



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103227613 B

(45)授权公告日 2018.11.13

(21)申请号 201310028470.4

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2013.01.25

H03F 1/07(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

(56)对比文件

申请公布号 CN 103227613 A

EP 0966097 A1,1999.12.22,

CN 1866733 A,2006.11.22,

(43)申请公布日 2013.07.31

CN 101197558 A,2008.06.11,

(30)优先权数据

EP 1076412 A2,2001.02.14,

13/360,473 2012.01.27 US

审查员 张莹

(73)专利权人 恩智浦美国有限公司

地址 美国得克萨斯

(72)发明人 A·M·S·阿梅德

M·M·博卡迷乌斯 P·R·哈特

J·斯多丁格 R·E·斯威尼

(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

代理人 冯玉清

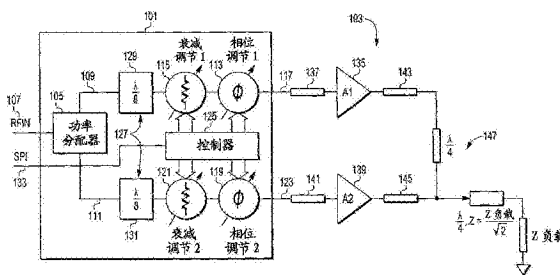
权利要求书4页 说明书9页 附图9页

(54)发明名称

可调功率分路器以及相应的方法和装置

(57)摘要

提供可调功率分路器以及相应的方法和装置。一种可调功率分路器(101)包括:功率分配器(105),具有输入(107)以及第一和第二分配器输出(109、111);第一可调相移器(113)和第一可调衰减器(115),串联耦合到所述第一分配器输出(109)并且提供第一功率输出(117);以及第二可调相移器(119)和第二可调衰减器(121),串联耦合到所述第二分配器输出(111)并且提供第二功率输出(123)。



1. 一种可调射频功率分路器,包括:

功率分配器,具有输入以及第一和第二分配器输出;

第一可调相移器和第一可调衰减器,串联耦合到所述第一分配器输出并且提供第一功率输出;

第二可调相移器和第二可调衰减器,串联耦合到所述第二分配器输出并且提供第二功率输出,所述第一功率输出和所述第二功率输出耦合到Doherty功率放大器,所述第一可调相移器和第二可调相移器分别包括串联耦合的可调相移元件,每个相移元件具有预定量的相移;其中所述第一可调相移器和第二可调相移器分别被数字地控制且具有多个相移状态;以及

控制器,被配置为接收标志由第一可调相移器和第二可调相移器分别应用的相移状态中的一个的数据,并基于该数据,通过激活可调相移元件的组合,控制由第一可调相移器和第二可调相移器应用的相移。

2. 根据权利要求1所述的可调功率分路器,其中,所述第一可调相移器具有八个相移状态。

3. 根据权利要求1所述的可调功率分路器,其中,所述第一可调衰减器被数字地控制且具有多个状态。

4. 根据权利要求3所述的可调功率分路器,其中,所述第一可调衰减器具有八个衰减状态。

5. 根据权利要求1所述的可调功率分路器,其中,所述功率分配器是包括电感电抗和电容电抗的集总元件电路。

6. 根据权利要求1所述的可调功率分路器,还包括固定相移器,其配置为在分别在所述第一和第二功率输出处的第一和第二信号之间增加固定相移。

7. 根据权利要求6所述的可调功率分路器,其中,所述固定相移是用于所述第一功率输出处的所述第一信号的负45度相移和用于所述第二功率输出处的所述第二信号的正45度相移。

8. 根据权利要求6所述的可调功率分路器,其中,所述固定相移器是具有电感电抗和电容电抗的集总元件电路。

9. 根据权利要求1所述的可调功率分路器,还包括用于控制所述可调相移器和可调衰减器的控制器。

10. 一种调节功率分路信号的方法,包括:

将输入信号分路成第一和第二分配器输出处的第一和第二信号;

调节所述第一信号的相移和衰减以在第一功率输出处提供第一所得信号;

调节所述第二信号的相移和衰减以在第二功率输出处提供第二所得信号其中第一可调相移器和第二可调相移器分别被数字地控制且具有多个相移状态,所述第一可调相移器和第二可调相移器分别包括串联耦合的可调相移元件,每个相移元件具有预定量的相移;

由控制器接收标志由第一可调相移器和第二可调相移器分别应用的相移状态中的一个的数据,以及

基于该数据,通过激活可调相移元件的组合,控制由第一可调相移器和第二可调相移器应用的相移。

11. 根据权利要求10所述的调节功率分路信号的方法,其中,对输入信号进行分路还包括使用包括电感电抗和电容电抗的集总元件电路。

12. 根据权利要求10所述的调节功率分路信号的方法,其中,调节所述第一信号的相移和衰减还包括使用分别都被数字地控制的第一可调相移器和第一可调衰减器,其分别都具有多个状态。

13. 根据权利要求10所述的调节功率分路信号的方法,其中在所述第一和第二所得信号之间提供固定相移进一步包括,为所述第一功率输出处的所述第一所得信号提供负45度相移和为所述第二功率输出处的所述第二所得信号提供正45度相移。

14. 根据权利要求10所述的调节功率分路信号的方法,还包括控制所述可调相移器和可调衰减器。

15. 一种可调射频功率分路器,包括:

功率分路器输入;

第一功率分路器输出,其耦合到第一放大器;

第二功率分路器输出,其耦合到第二放大器;

功率分配器,其具有耦合到所述功率分路器输入的功率分配器输入,第一分配器输出,以及第二分配器输出;

第一可调相移器,耦合到所述第一分配器输出;

第一可调衰减器,耦合到所述第一分配器输出且与所述第一可调相移器串联耦合,其中所述第一可调相移器和所述第一可调衰减器被配置来在所述第一功率分路器输出处提供第一输出信号;

第二可调相移器,耦合到所述第二分配器输出;

第二可调衰减器,耦合到所述第二分配器输出且与所述第二可调相移器串联耦合,其中所述第二可调相移器和所述第二可调衰减器被配置来在所述第二功率分路器输出处提供第二输出信号,所述第一可调相移器和第二可调相移器分别包括串联耦合的可调相移元件,每个相移元件具有预定量的相移;

接口;以及

控制器,被配置为经由所述接口接收指示要由所述第一可调相移器和所述第二可调相移器应用的相移以及要由所述第一可调衰减器和所述第二可调衰减器应用的衰减水平的数据,并基于所述数据,通过激活可调相移元件的组合,控制由所述第一可调相移器和所述第二可调相移器以及所述第一可调衰减器和所述第二可调衰减器应用的相移以及衰减水平。

16. 根据权利要求15所述的可调射频功率分路器,其中,所述接口是串行接口。

17. 根据权利要求15所述的可调射频功率分路器,其中:

所述第一可调衰减器和所述第二可调衰减器以及所述第一可调相移器和所述第二可调相移器每一都包括分别控制所述第一可调衰减器和所述第二可调衰减器以及所述第一可调相移器和所述第二可调相移器应用的衰减水平和相移的开关;并且

所述控制器通过控制所述开关的状态控制所述第一可调相移器和所述第二可调相移器以及所述第一可调衰减器和所述第二可调衰减器应用的相移和衰减水平。

18. 根据权利要求15所述的可调射频功率分路器,其中所述数据包括唯一地指定所述

第一可调相移器和所述第二可调相移器的多个状态中的一个状态以及要由所述第一可调衰减器和所述第二可调衰减器应用的衰减水平的多位的值。

19. 一种调节功率分路信号的方法,包括:

将输入信号分路成第一和第二分配器输出处的第一和第二信号;

通过接口接收指示要由第一可调相移器和第二可调相移器应用的相移以及要由第一可调衰减器和第二可调衰减器应用的衰减的数据,其中所述第一可调相移器和所述第一可调衰减器串联耦合在所述第一分配器输出和第一功率输出之间,并且所述第二可调相移器和所述第二可调衰减器串联耦合在所述第二分配器输出和第二功率输出之间,所述第一可调相移器和第二可调相移器分别包括串联耦合的可调相移元件,每个相移元件具有预定量的相移;

基于所述数据,通过激活可调相移元件的组合,控制所述第一可调相移器和所述第二可调相移器以及所述第一可调衰减器和所述第二可调衰减器的状态以实现所述数据中所指示的相移以及衰减;

通过所述第一可调相移器和所述第一可调衰减器调节所述第一信号的相移和衰减以将在第一功率输出处的第一所得信号提供到第一放大器;以及

通过所述第二可调相移器和所述第二可调衰减器调节所述第二信号的相移和衰减以将第二功率输出处的第二所得信号提供到第二放大器。

20. 根据权利要求19所述的方法,其中,

所述第一可调衰减器和所述第二可调衰减器以及所述第一可调相移器和所述第二可调相移器每一都包括分别控制所述第一可调衰减器和所述第二可调衰减器以及所述第一可调相移器和所述第二可调相移器应用的衰减和相移的开关;并且

