



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109417215 B

(45) 授权公告日 2021.08.24

(21) 申请号 201780039320.X

(22) 申请日 2017.05.05

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109417215 A

(43) 申请公布日 2019.03.01

(30) 优先权数据
62/333,368 2016.05.09 US
62/454,971 2017.02.06 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.12.24

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2017/031219 2017.05.05

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/196652 EN 2017.11.16

(73) 专利权人 天工方案公司
地址 美国马萨诸塞州

(72) 发明人 N.斯里拉塔纳 D.S.怀特菲尔德
D.R.斯托里

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

代理人 于小宁

(51) Int.Cl.
H01P 5/16 (2006.01)
H01P 3/08 (2006.01)
H03H 7/01 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2016065167 A1, 2016.03.03
US 2014248837 A1, 2014.09.04
US 2004100325 A1, 2004.05.27
JP H01274502 A, 1989.11.02
CN 105375883 A, 2016.03.02

审查员 杨艳

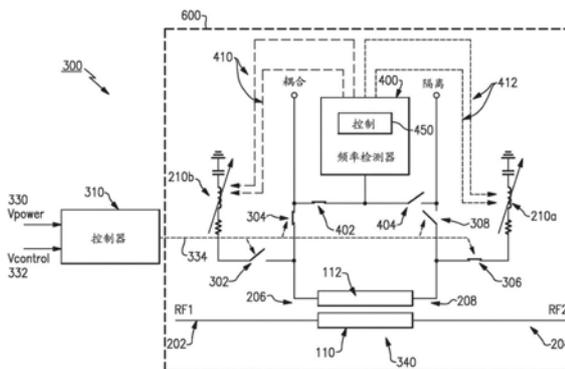
权利要求书8页 说明书17页 附图24页

(54) 发明名称

具有自动频率检测的自调节电磁耦合器

(57) 摘要

包括内置频率检测的电磁耦合器系统,以及包括这种系统的模块和设备。电磁耦合器系统的一个示例包括具有输入端口、输出端口、耦合端口和隔离端口的电磁耦合器,电磁耦合器包括在输入端口和输出端口之间延伸的主线以及在耦合端口和隔离端口之间延伸的耦合线,电磁耦合器被配置为响应于在输入端口处接收到输入信号而在耦合端口处产生耦合信号。可调终端阻抗连接到隔离端口。频率检测器连接到可调终端阻抗和耦合端口,并被配置为检测耦合信号的频率和提供阻抗控制信号,以基于耦合信号的频率调谐可调终端阻抗。



1. 一种自调节电磁耦合器组件,包括:

电磁耦合器,具有输入端口、输出端口、耦合端口和隔离端口,所述电磁耦合器包含在所述输入端口和输出端口之间延伸的主线、以及在所述耦合端口和隔离端口之间延伸的耦合线,所述电磁耦合器被配置为响应于在所述输入端口处接收到输入信号而在所述耦合端口处产生耦合信号;

连接到所述隔离端口的可调终端阻抗;和

频率检测器,连接到所述耦合端口,并且被配置为检测所述耦合信号的频率并提供阻抗控制信号,以基于所述耦合信号的频率调谐所述可调终端阻抗。

2. 如权利要求1所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述可调终端阻抗包含可调谐电阻-电容-电感电路。

3. 如权利要求1所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述可调终端阻抗包含可切换阻抗元件的网络。

4. 如权利要求3所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述可切换阻抗元件的网络包含至少一个电阻元件、至少一个电容元件和至少一个电感元件。

5. 如权利要求1所述的自调节电磁耦合器组件,还包括控制器,该控制器耦合到所述频率检测器,并且被配置为从所述频率检测器接收阻抗控制信号,并响应于所述阻抗控制信号调谐所述可调终端阻抗。

6. 如权利要求1所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述电磁耦合器、可调终端阻抗和频率检测器被集成在单个管芯中。

7. 如权利要求1所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述频率检测器包含多个频率选择部件、耦合到所述多个频率选择部件的相应的多个包络检测器以及至少一个电压比较器,所述至少一个电压比较器连接到所述多个包络检测器,并且被配置为比较所述多个包络检测器的输出并响应于所述比较产生输出信号,所述频率检测器还被配置为基于来自所述至少一个电压比较器的输出信号提供阻抗控制信号。

8. 如权利要求7所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述多个频率选择部件包含多个带通滤波器,每个带通滤波器具有唯一的频率通带。

9. 如权利要求7所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述多个频率选择部件包含多个窄带放大器。

10. 如权利要求7所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述多个包络检测器包含多个基于二极管的检测器。

11. 如权利要求7所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述频率检测器还包含模数转换器,所述模数转换器连接到所述至少一个电压比较器,并且被配置为将来自所述至少一个电压比较器的输出信号转换为数字信号。

12. 如权利要求11所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述频率检测器还包含数字解码器,所述数字解码器连接到所述模数转换器,并且被配置为基于从所述模数转换器接收的数字信号提供阻抗控制信号。

13. 一种耦合器模块,包括:

封装基板;

形成于所述封装基板上的电磁耦合器,所述电磁耦合器具有输入端口、输出端口、耦合

端口和隔离端口,所述电磁耦合器包含在所述输入端口和输出端口之间延伸的主线、以及在所述耦合端口和隔离端口之间延伸的耦合线,所述电磁耦合器被配置为响应于在所述输入端口处接收到输入信号而在所述耦合端口处产生耦合信号;

连接到所述隔离端口的可调终端阻抗;和

安装在封装基板上的频率检测器,所述频率检测器连接到所述耦合端口,并且被配置为检测所述耦合信号的频率并提供阻抗控制信号,以基于所述耦合信号的频率调谐所述可调终端阻抗。

14. 如权利要求13所述的耦合器模块,其中,所述封装基板是层压基板,包含第一金属层、第二金属层和插入在所述第一和第二金属层之间的介电层,所述电磁耦合器的主线形成在所述第一金属层中,所述电磁耦合器的耦合线形成在所述第二金属层中。

15. 如权利要求13所述的耦合器模块,其中,所述封装基板是层压基板,包含至少一个金属层和至少一个介电层,所述电磁耦合器的主线和耦合线形成在所述层压基板的所述至少一个金属层中。

16. 如权利要求13所述的耦合器模块,还包括安装在所述封装基板上并连接到所述频率检测器的控制器,所述控制器被配置为从所述频率检测器接收阻抗控制信号,并响应于所述阻抗控制信号调谐所述可调终端阻抗。

17. 如权利要求13所述的耦合器模块,其中,所述频率检测器包含多个频率选择部件、耦合到所述多个频率选择部件的相应的多个包络检测器以及至少一个电压比较器,所述至少一个电压比较器连接到所述多个包络检测器,并被配置为比较所述多个包络检测器的输出并响应于所述比较产生输出信号,所述频率检测器还被配置为基于来自所述至少一个电压比较器的输出信号提供阻抗控制信号。

18. 一种耦合器模块,包括:

封装基板;

安装在所述封装基板上的电磁耦合器组件管芯,所述电磁耦合器组件管芯包含:具有输入端口、输出端口、耦合端口和隔离端口的电磁耦合器;连接到所述隔离端口的可调终端阻抗;以及连接到所述耦合端口的频率检测器,所述电磁耦合器还具有在所述输入端口和输出端口之间延伸的主线、以及在所述耦合端口和隔离端口之间延伸的耦合线,所述电磁耦合器被配置为响应于在所述输入端口处接收到输入信号而在所述耦合端口处产生耦合信号,所述频率检测器被配置为检测所述耦合信号的频率并提供阻抗控制信号,以基于所述耦合信号的频率调谐所述可调终端阻抗;和

多个连接焊盘,用于将所述电磁耦合器组件管芯连接到外部电子设备。

19. 如权利要求18所述的耦合器模块,还包括安装在所述封装基板上并连接到所述电磁耦合器组件管芯的控制器管芯,所述控制器管芯包含控制器,所述控制器被配置为从所述频率检测器接收阻抗控制信号,并且响应于所述阻抗控制信号调谐所述可调终端阻抗。

20. 如权利要求18所述的耦合器模块,其中,所述频率检测器包含多个频率选择部件、耦合到所述多个频率选择部件的相应的多个包络检测器以及至少一个电压比较器,所述至少一个电压比较器连接到所述多个包络检测器,并且被配置为比较所述多个包络检测器的输出并响应于所述比较产生输出信号,所述频率检测器还被配置为基于来自所述至少一个电压比较器的输出信号提供阻抗控制信号。

21. 如权利要求20所述的耦合器模块,其中,所述多个频率选择部件包含多个带通滤波器,每个带通滤波器具有唯一的频率通带。

22. 如权利要求20所述的耦合器模块,其中,所述多个频率选择部件包含多个窄带放大器。

23. 一种自调节电磁耦合器系统,包括:

电磁耦合器,具有输入端口、输出端口、耦合端口和隔离端口,所述电磁耦合器包含在所述输入端口和输出端口之间延伸的主传输线、以及在所述耦合端口和隔离端口之间延伸的耦合传输线,所述电磁耦合器被配置为响应于在所述输入端口处接收到输入信号而在所述耦合端口处产生耦合信号;

连接到所述隔离端口的可调终端阻抗;

频率检测器,连接到所述耦合端口,并且被配置为确定所述耦合信号的频率,并提供所述耦合信号的频率的指示;和

连接到所述频率检测器和可调终端阻抗的控制器,所述控制器被配置为从所述频率检测器接收所述耦合信号的频率的指示,并将控制信号施加到所述可调终端阻抗以基于所述耦合信号的频率调谐所述可调终端阻抗。

24. 如权利要求23所述的自调节电磁耦合器系统,其中,所述可调终端阻抗包含可调谐电阻-电容-电感电路。

25. 如权利要求23所述的自调节电磁耦合器系统,其中,所述可调终端阻抗包含可切换阻抗元件的网络。

26. 如权利要求25所述的自调节电磁耦合器系统,其中,所述可切换阻抗元件的网络包含至少两个电阻元件。

27. 如权利要求26所述的自调节电磁耦合器系统,其中,所述可切换阻抗元件的网络还包含至少一个电容元件或至少一个电感元件。

28. 如权利要求23所述的自调节电磁耦合器系统,其中,所述频率检测器包含多个频率选择部件、耦合到所述多个频率选择部件的相应的多个包络检测器以及至少一个电压比较器,所述至少一个电压比较器连接到所述多个包络检测器,并且被配置为比较所述多个包络检测器的输出,并基于所述比较产生所述耦合信号的频率的指示。

29. 如权利要求28所述的自调节电磁耦合器系统,其中,所述多个频率选择部件包含多个带通滤波器,每个带通滤波器具有唯一的频率通带。

30. 如权利要求28所述的自调节电磁耦合器系统,其中,所述多个频率选择部件包含多个窄带放大器。

31. 如权利要求28所述的自调节电磁耦合器系统,其中,所述多个包络检测器包含多个基于二极管的检测器。

32. 如权利要求23所述的自调节电磁耦合器系统,其中,所述电磁耦合器、可调终端阻抗和频率检测器被集成在单个封装中。

33. 一种自调节电磁耦合器系统,包括:

双向电磁耦合器,具有第一功率信号端口、第二功率信号端口、第三端口和第四端口,所述电磁耦合器包含在所述第一和第二功率信号端口之间延伸的主线、以及在所述第三和第四端口之间延伸的耦合线,所述电磁耦合器被配置为在前向操作模式下响应于在所述第

一功率信号端口处接收到第一信号而在所述第三端口处产生前向耦合信号,并且在反向操作模式下响应于在所述第二功率信号端口处接收到第二信号而在所述第四端口处产生反向耦合信号;

至少一个可调终端阻抗;

开关网络,可操作以在前向操作模式和反向操作模式之间选择性地配置所述双向电磁耦合器,并且当所述双向电磁耦合器处于前向操作模式时,选择性地将所述至少一个可调终端阻抗连接到所述第四端口,当所述双向电磁耦合器处于反向操作模式时,选择性地将所述至少一个可调终端阻抗连接到所述第三端口;

控制器,被配置为控制所述开关网络;和

频率检测器,被配置为确定所述前向耦合信号和反向耦合信号的频率,并提供阻抗控制信息以基于所述前向和反向耦合信号的频率调谐所述至少一个可调终端阻抗,所述开关网络还被配置为当所述双向电磁耦合器处于前向操作模式时,选择性地将所述频率检测器连接到所述第三端口,并且当所述双向电磁耦合器处于反向操作模式时,选择性地将所述频率检测器连接到所述第四端口。

34. 如权利要求33所述的自调节电磁耦合器系统,其中,所述至少一个可调终端阻抗包含第一可调终端阻抗和第二可调终端阻抗,所述开关网络被配置为当所述双向电磁耦合器处于前向操作模式时,选择性地将所述第一可调终端阻抗连接到所述第四端口,并且当所述双向电磁耦合器处于反向操作模式时,选择性地将所述第二可调终端阻抗连接到所述第三端口。

35. 如权利要求33所述的自调节电磁耦合器系统,其中,所述至少一个可调终端阻抗包含可调谐电阻-电容-电感电路。

36. 如权利要求33所述的自调节电磁耦合器系统,其中,所述至少一个可调终端阻抗包含可切换阻抗元件的网络。

37. 如权利要求36所述的自调节电磁耦合器系统,其中,所述可切换阻抗元件的网络包含至少一个电阻元件、至少一个电容元件和至少一个电感元件。

38. 如权利要求34所述的自调节电磁耦合器系统,其中,所述频率检测器被配置为向所述控制器提供阻抗控制信息,所述控制器还被配置为响应于所述阻抗控制信息调谐所述第一可调终端阻抗和第二可调终端阻抗。

39. 如权利要求33所述的自调节电磁耦合器系统,其中,所述频率检测器还被配置为基于所述阻抗控制信息提供阻抗控制信号,并将所述阻抗控制信号施加到所述至少一个可调终端阻抗以调谐所述至少一个可调终端阻抗。

40. 如权利要求33所述的自调节电磁耦合器系统,其中,所述频率检测器包括多个频率选择部件、耦合到所述多个频率选择部件的相应的多个包络检测器以及至少一个电压比较器,所述至少一个电压比较器连接到所述多个包络检测器,并且被配置为比较所述多个包络检测器的输出并响应于所述比较产生输出信号,所述频率检测器还被配置为基于来自所述至少一个电压比较器的输出信号提供阻抗控制信息。

41. 如权利要求40所述的自调节电磁耦合器系统,其中,所述多个频率选择部件包含多个带通滤波器,每个带通滤波器具有唯一的频率通带。

42. 如权利要求40所述的自调节电磁耦合器系统,其中,所述多个频率选择部件包含多

个窄带放大器。

43. 如权利要求40所述的自调节电磁耦合器系统,其中,所述多个包络检测器包含多个基于二极管的检测器。

44. 如权利要求40所述的自调节电磁耦合器系统,其中,所述频率检测器还包含模数转换器,所述模数转换器连接到所述至少一个电压比较器,并且被配置为将来自所述至少一个电压比较器的输出信号转换为数字信号。

45. 如权利要求44所述的自调节电磁耦合器系统,其中,所述频率检测器还包含数字解码器,所述数字解码器连接到所述模数转换器,并且被配置为基于从所述模数转换器接收的数字信号提供阻抗控制信息。

46. 一种无线设备,包括:

收发器,被配置为产生发送信号;

功率放大器,被配置为从所述收发器接收发送信号并放大所述发送信号以提供第一信号;和

电磁耦合器组件,包含:具有输入端口、输出端口、耦合端口和隔离端口的电磁耦合器;连接到所述隔离端口的可调终端阻抗;以及连接到所述耦合端口的频率检测器,所述电磁耦合器还具有在所述输入端口和输出端口之间延伸的主线、以及在所述耦合端口和隔离端口之间延伸的耦合线,所述功率放大器连接到所述电磁耦合器的输入端口,所述电磁耦合器被配置为响应于在所述输入端口处接收到所述第一信号而在所述耦合端口处产生耦合信号,并且所述频率检测器被配置为检测所述耦合信号的频率并提供阻抗控制信息,以基于所述耦合信号的频率调谐所述可调终端阻抗。

47. 如权利要求46所述的无线设备,还包括耦合到所述电磁耦合器的输出端口的天线。

48. 如权利要求47所述的无线设备,还包括天线开关模块,所述天线开关模块耦合在所述电磁耦合器的输出端口和所述天线之间、以及在所述天线和所述收发器之间。

49. 如权利要求46所述的无线设备,还包括耦合端口的传感器,所述传感器连接到所述电磁耦合器并且被配置为检测所述耦合信号。

50. 如权利要求46所述的无线设备,还包括基带子系统、电力管理子系统、用户接口和至少一个存储器中的至少一个。

51. 如权利要求46所述的无线设备,其中,所述可调终端阻抗包含可调谐电阻-电容-电感电路。

52. 如权利要求46所述的无线设备,其中,所述可调终端阻抗包含可切换阻抗元件的网络。

53. 如权利要求52所述的无线设备,其中,所述可切换阻抗元件的网络包含至少一个电阻元件、至少一个电容元件和至少一个电感元件。

54. 如权利要求46所述的无线设备,其中,所述电磁耦合器组件还包含控制器,所述控制器耦合到所述频率检测器,并且被配置为从所述频率检测器接收阻抗控制信号,并响应于所述阻抗控制信号调谐所述可调终端阻抗。

55. 如权利要求46所述的无线设备,其中,所述频率检测器包含多个频率选择部件、耦合到所述多个频率选择部件的相应的多个包络检测器以及至少一个电压比较器,所述至少一个电压比较器连接到所述多个包络检测器,并且被配置为比较所述多个包络检测器的输

出并响应于所述比较产生输出信号,所述频率检测器还被配置为基于来自所述至少一个电压比较器的输出信号提供阻抗控制信号。

56. 如权利要求55所述的无线设备,其中,所述多个频率选择部件包含多个带通滤波器,每个带通滤波器具有唯一的频率通带。

57. 如权利要求55所述的无线设备,其中,所述多个频率选择部件包含多个窄带放大器。

58. 如权利要求55所述的无线设备,其中,所述多个包络检测器包含多个基于二极管的检测器。

59. 如权利要求55所述的无线设备,其中,所述频率检测器还包含模数转换器,所述模数转换器连接到所述至少一个电压比较器,并且被配置为将来自所述至少一个电压比较器的输出信号转换为数字信号。

60. 如权利要求59所述的无线设备,其中,所述频率检测器还包含数字解码器,所述数字解码器连接到所述模数转换器,并且被配置为基于从所述模数转换器接收的数字信号提供阻抗控制信号。

61. 一种自调节电磁耦合器组件,包括:

双向电磁耦合器,具有第一端口、第二端口、第三端口和第四端口,所述电磁耦合器包含在所述第一端口和第二端口之间延伸的主线、以及在所述第三端口和第四端口之间延伸的并且物理上靠近所述主线布置的耦合线,所述双向电磁耦合器被配置为在前向操作模式下响应于在第一端口处接收到第一信号而在第三端口处产生前向耦合信号、并且在反向操作模式下响应于在第二端口处接收到第二信号而在第四端口处提供反向耦合信号;

可调终端阻抗,当所述双向电磁耦合器处于前向操作模式时选择性地连接到第四端口,并且当所述双向电磁耦合器处于反向操作模式时选择性地连接到第三端口;和

频率检测器,当所述双向电磁耦合器处于前向操作模式时选择性地连接到第三端口,并且被配置为检测所述前向耦合信号的频率、并提供阻抗控制信号以基于所述前向耦合信号的频率调谐所述可调终端阻抗。

