



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103825692 B

(45)授权公告日 2017. 10. 20

(21)申请号 201410056728.6

(22)申请日 2009.08.13

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103825692 A

(43)申请公布日 2014.05.28

(30)优先权数据

61/090,434 2008.08.20 US

12/428,129 2009.04.22 US

(62)分案原申请数据

200980131702.0 2009.08.13

(73)专利权人 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 周敏

(51)Int.Cl.

H04L 5/00(2006.01)

H04B 7/0413(2017.01)

H04B 7/06(2006.01)

审查员 易利

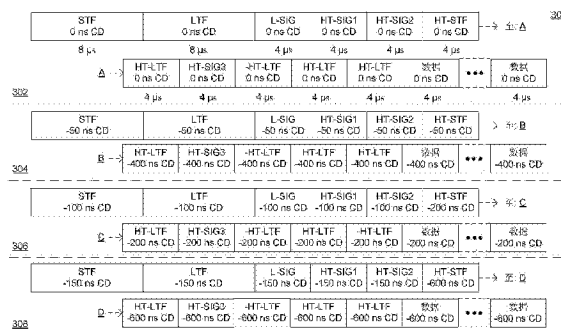
权利要求书3页 说明书10页 附图23页

(54)发明名称

用于通信的前同步码扩展的装置、方法和设备

(57)摘要

本申请涉及用于通信的前同步码扩展。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:

至少一个处理器,其配置成生成包括前同步码部分的帧,所述前同步码部分具有被指定为三个或更多个信号(SIG)字段的四个或更多个码元,所述三个或更多个SIG字段包括均遵循传统标准的第一SIG字段和第二SIG字段以及指示非传统模式的第三SIG字段,其中所述前同步码部分进一步包括训练序列;以及

发射机,其配置成传送所述帧;

其中所述训练序列的至少一部分跨一组至少四个空间流中的第一个空间流中的第一码元和这些空间流中的第二个空间流中的第二码元分布;并且所述至少四个空间流中的一个空间流中的第三个SIG字段的符号不同于所述至少四个空间流中的三个空间流中的每一个第三SIG字段的符号。

2. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述三个或更多个SIG字段中的第一SIG字段包括非高吞吐量(非HT)字段。

3. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述三个或更多个SIG字段中的第一SIG字段包括所述四个或更多个码元中的第一码元。

4. 如权利要求3所述的装置,其特征在于,所述三个或更多个SIG字段中的第二SIG字段包括所述四个或更多个码元中的第二码元和第三码元,其中所述第二和第三码元在所述第一码元之后。

5. 如权利要求4所述的装置,其特征在于,所述第二SIG字段包括高吞吐量(HT)SIG字段。

6. 如权利要求4所述的装置,其特征在于,所述三个或更多个SIG字段中的第三SIG字段包括所述四个或更多个码元中的第四码元,所述第四码元在所述第二和第三码元之后。

7. 如权利要求6所述的装置,其特征在于,所述第三SIG字段具有与所述第二SIG字段不同的符号或循环延迟中的至少一者。

8. 如权利要求6所述的装置,其特征在于,所述第三SIG字段中的导频信号被逆转。

9. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述三个或更多个SIG字段中的至少一者包括甚高吞吐量信号(VHT-SIG)字段。

10. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述至少一个处理器还被配置成用经旋转二进制相移键控(BPSK)调制方案来调制所述四个或更多个码元中的至少一个码元。

11. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述前同步码部分还包括非高吞吐量(非HT)短训练字段(STF)或非HT长训练字段(LTF)中的至少一者。

12. 一种用于通信的方法,包括:

生成包括前同步码部分的帧,所述前同步码部分具有被指定为三个或更多个信号(SIG)字段的四个或更多个码元,所述三个或更多个SIG字段包括均遵循传统标准的第一SIG字段和第二SIG字段以及指示非传统模式的第三SIG字段,其中所述前同步码部分进一步包括训练序列;以及

传送所述帧;

其中所述训练序列的至少一部分跨一组至少四个空间流中的第一个空间流中的第一码元和这些空间流中的第二个空间流中的第二码元分布;并且所述至少四个空间流中的一个空间流中的第三个SIG字段的符号不同于所述至少四个空间流中的三个空间流中的每一

个第三SIG字段的符号。

13. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,所述三个或更多个SIG字段中的第一SIG字段包括非高吞吐量(非HT)字段。

14. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,所述三个或更多个SIG字段中的第一SIG字段包括所述四个或更多个码元中的第一码元。

15. 如权利要求14所述的方法,其特征在于,所述三个或更多个SIG字段中的第二SIG字段包括所述四个或更多个码元中的第二码元和第三码元,所述第二码元和所述第三码元在所述第一码元之后。

16. 如权利要求15所述的方法,其特征在于,所述第二SIG字段包括高吞吐量(HT) SIG字段。

17. 如权利要求15所述的方法,其特征在于,所述三个或更多个SIG字段中的第三SIG字段包括所述四个或更多个码元中的第四码元,所述第四码元在所述第二和第三码元之后。

18. 如权利要求17所述的方法,其特征在于,所述第三SIG字段具有与所述第二SIG字段不同的符号或循环延迟中的至少一者。

19. 如权利要求17所述的方法,其特征在于,所述第三SIG字段中的导频信号被逆转。

20. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,所述三个或更多个SIG字段中的至少一者包括甚高吞吐量信号(VHT-SIG)字段。

21. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,还包括用经旋转二进制相移键控(BPSK)调制方案来调制所述四个或更多个码元中的至少一个码元。

22. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,所述前同步码部分还包括非高吞吐量(非HT)短训练字段(STF)或非HT长训练字段(LTF)中的至少一者。

23. 一种用于通信的设备,包括:

用于生成包括前同步码部分的帧的装置,所述前同步码部分具有被指定为三个或更多个信号(SIG)字段的四个或更多个码元,所述三个或更多个SIG字段包括均遵循传统标准的第一SIG字段和第二SIG字段以及指示非传统模式的第三SIG字段,其中所述前同步码部分进一步包括训练序列;以及

用于传送所述帧的装置;

其中所述训练序列的至少一部分跨一组至少四个空间流中的第一个空间流中的第一码元和这些空间流中的第二个空间流中的第二码元分布;并且所述至少四个空间流中的一个空间流中的第三个SIG字段的符号不同于所述至少四个空间流中的三个空间流中的每一个第三SIG字段的符号。

24. 如权利要求23所述的设备,其特征在于,所述三个或更多个SIG字段中的第一SIG字段包括非高吞吐量(非HT)字段。

25. 如权利要求23所述的设备,其特征在于,所述三个或更多个SIG字段中的第一SIG字段包括所述四个或更多个码元中的第一码元。

26. 如权利要求25所述的设备,其特征在于,所述三个或更多个SIG字段中的第二SIG字段包括所述四个或更多个码元中的第二码元和第三码元,所述第二码元和所述第三码元在所述第一码元之后。

27. 如权利要求26所述的设备,其特征在于,所述第二SIG字段包括高吞吐量(HT) SIG字

段。

28. 如权利要求26所述的设备,其特征在于,所述三个或更多个SIG字段中的第三SIG字段包括所述四个或更多个码元中的第四码元,所述第四码元在所述第二和第三码元之后。

29. 如权利要求28所述的设备,其特征在于,所述第三SIG字段具有与所述第二SIG字段不同的符号或循环延迟中的至少一者。

30. 如权利要求28所述的设备,其特征在于,所述第三SIG字段中的导频信号被逆转。

31. 如权利要求23所述的设备,其特征在于,所述三个或更多个SIG字段中的至少一者包括甚高吞吐量信号(VHT-SIG)字段。

32. 如权利要求23所述的设备,其特征在于,还包括用于用经旋转二进制相移键控(BPSK)调制方案来调制所述四个或更多个码元中的至少一个码元的装置。

33. 如权利要求23所述的设备,其特征在于,所述前同步码部分还包括非高吞吐量(非HT)短训练字段(STF)或非HT长训练字段(LTF)中的至少一者。

34. 一种接入点,包括:

至少一个天线;

至少一个处理器,其配置成生成包括前同步码部分的帧,所述前同步码部分具有被指定为三个或更多个信号(SIG)字段的四个或更多个码元,所述三个或更多个SIG字段包括均遵循传统标准的第一SIG字段和第二SIG字段以及指示非传统模式的第三SIG字段,其中所述前同步码部分进一步包括训练序列;以及

发射机,其配置成经由所述至少一个天线传送所述帧;

其中所述训练序列的至少一部分跨一组至少四个空间流中的第一个空间流中的第一码元和这些空间流中的第二个空间流中的第二码元分布;并且所述至少四个空间流中的一个空间流中的第三个SIG字段的符号不同于所述至少四个空间流中的三个空间流中的每一个第三SIG字段的符号。

35. 一种接入终端,包括:

至少一个处理器,其配置成生成包括前同步码部分的帧,所述前同步码部分具有被指定为三个或更多个信号(SIG)字段的四个或更多个码元,所述三个或更多个SIG字段包括均遵循传统标准的第一SIG字段和第二SIG字段以及指示非传统模式的第三SIG字段,其中所述前同步码部分进一步包括训练序列;

发射机,其配置成传送所述帧;以及

由所述至少一个处理器支持的用户接口;

其中所述训练序列的至少一部分跨一组至少四个空间流中的第一个空间流中的第一码元和这些空间流中的第二个空间流中的第二码元分布;并且所述至少四个空间流中的一个空间流中的第三个SIG字段的符号不同于所述至少四个空间流中的三个空间流中的每一个第三SIG字段的符号。

用于通信的前同步码扩展的装置、方法和设备

[0001] 本申请是国际申请日为2009年8月13日、国际申请号为PCT/US2009/053680、中国国家申请日为2011年2月10日、申请号为200980131702.0、发明名称为“前同步码扩展”的专利申请的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 根据35U.S.C.§119的优先权要求

[0004] 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。

[0005] 背景

[0006] I. 领域

[0007] 以下描述一般涉及通信系统,尤其涉及前同步码扩展。

[0008] II. 背景

[0009] 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。

[0010] 新802.11VHT(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。

[0011] 概述

[0012] 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。

[0013] 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。

[0014] 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。

[0015] 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。

[0016] 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。

[0017] 附图简述

[0018] 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:

[0019] 图1是无线通信网络的示意图;

[0020] 图2是图解了无线节点的示例的框图;

[0021] 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;

[0022] 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;

[0023] 图5是描绘具有额外HT-LTF的示例性前同步码的示意图;

[0024] 图6是描绘示例性唯VHT绿地前同步码的示意图;

[0025] 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;

[0026] 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;

[0027] 图9是描绘用于八个空间流的示例性信道训练的示意图;

[0028] 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;

[0029] 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;

[0030] 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;

[0031] 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;

[0032] 图14是描绘示例性VHT绿地帧格式的示意图;

[0033] 图15是描绘用于开环MIMO的示例性VHT绿地帧格式的示意图;

