



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104953225 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 30

(21) 申请号 201510290758. 8

(22) 申请日 2015. 05. 29

(71) 申请人 南通大学

地址 226019 江苏省南通市啬园路9号南通  
大学电子信息学院

(72) 发明人 施金 强俊 陈建新 唐慧 秦伟  
周立衡 褚慧

(74) 专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理  
有限公司 44217

代理人 汪丽

(51) Int. Cl.

H01P 5/18(2006. 01)

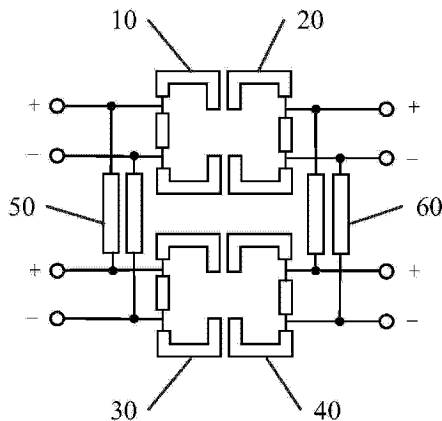
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

一种具有滤波功能的平衡式分支线耦合器

(57) 摘要

本发明公开了一种具有滤波功能的平衡式分支线耦合器,解决了现有技术中分支线耦合器均为单端设计,不能很好的抑制环境噪声,没有差分信号的功率分配和滤波功能,不便与差分器件相连的技术问题,所述耦合器包括:四个谐振器(10、20、30、40)和两条耦合微带线(50、60),第一、第三谐振器(10、30)的正、负信号传输端均与第一耦合微带线(50)的正、负信号传输线相连,第一、第二谐振器(10、20)的正、负信号传输端相通,第二、第四谐振器(20、40)的正、负信号传输端均与第二耦合微带线(60)的正、负信号传输线相连,第三、第四谐振器(30、40)的正、负信号传输端相通;实现对差分信号进行功率分配、滤波及共模信号抑制的技术效果。



1. 一种具有滤波功能的平衡式分支线耦合器,其特征在于,所述耦合器包括:

第一谐振器(10),第二谐振器(20),第三谐振器(30),第四谐振器(40),第一耦合微带线(50),以及第二耦合微带线(60);

所述第一谐振器(10)、所述第二谐振器(20)、所述第三谐振器(30)和所述第四谐振器(40)均具有正、负信号传输端;所述第一谐振器(10)和所述第二谐振器(20)面对面耦合,所述第三谐振器(30)和所述第四谐振器(40)面对面耦合;所述第一耦合微带线(50)和所述第二耦合微带线(60)均具有正、负信号传输线;

所述第一谐振器(10)和所述第三谐振器(30)的负信号传输端均与所述第一耦合微带线(50)的负信号传输线相连,所述第一谐振器(10)和所述第三谐振器(30)的正信号传输端均与所述第一耦合微带线(50)的正信号传输线相连,所述第一谐振器(10)的正、负信号传输端分别与所述第二谐振器(20)的正、负信号传输端相通,所述第二谐振器(20)和所述第四谐振器(40)的负信号传输端均与所述第二耦合微带线(60)的负信号传输线相连,所述第二谐振器(20)和所述第四谐振器(40)的正信号传输端均与所述第二耦合微带线(60)的正信号传输线相连,所述第三谐振器(30)的正、负信号传输端分别与所述第四谐振器(40)的正、负信号传输端相通;

所述第一谐振器(10)、所述第二谐振器(20)、所述第三谐振器(30)和所述第四谐振器(40)四者中的一个的正、负信号传输端与所述耦合器的信号输入端口相连,而另三个与所述耦合器的信号输出端口相连。

2. 如权利要求1所述的具有滤波功能的平衡式分支线耦合器,其特征在于,所述第一谐振器(10)、所述第二谐振器(20)、所述第三谐振器(30)和所述第四谐振器(40)均为半波长谐振器。

3. 如权利要求1所述的具有滤波功能的平衡式分支线耦合器,其特征在于,所述第一耦合微带线(50)和所述第二耦合微带线(60)均为四分之一波长的耦合微带线。

4. 如权利要求1~3任一权项所述的具有滤波功能的平衡式分支线耦合器,其特征在于,所述第一谐振器(10)的正、负信号传输端与所述耦合器的信号输入端口相连,所述第二谐振器(20)、所述第三谐振器(30)和所述第四谐振器(40)均与所述耦合器的信号输出端口相连;

所述信号输入端口为第一差分端口(1),所述信号输出端口包括第二差分端口(2)、第三差分端口(3)和第四差分端口(4);

所述第一谐振器(10)的正、负信号传输端分别与所述第一差分端口(1)的正、负信号输入端口连接,所述第二谐振器(20)的正、负信号传输端分别与所述第二差分端口(2)的正、负信号输出端口连接,所述第三谐振器(30)的正、负信号传输端分别与所述第四差分端口(4)的正、负信号输出端口连接,所述第四谐振器(40)的正、负信号传输端分别与所述第三差分端口(3)的正、负信号输出端口连接;其中,所述第四差分端口(4)具体为隔离端口。

5. 如权利要求4所述的具有滤波功能的平衡式分支线耦合器,其特征在于,所述第一谐振器(10)和所述第二谐振器(20)面对面耦合组成第一滤波结构,所述第三谐振器(30)和所述第四谐振器(40)面对面耦合组成第二滤波结构;所述第一滤波结构和所述第二滤

