



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102474404 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 23

(21) 申请号 201080031911. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 07. 09

H04L 5/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

H04B 7/06 (2006. 01)

61/224, 642 2009. 07. 10 US

H04B 7/04 (2006. 01)

61/290, 419 2009. 12. 28 US

12/832, 766 2010. 07. 08 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 01. 09

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/041584 2010. 07. 09

(87) PCT申请的公布数据

W02011/006108 EN 2011. 01. 13

(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

H·萨姆帕斯 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 亓云

权利要求书 5 页 说明书 14 页 附图 32 页

(54) 发明名称

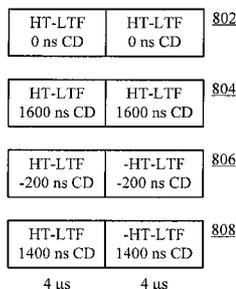
前置码扩展

(57) 摘要

公开了用于通信的生成多个空间流的系统和/或方法。这些空间流中的每个空间流包括多个码元。跨这些空间流中的第一空间流里的第一码元和这些空间流中的第二空间流里的第二码元分布训练序列的至少一部分。

800

用于4个空间流的经缩短信道训练



1. 一种用于无线通信的装置,包括:
至少一个处理器,其被配置成
生成多个空间流,其中所述空间流中的每个空间流包括多个码元,并且
跨所述空间流中的第一空间流里的第一码元和所述空间流中的第二空间流里的第二码元分布训练序列的至少一部分;以及
与所述至少一个处理器耦合的存储器。
2. 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将所述训练序列的另一部分分布到所述空间流中的第三空间流里的第三码元。
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个码元均包括多个副载波,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,所述至少一个处理器还被配置成循环延迟所述训练序列在所述第一码元中的部分。
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码元包括多个载带信号的副载波,所述处理系统还被配置成将由所述副载波载带的所述信号乘以所述训练序列在所述第一码元中的部分。
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副载波和带外副载波,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部分。
7. 如权利要求 6 所述的装置,其特征在于,所述至少一个处理器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,所述至少一个处理器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中的所述第一空间流里的在时间上跟随在所述第一码元之后的另一码元。
9. 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将所述训练序列的剩余部分分布到所述空间流中的所述第一空间流里的在时间上跟随在所述第一码元之后的一个或更多个码元,以使得所述训练序列的所有频调均被纳入在所述空间流中的所述第一空间流。
10. 如权利要求 9 所述的装置,其特征在于,所述训练序列跨所述空间流中的所述第一空间流里的 8 个码元分布。
11. 如权利要求 9 所述的装置,其特征在于,所述训练序列包括经 Walsh 编码的训练序列。
12. 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将所述训练序列在所述第一码元中的部分分布到所述流中的第三空间流里的在时间上跟随在所述第一码元之后的另一码元。
13. 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欺骗调制方案来调制所述多个码元中的至少一个码元。
14. 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:
用第一调制方案来调制所述空间流中的所述第一空间流里的所述多个码元中的一个

码元,以及

用不同于所述第一调制方案的第二调制方案来调制所述空间流中的所述第一空间流里的所述多个码元中的另一码元。

15. 如权利要求 1 所述的装置,其特在于,所述空间流中的每个空间流均包括至少一个包括指示数据长度和调制方案的信息的码元,并且其中所述信息对于所述空间流中的至少两个空间流而言是不同的。

16. 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:

将所述训练序列的另一部分分布到所述空间流中的所述第一空间流里的在时间上跟随在所述第一码元之后的第三码元,以及

将所述训练序列在所述第一码元中的部分分布到所述空间流中的所述第一空间流里的在时间上跟随在所述第三码元之后的第四码元。

17. 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个空间流包括多个码元;以及

跨所述空间流中的第一空间流里的第一码元和所述空间流中的第二空间流里的第二码元分布训练序列的至少一部分。

18. 如权利要求 17 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中的第三空间流里的第三码元。

19. 如权利要求 17 所述的方法,其特征在于,所述第一和第二码元中的每个码元均包括多个副载波,并且所述训练序列的所述至少一部分跨所述第一和第二码元中的不同副载波分布。

20. 如权利要求 17 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部分。

21. 如权利要求 17 所述的方法,其特征在于,所述码元中的所述第一码元包括多个载带信号的副载波,所述方法还包括将由所述副载波载带的所述信号乘以所述训练序列在所述第一码元中的部分。

22. 如权利要求 17 所述的方法,其特征在于,所述第一码元包括多个带内副载波和带外副载波,并且所述训练序列在所述第一码元中的部分跨所述带内副载波分布。

23. 如权利要求 22 所述的方法,其特征在于,还包括衰减所述带外副载波。

24. 如权利要求 17 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中的所述第一空间流里的在时间上跟随在所述第一码元之后的另一码元。

25. 如权利要求 17 所述的方法,其特征在于,还包括将所述训练序列的剩余部分分布到所述空间流中的所述第一空间流里的在时间上跟随在所述第一码元之后的一个或更多个码元,以使得所述训练序列的所有频调均被纳入在所述空间流中的所述第一空间流。

26. 如权利要求 25 所述的方法,其特征在于,所述训练序列跨所述空间流中的所述第一空间流里的 8 个码元分布。

27. 如权利要求 25 所述的方法,其特征在于,所述训练序列包括经 Walsh 编码的训练序列。

28. 如权利要求 17 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部分分布到所述空间流中的第三空间流里的在时间上跟随在所述第一码元之后的另

一码元。

29. 如权利要求 17 所述的方法,其特征在于,还包括用欺骗调制方案来调制所述多个码元中的至少一个码元。

30. 如权利要求 17 所述的方法,其特征在于,还包括用第一调制方案来调制所述空间流中的第一空间流里的所述多个码元中的一个码元,以及用不同于所述第一调制方案的第二调制方案来调制所述空间流中的所述第一空间流里的所述多个码元中的另一码元。

31. 如权利要求 17 所述的方法,其特在于,所述空间流中的每个空间流均包括至少一个包括指示数据长度和调制方案的信息的码元,并且其中所述信息对于所述空间流中的至少两个空间流而言是不同的。

32. 如权利要求 17 所述的方法,其特征在于,将所述训练序列的另一部分分布到所述空间流中的所述第一空间流里的在时间上跟随在所述第一码元之后的第三码元,以及将所述训练序列在所述第一码元中的部分分布到所述空间流中的所述第一空间流里的在时间上跟随在所述第三码元之后的第四码元。

33. 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个空间流包括多个码元;以及用于跨所述空间流中的第一空间流里的第一码元和所述空间流中的第二空间流里的第二码元分布训练序列的至少一部分的装置。

34. 一种用于无线通信的计算机程序产品,包括:

机器可读介质,其编码有能执行用于以下动作的指令:
生成多个空间流,其中所述空间流中的每个空间流包括多个码元;以及跨所述空间流中的第一空间流里的第一码元和所述空间流中的第二空间流里的第二码元分布训练序列的至少一部分。

35. 一种接入点,包括:

无线网络适配器,其被配置成支持对等节点到网络的回程连接;以及处理系统,其被适配成生成多个空间流,其中所述空间流中的每个空间流包括多个码元,并且所述处理系统还被配置成跨所述空间流中的第一空间流里的第一码元和所述空间流中的第二空间流里的第二码元分布训练序列的至少一部分。

36. 一种接入终端,包括:

处理系统,其被配置成接收多个空间流,其中所述空间流中的每个空间流包括多个码元,并且其中跨所述空间流中的第一空间流里的第一码元和所述空间流中的第二空间流里的第二码元分布训练序列的至少一部分;以及由所述处理系统支持的用户接口。

37. 一种用于无线通信的装置,包括:

至少一个处理器,其被配置成生成要向多个站发射的前置码,所述前置码包括码元序列,以非波束成形的方式发射所述前置码的第一部分,以及使用波束成形发射所述前置码的第二部分;以及与所述至少一个处理器耦合的存储器。

38. 如权利要求 37 所述的装置,其特征在于,所述前置码的所述第一部分包括混合模

式前置码直到高吞吐量 (HT) 信号字段的第二码元。

39. 如权利要求 37 所述的装置,其特征在於,所述处理器还被配置成在所述前置码之后传送经引导的多用户多输入多输出 (MU-MIMO) 数据。

40. 如权利要求 37 所述的装置,其特征在於,所述前置码的所述第二部分包括由所述站中的至少一个站用于自动增益控制 (AGC) 设置的短训练字段。

41. 如权利要求 37 所述的装置,其特征在於,所述前置码的所述第二部分由包括在时间上跟随在第一码元之后的训练字段的第二码元构成。

42. 如权利要求 41 所述的装置,其特征在於,所述训练字段被用来估计解码跟随在所述训练字段之后的码元所需要的信道。

43. 如权利要求 41 所述的装置,其特征在於,跟随在所述训练字段之后的所述码元包括信号字段。

44. 如权利要求 43 所述的装置,其特征在於,所述信号字段对于所述 STA 中的至少两个 STA 而言是不同的。

45. 如权利要求 39 所述的装置,其特征在於,选取存在于混合模式前置码的高吞吐量 (HT) 部分中的所述信号字段中的传输的长度和 MCS 以传达跟随在所述前置码之后的所述经引导 MU-MIMO 传输中最长的经引导 MU-MIMO 传输的历时。

46. 如权利要求 43 所述的装置,其特征在於,所述信号字段被用于使用特定的调制方案的模式检测。

47. 如权利要求 46 所述的装置,其特征在於,所述模式检测包括确定传输是根据 IEEE 802.11 还是根据 IEEE 802.11ac。

48. 如权利要求 46 所述的装置,其特征在於,所述特定的调制方案涉及相对于所述数据来翻转导频。

49. 如权利要求 46 所述的装置,其特征在於,所述特定的调制方案涉及旋转 BPSK 调制码元。

50. 如权利要求 41 所述的装置,其特征在於,所述码元包括使用 QPSK 调制的单个码元。

51. 一种用于无线通信的方法,包括:

生成要向多个站发射的前置码,所述前置码包括码元序列;

以非波束成形的方式发射所述前置码的第一部分;以及

使用波束成形发射所述前置码的第二部分。

52. 如权利要求 51 所述的方法,其特征在於,所述前置码的所述第一部分包括混合模式前置码直到高吞吐量 (HT) 信号字段的第二码元。

53. 如权利要求 51 所述的方法,其特征在於,还包括在所述前置码之后传送经引导的多用户多输入多输出 (MU-MIMO) 数据。

54. 如权利要求 51 所述的方法,其特征在於,所述前置码的所述第二部分包括由所述站中的至少一个站用于自动增益控制 (AGC) 设置的短训练字段。

55. 如权利要求 51 所述的方法,其特征在於,所述前置码的所述第二部分由包括在时间上跟随在所述第一码元之后的训练字段的第二码元构成。

56. 如权利要求 55 所述的方法,其特征在於,所述训练字段被用来估计解码跟随在所述训练字段之后的码元所需要的信道。

57. 如权利要求 55 所述的方法,其特征在于,跟随在所述训练字段之后的所述码元包括信号字段。

58. 如权利要求 57 所述的方法,其特征在于,所述信号字段对于所述 STA 中的至少两个 STA 而言是不同的。

59. 如权利要求 53 所述的方法,其特征在于,选取存在于混合模式前置码的高吞吐量 (HT) 部分中的所述信号字段中的传输的长度和 MCS 以传达跟随在所述前置码之后的所述经引导 MU-MIMO 传输中最长的经引导 MU-MIMO 传输的历时。

60. 如权利要求 57 所述的方法,其特征在于,所述信号字段被用于使用特定的调制方案的模式检测。

61. 如权利要求 60 所述的方法,其特征在于,所述模式检测包括确定传输是根据 IEEE 802.11 还是根据 IEEE 802.11ac。

62. 如权利要求 60 所述的方法,其特征在于,所述特定的调制方案涉及相对于所述数据来翻转导频。

63. 如权利要求 60 所述的方法,其特征在于,所述特定的调制方案涉及旋转 BPSK 调制码元。

64. 如权利要求 55 所述的方法,其特征在于,所述码元包括使用 QPSK 调制的单个码元。

65. 一种用于通信的设备,包括:

用于生成要向多个站发射的前置码的装置,所述前置码包括码元序列;

用于以非波束成形的方式发射所述前置码的第一部分的装置;以及

用于使用波束成形发射所述前置码的第二部分的装置。

66. 一种用于无线通信的计算机程序产品,包括:

机器可读介质,其编码有能执行用于以下动作的指令:

生成要向多个站发射的前置码,所述前置码包括码元序列;

以非波束成形的方式发射所述前置码的第一部分,以及

使用波束成形发射所述前置码的第二部分。

67. 一种接入点,包括:

无线网络适配器,其被配置成支持对等节点到网络的回程连接;以及

处理系统,其被配置成生成要向多个站发射的包括码元序列的前置码,以非波束成形的方式发射所述前置码的第一部分,以及使用波束成形来发射所述前置码的第二部分。

68. 一种接入终端,包括:

处理系统,其被配置成接收发射给多个接入终端的前置码,所述前置码包括码元序列,其中所述前置码的第一部分是以非波束成形的方式发射的并且所述前置码的第二部分是使用波束成形来发射的;以及

由所述处理系统支持的用户接口。

前置码扩展

[0001] 优先权要求

[0002] 本专利申请要求 2009 年 7 月 10 日提交的题为“Preamble Extensions(前置码扩展)”的美国临时申请 No. 61/224, 642 以及 2009 年 12 月 28 日提交的题为“Preamble Extensions(前置码扩展)”的美国临时申请 No. 61/290, 419 的优先权, 这两个申请均被转让给本申请受让人并由此通过援引明确纳入于此。

[0003] 背景

[0004] I. 领域

[0005] 以下描述一般涉及通信系统, 尤其涉及前置码扩展。

[0006] II. 背景

[0007] 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在达成高数据吞吐量的同时通过共享信道资源的方式与单个接入点通信。多输入多输出 (MIMO) 技术代表最近作为下一代通信系统的流行技术涌现的一种此类办法。MIMO 技术已在诸如电气电子工程师学会 (IEEE) 802. 11 标准之类的若干新兴无线通信标准中被采用。IEEE 802. 11 表示由 IEEE 802. 11 委员会为短程通信 (例如, 几十米到几百米) 开发的无线局域网 (WLAN) 空中接口标准的集合。

[0008] 新的 802. 11VHT (甚高吞吐量) 是一种工作在 MIMO 模式中的新标准。MIMO 技术可由发射机用来与使用空分多址 (SDMA) 的若干接收机通信。SDMA 是使同时向不同接收机发射的多个流能够共享相同频谱的多址方案。在任何给定的流内, 有包含数据和前置码两者的数据分组。需要设计高效率的前置码以应对该新技术。

[0009] 概述

[0010] 在本公开的一个方面中, 一种装置一般包括至少一个处理器和耦合至该至少一个处理器的存储器, 该至少一个处理器被配置成生成各自包括多个码元的多个空间流以及跨这些空间流中的第一空间流里的第一码元和这些空间流中的第二空间流里的第二码元分布训练序列的至少一部分。

[0011] 在本公开的一个方面, 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个空间流包括多个码元。该方法还包括跨这些空间流中的第一空间流里的第一码元和这些空间流中的第二空间流里的第二码元分布训练序列的至少一部分。

[0012] 在本公开的一个方面, 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个空间流包括多个码元。该设备还包括用于跨这些空间流中的第一空间流里的第一码元和这些空间流中的第二空间流里的第二码元分布训练序列的至少一部分的装置。

[0013] 在本公开的一个方面, 一种用于无线通信的计算机程序产品包括编码有可被执行以生成多个空间流的指令的机器可读介质, 其中这些空间流中的每个空间流包括多个码元。该机器可读介质还编码有可被执行以跨这些空间流中的第一空间流里的第一码元和这些空间流中的第二空间流里的第二码元分布训练序列的至少一部分的指令。

[0014] 在本公开的一个方面, 一种接入终端一般包括配置成接收多个空间流的处理系统

以及由该处理系统支持的用户接口,其中这些空间流中的每个空间流包括多个码元,并且其中跨这些空间流中的第一空间流里的第一码元和跨这些空间流中的第二空间流里的第二码元分布训练序列的至少一部分。

[0015] 在本发明的一个方面,一种用于无线通信的装置一般包括至少一个处理器以及耦合至该至少一个处理器的存储器,该至少一个处理器被配置成生成要向多个站发射的包括码元序列的前置码,以非波束成形的方式发射该前置码的第一部分以及使用波束成形来发射该前置码的第二部分。

[0016] 在本公开的一方面,一种用于无线通信的方法一般包括生成要向多个站发射的包括码元序列的前置码,以非波束成形的方式发射该前置码的第一部分,以及使用波束成形来发射该前置码的第二部分。

[0017] 在本公开的一方面,一种用于无线通信的设备一般包括用于生成要向多个站发射的包括码元序列的前置码的装置,用于以非波束成形的方式发射该前置码的第一部分的装置,以及用于使用波束成形来发射该前置码的第二部分的装置。

[0018] 在本公开的一方面,一种用于无线通信的计算机程序产品一般包括编码有指令的机器可读介质,这些指令可被执行以生成要向多个站发射的包括码元序列的前置码,以非波束成形的方式发射该前置码的第一部分,以及使用波束成形来发射该前置码的第二部分。

[0019] 在本公开的一方面,一种接入点一般包括无线网络适配器和处理系统,该无线网络适配器被配置成支持对等节点去往网络的回程连接,该处理系统被配置成生成要向多个站发射的包括码元序列的前置码,以非波束成形的方式发射该前置码的第一部分,以及使用波束成形来发射该前置码的第二部分。

[0020] 在本公开的一个方面,一种接入终端一般包括处理系统和由该处理系统支持的用户接口,该处理器系统被配置成接收向多个接入终端发射的包括码元序列的前置码,其中该前置码的第一部分是以非波束成形的方式发射的并且该前置码的第二部分是使用波束成形来发射的。

[0021] 附图简述

[0022] 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,其中

[0023] 图 1 是无线通信网络的示图;

[0024] 图 2 是解说无线节点的示例的框图;

[0025] 图 3 是描绘具有第三 HT-SIG 码元的示例性混合模式前置码的示图;

[0026] 图 4 是描绘具有第三 HT-SIG 码元的示例性生地 (Greenfield) 前置码的示图;

[0027] 图 5 是描绘具有额外 HT-LTF 的示例性前置码的示图;

[0028] 图 6 是描绘示例性唯 VHT 生地前置码的示图;

[0029] 图 7 是描绘具有额外 HT-STF 的示例性替换混合模式前置码的示图;

[0030] 图 8 是描绘用于 4 个空间流的示例性经缩短信道训练的示图;

[0031] 图 9 是描绘用于 8 个空间流的示例性信道训练的示图;

[0032] 图 10 是描绘用于 8 个空间流的示例性替换信道训练的示图;

[0033] 图 11 是描绘具有扩展 HT-LTF 的示例性唯 VHT 生地前置码的示图;

[0034] 图 12 是描绘用于 16 个空间流的示例性信道训练的示图;

- [0035] 图 13 是描绘具有不同的 STF 和 LTF 的示例性 VHT 生地前置码的示图；
- [0036] 图 14 是描绘示例性 VHT 生地帧格式的示图；
- [0037] 图 15 是描绘用于开环 MIMO 的示例性 VHT 生地帧格式的示图；
- [0038] 图 16 是描绘示例性 VHT 混合模式帧格式的示图；
- [0039] 图 17 是描绘用于开环 MIMO 的示例性 VHT 混合模式帧格式的示图；
- [0040] 图 18 是描绘示例性上行链路帧格式的示图；
- [0041] 图 19 是描绘示例性替换 VHT 生地帧格式的示图；
- [0042] 图 20 是描绘用于开环 MIMO 的示例性替换 VHT 生地帧格式的示图；
- [0043] 图 21 是描绘示例性替换 VHT 混合模式帧格式的示图；
- [0044] 图 22 是描绘用于开环 MIMO 的示例性替换 VHT 混合模式帧格式的示图；
- [0045] 图 23 是描绘示例性替换上行链路帧格式的示图；
- [0046] 图 24 是描绘示例性替换 VHT 生地帧格式的示图；
- [0047] 图 25 是描绘示例性替换 VHT 混合模式帧格式的示图；
- [0048] 图 26 是描绘用于具有 MMSE-ES 的 SDMA 的示例性替换 VHT 生地帧格式的示图；
- [0049] 图 27 是描绘用于具有 MMSE 的 SDMA 的示例性替换 VHT 生地帧格式的示图；
- [0050] 图 28 是描绘用于具有 MMSE-ES 的 SDMA 的示例性替换 VHT 混合模式帧格式并且跨越两页附图以使得图 28B 的空间流跟随在图 28A 的空间流之后以解说该帧格式的示图；
- [0051] 图 29 是描绘用于具有 MMSE 的 SDMA 的示例性替换 VHT 混合模式帧格式的示图；
- [0052] 图 30 是描绘用于 8 个空间流的示例性经 Walsh 编码信道训练的示图；以及
- [0053] 图 31 是描绘用于 SDMA 的示例性经 Walsh 编码信道序列的示图。
- [0054] 根据惯例,为了清楚起见,附图中的某些可能被简化。因此,附图可能并没有描绘给定装置(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。

