



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109444721 B

(45) 授权公告日 2020.11.24

(21) 申请号 201811554687.8

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2018.12.19

G01R 31/28 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 郑李仁

申请公布号 CN 109444721 A

(43) 申请公布日 2019.03.08

(73) 专利权人 中国电子科技集团公司第十三研究所

地址 050051 河北省石家庄市新华区合作路113号

(72) 发明人 王一帮 吴爱华 梁法国 刘晨 栾鹏 孙静 霍烨

(74) 专利代理机构 石家庄国为知识产权事务所 13120

代理人 王朝

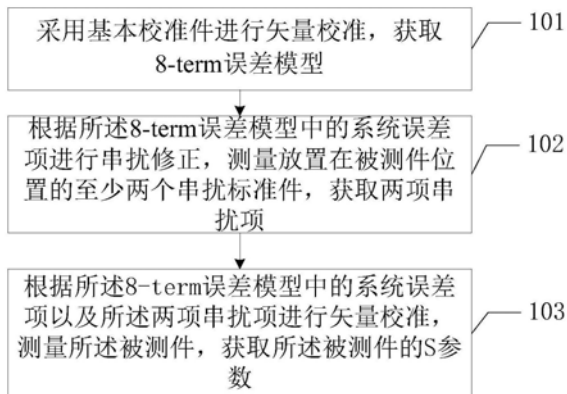
权利要求书2页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称

检测S参数的方法及终端设备

(57) 摘要

本发明适用于晶原级半导体器件微波特性测量技术领域,提供一种检测S参数的方法及终端设备,该方法包括:采用基本校准件进行矢量校准,获取8-term误差模型;根据所述8-term误差模型中的系统误差项进行串扰修正,测量放置在被测件位置的至少两个串扰标准件,获取两项串扰项;根据所述8-term误差模型中的系统误差项以及所述两项串扰项进行矢量校准,测量所述被测件,获取所述被测件的S参数。可以解决高频在片测试过程探针与探针之间串扰误差项的影响,并且解决在串扰修正过程中单个串扰标准引起的随机误差较大问题,进一步提高高频在片S参数的测量准确度。



1. 一种检测S参数的方法,其特征在于,包括:

采用基本校准件进行矢量校准,获取8-term误差模型;

根据所述8-term误差模型中的系统误差项进行串扰修正,测量放置在被测件位置的至少两个串扰标准件,获取两项串扰项,包括:根据所述8-term误差模型中的系统误差项进行矢量校准,测量放置在被测件位置的至少两个串扰标准件,获取包含所述至少两个串扰标准件产生的串扰的第一S参数;根据所述第一S参数,获取两项串扰项;

根据所述8-term误差模型中的系统误差项以及所述两项串扰项进行矢量校准,测量所述被测件,获取所述被测件的S参数。

2. 如权利要求1所述的检测S参数的方法,其特征在于,所述采用基本校准件进行矢量校准,获取8项系统误差模型,包括:

在探针端面采用SOLT、LRRM、SOLR、LRM、TRL或Multiline TRL校准件进行矢量校准,获取8项系统误差模型;或者,

在系统同轴或者波导口进行校准,并测量探针S参数,计算得到8项系统误差模型。

3. 如权利要求2所述的检测S参数的方法,其特征在于,所述至少两个串扰标准件,选用开路开路 (Open-Open), 短路短路 (Short-Short), 电阻电阻 (Resistor-Resistor), 开路短路 (Open-Short), 电阻开路 (Resistor-Open), 电阻短路 (Resistor-Short) 或者上述标准件的互易结构。

4. 如权利要求3所述的检测S参数的方法,其特征在于,所述根据所述第一S参数,获取两项串扰项,包括:

根据  $CR_{12} = S_{12} - S_{12A}^{CR}$ ,  $CR_{21} = S_{21} - S_{21A}^{CR}$  获取两项串扰项;

其中,所述 $CR_{12}$ 、所述 $CR_{21}$ 分别表示所述串扰项,所述 $S_{12A}^{CR}$ 、所述 $S_{21A}^{CR}$ 表示串扰标准件的标准S参数,其值为0,所述 $S_{12}$ 、所述 $S_{21}$ 表示所述第一S参数。

5. 如权利要求3所述的检测S参数的方法,其特征在于,所述根据所述第一S参数,获取两项串扰项,包括:

根据  $\sum_{i=1}^n \left| S_{12}^i - S_{12A}^{CRi} - CR_{12}^i \right|^2 + \left| S_{21}^i - S_{21A}^{CRi} - CR_{21}^i \right|^2$  获取两项串扰项;

其中,所述i表示测量第i个串扰标准件,所述n表示串扰标准件个数,所述 $S_{12}^i$ 、所述 $S_{21}^i$ 表示测量第i个串扰标准时得到的串扰的第一S参数;所述 $S_{12A}^{CRi}$ 、所述 $S_{21A}^{CRi}$ 表示第i个串扰标准件时的标准S参数,其值为0;所述 $CR_{12}^i$ 、所述 $CR_{21}^i$ 分别表示所述串扰项。

6. 如权利要求1至5中任一项所述的检测S参数的方法,其特征在于,所述根据所述8-term误差模型中的系统误差项以及所述两项串扰项进行矢量校准,测量所述被测件,获取所述被测件的S参数,包括:

根据所述8-term误差模型中的系统误差项以及所述两项串扰项进行矢量校准,测量所述被测件,获取未经串扰修正的第二S参数;

根据所述第二S参数以及所述两项串扰项,获取所述被测件的S参数。

7. 如权利要求6所述的检测S参数的方法,其特征在于,所述根据所述第二S参数以及所

述两项串扰项,获取所述被测件的S参数,包括:

根据  $S_{12A}^{DUT} = S_{total\_12}^{DUT} - CR_{12}$  ,  $S_{21A}^{DUT} = S_{total\_21}^{DUT} - CR_{21}$  ,获取所述被测件的S参数;

其中,所述  $S_{12A}^{DUT}$  、所述  $S_{21A}^{DUT}$  表示所述被测件的S参数;所述  $S_{total\_12}^{DUT}$  、所述  $S_{total\_21}^{DUT}$  表示所述第二S参数。

8. 一种检测S参数的装置,其特征在于,包括:

第一获取模块,用于采用基本校准件进行矢量校准,获取8-term误差模型;

处理模块,用于根据所述8-term误差模型中的系统误差项进行串扰修正,测量放置在被测件位置的至少两个串扰标准件,获取两项串扰项,包括:根据所述8-term误差模型中的系统误差项进行矢量校准,测量放置在被测件位置的至少两个串扰标准件,获取包含所述至少两个串扰标准件产生的串扰的第一S参数;根据所述第一S参数,获取两项串扰项;

