



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102187612 A

(43) 申请公布日 2011.09.14

(21) 申请号 200980131702.0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009.08.13

H04L 5/00 (2006.01)

(30) 优先权数据

61/090,434 2008.08.20 US

12/428,129 2009.04.22 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011.02.10

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/053680 2009.08.13

(87) PCT申请的公布数据

W02010/021900 EN 2010.02.25

(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 D·J·R·范尼 A·万泽斯特

G·A·阿旺特

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 陈炜 袁逸

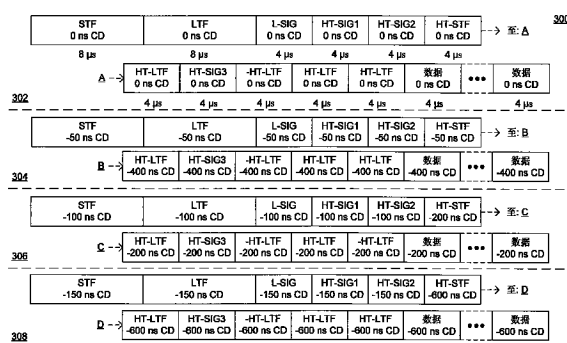
权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图 23 页

(54) 发明名称

用于通信的前同步码扩展

(57) 摘要

公开了生成多个空间流的用于通信的系统 and / 或方法。这些空间流中的每一个包括多个码元。跨空间流的第一个中的第一码元和空间流的第二个中的第二码元分布训练序列的至少一部分。



1. 一种用于通信的装置,包括:

处理系统,配置成生成多个空间流,其中所述空间流中的每一个包括多个码元,所述处理系统还被配置成跨所述空间流的第一个中的第一码元和所述空间流的第二个中的第二码元分布训练序列的至少一部分。

2. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述处理系统还被配置成将所述训练序列的另一部分分布到所述空间流的第三个中的第三码元中。

3. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述第一和第二码元中的每一个包括多个副载波,所述处理系统还被配置成跨所述第一和第二码元中的不同副载波分布所述训练序列的所述至少一部分。

4. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述处理系统还被配置成循环延迟所述训练序列在所述第一码元中的所述部分。

5. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述码元中的所述第一个包括多个携带信号的副载波,所述处理系统还被配置成将由所述副载波携带的所述信号乘以所述训练序列在所述第一码元中的所述部分。

6. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述第一码元包括多个带内和带外副载波,所述处理系统还被配置成跨所述带内副载波分布所述训练序列在所述第一码元中的所述部分。

7. 如权利要求 6 所述的装置,其特征在于,所述处理系统还被配置成衰减所述带外副载波。

8. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述处理系统还被配置成将所述训练序列的另一部分分布到所述空间流的所述第一个中在时间上跟随在所述第一码元之后的另一码元中。

9. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述处理系统还被配置成将所述训练序列在所述第一码元中的所述部分分布到所述空间流的第三个上在时间上跟随在所述第一码元之后的另一码元中。

10. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述处理系统还被配置成用哄骗调制方案调制所述多个码元中的至少一个。

11. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述处理系统还被配置成用第一调制方案调制所述空间流的所述第一个中的所述多个码元中的一个,以及用与所述第一调制方案不同的第二调制方案调制所述空间流的所述第一个中的所述多个码元中的另一个。

12. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述空间流中的每一个包括包含指示数据长度和调制方案的信息的至少一个码元,并且其中所述信息对于所述空间流中的至少两个是不同的。

13. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述处理系统还被配置成将所述训练序列的另一部分分布到所述空间流的所述第一个中在时间上跟随在所述第一码元之后的第三码元中,以及将所述训练序列在所述第一码元中的所述部分分布到所述空间流的所述第一个中在时间上跟随在所述第三码元之后的第四码元中。

14. 一种用于通信的方法,包括:

生成多个空间流,其中所述空间流中的每一个包括多个码元,以及

跨所述空间流的第一个中的第一码元和所述空间流的第二个中的第二码元分布训练序列的至少一部分。

15. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,还包括将所述训练序列的另一部分分布到所述空间流的第三个中的第三码元中。

16. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,所述第一和第二码元中的每一个包括多个副载波,并且所述训练序列的所述至少一部分是跨所述第一和第二码元中的不同副载波分布的。

17. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,还包括循环延迟所述训练序列在所述第一码元中的所述部分。

18. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,所述码元中的所述第一个包括多个携带信号的副载波,所述方法还包括将由所述副载波携带的所述信号乘以所述训练序列在所述第一码元中的所述部分。

19. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,所述第一码元包括多个带内和带外副载波,并且所述训练序列在所述第一码元中的所述部分是跨所述带内副载波分布的。

20. 如权利要求 19 所述的方法,其特征在于,还包括衰减所述带外副载波。

21. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,还包括将所述训练序列的另一部分分布到所述空间流的所述第一个中在时间上跟随在所述第一码元之后的另一码元中。

22. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,还包括将所述训练序列在所述第一码元中的所述部分分布到所述空间流的第三个中在时间上跟随在所述第一码元之后的另一码元中。

23. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,还包括用哄骗调制方案调制所述多个码元中的至少一个。

24. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,还包括用第一调制方案调制所述空间流的所述第一个中的所述多个码元中的一个,以及用与所述第一调制方案不同的第二调制方案调制所述空间流的所述第一个中的所述多个码元中的另一个。

25. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,所述空间流中的每一个包括包含指示数据长度和调制方案的信息的至少一个码元,并且其中所述信息对于所述空间流中的至少两个是不同的。

26. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,还包括将所述训练序列的另一部分分布到所述空间流的所述第一个中在时间上跟随在所述第一码元之后的第三码元中,以及将所述训练序列在所述第一码元中的所述部分分布到所述空间流的所述第一个中在时间上跟随在所述第三码元之后的第四码元中。

27. 一种用于通信的设备,包括:

用于生成多个空间流的装置,其中所述空间流中的每一个包括多个码元,以及

用于跨所述空间流的第一个中的第一码元和所述空间流的第二个中的第二码元分布训练序列的至少一部分的装置。

28. 如权利要求 14 所述的设备,其特征在于,还包括用于将所述训练序列的另一部分分布到所述空间流的第三个中的第三码元中的装置。

29. 如权利要求 14 所述的设备,其特征在于,所述第一和第二码元中的每一个包括多

个副载波,并且所述训练序列的所述至少一部分是跨所述第一和第二码元中的不同副载波分布的。

30. 如权利要求 14 所述的设备,其特征在于,还包括用于循环延迟所述训练序列在所述第一码元中的所述部分的装置。

31. 如权利要求 14 所述的设备,其特征在于,所述码元中的所述第一个包括多个携带信号的副载波,所述设备还包括用于将由所述副载波携带的所述信号乘以所述训练序列在所述第一码元中的所述部分的装置。

32. 如权利要求 14 所述的设备,其特征在于,所述第一码元包括多个带内和带外副载波,并且所述训练序列在所述第一码元中的所述部分是跨所述带内副载波分布的。

33. 如权利要求 19 所述的设备,其特征在于,还包括用于衰减所述带外副载波的装置。

34. 如权利要求 14 所述的设备,其特征在于,还包括用于将所述训练序列的另一部分分布到所述空间流的所述第一个中在时间上跟随在所述第一码元之后的另一码元中的装置。

35. 如权利要求 14 所述的设备,其特征在于,还包括用于将所述训练序列在所述第一码元中的所述部分分布到所述空间流的第三个中在时间上跟随在所述第一码元之后的另一码元中的装置。

36. 如权利要求 14 所述的设备,其特征在于,还包括用于用哄骗调制方案调制所述多个码元中的至少一个的装置。

37. 如权利要求 14 所述的设备,其特征在于,还包括用于用第一调制方案调制所述空间流的所述第一个中的所述多个码元中的一个的装置,以及用于用与所述第一调制方案不同的第二调制方案调制所述空间流的所述第一个中的所述多个码元中的另一个的装置。

38. 如权利要求 14 所述的设备,其特征在于,所述空间流中的每一个包括包含指示数据长度和调制方案的信息的至少一个码元,并且其中所述信息对于所述空间流中的至少两个是不同的。

39. 如权利要求 14 所述的设备,其特征在于,还包括用于将所述训练序列的另一部分分布到所述空间流的所述第一个中在时间上跟随在所述第一码元之后的第三码元中的装置,以及用于将所述训练序列在所述第一码元中的所述部分分布到所述空间流的所述第一个中在时间上跟随在所述第三码元之后的第四码元中的装置。

40. 一种用于无线通信的计算机程序产品,包括:

编码有指令的机器可读介质,所述指令可执行用于:

生成多个空间流,其中所述空间流中的每一个包括多个码元;以及

跨所述空间流的第一个中的第一码元和所述空间流的第二个中的第二码元分布训练序列的至少一部分。

41. 一种接入点,包括:

无线网络适配器,配置成支持对等体节点到网络的回程连接;以及

处理系统,配置成生成多个空间流,其中所述空间流中的每一个包括多个码元,所述处理系统还被配置成跨所述空间流的第一个中的第一码元和所述空间流的第二个中的第二码元分布训练序列的至少一部分。

42. 一种接入终端,包括:

处理系统,配置成接收多个空间流,其中所述空间流中的每一个包括多个码元,并且其中训练序列的至少一部分是跨所述空间流的第一个中的第一码元和所述空间流的第二个中的第二码元分布的 ;以及

所述处理系统支持的用户接口。

用于通信的前同步码扩展

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 根据 35 U. S. C. § 119 的优先权要求

[0003] 本专利申请要求 2008 年 8 月 20 日提交的题为“PREAMBLE EXTENSIONS(前同步码扩展)”的临时申请 No. 61/090, 434 的优先权, 该临时申请被转让给本受让人并由此通过援引明确纳入于此。

[0004] 背景

[0005] I. 领域

[0006] 以下描述一般涉及通信系统, 尤其涉及前同步码扩展。

[0007] II. 背景

[0008] 为了解决无线通信系统所需的增大带宽要求的问题, 正在开发不同的方案以允许多个用户终端通过共享信道资源的方式与单个接入点通信, 同时达成高数据吞吐量。多输入多输出 (MIMO) 技术代表一种此类方法, 其是最近出现的用于下一代通信系统的流行技术。MIMO 技术已被采用在诸如电气电子工程师学会 (IEEE) 802. 11 标准的若干新兴无线通信标准中。IEEE 802. 11 表示由 IEEE 802. 11 委员会为短距离通信 (例如, 几十米到几百米) 所开发的无线局域网 (WLAN) 空中接口标准的集合。

[0009] 新 802. 11 VHT (极高吞吐量) 是新标准, 其是在 MIMO 模式下操作的。MIMO 技术可被发射机用来使用空分多址 (SDMA) 与若干接收机进行通信。SDMA 是使得同时向不同接收机传送的多个流能够共享相同的频谱的多址方案。在任何给定流内, 有包含数据和前同步码两者的数据分组。设计高效的前同步码是处理新技术所必不可少的。

[0010] 概述

[0011] 在本公开的一个方面, 一种用于通信的装置包括配置成生成多个空间流的处理系统。这些空间流中的每一个包括多个码元。该处理系统还被配置成跨空间流的第一个中的第一码元和空间流的第二个中的第二码元分布训练序列的至少一部分。

[0012] 在本公开的另一方面, 一种用于通信的方法包括生成多个空间流, 其中这些空间流中的每一个包括多个码元。该方法还包括跨空间流的第一个中的第一码元和空间流的第二个中的第二码元分布训练序列的至少一部分。

[0013] 在本公开的又一方面, 一种用于通信的设备包括用于生成多个空间流的装置, 其中这些空间流中的每一个包括多个码元。该设备还包括用于跨空间流的第一个中的第一码元和空间流的第二个中的第二码元分布训练序列的至少一部分的装置。

[0014] 在本公开的另一方面, 一种用于无线通信的计算机程序产品包括机器可读介质, 其编码有可执行用于生成多个空间流的指令, 其中这些空间流中的每一个包括多个码元。该机器可读介质还编码有可执行用于跨空间流的第一个中的第一码元和空间流的第二个中的第二码元分布训练序列的至少一部分的指令。

[0015] 在本公开的又一方面中, 一种接入点包括处理系统, 配置成生成多个空间流, 其中这些空间流中的每一个包括多个码元。该处理系统还被配置成跨空间流的第一个中的第一码元和空间流的第二个中的第二码元分布训练序列的至少一部分。

[0016] 附图简述

[0017] 本发明的这些和其他范例方面将在以下详细描述及附图中予以描述,附图中:

[0018] 图 1 是无线通信网络的示意图;

[0019] 图 2 是图解了无线节点的示例的框图;

[0020] 图 3 是描绘具有第三 HT-SIG 码元的示例性混合模式前同步码的示意图;

[0021] 图 4 是描绘具有第三 HT-SIG 码元的示例性绿地 (Greenfield) 前同步码的示意图;

[0022] 图 5 是描绘具有额外 HT-LTF 的示例性前同步码的示意图;

[0023] 图 6 是描绘示例性唯 VHT 绿地前同步码的示意图;

[0024] 图 7 是描绘具有额外 HT-STF 的示例性替换性混合模式前同步码的示意图;

[0025] 图 8 是描绘用于四个空间流的示例性经缩短的信道训练的示意图;

[0026] 图 9 是描绘用于八个空间流的示例性信道训练的示意图;

[0027] 图 10 是描绘用于八个空间流的示例性替换性信道训练的示意图;

[0028] 图 11 是描绘具有扩展 HT-LTF 的示例性唯 VHT 绿地前同步码的示意图;

[0029] 图 12 是描绘用于十六个空间流的示例性信道训练的示意图;

[0030] 图 13 是描绘具有不同的 STF 和 LTF 的示例性 VHT 绿地前同步码的示意图;

[0031] 图 14 是描绘示例性 VHT 绿地帧格式的示意图;

[0032] 图 15 是描绘用于开环 MIMO 的示例性 VHT 绿地帧格式的示意图;

[0033] 图 16 是描绘示例性 VHT 混合模式帧格式的示意图;

[0034] 图 17 是描绘用于开环 MIMO 的示例性 VHT 混合模式帧格式的示意图;

[0035] 图 18 是描绘示例性上行链路帧格式的示意图;

[0036] 图 19 是描绘示例性替换性 VHT 绿地帧格式的示意图;

[0037] 图 20 是描绘用于开环 MIMO 的示例性替换性 VHT 绿地帧格式的示意图;

[0038] 图 21 是描绘示例性替换性 VHT 混合模式帧格式的示意图;

[0039] 图 22 是描绘用于开环 MIMO 的示例性替换性 VHT 混合模式帧格式的示意图;以及

[0040] 图 23 是描绘示例性替换性上行链路帧格式的示意图。

[0041] 根据常见的实践,为了清楚起见,附图中的某些可被简化。因此,附图可不绘制给定装置(例如,设备)或方法的所有组成部分。最后,类似附图标记可用于通篇标示说明书和附图中的类似特征。

