



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114256603 B

(45) 授权公告日 2024.10.29

(21) 申请号 202111198193.2

H01Q 1/22 (2006.01)

(22) 申请日 2021.10.14

H01Q 21/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114256603 A

(56) 对比文件

CN 102780092 A, 2012.11.14

CN 106992754 A, 2017.07.28

(43) 申请公布日 2022.03.29

审查员 史晓娟

(73) 专利权人 南京理工大学

地址 210094 江苏省南京市玄武区孝陵卫
200号

(72) 发明人 齐世山 陈幸 吴文 陈守磊

孙光超

(74) 专利代理机构 南京理工大学专利中心

32203

专利代理师 岑丹

(51) Int. Cl.

H01Q 1/36 (2006.01)

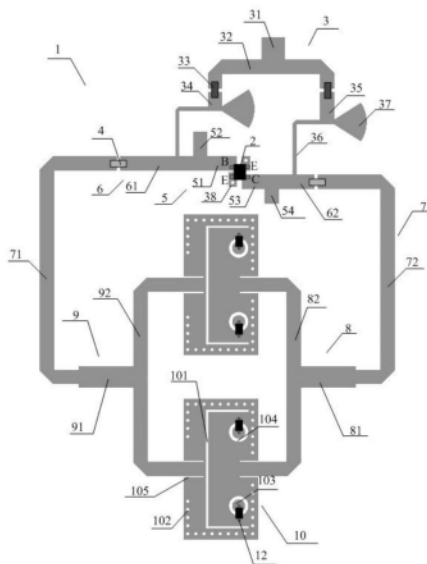
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

频率可调自振荡有源天线

(57) 摘要

本发明公开一种频率可调自振荡有源天线,包括介质基板顶层的晶体管、直流偏置电路、2个电容、匹配网络、连接线、微带传输线、T形功率分配器、T形功率组合器、2个基片集成波导天线、变容二极管和置于介质基板底层的金属接地板、4个电感。本发明在实现频率可调时提高了有效各向同性辐射功率,同时具有简化的二极管偏置电路,结构紧凑。



1. 一种频率可调自振荡有源天线,其特征在于,包括置于介质基板(1)顶层的晶体管(2)、直流偏置电路(3)、2个电容(4)、匹配网络(5)、连接线(6)、微带传输线(7)、T形功率分配器(8)、T形功率组合器(9)、2个基片集成波导天线(10)、变容二极管(12)和置于介质基板(1)底层的金属接地板(11)、4个电感(13);

所述晶体管(2)的集电极和基极分别与匹配网络(5)的2个输入端连接,匹配网络(5)的2个输出端与连接线(6)的2个端口相连,同时和直流偏置电路(3)的2个输出端垂直相连,连接线(6)的另外2个端口分别与2个电容(4)的一端一一对应连接,2个电容(4)的另一端分别连接到微带传输线(7)的2个端口;微带传输线(7)的另外2个端口分别与T形功率分配器(8)的输入端、T形功率组合器(9)的输出端相连,T形功率分配器(8)的2个输出端分别与2个基片集成波导天线(10)的输入端相连,2个基片集成波导天线(10)的输出端分别与T形功率组合器(9)的2个输入端相连,2个基片集成波导天线(10)底层各焊接有2个电感(13);

所述直流偏置电路(3)包括第一微带传输线(31)、n形微带传输线(32)、2个电阻(33)、第二微带传输线(34)、第三微带传输线(35)、2条高阻线(36)、2个扇形微带线(37)和2个接地焊盘(38)、4个金属化通孔(39);

第一微带传输线(31)与n形微带传输线(32)垂直相连,n形微带传输线(32)的2个输出端分别与2个电阻(33)的一端相连,2个电阻(33)的另一端分别与第二微带传输线(34)、第三微带传输线(35)的输入端相连,第二微带传输线(34)、第三微带传输线(35)的输出端均分别连接有1个扇形微带线(37),2个扇形微带线(37)位于第二微带传输线(34)和第三微带传输线(35)的同一侧,2个扇形微带线(37)均分别与1条高阻线(36)的一端连接,2条高阻线(36)的另一端分别与连接线(6)垂直相连;2个接地焊盘(38)分别连接到晶体管(2)的2个发射极,所述接地焊盘(38)上各有2个金属化通孔(39)打通介质基板(1)接入底层的金属接地板(11);

所述匹配网络(5)包括基极串联枝节(51)、基极并联开路枝节(52)、集电极串联枝节(53)、集电极并联开路枝节(54);