第二获取模块,用于根据所述8-term误差模型中的系统误差项以及所述两项串扰项进行矢量校准,测量所述被测件,获取所述被测件的S参数。

9. 一种终端设备,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求1至7任一项所述方法的步骤。

10. 一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至7任一项所述方法的步骤。

## 检测S参数的方法及终端设备

### 技术领域

[0001] 本发明属于晶原级半导体器件微波特性测量技术领域,尤其涉及一种检测S参数的方法及终端设备。

### 背景技术

[0002] 微电子行业中配备的大量“在片S参数测试系统”,在使用前需要对在片校准件进行矢量校准,校准件的类型包括SOLT (Short-Open-Load-Thru,短路开路负载直通)、SOLR (Short-Open-Load-Reciprocal,短路开路负载互易)、TRL (Thru-Reflect-Line,直通反射线路)、LRM (Line-Reflect-Match,线路反射匹配)、LRRM (Line-Reflect-Reflect-Match,线路反射反射匹配)等。通常SOLT、SOLR、LRM、LRRM采用12-term误差模型,TRL和Multiline TRL则采用8-term系统误差模型。校准件分别对系统源/负载匹配、反射/传输跟踪、方向性、隔离等不理想进行了表征,在低频在片领域(例如50GHz以下)、同轴和波导领域具有很高的准确度,因而得到了广泛的应用。但随着在片测试频率的升高,一些在低频段可以忽略的系统误差则不可忽略,例如探针与探针之间的泄漏即串扰变得越来越大,影响了测试的准确度。在75GHz以上,串扰信号已经成为影响在片S参数测试准确度的重要因素,并且串扰信号对测量结果带来的误差,随着频率的增加会越来越大。

[0003] 然而,传统的12-term系统误差模型或者8-term系统误差模型,显然已经不能表征上述串扰误差量。

### 发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明实施例提供了一种检测S参数的方法及终端设备,解决高频在片测试过程探针与探针之间串扰误差项的影响,并且解决在串扰修正过程中单个串扰标准引起的随机误差较大问题,进一步提高高频在片S参数的测量准确度。

[0005] 本发明实施例的第一方面提供了一种检测S参数的方法,包括:

[0006] 采用基本校准件进行矢量校准,获取8-term误差模型;

[0007] 根据所述8-term误差模型中的系统误差项进行串扰修正,测量放置在被测件位置的至少两个串扰标准件,获取两项串扰项;

[0008] 根据所述8-term误差模型中的系统误差项以及所述两项串扰项进行矢量校准,测量所述被测件,获取所述被测件的S参数。

[0009] 在一实施例中,所述采用基本校准件进行矢量校准,获取8项系统误差模型,包括:

[0010] 在探针端面采用SOLT、LRRM、SOLR、LRM、TRL或Multiline TRL校准件进行矢量校准,获取8项系统误差模型;或者,

[0011] 在系统同轴或者波导口进行校准,并测量探针S参数,计算得到8项系统误差模型。

[0012] 在一实施例中,所述至少两个串扰标准件,选用开路开路 (Open-Open),短路短路 (Short-Short),电阻电阻 (Resistor-Resistor),开路短路 (Open-Short),电阻开路 (Resistor-Open),电阻短路 (Resistor-Short) 或者上述标准件的互易结构;

[0013] 所述根据所述8-term误差模型中的系统误差项进行串扰修正,测量放置在被测件位置的至少两个串扰标准件,获取两项串扰项,包括:

[0014] 根据所述8-term误差模型中的系统误差项进行矢量校准,测量放置在被测件位置的至少两个串扰标准件,获取包含所述至少两个串扰标准件产生的串扰的第一S参数;

[0015] 根据所述第一S参数,获取两项串扰项。

[0016] 在一实施例中,所述根据所述第一S参数,获取两项串扰项,包括:

[0017] 根据  $CR_{12} = S_{12} - S_{12A}^{CR}$ ,  $CR_{21} = S_{21} - S_{21A}^{CR}$  获取两项串扰项;

[0018] 其中,所述 $CR_{12}$ 、所述 $CR_{21}$ 分别表示所述串扰项,所述 $S_{12A}^{CR}$ 、所述 $S_{21A}^{CR}$ 表示串扰标准件的标准S参数,其值为0,所述 $S_{12}$ 、所述 $S_{21}$ 表示所述第一S参数。

[0019] 在一实施例中,所述根据所述第一S参数,获取两项串扰项,包括:

[0020] 根据  $\sum_{i=1}^n |S_{12}^i - S_{12A}^{CRi} - CR_{12}^i|^2 + |S_{21}^i - S_{21A}^{CRi} - CR_{21}^i|^2$  获取两项串扰项;

[0021] 其中,所述i表示测量第i个串扰标准件,所述n表示串扰标准件个数,所述 $S_{12}^i$ 、所述 $S_{21}^i$ 表示测量第i个串扰标准时得到的串扰的第一S参数;所述 $S_{12A}^{CRi}$ 、所述 $S_{21A}^{CRi}$ 表示第i个串扰标准件时的标准S参数,其值为0;所述 $CR_{12}^i$ 、所述 $CR_{21}^i$ 分别表示所述串扰项。

[0022] 在一实施例中,所述根据所述8-term误差模型中的系统误差项以及所述两项串扰项进行矢量校准,测量所述被测件,获取所述被测件的S参数,包括:

[0023] 根据所述8-term误差模型中的系统误差项以及所述两项串扰项进行矢量校准,测量所述被测件,获取未经串扰修正的第二S参数;

[0024] 根据所述第二S参数以及所述两项串扰项,获取所述被测件的S参数。

[0025] 在一实施例中,所述根据所述第二S参数以及所述两项串扰项,获取所述被测件的S参数,包括:

[0026] 根据  $S_{12A}^{DUT} = S_{total\_12}^{DUT} - CR_{12}$ ,  $S_{21A}^{DUT} = S_{total\_21}^{DUT} - CR_{21}$  获取所述被测件的S参数;

[0027] 其中,所述 $S_{12A}^{DUT}$ 、所述 $S_{21A}^{DUT}$ 表示所述被测件的S参数;所述 $S_{total\_12}^{DUT}$ 、所述 $S_{total\_21}^{DUT}$ 表示所述第二S参数。

[0028] 本发明实施例的第二方面提供了一种检测S参数的装置,包括:

