



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107534452 B

(45)授权公告日 2020.05.26

(21)申请号 201680022030.X

(72)发明人 尤哈·埃拉 埃德加·施密德哈默

(22)申请日 2016.04.27

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107534452 A

代理人 章蕾

(43)申请公布日 2018.01.02

(51)Int.Cl.

H04B 1/00(2006.01)

(30)优先权数据

H04B 1/18(2006.01)

102015107069.3 2015.05.06 DE

H04L 5/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.10.16

(56)对比文件

US 2014328220 A1, 2014.11.06,

(86)PCT国际申请的申请数据

CN 1756076 A, 2006.04.05,

PCT/EP2016/059421 2016.04.27

CN 101145794 A, 2008.03.19,

(87)PCT国际申请的公布数据

WO 2015041993 A1, 2015.03.26,

W02016/177617 DE 2016.11.10

审查员 洪小燕

(73)专利权人 追踪有限公司

权利要求书2页 说明书9页 附图14页

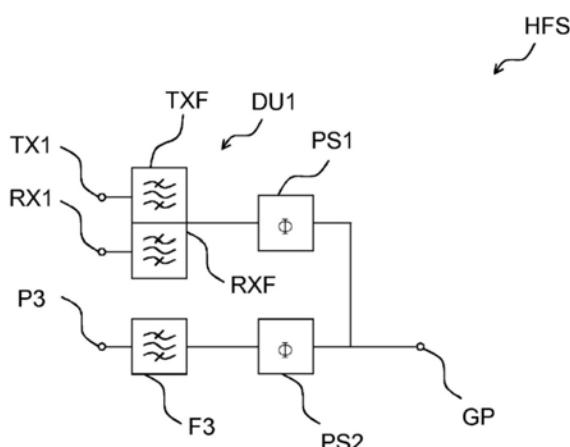
地址 美国加利福尼亚州

(54)发明名称

射频电路以及射频模块

(57)摘要

本发明提供了一种射频电路，通过其可以在简单的结构中实现载波聚合。所述电路包括双工器、另一个滤波器和两个移相器，并且能够在移动无线电设备的射频模块中使用。



1. 一种射频(RF) 电路, 包括

-第一发射端口、第一接收端口、公共端口以及第三端口,

-第一双工器, 其具有连接在所述第一发射端口和所述射频电路的公共端口之间的发射滤波器, 以及连接在所述第一接收端口和所述射频电路的公共端口之间的接收滤波器,

-第三滤波器, 其连接在所述第三端口和所述射频电路的公共端口之间,

-第一移相器, 其连接在所述第一双工器的公共端口和所述射频电路的公共端口之间, 及

-第二移相器, 其连接在所述第三滤波器和所述射频电路的公共端口之间,

-其中所述第三滤波器是带通滤波器,

-其中所述射频电路被设置成经由所述发射滤波器和所述第三滤波器同时发射信号, 或经由所述接收滤波器和所述第三滤波器同时接收信号,

-其中所述发射滤波器、所述接收滤波器或所述第三滤波器中的至少一者是可调谐的, 且

-其中所述发射滤波器、所述接收滤波器或所述第三滤波器中的至少一者包括滤波器拓扑, 所述滤波器拓扑包括一个并联电感元件、三个串联电容元件以及四个并联支路, 所述并联支路中的每一者具有并联连接的电容元件和电感元件, 其中所述并联电感元件与所述三个串联电容元件并联, 且所述四个并联支路分别连接到所述三个串联电容元件之间的两个节点以及所述并联电感元件和所述三个串联电容元件之间的两个连接。

2. 根据权利要求1所述的射频电路, 其中, 所述第一移相器或所述第二移相器中的至少一者是可调谐的。

3. 根据前述权利要求中任一项所述的射频电路, 还包括第二发射端口、第二接收端口和第二双工器, 所述第二双工器具有连接在所述第二发射端口和所述射频电路的公共端口之间的发射滤波器, 以及连接在所述第二接收端口和所述射频电路的公共端口之间的接收滤波器。

4. 根据权利要求1或2所述的射频电路, 还包括第六端口以及被构造成带通滤波器的第六滤波器, 所述第六滤波器连接在所述第六端口和所述射频电路的公共端口之间。

5. 根据权利要求1或2所述的射频电路, 还包括:

-双讯器, 其具有第一滤波器和第二滤波器

-其中所述双讯器的所述第一滤波器一方面连接在所述第一双工器和所述射频电路的公共端口之间, 且另一方面连接在所述第三滤波器和所述射频电路的公共端口之间,

-其中所述双讯器的所述第二滤波器连接到所述射频电路的公共端口, 且

-其中所述第一滤波器和所述第二滤波器选自高通滤波器和低通滤波器。

6. 根据权利要求1或2所述的射频电路, 还包括连接在所述第一双工器和所述射频电路的公共端口之间的天线调谐器。

7. 根据权利要求1或2所述的射频电路, 还包括第一阻抗匹配电路、第二阻抗匹配电路和第三阻抗匹配电路,

-其中所述第一阻抗匹配电路连接在所述第一发射端口和所述第一双工器的所述发射滤波器之间,

-其中所述第二阻抗匹配电路连接在所述第一接收端口和所述第一双工器的所述接收

滤波器之间,且

-其中所述第三阻抗匹配电路连接在所述第三端口和所述第三滤波器之间。

8. 根据权利要求7所述的射频电路,其中,所述第一阻抗匹配电路、所述第二阻抗匹配电路或所述第三阻抗匹配电路中的至少一者是可调谐的。

9. 根据权利要求1或2所述的射频电路,还包括:

-发射放大器、接收放大器和第三放大器,

-其中所述发射放大器连接在所述第一发射端口和所述射频电路的公共端口之间,

-其中所述接收放大器连接在所述第一接收端口和所述射频电路的公共端口之间,且

-其中所述第三放大器连接在所述第三端口和所述射频电路的公共端口之间。

10. 根据权利要求9所述的射频电路,其中,所述发射放大器、所述接收放大器或第三放大器中的至少一者是可调谐的。

11. 根据权利要求1所述的射频电路,其中,所述发射滤波器包括四个或五个所述串联电容元件。

12. 根据权利要求1所述的射频电路,其中,所述接收滤波器包括四个或五个所述串联电容元件。

13. 根据权利要求1所述的射频电路,其中,所述第三滤波器包括四个或五个所述串联电容元件。

14. 根据权利要求4所述的射频电路,其中,所述第六滤波器包括四个或五个所述串联电容元件。

15. 根据权利要求1或2所述的射频电路,其中,至少一个所述移相器或所有所述移相器分别包括:

-串联电容元件,

-两个并联支路,其各自具有电感元件,以及

-电容元件,其将两个所述并联支路连接到地。

16. 根据权利要求1所述的射频电路,其中,所述发射滤波器包括可调谐的所述电感元件或可调谐的所述电容元件。

17. 根据权利要求1所述的射频电路,其中,所述接收滤波器包括可调谐的电感元件或可调谐的电容元件。

18. 根据权利要求1所述的射频电路,其中,所述第三滤波器包括可调谐的电感元件或可调谐的电容元件。

19. 根据权利要求4所述的射频电路,其中,所述第六滤波器包括可调谐的电感元件或可调谐的电容元件。

20. 一种射频模块,其将根据权利要求1-19中任一项所述的射频电路的所有电路元件组合到一个元器件中。

射频电路以及射频模块

技术领域

[0001] 本发明涉及可在前端电路中使用的射频电路以及在其中包括这种电路的射频模块。这种电路特别适合同时使用不同频带中的射频信号(载波聚合)。

背景技术

[0002] 美国专利No.7,212,789 B2公开了具有可调谐的双工器的射频电路。

[0003] 电路,例如移动无线电设备的电路,其规模越来越小,这一持续趋势对信号质量具有不利影响,因为不同电路元件之间的距离越小,不期望的相互作用也就越高。由于相应的电气设备所提供的功能越来越多,信号路径的数量和/或每个信号路径的电路元件的数量随之增加,使得这个问题更加严重。此外,现代移动无线电设备的数据速率也更高。

[0004] 因此,本发明的目的是,提供即使具有上述的本质上相矛盾的要求也能实现足够的信号质量的射频电路。

发明内容

[0005] 本发明用以达成上述目的的解决方案为权利要求1所述的射频电路。本发明的有利实施方案参阅从属权利要求。

[0006] 射频电路包括第一发射端口、第一接收端口、公共端口和第三端口。电路还包括第一双工器,其具有连接在第一发射端口和公共端口之间的发射滤波器,以及连接在第一接收端口和公共端口之间的接收滤波器。电路还包括连接在第三端口和公共端口之间的第三滤波器。附加地,电路包括连接在第一双工器的公共端口和射频电路的公共端口之间的第一移相器。并行地,射频电路包括连接在第三滤波器和射频电路的公共端口之间的第二移相器。在此,第三个滤波器是带通滤波器。为此,射频电路被设置成这样的形式,即经由发射滤波器和第三滤波器同时传导发射信号,或者经由接收滤波器和第三滤波器同时传导接收信号。如果电路还包括另外的信号路径中的另外的滤波器,一个、两个、三个或所有滤波器在其特征频率方面可调谐。特征频率包括通带的中心频率及其带宽。

[0007] 因此指出这样一种射频电路,其基本上包括三个平行的信号路径部分,每个部分分别具有一个滤波器。在此,双工器的两个滤波器可以和第三滤波器一样是带通滤波器。

[0008] 指出的射频电路允许在各种频带中同时操作,和例如在(两个或数个频带的累积的)载波聚合的情况下一样。在此,特别地,在带间Rx载波聚合或带间Tx载波聚合的情况下操作是可行的。

[0009] 在此,公共端口是一种连接,即,通过该连接,一个或数个天线可以经由天线馈电连接到射频电路。通过一个或数个发射端口,可以从收发器电路中接收发射信号。通过一个或数个接收端口,可以向收发器电路传递接收信号。

[0010] 第三端口也可以连接到收发器电路。

[0011] 传统的射频电路例如包含两个或多个射频开关,用于将相应的射频滤波器连接到相应的信号路径部分,与此相反,指出的射频电路即便是在频带间距较短的情况下也能实

现载波聚合。在LB(低频带:约650至1000MHz)和MB(中频带:1700至2200MHz)或同时在LB和HB(高频带:频率基本上>2500MHz)的组合传输中,载波聚合是相对容易实现的,而在指出的射频电路中,还允许LB+LB、MB+MB或MB+HB组合的载波聚合。也就是说,LB或MB中的两个频带或从MB和HB中选出的组合频带以良好的信号质量同时传输是可行的。

[0012] 针对要支持不同LB-LB带对或HB-HB带对的情况,所需的滤波器数量减少,同时通过一个滤波器或滤波器的可调谐性额外提高灵活性。

[0013] 特别地,移动无线电频带1、2、3、4、5、7、8、12、17、19、20、21、26或28可用于载波聚合。移动无线电频带5、8、12、17、19、20、26和28被分配给LB。移动无线电频带1、2、3、4、21被分配给MB,且频带7被分配给HB。

[0014] 在此可行的是,通过第一双工器的发射滤波器传导发射信号,同时通过第三滤波器传导更多发射信号。还可行的是,通过第一双工器的接收滤波器传导接收信号,同时通过相应的被设计为接收滤波器的第三滤波器传导另一个频带的更多接收信号。由于双工器实现了在相反方向上同时传输第二射频信号,因此在两个不同频带中传输三个不同的射频信号是可行的。

