



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102571177 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 30

(21) 申请号 201210015523. 4

(22) 申请日 2006. 04. 11

(30) 优先权数据

113238/05 2005. 04. 11 JP

108157/06 2006. 04. 11 JP

(62) 分案原申请数据

200680011777. 1 2006. 04. 11

(73) 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 岸上高明 四方英邦

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 邸万奎

(51) Int. Cl.

H04W 52/42 (2009. 01)

H04W 88/08 (2009. 01)

H04B 7/06 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1426171 A, 2003. 06. 25,

CN 1426171 A, 2003. 06. 25,

CN 1599276 A, 2005. 03. 23,

CN 1376370 A, 2002. 10. 23,

EP 1487140 A1, 2004. 12. 15,

审查员 郝庭基

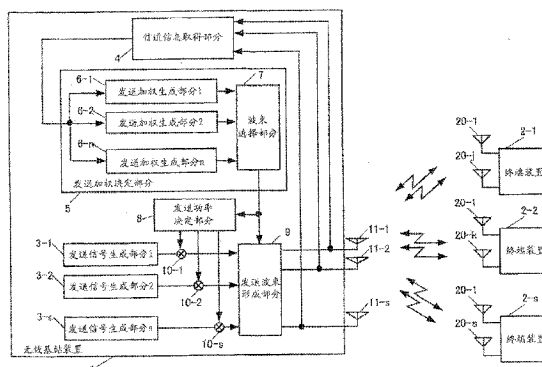
权利要求书2页 说明书31页 附图16页

(54) 发明名称

无线基站装置、终端装置及无线通信方法

(57) 摘要

无线基站装置包括：多个发送加权生成部分，基于对于具有应该空间复用传输的一个或多个天线的多个终端装置的信道信息，通过不同的算法而生成用于进行空间复用传输的发送加权信息群；以及波束选择部分，在所生成的多个发送加权信息内选择任何一个发送加权信息。通过将所选择的发送加权信息用作发送加权，从而简单地进行应该空间复用连接的终端装置的分配处理，可获得能够缩短分配处理时间的无线基站装置。



1. 终端装置,包括:

接收单元,接收空间复用信号;

信道估计单元,基于对每个所述空间复用信号赋予的预先已知的信号序列算出信道估计值;

发送单元,将所述信道估计值发送给无线基站装置;以及

空间复用分离单元,生成用于从所述空间复用信号中分离期望的信号的接收权重,所述空间复用信号使用在所述无线基站装置选择的发送权重生成,所选择的发送权重基于在所述终端装置中的信号对干扰波噪声功率比或者信号对噪声功率比的预测值从多个发送权重中选择,所述多个发送权重基于发送到所述无线基站装置的所述信道估计值使用在所述无线基站装置中不同的算法而生成。

2. 如权利要求 1 所述的终端装置,

所述接收权重将所述信道估计的结果所得的值作为基础,生成最大比合成接收权重。

3. 如权利要求 1 所述的终端装置,

所述接收权重将所述信道估计的结果作为基础,生成最小平方误差权重。

4. 如权利要求 1 所述的终端装置,

所述接收权重是与将信道矩阵进行奇异值分解所得到的最大奇异值对应的左奇异向量。

5. 如权利要求 1 所述的终端装置,还包括:

空间复用分离方法存储单元,存储从空间复用信号中分离期望的信号的情况下的空间复用分离方法信息;以及

发送单元,将所述空间复用分离方法信息通知给无线基站装置。

6. 如权利要求 1 所述的终端装置,还包括:

其他小区干扰检测单元,检测来自其他小区的干扰状况;以及

发送单元,将所述其他小区干扰检测单元检测出的检测值作为其他小区干扰信息,通知给无线基站装置。

7. 如权利要求 1 所述的终端装置,还包括:

其他小区干扰检测单元,检测来自其他小区的干扰状况;

可否空间复用传输判定单元,基于所述其他小区干扰检测单元检测出的检测值,判定可否进行空间复用传输;以及

发送单元,将所述空间复用传输的可否判定结果通知给无线基站装置。

8. 如权利要求 7 所述的终端装置,

所述可否空间复用传输判定单元在所述其他小区干扰检测单元检测出的检测值超过规定值时,判定为禁止空间复用传输,

并对所述无线基站装置通知禁止判定结果。

9. 无线基站装置,包括:

多个发送权重生成单元,基于对于对应空间复用传输的多个终端装置的信道信息,使用不同的算法生成用于形成发送给所述多个终端装置的发送波束的多个发送权重信息;

波束选择单元,基于从所述多个终端装置通知的信号对干扰波噪声功率比或者信号对噪声功率比的预测值,选择生成的所述多个发送权重信息;以及

发送波束形成单元,用所选择的所述发送权重信息,形成所述发送波束。

无线基站装置、终端装置及无线通信方法

[0001] 本申请是申请日为 2006 年 4 月 11 日、申请号为 200680011777.1、发明名称为“无线基站装置、终端装置及无线通信方法”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及对多个终端装置进行空间复用传输的无线基站装置、对应于空间复用传输的终端装置及有关它们的无线通信方法。

背景技术

[0003] 近年来,无线通信的大容量化、高速化的要求日益高涨,进一步提高有限的频率资源的有效利用效率的方法的研究在蓬勃开展。作为其中之一的方法,利用空间区域的方法引人注目。

[0004] 作为空间区域利用技术之一,是有源天线(自适应天线),通过对接收信号进行乘法运算的权重系数而调整其振幅和相位,从而增强地接收原来要接收的信号(以下,称为‘期望波信号’),并通过抑制干扰波信号,降低同一信道干扰,可改善系统容量。

[0005] 此外,作为空间区域利用技术之一,有通过利用传播路径中的空间的正交性,使用同一时刻、同一频率、同一代码的物理信道,将不同的数据序列传输到不同的终端装置的空间复用传输技术。

[0006] 在非专利文献 1 (T.Ohgane et al,“A study on a channel allocation scheme with an adaptive array in SDMA,”IEEE47th VTC, Page. 725-729, vol.2 (1997)) 等中,将空间复用传输技术进行了信息公开,在采用这种技术的空间分割复用传输无线基站装置及终端装置中,如果终端装置间的空间相关系数比规定值低,则可进行空间分割复用传输,可以改善无线通信系统的吞吐量,同时可以改善用户容纳数。

[0007] 但是,在以往的空间分割复用传输无线基站装置及终端装置的结构中,在无线基站装置中必须检测终端装置间的空间相关系数,并进行将空间相关系数比规定值小的终端装置之间选择为应该空间复用连接的终端装置(以下,将这种‘选择’动作称为‘分配’)控制。

[0008] 此外,空间相关系数具有因传播环境随着终端装置的移动或周边物的移动而改变,从而随着时间而变动的性质,所以必须比较频繁或定期地检测、更新空间相关系数。因此,存在空间相关系数的检测处理及应该空间复用连接的终端装置的分配处理复杂化的课题。此外,还存在处理延迟伴随这种复杂化而变长的课题。

发明内容

[0009] 本发明的无线基站装置设有:多个发送权重生成部分,基于对于应该空间分割复用传输的多个终端装置的信道信息,通过不同的算法而生成在对多个终端装置发送的发送波束的形成上所使用的发送权重信息;波束选择部分,选择通过算法而生成的多个发送权重信息的任何一个发送权重信息;以及发送波束形成部分,采用所选择的发送权重信息,形

成发送波束。

[0010] 本发明的终端装置包括：接收单元，接收空间复用信号；信道估计单元，基于对每个所述空间复用信号赋予的预先已知的信号序列算出信道估计值；发送单元，将所述信道估计值发送给无线基站装置；以及空间复用分离单元，生成用于从所述空间复用信号中分离期望的信号的接收权重，所述空间复用信号使用在所述无线基站装置选择的发送权重生成，所选择的发送权重基于在所述终端装置中的信号对干扰波噪声功率比或者信号对噪声功率比的预测值从多个发送权重中选择，所述多个发送权重基于发送到所述无线基站装置的所述信道估计值使用在所述无线基站装置中不同的算法而生成。

[0011] 本发明的无线基站装置包括：多个发送权重生成单元，基于对于对应空间复用传输的多个终端装置的信道信息，使用不同的算法生成用于形成发送给所述多个终端装置的发送波束的多个发送权重信息；波束选择单元，基于从所述多个终端装置通知的信号对干扰波噪声功率比或者信号对噪声功率比的预测值，选择生成的所述多个发送权重信息；以及发送波束形成单元，用所选择的所述发送权重信息，形成所述发送波束。

[0012] 根据该结构，在对于多个终端装置的空间复用发送时，根据由信道信息所检测的、终端装置间的多样的空间相关状况，可以从多个不同的接收权重生成算法所生成的合适的发送权重中选择最合适的发送权重。因此，对于终端间的空间相关状况，可进行稳健的空间复用发送，简化基于以往的空间相关系数的分配处理。随着这种处理的简化，可以提供能够简化无线基站装置、缩短用于空间分割复用传输控制的处理时间，同时具有改善空间分割复用传输的系统容量的效果的无线基站装置、终端装置及无线通信方法。

附图说明

[0013] 图 1 是本发明实施方式 1 的无线基站装置及终端装置的结构图。

[0014] 图 2A 是本发明实施方式 1 的具有多个接收单元天线的终端装置的详细结构图。

[0015] 图 2B 是本发明实施方式 1 的具有一个接收单元天线的终端装置的详细结构图。

[0016] 图 3 是表示本发明实施方式 1 的空间分割复用传输动作的流程图。

[0017] 图 4A 是本发明实施方式 1 的三方式算法中的表示相关系数和通信质量之间关系的仿真中所使用的无线基站天线的天线元件配置图。

[0018] 图 4B 是本发明实施方式 1 的三方式算法中的表示相关系数和通信质量之间关系的仿真中所使用的接收单元天线的天线元件配置图。

[0019] 图 4C 是表示本发明实施方式 1 的三方式算法中的表示相关系数和通信质量之间关系的仿真中所使用的无线基站天线与接收单元天线间的电波传播状态的模型图。

[0020] 图 4D 是表示本发明实施方式 1 的三方式算法中的相关系数和通信质量的仿真中所使用的发送端侧的波束宽度的模型图。

[0021] 图 4E 是表示本发明实施方式 1 的三方式算法中的相关系数和通信质量的仿真中所使用的接收端侧的波束宽度的模型图。

[0022] 图 5 是表示本发明实施方式 1 的仿真条件的图。

[0023] 图 6 是表示本发明实施方式 1 的三方式算法的赖思(Rice)系数 $K=3\text{dB}$ 时的相关系数和通信质量的仿真结果的曲线图。

[0024] 图 7 是表示本发明实施方式 1 的三方式算法的赖思(Rice)系数 $K=6\text{dB}$ 时的相关

系数和通信质量的仿真结果的曲线图。

[0025] 图 8 是表示本发明实施方式 1 的三方式算法的赖思(Rice)系数 $K=9\text{dB}$ 时的相关系数和通信质量的仿真结果的曲线图。

[0026] 图 9A 是将本发明实施方式 1 的第 1 发送数据帧序列的空间分割复用传输状态进行时间轴和空间轴表示的示意图。

[0027] 图 9B 是本发明实施方式 1 的第 1 发送数据帧序列的结构图。

[0028] 图 10A 是将本发明实施方式 1 的第 2 发送数据帧序列的空间分割复用传输状态进行时间轴和空间轴表示的示意图。

[0029] 图 10B 是本发明实施方式 1 的第 2 发送数据帧序列的结构图。

[0030] 图 11 是本发明实施方式 2 的无线基站装置及终端装置的结构图。

[0031] 图 12 是本发明实施方式 3 的无线基站装置的结构图。

[0032] 图 13 是本发明实施方式 3 的终端装置的结构图。

[0033] 图 14 是本发明实施方式 4 的无线基站装置的结构图。

[0034] 图 15 是本发明实施方式 4 的终端装置的结构图。

[0035] 图 16 是本发明实施方式 4 的终端装置的另一个结构图。

[0036] 标号说明

[0037] 1,100 无线基站装置

[0038] 2-1,2-2,2-s,2-A,2-B 终端装置

[0039] 3-1,3-2,3-s 发送信号生成部分

[0040] 4 信道信息取得部分

[0041] 5 发送权重决定部分

[0042] 6-1,6-2,6-n 发送权重生成部分

[0043] 7 波束选择部分

[0044] 8 发送功率决定部分

[0045] 9 发送波束形成部分

[0046] 11-1,11-2,11-s,60 无线基站天线

[0047] 20-1,20-m,62 接收单元天线

[0048] 107-a,107-b 选择开关部分

[0049] 216 发送单元天线

[0050] 221-1,221-m 接收部分

[0051] 222 信道估计部分

[0052] 223 空间复用分离部分

[0053] 224 解调部分

具体实施方式

[0054] 以下,一边参照附图一边说明本发明实施方式的无线基站装置及终端装置。

[0055] 这里,在以后的说明中,具有多个相同结构元素的结构部分、或单元、或装置,在说明上不需要表示是哪个结构部分或单元或装置时,使用同一标号,如果不在多个结构部分的各个部分或各个单元或各个装置上附加标号就说明不易清楚时,则第 1 标号之后附加

短划线的第 2 标号。

[0056] 例如,即使不显示是哪个装置也能理解说明时,就称终端装置 2,而在难以理解说明时,也称为终端装置 2-1、2-2、2-s。

[0057] (实施方式 1)

[0058] 图 1 表示本发明实施方式 1 的无线基站装置及终端装置的结构。在图 1 中,终端装置 2-1 ~ 2-s 分别具有:多个天线 20-1 ~ 20-j、多个天线 20-1 ~ 20-k、多个天线 20-1 ~ 20-s,但也可以只有一个天线。在终端装置的接收端,图 2A 表示具有多个天线的终端装置的详细结构图,图 2B 表示只有一个天线的终端装置的详细结构图。

[0059] 图 1 是表示本发明实施方式 1 的无线基站装置 1 及终端装置 2-1 ~ 2-s 的结构图。以下,在本实施方式中,说明在从无线基站装置 1 向终端装置 2-1 ~ 2-s 的发送(以下,称为下行链路)中,向 s 个终端装置发送 N_s 个空间流的情况(其中, $N_s \geq s$, N_s 为自然数)。

[0060] 在图 1 中,本发明实施方式 1 的无线基站装置 1 包括:发送信号生成部分 3-1 ~ 3-s,生成向作为应进行空间分割复用传输的对象终端装置 2-1 ~ 2-s 的发送数据序列;信道信息取得部分 4,从来自终端装置 2-1 ~ 2-s 的接收信号中,提取下行链路的信道信息;发送权重决定部分 5,是决定发送权重的权重决定部分,由发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 和波束选择部分 7 组成,发送权重生成部分基于多个不同的生成算法而生成发送权重信息,波束选择部分从发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 所生成的多个发送权重信息群之中选择最合适的发送权重信息;发送功率决定部分 8,基于所选择的发送权重信息,决定各个空间流的发送功率,并将发送功率控制信息发送;发送波束形成部分 9,为了形成特定的发送波束,使用所选择的发送权重信息,对各个发送数据序列乘以发送权重,并将乘法运算后的信号变换为高频信号;功率系数乘法器 10-1 ~ 10-s,基于由发送功率决定部分 8 所决定的各个空间流的发送功率控制信息,对于发送信号生成部分 3-1 ~ 3-s 的输出信号乘以规定的功率系数;以及无线基站天线 11-1 ~ 11s,将来自发送波束形成部分 9 的高频信号发射到未图示的传输媒体。

[0061] 在图 2A 中,在终端装置的接收端中,具有多个天线的本发明实施方式 1 的终端装置 2-A 包括:发送单元 210 和发送单元天线 216 及接收单元 220 和接收单元天线 20-1 ~ 20-m。

[0062] 发送单元 210 包括:数据输入部分 214,其用于输入终端用户要发送的数据信息;以及发送部分 212,对从信道估计部分 222 发送来的信道估计信息施加规定的数据处理,并变换为高频信号。

[0063] 接收单元 220 包括:接收部分 221-1 ~ 221-m,分别与接收单元天线 20-1 ~ 20-m 相对应,将接收单元天线 20-1 ~ 20-m 所接收的高频信号变换为基带信号;信道估计部分 222,从多个基带信号而对下行链路中的传播路径的信道应答信息进行估计;空间复用分离部分 223,基于由信道估计部分 222 所获得的信道应答信息而从空间复用信号中分离、提取期望波信号;解调部分 224,从所分离接收的期望波信号,对发送数据序列进行复原;以及数据输出部分 225,将所复原的接收数据序列输出到其他设备,或对终端装置用户传送该信息。

[0064] 这里,发送单元天线 216 和接收单元天线 20-1 ~ 20-m 作为不同的天线来处理,但也可以是共用相同的天线。

[0065] 在图 2B 中,在终端装置的接收端中,只有一个天线的本发明实施方式 1 的终端装置 2-B 包括:发送单元 210 和发送单元天线 216 及接收单元 230 和接收单元天线 20-1。

[0066] 与图 2A 的不同在于,在接收单元 230 中,终端装置 2-B 只有单一的接收单元天线 20-1,所以是不包含作为空间区域的干扰除去处理的空间复用分离部分 223 的结构。与图 2A 同样,发送单元天线 216 和接收单元天线 20-1 作为不同的天线来处理,但也可以是共用相同的天线。

[0067] 下面,说明有关无线基站装置 1 和终端装置 2-A 或 2-B 的动作。首先,以下行链路的信道信息在终端装置 2-1 ~ 2-s 进行估计作为前提,概要说明对无线基站装置 1 通知该信息的动作。

[0068] 首先,在终端装置 2-A 或 2-B 的发送单元 210 中,由信道估计部分 222 所估计的传播路径(未图示)的信道信息被导入到发送部分 212,由发送部分 212 通过控制信道或报知信道而被传送到无线基站装置 1。即,信道信息所装载的控制信道信号或报知信道信号被导入到发送单元天线 216,向无线基站装置 1 从发送单元天线 216 发射到传播路径(未图示)。

[0069] 这里,控制信道或报知信道是用于使无线基站装置 1 和终端装置 2-A 或 2-B 有效地动作的信息进行往来的通信信道,与用于终端装置 2-A 或 2-B 的用户要发送接收的信息的往来的通信信道是不同的通信信道。

[0070] 再有,终端装置 2-A 或 2-B 的用户要发送的信息从数据输入部分 214 被输入到发送部分 212,它被进行规定的信号处理,并变换为高频信号后,通过发送单元天线 216 而被发送到无线基站装置 1。

[0071] 然后,在无线基站装置 1 中信道信息取得部分 4 从具有终端装置 2-A 或 2-B 结构的多个终端装置 2-1 ~ 2-s 向无线基站天线 11-1 ~ 11-s 发送来的控制信道信号或报知信道信号之中,提取各个终端装置 2-1 ~ 2-s 发送的信道信息,并将它输出到发送权重决定部分 5。

[0072] 接着,概要说明基于所通知的下行链路的信道信息,对发往应该空间复用连接(被分配的)的终端装置 2-1 ~ 2-s 的发送信号乘以规定的发送权重而进行空间分割复用传输的动作。

[0073] 首先,在无线基站装置 1 中,信道信息取得部分 4 从应该空间复用连接(被分配的)的终端装置 2-1 ~ 2-s 向无线基站天线 11-1 ~ 11-s 发送来的控制信道信号或报知信道信号之中,分别提取从各个终端装置 2-1 ~ 2-s 发送的信道信息,并将它们输出到发送权重决定部分 5。此时所提取的信道信息是从无线基站装置 1 至终端装置 2-1 ~ 2-s 的下行链路的信道信息。