[0029] 处理模块,用于根据所述8-term误差模型中的系统误差项进行串扰修正,测量放置在被测件位置的至少两个串扰标准件,获取两项串扰项;

[0030] 第二获取模块,用于根据所述8-term误差模型中的系统误差项以及所述两项串扰项进行矢量校准,测量所述被测件,获取所述被测件的S参数。

[0031] 本发明实施例的第三方面提供了一种终端设备,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现如上述检测S参数的方法所述的步骤。

[0032] 本发明实施例的第四方面提供了一种计算机可读存储介质,包括:所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如上述检测S参数的

方法所述的步骤。

[0033] 本发明实施例与现有技术相比存在的有益效果是：本发明实施例提供一种检测S参数的方法，采用基本校准件进行矢量校准，获取8-term误差模型；根据所述8-term误差模型中的系统误差项进行串扰修正，测量放置在被测件位置的至少两个串扰标准件，获取两项串扰项；根据所述8-term误差模型中的系统误差项以及所述两项串扰项进行矢量校准，测量所述被测件，获取所述被测件的S参数。通过对常规在片矢量误差模型进行分析，在传统8-term误差模型的基础上增加了两个串扰误差项，建立了十项系统误差模型。解决高频在片测试过程探针与探针之间串扰误差项的影响，并且由于在串扰修正过程中单个串扰标准件引起的随机误差较大问题，本实施例采用至少两个串扰标准件进行测量，从而进一步提高高频在片S参数的测量准确度。

### 附图说明

[0034] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案，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一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0035] 图1是本发明实施例提供的一种检测S参数的方法的流程示意图；

[0036] 图2是本发明实施例提供的串扰路径示意图；

[0037] 图3是本发明实施例提供的检测S参数的方法的流程示意图；

[0038] 图4是本发明实施例提供的校准件版图示意图；

[0039] 图5是本发明实施例提供的不同误差模型测量结果与仿真结果比较示意图；

[0040] 图6是本发明实施例提供的检测S参数的装置的示意图；

[0041] 图7是本发明实施例提供的终端设备的示意图。

### 具体实施方式

[0042] 以下描述中，为了说明而不是为了限定，提出了诸如特定系统结构、技术之类的具体细节，以便透彻理解本发明实施例。然而，本领域的技术人员应当清楚，在没有这些具体细节的其它实施例中也可以实现本发明。在其它情况中，省略对众所周知的系统、装置、电路以及方法的详细说明，以免不必要的细节妨碍本发明的描述。

[0043] 为了说明本发明所述的技术方案，下面通过具体实施例来进行说明。

[0044] 本发明实施例提供一种检测S参数的方法，该方法的执行主体可以为在片矢量网络分析仪，如图1所示，该方法包括以下步骤：

[0045] 步骤101，采用基本校准件进行矢量校准，获取8-term误差模型。

[0046] 可选的，在被测件的输入端微波信号足够大的情况下，可以忽略串扰，因此可以进行常规的8-term校准。

[0047] 本步骤包括：

[0048] 在探针端面采用SOLT、SOLR、LRM、LRRM、TRL或Multiline TRL校准件进行矢量校准，获取8项系统误差模型；或者，

[0049] 在系统同轴或者波导口进行校准，并测量探针S参数，计算得到8项系统误差模型。

[0050] 可选的,在采用SOLT、SOLR、LRM、LRRM校准件进行矢量校准时,可将计算得到的12-term转换为8-term误差模型,或者采用TRL、Multiline TRL校准件进行矢量校准时,直接得到8-term误差模型。

[0051] 步骤102,根据所述8-term误差模型中的系统误差项进行串扰修正,测量放置在被测件位置的至少两个串扰标准件,获取两项串扰项。

[0052] 可选的,在矢网内部接收机之间的泄漏、探针与矢网内部接收机之间的泄漏均可忽略,主要的泄漏或者串扰集中在探针之间,因此在探针之间建立串扰路径。如图2所示串扰路径,增加了两项用于表征串扰CR12和CR21的误差项。图2中, $e_{00}, e_{11}, e_{10}, e_{01}, e_{22}, e_{33}, e_{23}, e_{32}$ 为8项系统误差模型, $a_0, b_0, a_1, b_1$ 为接收机端电压波, $a_2, b_2, a_3, b_3$ 为两个探针端电压波, $S_{11A}, S_{21A}, S_{12A}, S_{22A}$ 为被测件的4个S参数。

[0053] 可选的,所述至少两个串扰标准件,选用开路开路 (Open-Open), 短路短路 (Short-Short), 电阻电阻 (Resistor-Resistor), 开路短路 (Open-Short), 电阻开路 (Resistor-Open), 电阻短路 (Resistor-Short) 或者上述标准件的互易结构。

[0054] 可选的,如图3所示,步骤102包括以下子步骤:

[0055] 步骤1021,根据所述8-term误差模型中的系统误差项进行矢量校准,测量放置在被测件位置的至少两个串扰标准件,获取包含所述至少两个串扰标准件产生的串扰的第一S参数。

[0056] 步骤1022,根据所述第一S参数,获取两项串扰项。

[0057] 可选的,根据8-term误差模型中的系统误差项校准在片矢量网络分析仪,采用校准后的在片矢量网络分析仪依次测量放置在被测件位置的至少两个串扰标准件,获取包含所述至少两个串扰标准件产生的串扰的第一S参数。需要说明的是,在二次串扰修正过程中,可仅采用一个串扰标准件,也可使用多个串扰标准件。由于仅使用一个串扰标准件计算得到的被测件的S参数准确度不高,另外本身串扰误差项是一个比较小的量,容易受到随机误差等因素的影响,因此为了提高串扰误差提取准确度,此时可采用测量多个串扰标准件,利用正交自回归的算法,减小单个串扰标准件随机误差较大,提高了串扰误差项的测量准确度,进而提高了高频在片S参数测量准确度。

[0058] 在获取两项串扰项时,可以采用两种方式获取:

[0059] 方式一,第一S参数可以记为 $S_{total}^{CR}$ 。此时 $S_{total}^{CR}$ 既包含了串扰标准件的S参数 $S^{CR}$ ,也包含了串扰误差项CR12和CR21的影响。下面推导 $S_{total}^{CR}$ 、 $S^{CR}$ 和CR12和CR21的关系。根据图2中所示的信号流程图,可以看出:

$$[0060] \quad b_{2t} = a_{1t} CR_{21} + a_{1t} S_{21A}^{CR} + a_{2t} S_{22A}^{CR} \quad (1);$$

$$[0061] \quad b_{1t} = a_{2t} CR_{12} + a_{2t} S_{12A}^{CR} + a_{1t} S_{11A}^{CR} \quad (2);$$

$$[0062] \quad \begin{pmatrix} b_{1t} \\ b_{2t} \end{pmatrix} = S_{total}^{CR} \begin{pmatrix} a_{1t} \\ a_{2t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{1t} \\ a_{2t} \end{pmatrix} \quad (3);$$

