



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102742200 B

(45) 授权公告日 2015. 03. 25

(21) 申请号 201080063047. 2

(22) 申请日 2010. 12. 17

(30) 优先权数据

2010-024782 2010. 02. 05 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 08. 02

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2010/072759 2010. 12. 17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/096138 JA 2011. 08. 11

(73) 专利权人 夏普株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 中野博史 小野寺毅 平田梢

留场宏道 藤晋平

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 张远

(51) Int. Cl.

H04J 99/00(2006. 01)

H04B 7/04(2006. 01)

H04J 11/00(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2009296656 A1, 2009. 12. 03, 参见说明书第 30 段以及图 1.

WO 2010005217 A2, 2010. 01. 14, 参见摘要, 说明书第 12, 39 段以及图 2.

JP 2009206897 A, 2009. 09. 10,

WO 2008149533 A1, 2008. 12. 11, 全文.

CN 101552633 A, 2009. 10. 07, 全文.

审查员 狄文桥

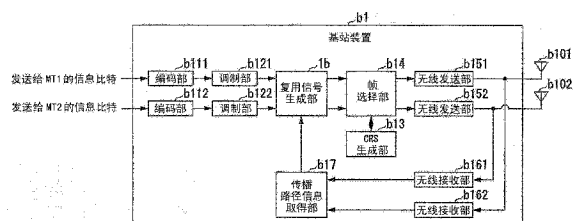
权利要求书5页 说明书36页 附图38页

(54) 发明名称

发送装置、接收装置、无线通信系统、发送控制方法、接收控制方法和处理器

(57) 摘要

本发明提供一种发送装置、接收装置、无线通信系统、发送控制方法、接收控制方法及程序。复用信号生成部复用进行了抑制信号的功率的功率抑制处理的发送给第 1 接收装置的信号、不进行功率抑制处理的发送给第 2 接收装置的信号。



1. 一种发送装置,其具备多个发送天线,对发送给多个接收装置的信号进行空间复用来发送,所述发送装置的特征在于,

对所述发送给多个接收装置的信号进行干扰减法运算,

所述发送装置具备:复用信号生成部,其针对所述多个接收装置的每个接收装置,决定是作为进行对所述干扰减法运算后的发送给该接收装置的信号抑制信号功率的功率抑制处理的第1接收装置、或者是作为不进行所述功率抑制处理的第2接收装置,仅对发送给所述第1接收装置的信号在所述干扰减法运算后进行所述功率抑制处理,生成对发送给所述多个接收装置的信号进行空间复用而得到的信号。

2. 根据权利要求1所述的发送装置,其特征在于,

所述复用信号生成部基于与所述多个接收装置的每个接收装置之间的传播路径状态信息,来决定将所述接收装置作为所述第1接收装置或者是作为所述第2接收装置。

3. 根据权利要求1或2所述的发送装置,其特征在于,

所述功率抑制处理是剩余运算。

4. 根据权利要求1所述的发送装置,其特征在于,

所述复用信号生成部具备:

剩余切换决定部,其决定将所述多个接收装置的每个接收装置作为所述第1接收装置或者是作为所述第2接收装置,并生成识别所述第1接收装置和所述第2接收装置的发送模式信息进行输出;和

自适应剩余部,其基于所述发送模式信息,生成发送给所述第1接收装置的信号和发送给所述第2接收装置的信号。

5. 根据权利要求4所述的发送装置,其特征在于,

所述剩余切换决定部,针对所述多个接收装置的每个接收装置,在由发送给其他的接收装置的信号产生的干扰功率大于阈值的情况下将所述接收装置决定为所述第1接收装置,在所述干扰功率小于阈值的情况下将所述接收装置决定为所述第2接收装置。

6. 根据权利要求4所述的发送装置,其特征在于,

所述复用信号生成部还具备:

系数计算部,其基于与所述多个接收装置的每个接收装置之间的传播路径状态信息,计算与所述接收装置的每个接收装置相关的干扰系数;

干扰计算部,其基于所述系数计算部计算出的干扰系数、发送给其他接收装置的信号,计算针对发送给所述接收装置的信号的干扰、即由发送给其他接收装置的信号产生的干扰信号;和

干扰减法部,其从发送给所述接收装置的信号中减去所述干扰计算部计算出的由发送给其他接收装置的信号产生的干扰信号,

所述自适应剩余部基于从所述剩余切换决定部输入的各个发送模式信息,根据所述干扰减法部减去了各个干扰信号之后的信号,分别生成发送给所述第1接收装置的信号和发送给所述第2接收装置的信号。

7. 根据权利要求4所述的发送装置,其特征在于,

所述发送装置具备帧构成部,该帧构成部将所述剩余切换决定部所生成的发送模式信息即表示是所述第1接收装置的发送模式信息的信号插入所述空间复用后的信号中。

8. 根据权利要求 4 所述的发送装置,其特征在于,

所述发送装置具备帧构成部,该帧构成部将所述剩余切换决定部所生成的发送模式信息即表示是所述第 2 接收装置的发送模式信息的信号插入所述空间复用后的信号中。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的发送装置,其特征在于,

所述复用信号生成部具备:

系数计算部,其基于与所述多个接收装置的每个接收装置之间的传播路径状态信息,计算线性滤波器、以及与所述接收装置的每个接收装置相关的干扰系数;

干扰计算部,其基于所述系数计算部计算出的干扰系数、发送给其他接收装置的信号,计算针对发送给所述接收装置的信号的干扰即由发送给其他接收装置的信号产生的干扰信号;

干扰减法部,其从发送给所述接收装置的信号中减去所述干扰计算部计算出的由发送给其他接收装置的信号产生的干扰信号;

自适应剩余部,其基于从所述剩余切换决定部输入的发送模式信息,根据所述干扰减法部进行相减之后的信号,生成发送给所述第 1 接收装置的信号和发送给所述第 2 接收装置的信号;和

系数乘法部,其对所述帧构成部插入的发送模式信息的信号、所述自适应剩余部所生成的发送给所述第 1 接收装置的信号和发送给所述第 2 接收装置的信号乘以所述系数计算部计算出的线性滤波器。

10. 根据权利要求 3 所述的发送装置,其特征在于,

所述复用信号生成部具备帧构成部,该帧构成部将所述接收装置各自的固有参照信号插入发送给该接收装置的信号中。

11. 根据权利要求 4 所述的发送装置,其特征在于,

所述复用信号生成部具备:

系数计算部,其基于与所述多个接收装置的每个接收装置之间的传播路径状态信息,来计算与所述接收装置的每个接收装置相关的干扰系数;

干扰计算部,其基于所述系数计算部计算出的干扰系数、发送给其他接收装置的信号,计算针对发送给所述接收装置的信号的干扰即由发送给其他接收装置的信号产生的干扰信号;

干扰减法部,其按照预先确定的接收装置的顺序,从发送给该接收装置的信号中减去干扰计算部计算出的由发送给其他接收装置的信号产生的干扰信号;和

剩余运算部,其对发送给所述接收装置的顺序大于阈值的第 1 接收装置的信号进行剩余运算,

复用发送给所述接收装置的顺序小于阈值的第 2 接收装置的信号即所述干扰减法部减去了所述干扰信号之后的信号、和所述剩余运算部进行了剩余运算之后的信号。

12. 根据权利要求 11 所述的发送装置,其特征在于,

所述发送装置具备帧构成部,该帧构成部将表示是所述接收装置的顺序大于阈值的第 1 接收装置的发送模式信息的信号插入所述空间复用后的信号中。

13. 根据权利要求 12 所述的发送装置,其特征在于,

所述发送装置具备帧构成部,该帧构成部将表示是所述接收装置的顺序小于阈值的第

2 接收装置的发送模式信息的信号插入所述空间复用后的信号中。

14. 根据权利要求 12 或 13 所述的发送装置,其特征在于,

所述系数计算部基于与所述多个接收装置的每个接收装置之间的传播路径状态信息,计算线性滤波器、以及与所述接收装置的每个接收装置相关的干扰系数,

所述复用信号生成部具备:系数乘法部,对所述帧构成部插入的发送模式信息的信号、所述自适应剩余部所生成的发送给所述第 1 接收装置的信号和发送给所述第 2 接收装置的信号乘以所述系数计算部计算出的线性滤波器。

15. 一种接收装置,其接收由发送装置对发送给多个接收装置的信号进行空间复用而发送的信号,所述接收装置的特征在于,具备:

发送模式判断部,其判断所接收的信号中的发送给本装置的信号是进行了对干扰减法运算后的信号抑制功率的功率抑制处理的发送给第 1 接收装置的信号、或者是对干扰减法运算后的信号不进行所述功率抑制处理的发送给第 2 接收装置的信号;和

自适应解调部,其基于所述发送模式判断部的判断结果,来对所述发送给本装置的信号进行解调。

16. 根据权利要求 15 所述的接收装置,其特征在于,

所述功率抑制处理是剩余运算。

17. 根据权利要求 15 或 16 所述的接收装置,其特征在于,

所述发送模式判断部取得所接收的信号中包含的信息即识别所述第 1 接收装置和第 2 接收装置的发送模式信息,并基于所取得的发送模式信息,判断所述发送给本装置的信号是发送给所述第 1 接收装置的信号或者是发送给所述第 2 接收装置的信号。

18. 根据权利要求 17 所述的接收装置,其特征在于,

在所述发送模式判断部基于所述发送模式信息判断为是发送给所述第 1 接收装置的信号的情况下,所述自适应解调部对所述发送给本装置的信号进行剩余运算来解调,在所述发送模式判断部判断为是发送给所述第 2 接收装置的信号的情况下,所述自适应解调部对所述发送给本装置的信号不进行剩余运算来解调。

19. 根据权利要求 15 或 16 所述的接收装置,其特征在于,

所述接收装置具备:

帧分离部,其从所接收的信号中提取接收装置各自的固有参照信号;

传播路径估计部,其基于所述帧分离部提取出的固有参照信号,估计传播路径状态;和

传播路径补偿部,其基于表示所述传播路径估计部估计出的传播路径状态的传播路径状态信息,对所述发送给本装置的信号进行传播路径补偿。

20. 根据权利要求 19 所述的接收装置,其特征在于,

所述发送模式判断部基于所接收的信号中包含的接收装置各自的固有参照信号,判断所述发送给本装置的信号是发送给所述第 1 接收装置的信号或者是发送给所述第 2 接收装置的信号。

21. 根据权利要求 20 所述的接收装置,其特征在于,

所述发送模式判断部基于配置有所述固有参照信号的位置所表示的本装置的顺序,判断所述发送给本装置的信号是发送给所述第 1 接收装置的信号或者是发送给所述第 2 接收装置的信号。

22. 根据权利要求 21 所述的接收装置,其特征在于,

所述发送模式判断部,在所述本装置的顺序为阈值以后的顺序的情况下,将所述发送给本装置的信号判断为是发送给所述第 1 接收装置的信号,在所述本装置的顺序是比阈值靠前的顺序的情况下,将所述发送给本装置的信号判断为是发送给所述第 2 接收装置的信号。

23. 根据权利要求 20 所述的接收装置,其特征在于,

在所述发送模式判断部判断为是发送给所述第 1 接收装置的信号的情况下,所述自适应解调部对所述发送给本装置的信号进行剩余运算来解调,在所述发送模式判断部判断为是发送给所述第 2 接收装置的信号的情况下,所述自适应解调部对所述发送给本装置的信号不进行剩余运算来解调。

24. 根据权利要求 20 所述的接收装置,其特征在于,

所述固有参照信号以对应的接收装置的顺序按时间顺序进行配置,

所述发送模式判断部选择所述固有参照信号之中以与所述接收装置的顺序对应的顺序的最后接收到的固有参照信号,

所述接收装置还具备:传播路径估计部,其基于所述发送模式判断部选择出的固有参照信号来估计传播路径状态;和

传播路径补偿部,其基于表示所述传播路径估计部估计出的传播路径状态的传播路径状态信息,对所述发送给本装置的信号进行传播路径补偿。

25. 一种无线通信系统,具备对发送给多个接收装置的信号进行空间复用来发送的发送装置、接收所述发送装置发送的信号的接收装置,所述无线通信系统的特征在于,

所述发送装置对所述发送给多个接收装置的信号进行干扰减法运算,并且所述发送装置具备:复用信号生成部,其针对所述多个接收装置的每个接收装置,决定是作为进行对所述干扰减法运算后的发送给该接收装置的信号抑制功率的功率抑制处理的第 1 接收装置、或者是作为不进行所述功率抑制处理的第 2 接收装置,仅对发送给所述第 1 接收装置的信号在所述干扰减法运算后进行所述功率抑制处理,生成对发送给所述多个接收装置的信号进行了空间复用而得到的信号,

所述接收装置具备:

发送模式判断部,其判断所接收的信号中的发送给本装置的信号是发送给所述第 1 接收装置的信号或者是发送给所述第 2 接收装置的信号;

自适应解调部,其基于所述发送模式判断部的判断结果来解调所述发送给本装置的信号。

26. 一种发送控制方法,是对发送给多个接收装置的信号进行空间复用来发送的发送装置中的发送控制方法,其具有如下过程:

对所述发送给多个接收装置的信号进行干扰减法运算的过程;

针对所述多个接收装置的每个接收装置,决定是作为进行对发送给该接收装置的信号抑制功率的功率抑制处理的第 1 接收装置、或者是作为不进行所述功率抑制处理的第 2 接收装置的过程;

仅对发送给所述第 1 接收装置的信号在所述干扰减法运算后进行所述功率抑制处理的过程;和

生成对发送给所述多个接收装置的信号进行空间复用而得到的信号的过程。

27. 一种接收控制方法,是接收由发送装置对发送给多个接收装置的信号进行空间复用而发送的信号接收装置中的接收控制方法,其包括:

第1过程,判断所接收的信号中的发送给本装置的信号是进行了对干扰减法运算后的信号抑制功率的功率抑制处理的发送给第1所述接收装置的信号或者是对干扰减法运算后的信号不进行所述功率抑制处理的发送给第2所述接收装置的信号;和

第2过程,基于所述第1过程中的判断结果来解调所述发送给本装置的信号。

28. 一种处理器,是对发送给多个接收装置的信号进行空间复用来发送的发送装置中使用的处理器,所述处理器的特征在于,

对所述发送给多个接收装置的信号进行干扰减法运算,并且具备复用信号生成部,复用在所述干扰减法运算后进行了抑制功率的功率抑制处理的发送给第1所述接收装置的信号、和在所述干扰减法运算后不进行所述功率抑制处理的发送给第2所述接收装置的信号。

29. 一种处理器,是接收由发送装置对发送给多个接收装置的信号进行空间复用而发送的信号的接收装置中使用的处理器,所述处理器的特征在于,具备:

发送模式判断部,其判断所接收的信号中的发送给本装置的信号是进行了对干扰减法运算后的信号抑制功率的功率抑制处理的发送给第1所述接收装置的信号或者是对干扰减法运算后的信号不进行所述功率抑制处理的发送给第2所述接收装置的信号;和

自适应解调部,其基于所述发送模式判断部的判断结果,来对所述发送给本装置的信号进行解调。

发送装置、接收装置、无线通信系统、发送控制方法、接收控制方法和处理器

技术领域

[0001] 本发明涉及发送装置、接收装置、无线通信系统、发送控制方法、接收控制方法、及处理器。

[0002] 本申请基于 2010 年 2 月 5 日在日本申请的特愿 2010-024782 号主张优先权，并将其内容援引与此。

背景技术

[0003] < 关于 THP >

[0004] 在无线通信技术中，周知 Tomlinson Harashima Precoding (THP : 汤姆林森 - 哈拉希玛预编码)。THP 是如下技术：在发送装置与接收装置的通信中存在干扰的状况下，发送装置预先检测干扰，将从发送信号中预先消除了干扰之后的信号发送至接收装置。在此，发送装置及接收装置通过进行 Modulo (模、剩余) 运算，收发抑制了因消除干扰而引起的发送功率增加的信号 (参照非专利文献 1)。

[0005] 以下，对利用 THP 的通信进行详细说明。

[0006] 首先，对发送装置及接收装置进行的模运算进行说明。模运算是如下的运算：对调制符号的 I-ch (In-phase channel : 同相信道) 及 Q-ch (Quadrature channel : 正交信道) 加上发送装置及接收装置已知的值 τ 的整数倍，按照该信号成为收敛在 $[-\tau/2, \tau/2]$ 的范围内的调制符号的方式进行变换。模运算由如下的式 (1) 表示。

[0007] 【公式 1】

$$[0008] \quad x' = \text{Mod}_{\tau}(x) = x - \text{floor} \left(\frac{\text{Re}(x) + \frac{\tau}{2}}{\tau} \right) \tau - j \cdot \text{floor} \left(\frac{\text{Im}(x) + \frac{\tau}{2}}{\tau} \right) \tau$$

[0009] $\cdots (1)$

[0010] 在此， $\text{Mod}_{\tau}(x)$ 表示模运算， x 、 x' 分别表示模运算前后的调制符号。此外， j 表示虚数单位， $\text{Re}(x)$ 表示 x 的实部， $\text{Im}(x)$ 表示 x 的虚部。此外， $\text{floor}(x)$ 表示没有超过 x 的最大整数。

[0011] 图 37 是表示现有技术涉及的模运算的示意图。在该图中，赋予符号 P11 的调制符号 P11 表示模运算前的调制符号 (式 (1) 的 x)。此外，赋予符号 P12 的调制符号 P12 表示模运算后的剩余符号 (式 (1) 的 x')。在此，调制符号 P12 是在调制符号 P11 上相加 $N_1 \tau + jN_2 \tau$ (图 37 中 $N_1 = -2$ 、 $N_2 = -1$) 之后的结果。

[0012] 在图 37 中，模运算后的调制符号 P12 的 I-ch、Q-ch 都从原点收敛在 $[-\tau/2, \tau/2]$ 的范围。这样，通过进行模运算，能够使信号的振幅收敛在一定范围内，能够降低发送功率。

[0013] 再者，通常在将调制符号的平均功率标准化为 1 的情况下，根据调制方式，模幅度 τ 成为预先在收发侧已知的规定的值。例如，在 QPSK (quadrature phase-shift keying :

四位相移调制) 中 $\tau = 2\sqrt{2}$, 在 16QAM(Quadrature amplitude modulation: 正交振幅调制) 中 $\tau = 8/\sqrt{10}$, 在 64QAM 中 $\tau = 16/\sqrt{42}$ 。

[0014] 接下来, 对利用了模运算的干扰除去进行说明。在此, 将发送装置传送至接收装置的希望信号的调制符号设为希望符号 s , 将发送装置与接收装置之间的干扰的调制符号设为干扰符号 f 。

[0015] 在利用 THP 的通信中, 发送装置首先从希望符号 s 中减去干扰符号 f 。这样一来, 在接收装置中能够解调接收信号, 从而原样接收到希望符号 s 。但是, 相减之后的干扰除去符号 $s-f$ 因减去了干扰从而一般振幅会变大, 因此当发送该干扰除去符号的信号时, 发送功率会增加。为此, 发送装置对该干扰除去符号 $s-f$ 进行模运算, 发送运算后的剩余符号 $x' (= \text{Mod}_\tau(s-f))$ 的信号。由此, 发送装置能够使要发送的信号的调制符号的 I-ch、Q-ch 都从原点收敛在 $[-\tau/2, \tau/2]$ 的范围内, 与发送干扰除去符号 $s-f$ 的信号时相比, 能够发送抑制了功率的信号。

[0016] 发送装置所发送的信号受到干扰, 接收装置接收到的该信号的调制符号成为接收符号 $y = \text{Mod}_\tau(s-f) + f$ 。其中, 将传播路径的特性设定为 1, 忽略了噪声的影响。当对该接收符号进行模运算时, 其结果成为 $\text{Mod}_\tau\{\text{Mod}_\tau(s-f) + f\} = \text{Mod}_\tau(s-f+f) = \text{Mod}_\tau(s) = s$ 。也就是说, 接收装置能够检测希望符号 s 。

[0017] 以上是利用了 THP 的通信的结构。

[0018] < 关于 MU-MIMO THP >

[0019] 接下来, 说明在多用户 MIMO(MU-MIMO; Multi-User Multi Input Multi Output, 多用户多输入多输出) 通信中利用 THP 的通信。再者, 将从基站装置至终端装置的下行链路(DL: DownLink) 中的该通信技术成为“DLMU-MIMO THP”。

[0020] 图 38 是表示现有技术涉及的无线通信系统的示意图。该图是应用了 DL MU-MIMO THP 的无线通信系统的图。

[0021] 在该图中, 基站装置 X1 向多个终端装置 Y11 及 Y12 发送信号。这些信号在同一时刻以同一频率发送的情况下, 信号彼此产生干扰(用户间干扰: Multi User Interference, 多用户干扰)。DL MU-MIMO THP 是除去该用户间干扰的技术。

[0022] 非专利文献 2 中记载了 DL MU-MIMO THP。

[0023] 以下, 关于图 38 的无线通信系统, 说明基站装置 X1 及终端装置 Y1(Y11 及 Y12) 的结构。

[0024] 图 39 是表示现有技术涉及的基站装置 X1 的结构的示意框图。

[0025] 在复用信号生成部 X13 中, 滤波器计算部 X131 从终端装置 Y11 及 Y12 接收传播路径状态信息(CSI; Channel State Information, 信道状态信息), 基于接收到的 CSI 计算干扰系数及线性滤波器。滤波器计算部 X131 将计算出的表示干扰系数及线性滤波器的信息分别输出至干扰计算部 X132 及线性滤波器乘法部 X135。

[0026] 干扰计算部 X132 将从滤波器计算部 X131 输入的信息所表示的干扰系数与从调制部 X121 输入的发送至终端装置 Y11 的调制符号 s_1 相乘, 来计算干扰符号 f 。干扰计算部 X132 将计算出的干扰符号 f 输出至干扰减法部 X133。

[0027] 干扰减法部 X133 对从调制部 X122 输入的发送给 Y12 的调制符号 s_2 减去从干扰计算部 X132 输入的干扰符号 f 。干扰减法部 X133 将相减之后的干扰除去符号 $s_2 - f$ 输出至

模运算部 X134。

[0028] 模运算部 X134 针对从干扰减法部 X133 输入的干扰除去符号进行式 (1) 的模运算, 将运算后的剩余符号 s_2' ($= \text{Mod}_\tau(s_2 - f)$) 输出至线性滤波器乘法部 X135。

[0029] 线性滤波器乘法部 X135 (系数乘法部) 对从调制部 X121 输入的发送给终端装置 Y11 的调制符号 s_1 、及从模运算部 X134 输入的剩余符号 s_2' 乘以从滤波器计算部 X131 输入的信息所表示的线性滤波器, 并输出至无线发送部 X141、X142。

[0030] 通过以上的处理, 基站装置 X1 对于从基站装置 X1 至终端装置 Y11 的方向能够使发送给终端装置 Y12 的信号的成分为 0 (Null)。再者, 关于该工作原理将在后面叙述。

[0031] 图 40 是表示现有技术涉及的终端装置 Y1 的结构的示意框图。在该图中, 模运算部 Y113 针对进行了传播路径补偿的接收信号的调制符号进行式 (1) 的模运算, 提取希望符号。

[0032] 以下, 对于图 38 ~ 图 40 所示的应用了 DL MU-MIMO THP 的无线通信系统, 说明工作原理。

[0033] 在基站装置 X1 中, 干扰计算部 X132 对传播矩阵 H 的厄米特共轭矩阵 H^H 进行 QR 分解。所谓 QR 分解是将矩阵分解为酉矩阵 (unitary matrix) Q 和上三角矩阵 R 。该分解由如下的式 (2) 表示。

[0034] 【公式 2】

$$[0035] \quad H^H = QR = Q \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} \\ 0 & r_{22} \end{pmatrix} \cdot \cdot \cdot (2)$$

[0036] 滤波器计算部 X131 利用 CSI 生成矩阵 H^H , 并对矩阵 H^H 进行 QR 分解。滤波器计算部 X131 计算矩阵 Q 作为线性滤波器, 计算 r_{12}^*/r_{22}^* 作为干扰系数。在此, r^* 表示 r 的复共轭。

[0037] 干扰计算部 X132 以 $(r_{12}^*/r_{22}^*)s_1$ 来计算干扰符号 f 。此外, 模运算部 X134 以 $\text{Mod}_\tau\{s_2 - (r_{12}^*/r_{22}^*)s_1\}$ 来计算剩余符号 s_2' , 并输出至线性滤波器乘法部 X135。线性滤波器乘法部 X135 生成如下的式 (3) 的符号 s_1'' 、 s_2'' , 并分别输出至无线发送部 X141、X142。

[0038] 【公式 3】

$$[0039] \quad \begin{pmatrix} s_1'' \\ s_2'' \end{pmatrix} = Q \begin{pmatrix} s_1' \\ s_2' \end{pmatrix} \cdot \cdot \cdot (3)$$

[0040] 将终端装置 Y11 中的接收信号设为接收符号 y_1 , 将终端装置 Y12 中接收信号设为接收符号 y_2 。 y_1 和 y_2 由如下的式 (4) 表示。

[0041] 【公式 4】

$$[0042] \quad \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix} = H \begin{pmatrix} s_1'' \\ s_2'' \end{pmatrix} = (QR)^H Q \begin{pmatrix} s_1' \\ s_2' \end{pmatrix} = (R^H Q^H) Q \begin{pmatrix} s_1' \\ s_2' \end{pmatrix} = R^H \begin{pmatrix} s_1' \\ s_2' \end{pmatrix}$$

$$[0043] \quad = \begin{pmatrix} r_{11}^* s_1' \\ r_{12}^* s_1' + r_{22}^* \times \text{Mod}(s_2 - (r_{12}^*/r_{22}^*)s_1) \end{pmatrix} \cdot \cdot \cdot (4)$$

[0044] 式 (4) 表示在终端装置 Y11 的接收符号 $y_1 (= r_{11}^* s_1')$ 中不包含发送至终端装置 Y12 的希望符号 s_2 的成分。也就是说, 基站装置 X1 对于从基站装置 X1 至终端装置 Y11 的方向

能够使发送给终端装置 Y12 的信号的成分为 0 (Null)。

[0045] 在终端装置 Y11 中,传播路径补偿部 Y112 从接收符号 y_1 中除以 r_{11}^* ,由此能够提取出希望符号 s_1 。再者,尽管模运算部 Y113 进行模运算,但由于 $\text{Mod}_\tau(s_1) = s_1$,因此解调部 Y114 中被输入希望符号 s_1 。

[0046] 在终端装置 Y12 中,传播路径补偿部 Y112 从接收符号 y_2 中除以 r_{22}^* 。传播路径补偿部 Y112 将相除之后的传播补偿符号 $z_2 (= y_2/r_{22}^*)$ 输出至模运算部 Y113。

[0047] 模运算部 Y113 针对传播补偿符号 z_2 进行式 (1) 的模运算,由此提取出希望符号 s_2 (参照接下来的式 (5))。

[0048] 【公式 5】

$$\begin{aligned} [0049] \quad \text{Mod}_\tau(z_2) &= \text{Mod}_\tau(r_{12}^*/r_{22}^*s_1 + \text{Mod}_\tau(s_2 - r_{12}^*/r_{22}^*s_1)) \\ [0050] \quad &= \text{Mod}_\tau(r_{12}^*/r_{22}^*s_1 + (s_2 - r_{12}^*/r_{22}^*s_1)) \quad \cdot \cdot \cdot (5) \\ [0051] \quad &= s_2 \end{aligned}$$

[0052] 此外,在非专利文献 3 中记载了如下的内容:在应用上述 DL MU-MIMO THP 的无线通信系统中,终端装置各自具备多个天线,进行 SU-MIMO (Single-User Multi Input Multi Output:单用户多输入多输出) 通信。

[0053] 图 41 是表示现有技术涉及的无线通信系统的其他的示意图。该图是在终端装置各自进行 SU-MIMO 通信的情况下应用 DL MU-MIMO THP 的无线通信系统的图。

[0054] 在该图中,基站装置 X2 利用 SU-MIMO 通信向多个终端装置 Y21 ~ Y23 分别发送信号。该信号在同一时刻以同一频率进行发送的情况下,信号彼此发生用户间干扰,但通过采用 DL MU-MIMO THP,可除去该用户间干扰。

[0055] 【现有技术文献】

[0056] 【非专利文献】

[0057] 【非专利文献 1】H. Harashima and H. Miyakawa, "Matched-Transmission Technique for Channels With Intersymbol Interference", IEEE Transactions On Communications, Vol. Com-20, 否. 4, pp. 774-780, August 1972.

[0058] 【非专利文献 2】J. Liu and A. Krzymien, "Improved Tomlinson-Harashima Precoding for the Downlink of Multiple Antenna Multi-User Systems", Proc. IEEE Wireless and Communications and Networking Conference, pp. 466-472, March 2005.

[0059] 【非专利文献 3】V. Stankovic and M. Haardt, "Successive optimization Tomlinson-Harashima precoding (SO THP) for multi-user MIMO systems", Proc. IEEE Int. Conf. Acoust., Speech, and Signal Processing (ICASSP), Vol. III, pp. 1117-1120, Philadelphia, PA, USA, March 2005.

