



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102017488 A

(43) 申请公布日 2011. 04. 13

(21) 申请号 200980116743. 2

(22) 申请日 2009. 05. 15

(30) 优先权数据

61/053, 526 2008. 05. 15 US

61/078, 925 2008. 07. 08 US

61/080, 514 2008. 07. 14 US

61/084, 133 2008. 07. 28 US

61/084, 776 2008. 07. 30 US

61/085, 763 2008. 08. 01 US

61/090, 058 2008. 08. 19 US

61/091, 885 2008. 08. 26 US

61/098, 128 2008. 09. 18 US

61/098, 970 2008. 09. 22 US

61/099, 790 2008. 09. 24 US

61/100, 112 2008. 09. 25 US

61/102, 152 2008. 10. 02 US

(71) 申请人 马维尔国际贸易有限公司

地址 巴巴多斯圣米加勒

(72) 发明人 张鸿远 R·U·纳巴 吴松平

H-L·楼 周全

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 鄢迅 李峥宇

(51) Int. Cl.

H04J 11/00 (2006. 01)

H04L 27/26 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 11. 09

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/044160 2009. 05. 15

(87) PCT申请的公布数据

W02009/140605 EN 2009. 11. 19

权利要求书 9 页 说明书 23 页 附图 36 页

(54) 发明名称

有效的物理层前导格式

(57) 摘要

一种用于生成通过通信信道来传输的数据单元的前导的方法, 包括: 使用第一序列或第二序列中的一个来生成前导的第一字段, 使得第一序列和第二序列是互补序列, 使得第一序列和第二序列的异相非周期性自相关系数的和为零; 使用第一序列或第二序列中的另一个, 来生成前导的第二字段的开始的指示符, 第二字段与信道估计信息相关联, 使得第二字段的开始的指示符紧随第一字段之后; 以及生成前导的第二字段。

1. 一种用于生成通过通信信道来传输的数据单元的前导的方法，所述方法包括：
使用第一序列或第二序列中的一个来生成所述前导的第一字段，其中所述第一序列和所述第二序列是互补序列，使得所述第一序列和所述第二序列的异相非周期性自相关系数的和为零；
使用所述第一序列或所述第二序列中的另一个，生成所述前导的第二字段的开始的指示符，所述第二字段与信道估计信息相关联，其中所述第二字段的所述开始的所述指示符紧随所述第一字段之后；以及
生成所述前导的所述第二字段。
2. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述第二字段的所述开始的所述指示符在所述第二字段的所述开始之前出现。
3. 如权利要求 2 所述的方法，其中所述第二字段的所述开始的所述指示符是开始帧定界符 (SFD)。
4. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述第二字段的所述开始的所述指示符包括在所述第二字段中。
5. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述第一序列和所述第二序列是互补 Golay 序列。
6. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述第一序列和所述第二序列的每一个是与权重向量 W 和延迟向量 D 相关联的 128 码片的 Golay 扩展序列，其中 $W = [1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1]$ ，并且 D 恰好包括每个数字 1、2、4、8、16、32 和 64 之一。
7. 如权利要求 6 所述的方法，其中 D 向量是以下之一： $[1 \ 2 \ 4 \ 8 \ 16 \ 32 \ 64]$ ， $[64 \ 16 \ 32 \ 1 \ 8 \ 2 \ 4]$ 或者 $[64 \ 32 \ 16 \ 8 \ 4 \ 2 \ 1]$ 。
8. 如权利要求 1 所述的方法，还包括：根据调制方案来调制所述前导。
9. 如权利要求 8 所述的方法，其中所述调制方案包括二进制相移键控 (BPSK)。
10. 如权利要求 9 所述的方法，其中所述调制方案是 $\pi/2$ BPSK。
11. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述第一序列和所述第二序列的每一个是二进制码片的序列。
12. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述第一字段与提供与所述数据单元的时间同步相关联。
13. 如权利要求 1 所述的方法，其中生成所述前导的所述第二字段包括：
生成第一信道估计序列 (CES) 符号，其包括由第一组覆盖码扩增的所述第一序列和所述第二序列；以及
生成第二信道估计序列 (CES) 符号，其包括由第二组覆盖码扩增的所述第一序列和所述第二序列；
其中所述第一 CES 符号和所述第二 CES 符号是互补序列。
14. 如权利要求 13 所述的方法，其中所述第一 CES 符号和所述第二 CES 符号是互补 Golay 序列。
15. 如权利要求 13 所述的方法，其中所述前导的所述第二字段的所述开始的所述指示符充当所述第一 CES 符号的循环前缀。
16. 如权利要求 13 所述的方法，还包括：生成所述第一 CES 符号的循环后缀。
17. 如权利要求 13 所述的方法，其中所述第一字段的最后部分充当所述第一 CES 符

号的循环前缀。

18. 如权利要求 13 所述的方法，其中不同于所述第二字段的字段中的序列充当所述第一 CES 符号的循环前缀。

19. 如权利要求 18 所述的方法，其中所述第二 CES 符号的第一部分充当所述第一 CES 符号的循环后缀；并且

其中所述第一 CES 符号的最后部分充当所述第二 CES 符号的循环前缀。

20. 如权利要求 19 所述的方法，还包括：生成所述第二 CES 符号的循环后缀。

21. 如权利要求 13 所述的方法，还包括：

生成所述第一 CES 符号的循环前缀；

生成所述第一 CES 符号的循环后缀；以及

生成所述第二 CES 符号的循环前缀。

22. 如权利要求 21 所述的方法，还包括：生成所述第二 CES 符号的循环后缀。

23. 如权利要求 13 所述的方法，其中所述第一序列和所述第二序列的每一个的长度是整数 N ；以及

其中所述第一 CES 符号和所述第二 CES 符号的每一个的长度至少是 $4N$ 。

24. 如权利要求 13 所述的方法，其中所述第一 CES 符号的开始部分与所述第二 CES 符号的开始部分相同；

其中所述第一 CES 符号的结束部分与所述第二 CES 符号的结束部分相同；

其中利用在所述第二字段中的第一 CES 符号和第二 CES 符号的第一顺序生成所述前导的第二字段则指示第一通信模式；以及

其中利用在所述第二字段中的第一 CES 符号和第二 CES 符号的第二顺序生成所述前导的第二字段则指示第二通信模式。

25. 如权利要求 1 所述的方法，其中利用所述第一序列生成所述前导的所述第一字段则指示第一操作模式；以及

利用所述第二序列生成所述前导的所述第一字段则指示第二操作模式。

26. 如权利要求 25 所述的方法，其中所述第一通信模式是单载波模式，并且所述第二通信模式是正交频分复用 (OFDM) 模式。

27. 如权利要求 1 所述的方法，其中生成所述第一字段包括：

向所述第一字段应用第一覆盖码，以指示通信参数的第一值，以及

向所述第一字段应用第二覆盖码，以指示所述参数的第二值。

28. 如权利要求 1 所述的方法，还包括：传输所述前导。

29. 一种用于处理通过通信信道接收的数据单元的前导的方法，其中所述前导包括第一字段以及与所述信道估计信息相关联的第二字段，其中所述第一字段的结束部分包括第一序列，以及所述第二字段的开始部分包括与所述第一序列互补的第二序列，其中所述第一序列与所述第二序列的异相非周期性自相关系数的和为零，所述方法包括：

使用对应于所述前导的接收信号来生成至少一个相关信号，其中所述至少一个相关信号包括以下至少一个：1) 所述接收信号与所述第一序列之间的互相关；2) 所述接收信号与所述第一序列之间的互相关；以及 3) 所述接收信号的自相关；

基于多个相关信号来检测所述第二字段的开始；以及

使用所述第二字段的所述开始的检测, 对所述第二字段解码。

30. 如权利要求 29 所述的方法, 其中所述第二字段包括第一信道估计符号 (CES) 字段和第二 CES 字段, 其中所述第一 CES 符号和所述第二 CES 字段的每一个包括由相应的覆盖码扩增的所述第一序列和所述第二序列, 其中所述方法还包括:

使用所述接收信号来生成附加的多个相关信号, 其中所述多个相关信号包括所述接收信号与所述第一 CES 字段之间的互相关、以及所述接收信号与所述第二 CES 字段之间的互相关;

使用所述附加的多个相关信号来对所述第二字段解码。

31. 如权利要求 29 所述的方法, 还包括:

确定所述第一字段中的覆盖码; 以及

其中对所述前导解码包括基于所述覆盖码来确定物理层参数的值。

32. 如权利要求 31 所述的方法, 其中所述参数是以下之一: 微微网标识符、物理层通信模式或报头速率。

33. 如权利要求 29 所述的方法, 其中生成至少一个相关信号包括生成多个相关信号, 包括以下中的至少两个: 1) 所述接收信号与所述第一序列之间的互相关; 2) 所述接收信号与所述第一序列之间的互相关; 以及 3) 所述接收信号的自相关。

34. 一种生成数据单元前导的方法, 所述方法包括:

生成与分组同步信息或帧边界指示中至少一个相关联的第一字段; 以及

生成与信道估计相关联的第二字段, 包括:

生成第一信道估计序列 (CES) 符号; 以及

生成第二 CES 符号,

其中以下至少一个成立: 1) 所述第一字段中的序列充当所述第一 CES 符号的循环前缀; 2) 所述第二 CES 符号的开始部分充当所述第一 CES 符号的循环后缀; 或者 3) 所述第一 CES 符号的结束部分充当所述第二 CES 符号的循环前缀。

35. 如权利要求 34 所述的方法, 其中所述第一 CES 符号包括由第一组覆盖码扩增的第一序列和第二序列, 并且

其中所述第二 CES 符号包括由第二组覆盖码扩增的所述第一序列和所述第二序列。

36. 如权利要求 35 所述的方法, 其中所述第一序列和所述第二序列是互补 Golay 序列。

37. 如权利要求 34 所述的方法, 其中所述第一 CES 符号包括第一序列和第二序列, 使得所述第一序列和所述第二序列的异相非周期性自相关系数的和为零; 以及其中生成第一字段包括使用独立于所述第一序列和所述第二序列的第三序列。

38. 如权利要求 34 所述的方法, 其中所述第一 CES 符号和所述第二 CES 符号是互补 Golay 序列。

39. 如权利要求 34 所述的方法, 其中所述第一字段包括重复的第一序列;

其中所述第二字段的开始紧随所述第一字段的结束之后出现;

其中所述第一 CES 符号的开始是所述第二字段的开始, 并且包括第二第一序列;

其中所述第一序列和所述第二序列是互补序列, 使得所述第一序列和所述第二序列的异相非周期性自相关系数的和为零。

40. 如权利要求 34 所述的方法, 其中所述第一 CES 符号是符合格式 $u = [c_1 a c_2 b c_3 a c_4 b]$ 的 u , 并且所述第二 CES 符号符合格式 $v = [c_5 a c_6 b c_6 a c_8 b]$, 其中 a 是第一 Golay 扩展序列, b 是与 a 互补的第二 Golay 扩展序列;

其中 c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 、 c_5 、 c_6 、 c_7 和 c_8 的每一个是 +1 或 -1;

其中 u 和 v 是互补 Golay 序列; 并且

其中 $c_4 = c_8$ 。

41. 如权利要求 40 所述的方法, 其中 $c_1 = c_5$ 。

42. 如权利要求 34 所述的方法, 其中所述第一 CES 符号符合格式 $u_1 = [c_1 b c_2 a c_3 b c_4 a]$ 或者格式 $u_2 = [d_1 a d_2 b d_3 a d_4 b]$ 之一, 其中 a 是第一 Golay 扩展序列, b 是与 a 互补的第二 Golay 扩展序列, c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 、 c_5 、 c_6 、 c_6 和 c_8 的每一个是 +1 或 -1, 并且 $c_4 = c_8$; 其中所述第二 CES 符号符合格式 $v_1 = [c_5 b c_6 a c_7 b c_8 a]$ 或格式 $v_2 = [d_5 a d_6 b d_7 a d_8 b]$ 之一, 其中 d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 、 d_5 、 d_6 、 d_7 和 d_8 的每一个是 +1 或 -1, 并且 $d_4 = d_8$; 以及

其中所述第一字段包括多个重复的 a 序列, 并且所述第二字段包括 v_1 之前的 u_1 , 以指示第一通信模式; 并且

其中所述第一字段包括多个重复的 b 序列, 并且所述第二字段包括 v_2 之前的 u_2 , 以指示第二通信模式。

43. 如权利要求 42 所述的方法, 其中所述第一通信模式是单载波 (SC) 模式或正交频分复用 (OFDM) 中的一个, 并且所述第二通信模式是 SC 模式或 OFDM 模式中的另一个。

44. 如权利要求 42 所述的方法, 其中 $c_1 = c_5$ 并且 $d_1 = d_5$ 。

45. 如权利要求 34 所述的方法, 其中所述第一 CES 符号符合格式 $u_1 = [c_1 b c_2 a c_3 b c_4 a]$ 或者格式 $u_2 = m[c_2 a c_3 b c_4 a c_1 b]$ 之一, 其中 a 是第一 Golay 扩展序列, b 是与 a 互补的第二 Golay 扩展序列, c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 、 c_5 、 c_6 、 c_6 和 c_8 的每一个是 +1 或 -1, 并且 $c_4 = c_8$; 其中所述第二 CES 符号符合 $v_1 = [c_5 b c_6 a c_7 b c_8 a]$ 或格式 $v_2 = m[c_6 a c_7 b c_8 a c_5 b]$ 之一, 其中 m 是 +1 或 -1; 以及

其中所述第一字段包括多个重复的 a 序列, 并且所述第二字段包括 v_1 之前的 u_1 , 以指示第一通信模式; 以及

其中所述第一字段包括多个重复的 b 序列, 并且所述第二字段包括 v_2 之前的 u_2 , 以指示第二通信模式。

46. 如权利要求 34 所述的方法, 其中所述第一 CES 符号包括第一序列和第二序列, 其中所述第一序列和所述第二序列的每一个是与权重向量 W 和延迟向量 D 相关联的 128 码片 Golay 扩展序列, 并且其中 $W = [1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1]$, 并且 D 是 $[1 \ 2 \ 4 \ 8 \ 16 \ 32 \ 64]$ 、 $[64 \ 16 \ 32 \ 1 \ 82 \ 4]$ 或 $[64 \ 32 \ 16 \ 8 \ 4 \ 2 \ 1]$ 之一。

47. 如权利要求 34 所述的方法, 还包括: 根据调制方案来调制所述前导。

48. 一种用于处理通过通信信道接收的数据单元的前导的方法, 所述方法包括:

基于所述接收信号中与所述前导的第一字段相对应的部分, 获得同步信息或帧开始指示中的至少一个; 以及

使用所述接收信号中与第二字段对应的部分, 获得信道估计信息, 包括:

检测所述第二字段中的第一信道估计 (CES) 符号; 以及

检测第二 CES 符号；

其中以下至少一个成立：1) 所述第一字段的最后部分充当所述第一 CES 符号的循环前缀，2) 所述第二 CES 符号的开始部分充当所述第一 CES 符号的循环后缀，或者 3) 所述第一 CES 符号的结束部分充当所述第二 CES 符号的循环前缀。

49. 如权利要求 48 所述的方法，其中检测所述第一 CES 符号包括将所述第一字段的最后部分和所述第二字段中的每一个与一对互补 Golay 序列进行相关。

50. 如权利要求 48 所述的方法，其中所述第一 CES 符号的最后部分充当所述第二 CES 符号的循环前缀。

51. 如权利要求 48 所述的方法，其中所述第一 CES 符号符合格式 $u = [c_1 a c_2 b c_3 a c_4 b]$ ，并且所述第二 CES 符号符合格式 $v = [c_5 a c_6 b c_7 a c_8 b]$ ，其中 a 是第一 Golay 扩展序列， b 是与 a 互补的第二 Golay 扩展序列；其中 c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 、 c_5 、 c_6 、 c_7 和 c_8 的每一个为 +1 或 -1；其中 u 和 v 是互补 Golay 序列；并且其中 $c_4 = c_8$ 。

52. 如权利要求 51 所述的方法，其中所述第一字段包括独立于所述第一 Golay 扩展序列 a 和所述第二 Golay 扩展序列 b 的 Golay 扩展序列。

53. 如权利要求 51 所述的方法，其中所述第一字段包括与以下之一对应的 Golay 扩展序列：被循环移位一个或多个位置的所述第一 Golay 扩展序列 a ，或者被循环移位一个或多个位置的所述第二 Golay 扩展序列 b 。

54. 一种用于生成数据单元的前导的方法，所述方法包括：

生成所述前导的短训练字段 (STF)，以包括 a 序列的重复系列或者 b 序列的重复系列之一；

其中 a 和 b 是互补序列，其中 a 和 b 的异相非周期性自相关系数的和为零；

其中所述 STF 至少与同步信息相关联；

在所述 STF 之后生成所述前导的长训练字段 (LTF)，以包括 a' 序列和 b' 序列；

其中 a' 是被循环位移零个或更多位置的序列 a ，并且其中 b' 是被循环位移零个或更多位置的序列 b ；并且

其中所述 LTF 与信道估计信息相关联。

55. 如权利要求 54 所述的方法，其中所述 LTF 紧随所述 STF 之后，并且其中所述 STF 的最后序列是所述 LTF 的第一序列的互补序列。

56. 如权利要求 55 所述的方法，所述 LTF 包括 CES 符号，其中所述 CES 符号的开始部分紧随所述 STF 之后出现，并且其中所述 STF 的最后序列充当所述 CES 符号的循环前缀。

57. 如权利要求 54 所述的方法，其中所述 LTF 包括第一 CES 符号和第二 CES 符号，其中所述第一 CES 符号和所述第二 CES 符号是互补序列。

58. 如权利要求 57 所述的方法，其中以下至少一个成立：1) 所述第一 CES 符号的结束部分充当所述第二 CES 符号的循环前缀，或者 2) 所述第二 CES 符号的开始部分充当所述第一 CES 符号的循环后缀。

59. 如权利要求 54 所述的方法，还包括：

向所述 STF 应用覆盖码，以传送物理层参数的值。

60. 如权利要求 59 所述的方法，其中所述物理层参数是以下之一：微微网标识、与

单载波模式或正交频分复用模式之一对应的通信模式的指示、或者报头速率的指示符。

61. 如权利要求 54 所述的方法，还包括生成帧定界符 (FD) 以指示 STF 的结束；其中所述 FD 在所述 STF 之后并在所述 LTF 之前。

62. 如权利要求 61 所述的方法，还包括使用以下至少一个来指示物理层参数的值：1) FD 样式，或者 2) 所述 STF 的覆盖码。

63. 如权利要求 61 所述的方法，还包括使用以下至少一个来指示物理层参数的值：1) FD 样式，或者 2) 选择将要包括在 STF 中的 a 或 b。

64. 一种用于使用一对互补序列来处理通过通信信道接收的数据分组的前导的方法，其中所述一对互补序列的异相非周期性自相关系数的和为零；其中所述前导包括提供同步信息的第一字段和提供信道估计信息的第二字段；所述方法包括：

以下至少一个：1) 将与所述前导对应的接收信号与所述一对互补序列中的至少一个进行相关，以生成多个相应的相关信号，或者 2) 对所述接收信号进行自相关，以生成自相关信号；

确定所述前导中的覆盖码；以及

使用所述覆盖码来对所述前导解码。

65. 如权利要求 64 所述的方法，其中所述覆盖码在所述第一字段中。

66. 如权利要求 65 所述的方法，其中所述覆盖码指示以下至少一个：微微网标识、报头速率或者 SC 或 OFDM 模式中的一个。

67. 如权利要求 64 所述的方法，其中所述覆盖码在所述第二字段中。

68. 如权利要求 64 所述的方法，还包括：基于所述多个相应的相关信号或者所述自相关信号，来确定所述第二字段的开始。

69. 如权利要求 64 所述的方法，其中所述一对互补序列中的每一个是与权重向量 W 和延迟向量 D 相关联的 128 码片 Golay 扩展序列，其中 $W = [1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1]$ ，以及 D 是 $[1 \ 2 \ 4 \ 8 \ 16 \ 32 \ 64]$ 、 $[64 \ 16 \ 32 \ 1 \ 82 \ 4]$ 或 $[64 \ 32 \ 16 \ 8 \ 4 \ 2 \ 1]$ 之一。

70. 如权利要求 64 所述的方法，还包括：

检测所述第二字段中的第一信道估计 (CES) 符号；以及

检测所述第二字段中的第二 CES 符号；其中所述第一 CES 符号和所述第二 CES 符号是互补序列。

71. 如权利要求 70 所述的方法，其中所述一对互补序列中每一个的长度是整数 N ；以及其中所述第一 CES 符号和所述第二 CES 符号的每一个的长度至少是 $4N$ 。

72. 如权利要求 70 所述的方法，其中所述第一 CES 符号是符合格式 $u = [c_1 a \ c_2 b \ c_3 a \ c_4 b]$ 的 u ，以及所述第二 CES 符号符合格式 $v = [c_5 a \ c_6 b \ c_6 a \ c_5 b]$ ，其中 a 是第一 Golay 扩展序列， b 是与 a 互补的第二 Golay 扩展序列；

其中 c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 、 c_5 、 c_6 、 c_7 和 c_8 的每一个为 +1 或 -1；

其中 u 和 v 是互补 Golay 序列；并且

其中 $c_4 = c_8$ 。

73. 如权利要求 70 所述的方法，其中以下至少一个成立：1) 所述第一 CES 符号的结束部分充当所述第二 CES 符号的循环前缀，或者 2) 所述第二 CES 符号的开始部分充当所述第一 CES 符号的循环后缀。

74. 一种装置，包括：

信号生成器，用于输出第一序列或第二序列中的一个，以及用于利用覆盖码来扩增序列，其中所述第一序列与所述第二序列的异相非周期性自相关系数的和为零；

物理层前导控制器，用于控制所述信号生成器以生成数据单元的前导，包括：

短训练字段 (STF) 格式器，用于使所述信号生成器生成 STF 以至少用于帧同步；以及

长训练字段 (LTF) 格式器，用于使所述信号生成器生成 LTF 以至少用于信道估计；

其中所述 STF 格式器控制所述信号生成器在所述 STF 的最后部分中包括所述第一序列，并且所述 LTF 格式器控制所述信号生成器在所述 LTF 的开始部分中包括第二序列。

75. 如权利要求 74 所述的装置，其中所述物理层前导控制器生成指示将在所述 STF 中使用的覆盖码的信号。

76. 如权利要求 75 所述的装置，其中所述 PHY 前导控制器还包括：

物理层模式选择输入，用于接收对多个物理层通信模式之一的选择；

其中所述物理层前导控制器基于所述物理层模式选择输入，来选择将向所述 STF 应用的多个覆盖码之一。

77. 如权利要求 74 所述的装置，其中所述物理层前导控制器配置用于：控制所述信号生成器基于所述第一序列和所述第二序列来生成多个信道估计 (CES) 符号。

78. 如权利要求 74 所述的装置，其中所述信号生成器包括循环移位器，用于将所述第一序列或所述第二序列中的至少一个移位多个位置。

79. 如权利要求 74 所述的装置，其中所述物理层前导控制器还包括微微网标识符输入、报头速率选择符输入或者 PHY 模式选择符输入中的至少一个，用于接收物理层参数选择；并且

其中所述物理层前导控制器配置用于：使所述信号生成器基于所述物理层参数选择来生成不同的 STF 或不同的 LTF 中的至少一个。

80. 一种用于处理前导的装置，所述前导具有至少与同步信息相关联的短训练字段 (STF)，以及直接跟随所述 STF 之后的、与信道估计信息相关联的长训练字段 (LTF)；其中所述 STF 的最后部分包括第一序列，并且所述 LTF 的开始部分包括第二序列，其中所述第一序列和所述第二序列的异相非周期性自相关系数的和为零；所述装置包括：

相关器，用于生成相关输出，所述相关输出指示对应于所述前导的接收信号与所述第一序列和所述第二序列的至少一个之间的相关；以及

检测器，可通信地耦合至所述相关器，用于根据所述相关输出来检测第二字段的开始。

81. 如权利要求 80 所述的装置，其中所述第一序列和所述第二序列是互补 Golay 序列。

82. 如权利要求 80 所述的装置，还包括：覆盖码生成器，用于确定应用于所述 STF 的覆盖码。

83. 如权利要求 80 所述的装置，还包括：物理层前导解码器，其至少耦合至所述相关器和覆盖码生成器，用于根据所述相关输出和覆盖码中的至少一个，来确定物理层模式选择、微微网标识和报头速率中的至少一个。

84. 如权利要求 80 所述的装置，还包括附加相关器，用于生成第二相关输出，所述第二相关输出指示所述接收信号的与所述第二字段相对应的部分与两个 CES 符号之一之间的相关，其中所述两个 CES 符号的每一个包括由覆盖码扩增的第一序列和第二序列。

85. 一种在互补 Golay 序列生成器中或者在互补 Golay 序列相关器中使用的电路，所述电路包括：

输入，用于接收输入信号；

延迟元件组，包括对应于 1、2、4、8、16、32 和 64 的相应延迟的延迟元件；

乘法器组，其与所述输入和所述延迟元件组互连，用于应用权重因子，其中所述权重因子限定序列 1, 1, -1, 1, -1, 1 和 -1；以及

一对输出，用于响应于所述输入信号、使用所述延迟元件组和加权乘法器组，来输出一对互补 Golay 序列或者一对相关输出信号之一。

86. 如权利要求 85 所述的电路，其中所述输入信号是脉冲信号 [10 0...], 以及其中所述电路生成所述一对互补 Golay 序列。

87. 如权利要求 85 所述的电路，其中所述输入信号是通过通信信道接收的信号，以及其中所述电路生成所述一对相关输出信号，其分别指示所述信号与所述一对互补 Golay 序列中的第一个以及所述一对互补 Golay 序列中的第二个之间的互相关。

88. 如权利要求 85 所述的电路，其中所述一对 Golay 序列中的每一个具有长度 128；

其中所述延迟元件组对应于向量 D，所述向量 D 等于 [1 2 4 8 16 32 64]、[64 16 32 1 8 2 4] 或 [64 32 16 8 4 2 1] 之一；以及

其中所述加权因子组对应于向量 W，所述向量 W 等于 [1 1 -1 1 -11 -1]。

89. 一种相关器，包括如权利要求 85 所述的电路，其中所述输入信号是通过通信信道接收的信号；其中所述相关器包括：

多个附加延迟元件，其耦合至所述一对输出，其中每个附加延迟元件提供等于所述一对互补 Golay 序列中一个的长度的倍数的延迟；以及

第二对输出，用于输出附加对相关输出信号，所述附加对相关输出信号分别指示所述信号与附加对互补 Golay 序列中的第一个以及所述附加对互补 Golay 序列中的第二个之间的互相关；

其中所述附加对互补 Golay 序列中的每一个包括由覆盖码扩增的所述一对互补 Golay 序列。

90. 如权利要求 89 所述的相关器，其中所述一对互补 Golay 序列是 a 和 b，其中所述附加对互补 Golay 序列是序列 $u = [-b \ a \ b \ a]$ 和 $v = [-b \ -a \ -b \ a]$ 。

91. 如权利要求 89 所述的相关器，其中所述一对互补 Golay 序列是 a 和 b，其中所述附加对互补 Golay 序列是序列 $u = [b \ a \ -b \ a]$ 和 $v = [-b \ -a \ -b \ a]$ 。

92. 一种相关器，包括：

第一输入，用于接收第一相关信号，所述第一相关信号指示通过通信信道接收的信号与一对互补序列中的第一个之间的互相关；

第二输出，用于接收第二相关信号，所述第二相关信号指示所述信号与所述一对互补序列中的第二个之间的互相关；

多个延迟元件，耦合至所述第一输入和所述第二输入，用于向所述第一相关信号和

所述第二相关信号应用多个相应的延迟因子；

第一输出，耦合至所述多个延迟元件，用于输出第三相关信号，所述第三相关信号指示所述信号与一对附加互补序列中的第一个之间的互相关；以及

第二输出，耦合至所述多个延迟元件，用于输出第四相关信号，所述第四相关信号指示所述信号与所述一对附加互补序列中的第二个之间的互相关。

93. 如权利要求 92 所述的装置，还包括：

输入，用于接收所述信号；以及

序列相关器，耦合至所述输入，用于生成所述第一相关信号和所述第二相关信号。

94. 如权利要求 92 所述的装置，其中所述一对互补序列和所述一对附加互补序列的每一个限定相对应的互补 Golay 序列。

95. 如权利要求 92 所述的装置，其中所述一对互补序列对应于互补 Golay 序列 a 和 b ，并且其中所述一对附加互补序列对应于以下之一：互补 Golay 序列 $u = [-b \ a \ b \ a]$ 和 $v = [-b \ -a \ -b \ a]$ ，或互补 Golay 序列 $u = [b \ a \ -b \ a]$ 和 $v = [-b \ -a \ -b \ a]$ 。

有效的物理层前导格式

[0001] 相关申请交叉引用

[0002] 本申请要求以下的权益：2008 年 5 月 15 日提交的美国临时专利申请号 61/053,526 和 2008 年 7 月 8 日提交的 61/078,925，二者名称皆为“PHY Preamble Format for 60 GHz Wideband Wireless Communication Systems”，在此通过参考明确地并入每一个的公开内容；2008 年 7 月 14 日提交的美国临时专利申请号 61/080,514，2008 年 7 月 28 日提交的 61/084,133、2008 年 7 月 30 日提交的 61/084,776、2008 年 8 月 1 日提交的 61/085,763、2008 年 8 月 19 日提交的 61/090,058、2008 年 8 月 26 日提交的 61/091,885、2008 年 9 月 18 日提交的 61/098,128、2008 年 9 月 22 日提交的 61/098,970 以及 2008 年 9 月 25 日提交的 61/100,112，其每一个的名称皆为“Shortened PHY Preamble Format for 60 GHz Wideband Wireless Communication Systems”，在此也通过参考明确地并入其每一个的公开内容；以及 2008 年 9 月 24 日提交的美国临时专利申请号 61/099,790 和 2008 年 10 月 2 日提交的 61/102,152，每一个的名称皆为“Enhanced Channel Estimation Format and Packet Indication for mmWave Applications”，在此也通过参考明确地并入其每一个的公开内容。

背景技术

[0003] 本公开总体上涉及通信系统，并且更具体地，涉及用于通过通信信道来交换信息的信息格式。

[0004] 背景技术

[0005] 在过去几年中，已可获得数目不断增长的相对便宜、低功率的数据通信服务、网络和设备，提供了前景看好的近线速传输和可靠性。各种无线技术在若干 IEEE 标准文档中详细描述，例如包括 IEEE 标准 802.11b(1999) 及其更新和修改，以及 IEEE 802.15.3 草案标准 (2003) 以及 IEEE 802.15.3c 草案 D0.0 标准，在此通过参考完全将其全部并入。

[0006] 作为一个示例，一类称为无线个人区域网络 (WPAN) 的无线网络包括设备的互连，其中设备通常但非必须比诸如遵循 IEEE 802.11a 的无线局域网 (WLAN) 之类的 WLAN 在物理上更为靠近地定位。近来，在这种网络中对特别高数据率（例如，超过 1Gbps）的兴趣和需求已经显著增加。在 WPAN 中实现高数据率的一种方式是使用数百 MHz 甚至若干 GHz 的带宽。例如，未许可的 60GHz 频带提供了一个这样的可能操作范围。

[0007] 一般地，与 IEEE 802 标准兼容的传输系统支持单载波 (SC) 操作模式或者正交频分复用 (OFDM) 操作模式之一或二者，以实现较高的数据传输率。例如，简单的低功率手持设备可以仅在 SC 模式中操作，支持较长操作范围的较为复杂的设备可以仅在 OFDM 模式中操作，而某些双模设备可以在 SC 模式和 OFDM 模式之间切换。