[0074] 接着,发送权重决定部分 5 对于应该空间复用连接的终端装置 2-1 ~ 2-s,通过使具有各自不同的发送权重生成算法的多个发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 而生成多种发送权重生成信息,以便根据终端装置间的相关状况进行最合适的信号传输。然后,通过波束选择部分 7,从由第 1 至第 n 的发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 所生成的多个发送权重生成信息群之中,选择使规定的判定基准最大的发送权重信息,并将该信息输出到发送功率决定部分 8 和发送波束形成部分 9。

[0075] 接着,发送功率决定部分 8 基于所输入的发送权重信息,计算用于决定对于各个空间复用流的发送功率的功率分配系数。

[0076] 另一方面,在发送信号生成部分 3-1 ~ 3-s,分别生成发往应该空间复用连接(被分配的)的终端装置 2-1 ~ 2-s 的信号(以下,称为发送数据序列),这些信号在被进行了规定的信号处理后被发送。

[0077] 然后,在功率系数乘法器 10-1 ~ 10-s 中,对于各个发送信号生成部分 3-1 ~ 3-s 的信号输出,乘以由发送功率决定部分 8 所算出的功率分配系数。

[0078] 接着,发送波束形成部分 9 对于被乘以功率分配系数的各个发送数据帧序列信号(将后述),基于来自波束选择部分 7 的发送权重信息,生成乘以用于形成规定的(所选择的)波束的发送权重的基带的码元数据。然后,通过未图示的数字 / 模拟变换器、频带限制滤波器及变频器,对基带的码元数据即数字数据进行数字 / 模拟变换,进而在进行了频带限制后,输出被变换为载波频率的高频信号。

[0079] 然后,无线基站天线 11-1 ~ 11-s 向应该空间复用连接的终端装置 2-1 ~ 2-s 将所供给的高频信号发送到未图示的传播路径(空间)。

[0080] 这里,有关终端装置 2-1 ~ 2-s 中对于在无线基站装置 1 中被空间分割复用传输的信号的接收处理的动作,后面进行论述,在其之前,对于下行链路中的无线基站装置 1 的空间分割复用传输,在说明了从包含了调度的观点的动作流程后,进行有关各个步骤中的动作或判定基准、权重生成算法等的详细说明。

[0081] 图 3 是表示下行链路的无线基站装置 1 中的空间分割复用传输动作的流程图。以下,用图 1 及图 3 说明有关下行链路的无线基站装置 1 中的空间分割复用传输动作。为了容易理解内容,在首先说明了动作概要后,进行详细事项的说明。

[0082] 首先,对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s,决定通过规定的分组调度以下行链路传输方式应该优先连接的 s 个以下的终端装置 2-k (步骤 S30)。其中,假设 $k=1 \sim s$ (s 为自然数)的终端装置 2-k 被优先分配。这里,作为调度方法,有基于表示终端装置的接收质量的值之一的信号对于干扰功率比(以下,称为 SIR (Signal-to-Interference Power Ratio))的分组调度的 Maximum CIR 法或 Proportional Fairness 法等,例如采用文献 A. Jalali et al, "Data Throughput of CDMA-HDR a High Efficiency-High Data Rate Personal Communication Wireless System" IEEE VTC2000-Spring, pp. 1854-1858 中所信息公开的公知技术。

[0083] 接着,由信道信息取得部分 4 取得对于所分配的终端装置 2-1 ~ 2-s 的下行链路的信道信息(步骤 S31)。这种情况下,在各个终端装置 2-1 ~ 2-s 中,在将观测的信道信息预先反馈给无线基站装置 1 或时分双工 TDD (Time division duplex)的情况下,可以利用传播路径的相对性,可基于来自各个终端装置 2-1 ~ 2-s 的上行链路的已知信号序列的发送信息而取得下行链路的信道信息。

[0084] 以下,假设平衰落(衰落的影响在所考虑的频带中全部相同,即是均匀的环境状态,表示也可以不考虑多路径影响的环境),作为得到的信道信息,将对于第 k 终端装置 2-k 的信道估计矩阵标记为 $H(k)$ 。信道估计矩阵是由(第 k 终端装置 2-k 的接收天线数 $N_r(k)$)行、(无线基站天线数 N_t)列组成的矩阵,信道估计矩阵的第 j 行 s 列元素表示从无线基站装置 1 的第 s 天线发送的信号被终端装置 2-k 的第 j 接收天线 20-j 接收的情况下的复数信道应答。

[0085] 接着,使第 1 ~ 第 n 发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 生成基于不同的权重生成算法

的多个发送权重信息群(步骤 S32)。

[0086] 接着,由波束选择部分 7 从多个发送权重信息之中,选择使规定的判定基准为最大的发送权重信息(步骤 S33)。这里,将第 n 发送权重生成部分 6- n 的对第 k 终端装置 2- k 的发送权重信息作为发送权重 $W_n(j)$ 。其中, $j=1 \sim Nu(k)$, $W_n(j)$ 是具有 N_t 个元素的列向量,范数被归一化为 1 (但是,零权重除外)。此外, $Nu(k)$ 是对于终端装置 2- k 的空间复用流数。而且, $k=1 \sim s$,对于通过空间分割复用传输应该同时连接的所有终端装置 2-1 $\sim$ 2- s 的 $Nu(k)$ 的总数,在所有的空间复用流数为 N_s 时,假设其与 N_s 相等。

[0087] 接着,由发送功率决定部分 8 基于波束选择部分 7 所选择的发送权重信息,决定对于各个空间流的发送功率分配系数。再有,这种情况下,需要进行设定,以使各个流的发送功率的总和不超过规定的发送功率值。然后,在功率系数乘法器 10-1 $\sim$ 10- s 中,对于各个发送信号生成部分 3-1 $\sim$ 3- s 的信号输出,乘以由发送功率决定部分 8 决定的功率分配系数(步骤 S34)。

[0088] 接着,由发送波束形成部分 9 基于来自波束选择部分 7 的发送权重信息,生成对于各个发送数据帧序列信号乘以用于形成所选择的波束的发送权重所得的基带的码元数据。然后,将基带的码元数据即数字数据通过未图示的数字 / 模拟变换器、频带限制滤波器及变频器,进行数字 / 模拟变换,进而进行频带限制处理后,输出被变频为载波频率的高频信号。而且,由无线基站天线 11-1 $\sim$ 11- s 将所供给的高频信号发送到未图示的传播路径(空间)(步骤 S35)。

[0089] 以上是图 3 的流程图所示的、下行链路的无线基站装置 1 的空间分割复用传输动作的概要说明。下面,对于下述事项 [1] $\sim$ [3] 进行更详细的说明。

[0090] [1] 有关在发送权重生成部分 6-1 $\sim$ 6- n 中所装入的发送权重生成算法的详细说明。

[0091] [2] 有关波束选择部分 7 的发送权重信息选择方法的详细说明。

[0092] [3] 有关发送功率分配系数的决定方法的详细说明。

[0093] [1] 有关在发送权重生成部分 6-1 $\sim$ 6- n 中所装入的发送权重生成算法的详细说明

[0094] 这里,详细说明有关在发送权重生成部分 6-1 $\sim$ 6- n 中所装入的发送权重生成算法。在发送权重生成部分 6-1 $\sim$ 6- n 中,大致被装入以下三种方式的不同的权重生成算法。

[0095] 方式(A)在附加了使其他终端装置 2 的施主干扰为最小的约束条件后,生成提高对规定的终端装置 2 的接收质量的发送权重的算法。

[0096] 方式(B)不附加使其他终端装置 2 的施主干扰降低的约束条件,而生成提高对规定的终端装置 2 的接收质量的发送权重的算法。

[0097] 方式(C)生成单一的发送权重的算法。

[0098] 通过使用这样的三种不同的算法,通过本次仿真得知能够生成可应对各种各样的终端装置间的相关状况的发送权重。图 6 $\sim$ 图 8 是在图 4A $\sim$ 图 4E 所示的指向性信道模型中,使用图 5 的条件,使终端装置间发射角度差 AOD (2) (将后述)改变,使终端装置间的空间相关系数 ρ 改变时的、对空间相关系数 ρ 和通信质量之间关系进行了仿真的结果曲线图。作为通信质量评价值,使用满足了比特差错率(BER)= 1×10^{-3} 的所需发送功率(其中,以一天线发送时的发送功率进行归一化),该值小的一方是通信质量良好的方式。

[0099] 图 4A 是表示仿真中使用的无线基站天线 60 的天线元件配置的图,图 4B 是表示终端装置的接收单元天线 62 的天线元件配置的图。在无线基站天线 60,四元件的发送天线元件 60-1 ~ 60-4 在直线上被配置在以距离 D_t 等间隔分开的位置,在接收单元天线 62,两元件的接收天线元件 62-1 ~ 62-2 被分开距离 D_r 来配置。

[0100] 图 4C 是示意地表示从上述无线基站天线 60 发射的电波因障碍物 64 而在反射点 65 被反射,通过路径 67-a 及路径 67-b 而由接收单元天线 62 接收的状态的图。将从发送天线元件 60-1 ~ 60-4 排列的直线的障碍物 64 侧的法线至表示向障碍物 64 所发射的电波的方向的路径 67-a 为止的角度定义为发射角度差 AOD ,将从连接接收天线元件 62-1 ~ 62-2 的直线的障碍物 64 侧的法线至表示从障碍物 64 的反射点 65 所反射来的电波方向的路径 67-b 为止的角度定义为入射角度差 AOA 。

[0101] 此外,将无线基站天线 60 和第 k 终端装置(用户)的接收单元天线 62 间的通信路径称为第 k 用户路径,将此时的 AOD 及 AOA 表示为 $AOD(k)$ 及 $AOA(k)$ 。第 k 用户路径包括路径 67-a 及路径 67-b。

[0102] 图 4D 是示意地表示路径 67-a 的发送端侧的波束宽度的图,图 4E 是示意地表示路径 67-b 中的接收端侧的波束宽度的图。横轴表示波束宽度,纵轴表示电波强度。将从电波强度的峰值下降了 3dB 的两点间的宽度定义为波束宽度,将发送端侧的角度扩展(spread)定义为 $AS(t)$,将接收端侧的角度扩展定义为 $AS(r)$ 。在无线基站天线高度比周边建筑物高度高的情况下,有 $AS(r)$ 比 $AS(t)$ 还大的倾向。

[0103] 在图 6 中,表示莱斯因子 $K=3dB$ 时的值。在图 6 中,横轴表示终端装置间的空间相关系数 ρ ,纵轴表示作为信号质量满足了比特差错率(BER) $=1 \times 10^{-3}$ 的所需发送功率。此外,方形(黑色)的点是描绘了使用方式(A)的情况下的终端装置间的空间相关系数和信号质量的点,三角形(黑色)的点是描绘了使用方式(B)的情况下的终端装置间的空间相关系数和信号质量的点。而圆形(白色)的点是描绘了使用方式(C)的情况下的终端装置间的空间相关系数和信号质量的点。

[0104] 在图 6 中,方式(B)和方式(A)之间的交点的空间相关系数 ρ 的值为 $E1$,方式(B)和方式(C)之间的交点的空间相关系数 ρ 的值为 $F1$ 时,如在空间相关系数 ρ 的值为 $0 \sim E1$ 的区域,方式(B)的通信质量为最好,在空间相关系数 ρ 的值为 $E1 \sim F1$ 的区域,方式(A)的通信质量为最好,在空间相关系数 ρ 的值为 $F1 \sim 1$ 的区域,方式(C)的通信质量为最好,各方式的信号质量是变化的。并描绘了图 6 所示的空间相关系数与通信质量特性。

[0105] 图 7 是莱斯因子 $K=6dB$ 时的情况,图 8 是莱斯因子 $K=9dB$ 时的情况。无论哪一个,都与图 6 的情况相同。即,即使改变莱斯因子,空间相关系数与通信质量特性也可以区分为三个以上的多个分区,在各个分区中,存在通信质量最好的方式。

[0106] 这里,莱斯因子 K 是表示无线基站天线 60 和接收单元天线 62 之间的观测情况的参数。一般地,莱斯因子 K 较大时,设想其为无线基站天线高度较高,比较开阔的环境的蜂窝(cellular)环境的传播模型,在莱斯因子 K 较小时,设想其为无线基站天线 60 和接收单元天线 62 都比周围的建筑物的高度低,不是处于开阔的环境的情况下的传播模型。

[0107] 从这些结果可知,在终端装置间的相关较低时(例如空间相关系数 ρ 在 0 以上并且 0.3 以下范围时),将发送侧的多个天线的自由度用于提高对终端装置 2 的通信质量上的方式(B)是有利的。而在相关非常高的情况下(例如空间相关系数 ρ 在 0.8 以上并且 1 以

下范围时),不进行空间分割复用传输的方式(C)是有利的。在它们的中间性的相关的情况下(例如空间相关系数 ρ 在 0.4 以上并且 0.6 以下范围时),将发送侧的多个天线的自由度用于除去终端间的相互干扰的方式(A)是有利的。即,根据空间相关系数 ρ ,在选择上述三个方式时,在空间相关系数 ρ 为 $0 \leq \rho \leq 0.3$ 的区域,选择第二方式(方式 B),在空间相关系数 ρ 为 $0.4 \leq \rho \leq 0.6$ 的区域,选择第一方式(方式 A),在空间相关系数 ρ 为 $0.8 \leq \rho \leq 1$ 的区域,选择第三方式(方式 C),通过按照空间相关系数而有效地适当选择不同性质的算法,从而可以维持高的通信质量,使其可以进行空间分割复用传输。

[0108] 这里,方式(A)类型的算法包含:(A-1)对于其他终端装置 2 趋向零的零波束(null beam)方法(ZF 波束(Zero-Forcing、迫零、波束)MMSE 波束(Minimum-Mean-Square-Error、最小均方误差、波束)、或者在终端装置 2 具有多个天线时,(A-2)块正交化权重方法、以及(A-3)通过假设接收时的接收权重以最大比合成接收后,进行块正交的结合权重生成方法的其中一个或多个方法。

[0109] 此外,方式(B)类型的算法包含:(B-1)固有向量波束方法(对于将对特定的第 k 终端装置 2-k 的信道估计矩阵 $H(k)$ 进行奇异值分解所得的奇异值,使用与对特定的第 k 终端装置 2-k 的空间复用数部分 $Nu(k)$ 的大小的奇异值对应的右奇异向量)、(B-2)从主波束方向性不同的多个固定波束图案(正交波束图案或主波束方向等间隔不同的波束图案等)中选择其主波束方向最接近进行空间分割复用传输的特定的终端装置 2 的方向的波束的方法的其中一个或多个方法。

[0110] 方式(C)类型的算法包含在多个终端装置 2-1 ~ 2-s 内,仅对一个最优先的终端装置 2 发送固有向量波束,对其他终端装置 2,生成全部元素为零的零权重的单一发送权重方法。

[0111] 以下,有关方式(A)类型的算法的各个权重生成方法,进行更详细的说明。

[0112] (A-1)对其他终端装置 2 趋向零的零波束方法的情况:

[0113] 形成 ZF 波束时,如下计算对于第 k 终端装置 2-k 的发送权重 $W_k(j)$ 。即,将第 k 终端装置 2-k 的信道估计矩阵 $H(k)$ 除外,对于应该同时连接的其他终端装置 2 的所有信道估计矩阵 $H(1)$,计算满足以(式 1)表示的条件的发送权重 $W_k(j)$ 。其中, $j=1 \sim Nu(k)$, $Nu(k)$ 是对于终端装置 2-k 的空间复用流的流数, s 是所空间复用的全部终端装置数。

[0114] [式 1]

[0115] $H(1)W_k(j)=0$

[0116] 其中,例如,在对于终端装置 2-1 的空间复用流的流数为 $Nu(1)=3$ 时,对于构成作为对于终端装置 2-1 的发送权重的列向量 $W_1(j)$ 的三个元素、 $W_1(1) \sim W_1(3)$,计算满足(式 1)的值。

[0117] 如以上那样,使 k 从 1 起改变至 s,从而计算对于所有终端装置 2-1 ~ 2-s 的发送权重。即,用合计方式,计算作为全部空间复用流的总流数的 N_s 个份的发送权重。

[0118] 形成 MMSE 波束时,假设所有接收侧终端装置 2 中的噪声功率 δ^2 为全部相等的值,将它设定为某一规定值,生成用于满足以使各个终端装置 2 中的信号与干扰波功率比(SIR)为最大的(式 2)、(式 3)表示的条件的发送权重 $W_n(j)$ 。其中, $j=1 \sim s$, s 为所空间复用的全部终端装置数。

[0119] [式 2]

$$[0120] \quad F = (Q^H Q + \frac{\sigma^2}{N_t} I)^{-1} Q^H = [W_n(1) \quad W_n(2) \quad \dots \quad W_n(s)]$$

[0121] 其中,

[0122] [式 3]

$$[0123] \quad Q = \begin{bmatrix} H(1) \\ H(2) \\ \vdots \\ H(s) \end{bmatrix}$$

[0124] 上标 ‘H’ 表示复数共轭运算符。

[0125] (A-2) 块正交化权重方法的情况：

[0126] 如下计算对于第 k 终端装置 2-k 的发送权重 $W_n(j)$ 。其中, $j=1 \sim N_u(k)$ 。首先, 将第 k 终端装置 2-k 的信道估计矩阵 $H(k)$ 除外, 基于应该同时连接的其他终端装置的信道估计矩阵 $H(1)$ (其中, $1=1, 2, \dots, s, 1 \neq k$) 而生成作为新的矩阵 (式 4) 表示的矩阵 D_k 。

[0127] [式 4]

$$[0128] \quad D_k = \begin{bmatrix} H(1) \\ \vdots \\ H(k-1) \\ H(k+1) \\ \vdots \\ H(s) \end{bmatrix}$$

[0129] 接着, 求将 D_k 进行奇异值分解所得的 (式 5) 所示的右奇异矩阵 V_k 。

[0130] [式 5]

$$[0131] \quad D_k = U_k B_k V_k^H$$

[0132] 所得的右奇异矩阵 V_k 构成 N_t 行 N_t 列的矩阵, 但将取出与其中的奇异值 “0” (数值为零) 对应的右奇异向量所得的矩阵设为 R_k 。矩阵 R_k 由 N_t 行 N_q 列组成。其中, N_q 以 (式 6) 表示。

[0133] [式 6]

$$[0134] \quad N_q = N_t - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^s N_r(j)$$

[0135] 使用该 N_t 行 N_q 列组成的矩阵 R_k , 基于 (式 7) 表示的新的矩阵 E_k , 进行固有向量波束发送。

[0136] [式 7]

$$[0137] \quad E_k = H(k) R_k$$

[0138] 即, 矩阵 E_k 由 $N_r(k)$ 行 N_q 列组成, 在将 E_k 进行奇异值分解所得的右奇异向量中, 将发送到第 k 终端装置 2-k 的空间复用流的流数即 $N_u(k)$ 个的奇异值按从大到小的顺序选择, 并将与所选择的奇异值对应的右奇异向量, 作为发送权重 $W_n(j)$ 。

[0139] 如上所述, 使 k 从 1 起改变至 s, 计算对于终端装置 2-1 ~ 2-s 的发送权重。即, 以

合计方式,计算所有空间复用流的总流数即 N_s 个的发送权重。

[0140] (A-3) 在假设了将接收时的接收权重以最大比合成权重进行接收后,进行块正交化的结合权重生成方法的情况:

[0141] 如下计算对于第 k 终端装置 2- k 的发送权重 $W_n(j)$ 。其中, $j=1 \sim N_u(k)$ 。首先,如(式 8)所示,在将第 k 终端装置 2- k 的信道估计矩阵 $H(k)$ 进行奇异值分解所得的左奇异矩阵 U_k 中,将发送到第 k 终端装置 2- k 的空间复用流的流数即 $N_u(k)$ 个的奇异值按从大到小的顺序选择,并使用与所选择的奇异值对应的左奇异向量,假设为第 k 终端装置 2- k 中的接收权重矩阵 G_k 。接收权重矩阵 G_k 由 $N_r(k)$ 行 $N_u(k)$ 列组成。

