



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114503448 B

(45) 授权公告日 2024. 11. 08

(21) 申请号 202080068444.2

(22) 申请日 2020.09.29

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114503448 A

(43) 申请公布日 2022.05.13

(30) 优先权数据
62/908,313 2019.09.30 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.03.29

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2020/053334 2020.09.29

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/067309 EN 2021.04.08

(73) 专利权人 奇跃公司
地址 美国佛罗里达州

(72) 发明人 S·Z·塞伊

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247
专利代理师 于静 牛南辉

(51) Int.Cl.
H04B 7/0413 (2017.01)
H04B 7/06 (2006.01)
H04B 7/08 (2006.01)
H04L 5/00 (2006.01)
H04L 5/14 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 102388659 A, 2012.03.21
CN 104104395 A, 2014.10.15
审查员 张雪凌

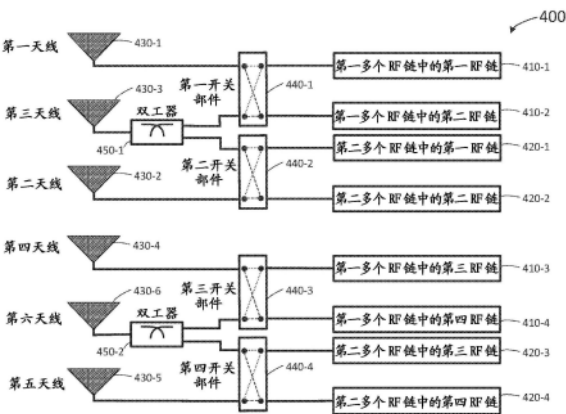
权利要求书6页 说明书19页 附图22页

(54) 发明名称

一种MIMO收发器、一种可穿戴设备、一种通信设备以及一种用于无线通信的方法

(57) 摘要

一种多输入多输出 (MIMO) 收发器包括多个 RF 链、多个天线、多个开关部件和被可操作地耦合到多个开关部件的控制电路。在一些示例中, 被包括在多个 RF 链中的 RF 链的总数等于第一值, 并且被包括在多个天线中的天线的总数等于第二值, 第二值小于第一值。



1. 一种多输入多输出MIMO收发器,包括:
多个RF链,包括:
第一RF链组,其包括被配置为支持在第一RF频段上的通信的电子设备;以及
第二RF链组,其包括被配置为支持在第二RF频段上的通信的电子设备;
多个天线,包括:
第一天线,其被配置为在所述第一RF频段上通信;
第二天线,其被配置为在不同于所述第一RF频段的第二RF频段上通信;以及
第三天线,其被配置为在所述第一RF频段和第二RF频段上通信
多个开关部件,包括:
第一开关部件,其被电耦合到所述第一RF链组中的两个RF链、所述第一天线、和所述第三天线;以及
第二开关部件,其被电耦合到所述第二RF链组中的两个RF链、所述第二天线、和所述第三天线;以及
控制电路,其被可操作地耦合到所述多个开关部件并控制所述多个开关部件;
其中,所述多个RF链中的RF链的总数等于第一值,并且所述多个天线中的天线的总数等于第二值,所述第二值小于所述第一值。
2. 根据权利要求1所述的MIMO收发器,其中,所述控制电路被配置为使所述第一开关部件在以下两个状态之间转换:
(i) 所述第一RF链组中的第一RF链被电耦合到所述第一天线并且所述第一RF链组中的第二RF链被电耦合到所述第三天线的状态;以及
(ii) 所述第一RF链组中的所述第一RF链被电耦合到所述第三天线并且所述第一RF链组中的所述第二RF链被电耦合到所述第一天线的状态。
3. 根据权利要求2所述的MIMO收发器,其中,所述控制电路被配置为使所述第二开关部件在以下两个状态之间转换:
(i) 所述第二RF链组中的第一RF链被电耦合到所述第二天线并且所述第二RF链组中的第二RF链被电耦合到所述第三天线的状态;以及
(ii) 所述第二RF链组中的所述第一RF链被电耦合到所述第三天线并且所述第二RF链组中的所述第二RF链被电耦合到所述第二天线的状态。
4. 根据权利要求3所述的MIMO收发器,其中,所述收发器被配置为与基站进行通信;以及
其中,所述收发器被配置为响应于从所述基站接收到使所述第一开关部件和所述第二开关部件中的一个或两个在状态之间转换的命令而这样做。
5. 根据权利要求4所述的MIMO收发器,其中,所述收发器被配置为根据时分双工TDD协议与所述基站进行通信。
6. 根据权利要求5所述的MIMO收发器,其中,所述收发器被配置为使所述第一开关部件和所述第二开关部件中的一个或两个根据SSR协议在状态之间转换。
7. 根据权利要求6所述的MIMO收发器,其中,所述收发器还包括双工器,并且所述第一开关部件和所述第二开关部件通过所述双工器被电耦合到所述第三天线。
8. 根据权利要求7所述的MIMO收发器,其中,所述多个开关部件中的每个开关部件是双

刀双掷开关。

9. 根据权利要求1所述的MIMO收发器,其中,所述收发器被配置为与基站进行通信。

10. 根据权利要求1所述的MIMO收发器,其中,所述多个天线还包括:

第四天线,其被配置为在所述第一RF频段上通信;

第五天线,其被配置为在所述第二RF频段上通信;以及

第六天线,其被配置为在所述第一RF频段和所述第二RF频段上通信。

11. 根据权利要求10所述的MIMO收发器,其中,所述多个开关部件还包括:

第三开关部件,其被电耦合到所述第一RF链组中的两个RF链、所述第四天线、和所述第六天线;以及

第四开关部件,其被电耦合到所述第二RF链组中的两个RF链、所述第五天线、和所述第六天线。

12. 根据权利要求11所述的MIMO收发器,其中,所述控制电路还被配置为:

使所述第三开关部件在以下两个状态之间转换:

(i) 所述第一RF链组中的第三RF链被电耦合到所述第四天线并且所述第一RF链组中的第四RF链被电耦合到所述第六天线的状态;以及

(ii) 所述第一RF链组中的所述第三RF链被电耦合到所述第六天线并且所述第一RF链组中的所述第四RF链被电耦合到所述第四天线的状态;以及

使所述第四开关部件在以下两个状态之间转换:

(i) 所述第二RF链组中的第三RF链被电耦合到所述第五天线并且所述第二RF链组中的第四RF链被电耦合到所述第六天线的状态;以及

(ii) 所述第二RF链组中的所述第三RF链被电耦合到所述第六天线并且所述第二RF链组中的所述第四RF链被电耦合到所述第五天线的状态。

13. 根据权利要求12所述的MIMO收发器,其中,所述多个开关部件中的每个开关部件是三刀三掷3P3T开关。

14. 根据权利要求13所述的MIMO收发器,其中,所述第一开关部件被电耦合到所述第三开关部件,并且所述第二开关部件被电耦合到所述第四开关部件。

15. 根据权利要求14所述的MIMO收发器,还包括双工器,其中,所述第三开关部件和所述第四开关部件通过所述双工器被电耦合到所述第六天线。

16. 根据权利要求1所述的MIMO收发器,其中,所述第一RF频段和所述第二RF频段分别对应于n78频段和n79频段。

17. 根据权利要求1所述的MIMO收发器,其中,所述RF链的至少一部分包括被配置为支持RF发送的电子设备。

18. 根据权利要求1所述的MIMO收发器,其中,所述RF链的至少一部分包括未被配置为支持RF发送的电子设备。

19. 根据权利要求1所述的MIMO收发器,其中,所述RF链的至少一部分包括被配置为支持RF接收的电子设备。

20. 根据权利要求1所述的MIMO收发器,其中,所述RF链中的每一个RF链包括被配置为支持RF接收的电子设备。

21. 一种可穿戴设备,包括根据权利要求1至20中任一项所述的MIMO收发器。

22. 一种通信设备, 包括六个天线、八个接收链、和四个发射链;

其中, 所述六个天线包括:

两个第一频段天线, 其包括被配置为在第一频段上通信的第一第一频段天线和第二第一频段天线;

两个第二频段天线, 其包括被配置为在第二频段上通信的第一第二频段天线和第二第二频段天线; 以及

两个双频段天线, 其包括被配置为在所述第一频段和所述第二频段上通信的第一双频段天线和第二双频段天线;

其中, 所述八个接收链包括:

四个第一频段接收链, 其包括被配置为在所述第一频段上接收信号的第一第一频段接收链、第二第一频段接收链、第三第一频段接收链、和第四第一频段接收链, 所述四个第一频段接收链中的每一个被可切换地耦合到所述两个第一频段天线和所述两个双频段天线中的相应天线; 以及

四个第二频段接收链, 其包括被配置为在所述第二频段上接收信号的第一第二频段接收链、第二第二频段接收链、第三第二频段接收链、和第四第二频段接收链, 所述四个第二频段接收链中的每一个被可切换地耦合到所述两个第二频段天线和所述两个双频段天线中的相应天线;

其中, 所述四个发射链包括:

两个第一频段发射链, 其包括被配置为在所述第一频段上发送信号的第一第一频段发射链和第二第一频段发射链, 所述两个第一频段发射链中的每一个被可切换地耦合到所述两个第一频段天线中的一个或者所述两个双频段天线中的第一双频段天线; 以及

两个第二频段发射链, 其包括被配置为在所述第二频段上发送信号第一第二频段发射链和第二第二频段发射链, 所述两个第二频段发射链中的每一个被可切换地耦合到所述两个第二频段天线中的一个或者所述两个双频段天线中的第二双频段天线。

23. 根据权利要求22所述的通信设备, 其中:

所述第一第一频段接收链、所述第一第一频段发射链、和所述第三第一频段接收链中的每一个通过第一开关被可切换地耦合到所述第一第一频段天线或所述第一双频段天线;

所述第三第二频段接收链、所述第一第二频段发射链、和所述第一第二频段接收链中的每一个通过第二开关被可切换地耦合到所述第一双频段天线或所述第一第二频段天线;

所述第二第一频段接收链、所述第二第一频段发射链、和所述第四第一频段接收链中的每一个通过第三开关被可切换地耦合到所述第二第一频段天线或所述第二双频段天线; 以及

所述第四第二频段接收链、所述第一第二频段发射链、和所述第二第二频段接收链中的每一个通过第四开关被可切换地耦合到所述第二双频段天线或所述第二第二频段天线。

24. 根据权利要求23所述的通信设备, 还包括第一双工器和第二双工器, 其中:

所述第一双工器将所述第一双频段天线耦合到所述第一开关和所述第二开关; 以及

所述第二双工器将所述第二双频段天线耦合到所述第三开关和所述第四开关。

25. 根据权利要求24所述的通信设备, 其中, 所述第一开关、所述第二开关、所述第三开关、和所述第四开关中的每一个是双刀双掷DPDT开关。

26. 根据权利要求25所述的通信设备,其中,所述四个第一频段接收链和所述四个第二频段接收链被配置为与基站在所述第一频段和所述第二频段上通过载波聚合CA执行 4×4 多输入多输出MIMO下行链路DL通信,

其中,所述两个第一频段发射链和所述两个第二频段发射链被配置为根据1T2R探测参考信号SRS协议采用上行链路UL天线切换与基站分别在所述第一频段和所述第二频段上以时分双工TDD执行 2×2 MIMO UL通信。

27. 根据权利要求26所述的通信设备,其中,所述UL天线切换包括第一天线切换状态和第二天线切换状态。

28. 根据权利要求27所述的通信设备,其中:

在所述第一天线切换状态中:

所述第一第一频段发射链被耦合到所述第一第一频段天线;

所述第一第二频段发射链被耦合到所述第一双频段天线;

所述第二第一频段发射链被耦合到所述第二第一频段天线;以及

所述第二第二频段发射链被耦合到所述第二第二频段天线;以及在所述第二天线切换状态中:

所述第一第一频段发射链被耦合到所述第一双频段天线;

所述第一第二频段发射链被耦合到所述第一第二频段天线;

所述第二第一频段发射链被耦合到所述第二双频段天线;以及

所述第二第二频段发射链被耦合到所述第二第二频段天线。

29. 根据权利要求27所述的通信设备,其中:

在所述第一天线切换状态中:

所述第一第一频段发射链被耦合到所述第一第一频段天线;

所述第一第二频段发射链被耦合到所述第一双频段天线;

所述第二第一频段发射链被耦合到所述第二双频段天线;以及

所述第二第二频段发射链被耦合到所述第二双频段天线;以及

在所述第二天线切换状态中:

所述第一第一频段发射链被耦合到所述第一双频段天线;

所述第一第二频段发射链被耦合到所述第一第二频段天线;

所述第二第一频段发射链被耦合到所述第二第一频段天线;以及

所述第二第二频段发射链被耦合到所述第二第二频段天线。

30. 根据权利要求27所述的通信设备,其中:

在所述第一天线切换状态中:

所述第一第一频段发射链被耦合到所述第一双频段天线;

所述第一第二频段发射链被耦合到所述第一双频段天线;

所述第二第一频段发射链被耦合到所述第二第一频段天线;以及

所述第二第二频段发射链被耦合到所述第二第二频段天线;以及

在所述第二天线切换状态中:

所述第一第一频段发射链被耦合到所述第一第一频段天线;

所述第一第二频段发射链被耦合到所述第一第二频段天线;

所述第二第一频段发射链被耦合到所述第二双频段天线;以及
所述第二第二频段发射链被耦合到所述第二双频段天线。

31. 根据权利要求27所述的通信设备,其中:

在所述第一天线切换状态中:

所述第一第一频段发射链被耦合到所述第一双频段天线;

所述第一第二频段发射链被耦合到所述第一双频段天线;

所述第二第一频段发射链被耦合到所述第二双频段天线;以及

所述第二第二频段发射链被耦合到所述第二双频段天线;以及在所述第二天线切换状态中:

所述第一第一频段发射链被耦合到所述第一第一频段天线;

所述第一第二频段发射链被耦合到所述第一第二频段天线;

所述第二第一频段发射链被耦合到所述第二第一频段天线;以及

所述第二第二频段发射链被耦合到所述第二第二频段天线。

32. 根据权利要求24所述的通信设备,其中:

所述两个第一频段发射链中的每一个被可切换地耦合到所述两个第一频段天线和所述两个双频段天线中的任一个;以及

所述两个第二频段发射链中的每一个被可切换地耦合到所述两个第二频段天线和所述两个双频段天线中的任一个。

33. 根据权利要求32所述的通信设备,其中,所述第一开关、所述第二开关、所述第三开关、和所述第四开关中的每一个是3P3T(三刀三掷)开关。

34. 根据权利要求33所述的通信设备,其中:

所述第一开关被耦合到所述第三开关;以及

所述第二开关被耦合到所述第四开关。

35. 根据权利要求32所述的通信设备,其中,所述两个第一频段发射链和所述两个第二频段发射链被配置为根据1T4R探测参考信号SRS协议采用上行链路UL天线切换与基站分别在所述第一频段和所述第二频段上以时分双工TDD执行 2×2 MIMO UL通信。

36. 一种用于无线通信的方法,包括:

提供通信设备,所述通信设备具有四个第一频段接收链、四个第二频段接收链、两个第一频段发射链、两个第二频段发射链、和六个天线,其中,所述六个天线包括两个第一频段天线、两个第二频段天线、和两个双频段天线,所述两个双频段天线被配置为在所述第一频段和所述第二频段上工作;

采用载波聚合CA在所述第一频段和所述第二频段上与基站执行 4×4 多输入多输出MIMO下行链路DL通信;

在所述第一频段和所述第二频段上以时分双工TDD与所述基站执行 2×2 MIMO上行链路UL通信;以及

基于来自所述基站的信号,执行上行链路天线切换以将给定发射链连接到两个天线之一。

37. 根据权利要求36所述的方法,还包括:使用四个2P2T开关和两个双工器将所述发射链和所述接收链耦合到所述天线。

38. 根据权利要求37所述的方法, 其中, 根据两个发射器和四个接收器2T4R探测参考信号SRS协议执行所述天线切换。

39. 根据权利要求36所述的方法, 还包括: 根据一个发射器和四个接收器1T4R探测参考信号SRS协议, 基于来自所述基站的信号, 执行上行链路天线切换以将给定发射链连接到四个天线之一。

40. 根据权利要求39所述的方法, 还包括: 使用四个3P3T开关和两个双工器将所述发射链和所述接收链耦合到所述天线。

一种MIMO收发器、一种可穿戴设备、一种通信设备以及一种用于无线通信的方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请主张2019年9月30日提交的题为“Antenna Switching on Devices(设备上的天线切换)”的美国临时专利申请No.62/908,313的优先权,该申请的全部内容为所有目的在此通过引用并入。

背景技术

[0003] 多输入多输出(MIMO)系统通过空间复用提高容量和频谱效率而受到了广泛关注。近年来已经部署了在基站具有大量天线元件的MIMO或大规模天线系统。

[0004] 尽管在MIMO系统方面取得了进展,但本领域中仍需要与MIMO系统相关的改进的方法和系统。

发明内容

[0005] 本发明一般地涉及无线通信领域,更具体地,涉及用于多输入多输出(MIMO)通信设备的设备和方法。本发明的实施例提供用于在包括天线切换和载波聚合的MIMO系统中有效使用天线的电路和方法。

[0006] 在一些实施例中,通信设备中的一种多输入多输出(MIMO)收发器可以包括多个RF(射频)链;多个天线;多个开关部件;以及控制电路,其被可操作地耦合到所述多个开关部件。RF链的总数等于第一值,并且天线的总数等于第二值,所述第二值小于所述第一值。所述多个RF链包括用于支持第一RF频段上的通信的第一多个RF链;以及用于支持第二RF频段上的通信的第二多个RF链。所述多个天线包括:第一天线,其被配置为在所述第一RF频段上通信;第二天线,其被配置为在不同于所述第一RF频段的第二RF频段上通信;以及第三天线,其被配置为在所述第一频段和所述第二RF频段上通信。

[0007] 这种方法允许使用在两个不同频段工作的天线,这有助于减少设备中天线的总数,同时减少路径上的开关量。该布置还减少了插入损耗并提供了简化和灵活的RF路径路由。它还可以帮助将RF前端部件定位在其各自天线附近,从而改善设备的链路预算。

[0008] 在一些实施例中,一种多输入多输出(MIMO)收发器包括多个RF链;多个天线;多个开关部件;以及控制电路,其被可操作地耦合到所述多个开关部件。在一些示例中,被包括在所述多个RF链中的RF链的总数等于第一值,并且被包括在所述多个天线中的天线的总数等于第二值,所述第二值小于所述第一值。

[0009] 在一些实施例中,所述多个RF链包括第一多个RF链,其包括被配置为支持在第一RF频段上的通信的电子设备;以及第二多个RF链,其包括被配置为支持在第二RF频段上的通信的电子设备。

[0010] 在一些实施例中,所述多个天线包括:第一天线,其被配置为在所述第一RF频段上通信;第二天线,其被配置为在不同于所述第一RF频段的第二RF频段上通信;以及第三天线,其被配置为在所述第一频段和所述第二RF频段上通信。在一些示例中,所述多个开关部

件包括第一开关部件,所述第一开关部件被电耦合到所述第一多个RF链中的两个RF链、所述第一天线、和所述第三天线。在一些示例中,所述多个开关部件还包括第二开关部件,所述第二开关部件被电耦合到所述第二多个RF链中的两个RF链、所述第二天线、和所述第三天线。

[0011] 在一些实施例中,所述控制电路可以被配置为选择性地使所述第一开关部件在以下两个状态之间转换:(i)所述第一多个RF链中的第一RF链被电耦合到所述第一天线并且所述多个RF链中的第二RF链被电耦合到所述第三天线的状态;以及(ii)所述第一多个RF链中的所述第一RF链被电耦合到所述第三天线并且所述第一多个RF链中的所述第二RF链被电耦合到所述第一天线的状态。在一些示例中,所述控制电路可以被配置为选择性地使所述第二开关部件在以下两个状态之间转换:(i)所述第二多个RF链中的第一RF链被电耦合到所述第二天线并且所述第二多个RF链中的第二RF链被电耦合到所述第三天线的状态;以及(ii)所述第二多个RF链中的所述第一RF链被电耦合到所述第三天线并且所述第二多个RF链中的所述第二RF链被电耦合到所述第二天线的状态。

