



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110324018 B

(45) 授权公告日 2024.06.14

(21) 申请号 201910679708.7

审查员 李平

(22) 申请日 2019.07.25

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110324018 A

(43) 申请公布日 2019.10.11

(73) 专利权人 本源量子计算科技(合肥)股份有限公司

地址 230008 安徽省合肥市合肥市高新区
创业产业园二期E2栋6层

(72) 发明人 孔伟成 李松

(51) Int. Cl.

H03H 7/46 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 210111958 U, 2020.02.21

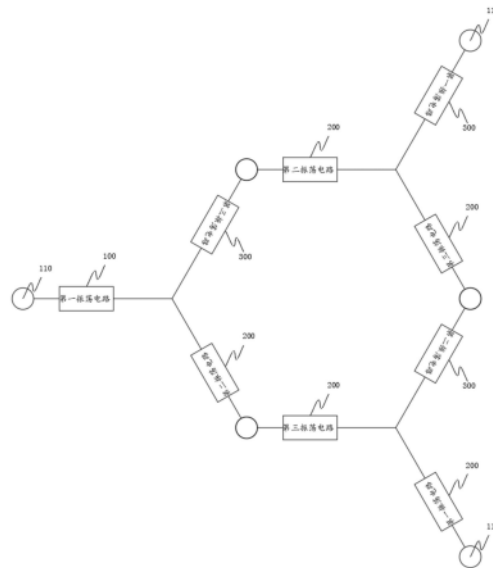
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种微波信号环形传输结构

(57) 摘要

本发明公开了一种微波信号环形传输结构,包括若干微波信号分路器;所述微波信号分路器为三端结构,包括第一振荡电路、第二振荡电路和第三振荡电路,所述第二振荡电路和所述第三振荡电路均与所述第一振荡电路的同端耦合连接,其中:所述第一振荡电路远离所述第二振荡电路的一端为第一端,所述第二振荡电路远离所述第一振荡电路的一端为第二端,所述第三振荡电路远离所述第一振荡电路的一端为第三端;每个所述微波信号分路器均分别以所述第二端和所述第三端为首尾进行首尾连接形成环形结构,本发明使得微波信号从微波信号环形传输结构的任一端进入并实现微波信号的分路分配传输。



1. 一种微波信号环形传输结构,其特征在于:包括若干微波信号分路器;

所述微波信号分路器为三端结构,包括第一振荡电路、第二振荡电路和第三振荡电路,所述第二振荡电路和所述第三振荡电路均与所述第一振荡电路的同一端耦合连接,两个相互耦合连接的振荡电路之间具有耦合系数;其中:所述第一振荡电路远离所述第二振荡电路的一端为第一端,所述第二振荡电路远离所述第一振荡电路的一端为第二端,所述第三振荡电路远离所述第一振荡电路的一端为第三端;

每个所述微波信号分路器均分别以所述第二端和所述第三端为首尾进行首尾连接形成环形结构;

所述第一振荡电路、所述第二振荡电路和所述第三振荡电路均包括串联或并联的第一电容模块和第一电感模块;所述第一电感模块包括互感耦合连接的超导量子干涉仪和磁通调制电路;所述磁通调制电路用于调制所述超导量子干涉仪的电感,以实现与所述耦合系数的调节。

2. 根据权利要求1所述的一种微波信号环形传输结构,其特征在于:所述第二振荡电路与所述第一振荡电路的耦合系数和所述第三振荡电路与所述第一振荡电路的耦合系数相等。

3. 根据权利要求1所述的一种微波信号环形传输结构,其特征在于:所述第二振荡电路与所述第一振荡电路的耦合系数和所述第三振荡电路与所述第一振荡电路的耦合系数不相等。

4. 根据权利要求1所述的一种微波信号环形传输结构,其特征在于:所述微波信号分路器至少设置两个。

5. 根据权利要求1所述的一种微波信号环形传输结构,其特征在于:在相互连接的两个所述微波信号分路器中,其中一个所述微波信号分路器的第二振荡放大电路为另一个所述微波信号分路器的第三振荡放大电路。

6. 根据权利要求1所述的一种微波信号环形传输结构,其特征在于:所述第一振荡电路、所述第二振荡电路和所述第三振荡电路均为LC振荡电路。

7. 根据权利要求1所述的一种微波信号环形传输结构,其特征在于:所述第二振荡电路和所述第三振荡电路分别通过耦合模块与所述第一振荡电路耦合连接。

8. 根据权利要求1所述的一种微波信号环形传输结构,其特征在于:所述微波信号环形传输结构还包括底板,每个所述微波信号分路器均设置在所述底板上。

一种微波信号环形传输结构

技术领域

[0001] 本发明属于微波信号传输领域,特别是一种微波信号环形传输结构。

背景技术

[0002] 随着计算机技术与集成电路的快速发展,无线通信技术也得到了越来越广泛的应用,与之相对应的微波电路也得到了更加快速的发展与更广泛的利用。

[0003] 而在无线通信系统中,尤其是微波信号传输系统中,微波信号对通道的选择性具有很高的要求,往往需要将微波信号分配并从不同的通道传输,针对不同的应用场景,有时微波信号还需要沿环形结构进行传输。