发明内容

[0060] 【本发明所要解决的技术问题】

[0061] 但是,在上述现有的应用 THP 的无线通信系统中存在如下缺点:由于将按照模幅度 τ 间隔周期性在 I-ch、Q-ch 方向上偏移的点视为相同的点,因此接收候补点增加从而信号检测性能下降 (Modulo Loss, 模损失)。

[0062] 具体而言,利用图 42 说明信号检测性能的下降。

[0063] 图 42 是表示现有技术涉及的接收候补点的示意图。上图 (a) 是不应用 THP 时的图,下图 (b) 是应用 THP 时的图。此外,图 42 是调制方式为 QPSK 时的图。在该图中,白色及黑色的圆圈、白色及黑色的四角形表示接收候补点。

[0064] 在图 42 中,因噪声等影响,接收信号点向箭头的前端的位置(赋予符号 z_{11} 的 $\times$ 标记。称为信号 z_{11}) 偏移。在该情况下,在上图 (a) 中,信号 z_{11} 被检测为最近的接收信号点 P_{11} 。另一方面,在下图 (b) 中信号 z_{11} 被检测为最近的接收信号点 P_{22} 。这样,在现有的应用 THP 的无线通信系统中,存在接收候补点增加从而信号检测性能下降、传播特性恶化的这种缺陷。

[0065] 本发明是鉴于上述点提出的,提供一种能够提高传播特性的发送装置、接收装置、无线通信系统、发送控制方法、接收控制方法、及处理器。

[0066] 【用于解决技术问题的技术方案】

[0067] (1) 本发明是为了解决上述问题而提出的,本发明的发送装置具备多个发送天线,对发送给多个接收装置的信号进行空间复用来发送,该发送装置具备:复用信号生成部,其复用进行了抑制信号功率的功率抑制处理的发送给第 1 所述接收装置的信号、和不进行所述功率抑制处理的发送给第 2 所述接收装置的信号。

[0068] (2) 此外,本发明在上述发送装置的基础上,所述复用信号生成部基于与所述多个接收装置的每个接收装置之间的传播路径状态信息,来决定所述接收装置是第 1 接收装置或者是第 2 接收装置。

[0069] (3) 此外,本发明在上述发送装置的基础上,所述复用信号生成部复用发送给多个第 1 所述接收装置的信号、和发送给多个第 2 所述接收装置的信号。

[0070] (4) 此外,本发明在上述发送装置的基础上,所述功率抑制处理是剩余运算。

[0071] (5) 此外,本发明在上述发送装置的基础上,所述复用信号生成部具备:剩余切换决定部,其决定所述接收装置是第 1 接收装置或者是第 2 接收装置,并生成识别所述第 1 接收装置和第 2 接收装置的发送模式信息进行输出;和自适应剩余部,其基于从所述剩余切换决定部输入的发送模式信息,生成发送给所述第 1 接收装置的信号和发送给所述第 2 接收装置的信号。

[0072] (6) 此外,本发明在上述发送装置的基础上,所述剩余切换决定部在由发送给其他的接收装置的信号产生的干扰功率大于阈值的情况下将所述接收装置决定为是第 1 接收装置,在由发送给其他的接收装置的信号产生的干扰功率小于阈值的情况下将所述接收装置决定为是第 2 接收装置。

[0073] (7) 此外,本发明在上述发送装置的基础上,所述复用信号生成部具备:系数计算部,其基于与所述多个接收装置的每个接收装置之间的传播路径状态信息,计算与所述接收装置的每个接收装置相关的干扰系数;干扰计算部,其基于所述系数计算部计算出的干扰系数、发送给其他接收装置的信号,计算针对发送给所述接收装置的信号的干扰、即由发送给其他接收装置的信号产生的干扰信号;和干扰减法部,其从发送给所述接收装置的信号中减去干扰计算部计算出的由发送给其他接收装置的信号产生的干扰信号,所述自适应剩余部基于从所述剩余切换决定部输入的各个发送模式信息,根据所述干扰减法部减去了各个干扰信号之后的信号,分别生成发送给所述第 1 接收装置的信号和发送给所述第 2 接

收装置的信号。

[0074] (8) 此外,本发明在上述发送装置的基础上,具备帧构成部,该帧构成部将所述剩余切换决定部所生成的发送模式信息即表示是第 1 接收装置的发送模式信息的信号插入所述信号中。

[0075] (9) 此外,本发明在上述发送装置的基础上,具备帧构成部,该帧构成部将所述剩余切换决定部所生成的发送模式信息即表示是第 2 接收装置的发送模式信息的信号插入所述信号中。

[0076] (10) 此外,本发明在上述发送装置的基础上,所述复用信号生成部具备:系数计算部,其基于与所述多个接收装置的每个接收装置之间的传播路径状态信息,计算线性滤波器、以及与所述接收装置的每个接收装置相关的干扰系数;干扰计算部,其基于所述系数计算部计算出的干扰系数、发送给其他接收装置的信号,计算针对发送给所述接收装置的信号的干扰即由发送给其他接收装置的信号产生的干扰信号;干扰减法部,其从发送给所述接收装置的信号中减去干扰计算部计算出的由发送给其他接收装置的信号产生的干扰信号;自适应剩余部,其基于从所述剩余切换决定部输入的发送模式信息,根据所述干扰减法部进行相减之后的信号,生成发送给所述第 1 接收装置的信号和发送给所述第 2 接收装置的信号;和系数乘法部,其对所述帧构成部插入的发送模式信息的信号、所述自适应剩余部所生成的发送给所述第 1 接收装置的信号和发送给所述第 2 接收装置的信号乘以所述系数计算部计算出的线性滤波器。

[0077] (11) 此外,本发明在上述发送装置的基础上,所述复用信号生成部具备帧构成部,该帧构成部将所述接收装置各自的固有参照信号插入发送给该接收装置的信号中。

[0078] (12) 此外,本发明在上述发送装置的基础上,所述复用信号生成部具备:系数计算部,其基于与所述多个接收装置的每个接收装置之间的传播路径状态信息,来计算与所述接收装置的每个接收装置相关的干扰系数;干扰计算部,其基于所述滤波器计算部计算出的干扰系数、发送给其他接收装置的信号,计算针对发送给所述接收装置的信号的干扰即由发送给其他接收装置的信号产生的干扰信号;干扰减法部,其按照预先确定的接收装置的顺序,从发送给该接收装置的信号中减去干扰计算部计算出的由发送给其他接收装置的信号产生的干扰信号;剩余运算部,其对所述接收装置的顺序大于阈值的发送给第 1 接收装置的信号进行剩余运算;和复用信号生成部,其复用所述接收装置的顺序小于阈值的发送给第 2 接收装置的信号即所述干扰减法部减去了所述干扰信号之后的信号、和所述剩余运算部进行了剩余运算之后的信号。

[0079] (13) 此外,本发明在上述发送装置的基础上,具备帧构成部,该帧构成部将表示是所述接收装置的顺序大于阈值的第 1 接收装置的发送模式信息的信号插入所述信号中。

[0080] (14) 此外,本发明在上述发送装置的基础上,具备帧构成部,该帧构成部将表示是所述接收装置的顺序小于阈值的第 2 接收装置的发送模式信息的信号插入所述信号中。

[0081] (15) 此外,本发明在上述发送装置的基础上,所述系数计算部基于与所述多个接收装置的每个接收装置之间的传播路径状态信息,计算线性滤波器、以及与所述接收装置的每个接收装置相关的干扰系数,所述复用信号生成部具备:系数乘法部,对所述帧构成部插入的发送模式信息的信号、所述自适应剩余部所生成的发送给所述第 1 接收装置的信号和发送给所述第 2 接收装置的信号乘以所述系数计算部计算出的线性滤波器。

[0082] (16) 此外,本发明的接收装置接收被空间复用的发送给多个接收装置的信号,所述接收装置的特征在于,具备:发送模式判断部,其判断是进行了抑制信号功率的功率抑制处理的发送给第1所述接收装置的信号或者是不进行所述功率抑制处理的发送给第2所述接收装置的信号;和自适应解调部,其基于所述发送模式判断部的判断结果,来对所述信号进行解调。

[0083] (17) 此外,本发明在上述接收装置的基础上,所述功率抑制处理是剩余运算。

[0084] (18) 此外,本发明在上述接收装置的基础上,所述发送模式判断部取得所述信号中包含的信息即识别所述第1接收装置和第2接收装置的发送模式信息,并基于所取得的发送模式信息,判断是发送给所述第1接收装置的信号或者是发送给所述第2接收装置的信号。

[0085] (19) 此外,本发明在上述接收装置的基础上,在所述发送模式判断部基于所述发送模式信息判断为是发送给所述第1接收装置的信号的情况下,所述自适应解调部对所述信号进行剩余运算来解调,在所述发送模式判断部判断为是发送给所述第2接收装置的信号的情况下,所述自适应解调部对所述信号不进行剩余运算来解调。

[0086] (20) 此外,本发明在上述接收装置的基础上,所述接收装置具备:帧分离部,其从所述信号中提取接收装置各自的固有参照信号;传播路径估计部,其基于所述帧分离部提取出的固有参照信号,估计传播路径状态;和传播路径补偿部,其基于表示所述传播路径估计部估计出的传播路径状态的传播路径状态信息,对所述信号进行传播路径补偿。

[0087] (21) 此外,本发明在上述接收装置的基础上,所述发送模式判断部基于所述信号中包含的接收装置各自的固有参照信号,判断是发送给所述第1接收装置的信号或者是发送给所述第2接收装置的信号。

[0088] (22) 此外,本发明在上述接收装置的基础上,所述发送模式判断部基于配置有所述固有参照信号的位置所表示的所述接收装置的顺序、即从所述信号中减去干扰信号的顺序,判断是发送给所述第1接收装置的信号或者是发送给所述第2接收装置的信号。

[0089] (23) 此外,本发明在上述接收装置的基础上,所述发送模式判断部,在所述接收装置的顺序为阈值以后的顺序的情况下,将所述接收装置判断为是第1接收装置,在所述接收装置的顺序是比阈值靠前的顺序的情况下,将所述接收装置判断为是第2接收装置。

[0090] (24) 此外,本发明在上述接收装置的基础上,在所述发送模式判断部判断为是发送给所述第1接收装置的信号的情况下,所述自适应解调部对所述信号进行剩余运算来解调,在所述发送模式判断部判断为是发送给所述第2接收装置的信号的情况下,所述自适应解调部对所述信号不进行剩余运算来解调。

[0091] (25) 此外,本发明在上述接收装置的基础上,所述固有参照信号以所述接收装置的顺序按时间顺序进行配置,所述发送模式判断部选择所述固有参照信号之中以与所述接收装置的顺序对应的顺序的最后接收到的固有参照信号,还具备:传播路径估计部,其基于所述发送模式判断部选择出的固有参照信号来估计传播路径状态;和传播路径补偿部,其基于表示所述传播路径估计部估计出的传播路径状态的传播路径状态信息,对所述信号进行传播路径补偿。

[0092] (26) 此外,本发明的无线通信系统具备对发送给多个接收装置的信号进行空间复用来发送的发送装置、接收所述发送装置发送的信号的接收装置,所述无线通信系统的特

征在于,所述发送装置具备:复用信号生成部,其复用进行了抑制信号功率的功率抑制处理的发送给第1所述接收装置的信号、和不进行所述功率抑制处理的发送给第2所述接收装置的信号,所述接收装置具备:发送模式判断部,其判断是发送给所述第1接收装置的信号或者是发送给所述第2接收装置的信号;自适应解调部,其基于所述发送模式判断部的判断结果来解调所述信号。

[0093] (27) 此外,本发明的发送控制方法是对发送给多个接收装置的信号进行空间复用来发送的发送装置中的发送控制方法,其具有如下过程:复用信号生成部复用进行了抑制信号功率的功率抑制处理的发送给第1所述接收装置的信号、和不进行所述功率抑制处理的发送给第2所述接收装置的信号。

[0094] (28) 此外,本发明的接收控制方法是接收被空间复用的发送给多个接收装置的信号的接收装置中的接收控制方法,其包括:第1过程,发送模式判断部判断是进行了抑制信号功率的功率抑制处理的发送给第1所述接收装置的信号或者是不进行所述功率抑制处理的发送给第2所述接收装置的信号;和第2过程,自适应解调部基于所述第1过程中的判断结果来解调所述信号。

[0095] (29) 此外,本发明的处理器是对发送给多个接收装置的信号进行空间复用来发送的发送装置中使用的处理器,所述处理器的特征在于,具备:复用信号生成部,复用进行了抑制信号功率的功率抑制处理的发送给第1所述接收装置的信号、和不进行所述功率抑制处理的发送给第2所述接收装置的信号。

[0096] (30) 此外,本发明的处理器是接收被空间复用的发送给多个接收装置的信号的接收装置中使用的处理器,所述处理器的特征在于,具备:发送模式判断部,其判断是进行了抑制信号功率的功率抑制处理的发送给第1所述接收装置的信号或者是不进行所述功率抑制处理的发送给第2所述接收装置的信号;和自适应解调部,其基于所述发送模式判断部的判断结果,来对所述信号进行解调。

[0097] 【发明的效果】

[0098] 根据本发明能够提高传播特性。

附图说明

[0099] 图1是表示本发明的第1实施方式涉及的无线通信系统的示意图。

[0100] 图2是表示本实施方式涉及的基站装置的示意框图。

[0101] 图3是表示本实施方式涉及的复用信号生成部的结构的示意框图。

[0102] 图4是表示本实施方式涉及的基站装置所发送的无线信号的一例的示意图。

[0103] 图5是表示本实施方式涉及的基站装置所发送的无线信号的其他一例的示意图。

[0104] 图6是表示本实施方式涉及的终端装置的结构示意框图。

[0105] 图7是表示本实施方式涉及的自适应解调部的结构的示意框图。

[0106] 图8是表示本发明的第2实施方式涉及的无线通信系统的示意图。

[0107] 图9是表示本实施方式涉及的基站装置的示意框图。

[0108] 图10表示本实施方式涉及的复用信号生成部的结构的示意框图。

[0109] 图11是表示本实施方式涉及的自适应Modulo部的结构的示意框图。

[0110] 图12是表示本实施方式涉及的帧构成部的结构的示意框图。

- [0111] 图 13 是表示本实施方式涉及的复用信号生成部的动作的流程图。
- [0112] 图 14 是表示本实施方式涉及的干扰功率计算处理的动作的一例的流程图。
- [0113] 图 15 是说明本实施方式涉及的阈值的说明图。
- [0114] 图 16 是表示本发明的第 3 实施方式涉及的基站装置的结构示意框图。
- [0115] 图 17 是表示本实施方式涉及的复用信号生成部的结构的示意框图。
- [0116] 图 18 是表示本实施方式涉及的复用信号生成部的动作的流程图。
- [0117] 图 19 是说明本实施方式涉及的阈值 K 的说明图。
- [0118] 图 20 是表示本实施方式涉及的阈值 K 与错误率特性的关系的示意图。
- [0119] 图 21 是表示本发明的第 4 实施方式涉及的基站装置的结构示意框图。
- [0120] 图 22 是表示本实施方式涉及的复用信号生成部的结构的示意框图。
- [0121] 图 23 是表示本实施方式涉及的帧构成部的结构的示意框图。
- [0122] 图 24 是表示本实施方式涉及的无线信号的一例的示意图。
- [0123] 图 25 是表示本实施方式涉及的终端装置的示意框图。
- [0124] 图 26 是表示本发明的第 5 实施方式涉及的无线通信系统的示意图。
- [0125] 图 27 是表示本实施方式涉及的基站装置的结构示意框图。
- [0126] 图 28 是表示本实施方式涉及的复用信号生成部的结构的示意框图。
- [0127] 图 29 是表示本实施方式涉及的无线信号的一例的示意图。
- [0128] 图 30 是表示本实施方式涉及的帧构成部的结构的示意框图。
- [0129] 图 31 是表示本实施方式涉及的基站装置发送的无线信号的一例的示意图。
- [0130] 图 32 是表示本实施方式涉及的终端装置的结构示意框图。
- [0131] 图 33 是表示本实施方式涉及的复用信号生成部的动作的流程图。
- [0132] 图 34 是表示本实施方式涉及的干扰功率计算处理的动作的一例的流程图。
- [0133] 图 35 是表示进行 OFDM 处理的结构的示意框图。
- [0134] 图 36 是表示代码簿的一例的示意图。
- [0135] 图 37 是表示现有技术涉及的模运算的示意图。
- [0136] 图 38 是表示现有技术涉及的无线通信系统的示意图。
- [0137] 图 39 是表示现有技术涉及的基站装置的结构示意框图。
- [0138] 图 40 是表示现有技术涉及的基站装置的结构示意框图。
- [0139] 图 41 是表示现有技术涉及的无线通信系统的其他的示意图。
- [0140] 图 42 是表示现有技术涉及的接收候补点的示意图。

具体实施方式

- [0141] (第 1 实施方式)
- [0142] 以下,参照图面详细说明本发明的实施方式。
- [0143] <关于无线通信系统>
- [0144] 图 1 是表示本发明的第 1 实施方式涉及的无线通信系统的示意图。该图是应用 DL MU-MIMO THP 的无线通信系统的图。
- [0145] 在该图中,基站装置 B 对发送给多个终端装置 MT1 及 MT2 各自的信号进行空间复用之后发送。在无线通信系统中,基于干扰功率,对是否对发送给终端装置 MT2 的信号进行

模运算（抑制信号的功率的功率抑制处理）进行切换。

[0146] 以下，将基站装置 B 称为基站装置 b1，将终端装置 MT1 及 MT2 分别称为终端装置 m1。

[0147] <关于基站装置 b1>

[0148] 图 2 是表示本实施方式涉及的基站装置 b1 的示意框图。该图是基站装置 b1 具备 2 个以相同频带发送发往各终端装置的信号的的天线时的图。

[0149] 在图 2 中，基站装置 b1 构成为包括：编码部 b111、b112、调制部 b121、b122、复用信号生成部 1b、CRS(Common Reference Symbols:公共参考符号)生成部 b13、帧选择部 b14、无线发送部 b151、b152、天线 b101、b102、无线接收部 b161、b162、及传播路径信息取得部 b17。

[0150] 编码部 b111、b112 分别被输入发送给终端装置 MT1 的信息比特、发送给 MT2 的信息比特。编码部 b111、b112 对所输入的信息比特进行纠错编码，分别输出至调制部 b121、b122。

[0151] 调制部 b121、b122 对所输入的比特进行调制，分别将调制后的调制符号 s_1 、 s_2 输出至复用信号生成部 1b。

[0152] 复用信号生成部 1b 基于从传播路径信息取得部 b17 输入的传播路径状态信息(CSI;Channel State Information,信道状态信息)，计算在发送给终端装置 MT2 的无线信号中产生的干扰符号 f。复用信号生成部 1b 从由调制部 b122 输入的调制符号 s_2 中减去所计算出的干扰符号 f。

[0153] 此外，复用信号生成部 1b 生成每个终端装置 m1 的固有参考符号(DRS;Dedicated Reference Symbols,专用参考符号)。再者，固有参考符号及后述的公共参考符号是基站装置 b1 和终端装置 m1 预先存储其值的符号，被用于传播路径状态的估计等。

[0154] 复用信号生成部 1b 基于从传播路径信息取得部 b17 输入的 CSI，判断是否进行模运算。在判断为进行模运算的情况下，复用信号生成部 1b 按照预先决定的映射信息，配置模运算后的剩余符号 s_2' 、表示进行模运算的（发送模式 1）的发送模式信息的调制符号、及固有参考符号。复用信号生成部 1b 对排列出的符号列的符号乘以线性滤波器，然后输出至帧选择部 b14。

[0155] 另一方面，在判断为不进行模运算的情况下，复用信号生成部 1b 按照预先决定的映射信息，配置干扰除去符号 s_2-f 、表示不进行模运算（发送模式 2）的发送模式信息的调制符号、及固有参考符号。复用信号生成部 1b 对排列出的符号列的符号乘以线性滤波器，然后输出至帧选择部 b14。

[0156] 再者，对于复用信号生成部 1b 进行的处理的详细内容在后面叙述。

[0157] CRS 生成部 b13 生成每个天线的公共参考符号(CRS)，并输出至帧选择部 b14。

[0158] 帧选择部 b14 根据映射信息，将从 CRS 生成部 b13 输入的天线 b101、b102 的公共参考符号配置于频带，按预先规定的每个发送时间单位（帧）输出至无线发送部 b151、b152。

[0159] 此外，帧选择部 b14 根据映射信息，将从复用信号生成部 1b 输入的线性滤波器的相乘之后的发送给终端装置 MT1、MT2 的符号列，配置在向终端装置 MT1、MT2 发送信号的频带。在此，配置终端装置 MT1 及 MT2 的符号列的频带是相同的频带。帧选择部 b14 将配置于频带的信号按预先规定的每个发送时间单位（帧）输出至无线发送部 b151、b152。

[0160] 无线发送部 b151、b152 对所输入的信号进行数字 / 模拟变换, 将变换后的信号上变频至传输频率。无线发送部 b151、b152 分别经由天线 b101、b102 发送上变频之后的无线信号 (参照图 4、5)。

[0161] 再者, 帧选择部 b14 使用的映射信息、编码部 b111、b112 中的编码方式、及调制部 b121、b122 中的调制方式由基站装置 b1 预先通知给终端装置 m1 (本实施例中为终端装置 MT1、MT2)。

[0162] 无线接收部 b161、b162 分别经由天线 b101、b102 接收来自终端装置 MT1、MT2 的无线信号。无线接收部 b161、b162 将接收到的无线信号下变频至基带频率, 对下变频后的信号进行模拟 / 数字变换。无线接收部 b161、b162 将变换后的信号输出至传播路径信息取得部 b17。

[0163] 传播路径信息取得部 b17 对从无线接收部 b161、b162 输入的信号进行解调。传播路径信息取得部 b17 根据解调出的信息, 提取表示基站装置、各个终端装置 MT1、MT2、各个天线 b101、b102 之间的传播路径状态的 CSI, 也就是终端装置 MT1、MT2 各自估计出的 CSI。传播路径信息取得部 b17 将提取出的 CSI 输出至复用信号生成部 1b。

[0164] 图 3 是表示本实施方式涉及的复用信号生成部 1b 的结构示意框图。在该图中, 复用信号生成部 1b 构成为包括: 线性滤波器计算部 111b、干扰计算部 112b、干扰减法部 113b、模运算切换决定部 114b、自适应 Modulo 部 12b、帧构成部 13b、及线性滤波器乘法部 141b。此外, 自适应 Modulo 部 12b (自适应剩余部) 构成为包括模运算切换部 121b 及模运算部 122b。此外, 帧构成部 13b 构成为包括: 发送模式信息插入部 131b、DRS 生成部 132b、及 DRS 插入部 133b。

[0165] 线性滤波器计算部 111b (系数计算部) 被输入 CSI。线性滤波器计算部 111b 根据所输入的 CSI 生成传播矩阵 H 。线性滤波器计算部 111b 对所生成的传播矩阵 H 的厄米特共轭矩阵 H^H 进行 QR 分解, 来计算干扰系数 (r_{12}^*/r_{22}^*) 及线性滤波器 (矩阵 Q)。所谓 QR 分解是将矩阵分解为酉矩阵 Q 和上三角矩阵 R , 该 QR 分解由如下的式 (6) 表示。再者, r^* 表示 r 的复共轭。

[0166] 【公式 6】

$$[0167] \quad H^H = \begin{pmatrix} h_{11}^* & h_{21}^* \\ h_{12}^* & h_{22}^* \end{pmatrix} = QR = Q \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} \\ 0 & r_{22} \end{pmatrix} \quad \cdot \cdot \cdot \quad (6)$$

[0168] 在此, h_{11} 、 h_{21} 分别是天线 b101 与终端装置 MT1、MT2 之间的传播路径估计值, h_{12} 、 h_{22} 分别是天线 b102 与终端装置 MT1、MT2 之间的传播路径估计值 (复数增益)。传播路径估计值是 CSI 中包含的信息。

[0169] 线性滤波器计算部 111b 将表示计算出的干扰系数的信息输出至干扰计算部 112b 及模运算切换决定部 114b。此外, 线性滤波器计算部 111b 将表示线性滤波器的信息输出至线性滤波器乘法部 141b。

[0170] 干扰计算部 112b 被输入调制符号 s_1 。干扰计算部 112b 将表示从线性滤波器计算部 111b 输入的信息的干扰系数与所输入的调制符号 s_1 进行相乘, 计算干扰符号 $f (= (r_{12}^*/r_{22}^*) s_1)$ 。干扰计算部 112b 将计算出的干扰符号 f 输出至干扰减法部 113b。

[0171] 干扰减法部 113b 被输入调制符号 s_2 。干扰减法部 113b 从所输入的调制符号 s_2

中减去由干扰计算部 112b 输入的干扰符号 f 。干扰减法部 113b 将相减后的干扰除去符号 s_2-f 输出至模运算切换部 121b。

[0172] 模运算切换决定部 114b (剩余切换决定部) 对从线性滤波器计算部 111b 输入的干扰系数进行平方, 来计算如下的式 (7) 表示的干扰功率 P 。

[0173] 【公式 7】

$$[0174] \quad P = ||r_{12}^*/r_{22}^*||^2 \dots (7)$$

[0175] 在计算出的干扰功率 P 大于预先确定的阈值 P_0 的情况下, 模运算切换决定部 114b 判断为进行模运算。此时, 模运算切换决定部 114b 将表示进行模运算 (发送模式 1) 的发送模式信息输出至发送模式信息插入部 131b 及模运算切换部 121b。

[0176] 另一方面, 在计算出的干扰功率 P 为预先确定的阈值 P_0 以下时, 模运算切换决定部 114b 判断为不进行模运算。在该情况下, 模运算切换决定部 114b 将表示不进行模运算 (发送模式 2) 的发送模式信息输出至发送模式信息插入部 131b 及模运算切换部 121b。

[0177] 在从模运算切换决定部 114b 输入的发送模式信息表示发送模式 1 的情况下, 模运算切换部 121b 将从干扰减法部 113b 输入的干扰除去符号 s_2-f 输出至模运算部 122b。

[0178] 另一方面, 在从模运算切换决定部 114b 输入的发送模式信息表示发送模式 2 的情况下, 模运算切换部 121b 将从干扰减法部 113b 输入的干扰除去符号 s_2-f 输出至发送模式信息插入部 131b。

[0179] 模运算部 122b (剩余运算部) 对从模运算切换部 121b 输入的干扰除去符号 s_2-f 进行模运算。模运算由如下的式 (8) 表示。

[0180] 【公式 8】

$$[0181] \quad x' = \text{Mod}_\tau(x) = x - \text{floor} \left(\frac{\text{Re}(x) + \frac{\tau}{2}}{\tau} \right) \tau - j \cdot \text{floor} \left(\frac{\text{Im}(x) + \frac{\tau}{2}}{\tau} \right) \tau \dots (8)$$

[0182] 在此, $\text{Mod}_\tau(x)$ 表示模运算, x 、 x' 分别表示模运算前后的调制符号。此外, j 表示虚数单位, $\text{Re}(x)$ 表示 x 的实部, $\text{Im}(x)$ 表示 x 的虚部。此外, $\text{floor}(x)$ 表示没有超过 x 的最大整数。

[0183] 模运算部 122b 将运算后的剩余符号 s_2' ($= \text{Mod}_\tau(s_2-f)$) 输出至发送模式信息插入部 131b。

[0184] 发送模式信息插入部 131b 对从模运算切换决定部 114b 输入的发送模式信息进行调制。发送模式信息插入部 131b 按映射信息表示的时间顺序排列从模运算部 122b 输入的剩余符号 s_2' 、或者从模运算切换部 121b 输入的干扰除去符号 s_2-f 、及调制之后的发送模式信息的调制符号 (发送给终端装置 MT2 的符号列)。此外, 发送模式信息插入部 131b 按映射信息表示的时间顺序排列从调制部 b121 输入的调制符号 s_1 、及表示发送模式 2 的发送模式信息的调制符号 (发送给终端装置 MT1 的符号列)。发送模式信息插入部 131b 将排列出的每个终端装置 $m1$ 的符号列输出至 DRS 插入部 133b。

[0185] DRS 生成部 132b 生成每个终端装置 $m1$ (本实施方式中为终端装置 MT1、MT2) 的固

有参考符号。DRS 生成部 132b 将所生成的每个终端装置 m1 的固有参考符号输出至 DRS 插入部 133b。

[0186] DRS 插入部 133b 将从 DRS 生成部 132b 输入的每个终端装置 m1 的固有参考符号插入至该终端装置 m1 的符号列即从发送模式信息插入部 131b 插入的符号列。在此, DRS 插入部 133b 在映射信息表示的时间插入固有参考符号。

[0187] DRS 插入部 133b 将插入了固有参考符号的每个终端装置 m1 的符号列(帧)输出至线性滤波器乘法部 141b。

[0188] 线性滤波器乘法部 141b 生成组合了在相同时刻发送的符号、即从 DRS 插入部 133b 输入的终端装置 MT1 的符号列的符号 S_1 、和终端装置 MT2 的符号列的符号 S_2 的向量。线性滤波器乘法部 141b 对所生成的向量乘以从线性滤波器计算部 111b 输入的信息所表示的线性滤波器。乘以线性滤波器之后的符号 S_1'' 、 S_2'' 由如下的式 (9) 表示。

[0189] 【公式 9】

$$[0190] \begin{pmatrix} S_1'' \\ S_2'' \end{pmatrix} = Q \begin{pmatrix} S_1 \\ S_2 \end{pmatrix} \quad \cdot \cdot \cdot \quad (9)$$

[0191] 线性滤波器乘法部 141b 将包含符号 S_1'' 、 S_2'' 的符号列分别作为由天线 b101、天线 b102 发送的符号列而输出至帧选择部 b14。

[0192] < 关于无线信号 >

[0193] 图 4 是表示本实施方式涉及的基站装置 b1 发送的无线信号的一例的示意图。在该图中, 横轴表示时间轴。此外, 该图中将以相同频带所发送的无线信号分为每个终端装置的无线信号(发送给终端装置 MT1 的无线信号、及发送给终端装置 MT2 的无线信号)来表示。

[0194] 在图 4 中, 发送给终端装置 MT1 的无线信号是包含调制符号 s_1 的信号 S111(发送给 MT1 的数据信号)、终端装置 MT1 的发送模式信息的信号 S112(本实施方式中为发送模式 2)、及终端装置 MT1 的固有参考符号的信号 S113(DRS-MT1) 在内的信号。

[0195] 此外, 发送给终端装置 MT2 的无线信号是包含剩余符号 s_2' 的信号或者干扰除去符号 s_2-f 的信号 S121(发送给 MT2 的数据信号)、终端装置 MT2 的发送模式信息的信号 S122、及终端装置 MT2 的固有参考符号的信号 S123(DRS-MT2) 在内的信号。

[0196] 在图 4 中, 表示信号 S111 及 S121 在相同时刻被发送、也就是说被空间复用。此外, 图 4 表示信号 S112、S113、S122、S123 没有在同时刻发送的其他信号, 也就是说通过时间分割进行复用。

[0197] 图 5 是表示本实施方式涉及的基站装置 b1 发送的无线信号的其他一例的示意图。该图是表示包含用于终端装置 m1 进行传播路径估计的 CRS 在内的无线信号的一例的示意图。

[0198] 基站装置 b1 首先发送图 5 所示的无线信号。之后, 基站装置 b1 发送图 4 所示的无线信号。在图 5 中, 横轴表示时间轴。此外, 该图表示以相同的频带所发送的无线信号之中的公共参考符号的信号 S101、S102(CRS-TX1、CRS-TX2)。

[0199] < 关于终端装置 m1 >

[0200] 图 6 是表示本实施方式涉及的终端装置 m1 的结构示意框图。该图是终端装置 m1 的天线为 1 个时的图。

[0201] 在图 6 中,终端装置 m1 构成为包括:天线 m101、无线接收部 m111、帧分离部 m121、传播路径估计部 m122、传播路径补偿部 m123、发送模式取得部 m124、自适应解调部 1m、解码部 m125、传播路径状态信息生成部 m131、帧构成部 m132、及无线发送部 m141。

[0202] 无线接收部 m111 经由天线 m101 接收来自基站装置 b1 的无线信号。无线接收部 m111 将接收到的无线信号下变频至基带,针对下变频后的信号进行模拟/数字变换。无线接收部 m111 将变换后的信号输出至帧分离部 m121。

[0203] 帧分离部 m121 基于从基站装置 b1 预先通知的映射信息,从由无线接收部 m111 输入的信号中分离出发送给本装置的信号。

[0204] 帧分离部 m121 将分离出的信号之中的公共参考符号的信号及本装置的固有参考符号的信号输出至传播路径估计部 m122。此外,帧分离部 m121 将分离出的信号之中的发送给本装置的数据信号(图 4 的例子中为信号 S111、S121 的信号)输出至传播路径补偿部 m123。

[0205] 例如,终端装置 MT1 中的数据信号的接收符号 y_1 、终端装置 MT2 中的数据信号的接收符号 y_2 由如下的式 (10) 或者 (11) 表示。

[0206] 【公式 10】

$$\begin{aligned} [0207] \quad \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix} &= H \begin{pmatrix} S_1'' \\ S_2'' \end{pmatrix} = R^H \begin{pmatrix} S_1 \\ S_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_{11}^* S_1 \\ r_{12}^* S_1 + r_{22}^* \times \text{Mod } \tau(S_2 - (r_{12}^* / r_{22}^*) S_1) \end{pmatrix} \\ &\quad \cdot \cdot \cdot (1 \ 0) \end{aligned}$$

[0208]

$$\begin{pmatrix} \text{或 } y_1 \\ y_2 \end{pmatrix} = H \begin{pmatrix} S_1'' \\ S_2'' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_{11}^* S_1 \\ r_{22}^* S_2 \end{pmatrix} \quad \cdot \cdot \cdot (1 \ 1)$$

[0209] 在此,式 (10) 是发送至终端装置 MT2 的发送模式信息表示“发送模式 1”的情况,式 (11) 是发送模式信息表示“发送模式 2”的情况。式 (10) 中表示通过对符号 S_1 、 S_2 乘以线性滤波器,接收符号 y_1 、 y_2 成为传播矩阵为矩阵 R^H 时的符号。

[0210] 此外,帧分离部 m121 将分离出的信号之中的发送模式信息的信号输出至发送模式取得部 m124。

[0211] 传播路径估计部 m122 基于从帧分离部 m121 输入的公共参考符号的信号及固有参考符号的信号,估计基站装置 b1 的来自各个天线的传播路径状态。传播路径估计部 m122 将表示基于公共参考符号的信号及固有参考符号的信号所估计出的传播路径状态的 CSI 分别输出至传播路径状态信息生成部 m131 及传播路径补偿部 m123。

[0212] 传播路径补偿部 m123 基于从传播路径估计部 m122 输入的 CSI,对从帧分离部 m121 输入的发送给本装置的数据信号进行传播路径补偿。传播路径补偿部 m123 将进行传播路径补偿而提取出的发送给本装置的数据信号输出至自适应调制部 1m。例如,终端装置 MT2 中的数据信号的调制符号由 $z_2 = y_2 / r_{22}^*$ 表示。

[0213] 发送模式取得部 m124 对从帧分离部 m121 输入的发送模式信息的信号进行解调,以取得发送模式信息。发送模式取得部 m124 将所取得的发送模式信息输出至自适应解调部 1m。

[0214] 自适应解调部 1m 基于从发送模式取得部 m124 输入的发送模式信息,对从传播路

径补偿部 m123 输入的数据信号进行解调。自适应解调部 1m 将解调之后的比特输出至解码部 m124。

[0215] 解码部 m124 对从自适应解调部 1m 输入的比特进行解码之后输出。

[0216] 传播路径状态信息生成部 m131 对从传播路径补偿部 m123 输入的 CSI 进行调制, 将调制之后的信号输出至帧构成部 m132。

[0217] 帧构成部 m132 将从传播路径状态信息生成部 m131 输入的信号配置在向基站装置 b1 发送信号的频带中。帧构成部 m132 将配置于频带的信号按预先确定的每个发送时间单位(帧)输出至无线发送部 m141。

[0218] 无线发送部 m141 对从帧构成部 m132 输入的信号进行数字/模拟变换, 将变换后的信号上变频至传输频率。无线发送部 m141 将上变频之后的无线信号经由天线 m101 进行发送。

[0219] 图 7 是表示本实施方式涉及的自适应解调部 1m 的结构的示意框图。该图表示图 6 的自适应解调部 1m 的结构。在该图中, 自适应解调部 1m 构成为包括模运算切换部 111m、模运算部 112m、及解调部 113m。

[0220] 模运算切换部 111m 被输入数据信号及发送模式信息。模运算切换部 111m 在所输入的发送模式信息表示“发送模式 1”时, 将输入的数据信号输出至模运算部 112m。另一方面, 模运算切换部 111m 在输入的发送模式信息表示“发送模式 2”时, 将输入的数据信号输出至解调部 113m。

[0221] 模运算部 112m 对从模运算切换部 111m 输入的数据信号的调制符号 z_2 进行模运算, 提取希望符号 s_2 (参照式 (5))。模运算部 112m 将提取出的希望符号 s_2 的数据信号输出至解调部 113m。

[0222] 解调部 113m 对从模运算部 112m 输入的数据信号进行解调。解调部 113m 输出解调之后的比特(硬判定结果)或者软估计值(软估计结果)。

[0223] 这样, 根据本实施方式, 在“发送模式 1”的情况下, 复用信号生成部 1b 对进行了模运算的要发送给终端装置 MT2 的信号、和没进行模运算的要发送给终端装置 MT1 的信号进行复用。此外, 发送模式取得部 m124 从接收到的信号中取得发送模式信息, 判断是进行了模运算的要发送给终端装置的信号或者是没进行模运算的要发送给终端装置的信号。基于该判断结果, 自适应解调部 1m 对信号进行模运算, 以进行解调。由此, 在本实施方式中, 无线通信系统对于干扰功率小的信号和干扰功率大的信号进行复用, 并且能够对干扰功率大的信号进行模运算而对于干扰功率小的信号不进行模运算来复用信号。也就是说, 在本实施方式中, 无线通信系统能够防止接收候补点增加从而信号检测性能下降, 并且能够进行功率效率高的通信, 可提高传播特性。

[0224] 特别在本实施方式涉及的通信系统中, 为了通过线性滤波器的相乘来消除针对发送给终端装置 MT1 的信号的干扰信号, 有时针对发送给终端装置 MT2 的信号的干扰信号会变大。但是, 根据本实施方式, 由于在干扰信号变大时进行模运算, 因此能够降低发送功率来进行功率效率高的通信。

[0225] 此外, 在本实施方式中, 复用信号生成部 1b 基于与多个终端装置 MT1、MT2 各自之间的传播路径状态信息, 来计算由终端装置 MT1 的信号引起的干扰功率。此外, 复用信号生成部 1b 在计算出的干扰功率 P 大于阈值 P_0 时, 决定对发送给终端装置 MT2 的信号进行模

运算,在计算出的干扰功率 P 为阈值 P_0 以下时,决定不对发送至终端装置 MT2 的信号进行模运算。由此,在本实施方式中,无线通信系统能够防止干扰功率低的情况下接收候补点增加从而信号检测性能下降,并且在干扰功率高的情况下能够进行功率效率高的通信,可提高传播特性。

