



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1750431 B

(45) 授权公告日 2012.07.11

(21) 申请号 200510113228.2

第 4 段—第 14 页第 1 段、附图 2,3.

(22) 申请日 2005.07.28

审查员 刘炯

(30) 优先权数据

2004-220855 2004.07.28 JP

(73) 专利权人 索尼株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 山浦智也 森冈裕一

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理

有限责任公司 11258

代理人 宋鹤

(51) Int. Cl.

H04B 7/08 (2006.01)

H04L 1/06 (2006.01)

(56) 对比文件

WO 01/59945 A1, 2001.08.16, 全文.

EP 1387501 A1, 2004.02.04, 全文.

CN 1981450 A, 2007.06.13, 说明书第 10 页

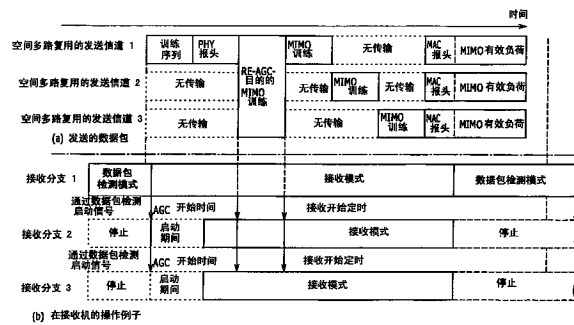
权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 16 页

(54) 发明名称

无线通信设备、无线通信方法和计算机程序

(57) 摘要

本发明公开了用于在多个无线站之间相互通信的无线通信设备、无线通信方法和计算机程序。在接收待机状态中,通过使用多个接收分支的一部分执行数据包检测,停止那些不执行数据包检测的剩余接收分支的接收操作,由此减少在数据包检测待机期间的功率消耗。此外,在数据包接收状态中,由 MIMO 传输启动仅仅用于接收空间多路复用的信号的最小必需数量的接收分支,由此还减少在 MIMO 信号接收期间的功率消耗。



1. 一种用于使用通过空间多路复用形成的多个传输信道来执行数据包通信的无线通信设备,所述无线通信设备包括:

多个接收分支,配置成接收空间多路复用的无线信号;

信号处理器,配置成处理在每个接收分支接收的信号;以及

控制器,配置成按照接收工作状态启动与停止每个接收分支,

其中所述控制器在接收待机状态中使用所述多个接收分支的一部分执行数据包检测,并停止那些不执行数据包检测的剩余接收分支的接收操作;以及响应于数据包的检测,所述控制器从所述接收待机状态转换到数据包接收状态,启动在所述接收待机状态中被停止的接收分支,并允许所述被启动的接收分支接收空间多路复用的信号,

其中在启动所述多个接收分支的一部分的所述接收待机状态中,数据包检测是使用不是空间多路复用的数据包报头的信号部分来执行的。

2. 根据权利要求 1 的无线通信设备,其中所述控制器在接收待机状态中使用至少一个接收分支执行数据包检测。

3. 根据权利要求 1 的无线通信设备,其中在所述数据包接收状态中,所述控制器仅仅启动用于接收空间多路复用信号的必需数量的接收分支,并允许所述必需数量的接收分支执行接收处理。

4. 根据权利要求 3 的无线通信设备,其中在所述数据包接收状态中,所述控制器包括:分支必需数量确定装置,配置成确定用于接收空间多路复用信号的必需数量的接收分支,

多余分支选择器,配置成基于确定的所述分支必需数量的结果,从所述多个接收分支中选出接收空间多路复用信号的多余的接收分支,以及

分支停止装置,配置成停止被选作多余分支的接收分支的接收操作。

5. 根据权利要求 4 的无线通信设备,其中所述分支必需数量确定装置基于在所接收的空间多路复用数据包中的报头部分的说明或者数据包的接收状态,确定接收分支的所述必需数量。

6. 根据权利要求 4 的无线通信设备,其中基于每个接收分支的接收质量信息,所述多余分支选择器选择多余的分支,所述多余分支的数量是分支总数量与所述分支必需数量之间的差。

7. 根据权利要求 1 的无线通信设备,其中在所述数据包接收状态中,如果检测到所述数据包的目的地址不包括所述无线通信设备的地址,则所述控制器转换到所述接收待机状态,并停止那些不执行数据包检测的接收分支的接收操作。

8. 根据权利要求 7 的无线通信设备,其中所述数据包包括:

训练序列,其可以由一个接收分支接收,

PHY 报头,其可以由一个接收分支接收,

MIMO 训练序列,为了测量空间多路复用信道,由多个接收分支接收,并对每个空间多路复用信道以时分方式发送,以及

MIMO 有效负荷,其用 MIMO 空间多路复用。

9. 根据权利要求 8 的无线通信设备,其中在所述接收待机状态中,通过使用所述多个接收分支的一部分检测所述训练序列来检测所述数据包。

10. 根据权利要求 9 的无线通信设备,其中响应于所述数据包的检测,启动所述剩余接收分支,所述 PHY 报头是利用数据包接收所必需数量的接收分支而被连续解调与解码的。

11. 根据权利要求 9 的无线通信设备,其中所述数据包的目的地址在所述 MIMO 有效负荷的报头部分中描述;所有接收分支接收所述 MIMO 训练序列,并还解调与解码在所述 MIMO 有效负荷的报头部分中描述的所述数据包的目的地址;如果所述数据包的目的地址包括所述无线通信设备的地址,则所有接收分支继续所述接收操作;以及,如果所述数据包的目的地址不包括所述无线通信设备的地址,则所述控制器转换到所述接收待机状态,并停止那些不执行数据包检测的接收分支的接收操作。

12. 根据权利要求 9 的无线通信设备,其中用于接收的分支的必需数量是在解码所述 MIMO 有效负荷之前提取的,并且所述控制器继续启动所提取数量的接收分支。

13. 根据权利要求 12 的无线通信设备,其中在关于所发送的空间多路复用信道的数量的信息是在所述 PHY 报头中描述的情形中,所述 MIMO 训练序列和至少所述 MIMO 有效负荷的报头部分基于所述空间多路复用信道的数量被接收。

14. 根据权利要求 12 的无线通信设备,其中在关于所发送的空间多路复用信道数量的信息是在所述 PHY 报头中描述的情形中,在检测到所述数据包之后,必需数量或更多的接收分支继续接收用于获得每个接收分支的接收质量信息所需的部分,并仅使用以接收质量的递减次序选择的所述必需数量的接收分支,接收至少所述 MIMO 有效负荷的报头部分。

15. 根据权利要求 14 的无线通信设备,其中为了获得接收质量信息,必需数量或更多的接收分支继续接收,直到接收完所述 MIMO 训练序列的部分。

16. 根据权利要求 12 的无线通信设备,其中必需数量或更多的接收分支继续接收,直到接收完所述 MIMO 训练序列的部分,并仅仅使用按照相应于所述检测的空间多路复用信道的数量的接收质量所选择的若干接收分支,接收至少所述 MIMO 有效负荷的报头部分。

17. 根据权利要求 16 的无线通信设备,其中在规定了在接收所述 MIMO 训练序列时检测所述空间多路复用信道的数量的情形中,必需数量或更多的接收分支继续接收,直到接收完所述 MIMO 训练序列的部分,并仅仅使用相应于所述检测的空间多路复用信道的数量的若干接收分支,接收至少所述 MIMO 有效负荷的报头部分。

18. 一种用于使用多个接收分支执行对空间多路复用的发送信号的接收处理的无线通信方法,所述无线通信方法包括:

接收待机步骤,使用所述多个接收分支的一部分执行数据包检测,并停止那些不执行数据包检测的剩余接收分支的接收操作;以及

数据包接收步骤,为了允许所述多个接收分支接收空间多路复用的信号,响应于数据包的检测启动在接收待机状态中停止的接收分支,

其中在启动所述多个接收分支的一部分的所述接收待机状态中,数据包检测是使用不是空间多路复用的数据包报头的信号部分来执行的。

19. 一种用于使用多个接收分支执行对空间多路复用的发送信号的接收处理的装置,包括:

接收待机装置,用于使用所述多个接收分支的一部分执行数据包检测,并停止那些不执行数据包检测的剩余接收分支的接收操作;以及

数据包接收装置,用于为了允许所述多个接收分支接收空间多路复用的信号,响应于

数据包的检测启动在接收待机状态中停止的接收分支，

其中在启动所述多个接收分支的一部分的所述接收待机状态中，数据包检测是使用不是空间多路复用的数据包报头的信号部分来执行的。

## 无线通信设备、无线通信方法和计算机程序

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本发明包含涉及于 2004 年 7 月 28 日在日本专利局申请的日本专利申请 JP2004-220855 的内容,其全部内容在此引入作为参考。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及用于在多个无线站之间相互通信的无线通信设备、无线通信方法和计算机程序。特别地,本发明涉及用于通过执行利用空间多路复用和形成多个逻辑信道的 MIMO(多输入多输出)通信来扩展传输容量的、配对具有多个天线的发射机与具有多个天线的接收机的无线通信设备、无线通信方法和计算机程序。

[0004] 更具体地,本发明涉及用于减少在空间多路复用的 MIMO 信号接收期间的功率消耗的无线通信设备、无线通信方法和计算机程序。特别地,本发明涉及用于减少在数据包检测备用期间的功率消耗和在空间多路复用的信号接收期间的功率消耗的无线通信设备、无线通信方法和计算机程序。

### 背景技术

[0005] 包括 LAN 的计算机网络可以有效地实现信息资源的共享和设备资源的共享。如今,正在关注于作为从传统有线 LAN 的线缆连接中释放用户的系统的无线 LAN。无线 LAN 可以消除例如办公室的工作区中的大部分电缆。因此,可以相对容易地移动例如个人电脑(PC)的通信终端。

[0006] 近年来,显著地增加了对无线 LAN 系统的需要,由于它们实现了更高的速度并在降低成本下变得可利用。特别地,正在考虑采用专用局域网(PAN)来构造用于在用户周围可用电子设备之间进行信息通信的小规模网络。例如,已经利用如 2.4GHz 与 5GHz 的这种频带标准化了一些不同的无线通信系统和无线通信设备,这些频带不需要行政政府机关批准。

[0007] 涉及无线网络的规范标准例如可以包括 IEEE(电气与电子工程师协会)802.11(例如见非专利文献 1)、HiperLAN/2(例如见非专利文献 2 或 3)、IEEE802.15.3、以及蓝牙通信。IEEE 802.11 具有例如 IEEE 802.11a(例如见非专利文献 4)、b、g... 的增强的标准,取决于无线通信系统与频带的差异。

[0008] IEEE 802.11a 支持用于实现 54Mbps 的最大通信速度的调制方案。然而,期望有用于实现通信速度高比特率的标准。例如,在 IEEE 802.11n 中,为了建立用于实现超过 100Mbps 的实际吞吐量的高速度的无线 LAN 技术,正在发展下一代无线 LAN 标准。

[0009] 作为用于实现高速无线通信的技术,MIMO(多输入多输出)通信正在受到关注。这是通过用分别在发射机与接收机的多个天线单元实现空间多路复用传输信道(以下还称为“MIMO 信道”)来扩展传输容量与实现通信速度改善的技术。在 MIMO 通信中,由于空间多路复用的利用,所以获得了良好的频率利用效率。

[0010] 图 16 示意地示出了 MIMO 通信系统。如图 16 所示,发射机和接收机分别配备有多

个天线。发射机对多个传输信号执行时空编码,然后多路复用、分配给 M 个天线,并向多个 MIMO 信道发送。接收机对由 N 个天线通过信道接收的接收信号执行时空解码,以获得接收数据。在这种情况下,信道模型由发射机周围的无线电波环境(传递函数)、信道间隔的结构(传递函数)以及接收机周围的无线电波环境(传递函数)组成。在多路复用从每个天线发送的信号的情况下,存在串音。然而,通过在接收机处处理信号,可以适当地提取没有串音的每个多路复用的信号。

[0011] 在 MIMO 通信方案中,发射机将发送数据分配给多个天线,并通过多个空间多路复用的虚拟 MIMO 信道将其发送,接收机然后通过处理由多个天线接收的信号获得接收数据。以这样的方式,MIMO 通信方案利用信道特性,不同于纯粹的发送/接收自适应天线阵。

[0012] 建议了多种用于实现 MIMO 传输的配置方案。然而,在信道信息如何按照天线配置在发射机与接收机之间交换的实施上,存在大的问题。在交换信道信息的情况下,很容易执行仅从发射机向接收机发送已知信息(前同步码(preamble)信息)的方法。在这种情况下,发射机与接收机彼此无关,并执行空间多路复用传输。这称作开环类型的 MIMO 传输方案。作为开环类型的扩展,存在闭环类型的 MIMO 传输方案,通过还从接收机向发射机反馈前同步码信息,存在用于在发射机与接收机之间产生理想的空时正交信道。

[0013] 开环类型的 MIMO 传输方案例如可以包括 V-BLAST(垂直贝尔实验室分层空时)方案(例如见专利文献 1)。此外,作为闭环类型的 MIMO 传输的理想形式,存在已知的 SVD-MIMO 方案,其利用传播路径函数的奇异值分解(SVD)(例如,见非专利文献 5)。

[0014] 以这样的方式,按照 MIMO 传输方案,通过使用在具有多个发送天线的发射机与具有多个接收天线的接收机之间并联的多个空间多路复用的信道,可以使用有限的带宽改善在发射机与接收机之间的传输速度。

[0015] 然而,考虑到接收机的功率消耗,MIMO 传输方案的采用造成了问题。在从一个发送设备接收信号(没有采用 MIMO 技术)的情况下,一个接收设备通常足以胜任工作的。假定接收机的功率消耗在此情况下由  $P[W]$  代表。另一方面,在具有  $n$  个接收分支的 MIMO 接收机的情况下,用简单的计算,用于接收的电能达到  $P \times n[W]$ 。即,在 MIMO 发送方案中,分支数量的增加形成了更多的 MIMO,其可以用有限的带宽实现高速传输;然而,功率消耗大体上与分支数量成正比地增加。

[0016] 对于由外部电源供电的例如固定 TV 与 PC 的设备,这不是显著的问题。然而,由于电池寿命随功率消耗而变化,所以这影响了由电池供电的例如 PDA(个人数字助理)的便携式设备的适用性。此外,考虑到环境或社会生态学,对于由商业 AC 电源供电的固定设备还需要节能。

