



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 218679071 U

(45) 授权公告日 2023. 03. 21

(21) 申请号 202223376703.3

(22) 申请日 2022.12.15

(73) 专利权人 深圳市鼎阳科技股份有限公司

地址 518000 广东省深圳市宝安区新安街
道兴东社区68区安通达工业厂区4栋
厂房3层、5栋办公楼1-3层

(72) 发明人 王彦 熊林江 马兴望

(74) 专利代理机构 深圳鼎合诚知识产权代理有
限公司 44281

专利代理师 郭燕 彭家恩

(51) Int.Cl.

H04B 1/40 (2015.01)

G01R 27/28 (2006.01)

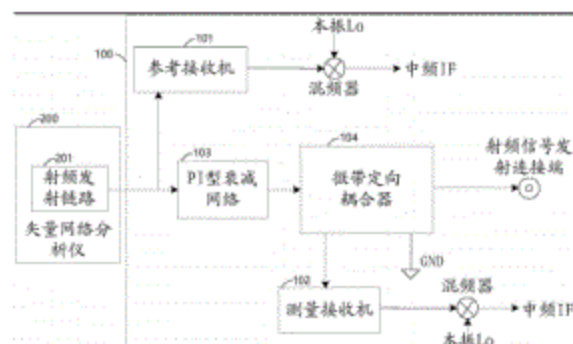
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 实用新型名称

用于矢量网络分析仪的射频收发器和矢量
网络分析仪

(57) 摘要

本申请公开了一种用于矢量网络分析仪的射频收发器和矢量网络分析仪,射频收发器包括参考接收机、测量接收机、PI型衰减网络和微带定向耦合器。其中,微带定向耦合器微带线电路,微带线电路包括微带主线、微带副线和主副线连接电路,结构相同的微带主线和微带副线相对平行设置,主副线连接电路包括至少两个跨接电路,每个跨接电路包括至少两个依次串联的电阻器,串联后的两端与微带主线和微带副线分别电连接。由于通过串联的电阻器连接在微带主线和微带副线之间,使得微带定向耦合器匹配频段更宽、插入损耗更小、端口驻波效果更好和耦合度更高,还易于在PCB板电路板上集成,使得微带定向耦合器的成产成本更低,利于大规模生产和适用领域更广。



1. 一种用于矢量网络分析仪的射频收发器, 其特征在于, 包括参考接收机、测量接收机、PI型衰减网络和微带定向耦合器;

所述PI型衰减网络分别与所述参考接收机和所述微带定向耦合器连接, 所述PI型衰减网络用于将所述矢量网络分析仪输出的射频信号发送给所述参考接收机和所述微带定向耦合器; 所述PI型衰减网络包括第一连接端和第二连接端, 所述PI型衰减网络的第一连接端分别与所述矢量网络分析仪和所述参考接收机连接, 所述PI型衰减网络的第二连接端与所述微带定向耦合器连接;

所述参考接收机用于将所述PI型衰减网络输出的射频信号作为所述射频收发器的参考射频信号进行输出;

所述微带定向耦合器包括输入端口、直通端口、耦合端口、隔离端口和微带线电路; 当所述射频收发器发射信号时, 所述微带定向耦合器的输入端口与所述PI型衰减网络的第二连接端连接, 所述微带定向耦合器的直通端口用于作为所述射频收发器的射频信号发射连接端, 所述微带定向耦合器的隔离端口与所述测量接收机连接, 所述微带定向耦合器的耦合端口接地; 当所述射频收发器接收信号时, 所述微带定向耦合器的输入端口用于作为所述射频收发器的射频信号接收连接端, 所述微带定向耦合器的直通端口与所述PI型衰减网络的第二连接端连接, 所述微带定向耦合器的隔离端口接地, 所述微带定向耦合器的耦合端口与所述测量接收机连接;

所述微带线电路包括微带主线、微带副线和主副线连接电路;

所述微带主线和微带副线为结构相同的微带线, 且相对平行设置;

所述微带主线的两端分别与所述输入端口和所述直通端口电连接, 所述微带副线的两端分别与所述耦合端口和所述隔离端口电连接, 所述输入端口与所述耦合端口设置在所述微带主线和所述微带副线的同侧;