[0034] 图16是描绘示例性VHT混合模式帧格式的示意图;

[0035] 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;

[0036] 图18是描绘示例性上行链路帧格式的示意图;

[0037] 图19是描绘示例性替换性VHT绿地帧格式的示意图;

[0038] 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;

[0039] 图21是描绘示例性替换性VHT混合模式帧格式的示意图;

[0040] 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

[0041] 图23是描绘示例性替换性上行链路帧格式的示意图。

[0042] 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。

[0043] 详细描述

[0044] 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个方面其他结构、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。

[0045] 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。

[0046] 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。

[0047] 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。

[0048] 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。

[0049] 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。

[0050] 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。

[0051] 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。

[0052] 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。

[0053] 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。

[0054] 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(FFT)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。

[0055] 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。

[0056] 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。

[0057] 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。

[0058] 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。

[0059] 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。

[0060] 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。

[0061] 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。

[0062] 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。

[0063] 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。

[0064] 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。

[0065] 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。

[0066] 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。

[0067] 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。

[0068] 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。

[0069] 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。

[0070] 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。

[0071] 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。传统11n设备不得不基于包含哄骗长度和哄骗BPSK速率的HT-SIG1&2来服从。在HT-SIG3上循环BPSK检查以检测新模式。

[0072] 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。

[0073] 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检测或通过在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。

[0074] 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。

[0075] 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。

[0076] 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。

[0077] 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。

[0078] 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。

[0079] 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。

[0080] 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。

[0081] 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。

[0082] 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。

[0083] 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。

$$[0084] \quad H_{2N} = \begin{bmatrix} H_N & H_N \\ H_N & -H_N \end{bmatrix}$$

[0085] 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。

[0086] 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。

[0087] 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)。

[0088] 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。

[0089] 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。

[0090] 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。

[0091] 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。

[0092] 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。

[0093] 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 $\{1,-1,1,-1,\dots\}$ 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 $m*200ns$ 的循环延迟值 CD_m 来防止任何不合意波束成形结果。

[0094] 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。

[0095] 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802.11n NAV(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。

[0096] 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。

[0097] 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。

[0098] 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。

[0099] 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)。

[0100] 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。

[0101] 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。

[0102] 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。

[0103] 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。

[0104] VHT-LTF副载波值被定义为:

[0105]
$$\text{VHT-LTF}_i(i+kN_{ss}) = N_{ss}^{1/2} L(i+kN_{ss}), k=0,1,\dots,\text{floor}(N_{sc}/N_{ss}), i+kN_{ss} < N_{sc}$$

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

[0106] 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。

[0107] 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2102-2116。

[0108] 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2202-2216。

[0109] 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。

[0110] 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。

[0111] 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。

[0112] 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。

[0113] 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。

[0114] 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35U.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。

