



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101730979 A

(43) 申请公布日 2010.06.09

(21) 申请号 200880009408.8

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

(22) 申请日 2008.03.14

代理人 李辉

(30) 优先权数据

60/896,390 2007.03.22 US

11/953,452 2007.12.10 US

(51) Int. Cl.

H04B 7/06 (2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009.09.22

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2008/055199 2008.03.14

(87) PCT申请的公布数据

W02008/126655 EN 2008.10.23

(71) 申请人 三菱电机株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 内莱士·B·梅赫塔 埃德姆·巴拉

张锦云

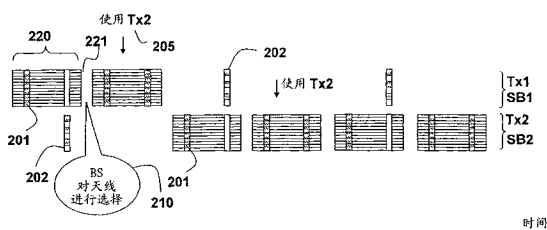
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 22 页

(54) 发明名称

在无线通信网络中生成天线选择信号的方法及系统

(57) 摘要

一种在无线通信系统中生成信号以从天线集中选择天线子集从而发送用户数据的方法和系统。使用第一天线子集在第一发送时间间隔 (TTI) 期间发送第一信号 (例如用户数据)。使用第二天线子集在第二 TTI 期间发送第二信号 (例如导频音)。根据所述用户数据和所述导频音, 来估计针对所述第一天线子集和所述第二天线子集的相应信道。然后, 基于所述估计, 从所述第一天线子集和所述第二天线子集中选择最优天线子集, 以在下一个 TTI 期间发送所述用户数据, 并且其中, 自适应地执行所述选择。



1. 一种在无线通信网络中生成天线选择 (AS) 信号的方法,该方法包括以下步骤:
由用户设备 (UE) 使用所述 UE 的可用天线集的第一子集来发送所述 AS 信号;
由所述 UE 使用所述 UE 的可用天线集的第二天线子集来发送所述 AS 选择信号;
在基站 (BS) 中根据所述 AS 信号来估计针对所述第一天线子集及所述第二天线子集的信道;以及
在所述 BS 中基于所估计出的信道从所述第一天线子集和所述第二天线子集中选择最优天线子集,以用于发送用户数据到所述 BS。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述 AS 信号可以从用户数据信号、数据调制参考信号、导频音、信道质量指示符 (CQI) 信号以及宽带探测参考信号中选择。
3. 根据权利要求 2 所述的方法,其中,在单个发送时间间隔 (TTI) 期间执行所述发送、估计及选择。
4. 根据权利要求 3 所述的方法,其中,所述 TTI 包括子帧,该子帧包含有多个长块、多个短块以及用于将所述长块与所述短块分隔开的多个循环前缀,并且,所述长块用于发送所述用户数据,而所述短块用于发送所述导频音。
5. 根据权利要求 3 所述的方法,其中,所述 TTI 包括子帧,该子帧包含有多个长块以及用于将所述长块分隔开的多个循环前缀。
6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述 AS 信号使用正交频分复用。
7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述 BS 将与所述最优天线子集有关的信息反馈到所述 UE。
8. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述选择是周期性的。
9. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述选择是经请求的。
10. 根据权利要求 1 所述的方法,该方法还包括以下步骤:
在所述 UE 中使用与所述最优天线子集有关的信息来进行接收。
11. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述 AS 信号使用频分复用。
12. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述 AS 信号按照时分复用的方式使用码分复用。
13. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,在每两个发送时间间隔执行所述发送、估计及选择。
14. 根据权利要求 2 所述的方法,其中,所述 CQI 信号用于联合资源块载波频率重新指派及天线选择。
15. 根据权利要求 9 所述的方法,其中,所述经请求的选择基于信号干扰噪声比 (SINR) 估计。
16. 根据权利要求 9 所述的方法,其中,所述经请求的选择由所述 UE 发起。
17. 根据权利要求 9 所述的方法,其中,所述经请求的选择由所述 BS 发起。
18. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述 AS 信号包括天线选择控制信息。
19. 根据权利要求 18 所述的方法,其中,所述天线选择控制信息指示了所述 UE 用于发送所述 AS 信号的所述天线子集。
20. 根据权利要求 18 所述的方法,其中,所述天线选择控制信息指示了所述 UE 的天线选择请求。

21. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述UE在所述循环前缀中的一个循环前缀期间在这些天线子集之间进行切换。

22. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述AS信号是控制分组的一部分。

23. 根据权利要求22所述的方法,其中,所述控制分组包括ACK或NACK。

24. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述UE在所述用户数据的数据符号期间在这些天线子集之间进行切换。

25. 根据权利要求1所述的方法,其中,最近发送了所述用户数据的天线子集是所述可用天线集中所选择的天线子集,而所述可用天线集的其它天线是未选择的天线子集,并且该方法进一步包括以下步骤:

与所选择的天线子集相比利用所述未选择的天线子集更低频度地发送所述AS信号。

26. 根据权利要求25所述的方法,其中,所述未选择的天线子集每发送所述AS信号一次,所选择的天线子集发送所述AS信号k次,其中,k大于1。

27. 根据权利要求25所述的方法,其中,所述AS信号是宽带探测参考信号。

28. 根据权利要求25所述的方法,其中,所述AS信号是数据调制参考信号。

29. 根据权利要求25所述的方法,其中,在所述UE发送所述AS信号之前所述BS将k发送到所述UE。

30. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一天线子集是最近用于发送所述用户数据的。

31. 一种在无线通信网络中生成天线选择(AS)信号的系统,该系统包括:

用户设备(UE),其被设置为使用所述UE的可用天线集的第一子集来发送所述AS信号,然后,使用所述UE的可用天线集的第二天线子集来发送所述AS信号;

基站(BS),其被设置为根据所述AS信号来估计针对所述第一天线子集和所述第二天线子集的信道;以及

选择装置,其用于在所述BS中基于所估计出的信道从所述第一天线子集和所述第二天线子集中选择最优天线子集,以发送用户数据到所述BS。

32. 根据权利要求31所述的系统,其中,在单个发送时间间隔(TTI)期间执行所述发送、估计及选择。

33. 根据权利要求31所述的系统,其中,所述BS将与所述最优天线子集有关的信息反馈回所述UE。

在无线通信网络中生成天线选择信号的方法及系统

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及在无线通信网络中生成天线选择信号,更具体地说,涉及在 RF 链 (RF chain) 的数量少于天线数量的收发机中选择天线。

背景技术

[0002] OFDM

[0003] 在例如第三代 (3G) 无线蜂窝通信标准及 3GPP 长期演进 (LTE) 标准的无线通信网络中,希望以固定带宽的信道针对多用户同时支持多服务及多数据速率。一种方案是在发送之前基于当前信道估计来对符号进行自适应调制和编码。在使用正交频分复用 (OFDMA) 的 LTE 中另一个可供使用的选择是通过向不同的用户或 UE (用户设备) 指派不同的子载波或子载波组来利用多用户频率分集。系统带宽例如可以从 1.25MHz 变化到 20MHz。将系统带宽划分为多个子载波,例如,针对 5MHz 带宽划分为 1024 个子载波。

[0004] 以引证方式将以下标准化文档合并于此:3G.211,第三代合作伙伴计划;技术规范组无线接入网;物理信道和调制 (Release 8),v 1.0.0(2007-03);R1-01057, " Adaptive antenna switching for radio resource allocation in the EUTRA uplink," Mitsubishi Electric/Nortel/NTT DoCoMo, 3GPP RAN1#48, St. Louis, USA; R1-071119, " A new DM-RS transmission scheme for antennaselection in E-UTRA uplink," LGE, 3GPP RAN1#48, St. Louis, USA; 以及 " Comparison of closed-loop antenna selection with open-loop transmit diversity (antenna switching within a transmit time interval (TTI)), " Mitsubishi Electric, 3GPP RAN1#47bis, Sorrento, Italy。根据 3GPP 标准,基站被增强并且被称为“演进的 NodeB” (eNodeB)。

[0005] MIMO

[0006] 为了进一步增大在衰落信道环境中无线通信系统的容量,可以使用多输入多输出 (MIMO) 天线技术,以在不增加带宽的情况下增大系统的容量。由于不同天线的信道可能差别很大,所以 MIMO 提高了对衰落的稳健性并使得能够同时地发送多数据流。

[0007] 虽然 MIMO 系统的性能很好,但是它也会增大收发机中的硬件及信号处理复杂度、功耗以及部件尺寸。这部分地是由于各接收天线都需要其中通常包括低噪声放大器、下变频器及模数转换器的接收射频 (RF) 链。类似地,各发射天线元件都需要其中包括数模转换器、上变频器及功率放大器的发送 RF 链。

[0008] 此外,在对空间复用方案中接收到的信号或者对利用空时格形码 (space-time trellis code) 接收到的信号进行处理时,所需要的接收机的复杂度会作为天线数量的函数而呈指数地增长。

[0009] 天线选择

[0010] 天线相对简单且廉价,而 RF 链则复杂和昂贵得多。天线选择降低了与 MIMO 系统相关的一些复杂度缺陷。天线选择通过使用比天线数量少的 RF 链来降低发射机与接收机的硬件复杂度。

[0011] 在天线选择中,通过切换器来自适应地选择可用天线集的子集,并且仅有所选择的天线子集的信号连接到可用 RF 链(RF 链可以是发射的或接收的),以进行信号处理。在全部情况下,这里所述的所选择的子集是指天线集中的全部可用天线的一个或更多个。请注意,本发明也允许使用多子集进行训练。例如,可以是 4 个天线及 1 个 RF 链,或者 8 个天线及 2 个 RF 链,这两种情况均包括四个子集。

[0012] 天线选择信号

[0013] 导频音(pilot tone)或参考信号

[0014] 为了选择最优天线子集,即使最终仅使用所选择的最优天线子集进行发送,仍需要与全部可能的发射及接收天线子集相对应的全部信道进行估计。

[0015] 这可以通过从不同的天线或天线子集发送天线选择信号(例如,导频音,也称为参考信号)来实现。不同的天线子集可以发送相同的导频音或使用不同的导频音。令 N_t 表示发射天线的数量, N_r 表示接收天线的数量,并且令 $R_t = N_t/L_t$ 以及 $R_r = N_r/L_r$ 为整数。然后,可以将可用的发射(接收)天线元件划分成 $R_t(R_r)$ 个不相交的子集。导频重复法将适用于 $L_t \times L_r$ MIMO 系统的训练序列重复 $R_t \cdot R_r$ 次。在对该训练序列的每次重复期间,发送 RF 链连接到不同的天线子集。因此,在 $R_t \cdot R_r$ 次重复结束时,接收机具有对从各个发射天线到各个接收天线的全部信道的完整估计。

[0016] 在前向与反向链路(信道)不相同的频分双工(FDD)系统中进行发射天线选择的情况下,接收机将所选择的天线子集的最优集合反馈给发射机。在互易(reciprocal)的时分双工(TDD)系统中,发射机能够独立地执行这种选择。

[0017] 对于具有缓慢变化信道的室内 LAN 应用,可以使用介质访问(MAC)层协议来执行天线选择,参见 IEEE 802.11n wireless LAN draft specification, I.P802.11n/D1.0, "Draft amendment to Wireless LAN media access control(MAC) and physical layer(PHY) specifications: Enhancements for higher throughput", Tech. Rep., 2006 年 3 月。

[0018] 通过由 MAC 层向物理(PHY)层发出利用不同的天线子集发送及接收分组的命令来完成天线选择训练,而不是将物理层前导码扩展成包括针对附加天线元件的额外训练字段(重复)。在 MAC 头字段中嵌入作为针对 $L_t \times L_r$ MIMO 系统的单个标准训练序列的训练信息。

[0019] LTE 中的 OFDMA 结构

[0020] 在 3GPP TR 25.814, v1.2.2, "Physical Layer Aspects for Evolved UTRA" 中描述了基本上行链路传输方案。该方案是具有循环前缀(CP)的单载波传输(SC-OFDMA),用于实现上行链路用户间正交性并使得能够在接收机侧实现有效的频域均衡。

[0021] LTE 参考信号

[0022] 3GPP LTE 构想使用两种参考信号。这两种参考信号都在 TTI 的一个或更多个长块(LB)或短块(如果可用)中发送。

[0023] 数据调制参考信号

[0024] 数据调制(DM)参考信号在指派给用户设备的子载波中与数据一起发送。这些信号有助于 eNodeB(基站)接收机获得对信道的准确估计,并由此可以对接收信号进行相干地解码。

[0025] 宽带探测参考信号(SRS)

[0026] 宽带 SRS 用于帮助 eNodeB 对从用户到 eNodeB 的上行链路信道的整个频域响应进行估计。这有助于进行频域调度,其中,在理论上将子载波指派给针对该子载波具有最佳上行链路信道增益的用户。因此,宽带 SRS 可以占据整个系统带宽,例如,5MHz 或 10MHz。还提出了其它替换方式,其中,宽带 SRS 占据系统带宽中的一部分并且在多个传输期间进行跳频,以覆盖整个系统带宽。

发明内容

[0027] 一种在无线通信系统中生成天线选择信号的方法。所述天线选择信号用于从可用天线集中选择最优天线子集。然后,所选择的子集可用于发送或接收信号。

[0028] 使用第一天线子集在第一发送时间间隔 (TTI) 期间发送用户数据。使用第二天线子集在第二 TTI 期间发送导频音。之后,可以根据需要使用另一天线子集来发送附加导频音。从最近用于数据发送的天线子集所发送的导频音与从其它天线子集所发送的导频音在其发送频度方面可能有所不同。

[0029] 根据所述用户数据和所述导频音,来估计针对所述第一天线子集和所述第二天线子集的相应信道。然后,基于所估计出的信道,从所述第一天线子集和所述第二天线子集中选择最优天线子集,以在下一个 TTI 期间发送所述用户数据。请注意,用户数据及导频音都可用作天线选择信号。

附图说明

[0030] 图 1A 是示出了根据本发明的一个实施方式的基带传输链的框图;

[0031] 图 1B-1E 是示出了根据本发明的各个实施方式的发送时间间隔的框图;

[0032] 图 1F 是示出了根据本发明的一个实施方式的资源块的框图;

[0033] 图 2-13 是示出了根据本发明的各个实施方式的天线选择信号的框图;

[0034] 图 14 及图 15 是示出了根据本发明的一个实施方式的天线选择分组的框图;

[0035] 图 16 是示出了根据本发明的一个实施方式的天线选择方法的流程图;

[0036] 图 17 是示出了在选择了天线之后切换天线的四种方式的框图;

[0037] 图 18 是示出了根据本发明的一个实施方式的、由不同的天线轮流地发送探测参考信号的框图;

[0038] 图 19 是示出了根据本发明的一个实施方式的、与所选择的天线相比更低频度地由未选择的天线发送探测参考信号的框图;以及

[0039] 图 20 是示出了根据本发明的一个实施方式的、甚至当没有从所选择的天线发送数据时更低频度地由未选择的天线发送探测参考信号的框图。

具体实施方式

[0040] 本发明的各个实施方式提供了一种用于在无线网络中生成并发送天线选择信号的方法及系统。更具体地说,本发明可以应用于 RF 链的数量少于天线数量的收发机中,例如对于两个发射天线有一个发送 RF 链,或者对于四个发射天线有两个发送 RF 链。应当理解的是,接收天线也可以连接到相应更少的接收 RF 链。应当注意的是,在此说明的技术可以用于仅具有单个天线的接收机。本发明适用于根据 3GPP、4G 蜂窝、WLAN、WiBro、WiMAX 和

IEEE802.20 标准而设计的网络。

[0041] 图 1A 示出了本发明的各个实施方式所使用的离散傅里叶变换 (DFT) 扩频 OFDM 收发机的发送 RF 链 10 的一部分。使用 DFT 12 对符号 11 进行编码, 然后进行子载波映射 13 和快速傅立叶逆变换 (IFFT) 14, 随后进行循环前缀 (CP) 插入 14 以生成发送信号 15。子载波映射 13 确定哪些频率用于进行发送。

[0042] 图 1B 示出了发送子帧或发送时间间隔 (TTI) 20 的基本结构。将发送划分成持续时间为 0.5ms 的时隙。一个帧长度为 10ms。在下文中, 术语 TTI 和子帧可互换使用。一个 TTI 包括一个或多个时隙。TTI 21 包括由 CP 24 间隔开的长块 (LB) 22 和短块 (SB)。在 TTI 长度为 1.0ms 的情况下, 子帧具有 12 个 LB 和 4 个 SB。

