

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017 年 6 月 8 日 (08.06.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/091944 A1

(51) 国际专利分类号:
H01P 1/18 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2015/095983

(22) 国际申请日: 2015 年 11 月 30 日 (30.11.2015)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 中国科学院微电子研究所 (INSTITUTE OF MICROELECTRONICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区北土城西路 3 号, Beijing 100029 (CN)。

(72) 发明人: 李志强 (LI, Zhiqiang); 中国北京市朝阳区北土城西路 3 号, Beijing 100029 (CN)。黄健欧 (HUANG, Jianou); 中国北京市朝阳区北土城西路 3 号, Beijing 100029 (CN)。张海英 (ZHANG, Haiying); 中国北京市朝阳区北土城西路 3 号, Beijing 100029 (CN)。

(74) 代理人: 中科专利商标代理有限责任公司 (CHINA SCIENCE PATENT & TRADEMARK AGENT LTD.);

中国北京市海淀区西三环北路 87 号 4-1105 室, Beijing 100089 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

[见续页]

(54) Title: MICROSTRIP SWITCH TYPE PHASE SHIFTER AND PHASE SHIFT MODULE ADOPTING SAME

(54) 发明名称: 微带开关型移相器及应用其的移相模块

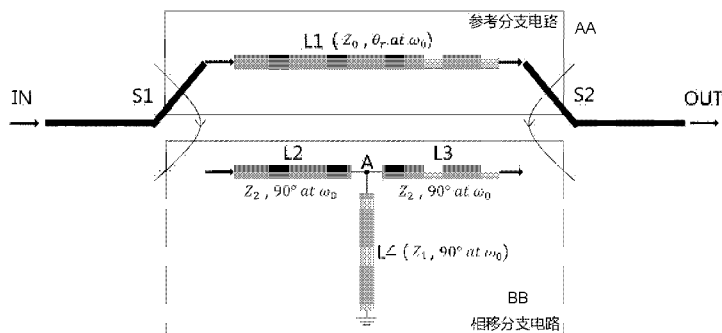


图 1

AA REFERENCE BRANCH CIRCUIT
BB PHASE SHIFT BRANCH CIRCUIT

(57) Abstract: Provided are a microstrip switch type phase shifter and a phase shift module adopting same. The microstrip switch type phase shifter comprises: a reference branch circuit, a phase shift branch circuit, a first path selection switch and a second path selection switch, wherein the reference branch circuit comprises a first microstrip transmission line; the phase shift branch circuit comprises a second microstrip transmission line and a third microstrip transmission line which are connected in series, and a fourth microstrip transmission line connected between a node between the second and third microstrip transmission lines and a ground level; and a front end of the first path selection switch is connected to a signal input end, a rear end of the second path selection switch is connected to a signal output end, and the two are simultaneously connected to the reference branch circuit and the phase shift branch circuit under control. In the present invention, continuous microstrip lines and a simple topology structure are adopted, and parasitic parameters caused by discontinuity of microstrip lines are reduced. The present invention can be applied to a high-frequency scenario, and at the same time, upon simulation and experiment, it is proved that the phase shifter has a very flat phase shifting characteristic nearby a central frequency and the phase shift precision is high.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2017/091944 A1

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

本发明提供了一种微带开关型移相器及应用其的移相模块。该微带开关型移相器包括：参考分支电路、相移分支电路、第一路径选择开关和第二路径选择开关，其中：参考分支电路包括：第一微带传输线；相移分支电路包括：串联的第二微带传输线和第三微带传输线，以及连接于两者之间的节点和地电平之间的第四微带传输线；第一路径选择开关的前端连接至信号输入端，第二路径选择开关的后端连接至信号输出端，两者受控地同时连接至参考分支电路和相移分支电路。本发明采用连续微带线和简单拓扑结构，减少了由于微带线不连续所引入的寄生参量，能够应用于高频场景下，同时，经由仿真和实验证明，在中心频率附近有非常平坦的相移特性，移相精度高。

微带开关型移相器及应用其的移相模块

技术领域

本发明涉及微波技术领域，尤其涉及一种微带开关型移相器及应用其的移相模块。

背景技术

随着智能手机、平板电脑等大量智能终端的普及，当下对高速移动数据业务的需求量与日俱增。以目前对通信容量需求的增长速率，预计在2020年左右时，总的移动数据量将实现千倍增长，这对下一代移动通信系统提出了严峻挑战。相较于3GHz以下日益耗尽的频谱，毫米波频段拥有十分丰富的频谱资源，可以满足未来高速宽带移动通信的需要。另外，在毫米波频段，空分多址和波束组合能够与时分或频分多址技术结合大大提高系统容量和频谱利用率，能够满足人们对高速数据业务的需求。因而，未来的5G系统与4G相比最大的不同很可能为5G将使用频率更高的毫米波频段，并在接收和发送端都使用方向性很好的波束可调的相控阵天线，其骨干网络将采用毫米波无线连接，这将使5G系统具有更低的能耗，更低的掉话率以及更高的比特速率。由于其巨大潜力，毫米波移动通信已成为当下研究的热点，具有非常好的前景。