62. 如权利要求61所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述可调终端阻抗包含可调谐电阻-电容-电感电路。

63. 如权利要求61所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述可调终端阻抗包含可切换阻抗元件的网络。

64. 如权利要求63所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述可切换阻抗元件的网络包含至少一个电阻元件、至少一个电容元件和至少一个电感元件。

65. 如权利要求61所述的自调节电磁耦合器组件,还包括控制器,该控制器耦合到所述频率检测器,并且被配置为从所述频率检测器接收阻抗控制信号,并响应于所述阻抗控制信号调谐所述可调终端阻抗。

66. 如权利要求61所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述双向电磁耦合器、可调终端阻抗和频率检测器被集成在单个管芯中。

67. 如权利要求61所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述频率检测器包含多个频率选择部件、耦合到所述多个频率选择部件的相应的多个包络检测器以及至少一个电压比较器,所述至少一个电压比较器连接到所述多个包络检测器,并且被配置为比较所述多个包

络检测器的输出并响应于所述比较产生输出信号,所述频率检测器还被配置为基于来自所述至少一个电压比较器的输出信号提供阻抗控制信号。

68.如权利要求67所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述多个频率选择部件包含多个带通滤波器,每个带通滤波器具有唯一的频率通带。

69.如权利要求67所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述多个频率选择部件包含多个窄带放大器。

70.如权利要求67所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述多个包络检测器包含多个基于二极管的检测器。

71.如权利要求67所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述频率检测器还包含模数转换器,所述模数转换器连接到所述至少一个电压比较器,并且被配置为将来自所述至少一个电压比较器的输出信号转换为数字信号。

72.如权利要求71所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述频率检测器还包含数字解码器,所述数字解码器连接到所述模数转换器,并且被配置为基于从所述模数转换器接收的数字信号提供阻抗控制信号。

73.如权利要求61所述的自调节电磁耦合器组件,还包括模式选择开关组,所述模式选择开关组可操作以选择性地所述可调终端阻抗连接到所述双向电磁耦合器的第三端口和第四端口。

74.如权利要求73所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述频率检测器还在所述双向电磁耦合器处于反向操作模式时被选择性地连接到第四端口,并且被配置为检测反向耦合信号的频率。

75.如权利要求74所述的自调节电磁耦合器组件,还包括一对频率检测开关,所述频率检测开关可操作以选择性地所述频率检测器连接到所述双向电磁耦合器的第三端口和第四端口中的一个。

76.根据权利要求73所述的自调节电磁耦合器组件,其中,所述可调终端阻抗包含被配置为由所述模式选择开关组中的至少一个第一开关选择性地连接到第三端口的第一可调谐阻抗电路、和被配置为由所述模式选择开关组中的至少一个第二开关选择性地连接到第四端口的第二可调谐阻抗电路。

77.如权利要求61所述的自调节电磁耦合器组件,还包括层压基板,所述层压基板包含至少一个金属层和至少一个介电层,所述电磁耦合器的主线和耦合线形成在所述层压基板的所述至少一个金属层中。

78.一种无线设备,包括:

收发器,被配置为产生发送信号;

电磁耦合器,具有输入端口、输出端口、耦合端口和隔离端口,所述电磁耦合器包含在所述输入端口和输出端口之间延伸的主线、以及在所述耦合端口和隔离端口之间延伸的并且物理上靠近所述主线布置的耦合线,所述电磁耦合器被配置为响应于在所述输入端口处接收到发送信号而在所述耦合端口处产生耦合信号;

可调终端阻抗,连接到所述电磁耦合器的隔离端口;和

频率检测器,连接到所述耦合端口,并且被配置为检测所述耦合信号的频率、并提供阻抗控制信号以基于耦合信号的频率调谐可调终端阻抗。

79. 如权利要求78所述的无线设备,还包括功率放大器,所述功率放大器连接在所述收发器和电磁耦合器之间,并且被配置为放大所述发送信号。

80. 如权利要求78所述的无线设备,其中,所述频率检测器包含多个频率选择部件、耦合到所述多个频率选择部件的相应的多个包络检测器、以及至少一个电压比较器,所述至少一个电压比较器连接到所述多个包络检测器,并且被配置为比较所述多个包络检测器的输出并响应于所述比较产生输出信号,所述频率检测器还被配置为基于来自所述至少一个电压比较器的输出信号提供阻抗控制信号。

具有自动频率检测的自调节电磁耦合器

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求分别于2016年5月9日和2017年2月6日提交的共同未决的美国临时申请No.62/333,368和62/454,971在35U.S.C.§119(e)以及的PCT第8条下的权益,出于所有目的其各自通过引用整体并入本申请。

背景技术

[0003] 定向耦合器广泛应用于前端模块(FEM)产品,例如无线电收发器、无线手持设备等。例如,定向耦合器可以用于检测和监视射频(RF)输出功率。当由RF源产生的RF信号被提供给例如天线的负载时,RF信号的一部分可以从负载反射回RF源。RF耦合器可以包括在RF源和负载之间的信号路径中,以提供从RF源传播到负载的RF信号的前向RF功率的指示和/或从负载反射的反向RF功率的指示。RF耦合器包括例如定向耦合器、双向耦合器、多频带耦合器(例如,双频带耦合器)等。

[0004] 参照图1,RF耦合器100通常具有功率(power)输入端口102、功率输出端口104、耦合端口106和隔离端口108。可包括电感或电容耦合的电磁耦合机制通常由两个并行或重叠的传输线提供,所述传输线例如为微带、带状线、共面线等。在功率输入端口102和功率输出端口104之间延伸的传输线110被称为主线,并且可以将来自功率输入端口102的大部分信号提供给功率输出端口104。在耦合端口106和隔离端口108之间延伸的传输线112被称为耦合线,并且可以用于提取在功率输入端口102和功率输出端口104之间传播的功率的一部分以进行测量。当终端阻抗114被呈送给隔离端口108时(如图1所示),在耦合端口106处提供从功率输入端口102传播到功率输出端口104的前向RF功率的指示。类似地,当终端阻抗被呈送给耦合端口106时,在隔离端口108处提供从功率输出端口104传输到功率输入端口102的反向RF功率的指示。在各种传统RF耦合器中,终端阻抗114通常由50欧姆分流电阻器实现。

发明内容

[0005] 各方面和实施例针对电磁耦合器,该电磁耦合器具有内置频率检测以及基于检测到的频率自动调谐终端阻抗的能力,从而改善耦合器操作。

[0006] 根据一个实施例,电磁耦合器系统包括具有输入端口、输出端口、耦合端口和隔离端口的电磁耦合器,该电磁耦合器包括在输入端口和输出端口之间延伸的主传输线、以及在耦合端口和隔离端口之间延伸的耦合传输线,电磁耦合器被配置为响应于在输入端口处接收到输入信号而在耦合端口处产生耦合信号。电磁耦合器系统还包括连接到隔离端口的可调终端阻抗、以及连接到可调终端阻抗和耦合端口的频率检测器,该频率检测器被配置为检测耦合信号的频率并提供阻抗控制信号,以基于耦合信号的频率调谐可调终端阻抗。电磁耦合器系统还可以包括耦合到频率检测器的控制器,该控制器被配置为从频率检测器接收阻抗控制信号并响应于阻抗控制信号调谐可调终端阻抗。

[0007] 根据另一个实施例,自调节电磁耦合器组件包括具有输入端口、输出端口、耦合端

口和隔离端口的电磁耦合器,该电磁耦合器包括在输入端口和输出端口之间延伸的主线、以及在耦合端口和隔离端口之间延伸的耦合线,电磁耦合器被配置为响应于在输入端口处接收到输入信号而在耦合端口处产生耦合信号。自调节电磁耦合器组件还包括连接到隔离端口的可调终端阻抗、以及连接到耦合端口的频率检测器,该频率检测器被配置为检测耦合信号的频率并提供阻抗控制信号,以基于耦合信号的频率调谐可调终端阻抗。在某些示例中,自调节电磁耦合器组件还可以包括耦合到频率检测器的控制器,该控制器被配置为从频率检测器接收阻抗控制信号并响应于阻抗控制信号调谐可调终端阻抗。

[0008] 根据另一个实施例,自调节电磁耦合器系统包括具有输入端口、输出端口、耦合端口和隔离端口的电磁耦合器,该电磁耦合器包括在输入端口和输出端口之间延伸的主线、以及在耦合端口和隔离端口之间延伸的耦合线,电磁耦合器被配置为响应于在输入端口处接收到输入信号而在耦合端口处产生耦合信号。自调节电磁耦合器系统还包括连接到隔离端口的可调终端阻抗、以及连接到可调终端阻抗和耦合端口的频率检测器,频率检测器被配置为检测耦合信号的频率并基于耦合信号的频率调谐可调终端阻抗。

[0009] 在一个示例中,可调终端阻抗包括可调谐电阻-电容-电感电路。在另一个示例中,可调终端阻抗包括可切换阻抗元件的网络。例如,可切换阻抗元件的网络可包括至少一个电阻元件、至少一个电容元件和至少一个电感元件。

[0010] 在一个示例中,频率检测器包括多个频率选择部件、耦合到多个频率选择部件的相应的多个包络检测器以及连接到多个包络检测器的至少一个电压比较器,其中电压比较器被配置为比较多个包络检测器的输出,并响应于该比较而产生输出信号。频率检测器可以被配置为基于来自至少一个电压比较器的输出信号提供阻抗控制信号。在另一个示例中,多个频率选择部件包括多个带通滤波器,每个带通滤波器具有唯一的频率通带。在另一个示例中,多个频率选择部件包括多个窄带放大器。在一个示例中,多个包络检测器包括多个基于二极管的检测器。频率检测器还可以包括连接到至少一个电压比较器的模数转换器,其被配置为将来自至少一个电压比较器的输出信号转换为数字信号。在一个示例中,频率检测器还包括连接到模数转换器的数字解码器,其被配置为基于从模数转换器接收的数字信号提供阻抗控制信号/信息。频率检测器还可以包括连接到至少一个电压比较器的输出的数字逆变器。

[0011] 根据另一个实施例,电磁耦合器系统包括具有输入端口、输出端口、耦合端口和隔离端口的电磁耦合器,该电磁耦合器包括在输入端口和输出端口之间延伸的主传输线、以及在耦合端口和隔离端口之间延伸的耦合传输线,电磁耦合器被配置为响应于在输入端口处接收到输入信号而在耦合端口处产生耦合信号。电磁耦合器系统还包括连接到隔离端口的可调终端阻抗、连接到耦合端口并且被配置为确定耦合信号的频率并提供耦合信号频率的指示的频率检测器、和连接到频率检测器的控制器以及可调终端阻抗的控制器,控制器被配置为接收来自频率检测器的耦合信号频率的指示,并将控制信号施加到可调终端阻抗,以基于耦合信号的频率调谐可调终端阻抗。

[0012] 在一个示例中,可调终端阻抗包括可调谐电阻-电容-电感电路。在另一个示例中,可调终端阻抗包括可切换阻抗元件的网络。可切换阻抗元件的网络可包括至少两个电阻元件。可切换阻抗元件的网络还可以包括至少一个电容元件或至少一个电感元件。

[0013] 在一个示例中,频率检测器包括多个频率选择部件、耦合到多个频率选择部件的

相应的多个包络检测器和连接到多个包络检测器的至少一个电压比较器,电压比较器被配置为比较多个包络检测器的输出,并基于该比较产生耦合信号频率的指示。在一个示例中,多个频率选择部件包括多个带通滤波器,每个带通滤波器具有唯一的频率通带。在另一个示例中,多个频率选择部件包括多个窄带放大器。在一个示例中,多个包络检测器包括多个基于二极管的检测器。

[0014] 另一个实施例针对耦合器模块,其包括上述任意一种电磁耦合器系统的示例。耦合器模块还可以包括封装基板、形成在该封装基板上的电磁耦合器系统以及用于将电磁耦合器系统连接到外部电子设备的多个连接焊盘。

[0015] 另一个实施例针对无线设备,其包括上述任意一种电磁耦合器系统的示例、耦合到电磁耦合器输出端口的天线、以及耦合到电磁耦合器输入端口并被配置为产生输入信号的收发器。无线设备还可以包括连接在收发器和电磁耦合器输入端口之间的功率放大器,该功率放大器被配置为放大输入信号。在一个示例中,无线设备还包括连接到电磁耦合器耦合端口的传感器,该传感器被配置为接收耦合信号。在另一个示例中,无线设备还包括天线开关模块,该天线开关模块被耦合在电磁耦合器输出端口和天线之间、以及在天线和收发器之间。无线设备还可以包括耦合到收发器的基带子系统。在一个示例中,无线设备还包括电力管理子系统、电池、至少一个存储器 and 用户接口中的至少一个。

[0016] 根据另一个实施例,电磁耦合器系统包括双向电磁耦合器,该双向电磁耦合器具有第一功率信号端口、第二功率信号端口、第三端口和第四端口,电磁耦合器包括在第一和第二功率信号端口之间延伸的主传输线、以及在第三和第四端口之间延伸的耦合传输线。电磁耦合器可以被配置为在前向操作模式下响应于在第一功率信号端口处接收到输入信号而在第三端口处产生前向耦合信号,并且在反向操作模式下响应于在第二功率信号端口处接收到输入信号而在第四端口处产生反向耦合信号。电磁耦合器系统还包括第一可调终端阻抗、第二可调终端阻抗和开关网络,开关网络可操作以在前向操作模式和反向操作模式之间选择性地配置双向电磁耦合器,在双向电磁耦合器处于前向操作模式时选择性地第一可调终端阻抗连接到第四端口,并在双向电磁耦合器处于反向操作模式时选择性地第二可调终端阻抗连接到第三端口。电磁耦合器系统还包括被配置为控制开关网络的控制器、以及耦合到第三和第四端口的频率检测器,该频率检测器被配置为确定前向耦合信号和反向耦合信号的频率并提供阻抗控制信号,以分别基于前向和反向耦合信号的频率调谐第一和第二可调终端阻抗。

[0017] 在一个示例中,频率检测器被配置为向控制器提供阻抗控制信号,控制器还被配置为响应于阻抗控制信号调谐第一和第二可调终端阻抗。

[0018] 在一个示例中,控制器被配置为接收输入控制信号,该输入控制信号指定双向电磁耦合器的期望操作模式,并响应于输入控制信号致动开关网络。

[0019] 在一个示例中,第一和第二可调终端阻抗的每一个都包括可调谐电阻-电容-电感电路。在另一个示例中,第一和第二可调终端阻抗的每一个都包括可切换阻抗元件的网络。在一个示例中,可切换阻抗元件的网络包括至少一个电阻元件、至少一个电容元件和至少一个电感元件。

[0020] 频率检测器可以包括多个频率选择部件、耦合到多个频率选择部件的相应的多个包络检测器、以及连接到多个包络检测器的至少一个电压比较器,电压比较器被配置为比

较多个包络检测器的输出,并响应于该比较产生输出信号,频率检测器还被配置为基于来自至少一个电压比较器的输出信号提供阻抗控制信号。在一个示例中,多个频率选择部件包括多个带通滤波器,每个带通滤波器具有唯一的频率通带。在另一个示例中,多个频率选择部件包括多个窄带放大器。在一个示例中,多个包络检测器包括多个基于二极管的检测器。频率检测器还可以包括连接到至少一个电压比较器的模数转换器,其被配置为将来自至少一个电压比较器的输出信号转换为数字信号。在一个示例中,频率检测器还包括连接到模数转换器的数字解码器,其被配置为基于从模数转换器接收的数字信号提供阻抗控制信号。

[0021] 另一个实施例针对包括电磁耦合器系统的耦合器模块。

[0022] 另一个实施例针对包括耦合器模块的无线设备。无线设备还可以包括收发器和天线,耦合器模块被耦合在天线和收发器之间。

[0023] 根据另一个实施例,无线设备包括电磁耦合器系统的示例,该电磁耦合器系统包括双向电磁耦合器、耦合到双向电磁耦合器的第一功率信号端口的收发器、以及耦合到双向电磁耦合器的第二功率信号端口的天线。无线设备还可以包括选择性地连接到双向电磁耦合器的第三端口和第四端口的传感器,该传感器被配置为当双向电磁耦合器以前向操作模式操作时接收前向耦合信号,以及当双向电磁耦合器以反向操作模式操作时接收反向耦合信号。在一个示例中,无线设备还包括耦合在收发器和双向电磁耦合器的第一功率信号端口之间的功率放大器。在另一个示例中,无线设备还包括天线开关模块,其耦合在双向电磁耦合器的第二功率信号端口和天线之间、以及在天线和收发器之间。在另一个示例中,无线设备还包括基带子系统、电力管理子系统、用户接口、至少一个存储器和电池中的至少一个。

[0024] 根据另一个实施例,自调节电磁耦合器系统包括双向电磁耦合器,该双向电磁耦合器包括第一功率信号端口、第二功率信号端口、第三端口和第四端口,电磁耦合器包括在第一和第二功率信号端口之间延伸的主线、以及在第三和第四端口之间延伸的耦合线,电磁耦合器被配置为在前向操作模式下响应于在第一功率信号端口处接收到第一信号而在第三端口处产生前向耦合信号,并在反向操作模式下响应于在第二功率信号端口处接收到第二信号而在第四端口处产生反向耦合信号。自调节电磁耦合器系统还包括至少一个可调终端阻抗和开关网络,所述开关网络可操作以在前向操作模式和反向操作模式之间选择性地配置双向电磁耦合器,并且在双向电磁耦合器处于前向操作模式时选择性地至少一个可调终端阻抗连接到第四端口,以及在双向电磁耦合器处于反向操作模式时选择性地至少一个可调终端阻抗连接到第三端口。自调节电磁耦合器系统还包括被配置为控制开关网络的控制器和频率检测器,该频率检测器被配置为确定前向耦合信号和反向耦合信号的频率并提供阻抗控制信号,以基于前向和反向耦合信号的频率调谐至少一个可调终端阻抗,所述开关网络还被配置为在双向电磁耦合器处于前向操作模式时选择性地至少一个可调终端阻抗连接到第三端口,以及在双向电磁耦合器处于反向操作模式时选择性地至少一个可调终端阻抗连接到第四端口。

[0025] 在一个示例中,至少一个可调终端阻抗包括第一可调终端阻抗和第二可调终端阻抗,开关网络被配置为在双向电磁耦合器处于前向操作模式时选择性地至少一个可调终端阻抗连接到第四端口,以及在双向电磁耦合器处于反向操作模式时选择性地至少一个可调终端阻抗连接到第三端口。

阻抗连接到第三端口。至少一个可调终端阻抗可以包括可调谐电阻-电容-电感电路。至少一个可调终端阻抗可以包括可切换阻抗元件的网络。在一个示例中,可切换阻抗元件的网络包括至少一个电阻元件、至少一个电容元件和至少一个电感元件。

[0026] 在一个示例中,频率检测器被配置为向控制器提供阻抗控制信息,该控制器还被配置为响应于阻抗控制信息调谐第一和第二可调终端阻抗。在另一个示例中,频率检测器还被配置为基于阻抗控制信息提供阻抗控制信号,并将阻抗控制信号施加到至少一个可调终端阻抗以调谐至少一个可调终端阻抗。

