



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104823384 A

(43) 申请公布日 2015. 08. 05

(21) 申请号 201380062728. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 12. 13

H04B 7/04(2006. 01)

(30) 优先权数据

H04B 7/02(2006. 01)

61/737, 338 2012. 12. 14 US

H04B 7/06(2006. 01)

14/035, 996 2013. 09. 25 US

H04L 25/03(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 05. 30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CN2013/089397 2013. 12. 13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/090189 EN 2014. 06. 19

(71) 申请人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为
总部办公楼

(72) 发明人 阿里瑞扎·白野斯特

侯赛因·尼克泊 马江镭

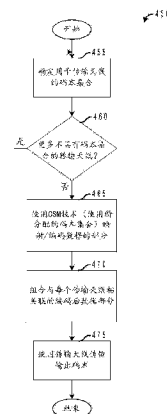
权利要求书4页 说明书17页 附图23页

(54) 发明名称

用于 SCMA 通信系统中开环 MIMO 通信的系统
和方法

(57) 摘要

一种用于传输数据的方法包括：将预期用于
第一传输天线的第一编码后信息比特流映射至多
个第一扩展序列中的至少一个第一扩展序列以生
成第一数据流；并且将预期用于第二传输天线的
第二编码后信息比特流映射至多个第二扩展序列
中的至少一个第二扩展序列以生成第二数据流。
所述方法包括在相应的传输天线上传输所述第一
数据流和所述第二数据流。



1. 一种用于传输数据的方法,其特征在于,所述方法包括:
由传输设备将预期用于第一传输天线的第一编码后信息比特流映射至多个第一扩展序列中的至少一个第一扩展序列以生成第一数据流;
由所述传输设备将预期用于第二传输天线的第二编码后信息比特流映射至多个第二扩展序列中的至少一个第二扩展序列以生成第二数据流;以及
由所述传输设备在相应的传输天线上传输所述第一数据流和所述第二数据流。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述多个第一扩展序列和所述多个第二扩展序列包括低密度序列 (LDS) 签名。
3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述多个第一扩展序列和所述多个第二扩展序列包括稀疏码多址 (SCMA) 码本的码字。
4. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,映射所述第一编码后信息比特流包括:
通过从所述多个第一扩展序列选择所述至少一个第一扩展序列来映射所述第一编码后信息比特流以产生所述第一数据流。
5. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,映射所述第一编码后信息比特流包括:
通过从所述多个扩展序列中与第一数据层相关联的第一子集选择第三扩展序列来映射所述第一编码后信息比特流中的用于所述第一数据层的一个部分;
通过从所述多个扩展序列中与第二数据层相关联的第二子集选择第四扩展序列来映射所述第一编码后信息比特流中的用于所述第二数据层的另一部分;以及
组合所述第三扩展序列和所述第四扩展序列以产生所述第一数据流。
6. 根据权利要求 5 所述的方法,其特征在于,还包括:
选择所述多个第一扩展序列中的用于所述第一传输天线的所述第一子集;以及
选择所述多个第一扩展序列中的用于所述第二传输天线的所述第二子集。
7. 根据权利要求 5 所述的方法,其特征在于,组合所述第三扩展序列和所述第四扩展序列以产生所述第一数据流包括复用所述第三扩展序列和所述第四扩展序列。
8. 根据权利要求 5 所述的方法,其特征在于,所述第一子集和所述第二子集不相交。
9. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述第一数据流和所述第二数据流向单个接收设备传输。
10. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述第一数据流和所述第二数据流向不同接收设备传输。
11. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述第一传输天线和所述第二传输天线是所述传输设备的天线。
12. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述第一传输天线和所述第二传输天线是不同传输设备的天线。
13. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,还包括:
使用第一预编码器预编码所述第一数据流;以及
使用第二预编码器预编码所述第二数据流,其中选择所述第一预编码器和所述第二预编码器以减少对不是所述第一数据流和所述第二数据流的预期接收者的接收设备的干扰。
14. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,还包括:
使用第三预编码器预编码所述第一数据流和所述第二数据流,其中选择所述第三预编

码器以减少对不是所述第一数据流和所述第二数据流的预期接收者的接收设备的干扰。

15. 一种用于在通信系统中接收数据的方法,其特征在于,所述方法包括:

由接收设备确定第一多个码本和第二多个码本,其中所述第一多个码本和所述第二多个码本与向所述接收设备传输用户数据的传输设备相关联;

由所述接收设备接收携带通过所述通信系统的共享资源传送的输出码字的信号,其中每个所述输出码字包括多个码字,所述多个码字中的每一码字属于所述多个码本中的不同码本,所述多个码本中的每一码本与多个数据层中的不同数据层相关联;以及

由所述接收设备使用所有所述多个数据层中的所述第一多个码本和所述第二多个码本处理所述信号以恢复所述用户数据。

16. 根据权利要求 15 所述的方法,其特征在于,处理所述信号包括:

将所述信号分离成多个子信号,其中所述多个数据层中的每个数据层一个子信号;以及

解码所述多个子信号中的每个子信号以产生所述用户数据的存在于每个子信号中的一部分。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,其特征在于,所述信号是使用最小均方误差 (MMSE) 多输入多输出 (MIMO) 接收器分离的。

18. 根据权利要求 16 所述的方法,其特征在于,所述用户数据的所述部分是使用消息传递算法 (MPA) 解码器和 turbo 解码器中的一种进行解码的。

19. 根据权利要求 15 所述的方法,其特征在于,处理所述信号包括:

减少所述数据层之间的干扰;以及

单独地解码所述多个数据层中每个数据层中的所述干扰减少的信号。

20. 根据权利要求 15 所述的方法,其特征在于,处理所述信号包括在所有所述多个数据层上同时解码所述信号。

21. 根据权利要求 20 所述的方法,其特征在于,所述信号是使用联合 MIMO 接收器和 SCMA 解码器同时解码的。

22. 一种用于传输数据的方法,其特征在于,所述方法包括:

由传输设备将预期用于传输天线的编码后信息比特流映射至多个扩展序列中的至少一个扩展序列以产生数据流;

由所述传输设备使用空时码编码所述数据流以产生符号块;以及

由所述传输设备传输所述符号块。

23. 根据权利要求 22 所述的方法,其特征在于,所述编码在频域和时域中的至少一个域上扩展所述数据流。

24. 根据权利要求 22 所述的方法,其特征在于,映射所述编码后信息比特流包括:

通过从所述多个扩展序列选择所述至少一个扩展序列来映射所述编码后信息比特流以产生所述数据流。

25. 根据权利要求 22 所述的方法,其特征在于,映射所述编码后信息比特流包括:

通过从所述多个扩展序列中对应于第一数据层的第一子集选择第一扩展序列来映射所述编码后信息比特流中的用于所述第一数据层的一个部分;

通过从所述多个扩展序列中对应于第二数据层的第二子集选择第二扩展序列来映射

所述编码后信息比特流中的用于所述第二数据层的另一部分 ;以及

组合所述第一扩展序列和所述第二扩展序列以产生所述数据流。

26. 根据权利要求 22 所述的方法,其特征在于,所述编码是使用 Alamouti 算法执行的。

27. 一种用于接收数据的方法,其特征在于,所述方法包括:

接收设备从向所述接收设备传输数据的传输设备接收符号块 ;以及

所述接收设备使用空时码以及与所述传输设备相关联的多个码本来处理所述符号块以恢复所述数据。

28. 根据权利要求 27 所述的方法,其特征在于,处理所述符号块是使用 Alamouti 算法执行的。

29. 根据权利要求 27 所述的方法,其特征在于,处理所述符号块包括:

联合地,使用所述空时码解码所述符号块以产生数据块,并使用所述多个码本解码所述数据块以产生所述数据。

30. 根据权利要求 27 所述的方法,其特征在于,处理所述符号块包括:

使用所述空时码解码所述符号块以产生数据块 ;以及

使用所述多个码本解码所述数据块以产生所述数据。

31. 一种传输设备,其特征在于,包括:

处理器,用于将预期用于第一传输天线的的第一编码后信息比特流映射至多个第一扩展序列中的至少一个第一扩展序列以生成第一数据流 ;并且用于将预期用于第二传输天线的第二编码后信息比特流映射至多个第二扩展序列中的至少一个第二扩展序列以生成第二数据流 ;以及

可操作地耦合至所述处理器的发射器,所述发射器用于在相应的传输天线上传输所述第一数据流和所述第二数据流。

32. 根据权利要求 31 所述的传输设备,其特征在于,所述处理器用于通过从所述多个第一扩展序列选择所述至少一个第一扩展序列来映射所述第一编码后信息比特流以产生所述第一数据流。

33. 根据权利要求 31 所述的传输设备,其特征在于,所述处理器用于:通过从所述多个扩展序列中与第一数据层相关联的第一子集选择第三扩展序列来映射所述第一编码后信息比特流中的用于所述第一数据层的一个部分 ;通过从所述多个扩展序列中与第二数据层相关联的第二子集选择第四扩展序列来映射所述第一编码后信息比特流中的用于所述第二数据层的另一部分 ;以及组合所述第三扩展序列和所述第四扩展序列以产生所述第一数据流。

34. 根据权利要求 33 所述的传输设备,其特征在于,所述处理器用于:选择所述多个第一扩展序列中的用于所述第一传输天线的所述第一子集 ;以及选择所述多个第一扩展序列中的用于所述第二传输天线的所述第二子集。

35. 根据权利要求 31 所述的传输设备,其特征在于,所述处理器用于:使用第一预编码器预编码所述第一数据流 ;以及使用第二预编码器预编码所述第二数据流,其中选择所述第一预编码器和所述第二预编码器以减少对不是所述第一数据流和所述第二数据流的预期接收者的接收设备的干扰。

36. 根据权利要求 31 所述的传输设备,其特征在于,所述处理器用于:使用预编码器预

编码所述第一数据流和所述第二数据流；其中选择所述预编码器以减少对不是所述第一数据流和所述第二数据流的预期接收者的接收设备的干扰。

37. 一种接收设备,其特征在于,包括:

处理器,用于:确定第一多个码本和第二多个码本,其中所述第一多个码本和所述第二多个码本与向所述接收设备传输用户数据的传输设备相关联;以及使用所有多个数据层中的所述第一多个码本和所述第二多个码本来恢复信号,所述信号携带通过通信系统的共享资源传送的输出码字,其中每个所述输出码字包括多个码字,所述多个码字中的每个码字属于所述多个码本中的不同码本,所述多个码本中的每一码本与所述多个数据层中的不同数据层相关联;以及

接收器,其可操作地耦合至所述处理器,所述接收器用于接收所述信号。

38. 根据权利要求 37 所述的接收设备,其特征在于,所述处理器用于:将所述信号分离成多个子信号,其中所述多个数据层中的每个数据层一个子信号;以及解码所述多个子信号中的每个子信号以产生所述用户数据的存在于每个子信号中的一部分。

39. 根据权利要求 37 所述的接收设备,其特征在于,所述处理器用于减少所述数据层之间的干扰以及单独地解码所述多个数据层中每个数据层中的所述干扰减少的信号。

40. 根据权利要求 37 所述的接收设备,其特征在于,所述处理器用于在所有所述多个数据层上同时解码所述信号。

用于 SCMA 通信系统中开环 MIMO 通信的系统和方法

[0001] 本发明要求 2012 年 12 月 14 日递交的发明名称为“用于针对 SCMA OFDM 调制的开环 MIMO 传输和接收的方法 (Methods for Open-Loop MIMO Transmission and Reception for SCMA OFDM Modulation)”的第 61/737,338 号美国临时专利申请案以及 2013 年 9 月 25 日递交的发明名称为“用于 SCMA 通信系统中开环 MIMO 通信的系统和方法 (System and Method for Open-Loop MIMO Communications in a SCMA Communications System)”的第 14/035,996 号美国非临时专利申请案的在先申请优先权,这两个在先申请的内容以引入的方式并入本本文中。

技术领域

[0002] 本发明一般涉及数字通信,更具体地说,涉及一种用于稀疏码多址 (SCMA) 通信系统中开环多输入多输出 (MIMO) 通信的系统和方法。

背景技术

[0003] 码分多址 (CDMA) 是一种数据符号扩展在正交和 / 或近似正交码序列上的多址技术。传统 CDMA 编码是一种两步骤过程,其中在施加扩展序列之前,二进制码被映射至正交幅度调制 (QAM) 符号。虽然传统 CDMA 编码可以提供相对高的数据速率,但需要实现更高数据速率的新技术 / 机制,以满足下一代无线网络日益增长的需求。低密度扩展 (LDS) 是用于复用不同数据层的一种形式的 CDMA。LDS 使用同一符号在时间或频率中的层特定非零位置上的重复。作为示例,在 LDS- 正交频分复用 (OFDM) 中,星座点在 LDS 块的非零频率音调上重复 (可能有一定的相位旋转)。稀疏码多址 (SCMA) 是 LDS 的一种推广,其中多维码本用于将数据扩展在不一定具有重复符号的音调上。

发明内容

[0004] 本发明的示例实施例提供了一种用于 SCMA 通信系统中开环 MIMO 通信的系统和方法。

[0005] 根据本发明的示例实施例,提供了一种传输数据的方法。所述方法包括传输设备将预期用于第一传输天线的第一编码后信息比特流映射至多个第一扩展序列中的至少一个第一扩展序列以生成第一数据流,以及所述传输设备将预期用于第二传输天线的第二编码后信息比特流映射至多个第二扩展序列中的至少一个第二扩展序列以生成第二数据流。所述方法还包括所述传输设备在相应的传输天线上传输所述第一数据流和所述第二数据流。

[0006] 根据本发明的另一示例实施例,提供了一种用于在通信系统中接收数据的方法。所述方法包括:接收设备确定第一多个码本和第二多个码本,其中所述第一多个码本和所述第二多个码本与向所述接收设备传输用户数据的传输设备相关联;以及所述接收设备接收携带通过所述通信系统的共享资源传送的输出码字的信号,其中每个所述输出码字包括多个码字,所述多个码字中的每个码字属于所述多个码本中的不同码本,以及所述多个码

本中的每个码本与多个数据层中的不同数据层相关联。所述方法还包括所述接收设备使用所有所述多个数据层中的所述第一多个码本和所述第二多个码本处理所述信号以恢复所述用户数据。

[0007] 根据本发明的另一示例实施例,提供了一种用于传输数据的方法。所述方法包括传输设备将预期用于传输天线的编码后信息比特流映射至多个扩展序列中的至少一个扩展序列以产生数据流,以及所述传输设备使用空时码编码所述数据流以产生符号块。所述方法还包括所述传输设备传输所述符号块。

[0008] 根据本发明的另一示例实施例,提供了一种用于接收数据的方法。所述方法包括所述接收设备从向所述接收设备传输数据的传输设备接收符号块,以及所述接收设备使用与所述传输设备相关联的空时码和多个码本处理所述符号块以恢复所述数据。

[0009] 根据本发明的另一示例实施例,提供了一种传输设备。所述传输设备包括处理器,以及可操作地耦合至所述处理器的发射器。所述处理器将预期用于第一传输天线的第一编码后信息比特流映射至多个第一扩展序列中的至少一个第一扩展序列以生成第一数据流,以及将预期用于第二传输天线的第二编码后信息比特流映射至多个第二扩展序列中的至少一个第二扩展序列以生成第二数据流。所述发射器在相应的传输天线上传输所述第一数据流和所述第二数据流。

[0010] 根据本发明的另一示例实施例,提供了一种接收设备。所述接收设备包括处理器,以及可操作地耦合至所述处理器的接收器。所述处理器确定第一多个码本和第二多个码本,其中所述第一多个码本和所述第二多个码本与向所述接收设备传输用户数据的传输设备相关联;以及使用所有多个数据层中的所述第一多个码本和所述第二多个码本恢复信号以恢复所述用户数据,所述信号携带通过通信系统的共享资源传送的输出码字,其中每个所述输出码字包括多个码字,所述多个码字中的每个码字属于所述多个码本中的不同码本,以及所述多个码本中的每个码本与所述多个数据层中的不同数据层相关联。所述接收器接收所述信号。

[0011] 实施例的一个优点在于,通过将 SCMA 与 MIMO 相结合实现了提高的频谱效率。因此,可以支持更高的数据速率。

附图说明

[0012] 为了更完整地理解本发明及其优点,现在参考下文结合附图进行的描述,其中:

[0013] 图 1 示出了根据本文所述的示例实施例的示例通信系统;

[0014] 图 2 示出了根据本文所述的示例实施例的示例通信系统,突出显示了传输设备和接收设备;

[0015] 图 3 示出了根据本文所述的示例实施例的用于编码数据的示例 SCMA 复用方案;

[0016] 图 4a 示出了根据本文所述的示例实施例的传输设备的示例部分;

[0017] 图 4b 示出了根据本文所述的示例实施例的当传输设备使用用于 OFDM SCMA 的开环 MIMO 码空间复用进行传输时发生在传输设备中的高级操作的示例流程图;

[0018] 图 5a 示出了根据本文所述的示例实施例的当传输设备使用用于 OFDM SCMA 的开环 MIMO 码空间复用向接收设备进行传输时发生在传输设备中的操作的示例流程图;

[0019] 图 5b 示出了根据本文所述的示例实施例的当传输设备使用用于 OFDM SCMA 的开

环 MIMO 码空间复用准备待传输的多个数据层时发生在传输设备中的操作的示例流程图；

[0020] 图 5c 示出了根据本文所述的示例实施例的当传输设备使用用于 OFDM SCMA 的开环 MIMO 码空间复用准备待传输的数据层时发生在传输设备中的操作的示例流程图；

[0021] 图 6a 示出了根据本文所述的示例实施例的当接收设备从传输设备接收传输时发生在接收设备中的操作的示例流程图，其中传输是使用用于 OFDM SCMA 的开环 MIMO 码空间复用进行传输的；

[0022] 图 6b 示出了根据本文所述的示例实施例的当具有低接收器复杂性的接收设备从传输设备接收传输时发生在接收设备中的操作的示例流程图，其中传输是使用用于 OFDM SCMA 的开环 MIMO 码空间复用进行传输的；

[0023] 图 6c 示出了根据本文所述的示例实施例的当具有中等接收器复杂性的接收设备从传输设备接收传输时发生在接收设备中的操作的示例流程图，其中传输是使用用于 OFDM SCMA 的开环 MIMO 码空间复用进行传输的；

[0024] 图 6d 示出了根据本文所述的示例实施例的当具有高接收器复杂性的接收设备从传输设备接收传输时发生在接收设备中的操作的示例流程图，其中传输是使用用于 OFDM SCMA 的开环 MIMO 码空间复用进行传输的；