波结构的端口差模阻抗值设定为 $\frac{1}{2\sqrt{2}} Z_{00}$ ,其中, $Z_{00}$ 为平衡式分支线耦合器的端口差模阻抗值。

6. 如权利要求 5 所述的具有滤波功能的平衡式分支线耦合器,其特征在于,所述第一谐振器(10)和所述第二谐振器(20)之间设置有第一缝隙,通过调节所述第一缝隙的缝宽调节所述第一谐振器(10)和所述第二谐振器(20)的耦合系数,以及通过调节所述第一谐振器(10)和所述第二谐振器(20)的馈电位置调节所述第一滤波结构的外部品质因数,以使所述第一滤波结构的滤波带宽达到预设带宽。

7. 如权利要求 5 所述的具有滤波功能的平衡式分支线耦合器,其特征在于,所述第二滤波结构用于调整所述第二差分端口(2)和所述第三差分端口(3)输出信号频率响应的一致性,以及调整所述第一差分端口(1)和所述第四差分端口(4)的隔离度,以使所述频率响应一致,以及使所述隔离度达到预设值。

8. 如权利要求 1 所述的具有滤波功能的平衡式分支线耦合器,其特征在于,所述耦合器采取向地面打孔的方式,以使所述第一谐振器(10)和所述第三谐振器(30)的负信号传输端均与所述第一耦合微带线(50)的负信号传输线相连,和/或所述第一谐振器(10)和所述第三谐振器(30)的正信号传输端均与所述第一耦合微带线(50)的正信号传输线相连,和/或所述第二谐振器(20)和所述第四谐振器(40)的负信号传输端均与所述第二耦合微带线(60)的负信号传输线相连,和/或所述第二谐振器(20)和所述第四谐振器(40)的正信号传输端均与所述第二耦合微带线(60)的正信号传输线相连。

9. 如权利要求 1 所述的具有滤波功能的平衡式分支线耦合器,其特征在于,所述耦合器的结构通过微带线实现,或通过共模波导和带状线实现。

## 一种具有滤波功能的平衡式分支线耦合器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及微波、毫米波电路及天线技术领域,尤其涉及一种具有滤波功能的平衡式分支线耦合器。

### 背景技术

[0002] 在微波毫米波的商业和军事通信系统中,平衡式电路由于其抗电磁干扰能力强、噪声抑制好以及与其它平衡式电路方便连接等优点,而越来越受欢迎。耦合器作为微波系统中的一种重要器件,按一定的比例对微波信号进行功率分配。在平衡放大器、微波网络分析仪、自动增益控制以及信号发生器中的功率装置中都要应用耦合器,除此以外,耦合器在实现各种功能的微波组件以及整机中,都发挥着重要的作用,所以,平衡式分支线耦合器的设计显得很重要。然而传统耦合器的设计大多采用单端设计,并且到目前为止,还没有关于平衡式分支线耦合器的相关设计报道。

[0003] 此外,融合设计在缩小电路尺寸以及多功能集成方面等具有一定的优势。在设计中,为了集成滤波功能和缩小电路尺寸,常常需要进行融合设计。而目前对于分支线耦合器与滤波器的设计大多都是分开进行设计的,即使最近几年发展出了分支线耦合器与滤波器的融合设计,但都是单端式设计。据了解目前还没有平衡式分支线耦合器与滤波器进行融合设计的相关报道。

[0004] 总之,现有技术中存在分支线耦合器均为单端设计,而不能很好的抑制环境噪声,没有差分信号的功率分配功能和滤波功能,不便与差分器件相连接的技术问题。

### 发明内容

[0005] 本发明针对现有技术中存在的,分支线耦合器均为单端设计,而不能很好的抑制环境噪声,没有差分信号的功率分配功能和滤波功能,不便与差分器件相连接的技术问题,提供了一种具有滤波功能的平衡式分支线耦合器,实现对差分信号进行功率分配、滤波处理及共模信号抑制的技术效果。

[0006] 本发明实施例提供了一种具有滤波功能的平衡式分支线耦合器,所述耦合器包括:

[0007] 第一谐振器,第二谐振器,第三谐振器,第四谐振器,第一耦合微带线,以及第二耦合微带线;

[0008] 所述第一谐振器、所述第二谐振器、所述第三谐振器和所述第四谐振器均具有正、负信号传输端;所述第一谐振器和所述第二谐振器面对面耦合,所述第三谐振器和所述第四谐振器面对面耦合;所述第一耦合微带线和所述第二耦合微带线均具有正、负信号传输线;

[0009] 所述第一谐振器和所述第三谐振器的负信号传输端均与所述第一耦合微带线的负信号传输线相连,所述第一谐振器和所述第三谐振器的正信号传输端均与所述第一耦合微带线的正信号传输线相连,所述第一谐振器的正、负信号传输端分别与所述第二谐振器

的正、负信号传输端相通,所述第二谐振器和所述第四谐振器的负信号传输端均与所述第二耦合微带线的负信号传输线相连,所述第二谐振器和所述第四谐振器的正信号传输端均与所述第二耦合微带线的正信号传输线相连,所述第三谐振器的正、负信号传输端分别与所述第四谐振器的正、负信号传输端相通;

[0010] 所述第一谐振器、所述第二谐振器、所述第三谐振器和所述第四谐振器四者中的一个的正、负信号传输端与所述耦合器的信号输入端口相连,而另三个与所述耦合器的信号输出端口相连。