[0017] 不可避免地,实际上在用 MIMO 接收空间多路复用信号时,功率消耗大体上与分支数量成正比增加。然而,由于必要的是无线通信设备即使在没有数据传输期间也是在接收待机状态中或监视媒质的状态,所以存在功率消耗的问题。即,接收机在数据包检测上花费了大多数的时间,并且如果接收机在这期间用多个接收分支进行接收待机,则所损耗的功率变得过多。

[0018] [专利文献 1] 日本未审专利公开号 Hei 10-84324

[0019] [非专利文献 1] International Standard ISO/IEC 8802-11:1999(E) ANSI/IEEE Std 802.11(国际标准 ISO/IEC 8802-11:1999(E) ANSI/IEEE 标准 802.11), 1999 版

本,第11部分:Wireless LAN Medium Access Control(MAC)and Physical Layer(PHY) Specifications(无线LAN媒体访问控制(MAC)与物理层(PHY)规范)

[0020] [非专利文献2]ETSI Standard ETSI TS 101761-1 V1.3.1 Broadband Radio Access Network(BRAN);HIPERLAN Type 2;Data Link Control(DLC)Layer;Part1:Basic Data Transport Functions(ETSI标准ETSITS 101761-1 V1.3.1宽带无线电接入网络(BRAN);HIPERLAN类型2;数据链路控制(DLC)层;第1部分:基本数据传递函数)

[0021] [非专利文献3]ETSI TS 101761-2 V1.3.1 Broadband Radio Access Networks(BRAN);HIPERLAN Type 2;Data Link Control(DLC)Layer;Part2;Radio Link Control(RLC)sublayer(ETSITS 101761-2 V1.3.1宽带无线电接入网络(BRAN);HIPERLAN类型2;数据链路控制(DLC)层;第2部分:基无线电链路控制(RLC)子层)

[0022] [非专利文献4]Supplement to IEEE Standard for Information technology-Telecommunications and information exchange between systems-Local and metropolitan area networks-Specific requirements-Part 11;Wireless LAN Medium Access Control(MAC)and Physical Layer(PHY) specifications:High-speed Physical Layer in the 5GHz Band(信息技术IEEE标准的补充—系统间的电信与信息交换—局域网与城域网—特殊要求—第11部分:无线LAN媒质访问控制(MAC)与物理层(PHY)规范:5GHz频带中的高速物理层)

[0023] [非专利文献5]

[0024] [http://radio3.ee.uec.ac.jp/MIMO\(IEICE\\_TS\).pdf](http://radio3.ee.uec.ac.jp/MIMO(IEICE_TS).pdf) (2003年10月24日的内容)

## 发明内容

[0025] 希望提供一种擅长于能够通过执行利用空间多路复用和形成多个逻辑信道的MIMO通信来扩展传输容量的、配对具有多个天线的发射机与具有多个天线的接收机的无线通信设备、无线通信方法和计算机程序。

[0026] 还希望提供一种擅长于能够降低在空间多路复用的MIMO信号接收期间的功率消耗的无线通信设备、无线通信方法和计算机程序。

[0027] 还希望提供一种擅长于能够降低在数据包检测待机期间的功率消耗、和在空间多路复用信号的接收期间的功率消耗的无线通信设备、无线通信方法和计算机程序。

[0028] 按照本发明的第一实施例,提供了一种用于使用通过空间多路复用形成的多个传输信道来执行数据包通信的无线通信设备。所述无线通信设备包括:多个接收分支,配置成接收空间多路复用的无线信号;信号处理器,配置成处理在每个接收分支接收的信号;以及控制器,配置成按照接收工作状态启动和停止每个接收分支。

[0029] 本发明涉及用于通过执行利用空间多路复用和形成多个逻辑信道的通信来扩展传输容量的、配对具有多个天线的发射机与具有多个天线的接收机的MIMO传输技术。按照MIMO传输方案,通过使用在具有多个发送天线的发射机与具有多个接收天线的接收机之间并联的多个空间多路复用的信道,可以使用有限的带宽改善在发射机与接收机之间的传输速度。

[0030] 然而,在MIMO传输方案中,存在有通信操作所需要的功率消耗大致与所用分支数的量成正比增加的问题。例如,接收机在数据包检测上花费大多数的时间,如果接收机在这

期间用多个接收分支进行接收待机,则所损耗的功率变得过多。

[0031] 另一方面,按照本发明实施例的无线通信设备,在接收待机状态中,使用多个接收分支的一部分执行数据包检测,并停止那些不执行数据包检测的剩余接收分支的接收操作,由此减少在数据包检测待机期间的功率消耗。

[0032] 最小一个接收分支的就足以检测数据包。在这种情况下,即使一个接收分支也可以执行数据包检测,例如在不是空间多路复用的数据包报头的信号部分。

[0033] 此外,按照本发明实施例的无线通信设备,响应于数据包的检测转换到数据包接收状态,启动在接收待机状态中停止的接收分支,并允许接收分支接收空间多路复用的信号。

[0034] 在 MIMO 传输方案中,所要形成的空间多路复用信道的数量最大数(即,理想地)相当于发射机发送分支的数量、或接收机接收分支的数量,无论哪个是小的。为此,所述接收机不总是需要所有接收分支执行对空间多路复用的传输信号接收处理。

[0035] 在数据包接收状态中,所述无线通信设备可以仅启动用于接收空间多路复用信号的必需数量的接收分支,并允许它们执行接收处理。即,所述无线通信设备仅仅启动用于接收由 MIMO 传输空间多路复用的信号的最小必需数量的接收分支,由此还减少在 MIMO 信号接收期间的功率消耗。

[0036] 在数据包接收状态中,分支必需数量确定装置确定用于接收空间多路复用的信号的必需数量的接收分支。其次,多余分支选择器基于确定分支的必需数量的结果,从多个接收分支中选出接收空间多路复用信号的多余的接收分支。此外,分支停止装置停止选作多余分支的接收分支的接收操作。

[0037] 分支必需数量确定装置可以例如基于在所接收的空间多路复用数据包中的报头部分的说明或者数据包的接收状态,确定接收分支的必需数量。

[0038] 此外,多余分支选择器可以获得每个接收分支的接收质量信息,并以接收质量的递减次序选择多余的分支,多余分支的数量是分支总数与分支必需数量之间的差。本文的接收质量信息可以包括用于接收的全部电能、在 FFT(在采用 OFDM 调制方案的情形下)之后的副载波的振幅平坦性、决定因子的大小或从接收分支的多种组合估计的信道矩阵的排列,等等。

[0039] 此外,在数据包接收状态中,如果检测到所述无线通信设备的地址不包括在数据包的目的地址中,则无线通信设备转换到接收待机状态,并停止那些不执行数据包检测的接收分支的接收操作。这种处理防止了接收分支接收多余的空间多路复用的数据包;因此,可以减少功率消耗。

[0040] 如上所述,按照本发明实施例的无线通信设备可以平均地减少功率消耗,包括在数据包检测期间与在空间多路复用数据包的接收期间的功率消耗。作为平均减少功率消耗的结果,可以减少由电池供电的设备的电池大小和容量,由此提供了更紧凑与轻质的便携式无线设备,并降低了其成本。此外,平均减少功率消耗可以抑制设备产生的热量,由此提供了更紧凑的无线设备、降低了其针对热耗散的设计和制造的成本。

[0041] 例如,数据包格式包括:训练序列,其可以由一个接收分支接收;PHY 报头,其可以由一个接收分支接收;MIMO 训练序列,为了测量空间多路复用信道而由多个接收分支接收,并对每个空间多路复用信道以时分方式发送;以及 MIMO 有效负荷,用 MIMO 空间多路复



用。

[0042] 在这种情况下,在接收待机状态中,可以通过使用多个接收分支的一部分检测不是空间多路复用的训练序列来检测数据包。此外,响应于数据包的检测,启动剩余的接收分支,PHY 报头用数据包接收所必需数量的接收分支连续解调与解码的。

[0043] 存在数据包的目的地在 MIMO 有效负荷的包头部分中描述的情况。在这种情况下,所有接收分支接收 MIMO 训练序列,并且解调与解码在 MIMO 有效负荷的包头部分中描述的数据包的目的地,从而可以检查数据包的目的地。此外,如果所述无线通信设备的地址包括在数据包的目的地中,则所有接收分支继续接收操作,以及,如果所述无线通信设备的地址不包括在数据包的目的地中,则控制器转换到接收待机状态,并停止那些不执行数据包的接收分支的接收操作。

[0044] 此外,在所述目的地是在 PHY 报头而不是在 MIMO 有效负荷的包头部分(即,MAC 报头)中描述的情形中,没有必要让所有接收分支执行从数据包检测到 MIMO 有效负荷的包头部分的接收操作。如果在 PHY 报头已经得出所述无线通信设备的地址没有包括在数据包的目的地中,则所述控制器转换到接收待机状态并停止那些不执行数据包检测的接收分支。

[0045] 而且,用于接收的分支的必需数量在解码 MIMO 有效负荷之前提取,并且所述控制器仅仅继续启动所提取数量的接收分支。例如,在关于所发送的空间多路复用信道数量的信息在 PHY 报头中描述的情形中,在检测到数据包之后,必需数量或更多的接收分支继续接收所规定的部分(例如,直到 MIMO 训练序列的部分),以便获得每个接收分支的接收质量信息,并仅使用以接收质量的递减次序选择的必需数量的接收分支,接收数据包随后的部分。例如,为了确定数据包是否寻址到所述无线通信设备,必需数量或更多的接收分支继续接收空间多路复用的信号,直到至少是 MIMO 有效负荷的包头部分(即,MAC 报头)的末端。

[0046] 而且,在其中规定了在接收 MIMO 训练序列时检测空间多路复用信道的数量的情形中,必需数量或更多的接收分支继续接收,直到 MIMO 训练序列。此外,仅仅使用基于相应于所检测的空间多路复用信道的数量的接收质量所选择的若干接收分支,接收至少 MIMO 有效负荷的包头部分。

[0047] 按照本发明的第二实施例,提供了一种以计算机可读形式描述的计算机程序,从而允许计算机系统运行用于使用多个接收分支在空间多路复用的发送信号上执行接收处理的处理。所述计算机程序包括接收待机步骤,使用所述多个接收分支的一部分执行数据包检测,并停止那些不执行数据包检测的剩余接收分支的接收操作;数据包接收步骤,为了允许接收分支接收空间多路复用信号,响应于数据包的检测启动在接收待机状态中停止的接收分支。

[0048] 按照本发明第二实施例的计算机程序定义为以计算机可读形式描述的计算机程序,以便在计算机系统上实现规定的处理。换句话说,当按照本发明第二实施例的计算机程序安装在计算机系统中时,计算机系统显示出相应的效果。有可能提供类似于按照本发明第一实施例的无线通信设备的效果。

[0049] 按照本发明,还提供了擅长于能够减少在空间多路复用 MIMO 信号接收期间的功率消耗的无线通信设备、无线通信方法和计算机程序。

[0050] 按照本发明,还提供了擅长于能够减少在数据包检测待机期间的功率消耗以及在

空间多路复用信号接收期间的功率消耗的无线通信设备、无线通信方法和计算机程序。

[0051] 按照本发明实施例的无线通信设备, 仅仅使用最小必需数量的接收分支在接收待机状态中执行数据包检测, 由此减少在数据包检测待机期间的功率消耗。

[0052] 此外, 按照本发明实施例的无线通信设备停止了多余的接收分支在接收数据包的普通工作期间接收空间多路复用数据包的操作, 由此减少了功率消耗。

[0053] 因此, 按照本发明, 有可能平均地减少功率消耗, 包括在数据包检测期间与在空间多路复用数据包的接收期间的功率消耗。作为其结果, 可以减少用作主电源的电池的大小和容量, 由此提供了更紧凑与轻质的便携式无线设备, 并降低了其成本。

[0054] 本发明的这些与其它特征和优点, 将从下列本发明优选实施例的进一步具体描述中显现出。

### 附图说明

[0055] 图 1 是示出按照本发明实施例的无线通信设备的配置示意图。

[0056] 图 2 是示出其中通信控制单元控制每个接收分支的操作的功能配置示意图。

[0057] 图 3 是示出应用于 MIMO 传输方案的数据包格式的示例图。

[0058] 图 4 是示出副载波交织的 MIMO 训练序列的示范性结构图。

[0059] 图 5 是用于说明本发明第一实施例的图。

[0060] 图 6 是用于说明本发明第一实施例的图。

[0061] 图 7 是示出按照本发明第一实施例的无线通信设备的数据包接收操作处理的流程图。

[0062] 图 8 是用于说明本发明第二实施例的图。

[0063] 图 9 是示出按照本发明第二实施例的无线通信设备的数据包接收操作处理的流程图。

[0064] 图 10 是示出在包括用于确定多余接收分支的处理情况下的无线通信设备的数据包接收操作处理的流程图。

[0065] 图 11 是示出由在图 10 中示出的处理实现的示范性操作顺序的图。

[0066] 图 12 是用于说明本发明第三实施例的图。

[0067] 图 13 是示出用于检测空间多路复用信道的数量的检测器的示范性配置图。

[0068] 图 14 是示出按照本发明第三实施例的无线通信设备的数据包接收操作处理的流程图。

[0069] 图 15 是示出在包括用于确定多余接收分支的处理情况下的无线通信设备的数据包接收操作处理的流程图。

[0070] 图 16 是示出 MIMO 通信系统的配置示意图。

### 具体实施方式

[0071] 以下将参照附图详细说明本发明的实施例。

[0072] 本发明涉及一种用于空间多路复用要通信的信号、配对具有多个天线的发射机与具有多个天线的接收机的 MIMO 通信系统。按照 MIMO 传输方案, 通过使用在具有多个发送天线的发射机与具有多个接收天线的接收机之间并联的多个空间多路复用的信道, 可以使

用有限的带宽改善在发射机与接收机之间的传输速度。

[0073] 图 1 示意性地示出了按照本发明实施例的无线通信设备的配置。

[0074] 在图 1 示出的例子中,无线通信设备具有  $n$  个天线 11-1、11-2、...、11- $n$ 。而且,无线通信设备的每个天线具有  $n$  个发送分支 20-1、20-2、...、20- $n$  与  $n$  个接收分支 30-1、30-2、...、30- $n$ 。天线 11-1、11-2、...、11- $n$  通过无线地使用空间多路复用的信道向其它无线通信设备发送信号,或者通过空间多路复用的信道从其它无线通信设备获得信号。彼此分别对应的发送分支 20 与接收分支 30 通过天线开关(未示出)连接各自的天线 11;因此,不能同时执行发送与接收。

