

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04B 7/06 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02145897.9

[45] 授权公告日 2009 年 5 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 100488077C

[22] 申请日 2002.7.18 [21] 申请号 02145897.9

[30] 优先权

[32] 2001.12.28 [33] JP [31] 399800/2001

[73] 专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京

共同专利权人 日立电线株式会社

[72] 发明人 玉木刚 酒井克巳 矢野隆

[56] 参考文献

US5233626A 1993.8.3

WO9004294A 1990.4.19

审查员 何旭文

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 蒋世迅

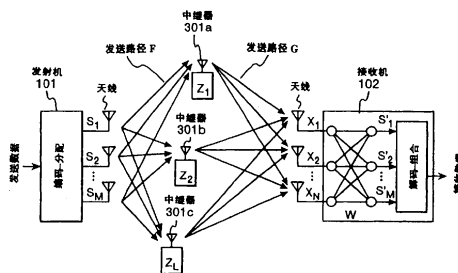
权利要求书 4 页 说明书 24 页 附图 20 页

[54] 发明名称

多点无线传输中继系统和无线装置

[57] 摘要

一个即使在一个 MIMO 通信系统中在发射机和接收机能互相直接看到的可见发送环境中也具有极好的通信路径容量特性的通信系统，和用于该通信系统的无线通信装置，包括：一个具有发射机的无线装置，用于将包含编码数据和训练信号的发送数据分配到多个天线中，并将该数据在一个预定的定时处以无线电信号的形式从所述的多个天线中进行发送；多个具有中继器的无线装置，其中每个装置用于接收所述的无线电信号，并将所述的无线电信号存储在缓冲器中，以便按照预定的定时中继该无线电信号，并发送被中继的无线电信号；以及一个具有接收机的无线装置。



1. 一种无线传输中继系统，其特征在于，包括：

一个具有发射机的第一无线装置，用于将包含编码数据和训练信号的待发送数据分配给多个天线，并将该待发送数据作为无线电信号以预定的定时从所述的多个天线发送出去；

多个具有中继器的第二无线装置，每个所述第二无线装置用于接收所述无线电信号，存储所述无线电信号于一个缓冲器中以便按照预定的时间延迟所述的无线电信号，并将已被延迟的无线电信号发送出去；和

一个具有接收机的第三无线装置，用于通过多个天线接收来自所述多个第二无线装置或来自所述第一无线装置和至少一个所述第二无线装置的无线电信号，并使用复用在所接收的无线电信号上的所述训练信号以多重输入多重输出的通信方式来解调所述的编码数据。

2. 一种无线传输中继系统，其特征在于，包括：

一个具有发射机的第一无线装置，它包括：用于将编码数据分配给多个天线的装置；用于在所述的编码数据上复用训练信号的装置，所述的训练信号用于在接收侧复原被分配了的数据；和用于控制发送定时的装置，所述的发射机用于从所述的多个天线发送无线电信号；

一个具有中继器的第二无线装置，它包括：用于接收从所述的第一无线装置发送的信号并将该信号存储到缓冲器中的装置；和用于延迟已存储的信号一个预定时间并且控制发送该信号的定时的装置；及

一个具有接收机的第三无线装置，它包括：用于控制接收定时以便由多个天线接收从所述第一无线装置和所述的第二无线装置发送的无线电信号的装置；通过使用在接收的无线电信号上复用的所述训练信号来复原从所述第一无线装置的发射机分配给所述多个天线的数据的装置；和用于并-串转换分配给所述多个天线的的数据以便将已分配的数据组合到编码数据中从而获得接收数据的装置。

3. 根据权利要求2所述的无线传输中继系统，其特征在于，所述第一无线装置的编码装置具有：将冗余加到所述编码数据以便校正数据中的错误的编码装置，所述第三无线装置的接收机具有：通过使用所述的冗余来执行对所

述编码数据的错误校正解码处理的装置。

4. 根据权利要求 2 所述的无线传输中继系统, 其特征在于, 所述的第一、第二、和第三无线装置分别是基站、中继站和移动台,

所述的移动台测量定期从所述基站发送的导频信号的接收功率, 当所述导频信号的接收功率等于或高于门限值时, 通知给基站由中继站启动中继的要求, 当所述导频信号的接收功率低于门限值时, 通知给基站由中继站停止中继的要求,

当接收到所述的中继启动要求时, 所述基站指示所述中继站启动中继的操作, 并且当接收到所述的中继停止要求时, 所述基站指示所述中继站停止中继的操作。

5. 根据权利要求 2 所述的无线传输中继系统, 其特征在于, 所述的第一、第二和第三无线装置分别是基站, 中继站和移动台,

所述的移动台测量定期从所述基站发送的导频信号的信-噪比, 当所述导频信号的信-噪比等于或高于门限值时, 通知给所述基站由中继站启动中继的要求, 当所述导频信号的信-噪比低于门限值时, 通知给所述基站由中继站停止中继的要求,

当接收到所述的中继启动要求时, 所述基站指示所述中继站启动中继的操作, 并且当接收到所述的中继停止要求时, 所述基站指示所述中继站停止中继的操作。

6. 根据权利要求 2 所述的无线传输中继系统, 其特征在于, 所述的第一、第二和第三无线装置分别是基站, 中继站和移动台,

所述的移动台测量定期从所述基站发送的导频信号的信-噪比, 通过使用所述的训练信号来推定传播路径, 并从所述的信-噪比和所述传播路径的估算结果来计算通信容量, 当所述通信容量等于或低于门限值时, 通知给所述基站由中继站启动中继的要求, 当所述通信容量高于门限值时, 通知给所述基站由中继站停止中继的要求,

当接收到所述的中继启动要求时, 所述基站指示所述中继站启动中继的操作, 并且当接收到所述的中继停止要求时, 所述基站指示所述中继站停止中继的操作。

7. 根据权利要求 2 所述的无线传输中继系统, 其特征在于, 所述的基

站使用控制信号来通知所述中继站和所述移动台：所述发射机的发送定时、所述中继器的接收定时和发送定时以及所述接收机的接收定时之中每一个相对于定期从所述基站发送的、作为参考的导频信号有一个偏移，从而确定在中继操作时的操作定时。

8. 根据权利要求1或2所述的无线传输中继系统，其特征在于，所述的第一或第二无线装置被固定地安装在一个位置上，和一个用于反射无线电信号的反射器替代所述的第二无线装置被设置在能使该反射器从所述固定安装的无线装置直接看见的范围内。

9. 一种在无线传输中继系统中使用的移动台，该无线传输中继系统在移动台与基站之间设置有多个中继站，以多重输入多重输出通信方式执行无线通信，其特征在于，所述移动台包括：

一个分离器，用于从接收信号中分离出控制信号和来自所述基站的发送数据；

一个接收机，用于复原被分离出的发送数据；

一个中继判断部分，用于根据从所述基站接收的信号接收状态来判断是否需要通过所述的多个中继站执行中继操作；

一个发射机，用于产生将要发送的数据并发送该数据；和

一个控制部分，使用所述控制信号来控制所述的接收机和发射机，并根据所述中继判断部分的判断结果来产生一个对所述基站的中继启动要求或中继停止要求的控制信号，将所述中继启动要求或中继停止要求的控制信号加到待发送的数据中。

10. 一种在无线传输中继系统中使用的基站，该无线传输中继系统在移动台与基站之间设置有多个中继站，以多重输入多重输出通信方式执行无线通信，其特征在于，所述基站包括：

一个分离器，用于从接收信号中分离出控制信号和来自所述基站的发送数据；

一个接收机，用于复原已被分离的发送数据；

一个中继判断部分，用于根据从所述接收信号中分离出来的控制信号来判断是否需要通过所述的多个中继站执行中继操作；

一个发射机，用产生将要发送的数据并发送该数据；和

一个控制部分，使用所述控制信号来控制所述的接收机和发射机，并根据所述中继判断部分的判断结果来产生一个对所述基站和中继站的中继操作指令的控制信号，将所述操作指令的控制信号加在所述要被发送的数据中。

11. 一种在无线传输中继系统中使用的中继站，所述的无线传输中继系统在移动台与基站之间设置有多个中继站，以多重输入多重输出通信方式执行无线通信，其特征在于，所述中继站包括：

一个分离器，用于从接收信号中分离出控制信号和来自所述移动台或所述基站的发送数据；

一个接收机，用于复原已被分离出的发送数据；

一个中继判断部分，根据从所述接收信号中分离出来的所述控制信号来判断是否需要通过所述的多个中继站执行中继操作；

一个发射机，用于产生将要发送的数据并发送该数据；和

一个控制部分，使用所述的控制信号来控制所述的接收机和发射机，并根据所述中继判断部分的判断结果来产生对所述移动台和所述中继站的中继操作指令的控制信号，将所述操作指令的控制信号加在所述的要发送的数据中。

12. 根据权利要求 11 所述的中继站，其特征在于，还包括：一个发送/接收部分，用于执行多重输入多重输出通信方式以外的无线通信。

13. 一种以多重输入多重输出的通信方式进行无线通信的多重输入多重输出的通信接收站，其特征在于，包括：

多个天线，用于接收无线电信号；

一个分离器，用于从接收信号中分离出控制信号和发送数据；和

一个多重输入多重输出通信接收部分，利用所述控制信号来复原所述分离出来的发送数据，

所述多个天线接收来自多重输入多重输出的通信发射站和中继站的信号，所述接收部分将来自所述多个站的接收信号相组合，之后将所述发送数据复原，其中，所述多重输入多重输出的通信发射站将包含所述发送数据和所述控制信号的发送信号分配给多个天线后进行发送，所述中继站中继来自所述多重输入多重输出的通信发射站的信号。

多点无线传输中继系统和无线装置

技术领域

本发明涉及一种无线传输中继系统以及应用于该系统的无线装置。更特别地，本发明涉及这样一种无线传输中继系统，其中在诸如移动通信系统的无线传输中继系统中的发射机与接收机之间设置了多个中继器，以及应用于该系统的无线装置。

背景技术

在通常的移动通信系统中，为增强通过发送天线从发射机发送的无线电信号在接收机中的接收灵敏度，现有的方法是采用两个接收天线并使用具有较高信/噪比（S/N）的天线的接收信号的选择性分集接收，以及根据该信/噪比从两个接收中天线添加信号的合成分集接收。在作为第三代移动通信标准之一的3GPP（第三代伙伴关系项目）中，已知一种改进接收机的接收灵敏度的发送分集技术，它根据从两个发送天线可以发送相同信号的观点，使到达接收机的无线电信号的路径（传播路径）能够免受障碍物的影响。

一个不同于3GPP的检验通信系统的标准化组织（3GPP2）已经提出了一种通信系统（MIMO：多重输入多重输出），诸如，如图1中所示，发射机101传输发送数据以便分配到M个天线，经过发送路径H到达的无线电信号经过N个天线由接收机102接收，通过信号处理从N个接收信号中获得M个发送信号，从而获得所接收的数据。

下面将叙述多重输入多重输出系统的原理，当由发射机101分配的M个发送信号向量设置成 $s = (s_1, s_2, \dots, s_M)$ 时，从发射天线“i”发送的信号与 h_{ji} 相乘，结果信号由接收天线“j”接收，通过接收天线“j”的接收信号 x_j 由下列表达式（1）表示。

$$x_j = \{\sum(h_{ji} \times s_i)\} + v_j \{i=1 \text{ to } M\} \dots \dots (1)$$

其中 v_j 表示接收机102中接收天线“j”处产生的噪声。当使用将 h_{ji} 作为元素的N行M列的矩阵H，接收信号向量 $x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ ，以及在接收机102中产生的噪声向量 $v = (v_1, v_2, \dots, v_N)$ 时，表达式（1）能被表示成下列表达式（2）。

$$\mathbf{x}=\mathbf{H}\mathbf{s}+\mathbf{v}.....(2)$$

当已知表达式(2)中的传播路径矩阵 $\mathbf{H}$ 和噪声向量 $\mathbf{v}$ 时, 发送信号“ $\mathbf{s}$ ”能从接收信号“ $\mathbf{x}$ ”中获取。但是, 在发射机 101 与接收机 102 之间的传播状态会随时间和通信的地点而改变, 以致于传播路径矩阵 $\mathbf{H}$ 不能被绝对地确定。因此, 需要将训练信号复用到发送信号上, 训练信号由接收机 102 接收, 并计算用于从接收信号中获得发送信号的动作矩阵 $\mathbf{W}$ 。通过获得该动作矩阵 $\mathbf{M}$, 就能通过训练而获得传播路径矩阵 $\mathbf{H}$ 的状态和噪声向量“ $\mathbf{v}$ ”。通过使用在训练周期之后所接收的接收信号“ $\mathbf{x}$ ”和动作矩阵 $\mathbf{W}$, 发送信号的估计值 $\mathbf{s}'$ 可以由下列等式(3)来表示。

$$\mathbf{s}'=\mathbf{W}^T\mathbf{x}.....(3)$$

根据多重输入多重输出系统, 与从单一天线中发送传输数据的系统相比, 可以理论上发送的数据量的倍数等于发送天线数量 (M 倍)。因此, 多重输入多重输出系统被认为是一个对于每个无线电频带具有大通信容量的系统 (高频率使用效率)。

如图 2A 所示, 在城市中存在许多建筑物的情况下, 来自发射机 101 的无线电信号被许多建筑物反射, 并经过各种路径到达接收机 102。这种传播路径将被称为一个多径发送环境。如图 2B 所示, 其中位于发射机 101 和接收机 102 之间没有令信号被反射的障碍和建筑物的发送路径, 被称为是一个可见发送环境。图 2C 为表示多重输入多重输出系统中关于多径发送环境和可见发送环境的通信路径容量和发送/接收天线数量的特征图。从图 2C 中可理解, 通信路径的容量随着多径发送环境中发送/接收天线的数量增加而成比例的增加, 然而, 可见发送环境中通信路径的容量比多径发送环境中的容量小, 即使当发送/接收天线的数量增加时, 通信路径的容量也不再增加。在图 2A 到 2C 中显示的实例中, 当发射机 101 的发射天线数量是 3, 接收机 102 的接收天线数量为 3 时, 接收信号 $\mathbf{x}_1$, $\mathbf{x}_2$, 和 $\mathbf{x}_3$ 可以分别表示成下列表达式 (4), (5) 和 (6)。

$$\mathbf{x}_1=\mathbf{h}_{11}\mathbf{s}_1+\mathbf{h}_{12}\mathbf{s}_2+\mathbf{h}_{13}\mathbf{s}_3+\mathbf{v}_1.....(4)$$

$$\mathbf{x}_2=\mathbf{h}_{21}\mathbf{s}_1+\mathbf{h}_{22}\mathbf{s}_2+\mathbf{h}_{23}\mathbf{s}_3+\mathbf{v}_2.....(5)$$

$$\mathbf{x}_3=\mathbf{h}_{31}\mathbf{s}_1+\mathbf{h}_{32}\mathbf{s}_2+\mathbf{h}_{33}\mathbf{s}_3+\mathbf{v}_3.....(6)$$

在多径发送环境中, 由于从发射天线 201a 到接收天线 202a 和从发射天线 201b 到接收天线 202a 的路径彼此不同, 传播路径矩阵中的元素 $\mathbf{h}_{11}$ 和 $\mathbf{h}_{12}$ 就

具有不同的值。另一方面，在可见发送环境中，与发射天线 201a 和 201b 之间的距离相比，发射天线 201a 和接收天线 202a 之间的距离以及发射天线 201b 与接收天线 202a 之间的距离要充分的长。因此，发射天线 201a 和 201b 看上去几乎在距离接收天线 202a 的同一位置，因此传播路径矩阵元素 h_{11} 和 h_{12} 就具有相似的值。与上面类似的原因， h_{11} 和 h_{13} ， h_{11} 和 h_{21} 具有类似的值，因此就难以从表达式 (4)，(5) 和 (6) 中分离出发送信号 s_1 ， s_2 和 s_3 。

如前所述，可以认识到在多径发送环境中多重输入多重输出系统的通信路径的容量特性，要比可见发送环境中的容量特性更好。另一方面，在可见 (insight) 发送环境中，要求提供具有更大通信路径容量的多重输入多重输出系统。

发明概述

本发明是在这样的一个背景下实现，本发明的目的在于提供一种即使在根据多重输入多重输出通信系统的可见发送环境中，也能够保证通信路径容量的无线传输中继系统，以及使用在该系统中的无线装置。

为实现上述目的，本发明提供一个多重输入多重输出通信系统，也就是，一个无线传输中继系统，它包括一个具有发射机的无线装置，用于将待发送数据分配到多个天线中，并将该待发送数据作为无线电信号从多个天线中发送，和具有接收机的无线装置，它用于接收由多个天线发送的无线电信号，并再生该发送数据，其中多个中继站设置在包含发射机的无线装置与包含接收机的无线装置之间，并且其中的一个无线装置具有中继判断装置，用于判断该中继站是否被使用，以及根据该判断驱动中继站发送控制信号的装置。

在本发明的优选实施例中，无线装置是诸如移动通信中便携式终端的移动台和基站。

当其中一个无线装置测量接收功率或从其它无线装置定期发送的导频信号的信/噪比，并且该接收功率或导频信号的信/噪比高于一个门限值时，中继判断装置通知其它无线装置指示通过中继站启动中继的要求的控制信号。当该接收功率或导频信号的信/噪比等于或低于门限值时，该中继判断装置通知其它无线装置指示通过中继站停止中继的要求的控制信号。