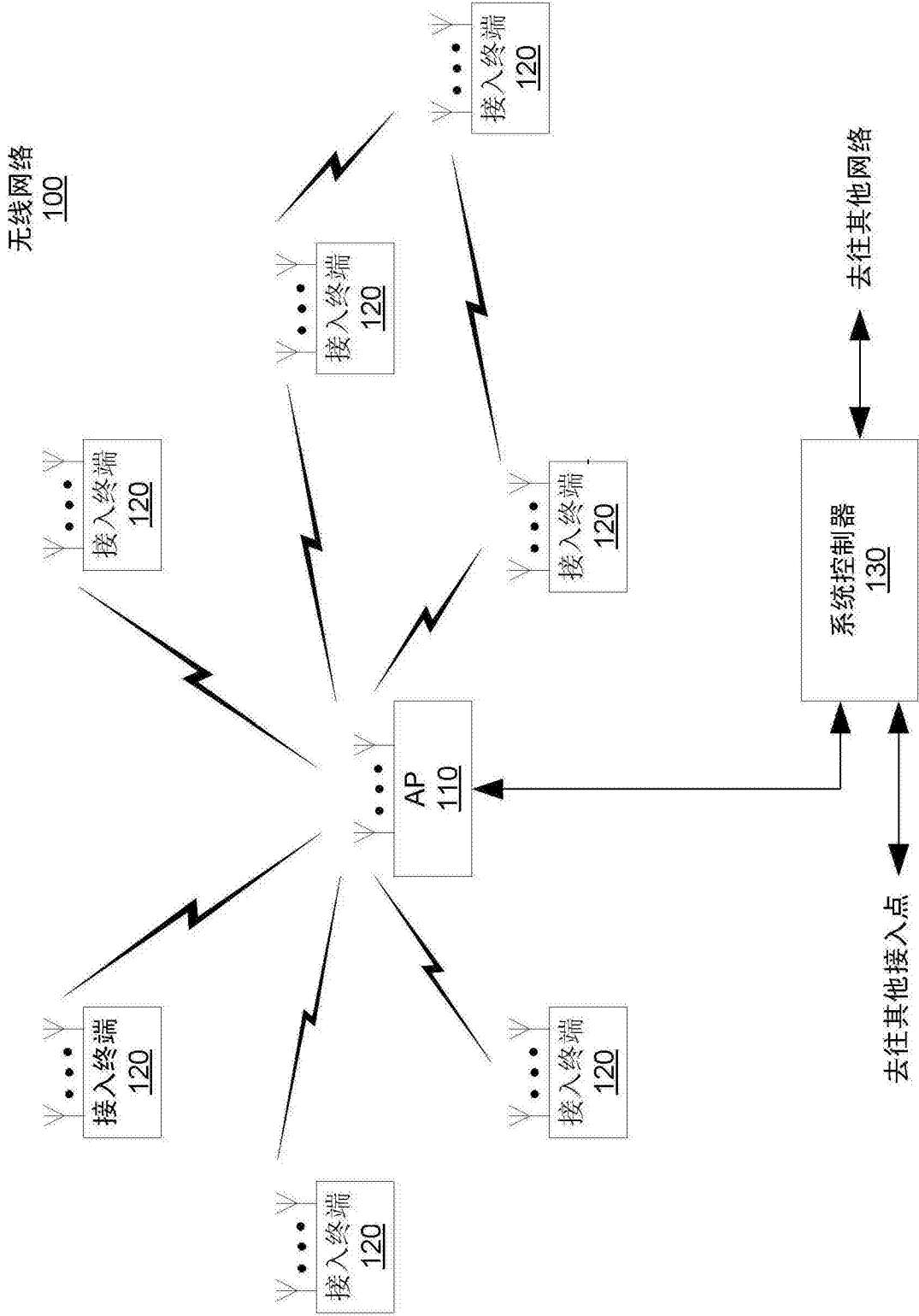


图1

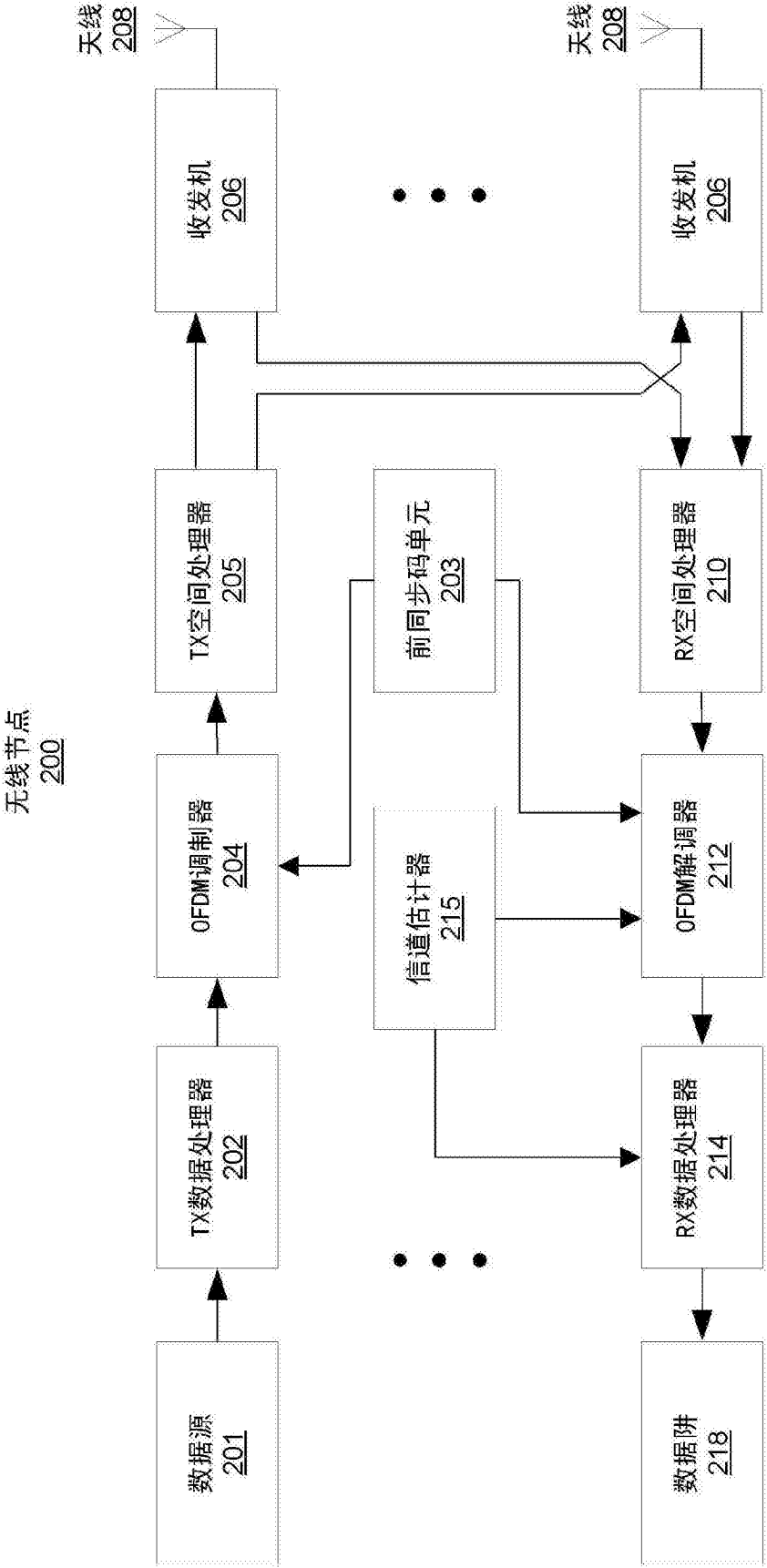


图2

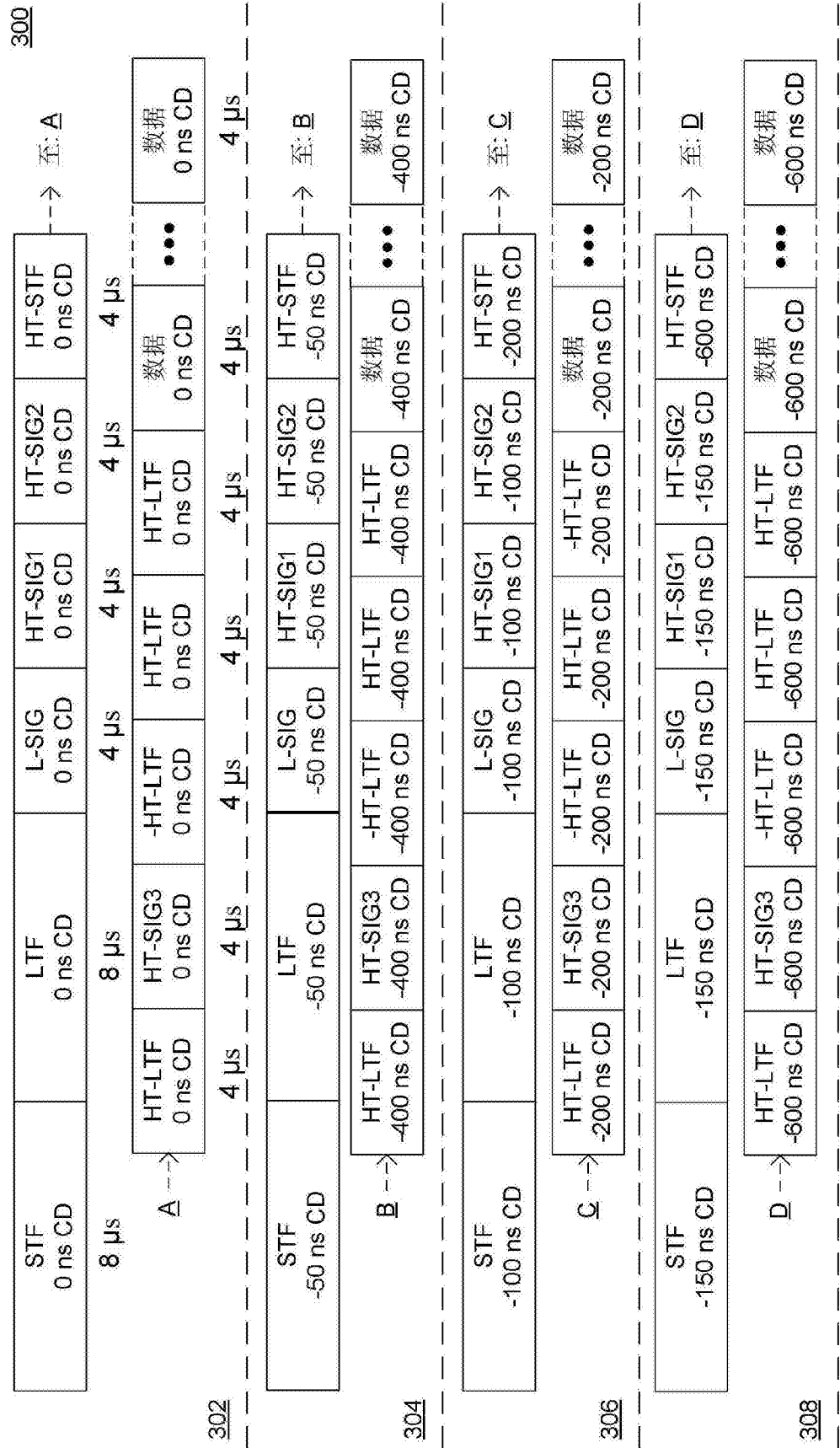


图3

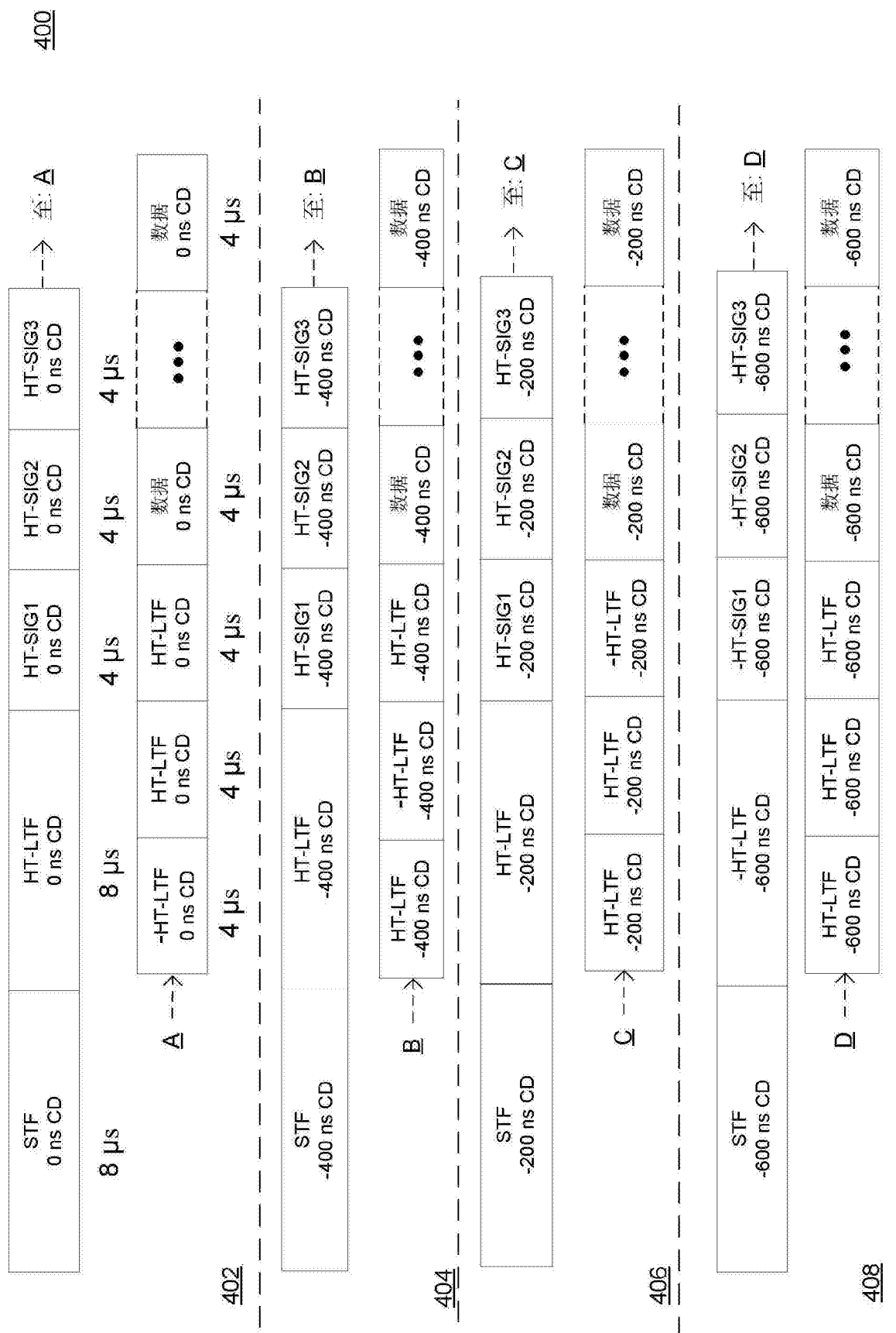
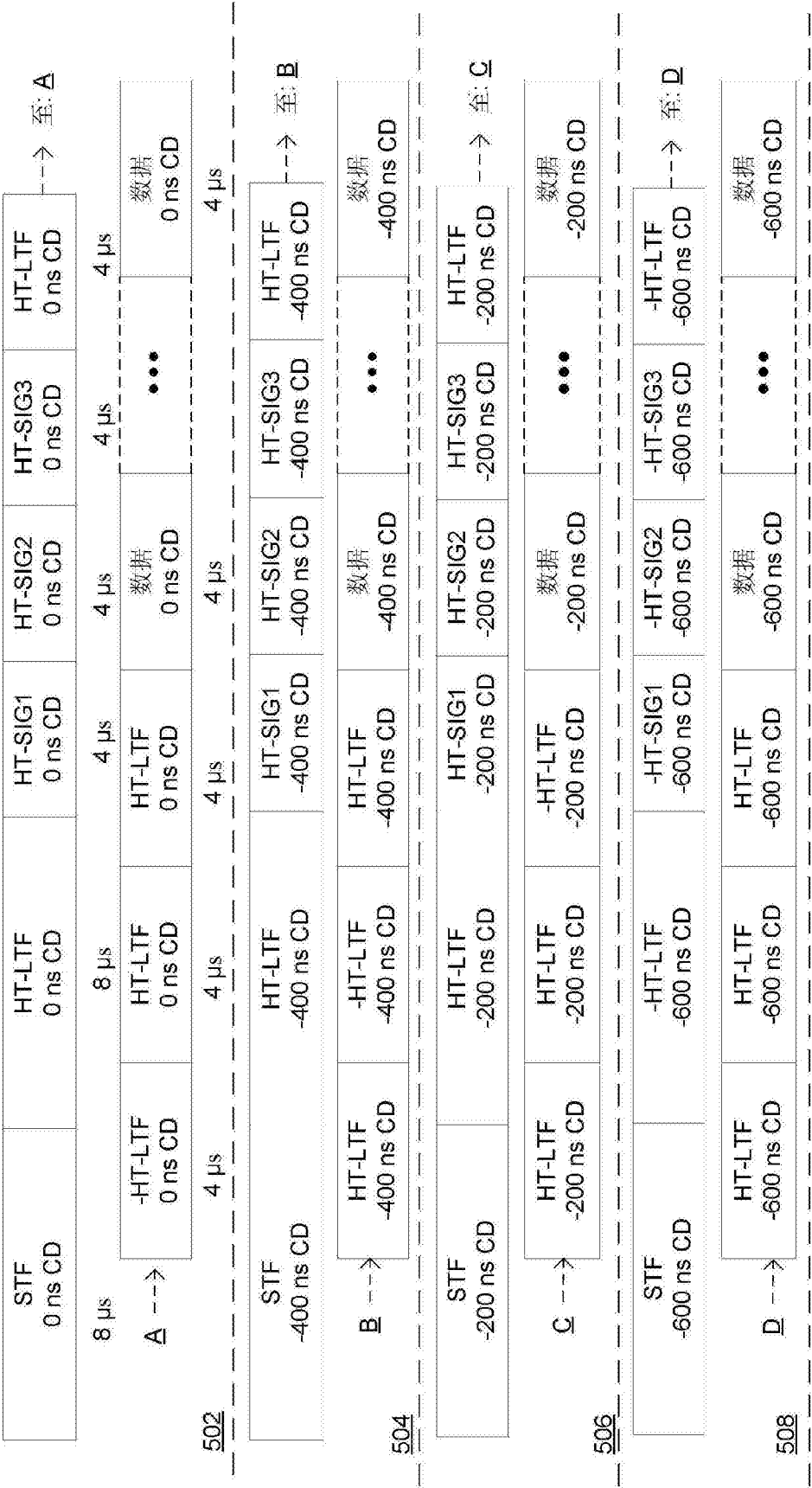