所述基极串联枝节(51)一端与晶体管(2)的基极相连,另一端与基极并联开路枝节(52)垂直相连,集电极串联枝节(53)一端与晶体管(2)的集电极相连,另一端与集电极并联开路枝节(54)垂直相连;

所述基片集成波导天线(10)包括u形辐射缝(101)、金属过孔(102)、第一焊盘(103)、环形槽(104)、矩形缝隙(105)、第二焊盘(106)、第三焊盘(107)、隔离缝(108)、实心金属柱(109);

2个基片集成波导天线(10)上下对称放置;每个基片集成波导天线(10)周围均排列一圈金属过孔(102),在输出端移除部分过孔以减少插入损耗;顶层蚀刻u形辐射缝(101),向T形功率分配器所在一侧开口,u形辐射缝(101)内部区域蚀刻2个上下对称的环形槽(104)和第一焊盘(103),2个变容二极管(12)的一端焊接到第一焊盘(103),另一端通过环形槽(104)跨接到基片集成波导天线(10)的金属面上;每个基片集成波导天线(10)的底层均有2个上下对称的第二焊盘(106)、第三焊盘(107)、隔离缝(108)、实心金属柱(109);电感(13)的两端分别连接到第二焊盘(106)和第三焊盘(107),第二焊盘(106)和第三焊盘(107)外围蚀刻隔离缝(108);第三焊盘(107)的中心处有实心金属柱(109)贯通顶层和底层;T形功率分配器(8)的输出端和T形功率组合器(9)的输入端分别通过基片集成波导天线(10)的输入

端、输出端的1对矩形缝隙(105)连接到基片集成波导天线(10)内部。

2. 根据权利要求1所述的频率可调自振荡有源天线,其特征在于,所述连接线(6)包括基极连接线(61)、集电极连接线(62);

基极连接线(61)一端与1条高阻线(36)的输出端连接,另一端与电容(4)的一端相连,集电极连接线(62)一端与另1条高阻线(36)的输出端连接,另一端与另一个电容(4)的一端相连。

3. 根据权利要求2所述的频率可调自振荡有源天线,其特征在于,所述微带传输线(7)包括基极传输线(71)、集电极传输线(72);

基极传输线(71)和集电极传输线(72)的一端分别与2个电容(4)的另一端连接,基极传输线(71)的另一端与T形功率组合器(9)的输出端相连,集电极传输线(72)的另一端与T形功率分配器(8)的输入端相连。

4. 根据权利要求3所述的频率可调自振荡有源天线,其特征在于,所述微带传输线(7)中的基极传输线(71)和连接线(6)中的基极连接线(61)在垂直方向上均高于集电极传输线(72)和集电极连接线(62),以便于放置晶体管(2)和实现闭合回路。

5. 根据权利要求1所述的频率可调自振荡有源天线,其特征在于,所述微带传输线(7)的总长度使得振荡环路相位为0。

6. 根据权利要求3所述的频率可调自振荡有源天线,其特征在于,所述T形功率分配器(8)、T形功率组合器(9)结构相同,位置对称,T形功率分配器(8)包括第一阻抗匹配线(81)、第四传输线(82),T形功率组合器(9)包括第二阻抗匹配线(91)、第五传输线(92);

第一阻抗匹配线(81)一端与集电极传输线(72)相连,另一端与第四传输线(82)垂直相连,第四传输线(82)的2个输出端分别与2个基片集成波导天线(10)的输入端相连,2个基片集成波导天线(10)的输出端分别与第五传输线(92)的2个输入端相连,第五传输线(92)与第二阻抗匹配线(91)的一端垂直相连,第二阻抗匹配线(91)的另一端与基极传输线(71)相连。