[0075] 发送分支 20 具有 PHY 单元 21 和 RF 单元 22,其中,PHY 单元 21 包括:调制器,用于通过规定的调制方案调整发送信号,D/A 转换器,用于把数字发送信号转换为模拟信号;而 RF 单元 22 包括:上变频器,用于通过频率变换上变频模拟发送信号,以及功率放大器(PA),用于放大上变频的发送信号的电能。

[0076] 接收分支 30 具有 RF 单元 32 和 PHY 单元 31,其中,RF 单元 32 包括:低噪声放大器(LNA),用于放大通过天线 11 从另一个站接收的信号的电压,下变频器,用于通过频率变换下变频所放大的接收信号,以及自动增益控制器(AGC);而 PHY 单元 31 包括:A/D 转换器,用于把模拟发送信号转换为数字信号、用于同步、信道估计处理,以及解调器,用于通过规定的解调方案执行解调过程(没有示出每个单元)。

[0077] 信道特性捕获单元 33 使用从另一端的通信设备发送的基准信号获得信道矩阵  $H$ 。在采用例如 SVD-MIMO 的闭环类型作为 MIMO 通信方案的情况下,信道特性捕获单元 33 通过进一步执行在信道矩阵  $H$  上的奇异值分解,获得发送加权矩阵  $V$ 、接收加权矩阵  $U^H$  和对角线矩阵  $D$ 。在其中另一端的通信设备在规定时间间隔发送基准信号的情形中,信道特性捕获单元 33 每次更新信道矩阵  $H$  并在其上执行奇异值分解。

[0078] 信号多路复用单元 34 使用各自接收分支 30-1、30-2、...、30- $n$  的接收加权在各自接收分支 30-1、30-2、...、30- $n$  的接收信号上执行加权的多路复用,接收加权基于由信道特性捕获单元 33 获得的信道矩阵  $H$  所而获得。在 SVD-MIMO 方案中,通过在信道矩阵  $H$  上执行奇异值分解获得的接收加权矩阵  $U^H$ ,被设置在信号多路复用单元 34 中。多路复用的接收信号由发送/接收信号处理单元 40 处理。

[0079] 而且,从发送/接收信号处理单元 40 输出的发送数据,在信号去复用单元 23 去复用为在各自的发送分支 20-1、20-2、...、20- $n$  上的发送信号。在采用闭环 MIMO 通信方案的情况下,发送加权应用于在各自发送分支 20-1、20-2、...、20- $n$  上的各自的发送信号。例如,在采用 SVD-MIMO 方案的情况下,另一端的通信设备发送发送加权矩阵  $V$  的反馈,该反馈通过在由信道特性捕获单元 33 获得的信道矩阵  $H$  上执行奇异值分解而得到,并且发送加权矩阵  $V$  作为发送加权被采用。

[0080] 按照 MIMO 通信方案,如果另一端的通信设备具有多个同样方式的发送/接收天线,则可以获得多个空间多路复用的信道,即 MIMO 信道。在这种情况下,所要形成的空间多路复用信道的数量最大(即,理想地)相当于发射机发送分支的数量、或接收机接收分支的数量,无论哪个是小的。因此,在图 1 示出的无线通信设备作为接收机的情形中,空间多路复用信道的数量  $k$  等于或者小于拥有的接收分支的数量  $n$ 。

[0081] 在 MIMO 传输方案的无线通信设备中,由于设备工作成使用多个分支进行通信,所

以存在功率消耗大致与所用分支的数量成正比增加的问题。例如,接收机进行接收待机,其中接收机在数据包检测上花费大多数的时间。如果多个接收分支在这期间也进行接收待机,则所损耗的功率变得过多。

[0082] 按照本实施例的无线通信设备,具有通信控制单元,用于按照接收操作状态控制启动和停止各自的接收分支 30-1、30-2、...、30-n。为了避免图的复杂化,通信控制单元在图 1 中没有示出。

[0083] 通信控制单元分别使用处于接收待机状态中的多个接收分支 30-1、30-2、...、30-n 中的一部分执行数据包检测,并停止那些不执行数据包检测的剩余接收分支的接收操作,由此减少在数据包检测待机期间的功率消耗。

[0084] 而且,在 MIMO 传输方案中,形成了最大(即,理想地)相当于发射机发送分支的数量、或者接收机接收分支的数量的若干空间多路复用信道,无论哪个是小的。因此,接收机不总是需要所有的接收分支。因此,在数据包接收状态中,通信控制单元仅仅启动用于接收由 MIMO 传输空间多路复用的信号的最小必需数量的接收分支,由此还减少在 MIMO 信号接收期间的功率消耗。

[0085] 图 2 示意地示出了通信控制单元 50 控制接收分支 30-1、30-2、...、30-n 的操作的功能配置。

[0086] 通信控制单元 50 输出用于启动和停止各自的接收分支 30-1、30-2、...、30-n 的通信操作的启动/停止控制信号,并接收从各自的接收分支 30-1、30-2、...、30-n 输入接收质量测量信号。

[0087] 而且,通信控制单元 50 具有从发送/接收信号处理单元 40 或接收分支 30-1 接收的数据包的分析结果。在所要接收空间多路复用信道的数量的格式是在 PHY 报头中描述的情况下,通过解调和解码 PHY 包头所获得的所要接收的空间多路复用信道的数量,从接收分支 30-1 向通信控制单元 50 发送。

[0088] 在图 2 的例子中,分配一个接收分支 30-1 作为用于数据包检测的分支。接收分支 30-1 向通信控制单元 50 输入数据包检测信号。

[0089] 在检测到数据包接收待机状态中,通信控制单元 50 停止那些不执行数据包检测的各自的接收分支 30-2、...、30-n 的通信操作。

[0090] 一旦从接收分支 30-1 接收到数据包检测信号,通信控制单元 50 就启动剩余接收分支 30-2、...、30-n 的通信操作。因此,无线通信设备可以接收空间多路复用的信号。

[0091] 发送/接收信号处理单元 40 分析通过空间多路复用信道接收的数据包,并例如检查在 MAC 报头部分的数据包的目的地址。如果数据包寻址到这个站或包括这个站的组,则为了继续接收数据包,通信控制单元 50 保持启动接收分支 30-2、...、30-n。

[0092] 另一方面,如果数据包没有寻址到这个站或包括这个站的组,则通信控制单元 50 停止接收分支 30-2、...、30-n 的通信操作,并转换到其中仅仅接收分支 30-1 执行数据包检测的接收待机状态或数据包检测状态。

[0093] 在接收寻址到这个站或包括这个站的组的情况下,在接收分支 30-1 中的 PHY 单元或发送/接收信号处理单元 40 分析通过空间多路复用信道接收的数据包,并获得对于数据包接收处理所需要的接收分支的数量 k。例如,PHY 单元可以基于 MIMO 训练序列或者数据包中 PHY 报头的说明来获得数据包接收处理所需要的接收分支的数量 k。

[0094] 空间多路复用信道的最大（即理想的）数量  $k$  相当于发射机发送分支的数量、或接收机接收分支的数量，无论哪个是小的。因此，在接收分支的必需数量  $k$  低于拥有的分支的数量  $n$  的情形中，通信控制单元 50 仅仅停止用于通信操作的多余的  $(n-k)$  个分支。基于从各自的接收分支 30-2、 $\dots$ 、30- $n$  获得的接收质量信息，有可能以接收质量的递增次序选择用于这些  $(n-k)$  个分支的多余接收分支。

[0095] 图 3 示出了应用于 MIMO 传输方案的数据包格式的例子。在图 3 中，所述内容按从左至右的次序连续发送。

[0096] 首先，设置可以由一个接收分支接收的训练序列。其次，连续地设置 PHY 报头、同时从多个空间多路复用的信道发送的 Re-AGC 目的的 MIMO 训练序列、以及用于以时分方式的每个空间多路复用信道的 MIMO 训练序列。由于在图 3 中示出例子中的空间多路复用信道的数量是 3，故从每个空间多路复用的信道发送一个 MIMO 训练序列，即总计 3 个 MIMO 训练序列。随后，设置 MIMO 有效负荷，使用 MIMO 技术对其空间多路复用。假定按照时间的在接近 MIMO 有效负荷中的报头部分（即 MAC 报头）至少描述了数据包的目的地址。

[0097] 设置在 PHY 报头与 MIMO 训练之间的 Re-AGC 目的的 MIMO 训练序列对于实现本发明不是必要的，但是对于优化特性是非常有效的。

[0098] 在图 3 示出的例子中，数据包格式是以 IEEE 802.11 的观点构建的；因此，数据包的目的地址是在 MAC 报头中描述的，MAC 报头是 MIMO 有效负荷的报头部分。然而，本发明的精神不局限于此。例如，目的地址可以在 PHY 报头中描述。在这种情况下，由于 PHY 报头是以所有通信站可以执行接收处理的如此低的速度发送的，所以仅仅 8 字节地址的字段增加使得 PHY 报头更大，从而时间开销增加。另一方面，通信站可以在数据包检测之后立即确定数据包是否寻址到这个站。因此，优点在于如果数据包没有寻址到这个站，则通信站可以立即进入低电耗状态。

[0099] 而且，作为 MIMO 训练序列的例子，图 3 示出了以时分方式发送一个空间多路复用 MIMO 信道的顺序。然而，本发明的精神不局限于这种结构。例如，在使用 OFDM 调制的系统的情况下，如图 4 所示，有可能采用所谓的副载波交织以及时分 MIMO 训练序列，其中 MIMO 训练序列在一些时间点同时从多个空间多路复用信道发送，而考虑到特殊的副载波，仅发送一个空间多路复用的信道。在图 4 示出的例子中，由于空间多路复用信道的数量是 3，所以 MIMO 训练序列由 3（或 3 的整倍数）个按照时间的 OFDM 码元组成。

[0100] 以下将描述在接收上述提到的信号时的接收操作。

[0101] 训练序列与 PHY 报头仅通过一个空间多路复用的信道发送，并且接收机可以用至少一个接收分支接收。在接收数据包时，通信设备首先通过数据包检测处理检测已知的训练序列。通信设备还使用训练序列执行频率偏移与时间偏移的消除、传播信道估计、以及接收 AGC 操作。在这些处理之后，通信设备可以接收 PHY 报头。

[0102] 在 PHY 报头中，使用了在通信系统中预定的调制方案、纠错方案、编码率等等。通信设备可以在没有知识下（即，没有例如与另一端的通信设备协商的知识获取过程）而接收。PHY 报头通常包括指示调制方案、纠错方案、编码率、总数据长度、空间多路复用信道的数量等等的比特，这些是对数据包的后半部分、即 MIMO 有效负荷进行解调与解码所必需的。

[0103] 然而，取决于系统设计，存在空间多路复用信道的数量没有包括在 PHY 报头中的

情况,如以后描述的。因此,在本说明书中,提供了空间多路复用信道的数量没有包括在PHY报头中的另一个实施例。

[0104] 在接收PHY报头之后,随着启动所有的接收分支,通信设备接收Re-AGC目的的MIMO训练序列。已经从开始执行re-AGC操作启动的M个分支和已经开始操作的(n-m)个分支,重新执行AGC操作。在完成AGC之后,所有的接收分支接收已知的MIMO训练序列。多个接收分支接收对应于多个空间多路复用信道的多个MIMO训练序列。以这种方式,通信设备可以获得传播信道矩阵H,并使用传播信道矩阵H分离在后面部分中的空间多路复用的MIMO有效负荷。

[0105] 将参照图5描述本发明的第一实施例。在图5示出的例子中,所要发送的空间多路复用信道的数量是3,执行MIMO接收的无线通信设备的接收分支的数量n也是3。

[0106] 接收MIMO数据包的无线通信设备具有3个接收分支1-3,但是仅使用接收分支1在数据包检测模式中执行数据包检测。在实际上已经检测到数据包的情形中,接收分支1通知通信控制单元50数据包检测。通信控制单元50接收此信息,并指示在停止状态中的接收分支2与3触发和准备接收re-AGC目的的MIMO训练信号。

[0107] 接收分支1输出数据包检测信号,并转换到接收模式。而且,接收分支1接收PHY报头,并向通信控制单元50输出Re-AGC目的的MIMO训练序列的开始定时。通信控制单元50接收此信息,并向接收分支2-3发送Re-AGC目的的MIMO训练序列的定时。接收分支1-3使用此定时接收Re-AGC目的的MIMO训练序列,并开始AGC操作。

[0108] 在AGC完成之后,接收分支1向通信控制单元50输出MIMO训练序列的开始定时。通信控制单元50指示其它接收分支2-3用此定时接收MIMO训练序列,而所有的接收分支接收MIMO训练序列。

[0109] 在图5示出的例子中,一旦检测到数据包,接收分支1向其它接收分支2-3输出启动信号。然而,本发明的精神不局限于此。由于各自的接收分支1-3可以在开始接收Re-AGC目的的MIMO训练序列之前正确地开始接收操作,所以考虑要求的开始时间、从由模拟电路组成的RF单元32到由数字电路组成的PHY单元31的等待时间、直到ADC开始正确操作的等待时间等,可以设置与提供给各自分支的启动信号一起的定时。

[0110] 在无线通信设备的接收系统中,用通过接收MIMO训练序列获得的传播信道矩阵解调与解码MIMO有效负荷部分。这时,相应于MAC层的发送/接收信号处理单元40检查附着到MAC有效负荷的近似报头的MAC报头中的目的地址。如果数据包寻址到这个站或包括这个站的组,则发送/接收信号处理单元40指示通信控制单元50允许所有的接收分支1-3继续接收,以使n个接收分支继续接收由PHY报头规定的长度。在数据包接收完成时,通信控制单元50仅仅将接收分支1改为数据包检测待机模式,而把其它接收分支返回到停止状态。

[0111] 发送/接收信号处理单元40检查附着到MAC有效负荷的近似报头的MAC报头中的目的地址。如果数据包没有寻址到这个站或包括这个站的组,则通信控制单元50仅仅将接收分支1改为数据包检测待机模式,而把其它接收分支从MAC报头向前返回到停止状态。

[0112] 图6示出了在后者情形中的操作。如图6所示,发送/接收信号处理单元40通知通信控制单元50不必再继续接收数据包。一旦接收到此信息,通信控制单元50就仅将接收分支1改为数据包检测待机模式,而把其它接收分支返回到停止状态。由于显然不寻址到