[0027] 在一个示例中,频率检测器包括多个频率选择部件、耦合到多个频率选择部件的相应的多个包络检测器、以及连接到多个包络检测器的至少一个电压比较器,所述至少一个电压比较器被配置为比较多个包络检测器的输出,并响应于该比较产生输出信号,频率检测器还被配置为基于来自至少一个电压比较器的输出信号提供阻抗控制信息。在一个示例中,多个频率选择部件包括多个带通滤波器,每个带通滤波器具有唯一的频率通带。在另一个示例中,多个频率选择部件包括多个窄带放大器。多个包络检测器可以包括多个基于二极管的检测器。频率检测器还可以包括连接到至少一个电压比较器的模数转换器,其被配置为将来自至少一个电压比较器的输出信号转换为数字信号。在一个示例中,频率检测器还包括连接到模数转换器的数字解码器,其被配置为基于从模数转换器接收的数字信号提供阻抗控制信息。

[0028] 根据另一个实施例,自调节电磁耦合器组件包括:具有输入端口、输出端口、耦合端口和隔离端口的电磁耦合器,该电磁耦合器包括在输入端口和输出端口之间延伸的主线、以及在耦合端口和隔离端口之间延伸的耦合线,电磁耦合器被配置为响应于在输入端口处接收到输入信号而在耦合端口处产生耦合信号;连接到隔离端口的可调终端阻抗;以及连接到耦合端口的频率检测器,其被配置为检测耦合信号的频率并提供阻抗控制信息,以基于耦合信号的频率调谐可调终端阻抗。

[0029] 在一个示例中,可调终端阻抗包括可调谐电阻-电容-电感电路。在另一个示例中,可调终端阻抗包括可切换阻抗元件的网络。可切换阻抗元件的网络可以包括至少一个电阻元件、至少一个电容元件和至少一个电感元件。

[0030] 在一个示例中,自调节电磁耦合器组件还包括耦合到频率检测器的控制器,其被配置为从频率检测器接收阻抗控制信息,以基于阻抗控制信息产生阻抗控制信号,并且将该阻抗控制信号施加到可调终端阻抗以调谐可调终端阻抗。

[0031] 在另一个示例中,电磁耦合器是双向电磁耦合器,其被配置为在前向操作模式下在耦合端口处产生耦合信号,在反向操作模式下在隔离端口处产生反向耦合信号。自调节电磁耦合器组件还可以包括开关网络,其可操作以在前向操作模式和反向操作模式之间选择性地配置双向电磁耦合器。在一个示例中,开关网络还被配置为当双向电磁耦合器处于前向操作模式时选择性地可将可调终端阻抗连接到隔离端口,并且当双向电磁耦合器处于反向操作模式时选择性地可将可调终端阻抗连接到耦合端口。自调节电磁耦合器组件还可以包括附加可调终端阻抗,开关网络被配置为当双向电磁耦合器处于前向操作模式时选择性地可将可调终端阻抗连接到隔离端口,并且当双向电磁耦合器处于反向操作模式时选择性地可将附加可调终端阻抗连接到耦合端口。在一个示例中,自调节电磁耦合器组件还包括被配置为控制开关网络的控制器。控制器可以耦合到频率检测器,并进一步被配置为从频率检测

器接收阻抗控制信息,以基于阻抗控制信息产生阻抗控制信号,并且将阻抗控制信号施加到可调终端阻抗以调谐可调终端阻抗。

[0032] 在一个示例中,频率检测器包括多个频率选择部件、耦合到多个频率选择部件的相应的多个包络检测器、以及连接到多个包络检测器的至少一个电压比较器,电压比较器被配置为比较多个包络检测器的输出,并响应于该比较产生输出信号,频率检测器还被配置为基于来自至少一个电压比较器的输出信号提供阻抗控制信息。在一个示例中,多个频率选择部件包括多个带通滤波器,每个带通滤波器具有唯一的频率通带。在另一个示例中,多个频率选择部件包括多个窄带放大器。多个包络检测器可以包括多个基于二极管的检测器。在一个示例中,频率检测器还包括连接到至少一个电压比较器的模数转换器,其被配置为将来自至少一个电压比较器的输出信号转换为数字信号。在另一个示例中,频率检测器还包括连接到模数转换器的数字解码器,其被配置为基于从模数转换器接收的数字信号提供阻抗控制信息。频率检测器还可以被配置为基于阻抗控制信息提供阻抗控制信号,并且将阻抗控制信号施加到可调终端阻抗以调节可调终端阻抗。

[0033] 另一个实施例针对耦合器模块,其包括封装基板和形成在封装基板上的电磁耦合器。该电磁耦合器具有输入端口、输出端口、耦合端口和隔离端口,电磁耦合器包括在输入端口和输出端口之间延伸的主线、以及在耦合端口和隔离端口之间延伸的耦合线,电磁耦合器被配置为响应于在输入端口处接收到输入信号而在耦合端口处产生耦合信号。耦合器模块还包括连接到隔离端口的可调终端阻抗、以及安装在封装基板上的频率检测器,该频率检测器连接到耦合端口,并且被配置为检测耦合信号的频率并提供阻抗控制信息,以基于耦合信号的频率调谐可调终端阻抗。

[0034] 在一个示例中,封装基板是层压基板,其包括第一金属层、第二金属层和插入在第一和第二金属层之间的介电层,电磁耦合器的主线形成在第一金属层中,并且电磁耦合器的耦合线形成在第二金属层中。在另一个示例中,封装基板是层压基板,其包括至少一个金属层和至少一个介电层,电磁耦合器的主线和耦合线形成在层压基板的至少一个金属层中。耦合器模块还可以包括安装在封装基板上并连接到频率检测器的控制器。

[0035] 根据另一个实施例,耦合器模块包括封装基板、以及安装在封装基板上的电磁耦合器组件管芯。电磁耦合器组件管芯包括:具有输入端口、输出端口、耦合端口和隔离端口的电磁耦合器;连接到隔离端口的可调终端阻抗;以及连接到耦合端口的频率检测器,电磁耦合器还具有在输入端口和输出端口之间延伸的主线、以及在耦合端口和隔离端口之间延伸的耦合线,电磁耦合器被配置为响应于在输入端口处接收到输入信号而在耦合端口处产生耦合信号,频率检测器被配置为检测耦合信号的频率并提供阻抗控制信息,以基于耦合信号的频率调谐可调终端阻抗。耦合器模块还包括多个连接焊盘,用于将电磁耦合器组件连接到外部电子设备。

[0036] 在一个示例中,电磁耦合器组件管芯还包括连接到频率检测器和可调终端阻抗的控制器,控制器被配置为从频率检测器接收阻抗控制信息,以基于阻抗控制信息产生阻抗控制信号,并将阻抗控制信号施加到可调终端阻抗以调谐可调终端阻抗。耦合器模块还可以包括安装在封装基板上并连接到电磁耦合器组件管芯的控制器管芯,控制器管芯包括控制器,该控制器被配置为从频率检测器接收阻抗控制信息,以基于阻抗控制信息产生阻抗控制信号,并将阻抗控制信号施加到可调终端阻抗以调谐可调终端阻抗。

[0037] 根据另一个实施例,无线设备包括:收发器,被配置为产生发送信号;功率放大器,被配置为从收发器接收发送信号并且放大发送信号以提供第一信号;以及电磁耦合器组件。电磁耦合器组件包括具有输入端口、输出端口、耦合端口和隔离端口的电磁耦合器,连接到隔离端口的可调终端阻抗,以及连接到耦合端口的频率检测器。电磁耦合器还具有在输入端口和输出端口之间延伸的主线、以及在耦合端口和隔离端口之间延伸的耦合线,功率放大器连接到电磁耦合器的输入端口。电磁耦合器被配置为响应于在输入端口处接收到第一信号而在耦合端口处产生耦合信号。频率检测器被配置为检测耦合信号的频率并提供阻抗控制信息,以基于耦合信号的频率调谐可调终端阻抗。在一个示例中,无线设备还包括耦合到电磁耦合器的输出端口的天线。无线设备还可以包括天线开关模块,其耦合在电磁耦合器的输出端口和天线之间以及天线和收发器之间。在一个示例中,无线设备还包括连接到电磁耦合器的耦合端口的传感器,其被配置为检测耦合信号。无线设备还可以包括基带子系统、电力管理子系统、用户接口和至少一个存储器中的至少一个。

[0038] 下面详细讨论这些示例性方面和实施例的其他方面、实施例和优点。这里公开的实施例可以以与这里公开的原理中的至少一个一致的任何方式与其他实施例组合,并且对“实施例”、“一些实施例”、“替代实施例”、“各种实施例”或“一个实施例”等的引用不一定是相互排斥的,并且旨在表示所描述的特定特征、结构或特性可以包括在至少一个实施例中。这里出现的此类术语不一定都指同一实施例。

附图说明

[0039] 下面参照附图讨论至少一个实施例的各个方面,其中附图并未按比例绘制。包括附图是为了提供对各个方面和实施例的说明和进一步理解,并且附图被并入并构成本说明书的一部分,但并不旨在作为本发明的限制的定义。图中,在各图中示出的每个相同或几乎相同的组件由相同的数字表示。为清楚起见,没有在每幅图中标记每个组件。图中:

[0040] 图1是电磁耦合器的示例的框图;

[0041] 图2A是示出被配置用于前向功率检测的电磁耦合器的示例的图;

[0042] 图2B是示出被配置用于反向功率检测的电磁耦合器的图;

[0043] 图3A是具有可调终端阻抗的双向电磁耦合器的一个示例的图;

[0044] 图3B是图3A的双向电磁耦合器的图,示出了控制器的示例;

[0045] 图4A是示出可调终端阻抗的一个示例的图;

[0046] 图4B是示出可调终端阻抗的另一个示例的图;

[0047] 图4C是示出可调终端阻抗的另一个示例的图;

[0048] 图5是具有可调终端阻抗和集成频率检测电路的自调节双向电磁耦合器的一个示例的图;

[0049] 图6是具有可调终端阻抗和集成频率检测电路的自调节双向电磁耦合器的另一个示例的图;

[0050] 图7是具有可调终端阻抗和集成频率检测电路的自调节双向电磁耦合器的示例的图,示出了集成频率检测电路的一个示例;

[0051] 图8是具有可调终端阻抗和集成频率检测电路的自调节双向电磁耦合器的示例的图,示出了集成频率检测电路的另一个示例;

- [0052] 图9是具有可调终端阻抗和集成频率检测电路的自调节双向电磁耦合器的示例的图,示出了集成频率检测电路的另一个示例;
- [0053] 图10是与自调节电磁耦合器一起使用的多频带频率检测电路的一个示例的图;
- [0054] 图11A是包括用于频率检测的辅助耦合器的自调节电磁耦合器的另一个示例的图;
- [0055] 图11B是包括用于频率检测的辅助耦合器的自调节电磁耦合器的另一个示例的图;
- [0056] 图12是用于模拟自调节电磁耦合器的示例的性能的电路的等效电路图;
- [0057] 图13A是示出响应于在建模的EM耦合器的端口RF1处施加的模拟的1.5GHz输入信号而从建模的频率检测电路的每个信道输出的电压的曲线图;
- [0058] 图13B是示出响应于在建模的EM耦合器的端口RF1处施加的1.5GHz输入信号的、图12中的模拟(simulation)电路中的各种电压信号的曲线图;
- [0059] 图14A是与在建模的EM耦合器的端口RF1处施加的1.5GHz输入信号对应的、图12中的建模的EM耦合器的S参数S(3,1)的曲线图;
- [0060] 图14B是与在建模的EM耦合器的端口RF1处施加的1.5GHz输入信号对应的、图12中的建模的EM耦合器的S参数S(3,2)的曲线图;
- [0061] 图14C是对于图12所示等效电路中的耦合器和具有1.5GHz频率的输入信号,作为频率的函数的模拟的耦合器方向性的曲线图;
- [0062] 图15A是示出响应于在建模的EM耦合器的端口RF1处施加的模拟的3.5GHz输入信号的、从建模的频率检测电路的每个信道输出的电压的曲线图;
- [0063] 图15B是示出响应于在建模的EM耦合器的端口RF1处施加的3.5GHz输入信号的、图12中的模拟电路中的各种电压信号的曲线图;
- [0064] 图16A是与在建模的EM耦合器的端口RF1处施加的3.5GHz输入信号对应的、图12中的建模的EM耦合器的S参数S(3,1)的曲线图;
- [0065] 图16B是与在建模的EM耦合器的端口RF1处施加的3.5GHz输入信号对应的、图12中的建模的EM耦合器的S参数S(3,2)的曲线图;
- [0066] 图16C是对于图12所示等效电路中的耦合器和具有3.5GHz频率的输入信号,作为频率的函数的模拟的耦合器方向性的曲线图;
- [0067] 图17是操作自调节EM耦合器组件的方法的一个示例的流程图;
- [0068] 图18A是包括自调节电磁耦合器的模块的一个示例的框图;
- [0069] 图18B是包括自调节电磁耦合器的模块的另一个示例的框图;和
- [0070] 图19是包括自调节电磁耦合器的电子设备的一个示例的框图。

具体实施方式

[0071] 在包括RF耦合器的电磁(EM)耦合器中,隔离端口上的终端阻抗在控制耦合器的方向性方面起着重要作用。如上所述,在传统的RF耦合器中,终端阻抗通常处于固定的阻抗值,这仅为特定的频率范围提供所需的方向性。因此,当耦合器在特定的频率范围之外的不同频带中操作时,方向性将不会被优化。因此,例如,如果要在多个频带上使用EM耦合器,则优选使用可调终端阻抗。调节电连接到EM耦合器的隔离端口的终端阻抗可以通过为特定操

作条件提供所需的终端阻抗来改善EM耦合器的方向性,所述操作条件例如为要由EM耦合器测量的信号的频带或者包括EM耦合器的电子系统的功率模式。

[0072] 参照图2A和2B,示出了具有可调终端阻抗210的双向EM耦合器200的示例。图2A示出了被配置用于前向功率测量的EM耦合器200。在该配置中,期望EM耦合器200测量从第一功率端口202传播到第二功率端口204的信号220中的功率。因此,EM耦合器200的第三端口206充当耦合端口,可调终端阻抗210连接到充当隔离端口的第四端口208。图2B示出了相反的布置,其中EM耦合器200被配置用于反向功率测量,并且待测量的信号220从第二功率端口204传播到第一功率端口202。在该配置中,可调终端阻抗210连接到充当隔离端口的第三端口206,并且测量发生在充当耦合端口的第四端口208处。在EM耦合器200的反向功率测量配置中,信号220可以是在第一功率端口202处输入的信号的一部分的反射,或者可以是在第二功率端口204处接收和输入的信号。

[0073] EM耦合器200的方向性影响EM耦合器在耦合端口处检测期望信号222并且拒绝可能降低耦合端口处的测量灵敏度或精度的不需要的信号224的能力。方向性越高越好。对于图2A中所示的前向功率测量配置,EM耦合器的方向性(D)以dB为单位由下式给出:

$$[0074] \quad D_{3,4} = -10 \log \left(\frac{P_4}{P_3} \right) = -10 \log \left(\frac{P_4}{P_1} \right) + 10 \log \left(\frac{P_3}{P_1} \right) \quad (1)$$

[0075] 在公式(1)中, P_n 是耦合器端口n处的功率。在S参数中,这可以写成方向性(dB) = 单位为dB的S(3,1) - 单位为dB的S(3,2)。对于图2B中所示的反向功率测量配置,方向性被给出为:方向性(dB) = 单位为dB的S(4,2) - 单位为dB的S(4,1)。

[0076] 如上所述,EM耦合器200的方向性是与频率相关的,并且取决于提供给隔离端口的终端阻抗210。非常期望的是,在耦合器的所有工作频率或频率范围上使EM耦合器200的方向性尽可能高。当信号222的频率(或频带)改变时,调节或调谐终端阻抗210可以改善EM耦合器200的方向性。

[0077] 存在可以实现和调节可调终端阻抗210的多种方式。例如,参照图3A,示出了包括控制器310的双向EM耦合器系统300的示例,控制器控制耦合器的操作模式(前向或反向功率检测)以及在隔离端口处呈现的可调终端阻抗210a或210b的值。在该示例中,EM耦合器系统300包括一组模式选择开关302、304、306、308,它们在控制器310的控制下选择性地配置EM耦合器340以用于前向或反向功率检测。在图3A中,示出了被配置为前向模式的EM耦合器340。模式选择开关304和306闭合,分别将第三端口206连接到耦合端口测量触点320,并将第四端口208连接到可调终端阻抗210a。模式选择开关302和308断开。对于反向功率测量,可以断开模式选择开关304和306,并且闭合模式选择开关302和308以分别将第三端口206连接到可调终端阻抗210b,并且将第四端口208连接到另一个测量触点322。

[0078] 控制器310从例如电池的电源(未示出)接收电力信号330。控制器310还接收输入控制信号332,其指定EM耦合器340的各种操作参数,例如耦合器的期望模式和待测量的信号220的输入频率。如本领域技术人员将理解的,信号220可以表示单独的载波频率,或者可以表示频率范围,或者一个或多个频带。如这里所使用的,在要由EM耦合器测量的信号的上下文中的术语“输入频率”旨在表示包括单个载波频率或具有一定的、通常相对窄的、覆盖频率范围的带宽的信号。控制器310提供一组模式控制信号334以致动模式选择开关302、304、306和308以配置EM耦合器用于前向或反向功率测量,以及一组阻抗控制信号336以基

于输入频率信息调谐可调终端阻抗201a或210b中连接的一个可调终端阻抗(图3A所示的示例中的可调终端阻抗210a)。

[0079] 图3B示出了控制器310的一个示例,其中控制器包括电压发生器312、数字解码器314和一组驱动器316。在该示例中,电压发生器312接收功率信号330。电压发生器312可以是正负电压发生器,并产生电压(例如,如图3中所示的 V_{pos} 和 V_{neg})以给驱动器316供电。数字解码器314解码进来的输入控制信号332,并控制驱动器316以提供模式控制信号334和阻抗控制信号336。

[0080] 在图3A和3B中,可调终端阻抗210a、210b被示为可调节/可调谐RLC(电阻-电感-电容)的电路,其可以包括任意一个或多个可调谐电阻、电感或电容元件,或其组合。然而,鉴于本公开的益处,本领域技术人员将理解的是,可调终端阻抗210可以以各种不同方式实现。例如,在某些实施例中,响应于阻抗控制信号336,开关网络可以选择性地将不同的终端阻抗电耦合到隔离端口。

[0081] 图4A示出了一个这样的示例,其中可调终端阻抗210包括多个阻抗212,并且相关联的模式选择开关(302或306)包括相应的多个开关214,每个开关可操作以将相应的一个阻抗212电连接到EM耦合器的隔离端口。响应于一个或多个阻抗控制信号336,可以闭合任意一个或多个开关214以将一个或多个阻抗212的任何组合电连接到EM耦合器的隔离端口,从而在隔离端口处呈现期望的阻抗值。每个阻抗212可包括一个或多个固定电阻、电容或电感元件,或其任何组合。

[0082] 在图4A所示的示例中,开关214位于EM耦合器340的相关联的端口和每个阻抗212之间。图4B示出了另一种配置,其中可调终端阻抗210包括可单独切换阻抗(电阻、电容和电感)元件218的网络,每个元件具有相关联的开关216。图4C示出了另一个示例,其中一些阻抗元件被分组(例如,元件218a和218b)并且与单个阻抗开关216a相关联,而不是每个阻抗元件被单独地切换,如图4B所示。响应于一个或多个阻抗控制信号336,可以闭合任意一个或多个开关216以将一个或多个可切换阻抗元件的任何组合电连接到EM耦合器的隔离端口,从而在隔离端口处呈现期望的阻抗值。尽管可切换阻抗元件在图4B和4C中被示为固定电阻、电容和电感元件,阻抗元件中的任意一个或多个可以是可调谐的(响应于阻抗控制信号336)以及可切换的。