7. 根据权利要求1所述的频率可调自振荡有源天线,其特征在于,所述2个基片集成波导天线(10)中心垂直间距约为振荡频率对应的半个介质波长。

频率可调自振荡有源天线

技术领域

[0001] 本发明属于有源天线技术领域,具体涉及一种基于基片集成波导结构的频率可调自振荡有源天线。

背景技术

[0002] 具有工作频率灵活性的自振荡有源集成天线可以有效地利用频谱来避免潜在地通信干扰,同时可以适应不同国家的管制规定。近年来,在环形或半环形天线中嵌入变容二极管提供了一种紧凑的方式来发展频率可调自振荡有源天线,由于这种方法是基于反馈环法,提出的结构同时具有良好的相位噪声。但是由于小型化设计,有效各向同性辐射功率可能无法满足对辐射功率要求较高的应用要求。在这种情况下,自振荡有源天线系统必须在振荡器输出端集成一个功率放大器,与有源集成天线的最初目的背道而驰。关于频率可调的最新研究由Moitreya Adhikary提出,他设计了一种具有自动波束扫描的基片集成波导自振荡有源天线,同时具有频率可调性。在这个工作中,天线更像一个无功负载,导致其具有更大的尺寸。随着自振荡有源天线集成越来越多的电子开关以实现多种功能,减小其尺寸是很重要的。利用基片集成波导结构,可以将开关的阴极焊接到基片集成波导的金属表面,并连接到直流电源的接地端,可以将有源天线中的偏置电路减少近一半。可以在基片集成波导的底层构造正电压偏置电路,避免了直流导线焊接在顶层辐射面,从而最大限度地减小了直流导线对辐射性能的影响。综上所述,现有频率可调谐自振荡有源天线的有效各向同性辐射功率相对较低,无法满足特定空间内高辐射功率的需求,另一方面,现有技术未有关关注简化开关所需的偏置电路在设计自振荡有源天线中带来的小型化优势,这是一种潜在的设计手段。

发明内容

[0003] 本发明旨在提供一种频率可调自振荡有源天线,解决现有技术在设计频率可调有源天线时有效各向同性辐射功率较低、电子开关所需的偏置电路结构冗杂的问题。

[0004] 实现本发明目的的技术解决方案为:一种频率可调自振荡有源天线,包括介质基板顶层的晶体管、直流偏置电路、2个电容、匹配网络、连接线、微带传输线、T形功率分配器、T形功率组合器、2个基片集成波导天线、变容二极管和置于介质基板底层的金属接地板、4个电感。

[0005] 所述晶体管的集电极和基极分别与匹配网络的2个输入端连接,匹配网络的2个输出端与连接线的2个端口相连,同时和直流偏置电路的2个输出端垂直相连。连接线的另外2个端口分别与2个电容的一端连接,2个电容的另一端分别连接到微带传输线的2个端口。微带传输线的另外2个端口分别与T形功率分配器的输入端、T形功率组合器的输出端相连,T形功率分配器的2个输出端分别与2个基片集成波导天线的输入端相连,2个基片集成波导天线的输出端分别与T形功率组合器的2个输入端相连。2个基片集成波导天线(10)底层各焊接有2个电感(13)。

[0006] 优选地,所述直流偏置电路包括第一微带传输线、n形微带传输线、2个电阻、第二微带传输线、第三微带传输线、2条高阻线、2个扇形微带线和2个接地焊盘、4个金属化通孔;

[0007] 第一微带传输线与n形微带传输线垂直相连,n形微带传输线的2个输出端分别与2个电阻的一端相连,2个电阻的另一端分别与第二微带传输线、第三微带传输线的输入端相连,第二微带传输线、第三微带传输线的输出端均分别连接有1个扇形微带线,2个扇形微带线分别位于第二微带传输线和第三微带传输线的右侧,2个扇形微带线均分别与1条高阻线的一端连接,2条高阻线的另一端分别与连接线垂直相连。2个接地焊盘分别连接到晶体管的2个发射极,所述接地焊盘上各有2个金属化通孔打通介质基板接入底层的金属接地板。

[0008] 优选地,所述匹配网络包括基极串联枝节、基极并联开路枝节、集电极串联枝节、集电极并联开路枝节;

[0009] 所述基极串联枝节一端与晶体管的基极相连,另一端与基极并联开路枝节垂直相连,集电极串联枝节一端与晶体管的集电极相连,另一端与集电极并联开路枝节垂直相连。

[0010] 所述连接线包括基极连接线、集电极连接线;

[0011] 基极连接线一端与1条高阻线的输出端连接,另一端与电容的一端相连,集电极连接线一端与另1条高阻线的输出端连接,另一端与另一个电容的一端相连。

[0012] 所述微带传输线包括基极传输线、集电极传输线;

[0013] 基极传输线和集电极传输线的一端分别与2个电容的另一端连接,基极传输线的另一端与T形功率组合器的输出端相连,集电极传输线的另一端与T形功率分配器的输入端相连。