[0142] [式 8]

$$[0143] \quad H(k) = U_k B_k V_k^H$$

[0144] 对全部的终端装置 2 计算该矩阵。

[0145] 接着,使用将有关第 k 终端装置 2- k 的信道估计矩阵 $H(k)$ 、接收权重矩阵 $G(k)$ 除外后的信道估计矩阵 $H(m)$ 和接收权重矩阵 G_m (其中, $m=1 \sim s, m \neq k$), 计算以(式 9)表示的新的信道估计矩阵 D_k 。

[0146] [式 9]

$$[0147] \quad D_k = \begin{bmatrix} E_1 H(1) \\ \vdots \\ E_{k-1} H(k-1) \\ E_{k+1} H(k+1) \\ \vdots \\ E_s H(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_1^H H(1) \\ \vdots \\ G_{k-1}^H H(k-1) \\ G_{k+1}^H H(k+1) \\ \vdots \\ G_s^H H(s) \end{bmatrix}$$

[0148] 接着,对所得的矩阵 D_k ,求以(式 5)表示右奇异矩阵 V_k 。所得的右奇异矩阵 V_k 构成 N_t 行 N_t 列的矩阵,但将与其中的奇异值“0”(数值为零)对应的右奇异向量取出所得的矩阵设为 R_k 。矩阵 R_k 由 N_t 行 N_v 列组成。其中, N_v 以(式 10)表示。

[0149] [式 10]

$$[0150] \quad N_v = N_t - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^s N_u(j)$$

[0151] 使用由该 N_t 行 N_v 列组成的矩阵 R_k ,基于以(式 7)表示的新的矩阵 E_k ,进行固有向量波束发送。即,矩阵 E_k 由 $N_r(k)$ 行 N_v 列组成,在将 E_k 进行奇异值分解所得的右奇异向量中,将发送到第 k 终端装置 2- k 的空间复用流的流数即 $N_u(k)$ 个的奇异值按从大到小的顺序选择,并使用与所选择的奇异值对应的右奇异向量,作为发送权重 $W_n(j)$ 。

[0152] 如上所述,使 k 从 1 起改变至 s ,从而计算对于终端装置 2-1 $\sim$ 2- s 的发送权重。即,以合计方式,计算所有空间复用流的总流数即 N_s 个的发送权重。

[0153] 再有,本方法(A-3)假设将接收时的接收权重以最大比合成接收权重进行接收,所以形成指向性零的制约条件就得到缓和,对于(A-2)的方法来说,即使同时进行连接的终端装置 2 中所具备的接收天线数的合计比无线基站装置 1 的发送天线数 N_t 大的情况,也可以适用。此外,在(A-2)的方法中,接收天线数为形成发送权重的情况下的制约条件,另一方面,在本方法中,由于空间复用流数为形成发送权重的情况下的制约条件,所以在某个终端

装置 2-k 中,在对终端装置 2-k 的空间复用流数 $N_u(k)$ 比接收天线数 $N_r(k)$ 小时,具有可获得比(A-2)的方法更良好的接收质量的特征。

[0154] [2] 有关波束选择部分 7 中的发送权重信息选择方法的详细说明

[0155] 这里,进行有关波束选择部分 7 中的发送权重信息选择方法的详细说明。波束选择部分 7 从第 1 ~ 第 n 的发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 所生成的多个发送权重信息群中,选择使规定的判定基准最大化的发送权重信息。作为判定基准,使用终端装置 2 所接收的信号对噪声功率比(以下称为 SNR)或者信号对干扰波噪声功率比(以下称为 SINR)等表示信号质量的物理量的预测值。

[0156] 因此,使用算式,说明具体的发送权重的选择方法。首先,假设时刻 t 时的 N_s 个的空间流为(式 11),第 n 发送权重生成部分 6-n 所生成的发送权重信息被选择,应该发送的信号 $Y_n(t)$ 以(式 12)表示。其中, $k=1 \sim N_s$, $Y_n(t)$ 表示由 N_t 个元素组成的列向量。此外,(式 13)表示对于终端装置 2-1 ~ 2-s 的所有空间复用流的各自的发送功率,这里,假设等功率发送。而且, $W_n(k)$ 是对于第 n 发送权重生成部分 6-n 所生成的第 k 空间流(式 11)的发送权重(N_t 个元素的列向量)。

[0157] [式 11]

[0158] $S_k(t)$

[0159] 其中,下标 'k' 指第 k 空间流,并且 $k=1, 2, \dots, N_s$ 。

[0160] [式 12]

[0161]

$$Y_n(t) = [W_n(1) \quad W_n(2) \quad \dots \quad W_n(N_s)] \begin{bmatrix} P_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & P_2 & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & P_{N_s} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1(t) \\ s_2(t) \\ \vdots \\ s_{N_s}(t) \end{bmatrix}$$

[0162] [式 13]

[0163] P_k

[0164] 其中,下标 'k' 是指第 k 空间流,并且 $k=1, 2, \dots, N_s$ 。

[0165] 接着,预测终端装置 2 中的接收信号(式 14)。接收信号(式 14)可以使用对第 k 终端装置 2-k 的信道信息 $H(k)$,如(式 15)所示。

[0166] [式 14]

[0167] $Z_k(t)$

[0168] [式 15]

[0169] $Z_k(t) = H(k) Y_n(t)$

[0170] 其中,在终端装置 2-k 的天线数 $N_r(k)$ 为 1 时,SINR 可根据(式 16)获得。再有, δ 是假设附加了高斯性的加法噪声时的噪声功率,作为规定的固定值,进行以下处理。

[0171] [式 16]

$$[0172] \quad SINR_n(k) = \frac{|H(k)W_n(k)|^2}{\sum_{j=1, j \neq k}^{N_s} |H(k)W_n(j)|^2 + \sigma^2}$$

[0173] 此外,在终端装置 2-k 的天线数为多个时,假设由接收权重 $R(k)$ 形成指向性,从而用(式 17)进行 SINR 评价。这里,接收权重 $R(k)$ 表示具有终端装置 2-k 的接收天线数 $N_r(k)$ 个元素的列向量。在(式 17)中,下标 'n' 表示对用户终端、即进行空间复用连接的各个终端装置 2 依次附加了标号时的数,在本实施例中,对应于终端装置 2-1 ~ 2-s。

[0174] [式 17]

$$[0175] \quad \text{SINR}_n(k) = \frac{|R(k)H(k)W_n(k)|}{\sum_{j=1, j \neq k}^{N_s} |R(k)H(k)W_n(j)|^2 + \sigma^2 \|R(k)\|^2}$$

[0176] 作为计算终端装置 2 中的假设的接收权重的方法,在存在干扰波分量时,可采用 MMSE 方法、ZF 方法,在即使不考虑干扰波分量也可以的情况下,可采用最大比合成接收权重。

[0177] 此外,计算发送权重的方法,在块正交化权重方法的情况下,也可以在将信道估计矩阵 $H(k)$ 进行奇异值分解所得的奇异值中,将对于终端装置 2-k 的空间复用流的流个数部分的奇异值以从大到小的顺序选择,使用与所选择的奇异值对应的左奇异向量。

[0178] 此外,也可以使用通过具有多个作为上述接收权重而可利用的权重信息的候选,进行各自的 SINR 评价,从而选择接收权重和发送权重候选的最佳组合的方法。这种情况下,用于 SINR 评价的处理量有所增加,但可以获得在各种各样的传播环境条件中最好的通信质量。

[0179] 将通过以上论述的计算(式 17)表示的 $W_n(k)$ 作为变量,计算各个用户的 $\text{SINR}_n(k)$ 。由第 1 ~ 第 n 发送权重生成部分计算它们。然后,选择来自生成这些各个用户的 $\text{SINR}_n(k)$ 的总和为最大的发送权重的第 s 发送权重生成部分 6-s 的输出信息、即发送权重 $W_s(k)$ 。其中, $k=1 \sim N_s$ 。

[0180] 再有,这里,也可以进行与进行空间复用的空间复用流的 QoS (容许延迟或传输请求速率等)对应的权重加法运算。例如,对于容许延迟较小的实时的信号传输为必需的用户(终端装置),增大权重,优先地进行信号传输。由此,实现减少重发处理的次数,提高作为总体的系统吞吐量。

[0181] 此外,也可以进行与传输请求速率对应的权重加法运算。例如,对于传输请求速率较高的空间复用流,通过增大权重,将请求速率较高的空间复用流优先地进行信号传输,从而实现作为总体的系统吞吐量的提高。

[0182] [3] 有关发送功率分配系数的决定方法的详细说明

[0183] 这里,详细说明有关发送功率分配系数的决定方法。功率分配,简单来说,也可以是等功率分配,但通过采用下述(1)~(2)的方法,可以实现吞吐量的提高或发送功率的降低。

[0184] (1) 提高容量(吞吐量)的方法:

[0185] 作为终端装置 2-k 对于来自无线基站装置 1 的广播信号的接收质量,测量 $\text{SNR}(k)$,并将该测量信息预先通知给无线基站装置 1。采用从各个 $\text{SNR}(k)$ 及信道估计矩阵,以理论的容量为基础的 Water-filling 方法(对 SNR 值良好的流优先地分配功率的方法)。由此,由于每个空间流的功率分配比率被决定,所以将该比率作为功率分配系数。

[0186] 再有,这种情况下,通常对于调制阶数及编码率(以下,称为 MCS)的变化,由于为离

散性的值,所以更期望进行功率分配比率的校正。这种情况下,使用以下各种各样的校正方法。即,预测在进行了所算出的功率分配的情况下的终端装置 2-k 的接收 SINR,在预测出的 SINR 超过了实现最大速率的 MCS 中的所需 SINR 时,将超过的部分,所需并且是足够的功率分配提供给终端装置 2-k,所以将其剩余部分的功率分配给对于其他终端装置 2 的空间流。相反地,在低于实现最小速率的 MCS 中的所需 SINR 时,由于优先地进行对于终端装置 2-k 的空间流的功率分配,所以就降低对于其他终端装置 2 的空间流的功率分配比率。

[0187] (2)降低发送功率的方法:

[0188] 首先,作为终端装置 2-k 对于来自无线基站装置 1 的广播信号的接收质量,测量 SNR (k),并将该测量信息预先通知给无线基站装置 1。从所得到的 SNR (k),对噪声功率进行估计,作为空间复用流发送时的 SNR,预测按(式 18)定义的 SNR_t (j)。其中,j=1 ~ Nu (k),而 P_a 表示广播信号的发送功率与发送空间复用流时的规定的最大功率之比。而且,h (k)表示在从第 n 天线发送了广播信号时,H (k)的第 n 列组成的、与终端装置 2-k 的接收单元具备的天线数 N_r (k)相同个数的元素组成的列向量。

[0189] [式 18]

$$[0190] \quad SNR_t(k) = \frac{|H(k)W_n(k)|^2}{P_a h^H(k)h(k)}$$

[0191] 接着,在无线基站装置 1 中,作为预先拥有终端装置 2 中的接收质量(SNR)和最佳的 MCS 之间的对应表,进行如下的处理。首先,根据从所有应该同时连接的终端装置 2 关于 QoS 所请求的各自容许延迟,从数据传输的优先顺序高的序号起,进行对终端装置的功率分配。然后,从实现满足了容许延迟的传输速率的 MCS 的组合中,在附加了规定的余量后决定满足最小限度的传输速率的所需 SNR。

[0192] 接着,决定功率分配系数 b (j),以使空间复用流发送时的 SNR 即 SNR_t (j)与所需 SNR 大致相等。在 b (j) 比 1 小时,对于其他的空间流或进行同时连接的其他终端装置 2,在不超过剩余的发送功率的范围内同样地进行功率分配,对于在应该同时连接的终端装置 2 中未满足所需 SNR 的终端装置 2,不进行发送。然后,进行分配,以使功率分配系数 b (k) 的总和最终为 1 以下。

[0193] 接着,详细说明有关发送信号生成部分 3-1 ~ 3-s 中的动作。首先,在第 1 ~ 第 s 发送信号生成部分 3-1 ~ 3-s,分别生成发往应该进行空间复用连接(被优先分配的)的终端装置 2-1 ~ 2-s 的信号(以下,称为发送数据序列)。然后,对于各个发送数据序列,使用未图示的纠错编码器、交织器、穿孔器及调制器,进行纠错编码,在进行了穿孔、交织后,通过规定的调制方式进行码元映射(以下,将进行了码元映射(symbol mapping)的信号称为码元数据序列或空间流个别数据信号)。然后,对各个码元数据序列,生成预先已知的导频信号和附带控制信息并具有规定的帧结构的发送信号。以下,将该信号称为发送数据帧序列。

[0194] 图 9B 是发送数据帧序列结构的一例。从第 1 ~ 第 s 发送信号生成部分 3-1 ~ 3-s 生成、输出的各个发送数据帧序列 500-1 ~ 500-s 由控制信息部分 C1 ~ Cs 和空间流部分 K1 ~ Ks 组成,各个空间流部分 K1 ~ Ks 由空间流个别导频信号部分 P1 ~ Ps 及空间流个别数据信号部分 D1 ~ Ds 组成。

[0195] 控制信息部分 C1 ~ Cs 是向应该进行空间复用连接的所有终端装置 2-1 ~ 2-s 广

播的信号,被无指向性发送。在控制信息部分 $C1 \sim Cs$ 中,包含:后续的空间流数;对于空间流号码的发送目的地的终端装置的 ID 信息,即表示是发往哪个终端装置的发送数据序列所包含的空间流的信息;以及编码方法、编码率、调制阶数、数据长度等的调制格式信息。

[0196] 另一方面,空间流部分 $K1 \sim Ks$ 是使用发送权重向各个终端装置 $2-1 \sim 2-s$ 所传输的信号,被指向性发送。在空间流部分 $K1 \sim Ks$ 中,预先已知的导频信号序列组成的空间流个别导频信号部分 $P1 \sim Ps$ 采用在发往各个终端装置的发送数据(个别数据)所包含的空间流个别数据信号部分的前段中所附带的前置码结构,但也可以是在后端中所附带的后置码结构,也可以为在空间流个别数据信号部分的中间所附带的中置码结构。

[0197] 图 9A 是在时间轴和空间轴上示意地表示上述发送数据帧序列对于多个终端装置 $2-1 \sim 2-s$ (相当于第 1 用户~第 s 用户)被空间分割复用传输的状态的图。对于应该进行空间复用连接的所有用户(第 1 用户~第 s 用户),表示在同一控制信息 $40-1 \sim 40-s$ 被无指向性发送后,对于各个用户(第 1 用户~第 s 用户)的信号分别被指向性发送。从 $T1$ 至 $T2$ 为止的时间相当于发送一个发送数据帧序列所需的时间。

[0198] 图 10B 是第 2 发送数据帧序列结构的一例。与图 9B 的帧结构不同的部分是,在空间流部分中,还包含空间流个别控制信息部分 $SC1 \sim SCs$ 。在空间流个别控制信息部分 $SC1 \sim SCs$ 中,包含了后续的空间流个别数据信号部分 $D1 \sim Ds$ 的调制格式(modulation format)信息,被以固定的规定的调制格式传输。

[0199] 通过使用这种结构,在控制信息部分 $C1 \sim Cs$ 中,由于不需要包含后续的空间流个别数据信号部分 $D1 \sim Ds$ 的调制格式信息,所以可以降低控制信息部分 $C1 \sim Cs$ 中的传输量。而且,包含了空间流个别数据信号部分 $D1 \sim Ds$ 的调制格式信息的空间流个别控制信息部分 $SC1 \sim SCs$ 也被指向性发送,所以在终端装置 $2-1 \sim 2-s$ 中,可以防止空间流个别数据信号部分 $D1 \sim Ds$ 的调制格式信息的接收差错。其结果,可以确保更高的接收质量。

[0200] 以上是有关事项 [1] ~ [3] 的详细说明。

[0201] 下面,用图 2A、图 2B 说明有关对于在无线基站装置 1 中所空间分割复用传输的信号终端装置 $2-1 \sim 2-s$ 中的接收处理动作。再有,在以下,说明与无线基站装置 1 同步(帧、码元同步)确立后的动作。

[0202] 首先,在终端装置 2-A 中,由接收单元天线 $20-1 \sim 20-m$ 所接收的高频信号,被分别输入到接收部分 $221-1 \sim 221-m$ 。接收部分 $221-1 \sim 221-m$ 从高频信号起进行规定的频带的滤波,将其变频为正交检波过的基带信号,并通过数字/模拟变换(以下,称为 A/D 变换器)而输出由 I 信号、Q 信号组成的数字信号数据(以下,称为复数基带信号)。

[0203] 空间复用分离部分 223 从所输入的一个或多个复数基带信号中,接收对发往本终端装置所通知的规定的空间流号码的数据信号,并进行以下那样的动作,以便除去发往本终端以外的空间流号码的数据信号、即干扰波信号,或将它抑制到能够确保足以进行通信所需的信号质量的程度。

[0204] 首先,在信道估计部分 222 中,在每个空间流中所附带发送的导频信号(以下,称为空间流个别导频信号)的到来定时,分离提取所有空间流个别导频信号,并计算传播路径的信道估计值。这里,假设接收已进行了空间分割复用传输的信号的第 m 终端装置 $2-m$ 包括 $N_r(m)$ 个接收单元天线 $20-1 \sim 20-m$ 、以及与各个接收单元天线对应的 $N_r(m)$ 个接收部分 $221-1 \sim 221-m$ 。

[0205] 通过进行由第 m 终端装置 2-m 中的第 j 接收单元天线 20-j 及接收部分 221-j 接收到的结果所得的输出信号即(式 20)和终端装置 2-m 的内部生成的(式 19)之间的相关运算,将第 k 空间流个别导频信号序列(式 19)表示为(式 21)那样,计算传播路径的信道估计值(式 22)。

[0206] [式 19]

[0207] $AP_k(t)$

[0208] [式 20]

[0209] $r_{j,k}^{(m)}(t)$

[0210] 其中, $j=1, \dots, N_r(m)$ 。此外, $k=1, \dots, N_s$ 。而且, $N_r(m)$ 为接收单元天线数。

[0211] [式 21]

$$[0212] \quad h^m(j,k) = \sum_{j=1}^{N_p} AP_k^*(t) r_{j,k}^{(m)}(t)$$

[0213] 再有, N_p 是空间流个别导频信号序列的码元数。上标的 '*' 是进行复数共轭的运算符。

[0214] [式 22]

[0215] $h^m(j,k)$

[0216] 再有,也可以将经过多次的空间流个别导频信号序列(式 19)的接收结果保存,并进行平均化处理,这种情况下,如果终端装置 2-m 的移动速度很小,则可以降低噪声的影响,提高传播路径的信道估计质量。

[0217] 作为第 m 终端装置 2-m 的传播路径的信道估计值,最终计算合计为 $N_s \times N_r(m)$ 个传播路径的信道估计值(式 22)。其中, N_s 是空间复用流数, $N_r(m)$ 是终端装置 2-m 的接收单元天线数。

[0218] 这里,将对于终端装置 2-m 的信道估计矩阵(式 23)如(式 24)那样定义。

[0219] [式 23]

[0220] H^m

[0221] [式 24]

$$[0222] \quad H^m = \begin{bmatrix} h^m(1,1) & h^m(1,2) & \dots & h^m(1,N_t) \\ h^m(2,1) & h^m(2,2) & \dots & h^m(2,N_t) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ h^m(N_s^{(m)},1) & h^m(N_s^{(m)},2) & \dots & h^m(N_s^{(m)},N_t) \end{bmatrix}$$

[0223] 接着,使用所得到的信道估计矩阵(式 23),进行空间复用信道的分离。这里,所谓空间复用信道的分离指与从空间复用流中分离、提取各个空间流中所包含的数据信号相同的动作。