所述主副线连接电路包括至少两个跨接电路, 每个所述跨接电路包括至少两个电阻器, 各个电阻器依次串联, 串联后的两端分别与所述微带主线和所述微带副线电连接;

所述测量接收机用于将所述微带定向耦合器输出的射频信号作为所述射频收发器的待测量射频信号进行输出。

2. 如权利要求1所述的射频收发器, 其特征在于, 所述主副线连接电路包括五个跨接电路。

3. 如权利要求1所述的射频收发器, 其特征在于, 每个所述跨接电路包括依次串联连接的三个电阻器。

4. 如权利要求1所述的射频收发器, 其特征在于, 所述跨接电路的每个电阻器的阻值相同。

5. 如权利要求1所述的射频收发器, 其特征在于, 所述微带定向耦合器还包括PCB电路板; 所述微带线电路设置在所述PCB电路板上;

相邻两个所述跨接电路之间的间距相同。

6. 如权利要求5所述的射频收发器, 其特征在于, 每个所述跨接电路两边的电阻器与所述微带主线或所述微带副线的电连接点设置在所述微带主线或所述微带副线上。

7. 如权利要求5所述的射频收发器, 其特征在于, 在相邻两个所述跨接电路之间的电路板上设有至少一个金属过孔, 所述金属过孔用于增加相邻两个所述跨接电路之间的隔离

度。

8.如权利要求5所述的射频收发器,其特征在于,所述跨接电路的电阻器为电阻或电阻粉。

9.如权利要求1所述的射频收发器,其特征在于,所述矢量网络分析仪包括射频发射链路,所述射频发射链路与所述PI型衰减网络的第一连接端连接。

10.一种矢量网络分析仪,其特征在于,包括如权利要求1至8任一项所述的射频收发器。

用于矢量网络分析仪的射频收发器和矢量网络分析仪

技术领域

[0001] 本发明涉及通信测试仪器仪表技术领域,具体涉及一种用于矢量网络分析仪的射频收发器和矢量网络分析仪。

背景技术

[0002] 矢量网络分析仪(VNA)是测量电气网络参数的测试仪器。它们对于各种无源和有源器件(包括滤波器、天线和功率放大器)的射频(RF)和微波元器件分析至关重要,是在设计和生产过程中进行传输、反射和阻抗测量以及s参数测量的理想仪器。为了评测器件对电流和电压的影响,VNA会测量其引起的幅度和相位响应。由此得到传输和反射测量结果、阻抗和s参数,测试工程师可以根据这些结果表征他们的被测器件。射频收发器是矢量网络分析仪重要组成部分,射频收发器将会检测器件(或网络)的输出信号的变化,然后与输入该器件的源信号进行比较。一般射频收发器都包括定向耦合器,随着电子器件的工作频段越高,矢量网络分析仪等产品对定向耦合器的要求越来越高,并且成本也会越来越高。由于现阶段都采用的微带定向耦合器自身的局限性,其插入损耗会随着工作频段的升高而增加,并且其功率容量小,以微带线耦合的方式设计的定向耦合器将逐渐不再适用于于矢量网络分析仪和频谱仪等高端精密测量仪器,虽然采用波导的形式可以实现高频段的定向耦合,然而此种形式的耦合器却有尺寸大、成本高、难集成的缺点。

发明内容

[0003] 本申请预解决的技术问题是如何保证用于射频收发器的定向耦合器在批量生产时的参数稳定性。

[0004] 第一方面,一种实施例中提供一种用于矢量网络分析仪的射频收发器,包括参考接收机、测量接收机、PI型衰减网络和微带定向耦合器;

[0005] 所述PI型衰减网络分别与所述参考接收机和所述微带定向耦合器连接,所述PI型衰减网络用于将所述矢量网络分析仪输出的射频信号发送给所述参考接收机和所述微带定向耦合器;所述PI型衰减网络包括第一连接端和第二连接端,所述PI型衰减网络的第一连接端分别与所述矢量网络分析仪和所述参考接收机连接,所述PI型衰减网络的第二连接端与所述微带定向耦合器连接;

[0006] 所述参考接收机用于将所述PI型衰减网络输出的射频信号作为所述射频收发器的参考射频信号进行输出;