[0063] 由公式(1)、(2)可以推出:

$$[0064] \quad \begin{pmatrix} b_{1t} \\ b_{2t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{11A}^{CR} & S_{12A}^{CR} + CR_{12} \\ S_{21A}^{CR} + CR_{21} & S_{22A}^{CR} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{1t} \\ a_{2t} \end{pmatrix} \quad (4) ;$$

[0065] 再根据(3)进而可以得到:

$$[0066] \quad CR_{12} = S_{12} - S_{12A}^{CR} \quad (5) ;$$

$$[0067] \quad CR_{21} = S_{21} - S_{21A}^{CR} \quad (6) ;$$

[0068] 其中,所述 $b_{1t}$ 、所述 $b_{2t}$ 、所述 $a_{1t}$ 、所述 $a_{2t}$ 分别表示测量过程产生的信号流,所述 $S_{21}$ 、所述 $S_{22}$ 、所述 $S_{12}$ 、所述 $S_{11}$ 表示第一S参数中所述串扰标准件的S参数;所述 $S_{12A}^{CR}$ 、所述 $S_{21A}^{CR}$ 表示串扰标准件的标准S参数,其值为0;所述 $CR_{12}$ 、所述 $CR_{21}$ 分别表示所述串扰项。

[0069] 方式二,本步骤还可以采用正交自回归的算法获取两项串扰项。

[0070] 正交自回归的算法测量模型如公式(7)所示:

$$[0071] \quad y_i = f_i(x_i + \delta_i, \beta) - \varepsilon_i \quad (7) ;$$

[0072] 其中, $i$ 表示 $n$ 次测量过程中第 $i$ 次观测, $f_i$ 表示测量模型,测量模型是已知的, $\beta$ 表示待估量, $x_i$ 表示自变量, $x_i$ 为已知量, $\varepsilon_i$ 和 $\delta_i$ 表示观测值 $y_i$ 和自变量 $x_i$ 测量误差,也是测量过程中希望减小的量。则最优的待估量 $\beta$ 可以从下式中得到:

$$[0073] \quad \sum_{i=1}^n (\varepsilon_i^T \omega_\varepsilon \varepsilon_i + \delta_i^T \omega_\delta \delta_i) \quad (8) ;$$

[0074] 其中, $\omega_\varepsilon$ 和 $\omega_\delta$ 是加权因子,这里设定为等权,则 $\omega_\varepsilon$ 、 $\omega_\delta$ 成为单位矩阵。

[0075] 公式(8)可等效为:

$$[0076] \quad \sum_{i=1}^n (y_i - f_i(x_i + \delta_i, \beta) - \varepsilon_i)^2 \quad (9) ;$$

[0077] 结合本实施例,采用使(10)取得极小值的方案即可获取串扰项 $CR_{12}$ 和 $CR_{21}$ ,

$$[0078] \quad \sum_{i=1}^n |S_{12}^i - S_{12A}^{CRi} - CR_{12}^i|^2 + |S_{21}^i - S_{21A}^{CRi} - CR_{21}^i|^2 \quad (10)$$

[0079] 其中,所述 $i$ 表示测量第 $i$ 个串扰标准件,所述 $n$ 表示串扰标准件个数,

[0080] 所述 $S_{12}^i$ 、所述 $S_{21}^i$ 表示测量第 $i$ 个串扰标准时得到的串扰的第一S参数;

[0081] 所述 $S_{12A}^{CRi}$ 、所述 $S_{21A}^{CRi}$ 表示第 $i$ 个串扰标准件时的标准S参数,其值为0;所述 $CR_{12}^i$ 、所述 $CR_{21}^i$ 分别表示所述串扰项。

[0082] 步骤103,根据所述8-term误差模型中的系统误差项以及所述两项串扰项进行矢量校准,测量所述被测件,获取所述被测件的S参数。

[0083] 可选的,本步骤包括以下子步骤:

[0084] 步骤1031,根据所述8-term误差模型中的系统误差项以及所述两项串扰项进行矢量校准,测量所述被测件,获取未经串扰修正的第二S参数。

[0085] 可选的,在获得串扰项 $CR_{12}$ 和 $CR_{21}$ 后,放置被测件后测量得到 $S_{total\_12}^{DUT}$ 和 $S_{total\_21}^{DUT}$ ,即第



二S参数。

[0086] 步骤1032,根据所述第二S参数以及所述两项串扰项,获取所述被测件的S参数。

[0087] 可选的,根据下面公式(11)和(12),获取所述被测件的S参数;

$$[0088] \quad S_{12A}^{DUT} = S_{total\_12}^{DUT} - CR_{12} \quad (11);$$

$$[0089] \quad S_{21A}^{DUT} = S_{total\_21}^{DUT} - CR_{21} \quad (12);$$

[0090] 其中,所述 $S_{12A}^{DUT}$ 、所述 $S_{21A}^{DUT}$ 表示所述被测件的S参数;所述 $S_{total\_12}^{DUT}$ 、所述 $S_{total\_21}^{DUT}$ 表示测量获取的未经串扰修正的所述第二S参数,所述 $CR_{12}$ 、所述 $CR_{21}$ 分别表示所述串扰项。

[0091] 本发明实施例提供的检测S参数的方法,通过对常规在片矢量误差模型进行分析,在传统8-term误差模型的基础上增加了两个串扰误差项,建立了十项系统误差模型。解决高频在片测试过程探针与探针之间串扰误差项的影响,并且在串扰修正过程中单个串扰标准引起的随机误差较大问题,本实施例采用至少两个串扰标准件进行测量,从而进一步提高高频在片S参数的测量准确度。