相控阵收发机是毫米波移动通信系统中的关键组件，而移相器是相控阵收发机中的重要电路模块，也是整个收发机的设计难点之一。用于毫米波移动通信系统的移相器具有以下难点：

- 1、频率高（30GHz 附近或更高）；
- 2、相移精度高；
- 3、低成本，相控阵收发机中需要大量移相器，若移相器价格高将使得通信设备造价昂贵，而这是民用移动通信无法接受的。

目前，业内亟待开发一种频率高、相移精度高，同时低成本的移相器，以满足毫米波移动通信的需求。

发明内容

（一）要解决的技术问题

鉴于上述技术问题，本发明提供了一种微带开关型移相器及应用其的

移相模块，以满足毫米波移动通信系统对频率高、相移精度高、低成本的需求。

（二）技术方案

根据本发明的一个方面，提供了一种微带开关型移相器。该微带开关型移相器包括：参考分支电路、相移分支电路、第一路径选择开关 S1 和第二路径选择开关 S2，其中：参考分支电路包括：第一微带传输线 L1；相移分支电路包括：串联的第二微带传输线 L2 和第三微带传输线 L3，以及连接于两者之间的节点 A 和地电平之间的第四微带传输线 L4；第一路径选择开关 S1 的前端连接至信号输入端，第二路径选择开关 S2 的后端连接至信号输出端，两者受控地同时连接至参考分支电路和相移分支电路。

根据本发明的另一个方面，还提供了一种移相模块。该移相模块包括：功率分配器，其将信号分为 N 路；N 个移相器串，每一移相器串的前端连接功率分配器的一路输出，其末端作为移相模块的一个输出，其中， $N \geq 2$ ；其中，N 个移相器串中的每一个移相器串中包括串联的 M 个如上所述的微带开关型移相器， $M \geq 1$ 。

（三）有益效果

从上述技术方案可以看出，本发明微带开关型移相器及应用其的移相模块具有以下有益效果：

（1）采用连续微带线和简单拓扑结构，减少了由于微带线不连续处，如弯折、宽度变化等，所引入的寄生参量，使该微带开关型移相器能够应用于高频场景下；

（2）经由仿真和实验证明，在中心频率附近有非常平坦的相移特性，移相精度高；

（3）结构简单，制造容易，成本低，非常适合于民用通信。

附图说明

图 1 为根据本发明第一实施例微带开关型移相器的结构示意图；

图 2A~图 2D 为根据本发明第二实施例移相模块的结构示意图；

图 3 为根据本发明第三实施例移相模块的结构示意图。

具体实施方式

本发明微带开关型移相器中，通过开关选择不同的信号路径，可以使

移相器的不同输出间得到所需的相对相移。

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白，以下结合具体实施例，并参照附图，对本发明进一步详细说明。

在本发明的第一个示例性实施例中，提供了一种用于毫米波移动通信的微带开关型移相器。如图 1 所示，本实施例微带开关型移相器包括：第一路径选择开关 S1、第二路径选择开关 S2、参考分支电路和相移分支电路。其中，第一路径选择开关 S1 和第二路径选择开关 S2 协同工作以选择参考分支电路和相移分支电路其中之一作为信号传输通路。

请参照图 1，参考分支电路包括第一微带传输线 L1。相移分支电路包括：第二微带传输线 L2、第三微带传输线 L3 和第四微带传输线 L4，其中，第二微带传输线 L2 和第三微带传输线 L3 串联，第四微带传输线 L4 连接至第二微带传输线和第三微带传输线之间的节点 A 和地电平之间。

在参考分支电路中，第一微带传输线 L1 的特征阻抗和系统特征阻抗相同，为 Z_0 ；在中心频率 ω_0 处其电长度为 θ_r 。此处，特征阻抗指的是与该微带开关型移相器相连接的其他器件的输入或输出阻抗，中心频率 ω_0 为该微带开关型移相器在设计阶段给出的工作频段的中心频率。

在相移分支电路中，第二微带传输线 L2 和第三微带传输线 L3 的特征阻抗均为 Z_2 ，第四微带传输线 L4 的特征阻抗为 Z_1 。而第二微带传输线 L2、第三微带传输线 L3、第四微带传输线 L4 在中心频率 ω_0 处电长度均为 90° 。

本实施例中，四微带传输线 L1~L4 均为沿一个方向延伸的，宽度恒定的连续传输线，由于减少了由于微带线不连续处，如弯折、宽度变化等，所引入的寄生参量，使本实施例微带开关型移相器能够应用于高频场景下。

同样，请参照图 1，第一路径选择开关 S1 的前端连接至信号输入端 (IN)，第二路径选择开关 S2 的后端连接至信号输出端 (OUT)，第一路径选择开关 S1 的后端和第二路径选择开关 S2 的前端受控地同时连接至参考分支电路和相移分支电路。