[0007] 所述微带定向耦合器包括输入端口、直通端口、耦合端口、隔离端口和微带线路;当所述射频收发器发射信号时,所述微带定向耦合器的输入端口与所述PI型衰减网络的第二连接端连接,所述微带定向耦合器的直通端口用于作为所述射频收发器的射频信号发射连接端,所述微带定向耦合器的隔离端口与所述测量接收机连接,所述微带定向耦合器的耦合端口接地;当所述射频收发器接收信号时,所述微带定向耦合器的输入端口用于作为所述射频收发器的射频信号接收连接端,所述微带定向耦合器的直通端口与所述PI型

衰减网络的第二连接端连接,所述微带定向耦合器的隔离端口接地,所述微带定向耦合器的耦合端口与所述测量接收机连接;

[0008] 所述微带线电路包括微带主线、微带副线和主副线连接电路;

[0009] 所述微带主线和微带副线为结构相同的微带线,且相对平行设置;

[0010] 所述微带主线的两端分别与所述输入端口和所述直通端口电连接,所述微带副线的两端分别与所述耦合端口和所述隔离端口电连接,所述输入端口与所述耦合端口设置在所述微带主线和所述微带副线的同侧;

[0011] 所述主副线连接电路包括至少两个跨接电路,每个所述跨接电路包括至少两个电阻器,各个电阻器依次串联,串联后的两端分别与所述微带主线和所述微带副线电连接;

[0012] 所述测量接收机用于将所述微带定向耦合器输出的射频信号作为所述射频收发器的待测量射频信号进行输出。

[0013] 一实施例中,所述主副线连接电路包括五个跨接电路。

[0014] 一实施例中,每个所述跨接电路包括依次串联连接的三个电阻器。

[0015] 一实施例中,所述跨接电路的每个电阻器的阻值相同。

[0016] 一实施例中,所述微带定向耦合器还包括PCB电路板;所述微带线电路设置在所述PCB电路板上;相邻两个所述跨接电路之间的间距相同。

[0017] 一实施例中,每个所述跨接电路两边的电阻器与所述微带主线或所述微带副线的电连接点设置在所述微带主线或所述微带副线上。

[0018] 一实施例中,在相邻两个所述跨接电路之间的电路板上设有至少一个金属过孔,所述金属过孔用于增加相邻两个所述跨接电路之间的隔离度。

[0019] 一实施例中,所述跨接电路的电阻器为电阻或电阻粉。

[0020] 一实施例中,所述矢量网络分析仪包括射频发射链路,所述射频发射链路与所述PI型衰减网络的第一连接端连接。

[0021] 第二方面,一种实施例中提供一种矢量网络分析仪,包括第一方面所述的射频收发器。

[0022] 依据上述实施例的射频收发器,由于在射频收发器中,微带定向耦合器的串联电阻器连接在微带主线和微带副线之间,使得微带定向耦合器匹配频段更宽、插入损耗更小、端口驻波效果更好和耦合度更高,还易于在PCB板电路上集成,使得微带定向耦合器的成产成本更低,利于大规模生产,且适用领域更广。

附图说明

[0023] 图1为一种实施例中射频收发器发射信号时的结构连接框图;

[0024] 图2为一种实施例中微带定向耦合器的电路连接示意图;

[0025] 图3为一种实施例中射频收发器接收信号时的结构连接框图;

[0026] 图4为另一种实施例中微带定向耦合器的电路连接示意图;

[0027] 图5为一种实施例中微带定向耦合器电路板的电路连接示意图。

具体实施方式

[0028] 下面通过具体实施方式结合附图对本发明作进一步详细说明。其中不同实施方式

中类似元件采用了相关联的类似的元件标号。在以下的实施方式中,很多细节描述是为了使得本申请能被更好的理解。然而,本领域技术人员可以毫不费力的认识到,其中部分特征在不同情况下是可以省略的,或者可以由其他元件、材料、方法所替代。在某些情况下,本申请相关的一些操作并没有在说明书中显示或者描述,这是为了避免本申请的核心部分被过多的描述所淹没,而对于本领域技术人员而言,详细描述这些相关操作并不是必要的,他们根据说明书中的描述以及本领域的一般技术知识即可完整了解相关操作。

[0029] 另外,说明书中所描述的特点、操作或者特征可以以任意适当的方式结合形成各种实施方式。同时,方法描述中的各步骤或者动作也可以按照本领域技术人员所能显而易见的方式进行顺序调换或调整。因此,说明书和附图中的各种顺序只是为了清楚描述某一个实施例,并不意味着是必须的顺序,除非另有说明其中某个顺序是必须遵循的。