[0004] 目前现有技术中微波环形器是一种常见的环形器结构,微波信号可以沿着环形器环形传输,但是它只能实现微波信号的单向传输,无法实现信号的分配传输。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种微波信号环形传输结构,以解决现有技术中的不足,使得微波信号从微波信号环形传输结构的任一端进入并实现微波信号的分路分配传输。

[0006] 本发明采用的技术方案如下:

[0007] 一种微波信号环形传输结构,包括若干微波信号分路器;

[0008] 所述微波信号分路器为三端结构,包括第一振荡电路、第二振荡电路和第三振荡电路,所述第二振荡电路和所述第三振荡电路均与所述第一振荡电路的同一端耦合连接,其中:所述第一振荡电路远离所述第二振荡电路的一端为第一端,所述第二振荡电路远离所述第一振荡电路的一端为第二端,所述第三振荡电路远离所述第一振荡电路的一端为第三端;

[0009] 每个所述微波信号分路器均分别以所述第二端和所述第三端为首尾进行首尾连接形成环形结构。

[0010] 进一步的,所述第二振荡电路与所述第一振荡电路的耦合系数和所述第三振荡电路与所述第一振荡电路的耦合系数相等。

[0011] 进一步的,所述第二振荡电路与所述第一振荡电路的耦合系数和所述第三振荡电路与所述第一振荡电路的耦合系数不相等。

[0012] 进一步的,所述微波信号分路器至少设置两个。

[0013] 进一步的,在相互连接的两个所述微波信号分路器中,其中一个所述微波信号分路器的第二振荡放大电路为另一个所述微波信号分路器的第三振荡放大电路。

[0014] 进一步的,所述第一振荡电路、所述第二振荡电路和所述第三振荡电路均为LC振荡电路。

[0015] 进一步的,所述LC振荡电路包括并联或串联连接的第一电容模块和第一电感模块。

[0016] 进一步的,所述第一电感模块为超导量子干涉装置。

[0017] 进一步的,所述第二振荡电路和所述第三振荡电路分别通过耦合模块与所述第一振荡电路耦合连接。

[0018] 进一步的,所述微波信号环形传输结构还包括底板,每个所述微波信号分路器均设置在所述底板上。

[0019] 与现有技术相比,本发明提供了一种微波信号环形传输结构,包括若干微波信号分路器;所述微波信号分路器为三端结构,包括第一振荡电路、第二振荡电路和第三振荡电路,所述第二振荡电路和所述第三振荡电路均与所述第一振荡电路的同一端耦合连接,其中:所述第一振荡电路远离所述第二振荡电路的一端为第一端,所述第二振荡电路远离所述第一振荡电路的一端为第二端,所述第三振荡电路远离所述第一振荡电路的一端为第三端;每个所述微波信号分路器均分别以所述第二端和所述第三端为首尾进行首尾连接形成环形结构。

[0020] 由于微波信号分路器中所述第二振荡电路和所述第三振荡电路与所述第一振荡电路是耦合连接,微波信号从第一振荡电路进入后将分别耦合进入所述第二振荡电路和所述第三振荡电路中,而第二振荡电路与第一振荡电路、第三振荡电路与第一振荡电路分别之间具有由设计参数决定的耦合系数,耦合系数代表了两个振荡电路间信号传输的速率,因而从第一振荡电路输入的微波信号将根据第二振荡电路、第三振荡电路分别与第一振荡电路的耦合系数间的比例进行传输;

[0021] 再由于设置若干的微波信号分路器,每个所述微波信号分路器均分别以所述第二端和所述第三端为首尾进行首尾连接形成环形结构,微波信号从任意一个所述微波信号分路器的第一端输入后,将根据该微波信号分路器中第二振荡电路、第三振荡电路分别与第一振荡电路的耦合系数间的比例分别传输至与该第二振荡电路和第三振荡电路连接的微波信号分路器中。

附图说明

[0022] 图1是本发明实施例提供的一种微波信号环形传输结构示意图;

[0023] 图2是图1中微波信号分路器的结构示意图;

[0024] 图3是由两个LC振荡电路耦合构成的微波信号传输系统的电路结构示意图;

[0025] 图4是一种集总式LC振荡电路结构示意图;

[0026] 图5是一种分布参数式LC振荡电路结构示意图;

[0027] 图6是本发明另一实施例提供的一种微波信号环形传输结构示意图;

[0028] 图7是本发明另一实施例提供的一种微波信号环形传输结构示意图。

具体实施方式

[0029] 下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能解释为对本发明的限制。

[0030] 如图1和图2所示,本发明的实施例提供了一种微波信号环形传输结构,包括若干微波信号分路器;所述微波信号分路器为三端结构,如图2所示,包括第一振荡电路100、第二振荡电路200和第三振荡电路300,所述第二振荡电路200和所述第三振荡电路300均与所述第一振荡电路100的同一端耦合连接,其中:所述第一振荡电路100远离所述第二振荡电