[0012] 在一些实施例中,所述收发器被配置为与基站进行通信。在一些这样的实施例中,所述收发器被配置为响应于从所述基站接收到选择性地使所述第一开关部件和/或所述第二开关部件在状态之间转换的命令而这样做。在至少一些这样的实施例中,所述收发器被配置为根据时分双工(TDD)协议与所述基站进行通信。此外,在一些这样的实施例中,所述收发器被配置为选择性地使所述第一开关部件和/或第二开关部件根据SSR协议在状态之间转换。

[0013] 在一些实施例中,所述收发器还包括双工器。在这些实施例中,所述第一开关部件和所述第二开关部件通过所述双工器被电耦合到所述第三天线。

[0014] 在一些实施例中,所述多个开关部件中的每个开关部件是双刀双掷开关。

[0015] 在一些实施例中,所述收发器被配置为与基站进行通信。

[0016] 在一些实施例中,所述多个天线还包括:

[0017] 第四天线,其被配置为在所述第一RF频段上通信;

[0018] 第五天线,其被配置为在所述第二RF频段上通信;以及

[0019] 第六天线,其被配置为在所述第一RF频段和所述第二RF频段上通信。

[0020] 在一些实施例中,所述多个开关部件还包括:

[0021] 第三开关部件,其被电耦合到所述第一多个RF链中的两个RF链、所述第四天线、和所述第六天线;以及

[0022] 第四开关部件,其被电耦合到所述第二多个RF链中的两个RF链、所述第五天线、和所述第六天线。

[0023] 在一些实施例中,所述控制电路还被配置为:选择性地使所述第三开关部件在以下两个状态之间转换:(i)所述第一多个RF链中的第三RF链被电耦合到所述第四天线并且所述第一多个所述RF链中的第四RF链被电耦合到所述第六天线的状态;以及(ii)所述第一多个所述RF链中的所述第三RF链被电耦合到所述第六天线并且所述第一多个RF链中的所述第四RF链被电耦合到所述第四天线的状态;以及

[0024] 选择性地使所述第四开关部件在以下两个状态之间转换:(i)所述第二多个RF链中的第三RF链被电耦合到所述第五天线并且所述第二多个所述RF链中的第四RF链被电耦

合到所述第六天线的状态;以及(ii)所述第二多个所述RF链中的所述第三RF链被电耦合到所述第六天线并且所述第二多个RF链中的所述第四RF链被电耦合到所述第五天线的状态。

[0025] 在一些实施例中,所述多个开关部件中的每个开关部件是三刀三掷开关。

[0026] 在一些实施例中,所述第一开关部件被电耦合到所述第三开关部件,并且所述第二开关部件被电耦合到所述第四开关部件。

[0027] 一些实施例还包括双工器,其中,所述第三开关部件和所述第四开关部件通过所述双工器被电耦合到所述第六天线。

[0028] 在一些实施例中,所述第一频段和所述第二频段分别对应于n78频段和n79频段。

[0029] 在一些实施例中,所述RF链的至少一部分包括被配置为支持通信RF发送的电子设备。

[0030] 在一些实施例中,所述RF链的至少一部分包括未被配置为支持通信RF发送的电子设备。

[0031] 在一些实施例中,所述RF链的至少一部分包括被配置为支持通信RF接收的电子设备。

[0032] 在一些实施例中,所述RF链中的全部包括被配置为支持通信RF接收的电子设备。

[0033] 一些实施例还包括一种可穿戴设备,其包括如上所述的MIMO收发器。

[0034] 根据本发明的一些实施例,一种通信设备包括:两个第一频段天线;两个第二频段天线;两个双频段天线被配置为在所述第一频段和所述第二频段上通信、四个第一频段接收链、四个第二频段接收链、两个第一频段发射链、和两个第二频段发射链。所述四个第一频段接收链中的每一个被可切换地耦合到所述两个第一频段天线和所述两个双频段天线中的相应天线。所述四个第二频段接收链中的每一个被可切换地耦合到所述两个第二频段天线和所述两个双频段天线中的相应天线。所述两个第一频段发射链中的每一个被可切换地耦合到所述两个第一频段天线中的一个或者所述两个双频段天线中的第一双频段天线。所述两个第二频段发射链中的每一个被可切换地耦合到所述两个第二频段天线中的一个或者所述两个双频段天线中的第二双频段天线。

[0035] 在一些实施例中,一种通信设备包括六个天线、八个接收链、和四个发射链。所述六个天线包括两个第一频段天线、两个第二频段天线、和两个双频段天线。所述两个第一频段天线包括被配置为在第一频段上通信的第一第一频段天线和第二第一频段天线。所述两个第二频段天线包括被配置为在第二频段上通信的第一第二频段天线和第二第二频段天线。所述两个双频段天线包括被配置为在所述第一频段和所述第二频段上通信的第一双频段天线和第二双频段天线。所述八个接收链包括四个第一频段接收链和四个第二频段接收链。所述四个第一频段接收链包括被配置为在所述第一频段上接收信号的第一第一频段接收链、第二第一频段接收链、第三第一频段接收链、和第四第一频段接收链,所述四个第一频段接收链中的每一个被可切换地耦合到所述两个第一频段天线和所述两个双频段天线中的相应天线。所述四个第二频段接收链包括被配置为在所述第二频段上接收信号的第一第二频段接收链、第二第二频段接收链、第三第二频段接收链、和第四第二频段接收链,所述四个第二频段接收链中的每一个被可切换地耦合到所述两个第二频段天线和所述两个双频段天线中的相应天线。所述四个发射链包括两个第一频段发射链和两个第二频段发射链。所述两个第一频段发射链包括被配置为在所述第一频段上发送信号的第一第一频段发

射链和第二第一频段发射链,所述两个第一频段发射链中的每一个被可切换地耦合到所述两个第一频段天线中的一个或者所述两个双频段天线中的第一双频段天线;以及两个第二频段发射链。所述两个第二频段发射链包括被配置为在所述第二频段上发送信号第一第二频段发射链和第二第二频段发射链,所述两个第二频段发射链中的每一个被可切换地耦合到所述两个第二频段天线中的一个或者所述两个双频段天线中的第二双频段天线。

[0036] 在上述通信设备的一些实施例中,所述第一第一频段接收链、所述第一第一频段发射链、和所述第三第一频段接收链中的每一个通过第一开关被可切换地耦合到所述第一第一频段天线或者所述第一双频段天线。所述第三第二频段接收链、所述第一第二频段发射链、和所述第一第二频段接收链中的每一个通过第二开关被可切换地耦合到所述第一双频段天线或所述第一第二频段天线。所述第二第一频段接收链、所述第二第一频段发射链、和所述第四第一频段接收链中的每一个通过第三开关被可切换地耦合到所述第二第一频段天线或所述第二双频段天线。所述第四第二频段接收链、所述第一第二频段发射链、和所述第二第二频段接收链中的每一个通过第四开关被可切换地耦合到所述第二双频段天线或所述第二第二频段天线。

[0037] 在一些实施例中,所述通信设备还包括第一双工器和第二双工器。所述第一双工器将所述第一双频段天线耦合到所述第一开关和所述第二开关;以及所述第二双工器将所述第二双频段天线耦合到所述第三开关和所述第四开关。

[0038] 在一些实施例中,所述第一开关、所述第二开关、所述第三开关、和所述第四开关中的每一个是DPDT(双刀双掷或2P2T)开关。

[0039] 在一些实施例中,所述四个第一频段接收链和所述四个第二频段接收链被配置为与基站在所述第一和第二频段上通过载波聚合(CA)执行 4×4 MIMO(多输入多输出)下行链路(DL)通信。所述两个第一频段发射链和所述两个第二频段发射链被配置为根据1T2R SRS(探测参考信号)协议采用上行链路(UL)天线切换与基站分别在所述第一频段和所述第二频段上以TDD(时分双工)执行 2×2 MIMO UL通信。

[0040] 在一些实施例中,所述UL天线切换包括第一天线切换状态和第二天线切换状态。

[0041] 在一些实施例中,在所述第一天线切换状态中,所述第一第一频段发射链被耦合到所述第一第一频段天线,所述第一第二频段发射链被耦合到所述第一双频段天线,所述第二第一频段发射链被耦合到所述第二第一频段天线,以及所述第二第二频段发射链被耦合到所述第二第二频段天线。在所述第二天线切换状态中,所述第一第一频段发射链被耦合到所述第一双频段天线,所述第一第二频段发射链被耦合到所述第一第二频段天线,所述第二第一频段发射链被耦合到所述第二双频段天线,以及所述第二第二频段发射链被耦合到所述第二第二频段天线。

[0042] 在一些实施例中,在所述第一天线切换状态中,所述第一第一频段发射链被耦合到所述第一第一频段天线,所述第一第二频段发射链被耦合到所述第一双频段天线,所述第二第一频段发射链被耦合到所述第二双频段天线,以及所述第二第二频段发射链被耦合到所述第二双频段天线。在所述第二天线切换状态中,所述第一第一频段发射链被耦合到所述第一双频段天线,所述第一第二频段发射链被耦合到所述第一第二频段天线,所述第二第一频段发射链被耦合到所述第二第一频段天线,以及所述第二第二频段发射链被耦合到所述第二第二频段天线。

[0043] 在一些实施例中,在所述第一天线切换状态中,所述第一第一频段发射链被耦合到所述第一双频段天线,所述第一第二频段发射链被耦合到所述第一双频段天线,所述第二第一频段发射链被耦合到所述第二第一频段天线,以及所述第二第二频段发射链被耦合到所述第二第二频段天线。在所述第二天线切换状态中,所述第一第一频段发射链被耦合到所述第一第一频段天线,所述第一第二频段发射链被耦合到所述第一第二频段天线,所述第二第一频段发射链被耦合到所述第二双频段天线;以及所述第二第二频段发射链被耦合到所述第二双频段天线。

[0044] 在一些实施例中,在所述第一天线切换状态中,所述第一第一频段发射链被耦合到所述第一双频段天线,所述第一第二频段发射链被耦合到所述第一双频段天线,所述第二第一频段发射链被耦合到所述第二双频段天线,以及所述第二第二频段发射链被耦合到所述第二双频段天线。在所述第二天线切换状态中,所述第一第一频段发射链被耦合到所述第一第一频段天线,所述第一第二频段发射链被耦合到所述第一第二频段天线,所述第二第一频段发射链被耦合到所述第二第一频段天线,以及所述第二第二频段发射链被耦合到所述第二第二频段天线。

[0045] 在一些实施例中,所述两个第一频段发射链中的每一个被可切换地耦合到所述两个第一频段天线和所述两个双频段天线中的任一个,以及所述两个第二频段发射链中的每一个被可切换地耦合到所述两个第二频段天线和所述两个双频段天线中的任一个。

[0046] 在一些实施例中,所述第一开关、所述第二开关、所述第三开关、和所述第四开关中的每一个是3P3T(三刀三掷)开关。

[0047] 在一些实施例中,所述第一开关被耦合到所述第三开关,以及所述第二开关被耦合到所述第四开关。

[0048] 在一些实施例中,所述两个第一频段发射链和所述两个第二频段发射链被配置为根据1T4R SRS(探测参考信号)协议采用上行链路(UL)天线切换与基站分别在所述第一频段和所述第二频段上以TDD(时分双工)执行 2×2 MIMO UL通信。

[0049] 根据本发明的一些实施例,一种用于无线通信的方法包括:提供通信设备,所述通信设备具有四个第一频段接收链、四个第二频段接收链、两个第一频段发射链、两个第二频段发射链、和六个天线。所述方法包括:采用载波聚合(CA)在所述第一频段和所述第二频段上与基站执行 4×4 MIMO(多输入多输出)下行链路(DL)通信。所述方法还包括:在所述第一频段和所述第二频段上以TDD(时分双工)与所述基站执行 2×2 MIMO上行链路(UL)通信;以及基于来自所述基站的信号,执行上行链路天线切换以将给定发射链连接到两个天线之一。

[0050] 在一些实施例中,所述六个天线包括两个第一频段天线、两个第二频段天线、和两个双频段天线,所述两个双频段天线被配置为在所述第一频段和所述第二频段上工作。

[0051] 在一些实施例中,所述方法还包括:使用四个2P2T开关和两个双工器将所述发射链和所述接收链耦合到所述天线。

[0052] 在一些实施例中,根据2T4R(两个发射器和四个接收器)SRS(探测参考信号)协议执行所述天线切换。

[0053] 在一些实施例中,所述方法还包括:根据1T4R(一个发射器和四个接收器)SRS(探测参考信号)协议,基于来自所述基站的信号,执行上行链路天线切换以将给定发射链连接

到四个天线之一。

[0054] 在一些实施例中,所述方法还包括:使用四个3P3T开关和两个双工器将所述发射链和所述接收链耦合到所述天线。

[0055] 对本发明的性质和优点的进一步理解可通过参考说明书的剩余部分和附图来实现。

附图说明

[0056] 图1是示出根据本发明的一些实施例的用于无线通信的蜂窝系统的简化框图;

[0057] 图2A是示出根据本发明的一些实施例的具有用于接收流的四个天线的下行链路(DL) 4×4 MIMO配置的简化框图;

[0058] 图2B是示出根据本发明的一些实施例的具有用于发送流的两个天线的上行链路(UL) 2×2 MIMO配置的简化框图;

[0059] 图2C是示出了具有将四个天线用于RX流以及将两个天线用于2个TX流的时分复用(TDD)的DL 4×4 MIMO和UL 2×2 MIMO配置的简化框图;

[0060] 图3A是示出根据本发明的一些实施例的用于支持2T4R (1T2R+1T2R) (2个TX链,4个天线) SRS场景的发送路径切换的示例的简化框图;

[0061] 图3B是示出根据本发明的一些实施例的用于支持1T4R (1个TX链,4个天线) SRS场景的发送路径切换的示例的简化框图;

[0062] 图4是示出根据本发明的一些实施例的MIMO收发器的示例的简化框图;

[0063] 图5是示出根据本发明的一些实施例的通信设备的简化框图;

[0064] 图6是示出根据本发明的一些实施例的通信设备的一部分的简化框图;

[0065] 图7A是示出根据本发明的一些实施例的通信设备的一部分的简化框图;

[0066] 图7B是示出根据本发明的一些实施例的在图7A的通信设备的第一天线切换状态中的通信信号路径的简化框图;

[0067] 图7C是示出根据本发明的一些实施例的在图7A的通信设备的第二天线切换状态中的通信信号路径的简化框图;

[0068] 图7D是列出根据本发明的一些实施例的在第一天线切换状态和第二天线切换状态中的发射链和接收链与天线之间的连接的表格;

[0069] 图7E是列出根据本发明的一些实施例的在第一天线切换状态和第二天线切换状态中的发射链和接收链与天线之间的连接的表格;

[0070] 图8是示出根据本发明的一些实施例的图7A的通信设备的另一示例的简化框图;

[0071] 图9是示出根据本发明的一些实施例的图7A的通信设备的另一示例的简化框图;

[0072] 图10是示出根据本发明的一些实施例的图7A的通信设备的另一示例的简化框图;

[0073] 图11A是示出根据本发明的一些实施例的另一通信设备的示例的简化框图;

[0074] 图11B是示出根据本发明的一些实施例的图11A的通信设备中的发射链的天线切换通信信号路径的示例的简化框图;

[0075] 图12是示出根据本发明的一些实施例的图11的通信设备的另一示例的简化框图;

[0076] 图13是示出根据本发明的一些实施例的图11的通信设备的另一示例的简化框图;

[0077] 图14是示出根据本发明的一些实施例的图11的通信设备的另一示例的简化框图;

以及

[0078] 图15是示出根据本发明的一些实施例的用于操作通信设备的方法的简化流程图。

具体实施方式

[0079] 本公开描述了用于在设备上的天线切换的系统和方法。一些实施例在设备上提供探测参考信号 (SRS) 上行链路 (UL) 天线切换, 这些设备采用总共六个天线来支持不同频段的使用, 诸如采用 4×4 MIMO 操作的 5G 新无线电 (NR) 频段 n78+n79 下行链路 (DL) 载波聚合 (CA)。

[0080] 5G NR 的频段被分成两个不同的频率范围。一个是频率范围 1 (FR1), 其包括 6GHz 以下的频段, 其中一些是传统上由以前的标准使用的频段, 但已扩展到涵盖从 410MHz 到 7125MHz 的潜在新频谱产品。另一个是频率范围 2 (FR2), 其包括从 24.25GHz 到 52.6GHz 的频段。与 FR1 中的频段相比, 此毫米波范围内的频段范围更短, 但可用带宽更高。

[0081] 由于移动终端尺寸较小, 并且基站处具有大量天线, 因此实际的 MIMO 系统通常需要将天线元件放置在有限的空间中。在 MIMO 系统中, 可以使用天线切换和载波聚合来提高无线通信的质量。天线切换使用两个或更多个天线来提高无线链路的质量和可靠性。在切换接收器中, 只要信号的质量保持在某个规定的阈值以上, 就只将来自一个天线的信号馈送到接收器。如果信号劣化以及在信号劣化时, 会切换到另一天线。载波聚合是一种在无线通信中用于提高每个用户的数据速率的技术, 从而将多个频率块 (被称为分量载波) 分配给同一用户。每个用户的数据速率可以随着分配给用户的频率块的增多而增加。由于资源利用率更高, 小区的总数据速率也得到增加。

[0082] 图1是示出根据本发明的一些实施例的用于电信的蜂窝系统的简化框图。图1示出了可以根据各种协议实现无线通信的蜂窝系统 100 的实施例。蜂窝系统 100 可以包括: 基站 110、天线塔 120、5G 核心网络 130 和用户装备 (UE) 140 (包括 140-1、140-2、140-3 和 140-4)。虽然在图1中蜂窝系统 100 指的是 5G, 但是这里详述的实施例可以适用于其他类型的蜂窝网络, 诸如 4G 长期演进 (LTE) 蜂窝网络。在该示例中, 蜂窝系统 100 根据 5G 新无线电 (NR) 无线电接入技术 (RAT) 进行操作。

[0083] UE 140 可以是能够在蜂窝系统 100 中通信的各种形式的通信设备。例如, UE 140 可以是智能手机、无线调制解调器、蜂窝电话、膝上型计算机、无线接入点 (AP)、可穿戴设备、VR (虚拟现实) 或 AR (增强现实) 头戴装置等。响应于从基站 110 接收到的信号, 每个 UE 可以根据各种协议进行无线通信。

[0084] 图2A是示出根据本发明的一些实施例的具有用于接收流的四个天线的下行链路 (DL) 4×4 MIMO (多输入和多输出) 配置的简化框图。在 4×4 MIMO 中, 基站经由四个发射天线向一个用户装备 (UE) 发射四个不同的信号 (或流)。UE 配备了四个天线来接收信号。图2A示出了用于频段 Band-x 的四个接收链: BAND-x RX Chain-0、BAND-x RX Chain-1、BAND-x RX Chain-2 和 BAND-x RX Chain-3。四个接收链分别被配置为从四个天线 ANT-0 BAND x、ANT-1 BAND x、ANT-2 BAND x 和 ANT-3 BAND x 接收信号, 用于执行 4×4 MIMO 下行链路 (DL) 操作。

[0085] 如本文所用, RF 链是指支持无线天线的射频信号处理的 RF 前端模块 (例如, 放大器、滤波器、开关、混频器、A/D 转换器等)。接收链是指支持从无线天线接收射频信号的 RF 前端模块。发射链是指支持通过无线天线发送射频信号的 RF 前端模块。RF 链可以包括接收链、

发射链或它们的组合。

[0086] 图2B是示出根据本发明的一些实施例的具有用于发送流的两个天线的上行链路(UL) 2×2 MIMO配置的简化框图。 2×2 MIMO设备具有两个天线,该两个天线用于两个同时的数据流。图2B示出了用于频段Band-x的两个发射链:BAND-x TX Chain-0和BAND-x TX Chain-1。两个发射链被配置为分别向两个天线ANT-0BAND x和ANT-1BAND x发送信号,用于执行 2×2 MIMO上行链路(UL)操作。

