



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105830420 A

(43)申请公布日 2016.08.03

(21)申请号 201480065467.2

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038

(22)申请日 2014.10.06

代理人 吴信刚

(30)优先权数据

61/887,711 2013.10.07 US

(51)Int.Cl.

H04L 29/10(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.05.31

H04L 7/02(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/059372 2014.10.06

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/054165 EN 2015.04.16

(71)申请人 康普技术有限责任公司

地址 美国北卡罗来纳州

(72)发明人 D·查瓦斯基 P·M·瓦拉

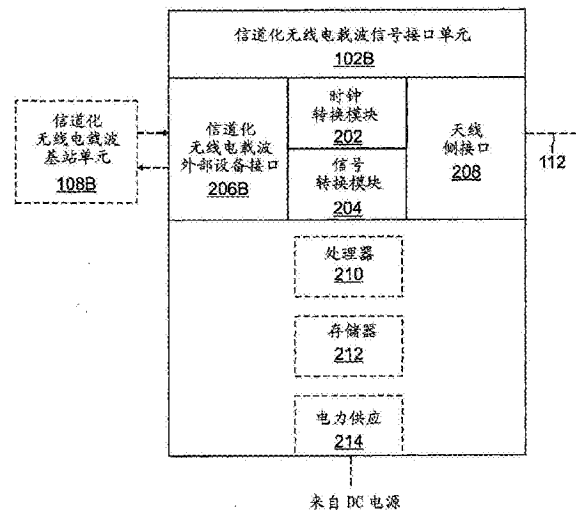
权利要求书8页 说明书27页 附图16页

(54)发明名称

用于在具有到基站的直接数字接口的分布式天线系统中整合异步信号的系统和方法

(57)摘要

无线电系统中的信号接口单元包括:外部设备接口,配置为从外部设备接收射频载波的下行链路异步无线电载波信号;时钟转换单元,通信地耦合至外部设备接口以及配置为将下行链路异步无线电载波信号从外部设备的时钟时钟重整为无线电系统的主时钟;以及天线侧接口,配置为向天线单元传递时钟重整的下行链路异步无线电载波信号和基于时钟重整的下行链路异步无线电载波信号的下行链路数字化射频信号中的至少一个。



1. 一种无线电系统中的信号接口单元,包括:
外部设备接口,配置为从外部设备接收射频载波的下行链路异步无线电载波信号;
时钟转换单元,通信地耦合至外部设备接口以及配置为将下行链路异步无线电载波信号从外部设备的时钟重整为无线电系统的主时钟;以及
天线侧接口,配置为将时钟重整的下行链路异步无线电载波信号和基于时钟重整的下行链路异步无线电载波信号的下行链路数字化射频信号中的至少一个传递至天线单元。
2. 根据权利要求1所述的信号接口单元,其中时钟转换单元包括重采样滤波器,重采样滤波器将下行链路异步无线电载波信号从外部设备的时钟重整为无线电系统的主时钟。
3. 根据权利要求1所述的信号接口单元,其中时钟转换单元使用Farrow结构从外部设备的第一时钟域转换为无线电系统的第二时钟域。
4. 根据权利要求1所述的信号接口单元,其中时钟转换单元被配置为通过将第一时钟域的第一时钟同步的信道化无线电载波的第一采样转换为与第二时钟域的第二时钟同步的第二采样来对下行链路异步无线电载波信号进行时钟重整。
5. 根据权利要求1所述的信号接口单元,其中下行链路异步无线电载波信号特定于特定信道以及在能够执行射频转换和发送之前需要另外的基带转换;以及
其中下行链路数字化射频信号不特定于特定信道以及在能够执行射频转换和发送之前不需要另外的基带转换。
6. 根据权利要求1所述的信号接口单元,其中下行链路异步无线电载波信号包括I/Q对。
7. 根据权利要求1所述的信号接口单元,还包括:
信号转换模块,通信地耦合在外部设备接口与天线侧接口之间以及配置为基于时钟重整的下行链路异步无线电载波信号生成下行链路数字化射频信号。
8. 根据权利要求1所述的信号接口单元,其中天线单元是通过至少一个介质通信地耦合至信号接口单元的远程天线单元。
9. 根据权利要求8所述的信号接口单元,其中分布式天线系统网络接口被配置为通过所述至少一个介质将下行链路数字射频信号直接地传递至远程天线单元。
10. 根据权利要求8所述的信号接口单元,其中信号接口与中间设备通信地耦合,中间设备使下行链路数字射频信号在发送到远程天线单元之前与至少另一个下行链路数字射频信号聚合。
11. 根据权利要求10所述的信号接口单元,其中所述下行链路数字射频信号和所述至少另一个下行链路数字射频信号内的个体信道不重叠以及能够一起同时上变频转换为射频频谱。
12. 根据权利要求8所述的信号接口单元,其中所述至少一个介质包括有线介质和无线介质中的至少一个。
13. 根据权利要求8所述的信号接口单元,其中信号接口通过所述至少一个介质将数字信号和模拟信号中的至少一个传递至远程天线单元。
14. 根据权利要求1所述的信号接口单元,其中外部设备是基站的基带单元的一部分。
15. 根据权利要求1所述的信号接口单元,其中外部设备是通用公共无线电接口CPRI基

站接口、开放式基站架构倡议OBSAI基站接口和开放式无线电接口ORI接口中的至少一个；以及

其中根据通用公共无线电接口CPRI标准、开放式基站架构倡议OBSAI标准和开放式无线电接口ORI标准中的至少一个使下行链路异步无线电载波信号格式化。

16. 根据权利要求1所述的信号接口单元,其中下行链路数字射频信号包括定位在反映其在射频频谱内的最终位置的一组频谱内的无线电载波的数字表示。

17. 根据权利要求1所述的信号接口单元,还包括:

其中天线侧接口被配置为从天线单元接收上行链路数字化射频信号和上行链路信道化无线电载波信号中的至少一个。

其中时钟转换单元还被配置为将上行链路信道化无线电载波信号从无线电系统的主时钟时钟重整为外部设备的时钟;以及

其中外部设备接口还被配置为将射频载波的上行链路信道化无线电载波信号传递至外部设备。

18. 一种方法,包括:

在信号接口单元处从外部设备接收射频载波的下行链路异步无线电载波信号;

在信号接口单元处将下行链路异步无线电载波信号从外部设备的时钟时钟重整为无线电系统的主时钟;以及

将时钟重整的下行链路异步无线电载波信号和基于时钟重整的下行链路异步无线电载波信号的下行链路数字化射频信号中的至少一个从信号接口单元传递至天线单元。

19. 根据权利要求18所述的方法,其中在信号接口单元处将下行链路异步无线电载波信号从外部设备的时钟时钟重整为无线电系统的主时钟至少部分地通过重采样滤波器发生。

20. 根据权利要求18所述的方法,其中在信号接口单元处将下行链路异步无线电载波信号从外部设备的时钟时钟重整为无线电系统的主时钟包括使用Farrow结构从外部设备的第一时钟域转换为无线电系统的第二时钟域。

21. 根据权利要求18所述的方法,其中在信号接口单元处将下行链路异步无线电载波信号从外部设备的时钟时钟重整为无线电系统的主时钟包括将与第一时钟域的第一时钟同步的信道化无线电载波的第一采样转换为与第二时钟域的第二时钟同步的第二采样。

22. 根据权利要求18所述的方法,其中下行链路异步无线电载波信号特定于特定信道以及在能够执行射频转换和发送之前需要另外的基带转换;以及

其中下行链路数字化射频信号不特定于特定信道以及在能够执行射频转换和发送之前不需要另外的基带转换。

23. 根据权利要求18所述的方法,其中下行链路异步无线电载波信号包括I/Q对。

24. 根据权利要求18所述的方法,还包括:

基于时钟重整的下行链路异步无线电载波信号生成下行链路数字化射频信号。

25. 根据权利要求18所述的方法,其中天线单元是通过至少一个介质通信地耦合至信号接口单元的远程天线单元。

26. 根据权利要求25所述的方法,其中将时钟重整的下行链路异步无线电载波信号和基于时钟重整的下行链路异步无线电载波信号的下行链路数字化射频信号中的所述至少

一个从信号接口单元传递至天线单元通过所述至少一个介质发生。

27. 根据权利要求25所述的方法,还包括在通信地耦合在信号接口与远程天线单元之间的中间设备处使下行链路数字射频信号在发送到远程天线单元之前与至少另一个下行链路数字射频信号聚合。

28. 根据权利要求27所述的方法,其中所述下行链路数字射频信号和所述至少另一个下行链路数字射频信号内的个体信道不重叠以及能够一起同时上变频转换为射频频谱。

29. 根据权利要求18所述的方法,其中外部设备是基站的基带单元的一部分。

30. 根据权利要求18所述的方法,其中外部设备是通用公共无线电接口CPRI基站接口、开放式基站架构倡议OBSAI基站接口和开放式无线电接口ORI接口中的至少一个;以及

其中根据通用公共无线电接口CPRI标准、开放式基站架构倡议OBSAI标准和开放式无线电接口ORI标准中的至少一个使下行链路异步无线电载波信号格式化。

31. 根据权利要求18所述的方法,其中下行链路数字射频信号包括定位在反映其在射频频谱内的最终位置的一组频谱内的无线电载波的数字表示。

32. 根据权利要求18所述的方法,还包括:

在信号接口处从天线单元接收上行链路数字化射频信号和上行链路信道化无线电载波信号中的至少一个;

在信号接口处将上行链路信道化无线电载波信号从无线电系统的主时钟时钟重整为外部设备的时钟;以及

将射频载波的上行链路信道化无线电载波信号从信号接口单元传递至外部设备。

33. 一种分布式天线系统,包括:

多个信号接口单元,配置为从至少一个外部设备接收多个射频载波的多个下行链路异步无线电载波信号,所述多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个具有不同时钟;

其中所述多个信号接口单元还配置为将所述多个下行链路异步无线电载波信号从所述多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟时钟重整为分布式天线系统的主时钟;

其中所述多个信号接口单元还被配置为将所述多个下行链路异步无线电载波信号转换为下行链路数字化射频信号;

主机单元,通信地耦合至所述多个信号接口单元以及配置为将所述多个下行链路数字化射频信号中的至少两个组合为聚合下行链路数字化射频信号;

天线单元,通信地耦合至主机单元以及配置为从主机单元接收聚合下行链路数字化射频信号;

其中天线单元还被配置为将聚合下行链路数字化射频信号和基于聚合下行链路数字化射频信号的另一个信号中的至少一个转换为下行链路射频信号;

其中天线单元还被配置为向至少一个订户单元无线地发送下行链路射频信号。

34. 根据权利要求33所述的分布式天线系统,其中所述多个信号接口单元包括至少一个重采样滤波器,所述至少一个重采样滤波器将所述多个下行链路异步无线电载波信号从所述多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟时钟重整为远程天线单元的主时钟。

35. 根据权利要求33所述的分布式天线系统,其中所述多个信号接口单元被配置为使

用Farrow结构从外部设备的第一时钟域转换为远程天线单元的第二时钟域。

36. 根据权利要求33所述的分布式天线系统,其中所述多个信号接口单元中的至少一个被配置为通过将与第一时钟域的第一时钟同步的信道化无线电载波的第一采样转换为与第二时钟域的第二时钟同步的第二采样来对至少一个下行链路异步无线电载波信号进行时钟重整。

37. 根据权利要求33所述的分布式天线系统,其中所述多个下行链路异步无线电载波信号中的至少一个特定于特定信道以及在能够执行射频转换和发送之前需要另外的基带转换;以及

其中聚合下行链路模拟中频信号不特定于特定信道以及在能够执行射频转换和发送之前不需要另外的基带转换。

38. 根据权利要求33所述的分布式天线系统,其中下行链路异步无线电载波信号中的至少一个包括I/Q对。

39. 根据权利要求33所述的分布式天线系统,其中所述多个下行链路模拟中频信号中的所述至少两个内的个体信道不重叠以及一旦组合成聚合下行链路模拟中频信号就能够一起同时上变频转换为射频频谱。

40. 根据权利要求33所述的分布式天线系统,其中所述多个外部设备中的至少一个是基站的基带处理单元。

41. 根据权利要求33所述的分布式天线系统,其中在所述多个信号接口单元处接收的所述多个下行链路异步无线电载波信号中的至少一个使用SONET协议和以太网协议中的至少一个接收I/Q对。

42. 根据权利要求33所述的分布式天线系统,其中所述多个网络接口中的至少一个是通用公共无线电接口CPRI基站接口、开放式基站架构倡议OBSAI基站接口和开放式无线电接口ORI接口中的至少一个;以及

其中根据通用公共无线电接口CPRI标准、开放式基站架构倡议OBSAI标准和开放式无线电接口ORI标准中的至少一个使下行链路异步无线电载波信号中的至少一个格式化。

43. 根据权利要求33所述的分布式天线系统,其中下行链路异步无线电载波信号中的至少一个包括定位在反映其在射频频谱内的最终位置的一组频谱内的无线电载波的数字表示。

44. 根据权利要求33所述的分布式天线系统,还包括:

其中所述多个信号接口单元还被配置为至少部分地通过将多个上行链路数字化射频信号时钟重整为不同于分布式天线系统的主时钟的多个异步时钟来将多个上行链路数字化射频信号转换为上行链路异步无线电载波信号。

45. 一种用于在分布式天线系统中连接多个异步下行链路异步无线电载波信号的方法,包括:

在多个信号接口单元处从至少一个外部设备接收多个射频载波的多个下行链路异步无线电载波信号,所述多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个具有不同时钟;

在所述多个信号接口单元处将所述多个下行链路异步无线电载波信号从所述多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟时钟重整为分布式天线系统的主时钟;

在所述多个信号接口单元处将所述多个下行链路异步无线电载波信号转换为下行链路数字化射频信号；

将下行链路数字化射频信号从所述多个信号接口单元传递至主机单元；

在主机单元处将所述多个下行链路数字化射频信号中的至少两个组合成聚合下行链路数字化射频信号；

将聚合下行链路数字化射频信号从主机单元传递至天线单元；以及

在天线单元处将聚合下行链路数字化射频信号和基于聚合下行链路数字化射频信号的另一个信号中的至少一个转换为下行链路射频信号。

46. 根据权利要求45所述的方法,还包括:

向至少一个订户单元无线地发送下行链路射频信号。

47. 根据权利要求45所述的方法,其中在天线单元处将所述多个下行链路异步无线电载波信号从所述多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟时钟重整为天线单元的主时钟通过至少一个重采样滤波器发生。

48. 根据权利要求45所述的方法,其中将所述多个下行链路异步无线电载波信号时钟重整为天线单元的主时钟使用Farrow结构将所述多个下行链路异步无线电载波信号从所述多个信道化无线电载波信号的第一时钟域转换为天线单元的第二时钟域。

49. 根据权利要求45所述的方法,其中将所述多个下行链路异步无线电载波信号时钟重整为天线单元的主时钟包括将与第一时钟域的第一时钟同步的信道化无线电载波的第一采样转换为与第二时钟域的第二时钟同步的第二采样。

50. 根据权利要求45所述的方法,其中所述多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个特定于特定信道以及在能够执行射频转换和发送之前需要另外的基带转换;以及

其中聚合下行链路模拟中频信号不特定于特定信道以及在能够执行射频转换和发送之前不需要另外的基带转换。

51. 根据权利要求45所述的方法,其中下行链路异步无线电载波信号中的每一个包括I/Q对。

52. 根据权利要求45所述的方法,其中所述多个下行链路模拟中频信号中的所述至少两个内的个体信道不重叠以及一旦组合成聚合下行链路模拟中频信号就能够一起同时上变频转换为射频频谱。

53. 根据权利要求45所述的方法,其中所述多个外部设备中的至少一个是基站的基带处理单元中的至少一个。

54. 根据权利要求45所述的方法,其中接收所述多个射频载波的所述多个下行链路异步无线电载波信号中的至少一个使用SONET协议和以太网协议中的至少一个发送I/Q对来发生。

55. 根据权利要求45所述的方法,其中所述多个网络接口中的至少一个是通用公共无线电接口CPRI基站接口、开放式基站架构倡议OBSAI基站接口和开放式无线电接口ORI接口中的至少一个;以及

其中根据通用公共无线电接口CPRI标准、开放式基站架构倡议OBSAI标准和开放式无线电接口ORI标准中的至少一个使下行链路异步无线电载波信号中的至少一个格式化。

56. 根据权利要求45所述的方法,其中下行链路异步无线电载波信号中的至少一个包

括定位在反映其在射频频谱内的最终位置的一组频谱内的无线电载波的数字表示。

57. 根据权利要求45所述的方法,还包括:

至少部分地通过将多个上行链路数字化射频信号时钟重整为不同于分布式天线系统的主时钟的多个异步时钟来在所述多个信号接口单元处将多个上行链路数字化射频信号转换为上行链路异步无线电载波信号。

58. 一种远程天线单元,包括:

多个网络接口,配置为从至少一个外部设备接收多个射频载波的多个下行链路异步无线电载波信号,所述多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个具有不同时钟;

至少一个时钟转换单元,通信地耦合至所述多个外部设备接口以及配置为将所述多个下行链路异步无线电载波信号从所述多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟时钟重整为远程天线单元的主时钟;

至少一个中频转换器,通信地耦合至所述至少一个时钟转换单元以及配置为将所述多个下行链路异步无线电载波信号转换为下行链路模拟中频信号;

至少一个交换单元,通信地耦合至所述至少一个中频转换器以及配置为将所述多个下行链路模拟中频信号中的至少两个组合为聚合下行链路模拟中频信号;

至少一个射频转换器,通信地耦合至所述至少一个中频转换器以及配置为将聚合下行链路模拟中频信号转换为下行链路射频信号;

至少一个天线,通信地耦合至所述至少一个射频转换器以及配置为向至少一个订户单元无线发送下行链路射频信号。

59. 根据权利要求58所述的远程天线单元,其中所述至少一个时钟转换单元包括至少一个重采样滤波器,所述至少一个重采样滤波器将所述多个下行链路异步无线电载波信号从所述多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟时钟重整为远程天线单元的主时钟。

60. 根据权利要求58所述的远程天线单元,其中所述至少一个时钟转换单元使用Farrow结构从外部设备的第一时钟域转换为远程天线单元的第二时钟域。

61. 根据权利要求58所述的远程天线单元,其中所述至少一个时钟转换单元被配置为通过与第一时钟域的第一时钟同步的信道化无线电载波的第一采样转换为与第二时钟域的第二时钟同步的第二采样来对所述多个下行链路异步无线电载波信号进行时钟重整。

62. 根据权利要求58所述的远程天线单元,其中所述多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个特定于特定信道以及在能够执行射频转换和发送之前需要另外的基带转换;以及

其中聚合下行链路模拟中频信号不特定于特定信道以及在能够执行射频转换和发送之前不需要另外的基带转换。

63. 根据权利要求58所述的远程天线单元,其中下行链路异步无线电载波信号中的每一个包括I/Q对。

64. 根据权利要求58所述的远程天线单元,其中所述多个下行链路模拟中频信号中的所述至少两个内的个体信道不重叠以及一旦组合成聚合下行链路模拟中频信号就能够一起同时上变频转换为射频频谱。

65. 根据权利要求58所述的远程天线单元,其中所述多个外部设备中的至少一个是主

机信号接口和中间设备中的至少一个。

66. 根据权利要求58所述的远程天线单元,其中下行链路异步无线电载波信号中的至少一个包括定位在反映其在射频频谱内的最终位置的一组频谱内的无线电载波的数字表示。

67. 根据权利要求58所述的远程天线单元,还包括:

其中所述至少一个时钟转换单元还被配置为至少部分地通过将多个上行链路数字化射频信号时钟重整为不同于远程天线单元的主时钟的多个异步时钟来将多个上行链路数字化射频信号转换为上行链路异步无线电载波信号。

68. 根据权利要求67所述的远程天线单元,其中射频频带内的下行链路信号和上行链路信号在不同频谱中以及使用频分双工FDD方案在频率上分离。

69. 根据权利要求67所述的远程天线单元,其中射频频带内的下行链路和上行链路信号在频谱上重叠以及使用时分双工TDD方案在时间上分离。

70. 一种用于在天线单元处连接多个异步下行链路异步无线电载波信号的方法,包括:

在天线单元处从至少一个外部设备接收多个射频载波的多个下行链路异步无线电载波信号,所述多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个具有不同时钟;

在天线单元处将所述多个下行链路异步无线电载波信号从所述多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟时钟重整为天线单元的主时钟;

在天线单元处将所述多个下行链路异步无线电载波信号转换为下行链路模拟中频信号;

在天线单元处将所述多个下行链路模拟中频信号中的至少两个组合成聚合下行链路模拟中频信号;

在天线单元处将聚合下行链路模拟中频信号转换为下行链路射频信号;

从天线单元向至少一个订户单元无线地发送下行链路射频信号。

71. 根据权利要求70所述的方法,其中在天线单元处将所述多个下行链路异步无线电载波信号从所述多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟时钟重整为天线单元的主时钟通过至少一个重采样滤波器发生。

72. 根据权利要求70所述的方法,其中将所述多个下行链路异步无线电载波信号时钟重整为天线单元的主时钟使用Farrow结构将所述多个下行链路异步无线电载波信号从所述多个信道化无线电载波信号的第一时钟域转换为天线单元的第二时钟域。

73. 根据权利要求70所述的方法,其中将所述多个下行链路异步无线电载波信号时钟重整为天线单元的主时钟包括将与第一时钟域的第一时钟同步的信道化无线电载波的第一采样转换为与第二时钟域的第二时钟同步的第二采样。

74. 根据权利要求70所述的方法,其中所述多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个特定于特定信道以及在能够执行射频转换和发送之前需要另外的基带转换;以及

