



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105191238 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 23

(21) 申请号 201480013022. X

代理人 唐杰敏

(22) 申请日 2014. 03. 04

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H04L 25/02(2006. 01)

13/831, 238 2013. 03. 14 US

H04B 7/08(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H04W 52/02(2006. 01)

2015. 09. 08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/020119 2014. 03. 04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/158781 EN 2014. 10. 02

(71) 申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 K·史 P·胡斯特德 N·张

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司
司 31100

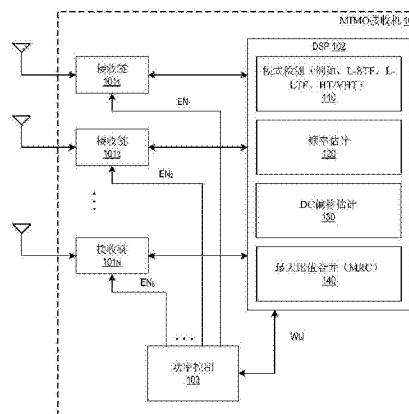
权利要求书4页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称

用于在低功率的单链监听与多链解调之间进行切换的方法和装置

(57) 摘要

在低功率监听模式期间激活 MIMO 接收机的单个接收链。在收到分组中检测到传统短训练字段 (L-STF) 之际, 该单个接收链执行第一频率估计, 并且激活 MIMO 接收机的一个或多个附加接收链。MIMO 接收机使用最大比值合并 (MRC) 以使用第一接收链和该一个或多个附加激活的接收链来接收信号, 其中 MRC 至少部分地基于第一频率估计。MIMO 接收机可以确定收到分组是否为高吞吐量/甚高吞吐量 (HT/VHT) 分组, 并且如果不是, 则停用该一个或多个附加接收链。在一个替换方案中, 直至确定已接收到 HT/VHT 分组才激活附加接收链。



1. 一种用于使用包括多个接收链的接收机来提供低功率信号搜索模式的方法,所述方法包括:

用所述多个接收链中的第一接收链来监听信号;

当所述第一接收链检测到传统短训练字段(L-STF)时,执行对所述第一接收链的第一频率估计;

在检测到所述L-STF之际激活所述多个接收链中的一个或多个附加接收链;以及

在接收到传统长训练字段(L-LTF)时,使用最大比值合并(MRC)以使用所述第一接收链和所述一个或多个附加接收链来接收所述信号,所述MRC至少部分地基于对所述第一接收链的所述第一频率估计的结果。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,进一步包括:在用所述第一接收链监听信号时将所述一个或多个附加接收链中的每一个接收链维持在低功率状态中。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,进一步包括:

执行对所述一个或多个附加接收链的第二频率估计;以及

组合所述第一频率估计和所述第二频率估计的结果以提供组合频率估计。

4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,进一步包括:将所述第一频率估计的结果应用于所述一个或多个附加接收链。

5. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,进一步包括:响应于检测到所述L-STF而执行对所述第一接收链的第一DC偏移估计。

6. 如权利要求5所述的方法,其特征在于,进一步包括:执行对所述一个或多个附加接收链的第二DC偏移估计。

7. 一种用于使用包括多个接收链的接收机来提供低功率信号搜索模式的方法,所述方法包括:

用所述多个接收链中的第一接收链来监听信号;

当所述第一接收链检测到传统短训练字段(L-STF)时,执行对所述第一接收链的第一频率估计;

在检测到所述L-STF之际激活所述多个接收链中的一个或多个附加接收链;

确定所述信号是否对应于高吞吐量(HT)或甚高吞吐量(VHT)分组;以及

在确定所述信号对应于HT或VHT分组之际,使用最大比值合并(MRC)以使用所述第一接收链和所述一个或多个附加接收链来接收所述信号,所述MRC至少部分地基于对所述第一接收链的所述第一频率估计的结果。

8. 如权利要求7所述的方法,其特征在于,进一步包括:在确定所述信号不对应于HT或VHT分组之际,停用所述一个或多个附加接收链。

9. 如权利要求7所述的方法,其特征在于,进一步包括:在用所述第一接收链监听信号时将所述一个或多个附加接收链中的每一个接收链维持在低功率状态中。

10. 如权利要求7所述的方法,其特征在于,进一步包括:将所述第一频率估计的结果应用于所述一个或多个附加接收链。

11. 如权利要求7所述的方法,其特征在于,进一步包括:响应于检测到所述L-STF而执行对所述第一接收链的第一DC偏移估计。

12. 如权利要求11所述的方法,其特征在于,进一步包括:在确定所述信号对应于HT

或 VHT 分组之际,执行对所述一个或多个附加接收链的第二 DC 偏移估计。

13. 一种用于使用包括多个接收链的接收机来提供低功率信号搜索模式的方法,所述方法包括:

用所述多个接收链中的第一接收链来监听信号;

当所述第一接收链检测到传统短训练字段(L-STF)时,执行对所述第一接收链的第一频率估计;

确定所述信号是否对应于高吞吐量(HT)或甚高吞吐量(VHT)分组;以及

在确定所述信号对应于 HT 或 VHT 分组之际,激活所述多个接收链中的一个或多个附加接收链,并且使用最大比值合并(MRC)以使用所述第一接收链和所述一个或多个附加接收链来接收所述信号,所述 MRC 至少部分地基于对所述第一接收链的所述第一频率估计的结果。

14. 如权利要求 13 所述的方法,其特征在于,进一步包括:在确定所述信号不对应于 HT 或 VHT 分组之际,仅用所述第一接收链来接收所述信号。

15. 如权利要求 13 所述的方法,其特征在于,进一步包括:在用所述第一接收链监听信号时将所述一个或多个附加接收链中的每一个接收链维持在低功率状态中。

16. 如权利要求 13 所述的方法,其特征在于,进一步包括:将所述第一频率估计的结果应用于所述一个或多个附加接收链。

17. 如权利要求 13 所述的方法,其特征在于,进一步包括:响应于检测到所述 L-STF 而执行对所述第一接收链的第一 DC 偏移估计。

18. 如权利要求 17 所述的方法,其特征在于,进一步包括:在确定所述信号对应于 HT 或 VHT 分组之际,执行对所述一个或多个附加接收链的第二 DC 偏移估计。

19. 一种用于使用接收机来控制低功率信号搜索模式的方法,所述接收机包括多个接收链,所述方法包括:

监视与由所述接收机接收的信号相关联的收到信号强度指示符(RSSI)水平;

当所述 RSSI 水平小于第一阈值时,启用所述多个接收链中的每一个接收链以使用最大比值合并(MRC)来监听信号;

当所述 RSSI 水平大于或等于所述第一阈值时,仅启用所述多个接收链中的一个接收链来监听信号。

20. 如权利要求 19 所述的方法,其特征在于,进一步包括:当所述 RSSI 水平小于所述第一阈值时,启用使用所述最大比值合并的直接序列扩频(DSSS)/补码键控(CCK)。

21. 如权利要求 20 所述的方法,其特征在于,进一步包括:确定所述接收机是否被要求在多流接收模式中操作,并且如果不是,则仅启用所述多个接收链中的一个接收链。

22. 一种提供低功率信号搜索模式并且包括多个接收链的多输入多输出(MIMO)接收机,所述接收机包括:

第一接收链,其被配置成在所述接收机的监听模式期间监听信号;

用于在所述第一接收链检测到传统短训练字段(L-STF)时执行对所述第一接收链的第一频率估计的装置;

用于在所述第一接收链检测到所述 L-STF 之际激活所述多个接收链中的一个或多个附加接收链的装置;

用于使用最大比值合并 (MRC) 以使用所述第一接收链和所述一个或多个附加接收链来接收所述信号的传统长训练字段 (L-LTF) 的装置。

23. 如权利要求 22 所述的接收机,其特征在于,进一步包括:用于在用所述第一接收链监听信号时将所述一个或多个附加接收链中的每一个接收链维持在低功率状态中的装置。

24. 一种提供低功率信号搜索模式并且包括多个接收链的多输入多输出 (MIMO) 接收机,所述接收机包括:

第一接收链,其被配置成在所述接收机的监听模式期间监听信号;

用于在所述第一接收链检测到传统短训练字段 (L-STF) 时执行对所述第一接收链的第一频率估计的装置;

用于在所述第一接收链检测到所述 L-STF 之际激活所述多个接收链中的一个或多个附加接收链的装置;

用于确定所述信号是否对应于高吞吐量 (HT) 或甚高吞吐量 (VHT) 分组的装置;以及

用于在确定所述信号对应于 HT 或 VHT 分组之际使用最大比值合并 (MRC) 以使用所述第一接收链和所述一个或多个附加接收链来接收所述信号的装置。

25. 如权利要求 24 所述的接收机,其特征在于,进一步包括:用于在确定所述信号不对应于 HT 或 VHT 分组之际停用所述一个或多个附加接收链的装置。

26. 如权利要求 24 所述的接收机,其特征在于,进一步包括:用于在用所述第一接收链监听信号时将所述一个或多个附加接收链中的每一个接收链维持在低功率状态中的装置。