[0008] 一般而言，OFDM 的使用将整个系统带宽划分为多个子频带或信道，每个子频带与相应的子载波相关联，可以在该子载波上调制数据。由此，OFDM 系统的每个子频带可以视为在其中发送数据的独立传输信道，由此提高了通信系统的总体吞吐率或传输

率。在操作期间，在 OFDM 模式中操作的发射机可以对信息比特进行编码（这可以包括纠错码和交织）、使用特定的扩展序列对编码的比特进行扩展、例如将编码的比特映射至 64 正交振幅调制 (QAM) 多载波星座图、以及在适当的功率放大之后向一个或多个接收机发射经调制和上变频的信号，得到具有较大峰均比 (PAR) 的相对高速的时域信号。

[0009] 类似地，接收机通常包括射频 (RF) 接收单元，其执行相关和解调以恢复发射的符号，并且这些符号继而在 Viterbi 解码器中被处理，以估计或确定所发射符号的最有可能的标识。继而对恢复和识别的符号流进行解码，这可以包括去交织和使用多个已知纠错技术中的任何技术进行纠错，以产生与发射机所发射的原始信号相对应的一组恢复信号。

[0010] 特别地，对于在 60GHz 频带中操作的宽带无线通信系统而言，IEEE 802.15.3c 草案 D0.0 标准（“所提出标准”）提出：通过通信信道传输的每个分组包括：前导，用以提供同步和训练信息；报头，用以提供物理层 (PHY) 的基本参数，诸如净荷的长度、调制和编码方法等；以及净荷部分。符合所提出标准的前导包括：同步字段 (SYNC)，用以指示所传输信息的块的开始以用于信号检测；开始帧定界符 (SFD) 字段，用以信号通知实际帧的开始；以及信道估计序列 (CES)。这些字段可以携带与如下有关的接收机算法的信息：针对与自动增益控制 (AGC) 设置、天线分集选择或相位阵列设置、定时获取、粗略频率偏移估计、信道估计等。对于 SC 和 OFDM 操作模式的每一个，所提出标准规定了唯一的 PHY 前导结构，即特定长度的 SYNC、SFD 和 CES 字段，以及针对每个 PHY 前导字段的扩展序列和覆盖码（使用相应扩展序列传输的符号序列）。

[0011] 除了与 SC 和 OFDM 模式中的独立结构相关联之外，例如，符合所提出标准的 PHY 前导的帧没有解决诸如低灵敏度等其他潜在问题。特别地，PHY 前导的接收机可以使用“相干”或“非相干”的方法来检测 SFD 字段的开始，并由此建立帧定时。一般地，相干方法需要基于 SYNC 字段中信号的信道估计，这可以按照自适应方式来执行。然而，SYNC 信号对于信道估计自适应而言可能过短，以致于无法收敛到可靠的值。另一方面，非相干方法不基于信道估计，并且通常较为简单。然而，非相干方法与低灵敏度相关联，即，在低信噪比 (SNR) 水平处，帧定时精度可能较差。因为帧定时对于接收整个分组而言至关重要，因此帧定时检测的低灵敏度将显著地限制整体性能。

发明内容

[0012] 在一个实施方式中，一种用于生成通过通信信道传输的数据单元的前导的方法，包括：使用第一序列或第二序列中的一个来生成前导的第一字段，使得第一序列和第二序列是互补的序列，使得第一序列和第二序列的异相非周期性自相关系数的和为零；使用第一序列或第二序列中的另一个来生成前导的第二字段的开始的指示符，第二字段与信道估计信息相关联，使得第二字段的开始的指示符紧随第一字段；以及生成前导的第二字段。

[0013] 在各种实现中，可以包括以下一个或多个特征。第二字段的开始的指示符可以在第二字段的开始之前出现。第二字段的开始的指示符可以是开始帧定界符 (SFD)。第二字段的开始的指示符可以包括在第二字段中。第一序列和第二序列可以是互补的 Golay 序列。第一序列和第二序列的每一个可以是与权重向量 W 和延迟向量 D 相关联的 128

码片 Golay 扩展序列, 使得 $W = [1\ 1\ -1\ 1\ -1\ 1\ -1]$, 并且 D 恰好包括每个数字 1、2、4、8、16、32 和 64 之一。 D 向量可以是以下之一: $[1\ 2\ 4\ 8\ 16\ 32\ 64]$, $[64\ 16\ 32\ 1\ 8\ 2\ 4]$ 或者 $[64\ 32\ 16\ 8\ 4\ 2\ 1]$ 。 该方法可以包括: 根据调制方案来调制前导。 调制方案可以包括二进制相移键控 (BPSK)。 调制方案可以是 $\pi/2$ BPSK。 第一序列和第二序列的每一个可以是二进制码片的序列。 第一字段可以与提供同步相关联。 生成前导的第二字段可以包括: 生成第一信道估计序列 (CES) 符号, 其包括由第一组覆盖码进行扩增 (augment) 的第一序列和第二序列; 以及生成第二信道估计序列 (CES) 符号, 其包括由第二组覆盖码扩增的第一序列和第二序列, 使得第一 CES 符号和第二 CES 符号是互补的序列。 第一 CES 符号和第二 CES 符号可以是互补的 Golay 序列。 前导的第二字段的开始的指示符可以充当第一 CES 符号的循环前缀。 该方法可以包括生成第一 CES 符号的循环后缀。 第一字段的最后部分可以充当第一 CES 符号的循环前缀。 不同于第二字段的字段中的序列可以充当第一 CES 符号的循环前缀。 第二 CES 符号的第一部分可以充当第一 CES 符号的循环后缀, 并且第一 CES 符号的最后部分可以充当第二 CES 符号的循环前缀。 该方法可以包括生成第二 CES 符号的循环后缀。 该方法可以包括: 生成第一 CES 符号的循环前缀, 生成第一 CES 符号的循环后缀, 以及生成第二 CES 符号的循环前缀。 该方法可以包括生成第二 CES 符号的循环后缀。 第一序列和第二序列的每一个的长度可以是整数 N , 并且第一 CES 符号和第二 CES 符号的每一个的长度至少可以是 $4N$ 。 第一 CES 符号的开始部分可与第二 CES 符号的开始部分相同, 并且第一 CES 符号的结束部分可与第二 CES 符号的结束部分相同, 利用在第二字段中的第一 CES 符号和第二 CES 符号的第一顺序生成前导的第二字段可以指示第一通信模式, 以及利用在所述第二字段中的第一 CES 符号和第二 CES 符号的第二顺序生成所述前导的第二字段可以指示第二通信模式。 利用第一序列生成前导的第一字段指示第一操作模式; 以及利用第二序列生成前导的第一字段可以指示第一操作模式。 第一通信模式可以是单载波模式, 而第二通信模式可以是正交频分复用 (OFDM) 模式。 生成第一字段可以包括向第一字段应用第一覆盖码, 以指示通信参数的第一值, 以及向第一字段应用第二覆盖码以指示参数的第二值。 该方法可以包括传输前导。

[0014] 在另一实施方式中, 一种用于处理通过通信信道接收的数据单元的前导的方法, 使得前导包括第一字段以及与信道估计信息相关联的第二字段, 使得第一字段的结束部分包括第一序列, 并且第二字段的开始部分包括与第一序列互补的第二序列, 并且使得第一序列和第二序列的异相非周期性自相关系数的和为零, 该方法包括: 使用对应于该前导的接收信号来生成多个相关信号, 使得该多个相关信号包括以下至少两个: 1) 接收信号与第一序列之间的互相关; 2) 接收信号与第一序列之间的互相关; 以及 3) 接收信号的自相关; 基于多个相关信号来检测第二字段的开始; 以及使用第二字段的开始的检测来解码第二字段。

[0015] 在另一实施方式中, 一种生成数据单元前导的方法, 包括: 生成与分组同步信息或帧边界指示中至少一个相关联的第一字段; 以及生成与信道估计相关联的第二字段, 包括生成第一信号估计序列 (CES) 符号和生成第二 CES 符号, 使得以下至少一个成立: 1) 第一字段中的序列充当第一 CES 符号的循环前缀; 2) 第二 CES 符号的开始部分充当第一 CES 符号的循环后缀; 或者 3) 第一 CES 符号的结束部分充当第二 CES 符号的

循环前缀。

[0016] 在各种实现中,可以包括以下一个或多个特征。第一 CES 符号可以包括由第一组覆盖码扩增的第一序列和第二序列,并且第二 CES 符号可以包括由第二组覆盖码扩增的第一序列和第二序列。第一序列和第二序列可以是互补的 Golay 序列。第一 CES 符号可以包括第一序列和第二序列,使得第一序列和第二序列的异相非周期性自相关系数的和为零,并且生成第一字段包括使用独立于第一序列和第二序列的第三序列来生成第一字段。第一 CES 符号和第二 CES 符号可以是互补的 Golay 序列。第一字段可以包括重复的第一序列,第二字段的开始可以紧随第一字段的结束之后出现,第一 CES 符号的开始可以是第二字段的开始,并且可以包括第二第一序列,并且第一序列和第二序列可以是互补的序列,使得第一序列和第二序列的异相非周期性自相关系数的和为零。第一 CES 符号可以是符合格式 $u = [c_1a c_2b c_3a c_4b]$ 的 u , 第二 CES 符号可以符合格式 $v = [c_5a c_6b c_6a c_8b]$, 使得 a 是第一 Golay 扩展序列, b 是与 a 互补的第二 Golay 扩展序列, c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 、 c_5 、 c_6 、 c_7 和 c_8 的每一个是 +1 或 -1, u 和 v 是互补的 Golay 序列,其中 $c_4 = c_8$, 并且可选地 $c_1 = c_5$ 。第一 CES 符号可以符合格式 $u_1 = [c_1bc_2a c_3b c_4a]$ 或者格式 $u_2 = [d_1a d_2b d_3a d_4b]$ 之一,使得 a 是第一 Golay 扩展序列, b 是与 a 互补的第二 Golay 扩展序列, c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 、 c_5 、 c_6 、 c_7 和 c_8 的每一个是 +1 或 -1, 并且 $c_4 = c_8$, 使得第二 CES 符号符合格式 $v_1 = [c_5b c_6a c_7b c_8a]$ 或格式 $v_2 = [d_5a d_6b d_7a d_8b]$ 之一,使得 d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 、 d_5 、 d_6 、 d_7 和 d_8 的每一个是 +1 或 -1, 并且 $d_4 = d_8$, 并且第一字段包括多个重复的 a 序列,第二字段在 v_1 之前包括 u_1 以指示第一通信模式,第一字段包括多个重复的 b 序列,并且第二字段包括在 v_2 之前的 u_2 以指示第二通信模式。第一通信模式可以是单载波 (SC) 模式或正交频分复用 (OFDM) 中的一个, 并且第二通信模式可以是 SC 模式或 OFDM 模式中的另一个。 $c_1 = c_5$ 并且 $d_1 = d_5$ 。第一 CES 符号可以符合格式 $u_1 = [c_1b c_2a c_3b c_4a]$ 或者格式 $u_2 = m[c_2a c_3bc_4a c_1b]$ 之一,使得 a 是第一 Golay 扩展序列, b 是与 a 互补的第二 Golay 扩展序列, c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 、 c_5 、 c_6 、 c_6 和 c_8 的每一个是 +1 或 -1, 并且 $c_4 = c_8$, 使得第二 CES 符号符合 $v_1 = [c_5b c_6a c_7b c_8a]$ 或格式 $v_2 = m[c_6ac_7b c_8a c_5b]$ 之一,其中 m 是 +1 或 -1, 第一字段包括多个重复的 a 序列,第二字段包括在 v_1 之前的 u_1 以指示第一通信模式,第一字段包括多个重复的 b 序列,并且第二字段包括在 v_2 之前的 u_2 以指示第二通信模式。第一 CES 符号可以包括第一序列和第二序列,使得第一序列和第二序列的每一个是与权重向量 W 和延迟向量 D 相关联的 128 码片 Golay 扩展序列,使得 $W = [1\ 1\ -1\ 1\ -1\ 1\ -1]$, 并且 D 是 $[1\ 2\ 4\ 8\ 16\ 32\ 64]$ 、 $[64\ 16\ 32\ 1\ 8\ 2\ 4]$ 或 $[64\ 32\ 16\ 8\ 4\ 2\ 1]$ 之一。该方法包括根据调制方案来调制前导。

[0017] 在另一实施方式中,一种用于处理通过通信信道接收的数据单元的前导的方法,包括:基于接收信号中与前导的第一字段相对应的部分,获得同步信息或帧开始指示的至少一个;以及使用接收信号中与第二字段对应的部分来获得信道估计信息,包括检测第二字段中的第一信道估计 (CES) 符号以及检测第二 CES 符号,使得以下至少一个成立:1) 第一字段的最后部分充当第一 CES 符号 2 的循环前缀,2) 第二 CES 符号的开始部分充当第一 CES 符号的循环后缀,或者 3) 第一 CES 符号的结束部分充当第二 CES 符号的循环前缀。

[0018] 在一个实施方式中,一种用于生成数据单元的前导的方法,包括:生成前导的

短训练字段 (STF) 以包括 a 序列的重复系列或者 b 序列的重复系列之一, 使得 a 和 b 是互补的序列, a 和 b 的异相非周期性自相关系数的和为零, 并且其中 STF 至少与同步信息相关联; 以及在 STF 之后生成前导的长训练字段 (LTF) 以包括 a' 序列和 b' 序列, 使得 a' 是循环位移零个或更多位置的序列 a, b' 是循环位移零个或更多位置的序列 b, 并且其中 LTF 与信道估计信息相关联。

[0019] 在各种实现中, 可以包括以下一个或多个特征。LTF 可以紧随 STF 之后, 并且其中 STF 的最后序列可以是 LTF 的第一序列的互补序列。LTF 可以包括 CES 符号, 使得 CES 符号的开始部分紧随 STF 之后出现, 并且使得 STF 的最后序列充当 CES 符号的循环前缀。LTF 可以包括第一 CES 符号和第二 CES 符号, 使得第一 CES 符号和第二 CES 符号是互补的序列。以下至少一个成立: 1) 第一 CES 符号的结束部分可以充当第二 CES 符号的循环前缀, 或者 2) 第二 CES 符号的开始部分可以充当第一 CES 符号的循环后缀。该方法可以包括向 STF 应用覆盖码, 以传送物理层参数的值。物理层参数可以是以下之一: 微微网标识、与单载波模式或正交频分复用模式之一对应的通信模式的指示, 或者报头速率的指示符。该方法可以包括生成帧定界符 (FD) 以指示 STF 的结束, 使得 FD 在 STF 之后并在 LTF 之前。该方法可以包括使用以下至少一个来指示物理层参数的值: 1) FD 样式, 或者 2) STF 的覆盖码。该方法包括使用以下至少一个来指示物理层参数的值: 1) FD 样式, 或者 2) 选择将要包括在 STF 中的 a 或 b。

[0020] 在另一实施方式中, 一种用于使用一对互补序列来处理通过通信信道接收的数据分组的前导的方法, 使得一对互补序列的异相非周期性自相关系数的和为零, 并且使得前导包括提供同步信息的第一字段和提供信道估计信息的第二字段, 该方法包括: 以下至少一个: 1) 将与前导对应的接收信号与一对互补序列中的至少一个进行相关, 以生成多个相应的相关信号, 或者 2) 对接收信号进行自相关, 以生成自相关信号; 确定前导中的覆盖码; 以及使用该覆盖码来解码前导。

[0021] 在另一实施方式中, 一种装置, 包括: 信号生成器, 用于输出第一序列或第二序列中的一个, 以及用于利用覆盖码来扩增序列, 使得第一序列和第二序列的异相非周期性自相关系数的和为零; 物理层前导控制器, 用于控制信号生成器以生成数据单元的前导, 其包括短训练字段 (STF) 格式器, 用于使信号生成器生成 STF 以至少用于帧同步, 以及长训练字段 (LTF) 格式器, 用于使信号生成器生成 LTF 以至少用于信号估计, 使得 STF 格式器控制信号生成器在 STF 的最后部分包括第一序列, 并且 LTF 格式器控制信号生成器在 LTF 的开始部分包括第二序列。

[0022] 在各种实现中, 可以包括以下一个或多个特征。物理层前导控制器生成指示将在 STF 中使用的覆盖码的信号。PHY 前导控制器包括物理层模式选择输入, 用于接收对多个物理层通信模式之一的选择, 使得物理层前导控制器基于物理层模式选择输入来选择将向 STF 应用的多个覆盖码之一。物理层前导控制器配置用于控制信号生成器基于第一序列和第二序列来生成多个信道估计 (CES) 符号。信号生成器包括循环移位器, 用于将第一序列或第二序列中的至少一个移位多个位置。物理层前导控制器包括微微网标识符输入、报头速率选择符输入或者 PHY 模式选择符输入的至少一个, 用于接收物理层参数选择, 并且物理层前导控制器配置用于使信号生成器基于物理层参数选择来生成不同的 STF 或不同的 LTF 的至少一个。

[0023] 在另一实施方式中，一种用于处理前导的装置，该前导具有至少与同步信息相关联的短训练字段 (STF) 以及紧随 STF 的、与信道估计信息相关联的长训练字段 (LTF)，使得 STF 的最后部分包括第一序列，并且 LTF 的开始部分包括第二序列，并且第一序列和第二序列的异相非周期性自相关系数的和为零，该装置包括：相关器，用于生成相关输出，其指示对应于前导的接收信号与第一序列和第二序列的至少一个之间的相关；以及检测器，其可通信地耦合至相关器，用于根据相关输出来检测第二字段的开始。

[0024] 在另一实施方式中，一种在互补 Golay 序列生成器中或者在互补 Golay 序列相关器中使用的电路，包括：输入，用于接收输入信号；延迟元件组，包括对应于 1、2、4、8、16、32 和 64 的相应延迟的延迟元件；乘法器组，与输入和延迟元件组互连，用于应用权重因子，使得权重因子限定序列 1, 1, -1, 1, -1, 1 和 -1；以及一对输出，用于响应于输入信号，使用延迟元件组和加权乘法器组来输出一对的互补 Golay 序列或者一对的相关输出信号之一。

[0025] 在又一实施方式中，一种相关器，包括：第一输入，用于接收第一相关信号，其指示通过通信信道接收的信号与一对互补序列中的第一个之间的互相关；第二输出，用于接收第二相关信号，其指示信号与该一对互补序列中的第二个之间的互相关；多个延迟元件，耦合至第一输入和第二输入，用于向第一相关信号和第二相关信号应用多个相应的延迟因子；第一输出，耦合至多个延迟元件，用于输出第三相关信号，其指示信号与一对附加互补序列中第一个之间的互相关；以及第二输出，耦合至多个延迟元件，用于输出第四相关信号，其指示信号与一对附加互补序列中第二个之间的互相关。

附图说明

[0026] 图 1 是包括可以使用有效 PHY 前导来进行通信的发射机和接收机的通信系统的框图；

[0027] 图 2 描绘了可以在图 1 的系统中操作的发射机和接收机的框图；

[0028] 图 3 是用于 SC 通信模式的现有技术 PHY 前导的框图；

[0029] 图 4 是用于 OFDM 通信模式的现有技术 PHY 前导的框图；

[0030] 图 5 是生成有效 PHY 前导的示例 PHY 前导控制器的框图；

[0031] 图 6 是处理由图 5 中所示的 PHY 前导控制器生成的有效 PHY 前导的示例 PHY 前导处理器的框图；

[0032] 图 7 描绘了接收信号与一对互补 Golay 序列的若干示例相关框图；

[0033] 图 8 是包括短训练字段 (STF) 和长训练字段 (LTF) 的示例有效 PHY 前导的一般性结构的框图；

[0034] 图 9 是一对互补扩展序列信号通知两个训练字段之间的边界的有效 PHY 前导的框图；

[0035] 图 10 是省略了长训练字段中的循环后缀的有效 PHY 前导的框图；

[0036] 图 11 是短训练字段的最后周期对应于长训练字段中的第一 CES 符号的循环前缀的有效 PHY 前导的框图；

[0037] 图 12 是具有四周期 CES 符号的有效 PHY 前导的框图，其中一对互补扩展序列

信号通知两个训练字段之间的边界；

[0038] 图 13 是具有省略了长训练字段中的循环后缀的四周期 CES 符号的有效 PHY 前导的框图；

[0039] 图 14 是具有四周期 CES 符号的有效 PHY 前导的框图，其中短训练字段的最后周期对应于长训练字段中的第一 CES 符号的循环前缀；

[0040] 图 15 是具有四周期 CES 符号的有效 PHY 前导的框图，其中短训练字段的最后周期对应于长训练字段中的第一 CES 符号的循环前缀，并且第二 CES 符号的第一周期对应于第一 CES 符号的循环后缀；

[0041] 图 16 是包括与长训练字段的第一 CES 符号的循环前缀对应的帧定界符的有效 PHY 前导的框图；

[0042] 图 17 是包括帧定界符的有效 PHY 前导的框图，该帧定界符包括长训练字段的第一 CES 符号的循环前缀。

[0043] 图 18 是具有四周期 CES 符号的有效 PHY 前导的框图，其中短训练字段的最后周期对应于长训练字段中的第一 CES 符号的循环前缀，并且第一 CES 符号的最后周期对应于第二 CES 符号的循环前缀；

[0044] 图 19 是省略了第二 CES 符号的循环后缀的图 18 中有效 PHY 前导的框图；

[0045] 图 20 是在 STF 的结束处包括帧定界符的 PHY 前导的另一示例的框图；

[0046] 图 21 是省略了第二 CES 符号的循环后缀的图 20 中有效 PHY 前导的框图；

[0047] 图 22 是在长训练字段中使用其他 CES 符号的图 16 中有效 PHY 前导的框图；

[0048] 图 23 是省略了第二 CES 符号的循环后缀的图 22 中有效 PHY 前导的框图；

[0049] 图 24 是与图 15 的前导对应的 PHY 前导格式的框图，其中对 STF 和 LTF 字段中两个互补序列之一的选择指示对 PHY 模式（例如，SC 模式或 OFDM 模式）的选择；

[0050] 图 25 是与图 16 的 PHY 前导对应的 PHY 前导格式的框图，其中对 STF 和 LTF 字段中两个互补扩展序列之一的选择指示对 PHY 通信模式（例如，SC 模式或 OFDM 模式）的选择；

[0051] 图 26 是与图 16 的 PHY 前导对应的 PHY 前导格式的框图，其中对 STF 字段中两个互补扩展序列之一的选择指示对 PHY 通信模式（例如，SC 模式或 OFDM 模式）的选择；

[0052] 图 27 是与图 20 的 PHY 前导对应的 PHY 前导格式的框图，其中对 STF 和 LTF 字段中两个互补扩展序列之一的选择指示对 PHY 通信模式（例如，SC 模式或 OFDM 模式）的选择；

[0053] 图 28 是与图 20 的 PHY 前导对应的 PHY 前导格式的框图，其中对 STF 字段中两个互补扩展序列之一的选择指示对 PHY 通信模式（例如，SC 模式或 OFDM 模式）的选择；

[0054] 图 29 是有效 PHY 前导的框图，其中 STF 与 LTF 字段之间的 SFD 序列指示对 PHY 通信模式的选择；

[0055] 图 30 是有效 PHY 前导的框图，其中应用于 STF 字段的覆盖码指示对 PHY 通信模式（例如，SC 模式或 OFDM 模式）的选择；

[0056] 图 31 是另一 PHY 前导格式的框图，其中应用于 STF 字段的覆盖码指示对 PHY

通信模式（例如，SC 模式或 OFDM 模式）的选择；

[0057] 图 32 是 PHY 前导格式的框图，其中 CES 符号的顺序指示对 PHY 通信模式（例如，SC 模式或 OFDM 模式）的选择；

[0058] 图 33 是另一 PHY 前导格式的框图，其中 CES 符号的顺序指示对 PHY 通信模式（例如，SC 模式或 OFDM 模式）的选择；

[0059] 图 34 是若干示例 STF 代码的框图，其中对序列和覆盖码的选择指示对 PHY 通信模式（例如，SC 常规模式、SC 低速率模式或 OFDM 模式）的选择；

[0060] 图 35 是 PHY 前导格式的框图，其中对 STF 中序列之一的选择以及对 SFD 字段的选择信号通知对 PHY 通信模式（例如，SC 常规模式、SC 低速率模式或 OFDM 模式）的选择；

[0061] 图 36 是 PHY 前导格式的框图，其中对 STF 字段中序列以及 SFD 字段中样式的选择指示对 PHY 通信模式（例如，SC 常规模式、SC 低速率模式或 OFDM 模式）的选择；

[0062] 图 37 是 PHY 前导格式的框图，其中 STF 和 SFD 字段中的覆盖码指示对 PHY 通信模式（例如，SC 常规模式、SC 低速率模式或 OFDM 模式）的选择；

[0063] 图 38 是 PHY 前导格式的框图，其中对 STF 字段中序列的选择和 CES 训练符号的顺序指示对 PHY 通信模式（例如，SC 常规模式、SC 低速率模式或 OFDM 模式）的选择；

[0064] 图 39 是 PHY 前导格式的框图，其中 LTF 字段的长度对于不同的 PHY 通信模式而言是不同的；

[0065] 图 40 是生成供图 1 所示设备使用的有效 Golay 序列的 Golay 码生成器的框图；

[0066] 图 41 是用于与 Golay 序列相关的相关器的框图；

[0067] 图 42 是用于与图 15 所示的 PHY 前导结合使用并且包含图 41 所示相关器的相关器的框图；以及

[0068] 图 43 是用于与图 18 中所示 PHY 前导结合使用并且包含图 41 中相关器的相关器的框图。

具体实施方式

[0069] 图 1 是示例无线通信系统 10 的框图，其中诸如发射设备 12 和接收设备 14 的设备可以通过共享的无线通信信道 16 来发射和接收数据分组。在一个实施方式中，设备 12 和 14 可以根据使用下文详述的有效 PHY 前导格式的通信协议来进行通信。设备 12 和 14 的每一个例如可以是移动台或非移动台，其分别配备有一个或多个天线 20-24 和 30-34 的集合。尽管图 1 中示出的无线通信系统 10 包括两个设备 12、14，每个设备具有三个天线，但是无线通信系统 10 当然可以包括任意数目的设备，每个设备配备有相同或不同数目的天线（例如，1 个、2 个、3 个、4 个天线等）。

[0070] 而且，将会注意，尽管图 1 中所示的无线通信系统 10 包括发射设备 12 和接收设备 14，但是无线通信系统 10 中的设备通常可以在多个模式（例如，发射模式和接收模式）中操作。由此，在某些实施方式中，天线 20-24 和 30-34 可以支持发射和接收二者。备选地或附加地，给定的设备可以包括独立的发射天线和独立的接收天线。还将理解，

因为设备 12 和 14 的每一个可以具有单个天线或多个天线，无线通信系统 10 可以是多输入多输出 (MIMO) 系统、多输入单输出 (MISO) 系统、单输入多输出 (SIMO) 系统或者单输入单输出 (SISO) 系统。

[0071] 图 2 示出了发射设备 12 和接收设备 14 的架构的相关部分。发射设备 12 通常可以将信息比特的序列转换为适当的信号，以便通过无线信道（例如，图 1 的信道 16）进行发射。更具体地，发射设备 12 可以包括：编码器 52（例如，卷积编码器），对信息比特进行编码；扩展器 54，将每个已编码比特转换为码片序列；以及调制器 56，将已编码码片转换为数据符号，该数据符号被映射和转换为适于通过一个或多个发射天线 20-24 进行发射的信号。一般地，调制器 56 可以实现基于以下一个或多个的任何期望调制技术：相移键控、二进制相移键控 (BPSK)、 $\pi/2$ BPSK（其中，对于每个符号或码片，调制旋转 $\pi/2$ ，使得相邻符号 / 码片之间的最大相移从 180° 减小到 90° ）、正交相移键控 (QPSK)、 $\pi/2$ QPSK、频率调制、振幅调制、正交振幅调制 (QAM)、 $\pi/2$ QAM、开关键控、最小移位键控、高斯最小移位键控、双交替传号反转 (DAMI) 等。在某些实施方式中，调制器 56 可以包括：比特到符号映射器 70，其将已编码比特映射为符号；以及符号到流映射器 72，其将符号映射为多个并行的流。如果仅使用一个发射天线，则符号到流映射器 72 可以被省略。信息在诸如分组的数据单元中发射。这种数据单元通常包括 PHY 前导和 PHY 净荷。为了生成 PHY 前导，PHY 前导控制器 74 通过控制输入 76 接收控制参数，并且向扩展器 54 以及可选地向调制器 56 发送命令，这将在下文详述。发射设备 50 可以包括各种附加模块，出于清晰和简明目的而未在图 2 中示出。例如，发射设备 50 可以包括交织器，其对已编码比特进行交织以缓解突发误差。发射设备 50 还可以包括用于执行上变频的射频 (RF) 前端、各种滤波器、功率放大器等。

[0072] 接收设备 14 可以包括：用于空间-时间处理的预处理器以及一个或多个接收天线 30-34 耦合的均衡器 90、PHY 前导处理器 92、解调器 94 以及解码器 96。单元 90 可以包括均衡器。将会理解，接收设备 1 还可以包括其他组件，诸如滤波器、模数转换器等，出于清晰和简明目的而将其从图 2 中省略。前导处理器 92 可以与解调器 94 协作以处理接收信号。

[0073] 在某些实施方式中，设备 12 和 14 可以使用有效格式化的 PHY 前导来进行通信，该 PHY 前导包括由 IEEE 802.15.3c 草案 D0.0 标准所规定的、但是持续时间较短的 PHY 前导中所包括的信息。在某些实施方式中，设备 12 和 14 通过 PHY 前导来传递信息（例如，PHY 通信模式、微微网 id 等）。此外，设备 12 和 14 可以在不同操作模式（例如，SC 模式和 OFDM 模式）中使用共同的前导。

[0074] 为了更好地说明有效 PHY 前导格式化的技术，首先参考图 3 和图 4 讨论 IEEE 802.15.3c 草案 D0.0 标准中针对 SC 和 OFDM PHY 前导的现有技术格式，以及与无线通信有关的若干相关概念。图 3 是 SC 模式分组 120 的框图，SC 模式分组 120 包括：SC PHY 前导 122，其具有 SYNC 字段 124、SFD 字段 126 和 CES 字段 128；帧报头 130；以及具有帧校验序列 (FCS) 132 的净荷。如上所述，接收机通常使用 PHY 前导用于 AGC 设置、天线分集选择或相位阵列设置、定时获取、粗略频率偏移估计、分组和帧同步以及信道估计。PHY 前导 122 的 SYNC 字段 132 具有 n 个周期，每个周期的时间为 T ，在这期间利用正极性或负极性来传输 128 码片的前导序列（或称“码”） $s_{128, m}$ 。一般地，前导序

列的传输时间可以是 T 。在某些实施方式中, 前导序列的传输长度可以小于 T 。

[0075] 根据调制方案, 可以将一个、两个、四个或其他数目的数据比特或码片映射到单个符号中。例如, BPSK 调制将每个二进制数字映射为两个符号之一, 而 QPSK 将每对二进制数字映射为四个符号或星座点之一。例如, $\{0, 0\}$ 比特元组可以映射为第一星座点, $\{0, 1\}$ 比特元组可以映射为第二星座点, $\{1, 0\}$ 比特元组可以映射为第三星座点, $\{1, 1\}$ 比特元组可以映射为第四星座点。由此, QPSK 限定四个符号, 每个符号可以对应于两个二进制数字的特定组合。也可以使用其他调制方案, 诸如 8-QAM、16-QAM、32-QAM、64-QAM 等。