其中聚合下行链路模拟中频信号不特定于特定信道以及在能够执行射频转换和发送之前不需要另外的基带转换。

75. 根据权利要求70所述的方法,其中下行链路异步无线电载波信号中的每一个包括I/Q对。

76. 根据权利要求70所述的方法,其中所述多个下行链路模拟中频信号中的所述至少

两个内的个体信道不重叠以及一旦组合成聚合下行链路模拟中频信号就能够一起同时上变频转换为射频频谱。

77. 根据权利要求70所述的方法, 其中所述多个外部设备中的至少一个是主机信号接口和中间设备中的至少一个。

78. 根据权利要求70所述的方法, 其中下行链路异步无线电载波信号中的至少一个包括定位在反映其在射频频谱内的最终位置的一组频谱内的无线电载波的数字表示。

79. 根据权利要求70所述的方法, 还包括:

至少部分地通过将多个上行链路数字化射频信号时钟重整为不同于远程天线单元的主时钟的多个异步时钟来在所述至少一个时钟转换单元处将多个上行链路数字化射频信号转换为上行链路异步无线电载波信号。

用于在具有到基站的直接数字接口的分布式天线系统中整合异步信号的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2013年10月7日提交的美国临时专利申请序列号61/887,711的权益,该美国临时专利申请在此通过引用合并于此。

背景技术

[0003] 分布式天线系统(DAS)用于将无线信号覆盖分布到建筑物或者其它基本上封闭的环境中。天线典型地连接至射频(RF)信号源,诸如服务供应商的基站。在本领域中已经实现了将RF信号从RF信号源传输到天线的各种方法。

发明内容

[0004] 无线电系统中的信号接口单元包括:外部设备接口,配置为从外部设备接收射频载波的下行链路异步无线电载波信号;时钟转换单元,通信地耦合至外部设备接口以及配置为将下行链路异步无线电载波信号从外部设备的时钟时钟重整为无线电系统的主时钟;以及天线侧接口,配置为向天线单元传递时钟重整的下行链路异步无线电载波信号和基于时钟重整的下行链路异步无线电载波信号的下行链路数字化射频信号中的至少一个。

附图说明

[0005] 应当理解,附图仅描绘示例性实施例并且因此不被看作范围的限制,将通过使用附图用另外的特性和细节描述示例性实施例,在附图中:

[0006] 图1是分布式天线系统的示例性实施例的框图;

[0007] 图2A-2D是分布式天线系统(诸如,图1中的示例性分布式天线系统)中使用的信号接口单元的示例性实施例的框图;

[0008] 图3是分布式天线系统(诸如,图1中的示例性分布式天线系统)中使用的天线单元的示例性实施例的框图;

[0009] 图4A-4C是分布式天线系统的天线单元(诸如,图3中的示例性天线单元)中使用的RF转换模块的示例性实施例的框图;

[0010] 图5A-5B是分布式天线系统(诸如,图1中的示例性分布式天线系统)中使用的天线单元的示例性实施例的框图;

[0011] 图6是图示了用于在信号接口单元处对下行链路信道化无线电载波进行时钟重整的方法的一个示例性实施例的流程图;

[0012] 图7是图示了用于在信号接口单元处对上行链路信道化无线电载波进行时钟重整的方法的一个示例性实施例的流程图;

[0013] 图8是图示了用于在分布式天线系统中连接多个异步下行链路无线电载波信号的方法的一个示例性实施例的流程图;

[0014] 图9是图示了用于在分布式天线系统中连接多个异步上行链路无线电载波信号的

方法的一个示例性实施例的流程图；

[0015] 图10是图示了用于在天线单元处连接多个异步下行链路无线电载波信号的方法的一个示例性实施例的流程图；以及

[0016] 图11是图示了用于在天线单元处连接多个异步上行链路无线电载波信号的方法的一个示例性实施例的流程图。

[0017] 根据惯例,尽管各种描述的部件并非按比例绘制,但是被绘制为强调与示例性实施例有关的具体特性。各种附图中相同的附图标记和标示指示相同元件。

具体实施方式

[0018] 在下列详细说明中,对附图进行参照,附图形成详细说明的一部分并且在附图中通过图示的方式示出了具体示例性实施例。然而,应当理解,可以利用其它实施例并且可以作出逻辑、机械和电气改变。此外,附图和说明书中呈现的方法将不被解释为限制可以执行个体步骤的顺序。因此,将不以限制性意义理解下列详细说明。

[0019] 下面描述的一些实施例描述了分布式天线系统和分布式天线系统内的组件,包括通过分布式交换网络通信地耦合至至少一个天线单元的至少一个信号接口单元。在其它实施例中,信号接口单元与天线单元直接耦合或者与天线单元一起包括在单个设备中。信号接口单元通过回程网络通信地耦合至至少一个外部设备(诸如基站)。在示例性实施例中,信号接口单元是通用公共无线电接口(CPRI)基站接口、开放式基站架构倡议(OBSAI)基站接口和开放式无线电接口(ORI)基站接口中的至少一个。信号接口充当时钟转换单元,用以将下行链路异步无线电载波信号的时钟转换为信号接口和/或分布式天线系统的公共时钟。在示例性实施例中,下行链路异步无线电载波信号是按照特定速率采样的数字信号。在示例性实施例中,信号接口单元包括至少一个重采样滤波器,该重采样滤波器将多个下行链路异步无线电载波信号从多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟时钟重整为信号接口单元和/或分布式天线系统100的主时钟。在示例性实施例中,信号接口使用内插法创建具有公共时钟的新信号。在示例性实施例中,信号接口使用Farrow结构将下行链路异步无线电载波信号从信道化无线电载波基站接口的第一时钟域转换为信号接口单元和/或分布式天线系统的第二时钟域。在示例性实施例中,信号接口被配置为通过将多个信道化无线电载波信号的第一采样速率转换为第二采样速率来对多个下行链路异步无线电载波信号进行时钟重整。

[0020] 下面描述的其它实施例描述了配置为接收多个下行链路异步数字化无线电载波信号的天线单元。在示例性实施例中,多个下行链路异步无线电载波信号以按照特定速率采样的数字信号的形式。天线单元包括用于多个下行链路异步无线电载波信号的至少一个时钟转换单元。至少一个时钟转换单元将下行链路异步无线电载波信号的时钟转换为天线单元的公共时钟。在示例性实施例中,至少一个时钟转换单元包括至少一个重采样滤波器,该重采样滤波器将多个下行链路异步无线电载波信号从多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟时钟重整为远程天线单元的主时钟。在示例性实施例中,至少一个时钟转换单元使用内插法创建具有公共时钟的新信号。在示例性实施例中,至少一个时钟转换单元使用Farrow结构将下行链路异步无线电载波信号从信道化无线电载波基站接口的第一时钟域转换为远程天线单元的第二时钟域。在示例性实施例中,至少一个时

钟转换单元被配置为通过将多个信道化无线电载波信号的第一采样速率转换为第二采样速率来对多个下行链路异步无线电载波信号进行时钟重整。

[0021] 在示例性实施例中,天线单元是多标准的并且能够接收至少一个信号以及将信号转换为射频(RF)并且使用至少一个天线发送信号。在示例性实施例中,天线单元不特定于若干信道或者空中协议,并且当添加或者移除信道或者使用新调制类型或者空中协议时并不一定需要任何硬件改变。在示例性实施例中,多个信号接口单元将从多个外部设备接收的并且表示个体信道的多个外部设备信号转换为通过分布式交换网络传输到至少一个天线单元的单个无线电系统信号,该至少一个天线单元将单个无线电系统信号转换为射频(RF)信号并且使用至少一个天线发送它们。在示例性实施例中,至少一个天线单元包括单个数字模拟转换器和单个RF转换器,该单个RF转换器可以将整个无线电系统信号上变频转换为具有各种信道的RF频谱。

[0022] 在示例性实施例中,外部设备信号是信道化信号。如此处描述的,信道化信号特定于特定信道。在示例性实施例中,信道化信号是基带数据,诸如I/Q对中的信道化同相(I)和正交(Q)数据。信道化信号不相对于彼此定位并且在可以执行RF转换和发送之前需要另外的基带转换。具体地,如果系统向天线单元传递信道化信号,则将在天线单元处需要另外的处理以在RF转换和发送之前对信道化信号进行转换。

[0023] 相反,无线电系统信号不特定于特定信道并且可以包括若干不同信道。无线电系统信号表示数字化或者模拟频谱并且比信道化信号更接近RF信号一步。在示例性实施例中,无线电系统信号在映射到包括若干信道的RF频谱的大部分的中频处。在示例性实施例中,无线电系统信号可以仅仅从中频上变频转换为射频并且如下所述在天线单元处进行发送。因此,天线单元不需要在RF转换和发送之前处理信道化信号的能力。相应地,在这些示例性实施例中,向天线单元发送什么信道都没关系。在示例性实施例中,天线单元使用第一频率处的第一组信道和第二频率处的第二组信道与订户单元进行通信。在示例性实施例中,天线单元同时使用不同调制和/或无线电接入技术进行通信。

[0024] 图1是分布式天线系统的示例性实施例的框图。分布式天线系统100包括至少一个信号接口单元102(包括信号接口单元102-1、可选信号接口单元102-2和至可选信号接口单元102-A的任何数量的可选信号接口单元102)、至少一个天线单元104(包括天线单元104-1和至可选天线单元104-B的任何数量的可选天线单元104)和可选分布式交换网络106。

[0025] 每个信号接口单元102直接地或者通过对应可选回程网络110通信地耦合至对应外部设备108。每个外部设备108被配置为提供信号以通过分布式天线系统100传输到每个对应信号接口单元102。在正向通路中,每个信号接口单元102被配置为从至少一个外部设备108接收信号。具体地,信号接口单元102-1通过回程网络110-1通信地耦合至外部设备108-1,可选信号接口单元102-2通过可选回程网络110-1通信地耦合至可选外部设备108-2,以及可选信号接口单元102-A通过可选回程网络110-1通信地耦合至可选外部设备108-A。在示例性实施例中,可选回程网络110包括安置在信号接口单元102与其对应外部设备108之间的一个或者多个中间设备。

[0026] 每个信号接口单元102还通过通信链路112通信地耦合至分布式交换网络106。具体地,信号接口单元102-1通过通信链路112-1通信地耦合至分布式交换网络106,可选信号接口单元102-2通过通信链路112-2通信地耦合至分布式交换网络106,以及可选信号接口

单元102-A通过通信链路112-A通信地耦合至分布式交换网络106。如下面更详细描述，每个信号接口单元102被配置为将来自其通信地耦合的外部设备108的信号转换为下行链路无线电系统信号，并且还配置为通过相应通信链路112(直接地或者通过分布式天线系统100的其它组件)向分布式交换网络106传递下行链路无线电系统信号。

[0027] 在示例性实施例中，每个信号接口单元102包括时钟转换单元或者功能性，用以将从外部设备108接收的下行链路异步无线电载波信号的时钟转换为信号接口单元102和/或分布式天线系统100的公共时钟。在示例性实施例中，下行链路异步无线电载波信号是按照特定速率采样的数字信号。在示例性实施例中，每个信号接口单元102包括至少一个重采样滤波器，该重采样滤波器将从外部设备108接收的多个下行链路异步无线电载波信号由从每个外部设备108接收的多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟时钟重整为信号接口单元102和/或分布式天线系统100的主时钟。在示例性实施例中，每个信号接口单元102使用内插法创建具有公共时钟的新信号。在示例性实施例中，每个信号接口102使用Farrow结构将下行链路异步无线电载波信号从外部设备108的第一时钟域转换为信号接口单元102和/或分布式天线系统100的第二时钟域。在示例性实施例中，信号接口被配置为通过将多个信道化无线电载波信号的第一采样速率转换为第二采样速率来对多个下行链路异步无线电载波信号进行时钟重整。在示例性实施例中，外部设备接口是通用公共无线电接口(CPRI)外部设备接口、开放式基站架构倡议(OBSAI)外部设备接口和开放式无线电接口(ORI)外部设备接口中的一个。

[0028] 类似地在反向通路中，在示例性实施例中，每个信号接口单元102被配置为通过相应通信链路112从分布式交换网络106接收上行链路无线电系统信号。每个信号接口单元102还被配置为将所接收的上行链路无线电系统信号转换为针对关联外部设备108格式化的信号，并且还配置为直接地或者通过可选回程网络110向关联外部设备108传递针对关联外部设备108格式化的信号。

[0029] 在示例性实施例中，下行链路无线电系统信号和上行链路无线电系统信号是使用各种协议传输的I/Q数据。在示例性实施例中，使用通用公共无线电接口(CPRI)协议、开放式基站架构倡议(OBSAI)协议和开放式无线电接口(ORI)协议中的一个传输I/Q数据。在示例性实施例中，使用宽带(多信道)无线电传输协议(诸如，由明尼苏达州的沙科皮的ADC电信公司(TE Connectivity Ltd.的一部分)使用的串行化RF(SeRF)协议)传输I/Q数据。SeRF协议还在美国专利申请序列号11/627,251中进行了描述、其由ADC电信公司受让、在美国专利申请公开号2008/01101282中公开并且通过引用合并于此。在示例性实施例中，使用比特传输协议(诸如同步光学网络(SONET)、以太网(包括同步以太网)等等)传输I/Q数据。重采样滤波器可以用于通过一旦I/Q数据到达信号接口单元或者天线单元则对使用这些比特传输协议传输的I/Q数据进行重采样使得I/Q数据变得锁相至信号接口单元、分布式天线系统或者天线单元的时钟以克服这些比特传输协议没有在各处进行锁相的异步性质。

[0030] 在示例性实施例中，每个信号接口单元102包括时钟转换单元或者功能性，用以将分布式天线系统100的上行链路无线电系统信号的公共时钟转换为具有不同时钟的上行链路异步无线电载波信号以用于传递至外部设备108。在示例性实施例中，上行链路异步无线电载波信号是按照特定速率采样的数字信号。在示例性实施例中，每个信号接口单元102包括至少一个重采样滤波器，该重采样滤波器将上行链路无线电系统信号从信号接口单元

102和/或分布式天线系统100的主时钟时钟重整为由外部设备108期望的关联上行链路异步无线电载波信号的不同时钟。在示例性实施例中,每个信号接口单元102使用内插法从具有公共时钟的信号创建新信号。在示例性实施例中,每个信号接口102使用Farrow结构将上行链路无线电系统信号从信号接口单元102和/或分布式天线系统100的第二时钟域转换为外部设备108的第一时钟域。在示例性实施例中,每个信号接口单元102被配置为通过将上行链路无线电系统信号的第二采样速率转换为外部设备108的第一采样速率来对上行链路无线电系统信号进行时钟重整。在示例性实施例中,外部设备接口是通用公共无线电接口(CPRI)外部设备接口、开放式基站架构倡议(OBSAI)外部设备接口和开放式无线电接口(ORI)外部设备接口中的一个。

[0031] 在示例性实施例中,可选分布式交换网络106使多个信号接口单元102与至少一个天线单元104耦合。在其它实施例中,至少一个天线单元104直接耦合至至少一个信号接口单元102-1。分布式交换网络106可以包括一个或者多个分布式天线开关或者在功能上将来自信号接口单元102的下行链路无线电系统信号分布到至少一个天线单元104的其它组件。分布式交换网络106还在功能上将来自至少一个天线单元104的上行链路信号分布到信号接口单元102。在示例性实施例中,分布式交换网络106可以由单独的控制或者系统的另一个组件控制。在示例性实施例中,手动地或者自动地控制分布式交换网络106的开关元件。在示例性实施例中,路由可以是预先确定的并且静态的。在其它示例性实施例中,可以基于一天的时间、负载或者其它因素动态地改变路由。

[0032] 在示例性实施例中,下行链路无线电系统信号是数字信号。在示例性实施例中,下行链路无线电系统信号是模拟信号,该模拟信号包括定位在反映其在射频频谱内的最终位置的一组频谱内的至少一个个体信道。换言之,每个下行链路无线电系统信号中的信道在与每个下行链路无线电系统信号可以在分布式交换网络106中聚合的其它信道不同的频率处。因此,当多个下行链路无线电系统信号聚合在一起时,个体信道彼此不重叠并且所有信道可以一起同时上变频转换为射频频谱。在示例性实施例中,下行链路无线电系统信号是通过分布式交换网络中的一些的数字信号并且在安置在分布式交换网络内的中间设备处转换为模拟信号。

[0033] 每个天线单元104通过通信链路114通信地耦合至分布式交换网络106。具体地,天线单元104-1通过通信链路114-1通信地耦合至分布式交换网络106,可选天线单元104-B通过通信链路114-B通信地耦合至分布式交换网络106。在示例性实施例中,天线单元104中的一些或者全部从分布式交换网络106或者直接地从信号接口单元102接收单个下行链路无线电系统信号。在示例性实施例中,天线单元104中的一些或者全部包括配置用于从聚合下行链路无线电系统信号提取至少一个下行链路无线电系统信号的组件、和配置用于将至少一个上行链路无线电系统信号聚合为聚合上行链路无线电系统信号的组件、以及配置为在至少一个无线电系统信号与至少一个射频频带之间转换的至少一个射频转换器、和配置为向至少一个订户单元118发送至少一个射频频带中的信号并且接收至少一个射频频带中的信号的至少一个射频天线116。在示例性实施例中,下行链路无线电系统信号是各自具有定位在反映其在RF频谱内的位置的一组频谱内的信道的多个下行链路无线电系统信号的聚合。在将多个下行链路无线电系统信号聚合在一起的示例性实施例中,可以将个体信道同时转换为至少一个射频频带。

[0034] 在下游中,每个天线单元104被配置为从下行链路聚合无线电系统信号提取至少一个下行链路无线电系统信号。每个天线单元104还被配置为将至少一个下行链路无线电系统信号转换为射频频带中的下行链路射频(RF)信号。在示例性实施例中,这可以包括数字模拟转换器和振荡器。每个天线单元104还被配置为使用至少一个射频天线116向至少一个订户单元发送射频频带中的下行链路射频信号。在特定示例性实施例中,天线单元104-1被配置为从分布式交换网络106接收的下行链路聚合无线电系统信号提取至少一个下行链路无线电系统信号,以及还被配置为将至少一个下行链路无线电系统信号转换为射频频带中的下行链路射频信号。天线单元104-1还被配置为使用射频天线116-1向至少一个订户单元118-1发送射频频带中的下行链路射频信号。在示例性实施例中,天线单元104-1被配置为从分布式交换网络106接收的下行链路聚合无线电系统信号提取多个下行链路无线电系统信号,以及还被配置为将多个下行链路无线电系统信号转换为多个下行链路射频信号。在具有多个射频信号的示例性实施例中,天线单元104-1还被配置为使用至少射频天线116-1向至少一个订户单元118-1发送至少一个射频频带中的下行链路射频信号。在示例性实施例中,天线单元104-1被配置为使用射频天线116-1向一个订户单元118-1发送一个下行链路射频信号,以及使用另一个射频天线116-C向另一个订户单元118-D发送另一个射频信号。在示例性实施例中,使用射频天线116和其它组件的其它组合向各种订户单元118传递其它各种射频频带中的射频信号的其它组合,诸如但不限于使用多天线与单个订户单元118进行通信。

[0035] 类似地在反向通路中,在示例性实施例中,每个天线单元104被配置为使用至少一个射频天线116从至少一个订户单元118接收上行链路射频信号。每个天线单元104还被配置为将射频信号转换为至少一个上行链路无线电系统信号。每个天线单元104还被配置为将至少一个上行链路无线电系统信号聚合为聚合上行链路无线电系统信号,以及还被配置为通过至少一个通信链路114向分布式交换网络106传递聚合上行链路无线电系统信号。在示例性实施例中,天线单元104将不同频带中的上行链路信号多路复用到相同接口上以用于传递至下一个上游元件。在其它示例性实施例(诸如实现分集处理的示例实施例)中,天线单元104可以以智能方式聚合(即,求和/组合)上行链路信号。在示例性实施例中,每个上行链路无线电系统信号包括定位在反映其在RF频谱内的位置的一组频谱内的信道。因此并且尽管聚合上行链路无线电系统信号将在频谱中重叠,但是当多个上行链路无线电系统信号聚合在一起时来自聚合上行链路无线电系统信号的个体信道本身彼此不重叠。

[0036] 在示例性实施例中,使用由分布式天线系统内的至少一个组件(诸如信号接口单元102、天线单元104或者分布式交换网络106内的另一个中间组件(诸如分布式天线系统的主机单元)提供的主时钟对整个分布式天线系统100进行锁相。相应地,一旦已经将从外部设备108接收的异步信号时钟重整为分布式天线系统100的主时钟,则使用分布式天线系统100的公共主时钟通过分布式天线系统对这些信号进行锁相。

[0037] 在示例性实施例中,主基准时钟分布在分布式天线系统100的各种组件之间以保持各种组件锁定至相同时钟。尽管此处描述的在信号接口单元102处进行时钟重整使具有不同速率的异步信号能够在不同信号接口单元102处被接收并且被转换为公共时钟,但是,在一些实施例中,外部设备108中的至少一些的主基准时钟与分布式天线系统100绑定。在示例性实施例中,通过至少一个信号接口单元102向至少一个外部设备108提供主基准时

钟,使得外部设备108也可以锁定至主基准时钟。在其它示例性实施例中,从至少一个外部设备108通过至少一个信号接口单元102向分布式天线系统100提供主基准时钟。在示例性实施例中,在分布式天线系统100的组件(诸如信号接口单元102、天线单元104或者分布式交换网络106内某处)内生成主基准时钟。

[0038] 在示例性实施例中,通信链路112和/或通信链路114是光纤,通过通信链路112和/或通信链路114的通信是光学的。在这些实施例中,在天线单元104处和/或在可选分布式交换网络106内的中间设备处发生电光转换。在其它实施例中,通信链路112和/或通信链路114是导电电缆(诸如同轴电缆、双绞线等等),通过通信链路112和/或通信链路114的通信是电气的。在示例性实施例中,通过通信链路112和/或通信链路114的通信是数字的。在示例性实施例中,通过通信链路112和/或通信链路114的通信是模拟的。在示例性实施例中,通过通信链路112和通信链路114发生光学通信、电气通信、模拟通信和数字通信的任何混合。在示例性实施例中,天线单元104可以包括在数字信号与模拟信号之间转换的功能性。