图4



500

图5

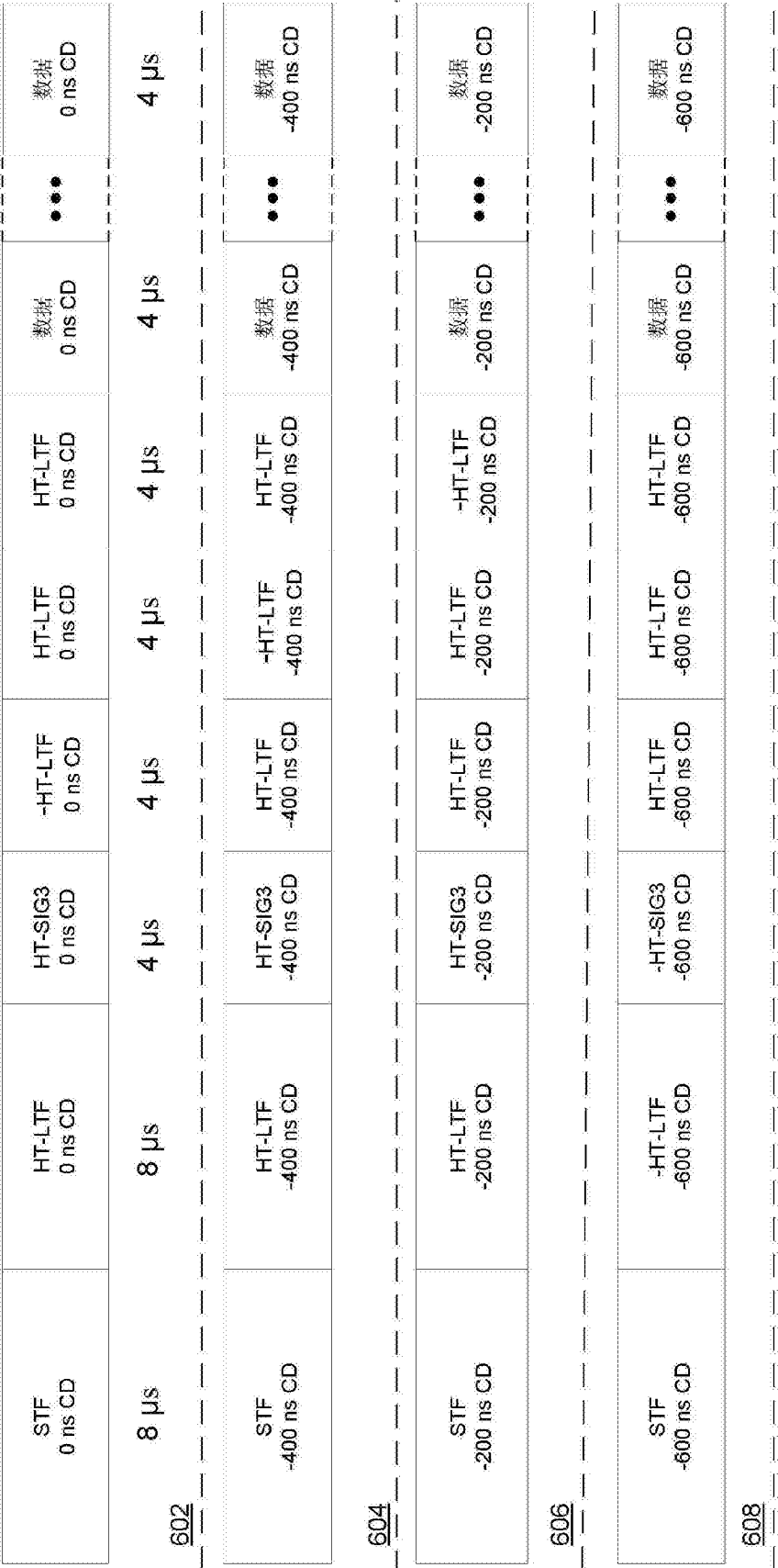


图6

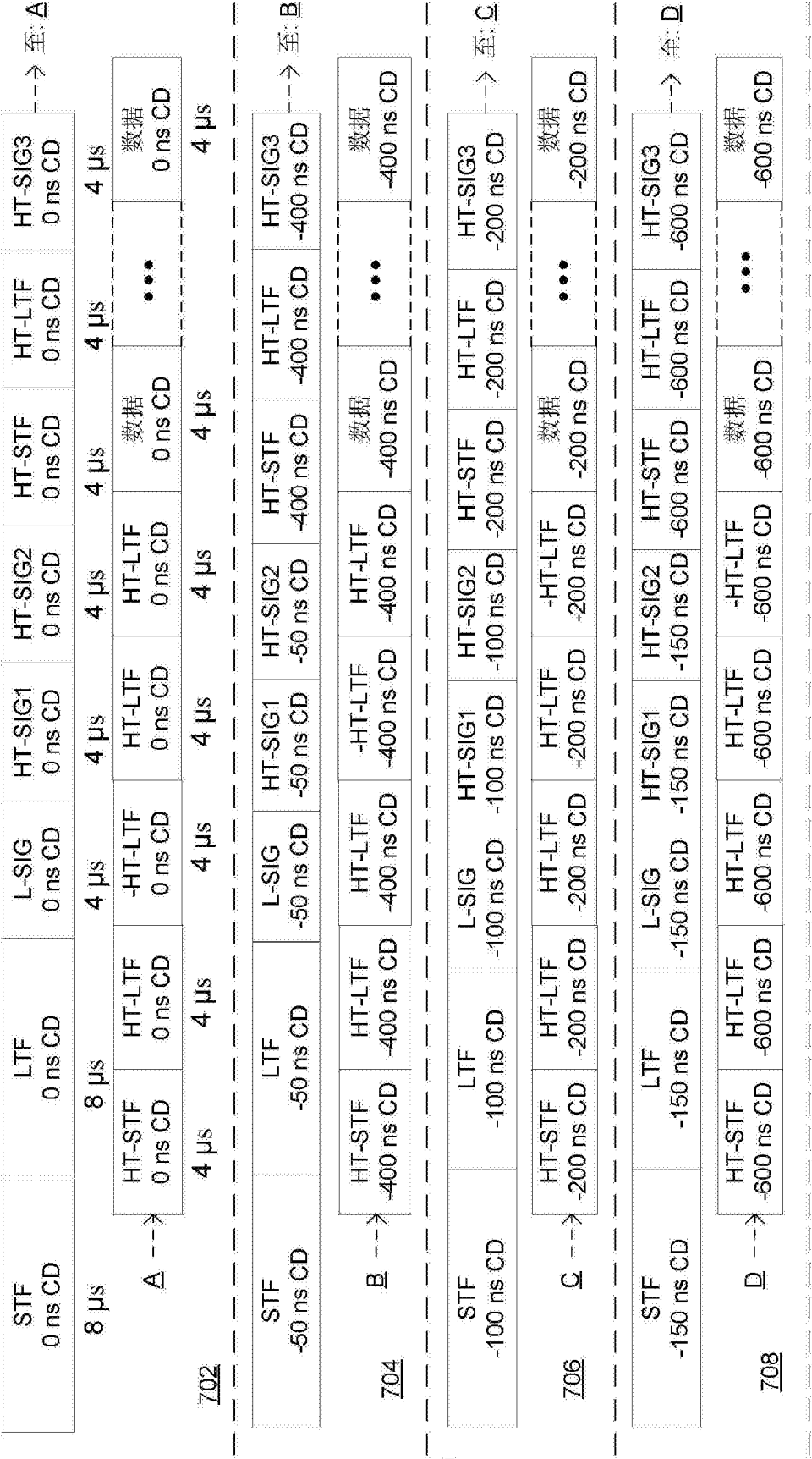


图7

800

用于4个空间流的经缩短的信道训练

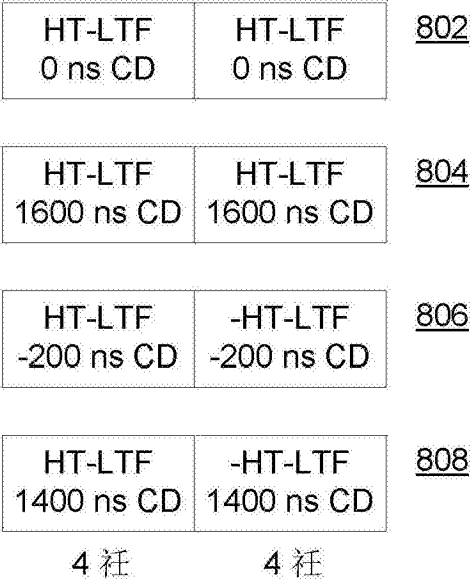


图8

900

HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	902
HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	904
HT-LTF -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD	HT-LTF -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD	906
HT-LTF 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD	HT-LTF 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD	908
HT-LTF 0 ns CD	HT-LTF 0 ns CD	-HT-LTF 0 ns CD	-HT-LTF 0 ns CD	910
HT-LTF 1600 ns CD	HT-LTF 1600 ns CD	-HT-LTF 1600 ns CD	-HT-LTF 1600 ns CD	912
HT-LTF -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD	-HT-LTF -200 ns CD	HT-LTF -200 ns CD	914
HT-LTF 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD	-HT-LTF 1400 ns CD	HT-LTF 1400 ns CD	916
4 衤	4 衤	4 衤	4 衤	

图9

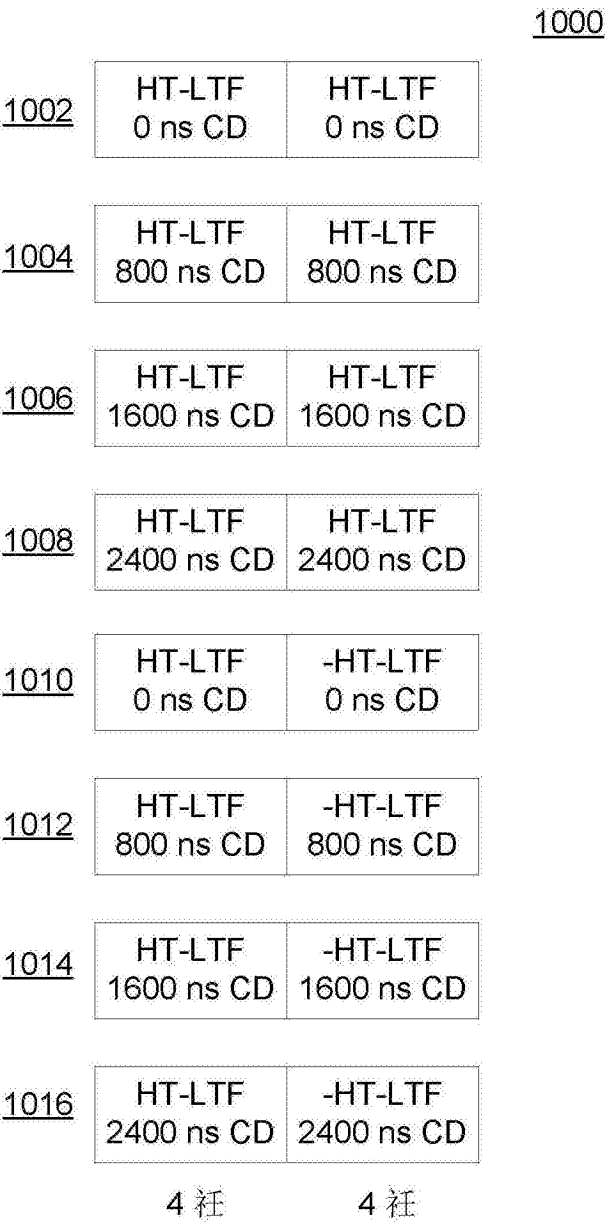


图10

<u>1102</u>	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
<u>1104</u>	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
<u>1106</u>	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
<u>1108</u>	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
<u>1110</u>	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
<u>1112</u>	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
<u>1114</u>	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
<u>1116</u>	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	4 μ s	6 μ s	6 μ s	6 μ s	4 μ s	4 μ s	4 μ s