[0011] 可选的,所述第一谐振器、所述第二谐振器、所述第三谐振器和所述第四谐振器均为半波长谐振器。

[0012] 可选的,所述第一耦合微带线和所述第二耦合微带线均为四分之一波长的耦合微带线。

[0013] 可选的,所述第一谐振器的正、负信号传输端与所述耦合器的信号输入端口相连,所述第二谐振器、所述第三谐振器和所述第四谐振器均与所述耦合器的信号输出端口相连;

[0014] 所述信号输入端口为第一差分端口,所述信号输出端口包括第二差分端口、第三差分端口和第四差分端口;

[0015] 所述第一谐振器的正、负信号传输端分别与所述第一差分端口的正、负信号输入端口连接,所述第二谐振器的正、负信号传输端分别与所述第二差分端口的正、负信号输出端口连接,所述第三谐振器的正、负信号传输端分别与所述第四差分端口的正、负信号输出端口连接,所述第四谐振器的正、负信号传输端分别与所述第三差分端口的正、负信号输出端口连接;其中,所述第四差分端口具体为隔离端口。

[0016] 可选的,所述第一谐振器和所述第二谐振器面对面耦合组成第一滤波结构,所述第三谐振器和所述第四谐振器面对面耦合组成第二滤波结构;所述第一滤波结构和所述第二滤波结构的端口差模阻抗值设定为 $\frac{1}{2\sqrt{2}}Z_{00}$ ,其中, $Z_{00}$ 为平衡式分支线耦合器的端口差模阻抗值

[0017] 可选的,所述第一谐振器和所述第二谐振器之间设置有第一缝隙,通过调节所述第一缝隙的缝宽调节所述第一谐振器和所述第二谐振器的耦合系数,以及通过调节所述第一谐振器和所述第二谐振器的馈电位置调节所述第一滤波结构的外部品质因数,以使所述第一滤波结构的滤波带宽达到预设带宽。

[0018] 可选的,所述第二滤波结构用于调整所述第二差分端口和所述第三差分端口输出信号频率响应的一致性,以及调整所述第一差分端口和所述第四差分端口的隔离度,以使所述频率响应一致,以及使所述隔离度达到预设值。

[0019] 可选的,所述耦合器采取向地面打孔的方式,以使所述第一谐振器和所述第三谐振器的负信号传输端均与所述第一耦合微带线的负信号传输线相连,和/或所述第一谐振器和所述第三谐振器的正信号传输端均与所述第一耦合微带线的正信号传输线相连,和/或所述第二谐振器和所述第四谐振器的负信号传输端均与所述第二耦合微带线的负信号传输线相连,和/或所述第二谐振器和所述第四谐振器的正信号传输端均与所述第二耦合微带线的正信号传输线相连。

[0020] 可选的,所述耦合器的结构通过微带线实现,或通过共模波导和带状线实现。

[0021] 本发明中提供的一个或多个技术方案,至少具有如下技术效果或优点:

[0022] 由于在本发明中,所述耦合器包括第一谐振器、第二谐振器,第三谐振器,第四谐振器,第一耦合微带线,以及第二耦合微带线;且这些部件的正、负信号传输端或传输线分别连接或连通,以使所述耦合器的所有正信号相连、所有负信号相连;其中,所述第一谐振器和所述第二谐振器面对面耦合,所述第三谐振器和所述第四谐振器面对面耦合;也就是说,通过构建平衡式分支线耦合器结构,以及在其上融合平衡式滤波结构,以使本方案中的耦合器具有耦合功能的同时还具有滤波功能,并且所针对的信号为正、负信号(即差分信号),有效的解决了现有技术中分支线耦合器均为单端设计,而不能很好的抑制环境噪声,没有差分信号的功率分配功能和滤波功能,不便与差分器件相连接的技术问题,实现对差分信号进行功率分配、滤波处理及共模信号抑制的技术效果。

### 附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0024] 图1为本发明实施例提供的第一种具有滤波功能的平衡式分支线耦合器结构示意图;

[0025] 图2为本发明实施例提供的第二种具有滤波功能的平衡式分支线耦合器的顶层结构示意图;

[0026] 图3为本发明实施例提供的第二种具有滤波功能的平衡式分支线耦合器的底层结构示意图;

[0027] 图4为本发明实施例提供的一种具有滤波功能的平衡式分支线耦合器的实测与仿真的差模响应图;

[0028] 图5为本发明实施例提供的一种具有滤波功能的平衡式分支线耦合器的实测与仿真的共模响应图;

[0029] 图6为本发明实施例提供的一种具有滤波功能的平衡式分支线耦合器的实测与仿真的两个差分输出端口的相位差响应图。

### 具体实施方式

[0030] 本发明实施例通过提供一种具有滤波功能的平衡式分支线耦合器,解决了现有技术中分支线耦合器均为单端设计,而不能很好的抑制环境噪声,没有差分信号的功率分配功能和滤波功能,不便与差分器件相连接的技术问题,实现了对差分信号的功率分配、滤波处理,以及在通带内能达到高共模抑制水平的技术效果。

[0031] 本发明实施例的技术方案为解决上述技术问题,总体思路如下:

[0032] 本发明实施例提供了一种具有滤波功能的平衡式分支线耦合器,所述耦合器包括:第一谐振器,第二谐振器,第三谐振器,第四谐振器,第一耦合微带线,以及第二耦合微带线;所述第一谐振器、所述第二谐振器、所述第三谐振器和所述第四谐振器均具有正、负

