

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04B 7/14 (2006.01)

H04B 7/26 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510008521.2

[45] 授权公告日 2008年8月6日

[11] 授权公告号 CN 100409594C

[22] 申请日 2005.2.18

[21] 申请号 200510008521.2

[30] 优先权

[32] 2004.2.19 [33] JP [31] 2004-042789

[73] 专利权人 株式会社 NTT 都科摩

地址 日本东京

[72] 发明人 藤井启正 须田博人 田中哲

[56] 参考文献

US5835848A 1998.11.10

JP2000-82991A 2000.3.21

US5115514A 1992.5.19

US6115369A 2000.9.5

CN1311567A 2001.9.5

审查员 刘刚

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 李辉

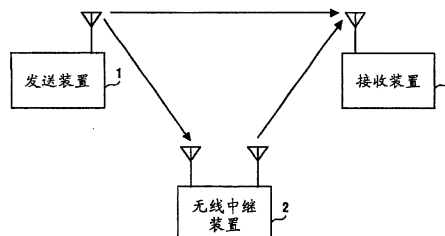
权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 15 页

[54] 发明名称

无线中继系统、无线中继装置及无线中继方法

[57] 摘要

本发明提供一种无线中继系统，可以高精度地避免在以同一频率进行信号中继时的寄生振荡。该无线中继系统将来自第 1 无线局的无线信号通过无线中继装置的中继传送，发送到第 2 无线局，其特征在于，所述无线中继装置具有：中继控制单元，接收从所述第 1 无线局发送来的码元，对所接收的码元的一部分不进行中继；导频信号发送单元，向所述码元的一部分的区间插入导频信号进行并发送；耦合环干扰波推测单元，接收所述导频信号，根据该导频信号推测耦合环干扰波；耦合环干扰波消除单元，通过从接收信号中减去由所述耦合环干扰波推测单元推测出的耦合环干扰波信号来消除耦合环干扰波。



1. 一种无线中继系统，将来自第 1 无线局的无线信号通过无线中继装置的中继传送，发送到第 2 无线局，其特征在于，所述无线中继装置具有：

中继控制单元，接收从所述第 1 无线局发送来的发送码元，禁止对所接收的码元的一部分的中继；

导频信号发送单元，发送插入到所述发送码元的一部分的区间中的导频信号；

耦合环干扰波推测单元，接收所述导频信号，根据该导频信号推测耦合环干扰波；

耦合环干扰波消除单元，从接收信号中减去所推测出的耦合环干扰波。

2. 根据权利要求 1 所述的无线中继系统，其特征在于，

所述第 1 无线局具有：控制信号发送单元，用于发送包括在被发送到所述无线中继装置的发送码元中的控制信号；其中所述无线中继装置具有：禁止中继控制单元，用于禁止对在所述控制信号的区间中的无线信号的中继。

3. 根据权利要求 2 所述的无线中继系统，其特征在于，

所述控制信号发送单元具有：帧生成单元，用于生成其中插入有空信号的发送码元的帧；其中；

所述禁止中继控制单元具有：禁止中继单元，用于禁止对插入了所述空信号的区间中的信号的中继。

4. 根据权利要求 1 所述的无线中继系统，其特征在于，所述无线中继装置具有：延迟单元，将所述发送码元延迟 N 个码元，其中 N 为大于等于 1 的整数。

5. 根据权利要求 1 所述的无线中继系统，其特征在于，在使用 OFDM 传送方式进行信号中继的情况下，

所述无线中继装置具有：对进行 IFFT 处理以生成发送信号的 IFFT

单元；和对所述接收信号进行 FFT 处理的 FFT 单元；

所述第 1 无线局具有：OFDM 帧生成单元，通过向时间区域/频带区域的一部分中插入空信号而生成将发送给所述无线中继装置的帧。

6. 根据权利要求 5 所述的无线中继系统，其特征在于，所述 OFDM 帧生成单元按照下述公式算出插入所述空信号的副载波间隔，

$$\text{ceil}(x) = \{ (\text{FFT 点数}) / (\text{GI 点数}) \}$$

其中， $\text{ceil}(x)$ ：返回大于 x 的最小整数值的数值函数

FFT：快速傅立叶变换

GI：保护间隔。

7. 根据权利要求 5 所述的无线中继系统，其特征在于，

所述无线中继装置具有：信道推测单元，接收所述导频信号，根据该导频信号推测信道；

信号振幅控制单元，根据所述信道推测单元的信道推测结果，控制接收信号的振幅。

8. 根据权利要求 7 所述的无线中继系统，其特征在于，所述信号振幅控制单元根据注水定理，控制接收信号的振幅。

9. 根据权利要求 1 所述的无线中继系统，其特征在于，所述第 1 无线局、所述第 2 无线局和所述无线中继装置分别具有多个天线，使用这些多个天线构成 MIMO 信道，其中，利用所述无线中继系统发送 MIMO 信道信号。

10. 一种无线中继装置，对从第 1 无线局发送到第 2 无线局的无线信号进行中继，其特征在于，具有：

中继控制单元，接收从所述第 1 无线局发送的码元，禁止对所接收的码元的一部分的中继；

导频信号发送单元，用于发送插入到所述发送码元的一部分的区间中的导频信号；

耦合环干扰波推测单元，接收所述导频信号，根据该导频信号推测耦合环干扰波的信道脉冲响应；

耦合环干扰波消除单元，用于从接收信号中减去所推测出的耦合环

干扰波。

11. 一种无线中继方法，用于对从第 1 无线局发送到第 2 无线局的无线信号进行中继，其特征在于，

- a) 接收从所述第 1 无线局发送的发送码元；
- b) 禁止对所接收的码元的一部分的中继；
- c) 发送插入到所述发送码元的一部分的区间中的导频信号；
- d) 接收所述导频信号，
- e) 根据该导频信号推测耦合环干扰波；
- f) 从接收信号中减去所推测出的耦合环干扰波。

无线中继系统、无线中继装置及无线中继方法

技术领域

本发明涉及一种通过一个或多个无线中继装置与发送接收装置进行无线通信的无线中继系统、无线中继装置和无线中继方法。

背景技术

近年来，在研究使用同一频带，利用无线中继装置（=中继器）进行发送装置与接收装置之间的中继的方法，但是在这种无线中继装置中，抑制由从发送天线到接收天线的耦合环干扰波产生的振荡是很重要的。即，因产生振荡而导致特性劣化成为一个大问题。

并且，这些中继方法主要被研究用在广播中，所以耦合环干扰波的抑制比较容易。但是，如移动通信系统那样，在假定无线中继装置位于和普通移动终端相同的环境（不在铁塔和高楼上）时，由于无线中继装置的移动和周围环境的变化，耦合环干扰波的信道变化变大。因此，存在着必须有即使在耦合环干扰波急剧变化时，也能够进行快速跟踪并有效消除耦合环干扰波的高端技术等问题。

因此，为了解决这种问题，以往提出了各种在无线中继装置中消除耦合环干扰波的方法。

例如，提出使用在发送装置中所插入的导频信号来消除上述的耦合环干扰波的方法（例如，参照专利文献1和专利文献2）。根据专利文献1记载的公报，其构成为着重于预先插入振幅和相位已知的导频信号，通过使用该导频信号检测全信号频带内的频率特性，来求出误差信号，生成来自母局或其他中继局的发送信号的多路径成分和耦合环干扰波的复制信号，通过从接收信号中减去该复制信号，即使在存在多种耦合环干扰波的传播环境或存在母局发送信号的多路径成分的传播环境下，也能够消除这两者的影响。

另外，根据专利文献 2 记载的公报，其构成为具有：从输入信号减去寄生信号的复制信号的减法器；生成耦合环干扰波信号的复制信号的 FIR 滤波器；根据减法器的输出生成 FIR 滤波器的系数的滤波器系数生成器，在滤波器系数生成器中，对数据载波进行判定并再调制，然后将其作为基准算出传送路径特性，根据传送路径特性算出消除残留差，根据其进行 IFFT 后的结果，更新 FIR 滤波器的系数，由此可以在消除耦合环干扰波时兼做到提高跟踪性和延长可进行消除的延迟时间。

此处，说明采用使用在发送装置中插入的导频信号来消除耦合环干扰波的方法时的现有无线中继装置的结构。

图 15 是表示现有无线中继装置的结构图。如该图所示，该无线中继装置由以下部分构成：从输入信号中减去寄生信号的复制信号的减法器 201；生成寄生信号的复制信号的 FIR 滤波器 202；生成 FIR 滤波器的系数的系数更新部 203；产生振幅和相位已知的导频信号的导频信号生成部 204；和放大器 205。

在该现有无线中继装置中，在系数更新部 203 求出传送路径特性，根据该传送路径特性算出消除残留差，更新 FIR 滤波器 202 的系数。由此，可以一并实现跟踪性的提高和可进行消除的延迟时间的延长。

另外，除上述方法以外，还提出由通过对在无线中继装置中继的信号加算导频信号（采用较弱的功率，较长的 PN 序列）来推测耦合环干扰波的方法（例如，参照专利文献 3）、用其他频带发送来自无线中继装置的导频信号来推测耦合环干扰波的方法（例如，参照专利文献 4），暂时停止中继来推测耦合环干扰波的方法（例如，参照专利文献 5）等。

专利文献 1 特开 2003—174392 号公报

专利文献 2 特开 2003—298548 号公报

专利文献 3 特开 2001—186073 号公报

专利文献 4 特开平 8—331016 号公报

专利文献 5 特开 2000—244382 号公报

但是，在上述特开 2003—174392 号公报公开的耦合环干扰波消除方法中，存在着接收机的噪声变大的问题。

另外,在特开 2003—298548 号公报公开的耦合环干扰波消除方法中,由于无线中继装置接收的信号越弱,越是要进行大倍数的放大再进行发送,所以部分副载波的噪声功率被过度放大发送的可能性比较大。因此,很难把因寄生形成的振荡抑制在小的水平。