路200的一端为第一端110,所述第二振荡电路200远离所述第一振荡电路100的一端为第二端210,所述第三振荡电路300远离所述第一振荡电路100的一端为第三端310;每个所述微波信号分路器均分别以所述第二端210和所述第三端310为首尾进行首尾连接形成环形结构。

[0031] 与现有技术相比,本发明提供了一种微波信号环形传输结构,包括若干微波信号分路器;所述微波信号分路器为三端结构,包括第一振荡电路100、第二振荡电路200和第三振荡电路300,所述第二振荡电路200和所述第三振荡电路300均与所述第一振荡电路100的同一端耦合连接,其中:所述第一振荡电路100远离所述第二振荡电路200的一端为第一端110,所述第二振荡电路200远离所述第一振荡电路100的一端为第二端210,所述第三振荡电路300远离所述第一振荡电路100的一端为第三端310;每个所述微波信号分路器均分别以所述第二端210和所述第三端310为首尾进行首尾连接形成环形结构。

[0032] 由于微波信号分路器中所述第二振荡电路200和所述第三振荡电路300与所述第一振荡电路100是耦合连接,微波信号从第一振荡电路100进入后将分别耦合进入所述第二振荡电路200和所述第三振荡电路300中,而第二振荡电路200与第一振荡电路100、第三振荡电路300与第一振荡电路100分别之间具有由设计参数决定的耦合系数,耦合系数代表了两个振荡电路间信号传输的速率,因而从第一振荡电路100输入的微波信号将根据第二振荡电路200、第三振荡电路300分别与第一振荡电路100的耦合系数间的比例进行传输。

[0033] 再由于设置若干的微波信号分路器,每个所述微波信号分路器均分别以所述第二端210和所述第三端310为首尾进行首尾连接形成环形结构,微波信号从任意一个所述微波信号分路器的第一端110输入后,将根据该微波信号分路器中第二振荡电路200、第三振荡电路300分别与第一振荡电路100的耦合系数间的比例分别传输至与该第二振荡电路200和第三振荡电路300连接的微波信号分路器中。

[0034] 在具体实施的时候,所述微波信号分路器的个数可以根据具体的设计需求进行设计,至少设置两个。

[0035] 作为一种具体的实施体现,如图1所示,所述微波信号分路器的个数设置为3个,将每个所述微波信号分路器均分别以所述第二端210和所述第三端310为首尾进行首尾连接形成环形结构,可以形成一个三端环形结构,所述微波信号分路器的个数根据实际需求进行设置,例如还可以设置为4个,如图7所示。

[0036] 需要说明的是,两个相互耦合连接的振荡电路之间具有一个耦合系数,该耦合系数决定了两个振荡电路间微波信号传输的速率,耦合系数越大,两个振荡电路间微波信号传输的速率就越快。

[0037] 如图3所示的由两个LC振荡电路耦合构成的微波信号传输系统,其中:LC振荡电路由电感和电容并联,两个LC振荡电路之间通过耦合电容耦合连接;耦合系数g可以通过如下表达式得到:

$$[0038] \quad g = \frac{C_g \sqrt{\frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}} \frac{1}{\sqrt{L_2 C_2}}}}{2\sqrt{(C_1 + C_g)(C_2 + C_g)}}$$

[0039] 由以上可知,耦合系数受两个LC振荡电路中分别设置的电容值 C_1 、 C_2 和电感值 L_1 、

L_2 以及耦合电容值 C_g 参数影响,在具体实施例的时候,可以通过调节以上参数实现所述第二振荡电路200和所述第三振荡电路300与所述第一振荡电路100的耦合系数的调节,可以设置所述第二振荡电路200与所述第一振荡电路100的耦合系数和第三振荡电路300与所述第一振荡电路100的耦合系数不等,所述第一振荡电路100输入的微波信号将按照所述第二振荡电路200、所述第三振荡电路300分别与所述第一振荡电路100的耦合系数的比例进行传输,进而实现所述微波信号分路器中各路微波信号之间的非对等传输。那么可以预见的是,若设置所述第二振荡电路200与所述第一振荡电路100的耦合系数和所述第三振荡电路300与所述第一振荡电路100的耦合系数相等,那么可以预见的是,从任意一个所述微波信号分路器中的所述第一振荡电路100输入的微波信号将根据等比例进行传输,分别均匀至并经由所述第二振荡电路200和所述第三振荡电路300分别进入与之连接的微波信号分路器中,进而实现各路微波信号的对等传输。进而分别实现不同的微波信号环形传输功能。

[0040] 作为本实施例的优选技术方案,如图4和图5所示,所述第一振荡电路100和所述第二振荡电路200均为LC振荡电路,LC振荡电路是一种常见的比较容易设计的振荡电路结构,LC振荡电路的形式也有很多,包括且不限于集总式结构以及分布参数式电路结构。