可替换地，也可以是这样的中继判断装置，当其中一个无线装置测量从其它无线装置定期发送的导频信号的信/噪比时，估算来自训练信号的传播路径，该

训练信号是从其中一个无线装置发送，并从该信噪比和传播路径的估算中计算通信容量。当通信容量大于门限时，指示通过中继站启动中继的要求的控制信号就被通知给其它无线装置。当通信容量等于或小于门限时，指示通过中继站停止中继的要求的控制信号就被通知给其它无线装置。

对要被发送的数据和无线电信号的调制，从接收的无线电信号中将该要被发送数据的解调，以及再生过程与通常多重输入多重输出通信系统中的无线装置执行的那些基本相同。特殊地，发送部分具有用于串-并转换编码的发送数据以及分配数据到多个天线的装置，用于复用训练信号到发送数据上，以便分配的发送数据可以由接收机恢复的装置，用于控制发送定时的装置，和将发送数据作为无线电信号从多个天线中发送的发射机。接收部分具有控制接收多个天线的无线电信号的接收定时的装置，用于根据在所接收的无线电信号中经过复用的训练信号，恢复从发射机分配到多个天线中的发送信号的装置，用于并-串转换分配到多个天线中的发送信号，从而组合发送信号作为编码数据的装置，和用于执行对编码数据的错误校正过程，从而获得接收数据的装置。

在根据本发明的多点无线传输中继系统中，通过设置在发送无线装置的发射机与接收无线装置的接收机之间的中继器，独立地建立了从发射机到中继器的传播路径，和从中继器到接收机的传播路径。因此，通过在多点处设置中继器，就能产生类似于多径发送环境的传播路径特征。因此，在发射和接收机之间与周围不存在障碍物或建筑的可见发送环境中，发射机和接收机能互相直接地看见，通过导入中继器并维持通信路径容量的最佳特征来人为地建立多径发送环境，当发送/接收天线的数量增加时，就能实现类似于多径发送环境的特性。

根据本发明的一个方面，这里提供一种无线传输中继系统，其特征在于，包括：一个具有发射机的第一无线装置，用于将包含编码数据和训练信号的待发送数据分配给多个天线，并将该待发送数据作为无线电信号以预定的定时从所述的多个天线发送出去；多个具有中继器的第二无线装置，每个所述第二无线装置用于接收所述无线电信号，存储所述无线电信号于一个缓冲器中以便按照预定的时间延迟所述的无线电信号，并将已被延迟的无线电信号发送出去；和一个具有接收机的第三无线装置，用于通过多个天线接收来自所述多个第二无线装置或来自所述第一无线装置和至少一个所述第二无线装置的无线电信号，并使用复用在所接收的无线电信号上的所述训练信号以多重输入多重输出

的通信方式来解决所述的编码数据。

根据本发明的另一方面，这里提供一种无线传输中继系统，其特征在于，包括：一个具有发射机的第一无线装置，它包括：用于将编码数据分配给多个天线的装置；用于在所述的编码数据上复用训练信号的装置，所述的训练信号用于在接收侧复原被分配了的数据；和用于控制发送定时的装置，所述的发射机用于从所述的多个天线发送无线电信号；一个具有中继器的第二无线装置，它包括：用于接收从所述的第一无线装置发送的信号并将该信号存储到缓冲器中的装置；和用于延迟已存储的信号一个预定时间并且控制发送该信号的定时的装置；及一个具有接收机的第三无线装置，它包括：用于控制接收定时以便由多个天线接收从所述第一无线装置和所述的第二无线装置发送的无线电信号的装置；通过使用在接收的无线电信号上复用的所述训练信号来复原从所述第一无线装置的发射机分配给所述多个天线的数据的装置；和用于并-串转换分配给所述多个天线的的数据以便将已分配的数据组合到编码数据中从而获得接收数据的装置。

根据本发明的再一方面，这里提供一种在无线传输中继系统中使用的移动台，该无线传输中继系统在移动台与基站之间设置有多个中继站，以多重输入多重输出通信方式执行无线通信，其特征在于，所述移动台包括：一个分离器，用于从接收信号中分离出控制信号和来自所述基站的发送数据；一个接收机，用于复原被分离出的发送数据；一个中继判断部分，用于根据从所述基站接收的信号接收状态来判断是否需要通过所述的多个中继站执行中继操作；一个发射机，用于产生将要发送的数据并发送该数据；和一个控制部分，使用所述控制信号来控制所述的接收机和发射机，并根据所述中继判断部分的判断结果来产生一个对所述基站的中继启动要求或中继停止要求的控制信号，将所述中继启动要求或中继停止要求的控制信号加到待发送的数据中。

根据本发明的又一方面，这里提供一种在无线传输中继系统中使用的基站，该无线传输中继系统在移动台与基站之间设置有多个中继站，以多重输入多重输出通信方式执行无线通信，其特征在于，所述基站包括：一个分离器，用于从接收信号中分离出控制信号和来自所述基站的发送数据；一个接收机，用于复原已被分离的发送数据；一个中继判断部分，用于根据从所述接收信号中分离出来的控制信号来判断是否需要通过所述的多个中继站执行中继操作；一个

发射机，用产生将要发送的数据并发送该数据；和一个控制部分，使用所述控制信号来控制所述的接收机和发射机，并根据所述中继判断部分的判断结果来产生一个对所述基站和中继站的中继操作指令的控制信号，将所述操作指令的控制信号加在所述要被发送的数据中。

根据本发明的又一方面，这里提供一种在无线传输中继系统中使用的中继站，所述的无线传输中继系统在移动台与基站之间设置有多个中继站，以多重输入多重输出通信方式执行无线通信，其特征在于，所述中继站包括：一个分离器，用于从接收信号中分离出控制信号和来自所述移动台或所述基站的发送数据；一个接收机，用于复原已被分离出的发送数据；一个中继判断部分，根据从所述接收信号中分离出来的所述控制信号来判断是否需要通过所述的多个中继站执行中继操作；一个发射机，用于产生将要发送的数据并发送该数据；和一个控制部分，使用所述的控制信号来控制所述的接收机和发射机，并根据所述中继判断部分的判断结果来产生对所述移动台和所述中继站的中继操作指令的控制信号，将所述操作指令的控制信号加在所述的要发送的数据中。

根据本发明的又一方面，这里提供一种以多重输入多重输出的通信方式进行无线通信的多重输入多重输出的通信接收站，其特征在于，包括：多个天线，用于接收无线电信号；一个分离器，用于从接收信号中分离出控制信号和发送数据；和一个多重输入多重输出通信接收部分，利用所述控制信号来复原所述分离出来的发送数据，所述多个天线接收来自多重输入多重输出的通信发射站和中继站的信号，所述接收部分将来自所述多个站的接收信号相组合，之后将所述发送数据复原，其中，所述多重输入多重输出的通信发射站将包含所述发送数据和所述控制信号的发送信号分配给多个天线后进行发送，所述中继站中继来自所述多重输入多重输出的通信发射站的信号。

本发明的这些和其它目的，特征以及优点将参照附图并根据下面叙述的优选实施例的内容变得更加清楚。

附图说明：

图 1 所示为用于说明多重输入多重输出系统原理的无线传输中继系统配置图。

图 2A 到 2C 所示为说明移动通信多径发送环境与多重输入多重输出系统通信容量特性之间关系的图形。

图 3 是根据本发明表示无线传输中继系统的一个实施例的配置图。

图4是根据发明使用无线发送器系统的移动通信系统的一个实施例配置图。

图5是图4中移动台与基站之间在无线发送开始时执行操作的流程图。

图6A和6B是当本发明的多点中继发送终止时执行操作的流程图。

图7A到7C是本发明一个无线传输中继系统的实施例中，每个表示控制系统信号的信息模式的图形。

图8是用于说明本发明无线传输中继系统的实施例中，中继站进行中继操作的流程图。

图9A和9B是本发明无线传输中继系统的实施例中，在多点中继发送时发送和接收的定时图表。

图10是使用在本发明的无线传输中继系统中的一个移动实例的配置方框图。

图11A和11B是用于说明图10的移动台中发送/接收定时的计算部分的图。

图12是本发明一个移动台实例中的多重输入多重输出解调器和并-串转换器的方框图。

图13是本发明一个移动台实例中的串-并转换器和多重输入多重输出解调器的方框图。

图14是本发明一个移动台实例中的中继判断部分的方框图。

图15是本发明一个中继站实例的配置方框图。

图16是说明图15的中继站中中继器输入/输出定时的定时图表。

图17是本发明一个基站实例的配置方框图。

图18是图17的基站中发送/接收定时的计算部分的定时图表。

图19是表示本发明效果的特性比较图。

图20是表示本发明另一个无线传输中继系统实施例的方框图。

具体实施方式

本发明的实施例将参照附图进行叙述。

图3为本发明的一个无线发送器系统实施例的方框图。该无线传输中继系统由以下部分构成：一个具有发射机101的第一无线装置，用于执行将冗余增加到发送数据中的编码处理过程，以便校正无线通信路径的错误，并发送已编码数据以便作为对应于多个(M个)天线的信号 s_1 , s_2 ..., 和 s_M 来分配；具有的多个中继器的第二无线装置301a, 301b 和 301c, 用于中继从多个天线中发

送的无线电信号；和具有一个接收机 102 的第三无线装置，用于接收由多个 (N 个) 天线中继的无线电信号，并获取所接收的数据。

信号 $s_1, s_2, \dots$ 和 s_M 作为 $z_1, z_2, \dots$ 和 z_L 分别存储在中继器 301a, 301b 和 301c 的缓冲器中。当指示在发射机 101 和接收机 301a, 301b 和 301c 之间发送路径的特性的矩阵，被设置为传播路径 F 时，存储在中继器 301a, 301b 和 301c 中的信号 $z_1, z_2, \dots$ 和 z_L 可表示成下列表达式 (7)，它可从表达式 (2) 中获得。

$$z = Fs + v' \dots \dots (7)$$

其中 v' 表示在中继器 301a, 301b 和 301c 中产生的噪声。存储在中继器 301a, 301b 和 301c 中的信号 $z_1, z_2, \dots$ 和 z_L 通过缓冲器按预定的时间被延迟，并被发送到接收机 102。当表示中继器 301a, 301b 和 301c 与接收机 102 之间传播路径特性的矩阵是传播路径 G 时，由接收机 102 接收的信号 $x_1, x_2, \dots$ 和 x_N 可以由从表达式 (2) 和 (7) 中获得的下述表达式 (8) 来表示。

$$x = Gz + v'' = GFs + Gv' + v'' \dots \dots (8)$$

其中 v'' 表示接收机 102 中产生的噪声。为了从表达式 (8) 中代数获得由发射机 101 发送的信号 $s_1, s_2, \dots$ 和 s_M ，将在发送数据上复用已知的训练信号，并发送该结果，从而使从接收信号 $x_1, x_2, \dots$ 和 x_N 中获得发送信号 $s_1, s_2, \dots$ 和 s_M 的矩阵 W 能够通过使用将在下文中叙述的 MMSE (最小均方误差) 的 SMI (采样矩阵倒置) 方法导出。在获得矩阵 W 之后，通过恢复由发射机 101 分配到 M 个天线中的信号而获得的信号 $s'_1, s'_2, \dots$ 和 s'_M ，可以由下述表达式 (9) 来计算。

$$s' = W^T x \quad (9)$$

由表达式 (9) 获得的 M 个发送天线的信号 $s'_1, s'_2, \dots$ 和 s'_M 被组合，组合的数据受到错误校正解码处理，从而能够再生接收数据和发送数据。

图 4 为根据本发明的使用无线传输中继系统的一个移动通信系统实例的配置图。从移动台 408 的发射机 101b 发送的数据经过中继站 407a, 407b 和 407c 的中继器 301a, 301b 和 301c 由基站 406 的接收机 102a 来接收，并被发送到控制站 405 以控制基站 406。通过使用移动台 408，发送到控制站 405 的数据经过一个蜂窝网络 404 被发送到另一个移动台，并用于语音通信，或者该数据经过网关设备 403 连接到因特网 402 以连结蜂窝网络 404 和因特网 402，并发送到因特网上的服务器 401，而且可以被用于请求由服务器 401 提供的业务。从服务器

401 发送到移动台 408 的数据经过因特网 402, 网关设置 403, 蜂窝网络 404 和控制站 405 被发送到基站 406, 更进一步, 从基站 406 的发射机 101a 发送的数据经过中继站 407a, 407b, 和 407c 的中继器 301a, 301b, 和 301c, 由移动台 408 的接收机 102b 来接收。被用于中继站的装置可以是一个具有语音功能和中继功能的电信交换公司的固定装置或用户终端。

图 5 为图 4 中移动台与基站之间的无线发送起始处的操作流程图。在移动台 408 与基站 406 之间不使用中继站 407a 和 407b 而进行通信处的状态将被称作中继器不起作用的状态。在中继器不起作用的状态中, 移动台 408 判断中继操作是否被执行。

根据测定的第一种方法, 导频信号定期地从基站 406 被发送, 并测量由移动台 408 接收的导频信号的信/噪比。当该信/噪比超出门限时, 则来自基站的导频信号是充分大的。因此, 确定该发送路径是可见发送路径, 同时确定中继开始。

根据测定的第二种方法, 使用接收的功率来取代信/噪比来进行测量。

根据测定的第三种方法, 来自基站 406 的导频信号和训练信号在预定的定时被定期发送。通信路径的容量根据训练信号通过估算传播路径来计算, 同时通信路径的容量与门限进行比较。当通过中继的信号判定通信路径容量的特征变成更好的时候, 则确定中继开始。

在确定中继开始的情况下, 指示中继启动要求的控制信号从移动台 408 被发送到基站 406。一旦接收到指示中继启动要求的控制信号, 基站 406 确定由基站管理的中继器的数量 N 是否满足由中继启动要求所需的中继器的最小数量 (门限为 M)。如果满意, 用于通知中继启动的中继操作方向的控制信号被发送到中继站和移动台。如果中继站的数量 N 不满足门限 M , 基站 406 不发送中继操作方向的控制信号, 并抛弃来自移动 408 的中继启动要求。已经接收到中继操作方向的移动台 408 和中继站 407a 和 407b 在由中继操作方向规定的定时处发送/接收数据。

当数据从移动台 408 或基站 406 接收时, 中继站 407a, 407b, 和 407c 将数据存储在缓冲器中, 以便以预定的时间延迟并发送中继数据。首先, 通过测量定期从基站 406 发送的导频信号的接收功率的方法, 来确定存储在缓冲器中的数据是否被发送, 如果接收的功率低于门限, 则它远离基站 406。因此, 确定中继

操作产生较小影响,以致数据未被发送。当从发送站(移动台 408 或基站 406)接收的信号接收功率低于门限时,则距离发送站的距离较长。因此,确定中继操作产生较小影响,同时数据不被发送。图 5 显示了一个由中继站 407 判定从基站 406 发送的信号 Data_D(1)是否被发送的实例,由于判定的结果,数据不被发送到移动台 408。

图 6A 和 6B 根据本发明无线传输中继系统的一个实施例,在基站启动情况下和基站启动停止多点中继发送的情况下进行操作的流程图。

(a) 基站启动的情况

当中继站 407a 为具有中继功能的用户终端时,随着中继站 407a 移动可产生将一个基站切换到一个附近基站的越区切换。在执行越区切换时,控制信号在中继站 407a 与基站 406 之间发送,以便基站 406 能够掌握中继站数量的增加或减小。因此,当中继站的数量 N 不能满足实现中继操作所必需的中继站的数量(门限 L)时,指示停止中继的中继操作方向的控制信号从基站 406 被发送。已接收该控制信号的移动台 408 和中继站 407a 和 407b 将停止中继操作,并直接地在移动台 408 与基站 406 之间执行通信。

(b) 移动台启动的情况

在中继操作期间,当移动台 408 进行中继的判定并确定中继停止时,中继停止要求的控制信号被发送到基站 406。中继判定是以测量基站 406 的导频信号的信/噪比或接收功率的方式来实现。当信/噪比或接收功率等于或低于门限时,则认为基站 406 的发送环境已从可见发送环境发生改变,同时判定中继停止。另一个方法中,从训练信号中估算传播路径,并从基站 406 的导频信号中获得信/噪比,并根据对发送路径和信/噪比的估算结果来计算通信路径的容量。当通过路径的容量等于或小于门限时,则认为这里没有中继发送所产生的影响,并判定延时停止。当中继停止要求从移动台 408 被接收时,通过将指示中继停止的中继操作方向的控制信号分配给中继器 407a 和 407b 以及移动台 408,基站 406 停止中继操作。

图 7A 到 7C 表示根据本发明无线传输中继系统的实施例中控制信号的信息模式。图 7A 表示从移动台 408 到基站 406 的中继起始要求或中继停止要求的控制信号的格式。当一个字由 32 比特组成时,LEN 显示这些字的数量,MSG 表示控制信号的类型,同时 Opr 表示用于中继的路径方向,它可以是从移动台 408

到基站 406 的方向(上行链路),也可以是从基站 406 到移动台 408 的方向(下行链路),或者是双向的。当由基站 406 管理的中继站的数量大于 Num_M 时,使用 Num_M(门限 M)来确定中继的启动。当中继站的数量小于 Num_L(门限 L)时,使用 Num_L(门限 L)来确定中继的终止。