[0043] 图 1C 示出了针对 3GPP LTE 而考虑的具有一个时隙的 TTI。该 TTI 的持续时间为 0.5ms。该 TTI 包括循环前缀 (CP) 24、长块 (LB) 22 和短块 (SB) 23。短块中的符号可以用于发送导频音 25。长块用于发送信息或控制符号 (用户数据)。因此, 该 TTI 包括 6 个 LB 和 2 个 SB。

[0044] 图 1C 示出了针对 3GPP LTE 而考虑的具有一个时隙的另一个 0.5ms 的 TTI。在这种情况下, 全部 OFDM 符号都具有相同的长度, 并且都是长块。该时隙中的一个或多个 LB 用于发送导频音, 而其它 LB 用于发送信息 (数据)。实际上, 该 TTI 具有 7 个 LB。

[0045] 图 1E 示出了具有多个时隙 26 的 TTI。例如, 该 TTI 为 1.0ms 长, 并包括两个时隙 26。可以如图 1B-1D 所示而划分这些时隙。在这种情况下, 该 TTI 包括 14 个 LB。

[0046] 图 1F 示出了根据本发明的一个实施方式的、在发送时间间隔 (TTI) 20 期间的资源块 (RB) 21 的基本结构。纵轴表示频率, 而横轴表示时间, 如先前对 TTI 的说明所示来划分时间。因此, 该 RB 在时间上被划分成长块 (无阴影) 22 和短块 (有阴影) 23, 例如 6 个或 12 个长块, 以及 2 个或 4 个短块。长块用于控制信号和数据信号, 而短块用于数据调制 (DM) 参考信号。RB 的另一可能结构仅包括长块而不包括短块, 例如在 0.5ms 的时隙中有 7 个 LB 或在 1.0ms 持续时间中有 14 个 LB。在频域中, 资源块包括多个子载波, 例如, 14 个子载波。

[0047] 如果存在 SB, 则它们用于 DM 及宽带 SRS。如果在 RB 中仅存在 LB, 则一个或多个 LB 用于 DM RS 及宽带 SRS。可以将多个 RB 指派给上行链路用户。这些 RB 可以是连续的, 但不一定是连续的。此外, 包括 RB 的子载波可以是连续的, 或发布在系统带宽或系统带宽的一部分上。

[0048] DM 及宽带探测参考信号还可以用于天线选择训练的目的。DM/ 宽带 RS 与 AS RS 可以是相同的, 区别仅在于它们的用途不同。DM 信号用于对其它长块中的数据进行解调, 而 AS RS 用于为了天线选择目的而进行信道估计。针对天线选择而使用宽带 SRS 的优点是有助于进行联合频域调度及天线选择。应当注意的是, 接收机中的信道估计是公知的。应当注意的是, 本发明并不限于在 TTI 内的具体数量的长块及短块。为了清楚起见, 在图 1F 中未示出 CP。

[0049] 根据本发明的一个实施方式的、天线选择信号可以使用正交频分复用 (OFDM)。

[0050] 为了使得能够针对从用户设备 (UE) 到基站 (BS) 的上行链路进行天线选择, UE 从可用发射天线的子集发送 DM RS 或宽带 SRS。BS 对信道进行估计, 并选择最优 (最佳) 发射天线子集。在 FDD 系统的情况下, BS 还将与所选择的天线子集有关的信息反馈回到 UE。然后, UE 使用所选择的发射天线进行未来至 BS 的传输。可以周期性地执行这种选择, 或经

请求而执行这种选择。在后一种情况下,在训练或选择可以开始之前要求进行通知。应当注意的是,可以选择与先前所使用的天线子集相同的天线子集。所选择的天线还可用于接收用户数据,这非常适于其中上行链路与下行链路信道彼此互易的缓慢变化的 TDD 系统。

[0051] 假设 RF 链比天线少,则由不同的天线集按照时分复用 (TDM) 方式使用频分复用 (FDM) 或码分复用 (CDM) 来发送导频音,这与图 1F 所示的基本 RB 结构一致。

[0052] 在以下的说明中,首先考虑具有一个 RF 链和两个发射或接收天线的 UE 以及 FDM 导频音。然后,对这些方案进行扩展以使用 CDM 导频音。接下来,考虑针对 FDM 导频音及 CDM 导频音均有两个 RF 链和四个天线。基于这一描述还可以进行进一步的扩展。然后,考虑在所选择的天线子集(即,当前正在发送或已经发送数据的天线子集)与其它未选择的天线之间进行区分的方案。这种区别在于由所选择的天线子集及未选择的天线子集发送 AS RS 的频度。

[0053] 如这里定义的,所选择的天线子集最近发送了用户数据,而未选择的天线子集通常仅发送天线选择信号。如本发明的一个实施方式所述,与所选择的天线子集相比,未选择的天线子集更低频度地发送 AS 信号。

[0054] 考虑两种情况的天线训练:在一个 TTI 内进行天线训练和选择,以及在多个 TTI 之间进行天线训练和选择。

[0055] 针对这两种情况中的每一种,说明周期性的天线选择和经请求的天线选择。对使用各种另选导频音用于天线选择进行描述,诸如数据调制 (DM) RS、宽带 SRS 或混合方案。

[0056] 在以下针对具有一个发送 RF 链和两个天线 (Tx1 和 Tx2) 的 UE 的示例中,对于具有 6 个 LB 和 2 个 SB 的时隙结构,假设一个块 (SB1) 用于发送数据信号、控制信号和 DM 信号,而另一个块 (SB2) 用于周期性地发送 AS 信号。对于包括多个 LB(且不包括 SB) 的 1ms TTI,将两个 LB(例如 LB4 和 LB11) 用于发送 DM 和宽带 SRS。BS 根据参考信号来估计信道,并相应地做出天线选择决策。出于说明的目的,假设在 BS 对选择进行通知与在 UE 中实际进行切换之间存在延迟。

[0057] 在一个 TTI 内进行天线选择时的训练

[0058] 使用 DM RS

[0059] 如图 2A 和 2B 所示,可以通过周期地生成 AS 信号来执行天线选择和训练。图 2A 示出了每两个 TTI 进行天线选择,图 2B 示出了每三个 TTI 进行天线选择。

[0060] 如图 2A 所示,在第一 TTI 220 期间,UE 利用所选择的天线(例如 BS 获知将使用天线 Tx1)在 SB1 中开始发送大部分 RB 221,包括全部长块以及 DM 信号 201。然而,RB 221 的 AS 信号 202 是在 SB2 中由未选择的天线 (Tx2) 发送。如这里所使用的,“未选择”表示使用与最近用于在 RB 中发送数据符号的天线子集不同的其它天线子集。也就是说,UE 使用不同的天线子集在一个 TTI 中发送多个符号。

[0061] 对于包括 3 个时隙(具有用于 DM 信号的 2 个 LB) 的 1ms TTI,UE 开始发送大部分 RB,包括用于数据的全部 LB(1-3、5-14) 以及用于 DM 信号的 LB4。然而,RB 的 AS 信号是在 LB11 中由未选择的天线发送。

[0062] 如图所示,由于 AS 信号 202 在 FDM 导频音的情况下使用更少的参考信号载波(例如为图 2A 所示数量的一半),或者针对 CDM 信号使用更低功率,因此 AS 信号 202 可以称为“低开销”信号。

[0063] 在 210, BS 使用针对 Tx1 的 DM 信号 201 以及针对 Tx2 的 AS 信号 202 来选择天线子集 (在两个天线的情况下选择一个天线)。在做出选择之后经过一段时间, BS 将例如“使用 Tx2205”的选择反馈给 UE。UE 在接收到该反馈之后, 针对下一个 TTI 而切换到所选择的发射天线 Tx2。如图 2A 和 2B 所示, 周期性地重复该训练过程。

[0064] 图 2A 和 2B 还示出, 由于天线选择所要求的估计精度低于相干解调所要求的精度, 因此可以降低开销量, 对于 FDM 导频音该开销量用返回路径转发 (return path forwarding, RPF) 来衡量, 而对于 CDM 导频音该开销量用功率来衡量。开销量的减少涉及选择精度与导频音开销减少之间的折衷。

[0065] 使用宽带 SRS

[0066] 如针对上行链路信道的图 3A 和图 3B 所示, 还可以使用宽带探测 RS 302 来实现天线训练和选择。这些信号称为信道质量指示符 (CQI) 导频信号。发送 CQI 信号, 以使得能够在 BS 进行信道选择和频域分配。请注意, CQI 导频的带宽大于 RB 的带宽。

[0067] 如图 3A 和 3B 所示, 将一个块 (SB1) 用于大部分 RB 的数据信号 (长块) 和 DM 信号 301, 而将另一个块 (SB2) 用于 CQI 信号 302。图 3A 示出了针对每个 TTI 使用 CQI 信号 302 进行的联合天线选择和资源块指派。

[0068] 图 3B 示出了使用每多个 (例如每两个或每更多个) TTI 而发送的 CQI 信号进行的联合天线选择和资源块指派。通常, 每 TTI 地发送或者每多个 TTI 周期性地发送 CQI 信号。

[0069] 这使得 BS 能够估计这两个天线的信道的宽带频率响应。将 CQI 信号用于训练和选择的另一优点是使得能够进行联合资源块载波频率指派和天线选择, 这提高了频域调度的效率。UE 可以对发射天线以及 RB 中使用的频率进行切换。

[0070] 经请求的自适应天线训练和选择

[0071] 如图 4 所示, 可以仅在当前天线的性能下降到低于所希望的阈值时才发送 AS 信号, 而不是周期性发送 AS 信号。可以维持信号干扰噪声比 (SINR) 估计、混合自动重传请求 (HARQ) 状态或调制及编码方案 (MCS) 处理的历史, 以确定何时需要进行天线选择。可以由 UE 或 BS 来收集这种历史。

[0072] 在 UE 或 BS 例如使用选择触发信号 401 做出了执行天线训练和选择的决策后, UE 通过使用 AS 信号 202 或 CQI 信号在下一个 TTI 期间发送 AS 信号, 如上所述。然后, BS 可以估计这两个天线的信道、对天线进行选择 (210) 并将使用 Tx2 的决策 205 发送回 UE。在这种情况下, 当 UE 向 BS 明确地通知 AS 信号的形式时性能得到了提高。

[0073] 在多个 TTI 之间进行天线选择时的训练

[0074] 现在说明在多个 TTI 之间而不是如上所述在一个 TTI 内进行天线训练和选择时的相应情况。多个 TTI 之间的选择进一步简化了 UE 处的实现复杂度, 但在选择最优天线集时引入了一些额外的延迟。

[0075] 使用全部的 TTI

[0076] 图 5 和图 6 示出了当 UE 仅能够在多个 TTI 之间对天线进行切换时如何能够实现发射天线选择和训练。UE 使用所选择的天线正常地发送 RB 221。使用未选择的天线 Tx2 来周期性地发送 RB。通过使用来自先前 TTI 的信道估计, BS 现在可以为 UE 选择 (210) 最优天线, 并将其决策 Tx2205 反馈回 UE。该机制表明一个 TTI 可以用于天线训练和选择以及用户数据发送。

[0077] 图 6 示出了对 CQI 信号 602 的相同处理。利用未选择的发射机所发送的 TTI 601 包括数据和宽带探测 RS 602, 以及 DM 导频 (如果存在的话)。如上所述, 使用具有 CQI 信号的 TTI 还能够进行联合资源块重新指派和天线选择。应当注意的是, 对未选择的发射机进行使用的周期性可以与上面所描述的不同。

[0078] 然而, 因为 BS 或 UE 处可能不知道 Tx2 的信道, 所以需要以保守的更低速率 MCS 来利用未选择的发射机 Tx2 进行发送。利用未选择的发射机发送的 RB 包括数据和导频音。虽然利用未选择的发射机的初始发送要求保守地选择 MCS, 但可以使用与当前信道估计有关的先前信道估计来获得更可靠并且可能较不保守的 MCS 选择, 以由未选择的发射机进行后续的 RB 发送。

[0079] 经请求的自适应训练

[0080] 图 7A 和 7B 示出了响应于选择触发 401 的经请求的自适应天线选择。UE 使用所选择的发射机 (Tx1) 进行发送, 直到如上所述而测得的发射机性能低于预定阈值为止。UE 发送触发信号 410, 并在下一个 TTI 通过如图 7A 所示利用未选择的发射机仅发送 AS 导频信号 701、或者通过如图 7B 所示发送整个 RB 702, 从而开始进行训练。

[0081] 在本发明的一个实施方式中, 针对后续的 TTI 以及选择信号 205, UE 恢复成使用 Tx1。在另一实施方式中, UE 继续使用 Tx2, 除非 BS 指示 UE 切换到另一发射机子集。

[0082] 多发射机子集选择

[0083] 在以下示例中, 说明如何能够在具有两个 RF 链和四个发射天线的 UE 中实现天线选择。如上所述, 对于两个 RF 链, 按照 FDM 或 CDM 方式同时发送两个天线的参考信号。利用两种不同的模式来说明用于不同天线的参考信号子载波。

[0084] FDM 导频

[0085] 和以前一样, 对使用 AS 信号或宽带探测参考信号的发射机选择进行说明。图 8A 示出了经由一对未选择的发射机 (Tx3 和 Tx4) 而在每两个 TTI 期间周期性地发送 AS 信号 801, 图 8B 示出了每三个 TTI 发送的 AS 信号 801。

[0086] CDM 导频

[0087] 图 9A 到 9B 示出了分别使用一对未选择的发射机 (例如 Tx3 和 Tx4), 针对每两个 TTI 和每三个 TTI, 利用周期性 FDM 宽带探测参考信号 901 和 RB 指派而进行的发射机训练和选择。

[0088] 图 10A 到 10B 示出了通过使用周期性 CDM 数据调制信号而进行的发射机集选择。在这种情况下, 同时发送的两个导频 1001 与 1002 彼此正交。对于 UE 在多个 TTI 之间进行切换的情况以及对于经请求的 (自适应) 发射机选择的情况, 可以有类似的方案。

[0089] 针对一个 RF 链和四个发射天线的发射机训练

[0090] 在图 11 中示出了针对一个 RF 链和四个天线的实施方式。UE 发送针对四个天线的训练信息, 使得在任意一个时刻仅有一个发射天线是活动的 (active)。虽然说明了三种选择, 但也可能有其它的推广和组合。

[0091] 如图 11 所示, UE 在第一 TTI 1101 中从 Tx1 发送数据分组, 并使用 SB2 发送针对 Tx2 的 AS 信号 202。然后, BS 可以确定发射机 Tx1 和 Tx2 中的哪一个更好, 并将其决策 (例如, 使用 Tx2 1105) 反馈回 UE。UE 在第三 TTI 之后接收到该反馈。同时, UE 在第二 TTI 1102 中从 Tx1 重发第二数据分组, 并且使用 RB 的 SB2 来发送针对 Tx3 的 AS 信号。然后, 按照先前 BS 所指示的, 发射机切换到 Tx2, 并在 TTI 1103 中使用 Tx2 发送第三数据分组。在同一

TTI 内, UE 使用 SB2 来发送针对最后剩余的天线 Tx4 的天线选择信号。然后, BS 例如确定 Tx3 是全部四个天线中的最优天线, 并指示 UE 使用 Tx3 进行发送。接下来, UE 使用 Tx3 来发送数据分组 1104。针对具有 14 个 LB 且其中有 2 个 LB 承载参考信号的 1ms TTI, 可以说明类似的机制。

[0092] 请注意, 在对不同天线的信道进行估计的同时, BS 更新其选择决策并反馈回该决策。在一个实施方式中, BS 仅反馈回其最终决策, 而不反馈增量的选择更新。在这种情况下, 不存在使用 Tx2 的反馈, 并且 UE 使用 Tx1 来发送第三 TTI。

[0093] 图 12 示出了加快选择处理的另一可选方案。该可选方案使用在一个 TTI 内进行选择和多个 TTI 之间进行选择的组合。UE 在第一 TTI 1201 中使用天线 Tx1 来发送数据分组, 并使用 SB2 从天线 Tx2 发送 AS 信号 1202。然后, UE 切换到天线 Tx3 以在第二 TTI 1203 中发送数据分组, 并在 SB2 中发送针对天线 Tx4 的 AS 信号 1204。

[0094] 然后, BS 可以确定全部四个发射天线的信道并对其进行比较, 并将其选择决策 (例如 Tx3 1205) 反馈回 UE。在等待选择决策的同时, UE 继续从天线 Tx1 发送数据分组, 此后, 切换到天线 Tx3。