[0055] 详细描述

[0056] 以下参照附图更全面地描述本发明的各种方面。然而,本发明可用许多不同的形式实施并且不应将其解释为被限定于本公开通篇所给出的任何特定结构或功能。确切而言,这些方面的提供使得本公开将是透彻和完整的,并且其将向本领域技术人员完全传达本发明的范围。基于本文中的教导,本领域的技术人员应领会本发明的范围旨在覆盖本文中所公开的本发明的任何方面,不论其是独立实现的还是与本发明的任何其他方面组合实现的。例如,可以使用本文中所阐述的任何数目的方面来实现装置或实践方法。另外,本发明的范围旨在覆盖使用作为本文中所阐述的各种方面的补充或者与之不同的其他结构、功能性、或者结构及功能性来实践的装置或方法。应当理解,本文中所公开的本发明的任何方面可以由权利要求的一个或更多个要素来实施。

[0057] 现在将参照图 1 给出无线网络的若干方面。无线网络 100 被示为具有若干无线节点,一般被指定为节点 110 和 120。每个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”用来指发射节点并且术语“接入终端(AT)”用来指接收节点,而对于上行链路通信而言,术语“接入点(AP)”用来指接收节点并且术语“接入终端”用来指发射节点。然而,本领域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,接入点可被指基站、基收发机站、站、终端、节点、充当接

入点的接入终端、或者其他某个合适的术语。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、或者其他某个合适的术语。本公开通篇所描述的各种概念旨在应用于所有合适的无线节点，而不论其具体的命名为何。

[0058] 无线网络 100 可支持分布在一地理区域中的任何数目个接入点以提供对接入终端 120 的覆盖。系统控制器 130 可用来提供对接入点的协调和控制，以及为接入终端 120 接入其他网络（例如，因特网）。为简单起见，仅示出一个接入点 110。接入点一般是向覆盖地理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，或者从事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、或者任何其他合适的无线节点。

[0059] 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。这是通过空间预编码每一数据流、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来达成的。经空间预编码的数据流抵达具有不同空间签名的接入终端，这些签名使得每个接入终端 120 能够恢复目的地为该接入终端 120 的数据流。在上行链路上，每个接入终端 120 发射经空间预编码的数据流，这使得接入点 110 能够标识每个经空间预编码的数据流的源。

[0060] 一个或更多个接入终端 120 可配备有多个天线以允许能有某种功能性。以此配置，接入点 110 处的多个天线可用于与多天线接入点通信从而在无需附加带宽或发射功率的情况下改善数据吞吐量。这可以通过将发射机处的高数据率信号拆分成多个具有不同空间签名的较低速率数据流、由此使得接收机能够将这些流分成多个信道并且适当地组合这些流以恢复出高速率数据信号来达成。

[0061] 虽然以下公开中的一些部分将描述亦支持 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。此办法可以允许较老版本的接入终端（即，“旧式”终端）继续部署在无线网络中，从而延长其有用寿命，而同时允许在适当场合引入更新的 MIMO 接入终端。

[0062] 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种方面。OFDM 是将数据分布在以精确频率间隔开的数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。

[0063] 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。

[0064] 图 2 是解说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

的前向纠错 (FEC)。编码过程得到码符号序列,其可由 TX 数据处理器 202 编组在一起并且映射到信号星座以产生调制码元序列。

[0065] 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随后使用某种调制星座将每个流映射到一副载波。随后对每个副载波集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。OFDM 码元分布在多个数据分组的有效载荷中。

[0066] 在无线节点 200 的至少一种配置中,连同每个数据分组中的有效载荷携带前置码。该前置码可由若干个由前置码单元 203 向 OFDM 调制器 204 提供的码元构成。OFDM 调制器 204 将前置码码元拆分成数个并行流并随后使用某种调制星座将每个流映射到一副载波。随后对每个副载波集合执行 IFFT 以产生构成前置码的一个或更多个时域 OFDM 码元。随后将前置码追加至由每个数据分组携带的有效载荷,然后将数据分组提供给 TX 空间处理器 205。

[0067] TX 空间处理器 205 对数据分组执行空间处理。这可以通过将这些数据分组空间预编码成多个经空间预编码的流并且随后经由收发机 206 将每个经空间预编码的流提供给一不同天线 208 的方式来达成。每个收发机 206 用各自的经预编码的流来调制 RF 载波以在无线信道上进行传输。

[0068] 在接收模式中,每个收发机 206 通过其各自的天线 208 来接收信号。每个收发机 206 可被用来恢复调制到 RF 载波上的信息并将该信息提供给 RX 空间处理器 210。

[0069] RX 空间处理器 210 对该信息执行空间处理以恢复目的地为无线节点 200 的任何空间流上所携带的数据分组。空间处理可根据信道相关矩阵求逆 (CCMI)、最小均方误差 (MMSE)、软干扰消除 (SIC) 或其他某种适宜的技术来执行。

[0070] 前置码单元 203 将使用每个分组数据中的前置码来向 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的 OFDM 码元中每一副载波上所携带的数据并且将该数据复用到调制码元流中。OFDM 解调器 212 使用快速傅里叶变换 (FFT) 将流从时域变换到频域。频域信号为每一副载波包括单独的流。

[0071] 信道估计器 215 接收来自 OFDM 解调器 212 的流并估计信道响应。作为前置码的一部分,可存在导频信号集合。由于通过无线信道传输,一般将对每个导频信号进行相移。计算对经相移的导频信号的 MMSE 估计,并且这些 MMSE 估计被用来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。

[0072] RX 数据处理器 214 被用于将调制码元转译回信号星座中的正确点。由于无线信道中的噪声和其他扰动,调制码元可能并不对应于原始信号星座中的点的确切位置。通过使用信道响应,RX 数据处理器 214 通过寻找接收到的点与信号星座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 码的情形中,这些软判决可用于计算与给定的调制码元相关联的码符号的对数似然比 (LLR)。RX 数据处理器 214 随后使用码符号 LLR 序列和相位误差估计来解码出原始发射的数据,然后将该数据提供给数据阱 218。

[0073] 每个分组数据内的前置码包括训练序列。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)。前置码单元 203 与 OFDM 调制器 204

一起根据以下机制来创建前置码。通过分布至少一个包含指示数据长度和调制方案的信息的码元来生成这些前置码。此类信息可以对于这些数据分组中的至少两个数据分组而言是不同的。前置码单元 203 还被配置成跨这些数据分组中的第一数据分组里的第一码元和跨这些数据分组中的第二数据分组里的第二码元分布训练序列或 STF 或 LTF 的至少一部分。在接收侧,前置码单元 203 被用来辅助 OFDM 解调器 212 解码数据分组。以下是对关于由前置码单元 203 在发射侧采取的操作步骤的额外详情的描述。

[0074] 前置码也可以通过将训练序列的另一部分分布到这些数据分组中的第三数据分组里的第三码元、或者分布到这些数据分组中的第一数据分组里的在时间上跟随在第一码元之后的另一码元、或者分布到这些数据分组中的第三数据分组上的在时间上跟随在第一码元之后的另一码元的方式来生成。另外,训练序列在第一码元中的部分也可被分布到这些空间流中的第一空间流里的在时间上跟随在第三码元之后的第四码元。

[0075] 另外,当第一和第二码元中的每个码元均具有多个副载波时,跨第一和第二码元中的不同副载波分布这些训练序列。训练序列在第一码元中的部分可以是经循环延迟的。

[0076] 当这些码元中的第一码元包括数个载带信号的副载波时,由这些副载波载带的信号可以乘以训练序列在第一码元中的部分。或者当第一码元包括多个带内和带外副载波时,跨带内副载波分布训练序列在第一码元中的部分,并且衰减带外副载波。

[0077] 在生成前置码时,可以用欺骗调制方案来调制这些码元中的至少一个码元。另外,可以用第一调制方案来调制这些空间流中的第一空间流里的码元之一,并且可以用不同于第一调制方案的第二调制方案来调制这些空间流中的第一空间流里的另一码元。

[0078] 以下附图解说了数个可构造的示例性前置码。新的示例性前置码始于现有的 11n (802.11 版本 n) 前置码并且包括使用欺骗率和长度字段的高吞吐量信号 (HT-SIG)。额外的 HT-SIG 字段被用于信令新的模式,并且经修改的高吞吐量 - 长训练字段 (HT-LTF) 被用于对更多频调和 / 或更多空间流的信道估计。

[0079] 在具有额外的用于生地 (Greenfield (GF)) 的 HT-SIG 的上下文中,第三 HT-SIG 码元被插入到现有的 HT-SIG 码元之后。将二进制相移键控 (BPSK) 欺骗率与 11n HT-SIG 中的一个空间流联用。现有的经旋转 BPSK 机制被用来检测第三 HT-SIG 的存在。HT-LTF 可以在 40MHz 11n 子信道中使用比 11n 更多的副载波。为了避免旧式问题,第一 HT-LTF 使用 11n 副载波。这将导致在每个 40MHz 子信道中具有 114 个副载波。

[0080] 在额外的用于混合模式 (MM) 的 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 可以不被插入到现有的 HT-SIG 之后,因为在该处执行增益步骤。另外,将 BPSK 欺骗率与 11n HT-SIG 中的一个空间流联用,并且现有的经旋转 BPSK 机制被用来检测第三 HT-SIG 的存在。

[0081] 在具有额外的 HT-SIG 选项的上下文中,如果 24 个额外的信令位是足够的,那么可以采用一个额外的使用经旋转 BPSK 的码元。两个额外的使用经旋转 BPSK 的码元可导致较多的开销。一个额外的使用正交相移键控 (QPSK) 的码元可在相对于经旋转 BPSK 检测 QPSK 时导致信噪比 (SNR) 惩罚。该额外的 HT-SIG3 的导频可被翻转。

[0082] 图 3 是描绘具有第三 HT-SIG 码元的示例混合模式前置码集合 300 的示图,该集合包括混合模式前置码 302-308。第三 HT-SIG 具有不同于 HT-SIG1 和 HT-SIG2 的符号和循环延迟以匹配于 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 信道中可能具有 90 度相位旋转的 11n 40MHz 副本。HT-STF 之后的码元可使用频调填充以具有比两个 11n 40MHz 信道更多的副载波。图 3 中所示的示例混合模式前置码集合 300 针对 4 个天线,这可通过在另外 4 个天线上使用不同的循环延迟的方式扩展到针对 8 个天线。

[0083] 图 4 是描绘具有第三 HT-SIG 码元的示例生地前置码集合 400 的示图,该集合包括生地前置码 402-408。旧式 11n 设备不得不基于包含欺骗长度和欺骗 BPSK 率的 HT-SIG1 和 HT-SIG2 延迟。在 HT-SIG3 上旋转 BPSK 检查以检测新模式。

[0084] 图 5 是描绘具有额外的 HT-LTF 的示例前置码集合 500 的示图,该集合包括前置码 502-508。包含在图 5 的前置码集合 500 中的前置码类似于示例生地前置码集合 400,但具有额外的 HT-LTF。由此,不需要在第一 HT-LTF 中进行频调填充。

[0085] 图 6 是描绘示例唯 VHT 生地前置码集合 600 的示图,该集合包括唯 VHT 生地前置码 602-608。当介质被保留一段时间时,图 6 中所示的示例唯 VHT 生地前置码集合 600 被用于 VHT 网络或者用于发射操作内。对此前置码的检测是通过 HT-SIG3 上的 QPSK 检测或者通过在 HT-SIG3 中使用经翻转导频的方式进行的。此前置码针对 4 个空间流,该前置码可通过使用不同的循环延迟并且通过使用不同的 HT-LTF 来扩展到 8 个空间流或更多。

[0086] 图 7 是描绘具有额外的 HT-STF 的示例替换混合模式前置码集合 700 的示图,该集合包括替换混合模式前置码 702-708。图 7 中所示的示例替换混合模式前置码集合 700 可以与波束成形组合使用,其中波束成形可在 HT-SIG3 之后开始以使得直到 HT-SIG3 没有隐藏节点问题。在前置码中可以有另外的 8 微秒——一个额外的 HT-STF 和一个额外的 HT-LTF。如果要求所有设备均延迟由 HT-SIG1 和 HT-SIG2 指示的长度,那么此替换前置码可以不是必需的。

[0087] 对于 4 个以上空间流而言,在 11n 扩展中,可以使用更多 HT-LTF 码元(例如,关于 8 个空间流的具有长度为 8 的 Walsh 码的 8 个码元)。对于前置码的 HT-LTF 部分,存在若干种较短的替换方案。例如,一种替换方案可使用频调内插以在空间流之间进行区分,而另一种替换方案可使用大循环延迟(CD)或循环延迟分集(CDD)值以在空间流之间进行区分。这两种方法均可能需要接收机处的信道内插。

[0088] 图 8 是描绘用于 4 个空间流的示例经缩短信道训练序列集合 800 的示图,该集合包括经缩短信道训练序列 802-808。可以使用 1600ns CD 结合 Walsh 码来分开两对空间流。在接收机中可能需要信道截短和内插以进行信道训练。

[0089] 图 9 是描绘用于 8 个空间流的示例信道训练序列集合 900 的示图,该集合包括经缩短信道训练序列 902-916。类似于为图 8 所示的示例,在此情形中也可以使用 1600ns CD 结合 Walsh 码来分开两对空间流。在接收机中也可能需要信道截短和内插以执行信道训练。

[0090] 图 10 是描绘用于 8 个空间流的示例替换信道训练序列集合 1000 的示图,该集合包括经缩短信道训练序列 1002-1016。参照图 10,每个空间流的冲激响应可能不得不在限制到 800ns 以在添加和扣除了这两列之后分开 4 个空间流。

[0091] 可以希望向图 9 和图 10 中所示的前置码中的底部 4 行添加某一恒定的 CD(例如,200ns)以避免任何不合意的波束成形。具有 HT-SIG3 的 8 空间流生地前置码可以为 36 微秒,这与当前的 4 空间流 802.11n 生地前置码的长度相同。

[0092] 当前的 11n HT-LTF 可能对相位噪声和频率误差敏感。一种估计信道训练区间期间的共同相位误差的方式为使用贯穿整个信道训练区间不改变每个空间流的相对相位的导频频调子集。

[0093] 替换地,可以增加信道训练码元的保护时间。11n 系统使用需要应对延迟张开的 800ns 的保护时间。通过将此保护时间增加到 1600ns 或甚至更长,每个 HT-LTF 中的大量采样可被用来估计每个码元的频率误差。2800ns 保护区间将给出 6 微秒的 HT-LTF 码元历时,其中 2 微秒可供频率估计使用。该频率估计可以通过将 800ns 到 2800ns 区间内的采样的相位与 4000ns 到 6000ns 区间内的采样的相位相比较的方式进行。

[0094] 图 11 是描绘具有扩展 HT-LTF 的示例唯 VHT 生地前置码集合 1100 的示图,该集合包括唯 VHT 生地前置码 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 微秒前置码(11n 生地前置码为关于 4 个空间流的 36 微秒)。HT-LTF 可被扩展到 8 微秒,从而使前置码为 44 微秒。

[0095] 现有的 N_{ss} -空间流信道训练 HN,诸如所描述的 8 空间流训练,可被用来使新的训练模式通过下式来使空间流的数目加倍。

$$[0096] \quad H_{2N} = \begin{bmatrix} H_N & H_N \\ H_N & -H_N \end{bmatrix}$$

[0097] 有了此扩展,可以获得与 8 空间流前置码一样长的但是 HT-LTF 码元数加倍的 16 空间流前置码。

[0098] 图 12 是描绘用于 16 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。

[0099] 关于用于 SDMA 下行链路的 VHT 信号字段,可以使用单个空间流继以 SDMA 下行链路波束成形矩阵。例如,对于 2 空时流客户机,可以首先生成两个具有 -400ns 的 CDD 的 VHT-SIG 副本。随后,可以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)。

[0100] 关于用于上行链路的 VHT-SIG,客户机可以用数个空间流来发射前置码,这些空间流的数目与 AP 可处置的最大空间流数目相等。替换地,空间流的数目可以大于所有上行链路流的总数。AP 可以在 HT-LTF 信道估计之后对不同的 VHT-SIG 进行 MIMO 检测。

[0101] 对于 SDMA 上行链路,可以使用以上描述的前置码,然而,每个用户将需要在可用空间流的不同部分上进行发射。例如,如果有 3 个用户和 16 个空间流,那么用户 1 使用空间流 1-8 来发射,用户 2 使用流 9-14 来发射,并且用户 3 使用流 15-16 来发射。

[0102] 可能有关于 VHT-SIG 可能需要对于每个用户而言是不同的问题,除非 AP 已经预先知道每个用户具有何种调制和分组长度。一种可能性为在末个 VHT-LTF 之后具有 VHT-SIG。关于 SDMA 上行链路中的 VHT-SIG,假定 AP 预先知道每个客户机要发射多少个流。这可以例如通过某种调度机制来实现。在末个 VHT-LTF 之后,每个客户机可以在每个空间流上发射具有不同 CDD 的 VHT-SIG 副本。

[0103] 先前的附图示出了短训练字段(STF),其由具有每个发射机不同 CDD 值的 802.11n STF 构成。然而,在良好的自动增益控制(AGC)设置的情况下,替换的 STF 信号是可能的。也有替换的 LTF 码元。

[0104] 图 13 是描绘具有不同的 STF 和 LTF 的示例 VHT 生地前置码集合 1300 的示图,该

集合包括 VHT 生地前置码 1302-1316。参照图 13, 可以通过添加 8 个不同的 STF 和 LTF 并且通过对各含两个 LTF 码元的群使用 8x8Walsh-Hadamard 编码的方式将 VHT 生地前置码集合 1300 中的每个前置码扩展到 16 个空间流。图 13 中所示的方案对各含两个 LTF 码元的群使用 4x4Walsh-Hadamard 编码。

[0105] 以下是经 1600ns 循环延迟的对： $\{LTF1, LTF2\}$ 、 $\{LTF3, LTF4\}$ 、 $\{LTF5, LTF6\}$ 、 $\{LTF7, LTF8\}$ ，以使得 LTF1 在频域中等于 LTF2 乘以 $\{1, -1, 1, -1, \dots\}$ 模式。用于发射机 m 的 VHT-SIG 副载波被乘以这些副载波的相应的 LTF m 副载波值。这使得可能在接收到所有 LTF 码元之前以类似于解码 11n 分组中的 HT-SIG 的方式来解码 VHT-SIG。数据码元可以使用例如 $m \times 200\text{ns}$ 之类的循环延迟值 CD_m 以防止任何不合意的波束成形效应。

[0106] 图 14 是描绘示例 VHT 生地帧格式集合 1400 的示图, 该集合包括 VHT 生地帧格式 1402-1416。参照图 14, 每个用户可具有 1 到 8 个空间流, 从而导致每个用户不同的前置码长度。

[0107] 图 15 是描绘用于开环 MIMO 的示例性 VHT 生地帧格式集合 1500 的示图。示例 VHT 生地帧格式集合 1500 可被使用在唯 VHT 网络中或者被使用在 802.11n NAV (网络分配向量) 设置之后的发射操作中。对于 8 个空间流而言, 包括 VHT-SIG 的前置码长度为 32 微秒。可以通过再添加 4 个 LTF 的方式将该格式扩展到 16 个空间流。在 SDMA 情形中, 帧的所有部分均是相同地预编码的。VHT-SIG 的内容在要送往相同用户的空间流上是相同的。VHT-SIG 副载波被乘以 LTF 频域值, 这使得每个用户可以通过将首个接收到的 LTF 用于信道估计的方式来执行对 VHT-SIG 的单输入多输出 (SIMO) 解码。相同的帧格式可被用于开环 MIMO。所有的 VHT-SIG 内容在此情形中都是相同的, 因为仅有一个接收用户。可以通过对 VHT-SIG 的 QPSK 检测或者通过检测 VHT-SIG 中的经翻转导频来检测 VHT-GF。