图 7B 表示从基站 406 到移动台 408 和中继站 407a,407b,和 407c 的中继操作方向的中继开始的模式,以及参数的更新。UID 表示每个移动台和中继站 407a,407b 和 407c 的 ID 编号。DST 和 DLEN 详细说明了图 9A 所示的从基站 406 到移动 408 的方向上(下行链路)基站 406 的发送定时。UST 和 ULEN 详细说明在图 9B 中所示的从移动台 408 到基站 406 的方向上(上行链路)移动台的发送定时。RXL 被用来确定由中继站 407a,407b 和 407c 中继的数据是否被发送。当中继数据的接收功率低于 RXL 时,数据不进行中继。TXL 被用于确定由中继站 407a,407b 和 407c 所中继的数据是否被发送。如果从基站定期发送的导频信号的接收功率低于 TXL 时,则该数据不被中继。GAIN_K 被用于详细说明发送功率高于通过中继站 407a,407b 和 407c 而要被中继的数据的接收功率多少倍。

图 7C 是该实施例从基站 406 到移动台 408 和中继站 407a,407b 和 407c 的中继操作方向中,表示中继停止的模式图。

图 8 是根据本发明无线传输中继系统的实施例中,说明中继站的中继操作的流程图。在中继器不起作用的状态下(步骤 S1),当从基站接收到指示中继操作方向的控制信号时(S2),如果该方向是启动中继,则系统进入中继器作用的状态。如果该方向是停止中继或更新参数,则系统继续保持中继器不起作用的状态(S3)。在系统进入中继器作用状态的情况下(S4),当中继数据被接收时(S5),该数据被存储到缓冲器中,并确定该数据是否被发送(S6)。确定该数据是否被发送的方法如下所述。当中继数据的接收功率大于由中继操作方向的控制信号所规定的门限 RXL 时,以及当从基站 406 定期发送的导频信号的接收功率高于由中继操作方向的控制信号所规定的门限 TXL 时,该数据被发送(S7)。在其它的情况下,由于当来自移动台 408 或基站 406 的无线发送环境太差或距离太长时,该中继数据被抛弃(S8),中继站本身确定该数据将不被中继。当数据的发送被确定时,该数据在由中继操作方向的控制信号所规定的定时处从缓冲器中读出,并进行发送。当中继操作方向的控制信号在中继状态下被接

收时(S9),该方向被确定(S10)。如果该方向是停止中继,系统进入中继器不起作用的状态。如果该方向是更新参数(S11),则诸如发送定时的中继操作参数被更新(S12),同时维持该中继状态。如果该方向是启动中继,则仅维持该中继状态。

图9A和9B是根据本发明无线传输中继系统的实施例中,表示发送和接收定时在多点发送时刻的状态图。在从基站406到移动台408的方向中(下行链路),通过使用定期从基站406发送的导频信号作为参考,在只偏移了DST的定时处发送信号从基站406被发送,其中DST是由中继操作方向的控制信号来规定的。在发送信号上,训练信号与用户应用的数据被复用,其中训练信号是依据多重输入多重输出系统获得由基站406分配到移动台408的多个天线中的信号所必不可少的信号。发送信号在DLEN期间发送,其中DLEN是由中继操作方向的控制信号来规定的。

当中继站407a和407b接收到来自基站406的发送信号时,中继站407a和407b以只由DLEN延时的定时将该信号发送到移动台408。在移动台408中,通过合成作为来自基站406的直接波接收的接收信号和经过中继站407a和407b接收的接收信号,接收数据依据多重输入多重输出系统被恢复。在从移动台408到基站406的方向中(上行链路),以从基站406定期发送的导频信号作为参考,在只偏移了UST的定时处,发送信号从移动台408被发送,其中UST是由中继操作方向的控制信号来规定的。在发送信号上,训练信号与用户应用的数据被复用,其中训练信号是依据多重输入多重输出系统获得由基站分配到移动台406的多个天线中的信号所必不可少的信号。

发送信号在ULEN期间连续发送,其中ULEN是由中继操作方向的控制信号来具体规定。中继站407a和407b接收来自移动台408的发送信号,并在只有ULEN被中继的定时处将发送信号发送到基站406。在基站406,通过合成来自移动台408作为直接波接收的接收信号与经过中继站407a和407b接收的接收信号,接收数据依据多重输入多重输出系统被恢复。

图10是根据本发明在无线传输中继系统中使用的一个移动台的配置图。移动台408由以下部分构成:在无线电区域中用于发送/接收无线电信号的多个天线1001a,1001b,和1001c;一个射频部分1002,它用于执行对来自天线1001a,1001b和1001c的接收信号的滤波处理,一个将模拟信号转化为数字信号

的模/数转换处理,一个数/模转换过程,用于将以数字信号形式发送到天线 1001a,1001b 和 1001c 的发送信号转化为模拟信号,一个滤波处理,和功率放大;一个具有恢复发送信号功能的调制解调器部分 1006,其中,发送信号由基站分配来自射频部分 1002 的接收信号的多个天线中,调制解调器部分执行错误校正处理以获得接收信号,并执行将冗余增加到对射频部分 1002 的发送信号中的编码处理,以便可以获得错误校正,将信号分配到多个天线 1001a,1001b 和 1001c,并通过基站 406 复用训练信号以恢复该信号;一个控制部分 1016,用于从调制解调器部分 1006 接收的信号中提取控制信号,执行关于呼叫连接或中继操作的协议处理,并在中继时刻控制发送/接收的定时;以及一个语音部分 1021,用于依据外部的输入/输出接口将由控制部分 1016 接收的信号输出到扬声器,将来自诸如麦克风的外部输入/输出装置的输入信号复用到控制部分的控制信号上,并将结果信号发送到调制解调器部分 1006。每个块将根据信号的流程进行具体叙述。

由天线 1001a,1001b 和 1001c 接收的射频信号通过射频部分 1002 中的循环器 1003a, 1003b 和 1003c 被分配到 RF 接收机 1004a,1004b 和 1004c。在 RF 接收机 1004a,1004b 和 1004c 中,对接收信号执行滤波处理,以便将频带转换到基带信号处理频带,模拟信号转换成数字信号(模/数转换),数字信号被发送到调制解调器部分 1006。在调制解调器部分 1006,信号分离器 1007 将接收信号分离成基站的导频信号和基站的数据信号。在为基站收发器定时的搜索器 1008 中,通过加算基站导频信号的相同相位,就可以检测发送导频信号的定时。在中继判断部分 1009 中,将判断中继操作是否被执行。正如判断中继操作的方法,测定中继操作的方法为:比较基站的导频信号信/噪比与门限或根据基站信号传播路径的推定结果与导频信号的信/噪比,来计算通信路径的容量,并比较该容量与门限。当中继启动或停止的触发器由中继判断部分 1009 产生时,它被通知给控制部分 1016 中协议处理部分 1019,并且中继启动要求或中继停止要求的控制信号从基部 408 被发送到基站 406。接收机 102 包括:一个多重输入多重输出解调器 1010,用于依照多重输入多重输出系统从基站的接收信号 $x_1, x_2, \dots, \text{和 } x_N$ 中计算基站的发送信号 $s_1', s_2', \dots, \text{和 } s_M'$; 一个并-串转换器 1011,用于并行/串行转换基站的发送信号,从而获得编码数据;和一个错误校正解码器 1012,通过执行编码数据上的错误校正来实现解码处理过程。解码接收数据由控制部

分 1016 中的分离器 1018 分成控制信号和数据。控制信号用于协议处理过程，协议处理过程是协议处理部分实现呼叫连接所必不可少的过程，并作为本发明所必不可少的控制信号。来自基站 406 中继操作方向的控制信号被作为中继操作方向参数 1020 被存储。根据基站收发器定时搜索器 1008 检测的导频信号定时和由中继操作方向参数具体规定的发送/接收定时，收发器定时的计算器部分 1017 生成定时信号（中继模式：MODE，直接波：DR_EN，中继站波：RP_EN）和对多重输入多重输出调制器 1013 所必需的定时信号（允许发送：TX_EN）。

在语音部分 1021，从分离器 1018 获得的数据被应用到编码块 1023，在那里，例如声音编码数据被转换成适合于外部输入和输出接口 1024 的信号，结果数据经过扬声器或类似装置从外部输入和输出 1024 输出。从麦克风或类似装置中接收的数据经过外部输入和输出 1024 受到编码块 1023 的声音编码处理。复用器 1022 复用来自协议处理部分 1019 的控制信号和来自编码块 1023 的数据作为发送数据，该复用的发送信号被传送到发射机 101。

在发射机 101，发送数据被转换成编码数据，编码数据中增加了冗余信号以便通过错误校正编码器 1015 进行错误校正。通过串-并转换器 1014 对编码数据进行串-并转换，以使发送数据被分布到多个发送天线。训练信号通过多重输入多重输出调制器 1013 被复用到发送数据中，结果数据被发送到射频部分 1002 中的 RF 发射机 1005a,1005b 和 1005c 中。RF 发射机 1005a,1005b 和 1005c 将数字信号转换成模拟信号（数/模转换），执行功率放大和滤波处理过程，并经过循环器 1003a,1003b 和 1003c 将发送数据作为无线电信号从天线 1001a,1001b 和 1001c 发送。

图 11A 和 11B 是移动台 408 中收发器定时的计算器部分 1017 的定时图表。图 11A 显示在中继器不起作用以及导频信号和基站信号从基站 406 被发送的情况下的操作。中继模式（MODE）为低电平的固定输出，表示中继器不作用的状态。来自基站 406 的直接波（DR_EN）在导频信号的区间中为低电平输出，而在基站信号的区间中为高电平输出。经过中继站来自中继站 407a,407b 和 407c 间接波的波（RP_EN）以固定的低电平输出。移动台 408 的发送定时（TX_EN）在导频信号区间为低电平输出，而在移动台的发送区间上为高电平输出。图 11B 显示在中继器作用状态下的操作。中继模式（MODE）为固定的指示中继高电平的输出。来自基站 406 的直接波（DR_EN）从依据导频信号作为参考的 DST

发生偏移的定时起, 输出为高电平, 其中 DST 是由中继操作方向参数 1020 来具体规定, 对于 DLEN 的区间也类似地由中继操作方向参数 1020 来具体规定。直接波 (DR_EN) 对于下一个 DLEN 区间为低电平输出。直接波交替变换为高电平和低电平, 直到下一个导频信号的区间的出现。

经过中继站作为来自每个中继站 407a, 407b 和 407c 的间接波的波 (RP_EN) 在 DR_EN 对 DLEN 区间为低电平的区间上输出为高电平, 而在其它期间输出为低电平。移动台 408 的发送定时 (TX_EN) 从以导频信号作为参考的偏移了 UST 的定时起, 对于 ULEN 区间输出为高电平, 其中 UST 由中继操作方向参数 1020 来规定, ULEN 区间也类似地由中继操作方向参数 1020 来规定。发送定时对于下一个 ULEN 区间为低电平, 并交替变换为高电平与电平, 直到下一个导频信号区间的出现。

图 12 为移动台中多重输入多重输出解调器 1010 和并-串转换器 1011 配置的方框图。尽管图 12 只显示了移动台中的配置, 基站中多重输入多重输出解调器和并-串转换器的配置与移动台中相同。操作的概要将在下面进行叙述。信号分离器 1007 分离的基站信号被发送到先前多重输入多重输出解调器 1010 的处理单元 1216a, 1216b 和 1216c。先前的处理单元 1216a, 1216b 和 1216c 的配置和操作都相同。在发生中继时, 选择器 1220 选择由分用器 1217, 缓冲器 1218 和加法器 1219 处理的基站信号。在其它期间选择器 1220 选择基站的信号。分用器 1217, 缓冲器 1218, 和加法器 1219 的详细操作将在下面叙述。分用器 1221 发送的信号被分用器 1221 分解成训练信号和数据。训练信号被发送到加权计算块 1212a, 1212b 和 1212c, 而数据被发送到乘-加计算部分 1211a, 1211b 和 1211c。通过加权计算块 1212a 和乘-加计算部分 1211a, 就能获得从第一发送天线发送的数据的估算值 $s'1$ 。在加权计算块 1212a 中, 计算消除从除第一发送天线以外的发送天线中发送的成分的加权 $W11, W21$ 和 $W31$ 。通过使用这些加权, 乘-加计算部分执行相乘-相加的计算, 从而获得从第一天线发送的数据的估算值 $s'1$ 。类似地, 从第二发射天线发送的数据的估算值 $s'2$ 是由加权计算块 1212b 和乘-加计算部分 1211b 来计算。从第三发射天线发送的数据的估算值 $s'3$ 是由加权计算块 1212c 和乘-加计算部分 1211c 来计算。

估算值 $s'1, s'2$ 和 $s'3$ 由解调器 1215a, 1215b 和 1215c 分别解调, 并由并-串转换器 1011 转换成串行数据, 该串行数据被发送到错误校正解码器 1012。下

面将叙述加权计算块 1212a,1212b 和 1212c 以及乘-加计算部分 1211a, 1211b 和 1211c 的内容。在加权计算块 1212a 和乘-加计算部分 1211a 中,将来自第一发射天线的信号被视为需要的波,除第一发射天线以外的发射天线中的信号视为干扰波。通过应用使用自适应阵列天线来消除干扰波的算法,就能估算来自第一发射天线的信号。来自其它发射天线的信号以类似的方式进行估算。例如,在 MMSE (最小均方误差) 中使用 SMI (抽样矩阵倒置) 方法的情况下,通过计算下列的加权计算块 1212a,1212b 和 1212c 就能获得加权。

$$R_{xx}=E[\hat{x} \hat{x}^T].....(10)$$

$$r_{xd}^{(m)}=E[\hat{x} \hat{s}_m].....(11)$$

$$W_m=R_{xx}^{-1} r_{xd}^{(m)}(12)$$

通过在乘-加计算部分 1211a,1211b 和 1211c 中计算下式,就能获得估算值 s'_1, s'_2 , 和 s'_3 。

$$s'_m = W_m^T x.....(13)$$

其中: M: 发射天线的数量

N: 接收天线的数量

$\hat{s}_m$: 从第 m 个发射天线中发送的训练信号的值

s_m : 从第 m 个发射天线中发送的数据的值

$\hat{s}$: 由 $\hat{s} = (\hat{s}_1, \dots, \hat{s}_m)^T$ 给定的 M 次向量

s : 由 $s = (s_1, \dots, s_m)^T$ 给定的 M 次向量

$\hat{x}_n$: 第 n 个接收天线的接收值 (对于训练信号的接收值)

x_n : 第 n 个接收天线的接收值 (对于数据的接收值)

$\hat{x}$: 由 $\hat{x} = (\hat{x}_1, \dots, \hat{x}_N)^T$ 给定的 N 次向量

x : 由 $x = (x_1, \dots, x_N)^T$ 给定的 N 次向量

R_{xx} : 训练信号的接收向量 $\hat{x}$ 的相关矩阵 ($N \times N$)

$r_{xd}^{(m)}$: $\hat{x}$ 和 $\hat{s}_m$ 的相关向量 (N 次)

W_m : 用于从第 m 个发射天线中获取数据的加权向量 (该传播路径 N 次)

$W_m = (W_{1m}, \dots, W_{Nm})^T$

($\cdot$) * 表示复数共轭, ($\cdot$) T 表示转置。

下面将叙述分用器 1217, 缓冲器 1218, 和加法器 1219 在发生中继时的操作。基站信号由分用器 1217 分离成直接从基站的天线接收的基站信号 (参照图

9, 下文中称为直接波信号)与被延迟了图 9 中的量 D_{LEN} 后的发送的基站信号(下文中称为中继波信号),该延迟量被存储在缓冲器 1218 中并由加法器 1219 增加到中继波信号上。通过延迟和加法处理,从基站的天线发送的信号可以视为经过一个传播路径传播的信号,该传播路径是通过合成在中继器不起作用状态下的传播路径与在中继器起作用并到达移动台的状态下的传播路径获得的。由于能够期望合成的传播路径更接近于多径发送的环境,所以能期望改善通信路径的容量。然而,当直接波信号比中继波信号强很多时,就等同于没有使用中继方法的情况。在这种情况下,加法器 1219 转换成加权加法器来调整加权,以使在直接波信号与中继信号之间的比率变为正常的比率。

图 13 为移动台中串-并转换器 1014 和从多重输入多重输出转换器 1013 的配置方框图。尽管图 13 用于说明移动台,但基站中的串-并转换器和多重输入多重输出调制器具有相同的配置。下面叙述操作的概要。由错误校正编码器 1015 编码的数据经串-并转换器 1022 转换成具有与发射天线的数量相对应的宽度的并行数据。训练信号产生器 1303 生成一个训练信号,该训练信号用于在接收端分离从每个发射天线中发送的数据,并估算传播路径。通过复用器 1302 将并行数据和训练信号进行时分复用。使用 TX_EN 信号的上升边作为参考(图 11),时分复用在预定的定时处被执行。该时分复用信号由调制器 1304 调制成复基带信号 s_1 , s_2 和 s_3 , 它们经过射频部分 1002 从天线被发送。下面将介绍由训练信号产生器 1303 生成的训练信号。为使数据在接收端被分离,从天线发送的训练信号必须具有低交叉相关的特性。为使传播路径达到推定的路径,该训练信号的自相关函数必须是 δ 函数。例如,当作为优选对的 M 级数被设置成训练信号时,就能近似满足该特性。

