的门限值变大。

[0248] 在图 34 中,与图 32 中相应的部件具有与图 32 同样的标号,此实施例的接收系统 300 具有与图 32 的接收系统 260 类似的构造,但不同之处在于具有选择部件 301,选择部件 301 选择大小比较部件 261 在门限值判决时所使用的门限值。

[0249] 根据诸如 CRC(循环冗余校验)或者 RSSI(接收信号强度指示)信号等接收质量信息,选择部件 301 选择并输出为不同值(此处假定门限值 1 < 门限值 2)的门限值 1 或者门限值 2。实际上,当接收信号强度指示显示接收质量良好时,选择并输出门限值 1,而当接收信号强度指示显示接收质量不好时,选择并输出大于门限值 1 的门限值 2。

[0250] 大小比较部件 261 使用如上方法根据接收质量变化的门限值,对传播路径补偿余干扰补偿部件 124 所使用的逆矩阵行列式绝对值 $|AD-BC|$ 的大小进行门限值判定。

[0251] 结果,当接收质量不好时,接收系统 300 的大小比较部件 261 将判决信号 S20 输出到实施例 12 与 13 所述的发送系统 250 与 280,该判决信号 S20 控制发送系统 250 与 280 比实施例 12 或 13 更偏向于只从一个天线发送 OFDM 信号。

[0252] 根据以上构造,通过根据接收质量改变用于比较传播路径补偿与干扰补偿部件的逆矩阵行列式绝对值的大小的门限值,除了只从一个天线发送 OFDM 信号之外,当逆矩阵行列式绝对值不大时,还可以比实施例 12 或 13 更大地提高在上述逆矩阵行列式绝对值不大的传播环境下的错误率特性。

[0253] 实施例 15

[0254] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于:与实施例 12 与 13 相比,在有许多传播路径补偿与干扰补偿部件对其所使用的逆矩阵行列式绝对值不大的副载波的传播环境下,只从一个天线发送 OFDM 信号。通过此方式,可以比实施例 12 或 13 更大地提高错误率特性,

同时,抑制发送效率的下降。

[0255] 本发明人考虑到当传播路径补偿与干扰补偿部件对其所使用的逆矩阵行列式绝对值不大的副载波不多时,(例如,当在总共 48 个副载波中只有三个副载波低于门限值时),从多个天线发送 OFDM 信号没有问题,这是因为错误率特性可以由解码部件通过错误率纠正效应来提高。与此相比,当有许多传播路径补偿与干扰补偿部件对其所使用的逆矩阵行列式绝对值不大时,应该通过只从一个天线发送 OFDM 信号来提高错误率特性,这是因为不太指望解码部件的错误率纠正效应。

[0256] 在图 35 中,与图 32 中相应的部件具有与图 32 同样的标号,此实施例的接收系统 310 具有与图 32 的接收系统 260 类似的构造,但不同之处在于具有计数器 311 与大小比较部件 312,计数器 311 计算大小比较部件 261 的比较结果,大小比较部件 312 对于计数器 311 的计数值进行门限值判决。

[0257] 根据来自大小比较部件 261 的判决信号 S10,计数器 311 计算对其绝对值 $|AD-BC|$ 小于门限值 1 的副载波的数目。大小比较部件 312 比较该计数值与门限值 3,并且如果该计数值大于门限值 3,则向实施例 12 与 13 所述的发送系统 250 与 280 输出表示只从一个天线发送 OFDM 信号的判决信号 S30。

[0258] 根据以上构造,通过考虑传播路径补偿与干扰补偿部件对其所使用的逆矩阵行列式绝对值不大的副载波的数目,并且相应地选择是否只从一个天线发送 OFDM 信号,可以比实施例 12 或 13 更大地提高错误率特性,同时,达到较高的发送效率。

[0259] 实施例 16

[0260] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于:与实施例 15 相比,在具有传播路径补偿与干扰补偿部件对其所使用的逆矩阵行列式绝对值不大的连续副载波的传播环境下,只从一个天线发送 OFDM 信号。通过此方式,可以比实施例 15 更大地提高错误率特性,同时,抑制发送效率的下降。

[0261] 本发明人考虑到当质量不好的数据集中时,错误纠正效应下降,而错误率特性退化。考虑到这一点,在此实施例中,在具有传播路径补偿与干扰补偿部件对其所使用的逆矩阵行列式绝对值不大的连续副载波的传播环境下——即当质量不好的数据集中时,通过只从一个天线发送 OFDM 信号来提高错误率特性。

[0262] 在图 36 中,与图 35 中相应的部件具有与图 35 同样的标号,此实施例的接收系统 320 具有与图 35 的接收系统 310 类似的构造,但不同之处在于配备有计数器 321 以及大小比较部件 322,而不是图 35 中的计数器 311 与大小比较部件 312,计数器 321 进行计数值的增减,大小比较部件 322 比较该计数值与门限值 4。

[0263] 根据来自大小比较部件 261 的判决信号 S10,计数器 321 计算对其逆矩阵行列式绝对值 $|AD-BC|$ 小于门限值 1 的副载波的集中程度。即,当该绝对值 $|$ 小于门限值 1 时,该计数值增加,而当该绝对值 $|$ 大于或等于门限值 1 时,该计数值减少。

[0264] 大小比较部件 322 比较该计数值与门限值 4,并且如果该计数值大于门限值 4——即如果对其绝对值 $|AD-BC|$ 小于门限值 1 的副载波的集中程度超过给定值,则向实施例 12 与 13 所述的发送系统 250 与 280 输出表示只从一个天线发送 OFDM 信号的判决信号 S40。

[0265] 根据以上构造,通过考虑对其逆矩阵行列式绝对值 $|AD-BC|$ 小于预定门限值的副载波的集中程度,并且相应地选择是否只从一个天线发送 OFDM 信号,可以比实施例 15 更大

地提高错误率特性,同时,达到较高的发送效率。

[0266] 实施例 17

[0267] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于:与实施例 16 相比,根据接收质量,用来判定对其逆矩阵行列式绝对值 $|AD-BC|$ 小于预定门限值的副载波的集中程度的门限值是可变的。通过此方式,可以比实施例 16 更大地提高错误率特性,同时,抑制发送效率的下降。

[0268] 在图 37 中,与图 36 中相应的部件具有与图 36 同样的标号,此实施例的接收系统 330 具有与图 36 的接收系统 320 类似的构造,但不同之处在于具有选择部件 331,选择部件 331 选择大小比较部件 322 在门限值判决时所使用的门限值。

[0269] 根据诸如 CRC(循环冗余校验)或者 RSSI(接收信号强度指示)信号等接收质量信息,选择部件 331 选择并输出为不同值(此处假定门限值 4 < 门限值 5)的门限值 4 或者门限值 5。实际上,当接收信号强度指示显示接收质量良好时,选择并输出门限值 5,而当接收信号强度指示显示接收质量不好时,选择并输出小于门限值 5 的门限值 4。

[0270] 大小比较部件 322 使用如上方法根据接收质量变化的门限值,对逆矩阵行列式绝对值 $|AD-BC|$ 低于预定门限值的副载波的集中程度进行门限值判定。

[0271] 由此,当接收质量不好时,接收系统 330 的大小比较部件 322 将判决信号 S50 输出到实施例 12 与 13 所述的发送系统 250 与 280,如果逆矩阵行列式绝对值 $|AD-BC|$ 低于预定门限值的副载波的集中程度不高,则该判决信号 S50 控制发送系统 250 与 280 更偏向于只从一个天线发送 OFDM 信号。

[0272] 根据以上构造,通过考虑对其逆矩阵行列式绝对值 $|AD-BC|$ 低于预定门限值的副载波的集中程度与接收质量,并且相应地选择是否只从一个天线发送 OFDM 信号,可以比实施例 16 更大地提高错误率特性,同时,达到较高的发送效率。

[0273] 实施例 18

[0274] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于:通过对于最后一个数据群只从一个天线发送 OFDM 信号,可以缩短从终止接收到开始发送的时间。

[0275] 存在这种情况:规定了从接收结束到发送开始的时间,如在 MMAC(多媒体移动接入通信)HiSWAN(高速无线接入网络)中。还有这种情况:由于接收系统干扰补偿电路的处理延迟大于普通相关检测电路的处理延迟,所以不能满足从接收结束到发送开始的所规定时间。

[0276] 考虑到这一点,在此实施例中,通过只从一个天线发送作为 OFDM 信号的最后一个数据群,来缩短该最后一个数据群的处理延迟,并且通过此方式,缩短了从终止接收到开始发送的时间。

[0277] 图 38 显示此实施例的发送系统 340 的构造。在图 38 中,与图 11 中相应的部件具有与图 11 同样的标号,发送系统 340 在针对从天线 AN1 发送的输出信号 1 的处理系统中具有选择部件 341,在针对从天线 AN2 发送的输出信号 2 的处理系统中具有选择部件 342。

[0278] 选择部件 341 的输入有:来自导频载波插入部件 115 的输出,还有空信号。选择部件 342 的输入有:由空信号插入部件 216 进行空信号插入之后的发送数据,以及空信号。根据指示最后一个突发串的信号,选择部件 341、342 的每一个选择性地输出发送数据或者空信号。

[0279] 具体地说,当没有输入指示最后一个突发串的信号时,选择部件 341 输出来自导

频载波插入部件 115 的信号,而选择部件 342 输出来自空信号插入部件 116 的信号。在另一方面,当输入指示最后一个突发串的信号时,选择部件 341 或者选择部件 342 选择并输出空信号。通过此方式,可以只从一个天线发送作为 OFDM 信号的最后一个数据群。

[0280] 实施例 19

[0281] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于:在终端正在通信的时间段内,从基站向通信终端只从一个天线发送 OFDM 信号。

[0282] 根据此系统,终端也可以如图 39 所示的 OFDM 通信系统 350 中进行通信。在这种情况下,必须确保终端通信的时间段,并且控制较复杂。考虑到这一点,在此实施例中,从基站向通信终端 1 只从一个天线发送 OFDM 信号。通过此方式,终端 1 可以接收从基站与通信终端 2 两者发送的数据,从而不需要借助复杂控制确保终端通信的时间段。

[0283] 图 40 显示此实施例的发送系统的构造。在图 39 中的射频基站中配备有这样的发送系统 360。在图 40 中,与图 38 中相应的部件具有与图 38 同样的标号,此实施例的接收系统 360 具有与图 38 的接收系统 340 类似的构造,但不同之处在于指示终端 1(图 39)接收来自终端 2 的信号的的时间的信息被输入到选择部件 361 与 362。

[0284] 在发送系统 360 中,在不同于终端 1 接收来自终端 2 的信号的的时间上,选择部件 361 输出来自导频载波插入部件 115 的信号,并且选择部件 362 输出来自空信号插入部件 116 的信号。在另一方面,在终端 1 接收来自终端 2 的信号的的时间上,选择部件 361 或者选择部件 362 选择并输出空信号。

[0285] 通过此方式,在终端 1 接收来自终端 2 的信号的的时间上,可以只从一个 天线发送 OFDM 信号。结果,终端可以在确保与另一终端通信的同时接收来自基站的 OFDM 信号。

[0286] 实施例 20

[0287] 此实施例的特征在于:通过定期进行只从一个天线发送 OFDM 信号的处理,可以在接收侧进行传播路径估计结果的定期更新(此后称为“传播路径跟踪”)。通过此方式,当相对于传播路径估计前同步码时段,传播路径波动较快时,可以抑制错误率特性的退化。

[0288] 当相对于传播路径估计前同步码时段,传播路径波动较快时,错误率特性退化增加。传播路径跟踪是用于这种情况的公知技术,但是如这些实施例中,对于从多个天线发送不同 OFDM 信号的帧格式,不容易进行传播路径跟踪。

[0289] 考虑到这一点,在此实施例中,定期进行只从一个天线发送 OFDM 信号的处理,并且在接收侧使用此只从一个天线发送的 OFDM 信号进行传播路径跟踪。结果,当相对于传播路径估计前同步码时段,传播路径波动较快时,可以抑制错误率特性的退化。

[0290] 图 41 显示此实施例的发送系统的构造。在图 41 中,与图 40 中相应的部件具有与图 40 同样的标号,在发送系统 370 中,来自自激计数器 (free-running counter) 371 的计数值输入到大小比较部件 372。大小比较部件 372 比较该计数值于门限值 1,并且当该计数值大于该门限值时,发送指示该情况的判决信号给选择部件 373、374 以及计数器 371。

[0291] 当指示该计数值已经变得大于该门限值的判决信号输入到选择部件 373、374 时,选择部件 373 或者 374 选择性地输出空信号,其结果为只从一个天线发送 OFDM 信号。当指示该计数值已经变得大于该门限值的判决信号输入到计数器 371 时,该计数值被重置,并再次以自激方式进行计数值增加。

[0292] 通过此方式,定期取得指示该计数值已经变得大于该门限值的判决信号,并且定

期进行只从一个天线发送 OFDM 信号的处理。

[0293] 图 42 显示接收并解调从发送装置 370 发送的 OFDM 信号的接收系统的构造。在图 42 中,与图 12 中相应的部件具有与图 12 同样的标号,接收系统 380 具有于图 12 中接收系统 120 类似的构造,但不同之处在于具有传播路径跟踪部件 381 与 382,并且还具具有记录与再次调制部件 385 以及串并转换部件 (S/P) 386,传播路径跟踪部件 381 与 382 对由天线接收的 OFDM 信号(输入信号 1 与输入信号 2)进行传播路径跟踪处理,记录与再次调制部件 385 以及串并转换部件 (S/P) 386 将本地编码的信号提供给传播路径跟踪部件 381 与 382。

[0294] 通过在解码后接收信号上进行与发送侧相同的编码与调制处理,记录与再次调制部件 385 进行接收信号的本地编码,并且 S/P 386 将结果信号分割为发送信号 1 与发送信号 2,发送信号 1 与发送信号 2 被送往传播路径跟踪部件 381 与 382。

[0295] 图 43 显示传播路径跟踪部件 381 与 382 的构造。此处所使用的传播路径跟踪技术为公知技术,因此将简要描述。传播路径跟踪部件 381 (382) 借助乘法器 392 将再次调制信号乘以 FFT 输出信号。该相乘后的结果信号借助乘法器 392 乘以值 $1-u$,并且结果信号送往加法器 393。加法器 393 将借助乘法器 394 将存储在存储器 395 中的相加结果乘以值 u 的结果以及乘法器 392 的相乘结果加在一起。然后,该相加的结果存入存储器 395。然后,存储在存储器 395 中的相加值被作为跟踪后传播路径估计结果,并被送往图 42 中的传播路径估计部件 383 与 384。

[0296] 根据以上构造,通过定期进行只从一个天线发送 OFDM 信号的处理,可以抑制当传播路径波动较快时的错误率特性的退化。

[0297] 实施例 21

[0298] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于:与实施例 20 相比,定期进行只从一个天线发送 OFDM 信号的处理,并且这个周期是可变的。通过此方式,与实施例 20 相比,可以抑制错误率特性的退化,同时,有效地抑制发送效率的下降。

[0299] 使只从一个天线发送的周期可变使得可以兼顾发送效率与错误率特性。例如,如果希望发送尽可能多的信息,则最好将只从一个天线发送的周期变长。然而,如果希望取得令人满意的错误率特性,则最好将只从一个天线发送的周期变短。例如,如果希望比另一个突发串发送更多的数据,则应该将只从一个天线发送的周期变长。

[0300] 图 44 显示此实施例的发送系统的构造。在图 44 中,与图 41 中相应的部件具有与图 41 同样的标号,此实施例的发送系统 400 具有与图 41 的发送系统 390 类似的构造,但不同之处在于具有选择部件 401,选择部件 401 选择大小比较部件 402 所使用的门限值。

[0301] 根据诸如 CRC 或者 RSSI 信号等接收质量信息,选择部件 401 选择并输出为不同值(此处假定门限值 $1 < \text{门限值 } 2$) 的门限值 1 或者门限值 2。该接收质量信息最好由远端站在进行 FDD 通信时以及由本地站在接触 TDD 通信时取得。

[0302] 当接收质量良好时,选择部件 401 选择并输出门限值 2,而当接收质量不好时,选择并输出小于门限值 2 的门限值 1。结果,在发送系统 400 中,接收质量越差,作为只从一个天线发送 OFDM 信号的周期而设定的时段越短。此时,在接收侧可以高精度进行传播路径跟踪处理,从而可以提高接收质量。

[0303] 根据以上构造,通过定期进行只从一个天线发送 OFDM 信号的处理,并且使这个周期是可变的,可以比实施例 20 更好地兼顾发送效率与错误率特性。

[0304] 在此实施例中,一直将所要求的发送数据量与接收质量作为改变所述周期的条件,但是这些条件并不局限于此。例如,存在这样的方法:估计传播路径波动速度(例如,如果传播路径估计结果与前一个突发串相比的差超过门限值,则认为传播路径波动为快),并且如果该波动速度超过门限值,则将所述周期变短。

[0305] 实施例 22

[0306] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于:当使用多个天线时(例如,多扇区天线(multi-sector antenna)),在不管使用哪个天线干扰补偿部件所使用的逆矩阵行列式绝对值都不大的传播环境下,只从一个天线发送 OFDM 信号。通过此方式,可以兼顾发送效率与错误率特性。

[0307] 当使用多个天线(如使用多扇区天线)时,通过改变所述扇区,即使从多个天线同时发送不同的数据,也可以选择错误率特性不退化的传播路径。

[0308] 在此实施例中考虑了这一点,并且当使用多个天线(如使用多扇区天线)时,只有在不管使用哪个天线干扰补偿部件所使用的逆矩阵行列式绝对值都不大的传播环境下,只从一个天线发送 OFDM 信号。

[0309] 图 45 显示此实施例的接收系统的构造。在图 45 中,与图 36 中相应的部件具有与图 36 同样的标号,接收系统 410 具有多扇区天线 413-1、413-2、414-1、414-2 以及选择部件 411 与 412,选择部件 411 与 412 从这些多扇区天线 413-1、413-2、414-1、414-2 中选择预定的天线。

[0310] 根据来自大小比较部件 261 的判决信号 S10,选择部件 411 与 412 选择接收天线。例如,首先选择部件 411 选择天线 413-1,而选择部件 412 选择天线 414-1,并且根据来自这些天线的接收信号进行接收信号接收解调。如果此时大小比较部件 261 取得表示绝对值 $|AD-BC|$ 小于门限值 1 的判决信号 S10,则选择部件 411 切换接收天线到天线 413-2,并且选择部件 412 切换接收天线到天线 414-2。

[0311] 如果在接收系统 410 中虽然以这种方法切换了天线,但大小比较部件 261 仍然取得表示绝对值 $|AD-BC|$ 小于门限值 1 的判决信号 S10,则从大小比较部件 322 向发送系统发送指示只从一个天线发送 OFDM 信号的判决信号 S40。在图 45 所示的情况中,大小比较部件 322 的门限值 4 被设置为“1”,并且当计数器 321 的计数值变为“2”时,发送指示只从一个天线发送 OFDM 信号的判决信号 S40。

[0312] 根据以上构造,当使用多个天线时,通过只有在不管使用哪个天线干扰补偿部件所使用的逆矩阵行列式绝对值都不大的传播环境下,只从一个天线发送 OFDM 信号,就可以在使用多个天线时兼顾发送效率与错误率特性。

[0313] 在此实施例中,描述了这样一种情况:当干扰补偿部件所使用的逆矩阵行列式绝对值不大时,切换扇区天线,但扇区天线切换方法并不局限于此。例如,可以在当对其干扰补偿部件所使用的逆矩阵行列式绝对值小于门限值的副载波的数目超过门限值时,切换扇区天线。可替换地,也可以在当具有对其干扰补偿部件所使用的逆矩阵行列式绝对值小于门限值的连续的副载波时,切换扇区天线。

[0314] 在以上实施例 12 至 17 以及 22 中,干扰补偿部件所使用的逆矩阵行列式绝对值一直被用做判断是否只从多个天线之一发送 OFDM 信号的标准,但是本发明并不局限于此,关键之处只在于:当传播路径估计精度不高时,只才多个天线之一发送 OFDM 信号。

[0315] 实施例 23

[0316] 图 46(A) 与 (B) 为从本发明实施例 23 的 OFDM 通信装置发送的 OFDM 信号的示意图。此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于：将发送传播路径估计前同步码的码元的特定副载波变为空信号，并且另一天线只从在同一时间插入空信号的副载波中发送传播路径估计前同步码。然后，在接收侧，通过内插的方式，计算对于其中插入空信号的副载波的传播路径估计结果。通过此方式，可以防止在传播路径估计结果中发生残余误差偏移，并且可以防止 错误率特性的退化。

[0317] 从图 10 所示的天线 AN1 与 AN2 分别发送具有图 46(A) 与 (B) 所示的帧格式的 OFDM 信号。在图 46(A) 与 (B) 中，数据 1(N,K)，例如，表示与数据 1 有关的第 N' 个码元由第 K' 个副载波在由数据 1 表示的时间与频率上发送。类似地，传播路径估计前同步码 (1, k-1) 表示传播路径估计前同步码的第一个码元由第 (k-1)' 个副载波在由传播路径估计前同步码 (1, k) 表示的时间与频率上发送。

[0318] 从图 46(A) 与 (B) 可以看出，对于与从天线 AN1 发送传播路径估计前同步码的副载波相同的时间与频率的副载波，不从天线 AN2 发送传播路径估计前同步码。类似地，对于与从天线 AN2 发送传播路径估计前同步码的副载波相同的时间与频率的副载波，不从天线 AN1 发送传播路径估计前同步码。

[0319] 另外，在此实施例中，正如从图 46(A) 所示第一 OFDM 信号与图 46(B) 所示第二 OFDM 信号可以看出，虽然在点 t1 到点 t2 的同一时间内，不以同一副载波同时发送传播路径估计前同步码，但是使用不同的副载波来同时发送传播路径估计前同步码。

[0320] 通过此方式，在此实施例的 OFDM 通信装置中，通过不将传播路径估计前同步码放置在第一与第二 OFDM 信号之间的同一时间的同一副载波上，可以防止由传播路径估计前同步码之间的干扰所引起的传播路径估计前同步码退化，并且通过将传播路径估计前同步码置于同一时间的不同副载波上，可以进行传播路径补偿，而没有第一与第二 OFDM 信号之间的残余相位误差。

[0321] 图 47 为显示此实施例的 OFDM 通信装置的发送系统的构造的方框图。在图 47 中，标号 1110 表示根据实施例 23 的 OFDM 通信装置的发送系统的总体构造。在发送系统 1110 中，发送信号被输入编码部件 1111，并由该编码部件 1111 进行编码处理，已经过编码部件 1111 编码处理的信号被送往前同步码插入部件 1112。

[0322] 在此实施例中，发送信号是其中有两个数据——数据 1、数据 2——在逐帧基础上被交替地时分多路复用的信号。例如，包含数据 1 的 N 个码元的信号在时段 T 输入编码部件 1111，然后包含数据 2 的 N 个码元的信号在下一个时段 T 输入编码部件 1111。

[0323] 在编码处理之后（在此实施例的情况下，N 码元时段），前同步码插入部件 1112 在数据 1 与数据 2 的边界位置插入一个传播路径估计前同步码，并且 将该数据发送给选择部件 1113。空信号（即具有信号电平 0 的信号）输入选择部件 1113。

[0324] 选择部件 1113 按照以下时序选择并输出空信号，使得通过随后的快速傅立叶逆变换部件 (IFFT) 1116，数据 1 的传播路径估计前同步码被叠加在奇数号副载波上，并且不被叠加在偶数号副载波上。选择部件 1113 还按照以下时序选择并输出空信号，使得通过随后的 IFFT 1117，数据 2 的传播路径估计前同步码被叠加在偶数号副载波上，并且不被叠加在奇数号副载波上。

[0325] 调制部件 1114 在由选择部件 1113 选择输出的信号上执行诸如 BPSK(二相移键控)、QPSK(四相移键控)或者 16 值 QAM(正交幅度调制)等数字调制处理。调制信号由串并转换部件(S/P)1115 分为数据 1 信号与数据 2 信号,其分别被送往 IFFT 1116 与 1117。

[0326] 通过在包含前同步码与空信号的数据 1 与数据 2 的信号上执行快速傅里叶逆变换处理,IFFT 1116、1117 形成如图 46(A)、(B)所示的 OFDM 信号。快速傅里叶逆变换处理所产生的输出信号 1 与 2 由乘法器(未显示)叠加在预定频率的载波上,由带通滤波器频带限制到预定频带,然后分别从天线 AN1、AN2 发送。

[0327] 图 48 显示接收从具有图 47 所示的发送系统 1110 的 OFDM 通信装置发送的 OFDM 信号的 OFDM 通信装置的接收系统的构造。在图 48 中,与图 7 中相应的部件具有与图 7 同样的标号,此实施例的接收系统 1200 具有与图 7 的接收系统 20 类似的构造,但不同之处在于系数计算部件 1121 的构造。

[0328] 图 49 显示此实施例的系数计算部件 1121 的构造。在图 49 中,与图 8 中相应的部件具有与图 8 同样的标号,此实施例的系数计算部件 1121 具有与图 8 的系数计算部件 27 类似的构造,但不同之处在于具有对应于存储器 41 至 45 的内插部件 1122 至 1125。

[0329] 系数计算部件 1121 在存储器 41 至 45 中存储由传播路径估计部件 23、25 取得的 A、B、C、D 四个传播路径特性,然后将它们送往相应的内插部件 1122 至 1125。通过累加相邻副载波的传播路径估计结果并将结果对分,内插部件 1122 至 1125 中的每一个计算因为空信号插入而缺失的副载波的传播路径特性。

[0330] 现在具体描述该过程。传播路径特性 A 与传播路径特性 B 由与接收天线 AN1 相应的传播路径估计部件 23 估计,并且分别被存储在存储器 41 与存储器 42 中。传播路径特性 C 与传播路径特性 D 由与接收天线 AN4 相应的传播路径估计部件 25 估计,并且分别被存储在存储器 43 与存储器 45 中。

[0331] 根据如图 46(A)所示只叠加在奇数号副载波上的传播路径估计前同步码,找到传播路径特性 A 与传播路径特性 B,而对于偶数号副载波的传播路径特性 A 与 B 是缺失的。因此,在此实施例中,使用借助相邻的奇数号副载波的传播路径估计前同步码所估计的传播路径特性,来找到这些缺失的偶数号副载波的传播路径特性。

[0332] 例如,在内插部件 1122 中,借助等式 $A_2 = (A_1 + A_3) / 2$,使用通过传播路径估计前同步码 (1,1) 与传播路径估计前同步码 (1,3) 而估计的对于第一副载波的传播路径特性 A_1 与对于第三副载波的传播路径特性 A_3 ,找到对于第二副载波的传播路径特性 A_2 。类似地,内插部件 1123 使用针对相邻奇数号副载波的传播路径特性 B,来计算针对缺失的偶数号副载波的传播路径特性 B。

[0333] 同时,根据如图 46(B)所示只叠加在偶数号副载波上的传播路径估计前同步码,找到传播路径特性 C 与传播路径特性 D,而对于奇数号副载波的传播路径特性 C 与 D 是缺失的。因此,在此实施例中,使用借助相邻的偶数号副载波的传播路径估计前同步码所估计的传播路径特性,来找到这些缺失的奇数号副载波的传播路径特性。

[0334] 例如,在内插部件 1124 中,借助等式 $C_3 = (C_2 + C_4) / 2$,使用通过传播路径估计前同步码 (2,2) 与传播路径估计前同步码 (2,4) 而估计的对于第二副载波的传播路径特性 C_2 与对于第四副载波的传播路径特性 C_4 ,找到对于第三副载波的传播路径特性 C_3 。类似地,内插部件 1125 使用针对相邻偶数号副载波的传播路径特性 D,来计算针对缺失的奇数号副

载波的传播路径特性 D。

[0335] 图 50 显示内插部件 1122 至 1125 的示例构造。现在以内插传播路径特性 A 的内插部件 1122 为例进行描述。在内插部件 1122 中,针对第一副载波的传播路径特性 A1 首先被输入并串转换部件 (P/S) 1130,还通过延迟部件 1131 送往平均电路 1132。然后,针对第三副载波的传播路径特性 A3 被输入并串转换部件 (P/S) 1130,还通过延迟部件 1131 送往平均电路 1132。结果,平均电路 1132 求得传播路径特性 A1 与 A3 的平均值,然后送往并串转换部件 1130。并串转换部件 1130 按传播路径特性 A1、A2 与 A3 的顺序排列数据,并且输出该数据作为输出信号。通过随后重复同一处理,求得针对缺失的偶数号副载波的传播路径特性。

[0336] 在以上构造中,对于在同一时间发送的第一与第二 OFDM 信号中的同一时间与同一频率的副载波,此实施例的 OFDM 通信装置将传播路径估计前同步码放置在一个副载波上,并将空信号放置在另一副载波上。结果,传播路径估计前同步码不受另一信号干扰地由接收装置接收,从而可以在接收侧根据该传播路径估计前同步码可以进行较好的传播路补偿。

[0337] 另外,此实施例的 OFDM 通信装置不将传播路径估计前同步码只放置在第一与第二 OFDM 信号的一 OFDM 信号上,而是将传播路径估计前同步码以分散的形式放置在两个 OFDM 信号上进行通信。结果,从天线 AN1 发送来的 OFDM 信号的传播路径估计前同步码中找到的传播路径特性 A 与 B,以及从天线 AN2 发送来的 OFDM 信号的传播路径估计前同步码中找到的传播路径特性 C 与 D,都是根据在同一时间发送的传播路径估计前同步码找到的,从而在传播路径特性 A、B 与传播路径 C、D 之间没有残余相位误差。

[0338] 由此,在接收并解调来自此实施例的 OFDM 通信装置的信号的 OFDM 通信装置中,可以根据没有残余相位误差的传播路径特性 A 至 D,将接收信号交付传播路径补偿与解调,从而可以取得改进了错误率特性的接收信号。

[0339] 根据以上构造,当从多个天线 AN1、AN2 发送 OFDM 信号时,通过将传播路径估计前同步码放置在同一时间的同一频率的副载波之一上并将空信号放置在在另一副载波上,并且将传播路径估计前同步码放置在每个 OFDM 信号中的至少一个副载波上,可以防止在传播路径估计结果中出现残余相位误差。结果,可以防止错误率特性的退化。

[0340] 另外,在接收侧,通过使用与下述副载波相邻的、叠加了传播路径估计前同步码的副载波的传播路径特性,从而对于发送空信号的副载波内插传播路径特性,可以对所有副载波进行传播路径补偿,并且取得具有很小错误率特性退化的接收信号。

[0341] 在以上实施例中,描述了从两个天线 AN1、AN2 发送两个 OFDM 信号的情况,但本发明并不局限于此,也可以应用于使用任意数目的天线发送任意数目的 OFDM 信号的情况。例如,当有三个天线时,可以两个副载波的间隔发送传播路径估计前同步码,并且在这两个副载波之间插入空信号。

[0342] 实施例 24

[0343] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于:发送空信号的副载波是可变的。通过此方式,在此实施例中,当多路径延迟时间较长时,可以防止错误率特性的退化。

[0344] 即,当多路径延迟时间较长时,相邻副载波之间的传播路径特性偏移增大。在这种情况下,如果发送空信号的副载波是固定的,则错误率特性退化增大,这是因为发送空信号