[0014] 优选地,所述微带传输线中的基极传输线和连接线中的基极连接线在垂直方向上均高于集电极传输线和集电极连接线,以便于放置晶体管和实现闭合回路。

[0015] 所述微带传输线的总长度使得振荡环路相位为0。

[0016] 所述T形功率分配器、T形功率组合器结构相同,位置左右对称,分别包括第一阻抗匹配线、第四传输线和第二阻抗匹配线、第五传输线。

[0017] 第一阻抗匹配线一端与集电极传输线相连,另一端与第四传输线垂直相连,第四传输线的2个输出端分别与2个基片集成波导天线的输入端相连,2个基片集成波导天线的输出端分别与第五传输线的2个输入端相连,第五传输线与第二阻抗匹配线的一端垂直相连,第二阻抗匹配线的另一端与基极传输线相连。

[0018] 所述基片集成波导天线包括u形辐射缝、金属过孔、第一焊盘、环形槽、矩形缝隙、第二焊盘、第三焊盘、隔离缝、实心金属柱;

[0019] 2个基片集成波导天线上下对称放置。每个基片集成波导天线周围均排列一圈金属过孔,在输出端移除部分过孔以减少插入损耗。顶层蚀刻u形辐射缝,开口向右,u形辐射缝内部区域蚀刻2个上下对称的环形槽和焊盘,2个变容二极管的一端焊接到焊盘,另一端通过环形槽跨接到基片集成波导天线的金属面上。每个基片集成波导天线的底层均有2个上下对称的第二焊盘、第三焊盘、隔离缝、实心金属柱。电感的两端分别连接到第二焊盘和第三焊盘,第二焊盘和第三焊盘外围蚀刻隔离缝。第三焊盘的中心处有实心金属柱贯通顶层和底层。T形功率分配器的输出端和T形功率组合器的输入端分别通过基片集成波导天线的输入端、输出端的1对矩形缝隙连接到基片集成波导天线内部。

[0020] 所述2个基片集成波导天线中心垂直间距约为振荡频率对应的半个介质波长。

[0021] 本发明与现有技术相比,其显著优点为:

[0022] 1、本发明中2个基片集成波导天线形成一个 2×1 的天线阵列提高了调谐频带内的有效各向同性辐射功率。

[0023] 2、本发明充分利用基片集成波导结构简化了自振荡有源天线中变容二极管的偏置电路。

[0024] 3、本发明将变容二极管的正电压偏置电路置于底层,避免了在顶层辐射面焊接导线,减少了直流导线对辐射性能的影响。

[0025] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步的详细描述。

附图说明

[0026] 图1是本发明频率可调自振荡有源天线的顶层示意图。

[0027] 图2是本发明频率可调自振荡有源天线的底层示意图。

[0028] 图3是本发明频率可调自振荡有源天线顶层结构的尺寸示意图。

[0029] 图4是本发明频率可调自振荡有源天线底层结构的尺寸示意图。

[0030] 图5是本发明实施例振荡频率和有效各向同性辐射功率随外部电压变化测试图。

具体实施方式

[0031] 如图1~2所示,一种频率可调自振荡有源天线,包括置于介质基板1顶层的晶体管2、直流偏置电路3、2个电容4、匹配网络5、连接线6、微带传输线7、T形功率分配器8、T形功率组合器9、2个基片集成波导天线10、变容二极管12和置于介质基板1底层的金属接地板11、4个电感13。

[0032] 所述晶体管2的集电极和基极分别与匹配网络5的2个输入端连接,匹配网络5的2个输出端与连接线6的2个端口相连,同时和直流偏置电路3的2个输出端垂直相连。连接线6的另外2个端口分别与2个电容4的一端连接,2个电容4的另一端分别连接到微带传输线7的2个端口。微带传输线7的另外2个端口分别与T形功率分配器8的输入端、T形功率组合器9的输出端相连,T形功率分配器8的2个输出端分别与2个基片集成波导天线10的输入端相连,2个基片集成波导天线10的输出端分别与T形功率组合器9的2个输入端相连,至此形成完整的回路。

[0033] 如图1所示,在进一步的实施例中,所述直流偏置电路3包括第一微带传输线31、n形微带传输线32、2个电阻33、第二微带传输线34、第三微带传输线35、2条高阻线36、2个扇形微带线37和2个接地焊盘38、4个金属化通孔39;

[0034] 第一微带传输线31与n形微带传输线32垂直相连,n形微带传输线32的2个输出端分别与2个电阻33的一端相连,2个电阻33的另一端分别与第二微带传输线34、第三微带传输线35的输入端相连,第二微带传输线34、第三微带传输线35的输出端均分别连接有1个扇形微带线37,2个扇形微带线37分别位于第二微带传输线34和第三微带传输线35的右侧,2个扇形微带线37均分别与1条高阻线36的一端连接,2条高阻线36的另一端分别与连接线6垂直相连。2个接地焊盘38分别连接到晶体管2的2个发射极,所述接地焊盘38上各有2个金属化通孔39打通介质基板1接入底层的金属接地板11。