[0083] 使用可调终端阻抗210可以改善跨越多个频带的EM耦合器的方向性,因为可以针对不同频率优化终端阻抗。然而,为了正确操作,控制器310需要频率信息(例如,包括在输入控制信号332中的逻辑状态,其定义操作频带或指示要使用的阻抗值)以能够致动阻抗开关214或216,或者以其他方式调谐可调阻抗210,以便提供用于终止隔离端口的最佳阻抗值。

[0084] 在某些情况下,可能不向EM耦合器提供频带信息。例如,从外部组件(即,在EM耦合器外部)接收时,输入控制信号332可以不包括输入频率信息,因此在这种情况下,控制器310不能根据操作的频带来改变终端阻抗210的值。

[0085] 对于这种情况,方面和实施例可以为EM耦合器340提供集成机制,通过该集成机制自动确定输入频率信息,然后该输入频率信息可被用于优化可调终端阻抗和耦合器的方向性,而不必依赖于从外部源接收频率信息。EM耦合器340的固有操作包括从主线110提取(通过电磁耦合)信号220的一部分并在耦合端口处提供耦合信号。根据某些实施例,耦合信号

可用于提取频率信息,然后频率信息可用于选择或调节终端阻抗210。例如,如下面进一步讨论的,频率检测电路可连接到耦合端口,并且可以提供可用于调节隔离端口处的终端阻抗210的信息或控制信号。

[0086] 参照图5,其中示出了包括频率检测电路400的EM耦合器系统300的一个示例,该频率检测电路400可以可选地根据耦合器的操作模式选择性地连接到EM耦合器340的第三和第四端口206、208,以提供自调节EM耦合器组件600。例如,频率检测开关402和404可用于分别在耦合器以前向功率检测模式操作时(如图5所示)将频率检测电路400连接到第三端口206,或者在耦合器以反向功率检测模式操作时将频率检测电路400连接到第四端口208。以这种方式,频率检测电路400可以连接到耦合器的耦合端口,并用于检测耦合信号的频率。基于检测到的耦合信号的频率,频率检测电路可以提供阻抗控制信号410和412,以分别调节终端阻抗210b和210a。在某些示例中,频率检测开关402和404可以与模式选择开关302、304、306和308结合操作。如果在给定时间不需要或不期望频率检测,则频率检测开关402、404都可以断开以完全将频率检测电路断开连接。在图5所示的示例中,频率检测电路400将控制信号410、412直接提供给可调终端阻抗210a、210b。相应地,频率检测器400包括控制电路450,其被配置为产生阻抗控制信号410、412,以基于检测到的耦合信号的频率适当地调节终端阻抗210a、210b。

[0087] 参照图6,在另一个实施例中,频率检测电路400'可以向控制器310提供频率信息(以信号414的形式),然后控制器310可以使用频率信息通过阻抗控制信号336调节终端阻抗210a、210b,如上所述。在一个这样的示例中,输入控制信号332可以包括来自频率检测电路的信号414和来自外部源的一个或多个含有信息的信号(例如,指定耦合器的操作模式或其他参数)。

[0088] 频率检测电路可以以各种方式实现。例如,参照图7,频率检测电路400可以包括包络检测器420、422,其通过频率检测开关402、404选择性地电连接到EM耦合器340的第三端口206或第四端口208(取决于耦合器的操作模式)。包络检测器420、422中的每一个可以被配置为检测指定频率范围内的耦合信号。在所示的示例中,频率检测电路包括两个包络检测器420、422;然而,本领域技术人员将理解的是,可以包括两个以上的包络检测器,这取决于例如包络检测器的配置(例如,频率响应性)和预期EM耦合器操作的不同频带或范围的数量。可选地,可以使用一个或多个放大器(图7中未示出)以在耦合信号被输入到包络检测器420、422之前放大耦合信号。包络检测器420、422的输出被提供给判决电路,基于这些输出,判决电路确定可调终端阻抗210a或210b的期望阻抗值(取决于耦合器的操作模式)并将控制信号410或412提供给可调终端阻抗210a或210b(如图7所示),或者将信号414中的频率信息提供给控制器310,如上所述。在图7所示的示例中,判决电路包括电压比较器424和数字逻辑解码器426;然而,本领域技术人员将理解的是,判决电路可以以各种其他方式实现。此外,在某些示例中,频率检测电路400可以包括采样-保持存储器功能,因为频率检测通常仅可以在前向功率测量状态下发生,但是用于前向和反向操作状态的控制信号取决于检测到的耦合信号的频率。

[0089] 参照图8,在一个示例中,包络检测器420、422中的每一个可以使用二极管430以及至少一个电容元件432和至少一个电阻元件434的并联组合来实现。在该示例中,数字逻辑解码器426包括逆变器428。如上所述,如果需要,可以包括放大器436以放大耦合信号。在某

些实施例中,放大器436可以被设计为在频率上是窄带的,因此既执行频率选择功能又执行放大。通过检测从每个窄带放大器436输出的信号的幅度(使用由元件430、432和434形成的二极管与电容-电阻检测电路),并使用电压比较器424比较这些幅度,可以确定耦合信号的频率并将其用于调节适当的终端阻抗210a或210b,如上所述。

[0090] 图9示出了频率检测电路400的实现的另一个示例。在该示例中,频率选择由多个带通滤波器438提供。每个带通滤波器438的输出通过相关的包络检测器(在该示例中,使用二极管430、电容元件432和电阻元件434的组合实现,如上所述)提供给电压比较器424,并且产生控制信号410、412(或414),如上所述。

[0091] 图7-9中所示的示例示出了用于两个不同频率或频带的频率检测的布置。然而,如上所述,这里公开的方法和原理可以容易地扩展到任意数量的频率或频带。例如,图10示出了扩展到N个频率或频带的频率检测电路400的示例,N是大于2的整数,并且具有用于每个频率/频带的信道或通道。输入信号440从相关的EM耦合器的耦合端口接收,并且由频率检测电路400处理,以产生如上所述的控制信号410、412、414中的一个或多个。图10中示出的示例包括用于每个信道的带通滤波器438;但是,带通滤波器可以用如上所述的窄带放大器或其他频率选择部件替换(或补充)。来自每个带通滤波器438的输出经由相关的包络检测器442(在该示例中使用二极管430、电容元件432和电阻元件434的组合实现,如上所述)提供给相应的电压比较器424的一个输入端。在每个电压比较器424的另一个输入端处提供参考电压444。提供给每个电压比较器424的参考电压444可以相同,或者可以在不同的信道之间变化。来自电压比较器424的输出被提供给多信道模数转换器446,其将从任意电压比较器424接收的输出转换成数字信号。数字信号被提供给解码器和电平移位电路448,其解码数字信号以确定输入信号440的频率或频带,并产生适当的控制信号410、412或414以基于输入信号440的频率或频带调谐(或指示控制器310调谐)适当的可调终端阻抗210。特别是在频率检测电路400直接控制可调终端阻抗210的示例中,解码器和电平移位电路448可以进一步调节控制信号410、412的幅度(例如,电压电平)或其他特性以适当地驱动可调终端阻抗210,或者在某些示例中,向控制器310提供具有预期特性的信号414。

[0092] 在上面讨论的实施例中,频率检测器400被选择性地电连接到EM耦合器340的耦合端口。根据另一个实施例,用于频率检测的专用的附加或补充EM耦合器350可以与用于功率测量的EM耦合器340串联放置。图11A和11B示出了这种布置的示例。图11A示出了频率检测电路400提供控制信号410、412以调谐可调终端阻抗210a、210b的示例。图11B示出了频率检测电路400'向控制器310提供信号414的示例,控制器310转而提供信号332以调谐可调终端阻抗210a、210b,如上所述。在这些实施例中,该系统包括附加EM耦合器350,其具有与用于功率检测/测量的EM耦合器340的主线110串联连接在两个功率端口202、204之间的主线352。频率检测电路400连接到附加EM耦合器350的耦合端口354。终端阻抗356连接到附加EM耦合器350的隔离端口358。使用附加耦合器350进行频率检测可以提供允许针对频率检测电路400对附加耦合器350的耦合因子进行优化、而不会影响EM耦合器340的期望耦合因子的优点。此外,可以在不加载或以其他方式干扰EM耦合器340的操作的情况下执行频率检测。在所示示例中,附加耦合器350的主线352被示出为与EM耦合器340的主线110分开并与其串联连接;然而,在其他示例中,两个耦合器可以共享公共主传输线。此外,尽管图11A和11B示出了连接在EM耦合器340的第一功率端口202侧的附加耦合器350,附加耦合器也可以

替代地位于EM耦合器340和第二功率端口204之间。另外,尽管连接到附加耦合器350的隔离端口358的终端阻抗456被示为RLC电路,但如本领域技术人员将理解的,鉴于本公开的益处,它可以以各种方式实现。在某些示例中,终端阻抗356可以是如上所述的可调终端阻抗210,并且可以在由频率检测电路400或控制器310提供的控制信号的控制下进行调节。

[0093] 因此,方面和实施例提供了自调节EM耦合器系统300的各种实现方式,该自调节EM耦合器系统300能够检测输入信号220的频率或频带并基于检测到的频率信息自动调节终端阻抗,而不依赖于从外部源接收频率信息。该方法允许EM耦合器340在多个操作频率或频带上被优化,同时减少实现该优化所需的输入信息。

[0094] 进行模拟以建模和演示根据上面讨论的原理和示例的、配置有集成频率检测的EM耦合器的示例的自优化或自调节。图12是示出用于这些模拟的模拟(simulation)电路的等效电路图。模拟电路包括建模的四端口EM耦合器510,并考虑两个感兴趣的频率,即1.5GHz的“中频带”频率和3.5GHz的“高频带”频率。建模的双信道频率检测电路连接到模拟的EM耦合器510的耦合端口,并且包括带通滤波器522和基于二极管的检测器和偏置电路524,类似于上面讨论的基于二极管的包络检测器442。包括电阻器526(每个电阻器被模拟为具有1000欧姆的值)以将建模的EM耦合器510的耦合端口与建模的频率检测电路隔离。每个带通滤波器522被模拟为具有0.1GHz的通带,一个以大约1.5GHz为中心,另一个以大约3.5GHz为中心,纹波为1dB。来自建模的频率检测电路的两个信道的输出被馈送到比较器424。建模的EM耦合器510的隔离端口经由第一开关512连接到第一终端阻抗514,其中第一终端阻抗514被配置为呈现在1.5GHz频率处优化耦合器方向性的阻抗值,并且经由第二开关516连接到针对3.5GHz频率优化的第二终端阻抗518。开关512和516由连接到比较器424的输出端的开关驱动器528驱动。因此,如上所述,基于由频率检测电路检测的频率(1.5GHz或3.5GHz),开关驱动器528致动开关512、516以将两个终端阻抗514、518中的适当的一个连接到建模的EM耦合器510的隔离端口。开关512、516被模拟为FET开关;然而,本领域技术人员将理解,可以使用任何合适的开关器件或技术来实现相应的开关302、306。

[0095] 使用图12所示的模拟电路进行的模拟的结果在图13A-B、14A-C、15A-B和16A-C中示出。图13A-B和14A-C给出了对于在1.5GHz的模拟输入信号的模拟结果,图15A-B和16A-C给出了对于在3.5GHz的模拟输入信号的模拟结果。

[0096] 图13A示出了从建模的频率检测电路的每个信道输出并输入到比较器424的电压,该电压与建模的EM耦合器510的端口RF1处的模拟的1.5GHz输入信号相对应。轨迹602表示来自“中频带”信道的输出,轨迹604表示来自“高频带”信道的输出。在这个示例中,模拟的输入信号处于1.5GHz,因此由于该信号在与中频带信道相关联的带通滤波器522的通带内,但是在与高频带信道相关联的带通滤波器522的通带之外,轨迹602具有比轨迹604更高的电平。因此,从比较器424输出的电压(由图13B中的轨迹612表示)表示检测到1.5GHz的中频带频率。如图13B所示,该检测导致输出为 V_{g_MLB} (由图13B中的轨迹614表示)的第一开关驱动器528接通以致动第一开关512以将针对1.5GHz频率优化的第一终端阻抗514连接到建模的EM耦合器510的隔离端口,而输出为 V_{g_UHB} (由图13B中的轨迹616表示)的第二开关驱动器528关断以致动第二开关516以将第二终端阻抗518从建模的EM耦合器510的隔离端口解耦。

[0097] 图14A和14B示出了作为频率的函数的、相应的S参数或在建模的EM耦合器的耦合

端口处的耦合信号相对于端口RF1处的输入信号(图14A)和来自端口RF2的不需要的反射信号(图14B)的功率比。图14C示出了建模的EM耦合器510的相应的方向性,如上所述,其以dB为单位通过等式(2)给出。如参照图14C可以看到的,方向性在1.5GHz的频率下被优化。

[0098] 图15A示出了从建模的频率检测电路的每个信道输出并输入到比较器424的电压,该电压与建模的EM耦合器510的端口RF1处的模拟的3.5GHz输入信号相对应。轨迹622表示来自“中频带”信道的输出,轨迹624表示来自“高频带”信道的输出。在该示例中,模拟的输入信号处于3.5GHz,因此由于该信号在与高频带信道相关联的带通滤波器522的通带内,但是在与中频带信道相关联的带通滤波器522的通带之外,轨迹624具有比轨迹622更高的电平。因此,从比较器424输出的电压(由图15B中的轨迹632表示)表示检测到3.5GHz的高频带频率。如图15B所示,该检测导致输出为 V_{g_UHB} (由图15B中的轨迹634表示)的第二开关驱动器528接通以致动第二开关516以将针对3.5GHz频率优化的第二终端阻抗518连接到建模的EM耦合器510的隔离端口,而输出为 V_{g_MLB} (由图15B中的轨迹636表示)的第一开关驱动器528关断以致动第一开关512以将第一终端阻抗514从建模的EM耦合器510的隔离端口解耦。

[0099] 图16A和16B示出了作为频率的函数的相应的S参数。具体地,图16A示出了作为频率的函数的、建模的EM耦合器的耦合端口处的耦合信号相对于端口RF1处的输入信号的功率比,图16B示出了作为频率的函数的、建模的EM耦合器的耦合端口处的耦合信号相对于来自端口RF2的不需要的反射信号的功率比。图16C示出了建模的EM耦合器510的相应方向性,如上所述,其以dB为单位通过等式(2)给出。如参照图16C可以看到的,方向性在3.5GHz的频率下被优化。

[0100] 参照图17,示出了操作自调节EM耦合器组件或系统以改善性能的方法的一个示例的流程图。当包含EM耦合器340的电子设备被激活时,或者当自调节EM耦合器组件或系统被激活时,可以将终端阻抗210设置为默认初始值(步骤702)。在某些示例中,默认值可以是50欧姆;然而,本领域技术人员将理解的是,可以可选地根据已知设计或性能参数,选择终端阻抗210的任意默认值。该方法可以可选地包括检查EM耦合器340的性能参数的步骤708,其中终端阻抗210被设置为默认值。例如,性能参数可以包括耦合器方向性或耦合因子。在终端阻抗210被设置为默认值的情况下获得的所测性能参数可以用作用于调节或优化EM耦合器340的性能的基线,或者用于确定是否需要终端阻抗210的值进行任何调节。例如,如果EM耦合器340在指定的性能范围内操作,则可能不需要调谐终端阻抗210。

[0101] 该方法可以包括测量耦合信号的频率以确定输入信号220的频率的步骤704,如上所述。基于检测/测量的频率,可以直接在频率检测器400的控制下或在控制器310的控制下,调节终端阻抗210的阻抗值(步骤706),如上所述。在调节了终端阻抗210之后,可以检查EM耦合器340的性能参数(步骤708),以确定是否需要终端阻抗的任何进一步调节以改善或优化耦合器性能。分别测量耦合信号的频率、调节终端阻抗210和检查耦合器性能的步骤704、706和708可连续地、周期性地或在控制器310的指引下重复。

[0102] 自调节EM耦合器系统300的实施例可以可选地与外部电路一起封装到可以用在电子设备中的模块中。图18A是封装模块800的一个示例的框图,其包括自调节EM耦合器组件600的实施例以及控制器310。模块800包括封装基板802,其被配置为容纳多个部件。在一些实施例中,这样的组件可以包括具有这里描述的一个或多个特征的自调节EM耦合器组件600和控制器310。在图18A所示的示例中,控制器310和自调节EM耦合器组件600被示为安装

在封装基板802上的分开的管芯。然而,本领域技术人员将理解的是,可以实现模块800的其他配置。例如,自调节EM耦合器组件600和控制器310可以组合成单个管芯。在另一个示例中,可以使用集成电路技术在封装基板上或封装基板中实现或制造EM耦合器340。例如,封装基板702可以是包括一个或多个金属层和一个或多个介电层的层压基板,并且主线110和耦合线112可以在基板702的一个或多个金属层中实现。图18B是模块800的另一个示例的框图,其中EM耦合器340在基板802中实现并且连接到频率检测器400,该频率检测器400被实现为安装在基板802上的管芯。在图18B的示例中,频率检测器400和控制器310被示为单独的管芯;然而,在其他示例中,它们可以在单个管芯中一起实现。

[0103] 自调节EM耦合器组件600、控制器310和频率检测器400可以包括各种连接端子或焊盘804,其可从外部部件接收信号或用于将模块连接到其他组件。在一些实施例中,其他电路或部件806可以安装或形成在封装基板802上。这些其他组件806可以可选地连接到控制器310,并且可选地包括一个或多个连接端子/焊盘808。在一些实施例中,模块800还可以包括一个或多个封装结构,例如,以提供保护并且便于更容易地处理模块800。这种封装结构可以包括在封装基板802上形成的二次注塑,并且尺寸被设计成基本上封装其上的各种管芯和部件。

[0104] 这里公开的可选地封装到模块800中的集成滤波器-耦合器的实施例可以有利地用在各种电子设备中。电子设备的示例可以包括但不限于消费电子产品、消费电子产品的部件、电子测试设备、诸如基站的蜂窝通信基础设施等。电子设备的示例可以包括但是不限于例如智能电话的移动电话、电话、电视、计算机显示器、计算机、调制解调器、手持式计算机、膝上型计算机、平板计算机、电子书阅读器、诸如智能手表的可穿戴计算机、个人数字助理(PDA)、微波炉、冰箱、汽车、立体声系统、DVD播放器、CD播放器、诸如MP3播放器的数字音乐播放器、收音机、便携式摄像机、照相机、数字相机、便携式存储器芯片、医疗保健监视设备、诸如汽车电子系统或航空电子系统的运输工具电子系统、家用电器、外围设备、手表、时钟等。此外,电子设备可包括未完成的产品。

[0105] 图19是根据某些实施例的包括自调节EM耦合器系统300的无线设备900的框图。无线设备900可以是蜂窝电话、智能电话、平板计算机、调制解调器、通信网络或被配置用于语音和/或数据通信的任何其他便携式或非便携式设备。例如,无线设备900包括接收和发送功率信号的天线902、以及可以使用发送信号进行分析或调节后续发送的自调节EM耦合器系统300。

[0106] 收发器904被配置为产生用于发送的信号和/或处理所接收的信号。在一些实施例中,发送和接收功能可以在分开的组件(例如,发送模块和接收模块)中实现,或者在同一模块中实现。