1100

图11

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 衤	4 衤	4 衤	4 衤	4 衤	4 衤	4 衤	4 衤

图12

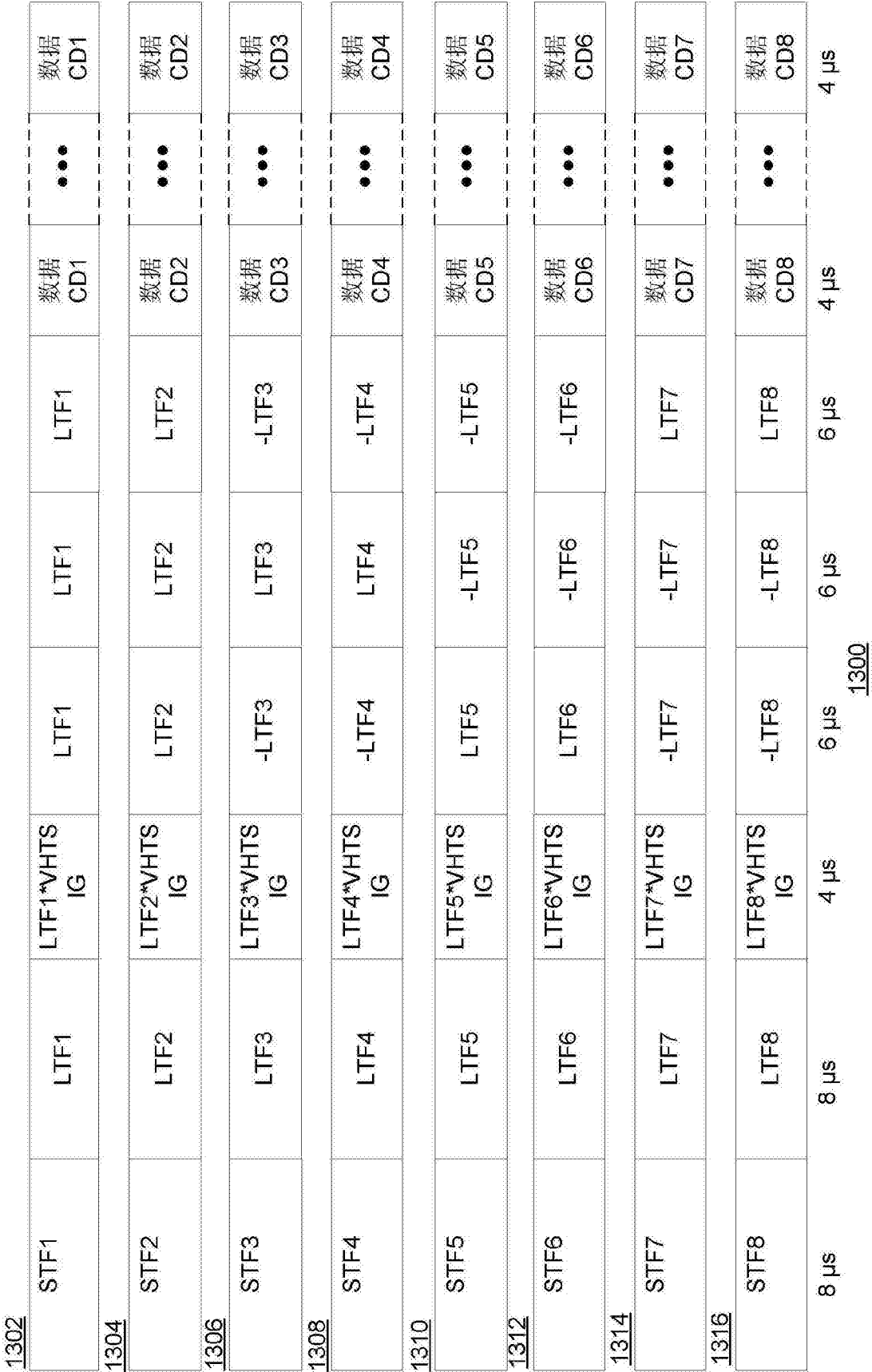


图13