[0025] 图 7a 示出了根据本文所述的示例实施例的包括具有低接收器复杂性的接收设备的通信系统的示例部分；

[0026] 图 7b 示出了根据本文所述的示例实施例的包括具有中等接收器复杂性的接收设备的通信系统的示例部分；

[0027] 图 8 示出了根据本文所述的示例实施例的包括具有高接收器复杂性的接收设备的通信系统的示例部分；

[0028] 图 9 示出了根据本文所述的示例实施例的通信系统的示例部分，其中干扰管理是使用签名和 / 或码本集合分配执行的；

[0029] 图 10a 示出了根据本文所述的示例实施例的示例通信系统，其中发射器间协调波束成形 (CBF) 用于开环 MIMO CSM；

[0030] 图 10b 示出了根据本文所述的示例实施例的示例通信系统，其中发射器内协调波束成形 (CBF) 用于开环 MIMO CSM；

[0031] 图 11a 示出了根据本文所述的示例实施例的在 MIMO CSM 方式的逐块空时编码中使用的传输设备 - 接收设备对的示例模型，其中接收设备具有低复杂性；

[0032] 图 11b 示出了根据本文所述的示例实施例的在 MIMO CSM 方式的逐块空时编码中使用的传输设备 - 接收设备对的示例模型，其中接收设备具有高复杂性；

[0033] 图 12a 示出了根据本文所述的示例实施例的当传输设备使用逐块空时编码传输数据时发生在传输设备中的操作的示例流程图；

[0034] 图 12b 示出了根据本文所述的示例实施例的当具有低复杂性的接收设备使用逐块空时编码接收数据时发生在接收设备中的操作的示例流程图；

[0035] 图 12c 示出了根据本文所述的示例实施例的当具有高复杂性的接收设备使用逐块空时编码接收数据时发生在接收设备中的操作的示例流程图；

[0036] 图 13a 示出了根据本文所述的示例实施例的示例 MIMO SCMA OFDM 通信系统的示例符号；

[0037] 图 13b 示出了根据本文所述的示例实施例的使用 Alamouti 算法用于逐块空时编码的传输设备 - 接收设备对的示例模型；

[0038] 图 14 示出了根据本文所述的示例实施例的示例第一通信设备；

[0039] 图 15 示出了根据本文所述的示例实施例的示例第二通信设备；

[0040] 图 16 示出了根据本文所述的示例实施例的示例第三通信设备；

[0041] 图 17 示出了根据本文所述的示例实施例的示例第四通信设备。

具体实施方式

[0042] 以下详细论述当前实例实施例的操作和其结构。但应了解，本发明提供的许多适用发明概念可实施在多种具体环境中。所论述的具体实施例仅仅说明本发明的具体结构以及用于操作本发明的具体方式，而不应限制本发明的范围。

[0043] 本发明的一个实施例涉及 SCMA 通信系统中的开环 MIMO 通信。例如，传输设备将预期用于第一传输天线的第一编码后信息比特流映射至多个第一扩展序列中的至少一个第一扩展序列以生成第一数据流，将预期用于第二传输天线的第二编码后信息比特流映射至多个第二扩展序列中的至少一个第二扩展序列以生成第二数据流，以及在相应的传输天线上传输第一数据流和第二数据流。作为另一示例，接收设备确定第一多个码本和第二多个码本，其中第一多个码本和第二多个码本与向接收设备传输用户数据的传输设备相关联；接收携带通过通信系统的共享资源传送的输出码字的信号，其中每个输出码字包括多个码字，多个码字中的每个码字属于多个码本中的不同码本，以及多个码本中的每一码本与多个数据层中的不同数据层相关联；以及使用所有多个数据层中的第一多个码本和第二多个码本处理信号以恢复用户数据。

[0044] 本发明将参考特定上下文，即支持 MIMO 以提高频谱效率的 SCMA 通信系统，中的示例实施例进行描述。然而，本发明还可以应用于支持 MIMO 以提高频谱效率的符合标准和不符合标准的 SCMA 通信系统。

[0045] SCMA 是一种将数据流编码成多维码字的编码技术，数据流可以是二进制数据流，或者一般地，M 进制数据流，其中 M 为大于或等于 2 的整数。SCMA 直接将数据流编码成多维码字并规避正交幅度调制 (QAM) 符号映射，这可以使得编码增益优于常规 CDMA 编码。值得注意的是，SCMA 编码技术使用多维码字而不是 QAM 符号传送数据流。

[0046] 此外，SCMA 编码通过使用不同码本用于不同复用层来提供多址访问，而不是使用不同扩展序列用于不同复用层，例如，LDS 中的 LDS 签名，如在常规 CDMA 编码中常见的那样。另外，SCMA 编码通常使用具有稀疏码字的码本，这种稀疏码字使接收器能够使用低复杂性算法，如消息传递算法 (MPA)，从由接收器接收到的组合码字中检测出相应码字，从而降低了接收器中的处理复杂性。

[0047] 图 1 示出通信系统 100。通信系统 100 可以支持 SCMA 通信。通信系统 100 包括增强 NodeB (eNB) 105，以及服务多个用户设备 (UE) 的 eNB 107。eNB 105 可以是通信控制器的示例，通信控制器也可以称为控制器、基站、NodeB 等。UE 可以是通信设备的示例，通信设备也可以称为移动台、终端、用户、订户等。eNB 105 和 107 可以包括多个传输天线和多个接收天线以方便 MIMO 操作，其中单个 eNB 可以同时向多个用户传输多个数据流，单个用户也具有多个接收天线，或其组合。类似地，UE 可以包括多个传输天线和多个接收天线以支持

MIMO 操作。应注意,虽然图 1 将其示出为具有多个传输天线的单个实体,但具有多个传输天线的 eNB 可以使其传输天线位于单个设备或分布在多个设备上。在分布式情况下, eNB 可以控制分布式设备的操作。具有多个传输天线的 UE 也可以是这种情况。当单个设备能够同时向多个用户进行传输时,单个设备可以被称为在多用户 MIMO (MU-MIMO) 模式下操作。

[0048] 虽然可以理解,通信系统可以采用能够与多个 UE 通信的多个 eNB,但为简单起见,仅示出两个 eNB 和多个 UE。

[0049] 图 2 示出突出显示传输设备 205 和接收设备 210 的通信系统 200。一般情况下,传输设备可以指向 UE 进行下行传输的 eNB 或向 eNB 进行上行传输的 UE,接收设备可以指从 eNB 接收下行传输的 UE 或从 UE 接收上行传输的 eNB。传输设备 205 具有 J 个传输天线(示为通过 TX_1 至 TX_J),而接收设备 210 具有 K 个接收天线(示为 RX_1 至 RX_K),其中 J 和 K 为大于或等于 1 的整数(然而,对于 MIMO 传输,J 和 K 通常大于或等于 2)。如图 2 中所示,传输设备 205 具有通过 K 个传输天线向接收设备 210 传输的 M 个数据流作为输入,其中 M 为大于或等于 1 的整数。接收设备 210 解码所接收到的信号以重建 M 个数据流。应注意,M 个数据流向单个接收设备的传输仅用于说明目的,因为利用 J 个传输天线,传输设备 205 可以向多达 M 个接收设备进行传输。

[0050] 图 3 示出了用于编码数据的示例 SCMA 复用方案 300。如图 3 中所示,SCMA 复用方案 300 可以使用多个码本,如码本 310、码本 320、码本 330、码本 340、码本 350 和码本 360。多个码本中的每个码本被分配给不同的复用层。每个码本包括多个多维码字(或扩展序列)。应注意,在 LDS 中,多维码字是低密度序列签名。更具体地说,码本 310 包括码字 311 至 314,码本 320 包括码字 321 至 324,码本 330 包括码字 331 至 334,码本 340 包括码字 341 至 344,码本 350 包括码字 351 至 354,码本 360 包括码字 361 至 364。

[0051] 相应码本的每个码字可以映射至不同的数据,例如,二进制值。作为说明性示例,码字 311、321、331、341、351 和 361 映射至二进制值‘00’,码字 312、322、332、342、352 和 362 映射至二进制值‘01’,码字 313、323、333、343、353 和 363 映射至二进制值‘10’,码字 314、324、334、344、354 和 364 映射至二进制值‘11’。应注意,虽然图 3 中的码本被描绘为各具有四个码字,但 SCMA 码本通常可以具有任何数量的码字。作为示例,SCMA 码本可以具有 8 个码字(例如,映射至二进制值‘000’……‘111’)、16 个码字(例如,映射至二进制值‘0000’……‘1111’),或更多。

[0052] 如图 3 中所示,根据通过复用层传输的二进制数据,从各码本 310、320、330、340、350 和 360 选择不同码字。在该示例中,从码本 310 中选择码字 314,因为二进制值‘11’正通过第一复用层传输;从码本 320 中选择码字 322,因为二进制值‘01’正通过第二复用层传输;从码本 330 中选择码字 333,因为二进制值‘10’正通过第三复用层传输;从码本 340 中选择码字 342,因为二进制值‘01’正通过第四复用层传输;从码本 350 中选择码字 352,因为二进制值‘01’正通过第五复用层传输;从码本 360 中选择码字 364,因为二进制值‘11’正通过第六复用层传输。码字 314、322、333、342、352 和 364 随后可以复用在一起以形成复用数据流 380,复用数据流 380 通过网络的共享资源进行传输。值得注意的是,码字 314、322、333、342、352 和 364 是稀疏码字,因此可以在接收到复用数据流 380 时使用诸如消息传递算法(MPA)或 turbo 解码器之类的低复杂性算法进行识别。

[0053] 根据示例实施例,有可能将 SCMA 调制与 MIMO 相结合以提高频谱效率。提供了用

于 SCMA 正交频分复用 (OFDM) 调制的各种 MIMO 传输和接收技术,包括:用于针对开环单用户 (SU) 的码空间复用 (CSM) 的 MIMO 和具有多载波时域和 / 或频域上扩展的多用户 (MU) MIMO 技术;用于传输点 (TP) 间和 TP 内干扰协调的开环 MIMO 技术,包括具有签名和 / 或码本协调的 CSM 和 / 或协调波束成形 (CBF) / CSM;以及针对发射分集的 MIMO,包括逐块空时编码 (例如, Alamouti 技术) 与 SCMA 相结合以实现双域分集 (空间域和时域和 / 或频域)。SCMA 调制与 MIMO 的结合提供了优于常规技术的优点,常规技术诸如码域复用 (例如,码分多址、低密度签名、SCMA 等)、多载波调制 (例如, OFDM)、开环 MIMO 方案、协作多点 (CoMP) 等。

[0054] 图 4a 示出了传输设备 400 的一部分。传输设备 400 支持用于 SCMA OFDM 的开环 MIMO 码空间复用。如图 4 所示,扩展发生在时域和 / 或频域上。传输设备 400 支持向多达 $N \times J$ 个用户传输数据,这些用户表示为 $U_1 \dots U_{N \times J}$,其中 N 和 J 为大于或等于 1 的整数。应注意,单个设备可以包括一个或多个用户;因此,传输设备 400 可以支持向多达 $N \times J$ 个不同设备进行传输。传输设备 400 还包括 N 个传输天线,记为 $TX_{1,405} \dots TX_{N,407}$ 。

[0055] 用于单个用户的数据使用签名和 / 或码本集合进行映射 (或编码)。作为示例,从天线 1 (记为 $U_{1,410}$) 传输的数据包括使用签名和 / 或码本集合 $S_{1,415}$ 映射 (或编码) 的多达 J 个数据层,记为 $U_{1,1} \dots U_{1,J}$ 。签名和 / 或码本集合 $S_{1,415}$ 包括 J 个子签名和 / 或子码本,记为 $S_{1,1} \dots S_{1,J}$,其中子签名和 / 或子码本被分配给 J 个数据层之一,其中 J 为大于或等于 1 的整数。如图 4a 所示,子签名和 / 或子码本 $S_{1,1}$ 被分配给数据层 $U_{1,1}$,子签名和 / 或子码本 $S_{1,J}$ 被分配给数据层 $U_{1,J}$ 。作为另一示例,从天线 N (记为 $U_{N,412}$) 传输的数据包括使用签名和 / 或码本集合 $S_{N,417}$ 映射 (或编码) 的多达 J 个数据层,记为 $U_{N,1} \dots U_{N,J}$ 。签名和 / 或码本集合 $S_{N,417}$ 包括 J 个子签名和 / 或子码本,记为 $S_{N,1} \dots S_{N,J}$ 。作为说明性示例,数据层 $U_{1,1}$ 的比特数的值可以用于索引至子签名和 / 或子码本 $S_{1,1}$ (其与数据层 $U_{1,1}$ 相关联) 中,并且对应于数据层 $U_{1,1}$ 的比特数的该值的码字是数据层 $U_{1,1}$ 的比特数的该值的映射后 (或编码后) 表示。应注意,数据以及签名和 / 或码本集合可以完全不相交、完全相同,或有部分重叠。数据之间的重叠决定了通过复用得到的分集与频谱效率之间的折衷,而签名和 / 或码本集合之间的重叠决定了通信系统中的码本利用率 (或码本利用率系数)。

[0056] 映射后 (或编码后) 数据可以在通过相应的传输天线传输之前进行组合。映射后 (或编码后) 数据可以是比特流或数据流的形式。作为示例,待从天线 1 传输的映射后 (或编码后) 数据可以由组合器 420 组合,组合器 420 可以将映射后 (或编码后) 数据组合在一起以产生由传输天线 $TX_{1,405}$ 传输的复用码字。作为另一示例,如果数据仅包括单层,那么映射器可以用于将映射后 (或编码后) 数据映射至随后传输的输出码字上。组合器 422 在对应的映射后 (或编码后) 数据由传输天线 $TX_{N,407}$ 传输之前对数据进行组合,例如组合或映射。

[0057] 图 4b 示出了当传输设备使用用于 OFDM SCMA 的开环 MIMO 码空间复用进行传输时发生在传输设备中的高级操作 450 的流程图。操作 450 可以表示当传输设备 205 等传输设备使用开环 MIMO 码空间复用进行传输时发生在该传输设备中的操作。

[0058] 操作 450 可以开始于传输设备确定用于传输设备的传输天线 Q 的码本集合 S_Q (方框 455)。码本集合 S_Q 可以包括 J 个子码本 (记为 $S_{Q,1} \dots S_{Q,J}$),一个子码本用于由传输天线传输的每个数据层,其中 Q 和 J 为整数并且 J 为每个传输天线传输的数据层的数量。通常,

码本集合 S_q 可以由技术标准指定, 由包括传输设备的通信系统的运营商选定, 或其组合。作为示例, 技术标准可以指定多个码本集合并且通信系统的运营商可以从该多个码本集合选择用于传输设备的传输天线的码本集合。每个传输天线可以被分配不同的码本集合, 所有的传输天线可以被分配单个码本集合, 或者一些传输天线可以被分配单个码本集合而其它则可以被分配不同的码本集合。码本集合和 / 或多个码本集合可以存储在存储器或服务器中, 并且可以被提供给传输设备或由相关联的传输设备进行检索和 / 或周期性地发信号将其告知或指示给传输设备。传输设备可以执行检查, 以确定是否存在更多的不具有码本集合的传输天线 (方框 460)。如果存在一个或多个不具有码本集合的传输天线, 传输设备可以返回至方框 465 来向其它传输天线分配码本集合。

[0059] 传输设备可以使用码空间复用 (CSM) 技术映射 (或编码) 用于每个传输天线的的数据 (方框 465)。CSM 可以涉及使用分配给传输天线的码本集合来映射 (或编码) 待在每个传输天线上传输的数据。一般情况下, 用于每个传输天线的的数据可以是比特流的形式, 并且可以包括用于 J 个数据层中每个数据层的数据。用于传输天线的的数据可以划分成 J 个相应的数据层, 然后用于 J 个数据层中每个数据层的数据可以进一步划分成传输单元大小的部分。作为说明性示例, 如果传输单元是 2 比特大小, 那么用于 J 个数据层中每个数据层的数据可以进一步划分成两比特部分。每个传输单元大小的部分的值可以用于在与传输天线相关联的子码本中选择码字 (例如, 扩展序列)。子码本包括多个码字 (例如, 扩展序列)。子码本是码本集合的一部分。使用每个传输单元大小的部分的值在子码本中选择码字可以称为映射 (或编码)。作为示例, 如果用于数据层的特定两比特传输单元大小的部分的值是 “00”, 那么与对应于值 “00” 的数据层相关联的子码本中的码字被选定为用于该特定两比特传输单元大小的映射后 (或编码后) 数据。应注意, 在单数据层的情况下 (即, $J = 1$), 码本集合中存在唯一的子码本。

[0060] 传输设备可以组合用于传输天线的各数据层的编码后数据以产生输出码字 (方框 470)。如前文所讨论的, 传输设备可以通过将编码后数据复用在一起组合编码后数据, 从而产生输出码字, 输出码字可以是比特流或数据流的形式。传输设备可以在相应的传输天线上传输输出码字 (方框 475)。作为示例, 传输设备可以使用特定传输天线传输与该传输天线相关联的输出码字, 如用于传输天线 Q 的输出码字 Q 。

[0061] 图 5a 示出了当传输设备使用用于 OFDM SCMA 的开环 MIMO 码空间复用向接收设备传输时发生在该传输设备中的操作 500 的流程图。操作 500 可以表示当传输设备例如进行下行传输的 eNB 或进行上行传输的 UE 向接收设备传输时发生在该传输设备中的操作。

[0062] 操作 500 可以开始于传输设备确定待通过传输天线 i 传输的数据或数据层, 记为 U_i (方框 505)。待通过传输天线 i 传输的数据或数据层的确定可以根据以下因素做出: 待传输的输入数据, 以及对输入数据的性能要求, 如服务质量 (QoS) 要求、接收设备优先级、网络条件、传输设备服务的其它接收设备优先级、输入数据可用性等。传输设备还可以确定待用于扩展用于每个传输天线 i 的数据或数据层的签名和 / 或码本集合 (方框 507)。签名和 / 或码本集合, 记为 S_i , 还可以根据码本利用率系数来确定。作为示例, 如果要使码本利用率系数高, 那么通信系统中所使用的签名和 / 或码本集合 S_i 与其它签名和 / 或码本集合的重叠是显著的。而如果要使码本利用率系数低, 那么通信系统中所使用的签名和 / 或码本集合 S_i 与其它签名和 / 或码本集合的重叠是不显著的或为零。

[0063] 传输设备可以编码待由每个传输天线利用其相关联的签名和 / 或码本集合传输的数据或数据层, 并组合用于每个传输天线的编码后数据以形成待由传输天线传输的信号 (方框 509)。如前文所讨论的, 待由传输天线传输的每个数据层可以使用来自与传输天线相关联的签名和 / 或码本集合的子签名和 / 或子码本进行编码。编码后数据可以被组合, 例如复用或映射, 以形成由传输天线传输的输出码字。作为示例, 输入数据的待由传输天线 i 传输的数据层可以使用签名和 / 或码本 S_i 进行编码, 随后在由传输天线 i 传输之前通过与传输天线 i 相关联的组合器进行组合。

[0064] 图 5b 示出了当传输设备准备待使用用于 OFDM SCMA 的开环 MIMO 码空间复用传输的多个数据层时发生在该传输设备中的操作 520 的流程图。操作 520 可以表示当传输设备例如进行下行传输的 eNB 或进行上行传输的 UE 准备待向接收设备传输的数据时发生在传输设备中的操作。操作 520 可以是图 5a 的方框 509 的示例实施例。