[0030] 本文中为部件所编序号本身,例如“第一”、“第二”等,仅用于区分所描述的对象,不具有任何顺序或技术含义。而本申请所说“连接”、“联接”,如无特别说明,均包括直接和间接连接(联接)。

[0031] 在现有技术方案中,微带定向耦合器采用电感加载平行耦合线、并联电容、并联开路线和四个50欧姆端口构成,通过电感跨接四段微带平衡线,外加两个并联电阻实现一个四端口网络(参见专利文献CN113437465A,基于电感加载耦合线的宽带小型化同向定向耦合器及设计方法)。这种方案虽然体积小、易加工、结构简单,但是工作频段为1.6GHz-2.5GHz相对较窄,无法实际运用到仪器的制造中,并且电感、电容的参数值相对不稳定,不利于企业生产。在本申请实施例中,为了提高微带定向耦合器的工作带宽、降低制作成本、易与PCB集成及减小插入损耗,提出了一种微带定向耦合器,利用两段相对平行设置的微带线和多个跨接电阻串组成四端口网络,一端口是射频信号的输入端口RFIN,二端口是射频信号输出的直通端口RFOUT,三端口是耦合端口COUPLING,四端口是隔离端口ISOLATED,可以通过改变电阻串中各个电阻的阻值来实现不同的耦合性能指标。

[0032] 实施例一:

[0033] 请参考图1,为一种实施例中射频收发器发射信号时的结构连接框图,射频收发器100包括参考接收机101、测量接收机102、PI型衰减网络103和微带定向耦合器104。PI型衰减网络103分别与参考接收机101和微带定向耦合器104连接,PI型衰减网络103用于将矢量网络分析仪200输出的射频信号发送给参考接收机101和微带定向耦合器104,PI型衰减网络103包括第一连接端和第二连接端,PI型衰减网络103的第一连接端分别与矢量网络分析仪200和参考接收机101连接,PI型衰减网络103的第二连接端与微带定向耦合器104连接。参考接收机101用于将PI型衰减网络103输出的射频信号作为射频收发器100的参考射频信号进行输出。

[0034] 请参考图2,为一种实施例中微带定向耦合器的电路连接示意图,微带定向耦合器104包括输入端口1、直通端口2、隔离端口3、耦合端口4和微带线电路。微带线电路包括微带主线10、微带副线20和主副线连接电路30。微带主线10和微带副线20为结构相同的微带线,且相对平行设置。微带主线10的两端分别与输入端口1和直通端口2电连接,微带副线20的两端分别与耦合端口4和隔离端口3电连接,输入端口1与隔离端口3设置在微带主线10和微带副线20的同侧,直通端口2和耦合端口4设置在微带主线10和微带副线20的另一侧,输入端口1是射频信号的输入端RFIN,直通端口2是射频信号输出的直通端RFOUT,耦合端口4是

射频信号的耦合端COUPLING,隔离端口3是射频信号的隔离端ISOLATED。主副线连接电路30包括至少两个跨接电路31,每个跨接电路31包括至少两个电阻器,各个电阻器依次串联,串联后的两端分别与微带主线10和微带副线20电连接。一实施例中,主副线连接电路30包括 m 个跨接电路31,每个跨接电路31包括 n 个电阻器,其中, m 和 n 为大于2的自然数。

[0035] 如图1所示,当射频收发器100发射信号时,微带定向耦合器104的输入端口与PI型衰减网络103的第二连接端连接,微带定向耦合器104的直通端口用于作为射频收发器100的射频信号发射连接端,微带定向耦合器104的隔离端口与测量接收机102连接,微带定向耦合器104的耦合端口接地。

[0036] 请参考图3,为一种实施例中射频收发器接收信号时的结构连接框图,当射频收发器104接收信号时,微带定向耦合器104的输入端口用于作为射频收发器100的射频信号接收连接端,微带定向耦合器104的直通端口与PI型衰减网络103的第二连接端连接,微带定向耦合器104的隔离端口接地,微带定向耦合器104的耦合端口与测量接收机102连接。测量接收机102用于将微带定向耦合器104输出的射频信号作为射频收发器100的待测量射频信号进行输出。