控制所述第一可调相移器和所述第二可调相移器以及所述第一可调衰减器和所述第二可调衰减器应用的相移和衰减包括控制开关的状态。

21. 根据权利要求19所述的方法,其中所述第一功率输出耦合到所述第一放大器,所述第二功率输出耦合到所述第二放大器,并且其中所述方法还包括:

监视作为信号电平的函数的由所述第一放大器和所述第二放大器中的一者或两者所汲取的功率;以及

基于所述信号电平调节所述可调节衰减器。

22. 根据权利要求19所述的方法,其中所述第一功率输出耦合到所述第一放大器,所述第二功率输出耦合到所述第二放大器,并且其中所述方法还包括:

监视作为信号电平的函数的由所述第一放大器和所述第二放大器中的一者或两者所汲取的功率;以及

基于所述信号电平调节所述可调节相移器。

23. 一种用于与包括多个放大器路径的放大器使用的电路,所述电路包括:

第一串联电路,其包括耦合到第一功率分配器输出的第一输入、耦合到所述多个放大器路径中的第一放大器路径的第一输出、以及串联耦合在所述第一输入和所述第一输出之间的第一可调相移器和第一可调衰减器;

第二串联电路,其与所述第一串联电路并联,所述第二串联电路包括耦合到第二功率分配器输出的第二输入、耦合到所述多个放大器路径中的第二放大器路径的第二输出、以

及串联耦合在所述第二输入和所述第二输出之间的第二可调相移器和第二可调衰减器,其中所述第一可调相移器和第二可调相移器分别被数字地控制且具有多个相移状态,所述第一可调相移器和第二可调相移器分别包括串联耦合的可调相移元件,每个相移元件具有预定量的相移;以及

控制器,被配置为接收标志由第一可调相移器和第二可调相移器分别应用的相移状态中的一个的数据,并基于该数据,通过激活可调相移元件的组合,控制由第一可调相移器和第二可调相移器应用的相移。

24. 根据权利要求23所述的电路,还包括:

功率分配器,其具有功率分配器输入、所述第一功率分配器输出以及所述第二功率分配器输出,其中所述功率分配器被配置来将在所述功率分配器输入处接收的射频(RF)信号划分成在所述第一功率分配器输出和所述第二功率分配器输出处提供的两个RF信号。

25. 根据权利要求23所述的电路,其中所述放大器是Doherty功率放大器,其包括主放大器路径和峰化放大器路径,并且其中所述第一输出耦合到所述主放大器路径,所述第二输出耦合到所述峰化放大器路径。

26. 根据权利要求23所述的电路,还包括:

接口;以及

控制器,被配置为经由所述接口接收指示要由所述第一可调相移器和所述第二可调相移器应用的相移以及要由所述第一可调衰减器和所述第二可调衰减器应用的衰减水平的数据,并基于所述数据,通过激活可调相移元件的组合,控制由所述第一可调相移器和所述第二可调相移器以及所述第一可调衰减器和所述第二可调衰减器应用的相移以及衰减水平。

可调功率分路器以及相应的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及功率或信号分路器,更特别地,涉及用于可调功率或信号分路或划分的技术和装置。

背景技术

[0002] 功率分路器(splitter)或信号分路器或分配器(divider)是已知的。顾名思义,它们被用于将信号划分或分路成两个或更多相同的信号。相同或几乎相同的信号可用于各种系统,在这些系统中,相同的信号被以不同方式或相同方式处理,超过一个所得结果被以某种组合使用以用于某种目的。例如,如果信号受到相同的干扰或失真,从业者可以从相同信号开始,使用微分处理并且减去所得信号以基本消除公共干扰。作为另一示例,一些放大器使用相同信号或从相同信号开始,以截然不同的方式处理这些信号并且然后以某种形式组合所得信号以提供最终放大的信号。

[0003] 在许多始于使用相同信号的情况中,所得处理信号的相对相位对于成功组合而言是关键的。从业者已经在信号路径之一中使用相位调整以试图解决该问题。

发明内容

[0004] 示范性实施例提供一种可调射频功率分路器,包括:功率分配器,具有输入以及第一和第二分配器输出;第一可调相移器和第一可调衰减器,串联耦合到所述第一分配器输出并且提供第一功率输出;以及第二可调相移器和第二可调衰减器,串联耦合到所述第二分配器输出并且提供第二功率输出。

[0005] 示范性实施例还提供一种具有Doherty放大器的可调功率分路器,包括:功率分配器,具有输入以及第一和第二分配器输出;第一可调相移器和第一可调衰减器,串联耦合到所述第一分配器输出且提供第一功率输出;第二可调相移器和第二可调衰减器,串联耦合到所述第二分配器输出且提供第二功率输出;以及射频Doherty功率放大器,具有耦合到所述第一功率输出的主放大器和耦合到所述第二功率输出的峰化放大器。

[0006] 示范性实施例还提供一种调节功率分路信号的方法,包括:将输入信号分路成第一和第二分配器输出处的第一和第二信号;调节所述第一信号的相移和衰减以在第一功率输出处提供第一所得信号;以及调节所述第二信号的相移和衰减以在第二功率输出处提供第二所得信号。

附图说明

[0007] 贯穿各视图,相似的附图标记指示相同或功能相似的元件,附图和下面的详细描述一起包括在说明书中并且形成说明书的一部分,用于示范各种实施例并且说明根据本发明的各种原理和优点。

[0008] 图1以简化和代表性形式示出根据一个或更多实施例的用在Doherty功率放大器系统中的可调功率分路器;

- [0009] 图2以代表性形式示出根据一个或多个实施例的功率分路器和固定相移器的图，其适于在图1的可调功率分路器中使用；
- [0010] 图3示出根据一个或多个实施例的可调衰减器的代表性图；
- [0011] 图4示出根据一个或多个实施例的可调相移器的代表性图；
- [0012] 图5-8示出一个或多个实施例的各种性能数据；以及
- [0013] 图9示出根据一个或多个实施例的调节功率分路信号的方法的流程图，该方法可以与图1的系统结合使用。

具体实施方式

[0014] 总体上说，本公开涉及可调功率分路器及其方法和使用，例如，可调射频功率分路器，更特别地，涉及用于独立调节可调功率分路器的每个输出处的信号的技术和装置，从而可调功率分路器可以被布置和构建为与Doherty功率放大器一起使用。更特别地，将论述和公开与可调功率分路器对应的方法和装置中体现的各种发明概念和原理，该可调功率分路器适于用在放大器或Doherty放大器中以获得改善的效率。

[0015] 提供本公开是为了以使能形式说明在应用时制造和使用根据本发明的各种实施例的最佳模式。本公开还用于增强对发明原理及其优点的理解和认识，而不是用于以任何方式限制本发明。本发明仅由所附权利要求定义，包括在本申请悬而未决期间进行的任何修改以及所公布的那些权利要求的所有等价物。

[0016] 还应理解，关系术语诸如第一和第二、顶和底等的使用(如果有的话)仅用于将一个实体或动作与其他实体或动作区别开，而不一定要求或暗示这些实体或动作之间任何实际的这种关系或顺序。

[0017] 许多发明功能和许多发明原理通过集成电路(IC)或其他结构实现或者实施在其中，所述IC可能包括特定用途IC或具有集成的处理或控制的IC。预期本领域技术人员在这里公开的概念和原理的引导下，虽然可能要非常努力并且根据例如由可得时间、当前技术和经济考量所激发的许多设计选择，将容易地能够以少量实验产生这种IC和结构。因此，为了简洁和最小化模糊本发明的原理和概念的任何风险，这种结构和IC的进一步论述(如果有的话)将被限制到与各种实施例的原理和概念相关的本质。

[0018] 参照图1，将简要论述和说明根据一个或多个实施例的用在例如Doherty功率放大器系统中的可调功率分路器的高度简化的代表性图。如图1所示，可调功率分路器101或射频功率分路器耦合到放大器，或与放大器一起使用，或驱动放大器，具体而言，Doherty放大器或Doherty功率放大器103。

[0019] 可调功率分路器101包括功率分配器105，其具有输入107以及第一和第二划分器输出109、111。功率分配器105操作为将输入107处的信号划分或分路为两个(在其它实施例中或者更多一未具体显示)信号，这些信号是在一些实施例中具有相等功率的相同或非常接近相同的信号。由于所得信号每个比输入处的信号小3dB，所以功率分配器的这种相等功率形式通常被称为3dB分配器。虽然3dB分配器是典型的，但是在一些应用中可以构造和使用带有多个输出或带有不相等信号的输出的其它分配器。功率分配器的一个或多个实施例可以是包括电感电抗和电容电抗的集总元件电路，如下面将参照图2进一步论述的那样。