[0108] 图 16 是描绘示例甚高吞吐量 - 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。

[0109] 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。

[0110] 对于 8 个空间流而言, 包括 VHT-SIG 的前置码长度为 52 微秒。可以通过再添加 4 个 LTF 的方式将该格式扩展到 16 个空间流。SDMA 波束成形在 HT-SIG2 之后开始。VHT-SIG 的内容在要送往相同用户的空间流上是相同的。VHT-SIG 副载波被乘以 LTF 频域值, 这使得每个用户可以通过将首个接收到的 LTF 用于信道估计的方式来执行对 VHT-SIG 的 SIMO 解码。相同的帧格式被用于开环 MIMO。所有的 VHT-SIG 内容在此情形中都是相同的, 因为仅有一个接收用户。

[0111] 可以通过对 VHT-SIG 的经旋转 BPSK 检查、或者通过对 VHT-SIG 的 QPSK 检测 (如果 VHT-SIG QPSK 被用来获得一个码元中的更多位)、或者通过检测 VHT-SIG 中的经翻转导频来检测 VHT-MM。可以使用 BPSK 11n 欺骗率, 以使得接收机在检测 VHT-MM 时将在 BPSK 数据码元与 VHT-SIG 之间进行区分。HT-SIG 内容是完全遵照 11n 的, 而无需使用保留位。由于在 HT-SIG 之后立即对 (V)HT-STF 进行的 AGC 增益设置, 因而 VHT-SIG 不能直接在 HT-SIG 之后。循环延迟值是 -200ns 的倍数 (当使用经循环延迟的 LTF 码元时, 该循环延迟值与在 LTF 中使用的循环延迟值相同)。

[0112] 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可用空间流的不同子集,这些可用空间流的范围从 1 到 8 或者 1 到 16。没有混合模式前置码,因为假定将始终有指示可包括 11n NAV 设置的上行链路 SDMA 发射操作 (TXOP) 的开始的 AP 分组。VHT-SIG 出现在所有 LTF 码元之后,因为 AP 需要对每个用户不同的 VHT-SIG 进行 MIMO 检测。如果用户发射一个以上空间流,那么该用户的 VHT-SIG 内容将在该用户发射的所有流上均是相同的。

[0113] AP 不得不预先知道每个用户具有多少空间流。因此,此信息不必在 VHT-SIG 中。上行链路帧格式可能不被用于开环 MIMO,因为可能预先不知道有多少空间流。因此,希望在所有信道训练之前具有 VHT SIG。

[0114] 图 19 是描绘示例替换 VHT 生地帧格式集合 1900 的示图,该集合包括替换 VHT 生地帧格式 1902-1916。每个用户可具有 1 到 8 个空间流,从而导致每个用户不同的前置码长度。

[0115] 图 20 是描绘用于开环 MIMO 的示例替换 VHT 生地帧格式集合 2000 的示图,该集合包括替换 VHT 生地帧格式 2002-2016。符号“LTF1*VHT-SIG”表示每个副载波的按元素相乘。每个 VHT-SIG 副载波被乘以相应的 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。LTF 码元可使用一个或更多个带外频调来促成较简单且较准确的频调内插。带外频调是不在数据码元中使用的频调。LTF 带外频调可衰减规定量,以使得它们对所发射的频谱掩码具有较小影响。

[0116] VHT-LTF 副载波值被定义为:

[0117] $VHT-LTF_i(i+kN_{ss}) = N_{ss}^{1/2}L(i+kN_{ss}), k = 0, 1, \dots, \text{下取整}(N_{sc}/N_{ss}), i+kN_{ss} < N_{sc}$

[0118] $VHT-LTF_i(j) = 0, j \neq i+kN_{ss}$

[0119] 其中, N_{sc} 是副载波的总数, N_{ss} 是上行链路中的最大空间流数目 (4 或 2), 并且 $L(k)$ 是二进制长训练码元模式的第 k 个副载波值, 对于使用与 802.11n 中的副载波数目相同的副载波数目的情形而言, 该二进制长训练码元模式可以是 802.11n 长训练码元。作为示例, 对于 20MHz 信道中的 8 空间流前置码而言, VHT-LTF0 仅在频调 $\{0, 8, 16, \dots, 52\}$ 处具有非零值, 而 VHT-LTF1 在 $\{1, 9, 17, \dots, 53\}$ 处具有非零频调。

[0120] 图 21 是描绘示例替换 VHT-MM 帧格式集合 2100 的示图, 该集合包括替换 VHT-MM 帧格式 2102-2116。

[0121] 图 22 是描绘用于开环 MIMO 的示例替换 VHT-MM 帧格式集合 2200 的示图, 该集合包括替换 VHT-MM 帧格式 2202-2216。

[0122] 图 23 是描绘示例替换上行链路帧格式集合 2300 的示图, 该集合包括替换上行链路帧格式 2302-2316。每个上行链路用户使用可用空间流的不同子集, 这些可用空间流的范围从 1 到 8 或者 1 到 16。没有混合模式前置码, 因为假定将始终有指示上行链路 SDMA 发射操作的开始的 AP 分组。

[0123] VHT-SIG 出现在所有 LTF 码元之后, 因为 AP 需要对每个用户不同的 VHT-SIG 进行 MIMO 检测。如果用户发射一个以上空间流, 那么该用户的 VHT-SIG 内容在该用户发射的所有流上均是相同的。AP 需要预先知道每个用户具有多少空间流。上行链路帧格式可能不被用于开环 MIMO, 因为预先不知道有多少空间流, 因此需要在所有信道训练之前具有 VHT SIG。

[0124] 在图 20-23 中,仅发射每个空间流上的一半 LTF 频调,从而需要内插以获得所有频调。在以下描述的图 24-29 中,在所有空间流上发射所有 LTF 频调。增加 LTF 码元的数目具有较简单的接收机处理的优点。

[0125] 图 24 是描绘示例替换 VHT 生地帧格式集合 2400 的示图,该集合包括替换 VHT-GF 帧格式 2402-2416。这些帧格式可被使用在唯 VHT 网络中或者被使用在 11n NAV 设置之后的 TXOP 中。图 24 的帧格式 2402-2416 类似于图 20 的帧格式 2002-2016,但在每个空间流中包括所有 LTF 频调。例如,帧格式 2402 包括 LTF1-LTF8,而图 20 中的帧格式 2002 仅包括 LTF1、LTF3、LTF5 和 LTF7。

[0126] 对于 8 个空间流而言,包括 VHT-SIG 的前置码长度可为 52 微秒。可以通过再添加 8 个 LTF 的方式将图 24 中的 VHT-GF 帧格式扩展到 16 个空间流。在被用于显式探通 (sounding) 或被用于对隐式探通的校准支持的零数据分组 (NDP) 中可以不存在数据码元。

[0127] 在图 24 中,VHT-SIG 使用 QPSK 而非 BPSK 以节省码元。VHT-SIG 副载波被乘以 LTF 频域值,这通过将首个接收到的 LTF 码元用作信道估计的方式启用了 VHT-SIG 的 SIMO 解码。符号“LTF1*VHT-SIG”表示每个副载波的按元素相乘。每个 VHT-SIG 副载波被乘以相应的 LTF 副载波值。LTF 码元是经频调交织的。LTF 仅在副载波 $i+kN_{ss}$ 处具有非零元素,其中 N_{ss} 是每个用户的空间流数目, $k = \{0, 1, \dots, \lfloor N/N_{ss} \rfloor\}$,并且 N 是频调的总数。

[0128] 经频调交织的 LTF 码元可减少残余频率误差对 LTF 的影响。11n 中使用经 Walsh 编码的 HT-LTF 码元的信道训练对残余频率误差敏感并且具有以下效应:(1) 增加的信道间干扰 (ICI),尽管只要频率误差小于副载波间隔的 1%,这是较小的效应,以及 (2) Walsh 编码的正交性的丢失,训练期越长,则该较显著的效应会变得越大。没有容易的用于从经 Walsh 编码的信道训练估计并校正不同的频率偏移的方式。然而,通过利用经频调交织的 LTF 码元,没有了 Walsh 正交性丢失,因为在每个码元中的每个副载波上仅有一个活跃的流而不是所有流的总和。另外,末个 LTF 码元是首个码元的重复以提供简单且准确的用于跨信道估计区间估计残余频率的方式。

[0129] VHT 接收机可通过检测 VHT-SIG 中经翻转导频 (关于 11n 导频翻转的导频) 的方式在 11n 分组和 VHT 生地分组之间进行鉴别。替换方案可以是 11nHT-SIG 检测 QPSK 而非 BPSK。

[0130] 图 25 是描绘示例替换 VHT-MM 帧格式集合 2500 的示图,该集合包括替换 VHT-MM 帧格式 2502-2516。这些帧格式 2502-2516 提供与 11n 的共存。例如,前置码直到 HT-SIG 的第一部分完全遵照 IEEE 802.11n 并使用 11n BPSK 欺骗率。VHT 接收机可通过使用经旋转 BPSK 在 BPSK 数据码元与 VHT-SIG 之间进行区分的方式检测 VHT-MM。如果保留 HT-SIG 位不是如 IEEE 802.11n 中所规定的那样设置的,则旧式 11n 设备不必延迟。

[0131] 图 25 的帧格式 2502-2516 类似于图 22 的帧格式 2202-2216,但对于前置码的后面的 VHT 部分而言包括每个空间流中的所有 LTF 频调。例如,帧格式 2502 在前置码的后面的 VHT 部分中包括 LTF1-LTF8,而图 22 中的帧格式 2002 仅包括 LTF1、LTF3、LTF5 和 LTF7。

[0132] 在 VHT-MM 帧格式 2502-2516 中,对于 8 个空间流而言,包括 VHT-SIG 的前置码长度为 72 微秒。可以通过再添加 8 个 LTF 的方式将图 25 中的 VHT 混合模式帧格式扩展到 16 个空间流。在被用于显式探通 (sounding) 或被用于对隐式探通的校准支持的零数据分组 (NDP) 中可以不存在数据码元。

[0133] VHT-SIG 副载波被乘以 LTF 频域值,这通过将首个接收到的 LTF 码元用于信道估计的方式启用了 VHT-SIG 的 SIMO 解码。由于在 HT-SIG 之后立即对 VHT-STF 执行的自动增益控制 (AGC),因而 VHT-SIG 不能直接跟随在 HT-SIG 之后。

[0134] 在图 25 中,前置码的后面部分中的循环延迟值 (CD_i) 可以是 -200ns 的倍数,如果利用经循环延迟的 LTF 码元,则该循环延迟值与在 LTF_i 中使用的延迟值相同。旧式循环延迟值 (L-CD_i) 可以是 -50ns 的倍数。

[0135] 图 26 是描绘用于具有 MMSE-ES 的 SDMA 的示例替换 VHT 生地帧格式集合 2600 的示图,该集合包括替换 VHT-GF 帧格式 2602-2616。每个用户可具有 1 到 8 个空间流。在图 26 的示例中,4 个用户各自具有 1 个空间流,并且 1 个用户具有 4 个空间流。由于在图 26 中的前置码的不同部分上有不同的预编码,因而 VHT-STF 被用来设置每个预编码转换上的接收增益。

[0136] 图 27 是描绘用于具有 MMSE 的 SDMA 的示例替换 VHT 生地帧格式集合 2700 的示图,该集合包括替换 VHT-GF 帧格式 2702-2716。有了这些帧格式 2702-2716,每个用户可具有 1 到 8 个空间流,从而导致每个用户不同的前置码长度。在图 27 的示例中,用户 1-4 具有一个带有所有频调的 LTF 码元,而用户 5 具有关于 4 个空间流的经频调交织的 LTF 码元。

[0137] 图 28 是描绘用于具有 MMSE-ES 的 SDMA 的示例替换 VHT 混合模式帧格式集合 2800 的示图,该集合包括替换 VHT-MM 帧格式 2802-2816。每个用户可具有 1 到 8 个空间流,并且图 28 的示例解说了 4 个各自具有 1 个空间流的用户和 1 个具有 4 个空间流的用户。由于在图 28 中的前置码的不同部分上有不同的预编码,因而 VHT-STF 被用来设置每个预编码转换上的接收增益。

[0138] 图 29 是描绘用于具有 MMSE 的 SDMA 的示例替换 VHT 混合模式帧格式集合 2900 的示图,该集合包括替换 VHT-MM 帧格式 2902-2916。有了这些帧格式 2902-2916,每个用户可具有 1 到 8 个空间流,从而导致每个用户不同的前置码长度。在图 29 的示例中,用户 1-4 至少在前置码的后面的 VHT 部分中具有一个带有所有频调的 LTF 码元,而用户 5 至少在前置码的后面的 VHT 部分中具有关于 4 个空间流的经频调交织的 LTF 码元。

[0139] 图 30 是描绘用于 8 个空间流的示例经 Walsh 编码信道训练序列 3002-3016 的集合 3000 的示图。在图 30 中,首个码元被重复 8 次以形成如图所示的 9 个码元构成的训练序列。只要总体码型保持正交,则可以改变 Walsh 码型。这意味着空间流中的所有 HT-LTF 码元可改变符号 (即,极性),并且可以为所有空间流改变任何码元号的符号。

[0140] 有了经 Walsh 编码的信道训练序列,首个 HT-LTF 码元可以在前置码中出现在 HT-SIG 之前,类似于以上所描述的其他生地前置码。对于一些实施例,可以在首个 HT-LTF 码元之后插入 VHT-SIG 字段,如以上在其他混合模式前置码中所描述的那样。在使用 60MHz 或 80MHz 信道的情况下,HT-LTF 码元中的副载波可以多于 11n HT-LTF 码元中的副载波。

[0141] 图 31 是描绘用于 SDMA 的示例经 Walsh 编码信道训练序列 3100-3114 的集合 3100 的示图。在图 31 中,用户 1 有 2 个流,并且用户 2 有 5 个流。

[0142] 如本文中所描述的,本公开的某些方面提供了向多个站发射一个或更多个前置码的方法。如本文中所描述的,前置码中的码元序列由以非波束成形的方式发射的一部分和使用波束成形方式的另一部分构成。

[0143] 根据某些方面,前置码中的非波束成形部分可包括 802.11n 混合模式前置码直到

HT 信号字段的第二码元。根据某些方面,该前置码可以继以经引导的 MU-MIMO 数据。根据某些方面,前置码的经波束成形部分可包括第一码元,该第一码元是用于由 STA 进行的 AGC 设置的短训练字段。根据某些方面,前置码的经波束成形部分可包括第二码元,该第二码元包括在时间上跟随在第一码元之后的训练字段。

[0144] 根据某些方面,训练字段可被用来估计解调跟随在该训练字段之后的码元所需要的信道。根据某些方面,跟随在训练字段之后的码元包括信号字段。根据某些方面,信号字段可以对于 STA 中的至少两个 STA 而言是不同的。

[0145] 根据某些方面,可以选取存在于混合模式 11n 前置码的 HT 部分中的信号字段里的传输的长度和 MCS 以传达跟随在该前置码之后的经引导 MU-MIMO 传输中最长的经引导 MU-MIMO 传输的历时。

[0146] 根据某些方面,信号字段可被用于使用特定的调制方案的模式检测。根据某些方面,模式检测可包括判决该传输是 802.11n 传输还是 802.11ac 传输。根据某些方面,特定的调制方案可包括相对于数据来翻转导频。根据某些方面,特定的调制方案可包括经旋转 BPSK。

[0147] 根据某些方面,码元可包括使用 QPSK 调制的单个码元。

[0148] 应当理解,以上所描述的步骤的任何特定次序或阶层是为了提供前置码单元中所涉及的过程的示例而给出的。基于设计偏好,应理解各步骤的具体次序和阶层可被重新安排而仍在本发明的范围内。

[0149] 前置码单元、OFDM 调制器、以及 OFDM 解调器可以用一个或更多个通用处理器、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、或其设计成执行本文中所描述的功能的任何组合来实现。通用处理器可以是微处理器、控制器、微控制器、状态机或任何其他可执行软件的电路系统。软件应当被宽泛地解释成表示指令、数据、及其任何组合,无论是被称作软件、固件、中间件、微代码、硬件描述语言、还是其它。软件可被存储在机器可读介质上或者嵌入诸如 DSP 或 ASIC 之类的一个或更多个组件中。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、硬盘驱动器、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、由数据调制的载波、和 / 或用于向无线节点提供软件的其他手段。机器可读可以实施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。

[0150] 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性,但此类设计决策不应被解读为致使脱离本发明的范围。

[0151] 提供了以上描述以使本领域中的任何技术人员均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对于本领域技术人员将是容易明白的。因此,权利要求并非旨在被限定于本文中所描述的本发明的各方面,而是被授予与权利要求的语言相一致的全部范围,其中单数形式的要素引述除非特别声明,否则并非旨在表示“有且仅有一个”,而是“一个或更多个”。除非特别另外声明,否则术语“一些 / 某个”指的是一个或更多

个。本公开中通篇描述的各种方面的要素为本领域普通技术人员当前或今后所知的所有结构上和功能上的等效方案通过引述被明确纳入于此,且意在被权利要求书所涵盖。此外,本文所公开的任何内容都并非旨在贡献给公众——无论这样的公开是否在权利要求书中被显式地叙述。权利要求的任何要素都不应当在 35U. S. C. § 112 第六款的规定下来解释——除非该要素是使用措辞“用于 的装置”来明确叙述的或者在方法权利要求情形中该要素是使用措辞“用于 的步骤”来叙述的。