[0095] 或者, 如图 13 所示, 当 BS 仅能够估计出多个可用天线的一组信道时, BS 发送增量更新。在第一 TTI 之后 BS 对天线 Tx1 和 Tx2 的信道估计进行比较, 并将其选择决策 1301 发送回 UE。例如, BS 选择 Tx2 1301。在第二 TTI 之后 UE 接收到该决策。在第二 TTI 中, UE 如以前一样使用天线 Tx3 来发送其数据分组, 并使用天线 Tx4 来发送 AS 信号。然而, 在第三 TTI 中, 在接收到 BS 的选择决策后, UE 切换到 Tx2, 以发送数据分组。如以前一样, BS 可以在第二 TTI 之后对全部四个天线进行比较, 并将其选择决策 (例如, Tx3 1302) 发送回 UE。UE 在第三 TTI 之后切换到 Tx3。

[0096] 使用 AS 分组

[0097] 单独的 AS 分组

[0098] 除了上述实施方式以外, 天线选择处理还可以使用如图 14 所示的天线选择 (AS) 分组 1400。AS 分组将天线选择控制 (ASC) 信息 1401 例如嵌入到第一长块 (LB1) 中, 并将 DM 导频 (P) 信号 1402 嵌入到第一短块 SB 1 中 (对于具有 2 个 SB 的时隙的情况), 或者嵌入到 LB4 中 (对于具有 14 个 LB 的 TTI 的情况)。该处理非常适于突发的业务, 这是因为可以在发送突发之前恰好完成选择。ASC 信息 1401 可以指示出 UE 正在使用哪个天线子集来发送这些信号。因此, BS 可以将其信道估计与特定的天线直接关联起来。此外, ASC 信息还可以指示出 UE 的天线选择请求, 并且指示出第二短块 SB2 中的导频音应当被 BS 用于训练。

[0099] 如图 14 所示, BS 在选择天线之前并不需要接收导频音。BS 可以在接收到上行链路 TTI 的前两个 OFDM 符号之后立即进行选择。这涉及到下面的步骤和定时延迟。BS 从 UE 接收 UL TTI 的第一和第二 OFDM 符号, 并且, 执行信道估计和天线选择, 其延迟为 T_0 。如果从 BS 到 UE 的距离小于 10Km, 则可以忽略往返传播延迟 T_1 。UE 接收到 DL TTI 的第一长块和第一短块, 随后, UE 切换到所选择的天线, 其延迟为 T_2 。

[0100] 捎带 (piggybacking) AS 训练

[0101] 或者, 如图 15 所示, UE 可以将控制分组 (诸如在 LB1 中具有 ACK 或 NACK 1501 的分组) 用于天线选择。即使 UE 没有其它上行链路分组要发送到 BS, UE 仍在从 BS 接收到分组之后在上行链路上发送这种类型的分组。为了减少天线选择的开销, 可以在未选择的天

线上利用某些分组来发送 ACS 字段 1401。因此,该方案不需要发送附加的分组。如上所述,可以周期性地或者自适应地稍带 AS 信息。此外,UE 或 BS 都可以启动该处理。

[0102] 天线选择方法

[0103] 图 16 示出了根据本发明的一个实施方式的天线选择方法。在 1610 选择第一天线用于从 UE 向 BS 发送信号,例如,所选择的天线 Tx1 是最后使用过的天线。假设先前的选择对 UE 和 BS 均为已知。在 1620,UE 在一个 TTI 期间经由所选择的天线 (Tx1) 向 BS 发送数据分组。在该数据分组的长块中承载数据 (或控制信号)。

[0104] 在 1630,如上所述,UE 还使用未选择的天线 (例如,Tx2) 来发送 AS 信号。AS 信号的发送可以是周期性地每 k 个 TTI 进行,或者经请求而进行。在该分组的短块中或者在下一个数据分组中承载 AS 信号。AS 信号可以是 FDM 信号或 CDM 信号。如这里所述,AS 信号甚至可以是低开销信号。如果该信号是 FDM 信号,则低开销意味着更少数量的信号子载波。对于 CDM 导频音,低开销信号具有更低的功率。

[0105] 在步骤 1640,响应于接收到数据分组和 AS 信号,BS 对信道进行估计并选择天线,并将该选择发送到 UE。在 CDM 信号的情况下,BS 还可以重新指派 UE 所使用的资源块的载波频率。然后,在 1650,在接收到该选择之后,并且可能在 RB 重新指派之后,UE 切换到所选择的天线来发送后续的分组。

[0106] 如果天线选择是经请求而进行的,则 UE 或 BS 可以基于 SINR、MCS 或 HARQ 历史而启动该选择处理。

[0107] 图 17 示出了在已经选择了天线之后可以对天线进行切换 (SW) 的 4 种方式 (1701-1704)。对天线进行切换所需的时间可以用纳秒来度量,例如取决于具体的实现方式为 10 至 100 纳秒。该时长比符号的长度 (例如,10ms) 要短多个量级。

[0108] 因此,在本发明的一个实施方式中,实质上是在多个符号之间对天线进行切换。也就是说,可以在前一个符号的块结束时进行这种切换,或者在下一个符号的 CP 起始时进行这种切换。

[0109] 这 4 种方式包括:完全在用于发送信号的 LB/SB 内进行切换,并使用 CP 1710 以及 LB 或 SB 数据部分进行切换 -1701;使用用于发送导频音的 LB/SB 的 CP 以及相邻 LB 的 CP 进行切换 -1702;使用用于发送导频音的 LB/SB 的 CP 以及相邻 LB 的 CP 进行切换 -1703;使用相邻 LB 的 CP 而不使用用于发送导频音的 LB/SB 的 CP 进行切换 -1704。在上述 4 种方法中,其中将包含要发送的导频音的 LB/SB 用于切换的第一种方法在性能上的损失最小,这是因为数据 LB 没有受到影响。

[0110] 减小的天线探测 RS 开销

[0111] 还可以通过减小用于发送 AS RS 的频率,来减少天线选择的开销。此外,即使没有数据要发送时也可以发送探测参考信号。此外,基站可以在任意时刻 (包括当 UE 没有从未选择的天线子集发送探测参考信号时的情况) 发送关于 UE 应当使用哪个天线的决策。

[0112] 如图 18 所示,轮流地从两个天线发送宽带探测 RS 1801。请注意,即使 UE 没有发送数据也可以发送宽带 SRS。基站对这两个天线的信道进行估计,并执行资源块及天线调度。例如,探测 RS 周期是两个 TTI 1802,并且 UE 从 TTI#1 开始发送。然后,从第一天线发送 TTI#1、5、9、……的探测 RS,而从第二天线发送 TTI#3、7、11、……的探测 RS。

[0113] 以下说明的本发明的一个实施方式减小了当探测 RS 用作 AS RS 时的天线探测开

销。

[0114] 如图 19 所示,再次周期性地发送探测 RS 1901。但是,现在对 eNodeB 最近选择用于数据发送的所选择天线与其它未选择天线之间进行区分。现在,从未选择的天线仅发送每 k 个探测 RS 中的一个探测 RS,而从所选择的天线发送其余 RS,其中 k 大于 1,例如为 5、10 或 15。k 的最优参数值取决于 UE 速度、上行链路无线信道的多普勒扩频、eNodeB 的调度限制、干扰环境等。如先前所述, eNodeB 执行资源块指派,并确定 UE 应当使用哪个天线来进行数据发送。参数 k 先验地为 eNodeB 及 UE 所知。

[0115] 这个方案的优点在于,eNodeB 可以更高频度地估计所选择的天线的信道。这通常是当 UE 缓慢移动或根本不移动时的最优天线。在上述两种机制中, eNodeB 可以先验地获知未选择天线何时发送了探测 RS。

[0116] 如图 20 所示,即使 UE 没有数据要发送也可以由 UE 发送探测 RS。按照类似方式可以减小当 DM RS 用于 AS 时的 AS 探测开销。

[0117] 仿真

[0118] 以下,说明各种自适应天线选择方案,以及针对不同的探测 RS 用途参数具有和不具有频域调度的系统级仿真结果。

[0119] 表 1 给出了仿真参数。

[0120] 表 1

[0121]

系统带宽	10MHz
TTI 持续时间	1ms
每 RB 的载波数量	12
探测 RS 位置	第一长块
每 TTI 的 LB 数量	14
每 BS (小区) 的 UE 数量	25
信道模型	6 射线典型城市型
UE 速度	3kmph
发射 (UE) 天线的数量	2
发送 RF 链的数量	1
接收机 (eNodeB) 天线的数量	2
反馈延迟	1TTI

系统带宽	10MHz
发射天线之间的归一化距离	0.5m
出射角变化	58°
eNodeB(接收)天线的空间相关	不相关
指派给 UE 的连续 RB 的数量	2
调度算法	频域 2. 固定 RB 指派

[0122] 仿真结果

[0123] 轮流地探测两个天线

[0124] 首先,考虑其中如上所述按照轮流方式从两个天线发送探测 RS 的情况。探测 RS 的发送间隔设置为 2ms 或 10ms。

[0125] 表 2 概括了用户通过单个天线选择所获得的自适应天线选择增益。对于两个 TTI 探测间隔,具有自适应天线选择能力的 UE 所获得的 SNR 增益大于具有单个发射天线的 UE 所获得的 SNR 增益。

[0126] 表 2 :2TTI 探测间隔

[0127]

SNRCDF 点	具有频域调度	不具有频域调度
1%	3.2dB	3.8dB
10%	2dB	2.6dB

[0128] 表 3 概括了用户设备通过单个天线选择所获得的自适应天线选择增益。在表 3 中,对于 TTI 探测间隔,具有自适应天线选择能力的 UE 所获得的 SNR 增益大于具有单个发射天线的 UE 所获得的 SNR 增益。

[0129] 表 3 :10TTI 探测间隔

[0130]

SNRCDF 点	具有频域调度	不具有频域调度
1%	2.4dB	3.0dB
10%	1.6dB	2.3dB

[0131] 在全部情况下,可以看到,具有自适应天线切换能力的 UE 的性能(按照其链路所经历的 SNR 而衡量)获得了极大的提高。

[0132] 减小的开销天线探测

[0133] 现在考虑其中与未选择的天线相比,较不频繁地从所选择的天线发送探测 RS 的

情况。探测 RS 的发送间隔为 2ms。从未选择的天线更低频度地（例如，在 5 个实例中仅 1 个）发送探测 RS 在性能方面的损失可忽略不计。甚至，基于其它更极端情况（其中，由未选择的天线在 10 个实例中的 1 个发送探测 RS 或在 15 个实例中的 1 个发送探测 RS）的自适应天线选择仍然实现了极大的性能增益。

[0134] 发明效果

[0135] 本发明的各个实施方式提供了一种在 MIMO 网络中的从用户设备到基站的上行链路中的天线选择，其中 UE 中的 RF 链的数量少于天线的数量。本发明还提供了用于自适应地选择天线的装置。

[0136] 虽然以优选实施方式为例说明了本发明，但应当理解的是，在本发明的精神和范围内可以做出各种其它修改和改变。因此，所附权利要求的目的是涵盖落入本发明的精神和范围内的全部这些种变型和改变。