[0226] (第 2 实施方式)

[0227] 以下,参照附图详细说明本发明的第 2 实施方式。

[0228] 在上述的第 1 实施方式中,说明了基站装置 B 向 2 个终端装置 MT1 及 MT2 发送信号的情况。在本实施方式中,说明基站装置向 N 个终端装置发送信号的情况。

[0229] <关于无线通信系统>

[0230] 图 8 是表示本发明的第 2 实施方式涉及的无线通信系统的示意图。在该图中,基站装置 B 向 N 个终端装置 MT1 ~ MTN 发送信号。

[0231] 以下,将基站装置 B 称为基站装置 b2。再者,由于终端装置 MTk ($k = 1 \sim N$, 将 k 称为终端编号) 各自的结构与第 1 实施方式的终端装置 m1 的结构(图 6、7) 相同,因此省略说明。其中,本实施方式涉及的终端装置 m1 基于与基站装置 B 的 N 个天线之间的传播路径状态信息进行传播路径补偿。

[0232] <关于基站装置 b2>

[0233] 图 9 表示本实施方式涉及的基站装置 b2 的示意框图。该图是具备 N 个以相同的频带发送发往各终端装置的信号的 antennas 的情况时的图。

[0234] 在图 9 中,基站装置 b2 构成为包括:编码部 b111 ~ b11N、调制部 b121 ~ b12N、复用信号生成部 2b、CRS 生成部 b23、帧选择部 b24、无线发送部 b151 ~ b15N、天线 b101 ~ b10N、无线接收部 b161 ~ b16N、帧分离部 b28、及传播路径信息取得部 b27。

[0235] 编码部 b11k 分别输入发送给终端装置 MTk 的信息比特。编码部 b11k 对所输入的信息比特进行纠错编码,分别输出至调制部 b12k。

[0236] 调制部 b12k 对所输入的比特进行调制,分别将调制之后的调制符号 s_k 输出至复用信号生成部 2b。

[0237] 复用信号生成部 2b 基于从传播路径信息取得部 b27 输入的 CSI, 计算在发送给终端装置 MTk 的无线信号中产生的干扰符号 f_k 。复用信号生成部 2b 从由调制部 b12k 输入的调制符号 s_k 中减去计算出的干扰符号 f_k 。

[0238] 此外,复用信号生成部 2b 生成每个终端装置 m1 的固有参考符号。

[0239] 复用信号生成部 2b 基于从传播路径信息取得部 b27 输入的 CSI, 判断是否对每个终端装置 MTk 进行模运算。在判断为进行模运算的情况下,复用信号生成部 2b 按照预先决定的映射信息配置模运算后的剩余符号 s_k' 、表示对发送至终端装置 MTk 的符号进行模运算(发送模式 1) 的发送模式信息的调制符号、及固有参考符号。复用信号生成部 2b 对排列出的符号列的符号乘以线性滤波器,然后输出至帧选择部 b24。

[0240] 另一方面,在判断为不进行模运算的情况下,复用信号生成部 2b 按照预先决定的映射信息,配置干扰除去符号 $s_k - f_k$ 、表示对发送至终端装置 MTk 的符号不进行模运算(发送模式 2) 的发送模式信息的调制符号、及固有参考符号。复用信号生成部 2b 对排列之后的符号列的符号乘以线性滤波器,然后输出至帧选择部 b24。

[0241] CRS 生成部 b23 生成每个天线的公共参考符号(CRS),并输出至帧选择部 b24。

[0242] 帧选择部 b24 根据映射信息, 将从 CRS 生成部 b23 输入的天线 b10k 的公共参考符号配置在预先确定的频带中。

[0243] 此外, 帧选择部 b24 根据映射信息, 将从复用信号生成部 2b 输入的线性滤波器的相乘之后的发送给终端装置 MT1 ~ MTk 的符号列配置在对终端装置 MT1 ~ MTN 发送信号的频带中。帧选择部 b24 将配置于频带的信号分别按预先确定的每个发送时间单位 (帧) 输出至无线发送部 b151 ~ b15N。

[0244] 无线发送部 b15k 中分别从帧选择部 b24 输入每个天线 b10k 的信号。无线发送部 b15k 对所输入的信号进行数字 / 模拟变换, 将变换后的信号上变频至传输频率。无线发送部 b15k 将上变频之后的无线信号分别经由天线 b10k 进行发送。

[0245] 无线接收部 b16k 分别经由天线 b10k 接收来自终端装置 MTk 的无线信号。无线接收部 b16k 将接收到的无线信号下变频至基带, 针对下变频后的信号进行模拟 / 数字变换。无线接收部 b16k 将变换后的信号输出至帧分离部 b28。

[0246] 帧分离部 b28 按发送源的每个终端装置 MTk 对从无线接收部 b16k 输入的信号进行分离。帧分离部 b28 将分离出的每个终端装置 MTk 的 CSI 输出至传播路径信息取得部 b27。

[0247] 传播路径信息取得部 b27 对从帧分离部 b28 输入的信号进行解调。传播路径信息取得部 b27 从解调出的信息中, 提取表示终端装置 MTk 各自与基站装置的天线 b10k 各自之间的传播路径状态的 CSI, 也就是终端装置 MTk 各自估计出的 CSI。传播路径信息取得部 b27 将提取出的 CSI 输出至复用信号生成部 2b。

[0248] 图 10 是表示本实施方式涉及的复用信号生成部 2b 的结构的示意框图。在该图中, 复用信号生成部 2b 构成为包括: 线性滤波器计算部 211b、干扰计算部 212b、干扰减法部 113b-2 ~ 113b-N、模运算切换决定部 214b、自适应 Modulo 部 12b-2 ~ 12b-N、帧构成部 23b、及线性滤波器乘法部 241b。

[0249] 线性滤波器计算部 211b 被输入 CSI。线性滤波器计算部 211b 根据所输入的 CSI 生成传播矩阵 H。在此, 传播矩阵 H 的 p 行 q 列要素 h_{pq} ($p = 1 \sim N, q = 1 \sim N$) 是天线 b10q ($q = 1 \sim N$) 与终端装置 MTp ($p = 1 \sim N$) 之间的传播路径估计值。

[0250] 线性滤波器计算部 211b 对所生成的传播矩阵 H 的厄米特共轭矩阵 H^H 进行 QR 分解, 来计算线性滤波器 (矩阵 Q)。此外, 线性滤波器计算部 211b 生成从计算出的矩阵 R 的厄米特共轭矩阵 R^H 中提取出对角成分的对角矩阵 A。线性滤波器计算部 211b 计算干扰系数矩阵 $B = A^{-1}R^H - I$ 。在此, A^{-1} 表示 A 的逆矩阵, I 表示单位矩阵。再者, 在干扰系数矩阵 B 的计算处理中, A^{-1} 是为了计算由终端装置 MTk 进行传播路径补偿后的信号中包含的干扰成分而乘以 R^H 的 (第 1 实施方式中为 r_{22}^*), I 是为了除去发送给终端装置 MTk 的数据信号的成分而从 $A^{-1}R^H$ 中减去的。

[0251] 线性滤波器计算部 211b 将计算出的干扰系数矩阵 B 的 (1, x) 成分作为干扰系数 B_{1x} , 将表示该干扰系数的信息输出至干扰计算部 212b 及模运算切换决定部 214b。此外, 线性滤波器计算部 211b 将表示线性滤波器的信息输出至线性滤波器乘法部 241b。

[0252] 干扰计算部 212b 从调制部 b121 输入调制符号 s_1 (作为发送数据符号 v_1)、及从自适应 Modulo 部 12b-k 输入干扰除去符号 $s_k - f_k$ 或者剩余符号 s_k' ($= \text{Mod}_\tau(s_k - f_k)$) ($k = 2, 3, \dots, N$)。在此, 将从自适应 Modulo 部 12b-k 输入的符号作为发送数据符号 v_k 。

[0253] 干扰计算部 212b 基于从线性滤波器计算部 211b 输入的信息、及被输入的符号, 计算由如下的式 (12) 表示的干扰符号 f_k 。

[0254] 【公式 11】

$$[0255] \quad f_k = \sum_{l=1}^N B_{kl} v_l = \sum_{l=1}^{k-1} B_{kl} v_l \quad \cdot \cdot \cdot \quad (12)$$

[0256] 干扰计算部 212b 将计算出的干扰符号 f_k 分别输入至干扰减法部 113b-k。

[0257] 干扰减法部 113b-k ($k = 2, 3, \dots, N$) 分别从调制部 b12k 输入调制符号 s_k 。干扰减法部 113b-k 从所输入的调制符号 s_k 中减去从干扰计算部 212b 输入的干扰符号 f_k 。干扰减法部 113b-k 将相减后的干扰除去符号 $s_k - f_k$ 输出至自适应 Modulo 部 12b-k。

[0258] 模运算切换决定部 214b 中从线性滤波器计算部 211b 输入表示干扰系数的信息。模运算切换决定部 214b 基于从线性滤波器计算部 211b 输入的信息所表示的干扰系数, 计算由如下的式 (13) 表示的干扰功率 P_k (称为干扰功率计算处理)。

[0259] 【公式 12】

$$[0260] \quad P_k = \sum_{l=1}^N \|B_{kl}\|^2 T_l = \sum_{l=1}^{k-1} \|B_{kl}\|^2 T_l \quad \cdot \cdot \cdot \quad (13)$$

[0261] 再者, 对于 T_1 , 与干扰功率计算处理的动作 (图 14) 一并在后面叙述。

[0262] 在计算出的干扰功率 P_k 大于预先确定的阈值 P_0 的情况下, 模运算切换决定部 214b 判断为对发送给终端装置 MTk 的符号列进行模运算。在该情况下, 模运算切换决定部 214b 将发送给终端装置 MTk 的发送模式信息即表示进行模运算 (发送模式 1) 的发送模式信息输出至帧构成部 23b 及自适应 Modulo 部 12b-k。

[0263] 另一方面, 在计算出的干扰功率 P_k 为预先确定的阈值 P_0 以下的情况下, 模运算切换决定部 214b 判断为对发送给终端装置 MTk 的符号列不进行模运算。在该情况下, 模运算切换决定部 214b 将发送给终端装置 MTk 的发送模式信息即表示不进行模运算 (发送模式 2) 的发送模式信息输出至帧构成部 23b 及自适应 Modulo 部 12b-k。

[0264] 在从模运算切换决定部 214b 输入的发送给终端装置 MTk 的发送模式信息表示“发送模式 1”的情况下, 自适应 Modulo 部 12b-k ($k = 2, 3, \dots, N$) 对从干扰减法部 113b-k 输入的干扰除去符号 $s_k - f_k$ 进行模运算 (参照式 (8))。自适应 Modulo 部 12b-k 将运算后的剩余符号 s_k' 作为发送数据符号 v_k , 作为发送给终端装置 MTk 的符号输出至帧构成部 23b。

[0265] 另一方面, 在从模运算切换决定部 214b 输入的发送给终端装置 MTk 的发送模式信息表示“发送模式 2”的情况下, 自适应 Modulo 部 12b-k 将从干扰减法部 113b-k 输入的干扰除去符号 $s_k - f_k$ 作为发送数据符号 v_k , 作为发送给终端装置 MT 的符号输出至帧构成部 23b。

[0266] 帧构成部 23b 对从模运算切换决定部 214b 输入的发送模式信息进行调制。此外, 帧构成部 23b 生成每个终端装置 m1 的固有参考符号。

[0267] 帧构成部 23b 按照映射信息表示的时间顺序, 排列从自适应 Modulo 部 12b-k 输入的发送数据符号 v_k 、调制之后的发送模式信息的调制符号、及所生成的终端装置 MTk 的固有参考符号 (发送给终端装置 MTk 的符号列)。此外, 帧构成部 23b 按照映射信息表示的时间顺序, 排列从调制部 b121 输入的发送数据符号 $v_1 (= s_1)$ 、及表示发送模式 2 的发送模式

信息的调制符号、及所生成的终端装置 MT1 的固有参考符号（发送给终端装置 MT1 的符号列）。

[0268] 帧构成部 23b 将排列之后的每个终端装置 m1 的符号列（帧）输出至线性滤波器乘法部 241b。

[0269] 线性滤波器乘法部 241b 针对组合了在相同时刻发送的符号、即从帧构成部 23b 输入的终端装置 MTk (k = 1 ~ N) 的符号列的符号 S_k (k = 1 ~ N) 之后的向量, 乘以从线性滤波器计算部 211b 输入的信息所表示的线性滤波器。乘以线性滤波器之后的符号 S_k'' (k = 1 ~ N) 由如下的式 (14) 表示。

[0270] 【公式 13】

$$[0271] \begin{pmatrix} S_1'' \\ S_2'' \\ S_3'' \\ \vdots \\ S_N'' \end{pmatrix} = Q \begin{pmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ \vdots \\ S_N \end{pmatrix} \quad \cdot \cdot \cdot \quad (14)$$

[0272] 线性滤波器乘法部 241b 将包含符号 S_k'' 的符号列分别作为由天线 b10k 发送的信号, 输出至帧选择部 b14。

[0273] 图 11 是表示本实施方式涉及的自适应 Modulo 部 12b-k 的结构示意框图。自适应 Modulo 部 12b-k 构成为包括模运算切换部 121b-k 及模运算部 122b-k。

[0274] 在从模运算切换部 214b 输入的发送给终端装置 MTk 的发送模式信息表示“发送模式 1”的情况下, 模运算切换部 121b-k 将从干扰减法部 113b-k 输入的干扰除去符号 $s_k - f_k$ 输出至模运算部 122b-k。

[0275] 另一方面, 在从模运算切换部 214b 输入的发送给终端装置 MTk 的发送模式信息表示“发送模式 2”的情况下, 模运算切换部 121b-k 将从干扰减法部 113b-k 输入的干扰除去符号 $s_k - f_k$ 输出至发送模式信息插入部 231b。

[0276] 模运算部 122b-k 针对从模运算切换部 121b-k 输入的干扰除去符号 $s_k - f_k$ 进行模运算。

[0277] 图 12 是表示本实施方式涉及的帧构成部 23b 的结构示意框图。帧构成部 23b 构成为包括: 发送模式信息插入部 231b、DRS 生成部 232b、及 DRS 插入部 233b。

[0278] 发送模式信息插入部 231b 对从模运算切换部 214b 输入的发送模式信息进行调制。发送模式信息插入部 231b 按照映射信息表示的时间顺序, 排列从模运算部 122b-k (k = 2 ~ N) 输入的发送数据符号 v_k 、及调制之后的发送模式信息的调制符号（发送给终端装置 MTk 的符号列）。此外, 发送模式信息插入部 231b 按照映射信息表示的时间顺序, 排列从调制部 b121 输入的调制符号 s_1 、及表示发送模式 2 的发送模式信息的调制符号（发送给终端装置 MT1 的符号列）。发送模式信息插入部 231b 将排列之后的每个终端装置 m1 的符号列输出至 DRS 插入部 233b。

[0279] DRS 生成部 232b 生成每个终端装置 m1 的固有参考符号。DRS 生成部 232b 将所生成的每个终端装置 m1 的固有参考符号输出至 DRS 插入部 233b。

[0280] DRS 插入部 233b 将从 DRS 生成部 232b 输入的每个终端装置 m1 的固有参考符号

插入至该终端装置 m1 的符号列即从发送模式信息插入部 231b 插入的符号列中。在此,DRS 插入部 233b 在映射信息表示的时间插入固有参考符号。

[0281] DRS 插入部 233b 将插入了固有参考符号的每个终端装置 m1 的符号列(帧)输出至线性滤波器乘法部 241b。

[0282] <关于基站装置 b2 的动作>

[0283] 图 13 是表示本实施方式涉及的复用信号生成部 2b 的动作的流程图。

[0284] (步骤 S101) 线性滤波器计算部 211b 计算线性滤波器(矩阵 Q)及干扰系数矩阵 B,将干扰系数信息输出至模运算切换决定部 214b 和干扰计算部 212b。之后,进入步骤 S12。

[0285] (步骤 S12) 模运算切换决定部 214b 基于干扰系数信息来计算干扰功率 P_k ,针对发送给各终端装置 MTk 的符号决定是否进行模运算。此外,模运算切换决定部 214b 生成表示决定结果的发送模式信息。之后,进入步骤 S103。

[0286] (步骤 S103) 干扰计算部 212b 在变量 k 中代入 1。之后,进入步骤 S104。

[0287] (步骤 S104) 干扰计算部 212b 将发送给终端装置 MT1 的调制符号 s_1 作为发送数据符号 v_1 。之后,进入步骤 S105。

[0288] (步骤 S105) 干扰计算部 212b 对 k 加 1。之后,进入步骤 S106。

[0289] (步骤 S106) 干扰计算部 212b 利用在步骤 S101 中计算出的干扰系数矩阵 B 及发送给终端装置 MT1 ~ (k-1) 的发送数据符号 $v_1 \sim v_{k-1}$,来计算在发送给终端装置 MTk 的无线信号中产生的干扰符号 f_k (参照式(12))。之后,进入步骤 S107。

[0290] (步骤 S107) 干扰减法部 113b-k 从发送给终端装置 MTk 的调制符号 s_k 中减去由步骤 S106 计算出的干扰符号 f_k ,来计算干扰除去符号 $s_k - f_k$ 。之后,进入步骤 S108。

[0291] (步骤 S108) 模运算切换部 121b-k 判断由步骤 S12 生成的发送给终端装置 MTk 的发送模式信息是否表示“发送模式 1”。在发送给终端装置 MTk 的发送模式信息表示“发送模式 1”的情况下(是),进入步骤 S109。另一方面,在发送给终端装置 MTk 的发送模式信息表示不是“发送模式 1”的情况下(否),进入步骤 S110。

[0292] (步骤 S109) 模运算部 122b-k 对由步骤 S108 计算出的干扰除去符号 $s_k - f_k$ 进行模运算。模运算部 122b-k 将模运算结果的剩余符号 s_k' 作为发送数据符号 v_k 。之后,进入步骤 S111。

[0293] (步骤 S110) 模运算部 122b-k 将干扰除去符号 $s_k - f_k$ 作为发送数据符号 v_k 。之后,进入步骤 S111。

[0294] (步骤 S111) 模运算部 122b-k 将在步骤 S109 或者 S110 中代入的 v_k 输入至干扰计算部 212b。之后,进入步骤 S112。

[0295] (步骤 S112) 干扰计算部 212b 判断是否为 $k = N$ 。在判断为 $k = N$ 的情况下(是),进入步骤 S113。另一方面,在判断为 $k \neq N$ 的情况下(否),返回至步骤 S105。

[0296] (步骤 S113) 帧构成部 23b 被输入由步骤 S104、S109 或者 S110 生成的发送数据符号 $v_1 \sim v_N$ 。之后,进入步骤 S114。

[0297] (步骤 S114) 帧构成部 23b 将发送模式信息及固有参考符号插入符号列中。之后,进入步骤 S115。

[0298] (步骤 S115) 线性滤波器乘法部 241b 对组合了发送数据符号 v_k 之后的向量乘以线性滤波器(参照式(14))。之后,结束动作。

[0299] 图 14 是表示本实施方式涉及的干扰功率计算处理的动作的一例的流程图。该图表示图 13 的步骤 S12 中的处理动作。

[0300] (步骤 S12-1) 模运算切换决定部 214b 将发送给终端装置 MT1 的调制符号 s_1 的功率设定为发送功率 Q_s 。在此, Q_s 是对数据信号调制之后的符号的功率被平均化之后的平均功率。

[0301] 之后, 进入步骤 S12-2。

[0302] (步骤 S12-2) 模运算切换决定部 214b 在变量 k 中代入 2。之后, 进入步骤 S12-3。

[0303] (步骤 S12-3) 模运算切换决定部 214b 利用由步骤 S12-6 或者 S12-8 计算出的发送功率 T_1 ($1 = 1 \sim k-1$) 来计算干扰功率 P_k (参照式 (13))。再者, 在 $k = 2$ 的情况下, 模运算切换决定部 214b 将发送功率 T_1 设定为步骤 S12-1 中计算出的 Q_s 。例如, $k = 2$ 时的干扰功率 $P_2 = B_{21}^2 Q_s$ (B_{21} 的平方与 Q_s 的乘积)。进入步骤 S12-4。

[0304] (步骤 S12-4) 模运算切换决定部 214b 判断在步骤 S12-3 中计算出的干扰功率 P_k 是否大于阈值 P_0 。在判断为干扰功率 P_k 大于阈值 P_0 的情况下 (是), 进入步骤 S12-5。另一方面, 在判断为干扰功率 P_k 为阈值 P_0 以下的情况下 (否), 进入步骤 S12-7。

[0305] (步骤 S12-5) 模运算切换决定部 214b 将发送给终端装置 MTk 的发送模式信息决定为“发送模式 1”。之后, 进入步骤 S12-6。

[0306] (步骤 S12-6) 模运算切换决定部 214b 将 Q_M 设定为发送功率 T_k 。在此, Q_M 是剩余符号 s_k 的平均功率, 是假定在信号点平面上 (参照图 37) 以原点为中心的 I-ch 包含在 $[-\tau/2, \tau/2]$ 、Q-ch 包含在 $[-\tau/2, \tau/2]$ 中的信号点之中信号以等概率分布时的功率。

[0307] (步骤 S12-7) 模运算切换决定部 214b 将发送给终端装置 MTk 的发送模式信息决定为“发送模式 2”。之后, 进入步骤 S12-8。

[0308] (步骤 S12-8) 模运算切换决定部 214b 将 $Q_s + P_k$ 设定为发送功率 T_k 。在此, $Q_s + P_k$ 表示干扰除去符号 $s_k - f_k$ 的平均功率。之后, 进入步骤 S12-9。

[0309] (步骤 S12-9) 模运算切换决定部 214b 判断是否为 $k = N$ 。在判断为 $k = N$ 的情况下 (是), 结束动作。另一方面, 在判断为 $k \neq N$ 的情况下 (否), 进入步骤 S12-10。

[0310] (步骤 S12-10) 模运算切换决定部 214b 在 k 上加 1。之后, 返回至步骤 S12-3。

[0311] <关于阈值 P_0 >

[0312] 上述的阈值 P_0 按照以下方式预先确定。

[0313] 图 15 是说明本实施方式涉及的阈值 P_0 的说明图。在该图中, 横轴表示干扰功率, 纵轴表示错误率。

[0314] 赋予符号 L11 的曲线 L11 表示不进行模运算时的干扰功率与错误率之间的关系。曲线 L11 中表示在阈值 P_0 变小从而进行模运算的概率变高时, 伴随着模运算的 Modulo Loss (模损耗) 增加, 错误发生得较多。另一方面, 赋予符号 L12 的曲线 L12 表示在阈值 P_0 变大从而进行模运算的概率下降时, 由于无法在功率效率方面良好地除去干扰因此错误增加。

[0315] 赋予符号 L1 的曲线 L1 是取得曲线 L11 与 L12 之和的结果。在本实施方式中, 将该曲线 L1 中的最小值设定为阈值 P_0 。

[0316] 这样, 根据本实施方式, 复用信号生成部 2b 对发送给“发送模式 1”的终端装置 MTk 的信号即进行了模运算信号、和发送给“发送模式 2”的终端装置 MTk 的信号即不进行模运

算的信号进行复用。由此,在本实施方式中,无线通信系统复用干扰功率小的信号和干扰功率大的信号,并且能够对干扰功率大的信号进行模运算而对干扰功率小的信号不进行模运算来复用信号。

[0317] 特别在本实施方式涉及的通信系统中,通过线性滤波器的相乘,有时针对发送给终端装置 MTk 的信号的干扰信号会变大。但是,根据本实施方式,由于在干扰信号变大的情况下进行模运算,因此能够降低发送功率,进行功率效率高的通信。

[0318] (第 3 实施方式)

[0319] 以下,参照附图详细说明本发明的第 3 实施方式。

[0320] 在上述第 2 实施方式中,基站装置 b2 基于干扰功率 P_k 判断是否进行模运算。在本实施方式中,基于进行减去干扰的处理的顺序(称为干扰除去顺序,与终端装置 MTk 的顺序(终端编号 k)相同),判断是否进行模运算。

[0321] 由于表示本实施方式涉及的无线通信系统的示意图与第 2 实施方式(图 8)相同,因此省略说明。以下,将本实施方式涉及的基站装置 B 称为基站装置 b3。再者,由于终端装置 MTk ($k = 1 \sim N$) 各自的结构与第 1 实施方式的终端装置 m1 的结构(图 6、7)相同,因此省略说明。其中,本实施方式涉及的终端装置 m1 基于与基站装置 B 的 N 个天线之间的传播路径状态信息来进行传播路径补偿。

[0322] <关于基站装置 b3>

[0323] 图 16 是表示本发明的第 3 实施方式涉及的基站装置 b3 的结构的示意框图。若比较本实施方式涉及的基站装置 b3(图 16)和第 2 实施方式涉及的基站装置 b2(图 9),其复用信号生成部 3b 有所不同。但是,其其他的结构要素(编码部 b111 ~ b11N、调制部 b121 ~ b12N、CRS 生成部 b23、帧选择部 b24、无线发送部 b151 ~ b15N、天线 b101 ~ b10N、无线接收部 b161 ~ b16N、帧分离部 b28、及传播路径信息取得部 b27 所具有的功能与第 2 实施方式相同。对于与第 2 实施方式相同的功能,省略其说明。

[0324] 图 17 是表示本实施方式涉及的复用信号生成部 3b 的结构的示意框图。若比较本实施方式涉及的复用信号生成部 3b(图 17)和第 2 实施方式涉及的复用信号生成部 2b(图 10),不同点在于:复用信号生成部 3b 中不具备自适应 Modulo 部 12b-2 ~ 12b-(K-1) (K 为 3 以上的自然数)及模运算切换决定部 214b,此外取代自适应 Modulo 部 12b-K ~ b12-N 而具备模运算部 122b-K ~ 122b-N。但是,其其他的结构要素(线性滤波器计算部 211b、干扰计算部 212b、干扰减法部 113b-2 ~ 113b-N、帧构成部 23b、及线性滤波器乘法部 241b)所具有的功能与第 2 实施方式相同。对于与第 2 实施方式相同的功能,省略其说明。

[0325] 由于模运算部 122b-K ~ 122b-N 各自具有的功能与图 11 的模运算部 122b-k 相同,因此省略说明。

[0326] <关于基站装置 b3 的动作>

[0327] 图 18 是表示本实施方式涉及的复用信号生成部 3b 的动作的流程图。若比较本实施方式涉及的复用信号生成部 3b 的动作(图 18)和第 2 实施方式涉及的复用信号生成部 2b 的动作(图 13),则不同点在于图 18 中没有步骤 S12 的处理、以及取代步骤 S108 存在步骤 S208 的处理。但是,其他的处理(步骤 S101、S103 ~ S107、S109 ~ S115)与第 2 实施方式相同。对于与第 2 实施相同的处理,省略其说明。

[0328] (步骤 S208) 复用信号生成部 3b 判断变量 k 是否为预先确定的阈值 K 以上。在判

断出变量 k 为阈值 K 以上的情况下 (是), 进入步骤 S109。另一方面, 在判断出变量 k 小于阈值 K 的情况下 (否), 进入步骤 S110。

[0329] < 关于阈值 K >

[0330] 上述的阈值 K 通过以下方式预先确定。

[0331] 图 19 是说明本实施方式涉及的阈值 K 的说明图。在该图中, 横轴表示进行模运算的最初的终端装置的终端编号 k (终端装置 MT k 的 k)。也就是说, 表示对发送给终端装置 MT1 ~ MT($k-1$) 的干扰除去符号不进行 Modu1 运算, 对于发送给终端装置 MT k ~ MTN 的干扰除去符号进行 Modu1 运算。此外, 纵轴表示错误率。

[0332] 赋予符号 L21 的曲线 L21 表示当进行模运算的 MT 变多时, 伴随着模运算的模损耗增加, 从而错误发生得较多。另一方面, 赋予符号 L22 的曲线 L22 表示当进行模运算的 MT 变少时, 由于无法在功率效率方面良好地除去干扰, 因此错误增加。赋予符号 L2 的曲线 L2 是取得曲线 L21 与 L22 之和的结果。在本实施方式中, 将该曲线 L2 中的最小值设定为阈值 K 。

[0333] 这样, 根据本实施方式, 干扰减法部 113b-2 ~ 113b-N 按照干扰除去顺序 (终端装置 MT k 的顺序) 从发送给终端装置 MT k 的信号中减去干扰信号。模运算部 122b-K ~ 模运算部 122b-N 对干扰除去顺序大于阈值 K 的接收装置 MT K ~ MTN 为目的地的信号进行剩余运算。也就是说, 在本实施方式中, 无线通系统对干扰除去顺序较大从而统计学方面干扰功率大的终端装置 MT K ~ MTN 的信号进行模运算, 对干扰除去顺序较小从而干扰功率小的终端装置 MT1 ~ MT($K-1$) 的信号不进行模运算。由此, 在本实施方式中, 能够防止干扰除去顺序小于干扰功率低的情况下接收候补点增加从而信号检测性能下降, 并且在干扰除去顺序大在统计方面干扰功率高的情况下进行功率效率高的通信, 可提高传播特性。

[0334] 在本实施方式中, R^n 是下三角形。这表示发送给进行干扰除去的顺序靠前的终端装置 MT k 的信号中因发送给其他的终端装置 MT1 ~ MT($k-1$) 的信号引起的干扰功率在统计方面较小。例如, 在 $N = 4$ 的情况下, 发送给终端装置 MT1 的信号不会受到来自其他终端装置的干扰。此外, 发送给终端装置 MT2 的信号受到发送给终端装置 MT1 的信号的干扰, 但不会受到其他的发送给终端装置 MT3 ~ MTN 的信号的干扰。发送给终端装置 MT3 的信号受到由发送给终端装置 MT1、MT2 的信号引起的干扰, 不会受到来自发送给终端装置 MT4 的信号的干扰。发送给终端装置 MT4 的信号受到发送给终端装置 MT1 ~ MT3 的信号中的所有信号的干扰。这样, 终端装置 MT k 的干扰除去顺序越大, 则会受到来自发送给越多的终端装置 MT1 ~ MT($k-1$) 的信号的干扰, 干扰功率在统计方面具有变大的趋势。因此, 在本实施方式中, 根据终端装置 MT k 的干扰除去顺序来切换有无模运算, 仅对统计方面干扰功率较大的终端装置 MT k 进行模运算, 从而能够提高传播特性。

[0335] < 仿真 >

[0336] 图 20 是表示本实施方式涉及的阈值 K 与错误率特性的关系的示意图。在该图中, 横轴表示进行模运算的最初的 MT 的终端编号 k 。此外, 纵轴表示 BER(Bit Error Rate: 比特错误率)。该 BER 是对发送 SNR(Signal Noise Ratio: 信噪比) 设定为 -1.5dB 时的全部终端装置 MT1 ~ MTN 的 BER 进行平均之后的结果。

[0337] 图 20 是对图 19 所示的关系进行具体仿真之后的结果。在此, 在该仿真中, 将基站装置 b3 的天线个数及终端装置 MT 的个数设定为 8 ($N = 8$), 纠错符号使用 turbo 符号, 调制

方式采用 QPSK。

[0338] 图 20 表示在 $k = 6$ 时为最小值,通过设定阈值 $K = 6$ 从而错误率变得最小。

[0339] 此外,图 20 中表示 $K = 1$ 对全部终端装置的符号进行模运算的 MU-MIMO THP 时的错误率特性,最右侧表示完全不进行模运算时(线性波束形成时)的错误率特性。也就是说,图 20 表示本实施方式涉及的无线通信系统(例如 $K = 6$)与现有技术相比能够降低错误率。

[0340] (第 4 实施方式)

[0341] 以下,参照附图详细说明本发明的第 4 实施方式。

[0342] 在上述第 3 实施方式中,说明基站装置 b3 发送了发送模式信息、终端装置 MTk 取得发送模式信息的情况。在本实施方式中,说明基站装置 b3 不对发送模式信息进行发送、而由终端装置 M1k 检测发送模式信息的情况。

[0343] 由于表示本实施方式涉及的无线通信系统的示意图与第 2 实施方式(图 8)相同,因此省略说明。以下,将本实施方式涉及的基站装置 B 称为基站装置 b4,将终端装置 MT1 ~ MTN 分别称为终端装置 m4。

[0344] <关于基站装置 b4>

[0345] 图 21 是表示本发明的第 4 实施方式涉及的基站装置 b4 的结构的示意框图。若比较本实施方式涉及的基站装置 b4(图 21)与第 3 实施方式涉及的基站装置 b3(图 16),则不同点在于复用信号生成部 4b、及帧选择部 b44。但是,其其他的结构要素(编码部 b111 ~ b11N、调制部 b121 ~ b12N、CRS 生成部 b23、无线发送部 b151 ~ b15N、天线 b101 ~ b10N、无线接收部 b161 ~ b16N、帧分离部 b28、及传播路径信息取得部 b27)所具有的功能与第 3 实施方式相同。省略与第 3 实施方式相同功能的说明。

[0346] 复用信号生成部 4b 与复用信号生成部 3b 的不同在于,不排列发送模式信息的调制符号。对于复用信号生成部 4b 的详细内容在后面叙述。

[0347] 帧选择部 b44 根据映射信息,将从 CRS 生成部 b23 输入的天线 b10k 的公共参考符号配置在预先确定的频带。

[0348] 此外,帧选择部 b44 根据映射信息,将从复用信号生成部 4b 输入的发送给终端装置 MTk 的符号列配置在向终端装置 MTk 发送信号的频带中。帧选择部 b44 将配置于频带的信号分别按预先确定每个发送时间单位(帧)输出至无线发送部 b15k。

[0349] 图 22 是表示本实施方式涉及的复用信号生成部 4b 的结构的示意框图。若比较本实施方式涉及的复用信号生成部 4b(图 22)和第 3 实施方式涉及的复用信号生成部 3b(图 17),不同之处在于帧构成部 43b。但是,其其他的结构要素(线性滤波器计算部 211b、干扰计算部 212b、干扰减法部 113b-2 ~ 113b-N、模运算部 122b-K ~ 122b-N、及线性滤波器乘法部 241b)所具有的功能与第 3 实施方式相同。省略与第 3 实施方式相同的功能的说明。

