



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106062571 B

(45)授权公告日 2018.10.30

(21)申请号 201580011536.6

(72)发明人 森太一 影山智

(22)申请日 2015.02.17

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106062571 A

代理人 张鑫

(43)申请公布日 2016.10.26

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

G01R 27/28(2006.01)

2014-041184 2014.03.04 JP

G01R 35/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.08.31

(56)对比文件

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2015/054337 2015.02.17

JP 特表2007-519892 A,2007.07.19,
JP 特许第3965701号 B2,2007.08.29,
CN 101932942 A,2010.12.29,
CN 101542299 A,2009.09.23,
WO 2012/105127 A1,2012.08.09,
CN 101006350 A,2007.07.25,

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/133265 JA 2015.09.11

审查员 王蒙

(73)专利权人 株式会社村田制作所
地址 日本京都府

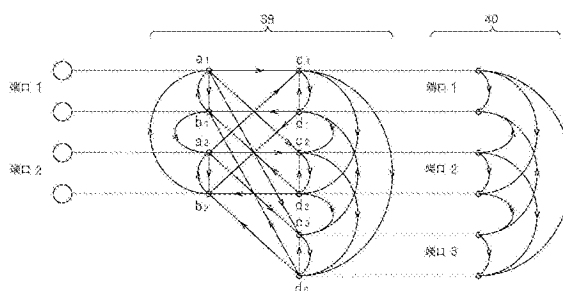
权利要求书3页 说明书16页 附图9页

(54)发明名称

测定误差的校正方法以及电子器件特性测定装置

(57)摘要

本发明考虑到由测定夹具使测定值产生误差的三个原因(传输线路的不同,直达波的不同,非传输线路的不同),能对测定夹具间的测定值高精度地进行校正。针对相对误差校正电路网模型(38)的全部的系数,利用最大似然法计算似然值,基于如下假设导出该相对误差校正电路网模型:对于从与高频信号的施加或检测有关的信号线端口和信号线端口以外的非信号线端口中选出的所有两个端口间的组合,假设存在直接传输的泄漏信号。利用第一相对误差校正电路网子模型的系数和第二相对误差校正电路网子模型的非信号端口的系数,作为初始值,基于如下假设导出第一相对误差校正电路网子模型:针对仅从信号线端口选出的所有两个端口间的组合,假设存在有在端口间直接传输的泄漏信号;基于如下假设导出第二相对误差校正电路网子模型:假设存在在非信号线端口反射的信号。



CN 106062571 B

1. 一种测定误差的校正方法,该校正方法针对具有与高频信号的施加或检测有关的信号线连接的信号线端口以及所述信号线端口以外的非信号线端口的电子器件的电学特性,根据使所述电子器件连接能对所述信号线端口以及所述非信号线端口进行测定的试验夹具的状态下测定到的结果,计算假设使所述电子器件连接仅能对所述信号线端口进行测定的基准夹具的状态下所应该测定得到的该电子器件的电学特性的推测值,其特征在于,该校正方法包括:

第一步骤,该第一步骤在使至少三种能视为具有等同的电学特性的校正数据取得用试料与所述试验夹具连接的状态下,针对各个所述校正数据取得用试料的至少一个信号线端口和至少一个非信号线端口,测定电学特性,且在与所述基准夹具连接的状态下,针对各个所述校正数据取得用试料的至少一个信号线端口,测定电学特性,获得第一测定值;

第二步骤,该第二步骤准备使至少一个所述信号线端口和至少一个所述非信号线端口电连接的校正数据取得用连通器件,在使所述校正数据取得用连通器件与所述试验夹具连接的状态下,对该信号线端口以及该非信号线端口进行测定,且在使所述校正数据取得用连通器件与所述基准夹具连接的状态下,对该信号线端口进行测定,获得第二测定值;

第三步骤,该第三步骤基于所述第一测定值和所述第二测定值,根据在使所述电子器件与所述试验夹具连接的状态下对所述信号线端口以及所述非信号线端口进行测定的结果,确定数学式,该数学式用于计算假设在使所述电子器件与所述基准夹具连接的状态下对所述信号线端口进行测定所应该得到的该电子器件的电学特性的推测值;

第四步骤,该第四步骤对任意的所述电子器件,在与所述试验夹具连接的状态下对所述信号线端口以及所述非信号线端口进行测定;以及

第五步骤,该第五步骤基于所述第四步骤得到的测定值,利用在所述第三步骤确定的所述数学式,计算假设在使该电子器件与所述基准夹具连接的状态下对所述信号线端口进行测定所应该得到的该电子器件的电学特性的推测值,

所述第三步骤中确定的所述数学式使用相对误差校正电路网模型来表示,基于如下假设导出所述相对误差校正电路网模型:分别在所述基准夹具和所述试验夹具中,除了在所述信号线端口以及所述非信号线端口的各端口内的信号传输之外,对于从所述信号线端口以及所述非信号线端口中选出的所有两个端口之间的组合,假设存在有未传输至与该两个端口连接的所述电子器件而在该两个端口间直接传输的泄漏信号,

所述第三步骤包含:第一子步骤,该第一子步骤基于所述第一测定值计算第一相对误差校正电路网子模型的第一系数,基于如下假设导出所述第一相对误差校正电路网子模型:分别在所述基准夹具和所述试验夹具中,除了在所述信号线端口的各端口内的信号传输之外,对于仅从所述信号线端口中选出的所有两个端口之间的组合,假设存在有未传输至与该两个端口连接的所述电子器件而在该两个端口间直接传输的所述泄漏信号;

第二子步骤,该第二子步骤基于所述第二测定值计算第二相对误差校正电路网子模型的系数中、所述第一系数对应的所述系数之外的第二系数,基于如下假设导出所述第二相对误差校正电路网子模型:分别在所述基准夹具和所述试验夹具中,除了所述第一相对误差校正电路网模型中的假设之外,还假设存在由所述非信号线端口反射的信号;以及

第三子步骤,该第三子步骤针对所述相对误差校正电路网模型的所述系数中、所述第一以及第二系数所对应的所述系数,将所述第一以及第二系数用作初始值,其它的所述系

数将规定值用作初始值,利用所述第一测定值以及所述第二测定值,通过最大似然法对所述相对误差校正电路网模型的全部的所述系数的似然值进行计算,利用计算出的所述似然值确定所述数学式。

2. 一种电子器件特性测定装置,

该电子器件特性测定装置针对具有与高频信号的施加或检测有关的信号线连接的信号线端口以及所述信号线端口以外的非信号线端口的电子器件,在使所述电子器件与能对所述信号线端口以及所述非信号线端口进行测定的试验夹具连接的状态下对所述信号线端口以及所述非信号线端口进行测定,根据该测定结果,计算假设在使该电子器件连接仅能对所述信号线端口进行测定的基准夹具的状态下对所述信号线端口进行测定得到的该电子器件的电学特性的推测值,其特征在于,该电子器件特性测定装置包括:

测定单元,该测定单元在所述电子器件与所述试验夹具连接的状态下对所述信号线端口以及所述非信号线端口进行测定;

数学式储存单元,在使至少三种能视为具有等同的电学特性的校正数据取得用试料与所述试验夹具连接的状态以及与所述基准夹具连接的状态下,针对各个所述校正数据取得用试料的至少一个信号线端口,测定电学特性,获得第一测定值,在使至少一个信号线端口和至少一个非信号线端口电连接的校正数据取得用连通器件与所述试验夹具连接的状态下,对该信号线端口以及该非信号线端口进行测定,且在使所述校正数据取得用连通器件与所述基准夹具连接的状态下,对该信号线端口进行测定,获得第二测定值,基于所述第一测定值和所述第二测定值,根据在所述电子器件与所述试验夹具连接的状态下对所述信号线端口以及所述非信号线端口进行测定的结果,计算假设在使该电子器件与所述基准夹具连接的状态下对所述信号线端口进行测定所应该得到的该电子器件的电学特性的推测值,该数学式储存单元储存为了计算所述推测值而确定的数学式的系数值;以及

电学特性推测单元,该电学特性推测单元对任意的所述电子器件,根据由所述测定单元测定得到的测定值,读取储存在所述数学式储存单元中的所述系数值,利用所述数学式,计算假设在使该电子器件与所述基准夹具连接的状态下测定所述信号线端口所应该得到的该电子器件的电学特性的推测值,

关于储存在所述数学式储存单元的所述系数值,

是基于如下假设导出的相对误差校正电路网模型的系数值:分别在所述基准夹具和所述试验夹具中,除了在所述信号线端口以及所述非信号线端口的各端口内的信号传输之外,对于从所述信号线端口以及所述非信号线端口中选出的所有两个端口之间的组合,假设存在有未传输至与该两个端口连接的所述电子器件而在该两个端口间直接传输的泄漏信号;

对于第一相对误差校正电路网子模型的第一系数所对应的所述相对误差校正电路网模型的所述系数,将基于所述第一测定值计算出的所述第一系数用作初始值,基于如下假设导出所述第一相对误差校正电路网子模型:分别在所述基准夹具和所述试验夹具中,除了在所述信号线端口的各端口内的信号传输之外,对于仅从所述信号线端口中选出的所有两个端口之间的组合,假设存在有未传输至与该两个端口连接的所述电子器件而在该两个端口间直接传输的所述泄漏信号,

对于第二相对误差校正电路网子模型的关于所述非信号线端口的系数所对应的所述

相对误差校正电路网模型中的、所述第一系数对应的所述系数之外的第二系数所对应的所述相对误差校正电路网模型的所述系数,将基于所述第二测定值计算出的所述第二系数用作初始值,基于如下假设导出所述第二相对误差校正电路网子模型:分别在所述基准夹具和所述试验夹具中,除了所述第一相对误差校正电路网模型中的假设之外,还假设存在由所述非信号线端口反射的信号,

所述相对误差校正电路网模型的其它所述系数将规定值用作初始值,

对于所述相对误差校正电路网模型的全部的所述系数,是利用所述第一测定值以及所述第二测定值,根据最大似然法计算得到的似然值。

测定误差的校正方法以及电子器件特性测定装置

技术领域

[0001] 本发明涉及测定误差的校正方法以及电子器件特性测定装置,详细而言,涉及根据安装在试验夹具的状态下对电子器件的电学特性进行测定的结果,计算假设将该电子器件安装在基准夹具上进行测定的情况下将会得到的电学特性的推测值的测定误差的校正方法以及电子器件特性测定装置。

背景技术

[0002] 以往,有时会将表面安装型电子器件等不具有同轴连接器的电子器件,安装在具有同轴连接器的测定夹具上,经由同轴电缆连接测定夹具和测定装置,测定其电学特性。像这样的测定中,各个测定夹具的特性偏差,或各个同轴电缆以及测定装置的特性的偏差成为测定误差的原因。

[0003] 对于同轴电缆以及测定装置,通过将具有基准特性的标准器经由同轴电缆与测定装置连接并进行测定,能确定测定装置侧相对于连接了标准器的同轴电缆的前端的误差。