[0015] 作为频带适合使用单个的频率范围,这些频率范围根据3GPP协议作为针对发射或接收操作而设置的范围,组合成移动无线电频带。

[0016] 在此,由于电路元件的数量不一定随着功能的增多而增加,因此避免了上面提到的常规射频电路中信号质量的降低。原则上,可调谐的滤波器可以代替特征频率值固定的两个或数个射频滤波器。因此在功能增多的情况下仍可遵循持续小型化的趋势。然而,在此可能需要费时费力地制造各个电路元件,诸如可调谐的电感或电容元件,以及为此所需的额外的控制线和控制元件。

[0017] 可行的是,除了射频滤波器之外,或者取代可调谐的射频滤波器,至少一个移相器、两个移相器或数个移相器是可调谐的,前提是射频电路包含数个移相器。在这种情况下,可调谐的移相器是这样一种射频电路,在其中,射频信号的相位随着例如频率的变化而变化,并且与频率的依赖关系或者相位变化的程度均是可调的。

[0018] 可行的是,射频电路还额外包括第二发射端口、第二接收端口和第二双工器。双工器又具有发射滤波器和接收滤波器。第二双工器的发射滤波器连接在第二传输端口和公共端口之间。第二双工器的接收滤波器连接在第二接收端口和公共端口之间。

[0019] 在第二双工器和公共端口之间连接有第三移相器,其同样可以是可调谐的。

[0020] 因此,指出了一种射频电路,其基本上具有五个并联连接的信号路径。其中两条信号路径被第一双工器覆盖。第三信号路径部分被第三滤波器覆盖,还有两个信号路径部分被第二双工器覆盖。

[0021] 通过两个双工器,发射和接收信号可以同时或相继传输。在此,第一双工器可以覆盖第一频带,而第二双工器可以覆盖第二频带。相应的频带可以从LB、MB或HB中选出。通过第三端口并且通过第三滤波器,基于载波聚合的原理与第一双工器一起或与第二双工器一起同时操作是可行的。相应地,第三端口的发射和接收信号频率同样可以位于LB、MB或HB中。

[0022] 另外可行的是,射频电路还包括另一个端口,例如第六端口,以及构造成带通滤波器的第六滤波器。第六滤波器连接在第六端口和公共端口之间。

[0023] 因此,指出这样一种射频电路,其具有四个端口,连接到两个双工器,并且具有另外两个端口,分别通过滤波器连接到公共端口。

[0024] 在此,通过第三端口和第三滤波器,可以与两个双工器中的一个一起进行载波聚合传输。通过第六端口和第六滤波器,可以时间交替地或同时地与两个双工器中的另一个一起进行另外的载波聚合传输。

[0025] 在此,不管是通过第三端口,还是通过第六端口,都可以传输发射和/或接收信号。

[0026] 在第六滤波器和公共端口之间同样可以连接移相器。在此,移相器可以包括恒定阻抗的阻抗元件,或者移相器是可调谐的,并因此包括电路元件,例如电容元件和/或可调阻抗的阻抗元件。

[0027] 可行的是,射频电路包括具有第一滤波器和第二滤波器的双讯器(Diplexer)。双讯器的第一滤波器一方面连接在第一双工器和第三滤波器之间,另一方面连接到公共端口。双讯器的第二滤波器连接到公共端口。第一滤波器和第二滤波器选自高通滤波器和低通滤波器。在这种情况下,一方面,双讯器可以作为第一双工器和第三滤波器之间的分频器工作,另一方面,可以作为另一个滤波器,例如在第二双工器和第六滤波器之间的滤波器工作。因此,双讯器的第二滤波器一方面连接在第二双工器和第六滤波器之间,另一方面连接到公共端口。

[0028] 换言之:通过双讯器的第一滤波器,第一双工器和第三滤波器可以连接到公共端口。通过双讯器的第二滤波器,第二双工器和第六滤波器可以连接到公共端口。

[0029] 在此,双讯器的第一个滤波器可以是低通滤波器,而双讯器的第二滤波器可以是高通滤波器。

[0030] 然后可行的是,第一双工器在LB或MB中工作,而第二双工器和第六滤波器在MB或HB中工作。

[0031] 一方面根据第一双工器或两个双工器的滤波器以及另一方面根据一个或更多个移相器的具体实现方式而定,可以省去天线调谐器。在此,天线调谐器是这样一种电路,当例如天线阻抗在其环境中由于例如手、头等对象的变化而发生了变化,则该电路能对天线阻抗的不希望的变化进行补偿。为此合适的射频滤波器和/或移相器如下所示。

[0032] 尽管如此,可行的是,射频电路包括一个或数个天线调谐器。例如,天线调谐器可以连接在双讯器和公共端口之间。替代地,可行的是,第一天线调谐器一方面连接在第一双工器和第三滤波器之间,另一方面连接到双讯器的第一滤波器。第二天线调谐器可以一方面连接在第二双工器和第六滤波器之间,另一方面连接到双讯器的第二滤波器。

[0033] 在单个天线调谐器的情况下天线调谐器或在多个天线调谐器的情况下天线调谐器可以在此被控制或调节。为此,相应的天线调谐器可以具有子电路,其被相应构造成能够确定阻抗的形式,并且可以通过可开关的或可变可调的阻抗元件,诸如阻抗匹配网络中的电容元件或电感元件,作为另一个子电路来设置阻抗。

[0034] 在射频电路具有专门为此设置的专用天线调谐器并且通过射频滤波器直接对天线阻抗的变化进行补偿的情况下,射频滤波器内的相应可变或可开关的阻抗元件可以通过相应的控制或调节信号来设置。因此,专用天线调谐器不是强制性的,而是可选的。

[0035] 类似于天线调谐器的可行选项,可选地,还可行的是,在一个或数个射频滤波器和相应的收发器端口之间设置一个或数个阻抗匹配电路。因此,通过有利的选择的滤波器拓

扑,对例如接收或发射放大器的输入和输出阻抗处的相应信号路径部分进行阻抗匹配也是可行的。

[0036] 因此可行的是,射频电路具有三个阻抗匹配电路。可行的是,第一阻抗匹配电路在第一发射端口和第一双工器的发射滤波器之间。可行的是,第二阻抗匹配电路在第一接收端口和第一双工器的接收滤波器之间。可行的是,第三阻抗匹配电路在第三端口和第三滤波器之间。

[0037] 在此,阻抗匹配电路中的每一个可以包括恒定阻抗的阻抗元件的电路,也可以包括具有可调谐的阻抗元件的连接。

[0038] 因此,可行的是,至少有一个阻抗匹配电路或所有阻抗匹配电路或各个阻抗匹配电路是可调谐的。

[0039] 通过包括发射放大器、接收放大器和第三放大器的射频电路可以进一步提高射频电路的集成度。于是,发射放大器连接在第一传输端口和公共端口之间。接收放大器连接在第一接收端口和公共端口之间。第三个放大器连接在第三端口和公共端口之间。

[0040] 在此,射频滤波器优选地位于其信号路径部分中的放大器和公共端口之间。

[0041] 可行的是,至少一个放大器、多个放大器或全部放大器是可调谐的,也就是说,可以处理不同频率的信号。因此,可以用一个可调谐的放大器替代例如两个或三个放大器,其专门设置用于自己的频带,例如,从LB、MB或HB中选出的频带。

[0042] 上述有利的滤波器拓扑,其能够使相应信号路径部分中的天线调谐器和/或阻抗匹配电路的存在变得多余,包括信号路径部分中的串联电容元件、为此并联连接的电感元件以及将相应的信号路径连接到地的并联路径。

[0043] 因此可行的是,射频电路包括滤波器,其拓扑具有一个并联的电感元件、三个串联的电容元件和四个并联路径。四个并联路径中的每一个在此都具有包含电容元件和电感元件的并联电路。

[0044] 可行的是,这样的滤波器还包括四个或五个串联的电容元件。在此,第四串联电容元件可以布置在信号路径的输入侧,并且第五串联电容元件可以布置在信号路径的输出侧。然后,三个串联电容元件串联连接在第四和第五串联电容元件之间。

[0045] 一种有利的移相器,其能够支持其中的射频滤波器,从而使天线调谐器和/或阻抗匹配电路变得多余,可以包括一个串联电容元件、分别具有一个电感元件的两个并联路径以及将两个并联路径连接到地的一个电容元件。

[0046] 因此可行的是,射频电路包括至少一个这样的移相器或数个这样的移相器。同样可行的是,射频电路的所有移相器都具有这样的电路拓扑。

[0047] 为了使射频滤波器和/或移相器在频率上可调谐,并且由此使天线调谐器和/或阻抗匹配电路变得多余,优选的是,滤波器和/或移相器包括可调谐的阻抗元件。可调谐的阻抗元件在此可以是可调谐的电感元件,特别是可调谐的电容元件。并不需要让滤波器拓扑或移相器拓扑的所有阻抗元件都是可调谐的。然而,越是更多的阻抗元件是可调谐的,调谐的自由度越大。然后这样做的话,一方面通过大量的控制线增加了电路的复杂性,另一方面增加了相应的控制和/或调节算法的复杂性。尽管如此,与具有大量不同的滤波器、调谐器、阻抗匹配电路、双讯器滤波器和射频开关的射频电路相比,整体电路复杂度降低。

[0048] 然而在本发明人的努力下能够确切地指出,上述滤波器拓扑和移相器拓扑已经具

有良好的固有可调谐性,并且可调谐的电路元件的总数可以相对较低。因此可行的是,在并联路径中仅需要两个或三个电容元件,并且在信号路径部分中仅需要一个或两个电容元件,就足以在宽的频率范围内实现良好的可调谐性。

[0049] 可行的是,上述射频电路中的一个以这种方式组合在射频模块中,即使得电路的所有电路元件均组合在一个元器件中。

[0050] 因此可行的是,所有射频滤波器都组合在一个单独的元器件中。移相器在该元器件中的集成同样也是可行的。任何可能存在的天线调谐器和/或阻抗匹配电路,或至少是天线调谐器的阻抗匹配网络也可以集成在元器件中。另外,如果在元器件中集成了诸如发射放大器或接收放大器的放大器元件,还可以额外地提高集成度,并由此得到更小的元器件。

[0051] 在此,该模块可以包括一个或更多个基板和具有一个或更多个电介质层和布置在其间的金属化层的载体基板。尤其可行的是,半导体衬底集成在多层衬底中。

[0052] 以下频带对尤其可以同时使用:

[0053] LB和LB:5和12、5和17;

[0054] LB和MB:3和5、1和5、3和20、1和19、3和8、4和12、4和17、3和26、3和19、19和21;

[0055] MB和MB:1和21、2和4;

[0056] MB和HB:1和7、3和7、4和7;

[0057] LB和HB:7和20、7和28、5和7。

[0058] 天线能够在其中工作的宽带越多,其在移动无线电设备中的使用就越容易。然而,由于天线的带宽通常随着天线尺寸的缩小而减少,所以必须从尽可能高的带宽和缩小的尺寸中找到折衷。上述滤波器拓扑或移相器拓扑改变从收发器看出的天线阻抗的能力,允许规避这样的折衷:即使是小尺寸和窄带天线也可以在操作时也能通过相应的阻抗校正来持续实现良好的信号传输,这种校正由滤波器自己执行。

[0059] 因此可行的是,将射频电路连接到具有大约25至30MHz的带宽的天线。具有25至30MHz的带宽的天线适合作为例如附加接收路径的天线。

附图说明

[0060] 射频电路的基本结构、工作原理以及典型但非限制性的实施例在下面借助示意图更详细地说明。

[0061] 其中:

[0062] 图1示出了具有双工器、第三滤波器和两个移相器的射频电路的简单实施例,

[0063] 图2示出了图1所示的电路的实施例,其中滤波器和移相器是可调谐的,

[0064] 图3示出了具有第二双工器的射频电路的实施例,

[0065] 图4示出了具有两个双工器和两个附加滤波器的射频电路的实施例,

[0066] 图5示出了具有双讯器的射频电路的实施例,

[0067] 图6示出了具有两个天线调谐器的射频电路的实施例,

[0068] 图7示出了在端口和滤波器之间设置放大器的射频电路的实施例,

[0069] 图8示出了在放大器和滤波器之间设置阻抗匹配电路的射频电路的实施例,

[0070] 图9示出了带通滤波器的实施例,

[0071] 图10示出了可调谐带通滤波器的实施例,

- [0072] 图11示出了带通滤波器与移相器的串联连接，
- [0073] 图12示出了一种射频电路，其对载波聚合加以控制并具有简单的结构，
- [0074] 图13示出了单独考虑的有利的天线的史密斯圆图，
- [0075] 图14示出了可以校正天线失配的射频滤波器的实施例，
- [0076] 图15示出了天线在不同环境下随频率变化而变化的阻抗匹配情况，
- [0077] 图16示出了具有两个带通滤波器的参考电路的插入损耗，
- [0078] 图17示出了与参考电路相比，具有移相器的射频电路的插入损耗，
- [0079] 图18示出了与受外部影响而失调的天线相连的射频电路的插入损耗，
- [0080] 图19示出了根据图18的电路在变化的外部影响下的插入损耗，
- [0081] 图20示出了根据图18和19的电路在更多变化的外部影响下的插入损耗，
- [0082] 图21示出了具有两个带通滤波器并且分别具有移相器的射频电路的插入损耗，
- [0083] 图22示出了一种射频电路的插入损耗，其具有可调谐的滤波器和可调谐的移相器，它们在各个频带中同时操作时可根据各个频带进行调谐。

具体实施方式

[0084] 图1示出了射频电路HFS的基本形式。电路包括第一双工器DU1和第三滤波器F3。它还包括第一移相器PS1和第二移相器PS2。第一双工器一方面连接在第一发射端口TX1和第一接收端口RX1之间，另一方面连接到公共端口GP。第三滤波器F3连接在第三端口P3和公共端口GP之间。第一移相器PS1连接在第一双工器DU1和公共端口GP之间。第二移相器PS2连接在第三滤波器F3和公共端口GP之间。

[0085] 第一双工器DU1在此包括发射滤波器TXF和接收滤波器RXF。发射滤波器TXF连接到第一发射端口TX1。接收滤波器RXF连接到第一接收端口RX1。

[0086] 因此，信号路径在公共端口上或在公共端口GP之后不久分支成两个子段，其中的一个子段包括第一双工器DU1并且另一个包括第三滤波器F3。即使在有问题的带对组合的情况下，载波聚合操作也是可行的，因为两个移相器会消除或反射不需要的信号，例如，可能从第一发射端口TX1到达第三滤波器F3的信号。

[0087] 图2示出了射频电路HFS的实施例，其就拓扑而言基本上和图1所示的电路相同。然而，滤波器和移相器被实施为可调谐的（由斜箭头表示）。

[0088] 可行的是，射频电路中没有一个电路元件被实施为可调谐的。然而还可行的是，基本上每个功能块（滤波器、移相器等）都被实施为可调谐的。另外还可行的是，只有单个功能块被实施为可调谐的，而其他块（例如阻抗匹配电路，参见图8）包括恒定阻抗的阻抗元件，因此不被实施为可调谐的。

[0089] 图3示出了射频电路HFS的实施例，其包括具有发射滤波器TXF和接收滤波器RXF的第二双工器DU2以及包括第三移相器PS3。因此，第二双工器的发射滤波器TXF连接在第二传输端口TX2和第三移相器PS3之间。第二双工器DU2的接收滤波器RXF连接在第二接收端口RX2和第三移相器PS3之间。第三移相器PS3连接在第二双工器和公共端口GP之间。

[0090] 从第三端口P3出发、经由第三滤波器和第二移相器PS2、引向公共端口GP的信号路径可以与第一双工器DU1以及第二双工器DU2一起用于载波聚合操作。

[0091] 图4示出了射频电路HFS的可行的实施例，其中与图3所示的电路相比，添加了另外

的信号路径部分。该信号路径部分从第六端口P6出发、通过作为带通滤波器BPF实施的射频滤波器和第四移相器PS4、引向公共端口GP。因此，射频电路由此包括两个双工器和两个附加的信号路径部分，其中每个可以与双工器中的一个一起，用于载波聚合操作。

[0092] 图5示出了射频电路HFS的实施例，其中两个信号路径分支经由双讯器DI连接到公共端口GP。第一分支包括信号路径部分，其一方面具有第一双工器DU1和第一移相器PS1，另一方面具有布置在第三端口P3和第二移相器PS2之间的带通滤波器BPF和前述第二移相器PS2。第二分支一方面包括第二双工器DU2和所属第三移相器PS3，另一方面包括连接到第六端口的带通滤波器BPF和第四移相器PS4。

[0093] 双讯器DI在此包括低通滤波器TPF和高通滤波器HPF。通过低通滤波器TPF，LB和/或MB中的射频信号可以一方面在第一发射端口TX1、第一接收端口RX1和第三端口P3之间传播，另一方面传播给公共端口GP。通过高通滤波器，MB和HB的信号可以一方面通过第二发射端口TX2、第二接收端口RX2和/或第六端口P6传播，另一方面通过公共端口GP传播。

[0094] 因此，双讯器表现为分频器，其将相应的频率范围分配给相关联的信号路径部分。

[0095] 双讯器的存在并不与第二双工器的存在或连接到第六端口P6的带通滤波器的存在相关联。具有仅一个双工器、第三端口P3和第六端口P6以及双讯器的相应的射频电路HFS和具有两个双工器和仅一个附加信号路径，例如在第三端口P3和公共端口GP之间，的电路HFS一样，同样都是可行的。

[0096] 图6示出了如何能够在射频电路HFS内连接一个可行的天线调谐器AT。优选地，天线调谐器连接在移相器和双讯器DI的滤波器中的一个之间。然而自然还可行的是，单个天线调谐器连接在公共端口GP和双讯器DI之间。因此，并不是每一个分支都需要在双讯器DI的相应滤波器上有自己的天线调谐器AT。

[0097] 图7示出了如何能够在射频电路内连接额外的放大器：接收滤波器可以连接到接收放大器，例如低噪声放大器。发射滤波器可以连接到发射放大器，例如功率放大器。

[0098] 图8示出了如何能够在放大器和滤波器之间分别连接阻抗匹配电路IAS，这样做，一方面能够在功率放大器的通常非常低的输出阻抗与射频滤波器之间执行阻抗匹配，另一方面能够在作为接收放大器的输入抗阻的通常非常高的阻抗与射频滤波器之间执行阻抗匹配。

[0099] 图9示出了带通滤波器BPF可行的但优选的电路拓扑。在此，带通滤波器BPF包括信号路径SP，其中例如可以串联连接三个电容元件。平行于电容元件的串联连接设置有阻抗元件IE。带通滤波器BPF的两个连接和三个电容元件之间的两个节点分别通过并联路径PP连接到地。并联路径在此包括电容元件和电感元件的并联连接。

[0100] 图10示出了带通滤波器BPF的实施例，在其中的输入和输出侧上分别连接有另外的电容元件。在连接到公共端口的带通滤波器侧的信号路径中布置的电容元件是可调谐的电容元件AKE。并联路径中的并联谐振回路中的电容元件也被实施为可调谐的。

[0101] 因此，带通滤波器BPF可以总体而言以这样的方式进行调谐，即其特征频率、中心频率和带宽均可以针对与移动无线电操作相关的各种频带进行调整。

[0102] 图11示例性地示出了带通滤波器BPF如何能够连接到移相器PS，并且哪种电路拓扑能够具有移相器PS。在此，移相器PS连接在带通滤波器BPF和公共端口GP之间。移相器包括信号路径中的电容元件和接地的两条并联路径。在每条接地的并联路径中连接有电感元

件。之后,在接地侧上,两个电感元件通过并联路径中的另一个电容元件连接到地。移相器PS中的两个电容元件被实施为可调谐的。

[0103] 图12示出了具有两个可调谐带通滤波器BPF和两个移相器PS的电路拓扑,其经由天线馈电AZ与天线连接。即使在传统的前端电路的这种简单的电路中迄今为止无法实现的频带组合的情况下,这种连接也能够实现载波聚合。

[0104] 图12中两个带通滤波器中的一个可以是双工器的带通滤波器。另一个带通滤波器是将第三端口连接到公共端口的第三带通滤波器,这里连接在移相器和天线馈电之间。

[0105] 之后图中所示的基于图11的拓扑的模拟表示出良好的结果,这表明,电路拓扑本身非常适合容易地实现有问题的载波聚合频带组合。

[0106] 图13示出了窄带天线的随频率变化而变化的阻抗,其在不同环境条件下由前端电路感知到的特性阻抗不等于 50Ω 。实质上,天线以低阻抗和电感方式工作,从而为能够使用射频电路的前端电路提供合适的配对。

[0107] 图14示出了非常适合执行天线匹配的电路拓扑。

[0108] 图15示出了图13中的天线针对三种不同的环境条件的匹配情况。其中指出,天线的工作频率及其反射率很大程度上取决于其周围物体的布置。

[0109] 图16示出了在没有其他功能块的情况下,仅通过可调谐的滤波器获得的插入损耗,因此用作参考。

[0110] 图17除了示出图16的参考曲线之外,还示出了射频滤波器分别连接到移相器的射频电路的插入损耗。可以清楚地看出,移相器基本上不会损害滤波器的传输特性。

[0111] 最后,图18示出了完全的前端电路的通过特性,其中包括与可调谐的移相器组合的可调谐的滤波器,该滤波器通过该可调谐的移相器连接到天线。在此,在特定的典型空间环境中模拟天线。

[0112] 图19示出类似的情况,其曲线基于天线的第二种变化的空间环境。

[0113] 图20再次示出了天线布置在第三种可能的空间环境中的电路的通过特性。

[0114] 图18、图19和图20表示,尽管天线的外部环境不同,但是在每种情况下都不无需专用的天线调谐器即可进行良好的天线匹配。

[0115] 图21示出了空间环境的通过特性,图19的通过特性也基于该空间环境。图21的特征另外基于例如如图11所示的移相器。

[0116] 图22示出了对射频电路的频率的可调谐性,该可调谐性即便是在两个不同的频带(在这里为LB频带5/26和频带8)中同时操作时仍能发挥良好的作用。

[0117] 附图标记说明

[0118] AKE: 可调谐的电容元件

[0119] AT: 天线调谐器

[0120] AZ: 天线馈电

[0121] BPF: 带通滤波器

[0122] DI: 双工器

[0123] DU1: 第一双工器

[0124] DU2: 第二双工器

[0125] F3: 第三滤波器

| | | |
|--------|------|--------------|
| [0126] | F6: | 第六滤波器 |
| [0127] | GP: | 公共端口 |
| [0128] | HFS: | 射频电路 |
| [0129] | HPF: | 双讯器的高通滤波器 |
| [0130] | IE: | 电感元件 |
| [0131] | KE: | 电容元件 |
| [0132] | LNA: | 低噪声放大器,接收放大器 |
| [0133] | P3: | 第三端口 |
| [0134] | P6: | 第六端口 |
| [0135] | PA: | 功率放大器,发射放大器 |
| [0136] | PP: | 并联路径 |
| [0137] | PS: | 移相器 |
| [0138] | PS1: | 第一移相器 |
| [0139] | PS2: | 第二移相器 |
| [0140] | PS3: | 第三移相器 |
| [0141] | PS4: | 第四移相器 |
| [0142] | RX1: | 第一接收端口 |
| [0143] | RX2: | 第二接收端口 |
| [0144] | RXF: | 接收滤波器 |
| [0145] | SP: | 信号路径 |
| [0146] | TPF: | 双讯器的低通滤波器 |
| [0147] | TX1: | 第一发射端口 |
| [0148] | TX2: | 第二发射端口 |
| [0149] | TXF: | 发射滤波器 |