[0350] 图 23 是表示本实施方式涉及的帧构成部 43b 的结构的示意框图。若比较本实施方式涉及的帧构成部 43b(图 23)和第 2 实施方式涉及的帧构成部 23b(图 12),其不同点在于帧构成部 43b 不具备发送模式信息插入部 231b。但是,其其他的结构要素(DRS 生成部 232b、及 DRS 插入部 233b)所具有的功能与第 2 实施方式相同。省略与第 2 实施方式的相同功能的说明。

[0351] 其中,DRS 生成部 232b 使用的映射信息是表示以终端编号的升序按照时间顺序来

排列终端装置 MTk 的固有参考符号的信息 (参照图 24)。在此,由于终端编号表示干扰除去顺序,因此终端装置 MTk 的固有参考符号的排列顺序是干扰除去顺序的顺序。

[0352] < 关于无线信号 >

[0353] 图 24 是表示本实施方式涉及的无线信号的一例的示意图。在该图中,横轴表示时间轴。此外,该图是将以相同频带所发送的无线信号分为发送给各终端装置 MT1 ~ MTN 的无线信号来表示的。此外,该图是 $N = 4$ 时的图。

[0354] 在图 24 中,无线信号 S21-1 ~ S24-1 分别是基站装置 b4 利用天线 b101 ~ b104 所发送的无线信号即发送给终端装置 MT1 ~ MT4 的无线信号。此外,接收信号 S21-2 ~ S24-2 分别表示终端装置 MT1 ~ MT4 接收到的接收信号。

[0355] 图 24 的无线信号 S21-1 ~ S24-1 表示各终端装置 MT1 ~ 4 的固有参考符号的信号 (DRS-MT1 ~ MT4) 以终端编号 $k(k = 1 \sim 4)$ 的升序按照时间顺序进行排列。

[0356] 此外,图 24 的接收信号 S21-2 ~ S24-2 表示终端装置 MTk 接收终端装置 MT1 ~ MTk 的固有参考符号的信号、不接收终端装置 MT(k+1) ~ MTN 的固有参考符号的信号。

[0357] < 关于终端装置 m4 >

[0358] 图 25 是表示本实施方式涉及的终端装置 m4 的示意框图。该图是终端装置 m4 的天线为 1 个时的图。

[0359] 若比较本实施方式涉及的终端装置 m4 (图 25) 和第 1 实施方式涉及的终端装置 m1 (图 6),其不同之处在于帧分离部 m421、终端数信息存储部 m425、及发送模式检测部 m424。但是,其他的结构要素 (天线 m101、无线接收部 m111、传播路径估计部 m122、传播路径补偿部 m123、自适应解调部 1m、解码部 m124、传播路径状态信息生成部 m131、帧构成部 m132、及无线发送部 m141) 所具有的功能与第 1 实施方式相同。省略与第 1 实施方式相同功能的说明。其中,传播路径估计部 m122 及传播路径补偿部 m123 估计与基站装置 b4 的 N 个天线之间的传播路径状态,基于表示所估计的传播路径状态的传播路径状态信息来进行传播路径补偿。

[0360] 帧分离部 m421 基于从基站装置 b4 预先通知的映射信息,分离出配置有发送给本装置的信号的频带的信号。此外,帧分离部 m421 将分离出的信号之中的发送给本装置的数据信号输出至传播路径补偿部 m123。

[0361] 此外,帧分离部 m421 将分离出的信号之中的发送给各终端装置 MTk (包含本装置) 的固有参考符号的信号输出至发送模式检测部 m424。具体而言,在配置有发送给各终端装置 MTk 的固有参考符号的信号的时间带中存在预先确定的阈值以上的振幅的信号时,将其固有参考符号的信号按排列的时间顺序输出至发送模式检测部 m424。此外,帧分离部 m421 将分离出的信号之中的公共参考符号的信号输出至传播路径估计部 m122。

[0362] 发送模式检测部 m424 将固有参考符号的信号之中的信号的排列中时间顺序最靠后的固有参考符号作为发送给本装置的固有参考符号的信号进行提取。发送模式检测部 m424 将提取出的发送给本装置的固有参考符号的信号输出至传播路径估计部 m122。

[0363] 此外,发送模式检测部 m424 对从帧分离部 m421 输入的发送给各终端装置 MTk 的固有参考符号的信号的个数进行计数 (将计数结果设为 K_1)。该 K_1 表示终端装置 m4 的终端编号。

[0364] 此外,终端数信息存储部 m425 预先存在基站装置 b4 与终端装置 m4 之间共用的阈

值 K。

[0365] 发送模式检测部 m424 比较从终端数信息存储部 m425 读出的信息所表示的阈值 K 和 K_1 。在比较的结果判断为 $K_1 \geq K$ 的情况下,发送模式检测部 m424 判断出进行模运算,并生成表示“发送模式 1”的发送模式信息。在 $K_1 < K$ 的情况下,发送模式检测部 m424 判断出不进行模运算,并生成表示“发送模式 2”的发送模式信息。

[0366] 发送模式检测部 m424 将所生成的发送模式信息输出至自适应解调部 1m。

[0367] < 关于接收信号 >

[0368] 以下,说明终端装置 MT1 ~ MTN 接收的接收信号。在此,说明 $N = 4$ 时的情况。

[0369] DRS 插入部 233b 按时间顺序插入由如下的式 (15) 表示的无线信号向量 $p_1 \sim p_4$ 所示出的固有参考符号。基站装置 b4 发送被插入的固有参考符号的信号。

[0370] 【公式 14】

$$[0371] \begin{pmatrix} \vec{p}_1^T \\ \vec{p}_2^T \\ \vec{p}_3^T \\ \vec{p}_4^T \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & p_4 \end{pmatrix} \cdots (15)$$

[0372] 在式 (15) 中,作为左边的各成分的无线信号向量 $P_1 \sim P_4$ 是利用天线 b101 ~ b104 所发送的无线信号。此外,右边的矩阵中,行表示按天线 b101 ~ b104 的顺序使用各天线所发送的无线信号,列表示按发送时刻 t11 ~ t14 的顺序在各发送时刻所发送的无线信号。再者,发送时刻 t11 ~ t14 是以单位时间连续的时刻, $t11 < t12 < t13 < t14$ 。此外,矩阵的成分的值 $p_1 \sim p_4$ 是固有参考符号的信号 $p_1 \sim p_4$ 。

[0373] 例如,在式 (15) 中,无线信号向量 p_1 表示在发送时刻 t11 发送固有参考符号的信号 p_1 、在发送时刻 t12 ~ t14 不发送无线信号。此外,在式 (15) 中,无线信号向量 p_2 表示在发送时刻 t12 发送固有参考符号的信号 p_2 、在发送时刻 t11、t13、t14 不发送无线信号 (参照图 24 的无线信号 S21-1 ~ S24-1)。

[0374] 在该情况下,终端装置 MT1 ~ MT4 接收由如下的式 (16) 表示的接收信号向量 $p_1' \sim p_4'$ 所示出的接收信号 (参照式 (10))。

[0375] 【公式 15】

$$[0376] \begin{pmatrix} \vec{p}_1'^T \\ \vec{p}_2'^T \\ \vec{p}_3'^T \\ \vec{p}_4'^T \end{pmatrix} = R^H \begin{pmatrix} p_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & p_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_{11}^* p_1 & 0 & 0 & 0 \\ r_{12}^* p_1 & r_{22}^* p_2 & 0 & 0 \\ r_{13}^* p_1 & r_{23}^* p_2 & r_{33}^* p_3 & 0 \\ r_{14}^* p_1 & r_{24}^* p_2 & r_{34}^* p_3 & r_{44}^* p_4 \end{pmatrix} \cdots (16)$$

[0377] 在式 (16) 中,作为左边的各成分的接收信号向量 $p_1' \sim p_4'$ 分别表示终端装置 MT1 ~ MT4 接收的接收信号。此外,右边的矩阵中,行表示按终端装置 MT1 ~ MT4 的顺序各终端装置所接收的接收信号,列表示按接收时刻 t21 ~ t24 的顺序在各接收时刻所接收的无线信号。再者,接收时刻 t21 ~ t24 是以单位时间连续的时刻, $t21 < t22 < t23 < t24$ 。

[0378] 例如,在式(16)中,接收信号向量 p_1' 表示终端装置 MT1 在接收时刻 t_{21} 接收信号 $r_{11}^* p_1$ 、在接收时刻 $t_{22} \sim t_{24}$ 不进行接收信号的接收。此外,在式(16)中,接收信号向量 p_2' 表示终端装置 MT2 在接收时刻 t_{21} 、 t_{22} 分别发送信号 $r_{12}^* p_1$ 、 $r_{22}^* p_2$ 、在接收时刻 t_{23} 、 t_{24} 不发送无线信号(参照图 24 的无线信号 S21-2 ~ S24-2)。

[0379] 这样,根据本实施方式,发送模式检测部 m424 基于配置有固有参照信号的位置所表示的干扰处理顺序,来判断发送模式信息是表示“发送模式 1”的信息或者是表示“发送模式 2”的信息。具体而言,发送模式检测部 m424 在干扰处理顺序为阈值 K 以后的顺序的情况下判断为是“发送模式 1”,在干扰处理顺序是比阈值 K 靠前的顺序的情况下判断为是“发送模式 2”。由此,在本实施方式中,即便基站装置 b4 不进行发送模式信息的发送,终端装置 MTk 也能够判断发送模式,能够削减控制信息的开销。

[0380] 此外,在本实施方式中,说明了终端装置 m4 的干扰除去顺序与发送 DRS 的终端装置 m4 的时间顺序相一致的情况,但是本发明并不限于此,只要所有的终端装置 m4 存储了表示发往各干扰除去顺序的终端的 DRS 在哪个时刻以哪个频率进行发送的信息即可。

[0381] (第 5 实施方式)

[0382] 以下,参照附图详细说明本发明的第 5 实施方式。

[0383] 在上述第 1 ~ 4 的实施方式中,说明了各终端装置 MT1 ~ MTN 在同一时刻、同一频率接收 1 个的信号序列(称为数据流)的情况。在本实施方式中,说明各终端装置 MT1 ~ MTN 接收多个数据流的情况。

[0384] <关于无线通信系统>

[0385] 图 26 是表示本发明的第 5 实施方式涉及的无线通信系统的示意图。在该图中,基站装置 B 向 N 个终端装置 MT1 ~ MTN 发送信号。在此,向各终端装置 MT1 ~ MTN 发送的信号是多个数据流。

[0386] 再者,终端装置 MTk 具备 I_k 个天线 m10i ($i = 1 \sim I_k$),基站装置 B 具备 J 个 ($J \geq \sum_{k=1}^N I_k$; $\sum_{k=1}^N$ 表示针对 $k = 1$ 至 $k = N$ 求和)的天线 b10j ($j = 1 \sim J$)。

[0387] 以下,将基站装置 B 称作基站装置 b5,将终端装置 MT1 ~ MTN 各自称作终端装置 m5。

[0388] <关于基站装置 b5>

[0389] 图 27 是表示本实施方式涉及的基站装置 b5 的结构示意框图。该图是具备 J 个以相同频带发送发往 N 个各终端装置的信号的天线时的图。

[0390] 若比较本实施方式涉及的基站装置 b5(图 27)和第 2 实施方式涉及的基站装置 b2(图 9),不同之处在于复用信号生成部 5b 及帧选择部 b54。但是,其他的结构要素(编码部 b111 ~ b11N、调制部 b121 ~ b12N、CRS 生成部 b23、无线发送部 b151 ~ b15J、天线 b101 ~ b10J、无线接收部 b161 ~ b16J、帧分离部 b28、及传播路径信息取得部 b27)所具有的功能与第 2 实施方式相同。省略与第 2 实施方式相同功能的说明。

[0391] 再者,对于复用信号生成部 5b 的详细内容在后面叙述。

[0392] 帧选择部 b54 根据映射信息,将从 CRS 生成部 b23 输入的天线 b10j 的公共参考符号配置在预先确定的频带。帧选择部 b54 将配置于频带的每个天线 b10j 的信号分别按预先确定的每个发送时间单位(帧),输出至与各天线 b10j 连接的无线发送部 b15j。此外,帧选择部 b54 根据映射信息,将从复用信号生成部 5b 的输入的符号列即每个天线 b10j(j

$= 1 \sim N$) 的发送给终端装置 MTk 的每个天线 b10j 的符号列, 配置在向终端装置 MTk 发送信号的频带。帧选择部 b54 将配置于频带的每个天线 b10j 的信号分别按预先确定的每个发送时间单位 (帧), 输出至与各天线 b10j 连接的无线发送部 b15j。

[0393] 图 28 是表示本实施方式涉及的复用信号生成部 5b 的结构示意框图。若比较本实施方式涉及的复用信号生成部 5b (图 28) 和第 2 实施方式涉及的复用信号生成部 2b (图 10), 不同之处在于线性滤波器计算部 511b、模运算切换决定部 514b、帧构成部 53b、及线性滤波器乘法部 541b。但是, 其他的结构要素 (干扰计算部 212b、干扰减法部 113b-2 ~ 113b-N、及自适应模运算部 12b-2 ~ 12b-N) 所具有的功能与第 2 实施方式相同。省略与第 2 实施方式相同功能的说明。其中, 干扰计算部 212b、干扰减法部 113b-k、及自适应模运算部 12b-k 在第 2 实施方式中以 1 个数据流为单位对符号进行处理, 但在本实施方式中以 I_k 个数据流为单位对符号进行处理。例如, 调制符号 s_k 是 I_k 个数据流, 以 I_k 个要素的向量表示。

[0394] 线性滤波器计算部 511b 被输入 CSI。线性滤波器计算部 511b 根据所输入的 CSI 来生成传播矩阵 H。在此, 传播矩阵 H 的 p 行 q 列要素 h_{pq} ($p = 1 \sim \sum_{k=1}^N I_k, q = 1 \sim J$) 是天线 b10q 与终端装置 MTk 的天线 m10i 之间的传播路径估计值。该传播矩阵由如下的式 (17) 表示。

[0395] 【公式 16】

$$[0396] \quad H = \left[H_1^T, H_2^T, \dots, H_N^T \right]^T \quad \dots \quad (17)$$

[0397] 在此, T 表示转置。此外, H_k 表示天线 b10q 与终端装置 MTk 的传播矩阵, 是 I_k 行 J 列的矩阵。在此, 将终端装置 MT1 ~ MTk-1 的传播矩阵 $H_1 \sim H_{k-1}$ 设定为从传播矩阵 H 中提取的矩阵 H_k 。也就是说, H_k 由如下的式 (18) 表示。

[0398] 【公式 17】

$$[0399] \quad H_{-k} = \left[H_1^T, H_2^T, \dots, H_{k-1}^T \right]^T \quad \dots \quad (18)$$

[0400] [关于线性滤波器的计算处理]

[0401] 线性滤波器计算部 511b 通过以下的方式来计算线性滤波器 (矩阵 Q)。

[0402] 首先, 线性滤波器计算部 511b 对 H_k 进行特异值分解。 H_k 的特异值分解由如下的式 (19) 表示。

[0403] 【公式 18】

$$[0404] \quad H_{-k} = U_{-k} \Sigma_{-k} \left[V_{-k}^{\text{Im}}, V_{-k}^{\text{ker}} \right]^H \quad \dots \quad (19)$$

[0405] 在此, 矩阵 U_{-k} 是 $R_1 (= \sum_{h=1}^{k-1} I_h)$ 行 R_1 列的正交矩阵。此外, 矩阵 Σ_{-k} 是 R_1 行 J 列的矩阵, 对角成分 (r_1 行 r_1 列成分 ($r_1 = 1 \sim R_1$)) 以外是“0”, 对角成分是非负的矩阵。此外, 矩阵 V_{-k}^{Im} 是 J 行 R_1 列的矩阵, 矩阵 V_{-k}^{ker} 是 J 行 $R_2 (= \sum_{h=k}^N I_h)$ 列的矩阵。

[0406] 对应于 H_k 的秩是较高的 R_1 , 除去了 $[V_{-k}^{\text{Im}}, V_{-k}^{\text{ker}}]$ 的最初的 R_1 列之后的矩阵 V_{-k}^{ker} 的列向量成为零空间 (NullSpace) 的基础向量。再者, 在这些的矩阵之间以下的式 (20) 的关系成立。

[0407] 【公式 19】

$$[0408] \quad \begin{aligned} H_{-k} V_{-k}^{\text{ker}} &= U_{-k} \Sigma_{-k} \left[V_{-k}^{\text{Im}}, V_{-k}^{\text{ker}} \right]^H V_{-k}^{\text{ker}} = U_{-k} \Sigma_{-k} [0, I]^H = 0 \\ &\dots \quad (20) \end{aligned}$$

[0409] 在此, I 是 R_2 行 R_2 列的单位矩阵。式 (20) 表示在将矩阵 V_{-k}^{ker} 与以符号 $S_k \sim S_N$ (S_1 是 I_1 个数据流的符号为要素的向量) 作为要素的向量相乘时、发送给终端装置 $MT_k \sim MT_N$ 的信号不会到达终端装置 $MT_1 \sim MT(k-1)$ 。

[0410] 图 29 是表示本实施方式涉及的无线信号的一例的示意图。该图是 $N = 2$ 为时的一例。该图表示从基站装置 B 发送的终端装置 MT_2 的信号没有到达终端装置 MT_1 。

[0411] 返回至图 28, 线性滤波器计算部 511b 对在矩阵 H_k 上乘以计算出的矩阵 V_{-k}^{ker} 之后的矩阵 $H_k V_{-k}^{\text{ker}}$ 进行特异值分解, 来计算终端装置 MT_k 的接收滤波器 (矩阵 U_k^H) 及专用滤波器 (矩阵 V_k^{Im})。矩阵 $H_k V_{-k}^{\text{ker}}$ 的特异值分解由如下的式 (21) 表示。

[0412] 【公式 20】

$$[0413] \quad H_k V_{-k}^{\text{ker}} = U_k^H \Sigma_k \left[V_k^{\text{Im}}, V_k^{\text{ker}} \right]^H \dots \quad (21)$$

[0414] 在此, 矩阵 U_k^H 是 I_k 行 I_k 列的西矩阵。此外, 矩阵 Σ_k 是 I_k 行 R_2 列的矩阵, 对角成分 (r_2 行 r_2 列成分 ($r_2 = 1 \sim R_2$)) 以外为“0”, 对角成分为非负的矩阵。此外, 矩阵 V_k^{Im} 是 R_2 行 I_k 列的矩阵, 矩阵 V_k^{ker} 是 R_2 行 $R_3 (= R_2 - I_k = \sum_{h=k+1 \sim N} I_h)$ 列的矩阵。

[0415] 对应于 $H_k V_{-k}^{\text{ker}}$ 的秩为较高的 I_k , 除去了 $[V_k^{\text{Im}}, V_k^{\text{ker}}]$ 的最初的 I_k 列之后的矩阵 V_k^{ker} 的列向量成为零空间 (NullSpace) 的基础向量。再者, 在这些矩阵之间如下的式 (22) 的关系成立。

[0416] 【公式 21】

$$[0417] \quad \begin{aligned} U_k H_k V_{-k}^{\text{ker}} V_k^{\text{Im}} &= U_k U_k^H \Sigma_k \left[V_k^{\text{Im}}, V_k^{\text{ker}} \right]^H V_k^{\text{Im}} = \Sigma_k [I, 0]^H = \Sigma_k \\ &\dots \quad (22) \end{aligned}$$

[0418] 在此, I 是 R_1 行 R_1 列的单位矩阵。

[0419] 线性滤波器计算部 511b 利用计算出的矩阵 V_{-k}^{ker} 及矩阵 V_k^{Im} , 生成线性滤波器。线性滤波器由如下的式 (23) 的矩阵 Q 表示。

[0420] 【公式 22】

$$[0421] \quad Q = \left[V_{-1}^{\text{ker}} V_1^{\text{Im}}, V_{-2}^{\text{ker}} V_2^{\text{Im}}, \dots, V_{-N}^{\text{ker}} V_N^{\text{Im}} \right] \dots \quad (23)$$

[0422] [关于干扰系数矩阵的计算处理]

[0423] 线性滤波器计算部 511b 利用将矩阵 H 与矩阵 Q 相乘之后的矩阵 HQ 来计算干扰系数矩阵 B (干扰系数滤波器)。矩阵 HQ 由以下的式 (24) 表示。

[0424] 【公式 23】

[0425]

$$HQ = T = \begin{pmatrix} T_{11} & 0 & \dots & 0 \\ T_{21} & T_{22} & \ddots & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 0 \\ T_{N1} & \dots & \dots & T_{NN} \end{pmatrix} \dots \quad (24)$$

[0426] 在此,矩阵 T 的要素 T_{pk} (称为要素矩阵 T_{pk}) 是 I_k 行 I_k 列的矩阵。式 (24) 表示如将要素矩阵 T_{pk} 作为一个要素来处理、 HQ 是下三角矩阵。再者,要素矩阵 T_{pk} 表示发送给终端装置 MT_k 的信号没有到达终端装置 MT_p 时的传播路径状态。

[0427] 线性滤波器计算部 511b 生成从计算出的矩阵 T 中提取出对角成分的对角矩阵 A 。此外,线性滤波器计算部 511b 计算干扰系数矩阵 $B = A^{-1}T - I$ 。在此, A^{-1} 表示 A 的逆矩阵, I 表示单位矩阵。干扰系数矩阵 B 由以下的式 (25) 表示。

[0428] 【公式 24】

[0429]

$$B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & \cdots & 0 \\ T_{22}^{-1}T_{21} & 0 & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ T_{NN}^{-1}T_{N1} & \cdots & T_{NN}^{-1}T_{N(N-1)} & 0 \end{pmatrix} \cdots \quad (25)$$

[0430] 如上述,线性滤波器计算部 511b 进行线性滤波器的计算处理及干扰系数矩阵的计算处理。

[0431] 线性滤波器计算部 511b 将表示计算出的线性滤波器 (矩阵 Q) 的信息输出至线性滤波器乘法部 541b。此外,线性滤波器计算部 511b 将表示计算出的接收滤波器 (矩阵 U_k^H) 的接收滤波器信息输出至帧构成部 53b。此外,线性滤波器计算部 511b 将计算出的干扰系数矩阵 B 输出至干扰计算部 212b 及模运算切换决定部 514b。

[0432] 模运算切换决定部 514b 从调制部 b121 ~ b12N 输入调制符号 $s_1 \sim s_N$ 。在此,调制符号 s_k 是 I_k 个数据流。模运算切换决定部 514b 基于从线性滤波器计算部 511b 输入的信息所表示的干扰系数矩阵及调制符号 $s_1 \sim s_N$, 计算由以下的式 (26) 表示的干扰功率 P_k (称为干扰功率计算处理)。

[0433] 【公式 25】

[0434] $P_k = \text{tr}(\Psi_k) \quad \cdots (26)$

$$[0435] \quad \Psi_k = \text{diag} \left\{ \sum_{1 \leq l \leq k-1} (T_{kk}^{-1}T_{kl}) \Pi_l (T_{kk}^{-1}T_{kl})^H \right\}$$

[0436] 在此, $\text{tr}(X)$ 表示 X 的迹 (矩阵的对角成分的和)。此外, $\text{diag}\{X\}$ 表示将矩阵 X 的非对角成分设定为 0。再者,对于发送功率矩阵 Π_l , 与干扰功率计算处理的动作 (图 34) 一并在后面叙述。

[0437] 在计算出的干扰功率 P_k 大于预先确定的阈值 P_0 的情况下,模运算切换决定部 514b 判断为对发送给终端装置 MT_k 的符号列进行模运算。在该情况下,模运算切换决定部 514b 将发送给终端装置 MT_k 的发送模式信息即表示进行模运算 (发送模式 1) 的发送模式信息, 输出至帧构成部 53b 及自适应 Modulo 部 12b-k。

[0438] 另一方面,在计算出的干扰功率 P_k 为预先确定的阈值 P_0 以下的情况下,模运算切换决定部 514b 判断为针对发送给终端装置 MT_k 的符号列不进行模运算。在该情况下,模运算切换决定部 514b 将发送给终端装置 MT_k 的发送模式信息即表示不进行模运算 (发送模式 2) 的发送模式信息, 输出至帧构成部 53b 及自适应 Modulo 部 12b-k。

[0439] 帧构成部 53b 对从模运算切换决定部 514b 输入的发送模式信息、及从线性滤波器计算部 511b 输入的接收滤波器信息进行调制。此外,帧构成部 53b 生成每个终端装置 m5 的固有参考符号。

[0440] 帧构成部 53b 按映射信息表示的时间顺序针对每个天线 $b10j$ ($j = j_{ks} (= \sum_{h=1}^{k-1} I_h + 1) \sim j_{ke} (= \sum_{h=1}^k I_h)$), 排列从自适应 Modulo 部 12b-k 输入的发送数据符号 v_k 、终端装置 MTk 的发送模式信息的调制符号、终端装置 MTk 的接收滤波器信息的调制符号、及所生成终端装置 MTk 的固有参考符号 (发送给终端装置 MTk 的每个天线的符号列; 参照图 31)。

[0441] 此外,帧构成部 53b 按映射信息表示的时间顺序针对每个天线 $b10j$ ($j = 1 \sim I_j$), 排列从调制部 b121 输入的发送数据符号 $v_1 (= s_1)$ 、及表示终端装置 MT1 的发送模式 2 的发送模式信息的调制符号、终端装置 MT1 的接收滤波器信息的调制符号、及所生成的终端装置 MT1 的固有参考符号 (发送给终端装置 MT1 的每个天线的符号列)。

[0442] 帧构成部 53b 将排列出的发送给终端装置 MT1 $\sim N$ 的每个天线 $b10j$ 的符号列输出至线性滤波器乘法部 541b。

[0443] 线性滤波器乘法部 541b 针对组合了在相同时刻发送的符号、即从帧构成部 53b 输入的终端装置 MTk 的符号列的符号 S_k 之后的向量, 乘以从线性滤波器计算部 511b 输入的信息所表示的线性滤波器 Q。

[0444] 线性滤波器乘法部 541b 将乘以线性滤波器 Q 之后的 J 个信号分别作为每个天线 $b10j$ 的符号列输出至帧选择部 b54。

[0445] 图 30 是表示本实施方式涉及的帧构成部 53b 的结构示意框图。

[0446] 若比较本实施方式涉及的帧构成部 53b (图 30) 和第 2 实施方式涉及的帧构成部 23b (图 12), 不同之处在于接收滤波器信息插入部 534b。但是, 其他的结构要素 (发送模式信息插入部 231b、DRS 生成部 232b、及 DRS 插入部 233b) 所具有的功能与第 2 实施方式相同。省略与第 2 实施方式相同功能的说明。

[0447] 接收滤波器信息插入部 534b 对从线性滤波器计算部 511b 输入的每个终端装置 m5 的接收滤波器信息进行调制。接收滤波器信息插入部 535b 将调制之后的每个终端装置 m5 的接收滤波器信息的调制符号插入该终端装置 m5 的天线 $b10j_{ks}$ 的符号列即从发送模式信息插入部 231b 插入的符号列中。

[0448] < 关于无线信号 >

[0449] 图 31 是表示本实施方式涉及的基站装置 b5 所发送的无线信号的一例的示意图。在该图中, 横轴表示时间轴。该图表示 $J = 4, N = 2, I_1 = I_2 = 2$ 时的无线信号。此外, 该图是将以相同频带发送的无线信号分为发送给各终端装置的每个数据流的无线信号来表示的。上二段表示发送给 MT1 的各个数据流, 下二段表示发送给 MT2 的各个数据流。

[0450] 在图 31 中, 发送给终端装置 MT1 的无线信号是包括调制符号 s_1 的信号 S311、终端装置 MT1 的发送模式信息的信号 S312 (在本实施方式中为发送模式 2)、终端装置 MT1 的固有参考符号的信号 S313 (DRS-MT1)、及终端装置 MT1 的接收滤波器信息的信号 S314 (发送至 MT1 的接收滤波器信息) 的信号。

[0451] 此外, 发送给终端装置 MT1 的无线信号是包含调制符号 s_1 的信号 S321、终端装置 MT1 的发送模式信息的信号 S322 (在本实施方式中为发送模式 2)、及终端装置 MT2 的固有

参考符号的信号 S323(DRS-MT1) 的信号。

[0452] 此外,在图 31 中,发送给终端装置 MT2 的无线信号是包含调制符号 s_2 的信号 S331、终端装置 MT2 的发送模式信息的信号 S332、终端装置 MT2 的固有参考符号的信号 S333(DRS-MT2)、及终端装置 MT2 的接收滤波器信息的信号 S334(发送给 MT2 的接收滤波器信息)的信号。

[0453] 此外,发送给终端装置 MT2 的无线信号是包含调制符号 s_2 的信号 S341、终端装置 MT2 的发送模式信息的信号 S342、及终端装置 MT2 的固有参考符号的信号 S343(DRS-MT2)的信号。

[0454] 在图 31 中,表示信号 311、S321、S331、S341 在相同时刻被发送。

[0455] <关于终端装置 m5>

[0456] 图 32 是表示本实施方式涉及的终端装置 m5 的结构示意框图。该图是表示终端装置 MTk 的结构,是天线为 I_k 个时的图。

[0457] 若比较本实施方式涉及的终端装置 m5(图 32)和第 1 实施方式涉及的终端装置 m1(图 6),不同之处在于接收滤波器取得部 m512、接收滤波器乘法部 m513、帧分离部 m521、DRS 用传播路径估计部 m5221、CRS 用传播路径估计部 m5222。但是,传播路径补偿部 m123、发送模式取得部 m124、自适应解调部 1m、解码部 m124、传播路径状态信息生成部 m131、及帧构成部 m132 所具有的功能与第 1 实施方式相同。省略与第 1 实施方式相同功能的说明。

[0458] 再者,终端装置 m5 具备 I_k 个无线接收部 m111-1 ~ m111- I_k 、无线发送部 m141-1 ~ m141- I_k ,但各自具有的分别与终端装置 m1 的无线接收部 m111、无线接收部 m141 相同。

[0459] 接收滤波器取得部 m512 基于从基站装置 b5 预先通知的映射信息,从由无线接收部 m111-1 ~ m111- I_k 输入的信号中提取发送给本装置的接收滤波器信息。接收滤波器取得部 m512 将提取出的发送给本装置的接收滤波器信息输出至接收滤波器乘法部 m513。

[0460] 接收滤波器乘法部 m513 对从无线接收部 m111-1 ~ m111- I_k 输入的信号乘以从接收滤波器取得部 m512 输入的接收滤波器信息所表示的接收滤波器。由此,相乘后的信号成为传播矩阵为矩阵 Σ_k 时的信号(参照式(22))。接收滤波器乘法部 m513 将相乘后的信号输出至帧分离部 m521。

[0461] 帧分离部 m521 基于从基站装置 b5 预先通知的映射信息,从由无线接收部 m111-1 ~ m111- I_k 输入的信号中分离发送给本装置的信息。

[0462] 帧分离部 m521 将分离出的信号之中的公共参考符号的信号输出至 CRS 用传播路径估计部 m5222。此外,帧分离部 m521 将分离出的信号之中的本装置的固有参考符号的信号输出至 DRS 用传播路径估计部 m5221。此外,帧分离部 m521 将分离出的信号之中的发送给本装置的数据信号输出至传播路径补偿部 m123。

[0463] DRS 用传播路径估计部 m5221 基于从帧分离部 m521 输入的固有参考符号的信号,估计基站装置 b5 发送给本终端的 I_k 数据流的无线信号在被天线 m101 ~ m101 I_k 接收之前通过的传播路径状态。在此,表示所估计的传播路径状态的传播矩阵为 Σ_k 。DRS 用传播路径估计部 m5221 将表示估计出的传播路径状态的 CSI 输出至传播路径补偿部 m523。

[0464] CRS 用传播路径估计部 m5222 基于从帧分离部 m521 输入的公共参考符号的信号,估计基站装置 b5 的天线 b101 ~ b10J 各自与天线 m101 ~ m101 I_k 各自之间的传播路径状态。CRS 用传播路径估计部 m5222 将表示估计出的传播路径状态的 CSI 输出至传播路径状态信

息生成部 m131。

[0465] < 关于基站装置 b5 的动作 >

[0466] 图 33 是表示本实施方式涉及的复用信号生成部 5b 的的动作的流程图。若比较本实施方式涉及的复用信号生成部 5b 的动作 (图 33) 和第 2 实施方式涉及的复用信号生成部 2b 的动作 (图 13), 不同之处在于步骤 S32 的处理。但是, 其他的处理 (步骤 S101、S103 ~ S125) 与第 2 实施方式相同。省略与第 2 实施方式相同处理的说明。

[0467] 图 34 是表示本实施方式涉及的干扰功率计算处理的动作的一例的流程图。该图表示图 33 的步骤 S32 中的处理动作。若比较本实施方式涉及的干扰功率计算处理的动作 (图 34) 和第 2 实施方式涉及的干扰功率计算处理的动作 (图 14), 则不同之处在于步骤 S32-1、S32-3、S32-6、及 S32-8 的处理。但是, 其他的处理 (步骤 S12-2、S12-4、S12-5、S12-7、S12-9、S12-10) 与第 2 实施方式相同。省略与第 2 实施方式相同处理的说明。

[0468] (步骤 S32-1) 模运算切换决定部 514b 将以发送给终端装置 MT1 的调制符号 s_1 的在各个天线 $b101 \sim b10I_1$ 下的功率作为对角成分的矩阵, 设定为发送功率矩阵 Q_s 。在此, 作为矩阵 Q_s 的对角成分的功率是以帧为单位按每个天线对符号的功率进行平均之后的平均功率。之后, 进入步骤 S12-2。

[0469] (步骤 S32-3) 模运算切换决定部 514b 利用步骤 S32-6 或者 S32-8 中计算出的发送功率矩阵 $(1 = 1 \sim k-1) \Pi_1$ 来计算干扰功率 P_k (参照式 (26))。再者, 在 $k = 2$ 的情况下, 模运算切换决定部 514b 将发送功率矩阵 Π_1 设定为步骤 S32-1 中计算出的 Q_s 。之后, 进入步骤 S12-4。