27. 一种提供低功率信号搜索模式并且包括多个接收链的多输入多输出 (MIMO) 接收机,所述接收机包括:

第一接收链,其被配置成在所述接收机的监听模式期间监听信号;

用于在所述第一接收链检测到传统短训练字段 (L-STF) 时执行对所述第一接收链的第一频率估计的装置;

用于确定所述信号是否对应于高吞吐量 (HT) 或甚高吞吐量 (VHT) 分组的装置;以及

用于在确定所述信号对应于 HT 或 VHT 分组之际激活所述多个接收链中的一个或多个附加接收链,并且使用最大比值合并 (MRC) 以使用所述第一接收链和所述一个或多个附加接收链来接收所述信号的装置。

28. 如权利要求 27 所述的接收机,其特征在于,进一步包括:用于在确定所述信号不对应于 HT 或 VHT 分组之际仅用所述第一接收链来接收所述信号的装置。

29. 如权利要求 27 所述的接收机,其特征在于,进一步包括:用于在用所述第一接收链监听信号时将所述一个或多个附加接收链中的每一个接收链维持在低功率状态中的装置。

30. 一种存储计算机可执行指令的非瞬态计算机可读介质,所述指令在计算机上执行时执行包括以下操作的过程:

用所述多个接收链中的第一接收链来监听信号;

当所述第一接收链检测到传统短训练字段 (L-STF) 时,执行对所述第一接收链的第一频率估计;

在检测到所述 L-STF 之际激活所述多个接收链中的一个或多个附加接收链;以及

在接收到传统长训练字段 (L-LTF) 时,使用最大比值合并 (MRC) 以使用所述第一接收链和所述一个或多个附加接收链来接收所述信号,所述 MRC 至少部分地基于对所述第一接

收链的所述第一频率估计的结果。

31. 一种存储计算机可执行指令的非瞬态计算机可读介质,所述指令在计算机上执行时执行包括以下操作的过程:

用所述多个接收链中的第一接收链来监听信号;

当所述第一接收链检测到传统短训练字段(L-STF)时,执行对所述第一接收链的第一频率估计;

在检测到所述L-STF之际激活所述多个接收链中的一个或多个附加接收链;

确定所述信号是否对应于高吞吐量(HT)或甚高吞吐量(VHT)分组;以及

在确定所述信号对应于HT或VHT分组之际,使用最大比值合并(MRC)以使用所述第一接收链和所述一个或多个附加接收链来接收所述信号,所述MRC至少部分地基于对所述第一接收链的所述第一频率估计的结果。

32. 一种存储计算机可执行指令的非瞬态计算机可读介质,所述指令在计算机上执行时执行包括以下操作的过程:

用所述多个接收链中的第一接收链来监听信号;

当所述第一接收链检测到传统短训练字段(L-STF)时,执行对所述第一接收链的第一频率估计;

确定所述信号是否对应于高吞吐量(HT)或甚高吞吐量(VHT)分组;以及

在确定所述信号对应于HT或VHT分组之际,激活所述多个接收链中的一个或多个附加接收链,并且使用最大比值合并(MRC)以使用所述第一接收链和所述一个或多个附加接收链来接收所述信号,所述MRC至少部分地基于对所述第一接收链的所述第一频率估计的结果。

用于在低功率的单链监听与多链解调之间进行切换的方法和装置

[0001] K·史

[0002] P·胡斯特德

[0003] N·张

[0004] 交叉引用

[0005] 本专利申请要求由 Shi 等人于 2013 年 3 月 14 日提交且转让给本申请受让人的题为“Method and Apparatus for Switching Between Low-Power, Single-Chain Listen and Multiple-Chain Demodulation(用于在低功率的单链监听与多链解调之间进行切换的方法和装置)”的美国专利申请 No. 13/831,238 的优先权。

[0006] 背景

发明领域

[0007] 本公开一般涉及无线通信,尤其涉及用于在多输入多输出(MIMO)无线接收机中达成功率节省的方法和装置。

[0008] 相关领域

[0009] 为了解决无线通信系统所需的带宽要求日益增长这一问题,已开发了不同的方案以允许多个用户终端能通过共享信道资源来与单个接入点通信而同时达成高数据吞吐量。多输入多输出(MIMO)技术代表一种此类办法,其是近来涌现的用于下一代通信系统的流行技术。MIMO技术已在若干新兴无线通信标准(包括电气和电子工程师协会(IEEE)802.11标准)中被采用。

[0010] MIMO系统采用多个(N_T 个)发射天线和多个(N_R 个)接收天线进行数据传输。由这 N_T 个发射及 N_R 个接收天线构成的MIMO信道可被分解为 N_S 个也被称为空间信道的独立信道,其中 $N_S \leq \min\{N_T, N_R\}$ 。MIMO系统可以使用由这多个发射天线和接收天线创生的附加维度来提供改善的性能(例如,更高的吞吐量和/或更大的可靠性)。

[0011] MIMO技术被用于改善WLAN系统的吞吐量和射程两者。然而,此类改善是以增加的功率要求为代价的。多链无线电收发机的使用增加了WLAN系统用于发射和接收模式两者的功耗。此外,传输可能在任何时间发生,所以MIMO接收机必须在任何时间准备接收(即,监听传输)。另外,MIMO接收机在允许其相应的MIMO发射机进行传送之前必须监听相关联的信道。将多链收发机中的所有接收机链维持在监听模式会不期望地导致显著的功耗。

[0012] IEEE 802.11n规范定义了用于MIMO系统的一些功率节省技术。然而,这些技术遭受若干限制。因此,MIMO站可以使用单个接收链达预定时间段,由此降低MIMO站的功耗。然而,MIMO站必须首先向相关联的接入点(AP)通知该MIMO站正进入单接收链模式达预定时间段,由此不期望地要求涉及AP。此外,当MIMO接收机正在单接收链模式中操作时,MIMO接收机将在监听模式和活跃接收(解调)模式两者期间使用单个接收链。结果,在单接收链模式中操作的MIMO接收机将呈现速率对范围(RvR)性能损失,因为与最大比值合并(MRC)相关联的增益在活跃接收模式期间丢失。注意,与MRC相关联的增益仅在组合来自多个接

收链的信号时才提供。另外, MIMO 站不能够在单接收链模式中操作时支持多流(即, 大于或等于 2 的 N_s) 传送/接收操作。

[0013] 因此, 将期望具有用于克服上述问题的方法和装置。更具体地, 将期望具有用于降低 MIMO 接收机中的功耗的方法和装置, 该方法和装置不要求涉及相关联的 AP 并且不会导致 MIMO 范围和吞吐量益处的损失(或者降低 MIMO 范围和吞吐量益处的损失的几率)。

[0014] 概述

[0015] 相应地, 本公开描述了在监听(搜索)模式期间仅启用单个接收机链并且随后在相应的接收(解调)模式期间启用多个接收机链以参与最大比值合并(MRC)或其他多链合并处理的 MIMO 接收机。这有利地降低了 MIMO 接收机在监听模式期间的功耗。

[0016] 根据一个实施例, 通过启用 MIMO 接收机的单个接收链以监听信号, 而同时将 MIMO 接收机的其他接收链维持在降低功率(休眠)模式来实现低功率监听模式。当该单个活跃接收链检测到传入分组的传统短训练字段(L-STF)时, 可以对该单个活跃接收链作出第一频率估计, 由此导致第一频率估计。MIMO 接收机的一个或多个附加接收链在第一频率估计期间被激活, 并且这些附加激活的接收链被允许稳定下来。在一个实施例中, 第一频率估计被应用于每一个附加激活的接收链。

[0017] 在另一实施例中, 对 MIMO 接收机的每一个附加激活的接收链作出第二频率估计, 由此导致第二频率估计。这些第二频率估计与第一频率估计相组合以提供由所有激活的接收链使用的组合频率估计。在随后接收到传统长训练字段(L-LTF)时, 使用最大比值合并(MRC)或者另一多链合并过程来组合由所有激活的接收链提供的信号以促成对收到分组中的其余部分的解调。

[0018] 如果 MIMO 接收机经历收到信号中的 DC 偏移, 则可以在检测到 L-STF 之际由该单个活跃接收链执行第一 DC 偏移估计, 由此提供对该单个活跃接收链的第一 DC 偏移估计。在附加接收链已被激活并且已稳定下来之后, 由每一个附加激活的接收链执行第二 DC 偏移估计, 由此提供对附加活跃接收链的第二 DC 偏移估计。在一些实施例中, MIMO 接收机可以使用其他技术(例如, 使用陷波滤波器)来避免 DC 偏移估计和补偿过程。