[0039] 图2A-2D是分布式天线系统(诸如,上面描述的示例性分布式天线系统100)中使用的信号接口单元102的示例性实施例的框图。图2A-2D中的每一个分别地图示了标记为102A-102D的信号接口单元102的类型的不同实施例。

[0040] 图2A是信号接口单元102的示例性实施例(一般信号接口单元102A)的框图。一般信号接口单元102A包括时钟转换模块202、信号转换模块204、外部设备接口206A、天线侧接口208、可选处理器210、可选存储器212和可选电力供应214。在示例性实施例中,信号转换模块204通过外部设备接口206A通信地耦合至外部设备108A。信号转换模块204还通过天线侧接口208通信地耦合至至少一个通信链路112。在示例性实施例中,尽管通信链路112是通过光纤缆线的光学通信链路,但是在其它实施例中,它还可以是其它类型的有线或者无线链路。在示例性实施例中,使用可选处理器210和可选存储器212实现信号转换模块204和/或天线侧接口208和/或外部设备接口206A的部分。在示例性实施例中,可选电力供应214向信号接口单元102A的各种元件提供电力。

[0041] 在下行链路中,外部设备接口206A被配置为从外部设备108A接收下行链路外部设备信号。时钟转换模块202被配置为将从外部设备108A接收的下行链路外部设备信号的时钟转换为一般信号接口单元102A和/或分布式天线系统100的公共时钟。在示例性实施例中,时钟转换模块202包括至少一个重采样滤波器,该重采样滤波器将从外部设备108A接收的下行链路外部设备信号从从外部设备108A接收的下行链路外部设备信号的不同时钟时钟重整为一般信号接口单元102A和/或分布式天线系统100的主时钟。在示例性实施例中,至少一个时钟转换模块202使用内插法创建具有公共时钟的新信号。在示例性实施例中,时钟转换模块202使用Farrow结构将下行链路外部设备信号从外部设备108A的第一时钟域转换为一般信号接口单元102A和/或分布式天线系统100的第二时钟域。在示例性实施例中,时钟转换模块202被配置为通过将下行链路外部设备信号的第一采样速率转换为第二采样速率来对下行链路外部设备信号进行时钟重整。在示例性实施例中,外部设备接口206A是通用公共无线电接口(CPRI)外部设备接口、开放式基站架构倡议(OBSAI)外部设备接口和开放式无线电接口(ORI)外部设备接口中的一个。

[0042] 信号转换模块204被配置为将所接收的下行链路外部设备信号转换为下行链路无线电系统信号。在示例性实施例中,信号转换模块204和/或天线侧接口208将无线电系统信

号从电信号转换为光信号以用于在通信链路112上输出。在其它实施例中,使用导电通信介质(诸如同轴电缆或者双绞线)传输无线电系统信号,并且不需要光学转换。天线侧接口208被配置为在通信链路112上传递下行链路无线电系统信号。

[0043] 在示例性实施例中,下行链路无线电系统信号特定于特定信道并且在可以执行射频转换和发送之前需要另外的基带转换。在示例性实施例中,下行链路无线电系统信号不特定于特定信道并且在可以执行射频转换和发送之前不需要另外的基带转换。在示例性实施例中,下行链路无线电系统信号包括定位在反映其在射频频谱内的最终位置的一组频谱内的个体信道。在示例性实施例中,下行链路无线电系统信号接口与中间设备通信地耦合,该中间设备使下行链路无线电系统信号在传输到至少一个天线单元104之前与至少另一个下行链路无线电系统信号聚合。在示例性实施例中,下行链路无线电系统信号和至少另一个下行链路无线电系统信号内的个体信道不重叠并且可以一起同时上变频转换为射频频谱。

[0044] 在上行链路中,天线侧接口208被配置为从通信链路112接收上行链路无线电系统信号。在通信链路112是光学介质的示例性实施例中,天线侧接口208和/或信号转换模块204被配置为使上行链路无线电系统信号在所接收的光信号与电信号之间转换。在其它实施例中,使用导电通信介质(诸如同轴电缆或者双绞线)传输无线电系统信号,并且不需要光学转换。信号转换模块204还被配置为将上行链路无线电系统信号转换为上行链路信号。

[0045] 在示例性实施例中,下行链路无线电系统信号和上行链路无线电系统信号是使用各种协议传输的I/Q数据。在示例性实施例中,使用通用公共无线电接口(CPRI)协议、开放式基站架构倡议(OBSAI)协议和开放式无线电接口(ORI)协议中的一个传输I/Q数据。在示例性实施例中,使用宽带(多信道)无线电传输协议(诸如,由明尼苏达州的沙科皮的ADC电信公司(TE Connectivity Ltd.的一部分)使用的串行化RF(SeRF)协议)传输I/Q数据。SeRF协议还在美国专利申请序列号11/627,251中进行了描述,其由ADC电信公司受让、在美国专利申请公开号2008/01101282中公开并且通过引用合并于此。在示例性实施例中,使用比特传输协议(诸如同步光学网络(SONET)、以太网(包括同步以太网)等等)传输I/Q数据。重采样滤波器可以用于通过一旦I/Q数据到达一般信号接口单元102A或者天线单元104则对使用这些比特传输协议传输的I/Q数据进行重采样使得I/Q数据变得锁相至一般信号接口单元102A、分布式天线系统100或者天线单元104的时钟以克服这些比特传输协议没有在各处进行锁相的异步性质。

[0046] 在示例性实施例中,时钟转换模块202将分布式天线系统100的上行链路无线电系统信号的公共时钟转换为具有不同时钟的上行链路外部设备信号以用于传递至外部设备108A。在示例性实施例中,时钟转换模块202包括至少一个重采样滤波器,该重采样滤波器将上行链路无线电系统信号从信号接口单元102和/或分布式天线系统100的主时钟时钟重整为由外部设备108A期望的关联上行链路外部设备信号的不同时钟。在示例性实施例中,时钟转换模块202使用内插法从具有公共时钟的信号创建新信号。在示例性实施例中,时钟转换模块202使用Farrow结构将上行链路无线电系统信号从信号接口单元102和/或分布式天线系统100的第二时钟域转换为外部设备108A的第一时钟域。在示例性实施例中,时钟转换模块202被配置为通过将上行链路无线电系统信号的第二采样速率转换为由外部设备108A期望的上行链路外部设备信号的第一采样速率来对上行链路无线电系统信号进行时

钟重整。外部设备接口206A被配置为向外部设备108A传递上行链路外部设备信号。在示例性实施例中,外部设备接口206A是通用公共无线电接口(CPRI)外部设备接口、开放式基站架构倡议(OBSAI)外部设备接口和开放式无线电接口(ORI)外部设备接口中的一个。

[0047] 在示例性实施例中,上行链路无线电系统信号包括定位在反映其在射频频谱内的先前位置的一组频谱内的个体信道。在示例性实施例中,一般信号接口单元102A与中间设备通信地耦合,该中间设备使上行链路无线电系统信号从至少一个天线单元104接收的并且包括至少另一个上行链路无线电系统信号的聚合上行链路无线电系统信号分离。在示例性实现中,上行链路无线电系统信号和至少另一个上行链路无线电系统信号内的个体信道不重叠并且可以一起同时从射频频谱进行下变频转换。在示例性实施例中,上行链路无线电系统信号不特定于特定信道并且在从射频进行转换时不需要任何基带处理,而上行链路数据可以特定于特定信道并且在从射频进行转换时需要基带处理。

[0048] 在示例性实施例中,可选信号接口单元时钟单元通信地耦合至外部设备108A的外部设备时钟单元。在示例性实施例中,从信号接口单元102A的信号接口单元时钟单元向外部设备108A的外部设备时钟单元提供主基准时钟。在其它示例性实施例中,从外部设备108A的外部设备时钟单元向信号接口单元102A的信号接口单元时钟单元提供主基准时钟。在其它示例性实施例中,网络接口时钟单元不直接地耦合至外部设备108A的外部设备时钟单元以向外部设备提供主基准时钟。作为替代,信号接口单元时钟单元向信号转换模块204提供主基准时钟并且主基准时钟嵌入在从外部设备接口206A到外部设备108A的上行信号中。特别地,可以使用主时钟对上行链路信号进行时钟调整以使得主时钟嵌入在上行链路信号中。随后,外部设备时钟单元从上行链路信号提取主时钟并且视情况在外部设备108A中分布主时钟以在外部设备108A中建立与分布式天线系统的公共时钟。在从外部设备108A向分布式天线系统100提供主基准时钟的示例性实施例中,可以由外部设备时钟单元将主基准时钟嵌入在下行链路外部设备信号中,使得从外部设备108A传递至外部设备接口206A的下行链路外部设备信号可以由信号接口单元时钟单元提取并且通常视情况分布在信号接口单元102A和分布式天线系统100内。

[0049] 图2B是信号接口单元102的类型的示例性实施例(信道化无线电载波信号接口单元102B)的框图。信道化无线电载波信号接口单元102B包括时钟转换模块202、信号转换模块204、信道化无线电载波外部设备接口206B、天线侧接口208、可选处理器210、可选存储器212和可选电力供应214。信道化无线电载波信号接口单元102B包括与一般信号接口单元102A类似的组件并且根据与一般信号接口单元102A类似的原理和方法工作。信道化无线电载波信号接口单元102B与一般信号接口单元102A之间的区别是信道化无线电载波信号接口单元102B是使用信道化无线电载波外部设备接口206B与信道化无线电载波基站单元108B连接的更具体实施例。此外,信道化无线电载波信号接口单元102B包括在信道化无线电载波信号与用于在分布式天线系统100中传输的无线电系统信号之间转换的信号转换模块204。

[0050] 在下行链路中,信道化无线电载波外部设备接口206B被配置为从信道化无线电载波基站单元108B接收下行链路信道化无线电载波信号。时钟转换模块202被配置为将从信道化无线电载波基站单元108B接收的下行链路信道化无线电载波信号的时钟转换为信道化无线电载波信号接口单元102B和/或分布式天线系统100的公共时钟。在示例性实施例

中,时钟转换模块202包括至少一个重采样滤波器,该重采样滤波器将从信道化无线电载波基站单元108B接收的下行链路信道化无线电载波信号从从信道化无线电载波基站单元108B接收的下行链路信道化无线电载波信号的不同时钟时钟重整为信道化无线电载波信号接口单元102B和/或分布式天线系统100的主时钟。在示例性实施例中,时钟转换模块202使用Farrow结构将下行链路信道化无线电载波信号从信道化无线电载波基站单元108B的第一时钟域转换为信道化无线电载波信号接口单元102B和/或分布式天线系统100的第二时钟域。在示例性实施例中,时钟转换模块202被配置为通过将下行链路信道化无线电载波信号的第一采样速率转换为第二采样速率来对下行链路信道化无线电载波信号进行时钟重整。在示例性实施例中,信道化无线电载波信号接口单元102B是通用公共无线电接口(CPRI)外部设备接口、开放式基站架构倡议(OBSAI)外部设备接口和开放式无线电接口(ORI)外部设备接口中的一个。

[0051] 信号转换模块204被配置为将所接收的下行链路信道化无线电载波信号转换为下行链路无线电系统信号。在示例性实施例中,信号转换模块204和/或天线侧接口208将无线电系统信号从电信号转换为光信号以用于在通信链路112上输出。在其它实施例中,使用导电通信介质(诸如同轴电缆或者双绞线)传输无线电系统信号,并且不需要光学转换。天线侧接口208被配置为在通信链路112上传递下行链路无线电系统信号。

[0052] 在上行链路中,天线侧接口208被配置为从通信链路112接收上行链路无线电系统信号。在通信链路112是光学介质的示例性实施例中,天线侧接口208和/或信号转换模块204被配置为使上行链路无线电系统信号在所接收的光信号与电信号之间转换。在其它实施例中,使用导电通信介质(诸如同轴电缆或者双绞线)传输无线电系统信号,并且不需要光学转换。信号转换模块204还被配置为将上行链路无线电系统信号转换为上行链路信道化无线电载波信号。

[0053] 在示例性实施例中,下行链路信道化无线电载波数据特定于特定信道并且在可以执行射频转换和发送之前需要另外的信道化无线电载波转换。在示例性实施例中,下行链路无线电系统信号和上行链路无线电系统信号是使用各种协议传输的I/Q数据。在示例性实施例中,使用通用公共无线电接口(CPRI)协议、开放式基站架构倡议(OBSAI)协议和开放式无线电接口(ORI)协议中的一个传输I/Q数据。在示例性实施例中,使用宽带(多信道)无线电传输协议(诸如,由明尼苏达州的沙科皮的ADC电信公司(TE Connectivity Ltd.的一部分)使用的串行化RF(SeRF)协议)传输I/Q数据。SeRF协议还在美国专利申请序列号11/627,251中进行了描述,其由ADC电信公司受让、在美国专利申请公开号2008/01101282中公开并且通过引用合并于此。在示例性实施例中,使用比特传输协议(诸如同步光学网络(SONET)、以太网(包括同步以太网)等等)传输I/Q数据。重采样滤波器可以用于通过一旦I/Q数据到达信道化无线电载波信号接口单元102B或者天线单元104则对使用这些比特传输协议传输的I/Q数据进行重采样使得I/Q数据变得锁相至信道化无线电载波信号接口单元102B、分布式天线系统100或者天线单元104的时钟以克服这些比特传输协议没有在各处进行锁相的异步性质。

[0054] 在示例性实施例中,时钟转换模块202将分布式天线系统100的上行链路无线电系统信号的公共时钟转换为具有不同时钟的上行链路信道化无线电载波基站单元信号以用于传递至信道化无线电载波基站单元108B。在示例性实施例中,时钟转换模块202包括至少

一个重采样滤波器,该重采样滤波器将上行链路无线电系统信号从信道化无线电载波信号接口单元102B和/或分布式天线系统100的主时钟时钟重整为由信道化无线电载波基站单元108B期望的关联上行链路信道化无线电载波基站单元信号的不同时钟。在示例性实施例中,时钟转换模块202使用内插法从具有公共时钟的信号创建新信号。在示例性实施例中,时钟转换模块202使用Farrow结构将上行链路无线电系统信号从信道化无线电载波信号接口单元102B和/或分布式天线系统100的第二时钟域转换为信道化无线电载波基站单元108B的第一时钟域。在示例性实施例中,时钟转换模块202被配置为通过将上行链路无线电系统信号的第二采样速率转换为由信道化无线电载波基站单元108B期望的上行链路信道化无线电载波基站单元信号的第一采样速率来对上行链路无线电系统信号进行时钟重整。信道化无线电载波外部设备接口206B被配置为向信道化无线电载波基站单元108B传递上行链路信道化无线电载波基站单元信号。在示例性实施例中,信道化无线电载波外部设备接口206B是通用公共无线电接口(CPRI)外部设备接口、开放式基站架构倡议(OBSAI)外部设备接口和开放式无线电接口(ORI)外部设备接口中的一个。信道化无线电载波外部设备接口206B被配置为向信道化无线电载波基站单元108B传递上行链路信道化无线电载波信号。

[0055] 在示例性实施例中,上行链路无线电系统信号包括定位在反映其在射频频谱内的最终位置的一组频谱内的个体信道。在示例性实施例中,信道化无线电载波信号接口单元102B与中间设备通信地耦合,该中间设备使上行链路无线电系统信号从至少一个天线单元104接收的并且包括至少另一个上行链路无线电系统信号的聚合上行链路无线电系统信号分离。在示例性实现中,上行链路无线电系统信号和至少另一个上行链路无线电系统信号内的个体信道不重叠并且可以一起同时从射频频谱进行下变频转换。在示例性实施例中,上行链路信道化数据特定于特定信道并且在从射频进行转换时需要信道化无线电载波处理。

[0056] 在示例性实施例中,可选网络接口时钟单元通信地耦合至信道化无线电载波基站单元108B的外部设备时钟单元并且如上面参照图2A描述的提供主基准时钟。

[0057] 图2C是信号接口单元102的类型的示例性实施例(基带信号接口单元102C)的框图。基带信号接口单元102C包括时钟转换模块202、信号转换模块204、基带外部设备接口206C、天线侧接口208、可选处理器210、可选存储器212和可选电力供应214。基带信号接口单元102C包括与一般信号接口单元102A类似的组件并且根据与一般信号接口单元102A类似的原理和方法工作。基带信号接口单元102C与一般信号接口单元102A之间的区别是基带信号接口单元102C是使用基带外部设备接口206C与基带基站108C连接的更具体实施例。此外,基带信号接口单元102C包括在用于在分布式天线系统100中传输的基带信号与无线电系统信号之间转换的信号转换模块204。

[0058] 在下行链路中,基带外部设备接口206C被配置为从基带基站108C接收下行链路基带信号。时钟转换模块202被配置为将从基带基站108C接收的下行链路基带信号的时钟转换为基带信号接口单元102C和/或分布式天线系统100的公共时钟。在示例性实施例中,时钟转换模块202包括至少一个重采样滤波器,该重采样滤波器将从基带基站108C接收的下行链路基带信号从基带基站108C接收的下行链路基带信号的不同时钟时钟重整为基带信号接口单元102C和/或分布式天线系统100的主时钟。在示例性实施例中,时钟转换模块

202使用Farrow结构将下行链路基带信号从基带基站108C的第一时钟域转换为基带信号接口单元102C和/或分布式天线系统100的第二时钟域。在示例性实施例中,时钟转换模块202被配置为通过将下行链路基带信号的第一采样速率转换为第二采样速率来对下行链路基带信号进行时钟重整。在示例性实施例中,基带信号接口单元102C是通用公共无线电接口(CPRI)外部设备接口、开放式基站架构倡议(OBSAI)外部设备接口和开放式无线电接口(ORI)外部设备接口中的一个。

[0059] 信号转换模块204被配置为将所接收的下行链路基带信号转换为下行链路无线电系统信号。在示例性实施例中,信号转换模块204和/或天线侧接口208将无线电系统信号从电信号转换为光信号以用于在通信链路112上输出。在其它实施例中,使用导电通信介质(诸如同轴电缆或者双绞线)传输无线电系统信号,并且不需要光学转换。天线侧接口208被配置为在通信链路112上传递下行链路无线电系统信号。

[0060] 在上行链路中,天线侧接口208被配置为从通信链路112接收上行链路无线电系统信号。在通信链路112是光学介质的示例性实施例中,天线侧接口208和/或信号转换模块204被配置为使上行链路无线电系统信号在所接收的光信号与电信号之间转换。在其它实施例中,使用导电通信介质(诸如同轴电缆或者双绞线)传输无线电系统信号,并且不需要光学转换。信号转换模块204还被配置为将上行链路无线电系统信号转换为上行链路基带信号。

[0061] 在示例性实施例中,下行链路基带数据特定于特定信道并且在可以执行射频转换和发送之前需要另外的基带转换。在示例性实施例中,下行链路无线电系统信号和上行链路无线电系统信号是使用各种协议传输的I/Q数据。在示例性实施例中,使用通用公共无线电接口(CPRI)协议、开放式基站架构倡议(OBSAI)协议和开放式无线电接口(ORI)协议中的一个传输I/Q数据。在示例性实施例中,使用宽带(多信道)无线电传输协议(诸如,由明尼苏达州的沙科皮的ADC电信公司(TE Connectivity Ltd.的一部分)使用的串行化RF(SeRF)协议)传输I/Q数据。SeRF协议还在美国专利申请序列号11/627,251中进行了描述,其由ADC电信公司受让、在美国专利申请公开号2008/01101282中公开并且通过引用合并于此。在示例性实施例中,使用比特传输协议(诸如同步光学网络(SONET)、以太网(包括同步以太网)等等)传输I/Q数据。重采样滤波器可以用于通过一旦I/Q数据到达基带信号接口单元102C或者天线单元104则对使用这些比特传输协议传输的I/Q数据进行重采样使得I/Q数据变得锁相至基带信号接口单元102C、分布式天线系统100或者天线单元104的时钟以克服这些比特传输协议没有在各处进行锁相的异步性质。

[0062] 在示例性实施例中,时钟转换模块202将分布式天线系统100的上行链路无线电系统信号的公共时钟转换为具有不同时钟的上行链路基带基站信号以用于传递至基带基站108C。在示例性实施例中,时钟转换模块202包括至少一个重采样滤波器,该重采样滤波器将上行链路无线电系统信号从基带信号接口单元102C和/或分布式天线系统100的主时钟重整为由基带基站108C期望的关联上行链路基带基站信号的不同时钟。在示例性实施例中,时钟转换模块202使用内插法从具有公共时钟的信号创建新信号。在示例性实施例中,时钟转换模块202使用Farrow结构将上行链路无线电系统信号从基带信号接口单元102C和/或分布式天线系统100的第二时钟域转换为基带基站108C的第一时钟域。在示例性实施例中,时钟转换模块202被配置为通过将上行链路无线电系统信号的第二采样速率转

换为由基带基站108C期望的上行链路基带基站信号的第一采样速率来对上行链路无线电系统信号进行时钟重整。基带外部设备接口206C被配置为向基带基站108C传递上行链路基带基站信号。在示例性实施例中,基带外部设备接口206C是通用公共无线电接口(CPRI)外部设备接口、开放式基站架构倡议(OBSAI)外部设备接口和开放式无线电接口(ORI)外部设备接口中的一个。基带外部设备接口206C被配置为向基带基站108C传递上行链路基带信号。

[0063] 在示例性实施例中,上行链路无线电系统信号包括定位在反映其在射频频谱内的最终位置的一组频谱内的个体信道。在示例性实施例中,基带信号接口单元102C与中间设备通信地耦合,该中间设备使上行链路无线电系统信号从至少一个天线单元104接收的并且包括至少另一个上行链路无线电系统信号的聚合上行链路无线电系统信号分离。在示例性实现中,上行链路无线电系统信号和至少另一个上行链路无线电系统信号内的个体信道不重叠并且可以一起同时从射频频谱进行下变频转换。在示例性实施例中,上行链路信道化数据特定于特定信道并且在从射频进行转换时需要基带处理。