[0470] (步骤 S32-6) 模运算切换决定部 514b 将 $Q_M I$ 设定为发送功率矩阵 Π_k 。在此, Q_M 是剩余符号 s_k' 的平均功率, 是假设在信号点平面上 (图 37 参照) 以原点为中心的 I -ch 为 $[-\tau/2, \tau/2]$ 、 Q -ch 为 $[-\tau/2, \tau/2]$ 中包含的信号点中信号以等概率分布时的功率。此外, I 为单位矩阵。

[0471] (步骤 S32-8) 模运算切换决定部 514b 将 $Q_s + \Psi_k$ 作为发送功率矩阵 Π_k 。在此, Q_s 是对调制符号 s_1 的以帧为单位的符号的功率进行平均、将平均之后的平均功率作为对角成分的矩阵。此外, $Q_s + \Psi_k$ 的各对角成分分别表示干扰除去符号 $s_k - f_k$ 的每个天线的平均功率。之后, 进入步骤 S12-9。

[0472] 这样, 根据本实施方式, 复用信号生成部 5b 复用发送给“发送模式 1”的终端装置 MTk 的信号即进行了模运算的多个数据流的信号、和发送给“发送模式 2”的终端装置 MTk 的信号即没有进行模运算的多个数据流的信号。由此, 在本实施方式中, 无线通信系统复用干扰功率小的信号和干扰功率大的信号, 并且对于干扰功率大的信号进行模运算, 对于干扰功率小的信号不进行模运算, 由此来复用信号, 能够提高传播特性。

[0473] 再者, 在上述第 1、2、5 的实施方式中, 说明了基站装置 b1、b2、b5 生成表示“发送模式 1”或者“发送模式 2”的发送模式信息的情况。但是, 本发明并不限于此, 基站装置 b1、b2、b5 也可以仅生成表示“发送模式 1”的发送模式信息、或者仅生成表示“发送模式 2”的发送模式信息。在该情况下, 在基站装置 b1、b2、b5 或者终端装置 m1、m5 中, 在存在发送模式信息的输入或者通知的情况下以该发送模式信息表示的发送模式来进行处理, 在没有发送模式信息的输入或者通知的情况下, 以输入或者通知的发送模式信息表示的发送模式以外的发送模式来进行处理。

[0474] 此外,在上述第 1、2、5 的实施方式中,也可以设定阈值 $P_0 = 0$ 。在该情况下,基站装置 b1、b2、b5 及终端装置 m1、m5 能够在终端装置 m1、m5 完全不受到来自干扰除去顺序靠前的终端装置 m1、m5 的干扰(传播路径正交)的情况下不进行模运算。此外,基站装置 b1、b2、b5 及终端装置 m1、m5 受到少许干扰的情况下,也就是因发送至其他终端装置 m1、m5 的信号的干扰而发送功率变高的情况下,能够进行模运算来降低发送功率。当然,在该情况下,只要利用从终端装置 m1、m5 通知给基站装置 b1、b2、b5 的传播路径信息使得基站装置 b1、b2、b5 得到的传播路径正交即可。也可以在基站装置 b1、b2、b5 发送数据信号的时刻,实际的传播路径完全不正交。

[0475] 再者,上述各实施方式中通信也可以应用于上行链路。此外,上述各实施方式中的通信也可以是 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing:正交频分复用)通信。在该情况下,以子载波或者多个子载波为单位进行上述各实施方式中的符号的处理。以下,说明该情况下的结构。

[0476] 图 35 是表示进行 OFDM 处理的结构示意框图。在该图中,赋予符号 c1 的结构 c1 构成为包括 IFFT(Inverse Fast Fourier transform;快速傅里叶逆变换)部 c11、GI(Guard Interval;保护间隔)插入部 c12。赋予符号 c2 的结构 c2 构成为包括 GI 除去部 c21、FFT(Fast Fourier transform;快速傅里叶变换)部 c22。

[0477] IFFT 部 c11 对所输入的信号进行快速傅里叶逆变换,输出至 GI 插入部 c12。GI 插入部 c12 对从 IFFT 部 c11 输入的信号插入保护间隔进行输出。GI 除去部 c21 从输入的信号中除去保护间隔,输出至 FFT 部 c22。FFT 部 c22 对从 GI 除去部 c21 输入的信号进行快速傅里叶变换之后输出。

[0478] 在上述各实施方式中,在通过下行链路进行 OFDM 通信的情况下,例如在基站装置 b1 ~ b5 中,在帧选择部 b14、b24、b44、b54 与无线发送部 b151 ~ b15N 各自之间设置图 35 的结构 c1。此外,在该情况下,在终端装置 m1 中,在无线接收部 m111 与帧分离部 m121 之间设置图 35 的结构 c2,在终端装置 m5 中,在无线接收部 m111-1 ~ m111- I_k 各自与接收滤波器取得部 m512 及接收滤波器乘法部 m513 之间设置图 35 的结构 c2。

[0479] 此外,在上述各实施方式中,在通过上行链路进行 OFDM 通信的情况下,例如在基站装置 b1 ~ b5 中,在无线接收部 b161 ~ b16N 各自与传播路径信息取得部 b17 或者帧分离部 b28 之间设置图 35 的结构 c2。此外,在该情况下,在终端装置 m1、m4、m5 中,在帧构成部 m132 与无线发送部 m141 或者无线发送部 m141-1 ~ m141- I_k 之间设置图 35 的结构 c1。

[0480] 此外,在上述各实施方式中,在基站装置 b1 ~ b5 及终端装置 m1、m4、m5 进行例如 OFDM 通信时,可以对公共参考符号的信号、固有参考符号的信号、及发送模式信息的信号进行频率分割来发送,而不是进行时间分割,还可以使用 CDMA(Code Division Multiple Access:码分多址)等中采用的正交码或 CAZAC(Constant Amplitude Zero Auto Correlation,恒定幅度零自相关)序列等的码来进行复用发送,此外也可以采用它们的组合来发送。

[0481] 此外,在上述各实施方式中,基站装置 b1 ~ b5 及终端装置 m1、m4、m5 可以取代采用线性滤波器的处理器,而是进行例如基于非专利参考文献 2 记载的 MMSE(Minimum Mean-Square Error:最小均方误差)规范的处理,来进行利用 MU-MIMO THP 的通信,也可以进行采用非专利参考文献 2 记载的排序(ordering)的处理。

[0482] 此外,在上述各实施方式中,终端装置 m1、m4、m5 可以将传播矩阵 H 的各行的成分的值量化之后的结果作为 CSI 发送至基站装置 b1 ~ b5。此外,终端装置 m1、m4、m5 及基站装置 b1 ~ b5 可以预先存储表示量化之后的值的量化信息的模式(称为代码簿:代码本),终端装置 m1、m4、m5 将识别其模式的识别信息作为 CSI 发送至基站装置 b1 ~ b5。

[0483] 图 36 是表示代码簿的一例的示意图。

[0484] 此外,在上述实施方式中,干扰除去顺序是如上述那样基站装置 b1 ~ b5 依次减去干扰的终端装置 MTk 的顺序,是 MT1、MT2、MT3、...、MTN 的终端编号顺序。在此,通过至少从发送给终端装置 MTk 的调制信号中减去发送给顺序更靠前的终端装置 MT1 ($1 \leq k-1$) 的无线信号带给发送给终端装置 MTk 的无线信号的干扰,来生成发送给各终端装置 MTk 的无线信号。

[0485] 此外,在上述各实施方式中,基站装置 b1 ~ b5 及终端装置 m1、m4、m5 的一部分的结构也可以在处理器内实行。例如,在基站装置 b1 ~ b5 中可以是仅复用信号生成部 1b ~ 5b 及无线发送部 b151 ~ b15J 在处理器内实行,也可以是在这些结构中加入了其他一部分结构之后的结果。此外,例如在终端装置 m1、m4、m5 中可以是仅自适应解调部 1m 及发送模式取得部 m124 或者发送模式检测部 m424 在处理器内实行,也可以是在这些结构中加入了其他一部分结构之后的结果。

[0486] 此外,在上述第 3 实施方式中,基站装置 b3 可以将表示终端编号 k 的信息通知给终端装置 MTk。例如,基站装置 b3 及终端装置 MTk 在预先存储阈值 K 的情况下,通过比较终端编号 k 和阈值 K,能够判断发送模式。

[0487] 此外,在上述第 3、4 的实施方式中,也可以在终端装置 m1、m4 中设置多个发送天线。在该情况下,基站装置 b3、b4 与基站装置 b5 同样地发送多个数据流的信号,终端装置 m1、m4 与终端装置 m5 同样地接收多个数据流的信号。

[0488] 此外,在上述各实施方式中,说明了基站装置 b1 ~ b5 具备的天线根数、终端装置 m1、m4、m5 具备的天线的根数的总和与数据流的个数相一致的情况。但是,本发明并不限于此,例如,某个终端装置 m1、m4、m5 在物理上以 2 根天线来接收信号,但设计成将接收到的信号合成为一个信号的情况下,在逻辑上(作为终端装置 m1、m4、m5、基站装置 b1 ~ b5 的处理)可以将天线作为 1 根来处理。

[0489] 再者,可以由计算机来实现上述实施方式中的终端装置 m1、m4、m5 及基站装置 b1 ~ b5 的一部分、例如编码部 b111 ~ b11N、调制部 b121 ~ b12N、复用信号生成部 1b、2b、3b、4b、5b、CRS 生成部 b13、b23、帧选择部 b14、b24、b44、b54、无线发送部 b151 ~ b15J、无线接收部 b161 ~ b16J、传播路径信息取得部 b17、线性滤波器计算部 111b、211b、511b、干扰计算部 112b、212b、干扰减法部 113b、113b-2 ~ 113b-N、模运算切换决定部 114b、214b、514b、自适应 Modulo 部 12b、12b-2 ~ 12b-N、帧构成部 13b、23b、43b、53b、线性滤波器乘法部 141b、241b、541b、模运算切换部 121b、121b-k、模运算部 122b、122b-k、发送模式信息插入部 131b、231b、DRS 生成部 132b、232b、DRS 插入部 133b、233b、无线接收部 m111、m111-1 ~ m111-I_k、帧分离部 m121、m421、传播路径估计部 m122、传播路径补偿部 m123、发送模式取得部 m124、自适应解调部 1m、解码部 m124、传播路径状态信息生成部 m131、帧构成部 m132、无线发送部 m141、m141-1 ~ m141-I_k、模运算切换部 111m、模运算部 112m、解调部 113m、帧分离部 b28、传播路径信息取得部 b27、发送模式检测部 m424、接收滤波器信息插入部 534b、接收

滤波器取得部 m512、接收滤波器乘法部 m513、帧分离部 m521、DRS 用传播路径估计部 m5221、及 CRS 用传播路径估计部 m5222。在该情况下,可以将用于实现该控制功能的程序记录在计算机可读的记录介质中,通过将该记录介质中记录的程序读入计算机系统来执行,实现上述控制功能。再者,在此所谓的“计算机系统”假设是在终端装置 m1、m4、m5 或者基站装置 b1 ~ b5 中内置的计算机系统、包括 OS、外围设备等硬件。此外,所谓“计算机可读的记录介质”是软盘、光磁盘、ROM、CD-ROM 等的可移动介质、计算机系统中内置的硬盘等的存储装置。再有,所谓“计算机可读的记录介质”还可以包括经由互联网等网络、电话线等的通信线路发送程序时的通信线那样短时间、动态地保存程序的介质,如成为此时的服务器、客户端的计算机系统内部的易失性存储器那样以一定时间保存程序的介质。此外,上述程序可以是用于实现上述功能的一部分的程序,还可以是将上述的功能与计算机系统中已经记录的程序组合能够实现的程序。

[0490] 此外,上述实施方式中的终端装置 m1、m4、m5 及基站装置 b1 ~ b5 的一部分、或者全部也可以由 LSI (大规模集成) 等的集成电路来实现。终端装置 m1、m4、m5 及基站装置 b1 ~ b5 的各功能模块既可以单独形成处理器,也可以集成一部分或者全部来形成处理器。此外,形成集成电路的方法并不限于 LSI,也可以由专用电路或者通用处理器来实现。此外,随着半导体技术的进步出现了代替 LSI 的集成电路化的技术的情况下,也可以采用基于该技术的集成电路。

[0491] 以上,参照附图详细说明了本发明的一实施方式,但具体的结构并不限于此,在没有脱离本发明的主旨的范围内可以进行各种的设计变更等。

[0492] 【产业上的可利用性】

[0493] 本发明适合用于发送装置、接收装置、无线通信系统,能够提高传播特性。

[0494] 【符号说明】

[0495] B、b1 ~ b5...基站装置、MT1 ~ MTN、m1、m4、m5...终端装置、b111 ~ b11N...编码部、b121 ~ b12N...调制部、1b、2b、3b、4b、5b...复用信号生成部、b13、b23...CRS 生成部、b14、b24、b44、b54...帧选择部 b151 ~ b15J...无线发送部、b101 ~ b10J...天线、b161 ~ b16J...无线接收部、b17...传播路径信息取得部、111b、211b、511b...线性滤波器计算部 (系数计算部)、112b、212b...干扰计算部、113b、113b-2 ~ 113b-N...干扰减法部、114b、214b、514b...模运算切换决定部 (剩余切换决定部)、12b、12b-2 ~ 12b-N...自适应 Modulo 部 (自适应剩余部)、13b、23b、43b、53b...帧构成部、141b、241b、541b...线性滤波器乘法部 (系数乘法部)、121b、121b-k...模运算切换部、122b、122b-k...模运算部 (剩余运算部)、131b、231b...发送模式信息插入部、132b、232b...DRS 生成部、133b、233b...DRS 插入部 (固有参照信号插入部)、m101...天线、m111、m111-1 ~ m111-I_k...无线接收部、m121、m421...帧分离部、m122...传播路径估计部、m123...传播路径补偿部、m124...发送模式取得部、1m...自适应解调部、m125...解码部、m131...传播路径状态信息生成部、m132...帧构成部、m141、m141-1 ~ m141-I_k...无线发送部、111m...模运算切换部、112m...模运算部、113m...解调部、b28...帧分离部、b27...传播路径信息取得部、b49...终端数信息存储部、m425...终端数信息存储部、m424...发送模式检测部、534b...接收滤波器信息插入部、m512...接收滤波器取得部、m513...接收滤波器乘法部、m521...帧分离部、m5221...DRS 用传播路径估计部、m5222...CRS 用传播路径估计部