[0076] 根据 IEEE 802.15.3c 草案 D0.0 标准, 使用 $\pi/2$ 二进制相移键控 (BPSK) 方案来调制序列 $s_{128, m}$ 。在 $\pi/2$ BPSK 方案中, 每个码片被映射为相隔 180° 的两个符号之一, 并且调制方案将每个码片逆时针旋转 $\pi/2$ 。例如, 序列中的第一码片可以映射为 -1 或 $+1$ 之一, 而序列中接下来的码片映射为 $+j$ 或 $-j$ 之一。序列 $+s_{128, m}$ 和 $-s_{128, m}$ 可被视为彼此的二进制补。而且, 与序列 $+s_{128, m}$ 和 $-s_{128, m}$ 对应的经调制信号相对于彼此将具有 180° 相移。

[0077] 再次参考图 3, 在符号 $s_{128, m}$ 中, 下标 m 是多个可用序列 $s_{128, m}$ 之一的索引。特别地, 针对 SC 模式指定了三个序列 $s_{128, 1}$ 、 $-s_{128, 2}$ 、 $s_{128, 3}$, 每个序列对应于相应的微微网 id。一旦被选择, 将在字段 SYNC 124 和 SFD 126 的每个周期中应用相同的扩展序列, 如图 3 所示。

[0078] 这里使用的术语“覆盖码”表示如何扩增一系列前导序列以形成较长的序列。例如, 对于序列 $[+a, -a, +a, -a]$, 其中 a 是前导码, 覆盖码可以表示为 $[+1, -1, +1, -1]$, 其中 -1 可以指示使用的是码 a 的二进制补, 或者与码 $-a$ 对应的经调制信号相对于与码 $+a$ 对应的经调制信号而言相移 180° 。在此示例 $[+a, -a, +a, -a]$ 中, 覆盖码可以不同地表示, 诸如 $[1, 0, 1, 0]$, 其中 0 指示使用 $-a$ 。在某些实施方式中, 可以通过由一个或多个前导序列对覆盖码进行扩展来形成较长的序列。例如, 可以通过利用前导 (或者扩展) 码 a 对覆盖码 $[+1, -1, +1, -1]$ (或 $[1, 0, 1, 0]$) 进行扩展, 来生成序列 $[+a, -a, +a, -a]$ 。类似地, 可以通过利用前导 (或扩展) 码 a 和前导 (或扩展) 码 b 对覆盖码 $[+1, -1, -1, +1]$ (或 $[1, 0, 0, 1]$) 进行扩展, 来生成序列 $[+a, -b, -a, +a]$ 。换言之, 可以通过利用 a 扩展 $+1$ 来生成 $+a$, 通过利用 b 扩展 -1 来生成 $-b$, 等等。再次参考图 3, SYNC 字段 124 的覆盖码可以表示为 $[+1, +1, \dots +1]$ 。SFD 字段 126 的覆盖码是长度为 4 的序列。其可以根据将要传输的特定前导而变化 (例如, 针对 CES 字段 128 的两个不同长度之一, 以及四个不同的报头扩展因子之一), 但是总是以 -1 (或者某些其他指示符, 例如 0 , 以指示将要使用码 $s_{128, m}$) 开始。

[0079] 继续参考图 3, CES 字段 128 包括 256 码片互补 Golay 序列 $a_{256, m}$ 和 $b_{256, m}$ 。为了降低符号间干扰 (ISI) 效应, 序列 $a_{256, m}$ 和 $b_{256, m}$ 之前分别是相应的循环前缀 ($a_{pre, m}$ 和 $b_{pre, m}$, 相应序列的最后 128 个码片的拷贝), 并且之后是相应的后缀 ($a_{pos, m}$ 和 $b_{pos, m}$, 相应序列的前 128 个码片的拷贝)。

[0080] 图 4 是一个 OFDM 模式分组 150 的框图, 该分组 150 包括: OFDMPHY 前导 152, 其具有 SYNC 字段 154、SFD 字段 156 和 CES 字段 158; 帧报头 160; 以及具有帧校验序列 (FCS) 162 的净荷。在 SYNC 字段 154 的每个周期期间, 传输 s_{512} 。每个序列

s_{512} 对应于根据覆盖码 $[c_1, c_2, c_3, c_4]$ 扩增的四个 128 码片前导序列 a_{128} 。类似地, SFD 字段 156 是序列 f_{512} , 其对应于四个序列 a_{128} , 但是根据覆盖码 $[d_1, d_2, d_3, d_4]$ 被扩增。CES 字段 158 包括 512 码片序列 u_{512} 和 v_{512} 以及相应的前缀 (u_{pre} 和 v_{pre})。整个分组 150 被 OFDM 调制。

[0081] 如图 3 和图 4 中可见, 对于 SC 模式分组和 OFDM 模式分组使用不同的前导格式。而且, SC 模式和 OFDM 模式中的前导以不同方式调制。本申请公开了有效 PHY 前导格式以及用于格式化和处理这种 PHY 前导的技术的实施方式, 其允许对于 SC 模式分组和 OFDM 模式分组使用共同的前导格式。此外, 在某些实施方式中, 有效的 PHY 前导格式允许设备基于信号相关来检测前导字段的和 / 或之间的边界 (例如, 检测 CES 字段的开始), 而无需依赖于覆盖码。而且, 在某些实施方式中, 如果期望, SFD 字段可以在 PHY 前导中完全省略。在某些实施方式中, 本公开的有效 PHY 前导包括通常与同步信息相关联的短训练字段 (STF), 以及随后的通常与信道估计信息相关联的长训练字段 (LTF)。此外, 在某些实施方式中, 有效 PHY 前导格式化允许特定的前导序列实现多个功能, 由此减少 PHY 前导的总长度。例如, 前导序列可以充当 CES 符号的循环前缀和字段定界符二者。在某些实施方式中, 有效 PHY 前导可以使用 CES 序列排序来信号通知附加的信息。

[0082] 再次参考图 2, 发射机 12 的 PHY 前导控制器 74 通常控制 PHY 前导的生成。类似地, 接收机 14 的 PHY 前导处理器 92 分析 PHY 前导, 以例如标识 PHY 前导中的字段位置和 / 或字段边界, 解码在 PHY 前导中编码的信息等。PHY 前导控制器 74 将在参考图 5 详述, 此后参考图 6 讨论 PHY 前导处理器 92。

[0083] 参考图 5, PHY 前导控制器 74 可以通过控制输入 76 接收各种输入参数。在一个实施方式中, 输入参数可以包括: PHY 模式选择符 190, 用以指示例如各种 SC 和 OFDM 通信模式之一; 微微网标识符选择符 192, 用以接收微微网信息; 报头速率标识符 194, 用以接收例如速率的指示 (例如, SC (常规) 速率, 或者 SC 低速率通用模式速率); 信道估计参数 196 等。在某些实施方式中, 控制输入 76 可以耦合至诸如 PHY 处理器的处理器、服务于通信协议较高层的其他组件等。PHY 前导控制器 74 可以包括 STF 格式器 200 和 LTF 格式器 202, 其每一个可以使用硬件、执行机器可读指令的处理器或其组合来实现。格式器 200 和 202 的每一个至少可通信地耦合至信号生成器 204 和覆盖码生成器 206 中的至少一个。尽管图 5 中没有绘出格式器 200-202 与输入信号 190-196 之间的连接, 但是格式器 200-202 可响应于控制输入 76 的至少某些信号。

[0084] 信号生成器 204 通常接收覆盖码, 以及何时使用来自 STF 格式器 200、LTF 格式器 202 以及覆盖码生成器 206 的码片序列 a 或码片序列 b, 来生成信号的指示。码片序列 a 和 b 是互补的序列。在某些实施方式中, 信号生成器 204 可以包括存储器设备 212, 诸如 RAM、ROM 或另一类型的存储器, 用以存储互补的序列 a 和 b。在其他实施方式中, 信号生成器 204 可以包括 a 和 b 生成器。在一个实施方式中, 信号生成器 204 包括二值选择器 210, 用以选择互补序列 a 和 b 之一用于前导信号生成。两个互补序列 a 和 b 具有适于在接收设备处检测的相关属性。例如, 互补的扩展序列 a 和 b 可以这样选择, 使得序列 a 和 b 的对应异相非周期性自相关系数的和为零。在某些实施方式中, 互补序列 a 和 b 具有零或几乎为零的周期性自相关。在另一方面, 序列 a 和 b 可以具有与窄主

瓣或低级别侧瓣的非周期性互相关、或者与窄主瓣和低级别侧瓣的非周期性自相关。在这些实施方式中的某些中，序列 **a** 和 **b** 是互补的 Golay 序列。尽管可以使用各种长度的序列 **a** 和 **b**，但是在某些实施方式中，序列 **a** 和 **b** 的每个长度为 128 个码片。

[0085] 如所知的，互补的 Golay 序列可以利用权重向量 **W** 和延迟向量 **D** 来有效地限定，当将权重向量 **W** 和延迟向量 **D** 应用于适当生成器时，其产生一对的互补序列。在一个实施方式中，与序列 **a** 和 **b** 相关联的权重和延迟向量给出为：

$$[0086] \quad \mathbf{W} = [1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1] \quad (1) \text{ 以及}$$

$$[0087] \quad \mathbf{D} = [1 \ 2 \ 4 \ 8 \ 16 \ 32 \ 64]。 \quad (2)$$

[0088] 向量 **W** 和 **D** 产生一对的 128 码片 Golay 序列

$$[0089] \quad \mathbf{a} = \mathbf{D12E2121D121DEDE2ED1DED1D121DED}； \quad (3)$$

$$[0090] \quad \mathbf{b} = \mathbf{1D12E2121D121DED1D12E212E2EDE212}， \quad (4)$$

[0091] 其在此以十六进制符号表示。

[0092] 在另一实施方式中，延迟向量 **D** 给出为：

$$[0093] \quad \mathbf{D} = [64 \ 16 \ 32 \ 1 \ 8 \ 2 \ 4]。 \quad (5)$$

[0094] 使用 **D** 以及由 (1) 给出的向量 **W**，产生 128 码片的 Golay 序列

$$[0095] \quad \mathbf{a} = \mathbf{0C950C95A63F59C00C95F36AA63FA63F}； \quad (6)$$

$$[0096] \quad \mathbf{b} = \mathbf{039A039AA93056CF039AFC65A930A930}。 \quad (7)$$

[0097] 在又一实施方式中，由 (1) 给出的向量 **W** 与如下延迟向量一起使用：

$$[0098] \quad \mathbf{D} = [64 \ 32 \ 16 \ 8 \ 4 \ 2 \ 1] \quad (8)$$

[0099] 以生成

$$[0100] \quad \mathbf{a} = \mathbf{4847B747484748B84847B747B7B8B747}； \quad (9)$$

$$[0101] \quad \mathbf{b} = \mathbf{1D12E2121D121DED1D12E212E2EDE212}。 \quad (10)$$

[0102] 继续参考图 5，覆盖码生成器 206 可以包括存储器设备 220，诸如 RAM、ROM 或另一类型存储器，用以存储覆盖码组。类似地，覆盖码生成器 206 可以包括存储器设备 222，诸如 RAM、ROM 或另一类型的存储器，用以存储 **u/v** 序列。覆盖码生成器 206 还可以包括一个或多个其他存储器设备，用以存储跨 STF 字段的全部或部分、LTF 字段的全部或部分、或 STF 字段和 LTF 字段二者的其他序列。响应于来自 STF 格式器 200 和 LTF 格式器 202 的命令，覆盖码生成器 206 可以生成用于特定 PHY 前导的覆盖码。

[0103] 根据上文将会理解，PHY 前导控制器 74 可以控制信号生成器 204 仅使用一对序列 **a** 和 **b** 来生成 PHY 前导。然而，一般地，除了序列 **a** 和 **b** 之外，PHY 前导控制器 74 还可以控制信号生成器 204 使用其他序列 **x** 和 **y**，来生成同一 PHY 前导的特定部分。此外，信号生成器 204 可以包括循环移位器 230，用以响应于来自格式器 200 和 202 的特定命令，通过对序列 **a** 和 **b** 进行循环移位来生成序列 **a'** 和 **b'**。

[0104] 现在参考图 6，PHY 前导处理器 92 可以包括：**a/b** 相关器 250，其具有输入 252 以及耦合至覆盖码检测器 254 的两个输出 **Xa** 和 **Xb**；**u/v** 相关器 258；STL/LTF 边界检测器 260；信道估计器 262；以及 PHY 前导解码器 264。在某些实施方式中，信道估计器 262 可以是独立于 PHY 处理器 92 的组件。PHY 前导解码器 264 可以提供若干输出信号，例如包括 PHY 模式标识符 270、微微网标识符 272 以及报头速率标识符 274。

[0105] 一般地，由于相关器（诸如，**a/b** 相关器 250）对接收信号与序列 **s** 进行相关，当

序列 s 与前导字段中的相应序列重叠时, 将出现峰值。当不存在信号或者信噪比水平不佳时, 没有峰值或者可能只出现小峰值。用于测量相关信号中峰值的一种技术是, 生成相关信号的峰均测量。特别参考 a/b 相关器 250, 通过输入 252 接收的信号可以与序列 a 互相关、与序列 b 互相关、或者与其本身自相关。如果期望, a/b 相关器 250 可以执行这些操作中的两个操作或者全部三个操作。 a/b 相关器 250 可以输出相关的信号, 以供 PHY 前导处理器 92 的其他组件使用。可选地, a/b 相关器 250 可以包括检测逻辑, 用以确定在接收信号中何时检测到序列 a 以及何时检测到序列 b 。 a/b 相关器 250 可以输出序列 a 和序列 b 的检测的指示。由此, 输出 Xa 和 Xb 可以是相关信号, 或者 a 和 b 检测信号。

[0106] 接下来, 覆盖码检测器 254 可以确定与检测的 a 和 b 序列相关联的覆盖码。覆盖码检测器 254 可以向 PHY 前导解码器 264 提供检测的覆盖码, 以及可选地提供检测的 a 和 b 序列, 以用于进一步处理。例如, 如果接收到对应于 $[+a, -b, -a, +b]$ 的信号, 则覆盖码检测器 254 可以向 PHY 前导解码器 264 发送覆盖码 $[+1, -1, -1, +1]$ 的指示, 或者可选地发送序列 $[+a, -b, -a, +b]$ 的指示。

[0107] STF/LTF 边界检测器 260 可以监测 a/b 相关器 250 的输出, 以检测表示 PHY 前导字段之间的边界的样式。例如, STF/LTF 边界检测器 260 可以检测从重复序列 $a, a, \dots, a$ 到 b 的转变, 以生成指示 STF 与 LTF 字段之间的边界的信号。将会注意到, STF/LTF 边界检测器 260 可以简单地检测从 a 到 $-b$ 、从 b 到 a 、从 a' 到 b' 等的转变。更一般地, 诸如 STF/LTF 边界检测器 260 的检测器可以检测从第一序列 (例如, a) 到与第一序列互补的第二序列 (例如, b) 的改变。还将注意到, STF/LTF 边界检测器 260 可以检测前导中的多个转变, 并且由此生成多个信号, 其可能指示前导中的不同转变。举例来说, STF/LTF 边界检测器 260 可以响应于从 a 到 b 的转变生成第一信号, 并且响应于从 b 到 a 的转变生成第二信号。在某些实施方式中, PHY 前导处理器 92 可以将第一转变解释为从 SYNC 到 SFD 的转变, 并且将第二转变解释为从 SFD 到 CES 的转变。

[0108] 继续参考图 6, u/v 相关器 258 可以检测限定 CES 符号 (例如, u 和 v 或者 u' 和 v') 的符号样式, 其长度可以比个体 a 和 b 序列大 2、4、8 等倍。符号 u 和 v (或者 u' 和 v') 可以包括由覆盖码扩增的 2 个、4 个、8 个个体 a 和 b 序列。为此, 在某些实施方式中, u/v 相关器 258 可以从覆盖码生成器 254 接收覆盖码信息。在某些实施方式中, u/v 相关器 258 的功能可以在 PHY 前导解码器 264、覆盖码生成器 254 等之间分布。在检测符号样式 u 和 v 时, u/v 相关器 258 可以向信道估计器 262 提供指示在接收信号中出现 u 和 v 的信号, 以用于进一步处理。可选地, u/v 相关器 258 还可以向 PHY 前导解码器 264 提供指示在接收信号中出现 u 和 v 的信号。

[0109] 基于来自覆盖码检测器 254、STF/LTF 边界检测器 260 以及可能的其他组件 (例如, a/b 相关器 250) 的输出, PHY 前导解码器 264 可以确定在 PHY 前导中传送的各个操作参数。特别地, PHY 前导解码器 264 可以确定 PHY 前导是否指定了 SC 或 OFDM 模式、常规或低 SC, 确定报头速率、确定微微网 ID 等。

[0110] 作为说明, 图 7 绘出了 a/b 相关器 250 可以响应于通过输入 252 接收的示例信号而生成的互相关于自相关输出。特别地, 图 310 对应于与 a 的互相关 (XCORR A), 图 312 对应于与 b 的互相关 (XCORRB), 而图 314 对应于自相关 (AUTO-CORR)。图 310 中的多个峰值 318 对应于接收信号中序列 a 的位置。类似地, 图 320 中的多个峰值 320 的

位置对应于接收信号中序列 **b** 的位置。垂直线 324 通常对应于 STF/LTF 边界。在 STF/LTF 边界的左边（其对应于 STF/LTF 边界出现之前的时间），在 XCORR A 中，存在出现在对应于长度 **a** 的区间处的多个峰值，而在 XCORR B 中没有峰值。此样式例如可以用来检测 STF/LTF 边界。备选地，通过检测例如自相关“高原”322 的下降沿，可以使用图 314 来检测 STF/LTF 边界。

[0111] 由此，通过分析 XCORR A、XCORR B 和 AUTO-CORR 的一个或多个中的样式，STF/LTF 检测器 260 可以检测 **a** 和 **b** 序列之间的转变。类似地，举例来说，PHY 前导处理器 92 的其他组件可以使用来自 **a/b** 相关器 250 的一个或多个相关输出，来进一步处理接收信号，以例如确定覆盖码。

[0112] 现在将描述各种示例 PHY 前导格式。这样的前导例如可由图 5 的系统生成。类似地，这样的前导例如可由图 6 的系统来处理。图 8 是 PHY 前导格式 350 的一个示例的图示。一般地，PHY 前导 350 可以先于帧报头和净荷（类似于上文参考图 4 讨论的帧报头 160 和净荷 162），或者可以与任何其他期望格式的数据单元结合使用。PHY 前导 350 包括 STF 字段 352 和 LTF 字段 354。STF 字段 352 可以包括相同序列 **a** 的若干重复，包括最后实例 356。在某些实施方式中，STF 字段 352 可以执行现有技术的 PHY 前导的 SYNC 字段 124（参见图 3）和 / 或 SYNC 字段 154（参见图 4）的功能，即，接收设备 14 可以使用 STF 字段 352 中的重复序列，来检测传输的开始、同步时钟等。

[0113] 类似地，在有效 PHY 前导格式 350 的至少某些实施方式中，LTF 字段 354 可以执行现有技术的 PHY 前导的 CES 字段 128 或 158（参见图 3 和图 4）的功能。例如，LTF 字段 354 可以包括一对的（或较长序列的）互补 CES 符号 (**u**, **v**)，并且在某些实施方式中，包括相应的循环前缀和 / 或循环后缀。如上所述，CES 符号可以包括由覆盖码扩增的多个个体 **a** 和 **b** 序列。在某些情况下，CES 符号可以具有相应的互补序列。例如，如果序列 **a** 和 **b** 是互补的 Golay 序列，则 [**a b**] 和 [**a-b**] 也是互补的 Golay 序列，并且 [**b a**] 和 [**b-a**] 是互补的 Golay 序列。还可以通过向成对的 [**a b**] 和 [**a-b**]、[**b a**] 和 [**b-a**] 等递归地应用此规则，来形成较长的序列。在此使用的术语“互补的 CES 符号”表示是互补序列（例如，互补的 Golay 序列）的一对 CES 符号。

[0114] 一般地，对于 Golay 序列，还应注意，如果 **a** 和 **b** 限定了一对的互补 Golay 序列，则 **a** 和 **-b** 也限定了一对的互补 Golay 序列。此外，对互补 Golay 序列 **a** 和 **b** 的相等循环移位产生一对的互补 Golay 序列 **a'** 和 **b'**。而且，可以通过对序列 **a** 和 **b** 的每一个移位不相等数目的位置来生成一对的互补 Golay 序列 **a''** 和 **b''**。

[0115] 在图 8 所示的示例中，CES 符号 360(**u**) 之前是循环前缀 362，其是 CES 符号 **u** 的最后部分的拷贝。为清晰目的，图 8 和本公开的其他图示利用从 CES 符号的一部分指向 CES 符号外部的相应拷贝的箭头来描绘前缀和后缀关系。考虑一个具体事例，CES 符号 360 可以是 512 个码片长的 Golay 序列，并且循环前缀 362 可以是 CES 符号 360 的最后 128 个码片的拷贝。一般地，CES 符号 360 可以跟随有 CES 符号 360 的循环后缀、另一 CES 符号、另一 CES 符号的循环前缀，等等。此外，将会注意到，LTF 字段 354 可以包括 CES 符号样式的多个重复。下面将详述这些实施方式中的至少某些。

[0116] 如上所述，CES 符号 **u** 包括由覆盖码扩增的互补序列 **a**（还在 STF 字段 352 中使用）和 **b**。由此，STF 352 的最后部分 356 是与 LTF 354 的第一部分（其在图 8 的实施

方式中是 CES 符号 354 的循环前缀) 对应的互补序列。在至少某些实施方式中, 序列 a 和 b 是互补 Golay 序列。将会注意到, STF 字段 352 与 LTF 字段 354 之间的边界对应于 STF 352 的最后部分 356 的结束和循环前缀 362 的开始。由此, a/b 相关器 250 和 STF/LTF 边界检测器 260 可以通过将接收的信号与序列 a 和 b 之一或二者进行互相关、和 / 或生成接收信号的自相关, 来确定 STF 字段 352 的结束和 LTF 字段 354 的开始。

[0117] 图 9 是符合上文参考图 8 讨论的有效格式的 PHY 前导的一个具体示例的图示。为简明目的, 此后将 STF 和 LTF 字段简称为“STF”和“LTF”。PHY 前导 370 包括: 一系列的序列 a , 其利用相同的极性 (+1) 重复传输直到 STF 的结束; 以及 LTF, 其具有至少一个周期, 包括一对的互补 CES 符号 u 和 v , 每个的长度是序列 a 的两倍, 以及 u 和 v 的相应循环前缀和后缀。当然, LTF 可以包括任意适当数目的周期。然而, 出于简化目的, 图 8 以及后续图示中的 LTF 将仅示出一个周期。将会注意, CES 符号 u 的循环前缀 $+b$ 与扩展序列 b 相关联, 扩展序列 b 与同 STF 的最后部分结合使用的扩展序列 a 互补。由此, 循环前缀 $+b$ 可以充当二者以降低或消除 ISI, 以及为 STF 与 LTF 之间的边界定界。PHY 前导 370 与此有效地消除了 SFD 字段 (参见图 3 和图 4), 并且由此比图 3 和图 4 的现有技术的前导更短。而且, PHY 前导 370 可以用作针对 SC 和 OFDM 通信模式二者的共同前导。

[0118] 图 10 是符合上文参考图 8 讨论的有效格式的 PHY 前导的另一具体示例的图示。PHY 前导 380 的 LTF 包括与图 9 的符号 u 和 v 相同的 CES 符号 u 和 v 。然而, PHY 前导 380 中的 LTF 省略了 CES 符号 u 和 v 的循环后缀。图 10 中所示的格式对于频域信道估计而言是特别有用的。PHY 前导 380 还可用于 SC 通信, 尽管接收机可能由于没有后缀而经历所估计信道中的某些 ISI。与图 9 的格式类似, 接收机可以基于 STF 的最后符号与 LTF 的第一符号之间的相关输出的差, 来检测 STF/LTF 边界。

[0119] 图 11 是 PHY 前导的示例的图示。PHY 前导 390 的 LTF 包括至少一个周期, 在此期间传输互补 CES 符号 $u' = [b \ a]$ 和 $v' = [b \ -a]$ 。CES 符号 u' 紧随 STF 的最后周期之后传输 (即, 对于 u' 没有循环前缀)。然而, 因为在 STF 的最后周期中传输的序列 a 与 CES 符号 u' 的最后部分相同, 因此 STF 的最后序列有益地充当了 u' 的循环前缀 (以及 CES 符号 u' 的第一部分 b 的补)。以此方式, 与图 9 的示例格式相比, 图 11 中的格式进一步减少了 PHY 前导的长度。

[0120] 图 12 是 PHY 前导 400 的另一示例的图示, PHY 前导 400 包括: 一系列序列 a , 其重复传输直到 STF 的结束; 以及 LTF, 其具有一对互补 CES 符号 $u = [a \ b \ a-b]$ 和 $v = [a \ b-a \ b]$, 以及相应的循环前缀和后缀。一般地, u 和 v 符号的长度可以表达为:

[0121] u 的长度 = v 的长度 = a 的长度的 n 倍 = $n \times a$ 的长度 (11) 其中 n 是等于或大于 2 的正整数。优选地, n 是 2 的倍数。在图 12 的示例中, n 是 4。在此示例中, PHY 前导 410 对应于与 PHY 前导 370 (参见图 9) 十分相似的结构, 因为 CES 符号 u 的循环前缀 $-b$ 与扩展序列 b 相关联, 扩展序列 b 与被用作字段 STF 的最后周期的扩展序列 a 互补。

[0122] 图 13 是 PHY 前导 410 的另一示例的图示。PHY 前导 410 的 LTF 包括 CES 符号 u 和 v , 其与图 12 的符号 u 和 v 相同。然而, PHY 前导 410 中的 LTF 省略了 CES 符号 u 和 v 的循环后缀。图 13 中所示的格式例如可以用于 OFDM 或 SC 中的频域信道估计, 尽管在 SC 模式中接收机可能在所估计信道中经历某些 ISI。与图 12 的格式类似, 接收机

可以基于 STF 的最后符号与 LTF 的第一符号之间的相关输出的差来检测 STF/LTF 边界。

[0123] 图 14 是 PHY 前导 420 的另一示例的图示。PHY 前导 420 的 CES 符号 u' 紧随 STF 的最后周期之后传输。然而，因为在 STF 的最后周期中传输的序列 a 与 CES 符号 u' 的最后部分相同，因此 STF 的最后序列有益地充当了 u' 的循环前缀（以及 CES 符号 u' 的第一部分 $-b$ 的补）。以此方式，与图 12 的示例前导格式 400 相比，图 14 所示的格式进一步减少了 PHY 前导的长度。

[0124] 从图 9–图 14 的讨论中，将会理解，可以限定共同的 PHY 前导，以用于 SC 和 OFDM 通信模式中使用；例如可以使用诸如 Golay 序列的互补扩展序列来信号通知 STF/LTF 边界；有时可以以信道估计质量的相对较小的代价，省略前缀；通过选择第一 CES 符号使得 CES 符号的最后序列与 STF 的最后周期中传输的序列相同，可以进一步缩短 PHY。还将注意到，一般地，可以使用任何期望长度的 CES 符号。

[0125] 图 15 是 PHY 前导 420 的另一示例的图示。在 PHY 前导 430 中，LTF 包括两个 CES 符号 $u = [-b \ a \ b \ a]$ 和 $v = [-b \ -a \ -b \ a]$ 。CES 符号 v 之后紧随其循环后缀 $-b$ 。类似于上文讨论的示例，STF 包括一系列重复的序列 a 。在图 15 的具体实施方式中，STF 的最后周期与第一 CES 符号 u 的最后周期相同。CES 符号 u 的第一符号是 $-b$ ，其与 STF 的最后周期中的扩展序列 a 互补。由此，STF 的最后周期充当 STF 与 LTF 之间的定界符，并且充当 CES 符号 u 的循环前缀。而且，CES 符号 u 的最后周期与符号 v 的最后周期相同，由此提供了 CES 符号 v 的循环前缀的附加功能。根据上文将会理解，尽管 CES 符号 v 紧随 CES 符号 u ，而 CES 符号 u 转而紧随 STF，而 CES 符号 u 和 v 的每一个都具有前缀和后缀二者。因此，PHY 前导 430 是高度有效的格式，其可以提供用于 SC 和 OFDM 通信模式二者的充分信息。

[0126] 图 16 是 PHY 前导 440 的另一示例的图示。PHY 前导 440 包括 CES 符号 u' 和 v' 。在此示例中，CES 符号 u' 之前是在 LTF 开始处传输的循环前缀 b 。与图 15 的 PHY 前导 440 相比， u' 的符号序列中的每一个是这样传输的，即，使用与 u 的相应符号结合使用的序列的互补序列（例如， a 或 b ），同时向该序列应用相同的覆盖码（例如， u' 中的 $-a$ 对应于 u 中的 $-b$ ， u' 中的 b 对应于 u 中的 a ，等等）。CES 符号 u' 和 v' 具有相同的关系。换言之，通过在 u 和 v 的每个周期中“颠倒”每个相应的扩展序列来构造 u' 和 v' 。因为前导 430 和 440 中的 STF 相同，因此 b 在 LTF 的开始处传输，以提供 STF/LTF 定界符和 u' 的循环前缀。与上文讨论的至少某些示例相似，PHY 前导 440 可以用于 SC 和 OFDM 操作模式二者。

[0127] 图 17 是 PHY 前导 450 的另一示例的图示。STF 包括相对较短的字段，其中在 STF 的较早部分中的 a 的重复传输之后，重复传输序列 b 。在某种意义上说， b 的重复（在此例中，是两个周期）充当显式帧定界符（“FD”），由此以可靠的方式信号通知帧定时。LTF 包括 CES 符号 u' 和 v' ，其中 u' 中的最后部分与 FD 中的序列和覆盖码相匹配。因此，FD 的最后周期不但信号通知了 STF 的结束，而且提供了 u' 的循环前缀。如果期望，可以增加 FD 中的周期数（即，可以存在 3 个或更多 b 序列）。参考图 16，还将注意，图 16 中示出的 PHY 前导 440 可以被认为是包括长度为 1 的 FD。由此，前导 440 中的 STF 与 LTF 之间的边界可以被解释为符号 u' 的开始。

[0128] 图 18 是 PHY 前导 460 的另一示例的图示。在示例前导 460 中，CES 符号 u 和

v 相邻, 并且 u 在 LTF 的开始处被立即传输。类似于上文参考图 15 讨论的情况, STF 和 u 的最后周期提供了 u 和 v 的相应前缀的附加功能。图 19 是 PHY 前导 470 的另一示例的图示。PHY 前导 470 类似于 PHY 前导 460 的格式, 只是省略了 LTF 的最后周期 (v 的后缀)。如上所述, 以信道估计质量为一定的潜在代价, 此格式可以在 SC 和 OFDM 模式二者中使用。

[0129] 图 20 是 PHY 前导 480 的另一示例的图示。PHY 前导 480 在 STF 结束处包括 FD。在此示例中, FD 包括两个周期, 在此期间传输序列 b。当然, 还可以使用具有其他长度的 FD (例如, 一个周期, 或者三个或更多周期)。FD 的最后序列 b 充当 u 的前缀, 并且 u 的最后 b 序列充当 v 的前缀。图 21 是 PHY 前导 490 的另一示例的图示。PHY 前导 490 省略了 LTF 的最后周期, PHY 前导 480 用它来传输 v 的循环后缀。图 22 和图 23 是 PHY 前导 500、510 的其他示例的图示。前导 500、510 的每个在 LTF 的第一周期中包括第一 CES 符号的循环前缀, 并且其中 LTF 开始处的循环前缀也是与 STF 的最后周期中使用的序列互补的序列, 并因此充当可靠的 STF/LTF 定界符。而且, u 中的最后 b 序列充当 v 的前缀。还将注意, 相应的图 22 和图 23 的 PHY 前导 500 和 510 是类似的, 只是在 PHY 前导 510 中省略了 v 的循环后缀。