信号传输端；所述第一谐振器和所述第二谐振器面对面耦合，所述第三谐振器和所述第四谐振器面对面耦合；所述第一耦合微带线和所述第二耦合微带线均具有正、负信号传输线；所述第一谐振器和所述第三谐振器的负信号传输端均与所述第一耦合微带线的负信号传输线相连，所述第一谐振器和所述第三谐振器的正信号传输端均与所述第一耦合微带线的正信号传输线相连，所述第一谐振器的正、负信号传输端分别与所述第二谐振器的正、负信号传输端相通，所述第二谐振器和所述第四谐振器的负信号传输端均与所述第二耦合微带线的负信号传输线相连，所述第二谐振器和所述第四谐振器的正信号传输端均与所述第二耦合微带线的正信号传输线相连，所述第三谐振器的正、负信号传输端分别与所述第四谐振器的正、负信号传输端相通；所述第一谐振器、所述第二谐振器、所述第三谐振器和所述第四谐振器四者中的一个的正、负信号传输端与所述耦合器的信号输入端口相连，而另三个与所述耦合器的信号输出端口相连。

[0033] 可见，在本发明实施例中，通过构建平衡式分支线耦合器结构，以及在其上融合平衡式滤波结构，以使本方案中的耦合器具有耦合功能的同时还具有滤波功能，并且所针对的信号为正、负信号（即差分信号），有效的解决了现有技术中分支线耦合器均为单端设计，而不能很好的抑制环境噪声，没有差分信号的功率分配功能和滤波功能，不便与差分器件相连接的技术问题，实现对差分信号进行功率分配、滤波处理及共模信号抑制的技术效果。

[0034] 为了更好的理解上述技术方案，下面将结合说明书附图以及具体的实施方式对上述技术方案进行详细的说明，应当理解本发明实施例以及实施例中的具体特征是对本申请技术方案的详细的说明，而不是对本申请技术方案的限定，在不冲突的情况下，本发明实施例以及实施例中的技术特征可以相互组合。

[0035] 实施例一

[0036] 请参考图 1，本发明实施例提供了一种具有滤波功能的平衡式分支线耦合器，所述耦合器包括：第一谐振器 10，第二谐振器 20，第三谐振器 30，第四谐振器 40，第一耦合微带线 50，以及第二耦合微带线 60；

[0037] 第一谐振器 10、第二谐振器 20、第三谐振器 30 和第四谐振器 40 均具有正、负信号传输端；第一谐振器 10 和第二谐振器 20 面对面耦合，第三谐振器 30 和第四谐振器 40 面对面耦合；第一耦合微带线 50 和第二耦合微带线 60 均具有正、负信号传输线；

[0038] 第一谐振器 10 和第三谐振器 30 的负信号传输端均与第一耦合微带线 50 的负信号传输线相连，第一谐振器 10 和第三谐振器 30 的正信号传输端均与第一耦合微带线 50 的正信号传输线相连，第一谐振器 10 的正、负信号传输端分别与第二谐振器 20 的正、负信号传输端相通，第二谐振器 20 和第四谐振器 40 的负信号传输端均与第二耦合微带线 60 的负信号传输线相连，第二谐振器 20 和第四谐振器 40 的正信号传输端均与第二耦合微带线 60 的正信号传输线相连，第三谐振器 30 的正、负信号传输端分别与第四谐振器 40 的正、负信号传输端相通；

[0039] 第一谐振器 10、第二谐振器 20、第三谐振器 30 和第四谐振器 40 四者中的一个的正、负信号传输端与耦合器的信号输入端口相连，而另三个与所述耦合器的信号输出端口相连。

[0040] 在具体实施过程中，第一谐振器 10、第二谐振器 20、第三谐振器 30 和第四谐振器

40 均可采用半波长谐振器;第一耦合微带线 50 和第二耦合微带线 60 均可采用四分之一波长的耦合微带线。其中,第一谐振器 10、第二谐振器 20、第三谐振器 30 和第四谐振器 40 四者中的至少一个通过微带线实现,或通过共模波导和带状线实现,优选的,四个谐振器均通过微带线实现或均通过共模波导和带状线实现;第一耦合微带线 50 和第二耦合微带线 60 也可通过共模波导和带状线实现,这里不做具体限定。

[0041] 在一种优选实施方式中,设定第一谐振器 10 的正、负信号传输端与所述耦合器的信号输入端口相连,第二谐振器 20、第三谐振器 30 和第四谐振器 40 均与所述耦合器的信号输出端口相连。具体的,请参考图 2,所述信号输入端口为第一差分端口 1(具体包括正信号输入端口“1+”和负信号输入端口“1-”),所述信号输出端口包括第二差分端口 2(具体包括正信号输出端口“2+”和负信号输出端口“2-”)、第三差分端口 3(具体包括正信号输出端口“3+”和负信号输出端口“3-”)和第四差分端口 4(具体包括正信号输出端口“4+”和负信号输出端口“4-”);第一谐振器 10 的正、负信号传输端分别与第一差分端口 1 的正、负信号输入端口(“1+”和“1-”)连接,第二谐振器 20 的正、负信号传输端分别与第二差分端口 2 的正、负信号输出端口(“2+”和“2-”)连接,第三谐振器 30 的正、负信号传输端分别与第四差分端口 4 的正、负信号输出端口(“4+”和“4-”)连接,第四谐振器 40 的正、负信号传输端分别与第三差分端口 3 的正、负信号输出端口(“3+”和“3-”)连接;其中,第四差分端口 4 具体为隔离端口。