[0087] 图2C是示出了具有将四个天线用于RX流以及将两个天线用于2个TX流的时分复用(TDD)的DL 4×4 MIMO和UL 2×2 MIMO配置的简化框图。图2C示出了用于频段Band-x的四个接收链:BAND-x RX Chain-0、BAND-x RX Chain-1、BAND-x RX Chain-2和BAND-x RX Chain-3。四个接收链分别被配置为从四个天线ANT-0BAND x、ANT-1BAND x、ANT-2BAND x和ANT-3BAND x接收信号,用于执行 4×4 MIMO下行链路(DL)操作。图2C示出了用于频段Band-x的两个发射链:BAND-x TX Chain-0和BAND-x TX Chain-1。两个发射链被配置为分别向两个天线ANT-0BAND x和ANT-1BAND x发送信号,用于执行 2×2 MIMO上行链路(UL)操作。在时分复用(TDD)中,接收流和发射流发生在不同的时间。因此,相同的两个天线ANT-0BAND x和ANT-1BAND x可以用于接收流和发射流。如图2C所示,接收链BAND-x RX Chain-0和发射链BAND-x TX Chain-0被耦合到同一天线ANT-0BAND x。类似地,接收链BAND-x RX Chain-1和发射链BAND-x TX Chain-1共享一个天线ANT-0BAND x。对于TDD频段,在一些实施例中,在TX链和Rx链之间可以有一个TX/RX开关,以使得总共使用四个支持BAND-x的天线来支持针对该频段的DL 4×4 MIMO和UL 2×2 MIMO。

[0088] 图3A是示出根据本发明的一些实施例的用于支持2T4R(更具体地为1T2R+1T2R,具有2个TX链,4个天线)探测参考信号(SRS)场景的发送路径切换的示例的简化框图。在探测参考信号(SRS)上行链路(UL)发送中,发射链可以基于来自基站的指令切换到不同的天线。在图3A中,发射链BAND-x TX Chain-0通过开关被耦合到两个天线ANT-0和ANT-1,并且可以在1T2R SRS上行链路(UL)发送中切换天线。类似地,发射链BAND-x TX Chain-1通过第二开关被耦合到两个天线ANT-2和ANT-3,并且可以在1T2R SRS上行链路(UL)发送中切换天线。使用图3A的两个天线,可以实现2T4R(2个TX链,4个天线)探测参考信号(SRS)。

[0089] 图3B是示出根据本发明的一些实施例的用于支持1T4R(1个TX链,4个天线)SRS场景的发送路径切换的示例的简化框图。在图3B中,发射链BAND-x TX Chain-0通过开关被耦合到四个天线ANT-0、ANT-1、ANT-2和ANT-3,并且可以在1T4R SRS上行链路(UL)发送中在四个天线之间切换。

[0090] 下面描述的实施例涉及实现天线切换以在支持5G NR FR1的设备(也被描述为用户装备(UE))上支持UL发射器SRS天线切换。UE可以使用六个天线来支持5G NR FR1 TDD频段(例如n78和n79)上的 4×4 MIMO DL CA,同时还支持n78或n79频段上的 2×2 UL MIMO。

[0091] 在一些实施例中,两个发射链可以是活跃的,在n78或n79频段上工作。同时,在n78和n79频段上的每一个中可能有四个同时处于活动状态的接收链(例如,总共有8个接收链)。在示例性的六个天线方案中,两个天线可以支持n78和n79频段,而两个天线可以专用于n78频段,另外两个天线专用于n79频段。

[0092] 在UL SRS切换下,基站(BS)控制下的UE被配置为将一个或两个UL TX链(例如,在n78或n79上工作)切换到UE上可用于该频段的四个天线中的任一个,同时保持所有八个独

立接收链处于活跃状态,以支持n78和n79频段上的 4×4 DL CA。

[0093] 如本文所用,在时分双工(TDD)中,单个频段用于发送和接收。然后通过向发送和接收操作分配交替的时隙来共享该频段。例如,在本发明的一些实施例中,实施载波聚合,使得n-78频段和n-79频段被分配给同一用户。

[0094] 在一些实施例中,在UE上实施的切换方案采用n78-n79频段双工器和两对双刀双掷(DPDT)开关,其端口被布置为支持两个发射和四个接收(2T4R)SRS切换,同时,同时支持n78和n79频段上的5G NR FR1 TDD上的 4×4 MIMO DL CA,并且还支持n78或n79频段上的 2×2 UL MIMO。这种切换方案通过使用低损耗DPDT开关代替较大的开关来提供最小化插入损耗的优势。双工器和DPDT开关的布置能够减少所需的数量。使用两对DPDT开关(例如,代替2个4P4T开关)提供了布局灵活性和配置设备的便利性,使得射频(RF)前端部件位于其各自的天线附近,从而改善了设备的链路预算和提高了设备的整体辐射功率和灵敏度性能。

[0095] 在一些实施例中,采用另一切换方案,该方案在UE上结合使用两对三刀三掷(3P3T)开关和n78-n79频段双工器,其支持1个发射和4个接收(1T4R)SRS切换以及2个发射和4个接收(2T4R)SRS切换,同时,同时支持n78和n79频段上的5G NR FR1 TDD上的 4×4 MIMO DL CA,并且还支持n78或n79频段上的 2×2 UL MIMO。这种切换方案提供了最小化插入损耗和布局灵活性的优势。

[0096] 在一些实施例中,n78频段跨大约3.3GHz到3.8GHz的频率范围,并且n79频段跨大约4.4GHz到5GHz的频率范围。本发明的实施例也可以支持其他合适的频率范围。

[0097] 一些实施例提供了一种5G NR FR1 (FR1=6GHz以下的频谱)设备,该设备可以在n78和n79频段上以TDD工作并且支持以下特征中的一个或多个:n78-n79 DL CA;n78和n79 DL 4×4 MIMO;TX频段上支持的UL 2×2 MIMO;和/或用于TX的SRS。在一些实施例中,支持2T4R,其适用于支持UL 2×2 MIMO的设备。在一些实施例中,支持2T4R和1T4R,其适用于支持UL 2×2 MIMO或单UL的设备。

[0098] 该方案中的5G-NR设备可以是使用LTE锚的非独立(NSA)模式设备或独立(SA)模式设备。n78和n79之间没有UL CA要求,这意味着n78 TX或n79 TX可能同时处于活跃状态,但不是n78 TX和n79 TX同时处于活动状态。该系统在n78和n79频段之间使用TDD时隙同步,因为市场上现有的大多数当前双工器由于频段接近而无法在n78和n79频段之间提供足够的发射-接收隔离。

[0099] 实施例支持n78和n79频段的同时操作(DL CA),同时还针对这些频段中的每一个支持DL 4×4 MIMO(例如,图2)和2T4R/1T4R(例如,图3A和图3B)。

[0100] 图4是示出根据本发明的一些实施例的MIMO收发器的示例的简化框图。图4示出了包括多个RF链(410-1、410-2、410-3、410-4、420-1、420-2、420-3和420-4)、多个天线(430-1、430-2、430-3、430-4、430-5和430-6)、多个开关部件(440-1、440-2、440-3和440-4),以及被可操作地耦合到多个开关部件的控制电路(未示出)的多输入多输出(MIMO)收发器400。在一些示例中,被包括在多个RF链中的RF链的总数等于第一值,并且被包括在多个天线中的天线的总数等于第二值,第二值小于第一值。在图4的示例中,包括在多个RF链中的RF链的总数等于第一值8,被包括在多个天线中的天线的总数等于第二值6,其小于第一值。然而,可以理解,第一值和第二值可以是其他值。

[0101] 在一些实施例中,多个RF链包括:第一多个RF链410(包括410-1和410-2),其包括

被配置为支持在第一RF频段上的通信的电子设备;以及第二多个RF链420(包括420-1和420-2),其包括被配置为支持在第二RF频段上的通信的电子设备。在一些实施例中,多个天线430包括被配置为在第一RF频段上通信的第一天线430-1、被配置为在不同于第一RF频段的第二RF频段上通信的第二天线430-2、以及被配置为在第一和第二RF频段上通信的第三天线430-3。在一些示例中,多个开关部件440包括被电耦合到第一多个RF链410中的两个RF链、第一天线430-1和第三天线430-3的第一开关部件440-1。在一些示例中,多个开关部件440还包括被电耦合到第二多个RF链420中的两个RF链、第二天线430-2和第三天线430-3的第二开关部件440-2。

[0102] 在一些实施例中,控制电路可以被配置为选择性地使第一开关部件440-1在以下两个状态之间转换:(i)第一多个RF链中的第一RF链410-1被电耦合到第一天线430-1并且多个RF链中的第二RF链410-2被电耦合到第三天线430-3的第一状态,以及(ii)第一多个RF链中的第一RF链410-1被电耦合到第三天线430-3并且第一多个RF链中的第二RF链410-2被电耦合到第一天线430-1的第二状态。在图4中,在第一状态和第二状态中的信号路径由第一开关部件440-1中的点线和虚线示出。在一些示例中,控制电路可以被配置为选择性地使第二开关部件440-2在以下两个状态之间转换:(i)第二多个RF链中的第一RF链420-1被电耦合到第二天线430-2并且第二多个RF链中的第二RF链420-2被电耦合到第三天线430-3的状态,以及(ii)第二多个RF链中的第一RF链420-1被电耦合到第三天线430-3并且第二多个RF链中的第二RF链420-2电耦合到第二天线430-2的状态。在图4中,在第一状态和第二状态中的信号路径由第二开关部件440-2中的点线和虚线示出。

[0103] 在一些实施例中,收发器400被配置为与基站(未示出)进行通信。在一些这样的实施例中,收发器400被配置为响应于从基站接收到选择性地使第一开关部件440-1和/或第二开关部件440-2在状态之间转换的命令而这样做。在这些实施例中的至少一些中,收发器400被配置为根据时分双工(TDD)协议与基站进行通信。此外,在一些这样的实施例中,收发器400被配置为选择性地使第一开关部件440-1和/或第二开关部件440-2根据SRS协议在状态之间转换。

[0104] 在一些实施例中,收发器400还包括双工器450-1。在这些实施例中,第一开关部件440-1和第二开关部件440-2通过双工器450-1被电耦合到第三天线430-3。

[0105] 在一些实施例中,多个开关部件440中的每个开关部件是双刀双掷(DPDT)开关。

[0106] 在一些实施例中,多个天线还包括被配置为在第一RF频段上通信的第四天线430-4、被配置为在第二RF频段上通信的第五天线430-5和被配置为在第一频段和第二RF频段上通信的第六天线430-6。

[0107] 在一些实施例中,多个开关部件还包括第三开关部件440-3,其被电耦合到第一多个RF链中的两个RF链(410-3和410-4)、第四天线430-4和第六天线430-6。第四开关部件440-4被电耦合到第二多个RF链中的两个RF链(420-3和420-4)、第五天线430-5和第六天线430-6。

[0108] 在一些实施例中,控制电路还被配置为选择性地使第三开关部件在以下两个状态之间转换:(i)第一多个RF链中的第三RF链被电耦合到第四天线并且第一RF链中的第四RF链被电耦合到第六天线的状态,以及(ii)第一多个RF链中的第三RF链被电耦合到第六天线并且第一多个RF链中的第四RF链被电耦合到第四天线的状态。控制电路还被配置为选择性

地使第四开关部件在以下两个状态之间转换：(i) 第二多个RF链中的第三RF链被电耦合到第五天线并且第二多个RF链中的第四RF链被电耦合到第六天线的状态，以及(ii) 第二多个RF链中的第三RF链被电耦合到第六天线并且第二多个RF链中的第四RF链被电耦合到第五天线的状态。

[0109] 在一些实施例中，多个开关部件中的每个开关部件是三刀三掷开关。

[0110] 在一些实施例中，第一开关部件被电耦合到第三开关部件，并且第二开关部件电耦合到第四开关部件。

[0111] 一些实施例还包括双工器，其中第三开关部件和第四开关部件通过双工器被电耦合到第六天线。

[0112] 在一些实施例中，第一频段和第二频段分别对应于n78和n79频段。

[0113] 在一些实施例中，RF链的至少一部分包括被配置为支持RF发送的电子设备。

[0114] 在一些实施例中，RF链的至少一部分包括未被配置为支持RF发送的电子设备。

[0115] 在一些实施例中，RF链的至少一部分包括被配置为支持RF接收的电子设备。在一些实施例中，所有RF链包括被配置为支持RF接收的电子设备。

[0116] 一些实施例还包括一种可穿戴设备，其包括上述的MIMO收发器。

[0117] 图5是示出根据本发明的一些实施例的通信设备的一部分的简化框图。通信设备500可以表示智能手机、无线调制解调器、蜂窝电话、膝上型计算机、无线接入点(AP)、可穿戴设备、VR(虚拟现实)或AR(增强现实)头戴装置等。如图5所示，通信设备500包括收发器510、RF IC 520、D/A和A/D模块530以及控制电路540。控制电路540可以包括提供信号处理、网络管理和其他控制功能的基带处理器。收发器510可以类似于图4的收发器400，并且可以包括天线、双工器、开关和RF链。RF IC 520可以包括用于上变频、下变频的电路或模块、混合组件等。控制电路540可以包括一个或多个处理器等。

[0118] 图6是示出根据本发明的一些实施例的通信设备的一部分的简化框图。如图6所示，通信设备600包括八个接收链(610-1、610-2、610-3、610-4、620-1、620-2、620-3和620-4)、四个发射链(615-1、615-2、625-1和625-2)和六个天线(631-1、631-2、632-1、632-2、635-1和635-2)。六个天线包括两个第一频段天线631，其中包含第一第一频段天线631-1和第二第一频段天线631-2，两者均被配置为在第一频段上通信。六个天线还包括两个第二频段天线632，其中包含第一第二频段天线632-1和第二第二频段天线632-2，两者均被配置为在第二频段上通信。六个天线还包括两个双频段天线635，其中包含第一双频段天线635-1和第二双频段天线635-2，两者被配置为在第一频段和第二频段上通信。

[0119] 在通信设备600中，八个接收链包括四个第一频段接收链610，其中包含第一第一频段接收链610-1、第二第一频段接收链610-2、第三第一频段接收链610-3和第四第一频段接收链610-4，其被配置为在第一频段上接收信号。四个第一频段接收链610中的每一个被可切换地耦合到两个第一频段天线631和两个双频段天线635中的相应天线。八个接收链还包括四个第二频段接收链620，其中包含第一第二频段接收链620-1、第二第二频段接收链620-2、第三第二频段接收链620-3和第四第二频段接收链620-4，其被配置为在第二频段上接收信号。四个第二频段接收链620中的每一个被可切换地耦合到两个第二频段天线632和两个双频段天线635中的相应天线。四个发射链包括两个第一频段发射链615，其中包含第一第一频段发射链615-1和第二第一频段发射链615-2，其被配置为在第一频段上发送信

号。两个第一频段发射链615中的每一个被可切换地耦合到两个第一频段天线631中的一个或两个双频段天线635中的第一双频段天线。四个发射链还包括两个第二频段发射链625,其中包含第一第二频段发射链625-1和第二第二频段发射链625-2,其被配置为在第二频段上发送信号。两个第二频段发射链625中的每一个被可切换地耦合到两个第二频段天线632中的一个或两个双频段天线635中的第二双频段天线。

[0120] 在图6的通信设备600中,第一第一频段接收链610-1通过第一开关640-1被可切换地耦合到第一第一频段天线631-1或第一双频段天线635-1。第一第一频段发射链615-1通过第一开关640-1被可切换地耦合到第一第一频段天线631-1或第一双频段天线635-1。第三第一频段接收链610-3通过第一开关640-1被可切换地耦合到第一双频段天线635-1或第一第一频段天线631-1。第三第二频段接收链620-3通过第二开关670-2被可切换地耦合到第一双频段天线635-1或第一第二频段天线632-1。第一第二频段发射链625-1通过第二开关670-2被可切换地耦合到第一双频段天线635-1或第一第二频段天线632-1。第一第二频段接收链620-1通过第二开关640-2被可切换地耦合到第一第二频段天线632-1或第一双频段天线635-1。第二第一频段接收链610-2通过第三开关640-3被可切换地耦合到第二第一频段天线631-2或第二双频段天线635-2。第二第一频段发射链615-2通过第三开关被可切换地耦合到第二第一频段天线631-2或第二双频段天线635-2。第四第一频段接收链610-4通过第三开关640-3被可切换地耦合到第二双频段天线635-2或第二第一频段天线631-2。第四第二频段接收链620-4通过第四开关640-4被可切换地耦合到第二双频段天线635-2或第二第二频段天线632-2。第二第二频段发射链625-2通过第四开关640-4被可切换地耦合到第二双频段天线635-2或第二第二频段天线632-2。第二第二频段接收链620-2通过第四开关640-4被可切换地耦合到第二第二频段天线632-2或第二双频段天线635-2。

[0121] 如图6所示,通信设备600还包括第一双工器650-1和第二双工器650-2。第一双工器650-1将第一双频段天线635-1耦合到第一开关640-1和第二开关640-2。第二双工器650-2将第二双频段天线635-2耦合到第三开关640-3和第四开关640-4。

[0122] 图7A是示出根据本发明的一些实施例的通信设备700的一部分的简化框图。图7A示出了采用通过SRS天线切换的在 $n78+n79$ 上的DL 4×4 MIMO DL CA和UL 2×2 MIMO $n78/n79$ 的在 $n78+n79$ 频段上的2T4R(1T2R+1T2R)SRS配置的示例。

[0123] 类似于图6中的通信设备600,图7A中的通信设备700也包括八个接收链(710-1、710-2、710-3、710-4、720-1、720-2、720-3和720-4)、四个发射链(715-1、715-2、725-1和725-2)、六个天线(731-1、731-2、732-1、732-2、735-1和735-2)、四个开关部件(740-1、740-2、740-3和740-4)和两个双工器(750-1和750-2)。然而,在图7的示例中,四个开关部件(740-1、740-2、740-3和740-4)通过双刀双掷(DPDT)开关实现。每个DPDT开关被配置为将两个接收链和一个发射链耦合到两个替代天线。因此,DPDT开关的两个刀中的每一个都被耦合到相应的接收链,并且发射链与接收链中的一个共享DPDT开关的一个刀。此外,第一频段被识别为 $n78$ 频段,第二频段被识别为 $n79$ 频段。每个DPDT开关提供被连接到该开关的 $n78$ 或 $n79$ 发射(TX)链的1T2R切换。两个双工器(750-1和750-2)是 $n78+n79$ 双工器,用于针对共享天线组合 $n78$ 和 $n79$ 路径。

[0124] 在图7A的通信设备700中,第一第一频段($n78$ 频段)接收链710-1通过第一开关740-1被可切换地耦合到第一第一频段($n78$ 频段)天线731-1或第一双频段天线735-1。第三

第一频段 (n78频段) 接收链710-3通过第一开关740-1被可切换地耦合到第一双频段 (n78/n79频段) 天线735-1或第一第一频段 (n78频段) 天线731-1。第三第二频段 (n79频段) 接收链720-3通过第二开关740-2被可切换地耦合到第一双频段 (n78/n79频段) 天线735-1或第一第二频段 (n79频段) 天线732-1。第一第二频段 (n79频段) 接收链720-1通过第二开关740-2被可切换地耦合到第一第二频段 (n79频段) 天线732-1或第一双频段 (n78/n79频段) 天线735-1。第二第一频段 (n78频段) 接收链710-2通过第三开关740-3被可切换地耦合到第二第一频段 (n78频段) 天线731-2或第二双频段 (n78/n79频段) 天线735-2。第四第一频段 (n78频段) 接收链710-4通过第三开关740-3被可切换地耦合到第二双频段 (n78/n79频段) 天线735-2或第二第一频段 (n78频段) 天线731-2。第四第二频段 (n79频段) 接收链720-4通过第四开关740-4被可切换地耦合到第二双频段 (n78/n79频段) 天线735-2或第二第二频段 (n79频段) 天线732-2。第二第二频段 (n79频段) 接收链720-2通过第四开关740-4被可切换地耦合到第二第二频段 (n79频段) 天线732-2或第二双频段 (n78/n79频段) 天线735-2。

[0125] 在图7A中,第一第一频段 (n78频段) 发射链715-1与第一第一频段 (n78频段) 接收链710-1共享第一开关740-1的第一刀,并且通过第一开关740-1被可切换地耦合到第一第一频段 (n78频段) 天线731-1或第一双频段天线735-1。在一些实施例中,可以通过附加的单刀双掷 (SPDT) 开关来实现开关的单刀的共享。类似地,第一第二频段 (n79频段) 发射链725-1与第一第二频段 (n79频段) 接收链720-1共享第二开关740-2的第一刀。第二第一频段 (n78频段) 发射链715-2与第二第一频段 (n78频段) 接收链710-2共享第三开关740-3的第一刀。第二第二频段 (n79频段) 发射链725-2与第二第二频段 (n79频段) 接收链720-2共享第四开关740-4的第一刀。