这个站（即，不需要接收处理）的数据包继续由 PHY 报头规定的长度，所以当通信控制单元 50 停止在数据包检测待机模式中的一个接收分支以及其它接收分支、以使接收分支在数据包的继续期间不执行数据包检测时，有可能引起低电耗。

[0113] 图 7 是示出按照第一实施例的无线通信设备的数据包接收操作处理的流程图。

[0114] 无线通信设备在数据包检测模式中处于数据包待机状态（步骤 S1）。在数据包检测模式中，设备仅仅使用接收分支的一部分接收数据包，并停止其它接收分支的接收操作。

[0115] 假定无线通信设备具有的发送 / 接收分支的数量是  $n$ ，用于检测数据包的接收分支的数量是  $m$  ( $m < n$ )。在这种情况下，停止了  $(n-m)$  个接收分支在数据包检测模式中的接收操作，由此产生了低电耗的效果。

[0116] 如果设备在数据包检测模式中检测数据包（步骤 S2），则设备转换到数据包接收模式，并启动已经停止了接收操作的  $(n-m)$  个接收分支（步骤 S3）。

[0117] 这时， $m$  个接收分支即使已经在数据包检测模式中执行接收操作，仍使用所接收的训练序列执行频率偏移、时间偏移校正、AGC 操作等。

[0118] 其次， $m$  个接收分支接收数据包的 PHY 报头（步骤 S4）。

[0119] 其次，所有的接收分支接收 re-AGC 开始信号，并使用 Re-AGC 目的的 MIMO 训练序列执行 re-AGC（步骤 S5）。

[0120] 其次，设备接收 MIMO 训练序列（步骤 S6）。

[0121] 其次，设备接收 MIMO 有效负荷中的 MAC 报头（步骤 S7）。设备检查在 MAC 报头中描述的 MAC 地址，并确定数据包是否寻址到这个站或包括这个站的组（步骤 S8）。

[0122] 如果数据包没有寻址到这个站或包括这个站的组，则处理返回 S1。即，设备返回数据包检测模式，其中设备仅仅使用接收分支的一部分接收数据包、并停止其它接收分支的接收操作。

[0123] 如果数据包寻址到这个站或包括这个站的组，则设备使用所有接收分支继续接收 MIMO 有效负荷（步骤 S9）。

[0124] 如果设备已经完全接收数据包（步骤 S10），则处理返回 S1。即，设备返回数据包检测模式，其中设备仅仅使用接收分支的一部分接收数据包、并停止其它接收分支的接收操作。

[0125] 其次，将参照图 8 描述本发明的第二实施例。在图 8 示出的例子中，所要发送的空间多路复用信道的数量是 3，在 MIMO 传输中作为接收机的无线通信设备具有的接收分支的数量  $n$  是 4。在这种情况下，空间多路复用信道的最大（即理想的）数量  $k$  是 3，其小于接收分支的数量  $n$  ( $= 4$ )。

[0126] 接收 MIMO 数据包的无线通信设备具有 4 个接收分支 1-4，并仅使用接收分支 1 在数据包检测模式中执行数据包检测。在实际上已经检测到数据包的情形中，接收分支 1 向通信控制单元 50 通知数据包检测。通信控制单元 50 接收此信息，指示在停止状态中的接收分支 2、3 与 4 触发和准备接收 re-AGC 目的的 MIMO 训练信号。

[0127] 接收分支 1 输出数据包检测信号，并转换到接收模式。而且，接收分支 1 接收 PHY 报头，并向通信控制单元 50 输出 Re-AGC 目的的 MIMO 训练序列的开始定时。通信控制单元 50 接收此信息，并向接收分支 2-4 发送 Re-AGC 目的的 MIMO 训练序列的定时。接收分支 1-4 使用此定时接收 Re-AGC 目的的 MIMO 训练序列，并开始 AGC 操作。

[0128] 至于开始定时,在图 8 示出的例子中,一旦检测到数据包,接收分支 1 向其它接收分支 2-4 输出启动信号。然而,有可能采用与在第一实施例中方式相同的另一种方法。

[0129] 在所要接收空间多路复用信道的数量的格式是在 PHY 报头中描述的情况下,通过解调和解码所获得的所要接收的空间多路复用信道的数量,从接收分支 1 向通信控制单元 50 发送。

[0130] 通信控制单元 50 比较当前启动的接收分支的数量与所要接收的空间多路复用信道的数量。如果接收分支的数量大于空间多路复用信道的数量,则通信控制单元 50 在接收分支数量不小于空间多路复用信道数量的限制下,停止多余的接收分支。在本实施例中,无线通信设备具有的 MIMO 接收分支的数量  $n$  是 4,而空间多路复用信道的数量、即分支的必需数量  $k$  是 3。因此,通信控制单元 50 指示被选作多余分支的接收分支 4 停止接收操作,并返回停止模式。

[0131] 在图 8 示出的例子中,在所有接收分支 1-4 完成 AGC 之前,完成 PHY 报头的解调与解码。在 AGC 开始之后,在输出 MIMO 训练序列的接收起始信号之前,输出用于停止接收分支 4 的控制信号。然而,用于停止多余的接收分支的定时不局限于此。取决于解调与解码 PHY 报头的等待时间,可以在开始接收 MIMO 训练序列之后输出用于停止接收分支 4 的控制信号。

[0132] 在 AGC 完成之后,接收分支 1 向通信控制单元 50 输出 MIMO 训练序列的开始定时。通信控制单元 50 指示其它接收分支 2-3 用此定时接收 MIMO 训练序列,并启动所有的接收分支 1-3 接收 MIMO 训练序列。

[0133] 此点前面的接收方法与在本发明第一实施例中的相同。如果在 MAC 报头中描述的地址指向这个站或包括这个站的组,则三个接收分支 1-3 继续接收。如果数据包没有寻址到这个站或包括这个站的组,则通信控制单元 50 停止两个接收分支 2-3,并且一旦确定 MAC 地址是不同的,就以与图 6 所示操作示例相同的方式,仅仅允许接收分支 1 进入数据包待机模式。

[0134] 图 9 是示出按照第二实施例的无线通信设备的数据包接收操作处理的流程图。

[0135] 无线通信设备在数据包检测模式中处于数据包待机状态(步骤 S21)。在数据包检测模式中,设备仅仅使用接收分支的一部分接收数据包,并停止其它接收分支的接收操作。

[0136] 假定无线通信设备具有的发送/接收分支的数量是  $n$ ,用于检测数据包接收分支的数量是  $m$  ( $m < n$ )。在这种情况下,停止了  $(n-m)$  个接收分支在数据包检测模式中的接收操作,由此产生了低电耗的效果。

[0137] 如果设备在数据包检测模式中检测数据包(步骤 S22),则设备转换到数据包接收模式,并启动已经停止了接收操作的  $(n-m)$  个接收分支(步骤 S23)。

[0138] 这时, $m$  个接收分支即使已经在数据包检测模式中执行了接收操作,仍使用所接收的训练序列执行频率偏移、时间偏移校正、AGC 操作等。

[0139] 其次, $m$  个接收分支接收数据包的 PHY 报头(步骤 S24)。

[0140] 其次,所有的接收分支接收 re-AGC 开始信号,并使用 re-AGC 目的的 MIMO 训练序列执行 re-AGC(步骤 S25)。

[0141] 其次,设备比较 PHY 报头中描述的空间多路复用信道的数量、即接收分支的必需数量  $k$  与无线通信设备具有的接收分支的数量  $n$ (步骤 S26)。假定空间多路复用信道的数



量  $k$  在数据包的 PHY 报头被接收。

[0142] 如果接收分支的必需数量  $k$  小于无线通信设备具有的接收分支数量  $n$ , 则通信控制单元 50 设置用于执行接收操作的接收分支的数量为  $k$ , 并停止剩余  $(n-k)$  个接收分支 (步骤 S41)。即, 停止多余的接收分支的接收操作, 由此产生了低电耗的效果。

[0143] 其次, 设备接收 MIMO 训练序列 (步骤 S27)。

[0144] 其次, 设备接收在 MIMO 有效负荷中的 MAC 报头 (步骤 S28)。设备检查在 MAC 报头中描述的 MAC 地址, 并确定数据包是否寻址到这个站或包括这个站的组 (步骤 S29)。

[0145] 如果数据包没有寻址到这个站或包括这个站的组, 则处理返回 S21。即, 设备返回数据包检测模式, 其中设备仅仅使用接收分支的一部分接收数据包、并停止其它接收分支的接收操作。

[0146] 如果数据包寻址到这个站或包括这个站的组, 则设备使用所有接收分支继续接收 MIMO 有效负荷 (步骤 S30)。

[0147] 如果设备已经完全接收数据包 (步骤 S31), 则处理返回 S21。即, 设备返回数据包检测模式, 其中设备仅仅使用接收分支的一部分接收数据包、并停止其它接收分支的接收操作。

[0148] 如所描述的, 在图 8 示出的操作顺序中, 作为解码 PHY 报头的结果, 设备立即停止接收分支 4, 接收分支 4 和空间多路复用信道的数量相比较是多余的。在上述说明中, 没有描述如何确定多余的接收分支。

[0149] 例如, 考虑到无线通信设备具有的所有接收分支的接收质量, 可以以所检测的数据包的接收质量的递增次序来选择多余的接收分支。在这种情况下, 通信控制单元 50 允许接收数据包的  $n$  个中的  $k$  个分支用较好的质量继续接收操作, 而停止剩余的  $(n-k)$  个分支。

[0150] 作为可能的质量信息, 存在用于接收的全部电能、在 FFT 之后的副载波的振幅平坦性、决定因子的大小或从接收分支的多种组合估计的信道矩阵的排列, 等等。

[0151] 图 10 是示出了在包括用于确定多余接收分支的情况下无线通信设备的数据包接收操作处理的流程图。在这个操作处理中, 在有  $(n-k)$  个接收分支相对于图 9 所示流程图中空间多路复用信道的数量  $k$  过剩的情况中, 增加了选择所要使用的接收分支的步骤。

[0152] 设备比较空间多路复用信道的数量、即接收分支的必需数量  $k$  与无线通信设备具有的接收分支的数量  $n$  (步骤 S26)。如果接收分支的必需数量  $k$  小于无线通信设备具有的接收分支的数量  $n$ , 则通信控制单元 50 首先估计每个接收分支的接收质量 (步骤 S51)。通信控制单元 50 选择  $k$  个接收质量上乘的分支, 允许它们继续接收操作, 并停止  $(n-k)$  个接收质量较低的分支 (步骤 S52)。停止多余的接收分支的接收操作, 由此产生了低电耗的效果。

[0153] 在基于所检测的数据包的接收质量确定多余接收分支的情况下, 在数据包接收操作顺序中必须执行用于获得全部  $n$  个接收分支的接收质量的处理。

[0154] 图 11 示出了在这种情况下的操作顺序。在图 11 示出的例子中, 即使已经关掉了对于空间多路复用信道的数量  $k$  过剩的  $(n-k)$  个接收分支, 设备仍允许所有的  $n (= 4)$  个接收分支继续接收、直到 MIMO 训练序列, 并获得有关在接收分支 1-4 的数据包的接收质量信息。作为质量信息, 存在用于接收的全部电能、在 FFT 之后的副载波的振幅平坦性、决定因子的大小或从接收分支的多种组合估计的信道矩阵的排列, 等等。

[0155] 在图 11 示出的例子中,  $n-k = 1$ 。接收质量不好的接收分支 4 被确定为是多余的, 并在 MIMO 训练序列之后停止接收操作, 从而不接收 MIMO 有效负荷。

[0156] 在图 8 示出的操作例子中, 多余的  $(n-k)$  个接收分支执行接收操作, 仅仅直到 re-AGC 目的的 MIMO 训练; 然而, 在图 11 示出的操作例子中, 所有的接收分支执行接收操作, 直到在随后阶段中的 MIMO 训练序列。在这点上, 前者不同于后者。在后者的情形中, 由多余接收分支进行的接收操作的继续减少了低电耗的效果。然而, 由于较好的接收分支可以接收 MIMO 有效负荷, 所以改善了通信质量。

[0157] 其次, 将参照图 12 描述本发明的第三实施例。在图 12 示出的例子中, 要发送的空间多路复用信道的数量是 3, 在 MIMO 传输中作为接收机的无线通信设备具有的接收分支的数量  $n$  是 4。在这种情况下, 空间多路复用信道的最大 (即理想的) 数量  $k$  是 3, 其小于接收分支的数量  $n (= 4)$ 。

[0158] 第二实施例基于所要发送的数据包的空间多路复用信道的数量是在 PHY 报头比特中描述的前提。另一方面, 在第三实施例中, 提供了用于检测空间多路复用信道的数量的另一种方法。例如, 数据包格式可以以这样的方式设计为, 空间多路复用信道的数量是用 MIMO 训练序列的代码序列表示, 代替在 PHY 报头中描述空间多路复用信道的数量。更具体地, 以 MIMO 训练序列的代码序列随着空间多路复用信道的数量而变化的这种方式来设计。在这种情况下, 用于接收数据包的接收机具有对应于每个代码序列的多个相关器。接收机检查所输入的 MIMO 训练序列的并联相关性, 并可以检测对应于具有相关值最高峰值的 MIMO 训练序列的空间多路复用信道的数量。

[0159] 接收 MIMO 数据包的无线通信设备具有 4 个接收分支 1-4, 并仅使用接收分支 1 在数据包检测模式中执行数据包检测。在其中实际上已经检测到数据包的情形中, 接收分支 1 向通信控制单元 50 通知数据包检测。通信控制单元 50 接收此信息, 指示在停止状态中的接收分支 2、3 与 4 触发和准备接收 re-AGC 目的的 MIMO 训练信号。

[0160] 接收分支 1 输出数据包检测信号, 并转换到接收模式。而且, 接收分支 1 接收 PHY 报头, 并向通信控制单元 50 输出 re-AGC 目的的 MIMO 训练序列的开始定时。通信控制单元 50 接收此信息, 并向接收分支 2-4 发送 re-AGC 目的的 MIMO 训练序列的定时。接收分支 1-4 使用此定时接收 re-AGC 目的的 MIMO 训练序列, 并开始 AGC 操作。

[0161] 至于开始定时, 在图 12 示出的例子中, 一旦检测到数据包, 接收分支 1 就向其它接收分支 2-4 输出启动信号。然而, 有可能采用与在第一和第二实施例中方式相同的另一种方法。