[0020] 如图1所示，可调射频功率分路器101中还包括第一可调相移器113以及在一些实

施例中的第一可调衰减器115,其串联耦合到第一分配器输出109且配置为用于提供第一功率输出117。将理解,可调相移器和可调衰减器可以以任何顺序彼此串联耦合,即如所示的那样相移器跟着衰减器,或反之亦可。可调射频功率分路器101中还包括第二可调相移器119以及在一些实施例中的第二可调衰减器121,其串联耦合到第二分配器输出111并且配置为用于提供第二功率输出123。如上所述,这些元件彼此串联耦合的顺序可以改变。

[0021] 在可调功率分路器101的各种实施例中,第一和通常存在的第二可调相移器113、119每个例如被控制器125数字地控制且具有多个状态。在一个或多个实施例中,第一可调相移器113和通常存在的第二可调相移器119每个具有八个相移状态。将理解,第一和第二相移器可具有不同的相移状态,覆盖不同的范围和具有不同的步幅,虽然通常它们将是本质上相同的。虽然被数字地控制,但是在许多实施例中可调相移器是模拟相移器。可调相移器113、119的一个或多个实施例将在下面参照图4进行论述。

[0022] 在可调功率分路器101的各种实施例中,第一和通常存在的第二可调衰减器115、121每个例如被控制器125数字地控制且具有多个状态。在一个或多个实施例中,第一可调衰减器115和通常存在的第二可调衰减器121每个具有八个衰减状态或衰减水平。将理解,第一和第二衰减可具有不同的衰减状态,覆盖不同的衰减范围和具有不同的衰减步幅,虽然通常它们将是本质上相同的。虽然被数字地控制,但是在许多实施例中可调衰减器是模拟衰减器。可调衰减器115、121的一个或多个实施例将在下面参照图3进行论述。

[0023] 可调功率分路器101的一些实施例还包括固定相移器127,其配置为用于在分别在第一和第二功率输出117、123处的第一和第二信号之间增加固定相移。在一些实施例中,可以是固定且预定的相移例如90度被添加到一信号路径,即输出109与功率输出117之间的路径或者输出111与功率输出123之间的路径。在某些应用例如Doherty放大器103中,90度相移被添加到放大器中的一条路径,固定相移可用于抵销该放大器相移。在一些实施例中,固定相移是用于第一功率输出117处的第一相移的沿一方向(负或正)的相移,例如负相移 $\lambda/8129$,诸如负45度相移,和用于第二功率输出123处的第二信号的沿一相反方向的相移,例如正相移 $\lambda/8131$,诸如正45度相移。使用45度相移在功率输出117、123的信号之间产生90度相移。相移器127或者负相移129和正相移131可以是具有电感电抗和电容电抗的集总元件电路,如下面将参照图2进一步论述的那样。

[0024] 如上所述,可调功率分路器101通常还包括控制器125,其被配置且布置为控制或用于控制可调相移器和可调衰减器。控制器125可以经由接口133被提供有数据,诸如串行接口,在一些实施例中为串行外围接口(SPI),其如所知的那样通常包括数据输入和输出、时钟信号和芯片选择线。各种方案和变型或这些方案的组合可以被控制器所使用。一般如下面将要说明的那样,对衰减器或相移器的控制相当于控制开关,通常是固态或集成开关,诸如某种形式的场效应晶体管开关。因此,控制器可以被提供有所有衰减器和相移器中的所有开关的状态信息且本质上充当一个或多个锁存缓冲器,其输出被布置和耦合为确保所有开关处在适当的接通或截止状态。替选地,控制器可以实质上被提供有地址,或者两个或更多地址,该地址(一个或更多)唯一地指定每个衰减器和相移器的状态。例如,如果所有相移器和衰减器是8状态器件,用于每个器件的3位地址将唯一地指定适当的状态,4个这种地址可以被提供给控制器,控制器将每个地址转变成用于每个衰减器和相移器的适当控制信号并且锁定在这些值中,等等。在另一些实施例中,用于四个器件中的每个器件的相移和衰

减量可以被发送到控制器,并且控制器可以决定适当的状态以实现所需的相移和衰减。从业者从这些或其它方案或组合中自由选择以对可调衰减器和可调相移器进行和保持适当的调节。

[0025] 除了可调功率分路器101之外,示出了射频Doherty功率放大器103,其中该放大器包括主放大器135和峰化(peaking)放大器139,主放大器135经由匹配网络或电路137耦合到第一功率输出117,峰化放大器139通过其匹配电路141耦合到第二功率输出123。如本领域普通技术人员将意识到的那样,主放大器和峰化放大器由低电平放大和更高功率电平放大的一个或多个构成。主放大器和峰化放大器分别经由输出匹配电路143、145耦合到Doherty组合器147,如所知的那样,组合器147配置为使主放大器为低电平信号提供放大,并且两个放大器相结合从而为高电平信号提供放大。这通常通过例如对主放大器进行偏置从而它以AB类模式操作并且对峰化放大器进行偏置从而它以C类模式操作来实现。更复杂的实施例是可行的,其中可调功率分路器具有三个输出,Doherty放大器具有主放大器和两个峰化放大器,每个峰化放大器被偏置在不同的C类操作点。以这些方式中的一种或多种方式,放大器的总体效率/线性可以在更宽范围的信号电平上得到改善。对可调衰减器和可调相移器的调节可通过监视作为信号电平等的函数的由峰化级或主级或二者所汲取的功率而以实验方式进行。在某些信号电平处,峰化放大器应开始运行,记住这点可进行幅度和相位调节。

[0026] 图1示出与Doherty放大器一起使用的可调功率分路器的附加特征,这些特征已在上面被论述或者将在下面被更详细地论述。例如,第一和第二可调相移器以及第一和第二可调衰减器被数字地控制,每个都具有多个状态,例如8个状态或者更多或更少状态。功率分配器可以是包括一个或多个电感电抗和电容电抗以及其它元件的集总元件电路。集总元件电路还可包括配置为向第一功率输出处的第一信号提供负45度相移的第一集总元件相移器和配置为向第二功率输出处的第二信号提供正45度相移的第二集总元件相移器。如前所述,与Doherty放大器一起使用的可调功率分路器还可包括用于控制可调相移器和可调衰减器的控制器。

[0027] 参照图2,将简要论述和说明根据一个或多个实施例的功率分路器和固定相移器的代表性图,这些实施例适合用于图1的可调功率分路器中。在图2以及所有后面的图中,相似的附图标记将指示与其它附图相似的特征。图2示出至功率分配器201的输入或RF输入107,功率分配器201具有第一输出或分配器输出109以及第二输出或分配器输出111(与图1编号相同的I/O)。所示的功率分配器实施有一个或多个集总元件电感电抗203、209和一个或多个电容电抗205、207,以及电阻损耗或电阻器211。如所示,分流(shunt)电感203或电感器从输入耦合到参考节点(接地)204。这个电感将操作来减小输入处的任何低频率信号中的功率。两个串联电容205、207或电容器205、207从输入分别耦合到第一分配器输出109和第二分配器输出111。通常,对于3dB分路器,这些电容将一般相等地赋值。串联耦合的电感209和电阻211被耦合在第一和第二分配器输出之间且操作来平衡这些输出处的信号。电感器和电容器以及电阻器的实际值将根据操作频率和操作阻抗而改变。通常,分流电感器203与电容器207的组合形成在107(例如,100欧姆)至111(例如,50欧姆)之间表现出阻抗转变的高通结构。类似地,电感器203与电容器205的组合形成在107(例如,100欧姆)至109(例如,50欧姆)之间表现出阻抗转变的高通结构。电阻器211与电感器209的组合在节点111和

109处产生50欧姆(标称的)的奇模阻抗。元件如此组合,使得节点107、109和111每个都表现出(例如)50欧姆的阻抗,并且还可以选择元件的组合使得相等或不相等的功率分路为从107到111和从107到109。普通技术人员可以容易地且实验地确定用于给定应用的适当值。功率分路器的替选实施例可以使用传输线,虽然注意到在集总元件实施例那样宽的带宽上这些实施例可能不是一样有用(例如,物理尺寸大得多)。