[0004] 然而,对于测定夹具,无法高精度地确定安装电子器件的部分的连接端子和用于与同轴电缆连接的同轴连接器之间的电学特性的误差。另外,测定夹具间的特性不容易调整为一致。尤其是在较宽的频带宽度中,调整测定夹具使测定夹具间的特性达到一致非常困难。

[0005] 因此,提出了所谓的相对误差校正法,即,将校正数据取得用试料安装在多个测定夹具上进行测定,根据测定夹具间的测定值的偏差,预先导出对某个测定夹具(以下称为“基准夹具”)和其它的测定夹具(以下称为“试验夹具”)之间的相对误差进行校正的数学式,对于任意的电子器件的电学特性,根据以安装在试验夹具上的状态下测定到的测定值(试验夹具测定值),利用该数学式,计算与将该电子器件安装在基准夹具上测定到的测定值(基准夹具测定值)相对应的推测值。

[0006] 例如专利文献1公开的相对误差校正方法,作为对基准夹具和试验夹具之间的相对误差进行校正的数学式,利用对每个端口导出将基准夹具的误差的散布矩阵、和去除(中和)试验夹具的误差的散布矩阵合成后得到的散布矩阵的“相对误差校正适配器”。通过对于任意的试料的试验夹具测定值的散布矩阵合成该相对误差校正适配器,来对与该试料的基准夹具测定值相对应的推测值进行计算。相对误差校正适配器能在每个端口对基准夹具、试验夹具双方的至少三个单端口标准试料进行测定,并根据该测定结果进行计算。

[0007] 专利文献1公开的相对误差校正法中,假设仅存在与同高频信号的施加或检测有关的信号线相连接的信号线端口,利用该假设情况下导出的相对误差校正电路网模型,而相对误差校正电路网模型中省略了GND、电源端口等信号线端口以外的非信号线端口的影响。然而,实际上,由于在具有非RF端口的测定夹具间,存在不少非RF端口的差异,像这样的省略成为了相对误差校正中残留误差较大的主要原因。

[0008] 专利文献2针对该问题,公开了通过以试验夹具对非RF端口进行测定,对与未测定非RF端口的基准夹具测定值相对应的推测值进行计算的相对误差校正法。作为用于实施专

利文献2公开的相对误差校正法所必须的标准试料,准备非RF端口的数量、并与RF端口连接的试料即可。

[0009] 专利文献1、2所公开的相对误差校正法中,相对误差校正电路模型省略了将从测定夹具不经由DUT、在测定夹具内直接在端口间传输的信号(以下称为“端口间泄漏信号”)从。实际上,由于在测定夹具中存在不少端口间泄漏信号,因此这样的省略成为了相对误差校正中残留误差的主要原因。

[0010] 专利文献3中针对该问题,公开了在两个端口以上的任意的N个端口测定中,对测定夹具间的端口间泄漏信号的差异也可进行校正的相对误差校正法。作为用于实施专利文献3中公开的相对误差校正法所必须的标准试料,需要准备的试料所具有的端口数量与在任意的N个端口测定中特性不同的最少五个以上的测定端口数量相同。

[0011] 现有技术文献

[0012] 专利文献

[0013] 专利文献1:日本专利第3558086号公报

[0014] 专利文献2:日本专利第4009876号公报

[0015] 专利文献3:日本专利第5246172号公报

发明内容

[0016] 发明所要解决的技术问题

[0017] 即使测定同样的电子器件,用于测定的测定夹具不同,测定值也会产生偏差。由测定夹具使测定值产生偏差的原因,考虑有以下三点。

[0018] (a) 传输路径的不同,即,各端口的信号传输特性不同

[0019] (b) 直达波的不同,即,在端口间信号泄漏的特性不同

[0020] (c) 非传输路径的有无,即,高频信号的施加或检测所涉及的信号线端口以外的非信号线端口(GND端口、电源端口)的有无

[0021] 专利文献1公开的现有技术考虑到(a),对测定误差进行校正。专利文献2公开的现有技术考虑到(a)以及(c),对测定误差进行校正。专利文献3公开的现有技术考虑到(a)以及(b),对测定误差进行校正。然而,专利文献1~3公开的现有技术均不能对(a)、(b)、(c)三点同时进行校正。因此,即使在测定夹具间完全没有误差的理想状态下,理论上也必定残留校正误差。

[0022] 本发明鉴于以上情况,提供了一种测定误差的校正方法以及电子器件特性测定装置,能够考虑到由于测定夹具使测定值产生偏差的三个原因(传输路径的不同,直达波的不同,非传输路径的不同),高精度地对测定夹具间的测定值差进行校正。

[0023] 解决技术问题所采用的技术手段

[0024] 本发明为了解决上述问题,提供了如下文所述结构的测定误差的校正方法。

[0025] 测定误差的校正方法是,针对具有与高频信号的施加或检测有关的信号线连接的信号线端口以及所述信号线端口以外的非信号线端口的电子器件的电学特性,根据使所述电子器件与能对所述信号线端口以及所述非信号线端口进行测定的试验夹具连接的状态下测定到的结果,计算假设使该电子器件与仅能对所述信号线端口进行测定的基准夹具连接的状态下所应该测定得到的、该电子器件的电学特性的推测值。测定误差的校正方法包

括第一至第五步骤。所述第一步骤中,在使至少三种能视为具有等同的电学特性的校正数据取得用试料与所述试验夹具连接的状态下,针对各个所述校正数据取得用试料的至少一个信号线端口和至少一个非信号线端口,测定电学特性,且在与所述基准夹具连接的状态下,针对各个所述校正数据取得用试料的至少一个信号线端口,测定电学特性,获得第一测定值。所述第二步骤中,准备使至少一个所述信号线端口和至少一个所述非信号线端口电连接的校正数据取得用连通器件,在使所述校正数据取得用连通器件与所述试验夹具连接的状态下,对该信号线端口以及该非信号线端口进行测定,且在使所述校正数据取得用连通器件与所述基准夹具连接的状态下,对该信号线端口进行测定,获得第二测定值。所述第三步骤中,基于所述第一测定值和所述第二测定值,根据在使所述电子器件与所述试验夹具连接的状态下对所述信号线端口以及所述非信号线端口进行测定的结果,确定数学式,该数学式用于计算假设在使所述电子器件与所述基准夹具连接的状态下对所述信号线端口进行测定所应该得到的该电子器件的电学特性的推测值。所述第四步骤中,对任意的所述电子器件,在与所述试验夹具连接的状态下对所述信号线端口以及所述非信号线端口进行测定。所述第五步骤中,基于所述第四步骤得到的测定值,利用在所述第三步骤确定的所述数学式,计算假设在使该电子器件与所述基准夹具连接的状态下对所述信号线端口进行测定所应该得到的该电子器件的电学特性的推测值。所述第三步骤中确定的所述数学式使用相对误差校正电路网模型来表示,基于如下假设导出所述相对误差校正电路网模型:分别在所述基准夹具和所述试验夹具中,除了在所述信号线端口以及所述非信号线端口的各端口内的信号传输之外,对于从所述信号线端口以及所述非信号线端口中选出的所有两个端口之间的组合,假设存在有未传输至与该两个端口连接的所述电子器件、而在该两个端口间直接传输的泄漏信号。所述第三步骤包含第一至第三子步骤。所述第一子步骤中,基于所述第一测定值计算第一相对误差校正电路网子模型的第一系数,基于如下假设导出所述第一相对误差校正电路网子模型:分别在所述基准夹具和所述试验夹具中,除了在所述信号线端口的各端口内的信号传输之外,对于仅从所述信号线端口中选出的所有两个端口之间的组合,假设存在有未传输至与该两个端口连接的所述电子器件、而在该两个端口间直接传输的所述泄漏信号。所述第二子步骤中,基于所述第二测定值计算第二相对误差校正电路网子模型的系数中、所述第一系数对应的所述系数之外的第二系数,基于如下假设导出所述第二相对误差校正电路网子模型:分别在所述基准夹具和所述试验夹具中,除了所述第一相对误差校正电路网模型中的假设之外,还假设存在由所述非信号线端口反射的信号。所述第三子步骤中,针对所述相对误差校正电路网模型的所述系数中、所述第一以及第二系数所对应的所述系数,将所述第一以及第二系数用作初始值,其它的所述系数将规定值用作初始值,利用所述第一以及第二测定值,通过最大似然法对所述相对误差校正电路网模型的全部的所述系数的似然值进行计算,利用计算出的所述似然值确定所述数学式。

[0026] 上述方法中利用的相对误差校正电路网模型基于如下假设:除了在信号线端口以及非信号线端口的各端口内的信号传输之外,对于从信号线端口以及非信号线端口选出的所有两个端口之间的组合,假设存在有未传输至与该两个端口连接的电子器件的、而在该两个端口之间直接传输的泄漏信号。由此,能考虑到由测定夹具使测定值中产生误差的三个原因(传输线路的不同,直达波的不同,非传输线路的不同),能对电子器件的电学特性的

测定值的误差进行校正。

[0027] 另外,本发明提供了如下文所示结构的电子器件特性测定装置。

[0028] 该电子器件特性测定装置针对具有与高频信号的施加或检测有关的信号线连接的信号线端口以及所述信号线端口以外的非信号线端口的电子器件,在使所述电子器件与能对所述信号线端口以及所述非信号线端口进行测定的试验夹具连接的状态下对所述信号线端口以及所述非信号线端口进行测定,根据该测定结果,计算假设在使该电子器件连接仅能对所述信号线端口进行测定的基准夹具的状态下对所述信号线端口进行测定得到的、该电子器件的电学特性的推测值。电子器件特性测定装置包括:(a)测定单元,该测定单元在所述电子器件与所述试验夹具连接的状态下对所述信号线端口以及所述非信号线端口进行测定;(b)数学式储存单元,在使至少三种能视为具有等同的电学特性的校正数据取得用试料与所述试验夹具连接的状态以及与所述基准夹具连接的状态下,针对各个所述校正数据取得用试料的至少一个信号线端口,测定电学特性,获得第一测定值,在使至少一个信号线端口和至少一个非信号线端口中的电连接的校正数据取得用连通器件与所述试验夹具连接的状态下,对该信号线端口以及该非信号线端口进行测定,且在使所述校正数据取得用连通器件与所述基准夹具连接的状态下,对该信号线端口进行测定,获得第二测定值,基于所述第一测定值和所述第二测定值,根据在所述电子器件与所述试验夹具连接的状态下对所述信号线端口以及所述非信号线端口进行测定的结果,计算假设在使该电子器件与所述基准夹具连接的状态下对所述信号线端口进行测定所应该得到的该电子器件的电学特性的推测值,该数学式储存单元储存为了计算所述推测值而确定的数学式的系数值;以及(c)电学特性推测单元,该电学特性推测单元对任意的所述电子器件,根据由所述测定单元测定得到的测定值,读取储存在所述数学式储存单元中的所述系数的所述值,利用所述数学式,计算假设在使该电子器件与所述基准夹具连接的状态下测定所述信号线端口所应该得到的该电子器件的电学特性的推测值。关于储存在所述数学式储存单元的所述系数的所述值,(A)是基于如下假设导出的相对误差校正电路网模型的系数值:分别在所述基准夹具和所述试验夹具中,除了在所述信号线端口以及所述非信号线端口的各端口内的信号传输之外,对于从所述信号线端口以及所述非信号线端口中选出的所有两个端口之间的组合,假设存在有未传输至与该两个端口连接的所述电子器件、而在该两个端口间直接传输的泄漏信号;(B)(i)对于第一相对误差校正电路网模型的第一系数所对应的所述相对误差校正电路网模型的所述系数,将基于所述第一测定值计算出的所述第一系数用作初始值,基于如下假设导出所述第一相对误差校正电路网模型:分别在所述基准夹具和所述试验夹具中,除了在所述信号线端口的各端口内的信号传输之外,对于仅从所述信号线端口中选出的所有两个端口之间的组合,假设存在有未传输至与该两个端口连接的所述电子器件、而在该两个端口间直接传输的所述泄漏信号,(ii)对于第二相对误差校正电路网模型的关于所述非信号线端口的系数所对应的所述相对误差校正电路网模型中的、所述第一系数对应的所述系数之外的第二系数所对应的所述相对误差校正电路网模型的所述系数,将基于所述第二测定值计算出的所述第二系数用作初始值,基于如下假设导出所述第二相对误差校正电路网模型:分别在所述基准夹具和所述试验夹具中,除了所述第一相对误差校正电路网模型中的假设之外,还假设存在由所述非信号线端口反射的信号,(iii)所述相对误差校正电路网模型的其它所述系数将规定值用作初始值,对于所述相对