[0041] 周知的,由电阻器、电容器、线圈、变压器、晶体管、运算放大器、传输线、电池、发电机和信号发生器等电气器件和设备连接而成的电路,称为实际电路。以电路电气器件的实际尺寸(d)和工作信号的波长(λ)为标准划分,实际电路又可分为集总参数电路和分布参数电路。满足 $d \ll \lambda$ 条件的电路称为集总参数电路。其特点是电路中任意两个端点间的电压和流入任一器件端钮的电流完全确定,与器件的几何尺寸和空间位置无关。不满足 $d \ll \lambda$ 条件的电路称为分布参数电路,其特点是电路中的电压和电流是时间的函数而且与器件的几何尺寸和空间位置有关,例如由波导和传输线组成的电路是分布参数电路的典型例子。

[0042] 本实施例在实施的时候,可以将微波信号分路器设置成集总参数电路和/或分布参数电路。

[0043] 本实施例提供了一种如图4所示集总参数电路的LC振荡电路,其包括并联连接的第一电容模块300和第一电感模块400。同时,本实施例还提供了一种如图5所示分布式电路的LC振荡电路,由电容101、微波谐振腔102和约瑟夫森结构依次串联构成。

[0044] 在具体实施例的时候,第一电容模块300和电容101均可以设置为包括但不限于贴片电容元件、平行板电容或者交指电容等电容元件,只需按照电路预设类型设置器件尺寸即可。

[0045] 而第一电感模块400可以直接采用大尺寸电感器件,也可以借助约瑟夫森结构制备。

[0046] 需要说明的是,用于制备集成式LC电路的第一电感模块400的约瑟夫森结构,及分布式电路的LC振荡电路中的约瑟夫森结构,均为超导体夹以某种很薄的势垒层而构成结构,例如S(超导体)-I(半导体或绝缘体)-S(超导体)结构,简称SIS,在SIS中,超导电子可以从其中一个超导体一侧隧穿半导体或者绝缘体到达另一侧的超导体,或称约瑟夫森效应,产生的电流称为约瑟夫森电流,约瑟夫森结具有一个等效电感,从而可以将其应用在本发明中实现电感模块功能。

[0047] 需要说明的是,将多个约瑟夫森结连接在一起形成闭环装置时就构成了约瑟夫森干涉仪,或称超导量子干涉仪,通过调节超导量子干涉仪的上磁通量,进而可以调节超导量

子干涉仪的电感,因此,超导量子干涉仪可以看做是一个可调的非线性电感器件。

[0048] 更进一步,本发明另一实施例提供了一种微波信号分路器,在上述实施例的基础上,继续参见图5,所述第一电感模块400为可调电感的超导量子干涉仪装置,所述可调电感的超导量子干涉装置包括互感耦合连接的超导量子干涉仪103和磁通调制电路104,所述超导量子干涉仪103为由若干约瑟夫森结构成的闭环装置;所述磁通调制电路104用于通过调节所述闭环装置的磁通量进而调节所述超导量子干涉仪103的电感,从而使得两个振荡电路间的耦合系数发生变化,微波信号分配传输的比例将会变化,从而实现了微波信号可调的分配传输。

[0049] 在具体设置时,所述磁通调制电路104包括依次连接的磁通调制线和用于产生偏置电流的电流装置;其中:所述磁通调制线用于传输所述偏置电流,并使所述偏置电流与所述超导量子干涉仪互感耦合。需要说明的是,所述用于产生偏置电流的电流装置可以是电流源、抑或是依次连接的可以提供所述偏置电流的电压源与电阻,本发明对于电流源的具体形式不加限制。

[0050] 作为本实施例的优选技术方案,如图6所示,在相互连接的两个所述微波信号分路器中,其中一个所述微波信号分路器的第二振荡放大电路200为另一个所述微波信号分路器的第三振荡放大电路300,也即:其中一个所述微波信号分路器的第二振荡放大电路200与另一个所述微波信号分路器的第三振荡放大电路300是共用的,如图6所示,可以大大节省元器件的数量。

[0051] 作为本发明实施例的优选技术方案,更进一步的,继续参见图6,所述第二振荡电路200和所述第三振荡电路300分别通过耦合模块700与所述第一振荡电路100耦合连接,其中,所述耦合模块700的结构可以是任何能够实现耦合功能的模块或器件,具体的,耦合模块700可以是电容、电感,也可以是由电容电感等构成的混连电路。耦合模块700可以是集总式结构,由并联连接的电容和电感构成;也可以是分布参数电路结构,由共面波导微波传输线谐振腔构成。其中,如果为集总式结构,此时耦合结构中的电容部分,可以为贴片电容元件、平行板电容或者交指电容;如果为分布参数式电路结构,此时耦合结构中的电感部分,可以为贴片电感器件、螺旋电极电感、约瑟夫森结或者可调电感的超导量子干涉仪装置。

[0052] 更进一步的,所述微波信号环形传输结构还包括底板800,如图7所示,每个所述微波信号分路器均设置在所述底板800上,具体的,所述底板800为芯片或者电路板,根据微波信号不同传输和设计需求,所述微波信号分路器的电路结构可以加工在芯片上,也可以加工在印制电路板上。