[0224] 作为分离方法,说明作为利用信道估计矩阵的逆矩阵的方法即使用 ZF (Zero Forcing) 的情况,以及使用 MMSE (Minimum Mean Square Error) 的情况。

[0225] 首先,说明使用 ZF 方法的情况。在 ZF 方法中,对于第 m 终端装置 2-m 中的第 j 接收单元天线 20-j 及接收部分 221-j 的接收信号(式 25),在使用 ZF 方法的情况下,计算 H^m 的逆矩阵即 $(H^m)^{-1}$ 中的第 (B_m) 行组成的行向量 $V(B_m)$,并将它作为接收规定的空间复用流

的接收权重。

[0226] [式 25]

[0227] $r_j^{(m)}(t)$

[0228] 其中, $j=1、\dots、N_r(m)$, $N_r(m)$ 是接收单元天线数。

[0229] 这里, B_m 是从无线基站装置 1 所通知的发往终端装置 2-m 的空间流号码。第 B_m 空间流号码的数据信号如(式 26)所示那样,可以通过将接收权重 $V(B_m)$ 与终端装置 2-m 中的空间流接收信号(式 27)相乘,可以作为抑制了来自其他空间流的干扰波信号的期望波信号提取。

[0230] [式 26]

[0231] $z_{B_m}^m(t) = V(B_m)r^m(t)$

[0232] [式 27]

[0233] $r^{(m)}(t)$

[0234] 其中, $r^{(m)}(t)$ 是将第 m 终端装置 2-m 中的第 j 天线及接收部分 221-j 所接收到的 $r_j^{(m)}(t)$ (其中, $j=1、\dots、N_r(m)$) 作为第 j 元素的列向量。

[0235] 接着,说明有关使用 MMSE 方法的情况。这种情况下,与 ZF 方法同样,也计算按 MMSE 规范所算出的接收权重矩阵 W 的第 B_m 行组成的行向量 $V(B_m)$,并将它作为接收规定的空间流的接收权重。

[0236] 第 B_m 空间流如(式 26)所示那样,可以通过将接收权重与终端装置 2-m 中的空间流接收信号(式 27)相乘,可以作为抑制了来自其他空间流的干扰信号分量的期望波信号接收。

[0237] 再有,在发往同一终端装置 2-m 的空间流号码存在多个时,通过生成用于接收各个空间流号码的数据信号的接收权重,并与空间流接收信号(式 27)相乘,从而同样可以从空间流中分离接收期望波信号。

[0238] 再有,在有关发往该终端装置 2-m 以外的空间流数据的编码率、调制阶数等的编码方法、调制方法的信息已知的情况下,可采用极大似然估计(结合估计)、逐次干扰抵消(V-BLAST 等)等方法。

[0239] 解调部分 224 通过对从空间复用流分离接收的期望波信号进行解调及解码处理,从而复原为规定的发送数据序列。

[0240] 再有,如图 2B 所示,在只具有单一的接收单元天线 20-1 的终端装置 2-B,由于没有空间复用分离部分 223 而无法进行空间性的干扰消除,所以在解调部分 224 中,使用从接收部分 221-1 所接收的信号中由信道估计部分 222 获得的信道估计值,补偿因传播路径的环境状态变化造成的影响,同时进行解调处理。

[0241] 通过以上的动作,在本发明实施方式 1 中,可以根据多样的空间相关状况,选择对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间分割复用传输,而且可选择能够提高终端装置 2-1 ~ 2-s 中的多个天线接收时的接收质量的发送权重。作为其结果,可实现空间分割复用传输的系统容量的改善。

[0242] 而且,在应该空间复用连接的优先连接终端装置 2 的分配作业中,不需要以往的由无线基站装置进行的、基于空间相关系数的检测的终端装置 2 的组合分配控制,可只用

通常的分组调度的优先性的用户分配处理进行分配作业。其结果,可以实现对于应该空间复用连接的终端装置 2 的调度处理的简化。

[0243] 此外,在终端装置 2 如终端装置 2-A 那样具备多个接收单元(unit)天线时,通过在无线基站装置 1 中对每个空间流附带传输已知的导频信号,在终端装置 2 的接收单元 220 中进行采用了这些导频信号的信道估计,从而在无线基站装置 1 中,在生成发送权重时,即使在产生了信道估计误差或传播路径的环境变化即信道的时间性变化的情况下,也可以降低这些影响造成的通信质量的劣化。

[0244] 此外,TDD 系统的情况下,可以利用“传播路径的相对性”的性质,将上行链路中的信道估计结果用作下行链路中的信道估计值。这种情况下,系统间的偏差需要被预先充分地校正,系统间的偏差包括了上行链路中的发送接收系统和下行链路中的发送接收系统中的发送接收天线及高频(RF)电路产生的偏差。但是,一般来说,不能进行充分的校正而包含系统间的误差的情况较多。因此,通过采用本方法,即使在上述那样包含了系统间的误差的情况下,也可以降低这种误差的影响造成的通信质量的劣化。

[0245] 再有,在本发明实施方式 1 中,在由发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 生成发送权重后,在波束选择部分 7 中,基于预测 SINR 来选择发送权重,但也可以预先计算终端装置间的空间相关系数,基于它的平均值或最小值,决定发送权重。

[0246] 这种情况下,为了比以往方法更快地选择与终端间的空间相关状况适应的发送权重生成方法,利用具体地大致三类型的发送权重生成方式的空间相关系数对通信质量特性上特定的关系,并将这种特性划分为多个区域,在各个区域中,自动地选择通信质量为最好的方式。

[0247] 即,通过构成为包括:在从来自终端装置的接收信号中,提取终端装置和无线基站装置之间的信道信息,基于该信道信息而求应该空间分割复用传输的终端装置间的空间相关系数步骤;在三类型的发送权重生成方式的关系中,在各区域中,预先决定用于选择通信质量为最好的方式的处理方法,基于该选择处理方法和通过求空间相关系数的步骤所求出的空间相关系数,选择通信质量为最好的方式的步骤,可以简单地选择发送权重。

[0248] 再有,本发明实施方式 1,可不区分单载波传输、多载波传输地实现。在多载波传输时,通过对每个副载波计算信道估计值,并对每个副载波如本实施方式中的动作那样,进行空间复用流的分离接收而可以实现。此外,无论所谓的 TDD、FDD 的双工(duplex)方式,也可以适用。此外,无论所谓的 TDMA、FDMA、CDMA 的接入(access)方式,也可适用。

[0249] 如以上那样,根据本发明实施方式 1,基于对应该空间分割复用传输的多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的信道信息,通过具有能够改变用于生成对多个终端装置 2-1 ~ 2-s 进行空间分割复用传输的发送权重的方法的发送权重决定部分 5 的结构,可获得在多样的空间相关状况下提高及确保通信质量和随着这种状况改善空间分割复用传输的系统容量的效果。

[0250] 此外,能够改变与终端间的空间相关适应的发送权重生成方法,可进行对于终端间的空间相关状况稳健的空间复用发送,简化以往的基于空间相关系数的分配处理。由此,可以获得简化无线基站装置 1、以及缩短用于空间分割复用传输控制的处理时间的效果。

[0251] 此外,如果无线基站装置 1 具有:多个发送权重信息生成部分 6-1 ~ 6-n,基于对于应该空间分割复用传输的多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的信道信息,由不同的算法而生成在发送到多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的发送波束的形成中所使用的发送权重信息;波束选择部

分 7, 在由不同的算法所生成的多个发送权重信息内, 选择任何一个发送权重信息; 以及发送波束形成部分 9, 将所选择的发送权重信息用作发送权重, 形成发送波束, 并构成为具有进行空间分割复用传输的功能, 则可在多样的空间相关状况下提高及确保通信质量和随着这种状况改善空间分割复用传输的系统容量。

[0252] 此外, 可以选择与终端间的空间相关状况适合的发送权重生成方法, 可进行对于终端间的空间相关状况稳健的空间复用发送, 简化以往的基于空间相关系数的分配处理。由此, 可以获得简化无线基站装置 1、以及缩短用于空间分割复用传输控制的处理时间的效果。

[0253] 此外, 如果发送功率决定部分 8 构成为具有基于所选择的发送权重信息, 决定对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用信号的发送功率的功能, 则在对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用发送时, 可以从多个不同的发送权重生成算法中选择最合适的算法而生成与通过信道信息所检测的多样的空间相关状况相适应的发送权重, 而且控制以这些发送权重发送的信号功率。由此, 能够以满足规定的通信质量的信号功率进行发送, 不使用所需以上的发送功率进行发送, 所以可获得能够降低同一信道干扰, 改善系统容量的效果。

[0254] 此外, 如果波束选择部分 7 构成为基于表示终端装置 2 中的信号与干扰噪声功率比的信息, 选择应用作发送权重的发送权重信息的功能, 则可获得在多样的空间相关状况下提高及确保通信质量和随着这种状况改善空间分割复用传输的系统容量的效果。

[0255] 此外, 如果波束选择部分 7 构成为在终端装置 2 可以用多个接收单元天线 20-1 ~ 20-m 进行接收时, 在使用对终端装置 2 中的接收权重进行预测所得的预测接收权重的基础上, 具有选择发送权重的功能, 则可获得在多样的空间相关状况下提高及确保通信质量和随着这种状况改善空间分割复用传输的系统容量的效果。

[0256] 此外, 如果使预测接收权重为形成最大比合成接收波束的权重结构, 则可获得在多样的空间相关状况下提高及确保通信质量和随着这种状况改善空间分割复用传输的系统容量的效果。

[0257] 此外, 如果使预测接收权重为将信道估计矩阵进行奇异值分解所得的左奇异向量的结构, 则可以在抑制同一信道干扰的基础上决定使接收功率最大的发送权重, 可获得在多样的空间相关状况下提高及确保通信质量和随着这种状况改善空间分割复用传输的系统容量的效果。

[0258] 此外, 如果使预测接收权重为形成最小平方误差波束的权重结构, 则在对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用发送时, 作为与通过信道信息所检测的多样的空间相关状况对应的发送权重, 通过具有多个接收单元天线 20-1 ~ 20-m 的终端装置 2 预测使用了将信道估计矩阵进行奇异值分解所获得的左奇异向量时的接收质量, 可以从多个不同的发送权重生成算法所生成的发送权重中选择最合适的发送权重。

[0259] 由此, 在将信道估计矩阵进行奇异值分解所获得的左奇异向量中, 特别是利用通过使用与奇异值最大的向量对应的左奇异向量而可得到使信号对噪声功率比 (SNR) 最大的接收质量的性质, 可以从多个发送权重信息群中, 选择可得到使信号对噪声功率比最大的接收质量的发送权重信息。

[0260] 在同时连接的终端装置间的空间相关较低, 同一信道干扰波较少的情况下, 特别有效。此外, 终端装置 2 中的接收权重可以由信道估计矩阵唯一地决定, 在通往终端装置 2

的空间复用流数比终端装置 2 中的接收单元天线数小时,可以选择能够缓和用于降低在形成发送权重的情况下的同一信道干扰的制约条件发送分集效应较高的发送权重。由此,可获得提高及确保通信质量和随着这种状况改善空间分割复用传输的系统容量的效果。

[0261] 此外,如果预测接收权重构成为形成迫零波束的权重结构,则在对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用发送时,作为与通过信道信息所检测的多样的空间相关状况对应的发送权重,通过具有多个接收单元天线 20-1 ~ 20-m 的终端装置 2 预测使用了最小平方误差(MMSE)波束时的接收质量,可以从多个不同的发送权重生成算法所生成的发送权重中选择最合适的发送权重。

[0262] 由此,利用通过终端装置 2 使用形成了最小平方误差(MMSE)波束的权重而可获得使信号对于干扰噪声功率比(SINR)最大的接收质量的性质,可以从多个发送权重信息中,选择可获得使信号对于干扰噪声功率比最大的接收质量的发送权重信息,在存在同一信道干扰波的环境下的多样的空间相关状况中,可获得提高及确保通信质量和随着这种状况改善空间分割复用传输的系统容量的效果。

[0263] 此外,如果发送功率决定部分 8 构成为具有基于选择发送权重信息,决定对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用信号的发送功率的功能,则在对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用发送时,作为与通过信道信息所检测的多样的空间复用状况对应的发送权重,通过具有多个接收单元天线 20-1 ~ 20-m 的终端装置 2 预测使用了迫零(ZF)波束时的接收质量,可以从多个不同的发送权重生成算法所生成的发送权重中选择最合适的发送权重。

[0264] 而且,通过终端装置 2 使用用于形成迫零(ZF)波束的权重,在优先抑制同一信道的干扰噪声功率的约束条件下,利用可获得接收权重形成的接收质量的性质,可以从多个发送权重信息中,选择可获得使信号对于干扰噪声功率比最大的接收质量的发送权重信息。由此,在进行了抑制同一信道干扰的基础上,可以决定使接收功率最大的发送权重,可获得提高及确保通信质量和随着这种状况改善空间分割复用传输的系统容量的效果。此外,ZF 波束可用比 MMSE 波束少的运算量来计算,所以还可获得降低电路规模、装置的成本低的效果。

[0265] 此外,如果无线基站装置 1 形成以下结构,即,多个发送权重信息生成部分 6-1 ~ 6-n,基于对于具有应该进行空间分割复用传输的一个或多个接收单元天线的多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的信道信息,由不同的算法而生成用于进行对多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间分割复用传输的发送权重信息;波束选择部分 7,基于信道信息,预先选择其具有特定的算法的发送权重生成部分 6;将所选择的发送权重信息用作发送权重,具有用于形成发送波束的发送波束形成部分 9,并具有进行空间分割复用传输的功能,则可在多样的空间相关状况下提高及确保通信质量和随着这种状况改善空间分割复用传输的系统容量。

[0266] 此外,如果多个发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 中一个发送权重生成部分 6 形成以下结构,即,具有生成用于形成对终端装置 2 的固有向量波束的发送权重信息的功能,则在对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用发送时,特别是根据由信道信息所检测的多样的空间复用状况,在终端装置间的信道相关较低时,可获得能够使用对规定的终端装置 2 提高接收质量的发送权重,而不附加降低对其他终端装置 2 的施主干扰的约束条件的效果。

[0267] 此外,如果多个发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 中一个发送权重生成部分 6 形成以

下结构,即,具有生成用于对规定的终端装置 2 以外的终端装置 2 降低施主干扰或使其不给予干扰的发送权重信息的功能,则在对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用发送时,特别是根据由信道信息所检测的多样的空间复用状况,在终端装置间的信道相关较高时,可获得在附加了使对于其他终端装置 2 的施主干扰最小的约束条件的基础上,能够使用将对规定的终端装置 2 的接收质量提高的发送权重的效果。

[0268] 此外,如果多个发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 中一个发送权重生成部分 6 形成以下结构,即,假设规定的终端装置 2 进行最大比合成接收,并具有可生成对于规定的终端装置 2 以外的终端装置降低施主干扰或使其不给予干扰的发送权重信息的功能,则在对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用发送时,特别是根据由信道信息所检测的多样的空间复用状况,在终端装置间的信道相关较高,其他终端装置 2 有多个接收单元天线 20-1 ~ 20-m 时,除了规定的终端装置 2 以外,可以降低使对于其他终端装置 2 的施主干扰为最小限度的约束条件数来进行附加。由此,可获得能够使用将对规定的终端装置 2 的接收质量提高的发送权重的效果。

[0269] 此外,如果多个发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 中一个发送权重生成部分 6 形成以下结构,即,具有生成用于形成所有分量为零的发送权重向量的发送权重信息的功能,则在对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用发送时,根据信道信息所检测的多样的空间相关状况,特别是在终端装置间的信道的相关较高的情况下,可获得能够使用不向其他终端装置 2 发送的发送权重的效果。

[0270] 此外,如果多个发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 中一个发送权重生成部分 6 形成以下构成,即,具有生成用于形成预先固定的发送权重向量的发送权重信息的功能,则在对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用发送时,能够根据由信道信息所检测的多样的空间相关状况而选择性改变适当的预先固定的发送权重。由此,可获得在多样的空间相关状况下提高及确保通信质量和随着这种状况改善空间分割复用传输的系统容量的效果。

[0271] 此外,如果无线基站装置 1 形成以下结构,即,对使用由所选择的发送权重信息数据形成的发送权重向量的每个被空间分割复用传输的信号,插入预先已知的信号序列而具有空间分割复用传输的功能,则在对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用发送时,能够根据由信道信息所检测的多样的空间相关状况而改变适当的发送权重生成方法,而且,即使在信道信息中包含误差的情况下,也可以在终端装置侧使用每个发送信号的已知的信号序列,分离接收所空间复用的信号。由此,可获得在多样的空间相关状况下提高及确保通信质量和随着这种状况改善空间分割复用传输的系统容量的效果。

[0272] 此外,如果终端装置 2 形成以下结构,即,基于对每个所空间分割复用传输的信号赋予的预先已知的信号序列,进行信道估计,从空间复用信号中分离期望的信号,并且具有生成用于输出的接收权重的功能,则在对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用发送时,可以在终端装置 2 侧使用每个发送信号的已知的信号序列,分离接收所空间复用的信号。

[0273] 由此,特别是在无线基站装置 1 侧基于包含了误差的信道信息进行发送权重生成时,可以在终端装置 2 侧使用每个发送信号的已知的信号序列,分离接收所空间复用的信号,可获得在多样的空间相关状况下提高及确保通信质量和随着这种状况改善空间分割复用传输的系统容量的效果。

[0274] 此外,如果信道估计部分 222 和空间复用分离部分 223 形成以下结构,即,将在信

道估计部分 222 中信道估计的结果所得的值作为基础,具有生成最大比合成接收权重作为接收权重的功能,则在对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用发送时,可以在终端装置 2 侧使用每个发送信号的已知的信号序列,分离接收所空间复用的信号。

[0275] 由此,特别是在无线基站装置 1 侧基于包含了误差的信道信息进行发送权重生成时,可以在终端装置 2 侧使用每个发送信号的已知的信号序列,进行分离接收所空间复用的信号以使接收功率最大,可获得在多样的空间相关状况下提高及确保通信质量和随着这种状况改善空间分割复用传输的系统容量的效果。

[0276] 此外,如果信道估计部分 222 和空间复用分离部分 223 形成以下结构,即,将在信道估计部分 222 中信道估计的结果所得的值作为基础,具有生成最小平方误差权重作为接收权重的功能,则在对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用发送时,可以在终端装置 2 侧使用每个发送信号的已知的信号序列,分离接收所空间复用的信号。

[0277] 由此,特别是在无线基站装置 1 侧基于包含了误差的信道信息进行发送权重生成时,可以在终端装置 2 侧使用每个发送信号的已知的信号序列,进行分离接收所空间复用的信号以使期望波的接收功率对干扰噪声功率最大,可获得在多样的空间相关状况下提高及确保通信质量和随着这种状况改善空间分割复用传输的系统容量的效果。

[0278] 此外,如果信道估计部分 222 和空间复用分离部分 223 形成以下结构,即,基于在空间分割复用传输的每个信号中所插入的预先已知的信号序列,进行信道估计,具有将对应于对所得的信道估计矩阵进行奇异值分解而获得的最大奇异值的左奇异向量作为用于从空间复用信号中分离期望的信号并输出的接收权重而生成的功能,则在对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用发送时,可以在终端装置 2 侧使用每个发送天线的已知的信号序列,分离接收所空间复用的信号。

[0279] 由此,特别是在附加了使对于其他终端装置 2 的施主干扰为最小限度的约束条件的基础上,使用了提高对规定的终端装置 2 的接收质量的发送权重的情况下,可以抑制对于其他终端装置 2 的同一信道干扰波,并使所空间复用的信号分量的接收功率最大,可获得在多样的空间相关状况下提高及确保通信质量和随着这种状况改善空间分割复用传输的系统容量的效果。