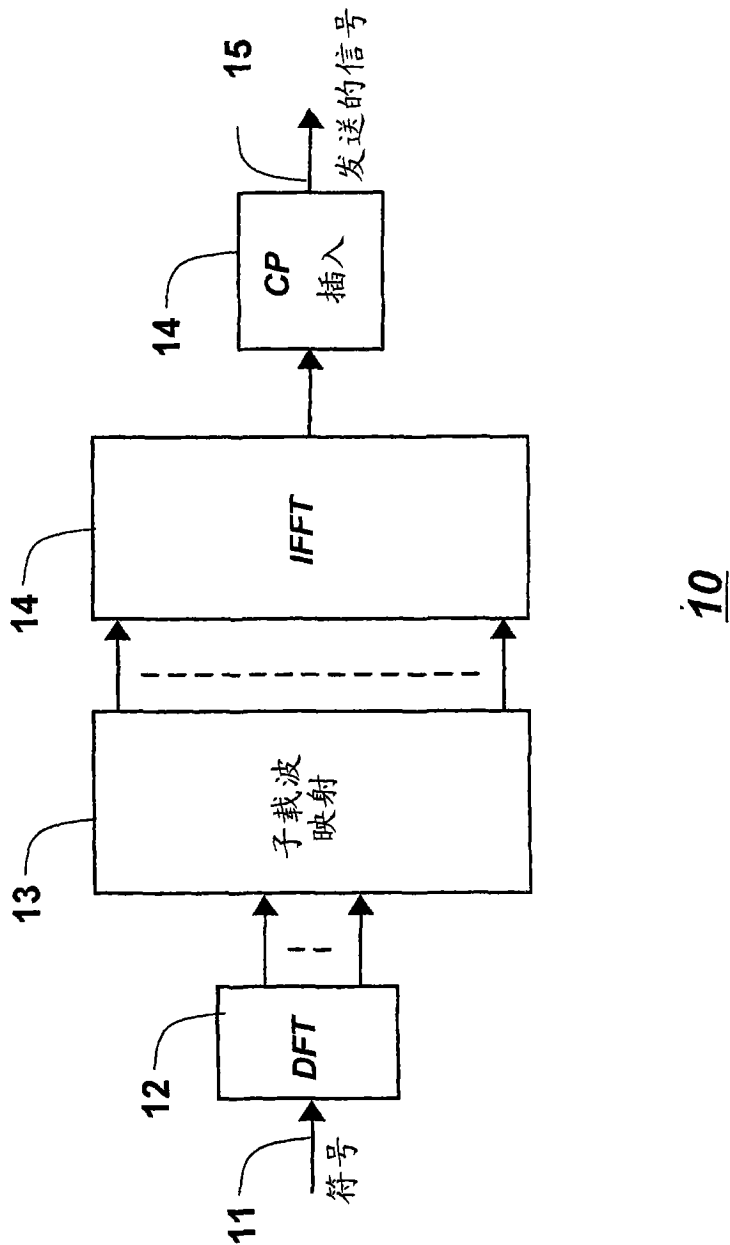


图 1A

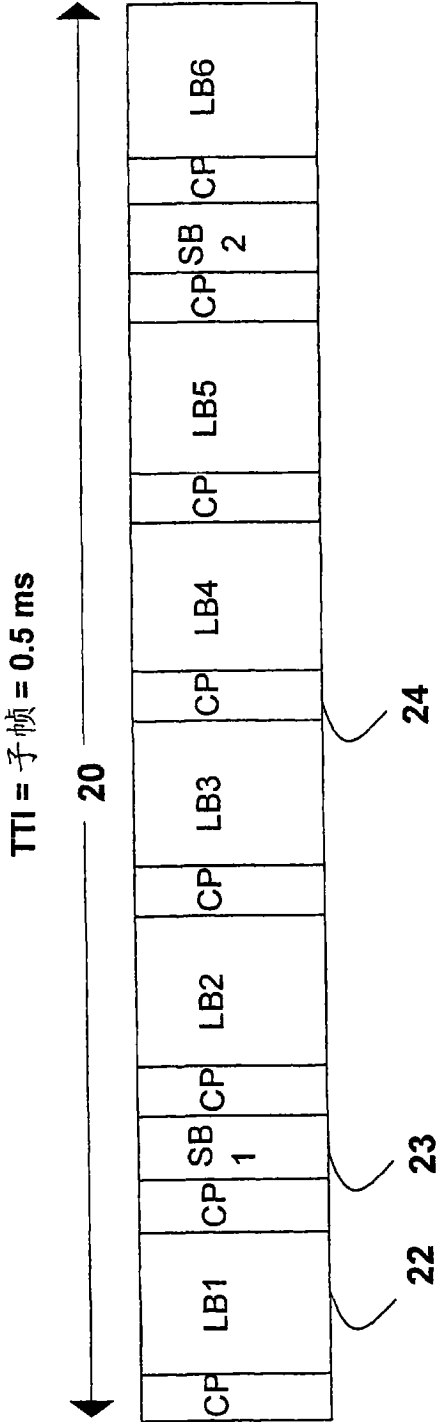


图 1B

20

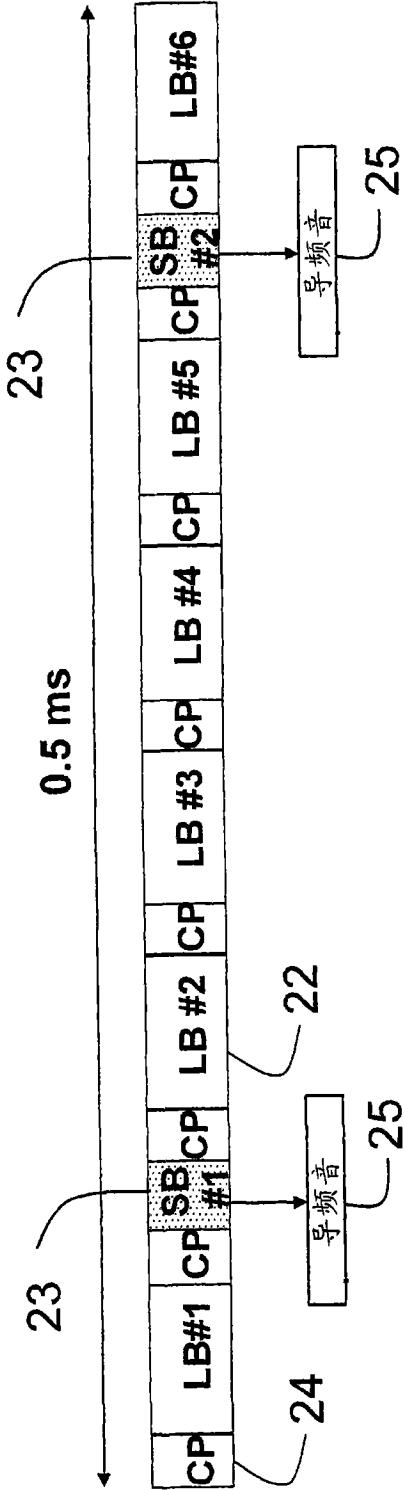


图 1C

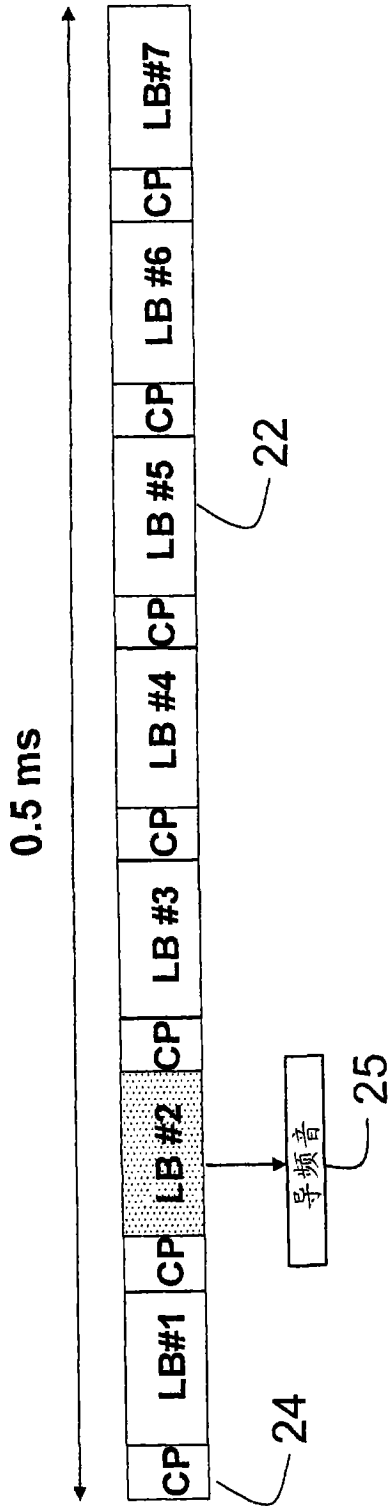


图 1D

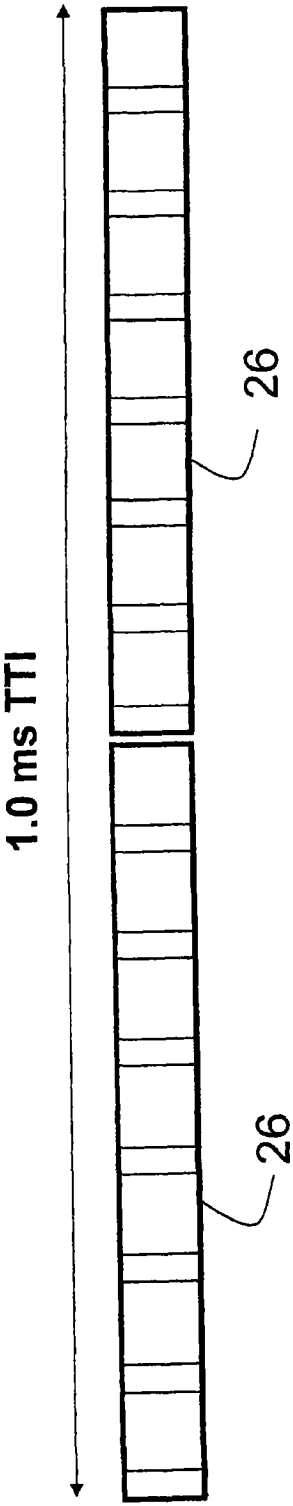


图 1E

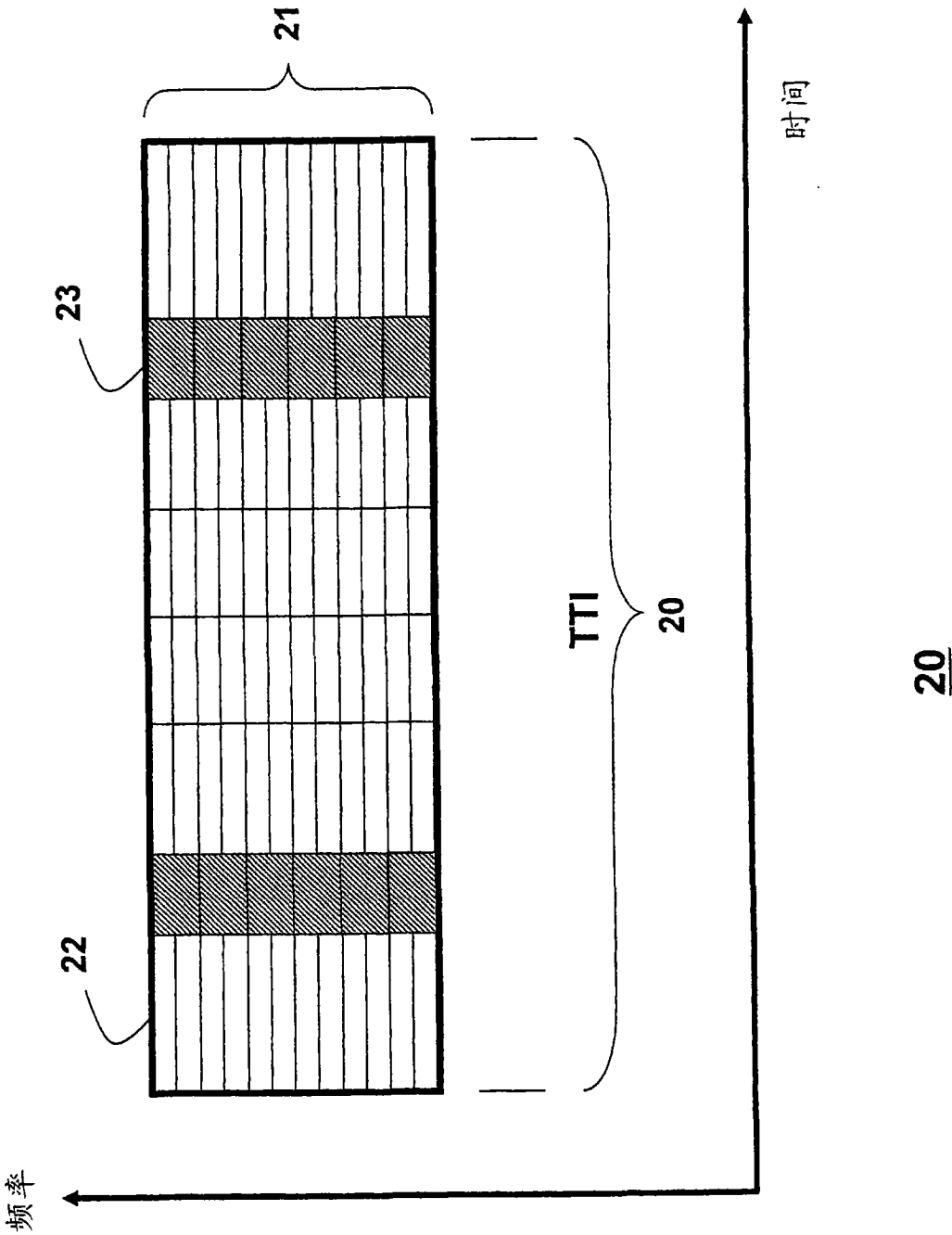


图 1F