另外,在特开 2001—186073 号公报公开的耦合环干扰波消除方法中,由于对本来应该传送的信号附加了干扰,所以存在着接收装置的误码率变高的可能性大的问题。

另外,在特开平 8—331016 号公报公开的耦合环干扰波消除方法中,由于信道推测值依赖于所使用的频率,所以除了耦合环干扰波的信道推测精度劣化的问题外,还必须提供耦合环干扰波推测用的频带。

另外,在特开 2000—244382 号公报公开的耦合环干扰波消除方法中,存在着在发送装置—接收装置之间的通信在发送装置的无法预测的时间一时中断的问题。

发明内容

本发明就是鉴于上述问题而提出的,目的是提供一种可以高精度地避免在同一频率下进行信号中继时的寄生振荡的无线中继系统、无线中继装置和无线中继方法。

为了解决上述问题,本发明之一的无线中继系统,将来自第 1 无线局的无线信号通过无线中继装置的中继传送,发送到第 2 无线局,其特征在于,所述无线中继装置具有:中继控制单元,接收从所述第 1 无线局发送来的码元,对所接收的码元的一部分不进行中继;导频信号发送单元,向所述码元的一部分的区间插入导频信号并进行发送;耦合环干扰波推测单元,接收所述导频信号,根据该导频信号推测耦合环干扰波;耦合环干扰波消除单元,通过从接收信号中减去由所述耦合环干扰波推测单元推测出的耦合环干扰波信号来消除耦合环干扰波。

并且,本发明二二的特征在于,所述第 1 无线局具有:控制信号发送单元,其把发送码元的一部分作为针对所述无线中继装置的控制信号进行发送,所述无线中继装置具有:禁止中继控制单元,在所述控制信

号的区间不进行信号的中继。

并且，本发明之三的特征在于，所述控制信号发送单元具有：帧生成单元，通过向发送码元的一部分插入空信号而生成发送给所述无线中继装置的帧，所述禁止中继控制单元具有：禁止中继单元，在插入了所述空信号的区间不进行信号的中继。

并且，本发明之四的特征在于，所述无线中继装置具有：延迟控制单元，接收从所述第 1 无线局发送的码元，使其延迟 N 个码，进行信号的中继，其中 N 为大于等于 1 的整数。

并且，本发明之五的特征在于，在所述无线中继系统中，从帧的前头，在 N 码元后插入空信号，生成发送给所述无线中继装置的帧。

并且，本发明之六的特征在于，在所述无线中继系统中，在使用 OFDM 传送方式进行信号中继的情况下，所述无线中继装置具有：对发送信号进行 IFFT 处理的 IFFT 单元；和对接收信号进行 FFT 处理的 FFT 单元，所述第 1 无线局具有：OFDM 帧生成单元，通过向时间区域、频带区域上的一部分中插入空信号而生成发送给所述无线中继装置的帧。

并且，本发明之七的特征在于，在所述无线中继系统中，所述 OFDM 帧生成单元按照下述公式算出插入所述空信号的副载波间隔，

$$\text{ceil}(x) = \text{ceil}\{(\text{FFT 点数}) / (\text{GI 点数})\}$$

ceil(x)：返回大于 x 的最小整数值的数值函数

FFT：快速傅立叶变换

GI：保护间隔。

并且，本发明之八的特征在于，在所述无线中继系统中，所述第 1 无线局具有：导频信号发送控制单元，向空信号的插入区间插入导频信号进行发送，所述无线中继装置具有：信道推测单元，接收所述导频信号，根据该导频信号推测信道；信号振幅控制单元，根据所述信道推测结果，控制接收信号的振幅，进行中继信号的发送。

并且，本发明之九的特征在于，在所述无线中继系统中，所述信号振幅控制单元根据注水定理控制接收信号的振幅。

并且，本发明之十的特征在于，在所述无线中继系统中，所述第 1

无线局、所述第 2 无线局和所述无线中继装置分别具有多个天线，使用这些多个天线构成 MIMO 信道，其中，利用所述无线中继系统发送 MIMO 信道信号。

根据本发明，通过插入导频来抑制耦合环干扰波，而且由于在发送侧无线局发送的帧中预留了导频插入位置，所以可防止数据的中继遗漏，并可实现高品质的数据中继。

附图说明

图 1 是表示包括第 1 实施方式的无线中继装置的无线中继系统的结构的示例图。

图 2 是表示图 1 所示无线中继装置的结构示例图。

图 3 是表示以往的发送装置的结构示例和本发明的发送装置的结构示例的图。

图 4 是表示第 1 实施方式的发送帧的结构示例图。

图 5 是表示第 2 实施方式涉及的无线中继装置的结构示例图。

图 6 是表示第 2 实施方式的发送帧的结构示例图。

图 7 是表示第 3 实施方式涉及的无线中继装置的结构示例图。

图 8 是表示第 4 实施方式空信号的插入控制的程序图。

图 9 是表示第 4 实施方式的发送装置的结构示例图。

图 10 是表示第 5 实施方式的无线中继装置的结构示例图。

图 11 是说明第 5 实施方式的 2 码元延迟元件的延迟动作的图。

图 12 是表示以往的 MIMO 信道信号传送方式的多点中继传送系统的结构示例图。

图 13 是表示 MIMO 信道结构中使用的无线中继装置的结构示例图。

图 14 是表示图 13 所示无线中继装置的寄生抑制部的结构示例图。

图 15 是表示以往的无线中继装置的结构示例图。

图中：1 发送装置；2、110₁~110_L 无线中继装置；3 接收装置；11、81 接收天线；12、82 接收部；13、52、65、84、183₁、183₂、201 减法器；14、53、66、85、182₁、182₂、202 - FIR 滤波器；15、54、67、86、203

系数决定部；16、22、32、55、68、76、87、204 导频信号生成部；17、56、70、88 导频插入定时检测部；18、57、71、89 开关电路；19、58、72、90、153₁、153₂、205 放大器；20 发送天线；21、31、75 数据码元生成部；23、33、78 帧生成部；50₁~50_n、60₁~60_n各副载波的空中继装置的功能块；51、61 - FFT 部；59、73 - IFFT 部；62 发送装置插入导频信号生成部；63 信道推测部；64 功率控制量决定部；69 乘法器；77 帧生成规则决定部；83 2 码元延迟元件；100 发送装置；120 接收装置；150₁第 1 偏振波接收天线；150₂第 2 偏振波接收天线；151₁第 2 偏振波发送天线；151₂第 1 偏振波发送天线；152 壳体；154₁、154₂寄生抑制部；160、170 寄生传送路径；180₁、180₂寄生信道推测部；181₁、181₂导频发生器。

具体实施方式

以下，参照附图说明本发明的实施方式。

（第 1 实施方式）

包括第 1 实施方式涉及的无线中继装置的无线中继系统，其构成为例如如图 1 所示。在该图中，该无线中继系统由发送装置 1、无线中继装置 2 和接收装置 3 构成。

在本实施方式中，发送装置 1 和接收装置 3 假定其关系为移动通信系统的基地局（发送装置 1）和移动局（接收装置 3），以下进行说明。

由接收装置 3 接收的信号有：从发送装置 1 直接接收的信号；和通过无线中继装置 2 接收的信号。无线中继装置 2 一旦接收到从发送装置 1 发送来的信号，便立即以同一频率向接收装置 3 进行再发送。另外，本实施方式的无线中继系统以单载波传送方式或多载波传送方式（例如 OFDM 方式）进行信号的中继。

图 2 是表示图 1 所示无线中继装置的结构示例图。

在该图中，该无线中继装置由以下部分构成：接收天线 11；接收部 12；减法器 13；FIR 滤波器 14；系数决定部 15；导频信号生成部 16；导频插入定时检测部 17；开关电路 18；放大器 19；和发送天线 20。

在本实施方式中，在图 1 所示发送装置 1 中，空信号被插入到发送帧中。首先，参照图 3 和图 4 说明该情况。图 3 是表示以往的发送装置的结构示例和本发明的发送装置的结构示例的图，图 4 是表示本实施方式的发送帧的结构示例的图。

如图 3 (a) 所示，以往的发送装置由以下部分构成：输入信息比特并生成数据码元的数据码元生成部 21；生成已知导频信号的导频信号生成部 22；生成发送帧的帧生成部 23。帧生成部 23 使用从数据码元生成部 21 输出的数据码元、和从导频信号生成部 22 输出的导频信号，构成发送帧。此时，数据码元和导频信号被固定地插入在发送帧内。

而在本发明的发送装置中，如图 3 (b) 所示，虽然基本结构与以往的发送装置相同，但帧生成部 33 的帧生成处理不同。即，本实施方式的发送装置的帧生成部 33 向发送帧内插入空信号，把包括与该空信号的插入位置相关的信息的空信号位置信号在帧中多路复用并发送（参照图 3 (b)）。在上述空位置信号中，例如包括表示空信号的数量、或时间、频率方向上的空信号插入间隔的信息。

图 4 是表示按上面所述由帧生成部 33 生成的发送帧的结构示例图。如该图所示，在本实施方式中，帧生成部 33 向每个 N 码元区间（参照斜线部）插入 m 码元（例如 $m=1$ ）的空信号（空码元）（参照白框部）。由无线中继装置 2 向该空信号插入区间插入导频信号，对此将在后面进行说明。

在本实施方式中，示例了向每个 N 码元区间插入 m 个空码元的情况，但是 m 个空码元的值只要根据所需要的耦合环干扰波的推测精度来决定便可。例如，在需要更高的耦合环干扰波推测精度时，把 m 设定为较大的值。例如，在设定为 $m>2$ 时，通过获取从两个导频信号得到的信道推测值的平均值和各信道推测值的差，可以提高信道推测精度。

并且，上述 m 个空码元的值不限于上述的设定为固定值的形式，也可以适当变更。例如，在耦合环干扰波推测精度差的情况下，即使在接收装置 3 能够确保接收功率，由于比特误码率增加，所以只要根据接收装置 3 的接收功率和比特误码率，控制 m 个空码元即可。在该情况下，