[0065] 操作 520 可以开始于传输设备接收用于每个传输天线的数据 (方框 525)。一般情况下, 用于传输天线 i 的数据记为 U_i 并且可以包括多个数据层。传输设备可以选择其 N 个传输天线之一 (方框 527) 并使用与所选择的传输天线相关联的签名和 / 或码本集合来映射 (或编码) 用于相应数据层的数据, 从而产生编码后码字 (方框 529)。作为示例, 用于数据层的数据可以具有值, 该值可以用于索引至用于数据层的子签名和 / 或子码本中, 以选择与该值相关联的签名和 / 或码字。所选择的签名和 / 或码字可以用作用于数据层的编码后码字。传输设备可以组合 (例如, 复用) 编码后码字以产生输出码字 (方框 531)。

[0066] 传输设备可以执行检查以确定是否存在更多的其数据尚未编码的传输天线 (方框 533)。如果存在更多的传输天线, 那么传输设备可以返回至方框 527 以选择其它传输天线。如果不存在更多的传输天线, 那么传输设备可以在相应的传输天线上传输输出码字 (方框 535)。

[0067] 图 5c 示出了当传输设备准备待使用用于 OFDM SCMA 的开环 MIMO 码空间复用传输的数据层时发生在该传输设备中的操作 540 的流程图。操作 540 可以表示当传输设备例如进行下行传输的 eNB 或进行上行传输的 UE 准备待向接收设备传输的数据时发生在该传输设备中的操作。操作 540 可以是图 5a 的方框 509 的示例实施例。

[0068] 操作 540 可以开始于传输设备接收用于每个传输天线的数据 (方框 545)。一般情况下, 用于传输天线 i 的数据记为 U_i 并且可以包括单个数据层。传输设备可以选择其 N 个传输天线之一 (方框 547) 并使用与所选择的传输天线相关联的签名和 / 或码本集合来映射 (或编码) 用于数据层的数据, 从而产生编码后码字 (方框 549)。作为示例, 用于数据层的数据可以具有值, 该值可以用于索引至用于数据层的子签名和 / 或子码本中, 以选择与该值相关联的签名和 / 或码字。所选择的签名和 / 或码字可以用作用于数据层的编码后码字。传输设备可以使用与传输天线相关联的映射规则来映射编码后码字以产生输出码字 (方框 551)。

[0069] 传输设备可以执行检查以确定是否存在更多的其数据尚未编码的传输天线 (方框 553)。如果存在更多的传输天线, 那么传输设备可以返回至方框 547 以选择其它传输天线。如果不存在更多的传输天线, 那么传输设备可以在相应的传输天线上传输输出码字 (方框 555)。

[0070] 图 6a 示出了当接收设备从传输设备接收传输时发生在该接收设备中的操作 600

的流程图,其中传输是使用用于 OFDM SCMA 的开环 MIMO 码空间复用进行传输的。操作 600 可以表示当接收设备,例如从 eNB 接收下行传输的 UE 或从 UE 接收上行传输的 eNB,从传输设备接收传输时,发生在该接收设备中的操作。操作 600 可以提供当传输是使用用于 OFDM SCMA 的开环 MIMO 码空间复用进行时接收传输的高级视图。

[0071] 操作 600 可以开始于接收设备确定一个或多个多个码本(方框 602)。作为示例,接收设备可以根据正向接收设备传输的传输设备的识别信息来确定一个或多个多个码本。识别信息可以包括传输设备的一个或多个标识符(ID)、一个或多个小区 ID 等。接收设备可以使用识别信息来确定一个或多个多个码本。作为说明性实例,接收设备可能已经在初始关联期间从其服务 eNB 获得了码本分配,或者已经在上电期间检索了码本分配。接收设备可以利用码本分配和识别信息来确定用于编码来自传输设备的传输的一个或多个多个码本。

[0072] 接收设备可以接收由传输设备传输的信号(方框 605)。该信号可以包括输出码字并且可以通过通信系统的共享资源传送。接收设备可以处理在所有空间层中接收到的信号以恢复在信号中传输的数据(方框 607)。一般情况下,接收设备可以设有多个接收天线,以充分利用用于 SCMA OFDM 的开环 MIMO 码空间复用的优点。因此,由接收设备执行用于恢复所传输的数据的这种处理可能比在接收设备具有单个天线或在不使用多个空间层的情况下当恢复所传输的数据时通常涉及的处理更加复杂。

[0073] 根据示例实施例,取决于接收设备的复杂性和/或能力,接收设备所执行的处理可以有所不同。作为示例,在相对廉价的 UE 中可以使用低复杂性和/或低能力处理技术,而在高端 UE 或 eNB 中可以使用高复杂性和/或高能力处理技术。另外,可以使用折衷中线复杂性和/或中线能力处理技术。一般情况下,使用高复杂性和/或高能力处理技术可以得到更好的性能,而低复杂性和/或低能力处理技术可以得到较低性能。因此,可以在性能与复杂性之间进行权衡。

[0074] 图 6b 示出了当具有低接收器复杂性的接收设备从传输设备接收传输时发生在该接收设备中的操作 620 的流程图,其中传输是使用用于 OFDM SCMA 的开环 MIMO 码空间复用进行传输的。操作 620 可以表示当接收设备,例如从 eNB 接收下行传输的 UE 或从 UE 接收上行传输的 eNB,从传输设备接收传输时,发生在该接收设备中的操作。操作 620 可以是图 6a 的操作 600 的详细实施。

[0075] 操作 620 可以开始于接收设备接收由传输设备传输的信号(方框 625)。接收设备可以确定通过接收设备的接收天线接收的信号的基带信号,以及用于所接收到的信号的带宽(方框 627)。基带信号可以是已从载波频率向下转换的某一版本的所接收到的信号。利用低复杂性接收器,接收设备可能无法对基带信号进行复杂处理同时维持所需性能。因此,基带信号的处理可以发生在不同的阶段中。

[0076] 接收设备可以在空间域上分离基带信号的不同数据层(方框 629)。换句话说,接收设备可以将基带信号分离成多个不同的子信号,每个空间层一个子信号。接收设备可以使用 MIMO 接收器,例如最小均方误差(MMSE)接收器,在空间域上分离基带信号的不同数据层。接收设备可以基于每个空间层解码基带信号中的数据(方框 631)。接收设备可以使用 SCMA 检测器单独解码每一空间层上的数据。应注意,每个空间层可以使用单独的 SCMA 检测器来解码。作为示例,SCMA 检测器可以实施 MPA 连同 turbo 解码算法。图 7a 示出了包括

具有低接收器复杂性的接收设备 705 的通信系统 700 的一部分。传输设备的传输天线 710 传输数据,数据由接收设备 705 的接收天线 715 接收。可以向 MIMO 接收器 720 提供所接收到的信号的基带信号, MIMO 接收器 720 将多个数据层分离成 M 个空间层,其中 M 为大于或等于 1 的整数。M 个空间层中每个空间层可以提供给 M 个 SCMA 检测器之一,如 SCMA 检测器 725。M 个 SCMA 检测器解码其各自的空间层以产生 M 个数据流,该 M 个数据流可以由接收设备 705 进一步处理。

[0077] 图 6c 示出了当具有中等接收器复杂性的接收设备从传输设备接收传输时发生在该接收设备中的操作 640 的流程图,其中传输是使用用于 OFDM SCMA 的开环 MIMO 码空间复用进行传输的。操作 640 可以表示当接收设备,例如从 eNB 接收下行传输的 UE 或从 UE 接收上行传输的 eNB,从传输设备接收传输时,发生在该接收设备中的操作。操作 640 可以是图 6a 的操作 600 的详细实施。

[0078] 操作 640 可以开始于接收设备接收由传输设备传输的信号(方框 645)。接收设备可以确定通过接收设备的接收天线接收的信号的基带信号,以及用于所接收到的信号的带宽(方框 647)。接收设备可以分离基带信号中的不同数据层,以及部分地消除空间层之间的干扰(方框 649)。接收设备可以使用 MIMO 接收器来执行数据层的部分分离和干扰的部分消除。作为说明性示例,可以选择 MIMO 接收器,使得由于 MIMO 接收器导致的噪声增强被最小化。接收设备可以针对每个空间层解码基带信号中的数据(方框 651)。接收设备可以在解码器之间交换对数似然比(LLR),直至数据被解码。接收设备可以使用 SCMA 检测器,例如 MPA 检测器,单独地解码每一空间层上的数据。应注意,可以只需要两个 SCMA 检测器。未由 MIMO 接收器移除的任何剩余干扰可以通过 SCMA 检测器,如 MPA 解码器,之间的协调来移除。

[0079] 根据示例实施例,其中接收设备具有中等接收器复杂性,接收设备可以实施 MIMO 接收器来在空间层上执行 QR 分解。作为示例,在具有两个空间层的 2×2 MIMO 系统的情况下,所接收到的信号中的基带信号可以表示为: $y = Hx + n$,其中 H 表示信道矩阵, x 为所传输的 SCMA 信号, n 为噪声。使用 QR 分解, H 可以写为 $Q \cdot R$,其中 Q 为酉矩阵, R 为上三角矩阵,其可以表示为 $\begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} \\ 0 & R_{22} \end{bmatrix}$ 。MIMO 接收器可以表示为 Q 的共轭转置。在 MIMO 接收器之后,

第二空间层没有发现任何来自第一空间层的干扰,并且可以使用 SCMA 检测器,例如 MPA 检测器,进行解码。解码之后,可以考虑对应于第二空间层的 LLR,而使用 SCMA 检测器,例如使用 SCMA 检测器,例如 MPA 检测器,解码第一空间层。该过程可以迭代地执行,直至所有的数据均已解码。

[0080] 图 7b 示出了包括具有中等接收器复杂性的接收设备 750 的通信系统 755 的一部分。传输设备的传输天线 760 传输数据,数据由接收设备 755 的接收天线 765 接收。可以向 MIMO 接收器 770 提供所接收到的信号的基带信号, MIMO 接收器 720 将多个数据层分离成 M 个空间层,其中 M 为大于或等于 1 的整数。M 个空间层中每个空间层可以提供给 M 个 SCMA 探测器之一,如 SCMA 检测器 775。M 个 SCMA 检测器解码其各自的空间层以产生 M 个数据流,该 M 个数据流可以由接收设备 755 进一步处理。M 个 SCMA 检测器可以交换 LLR,直至数据被解码。

[0081] 图 6d 示出了当具有高接收器复杂性的接收设备从传输设备接收传输时发生在该

接收设备中的操作 660 的流程图,其中传输是使用用于 OFDM SCMA 的开环 MIMO 码空间复用进行传输的。操作 660 可以表示当接收设备,例如从 eNB 接收下行传输的 UE 或从 UE 接收上行传输的 eNB,从传输设备接收传输时,发生在该接收设备中的操作。操作 660 可以是图 6a 的操作 600 的详细实施。

[0082] 操作 660 可以开始于接收设备接收由传输设备传输的信号(方框 665)。接收设备可以确定通过接收设备的接收天线接收的信号的基带信号,以及用于所接收到的信号的带宽(方框 667)。接收设备可以解码基带信号的所有空间层上的数据(方框 669)。接收设备可以使用用于所有空间层的联合 MIMO 接收器,例如最大比率组合器(MRC),以及 SCMA 解码器,例如 MPA 解码器。接收设备可以具有与单空间层 SCMA 解码器相同的结构,其中 SCMA 层数被乘以空间层数。在空间层之间的干扰使性能下降的情况下,空间层或传输天线之间额外的外循环迭代和/或功率偏移可以帮助提高性能。图 8 示出了包括具有高接收器复杂性的接收设备 800 的通信系统 805 的一部分。传输设备的传输天线 810 传输数据,数据由接收设备 805 的接收天线 815 接收。所接收到的信号的基带信号可以提供给联合 MIMO 接收器以及利用其所有的空间层解码基带信号以产生 M 个数据流的 SCMA 检测器 820,该 M 个数据流可以由接收设备 805 进行进一步处理。作为示例,联合 MIMO 接收器和 SCMA 检测器 820 可以实施 MRC 接收器和 MPA 解码器。

[0083] 图 9 示出了通信系统 900 的一部分,其中干扰管理是使用签名和/或码本集合分配来执行的。如图 9 中所示,示出主动地进行传输的三个传输设备,发射器 905、发射器 907 和发射器 909。一般情况下,来自相对靠近接收设备如 UE 915 的传输设备的传输可以导致对接收设备的干扰。已经提出各种技术来帮助减少或消除干扰,诸如分数频率重用、波束整形、波束成形等。出于讨论目的,考虑如图 9 中所示情况,其中来自发射器 905 的多个传输天线的第一传输作为信号 920 到达 UE 915,来自发射器 907 的多个传输天线的第二传输作为信号(如果使用联合传输(JT)的话)或可解码干扰 925 到达 UE 915,来自发射器 909 的多个传输天线的第三传输作为干扰 930 到达 UE915。

[0084] 根据示例实施例,有可能通过签名和/或码本集合分配来执行多传输点干扰管理。作为示例,有可能向每个传输设备处的不同传输天线分配不同的签名和/或码本集合。利用这种配置,每个传输天线使用不同的签名和/或码本集合来复用 SCMA 信号。应注意,对于非相关天线,有可能共享相同的签名和/或码本集合。另外,不同的传输设备可以使用相同的签名和/或码本集合或不同的签名和/或码本集合。在这种配置中,接收设备可以联合地检测来自多个传输设备的信号,并且如果来自传输设备的信号足够弱,可以自动地将其视为干扰。此外,传输设备可以通过一些 CSM 层联合地传输相同的数据,以提高在较差信号条件下操作的接收设备的分集。此类传输设备可以利用相同的签名和/或码本集合使用联合传输(JT)处理技术。

[0085] 出于讨论目的,考虑如图 9 中所示情况,其中来自发射器 905 的多个传输天线的第一传输作为信号 920 到达 UE 915,来自发射器 907 的多个传输天线的第二传输作为信号(如果使用联合传输(JT)的话)或可解码干扰 925 到达 UE 915,来自发射器 909 的多个传输天线的第三传输作为干扰 930 到达 UE 915。发射器 905 和发射器 907 正使用 JT 处理来利用相同的签名和/或码本集合向 UE 915 传输相同数据。因此,UE 915 可以能够利用分集来改善其相对较差的信号条件。发射器 909 离 UE 915 相对较远,因此当其信号到达 UE

915 时具有低信号强度,并且 UE 915 可以认为来自发射器 909 的传输是干扰 930。类似地,如果来自发射器 907 的传输在到达 UE 915 时具有低信号强度,那么 UE 915 可以认为这些传输是干扰。

[0086] 通信系统、通信系统中的实体、通信系统的运营商、技术标准等,可以生成或指定签名和 / 或码本集合向传输设备的映射。映射的生成或指定可以事先执行并存储起来以供后续使用。可替代地,映射可以在操作期间动态地执行以满足不断变化的操作条件。可以将映射提供给接收设备。作为示例,可以在 UE 与通信系统的 eNB 相关联时向 UE 提供映射。作为另一示例,在提供初始映射之后,当映射被调整或改变时,可以将后续映射广播或组播给接收设备。

[0087] 通常,接收设备,如接收下行传输的 UE 或接收上行传输的 eNB,可能需要知道来自向其传输的传输设备,即位于其协作集合(例如,CoMP 集合)中的传输设备,的潜在有效的签名和 / 或码本集合。接收设备可以利用中心传输设备选择,其类似于 CRAN 最佳传输点选择。接收设备可以从当其与 eNB 相关联时或通过广播或多播向其提供的协作集合配置或签名和 / 或码本集合向传输设备的映射,获得关于潜在有效的签名和 / 或码本集合的信息。

[0088] 图 10a 示出了通信系统 1000,其中,发射器间协调波束成形(CBF)被用于开环 MIMO CSM。通信系统 1000 包括传输设备,如发射器 1005 和发射器 1007,以及接收设备,如 UE 1015、UE 1017、UE 1020 和 UE 1022。非协调传输可能导致相邻传输设备之间高水平的干扰。通常,CBF 涉及对多个传输设备所使用的传输波束成形的协调,使得对相邻传输设备的干扰被减少或消除。不同的传输设备,如发射器 1005 和发射器 1007,可以应用基于接收设备组的预编码器来产生传输波束成形,如波束成形 1010 或波束成形 1012,以减少对其相邻传输设备的干扰。如图所示,发射器 1005 可以选择波束成形 1010 来向接收设备如 UE 1015 和 UE 1017 进行传输,使得它减少对发射器 1007 使用波束成形 1012 向接收设备如 UE 1020 和 UE 1022 的传输的干扰。应注意,预编码器(以及因此,所得到的波束成形)可以随时间和 / 或频率改变以减少或消除对其它相邻传输设备的干扰。剩余干扰可以通过使用 SCMA 解码器,如 MPA 解码器,在接收设备处得到消除。性能可以通过仔细选择的签名和 / 或码本集合分配得到进一步提高。

[0089] 图 10b 示出了通信系统 1050,其中发射器内 CBF 被用于开环 MIMO CSM。通信系统 1050 包括服务接收设备如 UE 1060、UE 1062、UE 1065 和 UE 1067 的传输设备 1055。与发射器间 CBF 一样,来自单个传输设备的传输天线的非协调传输可能导致彼此间的干扰。发射器内 CBF 涉及对传输设备的传输天线所使用的传输波束成形的协调以减少或消除对同一传输设备的其它传输天线的干扰。不同的传输天线,如天线 1070 和天线 1072,可以应用基于接收设备组的预编码器来产生传输波束成形,如波束成形 1075 或波束成形 1077,以减少对其它传输天线的干扰。如图所示,传输天线 1070 可以选择向其接收设备如 UE 1060 和 UE 1062 的波束成形 1075,使得它减少对传输天线 1072 使用波束成形 1077 向接收设备如 UE 1065 和 UE 1067 的传输的干扰。使用基于接收设备组的预编码器实现向多个 SCMA 接收设备进行共同传输。剩余干扰可以通过使用 SCMA 解码器,如 MPA 解码器,在接收设备处得到消除。性能可以通过仔细选择的签名和 / 或码本集合分配得到进一步提高。

[0090] 图 11a 示出了用于实施 MIMO CSM 方式的逐块空时编码的传输设备 - 接收设备对的模型 1100,其中接收设备具有低复杂性。模型 1100 包括通过通信信道 H 耦合在一起的传

输设备 1105 和接收设备 1110。传输设备 1105 和接收设备 1110 包括用于支持通过使用逐块空时编码的 MIMO SCMA OFDM 的发射分集。一般情况下,空时编码采用由传输设备通过通信信道 H 传输数据的多个冗余副本,以帮助提高数据传输的可靠性。通过传输数据的多个副本,可以认为,这些副本中的一些将成功到达接收设备,从而允许恢复数据。