[0042] 具体的,为了实现所述耦合器的滤波器功能,第一谐振器 10 和第二谐振器 20 面对面耦合组成第一滤波结构,第三谐振器 30 和第四谐振器 40 面对面耦合组成第二滤波结构;所述第一滤波结构和所述第二滤波结构也可通过其它形式或更多数目的谐振器来实现,这里不做具体限定。另外,所述第一滤波结构和所述第二滤波结构的端口阻抗值根据设定为  $\frac{1}{2\sqrt{2}}Z_{00}$ ,其中, $Z_{00}$ 为平衡式分支线耦合器的端口差模阻抗值;例如,当平衡式分支线耦合器的端口差模阻抗为 100ohm(欧姆)时,所述第一滤波结构和所述第二滤波结构的端口差模阻抗值设定为 35.4ohm。

[0043] 进一步,在此端口阻抗条件下使所述第一滤波结构达到所需要的滤波响应及带宽等性能,具体的,在第一谐振器 10 和第二谐振器 20 之间设置有第一缝隙,通过调节所述第一缝隙的缝宽调节第一谐振器 10 和第二谐振器 20 的耦合系数,以及通过调节第一谐振器 10 和第二谐振器 20 的馈电位置调节所述第一滤波结构的外部品质因数,以使所述第一滤波结构的滤波带宽达到预设带宽,例如,所述第一滤波结构的中心频率为 1.87GHz,可通过调节所述第一缝隙的缝宽和第一、第二谐振器(10、20)的馈电位置,使所述第一滤波结构的滤波带宽在 1.84GHz ~ 1.90GHz,此处只是举例说明,具体带宽根据具体情况而定,这里不进行限定。

[0044] 另外,所述第二滤波结构用于调整第二差分端口 2 和第三差分端口 3 输出信号频率响应的一致性,以及调整第一差分端口 1 和第四差分端口 4 的隔离度,以使所述频率响应一致,以及使所述隔离度达到预设值(即具有较好的隔离度)。

[0045] 在另一种优选实施方式中,为了避免所述耦合器的连接正、负信号的传输线相重叠,所述耦合器采取向地面打孔的方式,使第一谐振器 10 和第三谐振器 30 的负信号传输端均与第一耦合微带线 50 的负信号传输线相连,和/或第一谐振器 10 和第三谐振器 30 的正



信号传输端均与第一耦合微带线 50 的正信号传输线相连,和 / 或第二谐振器 20 和第四谐振器 40 的负信号传输端均与第二耦合微带线 60 的负信号传输线相连,和 / 或第二谐振器 20 和第四谐振器 40 的正信号传输端均与第二耦合微带线 60 的正信号传输线相连;即通过向地面打孔的方式,使所述耦合器的正信号或者负信号通过地面上的微带线进行传输。具体的,请结合图 2 和图 3,图 2 为本申请一优选实施方式提供的具有滤波功能的平衡式分支线耦合器的顶层结构图,图 3 为该耦合器的底层结构图,图 3 中在第一差分端口 1 处的向地面打孔,使第一耦合微带线 50 的负信号传输线与第一谐振器 10 的负信号传输端连接,在第二差分端口 2 处的向地面打孔,使第二谐振器 20 的负信号传输端与第二耦合微带线 60 的负信号传输线连接,在第三差分端口 3 处的向地面打孔,使第二耦合微带线 60 的正信号传输线与第四谐振器 40 的正信号传输端连接,在第四差分端口 4 处的向地面打孔,使第一耦合微带线 50 的正信号传输线与第三谐振器 30 的正信号传输端连接。

[0046] 如图 2 所示,第一谐振器 10、第二谐振器 20、第三谐振器 30 和第四谐振器 40 中的每一个均由三条微带线组成,以第一谐振器 10 为例,包括上段微带线 a、下段微带线 b 和中间段微带线 c,中间段微带线 c 连接上段微带线 a 和下段微带线 b 的一端,在具体实施过程中,组成第一谐振器 10 的三条微带线可根据实际应用需要进行折叠,其中,上段微带线 a 和下段微带线 b 总长度相等;第二谐振器 20 和第四谐振器 40 与第一谐振器 10 的结构类似,第三谐振器 30 由上段微带线和下段微带线构成,这四个谐振器在结构上有些许差异且具有一定的对称性;第一耦合微带线 50 和第二耦合微带线 60 各由两条非折叠的微带线组成。

[0047] 在图 2 中,第一谐振器 10 的上段微带线的长度通过  $l_1$  和  $l_5$  的和表示,第一谐振器 10 的下段微带线的长度与其上段微带线的长度相等,第一谐振器 10 的中间段微带线的长度通过  $l_4$  表示;第二谐振器 20 的上段微带线的长度通过  $l_2$  和  $l_5$  的和表示,第二谐振器 20 的下段微带线的长度与其上段微带线的长度相等,第二谐振器 20 的中间段微带线的长度通过  $l_3$  表示;第三谐振器 30 的上段微带线的长度通过  $l_6$  和  $l_9$  的和表示,第三谐振器 30 的下段微带线的长度与其上段微带线的长度相等;第四谐振器 40 的上段微带线的长度通过  $l_7$  和  $l_9$  的和表示,第四谐振器 40 的下段微带线的长度与其上段微带线的长度相等,第四谐振器 40 的中间段微带线的长度通过  $l_8$  表示;第一谐振器 10 与第二谐振器 20 之间的用于调节耦合系数的缝宽通过  $S_1$  表示;第三谐振器 30 与第四谐振器 40 之间的用于调节耦合系数的缝宽通过  $S_4$  表示;所有用于构成谐振器的微带线的宽度均通过  $w_1$  表示;构成第一耦合微带线 50 的两条微带线的间距为  $S_2$ 、宽度为  $w_2$ ,构成第二耦合微带线 60 的两条微带线的间距为  $S_3$ 、宽度为  $w_3$ 。