[0126] 如上所述,图7A示出了采用通过SRS天线切换的在n78+n79上的DL 4×4 MIMO DL CA和UL 2×2 MIMO n78/n79的在n78+n79频段上的2T4R (1T2R+1T2R) SRS配置的示例。该实施例可以通过使用两对DPDT开关 (替代可能使用2个4P4T开关的布置) 来减少插入损耗。双工器和DPDT开关的布置可以减少所需的天线数量。此外,使用两对DPDT开关 (而不是2个4P4T开关) 可以提供布局灵活性,并便于将RF前端组件定位在各自天线附近,从而改善设备的链路预算,以获得更好的总辐射功率 (TRP) 和总各向同性灵敏度性能 (TIS)。

[0127] 在通信设备700中,四个第一频段接收链和四个第二频段接收链被配置为与基站分别在第一频段和第二频段上通过载波聚合 (CA) 执行 4×4 MIMO (多输入多输出) 下行链路 (DL) 通信。此外,两个第一频段发射链和两个第二频段发射链被配置为根据1T2R SRS (探测参考信号) 协议与基站采用上行链路 (UL) 天线切换与基站分别在第一频段和第二频段上以TDD (时分双工) 执行 2×2 MIMO UL通信。UL天线切换包括第一切换状态和第二天线切换状态,如下面参考图7B和图7C所描述的。在一些实施例中,一次只能在n78频段或n79频段上激活两个TX链,而可以同时激活八个RX链 (即n78频段上的四个RX链和n79频段上的四个RX链) 以支持载波聚合 (CA)。

[0128] 图7B是示出根据本发明的一些实施例的在图7A的通信设备的第一天线切换状态中的通信信号路径的简化框图。图7B示出了在SRS UL天线切换协议下在第一天线切换状态中的发射链和天线之间的连接。可以看出,在第一天线切换状态中,第一n78频段发射链715-1被耦合到第一n78频段天线731-1,第一n79频段发射链725-1被耦合到第一n79频段天线732-1,第二n78频段发射链715-2被耦合到第二n78频段天线731-2,第二n79频段发射链

725-2被耦合到第二n-79频段天线732-2。由于接收链不参与天线切换,因此接收链的连接用粗虚线表示,在此不再赘述。

[0129] 图7C是示出根据本发明的一些实施例的在图7A的通信设备的第二天线切换状态下的通信信号路径的简化框图。图7C示出了根据SRS UL天线切换协议在第二天线切换状态中的发射链和天线之间的连接。可以看出,在第一天线切换状态中,第一n78频段发射链715-1被耦合到第一n78/n79频段天线735-1,第一n79频段发射链725-1被耦合到第一n78/n79频段天线735-1,第二n78频段发射链715-2被耦合到第二n78/n79频段天线735-2,第二n79频段发射链725-2被耦合到第二n78/n79频段天线735-2。同样,由于接收链不参与天线切换,因此接收链的连接用粗虚线表示,在此不再赘述。

[0130] 图7D和7E是列出根据本发明的一些实施例的在第一天线切换状态和第二天线切换状态中的发射链和接收链与天线之间的连接的表格。在图7D中,活跃的n78发射链和接收链带阴影。在图7E中,活跃的n79发射链和接收链带阴影。

[0131] 如图7D所示,在第一天线切换状态中,第一第一频段发射链n78 Tx0被耦合到第一第一频段天线ANT-0,第二第一频段发射链n78 Tx1被耦合到第二第一频段天线ANT-3。在第二天线切换状态中,第一第一频段发射链n78 Tx0被耦合到第一双频段天线ANT-2,第二第一频段发射链n78 Tx1耦合到第二双频段天线ANT-4。

[0132] 如图7E所示,在第一天线切换状态中,第一第二频段发射链n79 Tx0被耦合到第一第二频段天线ANT-1,第二第二频段发射链n79 Tx1被耦合到第二第二频段天线ANT-5。在第二天线切换状态中,第一第二频段发射链n79 Tx0被耦合到第一双频段天线ANT-2,第二第二频段发射链n79 Tx1被耦合到第二第二频段天线ANT-4。

[0133] 图8是示出根据本发明的一些实施例的图7A的通信设备的另一示例的简化框图。如图8所示,通信设备800类似于图7A的通信设备700,除了第二第一频段(n78频段)发射链715-2与第四第一频段(n78频段)接收链710-2共享第三开关740-3的第二刀,以及第二第二频段(n79频段)发射链725-2与第四第二频段(n79频段)接收链720-4共享第四开关740-4的第二刀。通信设备800的操作在其他方面类似于上述图7A的通信设备700的操作。

[0134] 图9是示出根据本发明的一些实施例的图7A的通信设备的另一示例的简化框图。如图9所示,通信设备900类似于图7A的通信设备700,除了第一第一频段(n78频段)发射链715-1与第三第一频段(n78频段)接收链710-3共享第一开关740-1的第二刀,以及第一第二频段(n79频段)发射链725-1与第三第二频段(n79频段)接收链720-3共享第二开关740-2的第二刀。通信设备900的操作在其他方面类似于上述图7A的通信设备700的操作。

[0135] 图10是示出根据本发明的一些实施例的图7A的通信设备的另一示例的简化框图。如图10所示,通信设备1000类似于图7A的通信设备700,除了第一第一频段(n78频段)发射链715-1与第三第一频段(n78频段)接收链710-3共享第一开关740-1的第二刀,以及第一第二频段(n79频段)发射链725-1与第三第二频段(n79频段)接收链720-3共享第二开关740-2的第二刀,第二第一频段(n78频段)发射链715-2与第四第一频段(n78频段)接收链710-2共享第三开关740-3的第二刀,以及第二第二频段(n79频段)发射链725-2与第四第二频段(n79频段)接收链720-4共享第四开关740-4的第二刀。通信设备1000的操作在其他方面类似于上述图7A的通信设备700的操作。

[0136] 图11A是示出根据本发明的一些实施例的另一通信设备的示例的简化框图。图11A

示出了采用n78+n79上的n78+n79频段DL 4×4 MIMO DL CA和n78/n79上的UL 2×2 MIMO的1T4R SRS配置和2T4R(1T2R+1T2R)SRS配置的示例。

[0137] 类似于图7A中的通信设备700,图11A中的通信设备1100还包括八个接收链(710-1、710-2、710-3、710-4、720-1、720-2、720-3和720-4)、四个发射链(715-1、715-2、725-1和725-2)、六个天线(731-1、731-2、732-1、732-2、735-1和735-2)、四个开关部件(1140-1、1140-2、1140-3和1140-4)、和两个双工器(750-1和750-2)。此外,第一频段被识别为n78频段,第二频段被识别为n79频段。然而,在图11A的示例中,四个开关部件(1140-1、1140-2、1140-3和1140-4)用三刀三掷(3P3T)开关实现。每个3P3T开关被配置为将两个接收链和一个发射链耦合到四个替代天线。此外,第一频段被识别为n78频段,第二频段被识别为n79频段。

[0138] 在图11A的通信设备1100中,第一第一频段(n78频段)接收链710-1通过第一开关1140-1被可切换地耦合到第一第一频段(n78频段)天线731-1或第一双频段天线735-1。第三第一频段(n78频段)接收链710-3通过第一开关1140-1被可切换地耦合到第一双频段(n78/n79频段)天线735-1或第一第一频段(n78频段)天线731-1。第三第二频段(n79频段)接收链720-3通过第二开关1140-2被可切换地耦合到第一双频段(n78/n79频段)天线735-1或第一第二频段(n79频段)天线732-1。第一第二频段(n79频段)接收链720-1通过第二开关1140-2被可切换地耦合到第一第二频段(n79频段)天线732-1或第一双频段(n78/n79频段)天线735-1。第二第一频段(n78频段)接收链710-2通过第三开关1140-3被可切换地耦合到第二第一频段(n78频段)天线731-2或第二双频段(n78/n79频段)天线735-2。第四第一频段(n78频段)接收链710-4通过第三开关1140-3被可切换地耦合到第二双频段(n78/n79频段)天线735-2或第二第一频段(n78频段)天线731-2。第四第二频段(n79频段)接收链720-4通过第四开关1140-4被可切换地耦合到第二双频段(n78/n79频段)天线735-2或第二第二频段(n79频段)天线732-2。第二第二频段(n79频段)接收链720-2通过第四开关1140-4被可切换地耦合到第二第二频段(n79频段)天线732-2或第二双频段(n78/n79频段)天线735-2。

[0139] 在图11A中,第一第一频段(n78频段)发射链715-1与第一第一频段(n78频段)接收链710-1共享第一开关1140-1的第一刀,并且通过第一开关1140-1被可切换地耦合到第一第一频段(n78频段)天线731-1或第一双频段天线735-1。在一些实施例中,可以通过附加的单刀双掷(SPDT)开关来实现开关的单刀的共享。类似地,第一第二频段(n79频段)发射链725-1与第一第二频段(n79频段)接收链720-1共享第二开关1140-2的第一刀。第二第一频段(n78频段)发射链715-2与第二第一频段(n78频段)接收链710-2共享第三开关1140-3的第一刀。第二第二频段(n79频段)发射链725-2与第二第二频段(n79频段)接收链720-2共享第四开关1140-4的第一刀。

[0140] 在图11A中,每个3P3T开关1140提供被附接到该开关的n78或n79TX链的1T2R切换。此外,在n78 3P3T开关和n79 3P3T开关之间提供了一个路径,允许开关支持n78或n79 TX链的1T4R切换。在图11A中,3P3T开关允许每个发射链在四个天线之间切换,以进行SRS UL 1T4R天线切换。如图11A所示,第一开关1140-1被耦合到第三开关1140-3,第二开关1140-2被耦合到第四开关1140-4。图11B示出了发射链的四个可能信号路径的示例。

[0141] 图11B是示出根据本发明的一些实施例的用于图11A的通信设备中的发射链的天线切换通信信号路径的示例的简化框图。如图11B中的粗虚线所示,第一n78频段发射链

715-1 (n78 TX Chan-0) 可以基于来自基站的指令被连接到四个天线之一。在第一信号路径 1151-1 中, n78 发射链 715-1 通过第一开关 1140-1 被耦合到第一 n78 频段天线 731-1。在第二信号路径 1151-2 中, n78 发射链 715-1 通过第一开关 1140-1 和第一双工器 750-1 被耦合到第一 n78/n79 频段天线 735-1。在第三信号路径 1151-3 中, n78 发射链 715-1 通过第一开关 1140-1 和第三开关 1150-3 被耦合到第二 n78 频段天线 731-2。在第四信号路径 1151-4 中, n78 发射链 715-1 通过第一开关 1140-1、第三开关 1150-3 和第二双工器 750-2 被耦合到第二 n78/n79 频段天线 735-2。类似地, 可以从图 11A 中看出, 第二 n78 频段发射链 715-2、第一 n79 频段发射链 725-1 和第二 n79 频段发射链 725-2 中的每一个可以基于来自基站的指令被连接到四个天线之一。

[0142] 如上所述, 图 11A 示出了采用通过 SRS 天线切换的在 n78+n79 上的 n78+n79 频段 DL 4×4 MIMO DL CA 和 UL 2×2 MIMO n78/n79 的 2T4R (1T2R+1T2R) 和 1T4R 配置的示例。该实施例可以通过使用两对 3P3T 来减少插入损耗 (例如, 代替可能使用与其他开关级联的 2 个 4P4T 开关的布置)。双工器和 3P3T 的布置可以减少所需的数量。使用两对 3P3T 提供布局灵活性, 并便于将 RF 前端部件定位在各自天线附近, 从而改善设备的链路预算, 以获得更好的总辐射功率 (TRP) 和总各向同性灵敏度性能 (TIS)。

[0143] 图 12 是示出根据本发明的一些实施例的图 11A 的通信设备的另一示例的简化框图。如图 12 所示, 通信设备 1200 类似于图 11A 的通信设备 1100, 除了第二第一频段 (n78 频段) 发射链 715-2 与第四第一频段 (n78 频段) 接收链 710-2 共享第三开关 1140-3 的第二刀, 以及第二第二频段 (n79 频段) 发射链 725-2 与第四第二频段 (n79 频段) 接收链 720-4 共享第四开关 1140-4 的第二刀。通信设备 1200 的操作在其他方面类似于上述图 11A 的通信设备 1100 的操作。

[0144] 图 13 是示出根据本发明的一些实施例的图 11 的通信设备的另一示例的简化框图。如图 13 所示, 通信设备 1300 类似于图 11A 的通信设备 1100, 除了第一第一频段 (n78 频段) 发射链 715-1 与第三第一频段 (n78 频段) 接收链 710-3 共享第一开关 1140-1 的第二刀, 以及第一第二频段 (n79 频段) 发射链 725-1 与第三第二频段 (n79 频段) 接收链 720-3 共享第二开关 1140-2 的第二刀。通信设备 1300 的操作在其他方面类似于上述图 11A 的通信设备 1100 的操作。

[0145] 图 14 是示出根据本发明的一些实施例的图 11A 的通信设备的另一示例的简化框图。如图 14 所示, 通信设备 1400 类似于图 11A 的通信设备 1100, 除了第一第一频段 (n78 频段) 发射链 715-1 与第三第一频段 (n78 频段) 接收链 710-3 共享第一开关 1140-1 的第二刀, 第一第二频段 (n79 频段) 发射链 725-1 与第三第二频段 (n79 频段) 接收链 720-3 共享第二开关 1140-2 的第二刀, 第二第一频段 (n78 频段) 发射链 715-2 与第四第一频段 (n78 频段) 接收链 710-2 共享第三开关 1140-3 的第二刀, 以及第二第二频段 (n79 频段) 发射链 725-2 与第四第二频段 (n79 频段) 接收链 720-4 共享第四开关 740-4 的第二刀。通信设备 1400 的操作在其他方面类似于上述图 11A 的通信设备 1100 的操作。

[0146] 图 15 是示出根据本发明的一些实施例的用于操作通信设备的方法的简化流程图。该方法使诸如用户装配之类的通信设备能够使用有限数量的天线与基站在多个频段上执行 MIMO 通信。本文描述的实施例涉及用于六天线方法的切换方案。然而, 该方案也可以适用于任何合适的情况, 包括针对 n78 和 n79 或其他合适的频段使用共享天线。

[0147] 实施例支持n78和n79频段(DL CA)的同时操作,同时还针对这些频段中的每一个支持DL 4×4 MIMO(例如,图2、图3)和2T4R/1T4R(例如,图3A和3B、图5、图4)。实施例提供具有新颖形状因数和机械/热设计约束的新颖天线架构,在一些示例中,其包括可以支持n78和n79的六个天线(2个专用n78频段天线、2个专用n79频段天线和2个共享n78+n79频段天线)。这些天线中的一些天线也可以与其他天线(其他蜂窝频段、GNSS、WLAN、BT等)共享。

[0148] 这种天线架构可以导致能够支持DL 4×4 MIMO+ 2×2 UL MIMO+2T4R/1T4R SRS能力,同时允许n78和n79频段的DL CA的切换方案。本公开中提出的方案最小化插入损耗(因此最小化TX和RX排列路径损耗),提供路由到不同天线的灵活性,并允许针对n78和n79使用共享天线。

[0149] 从RF和天线架构的角度来看,为了支持DL 4×4 MIMO+ 2×2 UL MIMO+2T4R/1T4R SRS,同时还允许n78和n79频段的DL CA,提供了用于同时将四个天线连接到n78 TX/RX链以及将四个天线连接到n79TX/RX链的连接。

[0150] 存在许多可以实现上述功能的排列。例如,可以实现以下排列:八个天线(四个专用n78天线,四个专用n79天线);七个天线(三个专用n78天线、三个专用n79天线、一个共享n78+n79天线);六个天线(两个专用n78天线、两个专用n79天线、两个共享n78+n79天线);五个天线(一个专用n78天线、一个专用n79天线、三个共享n78+n79天线);或四个天线(四个共享n78+n79天线)。

[0151] 这些配置与可能包括许多其他蜂窝和WLAN频段的系统中的天线总数无关,并且上述示例仅确定了系统中有多少天线必须能够在n78和n79频段上工作。这些天线中的一些天线可以与蜂窝频段共享,一些天线可以与WLAN频段共享,但有些可能专用于n78频段和/或n79频段。

[0152] 如图15中的流程图所示,用于无线通信的方法1500可以总结如下。

[0153] 1510:提供通信设备,该通信设备具有四个第一频段接收链、四个第二频段接收链、两个第一频段发射链、两个第二频段发射链、和六个天线;

[0154] 1520:采用载波聚合(CA)在第一频段和第二频段上与基站执行 4×4 MIMO(多输入多输出)下行链路(DL)通信;

[0155] 1530:在第一频段和第二频段上以TDD(时分双工)与基站执行 2×2 MIMO上行链路(UL)通信;

[0156] 1540:基于来自基站的信号,执行上行链路天线切换以将给定发射链连接到两个天线之一;以及

[0157] 1550:根据1T4R(一个发射器和四个接收器)SRS(探测参考信号)协议,基于来自基站的信号,执行上行链路天线切换以将给定发射链连接到四个天线之一。

[0158] 下面参考图1至图14进一步描述上述过程中的每一个。在1510,该方法包括提供通信设备,该通信设备具有四个第一频段接收链、四个第二频段接收链、两个第一频段发射链、两个第二频段发射链、和六个天线。上面结合图4至图14描述了通信设备的示例。在图4至图14的示例中,通信设备具有六个天线,包括两个第一频段天线、两个第二频段天线、和两个双频段天线,两个双频段天线被配置为在第一频段和第二频段上工作。

[0159] 在1520,该方法包括:采用载波聚合(CA)在第一频段和第二频段上与基站执行 4×4 MIMO(多输入多输出)下行链路(DL)通信。例如,在图7A的通信设备700和图11A的通信设备

1100中,有四个第一频段接收链、四个第二频段接收链,可以采用载波聚合(CA)在n78频段和n79频段上提供与基站的 4×4 MIMO(多输入多输出)下行链路(DL)通信。

[0160] 在1530,该方法包括:在第一频段或第二频段上以TDD(时分双工)与基站执行 2×2 MIMO上行链路(UL)通信。例如,在图7A的通信设备700和图11A的通信设备1100中,有两个第一频段发射链和两个第二频段发射链,可以在n78频段和n79频段上提供与基站的 2×2 MIMO上行链路(UL)通信。

[0161] 在1540,该方法包括:基于来自基站的信号,执行上行链路天线切换以将给定发射链连接到两个天线之一。例如,在图7A的通信设备700中,发射链和接收链使用四个2P2T开关和两个双工器被耦合到天线。根据2T4R(两个发射器和四个接收器)SRS(探测参考信号)协议执行天线切换。

[0162] 在1550,该方法包括:根据1T4R(一个发射器和四个接收器)SRS(探测参考信号)协议,基于来自基站的信号,执行上行链路天线切换以将给定发射链连接到四个天线之一。例如,在图11A的通信设备1100中,发射链和接收链使用四个3P3T开关和两个双工器被耦合到天线。根据1T4R(一个发射器和四个接收器)SRS(探测参考信号)协议执行天线切换。

[0163] 如上所述,在一些实施例中,两对DPDT开关与n78-n79双工器一起使用并且布置端口以支持2T4R SRS。这种方法允许使用在n78和n79之间共享的天线,这有助于减少设备中的天线总数,同时使路径上的切换量最小化。与使用2个4P4T开关相比,这种布置还可以提供降低的插入损耗,并提供简化和灵活的RF路径路由。使用两对DPDT开关有助于将RF前端部件定位在其各自天线附近,从而改善设备的链路预算。

[0164] 在一些实施例中,此概念被扩展为除了2T4R支持之外还提供1T4R支持。在该方案中,理念是使用两对3P3T开关以及n78-n79双工器,并且布置端口以支持2T4R和1T4R SRS。这种方法还允许使用在n78和n79之间共享的天线,这有助于减少设备中的天线总数,同时与级联开关和/或使用4P4T开关相比,使路径上的切换量最小化并降低插入损耗。使用两对3P3T开关有助于将RF前端部件定位在各自天线附近,从而改善设备的链路预算。

[0165] 应当理解,图15所示的具体步骤提供了根据本发明的实施例的操作通信设备的特定方法。根据替代实施例,也可以执行其他步骤序列。例如,本发明的替代实施例可以以不同的顺序执行上述步骤。此外,图15所示的各个步骤可以包括多个子步骤,这些子步骤可以根据各个步骤以各种顺序执行。此外,可以根据特定应用添加或删除额外的步骤。本领域的普通技术人员将认识到许多变化、修改和替代。