[0091] 传输设备 1105 包括 SCMA 调制器 1120, SCMA 调制器 1120 编码数据符号 u , 从而产生 SCMA 符号块 1122。SCMA 符号块 1122 被示出为包括四个音调, 其中两个非零。然而, 其它配置也是可能的。其它配置包括不同数量的音调, 以及不同数量 (和位置) 的非零音调。SCMA 符号块 1122 被提供给逐块空时编码器 1125, 逐块空时编码器 1125 通常以一次一块的方式编码 SCMA 符号块 1122。除分集增益之外, 逐块空时编码器 1125 还可以提供编码增益。逐块空时编码器 1125 可以能够利用可用空时码, 其中扩展在多载波时域和 / 或频域上执行。还有可能实现时域和 / 或频域和空间域上的双域分集。传输设备 1105 传输由逐块空时编码器 1125 编码的数据符号 u 。

[0092] 接收设备 1110 包括解码所接收版本的编码后数据符号 u 的逐块空时解码器 1130。逐块空时解码器 1130 可以能够从由传输设备 1105 传输的某一版本的 BWST 符号 (或复用 BWST 符号块) 来解码所接收版本的编码后数据符号 u 。逐块空时解码器 1130 可以能够利用空时编码固有的发射分集来从通信信道 H 中出现的错误和 / 或干扰中恢复, 以从 BWST 符号或复用 BWST 符号块产生一个或多个 SCMA 符号块。信道均衡器和 SCMA 解码器 1135 从一个或多个 SCMA 符号块恢复数据符号 u 。

[0093] 图 11b 示出了用于实施 MIMO SCSM 方式的逐块空时编码的传输设备 - 接收设备对的模型 1150, 其中接收设备具有高复杂性。模型 1150 包括通过通信信道 H 耦合在一起的传输设备 1155 和接收设备 1160。传输设备 1155 和接收设备 1160 包括用于支持通过使用逐块空时编码的 MIMO SCMA OFDM 的发射分集。一般情况下, 空时编码采用由传输设备通过通信信道 H 传输多个冗余数据副本, 以帮助提高数据传输的可靠性。通过传输数据的多个副本, 可以认为, 这些副本中的一些将成功到达接收设备, 从而允许恢复数据。

[0094] 传输设备 1155 包括 SCMA 调制器 1170, SCMA 调制器 1170 编码数据符号 u 从而产生 SCMA 符号块 1172。SCMA 符号块 1172 被示出为包括四个音调, 其中两个非零。然而, 其它配置也是可能的。其它配置包括不同数量的音调, 以及不同数量 (和位置) 的非零音调。SCMA 符号块 1172 被提供给逐块空时编码器 1175, 逐块空时编码器 1175 通常以一次一块的方式编码 SCMA 符号块 1172。除编码增益之外, 逐块空时编码器 1175 还可以提供分集增益。逐块空时编码器 1175 可以能够利用可用空时码, 其中扩展在多载波时域和 / 或频域上执行。还有可能实现时域和 / 或频域和空间域上的双域分集。传输设备 1155 传输由逐块空时编码器 1175 编码的数据符号 u 。

[0095] 接收设备 1160 包括联合地解码所接收版本的编码后数据符号 u 的逐块空时和 SCMA 解码器 1180。联合逐块空时和 SCMA 解码器 1180 可以能够从所接收版本的 BWST 符号 (或复用 BWST 符号块) 来联合解码数据符号 u , 并且利用空时编码固有的发射分集来从通信信道 H 中出现的错误和 / 或干扰中恢复。

[0096] 图 12a 示出了当传输设备使用逐块空时编码传输数据时发生在该传输设备中的操作 1200 的流程图。操作 1200 可以表示当传输设备 205 等传输设备使用逐块空时 (BWST) 编码进行传输时发生在该传输设备中的操作。

[0097] 操作 1200 可以开始于传输设备从数据符号生成 SCMA 符号块 (方框 1205)。作为示例,可以映射 (或编码) 数据符号 u (比特流或数据流的一部分) 来产生 SCMA 符号块。传输设备可以从 SCMA 符号块生成 BWST 符号 (方框 1207)。BWST 符号可以从 SCMA 符号块以一次一块的方式进行编码。除了分集增益之外,可以提供编码增益。传输设备可以传输 BWST 符号 (方框 1209)。

[0098] 图 12b 示出了当具有低复杂性的接收设备使用逐块空时编码接收数据时发生在该接收设备中的操作 1230 的流程图。操作 1230 可以表示当接收设备 210 等接收设备使用 BWST 编码接收数据时发生在该接收设备中的操作。

[0099] 操作 1230 可以开始于接收设备确定多个码本 (方框 1235)。该多个码本与正向接收设备传输数据的传输设备相关联。接收设备可以接收 BWST 符号或复用 BWST 符号块 (方框 1237)。接收设备可以使用 BWST 解码器来解码 BWST 符号或复用 BWST 符号块以产生一个或多个 SCMA 符号块 (方框 1239)。接收设备可以使用信道均衡器和 SCMA 解码器来从一个或多个 SCMA 符号块恢复某一版本的数据符号 (方框 1241)。方框 1239 和 1241 可以统称为处理 BWST 符号。

[0100] 图 12c 示出了当具有高复杂性的接收设备使用逐块空时编码接收数据时发生在该接收设备中的操作 1260 的流程图。操作 1260 可以表示当接收设备 210 等接收设备使用 BWST 编码接收数据时发生在该接收设备中的操作。

[0101] 操作 1260 可以开始于接收设备确定多个码本 (方框 1265)。该多个码本与正向接收设备传输数据的传输设备相关联。接收设备可以接收 BWST 符号或复用 BWST 符号块 (方框 1267)。接收设备可以使用联合 BWST 和 SCMA 解码器来联合解码 BWST 符号或复用 BWST 符号块以产生某一版本的数据符号 (方框 1269)。

[0102] 图 13a 示出了示例 MIMO SCMA OFDM 通信系统的符号 1300。符号 1300 可以是具有带有 2 个传输天线的传输设备和带有 1 个接收天线的接收设备的 MIMO SCMA OFDM 通信系统的示例传输块,其中使用 Alamouti 算法。利用这种配置,传输设备与接收设备之间的通信信道 H 可以表达为:

[0103] $H \begin{bmatrix} h_1 & h_2 \end{bmatrix}$

[0104] 其中 h_1 为用于第一传输天线的通信信道, h_2 为用于第二传输天线的通信信道。

[0105] 符号 1300 包括两个 SCMA 块, SCMA BLK_1 和 SCMA BLK_2 。每个 SCMA 块包括两个 SCMA 码字,每个传输天线一个。如图 13a 中所示,SCMA 码字包括四个资源元素 (RE),其中 2 个 RE 非零,2 个 RE 为零。应注意,其它 SCMA 码字配置是可能的,例如,不同数量的 RE、不同数量的非零 RE、不同数量的零 RE 等。

[0106] 图 13b 示出了使用 Alamouti 算法用于逐块空时编码的传输设备 - 接收设备对的模型 1350。模型 1350 包括通过通信信道 H 耦合在一起的传输设备 1355 和接收设备 1360。传输设备 1355 和接收设备 1360 包括用于支持通过利用使用 Alamouti 算法的逐块空时编码的 MIMO SCMA OFDM 的发射分集电路。

[0107] 传输设备 1355 包括 SCMA 调制器 1365, SCMA 调制器 1120 编码数据符号 u 从而产生 SCMA 码字。SCMA 码字被示出为包括四个 RE,其中两个非零。然而,其它配置也是可能的。其它配置包括不同数量的 RE,以及不同数量 (和位置) 的非零 RE。SCMA 码字被提供给通常以一次一块的方式编码 SCMA 码字的逐块 Alamouti 编码器 1370。除分集增益之外,逐块

Alamouti 编码器 1370 还可以提供编码增益。逐块传输设备 1355 传输由逐块 Alamouti 编码器 1370 编码的数据符号 u 。接收设备 1360 包括解码所接收版本的编码后数据符号 u 的逐块 Alamouti 解码器 1375。逐块 Alamouti 解码器 1375 可以能够从所接收版本的编码后数据符号 u 解码出某一版本的 SCMA 码字。逐块 Alamouti 解码器 1375 可以能够利用空时编码固有的发射分集来从通信信道 H 中出现的错误和 / 或干扰中恢复。信道均衡器和 SCMA 解码器 1380 从该版本的 SCMA 码字恢复数据符号 u 。应注意,通过使用 Alamouti 算法,用于每个符号的等效信道可以表达为:

$$[0108] \quad \overline{|h_1|} \quad \overline{|h|}$$

[0109] 根据另一示例实施例,信道均衡、逐块 Alamouti 解码和 SCMA 解码可以联合地执行。

[0110] 图 14 示出了第一通信设备 1400。通信设备 1400 可以是传输设备的实施方式,如 eNB、接入点、通信控制器、基站等,或 UE、移动电话、移动台、终端、用户、订户等。通信设备 1400 可以用于实施本文中讨论的各实施例。如图 14 中所示,发射器 1405 用于使用用于 MIMO SCMA OFDM 的开环 CSM 来传输分组等。通信设备 1400 还包括用于接收分组等的接收器 1410。

[0111] 编码器 1420 用于使用签名和 / 或码本集合来编码用于多个传输天线的数据层,其中每个数据层用一个子签名和 / 或子码本集合进行编码。组合器 1422 用于将来自编码器 1420 的编码后数据组合成输出码字。组合器 1422 用于将多个数据层的编码后数据复用至输出码字中,或者将来自单个数据层的编码后数据映射至输出码字中。码本处理单元 1424 用于检索签名和 / 或码本集合。码本处理单元 1424 用于根据传输设备和 / 或传输天线至签名和 / 或码本集合的映射来选择签名和 / 或码本集合。存储器 1430 用于存储数据、签名和 / 或码本集合、签名和 / 或码本集合至传输设备和 / 或传输天线的映射等。

[0112] 通信设备 1400 的元件可以实施为特定的硬件逻辑块。在可替代方案中,通信设备 1400 的元件可以实施为在处理器、控制器、专用集成电路等中执行的软件。在另一可替代方案中,通信设备 1400 的元件可以实施为软件和 / 或硬件的组合。

[0113] 作为示例,接收器 1410 和发射器 1405 可以实施为特定的硬件块,而编码器 1420、组合器 1422 和码本处理单元 1424 可以是在微处理器(如处理器 1415)或定制电路或现场可编程逻辑阵列的定制编译逻辑阵列中执行的软件模块。编码器 1420、组合器 1422 和码本处理单元 1424 可以是存储在存储器 1430 中的模块。

[0114] 图 15 示出了第二通信设备 1500。通信设备 1500 可以是接收设备的实施方式,如 UE、移动电话、移动台、终端、用户、订户等,或 eNB、接入点、通信控制器、基站等。通信设备 1500 可以用于实施本文中讨论的各实施例。如图 15 中所示,发射器 1505 用于传输分组等。通信设备 1500 还包括接收器 1510,接收器 1510 用于使用用于 MIMO SCMA OFDM 的开环 CSM 来接收分组等。

[0115] MIMO 处理单元 1520 用于分离存在于所接收到的信号中的不同数据层。MIMO 处理单元 1520 可以使用 MMSE 算法、MRC 算法等来分离不同的数据层。SCMA 检测单元 1522 用于检测所接收到的信号(或所接收到的信号的不同数据层)中的码字以恢复向通信设备 1500 传输的数据。SCMA 检测单元 1522 可以使用低复杂性算法如 MPA、turbo 解码等来恢复数据。应注意,MIMO 处理单元 1520 和 SCMA 检测单元 1522 可以实施为分开的单元或单个组合单

元。码本处理单元 1524 用于确定潜在有效的签名和 / 或码本集合。存储器 1530 用于存储数据、签名和 / 或码本集合、签名和 / 或码本集合至传输设备和 / 或传输天线的映射等。

[0116] 通信设备 1500 的元件可以实施为特定的硬件逻辑块。在可替代方案中,通信设备 1500 的元件可以实施为在处理器、控制器、专用集成电路等中执行的软件。在另一可替代方案中,通信设备 1400 的元件可以实施为软件和 / 或硬件的组合。

[0117] 作为示例,接收器 1510 和发射器 1505 可以实施为特定的硬件块,而 MIMO 处理单元 1520、SCMA 检测单元 1522 和码本处理单元 1524 可以是在微处理器 (如处理器 1515) 或定制电路或现场可编程逻辑阵列的定制编译逻辑阵列中执行的软件模块。MIMO 处理单元 1520、SCMA 检测单元 1522 和码本处理单元 1524 可以是存储在存储器 1530 中的模块。

[0118] 图 16 示出了第三通信设备 1600。通信设备 1400 可以是传输设备的实施方式,如 eNB、接入点、通信控制器、基站等,或 UE、移动电话、移动台、终端、用户、订户等。通信设备 1600 可以用于实施本文中讨论的各实施例。如图 16 中所示,发射器 1605 用于使用 BWST SCMA OFDM 传输分组等。通信设备 1600 还包括用于接收分组等的接收器 1610。

[0119] 调制器 1620 用于使用签名和 / 或码本集合来编码用于多个传输天线的数据层,其中每个数据层用一个子签名和 / 或子码本集合进行编码。BWST 编码器 1622 用于将来自调制器 1620 的 SCMA 符号块 (编码后数据) 组合成输出码字。BWST 编码器 1622 用于将来自多个数据层的 SCMA 符号块组合成输出码字,或将来自单个数据层的 SCMA 符号块组合成输出码字。码本处理单元 1624 用于检索签名和 / 或码本集合。码本处理单元 1624 用于根据传输设备和 / 或传输天线至签名和 / 或码本集合的映射来选择签名和 / 或码本集合。存储器 1630 用于存储数据、签名和 / 或码本集合、签名和 / 或码本集合至传输设备和 / 或传输天线的映射等。

[0120] 通信设备 1600 的元件可以实施为特定的硬件逻辑块。在可替代方案中,通信设备 1600 的元件可以实施为在处理器、控制器、专用集成电路等中执行的软件。在另一可替代方案中,通信设备 1600 的元件可以实施为软件和 / 或硬件的组合。

[0121] 作为示例,接收器 1610 和发射器 1605 可以实施为特定的硬件块,而调制器 1620、BWST 编码器 1622 和码本处理单元 1624 可以是在微处理器 (如处理器 1615) 或定制电路或现场可编程逻辑阵列的定制编译逻辑阵列中执行的软件模块。调制器 1620、BWST 编码器 1622 和码本处理单元 1624 可以是存储在存储器 1630 中的模块。

[0122] 图 17 示出了第四通信设备 1700。通信设备 1700 可以是接收设备的实施方式,如 UE、移动电话、移动台、终端、用户、订户等,或 eNB、接入点、通信控制器、基站等。通信设备 1700 可以用于实施本文中讨论的各实施例。如图 17 中所示,发射器 1705 用于传输分组等。通信设备 1700 还包括用于使用 BWST SCMA OFDM 接收分组等的接收器 1710。

[0123] BWST 解码器 1720 用于分离存在于所接收到的信号中的不同数据层。BWST 解码器 1720 可以使用 Alamouti 算法等来分离不同的数据层。SCMA 检测单元 1722 用于检测所接收到的信号 (或所接收到的信号的不同数据层) 中的码字以恢复向通信设备 1700 传输的数据。SCMA 检测单元 1722 可以使用低复杂性算法如 MPA、turbo 解码等来恢复数据。应注意, BWST 解码器 1720 和 SCMA 检测单元 1722 可以实施为分开的单元或单个组合单元。码本处理单元 1724 用于确定潜在有效的签名和 / 或码本集合。存储器 1730 用于存储数据、签名和 / 或码本集合、签名和 / 或码本集合至传输设备和 / 或传输天线的映射等。

[0124] 通信设备 1700 的元件可实施为特定的硬件逻辑块。在替代性实施例中,通信设备 1700 的元件可实施为在处理器、控制器、专用集成电路等中执行的软件。在又一替代性实施例中,通信设备 1700 的元件可实施为软件和 / 或硬件的组合。

[0125] 作为示例,接收器 1710 和发射器 1705 可以实施为特定的硬件块,而 BWST 解码器 1720、SCMA 检测单元 1722 和码本处理单元 1724 可以是在微处理器(如处理器 1715)或者定制电路或现场可编程逻辑阵列的定制编译逻辑阵列中执行的软件模块。BWST 解码器 1720、SCMA 检测单元 1722 和码本处理单元 1724 可以是存储在存储器 1730 中的模块。

[0126] 这些实施例的有利特征可包括:传输设备包括处理器以及可操作性地耦合至该处理器的发射器。该处理器用于将预期用于传输天线的编码后信息比特流映射至多个扩展序列中的至少一个扩展序列上以产生数据流,并用于使用空时码编码该数据流以产生符号块;并且该发射器用于传输该符号块。该处理器还用于通过从该多个扩展序列选择该至少一个扩展序列来编码该编码后信息比特流以产生该数据流。该处理器还用于:通过从该多个扩展序列中对应于第一数据层的第一子集选择第一扩展序列来编码该编码后信息比特流中的用于该第一数据层的部分;通过从该多个扩展序列中对应于第二数据层的第二子集选择第二扩展序列来编码该编码后信息比特流中的用于该第二数据层的另一部分;以及组合该第一扩展序列和该第二扩展序列以产生该数据流。

[0127] 本实施例的有利特征可以包括:接收设备包括处理器以及可操作地耦合至该处理器的接收器。该处理器用于:确定多个码本,其中该多个码本与向该接收设备传输数据的传输设备相关联;使用空时码解码符号块以产生码空间符号;以及使用该多个码本处理该码空间符号以恢复该数据。该接收器用于从该传输设备接收符号块。该处理器还用于使用 Alamouti 信算法来解码该符号块。该处理器还用于在频域和时域中的至少一个域上解扩该符号块。