误差校正电路网模型的全部的所述系数是利用所述第一以及第二测定值,根据最大似然法计算得到的似然值。

[0029] 根据上述结构,利用考虑到由测定夹具使测定值产生误差的三个原因(传输线路的不同,直达波的不同,非传输线路的不同)的数学式,能高精度地对电子器件的电学特性的测定值的误差进行校正。

[0030] 发明效果

[0031] 根据本发明,能考虑到由测定夹具使测定值产生误差的三个原因(传输线路的不同,直达波的不同,非传输线路的不同),对测定夹具间的测定值差高精度地进行校正。

附图说明

[0032] 图1(a)是基准夹具的说明图,图1(b)是试验夹具的说明。(实施例1)

[0033] 图2(a)是基准状态下的信号流向图,图2(b)是试验状态下的信号流向图。(实施例1)

[0034] 图3是信号流向图(实施例1)

[0035] 图4是信号流向图(实施例1)

[0036] 图5是信号流向图(实施例1)

[0037] 图6是信号流向图(实施例1)

[0038] 图7是信号流向图(实施例1)

[0039] 图8是基准夹具的照片。(实施例1)

[0040] 图9是试验夹具的照片。(实施例1)

[0041] 图10是标准试料的照片。(实施例1)

[0042] 图11是测定系统的说明图。(实施例1)

具体实施方式

[0043] 下面,参照图1~图11对本发明的实施方式进行说明。

[0044] <测定系统>图11是对电子器件的电学特性进行测定的测定系统的说明图。如图11所示,电子器件102(例如高频无源电子器件即表面弹性波滤波器)在被安装至测定夹具112的状态下,利用网络分析仪等电子器件特性测定装置(以下称为“测定装置”)110,测定其电学特性。测定夹具112的同轴连接器112a和测定装置110之间利用同轴电缆114连接。如箭头116所示,若将电子器件102安装在测定夹具112的安装部112b,则电子器件102的端子102a与测定装置110的连接端子(未图示)电连接。测定装置110通过向电子器件102的端子102a中的某个端子输入信号,检测来自其它端子的输出信号,从而对电子器件102的电学特性进行测定。

[0045] 测定装置110依据规定的程序,对测定数据进行运算处理,计算电子器件102的电学特性。该情况下,测定装置110从内部储存器或储存介质等,读取测定值或运算所使用的系数等必须的数据、读取与外部设备(例如服务器)进行通信所必须的数据。测定装置110也能被分割为多个设备。例如,也可分割为仅进行测定的测定部,以及接收测定数据的输入、进行运算处理或优良与否判断等的运算部。

[0046] 测定装置110包括储存器等数学式储存单元,以及CPU等电学特性推测单元,详细

而言,将下述的相对误差校正法使用的数学式的数据(相对误差校正电路模型系数的值)储存至数学式储存单元,利用该数据,能对任意的电子器件利用电学特性推测单元计算基准夹具测定值的推测值。即,测定装置110可以是(a)其自身进行测定和运算,确定相对误差校正法所使用的数学式的装置,(b)利用由其他测定装置测定到的数据,确定相对误差校正法所使用的数学式的装置,或者(c)由其他测定装置确定相对误差校正法所使用的数学式的数据,将由其他装置确定的数据储存在数学式储存单元,利用该数据,对任意的电子器件利用电学特性推测单元对基准夹具测定值的推测值进行计算的装置。

[0047] 制作多个相同特性的测定夹具112是困难的。因此,即使对相同的电子器件102进行测定,若测定所使用的测定夹具112不同,则每个测定夹具中存在特性的偏差,因此测定结果也不同。例如,用于对使用者保证电学特性的测定夹具和为了进行电子器件的制造工序中的特性筛选而进行的测定所使用的测定夹具,两者得到的测定结果不同。像这样的测定夹具间的测定值的差,能利用下文所说明的相对误差校正法进行校正。

[0048] <测定夹具>参照图1,对在相对误差校正法中使用的测定夹具(基准夹具10以及试验夹具20)进行说明。

[0049] 图1(a)是基准夹具10的说明图。基准夹具10例如是对使用者保证电子器件的电学特性的使用者保证用测定夹具,或出厂检查用测定夹具。如图1(a)所示,基准夹具10具备安装部14以及两个同轴连接器11、12。在安装部14安装具有两个信号端子以及一个GND端子的电子器件。电子器件的信号端子是与高频信号的施加或检测有关的信号线所连接的信号线端口的端子。电子器件的GND端子是信号线端口以外的非信号线端口的端子。在安装部14上设置分别与电学器件的两个信号端子电连接的两个信号线连接端子15、16,以及与电学器件的GND端子电连接的非信号线连接端子17。同轴连接器11、12分别与信号线连接端子15、16电连接。非信号线连接端子17与GND连接。基准夹具10的端口1、2的同轴连接器11、12利用同轴电缆与网络分析仪等测定装置连接,电子器件被安装在基准夹具10的安装部14,与基准夹具10连接,在此状态下对电子器件的电学特性进行测定。像这样测定得到的测定值包含由基准夹具10引发的误差。

[0050] 图1(b)是试验夹具20的说明图。试验夹具20是例如对期望的电学特性的电子器件进行筛选的特性筛选工序用的测定夹具。如图1(b)所示,试验夹具20包括:分别与电子器件2的两个信号端子电连接的两个信号线连接端子24、25;与电子器件2的一个GND端子电连接的非信号线连接端子26;以及分别与两个信号线连接端子24、25和非信号线连接端子26电连接的三个同轴连接器21、22、23。利用同轴电缆连接试验夹具20的端口1、2、3的连接端子24、25、26以及网络分析仪等测定装置,在电子器件2连接了试验夹具20的连接端子24、25、26的状态下对电子器件2的电学特性进行测定。像这样测定得到的测定值包含由试验夹具20引发的误差。

[0051] 试验夹具20可以像基准夹具10那样设置在安装部14,也可以不设置。由于与基准夹具10相比试验夹具20在设计上的制约较少,因此能构成容易量产的结构。

[0052] <相对误差校正电路模型>参照图2~图4的信号流向图,对相对误差校正电路模型进行说明。信号的流动(信号流向:signal flow)以标注箭头的实线的线段(分支)示出。

[0053] 图2(a)是在利用基准夹具对电子器件的电学特性进行测定的基准状态下的信号

流向图。如图2(a)所示,基准夹具的电路框18和电子器件的电路框8被级联连接,假设分别在基准夹具的电路框18和电子器件的电路框8中,除了同一端口内的信号传输以外,还存在有不向其它的电路框传输,而在不同的端口间直接传输的信号(端口间泄漏信号)。基准状态下,对信号线端口即端口1、2进行测定,非信号线端口即端口3(GND)不进行测定。

[0054] 图2(b)是在利用试验夹具对电子器件的电学特性进行测定的试验状态下的信号流向图。如图2(b)所示,试验夹具的电路框28和电子器件的电路框8被级联连接,假设分别在试验夹具的电路框28和电子器件的电路框8中,除了同一端口内的信号传输之外,还存在有不向其它的电路框传输,而在不同的端口间直接传输的信号(端口间泄漏信号)。试验状态下,除了对信号线端口即端口1、2进行测定之外,也对非信号线端口即端口3(GND)进行测定。

[0055] 图3中,将对试验夹具的电路框28的传输特性进行去除(中和)的试验夹具的中和电路框29连接在基准夹具的电路框18与试验夹具的电路框28以及电子器件的电路框8之间。

[0056] 试验夹具的中和电路框29,理论上,是通过将试验夹具的电路框28的散布矩阵(S参数)转换为传输矩阵(T参数),求得它的逆矩阵,再转换为散布矩阵所得到的。试验夹具的中和电路框29和试验夹具的电路框28连接而成的部分27中,各端口中的透射系数为1,反射系数为0,达到在不同端口之间信号不能直接传输的中和状态。因此,图3等效于将基准夹具的电路框18和电子器件的电路框8级联连接的状态。即,图3与图2(a)等效。

[0057] 图3中,将基准夹具的电路框18和试验夹具的中和电路框29连接而成的部分38是相对误差校正适配器的电路框38。

[0058] 图4是基于图3重新绘制的信号流向图。如图4所示,图2(b)的试验状态的电路网整体,即试验状态下的测定值的电路框40与相对误差校正适配器的电路框38连接。图4与图3等效,且与图2(a)等效。相对误差校正适配器的电路框38的左侧的节点 a_1 、 b_1 、 a_2 、 b_2 的值是基准状态下的测定值,右侧的节点 c_1 、 d_1 、 c_2 、 d_2 、 c_3 、 d_3 的值是试验状态下的测定值。

[0059] 由此,只要确定相对误差校正适配器的电路框38的标记了箭头的线段对应的系数,则通过使相对误差校正适配器的电路框38的右侧的节点 c_1 、 d_1 、 c_2 、 d_2 、 c_3 、 d_3 的值为试验状态下的测定值,计算出相对误差校正适配器的电路框38的左侧的节点 a_1 、 b_1 、 a_2 、 b_2 的值,那么计算出的值即为基准状态下的测定值。即,若将相对误差校正适配器和试验状态下的测定值进行合成,则能得到基准状态下的测定值。

[0060] 相对误差校正适配器的电路框38表示相对误差校正电路网模型。如图2(a)以及2(b)所示,相对误差校正适配器的电路框38,即相对误差校正电路网模型基于以下假设被导出:分别在基准夹具和试验夹具中,除了在信号线端口的同一端口内的信号传输之外,对于仅从信号线端口中选出的所有两个端口之间的组合,假设还存在有未传输至与该两个端口连接的电子器件而在该两个端口间直接传输的泄漏信号。