[0166] 尽管上面已经描述了本发明的各种实施例,但是应当理解,它们只是作为示例而不是作为限制而呈现的。同样,各种图可以描绘本公开的示例架构或其他配置,这样做是为了帮助理解可以包括在本公开中的特征和功能。本公开不限于图示的示例架构或配置,而是可以使用多种替代架构和配置来实现。此外,尽管本公开在上面根据各种示例性实施例和实现进行了描述,但应该理解,在一个或多个单独实施例中描述的各种特征和功能不限于适用于用来描述它们的特定实施例。相反,它们可以单独或以某种组合用于本公开的一个或多个其他实施例,无论这些实施例是否被描述,以及无论这些特征是否被呈现为所描述实施例的一部分。因此,本公开的广度和范围不应受到任何上述示例性实施例的限制。

[0167] 应当理解,为了清楚起见,以上描述参考不同的功能单元和处理器描述了本发明的实施例。然而,显然可以使用不同功能单元、处理器或域之间的任何合适的功能分布而不

偏离本发明。例如,图示为由分离的处理器或控制器执行的功能可以由同一处理器或控制器执行。因此,对特定功能单元的引用仅被视为对提供所描述功能的适当手段的引用,而不是表示严格的逻辑或物理结构或组织。

[0168] 除非另有明确说明,否则本文档中使用的术语和短语及其变体应被解释为开放式而非限制性的。作为前述的示例:术语“包括”应理解为“包括但不限于”等意思;术语“示例”用于提供所讨论项目的示例性实例,而不是其详尽或限制性的列表;诸如“常规”、“传统”、“正常”、“标准”、“已知”之类的形容词以及类似含义的术语不应被解释为将所描述的项目限于给定的时间段或限于给定时间可用的项目。相反,这些术语应被理解为包含现在可用、已知或将来任何时间可用、已知的常规、传统、正常或标准技术。同样,与连词“和”链接的一组项目不应被解读为要求这些项目中的每一个都出现在该组中,而应被解读为“和/或”,除非另有明确说明。类似地,与连词“或”链接的一组项目不应被解读为要求该组之间相互排斥性,而应被解读为“和/或”,除非另有明确说明。此外,尽管可以以单数形式描述或要求保护本公开的项目、元件或部件,但复数被认为在其范围内,除非明确说明对单数的限制。在某些情况下,诸如“一个或多个”、“至少”、“但不限于”或其他类似短语之类的扩展词和短语的存在不应被解读为意味着在没有这样的扩展短语的情况下旨在或要求缩减情况。

[0169] 还应理解,本文描述的示例和实施例仅用于说明目的,并且根据其的各种修改或改变将被建议给本领域技术人员并且将被包括在本申请的精神和范围以及所附权利要求的范围内。