[0042] 详细描述

[0043] 以下参照附图更全面地描述本发明的各个方面。然而,本发明可体现在许多不同的形式中并且不应将其解释为限于本公开通篇所呈现的任何具体的结构或功能。相反,提供这些方面以使本公开将透彻和完整并向本领域技术人员全面通达本发明的范围。基于本文的教导,本领域的技术人员应认识到本发明的范围旨在涵盖本文所公开的本发明的任何方面,而不论其是独立于还是组合于本发明的任何其他方面而实现的。例如,可用本文所阐述的任何数目的方面来实现装置或实践方法。另外,本发明的范围旨在涵盖使用除了本文所阐述的各个方面之外或者不同于本文所阐述的各方面的其他结构、功能或者结构加功能来实践的此类装置或方法。应当理解,本文所公开的本发明的任何方面可以由权利要求中的一个或多个要素来体现。

[0044] 现在将参照图 1 来呈现无线网络的各个方面。用一般指定为节点 110 和 120 的若

干无线节点示出无线网络 100。每一无线节点能够接收和 / 或发射。在以下详细的描述中, 对于下行链路通信而言, 术语“接入点”用于指定发射节点并且术语“接入终端”用于指定接收节点, 而对于上行链路通信而言, 术语“接入点”用于指定接收节点并且术语“接入终端”用于指定发射节点。然而, 本领域的技术人员将容易理解, 其他术语或命名也可用于接入点和 / 或接入终端。作为示例, 接入点可被称为基站、基收发机站、站、终端、节点、充当接入点的接入终端或者其他某种合适的术语。接入终端可被称为用户终端、移动站、订户站、站、无线设备、终端、节点或者其他某种合适的术语。本公开通篇所描述的各个概念旨在应用于所有合适的无线节点, 而不论其特定的命名。

[0045] 无线网络 100 可以支持分布遍及地理区域中的任何数目的接入点以提供对接入终端 120 的覆盖。系统控制器 130 可用于提供对接入点的协调和控制以及为接入终端 120 提供到其他网络 (例如, 互联网) 的接入。为简单化, 示出一个接入点 110。接入点一般是向地理覆盖区域中的接入终端提供回程服务的固定终端, 然而, 在一些应用中, 接入点可以是移动的。可以是固定的或者移动的接入终端利用接入点的回程服务或者参与与其他接入终端的对等通信。接入终端的示例包括电话 (例如, 蜂窝电话)、膝上型计算机、台式计算机、个人数字助理 (PDA)、数字音频播放器 (例如, MP3 播放器)、相机、游戏控制台或者其他任何合适的无线节点。

[0046] 无线网络 100 可以支持 MIMO 技术。使用 MIMO 技术, 接入点 110 可以使用 SDMA 同时与多个接入终端 120 通信。如本公开的背景部分中所解释的, SDMA 是多址方案, 其使同时传输到不同接收机的多个流能够共享相同的频率信道并且因此提供更高的用户容量。这是通过如下方式达成的: 对每一数据流进行空间预编码, 然后通过下行链路上的不同发射天线发射每一经空间预编码的流。经空间预编码的数据流以不同的空间签名到达接入终端, 这使得每一接入终端 120 能够恢复以该接入终端 120 为目的地的数据流。在上行链路上, 每一接入终端 120 发射经空间预编码的数据流, 这使得接入点 110 能够识别每一经空间预编码的数据流的来源。

[0047] 一个或更多个接入终端 120 可配备有多个天线以启用某种功能。通过此配置, 接入点 110 处的多个天线可用于与多天线接入点通信以改善数据吞吐量而无需附加的带宽或者发射功率。这可以通过如下方式达成: 将发射机处的高数据率信号拆分成具有不同空间签名的多个较低速率的数据流, 因此使得接收机能够将这些流分到多个信道中并且适当地组合这些流以恢复高速率数据信号。

[0048] 虽然以下公开中的各部分将描述同样支持 MIMO 技术的接入终端, 但是接入点 110 也可以配置成支持并不支持 MIMO 技术的接入终端。此方法可以允许较老版本的接入终端 (即, “传统” 终端) 仍能被部署在无线网络中, 从而延长其有用寿命, 同时允许适当地引入更新的 MIMO 接入终端。

[0049] 在以下详细的描述中, 将参照支持诸如正交频分复用 (OFDM) 的任何合适的无线技术的 MIMO 系统来描述本发明的各个方面。OFDM 是将数据分布在以精确频率间隔开的多个副载波上的扩频技术。该间隔提供使接收机能够从副载波中恢复数据的“正交性”。OFDM 系统可以实现 IEEE 802.11 或者其他某种空中接口标准。

[0050] 作为示例, 其他合适的无线技术包括码分多址 (CDMA)、时分多址 (TDMA)、或者其他任何合适的无线技术或者合适的无线技术的任何组合。CDMA 系统可以用 IS-2000、

IS-95、IS-856、宽带 CDMA (WCDMA) 或者其他某种合适的空中接口标准来实现。TDMA 系统可以实现全球移动通信系统 (GSM) 或者其他某种合适的空中接口标准。如本领域技术人员将容易领会的那样,本发明的各个方面不限于任何具体的无线技术和 / 或空中接口标准。

[0051] 图 2 是图解了无线节点的示例的概念框图。在发射模式中, TX 数据处理器 202 可用于接收来自数据源 201 的数据并且将该数据编码 (例如, Turbo 码) 以便于接收节点处进行前向纠错 (FEC)。编码过程导致代码符号序列,其可由 TX 数据处理器 202 成组在一起并且映射成信号星座图以产生调制码元序列。

[0052] 在实现 OFDM 的无线节点中,来自 TX 数据处理器 202 的调制码元可被提供给 OFDM 调制器 204。OFDM 调制器 204 将调制码元拆分成数个并行流并在随后使用某一调制星座将每个流映射至一副载波。随后对每个副载波集合执行快速傅里叶逆变换 (IFFT) 以产生时域 OFDM 码元,其中每个 OFDM 码元具有一副载波集合。OFDM 码元被分布在多个数据分组的有效载荷中。

[0053] 在无线节点 200 的至少一种配置中,在每个数据分组中携带前同步码连同有效载荷。前同步码可包括由前同步码单元 203 提供给 OFDM 调制器 204 的若干码元。OFDM 调制器 204 将前同步码码元拆分成数个并行流并在随后使用某一调制星座将每个流映射至一副载波。随后对每个副载波集合执行 (IFFT) 以产生构成前同步码的一个或多个时域 OFDM 码元。随后在将数据分组提供给 TX 空间处理器 205 之前,将前同步码添加到每个数据分组所携带的有效载荷。

[0054] TX 空间处理器 205 对数据分组执行空间处理。这可以通过将数据分组空间预编码成数个经空间预编码的流并在随后经由收发机 206 将每一经空间预编码的流提供给不同的天线 208 的方式实现。每一收发机 206 用相应的经预编码的流来调制 RF 载波以供在无线信道上传输。

[0055] 在接收模式中,每一收发机 206 通过其相应的天线 208 来接收信号。每一收发机 206 可用于恢复调制在 RF 载波上的信息并且将该信息提供给 RX 空间处理器 210。

[0056] RX 空间处理器 210 对信息执行空间处理以恢复以无线节点 200 为目的地的任何空间流携带的数据分组。可以根据信道相关矩阵求逆 (CCMI)、最小均方误差 (MMSE)、软干扰消去 (SIC) 或者其他某种合适的技术来执行该空间处理。

[0057] 前同步码单元 203 将使用每个数据分组中的前同步码来向 OFDM 解调器 212 提供同步信息。OFDM 解调器 212 恢复数据分组的有效载荷中 OFDM 码元的每个副载波上携带的数据,并将数据多路复用成调制码元流。OFDM 解调器 212 使用快速傅里叶变换 (FFT) 将流从时域变换至频域。频域信号包括对应每个副载波的单独的流。

[0058] 信道估计器 215 接收来自 OFDM 解调器的流并估计信道响应。作为前同步码的部分,可存在导频信号集合。每个导频信号通常因通过无线信道的传输而移相。计算经相移的导频信号的 MMSE 估计,并且这些 MMSE 估计被用于估计相位误差以及因此估计信道响应。信道响应被提供给 RX 数据处理器 214。

[0059] RX 数据处理器 214 被用于将调制码元翻译回信号星座图中的正确点。由于无线信道中的噪声和其他干扰,调制码元可能不对应于原始信号星座图中的点的确切位置。通过使用信道响应,RX 数据处理器 214 通过寻找收到的点与信号星座图中有效码元的位置之间的最小距离来检测最可能被发射的是哪个调制码元。例如在 Turbo 码的情形下,这些软

判决可用于计算与给定的调制码元相关联的代码符号的对数似然比 (LLR)。RX 数据处理器 214 随后使用代码符号 LLR 序列和相位误差估计以在将数据提供给数据阱 218 之前将原始发射的数据解码。

[0060] 每个数据分组内的前同步码包括训练序列。训练序列包含数个经调制码元。训练序列可包括短训练字段 (STF) 和 / 或长训练字段 (LTF)。前同步码单元 203 连同 OFDM 调制器 204 一起根据以下机制形成前同步码。通过分布包含指示数据的长度和调制方案的信息的至少一个码元来生成前同步码。此类信息对于诸数据分组中的至少两个而言可以是不同的。前同步码单元 203 还被配置成跨数据分组的第一个中的第一码元以及跨数据分组的第二个中的第二码元分布训练序列或者 STF 或 LTF 的至少一部分。在接收侧, 前同步码单元 203 被用于帮助 OFDM 解调器 212 解码数据分组。以下是关于在发射侧由前同步码单元 203 进行的操作步骤的其他细节的描述。

[0061] 也可通过将训练序列的其他部分分布到数据分组的第三个中的第三码元中、或数据分组的第一个中在时间上跟随在第一码元之后的另一码元中、或数据分组的第三个中在时间上跟随在第一码元之后的另一码元中来生成前同步码。而且, 训练序列在第一码元中的部分可被分布到空间流的第一个中在时间上跟随在第三码元之后的第四码元中。

[0062] 此外, 当第一和第二码元中的每一个都具有多个副载波时, 训练序列可跨第一和第二码元中的不同副载波分布。可对训练序列在第一码元中的部分进行循环延迟。

[0063] 当码元中的第一个包括数个携带信号的副载波时, 可将由这些副载波携带的信号与训练序列在第一码元中的部分相乘。或者当第一码元包括多个带内和带外副载波时, 则训练序列在第一码元中的部分跨带内副载波分布, 并且带外副载波被衰减。

[0064] 在生成前同步码时, 可用哄骗调制方案调制诸码元中的至少一个。此外, 空间流的第一个中诸码元中的一个可用第一调制方案来调制, 而空间流的第一个中诸码元中的另一个可用与第一调制方案不同的第二调制方案来调制。

[0065] 以下附图图解了可被构造的数个示例性前同步码。新示例性前同步码从现有 11n (802.11 版本 n) 前同步码着手并且包括使用哄骗速率和长度字段的高吞吐量信号 (HT-SIG)。额外 HT-SIG 字段被用于发信号通知新模式, 而经修改的高吞吐量长训练字段 (HT-LTF) 被用于多个频调和 / 或多个空间流的信道估计。

[0066] 在具有针对绿地 (GF) 的额外 HT-SIG 的上下文中, 第三 HT-SIG 码元被插入到现有 HT-SIG 码元之后。二进制相移键控 (BPSK) 哄骗速率被用于 11n HT-SIG 中的一个空间流。现有经旋转 BPSK 机制被用于检测第三 HT-SIG 的存在性。HT-LTF 可在 40MHz 11n 子信道中使用比 11n 更多的副载波。为了避免传承问题, 第一 HT-LTF 使用 11n 副载波。这将导致每个 40MHz 子信道中有 114 个副载波。

[0067] 在针对混合模式 (MM) 的额外 HT-SIG 的上下文中, 第三 HT-SIG 被插入到第一 HT-LTF 之后。第三 HT-SIG 可以不插入到现有 HT-SIG 之后, 因为在此时刻执行增益步骤。此外, BPSK 哄骗速率被用于 11n HT-SIG 中的 1 个空间流, 并且现有经旋转 BPSK 机制被用于检测第三 HT-SIG 的存在性。

[0068] 在具有额外 HT-SIG 选项的上下文中, 如果 24 个额外信令比特足够, 则可采用一个使用经旋转 BPSK 的额外码元。两个使用经旋转 BPSK 的额外码元会导致更多开销。一个使用正交相移键控 (QPSK) 的额外码元会在检测 QPSK 相对经旋转 BPSK 时导致信噪比 (SNR)

惩罚。额外 HT-SIG3 的导频可被逆转。

[0069] 图 3 是描绘具有第三 HT-SIG 码元的示例混合模式前同步码集合 300 的示图,该集合包括混合模式前同步码 302-308。第三 HT-SIG 具有与 HT-SIG1 和 HT-SIG2 不同的符号和循环延迟,以匹配 HT-LTF 的符号和循环延迟。直到高吞吐量短训练字段 (HT-STF) 的所有码元是两个 40MHz 信道中的 11n 40MHz 副本,并且可能具有 90° 的相位旋转。在 HT-STF 之后的码元可使用频调填充以便具有比两个 11n 40MHz 信道更多的副载波。图 3 中所示的示例混合模式前同步码集合 300 被用于四个天线,这可通过在其他四个天线上使用不同的循环延迟来扩展至 8 个。

[0070] 图 4 是描绘具有第三 HT-SIG 码元的示例绿地前同步码集合 400 的示图,该集合包括绿地前同步码 402-408。传承 11n 设备基于包含哄骗长度和哄骗 BPSK 速率的 HT-SIG1&2 不得不延期。在 HT-SIG3 上循环 BPSK 检查以检测新模式。

[0071] 图 5 是描绘具有额外 HT-LTF 的示例前同步码集合 500 的示图,该集合包括前同步码 502-508。图 5 的前同步码集合 500 中包含的前同步码与示例绿地前同步码集合 400 相类似,但是具有额外 HT-LTF。因而,无需在第一 HT-LTF 中进行频调填充。

[0072] 图 6 是描绘示例唯 VHT 绿地前同步码集合 600 的示图,该集合包括唯 VHT 绿地前同步码 602-608。图 6 中所示的示例唯 VHT 绿地前同步码集合 600 被用于 VHT 网络或者在介质被预留某一时间之时被用在传送操作中。对此前同步码的检测是通过 HT-SIG3 上的 QPSK 检测或通过 HT-SIG3 中使用逆转导频来进行的。此前同步码被用于 4 个空间流,可通过使用不同循环延迟以及通过使用不同的 HT-LTF 来将其扩展成 8 或更大。

[0073] 图 7 是描绘具有额外 HT-STF 的示例替换性混合模式前同步码集合 700 的示图,该集合包括替换性混合模式前同步码 702-708。图 7 中所示的示例替换性混合模式前同步码集合 700 可结合波束成形来使用,其中波束成形可在 HT-SIG3 之后开始,以使得在直到 HT-SIG3 之前没有隐藏节点问题。在前同步码中可以有附加的 8 微秒——一个额外 HT-STF 和一个额外 HT-LTF。如果所有设备需要延期达 HT-SIG1&2 所指示的长度,则此替换性前同步码可能并非必需的。