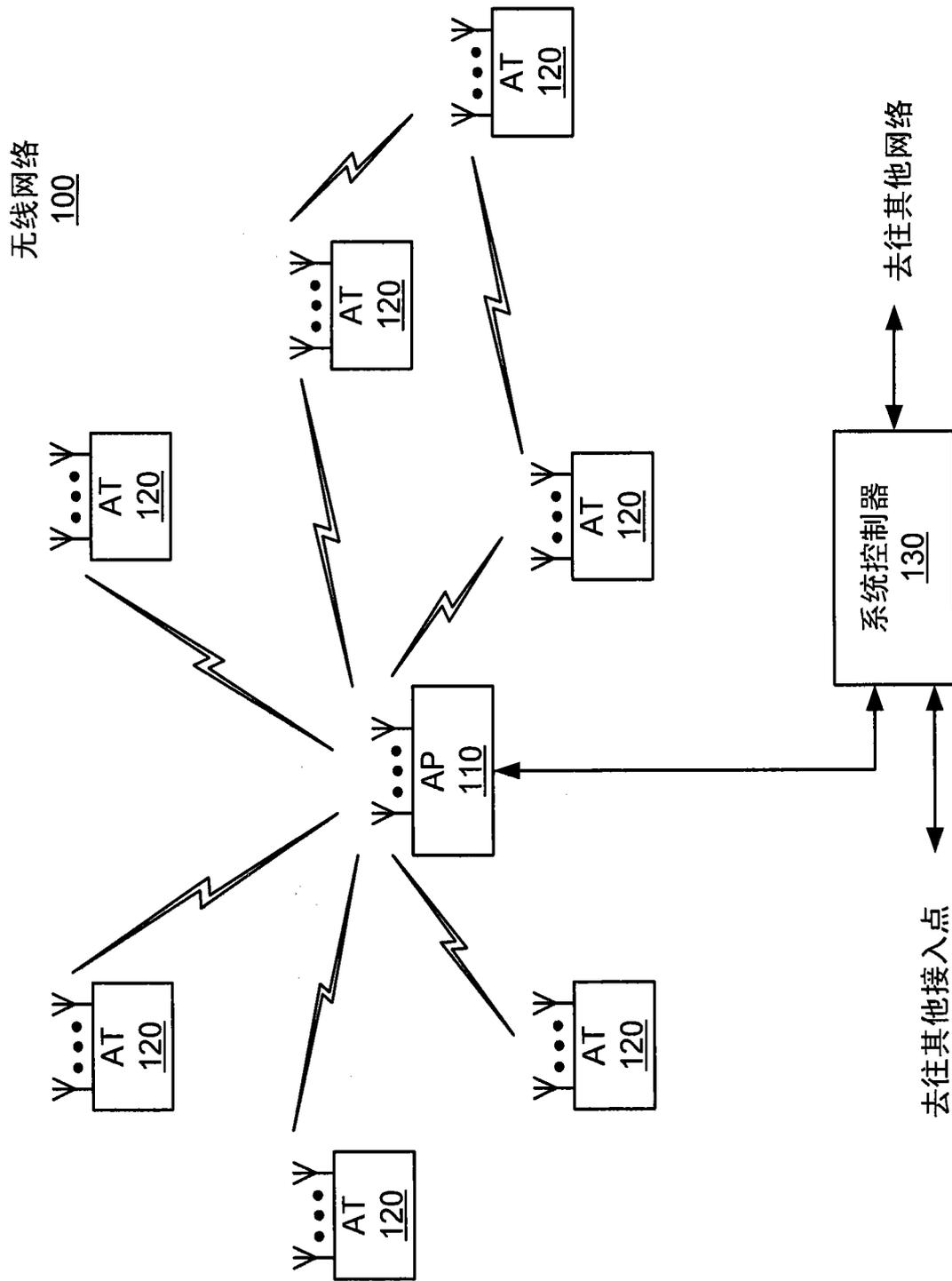


图 1

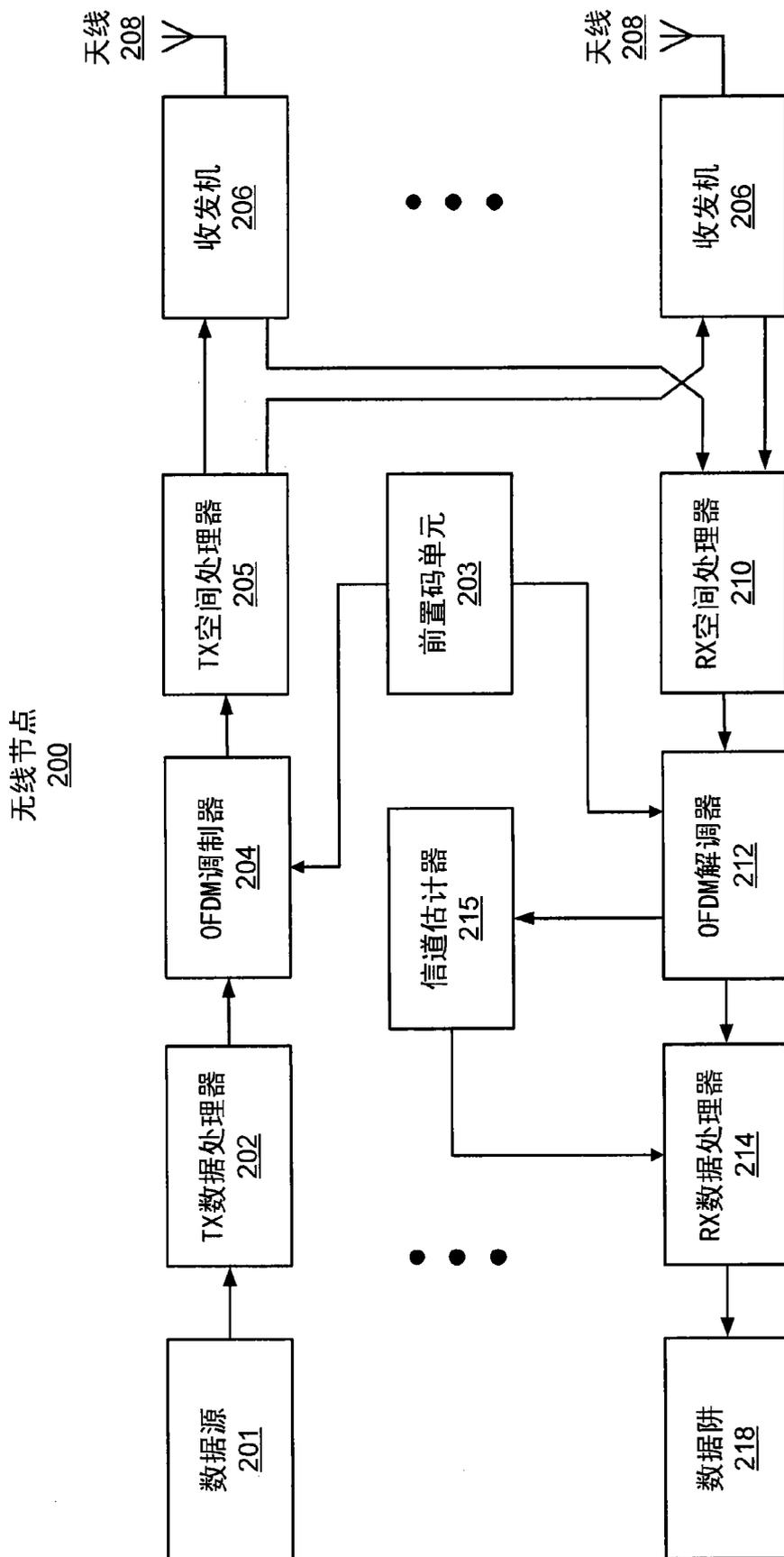
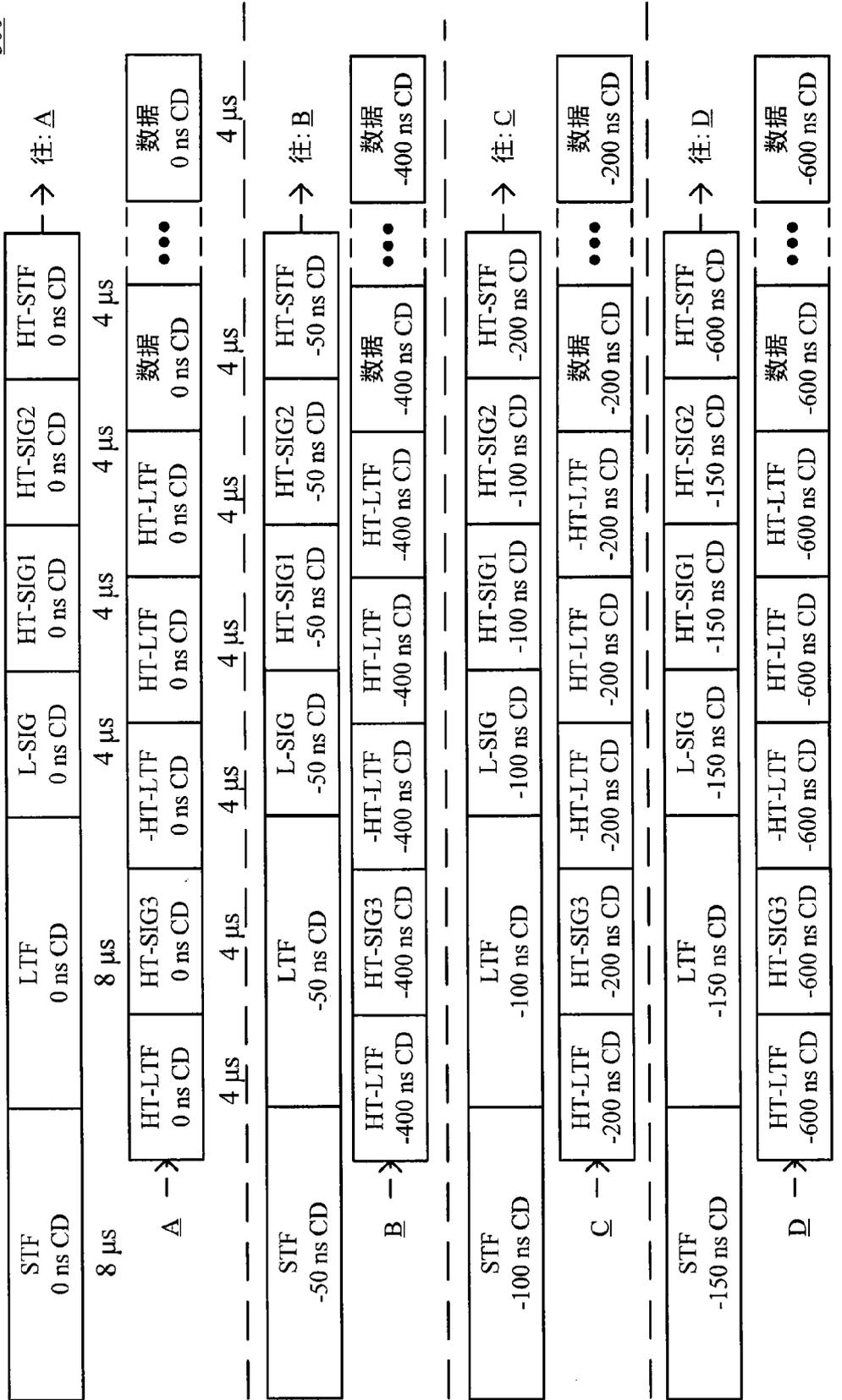