发送装置 1 根据从接收装置 3 发送来的表示接收功率和比特误码率的信息，变更 m 个空码元的值。

并且，在耦合环干扰波推测精度差的情况下，由于耦合环干扰波由无线中继装置 2 接收，所以通过获取所接收信号的接收波形、和在规定的时间内前的无线中继装置 2 接收的接收信号的时间波形的相关关系，可以检测出耦合环干扰波的信道推测精度的降低。

另一方面，虽然可以把上述 N 作为帧长度，但也可以根据无线中继装置 2 的耦合环干扰波的变化速度（指根据无线中继装置、发送装置和接收装置的移动速度（例如多普勒频率），耦合环干扰波的变化速度发生变化时的变化速度）进行设定。在该情况下，例如，作为 $N <$ （帧长度），可以向 1 帧内的多个部位插入 m 个空码元。

一般，耦合环干扰波的变化量由在某时刻 t_1 和 $t_1 + \Delta t$ 这两个时刻的耦合环干扰波的脉冲响应之差的大小来表示，所以通过对脉冲响应获取其与前次耦合环干扰波的信道推测值的差量，把它们的平方和作为指标，可以检测出耦合环干扰波的变化速度。

因此，无线中继装置 2 通过按上面所述检测出耦合环干扰波的变化速度，并向发送装置 1 通知检测结果，可以根据耦合环干扰波的变化速度适当改变上述 N 的值。

返回图 2 说明无线中继装置 2 的动作。无线中继装置 2 通过接收天线 11，由接收部 12 接收从发送装置 1 发送的中继信号。接收部 12 接收的中继信号被输入导频插入定时检测部 17，在该导频插入定时检测部 17，通过抽取出空信号位置信号来检测出空信号的插入位置。导频插入定时检测部 17 在所检测的空信号的插入位置、即插入了空信号的区间，由于不发送接收信号而发送由导频信号生成部 16 生成的导频信号，所以在空信号的插入区间进行把开关电路 18 的开关 b 接点切换为 ON 的控制。

在导频信号生成部 16 生成振幅和相位已知的导频信号，所生成的导频信号被插入空信号的插入区间，并输入放大器 19。然后，上述导频信号在放大器 19 被放大为所期望的功率值，然后通过发送天线 20 发送。

另外，与上述动作同步，系数决定部 15 根据相对上述导频信号的接

收信号，推测因周围环境变化等而变化的耦合环干扰波的信道（传送路径特性），决定表现该信道的 FIR 滤波器的系数、即决定能够消除耦合环干扰波的滤波器系数。FIR 滤波器 14 设定如上述那样由系数决定部 15 所决定的滤波器系数。即，被设定成使 FIR 滤波器 14 具有与耦合环干扰波相同的传递函数的系数。

减法器 13 通过从接收信号减去由 FIR 滤波器 14 生成的耦合环干扰波（耦合环干扰波的复制信号），来消除耦合环干扰波。然后，开关电路 18 的开关 a 接点被切换为 ON，使被减算后的接收信号输入到放大器 19，被放大成所期望的功率值，然后通过发送天线 20 发送。

这样，在本实施方式中，无线中继装置在插入了空信号的区间发送导频信号的同时，根据相对导频信号的接收信号进行耦合环干扰波的信道推测，所以能够在不中断信号收发装置间的通信的情况下推测耦合环干扰波。

并且，由于通过由 FIR 滤波器模拟生成按上面所述推测出的耦合环干扰波，由减法器从由无线中继装置接收的信号中减去 FIR 滤波器 14 的输出（耦合环干扰波的模拟输出），来消除耦合环干扰波，所以能够高精度地避免耦合环干扰波的振荡。由此，可以防止中继信号的比特误码率的劣化，能够提高中继信号的接收质量。

另外，由于对最初的空码元以前的信号不能进行耦合环干扰波的消除，所以可把这些信号用于向无线中继装置的事前通知，不进行中继。

（第 2 实施方式）

在进行 OFDM 通信的系统中，未必一定把某时刻的发送信号全部作为空信号，只要把仅某一部分副载波的码元作为空信号便可。

图 5 是表示第 2 实施方式的无线中继装置的结构示例图，图 6 是表示在本实施方式中，由发送装置的发送帧生成部生成的发送帧的结构示例图。

图 5 所示的无线中继装置构成为，在图 2 所示第 1 实施方式的无线中继装置的结构的基础上，追加了对接收信号进行 FFT 处理的 FFT 部 51，和对发送信号进行 IFFT 处理的 IFFT 部 59，它们对应每个副载波具有

50₁~50_n。下面，仅说明与第1实施方式的不同之处。

在该图中，在IFFT部59进行对多个码元数据的IFFT（逆快速傅立叶转换）处理，被转换为时间区域的信号（OFDM发送信号）。另一方面，在FFT部51进行对接收数据的FFT（快速傅立叶转换）处理，被转换为频率区域的信号（OFDM接收信号）。

下面，参照图6说明本实施方式的发送帧的结构。该图把FFT后的OFDM信号二维配置在频率轴上（纵轴）和时间轴上（横轴），多个载波（副载波）被并列配置在频率轴上。并且，图中的斜线部分表示数据码元，白框部分表示空码元。

此处，副载波的频率间隔例如可以按照下述公式决定。

$$\text{ceil}\{(\text{副载波数}) / (\text{GI点数})\}$$

其中，“ceil”表示返回更大的最小整数值的数值函数。

在得到上述 $\text{ceil}\{(\text{副载波数}) / (\text{GI点数})\}$ 间隔的信道推测值时，理想的是通过对它们进行内插，可以进行所有副载波的信道推测。但是，由于根据内插方法，将导致通过内插得到的信道推测精度的劣化，所以也可以适当地以更短的频率间隔插入空信号。

这样，在本实施方式中，通过仅把某一部分副载波的码元作为空信号，可以把本发明容易地应用于进行OFDM通信的系统，在该系统中可以获得与在第1实施方式相同的效果。

（第3实施方式）

上述实施方式，是假定在使用了OFDM传送的情况下的各副载波功率放大率为一定所进行的说明，但在本实施方式中，为了获得更好的通信质量，按照每个副载波改变无线中继装置的功率放大率。即，本实施方式的无线中继装置具有按照每个副载波控制功率放大率的功能。

本实施方式的无线中继装置如图7所示，构成为，在图5所示实施方式的结构基础上追加了以下部分：发送装置插入导频信号生成部62，生成由发送装置插入的发送装置插入导频信号；信道推测部63；功率控制量决定部64；乘法器69，将由该功率控制量决定部64决定的功率控制量与接收信号相乘。以下，说明与图5所示实施方式的不同之处。

在该图中,首先,由发送装置插入导频信号生成部 62 生成由发送装置插入的导频信号。信道推测部 63 根据与所生成的导频信号对应的接收信号,推测发送装置与无线中继装置之间的信道,向功率控制量决定部 64 输出推测结果。功率控制量决定部 64 根据从信道推测部 63 获得的各副载波的信道状态,决定各副载波的功率控制量。该功率控制量的决定例如通过应用注水定理进行确定,可获得最佳的结果。使用该注水定理时的功率控制量可以用下述算式表示。

$$\text{功率控制量} = (\text{各副载波的接收功率})^{0.5} \times (\text{常数})$$

此处,常数是使所有频带的中继增益一定这种条件决定的值。并且,该值也可以利用根据接收装置的接收质量而传递的来自接收装置的反馈信号控制。

通过乘法器 69 将按照上述算式决定的功率控制量与接收信号相乘,然后输入到放大器 71。之后的动作与上述的实施方式相同。

这样,在本实施方式中,在进行 OFDM 通信的系统中,由于对应每个副载波改变无线中继装置的功率放大率,所以能够提高接收侧的中继信号的接收质量。

(第 4 实施方式)

在上述各实施方式中,示例了即使在无线中继装置不经常进行中继时,发送装置也经常向发送帧插入空信号的方式,但本发明不限于此,也可以根据需要插入空信号。

例如图 8 的程序图所示,在接收装置 a 不能接收来自发送装置的控制信号时(a),把接收装置 a 预先规定的中继请求信号发送给无线中继装置(b)。另外,接收装置 a 在开始通信以前,使用控制信号向发送装置传递表示通过无线中继装置进行由此开始的通信的信息(c)。这样,发送装置可以知道接收装置 a 是否依赖于无线中继装置的中继。

另一方面,接收装置 b 由于可以接收来自发送装置的控制信号(a'),所以不发送上述的中继请求信号。发送装置通过接收对应上述控制信号的响应,可以知道该接收装置 b 没有依赖于无线中继装置的中继。

在发送装置中,对各个接收装置是否需要无线中继装置的中继(例

如，列表管理)进行管理(e)，仅对请求通过无线中继装置进行通信的接收装置(在本实施例中为接收装置a)，使用插入了空信号的发送帧结构(f、g)，而对与发送装置直接进行通信的接收装置(在本实施例中为接收装置b)，使用不插入空信号的发送帧进行发送(h、i)。

由此，对不通过无线中继装置进行通信的接收装置，可以避免因插入空信号而造成的传输效率的下降。

另外，在本实施方式中也需要在控制信号的中继帧中经常插入空信号，或者使用其他方法进行耦合环干扰波的消除。

图9是表示本实施方式的发送装置的结构示例图。本实施方式的发送装置，虽然其基本结构与图3所示的发送装置相同，但不同之处是追加了帧生成规则决定部77。该帧生成规则决定部77具有上述的决定插入/不插入空信号的功能。

帧生成规则决定部77如上述的程序所示，监视来自各个接收装置的中继请求信号(在此处称为来自接收装置的反馈信号)，对每个接收装置决定空信号的插入/不插入，例如利用列表来管理决定结果。并且，在帧生成部78生成发送帧时，在规定的时间内输出上述决定结果。帧生成部78，根据由帧生成规则决定部77输出的决定，进行向帧插入空信号、或不插入空信号的控制。

