

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
H01P 1/203 (2006.01)



## [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810019801.7

[43] 公开日 2008年8月20日

[11] 公开号 CN 101246983A

[22] 申请日 2008.3.17

[21] 申请号 200810019801.7

[71] 申请人 南京大学

地址 210093 江苏省南京市汉口路 22 号南京  
大学物理楼

[72] 发明人 韩文佳 冯一军 姜田 徐晓非  
陈 罡

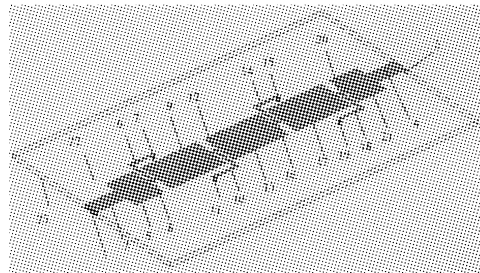
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 5 页

### [54] 发明名称

基于简化左手传输线结构的超宽带滤波器

### [57] 摘要

本发明涉及一种利用简化的左手传输线结构的超宽带滤波器，属于微波通讯设备技术领域。该滤波器包括输入端口、输出端口和至少一个在 PCB 板上的微带传输线结构单元。输入端和输出端馈线分别通过 50 欧姆的微带线与第一个和最后一个微带线结构单元相连接。每个微带线结构单元可等效成串联电感、并联电容和并联电感的级联，其中串联电感和并联电容分别由窄微带传输线和宽微带传输线实现，并联电感由末端通过金属过孔接地的窄微带线实现。本发明的滤波器设计简单易行，制造方便，尺寸小，并有较好的带外、带内滤波性能。



1. 一种利用简化的左手传输线结构的超宽带滤波器，其特征在于该滤波器包括一个输入端口、一个输出端口和至少一单元在 PCB 板上的简化的左手传输线结构单元。输入端和输出端馈线分别通过 50 欧姆的微带线与第一个和最后一个简化的左手传输线结构单元相连接。每个传输线结构单元可等效成串联电感、并联电容和并联电感的级联，其中串联电感和并联电容分别由窄微带传输线和宽微带传输线实现，并联电感由末端通过金属过孔接地的窄微带线实现。各微带线结构单元依次直接相连。

2. 如权力要求 1 所述的简化的左手传输线结构的超宽带滤波器，其特征在于末端接地的窄微带传输线可以为直线型，也可以为折线型，或其他形状。折线型的弯曲段可指向输入端，或是指向输出端。

3. 如权力要求 1 所述的简化的左手传输线结构的超宽带滤波器，其特征在于末端接地的窄微带传输线可以分布在主传输线的同一侧或上、下两侧。

4. 如权力要求 1 所述的简化的左手传输线结构的超宽带滤波器，其特征在于每个微带线结构单元的尺寸相同。

## 基于简化左手传输线结构的超宽带滤波器

### 技术领域:

本发明涉及一种利用简化的左手传输线结构的超宽带带通滤波器,属于微波通讯设备技术领域,特别涉及超宽带微波滤波器的设计。

### 背景技术:

在2002年美国联邦通信委员会(FCC)将3.1GHz~10.6GHz的频段自由开放用作通信领域的应用之后,超宽带短距离无线通信引起了全球通信技术领域极大的关注。而滤波器是通信系统中不可或缺并广泛应用的无源器件,更是成为研究热点之一。由于超宽带滤波器要求工作在3.1GHz~10.6GHz这样一个较宽的频带内,且要求该滤波器有较小的尺寸,传统的滤波器设计方法无法设计出如此宽频带的滤波器。

实现超宽带滤波器的方法目前有通过形成双阻带得到通带,或是将低通和高通滤波器的结构级联或者嵌套而成来实现通带。平行耦合线、共面波导、微带线、带状线、谐振环等结构和形式被用到设计超宽带滤波器中来。但是设计同时具备小尺寸、具有良好的滤波性能,且设计方法简单、制造方便的超宽带带通滤波器仍是一大挑战。

### 发明内容:

发明目的:本发明目的在于针对现有的滤波器设计方法中存在的不足,提供了一种能实现超宽带滤波的带通滤波器设计的新方法。本发明所提供的超宽带滤波器设计方法简便易行,可覆盖3.1GHz~10.6GHz的频率范围,尺寸较小,且具有良好的带内和带外滤波性能。