图 2

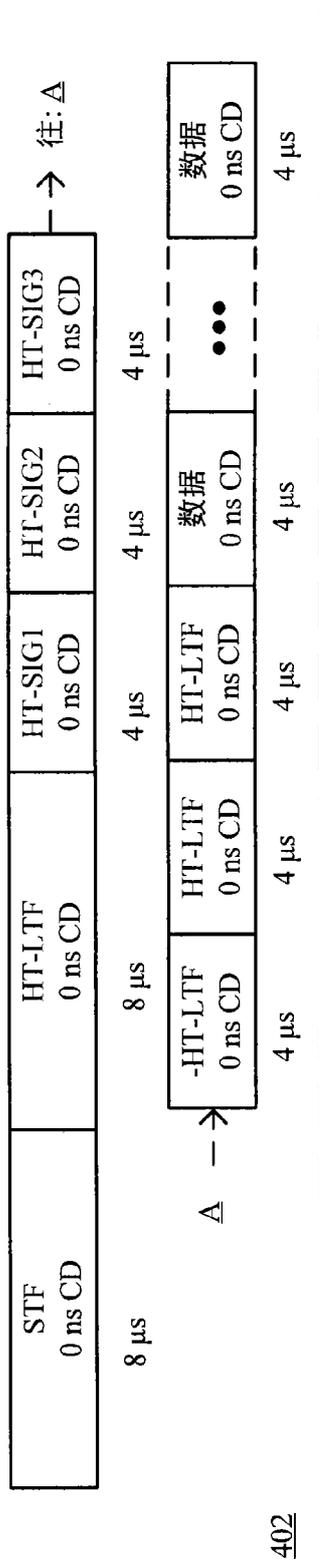
300



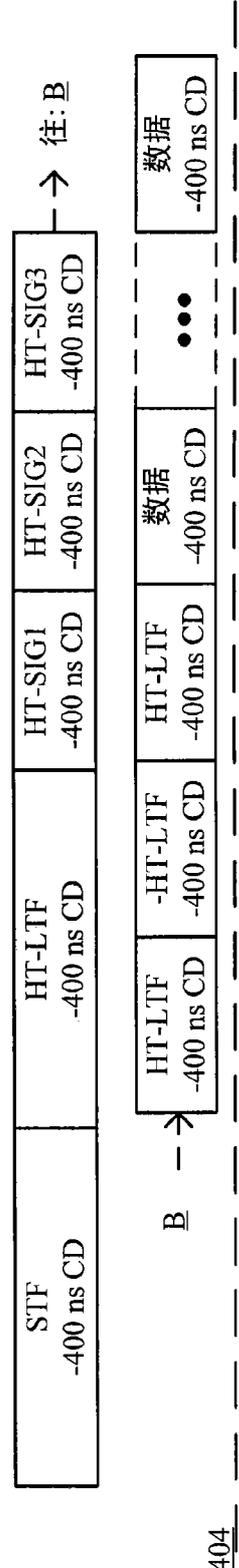
302

图 3

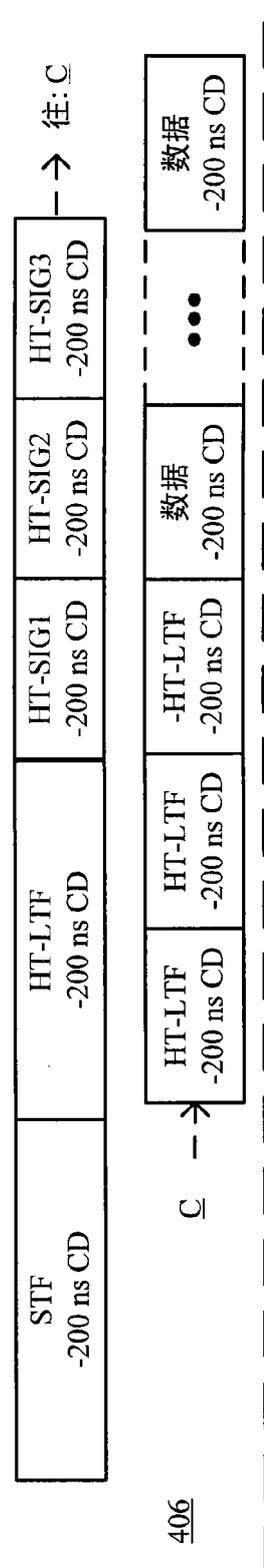
400



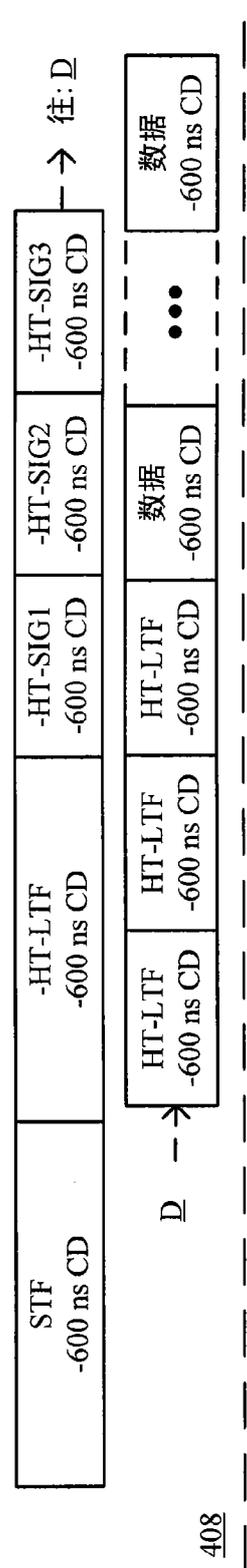
402



404

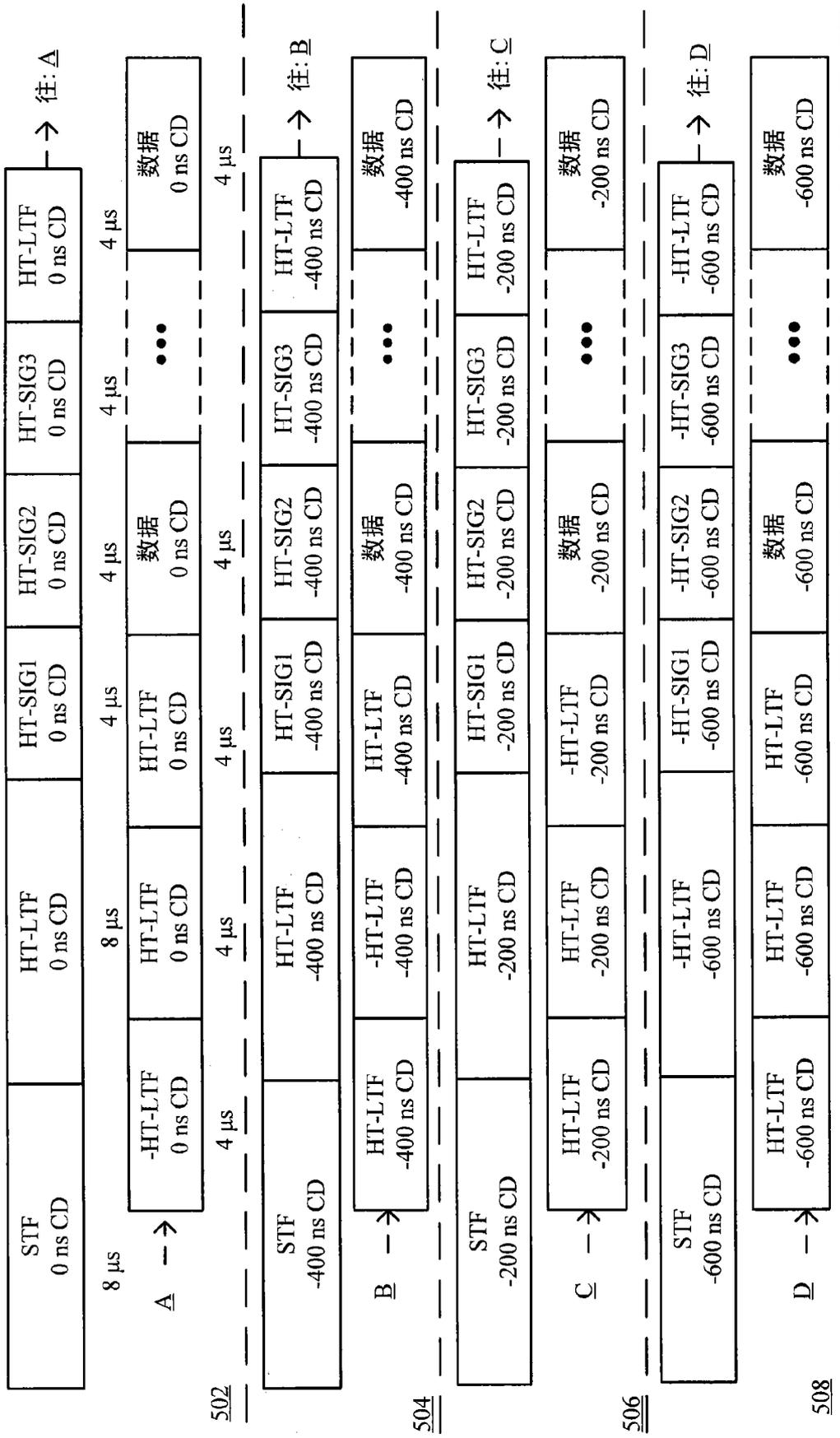


406



408

图 4



500

图 5

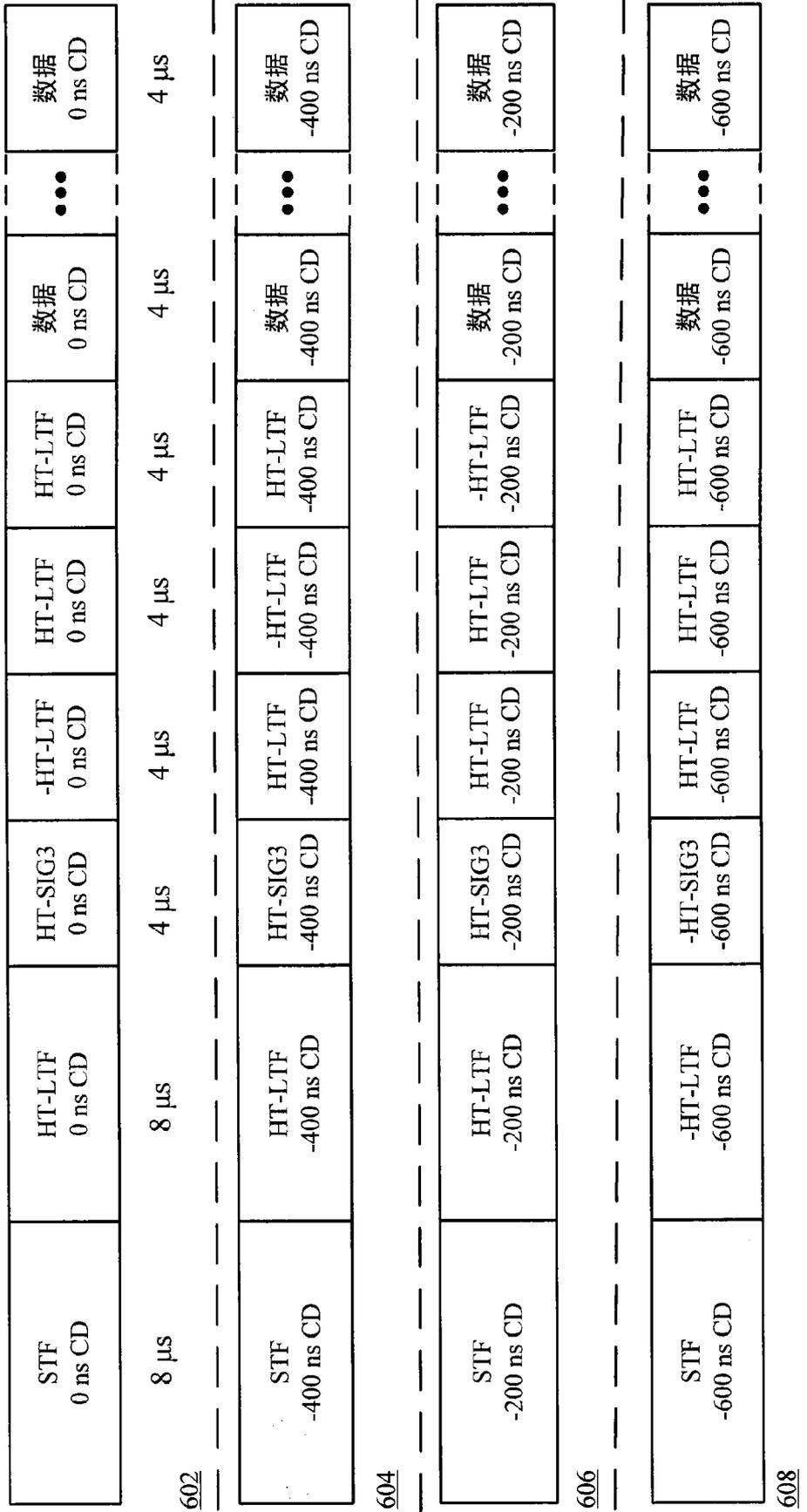


图 6

800

用于4个空间流的经缩短信道训练

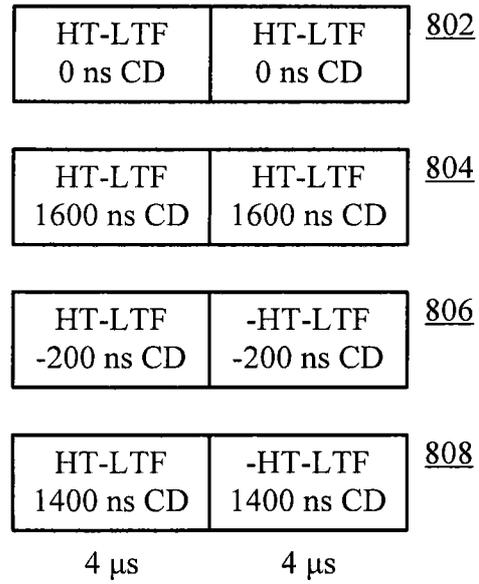


图 8

900

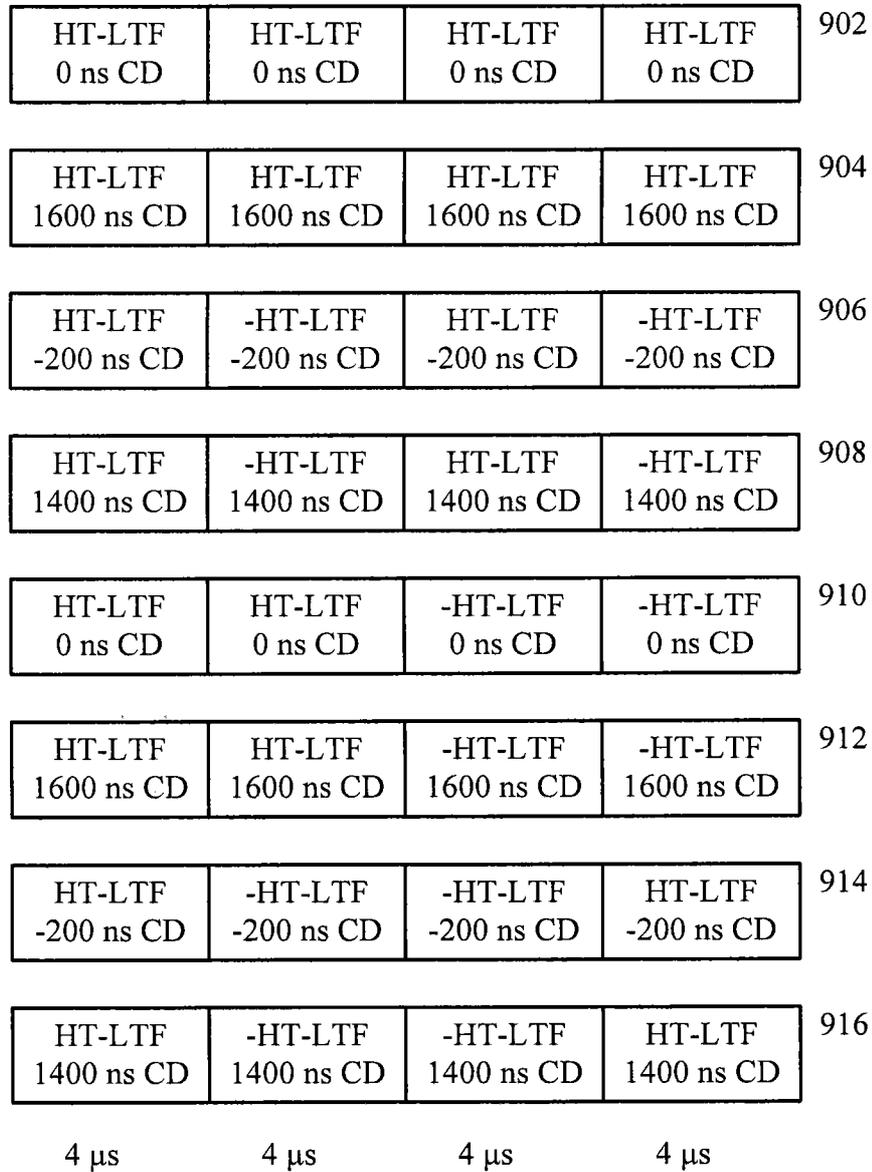


图 9

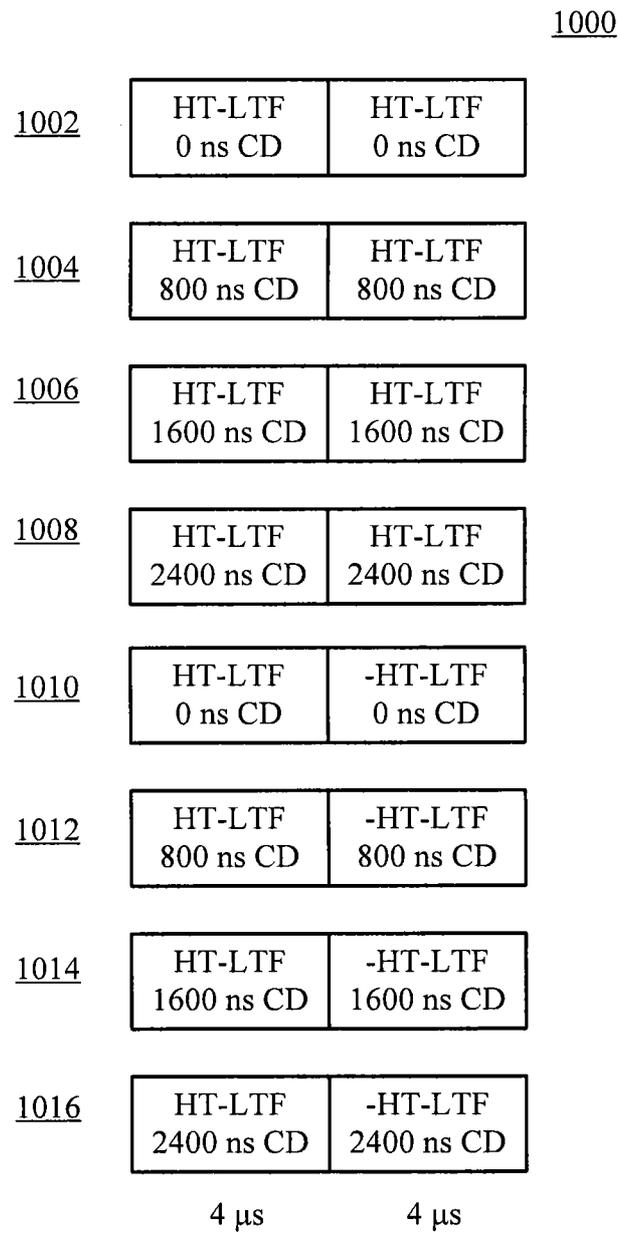


图 10

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 4 μ s 6 μ s 6 μ s 4 μ s 4 μ s

1100

图 11

1200

1202	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
1204	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
1206	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
1208	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
1210	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
1212	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
1214	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
1216	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
1218	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
1220	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
1222	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
1224	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
1226	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
1228	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
1230	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
1232	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 μs	4 μs	4 μs	4 μs	4 μs	4 μs	4 μs	4 μs