[0280] 此外,本发明的无线通信方法通过包括:从来自终端装置 2 的接收信号中,提取终端装置 2 和无线基站装置 1 之间的信道信息,基于所提取的信道信息而求应该空间分割复用传输的多个终端装置间的空间相关系数的步骤;以及基于从第一方式、第二方式和第三方式而预先决定的选择处理方法,根据由上述步骤所求出的空间相关系数,选择通信质量最好的方式的步骤,第一方式是,在附加了使对于其他终端装置 2 的施主干扰为最小限度的约束条件的基础上,采用生成用于提高对规定的终端装置的接收质量的发送权重的算法而生成发送权重,第二方式是,不附加用于降低对其他终端装置 2 的施主干扰的约束条件,采用生成用于提高对规定的终端装置 2 的接收质量的发送权重的算法,第三方式是,采用生成单一的发送权重的算法而生成发送权重,利用在三个不同的发送权重生成方式的空间相关系数对通信质量特性上有特定的关系,预先将这种特性划分成多个区域,可以设定方式选择处理方法,以在各个区域中,选择通信质量最好的方式,在计算空间相关系数后,可以不需要每次进行最合适的方式选择,而选择与终端装置间的空间相关状况适合的发送权重生成方法,所以对于终端间的空间相关状况,可进行稳健的空间分割复用传输。其结果,

可获得空间复用连接的终端装置的分配处理简单,缩短处理时间,同时改善空间分割复用传输的系统容量的效果。

[0281] (实施方式 2)

[0282] 图 11 表示本发明实施方式 2 的无线基站装置 100。方框图中,与实施方式 1 的无线基站装置 1 的不同之处是,使用选择开关部分 107-a 取代波束选择部分 7,而且在信道信息取得部分 4 和发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 之间,插入有选择开关部分 107-b。此外,从功能的观点来看,信道信息取得部分 4 除了有以往的功能即进行信道信息的提取动作之外,还具有基于所提取的信道信息,选择最合适的发送权重生成部分 6 的选择开关部分控制功能。

[0283] 另一方面,选择开关部分 107-a 和 107-b 进行连动,例如在选择开关部分 107-b 选择了发送权重生成部分 6-1 时,选择开关部分 107-a 与发送权重生成部分 6-1 的输出端连接。此外,选择开关部分 107-b 还与发送权重生成部分的动作开关进行连动,在对所连接的发送权重生成部分 6 接上电源时,信道信息就同时被输入。通过这种动作,在信道信息被提取的同时最合适的发送权重生成部分被选择进行动作,获得作为其输出的发送权重信息。

[0284] 由此,由于仅使所选择的发送权重生成部分 6 动作,所以除了具有本发明实施方式 1 的效果以外,还可降低无线基站装置 100 中的功率消耗。而且,在使用公用的 CPU 计算发送权重生成部分 6 中的发送权重计算的情况下,由于只有所选择的发送权重生成部分 6 占有 CPU,所以可以提高运算处理能力。其结果,作为整个系统的吞吐量提高。

[0285] 如以上所述,在本发明实施方式 2 中,通过使在发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 的两端具有选择开关部分 107-a、107-b 的结构,可获得在多样的空间相关状况下提高及确保通信质量和随着这种状况改善空间分割复用传输的系统容量的效果,选择开关部分 107-a、107-b 基于对于应该空间分割复用传输的多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的信道信息,从生成用于进行对多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间分割复用传输的发送权重的多个发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 中,选择任意的发送权重生成部分 6。

[0286] 此外,可以预先选择与终端间的空间相关状况适合的发送权重生成方法,可进行对终端间的空间相关状况稳健的空间复用发送,简化以往的基于空间相关系数的分配处理。而且,在降低无线基站装置 100 中的功率消耗的同时,还提高运算处理能力,作为结果,可获得提高作为系统整体的吞吐量的效果。此外,由此还可获得简化无线基站装置 100,以及缩短用于空间分割复用传输控制的处理时间的效果。

[0287] 此外,如果发送功率决定部分 8 形成以下结构,即,具有基于所选择的发送权重信息而决定对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用信号的发送功率的功能,则在对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用发送时,可以从多个不同的发送权重生成算法中选择最合适的算法而生成适合于由信道信息所检测的多样的空间相关状况的发送权重,而且控制以这些发送权重发送的信号功率。

[0288] 由此,可用满足规定的通信质量的信号功率进行发送,由于不使用所需以上的发送功率进行发送,所以可获得能够降低同一信道干扰、改善系统容量的效果。

[0289] 此外,如果多个发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 中一个发送权重生成部分 6 形成以下结构,即,具有生成用于形成对于终端装置 2-1 ~ 2-s 的固有向量波束的发送权重信息的功能,则在对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用发送时,特别是在根据由信道信息所检

测的多样的空间相关状况,终端装置间的信道的相关较低时,可获得不附加降低对其他终端装置 2 的施主干扰的约束条件,而可以使用将对规定终端装置 2 的接收质量提高的发送权重的效果。

[0290] 此外,如果多个发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 中一个发送权重生成部分 6 形成以下结构,即,具有生成用于对于规定的终端装置 2 以外的终端装置 2 降低干扰或不产生干扰的发送权重信息的功能,则在对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用发送时,特别是在根据由信道信息所检测的多样的空间相关状况,终端装置间的信道的相关较高时,可获得在附加了使对于其他终端装置 2 的施主干扰为最小限度的基础上,可以使用将提高对规定终端装置 2 的接收质量的发送权重的效果。

[0291] 此外,如果多个发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 中一个发送权重生成部分 6 形成以下结构,即,假设规定的终端装置 2 进行最大比合成接收,并具有可生成对于规定的终端装置 2 以外的终端装置 2 降低施主干扰或使其不给予干扰的发送权重信息的功能,则在对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用发送时,特别是根据由信道信息所检测的多样的空间相关状况,在终端装置间的信道相关较高,其他终端装置 2 有多个接收单元天线 20-1 ~ 20-m 时,除了规定的终端装置 2 以外,可以降低使对于其他终端装置 2 的施主干扰为最小限度的约束条件数来进行附加。由此,可获得能够使用将对规定的终端装置 2 的接收质量提高的发送权重的效果。

[0292] 此外,如果多个发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 中一个发送权重生成部分 6 形成以下构成,即,具有生成用于形成全部的分量为零的发送权重向量的发送权重信息的功能,则在对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用发送时,特别是根据由信道信息所检测的多样的空间相关状况,在终端装置间的信道相关较高时,可获得能够采用不对其他终端装置 2 进行发送的发送权重的效果。

[0293] 此外,如果多个发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 中一个发送权重生成部分 6 形成以下构成,即,具有生成用于形成预先固定的发送权重向量的发送权重信息的功能,则在对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用发送时,能够根据由信道信息所检测的多样的空间相关状况而选择性改变适当的预先固定的发送权重。由此,可获得在多样的空间相关状况下提高及确保通信质量和随着这种状况改善空间分割复用传输的系统容量的效果。

[0294] 此外,如果无线基站装置 100 形成以下结构,即,对使用由所选择的发送权重信息数据形成的发送权重向量的每个被空间分割复用传输的信号,插入预先已知的信号序列而具有空间分割复用传输的功能,则在对于多个终端装置 2-1 ~ 2-s 的空间复用发送时,能够根据由信道信息所检测的多样的空间相关状况而改变适当的发送权重生成方法,而且,即使在信道信息中包含误差的情况下,也可以在终端装置侧使用每个发送信号的已知的信号序列,分离接收所空间复用的信号。由此,可获得在多样的空间相关状况下提高及确保通信质量和随着这种状况改善空间分割复用传输的系统容量的效果。

[0295] (实施方式 3)

[0296] 图 12 表示本发明实施方式 3 的无线基站装置 1-A,图 13 表示终端装置 2-C。在方框图中,本实施方式的无线基站装置 1-A 与实施方式 1 的无线基站装置 1 的不同之处是,还包括用于取得从终端装置 2-C 发送的空间复用分离方法信息的分离算法信息取得部分 400,并具有基于空间复用分离方法信息,在发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 的输出中选择一

个的波束选择部分 401。此外,本实施方式的终端装置 2-C 与实施方式 1 的终端装置 2-A 的不同之处是,还包括将终端装置 2-C 接收时使用的空间复用分离部分 223 中的空间复用分离方法存储的空间复用分离方法存储部分 300,并包括对作为空间复用分离方法存储部分的输出信息即空间复用分离方法信息 301 进行适当的数据处理,将它变换为高频信号的发送部分 212-A。以下,主要说明如上述追加及所变更的结构元件中的与实施方式 1 不同的动作。

[0297] 在图 13 中,具有多个天线的本发明实施方式 3 的终端装置 2-C 包括:发送单元 210 和发送单元天线 216 及接收单元 220 和接收单元天线 20-1 ~ 20-m。

[0298] 发送单元 210 包括:数据输入部分 214,其被输入终端用户要发送的数据信息;以及发送部分 212-A,对从信道估计部分 222 传送来的信道估计信息、以及来自空间复用分离部分 223 的存储有空间复用分离方法的空间复用分离方法存储部分 300 的输出信息即空间复用分离方法信息 301,进行适当的数据处理,并将它们变换为高频信号。在空间复用分离方法中,包含在 MMSE、ZF、MLD (Maximum Likelihood Detection、极大似然判定法)、SIC (Successive (or Serial)-Interference-Canceller、逐次干扰抵消器)、PIC (Parallel-Interference-Canceller、并行式干扰消除器)的空间复用分离中使用的算法的信息。此外,通过使用预先被分类的表,传输所赋予的分类号码,可以降低这些信息传输时的信息量。或者,也可以使用由表示分离方法的性能的性能指标来进行等级划分的表。例如,MMSE、ZF 这样的性能指标分为 1 级,SIC、PIC 这样的性能指标分为 2 级,MLD 这样的性能指标分为 3 级,使用对应的表。

[0299] 接收单元 220 包括:接收部分 221-1 ~ 221-m,分别对应于接收单元天线 20-1 ~ 20-m,将接收天线 20-1 ~ 20-m 所接收的高频信号变换为基带信号;信道估计部分 222,从多个基带信号估计下行链路中的传播路径的信道应答信息;空间复用分离部分 223,基于由信道估计部分 222 获得的信道应答信息,从空间复用信号中分离、提取期望波信号;解调部分 224,从所分离接收的期望波信号,将发送数据序列复原;以及数据输出部分 225,将所复原的接收数据序列输出到其他设备或对终端装置用户传送该信息。

[0300] 这里,发送单元天线 216 和接收单元天线 20-1 ~ 20-m 作为不同的天线来处理,但也可以共用相同的天线。

[0301] 下面,说明有关无线基站装置 1-A 及终端装置 2-C 的动作。首先,以下行链路的信道信息被终端装置 2-1 ~ 2-s 估计作为前提,概要说明对无线基站装置 1-A 通知该信息的动作。

[0302] 首先,在终端装置 2-C 的发送单元 210 中,由信道估计部分 222 所估计的传播路径(未图示)的信道信息被导入到发送部分 212-A,由发送部分 212-A 通过控制信道或报知信道而被传送到无线基站装置 1-A。即,信道信息所装载的控制信道信号或报知信道信号被导入到发送单元天线 216,向无线基站装置 1-A 从发送单元天线 216 发射到传播路径(未图示)。

[0303] 这里,控制信道或报知信道是用于使无线基站装置 1-A 和终端装置 2-C 有效地动作的信息往来的通信信道,是与终端装置 2-C 的用户要发送接收的信息的往来的通信信道不同的通信信道。

[0304] 再有,终端装置 2-C 的用户要发送的信息从数据输入部分 214 被输入到发送部分 212-A,它被进行适当的信号处理,并变换为高频信号后,通过发送单元天线 216 而被发送

到无线基站装置 1-A。

[0305] 然后,在无线基站装置 1-A 中,信道信息取得部分 4 从具有终端装置 2C 结构的多个终端装置 2-1 ~ 2-s 向基站天线 11-1 ~ 11-s 发送来的控制信道信号或报知信道信号之中,分别提取各个终端装置 2-1 ~ 2-s 发送的信道信息,并将它们输出到发送权重决定部分 5。

[0306] 接着,概要说明基于所通知的下行链路的信道信息及空间复用分离方法信息,将应该空间复用连接(被分配的)的发往终端装置 2-1 ~ 2-s 的发送信号乘以适当的发送权重而进行空间分割复用传输的动作。

[0307] 首先,在无线基站装置 1-A 中,信道信息取得部分 4 从应该空间复用连接(被分配的)的终端装置 2-1 ~ 2-s 向基站天线 11-1 ~ 11-s 发送来的控制信道信号或报知信道信号之中,分别提取从各个终端装置 2-1 ~ 2-s 发送的信道信息,并将它们输出到发送权重决定部分 5。此时所提取的信道信息是从无线基站装置 1-A 至终端装置 2-1 ~ 2-s 的下行链路的信道信息。此外,分离算法信息取得部分 400 从应该空间复用连接(被分配的)的终端装置 2-1 ~ 2-s 向基站天线 11-1 ~ 11-s 发送来的控制信道信号或报知信道信号中,分别提取从各个终端装置 2-1 ~ 2-s 发送的空间复用分离方法信息,并将它们输出到发送权重决定部分 5。

[0308] 接着,发送权重决定部分 5 对于应该空间复用连接的终端装置 2-1 ~ 2-s,为了根据终端装置间的相关状况进行最合适的信号传输,通过使具有各自不同的发送权重生成算法的多个发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 而生成多种发送权重生成信息。然后,通过波束选择部分 401,从由第 1 至第 n 的发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 所生成的多个发送权重生成信息群之中,选择使规定的判定基准最大的发送权重信息,并将该信息输出到发送功率决定部分 8 和发送波束形成部分 9。

[0309] 接着,发送功率决定部分 8 基于所输入的发送权重信息,计算用于决定对于各个空间复用流的发送功率的功率分配系数。

[0310] 另一方面,在发送信号生成部分 3-1 ~ 3-s,分别生成发往应该空间复用连接(被分配的)的终端装置 2-1 ~ 2-s 的信号(以下,称为发送数据序列),这些信号在被进行了适当的信号处理后被发送。

[0311] 然后,在功率系数乘法器 10-1 ~ 10-s 中,对于各个发送信号生成部分 3-1 ~ 3-s 的信号输出,乘以由发送功率决定部分 8 所算出的功率分配系数。接着,发送波束形成部分 9 对于被乘以功率分配系数的各个发送数据帧序列信号,基于来自波束选择部分 401 的发送权重信息,生成乘以用于形成规定的(所选择的)波束的发送权重的基带的码元数据。然后,将基带的码元数据即数字数据通过未图示的数字 / 模拟变换器、频带限制滤波器及变频器,进行数字 / 模拟变换,进而在进行了频带限制后,输出被变换为载波频率的高频信号。然后,无线基站天线 11-1 ~ 11-s 向应该空间复用连接的终端装置 2-1 ~ 2-s 将所供给的高频信号发送到未图示的传播路径(空间)。

[0312] 这里,有关终端装置 2-1 ~ 2-s 中对于在无线基站装置 1 中被空间分割复用传输的信号的接收处理的动作,由于与实施方式 1 相同,所以省略说明。

[0313] 对于以上的详细动作,对于 [1] 发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 中所装入的发送权重生成算法及 [3] 发送功率分配系数的决定方法,与实施方式 1 相同,省略详细的说明。以

下,详细说明与实施方式 1 不同的动作的 [2] 有关波束选择部分 401 的发送权重信息选择方法。

[0314] [2] 有关波束选择部分 401 中的发送权重信息选择方法的详细说明

[0315] 这里,详细说明有关波束选择部分 401 中的发送权重信息选择方法。波束选择部分 401 从第 1 ~ 第 n 发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 所生成的多个发送权重信息群之中,选择使规定的判定基准最大的发送权重信息。作为判定基准,基于来自分离算法信息取得部分 400 的输出而计算用于表示由终端装置 2-C 接收的信号对噪声功率比 (SNR) 或信号对干扰波功率比 (SINR) 等的信号质量的物理量的预测值。这方面是与实施方式 1 中的波束选择部分 7 不同的方面。

[0316] 即,在实施方式 1 中,在终端装置 2-k 的天线数为多个时,假设形成接收权重 $R(k)$ 的指向性,从而用 (式 17) 进行 SINR 评价,但在本实施方式中,基于作为来自分离算法信息取得部分 400 的输出即该终端装置 2-k 的空间复用分离方法信息,使用对于第 k 终端装置 2-k 的信道信息 $H(k)$,生成接收权重 $R(k)$ 。这里,接收权重 $R(k)$ 表示终端装置 2-k 的具有接收单元天线数 $N_r(k)$ 个元素的行向量。在 (式 17) 中,下标 'n' 表示在用户终端、即进行空间复用连接的各个终端装置 2 上顺序地附加了号码的情况下的数,在本实施例中对应于终端装置 2-1 ~ 2-s。此外,作为空间复用分离方法信息,在存在干扰波分量时,可以采用 MMSE 方法、ZF 方法、固有向量波束接收方法,在即使不考虑干扰波分量也可以的情况下,包含最大比合成接收权重等。

[0317] 将通过上述计算而在 (式 17) 中所示的 $W_n(k)$ 作为变量,计算各个用户的 $SINR_n(k)$ 。对于第 1 ~ 第 n 发送权重生成部分的全部输出计算各个用户的 $SINR_n(k)$ 。然后,选择将生成使这些各个用户的 $SINR_n(k)$ 的总和最大的发送权重的来自第 s 发送权重生成部分 6-s 的输出信息即发送权重 $W_s(k)$ 。其中, $k=1 \sim N_s$ 。

[0318] 如上所述,在本发明实施方式 3 中,通过利用从终端装置发送的空间复用分离方法信息,进行预测 SINR 评价。由此,可以使预测 SINR 评价值更接近由实际的终端装置所接收的 SINR。因此,可以使用这样的预测 SINR,选择发送权重,所以能够选择最合适的发送权重,能够提高进行通信的终端装置 2 的通信质量,可以增加通信系统的容量。

[0319] 此外,由于在发送功率分配系数的计算时也使用预测 SINR,所以通过能够使预测 SINR 评价值更接近由实际的终端装置所接收的 SINR 这样的效果,可以进行最合适的功率分配。通过这样的发送功率控制,可以用足够所需的电平 (level) 来确保进行通信的终端装置 2 的通信质量,不用将发送功率提高到所需以上,所以在蜂窝系统中采用本实施方式的情况下,有着可以降低小区间干扰,增加通信系统的容量的效果。

[0320] (实施方式 4)

[0321] 图 14 表示本发明实施方式 4 的无线基站装置 1-B,图 15 表示终端装置 2-D。在方框图中,与实施方式 1 的无线基站装置 1 的不同之处是,还包括取得从终端装置 2-D 发送的其他小区干扰信息的其他小区干扰信息取得部分 410,同时具有基于取得的其他小区干扰信息,在发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 的输出中选择一个的波束选择部分 411。

[0322] 此外,与实施方式 1 的终端装置 2-A 的不同方面是,终端装置 2-D 包括:其他小区干扰检测部分 302,测定在接收时受到的来自其他小区的干扰状况;以及发送部分 212-B,对作为其他小区干扰检测部分的输出信息的其他小区干扰信息 310,进行适当的数据处理,

并将它变换为高频信号。以下,主要说明有关上述追加及所变更的结构元件中的与实施方式 1 不同的动作。

[0323] 在图 15 中,具有多个天线的本发明实施方式 4 的终端装置 2-D 包括:发送单元 210 和发送单元天线 216 及接收单元 220 和接收单元天线 20-1 ~ 20-m。

[0324] 发送单元 210 包括:数据输入部分 214,其被输入终端用户要发送的数据信息;以及发送部分 212-B,对从信道估计部分 222 传送来的信道估计信息以及从其他小区干扰检测部分 302 输出的其他小区干扰信息进行适当的数据处理,并将它们变换为高频信号。