[0162] 在 AGC 完成之后, 接收分支 1 向通信控制单元 50 输出 MIMO 训练序列的开始定时。通信控制单元 50 指示接收分支 2-4 用此定时接收 MIMO 训练序列, 而所有的接收分支 1-4 接收 MIMO 训练序列。在本实施例中, 由于 MIMO 训练序列的代码序列指示空间多路复用信道的数量, 所以不同于第二实施例 (见图 8), 所有的接收分支必须接收 MIMO 训练序列。

[0163] MIMO 训练序列的代码序列随空间多路复用信道的数量而变化。接收分支 1-4 已经接收的 MIMO 训练序列被输入到用于检测空间多路复用信道数量的检测器里, 信道具有对应于每个代码序列的多个相关器 (见图 13)。通信设备检查与所要输入的 MIMO 训练序列的并联相关性, 并可以检测对应于具有相关值最高峰值的 MIMO 训练序列的空间多路复用信道的数量。所获得的空间多路复用信道的数量被输入到通信控制单元 50 中。

[0164] 通信控制单元 50 比较当前启动的接收分支的数量  $m$  与所要接收的空间多路复用信道的数量  $k$ 。如果接收分支的数量  $m$  大于空间多路复用信道的数量  $k$ , 则通信控制单元 50 在接收分支数量  $m$  至少不小于空间多路复用信道数量  $k$  的限制下, 停止  $(m-k)$  个多余的接收分支。在本实施例中, MIMO 接收分支的数量  $n$  是 4, 而空间多路复用信道的数量、即分支的必需数量  $k$  是 3。因此, 通信控制单元 50 指示接收分支 4 停止接收操作, 并返回停止模式。

[0165] 此点前面的接收方法与在本发明第一实施例中的相同。如果在 MAC 报头中描述的目的地址指向这个站或包括这个站的组, 则三个接收分支 1-3 继续接收。如果数据包没有寻址到这个站或包括这个站的组, 则通信控制单元 50 停止两个接收分支 2-3, 并且一旦确定 MAC 地址是不同的, 就以与图 6 所示操作示例相同的方式, 仅仅允许接收分支 1 进入数据包待机模式。

[0166] 图 14 是示出按照第三实施例的无线通信设备的数据包接收操作处理的流程图。

[0167] 无线通信设备在数据包检测模式中处于数据包待机状态 (步骤 S61)。在数据包检测模式中, 设备仅仅使用接收分支的一部分接收数据包, 并停止其它接收分支的接收操作。

[0168] 假定无线通信设备具有的发送 / 接收分支的数量是  $n$ , 用于检测数据包接收分支的数量是  $m$  ( $m < n$ )。在这种情况下, 停止了  $(n-m)$  个接收分支在数据包检测模式中的接收操作, 由此产生了低电耗的效果。

[0169] 如果设备在数据包检测模式中检测数据包 (步骤 S62), 则设备转换到数据包接收模式, 并启动已经停止了接收操作的  $(n-m)$  个接收分支 (步骤 S63)。

[0170] 这时,  $m$  个接收分支即使已经在数据包检测模式中执行了接收操作, 仍使用所接收的训练序列执行频率偏移、时间偏移校正、AGC 操作等。

[0171] 其次,  $m$  个接收分支接收数据包的 PHY 报头 (步骤 S64)。

[0172] 其次, 所有的接收分支接收 re-AGC 开始信号, 并使用 Re-AGC 目的的 MIMO 训练序列执行 re-AGC (步骤 S65)。

[0173] 其次, 设备接收 MIMO 训练序列 (步骤 S66)。

[0174] 其次, 设备比较从 MIMO 训练序列中检测到的空间多路复用信道的数量、即接收分支的必需数量  $k$  与无线通信设备具有的接收分支的数量  $n$  (步骤 S67)。假定空间多路复用信道的数量  $k$  在数据包的 PHY 报头接收。

[0175] 如果接收分支的必需数量  $k$  小于无线通信设备具有的接收分支数量  $n$ , 则通信控制单元 50 设置用于执行接收操作的接收分支的数量为  $k$ , 并停止剩余  $(n-k)$  个接收分支 (步骤 S81)。即, 停止多余的接收分支的接收操作, 由此产生了低电耗的效果。

[0176] 其次, 设备接收 MIMO 有效负荷中的 MAC 报头 (步骤 S68)。设备检查在 MAC 报头中描述的 MAC 地址, 并确定数据包是否寻址到这个站或包括这个站的组 (步骤 S69)。

[0177] 如果数据包没有寻址到这个站或包括这个站的组, 则处理返回 S61。即, 设备返回数据包检测模式, 其中设备仅仅使用接收分支的一部分接收数据包、并停止其它接收分支的接收操作。

[0178] 如果数据包寻址到这个站或包括这个站的组, 则设备使用所有接收分支继续接收 MIMO 有效负荷 (步骤 S70)。

[0179] 如果设备已经完全接收数据包 (步骤 S71), 则处理返回 S61。即, 设备返回数据包

检测模式,其中设备仅仅使用接收分支的一部分接收数据包、并停止其它接收分支的接收操作。

[0180] 在图 14 示出的操作处理中,设备比较空间多路复用信道的数量、即接收分支的数量  $k$  与无线通信设备具有的接收分支的数量  $n$ ,并停止被确定为是多余的若干适宜的接收分支。在本例中,所有 MIMO 训练序列由所有  $n$  个接收分支接收。而且,用于检测具有对应于每个代码序列(见图 13)的多个相关器的空间多路复用信道的数量的检测器,检查与由每个接收分支接收的 MIMO 训练序列的并联相关性,并可以检测对应于那些具有相关值最高峰值的 MIMO 训练序列的空间多路复用信道的数量。

[0181] 而且,在停止多余接收分支的时候,可以考虑每个接收分支的接收质量。在  $n$  个接收分支当中具有较好质量的  $k$  个分支可以继续接收,并可以停止剩余  $(n-k)$  个分支。作为可能的质量信息,存在用于接收的全部电能、在 FFT 之后的副载波的振幅平坦性、决定因子的大小或从接收分支的多种组合估计的信道矩阵的排列,等等。

[0182] 图 15 是示出在包括用于确定多余接收分支的处理情况下的无线通信设备的数据包接收操作的处理的流程图。在这个操作处理中,增加了步骤,用于选择在其中对于在图 14 示出流程图中的空间多路复用信道的数量  $k$  所剩余的  $(n-k)$  个接收分支的情形中所要使用的接收分支。

[0183] 设备比较空间多路复用信道的数量、即接收分支的必需数量  $k$  与无线通信设备所具有的接收分支的数量  $n$ (步骤 S67)。如果接收分支的必需数量  $k$  小于无线通信设备具有的接收分支的数量  $n$ ,则通信控制单元 50 首先估计每个接收分支的接收质量(步骤 S91)。通信控制单元 50 选择  $k$  个接收质量上乘的分支,允许它们继续接收操作,并停止  $(n-k)$  个接收质量较低的分支(步骤 S92)。停止多余的接收分支的接收操作,由此产生了低电耗的效果。

[0184] 已经参照具体实施例详细描述了本发明。然而,显而易见的是,所属领域技术人员在不脱离本发明范围与精神的前提下,可以改变或修改所述实施例。

[0185] 本发明适用于多种无线通信系统,例如用于执行具有空间多路复用的数据传输 SVD-MIMO 方案,并可以减少无线通信设备中在数据包检测期间的功率消耗与平均功率消耗。

[0186] 本说明书中采用了术语“空间多路复用信道(空间流)”是。然而,在典型 MIMO 传输方案中,从一个发送分支发送一个空间多路复用的信道;因此,存在采用表述“来自一个天线的发送信号”的情况。然而,在例如用于执行波束形成的这种系统中,存在一个发送信号使用多个发送天线(空间多路复用信道)来形成的情况;因此,术语“空间多路复用信道(空间流)”应理解为更为普遍的表述。

[0187] 作为波束形成的例子,具有用于按照发射机意愿确定波束方向的循环延迟分集(Cyclic Delay Diversity)(CDD),而不管另一端的通信设备的反馈信息,并且具有用于使用来自另一端通信设备的反馈信息来最佳地控制波束的 SVD-MIMO,如在本说明书中所描述的。

[0188] 在本说明书描述的每个实施例中,遍布所有空间多路复用信道的所述 Re-AGC 目的的 MIMO 训练序列,直接添加在所述 PHY 报头之后。然而,本发明的精神不局限于这种结构。在不存在所述 Re-AGC 目的的 MIMO 训练序列的情形中,在数据包检测模式中停止接收

操作的  $(n-m)$  个接收分支, 需要以某些方式在开始接收所述 MIMO 训练序列之前确定接收信号振幅电平。 $(n-m)$  个接收分支的 AGC 增益需要使用已经工作的  $m$  个接收分支的 AGC 增益、或者使用可以在那时接收的一个空间多路复用信道的振幅来确定。这不是完全行不通的。然而, 由于有可能来自每个空间多路复用的信道的信号到达具有独立于接收分支的信号电平, 所以不确保在最佳电平上执行 AGC; 因此, 没有制定根据接收特性的最佳帧格式。由此, 考虑到接收特性的优化, 假定在本说明书描述的每个实施例中, 遍布所有空间多路复用信道的所述 Re-AGC 目的的 MIMO 训练序列, 立即出现在如图 3 所描述的 PHY 报头之后。

[0189] 而且, 在本说明书描述的每个实施例中, 第一数据包检测是由一个接收分支执行。然而, 这可以由多于一个和小于所有接收分支数量的若干接收分支来执行。此配置降低了低电耗的效果, 但是使得即使在低接收 SNR 的情况下, 也能够进行数据包检测与接收。因此, 在低 SNR 环境下执行低比特速率通信的情况下是有效的。

[0190] 而且, 在本说明书描述的每个实施例中, 所述无线通信设备在数据包检测模式中始终工作, 除非接收信号到达, 并启动至少一个接收分支。然而, 本发明的精神不局限于此。例如, 也可能的是还定义了休眠状态, 以及仅仅一部分接收分支能够执行如上所述的固定时间间隔的数据包检测。

[0191] 即, 本发明已经以例证的形式进行了公开, 本说明书的内容不应是限制性的说明。为了理解本发明的精神, 应当考虑权利要求。

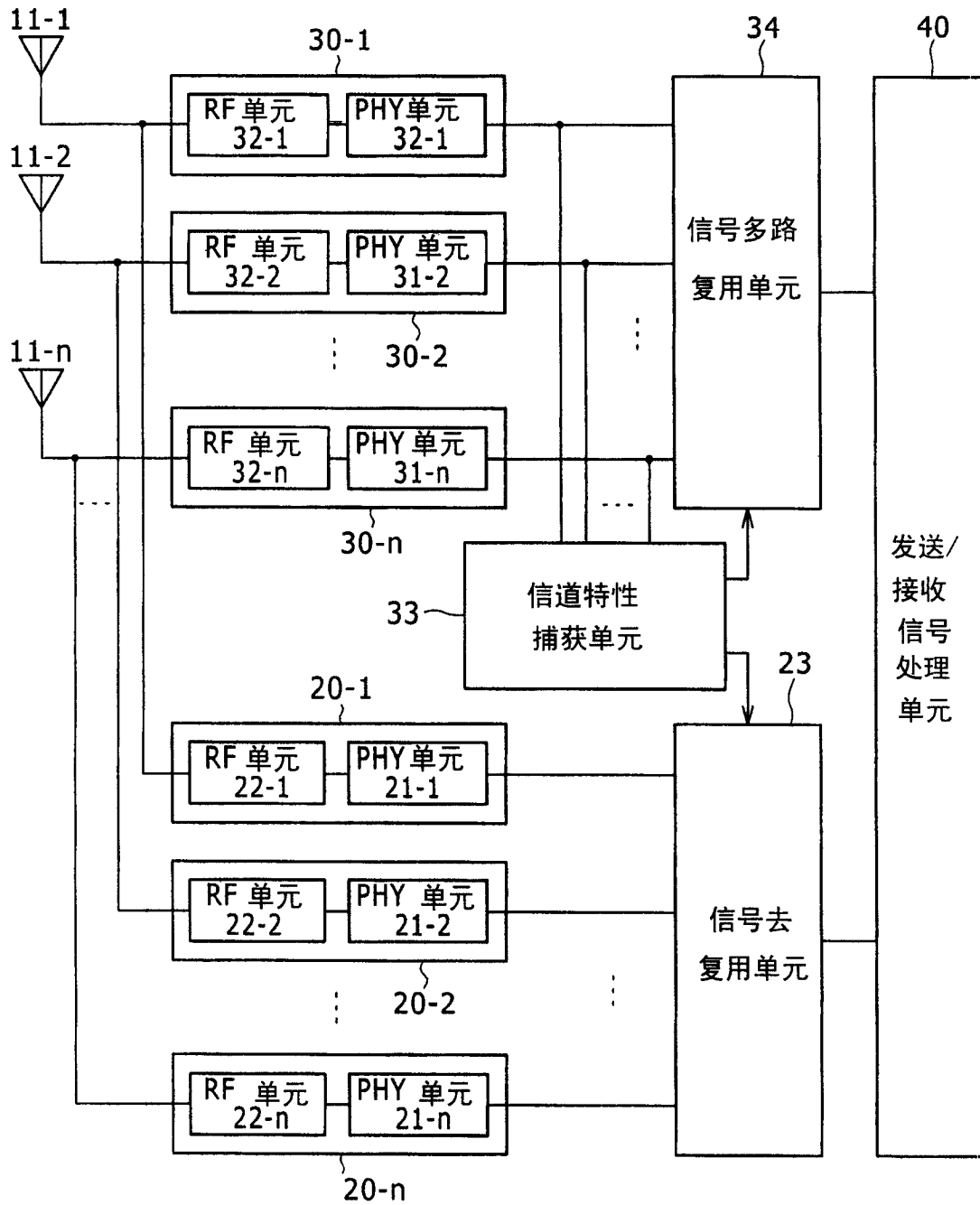
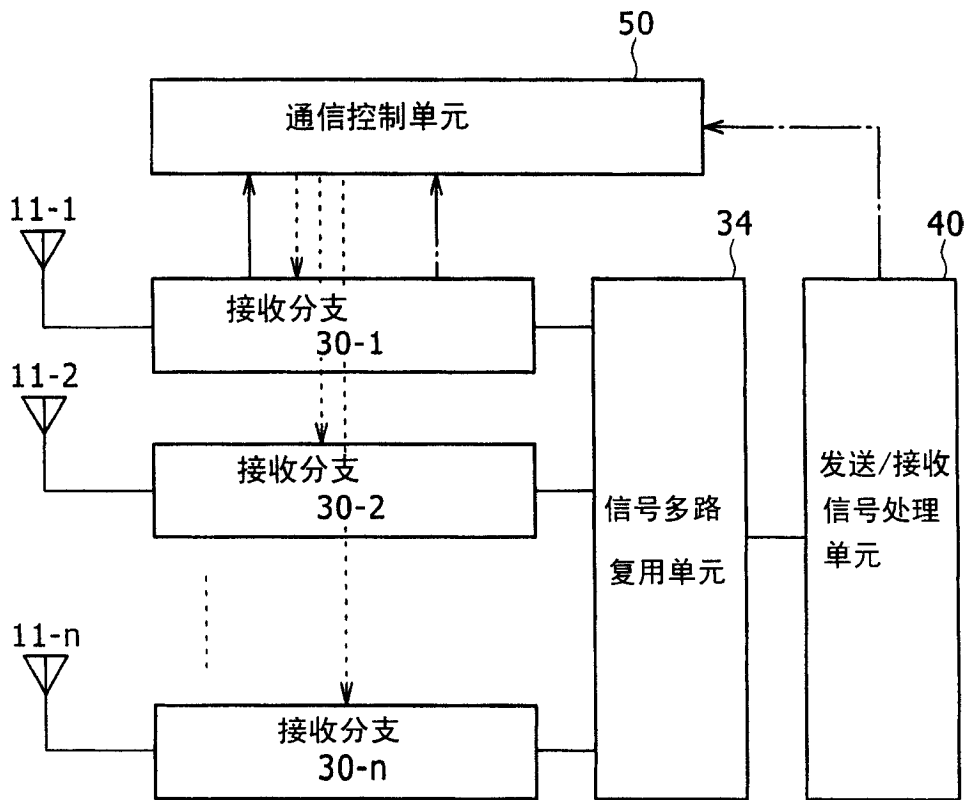