图 14 为中继判断部分 1009 的配置方框图。中继判断部分 1009 是用于判断中继是否执行的电路。图 14 显示两种判断实例,分别是根据接收信号的信/噪比和根据通信路径的容量来判断。选择器 1407 选择其中的一种方法。

首先,在根据接收信号的信/噪比的判断中,采用事实:在可见发送环境中接收信号的信/噪比要远高于在多径发送环境中的接收信号的信/噪比。通过使用基站的导频信号由信/噪比测量部分 1403 测量的接收信号的信/噪比通过比较器 1405 与一个预定门限的信/噪比较。当接收信号的信/噪比高于门限时,从比较器 1405 输出“启动中继”,同时信号 TR_EN 变为高。当接收信号的信/噪比低于

门限时, 则输出“停止中继”同时信号 TR_EN 变为低。

在根据通信路径的容量的判断中, 采用事实: 可见发送环境中的通信路径容量小于多径发送环境中的容量。在基站信号中, 来自基站由移动台直接接收(没有中继)训练信号的信号的由训练信号分离器 1401 来提取。通过使用训练信号, 在基站与移动之间的传播方式的矩阵 H 可以由传播方式推定部分 1402 来推定。对于传播方式推定, 例如, 使用一种脉冲压缩的方法(shuichi sasaoka, “波峰过程, 移动通信”, ohmsha, 47 到 48 页, ISBN4-274-07816-2)。通过使用传播方式的矩阵 H 和接收信号的信/噪比, 在中继器不作用状态下的通信路径的容量由通信路径容量的计算部分 1404 来估算。推定的通信路径的容量通过比较器 1046 与预定的门限通信方式容量进行比较。当推定值较小时, 则从比较器 1406 输出“启动中继”, 同时信号 TR_EN 变为高。当推定值大于门限时, 则输出“停止中继”, 同时信号 TR_EN 变为低。

下面将叙述通信路径容量的计算部分 1404 的细节。多重输入多重输出系统中通信路径的容量 C 给出如下 (F.R. Farrokhi, 等, “具有多重发送和接收天线的链路-最佳空间-时间的处理”, 电气与电子工程师学会通信文本; 第 5 栏, 第 3 号, 2001 年 3 月出版)。

$$C = \log_2 \det \left(I_N + \frac{P}{MQ} HH^h \right) \dots (14)$$

其中: P_m : 第 m 个发射天线的平均发射功率

P: 全部发射功率 $P = \sum_{m=1}^M P_m$

Q: 增加到每个接收天线中的平均噪声功率

I_N : N 次的单位矩阵

H: 发射机和接收机之间的传播方式矩阵 (N×M)

C: 每带宽的通信路径容量 [bits/HZ]

(·)^h: 表示复共轭转置。

通过使用接收信号的信/噪化和推定的传播方式矩阵, 由表达式 (14) 来计算通信路径的容量。

图 15 为根据本发明一个中继站实例的配置方框图。中继站由以下部分构成: 一个天线 1501, 用于发送/接收无线电区域中的无线电信号; 一个射频部分 1502, 用于执行对从天线 1501 中接收的信号的滤波处理, 一个将模拟信号转变为数字

信号的模/数转换处理, 一个将发射到天线 1501 的数字滤波处理, 和功率放大; 一个具有中继器的调制解调器部分 1506, 用于将从射频部分 1502 接收的信号存储到缓冲器中, 延迟该信号预定的时间, 并中继该延迟的信号, 并具有执行解调同时对发送/接收中继控制信号进行错误校正处理的功能, 以便获得接收信号, 并执行将冗余增加到发射到射频部分 1002 的发射信号中的编码处理以便进行错误校正, 同时调制该信号; 一个控制部分 1517, 用于从调制解调器部分 1506 获得的接收信号中提取控制信号, 执行关于呼叫连接或中继操作的协议处理, 并控制在发生中继时发送/接收的定时; 和一个语音部分 1526, 用于将控制部分 1517 接收的信号作为声音信号输出到一个扬声器, 以便能适应外部的输入/输出接口, 将来自外部输入/输出接口诸如麦克风的输入信号与控制部分的控制信号进行复用, 并将结果发送到调制解调部分 1506。

中继站 407 的构造不仅具有处理要被中继的信号的功能, 而且能复用控制信号和由中继站 407 发送/接收的数据。中继站 407a 可以是一个具有多个天线并执行多重输入多重输出解调和调制的装置。在该实例中, 中继站并不执行根据多重输入多重输出系统的处理, 推定到中继站的控制信号以无线电信号形式进行通信, 该无线电信号不受多重输入多重输出调制。下面将根据信号的流程对每个块进行详细叙述。

天线 1501 接收的无线电信号经过射频部分 1502 的循环器 1503 被发送到接收机 1504。接收机 1504 对所接收的信号执行滤波处理, 以便将带宽转换成基带信号处理带宽, 并将模拟信号转换成数字信号 (A/D 转换), 并发送该数字信号到调制解调器部分 1506。在调制解调器部分 1506, 分离器 1507 将接收信号分解成基站导频信号和发送信号。在搜索器 1512 中, 通过该基站导频信号的相同相位做加法运算, 就能检测到发送导频信号的定时。

发送站信号经过中继器 301 存储在缓冲器中, 由从控制部分 1517 的发送定时计算部分获得的允许接收 (RX_EN) 和允许发送 (TX_EN) 以及从中继判断部分 1522 中获得的允许中继 (TR_EN) 来控制中继和发送定时, 发送信号设置成从发送功率计算部分 1525 中获得并被发送的发送功率值。为生成该信号, 由分离器 1507 分离的发送站信号受到解调处理, 用于由解调器 1508 解调被调制的信号, 并通过错误校正解码器 1515 对解调的信号进行错误校正和解码的处理, 从而获得接收数据。该接收数据由控制部分 1517 中的分离器 1518 分离成

控制信号和用户应用的数据。通过协议处理部分 1521 对控制信号进行呼叫连接处理排序或本发明的中继操作方向。中继操作方向的控制信号存储为中继操作方向参数 1523。

接收信号电平测量部分 1513 测量基站导频信号的接收功率。如果在比较器 1519 中接收功率大于中继操作方向参数 1523 的门限 TXL, 就执行中继操作。如果不是那样, 中继判断部分 1522 确定中继操作是否被执行。类似地, 接收信号电平测量部分 1514 测量发送站信号的接收功率。如果在比较器 1520 中接收功率大于中继操作方向参数 1523 的门限 RXL, 就执行中继操作。如果不是那样, 中继判断部分 1522 确定中继操作是否被执行。发送功率的计算部分 1525 依据一个数据值来计算发送功率的设定值, 该数据值是将接收信号电平测量部分 1514 的发送站信号的接收功率与中继操作方向参数 1523 的“GAIN_K”倍相乘来获得。

在语音部分 1526, 由分离器 1518 分离的数据经过编码块 1528, 受到信号转换以适应于外部输入和输出 1529 的接口, 声音从诸如扬声器等类似装置输出。来自诸如麦克风等类似装置的声音输入信号经过外部输入和输出 1529 受到编码块 1528 的信息源编码处理。在复用器 1527 中, 来自协议处理部分 1521 的控制信号与来自编码块 1528 的数据被复用, 并将结果数据发送到调制解调器部分 1506 的错误校正编码器 1516。

错误校正编码器 1516 执行增加冗余的编码处理, 用于实现错误校正, 并通过调制器 1511 执行依照无线发送系统的调制处理。复用器 1510 将来自中继器 301 的中继数据与来自调制器 1511 的调制信号进行复用, 并将复用后的信号传送到射频部分 1502 的射频发送机 1505。射频发射机 1505 将数字信号转换成模拟信号(数/模转换), 进行功率放大和滤波处理, 并经过循环器 1503 将发送数据以射频信号的形式发送。

中继站可被构造作为专用于多重输入多重输出通信系统的装置, 或作为一个具有射频发送/接收部分的无线装置, 用于并不符合多重输入多重输出通信系统的射频通信。

图 16 为说明中继站 407 中中继器 301 的输入/输出定时的定时图表。在图表中, 举例介绍了从基站 406 到移动台 408 方向上(下行链路)的中继。在发送定时的计算部分 1524, 接收的允许信号(RX_EN)对于 DLEN 期间从由基站

406 定期发送的作为参照的导频信号偏移了 DST 的定时起, 变为高电平输出, 其中 DLEN 是由中继操作方向参数 1523 来规定, 偏移 DST 也是由中继操作方向参数 1523 来规定, 该定时通过搜索器 1512 来进行检测, 在接下来的 DLEN 期间, 接收的允许信号 (RX_EN) 为低电平输出。在到达下一个导频信号的期间, 对 DLEN 持续时间接收的允许信号反复交替变换为高电平和低电平。对于 DLEN 持续时间, 在来自 DLEN 的接收允许 (RX_EN) 信号进行中继的定时处, 发送允许 (TX_EN) 信号重复变换为高电平和低电平。应用到中继器 301 的信号在接收允许 (RX_EN) 为高电平输出情况下的定时处被存储在缓冲器中。当发送允许 (TX_EN) 信号和由中继判断部分 1522 获得的中继允许 (TR_EN) 信号都为高电平时, 数据从缓冲器中读出并被发送。

图 17 为根据本发明一个基站实例的配置方框图。基站由以下部分构成: 用于在无线电领域中发送/接收射频信号的多个天线 1701a, 1701b 和 1701c; 一个射频部分 1702, 用于对从天线 1701a, 1701b 和 1701c 中接收的信号进行滤波处理, 一个转换模拟信号为数字信号的模/数转换处理, 一个将发送到天线 1701a, 1701b 和 1701c 的数字发送信号转换成模拟信号的数/模转换处理, 一个滤波处理, 和功率放大; 一个调制解调器部分, 用于从射频部分 1702 接收的信号中存储由移动部 408 分布到多个天线中的发送信号, 同时执行错误校正处理以获得接收信号, 并执行增加冗余到发送到射频部分 1702 的发送信号中的编码处理, 以便能够实现错误校正, 并将编码后的信号分布到多个天线 1701a, 1701b 和 1701c 中, 并复用该信号中的训练信号以便该信号可由移动台 408 重建, 同时生成移动台 408 和中继站 407a, 407b 和 407c 所必需的导频信号, 以生成参考定时; 一个控制部分 1712, 用于在从调制解调器部分 1706 获得的接收信号中提取控制信号, 执行关于呼叫连接或中继操作的协议处理, 并在发生中继时控制发送/接收定时; 以及在各站之间的接口 1717, 用于将从控制部分 1712 接收的信号传送到控制站 405, 将来自控制站 405 的信号与从基站 406 产生的信号进行复用, 并将结果信号传送到调制解调部分 1706。详细的内容将参照信号的流程进行叙述。

天线 1701a, 1701b 和 1701c 接收的无线电信号经过射频部分 1702 的循环器 1703a, 1703b 和 1703c 被发送到接收机 1704a, 1704b 和 1704c 中。接收机 1704a, 1704b 和 1704c 对接收的信号执行滤波处理, 以便将带宽转换成基站信号

处理带宽,将模拟信号转换成数字信号,并将结果发送到调制解调器部分 1706。在调制解调器部分 1706 中,每个移动台的分用器 1707 将接收信号进行分离,并分配到接收机 102a 和 102b。在接收机 102a 和 102b 中,由移动台分配到多个天线中的发送信号通过多重输入多重输出解调器 1010a 和 1010b 来恢复,所恢复的多个天线数量的发送信号通过并-串转换器 1011a 和 1011b 被转换成编码数据,和一个用于执行编码数据的错误校正的编码处理,它通过错误校正解码器 1709a 和 1709b 来执行,从而获得接收数据。接收数据被传送到控制部分 1712,并由分离器 1714 分离成控制信号和用户应用的数据。协议处理部分 1715 将控制信号设置为默认值,该协议处理部分 1715 执行用于呼叫连线或中继操作的协议处理。发布给每个用户的中继操作方向控制信号的数据被存储为中继操作方向参数 1716a 和 1716b。根据这里定义的定时参数 (DST, DLEN, UST 和 ULEN), 发送/接收的计算部分 1713a 和 1713b 生成多重输入多重输出解调器 1010a 和 1010b 所必需的定时信号 (中继模式: MOOE, 直接波: DR_EN, 和中继站波: RP_EN) 以及多重输入多重输出调制器 1013b 所必需的定时信号 (发送允许: TX_EN)。由分离器 1714 分离的多个用户应用的数据依据各站之间的接口 1717 由复用器 1720 进行复用,并将结果数据发送到控制中心 405。从控制中心 405 接收的数据和由协议处理部分 1715 生成的控制信号由复用器 1719 进行复用,并通过分用器 1718 被分配到每个用户的发射机 101a 和 101b。

在发射机 101a 和 101b 中,错误校正编码器 1710a 和 1710b 将发送数据转换成增加冗余的编码数据,以便在移动台 408 能实现错误校正。由串-并转换器 1014a 和 1014b 对编码数据进行串-并转换,从而将作为发送信号的结果数据分配到基站 406 的多个天线 1701a,1701b 和 1701c 中。训练信号通过多重输入多重输出调制器 1013a 和 1013b 增加到发送信号中,以便可以由移动台 408 来执行多重输入多重输出解调。通过复用器 1708 将发射机 101a 和 101b 的发送数据与导频生成器 1711 生成的导频信号进行复用,发送数据被应用到射频部分 1702 的每个发射机 1705a,1705b 和 1705c 中。

在发射机 1705a,1705b 和 1705c 中,进行发送数据的模/数转换,滤波处理和功率放大操作,发送数据以无线电信号的形式经过循环 1703a,1703b 和 1703c 从天线 1701a,1701b 和 1701c 中发送。在上面的叙述中,接收机 102a 的多重输入多重输出解调器 1010a 和 1010b 具有与图 12 中相同的配置,发射机 101a 和

101b 中的多重输入多重输出调制器 1013a 和 1013b 具有与图 13 相同的配置。

图 18A 和 18B 为根据本发明的定时图表，用于说明在基站实例中收发器定时的计算部分的操作。图 18A 表示中继器在不作用状态下的操作。中继模式 (MODE) 变为一个固定的低电平输出，表示中继器不起作用的状态。来自移动台 408 的直接波 (DR_EN) 在导频信号区间为低电平输出，在移动台信号的区间为高电平输出。经过中继站作为来自中继站 407a, 407b 和 407c 的间接波的波 (RP_EN) 输出为低电平。基站 406 的发送定时 (TX_EN) 在导频信号区间为低电平，而在基站广播期间为高电平输出。

图 18B 显示中继器作用状态下的操作。中继模式 (MODE) 变为指示中继的高电平输出。来自移动台 408 的直接波 (DR_EN) 从以导频信号作为参考的偏移了 UST 的定时起，对 ULEN 期间为高电平输出，其中 UST 是由中继操作方向参数 1716a 来规定，ULEN 也类似地由中继操作方向参数 1716a 规定。直接波 (DR_EN) 在下一个 ULEN 期间变为低电平输出。直接波交替变换为高电平和低电平，直到下一个导频信号的区间出现。经过中继站作为来自每个中继站 407 a, 407b 和 407c 的间接波的波 (RP_EN) 对于 ULEN 期间在 DR_EN 为低电平的区间内为高电平输出，而在其它期间内为低电平输出。基站 406 的发送定时 (TX_EN) 对于 DLEN 期间在从以导频信号作为参考的偏移了 DST 的定时起为高电平输出，其中 DST 是由中继操作方向参数 1716a 来规定，DLEN 期间也类似地由中继操作方向参数 1716a 来规定。发送定时对于下一个 DLEN 期间保持低电平，并交替变换成高电平和低电平，直到下一个导频信号的区间出现。

图 20 为根据本发明另一个无线传输中继系统实施例的配置方框图。该实施例将图 3 的无线传输中继系统中的多个中继器 301 替换成多个反射器，并获得与前面的实施例基本相同的效果。在固定的安装发射机 101 或接收机 102 的情况下，反射器 2001a, 2001b 和 2001c 被设置在一个可以看到的范围内，其中反射器 2001a, 2001b 和 2001c 能从固定的安装装置直接看到。图 20 推定发射机已被固定安装。从发射机 101 发送的无线电信号被反射器 2001 a, 2001b 和 2001c 反射，并进入接收机 102。通过设置反射器 2001a, 2001b 和 2001c，能够人工地从可见发射环境中生成多径发送的环境，以致通信路径的容量可以通过多重输入多重输出处理来增强。

根据本发明，在使用一个下面叙述的（多重输入多重输出）处理过程的移动通信系统中，即使在接收机和发射机能互相直接看到的可见发送环境中，通过采用中继器可以提供多个传播路径，所述的处理过程为：经过多个天线接收从发射机发送的无线电信号，以便能被分配到接收机的多个天线中，并恢复从发射机分配的发送信号。与不采用中继器的可见发送环境相比，具有这样配置的通信路径容量的特性得到提高。

图 19 显示了本发明在使用（具有中继器）情况下与未应用（无中继器）情况下特性比较的结果。横轴表示发射机和接收的天线数量，纵轴表示通信路径的容量。推定发射机与接收机天线的数量相同，中继站的数量是接收机数量的 5 倍，在传播路径的信/噪比（S/N）为 30dB 的环境下进行估算。