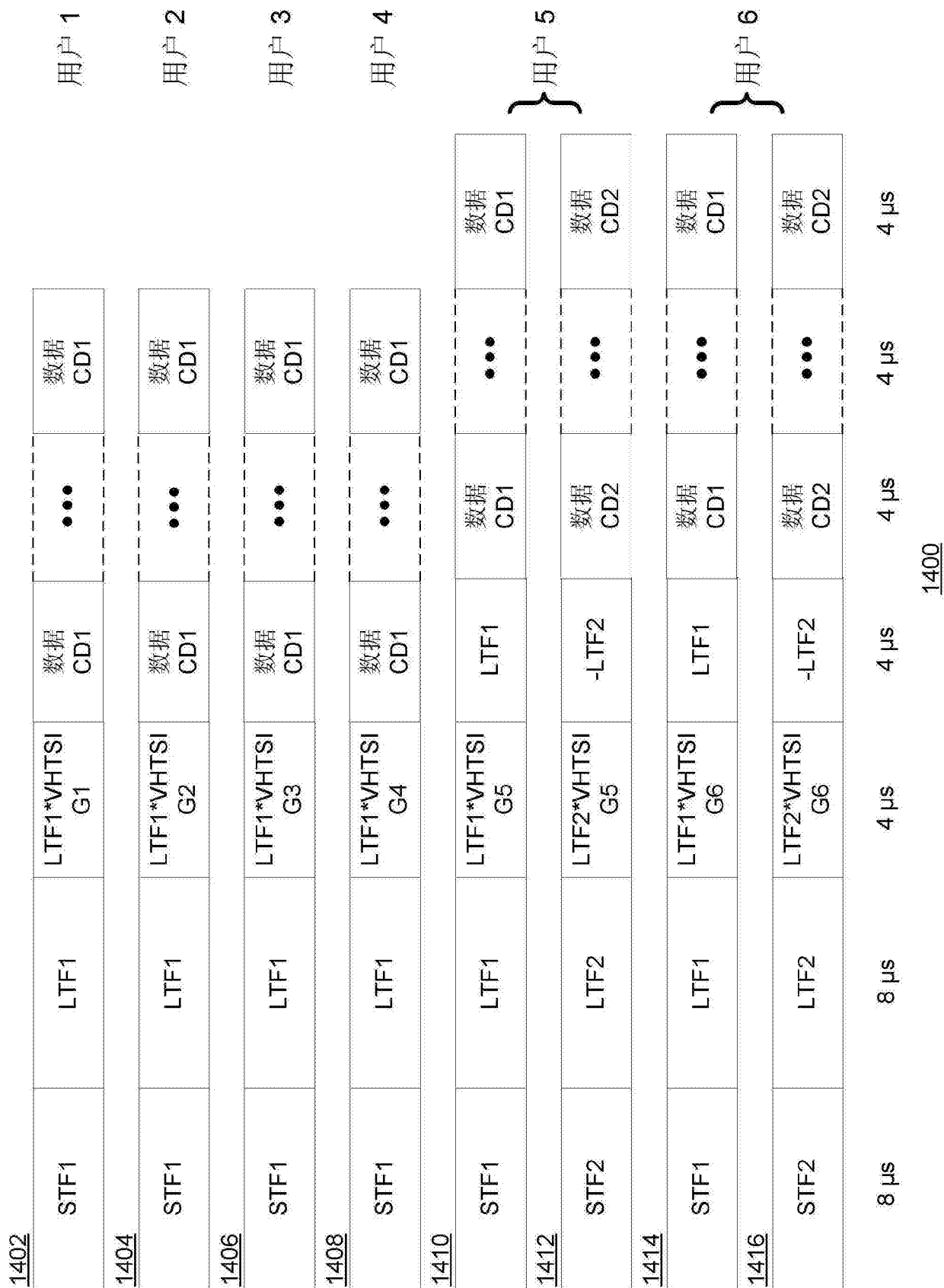


图14

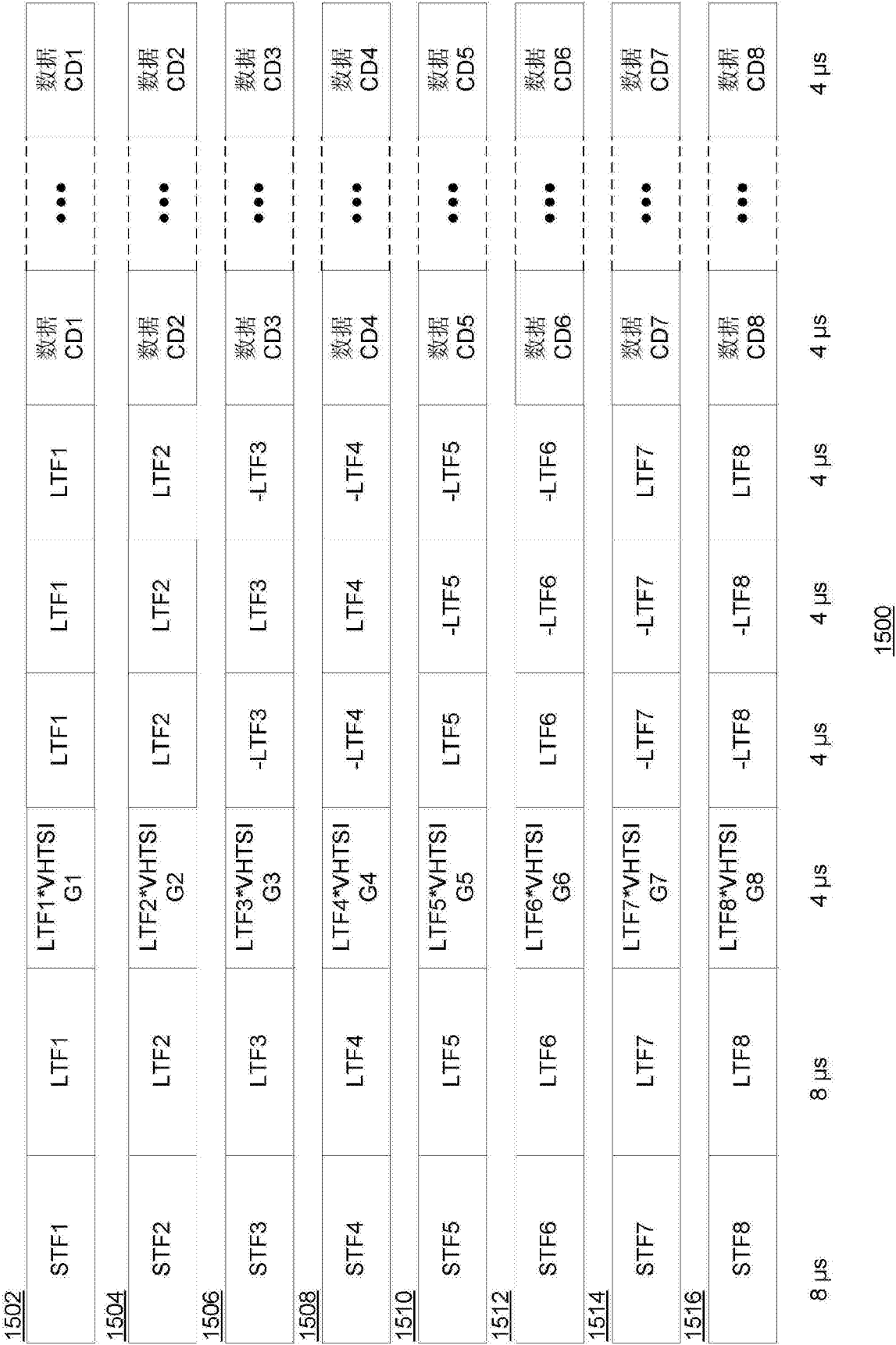
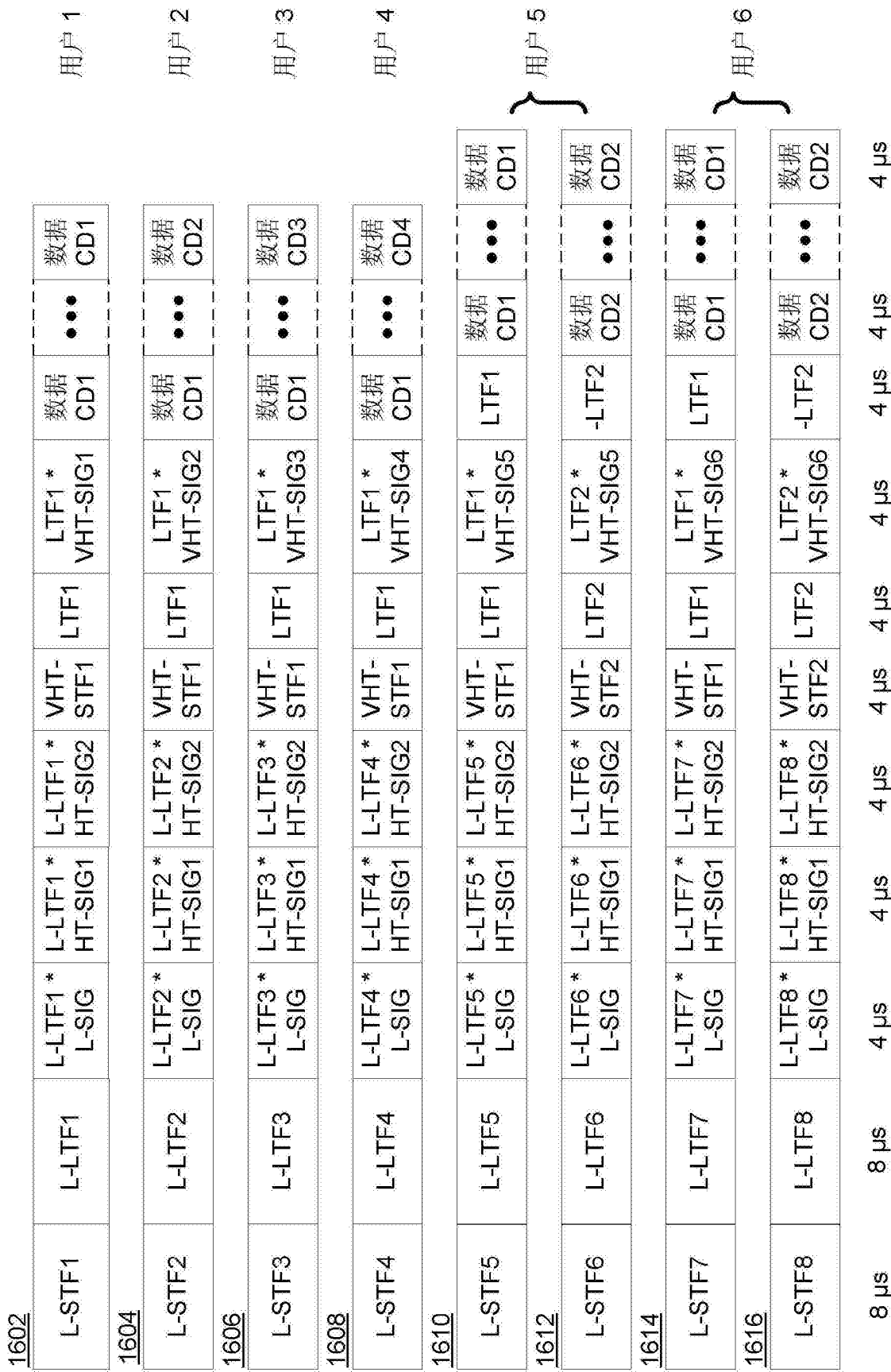
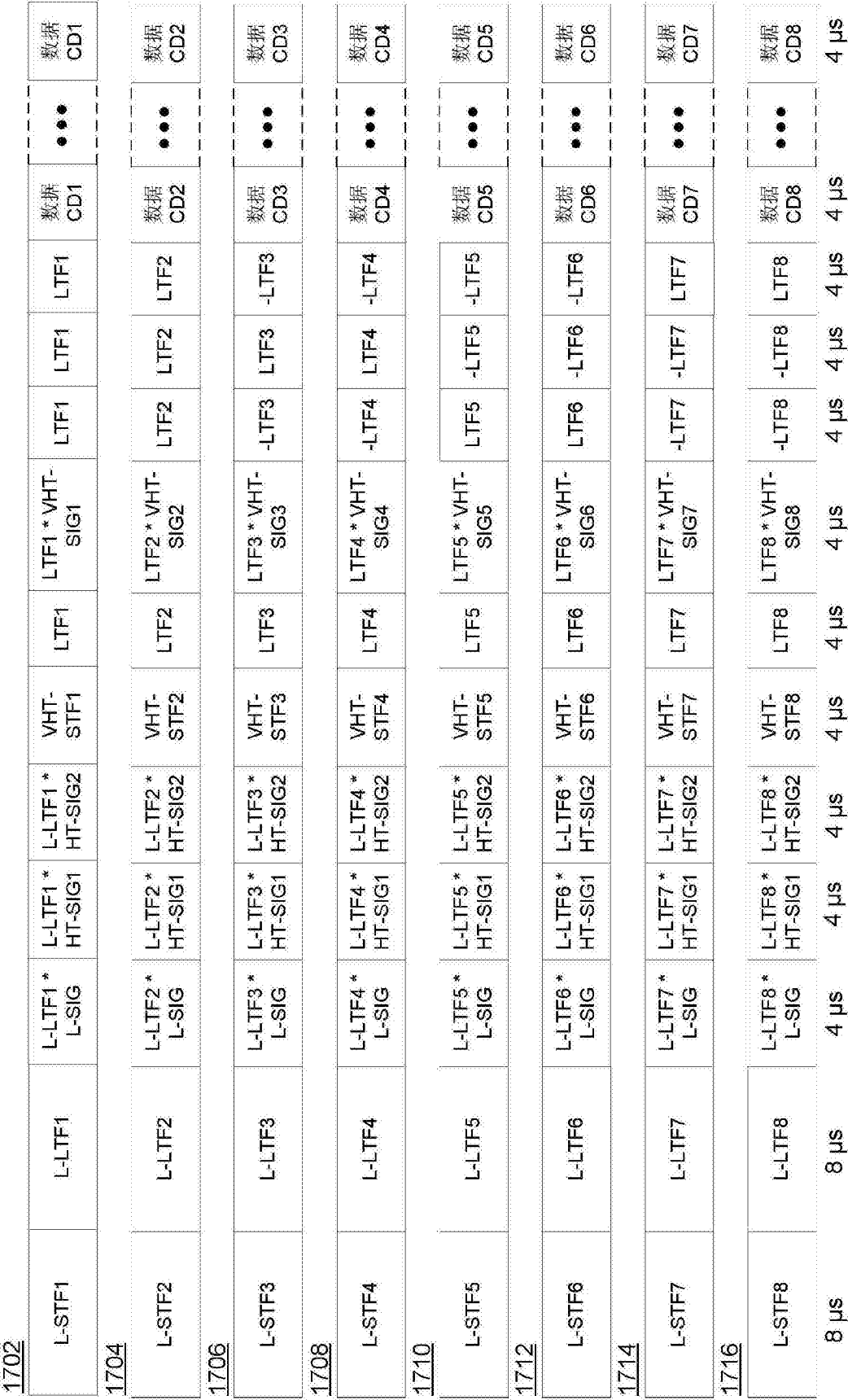