[0019] 根据另一实施例, MIMO 接收机的单个接收链被激活以监听信号, 而 MIMO 接收机的其他接收链维持在低功率(休眠)状态。当该单个活跃接收链检测到传入分组的传统短训练字段(L-STF)时, 可以对该单个活跃接收链作出第一频率估计, 由此导致第一频率估计。如果 MIMO 接收机经历收到信号中的 DC 偏移, 则该单个活跃接收链还在检测到 L-STF 之际执行第一 DC 偏移估计, 由此提供被应用于该单个活跃接收链的第一 DC 偏移估计。响应于检测到 L-STF, MIMO 接收机的一个或多个附加接收链也被激活, 并且这些附加激活的接收链被允许稳定下来。如果收到分组随后被确定为不是 HT/VHT 分组, 则这些附加激活的接收链被停用, 并且用该单个活跃接收链来接收该分组。然而, 如果收到分组随后被确定为是 HT/VHT 分组, 则这些附加激活的接收链使用第一频率估计, 并且(如果 MIMO 接收机经历 DC 偏移则)执行第二 DC 偏移估计, 由此提供被应用于附加活跃接收链的第二 DC 偏移估计。随后使用最大比值合并(MRC)或者另一多链合并过程来组合由所有激活的接收链提供的接收信号以促成对收到分组中的其余部分的解调。

[0020] 在另一实施例中, MIMO 接收机的单个接收链被激活以监听信号, 而 MIMO 接收机的其他接收链维持在低功率(休眠)状态。当该单个活跃接收链检测到传入分组的传统短训

练字段 (L-STF) 时, 可以针对该单个活跃接收链作出第一频率估计, 由此导致第一频率估计。如果 MIMO 接收机经历收到信号中的 DC 偏移, 则该单个活跃接收链还在检测到 L-STF 之际执行第一 DC 偏移估计, 由此提供被应用于该单个活跃接收链的第一 DC 偏移估计。如果收到分组随后被确定为不是 HT/VHT 分组, 则用该单个活跃接收链来接收该分组 (并且附加接收链不被激活)。然而, 如果收到分组随后被确定为是 HT/VTH 分组, 则 MIMO 接收机的一个或多个附加接收链被激活, 并且这些附加激活的接收链被允许稳定下来。这些附加激活的接收链使用第一频率估计, 并且 (如果 MIMO 接收机经历 DC 偏移则) 执行第二 DC 偏移估计, 由此提供被应用于附加活跃接收链的第二 DC 偏移估计。随后使用最大比值合并 (MRC) 或者另一多链合并过程来组合由所有激活的接收链提供的信号以促成对收到分组中的其余部分的解调。

[0021] 在又一实施例中, 响应于检测到收到信号强度指示 (RSSI) 超过预定阈值而启用上述单接收机链监听模式。

[0022] 本发明将考虑以下描述和附图来被更全面地理解。

[0023] 附图简述

[0024] 图 1 是根据一个实施例的多输入多输出 (MIMO) 无线通信接收机的框图。

[0025] 图 2 是解说如根据一个实施例使用的根据 IEEE 802.11a/g 标准的传统分组、根据 IEEE 802.11n 标准的高吞吐量 (HT) 分组、以及根据 IEEE 802.11ac、802.11af 或 802.11ah 标准的甚高吞吐量 (VHT) 分组的格式的框图。

[0026] 图 3 是解说根据一个实施例的用于用图 1 的 MIMO 接收机来接收信号 (诸如具有由图 2 定义的格式的分组) 的方法的流程图。

[0027] 图 4 是解说根据另一实施例的用于用图 1 的 MIMO 接收机来接收信号 (诸如具有由图 2 定义的格式的分组) 的方法的流程图。

[0028] 图 5 是解说根据又一实施例的用于用图 1 的 MIMO 接收机来接收信号 (诸如具有由图 2 定义的格式的分组) 的方法的流程图。

[0029] 图 6 是解说根据另一实施例的用于对收到信号强度指示符 (RSSI) 水平进行软件监视以在存在弱接收信号的情况下禁用单接收链监听模式的方法的流程图。

[0030] 附图详细描述

[0031] 一般而言, 本公开描述了在监听模式期间 (例如, 在自动增益控制 (AGC) 搜索操作期间) 仅使用单个接收机链并且随后在相应的接收 (解调) 模式期间启用多个接收机链的 MIMO 接收机。这有利地降低了 MIMO 接收机在监听模式期间的功耗。此功耗降低在轻度到中等话务状况期间可以是显著的, 其中相关联的 MIMO 站不被允许进入网络休眠模式并且必须维持在监听模式达较长时间。

[0032] 在特定实施例中, MIMO 接收机使用单个活跃接收链来监听信号, 而 MIMO 接收机的其他接收链维持在低功率模式 (例如, 休眠模式)。当该单个活跃接收链检测到预定的收到分组码元集合 (例如, 传统短训练字段 (L-STF) 的码元) 时, 该单个活跃接收链响应于这些检测到的码元而执行第一频率估计。若必要 (例如, 在不包括用以消除 DC 偏移的 DC 陷波滤波器的 MIMO 接收机中), 该单个活跃接收链还响应于这些检测到的码元而执行 DC 偏移估计。

[0033] 一旦该单个活跃接收链检测到预定的码元集合, MIMO 接收机的其他接收链就被激

活（即，从低功率模式转变到正常工作功率）并且被允许稳定下来。这些附加激活的接收链可以使用由该单个活跃接收链执行的第一频率估计。替换地，这些附加活跃接收链可以执行第二频率估计，第二频率估计与第一频率估计相组合，由此提供被所有激活的接收链使用的组合频率估计。若必要，则这些附加激活的接收链还响应于收到码元而执行 DC 偏移估计。

[0034] 一旦上述频率估计和 DC 偏移估计完成，由所有激活的接收链提供的信号就被组合以实现最大比值合并（MRC）或者另一多链合并过程，由此以增大的增益来解调后续收到的信号。在各种实施例中，在接收到收到分组的传统长训练字段（L-LTF）时，频率估计和 DC 偏移估计完成，并且多链合并过程被启用。此类操作方法的优点包括：在监听模式期间节省了显著的功率，实现了从单个接收链到较大数目的活跃接收链的稳健转换，以及达成了 MRC 解调的益处而没有对系统接入点（AP）提出特殊的需要。

[0035] 在另一实施例中，MIMO 接收机的一个或多个附加激活的接收链被允许稳定下来，直至确定收到分组是否为 HT/VHT 分组。如果收到分组不是 HT/VHT 分组，则这些附加激活的接收链被停用，并且用该单个活跃接收链来接收该分组。然而，如果收到分组是 HT/VHT 分组，则这些附加激活的接收链使用第一频率估计，并且（如果 MIMO 接收机经历 DC 偏移则）执行第二 DC 偏移估计。一旦上述频率估计和 DC 偏移估计完成，由所有激活的接收链提供的信号就被组合以实现最大比值合并（MRC）或者另一多链合并过程，由此以增大的增益来解调后续收到的信号。在各种实施例中，在接收到收到分组的 HT/VHT 长训练字段（HT/VHT-LTF）时，频率估计和 DC 偏移估计完成，并且多链合并过程被启用。

[0036] 在另一实施例中，响应于检测到传统短训练字段（L-STF），不激活 MIMO 接收机的一个或多个附加接收链。确切而言，单个激活的接收链以上述方式操作，并且确定收到分组是否为 HT/VHT 分组。如果收到分组不是 HT/VHT 分组，则用该单个活跃接收链来接收该分组（并且附加接收链不被激活）。然而，如果收到分组是 HT/VHT 分组，则 MIMO 接收机的一个或多个附加接收链被激活，并且这些附加激活的接收链被允许稳定下来。这些附加激活的接收链使用第一频率估计，并且（如果 MIMO 接收机经历 DC 偏移则）执行第二 DC 偏移估计，由此提供被应用于附加活跃接收链的第二 DC 偏移估计。一旦上述频率估计和 DC 偏移估计完成，由所有激活的接收链提供的信号就被组合以实现最大比值合并（MRC）或者另一多链合并过程，由此以增大的增益来解调后续收到的信号。在各种实施例中，在接收到收到分组的 HT/VHT 长训练字段（HT/VHT-LTF）时，频率估计和 DC 偏移估计完成，并且多链合并过程被启用。

[0037] 在又一实施例中，仅响应于检测到收到信号强度指示（RSSI）超过预定阈值而启用上述监听模式。

[0038] 现在将更详细地描述以上概述的各个实施例。

[0039] 图 1 是根据本公开的一个实施例的多输入多输出（MIMO）无线接收机 100 的框图。

[0040] MIMO 接收机 100 包括多个接收链 101_1 - 101_N 、数字信号处理器（DSP）102、以及功率控制电路系统 103。MIMO 接收机 100 包括 N 个接收链，其中 N 是正整数。接收链 101_1 - 101_N 的输出耦合至 DSP 102。

[0041] 功率控制模块 103 响应于由 DSP 102 提供的信号 / 指令来操作，其中功率控制逻辑 103 控制接收链 101_1 - 101_N 中的每一个接收链的功率电平 / 操作模式。更具体地，功率控