[0130] 将会注意到, 图 15-图 23 示出了各种实施方式, 其中四周期的 CES 符号 u 和 v 被有效地用于消除以下中的至少一部分: 循环前缀、循环后缀以及 (在至少某些实施方式中) 显式 SFD 字段。此外, 在图 15-图 23 中示出, 可以在第一 CES 符号之后立即传输第二 CES 符号, 同时仍能消除 ISI (即, 因为 v 的循环前缀由 u 来提供)。而且, 在某些实施方式中, 第一 CES 符号可以在 LTF 刚开始处传输 (即, 跟随在 STF 后而没有中间周期), 其中 STF 的最后序列提供用于第一 CES 符号的循环前缀。

[0131] 接下来, 图 24 示出了一种技术, 凭借该技术, 对 STF 和 LTF 中 a 和 b 序列的选择指示不同的传输模式 (例如, SC 模式或 OFDM 模式)。PHY 前导 520 和 530 具有相同的格式, 只是交换了序列 a 和 b。特别地, PHY 前导 520 对应于类似图 15 所示的格式, 其中扩展序列 a 在 STF 中被使用, 而 PHY 前导 530 具有与 PHY 前导 520 相同的格式, 只是交换了序列 a 和 b。PHY 前导 520 可用于 SC 通信, 而 PHY 前导 530 可用于 OFDM 通信。当然, 可以代之以使用前导 520 和 530 与 PHY 模式之间的相反关联。在一个方面, 图 24 示出了一种共同的前导格式, 其可以在 SC 和 OFDM 通信二者中使用, 并使得接收设备 (例如, 图 1 的接收设备 14) 可以通过分析前导来确定分组是通过 SC 还是 OFDM 传输的。例如, 具有 a 序列的 STF 可以指示 SC 模式, 而具有 b 序列的 STF 可以指示 OFDM 模式。

[0132] 图 25 示出了信号通知 SC/OFDM 选择但是依赖于上文参考图 16 讨论的 PHY 前导格式的技术。更具体地, PHY 前导 540 和 550 具有: LTF, 其在 LTF 的开始处包括针对 u' 的循环前缀; u'; 紧随 u' 之后的 v'; 以及 v 的循环后缀。前导 540 和 550 是相同的, 只是交换了序列 a 和 b。具有 a 序列的 STF 可以指示 SC 模式, 而具有 b 序列的 STF 可以指示 OFDM 模式。STF 中序列 a 指示 SC 操作模式, 而 STF 中的扩展序列 b 指示 OFDM 模式 (或反之)。尽管图 24 和图 25 是关于编码用以指示 SC 模式相对于 OFDM 模式的参数而讨论的, 但是相同的技术可以用来指示其他模式或参数。

[0133] 图 26 示出了一种技术, 凭借该技术, 对 STF 中 a 和 b 序列的选择指示不同的传

输模式（例如，SC 模式或 OFDM 模式）。由此，PHY 前导 560 和 570 中的 LTF 基本上相同，但是 PHY 前导 560 中的 STF（这可以对应于 SC）使用序列 a，而 PHY 前导 570 中的 STF 使用 b（这可以对应于 OFDM）。因此，接收设备（例如，接收设备 14）可以仅在 LTF 的第一周期之后检测 OFDM 模式中的 STF/LTF 边界。如果期望，PHY 前导 570 可以被视为具有开始于第一 CES 符号的第一周期的 LTF，并且其中第一 CES 符号的循环前缀是 STF 的最后周期。具有 a 序列的 STF 可以指示 SC 模式，而具有 b 序列的 STF 可以指示 OFDM 模式。

[0134] 图 27 使用类似于图 20 的 PHY 前导 480 的前导格式，并且将序列 a 和 b 的交换应用于 SC 模式或 OFDM 模式。图 27 的技术类似于图 25 的技术，仅是使用了不同的 u'。图 28 示出了另一技术，由此对 STF 中 a 和 b 序列的选择指示不同的传输模式（例如，SC 模式或 OFDM 模式）。图 28 类似于图 26 的技术，只是使用了不同的 u'。

[0135] 作为又一方法，可以如下信号通知 PHY 模式选择（或者 PHY 层或可能的其他层的其他操作参数的选择）：在 STF 与 LTF 字段之间包括显式的 SFD 字段，并且改变 SFD 的各个参数。图 29 是示例 PHY 前导格式 620，其中通过在 SFD 中应用特定的互补序列 a、b（例如，互补 Golay 码），或者通过这些技术的各种结合，PHY 模式或者参数可以通过 SFD 中的覆盖码来指示。例如，LTF 可以使用互补序列 a' 和 b'，并且 SFD 的最后周期可以使用与 LTF 的第一周期的序列互补的序列。同时，STF 可以使用诸如 a 的另一序列。由此，PHY 前导 620 可以使用不止一对互补序列。一般而言，在除了 SFD 的最后周期的所有周期中，可以在 STF 中使用任何适当的序列，只要通过一对的互补序列清楚地信号通知 SFD 与 LTF 之间的边界即可。由此，STF 可以使用 LTF 中所使用的序列 a 和 b 之一或二者，与经过循环移位的相应序列 a 和 b 对应的序列 a' 和 b' 之一或二者，或者独立于 a 和 b（也即，与序列 a 或 b 不同，或不是从其导出）的一个或多个其他序列（例如，c、d 等）。

[0136] 图 30 示出了使用 SFD 来指示两个或更多物理 PHY 模式的一个示例技术。为方便说明，图 30 中将帧定界符字段（FD）示为每个 PHY 前导 630 和 640 中的 STF 的最后部分。为了在 SC 和 OFDM 之间信号通知而不改变 u' 和 v'，可以将样式 [b b] 用于 SC，而可将另一样式 [-bb] 用于 OFDM。将会注意到，在这两个情况的每个中，FD 的最后周期是与 LTF 的第一周期中使用的序列互补的序列，由此信号通知 STF/LTF 边界。一般地，用作 STF 最后部分的 FD 序列可以包括任意数目的周期，并且可以使用不同的覆盖码来信号通知对 SC 或 OFDM 的选择。作为另一示例，图 31 示出了 PHY 前导 650 和 660，其使用另一 CES 符号 u' 但是其他方面与图 30 的前导相同。

[0137] 接下来，图 32 示出了通过改变 LTF 中的 CES 符号的有关顺序，来指示诸如 SC/OFDM 选择等操作参数的方法。如图 32 所示，PHY 前导 670 包括 CES 符号 u，其紧邻另一 CES 符号 v 之前传输。另一方面，PHY 前导 680 包括 CES 符号 v，其紧邻 CES 符号 u 之前。在此实施方式中，PHY 前导 670 和 680 的 STF 相同。由此，除了 LTF 中 CES 符号的排序之外，PHY 前导 670 和 680 是相同的。此外，该具体示例中的 u 和 v 被选择，以在其他 CES 符号的相应第一部分和最后部分中提供循环前缀和后缀。特别地，u 和 v 符号的每一个在第一周期中包括 -b，并且在最后周期中包括 a。由此，u 或 v 的第一部分（周期）可以充当其他 CES 符号 u 或 v 的循环后缀，并且 u 或 v 的最后部分可以

充当其他 CES 符号 u 或 v 的循环前缀。在其他实施方式用, 可以使用不具有这一属性的符号 u 和 v , 由此, 改变 u 和 v 之间的排序来信号通知 PHY 模式或其他参数的 PHY 前导可以包括用于循环前缀 / 后缀的附加周期。

[0138] 图 33 示出了 PHY 前导 690 和 700 的另一示例, 其中 u 和 v CES 符号的排序指示 SC 模式或 OFDM 模式。然而, 将注意到, 前导 690 和 700 省略了 u 的循环后缀, 因此无法提供与图 33 的示例相同的 ISI 保护。

[0139] 还将注意到, 在至少某些实施方式中, 可能期望在 PHY 前导中指示其他信息。例如指示微微网 ID 可以允许与特定微微网相关联的接收设备处理该微微网的数据帧, 并且忽略例如其他微微网中的数据帧。为此, 可以限定多对 Golay 互补序列 a_i 、 b_i (或者其他适当序列), 并且对 STF、LTF 或二者中特定对 (a_i , b_i) 的选择可以信号通知微微网标识。例如, 对 a_1 , b_1 可以指示微微网 ID 1, 对 a_2 , b_2 可以指示微微网 ID 2, 等等。

[0140] 附加地或备选地, STF 中的覆盖码可以信号通知微微网标识。如果期望, 在这种情况下, 单对 Golay 互补序列 a 、 b 可用于所有微微网。例如, 覆盖码 $c_1 = (1\ 1\ 1\ 1)$ 可以指示微微网 ID 1, 覆盖码 $c_2 = (1\ -1\ 1\ -1)$ 可以指示微微网 ID 2, 等等。

[0141] 而且, a/b 选择与 STF 中覆盖码的组合可以有效地信号通知 PHY 模式、报头速率、微微网标识以及其他操作参数, 还可能同时信号通知多个参数。例如, 四周期覆盖码 $(1\ 1\ 1\ 1)$, $(1\ -1, 1, -1)$, $(-1, 1, -1, 1)$, $(1, j, -1, -j)$ 和 $(1, -j, -1, j)$ 的每一个可以信号通知对微微网标识、SC 或 OFDM 模式、报头速率等的特定唯一选择。在 PSK 调制方案中, 例如, 每个覆盖码限定一组相位偏移。通过选择性地向序列 a 或 b 应用这些覆盖码的每一个, 发射设备可以向接收设备传送甚至更多的参数。

[0142] 图 34 示出了随同 a 或 b 序列的特定选择向 STF 应用长度为 4 的覆盖码, 以便在 SC 常规、SC 低速率通用模式或 OFDM 之间进行信号通知的一个简单示例。STF 格式 710 使用序列 a 连同覆盖码 $(1, 1, 1, 1)$, 来限定 STF 序列样式 $[a, a, a, a]$ 。STF 格式 720 使用相同的序列 a 连同覆盖码 $(-1, 1, -1, 1)$, 来限定 STF 序列样式 $[-a, a, -a, a]$ 。最后, STF 格式 730 使用序列 b 连同覆盖码 $(1, 1, 1, 1)$ 来限定 STF 序列样式 $[b, b, b, b]$ 。尽管格式 710-730 与操作参数之间的任何关联都是可能的, 但是图 34 中示出的示例将格式 710 映射为元组 {SC, 常规报头速率}, 将格式 720 映射为元组 {SC, 低报头速率}, 并将格式 730 映射为 OFDM。当然, 此技术还可以应用于信号通知微微网标识、微微网标识与 SC/OFDM 的组合或者其他 PHY 层参数。

[0143] 参考图 35, STF 中的 a/b 选择以及特定的 SFD 格式的组合还可以信号通知 PHY 层的单个操作参数。在此示例中, PHY 前导 750 和 760 可以共享相同的 STF, 但是其相应的 SFD 字段可以不同。例如, SFD 字段可以是不同的长度, 或者可以使用不同的覆盖码或不同的序列, 等等。同时, 在 OFDM 中使用的 PHY 前导 770 在 STF 的每个周期中使用不同的扩展序列。接收设备可以是首先通过将 STF 字段与 a 和 b 相关, 而在 SC 和 OFDM 之间进行选择, 如果 STF 字段与 a 相关, 则进一步处理后续 SFD 字段以确定 PHY 前导是否与常规或低报头速率相关联。

[0144] 图 36 示出了与图 35 中所示类似的方法, 只是通过 STF 中的扩展序列指示 PHY 前导 780、790 和 800 中的报头速率。同时, 通过 SFD 字段来指示 SC/OFDM 选择。与上文讨论的示例类似, SFD 字段可以使用特定的序列来扩展, 通过使用不同的覆盖码来

传输、长度上有所变化或者以其他方式改变，以便在各个操作模式间进行区分。

[0145] 现在参考图 37，STF 中的覆盖码与 SFD 中变化的组合可以类似地用来指示诸如 PHY 模式的参数。在 PHY 前导 810、820 和 830 中，使用相同的序列 a 来扩展 STF，但是在 STF 中至少一个 PHY 模式中的覆盖码是不同的。对于在 STF 中的覆盖码相同的两个其余模式，SFD 中的变化可以提供进一步的区分。

[0146] 此外，图 38 中所示的关于 PHY 前导 840、850、860 的技术依赖于 LTF 中 u 和 v 的排序，以及依赖于 STF 中扩展码 a 和 b 的选择。由此，STF 中序列 a 的使用与排序 {u, v} 的结合可以信号通知一个 PHY 模式 / 速率配置（例如，SC 常规）。另一方面，相同序列的使用与 u 和 v 的不同排序例如可以信号通知第二 PHY 模式 / 速率配置（例如，OFDM）。最后，STF 中扩展序列 b 的使用可以信号通知第三 PHY 模式 / 速率配置（例如，SC 低速率）。还将注意，对于 SC 低速率通用模式来说，LTF 的长度可以短于 SC 常规中使用的 PHY 前导的 LTF 长度（如图 39 中所示）。

[0147] 再次参考图 6，诸如前导处理器 92 的前导处理器通常可以使用接收信号，通过使用上文描述的技术分析 PHY 前导，来检测数据帧、检测 LTF 字段的开始以及确定 PHY 参数。例如，STF/LTF 边界检测器 260 可以基于检测从多个 a 序列到 b 序列的改变或者从多个 b 序列到 a 序列的改变，来检测 LTF 边界的开始。PHY 前导解码器 264 可以基于以下一个或多个来确定诸如调制模式、微微网 ID、报头速率等 PHY 参数：1) 确定在 STF 中使用的是 a 序列还是 b 序列；2) 确定 LTF 中的 u 和 v 或 u' 和 v' 序列的顺序；以及 3) 确定 STF、LTF 和 / 或 SFD 中的覆盖码。

[0148] 接下来，图 40 示出了生成器 900 的一个示例，生成器 900 响应于脉冲信号 [1 0 0...]、使用诸如 (1) 中长度为 7 的权重向量 W 和诸如 (2)、(5) 或 (8) 中长度为 7 的延迟向量 D，来生成一对互补 Golay 序列 a 和 b。如图 40 所示，生成器 900 可以包括输入 902、延迟元件 904-910、加法器 / 减法器 920-934 以及乘法器 936-942。例如由 (1) 给出的权重向量 W 中的每个值被映射到相应的乘法器 936-942 的输入之一。对于由 (1) 给出的权重向量，向乘法器 936 指派 $W_1 = 1$ ，向乘法器 938 指派 $W_2 = 1$ ，向乘法器 940 指派 $W_6 = 1$ ，向乘法器 942 指派 $W_7 = -1$ ，等等。作为示例，向延迟元件 904-910 指派由 (2) 给出的延迟向量 D 的值：向延迟元件 904 指派 $D_1 = 1$ ，向延迟元件 906 指派 $D_2 = 2$ ，等等。如图 40 所示，生成器 900 的元素相互连接，以响应于在此例中考虑的向量 D 和 W，而生成由 (3) 和 (4) 给出的 Golay 序列 a 和 b。类似地，生成器 900 响应于由 (1) 给出的权重向量 W 和由 (5) 给出的延迟向量 D，而生成由 (6) 和 (7) 给出的 Golay 序列。尽管发射设备 12 可以包括生成器 900、将期望的向量 D 和 W 存储在存储器单元中、以及向生成器 900 应用向量 D 和 W 以生成序列 a 和 b，但是可以想到，发射设备 12 优选地在存储器中存储两对或更多对序列 a 和 b，以便在扩展比特和 / 或生成 PHY 前导中的更快的应用。

[0149] 另一方面，接收设备 14 可以实现图 6 所示以及在图 41 中更详细示出的相关器 250。相关器 250 通常具有与生成器 900 类似的结构。然而，为了生成互补 Golay 序列 a 和 b（由向量 D 和 W 确定）之间的相关输出，相关器 250 对生成器 900 的加法器和减法器进行“颠倒”（即，用减法器取代加法器，用加法器取代减法器），并且将指派以 D7 的延迟元件的输出乘以 -1。一般地，相关器 250 的其他设计是可能的。然而，将会理解，图 41 中示出的示例架构将相关器实现为具有脉冲响应的滤波器，该脉冲响应可以分别表

达为序列 a 和 b 中码片排序的反转, 或者说 a_{rev} 和 b_{rev} 。

[0150] 此外, 图 41 中示出的 a/b 相关器 250 可以有效地与 u/v 相关器 258 (参见图 6) 协作使用。图 42 示出了 u/v 相关器 258 的一个实施方式, 其针对 $u = [-b \ a \ b \ a]$ 和 $v = [-b \ -a \ -b \ a]$ 来检测 u/v 相关。在此示例中, 具有延迟 128 的延迟元件 950 连接至 b 相关输出 952 (参见图 7 中的图示 312, b 与输入信号间的互相关输出 (XCORR B) 的一个示例), 减法器 956 连接至 a 相关输出 954, 等等。延迟元件 958 和 960 以及若干附加的加法器和减法器提供 u/v 相关。当然, 如果使用长度不是 128 个码片的序列 a 和 b , 则可以调节延迟元件 950、958 和 960 中的因子。 u/v 相关器 258 可以生成互相关输出 962 和 964, 其分别对应于接收信号与序列 u 和 v 之间的互相关。

[0151] 将会注意到, u/v 相关器 258 有效地使用由 a/b 相关器 250 生成的相关输出, 并且仅需要几个附加的组件对序列 u 和 v 进行相关。还将理解, 针对其他序列 u 和 v 的 u/v 相关器可以类似地构造。作为一个示例, 图 43 中示出的 u/v 相关器 970 生成接收信号与序列 $u = [b \ a \ -ba]$ 和 $v = [-b \ -a \ -b \ a]$ 之间的互相关输出。与图 42 中示出的示例类似, u/v 生成器 970 有效地使用了 a/b 相关器 250 的输出。

[0152] 如上所述, 与现有技术的 PHY 前导相比, LTF 中的特定 CES 符号 u 和 v 允许 PHY 前导使用较少的周期, 来有效地传送 PHY 级别参数。下面的示例示出了开发有效的 u 和 v 序列以便在 LTF 中使用的另一技术。如果使用序列 a 的重复来传输 STF, 则令:

$$[0153] \quad u_1 = [c_1 b \ c_2 a \ c_3 b \ c_4 a] \quad (12)$$

[0154] 并且令

$$[0155] \quad v_1 = [c_5 b \ c_6 a \ c_7 b \ c_8 a], \quad (13)$$

[0156] 其中 c_1 至 c_8 的每一个为 +1 或者 -1。为了使 u_1 和 v_1 更有效, 使用

$$[0157] \quad c_4 = c_8 \quad (14)$$

[0158] 并且优选地,

$$[0159] \quad c_1 = c_5 \quad (15)$$

[0160] 其余的符号 c_2 、 c_3 、 c_6 和 c_7 应被选择以使 u_1 和 v_1 互补。将注意到, 在上文讨论的至少某些实施方式中, 可以使用其他序列 u 和 v 。然而, 如果满足条件 (14) 和 (15), 则可以使 LTF 更短, 原因至少因为: 相邻序列 u 和 v 为彼此提供循环前缀和 / 或后缀。此外, 互补序列 u_1 和 v_1 可以有效地与另一对互补序列 u_2 和 v_2 结合使用, 使得发射设备可以使用对 $\{u_1, v_1\}$ 或 $\{u_2, v_2\}$ 来构造 PHY 前导, 并且对这两对序列之一的选择可以向接收设备传送一个或多个操作参数 (例如, SC 或 OFDM 通信模式、报头速率等)。如果 STF 无条件地具有序列 a 的多个重复, 则第二对 CES 符号可以类似于 $\{u_1, v_1\}$ 来限定:

$$[0161] \quad u_2 = [d_1 b \ d_2 a \ d_3 b \ d_4 a] \quad (16)$$

$$[0162] \quad v_2 = [d_5 b \ d_6 a \ d_7 b \ d_8 a], \quad (17)$$

[0163] 其中 d_1 至 d_8 的每个为 +1 或 -1, 其中优选地

$$[0164] \quad d_4 = d_8 \quad (18)$$

[0165] 并且还优选地

$$[0166] \quad d_1 = d_5 \quad (19)$$

[0167] 为了使接收设备能够在 $\{u_1, v_1\}$ 和 $\{u_2, v_2\}$ 之间进行区分, 序列 $c_1 \ c_2 \dots c_8$ 和 $d_1 \ d_2 \dots d_8$ 不应相同。

[0168] 在另一实施方式中, 使用 a 或 b 中任一的重传来传输 STF。继而可以根据 (12)-(14) 来限定一对序列 $\{u_1, v_1\}$, 并且 $\{u_2, v_2\}$ 继而可以限定为:

$$[0169] \quad u_2 = [d_1 a \ d_2 b \ d_3 a \ d_4 b] \quad (20)$$

$$[0170] \quad v_2 = [d_5 a \ d_6 b \ d_7 a \ d_8 b], \quad (21)$$

[0171] 其中 d_1 - d_8 的每个为 +1 或 -1; 其中优选地, 还满足条件 (18) 和 (19); 并且其中其余的符号 d_2 、 d_3 、 d_5 和 d_7 使 u_2 , v_2 互补。在符合此方式的至少某些情况中, u_2 可以从 u_1 导出, 并且 v_2 可以从 v_1 导出。备选地, u_2 可以从 v_1 导出, 并且 v_2 可以从 u_1 导出。

[0172] 考虑某些具体示例, $\{u_1, v_1\}$ 可以根据 (12) 和 (13) 来限定, 并且 $\{u_2, v_2\}$ 可以限定为:

$$[0173] \quad u_2 = m[c_2 a \ c_3 b \ c_4 a \ c_1 b] \quad (22)$$

$$[0174] \quad v_2 = m[c_6 a \ c_7 b \ c_8 a \ c_5 b], \quad (23)$$

[0175] 其中 m 为 +1 或 -1。

[0176] 作为另一示例, 其中 $\{u_1, v_1\}$ 仍由 (12) 和 (13) 提供, $\{u_2, v_2\}$ 可以限定为:

$$[0177] \quad v_2 = m[c_2 a \ c_3 b \ c_4 a \ c_1 b] \quad (24)$$

$$[0178] \quad u_2 = m[c_6 a \ c_7 b \ c_8 a \ c_5 b], \quad (25)$$

[0179] 其中 m 为 +1 或 -1。将注意到, 此限定对应于由 (22) 和 (23) 提供的 u_2 和 v_2 的“交换”限定。

[0180] 作为又一示例, 其中 $\{u_1, v_1\}$ 的限定符合 (12) 和 (13), 并且其中 m 为 +1 或 -1, $\{u_2, v_2\}$ 可以给出为

$$[0181] \quad u_2 = m[c_4 a \ c_1 b \ c_2 a \ c_3 b], \quad (26)$$

$$[0182] \quad v_2 = m[c_8 a \ c_5 b \ c_6 a \ c_7 b], \quad (27)$$

[0183] 或

$$[0184] \quad v_2 = m[c_4 a \ c_1 b \ c_2 a \ c_3 b], \quad (28)$$

$$[0185] \quad u_2 = m[c_8 a \ c_5 b \ c_6 a \ c_7 b], \quad (29)$$

[0186] 或

$$[0187] \quad u_2 = m[c_2 a \ c_3 b \ c_4 a \ c_1 b], \quad (30)$$

$$[0188] \quad v_2 = m[c_8 a \ c_5 b \ c_6 a \ c_7 b], \quad (31)$$

[0189] 或

$$[0190] \quad v_2 = m[c_2 a \ c_3 b \ c_4 a \ c_1 b], \quad (32)$$

$$[0191] \quad u_2 = m[c_8 a \ c_5 b \ c_6 a \ c_7 b], \quad (33)$$

[0192] 或

$$[0193] \quad u_2 = m[c_4 a \ c_1 b \ c_2 a \ c_3 b], \quad (34)$$

$$[0194] \quad v_2 = m[c_6 a \ c_7 b \ c_8 a \ c_5 b], \quad (35)$$

[0195] 或

$$[0196] \quad v_2 = m[c_4 a \ c_1 b \ c_2 a \ c_3 b], \quad (36)$$

$$[0197] \quad u_2 = m[c_6 a \ c_7 b \ c_8 a \ c_5 b], \quad (37)$$

[0198] 如上所述, STF 样式、SFD 样式、CES 符号、 a/b 序列等的使用以及这些参数的各种组合可以有益地充当与数据帧相关联的 PHY 层参数之一的指示。而且, 样式之间

的转变也可以用来向接收设备传送 PHY 层参数或者其他数据。例如，SFD 的最后周期与 CES 中的第一周期之间的 a 到 $-a$ 转变可以指示 SC， a 到 $-b$ 转变可以指示 OFDM，等等。

[0199] 一般地，对于上文的讨论，将会理解，术语“发射设备”和“接收设备”仅表示物理设备的操作状态，无意总是将这些设备限于在相应的通信网络中只进行接收或发射。例如，在操作期间的某些点，图 1 中的设备 12 可以作为接收机来操作，并且设备 14 可以作为发射机来操作。

[0200] 上文描述的各中框、操作和技术的至少某些可以使用硬件、执行固件指令的处理器、执行软件指令的处理器或其任意组合来实现。当使用执行软件或固件指令的处理器来实现时，软件或固件指令可以存储在任何计算机可读存储器中，诸如存储在磁盘、光盘或其他存储介质上，或存储在 RAM 或 ROM 或闪存、处理器、硬盘驱动、光盘驱动、带驱动等之中。同样，软件或固件指令可以通过任何已知或期望的递送方法向用户或系统递送，这些方法例如包括在计算机可读盘或其他可传送计算机存储机制上，或者通过通信介质。通信介质通常在诸如载波或其他传送机制的调制数据信号中具体化计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据。术语“调制数据信号”表示以将信息编码到信号中的方式来设置或改变的其一个或多个特性的信号。作为示例而非限制，通信介质包括：有线介质，诸如有线网络或直接有线连接；以及无线网络，诸如声波、射频、红外或其他无线介质。由此，可以通过诸如电话线路、DSL 线路、有线电视线路、光纤线路、无线通信信道、因特网等通信信道，向用户或系统递送软件或固件指令（其被视为与通过可传送存储介质来提供此类软件是相同的或可交换的）。软件或固件指令可以包括机器可读指令，当由处理器执行时，其致使处理器执行各种动作。

[0201] 当通过硬件实现时，硬件可以包括以下一个或多个：离散组件、集成电路、专用集成电路 (ASIC) 等。

[0202] 尽管上文已经记载了多种不同实施方式的详细描述，但是应当理解，本专利的范围由所附权利要求中来限定。详细描述应为理解为仅仅是示例性的，并没有描述所有可行的实施方式，因为描述所有可行的实施方式将是不现实甚至不可能的。使用目前的技术或者在本公开的申请日之后开发的技术，可以实现多种备选实施方式，其仍将落在权利要求的范围内。