的副载波的传播路径估计误差增大了。考虑到这一点,在此实施例中,使发送空信号的副载波可变。

[0345] 图 51(A)、(B) 显示此实施例中从天线 AN1、AN2 发送的 OFDM 信号的帧格式。可以从这些图中看出,在特定的时间,传播路径估计前同步码被叠加在来自天线 AN1 的奇数号的副载波上,而传播路径估计前同步码被叠加在来自天线 AN2 的偶数号的副载波上。在另一方面,当传播路径估计前同步码紧跟在给定数据发送周期之后发送时,传播路径估计前同步码被叠加在来自天线 AN1 的偶数号的副载波上,而传播路径估计前同步码被叠加在来自天线 AN2 的奇数号的副载波上。

[0346] 实际上,在传播路径估计结果更新时,在多个码元(例如 8 个码元,由图 51(A)、(B) 中 N 表示)上进行平均处理,并且因此通过改变发送空信号的副载波,可以降低传播路径估计误差,并且可以防止错误率特性的退化。

[0347] 现在再次使用图 47 描述达到此目标的 OFDM 通信装置的构造。为了形成具有图 51(A)、(B) 所示帧结构的 OFDM 信号,与实施例 23 相比,只需要改变选择部件 1113 的空信号选择的时间。

[0348] 在接收具有图 51(A)、(B) 所示帧结构的 OFDM 信号并对其进行传播路径补偿的接收系统中,只需要修改上面针对图 49 描述的系数计算部件 1121 的构造。图 52 显示此实施例的系数计算部件的构造。在图 52 中,与图 49 中相应的部件具有与图 49 同样的标号,系数计算部件 1140 具有与实施例 23 的系数计算部件 1121 类似的构造,但不同之处在于每个具有两个存储器—存储器 41 与 1141、存储器 42 与 1142、存储器 43 与 1143、存储器 44 与 1144—分别对应于传播路径特性 A 至 D,并且不同之处还在于在存储器 41 与 1141、存储器 42 与 1142、存储器 43 与 1143、存储器 44 与 1144 之前配备有选择部件 1145 至 1148,在之后配备有选择部件 1149 至 1152。

[0349] 现在具体描述有关传播路径特性 A 的过程。首先,通过选择部件 1145,在存储器 41 中存储根据在图 51(A) 所示的从 t_1 到 t_2 的时段内叠加在奇数号副载波上的传播路径估计前同步码 $(1,1)\dots$ 传播路径估计前同步码 $(1,k-1)$ 所估计的多个传播路径特性 A。存储在存储器 41 中的传播路径特性 A 通过选择部件 1149 送往内插部件 1122。如实施例 23 中所述,使用奇数号副载波的传播路径特性 A,内插部件 1122 计算(内插)其间偶数号副载波的传播路径特性。然后,找到 t_1 到 t_2 时段内针对所有副载波的传播路径特性 A。

[0350] 然后,通过选择部件 1145,在存储器 1141 中存储根据从 t_3 到 t_4 的时段内叠加在偶数号副载波上的传播路径估计前同步码 $(1,2)\dots$ 传播路径估计前同步码 $(1,k-1)$ 所估计的多个传播路径特性 A。存储在存储器 1141 中的传播路径特性 A 通过选择部件 1149 送往内插部件 1122。使用偶数号副载波的传播路径特性 A,内插部件 1122 计算其间奇数号副载波的传播路径特性。然后,找到 t_3 到 t_4 时段内针对所有副载波的传播路径特性 A。对于传播路径特性 B、C、D 使用类似的过程,因此此处省略其描述。

[0351] 在以上构造中,根据多路径调节,由于频率选择衰退,每个 OFDM 信号副载波都经历不同的衰退。当多路径延迟时间较长时,只有相同的副载波在长时间上经历频率选择衰退,并且如果在这些副载波上放置传播路径估计前同步码,则不能令人满意地进行传播路径补偿。

[0352] 然而,在此实施例中,其上放置传播路径估计前同步码的副载波按时间段变化,从

而即使当多路径延迟时间较长时也可以防止特定副载波的错误率的退化。

[0353] 根据以上构造,通过使其上放置传播路径估计前同步码的副载波按时间可变,除了提供实施例 23 的效果之外,还可以即使当多路径延迟时间较长时的改进错误率特性。

[0354] 实施例 25

[0355] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于:其中放置了包括两个连续码元的传播路径估计前同步码的 OFDM 信号从第一天线 AN1 发送,而其中放置了包括在时间上恰在所述包括两个连续码元的传播路径估计前同步码之前的一个码元与包括紧跟其后的一个码元的传播路径估计前同步码的 OFDM 信号从第二天线 AN2 发送。

[0356] 通过此方式,与上述实施例 23 与 24 相比,根据实际所接收的传播路径估计前同步码,可以估计所有副载波的传播路径特性,而不用进行内插处理,从而即使当多路径延迟时间较长时,也可以取得准确得多的针对每个副载波的传播路径特性。

[0357] 图 53(A)、(B) 显示此实施例这从天线 AN1 与 AN2 发送的 OFDM 信号的帧格式。如图 53(B) 所示,在特定时间段 t2 到 t3 以及 t3 到 t4,其中放置了包括两个连续码元的传播路径估计前同步码的 OFDM 信号从天线 AN2 使用所有副载波发送。

[0358] 在另一方面,在恰在时间段 t2 到 t3 以及 t3 到 t4 之前的时间段 t1 到 t2 中,其中放置了一个码元传播路径估计前同步码的 OFDM 信号从天线 AN1 使用所有副载波发送。类似地,在恰在时间段 t2 到 t3 以及 t3 到 t4 之后的时间段 t4 到 t5 中,其中放置了一个码元传播路径估计前同步码的 OFDM 信号从天线 AN1 使用所有副载波发送。

[0359] 图 54 显示生成图 53(A)、(B) 所示帧格式的 OFDM 信号的 OFDM 通信装置的示例构造。在图 54 中,与图 47 中相应的部件具有与图 47 同样的标号,发送系统 1160 具有与图 47 的发送系统 1110 类似的构造,但不同之处在于前同步码插入部件 1161 的功能不同,并且省去了选择部件 1113(图 47)。

[0360] 即,前同步码插入部件 1161 在编码信号中插入包括两个连续码元的传播路径估计前同步码,从而已由 IFFT 1117 经过傅里叶逆变换处理的输出信号 2 具有图 53(B) 所示的帧格式。另外,前同步码插入部件 1161 按如下时间在编码信号中一次一个码元地插入传播路径估计前同步码,使得已由 IFFT 1116 经过傅里叶逆变换处理的输出信号 1 具有图 53(A) 所示的帧格式。

[0361] 在以上构造中,在从此实施例的 OFDM 通信装置发送的所述两个 OFDM 信号中,传播路径估计前同步码在不同的时间段 t1 到 t2、t2 到 t3、t3 到 t4 以及 t4 到 t5 中发送,如图 53(A)、(B) 所示,因此在天线之间的残余相位误差偏离出现在传播路径特性 A 与 B,以及 C 与 D 中,在接收侧根据各个传播路径估计前同步码找到这些传播路径特性。

[0362] 然而,如图 55 所示,这些天线之间的残余相位误差偏离在组合时被一起抵消了,因此接收系统的系数计算部件 1121(图 47) 可以取得作为结果的、未受天线之间残余相位误差偏离影响的、用于传播路径补偿的系数。通过此方式,可以取得错误率得到改进的接收信号。

[0363] 在图 55 中,点画线表示在时间段 t1 到 t2(图 53(A)) 内发送的传播路径估计前同步码的残余相位误差偏离,双点一划线表示在时间段 t4 到 t5(图 53(A)) 内发送的传播路径估计前同步码的残余相位误差偏离,破折线表示包括两个连续码元的传播路径估计前同步码的第一传播路径估计前同步码码元的残余相位误差偏离(图 53(B)),一点一划线表

示包括两个连续码元的传播路径估计前同步码的第二传播路径估计前同步码码元的残余相位误差偏离(图 53(B))。如图 55 所示,对于这些传播路径估计前同步码,当它们被组合时,天线之间的残余相位误差偏离消失。

[0364] 当发送具有图 53(A) 与 (B) 所示帧格式的 OFDM 信号时,可以在所有副载波上放置传播路径估计前同步码,因此可以使用针对所有副载波的实际传播路径估计前同步码,而不管多路径延迟时间,来找到传播路径特性,从而可以在多路径环境中取得具有良好错误率特性的接收信号。

[0365] 根据以上构造,通过从特定天线发送其中放置了包括两个连续码元的传播路径估计前同步码的 OFDM 信号,而从另一个天线发送其中放置了包括在时间上恰在所述包括两个连续码元的传播路径估计前同步码之前的一个码元与包括紧跟其后的一个码元的传播路径估计前同步码的 OFDM 信号,可以实现能够大大提高错误率特性的 OFDM 通信装置。

[0366] 实施例 26

[0367] 此实施例的 OFDM 通信装置的特征在于:除了提供实施例 23 的构造之外,两个或更多个码元的传播路径估计前同步码被放置在 OFDM 信号的突发串时段之内,并且根据每一个码元改变其上放置传播路径估计前同步码的副载波。

[0368] 通过此方式,在此实施例中,与实施例 23 相比,对于第二码元,传播路径估计前同步码被放置在其上对于第一码元放置空信号的副载波上,因此,对于所有副载波整体来说,提高了传播路径估计特性。另外,当通过内插发现其中插入空信号的副载波时,可以提高内插值的精度。

[0369] 图 56(A) 与 (B) 显示此实施例中从天线 AN1 与 AN2 发送的 OFDM 信号的帧格式。如图所示,在时间段 t_1 到 t_2 中,在第一 OFDM 信号中传播路径估计前同步码被放置在奇数号的副载波上,而在第二 OFDM 信号中传播路径估计前同步码被放置在偶数号的副载波上,并且空信号被放置在奇数号的副载波上。

[0370] 与此不同,在下一时间段 t_2 到 t_3 中,在第一 OFDM 信号中传播路径估计前同步码被放置在偶数号的副载波上,并且空信号被放置在奇数号的副载波上,而在第二 OFDM 信号中传播路径估计前同步码被放置在奇数号的副载波上,并且空信号被放置在偶数号的副载波上。

[0371] 由此,在此实施例的 OFDM 通信系统中,其上放置了传播路径估计前同步码的副载波在突发串时段内进行变化。突发串时段表示长达从 t_1 到 t_4 的时间段的间隔,并且表示借助传播路径估计前同步码对其进行传播路径补偿的单位发送信号间隔。

[0372] 具有图 56(A) 与 (B) 所示帧格式的 OFDM 信号可以通过以下方法形成:借助在实施例 23 中所述的图 47 中前同步码插入部件 1112 与选择部件 1113,插入图 56(A) 与 (B) 所示的对于天线 AN1 与 AN2 的两个传播路径估计前同步码码元,并且还在预定的时间插入空信号。

[0373] 如图 57 所示,接收并解调具有图 56(A) 与 (B) 所示帧格式的 OFDM 信号的接收系统只需要改变图 48 中接收系统 1120 的系数计算部件 1121。

[0374] 在图 57 中,与在实施例 24 中所述的图 52 对应的部件具有图 52 中相同的标号,此实施例的系数计算部件 1120 具有与图 52 中的系数计算部件 1170 类似的构造,但不同之处在于具有平均部件 1171 至 1174,平均部件 1171 至 1174 在时间方向上平均传播路径特性 A

至 D。

[0375] 现在将给出针对平均部件 1171 至 1174 中平均部件 1171 的描述。使用根据传播路径估计前同步码 (1,1) 而估计的传播路径特性 A, 以及根据图 56 (A) 中传播路径估计前同步码 (1,3) 而估计的传播路径特性 A, 内插部件 1122 找到的传播路径特性 A 在时间方向上的内插值。

[0376] 内插部件 1122 所找到的内插值送往平均部件 1171, 并且根据传播路径估计前同步码 (1,2) 而估计的传播路径特性 A 也通过存储器 1141 与选择部件 1149 送往平均部件 1171。通过平均来自内插部件 1122 的内插值与从选择部件 1149 输入的传播路径特性 A, 平均部件 1171 找到其中放置了空信号的副载波的最终传播路径特性 A。通过平均部件 1172 至 1174 进行类似的处理。

[0377] 由此, 在此实施例, 通过将两个或更多个码元的传播路径估计前同步码放置在 OFDM 信号的突发串时段之内, 并且根据每一个码元改变其上放置传播路径估计前同步码的副载波, 接收侧就能够取得针对其上放置空信号的副载波的考虑到时间方向以及频率方向的内插值, 由此能够取得比实施例 23 在任何多路径环境下都大大改进了错误率特性的接收信号。

[0378] 本发明并不局限于上述实施例, 可以在不脱离本发明范围的前提下, 可以进行各种改变与改进。

[0379] (1) 本发明的第一模式为 OFDM 通信方法, 通过该方法, 其上叠加不同数据的 OFDM 信号从多个天线发送, 并且这些 OFDM 信号的特定副载波被作为导频载波发送, 其中导频载波只从所述多个天线中的一个天线发送, 并且空信号借助与发送导频载波的副载波相应的频带的副载波从不同于该天线的天线发送。

[0380] 根据此方法, 可以防止导频载波的传播路径上的干扰, 从而可以在接收侧检测到高精度的残余相位误差。结果, 可以取得错误率特性改进了的接收信号。

[0381] (2) 在本发明第二模式中, 在 (1) 中发送导频载波的天线在多个天线之中切换。

[0382] 根据此方法, 除了取得 (1) 中的效果之外, 还可以防止当信道波动不快时, 在长时间段上残余相位误差检测精度的下降。

[0383] (3) 本发明的第三模式为 OFDM 通信方法, 通过该方法, 其上叠加了不同数据的 OFDM 信号从多个天线发送, 并且这些 OFDM 信号的特定副载波被作为导频载波发送, 其中不同频带的载波从多个天线作为导频载波发送, 并且导频信号由相应于在另一天线上发送空信号的副载波的副载波在天线上发送。

[0384] 根据此方法, 可以防止导频载波的传播路径上的干扰, 从而可以在接收侧检测到高精度的残余相位误差, 并且除了能够取得错误率特性改进了的接收信号之外, 还可以降低从每个天线发送的 OFDM 信号的峰值功率。

[0385] (4) 在本发明的第四模式中, 在 (1) 至 (3) 中, 对于特定副载波数据只从多个天线中的一个天线发送, 并且空信号由与从不同于该天线的天线发送该数据的副载波相应的频带的副载波发送。

[0386] 根据此方法, 除了取得 (1) 至 (3) 的效果之外, 由特定副载波发送的数据不受来自另一 OFDM 信号的相应副载波的干扰, 从而能够提高此数据的错误率特性。

[0387] (5) 在本发明的第五模式中, 在 (4) 中, 特定副载波为距 OFDM 信号的中心频率一定

距离的副载波。

[0388] 根据此方法,数据由为距中心频率一定距离的副载波发送,从而能够提高数据错误率特性,所述中心频率易受相邻信道干扰与模拟滤波幅度偏移与群时迟偏移的效应的影响。

[0389] (6) 在本发明的第六模式中,在(4)或(5)中,在特定载波中发送数据的天线在多个天线中切换。

[0390] 根据此方法,除了取得(4)或(5)的效果之外,还可以降低峰值功率,并且可以防止当信道波动非常慢时特定副载波的接收电平保持低位。

[0391] (7) 在本发明的第七模式中,在(1)至(6)中,对于DC点副载波,只从一个天线发送数据,而从另一天线发送空信号。

[0392] 根据此方法,除了取得(1)至(6)的效果之外,由DC点副载波发送的数据,由于模拟电路的DC偏置,其错误率特性比其他副载波的错误率更易受退化的影响,该数据不受来自另一OFDM信号的相应副载波的干扰,从而能够提高由该副载波发送的数据的错误率特性。

[0393] (8) 在本发明的第八模式中,在(1)至(3)中,在发送特定突发信号的同时,从仅仅一个天线发送特定突发信号,而从另一个天线发送空信号。

[0394] 根据该方法,除了获得(1)至(3)的效果以外,特定突发信号根本不接收来自在传播路径上的另一天线的发送信号的任何干扰,因此提高了对于特定突发信号的接收侧错误率特性。结果,可以大大提高只针对特定突发信号的错误率特性,从而可以实现具有分集的射频通信。

[0395] (9) 在本发明的第九模式中,在(8)中,特定突发信号被分割为多个,并且切换发送分割后突发信号的天线。

[0396] 根据本方法,除了取得(8)中的效果之外,还可以降低一个天线的发送副载波的数目,从而能够降低其峰值功率。

[0397] (10) 在本发明的第十模式中,(8)的特定突发信号采用要求比其他突发信号更好质量的突发信号。

[0398] 根据此方法,除了取得(8)中的效果之外,如果诸如控制突发信号或者重发突发信号等重要突发信号被选为特定突发信号,该特定突发信号根本不受来自另一天线的发送信号在传播路径上的任何干扰,因此提高了接收侧错误率特性。另外,因为要求比其他突发信号更好质量的诸如控制突发信号或者重发突发信号等突发信号只构成所有突发信号的一小部分,所以几乎没有降低发送效率。结果,可以大大提高错误率特性,而不会太大地降低发送效率。

[0399] (11) 在本发明的第11模式中,(8)的OFDM通信方法只应用到上行链路通信。

[0400] 根据本方法,在(8)的OFDM通信方法中,发送效率下降到以下程度:当正在发送特定突发信号时,从另一天线发送空信号。考虑到这一点,在此模式中,(8)中的方法不用于其中具有大量发送数据的下行链路,而只是用于上行链路。结果,抑制了总体系统吞吐量的下降,并且可以提高特定突发信号的错误率特性,同时,不增加终端站的硬件规模。

[0401] (12) 本发明的第12模式为一种OFDM通信方法,通过该方法,其上叠加了不同数据的OFDM信号从多个天线发送,找到当接收发送OFDM信号时的传播路径估计精度,并且如果

该传播路径估计精度低于预定的门限值,则只从所述多个天线中的一个天线发送 OFDM 信号。

[0402] 根据此方法,可以抑制在传播路径估计精度不良的传播环境中错误率特性的退化。

[0403] (13) 在本发明的第 13 模式中,在 (12) 中,当接收 OFDM 信号时,根据叠加在该 OFDM 信号上的已知信号,找到天线之间的传播路径特性,并且根据当这些传播路径特性表示为矩阵元素时逆矩阵行列式绝对值的大小,找到传播路径估计精度。

[0404] 根据此方法,考虑到以下事实:当逆矩阵行列式绝对值不大时,运算比特数的实际值不高,因此由于干扰补偿部件进行的补偿的精度下降,并且错误率特性退化;并且当逆矩阵行列式绝对值不大时,只从一个天线发送 OFDM 信号。结果,可以抑制在由于干扰补偿部件进行的补偿精度不良的传播环境中错误率特性的退化。

[0405] (14) 在本发明的第 14 模式中,在 (13) 中,针对逆矩阵行列式绝对值的大小进行门限值判决,并且如果逆矩阵行列式绝对值小于门限值,则只从多个天线中的一个天线发送 OFDM 信号,另外,根据 OFDM 信号的接收质量改变该门限值。

[0406] 根据此方法,因为当信道质量不良时逆矩阵行列式绝对值的检测误差增加,所以当信道质量不良时将上述门限值变为较大值。即,向偏向只从一个天线发送 OFDM 信号的方向进行控制。结果,也可考虑了接收质量,并且可以大大无误地抑制错误率特性的退化,并且可以抑制发送效率的不必要的下降。

[0407] (15) 在本发明的第 15 模式中,在 (13) 中,使用第一门限值针对逆矩阵行列式绝对值的大小进行门限值判决,并且如果对其逆矩阵行列式绝对值小于第一门限值的副载波的数目大于第二门限值,则只从多个天线中的一个天线发送 OFDM 信号。

[0408] 根据此方法,考虑到以下事实:当没有几个副载波的逆矩阵行列式绝对值较小时,虽然可以通过解码部件的错误纠正效应来提高错误率特性,但当有许多副载波的对其所使用的逆矩阵行列式绝对值较小时不能太指望解码部件的错误纠正效应,因此当有许多这样的副载波时,只从一个天线发送 OFDM 信号。结果,可以提高错误率特性,同时,达到较好的发送效率。

[0409] (16) 在本发明的第 16 模式中,在 (13) 中,针对逆矩阵行列式绝对值的大小进行门限值判决,并且如果对其逆矩阵行列式绝对值小于第一门限值的连续副载波的数目大于或者等于预定数目,则只从多个天线中的一个天线发送 OFDM 信号。

[0410] 根据此方法,考虑到以下事实:当质量不好的数据集中时错误纠正的有效性下降;并且在存在对其逆矩阵行列式绝对值不大的连续副载波的情况下一即当质量不好的数据集中时,只从一个天线发送 OFDM 信号。结果,可以提高错误率特性,同时,达到较好的发送效率。

[0411] (17) 在本发明的第 17 模式中,在 (16) 中,根据 OFDM 信号的接收质量来改变用来确定对其逆矩阵行列式绝对值小于第一门限值的连续副载波的数目是否大于或者等于预定数目的门限值。

[0412] 根据此方法,除了取得 (16) 中的效果之外,在控制是否只从一个天线发送 OFDM 信号时还考虑了接收质量,从而可以大大提高错误率特性,同时,达到较好的发送效率。

[0413] (18) 在本发明的第 18 模式中,在 (1)、(3) 或者 (12) 中,在预定通信单位周期之

内最后发送的突发信号只从多个天线中的一个天线作为 OFDM 信号发送。

[0414] 根据此方法,考虑到以下事实:接收侧干扰补偿电路的处理延迟大于普通相干检测电路的处理延迟;并且通过只从一个天线将待发送的最后一个突发信号作为 OFDM 信号发送,可以缩短最后一个突发信号的处理延迟。结果,可以缩短从终止接收到开始发送到的时间,这在规定了该时间的系统中尤其有用。

[0415] (19) 在本发明的第 19 模式中,在 (1)、(3) 或者 (12) 中,当通信对方站除了与本地站之外还与另一站进行 OFDM 通信时,只从多个天线中的一个天线向该通信对方站发送 OFDM 信号。

[0416] 根据此方法,不必通过复杂控制来确保在终端之间进行通信的时间段。

[0417] (20) 本发明的第 20 模式为一种 OFDM 通信方法,通过该方法,其上叠加了不同数据的 OFDM 信号从多个天线发送,其中 OFDM 信号一般从多个天线发送,并且定期地只从一个天线发送 OFDM 信号。

[0418] 根据此方法,可以在接收侧进行传播路径估计结果的定期更新(传播路径跟踪),从而当相对于传播路径估计前同步码时段传播路径波动较快时,可以抑制错误率特性的退化。

[0419] (21) 在本发明的第 21 模式中,在 (20) 中,根据所需的发送效率、所需的接收质量或者传播路径波动速度来改变只从多个天线中的一个天线发送 OFDM 信号的周期。

[0420] 根据此方法,除了取得 (20) 的效果之外,还可以大大抑制错误率特性的退化,同时,有效地抑制发送效率的下降。

[0421] (22) 本发明的第 22 模式采用了这样一种构造,该构造包含:多个天线;OFDM 信号生成部件,用来通过执行多个发送数据的正交频分多路复用处理来生成从多个天线发送的多个 OFDM 信号;已知信号插入部件,用来在每个 OFDM 信号的预定副载波中插入已知信号;以及空信号插入部件,用来在每个 OFDM 信号的预定副载波中插入空信号,其中已知信号插入部件将已知信号插入到多个 OFDM 信号的一个 OFDM 信号之中,并且空信号插入部件将空信号插入在不同于其中由已知信号插入部件插入已知信号的 OFDM 信号的 OFDM 信号之中的、与其中插入已知信号的副载波相应的频带的副载波之中。

[0422] 根据此构造,可以防止其上放置了已知信号的导频载波的传播路径上的干扰,从而可以在接收侧检测到高精度的残余相位误差。结果,可以取得错误率特性改进了的接收信号。

[0423] (23) 本发明的第 23 模式采用了这样一种构造,该构造包含:多个天线;OFDM 信号生成部件,用来通过执行多个发送数据的正交频分多路复用处理来生成从多个天线发送的多个 OFDM 信号;已知信号插入部件,用来在每个 OFDM 信号的预定副载波中插入已知信号;以及空信号插入部件,用来在每个 OFDM 信号的预定副载波中插入空信号,其中已知信号插入部件将已知信号插入到多个 OFDM 信号的不同频带的副载波之中,并且空信号插入部件将空信号插入与在特定 OFDM 信号中的其中插入已知信号的副载波相应的频带的另一 OFDM 信号的副载波之中。

[0424] 根据此构造,可以防止其上放置了已知信号的导频载波的传播路径上的干扰,从而可以在接收侧检测到高精度的残余相位误差,并且可以取得错误率特性改进了的接收信号,还可以降低从每个天线发送的 OFDM 信号的峰值功率。

[0425] (24) 本发明的第 24 模式为采用这样一种构造的 OFDM 通信系统,该构造包含:第一 OFDM 通信装置,用来生成其上叠加不同发送数据的多个 OFDM 信号,并且从多个天线发送多个 OFDM 信号;以及第二 OFDM 通信装置,用来使用多个天线接收多个 OFDM 信号,其中第二 OFDM 通信装置包含:传播路径特性计算部件,用来根据多个 OFDM 接收信号计算多个天线之间的多个传播路径特性;以及判决部件,用来判定所计算的传播路径特性的精度;并且根据该判决部件的判决结果,当所找到的传播路径特性的精度小于预定值时,第一 OFDM 通信装置只从多个天线中的一个天线发送 OFDM 信号。

[0426] 根据这种结构,可以抑制在传播路径估计精度不好的传播环境下的错误率特性的退化。

[0427] (25) 本发明的第 23 模式采用了这样一种构造,该构造包含:多个天线;OFDM 信号生成部件,用来通过执行多个发送数据的正交频分多路复用处理来生成从多个天线发送的多个 OFDM 信号;以及发送控制部件,其一般从多个天线发送多个 OFDM 信号,并且定期只从多个天线中的一个天线发送 OFDM 信号。

[0428] 根据此构造,可以在接收侧进行传播路径估计结果的定期更新(传播路径跟踪),从而当相对于传播路径估计前同步码时段传播路径波动较快时,可以抑制错误率特性的退化。

[0429] (26) 本发明的第 26 模式为一种 OFDM 通信方法,通过该方法,其上叠加了不同数据的 OFDM 信号从多个天线同时发送,其中对于在上述多个 OFDM 信号中同一时间的同一频率的副载波,上述传播路径估计已知信号被放置在一个副载波上并且空信号被放置在另一个副载波上,并且上述传播路径估计已知信号被放置在每个 OFDM 信号中的至少一个副载波上。

[0430] 根据此方法,在每个 OFDM 信号中,传播路径估计已知信号被放置在同一时间的同一频率的多个副载波中的至少一个副载波上,因此所有所述多个 OFDM 信号都具有同一时间的传播路径估计已知信号。结果,在接收每个 OFDM 信号的传播路径估计已知信号时的残余相位误差非常小,并且如果根据这些传播路径估计已知信号找到传播路径估计并且据此进行传播路径补偿,则可以取得错误率特性改进了的接收信号。

[0431] (27) 本发明的第 27 模式采用了这样一种构造,该构造包含:信号插入部件,用来在多个不同的发送数据的各个发送数据的开头插入传播路径估计已知信号与空信号;OFDM 信号生成部件,用来对插入了上述传播路径估计已知信号与所述空信号的每个发送数据执行正交频分多路复用处理来生成多个 OFDM 信号;以及多个天线,用来发送 OFDM 信号,其中,对于多个 OFDM 信号之中在同一时间发送的副载波,所述信号插入部件插入上述传播路径估计已知信号与所述空信号在以下位置:当上述传播路径估计已知信号被放置在某一 OFDM 信号的副载波上时,空信号被放置在不同于该 OFDM 信号的 OFDM 信号的与其相应的副载波上,并且所述传播路径估计已知信号被放置在每个 OFDM 信号中至少一个副载波上。

[0432] 根据此构造,在同一时间发送的多个 OFDM 信号中的同一时间同一频率的副载波中,传播路径估计已知信号被放置在特定 OFDM 信号中,并且空信号被放置在另一 OFDM 信号中,结果特定 OFDM 信号的传播路径估计已知信号不受来自另一 OFDM 信号的干扰。另外,因为传播路径估计已知信号被放置在每个 OFDM 信内同一时间的多个副载波中的至少一个副载波上,所有这些多个 OFDM 信号都具有同一时间的传播路径估计已知信号。

[0433] 结果,在接收每个 OFDM 信号的传播路径估计已知信号时的残余相位误差非常小,并且如果根据这些传播路径估计已知信号找到传播路径估计并且据此进行传播路径补偿,则可以取得错误率特性改进了的接收信号。

[0434] (28) 本发明的第 28 模式采用了这样一种构造,其中 (27) 中的信号插入部件在上述多个 OFDM 信号内的同一时间的副载波中插入上述传播路径估计已知信号与空信号,使得该传播路径估计已知信号被近乎均匀地置于 OFDM 信号之间。

[0435] 根据此构造,在同一时间发送多个副载波的 OFDM 信号内,传播路径估计已知信号被放置在每个 OFDM 信号的多个副载波上,从而可以更加准确地找到传播路径估计,并且可以大大提高错误率特性。

[0436] 例如,考虑发送两个 OFDM 信号的情况,每个信号具有 10 个副载波,对于同一时间的副载波,在第一 OFDM 信号中,传播路径估计已知信号被放置在 5 个副载波上并且空信号被放置在 5 个副载波上,并且在第二 OFDM 信号中,传播路径估计已知信号被放置在第一 OFDM 信号中其上放置了空信号的 5 个副载波上并且空信号被放置在第一 OFDM 信号中其上放置了传播路径估计已知信号的 5 个副载波上。通过此方式,根据第一 OFDM 信号与第二 OFDM 信号的同等数目的传播路径估计已知信号,可以进行无偏差的传播路径补偿。另外,对于其上放置了空信号而没有放置传播路径估计已知信号的副载波,如果具有一定数目的传播路径估计已知信号,则可以用这些信号来进行高精度的内插。

[0437] (29) 本发明的第 29 模式采用了这样一种构造,其中 (27) 中的信号插入部件在每个 OFDM 信号中插入上述传播路径估计已知信号与空信号,使得其上放置了上述传播路径估计已知信号与空信号的副载波按时间间隔变化。

[0438] 根据此构造,可以大大改善当多路径延迟时间较长时(当发送中度多路径波动时)的错误率特性。此处,根据多路径条件,由于频率选择衰退,OFDM 信号副载波的每一个都经历了不同的衰退。当多路径延迟时间较长时,只有相同的副载波经历长时间的频率选择衰退,并且如果传播路径估计已知信号被放置在这些副载波上,则不能令人满意地进行传播路径补偿。考虑到这一点,在本发明中,其上放置了传播路径估计已知信号的副载波按时间间隔变化,从而即使当多路径波动为中度时,也可以防止特定副载波的错误率的退化。

[0439] (30) 本发明的第 30 模式采用了这样一种构造,该构造包含:信号插入部件,用来在多个不同的发送数据的预定位置上插入传播路径估计已知信号;OFDM 信号生成部件,用来通过在其中插入了上述传播路径估计已知信号的每个发送数据上执行正交频分多路复用处理来生成多个 OFDM 信号;以及多个天线,用来发送 OFDM 信号,其中,信号插入部件插入上述传播路径估计已知信号,使得当 OFDM 信号被施加到特定天线时,两个传播路径估计已知信号的码元被连续放置,并且在以下位置插入传播路径估计已知信号,该位置使得当 OFDM 信号被施加到另一天线时,传播路径估计已知信号被置于这样的位置:一个码元在时间上恰在上述两个连续的传播路径估计已知信号码元之前,一个码元在时间上紧跟其后。