图 12

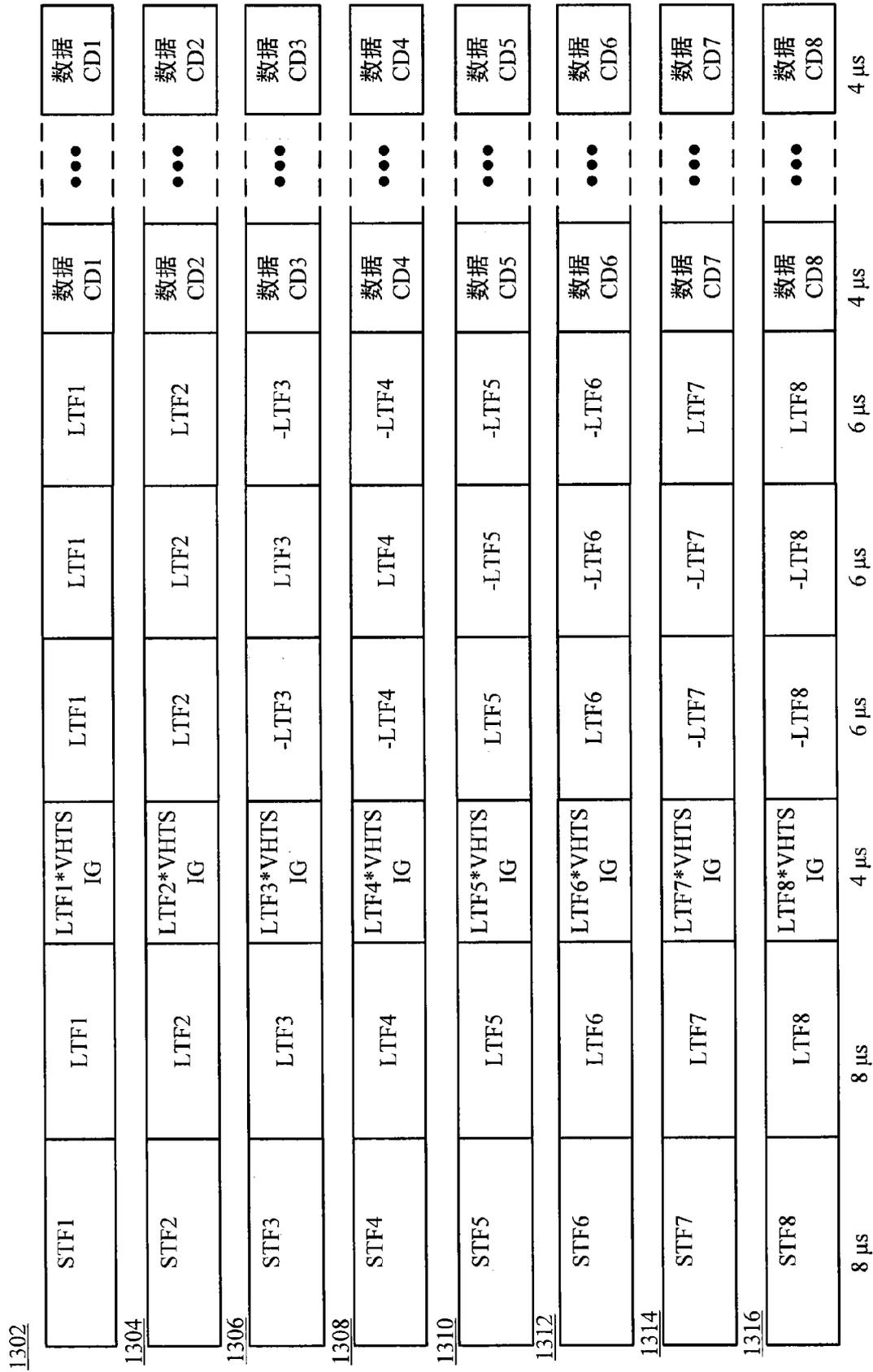


图 13

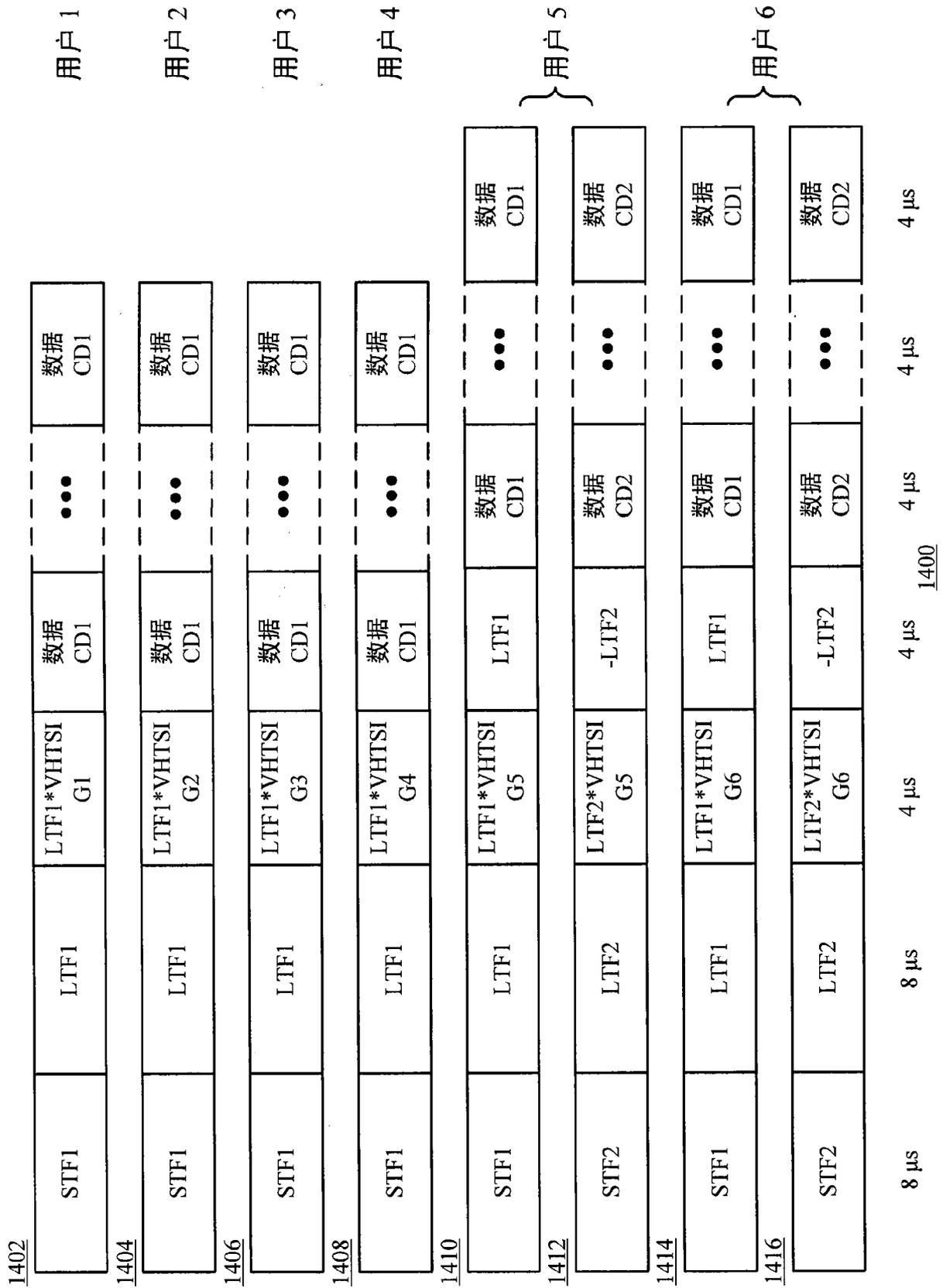


图 14

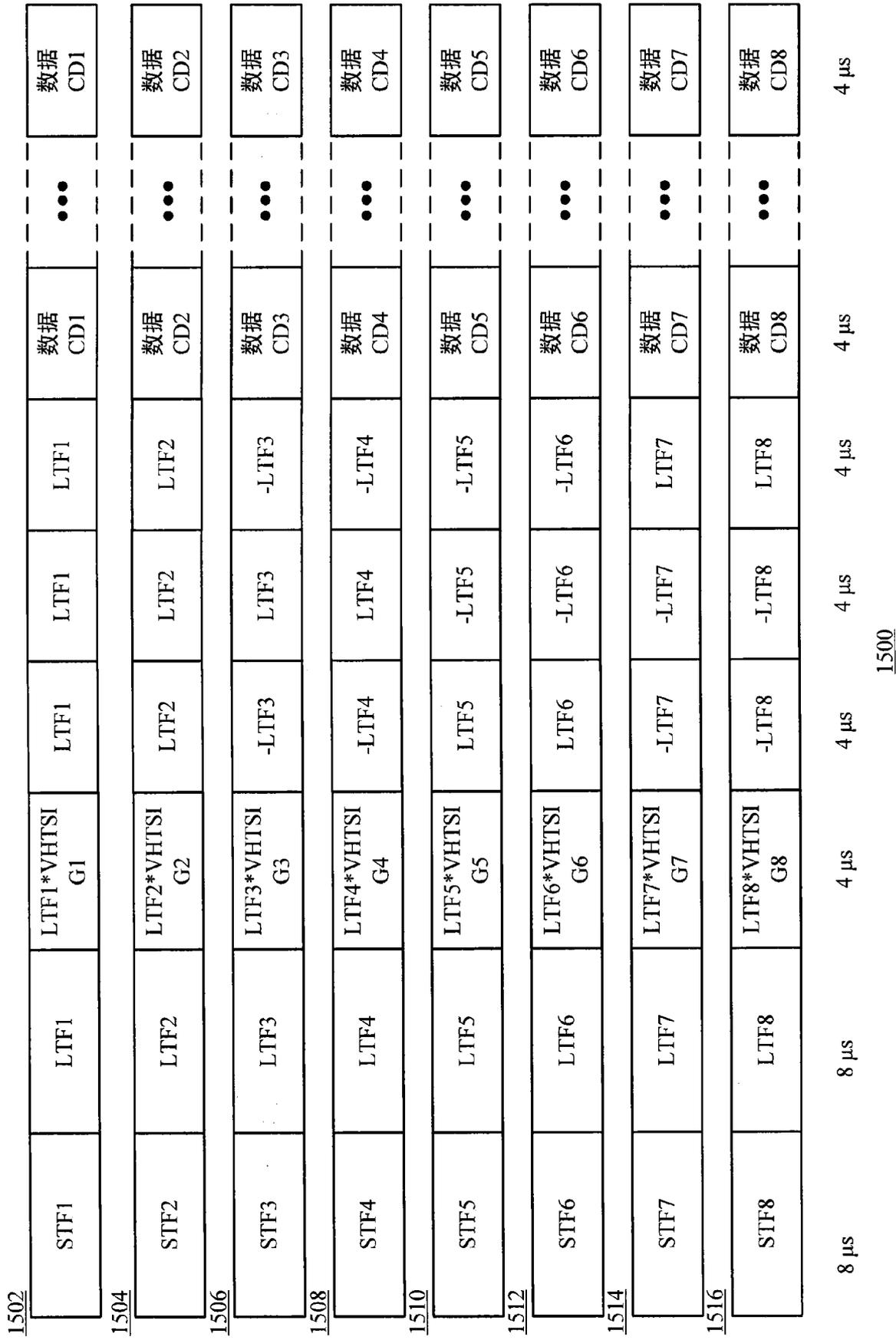


图 15

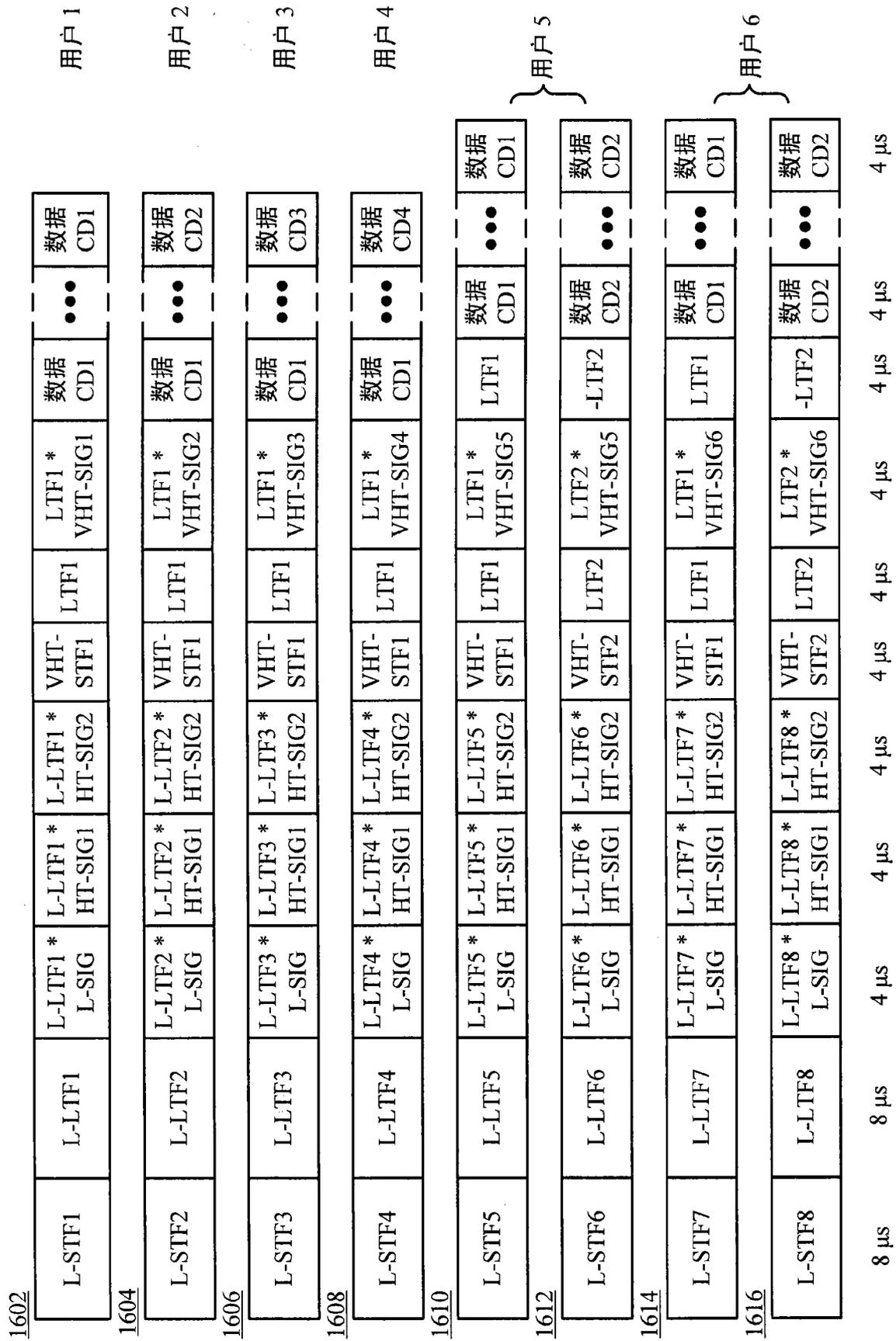
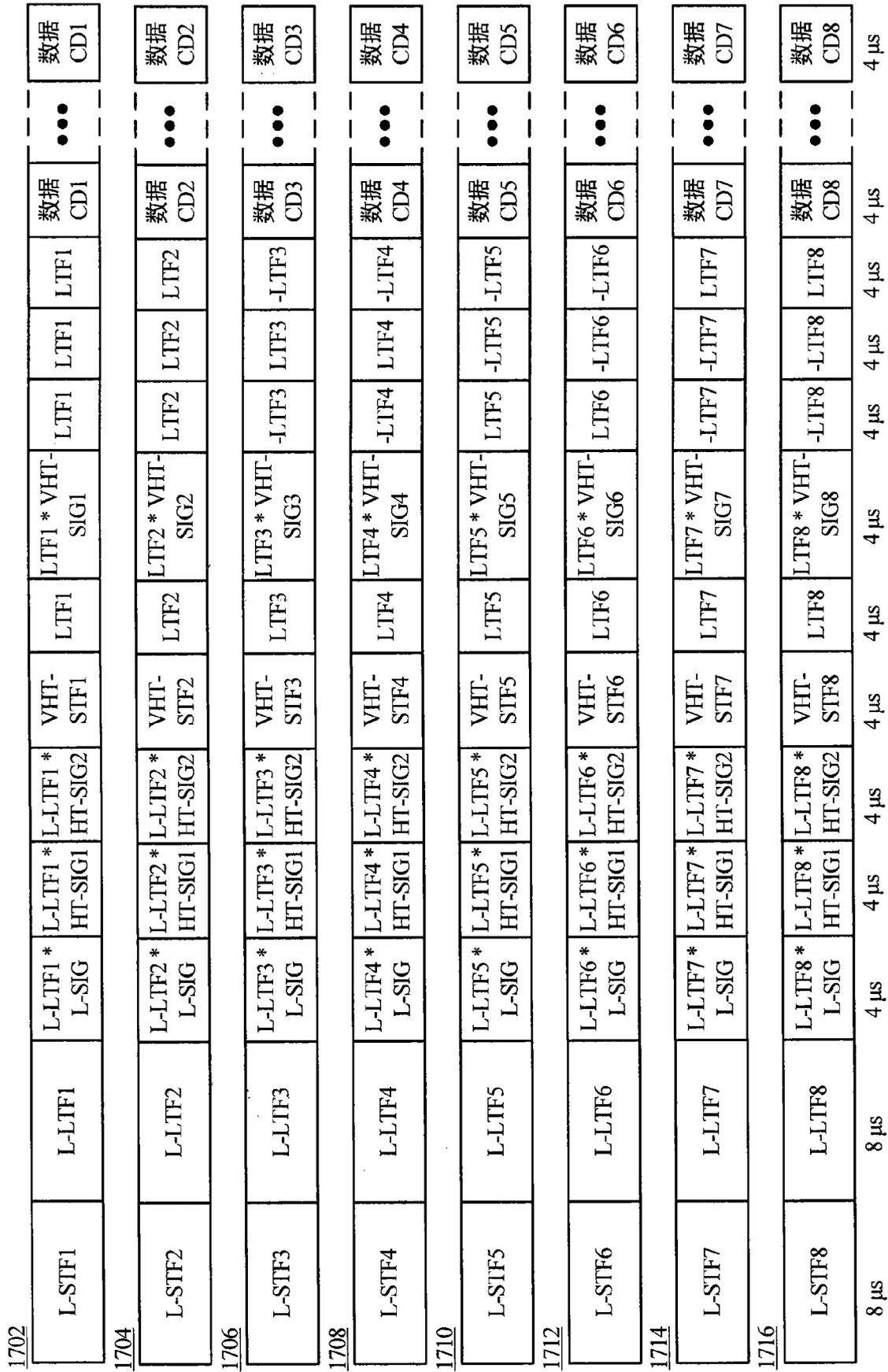