这样，根据本实施方式，通过根据需要插入空信号，可以对不通过无线中继装置进行通信的接收装置，减少因插入空信号产生的额外消耗，可以提高传输效率。

(第5实施方式)

在本实施方式中，无线中继装置使中继信号延迟N个码元进行中继，把从帧的前头起第2个码元作为空信号。以下，说明构成无线中继装置以延迟2个码元进行中继时的帧的实施方式。并且，在本实施方式中，作为帧结构，只要把从帧的前头起第2个码元作为空信号即可。

图10是表示本实施方式的无线中继装置的结构示例图。

在该图中，该无线中继装置由以下部分构成：接收天线81；接收部82；2码元延迟元件83；减法器84；FIR滤波器85；系数决定部86；导

频信号生成部 87；导频插入定时检测部 88；开关电路 89；放大器 90。

此处，参照图 11 说明与上述各实施方式不同的 2 码元延迟元件 83 的延迟动作。该图中，符号 D 表示延迟元件 (Delay Line)。在本实施方式中，由于是 2 码元延迟元件，所以由两级串联的 D 构成。

该图 (a) 表示码元被输入 2 码元延迟元件 83 之前的初始状态。首先，以下一定时的第 1 码元的接收为开始 (该图 (b))，2 码元延迟元件 83 使码元延迟 2 码元，在接收第 2 码元的时刻，发送由导频信号生成部 87 生成的导频信号 (符号 P) (该图 (c))。

通过这样地发送导频信号，无线中继装置在接收第 2 码元的时刻 (此时，设第 2 码元作为空信号)，接收相对所发送的导频信号的接收信号 (该图 (d))。在无线中继装置的系数决定部 86 中，在接收部 82 进行第 3 码元的接收的期间，根据上述接收信号和导频信号推测耦合环干扰波的信道，决定 FIR 滤波器 85 的系数，在 FIR 滤波器 85 设定可以消除耦合环干扰波的系数。此时，从无线中继装置发送第 1 码元，无线中继装置的接收天线 81 接收第 3 码元、和第 1 码元的耦合环干扰波。然后，在发送第 2 码元的时刻 (该图 (e))，消除加算在第 3 码元的接收信号上的第 1 码元的耦合环干扰波，在下一定时发送第 3 码元 (该图 (f))。

这样，在本实施方式中，在从发送装置发送给接收装置的直达波不能被接收或非常小的情况下非常有效，由于在无线中继装置中伴随有数字信号处理，所以对于无线中继装置的处理延迟较大的情况也有效。

(第 6 实施方式)

本实施方式是把本发明的无线中继装置应用于 MIMO (多输入多输出) 信道信号传送的情况。所谓 MIMO 信道信号传送方式是指从发送装置使用同一频带无线发送多个信息序列，在接收装置接收这些同一频带的无线信号，并分离成各个信息序列的信号传送方式。

首先，说明以往的 MIMO 信道信号传送方式的动作。图 12 是表示以往的 MIMO 信道信号传送方式的多点中继传送系统的结构示例图。

如该图所示，在该多点中继传送系统中，发送装置 100 从发送天线 As_1 、 \dots 、 As_M 分别发送 M 个 (M 为 2 或 2 以上的整数) 的信息序列 S_1 、 \dots 、

S_M , 作为同一频带的垂直偏振波无线信号, 这些 M 个无线信号分别被 L 个 (L 为 1 或 1 以上的整数) 无线中继装置 110_1 、 \dots 、 110_L 接收, 并暂且保存。在由发送装置 100 完成一次通话、1 组信号等的发送后发送停止时, 所保存的无线信号被放大, 其作为垂直偏振波无线信号被发送给接收装置 120。接收装置 120 通过 N 个 (N 为大于等于 M 的整数) 直线偏振波接收天线 Ar_1 、 \dots 、 Ar_N 进行接收, 对接收信号进行 MIMO 均衡处理, 分离成 M 个信息序列 S_1 、 \dots 、 S_M 。

图 13 是表示上述 MIMO 信道结构中使用的无线中继装置的结构示例图。在本实施方式中, 无线中继装置也可以具有异偏振波面中继功能。

在该图中, 该无线中继装置具有 U 个第 1 偏振波接收天线, 和偏振波特性与第 1 偏振波接收天线正交化的 V 个第 2 偏振波接收天线 (U 、 V 分别是 1 以上的整数), 具有偏振波特性分别与第 1 偏振波接收天线和第 2 偏振波接收天线正交化的 U 个第 2 偏振波发送天线和 V 个第 1 偏振波发送天线。

在本实施例中, 说明 $U=V=1$ 的情况, 并把偏振波特性相互正交化的 2 个天线中的一个用画在纵线之上的顶点朝下的三角形 (倒三角形) 表示、把另一个用画在纵线之上的顶点朝上的三角形表示。

设置第 1 偏振波接收天线 150_1 和第 2 偏振波接收天线 150_2 , 分别由第 1 偏振波接收天线 150_1 和第 2 偏振波接收天线 150_2 接收的无线信号, 分别通过寄生抑制部 154_1 、 154_2 抑制寄生信号, 然后提供给放大器 153_1 、 153_2 。由放大器 153_1 、 153_2 分别被放大的无线信号通过第 2 偏振波和第 1 偏振波发送天线 151_1 、 151_2 发送。

把本发明应用于具有上述异偏振波面中继功能的无线中继装置时, 使上述的寄生抑制部 154_1 和 154_2 的结构形成为图 2 所示结构即可 (但是, 放大器 19 除外)。由此, 在同一频率下进行中继时, 可以更高精度地避免因耦合环干扰波造成的振荡, 并且可以分别以较高的增益同时中继放大偏振波相互正交化的同一频带的多个无线信号。

图 14 是表示把本发明的无线中继装置应用于 MIMO 信道信号传送时的其他实施方式的图。

在本实施方式中，第2偏振波接收天线 150_2 的接收无线信号通过第1偏振波发送天线 151_2 发送，并作为寄生信号由第1偏振波接收天线 150_1 接收时，抑制该寄生信号。即，寄生信号进入所示闭环时，在通过放大器之前被抑制。因此，从第1偏振波发送天线 151_2 发送、由第1偏振波接收天线 150_1 接收的寄生传送路径170的传送路径特性（也称为脉冲响应、信道特性）在寄生信道推测部 180_1 进行推测。

在FIR滤波器 182_1 中，对由第2偏振波接收天线 150_2 接收的无线信号、在本实施例中是放大器 153_2 的输入信号，叠加上由寄生信道推测部 180_1 推测的寄生传送路径170的特性，由此来生成寄生传送路径170的寄生信号的复制信号。由减法器 183_1 从第1偏振波接收天线 150_1 接收的无线信号减去该寄生信号复制信号，把减法器 183_1 的输出信号输入放大器 153_1 。

这样，第1偏振波接收天线 150_1 的接收无线信号中的、第2偏振波接收天线 150_2 的接收无线信号通过寄生传送路径170被第1偏振波接收天线 150_1 接收的寄生信号，被来自FIR滤波器 182_1 的寄生信号复制信号抑制，即，第2偏振波接收天线 150_2 的接收无线信号被从第1偏振波发送天线 151_2 通过寄生传送路径170，作为寄生信号而输入到所述闭路中的部分所抑制，寄生信号被放大器放大，不会产生被加上噪声的问题。

这样，根据本实施方式，通过把本发明应用于进行MIMO信道信号传送的系统，可以高精度地避免因耦合环干扰波产生的振荡，并且利用MIMO信道结构可增大信号收发装置之间的信道容量。