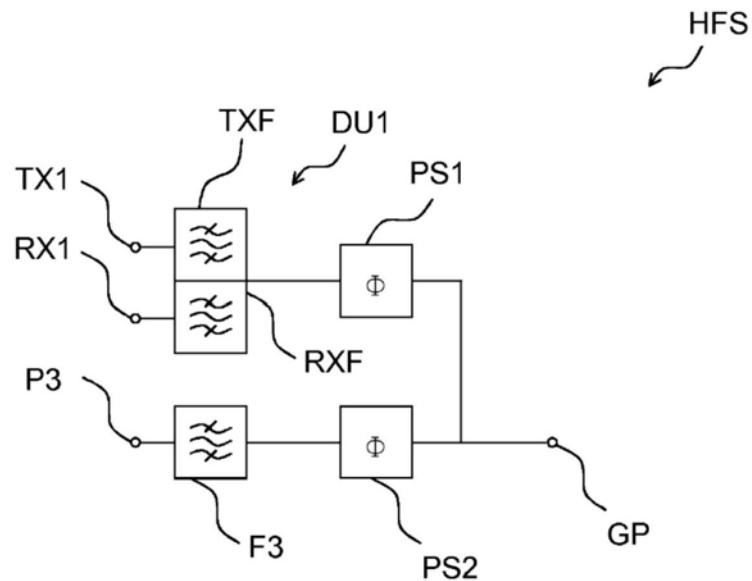


图1

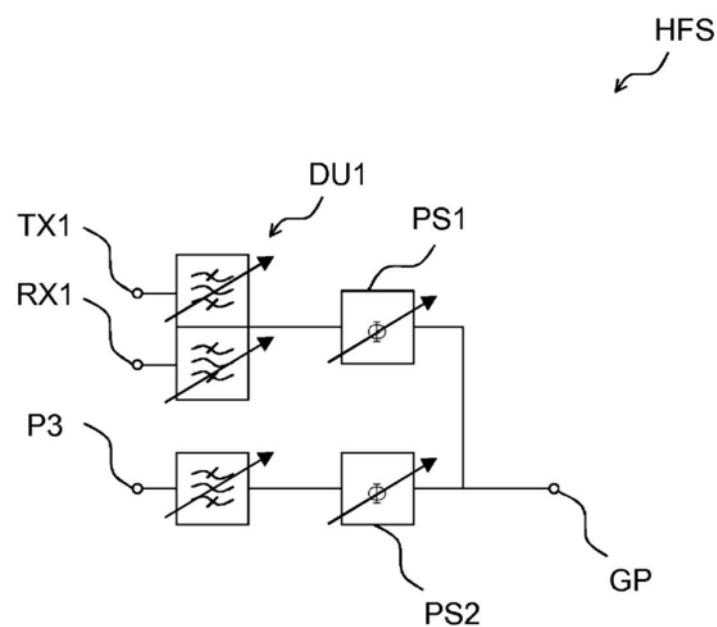


图2

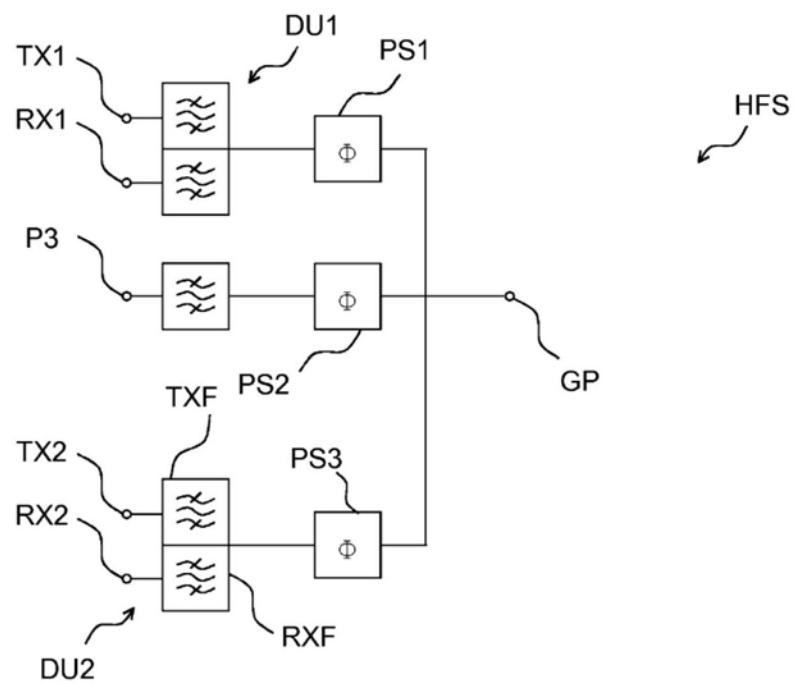


图3

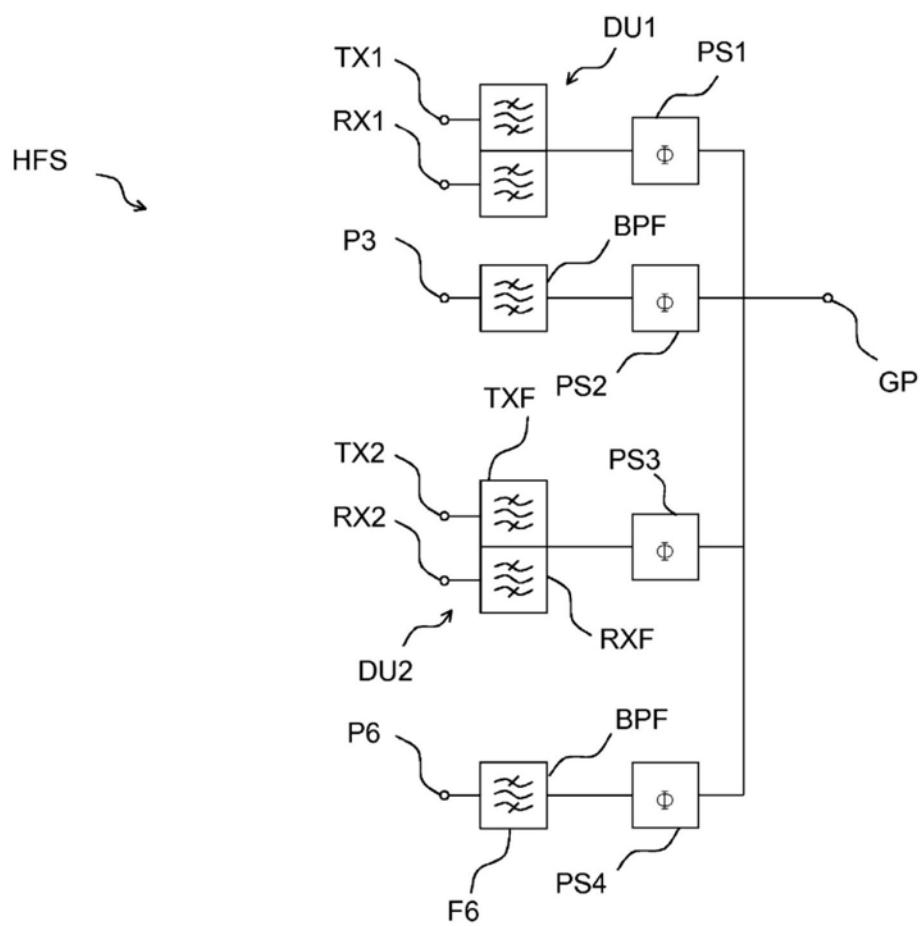


图4