[0074] 对于 4 个以上空间流,在 11n 扩展中,可使用更多的 HT-LTF 码元 (例如,具有 8 个 Walsh 码的 8 个码元对应 8 个空间流)。对于前同步码的 HT-LTF 部分,存在若干较短的替换方案。例如,一种可使用频调内插以在空间流之间作区分,而另一种可使用大循环延迟 (CDD) 或循环延迟分集 (CDD) 值以在空间流之间作区分。两种方法可能要求在接收机处进行信道内插。

[0075] 图 8 是描绘用于四个空间流的示例经缩短的信道训练序列集合 800 的示图,该集合包括经缩短的信道训练序列 802-808。可使用结合用于分开 2 对空间流的 Walsh 码的 1600ns CDD。在接收机中可能需要进行信道截取和内插以进行信道训练。

[0076] 图 9 是描绘用于八个空间流的示例信道训练序列集合 900 的示图,该集合包括经缩短的信道训练序列 902-916。类似于图 8 所示的示例,在此情形中也可使用结合用于分开 2 对空间流的 Walsh 码的 1600ns CDD。在接收机中也可能需要进行信道截取和内插以执行信道训练。

[0077] 图 10 是描绘用于八个空间流的示例替换性信道训练序列集合 1000 的示图,该集合包括经缩短的信道训练序列 1002-1016。参看图 10,每个空间流的冲激响应可能必须被

限于 800ns,以便在对两列进行相加和相减之后分开 4 个空间流。

[0078] 可能期望将某一恒定 CDD(例如,200ns) 加到图 9 和 10 中所示的前同步码的底部四行中,以便避免任何不合意的波束成形。具有带 HT-SIG3 的 8 空间流绿地前同步码将是 36 微秒,这具有与当前 4 空间流 802.11n 绿地前同步码相同的长度。

[0079] 当前 11n HT-LTF 可能对相位噪声和频率误差敏感。一种用于在信道训练区间期间估计公共相位误差的方法可以是使用在整个信道训练区间内不改变每空间流的相对相位的导频频调子集。

[0080] 替换地,可增加信道训练码元的保护时间。11n 系统使用 800ns 的保护时间,这是处理延迟扩展所必需的。通过将此保护时间增至 1600ns 或更大,每个 HT-LTF 中相当量的样本可被用于估计每码元频率误差。2800ns 保护区间将允许 6 微秒的 HT-LTF 码元持续时间,其中 2 微秒可供频率估计用。可通过将区间 800ns 到 2800ns 中的样本的相位与区间 4000ns 到 6000ns 中的样本的相位进行对比来进行频率估计。

[0081] 图 11 是描绘具有扩展 HT-LTF 的示例唯 VHT 绿地前同步码集合 1100 的示图,该集合包括唯 VHT 绿地前同步码 1102-1116。更具体地,图 11 示出了用于 80MHz 信道中的 8 个空间流的 38 微秒前同步码(对于 4 个空间流,11n 绿地前同步码为 36 微秒)。可将 HT-LTF 扩展至 8 微秒,使得前同步码为 44 微秒。

[0082] 现有 N_{ss} -空间流信道训练 HN——诸如所描述的 8 空间流训练——可被用于根据下式作出新训练图案以使空间流的数目翻倍。

$$[0083] \quad H_{2N} = \begin{bmatrix} H_N & H_N \\ H_N & -H_N \end{bmatrix}$$

[0084] 通过这种扩展,可获得与 8 空间流前同步码一样长但使 HT-LTF 码元的数目翻倍的 16 空间流前同步码。

[0085] 图 12 是描绘用于十六个空间流的示例信道训练序列集合 1200 的示图,该集合包括信道训练序列 1202-1232。

[0086] 关于 SDMA 下行链路的 VHT 信号字段,可使用其后跟随着 SDMA 下行链路波束成形矩阵的单空间流。例如,对于 2 空时流客户端,可首先生成两个具有 -400ns CDD 的 VHT-SIG 副本。随后可应用波束成形矩阵以获得例如 8 个 TX(发射)信号(在 AP 具有 8 个天线的情形中)。

[0087] 关于上行链路的 VHT-SIG,客户端可传送具有与 AP 能处理的最大空间流数目相等的数目个空间流的前同步码。替换地,空间流的数目可以大于所有上行链路流的总数。AP 可在 HT-LTF 信道估计之后对不同的 VHT-SIG 作 MIMO 检测。

[0088] 对于 SDMA 上行链路,可使用以上所描述的前同步码,然而,每个用户可能需要在可用空间流的不同部分上传送。例如,如果有 3 个用户和 16 个空间流,则用户 1 使用空间流 1-8 传送,用户 2 使用流 9-14 传送,而用户 3 使用流 15-16 传送。

[0089] 可能存在 VHT-SIG 可能必须因每个用户而异的问题,除非 AP 已提前知晓每个用户具有什么样的调制和分组长度。一种可能性是在最后的 VHT-LTF 之后具有 VHT-SIG。关于 SDMA 上行链路中的 VHT-SIG,假定 AP 提前知晓每个客户端传送了多少流。这例如可由某一调度机制来完成。在最后的 VHT-LTF 之后,每个用户端可在每个空间流上传送具有不同 CDD 的 VHT-SIG 副本。

[0090] 之前的附图示出了由具有因发射机而异的 CDD 值的 802.11n STF 构成的短训练字段 (STF)。然而, 替换性 STF 信号可能具有更好的自动化增益控制 (AGC) 增益设置。而且存在替换性 LTF 码元。

[0091] 图 13 是描绘具有不同的 STF 和 LTF 的示例 VHT 绿地前同步码集合 1300 的示图, 该集合包括 VHT 绿地前同步码 1302-1316。参看图 13, 可通过添加 8 个不同的 STF<F 以及通过对诸个各含两个 LTE 码元的组使用 8x8Walsh-Hadamard 编码来将 VHT 绿地前同步码集合 1300 中的每个前同步码扩展至 16 个空间流。图 13 中所示的方案对诸个各含两个 LTF 码元的组使用 4x4Walsh-Hadamard 编码。

[0092] 以下是经 1600ns 循环延迟对: {LTF1, LTF2}、{LTF3, LTF4}、{LTF5, LTF6}、{LTF7, LTF8}, 以使得在频域中 LTF1 = LTF2 乘以 {1, -1, 1, -1, ...} 图案。将发射机的 VHT-SIG 副载波 m 乘以其相应的 LTF m 副载波值。这使得在接收所有 LTF 码元之前就能解码 VHT-SIG, 类似于解码 11n 分组中的 HT-SIG。数据码元可使用例如 $m*200\text{ns}$ 的循环延迟值 CD_m 来防止任何不合意波束成形结果。

[0093] 图 14 是描绘示例 VHT 绿地帧格式集合 1400 的示图, 该集合包括 VHT 绿地帧格式 1402-1416。参看图 14, 每个用户可具有 1 到 8 个空间流, 从而导致每用户有不同的前同步码长度。

[0094] 图 15 是描绘用于开环 MIMO 的示例 VHT 绿地帧格式集合 1500 的示图。示例 VHT 绿地帧格式集合 1500 可被用在唯 VHT 网络中或用在之前有 802.11nNAV (净分配向量) 设置的传送操作中。对于 8 个空间流, 包括 VHT-SIG 的前同步码长度为 32 微秒。可通过再添加 4 个 LTE 来将该格式扩展至 16 个空间流。在 SDMA 的情形中, 帧的所有部分被等同地预编码。VHT-SIG 的内容在旨在给同一用户的空间流上是相同的。将 VHT-SIG 副载波乘以 LTF 频域值, 这使得每个用户能够使用首先接收到的用于信道估计的 LTE 来对 VHT-SIG 执行单输入或多输出 (SIMO) 解码。相同的帧格式可被用于开环 MIMO。在此情形中, 所有 VHT-SIG 内容是相同的, 就如同仅有一个接收用户。可通过对 VHT-SIG 进行 QPSK 检测或通过检测 VHT-SIG 中的逆转导频来检测 VHT-GF。

[0095] 图 16 是描绘示例极高吞吐量混合模式 (VHT-MM) 帧格式集合 1600 的示图, 该集合包括 VHT-MM 帧格式 1602-1616。

[0096] 图 17 是描绘用于开环 MIMO 的示例 VHT-MM 帧格式集合 1700 的示图, 该集合包括 VHT-MM 帧格式 1702-1716。

[0097] 对于 8 个空间流, 包括 VHT-SIG 的前同步码长度为 52 微秒。可通过再添加 4 个 LTE 来将该格式扩展至 16 个空间流。在 HT-SIG2 之后开始 SDMA 波束成形。VHT-SIG 的内容在旨在给同一用户的空间流上是相同的。将 VHT-SIG 副载波乘以 LTF 频域值, 这使得每个用户能够使用首先接收到的用于信道估计的 LTE 来对 VHT-SIG 执行 SIMO 解码。相同的帧格式被用于开环 MIMO。在此情形中, 所有 VHT-SIG 内容是相同的, 就如同仅有一个接收用户。

[0098] 可通过对 VHT-SIG 进行经循环 BPSK 检查、或通过对 VHT-SIG 进行 QPSK 检测 (若 VHT-SIG QPSK 被用于在一个码元中获得更多比特)、或通过检测 VHT-SIG 中的逆转导频来检测 VHT-MM。可使用 BPSK 11n 哄骗速率, 以使得接收机在检测到 VHT-MM 时将在 BPSK 数据码元与 VHT-SIG 之间作区分。HT-SIG 内容完全遵循 11n, 并且无需使用所预留位。VHT-SIG 不能直接跟在 HT-SIG 之后, 因为在 HT-SIG 之后立即对 (V)HT-STF 进行 AGC 增益设置。循

环延迟值是 -200ns 的倍数（当使用经循环延迟的 LTF 码元时，与用在 LTF 中的值相同）。

[0099] 图 18 是描绘示例上行链路帧格式集合 1800 的示图，该集合包括上行链路帧格式 1802-1816。每个上行链路用户使用范围从 1 到 8 或从 1 到 16 的可用空间流的不同子集。没有混合模式前同步码，因为假定将总是有一个指示上行链路 SDMA 传送操作 (TXOP)——其可包括 11n NAV 设置——的开始的 AP 分组。VHT-SIG 在所有 LTF 码元之后才到来，因为 AP 需要对每用户不同的 VHT-SIG 执行 MIMO 检测。如果用户传送一个以上的空间流，则其 VHT-SIG 内容在其所传送的所有流上将是相同的。

[0100] AP 必须提前知晓每个用户具有多少空间流。因此，此信息无需存在于 VHT-SIG 中。上行链路帧格式可能不被用于开环 MIMO，因为可能无法提前知晓有多少空间流。因此，在所有信道训练之前具有 VHT SIG 会是合需的。

[0101] 图 19 是描绘示例替换性 VHT 绿地帧格式集合 1900 的示图，该集合包括替换性 VHT 绿地帧格式 1902-1916。每个用户可具有 1 到 8 个空间流，从而导致每用户有不同的前同步码长度。

[0102] 图 20 是描绘用于开环 MIMO 的示例替换性 VHT 绿地帧格式集合 2000 的示图，该集合包括替换性 VHT 绿地帧格式 2002-2016。标注“LTF1*VHT-SIG”表示每副载波逐元素乘法。将每个 VHT-SIG 副载波乘以相应的 LTF 副载波值。LTF 副载波值可包括由循环延迟导致的相位旋转。LTF 码元是经频调交织的。LTF 仅在副载波上具有非零元素。LTE 码元可使用一个或多个带外频调来助益更简单且更准确的频调内插。带外频调是没有被用于数据码元的频调。可将 LTF 带外频调衰减规定量，以使得它们对所传送的频谱掩码具有较小的影响。

[0103] VHT-LTF 副载波值被定义为：

[0104]
$$\text{VHT-LTF}_i(i+kN_{ss}) = N_{ss}^{1/2} L(i+kN_{ss}), k = 0, 1, \dots, \text{floor}(N_{sc}/N_{ss}), i+kN_{ss} < N_{sc}$$

$$\text{VHT-LTF}_i(j) = 0, j \neq i+kN_{ss}$$

[0105] 其中 N_{sc} 为副载波的总数， N_{ss} 为上行链路中空间流的最大数目（4 或 2），而 $L(k)$ 为二进制长训练码元图案的第 k 个副载波值，对于使用与 802.11n 相同的副载波数目的情形，该二进制长训练码元图案可以是 802.11n 长训练码元。作为示例，对于 20MHz 信道中的 8 空间流前同步码，VHT-LTF0 仅在频调 $\{0, 8, 16, \dots, 52\}$ 上具有非零值，而 VHT-LTF1 仅在频调 $\{1, 9, 17, \dots, 53\}$ 上具有非零值。

[0106] 图 21 是描绘示例替换性 VHT-MM 帧格式集合 2100 的示图，该集合包括替换性 VHT-MM 帧格式 2102-2118。

[0107] 图 22 是描绘用于开环 MIMO 的示例替换性 VHT-MM 帧格式集合 2200 的示图，该集合包括替换性 VHT-MM 帧格式 2202-2218。

[0108] 图 23 是描绘示例替换性上行链路帧格式集合 2300 的示图，该集合包括替换性上行链路帧格式 2302-2316。每个上行链路用户使用范围从 1 到 8 或从 1 到 16 的可用空间流的不同子集。没有混合模式前同步码，因为假定将总是有一个指示上行链路 SDMA 传送操作的开始的 AP 分组。

[0109] VHT-SIG 在所有 LTF 码元之后才到来，因为 AP 需要对每用户不同的 VHT-SIG 执行 MIMO 检测。如果用户传送一个以上的空间流，则其 VHT-SIG 内容在其所传送的所有流上是相同的。AP 必须提前知晓每个用户具有多少空间流。上行链路帧格式可能没有被用于开环

MIMO, 因为提前不知晓有多少空间流, 因此, 在所有信道训练之前需要有 VHT SIG。

[0110] 应当理解, 给出以上所描述的各步骤的任何特定次序或层次是为了提供前同步码单元中所涉及的过程的示例。基于设计偏好, 应理解各步骤的具体次序或层次可被重新安排但仍落在本发明的范围之内。

[0111] 前同步码单元、OFDM 调制器、和 OFDM 解调器可使用设计成执行本文中所描述的功能的一个或多个通用处理器、数字信号处理器 (DSP)、专用集成电路 (ASIC)、现场可编程门阵列 (FPGA)、可编程逻辑器件 (PLD)、其他可编程逻辑组件、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。通用处理器可以是微处理器、控制器、微控制器、状态机、或能执行软件的任何其他电路。软件应当被宽泛地解释成表示指令、数据或其任何组合, 无论用软件、硬件、中间件、微代码、硬件描述语言或其它来述及皆是如此。软件可被存储在机器可读介质上或嵌入到诸如 DSP 或 ASIC 等一个或更多组件中。机器可读介质可以包括各种存储器组件, 作为示例, 这些存储器组件包括随机存取存储器 (RAM)、闪存、只读存储器 (ROM)、可编程只读存储器 (PROM)、可擦除可编程只读存储器 (EPROM)、电可擦除可编程只读存储器 (EEPROM)、寄存器、磁盘、光盘、硬驱动、或者其他任何合适的存储介质、或者它们的任何组合。机器可读介质还可包括传输线、用数据调制的载波、和 / 或其他用于向无线节点提供软件的手段。机器可读可以体现在计算机程序产品中。该计算机程序产品可以包括包装材料。