从上述结构可以看出，本实施例微带开关型移相器结构简单，制造容易，成本低，因此非常适合于民用通信。

该第一路径选择开关 S1 和第二路径选择开关 S2 均为单刀双掷开关，两者协同工作，用于选择信号传输路径。信号通过参考分支电路和相移分

支电路有不同的插入相位，二者间的相位差即为相对相移。相移分支电路在中心频率 ω_0 处的插入相位固定为 $-\pi$ ，与 Z_1 和 Z_2 无关，因而改变参考分支电路中第一微带传输线 L1 的电长度 θ_r 可在中心频率 ω_0 处获得所需要的相对相移。并且，改变 Z_1 和 Z_2 的值可以改变相对相移随频率的变化情况。本实施例微带开关型移相器中各个参数的计算方法如下：

利用传输矩阵可计算出相移分支电路的插入相位：

$$\phi_{LL}(\bar{\omega}) = \arctan \left[\frac{(2\bar{Z}_1\bar{Z}_2^2 + \bar{Z}_2^3 + 2\bar{Z}_1)X^2 - \bar{Z}_2}{2X\bar{Z}_2(X^2\bar{Z}_1 - \bar{Z}_1 - \bar{Z}_2)} \right] \quad (1)$$

其中： $\bar{\omega} = \omega / \omega_0$ 为归一化频率， $\bar{Z}_1 = Z_1 / Z_0$ 和 $\bar{Z}_2 = Z_2 / Z_0$ 为归一化特征阻抗， $X = \tan\left(\frac{\pi}{2}\bar{\omega}\right)$ 。由(1)可以看出相移分支电路的插入相位在中心频率处为 $-\pi$ 。

设 φ_0 为中心频率 ω_0 处所需的相对相移，则参考分支电路中第一微带传输线 L1 的电长度 $\theta_r = \pi + \varphi_0$ ，进而参考分支电路的插入相位为：

$$\phi_{TL}(\bar{\omega}) = -\theta_r \cdot \bar{\omega} = -(\pi + \varphi_0) \cdot \bar{\omega} \quad (2)$$

由(1)和(2)，可得到相对相移 $\Delta\phi(\bar{\omega})$ 的表达式：

$$\Delta\phi(\bar{\omega}) = \phi_{LL}(\bar{\omega}) - \phi_{TL}(\bar{\omega}) \quad (3)$$

为了在中心频率附近得到最小的相位误差， $\Delta\phi(\bar{\omega})$ 应该满足下列方程组：

$$\left. \frac{d^n}{d\bar{\omega}^n} \Delta\phi(\bar{\omega}) \right|_{\bar{\omega}=1} = 0 \quad (4)$$

其中 $n = 1, 2 \dots$ ，并尽可能大。 $\bar{Z}_1$ 和 $\bar{Z}_2$ 可通过解方程组(4)得出。当 $n = 1$ 时：

$$\bar{Z}_1 = -\frac{1}{2} \cdot \frac{\pi\bar{Z}_2^3}{\pi\bar{Z}_2^2 - 2(\pi + \varphi_0)\bar{Z}_2 + \pi} \quad (5)$$

由于 $\bar{Z}_1 > 0$ 则有 $\pi\bar{Z}_2^2 - 2(\pi + \varphi_0)\bar{Z}_2 + \pi < 0$ ，又因 $\varphi_0 > 0$ 故限制条件可简化为：

$$\frac{\pi + \varphi_0 - \sqrt{2\pi\varphi_0 + \varphi_0^2}}{\pi} < \bar{Z}_2 < \frac{\pi + \varphi_0 + \sqrt{2\pi\varphi_0 + \varphi_0^2}}{\pi} \quad (6)$$

当 $n = 2$ 时, (4) 恒成立, 故考虑 $n = 3$ 时的情况:

$$\begin{aligned} & \bar{Z}_2^9 + 6\bar{Z}_1\bar{Z}_2^8 + 12\bar{Z}_1^2\bar{Z}_2^7 + (8\bar{Z}_1^3 - 6\bar{Z}_1)\bar{Z}_2^6 - 16\bar{Z}_1^2\bar{Z}_2^5 - 8\bar{Z}_1^3\bar{Z}_2^4 \\ & - 8\bar{Z}_1^3\bar{Z}_2^2 + 8\bar{Z}_1^3 \\ & = 0 \end{aligned} \quad (7)$$

联立(5), (6)和(7)便可解出 $\bar{Z}_1$ 和 $\bar{Z}_2$ 。当 $n = 4$ 时, (4)也恒成立, 即(4)中的 n 最大可以取到 4, 因而由上述方法解出的 $\bar{Z}_1$ 和 $\bar{Z}_2$ 能够使得相对相移在中心频率处对频率有直到四阶的 0 导数, 即相对相移在中心频率附近非常平坦, 该解即为本实施例所取的最佳解, 对应该解的微带开关型移相器十分适用于高频场合。