从图 19 中可以看出，在发射机和接收机的天线数量为 4 或多于 4 的情况下，使用本发明的发射中继系统具有更好的通信路径的容量特性。

尽管本发明已经参照优选的实施例进行叙述，但本领域的普通技术人员知道可以对本发明进行各种修改仍将落在如后面附加的权利要求中的定义的本发明的范围和精神之内。

图 1

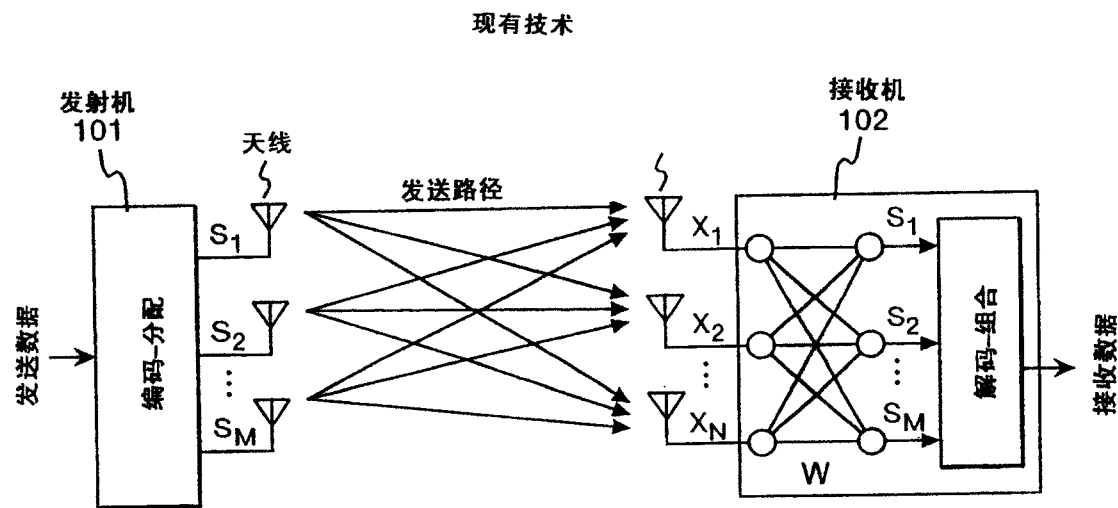


图 2a

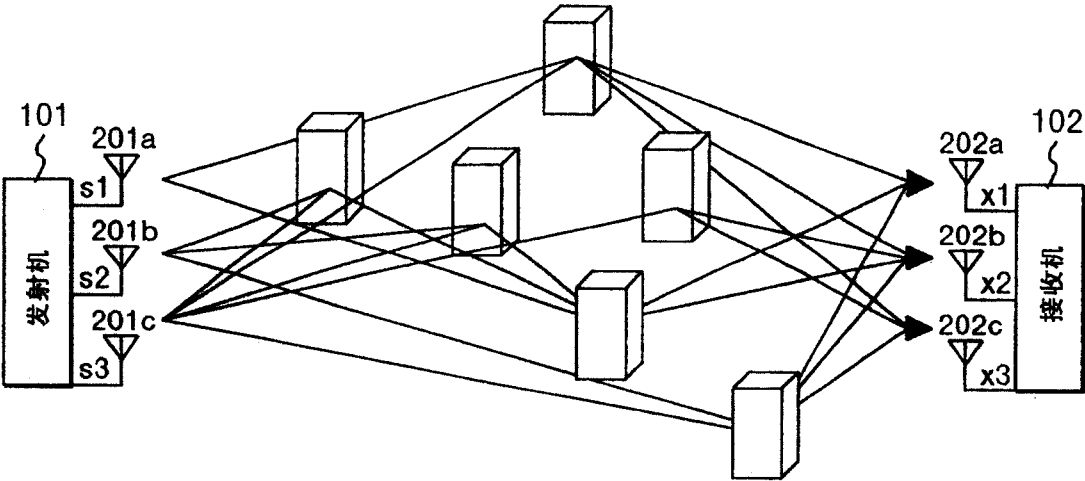


图 2b

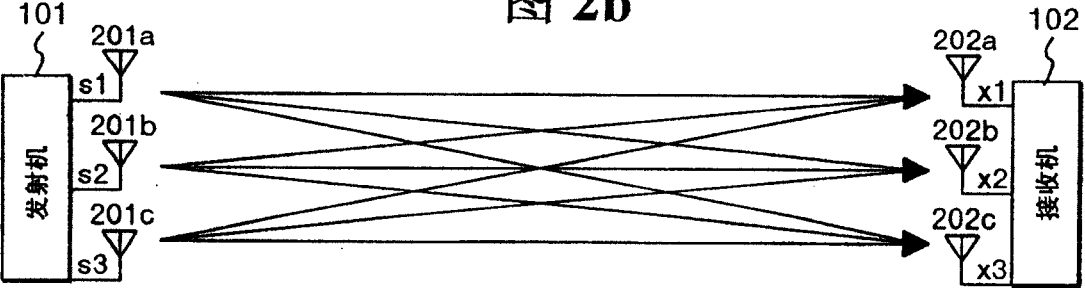


图 2c

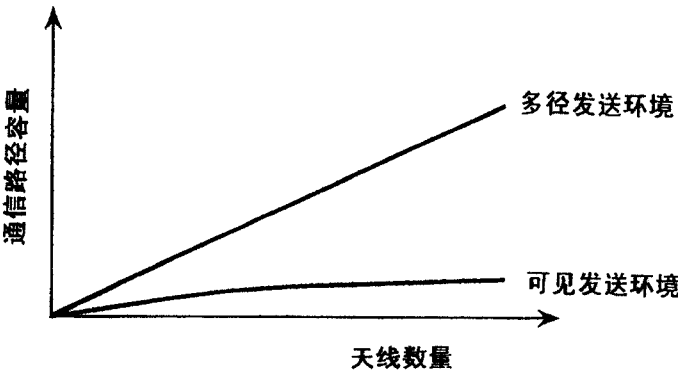


图 3

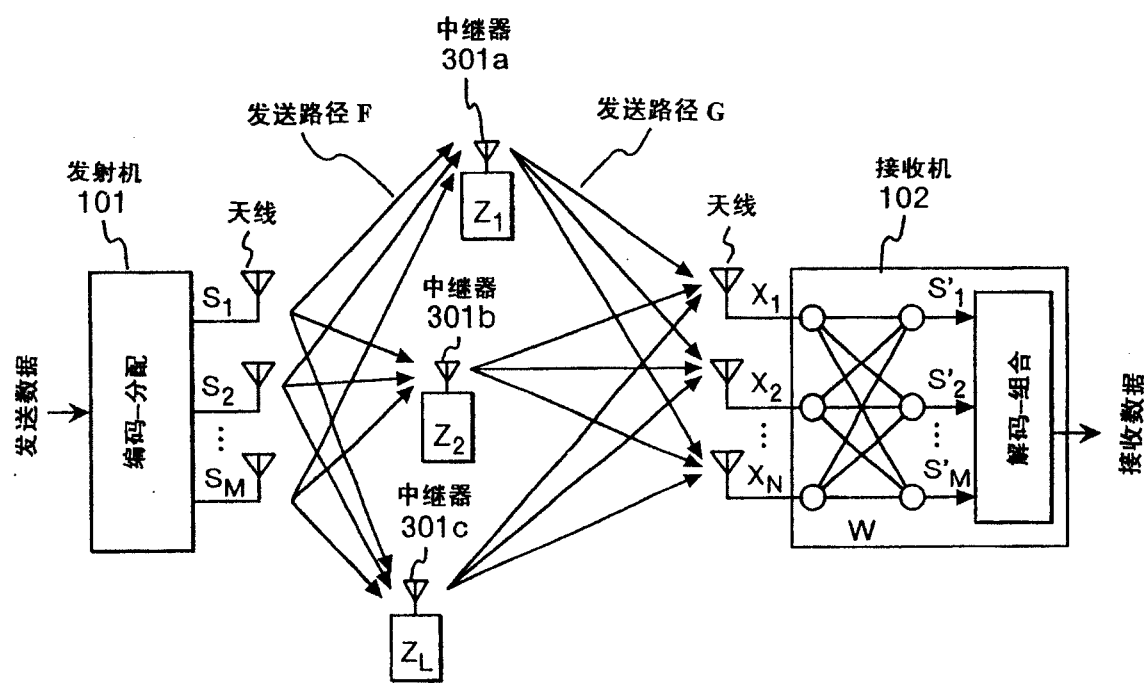