[0325] 接收单元 220 包括:接收部分 221-1 ~ 221-m,分别对应于接收单元天线 20-1 ~ 20-m,将接收天线 20-1 ~ 20-m 所接收的高频信号变换为基带信号;信道估计部分 222,从多个基带信号估计下行链路中的传播路径的信道应答信息;空间复用分离部分 223,基于由信道估计部分 222 获得的信道应答信息,从空间复用信号中分离、提取期望波信号;解调部分 224,从所分离接收的期望波信号,将发送数据序列复原;以及数据输出部分 225,将所复原的接收数据序列输出到其他设备或对终端装置用户传送该信息。

[0326] 这里,发送单元天线 216 和接收单元天线 20-1 ~ 20-m 作为不同的天线来处理,但也可以共用相同的天线。

[0327] 下面,说明有关无线基站装置 1-B 及终端装置 2-D 的动作。首先,以下行链路的信道信息被终端装置 2-1 ~ 2-s 估计作为前提,概要说明对无线基站装置 1-B 通知该下行链路的信道信息的动作。

[0328] 首先,在终端装置 2-D 的发送单元 210 中,由信道估计部分 222 所估计的传播路径(未图示)的信道信息被导入到发送部分 212-B,由发送部分 212-B 通过控制信道或报知信道而被传送到无线基站装置 1-B。即,信道信息所装载的控制信道信号或报知信道信号被导入到发送单元天线 216,向无线基站装置 1-A 从发送单元天线 216 发射到传播路径(未图示)。

[0329] 这里,控制信道或报知信道是用于使无线基站装置 1-B 和终端装置 2-D 有效地动作的信息来往的通信信道,是与终端装置 2-D 的用户要发送接收的信息来往的通信信道不同的通信信道。

[0330] 再有,终端装置 2-D 的用户要发送的信息从数据输入部分 214 被输入到发送部分 212-B,它被进行适当的信号处理,并变换为高频信号后,通过发送单元天线 216 而被发送到无线基站装置 1-B。

[0331] 然后,在无线基站装置 1-B 中,信道信息取得部分 4 从具有终端装置 2-D 结构的多个终端装置 2-1 ~ 2-s 向基站天线 11-1 ~ 11-s 发送来的控制信道信号或报知信道信号之中,分别提取各个终端装置 2-1 ~ 2-s 发送的信道信息,并将它们输出到发送权重决定部分 5。

[0332] 接着,概要说明基于所通知的下行链路的信道信息及空间复用分离方法信息,将发往应该空间复用连接的终端装置 2-1 ~ 2-s、即所分配的终端装置 2-1 ~ 2-s 的发送信号乘以适当的发送权重,从而进行空间分割复用传输的动作。

[0333] 首先,在无线基站装置 1-B 中,信道信息取得部分 4 从应该空间复用连接的终端装置 2-1 ~ 2-s 向基站天线 11-1 ~ 11-s 发送来的控制信道信号或报知信道信号之中,分别提取从各个终端装置 2-1 ~ 2-s 发送的信道信息,并将它们输出到发送权重决定部分 5。此时所提取的信道信息是从无线基站装置 1-B 至终端装置 2-1 ~ 2-s 的下行链路的信道信息。

此外,其他小区干扰信息取得部分 410 从应该空间复用连接(被分配的)的终端装置 2-1 ~ 2-s 向基站天线 11-1 ~ 11-s 发送来的控制信道信号或报知信道信号中,分别提取从各个终端装置 2-1 ~ 2-s 发送的其他小区干扰信息,并将它们输出到发送权重决定部分 5。

[0334] 接着,发送权重决定部分 5 对于应该空间复用连接的终端装置 2-1 ~ 2-s,通过使具有各自不同的发送权重生成算法的多个发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 而生成多种发送权重生成信息,以便根据终端装置间的相关状况进行最合适的信号传输。

[0335] 然后,通过波束选择部分 411,从由第 1 至第 n 的发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 所生成的多个发送权重生成信息群之中,选择使规定的判定基准最大的发送权重信息,从而将所选择的发送权重信息输出到发送功率决定部分 8 和发送波束形成部分 9。

[0336] 接着,发送功率决定部分 8 基于所输入的发送权重信息,计算用于决定对于各个空间复用流的发送功率的功率分配系数。

[0337] 另一方面,在发送信号生成部分 3-1 ~ 3-s,分别生成发往应该空间复用连接(被优先分配的)的终端装置 2-1 ~ 2-s 的信号(以下,称为发送数据序列),这些信号在被进行了适当的信号处理后被输出。

[0338] 然后,在功率系数乘法器 10-1 ~ 10-s 中,对于各个发送信号生成部分 3-1 ~ 3-s 的信号输出,乘以由发送功率决定部分 8 所算出的功率分配系数。接着,发送波束形成部分 9 对于被乘以功率分配系数的各个发送数据帧序列信号,基于来自波束选择部分 411 的发送权重信息,生成乘以用于形成规定的波束、即所选择波束的发送权重的基带的码元数据。然后,将基带的码元数据即数字数据通过未图示的数字 / 模拟变换器、频带限制滤波器及变频器,进行数字 / 模拟变换,进而在进行了频带限制后,输出被变换为载波频率的高频信号。

[0339] 然后,无线基站天线 11-1 ~ 11-s 向应该空间复用连接的终端装置 2-1 ~ 2-s 将所供给的高频信号发送到未图示的传播路径(空间)。

[0340] 这里,有关终端装置 2-1 ~ 2-s 中对于在无线基站装置 1-B 中被空间分割复用传输的信号的接收处理的动作,由于与实施方式 1 相同,所以省略说明。

[0341] 对于以上的详细动作,对于 [1] 发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 中所装入的发送权重生成算法及 [3] 发送功率分配系数的决定方法,与实施方式 1 相同,省略详细的说明。以下,详细说明与实施方式 1 不同的动作的 [2] 有关波束选择部分 411 的发送权重信息选择方法。

[0342] [2] 有关波束选择部分 411 中的发送权重信息选择方法的详细说明

[0343] 这里,详细说明有关波束选择部分 411 中的发送权重信息选择方法。

[0344] 波束选择部分 411 从第 1 ~ 第 n 发送权重生成部分 6-1 ~ 6-n 所生成的多个发送权重信息群之中,选择使规定的判定基准最大的发送权重信息。作为判定基准,基于来自其他小区干扰信息取得部分 410 的输出而计算用于表示由终端装置 2-D 接收的信号对噪声功率比(SNR)或信号对干扰波功率比(SINR)等的信号质量的物理量的预测值。这方面是与实施方式 1 中的波束选择部分 7 不同的方面。

[0345] 即,在实施方式 1 中,在信道信息 $H(k)$ 及终端装置 2-k 的天线数为多个时,假设形成接收权重 $R(k)$ 的指向性,从而用(式 17)进行 SINR 评价,但在本实施方式中,还使用(式 28)进行 SINR 评价,(式 28)包含了作为来自其他小区干扰信息取得部分 410 的输出的

该终端装置 2-k 的其他小区干扰信息 $F(k)$ 。

[0346] [式 28]

$$[0347] \quad SINR_n(k) = \frac{|R(k)H(k)W_n(k)|^2}{\sum_{j=1, j \neq k}^{Ns} |R(k)H(k)W_n(j)|^2 + \sigma^2 \|R(k)\|^2 + F(k)}$$

[0348] 其中,接收权重 $R(k)$ 表示终端装置 2-k 的具有接收单元天线数 $N_r(k)$ 个元素的行向量。在(式 28)中,下标 ‘n’ 表示在用户终端、即进行空间复用连接的各个终端装置 2 中顺序地附加了号码的情况下的数,在本实施例中对应于终端装置 2-1 ~ 2-s。此外,作为空间复用分离方法信息,在存在干扰波分量时,可以采用 MMSE 方法、ZF 方法、固有向量波束接收方法,在即使不考虑干扰波分量也可以的情况下,包含最大比合成接收权重等。

[0349] 将通过上述计算而在(式 28)中所示的 $W_n(k)$ 作为变量,计算各个用户的 $SINR_n(k)$ 。对于第 1 ~ 第 n 发送权重生成部分的全部输出计算各个用户的 $SINR_n(k)$ 。然后,波束选择部分 411 选择将生成使这些各个用户的 $SINR_n(k)$ 的总和最大的发送权重的来自第 s 发送权重生成部分 6-s 的输出信息即发送权重 $W_s(k)$ 。其中, $k=1 \sim N_s$ 。

[0350] 如上所述,在本发明实施方式 4 中,通过利用从终端装置 2-D 发送的其他小区干扰信息,进行预测 SINR 评价。由此,可以仅用信道信息计算反映了其他小区干扰状况的预测 SINR,其结果,可以使预测 SINR 评价更接近实际的终端装置所接收的 SINR。

[0351] 因此,可以使用这样的预测 SINR,选择发送权重,所以能够选择最合适的发送权重,能够提高进行通信的终端装置 2 的通信质量,可以增加通信系统的容量。

[0352] 此外,由于在发送功率分配系数的计算时也使用预测 SINR,所以通过能够使预测 SINR 评价更接近由实际的终端装置所接收的 SINR 这样的效果,可以进行最合适的功率分配。

[0353] 通过这样的发送功率控制,可以确保进行通信的终端装置 2 的通信质量在所需但已足够的水平,而不用将发送功率提高到所需以上,所以在蜂窝系统中采用本实施方式的情况下,有着可以降低小区间干扰,增加通信系统的容量的效果。

[0354] 再有,在本实施方式中,从终端装置 2-D 将其他小区干扰信息发送到无线基站装置 1-B,但作为另外的结构,也可以采用图 16 所示的终端装置 2-E 的结构。图 16 的终端装置 2-E 与终端装置 2-D 的不同是,在图 15 的其他小区干扰检测部分 302 和发送部分 212-C 之间,设有可否空间分割复用传输判定部分 303。

[0355] 这里,可否空间分割复用传输判定部分 303 进行其他小区干扰检测部分 302 的输出值与规定的阈值 304 之间的比较,在其他小区干扰大于规定的阈值时,判断为在进行空间分割复用传输时无法确保足够的通信质量,终端装置 2-E 将不进行空间分割复用传输的空间分割复用传输禁止信息作为其他小区干扰信息发送到无线基站装置 1-B。另一方面,无线基站装置 1-B 取得其他小区干扰信息,在其中包含空间分割复用传输禁止信息时,不进行空间分割复用传输模式的通信。

[0356] 根据以上结构,可以根据其他小区干扰状况,由终端装置 2 判定可否进行空间分割复用传输。这是因为对于其他小区干扰的阈值设定,一般依赖于终端装置的接收方式的性能,由于无线基站装置 1 无法进行统一的判断,所以基于终端装置 2 的判定结果,能够以更合适的方式实现无线基站装置 1 的空间分割复用传输的控制。由此,特别是在不能忽略

来自小区边缘等的其他小区的干扰的区域中,可以确保通信质量。

[0357] 通过以上说明的动作,根据本实施方式,在多样的小区间干扰状况下,可获得提高及确保通信质量和随着该小区间干扰状况改善空间分割复用传输的系统容量的效果。

[0358] 工业利用性

[0359] 本发明的无线基站装置及终端装置,具有从多个不同的算法的发送权重信息群中,选择与应该空间复用连接的终端装置间的空间相关特性对应的最合适的权重信息的功能,由此在简化无线基站装置、降低处理延迟的基础上,改善系统的容量,所以可应用于采用空间复用的无线通信领域。