图 1



- > 数据包检测信号
- > 启动/停止控制信号
- - - -> 空间多路复用信道数量通知信号

图 2

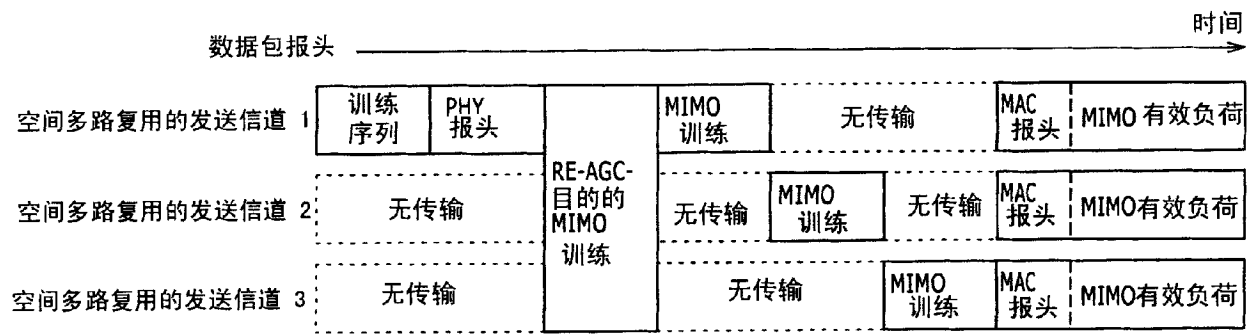


图 3





图 4

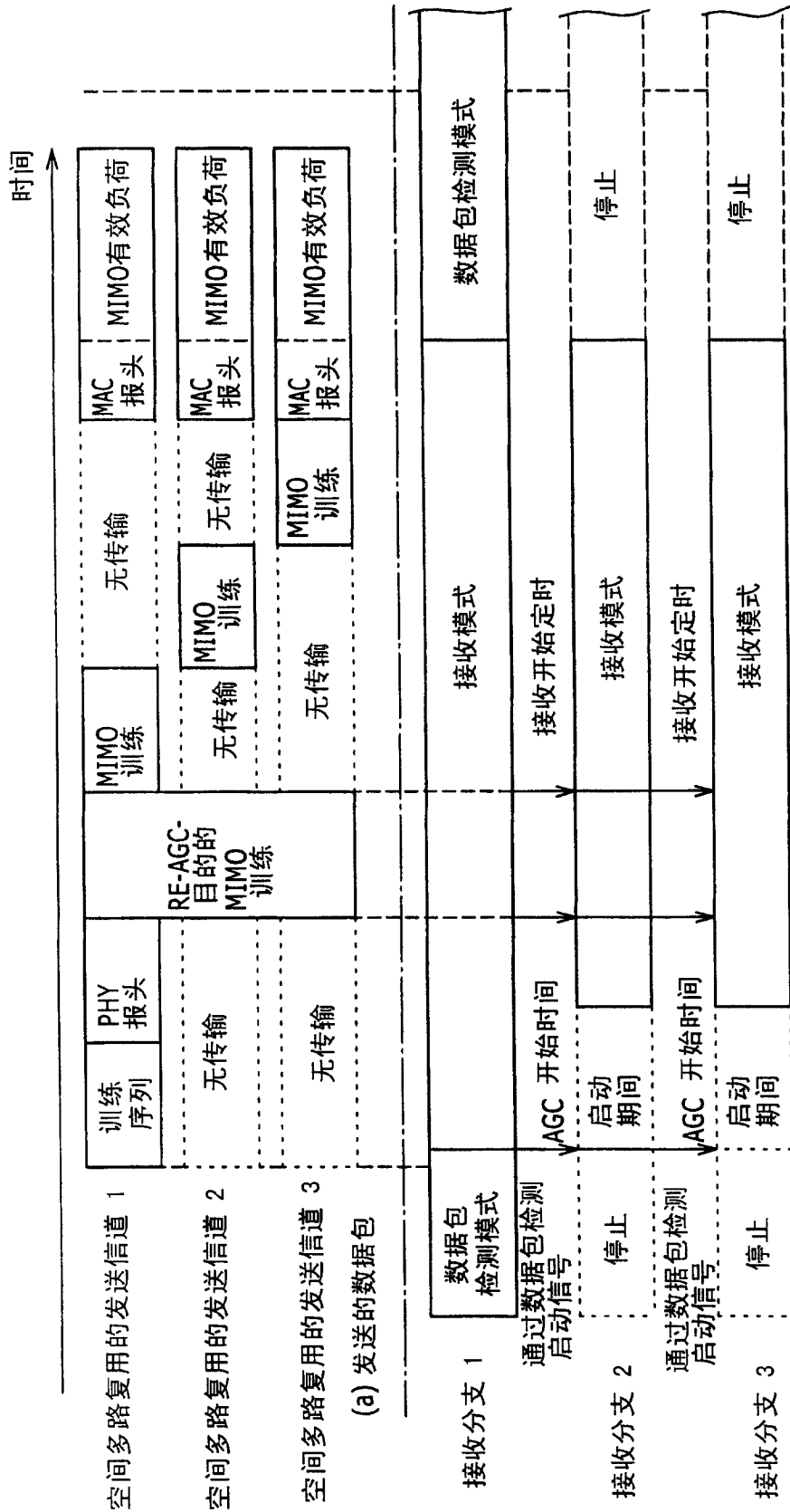


图 5

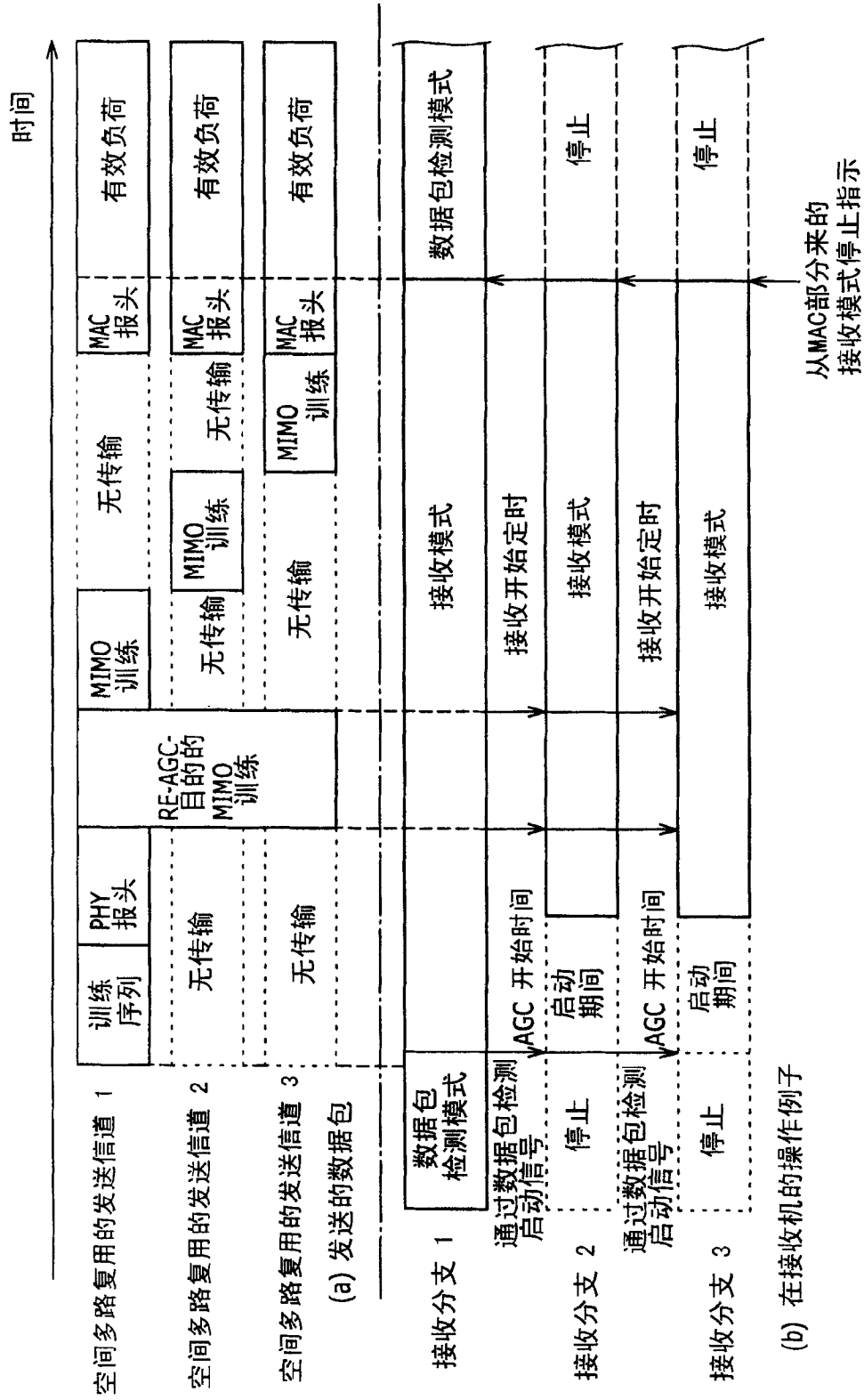


图 6

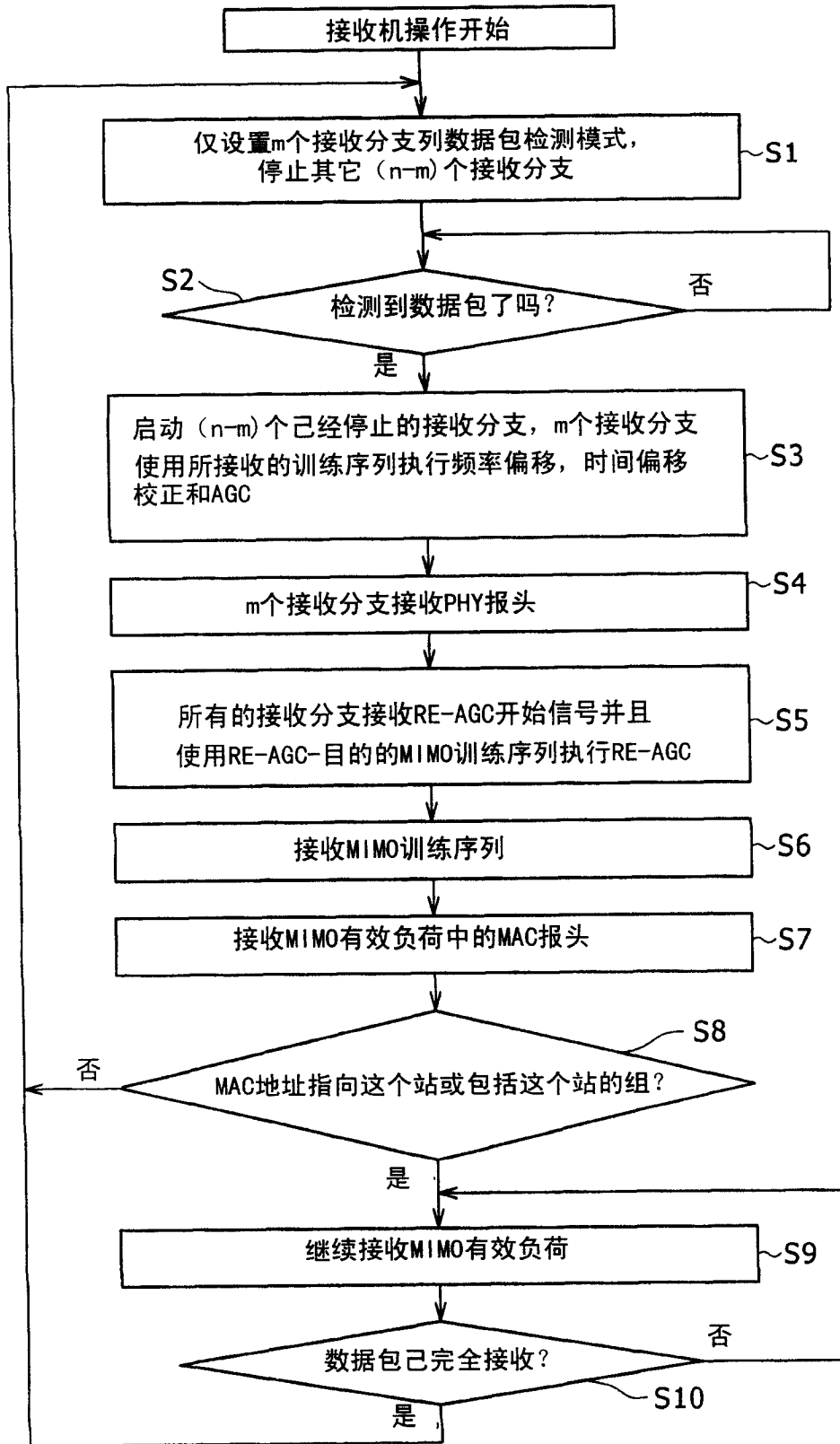