[0053] 优选的,所述微波信号分路器的电路结构由超导材料制成,例如铝Al、铌Nb、氮化铌NbN、氮化钛TiN、铌钛合金NbTi、或者氮钛铌合金NbTiN,而所述底板800可以使用高阻硅晶圆、氧化铝晶圆,从而达到降低信号耗散,提高器件性能的作用。

[0054] 以上依据图式所示的实施例详细说明了本发明的构造、特征及作用效果,以上所述仅为本发明的较佳实施例,但本发明不以图面所示限定实施范围,凡是依照本发明的构想所作的改变,或修改为等同变化的等效实施例,仍未超出说明书与图示所涵盖的精神时,均应在本发明的保护范围内。

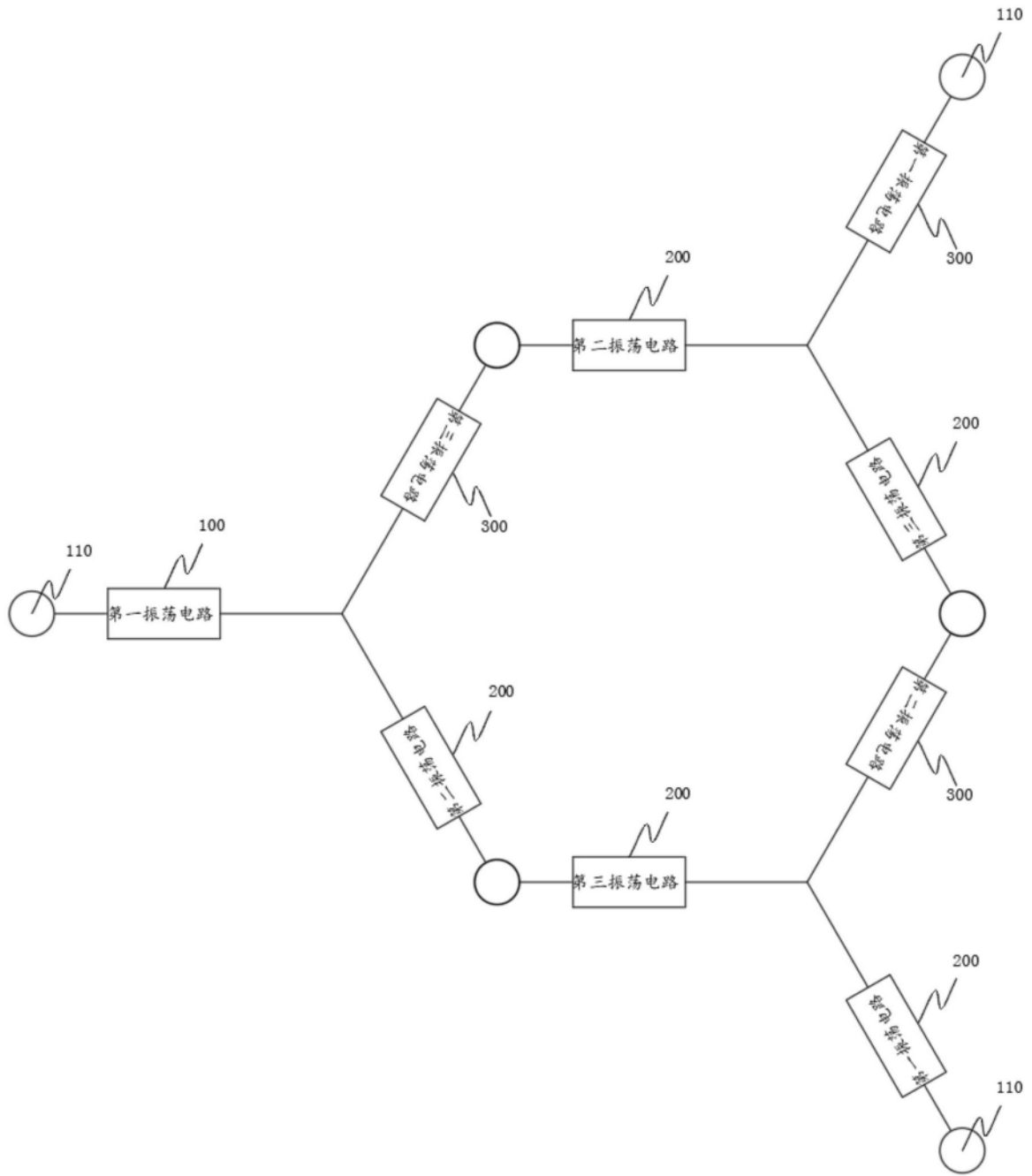