[0061] <测定误差的校正方法的步骤>下面,参照图5~图7对测定误差的校正方法的具体步骤进行说明。

[0062] (步骤1)首先,对传输路径、泄漏误差分量导出初始值。图5是表示步骤1中要计算系数的相对误差校正适配器的电路框32的分支的信号流向图。如图5所示,试验状态下的测定值的电路框40与相对误差校正适配器的电路框32级联连接。

[0063] 分别在基准夹具和试验夹具中,除了在信号线端口的各端口内的信号传输之外,对于仅从信号线端口中选出的所有两个端口之间的组合,假设还存在未传输至与该两个端口连接的电子器件而在该两个端口间直接传输的所述泄漏信号,从而导出相对误差校正适配器的电路框32。即,基于如下假设而导出:假设基准夹具的电路框(信号流向)以及试验夹具的电路框(信号流向)不包含起点和终点中的至少一个是非信号端口的分支。相对误差校正适配器的电路框32是第一相对误差校正电路网子模型。

[0064] 相对误差校正适配器的电路框32的分支所对应的系数,即第一相对误差校正电路网子模型的系数采用与专利文献3公开的方法相同的方法计算。

[0065] 即,首先,在将至少三种可视作具有等同的电学特性的校正数据取得用试料分别与试验夹具连接和与基准夹具连接,在这两种状态下,对各校正数据取得用试料的至少一个信号线端口测定电学特性,得到第一测定值。这相当于第一步骤。

[0066] 接着,基于得到的第一测定值,对图5所示的相对误差校正适配器的电路框32的分支所对应的系数进行计算。这是第三步骤中包含的第一子步骤。

[0067] 图5所示的相对误差校正适配器的电路框32的分支所对应的系数能通过将从第一测定值获得的S参数转换为T参数而容易地计算出。然后,将计算出的相对误差校正适配器的电路框32的T参数转换为S参数。

[0068] 图5所示的第一相对误差校正电路网子模型中,与专利文献3不同,需要针对第一相对误差校正适配器导出未被标准化的T参数的解。

[0069] 由图5可知,下文的[数学式1]~[数学式3]的三个数学式成立。

[0070] [数学式1]

$$[0071] \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ a_1 \\ a_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t_{CA11} & t_{CA12} & t_{CA13} & t_{CA14} \\ t_{CA21} & t_{CA22} & t_{CA23} & t_{CA24} \\ t_{CA31} & t_{CA32} & t_{CA33} & t_{CA34} \\ t_{CA41} & t_{CA42} & t_{CA43} & t_{CA44} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} b_3 \\ b_4 \\ a_3 \\ a_4 \end{pmatrix}$$

[0072] 数学式1

[0073] [数学式2]

$$[0074] \begin{pmatrix} b_3 \\ b_4 \end{pmatrix} = S_T \cdot \begin{pmatrix} a_3 \\ a_4 \end{pmatrix}$$

[0075] 数学式2

[0076] [数学式3]

$$[0077] \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \end{pmatrix} = S_D \cdot \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \end{pmatrix}$$

[0078] 数学式3

[0079] 这里,作为相对校正适配器32的T参数 T_{CA} 为下文的[数学式4]。

[0080] [数学式4]

$$[0081] \quad T_{CA} = \begin{pmatrix} t_{CA11} & t_{CA12} & t_{CA13} & t_{CA14} \\ t_{CA21} & t_{CA22} & t_{CA23} & t_{CA24} \\ t_{CA31} & t_{CA32} & t_{CA33} & t_{CA34} \\ t_{CA41} & t_{CA42} & t_{CA43} & t_{CA44} \end{pmatrix}$$

[0082] 数学式4

[0083] 将其分割为 2×2 的正方矩阵的小矩阵 T_{CA11} 、 T_{CA12} 、 T_{CA21} 、 T_{CA22} 。即， T_{CA11} 、 T_{CA12} 、 T_{CA21} 、 T_{CA22} 为下文的[数学式5]。

[0084] [数学式5]

$$[0085] \quad T_{CA11} = \begin{pmatrix} t_{CA11} & t_{CA12} \\ t_{CA21} & t_{CA22} \end{pmatrix} \quad T_{CA12} = \begin{pmatrix} t_{CA13} & t_{CA14} \\ t_{CA23} & t_{CA24} \end{pmatrix}$$

$$T_{CA21} = \begin{pmatrix} t_{CA31} & t_{CA32} \\ t_{CA41} & t_{CA42} \end{pmatrix} \quad T_{CA22} = \begin{pmatrix} t_{CA33} & t_{CA34} \\ t_{CA43} & t_{CA44} \end{pmatrix}$$

[0086] 数学式5

[0087] 若[数学式1]套用[数学式5]，则表示为下文的[数学式6]、[数学式7]。

[0088] [数学式6]

$$[0089] \quad \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \end{pmatrix} = T_{CA11} \cdot \begin{pmatrix} b_3 \\ b_4 \end{pmatrix} + T_{CA12} \cdot \begin{pmatrix} a_3 \\ a_4 \end{pmatrix}$$

[0090] 数学式6

[0091] [数学式7]

$$[0092] \quad \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \end{pmatrix} = T_{CA21} \cdot \begin{pmatrix} b_3 \\ b_4 \end{pmatrix} + T_{CA22} \cdot \begin{pmatrix} a_3 \\ a_4 \end{pmatrix}$$

[0093] 数学式7

[0094] [数学式6]代入[数学式3]，再代入[数学式7]，则得到下文的[数学式8]。

[0095] [数学式8]

$$[0096] \quad T_{CA11} \cdot \begin{pmatrix} b_3 \\ b_4 \end{pmatrix} + T_{CA12} \cdot \begin{pmatrix} a_3 \\ a_4 \end{pmatrix} = S_D \cdot \left[T_{CA21} \cdot \begin{pmatrix} b_3 \\ b_4 \end{pmatrix} + T_{CA22} \cdot \begin{pmatrix} a_3 \\ a_4 \end{pmatrix} \right]$$

[0097] 数学式8

[0098] 在该[数学式8]中代入[数学式2]得到下文的[数学式9]。

[0099] [数学式9]

$$[0100] \quad T_{CA11} \cdot S_T + T_{CA12} = S_D \cdot (T_{CA21} \cdot S_T + T_{CA22})$$

[0101] 数学式9

[0102] 在该[数学式9]右端乘以 $(T_{CA21} \cdot S_T + T_{CA22})^{-1}$ ，导出下文的[数学式10]。

[0103] [数学式10]

$$[0104] \quad S_D = (T_{CA11} \cdot S_T + T_{CA12}) \cdot (T_{CA21} \cdot S_T + T_{CA22})^{-1}$$

[0105] 数学式10

[0106] 将该[数学式10]相对于 T_{CA} 做线性结合进行变形,则得到下文的[数学式11]、[数学式12]。

[0107] [数学式11]

$$[0108] \left[\begin{pmatrix} S_T^t & I_2 \end{pmatrix} \otimes (-I_2 \quad S_D) \right] \cdot t_{CA} = A_{4 \times 16} \cdot t_{CA} = 0$$

[0109] 数学式11

[0110] [数学式12]

$$[0111] t_{CA} = cs[T_{CA}] = \begin{pmatrix} t_{CA11} \\ t_{CA21} \\ \vdots \\ t_{CA44} \end{pmatrix}$$

[0112] 数学式12

[0113] 这里,

[0114] [数学式13]

[0115] \otimes

[0116] 数学式13

[0117] 是克罗内克积。

[0118] [数学式14]

[0119] $cs[]$

[0120] 数学式14

[0121] 是列展开。

[0122] 上标t是转置矩阵。

[0123] I_2 是 2×2 的单位矩阵。下面,将 I_n 定义为 $n \times n$ 的单位矩阵。

[0124] 即,以T参数定义相对误差校正适配器的情况下,由于以任意的一个系数能使其它系数标准化,因此能定义最小二乘法的方法方程,但由于S参数中不能以任意的一个系数使其它系数标准化,因此方法方程的观测值为0。因此,使奇异值分解的右奇异向量的最右列(奇异值最小的映射所涉及)的值为最小二乘法的解。

[0125] 相对误差校正适配器以下文的[数学式15]表示。[数学式15]能变形为[数学式17]。

[0126] [数学式15]

$$[0127] T_{cA} = UDV^t$$

[0128] 数学式15

[0129] $U \cdot V$ 是 4×16 的矩阵,具有下文的[数学式16]的关系。另外,D为正数构成的对角矩阵。

[0130] [数学式16]

$$[0131] U^t U = V^t V = I$$

[0132] 数学式16

[0133] [数学式17] 数学式17

$$[0134] \quad T_{CA} = \sum_{k=1}^K \alpha_k u_k v_k$$

[0135] α_k 是 T_{CA} 的奇异值。 u_k 是左奇异向量。 v_k 是右奇异向量。

[0136] 该情况下,导出的解是真T参数与未知的系数A相乘得到的值。从S参数转换为T参数时,需要知道真T参数。为此,利用可逆定理导出A。

[0137] 可逆定理成立的情况下,利用T参数的矩阵为1,求得A。这时,由于A具有与T参数的元素个数像对应数量的解,因此利用各个A的解,从A参数向S参数进行转换,选择S参数的可逆定理($S_{xy} = S_{yx}$, $x \neq y$)也成立的A的值。

[0138] 相对误差校正适配器以下文的[数学式18]表示。

[0139] [数学式18]

$$[0140] \quad T_{CA} = A \cdot T_{CA}'$$

[0141] 数学式18 T_{CA}' 是真T参数。A能根据下文的[数学式19]的关系计算出。

[0142] [数学式19]

$$[0143] \quad |T_{CA}| = 1$$

[0144] 数学式19

[0145] (步骤2)接着,利用在步骤1导出的传输路径、以及泄漏信号的初始值,通过专利文献2中公开的已知的方法,计算出GND端口的一部分的系数所对应的初始值。

[0146] 图6是表示步骤1、2中计算出系数的相对误差校正适配器的电路框34的分支的信号流向图。如图6所示,试验状态下的测定值的电路框40与相对误差校正适配器的电路框34级联连接。相对误差校正适配器的电路框34是在图5所示的相对误差校正适配器的电路框32中对GND端口追加分支35。

[0147] 相对误差校正适配器的电路框34基于以下假设而被导出:分别在基准夹具和试验夹具中,除了图5的相对误差校正适配器的电路框32中的假设之外,还假设存在有由非信号线端口即GND端口反射的信号。相对误差校正适配器的电路框34是第二相对误差校正电路网子模型。

[0148] 步骤2中,对相对误差校正适配器的电路框34的分支35对应的系数、即相当于GND端口对应的负载匹配的部分进行计算。分支35对应的系数是第二相对误差校正电路网子模型的系数中,第一相对误差校正电路网子模型的第一系数对应的系数之外的第二系数。