[0112] 以上所提及的单元是实现在硬件、软件还是其组合中将取决于具体应用和加诸于整体系统上的设计约束。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集, 但此类设计决策不应被解释为致使脱离本发明的范围。

[0113] 提供了以上描述, 以使本领域中的任何技术人员能够完全理解本发明的全部范围。对本文中所公开的各种配置的修改将易于为本领域技术人员所显见。因此, 权利要求书并非旨在限于本文中所描述的本发明的各方面, 而是应被授予与权利要求的语言相一致的全部范围, 其中对单数要素的引用并非旨在表示“一个或仅一个”, 而是表示“一个或多个”, 除非明确如此声明。除非另外具体指出, 术语“一些”指的是一个或更多个。本公开中通篇描述的各个方面的要素的为本领域普通技术人员所知或将来所知的所有结构和功能等效方案都通过应用明确纳入于此, 且意在被权利要求书所涵盖。此外, 本文所公开的全部都并非旨在贡献于公众, 无论这些公开是否明确记载在权利要求书中。权利要求的要素不应当基于 35 U. S. C. § 112 第六章的规定来解释, 除非该要素是使用措辞“用于... 的装置”来明确表述的, 或者在方法权利要求的情形中, 要素是使用措辞“用于... 的步骤”来表述的。