[0037] 请参考图4,为另一种实施例中微带定向耦合器的电路连接示意图,一实施例中,主副线连接电路30包括五个跨接电路31。一实施例中,每个跨接电路31包括依次串联连接的三个电阻器。一实施例中,一个跨接电路31包括依次串联连接的电阻R1、电阻R2和电阻R3,一个跨接电路31包括依次串联连接的电阻R4、电阻R5和电阻R6,一个跨接电路31包括依次串联连接的电阻R7、电阻R8和电阻R9,一个跨接电路31包括依次串联连接的电阻R10、电阻R11和电阻R12,一个跨接电路31包括依次串联连接的电阻R13、电阻R14和电阻R15。一实施例中,跨接电路31的每个电阻器的阻值相同。

[0038] 请参考图5,为一种实施例中微带定向耦合器电路板的电路连接示意图,一实施例中,微带定向耦合器还包括PCB电路板40。微带线电路设置在PCB电路板40上,且相邻两个跨接电路31之间的间距相同。一实施例中,每个跨接电路31两边的电阻器与微带主线10或微带副线20的电连接点设置在微带主线10或微带副线20上,例如,一个跨接电路31包括依次串联连接的电阻R1、电阻R2和电阻R3,则跨接电路31两边的电阻R1和电阻R3与微带主线10和微带副线20的电连接点分别设置在微带主线10和微带副线20上。一实施例中,在相邻两个跨接电路31之间的电路板上设有至少一个金属过孔41,金属过孔41用于增加相邻两个跨接电路31之间的隔离度。一实施例中,跨接电路31的电阻器为电阻或电阻粉。

[0039] 一实施例中,如图4所示的微带线电路设置在如图5所示的PCB电路板40上时,电阻R1、R2、R3,电阻R4、R5、R6,电阻R7、R8、R9,电阻R10、R11、R12,以及电阻R13、R14、R15是互相并联的,并且各个跨接电路31的电阻连接形成的电阻串相互平行。一实施例中,电阻R1、R2、R3所处的位置在同一直线上,并且所在直线与微带主线10和微带副线20分别垂直。电阻R4、R5、R6所处的位置在同一直线上,并且所在直线与微带主线10和微带副线20分别垂直。电阻R7、R8、R9所处的位置在同一直线上,并且所在直线与微带主线10和微带副线202分别垂直。电阻R10、R11、R12所处的位置在同一直线上,并且所在直线与微带主线10和微带副线20分别垂直。电阻R13、R14、R15所处的位置在同一直线上,并且所在直线与微带主线10和微带副线20分别垂直。一实施例中,输入端口1和隔离端口3的位置是水平相对设置的,直通端口2和耦合端口4是水平相对设置的。隔离端口3与外界电路结构采用等腰直角三角形的微带贴

片进行过渡,此种方式在微带传输线需要90°拐角时,可以减小传输损耗。耦合端口4可以接负载或者是接地。

[0040] 一实施例中,微带线电路采用的电阻均采用水平或垂直的方式排列,是为了减小定向耦合器内部的电子器件工作在高频区域时产生的电磁干扰,并且每个电阻间的距离是均匀分布的,可以有效减小由焊接产生的寄生参数。一实施例中,在跨接电路31的电阻连接形成的电阻串之间均有四个金属过孔41,都均匀分布在矩形区域内,并且金属过孔41的位置都处于矩形区域的对角线上,此种排列方式可以有效增加定向耦合器的隔离度。一实施例中,在PVB电路板上微带线电路的周边均采用多个均匀分布的金属过孔,以此来屏蔽PCB板其他电路的电磁泄露以及干扰。一实施例中,微带主线10和微带副线20的电长度以及之间的距离都是经过精密设计,保持其位置对称,电长度相等。本申请实施例中的微带线定向耦合器易于集成在PCB上,有利于与其他电路网络阻抗匹配,减小插入损耗,优化驻波参数,节约空间。