[0028] 图2还示出根据固定相移器127(更具体地,两个固定但反方向的相移器)的固定相移器的实施例。一个是负相移229,诸如负45度相移,其耦合到分配器输出109并且提供至可调衰减器115(见图1)的输出。该负相移229对应于图1的负相移129。负相移229是集总元件电路,其具有或实现有从分配器输出109耦合到可调衰减器115的电感电抗233且还具有从分配器输出109耦合到参考节点(接地)204的输入电容电抗235和从可调衰减器115输入耦合到参考节点204的输出电容电抗237或电容器。电感器和电容器的比值将取决于操作阻抗和信号频率,但可以由从业者实验地确定而没有不适当的实验。

[0029] 另一固定相移是正相移231,诸如正45度相移,其耦合到分配器输出111并且提供至可调衰减器121(见图1)的输出。正相移231对应于图1的正相移131。正相移231是集总元件电路,具有从分配器输出111耦合到公共节点240的输入电容电抗239以及从公共节点240耦合到可调衰减器121输入的输出电容电抗或电容器。还包括从公共节点240耦合到参考节点(接地)204的电感电抗233。电感器和电容器的比值将取决于操作阻抗和信号频率,但可以由从业者实验地确定而没有不适当的实验。

[0030] 参照图3,将论述和说明根据一个或多个实施例的可调衰减器的代表性图。图3示出适合在图1的可调功率分路器中使用的可调衰减器的代表性实施例。图3示出至第一可变衰减器303的输入301(类似于图1中至可调衰减器115或121的输入),该输入提供0dB或2dB的衰减,其中当 b_{2304} 高于或等于1时提供2dB。第一可变衰减器是电阻性分配器,在该分配器附近有开关(未具体显示)。控制线 b_2 打开该开关。第一可变衰减器303耦合到第二可变衰减器305,第二可变衰减器305提供输出307处(类似于图1中至113、119的输入)的衰减信号。第二可变衰减器被更详细地显示并且布置且配置为以0.5dB的步幅提供0dB至1.5dB的衰减,即0dB、0.5dB、1.0dB或1.5dB的衰减,其中这些台阶或衰减可被称为负增益(例如,-0.5dB的增益)。因此,取决于控制信号状态,可调衰减器303和307的串联组合可以提供从0dB上至3.5dB的衰减,即通过衰减器305走过0-1.5dB,然后通过衰减器303带到2dB,并且通过衰减器305走过或重复这些步幅,达到0-3.5dB。

[0031] 图3还示出输入信号 b_0 、 b_1 和由输入信号 b_0 、 b_1 产生的开关控制信号 S_1 - S_4 以及作为 S_1 - S_4 的特定组合的函数的预期衰减的表格309。通过观察, S_1 是 b_0 、 b_1 的逻辑OR的反(NOR),即仅在两个输入都为低时其为高,否则其就为低。类似地, S_2 是 b_0 、 b_1 的OR,即如果任一输入为高则其为高。此外, S_3 等于 b_0 , S_4 是 b_0 、 b_1 的逻辑AND,即,仅在两个输入都为高时其为高。

[0032] 更详细地,第一可调衰减器303耦合到电容311,电容311对于关注的信号将有接近零的阻抗,该电容耦合到电阻器313,其是相对高的值并且用于偏置目的。电源噪声通过电容器314耦合到接地。电容器311还耦合到开关 S_{1315} 、开关 S_{2317} 以及电阻器319。当 S_1 接通时($s_1=1$ 或为高),由于对于关注的信号输出电容器是接近零的阻抗,所以电容器311处的输入信号在经 S_1 耦合到输出电容器321且因此到输出307时将有接近于零的衰减(亦见于表的

第一行)。当S1截止且S2接通时($s_1=0, s_2=1$ 或为高),电容器311处的输入信号将耦合到电阻器323且从那里到输出电容器321。输入信号还将通过电阻器319和324的串联组合耦合到输出电容器321。给定操作频率和阻抗,选择与电阻器319、324的串联组合并联的电阻器323以提供0.5dB的衰减(亦见于表的第二行)。如果除了S2接通之外开关S3325也被接通($s_3=1$ 或为高),那么在电阻器319、324之间的节点处的信号将经由电阻器327耦合到电容器328且因此接地。这将会提高衰减,选择电阻器327使得用开关的该组合提供附加的0.5dB或总共1.0dB的衰减(亦见于表的第三行)。如果除了S2和S3之外,开关S4331被接通($s_4=1$ 或为高),那么将增加与电阻器327并联的电阻器333,信号将被进一步衰减。选择电阻器333从而为输出处的信号进一步增加0.5dB以获得总的1.5dB的衰减(亦见于表的第四行)。给定带有操作频率和阻抗的具体应用,普通技术人员可以通过计算或实验确定电阻器的适当的值。

[0033] 参照图4,将论述和说明根据一个或多个实施例的可调相移器的代表性图。图4所示的可调相移器是由代理人文档号No. RA48767ZC46=072标识的具有与本申请的优先权申请相同的提交日的STAUDINGER做出的题为“A DELAY LINE PHASE SHIFTER WITH SELECTABLE PHASE SHIFT”的共同未决专利申请的主题的一实施例,该申请通过引用合并于此。

[0034] 图4示出根据一个或多个实施例的带有可选择相移的相移器或延迟线相移器的高水平概要图。在图4中,带有可选择或可变相移的可调相移器400以代表性方式示出。相移器400有来自图1中的可调衰减器115或121的输入或用于输入信号例如射频(RF)信号的信号输入和耦合到分配器或分配器功率输出117、123的输出或用于输入信号的相移变体例如RF信号的相移变体的信号输出。输入103和输出105之间是一个或多个可切换相移元件或电路,具体包括相移元件401、411、421以及如所示地串联耦合的可附加的相移元件或电路431。

[0035] 一般而言,在许多实施例中且如下面将要进一步论述和说明的那样,提供所示的开关,为每个相移元件401、411、421提供一对单掷开关a、b。每个相移元件可以被设计、布置和配置为提供某一预定量的相移。如果从业者需要覆盖某一范围的相移和需要相移的某一分辨率,可有利的是设计相移元件中的第一个或之一以提供标称0或极小相移与所需的最小相移步幅(即,分辨率)之间的选择,下一个或另一个相移元件配置为提供所需的极小或 $2x$ 最小步幅。这样,用两个相移元件,通过激活a、b开关的不同组合,可以提供接近零、 $1x$ 、 $2x$ 和 $3x$ 的小相移步幅。增加具有 $4x$ 相移的另一个相移元件允许8个状态,对应于0到 $7x$ 最小步幅,以此类推。相移元件的数量将通过所需分辨率(步幅大小)以及需要覆盖的相范围(步幅数量)决定。例如,如果想要用7度的分辨率覆盖49度,那么将需要包括0的8个状态,这可以用3个相移元件实现,等等。

[0036] 更详细地,可切换相移元件或电路401(以及其它类似相移元件)还包括耦合于从输入通过开关403或替代地在开关405接通时通过相移电路407至输出410之间的第一信号路径。第一信号路径在通过接通或激活开关403或集成电路开关而被激活时将为通过第一信号路径耦合的信号提供接近零的相移。还包括经由相移电路407(开关405接通)耦合在输入和输出410之间的第二信号路径。第二路径配置为用于为通过第二信号路径耦合的信号提供第二相移。基本上,开关403在第一路径和第二路径之间或在零和某一相移之间进行选择。当选择第一信号路径时,通过接入损耗电路,即电阻409(断开开关405),介入损耗

(insertion loss)在第一路径和第二路径之间变得相等。开关403、405、413、415、423以及425等由控制电路例如控制器125或另一控制器或锁存器所控制,该控制电路可以替代地被视为带有可选择的相移的相移器的一部分。

[0037] 在这些实施例或其它实施例中,当开关或集成电路开关403被激活(接通)且因此选择第一信号路径时,电阻性损耗电路或电阻器409被接入(开关405断开)并且被配置或设定值以平衡所述第一路径的第一介入损耗和第二信号路径被选择时(即,开关403断开,开关405接通)预期的第二插入损耗。

[0038] 图4所示的相移电路407的各种实施例还可包括在公共节点处串联耦合到第二电抗或电感器的第一电抗或电感器以及从公共节点耦合到参考节点例如地电势的分流电路。在不同的实施例中,分流电路还包括与电阻损耗或电阻器409串联的第三电抗或电容器,开关或集成电路开关405与电阻器409并联。一实施例使用集总元件电感器和金属绝缘体金属电容器以及用于开关的赝高电子迁移率晶体管(pHEMT)。

[0039] 当第一开关或第一集成电路开关403接通、导体或激活时,选择第一信号路径(提供绕第二信号路径的短路),当第一开关403断开、截止或未激活时,取消选择(断开)第一信号路径且信号通过第二信号路径和电抗相移或改变电路407被路由。当第一开关403接通时,第二开关405将断开,由此将电阻损耗电路49增加至电抗电路407。可以通过实验过程来选择当第一信号路径被选择时的该附加损耗,即选择电阻器值,以平衡选择第一信号路径时的介入损耗和选择第二信号路径时的介入损耗,由此去除相移和介入损耗之间的任何关系。通常,电阻损耗电路或电阻器将比集成电路开关的接通电阻大若干数量级。