[0440] 根据此构造,在收到 OFDM 信号与另一 OFDM 信号内的传播路径估计已知信号后进行组合时,发生在传播路径估计已知信号之间的残余相位误差被抵消,从而可以找到无残余相位误差的每一个传播路径特性,所述 OFDM 信号内中放置有两个连续的传播路径估计已知信号码元,所述另一 OFDM 信号内放置有在其前与其后的传播路径估计已知信号。结果,可以取得错误率改进了的接收信号。

[0441] (31) 本发明的第 31 模式采用了这样一种构造,其中 (27) 中的信号插入部件插入上述传播路径估计已知信号,使得两个或更多个传播路径估计已知信号码元被放置在包含借助所述传播路径估计已知信号进行传播路径补偿的信号的发送信号间隔之内,并且插入传播路径估计已知信号在以下位置,该位置使得其上放置了传播路径估计已知信号的副载波根据每个码元变化。

[0442] 根据此构造,考虑一个 OFDM 信号中的发送信号间隔,放置两个或更多个码元的传播路径估计已知信号,使得其分散在多个副载波上,从而可以让使用该传播路径估计已知信号叠加到多个副载波上的数据经过彻底的传播路径补偿,并且可以大大改善总体错误率。

[0443] (32) 本发明的第 32 模式为一种接收并解调由 (27) 中的 OFDM 通信装置发送的 OFDM 信号的 OFDM 通信装置,该通信装置具有以下构造,该构造包含:多个天线,用来接收上述 OFDM 信号;传播路径估计部件,用来根据由天线接收的接收信号中所包含的上述传播路径估计已知信号,估计上述多个天线以及 (27) 中的 OFDM 通信装置的多个天线之间的传播路径特性;内插部件,用来使用放置了上述传播路径估计已知信号的相邻副载波的传播路径特性,内插放置了空信号的副载波的传播路径特性;以及传播路径补偿部件,用来使用上述传播路径特性,对于分配给各个副载波的信号执行传播路径补偿。

[0444] 根据此构造,可以对于其上放置了传播路径估计已知信号的副载波,使用该传播路径估计已知信号,进行高精度的传播路径补偿。另外,对于其上放置了空信号的副载波,使用借助放置在同一时间相邻副载波上的传播路径估计已知信号内插而来的传播路径特性,也可以进行高精度的传播路径补偿。结果,可以改善对于所有副载波的错误率。

[0445] 本申请基于 2002 年 4 月 9 日提交的日本专利申请 2002-107105,以及 2002 年 4 月 9 日提交的日本专利申请 2002-106059,其全部内容融入本文作为参考。

[0446] 工业适用性

[0447] 本发明适合用于进行结合了 OFDM 通信与多天线通信的通信的情况。

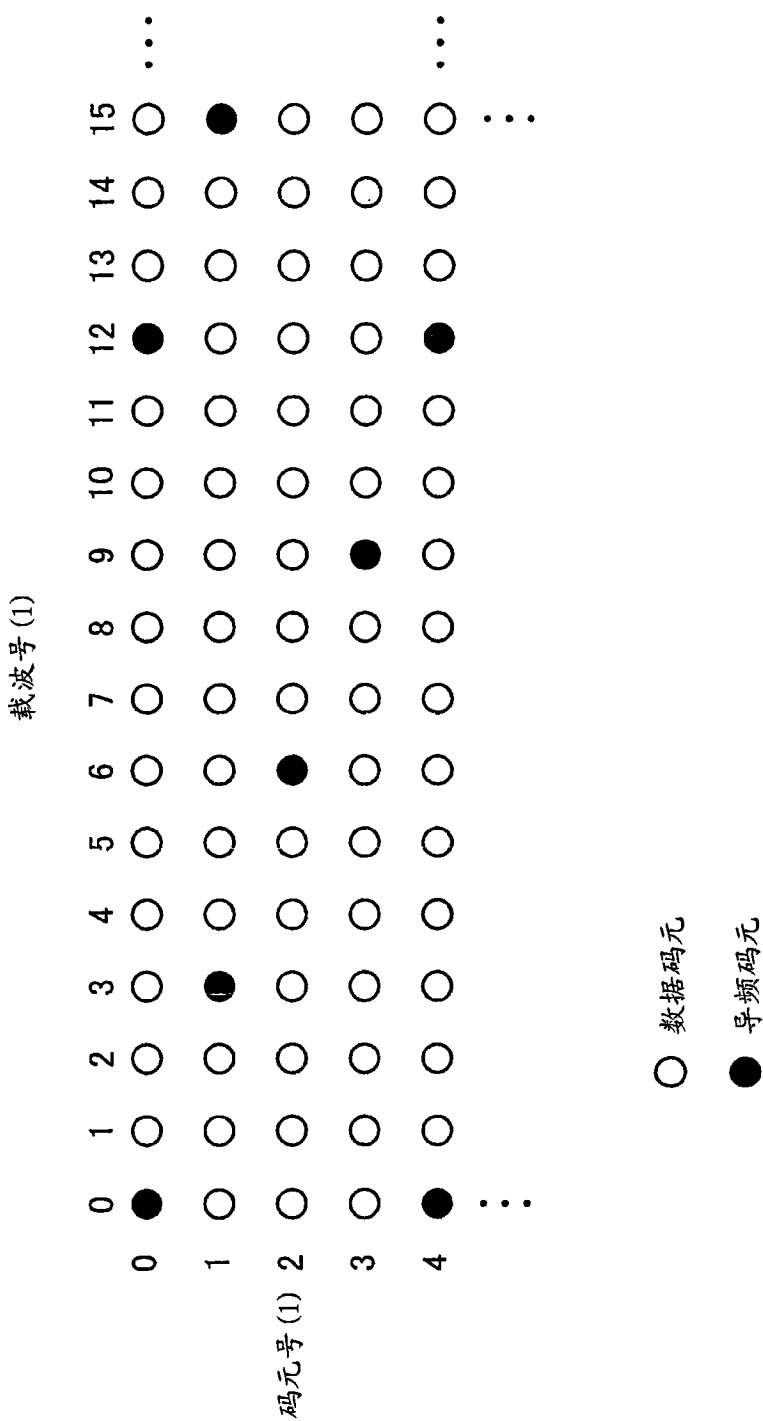


图 1



图 2

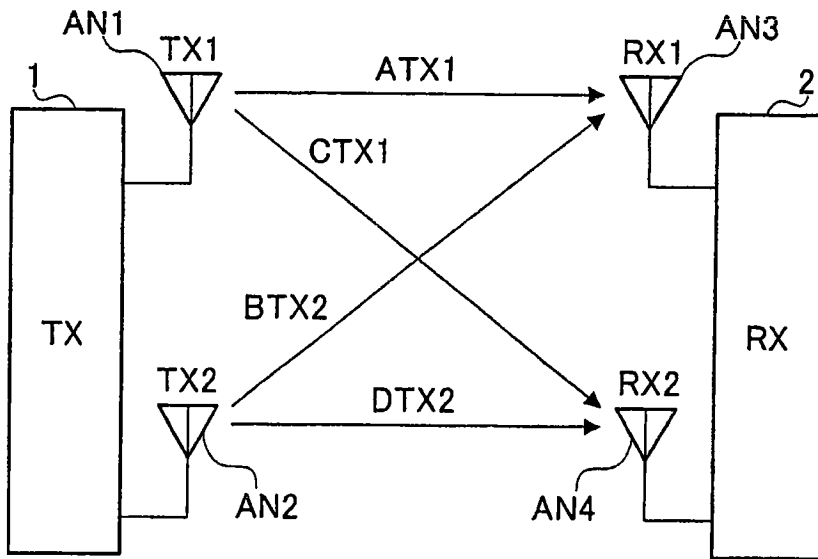


图 3

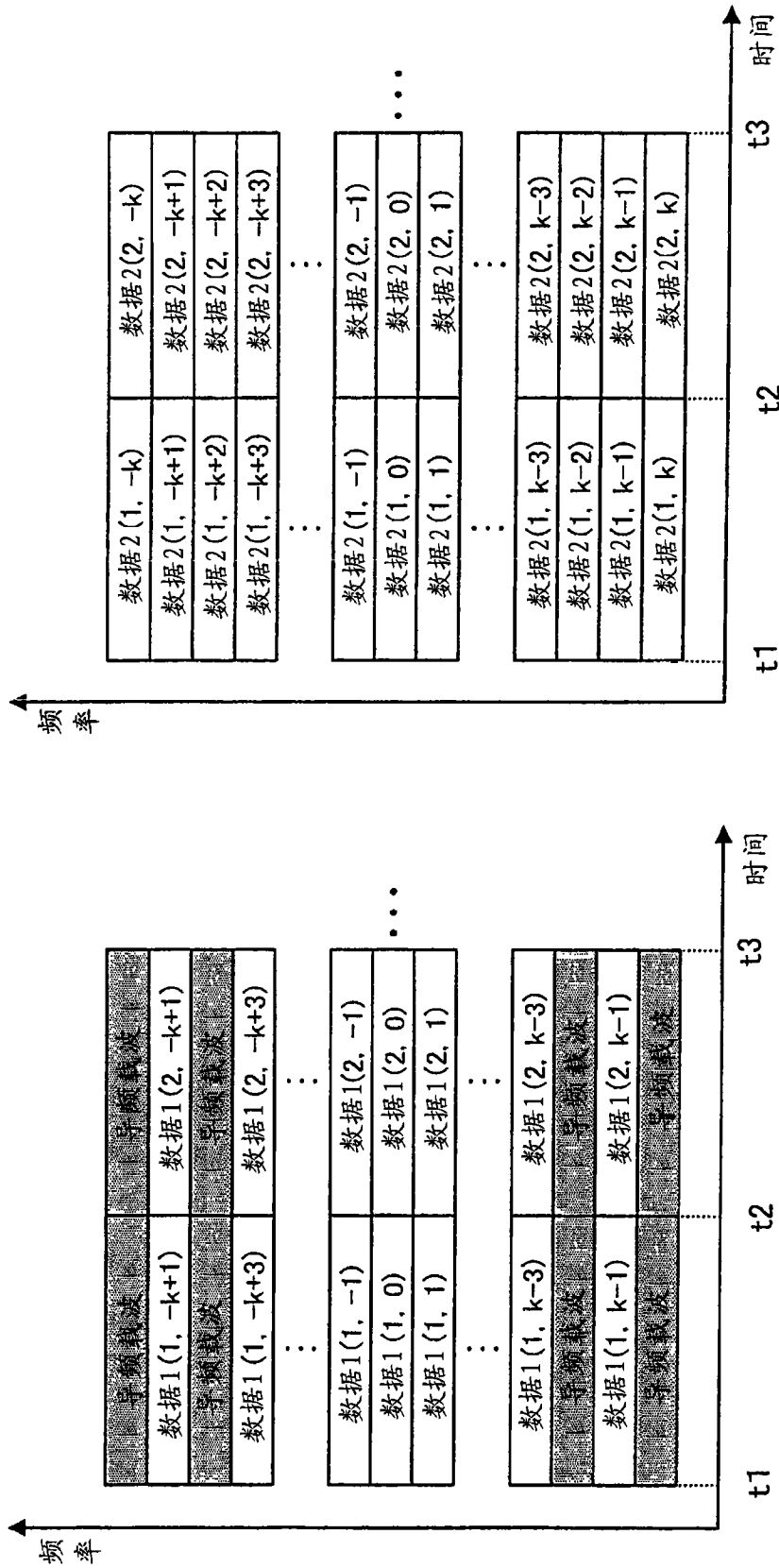


图 4 (B)

图 4 (A)

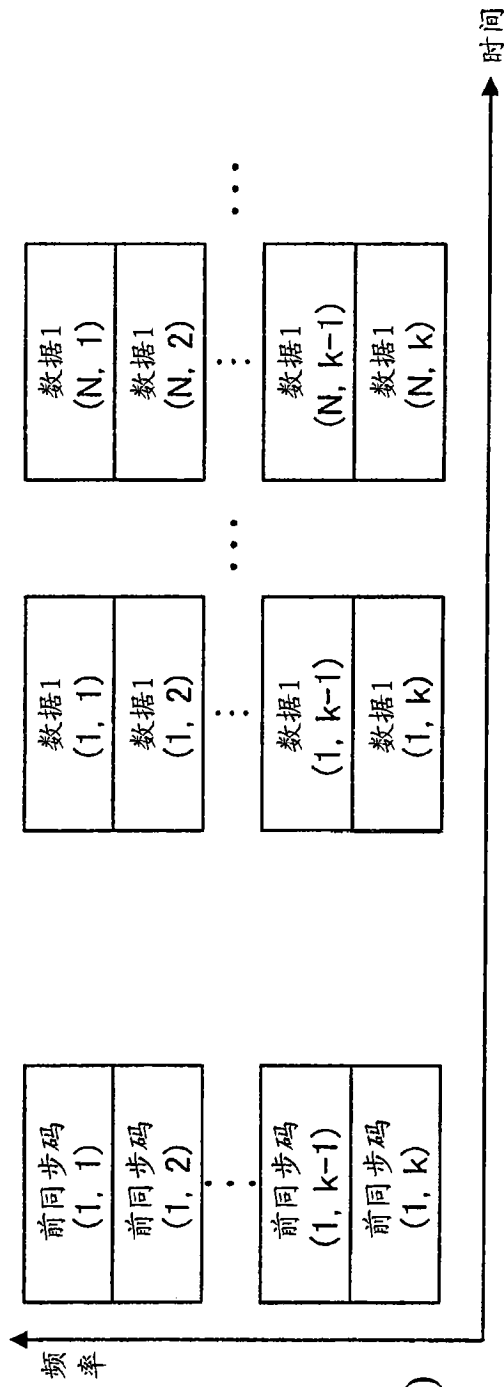


图 5 (A)

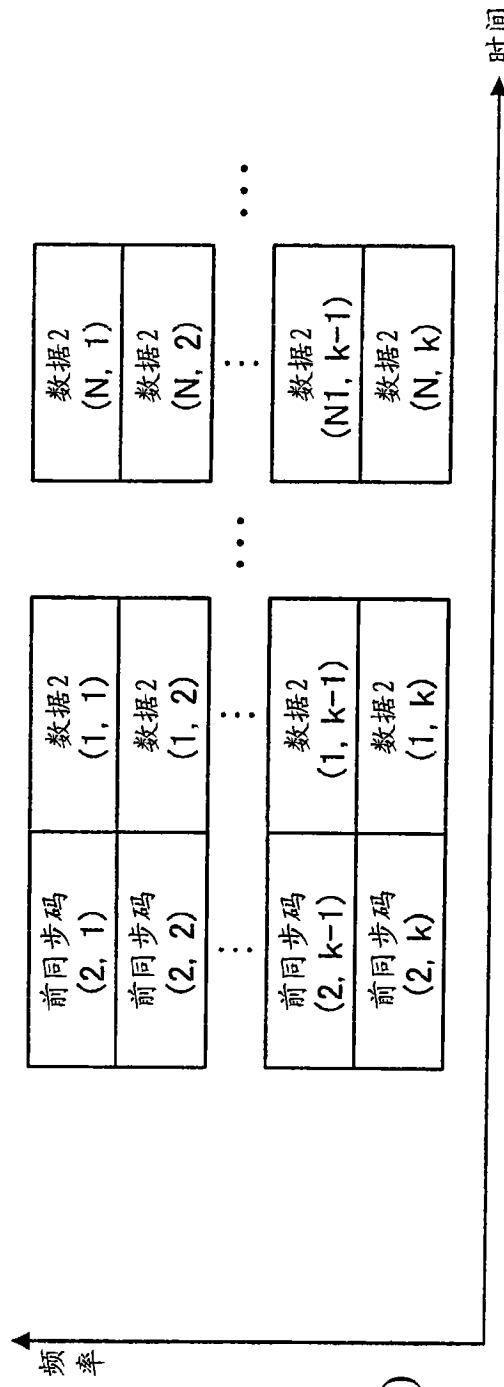


图 5 (B)

10 发送系统

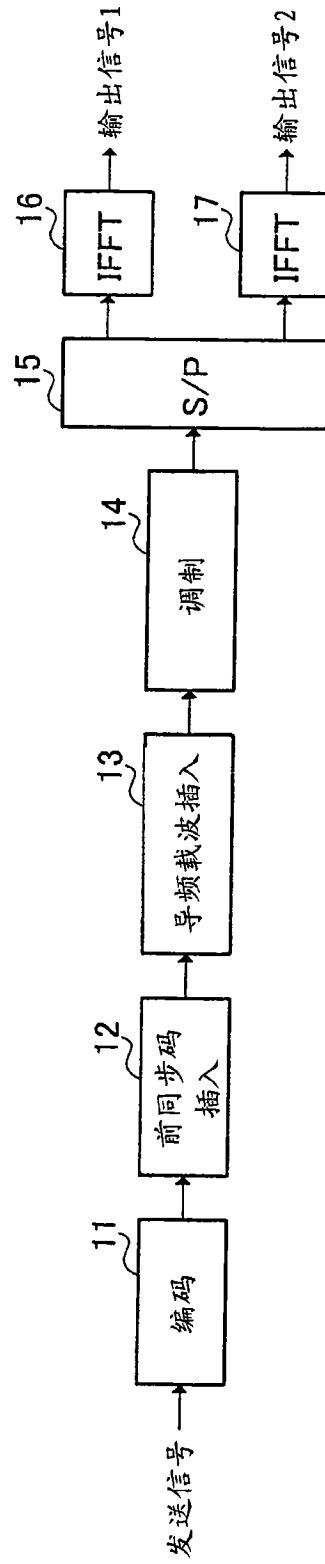


图 6

20 接收系统

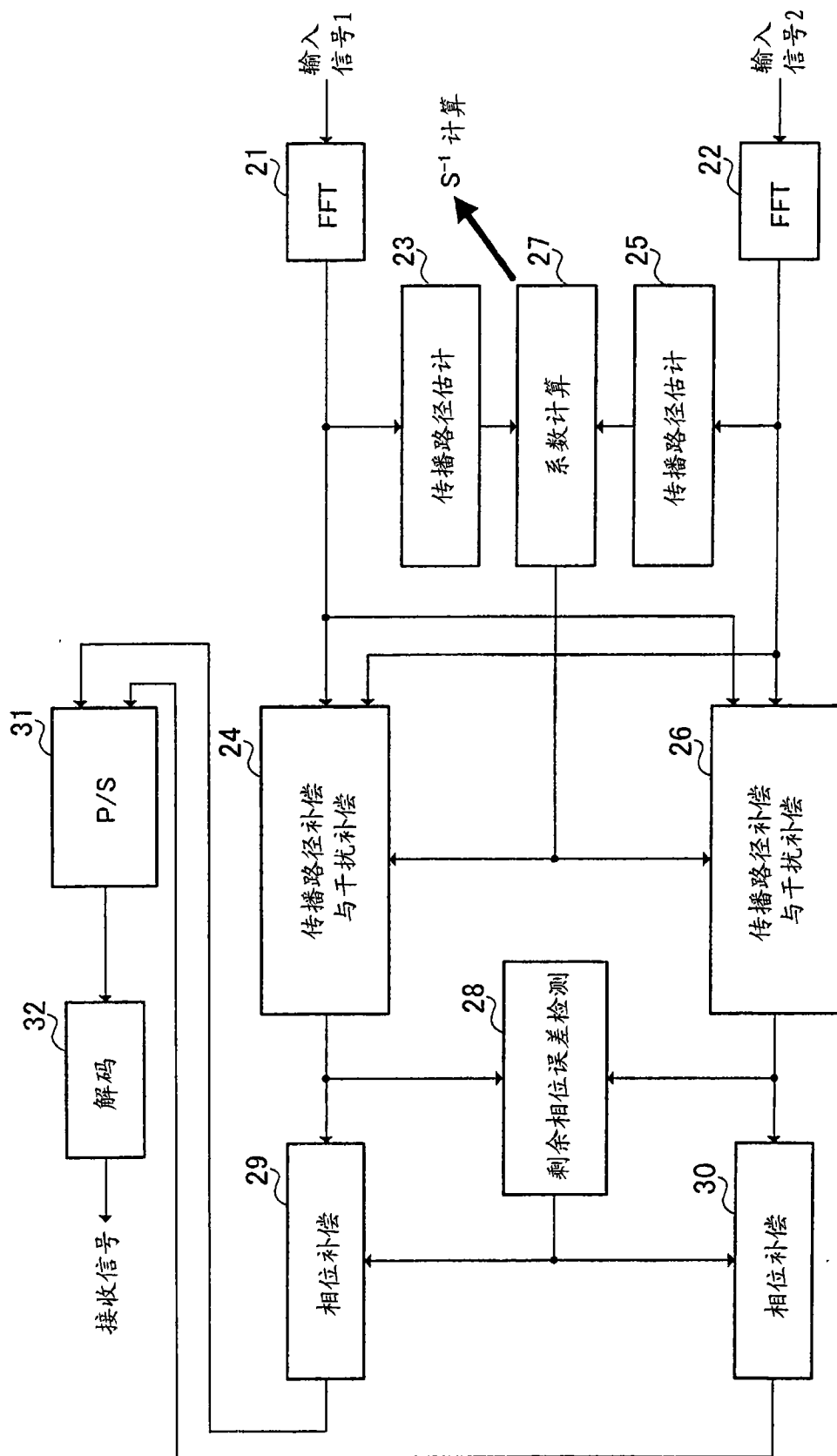


图 7

27 系数计算部件

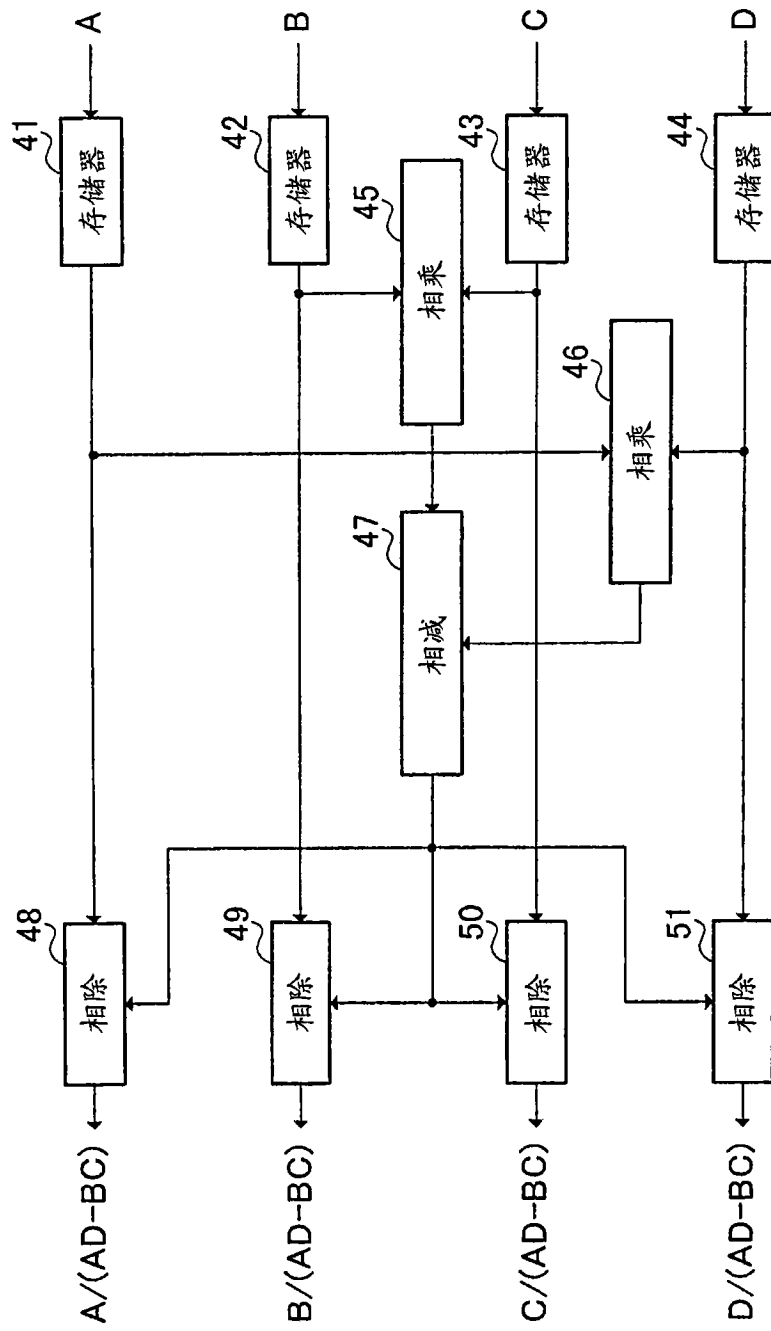


图 8

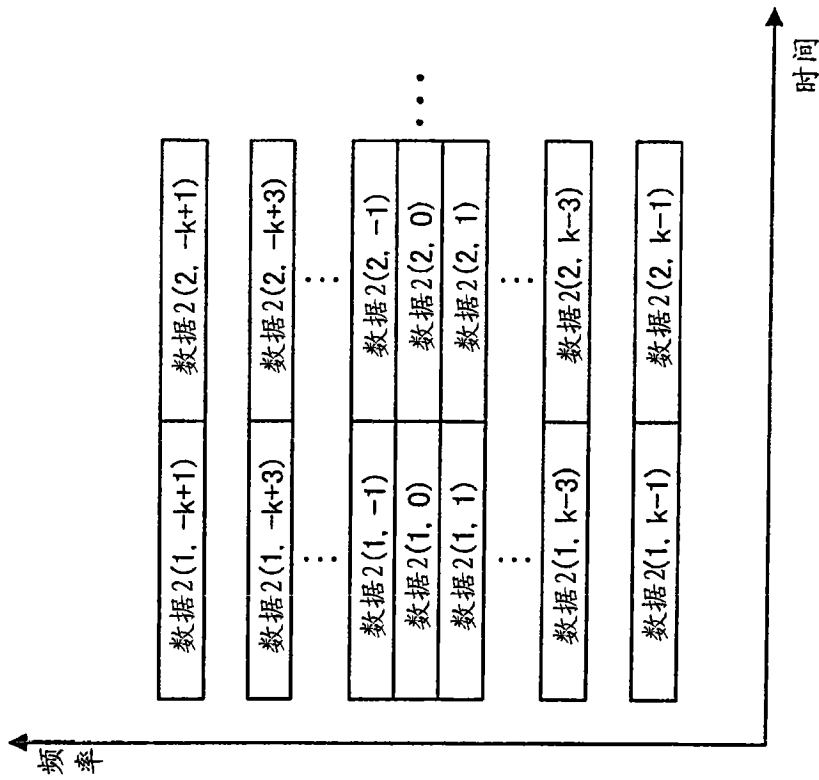


图 9 (A)

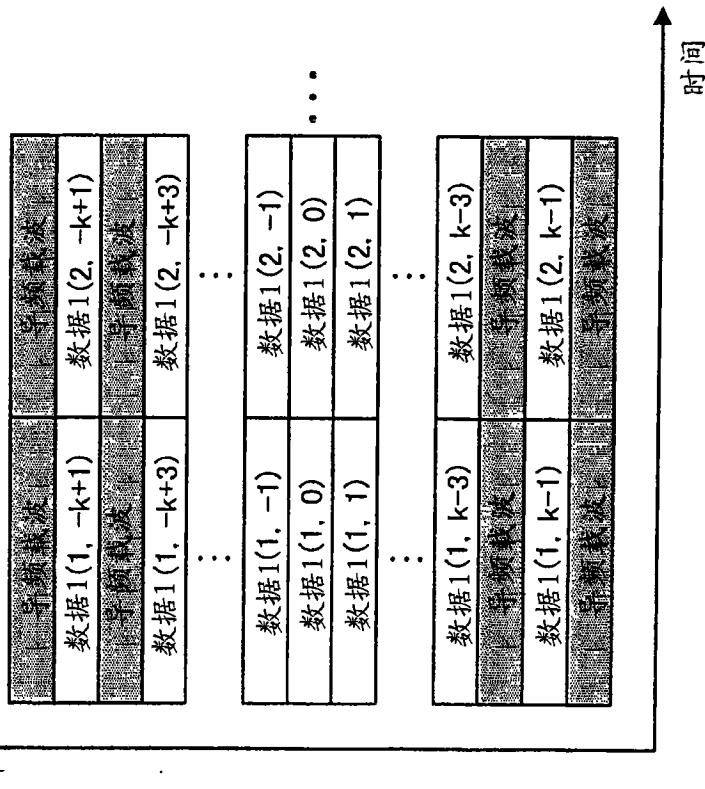


图 9 (B)