[0041] 在本申请一实施例中还公开了一种矢量网络分析仪,包括如上所述的射频收发器。如图1所示,微带定向耦合器104在矢量网络分析仪等高精密测量仪器内部发射信号时,所发挥的作用及在收发机局部区域中的具体位置。当矢量网络分析仪发射一定幅度的功率电平信号时,微带定向耦合器104的输入端口到直通端口是直通性能,具有较小的插入损耗。微带定向耦合器104的隔离端口具有良好的隔离度,耦合端口此时接地处理。如图3所示,微带定向耦合器104在矢量网络分析仪等高精密测量仪器在测量外部信号时,所发挥的作用及在收发机局部区域中的具体位置。当矢量网络分析仪测量一定幅度的功率电平信号时,微带定向耦合器104的输入端口到直通端口是直通性能,具有较小的插入损耗,此时直通端口前的PI型衰减网络将具有一定的反向隔离的作用,放置信号干扰参考接收机与射频发射链路,耦合端口具有良好的耦合度,通过信号耦合到达测量接收机,隔离端口此时接地处理。综合图1和图3所示,当矢量网络分析仪内部发射信号时,输入端口与PI型衰减网络连接,隔离端口与测量接收机连接,耦合端口接地;当矢量网络分析仪测量外部信号时,输入端口与射频信号接收连接端连接,耦合端口与接测量接收机连接。

[0042] 在申请实施例中公开的射频收发器,包括参考接收机、测量接收机、PI型衰减网络和微带定向耦合器。其中,微带定向耦合器微带线电路,微带线电路包括微带主线、微带副线和主副线连接电路,结构相同的微带主线和微带副线相对平行设置,主副线连接电路包括至少两个跨接电路,每个跨接电路包括至少两个依次串联的电阻器,串联后的两端与微带主线和微带副线分别电连接。由于通过串联的电阻器连接在微带主线和微带副线之间,使得微带定向耦合器匹配频段更宽、插入损耗更小、端口驻波效果更好和耦合度更高,还易于在PCB板电路上集成,使得微带定向耦合器的生产成本更低,利于大规模生产和适用领域更广。

[0043] 以上应用了具体个例对本发明进行阐述,只是用于帮助理解本发明,并不用以限制本发明。对于本发明所属技术领域的技术人员,依据本发明的思想,还可以做出若干简单推演、变形或替换。