[0092] 下面以具体实施例进行描述本方案。

[0093] 校准件分为Multiline TRL校准件和串扰校准件。Multiline TRL校准件中设计了直通长度为400 $\mu\text{m}$ 的Coplanar Waveguide (CPW) 传输线,其余额外长度为100 $\mu\text{m}$ ,300 $\mu\text{m}$ ,500 $\mu\text{m}$ ,2000 $\mu\text{m}$ ,5000 $\mu\text{m}$ ,7000 $\mu\text{m}$ ,11000 $\mu\text{m}$ ,反射标准为Short-Short;串扰标准为Open-Open, Short-Short, Resistor-Resistor, Open-Short, Resistor-Short, Resistor-Open,串扰标准件的单端口偏移为直通一半200 $\mu\text{m}$ 。被测件为无源衰减器,左右两端口50欧姆串联,上下地板之间75欧姆并联,这种衰减器结构对串扰最为敏感。部分校准件版图如图4所示。衬底为陶瓷,厚度625 $\mu\text{m}$ ,传输线中心导体带宽64 $\mu\text{m}$ ,中心导体带宽与两边地间距42 $\mu\text{m}$ 。图4中, $a=200\mu\text{m}$ , $b=220\mu\text{m}$ 。

[0094] 本实施例中在研制以上校准件基础上,对在片矢量网络分析仪进行基本校准,即提取8-term误差模型,本实施例采用Multiline TRL校准方法,设置所有传输线的线长,选择反射标准为Short-short,设置反射延迟和线电容,此处为1.586pF/cm。校准完成后,发送8-term误差模型至在片矢量网络分析仪。

[0095] Multiline TRL校准完在片矢量网络分析仪后,需进行串扰项的提取。本实施例采用在片矢量网络分析仪分别依次测量放置在被测件位置的6个串扰标准件的S参数,即第一S参数,此时第一S参数包含串扰。然后根据上述步骤1022计算获取串扰项。

[0096] 采用在片矢量网络分析仪测量无源衰减器得到未经串扰修正的第二S参数,根据公式(11)、(12)得到最终被测件的S参数。测量结果参见图5。所述Multiline TRL的表示未进行串扰修正的8-term误差模型的测量结果;所述十项误差模型-1表示使用1个串扰标准件进行串扰修正测量结果;所述十项误差模型-2表示使用6个串扰标准件进行串扰修正测量结果;所述仿真结果表示在HFSS仿真的结果。从理论上分析,无源衰减器本身结构简单,在全频段范围内传输增益应该比较平坦,如图中仿真结果所示。而事实上,未经串扰修正的Multiline TRL测量结果偏差最大,在低频和高端端频响相差达1.8dB,明显不符合物理本质。十项误差模型测量结果相较于Multiline TRL,高频段有很大改善,最大改善约1.2dB。结果显示十项误差模型确实对串扰修正有了比较明显的改善效果。

[0097] 应理解,上述实施例中各步骤的序号的大小并不意味着执行顺序的先后,各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定,而不应对本发明实施例的实施过程构成任何限定。

[0098] 本发明实施例提供一种检测S参数的装置,如图6所示,所述装置包括:第一获取模块601,处理模块602,第二获取模块603。

[0099] 第一获取模块601,用于采用基本校准件进行矢量校准,获取8-term误差模型。

[0100] 可选的,第一获取模块601,用于在探针端面采用SOLT、LRRM、SOLR、LRM、TRL或Multiline TRL校准件进行矢量校准,获取8项系统误差模型;或者,在系统同轴或者波导口进行校准,并测量探针S参数,计算得到8项系统误差模型。

[0101] 处理模块602,用于根据所述8-term误差模型中的系统误差项进行串扰修正,测量放置在被测件位置的至少两个串扰标准件,获取两项串扰项。

[0102] 可选的,所述至少两个串扰标准件,选用开路开路(Open-Open),短路短路(Short-Short),电阻电阻(Resistor-Resistor),开路短路(Open-Short),电阻开路(Resistor-Open),电阻短路(Resistor-Short)或者上述标准件的互易结构。

[0103] 可选的,处理模块602,用于根据所述8-term误差模型中的系统误差项进行矢量校准,测量放置在被测件位置的至少两个串扰标准件,获取包含所述至少两个串扰标准件产生的串扰的第一S参数;以及根据所述第一S参数,获取两项串扰项。

[0104] 进一步的,所述处理模块602获取两项串扰项时,根据  $CR_{12} = S_{12} - S_{12A}^{CR}$ ,  $CR_{21} = S_{21} - S_{21A}^{CR}$  获取两项串扰项;

[0105] 其中,所述 $CR_{12}$ 、所述 $CR_{21}$ 分别表示所述串扰项,所述 $S_{12A}^{CR}$ 、所述 $S_{21A}^{CR}$ 表示串扰标准件的标准S参数,其值为0,所述 $S_{12}$ 、所述 $S_{21}$ 表示所述第一S参数;或者,

[0106] 根据  $\sum_{i=1}^n |S_{12}^i - S_{12A}^{CRi} - CR_{12}^i|^2 + |S_{21}^i - S_{21A}^{CRi} - CR_{21}^i|^2$  获取两项串扰项;其中,其中,所述i表示测量第i个串扰标准件,所述n表示串扰标准件个数,所述 $S_{12}^i$ 、所述 $S_{21}^i$ 表示测量第i个串扰标准件时得到的串扰的第一S参数;所述 $S_{12A}^{CRi}$ 、所述 $S_{21A}^{CRi}$ 表示第i个串扰标准件时的标准S参数,其值为0;所述 $CR_{12}^i$ 、所述 $CR_{21}^i$ 分别表示所述串扰项。

[0107] 第二获取模块603,用于根据所述8-term误差模型中的系统误差项以及所述两项串扰项进行矢量校准,测量所述被测件,获取所述被测件的S参数。

[0108] 可选的,所述第二获取模块603,用于根据所述8-term误差模型中的系统误差项以及所述两项串扰项进行矢量校准,测量所述被测件,获取未经串扰修正的第二S参数;以及根据所述第二S参数以及所述两项串扰项,获取所述被测件的S参数。

[0109] 可选的,根据  $S_{12A}^{DUT} = S_{total\_12}^{DUT} - CR_{12}$ ,  $S_{21A}^{DUT} = S_{total\_21}^{DUT} - CR_{21}$ , 获取所述被测件的S参数;其中,所述 $S_{12A}^{DUT}$ 、所述 $S_{21A}^{DUT}$ 表示所述被测件的S参数;所述 $S_{total\_12}^{DUT}$ 、所述 $S_{total\_21}^{DUT}$ 表示所述第二S参数,所述 $CR_{12}$ 、所述 $CR_{21}$ 分别表示所述串扰项。