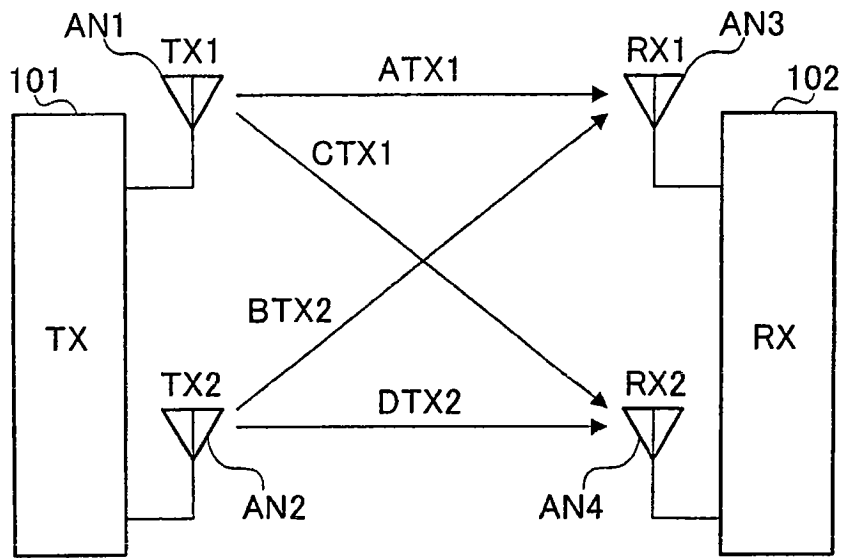


图 10

110 发送系统

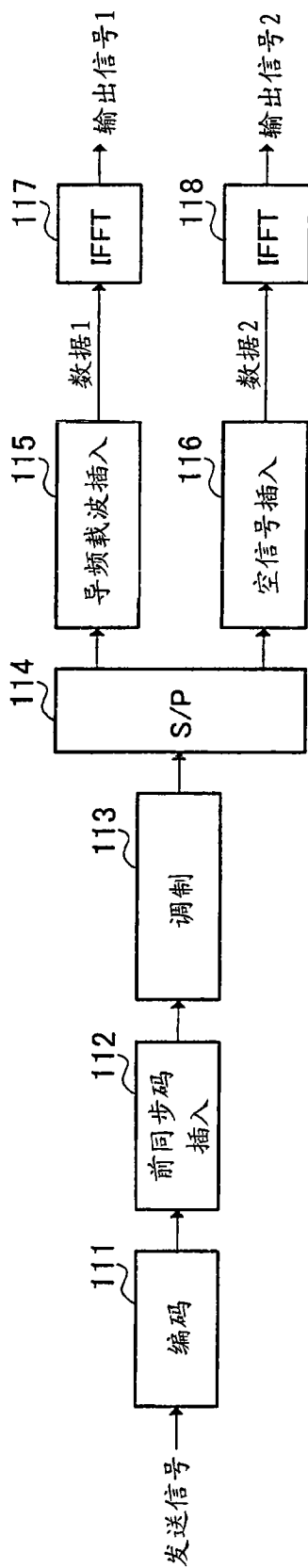


图 11

120 接收系统

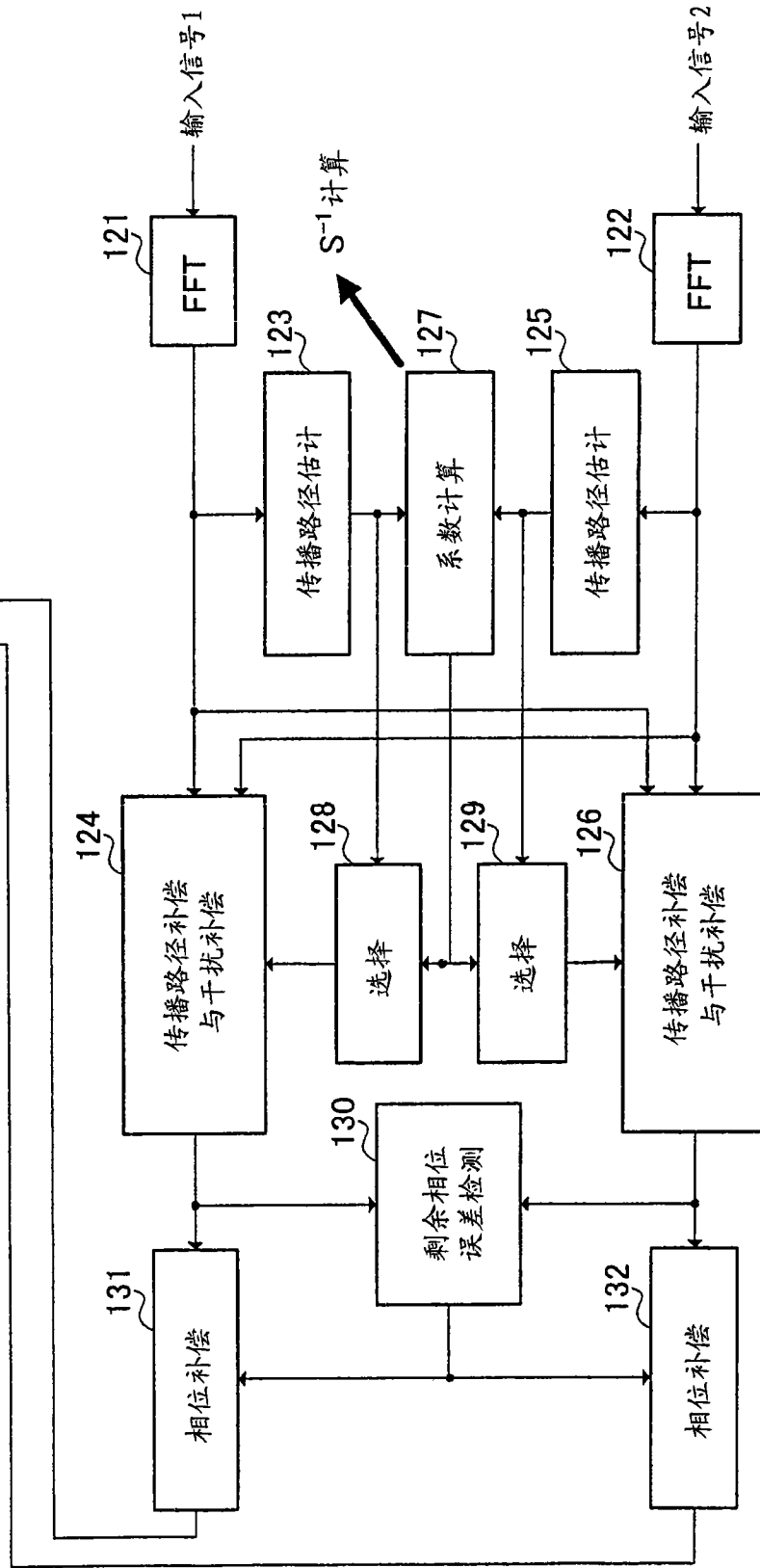


图 12

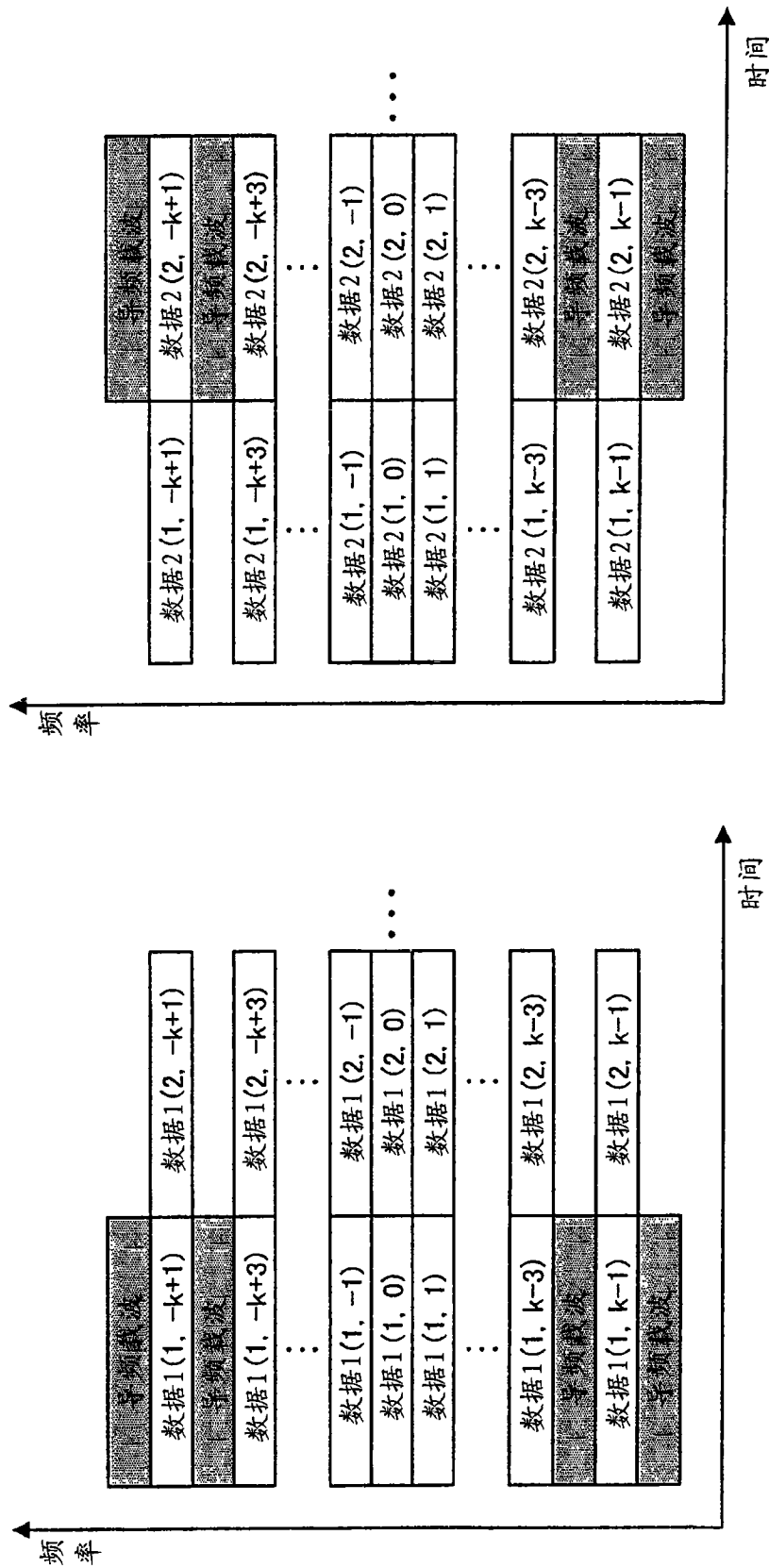


图 13(B)

图 13(A)

140 发送系统

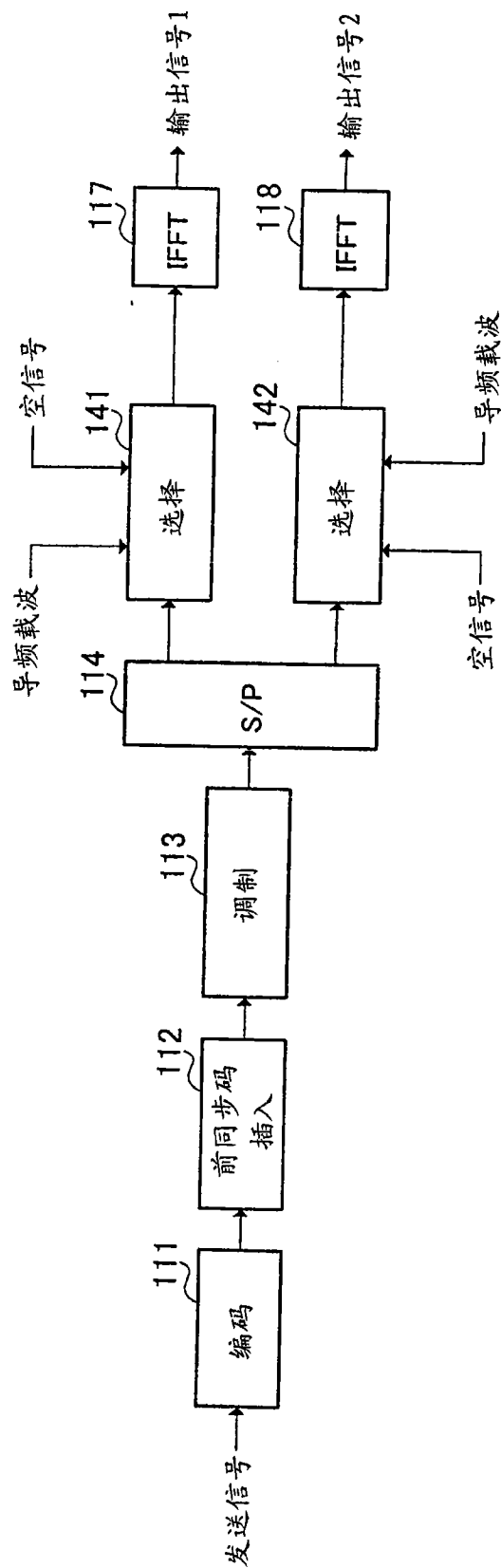


图 14

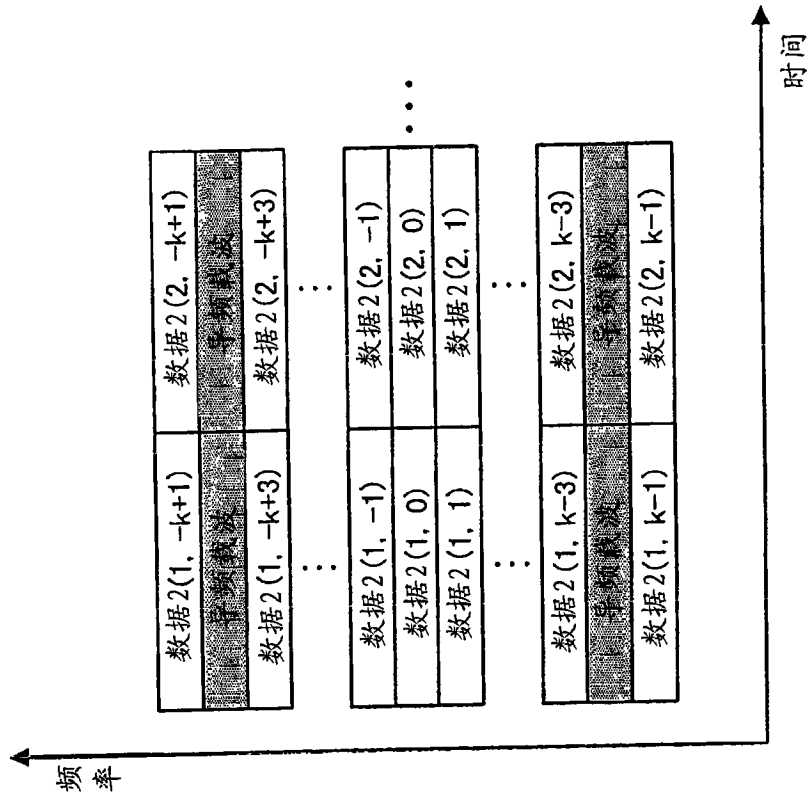


图 15 (A)

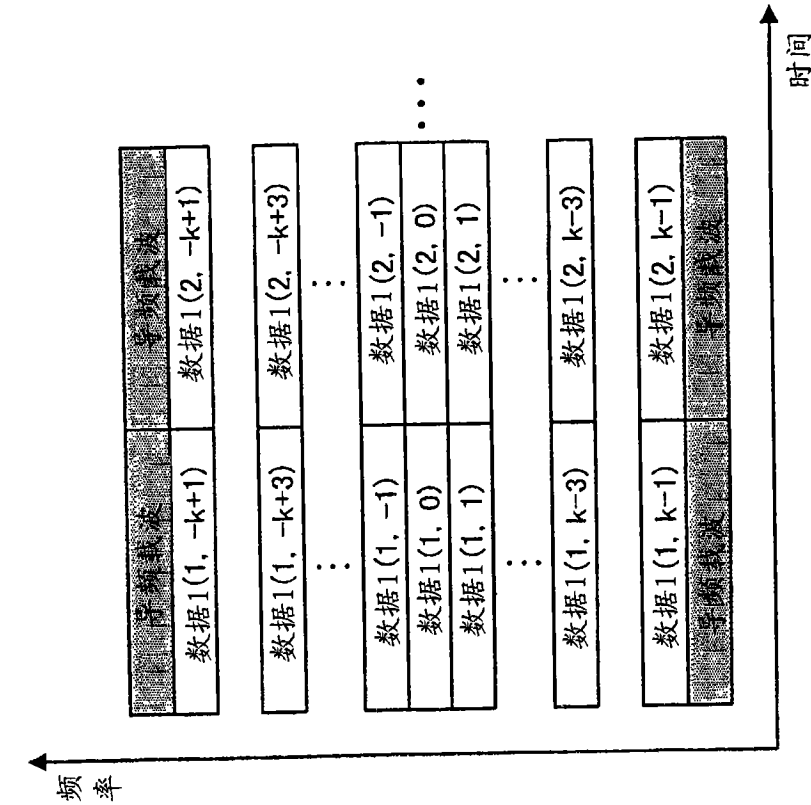


图 15 (B)

150 发送系统

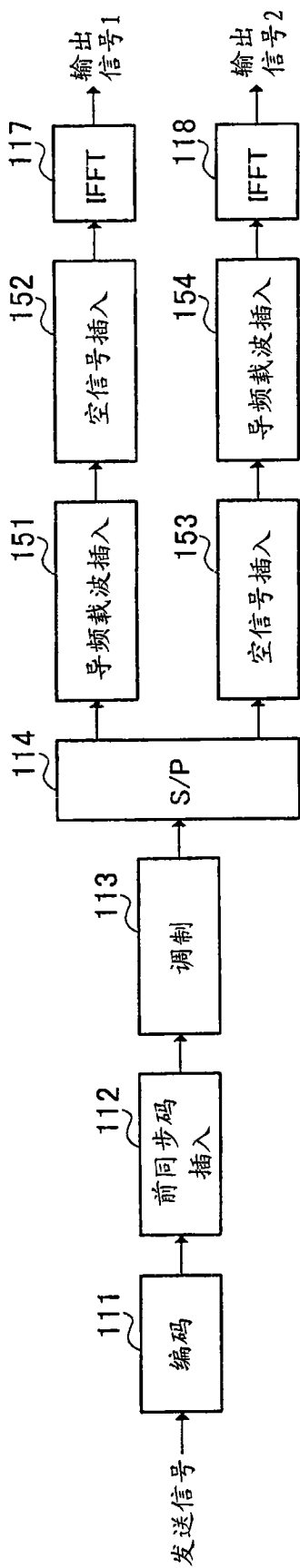


图 16

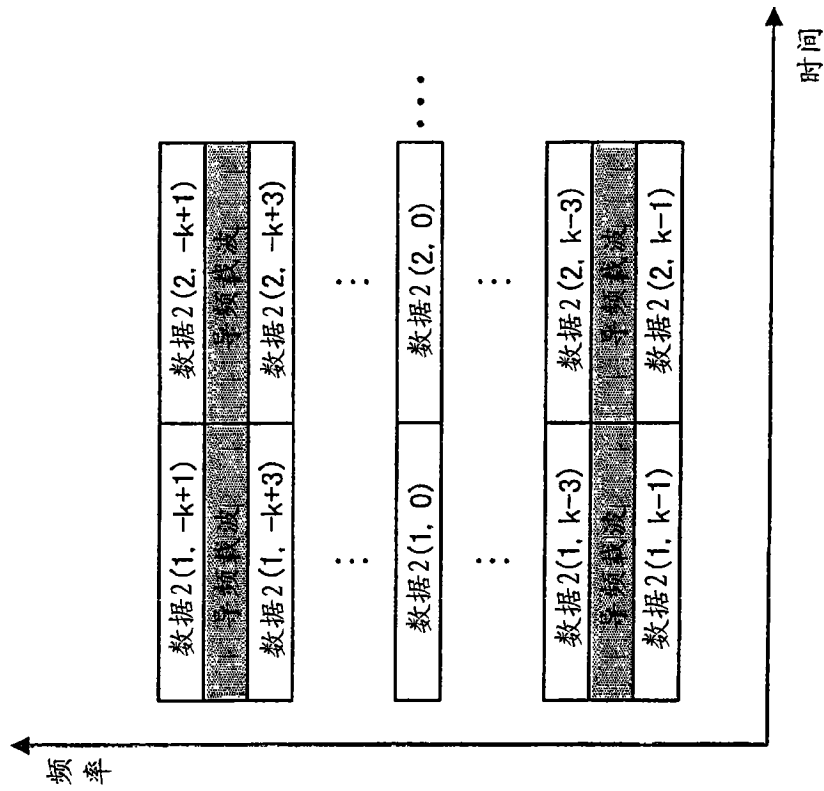


图 17(A)

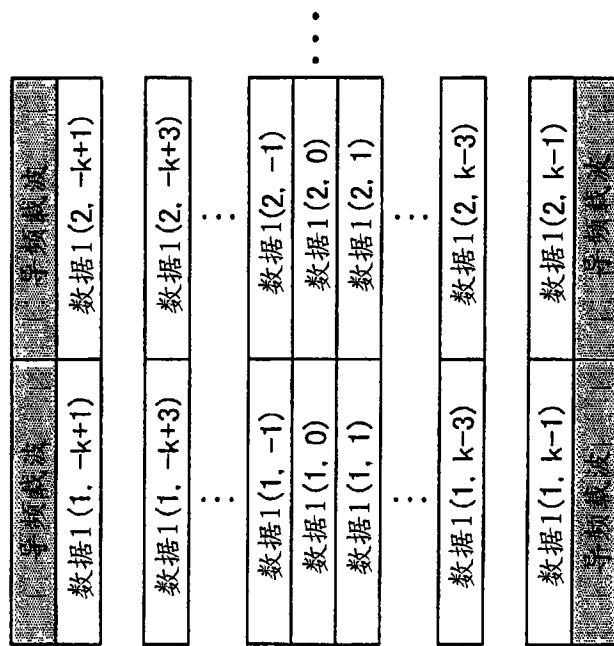


图 17(B)

160 发送系统

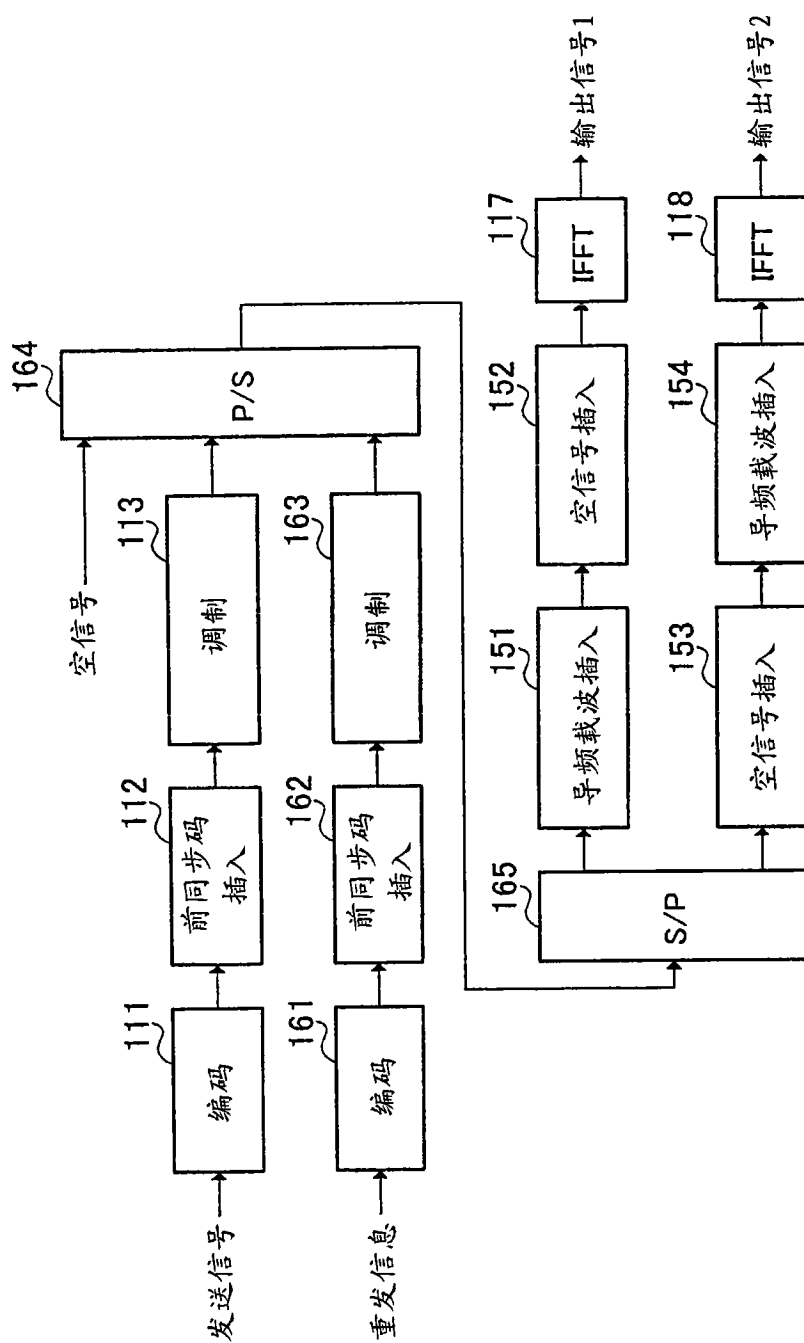


图 18

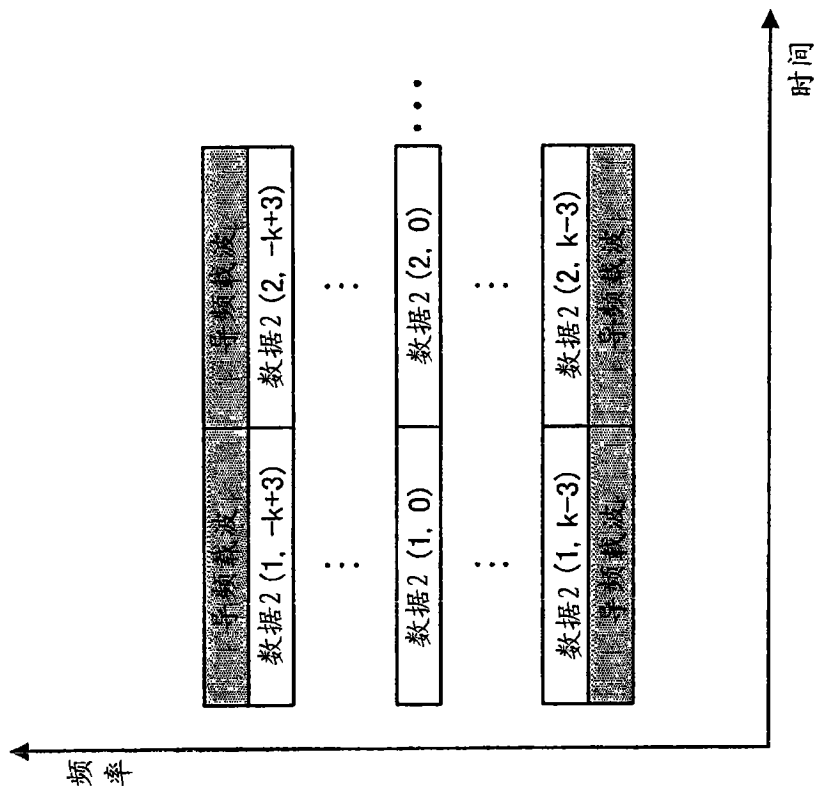


图 19 (A)

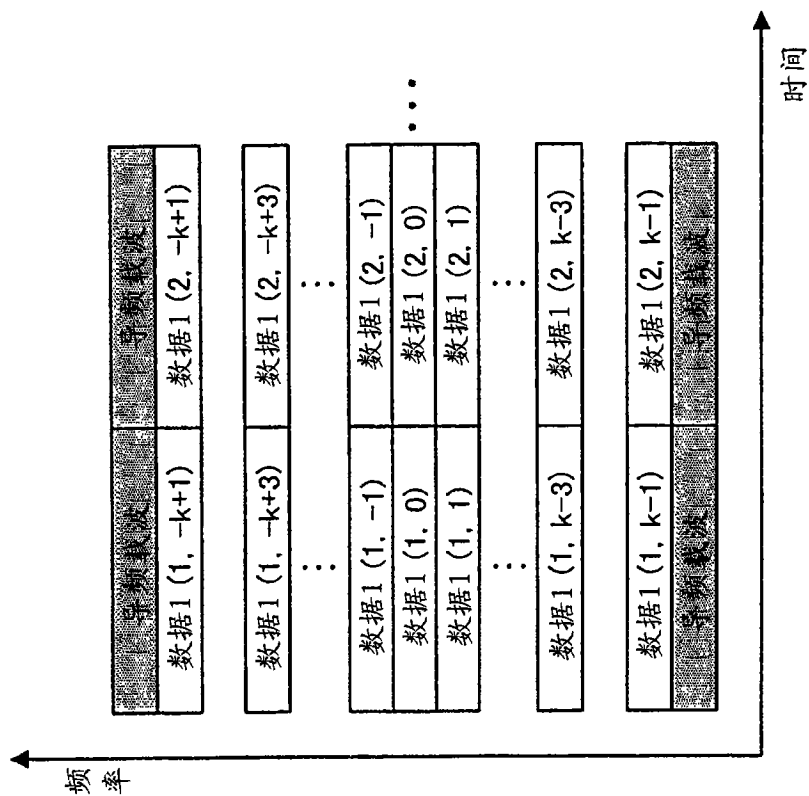


图 19 (B)

170 发送系统

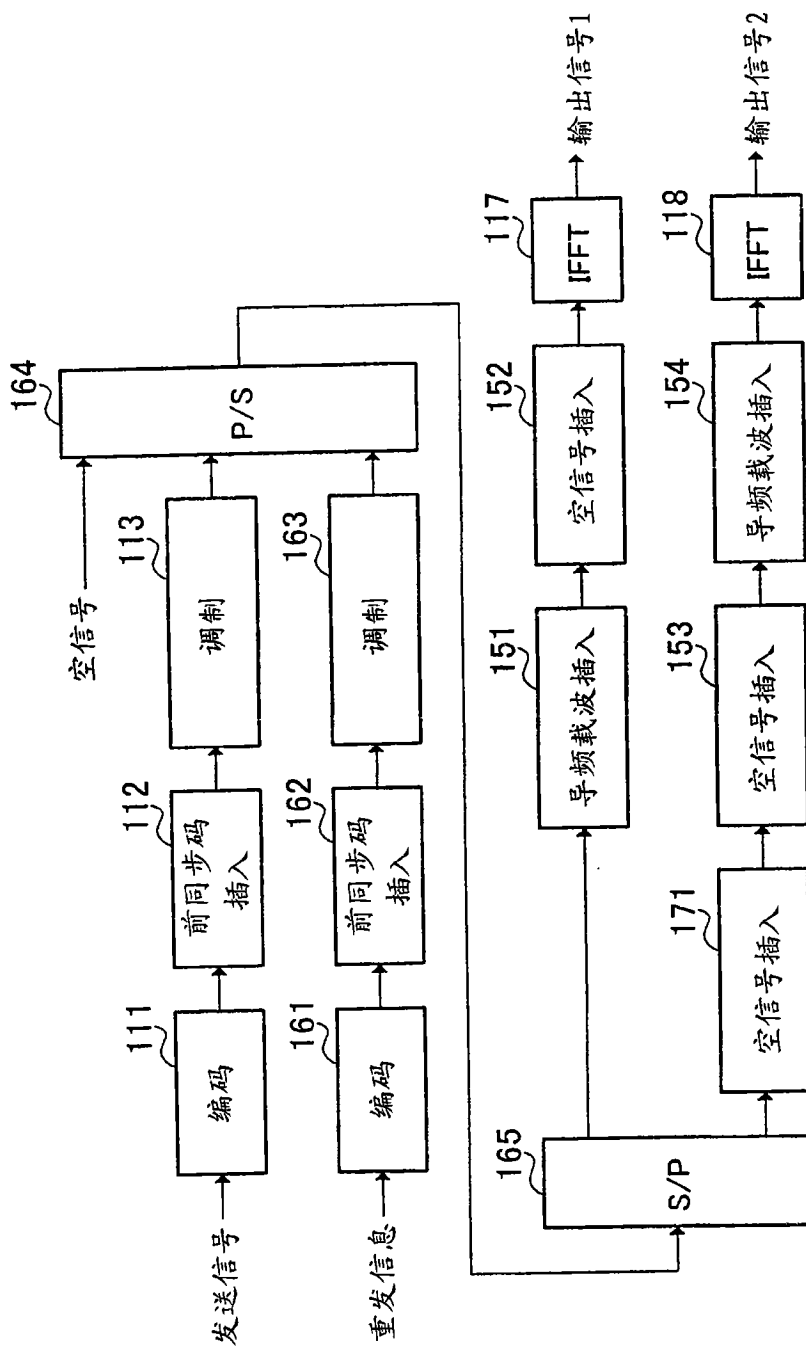


图 20

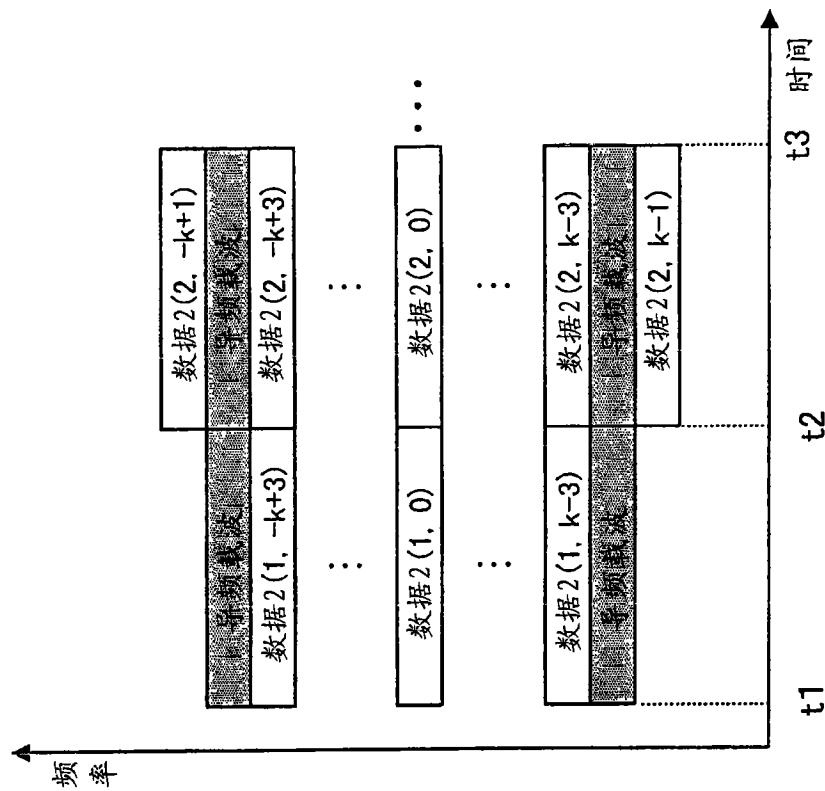


图 21 (A)