图 4

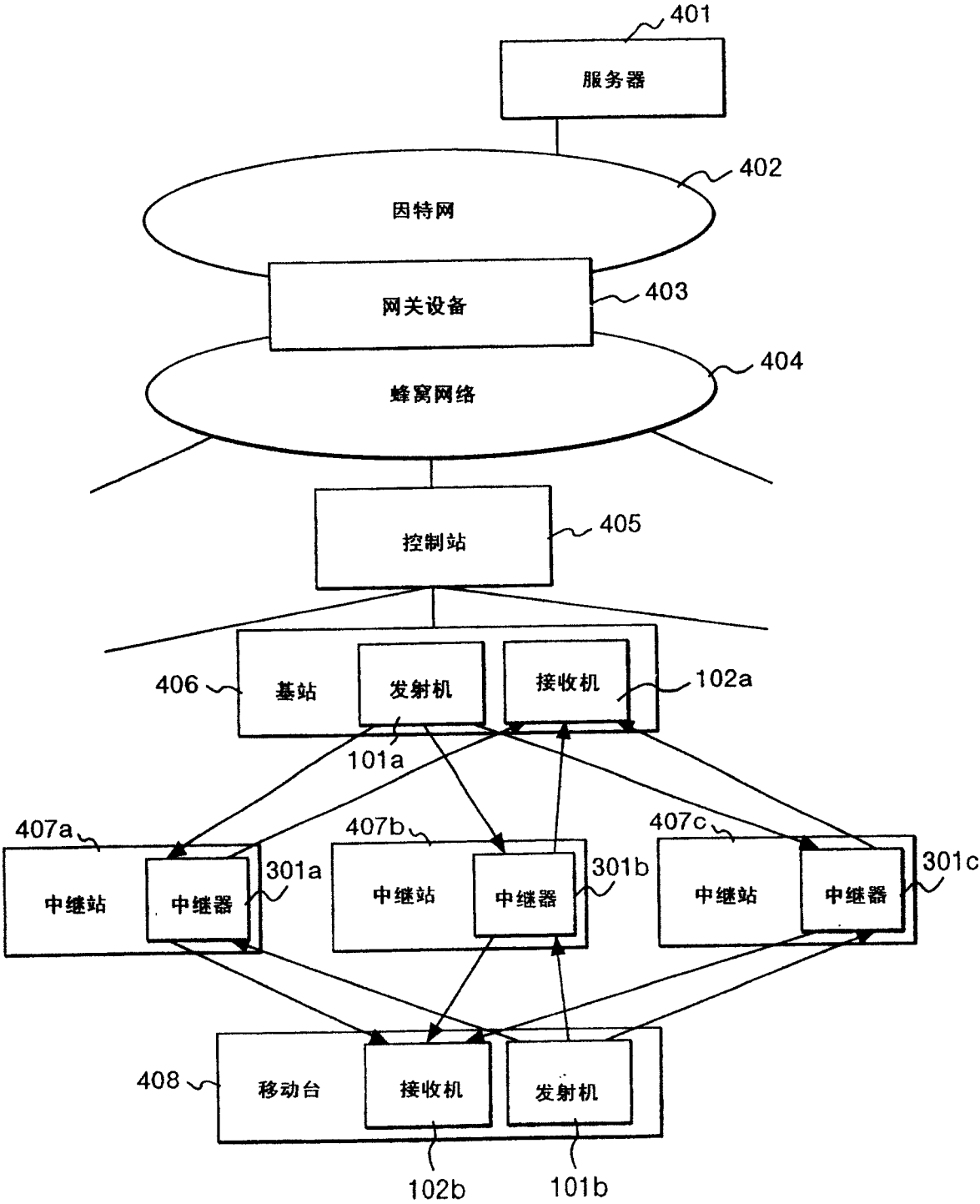


图 5

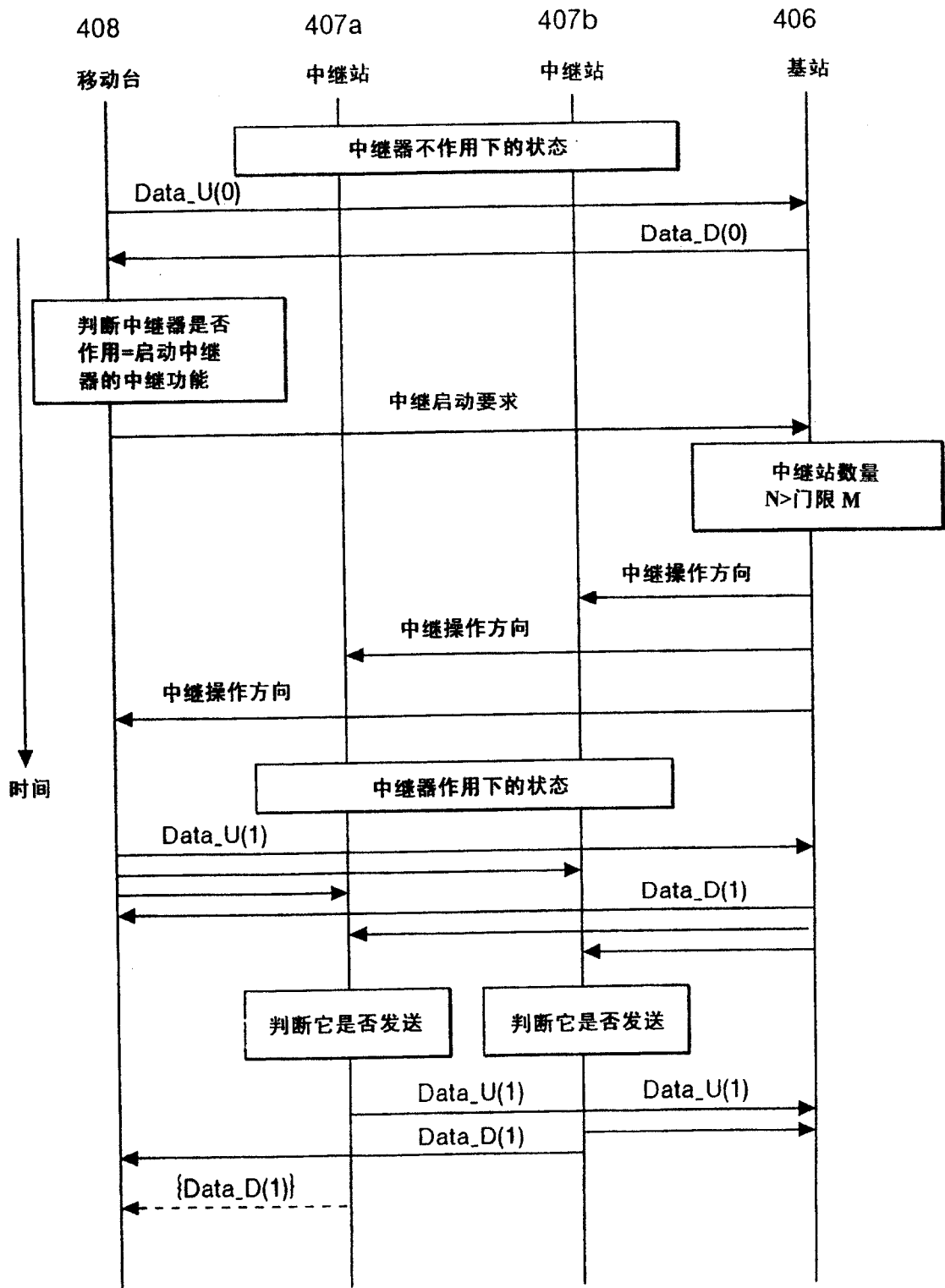


图 6a

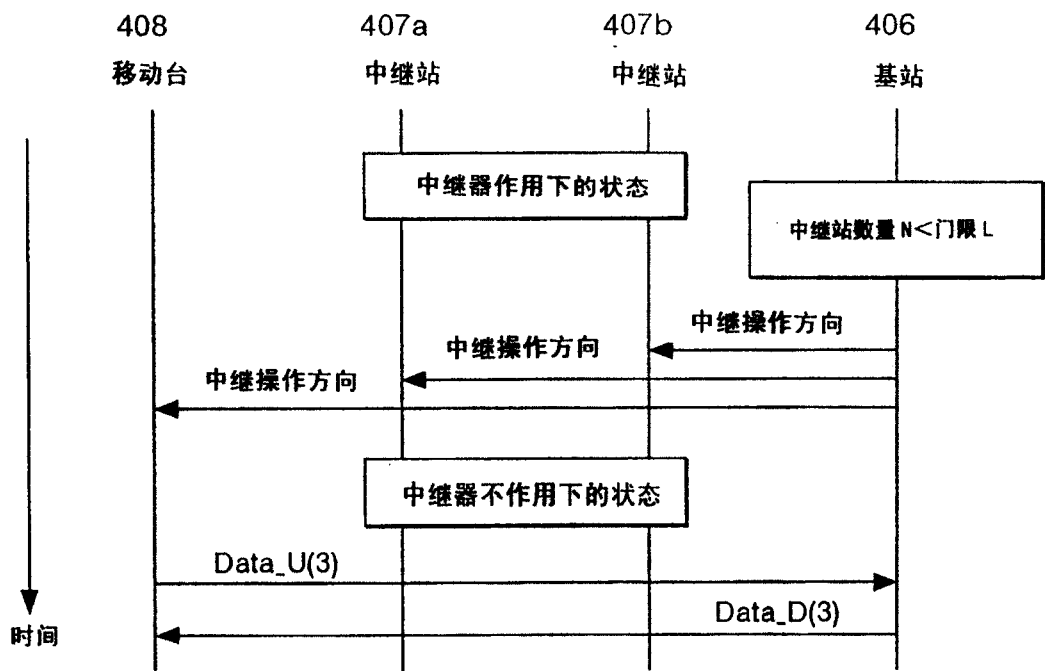


图 6b

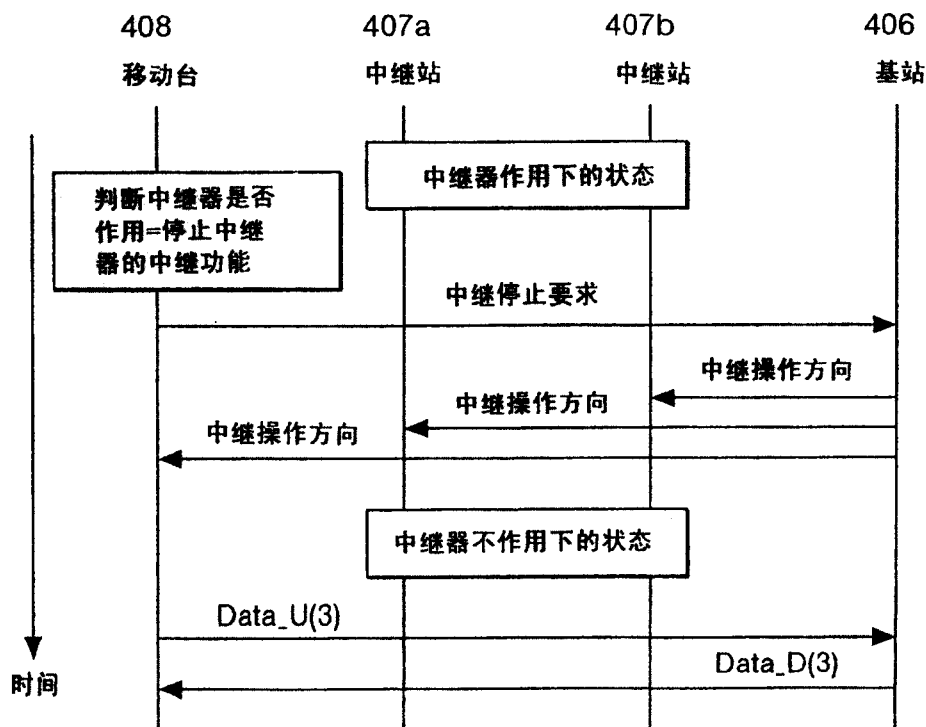


图 7a

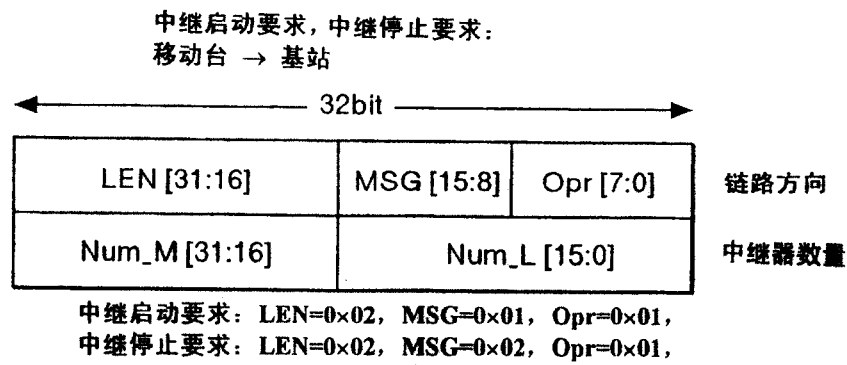


图 7b

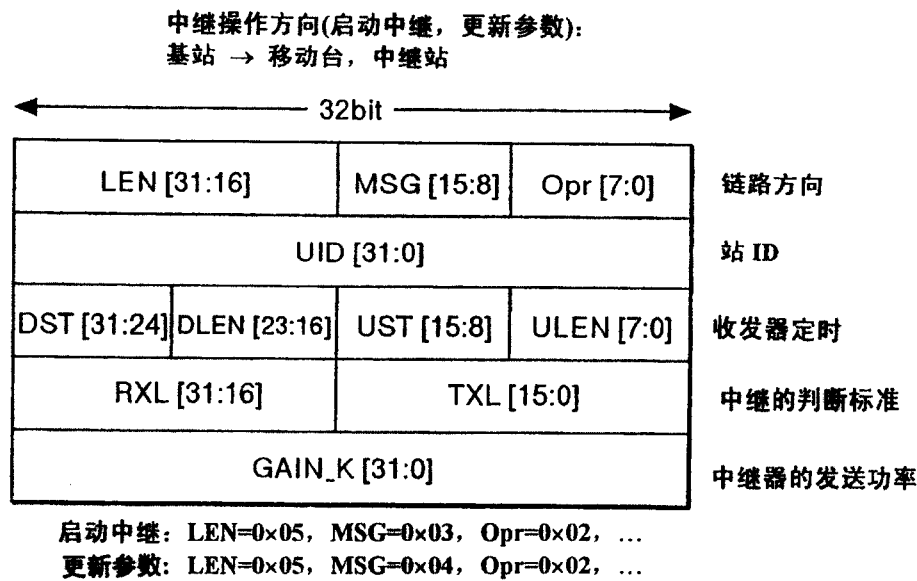


图 7c

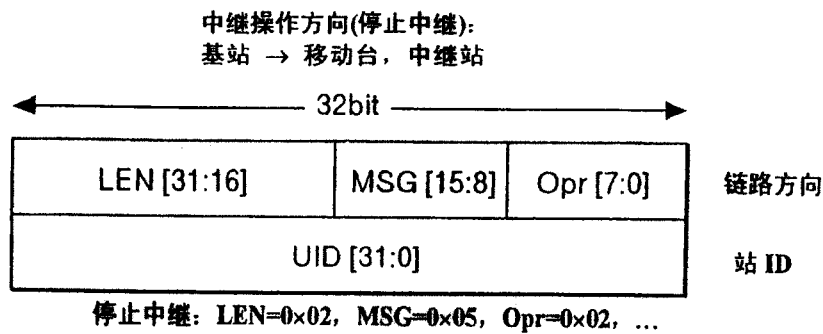


图 8