[0064] 在示例性实施例中,可选网络接口时钟单元通信地耦合至基带基站108C的外部设备时钟单元并且如上面参照图2A描述的提供主基准时钟。

[0065] 图2D是信号接口单元102的类型的示例性实施例(通用公共无线电接口(CPRI)信号接口单元102D)的框图。CPRI信号接口单元102D包括时钟转换模块202、信号转换模块204、CPRI外部设备接口206D、天线侧接口208、可选处理器210、可选存储器212和可选电力供应214。CPRI信号接口单元102D包括与一般信号接口单元102A类似的组件并且根据与一般信号接口单元102A类似的原理和方法工作。CPRI信号接口单元102D与一般信号接口单元102A之间的区别是CPRI信号接口单元102D是使用CPRI外部设备接口206D与CPRI基站108D连接的更具体实施例。此外,CPRI信号接口单元102D包括在CPRI信号与用于在分布式天线系统100中传输的无线电系统信号之间转换的信号转换模块204。

[0066] 在下行链路中,CPRI外部设备接口206D被配置为从CPRI基站108D接收下行链路CPRI信号。时钟转换模块202被配置为将从CPRI基站108D接收的下行链路CPRI信号的时钟转换为CPRI信号接口单元102D和/或分布式天线系统100的公共时钟。在示例性实施例中,时钟转换模块202包括至少一个重采样滤波器,该重采样滤波器将从CPRI基站108D接收的下行链路CPRI信号从CPRI基站108D接收的下行链路CPRI信号的不同时钟时钟重整为CPRI信号接口单元102D和/或分布式天线系统100的主时钟。在示例性实施例中,时钟转换模块202使用内插法创建具有公共时钟的新信号。在示例性实施例中,时钟转换模块202使用Farrow结构将下行链路CPRI信号从CPRI基站108D的第一时钟域转换为CPRI信号接口单元102D和/或分布式天线系统100的第二时钟域。在示例性实施例中,时钟转换模块202被配置为通过将下行链路CPRI信号的第一采样速率转换为第二采样速率来对下行链路CPRI信号进行时钟重整。

[0067] 信号转换模块204被配置为将所接收的下行链路CPRI信号转换为下行链路无线电系统信号。在示例性实施例中,信号转换模块204和/或天线侧接口208将无线电系统信号从电信号转换为光信号以用于在通信链路112上输出。在其它实施例中,使用导电通信介质(诸如同轴电缆或者双绞线)传输无线电系统信号,并且不需要光学转换。天线侧接口208被配置为在通信链路112上传递下行链路无线电系统信号。

[0068] 在示例性实施例中,下行链路基带数据特定于特定信道并且在可以执行射频转换和发送之前需要另外的基带转换。在示例性实施例中,下行链路无线电系统信号不特定于特定信道并且在可以执行射频转换和发送之前不需要另外的基带转换。在示例性实施例中,下行链路无线电系统信号包括定位在反映其在射频频谱内的最终位置的一组频谱内的个体信道。在示例性实施例中,下行链路无线电系统信号接口与中间设备通信地耦合,该中间设备使下行链路无线电系统信号在传输到至少一个天线单元104之前与至少另一个下行链路无线电系统信号聚合。在示例性实施例中,下行链路无线电系统信号和至少另一个下行链路无线电系统信号内的个体信道不重叠并且可以一起同时上变频转换为射频频谱。

[0069] 在上行链路中,天线侧接口208被配置为从通信链路112接收上行链路无线电系统信号。在通信链路112是光学介质的示例性实施例中,天线侧接口208和/或信号转换模块204被配置为使上行链路无线电系统信号在所接收的光信号与电信号之间转换。在其它实施例中,使用导电通信介质(诸如同轴电缆或者双绞线)传输无线电系统信号,并且不需要光学转换。信号转换模块204还被配置为将上行链路无线电系统信号转换为上行链路CPRI信号。

[0070] 在示例性实施例中,下行链路无线电系统信号和上行链路无线电系统信号是使用各种协议传输的I/Q数据。在示例性实施例中,使用通用公共无线电接口(CPRI)协议、开放式基站架构倡议(OBSAI)协议和开放式无线电接口(ORI)协议中的一个传输I/Q数据。在示例性实施例中,使用宽带(多信道)无线电传输协议(诸如,由明尼苏达州的沙科皮的ADC电信公司(TE Connectivity Ltd.的一部分)使用的串行化RF(SeRF)协议)传输I/Q数据。SeRF协议还在美国专利申请序列号11/627,251中进行了描述,其由ADC电信公司受让、在美国专利申请公开号2008/01101282中公开并且通过引用合并于此。在示例性实施例中,使用比特传输协议(诸如同步光学网络(SONET)、以太网(包括同步以太网)等等)传输I/Q数据。重采样滤波器可以用于通过一旦I/Q数据到达CPRI信号接口单元102D或者天线单元104则对使用这些比特传输协议传输的I/Q数据进行重采样使得I/Q数据变得锁相至CPRI信号接口单元102D、分布式天线系统100或者天线单元104的时钟以克服这些比特传输协议没有在各处进行锁相的异步性质。

[0071] 在示例性实施例中,时钟转换模块202将分布式天线系统100的上行链路无线电系统信号的公共时钟转换为具有不同时钟的上行链路CPRI基站信号以用于传递至CPRI基站108D。在示例性实施例中,时钟转换模块202包括至少一个重采样滤波器,该重采样滤波器将上行链路无线电系统信号从CPRI信号接口单元102D和/或分布式天线系统100的主时钟重整为由CPRI基站108D期望的关联上行链路CPRI基站信号的不同时钟。在示例性实施例中,时钟转换模块202使用内插法从具有公共时钟的信号创建新信号。在示例性实施例中,时钟转换模块202使用Farrow结构将上行链路无线电系统信号从CPRI信号接口单元102D和/或分布式天线系统100的第二时钟域转换为CPRI基站108D的第一时钟域。在示例性实施例中,时钟转换模块202被配置为通过将上行链路无线电系统信号的第二采样速率转换为由CPRI基站108D期望的上行链路CPRI基站信号的第一采样速率对上行链路无线电系统信号进行时钟重整。CPRI外部设备接口206D被配置为向CPRI基站108D传递上行链路CPRI基站信号。CPRI外部设备接口206D被配置为向CPRI基站108D传递上行链路CPRI信号。

[0072] 在示例性实施例中,上行链路无线电系统信号包括定位在反映其在射频频谱内的

最终位置的一组频谱内的个体信道。在示例性实施例中,CPRI信号接口单元102D与中间设备通信地耦合,该中间设备使上行链路无线电系统信号从至少一个天线单元104接收的并且包括至少另一个上行链路无线电系统信号的聚合上行链路无线电系统信号分离。在示例性实现中,上行链路无线电系统信号和至少另一个上行链路无线电系统信号内的个体信道不重叠并且可以一起同时从射频频谱进行下变频转换。在示例性实施例中,上行链路无线电系统信号不特定于特定信道并且在从射频进行转换时不需要任何基带处理,而上行链路信道化数据特定于特定信道并且在从射频进行转换时需要基带处理。

[0073] 在示例性实施例中,可选网络接口时钟单元通信地耦合至CPRI基站108D的外部设备时钟单元并且如上面参照图2A描述的提供主基准时钟。

[0074] 图3是分布式天线系统(诸如,上面描述的示例性分布式天线系统100)中使用的天线单元104的示例性实施例的框图。天线单元104包括信号多路复用模块302、至少一个射频(RF)转换模块304(包括RF转换模块304-1和至可选RF转换模块304-C的任何数量的可选RF转换模块304)、网络接口模块306、可选以太网接口308、可选下行链路网络接口模块310、可选天线单元时钟单元312、可选处理器314、可选存储器316和可选电力供应318。在示例性实施例中,通过可选处理器314和可选存储器316至少部分地实现信号多路复用模块302、至少一个RF转换模块304和/或网络接口模块306。在示例性实施例中,可选电力供应318用于为天线单元104的各种组件供电。

[0075] 在示例性实施例中,信号多路复用模块302通过分布式交换网络106从至少一个信号接口单元102接收至少一个下行链路无线电系统信号。在示例性实施例中,通过网络接口模块306接收至少一个下行链路无线电系统信号。在下行链路无线电系统信号是光信号的示例性实施例中,网络接口模块306将下行链路无线电系统信号从光学格式转换为电气格式。在示例性实施例中,天线单元104中包括更多的输入线和/或更多的网络接口模块306。在示例性实施例中,信号多路复用模块302将聚合下行链路无线电系统信号分离成至少一个下行链路无线电系统信号,该至少一个下行链路无线电系统信号被发送至RF转换模块304-1以用于最终在射频天线116-1上作为射频发送。在示例性实施例中,信号多路复用模块302将聚合下行链路无线电系统信号分离成多个下行链路无线电系统信号,该多个下行链路无线电系统信号被发送至多个RF转换模块304以用于最终在射频天线116处作为射频信号发送。

[0076] 在示例性实施例中,信号多路复用模块302从至少一个RF转换模块304接收至少一个上行链路无线电系统信号。在示例性实施例中,信号多路复用模块302从多个RF转换模块304接收多个上行链路无线电系统信号。在示例性实施例中,无线电系统信号多路复用单元将从RF转换模块304-1接收的至少一个上行链路无线电系统信号与从另一个RF转换模块304接收的另一个上行链路无线电系统信号聚合。在示例性实施例中,信号多路复用模块302将多个上行链路无线电系统信号聚合成单个聚合上行链路无线电系统信号。在示例性实施例中,向网络接口模块306提供聚合上行链路无线电系统信号,该网络接口模块306在将聚合上行链路无线电系统信号传递至分布式交换网络106之前将聚合上行链路无线电系统信号从电信号转换为光信号。在其它实施例中,将聚合上行链路无线电系统信号作为电信号传递至分布式交换网络106。在示例性实施例中,在分布式天线系统100中的另一个位置处将聚合上行链路信号转换为光信号。

[0077] 在示例性实施例中,可选以太网接口308从信号多路复用模块302接收下行链路无线电系统信号,并且将该下行链路无线电系统信号转换为以太网数据包,并且将以太网数据包传递至因特网协议网络设备。可选以太网接口308还从因特网协议网络设备接收以太网数据包,并且将它们转换为上行链路无线电系统信号,以及将该上行链路无线电系统信号传递至信号多路复用模块302。在具有可选以太网接口308的示例性实施例中,具有以太网接口的对应外部设备108与具有以太网接口的信号接口单元102连接。

[0078] 在示例性实施例中,可选下行链路网络接口模块310从信号多路复用模块302接收下行链路无线电系统信号,并且通过下行链路通信介质将下行链路无线电系统信号传递至下行链路设备。在示例性实施例中,下行链路设备是另一个天线单元104。

[0079] 在示例性实施例中,可选天线单元时钟单元312从下行链路无线电系统信号提取主基准时钟,并且在天线单元104内使用该主时钟在天线单元104中建立与分布式天线系统100的其余部分共同的时基。在示例性实施例中,可选天线单元时钟单元312生成主基准时钟,并且使用上行链路无线电系统信号将所生成的主基准时钟分布到上游中的分布式天线系统100的其它组件(以及甚至外部设备108)。

[0080] 图4A-4C是分布式天线系统的天线单元(诸如,上面描述的示例性天线单元104)中使用的RF转换模块304的示例性实施例的框图。图4A-4C中的每一个是分别地标记为RF转换模块304A-304C的RF转换模块304的示例性实施例的框图。

[0081] 图4A是包括可选无线电系统信号调节器402、RF频率转换器404、可选RF调节器406和耦合至单个射频天线116的RF双工器408的示例性RF转换模块304A的框图。

[0082] 可选无线电系统信号调节器402通信地耦合至信号多路复用模块302和射频(RF)频率转换器404。在正向通路中,可选无线电系统信号调节器402对从信号多路复用模块302接收的下行链路无线电系统信号进行调节(例如,通过放大、衰减和滤波),并且将下行链路无线电系统信号传递至RF频率转换器404。在反向通路中,可选无线电系统信号调节器402对从RF频率转换器404接收的上行链路无线电系统信号进行调节(例如,通过放大、衰减和滤波),并且将上行链路无线电系统信号传递至信号多路复用模块302。

[0083] RF频率转换器404在一侧上通信地耦合至信号多路复用模块302或者可选无线电系统信号调节器402,在另一侧上通信地耦合至RF双工器408或者可选RF调节器406。在下行中,RF频率转换器404将下行链路无线电系统信号转换为下行链路射频(RF)信号,并且将下行链路RF信号传递到RF双工器408或者可选RF调节器406上。在上行中,RF频率转换器404将从RF双工器408或者可选RF调节器406接收的上行链路射频(RF)信号转换为上行链路无线电系统信号,并且将上行链路无线电系统信号传递至信号多路复用模块302或者可选无线电系统信号调节器402。

[0084] RF双工器408在一侧上通信地耦合至RF频率转换器404或者可选RF调节器406,在另一侧上通信地耦合至射频天线116。RF双工器408将下行链路RF信号与上行链路RF信号进行双工以用于使用射频天线116进行发送/接收。在示例性实施例中,射频频带内的下行链路和上行链路信号在频谱上不同并且使用频分双工(FDD)方案将射频频带内的下行链路和上行链路信号在频率上分离。在其它实施例中,使用时分双工(TDD)方案将射频频带内的下行链路和上行链路信号中的任一个或者两者在时间上分离。在示例性实施例中,射频频带内的下行链路和上行链路信号在频谱上重叠以及使用时分双工(TDD)方案将射频频带内的

下行链路和上行链路信号在时间上分离。

[0085] 图4B是包括可选无线电系统信号调节器402、RF频率转换器404以及耦合至下行链路射频天线116A和上行链路射频天线116B的可选RF调节器406的示例性RF转换模块304B的框图。RF转换模块304B包括与RF转换模块304A类似的组件并且根据与上面描述的RF转换模块304A类似的原理和方法工作。RF转换模块304B与RF转换模块304A之间的区别是RF转换模块304B不包括RF双工器408,并且作为替代包括分离的用于向至少一个订户单元发送RF信号的下行链路射频天线116A和用于从至少一个订户单元接收RF信号的上行链路射频天线116B。

[0086] 图4C是通过RF双工器410共享单个射频天线116的示例性RF转换模块304C-1和示例性RF转换模块304C-2的框图。RF转换模块304C-1包括可选无线电系统信号调节器402-1、RF频率转换器404-1、可选RF调节器406-1和通信地耦合至RF双工器410的RF双工器408-1,该RF双工器410通信地耦合至射频天线116。类似地,RF转换模块304C-2包括可选无线电系统信号调节器402-2、RF频率转换器404-2、可选RF调节器406-2和通信地耦合至RF双工器410的RF双工器408-2,该RF双工器410通信地耦合至射频天线116。RF转换模块304C-1和304C-2中的每一个根据与上面描述的RF转换模块304A类似的原理和方法工作。RF转换模块304C-1和304C-2与RF转换模块304A之间的区别是RF转换模块304C-1和304C-2两者都通过RF双工器410耦合至单个射频天线116。RF双工器410对RF转换模块304C-1和304C-2两者的双工下行链路信号和上行链路信号进行双工以用于使用单个射频天线116进行发送/接收。

[0087] 图5A-5B是分布式天线系统(诸如,上面描述的示例性分布式天线系统100)中使用的天线单元104的示例性实施例的框图。图5A-5B中的每一个是分别地标记为天线单元104A-104B的天线单元104的示例性实施例的框图。

[0088] 图5A是分布式天线系统内使用的天线单元104A的示例性实施例的框图。天线单元104A包括与天线单元104类似的组件,包括信号多路复用模块302、至少一个射频(RF)转换模块304(包括RF转换模块304-1和至可选RF转换模块304-C的任何数量的可选RF转换模块304)、多个网络接口模块306(包括网络接口模块306-1、网络接口模块306-2和至可选网络接口模块306-A的任何数量的可选网络接口模块306)、可选以太网接口308、可选下行链路网络接口模块310、可选天线单元时钟单元312、可选处理器314、可选存储器316和可选电力供应318。在示例性实施例中,通过可选处理器314和可选存储器316至少部分地实现信号多路复用模块302、至少一个RF转换模块304和/或网络接口模块306。在示例性实施例中,可选电力供应318用于为天线单元104A的各种组件供电。

[0089] 天线单元104A包括与天线单元104类似的组件,并且根据与上面描述的天线单元104类似的原理和方法工作。天线单元104A与天线单元104之间的区别是天线单元104A包括通信地耦合至多个信号接口单元102的多个网络接口模块306,该多个信号接口单元102各自直接地或者通过可选回程网络110耦合至外部设备108。在示例性实施例中,回程网络110是传输来自充当外部设备108的基带基站的I/Q采样的基带基站网络。在示例性实施例中,回程网络110是传输来自充当外部设备108的CPRI基站的CPRI信号的CPRI基站网络。在示例性实施例中,回程网络110是传输来自充当外部设备108的SONET网络接口的SONET帧的SONET网络。在示例性实施例中,回程网络110是传输来自充当外部设备108的以太网接口的以太网帧和/或因特网协议(IP)数据包的以太网。在示例性实施例中,各种信号接口单元

102与各种类型的外部设备108连接并且与单个天线单元104B耦合。相应地,天线单元104A本身可以与异步外部设备108连接,并且每个信号接口单元102将时钟从外部设备108的各种时钟转换为天线单元104B的公共时钟。信号接口单元102还将外部设备的各种类型的信号转换为由天线单元104A使用的无线电系统信号并且与各种网络接口模块306连接。在示例性实施例中,信号多路复用模块可以将从各种外部设备108得到的无线电系统信号多路复用为传递至一个或者多个RF转换模块304的至少一个信号。

[0090] 图5B是分布式天线系统内使用的天线单元104B的示例性实施例的框图。天线单元104B包括与天线单元104A类似的组件,包括信号多路复用模块302、至少一个射频(RF)转换模块304(包括RF转换模块304-1和至可选RF转换模块304-C的任何数量的可选RF转换模块304)、可选以太网接口308、可选下行链路网络接口模块310、可选天线单元时钟单元312、可选处理器314、可选存储器316和可选电力供应318。在示例性实施例中,通过可选处理器314和可选存储器316至少部分地实现信号多路复用模块302、至少一个RF转换模块304和/或网络接口模块306。在示例性实施例中,可选电力供应318用于为天线单元104A的各种组件供电。

[0091] 天线单元104B包括与天线单元104A类似的组件并且根据与上面描述的天线单元104和天线单元104A类似的原理和方法工作。天线单元104B与天线单元104A之间的区别是代替多个网络接口模块306,天线单元104B包括直接地或者通过可选回程网络110通信地耦合至外部设备108的多个信号接口单元102(包括信号接口单元102-1、信号接口单元102-2和至可选信号接口单元102-A的任何数量的可选信号接口单元102)。基本上,天线单元104B将信号接口单元102功能性带到天线单元104B中而不是让它们作为独立单元。除了该变化,天线单元104B如上面描述的工作。

[0092] 在其它实施例中,基于图3和图5A-5B所示的各种实施例,天线单元104可以具有集成信号接口单元102、外部信号接口单元102和与分布式交换网络的耦合的组合作为到天线单元104的各种输入。

[0093] 图6是图示了用于在信号接口单元处对下行链路信道化无线电载波进行时钟重整的方法600的一个示例性实施例的流程图。示例性方法600在块602处开始,在信号接口单元处从信道化无线电载波基站接口接收射频载波的下行链路信道化无线电载波信号。示例性方法600进行到块604,在信号接口单元处将下行链路信道化无线电载波信号从信道化无线电载波基站接口的时钟重整为无线电系统的主时钟。示例性方法600进行到块606,将时钟重整的下行链路信道化无线电载波信号和基于时钟重整的下行链路信道化无线电载波信号的下行链路数字化射频信号中的至少一个从信号接口单元传递至天线单元。

[0094] 图7是图示了用于在信号接口单元处对上行链路信道化无线电载波进行时钟重整的方法700的一个示例性实施例的流程图。示例性方法700在块702处开始,在信号接口处从天线单元接收上行链路数字化射频信号和上行链路信道化无线电载波信号中的至少一个。示例性方法700进行到块704,在信号接口处将上行链路信道化无线电载波信号从无线电系统的主时钟重整为外部设备的时钟。示例性方法700进行到块706,将射频载波的上行链路信道化无线电载波信号从信号接口单元传递至外部设备。

[0095] 图8是图示了用于在分布式天线系统中连接多个异步下行链路无线电载波信号的方法800的一个示例性实施例的流程图。示例性方法800在块802处开始,在多个网络接口单

元处从至少一个信道化无线电载波基站接口接收多个射频载波的多个异步下行链路无线电载波信号,多个异步下行链路无线电载波信号中的每一个具有不同时钟。示例性方法800进行到块804,在多个网络接口单元处将多个下行链路异步无线电载波信号从多个异步下行链路无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟时钟重整为分布式天线系统的主时钟。示例性方法800进行到块806,在多个网络接口单元处将多个下行链路异步无线电载波信号转换为下行链路数字化射频信号。示例性方法800进行到块808,将下行链路数字化射频信号从多个信号接口单元传递至主机单元。示例性方法800进行到块810,在主机单元处将多个下行链路数字化射频信号中的至少两个组合成聚合下行链路数字化射频信号。示例性方法800进行到块812,将聚合下行链路数字化射频信号从主机单元传递至天线单元。示例性方法800进行到块814,在天线单元处将聚合下行链路数字化射频信号和基于聚合下行链路数字化射频信号的另一个信号中的至少一个转换为下行链路射频信号。示例性方法800进行到可选块816,将下行链路射频信号无线地发送至至少一个订户单元。