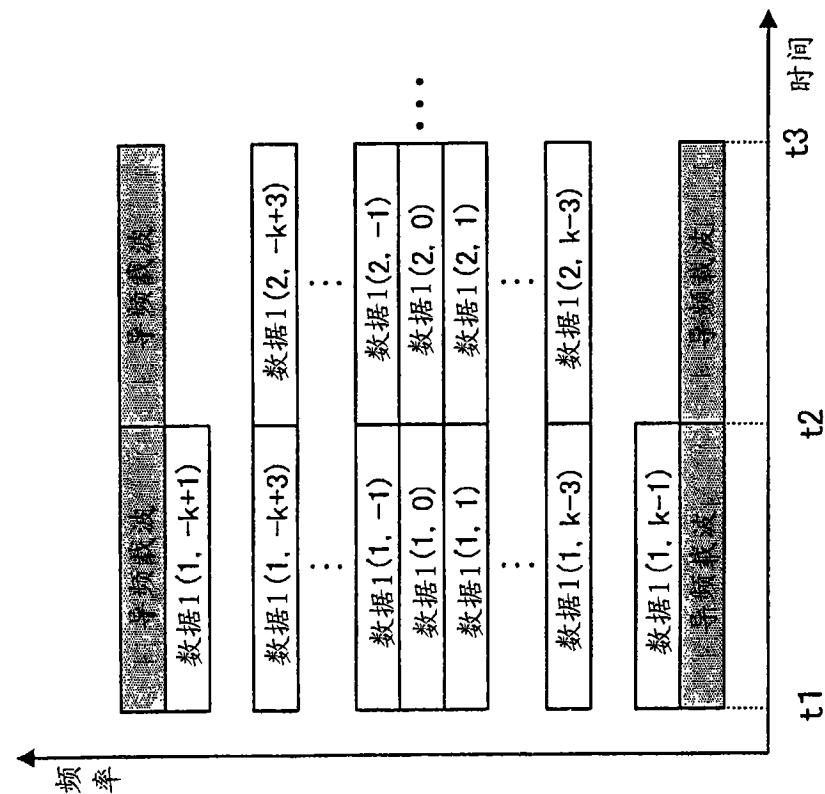


图 21 (B)

180 发送系统

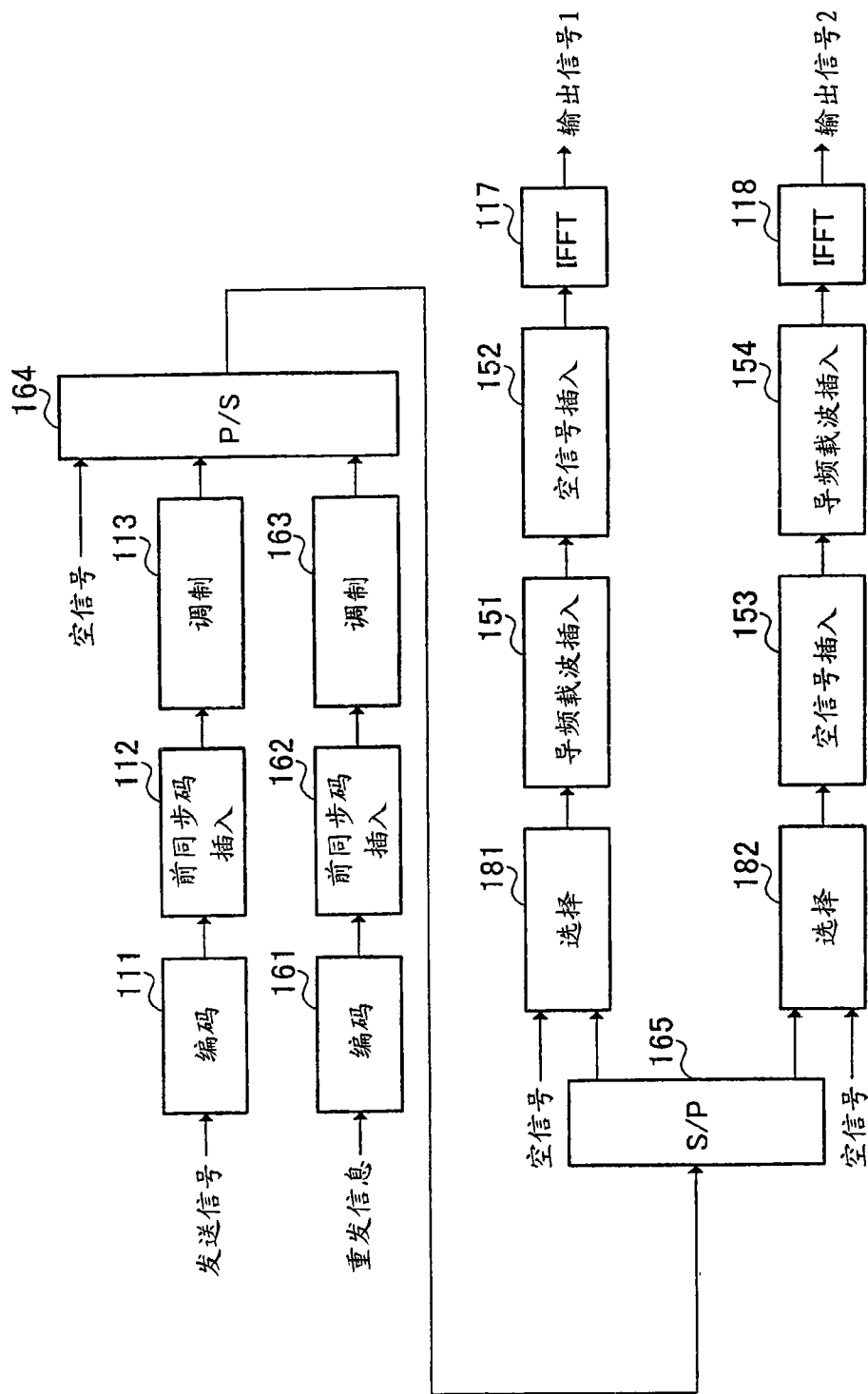


图 22

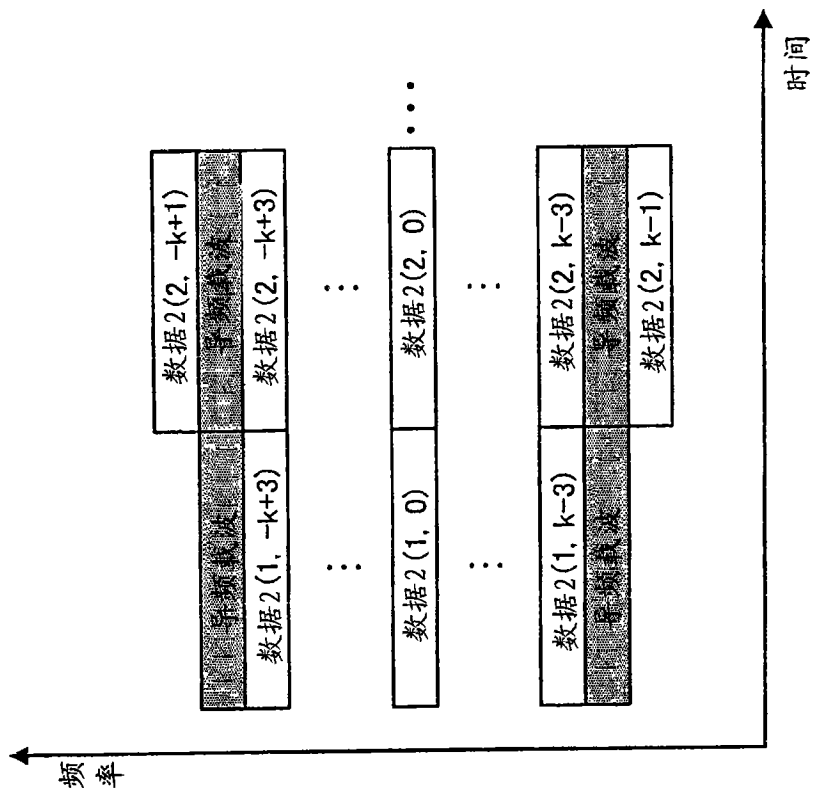


图 23(A)

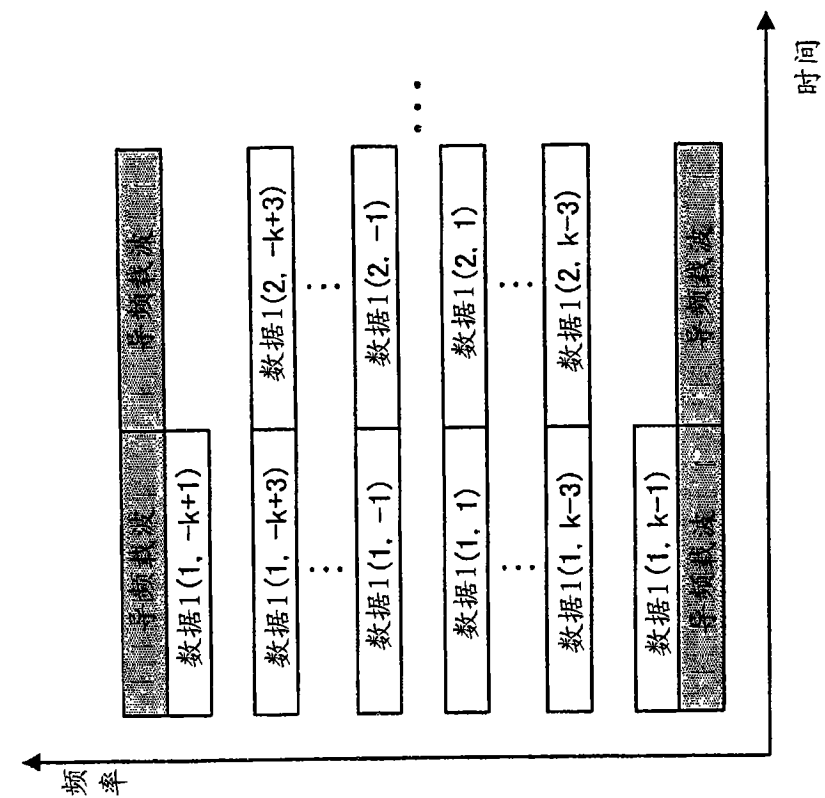


图 23(B)