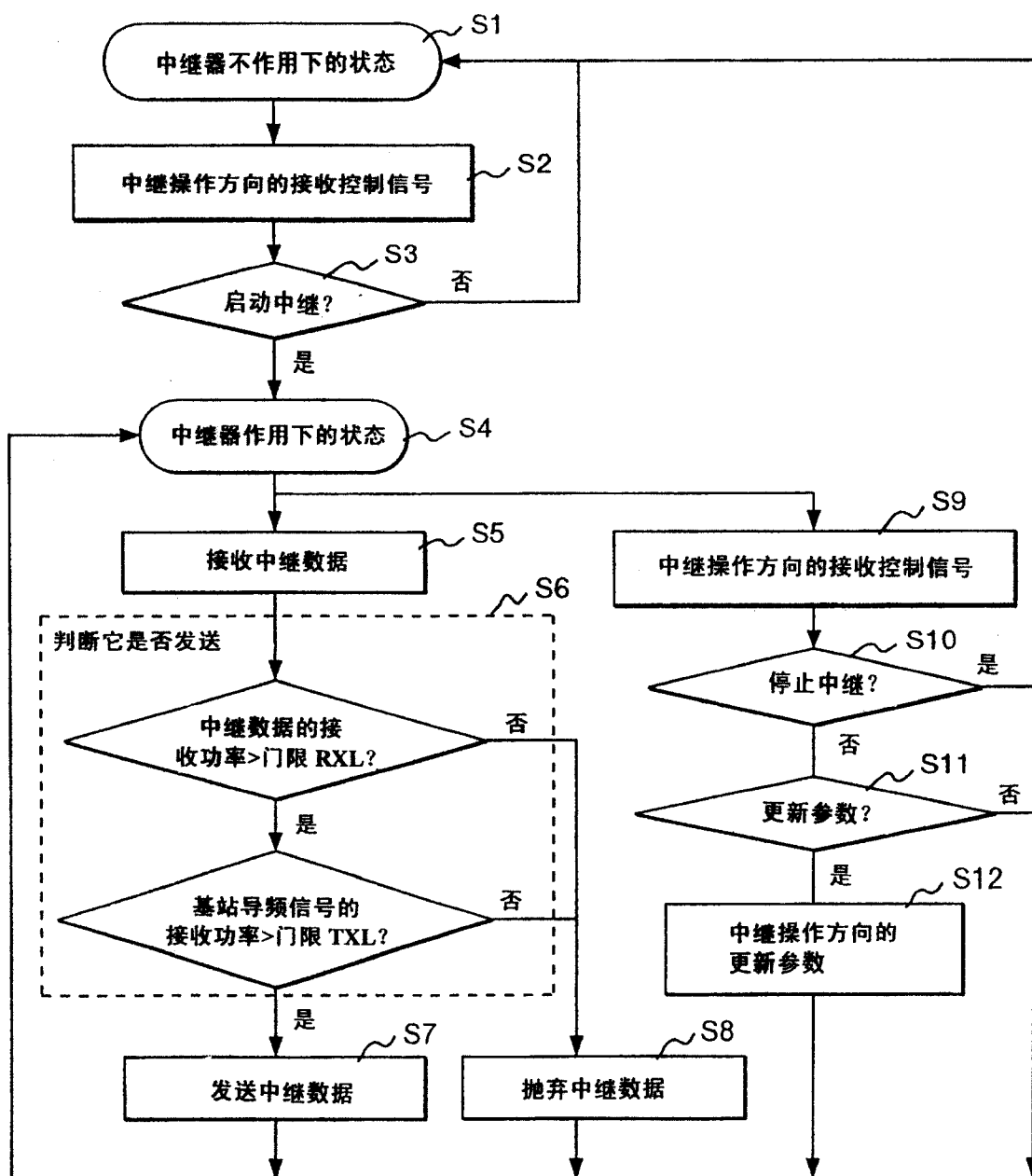


图 9a

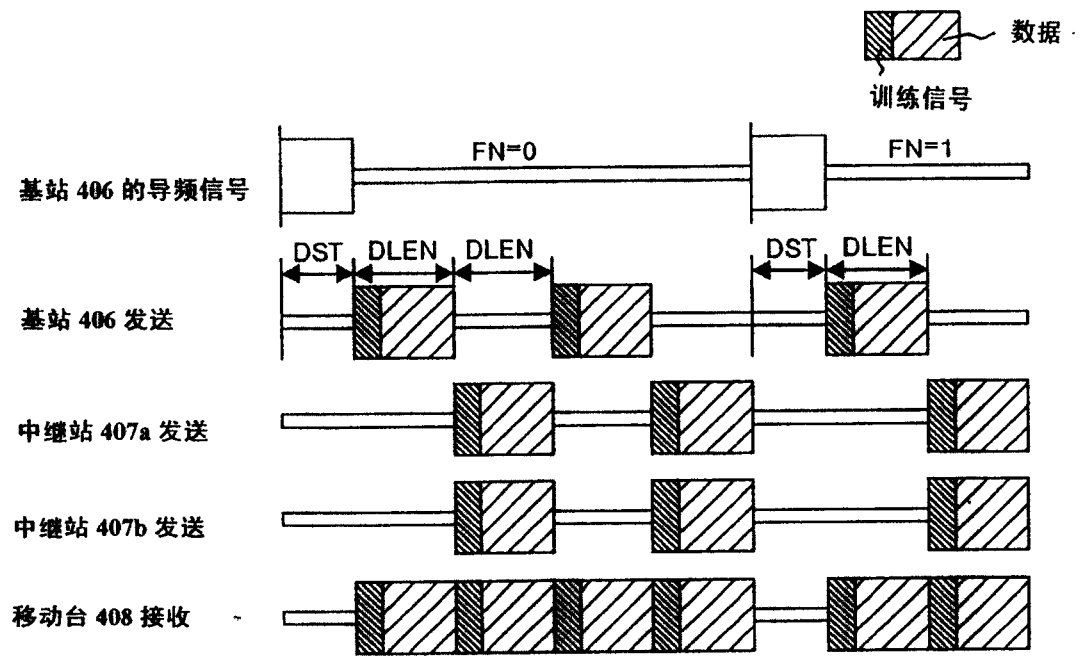


图 9b

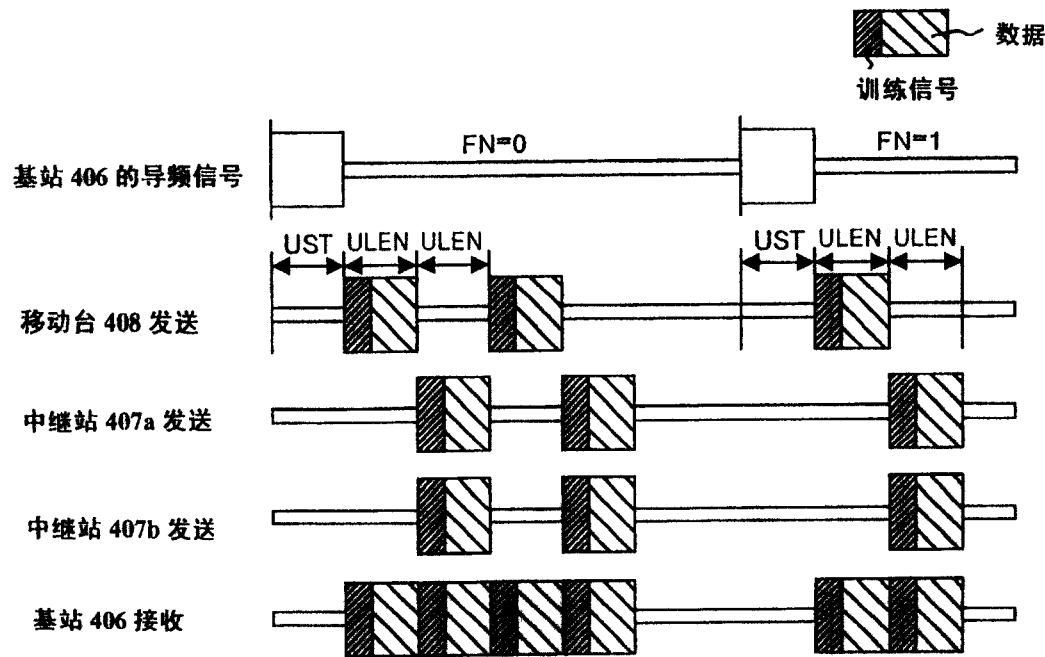


图 10

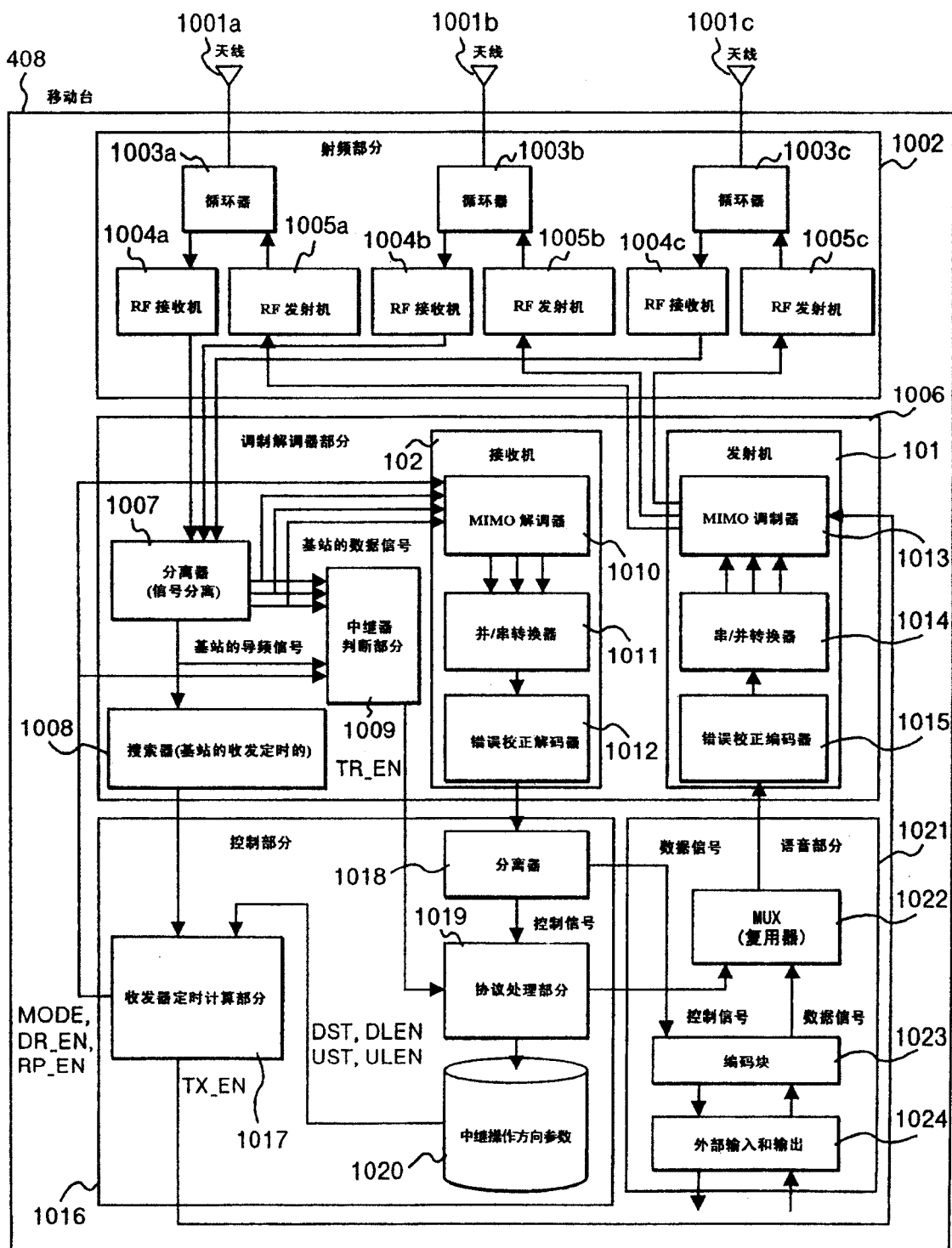


图 11a

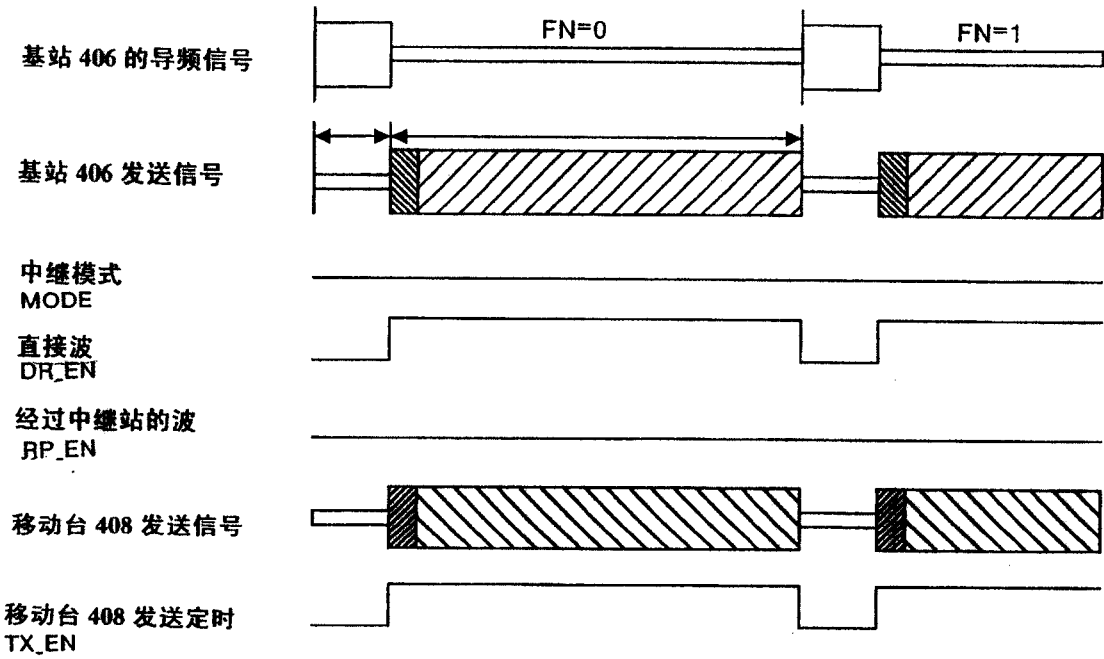


图 11b

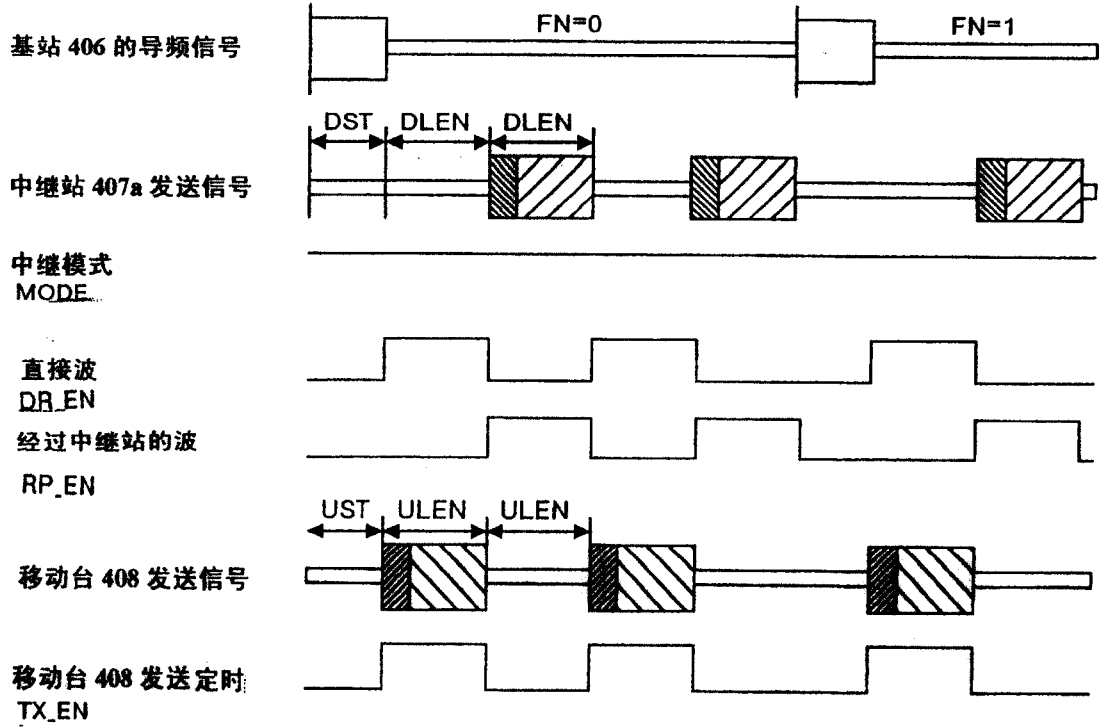


图 12

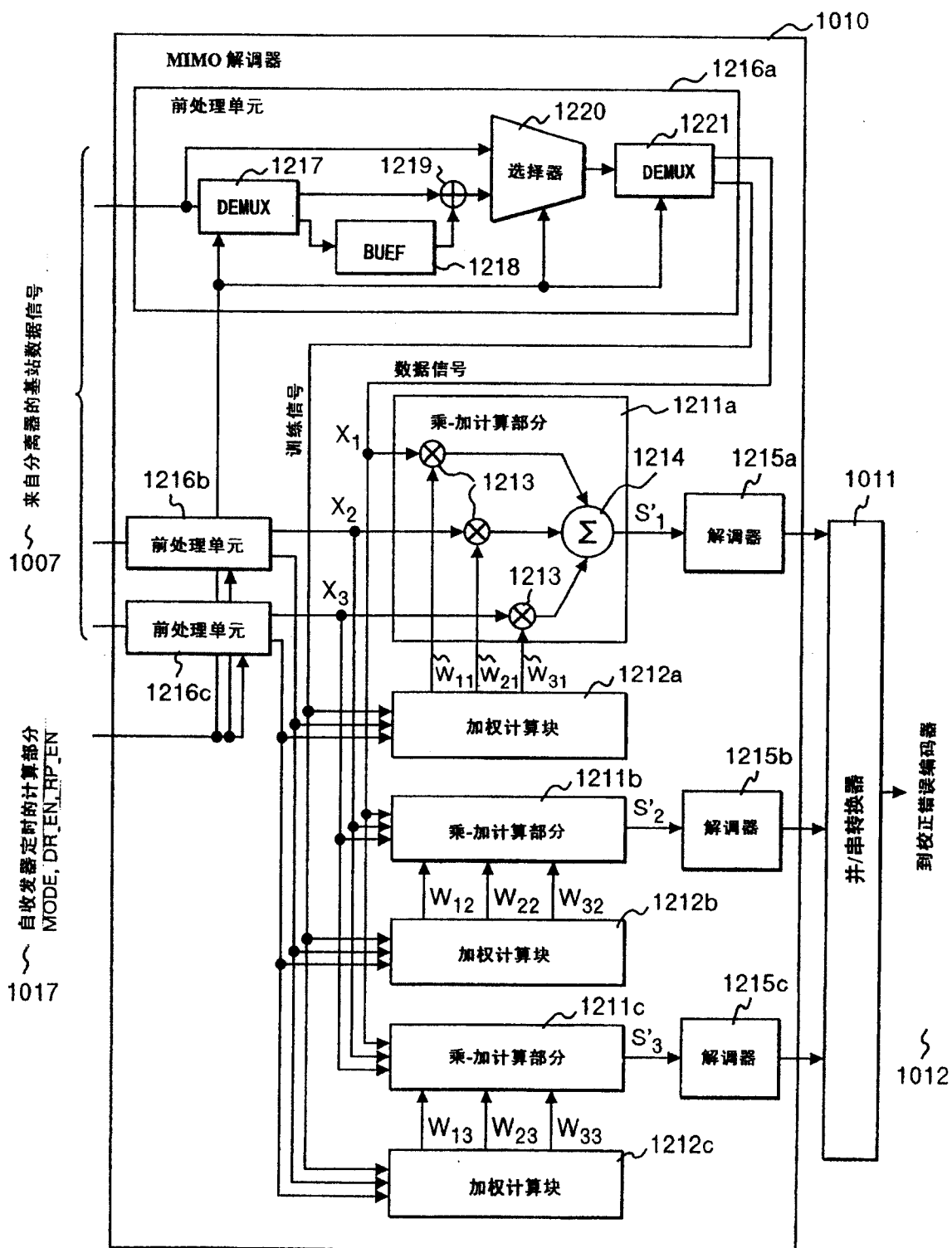


图 13

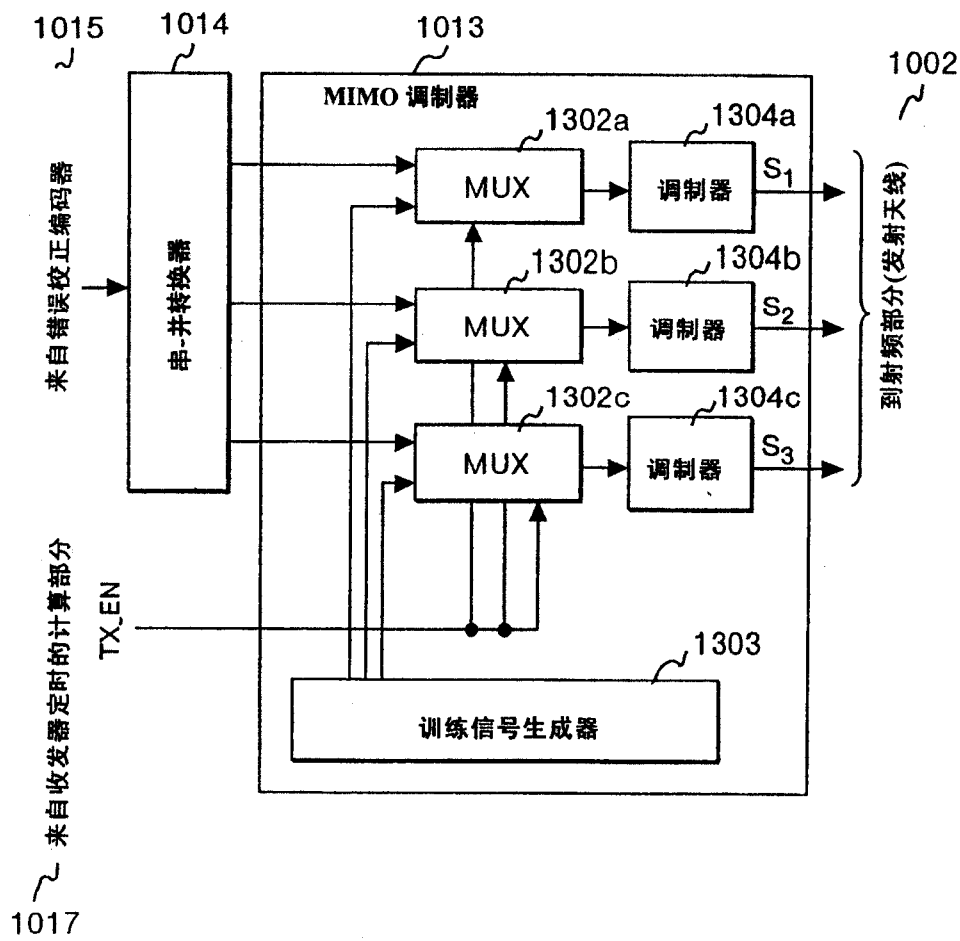