[0128] 虽然已详细地描述了本发明及其优点,但是应理解,可以在不脱离如所附权利要求书所界定的本发明的精神和范围的情况下对本发明做出各种改变、替代和更改。

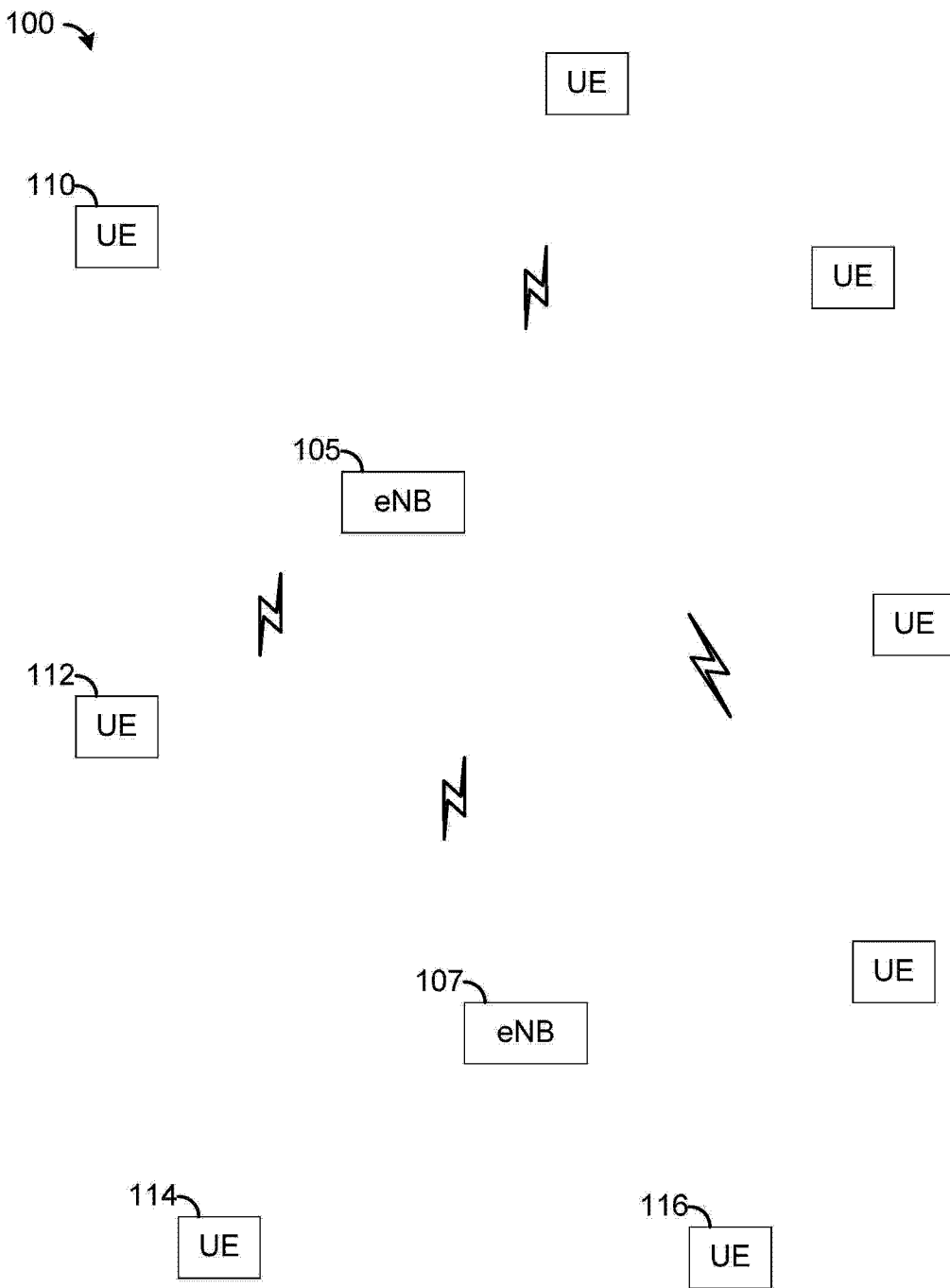


图 1

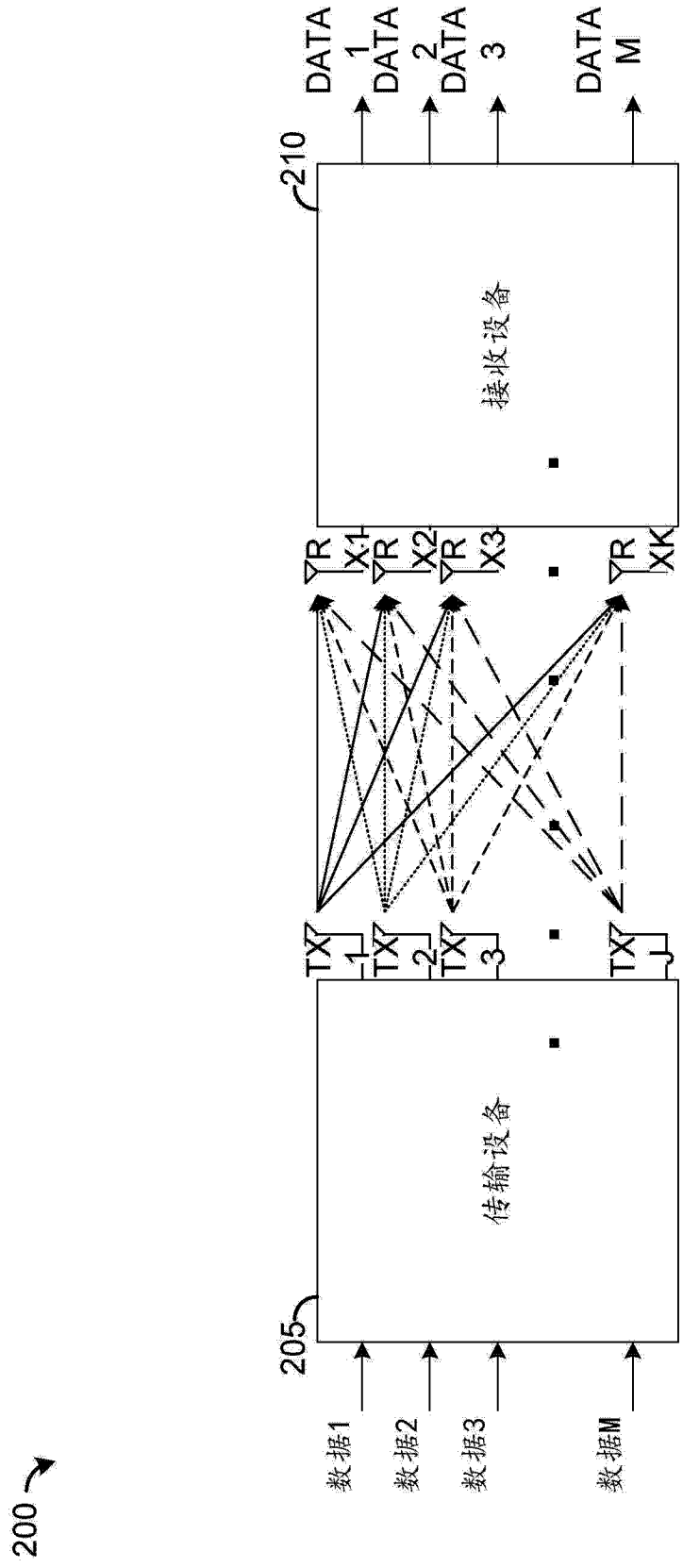


图 2

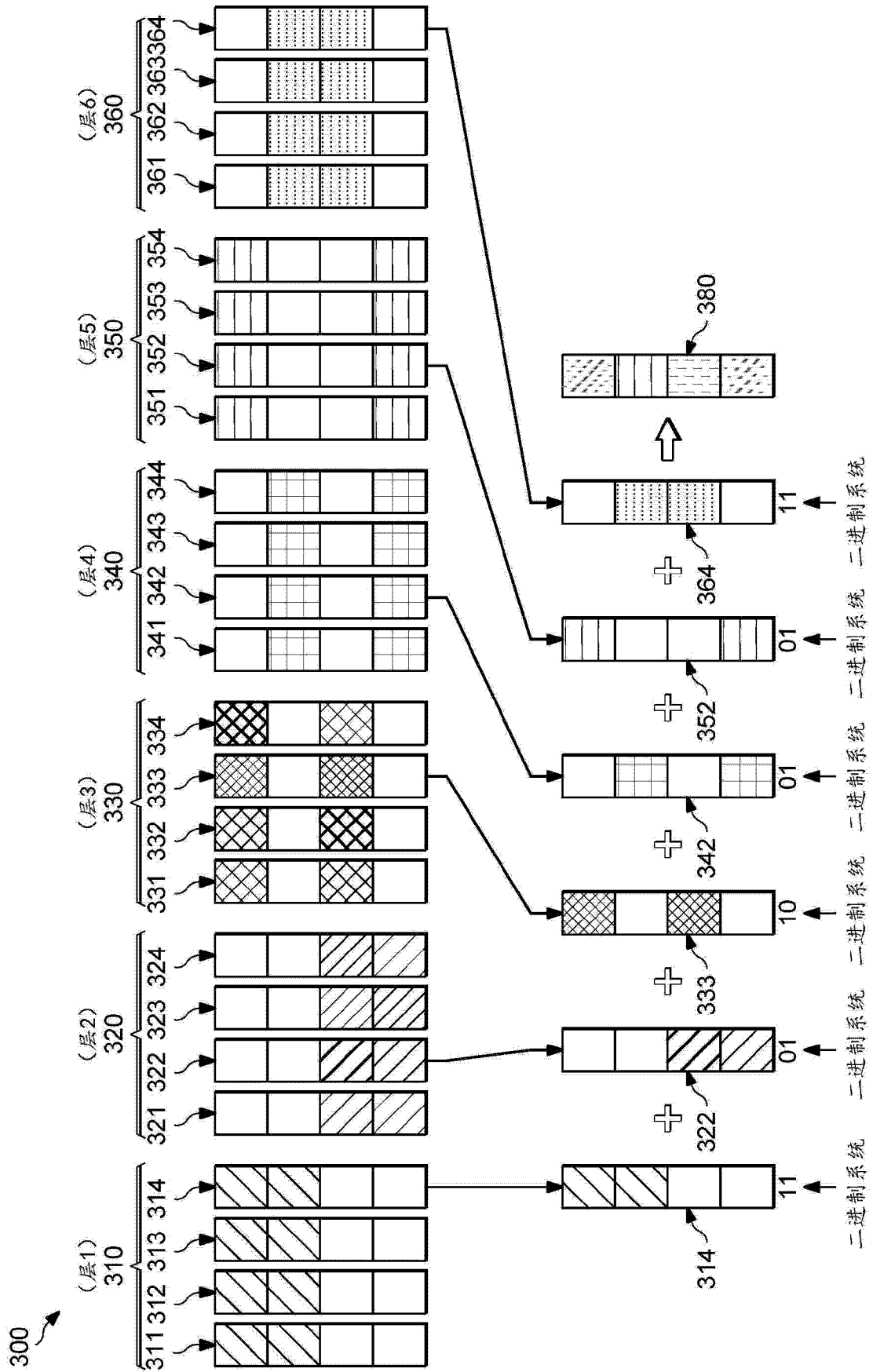


图 3

400 ↘

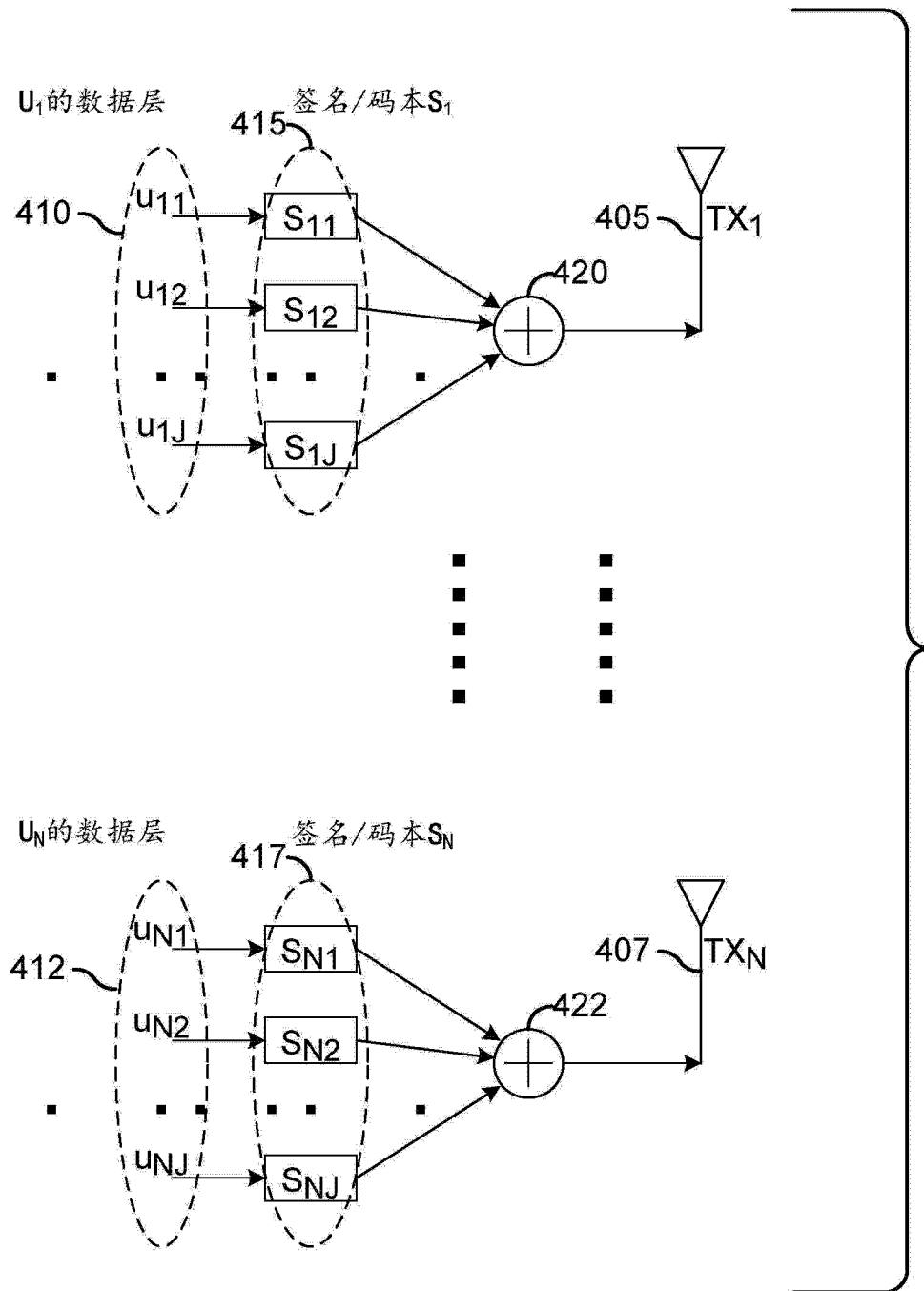


图 4a

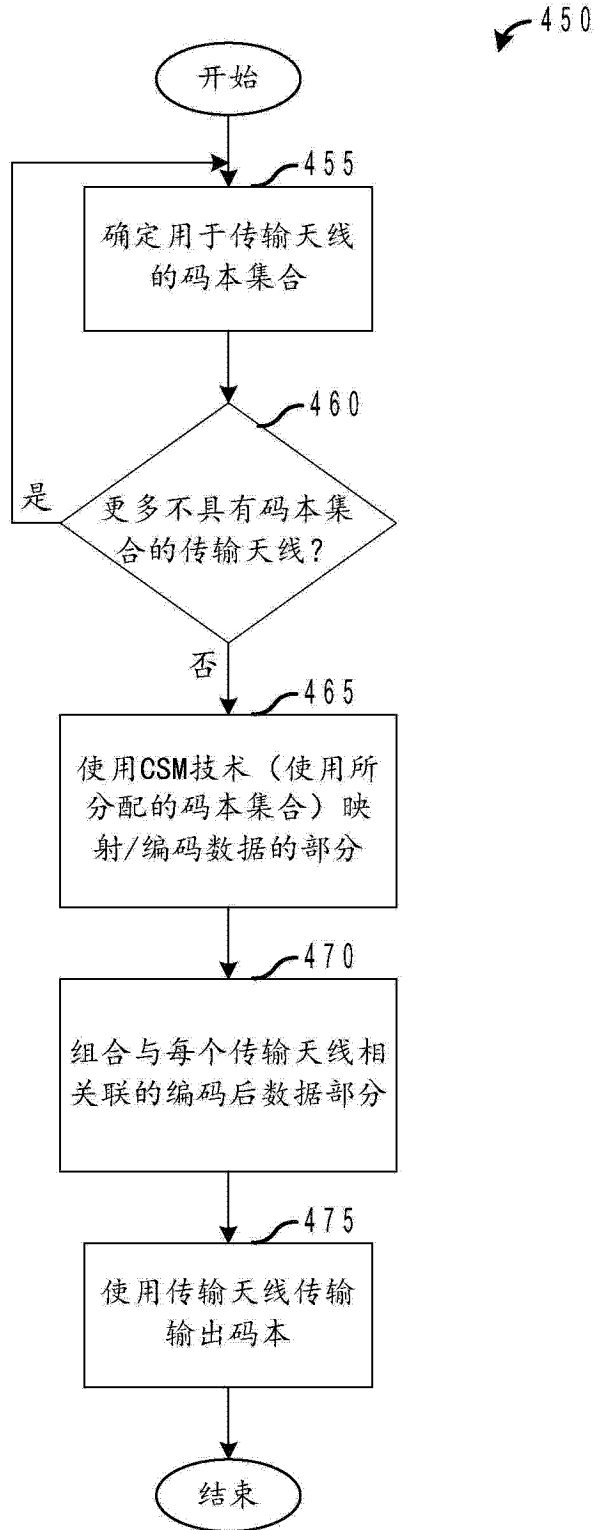


图 4b