[0110] 本发明实施例提供的检测S参数的装置,通过第一获取模块采用基本校准件进行

矢量校准,获取8-term误差模型,根据所述8-term误差模型中的系统误差项进行串扰修正,处理模块测量放置在被测件位置的至少两个串扰标准件,获取两项串扰项,第二获取模块根据所述8-term误差模型中的系统误差项以及所述两项串扰项进行矢量校准,测量所述被测件,获取所述被测件的S参数。解决高频在片测试过程探针与探针之间串扰误差项的影响,并且在串扰修正过程中单个串扰标准引起的随机误差较大问题,本实施例采用至少两个串扰标准件进行测量,从而进一步提高高频在片S参数的测量准确度。

[0111] 图7是本发明一实施例提供的终端设备的示意图。如图7所示,该实施例的终端设备7包括:处理器701、存储器702以及存储在所述存储器702中并可在所述处理器701上运行的计算机程序703,例如检测S参数的程序。所述处理器701执行所述计算机程序703时实现上述检测S参数的方法实施例中的步骤,例如图1或者图2所示的步骤101至103。所述处理器701执行所述计算机程序703时实现上述各装置实施例中各模块的功能,例如图6所示模块601至603的功能。

[0112] 示例性的,所述计算机程序703可以被分割成一个或多个模块,所述一个或者多个模块被存储在所述存储器702中,并由所述处理器701执行,以完成本发明。所述一个或多个模块可以是能够完成特定功能的一系列计算机程序指令段,该指令段用于描述所述计算机程序703在所述检测S参数的装置或者终端设备7中的执行过程。例如,所述计算机程序703可以被分割成第一获取模块601,处理模块602,第二获取模块603,各模块具体功能如图6所示,在此不再一一赘述。

[0113] 所述终端设备7可以是桌上型计算机、笔记本、掌上电脑及云端服务器等计算设备。所述终端设备可包括,但不仅限于,处理器701、存储器702。本领域技术人员可以理解,图7仅仅是终端设备7的示例,并不构成对终端设备7的限定,可以包括比图示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者不同的部件,例如所述终端设备还可以包括输入输出设备、网络接入设备、总线等。

[0114] 所称处理器701可以是中央处理单元(Central Processing Unit,CPU),还可以是其他通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor,DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、现成可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

[0115] 所述存储器702可以是所述终端设备7的内部存储单元,例如终端设备7的硬盘或内存。所述存储器702也可以是所述终端设备7的外部存储设备,例如所述终端设备7上配备的插接式硬盘,智能存储卡(Smart Media Card,SMC),安全数字(Secure Digital,SD)卡,闪存卡(Flash Card)等。进一步地,所述存储器702还可以既包括所述终端设备7的内部存储单元也包括外部存储设备。所述存储器702用于存储所述计算机程序以及所述终端设备7所需的其他程序和数据。所述存储器702还可以用于暂时地存储已经输出或者将要输出的数据。

[0116] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为了描述的方便和简洁,仅以上述各功能单元、模块的划分进行举例说明,实际应用中,可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能单元、模块完成,即将所述装置的内部结构划分成不同的功能单元或模块,以完成以上

描述的全部或者部分功能。实施例中的各功能单元、模块可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中,上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。另外,各功能单元、模块的具体名称也只是为了便于相互区分,并不用于限制本申请的保护范围。上述系统中单元、模块的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0117] 在上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中沒有详述或记载的部分,可以参见其它实施例的相关描述。

[0118] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0119] 在本发明所提供的实施例中,应该理解到,所揭露的装置/终端设备和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置/终端设备实施例仅仅是示意性的,例如,所述模块或单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通讯连接可以通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通讯连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0120] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0121] 另外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。

[0122] 所述集成的模块/单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明实现上述实施例方法中的全部或部分流程,也可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的计算机程序可存储于一计算机可读存储介质中,该计算机程序在被处理器执行时,可实现上述各个方法实施例的步骤。。其中,所述计算机程序包括计算机程序代码,所述计算机程序代码可以为源代码形式、对象代码形式、可执行文件或某些中间形式等。所述计算机可读介质可以包括:能够携带所述计算机程序代码的任何实体或装置、记录介质、U盘、移动硬盘、磁碟、光盘、计算机存储器、只读存储器(ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、电载波信号、电信信号以及软件分发介质等。需要说明的是,所述计算机可读介质包含的内容可以根据司法管辖区内立法和专利实践的要求进行适当的增减,例如在某些司法管辖区,根据立法和专利实践,计算机可读介质不包括电载波信号和电信信号。