[0149] 专利文献2中,由于使用未假设泄漏信号的存在性的相对误差校正电路网模型,因此算出每个端口的反射系数,作为与分支35对应的系数。

[0150] 与此相对,步骤2中,由于使用假设泄漏信号的存在性而导出的第二相对误差校正电路网子模型,因此分支35所对应的系数不是为每个端口进行计算,而是计算共通的一个值。

[0151] 具体而言,首先,准备使信号线端口中的至少一个和非信号线端口中的至少一个电连接的校正数据取得用连通器件,在使校正数据取得用连通器件与试验夹具连接的状态下,对该信号线端口以及该非信号线端口进行测定,且在使校正数据取得用连通器件与基准夹具连接的状态下,对该信号线端口进行测定,获得第二测定值。这相当于第二步骤。

[0152] 接着,基于得到的第二测定值,计算出相对误差校正适配器的电路框34的分支35对应的系数,即第二相对误差校正电路网子模型的第二系数。这是第三步骤的第二子步骤。

[0153] 详细而言,图6所示的相对误差校正适配器的电路框34的分支中,除分支35以外,

还利用步骤1确定的值,使分支35对应的系数为未知数。利用基准夹具以及试验夹具,基于测定校正数据取得用连接设备而得到的第二测定值,计算出作为未知数的分支35对应的系数。分支35对应的系数能参考日本专利申请2014-41165(未公开专利文献)的[0024]~[0027]的记载被计算出。

[0154] (步骤3)接着,将步骤1、2中计算出的值作为初始值,针对图7的信号流向图所示的相对误差校正适配器的电路框38的分支所分别对应的全部的系数,利用最大似然法导出似然值。图7所示的相对误差校正适配器的电路框38的分支中,分支36a~36d、37a~37d以外的分支所对应的系数的值将利用步骤1、2计算出的值作为初始值。由于分支36a~36d、37a~37d所对应的系数的值未被计算出,因此将规定值、例如零作为初始值。

[0155] 下面,对利用最大似然法的计算进行详细说明。

[0156] 对第k个标准试料,以下文的[数学式20]的数学式1所示的列矩阵表示其基准状态(与基准夹具连接的状态)下的测定值。

[0157] [数学式20]

$$[0158] \quad s^k = \begin{bmatrix} \operatorname{Re}\{s_{11}^k\} \\ \operatorname{Im}\{s_{11}^k\} \\ \operatorname{Re}\{s_{21}^k\} \\ \operatorname{Im}\{s_{21}^k\} \\ \operatorname{Re}\{s_{12}^k\} \\ \operatorname{Im}\{s_{12}^k\} \\ \operatorname{Re}\{s_{22}^k\} \\ \operatorname{Im}\{s_{22}^k\} \end{bmatrix}$$

[0159] 数学式1

[0160] 以下文的[数学式21]的数学式2表示:第k个标准试料的基准状态下的测定值和由相对误差校正适配器x将第k个标准试料的试验状态(与试验夹具连接的状态)下的测定值校正为基准状态下的测定值后所得到的值之间的差。

[0161] [数学式21]

$$[0162] \quad h^k(x) = s^k - g^k(x) + w^k$$

[0163] 数学式2

[0164] 这里,数学式2的各参数的定义如下文所述。

[0165] h:残差

[0166] s:基准状态下的测定值

[0167] x:相对误差校正适配器的系数

[0168] g:利用相对误差校正适配器的系数x进行了校正计算所得到的值

[0169] w:测定偏差(对同一试料多次测定时的测定偏差)

[0170] k:标准试料编号

[0171] 由于图7所示的相对误差校正适配器的电路框38中,右侧有两个端口,左侧有三个端口,因此以函数g表示的校正计算为S参数的非对称电路网计算。这里,利用现有文献(例如LANCASTER, H. MICRO STRIP FILTERS FOR RF/MICROWAVE APPLICATIONS.)公开的计算方

法。由于该计算方法是简单的矩阵，因此能进行高速计算。

[0172] 接着，将N个标准试料的份额结合之后所得到的残差以下文的[数学式22]的数学式3那样按照将两个数学式2线性结合的形式来表示。

[0173] [数学式22]

$$[0174] \quad h(x) = \begin{pmatrix} h^1(x) \\ h^2(x) \\ \vdots \\ h^n(x) \end{pmatrix} = s - g(x) + w$$

[0175] 数学式3

[0176] 根据现有文献(例如KAY, S.M. FUNDAMENTALS OF STATISTICAL SIGNAL PROCESSING: ESTIMATION THEORY),关于h(x)的似然函数为下文的[数学式23]的数学式4。这里C_w是测定偏差w为平均值0的正态分布的情况下的协方差矩阵。

[0177] [数学式23]

$$[0178] \quad \text{lik } h(x) = \exp\left(-\frac{1}{2}h(x)^T \cdot C_w^{-1} \cdot h(x)\right)$$

[0179] 数学式4

[0180] 由此，令似然函数为最大值的x是似然x，即，达到似然相对误差校正适配器的系数的值。即，利用下文的[数学式24]的数学式5的右边，导出相对误差校正适配器的系数的似然值(数学式5的左边)。

[0181] [数学式24]

$$[0182] \quad \hat{x} = \arg \max_x \left(-\frac{1}{2}h(x)^T \cdot C_w^{-1} \cdot h(x)\right)$$

[0183] 数学式5

[0184] 由于数学式5的右边是相对于x的非线性函数，因此利用非线性最小二乘法导出解。非线性最小二乘法的算法利用难以发散、收敛效率高的Levenberg-Marquardt算法(修正Marquardt算法)。

[0185] 以上说明的步骤1、2中，计算出相对误差校正电路网模型的系数中，根据测定值所能够计算出的全部系数。然而，没有考虑到相对误差校正电路网模型的全部的系数，精度较差。步骤3中，将在步骤1、2计算出的系数作为初始值，利用最大似然法，对相对误差校正电路网模型的全部系数求出似然值。

[0186] 即，步骤3中，针对相对误差校正电路网模型的系数中，第一以及第二步骤中计算出的第一以及第二相对误差校正电路网子模型的系数所对应的系数，将第一以及第二步骤中计算出的第一以及第二相对误差校正电路网子模型的系数用作初始值，图7的相对误差校正适配器的电路框38的分支36a~36d、37a~37d所对应的其它系数将规定值用作初始值，利用第一以及第二测定值，通过最大似然法计算出相对误差校正电路网模型的全部系数的似然值，利用计算出的似然值，根据在将电子器件与试验夹具连接的状态下，测定信号线端口以及非信号线端口所得到的结果，确定数学式，该数学式是用于计算假设在将该电子器件与所述基准夹具连接的状态下测定信号线端口所应该得到的该电子器件的电学特性的推测值。步骤三是第三步骤中包含的第三子步骤。

[0187] (步骤4) 利用步骤三中确定的相对误差校正适配器的全部的系数的似然值,对任意的电子器件校正测定误差。

[0188] 即,针对任意的电子器件,在与试验夹具连接的状态下测定信号线端口以及非信号线端口。这是第四步骤。

[0189] 接着,基于得到的测定值,利用通过步骤3中求出系数的似然值而确定的数学式,针对在与试验夹具连接的状态下进行过测定的试料,计算出假设在与基准夹具连接的状态下测定信号线端口所应该得到的电学特性的推测值。这是第五步骤。

[0190] 如上文所述,通过在步骤3中适用了最大似然法,得到了下文的三个代表性的效果。

[0191] 第一,由于能应对在测定夹具内包含非信号端口在内的端口间的信号泄漏造成的相对误差,因此即使在基准夹具和试验夹具中向非信号端口的泄漏误差有所不同,也能进行高精度的相对校正。由此,能提高测定夹具的设计自由度,能实现量产性较高的测定夹具。

[0192] 第二,由于能高精度地对测定误差进行校正,因此能利用特性筛选工序对进行高性能特性化的高频器件进行高准确度的筛选。

[0193] 第三,针对伴随着小型、薄型、集成、高性能化而使高频器件的特性受到其它器件或基板造成的较大影响这样的模块,在搭载高频器件之前的状态下对特性进行测定,适用测定误差的校正方法筛选出具有所期望的特性的器件之后,再通过搭载高频器件制作模块,则能高准确度地推测模块整体的电学特性。

[0194] <实验例1>为了确认本发明的测定误差的校正方法的效果,在自制基板上构成GND端子的阻抗不同的两种测定状态(基准状态、以及试验状态)。图8是基准夹具的照片。图9是试验夹具的照片。图10是标准试料的照片。

[0195] 如图8所示,令基准夹具的GND端口为短路(SHORT)。如图9所示,在试验夹具中,分别在端口1 (Port 1)-GND、端口2 (Port 2)-GND之间连接510 Ω 的电阻,与图8的基准夹具相比,绝缘特性恶化。如图10所示,标准试料具有端口1 (Port 1)、端口2 (Port 2)、以及GND这三个端口。

[0196] 在自制基板上准备下文的表1表示的七个三端口标准试料(校正数据取得用试料以及校正数据取得用连通器件)。

[0197] [表1]

[0198] 表1各标准试料特性

[0199]

No	端口1 (Port1)	端口2 (Port2)	端口3 (GND)
1	开路 (OPEN)	短路 (SHORT)	负载 (LOAD)
2	负载 (LOAD)	开路 (OPEN)	负载 (LOAD)
3	短路 (SHORT)	负载 (LOAD)	负载 (LOAD)
4	短路 (SHORT)	开路 (OPEN)	负载 (LOAD)
5	通过 (THRU)	通过 (THRU)	负载 (LOAD)
6	负载 (LOAD)	开路 (OPEN)	短路 (SHORT)
7	通过 (THRU)	通过 (THRU)	通过 (THRU)

[0200] 其它的实验条件如下文所述。

[0201] [测定器]R3860A(爱德万测试公司)

[0202] [测定端口数量]基准夹具:两个端口,试验夹具:三个端口

[0203] [测定频率]300kHz

[0204] [中间频率]1kHz

[0205] [DUT]自制基板(50Ω的微带线)

[0206] 测定频率低至300kHz的原因在于,如图8~图10所示,为了使试料通过连接器与夹具连接,考虑到实际评价系统相对于连接器的装卸不稳定。通过设置为受该影响较少的频率,能进行纯粹的理论验证。

[0207] 下文的表2表示 S_{21} 的DUT的基准状态下的测定值,试验状态下的测定值,以及校正结果(根据试验状态下的测定值计算出的基准状态下的测定值的推测值)。

[0208] [表2]

[0209] 表2 S_{21} 的校正结果比较

	试验状态	校正结果	基准状态	差 (1 L. *2dB)
[0210] 无校正	0.922+0.020j		0.996+0.039j	1.112
到步骤2为止	0.922+0.020j	0.989+0.039j	0.996+0.039j	0.109
本方法	0.922+0.020j	0.997+0.032j	0.996+0.039j	0.032