制模块 103 分别向接收链 101_1-101_N 提供启用信号 EN_1-EN_N 。功率控制模块 103 激活启用信号 EN_1-EN_N 以激活相应的接收链 101_1-101_N (例如, 启用相应的接收链 101_1-101_N 以在正常功率模式中操作)。相反, 功率控制模块 103 停用启用信号 EN_1-EN_N 以使相应的接收链 101_1-101_N 在低功率 (休眠) 模式中操作。如以下更详细地描述的, 当 MIMO 接收机 100 处于监听模式时, 启用信号 EN_1 被激活, 以使得相应的接收链 101_1 被激活, 并且启用信号 EN_2-EN_N 被停用, 以使得相应的接收链 101_2-101_N 处于休眠模式。

[0042] DSP 102 包括模式检测逻辑 110、频率估计逻辑 120、DC 偏移估计逻辑 130、以及最大比值合并 (MRC) 逻辑 140。在本发明的各个实施例中, 这些元件 110、120、130 和 140 可以通过硬件、软件、和 / 或固件来实现。以下更详细地描述 DSP 102 的各个元件的操作。

[0043] 图 2 是解说根据本公开的各个实施例的可由 MIMO 接收机 100 接收的根据 IEEE 802.11 标准的各种分组的格式的框图。更具体地, 图 2 解说了根据 IEEE802.11a/g 标准的传统分组 200、根据 IEEE 802.11n 标准的高吞吐量 (HT) 分组 210、以及根据 IEEE 802.11ac、802.11af 或 802.11ah 标准的甚高吞吐量 (VHT) 分组 220 的格式。根据本公开的各个实施例, 这些分组 200、210 和 / 或 220 中的任何分组可以由 MIMO 接收机 100 接收。

[0044] 传统分组 200 包括传统短训练字段 (L-STF) 201、传统长训练字段 (L-LTF 1 和 2) 202、以及传统信号字段 (L-SIG) 203, 这些字段共同形成分组 200 的前置码。分组 200 还包括数据字段 204。

[0045] HT 分组 210 包括 L-STF 字段 211、L-LTF 1&2 字段 212、L-SIG 字段 213、高吞吐量信号字段 (HT-SIG 1 和 2) 214、高吞吐量短训练字段 (HT-STF) 215、以及高吞吐量长训练字段 (HT-LTF) 216, 这些字段共同形成分组 210 的前置码。分组 210 还包括数据字段 217。字段 214、215 和 216 在本文中一般被称为 HT 字段。

[0046] VHT 分组 220 包括 L-STF 字段 221、L-LTF 1 和 2 字段 222、L-SIG 字段 223、甚高吞吐量信号字段 (HT-SIG A) 224、甚高吞吐量短训练字段 (VHT-STF) 225、以及甚高吞吐量长训练字段 (VHT-LTF) 226, 这些字段共同形成分组 220 的前置码。分组 220 还包括数据字段 227。字段 224、225 和 226 在本文中一般被称为 VHT 字段。

[0047] 图 3 是解说根据本发明的一个实施例的用于用 MIMO 接收机 100 来接收信号 (诸如具有由图 2 定义的格式的分组) 的方法的流程图 300。最初, MIMO 接收机 100 处于监听模式 (或者 AGC 搜索模式), 其中功率控制逻辑 103 启用接收链 101_1 (通过激活 EN_1), 并且将接收链 101_2-101_N 置于休眠模式 (通过停用 EN_2-EN_N) (301)。当在此监听模式中时, DSP 102 内的模式检测逻辑 110 监视由接收链 101_1 接收的信号以确定接收链 101_1 是否接收到传统短训练字段 L-STF (例如, 分组 200 的 L-STF 201、分组 210 的 L-STF 211、或者分组 220 的 L-STF 221) 的码元 (302)。

[0048] 如果没有检测到传统短训练字段 L-STF (302, 否分支), 则处理返回到 301, 并且 MIMO 接收机 100 有利地保持在低功率监听模式中。

[0049] 如果检测到传统短训练字段 L-STF (302, 否分支), 则频率估计逻辑 120 响应于由接收链 101_1 接收到的传统短训练字段 L-STF 的码元而开始执行第一频率估计 (303)。在一个实施例中, 第一频率估计可以通过一个或多个粗略估计、继以一个或多个精细估计来实现。结果, 频率估计逻辑 120 响应于由接收链 101_1 接收到的 L-STF 的码元而提供第一频率估计。

[0050] 另外,DC 偏移估计逻辑 130 响应于由接收链 101_1 接收到的传统短训练字段 L-STF 的码元而执行 DC 偏移估计 (亦称为 AGC 搜索) (304)。结果,DC 偏移估计逻辑 130 响应于由接收链 101_1 接收到的 L-STF 的码元而提供第一 DC 偏移估计。注意,如果 MIMO 接收机 100 包括消除 DC 偏移的 DC 陷波滤波器,则将不需要 DC 偏移估计逻辑 130。

[0051] 在确定已由模式检测逻辑 110 检测到传统短训练字段 L-STF 之际,DSP102 向功率控制逻辑 103 通知 MIMO 接收机 100 应当从监听模式转变到活跃接收模式 (例如,通过向功率控制逻辑 103 传送唤醒信号 WU)。作为响应,功率控制逻辑 103 通过激活相应的信号 EN_1-EN_N 来激活正在休眠的接收链 101_2-101_N 中的一个或多个接收链 (305)。在特定实施例中,功率控制逻辑 103 响应于唤醒信号 WU 而激活所有正在休眠的接收链 101_2-101_N 。注意,尽管在图 3 中 305 跟随在 303 和 304 之后,但是应当理解,这些元素 303、304 和 305 中的所有三个元素是响应于检测到传统短训练字段 L-STF 而基本上是同时发起的。

[0052] 在 303 期间确定第一频率估计并且在 304 期间确定第一 DC 偏移估计时,被启用的接收链 101_2-101_N 被允许稳定下来 (305)。

[0053] 在新激活的接收链 101_2-101_N 稳定下来之后,这些接收链 101_2-101_N 可以使用在步骤 303 期间由接收链 101_1 确定的第一频率估计。替换地,这些激活的接收链 101_2-101_N 可以响应于传统短训练字段 L-STF 的码元而执行第二频率估计,由此提供一组第二频率估计 (306)。这些第二频率估计与第一频率估计相组合以提供由所有激活的接收链 101_1-101_N 使用的组合频率估计 (306)。如果激活的接收链 101_2-101_N 经历 DC 偏移,则 DC 偏移估计逻辑 130 响应于由被启用的接收链 101_1-101_N 接收到的传统短训练字段 L-STF 的码元而执行第二 DC 偏移估计 (307)。结果,DC 偏移估计逻辑 130 为被启用的接收链 101_1-101_N 中的每一个接收链提供第二 DC 偏移估计。再一次,如果 MIMO 接收机 100 包括用以消除 DC 偏移的 DC 陷波滤波器,则将不需要执行 307。

[0054] (例如,在 L-LTF 处理期间) 在接收到传统长训练字段 L-LTF (例如,分组 200 的 L-LTF 202、分组 210 的 L-LTF 212、或者分组 220 的 L-LTF 222) 的码元时,DSP 102 启用最大比值合并 (MRC) 逻辑 140 (309),由此允许 MIMO 接收机 100 使用所有被启用的接收链 101_1-101_N 来执行全部解调。即,被启用的 MRC 逻辑 140 组合由接收链 101_1-101_N 中的每一个接收链接收的信号,其中接收链 101_1-101_N 中的每一个接收链使用在 303 期间确定的第一频率估计、或者在 306 期间确定的组合频率估计、以及在 304 和 307 期间确定的相应的 DC 偏移估计。结果,以与最大比值合并过程相关联的高增益来有利地解调传统长训练字段 L-LTF 以及收到分组中的其余部分。因此,如果随后接收到 HT-SIG 或 VHT-SIG 字段,则用多个接收链进行的处理继续。

[0055] 图 4 是解说根据本发明的替换实施例的用于用 MIMO 接收机 100 来接收信号 (诸如具有由图 2 定义的格式的分组) 的方法的流程图 400。因为图 4 的方法类似于图 3 的方法,所以用类似的附图标记来标记图 3 和 4 中类似的元素。因此,图 4 的方法包括已在以上参照图 3 描述的元素 301-305。

[0056] 在图 4 的实施例中,唤醒接收链 101_2-101_N 并且使其稳定下来所需要的时间太长以至于不允许这些接收链 101_2-101_N 在接收到传统长训练字段 L-LTF 时实现 MRC。在这种情形中,以上述方式在 305 期间激活附加接收链 101_2-101_N 。然而,这些附加接收链 101_2-101_N 仅在收到分组为 HT 或 VHT 分组的情况下 (例如,在检测到 HT-SIG 字段或者 VHT-SIG 字段

的情况下)才被用于实现 MRC。

[0057] 在 408, 模式检测逻辑 110 监视由接收链 101_1 - 101_N 接收的信号以确定是否接收到高吞吐量 (HT) 字段 (例如, 分组 210 的 HT-SIG 1 和 2 字段 214、HT-STF 215 或 HT-LTF 216) 或者甚高吞吐量 (VHT) 字段 (例如, 分组 220 的 VHT-SIG A 224、VHT-STF 225 或 VHT-LTF 226)。如果没有检测到 HT 字段或 VHT 字段 (408, 否分支), 则接收链 101_2 - 101_N 被停用 (返回到休眠模式), 并且 MIMO 接收机 100 继续在单接收链模式中用接收链 101_1 来接收分组 (409),