图1

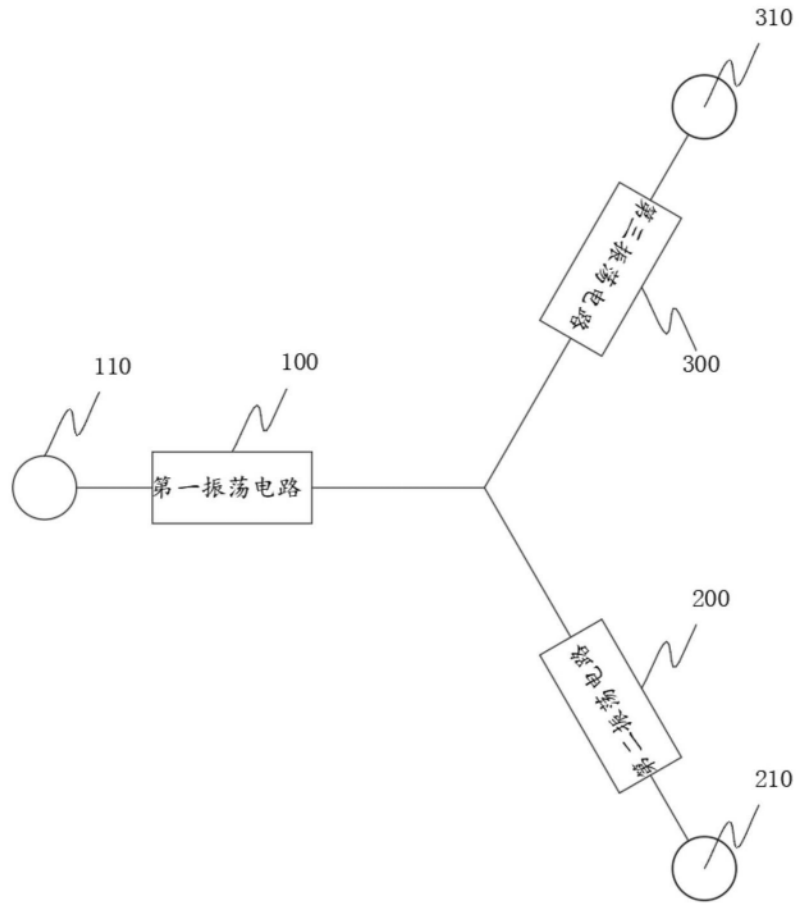


图2

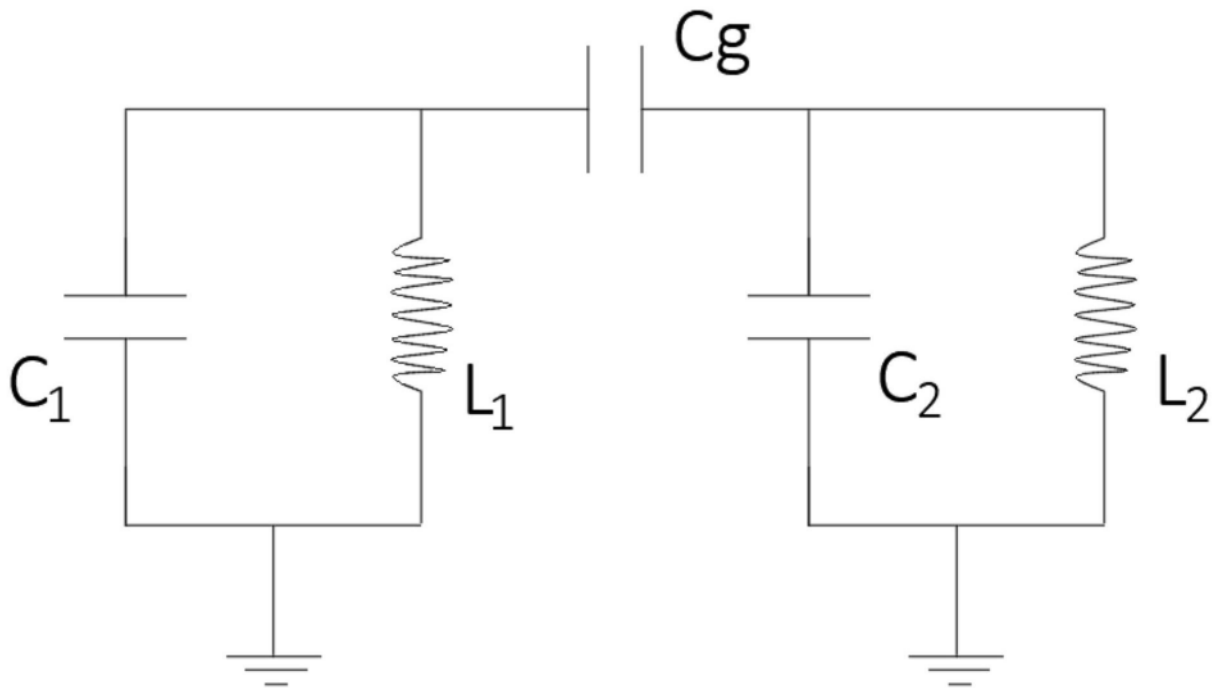


图3

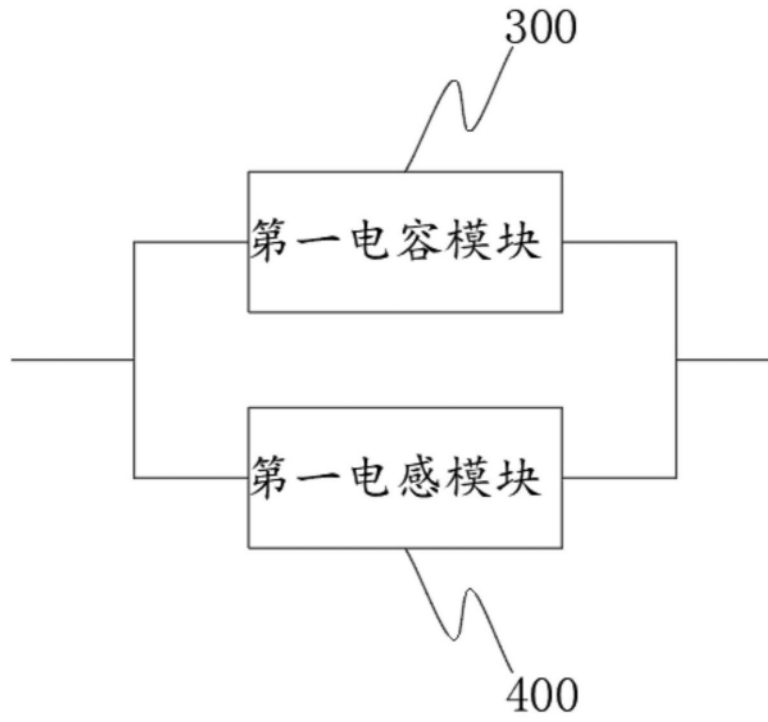