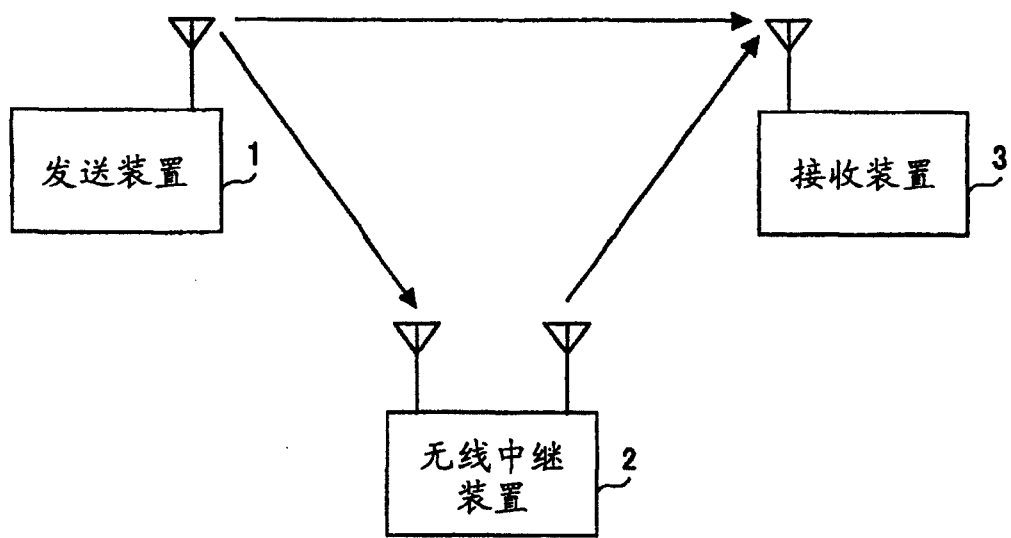


图 1

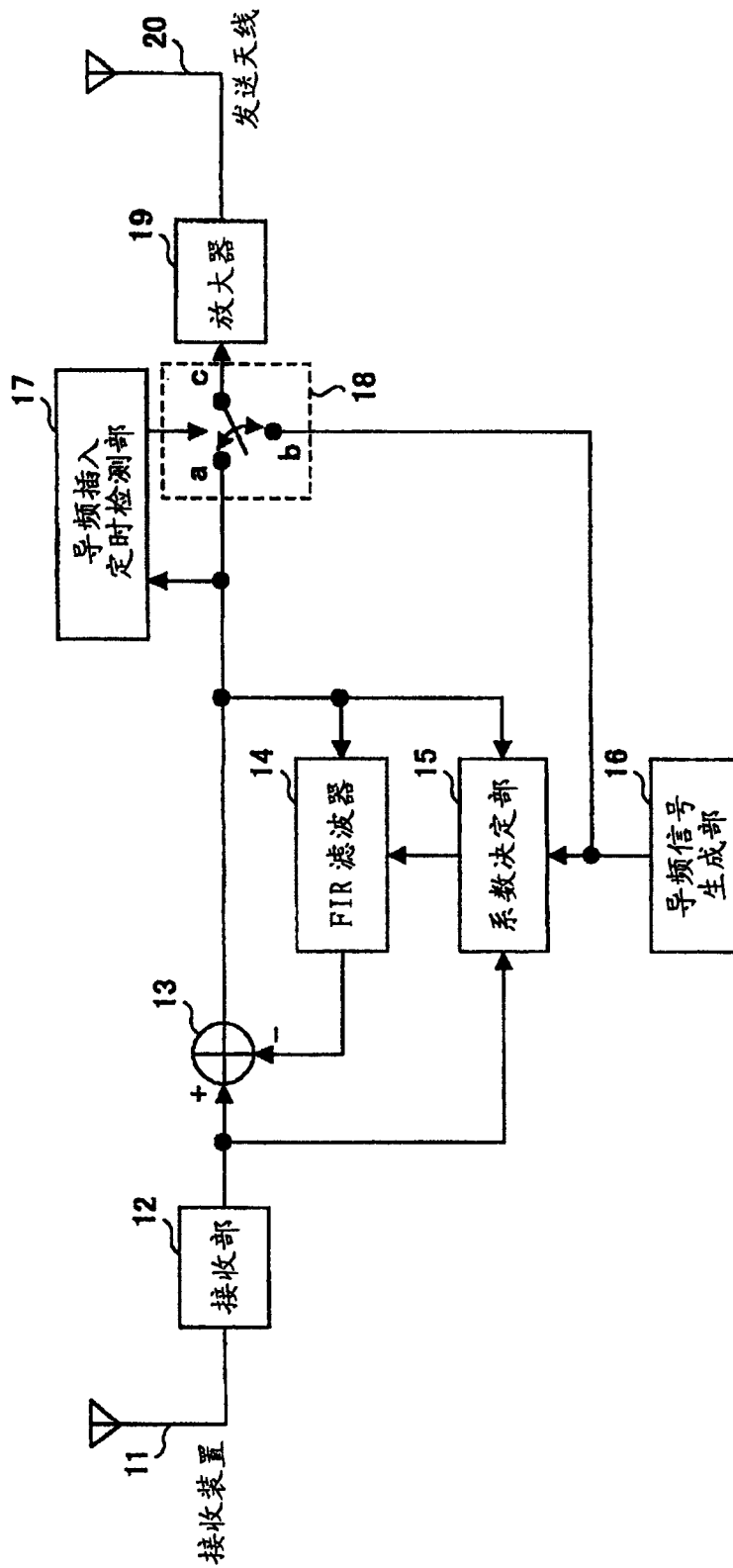


图 2

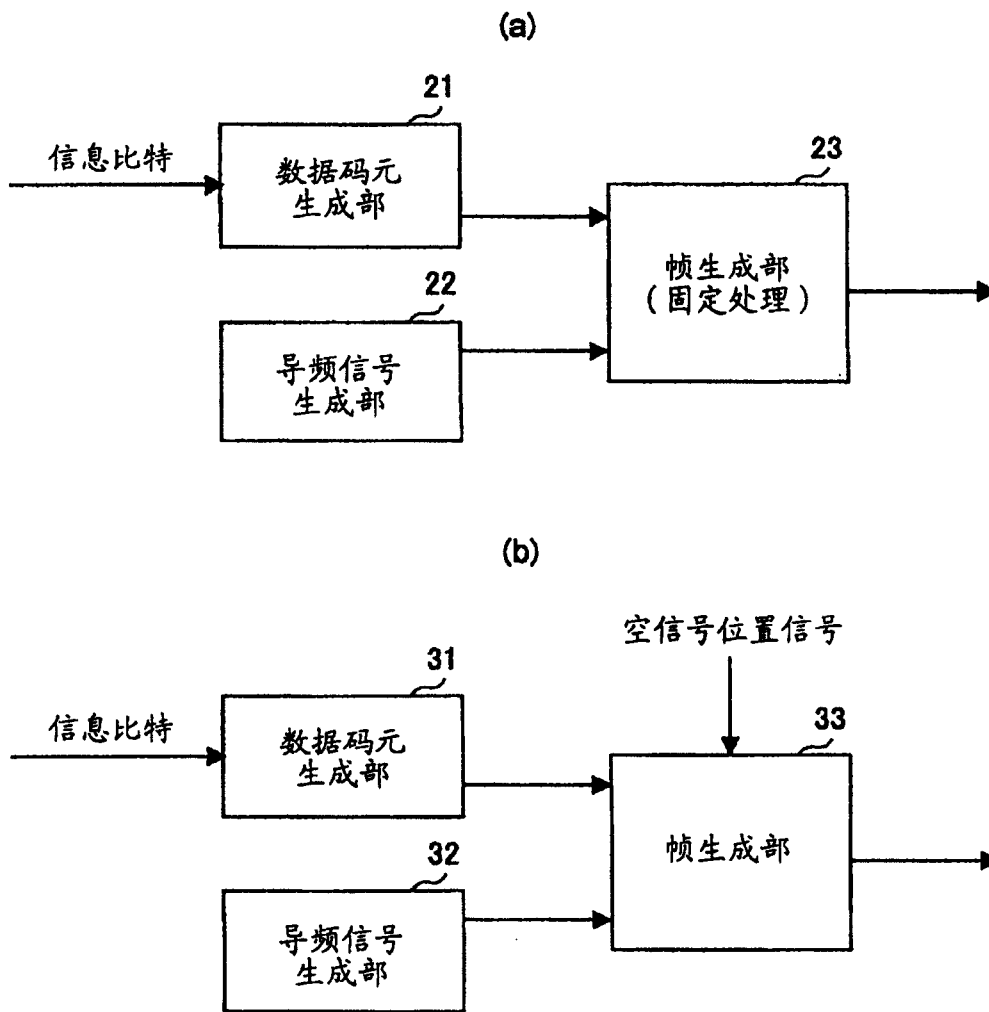