至此, 本发明第一实施例微带开关型移相器介绍完毕。

在本发明的第二个示例性实施例中, 提出了一种移相模块。如图 2A~图 2D 所示, 该移相模块包括: 功率分配器和 2 个第一实施例所给出的移相器-第一移相器 PS1 和第二移相器 PS2。该两个移相器单元 PS1 和 PS2 在中心频率 ω_0 处所需的相对相移也都为 ϕ_1 。

该移相模块在工作时, 信号由功率分配器分为两路, 分别输入第一移相器 PS1 和第二移相器 PS2。以下是该移相模块的四个工作状态:

状态 1:

请参照图 2A, 在第一移相器 PS1 中, 第一路径选择开关 S1、第二路径选择开关 S2 均连接至参考分支电路, 即选择参考分支电路作为信号传输路径, 其输出第一路信号; 在第二移相器 PS2 中, 第一路径选择开关 S1、第二路径选择开关 S2 均连接至相移分支电路, 即选择相移分支电路作为信号传输路径, 其输出第二路信号; 第一路信号和第二路信号之间产生了所需的相位差 ϕ_1 。

状态 2:

请参照图 2B, 在第一移相器 PS1 中, 选择相移分支电路作为信号传输路径, 其输出第一路信号; 在第二移相器 PS2 中, 选择参考分支电路作为信号传输路径, 其输出第二路信号; 第一路信号和第二路信号之间产生了所需的相位差 $-\phi_1$, 如图 2B 所示。

状态 3:

请参照图 2C，在第一移相器 PS1 中，选择相移分支电路作为信号传输路径，其输出第一路信号；在第二移相器 PS2 中，选择相移分支电路作为信号传输路径，其输出第二路信号；第一路信号和第二路信号之间产生了所需的相位差 0。

状态 4：

请参照图 2D，在第一移相器 PS1 中，选择参考分支电路作为信号传输路径，其输出第一路信号；在第二移相器 PS2 中，选择参考分支电路作为信号传输路径，其输出第二路信号；第一路信号和第二路信号之间产生了所需的相位差 0。

需要说明的是，第一移相器和第二移相器中参考分支电路的特征阻抗和功率分配器的特征阻抗一致，即为系统特征阻抗。关于第一移相器和第二移相器的详细内容，可参照第一实施例的相关说明，此处不再重述。

至此，本发明第二实施例移相模块介绍完毕。

在本发明的第三个示例性实施例中，提出了一种移相模块。如图 3 所示，该移相模块包括：功率分配器和 4 个第一实施例所给出的移相器-第一移相器 PS1、第二移相器 PS2、第三移相器 PS3 和第四移相器 PS4。其中，第一移相器 PS1 和第二移相器 PS2 完全相同，它们在中心频率 ω_0 处所需的相对相移为 φ_1 ，两者组成第一移相器串；第三移相器 PS3 和第四移相器 PS4 完全相同，它们在中心频率 ω_0 处所需的相对相移为 φ_2 ，两者组成第二移相器串。其中，两移相器串的前端连接至功率分配器的两路输出，后端分别作为移相模块的一输出端。

在移相模块中，信号由一功率分配器分为两路，通过各开关选择不同信号路径实现两个输出间的多种相位差，具体工作方式如下表所示：

	PS1 的信号传输路径	PS2 的信号传输路径	PS3 的信号传输路径	PS4 的信号传输路径	输出 1 和输出 2 间的相位差
状态 1	参考分支电路	参考分支电路	参考分支电路	参考分支电路	0
状态 2	参考分支电路	相移分支电路	参考分支电路	参考分支电路	φ_1
状态 3	参考分支电路	参考分支电路	参考分支电路	相移分支电路	φ_2
状态 4	参考分支电路	相移分支电路	参考分支电路	相移分支电路	$\varphi_1 + \varphi_2$
状态 5	相移分支电路	参考分支电路	参考分支电路	参考分支电路	$-\varphi_1$
状态 6	参考分支电路	参考分支电路	相移分支电路	参考分支电路	$-\varphi_2$

状态 7	相移分支电路	参考分支电路	相移分支电路	参考分支电路	$-\varphi_1 - \varphi_2$
------	--------	--------	--------	--------	--------------------------

其中，输出 1 和输出 2 间的相位差即为输出 2 的相位减去输出 1 的相位的差。

需要说明的是，4 个移相器中参考分支电路的特征阻抗和功率分配器的特征阻抗一致，即为系统特征阻抗。关于各移相器的详细内容，可参照第一实施例的相关说明，此处不再重述。

此外，本实施例由 2 路移相器串，并且每 1 路移相器串具有 2 个移相器为例进行说明，但在本发明其他实施例移相模块中，还可以是 N 路的移相器串，每一路移相器串包括 M 个串联的移相器，移相器串的末端作为移相模块的一个输出。为了设计方便，一般设计为 N 个移相器串中的第 m 个移相器为相同的移相器， $m=1,2,\dots,M$ 。其中， $N \geq 2$ ， $M \geq 1$ 。