图4

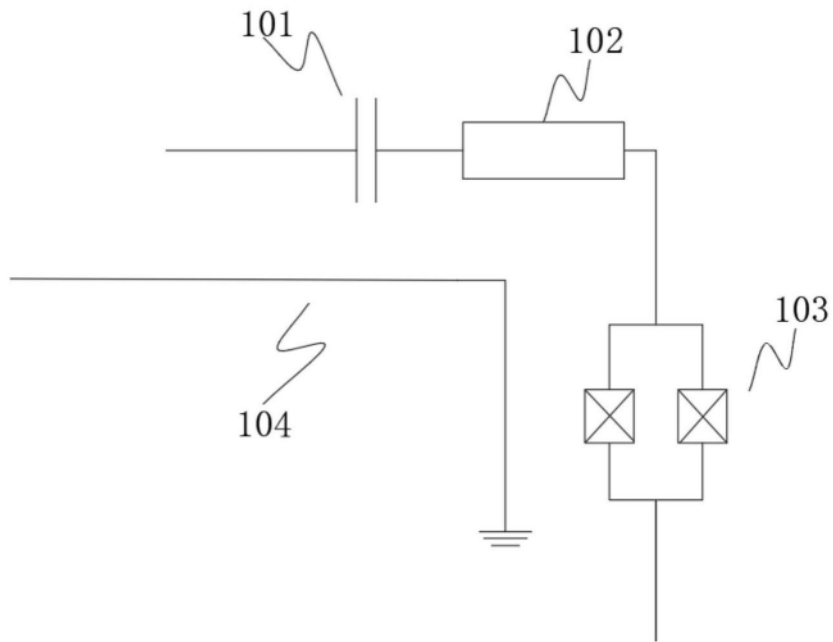


图5

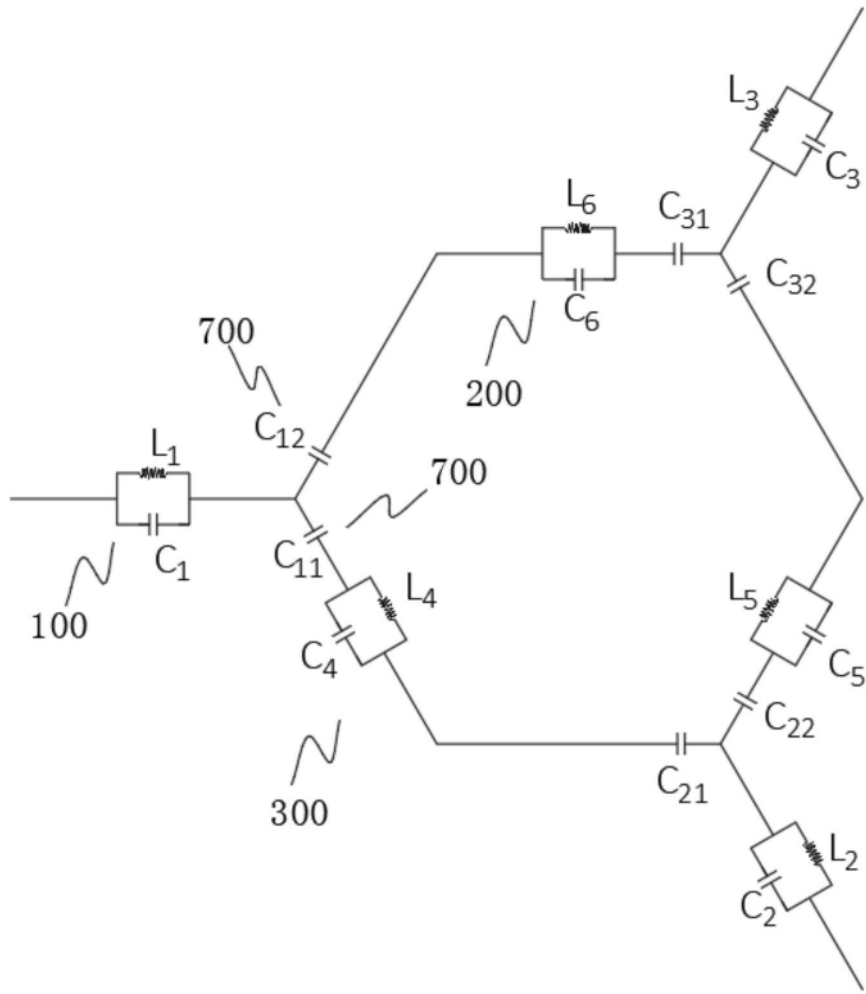


图6

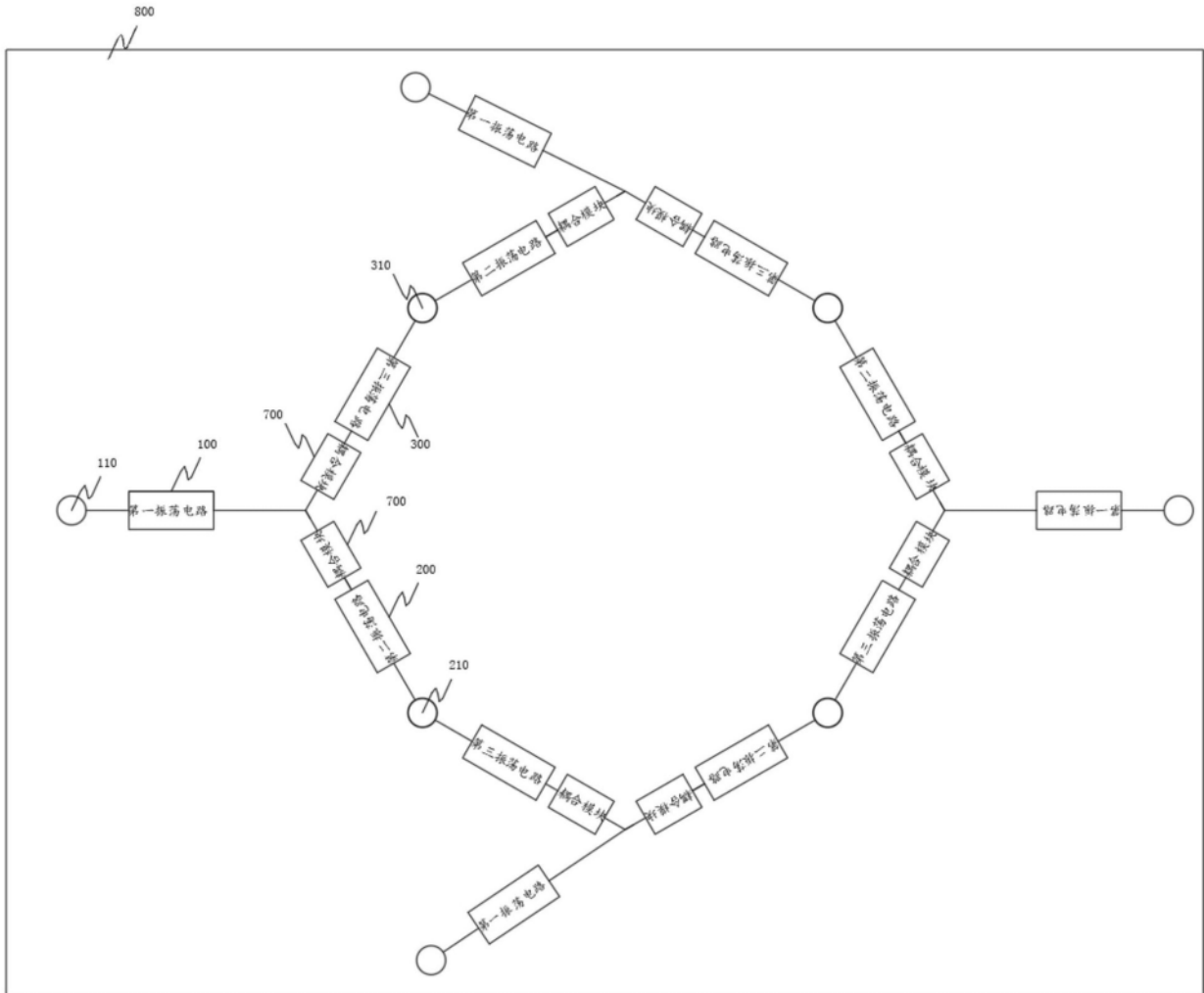


图7