图15



1600

图16



1700

图17

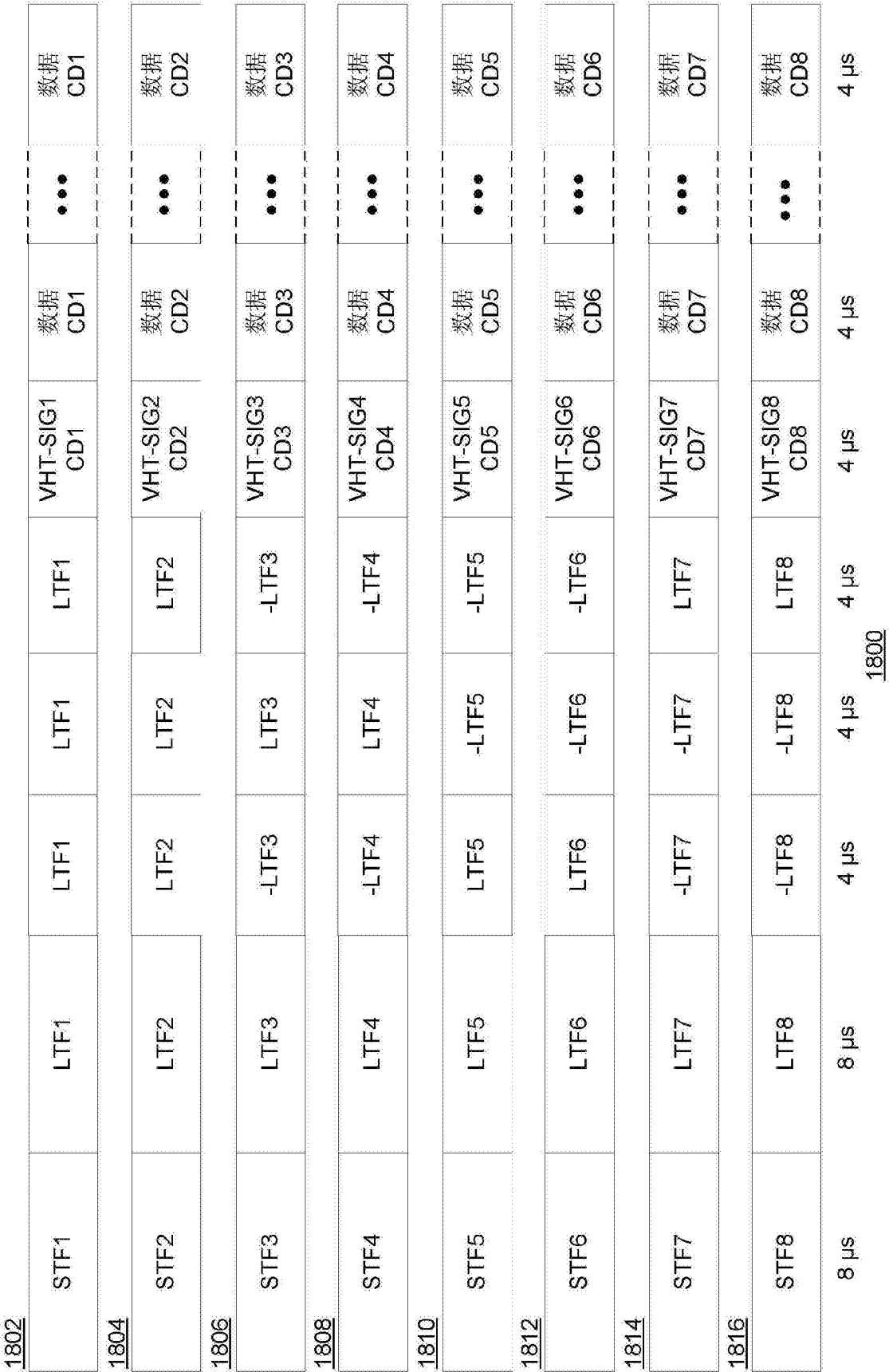


图18

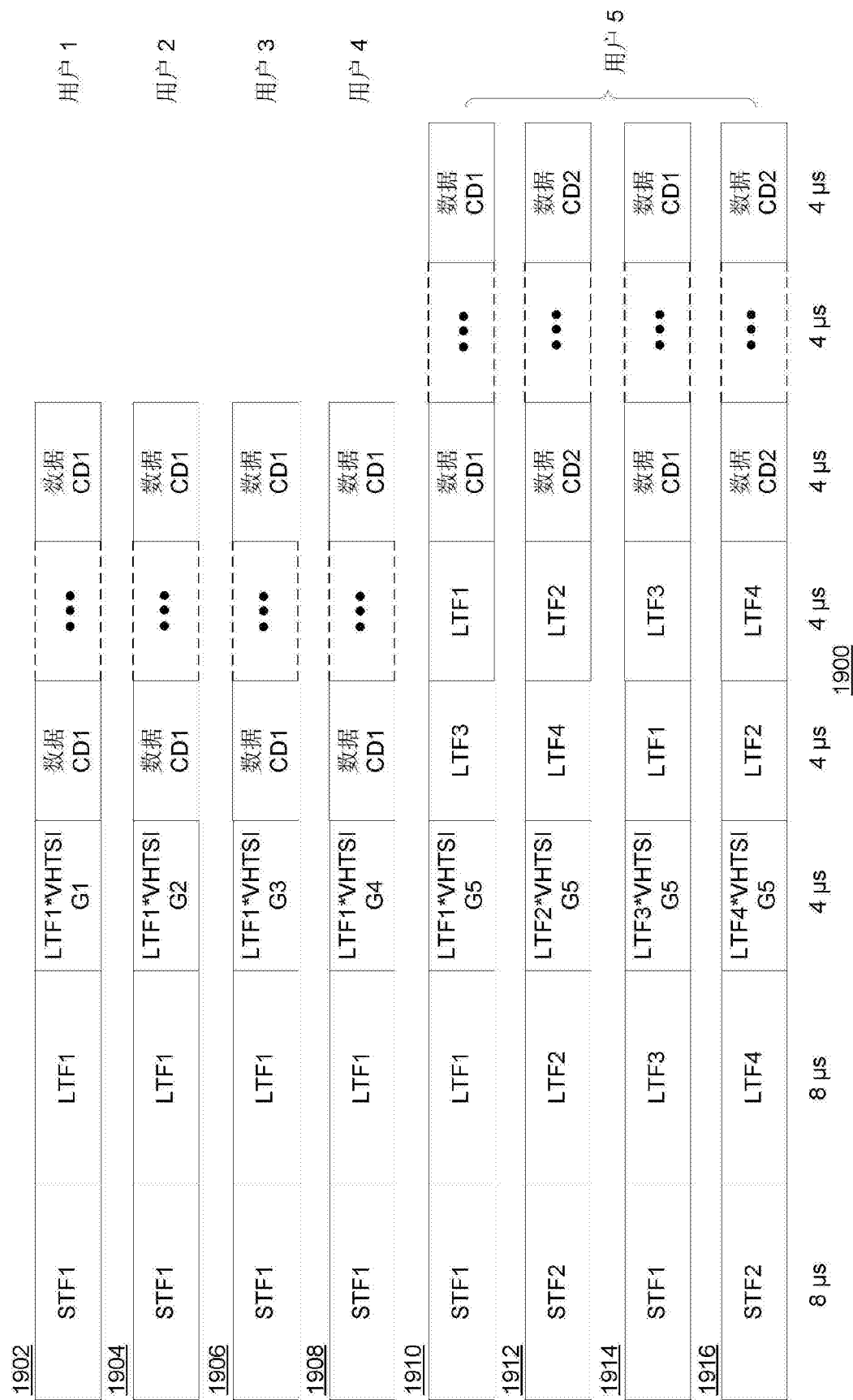


图19

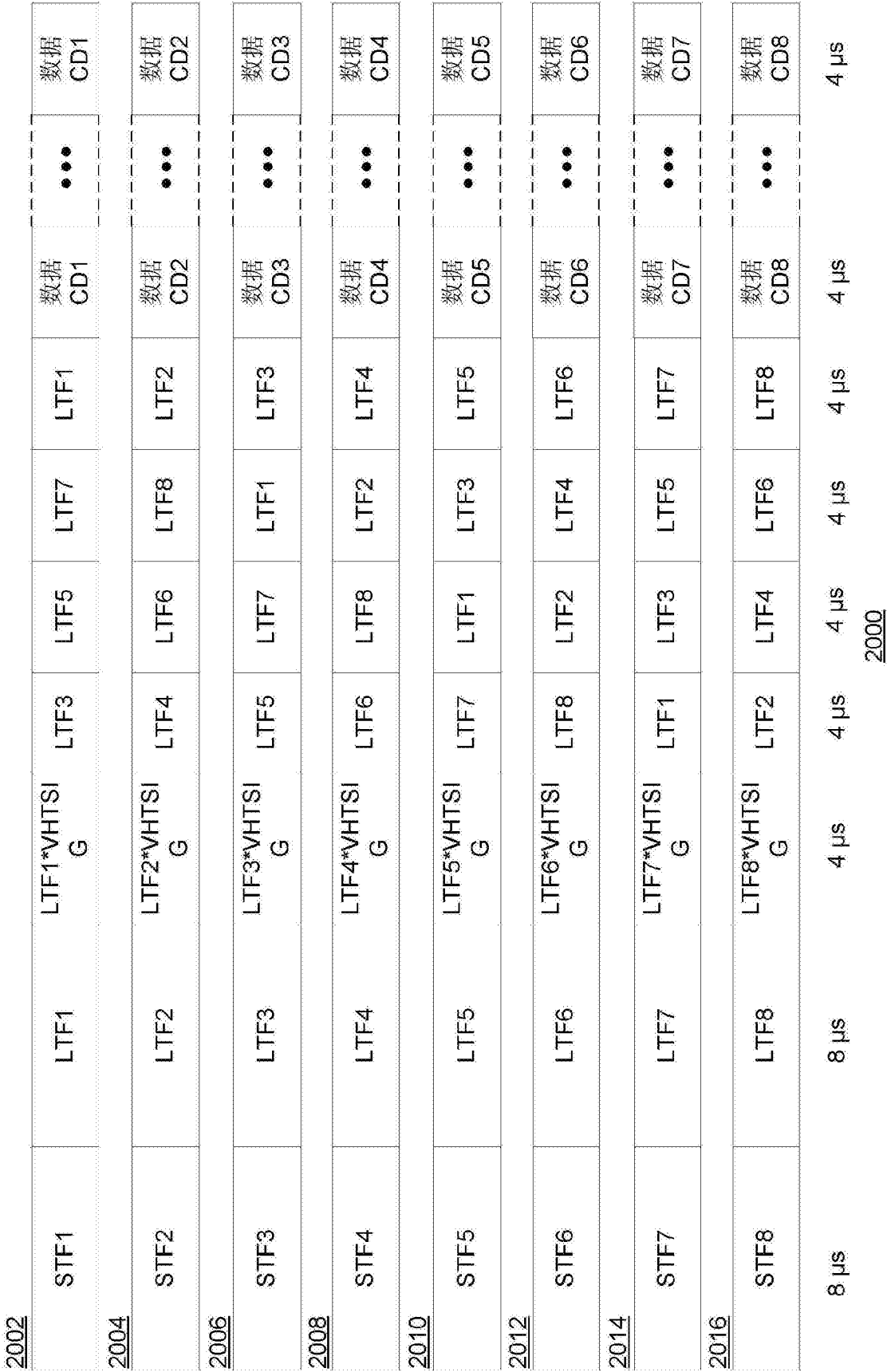