图 3

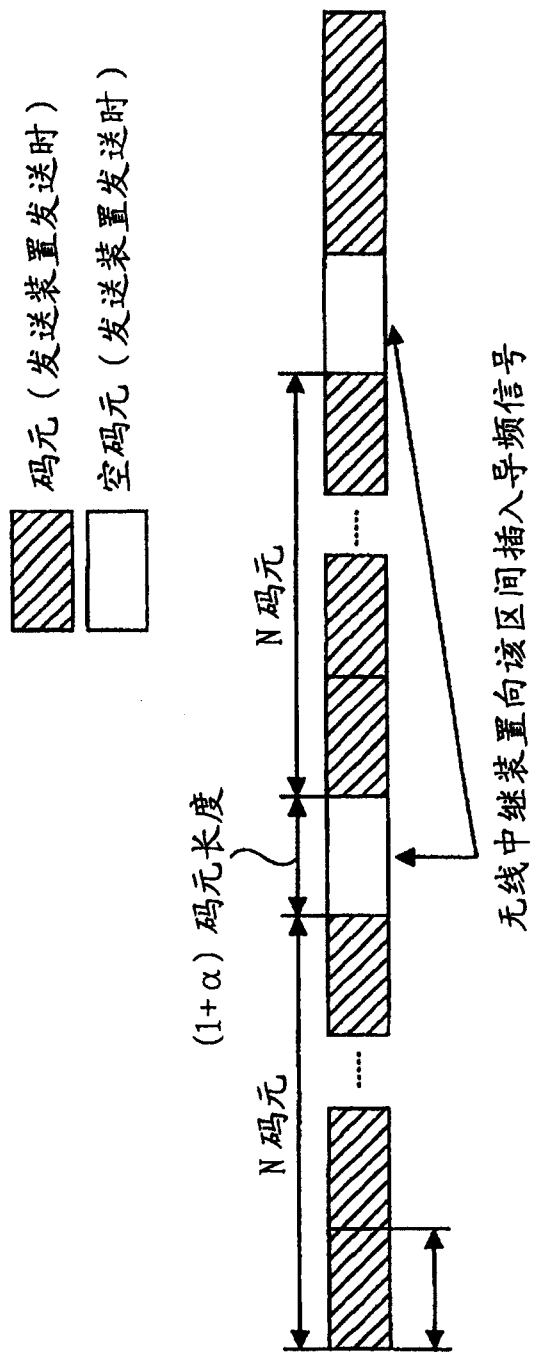


图 4

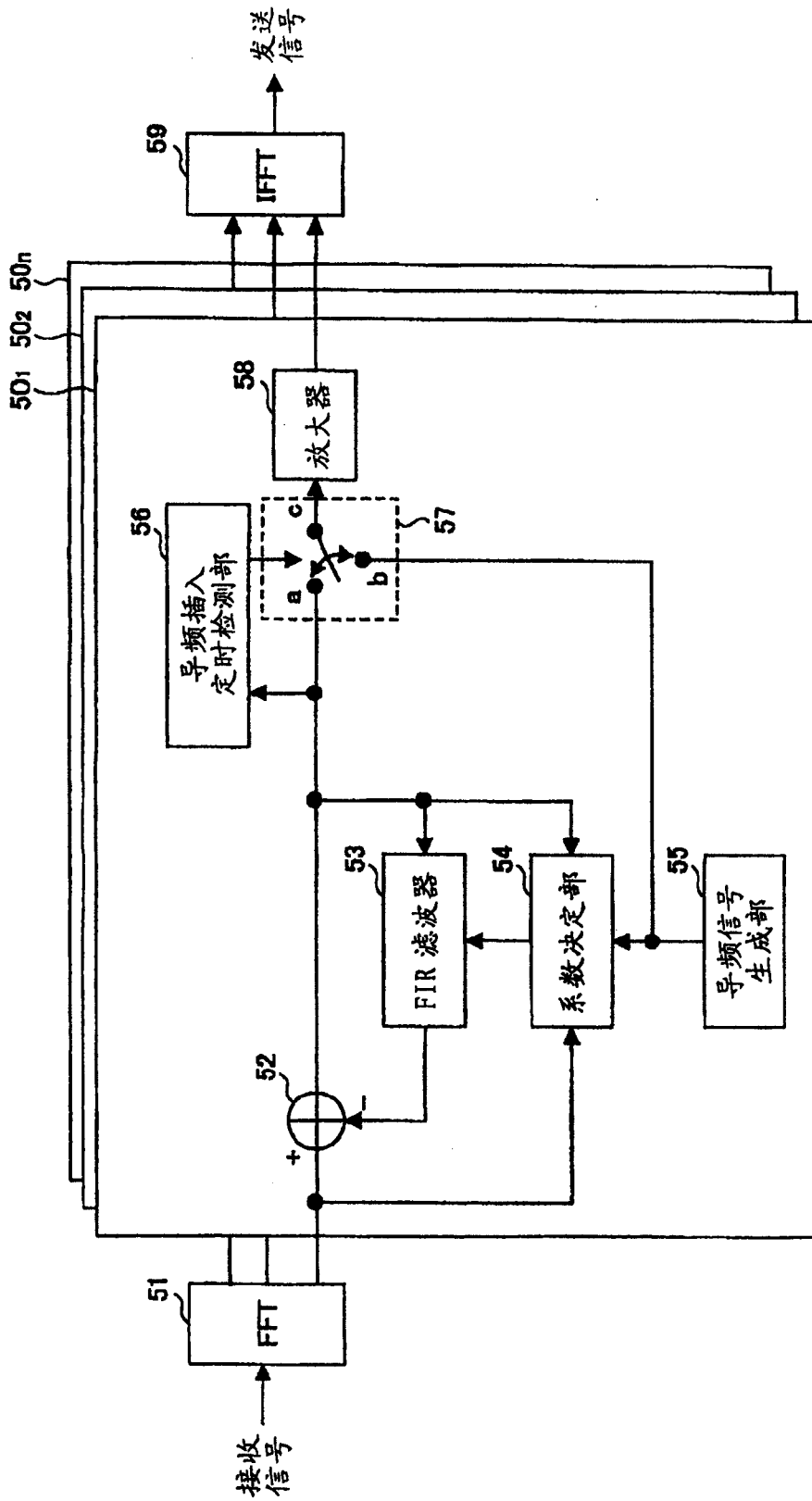
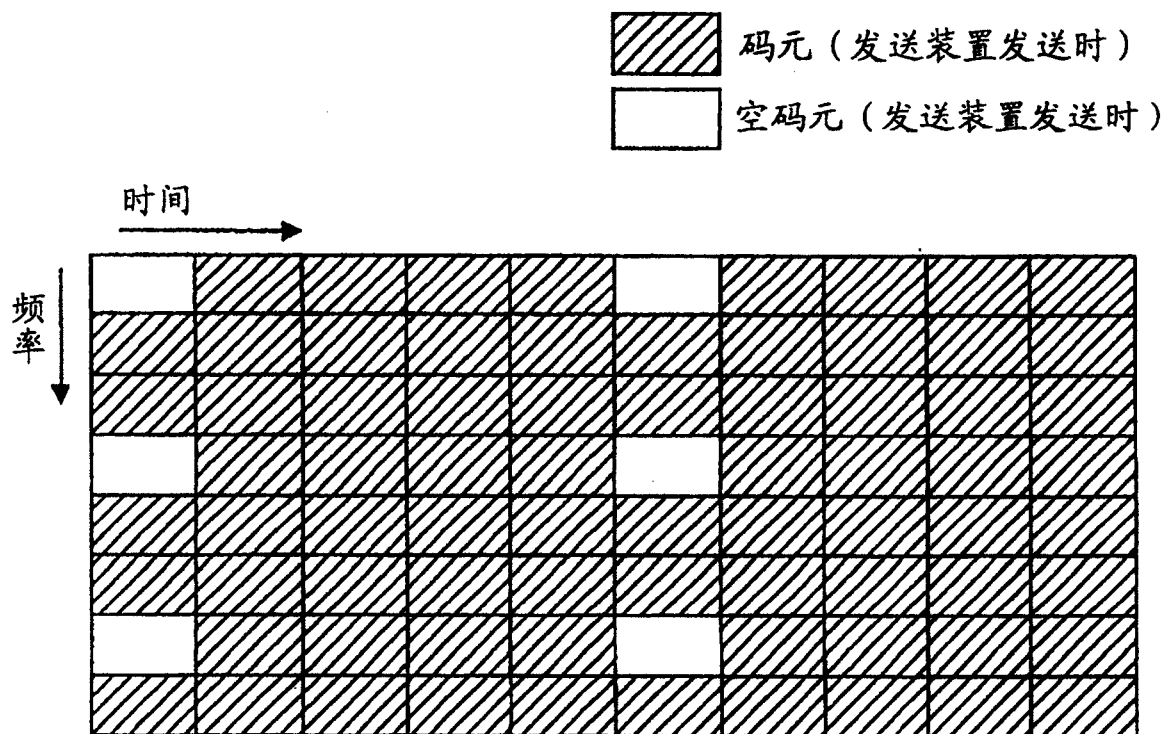