技术方案:本发明所述的利用简化左手传输线结构的超宽带滤波器,包括一个输入端口、一个输出端口和至少一个在PCB板上的简化的左手传输线结构单元。输入端和输出端馈线分别通过50欧姆的微带线与第一个和最后一个简化的左手传输线结构单元相连接。每个微带线结构单元由串联电感、并联电容和并联电感构成,其中串联电感由窄微带传输线实现,并联电容由宽微带传输线的对地电容实现,并联电感由末端通过金属过孔接地的窄微带线实现。过孔设置在微带线的末端,通过介质基板,连接上层金属微带线和下层金属地板。各微带线结构单元依次直接相连。每个微带线结构单元的尺寸相同。

接地的窄微带传输线可以分布在主传输线的同一侧或上、下两侧。可以为直线型,也可以为折线型,或其他形状。折线型的弯曲段可以指向输入端,或是指向输出端。

通过改变宽、窄和接地微带传输线的宽度和长度,可以控制滤波器的通带频率范围。此滤波器基于简化的左手传输线结构构成。简化的左手传输线结构与传统的传输线结构不同,可以等效成并联电容、串联电感和并联电感的级联,在一定的频率范围内可以形成导通带。通带的低频截止频率决定于并联电容和并联电感。并联电容和并联电感越大,低频截止频率越小。通带的高频截止频率决定于并联电容、串联电感和并联电感。当通带较宽时,高频截

止频率主要决定于并联电容和串联电感。并联电容和串联电感越小，高频截止频率越大。由微带线的经验计算公式，可以根据实现某一带通频段所需的电感、电容值得到具体的微带长度和宽度的参数，此技术为成熟技术，可参阅微波工程手册。由此方法设计的3.1GHz~10.6GHz的超宽带滤波器的接地微带传输线仅长0.17个波长，优于传统设计方法中的四分之一波长短截线的带通滤波器。根据不同的使用要求，可以选择不同单元数量的传输线结构组合成整体，来满足不同的滤波器带宽和频带范围要求，并且多个单元级联后，不会造成能量损耗，级联多节的滤波器滤波性能更好。

有益效果：本发明与现有技术相比，其显著优点是：1、设计方法简单易行，根据通带的范围就可以得到滤波器的结构尺寸；2、设计出的滤波器可以实现3.1GHz~10.6GHz的超宽带带通；3、滤波器具有较小的带内插入损耗，锐截止的通带边缘，和良好的带外性能；4、滤波器具有较小的尺寸，制作的精密度要求较低，利于大批量的工业生产制作。

#### 附图说明：

图1是本发明的超宽带滤波器主体结构示意图。

图2是本发明的超宽带滤波器正面结构示意图。

图3是本发明的超宽带滤波器的等效电路原理图。

图4是采用不同数量结构单元的超宽带滤波器的仿真频率响应曲线图。

图5是本发明的超宽带滤波器的回波损耗参数( $S_{11}$ )曲线图。

图6是本发明的超宽带滤波器的传输损耗参数( $S_{21}$ )曲线图。

图7是本发明的超宽带滤波器的群延时曲线图。

图8是本发明的超宽带滤波器的实施例的另两个主体结构示意图，以说明短路微带线的不同分布形式。

在所有的上述附图中，相同的标号表示具有相同、相似或相应的特征或功能。

#### 具体实施方式：

下面结合附图，通过具体的实施例详细说明本发明的技术方案。

实施例1：首先参考图1~2描述的本发明的利用简化左手传输线结构的超宽带带通滤波器的结构图。

本发明所述利用简化左手传输线结构的超宽带滤波器，包括一个输入端口1、一个输出端口2和至少一个在PCB板上的简化的左手传输线结构单元。输入端通过50欧姆的微带线3与第一个微带线结构单元相连接，输出端通过50欧姆的微带线4与最后一个微带线结构单元相连接。每个微带线结构单元由串联电感、并联电容和并联电感构成，等效电路模型见图3。 $L_R$ 对应于串联电感， $L_L$ 对应于并联电感， $C_R$ 对应于并联电容。其中串联电感由窄微带传输线实现，并联电容由宽微带传输线的对地电容实现，并联电感由末端通过金属过孔接地的窄微带传输线实现。各微带线结构单元依次直接相连。每个微带线结构单元的尺寸相同。第一

个简化的左手传输线结构单元包括宽微带线 5、末端短路的窄微带线 6、金属过孔 7、窄微带线 8 和宽金属微带线 9 的左半部分。第二个简化的左手传输线结构单元包括宽金属微带线 9 的右半部分、末端短路的窄微带线 10、金属过孔 11、窄微带线 12 和宽微带线 13 的左半部分。第三个简化的左手传输线结构单元包括宽金属微带线 13 的右半部分、末端短路的窄微带线 14、金属过孔 15、窄微带线 16 和宽微带线 17 的左半部分。第四个简化的左手传输线结构单元包括宽金属微带线 17 的右半部分、末端短路的窄微带线 18、金属过孔 19、窄微带线 20 和宽微带线 21。过孔设置在微带线的末端，通过介质基板 22，连接上层金属微带线和下层金属地板 23。各相邻的微带线结构单元直接相连。此滤波器的输入端通过 50 欧姆的微带线 1 输入信号，输出端通过 50 欧姆的微带线 4 输出信号。