[0096] 图9是图示了用于在分布式天线系统中连接多个异步上行链路无线电载波信号的方法900的一个示例性实施例的流程图。示例性方法900在可选块902处开始,从至少一个订户单元接收上行链路射频信号。示例性方法900进行到块904,将上行链路射频信号转换为聚合上行链路数字化射频信号。示例性方法900进行到块906,将聚合上行链路数字化射频信号从天线单元传递至主机单元。示例性方法900进行到块908,在主机单元处从聚合上行链路数字化射频信号提取多个上行链路数字化射频信号。示例性方法900进行到块910,将多个上行链路数字化射频信号从主机单元传递至多个信号接口单元。示例性方法900进行到块912,在多个网络接口单元处将多个上行链路数字化射频信号转换为多个上行链路信道化无线电载波信号。示例性方法900进行到块914,在多个网络接口单元处将多个上行链路无线电载波信号从分布式天线系统的主时钟时钟重整为多个异步上行链路无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟。示例性方法900进行到块916,将多个射频载波的多个异步上行链路无线电载波信号从多个网络接口单元传递至至少一个信道化无线电载波基站接口,多个异步上行链路无线电载波信号中的每一个具有不同时钟。

[0097] 图10是图示了用于在天线单元处连接多个异步下行链路无线电载波信号的方法1000的一个示例性实施例的流程图。示例性方法1000在块1002处开始,在天线单元处从至少一个无线电载波基站接口接收多个射频载波的多个异步下行链路无线电载波信号,多个异步下行链路无线电载波信号中的每一个具有不同时钟。示例性方法1000进行到块1004,在天线单元处将多个下行链路异步无线电载波信号从多个异步下行链路无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟时钟重整为天线单元的主时钟。示例性方法1000进行到块1006,在天线单元处将多个下行链路异步无线电载波信号转换为下行链路模拟中频信号。示例性方法1000进行到块1008,在天线单元处将多个下行链路模拟中频信号中的至少两个组合成聚合下行链路模拟中频信号。示例性方法1000进行到块1010,在天线单元处将聚合下行链路模拟中频信号转换为下行链路射频信号。示例性方法1000进行到可选块1012,将下行链路射频信号从天线单元无线地发送至至少一个订户单元。

[0098] 图11是图示了用于在天线单元处连接多个异步上行链路无线电载波信号的方法1100的一个示例性实施例的流程图。示例性方法1100在可选块1102处开始,从至少一个订户单元接收上行链路射频信号。示例性方法1100进行到块1104,在天线单元处将上行链路

射频信号转换为聚合上行链路模拟中频信号。示例性方法1100进行到块1106,在天线单元处将聚合上行链路模拟中频信号分离成多个上行链路模拟中频信号。示例性方法1100进行到块1108,在天线单元处将多个上行链路模拟中频信号转换为多个上行链路无线电载波信号。示例性方法1100进行到块1110,在天线单元处将多个上行链路无线电载波信号从天线单元的主时钟时钟重整为多个异步上行链路无线电载波信号的每个不同时钟。示例性方法1100进行到块1112,将多个射频载波的多个异步上行链路无线电载波信号从天线单元传递至至少一个无线电载波基站接口,多个异步上行链路无线电载波信号中的每一个具有不同时钟。

[0099] 上面描述的处理器中的任何一个可以包括用于实施此处描述的各种方法、过程任务、计算和控制功能的软件程序、固件或者其它计算机可读指令或者与用于实施此处描述的各种方法、过程任务、计算和控制功能的软件程序、固件或者其它计算机可读指令一起起作用。这些指令典型地存储在用于存储计算机可读指令或者数据结构的任何适当计算机可读介质上。计算机可读介质可以实现为可以由通用或者专用计算机或者处理器或者任何可编程逻辑设备访问的任何可用介质。合适的处理器可读介质可以包括诸如磁性介质或者光学介质的存储装置或者存储器介质。例如,存储装置或者存储器介质可以包括常规硬盘、紧致磁盘-只读存储器(CD-ROM)、诸如随机存取存储器(RAM)的易失性或者非易失性介质(包括但不限于,同步动态随机存取存储器(SDRAM)、双倍数据速率(DDR)RAM、RAMBUS动态RAM(RDRAM)、静态RAM(SRAM)等等)、只读存储器(ROM)、电可擦可编程ROM(EEPROM)和闪速存储器等等。合适的处理器可读介质还可以包括通过诸如网络和/或无线链路传送的诸如电信号、电磁信号或者数字信号的传输介质。

[0100] 尽管此处图示和描述了具体实施例,但是本领域普通技术人员应当理解,为实现相同目的进行计算的任何布置可以被所示具体实施例代替。因此,本发明显然旨在仅仅受权利要求以及其等效物限制。

[0101] 示例实施例

[0102] 示例1包括无线电系统中的信号接口单元,该信号接口单元包括:外部设备接口,配置为从外部设备接收射频载波的下行链路异步无线电载波信号;时钟转换单元,通信地耦合至外部设备接口以及配置为将下行链路异步无线电载波信号从外部设备的时钟时钟重整为无线电系统的主时钟;以及天线侧接口,配置为向天线单元传递时钟重整的下行链路异步无线电载波信号和基于时钟重整的下行链路异步无线电载波信号的下行链路数字化射频信号中的至少一个。

[0103] 示例2包括示例1的信号接口单元,其中时钟转换单元包括重采样滤波器,该重采样滤波器将下行链路异步无线电载波信号从外部设备的时钟时钟重整为无线电系统的主时钟。

[0104] 示例3包括示例1-2中的任何一个的信号接口单元,其中时钟转换单元使用Farrow结构从外部设备的第一时钟域转换为无线电系统的第二时钟域。

[0105] 示例4包括示例1-3中的任何一个的信号接口单元,其中时钟转换单元被配置为通过将第一时钟域的第一时钟同步的信道化无线电载波的第一采样转换为与第二时钟域的第二时钟同步的第二采样来对下行链路异步无线电载波信号进行时钟重整。

[0106] 示例5包括示例1-4中的任何一个的信号接口单元,其中下行链路异步无线电载波

信号特定于特定信道以及在可以执行射频转换和发送之前需要另外的基带转换;以及其中下行链路数字化射频信号不特定于特定信道以及在可以执行射频转换和发送之前不需要另外的基带转换。

[0107] 示例6包括示例1-5中的任何一个的信号接口单元,其中下行链路异步无线电载波信号包括I/Q对。

[0108] 示例7包括示例1-6中的任何一个的信号接口单元,该信号接口单元还包括:信号转换模块,通信地耦合在外部设备接口与天线侧接口之间以及配置为基于时钟重整的下行链路异步无线电载波信号生成下行链路数字化射频信号。

[0109] 示例8包括示例1-7中的任何一个的信号接口单元,其中天线单元是通过至少一个介质通信地耦合至信号接口单元的远程天线单元。

[0110] 示例9包括示例8的信号接口单元,其中分布式天线系统网络接口被配置为通过至少一个介质将下行链路数字射频信号直接地传递至远程天线单元。

[0111] 示例10包括示例8-9中的任何一个的信号接口单元,其中信号接口与中间设备通信地耦合,该中间设备使下行链路数字射频信号在发送到远程天线单元之前与至少另一个下行链路数字射频信号聚合。

[0112] 示例11包括示例10的信号接口单元,其中下行链路数字射频信号和至少另一个下行链路数字射频信号内的个体信道不重叠以及可以一起同时上变频转换为射频频谱。

[0113] 示例12包括示例8-11中的任何一个的信号接口单元,其中至少一个介质包括有线介质和无线介质中的至少一个。

[0114] 示例13包括示例8-12中的任何一个的信号接口单元,其中信号接口通过至少一个介质将数字信号和模拟信号中的至少一个传递至远程天线单元。

[0115] 示例14包括示例1-13中的任何一个的信号接口单元,其中外部设备是基站的基带单元的一部分。

[0116] 示例15包括示例1-14中的任何一个的信号接口单元,其中外部设备是通用公共无线电接口(CPRI)基站接口、开放式基站架构倡议(OBSAI)基站接口和开放式无线电接口(ORI)接口中的至少一个;以及其中根据通用公共无线电接口(CPRI)标准、开放式基站架构倡议(OBSAI)标准和开放式无线电接口(ORI)标准中的至少一个使下行链路异步无线电载波信号格式化。

[0117] 示例16包括示例1-15中的任何一个的信号接口单元,其中下行链路数字射频信号包括定位在反映其在射频频谱内的最终位置的一组频谱内的无线电载波的数字表示。

[0118] 示例17包括示例1-16中的任何一个的信号接口单元,该信号接口单元还包括:其中天线侧接口被配置为从天线单元接收上行链路数字化射频信号和上行链路信道化无线电载波信号中的至少一个。其中时钟转换单元还被配置为将上行链路信道化无线电载波信号从无线电系统的主时钟重整为外部设备的时钟;以及其中外部设备接口还被配置为将射频载波的上行链路信道化无线电载波信号传递至外部设备。

[0119] 示例18包括方法,该方法包括:在信号接口单元处从外部设备接收射频载波的下行链路异步无线电载波信号;在信号接口单元处将下行链路异步无线电载波信号从外部设备的时钟重整为无线电系统的主时钟;以及从信号接口单元向天线单元传递时钟重整的下行链路异步无线电载波信号和基于时钟重整的下行链路异步无线电载波信号的下行

链路数字化射频信号中的至少一个。

[0120] 示例19包括示例18的方法,其中在信号接口单元处将下行链路异步无线电载波信号从外部设备的时钟重整为无线电系统的主时钟至少部分地通过重采样滤波器发生。

[0121] 示例20包括示例18-19中的任何一个的方法,其中在信号接口单元处将下行链路异步无线电载波信号从外部设备的时钟重整为无线电系统的主时钟包括使用Farrow结构从外部设备的第一时钟域转换为无线电系统的第二时钟域。

[0122] 示例21包括示例18-20中的任何一个的方法,其中在信号接口单元处将下行链路异步无线电载波信号从外部设备的时钟重整为无线电系统的主时钟包括从与第一时钟域的第一时钟同步的信道化无线电载波的第一采样转换为与第二时钟域的第二时钟同步的第二采样。

[0123] 示例22包括示例18-21中的任何一个的方法,其中下行链路异步无线电载波信号特定于特定信道以及在可以执行射频转换和发送之前需要另外的基带转换;以及其中下行链路数字化射频信号不特定于特定信道以及在可以执行射频转换和发送之前不需要另外的基带转换。

[0124] 示例23包括示例18-22中的任何一个的方法,其中下行链路异步无线电载波信号包括I/Q对。

[0125] 示例24包括示例18-23中的任何一个的方法,该方法还包括:基于时钟重整的下行链路异步无线电载波信号生成下行链路数字化射频信号。

[0126] 示例25包括示例18-24中的任何一个的方法,其中天线单元是通过至少一个介质通信地耦合至信号接口单元的远程天线单元。

[0127] 示例26包括示例25的方法,其中将时钟重整的下行链路异步无线电载波信号和基于时钟重整的下行链路异步无线电载波信号的下行链路数字化射频信号中的至少一个从信号接口单元传递至天线单元通过至少一个介质发生。

[0128] 示例27包括示例25-26中的任何一个的方法,还包括在通信地耦合在信号接口与远程天线单元之间的中间设备处使下行链路数字射频信号在发送到远程天线单元之前与至少另一个下行链路数字射频信号聚合。

[0129] 示例28包括示例27的方法,其中下行链路数字射频信号和至少另一个下行链路数字射频信号内的个体信道不重叠以及可以一起同时上变频转换为射频频谱。

[0130] 示例29包括示例18-28中的任何一个的方法,其中外部设备是基站的基带单元的一部分。

[0131] 示例30包括示例18-29中的任何一个的方法,其中外部设备是通用公共无线电接口(CPRI)基站接口、开放式基站架构倡议(OBSAI)基站接口和开放式无线电接口(ORI)接口中的至少一个;以及其中根据通用公共无线电接口(CPRI)标准、开放式基站架构倡议(OBSAI)标准和开放式无线电接口(ORI)标准中的至少一个使下行链路异步无线电载波信号格式化。

[0132] 示例31包括示例18-30中的任何一个的方法,其中下行链路数字射频信号包括定位在反映其在射频频谱内的最终位置的一组频谱内的无线电载波的数字表示。

[0133] 示例32包括示例18-31中的任何一个的方法,该方法还包括:在信号接口处从天线单元接收上行链路数字化射频信号和上行链路信道化无线电载波信号中的至少一个;在信

号接口处将上行链路信道化无线电载波信号从无线电系统的主时钟时钟重整为外部设备的时钟；以及将射频载波的上行链路信道化无线电载波信号从信号接口单元传递至外部设备。

[0134] 示例33包括分布式天线系统,该分布式天线系统包括:多个信号接口单元,配置为从至少一个外部设备接收多个射频载波的多个下行链路异步无线电载波信号,多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个具有不同时钟;其中多个信号接口单元还配置为将多个下行链路异步无线电载波信号从多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟时钟重整为分布式天线系统的主时钟;其中多个信号接口单元还被配置为将多个下行链路异步无线电载波信号转换为下行链路数字化射频信号;主机单元,通信地耦合至多个信号接口单元以及配置为将多个下行链路数字化射频信号中的至少两个组合为聚合下行链路数字化射频信号;天线单元,通信地耦合至主机单元以及配置为从主机单元接收聚合下行链路数字化射频信号;其中天线单元还被配置为将聚合下行链路数字化射频信号和基于聚合下行链路数字化射频信号的另一个信号中的至少一个转换为下行链路射频信号;其中天线单元还被配置为向至少一个订户单元无线地发送下行链路射频信号。

[0135] 示例34包括示例33的分布式天线系统,其中多个信号接口单元包括至少一个重采样滤波器,该至少一个重采样滤波器将多个下行链路异步无线电载波信号从多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟时钟重整为远程天线单元的主时钟。

[0136] 示例35包括示例33-34中的任何一个的分布式天线系统,其中多个信号接口单元被配置为使用Farrow结构从外部设备的第一时钟域转换为远程天线单元的第二时钟域。

[0137] 示例36包括示例33-35中的任何一个的分布式天线系统,其中多个信号接口单元中的至少一个被配置为通过将与第一时钟域的第一时钟同步的信道化无线电载波的第一采样转换为与第二时钟域的第二时钟同步的第二采样来对至少一个下行链路异步无线电载波信号进行时钟重整。

[0138] 示例37包括示例33-36中的任何一个的分布式天线系统,其中多个下行链路异步无线电载波信号中的至少一个特定于特定信道以及在可以执行射频转换和发送之前需要另外的基带转换;以及其中聚合下行链路模拟中频信号不特定于特定信道以及在可以执行射频转换和发送之前不需要另外的基带转换。

[0139] 示例38包括示例33-37中的任何一个的分布式天线系统,其中下行链路异步无线电载波信号中的至少一个包括I/Q对。

[0140] 示例39包括示例33-38中的任何一个的分布式天线系统,其中多个下行链路模拟中频信号中的至少两个内的个体信道不重叠以及可以一旦组合成聚合下行链路模拟中频信号就一起同时上变频转换为射频频谱。

[0141] 示例40包括示例33-39中的任何一个的分布式天线系统,其中多个外部设备中的至少一个是基站的基带处理单元。

[0142] 示例41包括示例33-40中的任何一个示例的分布式天线系统,其中在多个信号接口单元处接收的多个下行链路异步无线电载波信号中的至少一个使用SONET协议和以太网协议中的至少一个接收I/Q对。

[0143] 示例42包括示例33-41中的任何一个的分布式天线系统,其中多个网络接口中的至少一个是通用公共无线电接口(CPRI)基站接口、开放式基站架构倡议(OBSAI)基站接口

和开放式无线电接口(ORI)接口中的至少一个;以及其中根据通用公共无线电接口(CPRI)标准、开放式基站架构倡议(OBSAI)标准和开放式无线电接口(ORI)标准中的至少一个使下行链路异步无线电载波信号中的至少一个格式化。

[0144] 示例43包括示例33-42中的任何一个的分布式天线系统,其中下行链路异步无线电载波信号中的至少一个包括定位在反映其在射频频谱内的最终位置的一组频谱内的无线电载波的数字表示。

[0145] 示例44包括示例33-43中的任何一个的分布式天线系统,该分布式天线系统还包括:其中多个信号接口单元还被配置为至少部分地通过将多个上行链路数字化射频信号时钟重整为不同于分布式天线系统的主时钟的多个异步时钟来将多个上行链路数字化射频信号转换为上行链路异步无线电载波信号。

[0146] 示例45包括用于在分布式天线系统中连接多个异步下行链路异步无线电载波信号的方法,该方法包括:在多个信号接口单元处从至少一个外部设备接收多个射频载波的多个下行链路异步无线电载波信号,该多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个具有不同时钟;在多个信号接口单元处将多个下行链路异步无线电载波信号从多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟时钟重整为分布式天线系统的主时钟;在多个信号接口单元处将多个下行链路异步无线电载波信号转换为下行链路数字化射频信号;将下行链路数字化射频信号从多个信号接口单元传递至主机单元;在主机单元处将多个下行链路数字化射频信号中的至少两个组合成聚合下行链路数字化射频信号;将聚合下行链路数字化射频信号从主机单元传递至天线单元;以及在天线单元处将聚合下行链路数字化射频信号和基于聚合下行链路数字化射频信号的另一个信号中的至少一个转换为下行链路射频信号。

[0147] 示例46包括示例45的方法,该方法还包括:向至少一个订户单元无线地发送下行链路射频信号。

[0148] 示例47包括示例45-46中的任何一个的方法,其中在天线单元处将多个下行链路异步无线电载波信号从多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟时钟重整为天线单元的主时钟通过至少一个重采样滤波器发生。

[0149] 示例48包括示例45-47中的任何一个的方法,其中将多个下行链路异步无线电载波信号时钟重整为天线单元的主时钟使用Farrow结构将多个下行链路异步无线电载波信号从多个信道化无线电载波信号的第一时钟域转换为天线单元的第二时钟域。

[0150] 示例49包括示例45-48中的任何一个的方法,其中将多个下行链路异步无线电载波信号时钟重整为天线单元的主时钟包括从与第一时钟域的第一时钟同步的信道化无线电载波的第一采样转换为与第二时钟域的第二时钟同步的第二采样。

[0151] 示例50包括示例45-49中的任何一个的方法,其中多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个特定于特定信道以及在可以执行射频转换和发送之前需要另外的基带转换;以及其中聚合下行链路模拟中频信号不特定于特定信道以及在可以执行射频转换和发送之前不需要另外的基带转换。

[0152] 示例51包括示例45-50中的任何一个的方法,其中下行链路异步无线电载波信号中的每一个包括I/Q对。

[0153] 示例52包括示例45-51中的任何一个的方法,其中多个下行链路模拟中频信号中

的至少两个内的个体信道不重叠以及一旦组合成聚合下行链路模拟中频信号就可以一起同时上变频转换为射频频谱。

[0154] 示例53包括示例45-52中的任何一个的方法,其中多个外部设备中的至少一个是基站的基带处理单元中的至少一个。

[0155] 示例54包括示例45-53中的任何一个的方法,其中接收多个射频载波的多个下行链路异步无线电载波信号中的至少一个使用SONET协议和以太网协议中的至少一个发送I/Q对来发生。

[0156] 示例55包括示例45-54中的任何一个的方法,其中多个网络接口中的至少一个是通用公共无线电接口(CPRI)基站接口、开放式基站架构倡议(OBSAI)基站接口和开放式无线电接口(ORI)接口中的至少一个;以及其中根据通用公共无线电接口(CPRI)标准、开放式基站架构倡议(OBSAI)标准和开放式无线电接口(ORI)标准中的至少一个使下行链路异步无线电载波信号中的至少一个格式化。

[0157] 示例56包括示例45-55中的任何一个的方法,其中下行链路异步无线电载波信号中的至少一个包括定位在反映其在射频频谱内的最终位置的一组频谱内的无线电载波的数字表示。

[0158] 示例57包括示例45-56中的任何一个的方法,该方法还包括:至少部分地通过将多个上行链路数字化射频信号时钟重整为不同于分布式天线系统的主时钟的多个异步时钟来在多个信号接口单元处将多个上行链路数字化射频信号转换为上行链路异步无线电载波信号。

[0159] 示例58包括远程天线单元,该远程天线单元包括:多个网络接口,配置为从至少一个外部设备接收多个射频载波的多个下行链路异步无线电载波信号,该多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个具有不同时钟;至少一个时钟转换单元,通信地耦合至多个外部设备接口以及配置为将多个下行链路异步无线电载波信号从多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟时钟重整为远程天线单元的主时钟;至少一个中频转换器,通信地耦合至至少一个时钟转换单元以及配置为将多个下行链路异步无线电载波信号转换为下行链路模拟中频信号;至少一个交换单元,通信地耦合至至少一个中频转换器以及配置为将多个下行链路模拟中频信号中的至少两个组合为聚合下行链路模拟中频信号;至少一个射频转换器,通信地耦合至至少一个中频转换器以及配置为将聚合下行链路模拟中频信号转换为下行链路射频信号;至少一个天线,通信地耦合至至少一个射频转换器以及配置为向至少一个订户单元无线发送下行链路射频信号。

[0160] 示例59包括示例58的远程天线单元,其中至少一个时钟转换单元包括至少一个重采样滤波器,该至少一个重采样滤波器将多个下行链路异步无线电载波信号从多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟时钟重整为远程天线单元的主时钟。

[0161] 示例60包括示例58-59中的任何一个的远程天线单元,其中至少一个时钟转换单元使用Farrow结构从外部设备的第一时钟域转换为远程天线单元的第二时钟域。

[0162] 示例61包括示例58-60中的任何一个的远程天线单元,其中至少一个时钟转换单元被配置为通过将与第一时钟域的第一时钟同步的信道化无线电载波的第一采样转换为与第二时钟域的第二时钟同步的第二采样来对多个下行链路异步无线电载波信号进行时钟重整。