至此，本发明第三实施例移相模块介绍完毕。

至此，已经结合附图对本实施例进行了详细描述。依据以上描述，本领域技术人员应当对本发明微带开关型移相器有了清楚的认识。

需要说明的是，在附图或说明书正文中，未绘示或描述的实现方式，均为所属技术领域中普通技术人员所知的形式，并未进行详细说明。此外，上述对各元件和方法的定义并不仅限于实施例中提到的各种具体结构、形状或方式，本领域普通技术人员可对其进行简单地更改或替换，例如：

(1) 关于第四微带线 L4 的接地方式，其可以采用金属过孔接地、金丝键合接地等；

(2) 关于第一路径选择开关 S1 和第二路径选择开关 S2，其可以采用 PIN 二极管开关，也可以采用晶体管开关等；

(3) 该微带开关型移相器除了应用于毫米波移动通信领域之外，还可以用于雷达等行业中。

综上所述，本发明提供了一种微带开关型移相器，其通过开关选择不同的信号路径，可以使移相器的不同输出间得到所需的相对相移。该微带开关型移相器基于微带线，易于制造、成本低且结构简单，尽可能减小了高频率下的寄生参数；另外其相对相移在中心频率处对频率有直到四阶的 0 导数，这表明相对相移在中心频率附近非常平坦，因而十分适用于高频场合，具有较好的推广应用价值。

以上所述的具体实施例，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本发明的具体实施例而已，并不用于限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求

1、一种微带开关型移相器，其特征在于，包括：参考分支电路、相移分支电路、第一路径选择开关（S1）和第二路径选择开关（S2），其中：

所述参考分支电路包括：第一微带传输线（L1）；

所述相移分支电路包括：串联的第二微带传输线（L2）和第三微带传输线（L3），以及连接于两者之间的节点 A 和地电平之间的第四微带传输线（L4）；

所述第一路径选择开关（S1）的前端连接至信号输入端，第二路径选择开关（S2）的后端连接至信号输出端，两者受控地同时连接至参考分支电路和相移分支电路。

2、根据权利要求 1 所述的微带开关型移相器，其特征在于，所述第一路径选择开关（S1）和第二路径选择开关（S2）均为单刀双掷开关，两者协同工作以选择参考分支电路和相移分支电路其中之一作为信号传输路径。

3、根据权利要求 2 所述的微带开关型移相器，其特征在于，所述第一路径选择开关（S1）和第二路径选择开关（S2）为 PIN 二极管开关或晶体管开关。

4、根据权利要求 1 所述的微带开关型移相器，其特征在于，所述第一微带传输线（L1）、第二微带传输线（L2）、第三微带传输线（L3）和第四微带传输线（L4）为沿一个方向延伸的，宽度恒定的连续传输线。

5、根据权利要求 4 所述的微带开关型移相器，其特征在于，所述第一微带传输线（L1）、第二微带传输线（L2）、第三微带传输线（L3）和第四微带传输线（L4）满足：

$$\bar{Z}_1 = -\frac{1}{2} \cdot \frac{\pi \bar{Z}_2^3}{\pi \bar{Z}_2^2 - 2(\pi + \varphi_0) \bar{Z}_2 + \pi}$$

$$\frac{\pi + \varphi_0 - \sqrt{2\pi\varphi_0 + \varphi_0^2}}{\pi} < \bar{Z}_2 < \frac{\pi + \varphi_0 + \sqrt{2\pi\varphi_0 + \varphi_0^2}}{\pi}$$

$$\begin{aligned} \bar{Z}_2^9 + 6\bar{Z}_1\bar{Z}_2^8 + 12\bar{Z}_1^2\bar{Z}_2^7 + (8\bar{Z}_1^3 - 6\bar{Z}_1)\bar{Z}_2^6 - 16\bar{Z}_1^2\bar{Z}_2^5 - 8\bar{Z}_1^3\bar{Z}_2^4 \\ - 8\bar{Z}_1^3\bar{Z}_2^2 + 8\bar{Z}_1^3 = 0 \end{aligned}$$

其中, φ_0 为中心频率 ω_0 处所需的相对相移;

$\bar{Z}_1 = Z_1 / Z_0$ 和 $\bar{Z}_2 = Z_2 / Z_0$ 为归一化特征阻抗, Z_1 为第四微带传输线 (L4) 的特征阻抗, Z_2 为第二微带传输线 (L2) 和第三微带传输线 (L3) 的特征阻抗, Z_0 为系统特征阻抗;

第一微带传输线 (L1) 的特征阻抗和系统特征阻抗相同, 第二微带传输线 (L2)、第三微带传输线 (L3)、第四微带传输线 (L4) 在中心频率 ω_0 处电长度均为 90° 。

6、根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的微带开关型移相器, 其特征在于, 所述第四微带传输线 (L4) 通过金属过孔接地或金丝键合接地的方式连接至地电平。

7、一种移相模块, 其特征在于, 包括:

功率分配器, 其将信号分为 N 路;