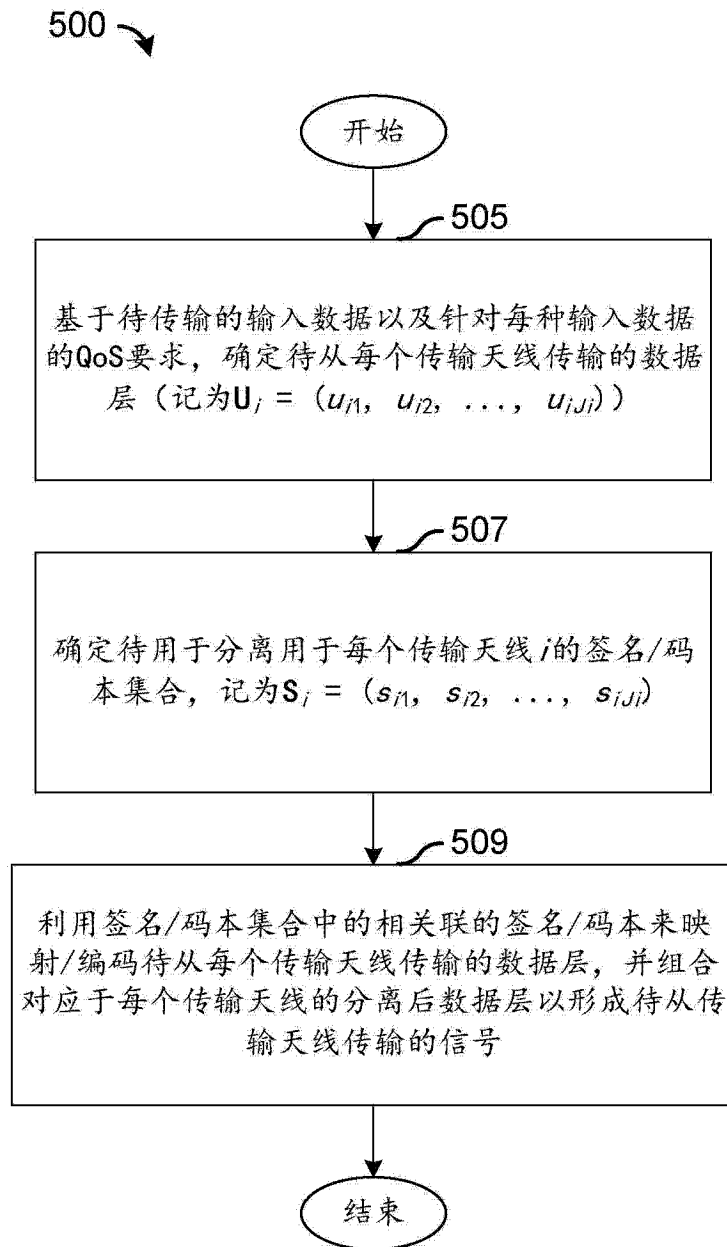


图 5a

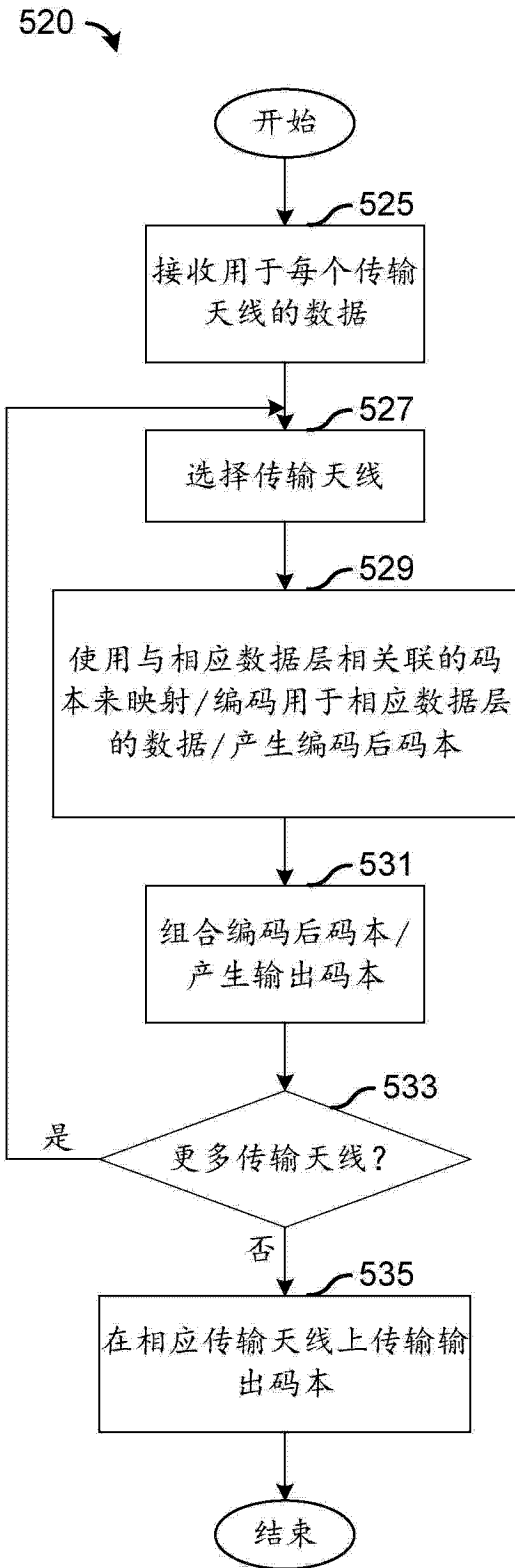


图 5b

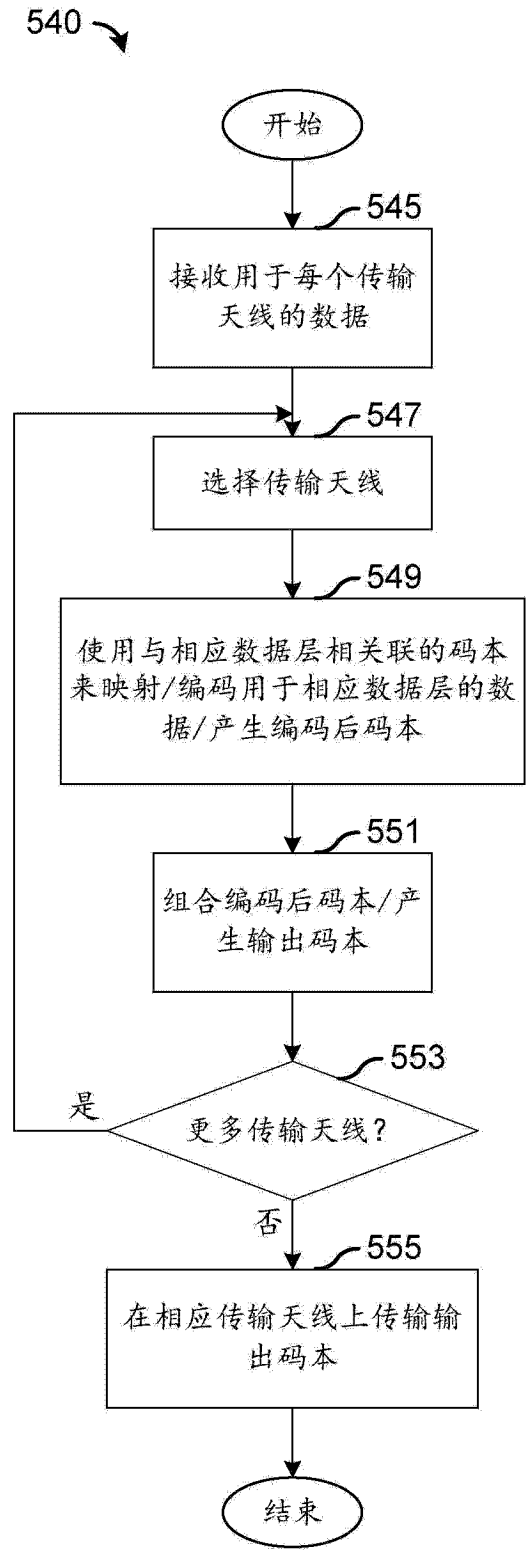


图 5c

600 ↘

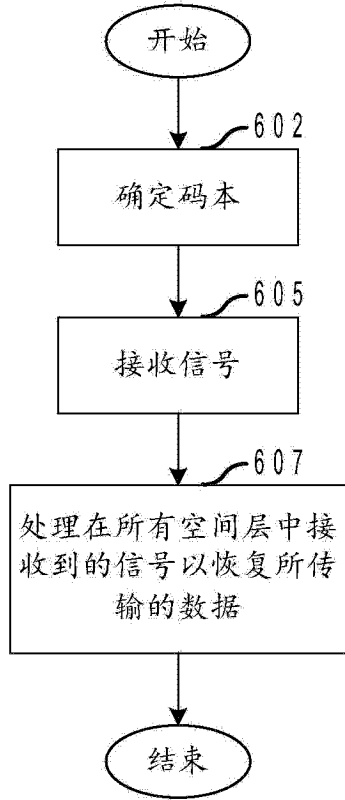


图 6a

↘ 620

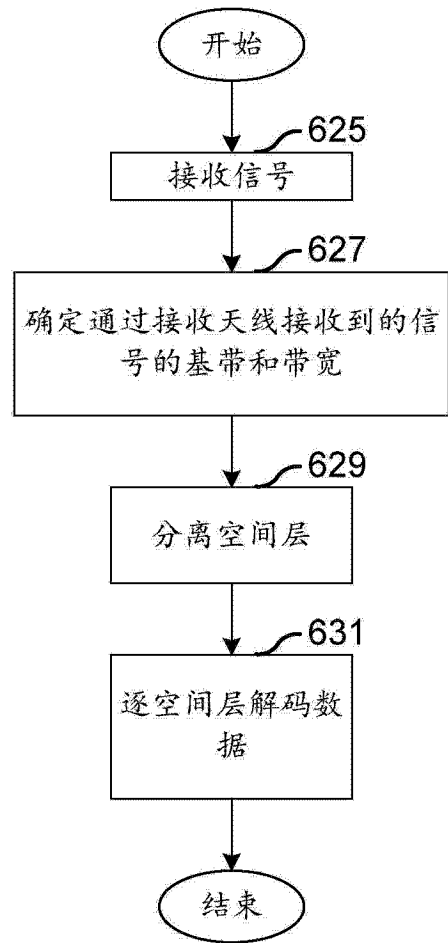


图 6b

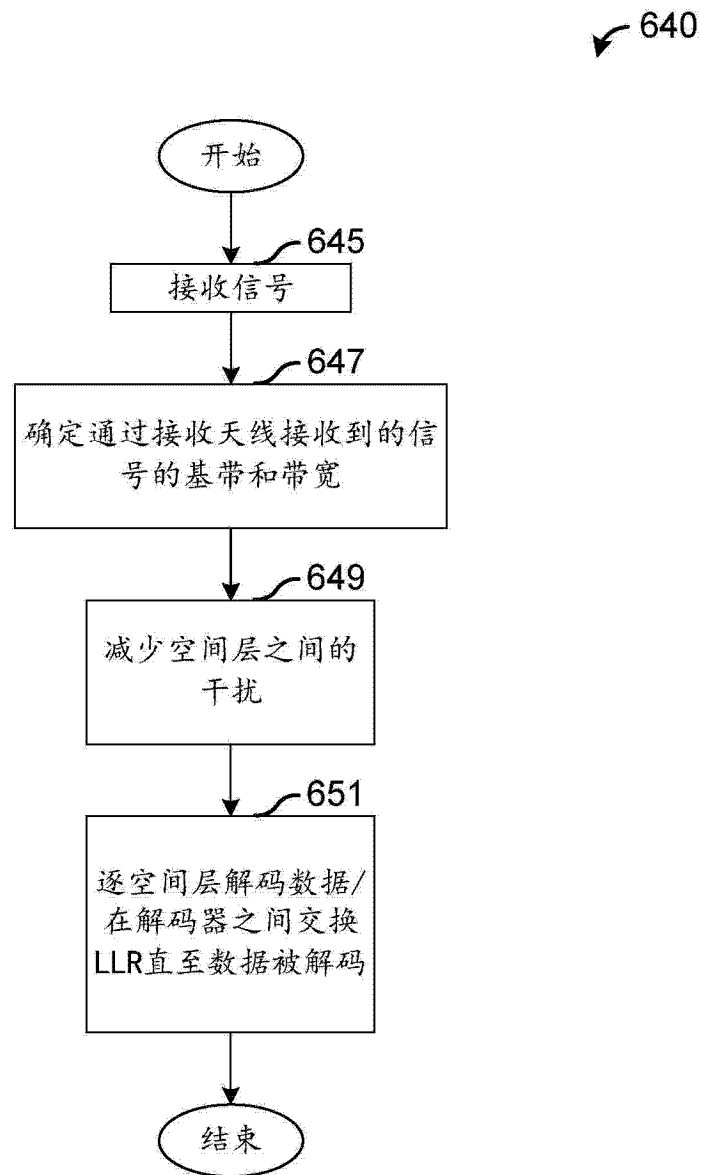


图 6c

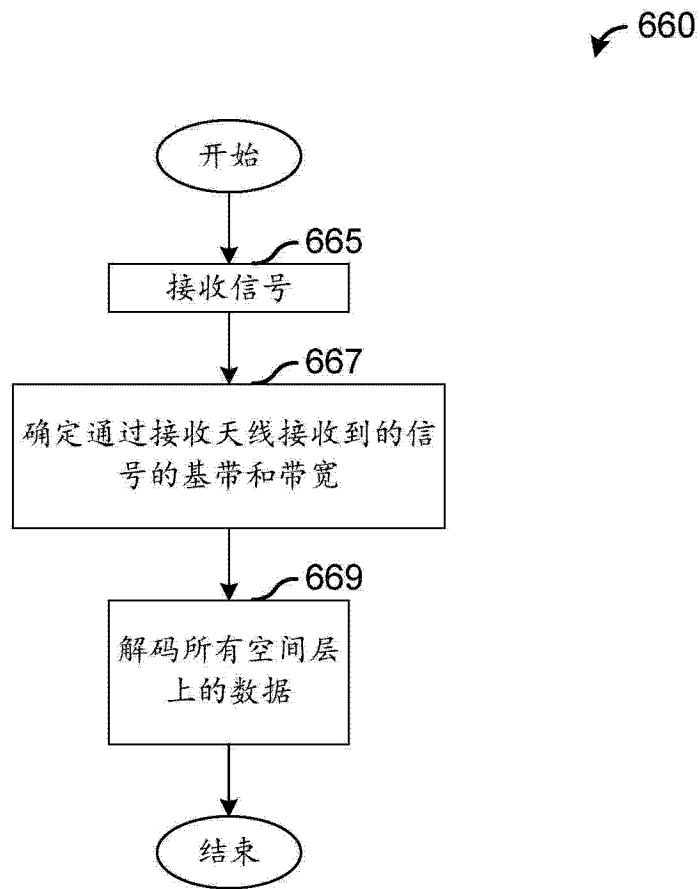