190 发送系统

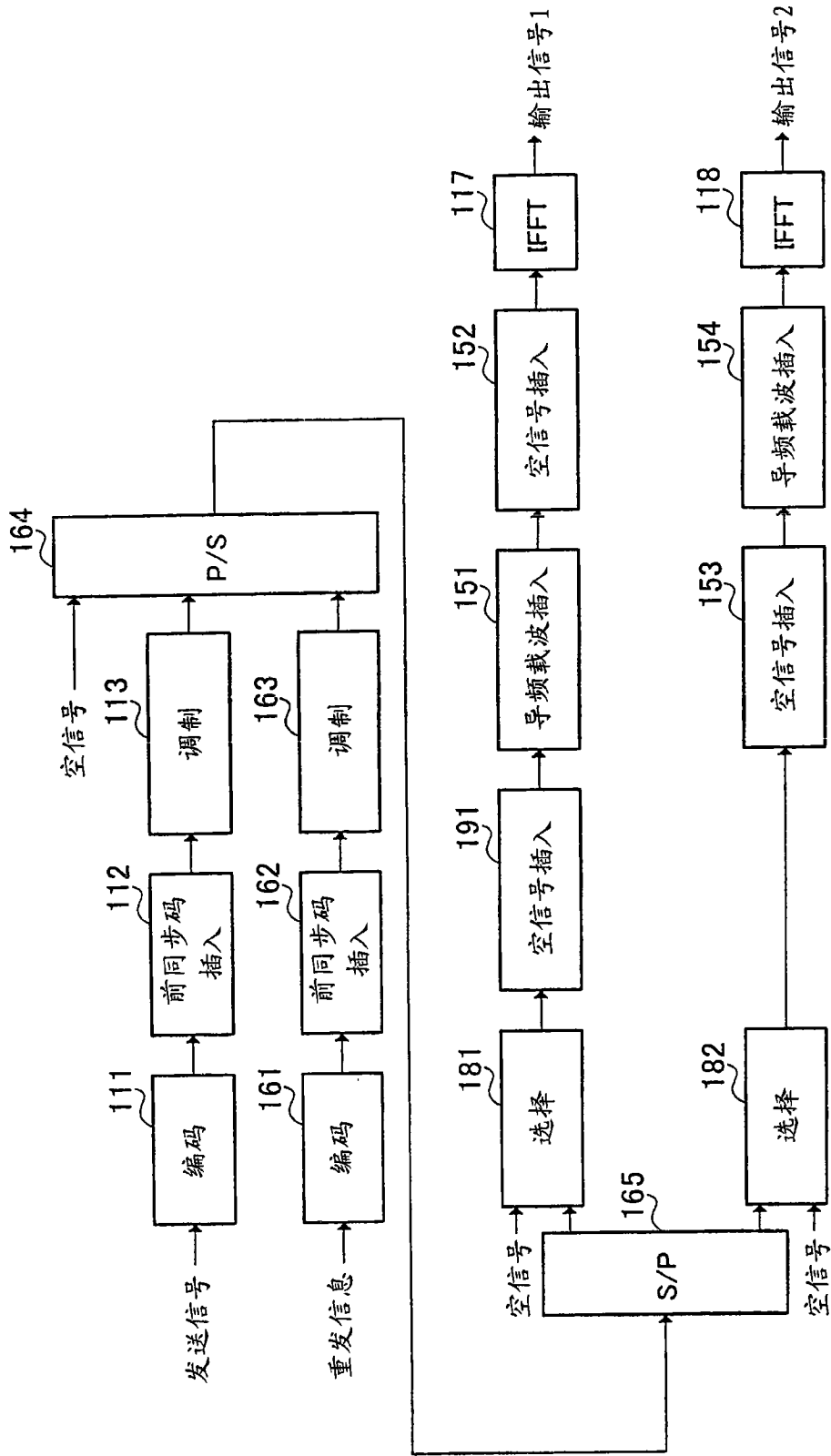


图 24

200 接收系统

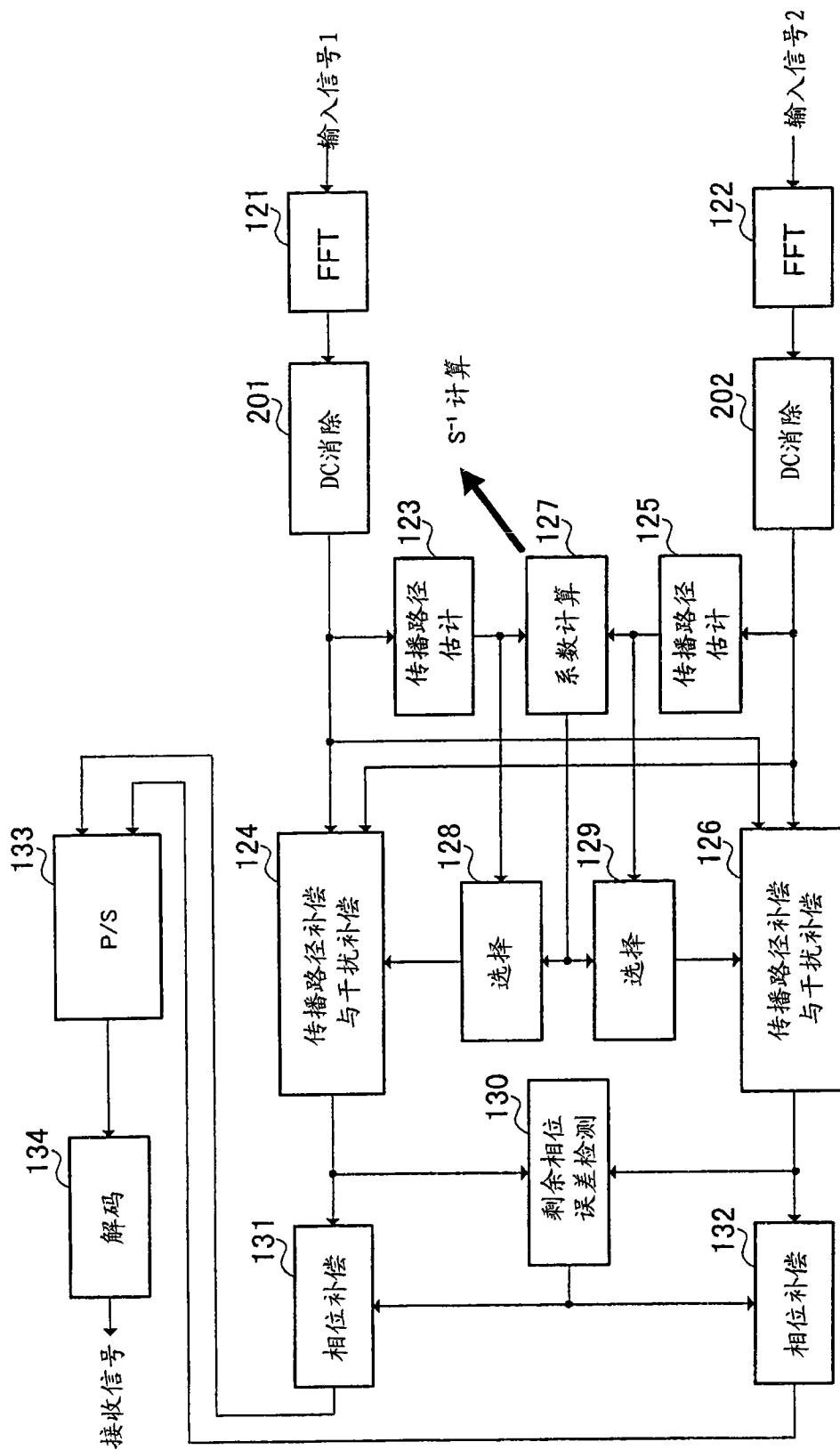


图 25

202 (202) DC偏移消除电路

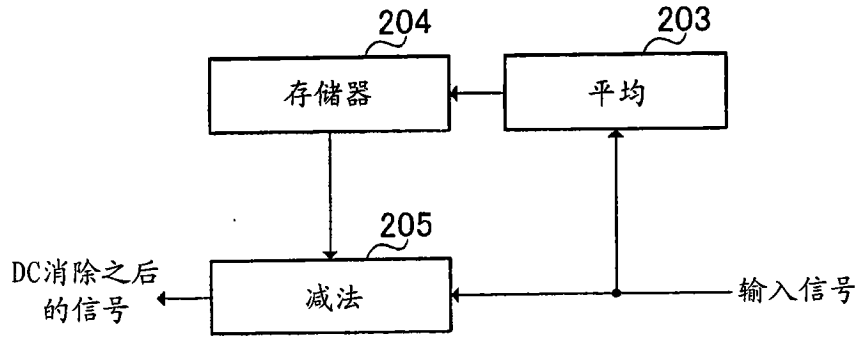


图 26

210 发送系统

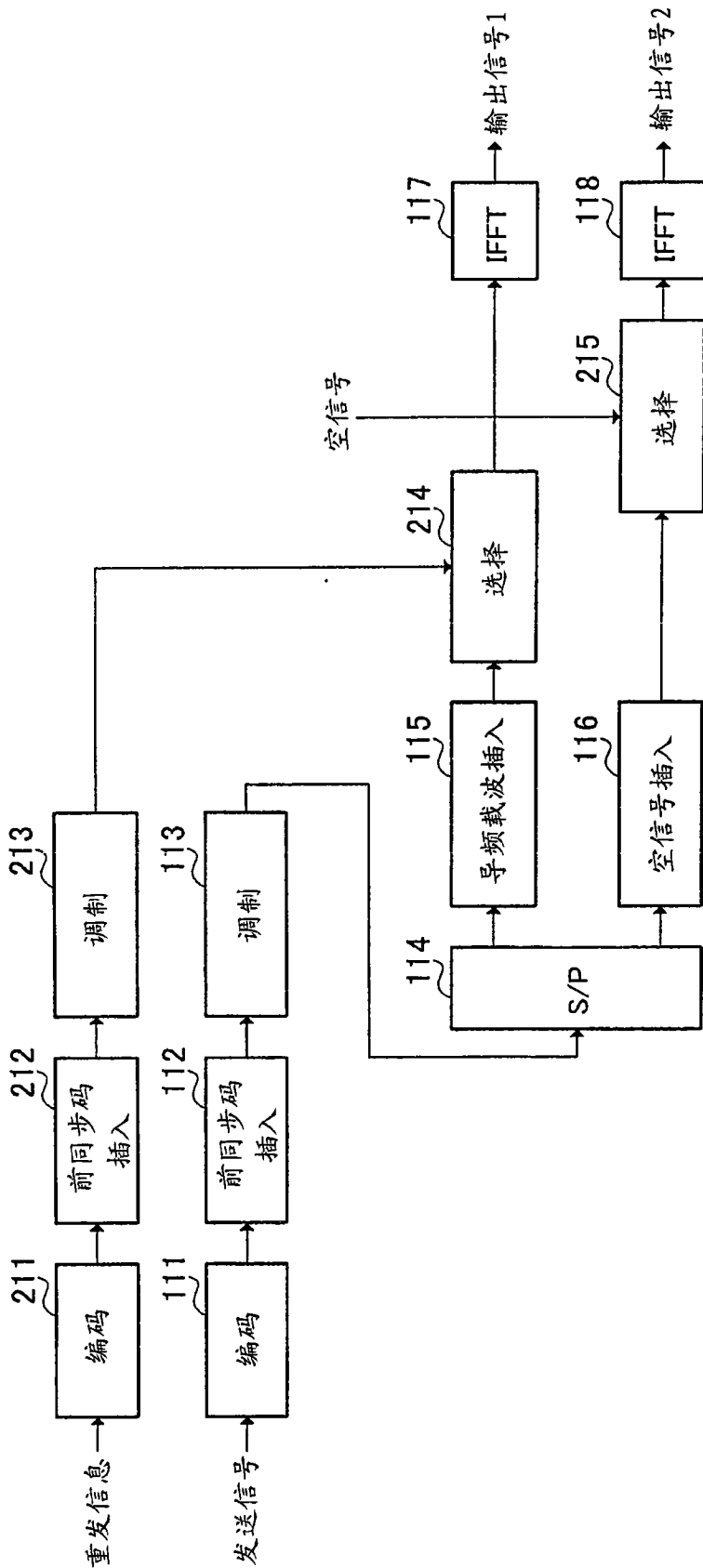


图 27

220 发送系统

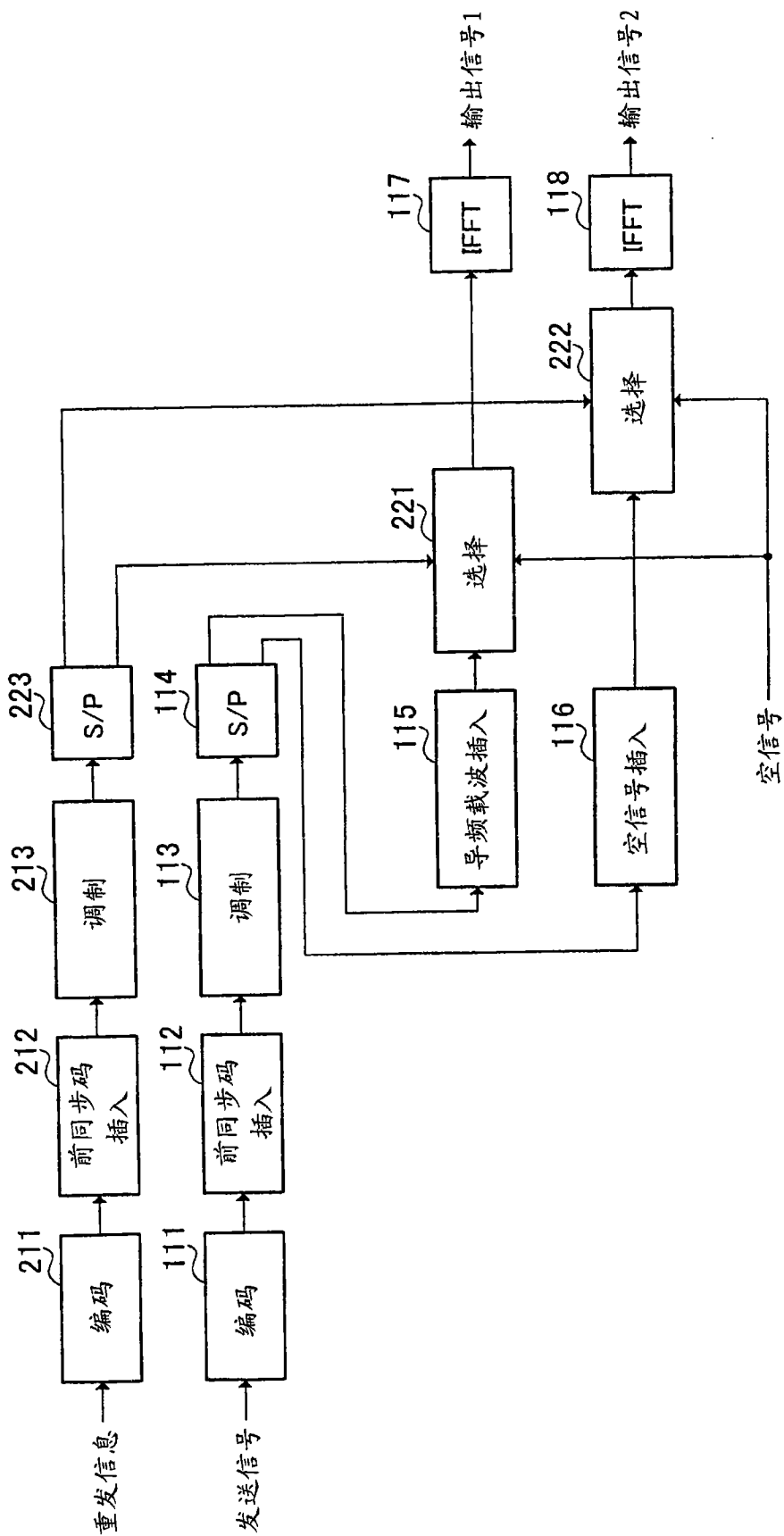


图 28

230 发送系统

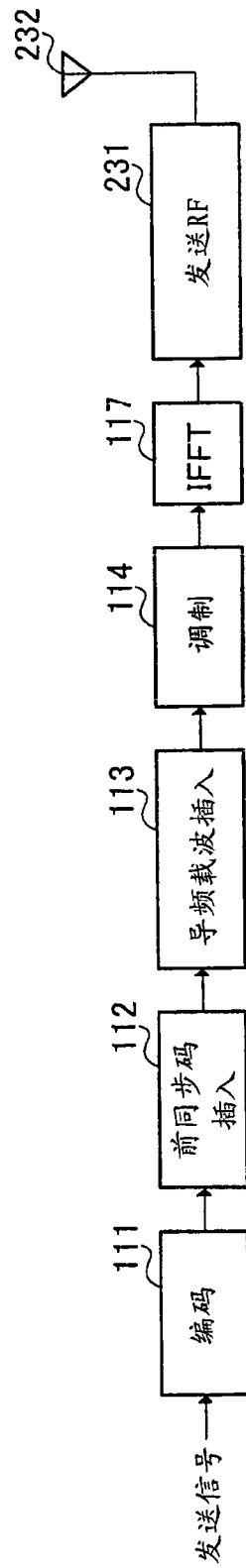


图 29

240 基站接收系统

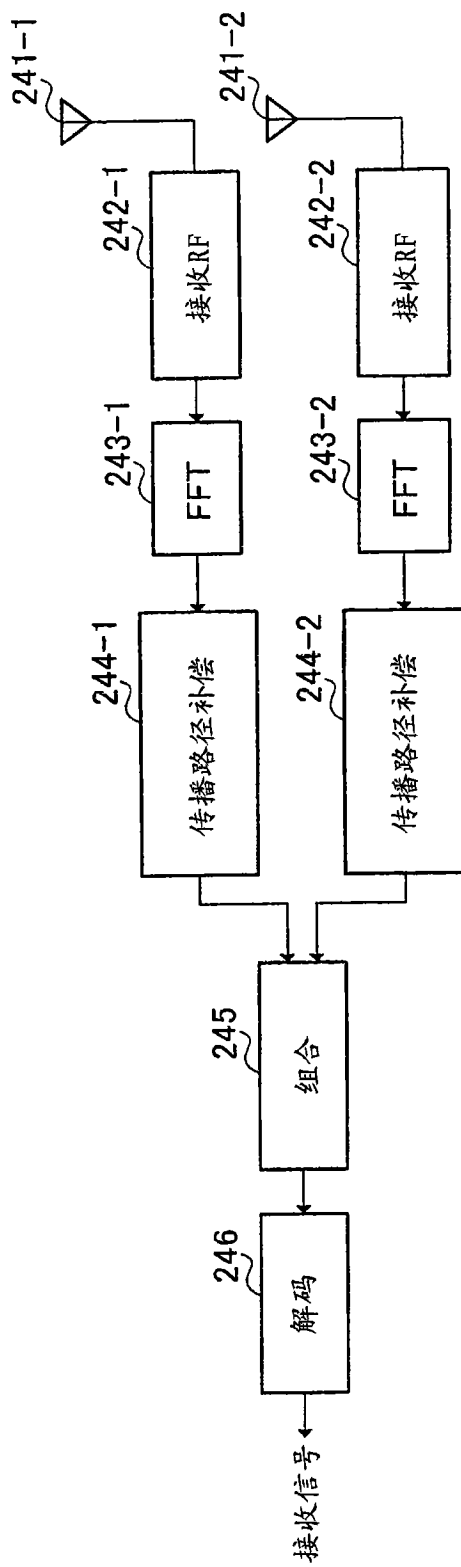


图 30

250 发送系统

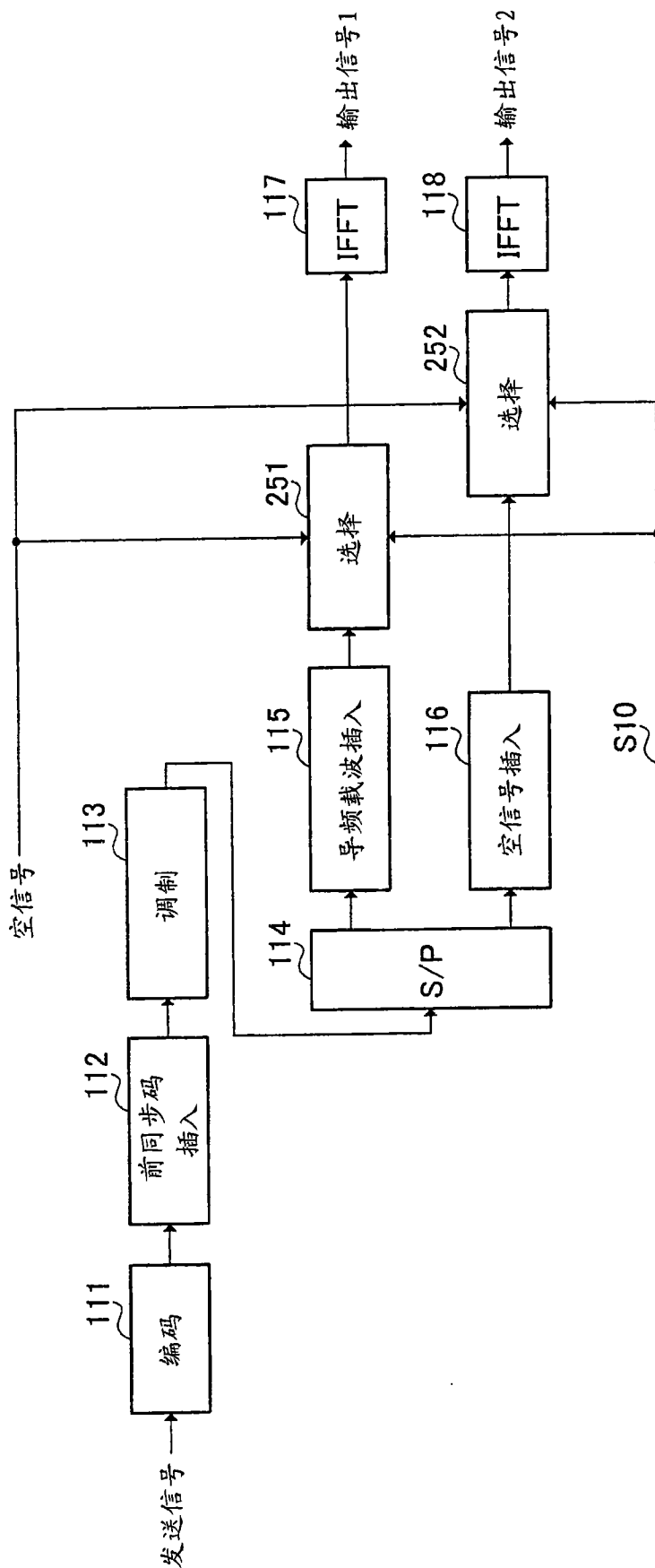


图 31

260 接收系统

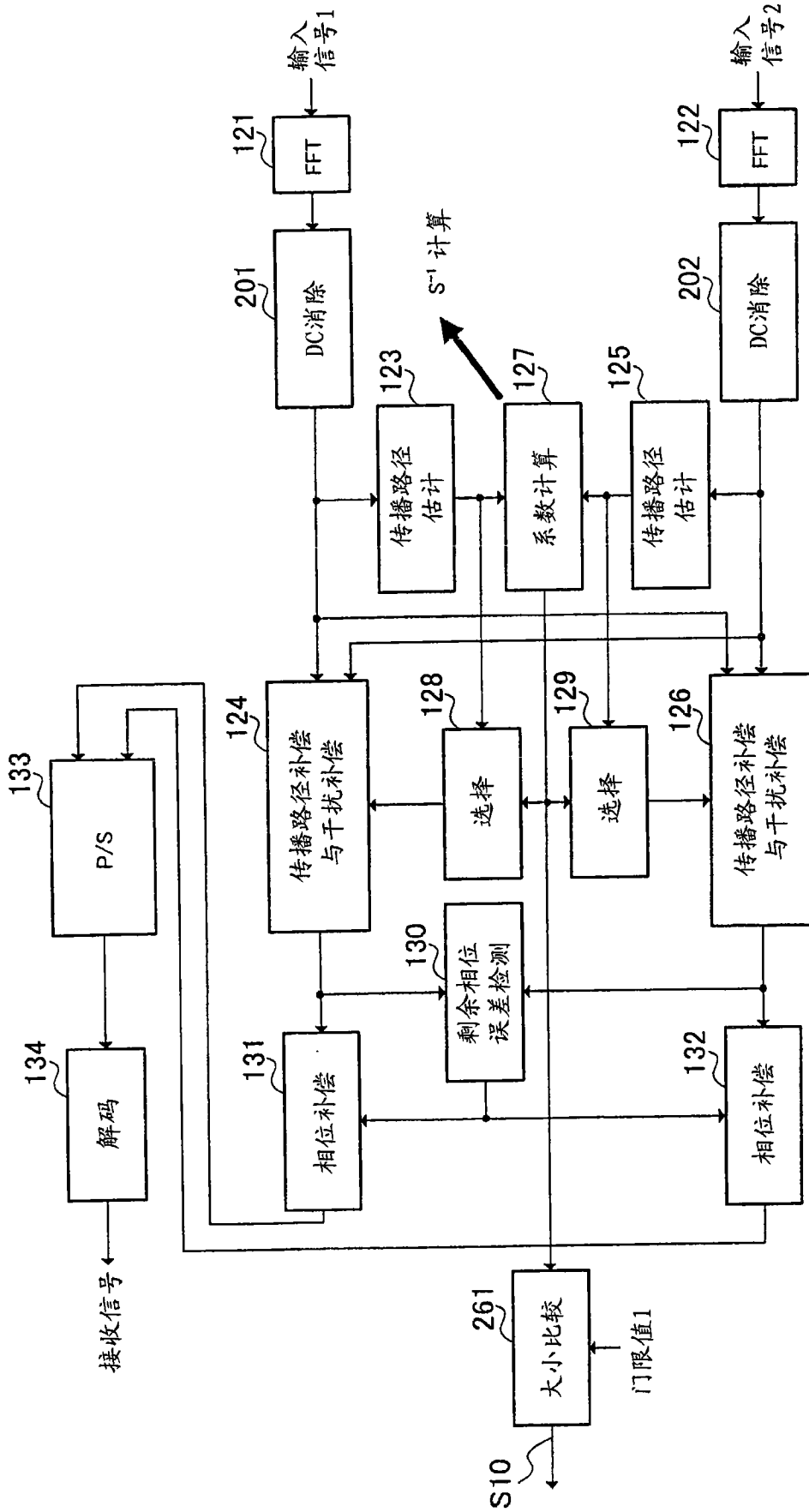


图 32

270 OFDM通信装置

280 发送系统

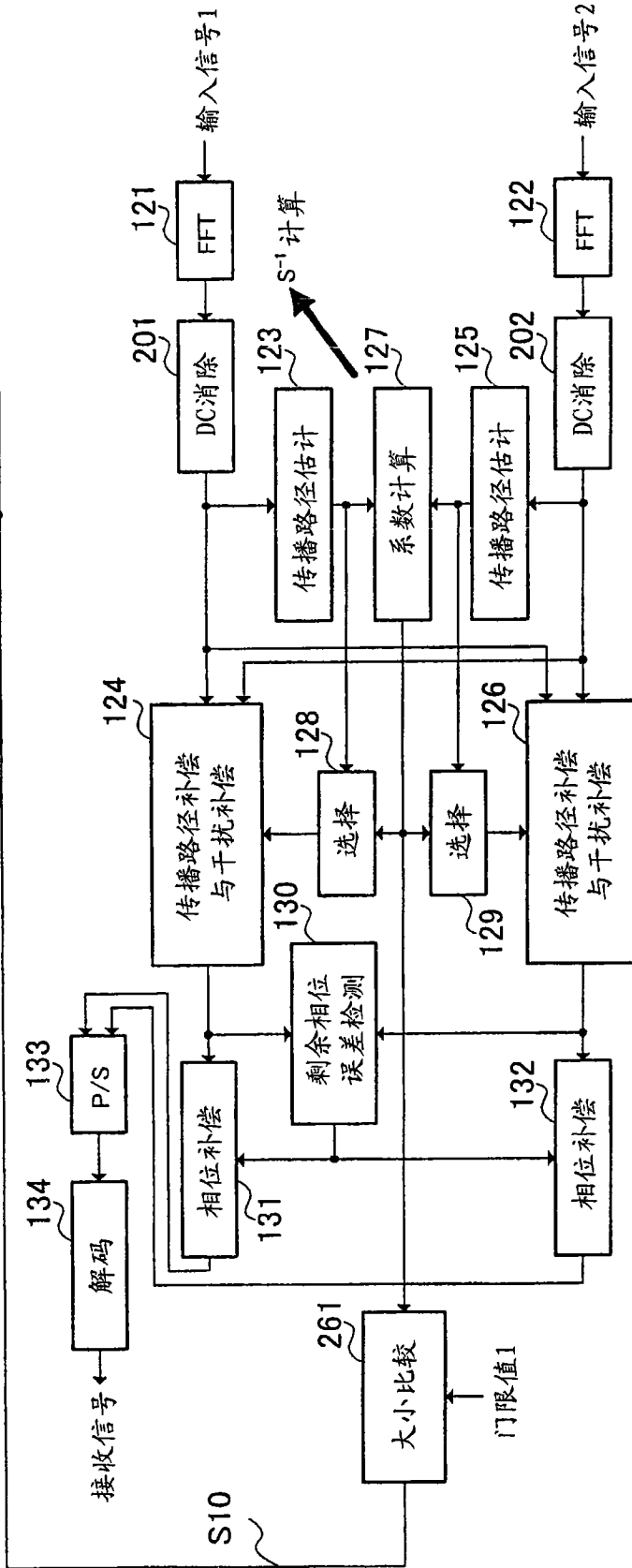
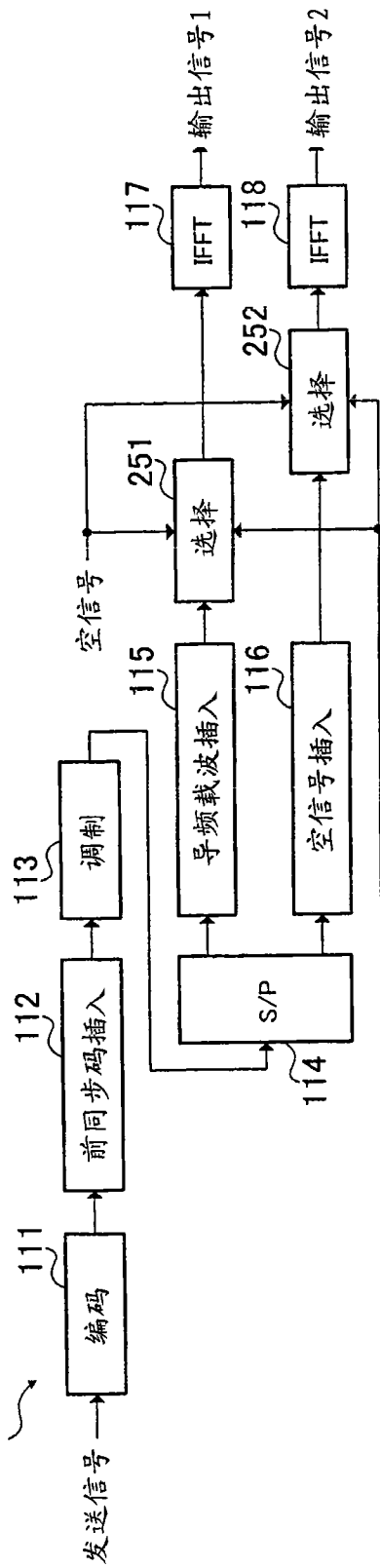