N 个移相器串, 每一移相器串的前端连接所述功率分配器的一路输出, 其末端作为移相模块的一个输出, 其中, $N \geq 2$;

其中, 所述 N 个移相器串中的每一个移相器串中包括串联的 M 个如权利要求 1 至 6 中任一项所述的微带开关型移相器, $M \geq 1$ 。

8、根据权利要求 7 所述的移相模块, 其特征在于, 所述 N 个移相器串中每一移相器串的第 m 个微带开关型移相器为相同的微带开关型移相器, 其中心频率 ω_0 处的相对相移相同, $m=1, 2, \dots, M$ 。

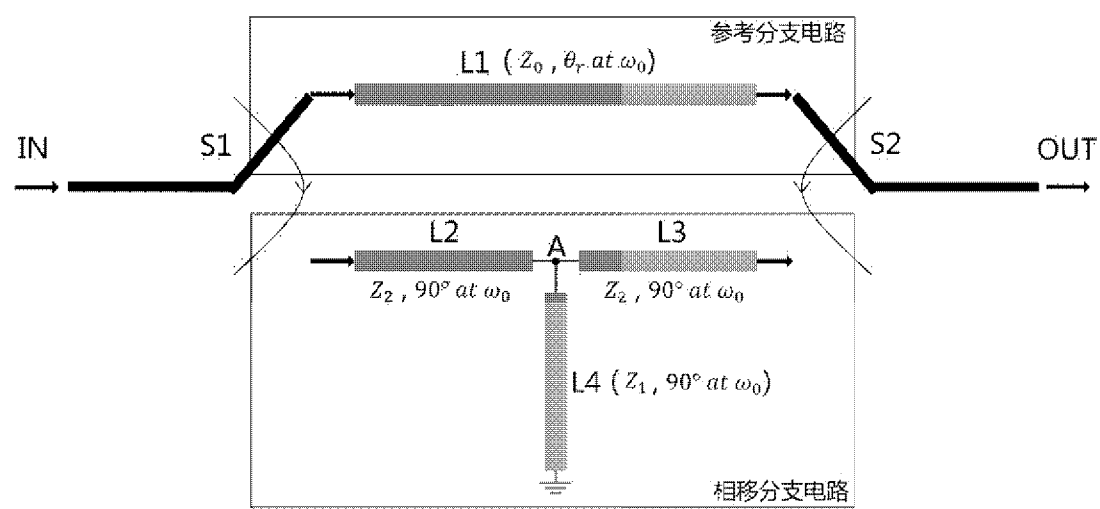


图 1

2/4

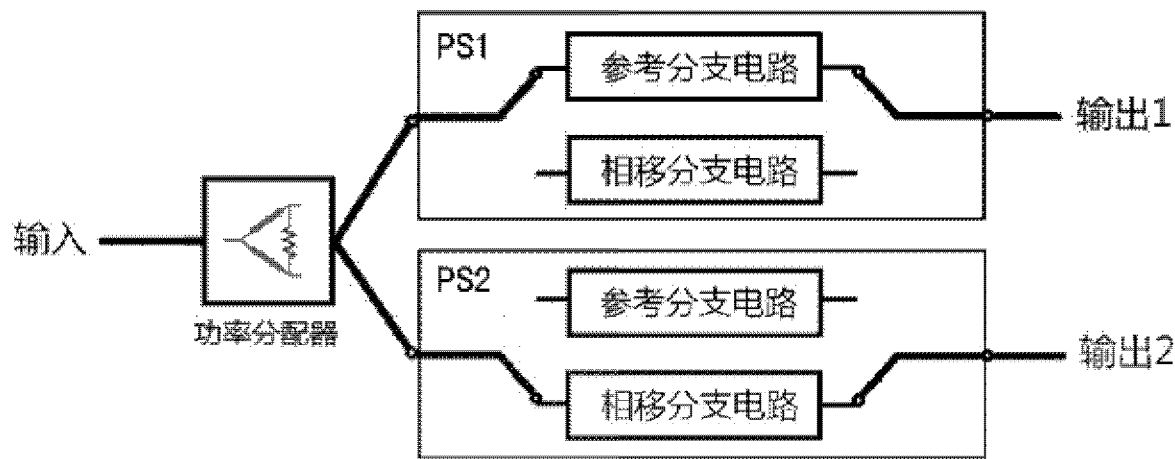


图 2A

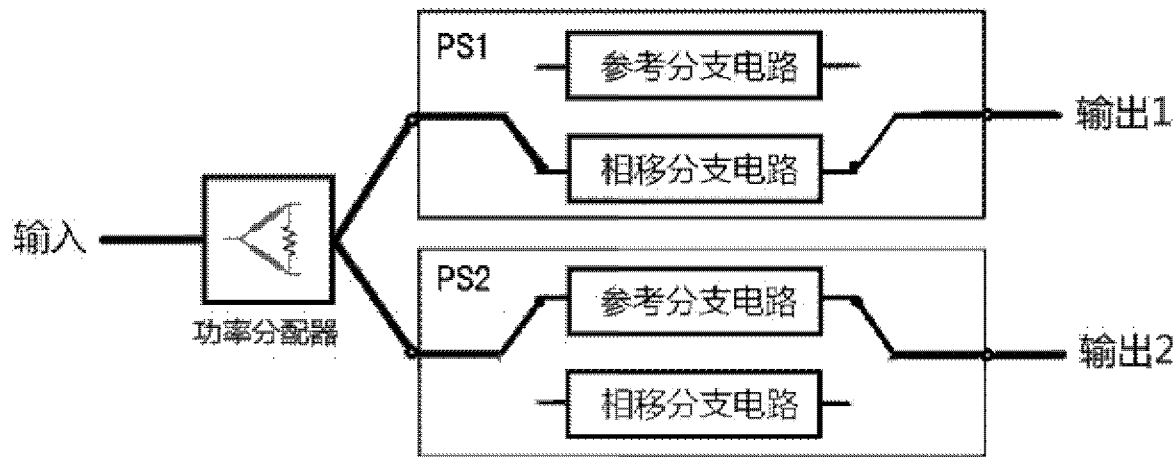


图 2B

3/4

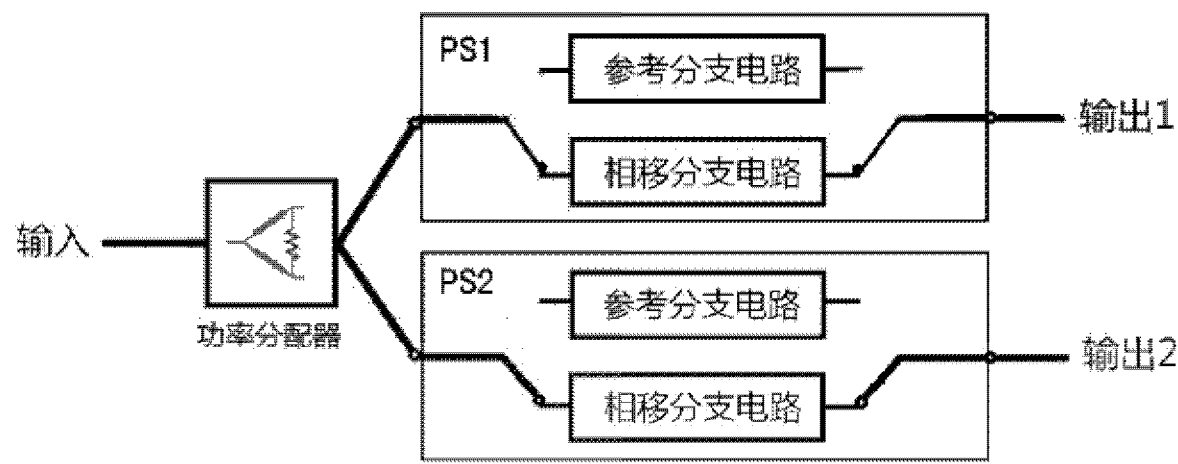


图 2C

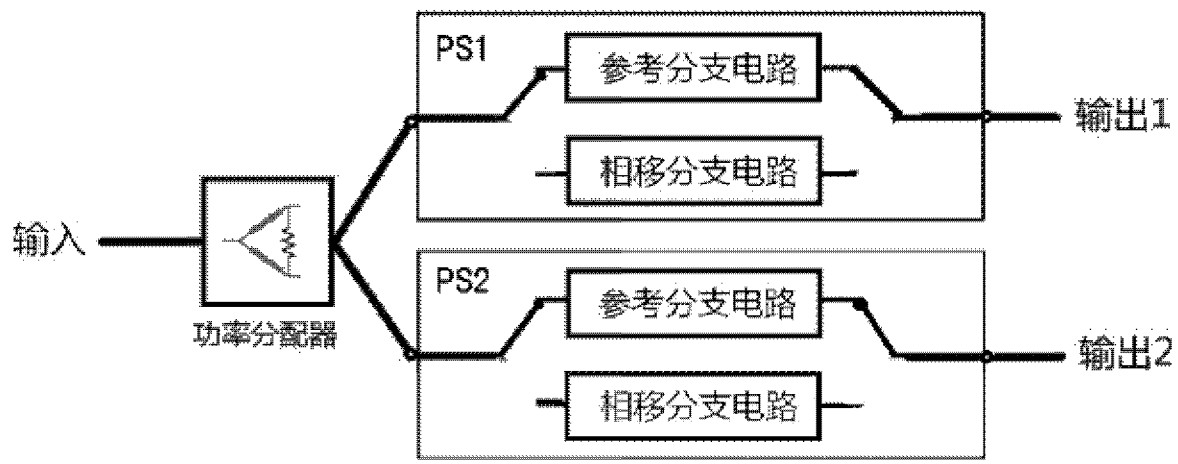


图 2D

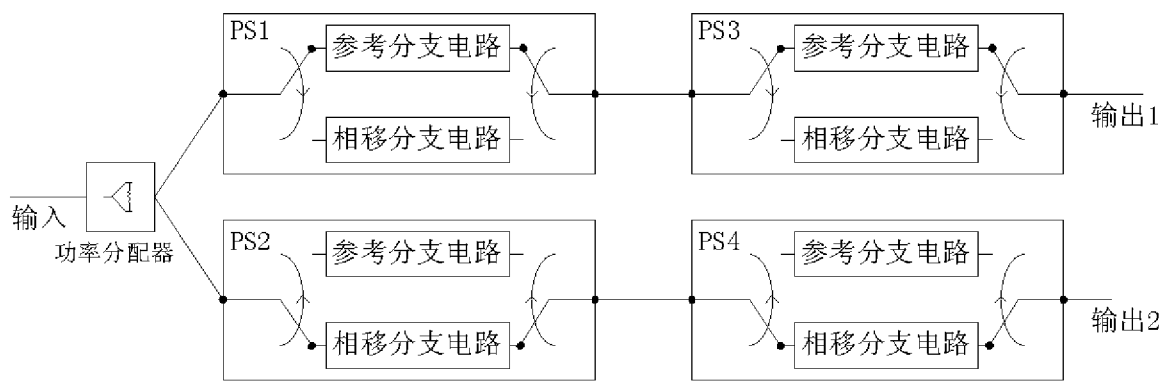


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2015/095983

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01P 1/18 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H01P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: MICRO-STRIP LINE, MICRO-STRIP TRANSMISSION LINE, PHASE SHIFTER, PHASE SHIFT, GROUND LEVEL, POWER DIVIDER, SINGLE-POLE DOUBLE-THROW, MICRO-STRIP, SWITCH, PHASE, SHIFTER, REFERENCE, SERIES, GROUND, GND

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	CN 105356014 A (INSTITUTE OF MICROELECTRONICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 24 February 2016 (24.02.2016), claims 1-8	1-8
X	CN 103947037 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 23 July 2014 (23.07.2014), description, paragraphs [0029]-[0033] and [0051], and figures 1-4	1-4, 6-8