[0107] 被生成以用于发送的信号由功率放大器(PA)模块906接收,功率放大器(PA)模块906可以包括一个或多个PA'以放大来自收发器904的一个或多个生成的信号。功率放大器模块906可用于放大各种各样的RF或其他频带的传输信号。例如,功率放大器模块906可以接收使能信号,该使能信号可以用于使功率放大器的输出脉动以帮助发送无线局域网(WLAN)信号或任何其他合适的脉冲信号。功率放大器模块906可以被配置为放大各种类型的信号中的任意一种,包括例如全球移动系统(GSM)信号、码分多址(CDMA)信号、W-CDMA信号、长期演进(LTE)信号或EDGE信号。在某些实施例中,功率放大器模块906和包括开关等的

相关组件可以使用例如pHEMT或BiFET晶体管制造在GaAs基板上,或者使用CMOS晶体管制造在硅基板上。

[0108] 天线开关模块908可以被配置为在不同的频带和/或模式之间切换,例如在发送和接收模式之间切换等。如图19所示,在某些示例中,天线902接收经由天线开关模块908和低噪声放大器模块910提供给收发器904的信号,并且还经由收发器904、功率放大器模块906、自调节EM耦合器系统300和天线开关模块908从无线设备900发送信号。然而,在其他示例中,可以使用多个天线。例如,可将第一天线用于低频带和中频带信号,以及可将第二天线用于用于高频带信号。

[0109] 图19的无线设备900还包括电力管理系统912,其连接到收发器904并且管理用于无线设备操作的电力。电力管理系统912还可以控制基带子系统914和无线设备900的其他部件的操作。电力管理子系统912可以包括或连接到电源,例如电池。电力管理系统912以已知方式经由电源向无线设备800提供电力,并且包括可以控制信号发送的一个或多个处理器或控制器。

[0110] 在一个实施例中,基带子系统914连接到用户接口916,以便于向用户提供的和从用户接收的语音和/或数据的各种输入和输出。基带子系统914还可以连接到存储器918,存储器918被配置为存储数据和/或指令以便于无线设备的操作,和/或为用户提供信息的存储。

[0111] 仍然参照图19,无线设备800包括自调节EM耦合器系统300,其可用于测量来自功率放大器模块906的发送功率信号,并且将一个或多个耦合信号提供给传感器模块920。传感器模块920可以转而将信息发送到收发器904和/或直接发送到功率放大器模块906作为反馈,以进行调节以调整功率放大器模块906的功率电平。这样,自调节EM耦合器系统300可用于增强/降低具有相对低/高功率的传输信号的功率。然而,应当理解的是,自调节EM耦合器系统300可以用于各种其他实施方式中。

[0112] 在无线设备900是具有时分多址(TDMA)架构的移动电话的某些实施例中,自调节EM耦合器系统300可以有利地管理来自功率放大器模块906的RF发送功率信号的放大。在具有时分多址(TDMA)架构(例如在全球移动通信系统(GSM)、码分多址(CDMA)和宽带码分多址(W-CDMA)系统中找到的架构)的移动电话中,功率放大器模块906可用于在功率对时间的规定限制内上下移动功率包络。例如,可以为特定移动电话分配针对特定频率信道的发送时隙。在这种情况下,功率放大器模块906可用于帮助随时间调整一个或多个RF功率信号的功率电平,以便在分配的接收时隙期间防止来自发送的信号干扰,并降低功耗。在这样的系统中,自调节EM耦合器系统300可用于测量功率放大器输出信号的功率,以帮助控制功率放大器模块906,如上所述。

[0113] 图19中所示的实现是示例性的而非限制性的。例如,图19的实现示出了与RF信号的发送结合使用自调节EM耦合器系统300,然而,应当理解的是,这里讨论的自调节EM耦合器系统300的各种示例也可以与接收的RF或其他信号一起使用。

[0114] 已经描述了至少一个实施例的以上几个方面,应当理解的是,本领域技术人员将容易想到各种改变、修改和改进。这些改变、修改和改进旨在成为本公开的一部分,并且旨在落入本发明的范围内。因此,前面的描述和附图仅作为示例,并且应当理解,这里讨论的方法和装置的实施例不限于应用于本说明书中阐述的、或者附图中示出的构造细节和部件

布置。所述方法和设备能够在其他实施例中实现,并且能够以各种方式实践或实施。这里提供具体实现的示例仅用于说明性目的,而非意在限制。此外,这里使用的措辞和术语是出于描述的目的,而不应被视为限制。这里使用的“包括”,“包含”,“具有”,“含有”,“涉及”及其变形意味着包括其后列出的项目及其等同物以及附加项目。对“或”的引用可以被解释为包含性的,使得使用“或”描述的任何术语可以指单个、多于一个和所有所描述的术语之中的任意一种。本发明的范围应当由所附权利要求及其等同物的适当解释来确定。

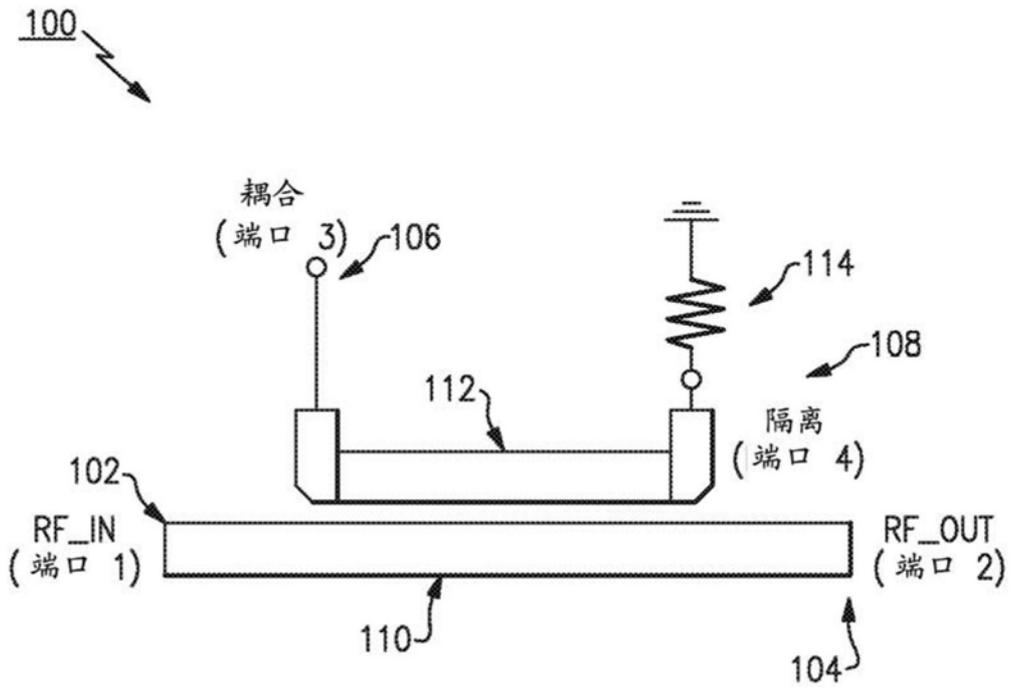


图1
(相关技术)