图 33

300 接收系统

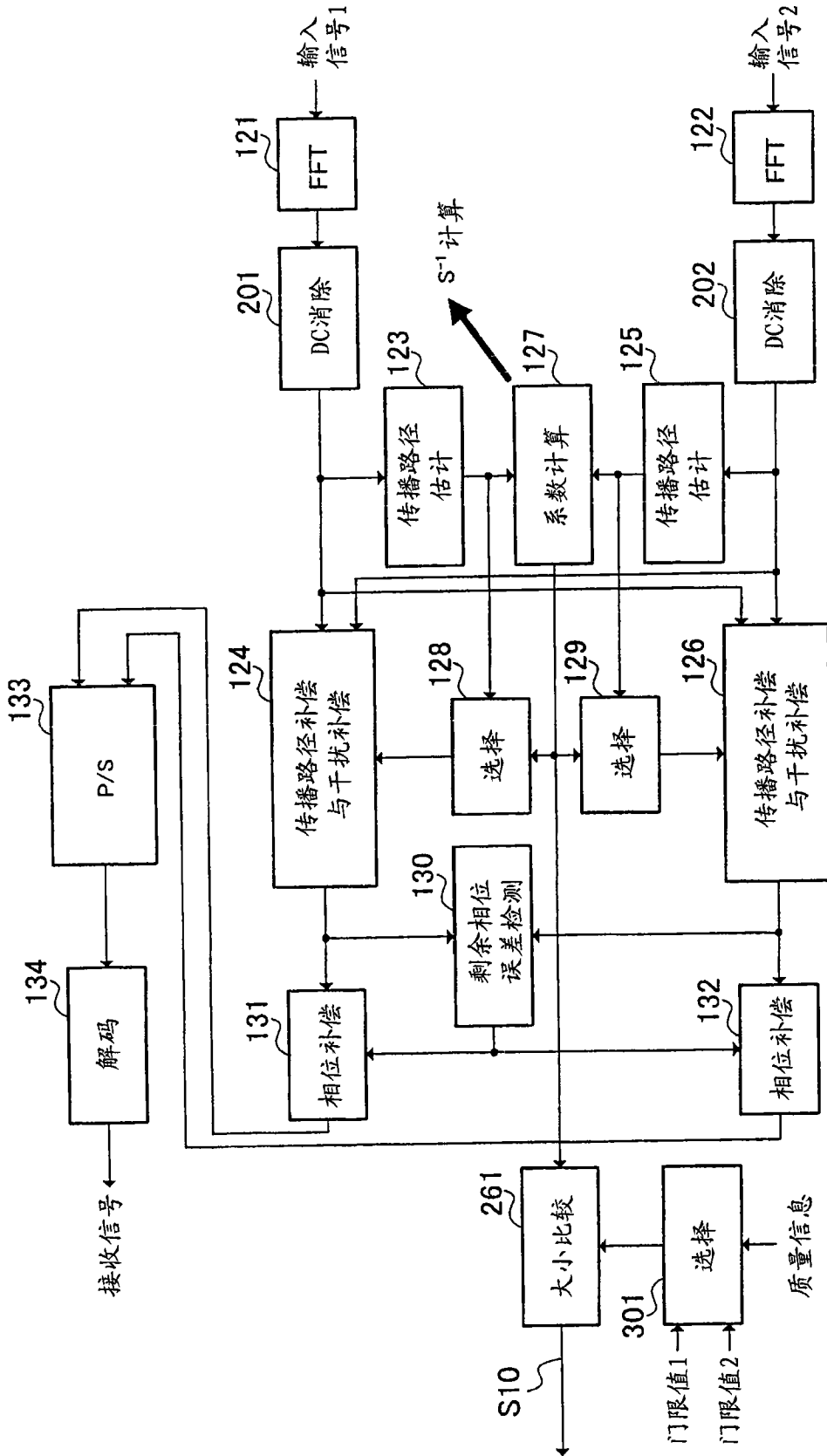


图 34

310 接收系统

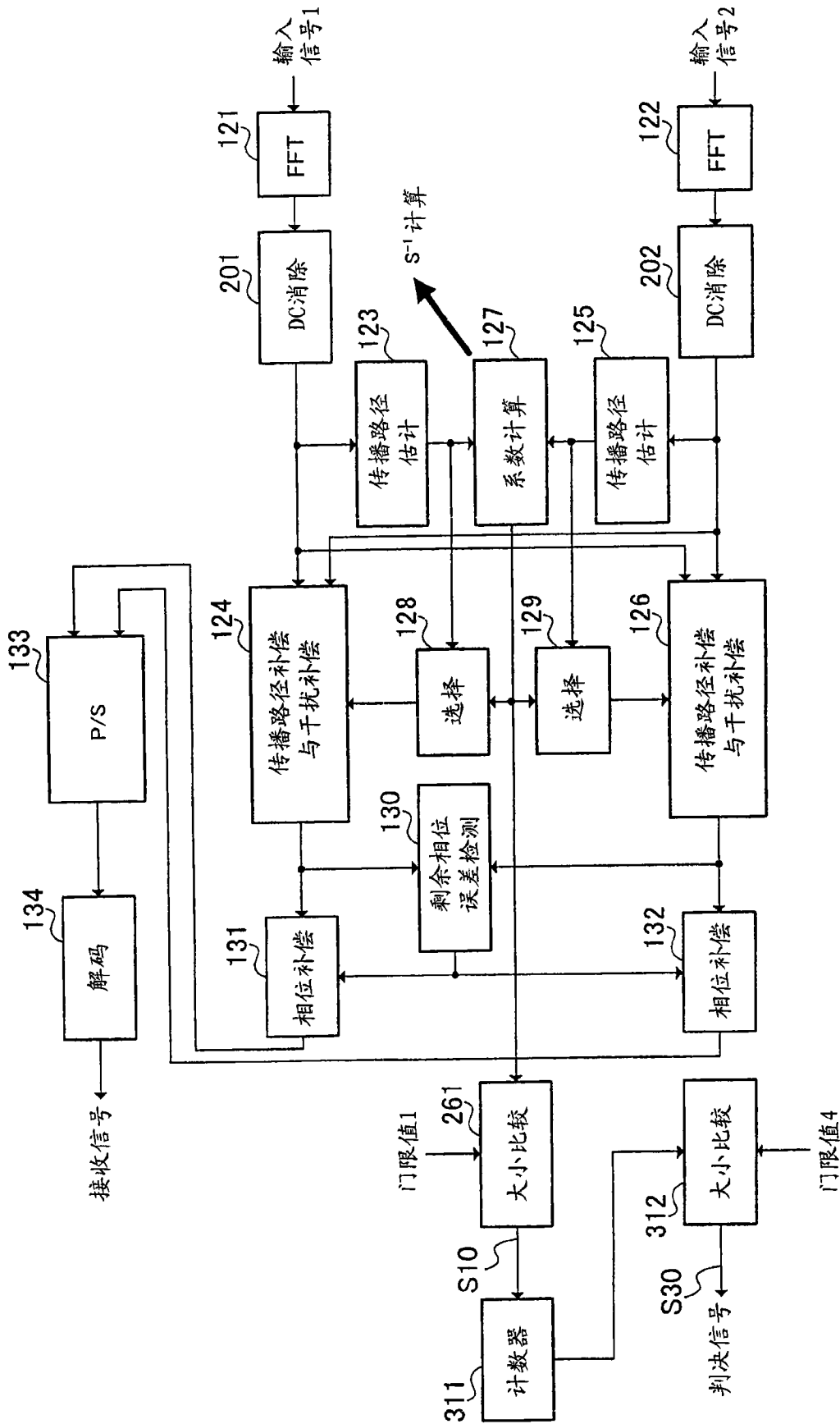


图 35

320 接收系统

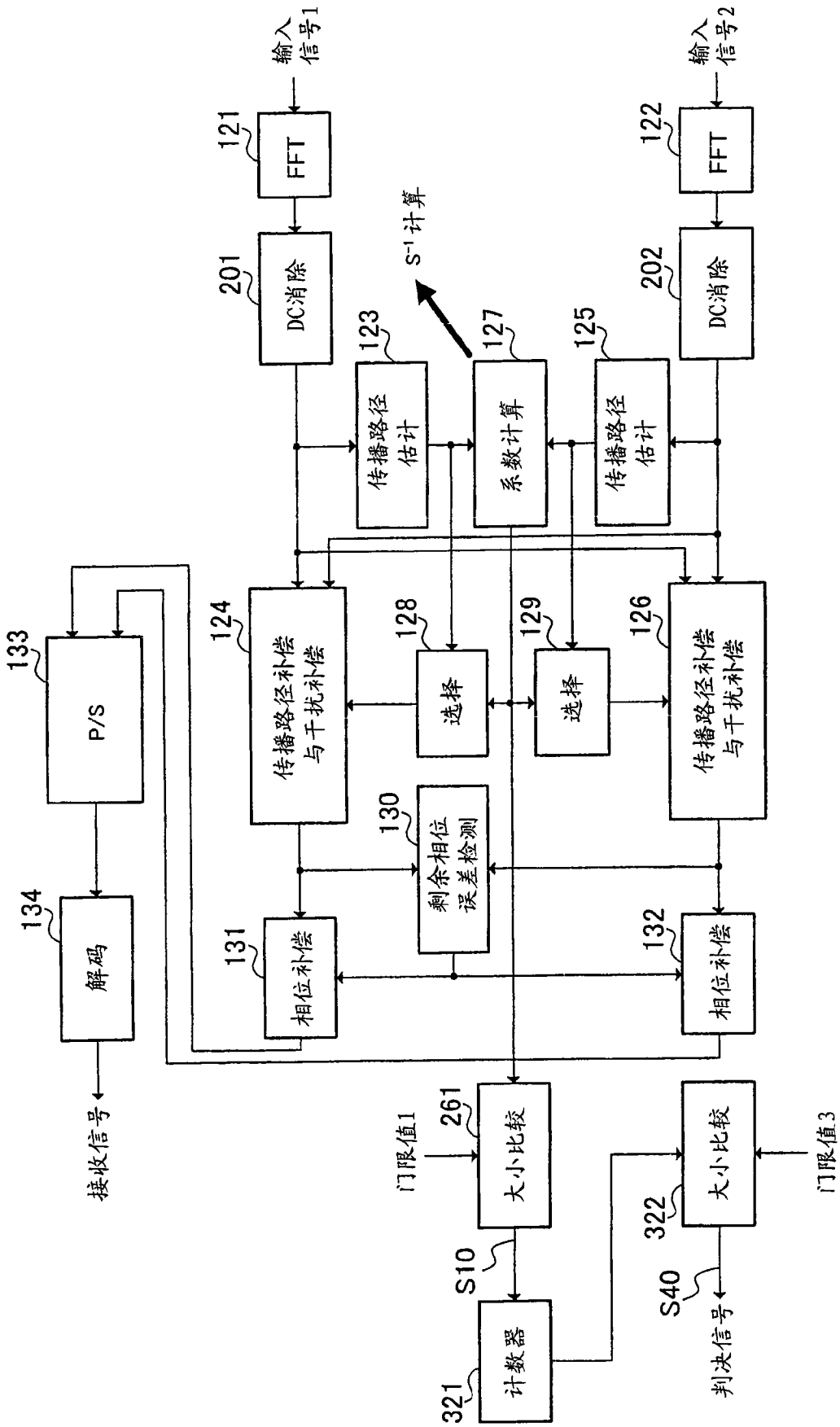


图 36

330 接收系统

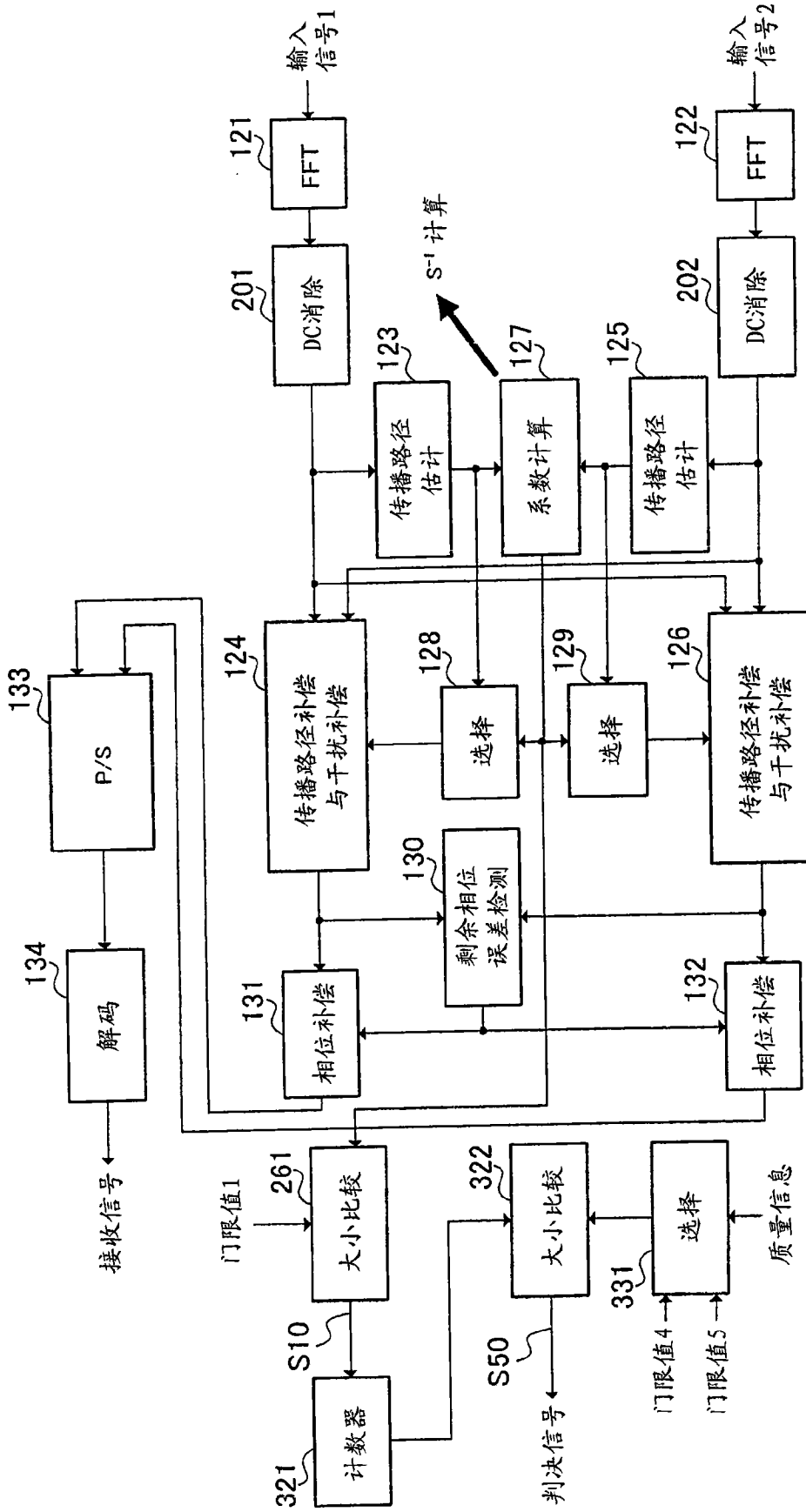


图 37

340 发送系统

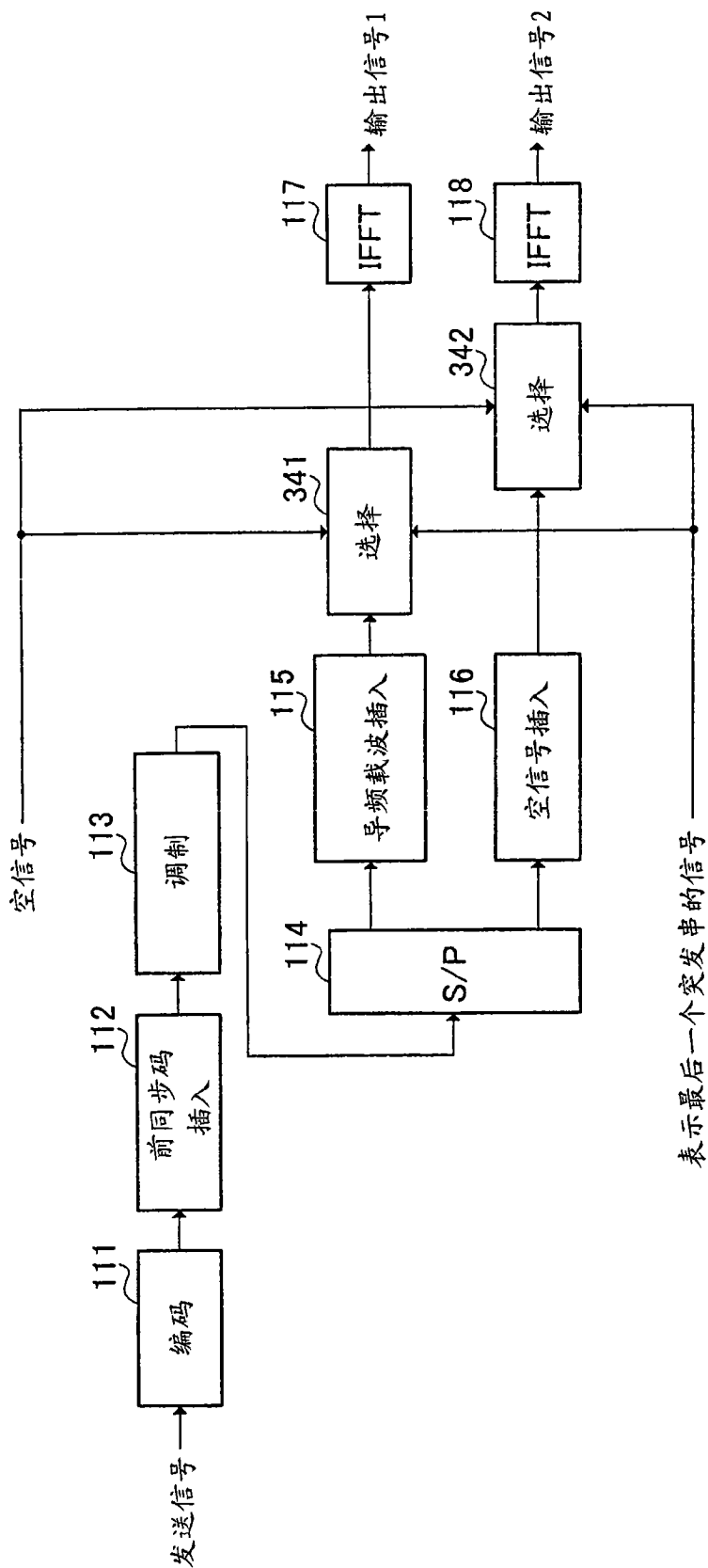


图 38

350 OFDM通信系统

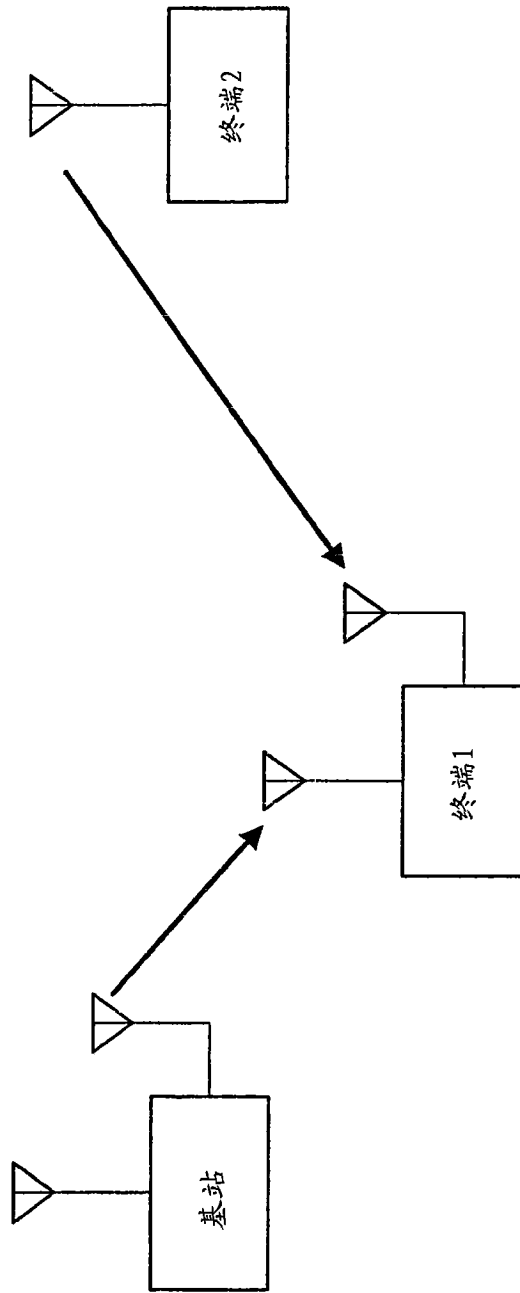


图 39

360 发送系统

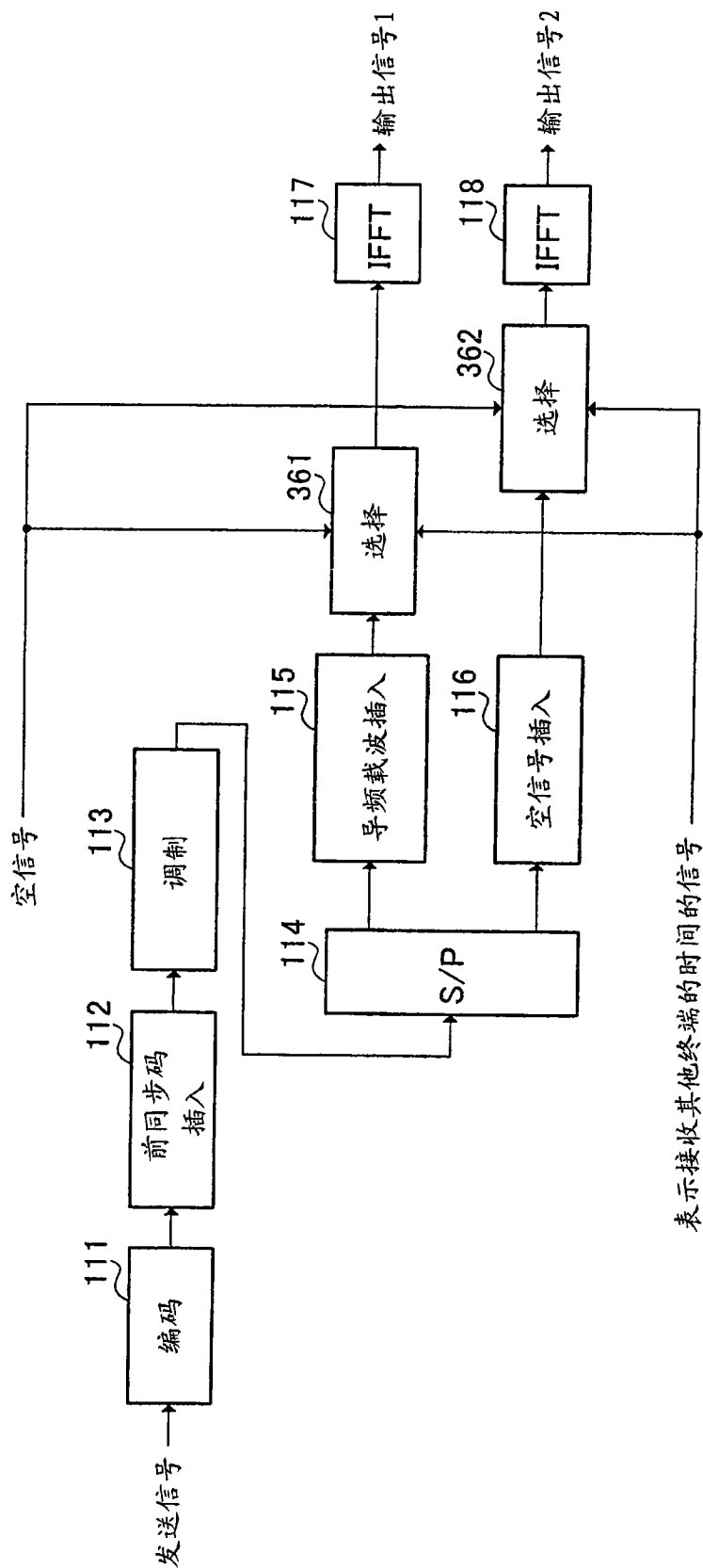


图 40

370 发送系统

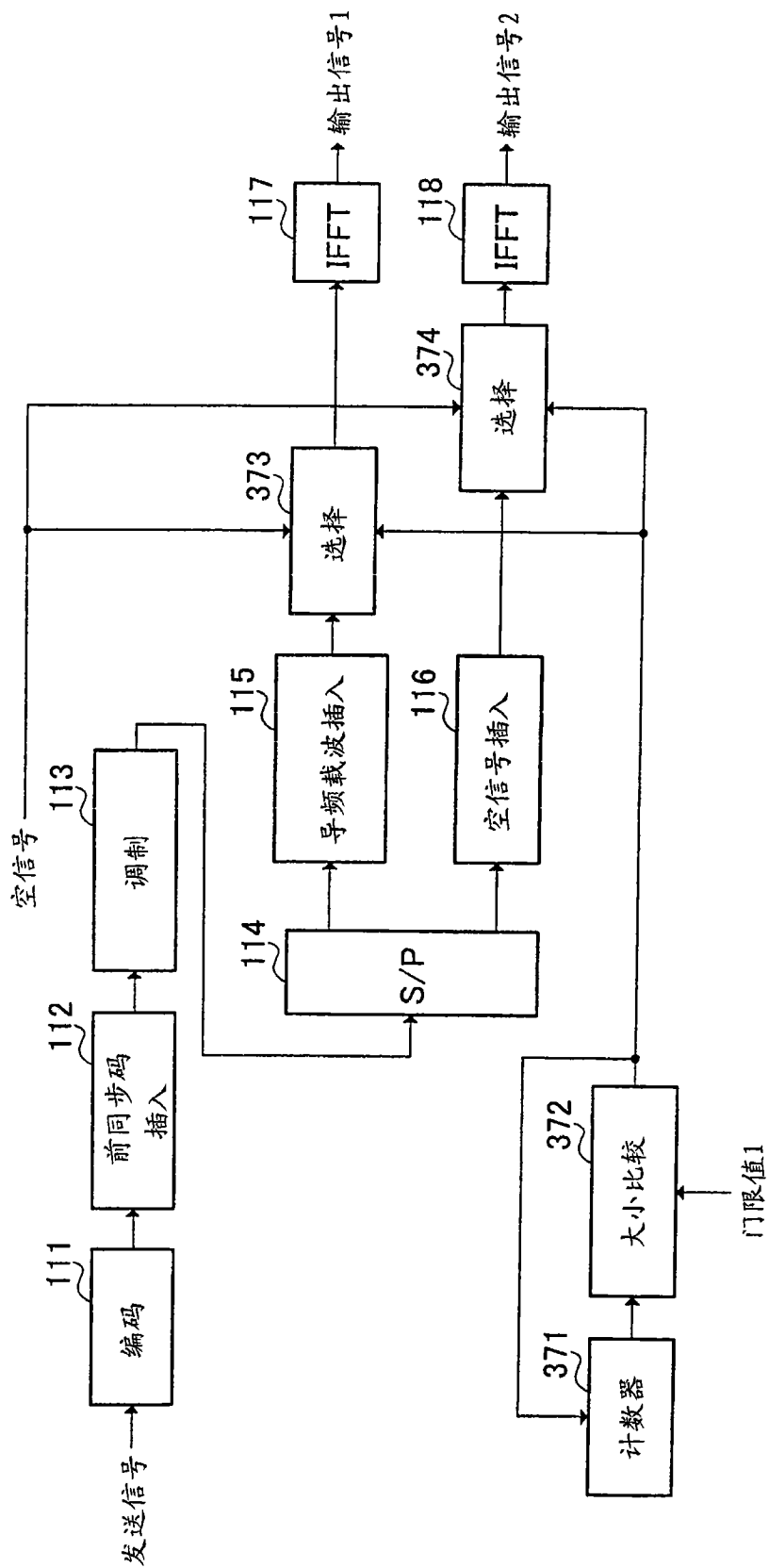


图 41

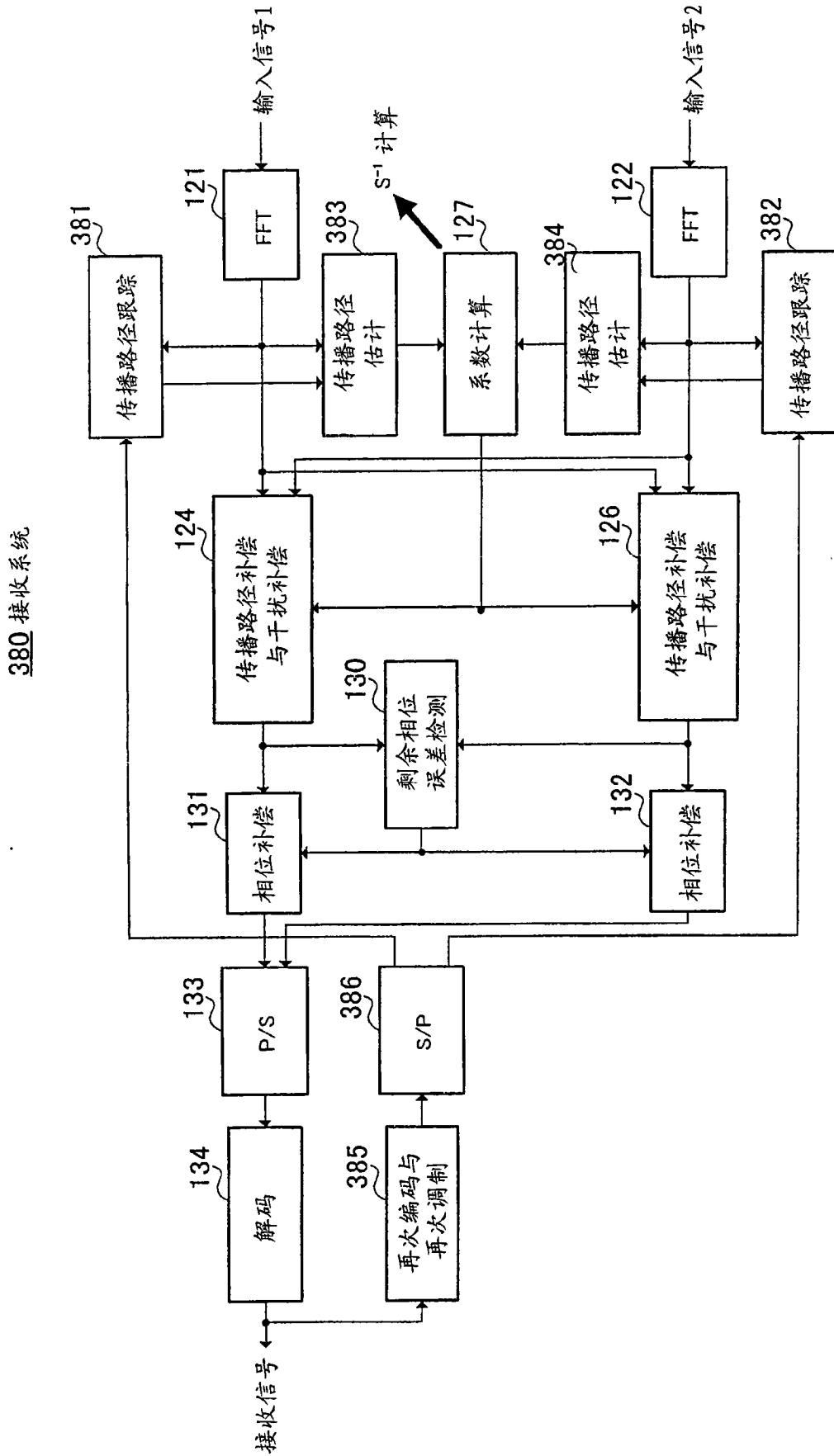


图 42

381 (382) 传播路径跟踪部件

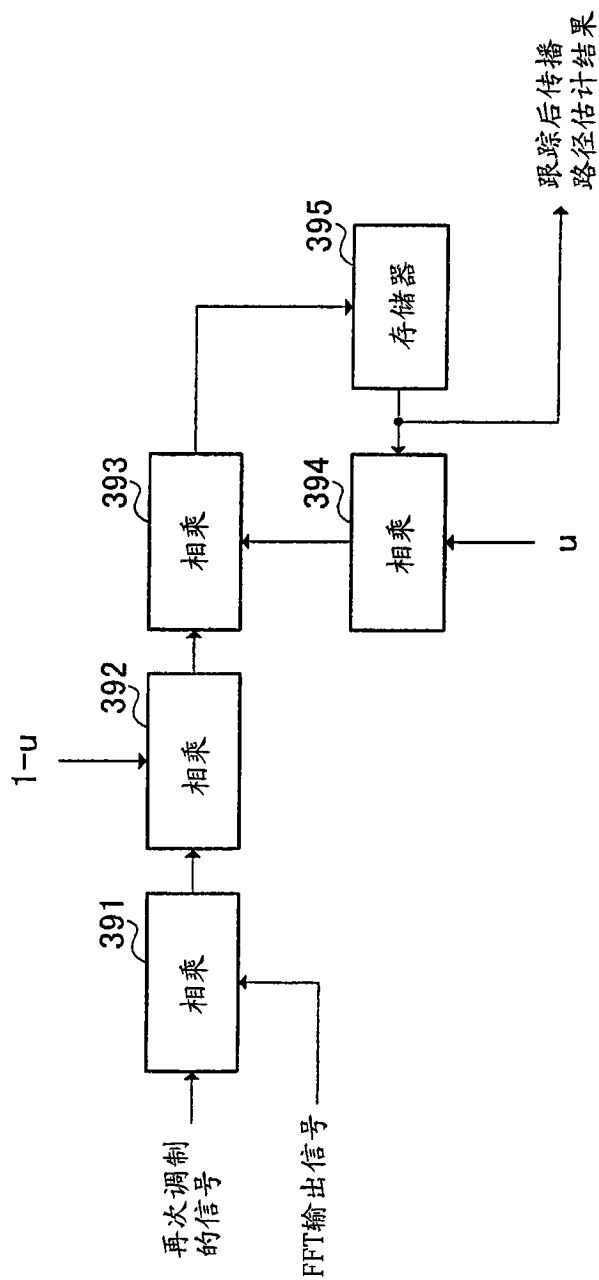


图 43

400 发送系统

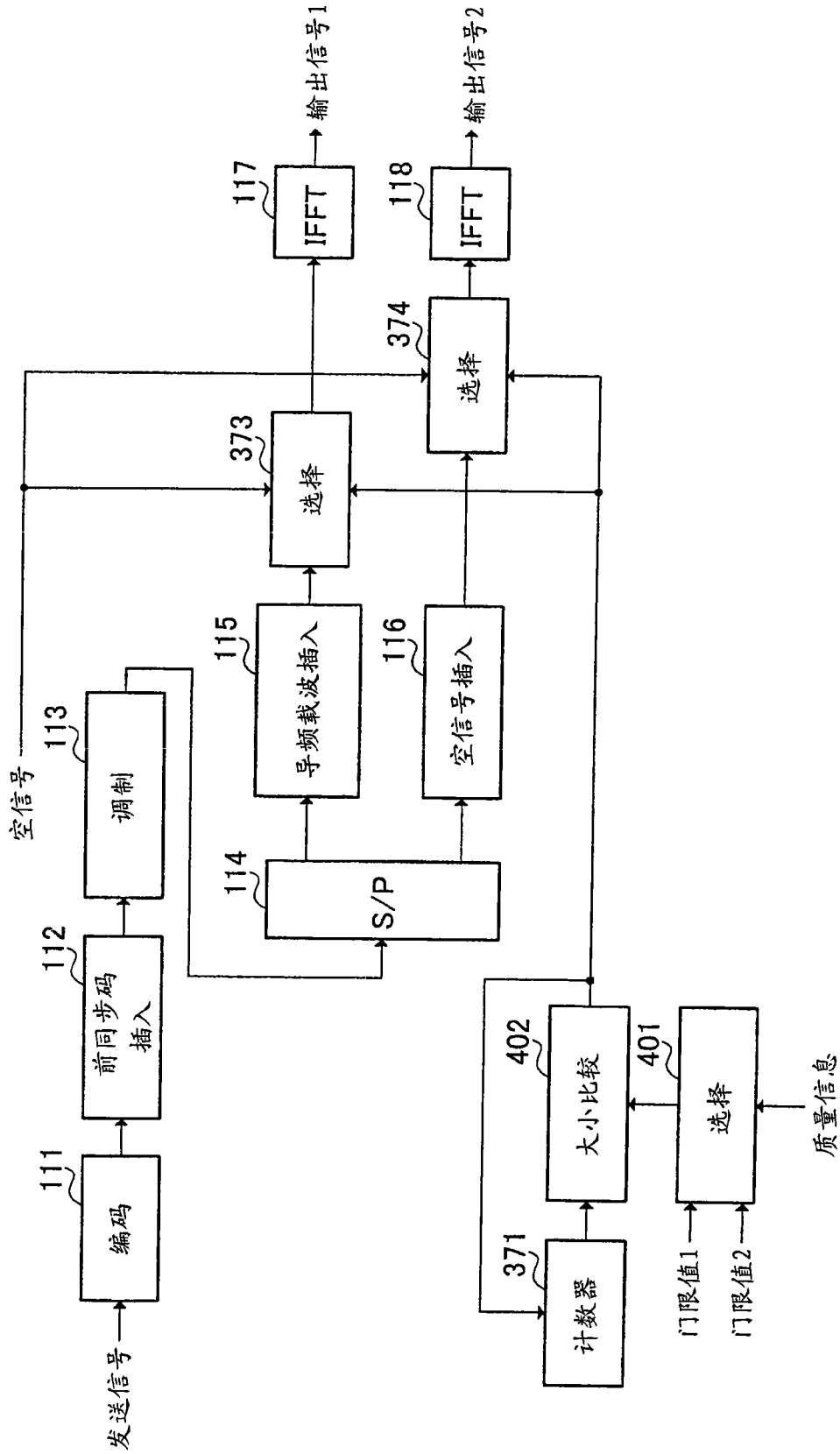


图 44

410 接收系统

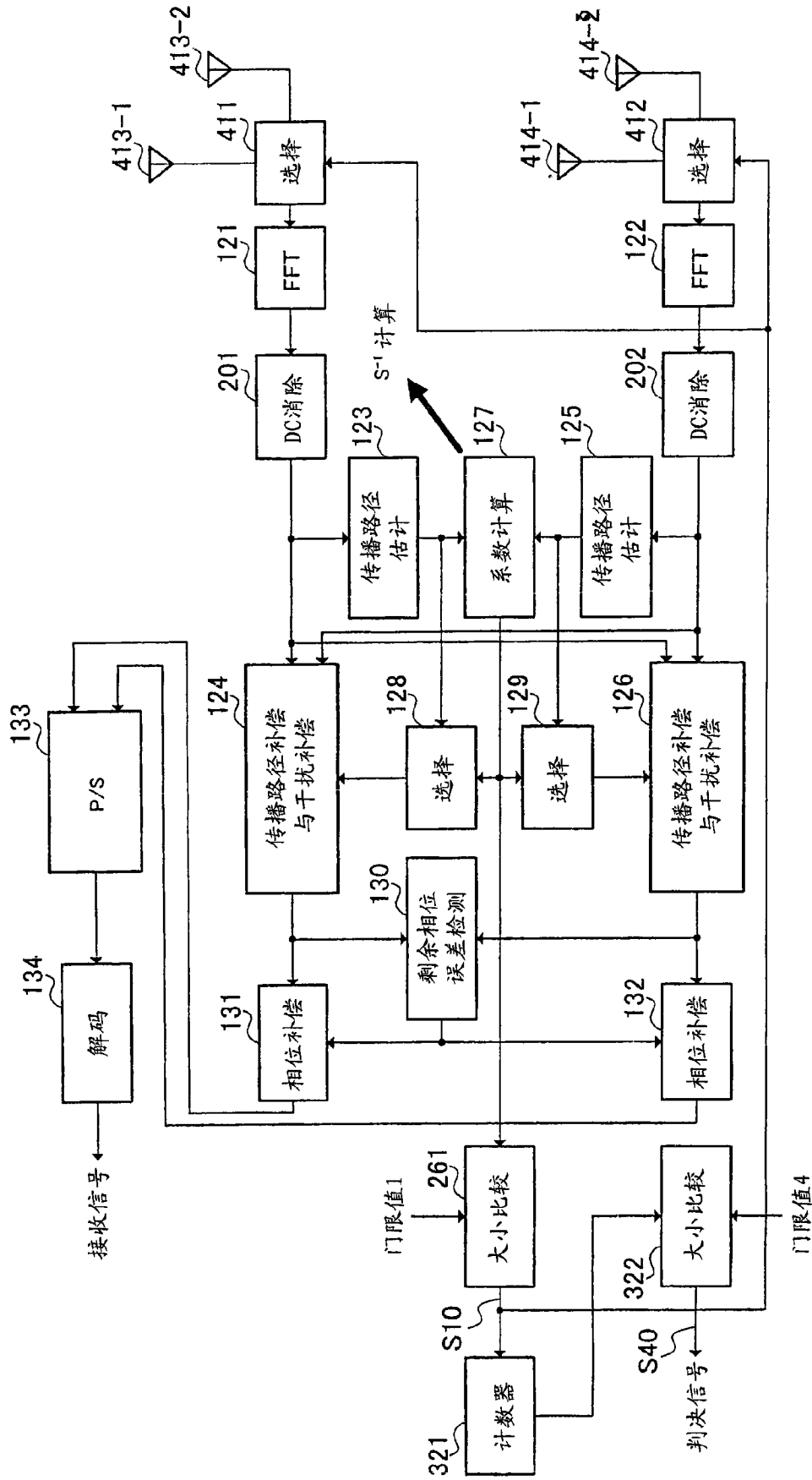


图 45

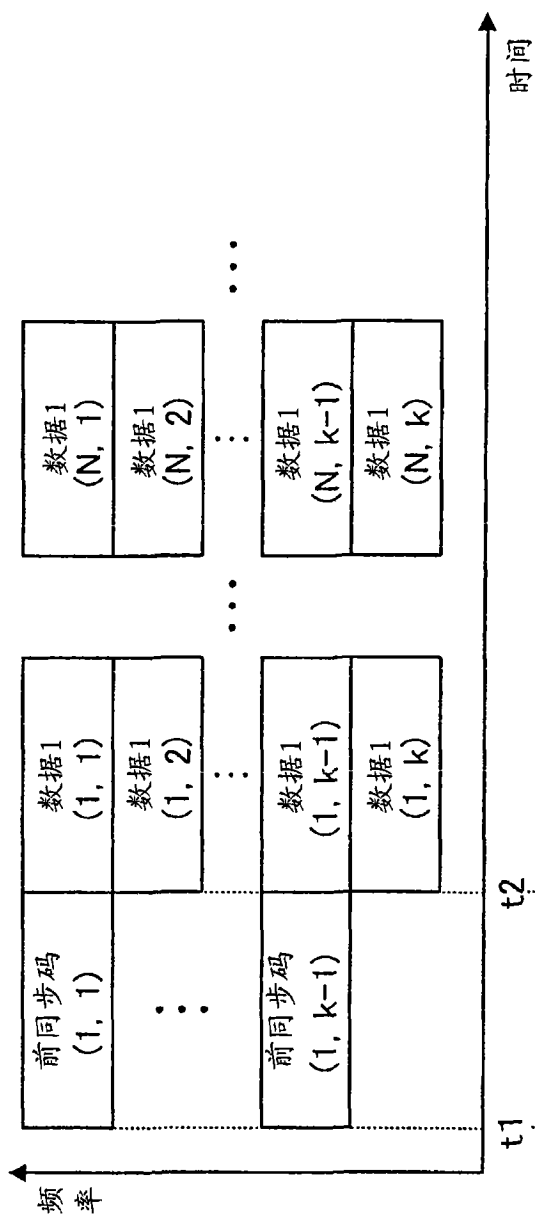


图 46 (A)

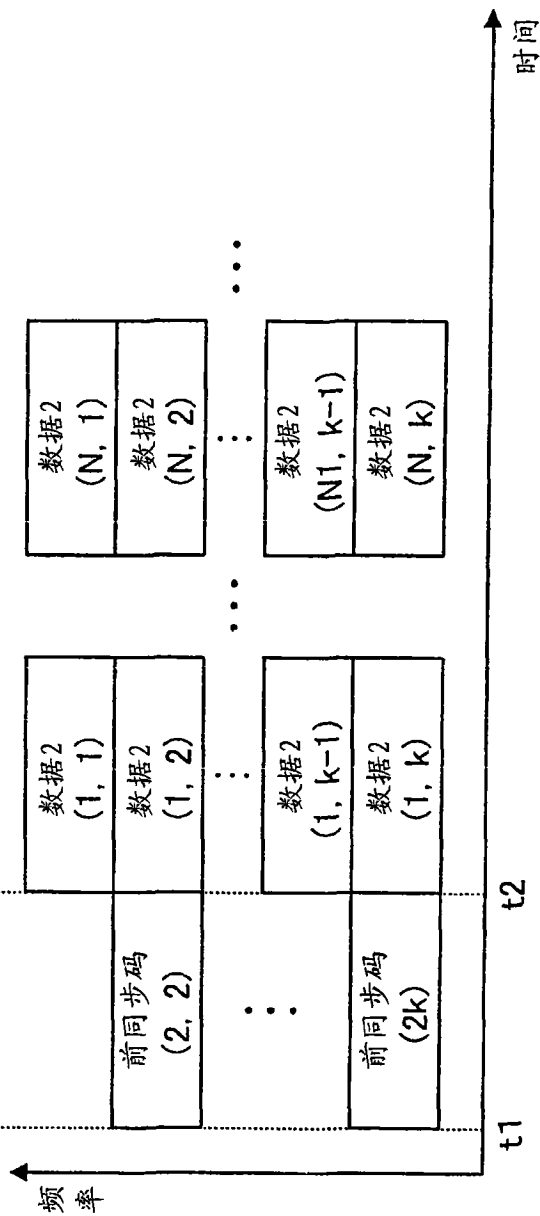


图 46 (B)