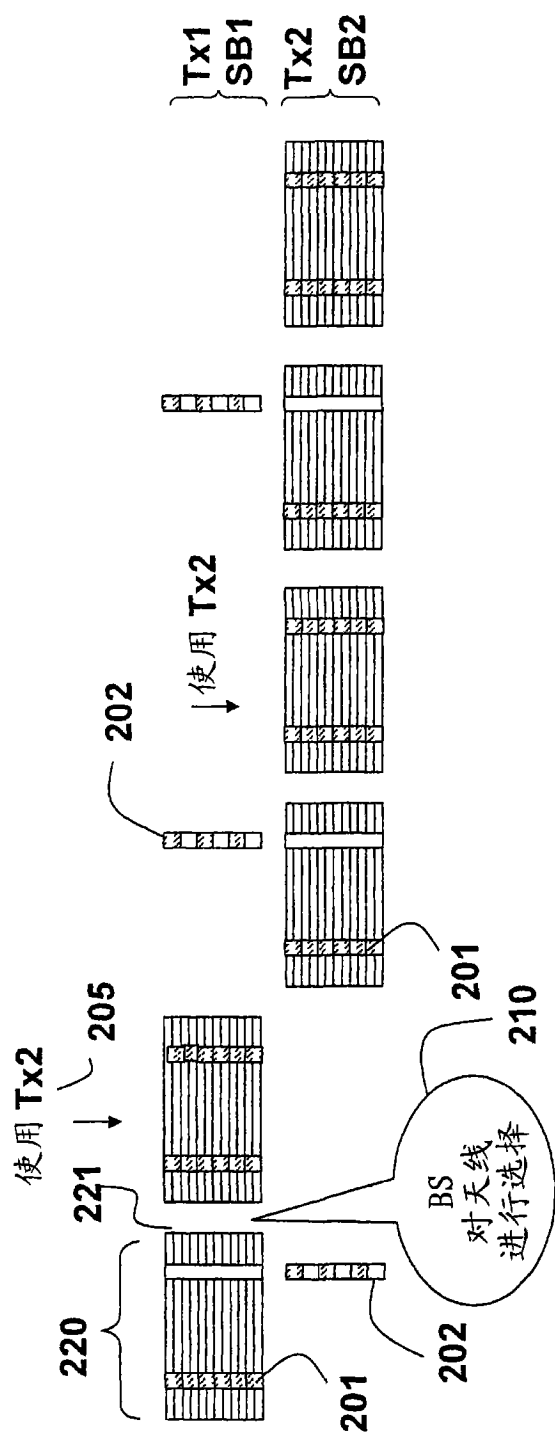


图 2A

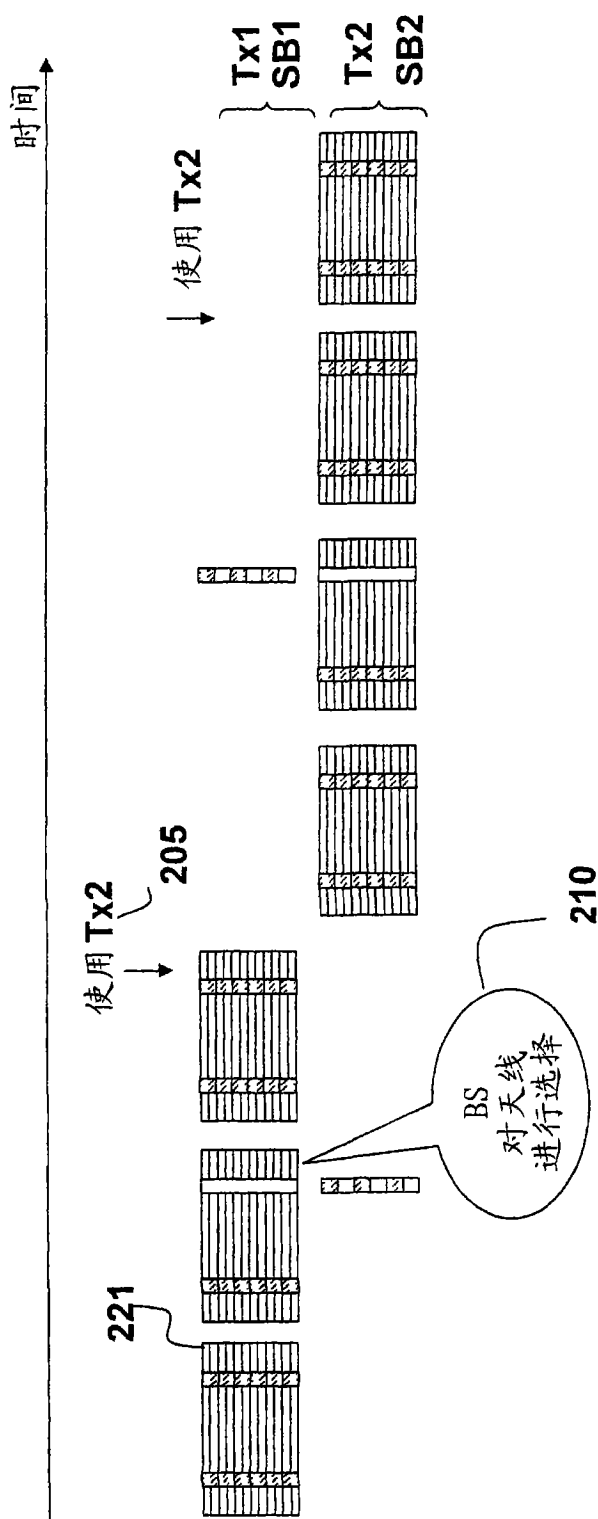


图 2B

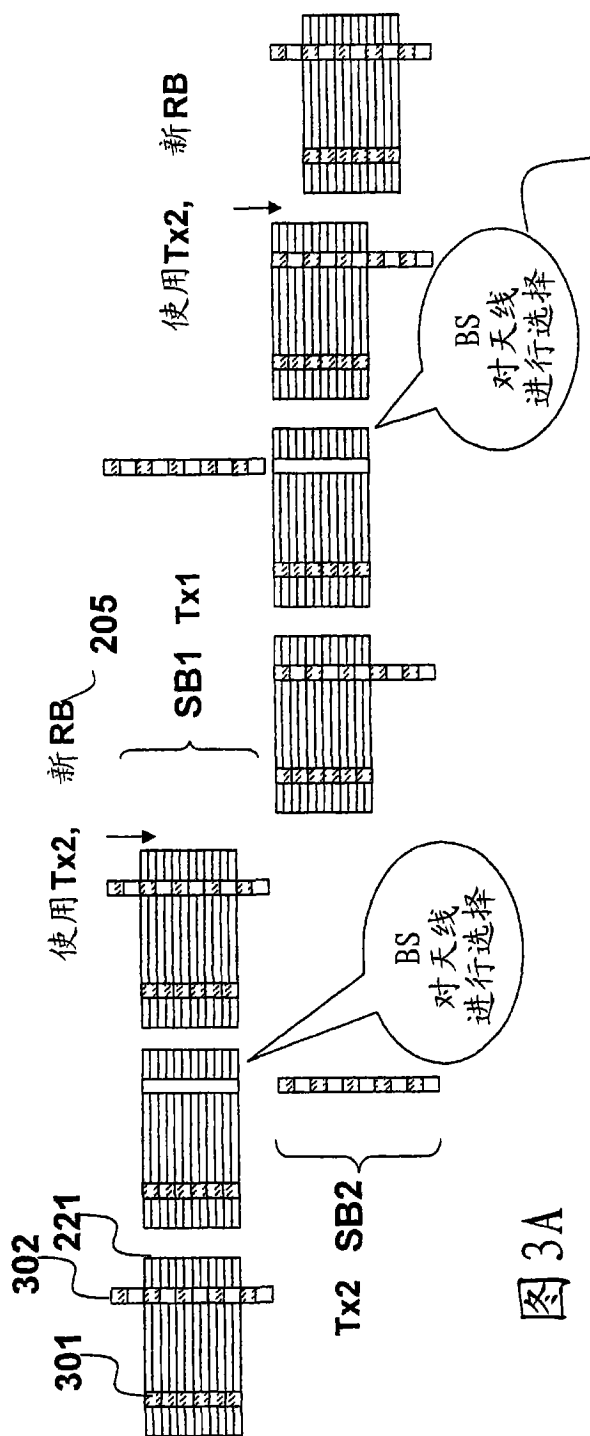


图3A

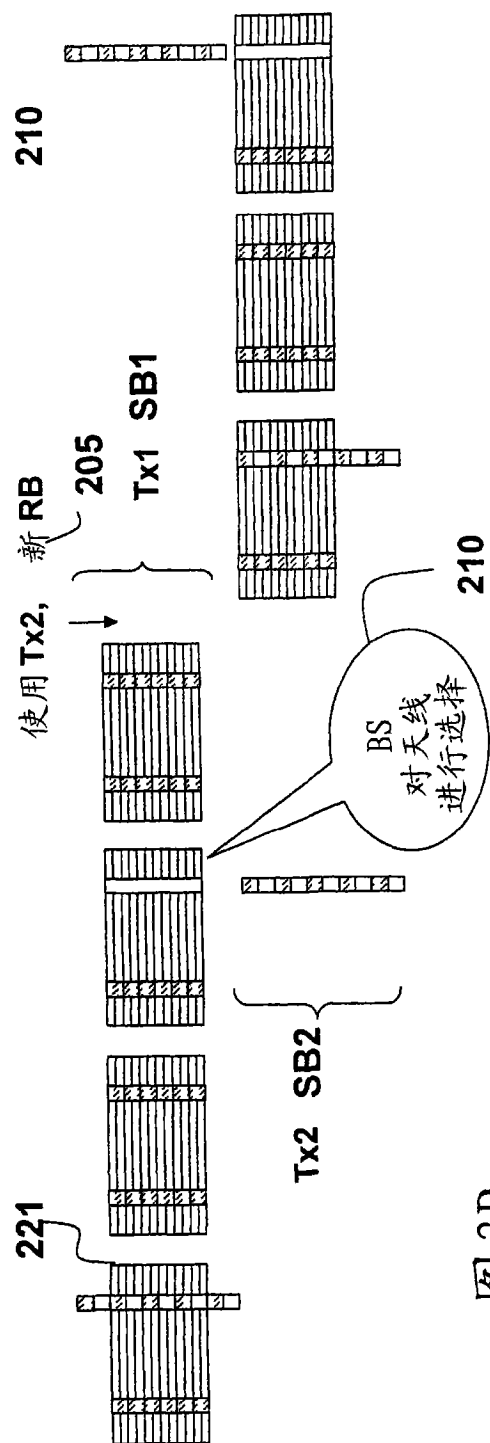


图3B

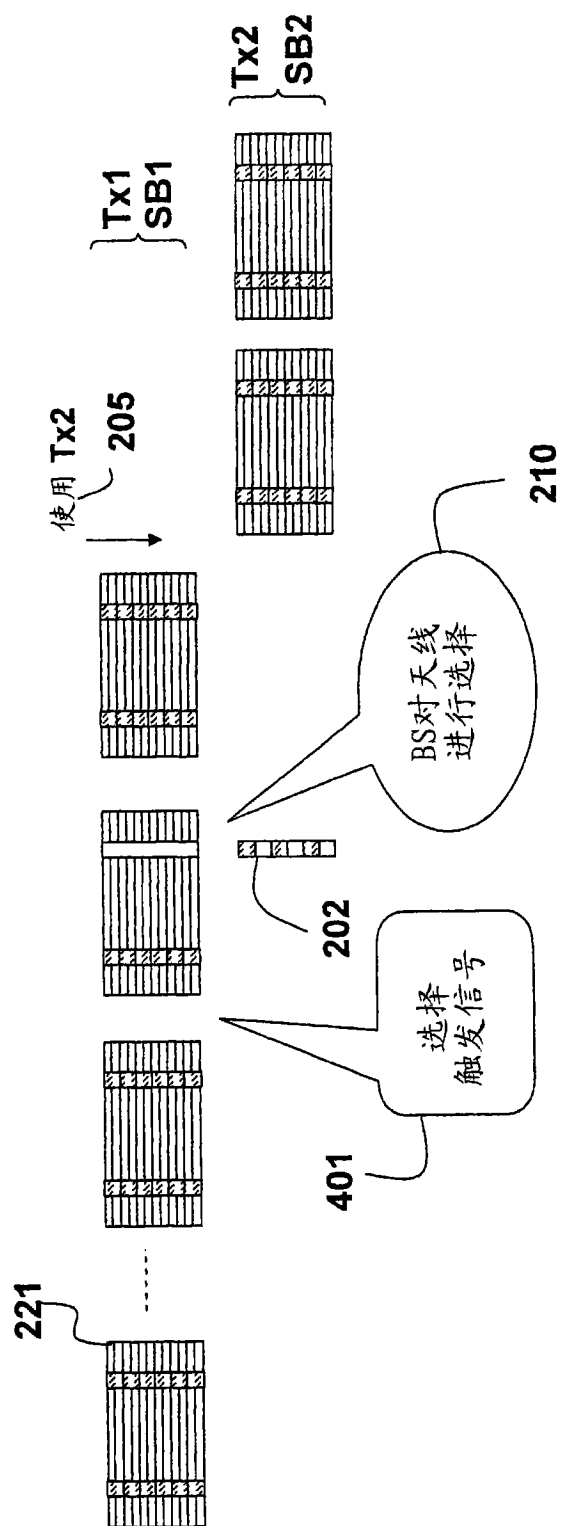


图 4

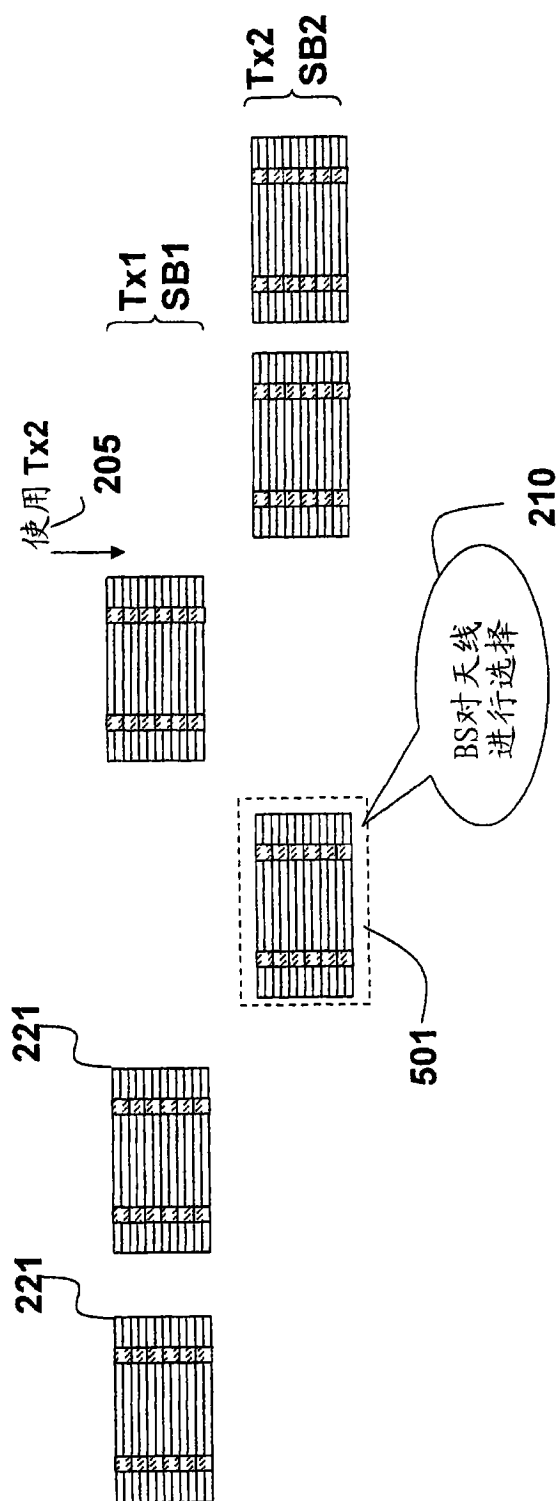


图 5