图 5



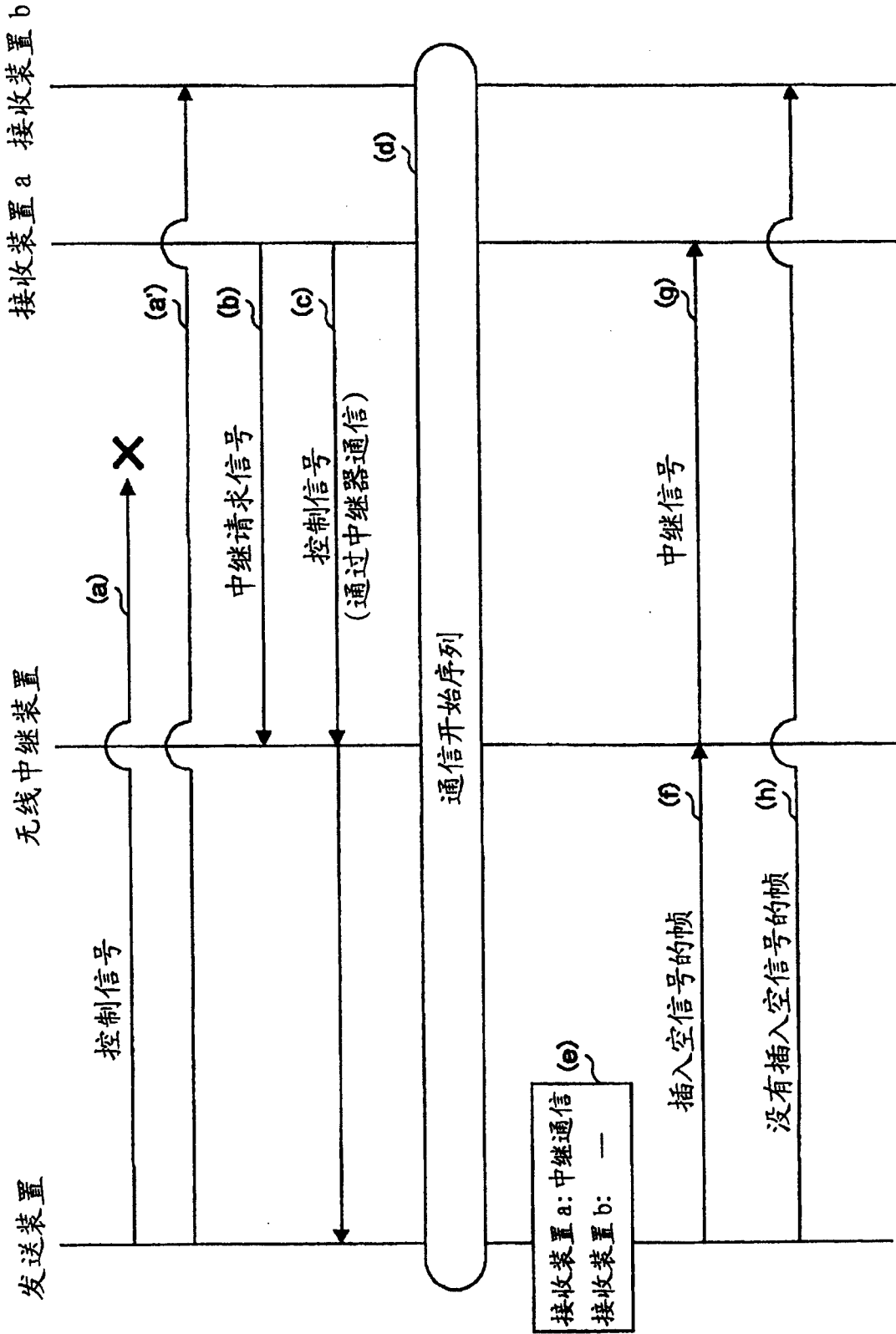


图 8

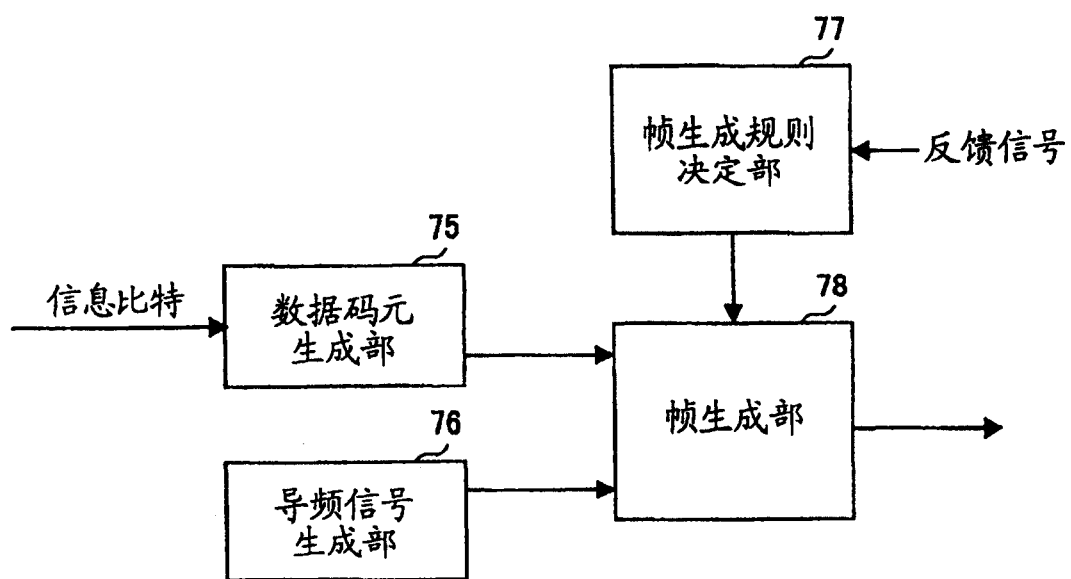


图 9

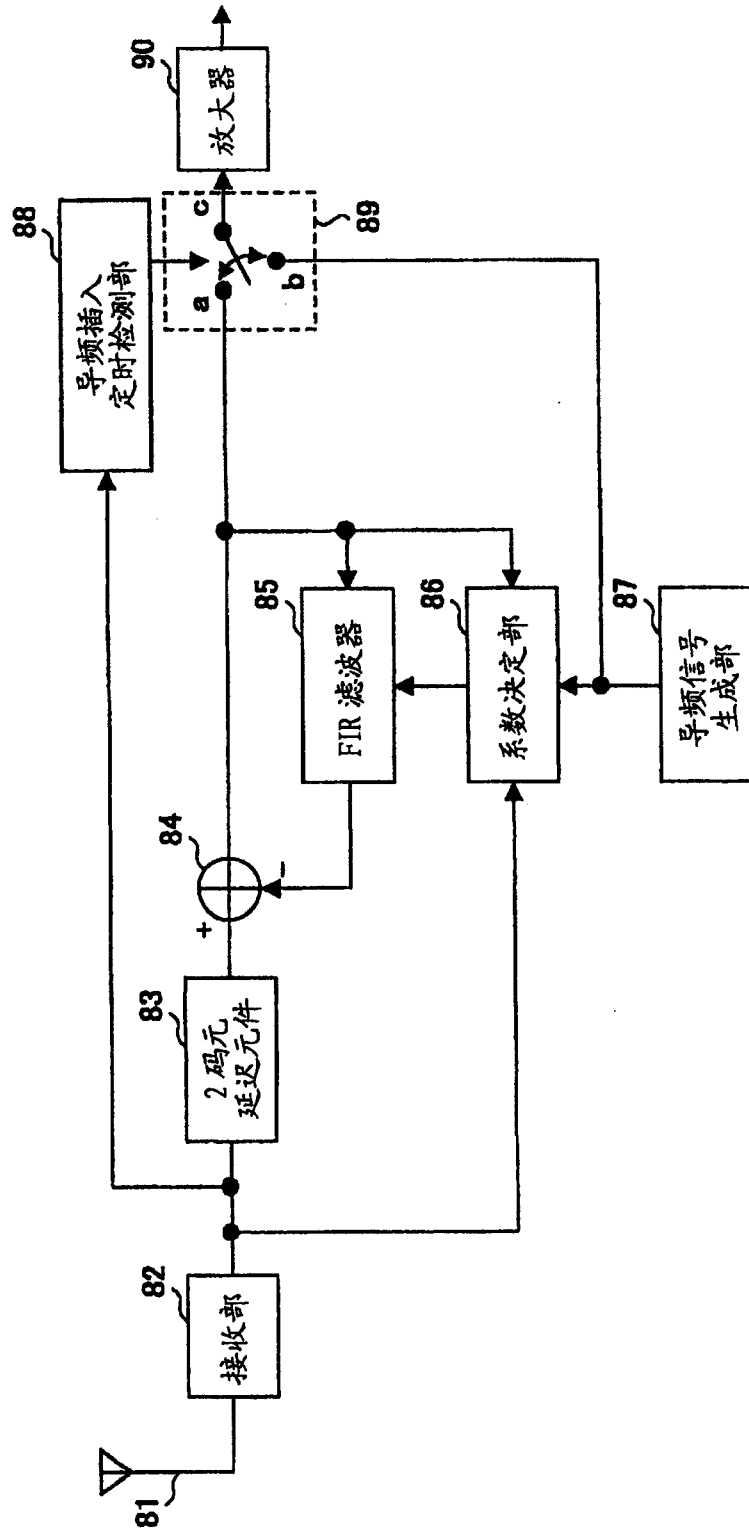


图10

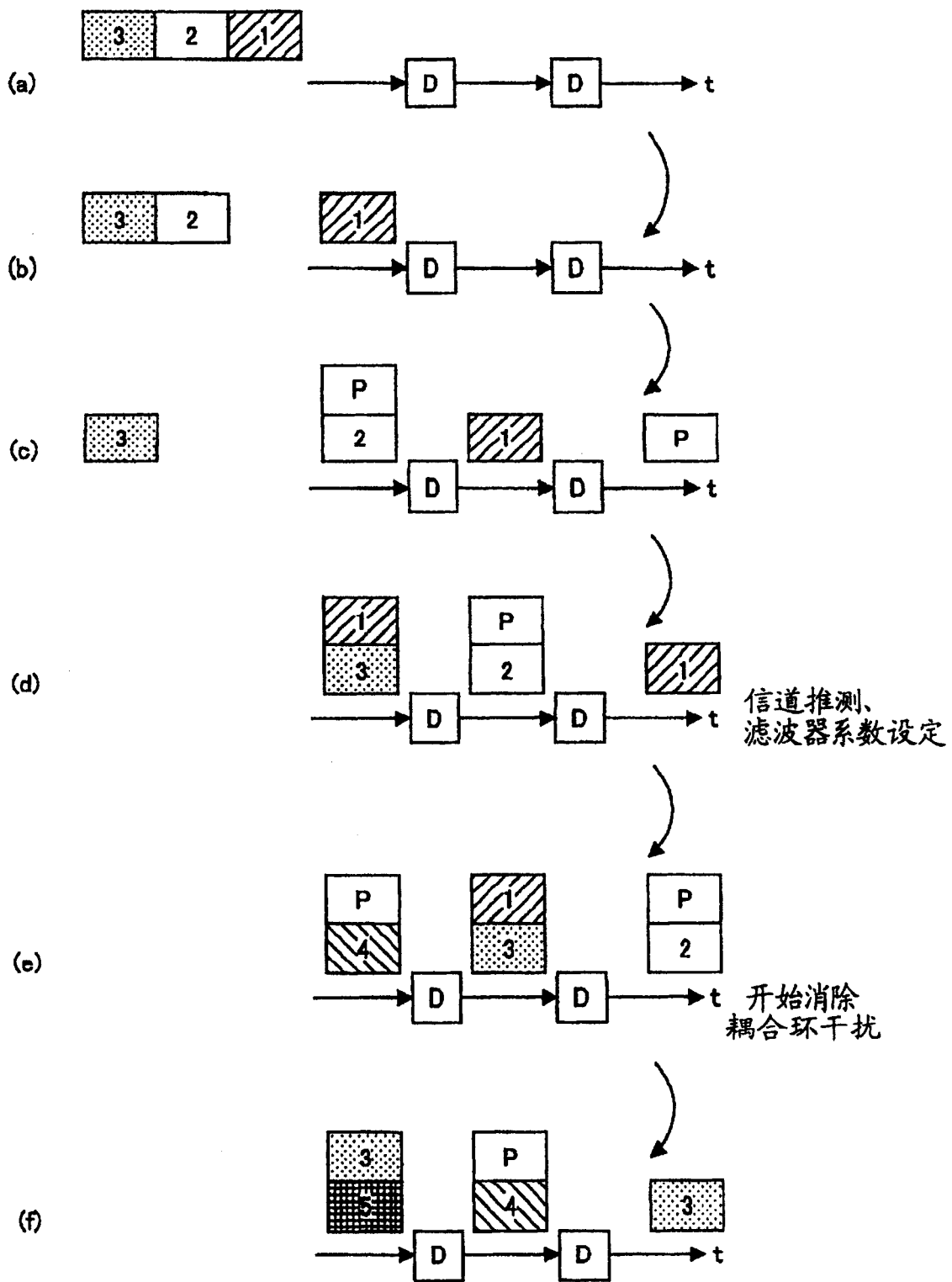