本发明的实施例采用相对介电常数为 2.2，尺寸为  $36.5\text{mm} \times 10\text{mm} \times 0.5\text{mm}$  的 Rogers 5880 介质基板 22。连接输入输出端的 50 欧姆微带线各长 5mm，宽 1.5mm，每一微带线结构单元两端构成并联电容的宽微带线均长 2.8mm，宽 3.8mm；构成串联电感的窄微带线宽 0.3mm，长 0.8mm；构成并联电感的窄短路微带线宽 0.3mm，连接串联微带线的一段长 2.8mm，连接过孔的一段长 2.6mm。金属过孔的半径均 0.15mm，高 0.5mm。

当采用不同单元的微带线结构做滤波器时，得到的滤波器性能不同。图 4 是采用 2 节、4 节、6 节微带线结构的滤波器的特性频率曲线图。可以看到随着所采用的微带传输线结构单元的个数的增加，通带边缘的陡度增加，带外抑制性能更佳。我们对有 4 节微带线结构单元的滤波器进行了等效电路仿真和有限元法电磁全波仿真。图 5 是本发明的超宽带滤波器的回波损耗参数 ( $S_{11}$ ) 曲线图。图 6 是本发明的超宽带滤波器的传输损耗参数 ( $S_{21}$ ) 曲线图。图 7 是本发明的超宽带滤波器的群延时曲线图。可以看到，等效电路仿真和有限元法电磁全波仿真结果基本吻合。在有限元法仿真中，在通带内， $S_{21}$  大于 -0.5dB， $S_{11}$  小于 -16dB；在通带外大于 12GHz 和小于 1.5GHz 的频带内， $S_{21}$  小于 -20dB。在通带内，群延时变化平坦，平均群延时为 0.25ns。可以看到，利用简化左手传输线结构的超宽带滤波器，设计方法简单易行，对加工工艺精度要求不高，设计的超宽带滤波器有良好的带内带外性能，实现了 3.1GHz~10.6GHz 的宽带通。

实施例 2：参照图 8，本发明的滤波器的接地短微带线枝节可以有多种不同的分布形式。接地的窄微带传输线可以分布在主传输线的同一侧或上、下两侧。可以为直线型，也可以为折线型，或其他形状。折线型的弯曲段可以指向输入端，或是指向输出端。除此之外，其余与实施例 1 相同。

以上所述，仅为本发明的优选实施例，并不能以此限定本发明实施的范围，即凡依本发明权利要求及发明说明书内容所作的简单的等效变化与修饰，皆应仍属于本发明专利覆盖的范围。