图 16



1700

图 17

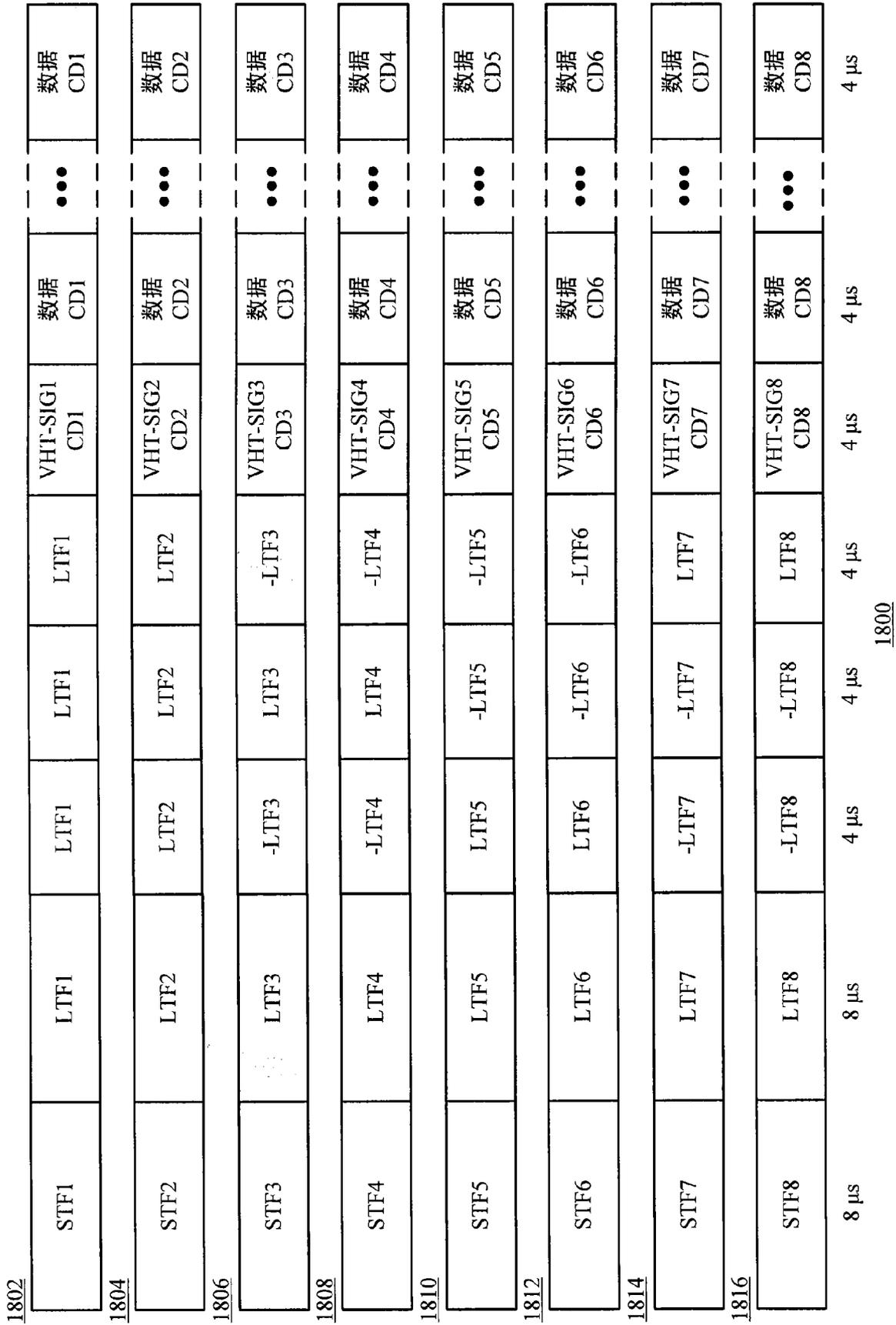


图 18

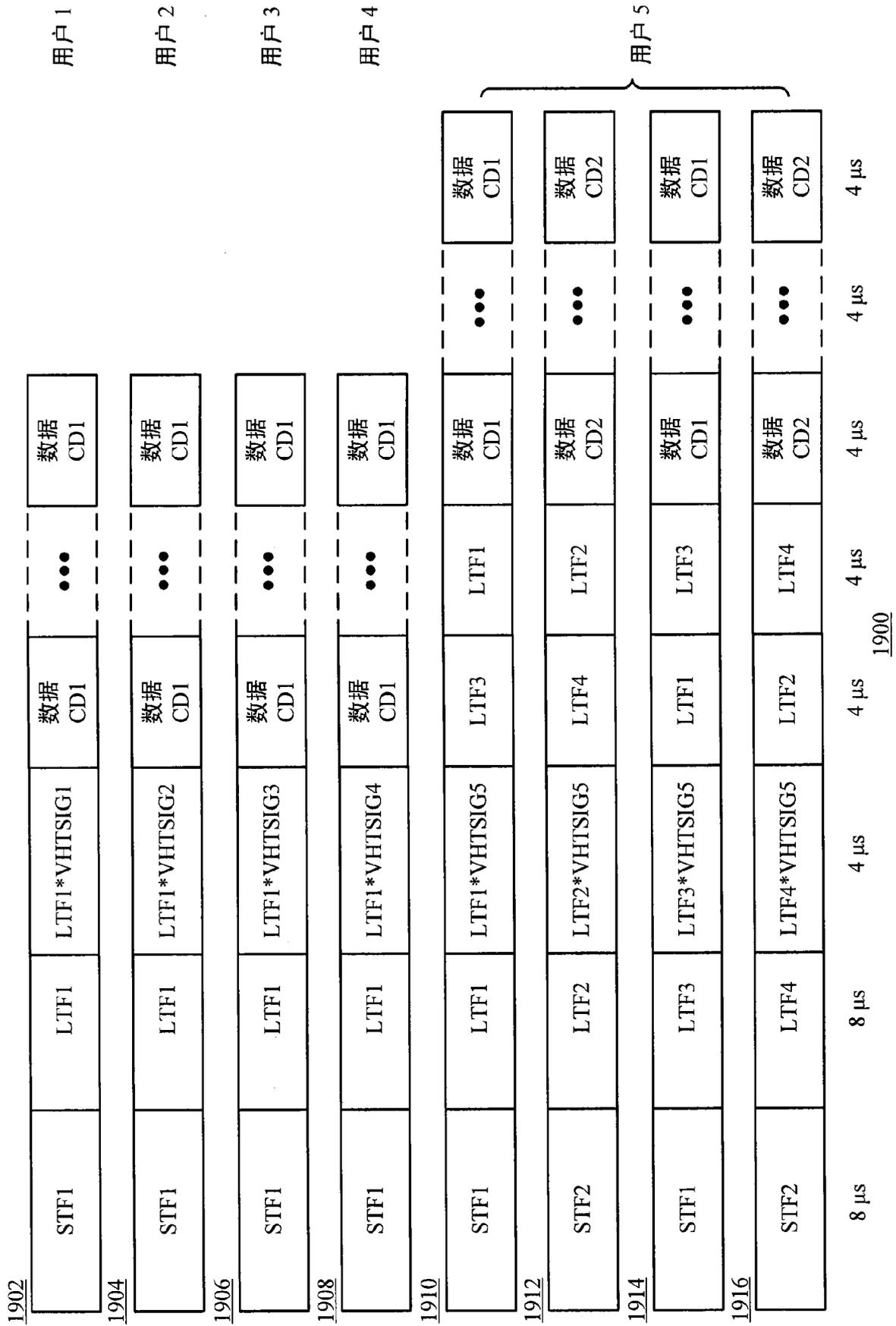


图 19

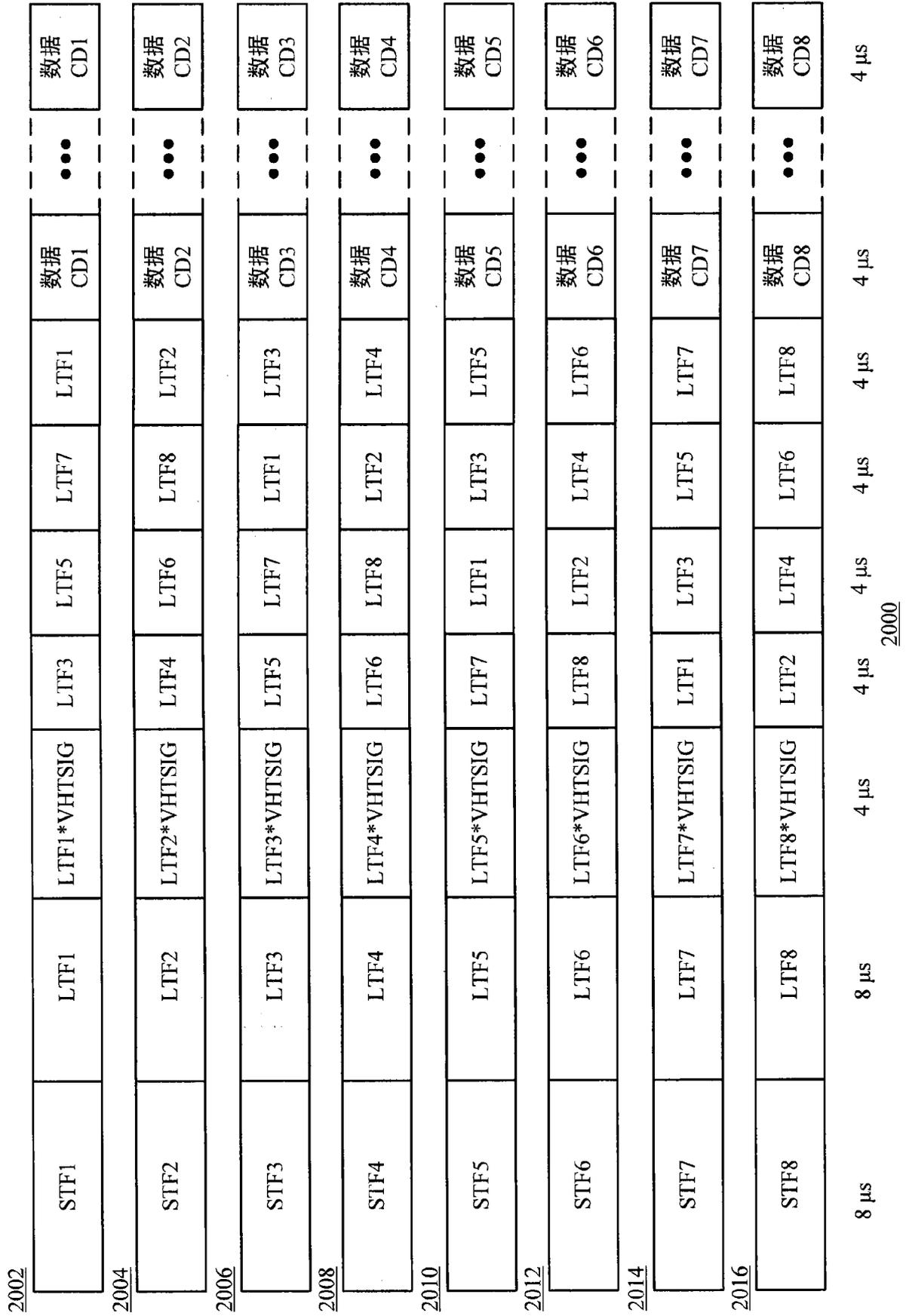


图 20

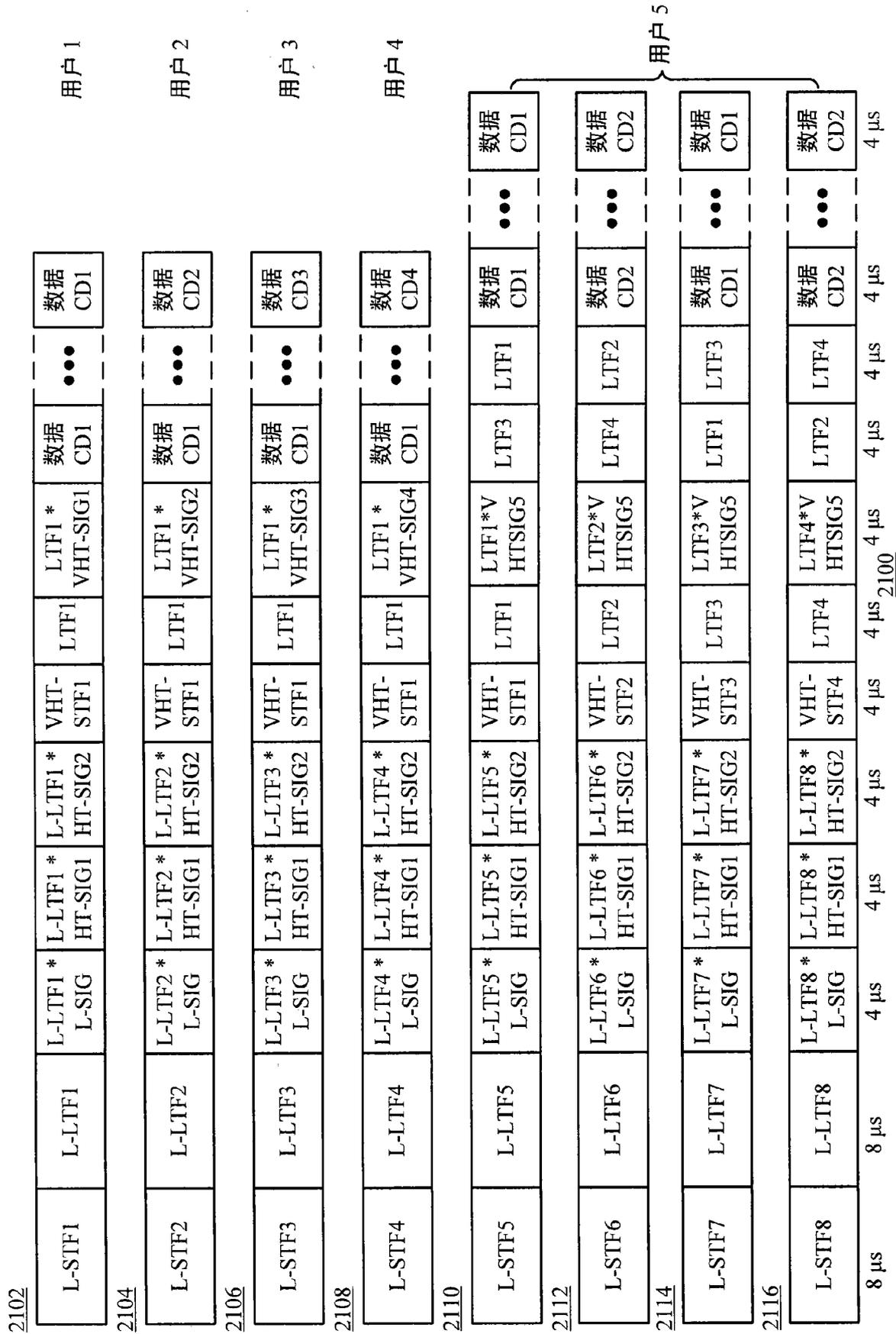


图 21

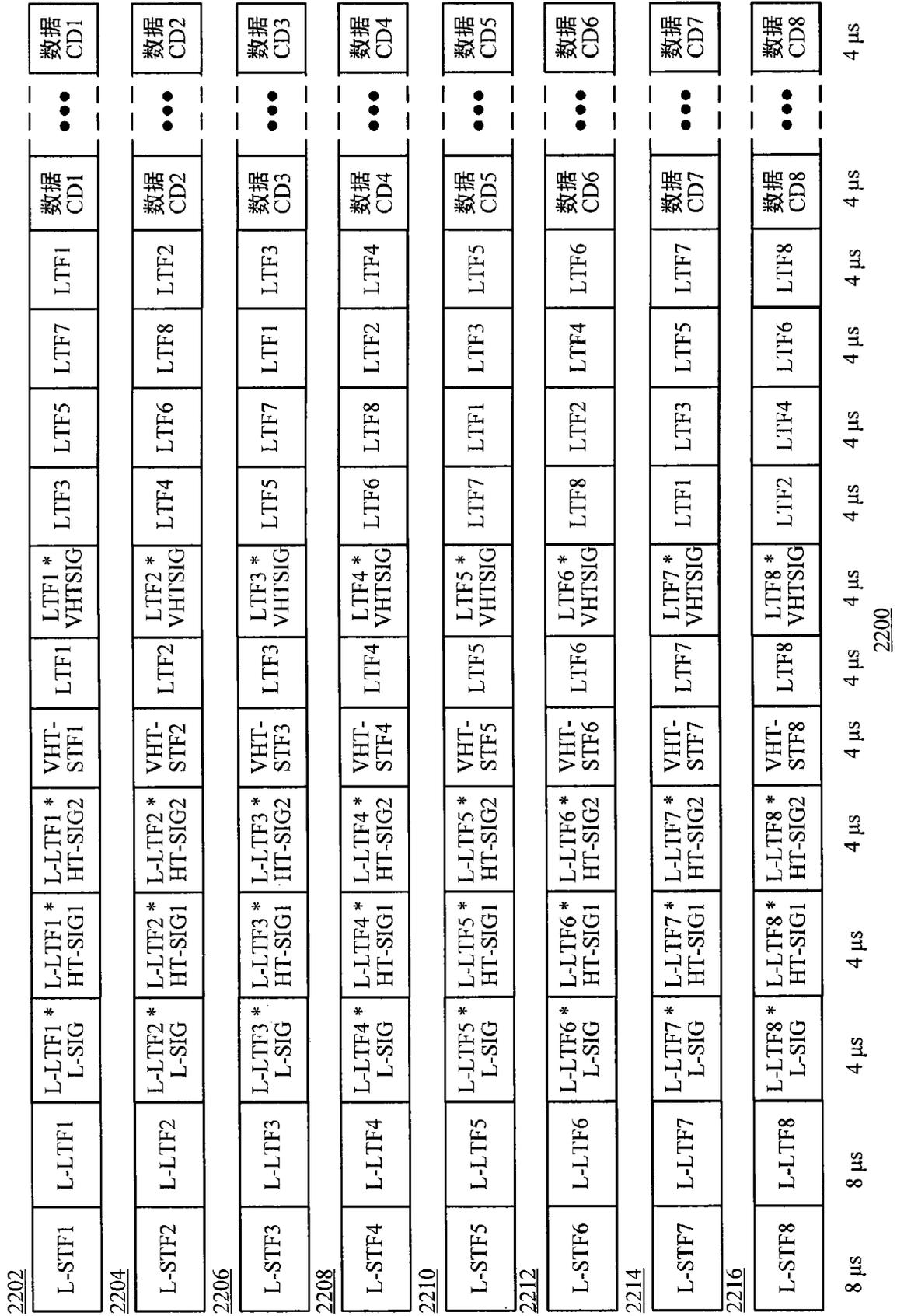


图 22

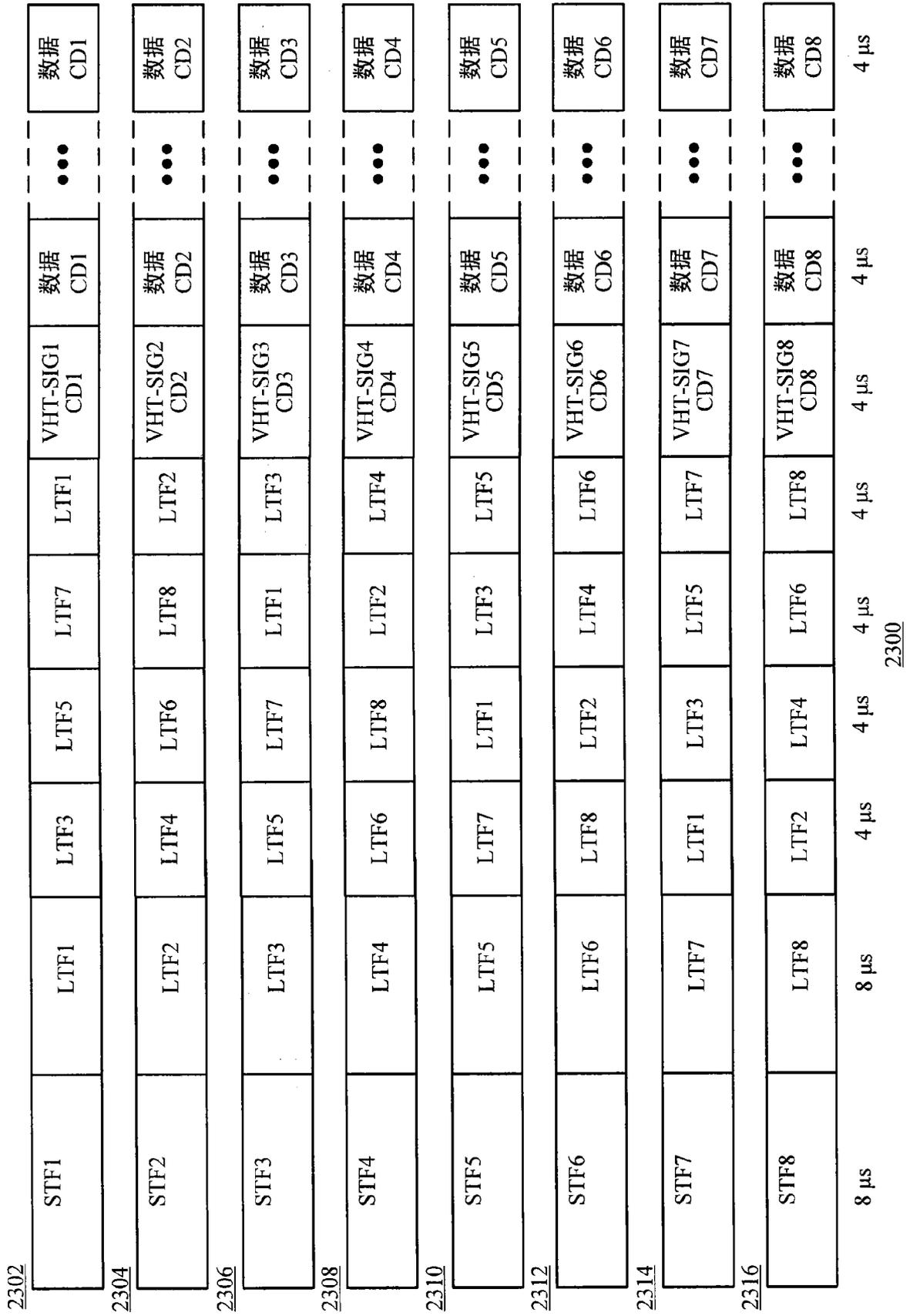
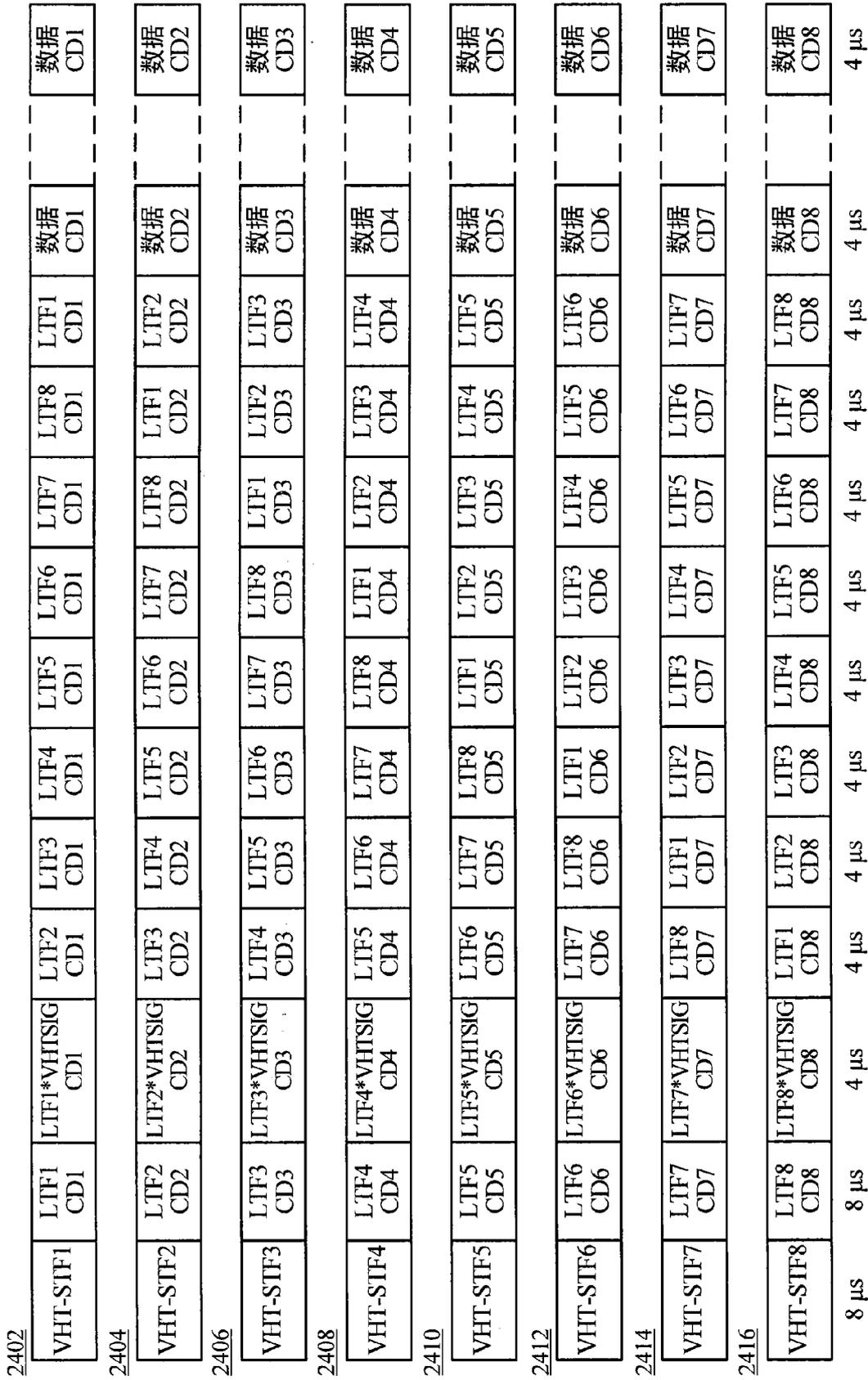


图 23



2400

图 24

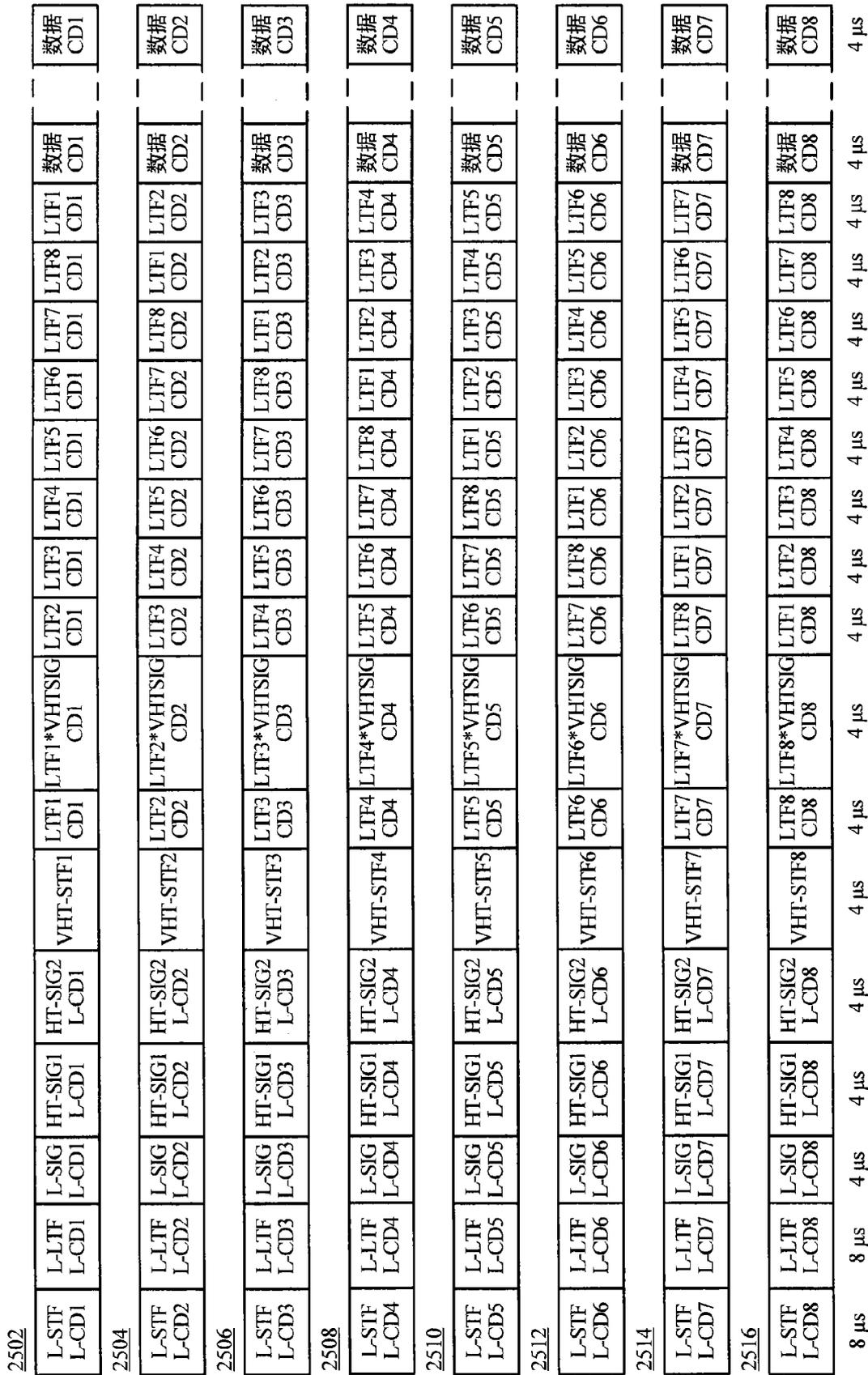
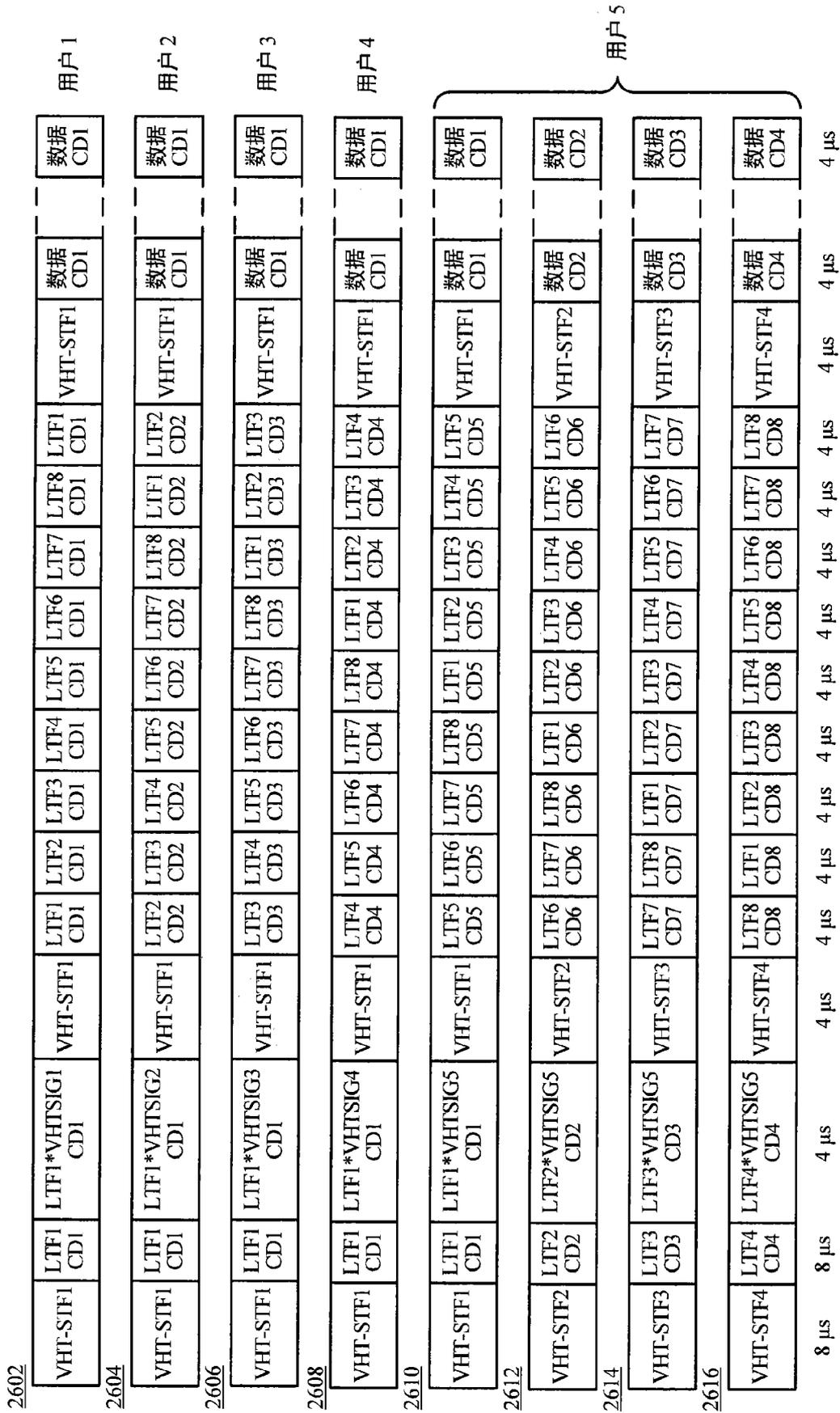
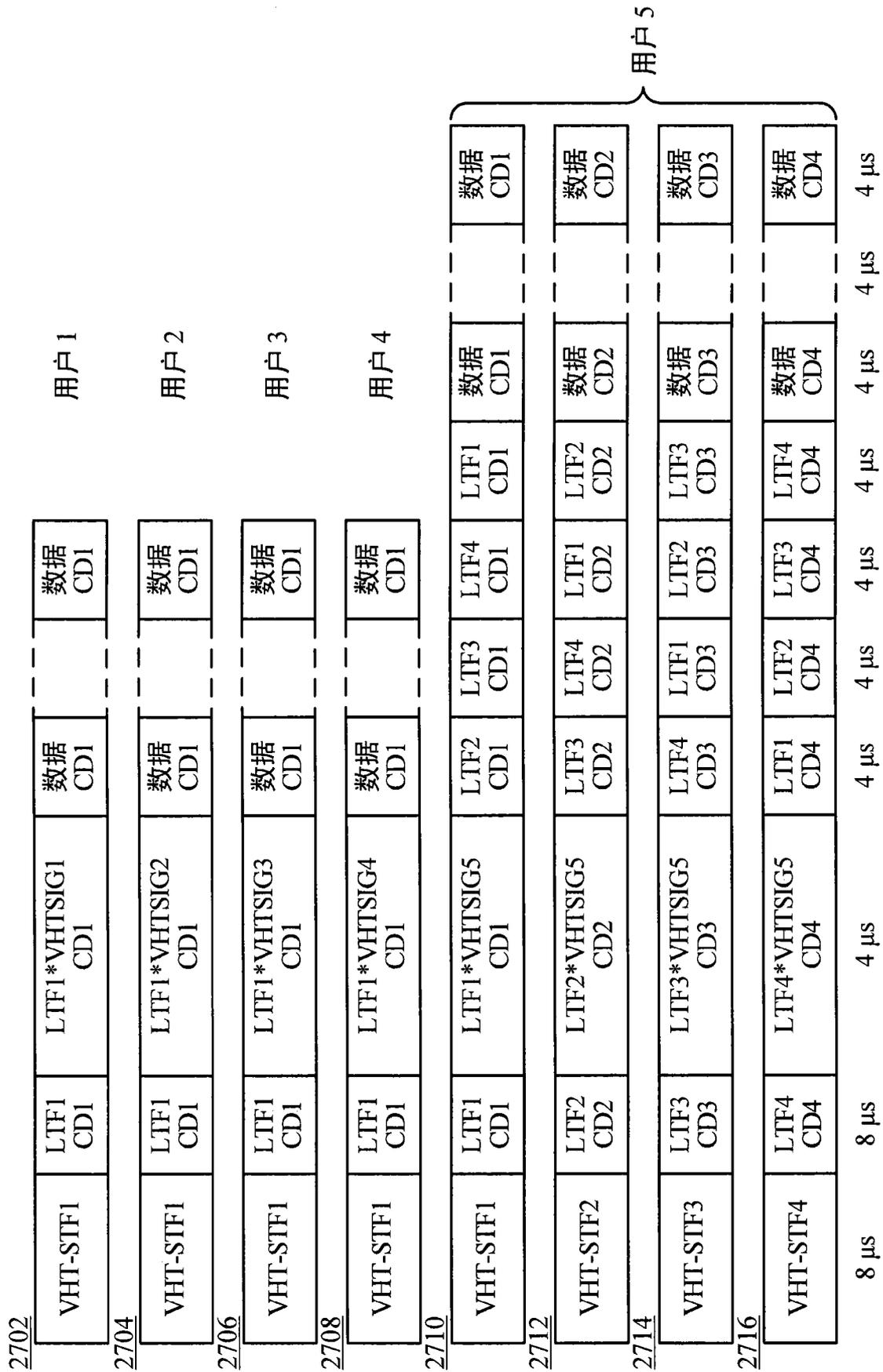