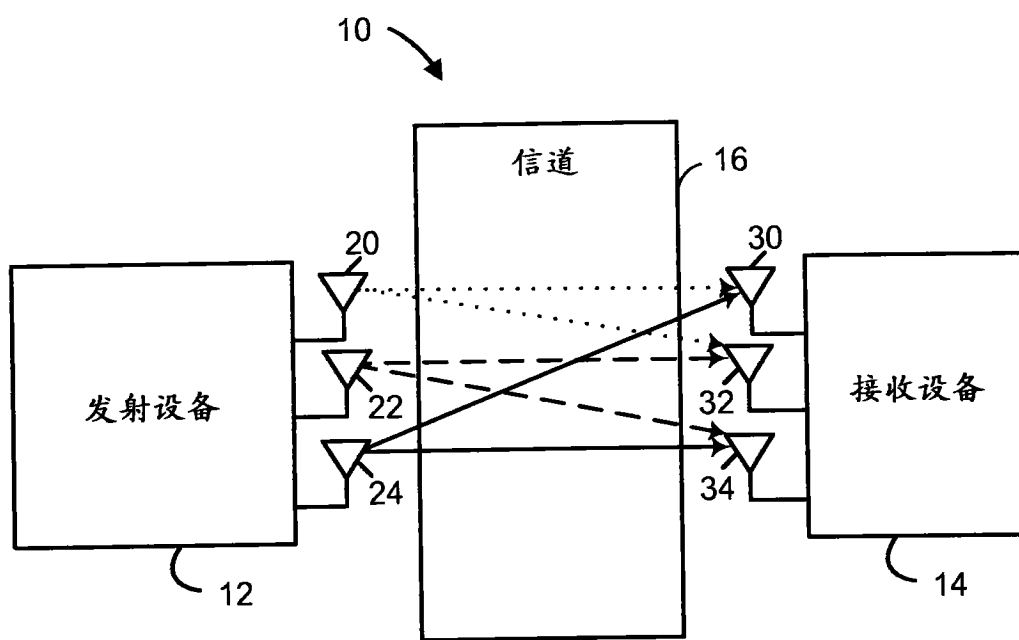


图 1

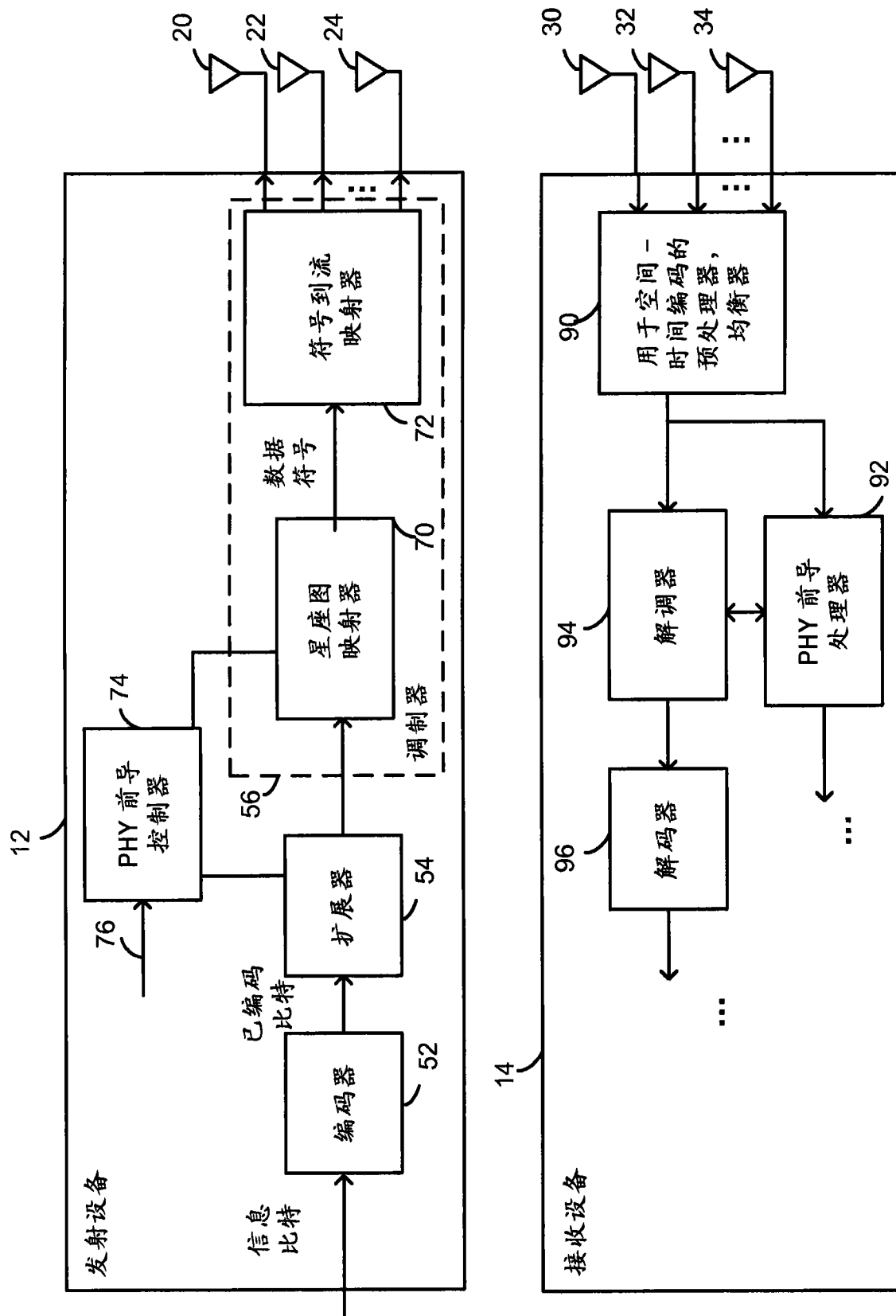


图 2

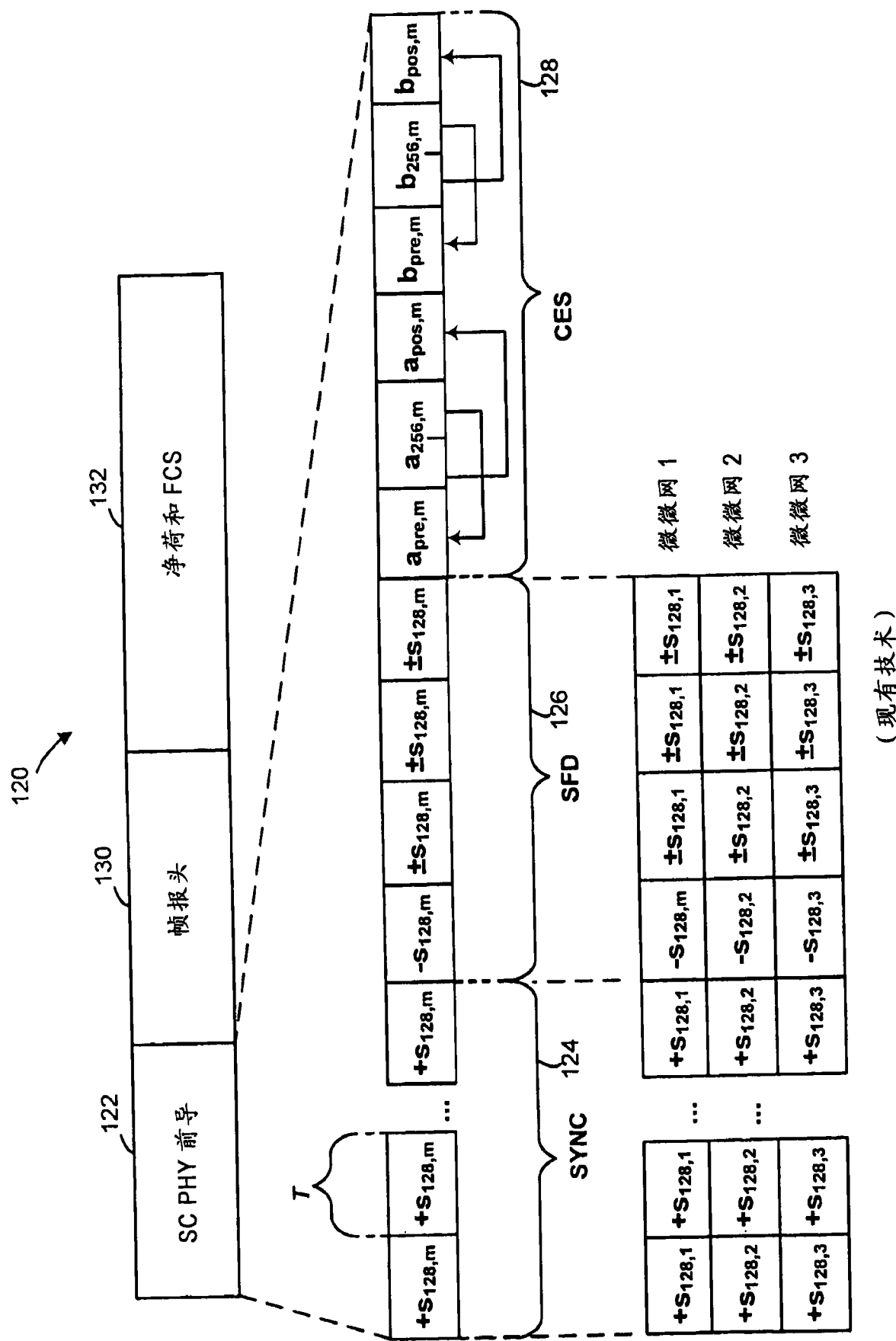


图 3

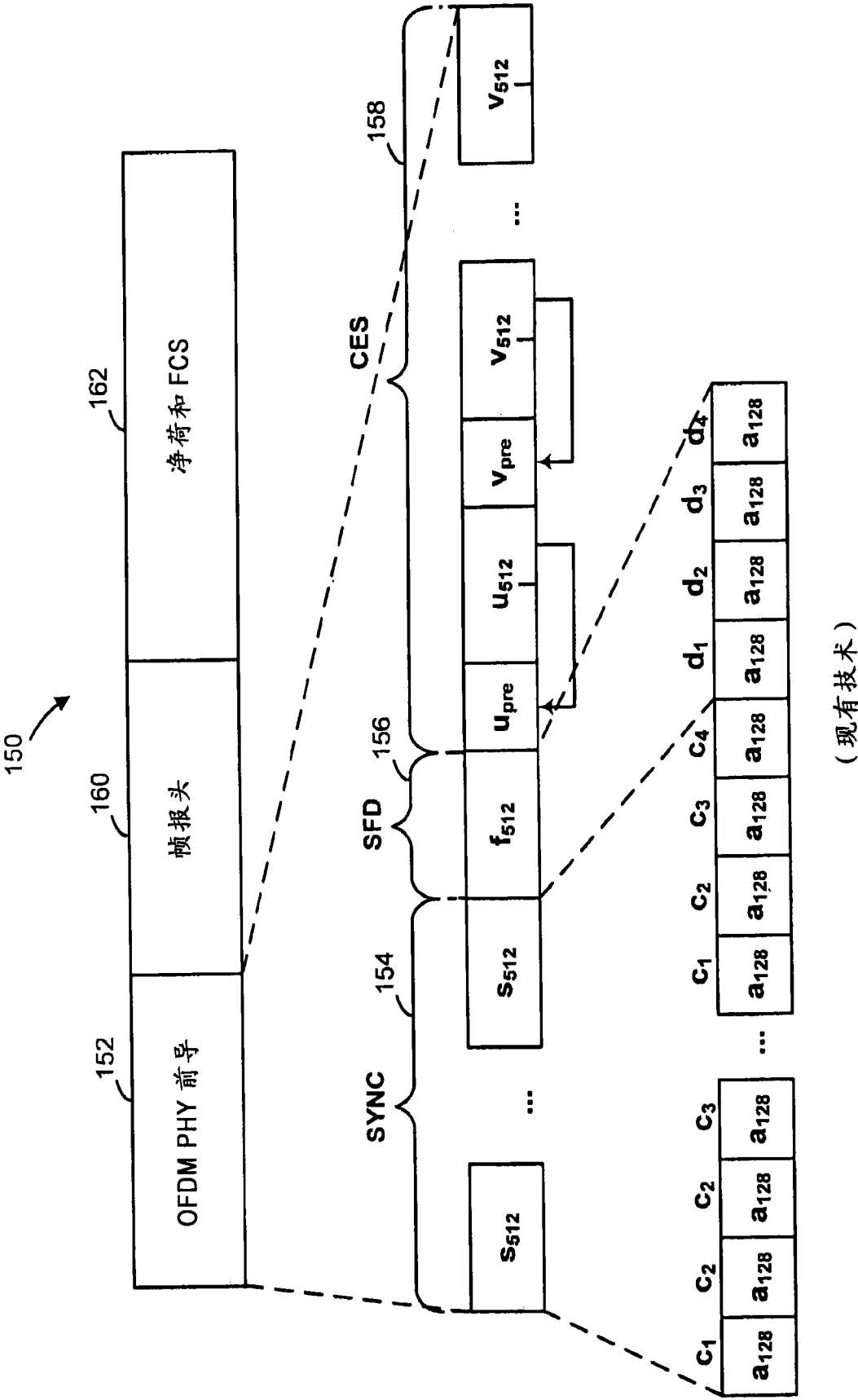


图 4

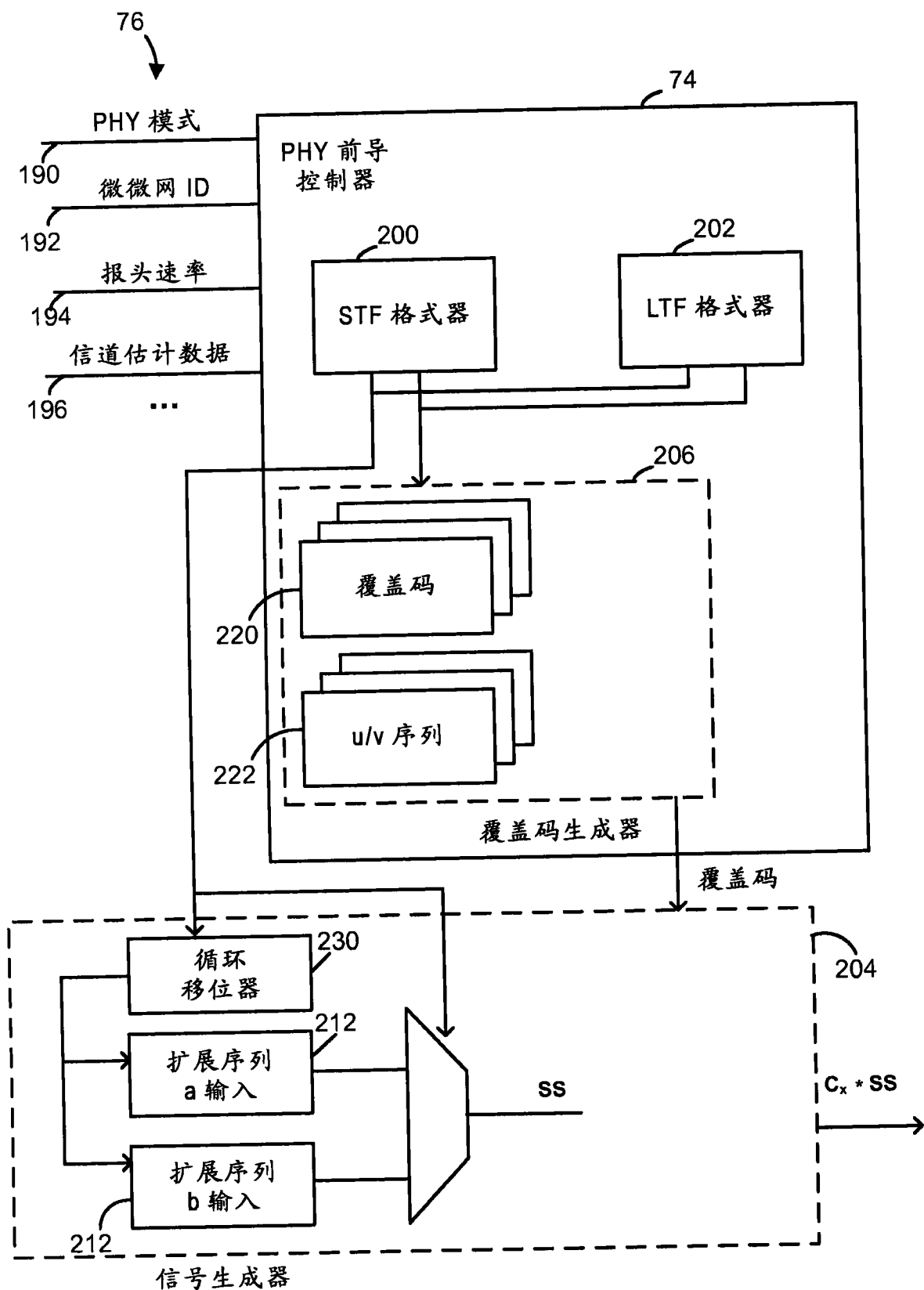


图 5

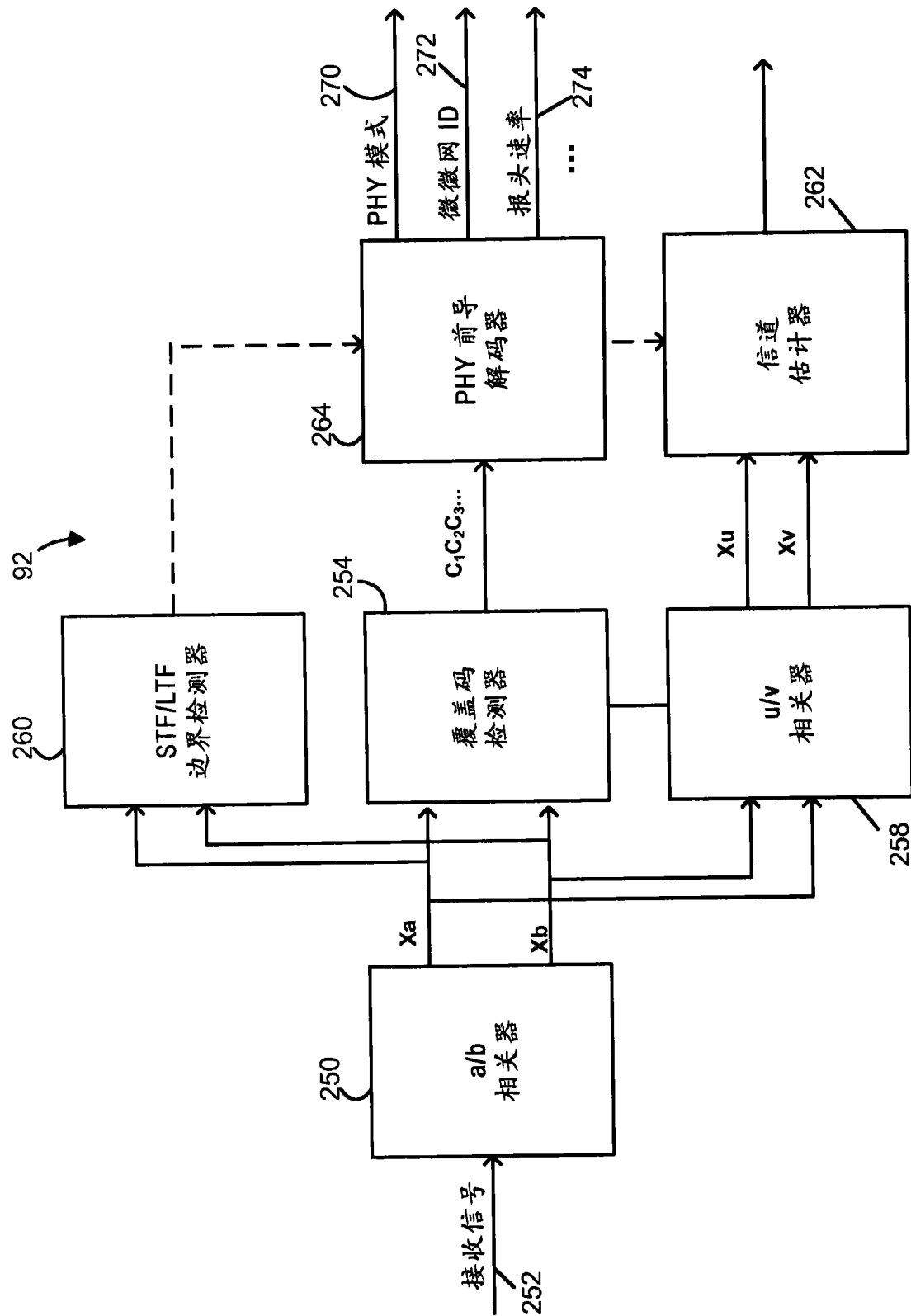


图 6

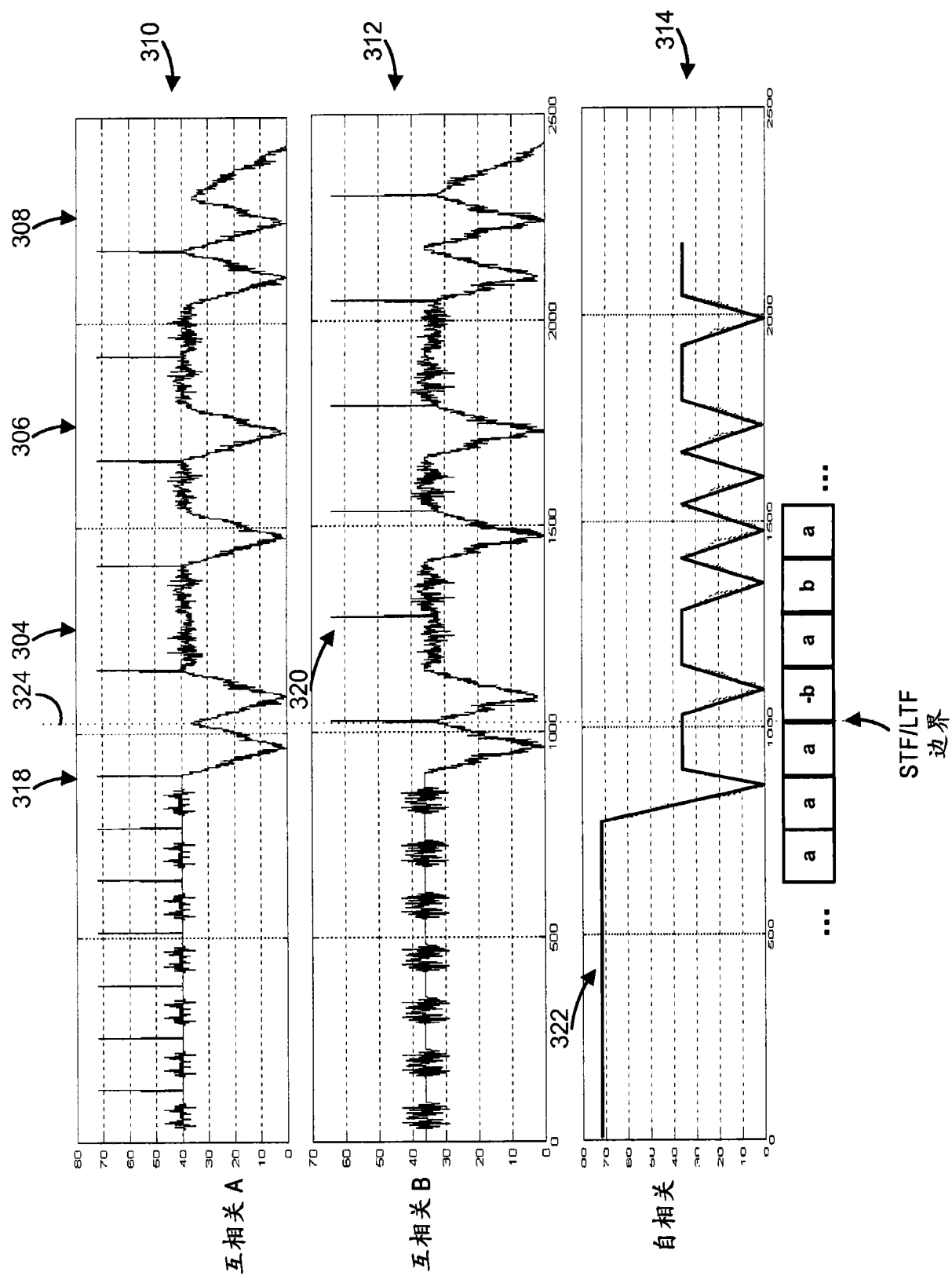


图 7

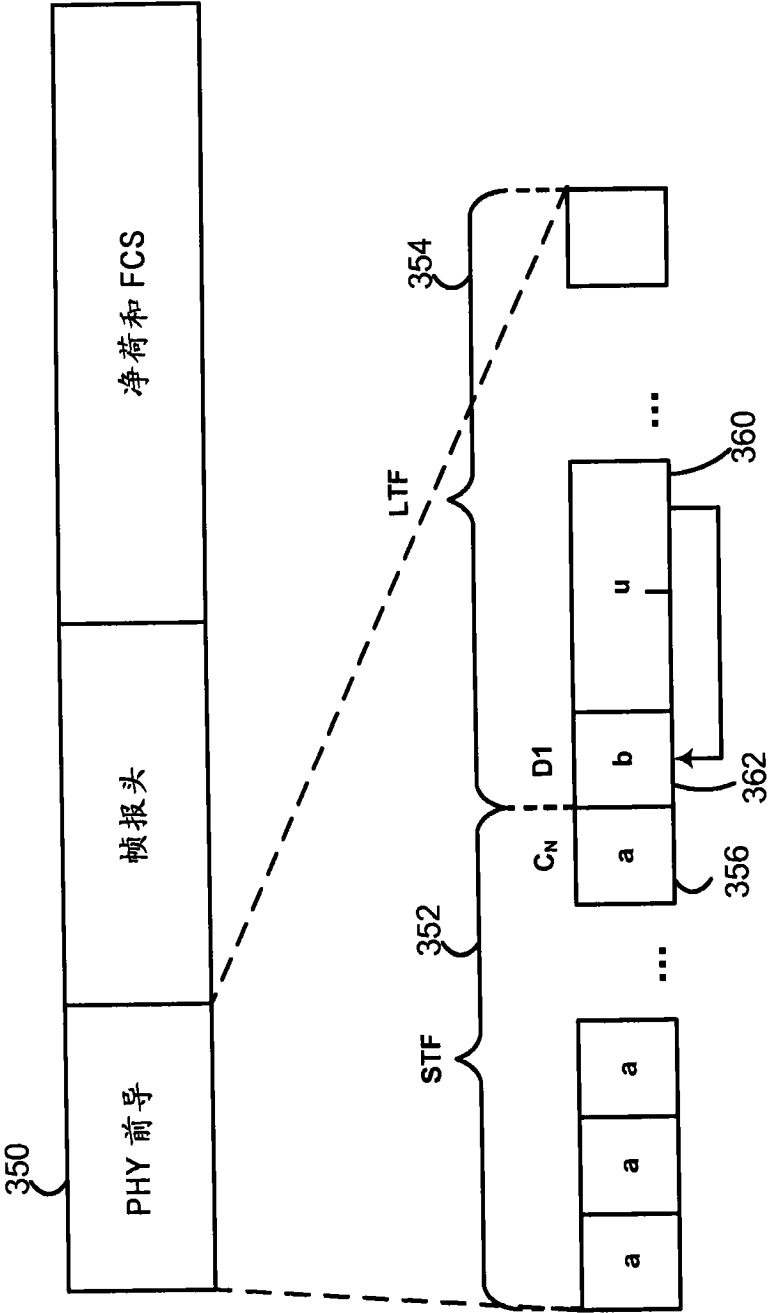


图 8

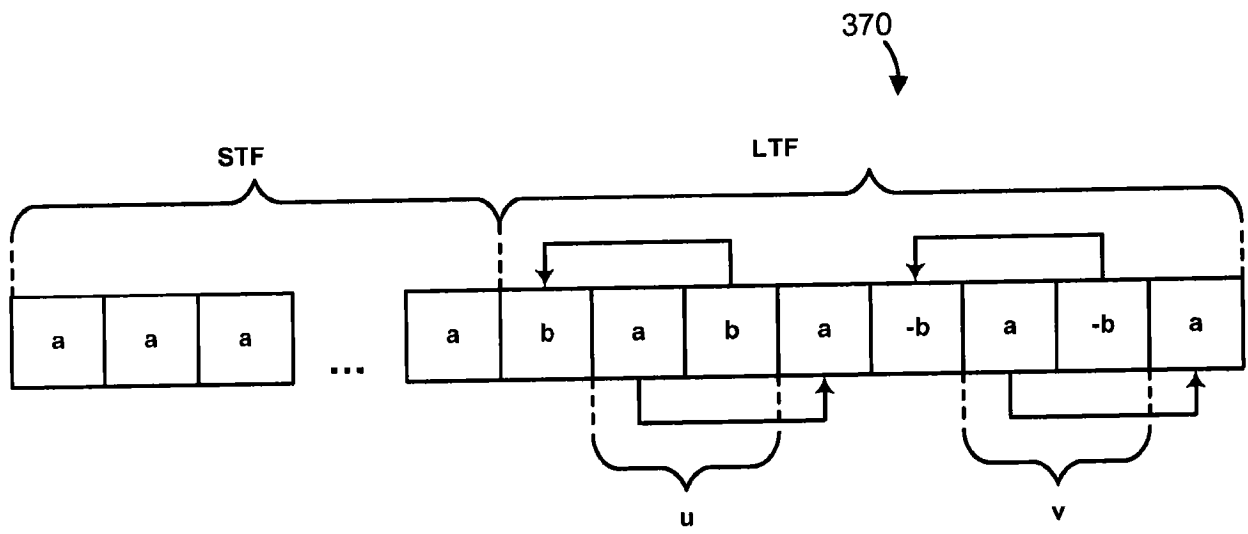


图 9

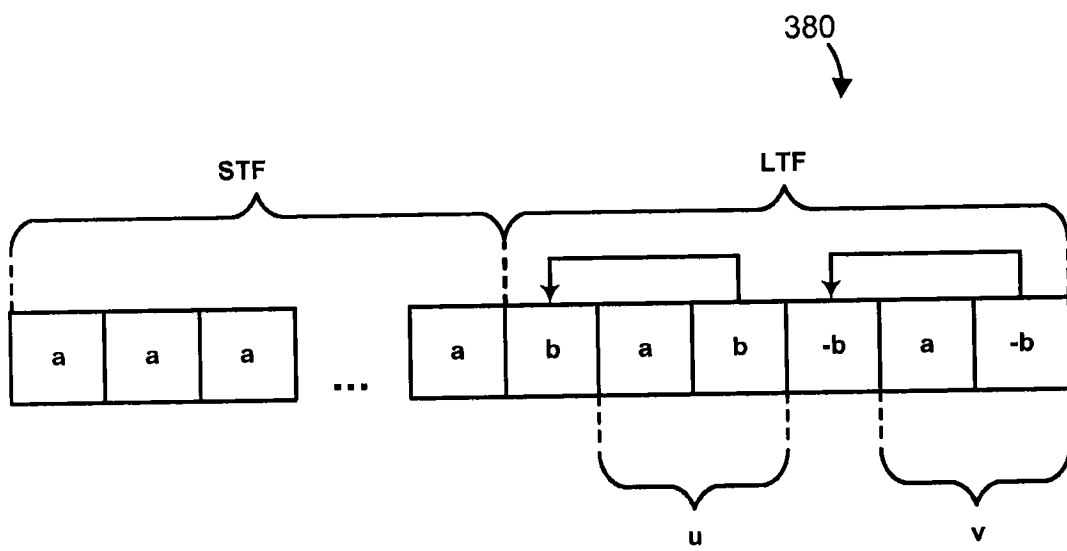


图 10

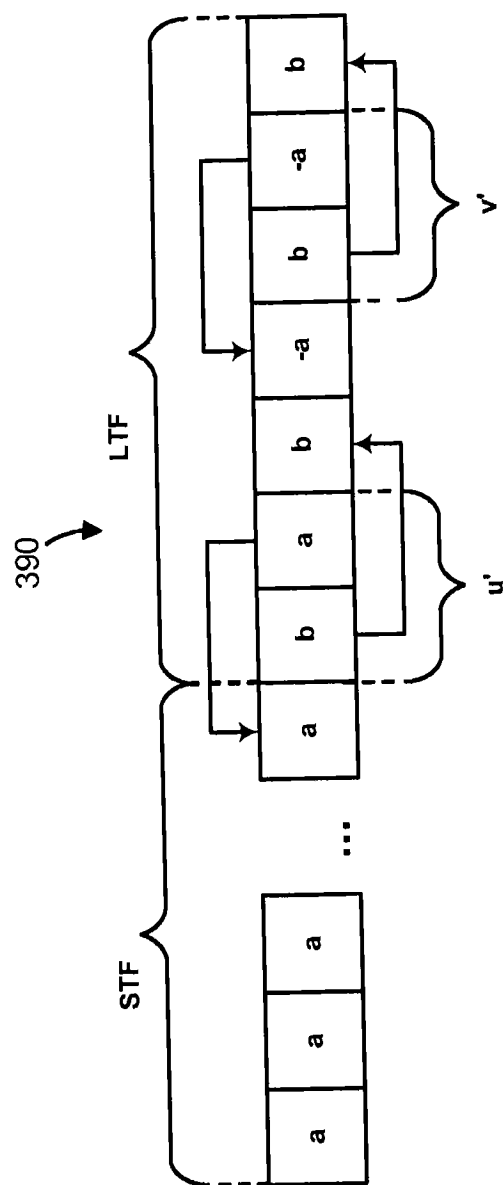