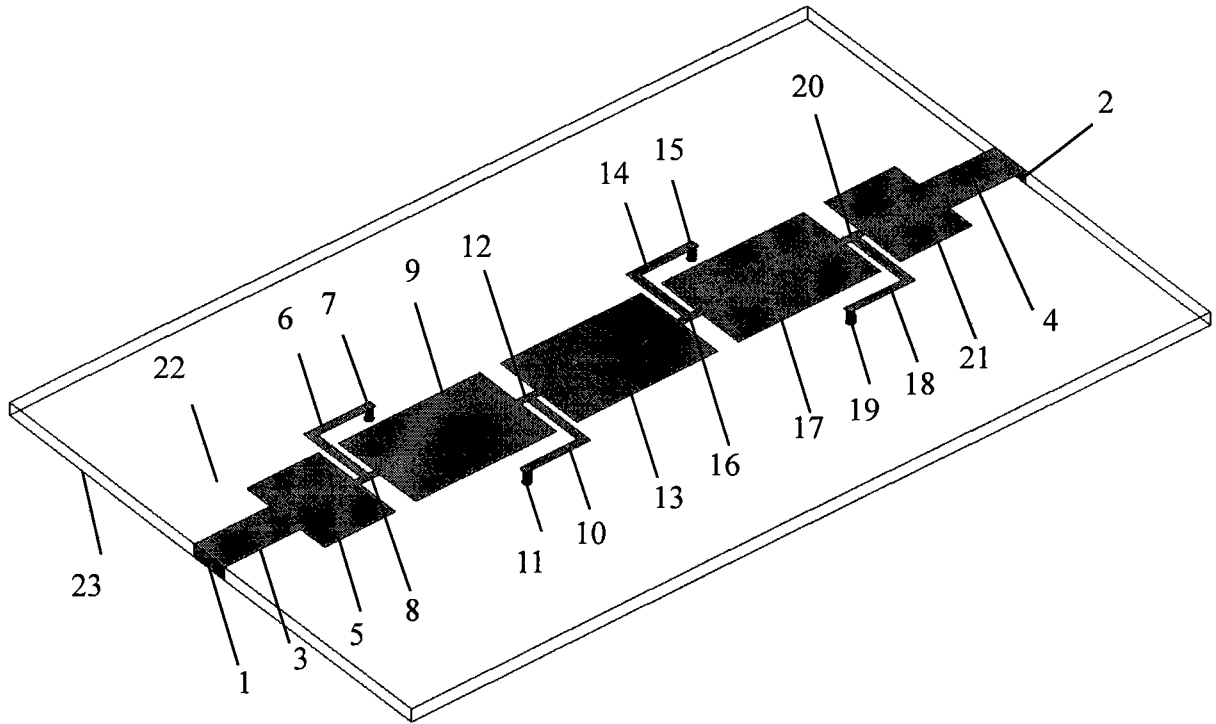


图 1

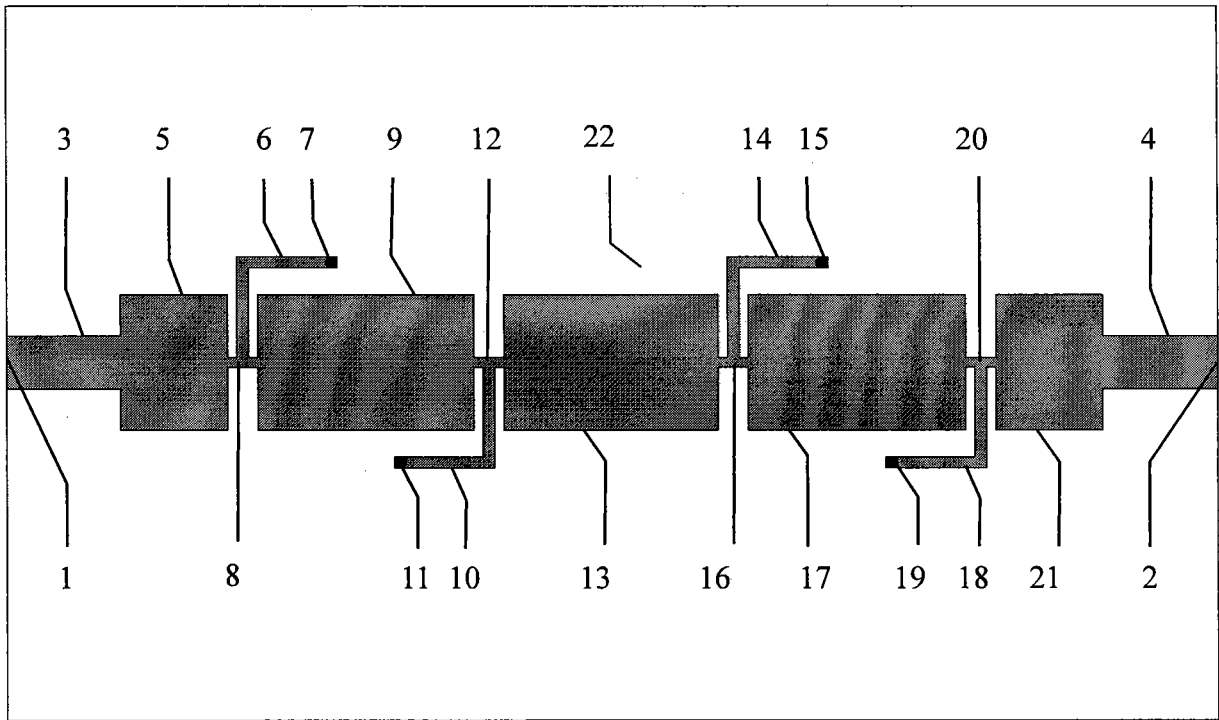