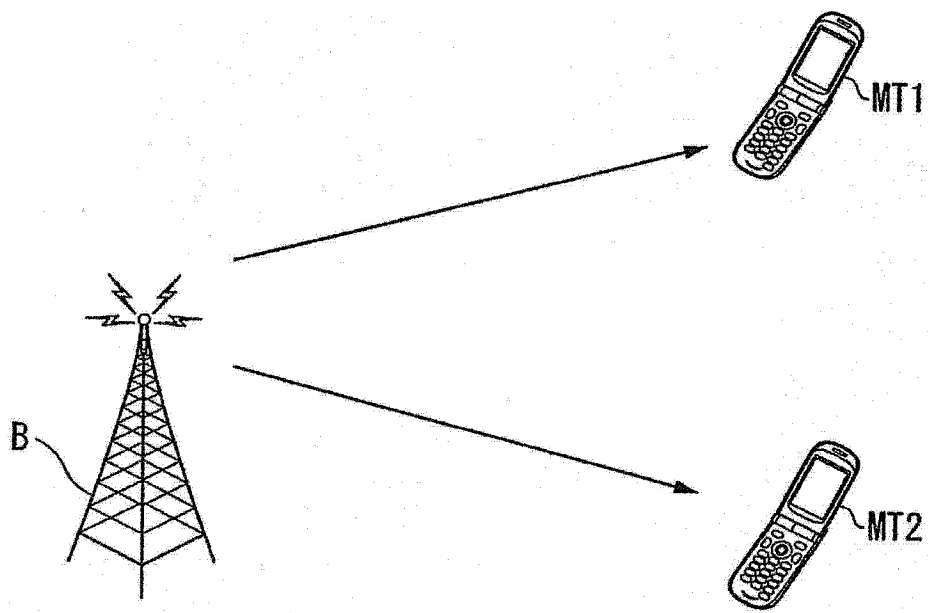


图 1

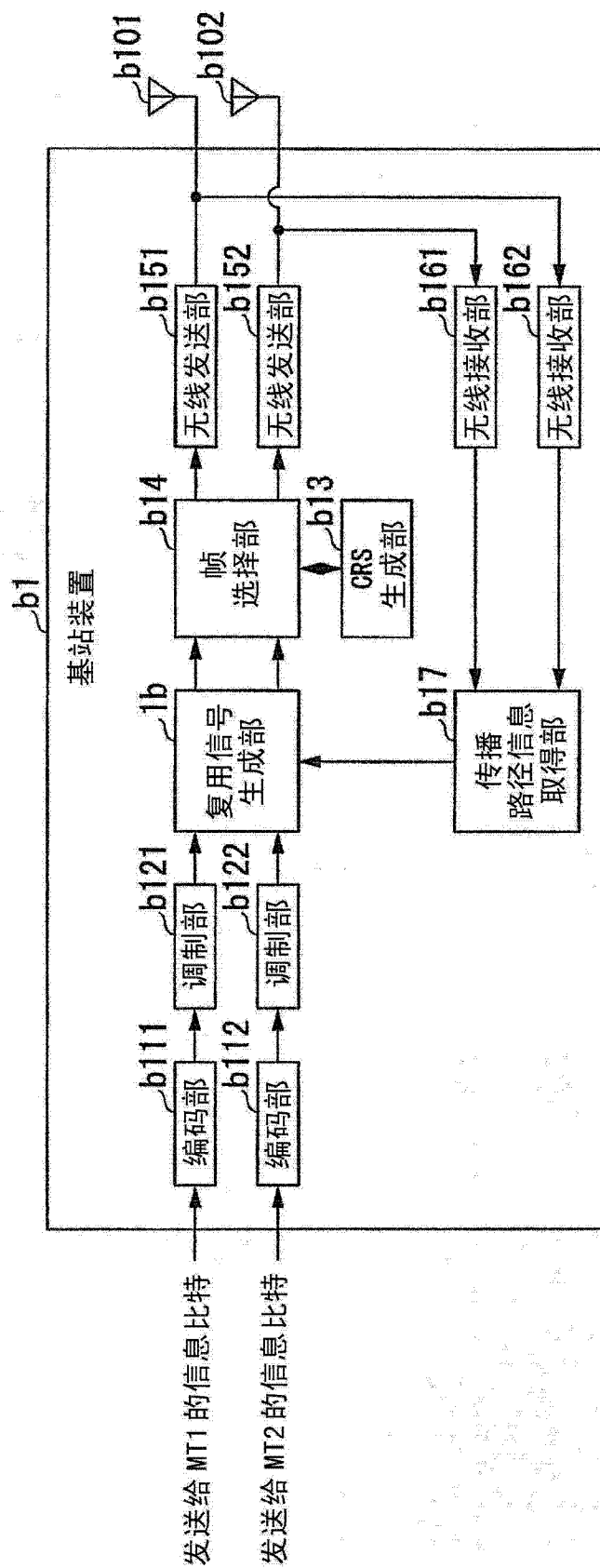


图 2

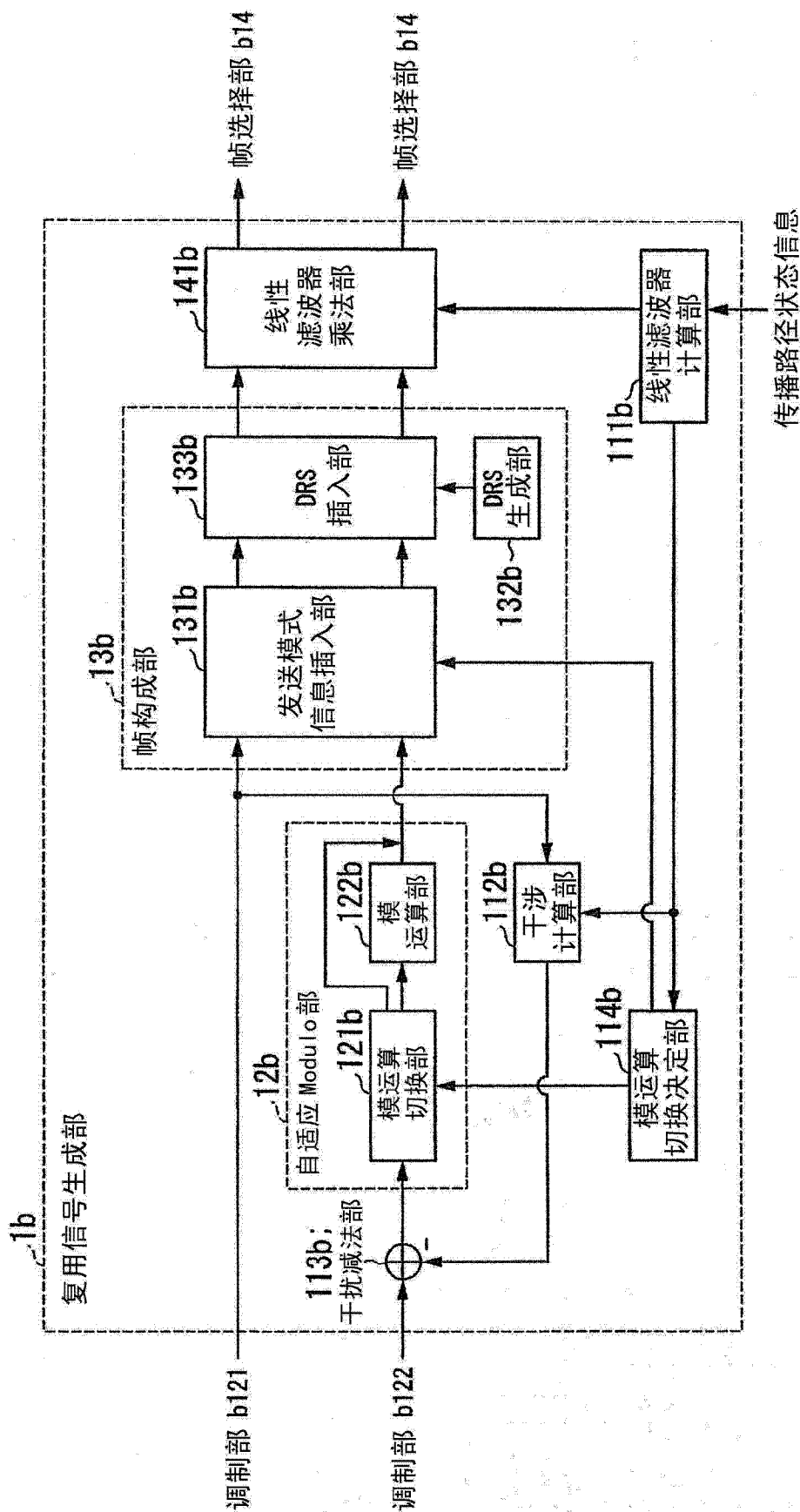


图 3

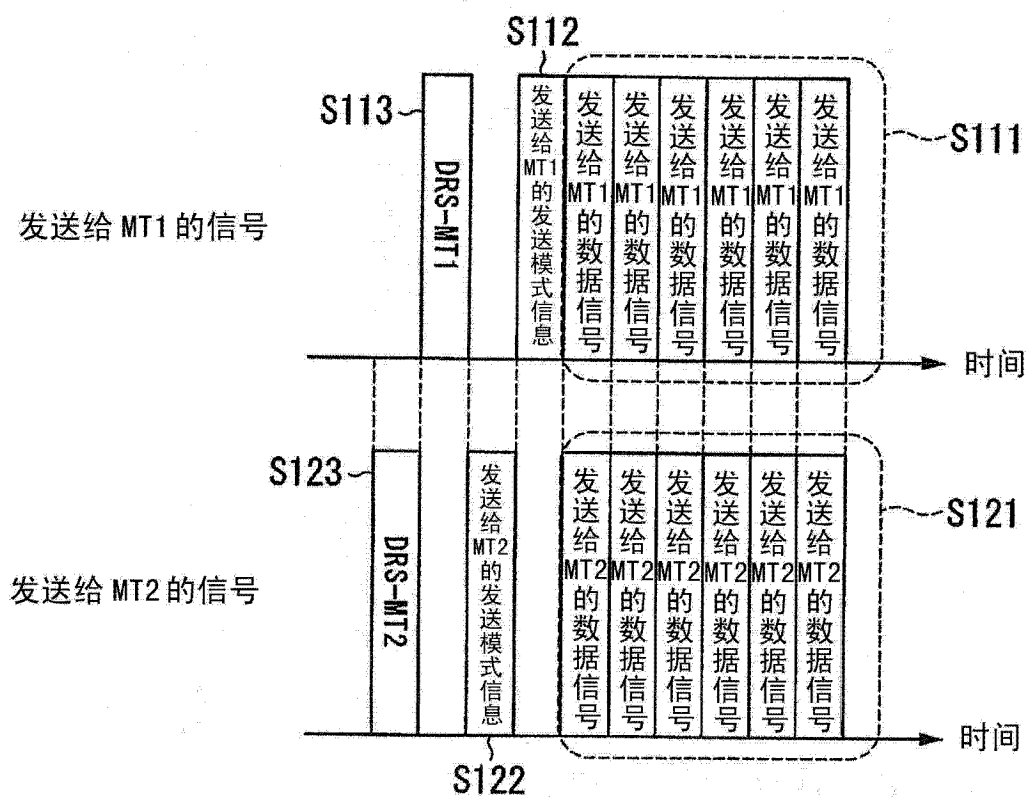


图 4

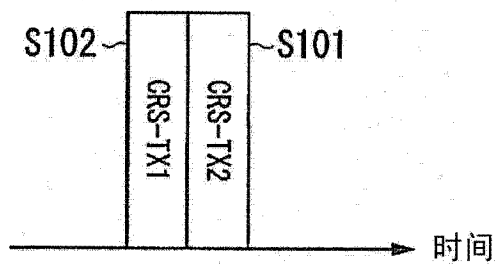


图 5

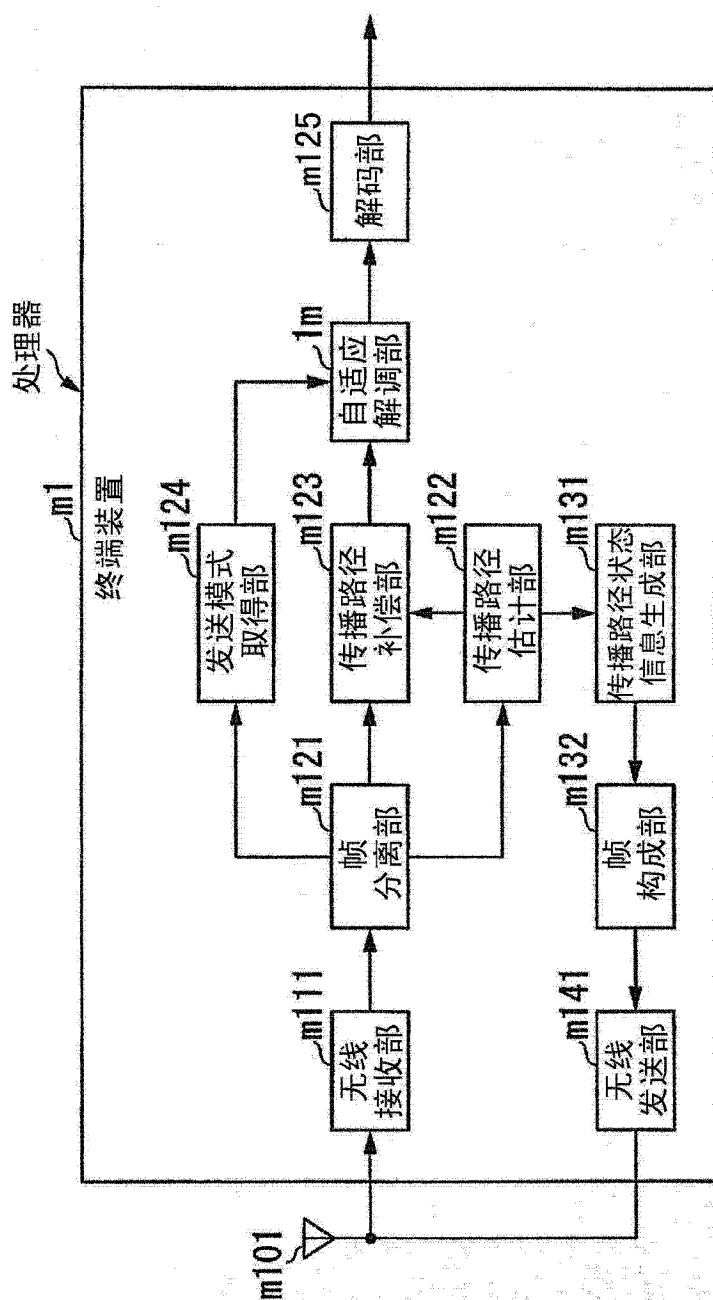


图 6

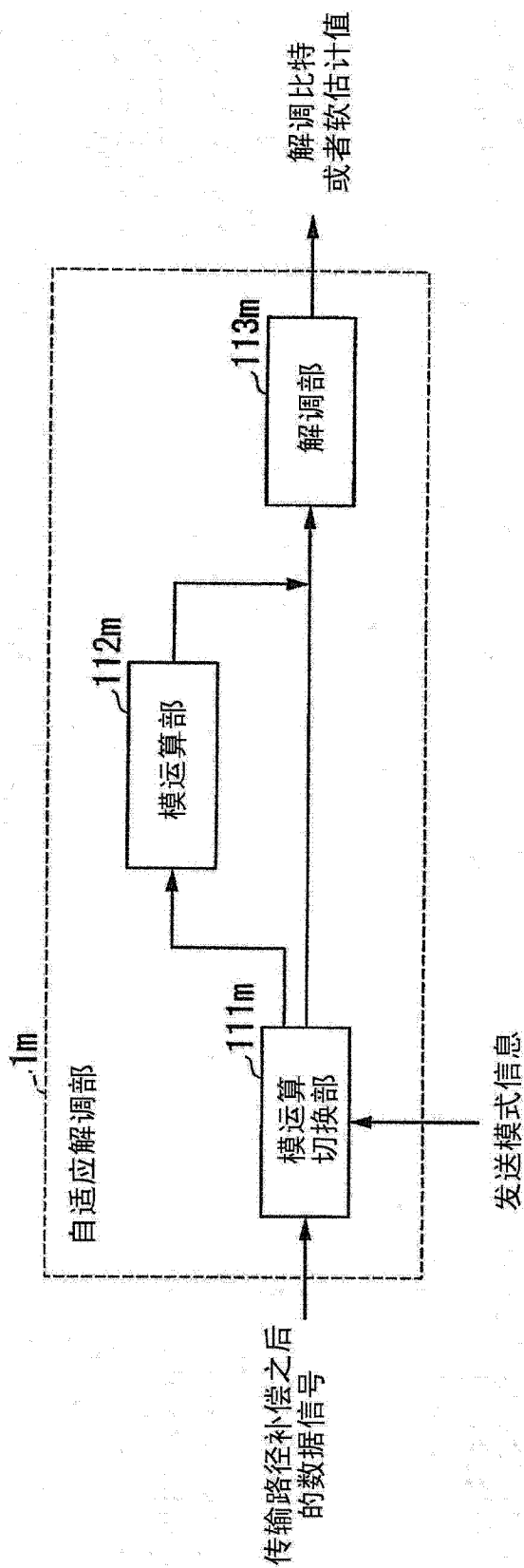


图 7

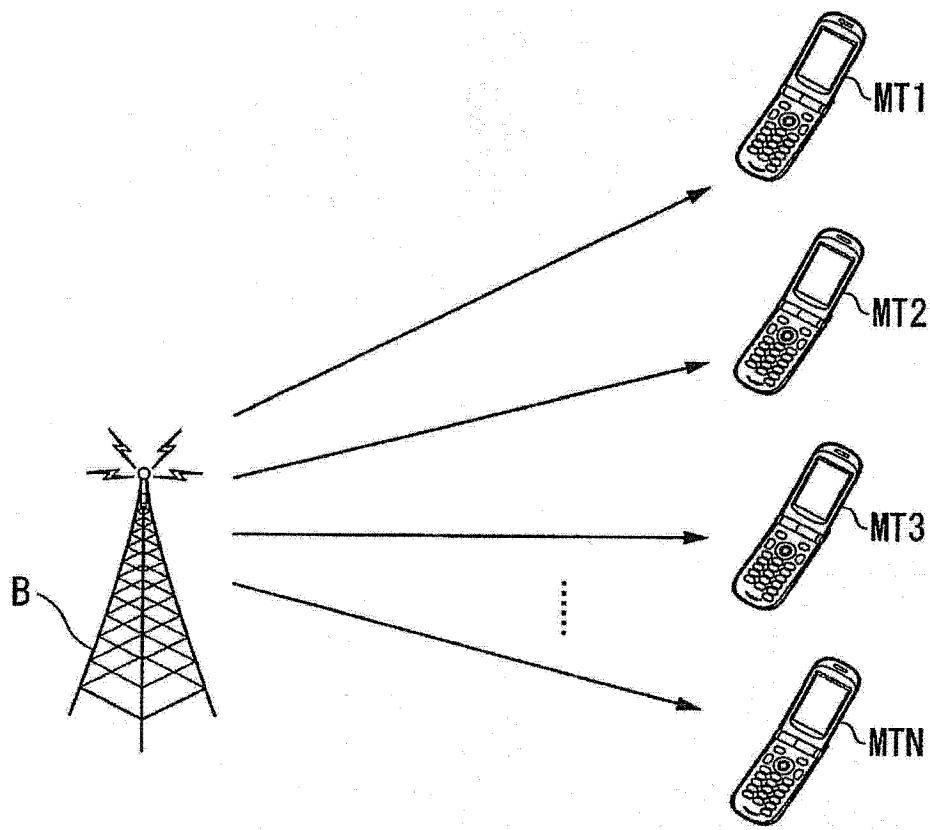


图 8

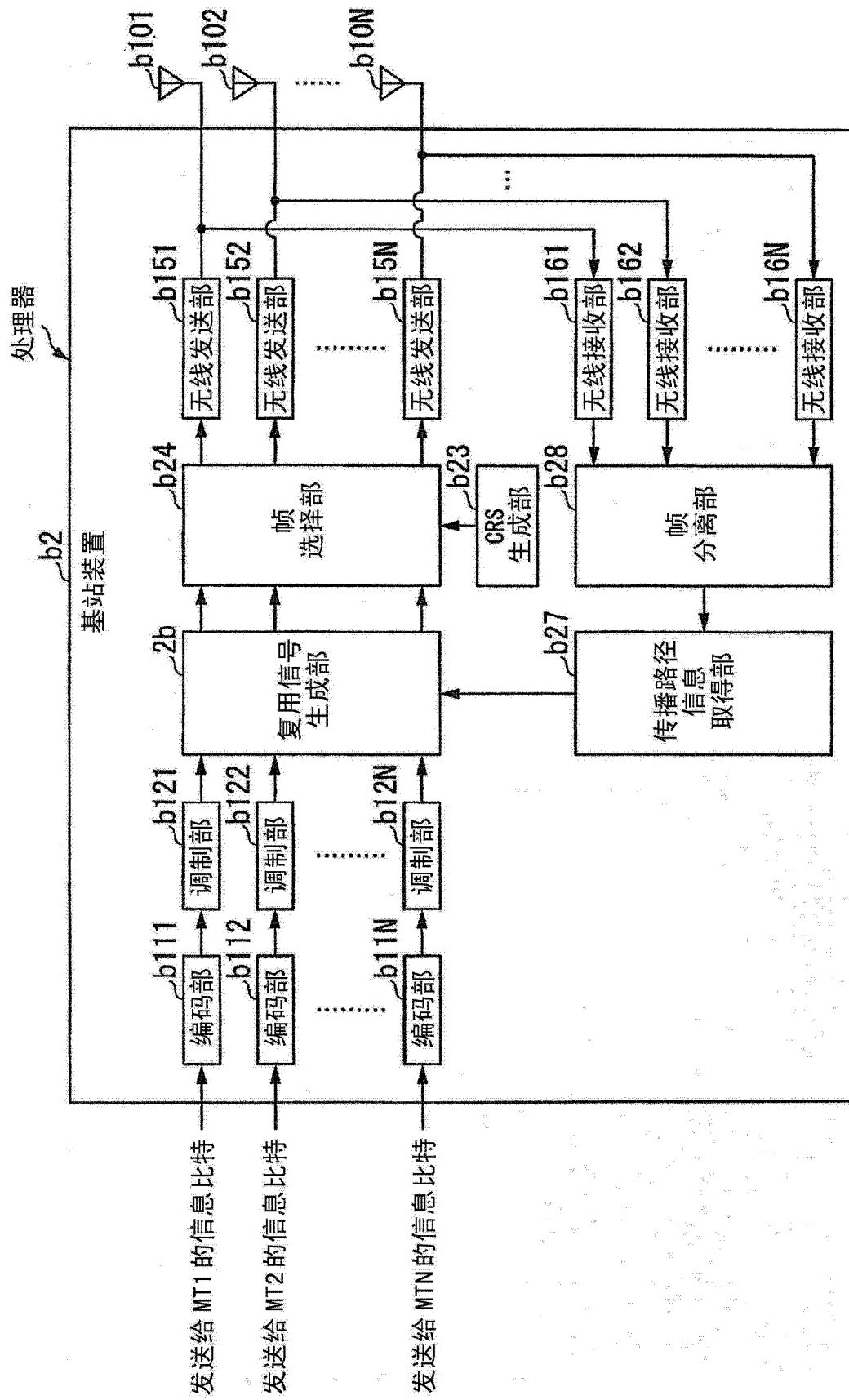


图 9

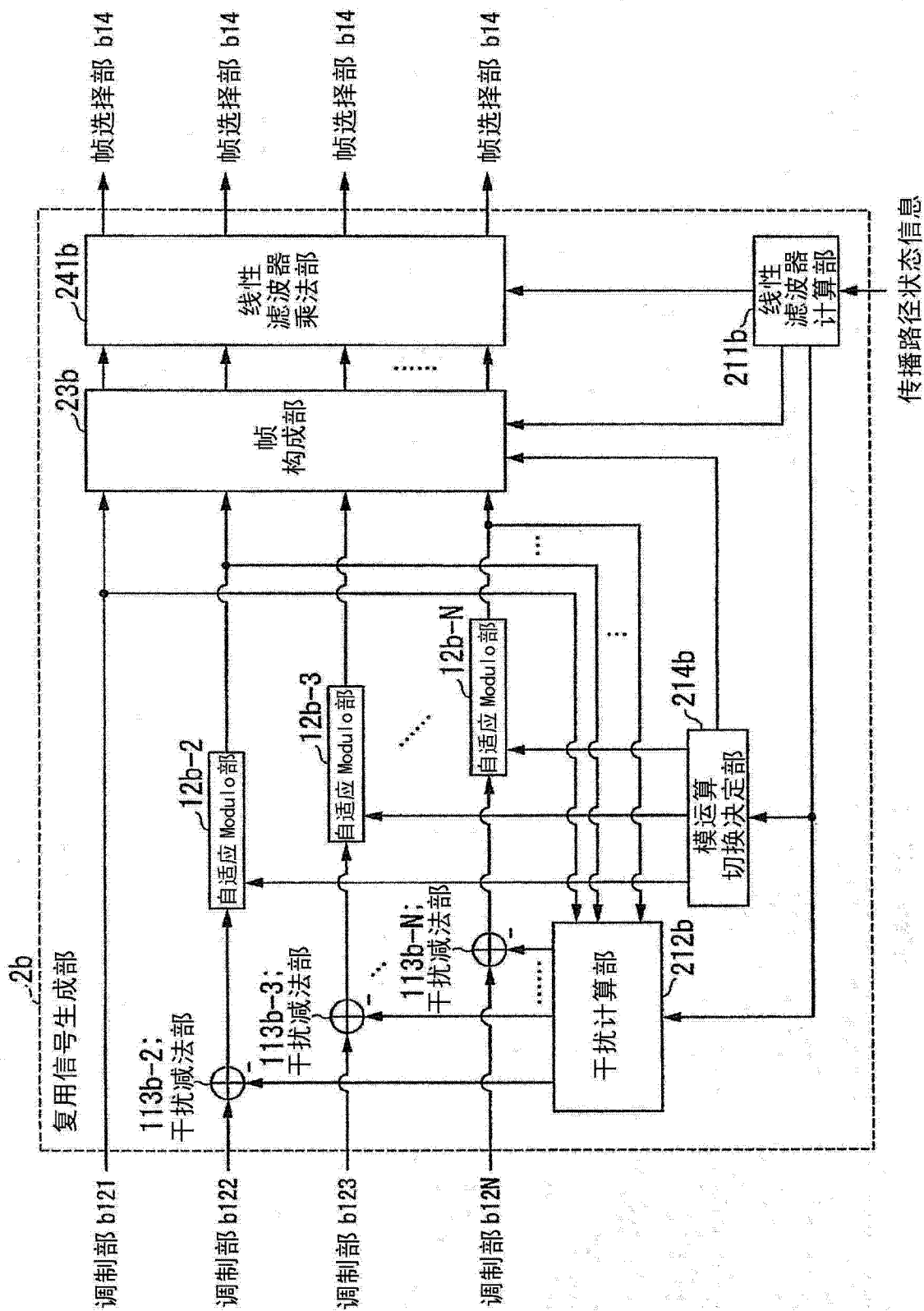


图 10

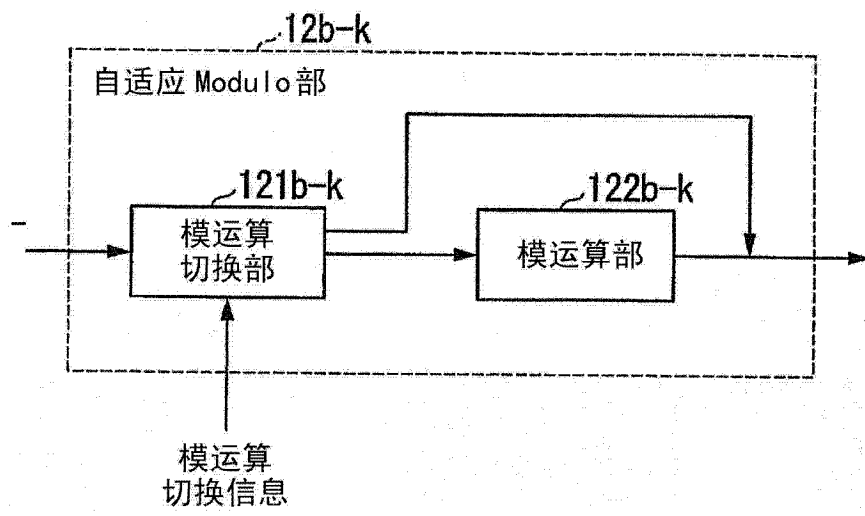


图 11

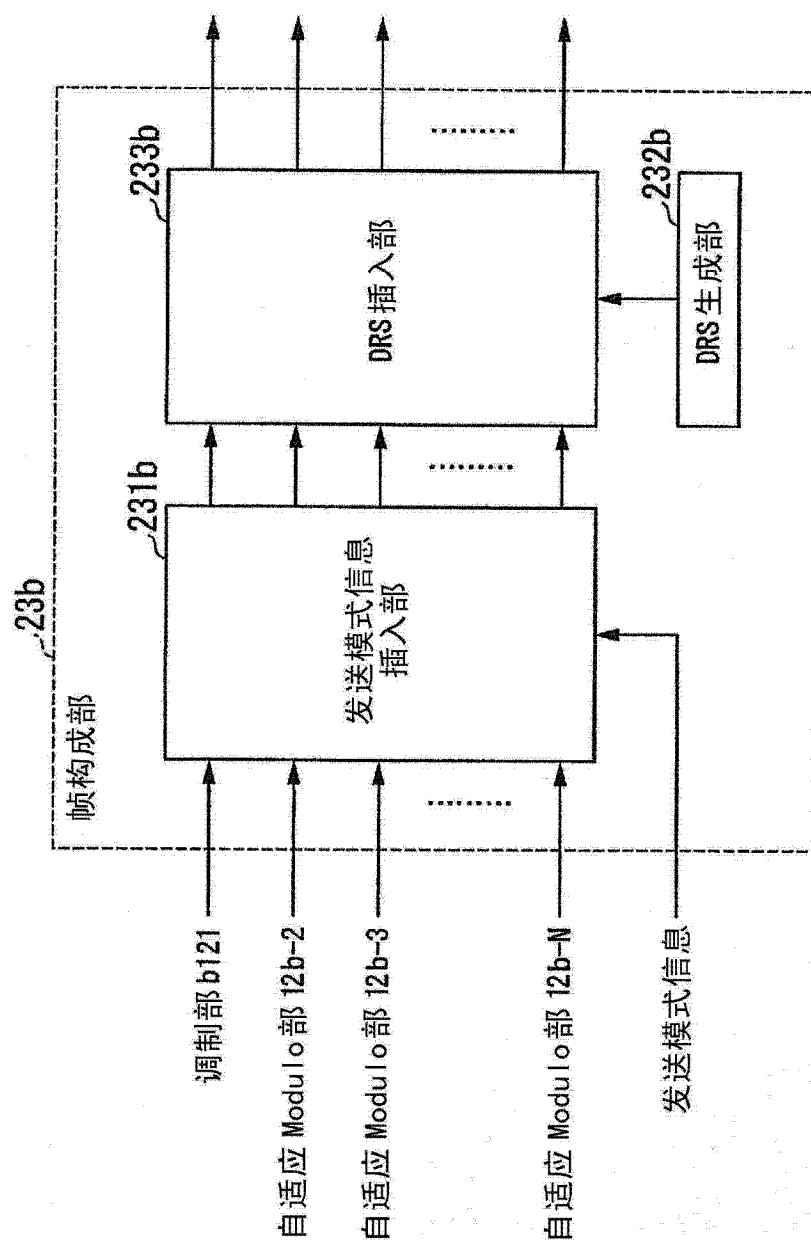


图 12

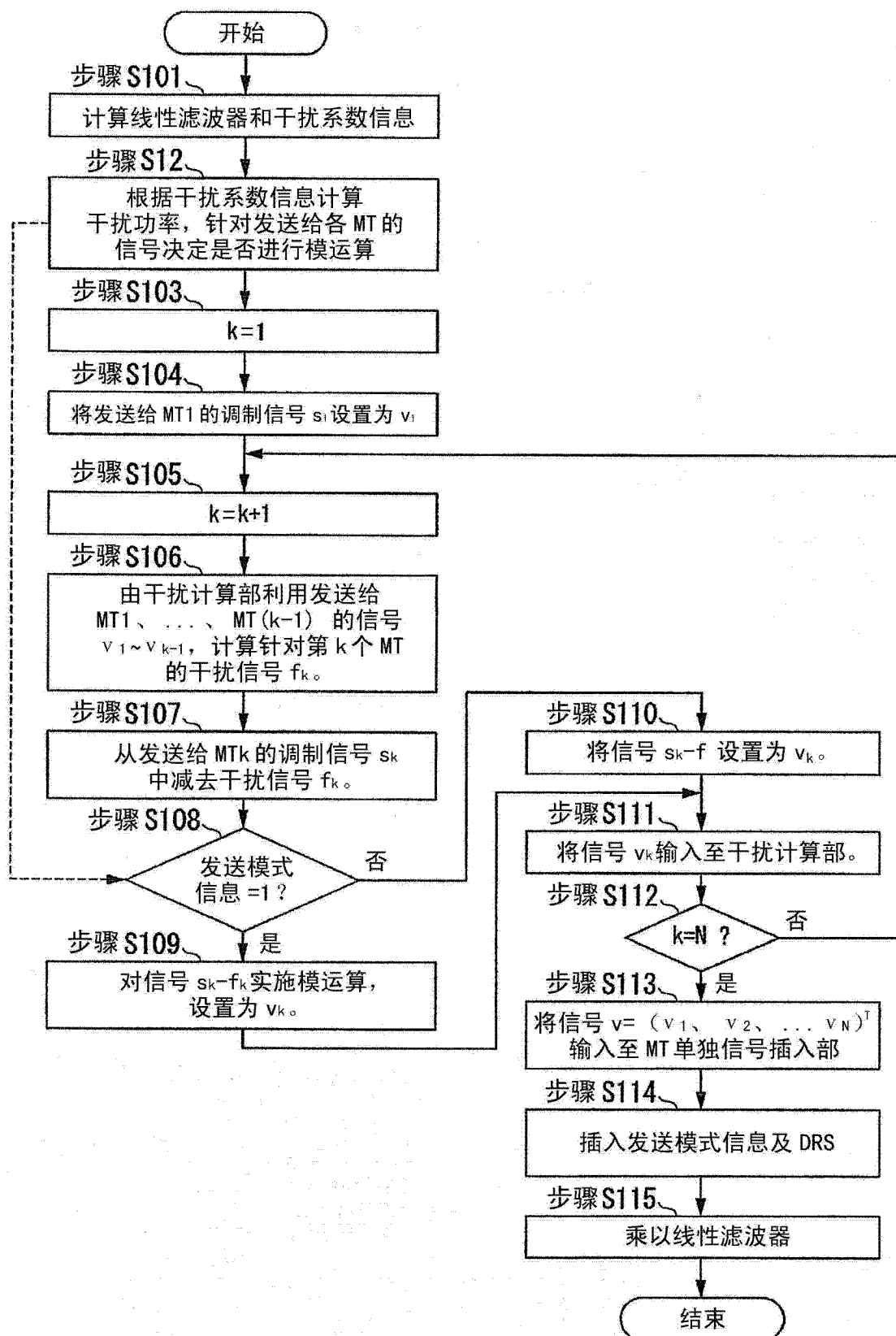


图 13

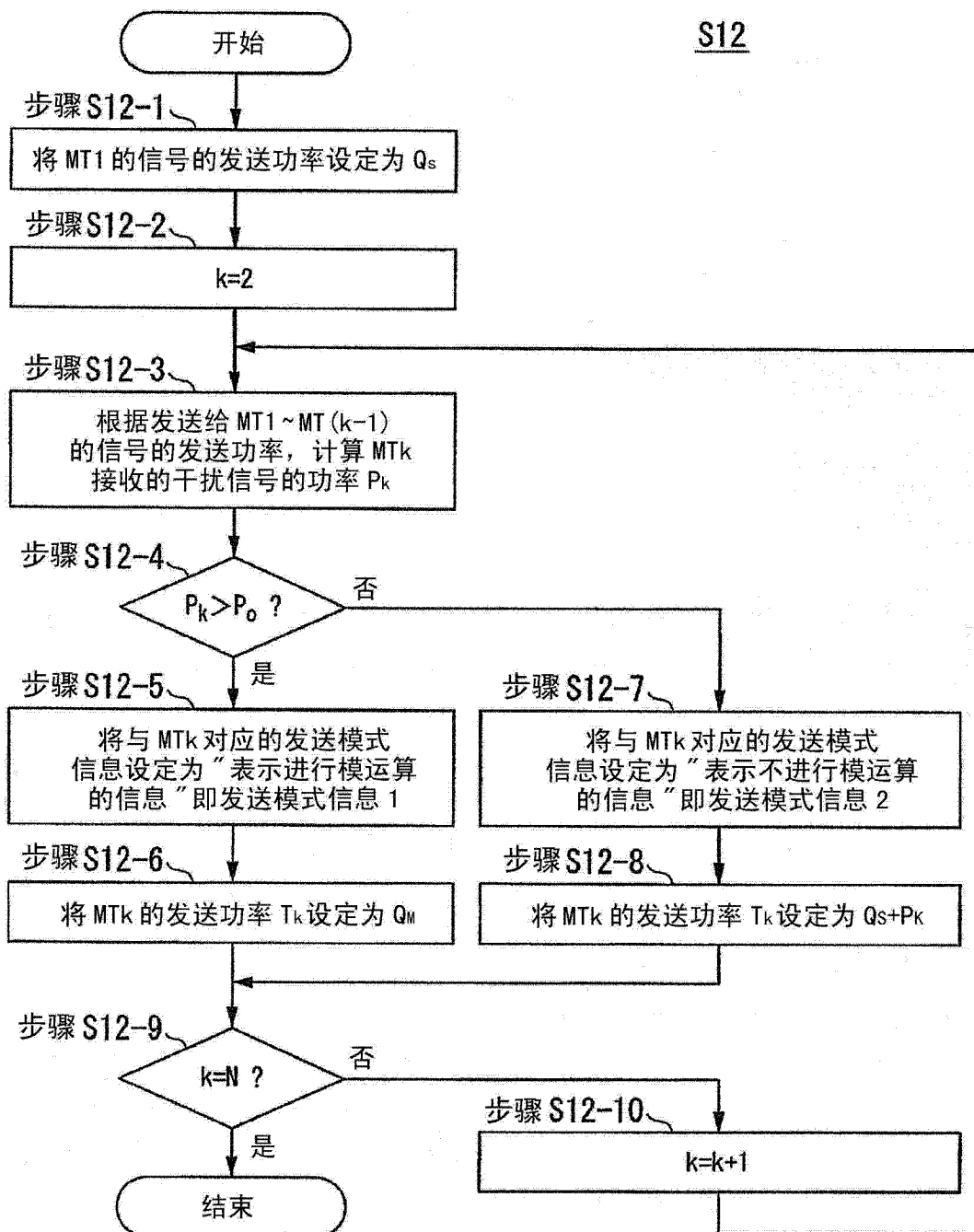


图 14

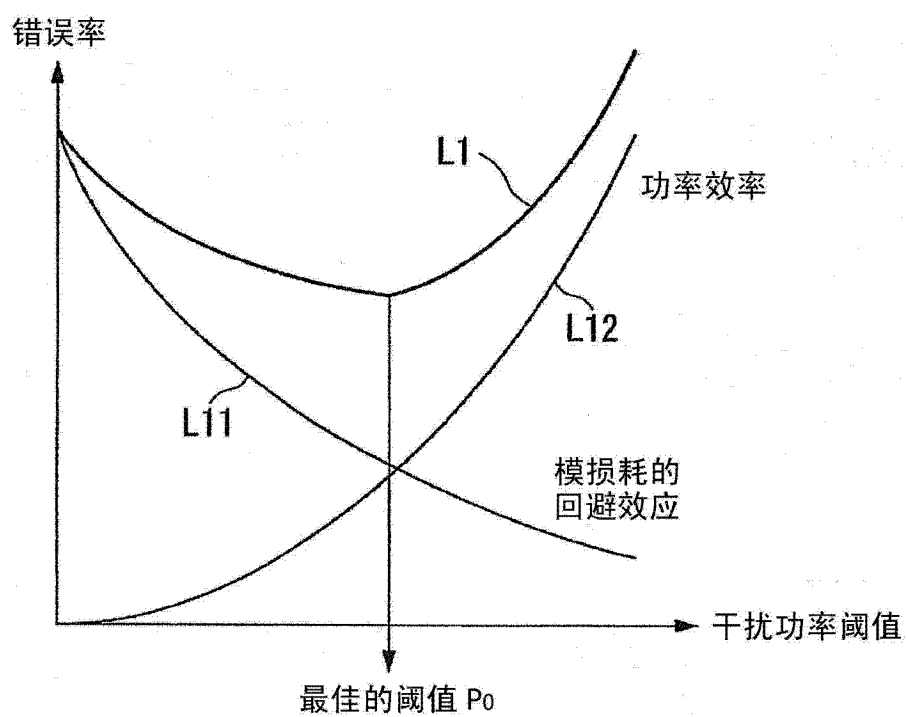