图 11

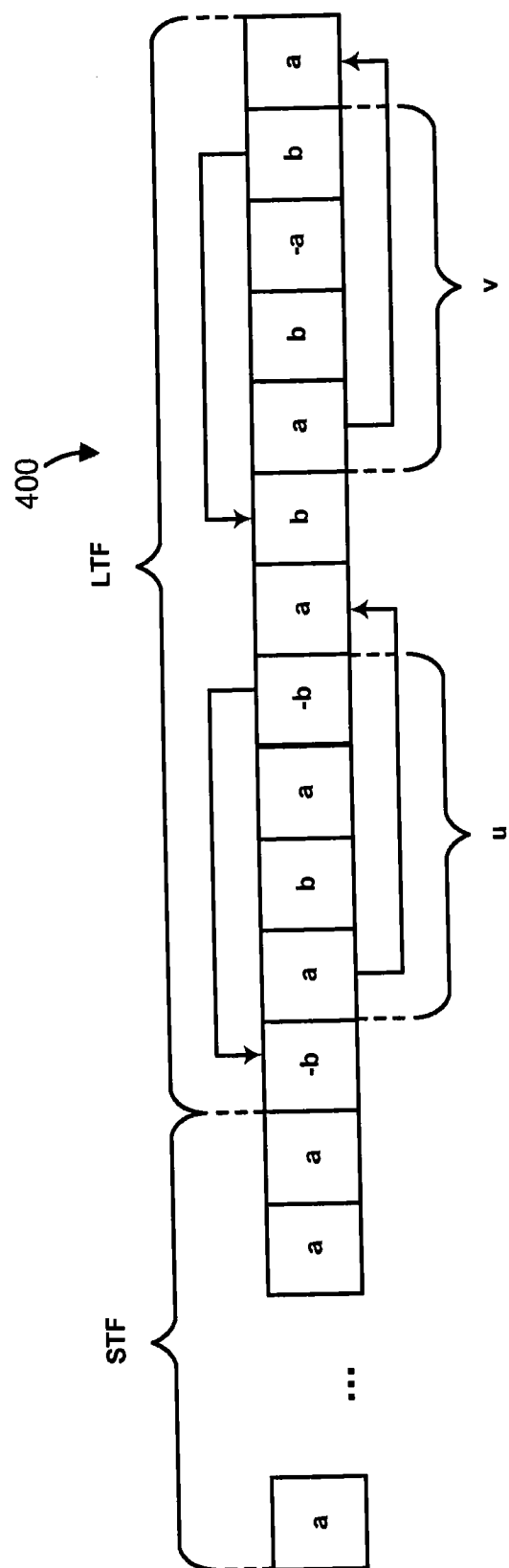


图 12

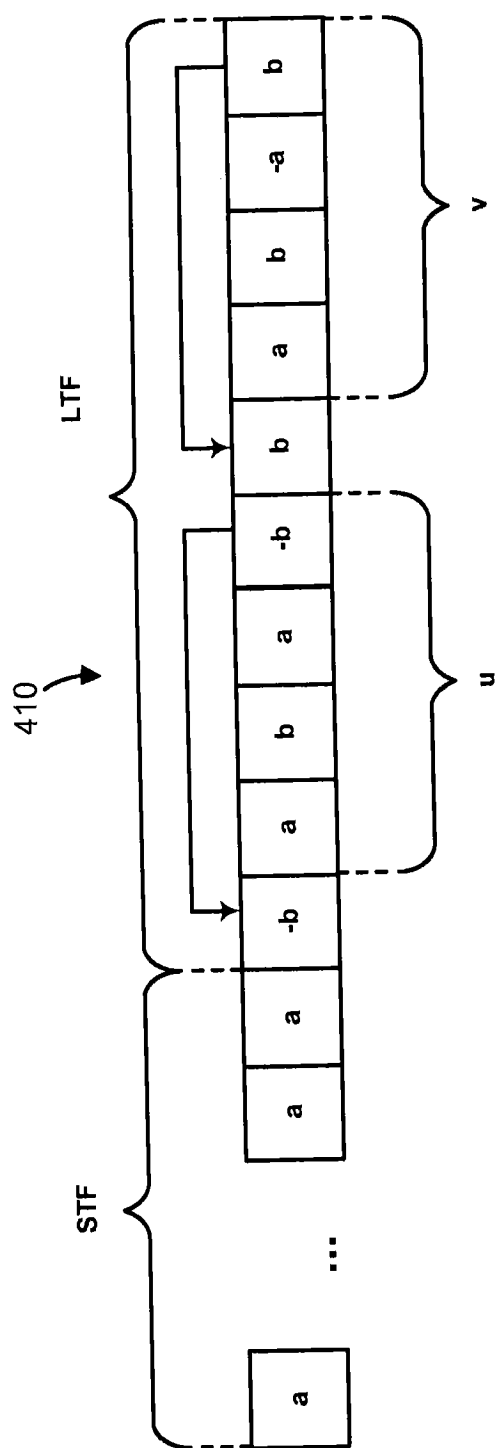


图 13

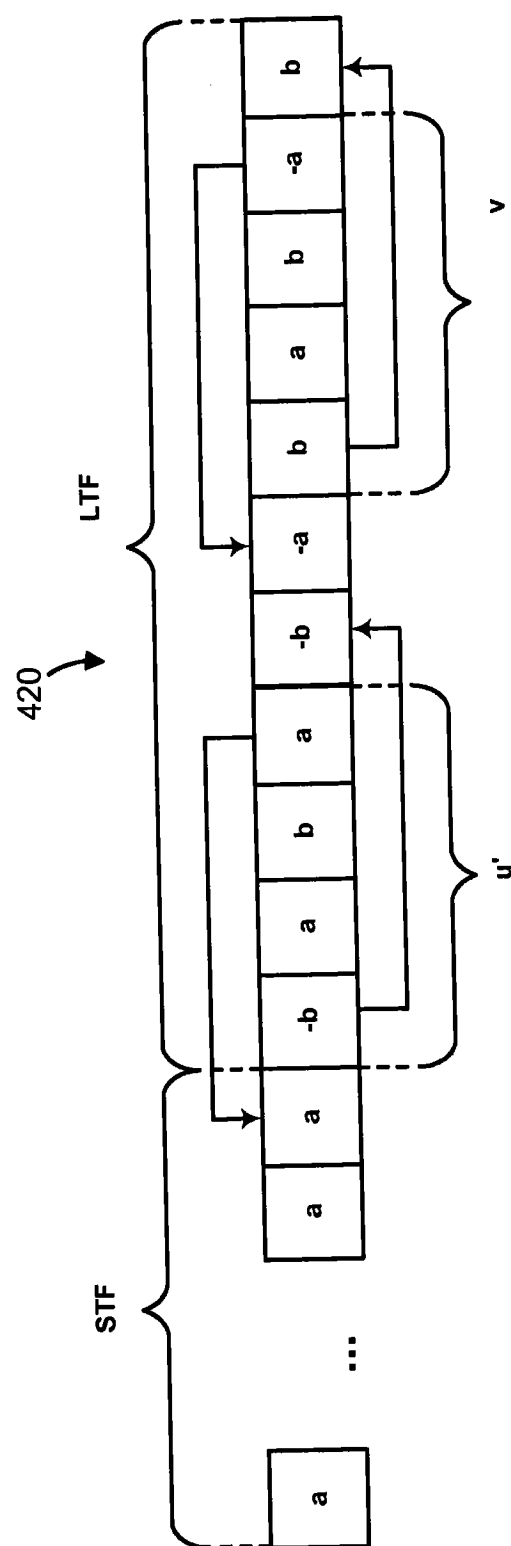


图 14

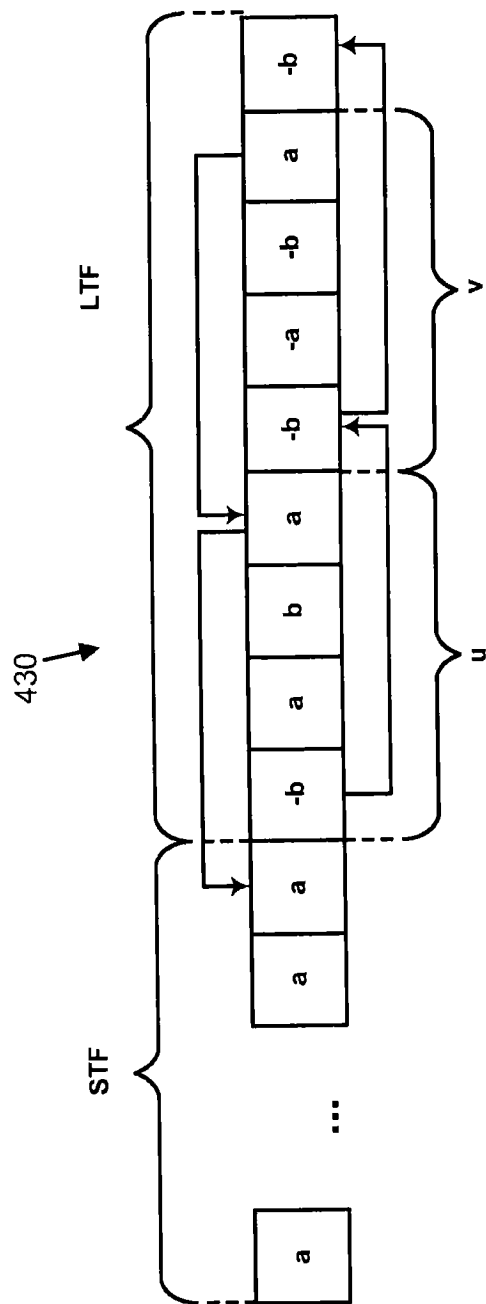


图 15

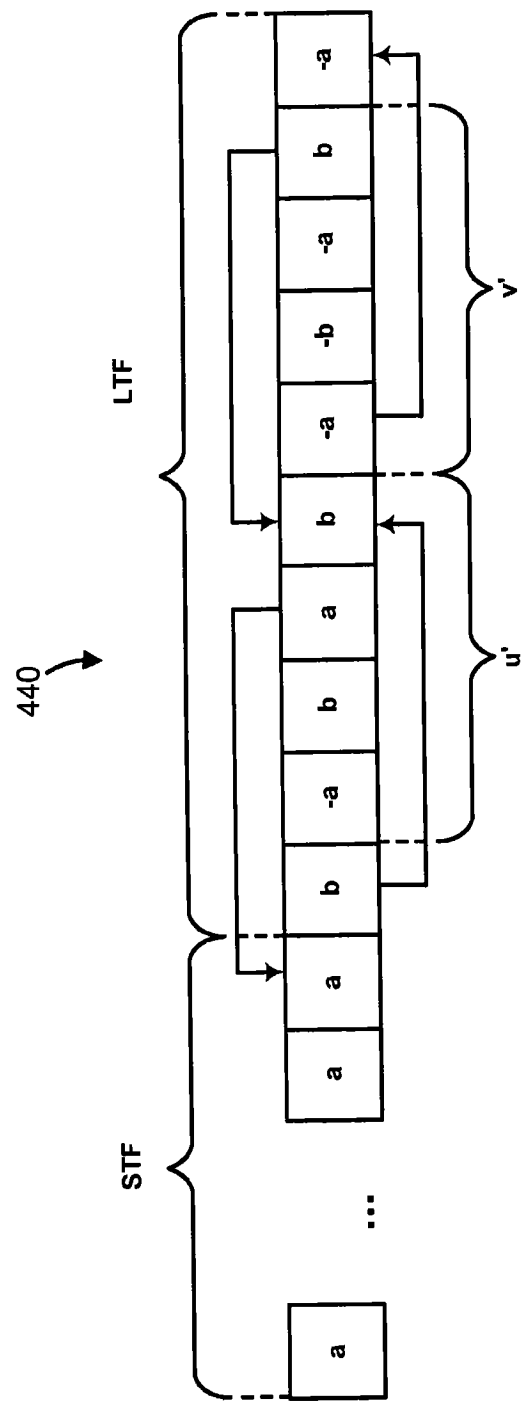


图 16

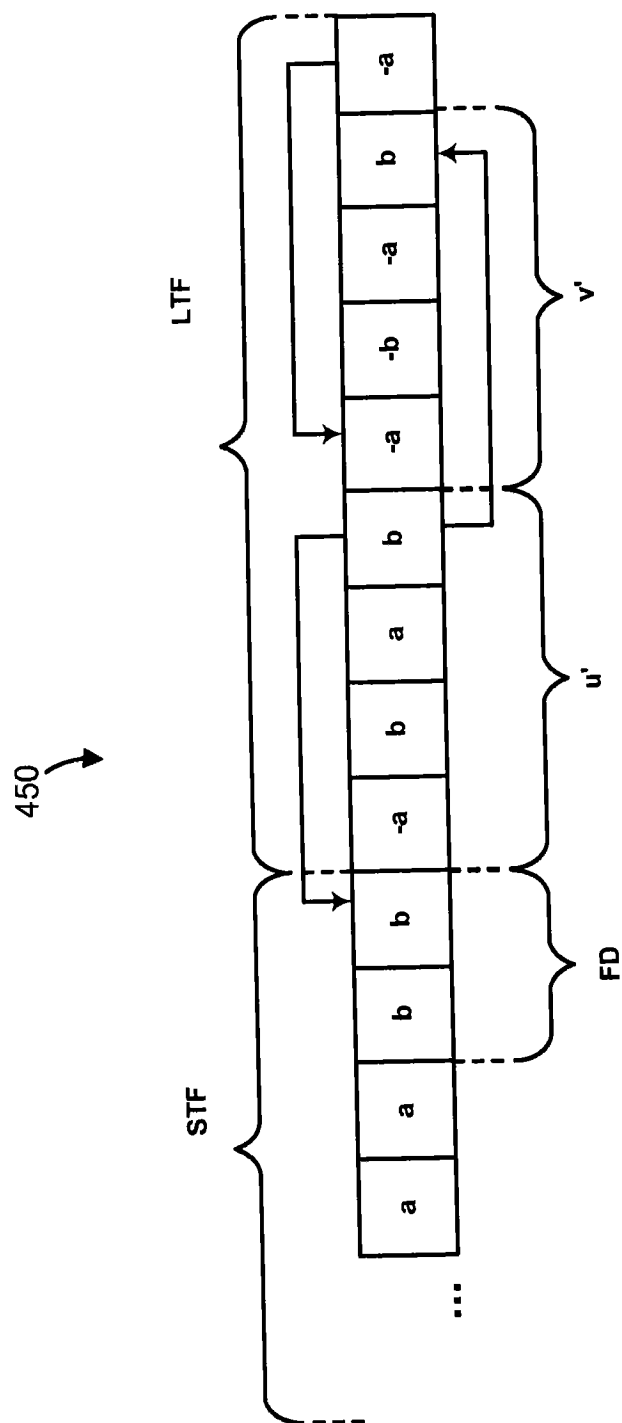


图 17

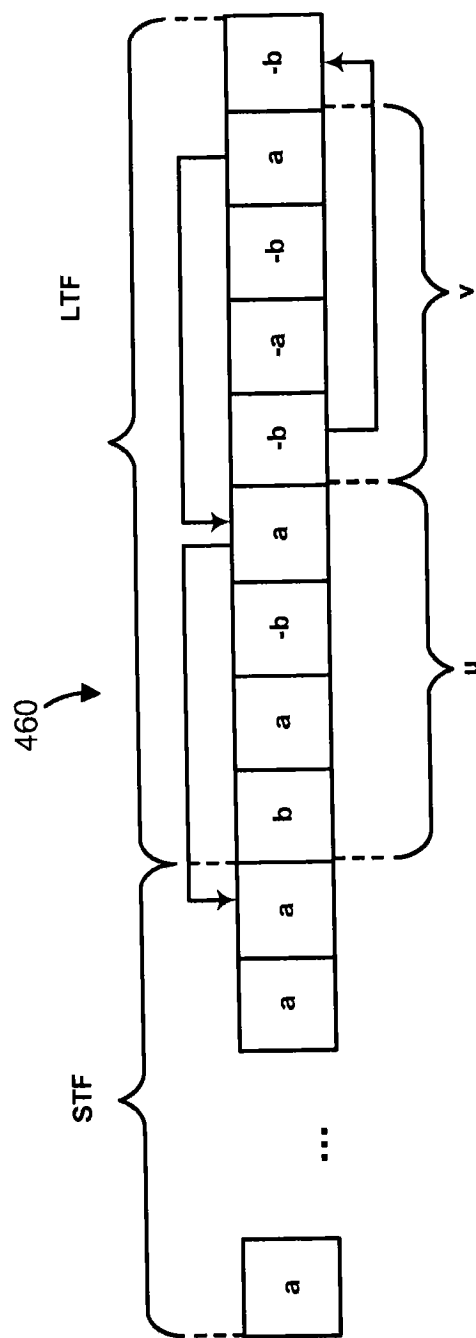


图 18

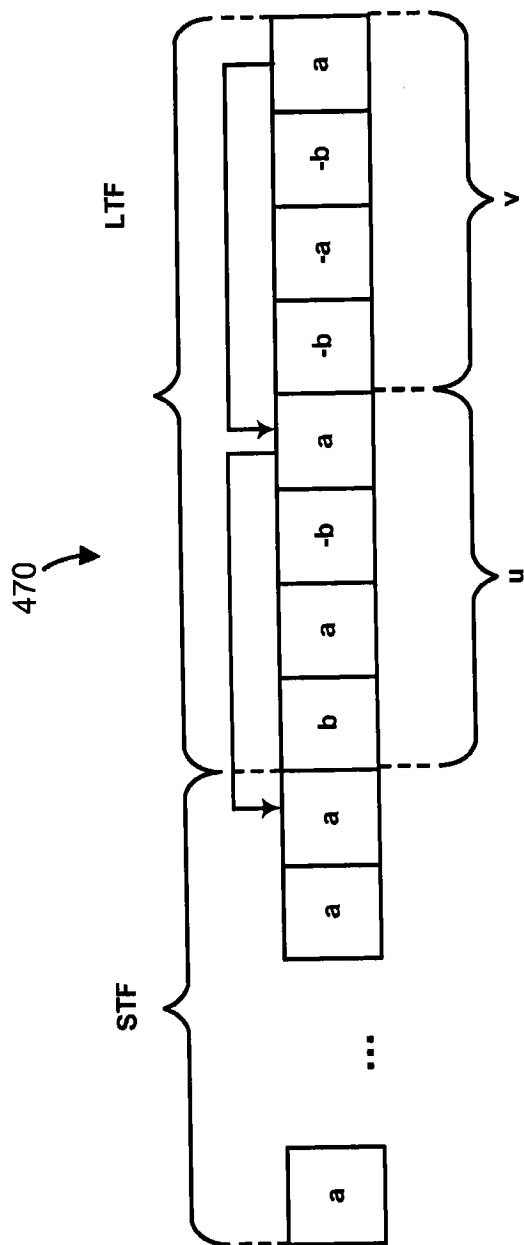


图 19

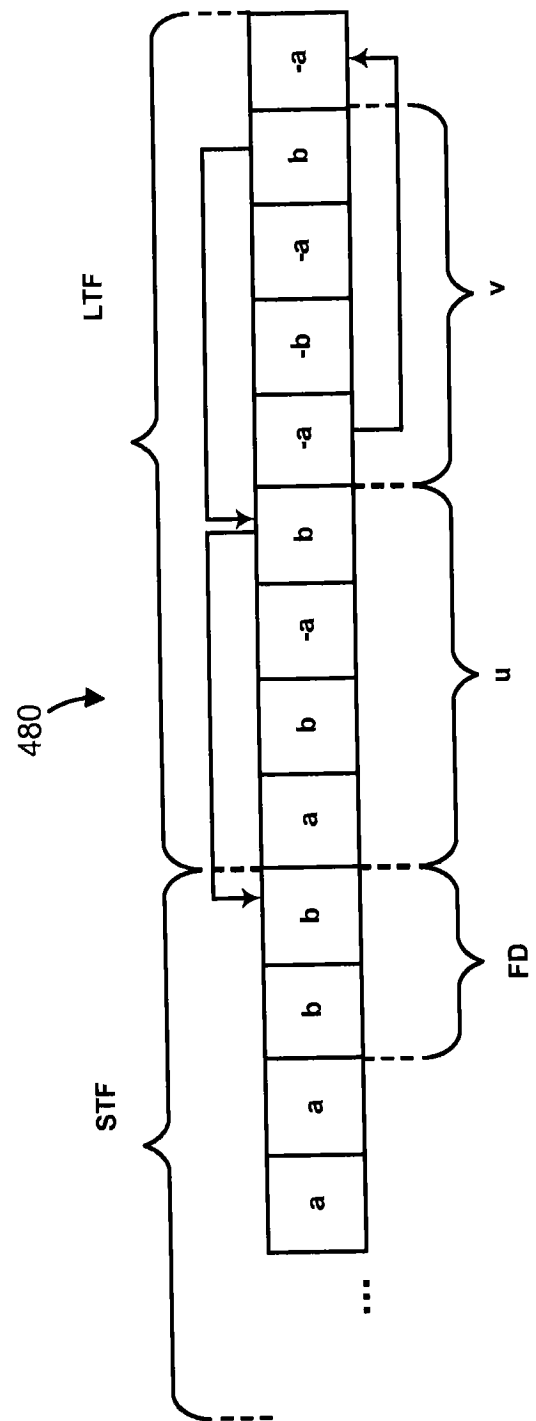


图 20

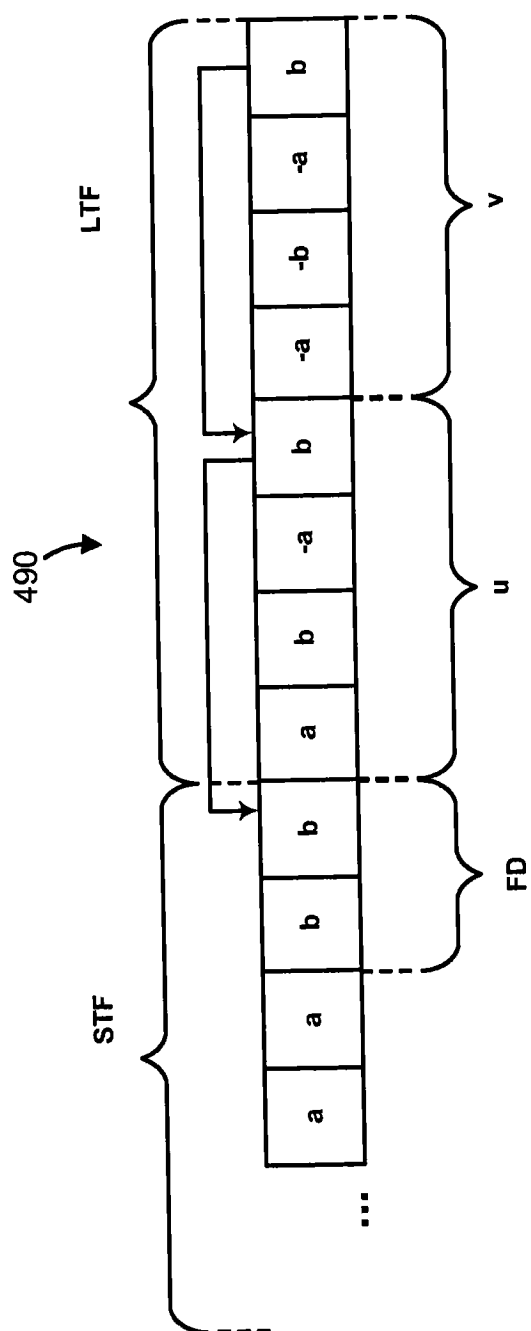


图 21

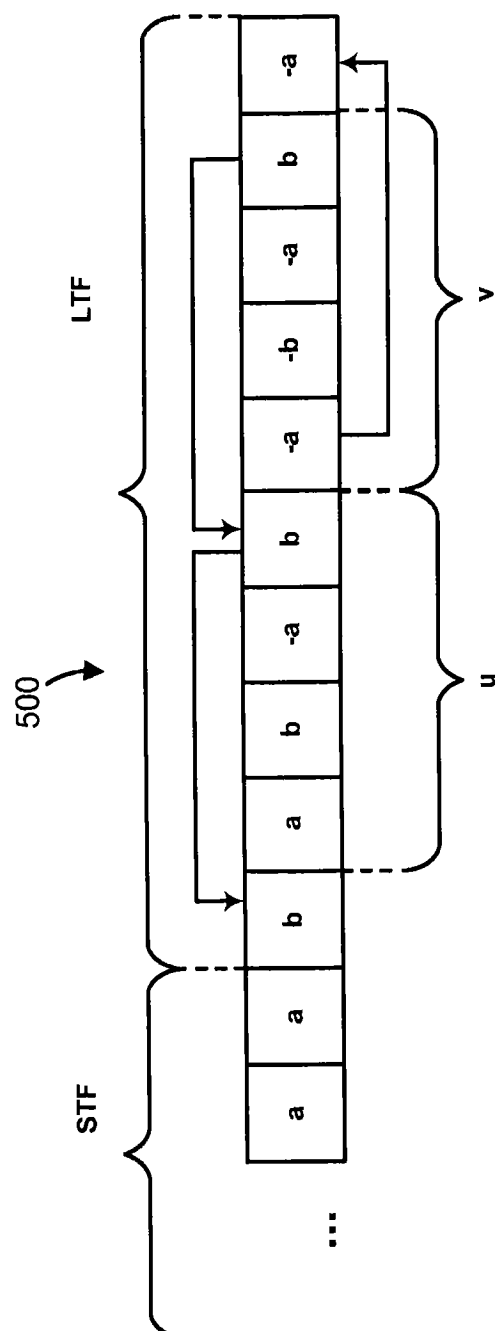