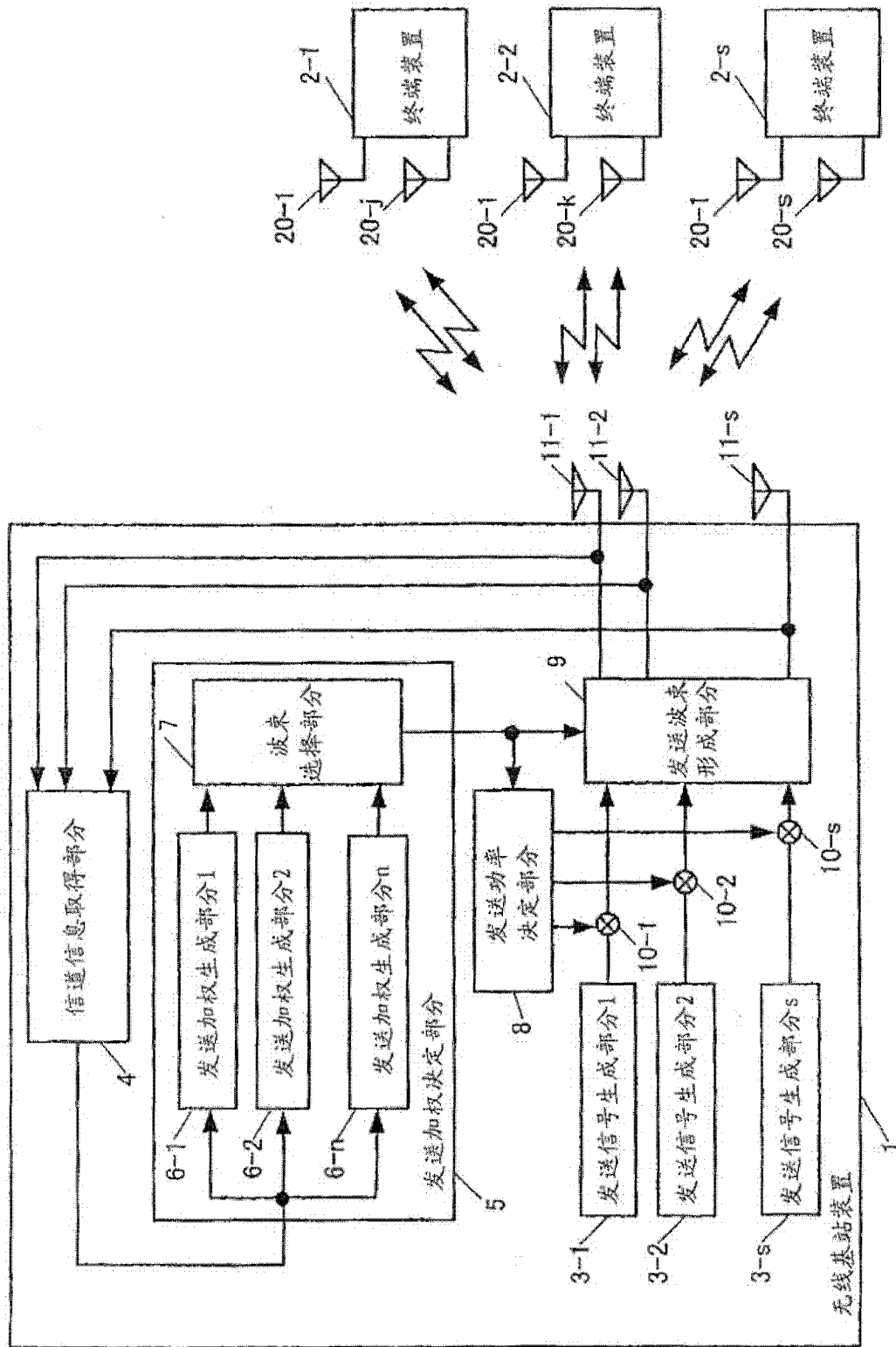


图 1

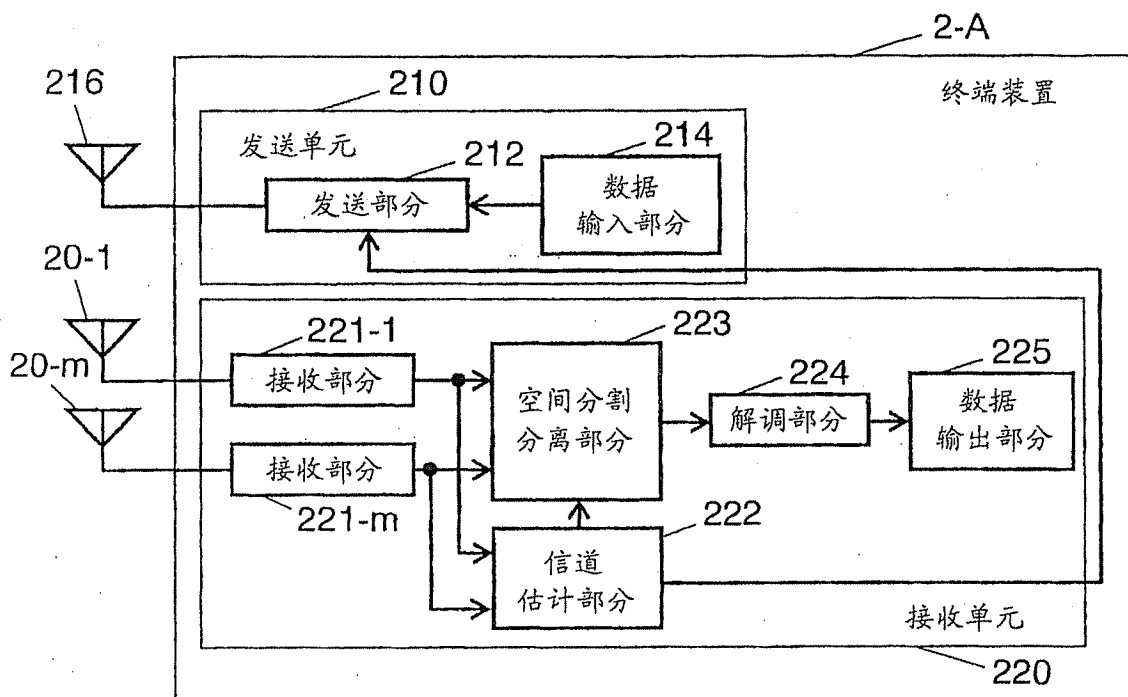


图 2A

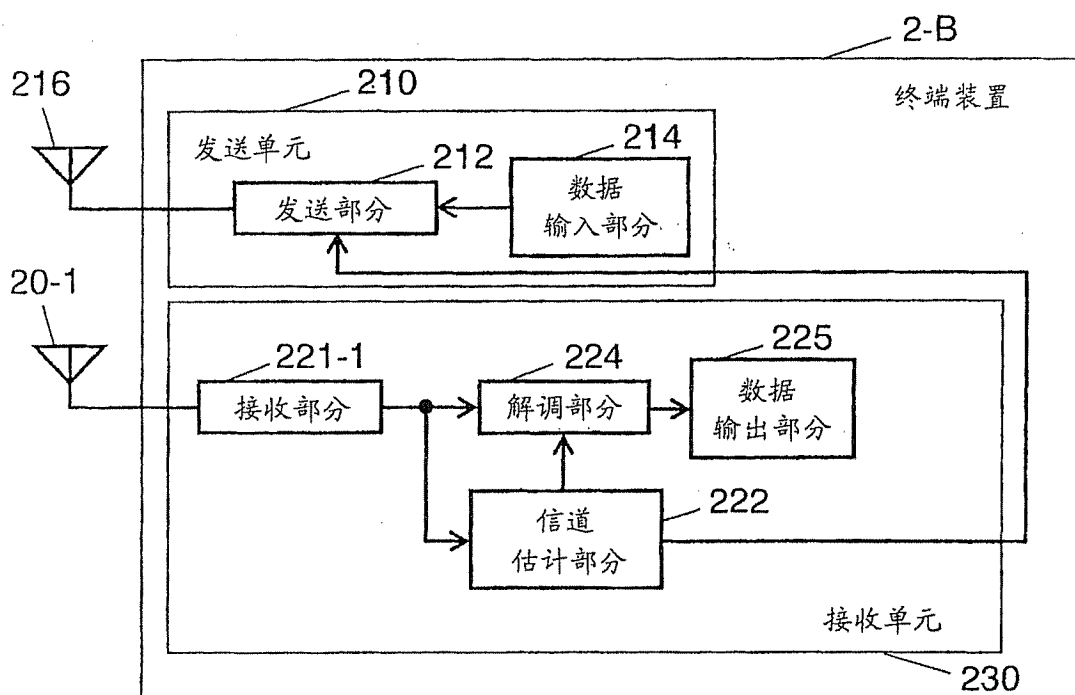


图 2B

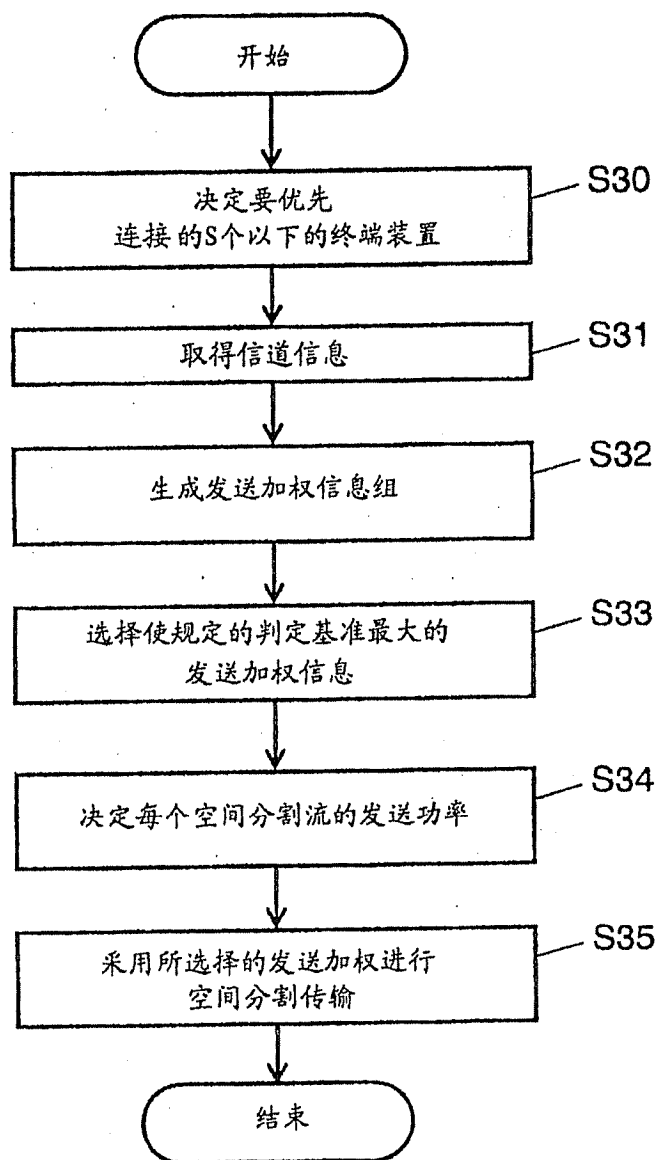


图 3

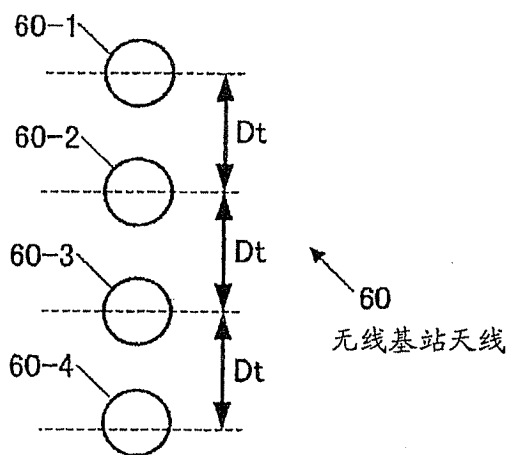


图 4A

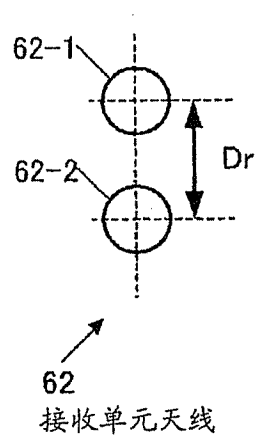


图 4B

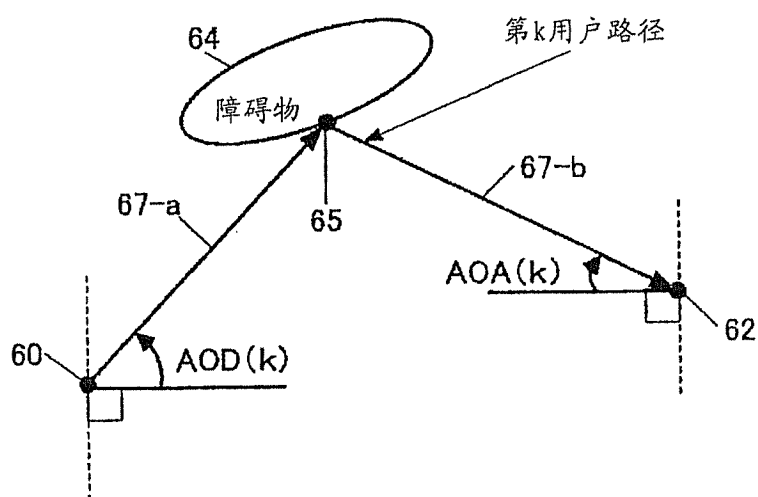


图 4C

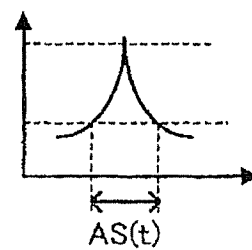


图 4D

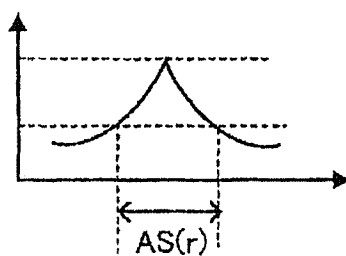


图 4E

仿真条件	
传输方式	单载波传输
编码方式(编码率)、 调制方式	卷积编码 ($R=0.5$), 16QAM
无线基站天线	4振子等间隔直线阵列结构 [振子间隔 $DT=1$ 波长]
接收单元天线	2振子 [振子间隔 $DR=0.5$ 波长]
算法	方式A: 块正交方法 方式B: (两用户、各个用户双流) 方式C: 发送固有向量波束(一用户, 双流) 信道估计: 理想值
方向性信道模型	赖思系数(K) [dB]=3,6,9 $AS(T)=40^\circ, AS(R)=76^\circ$ $AOD(1)=0^\circ, AOD(2)=0,3,6,10,30,50^\circ$ $AOA(1)=AOA(2)=0^\circ$ 准静态衰落

图 5

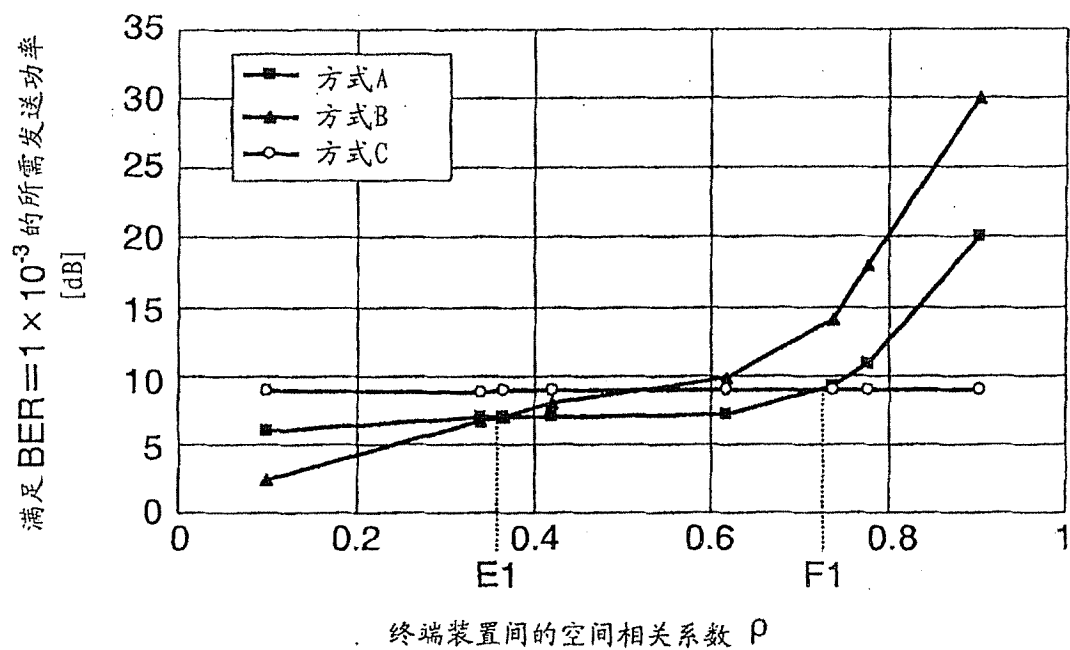


图 6

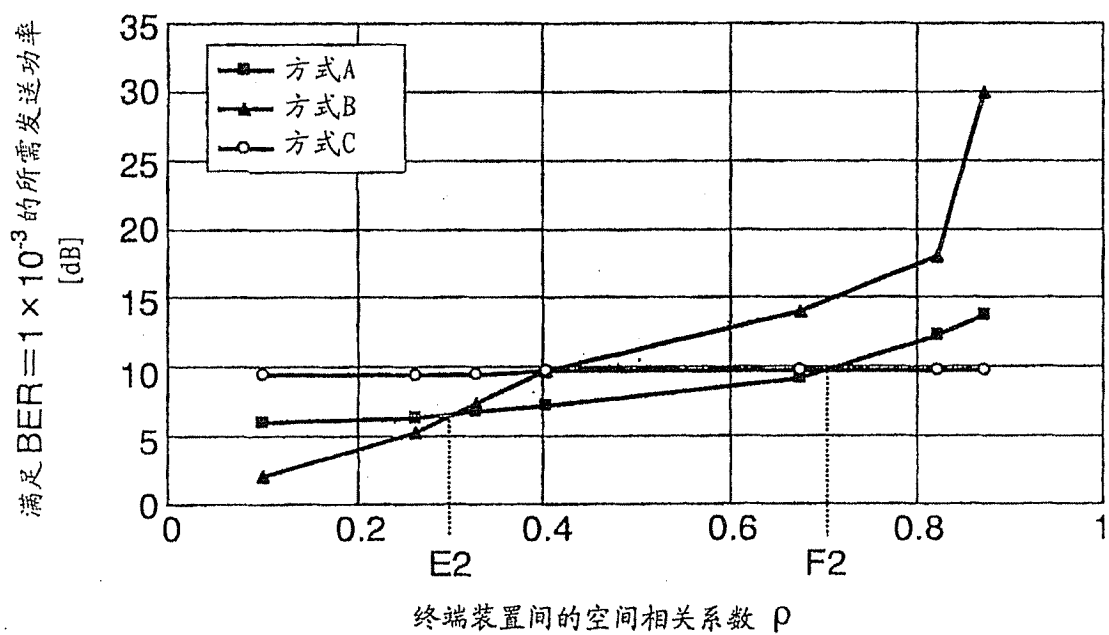


图 7

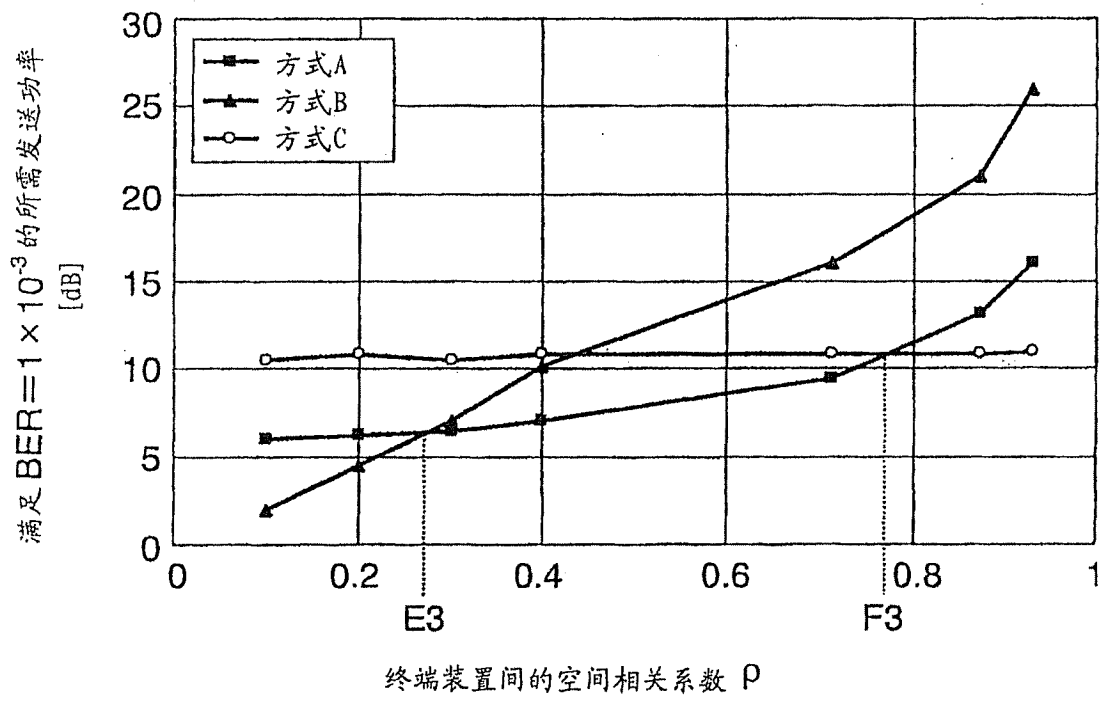


图 8

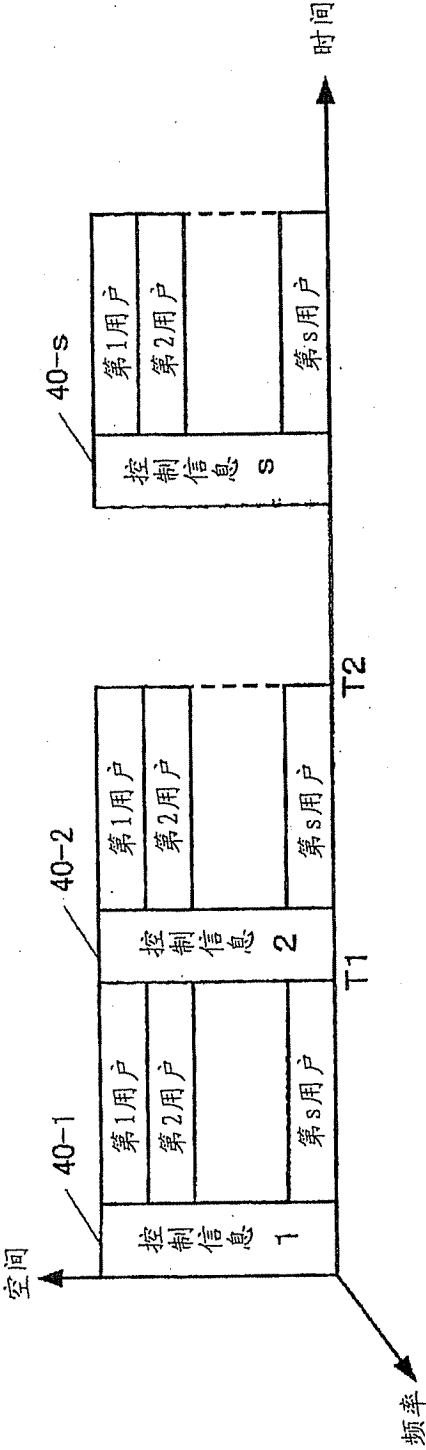


图 9A

控制信息部分 C1	空间流 个别导频信号部分P1	空间流 单独数据信号部分D1	500-1
控制信息部分 C2	空间流 个别导频信号部分P2	空间流 单独数据信号部分D2	500-2
控制信息部分 Cs	空间流 个别导频信号部分Ps	空间流 单独数据信号部分Ds	500-3

图 9B

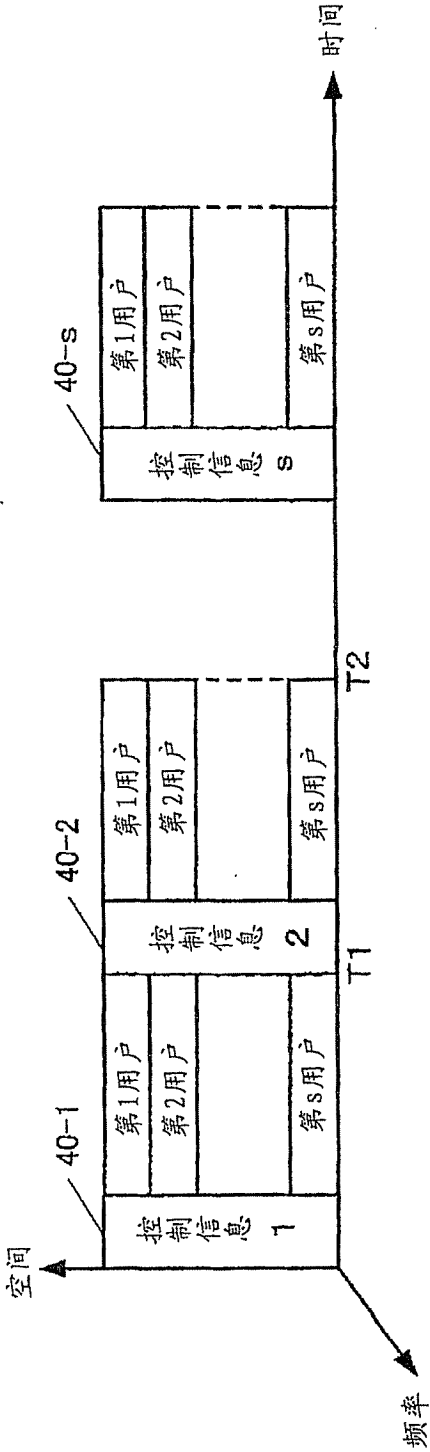


图 10A

控制信息部分 C1	空间流 个别导频信号部分P1	空间流 单独控制信息部分C1	空间流 单独数据信号部分D1
控制信息部分 C2	空间流 个别导频信号部分P2	空间流 单独控制信息部分C2	空间流 单独数据信号部分D2
控制信息部分 Cs	空间流 个别导频信号部分Ps	空间流 单独控制信息部分Cs	空间流 单独数据信号部分Ds