[0058] 然而, 如果模式检测逻辑 110 检测到 HT 字段或 VHT 字段 (408, 是分支), 则激活的接收链 101_2 - 101_N 使用由接收链 101_1 在步骤 303 期间确定的第一频率估计。如果激活的接收链 101_2 - 101_N 经历 DC 偏移, 则 DC 偏移估计逻辑 130 响应于由被启用的接收链 101_1 - 101_N 接收到的收到 HT/VHT 短训练字段 (例如, HT 分组 210 的 HT-STF 215 或 VHT 分组 220 的 VHT-STF 225) 的码元而执行第二 DC 偏移估计 (410)。结果, DC 偏移估计逻辑 130 为被启用的接收链 101_1 - 101_N 中的每一个接收链提供 DC 偏移估计。再一次, 如果 MIMO 接收机 100 包括用于消除 DC 偏移的 DC 陷波滤波器, 则将不需要执行 410。

[0059] DSP 102 启用最大比值合并 (MRC) 逻辑 140 (411), 由此允许 MIMO 接收机 100 使用所有被启用的接收链 101_1 - 101_N 来执行全部解调。即, 被启用的 MRC 逻辑 140 组合由接收链 101_1 - 101_N 中的每一个接收链接接收的信号, 其中接收链 101_1 - 101_N 中的每一个接收链使用在 303 期间确定的第一频率估计、以及在 304 和 410 期间确定的相应的 DC 偏移估计。结果, 以与最大比值合并过程相关联的高增益来有利地解调 HT/VHT 长训练字段 LTF (例如, 分组 210 的 HT-LTF 216 或分组 220 的 VHT-LTF 226) 以及收到分组中的其余部分。

[0060] 注意, 图 4 的方法有利地允许附加时间 (例如, 传统长训练字段 L-LTF 和传统信号字段 L-SIG 的历时) 用于唤醒接收链 101_2 - 101_N 并使其稳定下来。另外, 图 4 的方法仅响应于检测到 HT 分组或 VHT 分组 (例如, 分组 210 和 220) 而启用 MRC 逻辑 140。

[0061] 图 5 是解说根据本发明的又一实施例的用于用 MIMO 接收机 100 来接收信号 (诸如具有由图 2 定义的格式的分组) 的方法的流程图 500。如图 5 所解说的, 最初执行已在以上结合图 3 描述的 301-304。在用单个激活的接收链 101_1 监听传统短训练字段 L-STF 的码元 (301)、用单个激活的接收链 101_1 检测 L-STF (302)、执行对单个激活的接收链 101_1 的第一频率估计 (303)、以及执行对单个激活的接收链 101_1 的任何必需的第一 DC 偏移估计 (304) 之后, 模式检测逻辑 110 监视由单个激活的接收链 101_1 接收的码元以确定收到分组是否为 HT/VHT 分组 (507) (例如, 确定是否检测到 HT-SIG 字段 214 或者 VHT-SIG 字段 224)。注意, 不同于由图 3 和 4 解说的方法, 图 5 的方法不响应于检测到传统短训练字段 (L-STF) 而激活其他接收链 101_2 - 101_N 。

[0062] 如果没有检测到 HT 字段或 VHT 字段 (507, 否分支), 则 MIMO 接收机 100 继续在单接收链模式中用接收链 101_1 来接收分组 (508)。

[0063] 然而, 如果模式检测逻辑 110 检测到 HT 字段或 VHT 字段 (507, 是分支), 则 DSP 102 向功率控制逻辑 103 通知 MIMO 接收机 100 应当从监听模式转变到活跃接收模式 (例如, 通过向功率控制逻辑 103 传送唤醒信号 WU)。作为响应, 功率控制逻辑 103 通过激活相应的信号 EN_1 - EN_N 来激活正在休眠的接收链 101_2 - 101_N 中的一个或多个接收链 (509)。在特定实施例中, 功率控制逻辑 103 响应于唤醒信号 WU 而激活所有正在休眠的接收链 101_2 - 101_N 。新

激活的接收链 101_2-101_N 被允许稳定下来, 并且 (在 303 中确定的) 第一频率估计被应用于新激活的接收链 101_2-101_N 中的每一个接收链, 并且被用于接收传入分组 (509)。

[0064] 如果激活的接收链 101_2-101_N 经历 DC 偏移, 则 DC 偏移估计逻辑 130 响应于由被启用的接收链 101_1-101_N 接收到的收到 HT/VHT 短训练字段 (例如, HT 分组 210 的 HT-STF 215 或 VHT 分组 220 的 VHT-STF 225) 的码元而执行第二 DC 偏移估计 (510)。结果, DC 偏移估计逻辑 130 为被启用的接收链 101_1-101_N 中的每一个接收链提供 DC 偏移估计。再一次, 如果 MIMO 接收机 100 包括用于消除 DC 偏移的 DC 陷波滤波器, 则将不需要执行 510。

[0065] DSP 102 启用最大比值合并 (MRC) 逻辑 140 (511), 由此允许 MIMO 接收机 100 使用所有被启用的接收链 101_1-101_N 来执行全部解调。即, 被启用的 MRC 逻辑 140 组合由接收链 101_1-101_N 中的每一个接收链接收的信号, 其中接收链 101_1-101_N 中的每一个接收链使用在 303 期间确定的第一频率估计、以及在 304 和 510 期间确定的相应的 DC 偏移估计。结果, 以与最大比值合并过程相关联的高增益来有利地解调 HT/VHT 长训练字段 LTF (例如, 分组 210 的 HT-LTF 216 或分组 220 的 VHT-LTF 226) 以及收到分组中的其余部分。

[0066] 注意, 图 5 的方法可以导致附加的功率节省, 因为仅在检测到收到分组的 HT 字段或 VTH 字段之后才激活附加接收链 101_2-101_N 。

[0067] 图 6 是解说用于响应于由 MIMO 接收机 100 内的软件维护的收到信号强度指示符 (RSSI) 统计来确定是否要启用以上结合图 1-5 描述的单接收链监听模式的方法的流程图 600。在此实施例中, 系统软件 (例如, 由 DSP 102 实现的软件) 监视 RSSI 统计以确定与由 MIMO 接收机 100 接收的信号相关联的 RSSI 水平 (601)。作出关于 RSSI 水平是否低于第一预定水平 (例如, 低于 -85dBm) 的第一确定 (602)。如果检测到的 RSSI 水平低于第一预定水平 (602, 是分支), 则激活 MIMO 接收机 100 的所有接收链 101_1-101_N , 在 MRC 逻辑 140 内启用 MRC 直接序列扩频 (DSSS)/ 补码键控 (CCK), 并且禁用以上描述的单接收链监听模式 (603)。

[0068] 如果检测到的 RSSI 水平不低于第一预定水平 (602, 否分支), 则作出关于检测到的 RSSI 水平是否低于第二预定水平 (例如, 低于 -60dBm) 的第二确定 (604)。如果检测到的 RSSI 水平低于第二预定水平 (604, 是分支), 则激活 MIMO 接收机 100 的所有接收链 101_1-101_N , 在 MRC 逻辑 140 内关闭 MRC DSSS/CCK (因为鉴于相对较高的 RSSI 水平, DSSS/CCK 不是必需的), 以及启用以上描述的单接收链监听模式 (605)。

[0069] 如果检测到的 RSSI 水平不低于第二预定水平 (604, 否分支), 则作出关于 MIMO 接收机 100 是否被要求执行多流 (2S) 接收操作的确定 (607)。如果 MIMO 接收机 100 被要求执行多流接收操作 (607, 是分支), 则激活 MIMO 接收机的所有接收链 101_1-101_N , 在 MRC 逻辑 140 内关闭 MRC DSSS/CCK, 以及启用以上描述的单接收链监听模式 (605)。

[0070] 然而, 如果 MIMO 接收机 100 不被要求执行多流接收操作 (607, 否分支), 则仅激活 MIMO 接收机 100 的一个接收链 (例如, 接收链 101_1), 并且禁用以上描述的单接收链监听模式 (因为在这些状况中将不激活其他接收链)。

[0071] 尽管以上描述的实施例指示最初激活单个接收链 (例如, 接收链 101_1) 并且最初在监听模式期间停用其余接收链 (例如, 接收链 101_2-101_N), 但是应当理解, 在其他实施例中, 可以最初在监听模式期间激活一个以上接收链。一般而言, 最初在监听模式期间激活 N 个接收链并且在接收模式期间激活 M 个接收链, 其中 M 大于 N。例如, 可以在监听模式期间

激活两个接收链 101_1-101_2 , 并且可以在接收模式期间激活所有接收链 101_1-101_N 。进一步应当理解, 随着在监听模式期间激活的接收链的数目增加, 功率节省将减少。