图 2

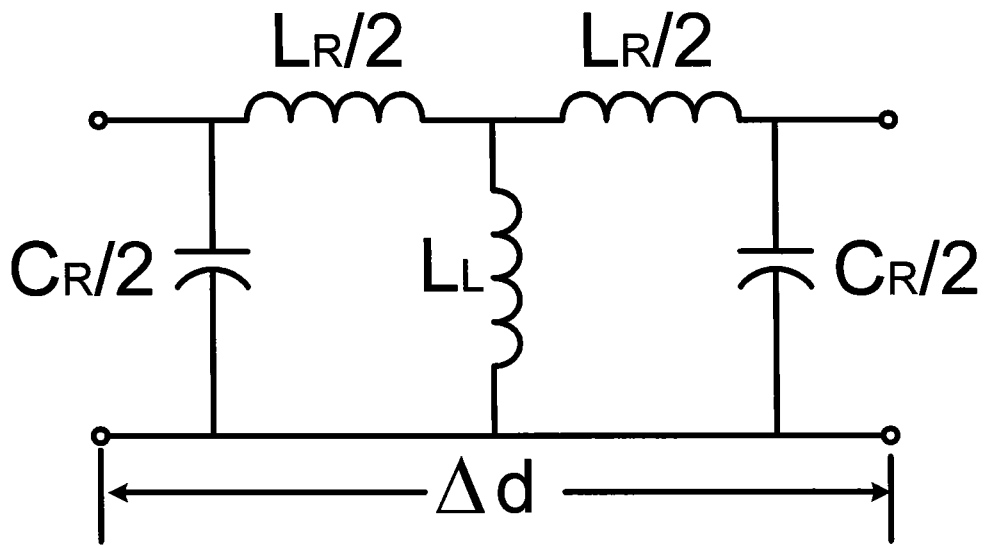


图 3

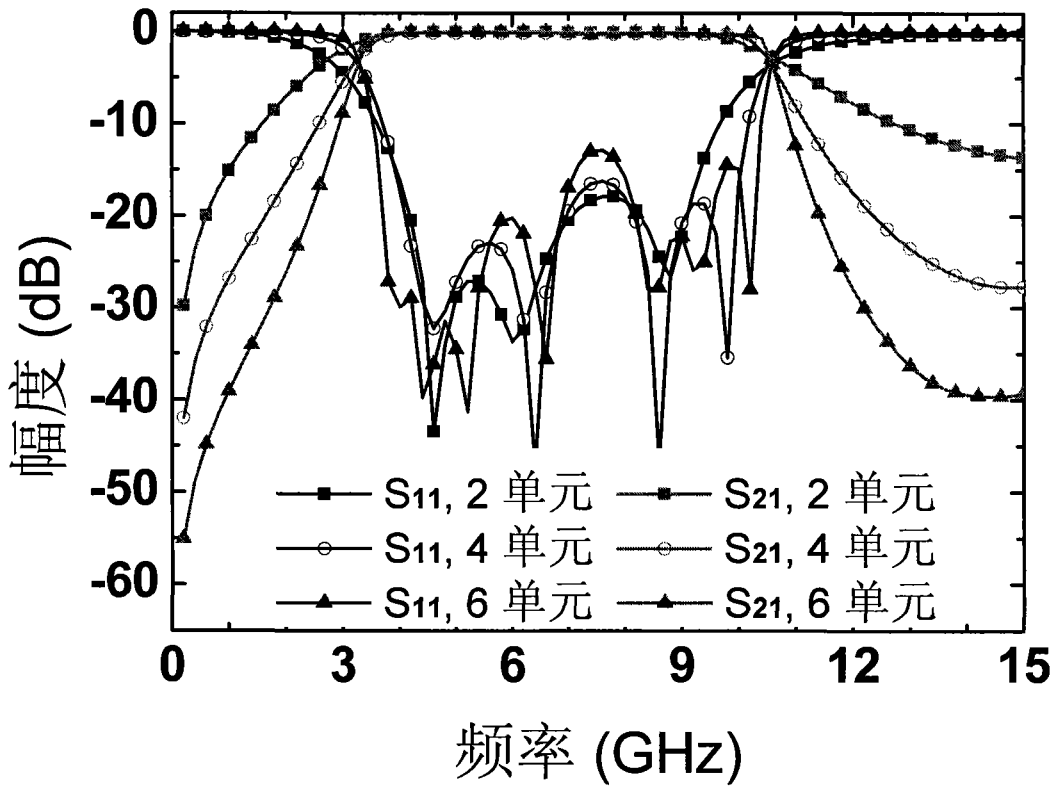