图 10B

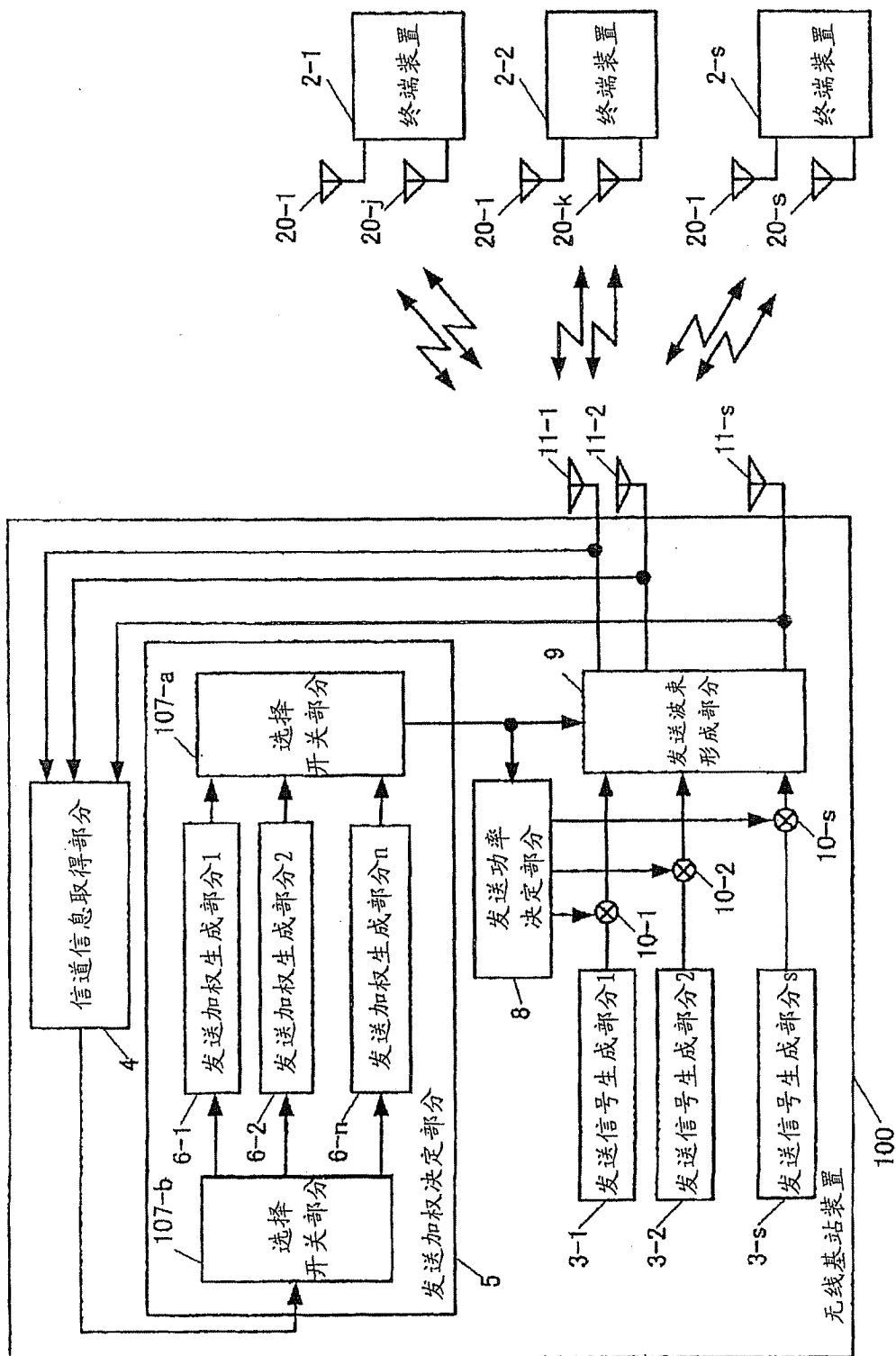


图 11

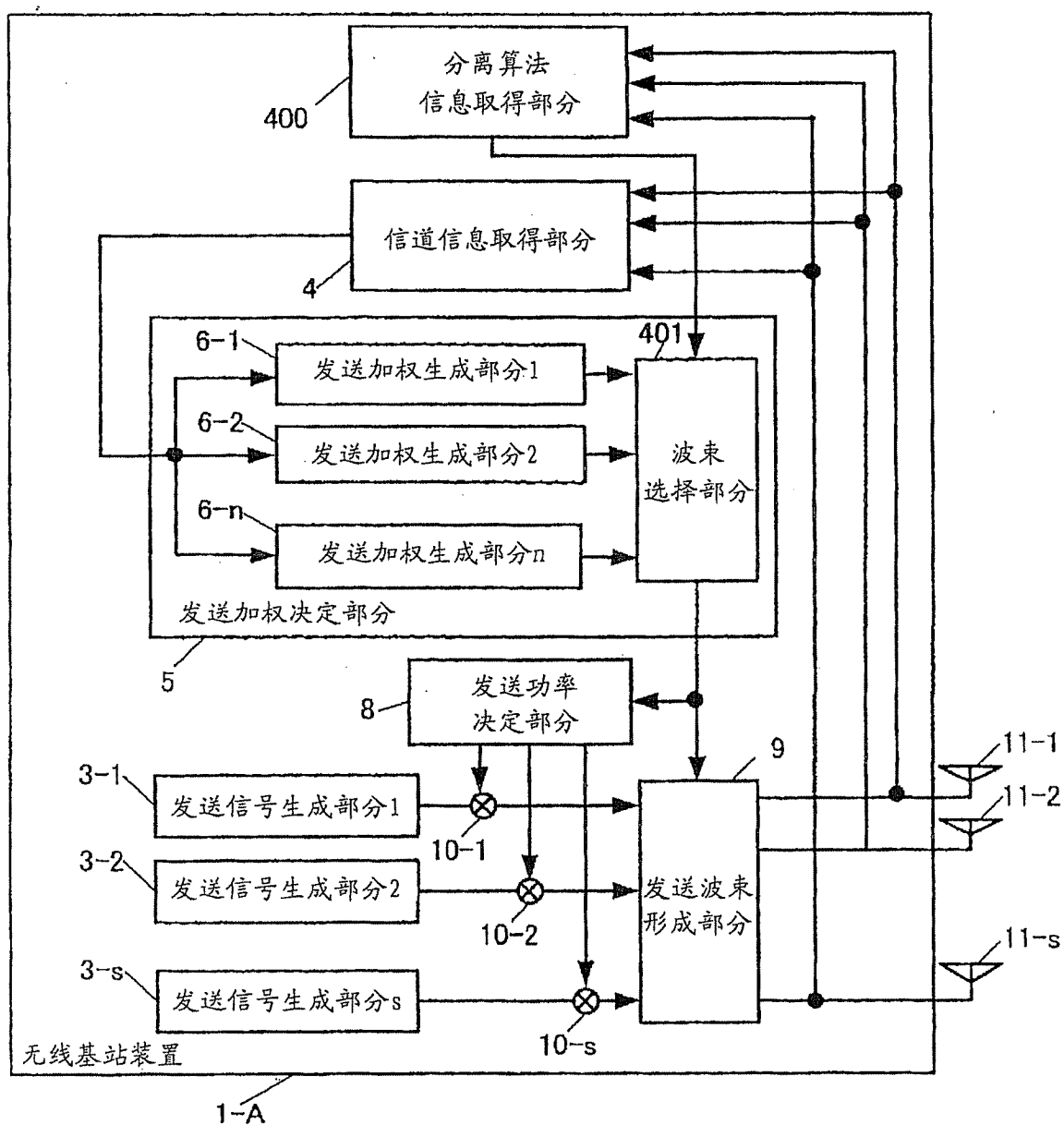


图 12

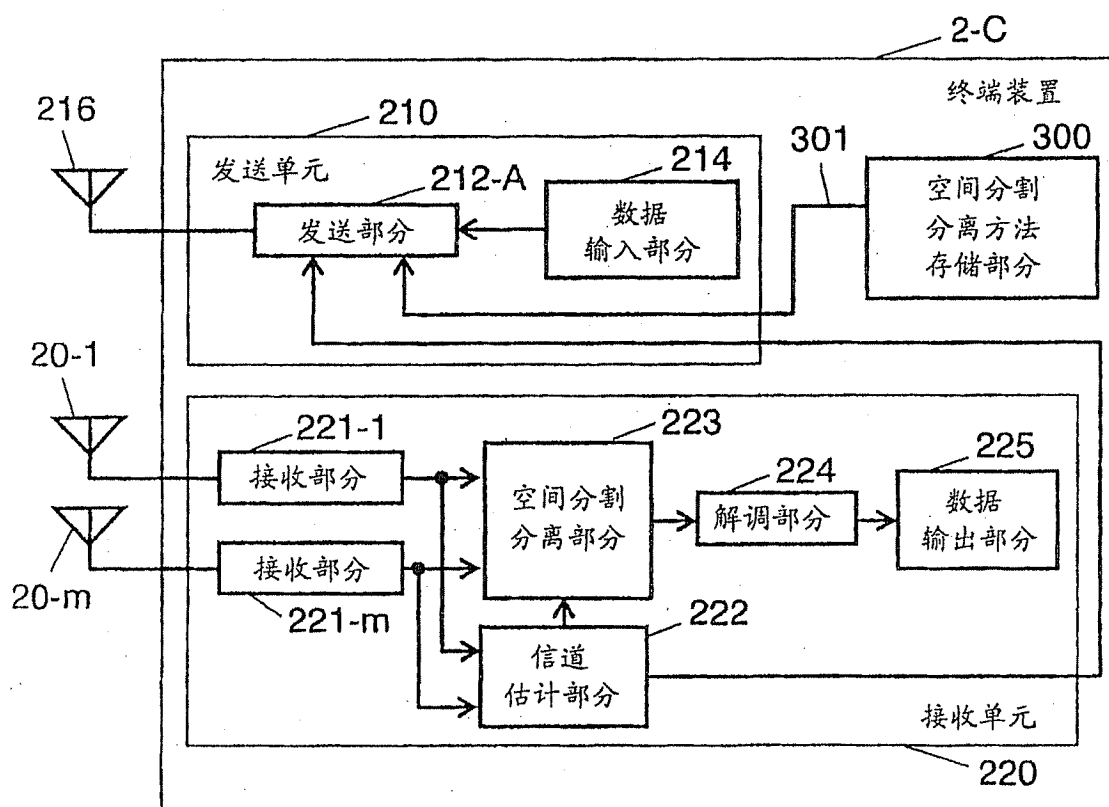


图 13

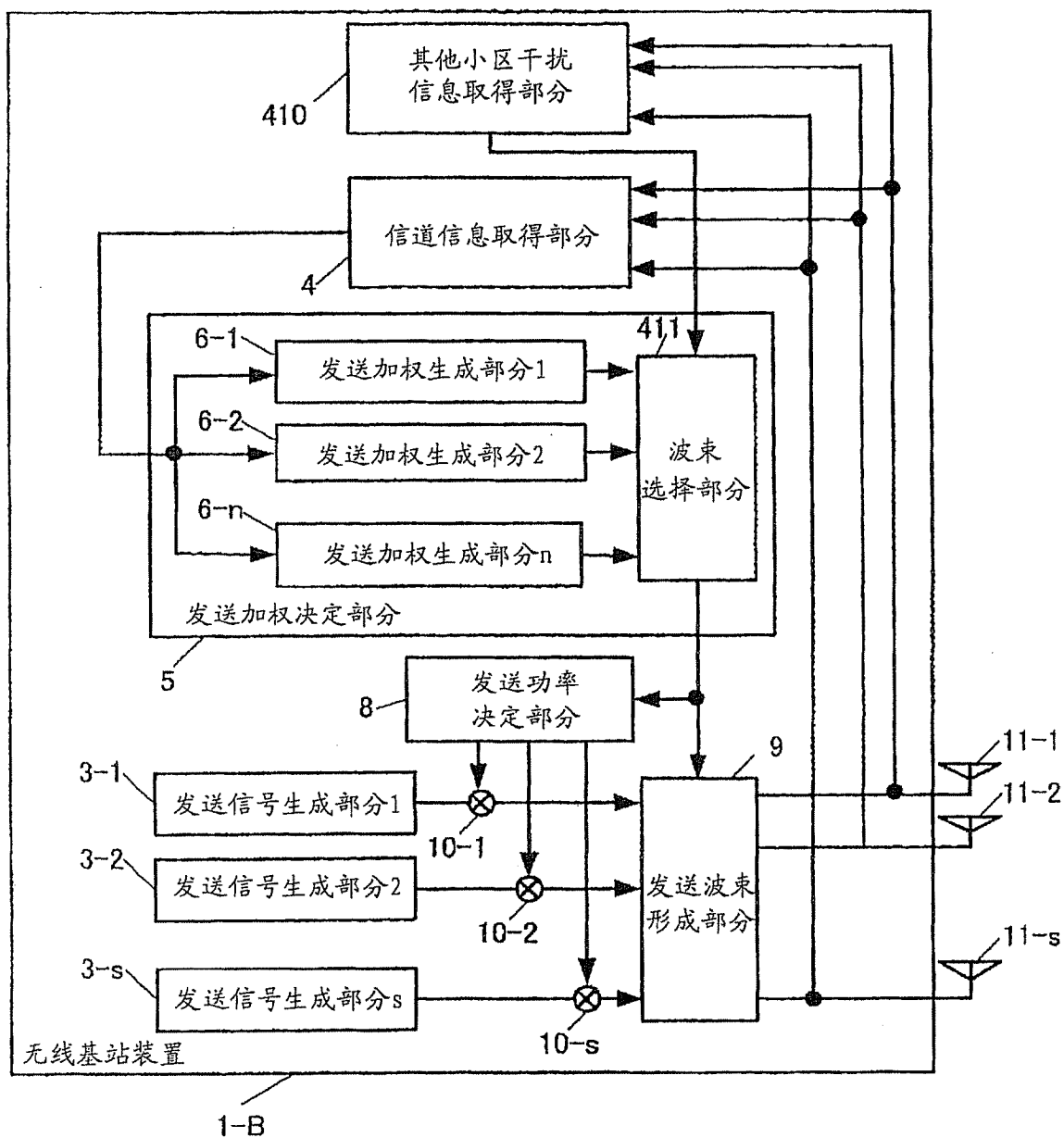


图 14

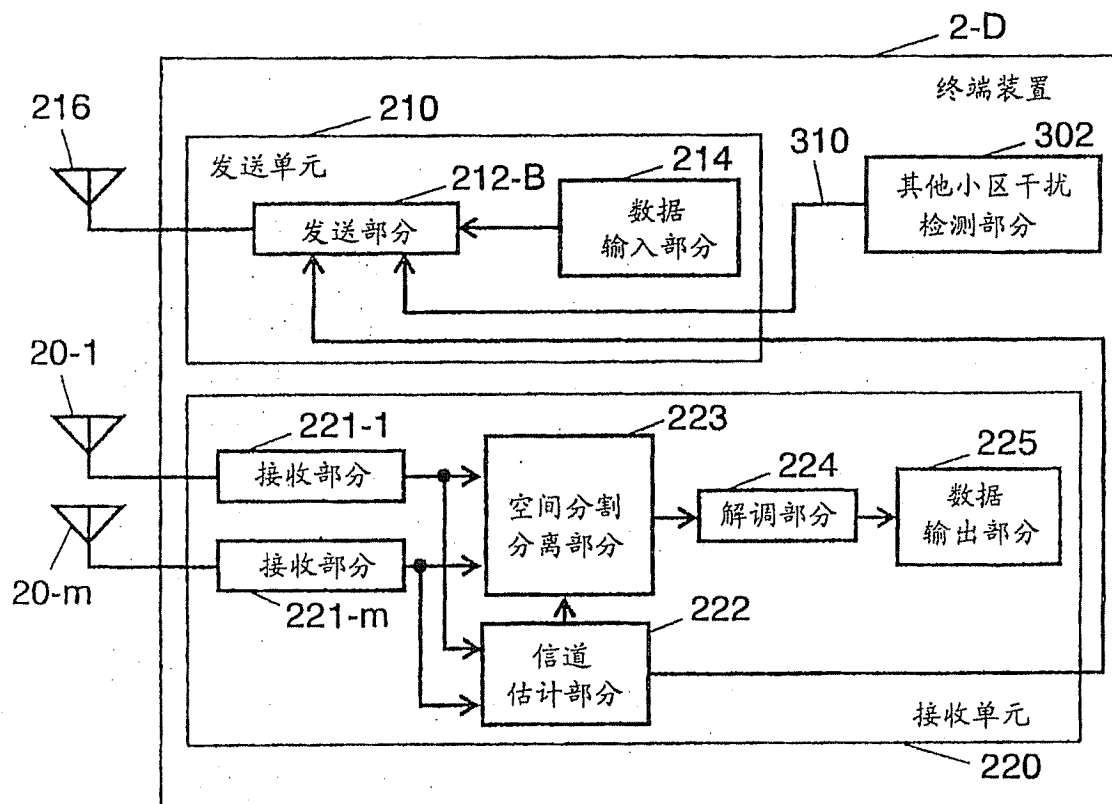


图 15

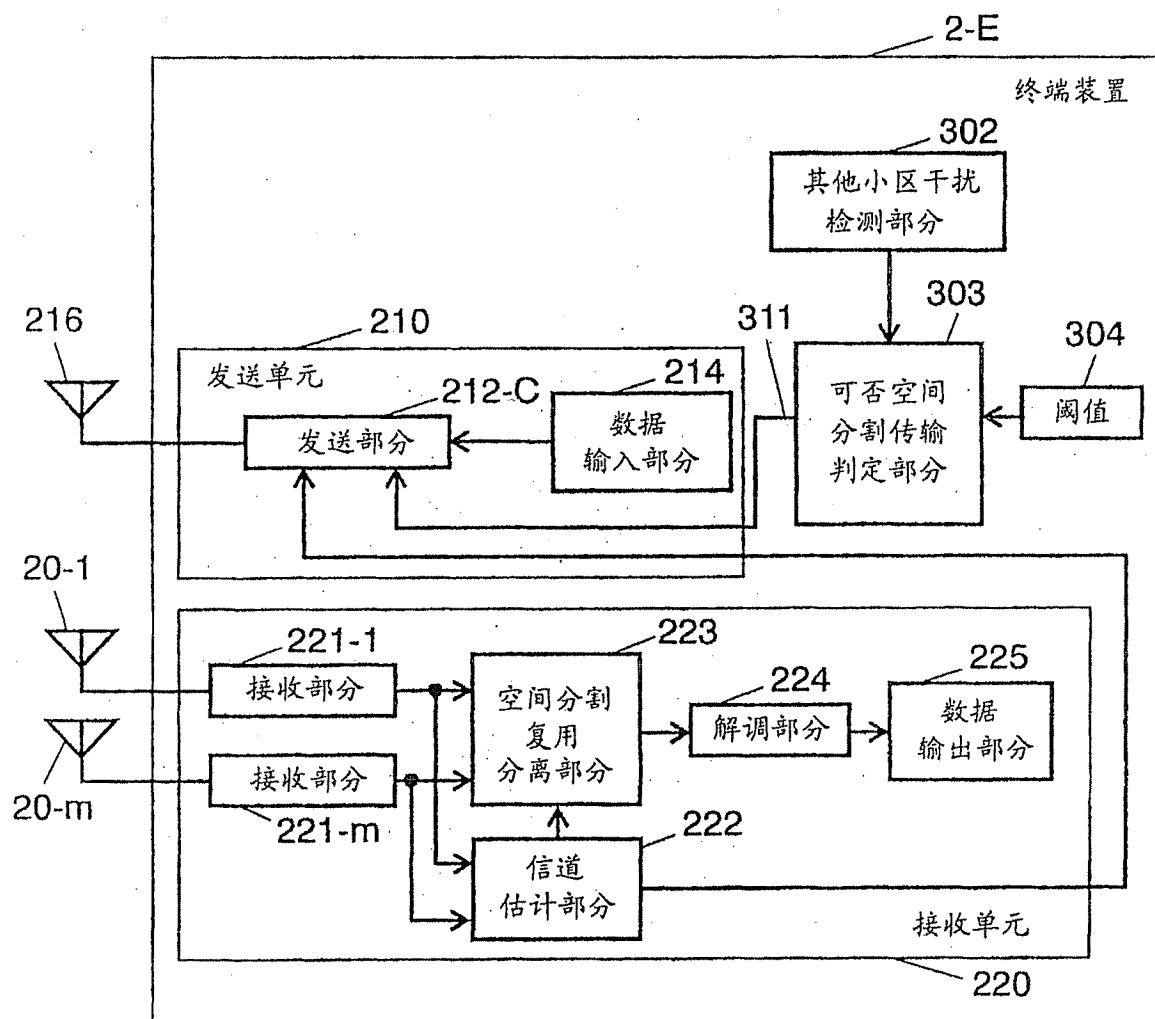


图 16