A	CN 101141018 A (NANJING HENGDIAN ELECTRONICS CO., LTD.), 12 March 2008 (12.03.2008), the whole document	1-8
A	CN 104201441 A (BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS), 10 December 2014 (10.12.2014), the whole document	1-8
A	WO 2006130795 A2 (LOCKHEED MARTIN CORPORATION), 07 December 2006 (07.12.2006), the whole document	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 28 July 2016 (28.07.2016)	Date of mailing of the international search report 26 August 2016 (26.08.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer XIN, Haiming Telephone No.: (86-10) 62413285

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/095983

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105356014 A	24 February 2016	None	
CN 103947037 A	23 July 2014	WO 2015042974 A1	02 April 2015
CN 101141018 A	12 March 2008	None	
CN 104201441 A	10 December 2014	None	
WO 2006130795 A2	07 December 2006	EP 1889326 A2	20 February 2008
		US 2006273972 A1	07 December 2006
		US 2006273973 A1	07 December 2006
		DE 602006021172 E	19 May 2011

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2015/095983

A. 主题的分类

H01P 1/18(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H01P

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT;CNKI;WPI;EPODOC: 微带线, 微带传输线, 开关, 移相器, 参考, 相移, 串联, 接地, 地电平, 功率分配器, 单刀双掷, MICRO-STRIP, SWITCH, PHASE, SHIFTER, REFERENCE, SERIES, GROUND, GND

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
E	CN 105356014 A (中国科学院微电子研究所) 2016年 2月 24日 (2016 - 02 - 24) 权利要求1-8	1-8
X	CN 103947037 A (华为技术有限公司) 2014年 7月 23日 (2014 - 07 - 23) 说明书第0029-0033、0051段, 附图1-4	1-4, 6-8
A	CN 101141018 A (南京恒电电子有限公司) 2008年 3月 12日 (2008 - 03 - 12) 全文	1-8
A	CN 104201441 A (北京邮电大学) 2014年 12月 10日 (2014 - 12 - 10) 全文	1-8
A	WO 2006130795 A2 (LOCKHEED MARTIN CORPORATION) 2006年 12月 7日 (2006 - 12 - 07) 全文	1-8

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2016年 7月 28日

国际检索报告邮寄日期

2016年 8月 26日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

辛海明

电话号码 (86-10)62413285

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/095983

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	105356014	A	2016年 2月 24日	无			
CN	103947037	A	2014年 7月 23日	WO	2015042974	A1	2015年 4月 2日
CN	101141018	A	2008年 3月 12日	无			
CN	104201441	A	2014年 12月 10日	无			
WO	2006130795	A2	2006年 12月 7日	EP	1889326	A2	2008年 2月 20日
				US	2006273972	A1	2006年 12月 7日
				US	2006273973	A1	2006年 12月 7日
				DE	602006021172	E	2011年 5月 19日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)