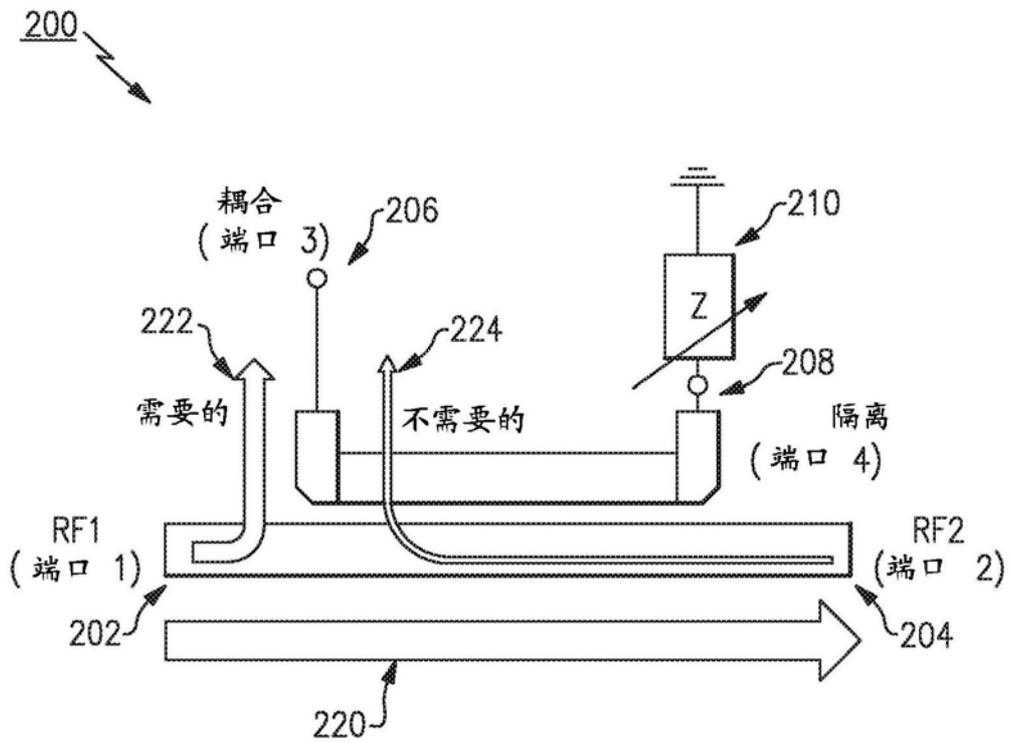


图2A

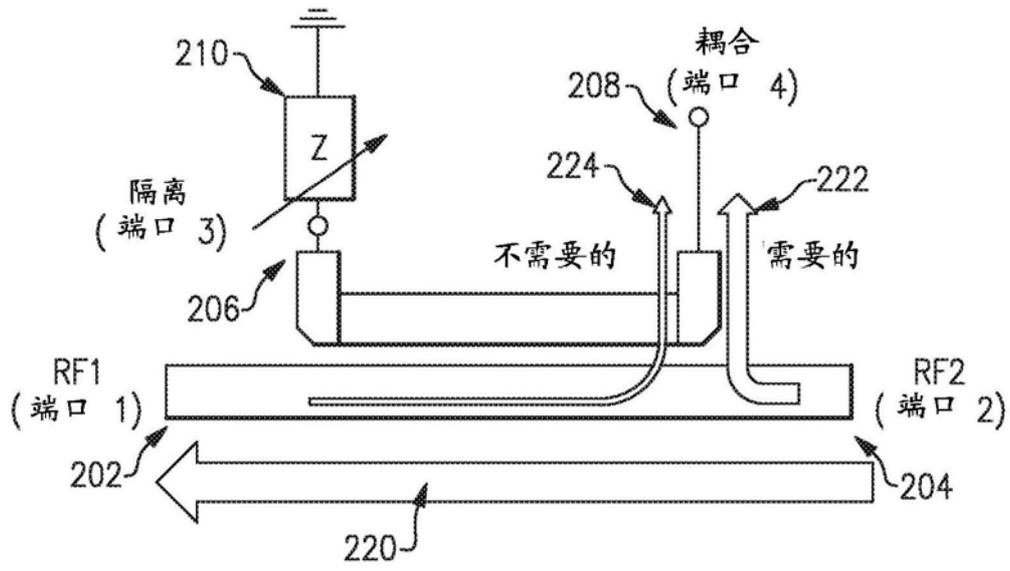


图2B

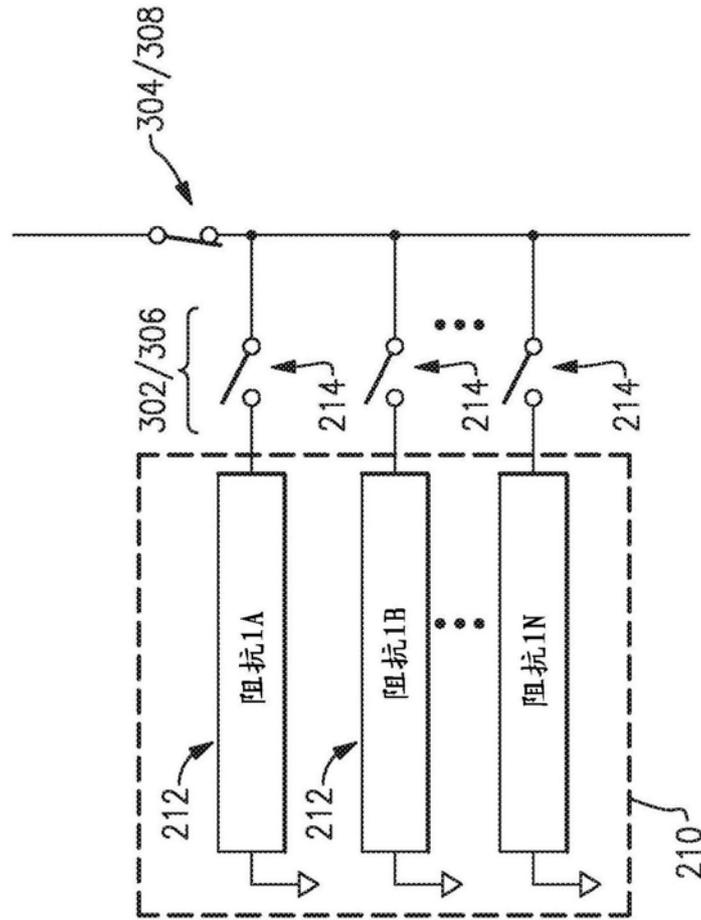


图4A

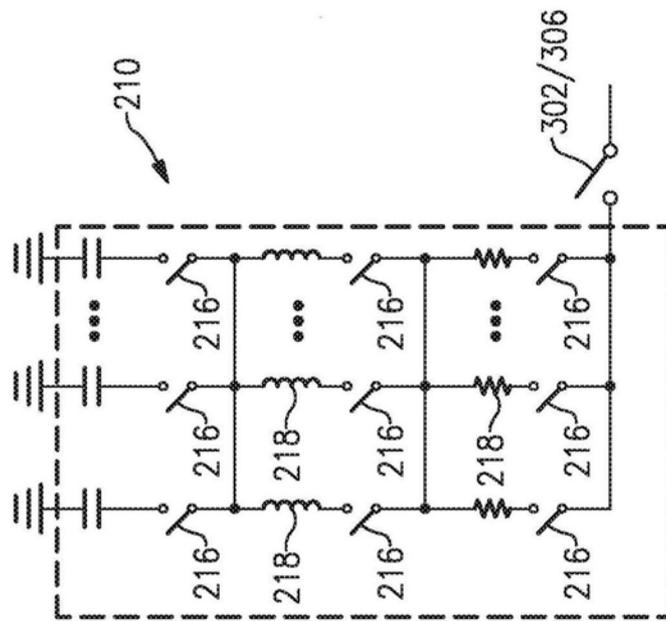


图4B

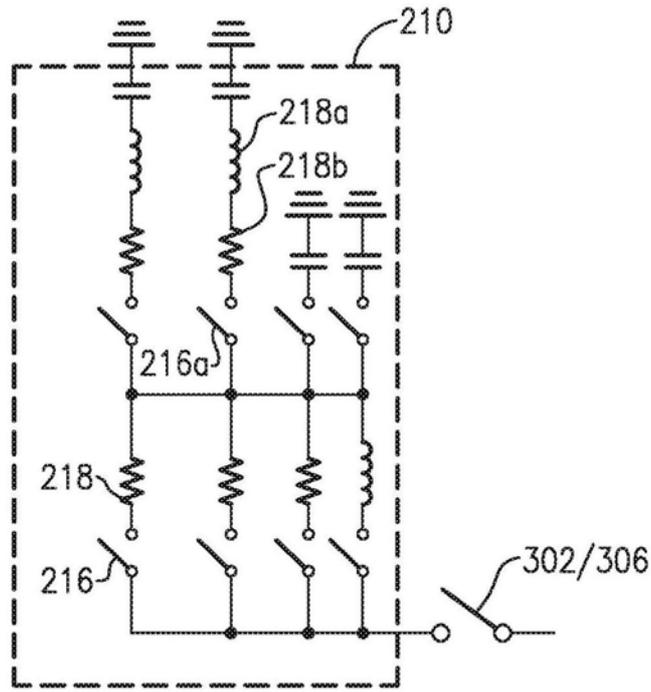


图4C

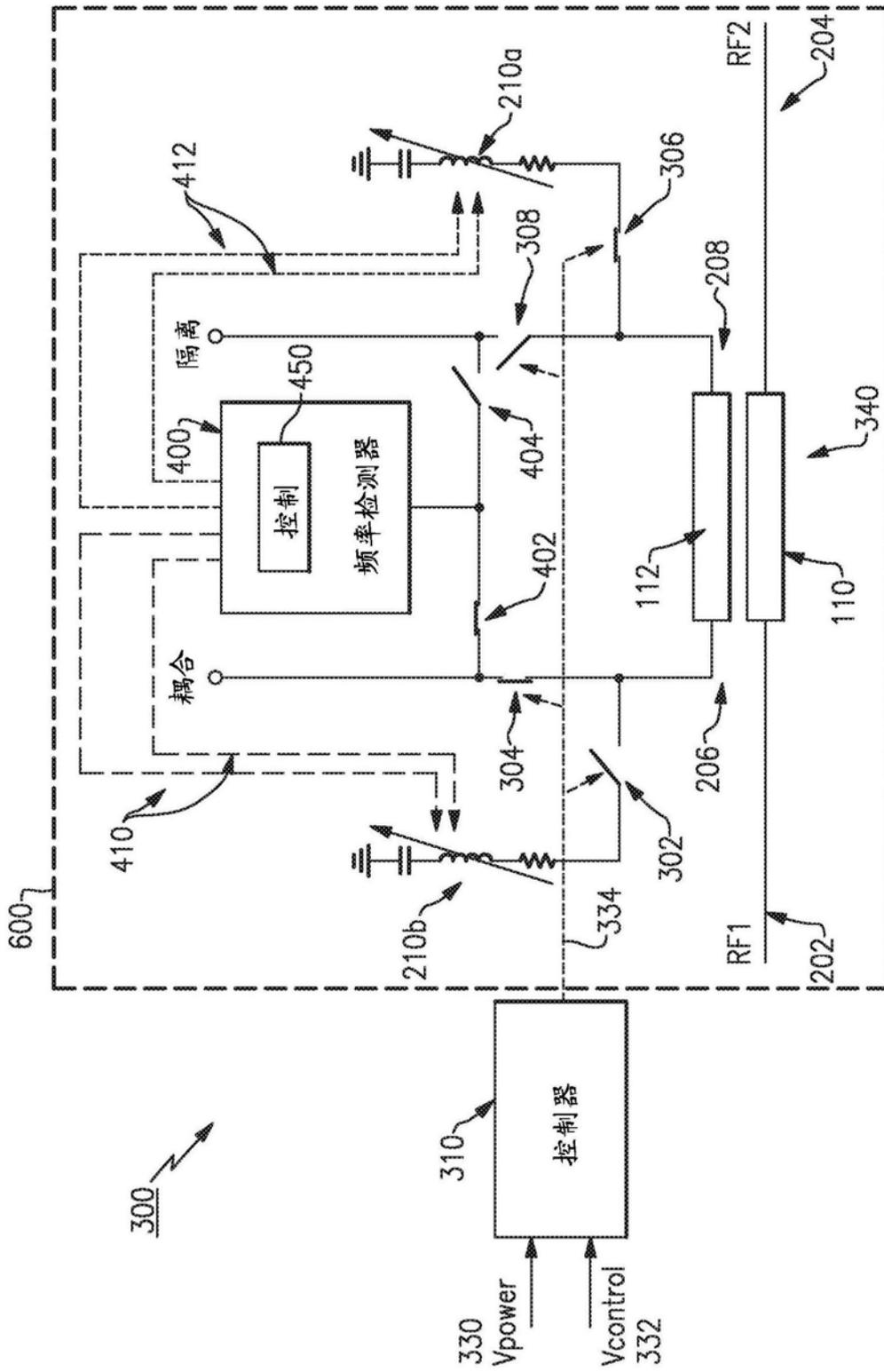


图5

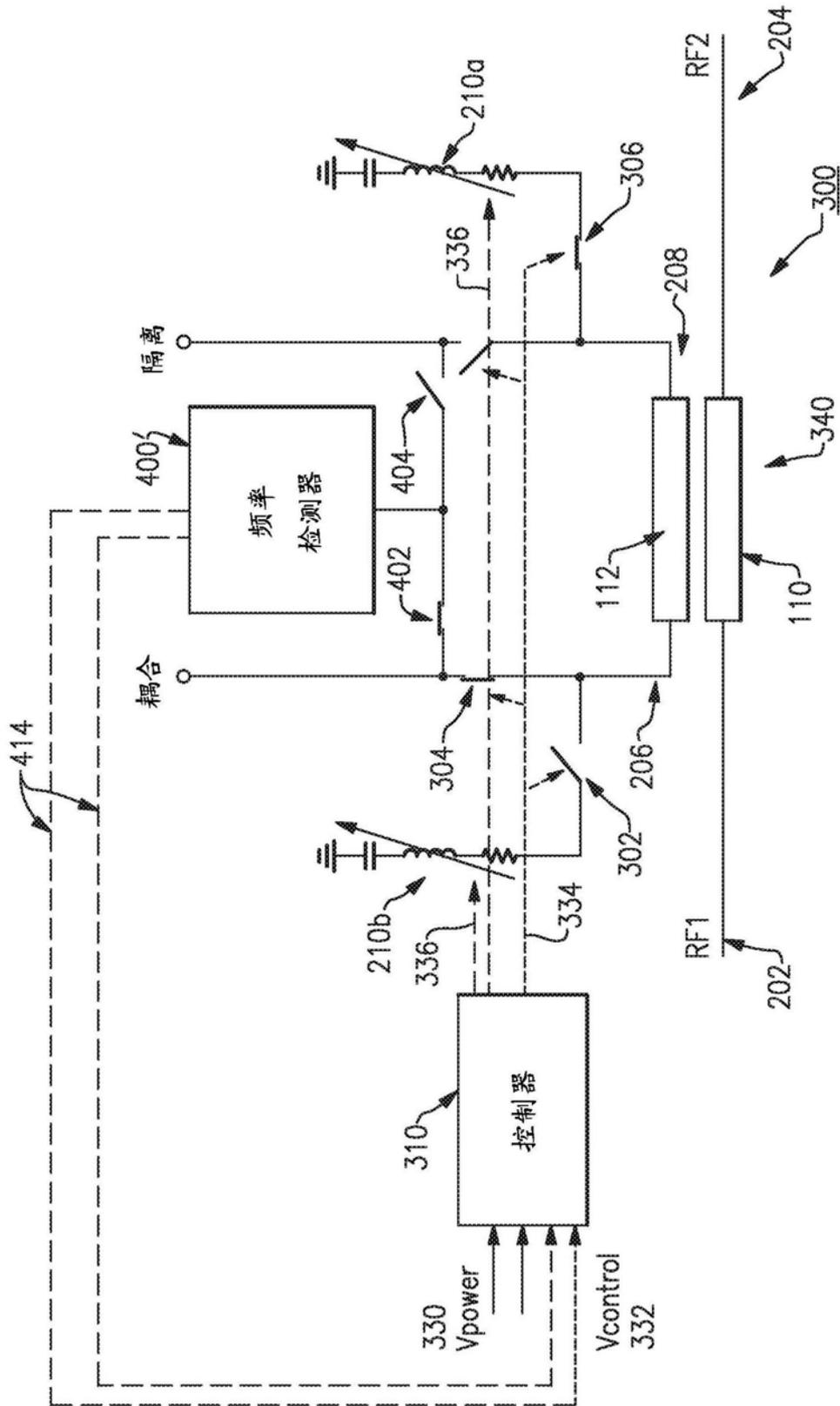


图6

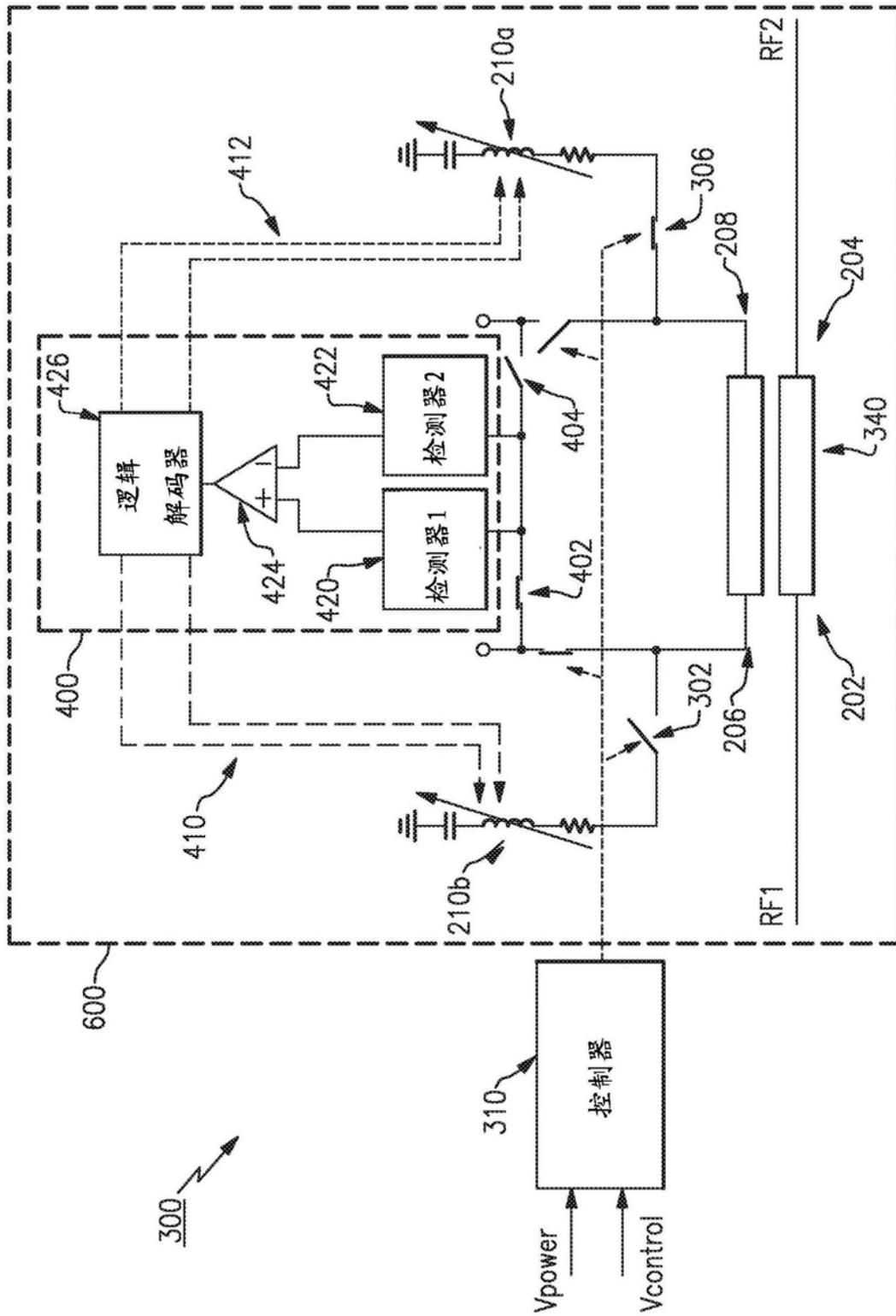


图7

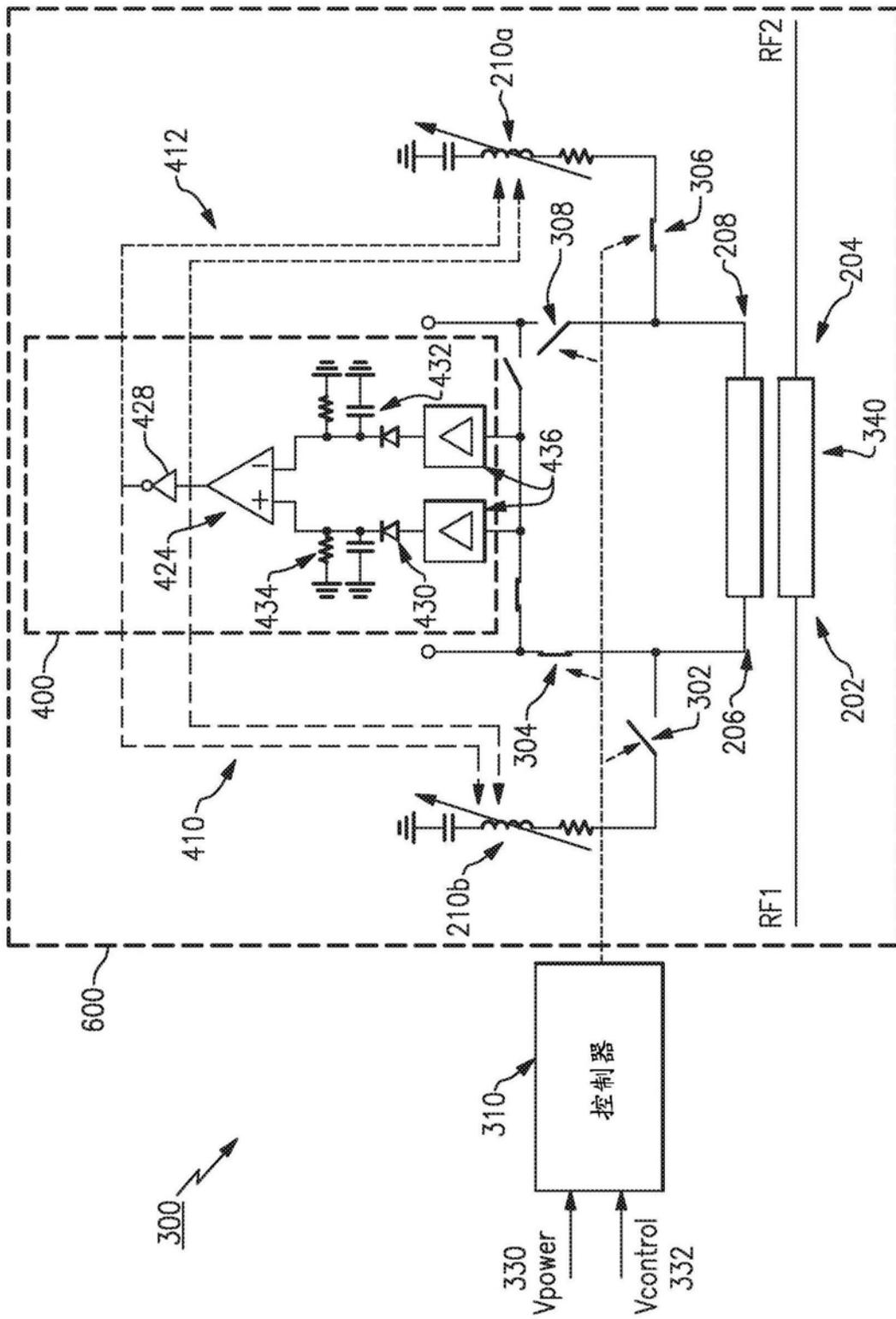


图8