[0072] 此外, 尽管以上描述的实施例实现了最大接收合并 (MRC), 但是应当理解, 在其他实施例中可以代替 MRC 来实现其他多流合并过程。

[0073] 本领域技术人员应理解, 信息和信号可使用各种不同技术和技艺中的任何一种来表示。例如, 贯穿上面描述始终可能被述及的数据、指令、命令、信息、信号、位 (比特)、码元、和码片可由电压、电流、电磁波、磁场或磁粒子、光场或光粒子、或其任何组合来表示。

[0074] 本领域技术人员将进一步领会, 结合本文所公开的实施例描述的各种解说性逻辑框、模块、电路、和算法步骤可被实现为电子硬件、计算机软件、或两者的组合。为清楚地解说硬件与软件的这一可互换性, 各种解说性组件、块、模块、电路、和步骤在上面是以其功能性的形式作一般化描述的。此类功能性是被实现为硬件还是软件取决于具体应用和施加于整体系统的设计约束。技术人员可针对每种特定应用以不同方式来实现所描述的功能性, 但此类实现决策不应被解读为致使脱离本发明的范围。

[0075] 结合本文所公开的实施例描述的各种解说性逻辑框、模块、以及电路可用设计成执行本文中描述的功能的通用处理器、数字信号处理器 (DSP)、专用集成电路 (ASIC)、现场可编程门阵列 (FPGA) 或其他可编程逻辑器件、分立的门或晶体管逻辑、分立的硬件组件、或其任何组合来实现或执行。通用处理器可以是微处理器, 但在替换方案中, 处理器可以是任何常规的处理器、控制器、微控制器、或状态机。处理器还可以被实现为计算设备的组合, 例如 DSP 与微处理器的组合、多个微处理器、与 DSP 核心协同的一个或多个微处理器、或任何其它此类配置。

[0076] 结合本文所公开的实施例描述的方法或算法的各个步骤可直接用硬件、由处理器执行的软件模块或两者的组合来实现。软件模块可驻留在 RAM 存储器、闪存、ROM 存储器、EPROM 存储器、EEPROM 存储器、寄存器、硬盘、可移动盘、CD-ROM、或者本领域中所知的任何其他形式的存储介质中。示例性存储介质耦合到处理器以使得该处理器能从 / 向该存储介质读写信息。替换地, 存储介质可以被整合到处理器。处理器和存储介质可驻留在 ASIC 中。ASIC 可驻留在用户终端中。替换地, 处理器和存储介质可作为分立组件驻留在用户终端中。

[0077] 在一个或多个示例性实施例中, 所描述的功能可在硬件、软件、固件或其任何组合中实现。如果在软件中实现, 则各功能可以作为一条或多条指令或代码存储在计算机可读介质上或藉其进行传送。计算机可读介质包括计算机存储介质和通信介质两者, 包括促成计算机程序从一地向另一地转移的任何介质。存储介质可以是能被计算机访问的任何可用介质。作为示例而非限定, 这样的计算机可读介质可包括 RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM 或其它光盘存储、磁盘存储或其它磁存储设备、或能用于携带或存储指令或数据结构形式的期望程序代码且能被计算机访问的任何其它介质。另外, 任何连接也被正当地称为计算机可读介质。例如, 如果软件是使用同轴电缆、光纤电缆、双绞线、数字订户线 (DSL)、或诸如红外、无线电、以及微波之类的无线技术从 web 网站、服务器、或其它远程源传送而来, 则该同轴电缆、光纤电缆、双绞线、DSL、或诸如红外、无线电、以及微波之类的无线技术就被包括在介质的定义之中。如本文中所使用的盘和碟包括压缩碟 (CD)、激光碟、光碟、数字多用碟 (DVD)、软盘和蓝光碟, 其中盘 (disk) 常常磁性地再现数据, 而碟 (disc) 用激光光学地再现

数据。上述的组合应当也被包括在计算机可读介质的范围内。

[0078] 提供前面对所公开的实施例的描述是为了使本领域任何技术人员皆能制作或使用本公开。对这些实施例的各种改动对于本领域技术人员将是显而易见的,并且本文中定义的普适原理可被应用于其他实施例而不会脱离本公开的精神或范围。由此,本公开并非旨在被限定于本文中示出的实施例,而是应被授予与本文中公开的原理和新颖性特征一致的最广的范围。