[0163] 示例62包括示例58-61中的任何一个的远程天线单元,其中多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个特定于特定信道以及在可以执行射频转换和发送之前需要另外的基带转换;以及其中聚合下行链路模拟中频信号不特定于特定信道以及在可以执行射频转换和发送之前不需要另外的基带转换。

[0164] 示例63包括示例58-62中的任何一个的远程天线单元,其中下行链路异步无线电载波信号中的每一个包括I/Q对。

[0165] 示例64包括示例58-63中的任何一个的远程天线单元,其中多个下行链路模拟中频信号中的至少两个内的个体信道不重叠以及一旦组合成聚合下行链路模拟中频信号就可以一起同时上变频转换为射频频谱。

[0166] 示例65包括示例58-64中的任何一个的远程天线单元,其中多个外部设备中的至少一个是主机信号接口和中间设备中的至少一个。

[0167] 示例66包括示例58-65中的任何一个的远程天线单元,其中下行链路异步无线电载波信号中的至少一个包括定位在反映其在射频频谱内的最终位置的一组频谱内的无线电载波的数字表示。

[0168] 示例67包括示例58-66中的任何一个的远程天线单元,该远程天线单元还包括:其中至少一个时钟转换单元还被配置为至少部分地通过将多个上行链路数字化射频信号时钟重整为不同于远程天线单元的主时钟的多个异步时钟将多个上行链路数字化射频信号转换为上行链路异步无线电载波信号。

[0169] 示例68包括示例67的远程天线单元,其中射频频带内的下行链路和上行链路信号在不同频谱中以及使用频分双工(FDD)方案在频率上分离。

[0170] 示例69包括示例67-68中的任何一个的远程天线单元,其中射频频带内的下行链路和上行链路信号在频谱上重叠以及使用时分双工(TDD)方案在时间上分离。

[0171] 示例70包括用于在天线单元处连接多个异步下行链路异步无线电载波信号的方法,该方法包括:在天线单元处从至少一个外部设备接收多个射频载波的多个下行链路异步无线电载波信号,该多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个具有不同时钟;在天线单元处将多个下行链路异步无线电载波信号从多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟时钟重整为天线单元的主时钟;在天线单元处将多个下行链路异步无线电载波信号转换为下行链路模拟中频信号;在天线单元处将多个下行链路模拟中频信号中的至少两个组合成聚合下行链路模拟中频信号;在天线单元处将聚合下行链路模拟中频信号转换为下行链路射频信号;从天线单元向至少一个订户单元无线地发送下行链路射频信号。

[0172] 示例71包括示例70的方法,其中在天线单元处将多个下行链路异步无线电载波信号从多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个的每个不同时钟时钟重整为天线单元的主时钟通过至少一个重采样滤波器发生。

[0173] 示例72包括示例70-71中的任何一个的方法,其中将多个下行链路异步无线电载波信号时钟重整为天线单元的主时钟使用Farrow结构将多个下行链路异步无线电载波信号从多个信道化无线电载波信号的第一时钟域转换为天线单元的第二时钟域。

[0174] 示例73包括示例70-72中的任何一个的方法,其中将多个下行链路异步无线电载波信号时钟重整为天线单元的主时钟包括从与第一时钟域的第一时钟同步的信道化无线

电载波的第一采样转换为与第二时钟域的第二时钟同步的第二采样。

[0175] 示例74包括示例70-73中的任何一个的方法,其中多个下行链路异步无线电载波信号中的每一个特定于特定信道以及在可以执行射频转换和发送之前需要另外的基带转换;以及其中聚合下行链路模拟中频信号不特定于特定信道以及在可以执行射频转换和发送之前不需要另外的基带转换。

[0176] 示例75包括示例70-74中的任何一个的方法,其中下行链路异步无线电载波信号中的每一个包括I/Q对。

[0177] 示例76包括示例70-75中的任何一个的方法,其中多个下行链路模拟中频信号中的至少两个内的个体信道不重叠以及一旦组合成聚合下行链路模拟中频信号就可以一起同时上变频转换为射频频谱。

[0178] 示例77包括示例70-76中的任何一个的方法,其中多个外部设备中的至少一个是主机信号接口和中间设备中的至少一个。

[0179] 示例78包括示例70-77中的任何一个的方法,其中下行链路异步无线电载波信号中的至少一个包括定位在反映其在射频频谱内的最终位置的一组频谱内的无线电载波的数字表示。

[0180] 示例79包括示例70-78中的任何一个的方法,该方法还包括:至少部分地通过将多个上行链路数字化射频信号时钟重整为不同于远程天线单元的主时钟的多个异步时钟来在至少一个时钟转换单元处将多个上行链路数字化射频信号转换为上行链路异步无线电载波信号。