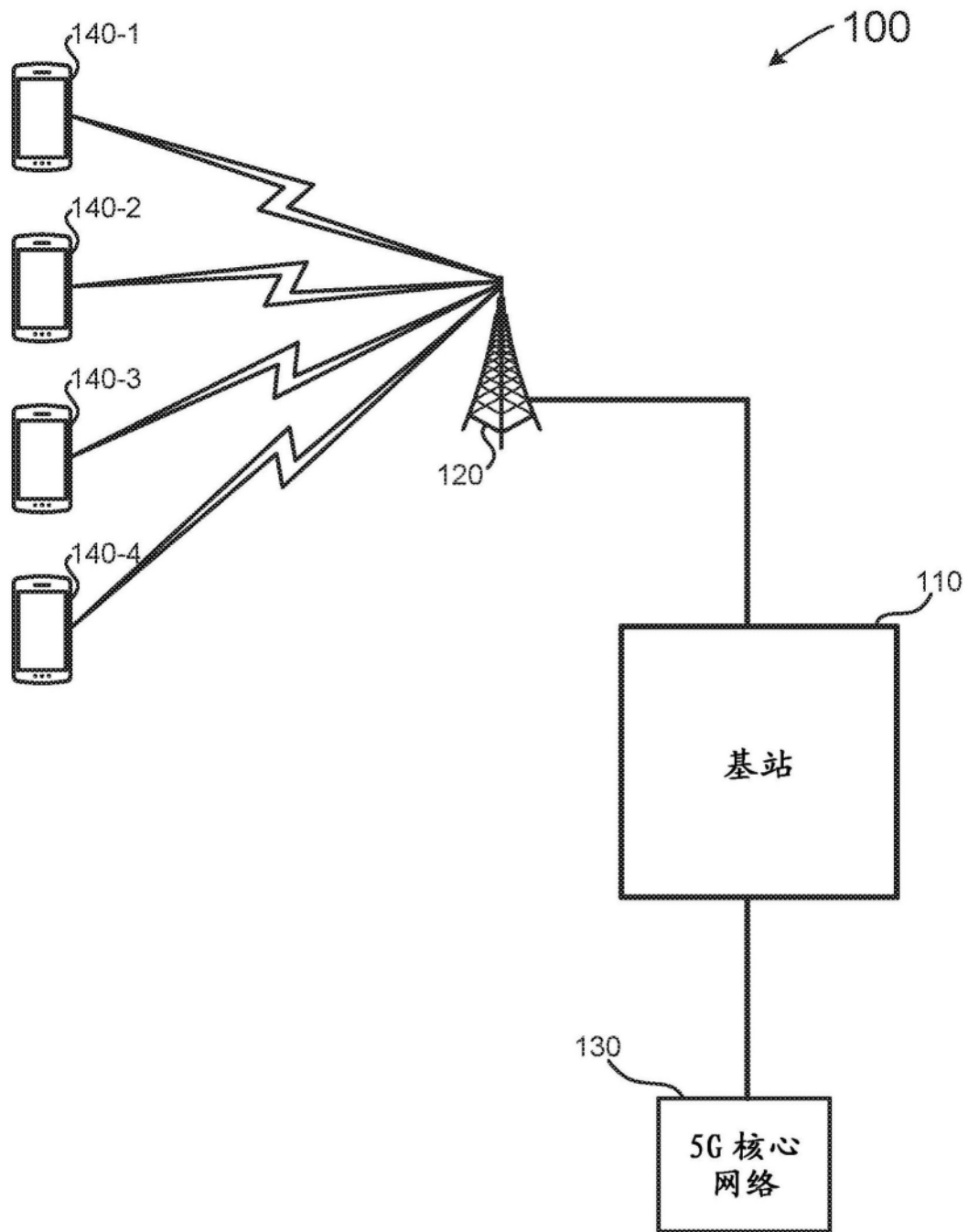


图1

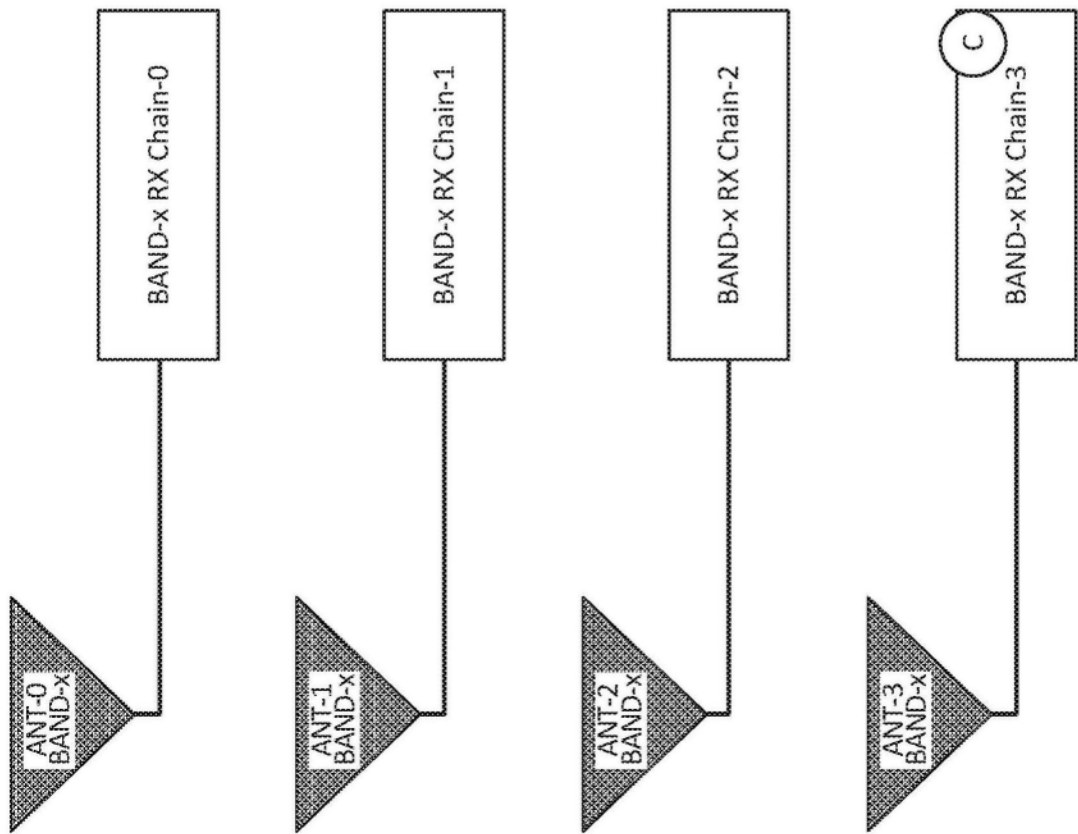


图2A

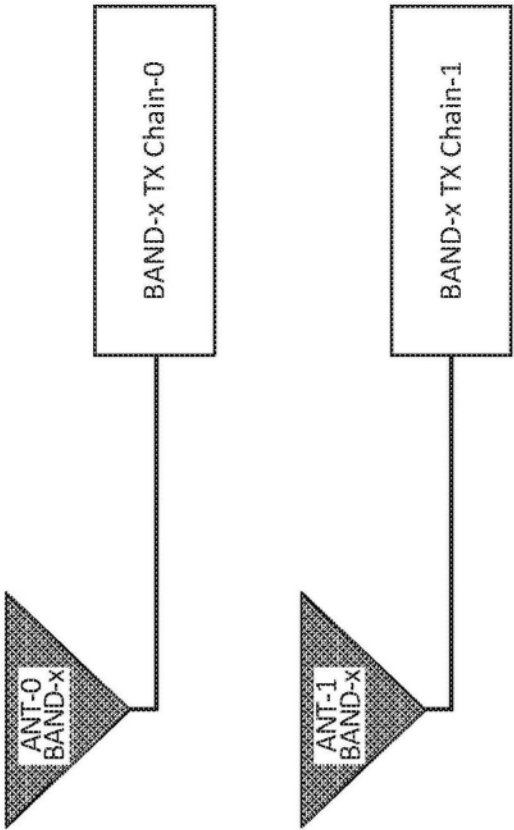


图2B

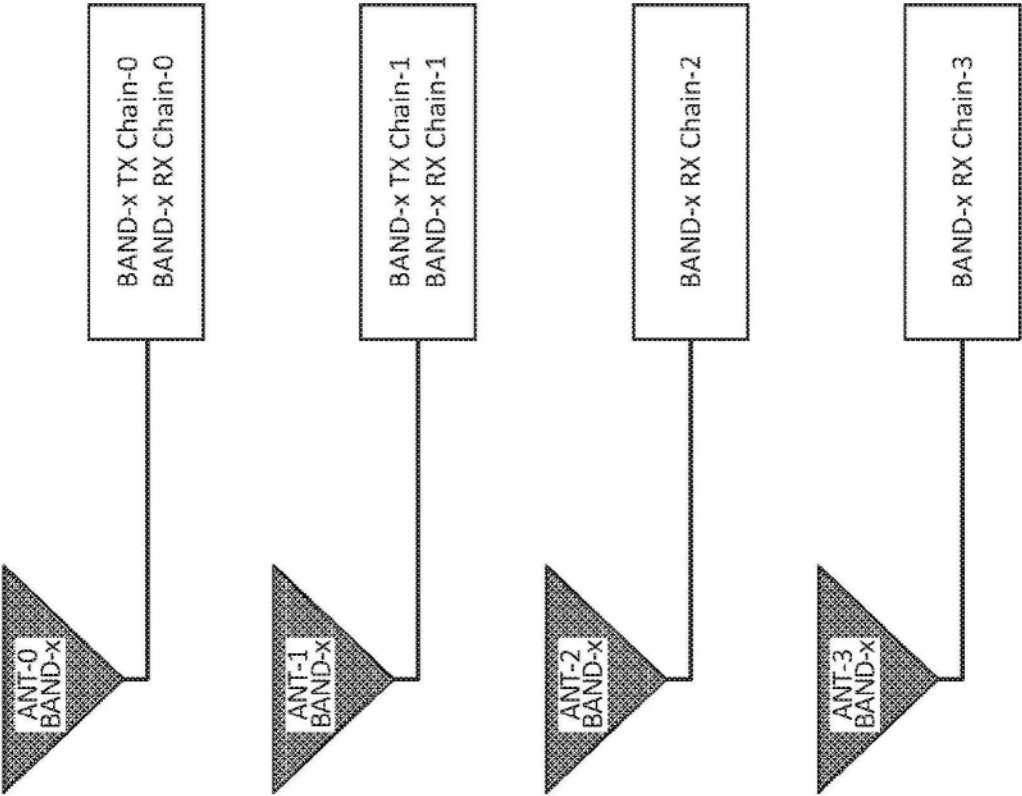


图2C

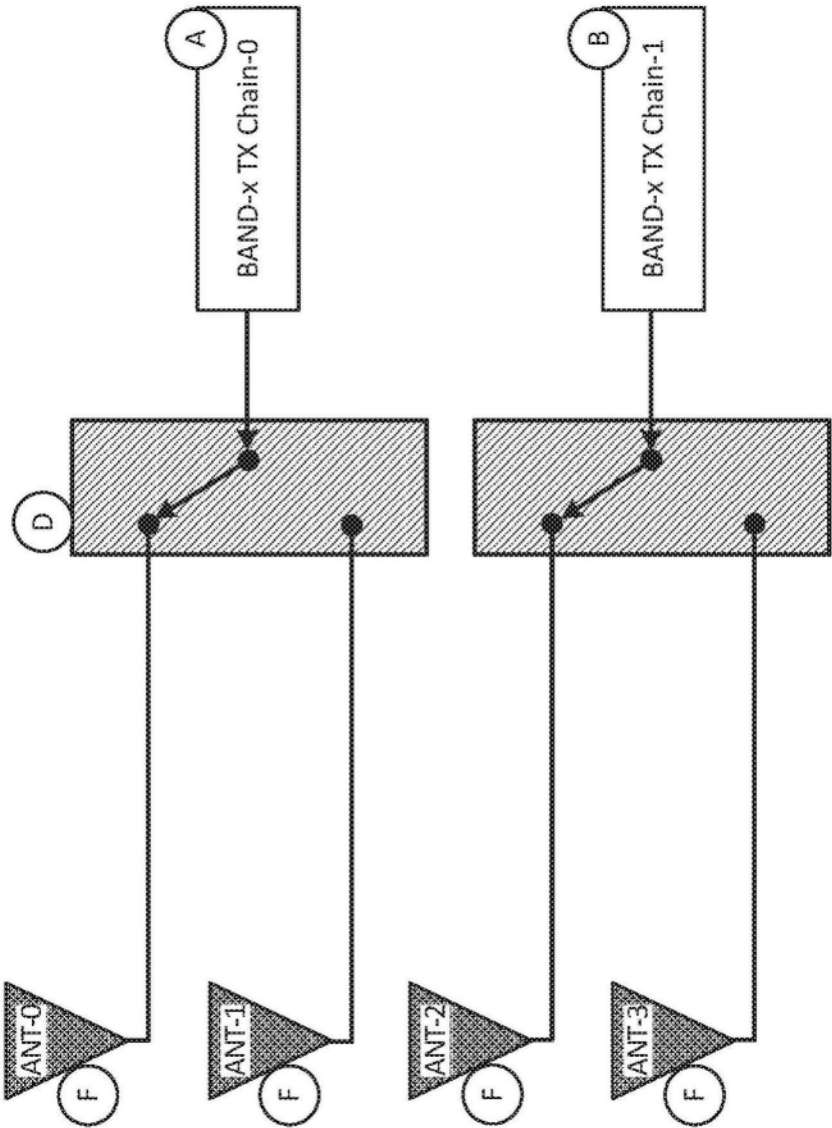


图3A

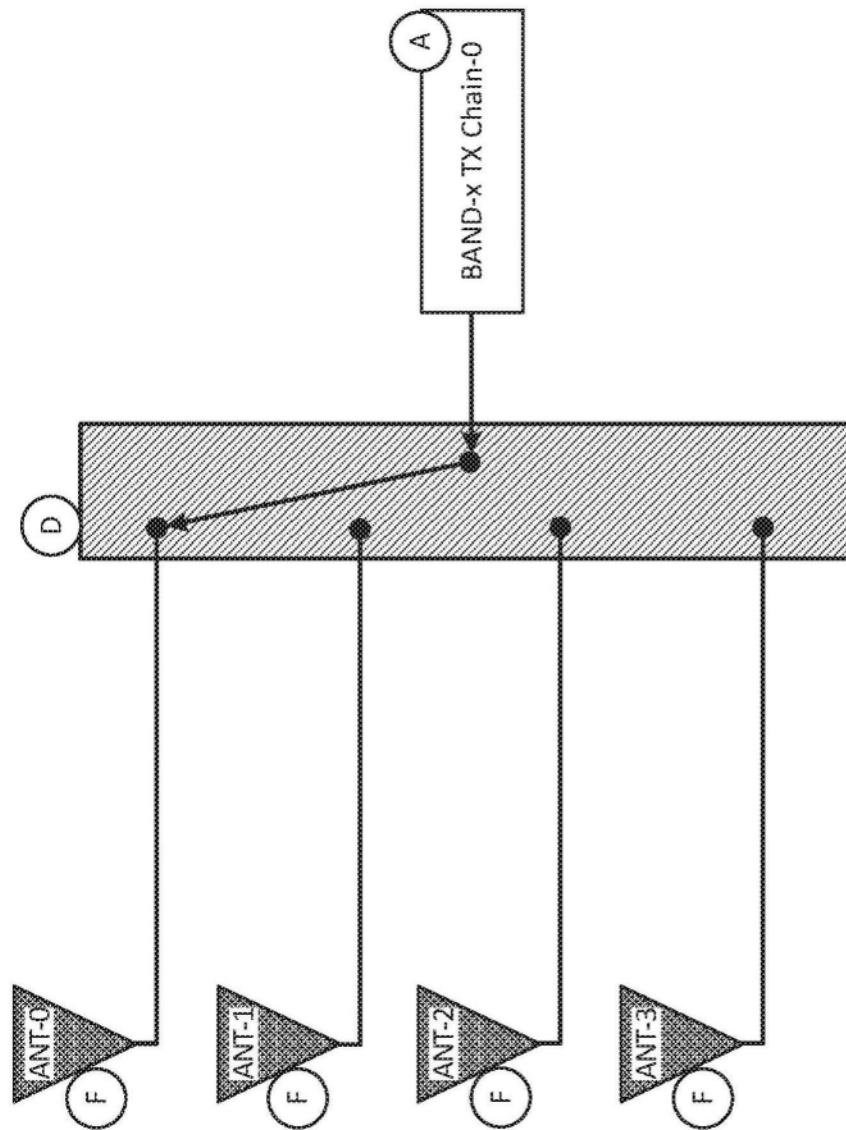


图3B

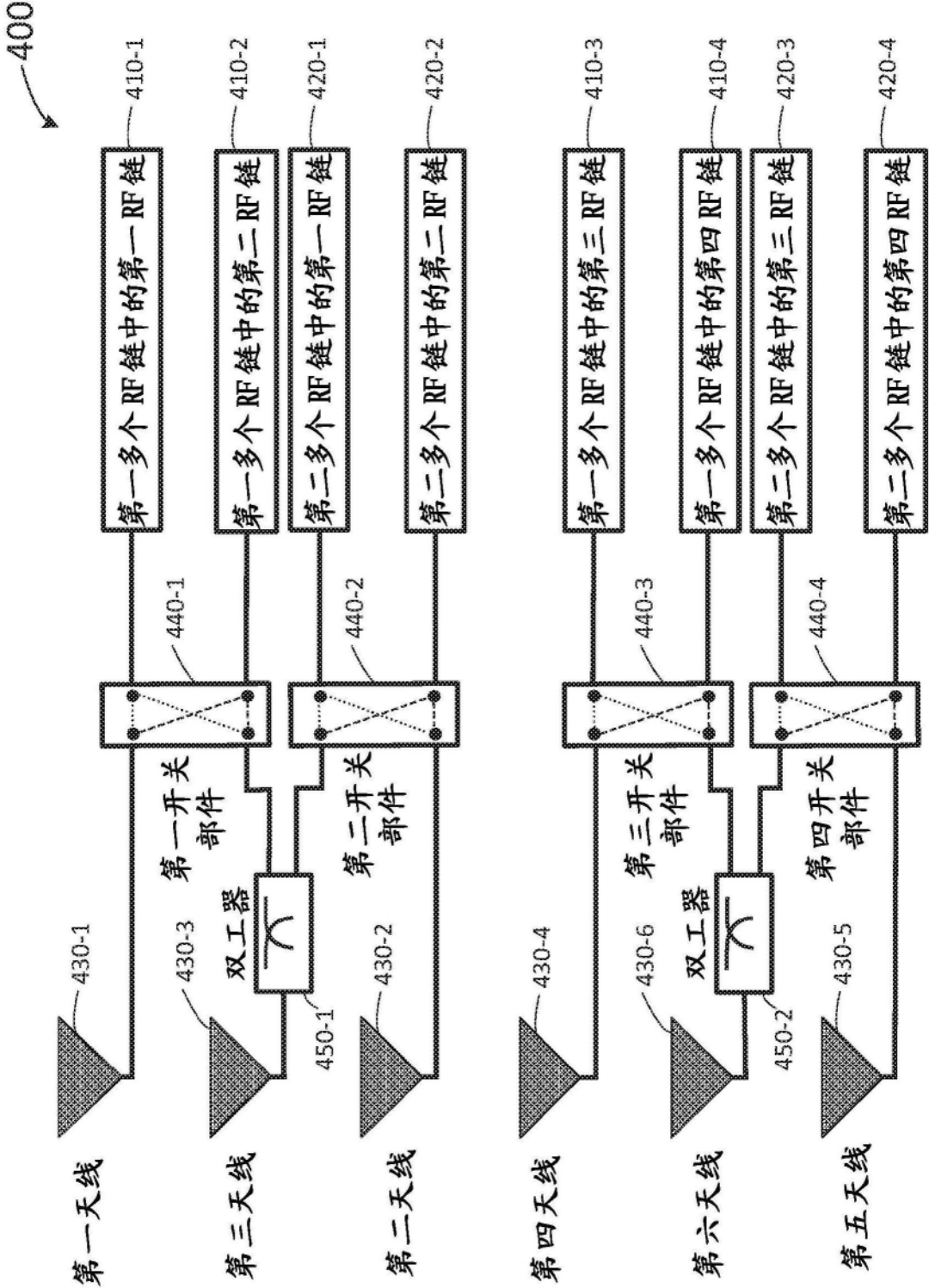


图4

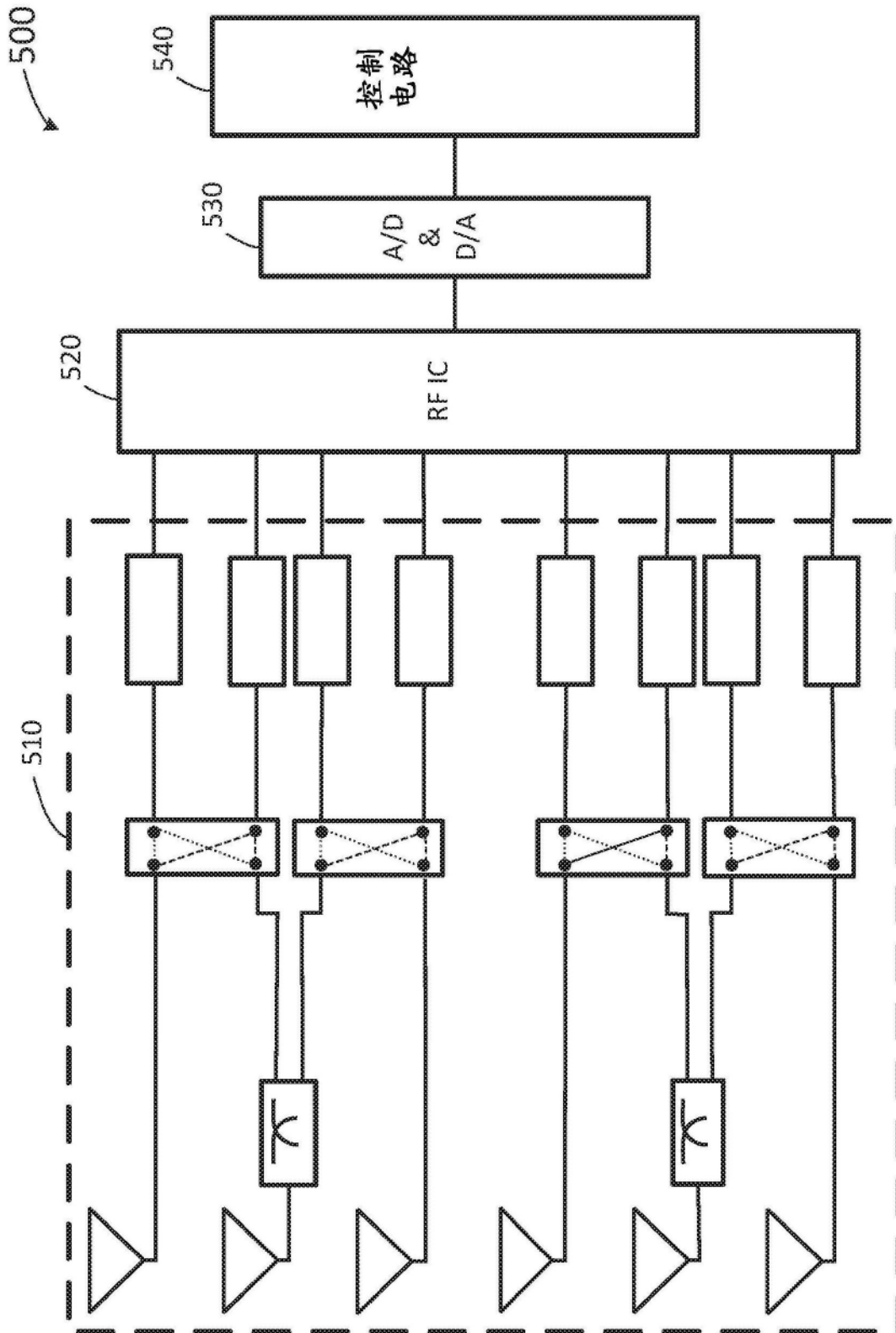