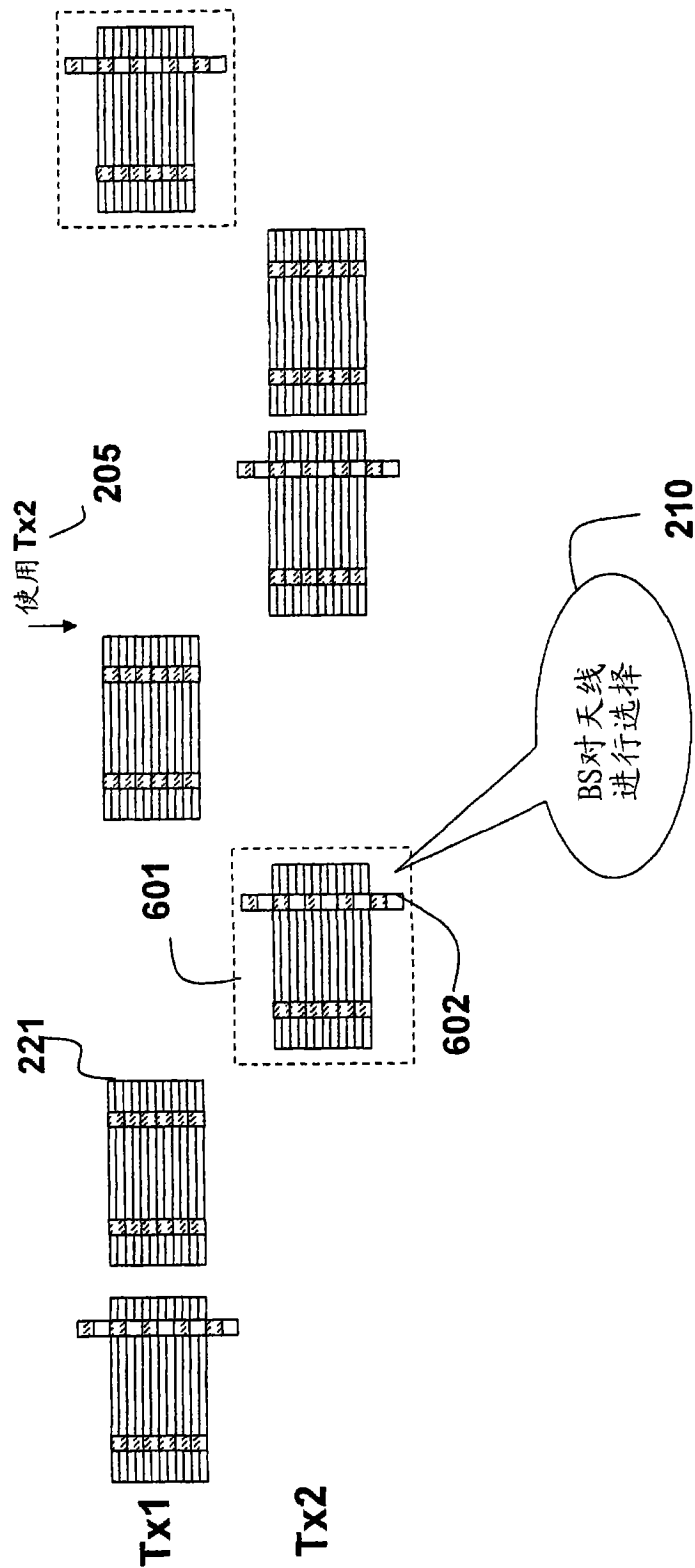


图 6

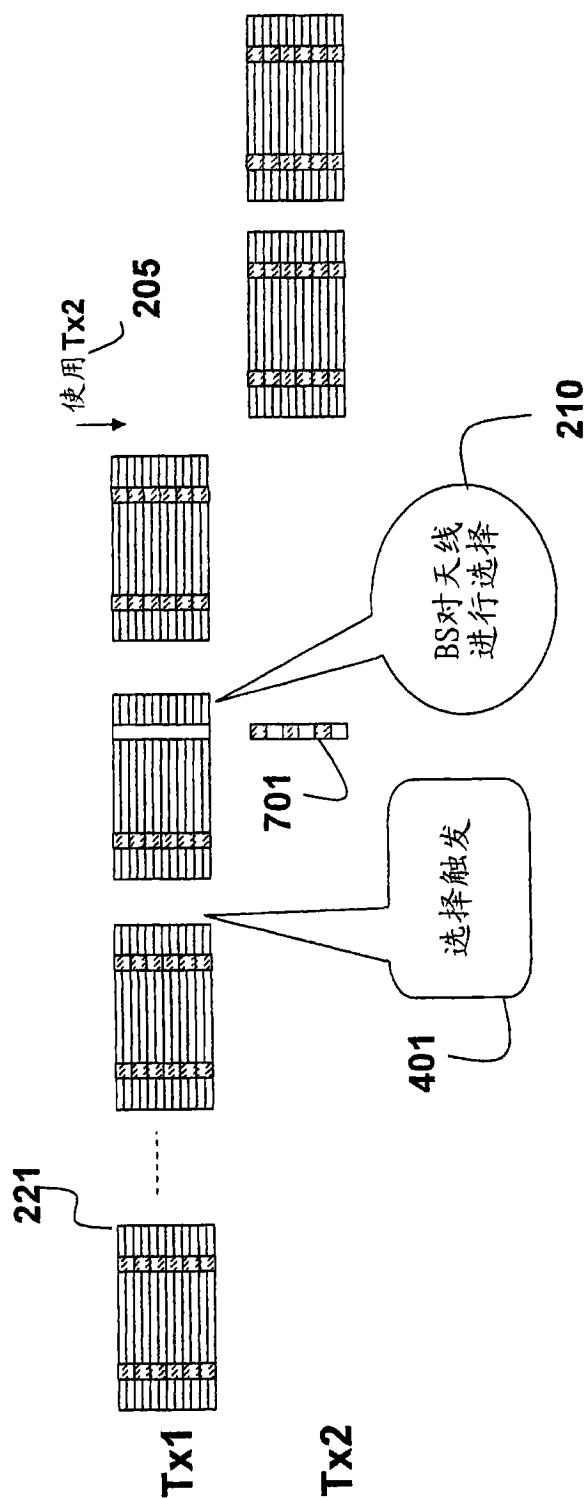


图 7A

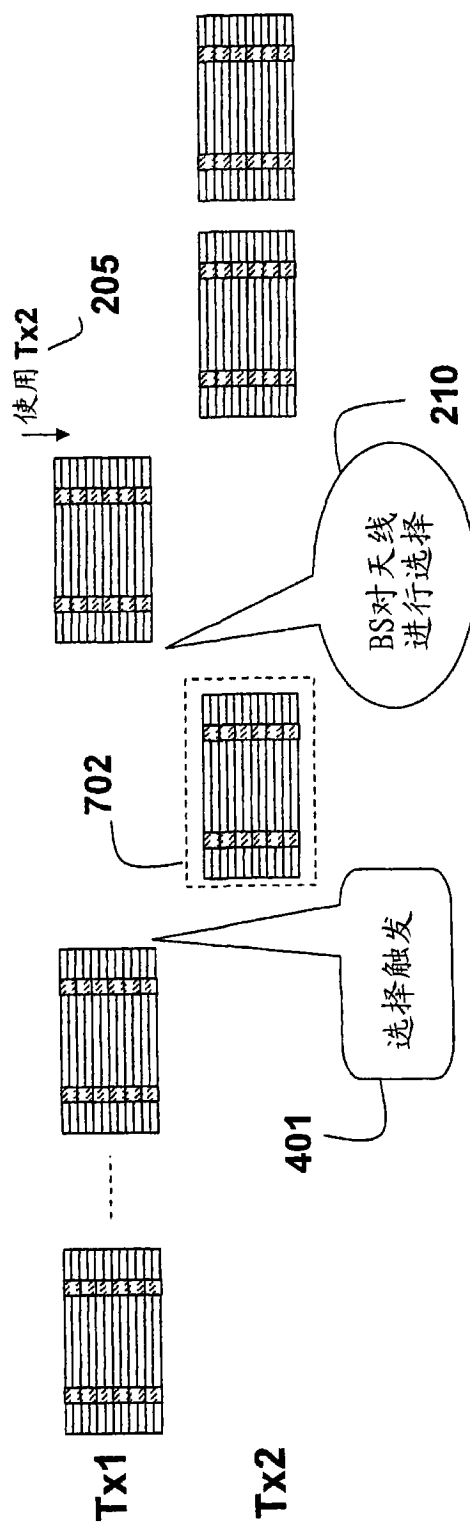


图 7B

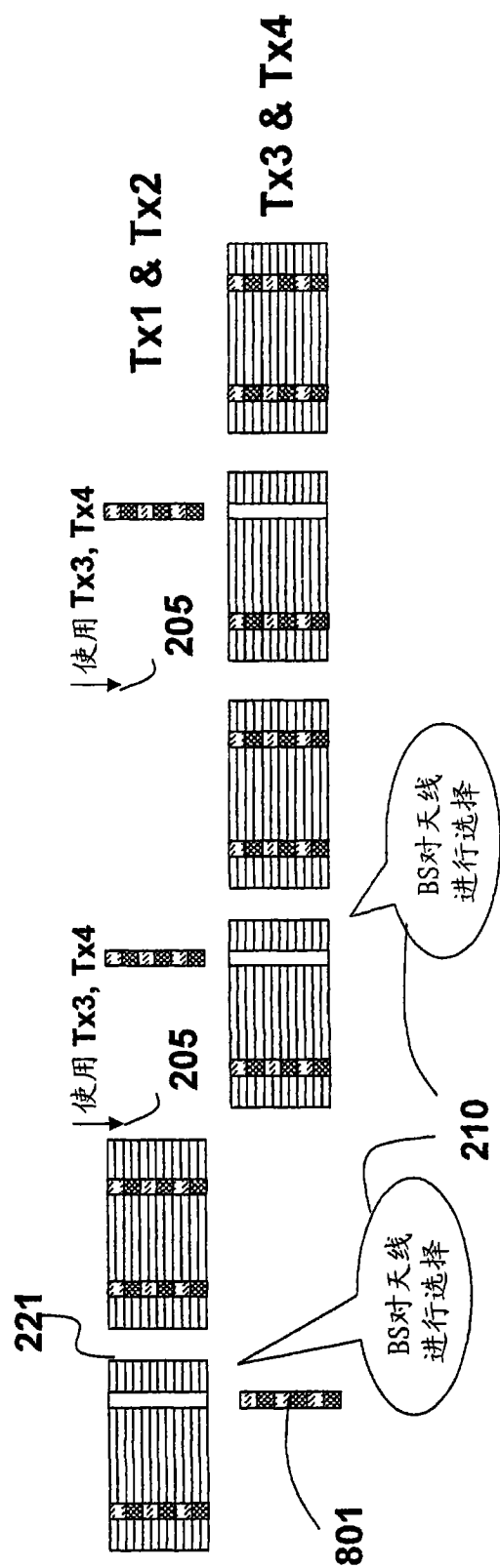


图 8A

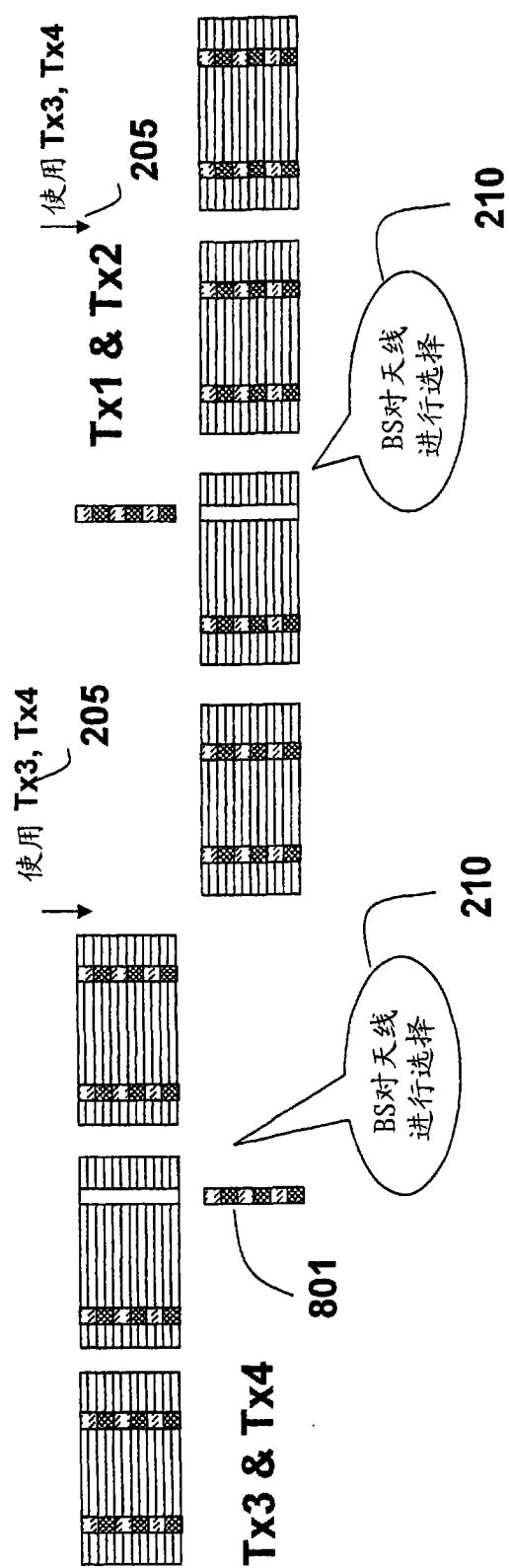


图 8B

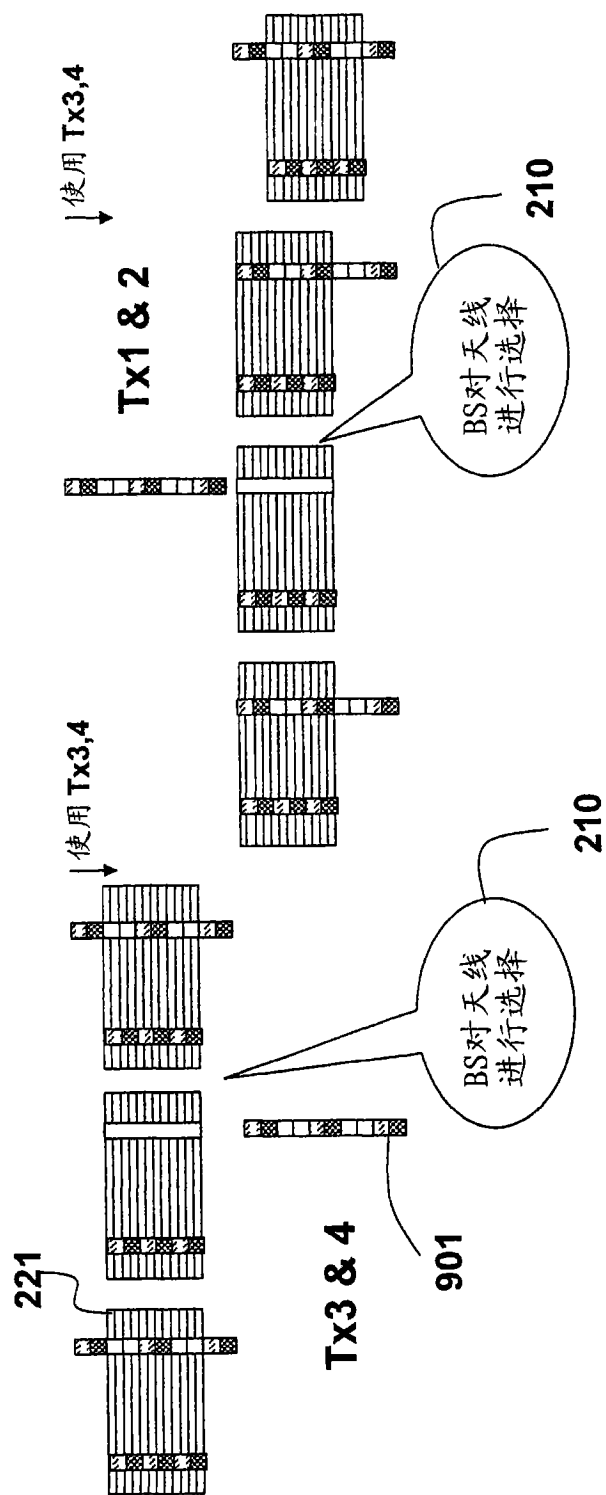


图 9A

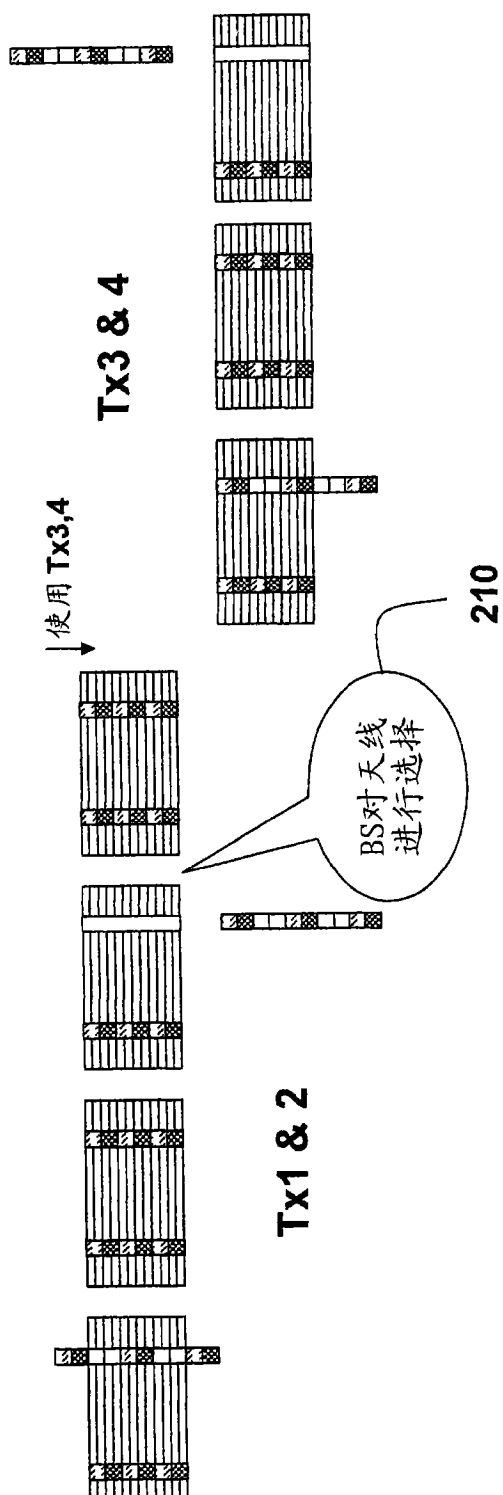