[0123] 以上所述实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各

实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围,均应包含在本发明的保护范围之内。

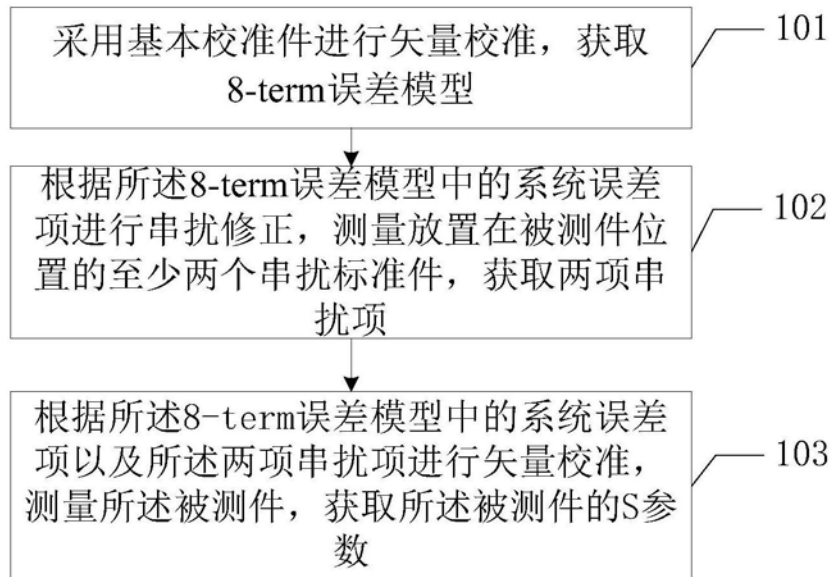


图1

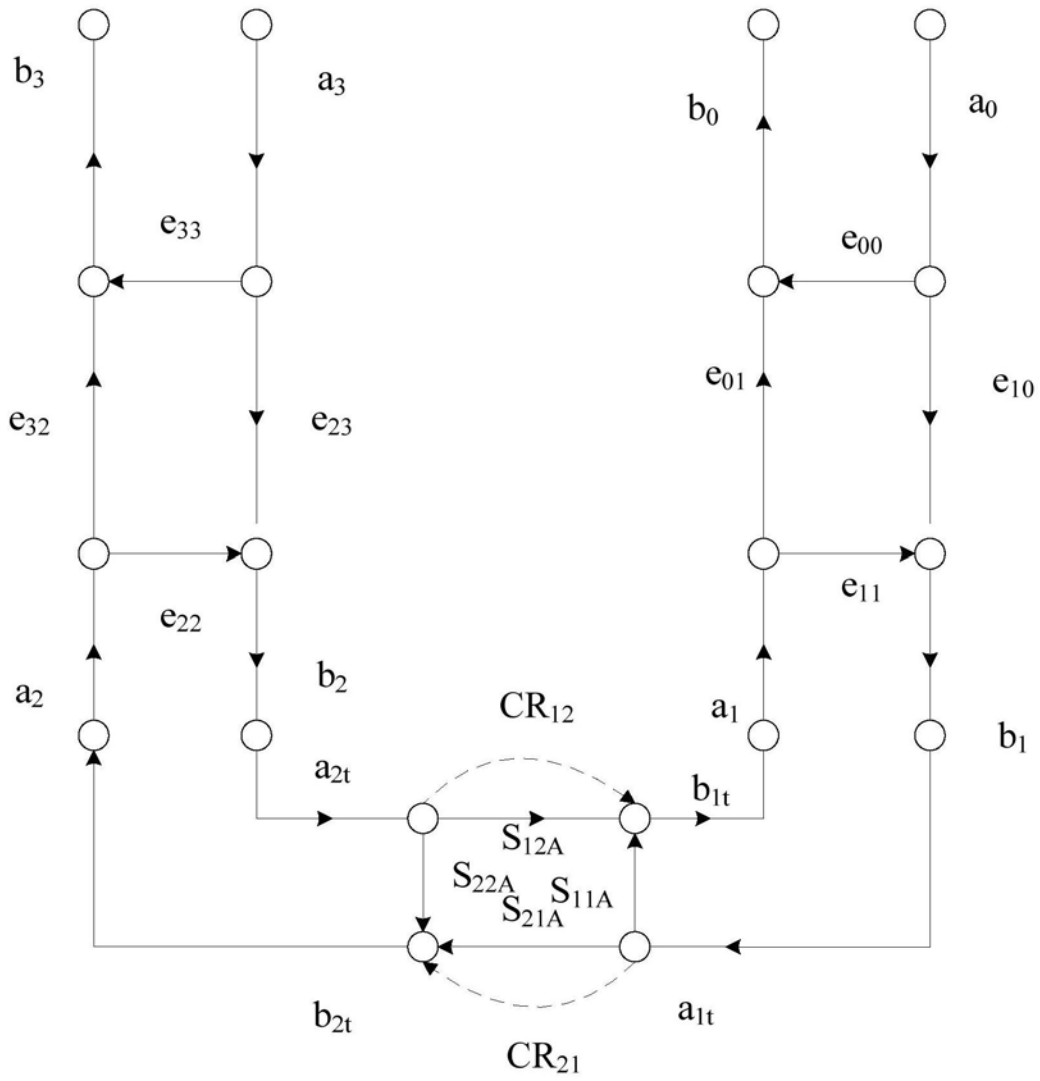


图2