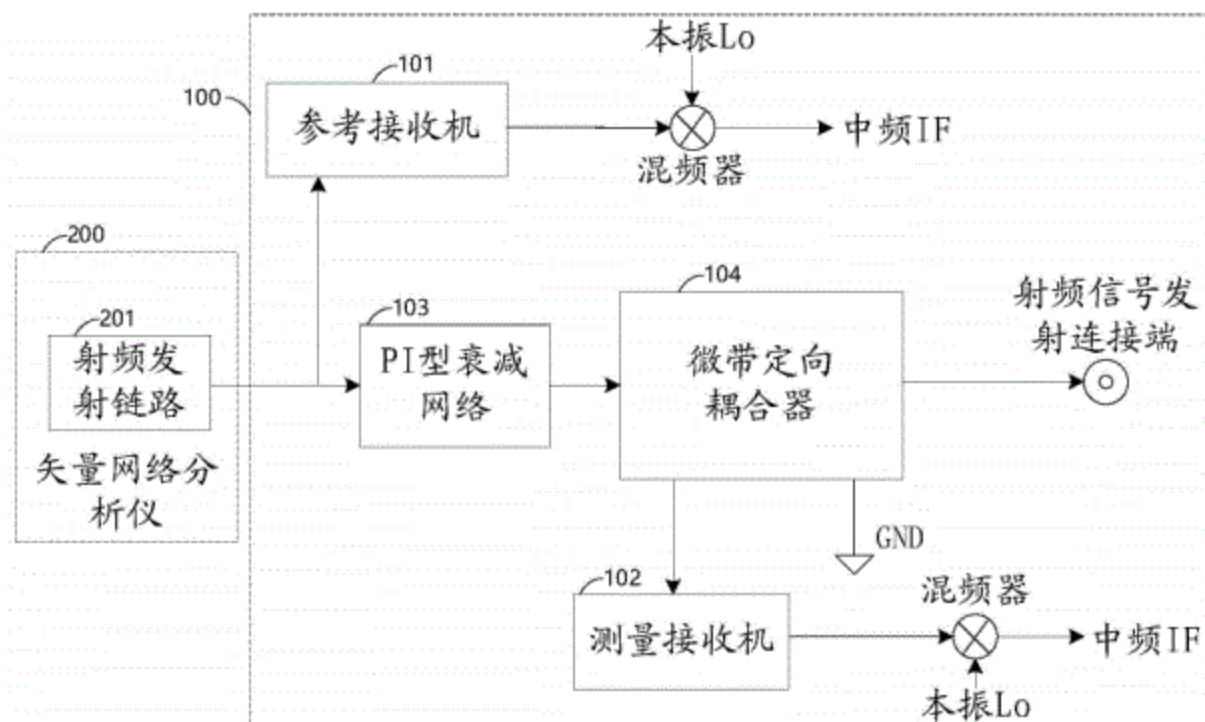


图1

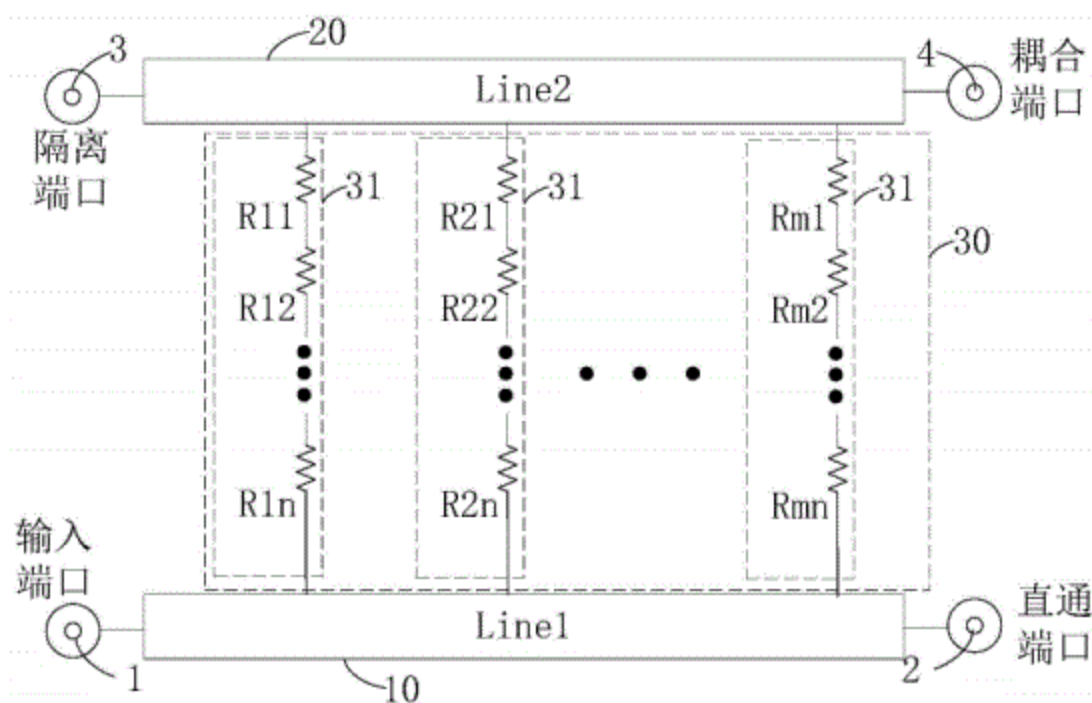


图2