图 25



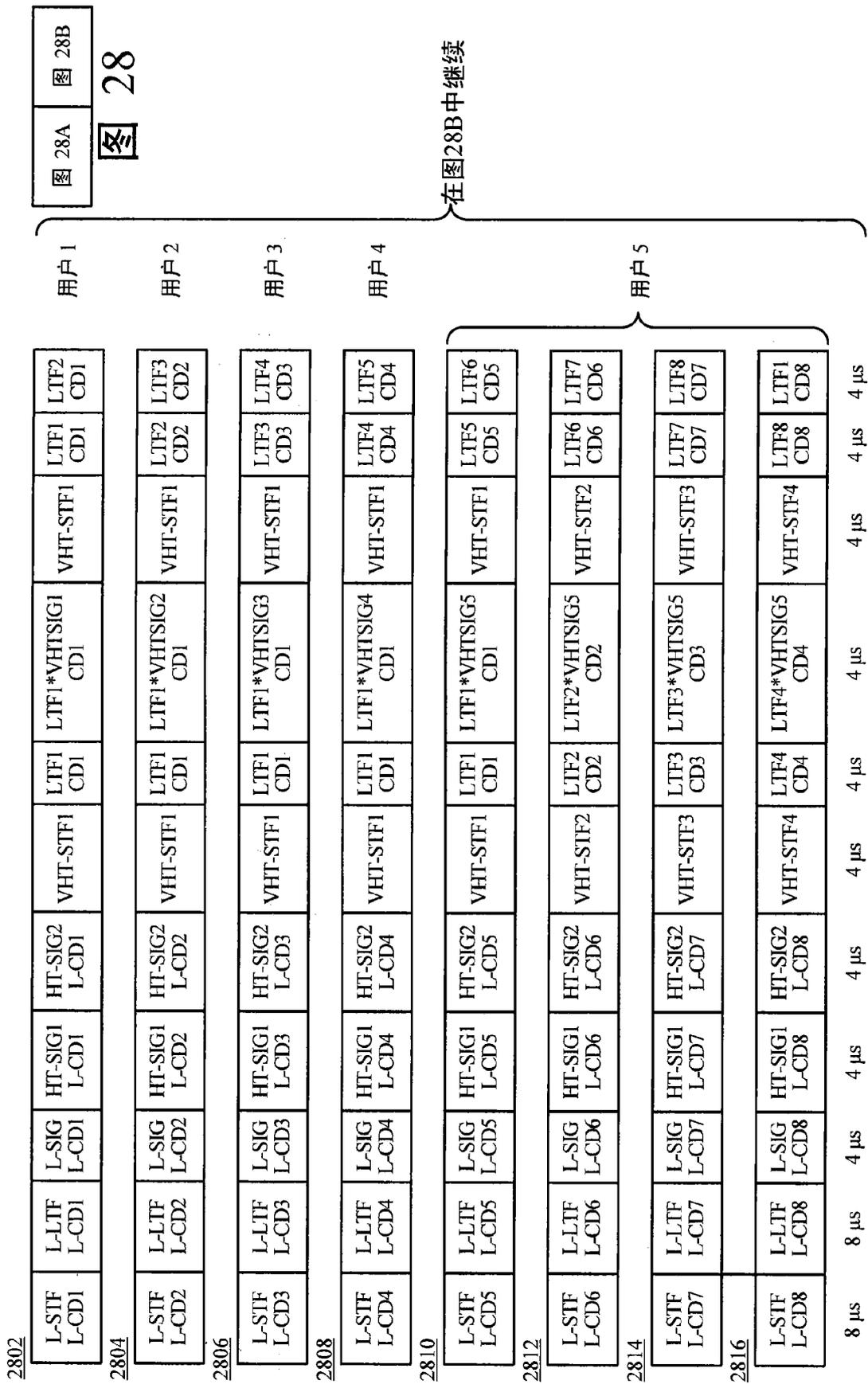
2600

图 26



2700

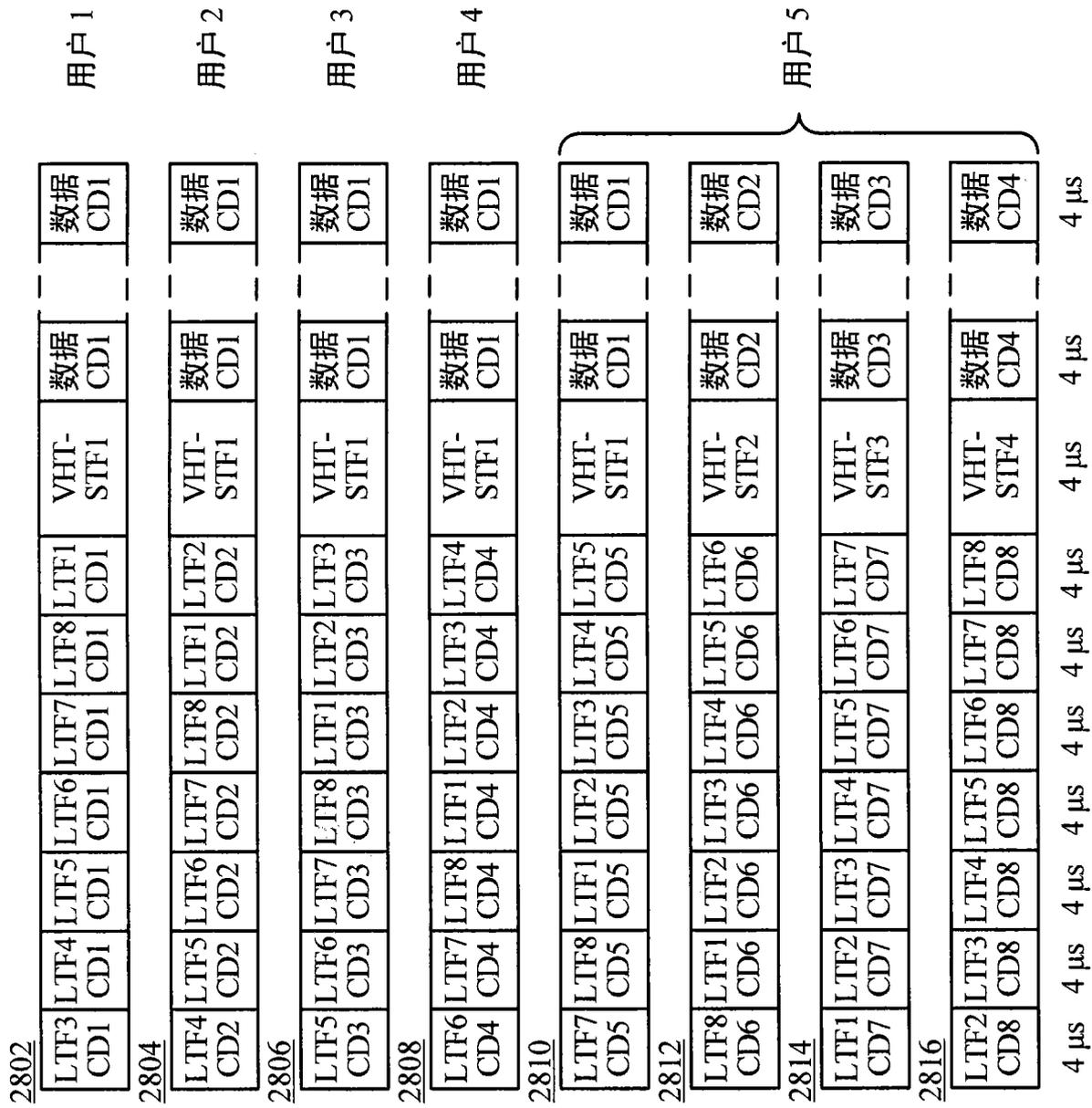
图 27



在图28B中继续

2800

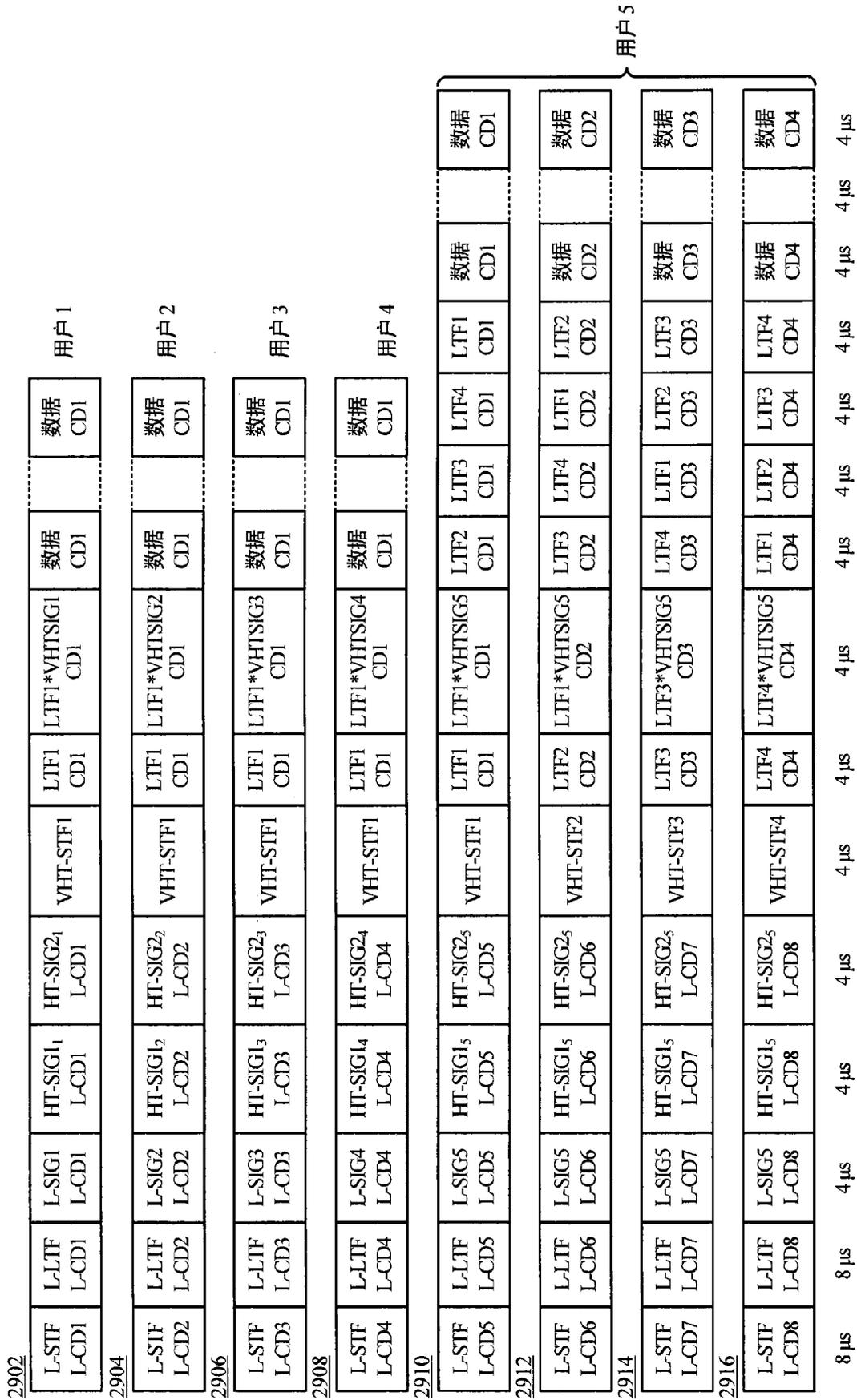
图 28A



从图28A继续

图 28B

2800



2900

图 29

3002	HT-LTF 0 ns CD												
3004	HT-LTF -400 ns CD												
3006	HT-LTF -200 ns CD												
3008	HT-LTF -600 ns CD												
3010	HT-LTF -800 ns CD												
3012	HT-LTF -1000 ns CD												
3014	HT-LTF -1200 ns CD												
3016	HT-LTF -1400 ns CD												
	4 μ s												
													3000

图 30

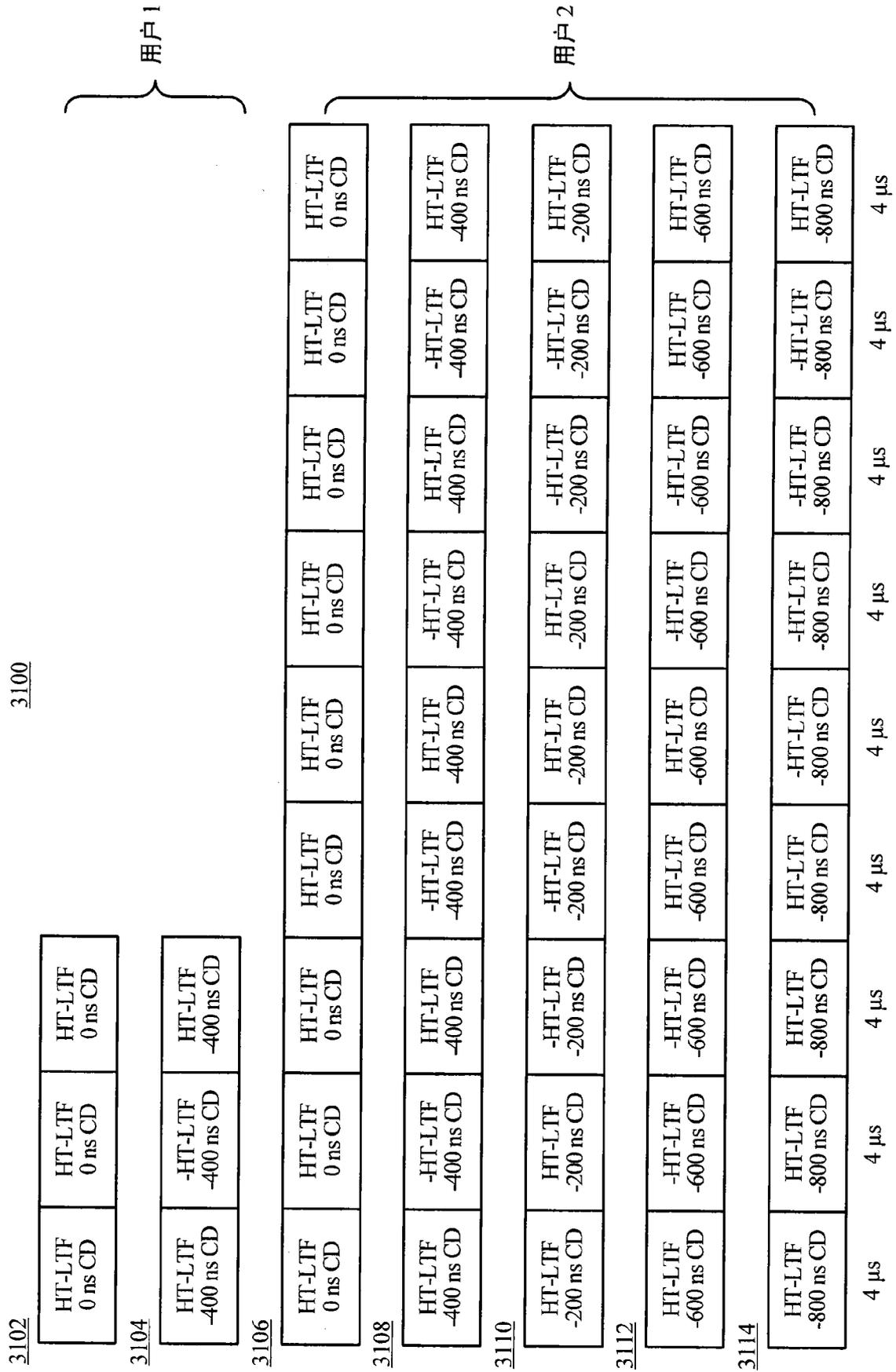


图 31