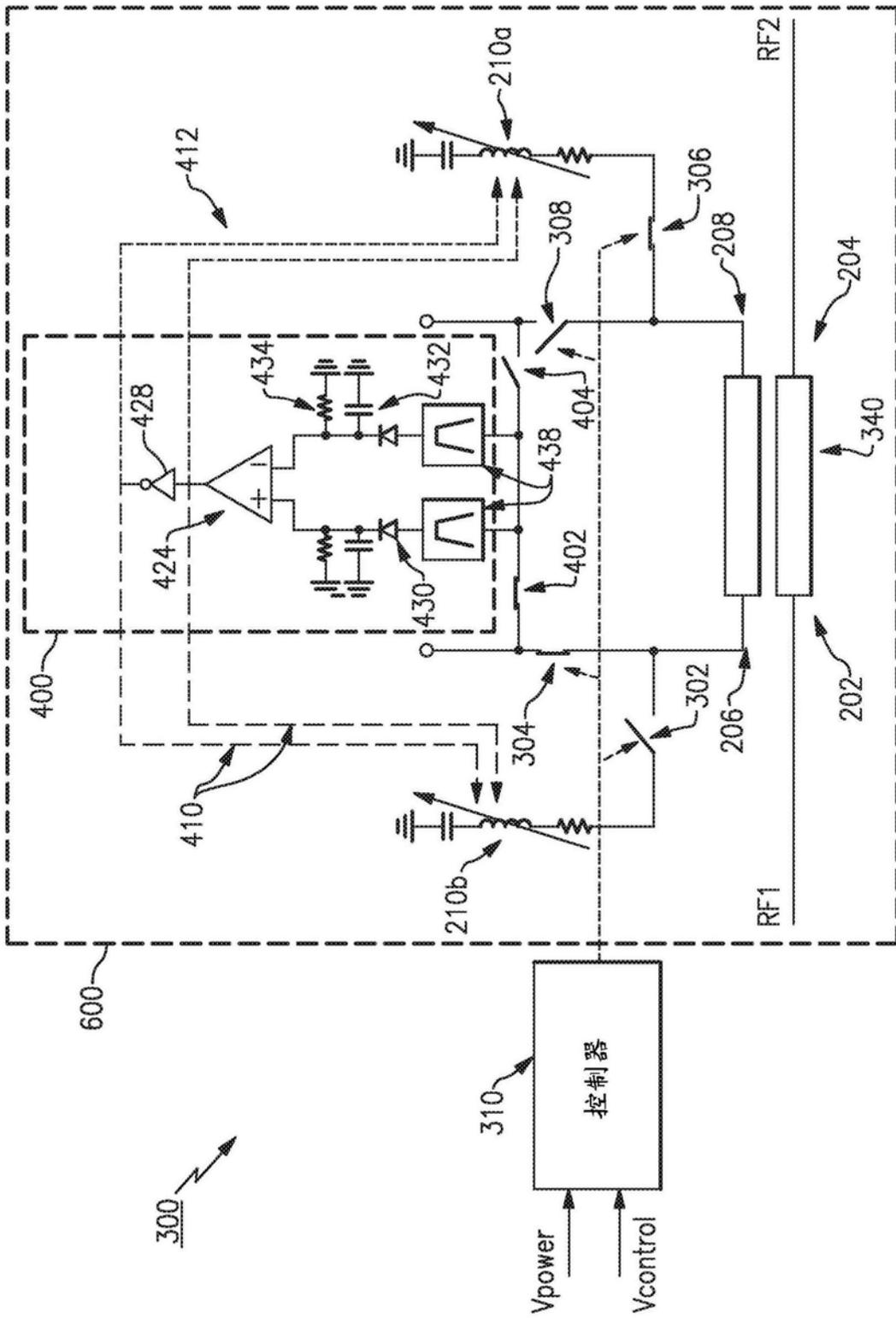


图9

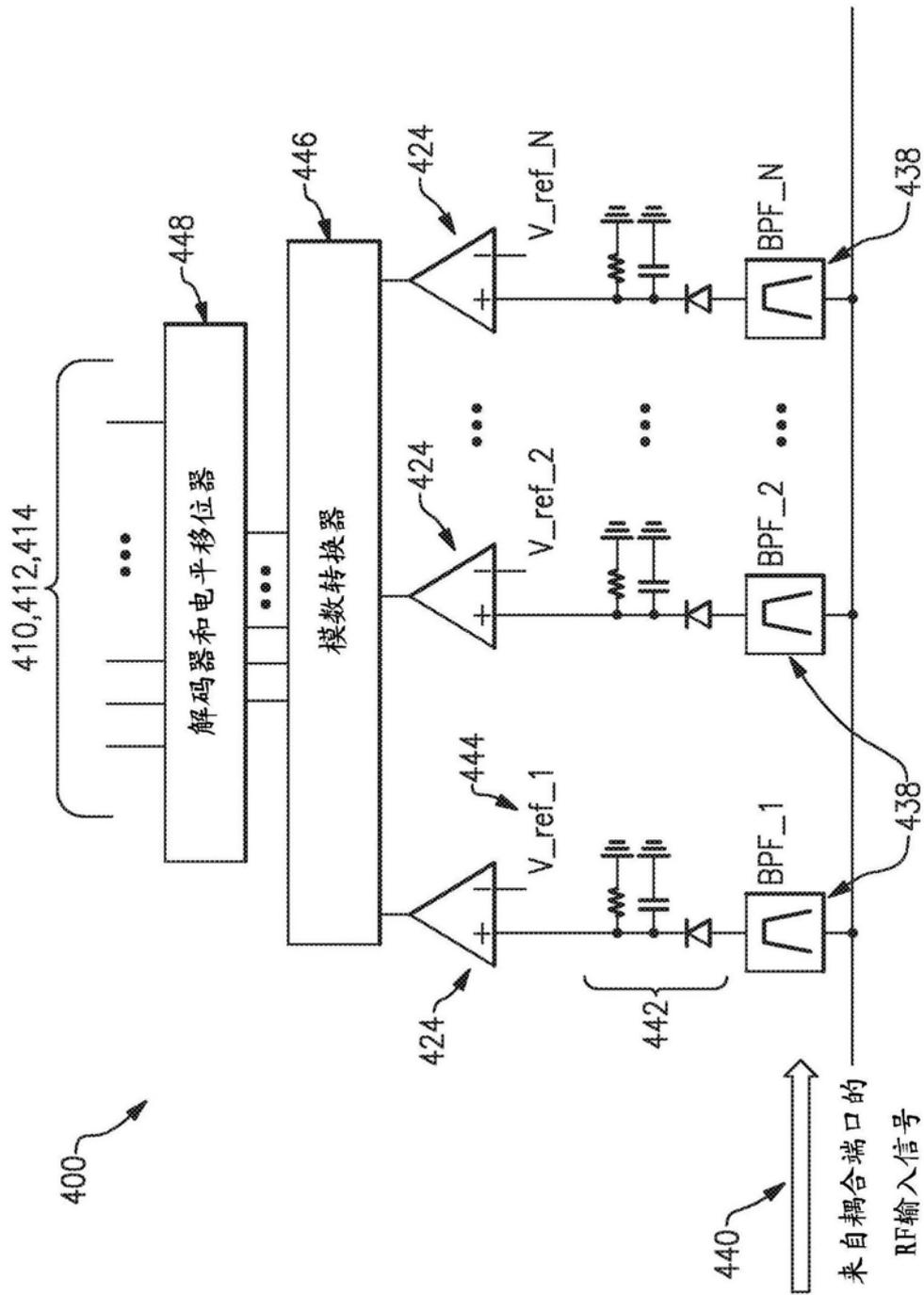


图10

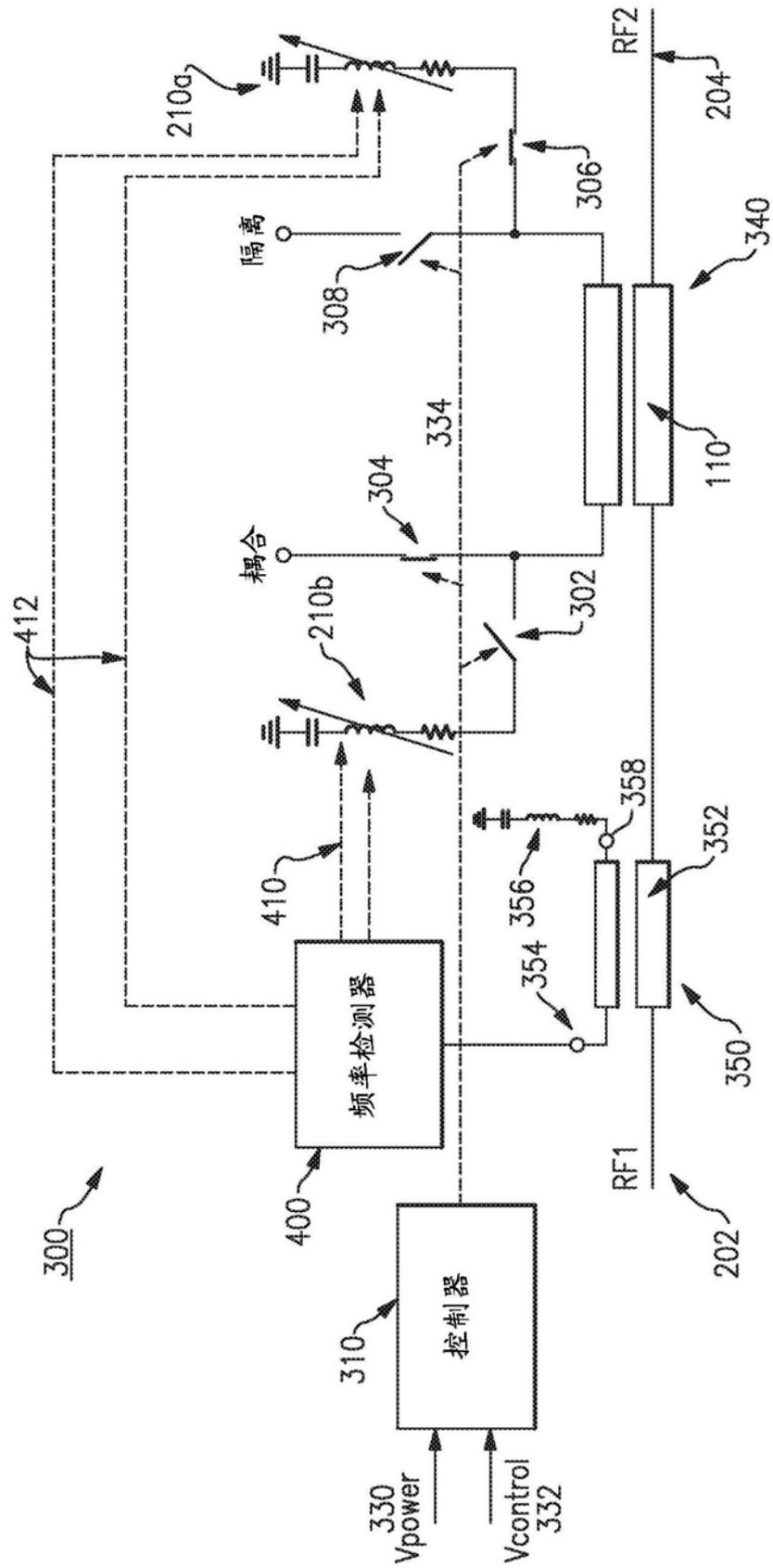


图11A

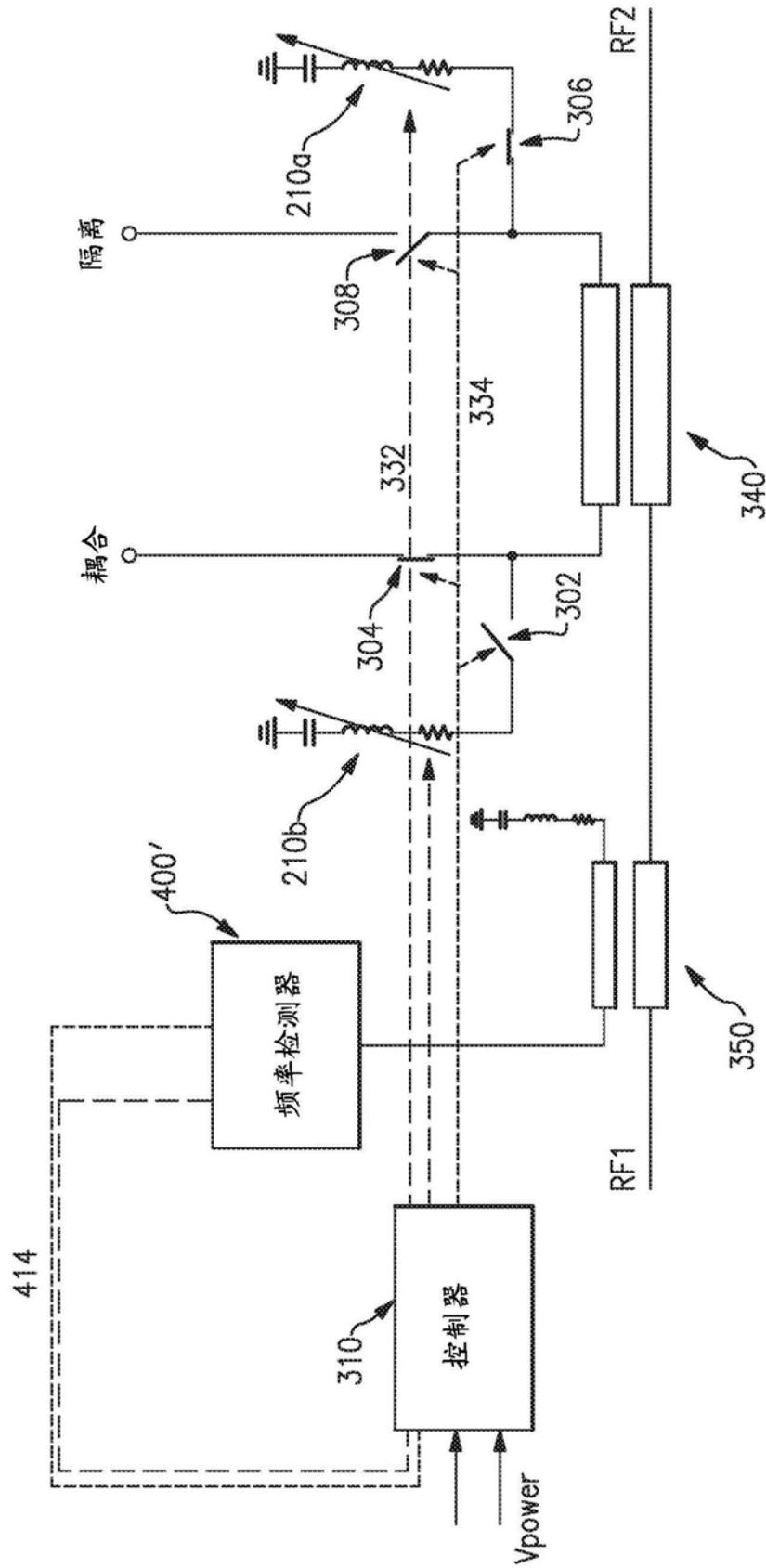


图11B

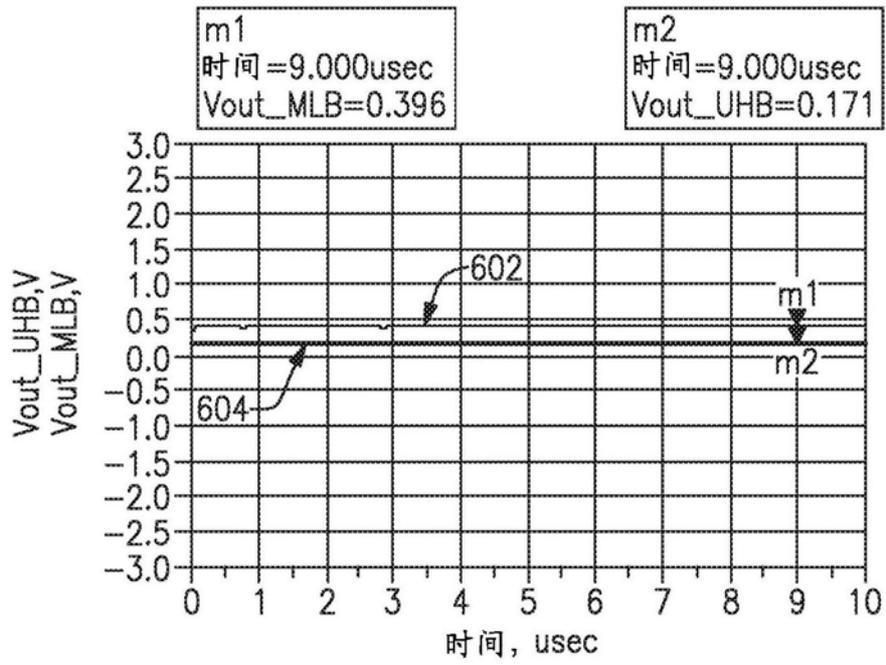


图13A

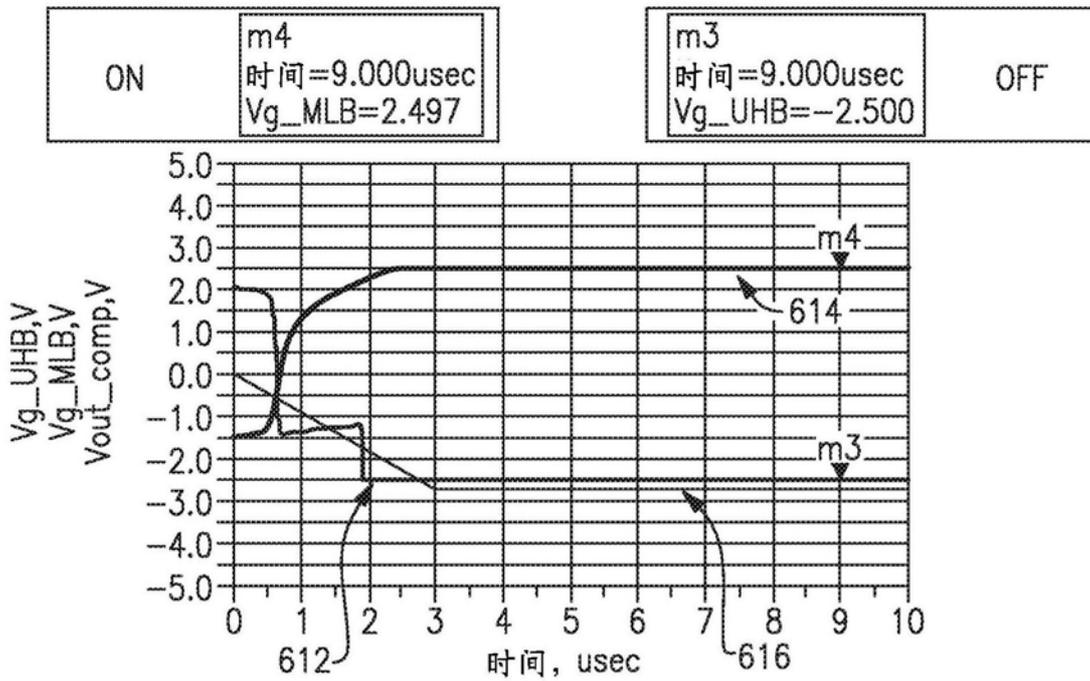


图13B

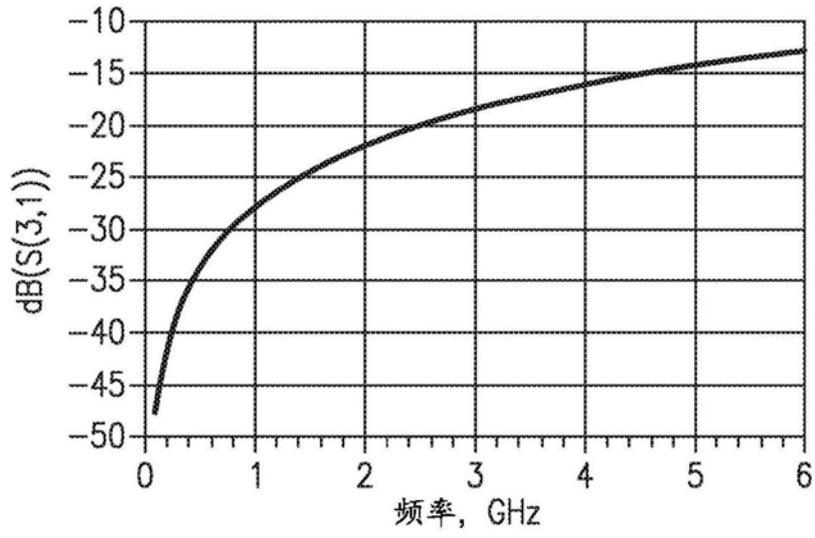


图14A

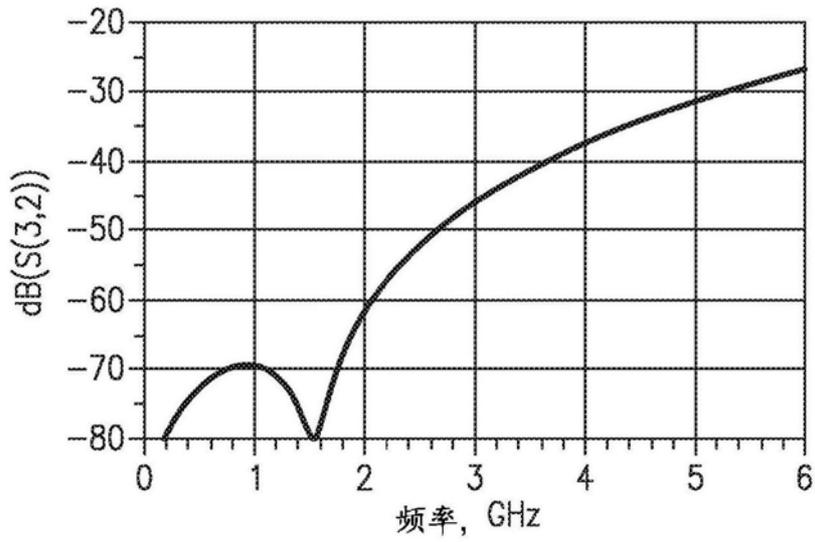


图14B

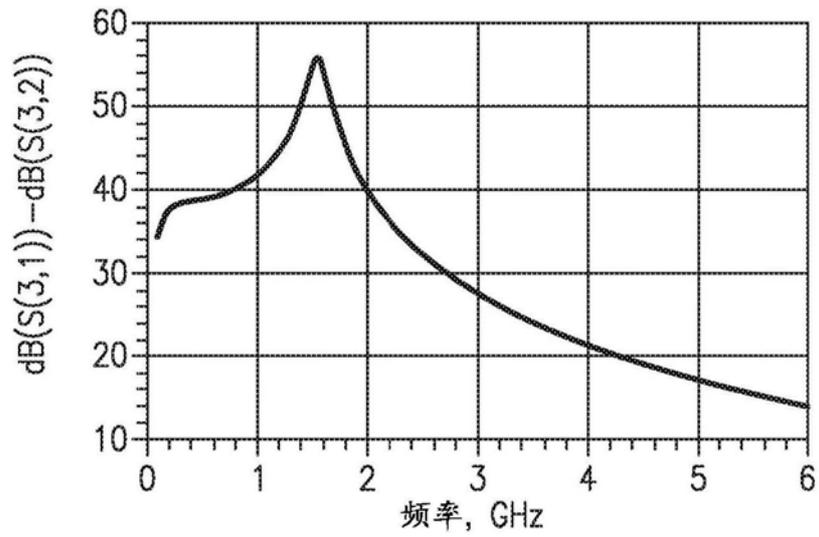


图14C