图 9B

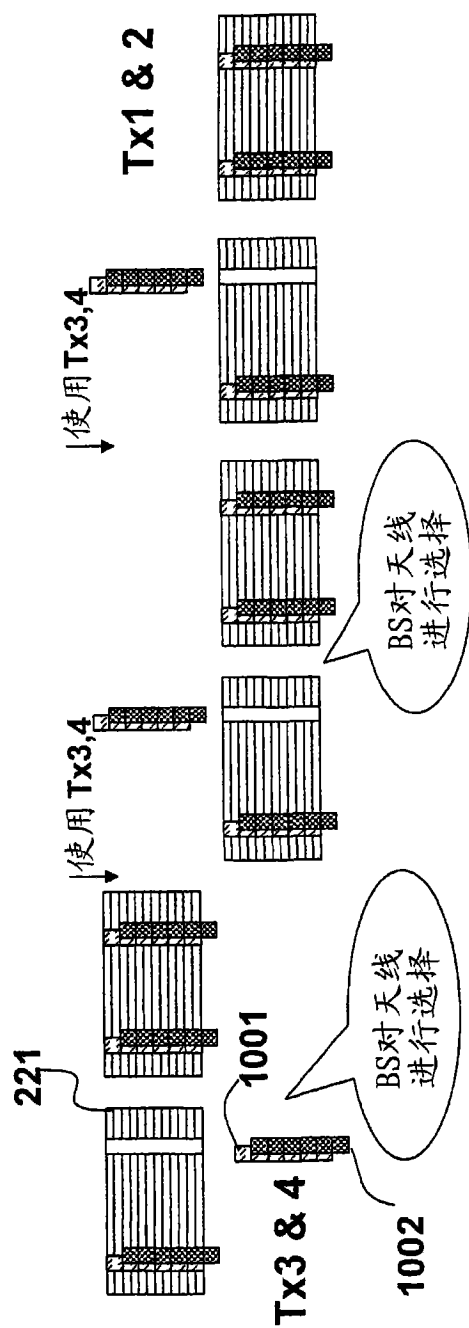


图 10A

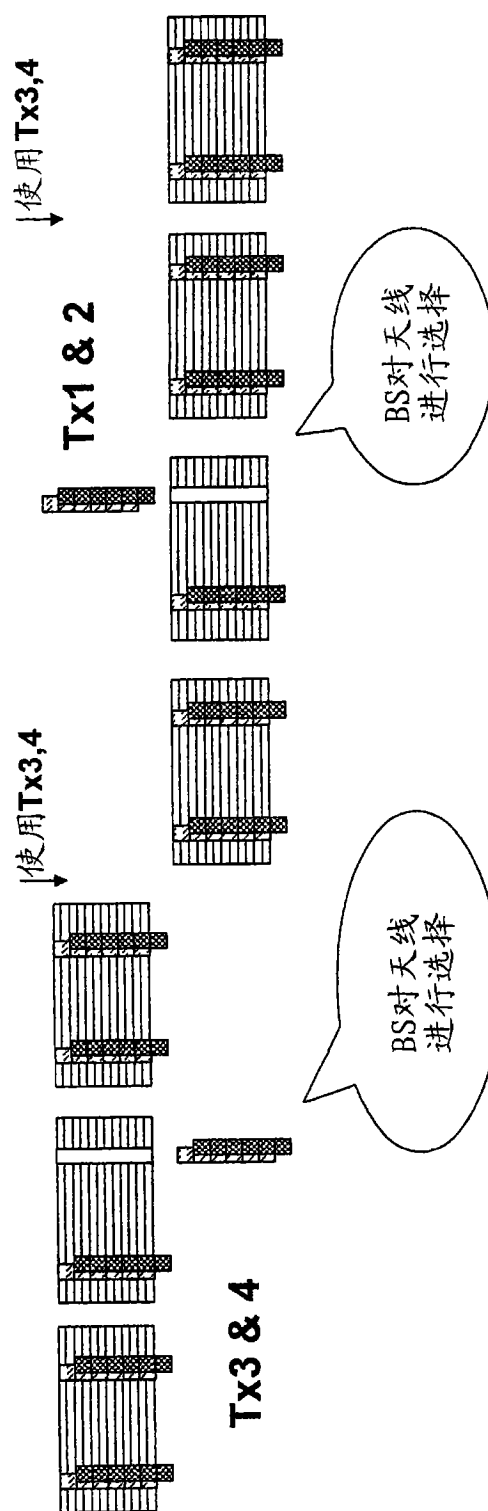


图 10B

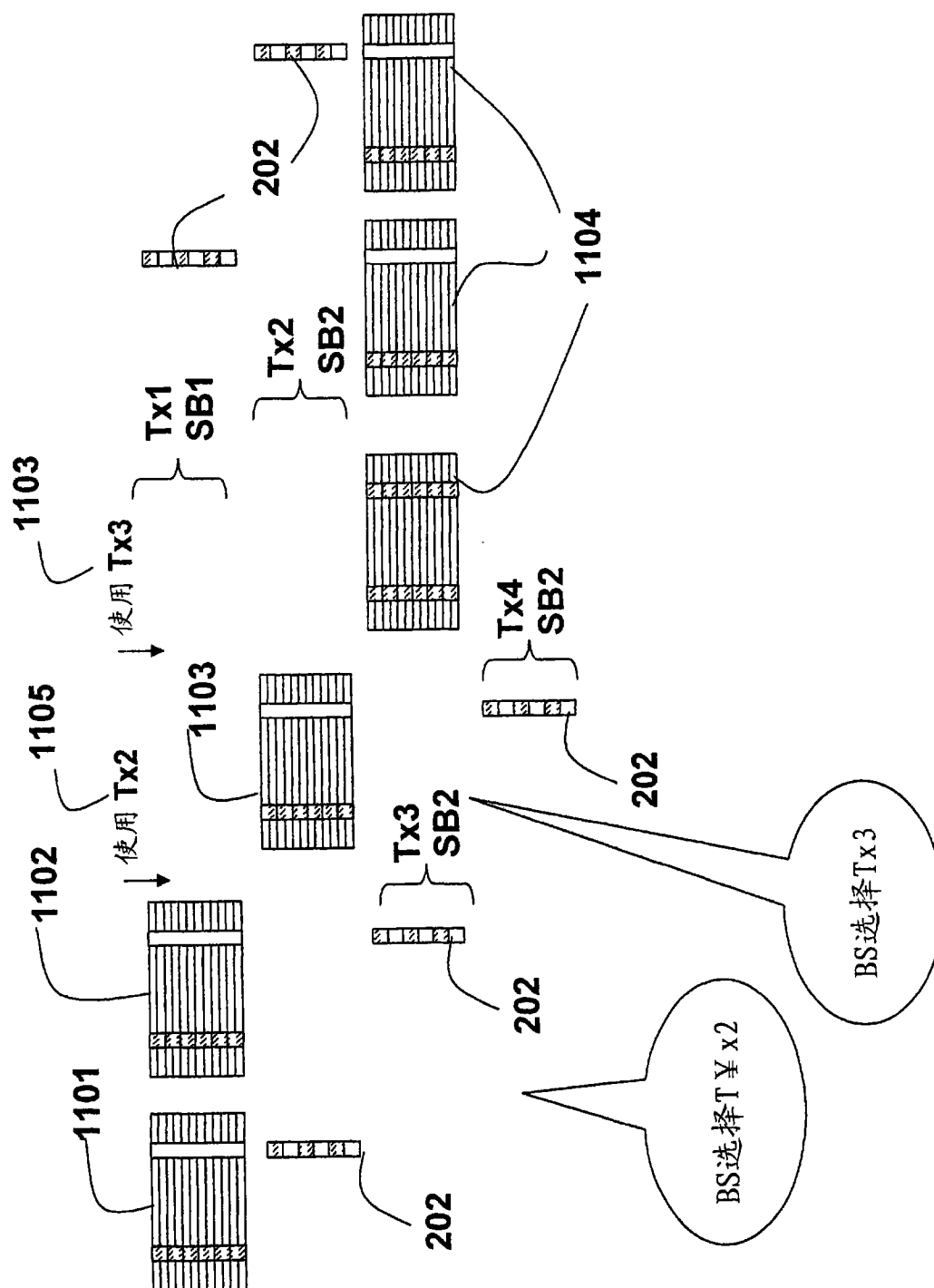


图 11

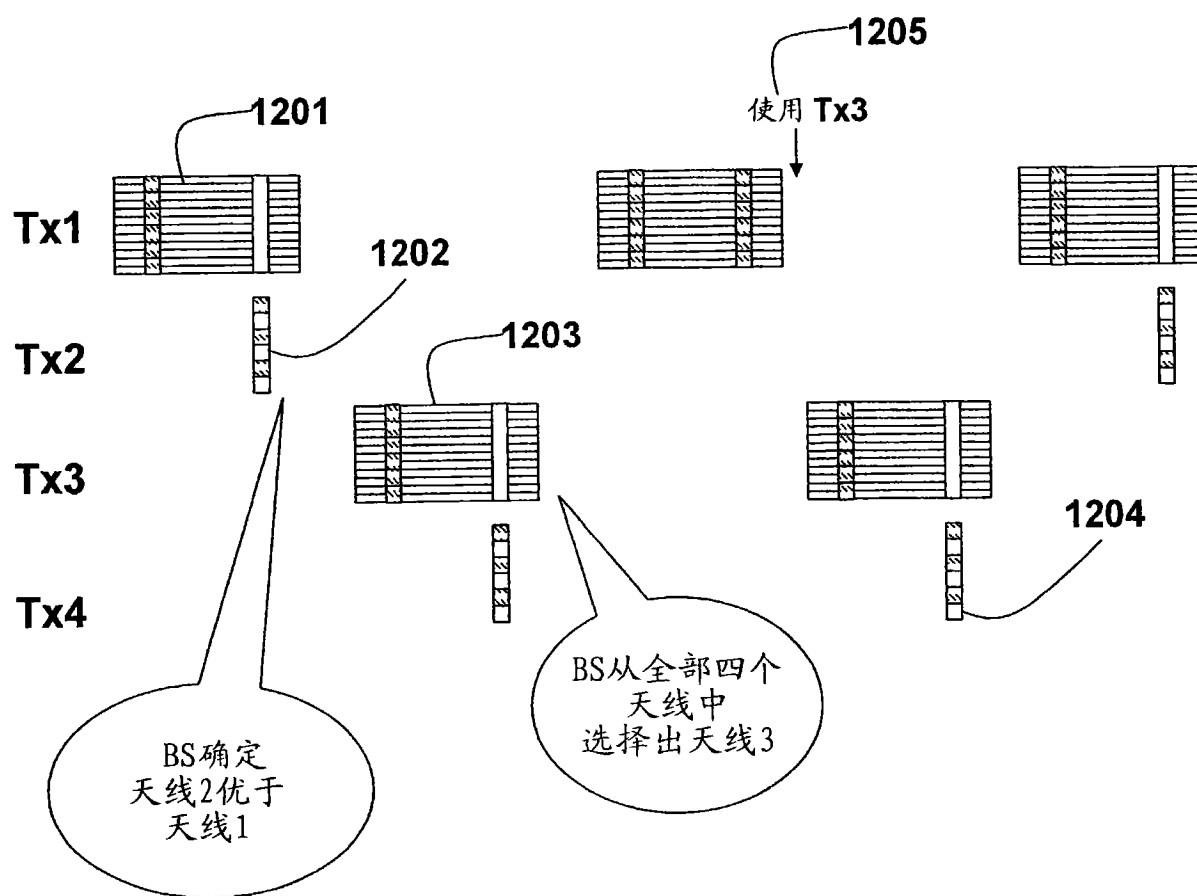


图 12

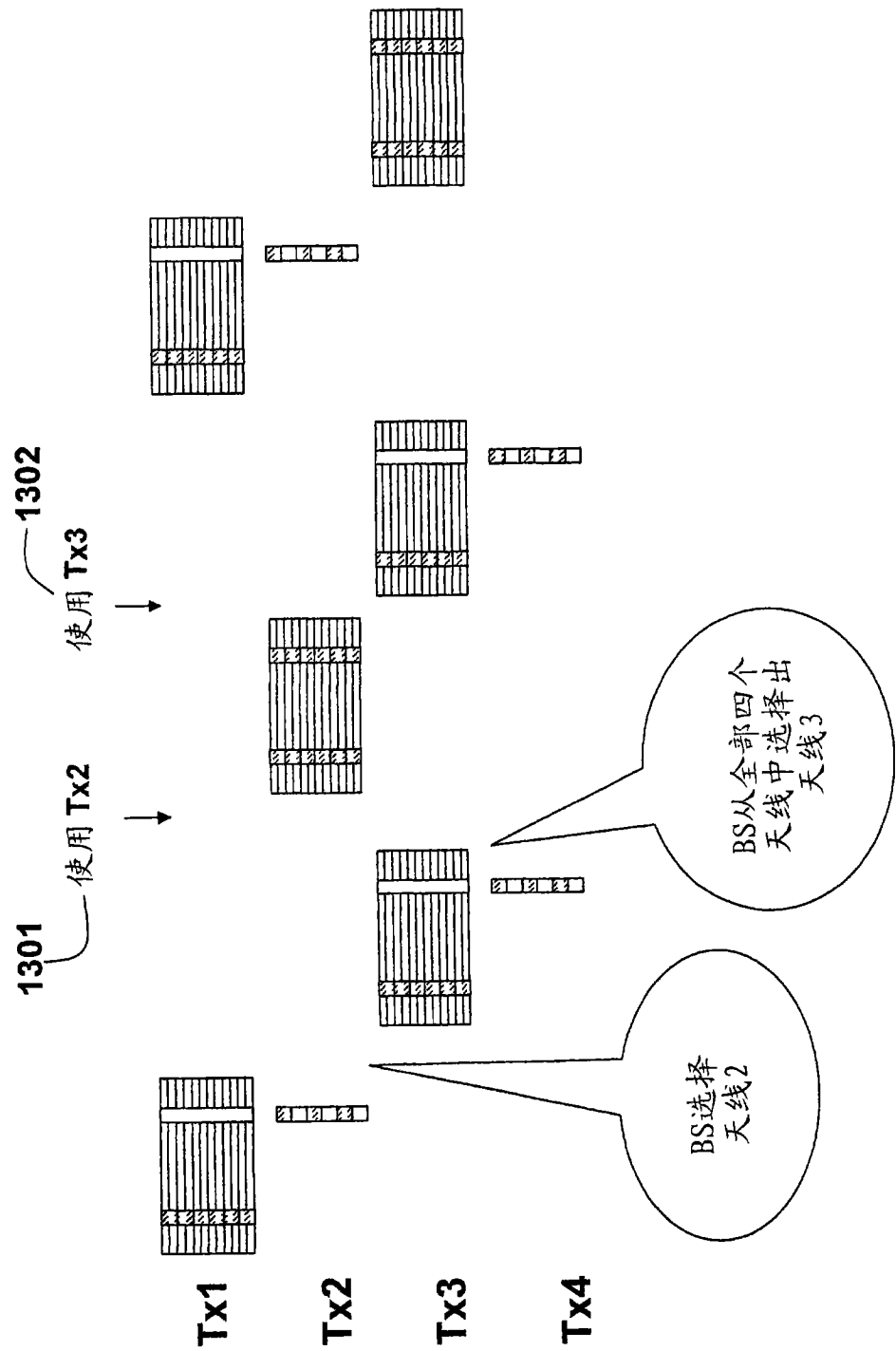


图 13

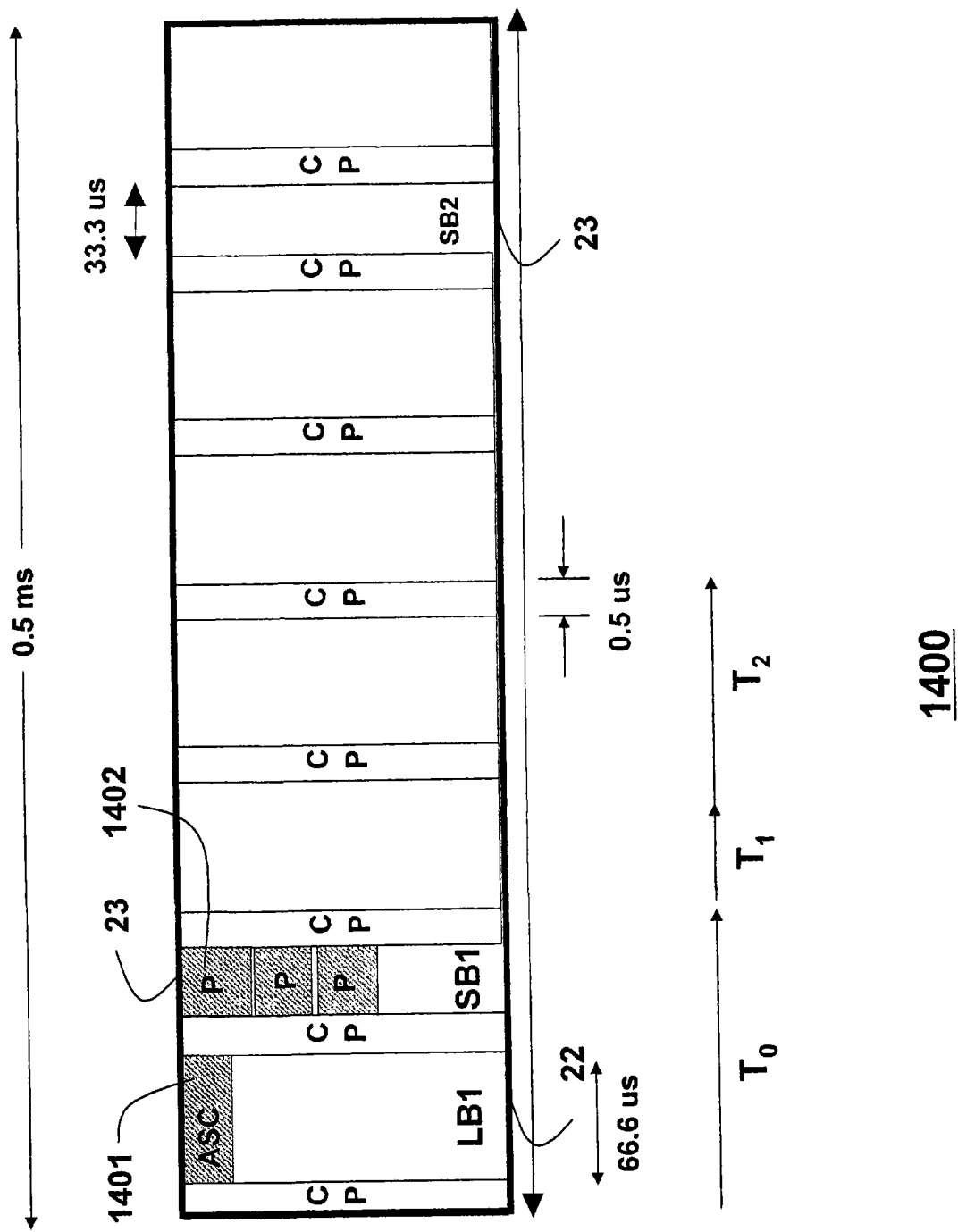