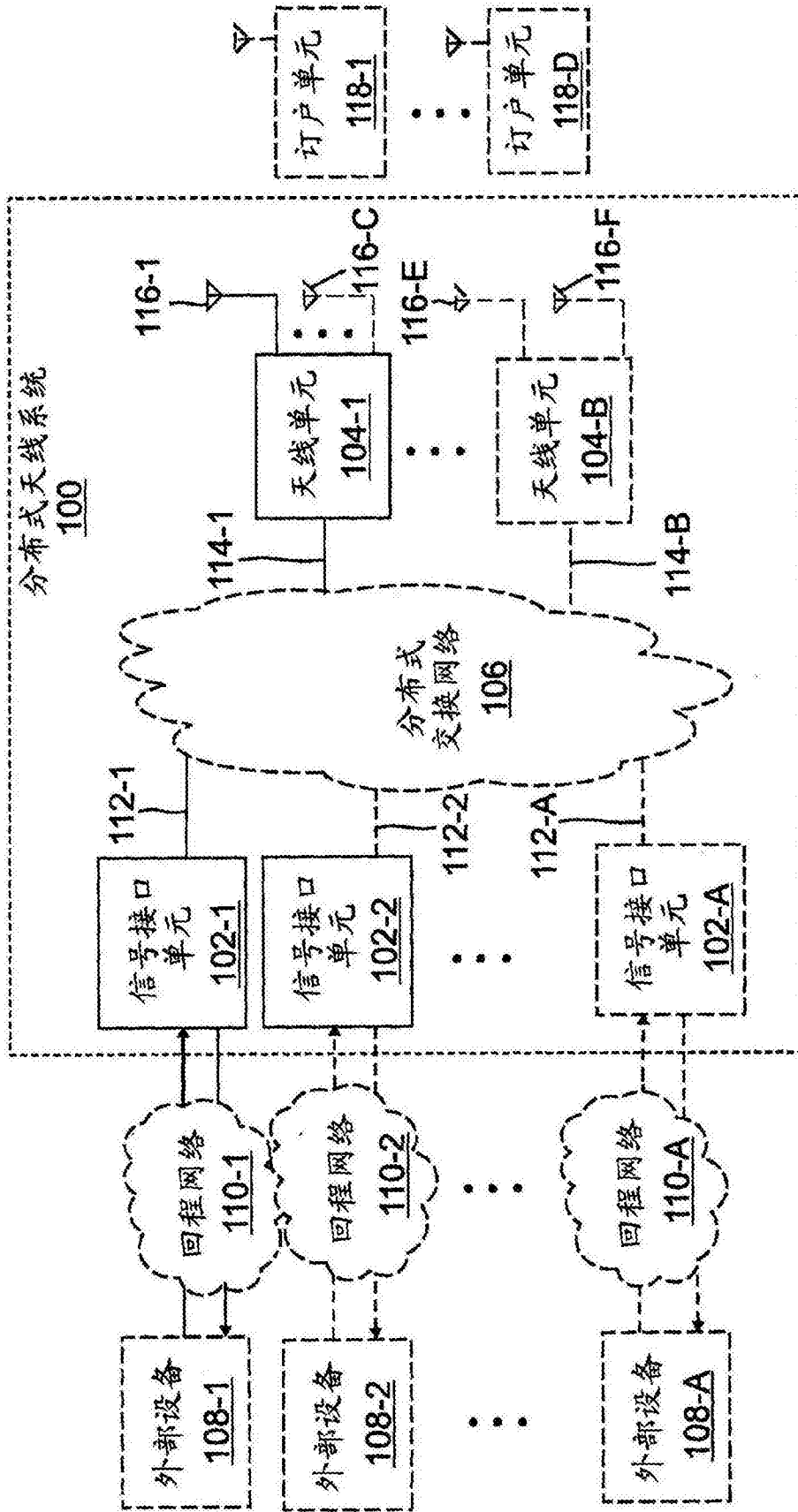


图1

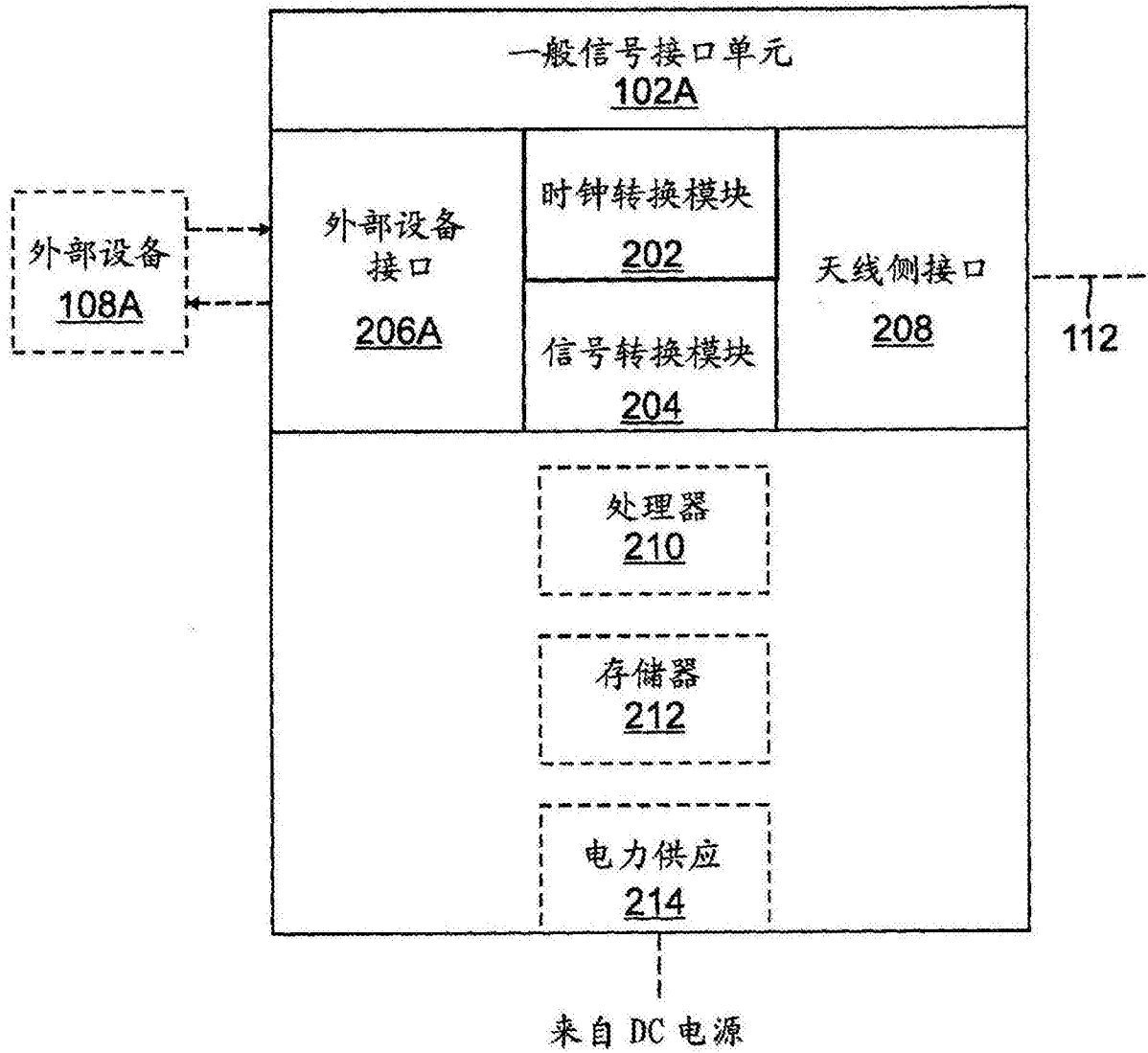


图2A

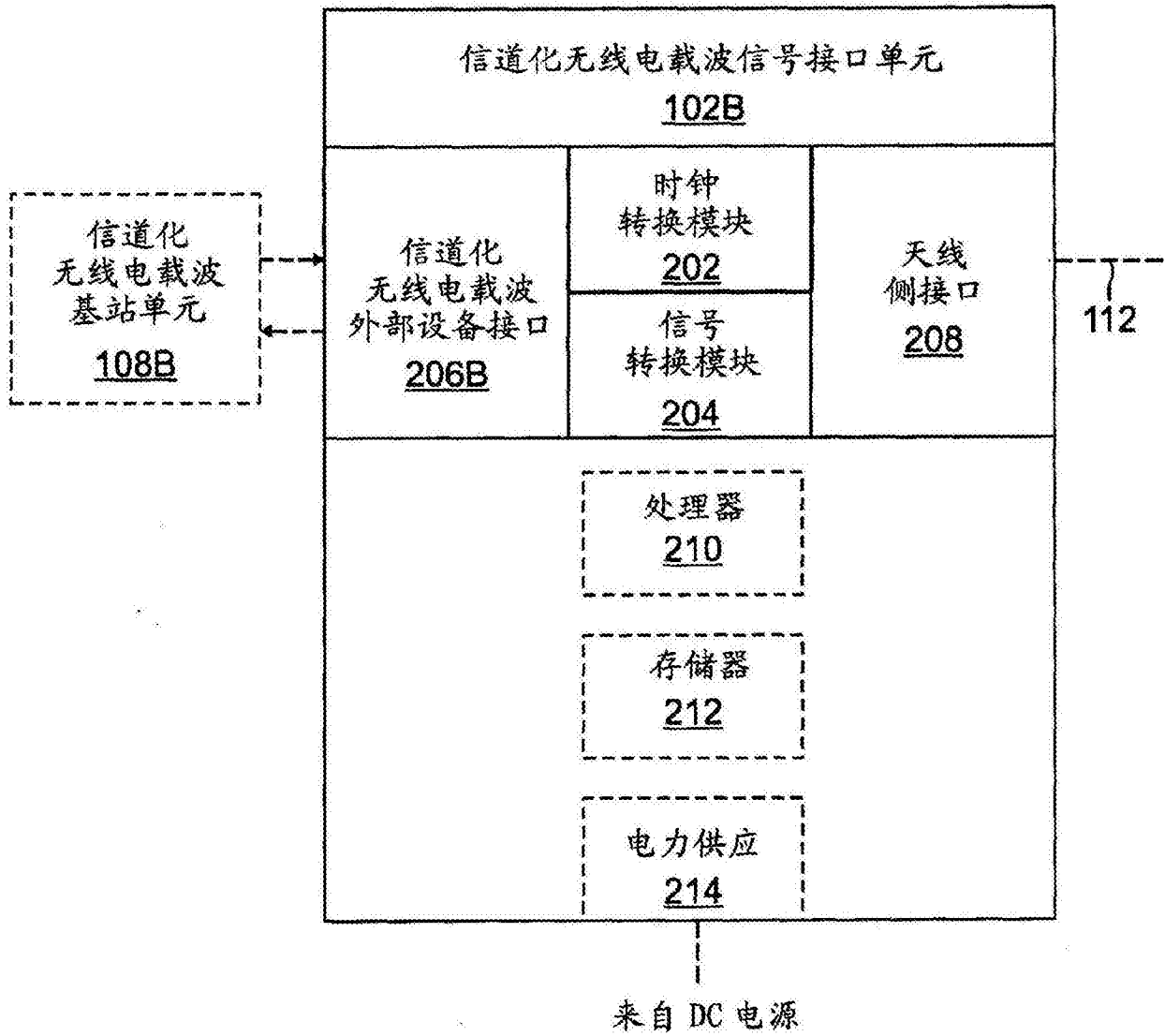


图2B

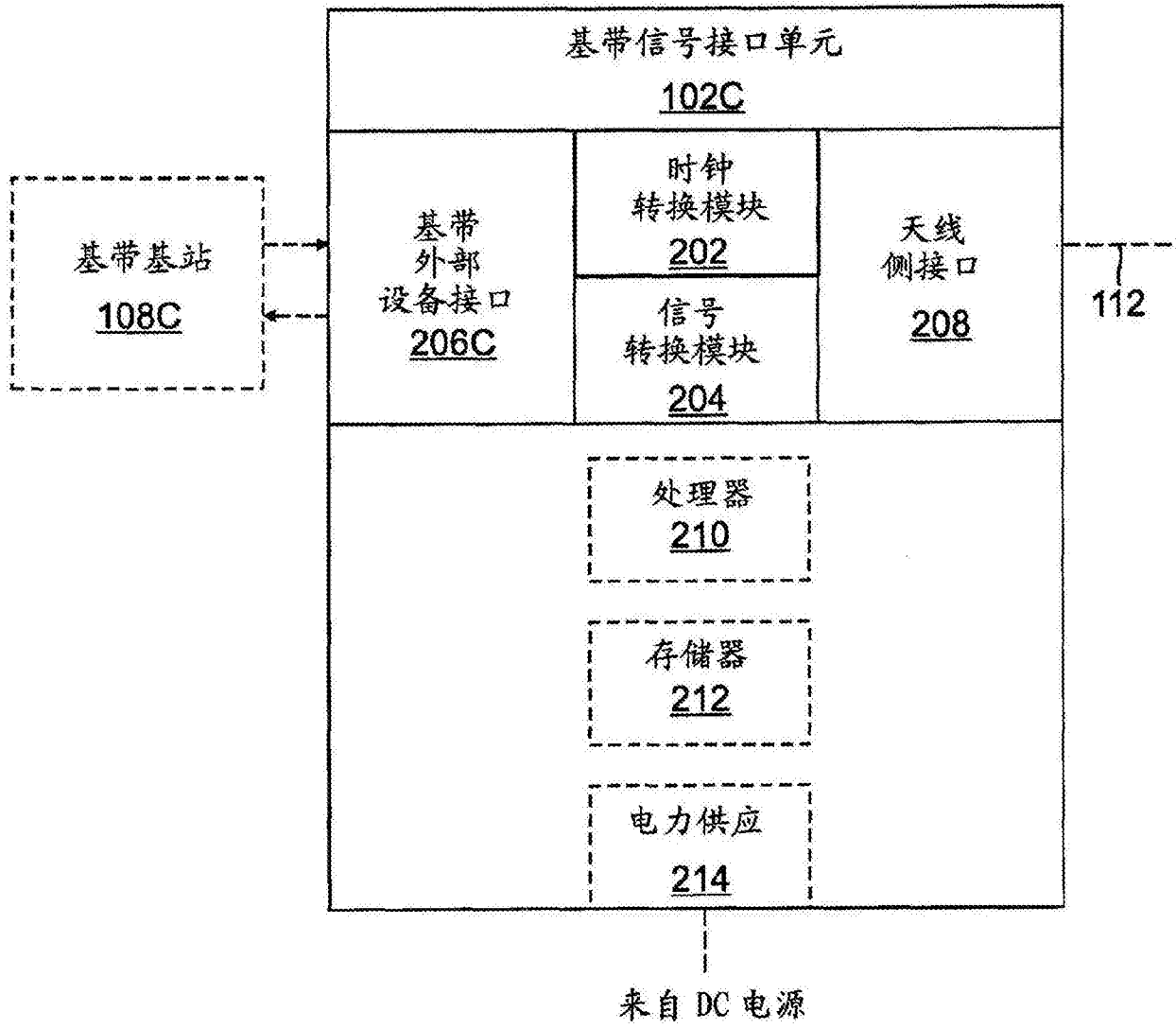


图2C

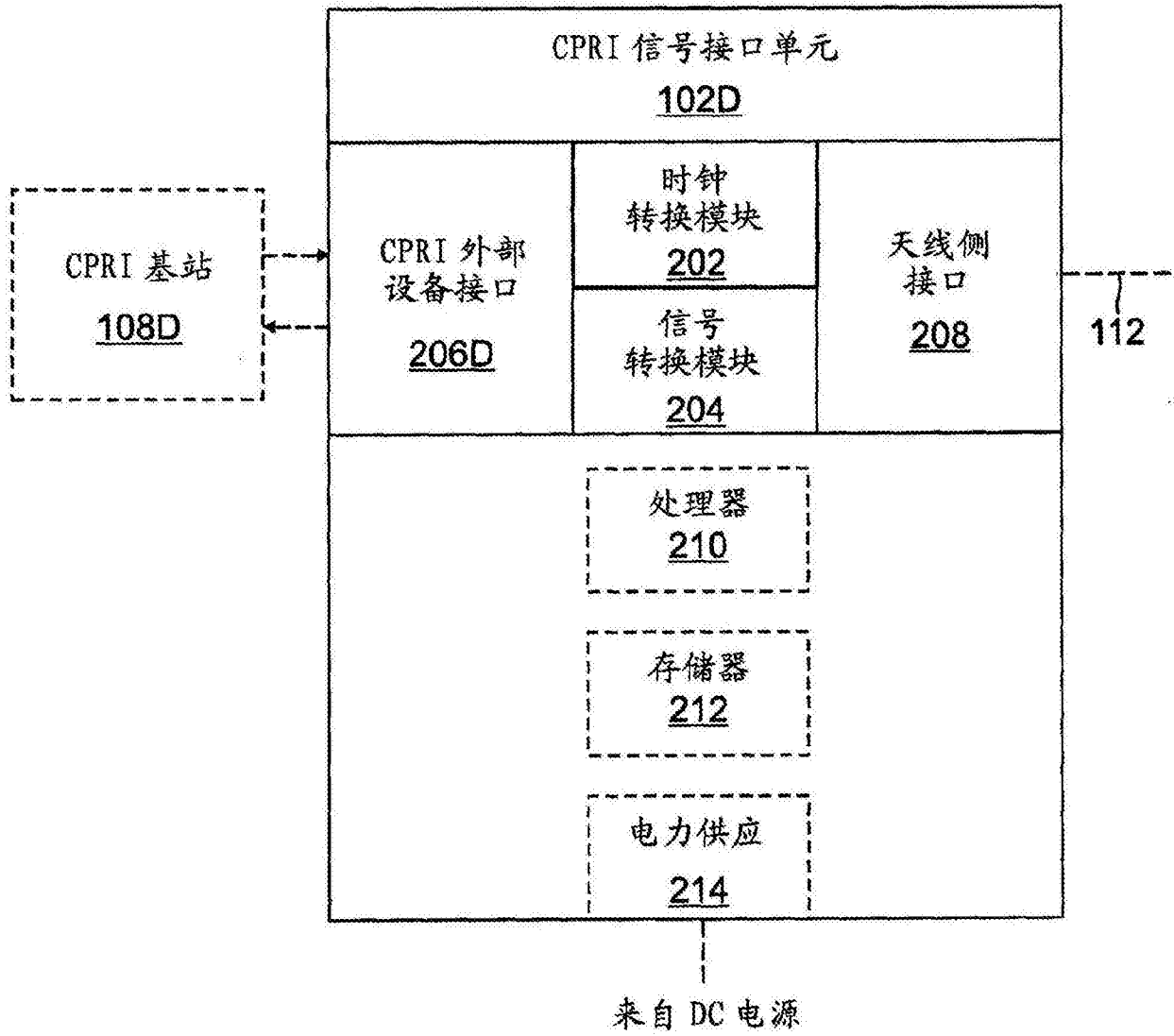


图2D

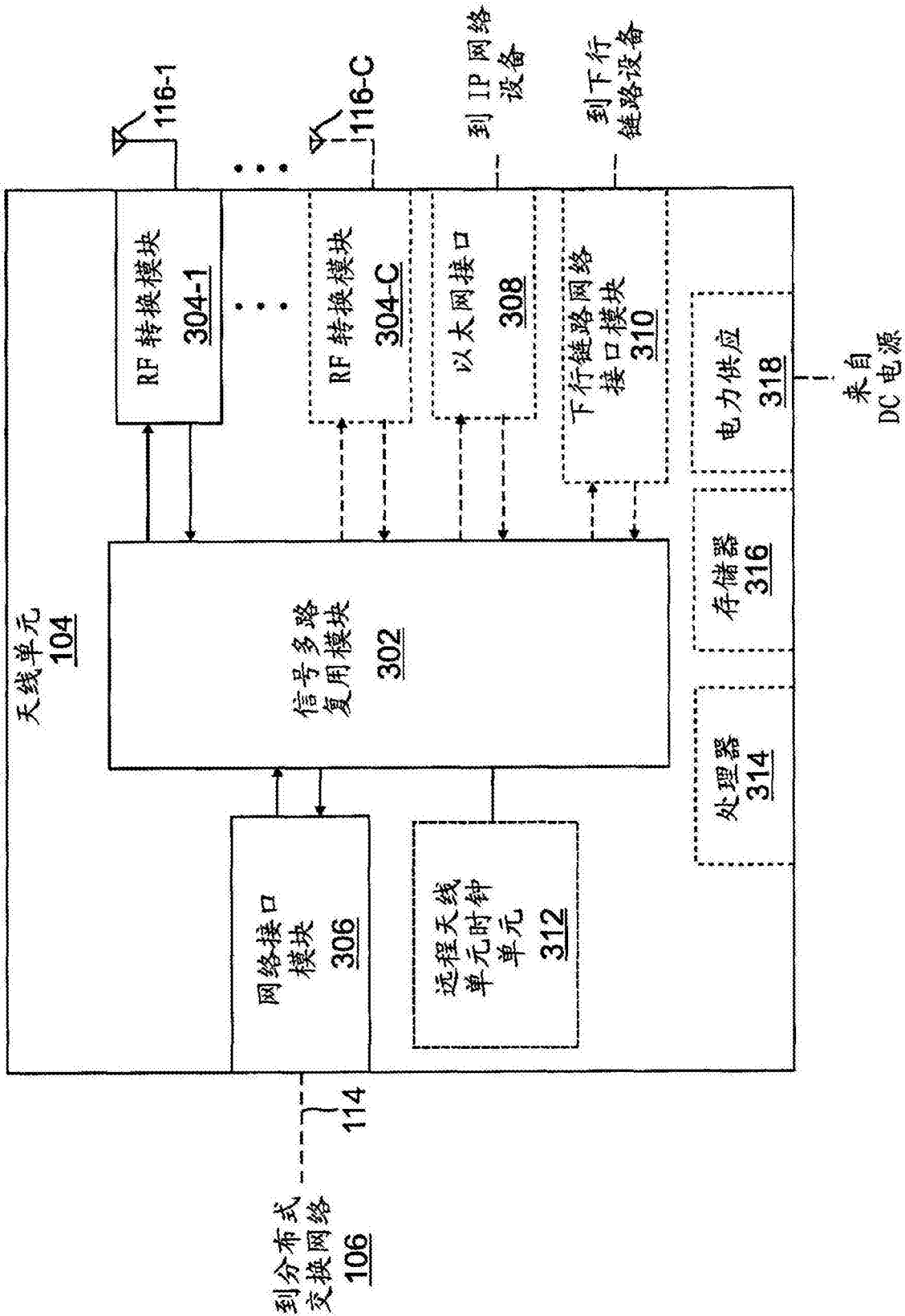


图3

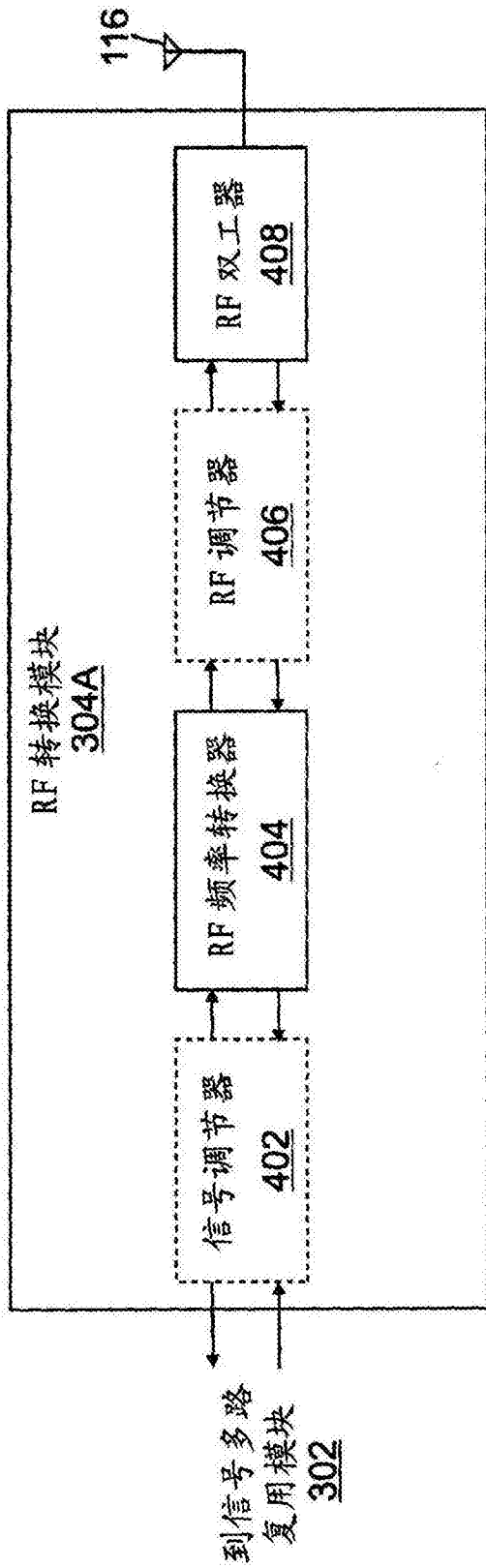


图4A

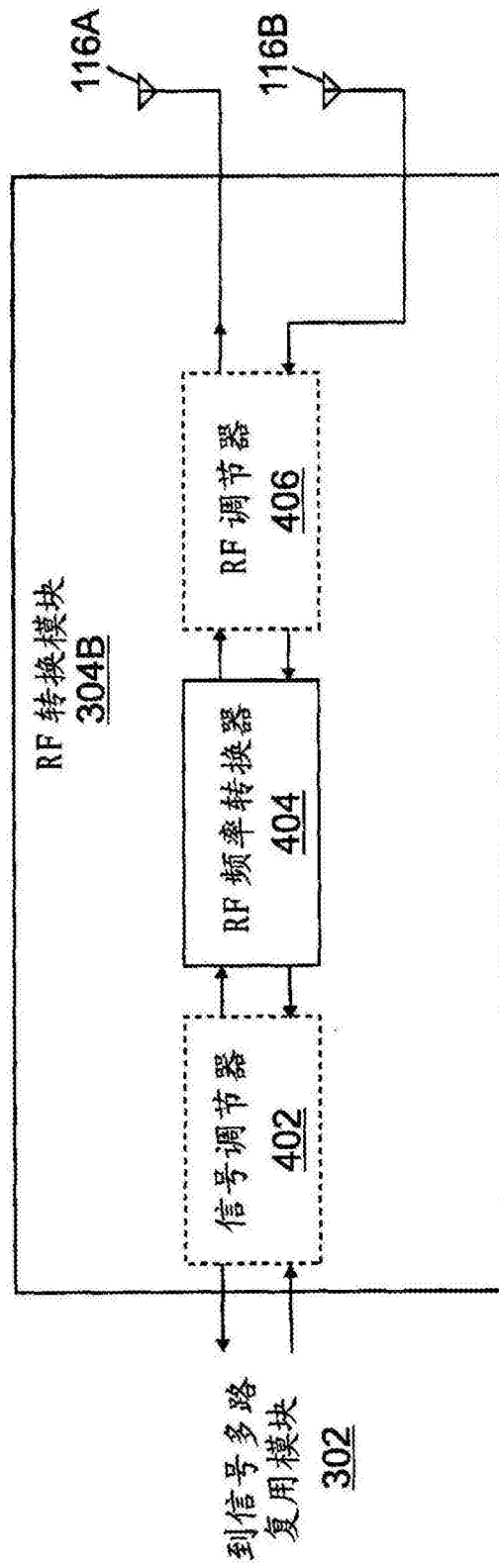


图4B

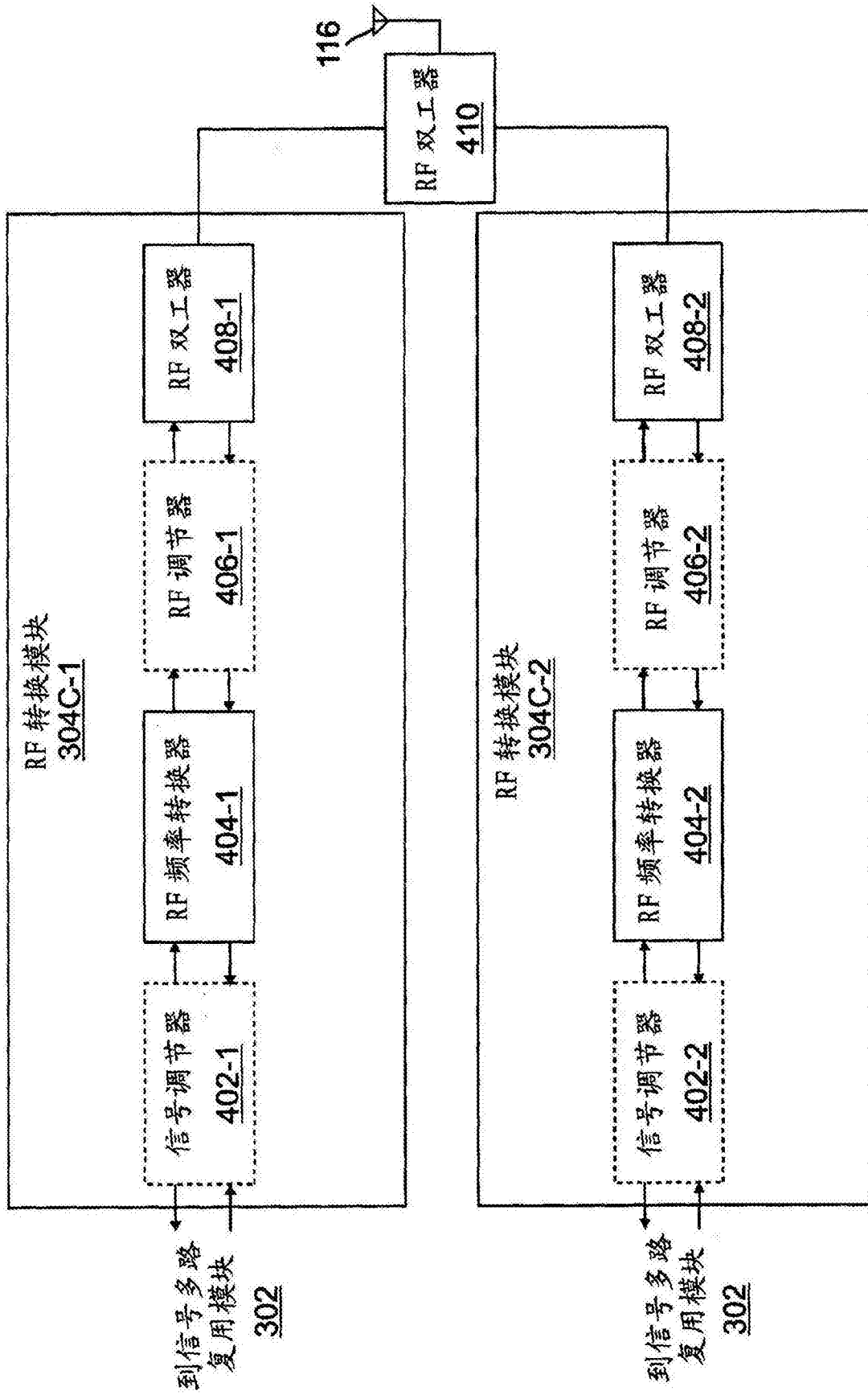