图5

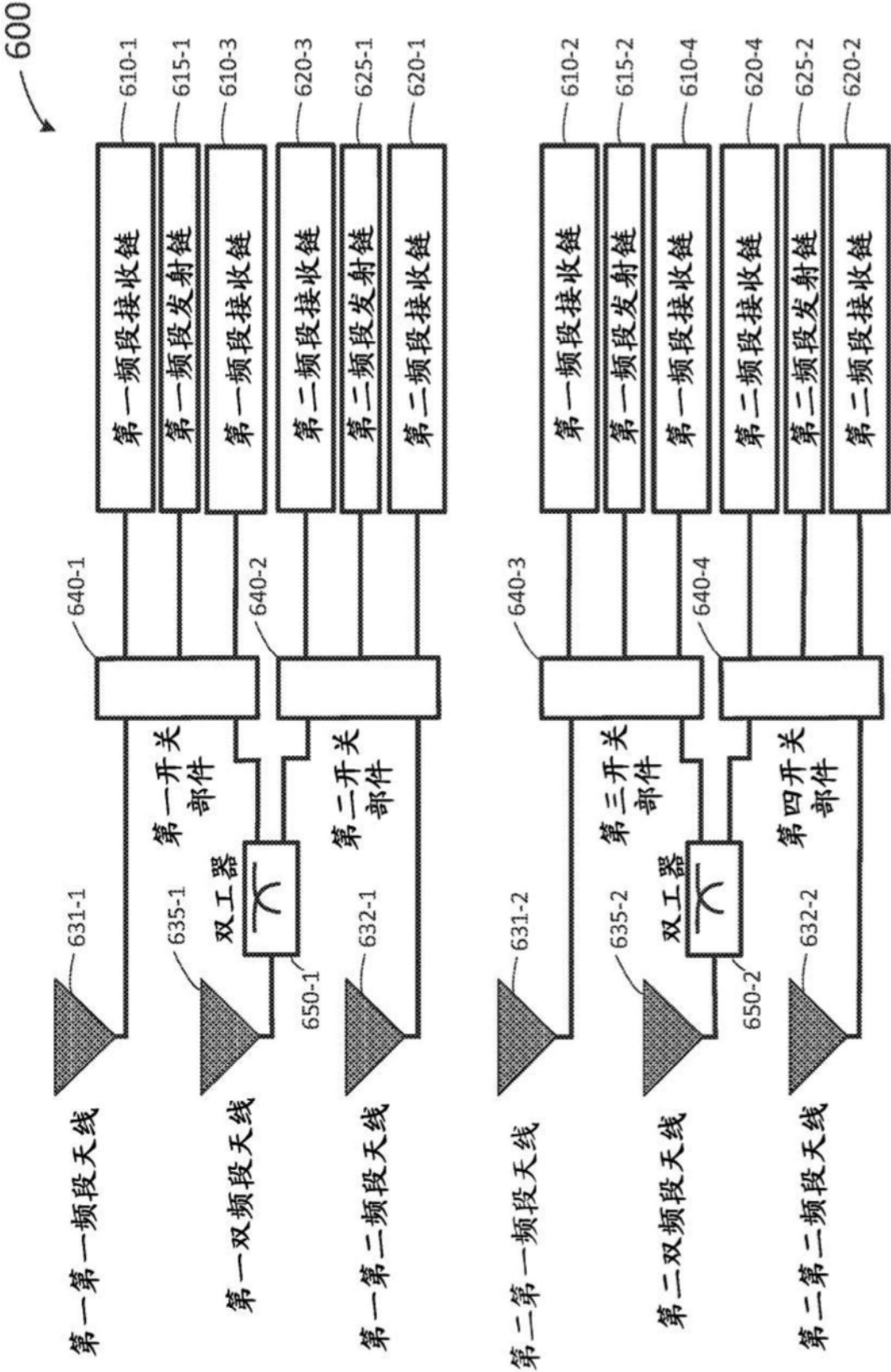


图6

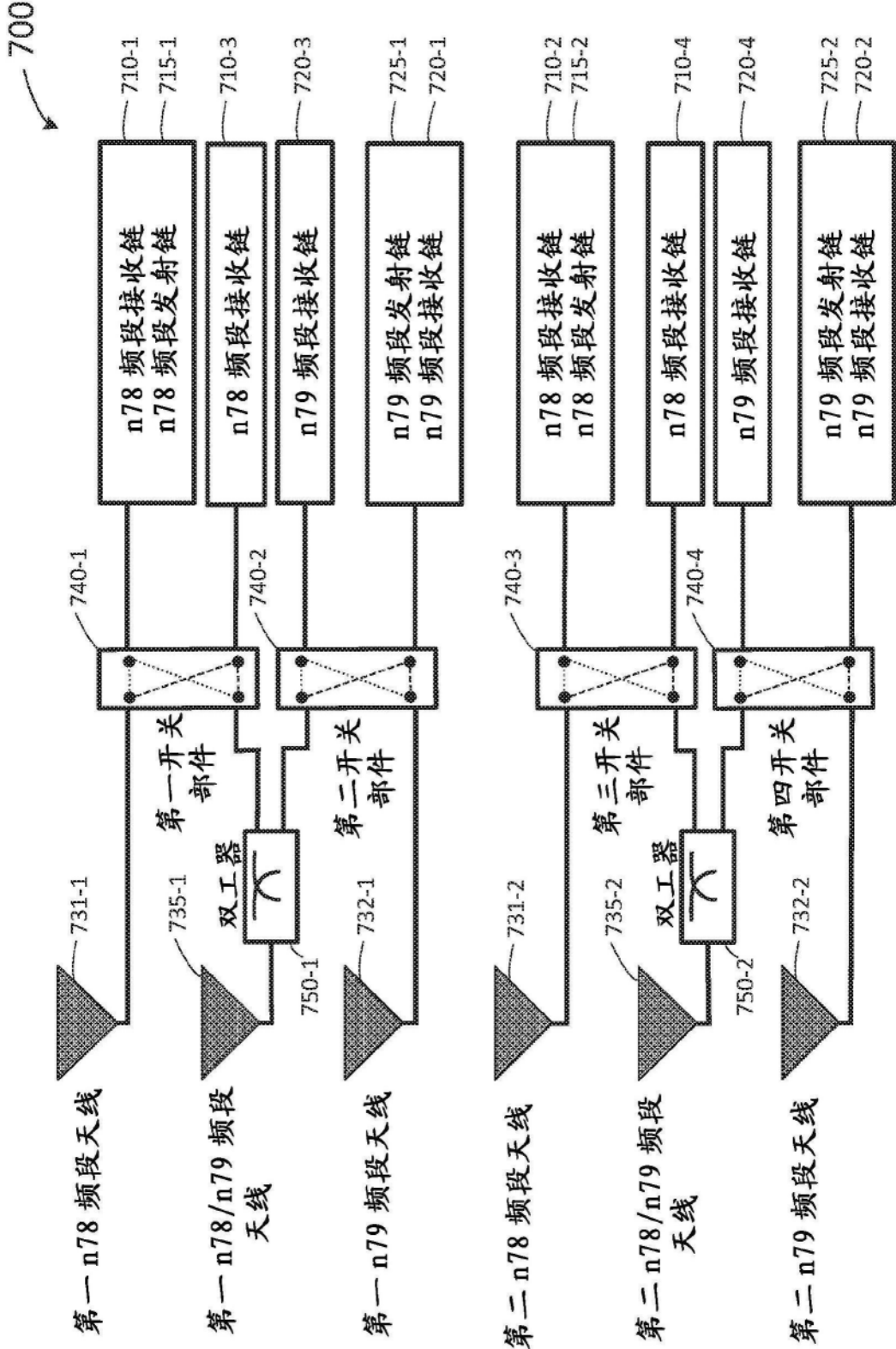


图7A

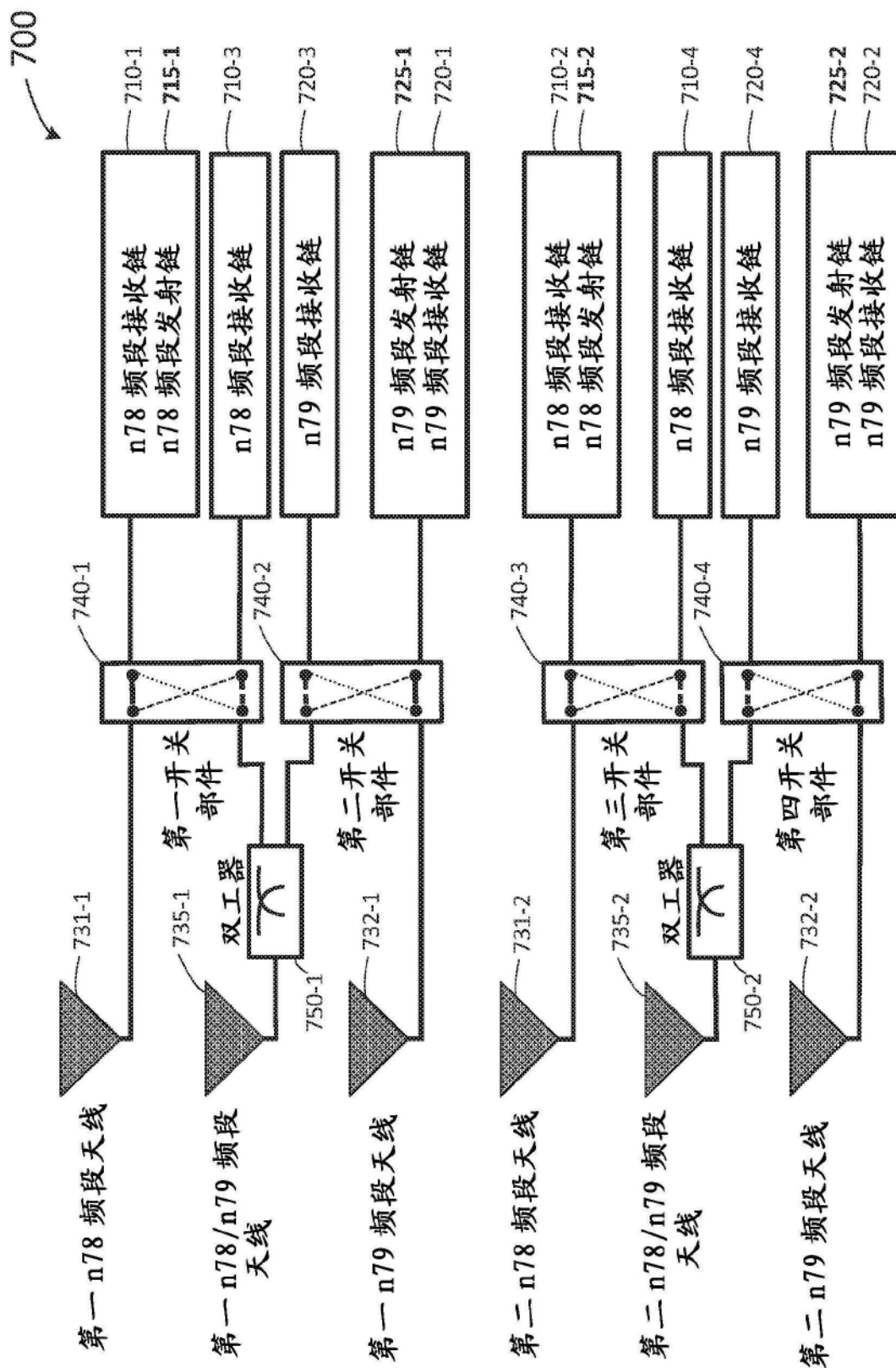


图7B

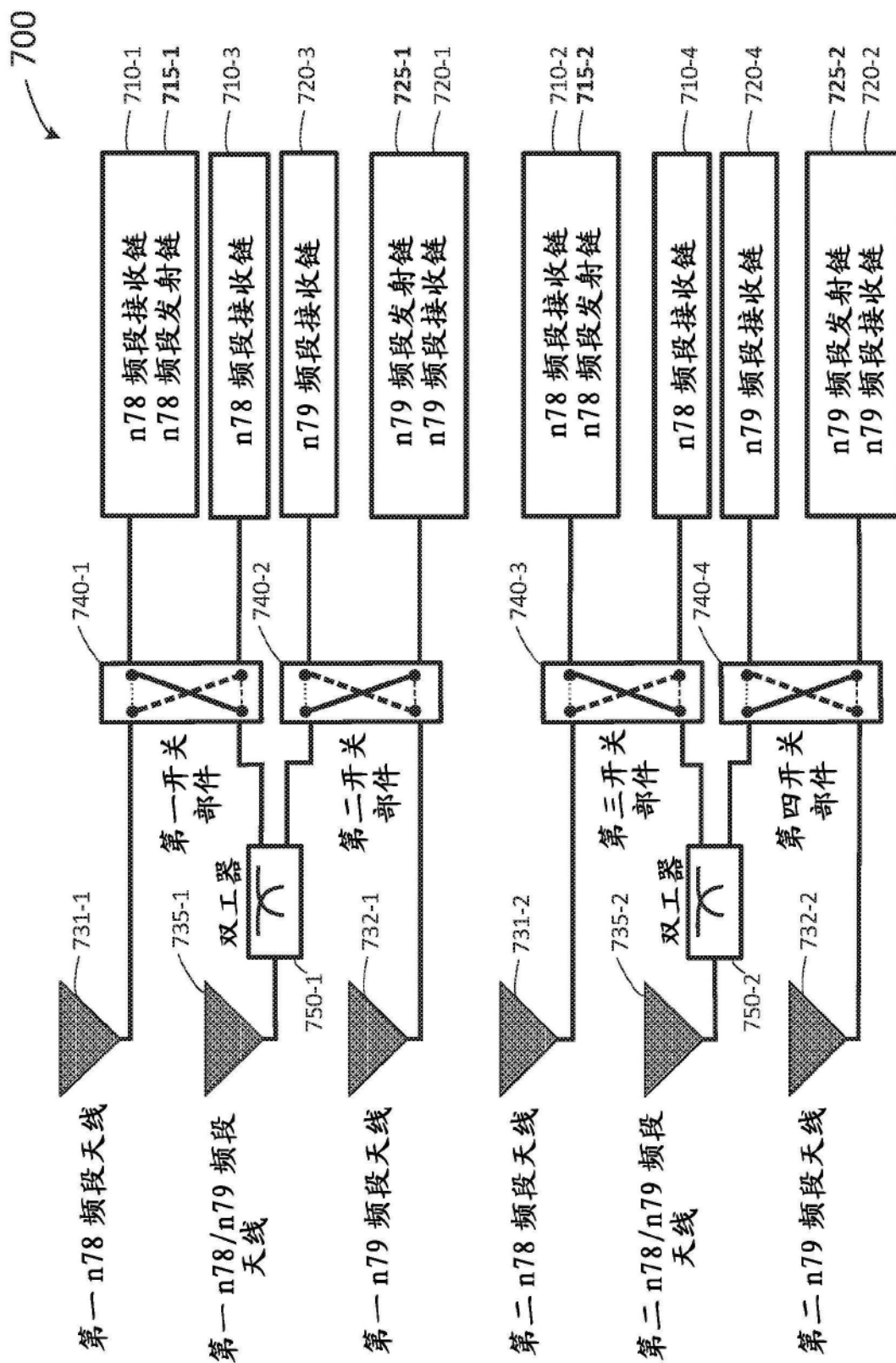


图7C

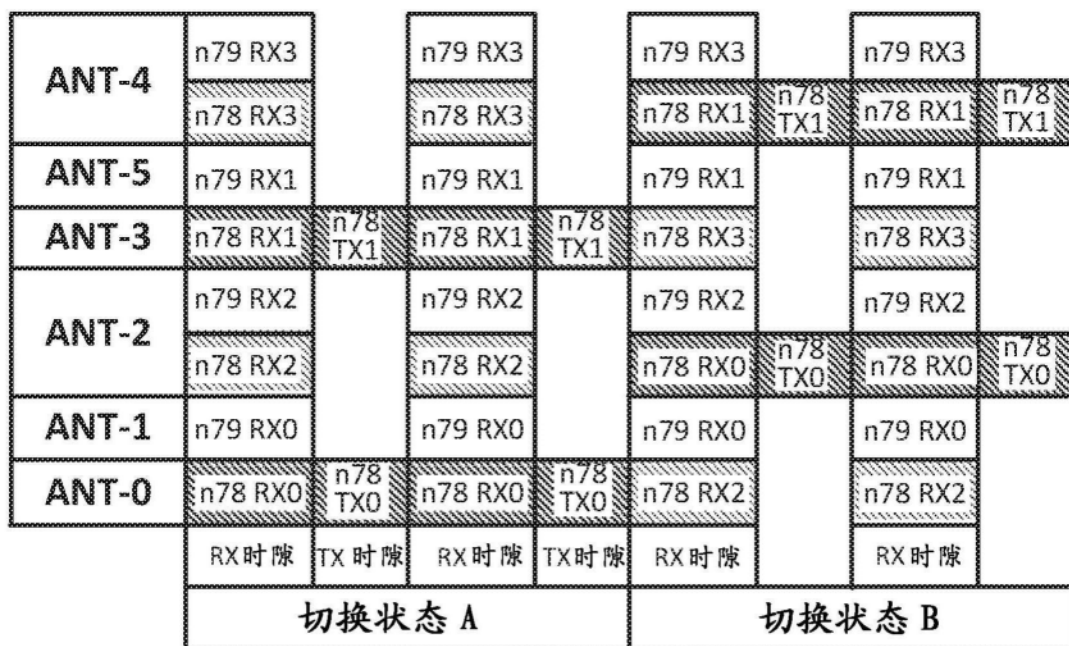


图7D

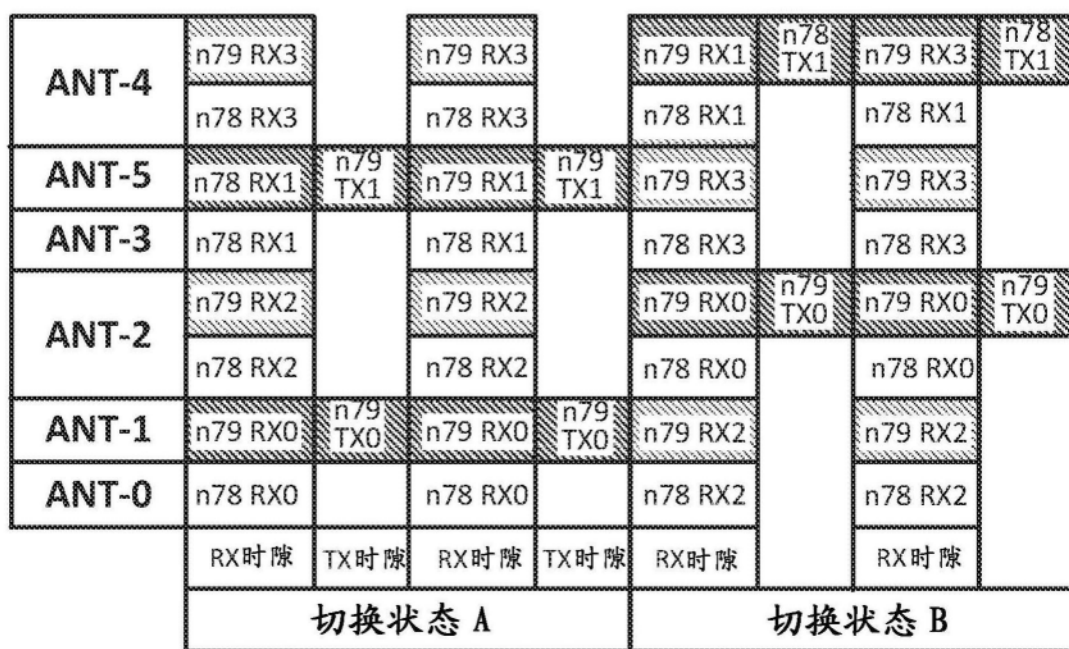


图7E

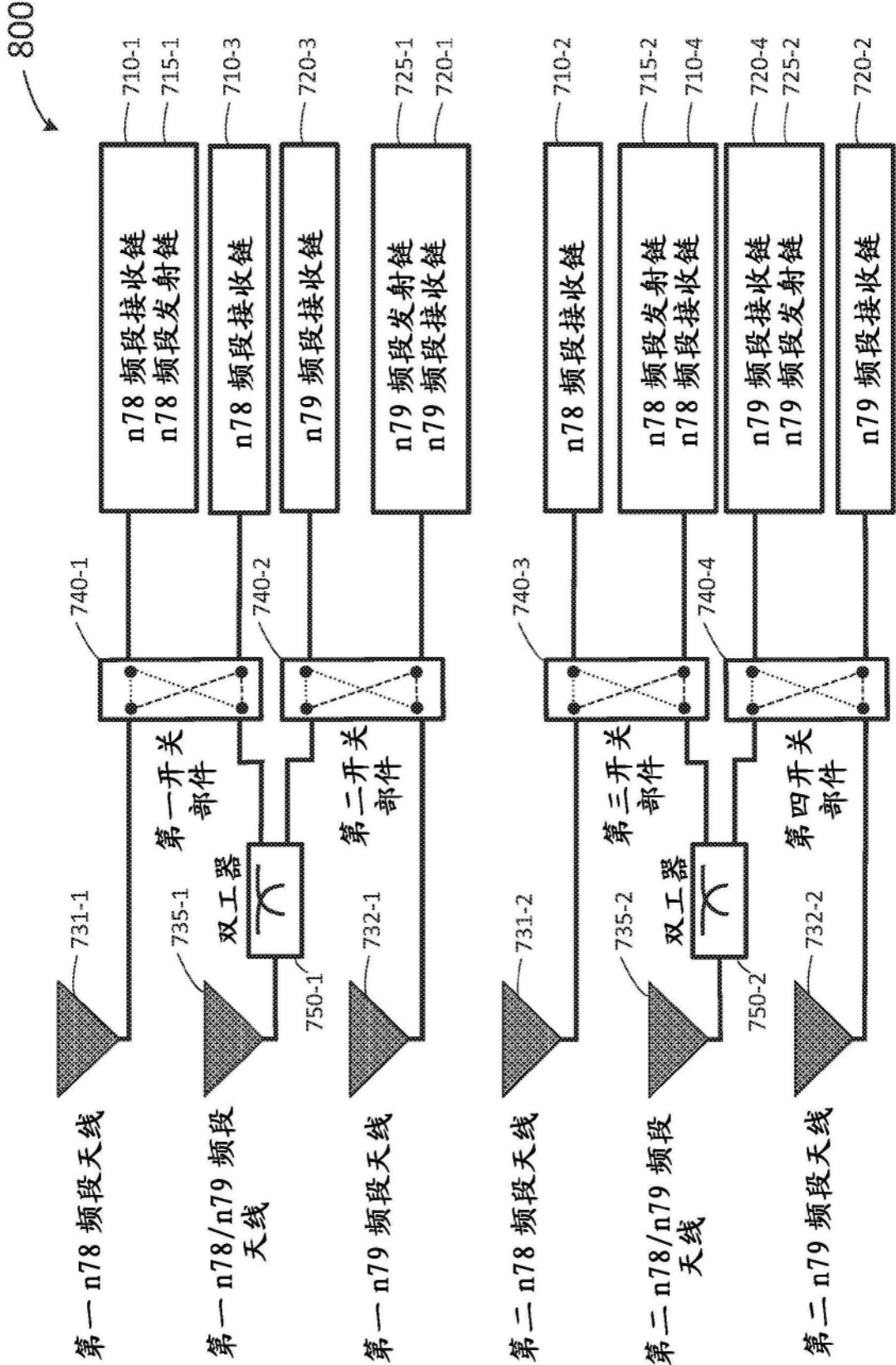


图8