图 14

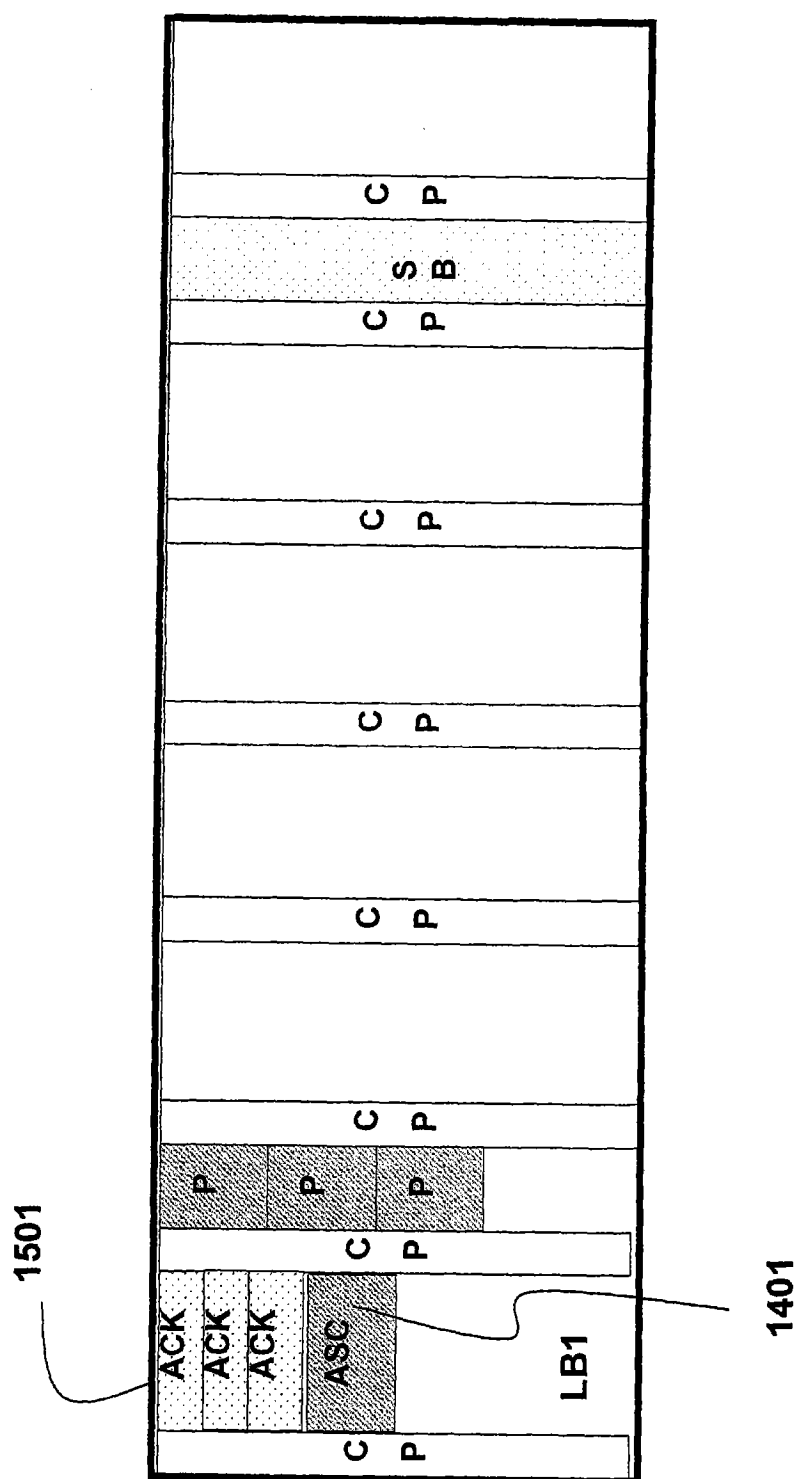


图 15

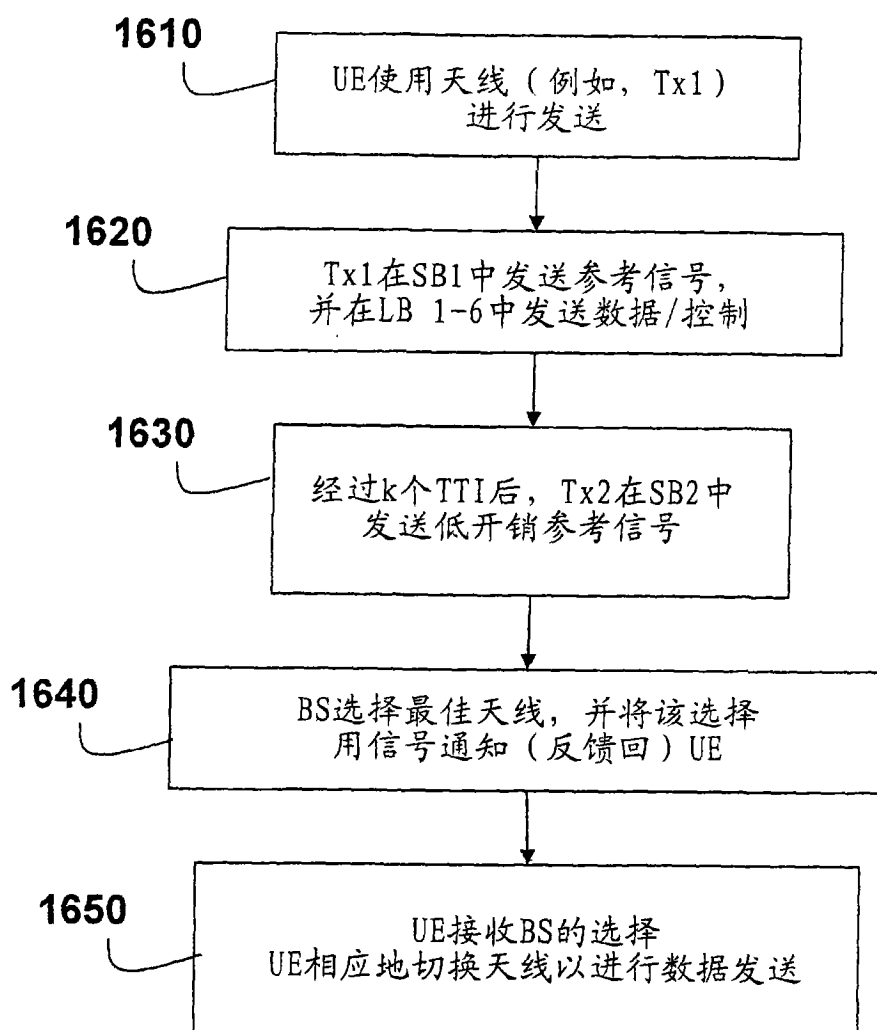


图 16

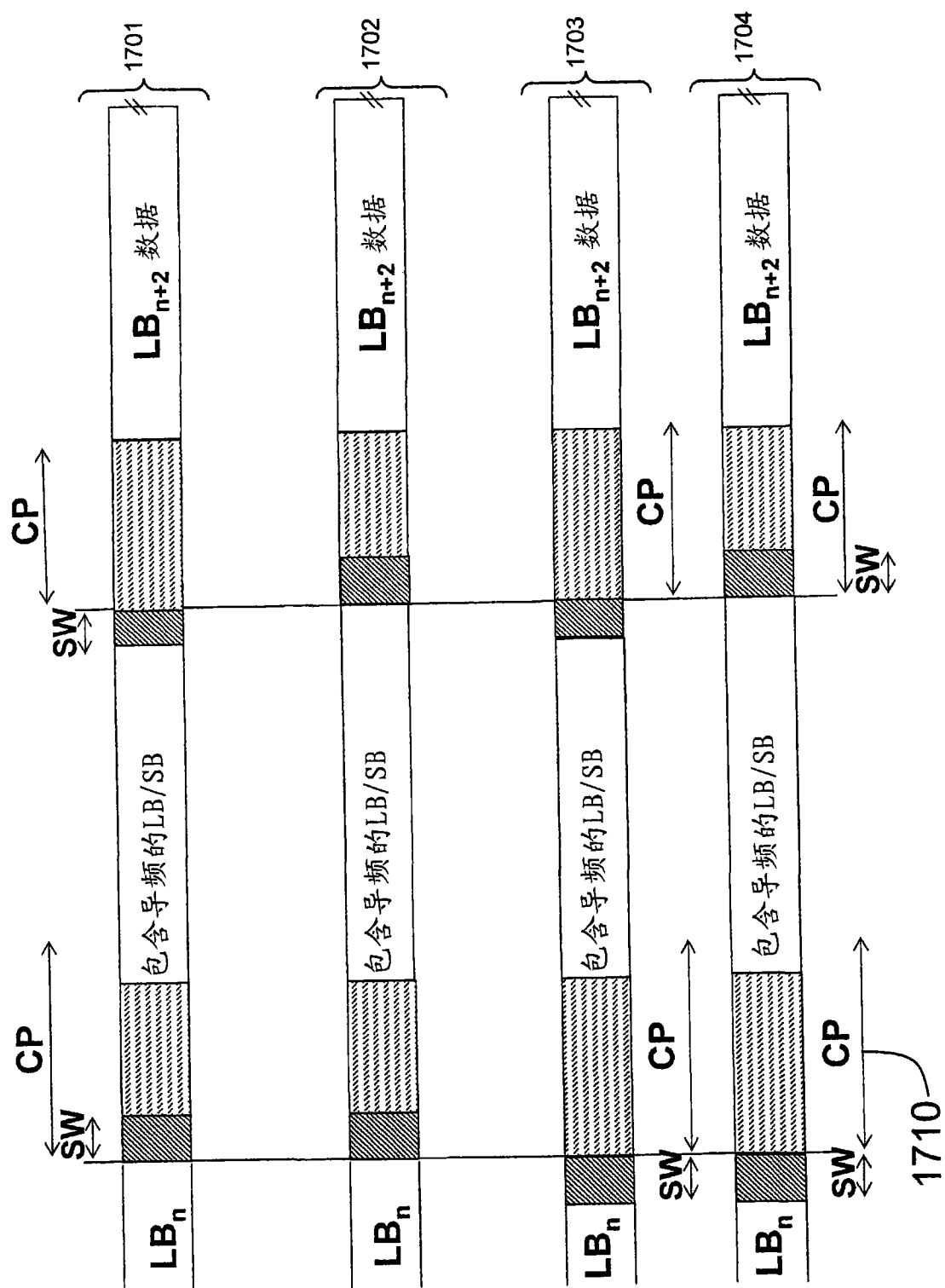


图 17

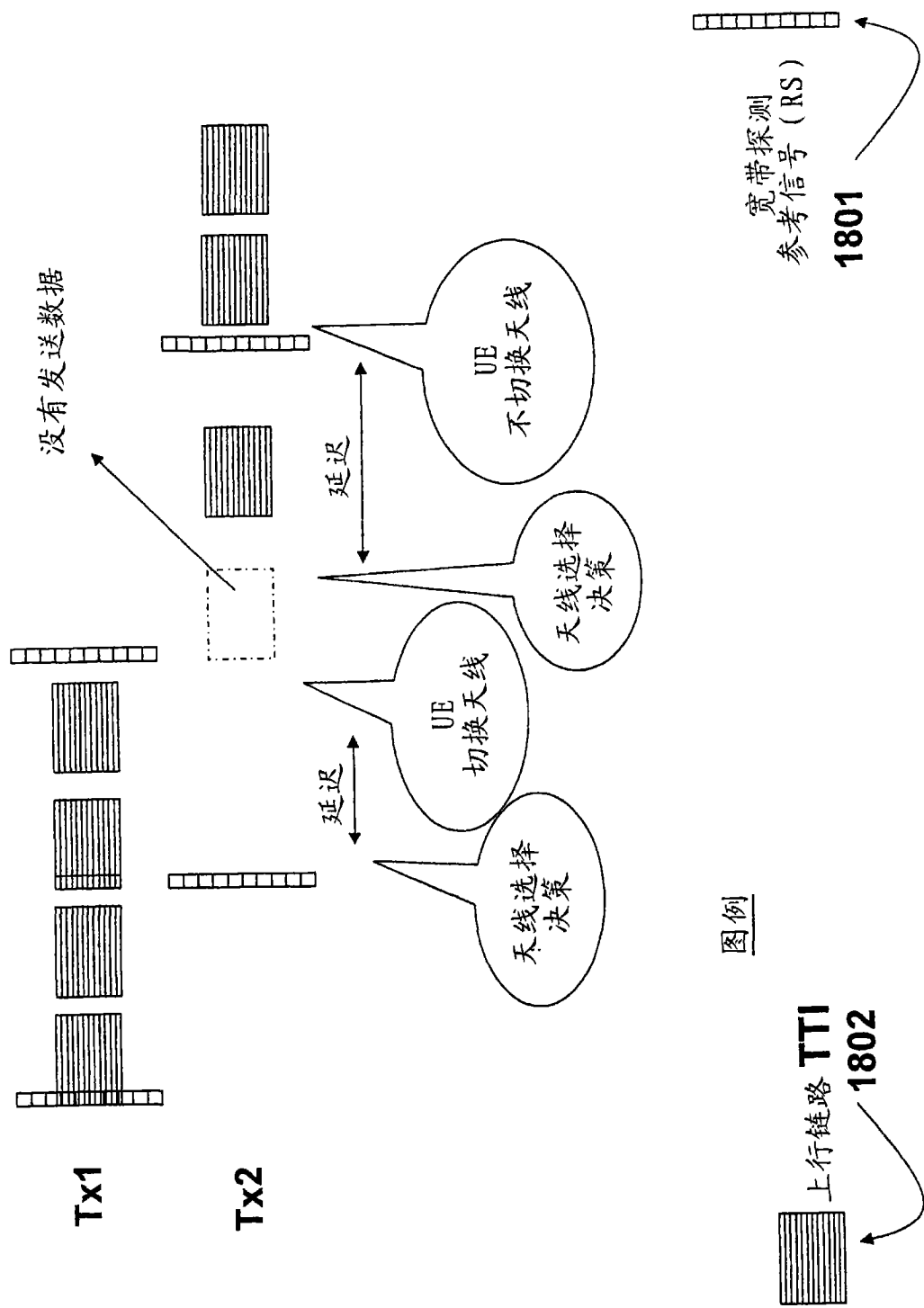


图 18

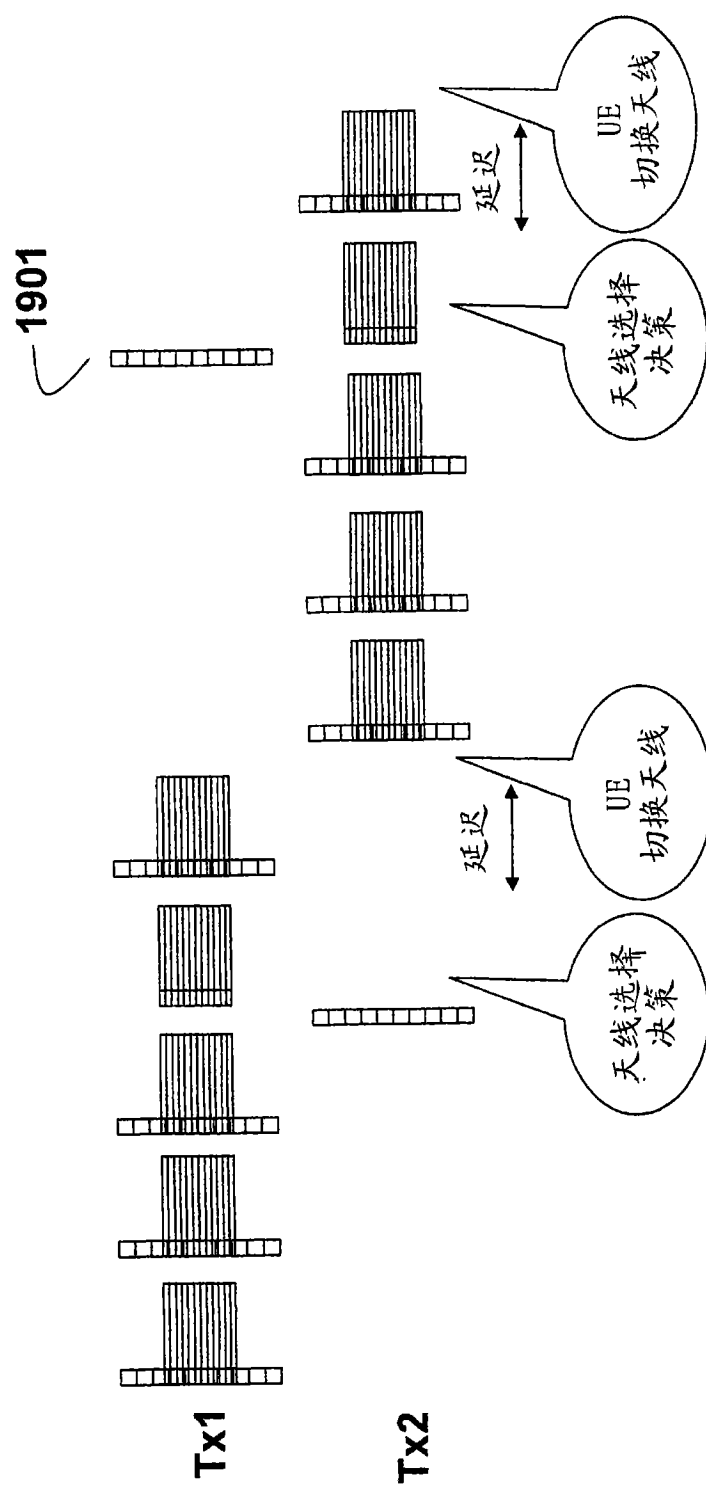


图 19

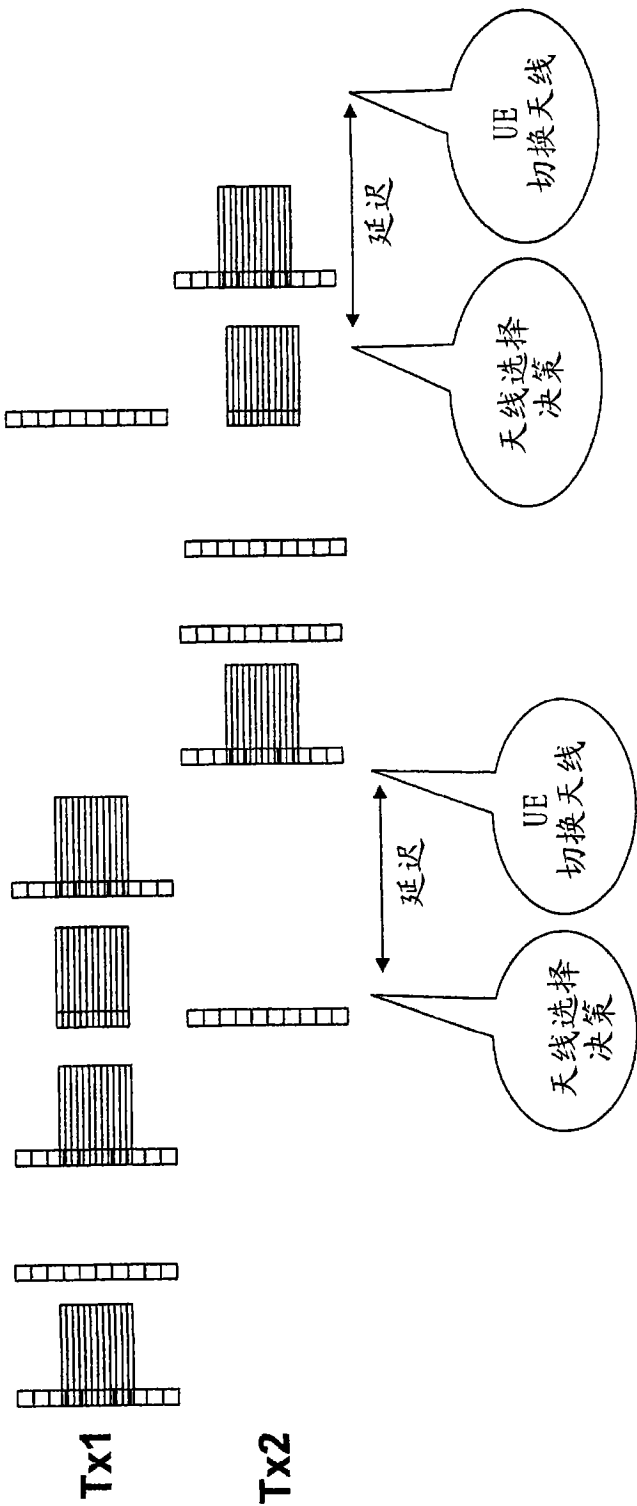


图 20