图4C

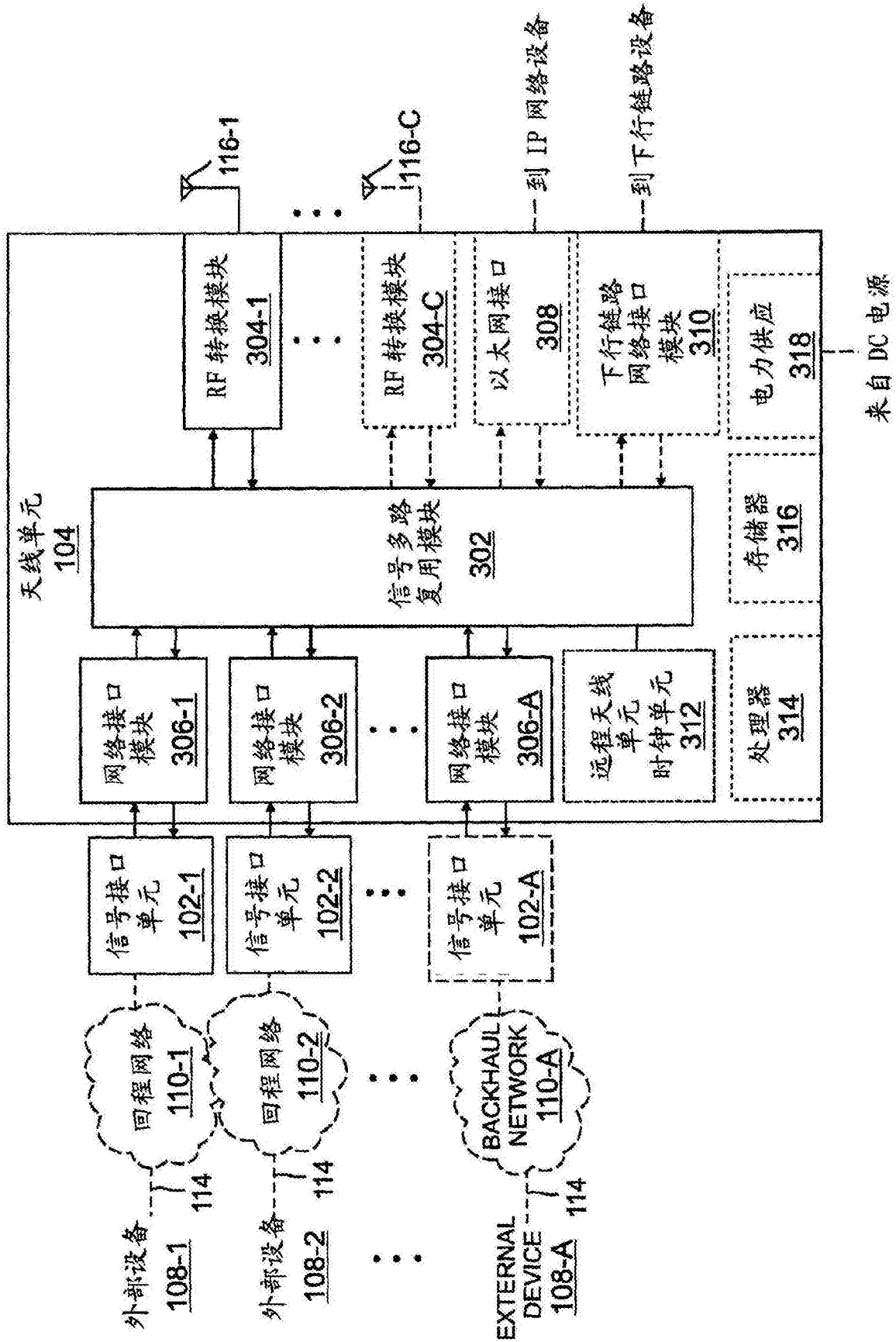


图5A

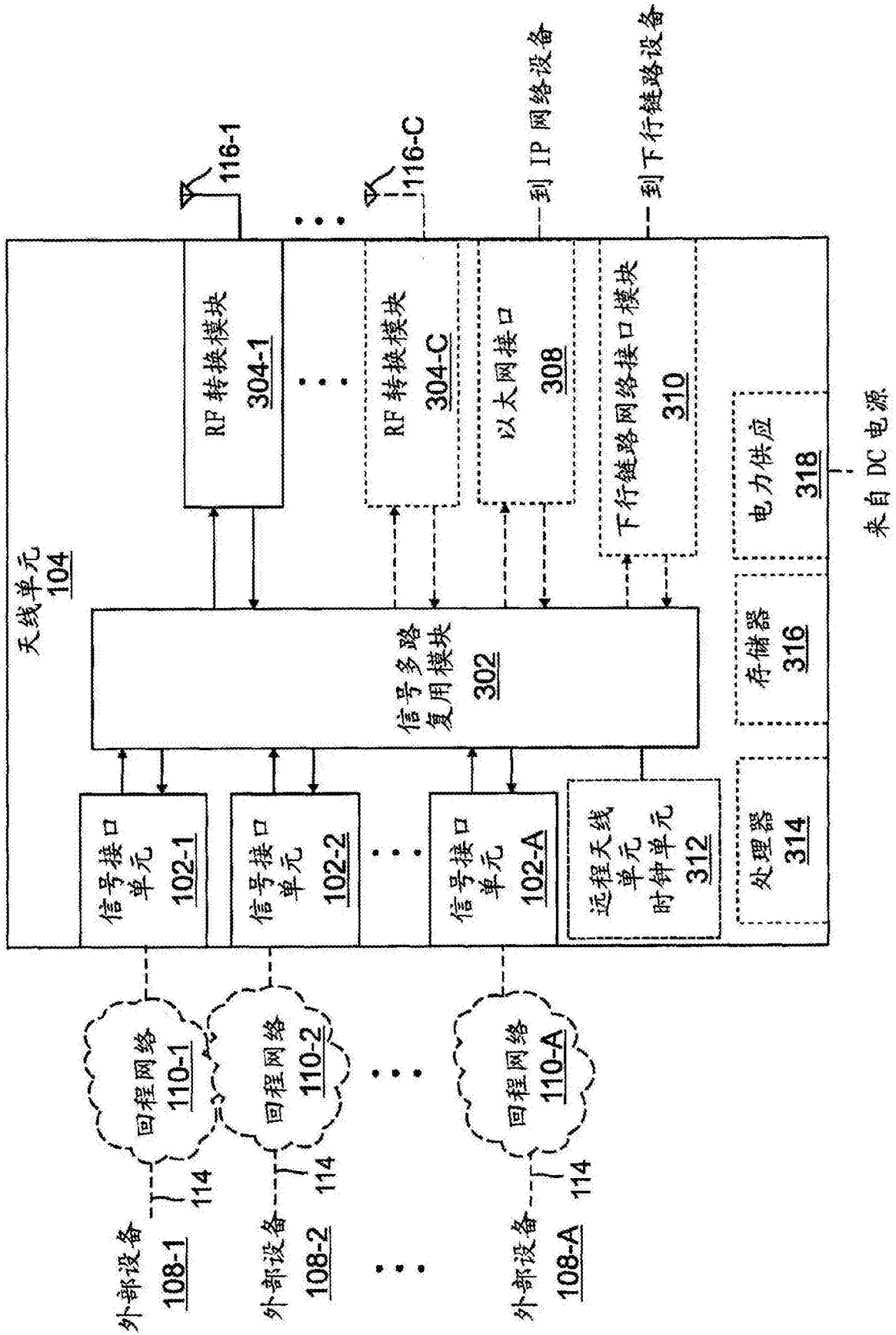


图5B

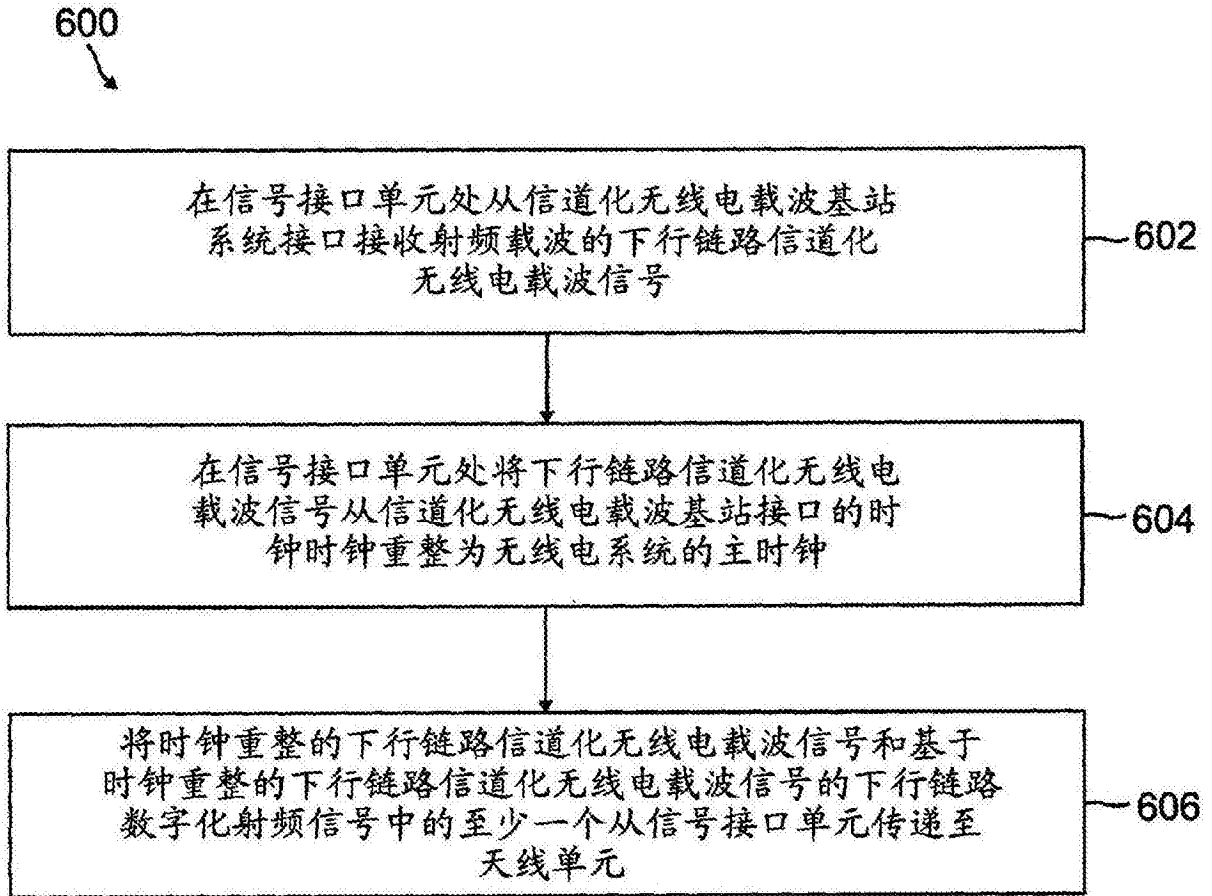


图6

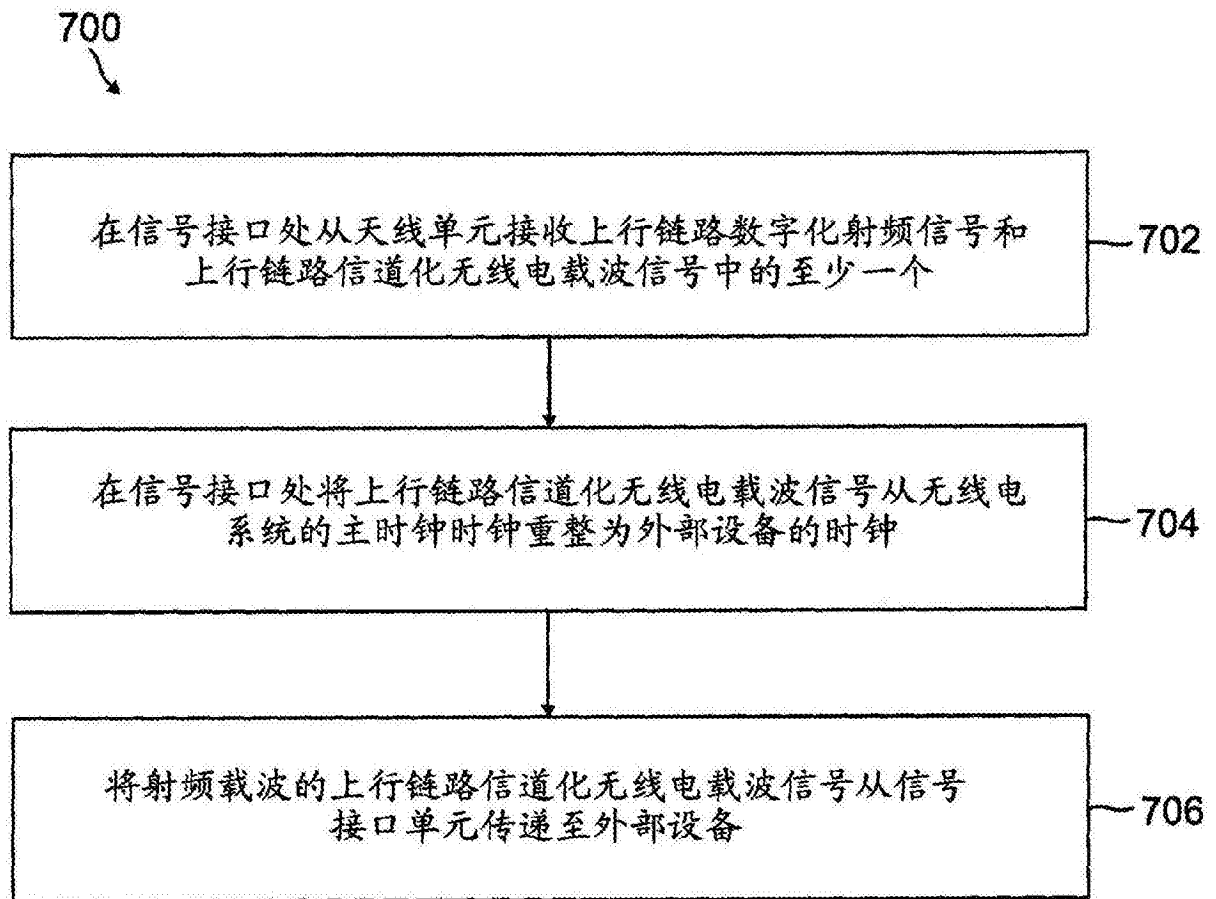


图7

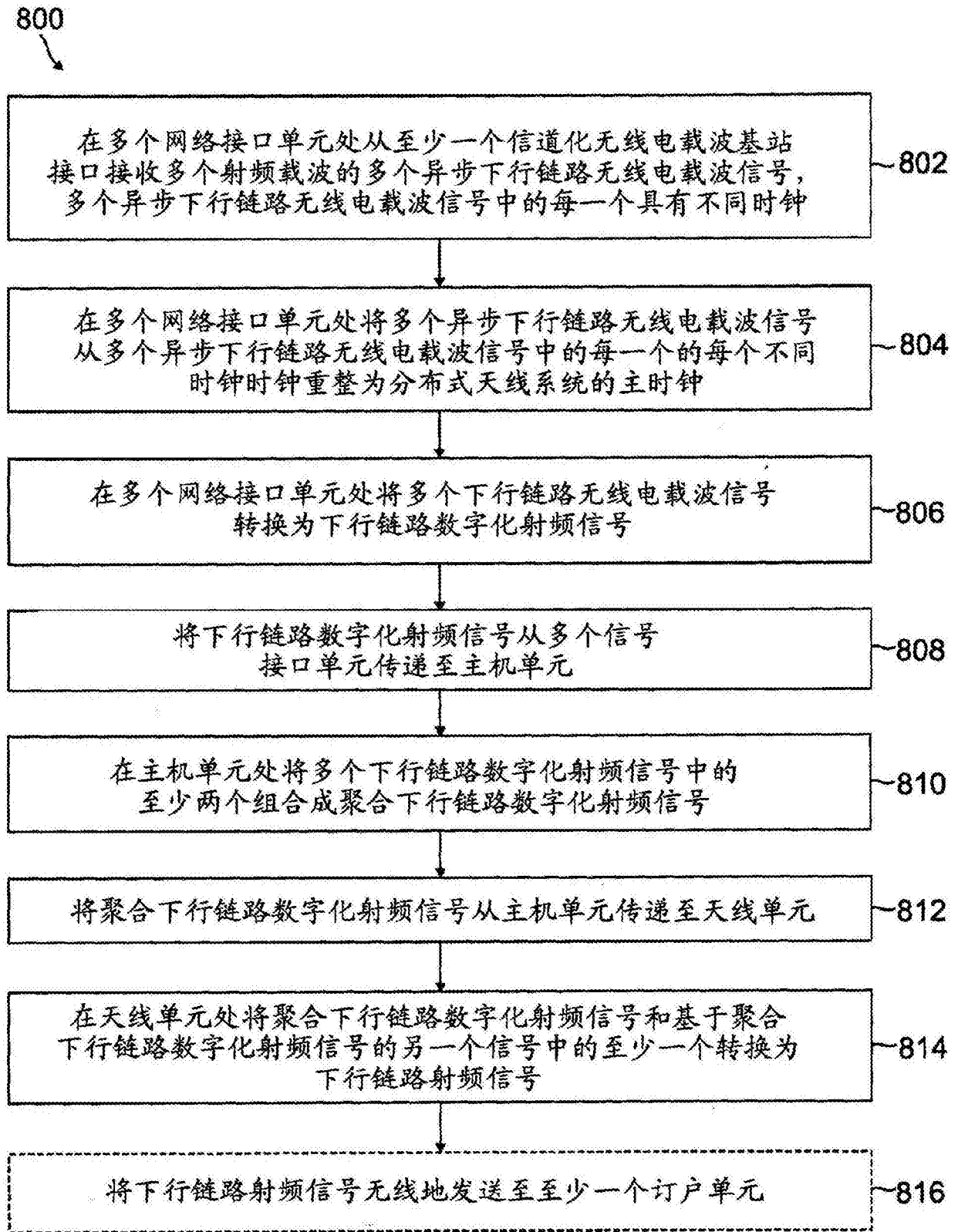


图8

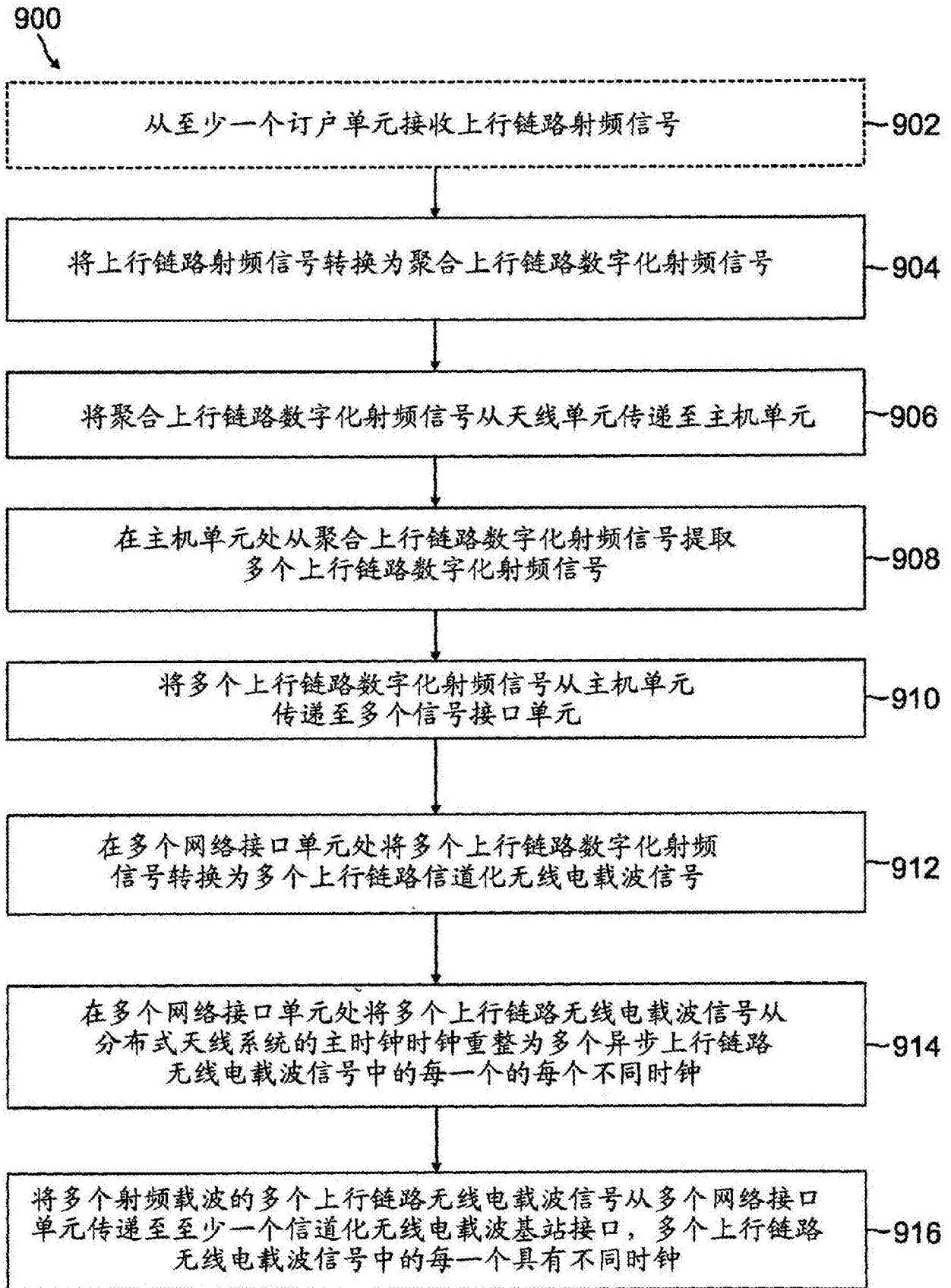


图9

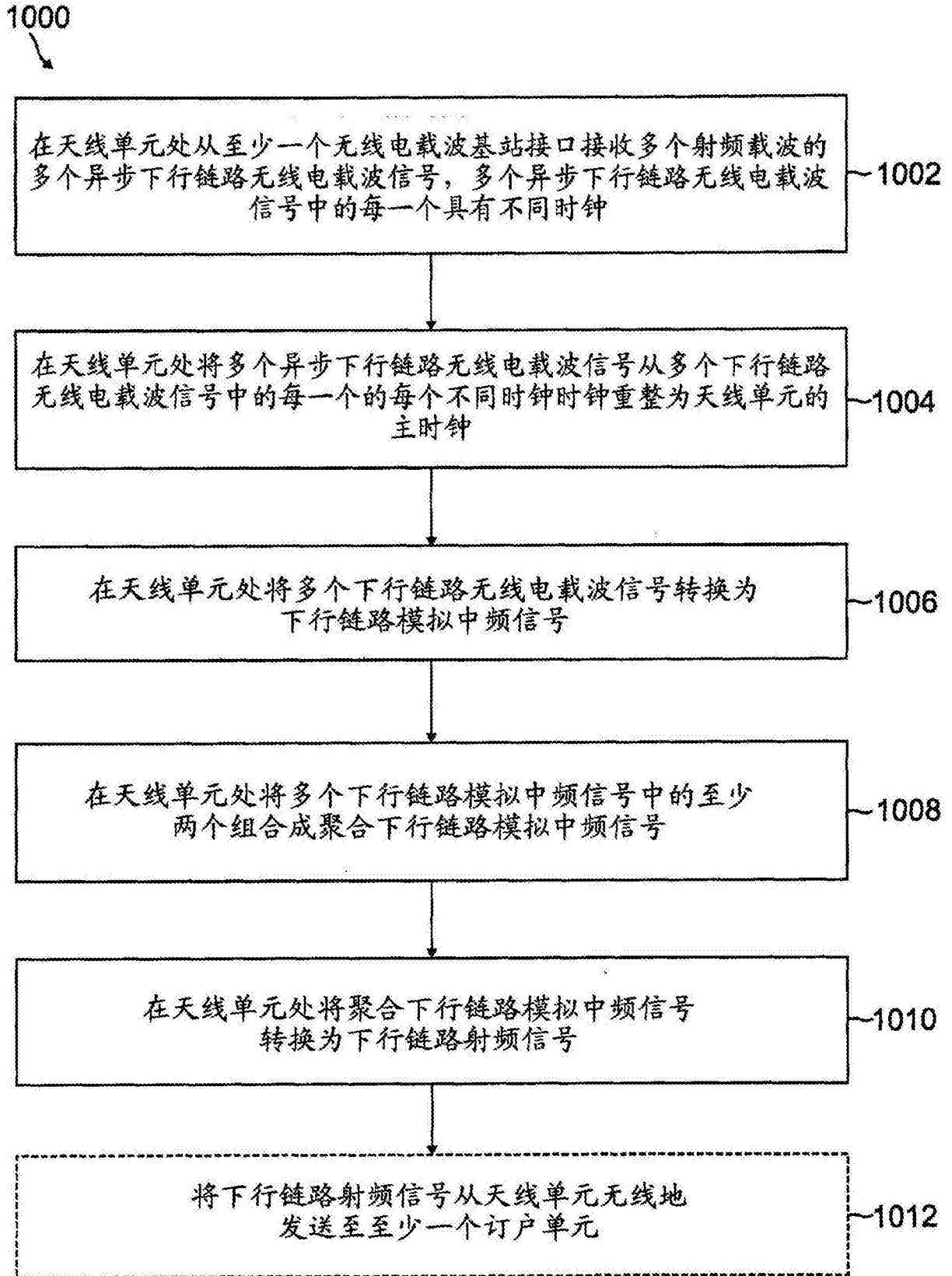


图10

1100

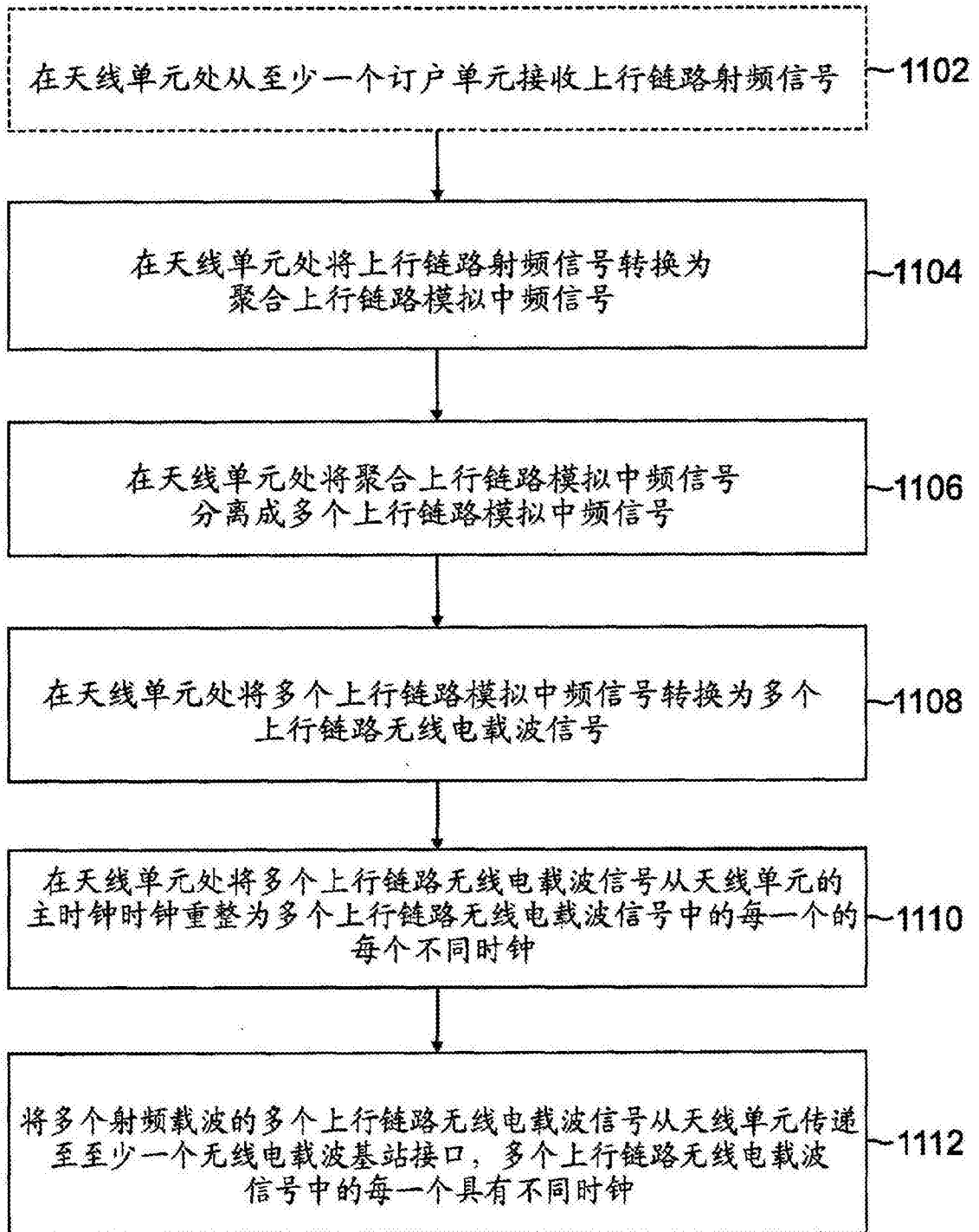


图11