图 15

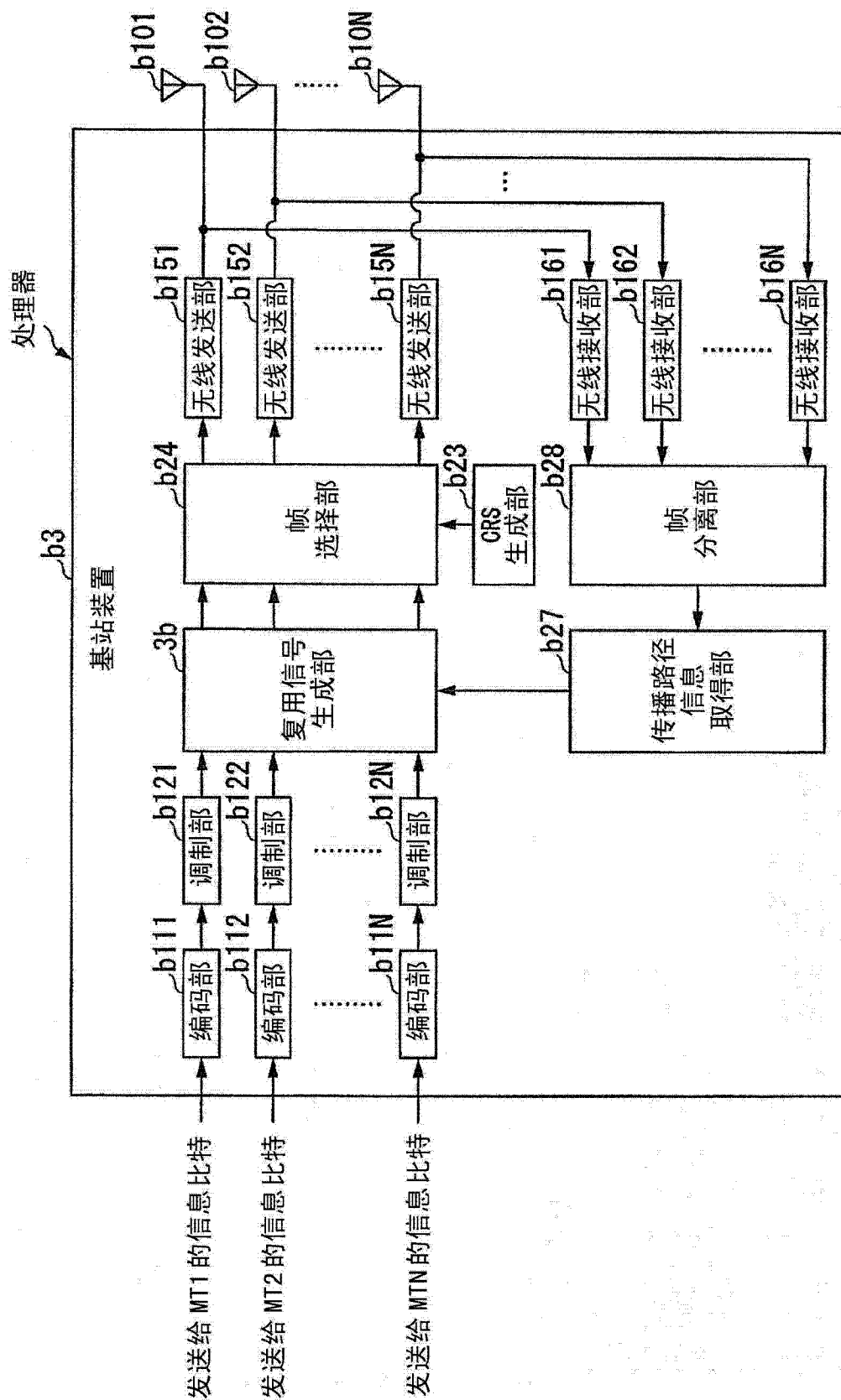


图 16

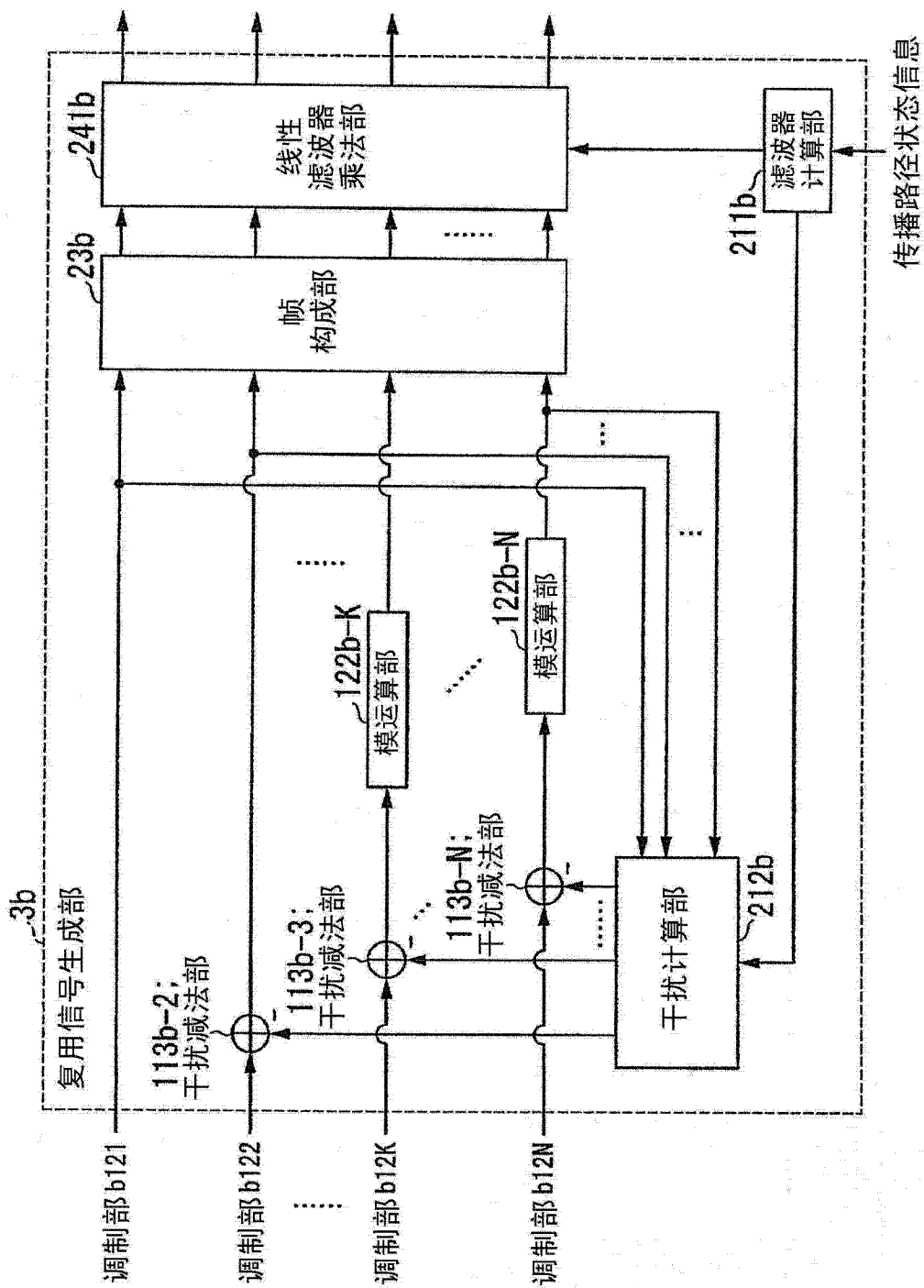


图 17

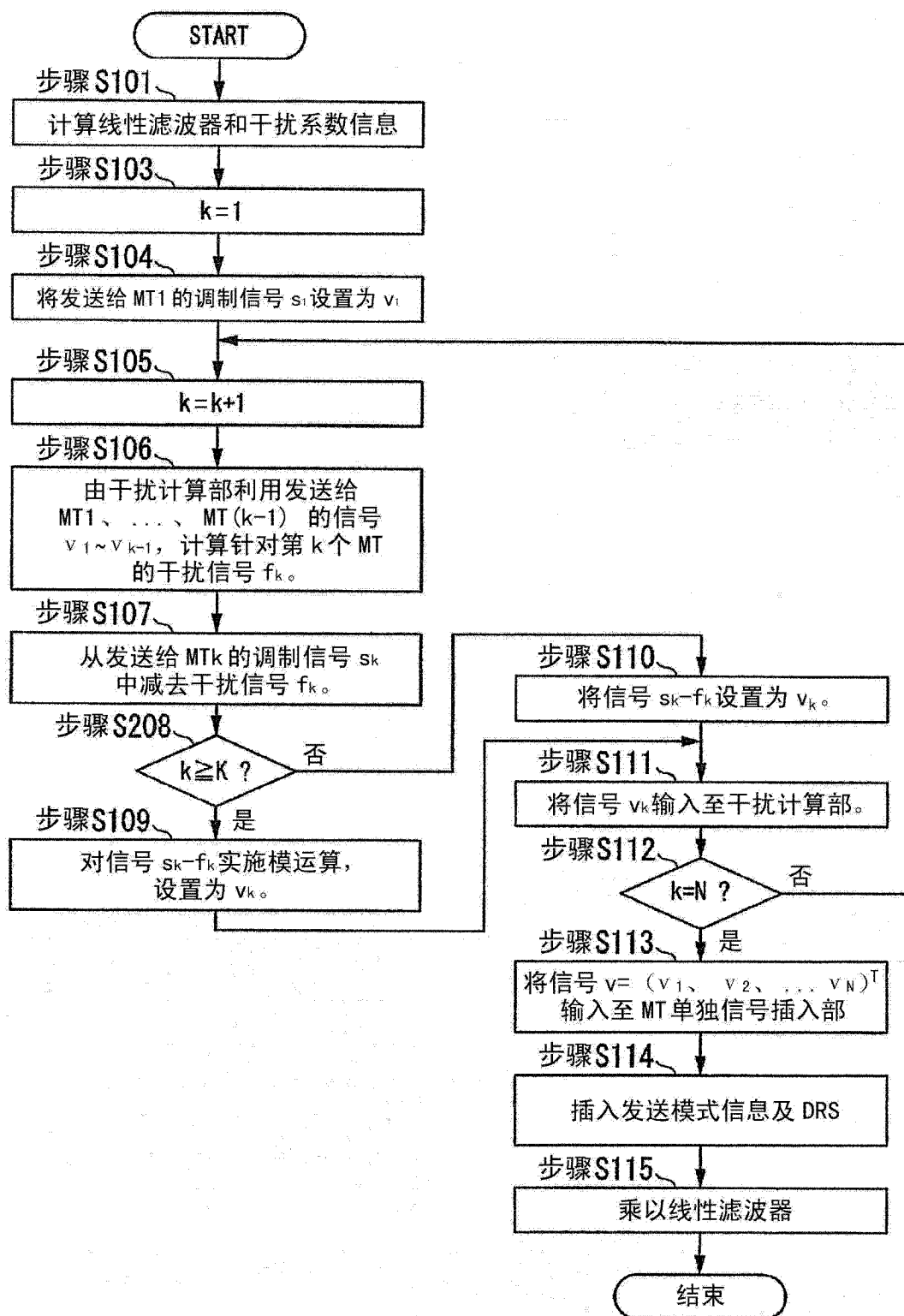


图 18

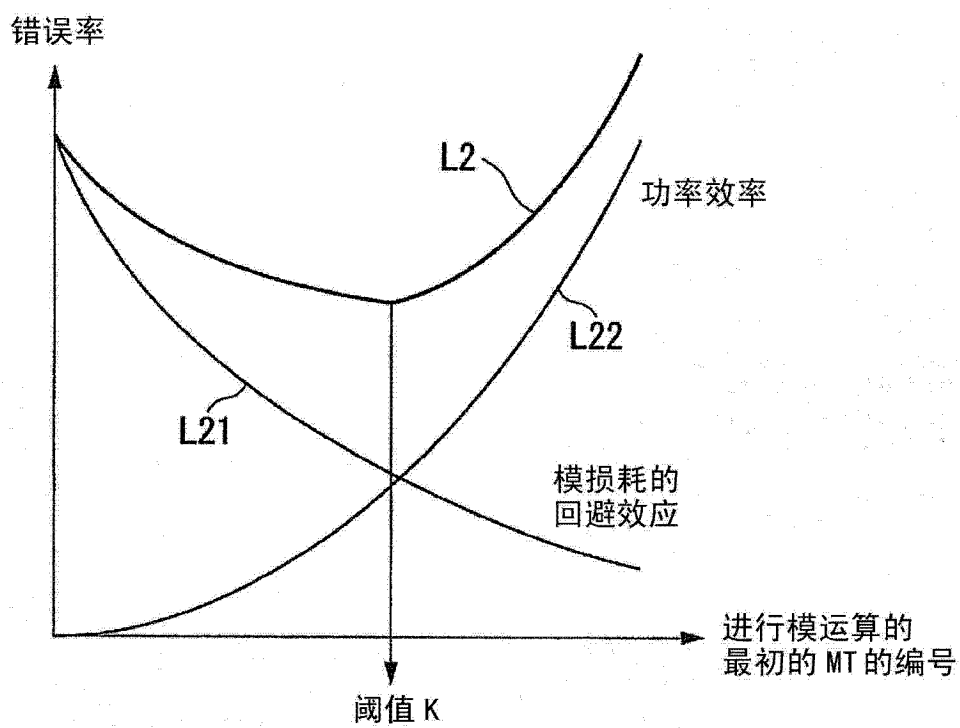


图 19

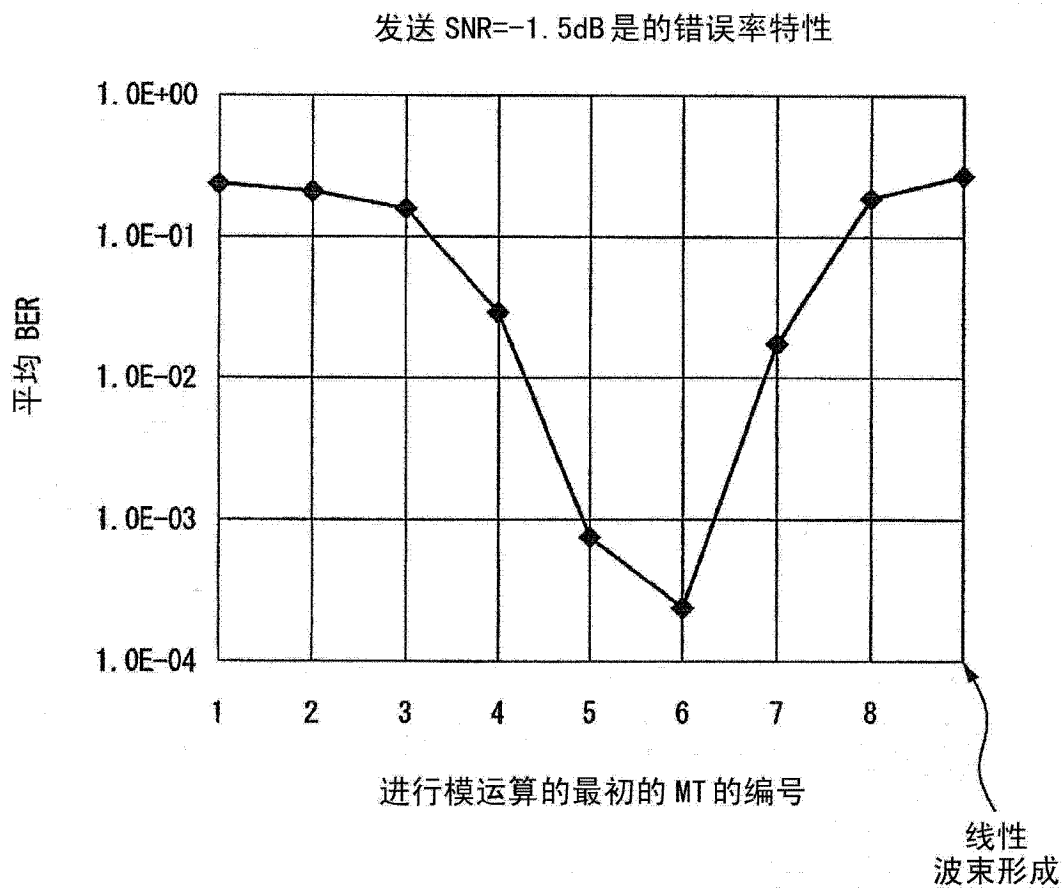


图 20

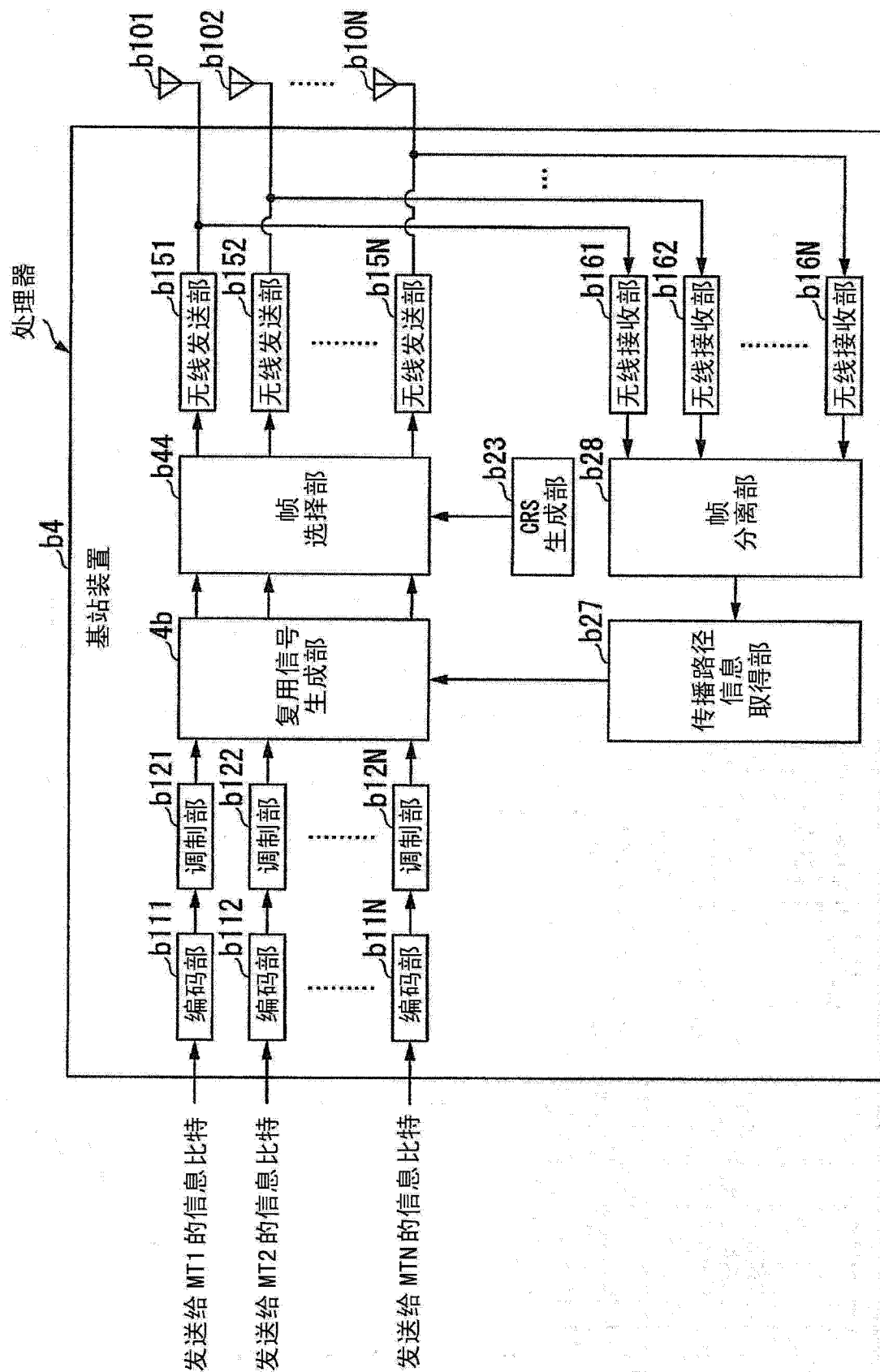


图 21

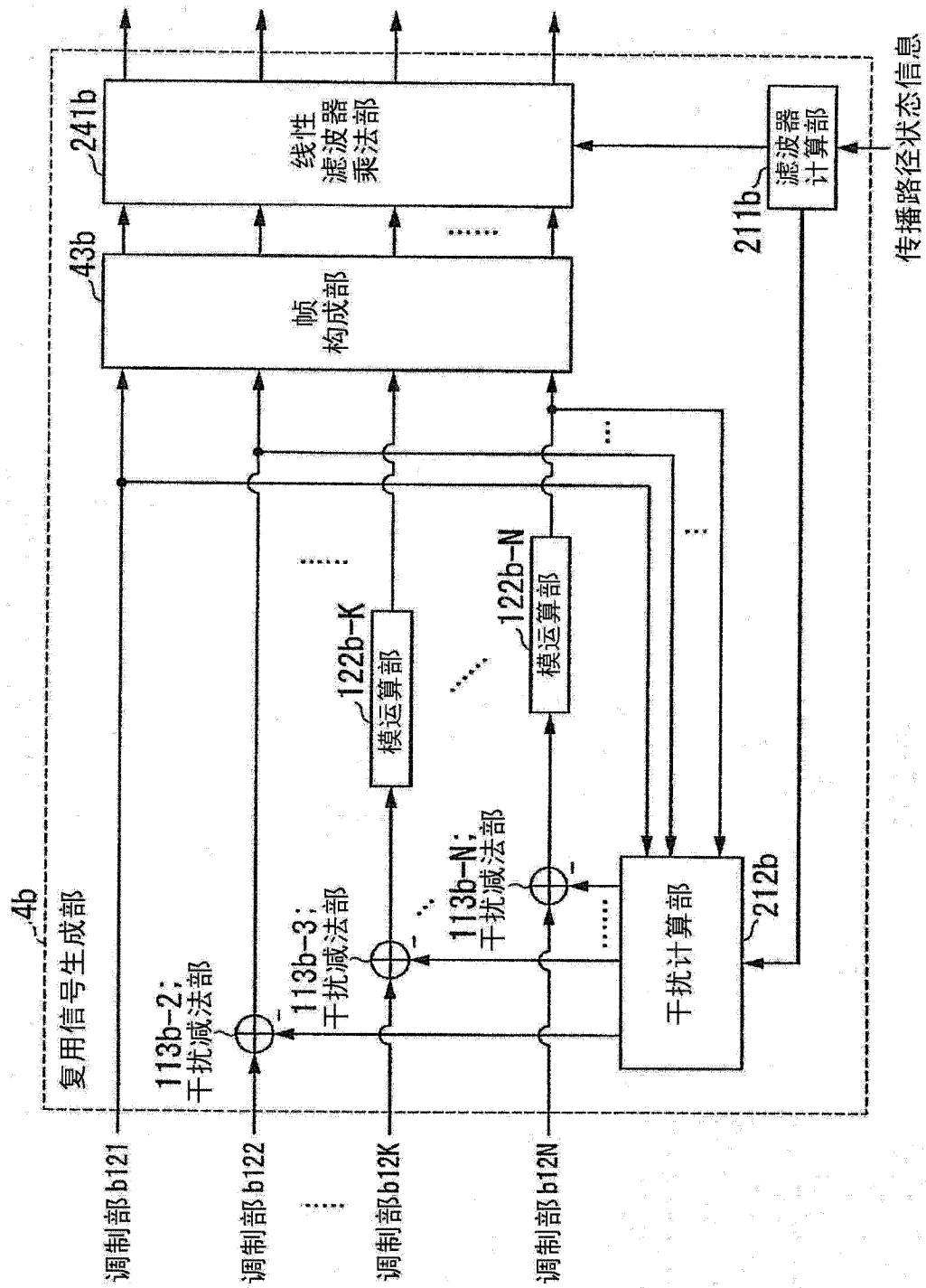


图 22

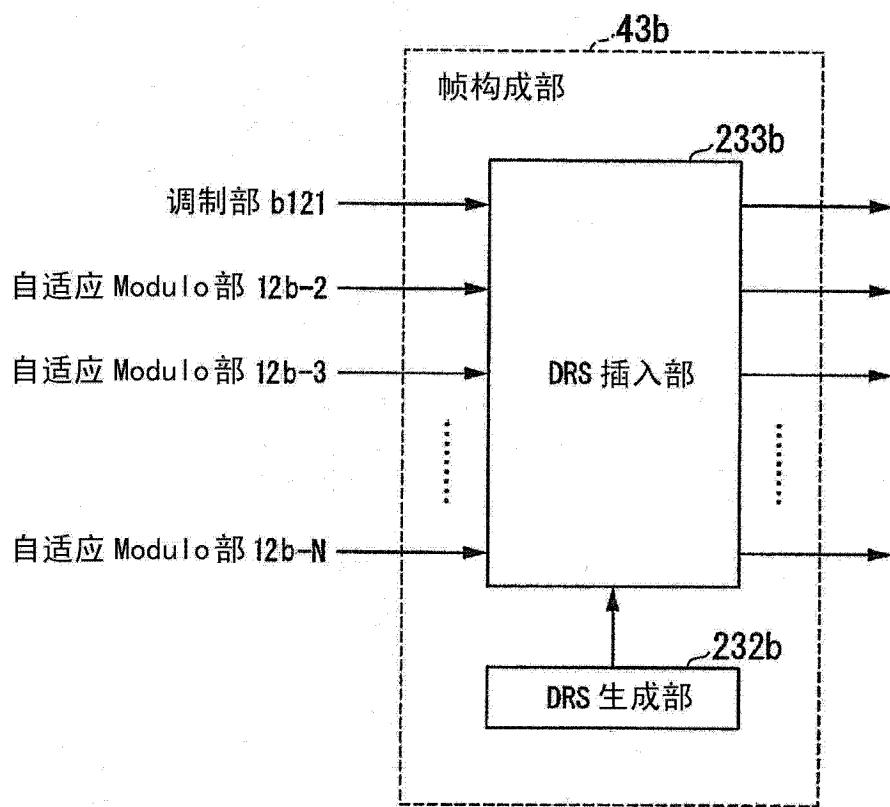


图 23

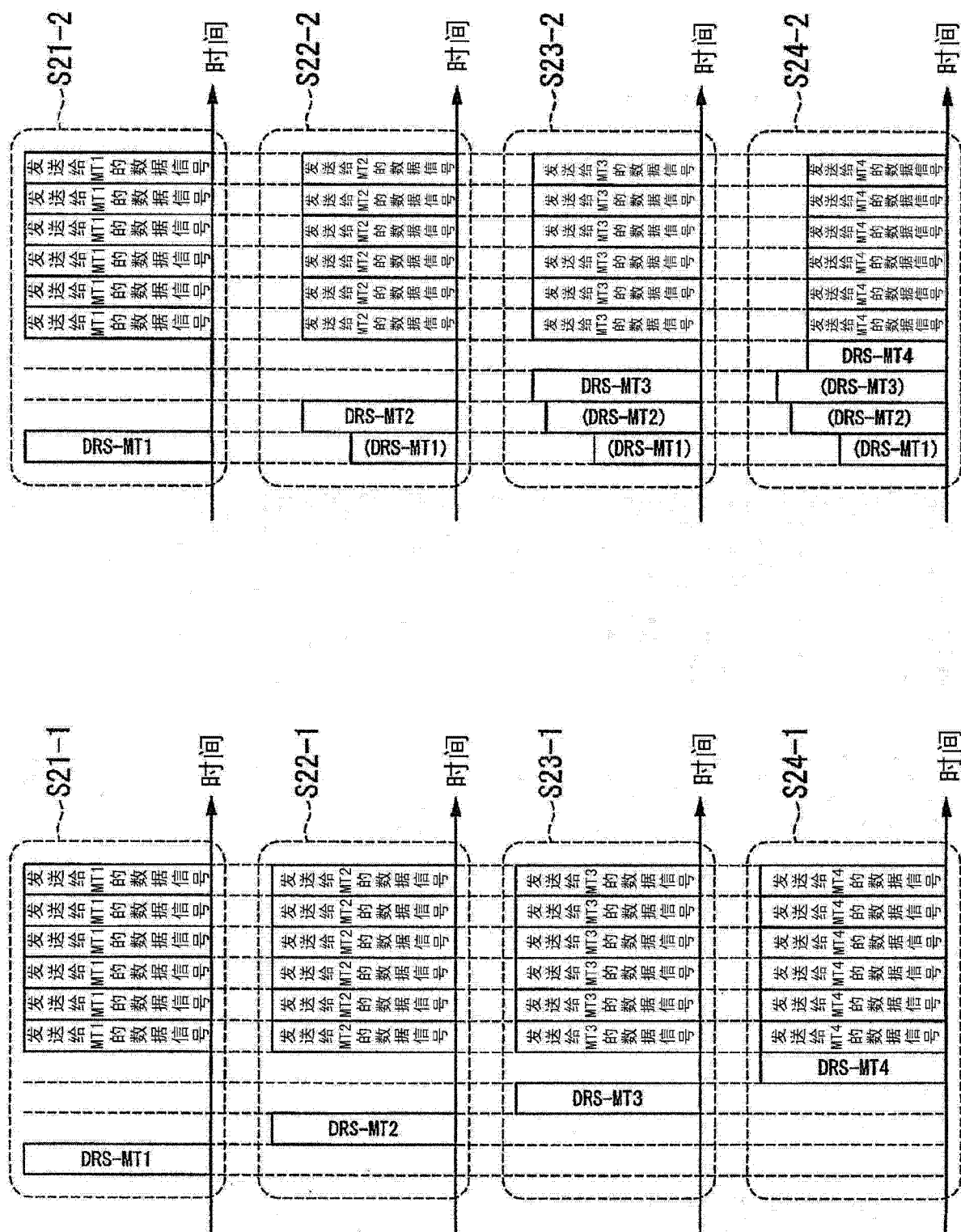


图 24

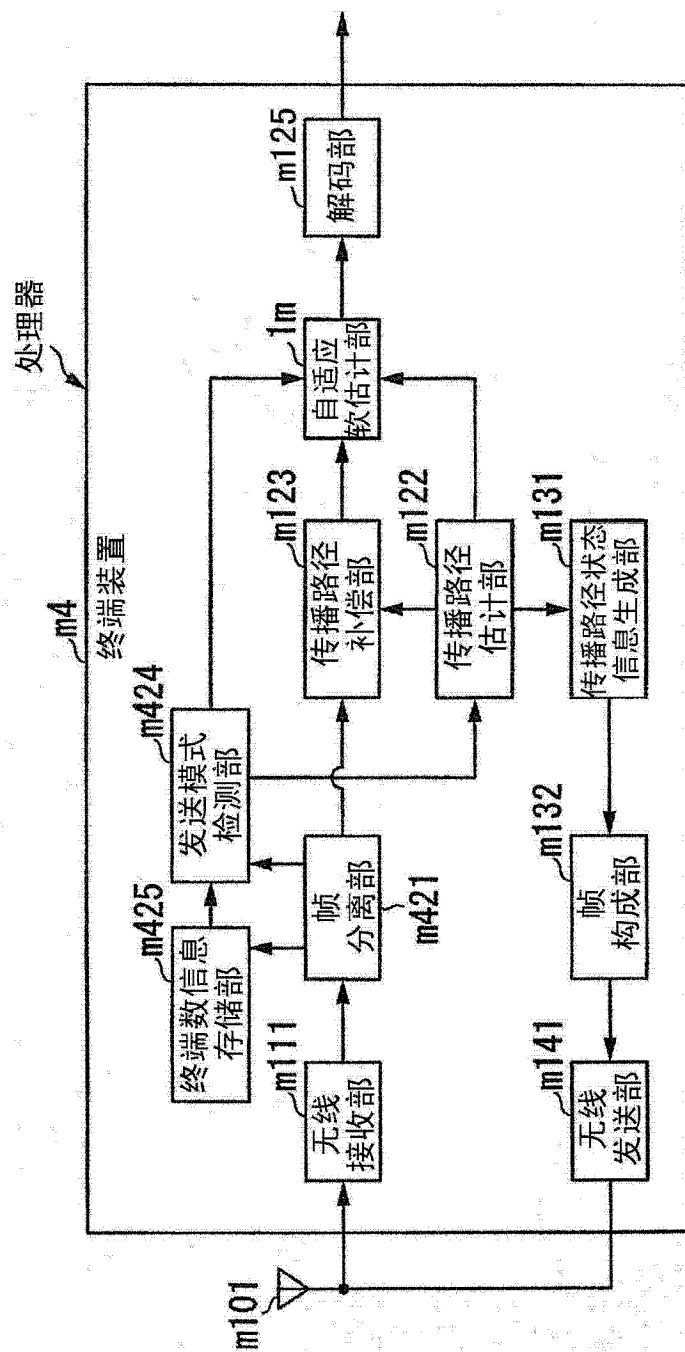


图 25

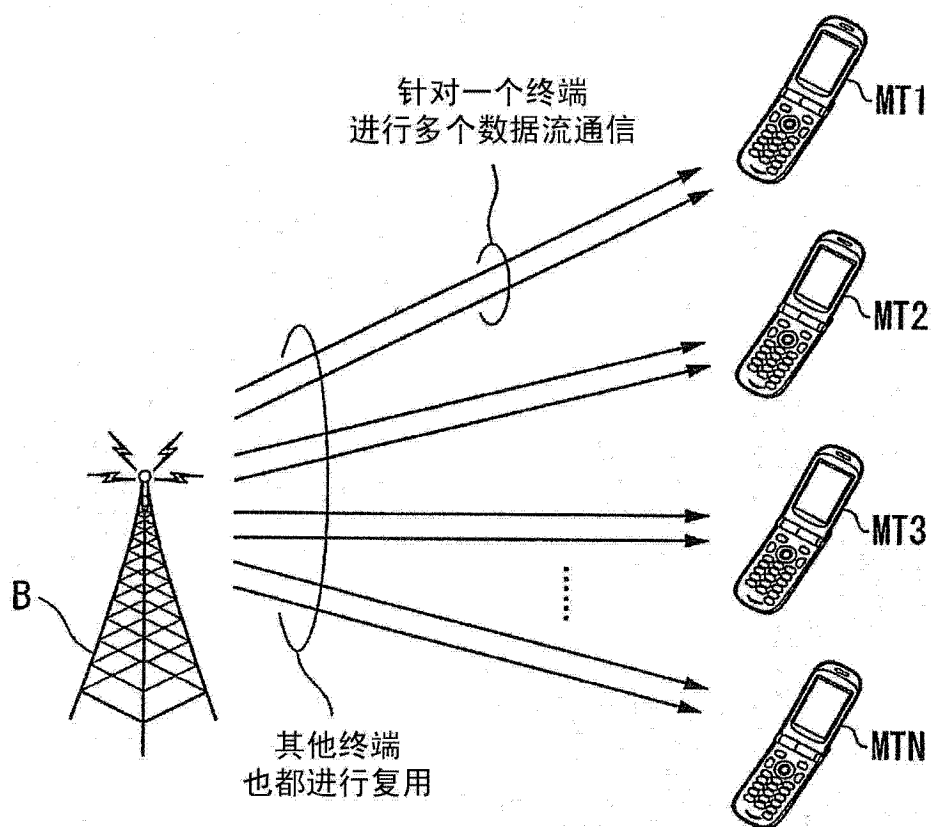


图 26

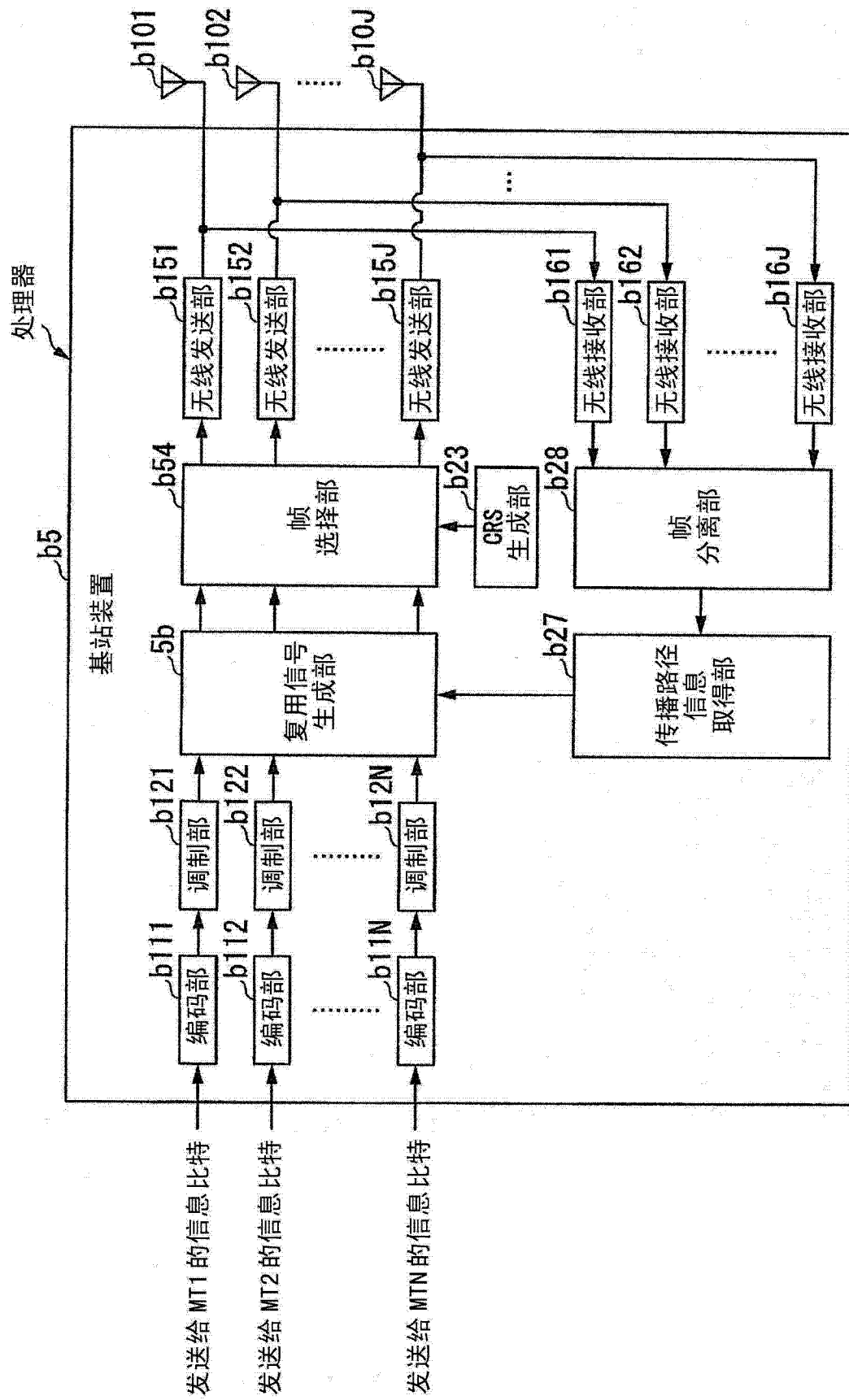


图 27

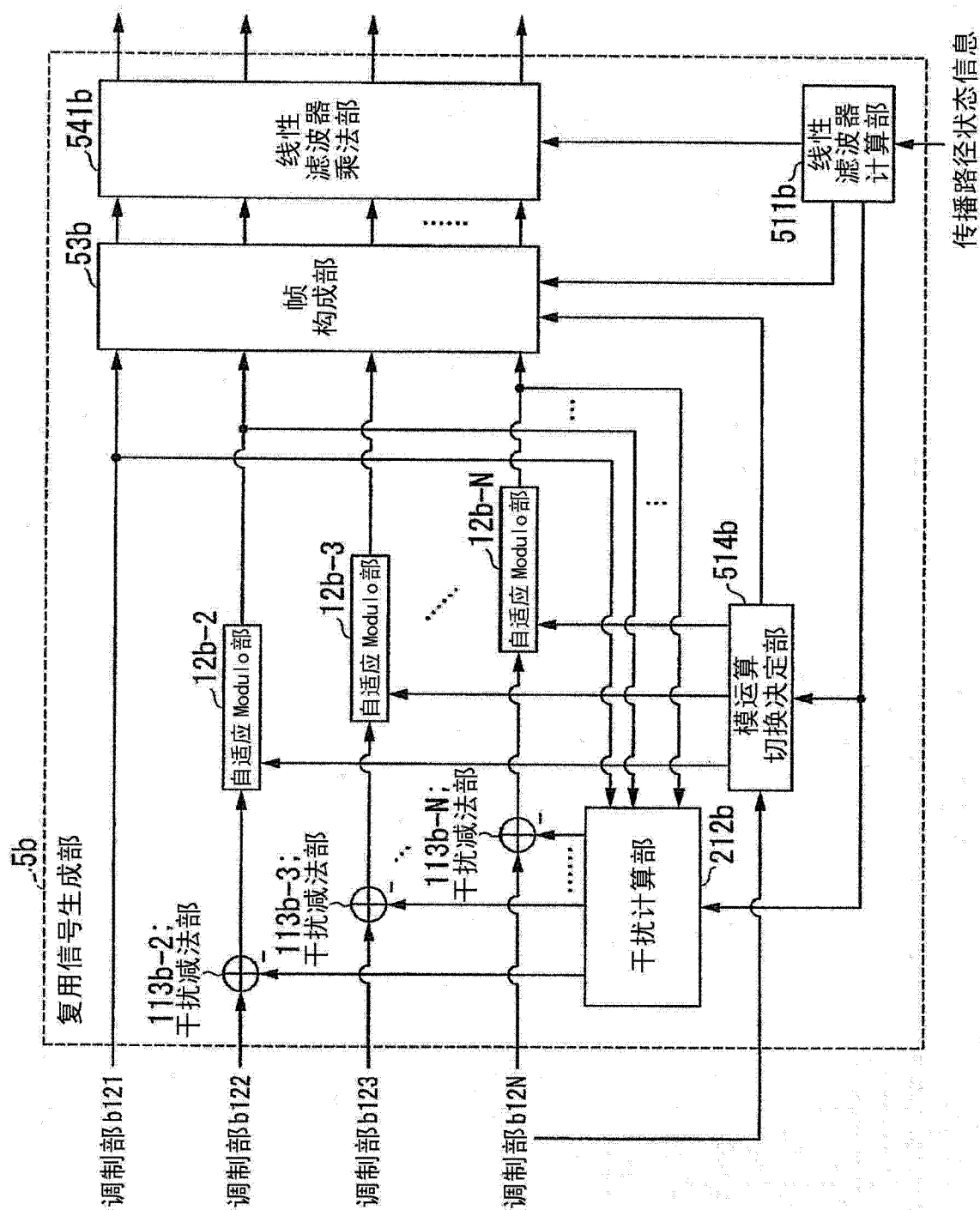


图 28

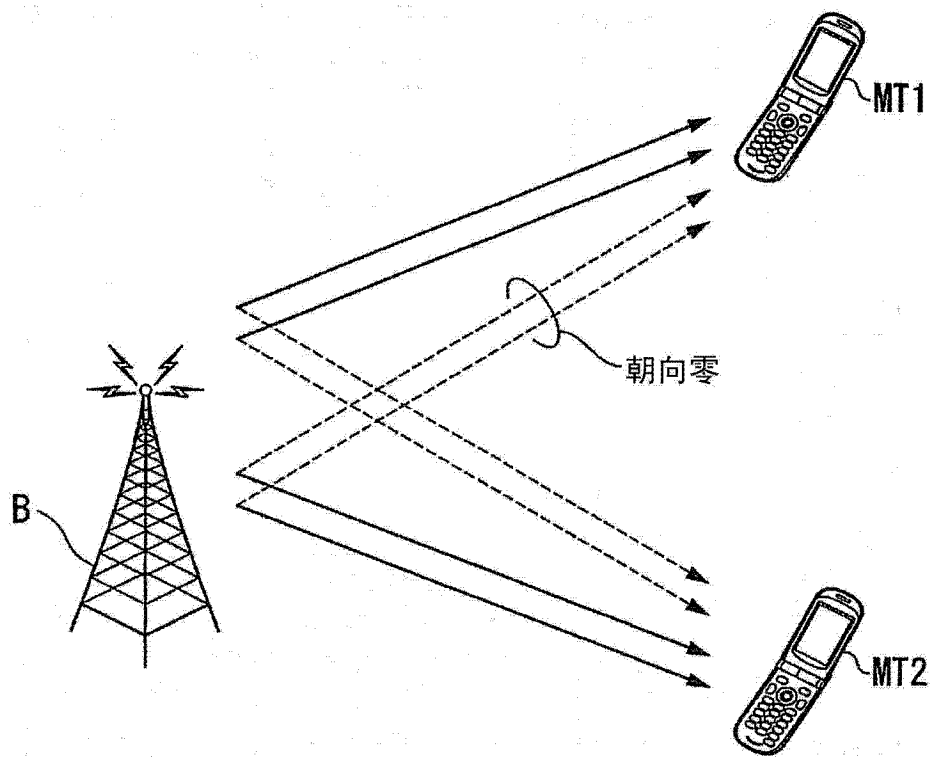