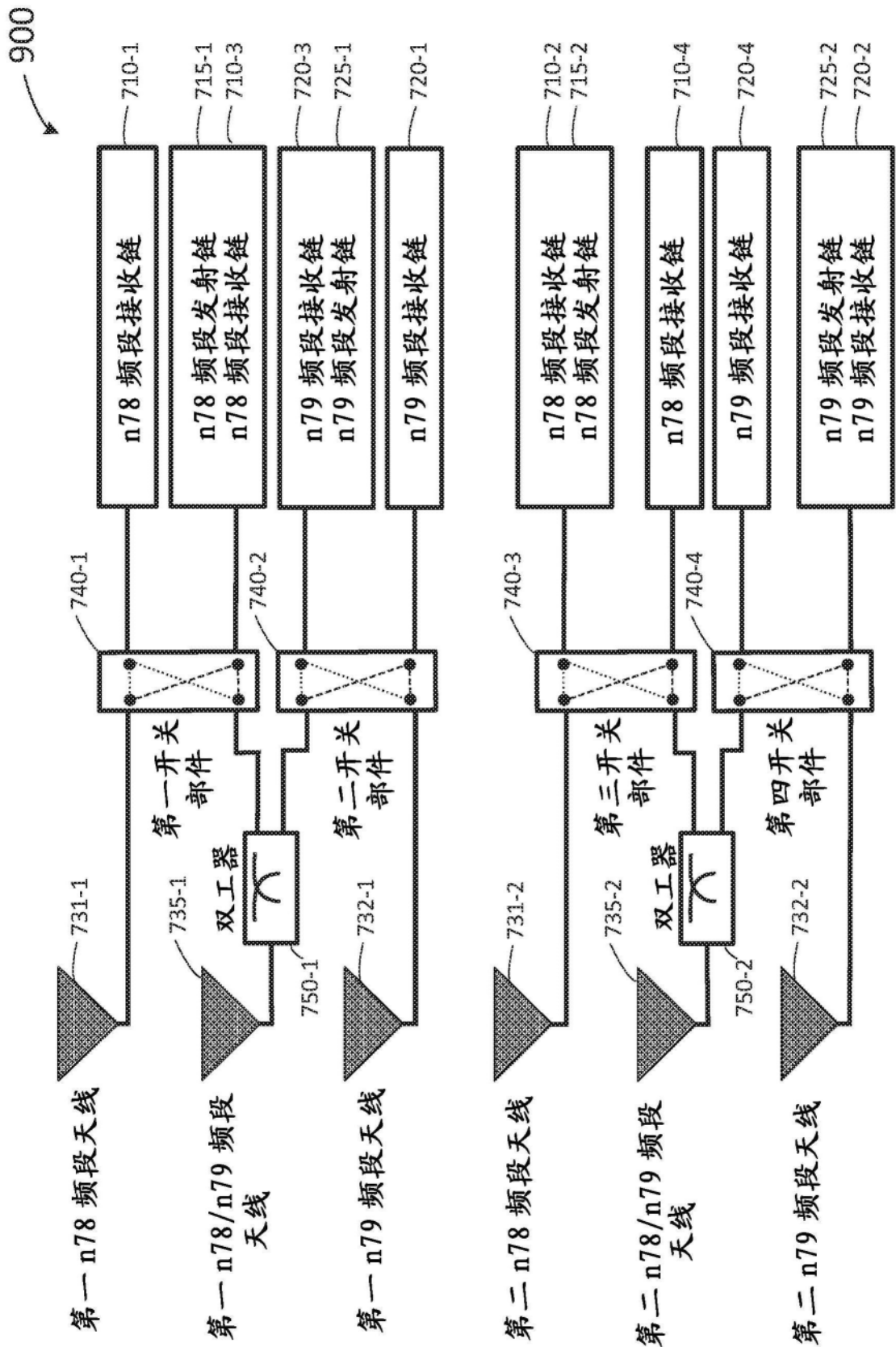


图9

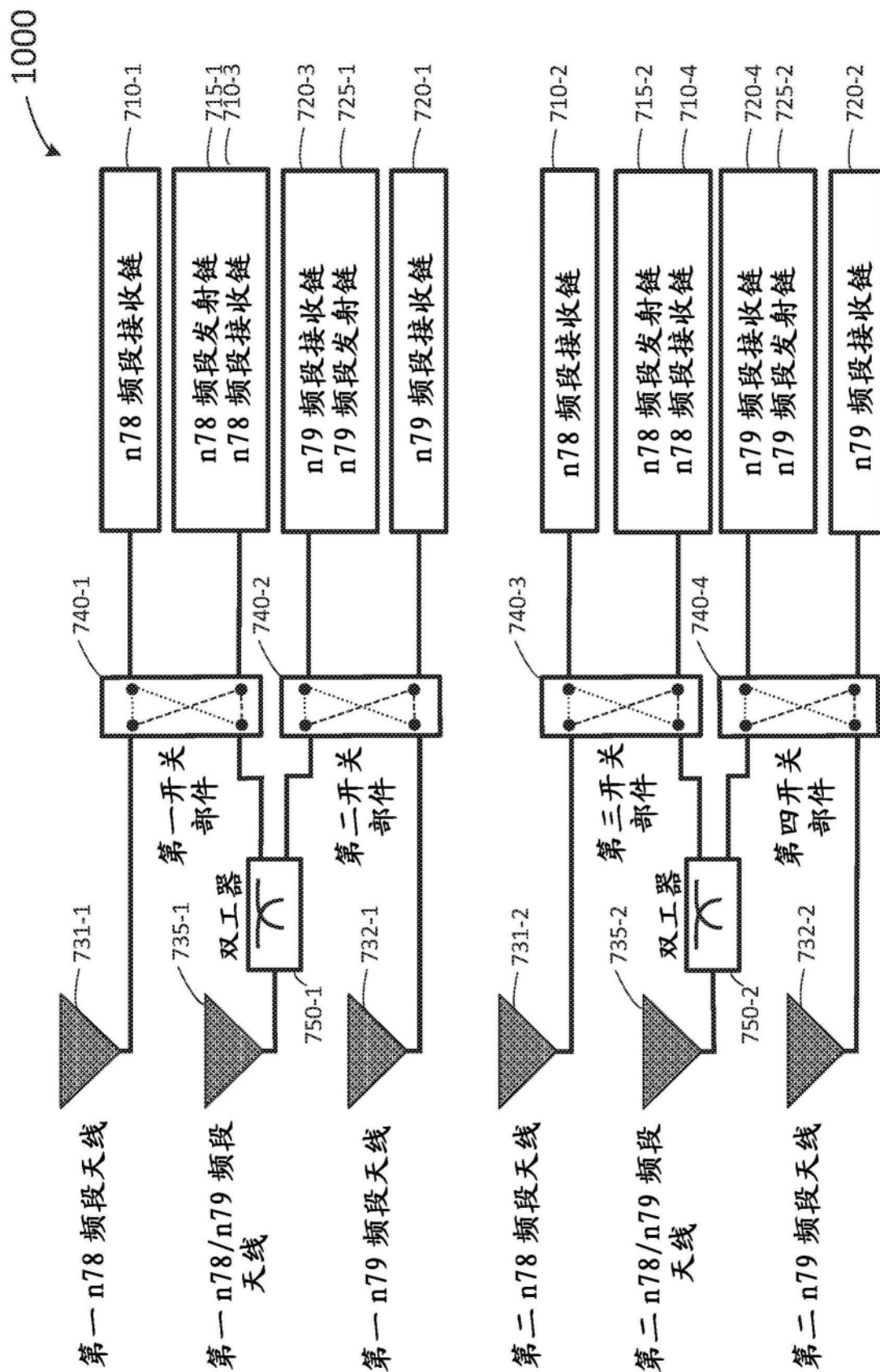


图10

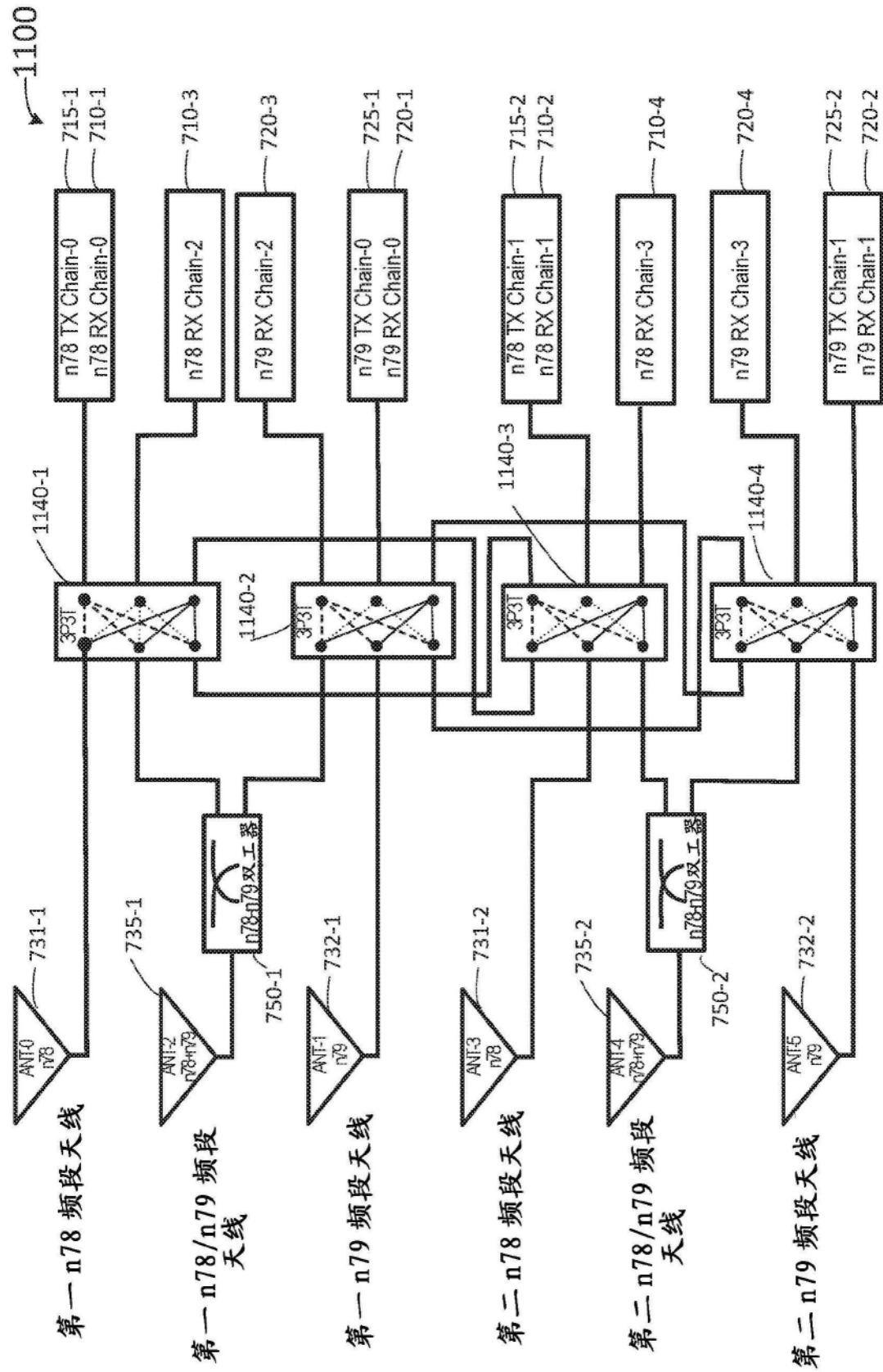


图11A

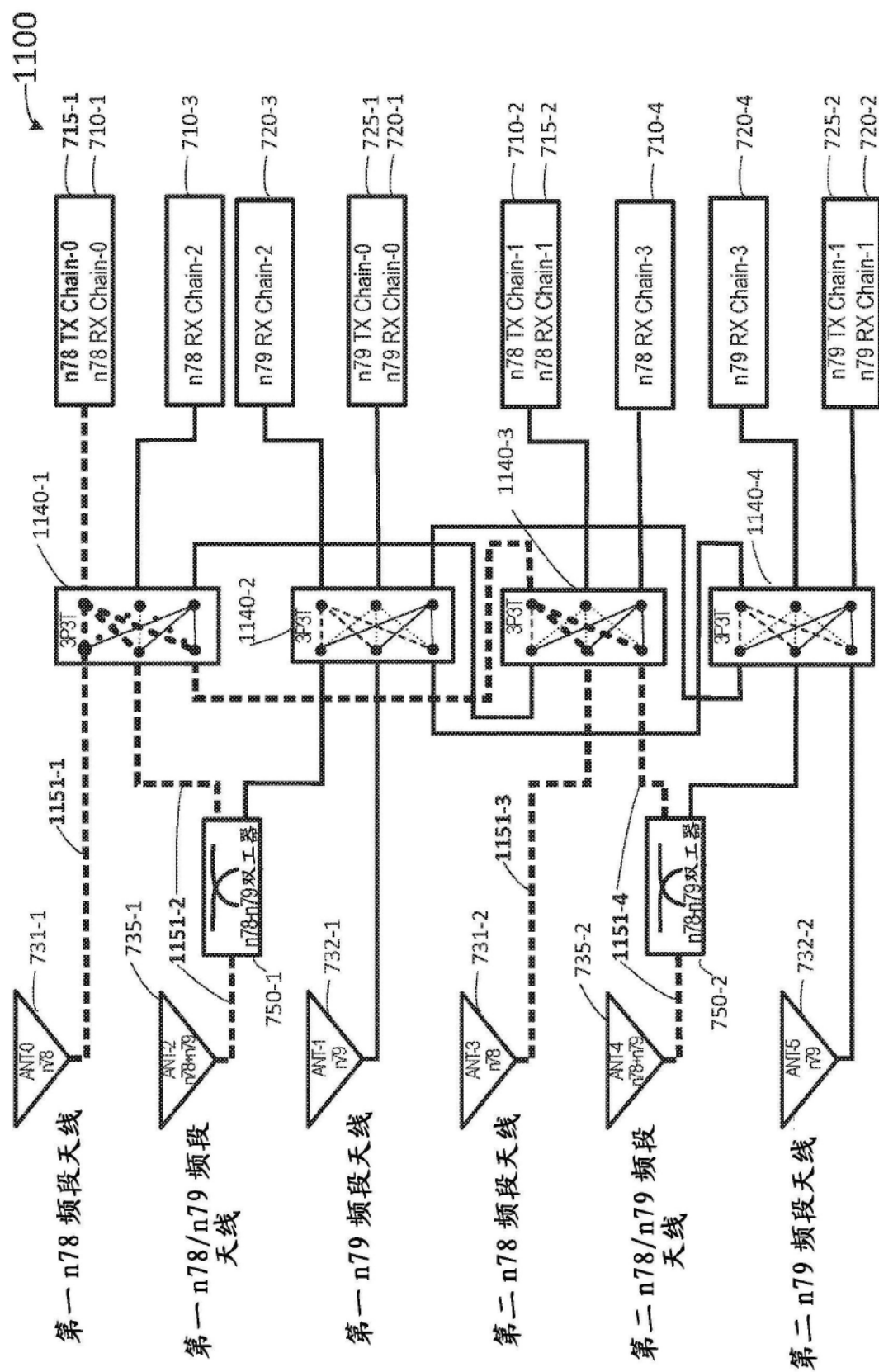


图11B

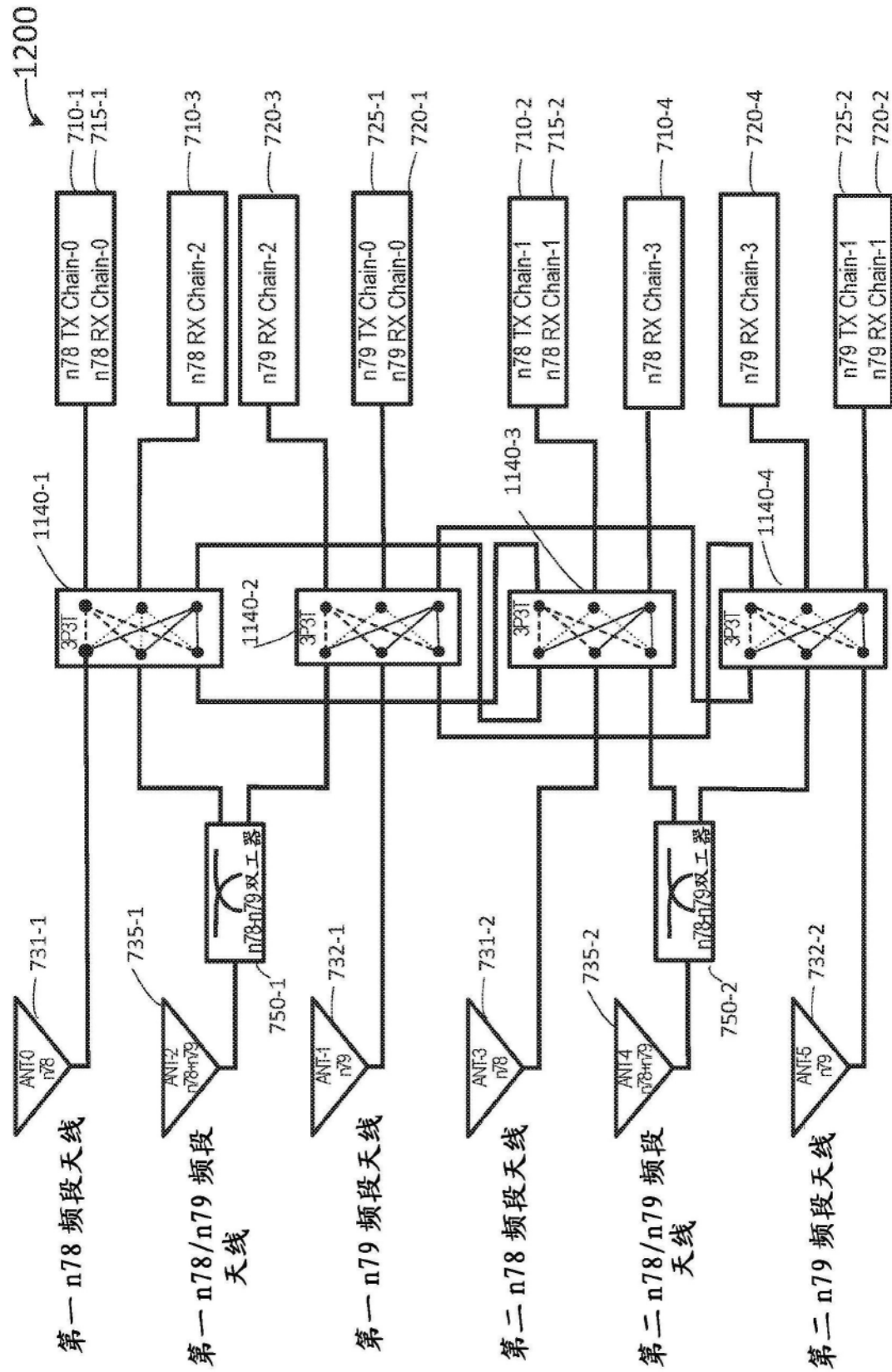


图12

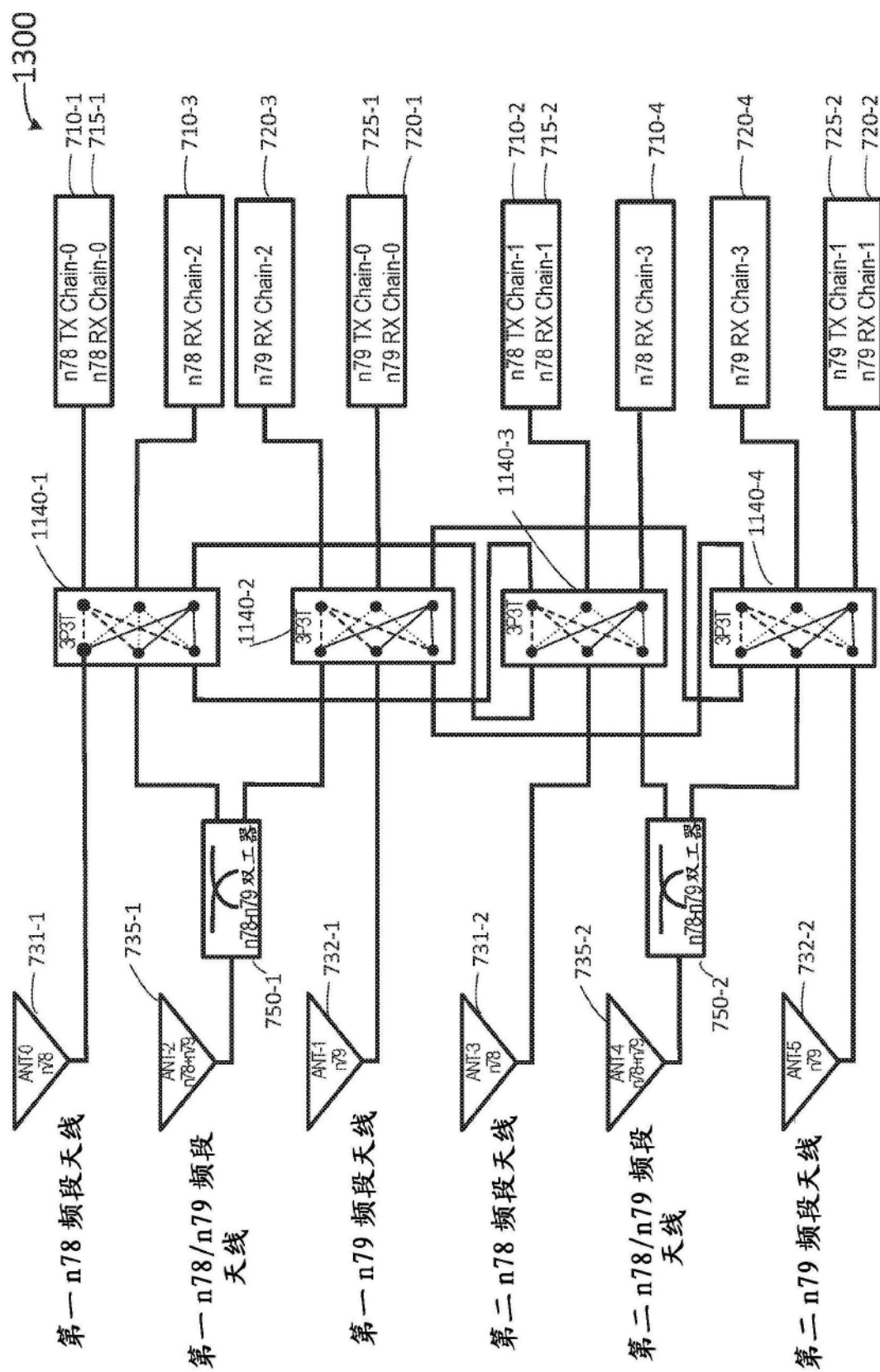


图13

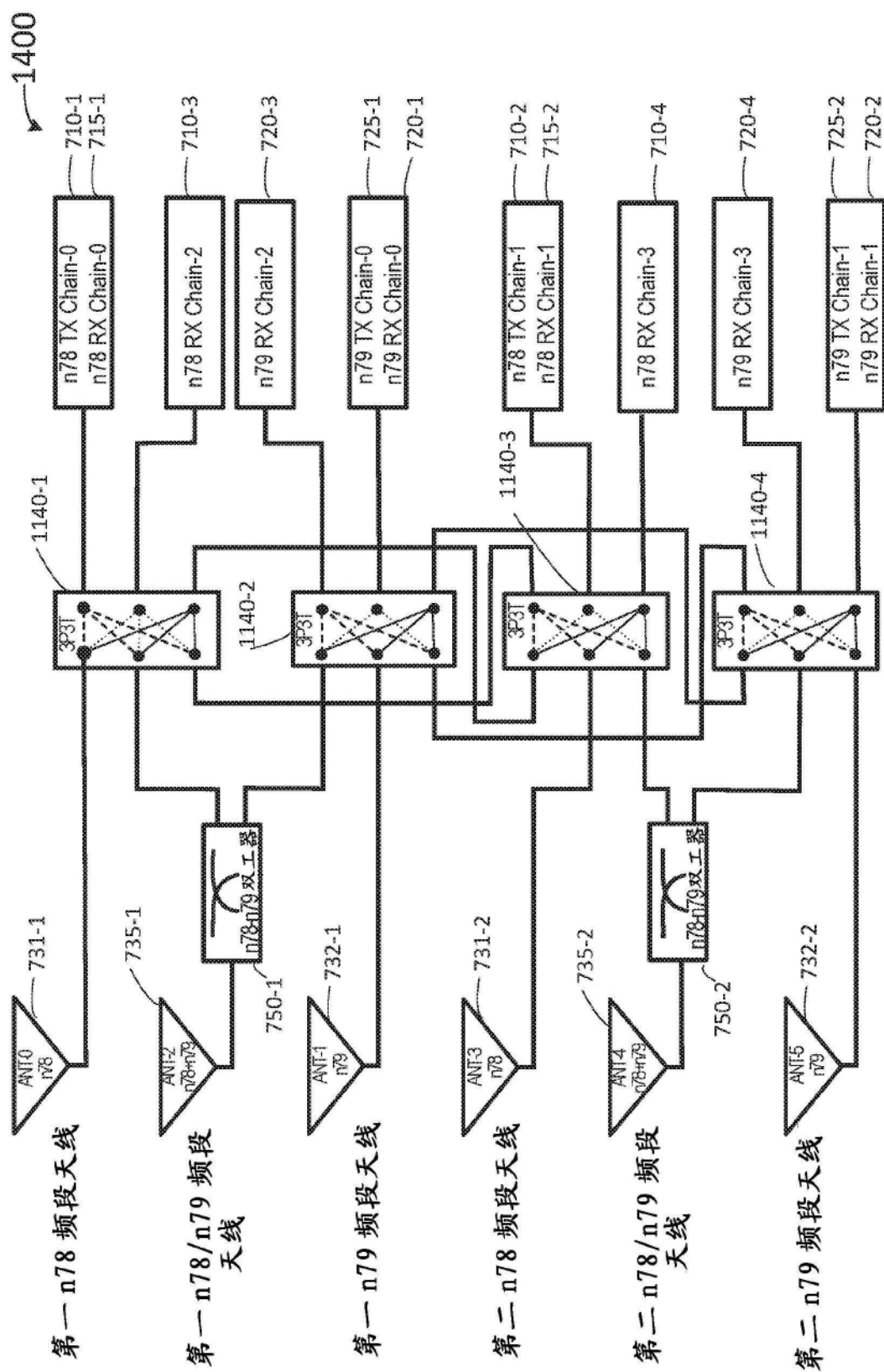


图14

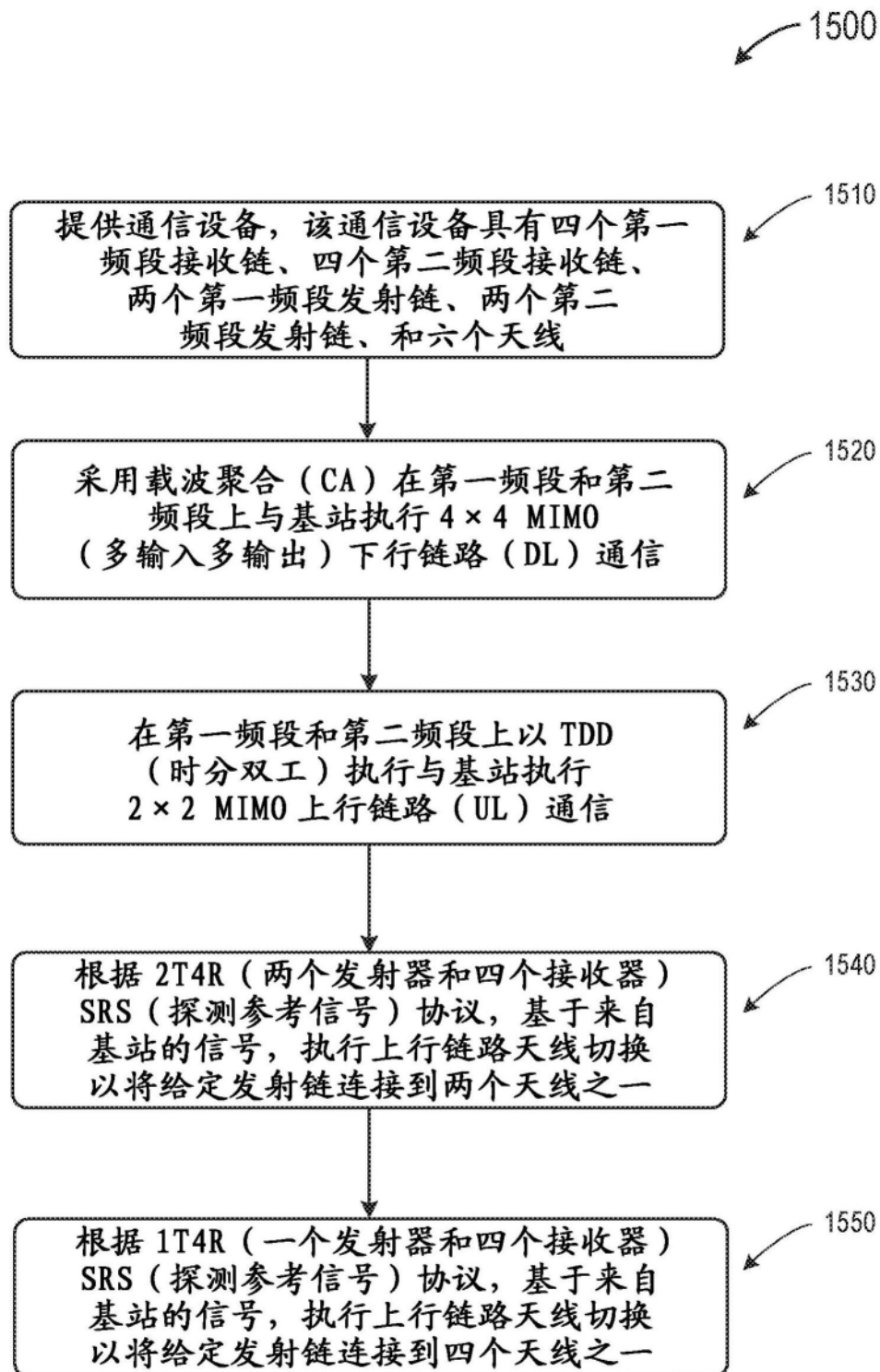


图15