图 6d

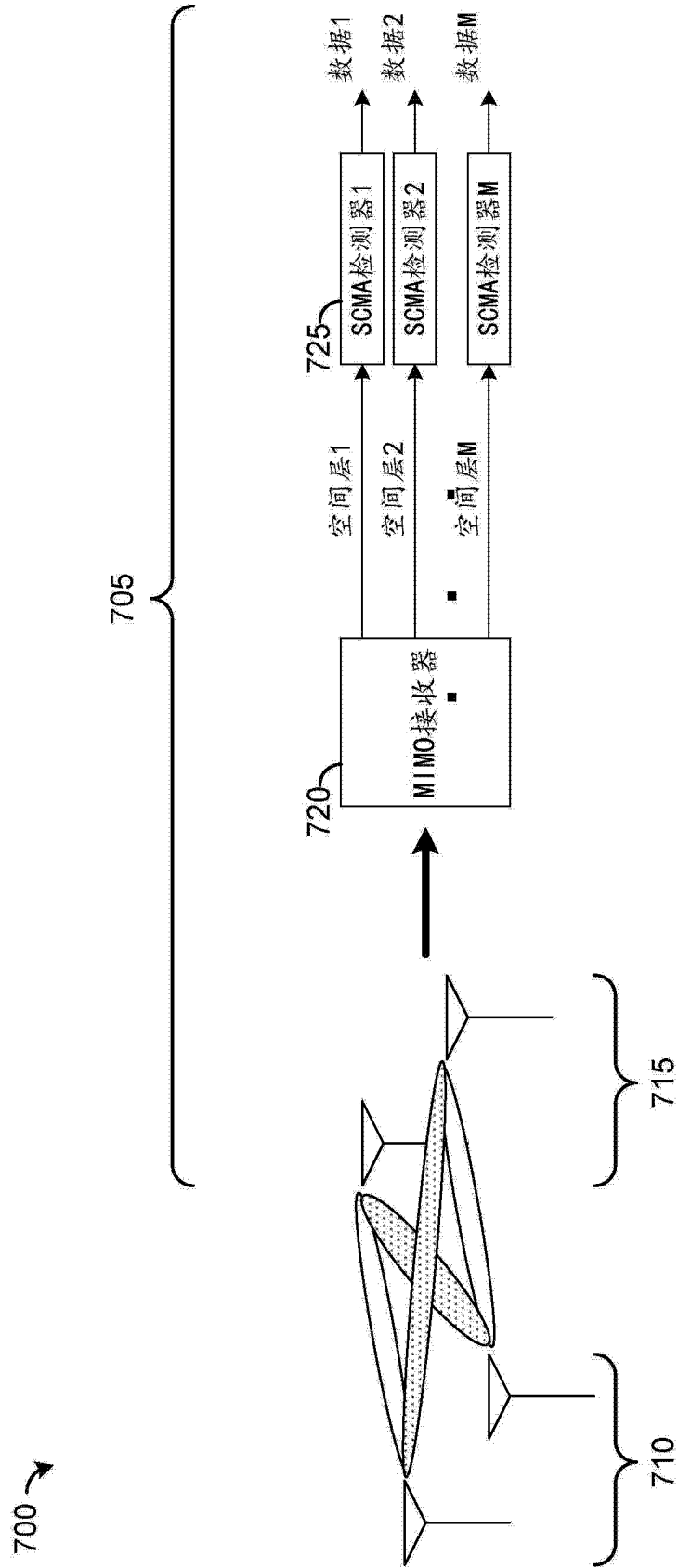


图 7a

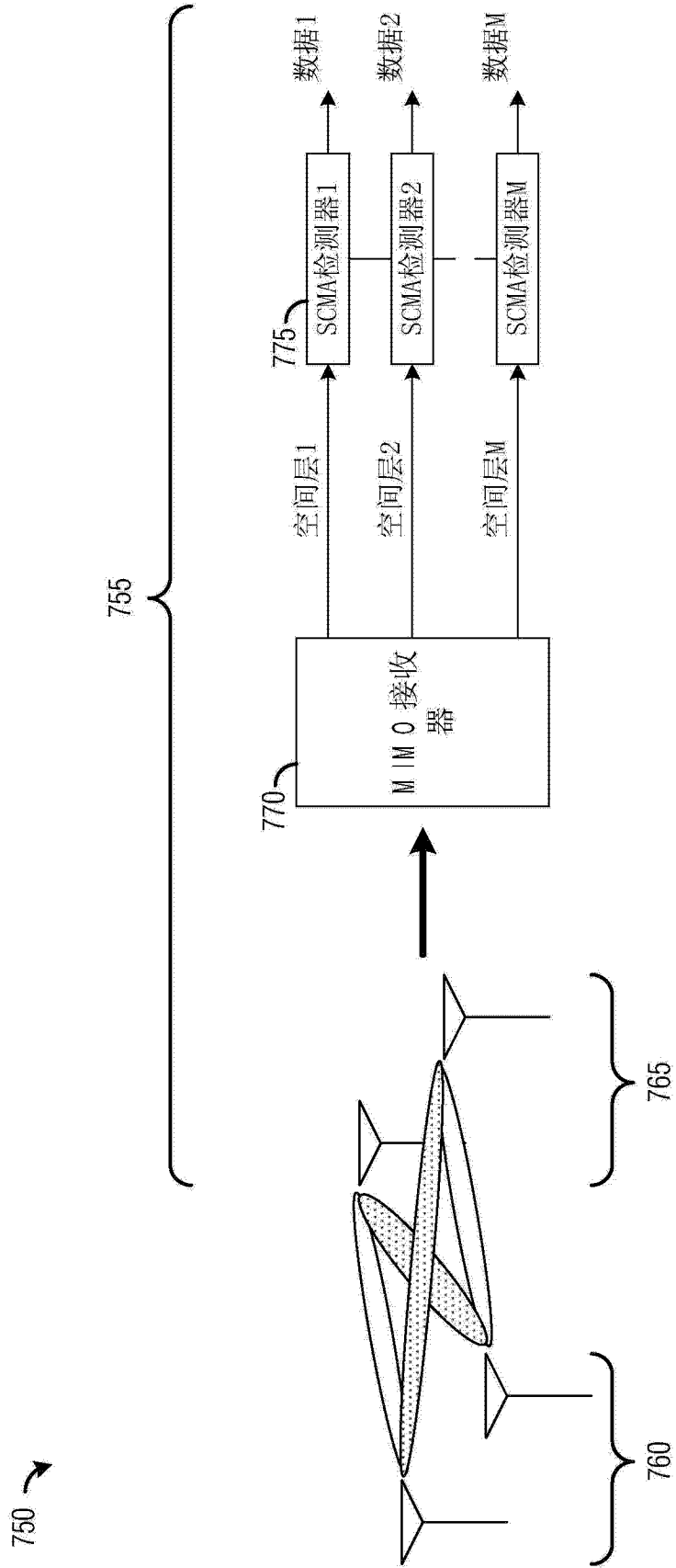


图 7b

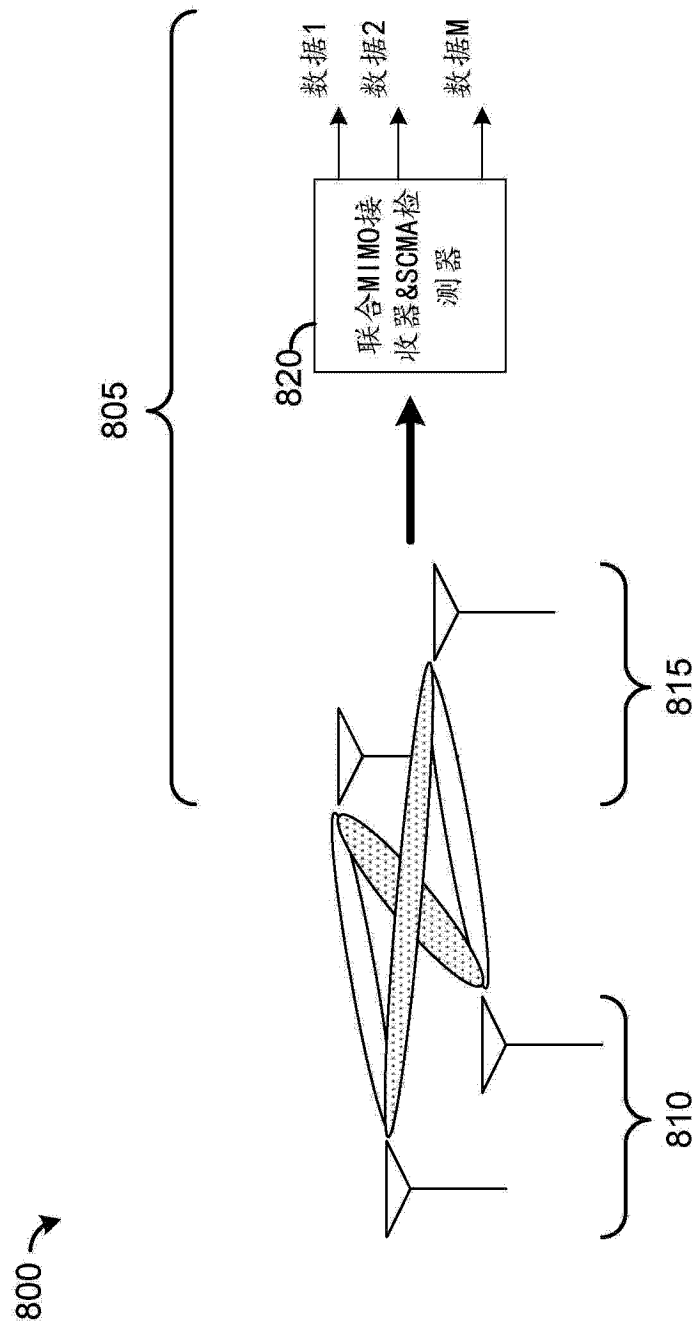


图 8

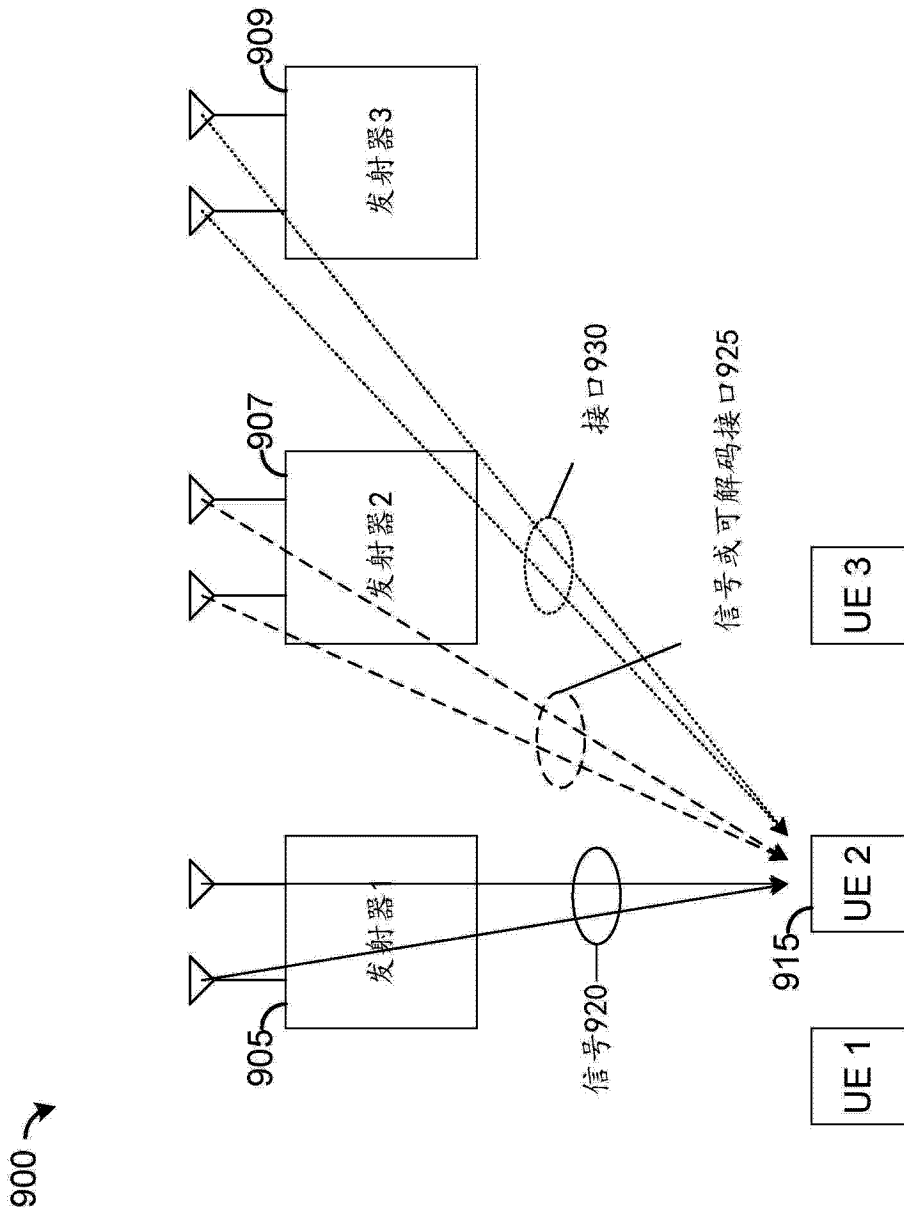


图 9

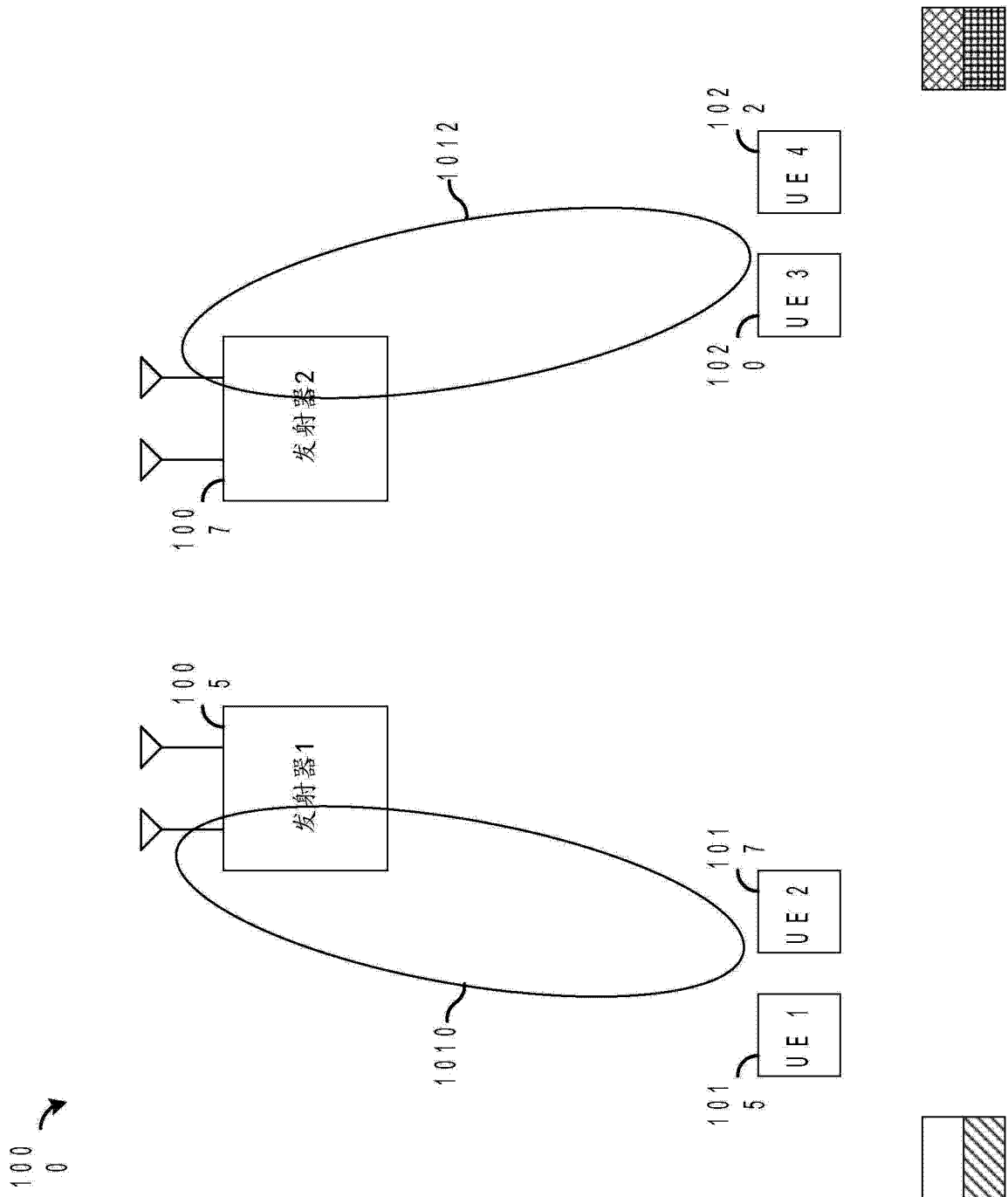


图 10a

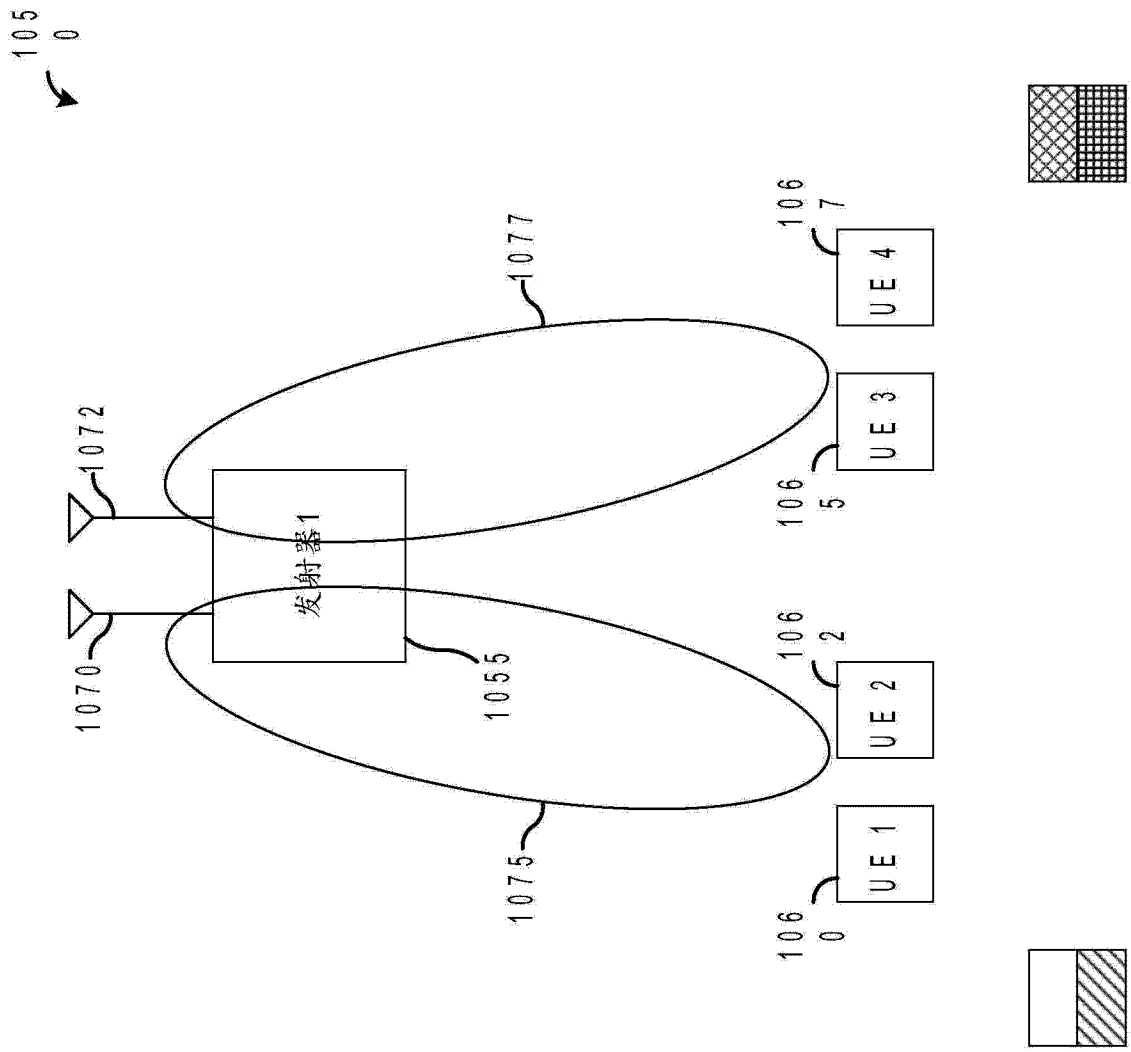
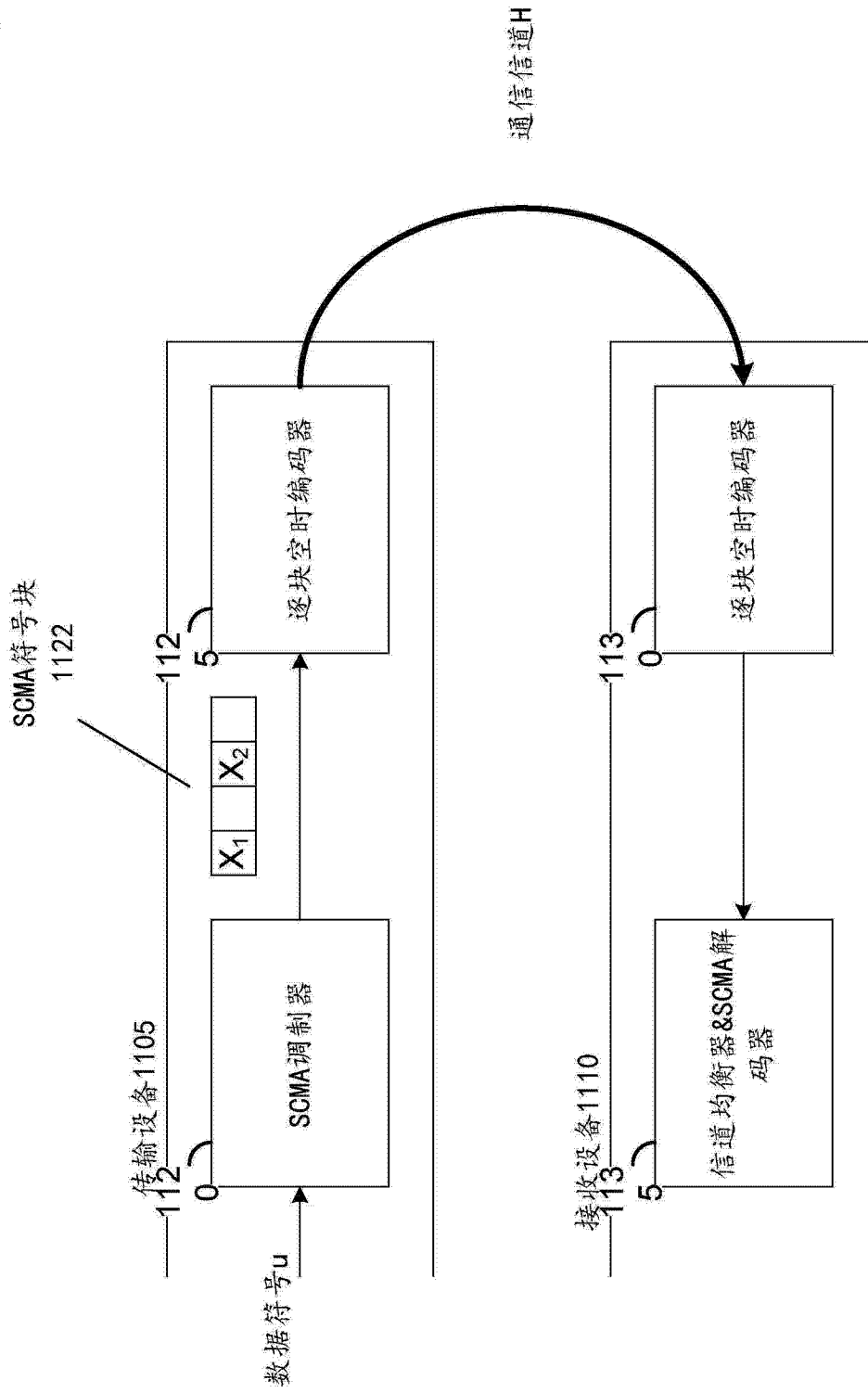