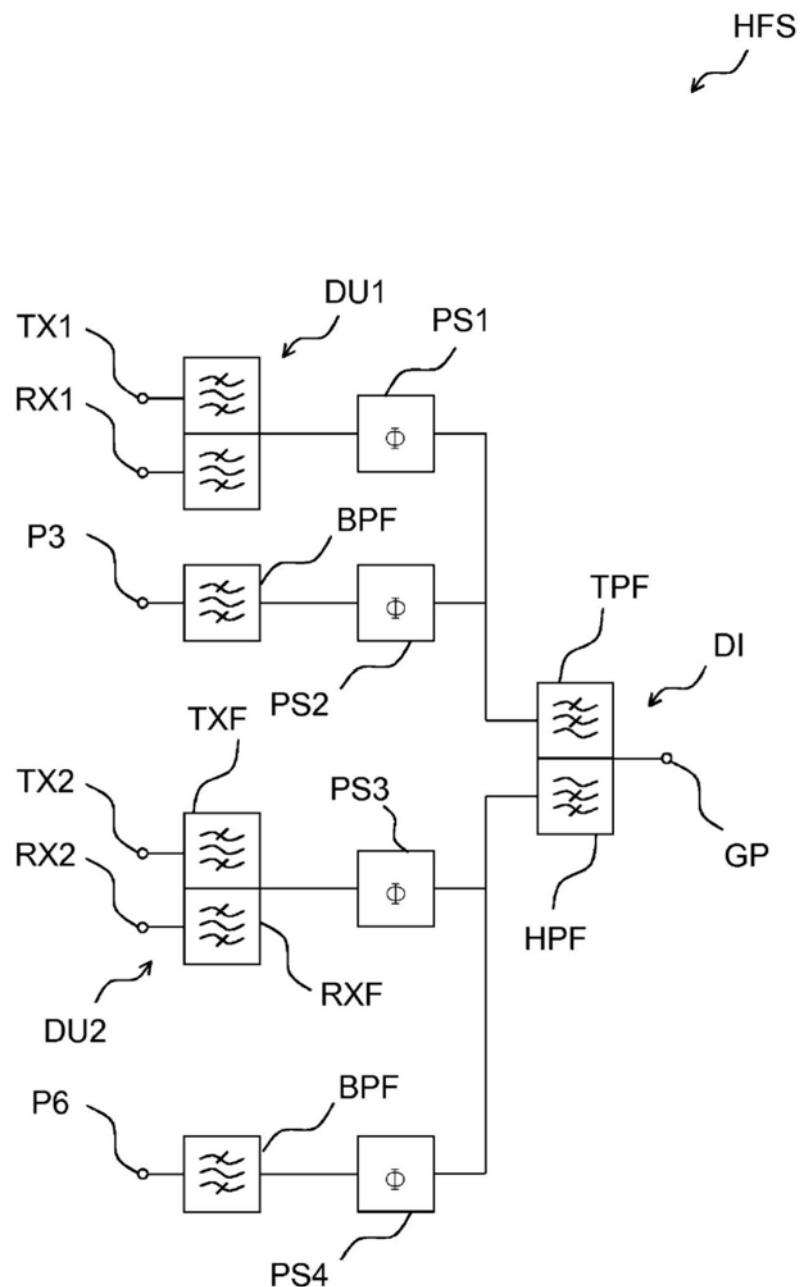


图5

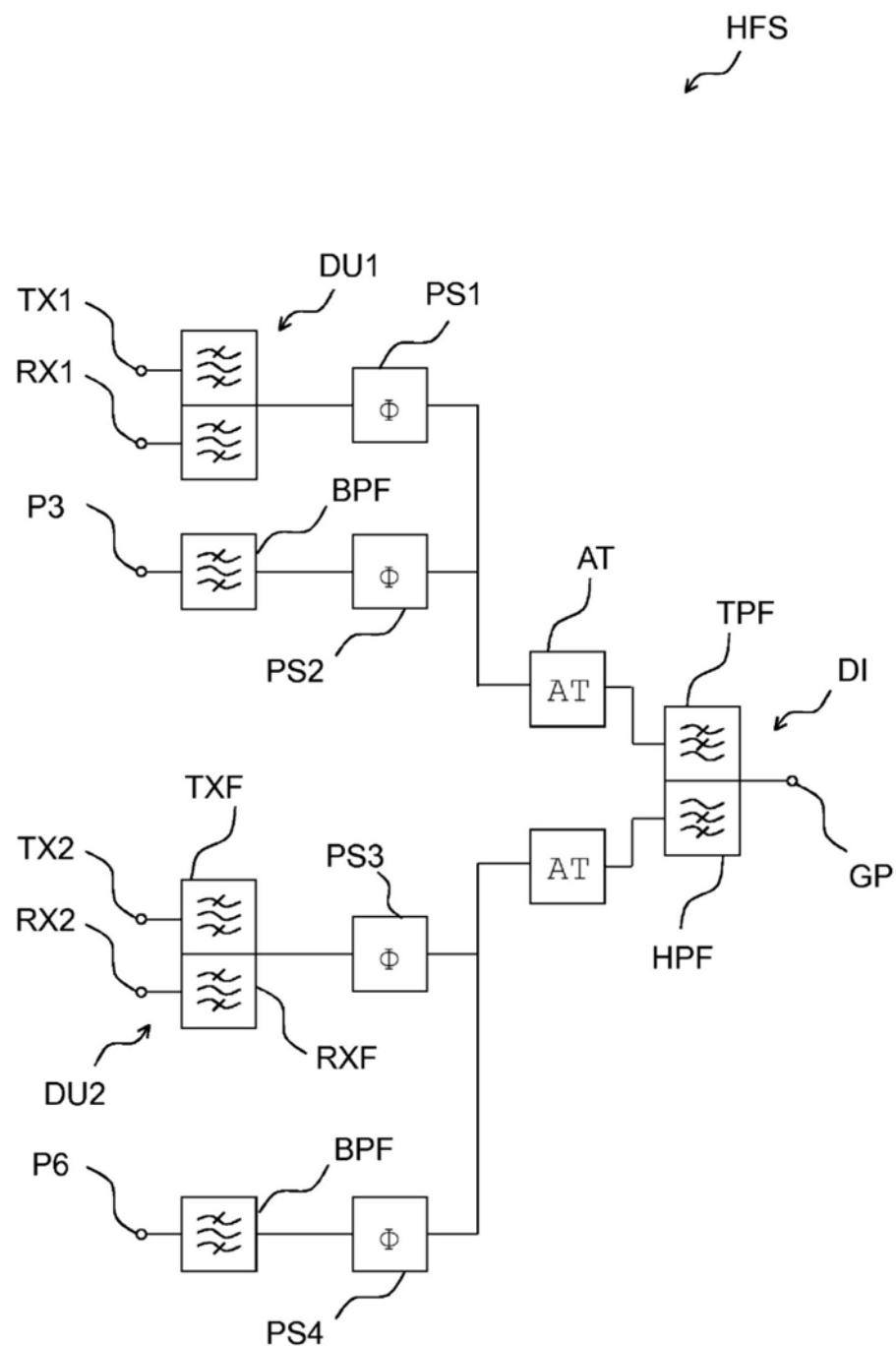


图6

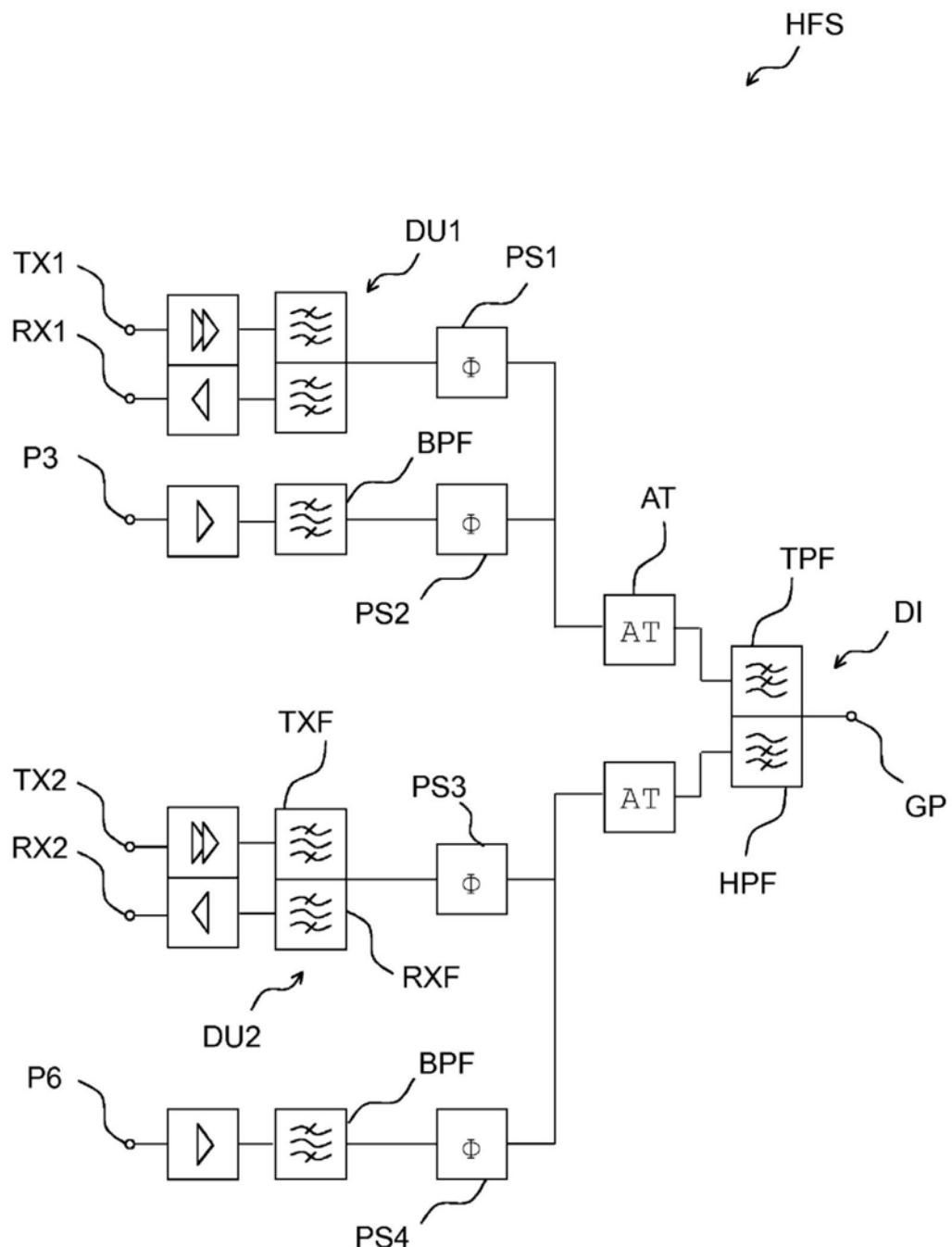


图7

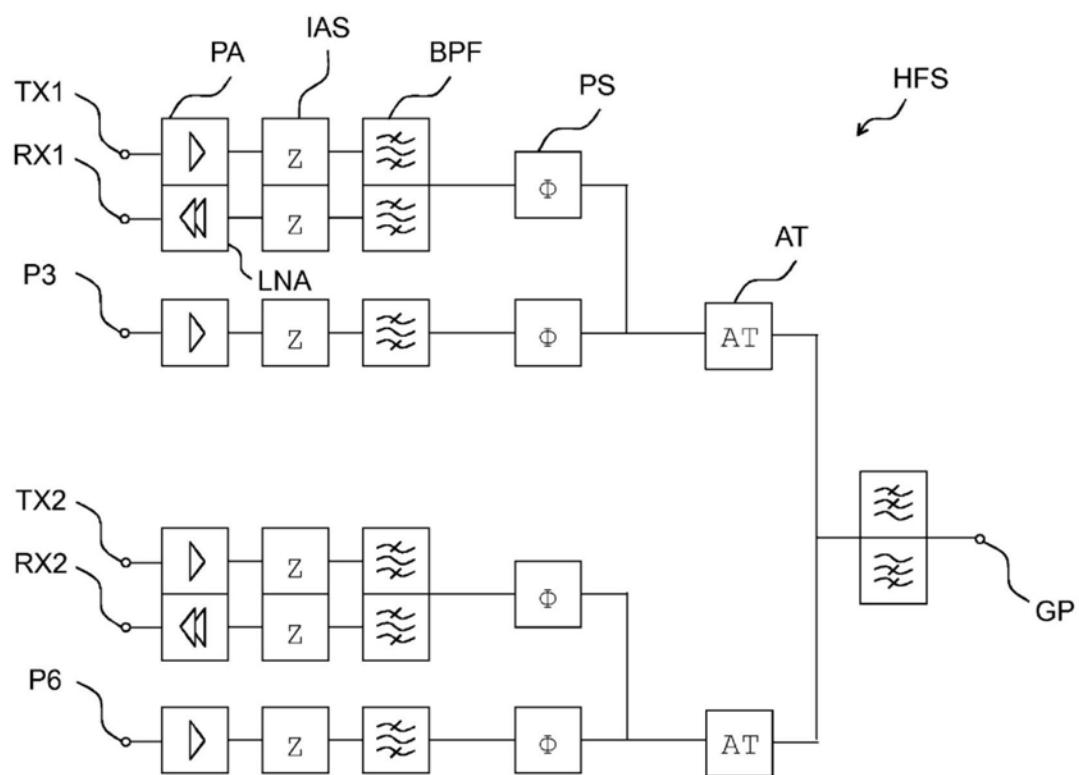


图8

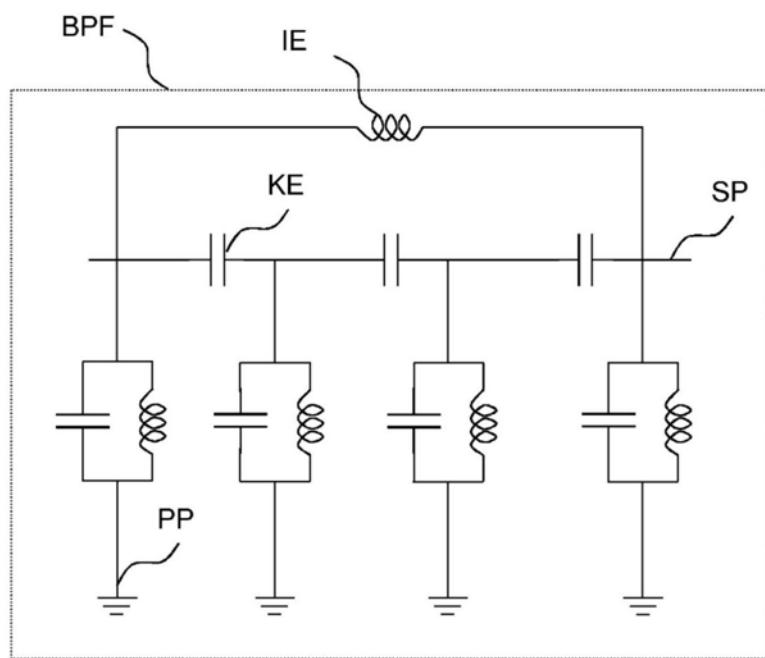