图 4

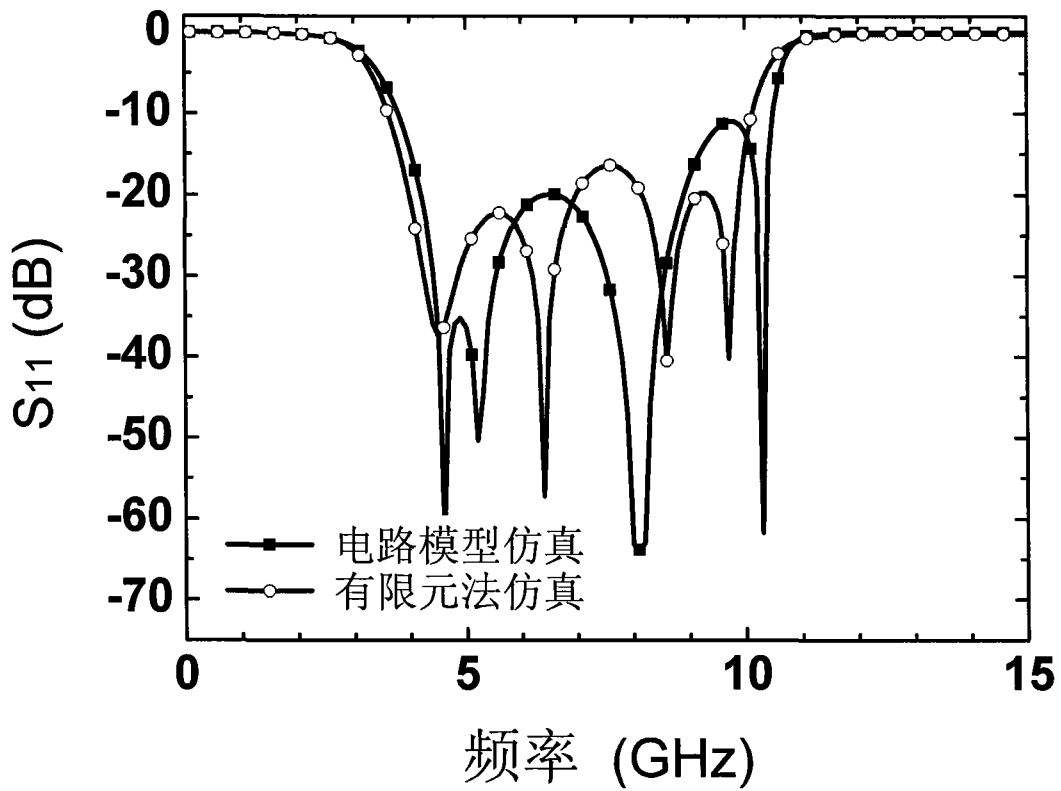


图 5