图 10b

110
0



通信信道H

图 11a

115
0

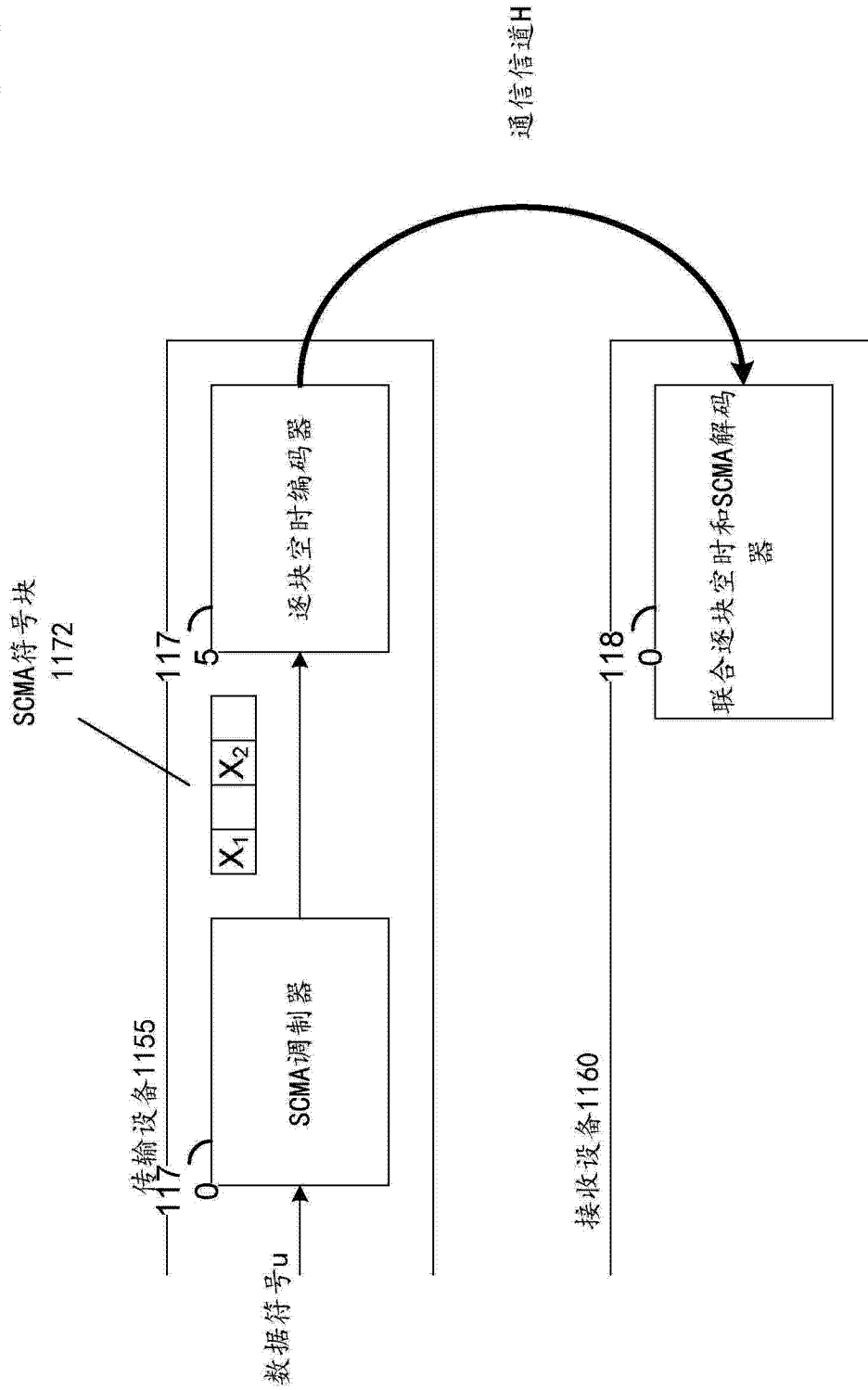


图 11b

120
0 ↘

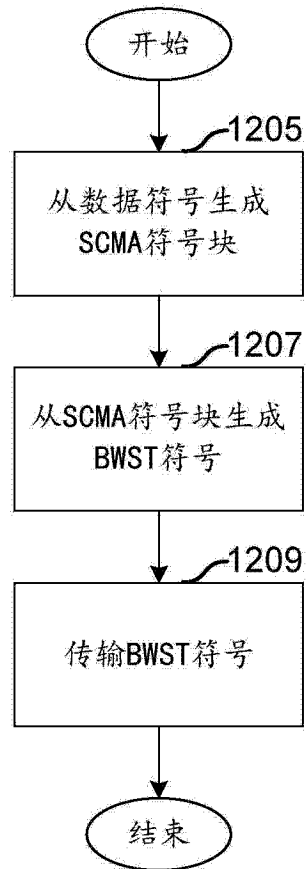


图 12a

123
0 ↘

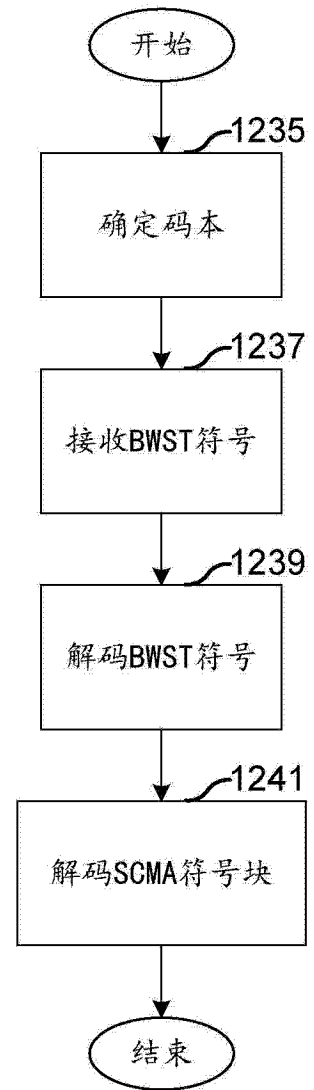


图 12b

126
0 ↘

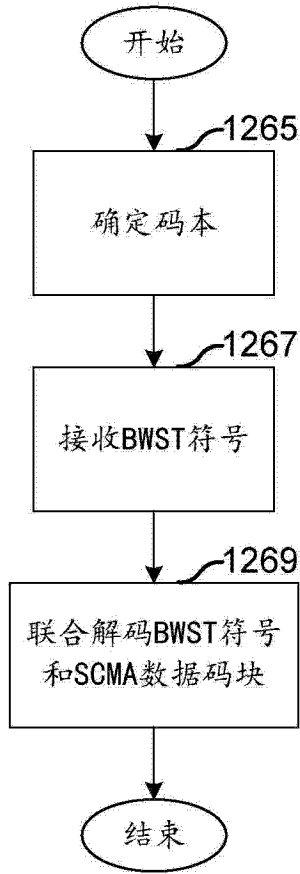


图 12c

130
0 ↘

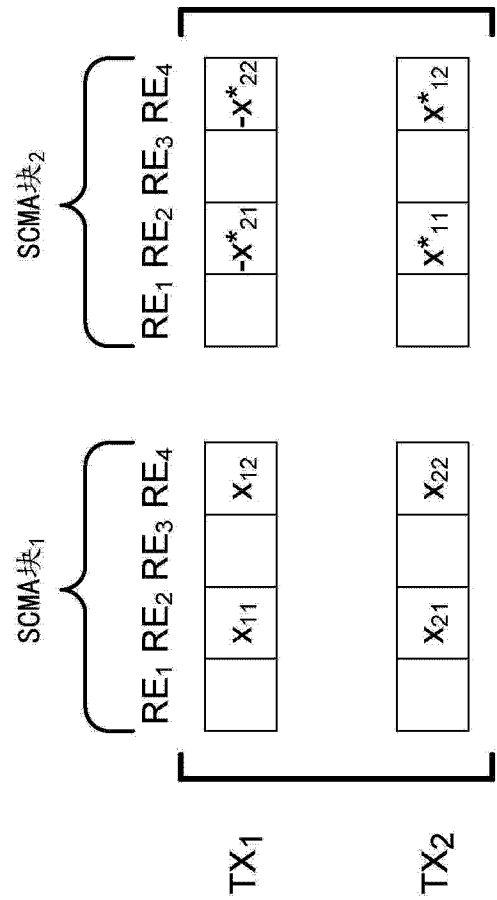


图 13a

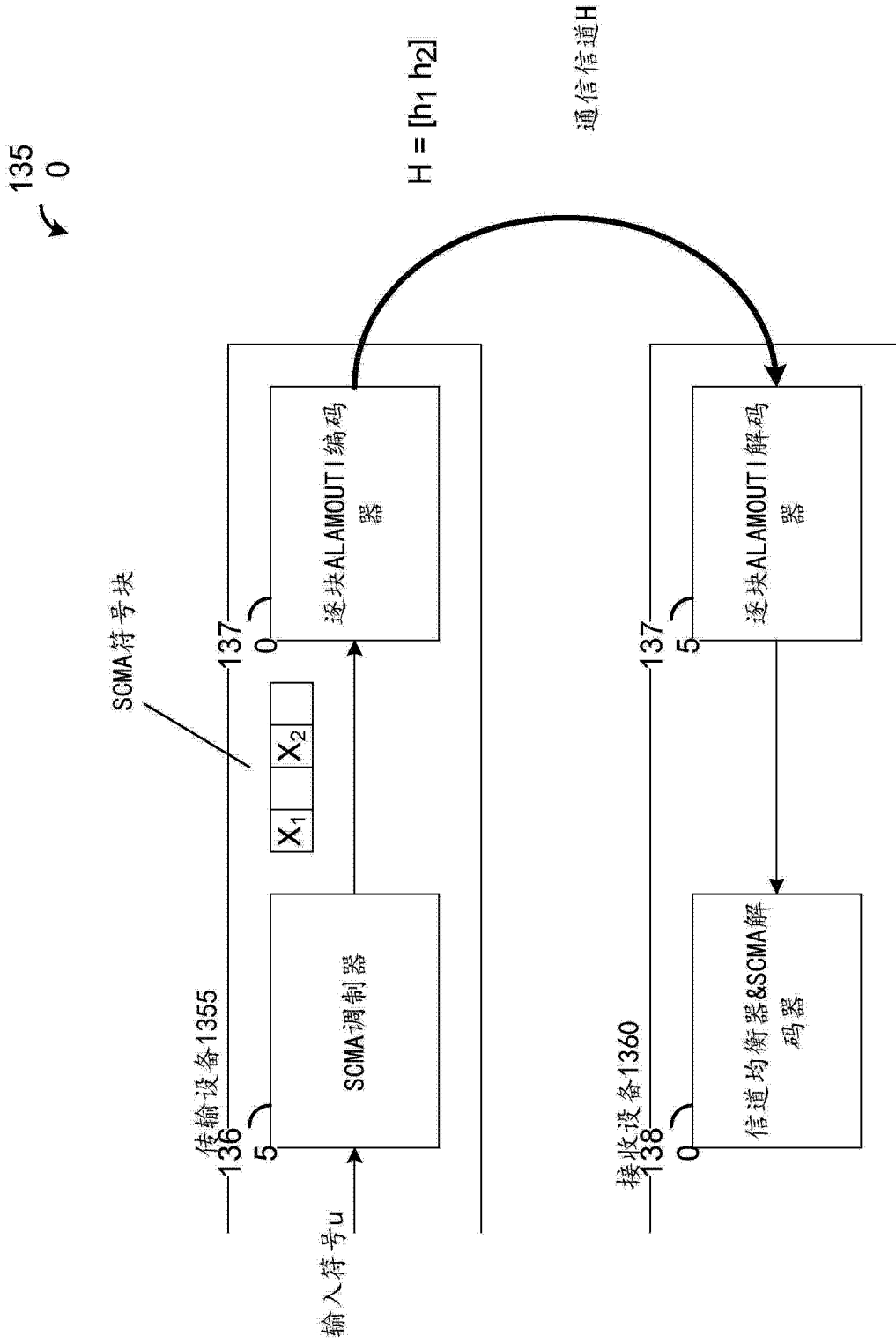


图 13b

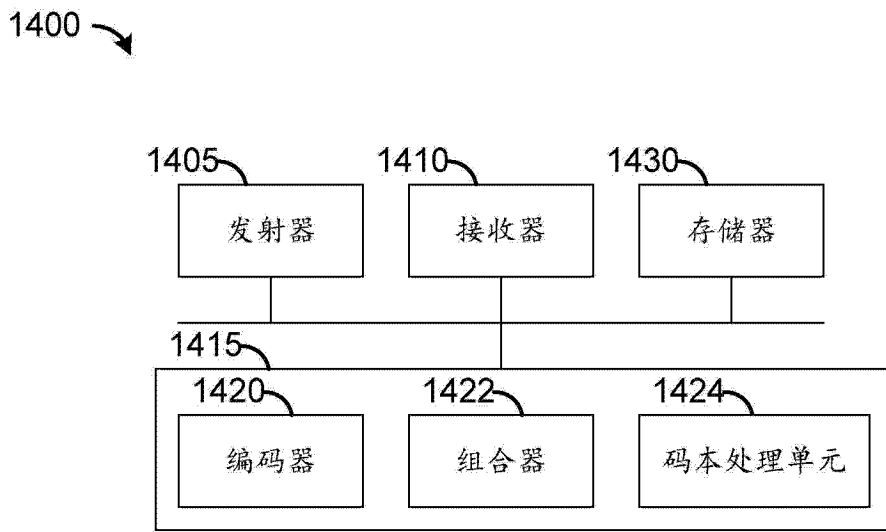


图 14

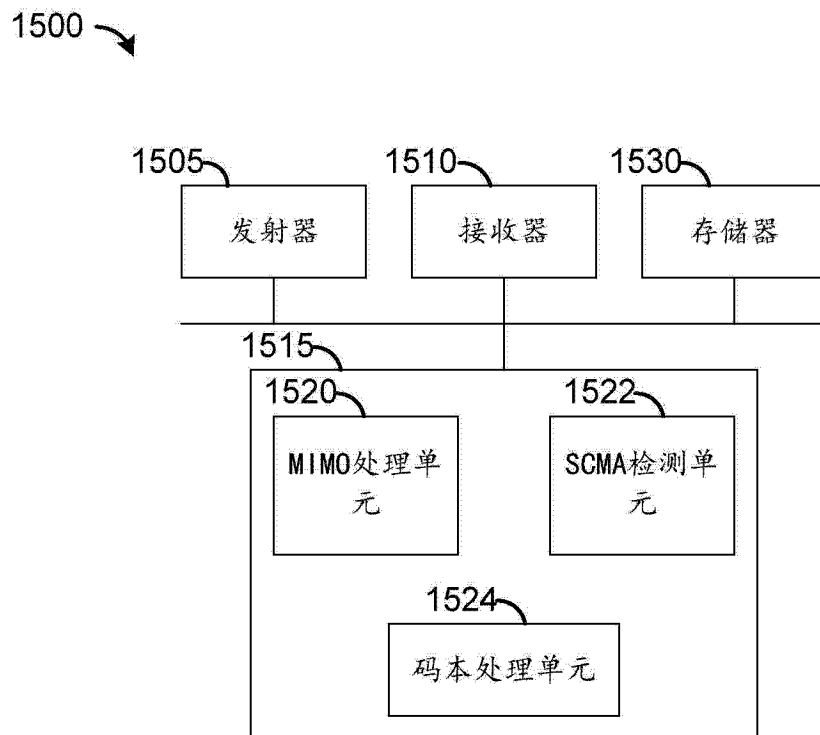


图 15

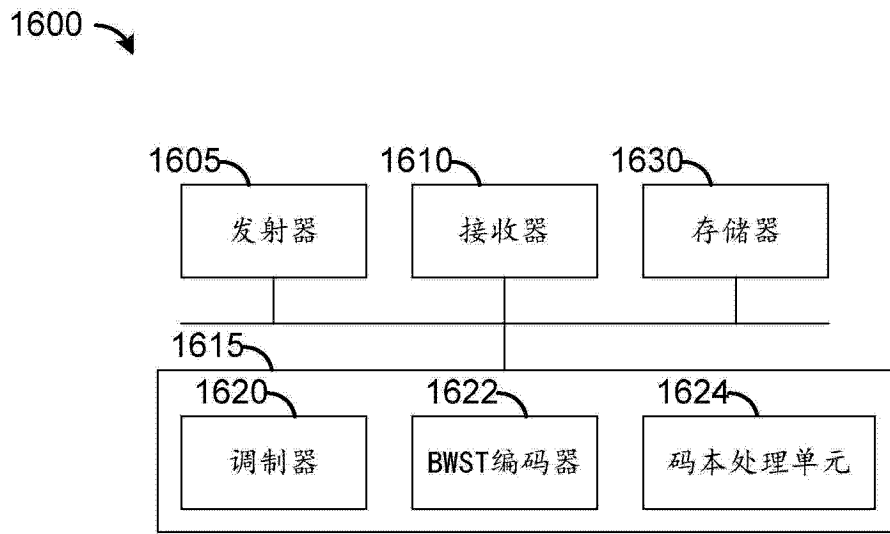


图 16

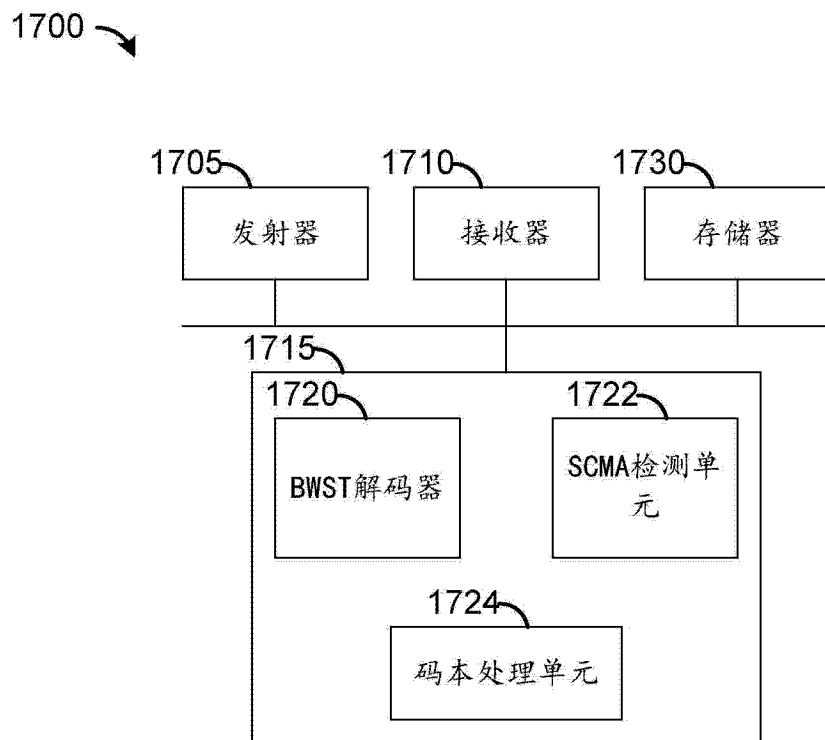


图 17