[0211] 根据表2,未利用最大似然法的到步骤2为止的校正中,对于GND端子的阻抗不同的测定系统的校正,校正结果和基准状态的差为0.109dB,不能进行足够的校正。包含步骤三的本方法中,可知校正结果和基准状态的差为0.032dB,能高精度地进行校正。

[0212] <总结>如上文所述,本发明的电子器件的测定误差的校正方法,考虑到由测定夹具使测定值产生差的三个原因(传输线路的不同,直达波的不同,非传输线路的不同),能对测定夹具间的测定值差高精度地进行校正。

[0213] 另外,本发明不限于上述实施方式,能附加各种变更进行实施。

[0214] 例如,本发明能适用于具有任意数量的信号线端口以及非信号线端口的电子器件。

[0215] 标号说明

[0216] 2 电子器件

[0217] 8 电子器件的电路框

[0218] 10 基准夹具

[0219] 11、12 同轴连接器

[0220] 14 安装部

[0221] 15、16 信号线连接端子

[0222] 17 安装部

[0223] 18 基准夹具的电路框

[0224] 20 试验夹具

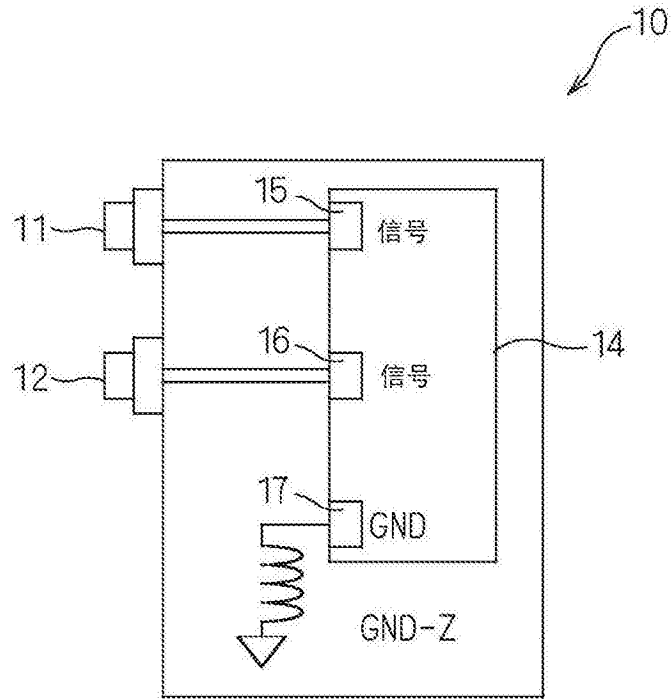
[0225] 21、22、23 同轴连接器

[0226] 24、25 信号线连接端子

[0227] 26 非信号线连接端子

- [0228] 28 试验夹具的电路框
- [0229] 29 试验夹具的中和电路框
- [0230] 32 相对误差校正适配器的电路框 (第一相对误差校正电路网子模型)
- [0231] 34 相对误差校正适配器的电路框 (第二相对误差校正电路网子模型)
- [0232] 38 相对误差校正适配器的电路框 (相对误差校正电路网模型)
- [0233] 40 试验状态下的测定值的电路框
- [0234] 110 电子器件测定装置
- [0235] 112 测定夹具 (试验夹具、基准夹具)

(a)



(b)

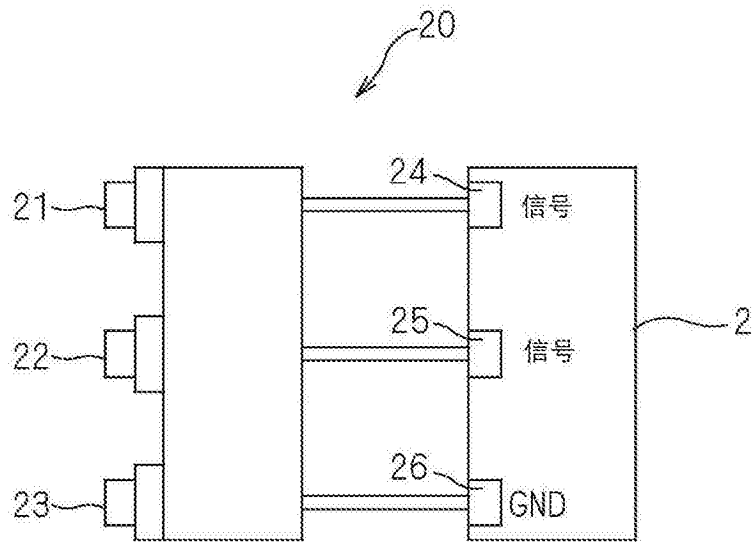
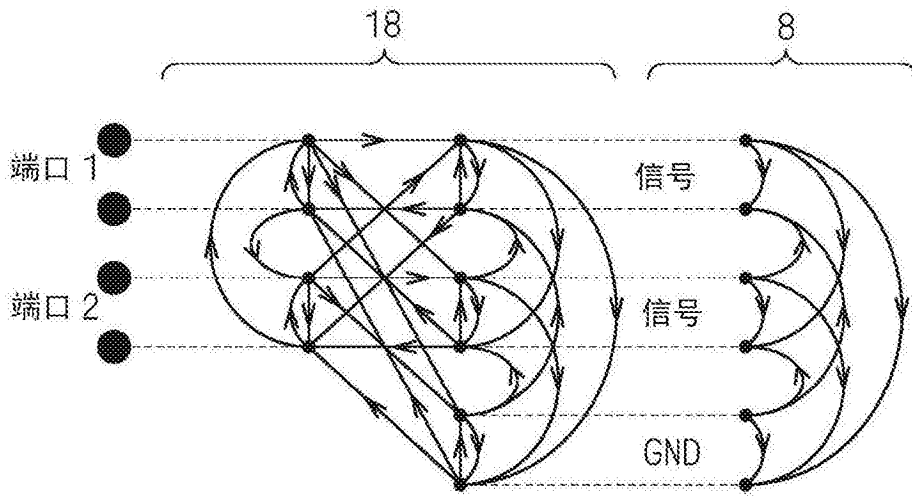


图1

(a)



(b)