图 7

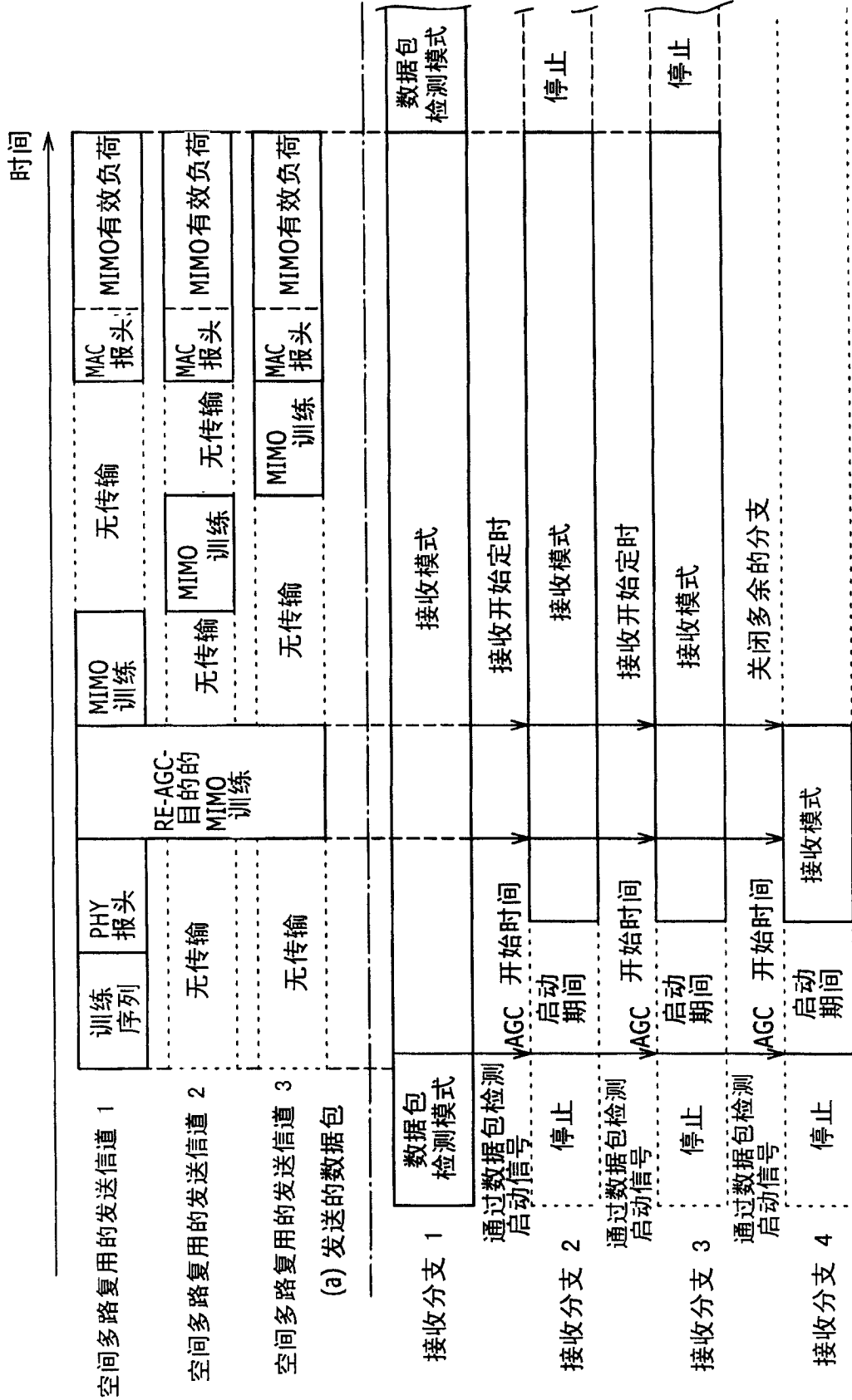


图 8

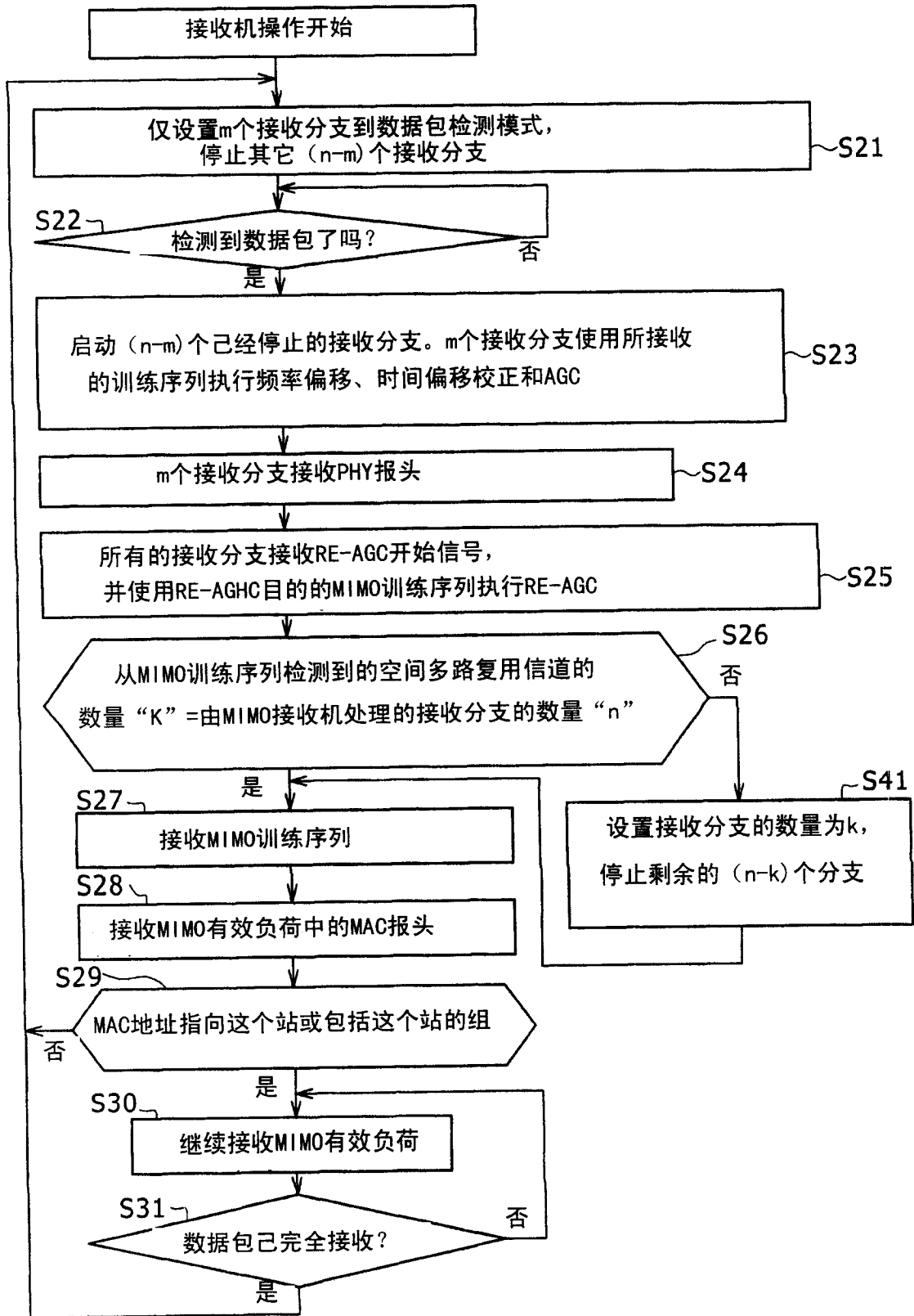


图 9

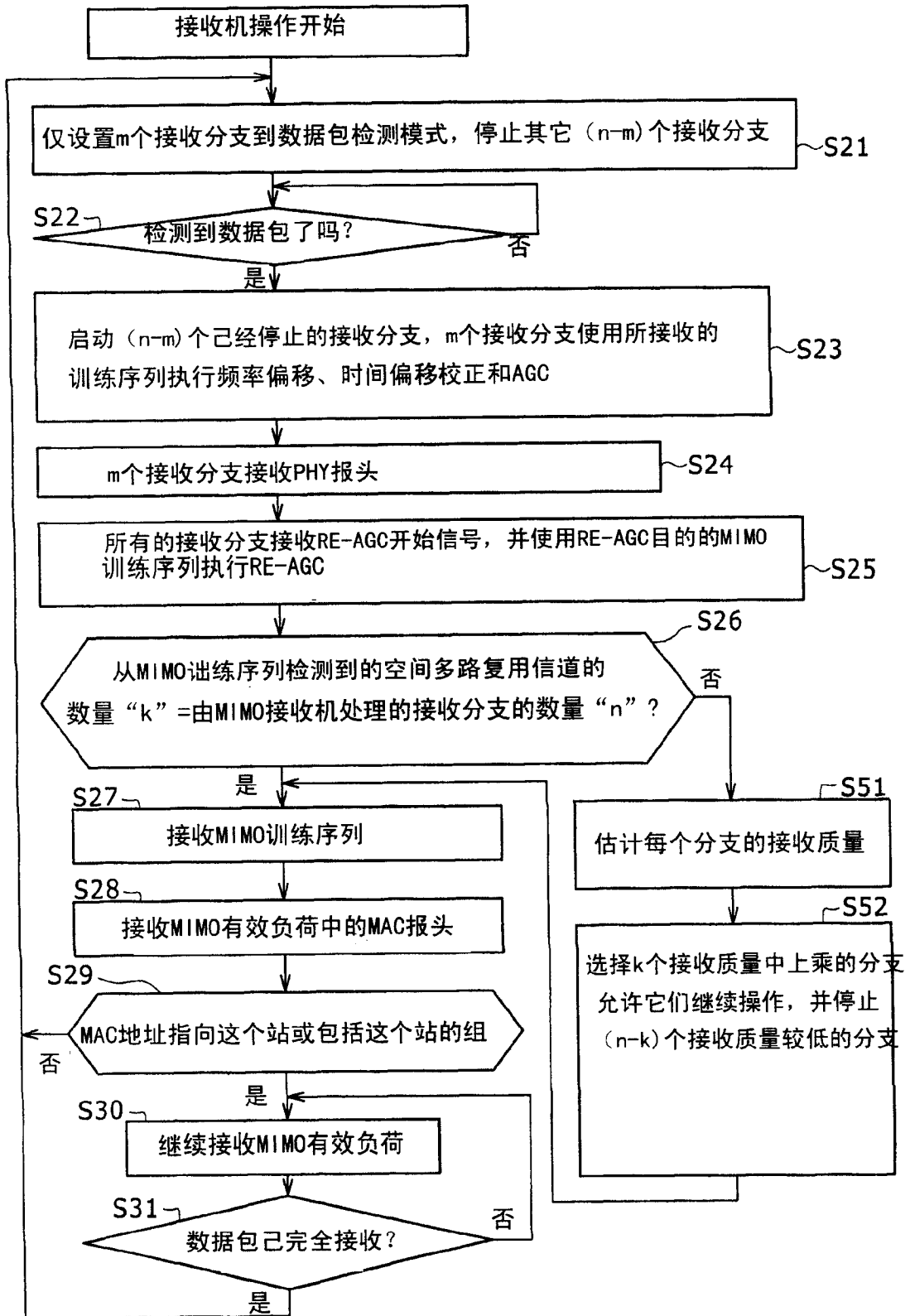


图 10

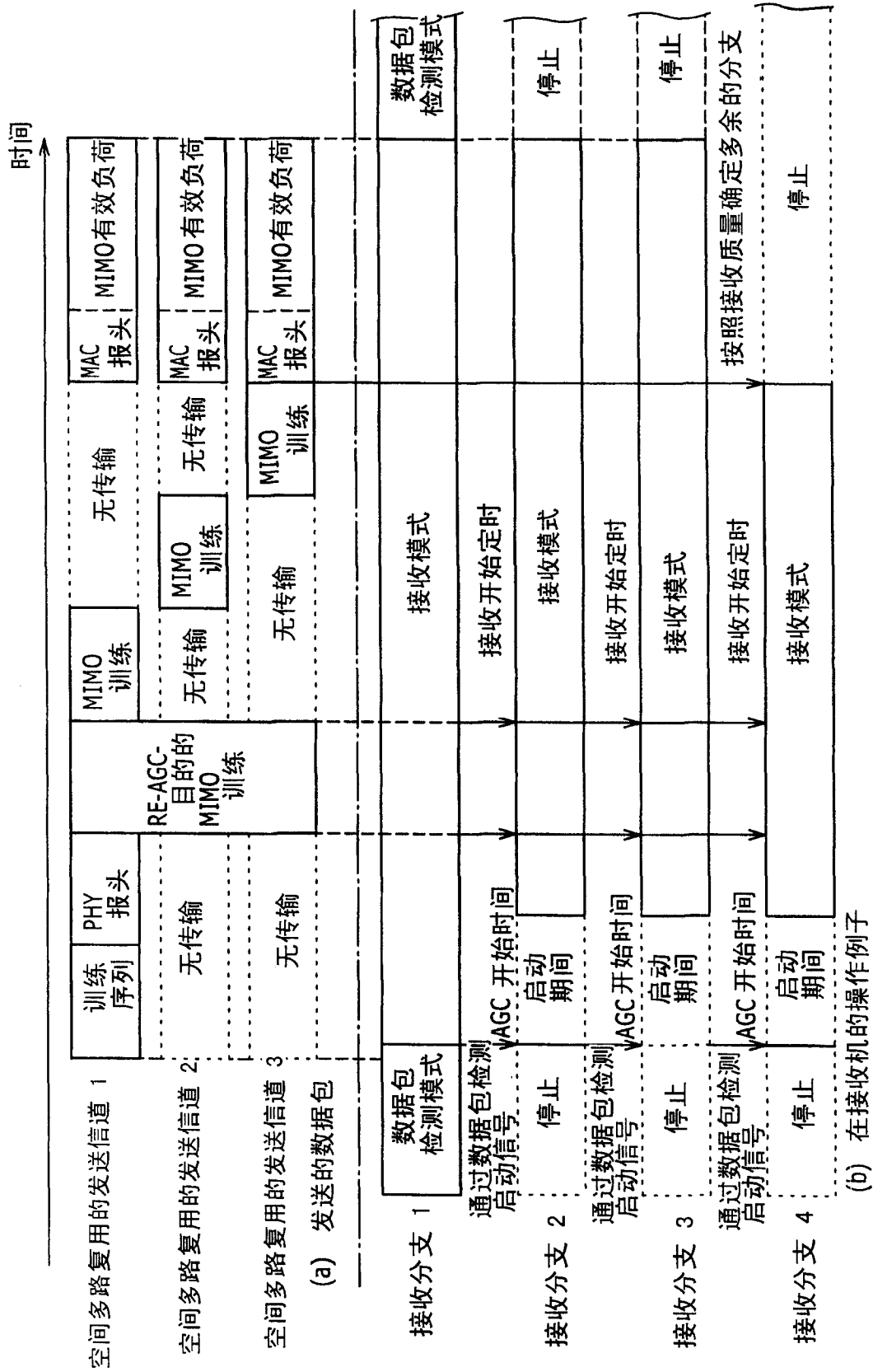
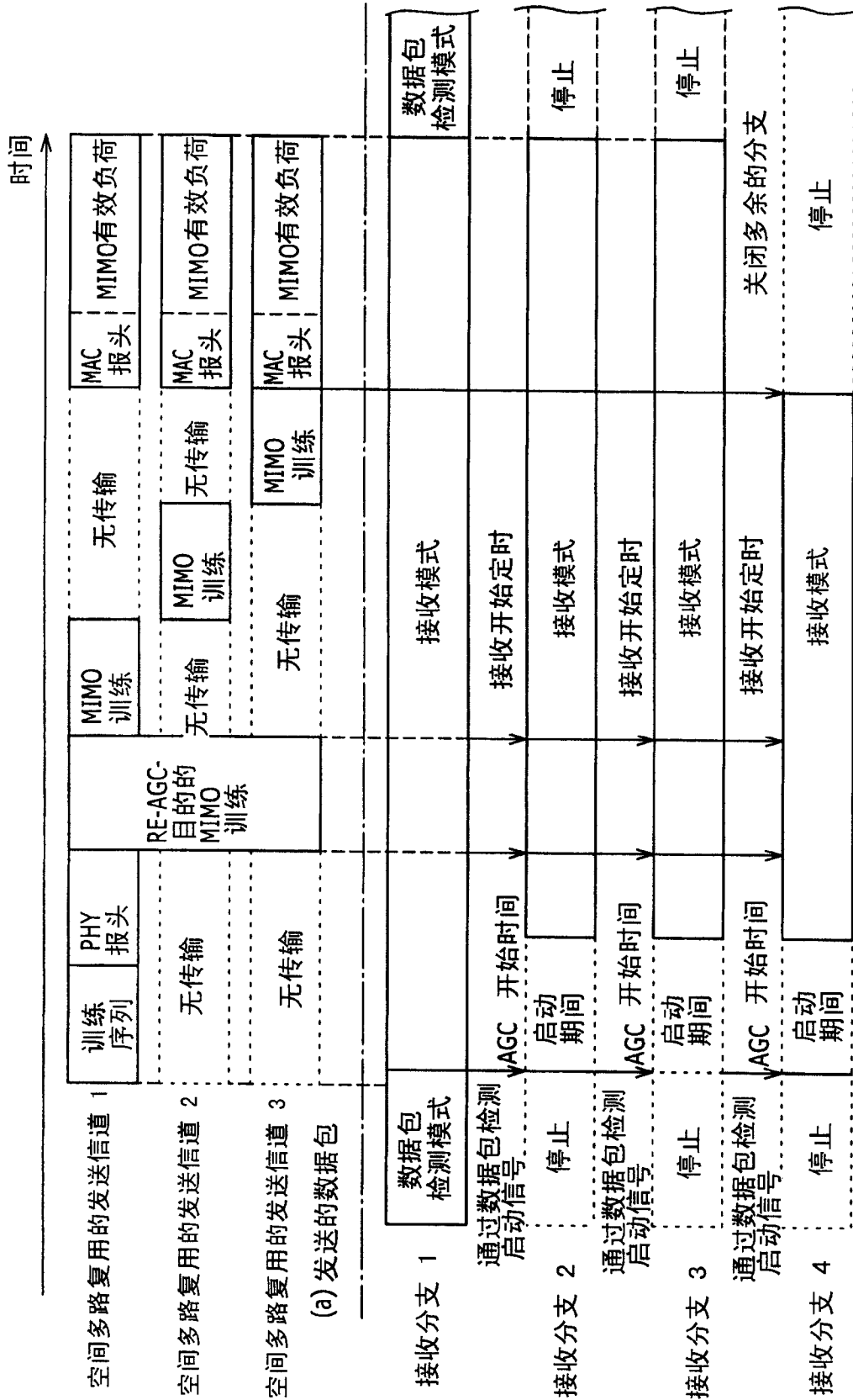