图 22

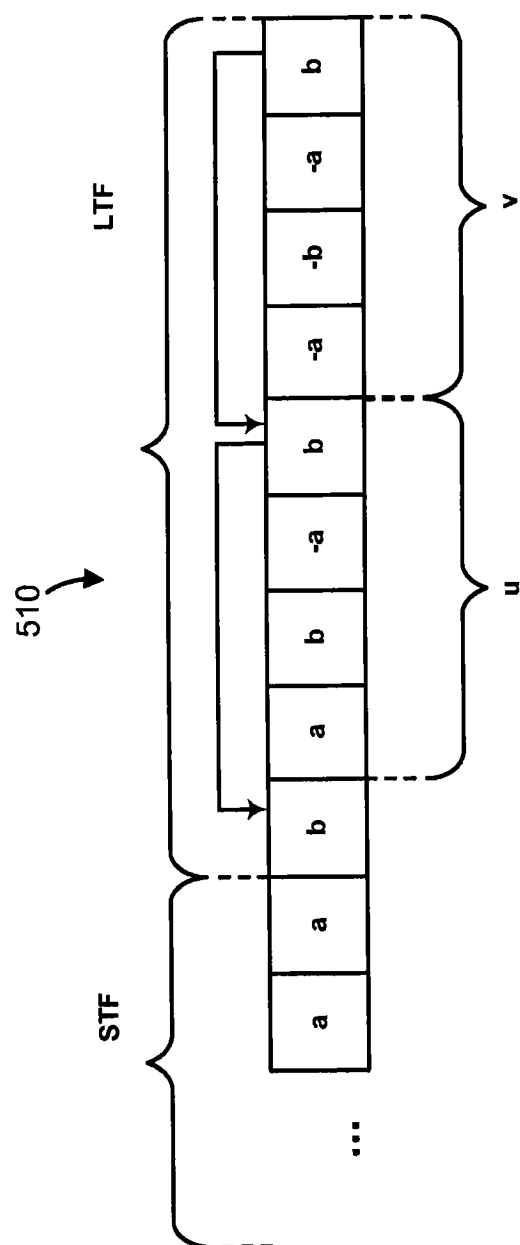


图 23

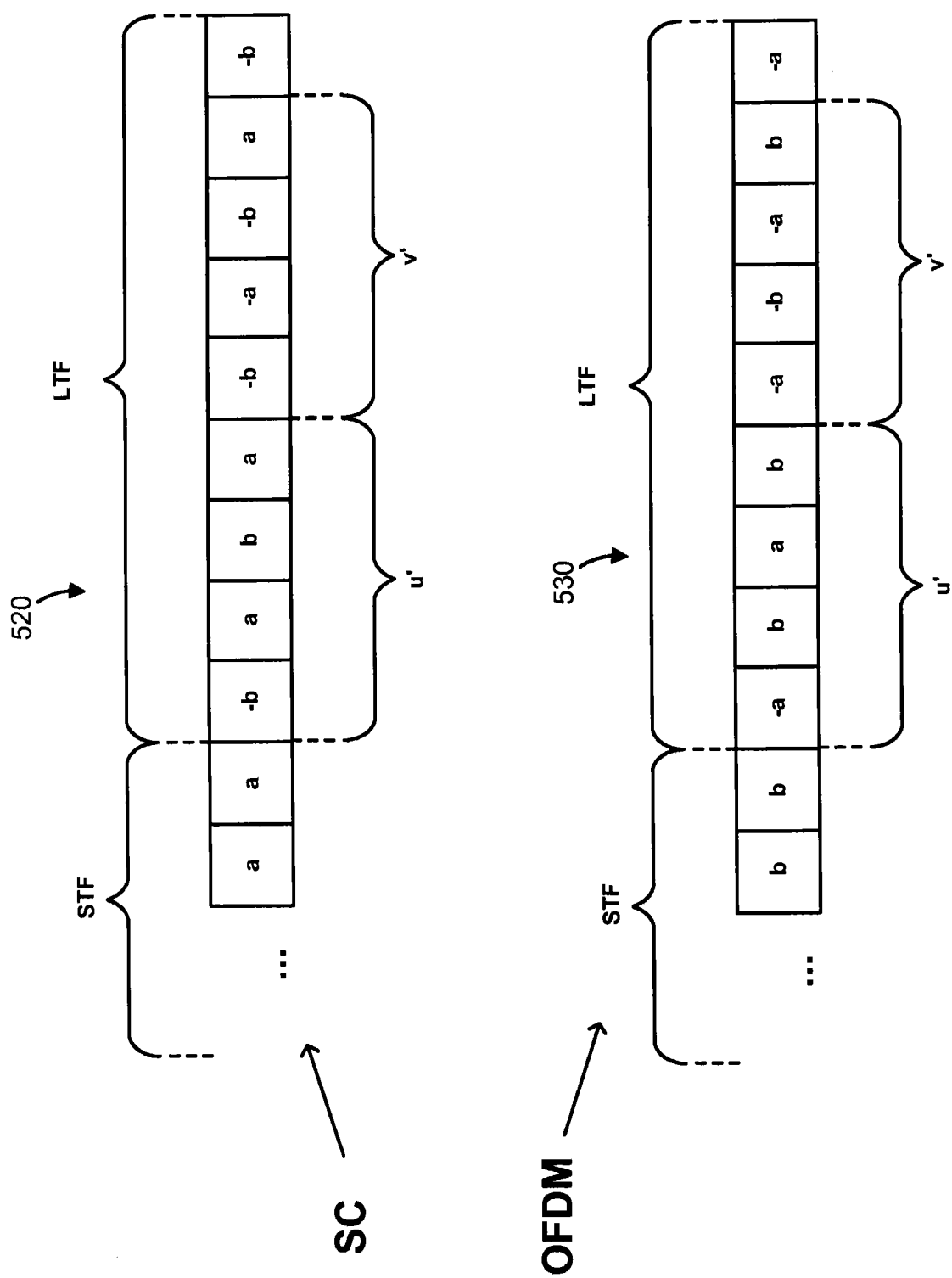


图 24

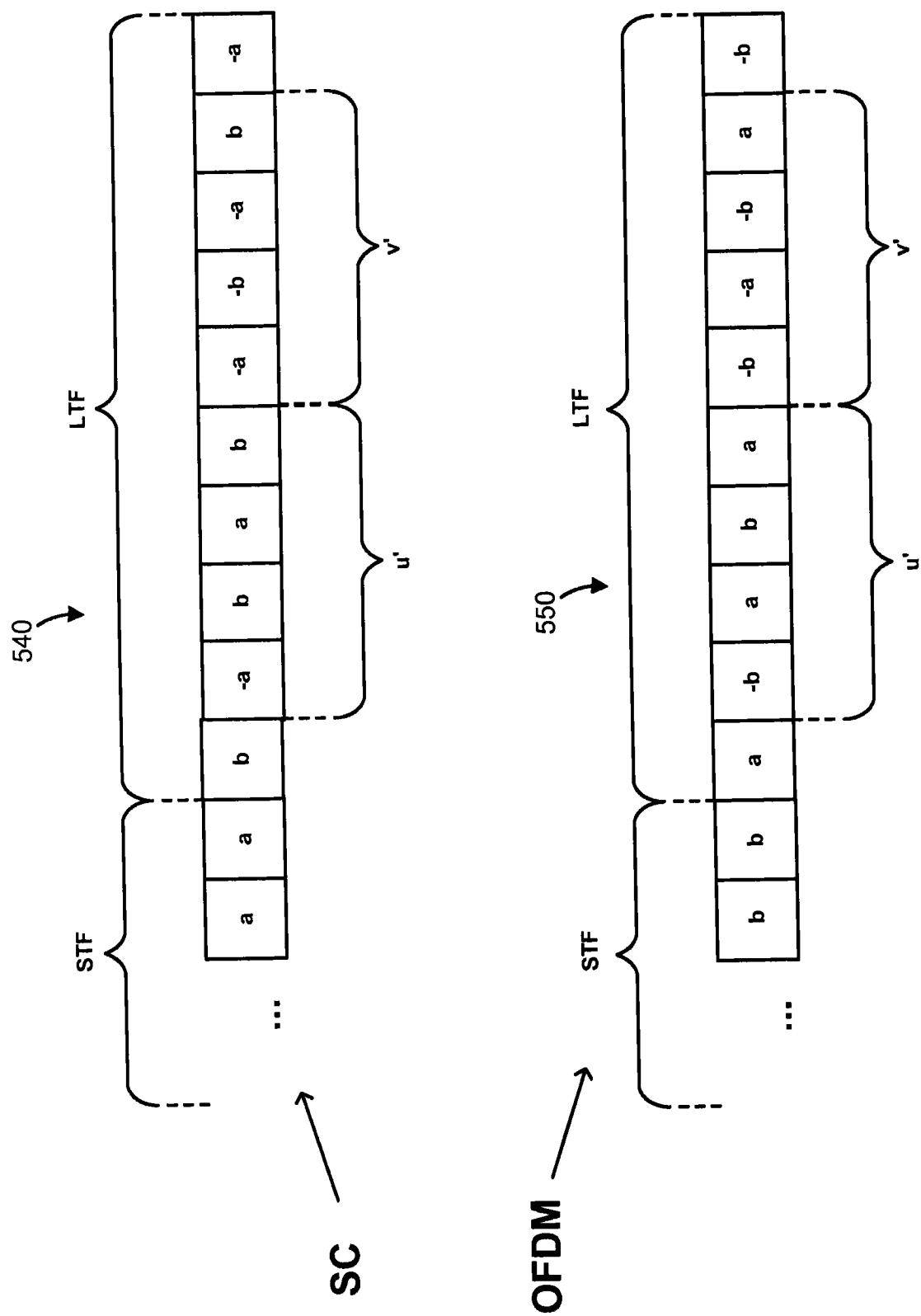


图 25

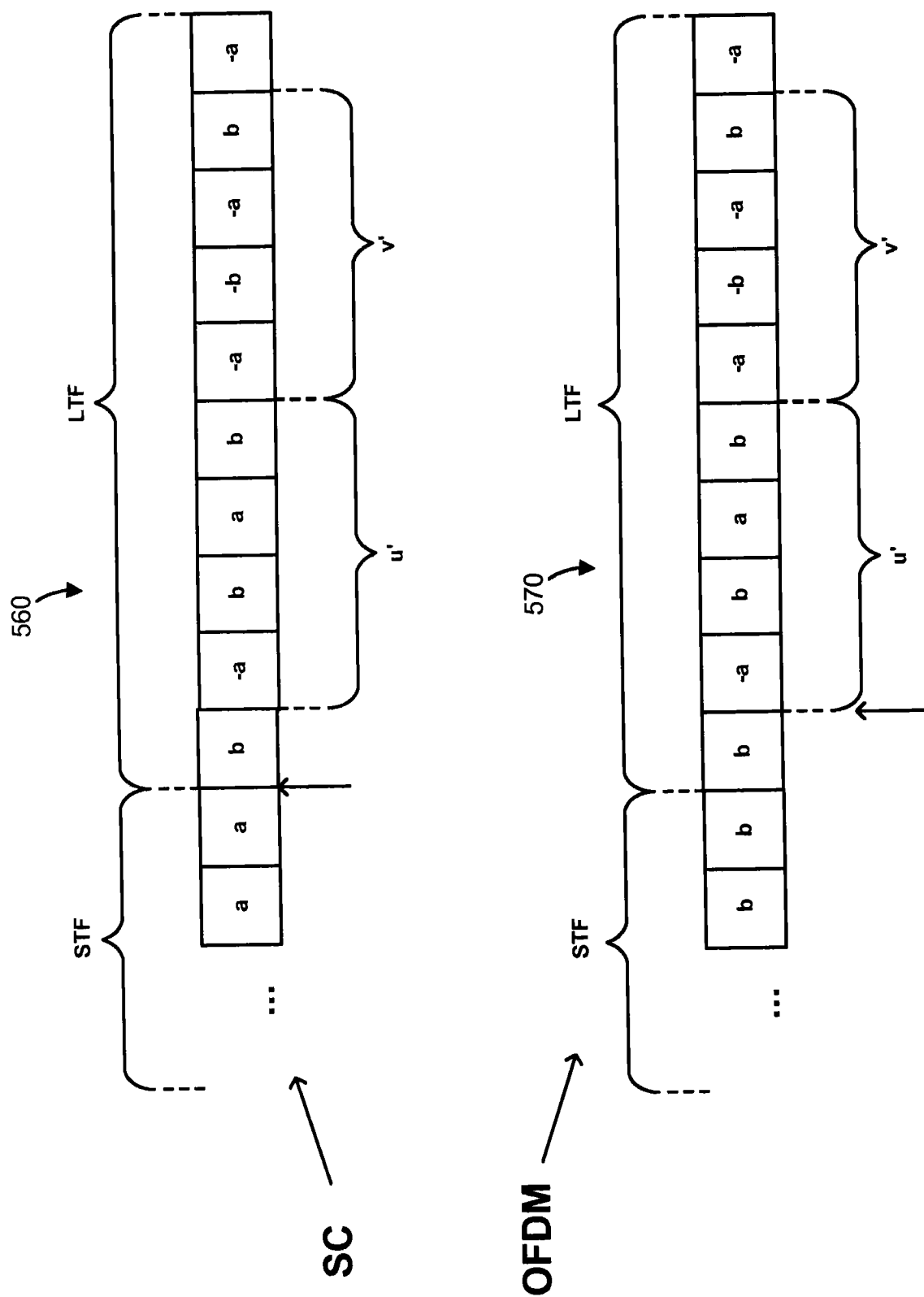


图 26

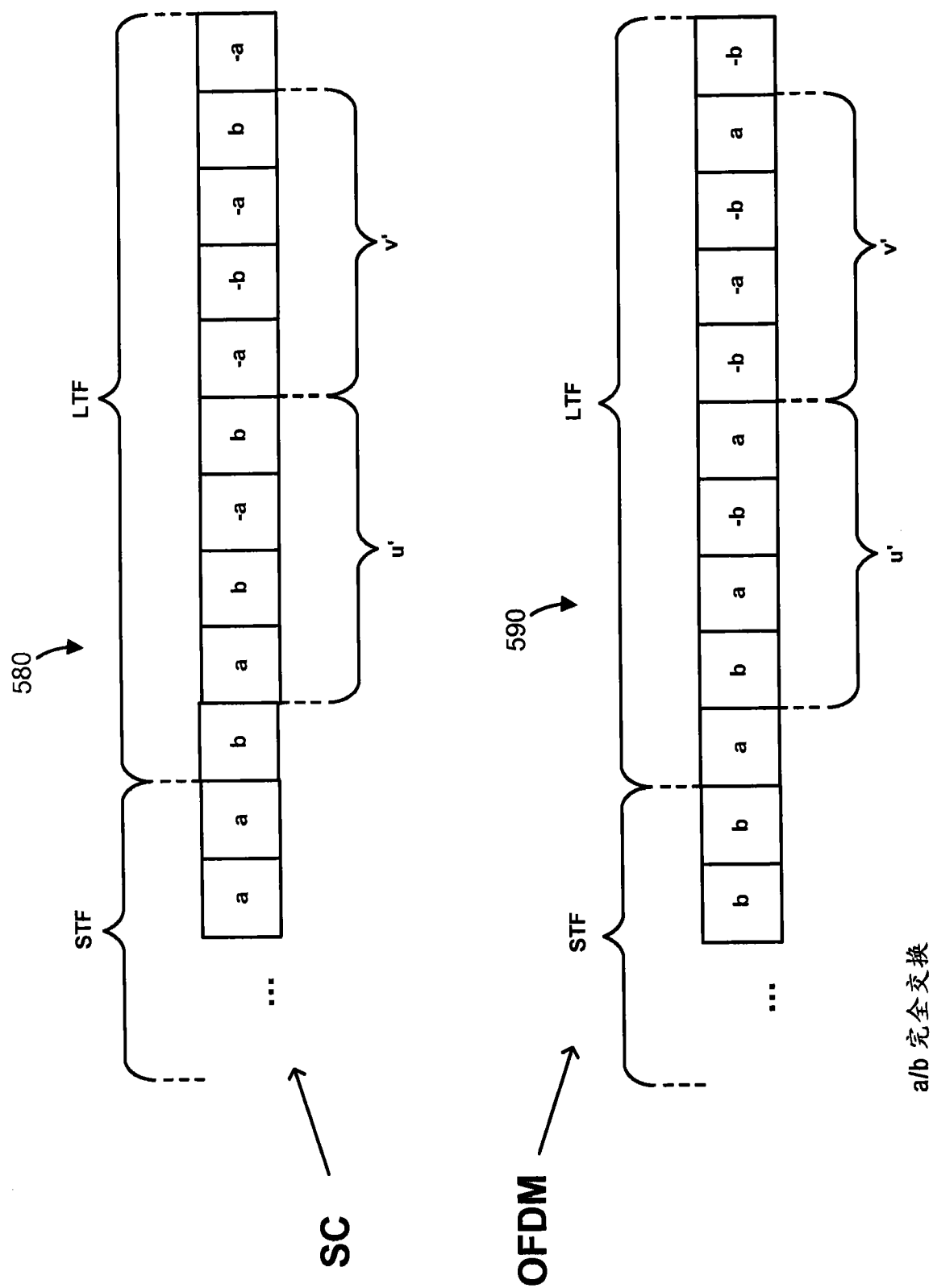


图 27

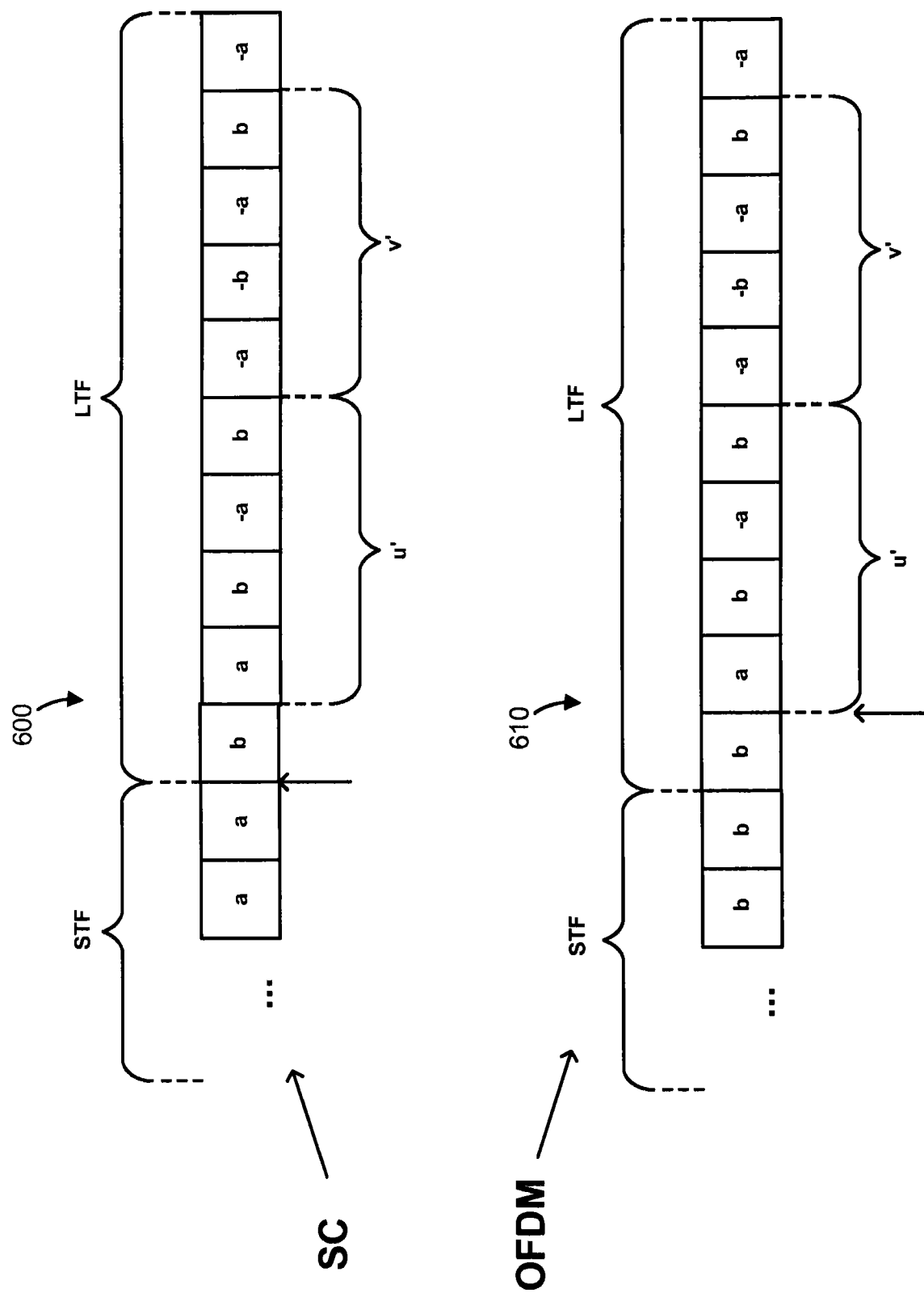


图 28

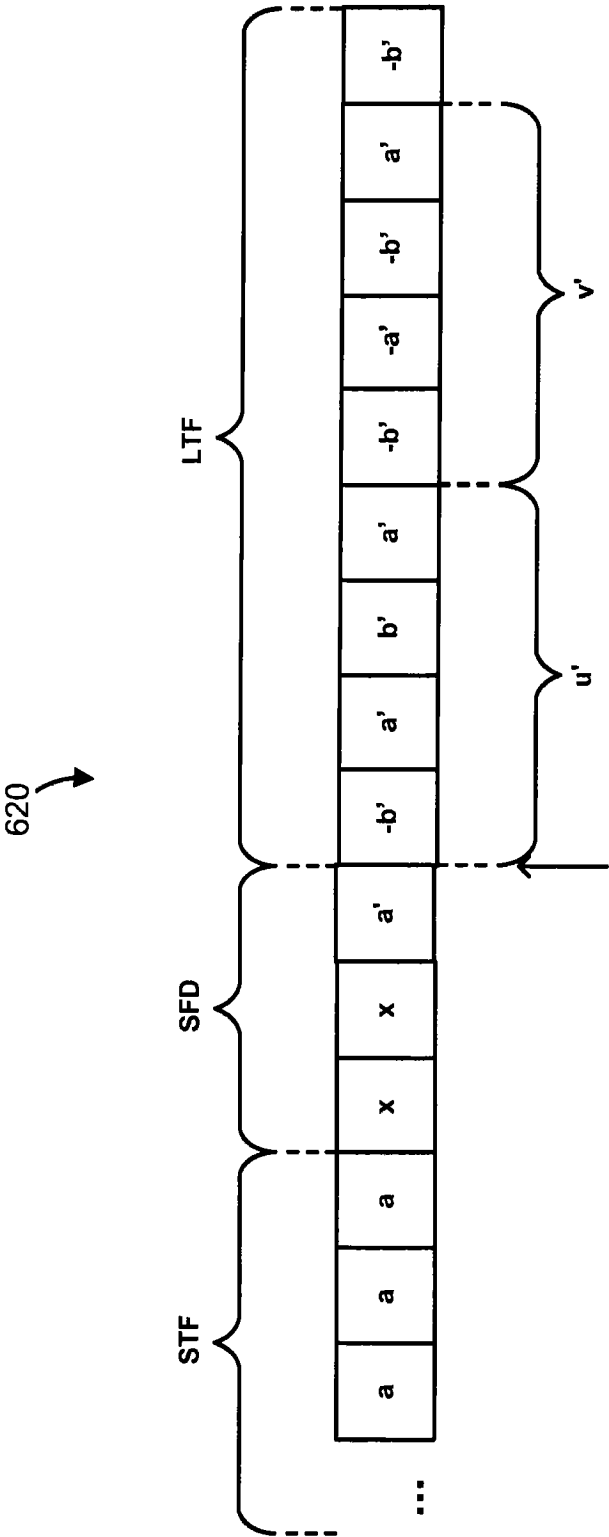


图 29

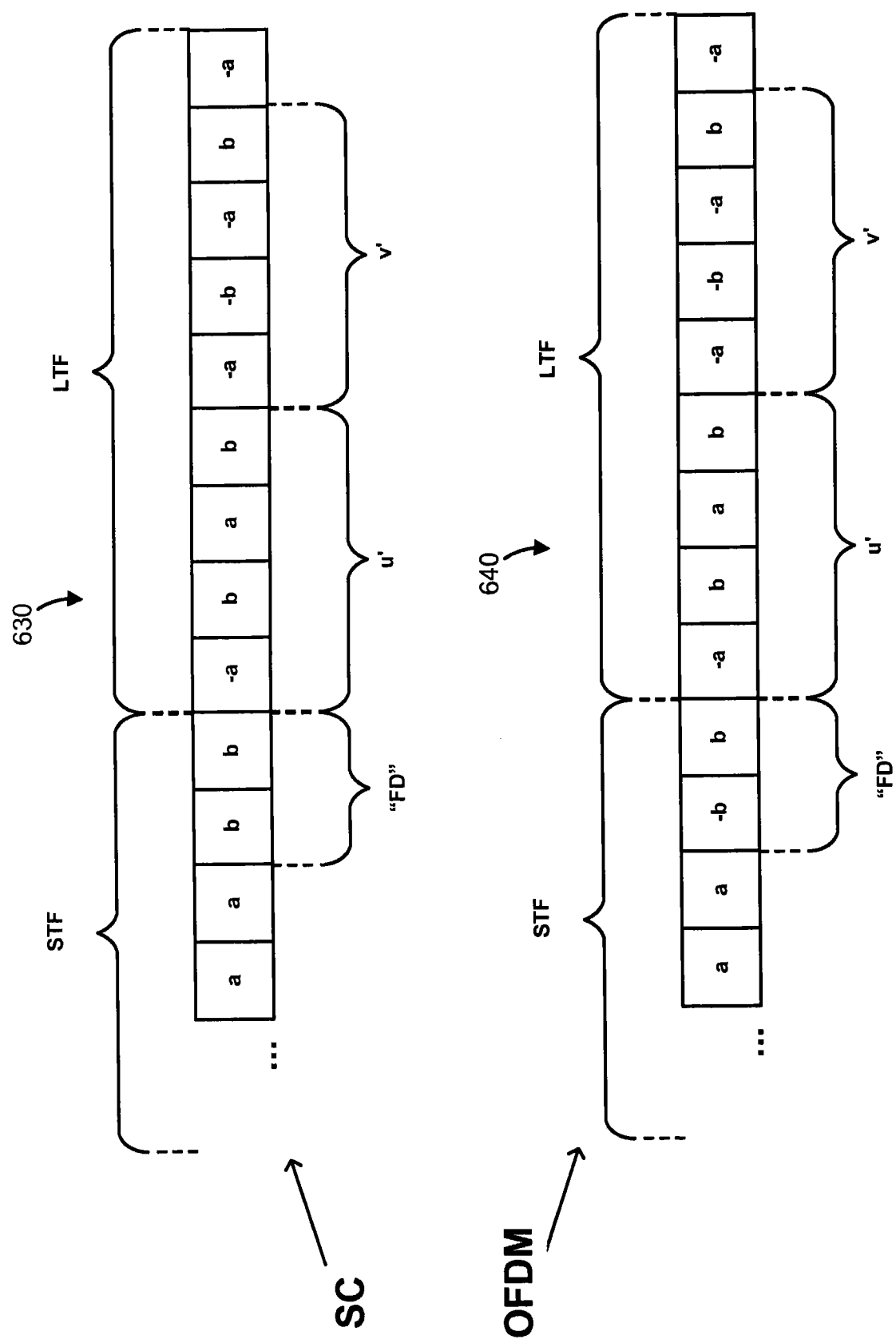


图 30

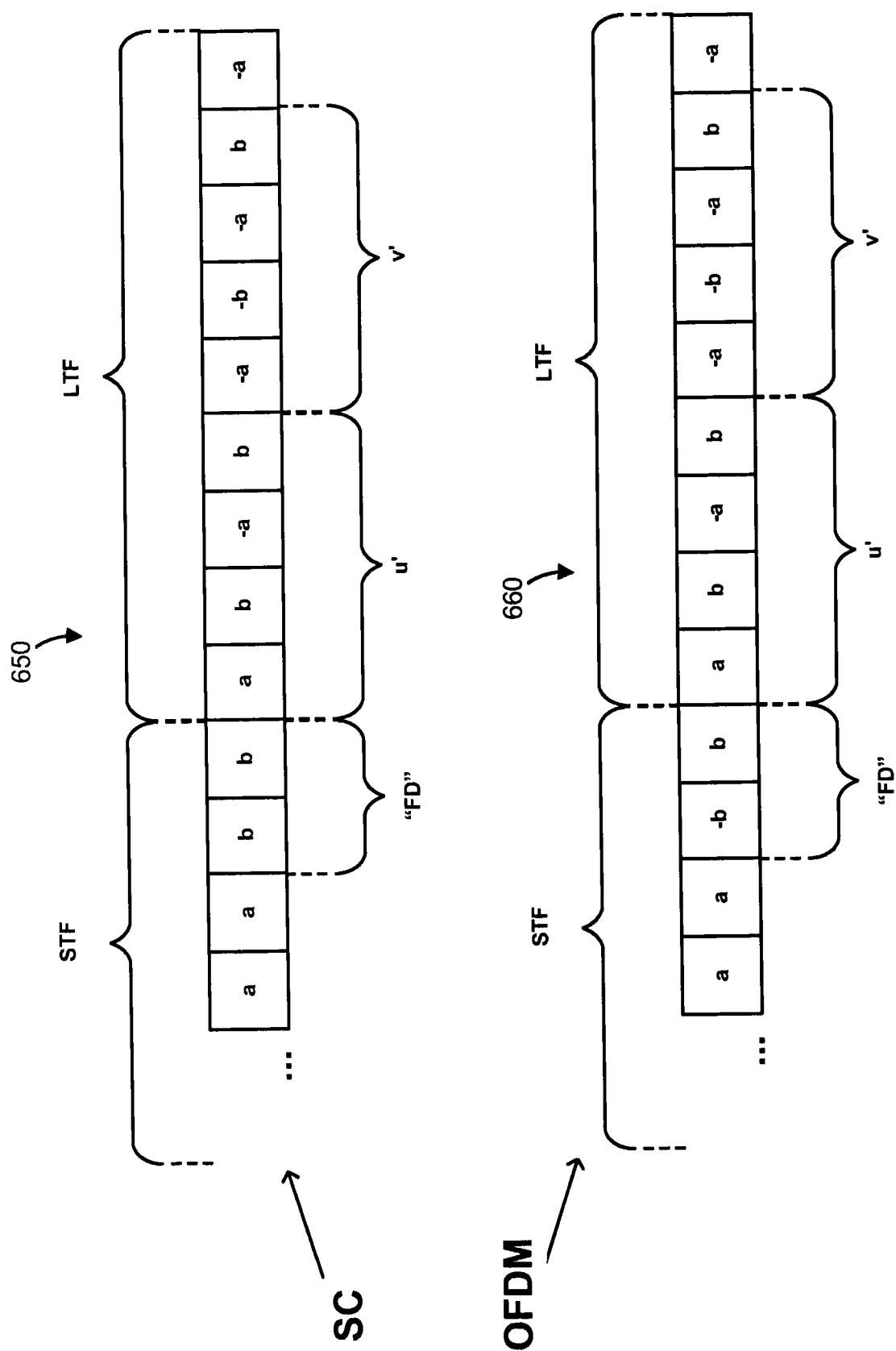


图 31

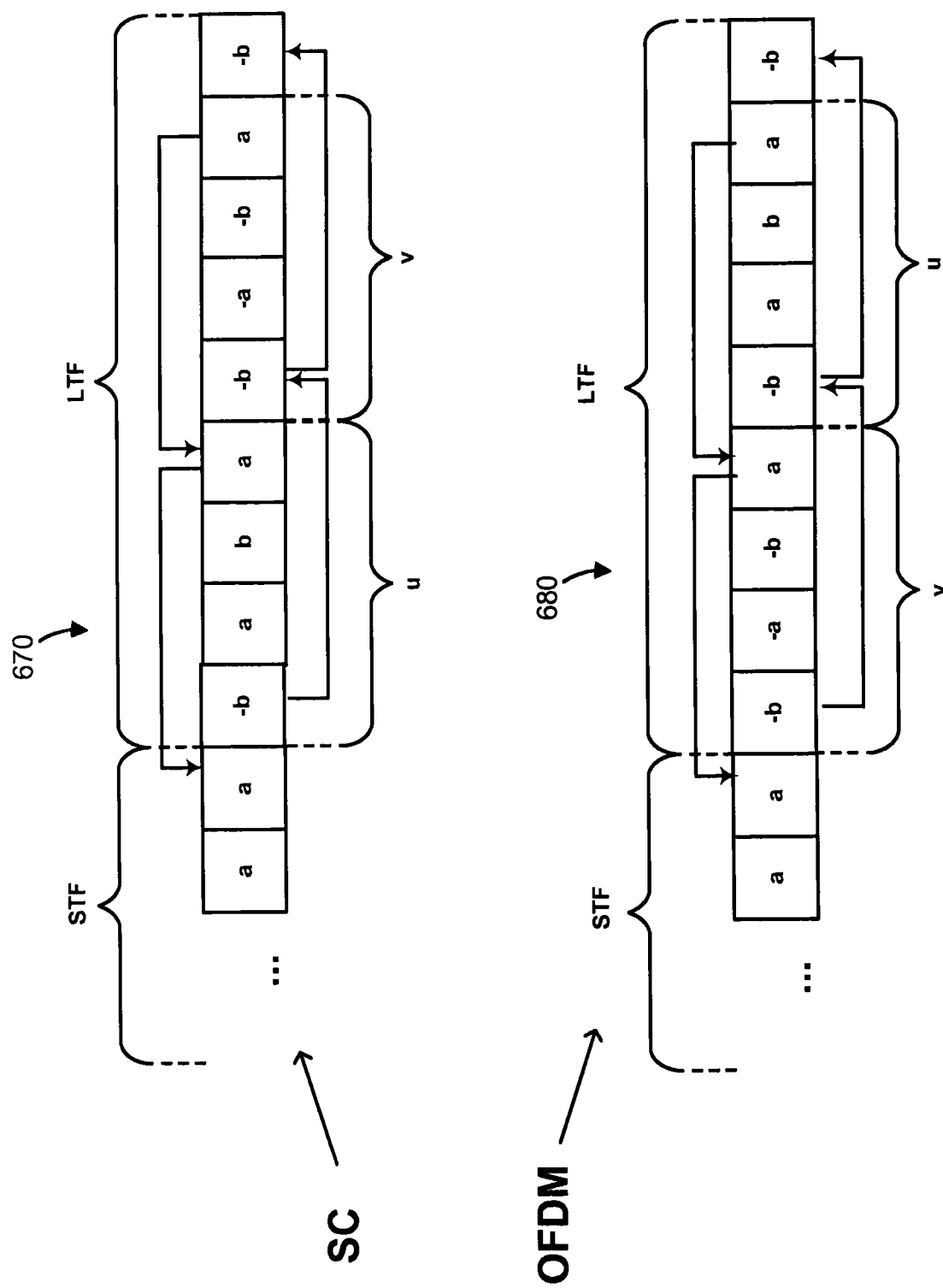


图 32