图 29

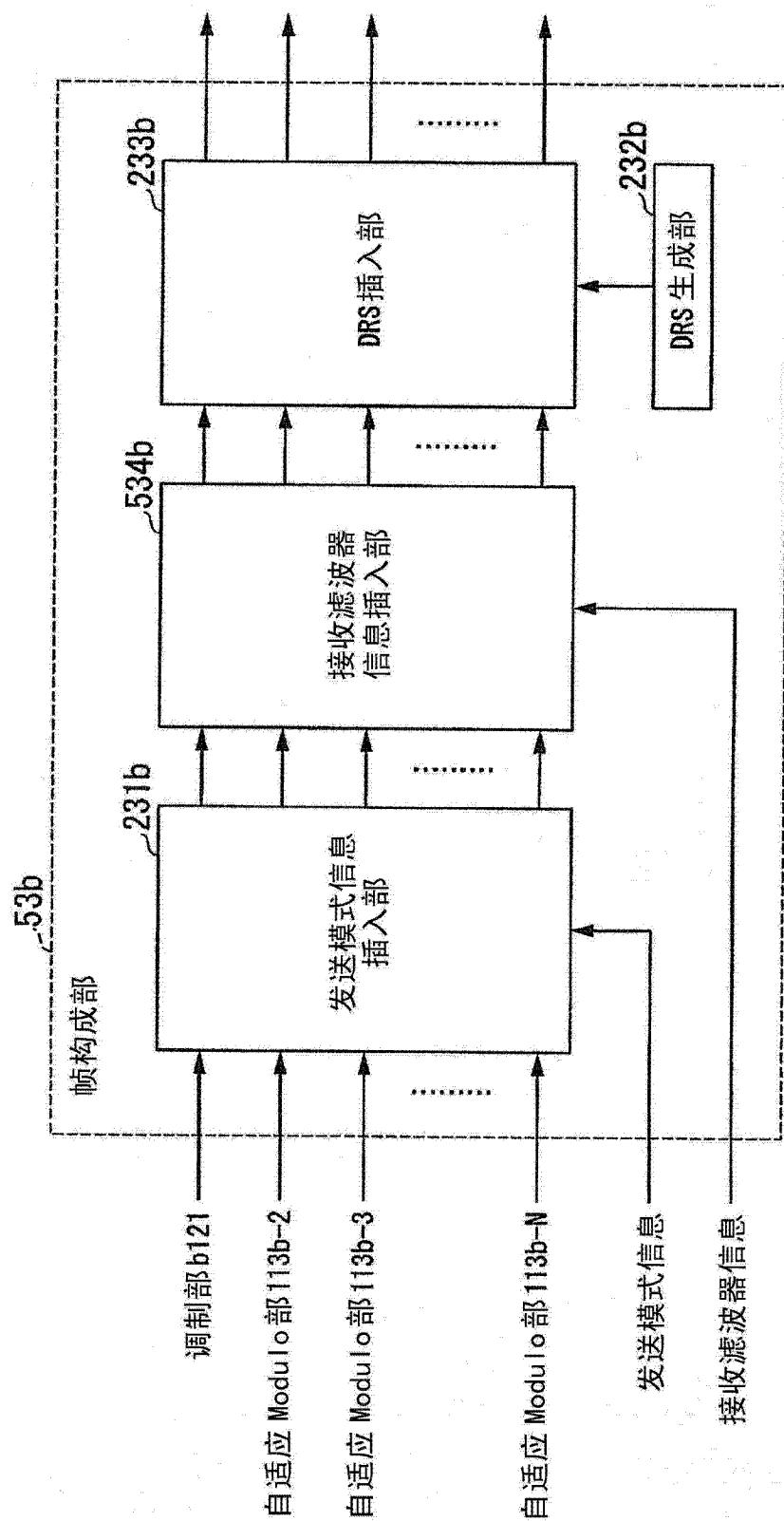


图 30

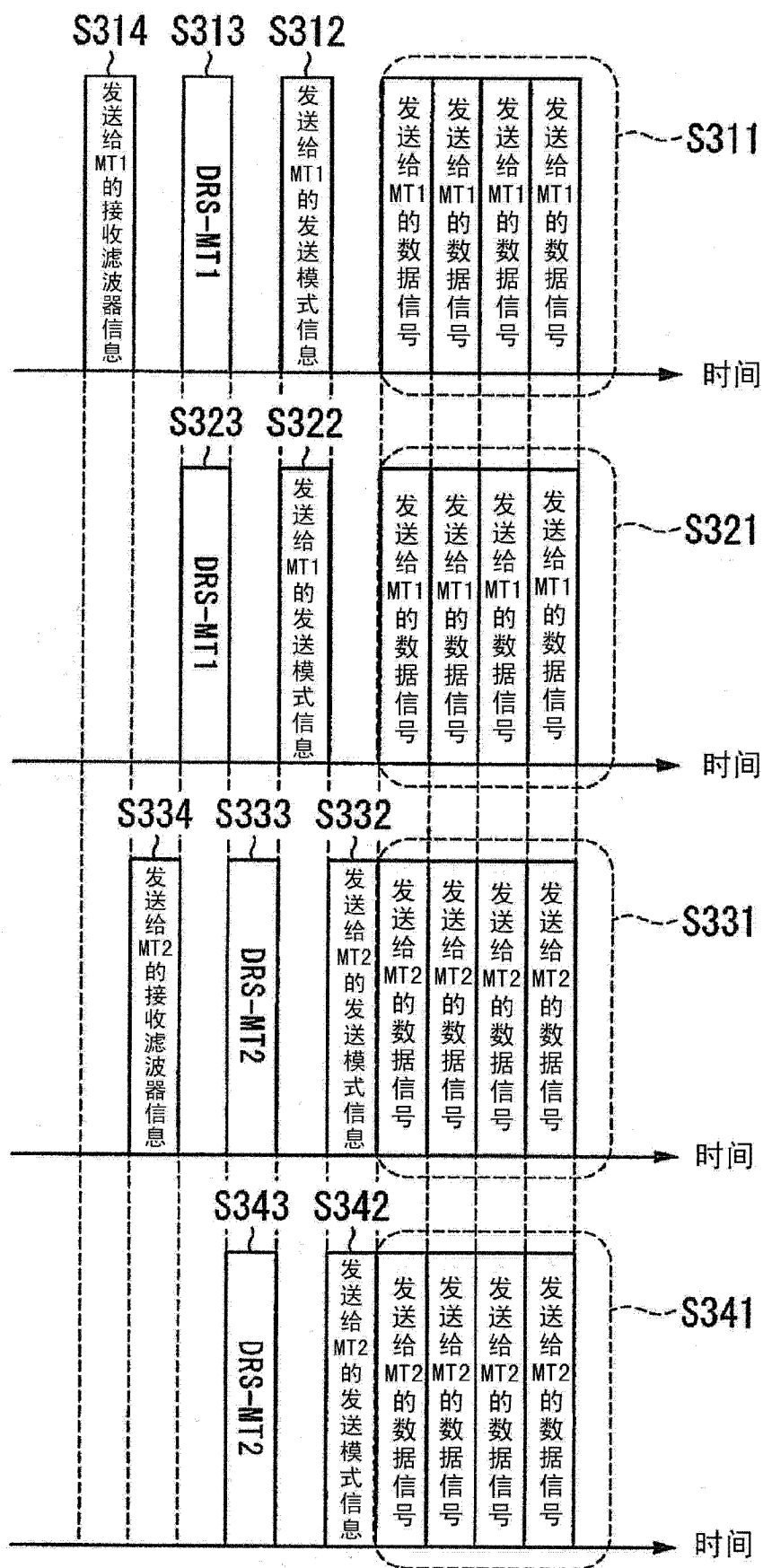


图 31

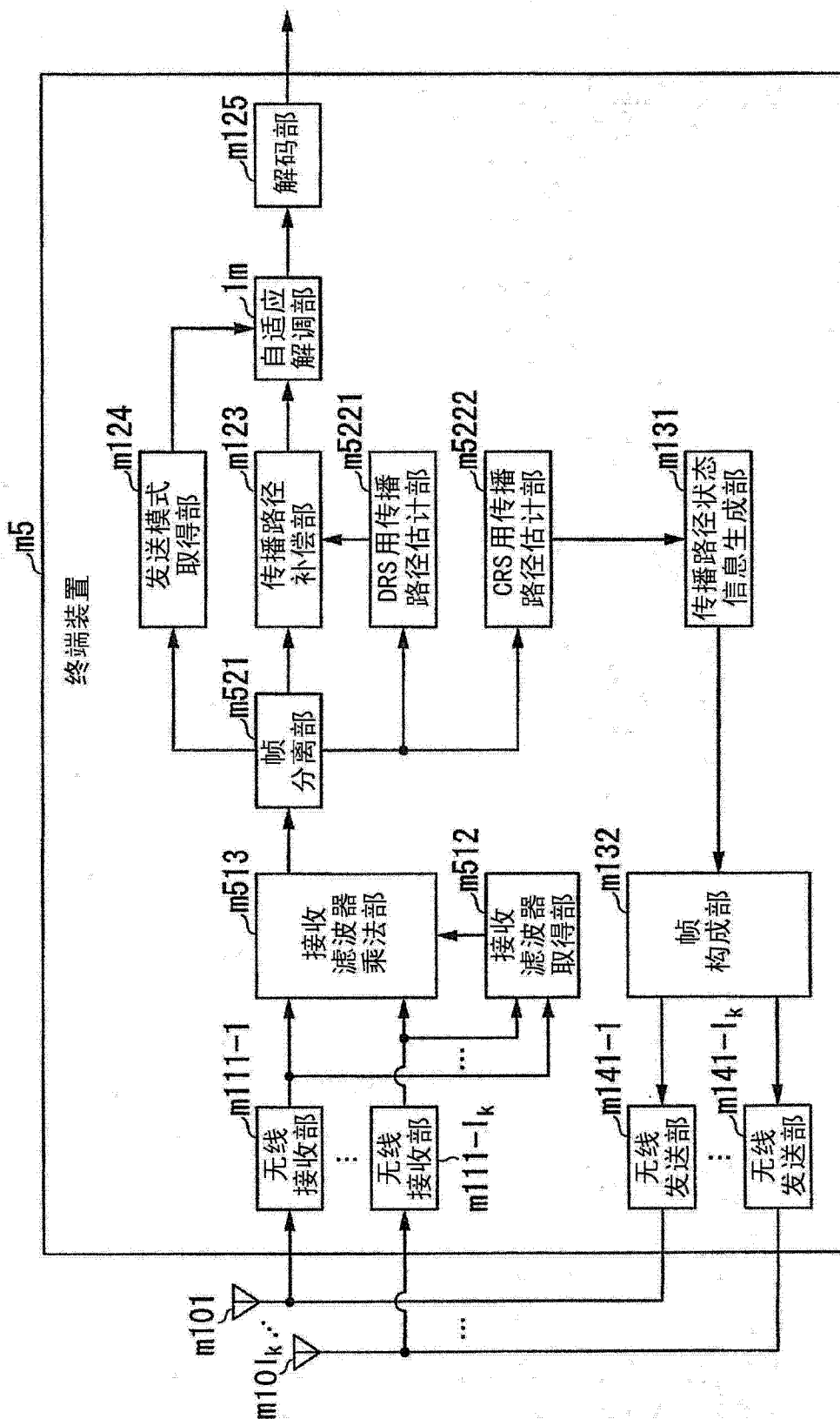


图 32

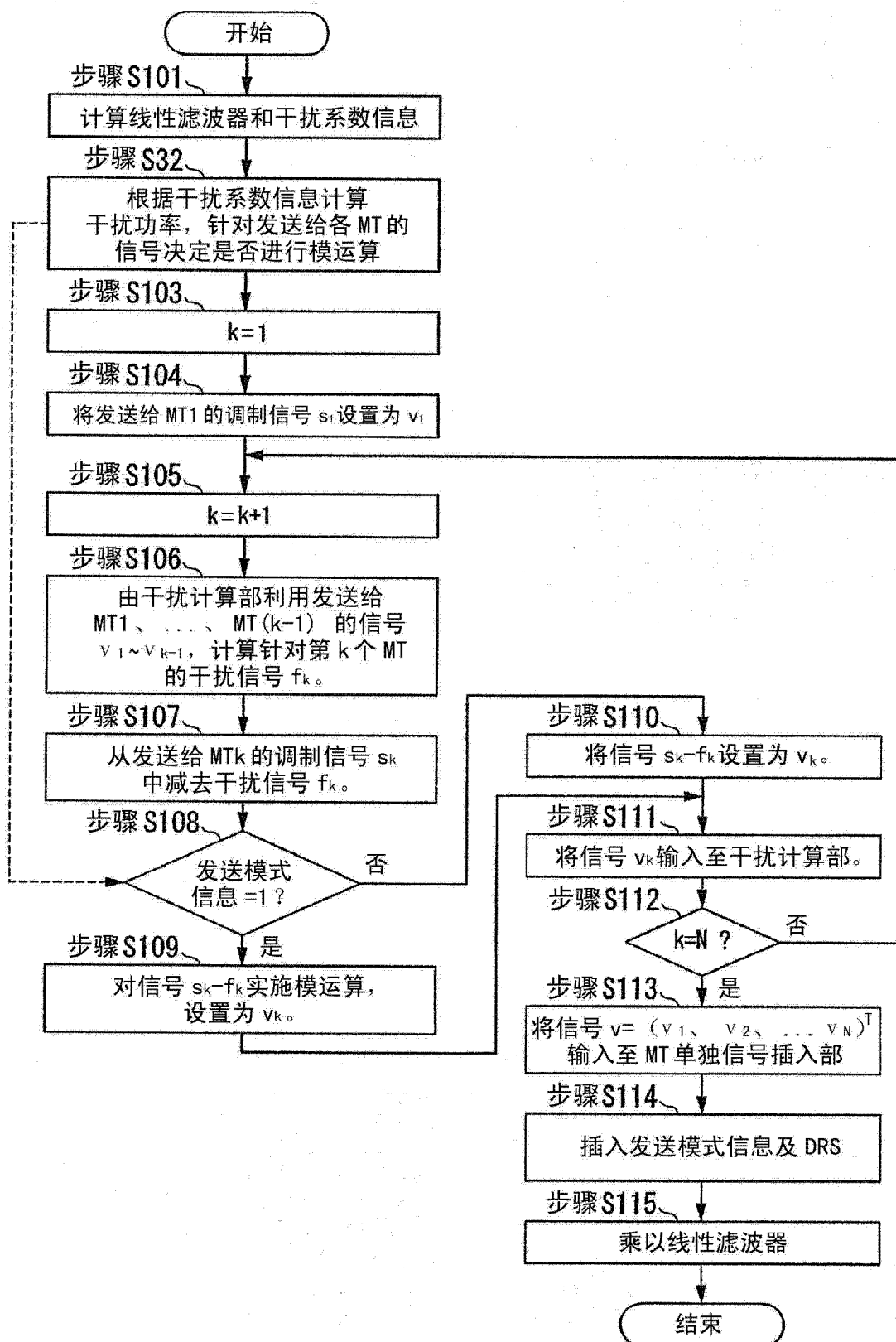


图 33

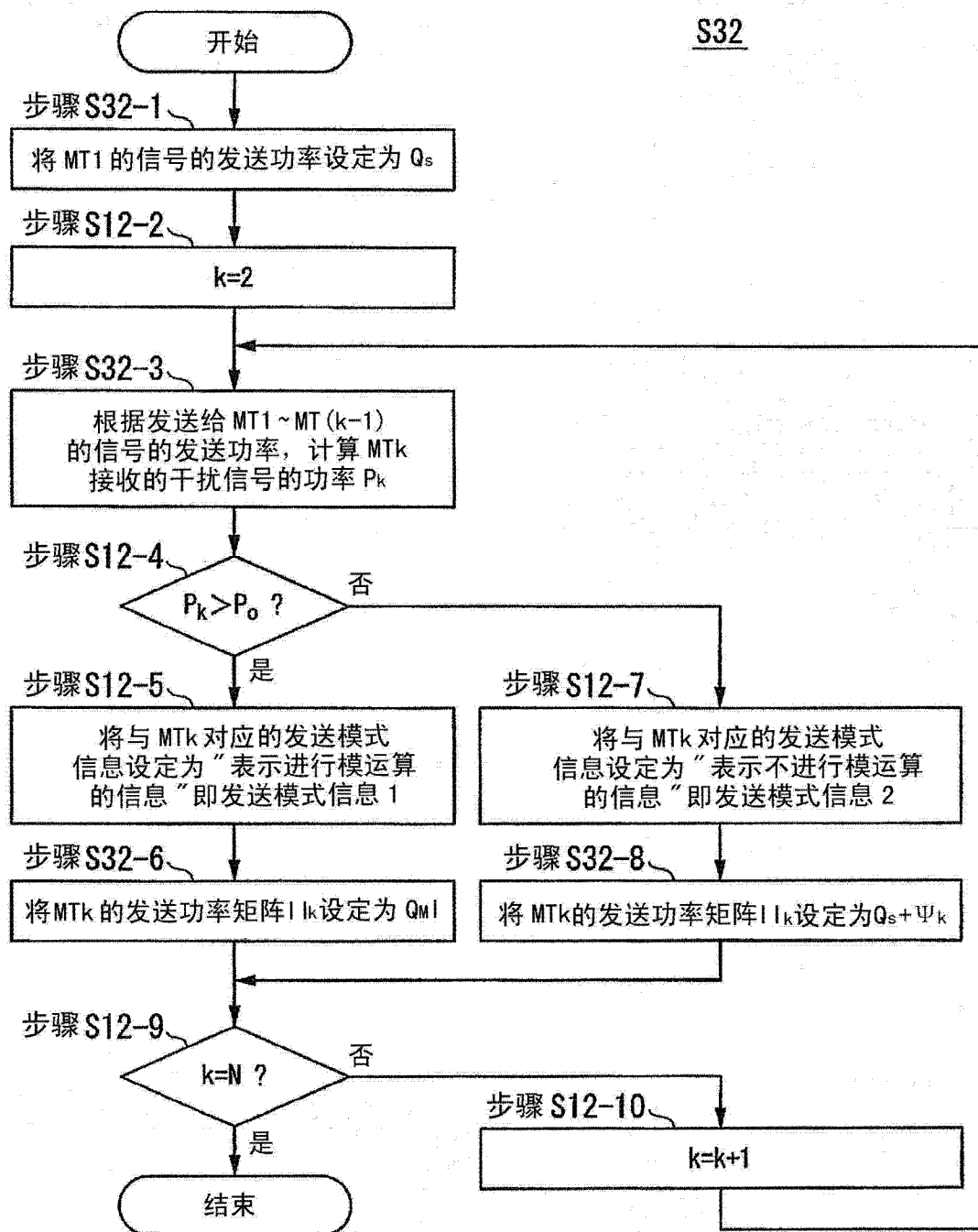


图 34

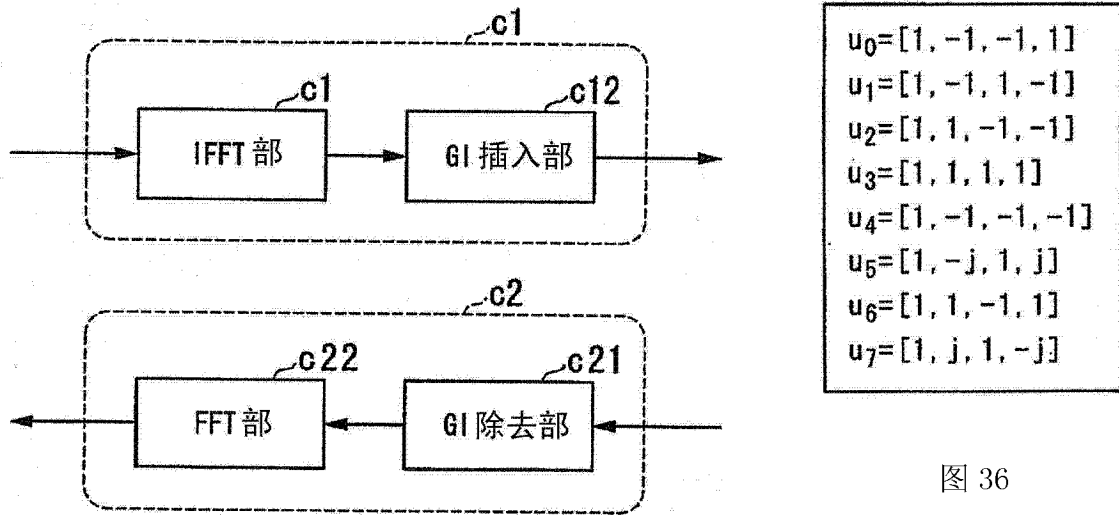


图 36

图 35

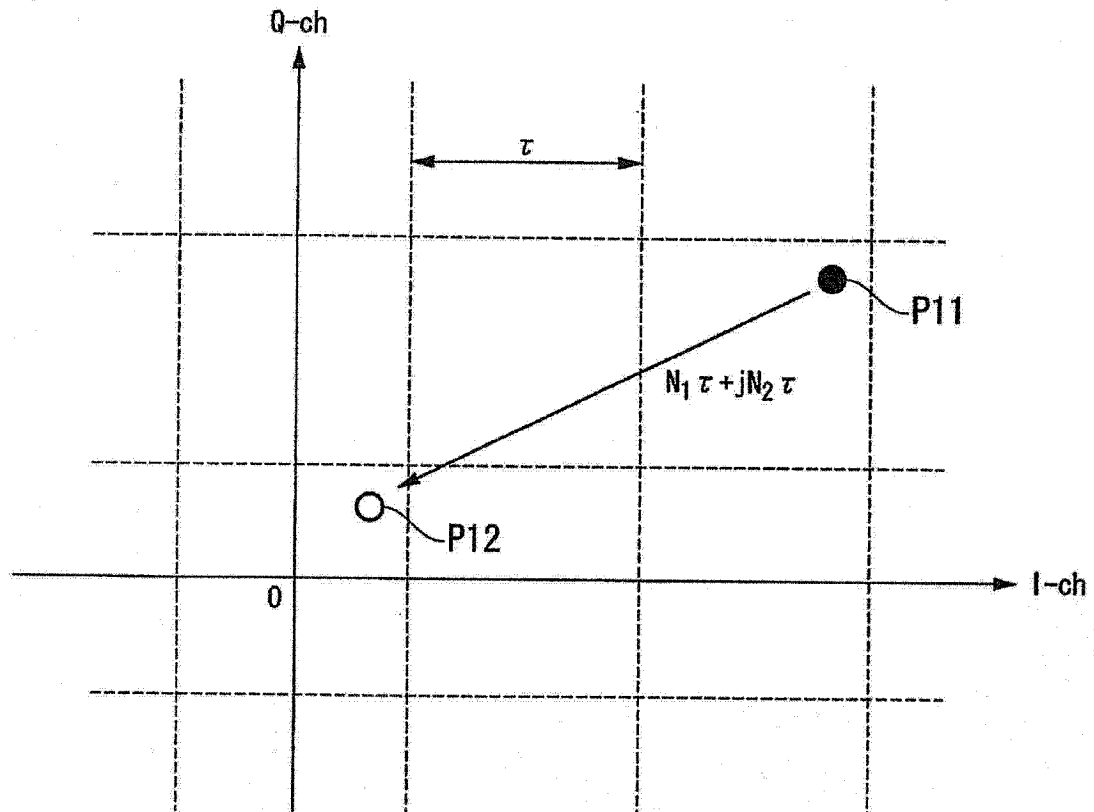


图 37

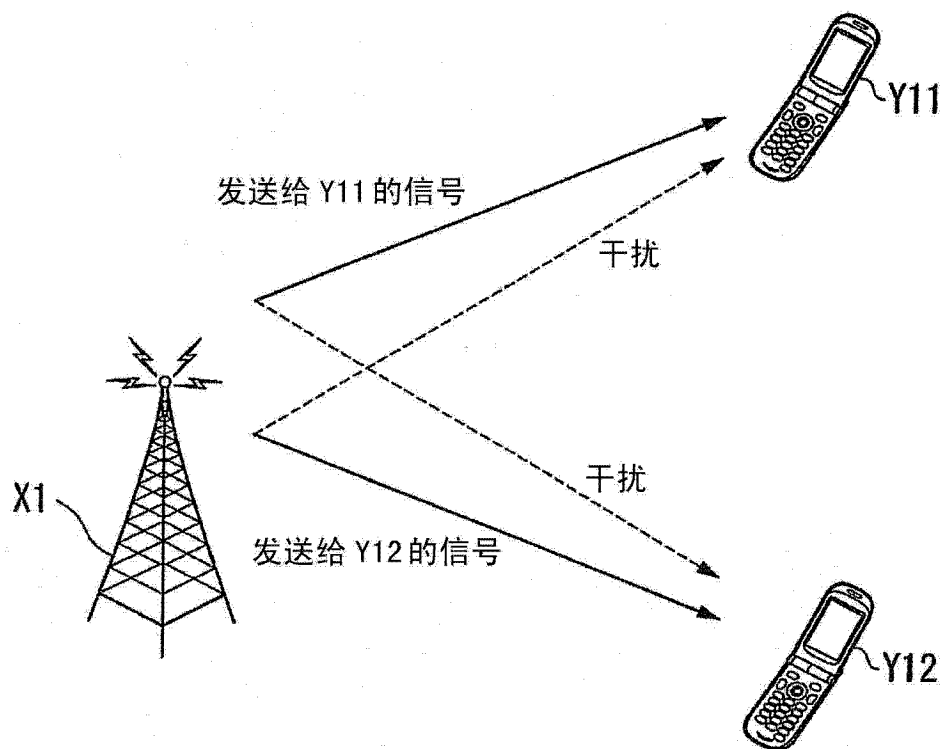


图 38

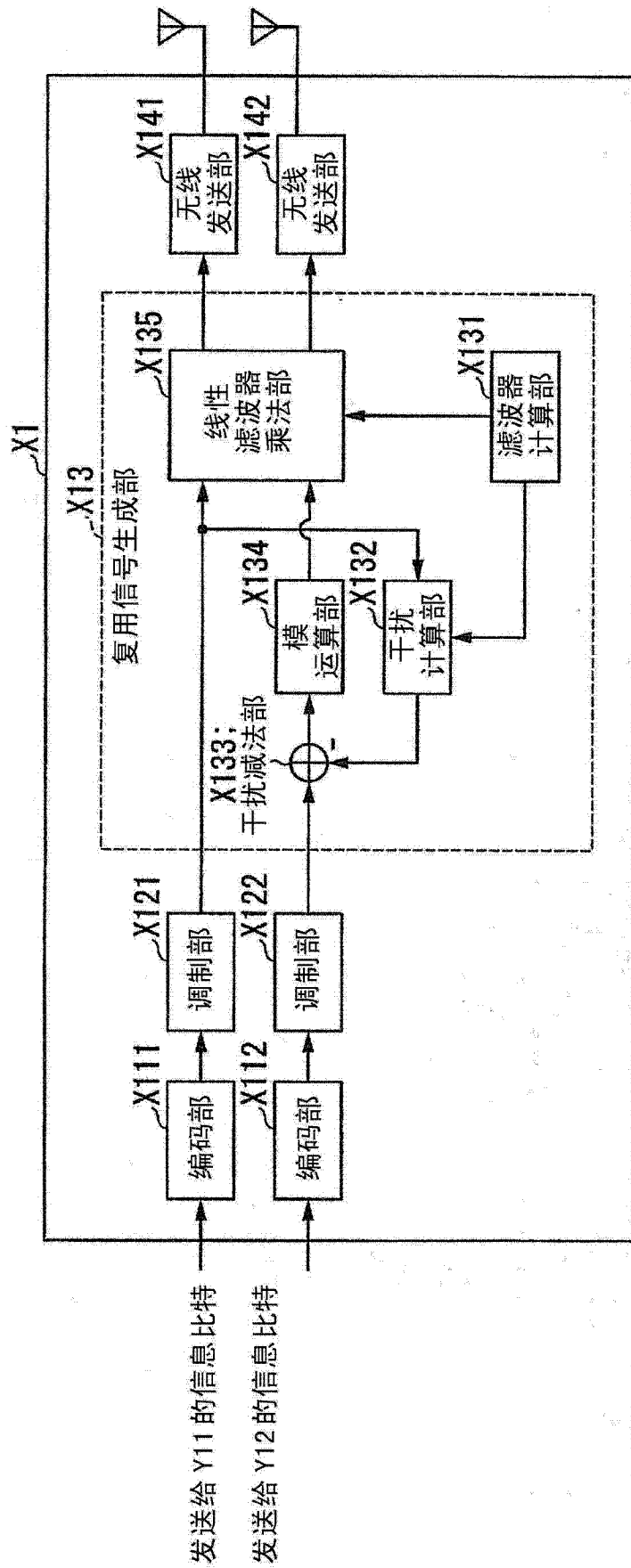


图 39

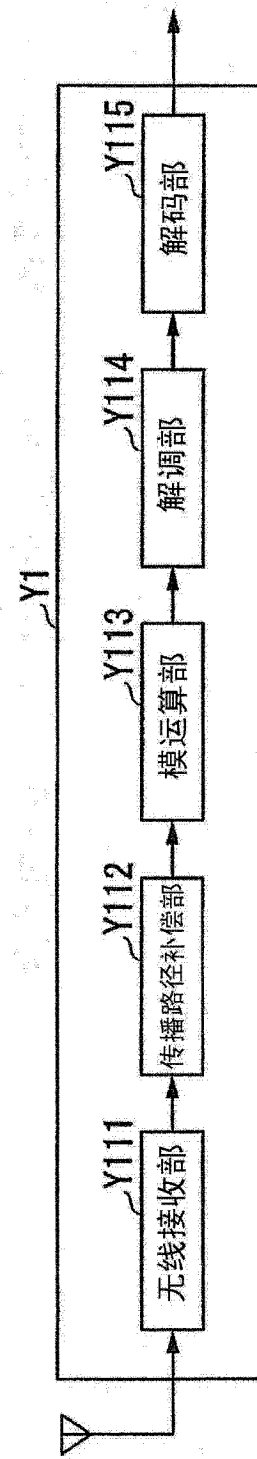


图 40

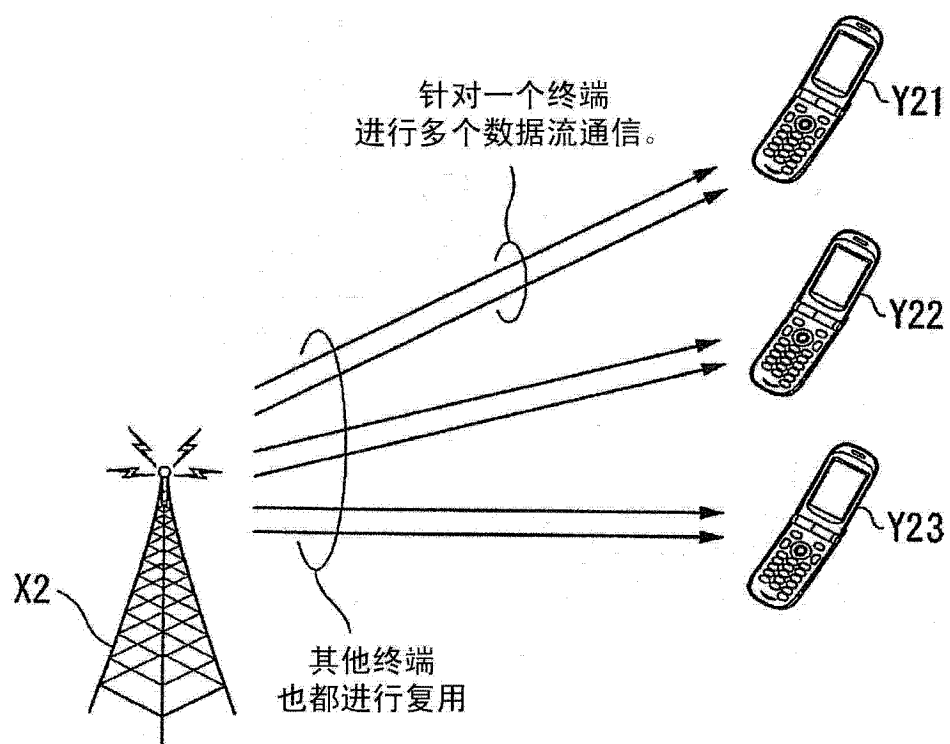
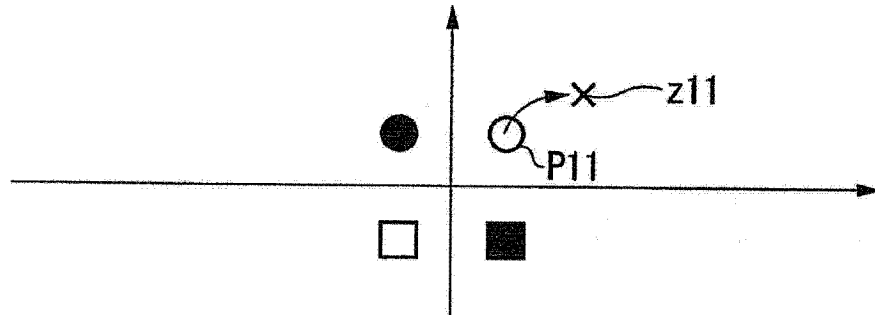


图 41

(a) 不是 THP 时（没有模运算时）的解调时的候选信号点



(b) HTP 时（有模运算时）的解调时的候选信号点

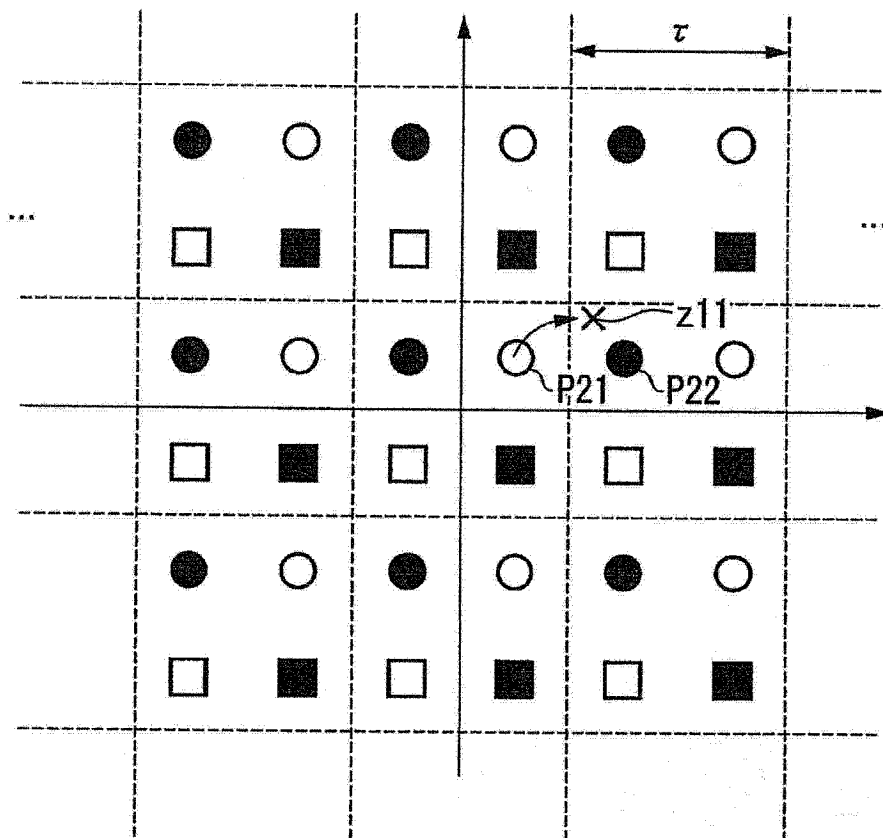


图 42