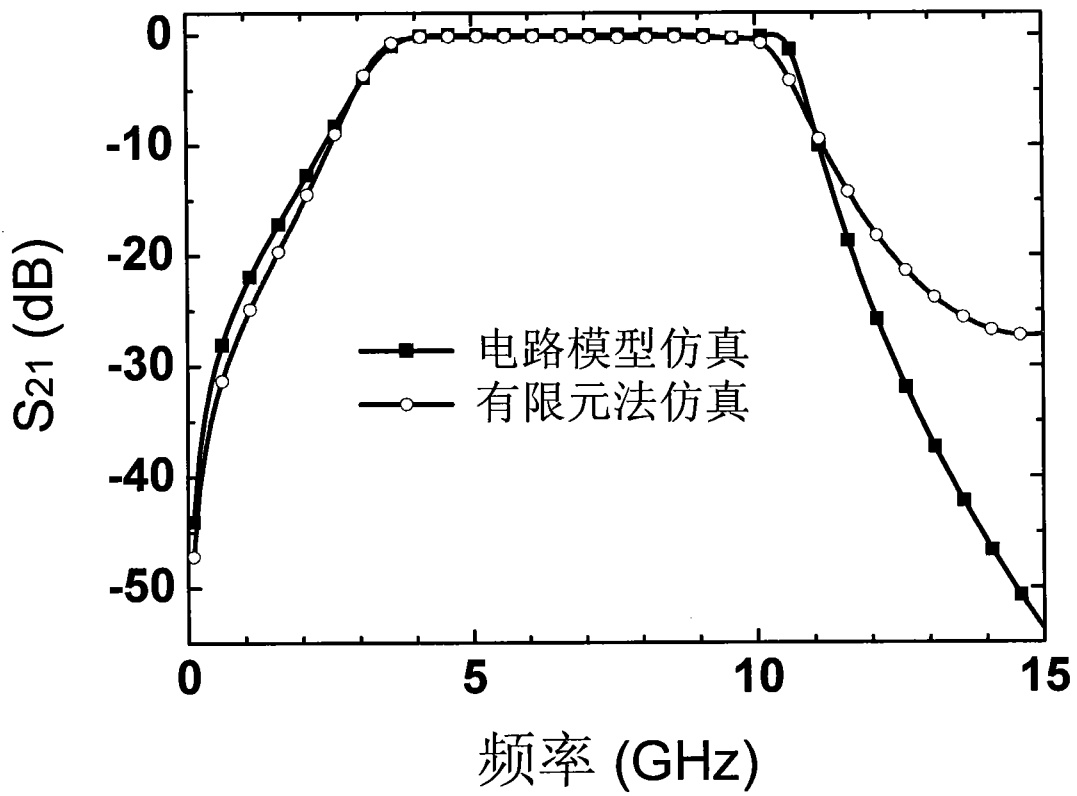


图 6

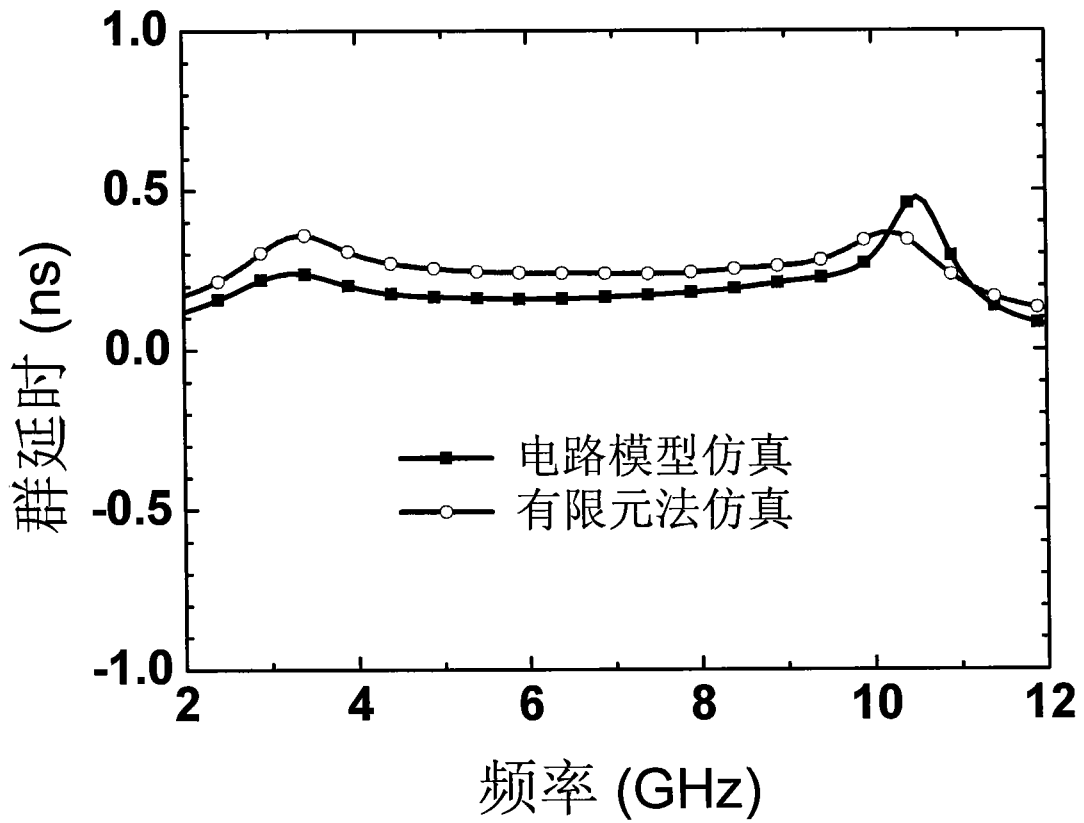