图 11





(b) 在接收机的操作例子

图 12

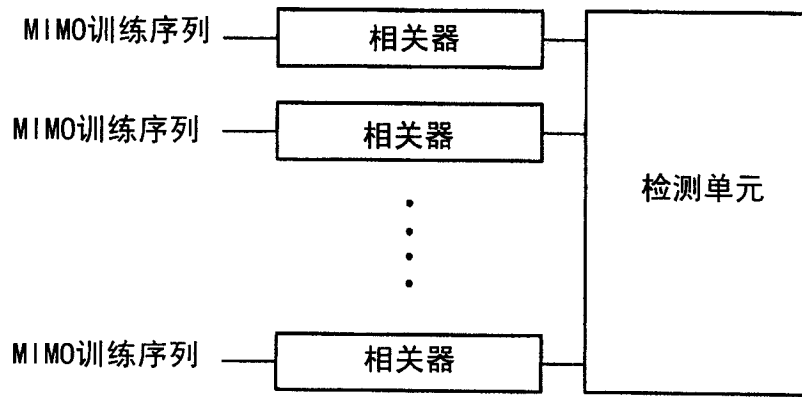


图 13

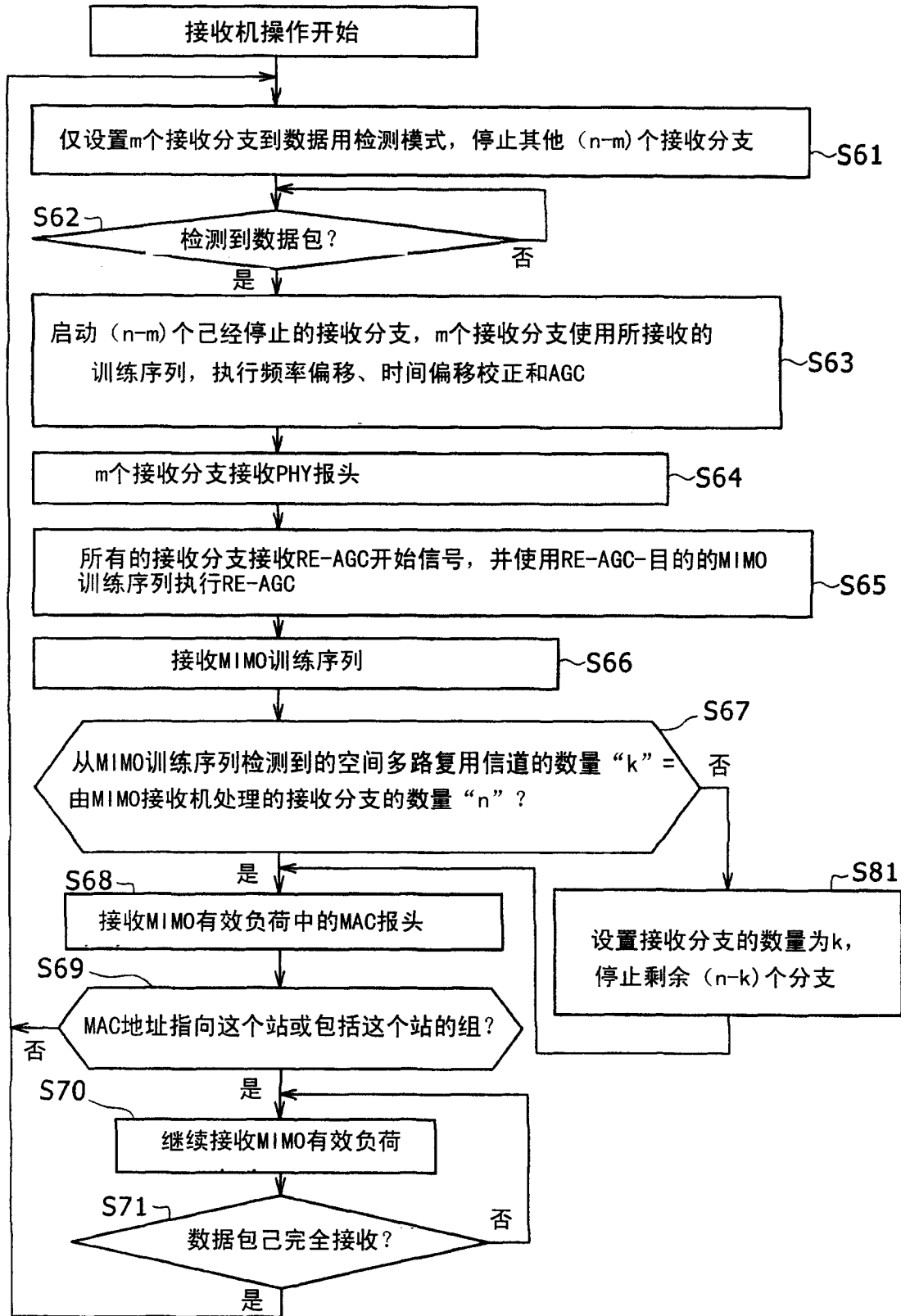


图 14

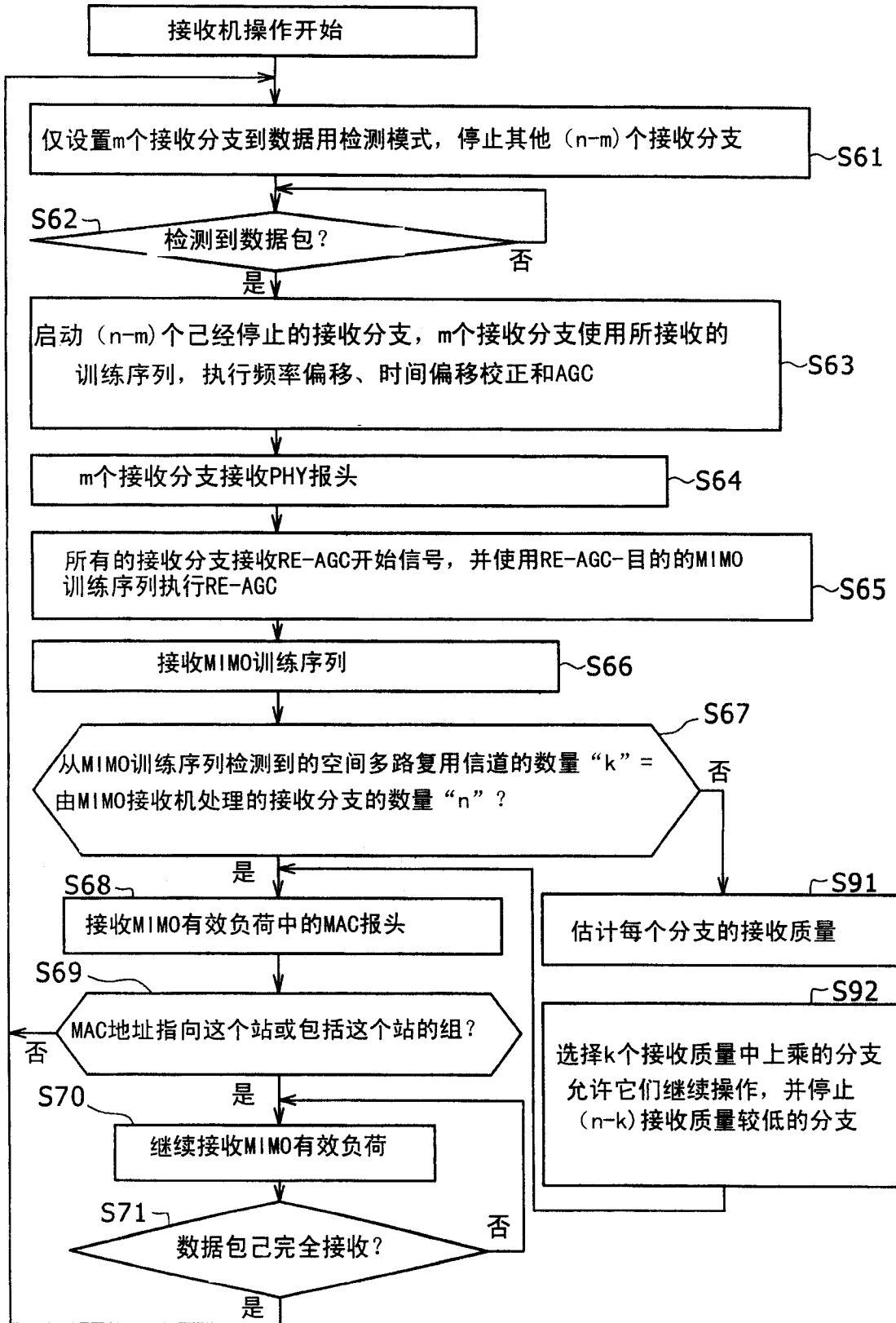


图 15

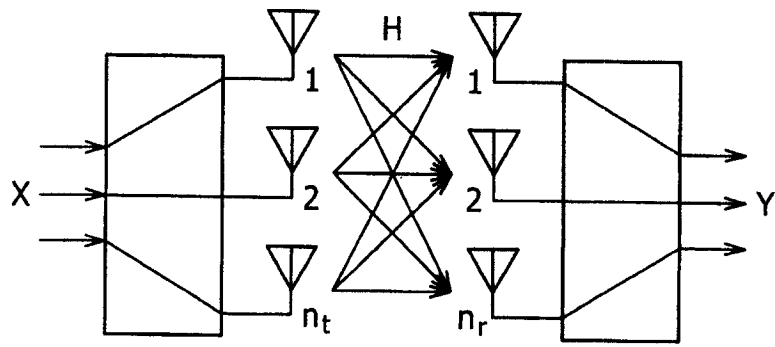


图 16