图9

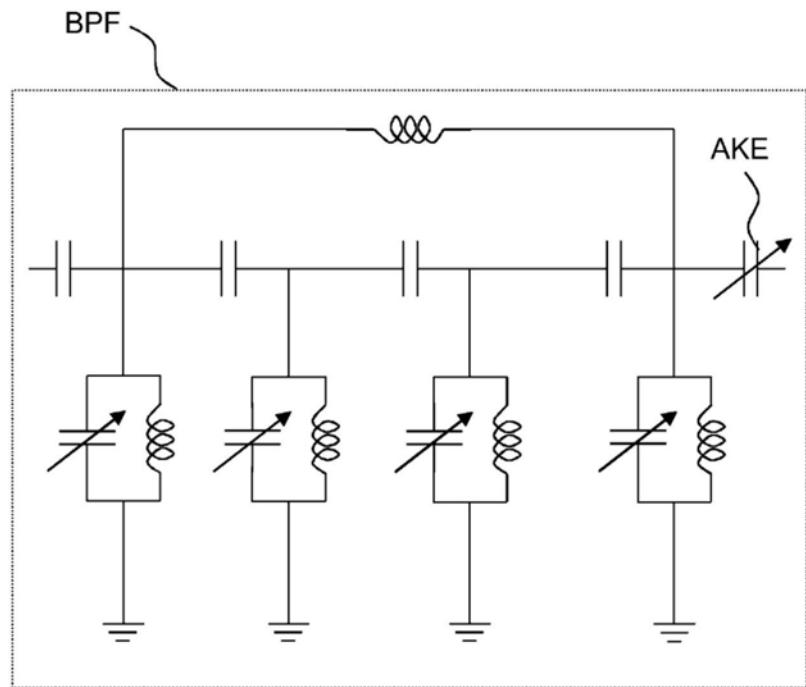


图10

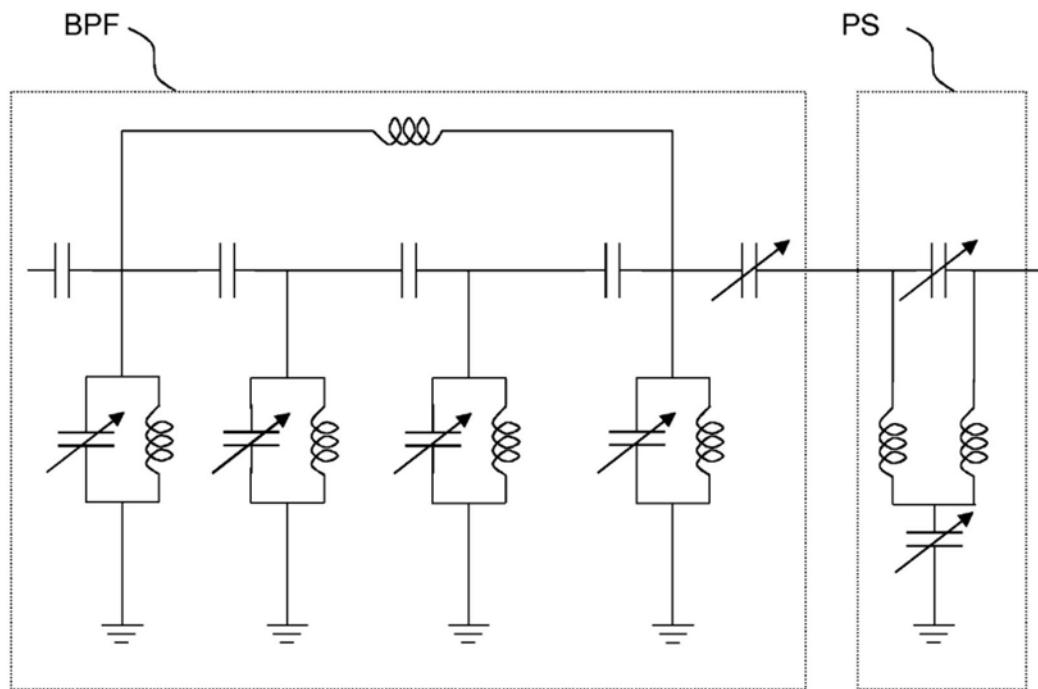


图11

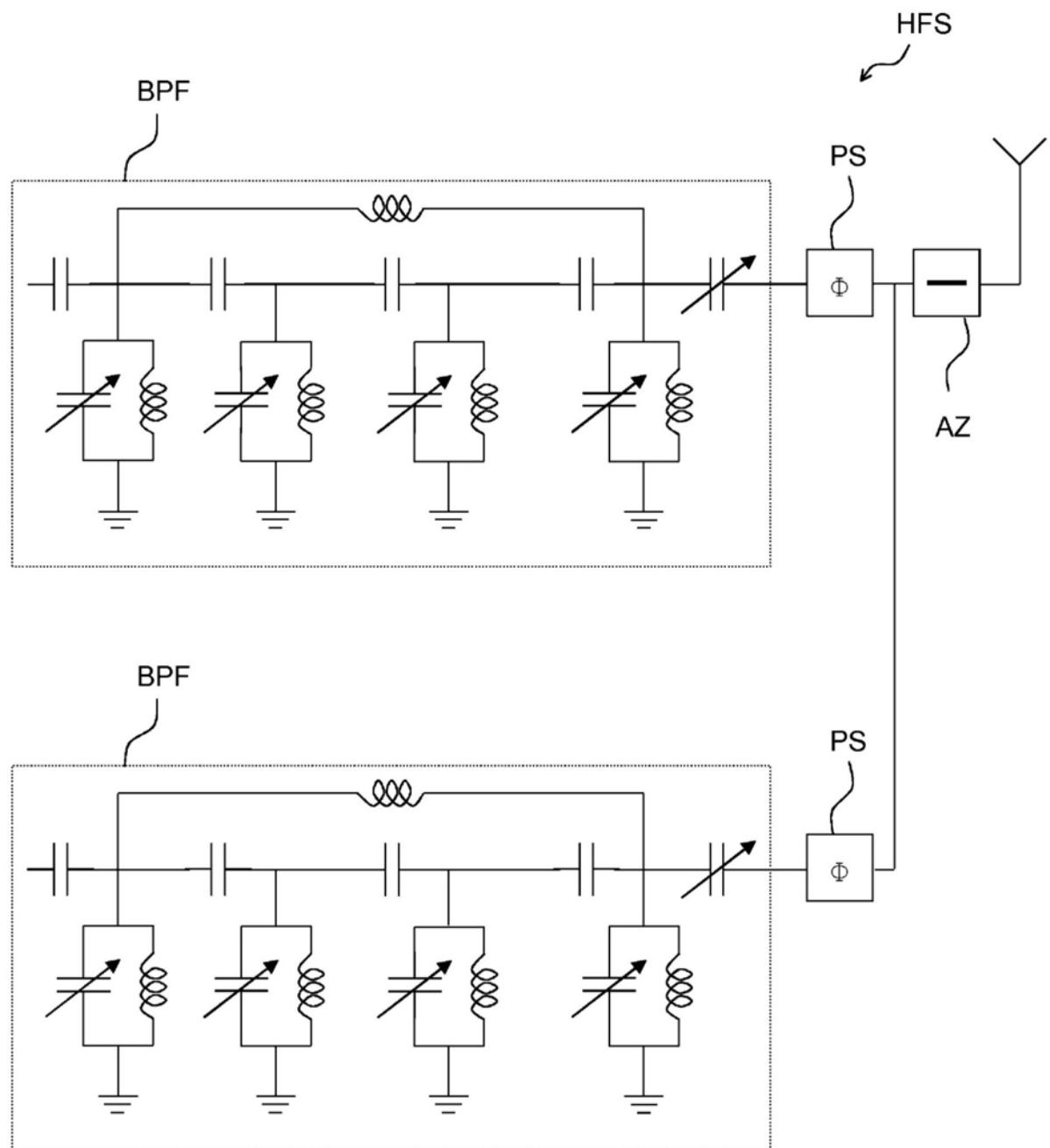


图12

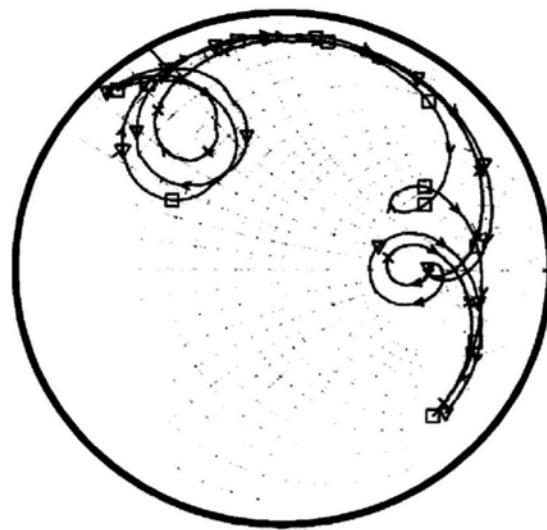


图13