图 14

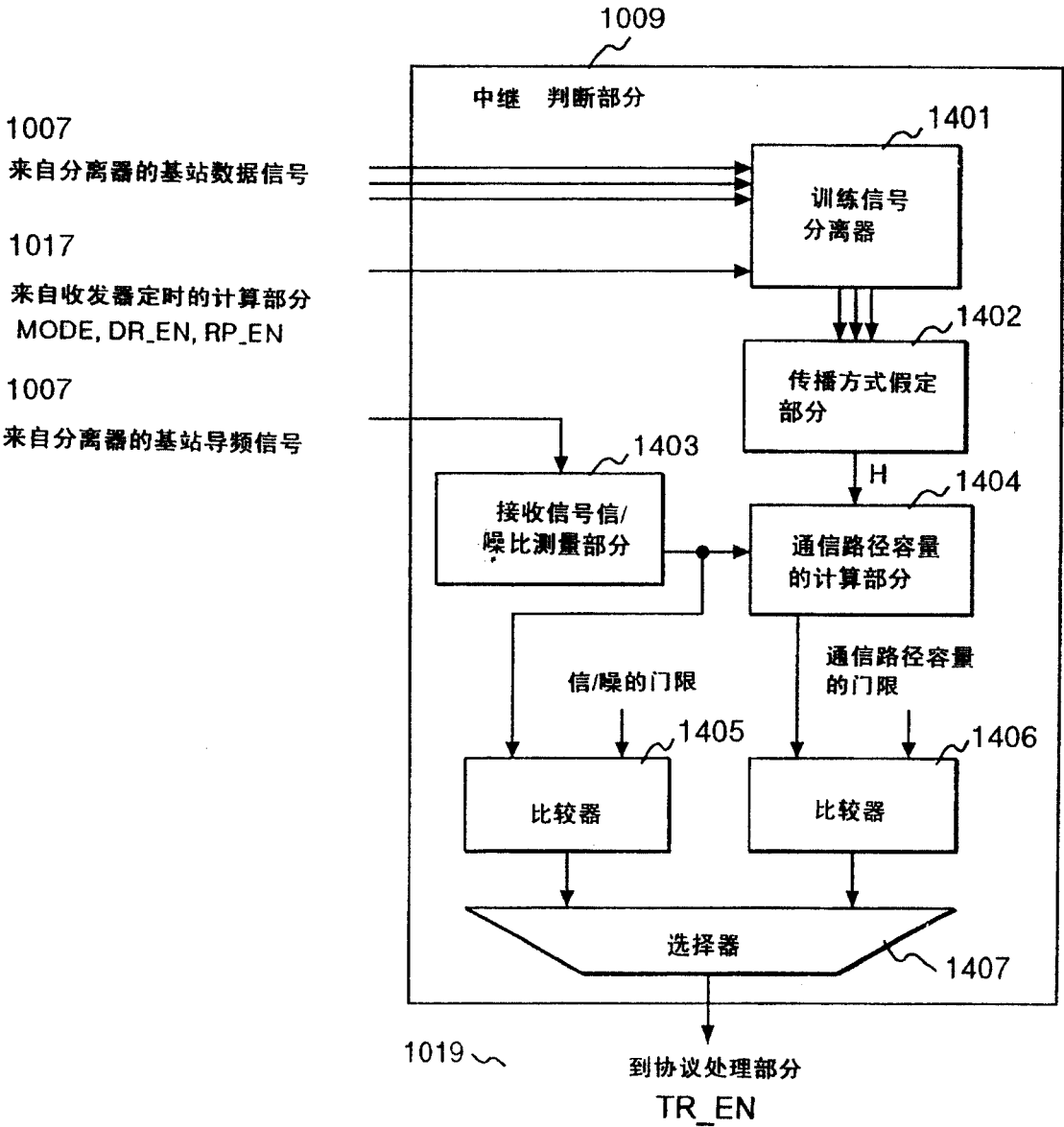


图 15

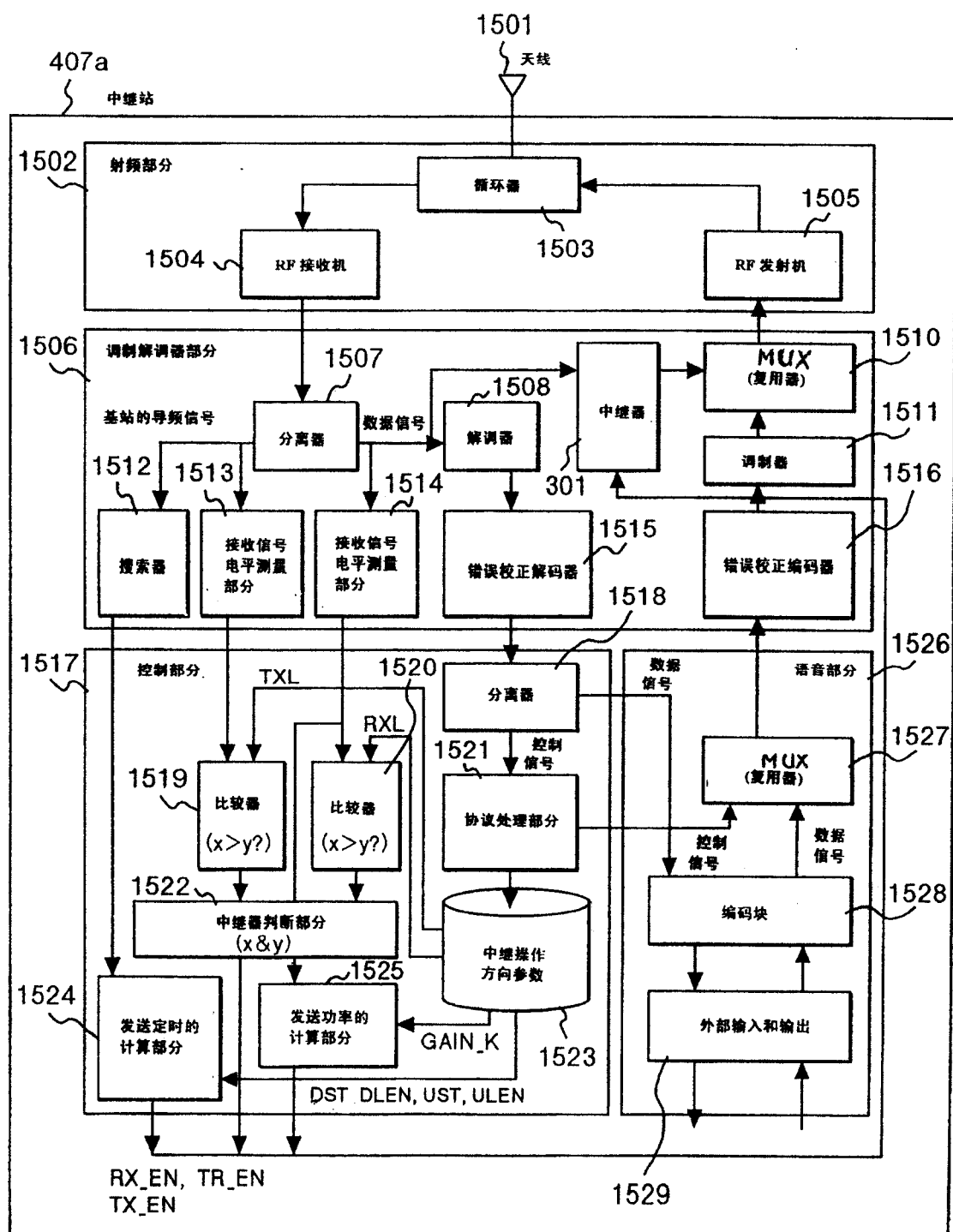


图 16

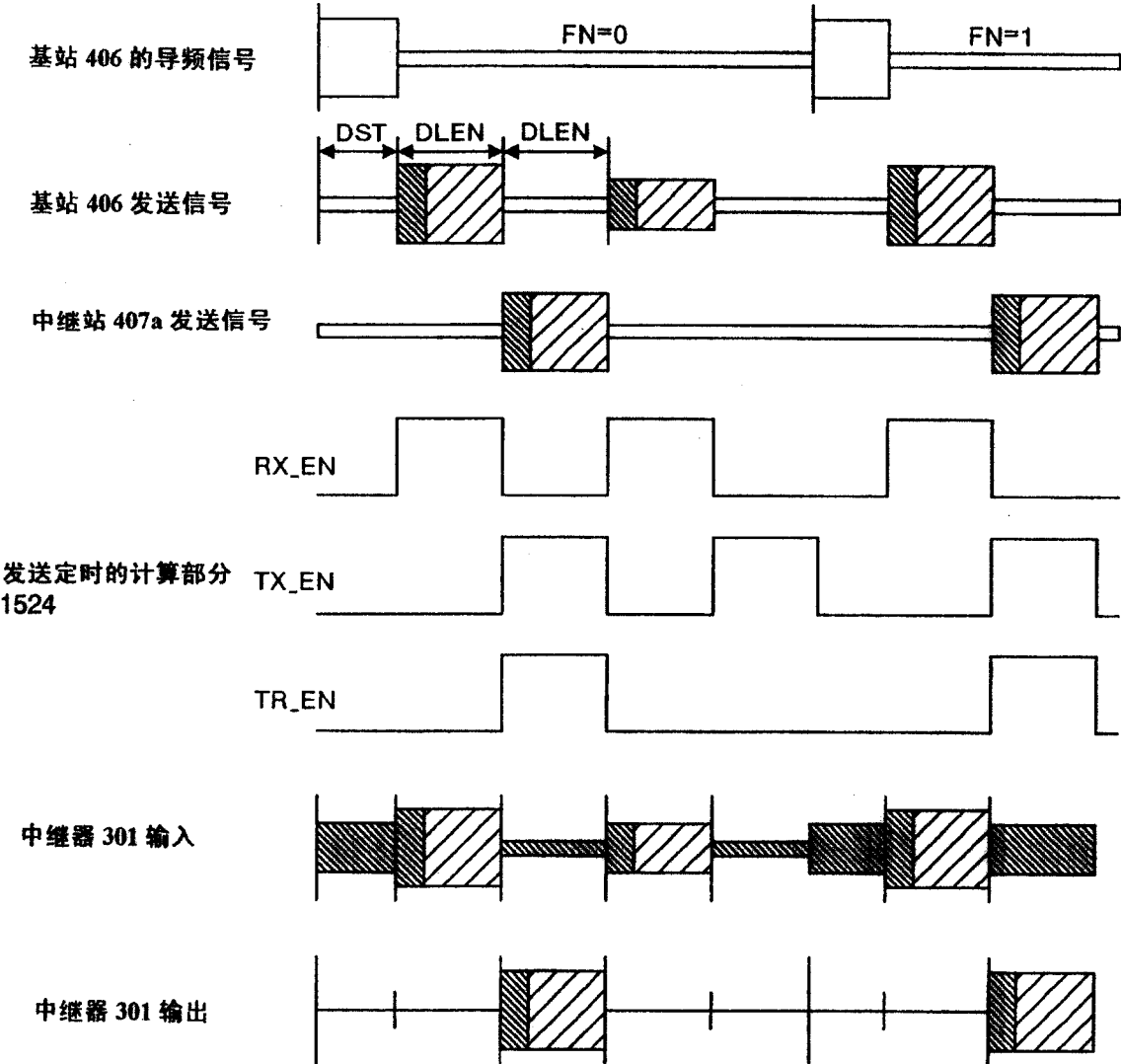


图 17

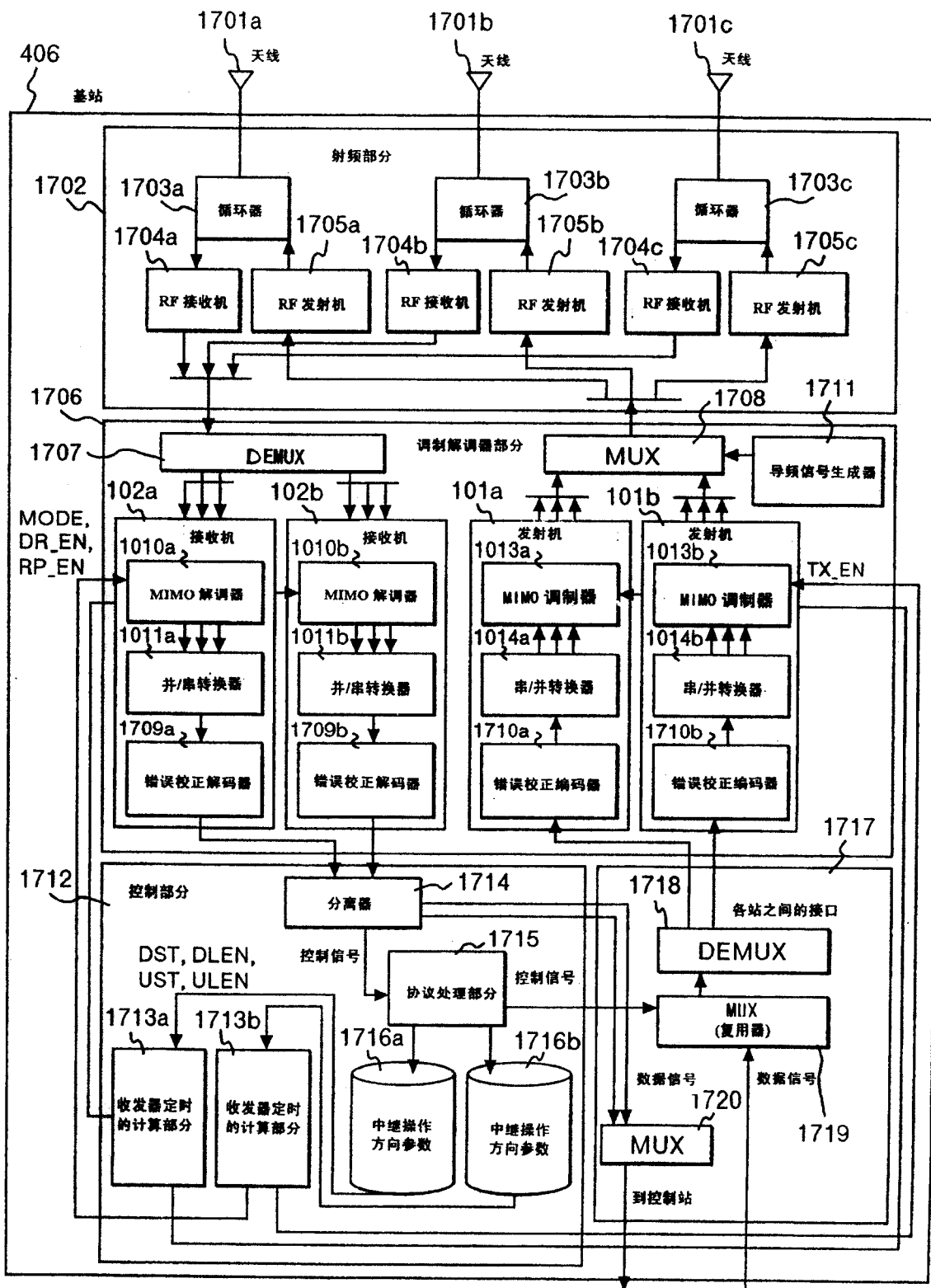


图 18a

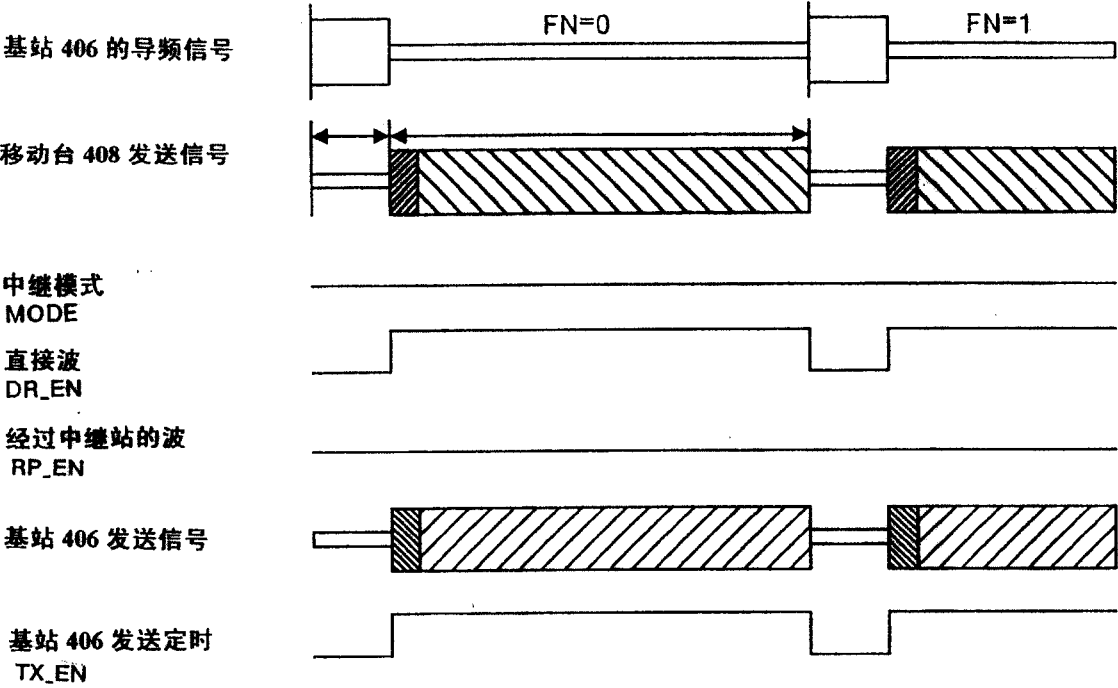


图 18b

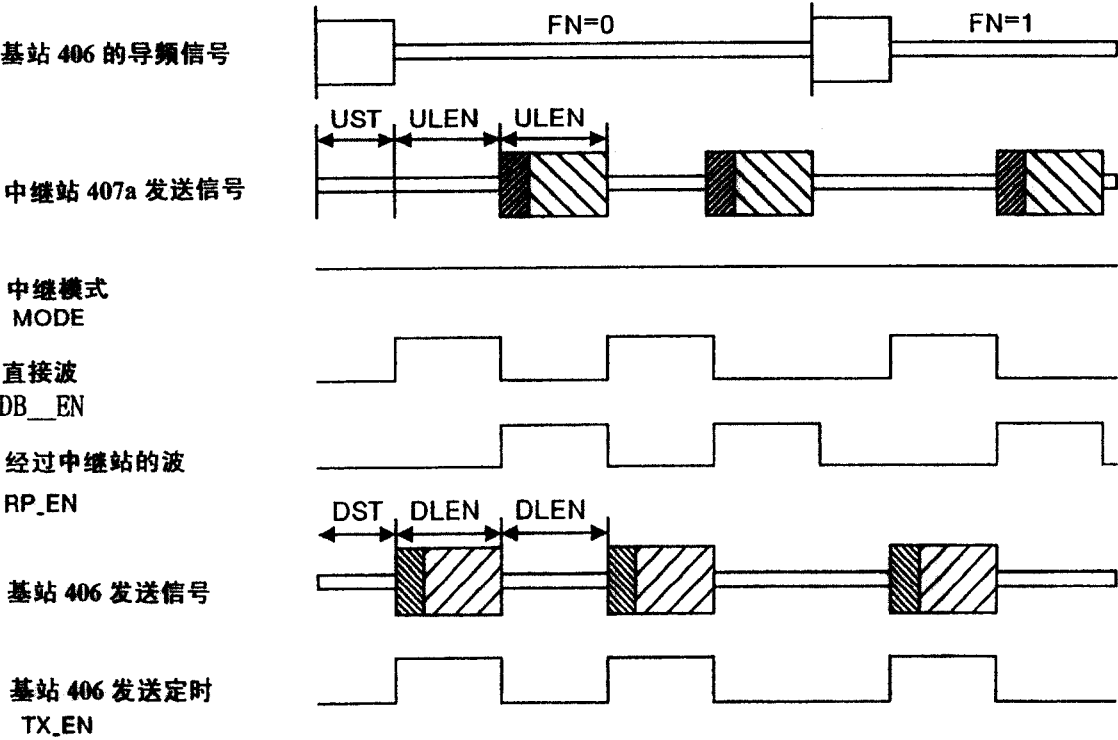


图 19

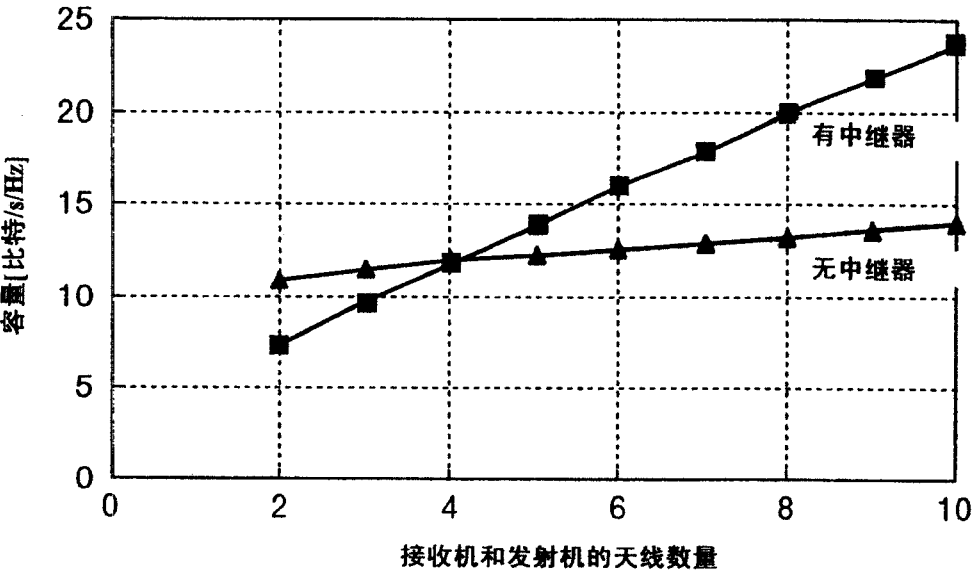


图 20