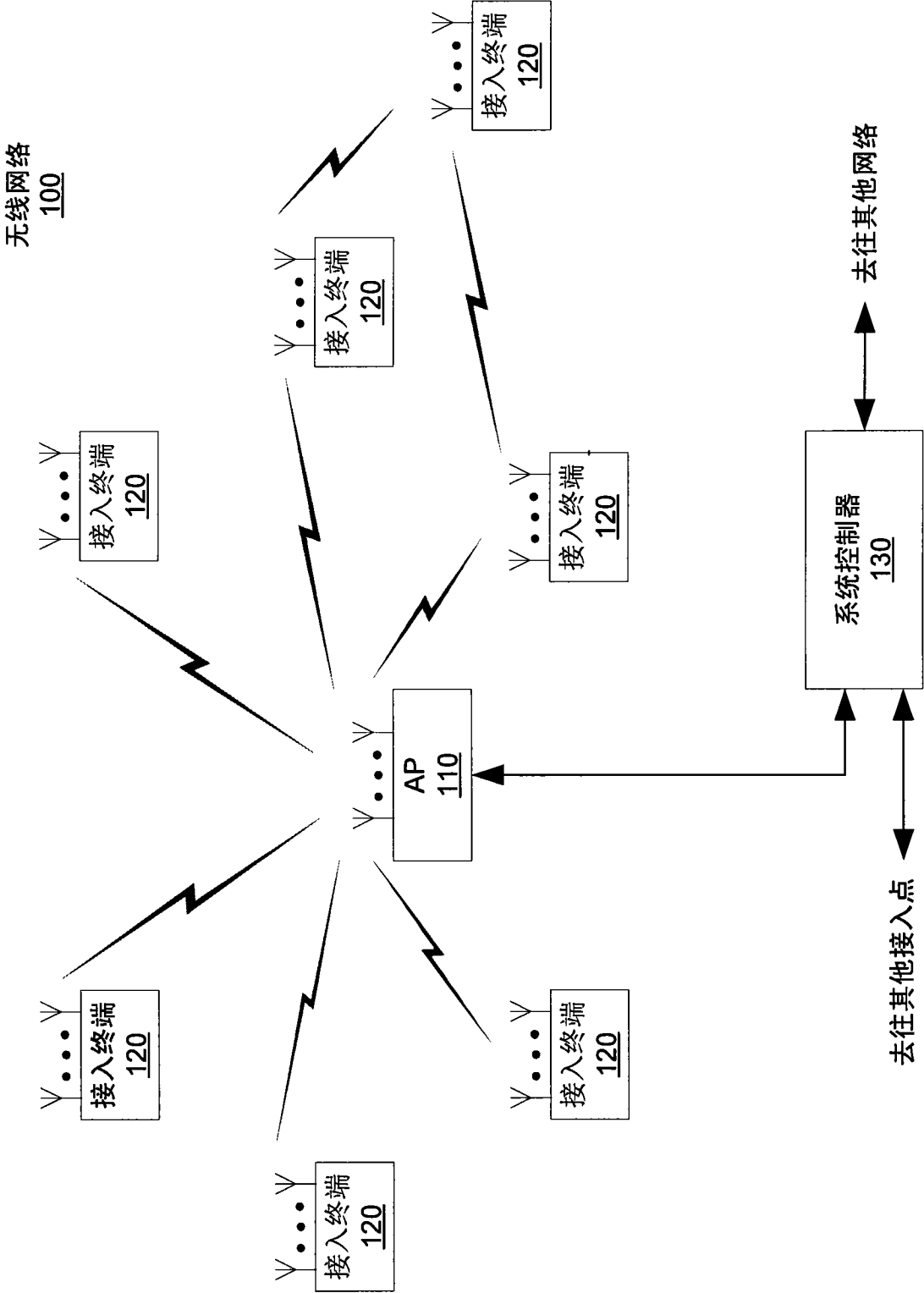


图 1

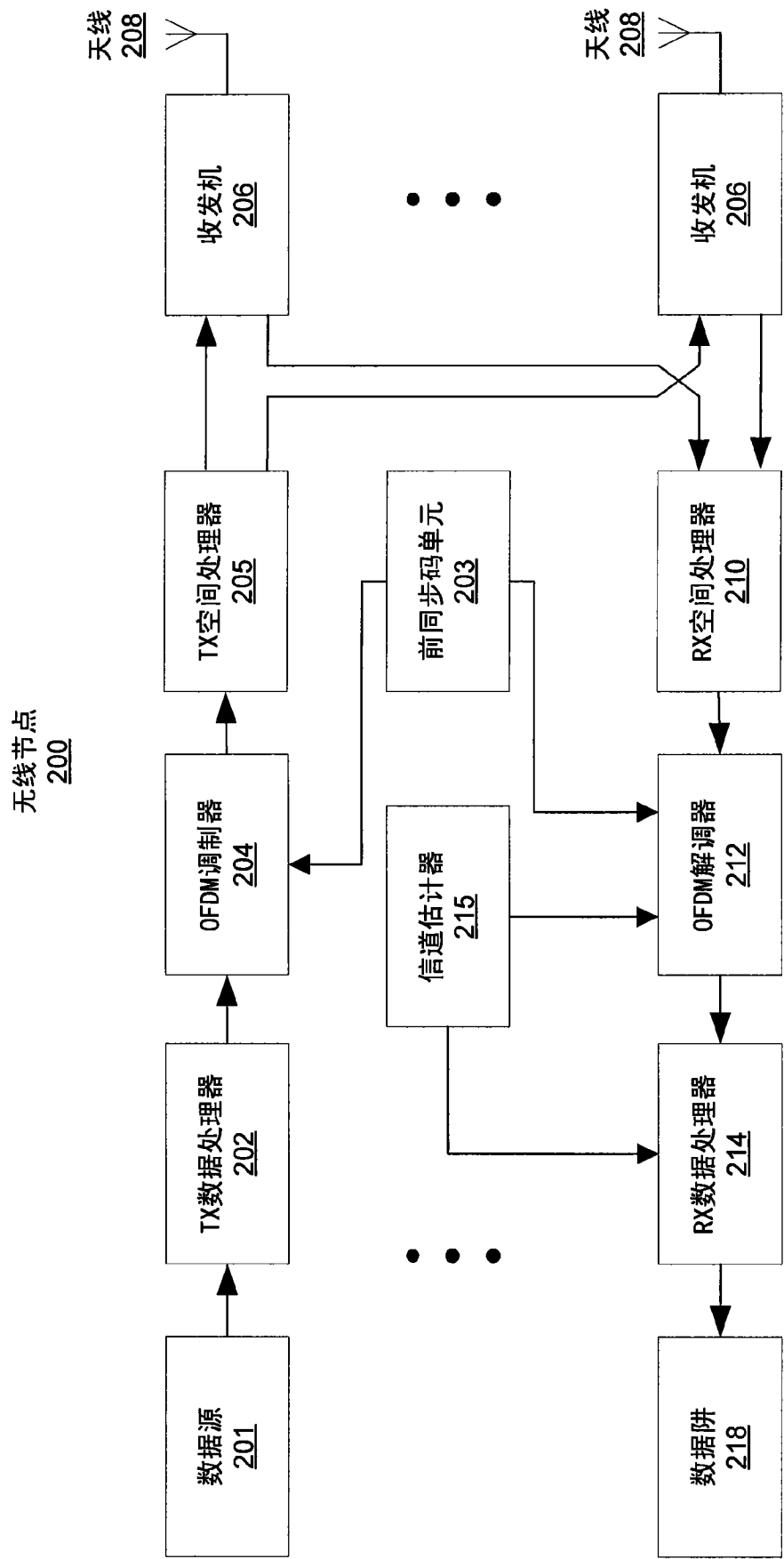


图 2

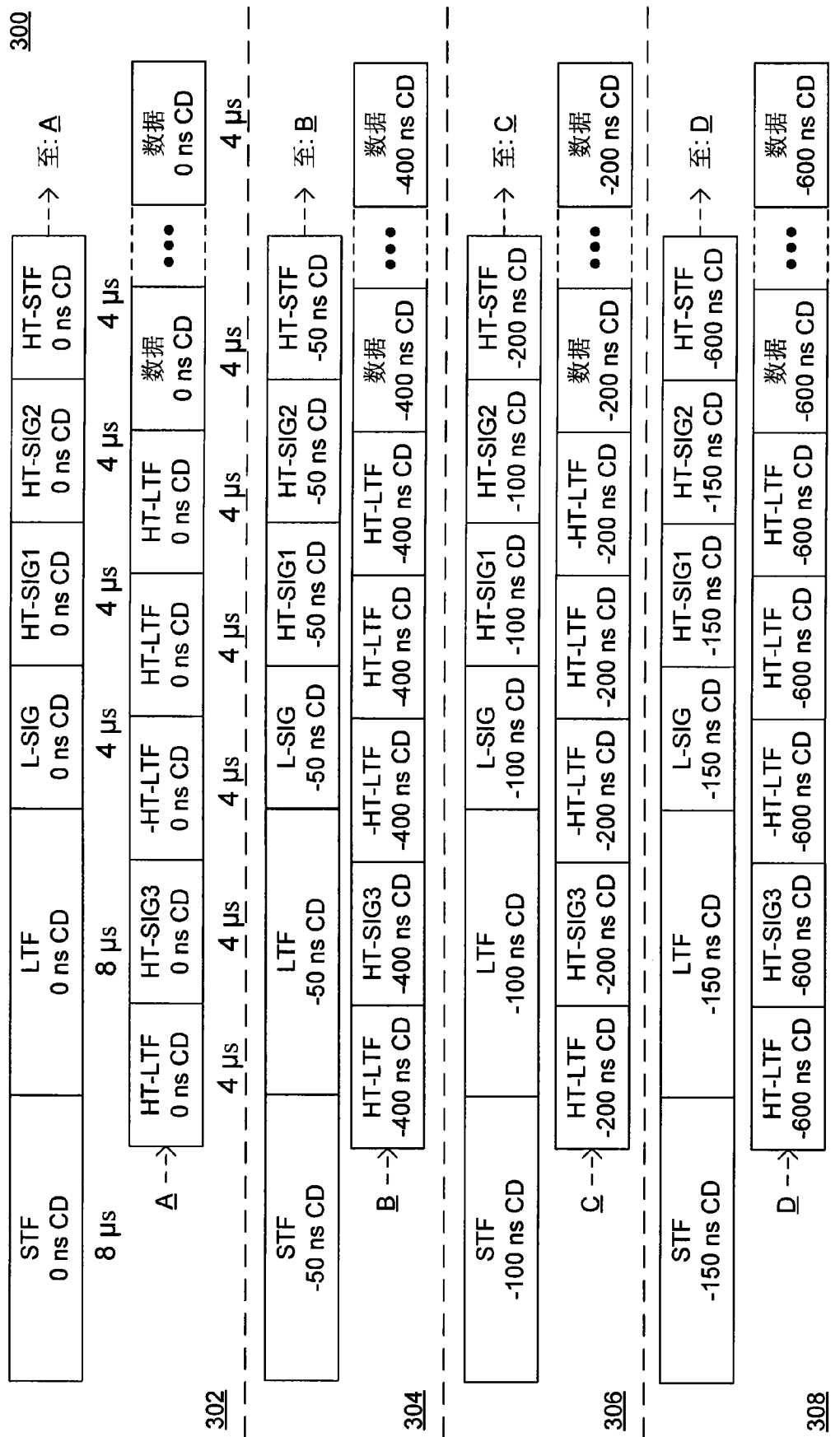


图 3

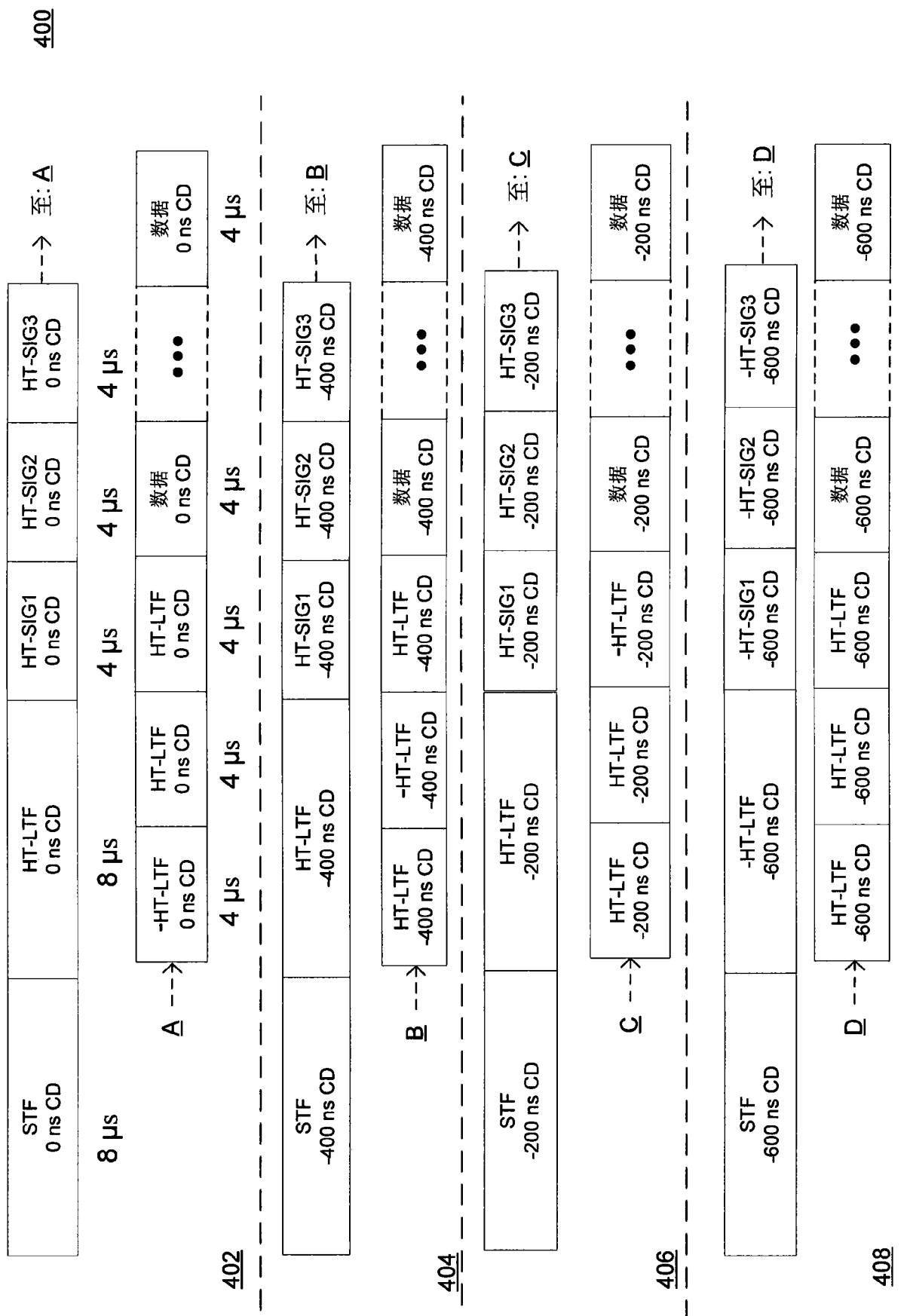


图 4

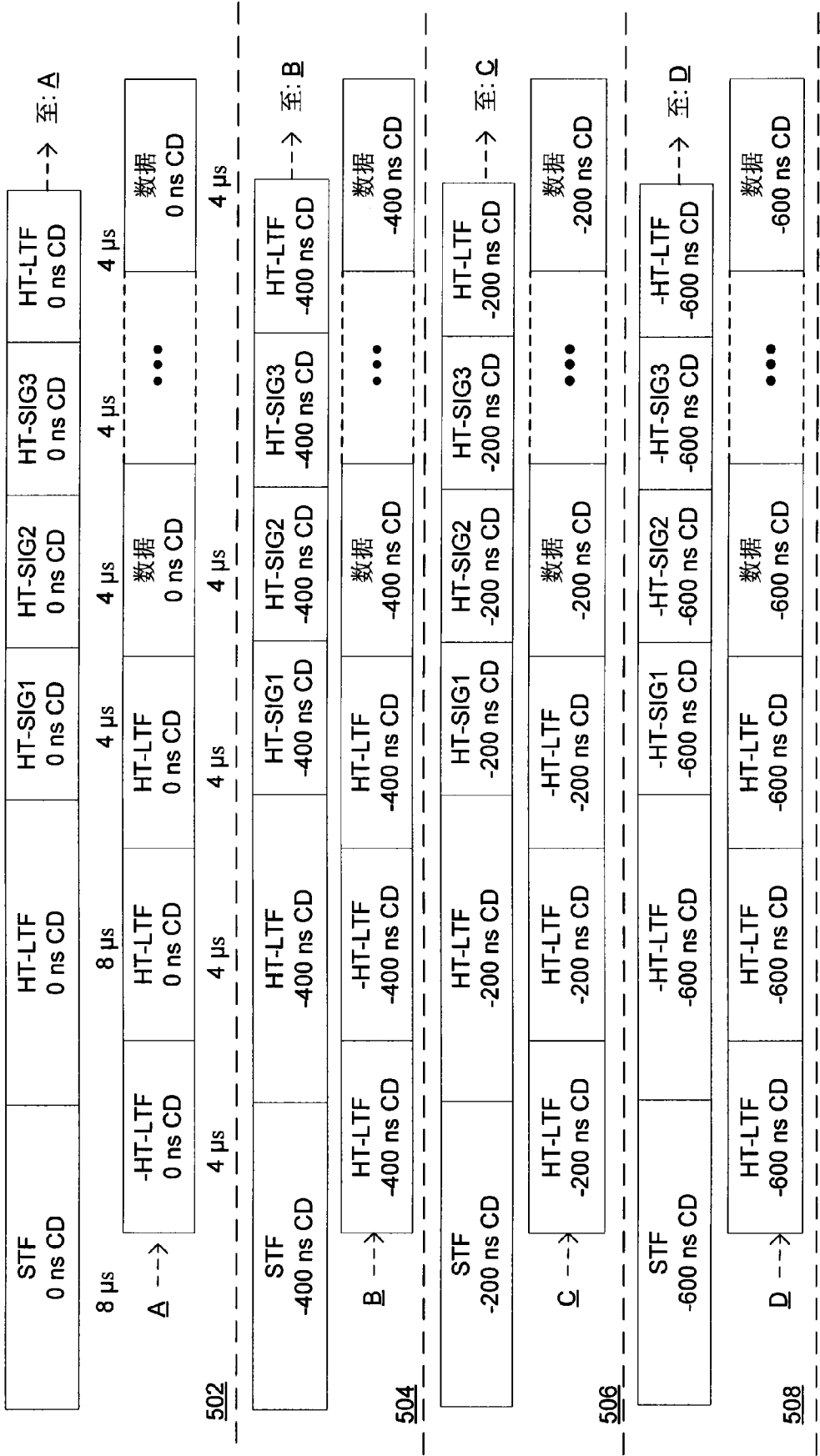
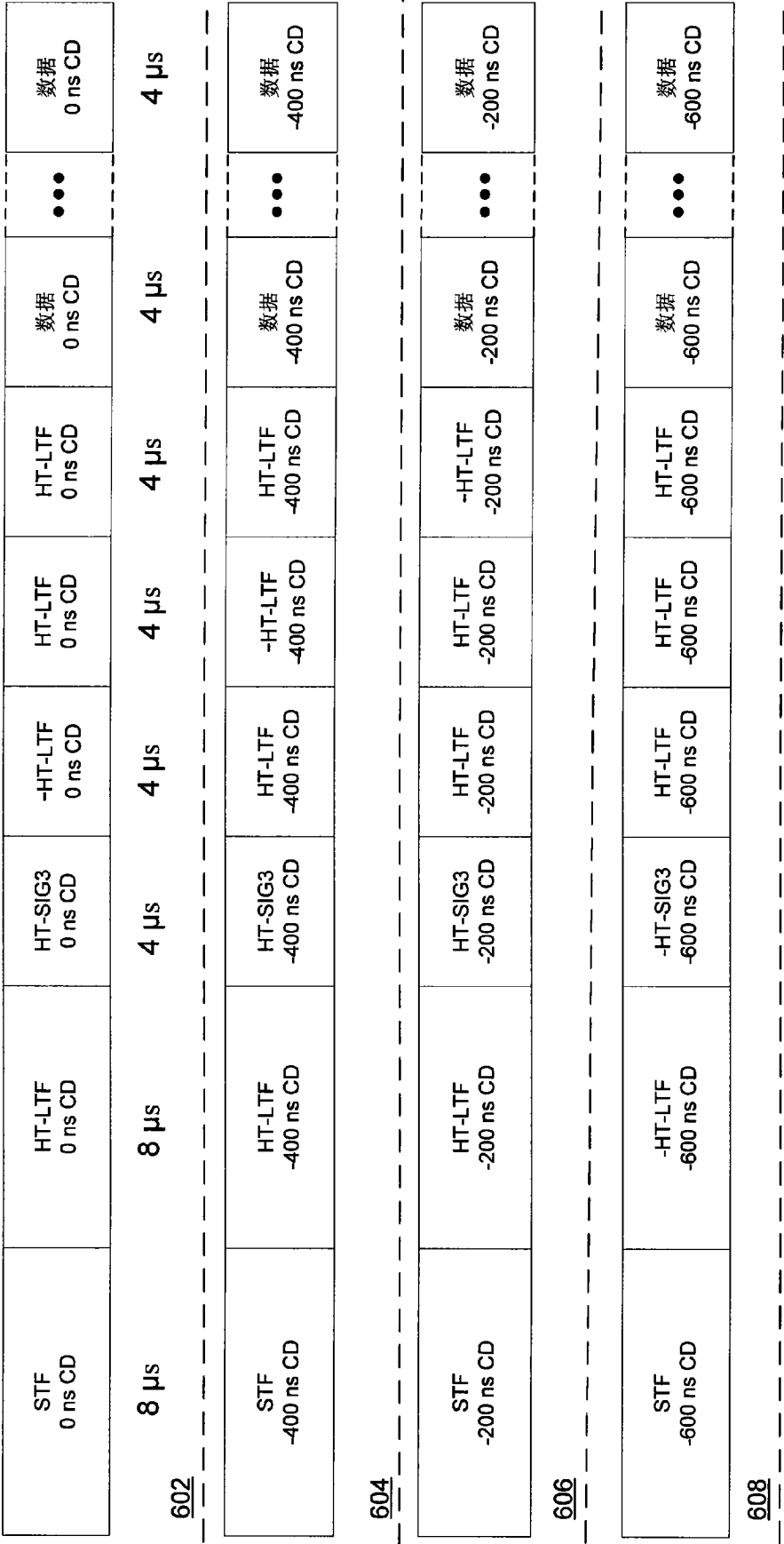