[0048] 下面结合图 2 所示的耦合器结构图,给出所述耦合器的内部结构参数,以在中心频率 1.87GHz 上实现以上介绍的具有滤波功能的平衡式分支线耦合器。其中,第一谐振器 10、第二谐振器 20、第三谐振器 30、第四谐振器 40、第一耦合微带线 50 和第二耦合微带线 60 等均设置在介电常数为 3.38 的介质基板上,具体结构参数为: $w_1 = 0.9\text{mm}$ ,  $S_1 = 0.85\text{mm}$ ,  $w_2 = 0.54\text{mm}$ ,  $S_2 = 0.85\text{mm}$ ,  $w_3 = 0.86\text{mm}$ ,  $S_3 = 0.59\text{mm}$ ,  $S_4 = 0.51\text{mm}$ ,  $l_1 = 23.32\text{mm}$ ,  $l_2 = 24.07\text{mm}$ ,  $l_3 = 4.08\text{mm}$ ,  $l_4 = 5.22\text{mm}$ ,  $l_5 = 1.18\text{mm}$ ,  $l_6 = 24.16\text{mm}$ ,  $l_7 = 18.57\text{mm}$ ,  $l_8 = 13.6\text{mm}$ ,  $l_9 = 1.53\text{mm}$ 。

[0049] 根据上述一系列具体参数,一方面,采用仿真器对所设计的耦合器进行仿真以获得仿真结果,另一方面,采用网络分析仪等对所设计的耦合器进行实际测量仪获得实测结

果。仿真结果和实测结果对比如图 4- 图 6 所示,其中虚线表示仿真结果,实线表示实测结果;图 4- 图 6 中的曲线根据信号的 S 参数绘制, S 参数即散射参数,是微波传输中的一项重要参数,  $S_{12}$  (即信号由 2 号端口输入 1 号端口输出的 S 参数,以下与此类似) 为反向传输系数 (也就是隔离),  $S_{21}$  为正向传输系数 (也就是增益),  $S_{11}$  为输入反射系数 (也就是输入回波损耗),  $S_{22}$  为输出反射系数 (也就是输出回波损耗)。图 4 为本优选实施例的差模响应图,  $S_{dd}$  表示本设计耦合器的差分信号的 S 参数,当其工作的中心频率在 1.87GHz 时,差模回波损耗 ( $|S_{dd11}|$ ) 在 1.84GHz 至 1.90GHz 内小于 10dB,插入损耗为 1.4dB;图 5 为本优选实施例的共模响应图,  $S_{cc}$  表示本设计耦合器的共模信号的 S 参数,在通带 (1.84GHz 至 1.90GHz) 内,共模信号抑制 ( $|S_{cc21}|$ 、 $|S_{cc31}|$  和  $|S_{cc41}|$ ) 在 20dB 以上;图 6 为第二差分端口 2 和第三差分端口 3 的相位差,在通带 (1.84GHz 至 1.90GHz) 内,两个差分输出端口相位差 ( $\angle S_{dd31} - \angle S_{dd21}$ ) 为  $(90 \pm 5)^\circ$ ;并且在通带 (1.84GHz 至 1.90GHz) 内,仿真结果和实测结果表现出良好的一致性。

[0050] 总而言之,通过构建平衡式分支线耦合器结构,以及在其上融合平衡式滤波结构,以使本方案中的耦合器具有耦合功能的同时还具有滤波功能,并且所针对的信号为正、负信号 (即差分信号),有效的解决了现有技术中分支线耦合器均为单端设计,而不能很好的抑制环境噪声,没有差分信号的功率分配功能和滤波功能,不便与差分器件相连接的技术问题,实现对差分信号进行功率分配、滤波处理及共模信号抑制的技术效果,同时,输出的平衡式端口能与差分器件直接相连,且平衡式端口的两个微带接口距离较近方便与差分芯片、器件相连。

[0051] 尽管已描述了本发明的优选实施例,但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念,则可对这些实施例做出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明范围的所有变更和修改。