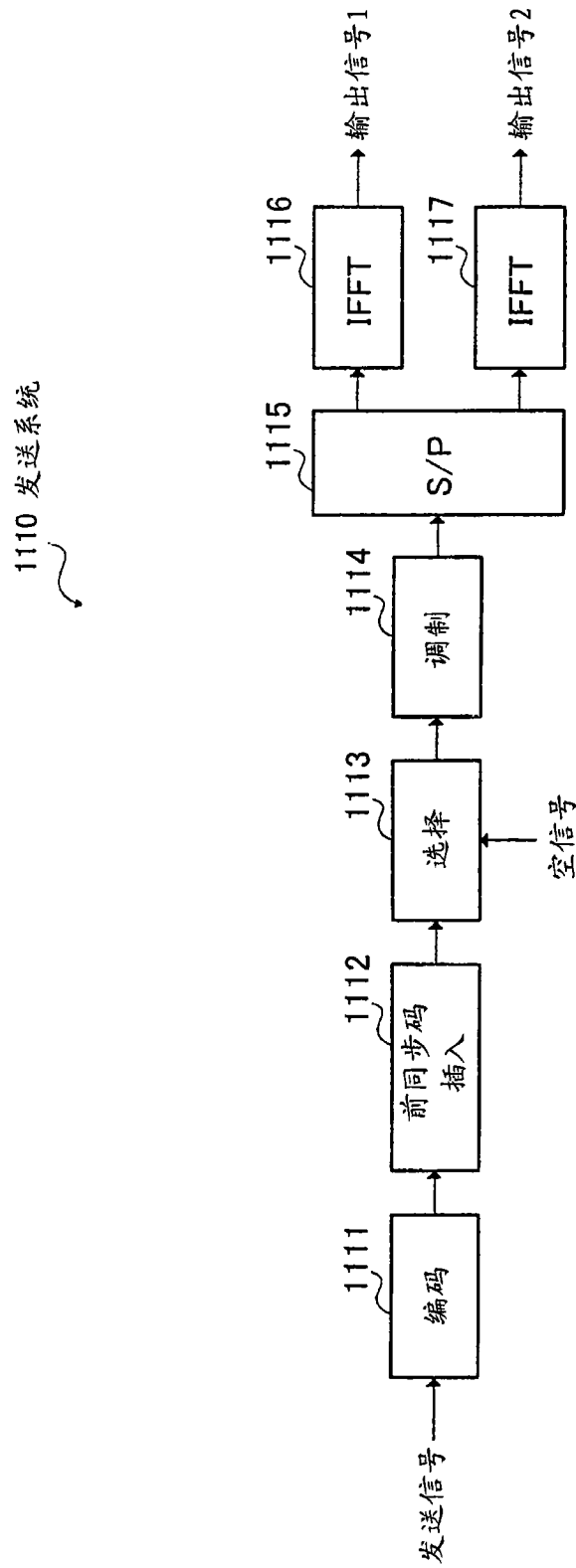


图 47

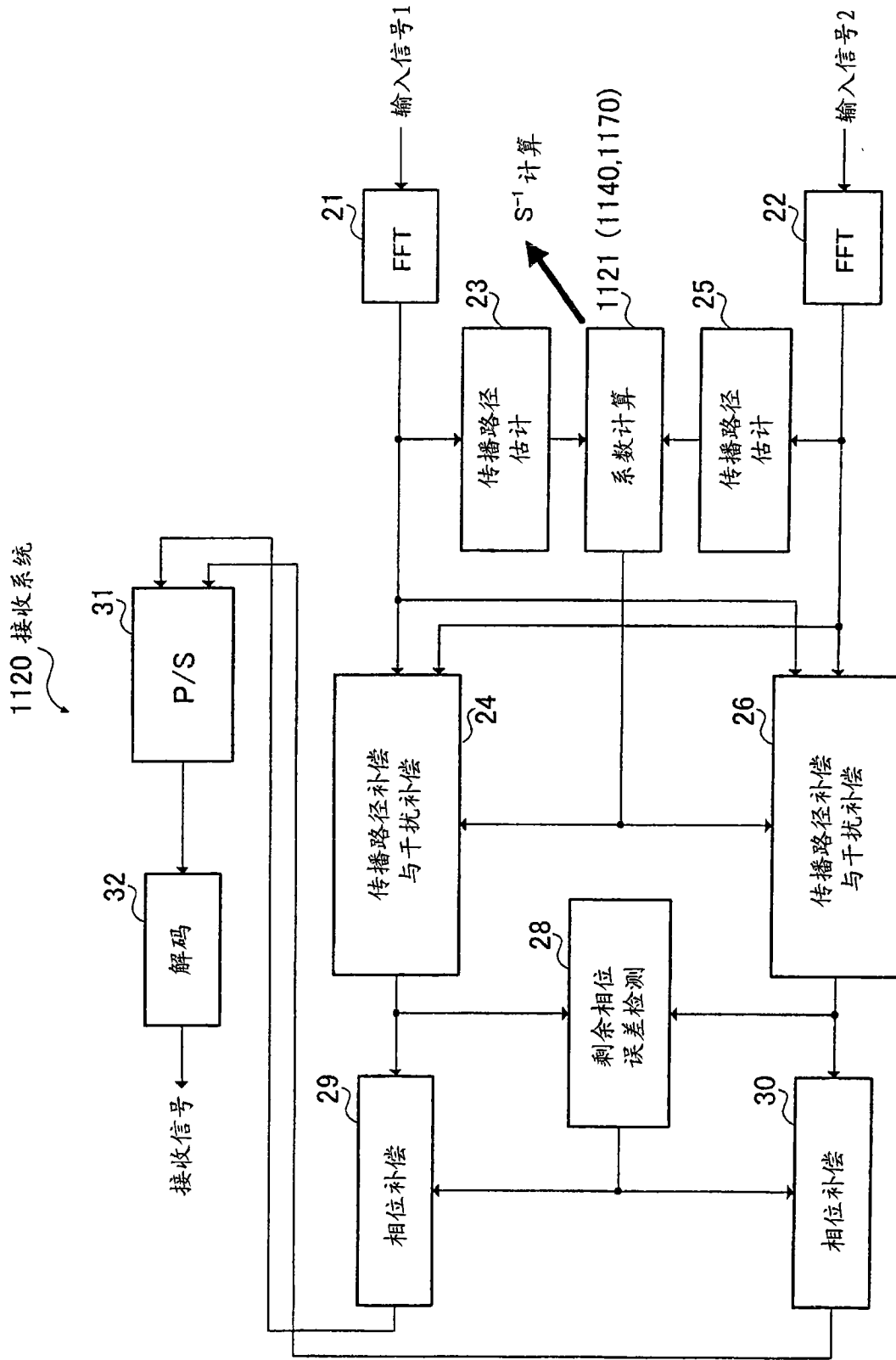


图 48

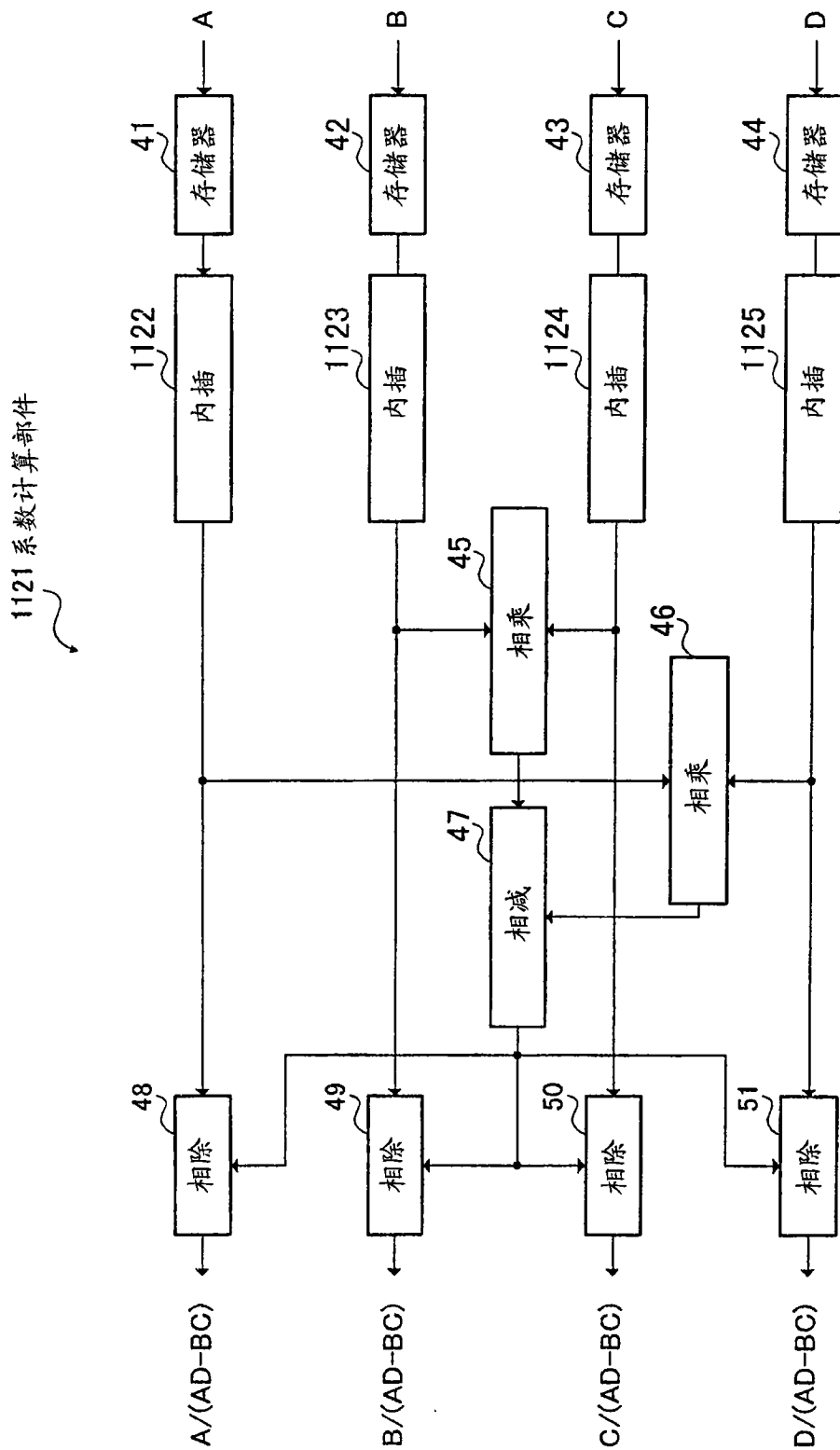


图 49

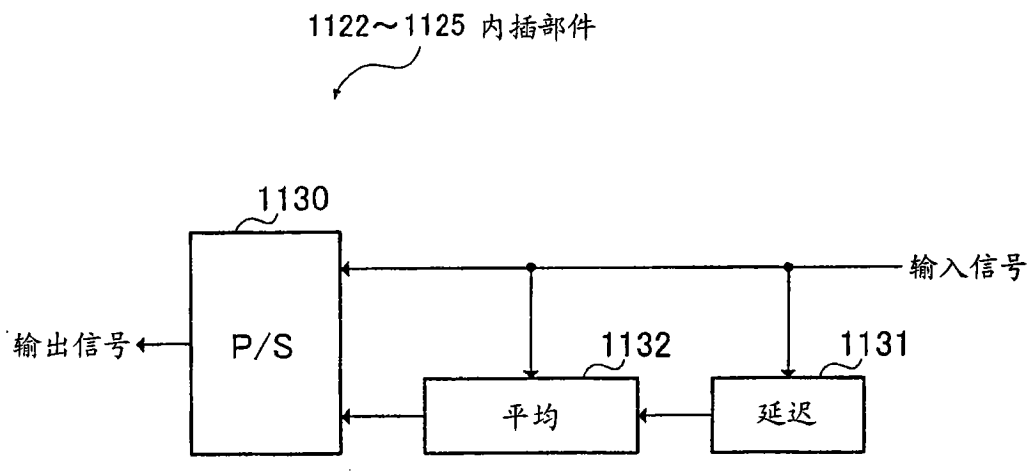


图 50

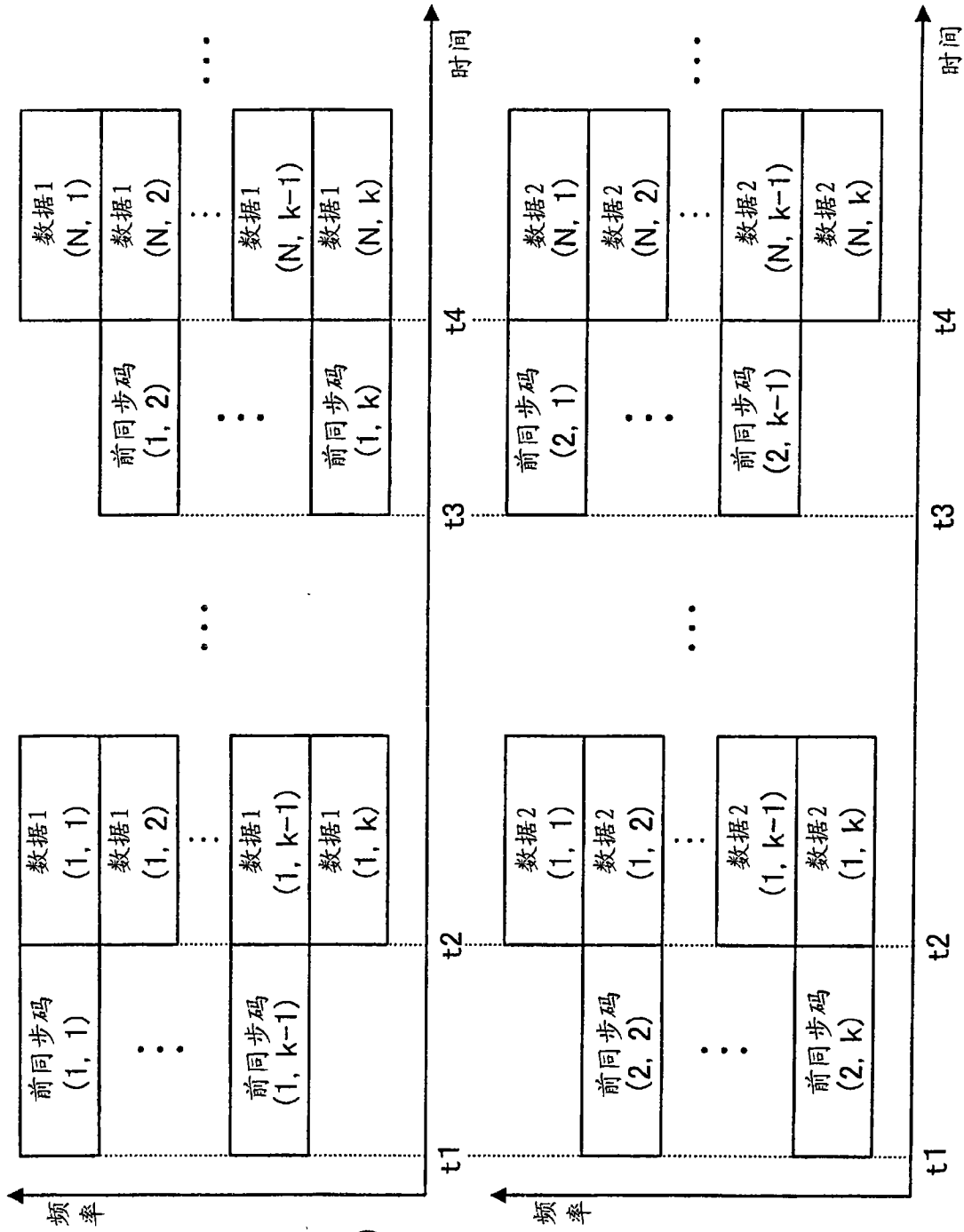


图 51 (A)

图 51 (B)

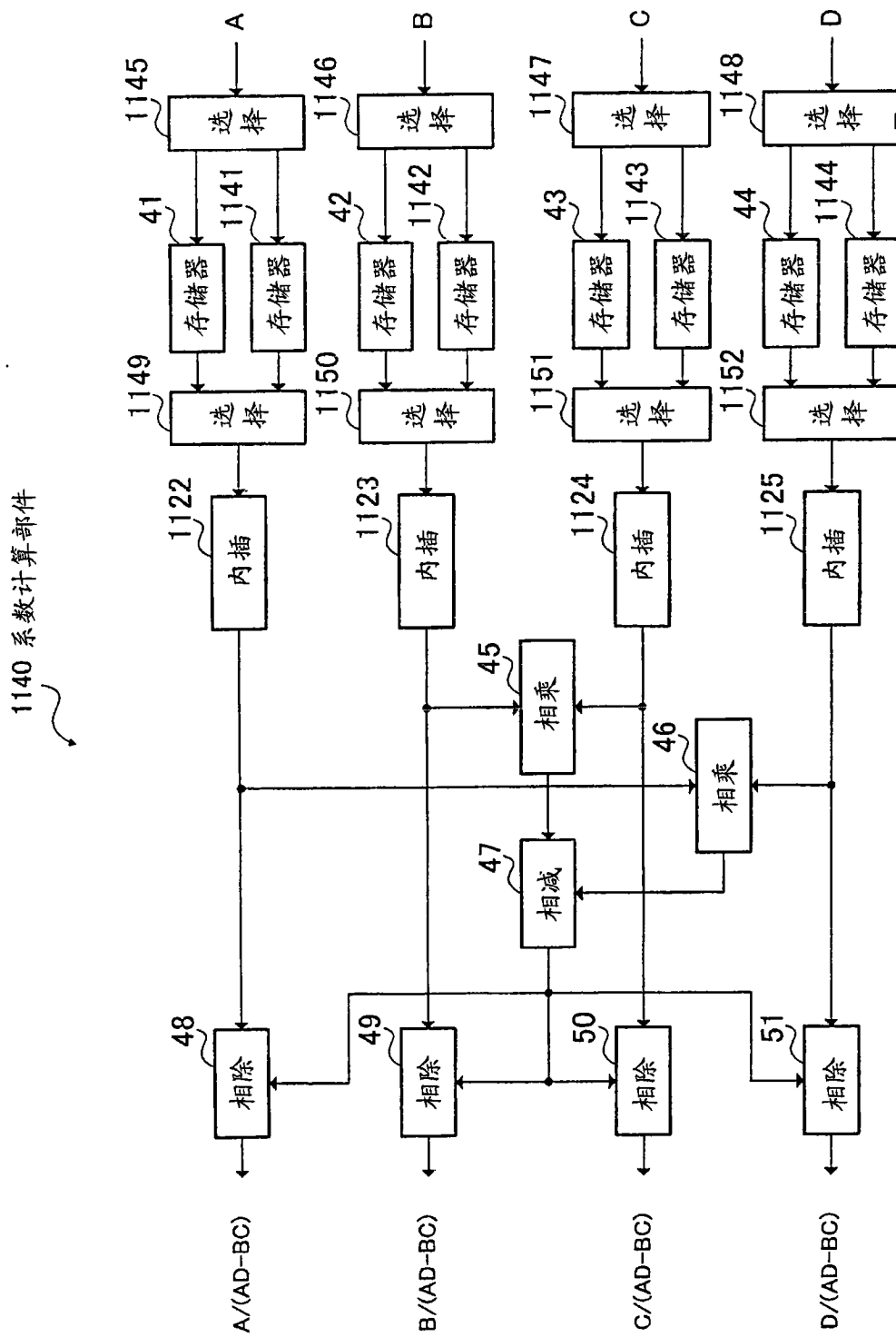


图 52

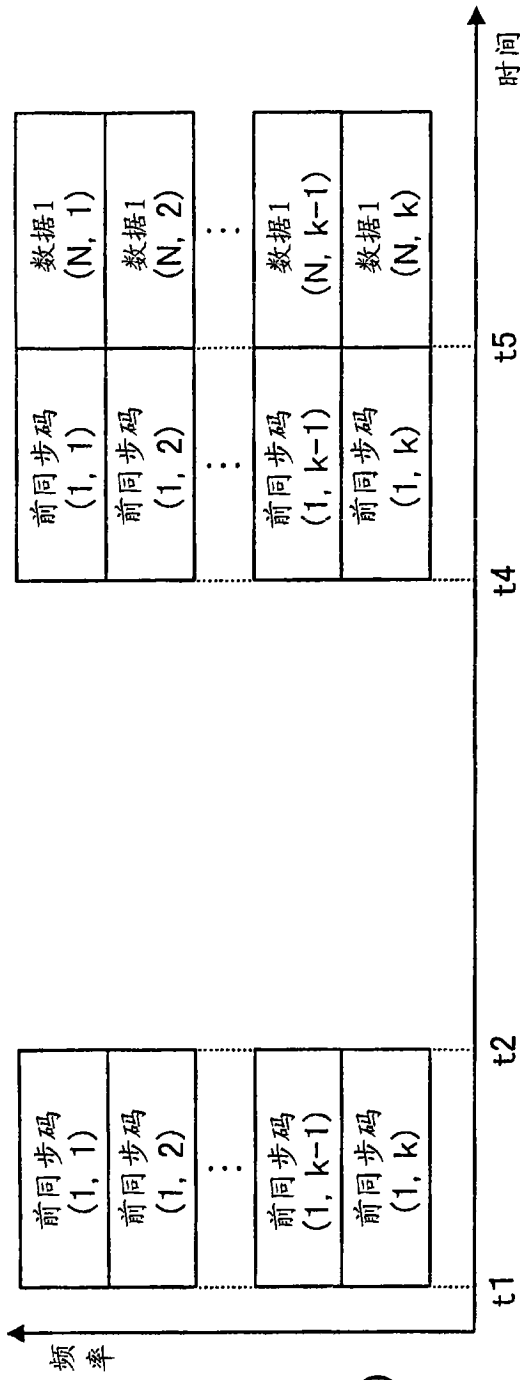


图 53(A)

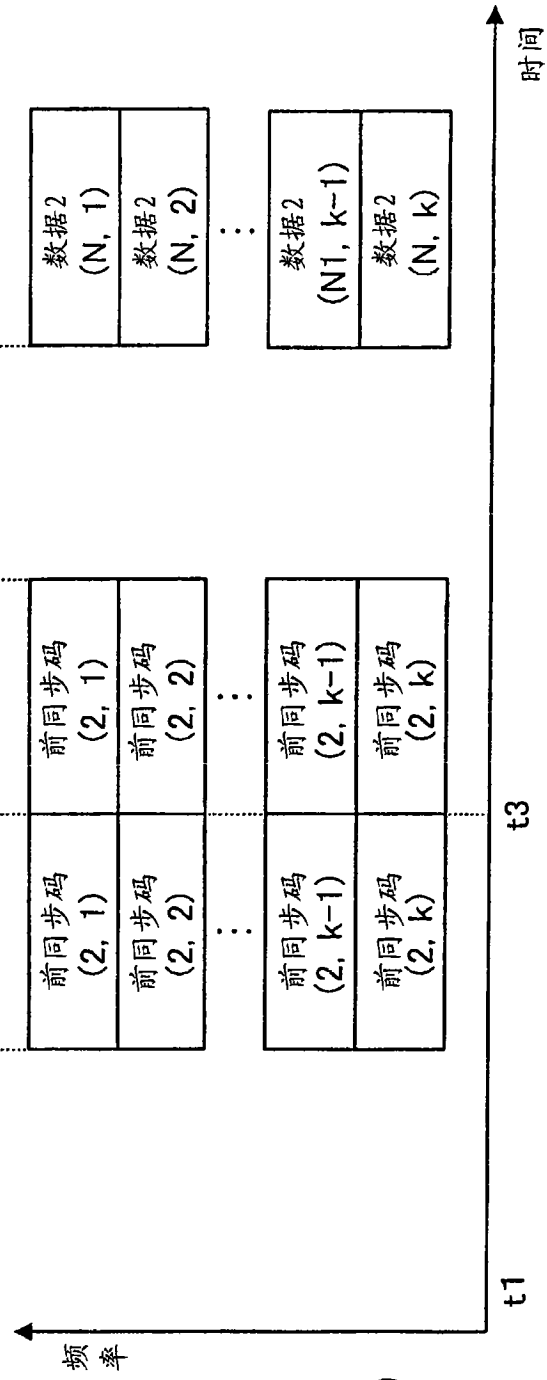


图 53(B)

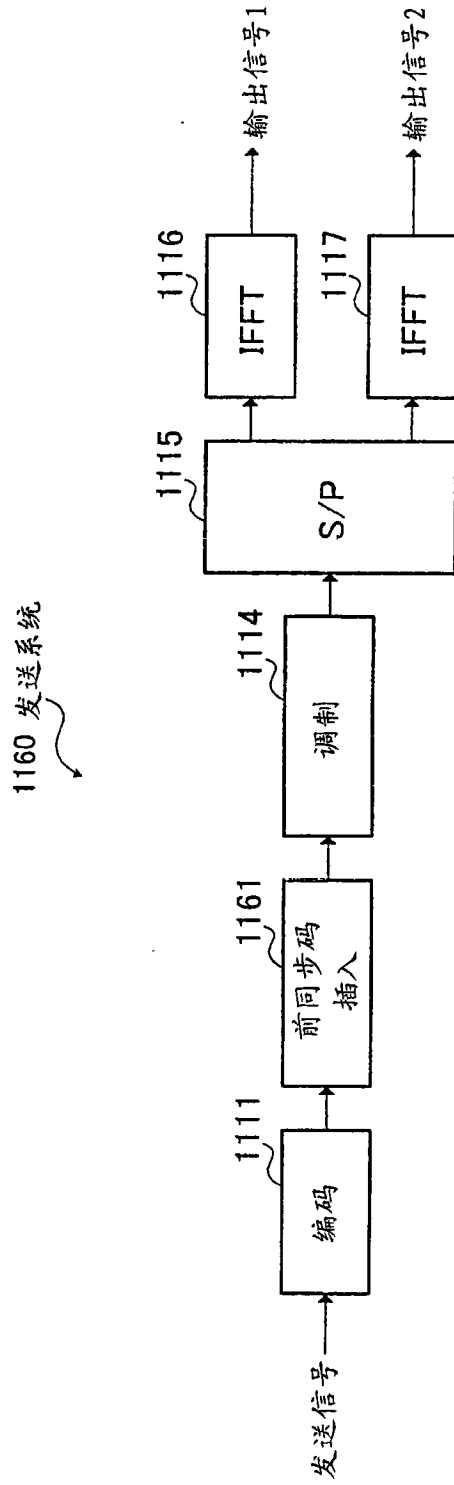


图 54

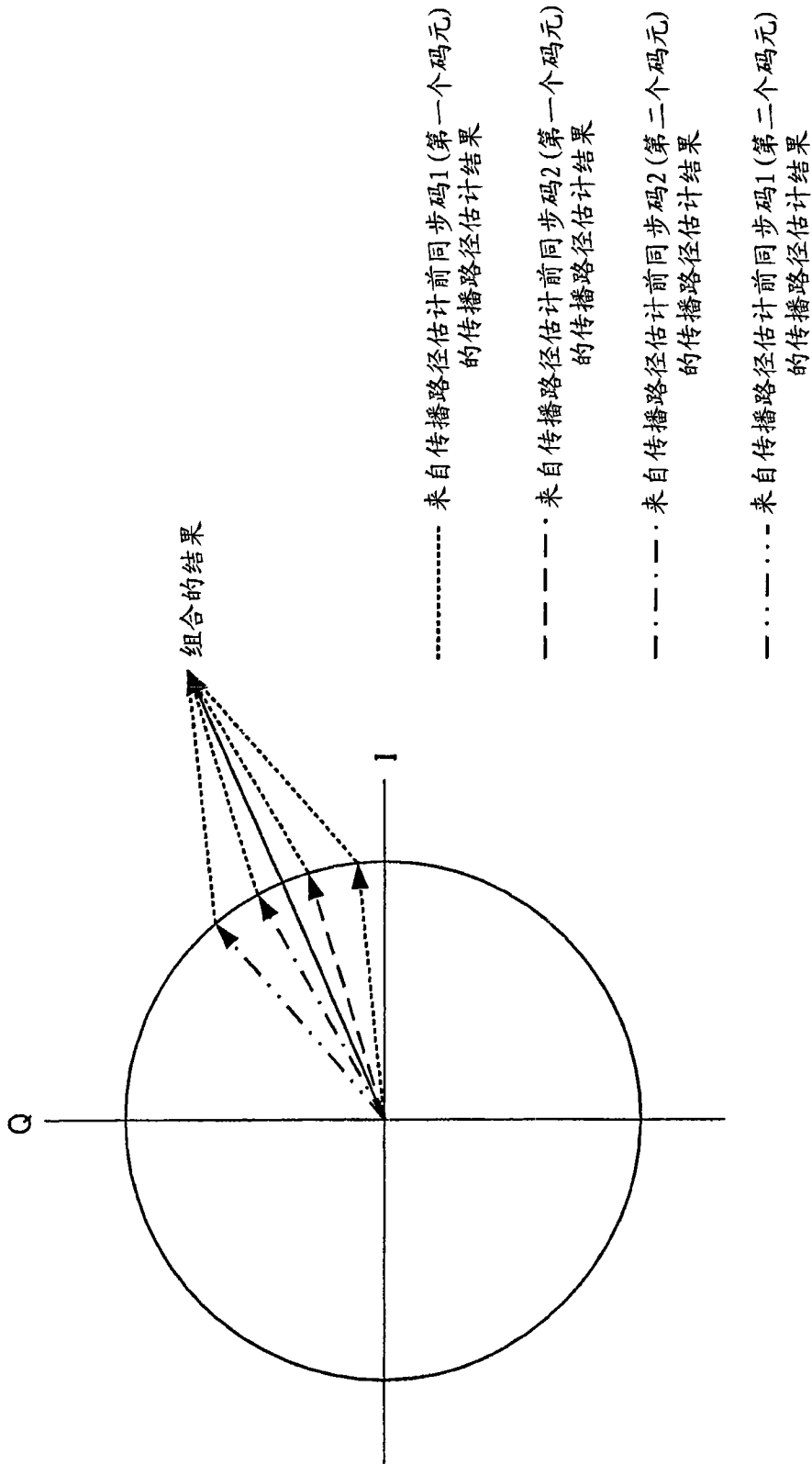


图 55

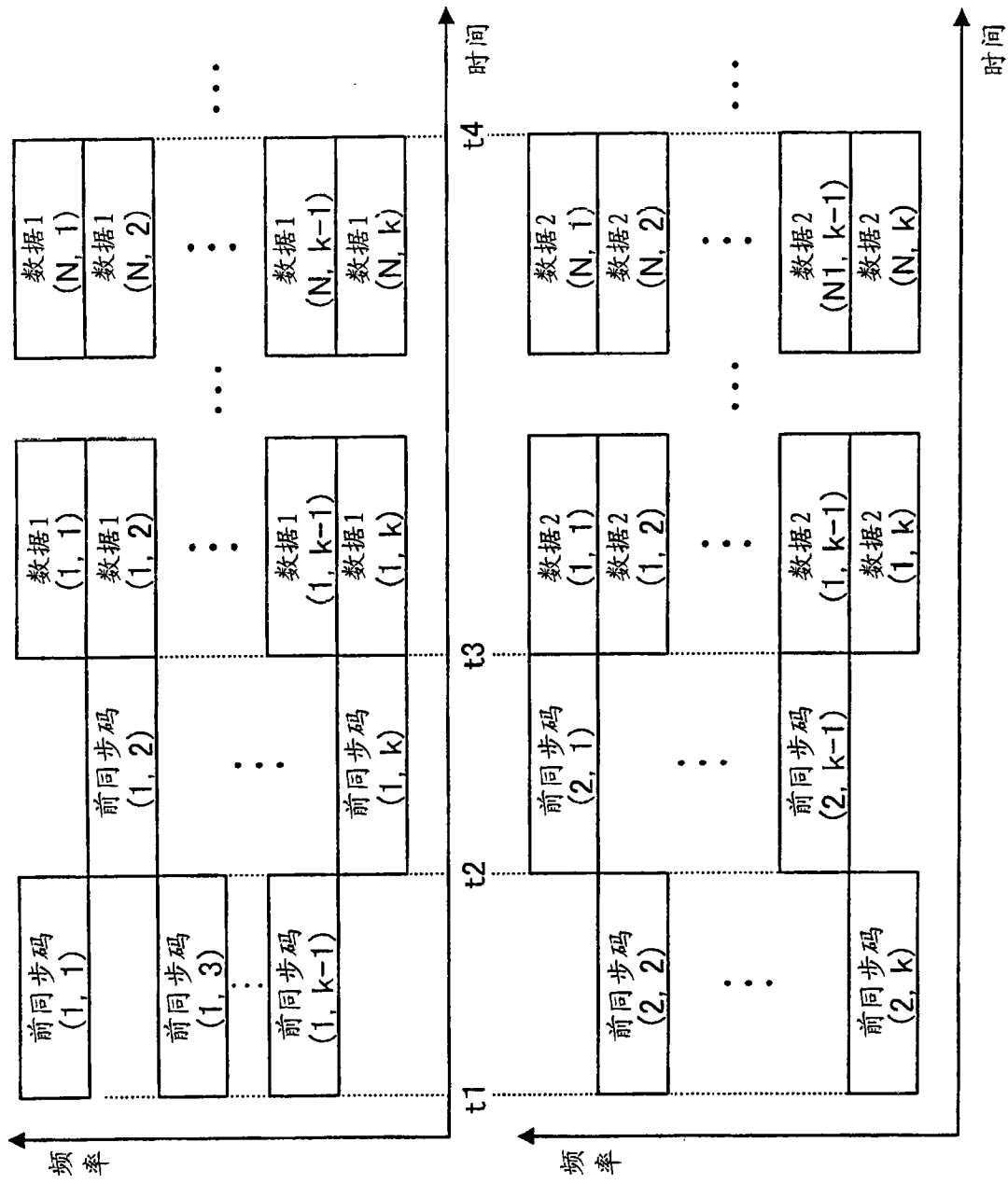


图 56(A)

图 56(B)

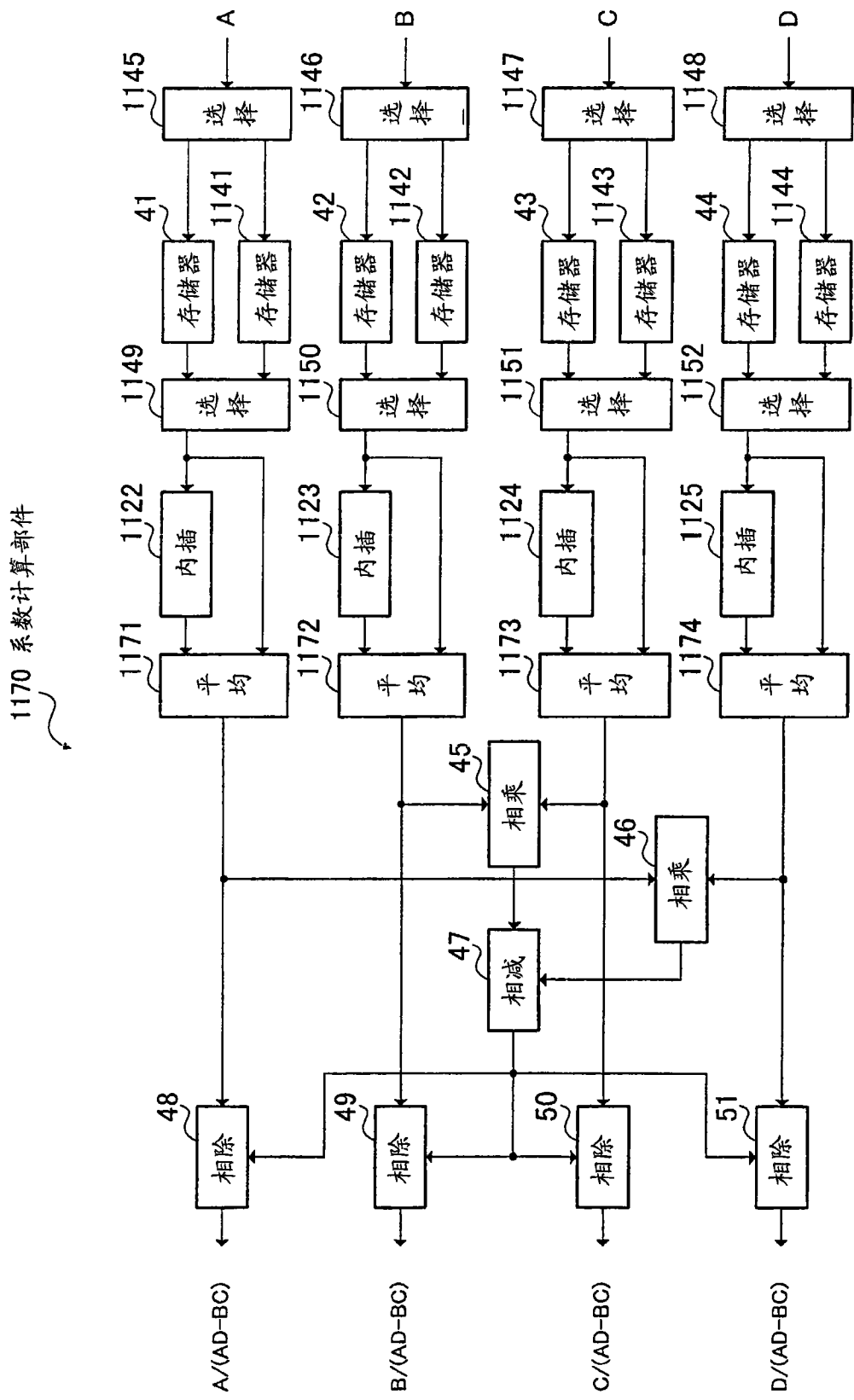


图 57