图 5



600

图 6

21

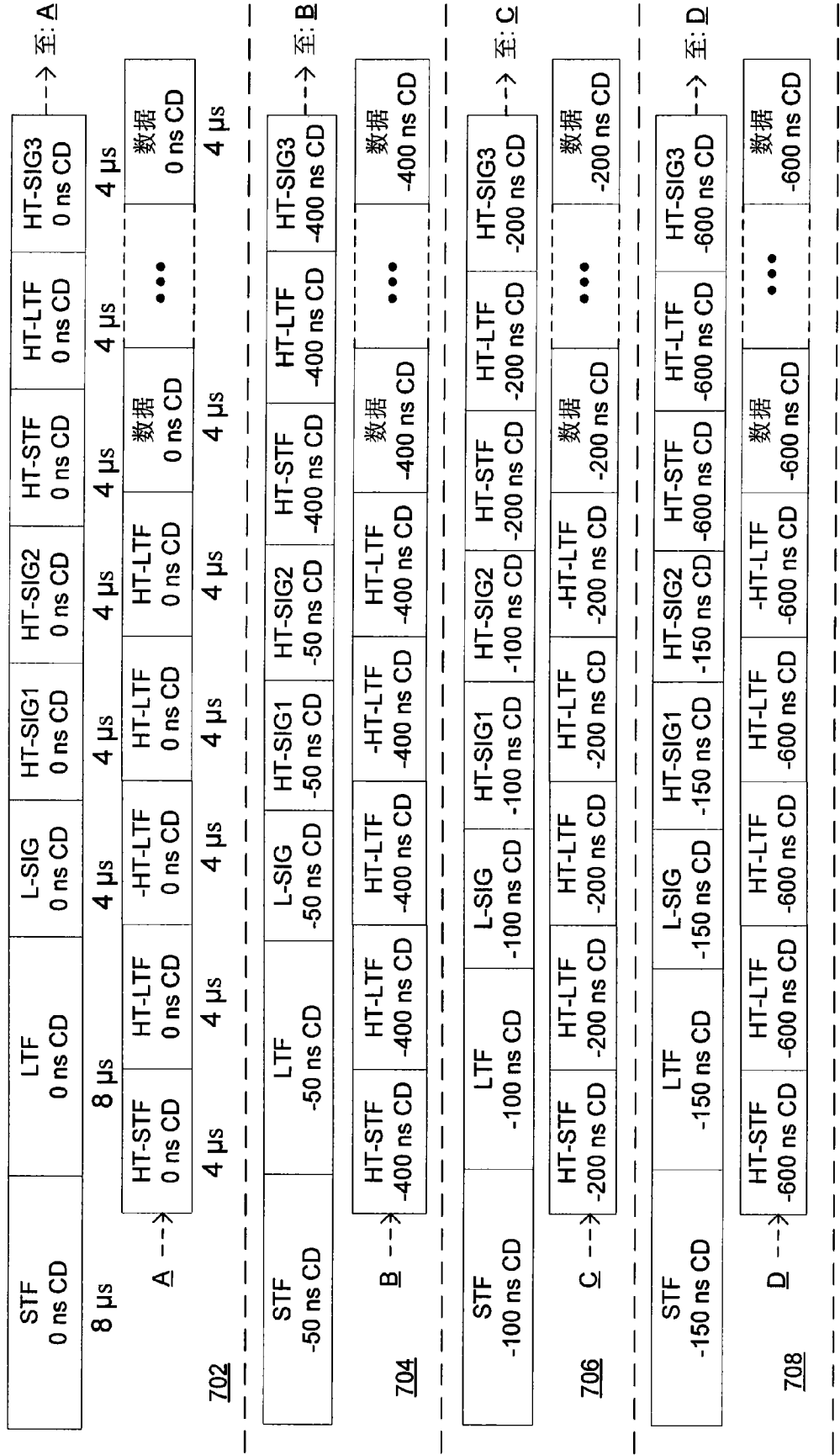


图 7

800

用于4个空间流的经缩短的信道训练

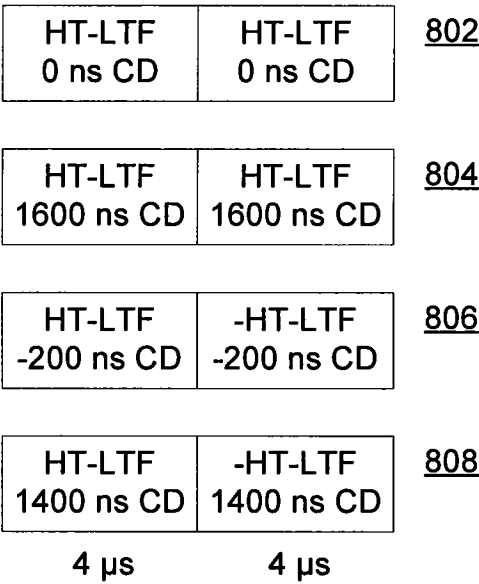


图 8

900

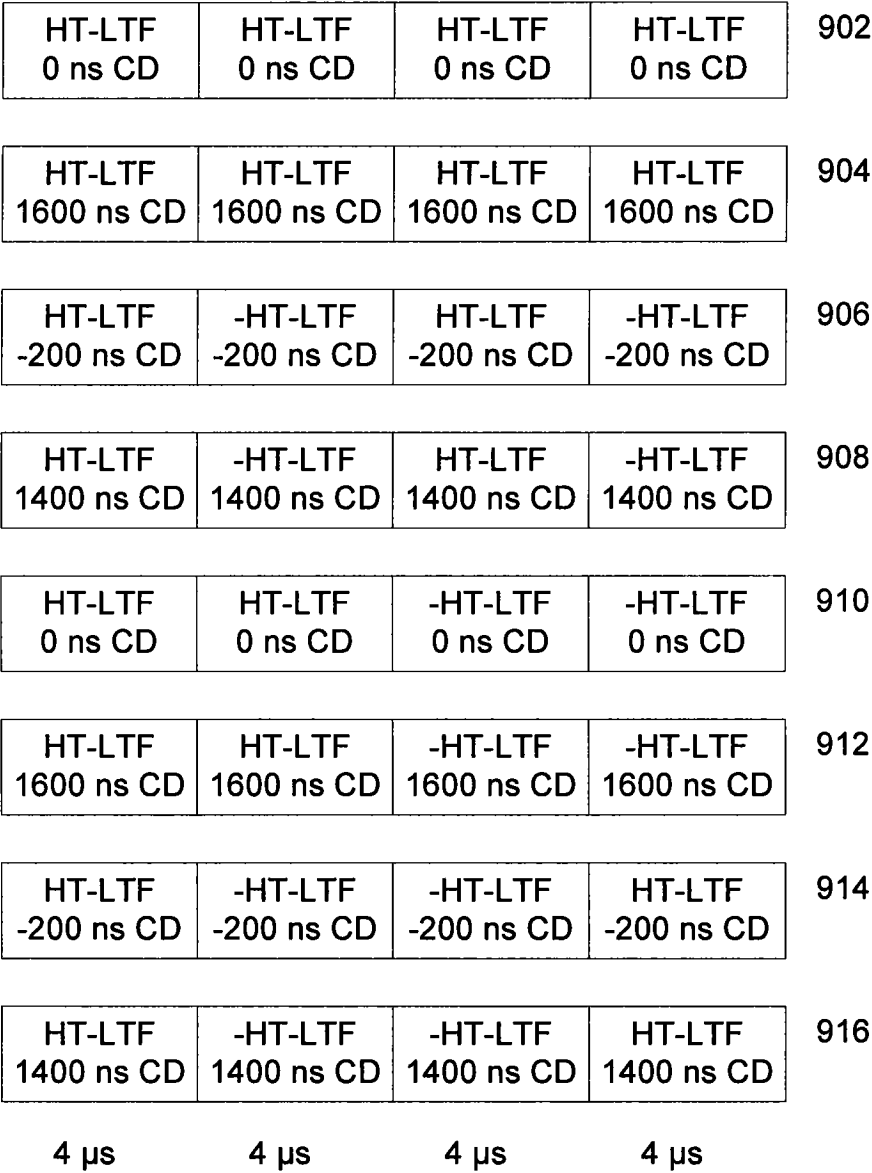


图 9

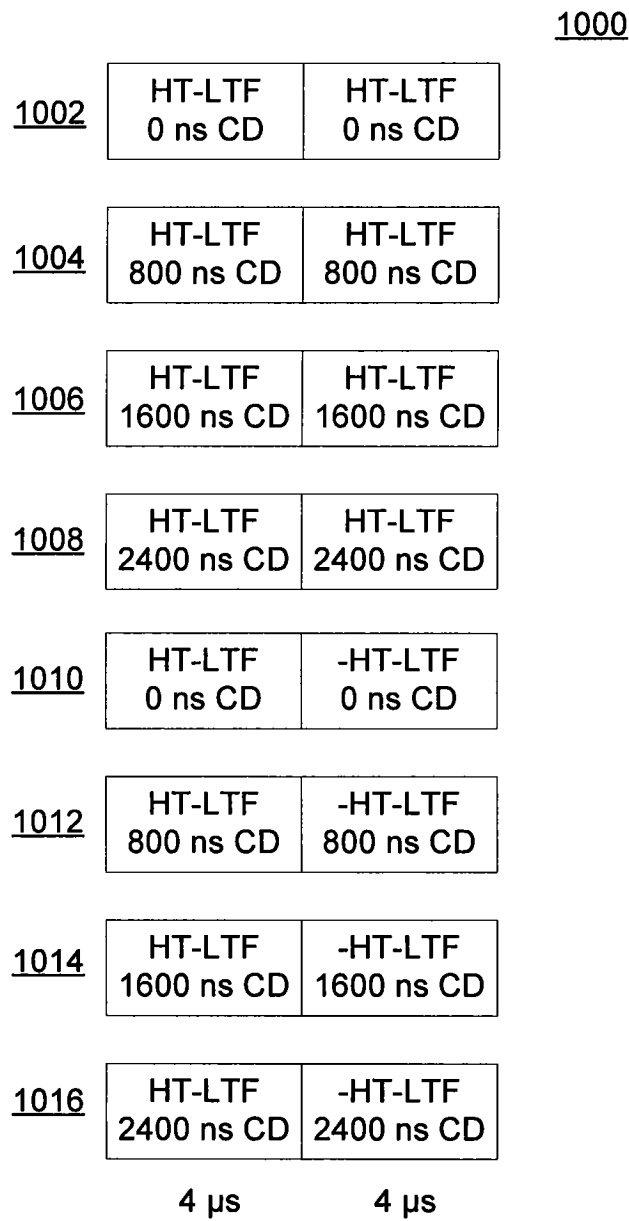


图 10

1102	STF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	HT-SIG3 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	数据 0 ns CD	...	数据 0 ns CD
1104	STF -400 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	HT-SIG3 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	数据 1600 ns CD	...	数据 1600 ns CD
1106	STF -200 ns CD	HT-LTF -200 ns CD	HT-SIG3 -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD	HT-LTF -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD	数据 -200 ns CD	...	数据 -200 ns CD
1108	STF -600 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD	-HT-SIG3 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD	HT-LTF 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD	数据 1400 ns CD	...	数据 1400 ns CD
1110	STF -100 ns CD	HT-LTF -100 ns CD	HT-SIG3 -100 ns CD	HT-LTF -100 ns CD	-HT-LTF -100 ns CD	-HT-LTF -100 ns CD	数据 -100 ns CD	...	数据 -100 ns CD
1112	STF -500 ns CD	HT-LTF 1500 ns CD	HT-SIG3 1500 ns CD	HT-LTF 1500 ns CD	-HT-LTF 1500 ns CD	-HT-LTF 1500 ns CD	数据 1500 ns CD	...	数据 1500 ns CD
1114	STF -300 ns CD	HT-LTF -300 ns CD	HT-SIG3 -300 ns CD	-HT-LTF -300 ns CD	-HT-LTF -300 ns CD	HT-LTF -300 ns CD	数据 -300 ns CD	...	数据 -300 ns CD
1116	STF -700 ns CD	-HT-LTF 1300 ns CD	-HT-SIG3 1300 ns CD	-HT-LTF 1300 ns CD	-HT-LTF 1300 ns CD	HT-LTF 1300 ns CD	数据 1300 ns CD	...	数据 1300 ns CD
8 μ s	8 μ s	8 μ s	4 μ s	6 μ s	6 μ s	6 μ s	4 μ s	4 μ s	4 μ s

1100

图 11
26

1200

<u>1202</u>	HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD
<u>1204</u>	HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD
<u>1206</u>	HT-LTF -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD	HT-LTF -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD	HT-LTF -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD	HT-LTF -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD
<u>1208</u>	HT-LTF 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD	HT-LTF 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD	HT-LTF 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD	HT-LTF 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD
<u>1210</u>	HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	-HT-LTF 0 ns CD	-HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	-HT-LTF 0 ns CD	-HT-LTF 0 ns CD
<u>1212</u>	HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	-HT-LTF 1600 ns CD	-HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	-HT-LTF 1600 ns CD	-HT-LTF 1600 ns CD
<u>1214</u>	HT-LTF -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD	HT-LTF -200 ns CD	HT-LTF -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD	HT-LTF -200 ns CD
<u>1216</u>	HT-LTF 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD	HT-LTF 1400 ns CD	HT-LTF 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD	HT-LTF 1400 ns CD
<u>1218</u>	HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	-HT-LTF 0 ns CD	-HT-LTF 0 ns CD	-HT-LTF 0 ns CD	-HT-LTF 0 ns CD
<u>1220</u>	HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	-HT-LTF 1600 ns CD	-HT-LTF 1600 ns CD	-HT-LTF 1600 ns CD	-HT-LTF 1600 ns CD
<u>1222</u>	HT-LTF -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD	HT-LTF -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD	HT-LTF -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD	HT-LTF -200 ns CD
<u>1224</u>	HT-LTF 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD	HT-LTF 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD	HT-LTF 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD	HT-LTF 1400 ns CD
<u>1226</u>	HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	-HT-LTF 0 ns CD	-HT-LTF 0 ns CD	-HT-LTF 0 ns CD	-HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD
<u>1228</u>	HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	-HT-LTF 1600 ns CD	-HT-LTF 1600 ns CD	-HT-LTF 1600 ns CD	-HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD
<u>1230</u>	HT-LTF -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD	HT-LTF -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD	HT-LTF -200 ns CD	HT-LTF -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD
<u>1232</u>	HT-LTF 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD	HT-LTF 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD	HT-LTF 1400 ns CD	HT-LTF 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD
	4 μ s	4 μ s	4 μ s	4 μ s	4 μ s	4 μ s	4 μ s	4 μ s