[0052] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

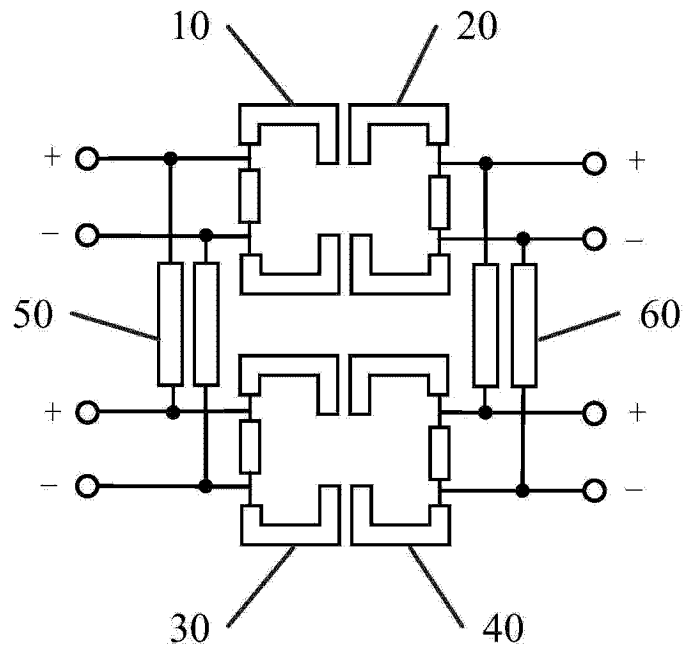


图 1

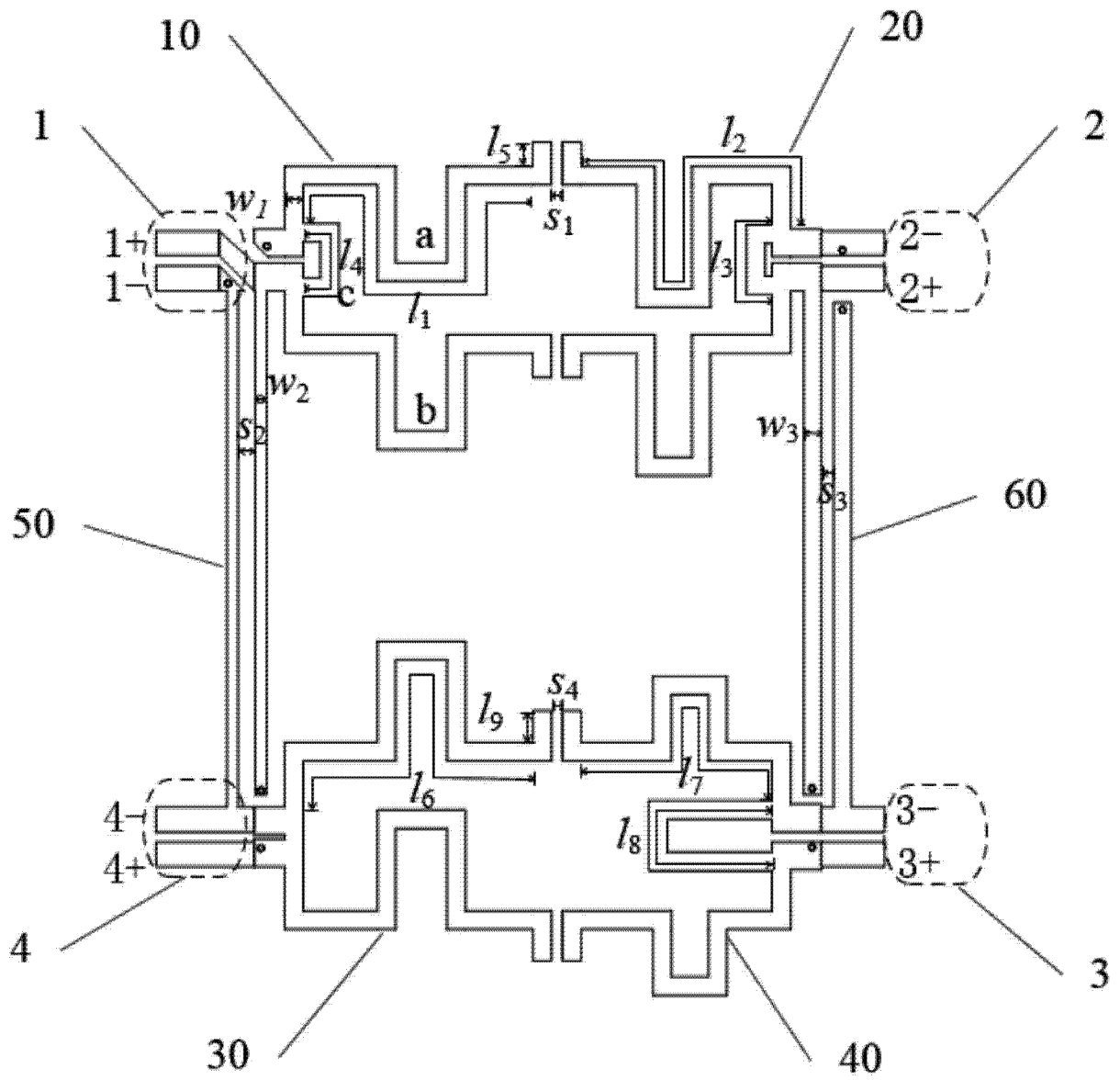


图 2