图 20

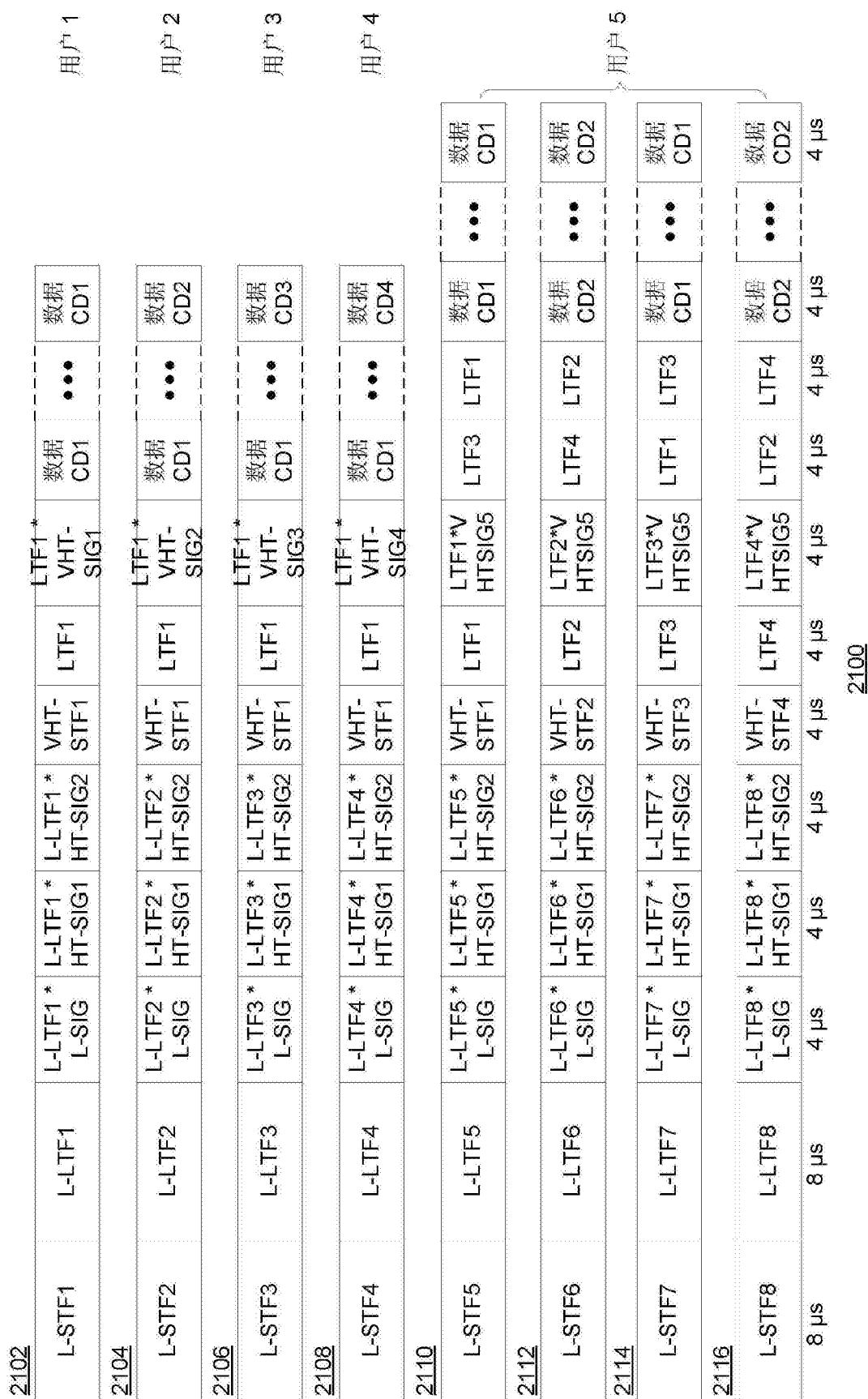


图21

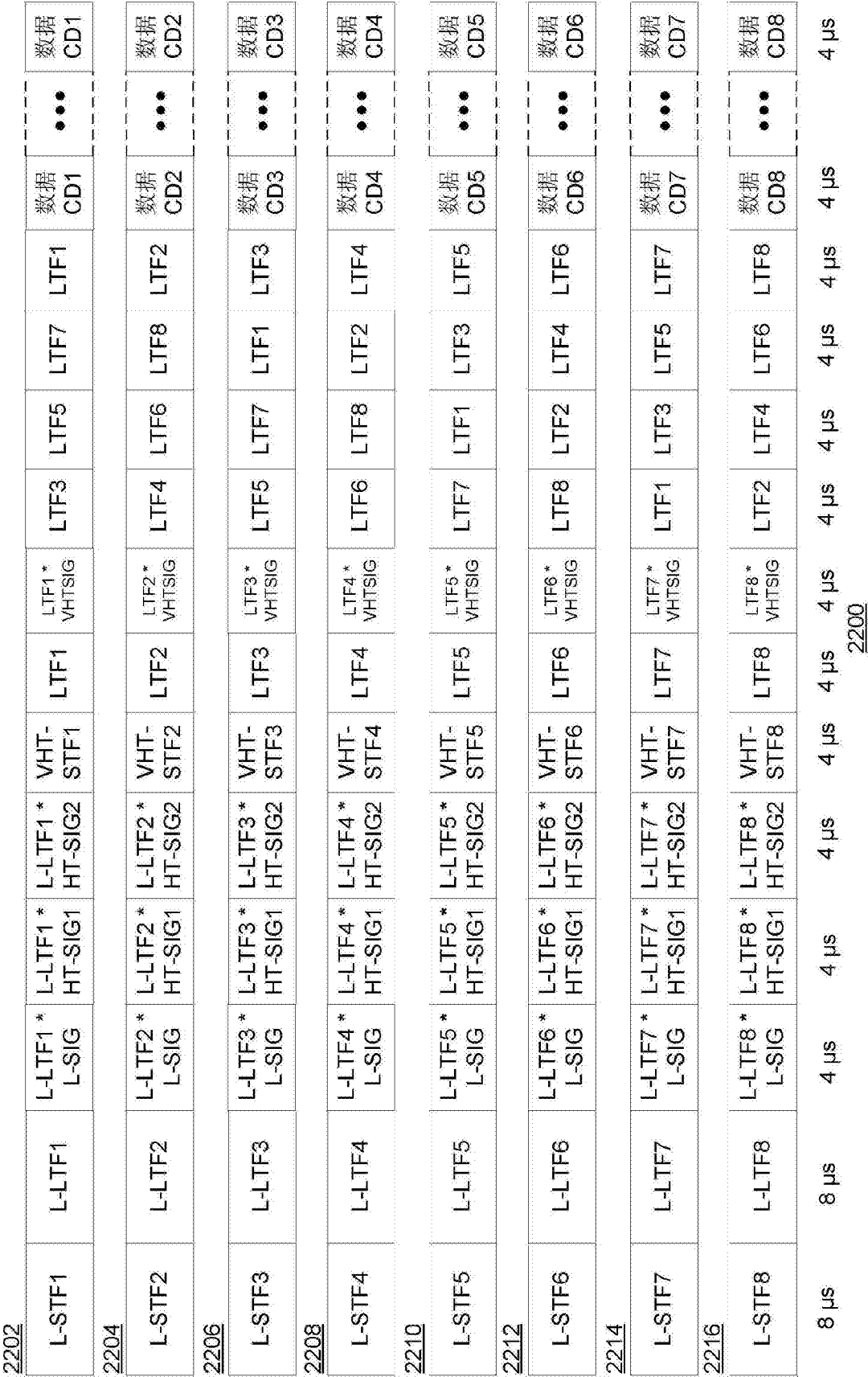


图 22

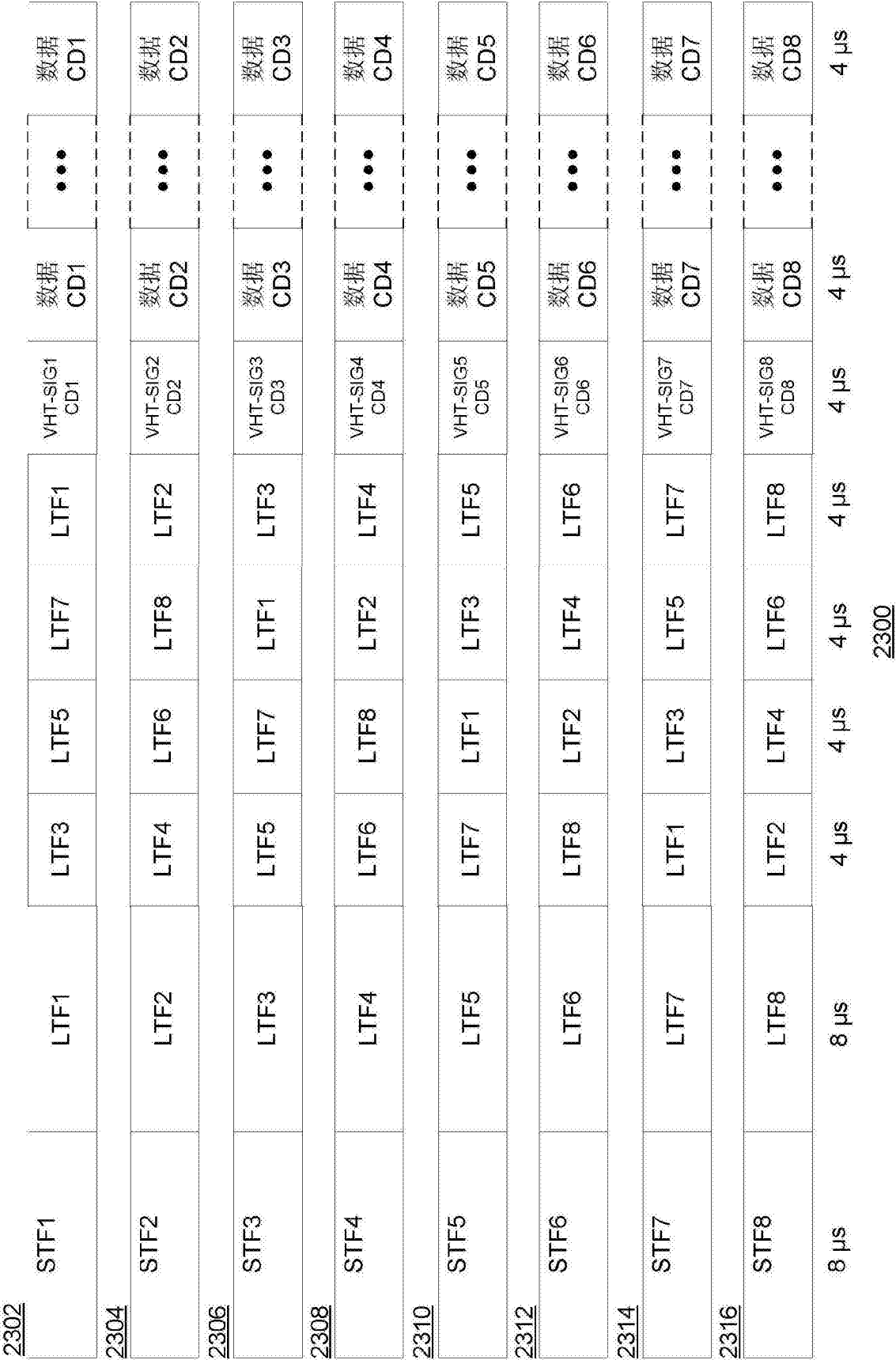


图 23