图 12

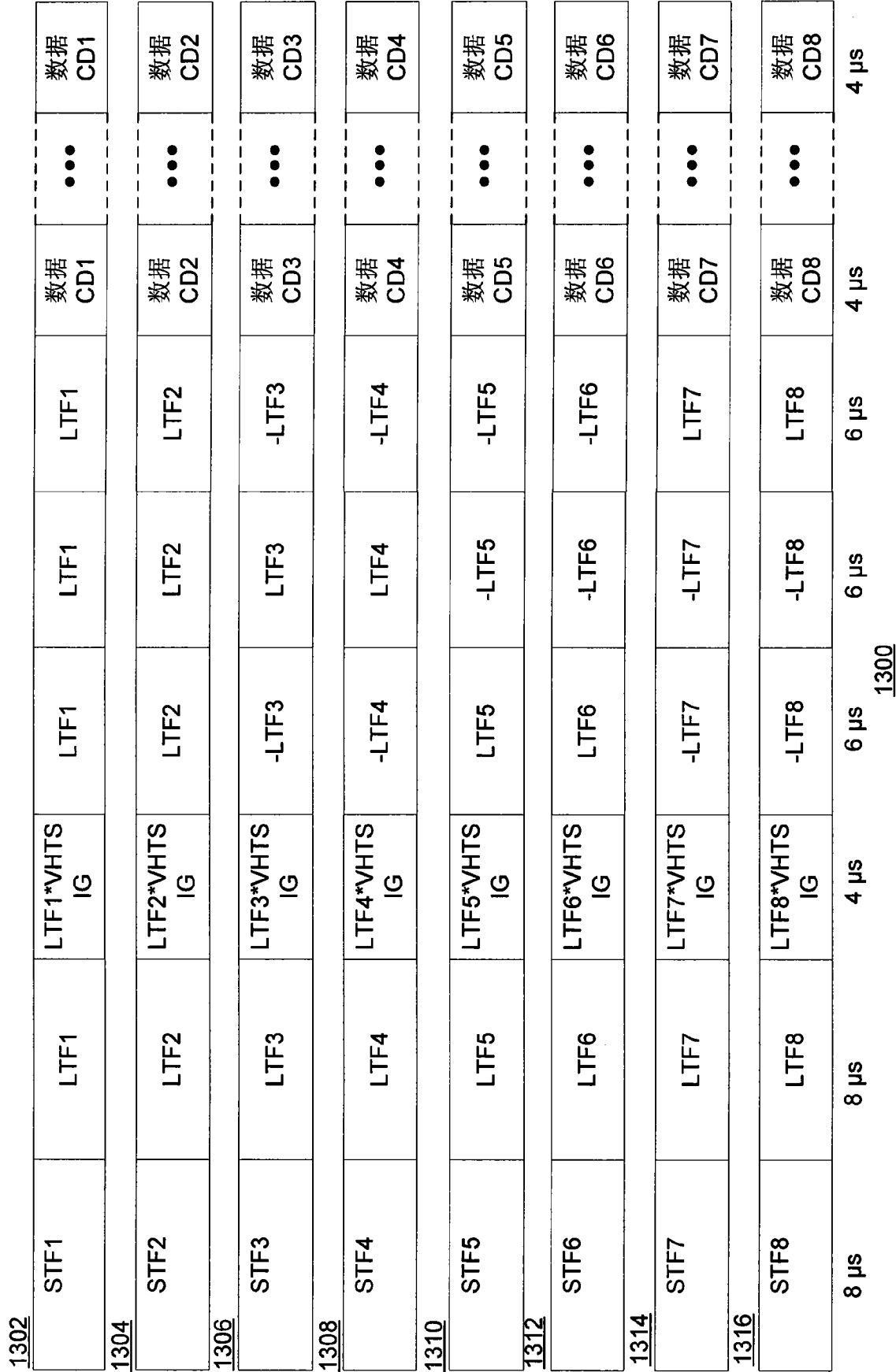


图 13

28

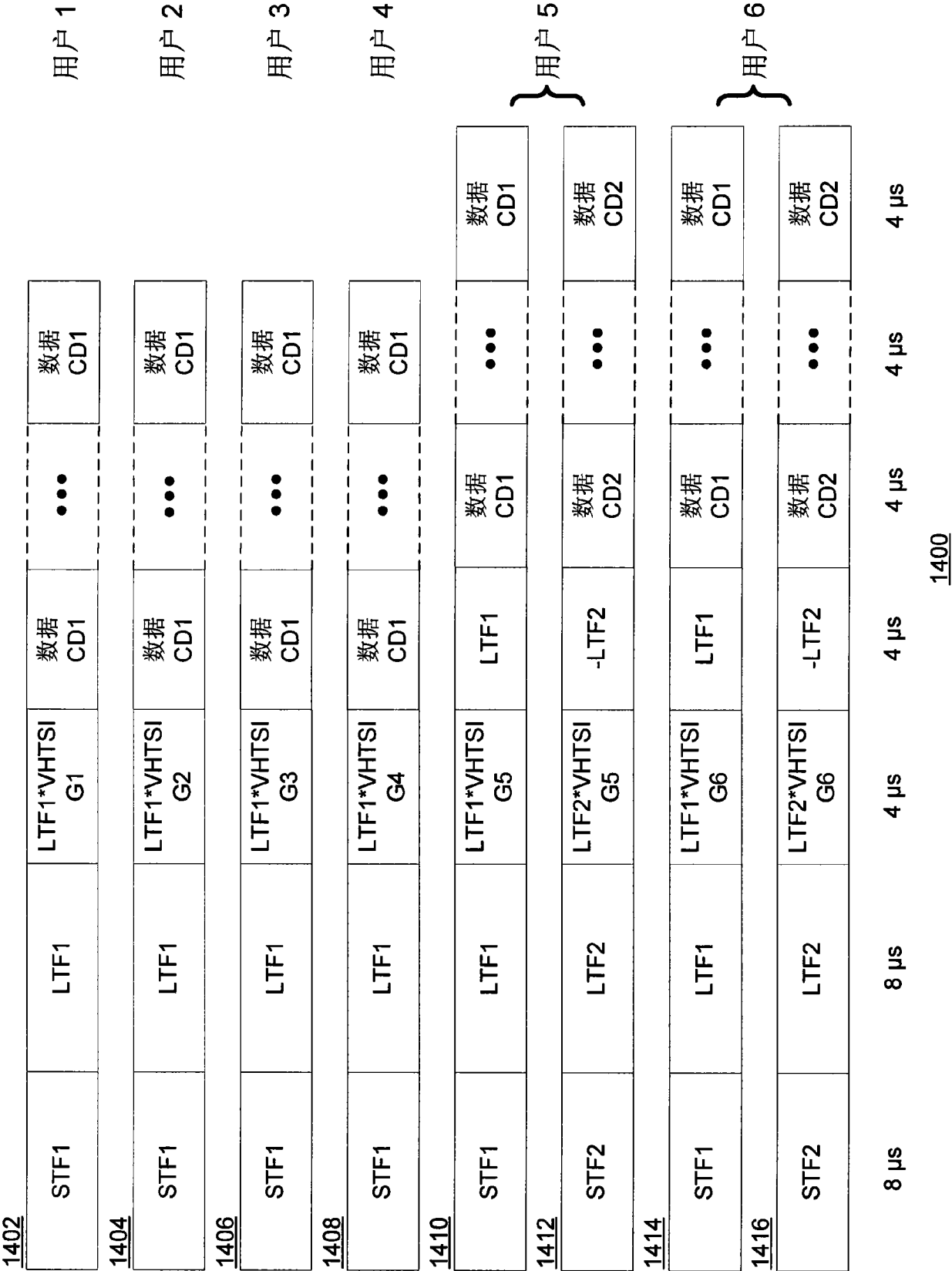


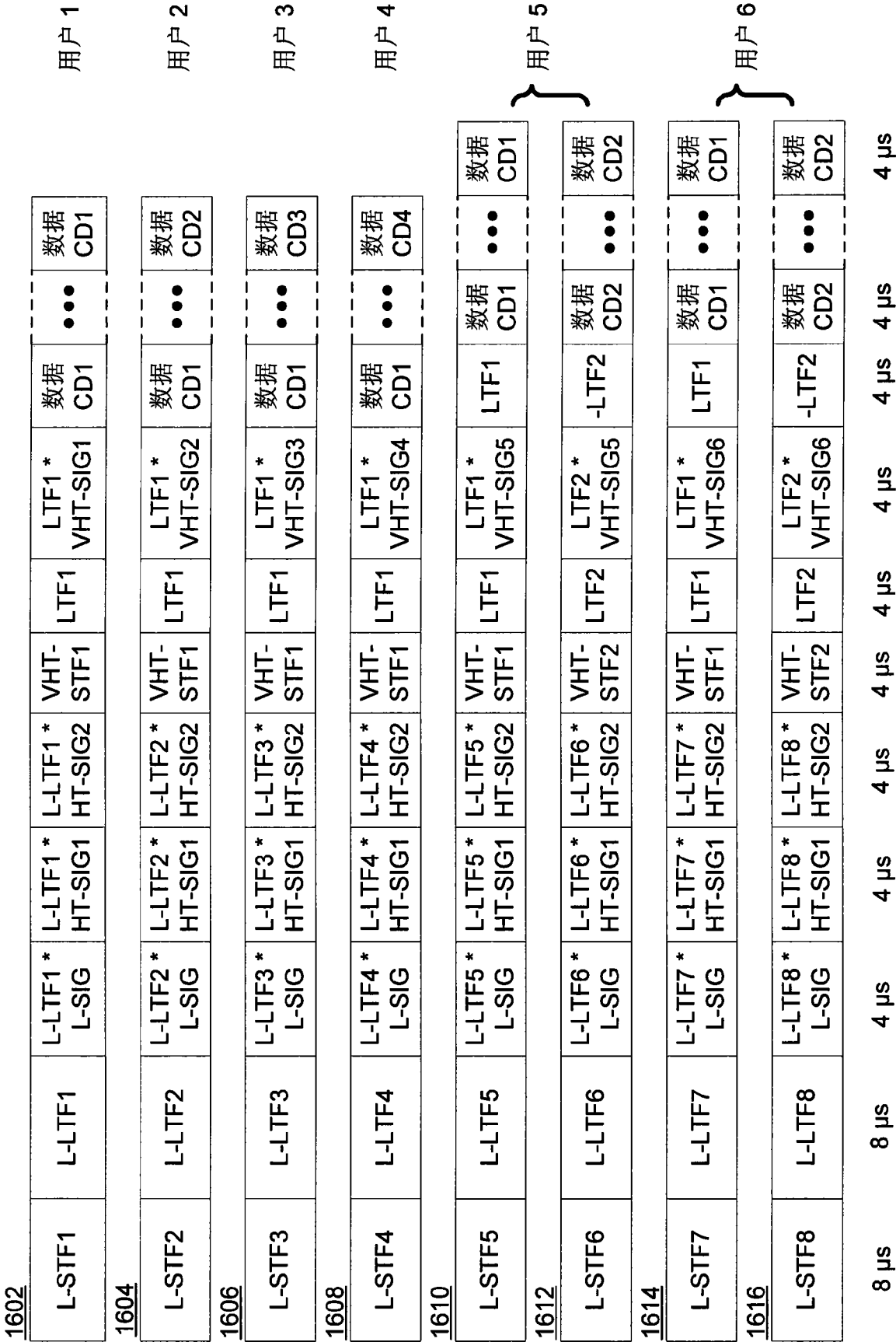
图 14

1502	STF1	LTF1	LTF1*VHTSI G1	LTF1	LTF1	LTF1	数据 CD1	...	数据 CD1
1504	STF2	LTF2	LTF2*VHTSI G2	LTF2	LTF2	LTF2	数据 CD2	...	数据 CD2
1506	STF3	LTF3	LTF3*VHTSI G3	-LTF3	LTF3	-LTF3	数据 CD3	...	数据 CD3
1508	STF4	LTF4	LTF4*VHTSI G4	-LTF4	LTF4	-LTF4	数据 CD4	...	数据 CD4
1510	STF5	LTF5	LTF5*VHTSI G5	LTF5	-LTF5	-LTF5	数据 CD5	...	数据 CD5
1512	STF6	LTF6	LTF6*VHTSI G6	LTF6	-LTF6	-LTF6	数据 CD6	...	数据 CD6
1514	STF7	LTF7	LTF7*VHTSI G7	-LTF7	-LTF7	LTF7	数据 CD7	...	数据 CD7
1516	STF8	LTF8	LTF8*VHTSI G8	-LTF8	-LTF8	LTF8	数据 CD8	...	数据 CD8
8 μ s	8 μ s	4 μ s	4 μ s	4 μ s	4 μ s	4 μ s	4 μ s	4 μ s	4 μ s