[0035] 如图1所示,在进一步的实施例中,所述匹配网络5包括基极串联枝节51、基极并联

开路枝节52、集电极串联枝节53、集电极并联开路枝节54；

[0036] 所述基极串联枝节51一端与晶体管2的基极相连,另一端与基极并联开路枝节52垂直相连,集电极串联枝节53一端与晶体管2的集电极相连,另一端与集电极并联开路枝节54垂直相连。

[0037] 如图1所示,所述连接线6包括基极连接线61、集电极连接线62；

[0038] 基极连接线61一端与1条高阻线36的输出端连接,另一端与电容4的一端相连,集电极连接线62一端与另1条高阻线36的输出端连接,另一端与另一个电容4的一端相连。

[0039] 如图1所示,所述微带传输线7包括基极传输线71、集电极传输线(72)；

[0040] 基极传输线71和集电极传输线72的一端分别与2个电容4的另一端连接,基极传输线71的另一端与T形功率组合器9的输出端相连,集电极传输线72的另一端与T形功率分配器8的输入端相连。

[0041] 如图1所示,所述T形功率分配器8、T形功率组合器9结构相同,位置对称,分别包括第一阻抗匹配线81、第四传输线82和第二阻抗匹配线91、第五传输线92。

[0042] 第一阻抗匹配线81一端与集电极传输线72相连,另一端与第四传输线82垂直相连,第四传输线82的2个输出端分别与2个基片集成波导天线10的输入端相连,2个基片集成波导天线10的输出端分别与第五传输线92的2个输入端相连,第五传输线92与第二阻抗匹配线91的一端垂直相连,第二阻抗匹配线91的另一端与基极传输线71相连。

[0043] 如图1所示,所述基片集成波导天线10包括u形辐射缝101、金属过孔102、焊盘103、环形槽104、矩形缝隙105、第二焊盘106、第三焊盘107、隔离缝108、实心金属柱109；

[0044] 2个基片集成波导天线10上下对称放置。每个基片集成波导天线10周围均排列一圈金属过孔102,在输出端移除部分过孔以减少插入损耗。顶层蚀刻u形辐射缝101,开口向右,u形辐射缝101内部区域蚀刻2个上下对称的环形槽104和焊盘103,2个变容二极管12的一端焊接到焊盘103,另一端通过环形槽104跨接到基片集成波导天线10的金属面上。每个基片集成波导天线10的底层均有2个上下对称的第二焊盘106、第三焊盘107、隔离缝108、实心金属柱109。电感13的两端分别连接到第二焊盘106和第三焊盘107,第二焊盘106和第三焊盘107外围蚀刻隔离缝108。第三焊盘107的中心处有实心金属柱109贯通顶层和底层。T形功率分配器8的输出端和T形功率组合器9的输入端分别通过基片集成波导天线10的输入端、输出端的1对矩形缝隙105连接到基片集成波导天线10内部。

[0045] 如图1所示,所述2个基片集成波导天线10中心垂直间距约为振荡频率对应的半个介质波长。

[0046] 本发明的工作原理为:外部直流电压通过直流偏置电路传导至晶体管2的基极和集电极,使其处于合适的静态工作点,提供增益,电容4用于隔离晶体管2的基极和集电极偏置电压。根据同相电流叠加原理,2个基片集成波导天线10可以提供更高的增益,从而提高自振荡有源天线的有效各向同性辐射功率。功率分配器将集电极输出的信号等比例地分配到2个基片集成波导天线10的两个输入端,功率组合器将2个基片集成波导天线10两个输出端的信号等比例合成,反馈回基极。频率可调是通过加载在基片集成波导天线10上表面的变容二极管12实现的。变容二极管12的阳极分别焊接在第一焊盘(103)上,另一种外部电压经过电感13、实心金属柱109传导至顶层的变容二极管阳极。变容二极管12的阴极直接焊接在基片集成波导天线10的顶层金属面上,由于基片集成波导天线10的顶层和底层由金属化