[0040] 与第一信号路径串联的第一开关403或集成电路开关以及用于接入电阻损耗电路409的第二开关405或集成电路开关被择一激活(当403导通或接通时,405截止或断开,反之亦然)。类似地,相移元件或电路411能包括与第三信号路径串联的第三开关S2a413或集成电路开关以及用于接入第二电阻损耗电路419的第四开关S2b415或集成电路开关,其中第三和第四开关或集成电路开关被择一地激活(当一个接通时另一个断开)。在一些实施例中,第一(以及第二)电阻损耗电路是与第二(以及第四)集成电路开关并联的电阻器,第一(以及第二)电阻损耗电路通过断开第二(以及第四)集成电路开关而被接入,由此平衡第一和第二(以及第三和第四)介入损耗。

[0041] 控制电路布置为控制第一、第二、第三以及第四开关。如上所述,在一些实施例中,控制电路配置为通过激活第一、因此第二、以及第三、因此第四集成电路开关中的一个或更多而从极小相移、第一相移、第二相移以及第一加第二相移的可得状态中选择至少一个状态。为了顺序地(接近零相移至第一加第二相移)选择状态,开关403、413接通以用于接近零相移,开关405、413接通以用于第一相移,开关403、415接通以用于第二相移,开关413、415接通以用于第一加第二相移。在以上中应理解,未指定或未指明的开关是截止的。如上所述,每次另一可切换相移元件或电路被增加时,例如带有开关423、425的421,可能状态数可以加倍并且给定步幅大小的相移范围因此可以加倍,或者替代地对于给定范围,分辨率可以加倍,即步幅大小可以减半。

[0042] 除了可能选择激活开关的时间以及对输入进行解码之外,对于很多实施例,控制器125或控制电路可被视为寄存器或缓冲器,用于存储开关状态(接通或截止)信息,具有耦合到各开关的一输出。控制电路可以通过输入133被编程或加载。这些输入可以简单地相

移器指定状态,然后该状态通过控制电路被解码为开关状态,或者输入可以是每个开关的状态或指定需要多少相移,然后控制电路决定适当的状态。输入可以通过串行外围接口(SPI)发送到控制电路。如上所述,这是基本已知的串行接口。

[0043] 参照图5-8,将论述和说明示出一个或多个实施例的各种性能的各种实验数据。图5-6显示了对于各种衰减器设置,作为相位的函数的效率和线性度,其中数据从使用可调功率分路器的一组放大器晶体管和一个放大器以47dBm的功率输出采集。图5具体示出水平轴501上的从0度到大约45度的相位调节,且绘示了对于8种不同的衰减器设置505作为相位变化的函数的垂直轴503上的效率百分比。这8种设置由8个线条曲线图507表示,每0.5dB的衰减器设置增量有一个曲线图。作为一例子,在大约40度处,从上起第二条线,即具有3dB的衰减,显示了大约55%的效率。图6显示了作为相位调节或相移的函数的线性度。相移示在水平轴601上,线性度(相邻信道功率比—相对于载波的dB上侧)在垂直轴603上,针对8种不同的衰减器设置605。这8种设置由8个线条曲线图607表示,每0.5dB的衰减器设置增量有一个曲线图。作为一例子,在大约40度处,从顶部起的第二条线,即具有3dB的衰减,显示了大约55dBc的线性度。通常,使用该数据的方式是选择提供可接受的线性度(55dBc)和最佳效率(在该例中大约55%)的衰减和相移。

[0044] 图7-8显示了晶体管的20种随机组合的放大器性能,其中这些晶体管从非平均的批次选择。随机组合每个被插入到放大器固定装置,在有47dBm的输出功率时进行测量。图7具体显示了在载波上下侧的相邻信道功率比701,测量结果显示在垂直轴703上。针对固定的或标称的相位设置704以及针对优化的相位设置705进行测量。示出了典型的产品规格或限制706。在每种条件下针对所有组合的所有测量以方框示出,针对较低和较高侧的固定相位条件示于方框707中,针对较低和较高侧的优化相位条件示于方框709中。通过观察,对于固定或标称相位设置,许多组合未过产品限制706,而对于优化相位设置,全部组合好于限制。此外,固定相位情况中的中值测量711远在限制之上且朝向方框的一端,而对于优化相位情况,中值测量713良好地在产品限制内并且更接近方框中央。图8在垂直轴801上示出针对固定或标称相位设置803和优化相位设置805,对于在利用数字预失真(DPD)的Doherty放大器中的随机组合,所测量的%效率,所测量的效率分别示于方框806、807中。通过观察,%效率改善了1至3%,平均改善大约2%。

[0045] 参照图9,将论述和说明根据一个或多个实施例的包括在能与图1的系统结合使用的调节功率分路信号或功率分路器的方法中的示范性过程的流程图。将理解,该方法使用了很多上面详细论述的发明概念和原理,因此该描述将有一定总结的性质,各种细节基本可以在前面的描述中获得。该方法可以实现在前面描述的一个或多个结构或装置中或其它类似地配置和布置的结构中。将理解,该方法可以根据需要被多次执行或根据需要而被连续执行。

[0046] 图9所示的调节功率分路信号或功率分路器的方法包括将输入信号分路901成第一和第二分配器输出处的第一和第二信号。这可以包括使用包括电感电抗和电容电抗的集总元件电路。这还可能需要提供具有输入以及第一和第二分配器输出的功率分配器或分路器,其中所述功率分配器配置为将输入信号分路成在第一和第二分配器输出处的第一和第二信号。所述提供可包括提供包括电感电抗和电容电抗的集总元件电路。

[0047] 图9的方法中还包括调节903第一信号的相移和衰减以在第一功率输出处提供第

一所得信号,其可以包括例如使用各自被数字控制的第一可调相移器和第一可调衰减器,其每个具有多个状态。在一些实施例中,这可以包括设置第一可调相移器和第一可调衰减器,所述第一可调相移器和第一可调衰减器串联耦合到第一分配器输出并且被布置和配置为对第一信号进行相移和衰减以及在第一功率输出处提供第一所得信号。这些可以每个都被数字控制,每个都具有多个状态,例如8个状态。

[0048] 接下来显示的是调节905第二信号的相移和衰减以提供第二功率输出处的第二所得信号;调节905可以包括例如使用各自被数字控制的第二可调相移器和第二可调衰减器,其每个具有多个状态。在某些情况下,这可以通过设置第二可调相移器和第二可调衰减器来实现,所述第二可调相移器和第二可调衰减器串联耦合到第二分配器输出并且被布置和配置为对第二信号进行相移和衰减以及提供第二功率输出处的第二所得信号。再一次地,这些可以每个都被数字控制,每个都具有多个状态。

[0049] 在一些实施例中,该方法包括提供907第一和第二所得信号之间的固定相移,提供907可进一步包括例如为第一功率输出处的第一所得信号提供负45度相移和为第二功率输出处的第二所得信号提供正45度相移。再一次地,设置固定相移器,其被布置和配置为提供第一和第二功率输出处的信号之间的固定相移,例如,为第一功率输出处的第一所得信号提供负45度相移和为第二功率输出处的第二所得信号提供正45度相移。在大部分实施例中,该方法包括控制909可调相移器和可调衰减器。

[0050] 将理解,上面描述的功能以及可调信号或功率分路器可用一个或多个集成电路或混合结构或组合等实现。上述过程、装置和系统及其发明原理旨在且能够缓解现有技术导致的产率和性能问题。使用功率分路器内相位或信号电平或信号衰减的独立调整的这些原理可以用较小的成本等迅速解决例如Doherty放大器中的性能和制造产率问题。

[0051] 本公开旨在说明如何构造和使用根据本发明的各种实施例,而不是限制本发明本质上的想要的且恰当的范围和精神。前面的描述无意是穷举性的或者将本发明限制到所公开的精确形式。在上述教导的启示下,修改和变型是可能的。选择并描述实施例(一个或多个)以提供对本发明的原理及其实际应用的最佳示范,以使本领域普通技术人员能够在各种实施例中使用本发明并且进行适合于考虑在内的特定使用的各种修改。所有这种修改和变型在所附权利要求及其所有等价物在根据适当、合法且公正地赋予的广度解释时定义的本发明的范围内,权利要求在本专利申请悬而未决期间可以被修改。