1500

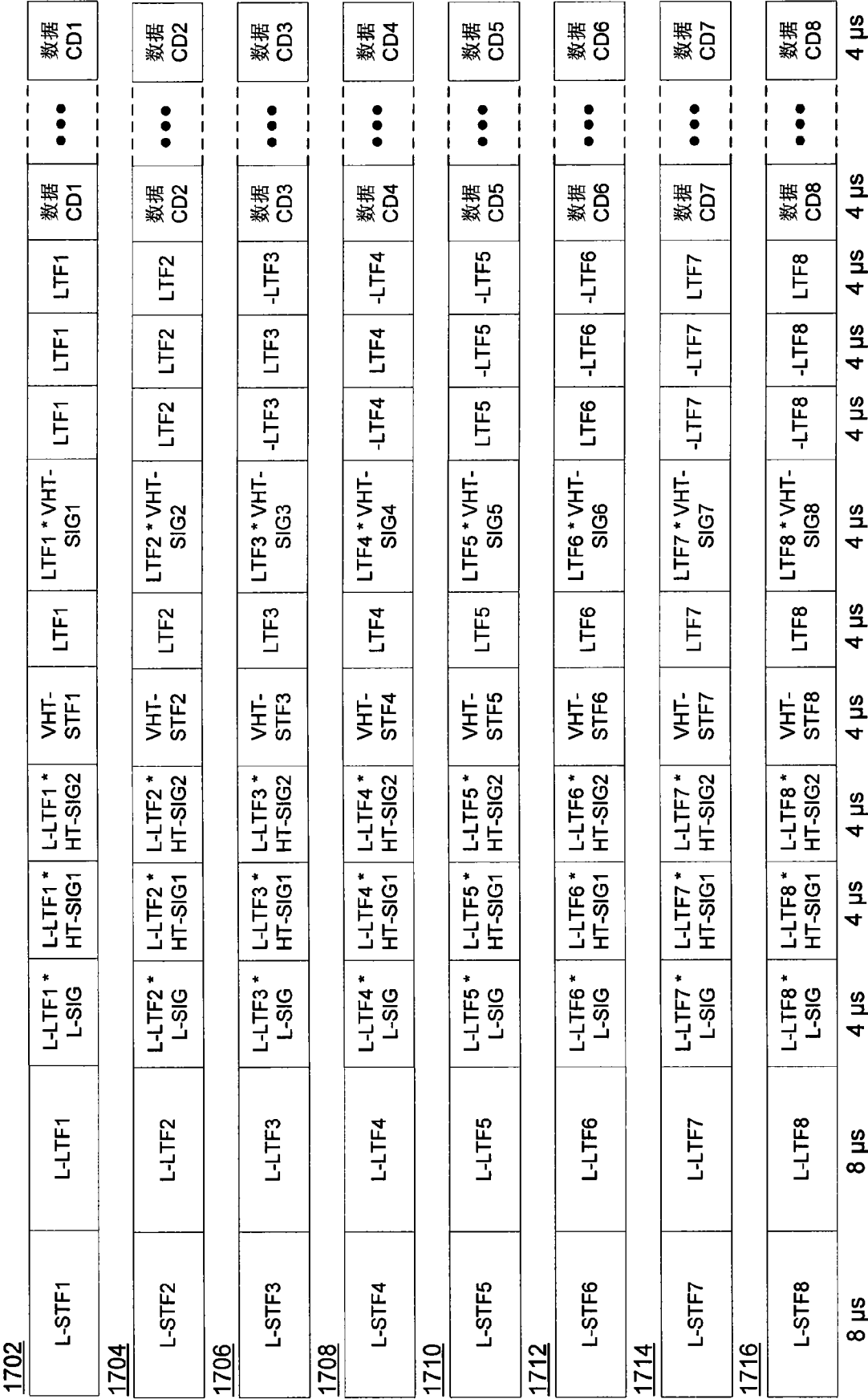
图 15

30



1600

图 16



1700

图 17

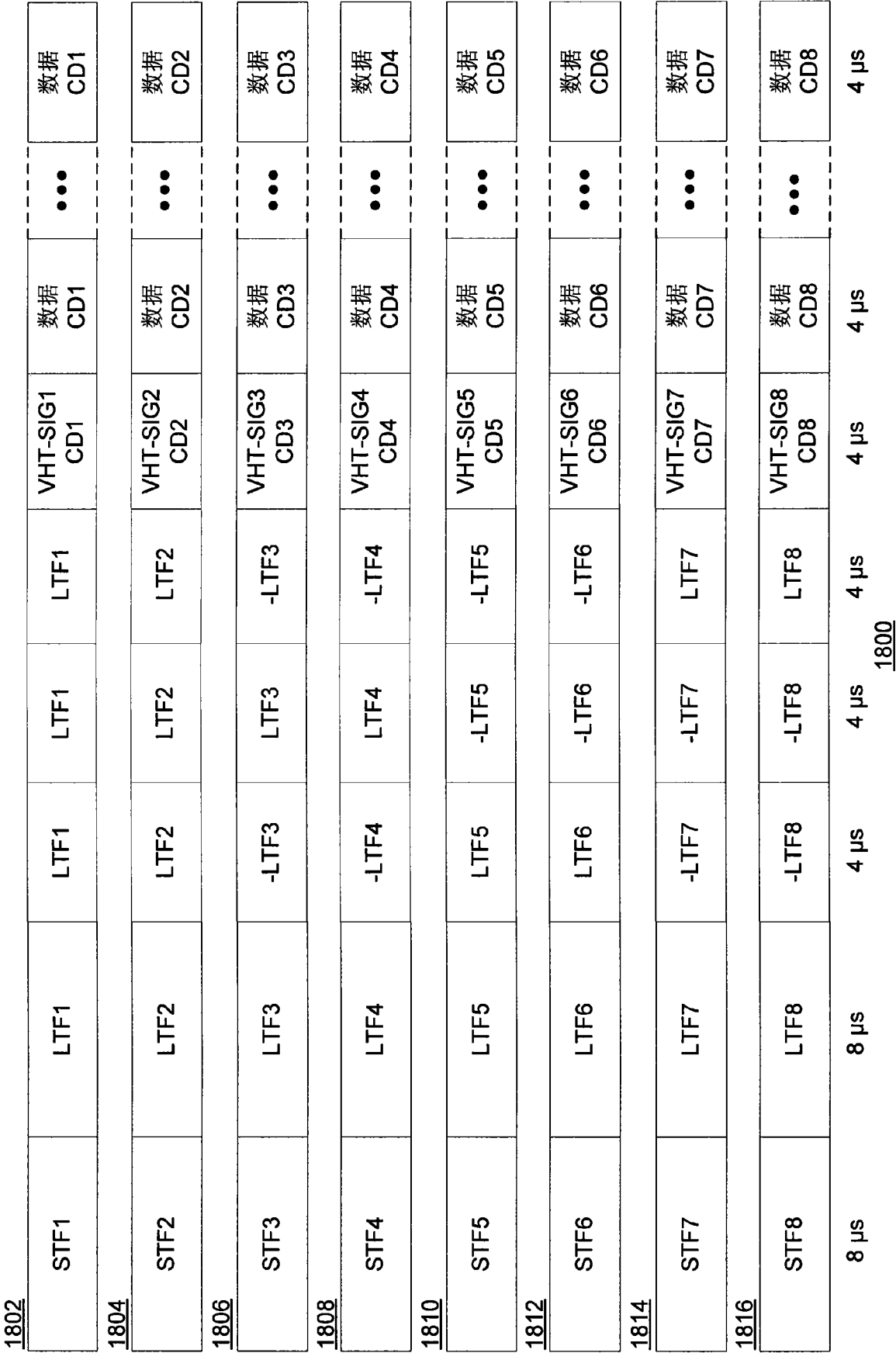


图 18

33

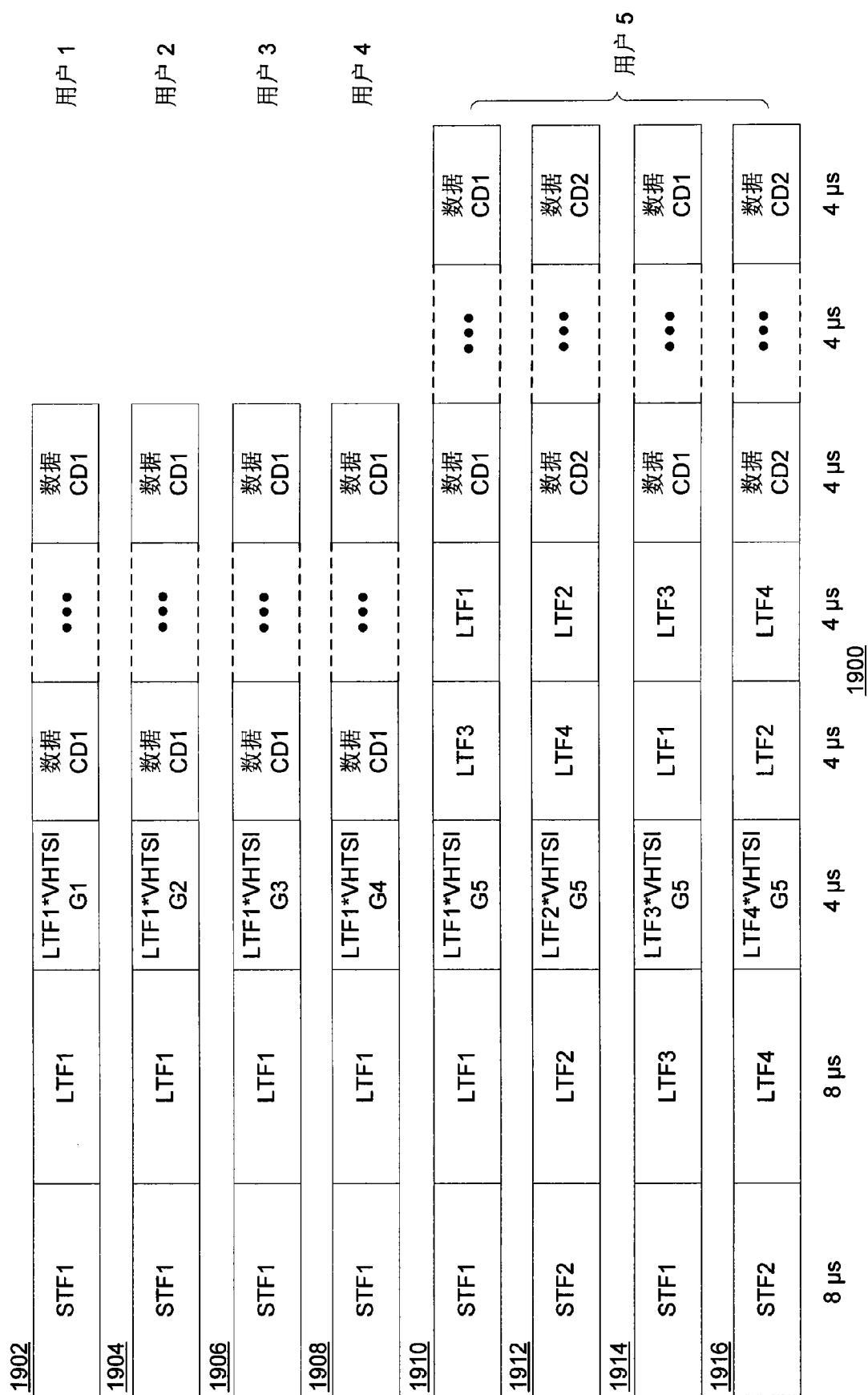
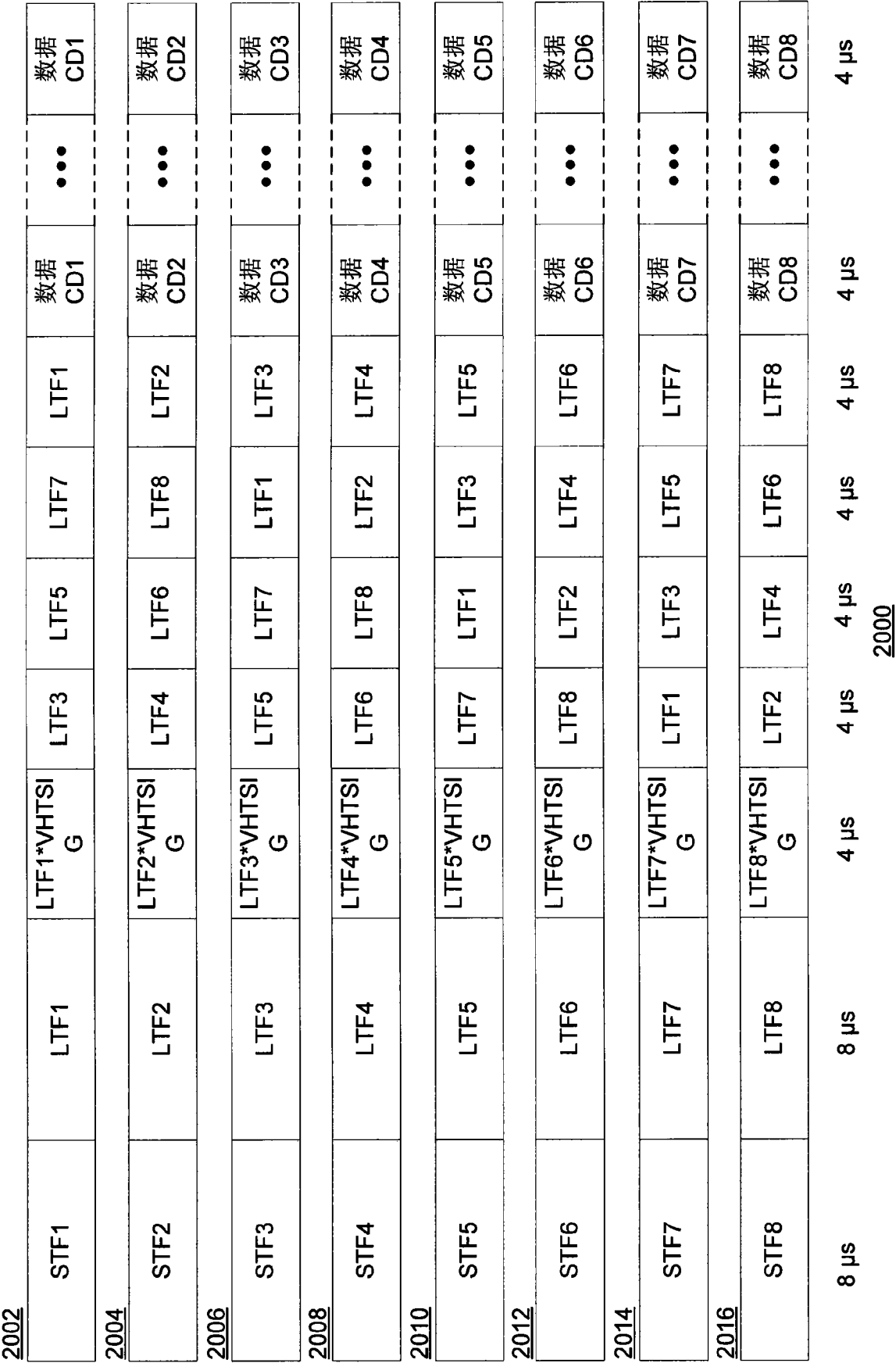


图 19



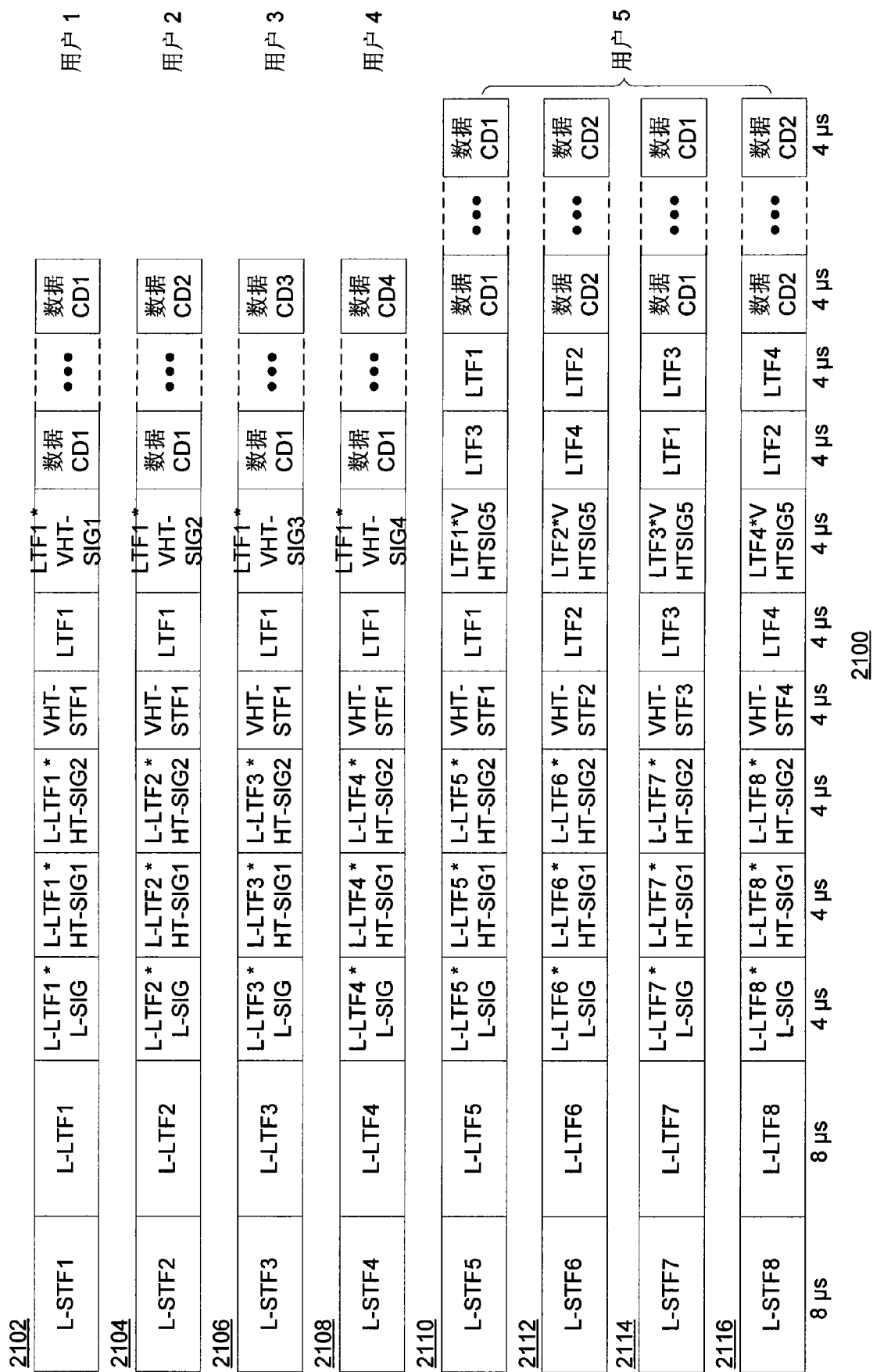


图 21

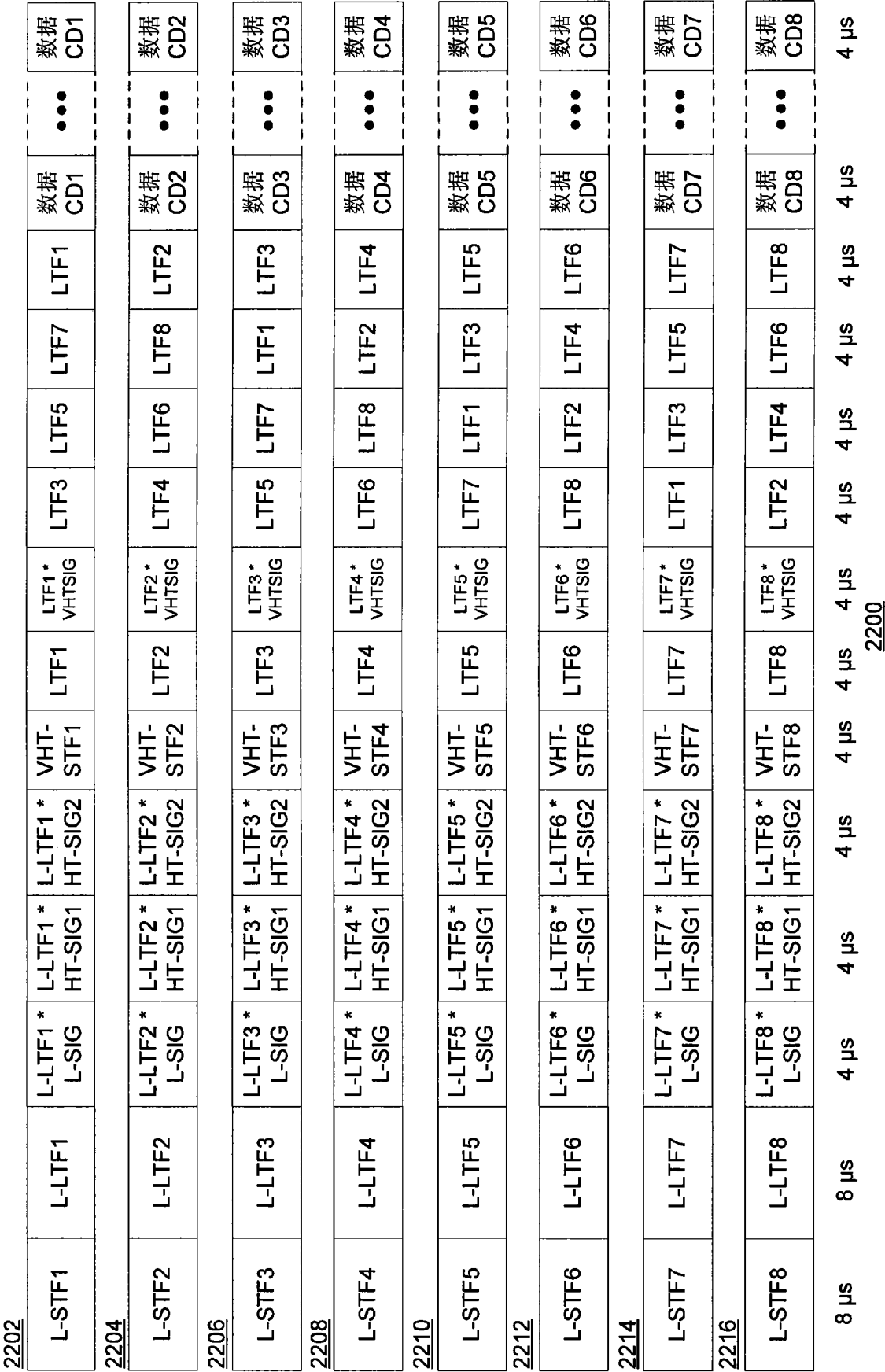


图 22

37

2302	STF1	LTF1	LTF3	LTF5	LTF7	LTF1	VHT-SIG1 CD1	数据 CD1	...	数据 CD1
2304	STF2	LTF2	LTF4	LTF6	LTF8	LTF2	VHT-SIG2 CD2	数据 CD2	...	数据 CD2
2306	STF3	LTF3	LTF5	LTF7	LTF1	LTF3	VHT-SIG3 CD3	数据 CD3	...	数据 CD3
2308	STF4	LTF4	LTF6	LTF8	LTF2	LTF4	VHT-SIG4 CD4	数据 CD4	...	数据 CD4
2310	STF5	LTF5	LTF7	LTF1	LTF3	LTF5	VHT-SIG5 CD5	数据 CD5	...	数据 CD5
2312	STF6	LTF6	LTF8	LTF2	LTF4	LTF6	VHT-SIG6 CD6	数据 CD6	...	数据 CD6
2314	STF7	LTF7	LTF1	LTF3	LTF5	LTF7	VHT-SIG7 CD7	数据 CD7	...	数据 CD7
2316	STF8	LTF8	LTF2	LTF4	LTF6	LTF8	VHT-SIG8 CD8	数据 CD8	...	数据 CD8
8 μ s	8 μ s	4 μ s	4 μ s	4 μ s	4 μ s	4 μ s	4 μ s	4 μ s	4 μ s	4 μ s

2300

图 23

38