通孔102导通,在金属接地板11接入地电位可以实现变容二极管12的阴极接地。变容二极管12的结电容随着外部电压的增加而减少,从而振荡频率会发生变化。

[0047] 图3是本发明频率可调自振荡有源天线顶层结构的尺寸示意图,图4是本发明频率可调自振荡有源天线底层结构的尺寸示意图。图5是本发明实施例振荡频率和有效各向同性辐射功率随外部电压变化测试图。

实施例

[0048] 作为实施例,在本发明中使用一款双极型晶体管设计了工作在C波段的频率可调自振荡有源天线。

[0049] 如图3所示,直流偏置电路3中微带线宽度均为 $w_1=1.8\text{mm}$ 。第一微带传输线31是边长为 $a=3\text{mm}$ 的正方形,外部直流电压 $V_1=3\text{V}$ 。n形微带传输线32横向长 $l_{32}=9.5\text{mm}$,纵向长 $h_{32}=2\text{mm}$ 。第二微带传输线34长 $l_{34}=2\text{mm}$,第三微带传输线35长 $l_{35}=3.8\text{mm}$,与n形微带传输线32两个输出端间距均为 $d_1=0.6\text{mm}$,用于焊接电阻33,基极和集电极一侧阻值分别为 $15\text{K}\Omega$ 、 68Ω 。高阻线36总长度长 $l_{36}=12.1\text{mm}$,扇形微带线37角度 $\phi=65^\circ$,长 $l_{37}=4.3\text{mm}$ 。接地焊盘38长 $l_{38}=2.1\text{mm}$,宽 $w_{38}=1\text{mm}$,金属化通孔39直径 $d=0.6\text{mm}$ 。

[0050] 匹配网络5中各枝节宽度均为 $w_1=1.8\text{mm}$ 。基极串联枝节51长 $l_{51}=1.1\text{mm}$,基极并联开路枝节52长 $l_{52}=3.1\text{mm}$,集电极串联枝节53长 $l_{53}=2.1\text{mm}$,集电极并联开路枝节54长 $l_{54}=3\text{mm}$ 。

[0051] 连接线6宽度均为 $w_1=1.8\text{mm}$,基极连接线61长 $l_{61}=7.5\text{mm}$,集电极连接线62长 $l_{62}=2.4\text{mm}$ 。

[0052] 微带传输线7宽度均为 $w_1=1.8\text{mm}$,基极传输线71长 $l_{71}=41.25\text{mm}$,集电极传输线(72)长 $l_{72}=44.3\text{mm}$ 。

[0053] 微带传输线7中的基极传输线71、连接线6中的基极连接线61与集电极传输线72、集电极连接线62垂直距离 $h_m=2.5\text{mm}$ 。

[0054] T形功率分配器8、T形功率组合器9结构相同,位置对称,第一阻抗匹配线81和第二阻抗匹配线91长均为 $l_{z1}=7.4\text{mm}$,宽度均为 $w_{z1}=2.8\text{mm}$,第四传输线82和第五传输线92纵向长均为 $l_{z2}=23.2\text{mm}$,横向长均为 $l_{z3}=3.95\text{mm}$,宽度均为 $w_1=1.8\text{mm}$ 。

[0055] 基片集成波导天线10中,u形辐射缝101纵向长均为 $l_{u1}=15.76\text{mm}$,距离左侧金属壁 $x_u=3\text{mm}$,横向长均为 $l_{u2}=5.5\text{mm}$,距离下侧金属壁 $y_u=1.5\text{mm}$,缝宽 $w_u=0.12\text{mm}$ 。金属过孔102直径 $d_v=0.6\text{mm}$,中心间距 $p_v=1.1\text{mm}$,纵向长度共 $l_s=17.6\text{mm}$,横向长度 $w_s=8.8\text{mm}$ 。焊盘103直径 $d_{103}=1.6\text{mm}$,环形槽104槽宽 $w_{104}=0.8\text{mm}$,圆心距离右侧金属壁均为 $x_r=2.6\text{mm}$,距离上、下侧金属壁均为 $y_r=4.5\text{mm}$ 。矩形缝隙105长 $l_{105}=2.5\text{mm}$,宽 $w_{105}=0.3\text{mm}$ 。第二焊盘106长 $l_{106}=1.6\text{mm}$,宽 $w_{106}=0.9\text{mm}$,第三焊盘107直径 $d_{107}=1.6\text{mm}$,第二焊盘106和第三焊盘107圆心间距 $s=0.965\text{mm}$ 。隔离缝108缝宽 $w_{108}=0.2\text{mm}$ 。实心金属柱109直径 $d_{109}=0.8\text{mm}$ 。