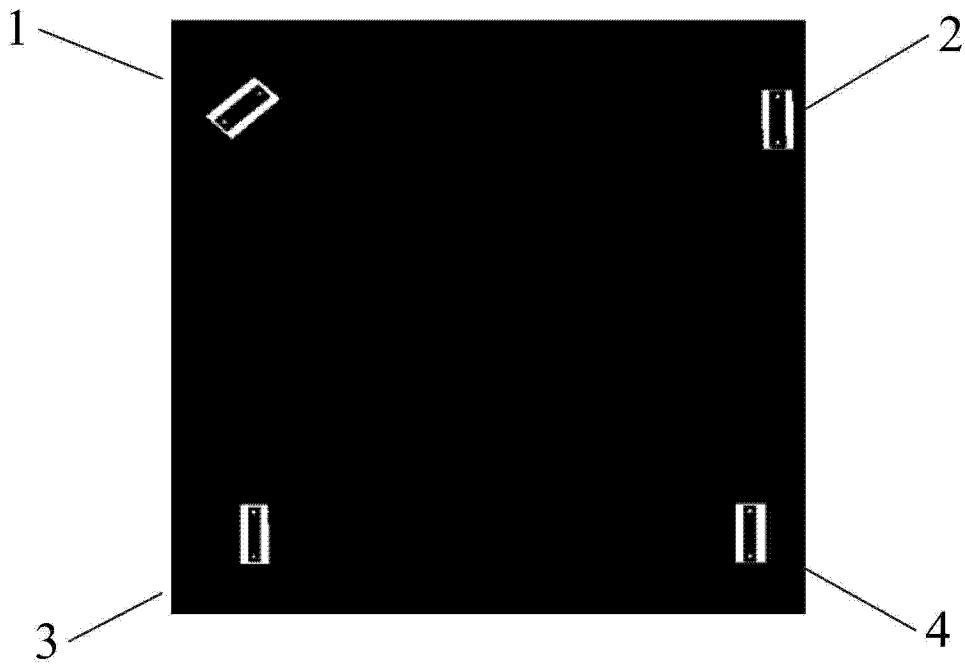


图 3

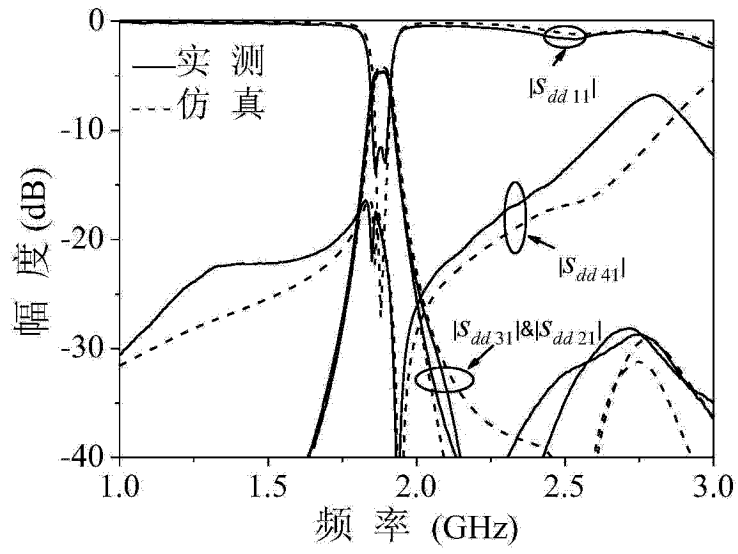


图 4

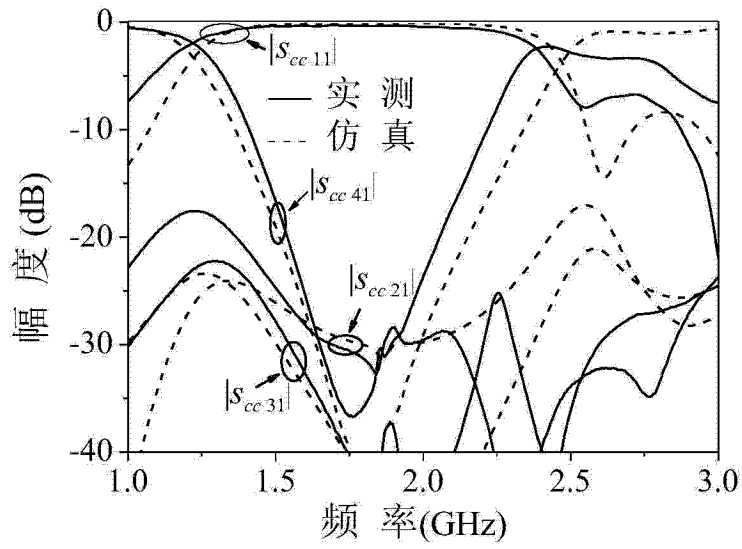


图 5

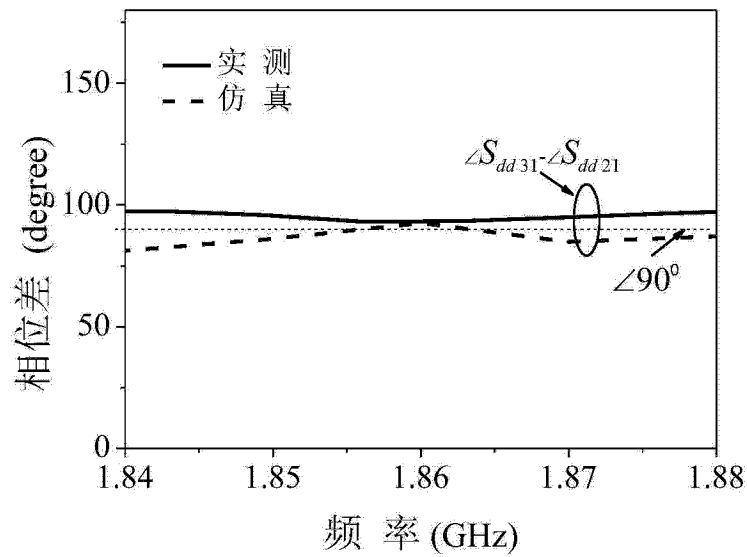


图 6