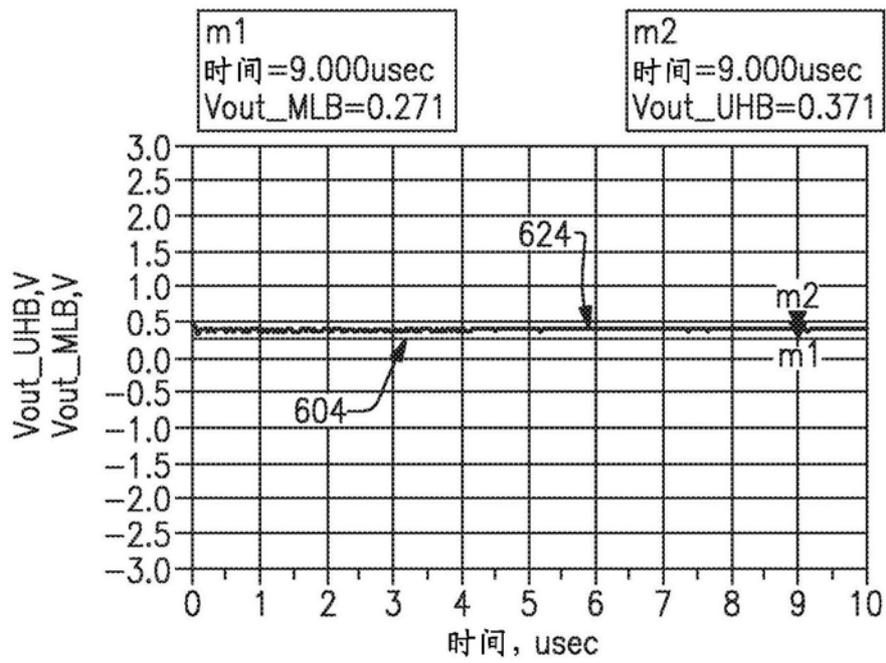


图15A

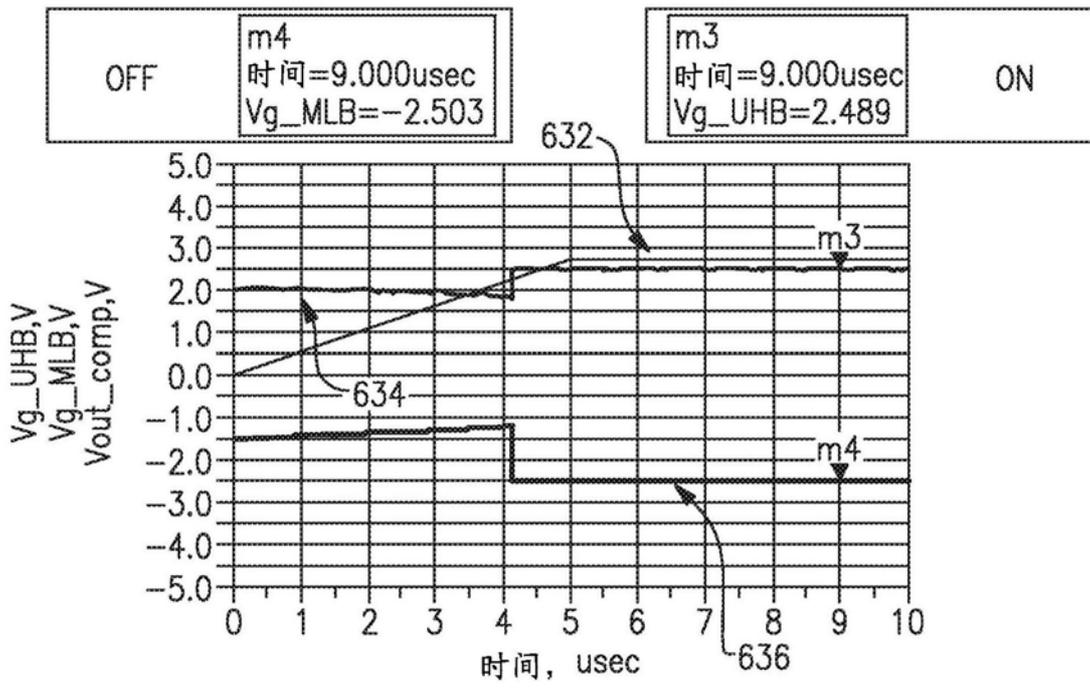


图15B

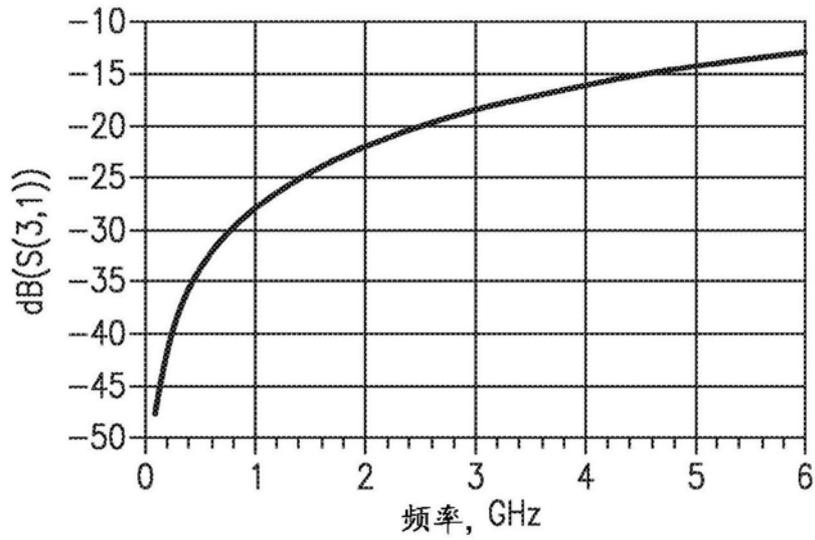


图16A

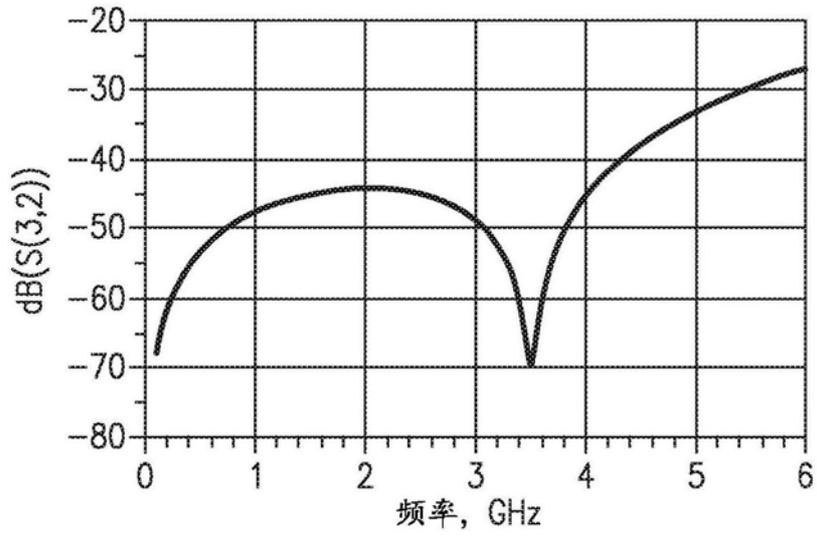


图16B

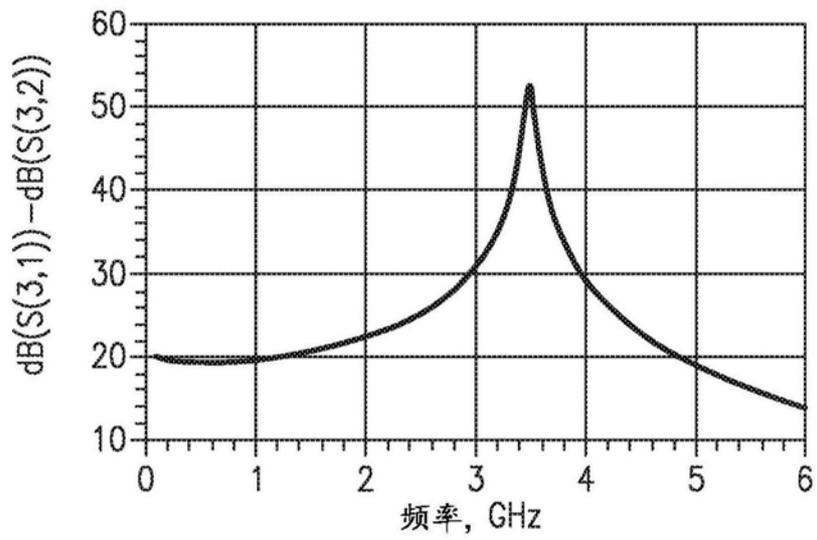


图16C

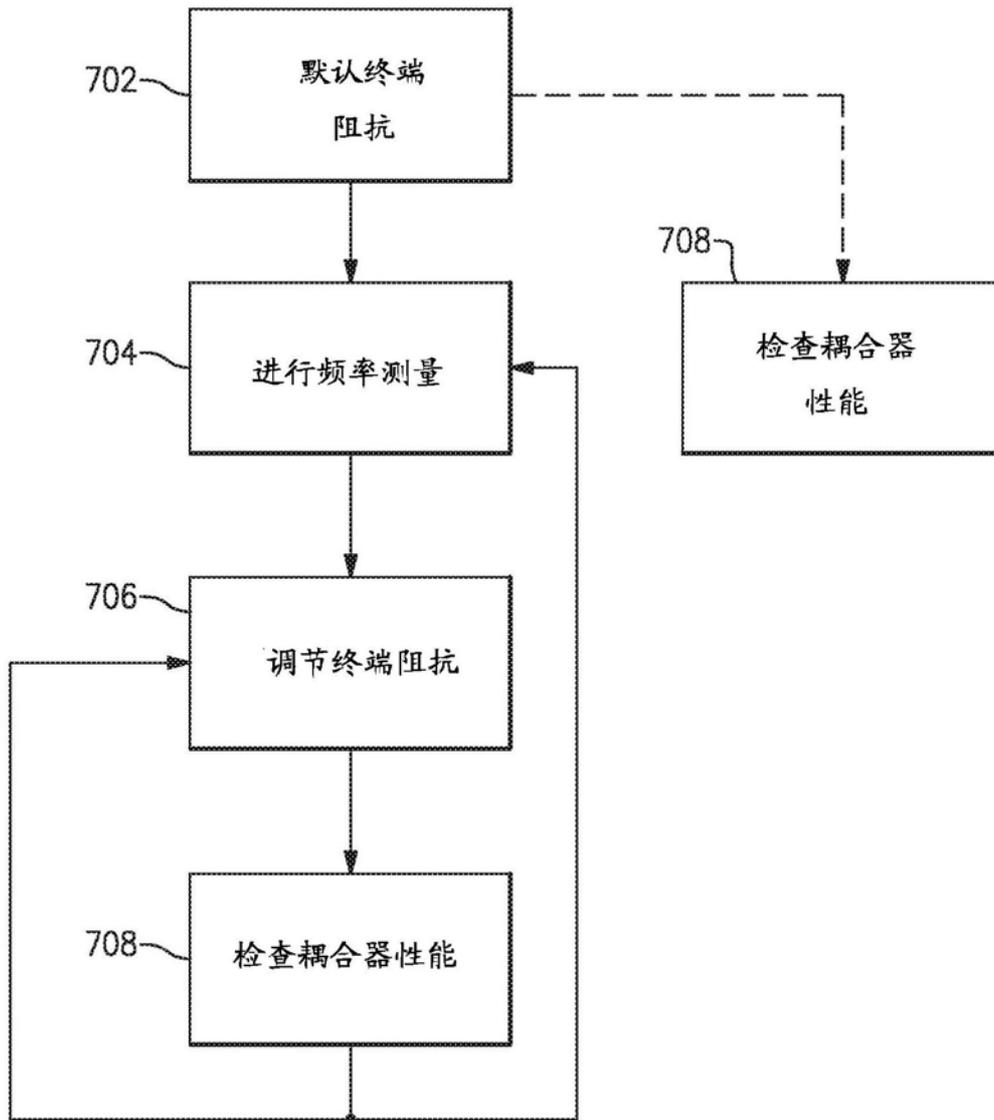


图17

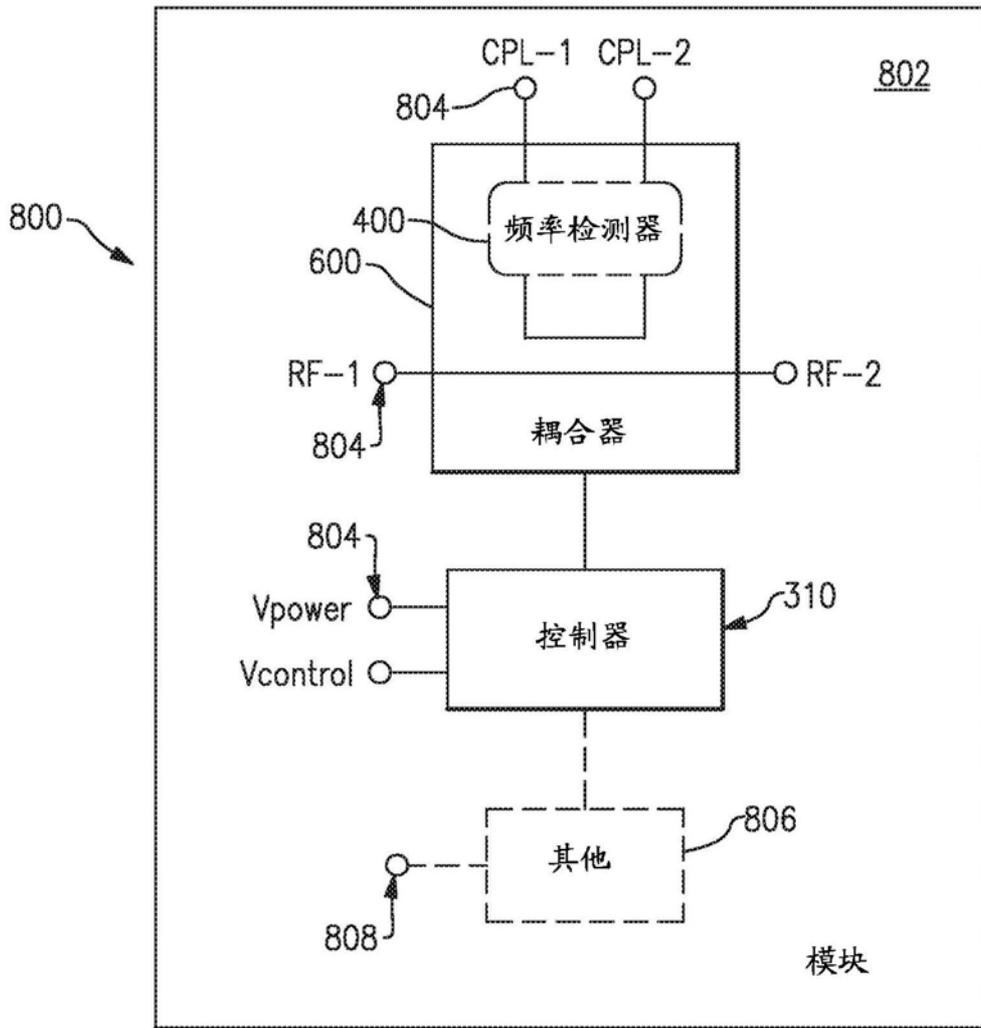


图18A

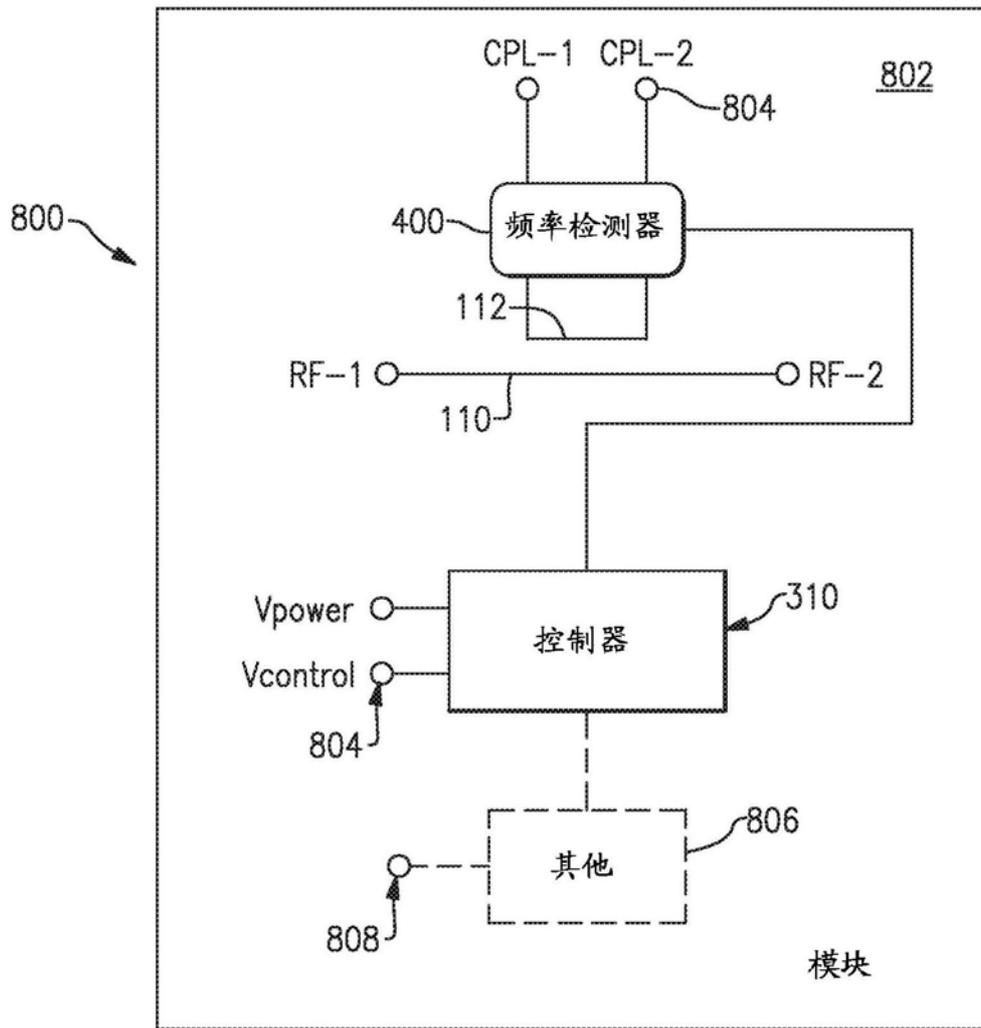


图18B

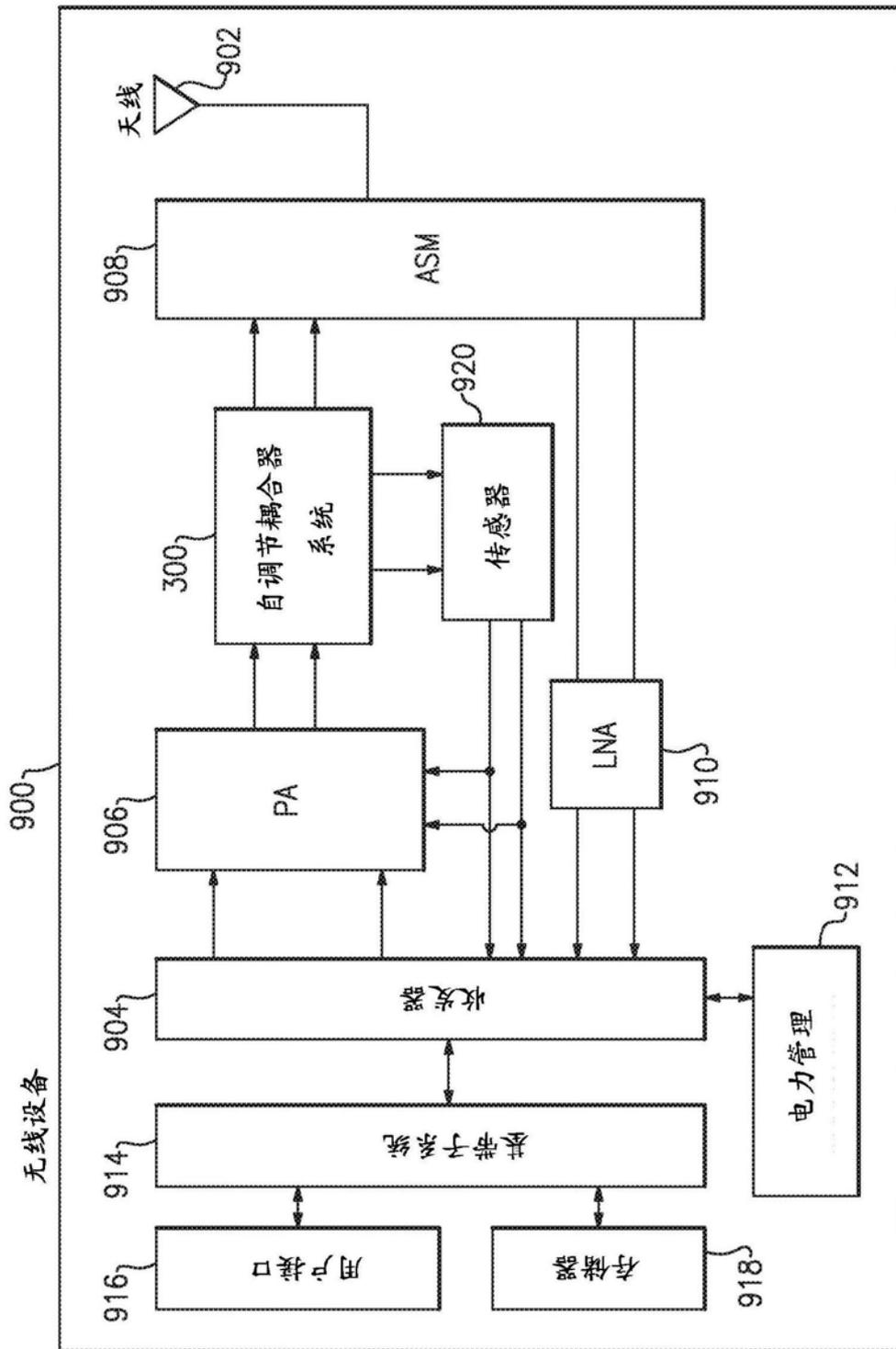


图19