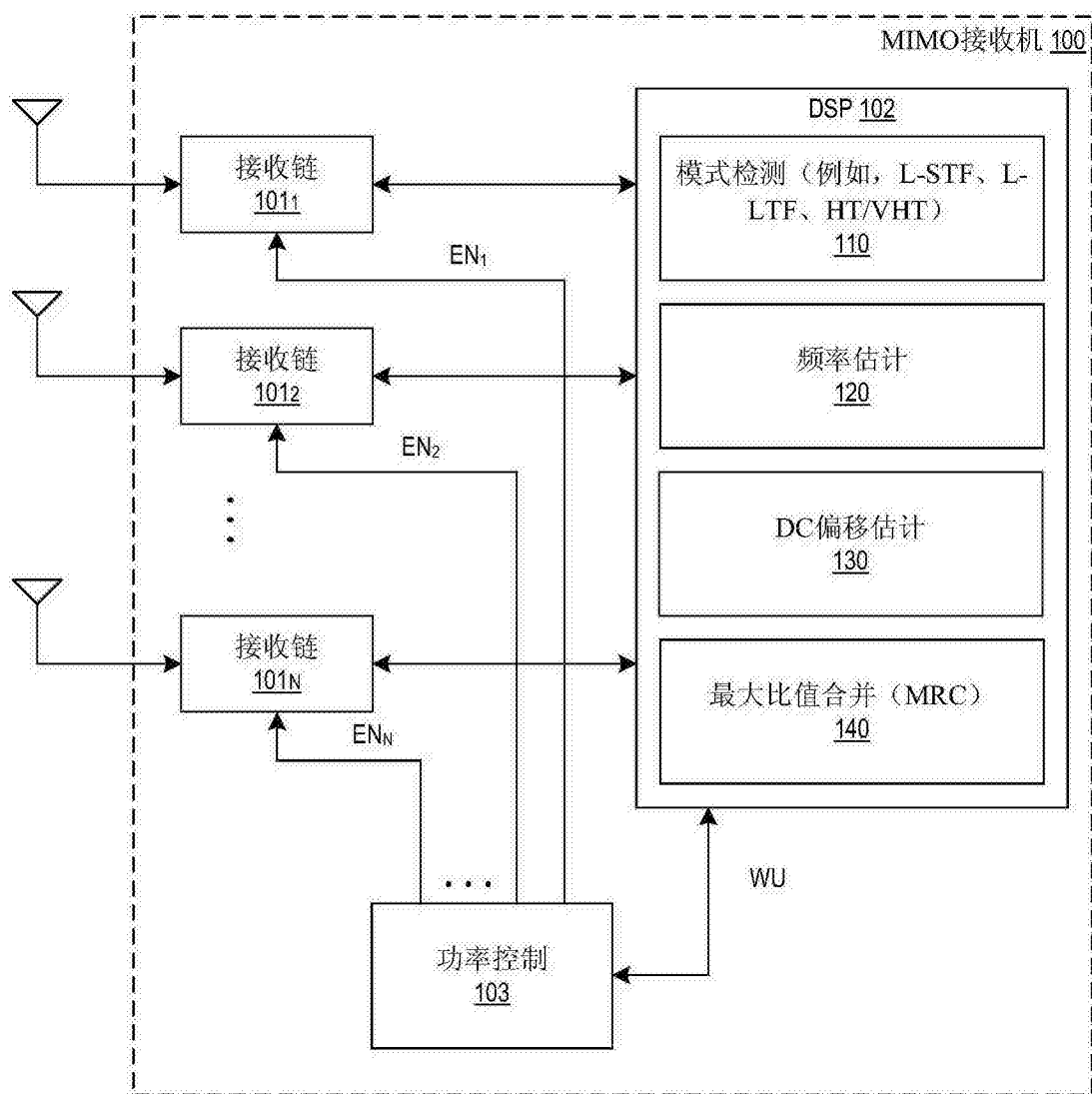


图 1

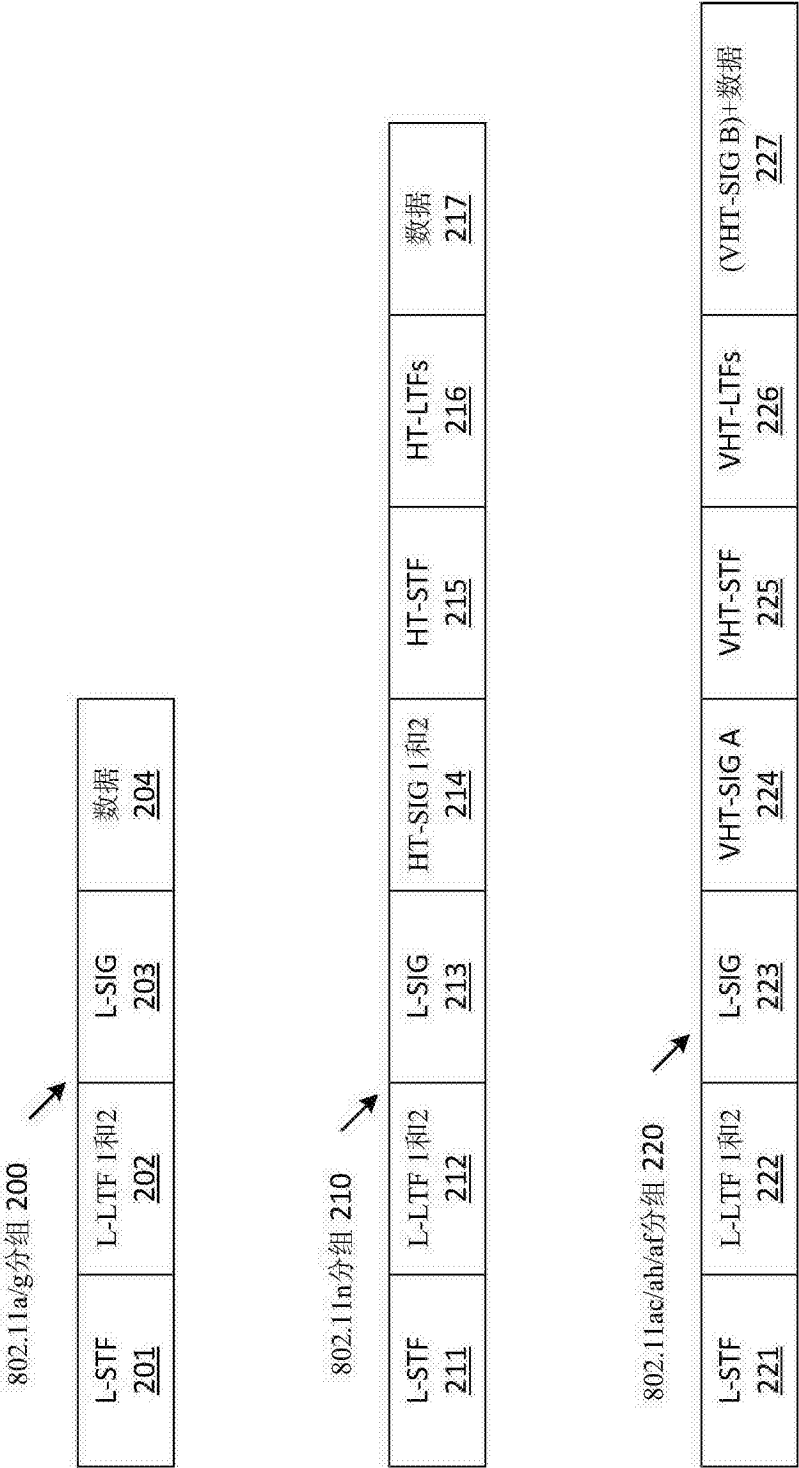


图 2

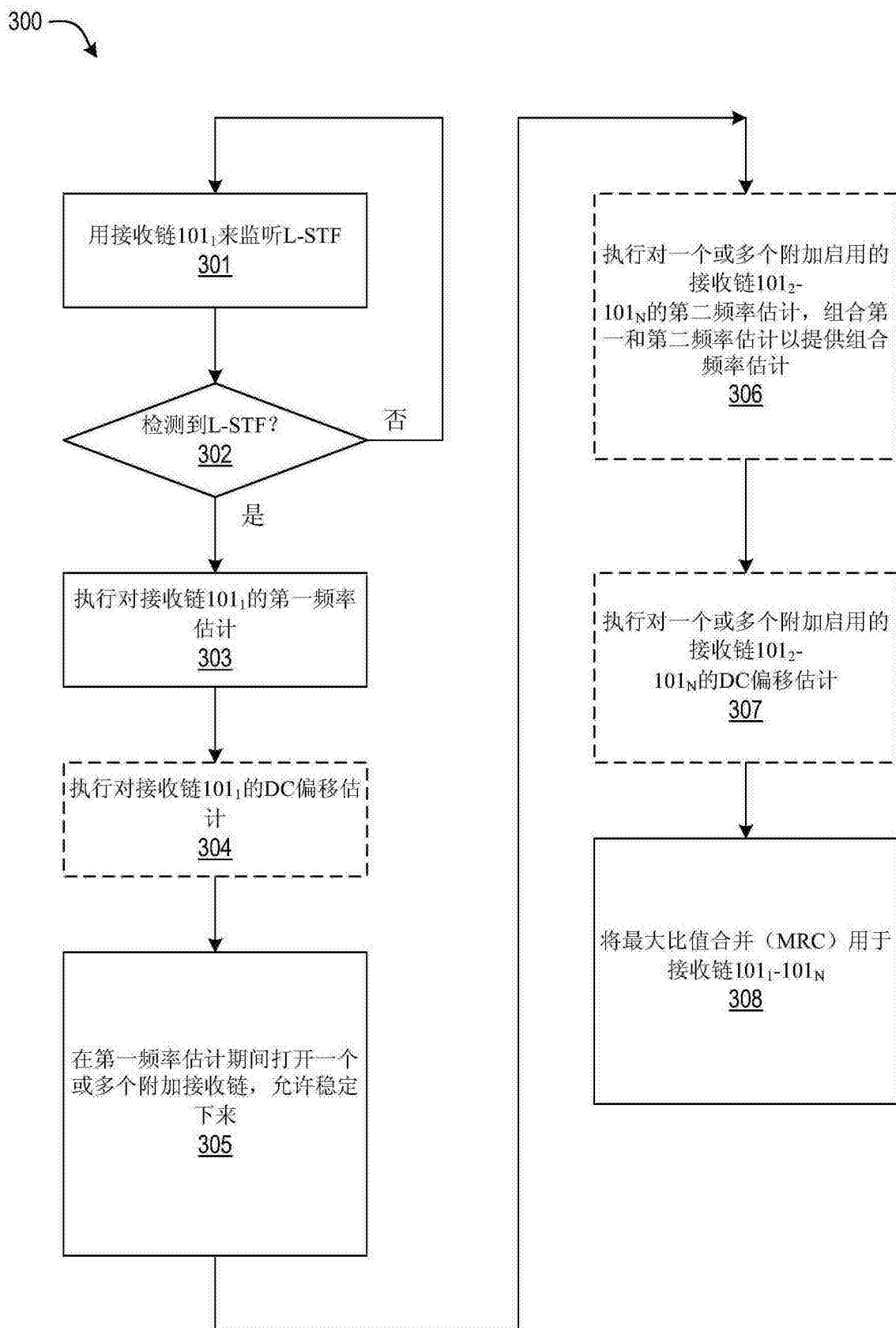


图 3