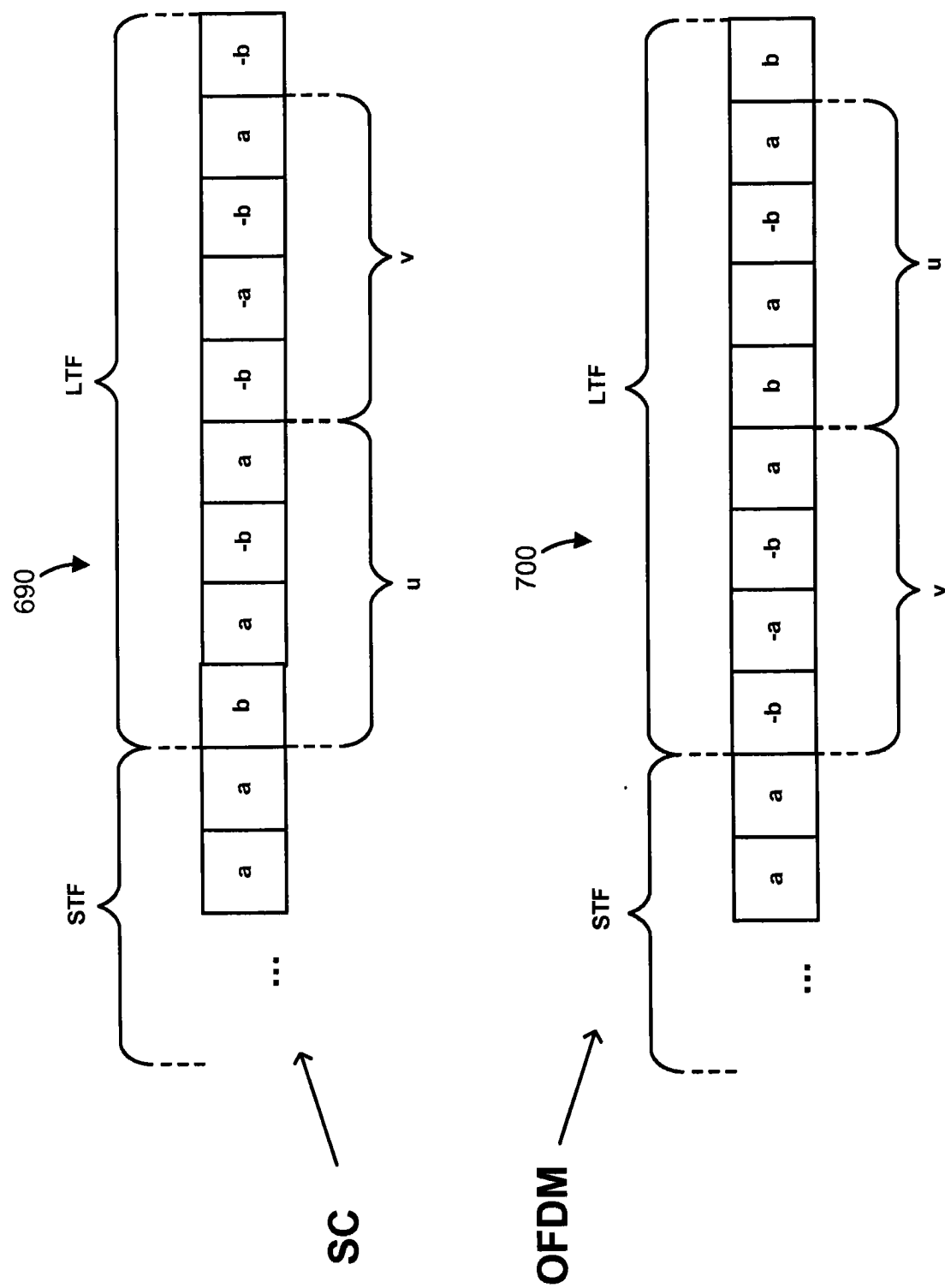


图 33

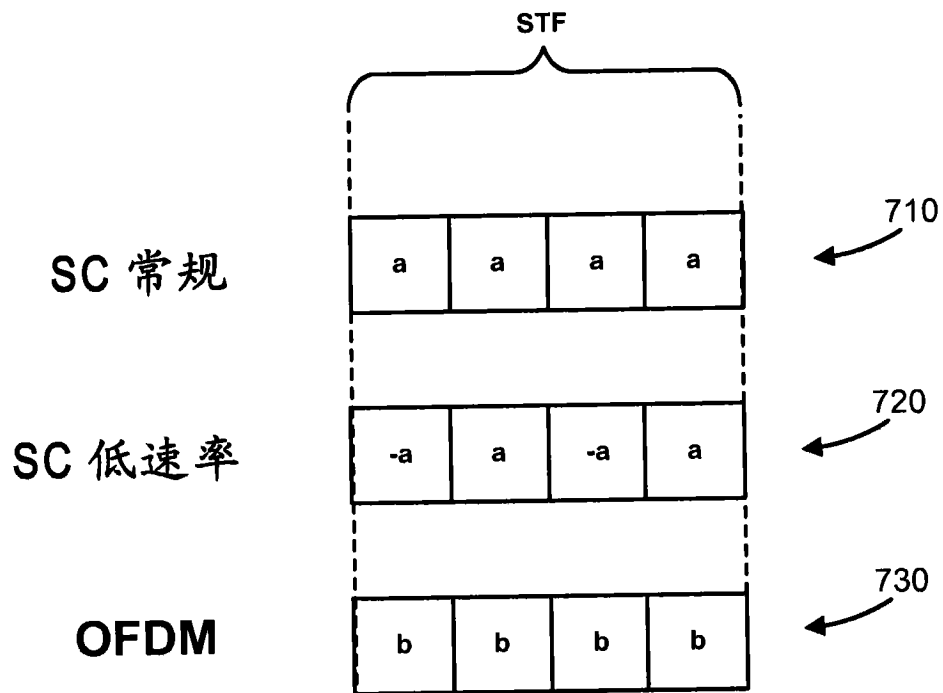


图 34

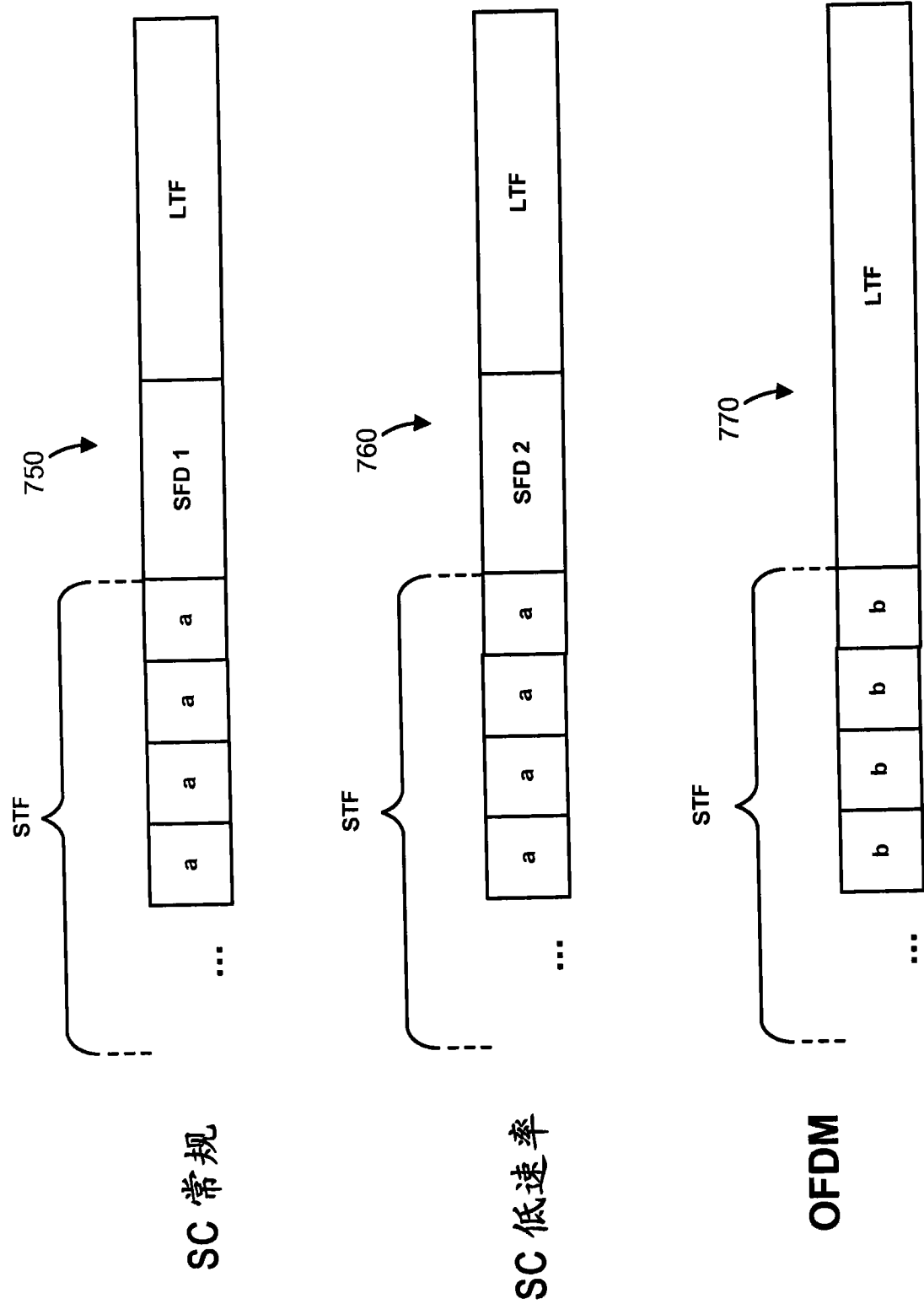


图 35

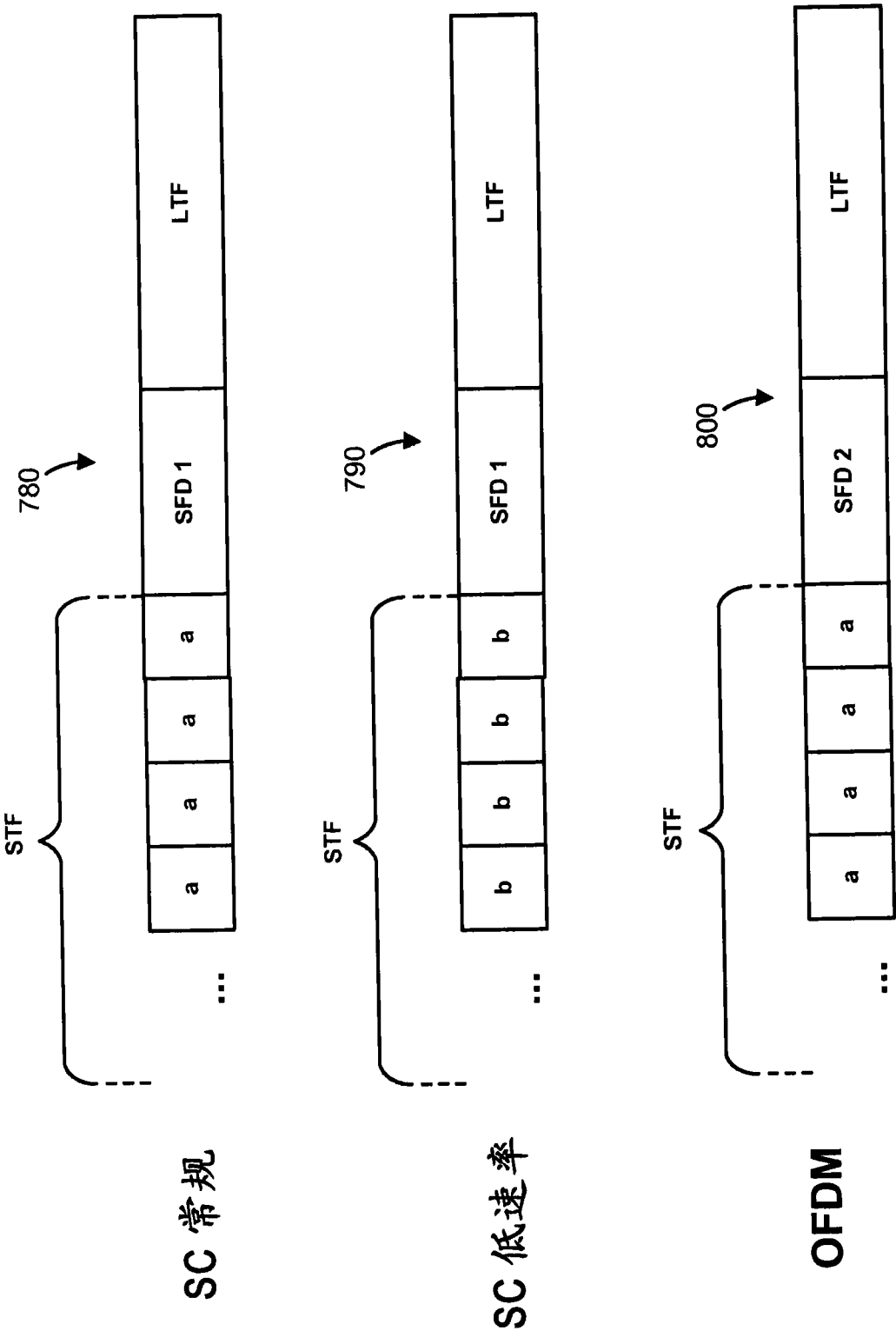


图 36

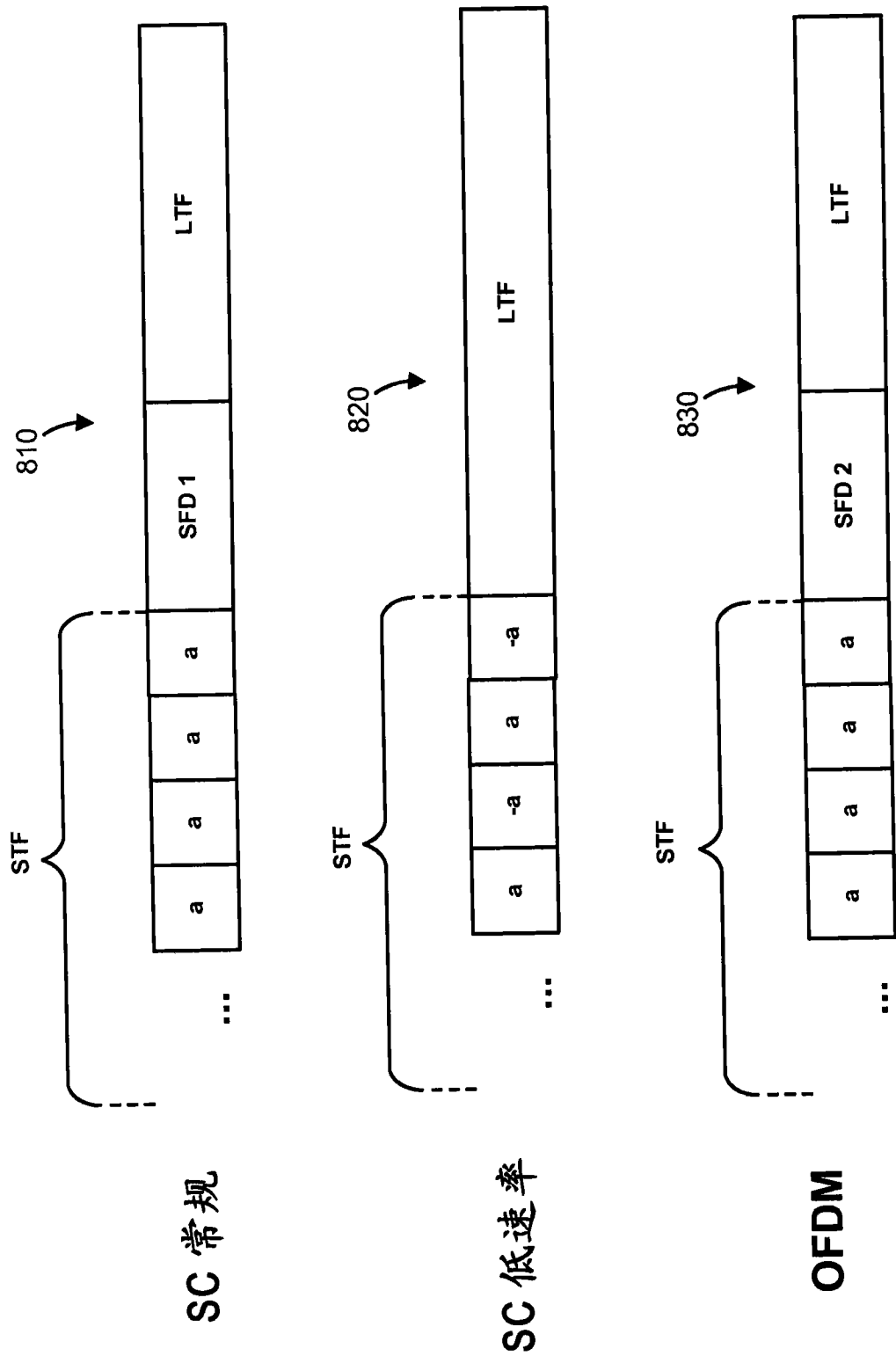


图 37

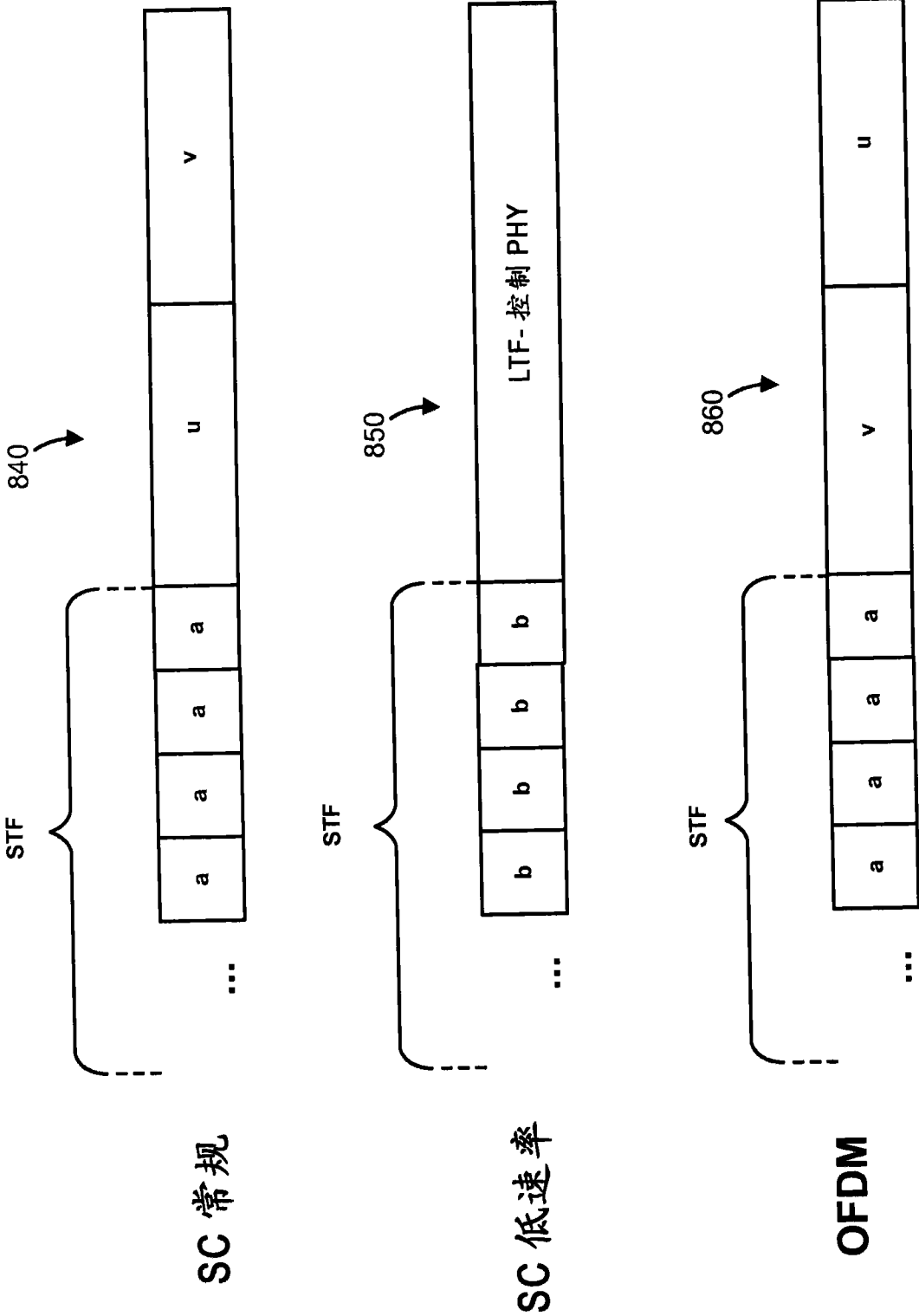


图 38

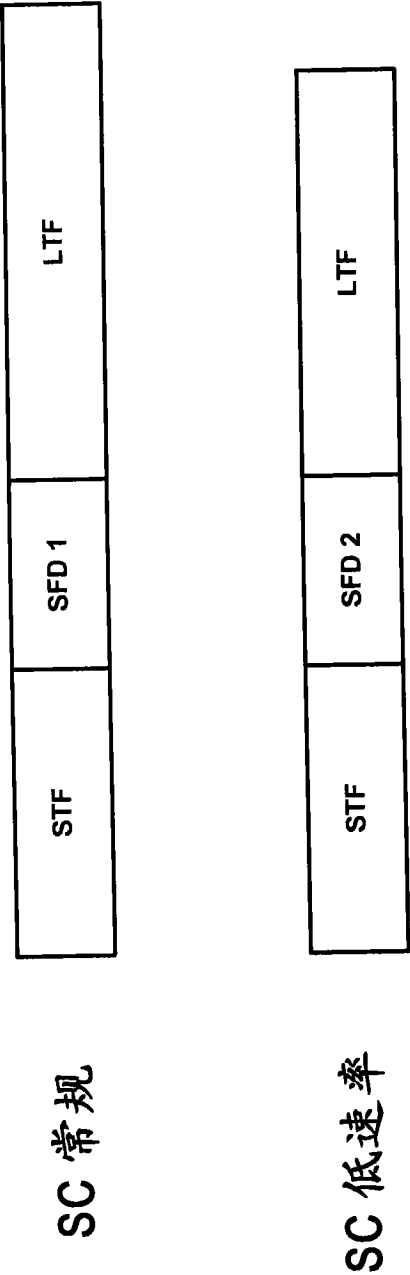


图 39

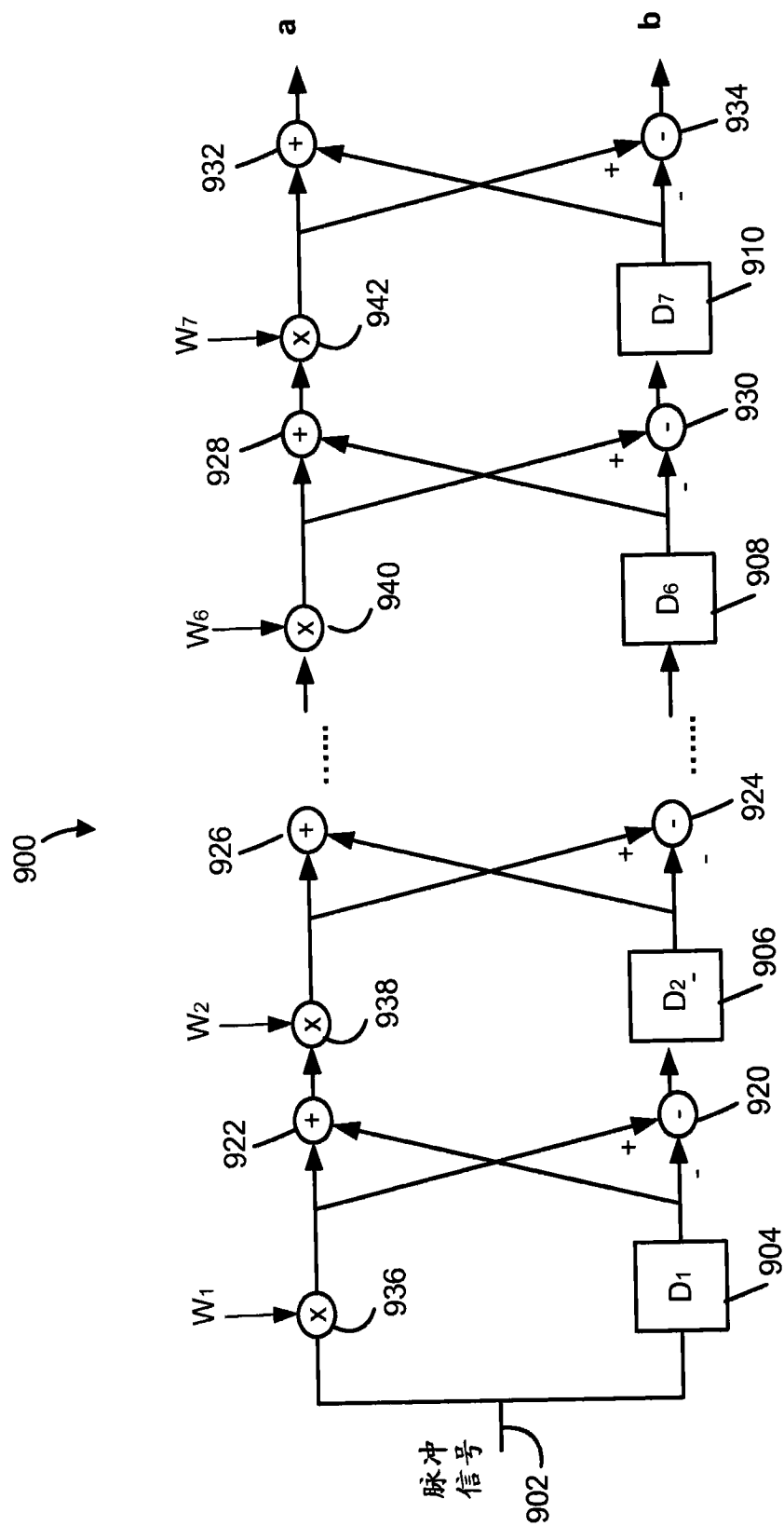


图 40

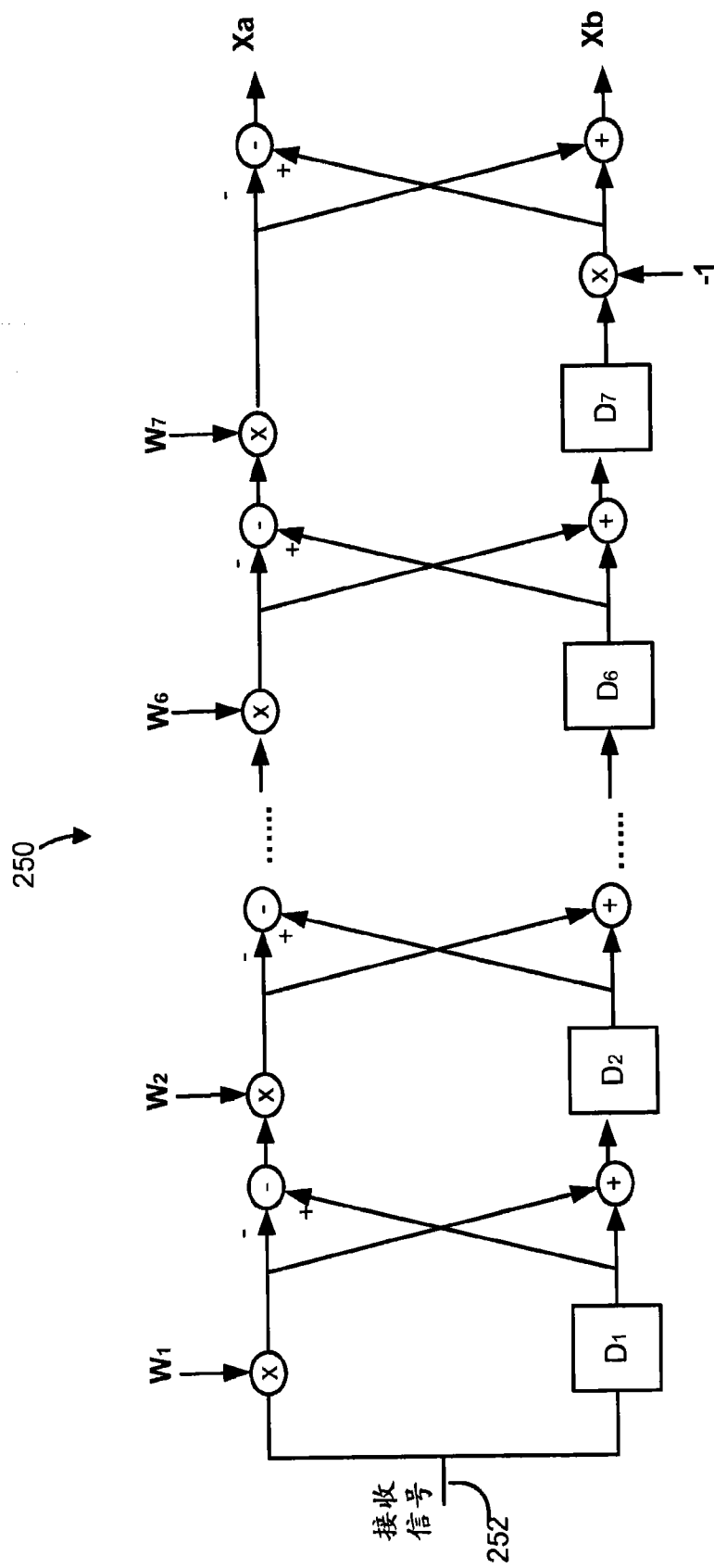


图 41

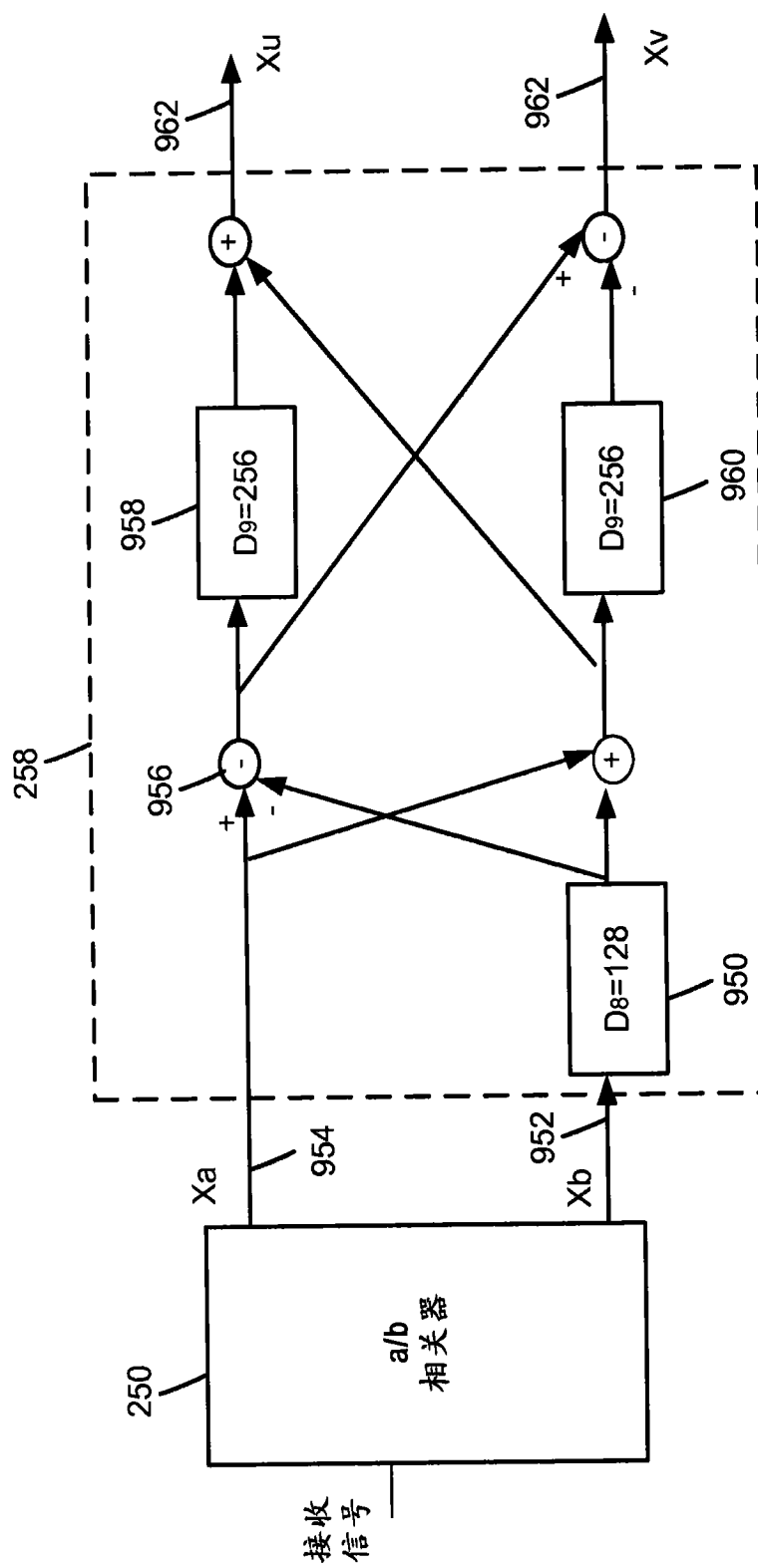


图 42

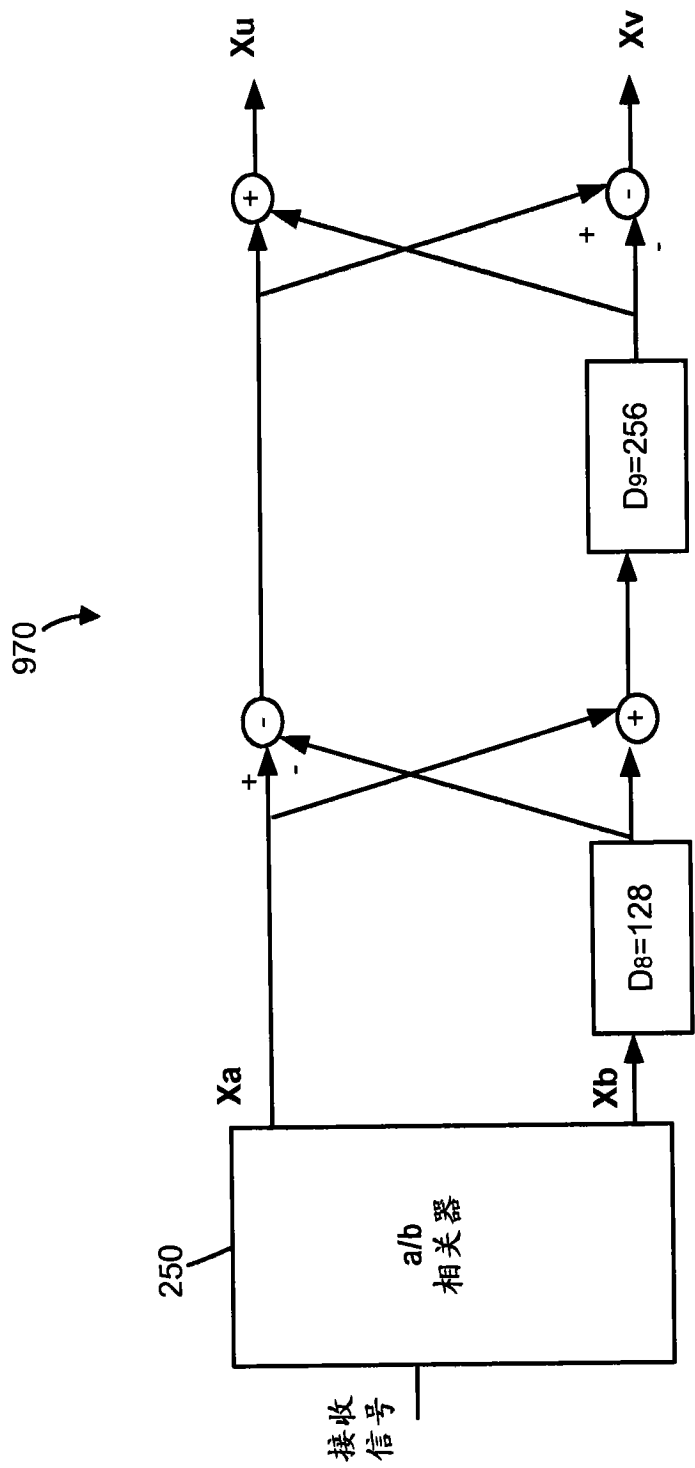


图 43