图 11

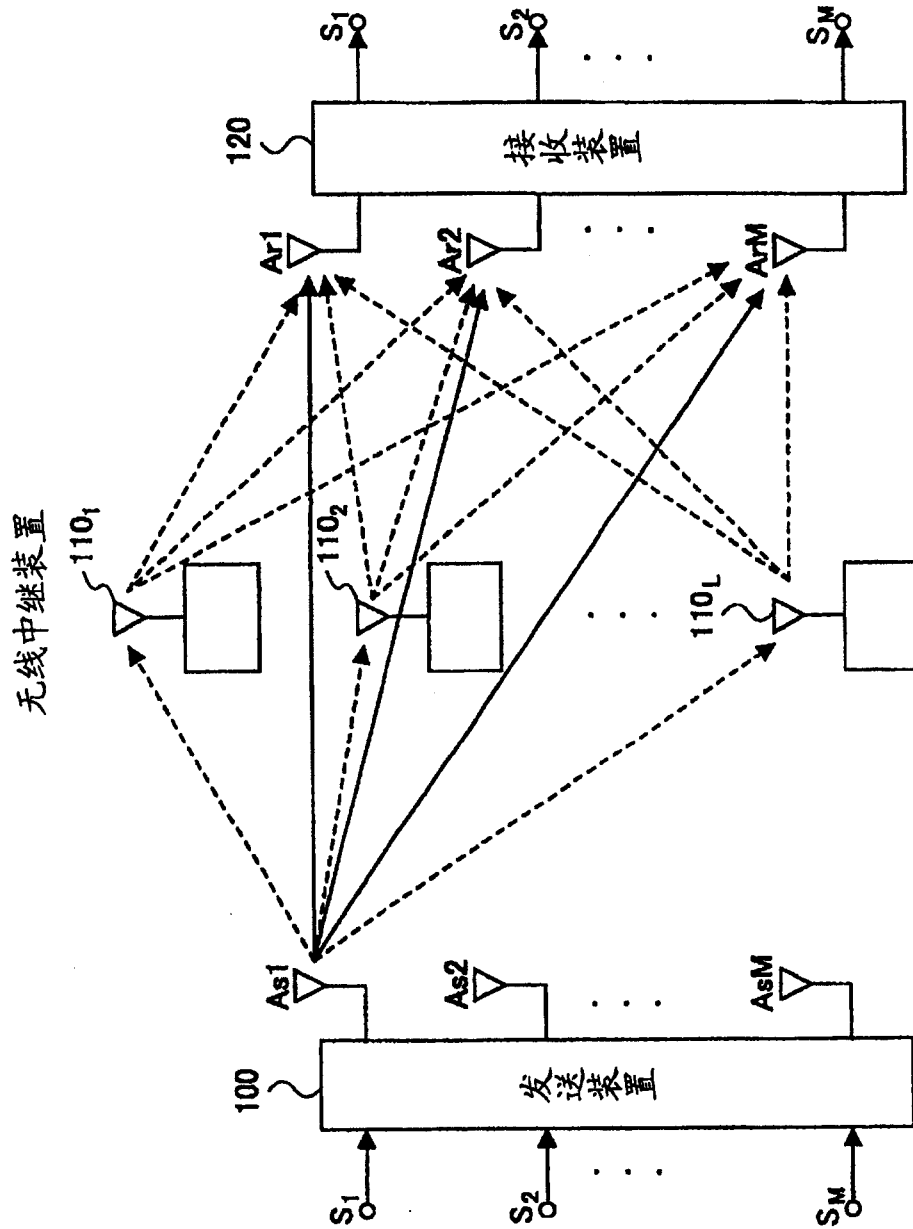


图12

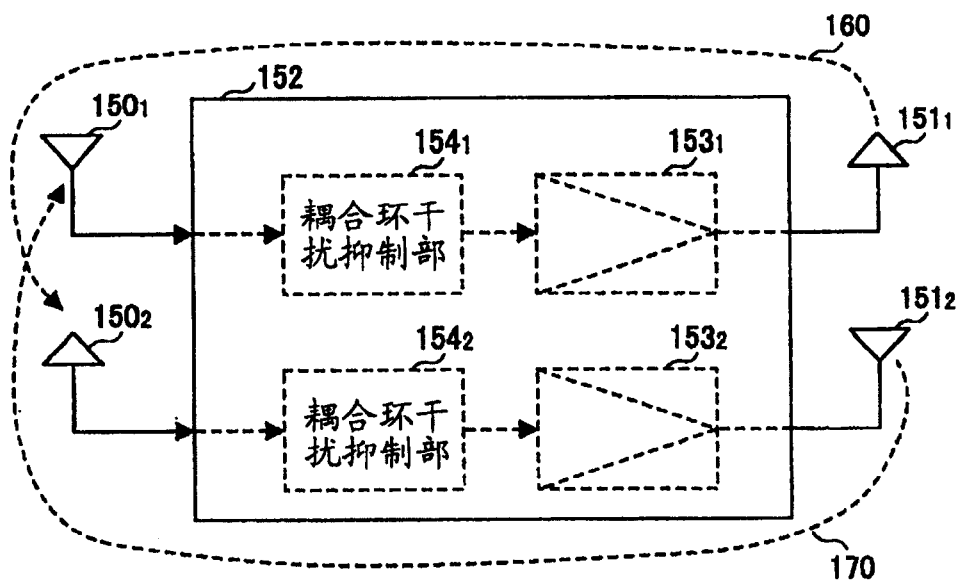


图 13

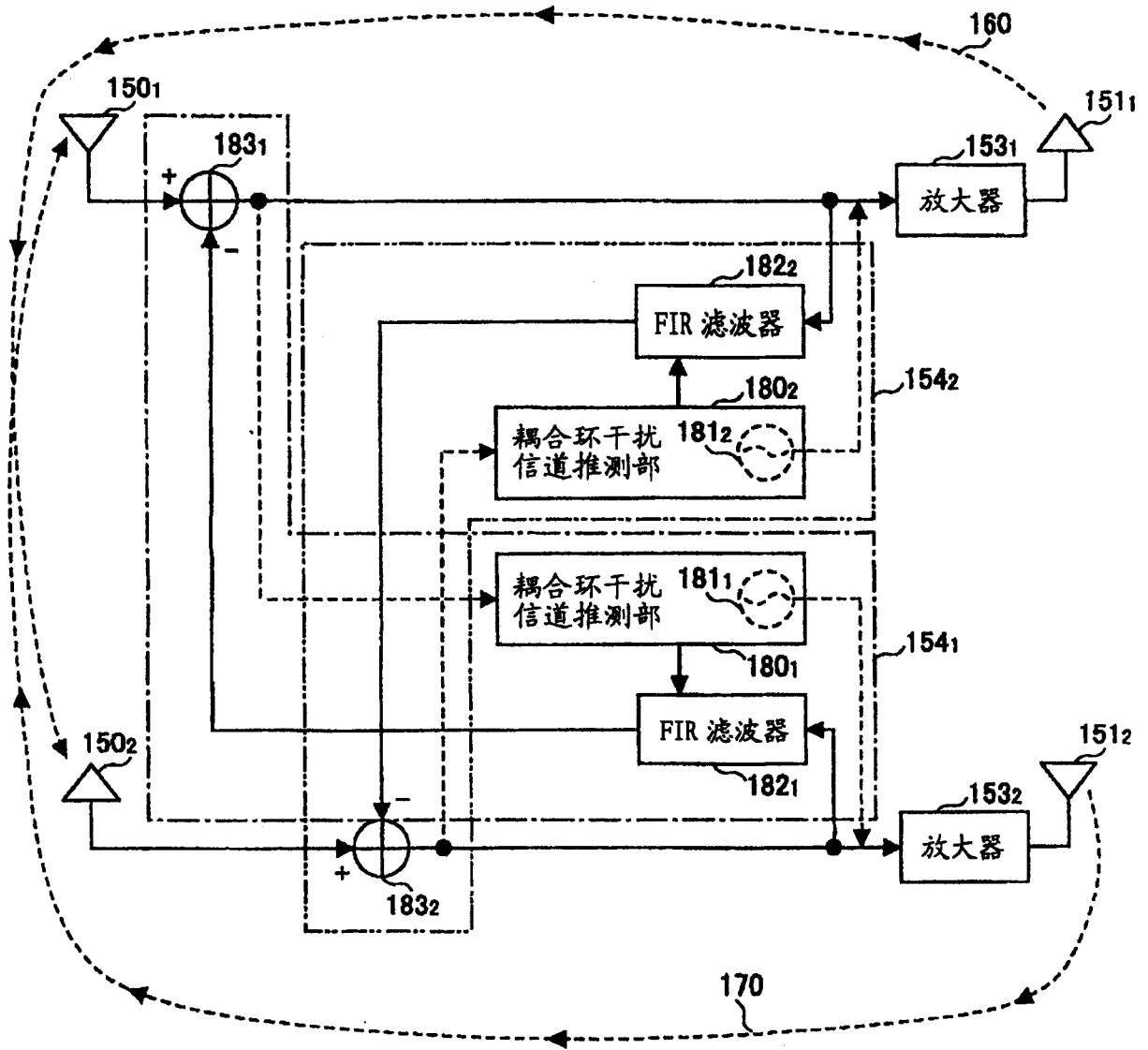


图 14

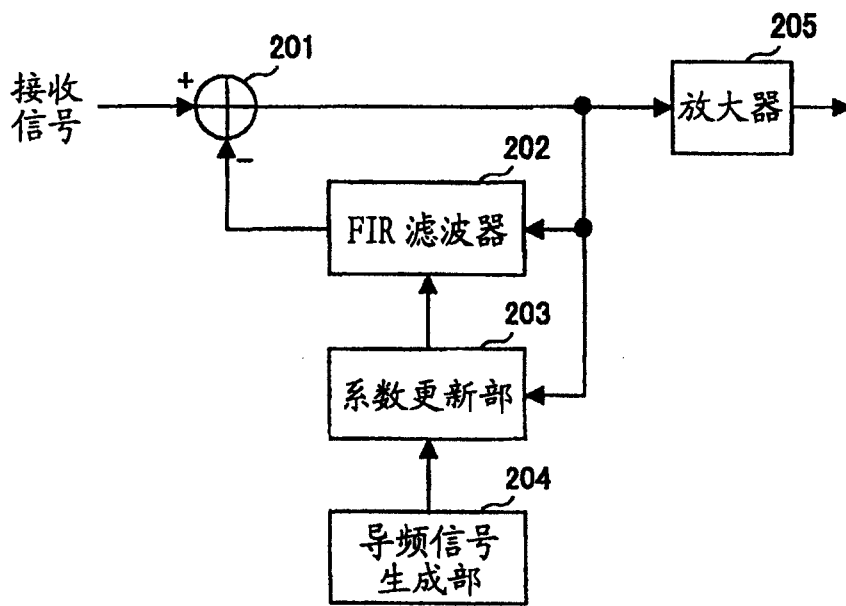


图 15