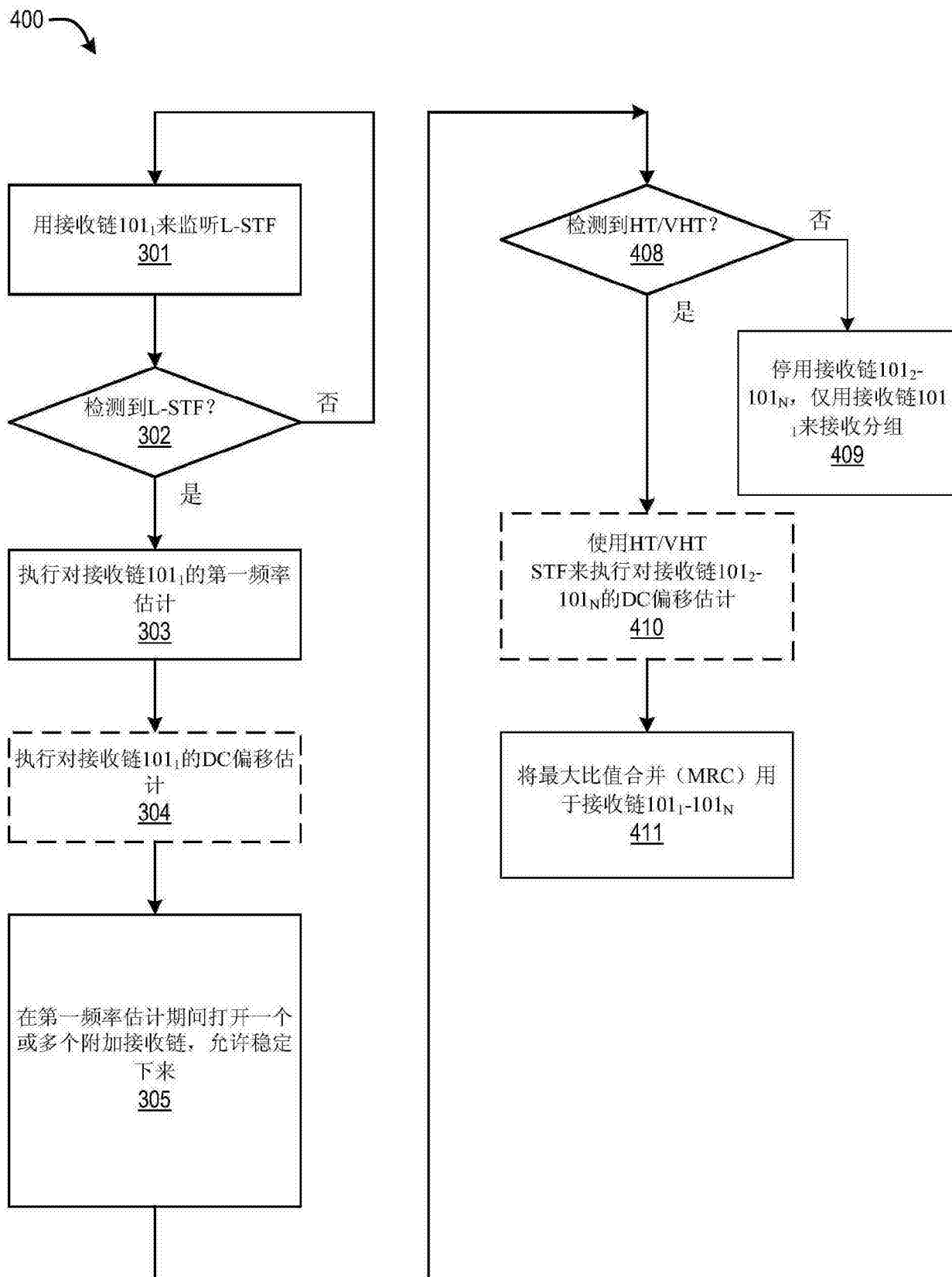


图 4

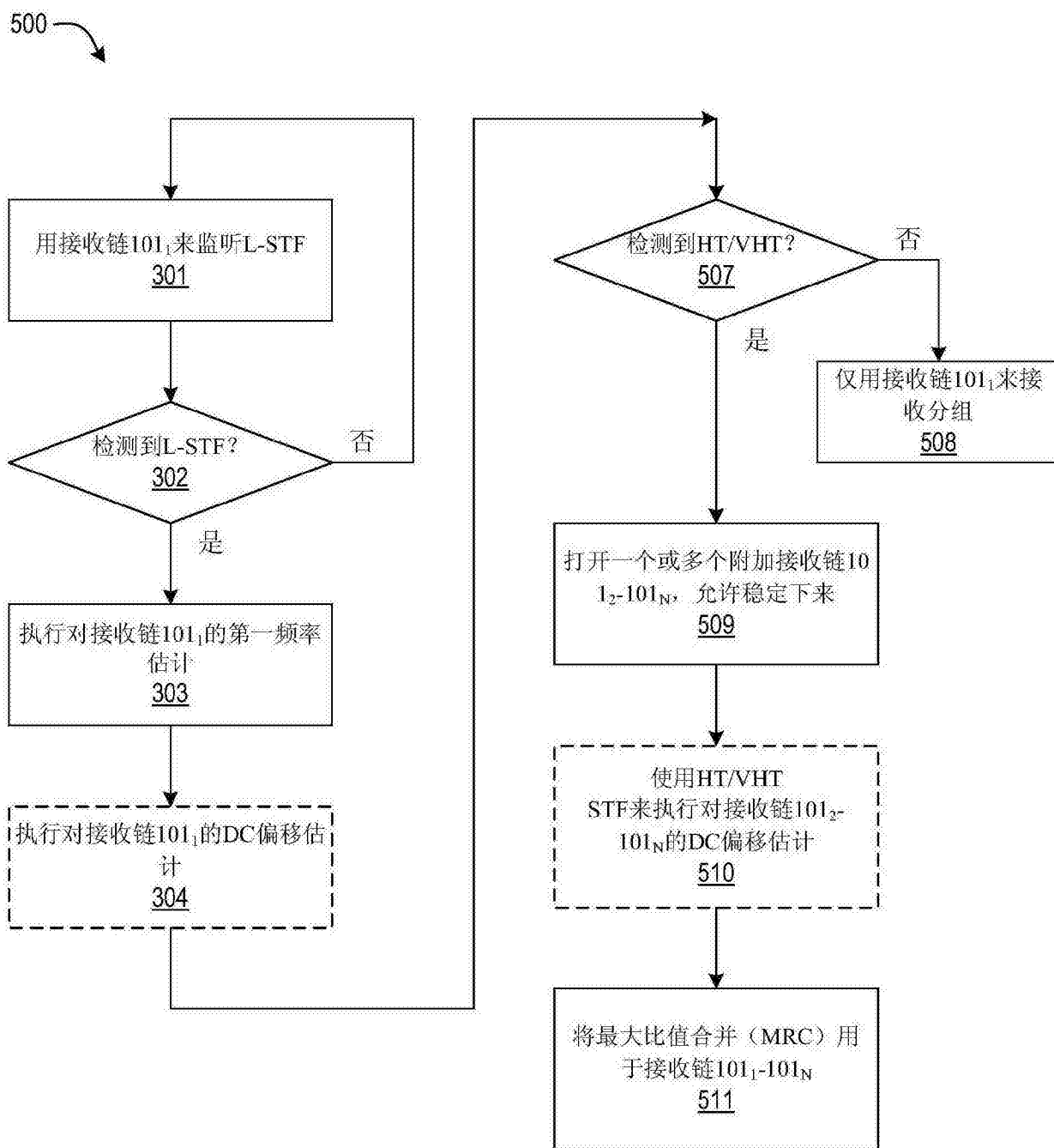


图 5

600

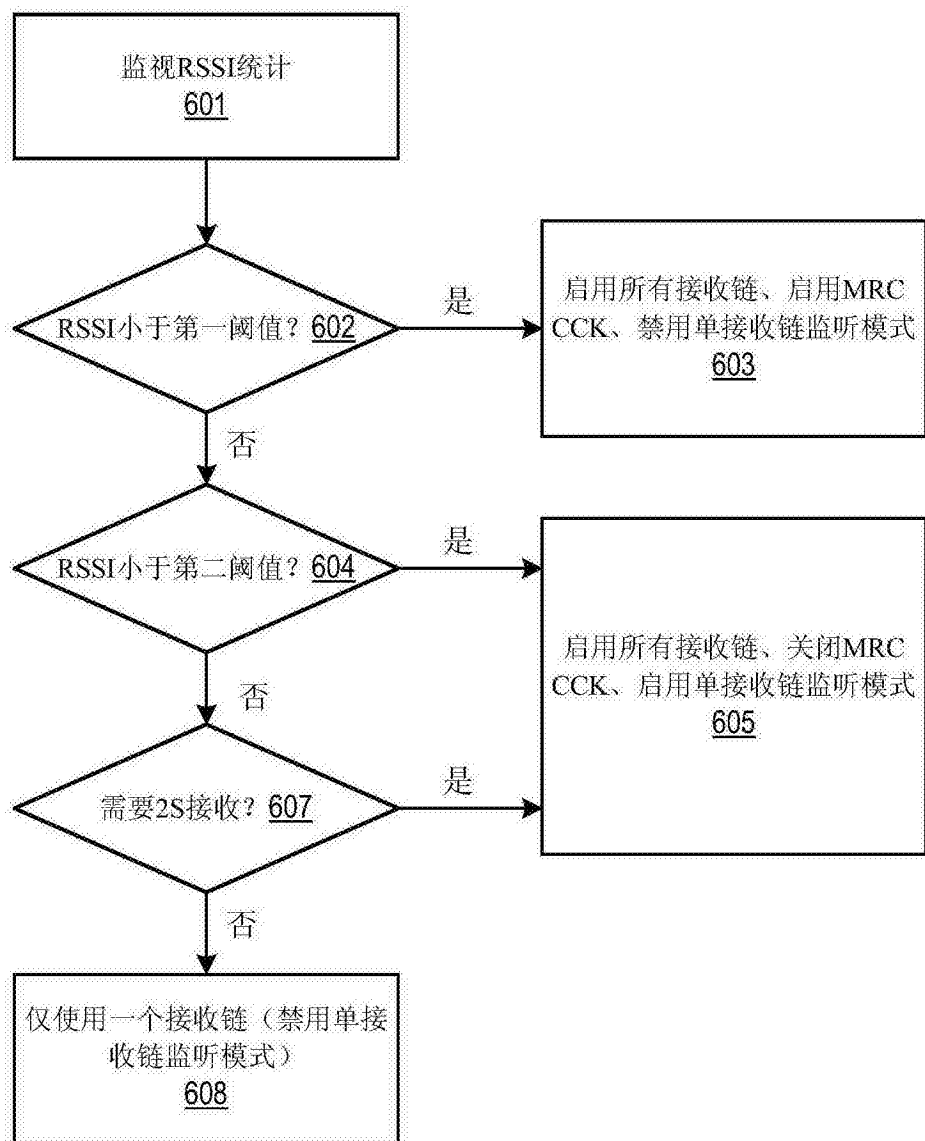


图 6