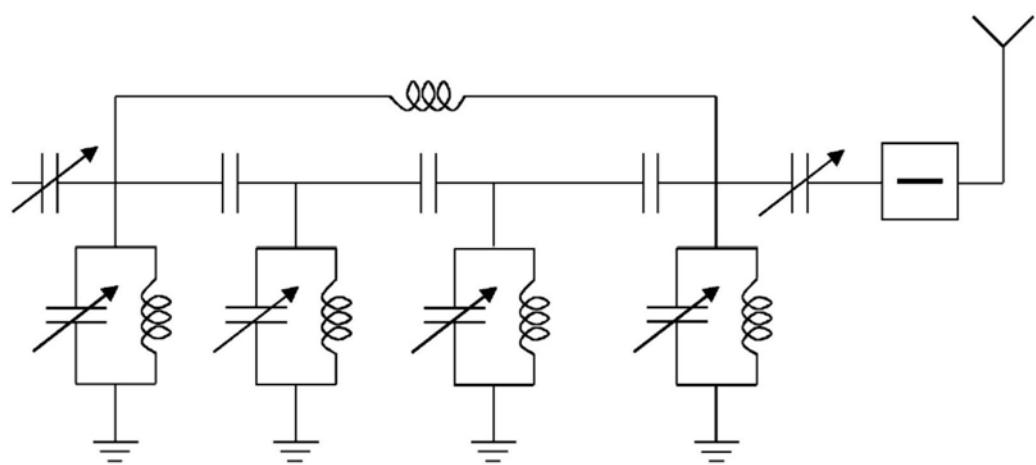


图14

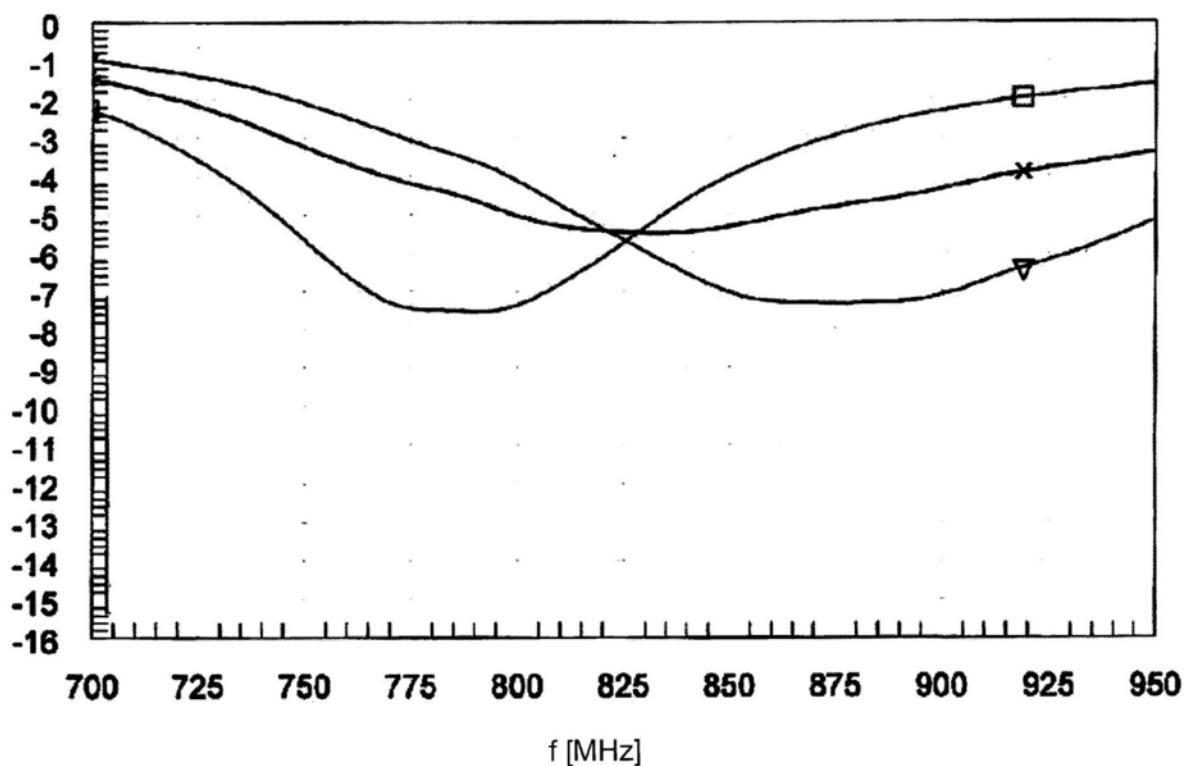


图15

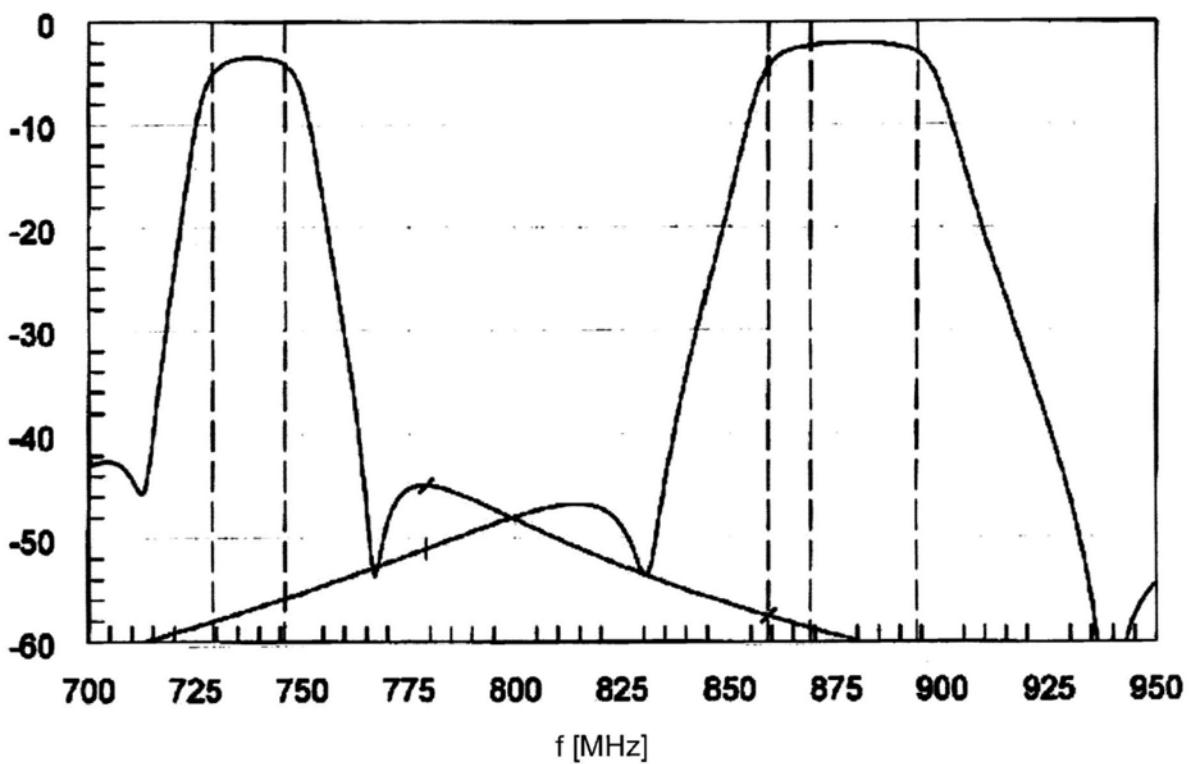


图16

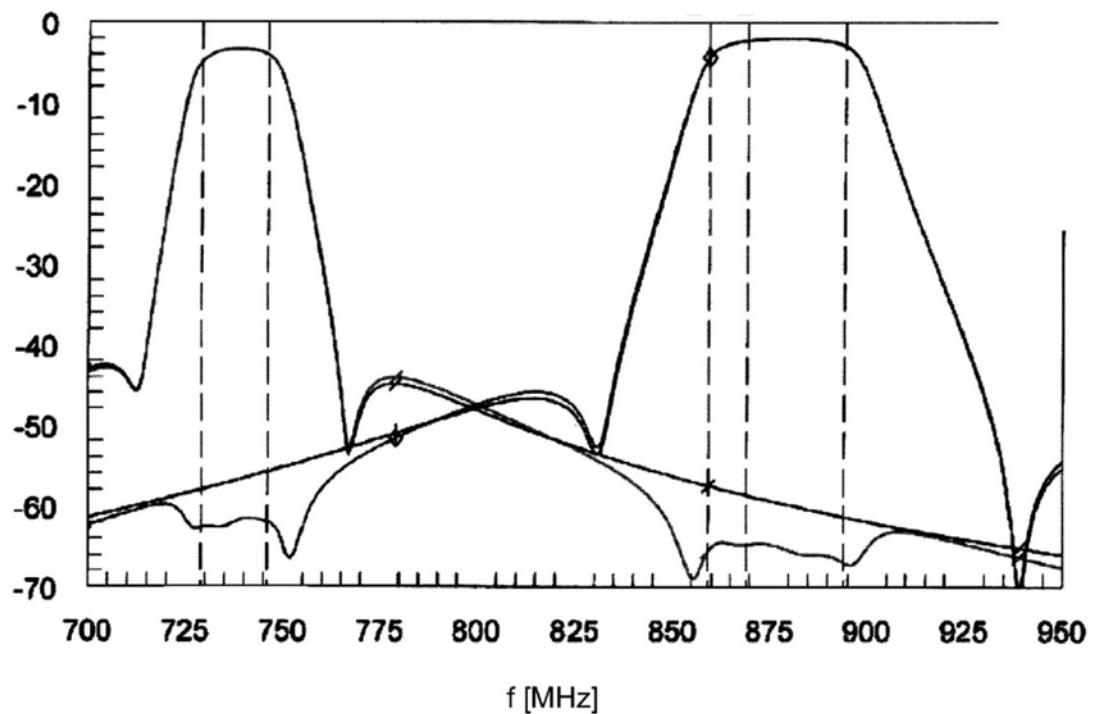


图17

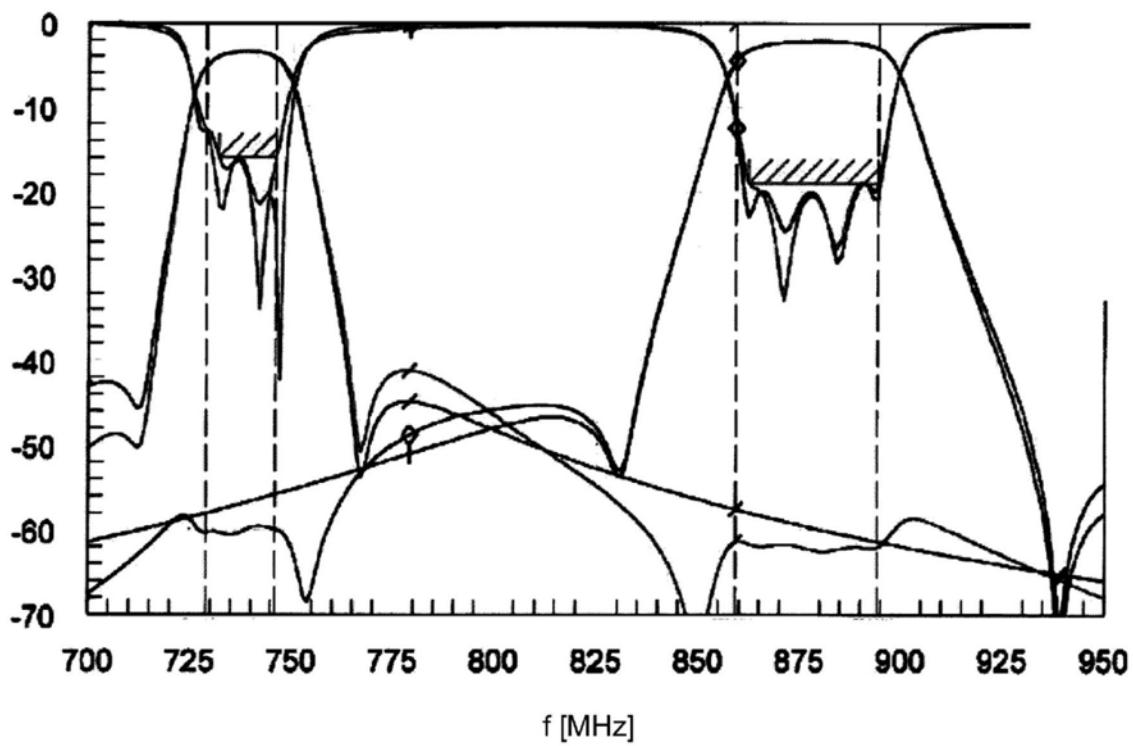