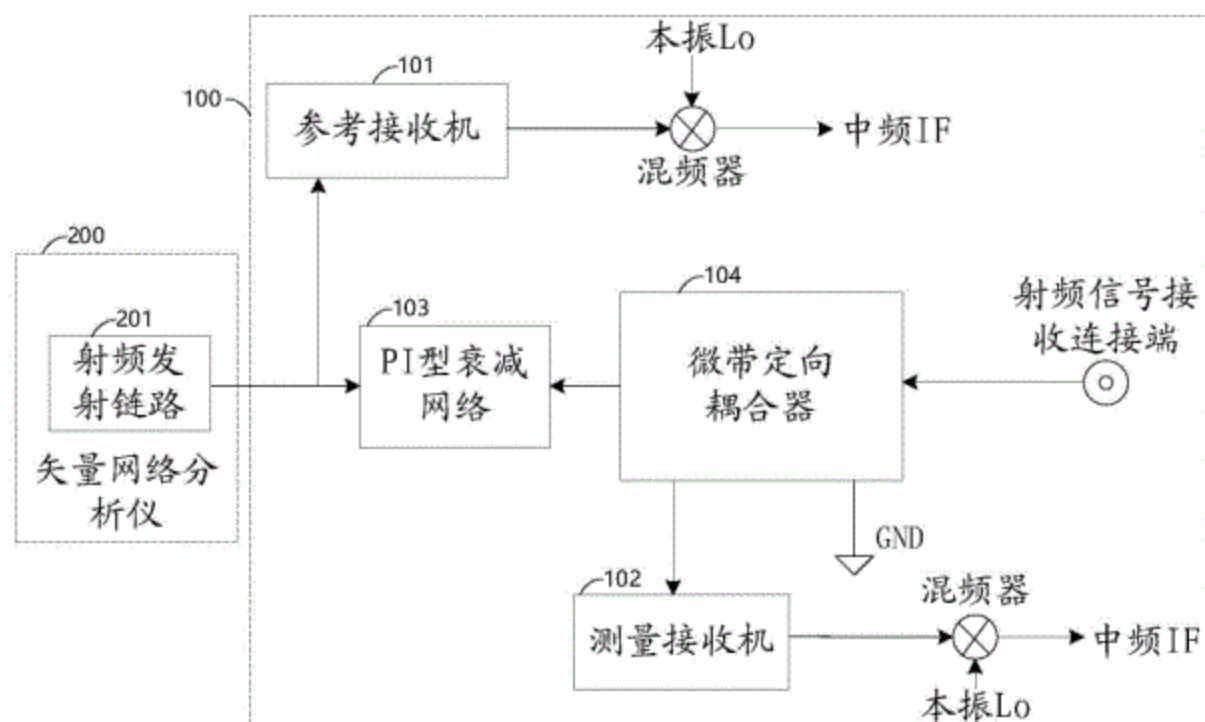


图3

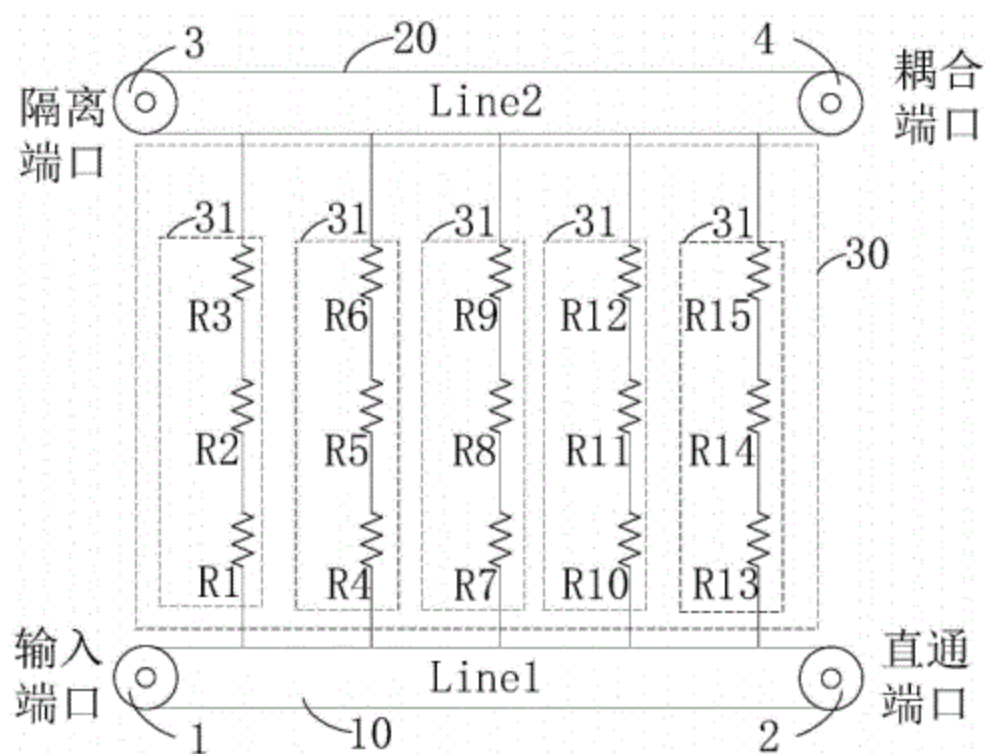


图4