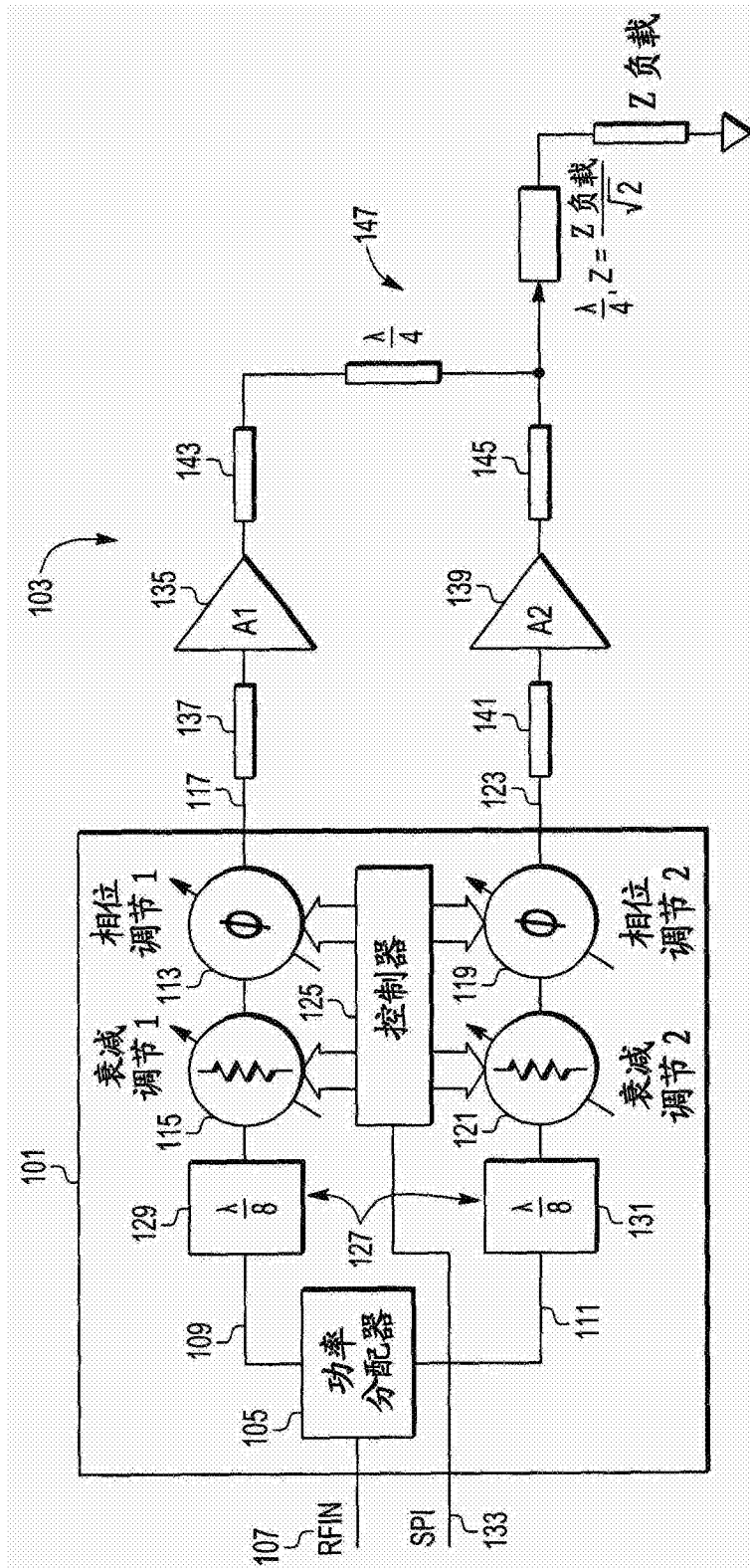


图1

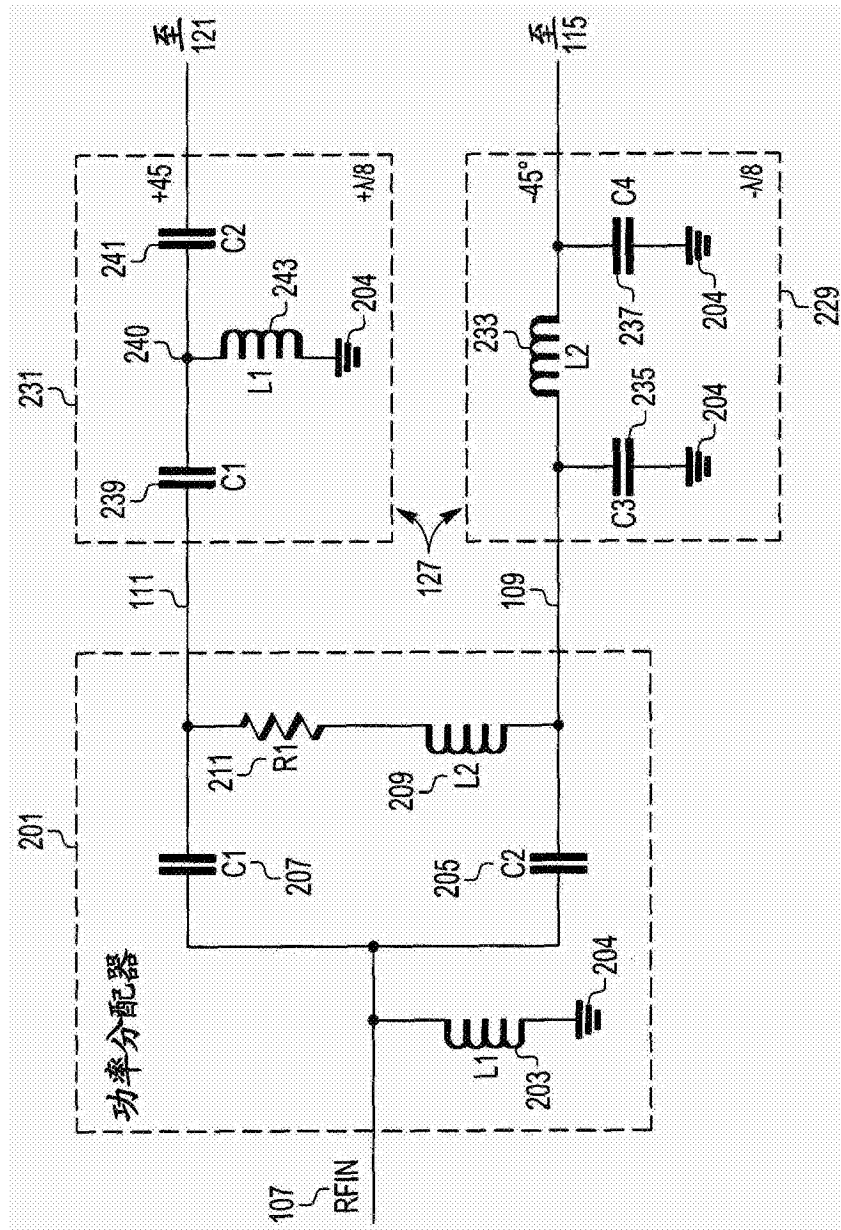


图2

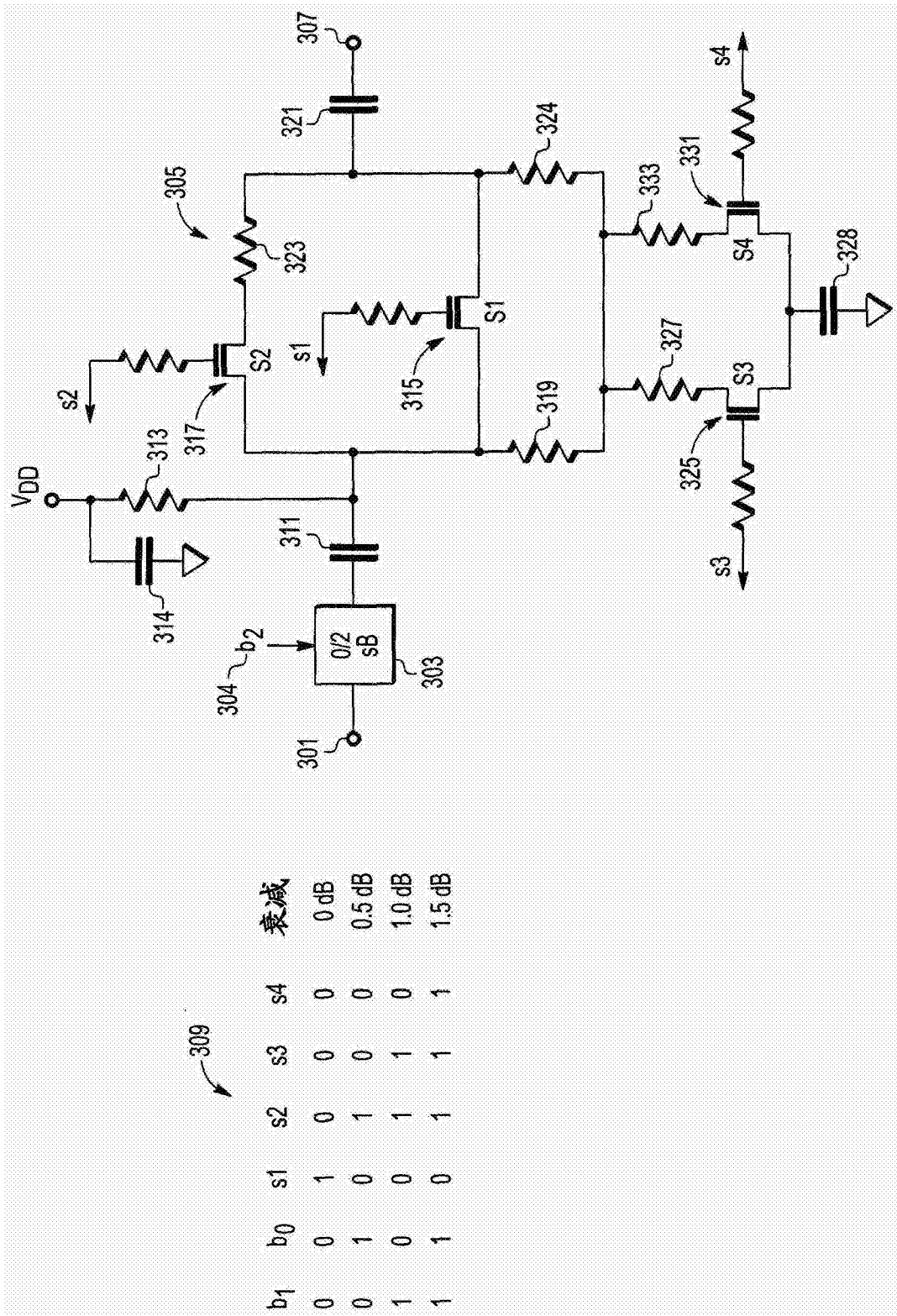


图3