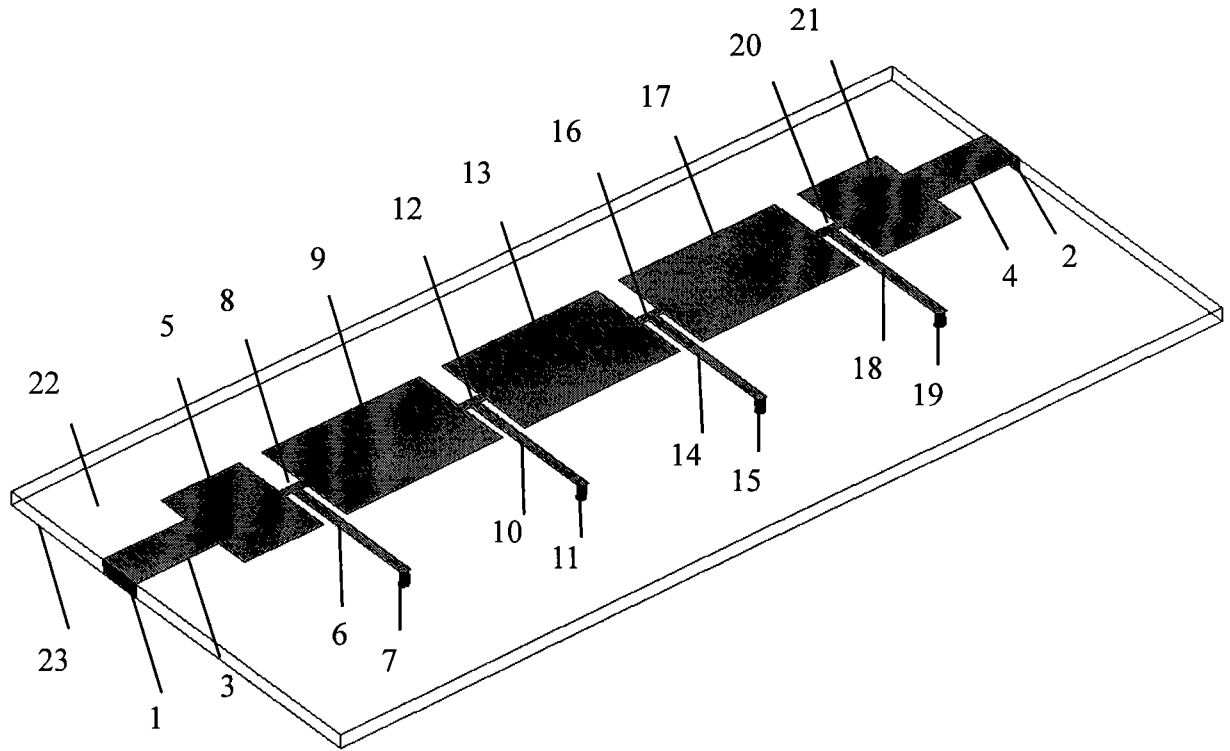
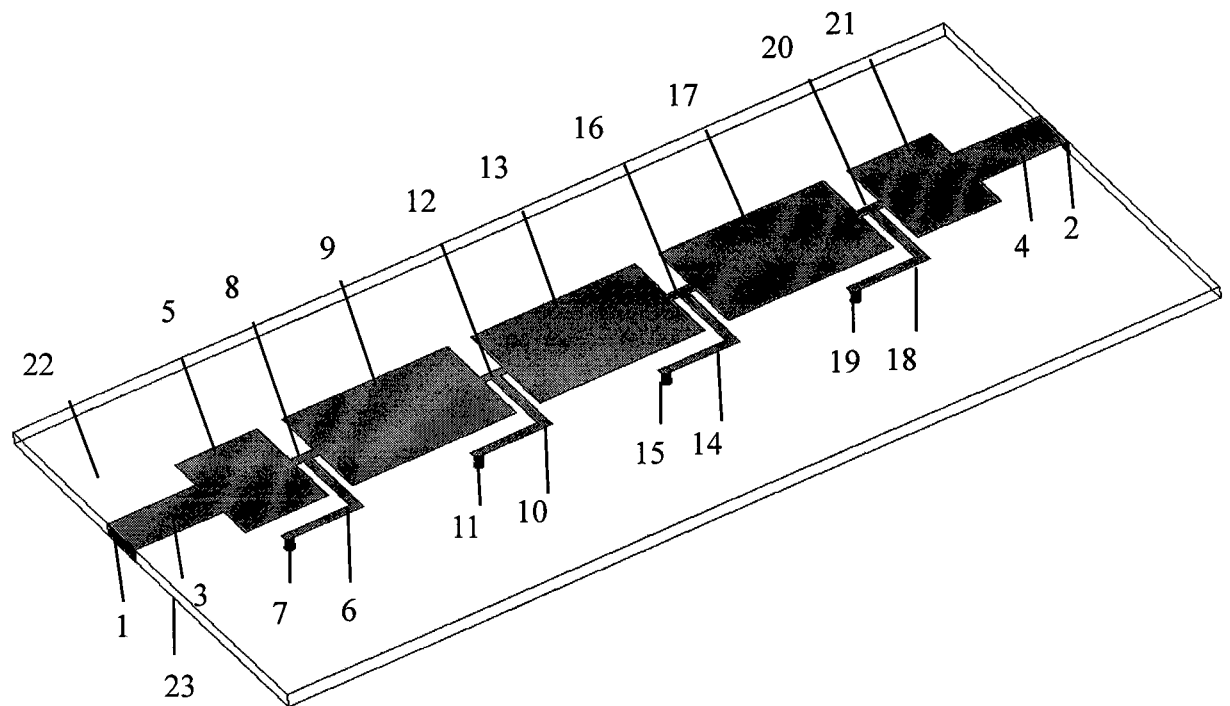


图 7



(a)



(b)

图 8