[0056] 外部电源的正极连接到4个第二焊盘106,通过实心金属柱109传导正电压以分别驱动4个变容二极管12的阳极,金属接地板11连接到外部电源的地电位,因此变容二极管12的阴极通过金属过孔102实现接地。将外部电压从3V增加至8V,振荡频率从5.682GHz逐步增加至5.707GHz,如图5所示,整个频带内的有效各向同性辐射功率范围为4.4~12.9dBm,远远高于现有技术实现的性能。

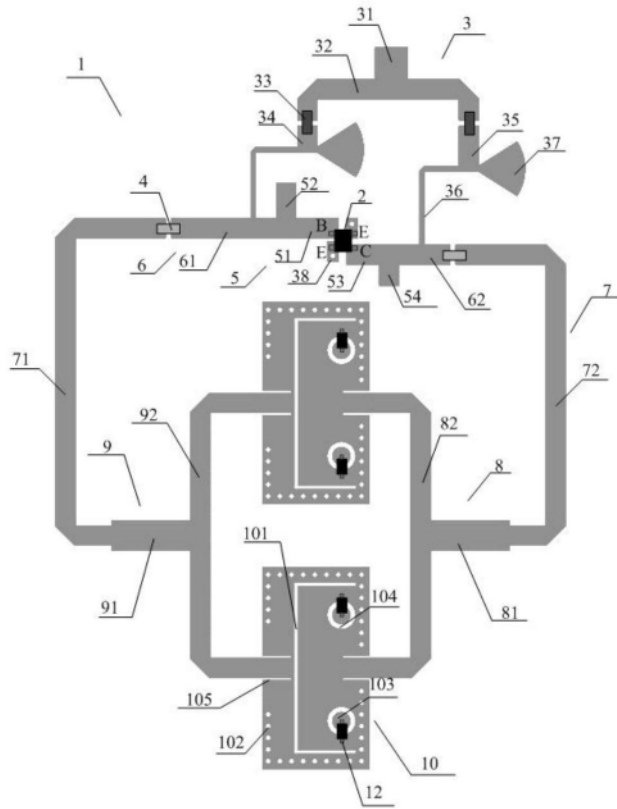


图1

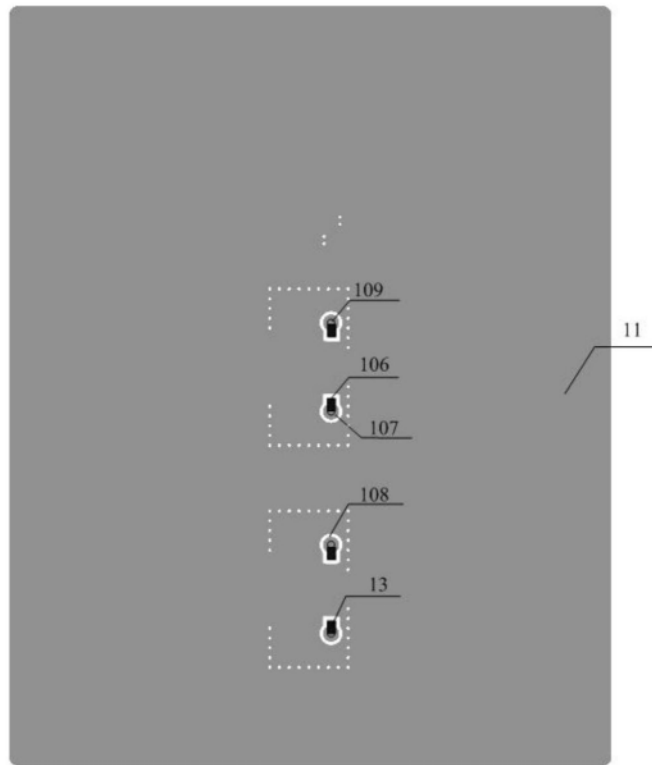


图2

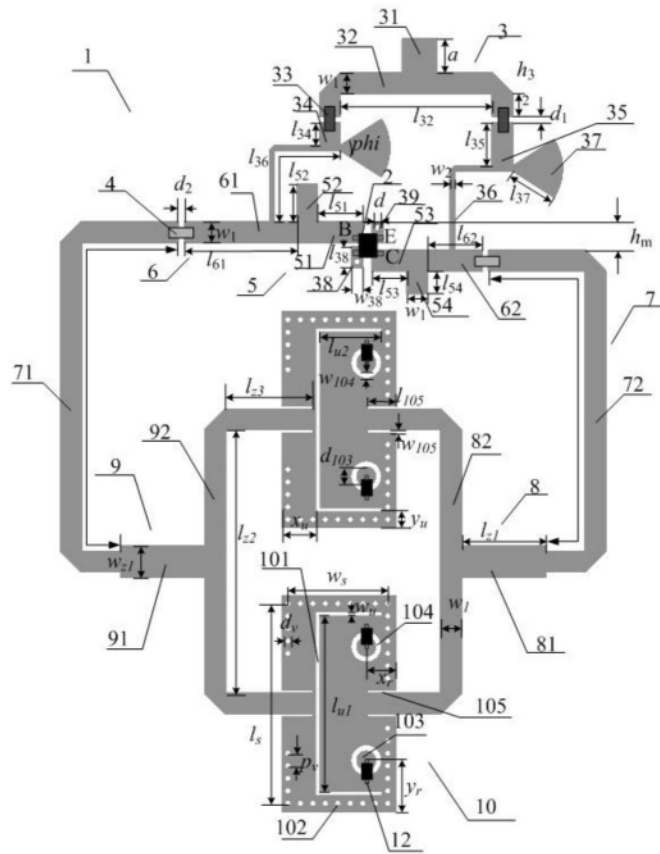


图3

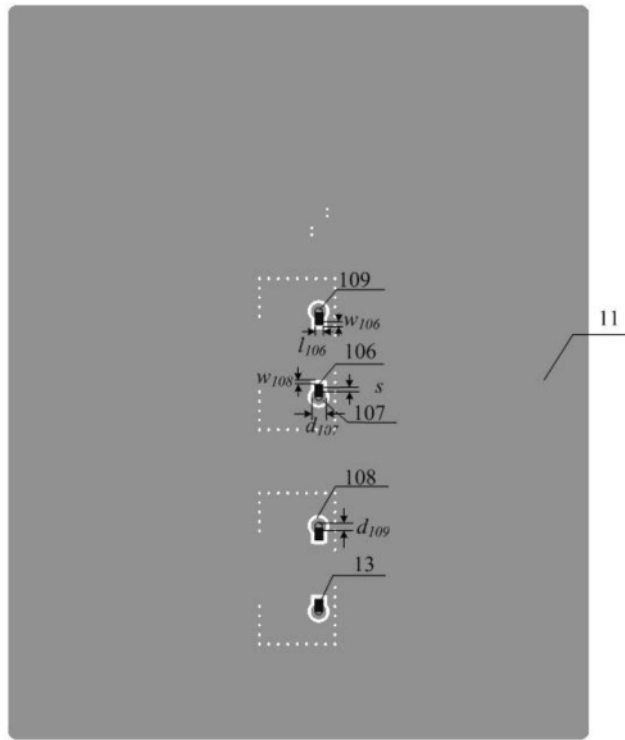


图4

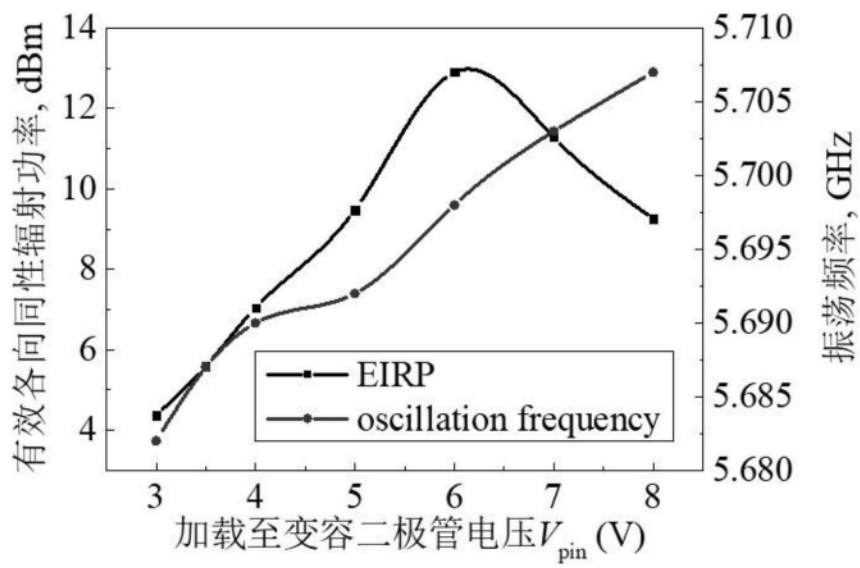


图5