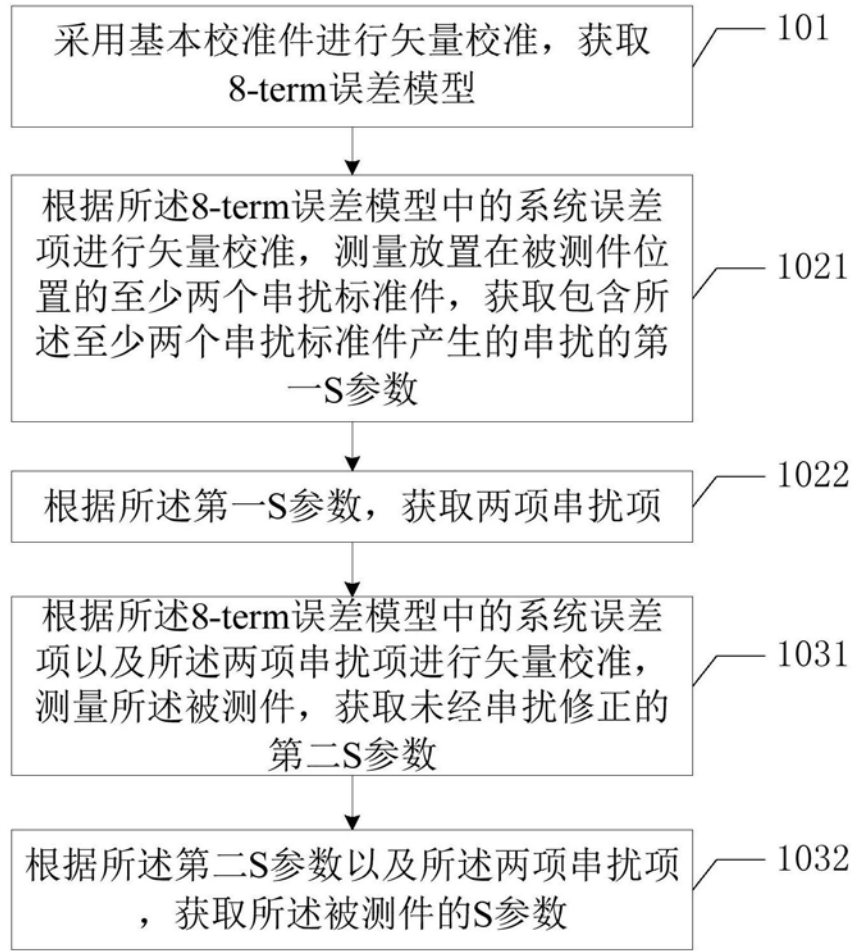


图3



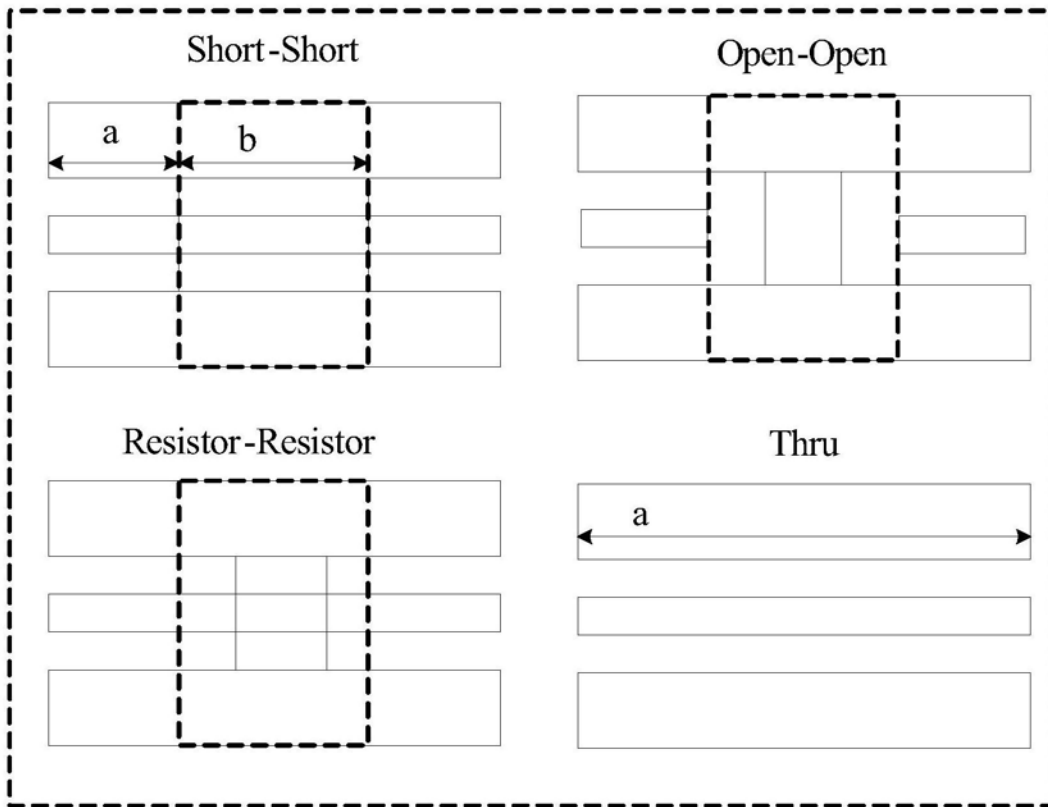


图4

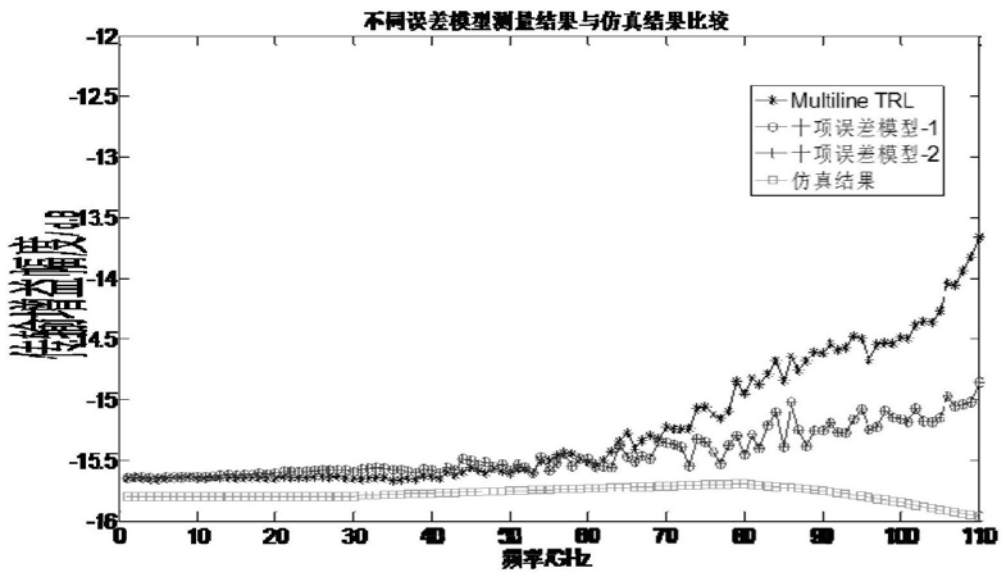


图5

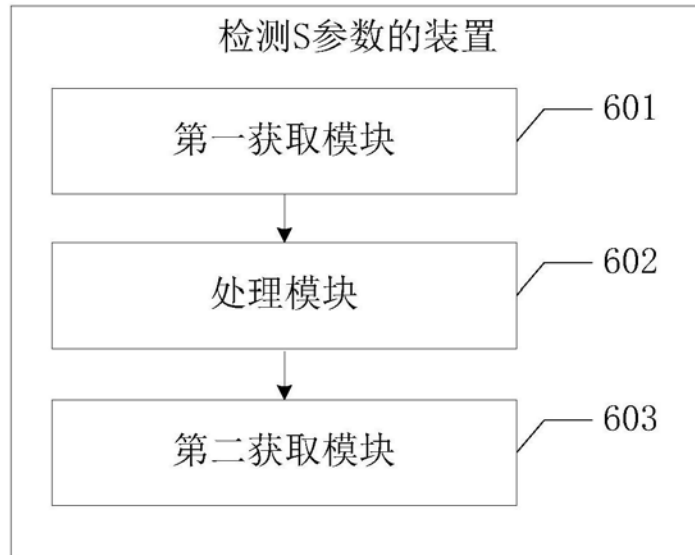


图6

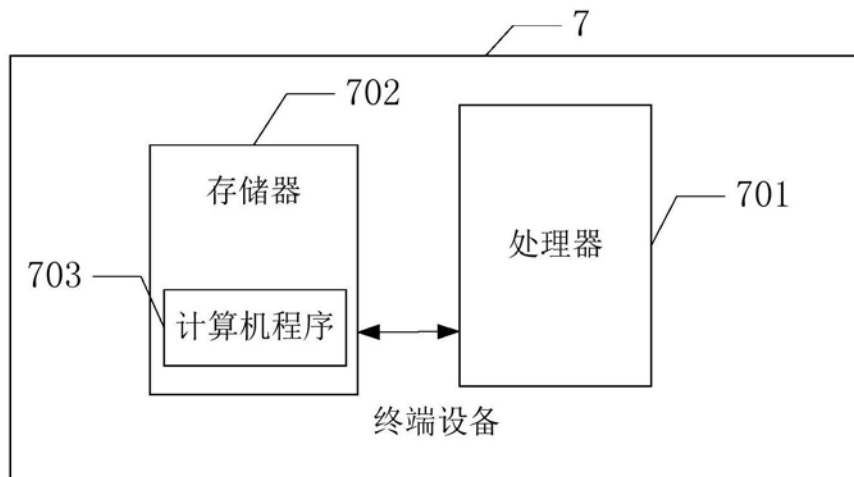


图7