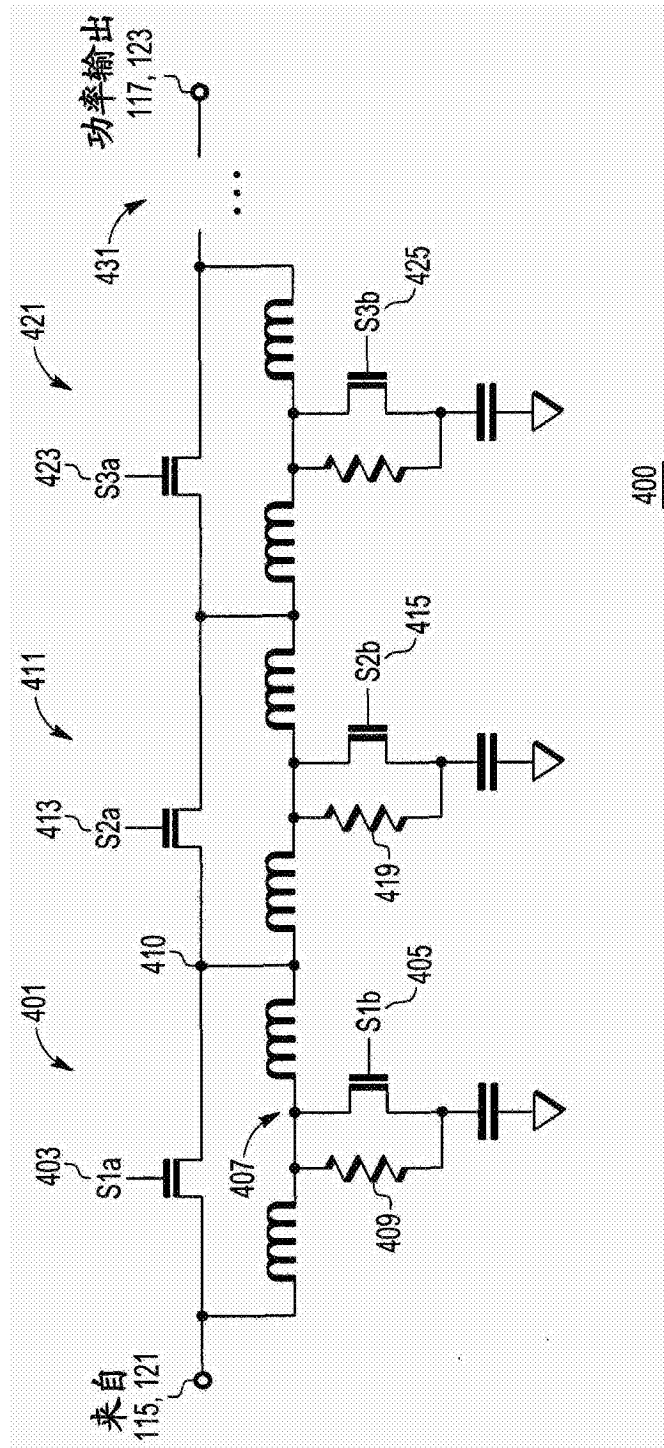


图4

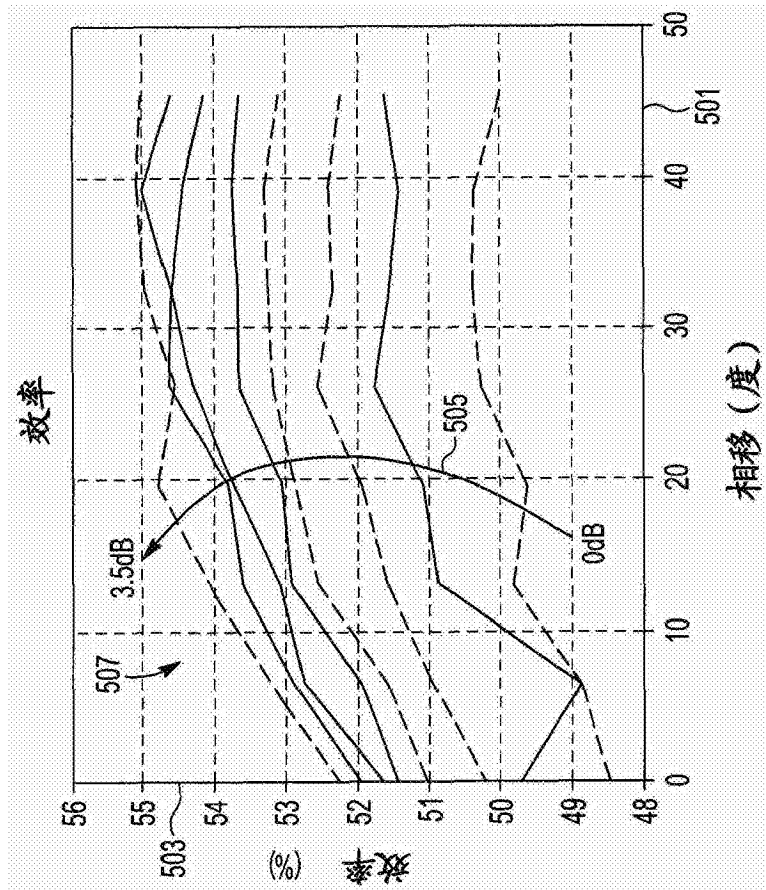


图5

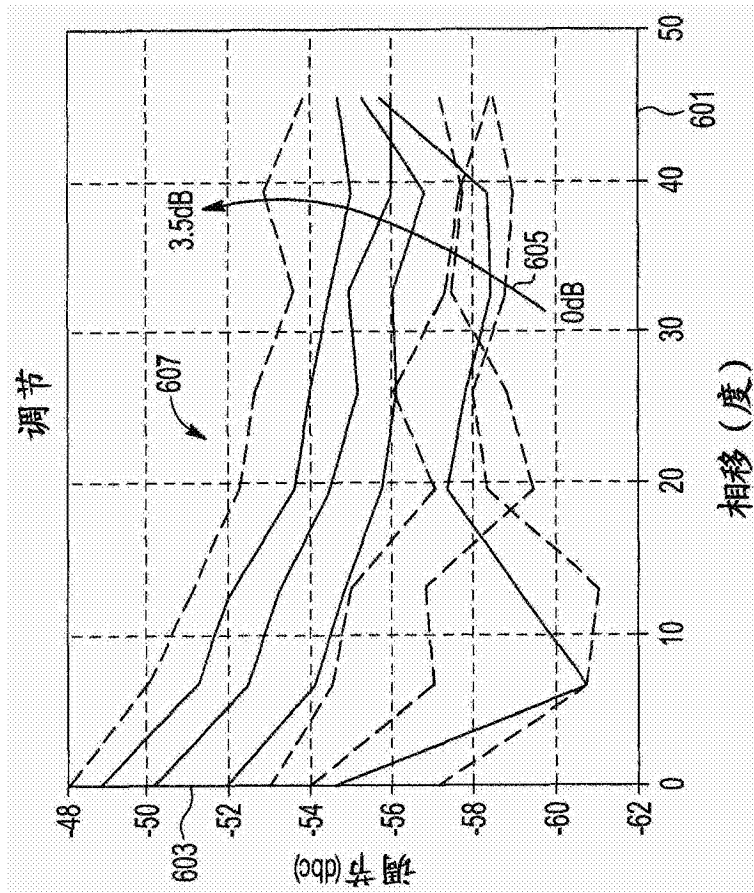


图6