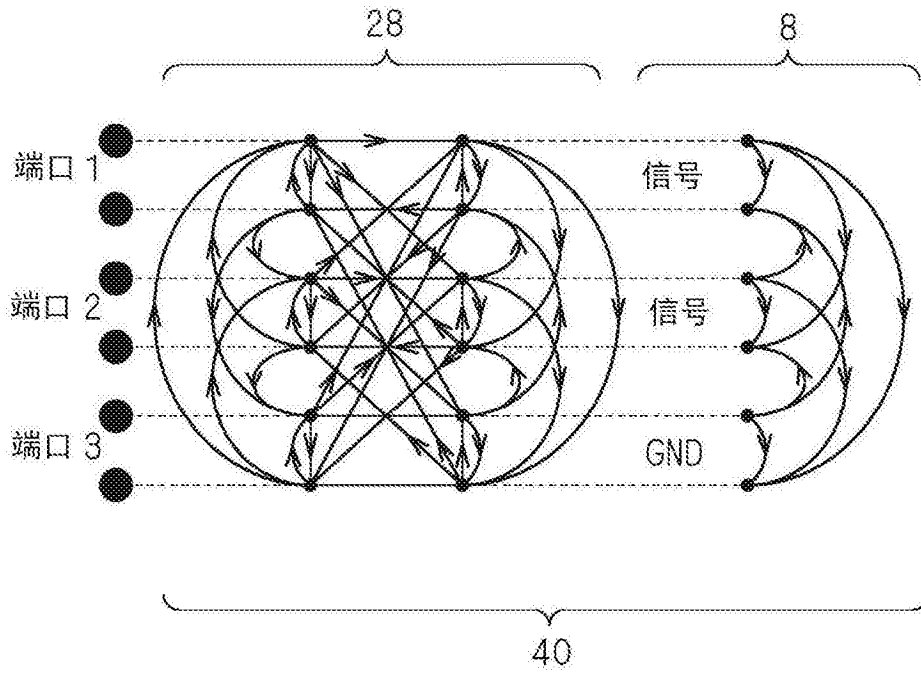


图2

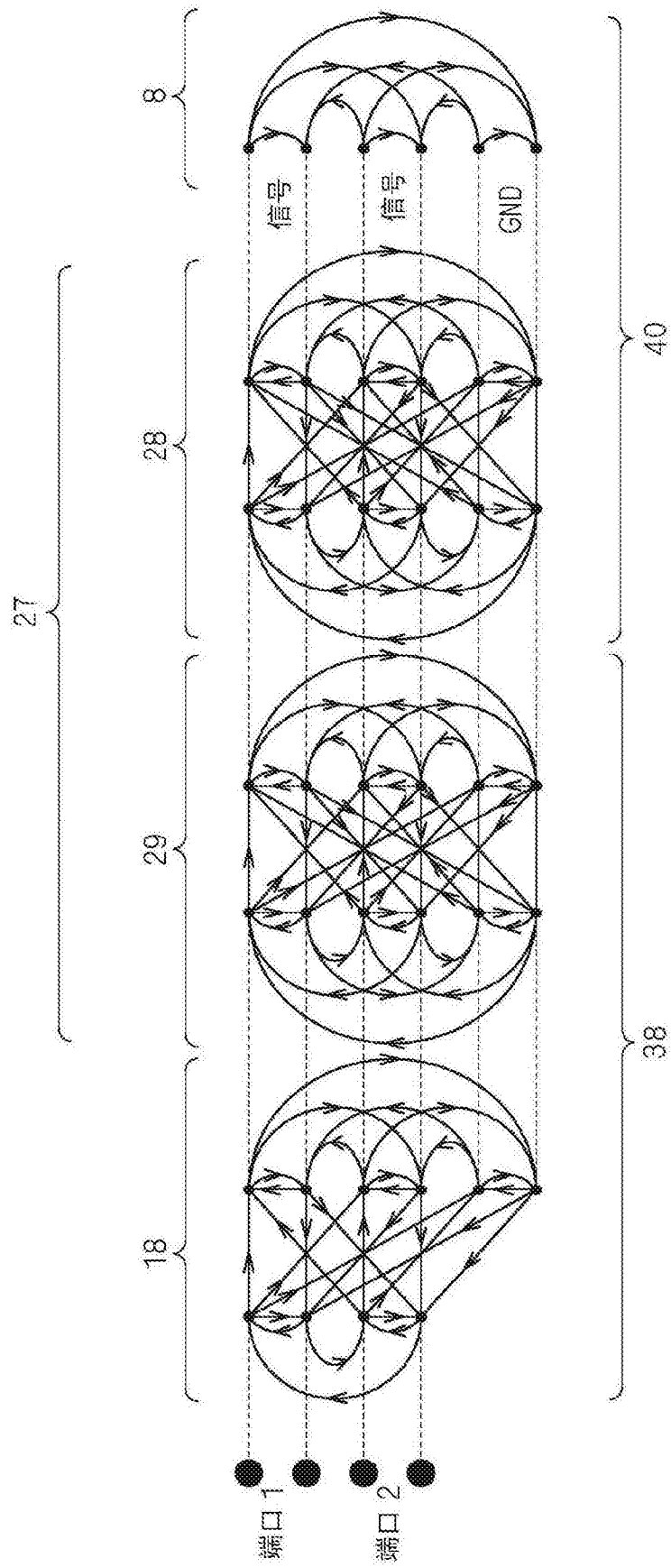


图3

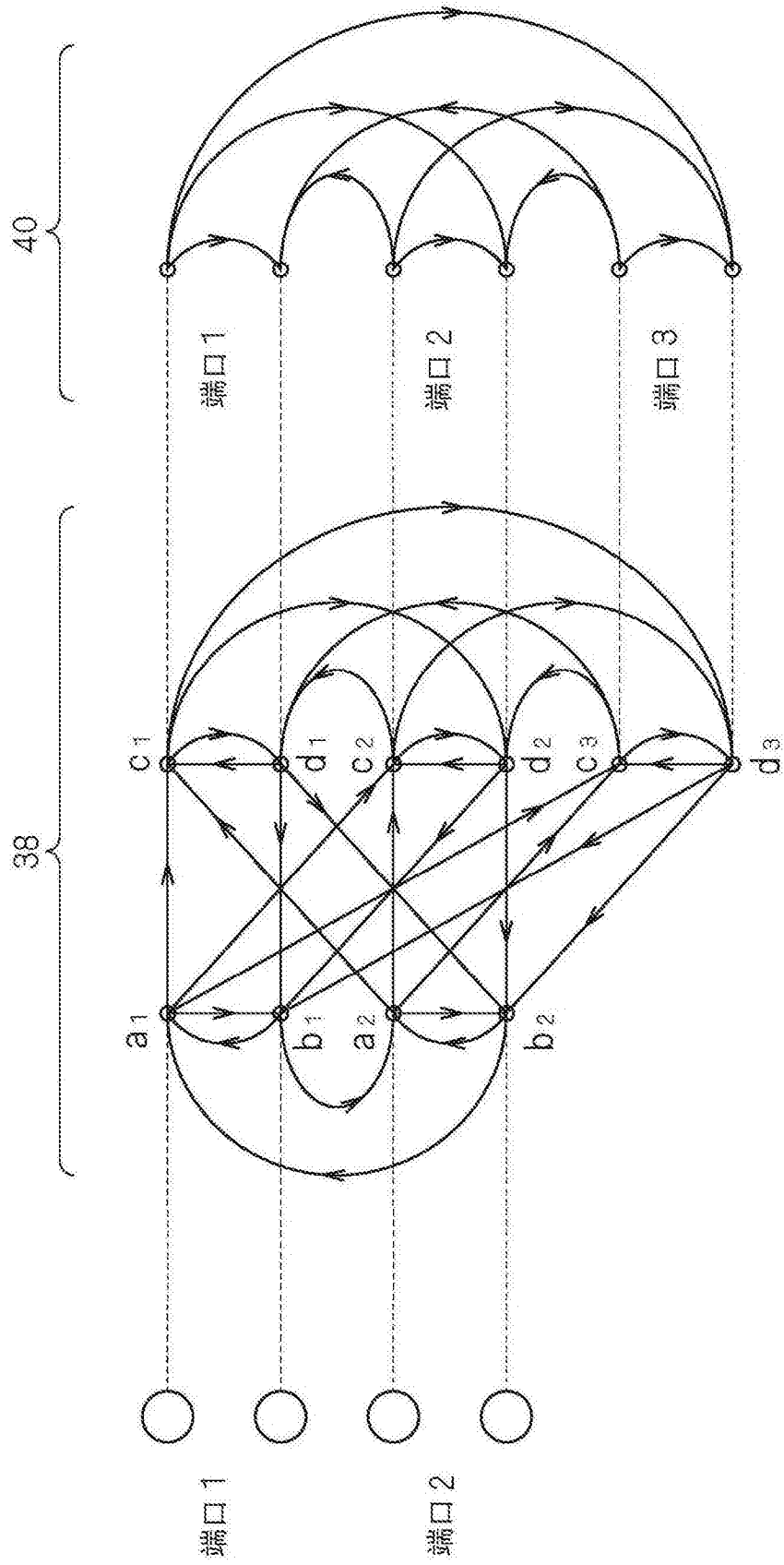


图4

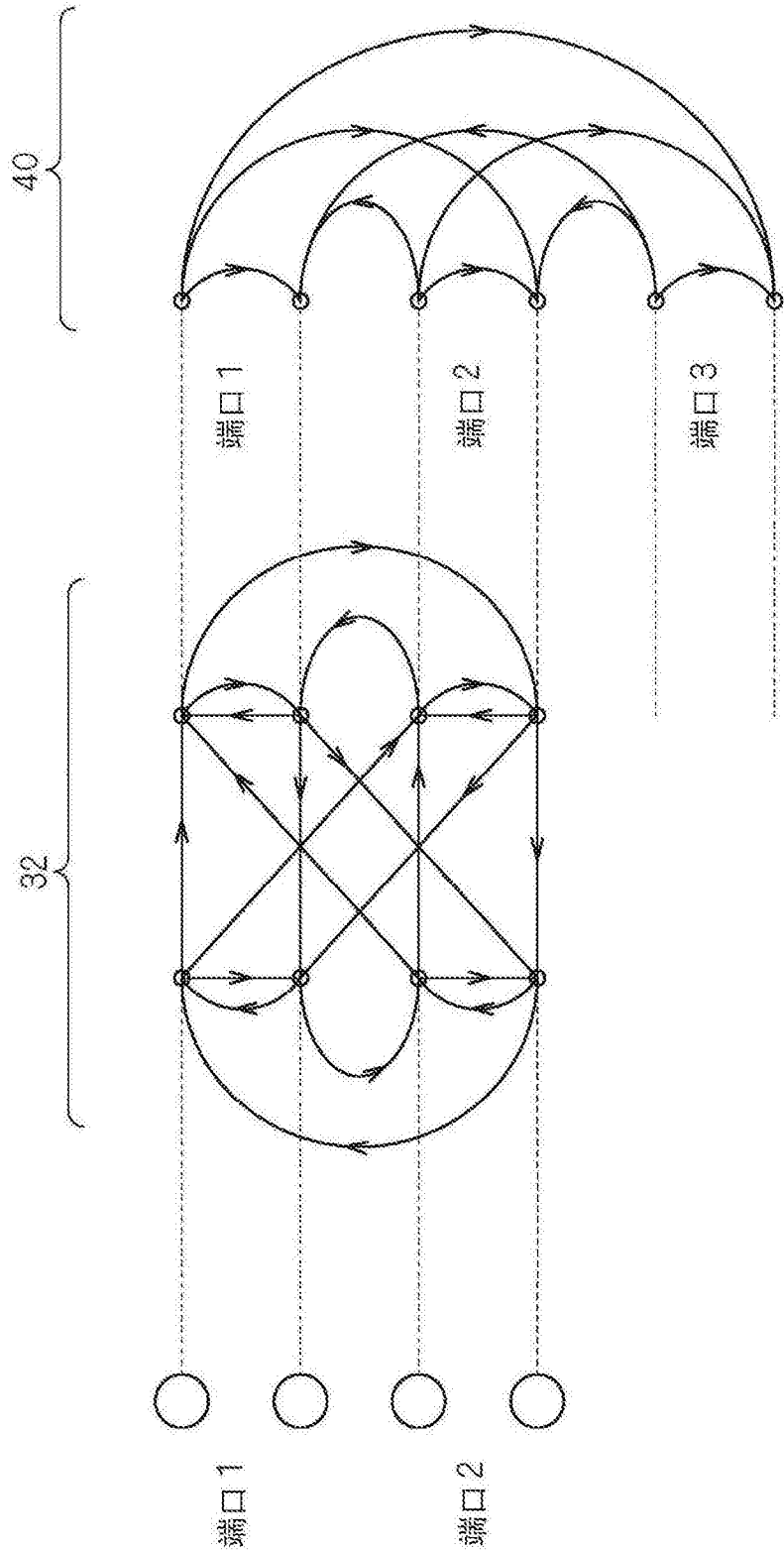


图5

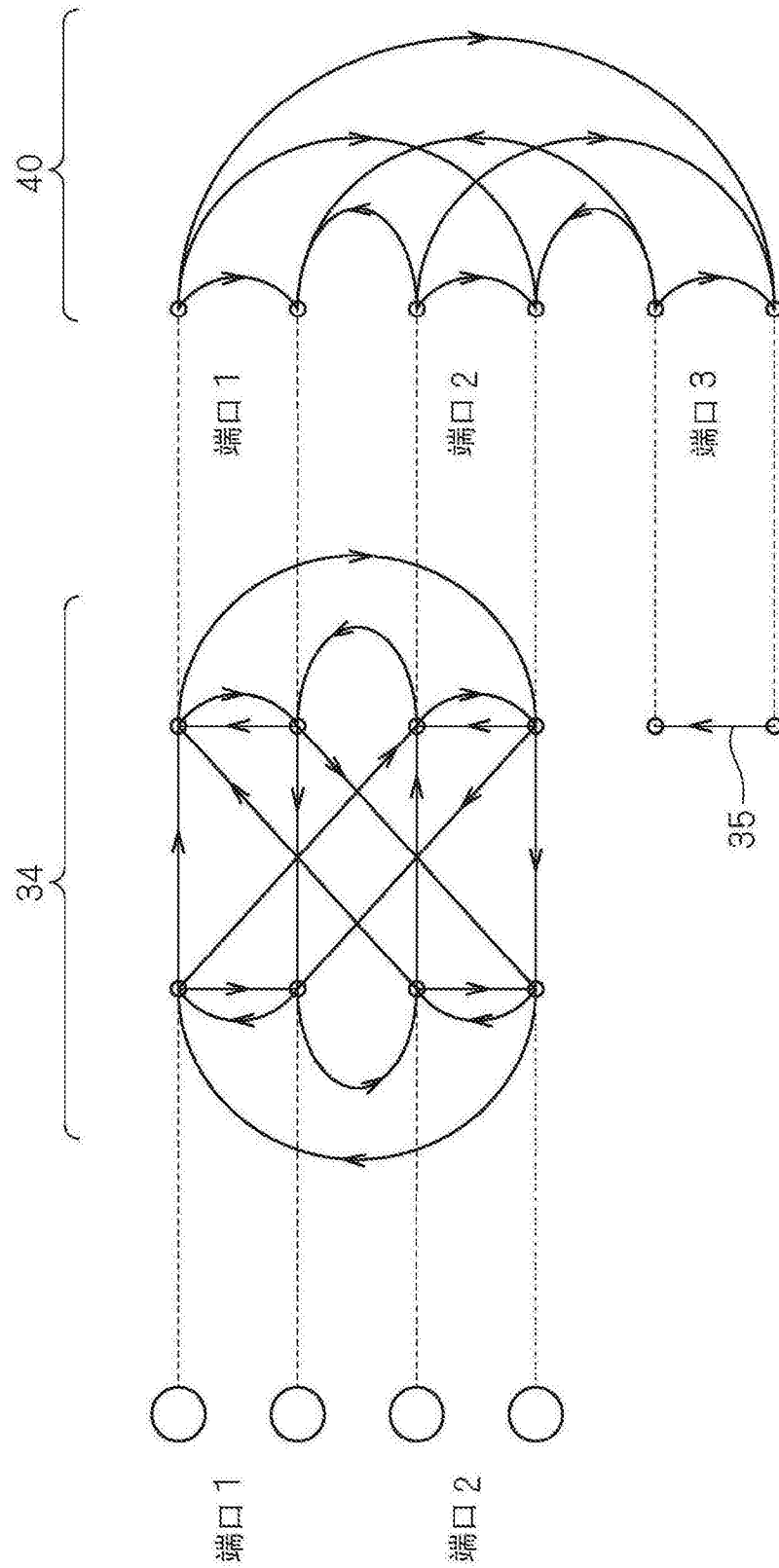


图6