图18

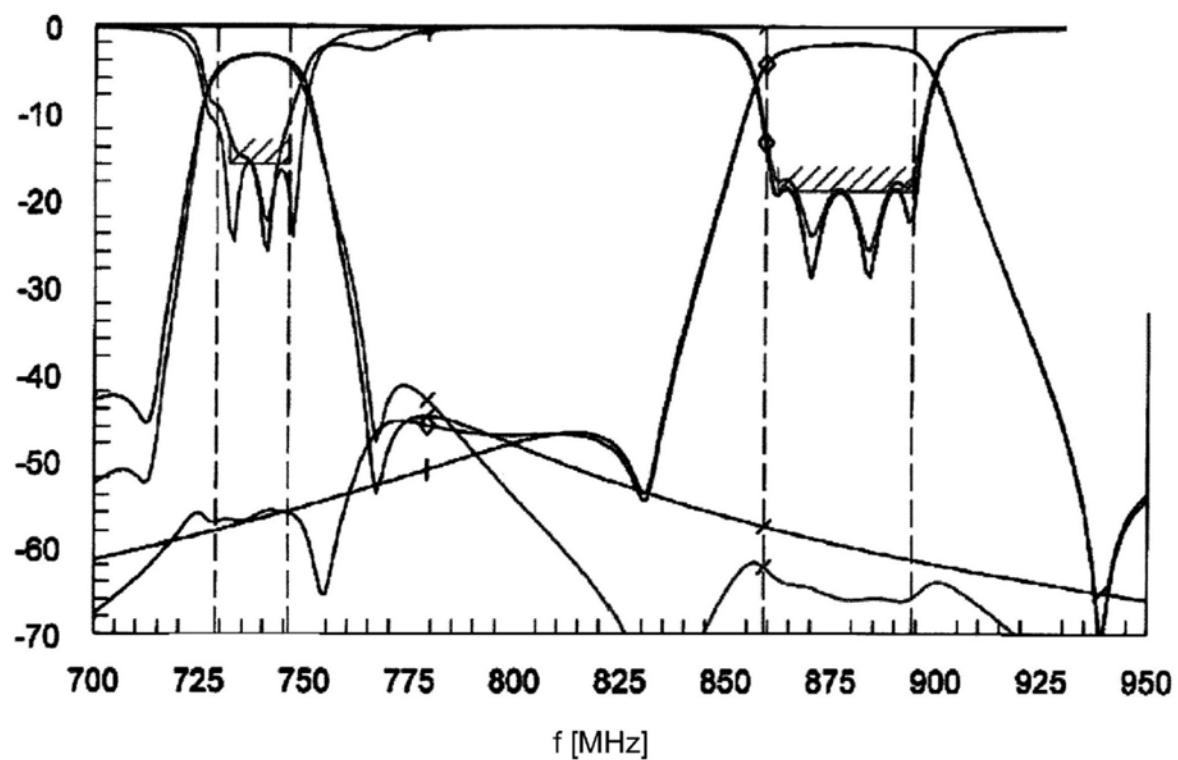


图19

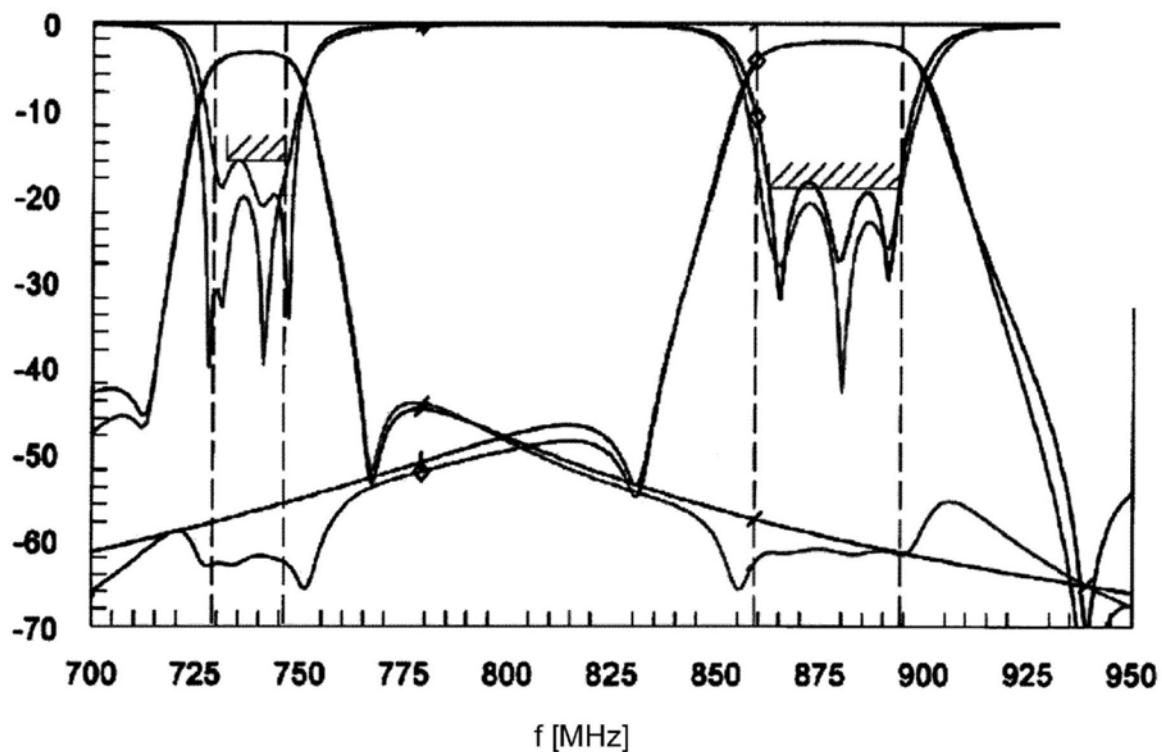


图20

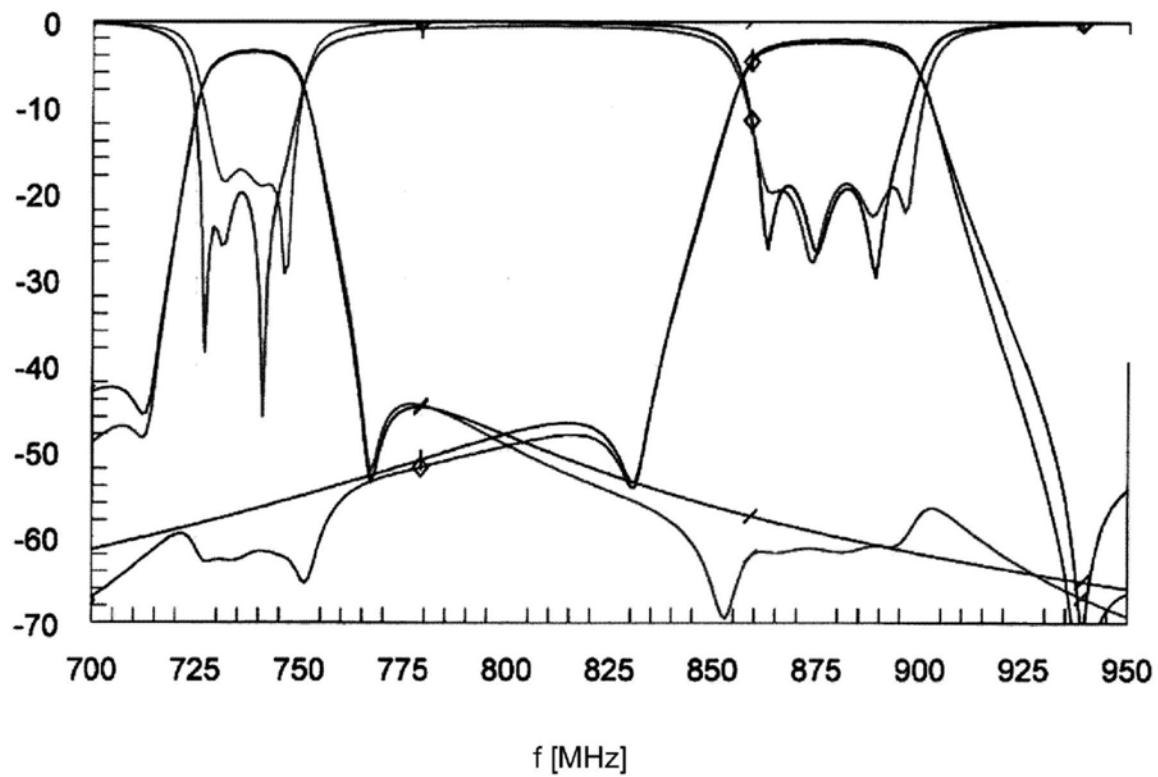


图21

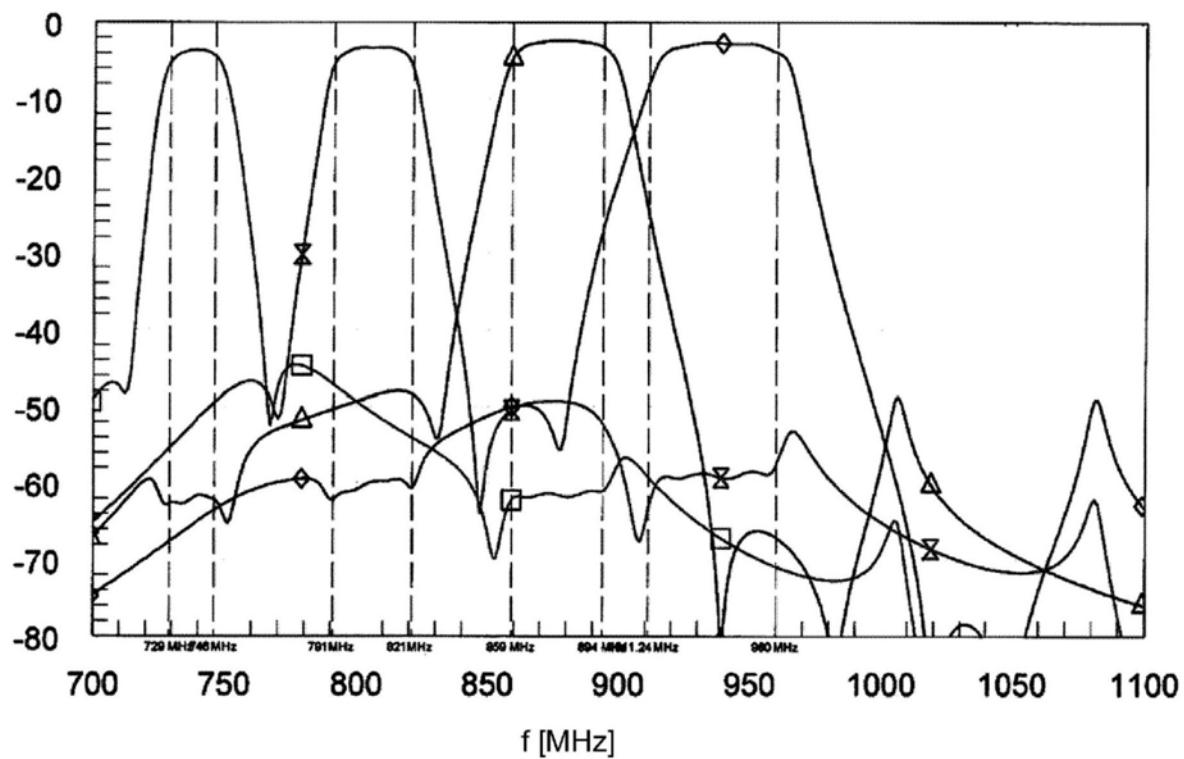


图22