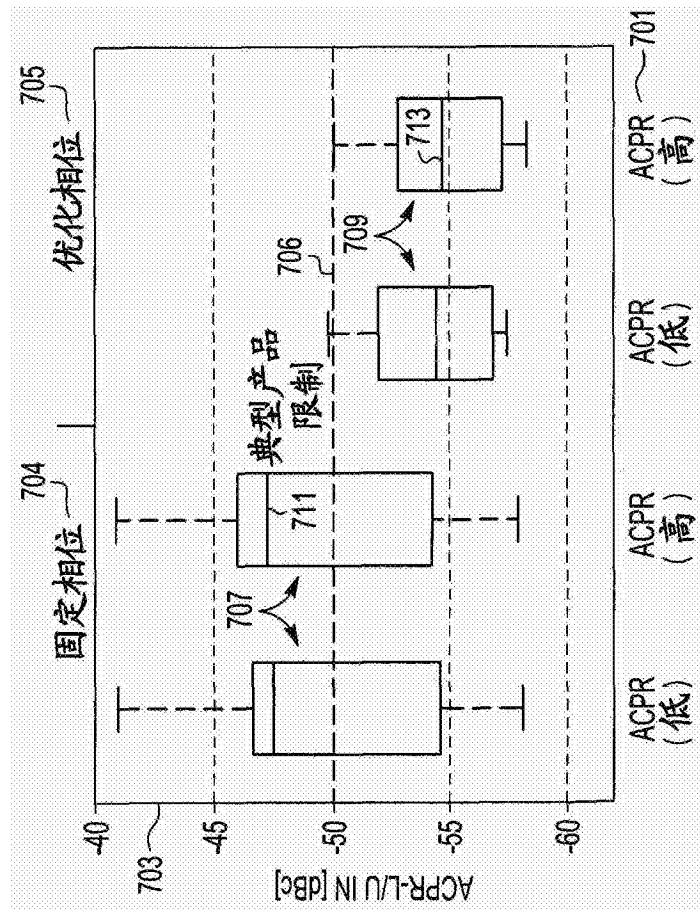


图7

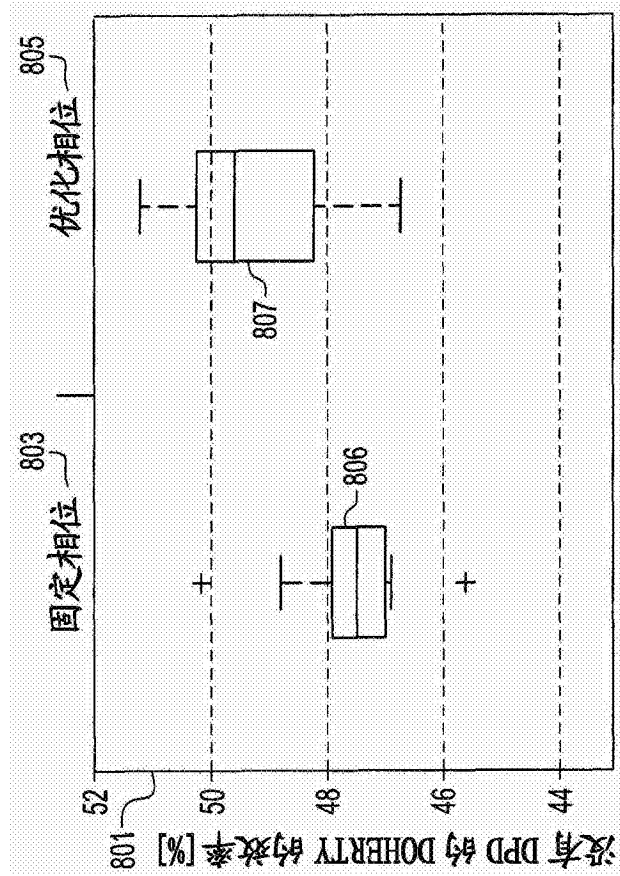


图8

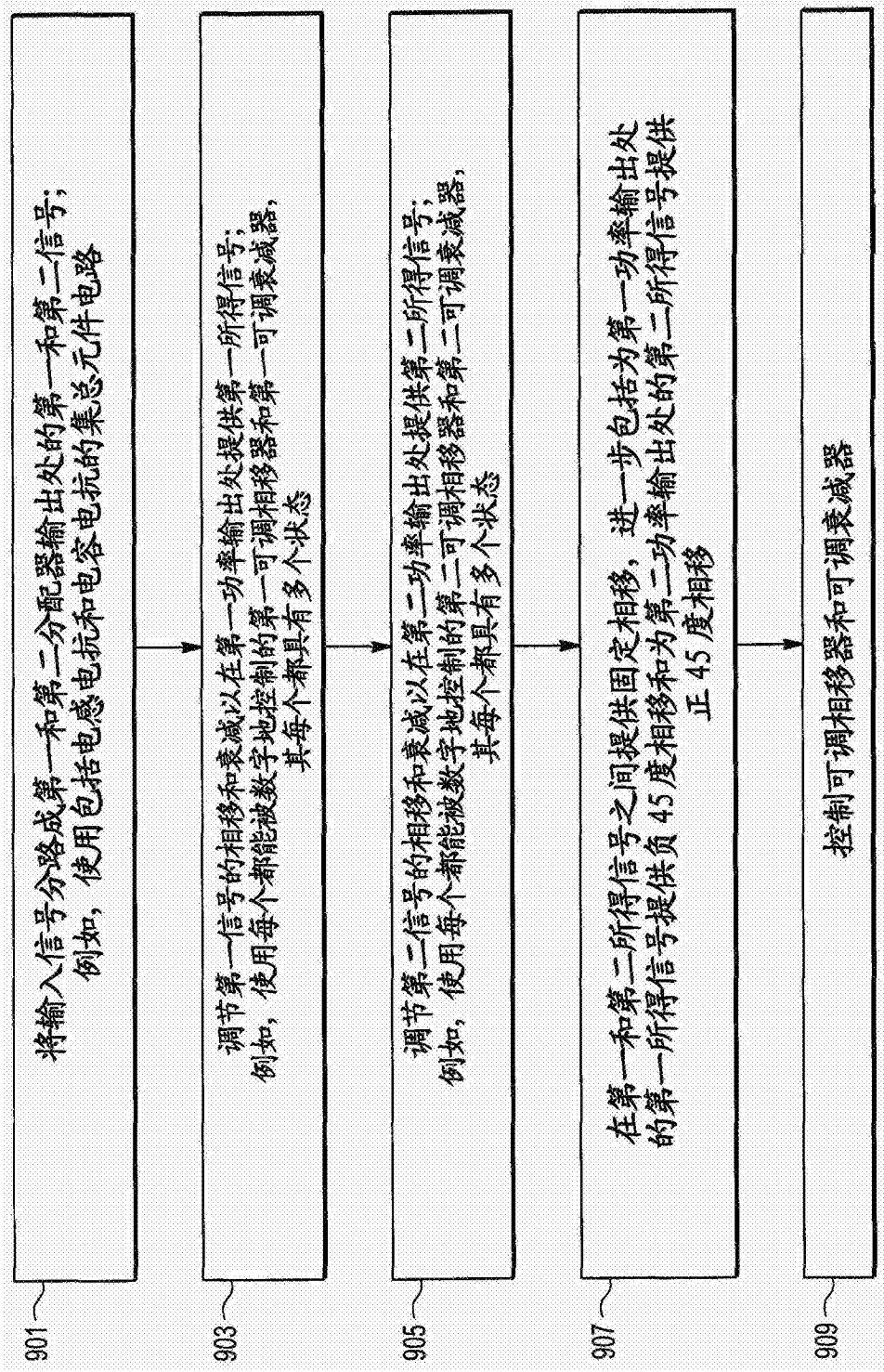


图9