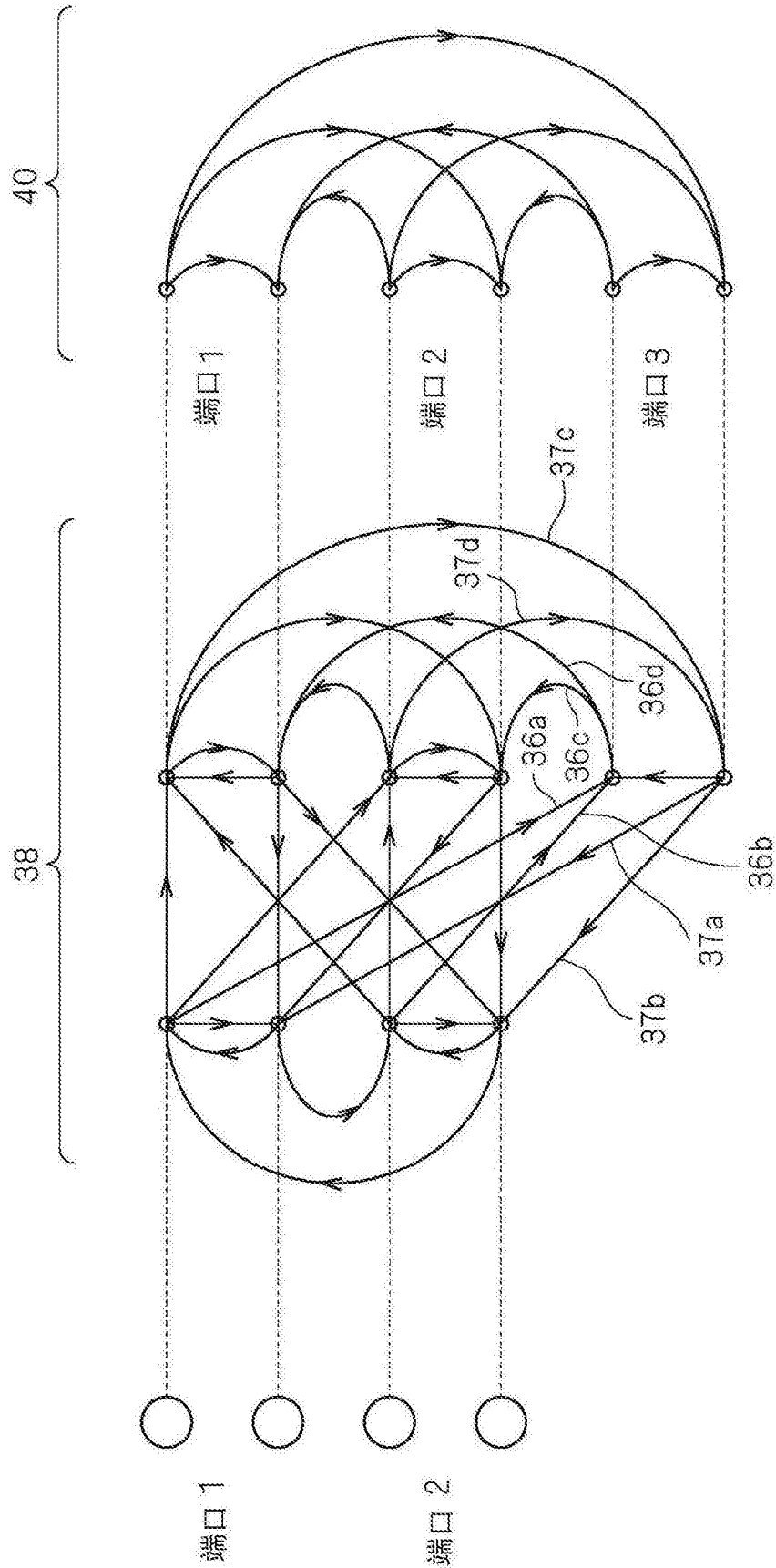


图7

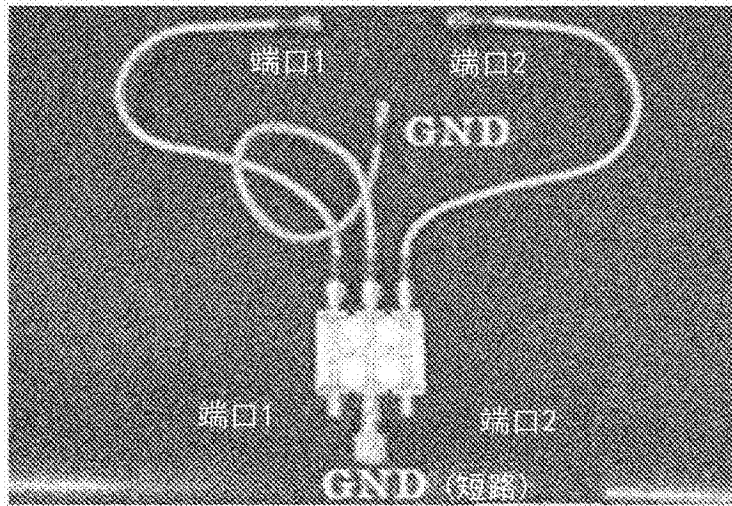


图8

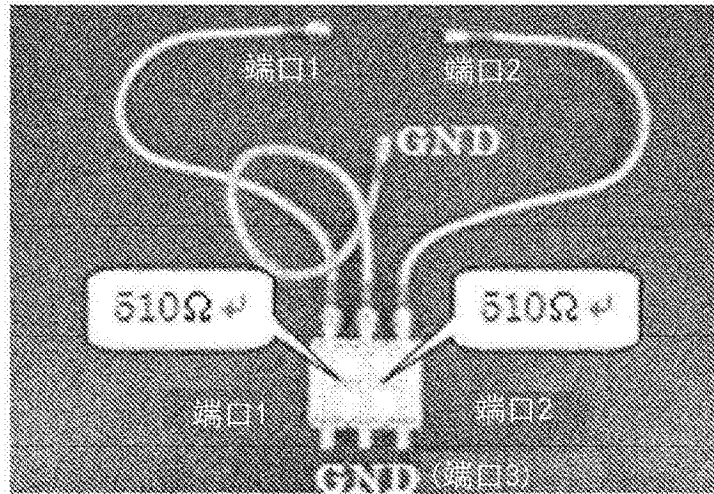


图9

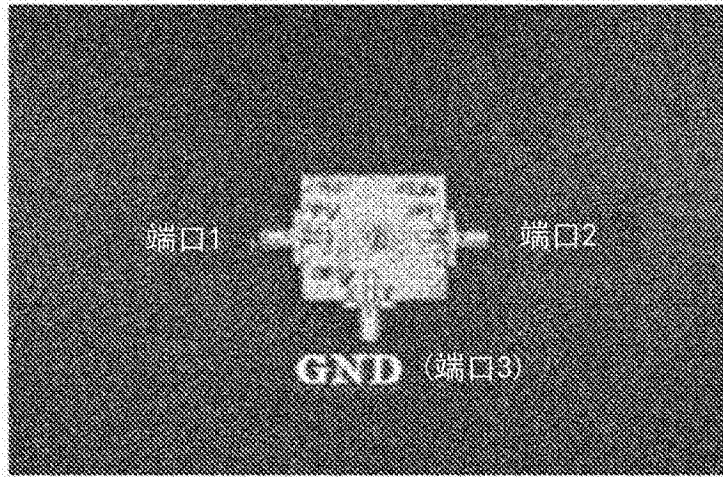


图10

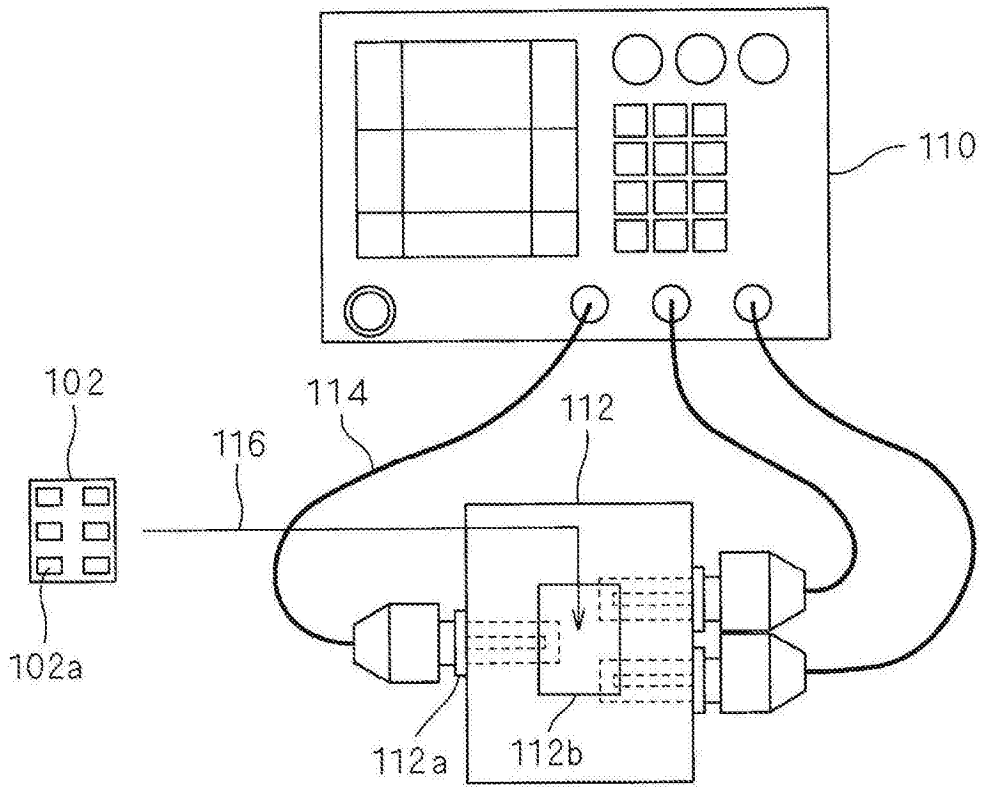


图11