



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116325104 A

(43) 申请公布日 2023. 06. 23

(21) 申请号 202180066270.0

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

(22) 申请日 2021.08.25

专利代理师 孙明浩

(30) 优先权数据

2020-168349 2020.10.05 JP

(51) Int.Cl.

H01L 21/66 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.03.28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/031177 2021.08.25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/074952 JA 2022.04.14

(71) 申请人 三菱电机株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 中西学 高山幸一 上野和起

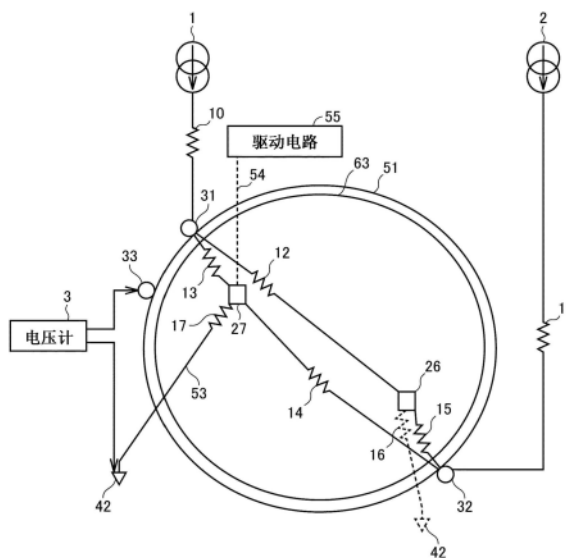
权利要求书2页 说明书10页 附图14页

## (54) 发明名称

半导体试验装置和半导体试验方法

## (57) 摘要

试验载台(51)对配置有多个半导体元件(26、27)的晶圆(63)进行固定,并且具有与多个半导体元件(26、27)的正极电连接的正极的作用。恒流源(1、2)向试验载台(51)供给恒流。第1探针(53)将半导体元件(27)的负极与恒流源的负极(42)连接。电极(31、32)配置在试验载台(51)的外周,分别与恒流源(1、2)中的1个恒流源连接,并作为2个电流供给点发挥作用。集电极感测端子(33)配置在试验载台(51)的外周。电压计(3)测定集电极感测端子(33)与恒流源的负极(42)之间的电压。



1. 一种半导体试验装置,其用于对半导体元件的特性进行试验,该半导体元件在背面具有正极,在正面具有负极和控制电极,并根据输入到所述控制电极的控制信号而导通或截止,其中,所述半导体试验装置具备:

试验载台,其对配置有多个所述半导体元件的晶圆进行固定,并且具有与多个所述半导体元件的正极电连接的正极的作用;

N个恒流源,N是2以上的自然数;

第1探针,其将所述半导体元件的负极与恒流源的负极连接;

N个电极,它们配置在所述试验载台的外周,分别与N个恒流源中的对应的1个恒流源连接,作为N个电流供给点发挥功能;

集电极感测端子,其配置在所述试验载台的外周;以及

电压计,其测定所述集电极感测端子与所述恒流源的负极之间的电压。

2. 根据权利要求1所述的半导体试验装置,其中,

所述半导体试验装置具备第2探针,该第2探针将所述半导体元件的控制电极与驱动电路连接。

3. 根据权利要求1或2所述的半导体试验装置,其中,

所述N个电极以均等角度的间隔配置在所述试验载台的外周上。

4. 根据权利要求1或2所述的半导体试验装置,其中,

$N=2$ ,并且2个所述电极构成为能够在外周上进行移动。

5. 根据权利要求1或2所述的半导体试验装置,其中,

所述半导体试验装置具备配置于所述试验载台的外周的N个所述集电极感测端子,

N个集电极感测端子各自与N个电极中的对应的电极之间的距离小于与N个电极中的其他全部电极之间的距离,

所述电压计测定所述N个集电极感测端子各自与所述恒流源的负极之间的电压。

6. 根据权利要求5所述的半导体试验装置,其中,

所述半导体试验装置还具备运算装置,该运算装置对由所述电压计测定出的N个电压进行平均。

7. 根据权利要求1或2所述的半导体试验装置,其中,

从与所述N个电极中的最接近所述集电极感测端子的电极连接的恒流源输出的电流小于从其他恒流源输出的电流。

8. 一种半导体试验装置,其用于进行半导体元件的特性试验,该半导体元件在背面具有正极,在正面具有负极和控制电极,并根据输入到所述控制电极的控制信号而导通或截止,其中,所述半导体试验装置具备:

试验载台,其对配置有多个所述半导体元件的晶圆进行固定,并且具有与多个所述半导体元件的正极电连接的正极的作用;

恒流源;

第1探针,其将所述半导体元件的负极与恒流源的负极连接;

N个电极,它们配置在所述试验载台的外周,与所述恒流源连接,作为电流供给点发挥功能,其中,N是2以上的自然数;

可变电阻和电流计,它们配置在所述恒流源与所述N个电极中的各个电极之间;

集电极感测端子,其配置在所述试验载台的外周;以及  
电压计,其测定所述集电极感测端子与所述恒流源的负极之间的电压。

9. 根据权利要求8所述的半导体试验装置,其中,

N个可变电阻的电阻值被调整为,使在所述恒流源与所述N个电极中的各个电极之间流动的电流相等。

10. 一种半导体试验方法,其是用于进行半导体元件的特性试验的半导体试验装置的半导体试验方法,该半导体元件在背面具有正极,在正面具有负极和控制电极,并根据输入到所述控制电极的控制信号而导通或截止,其中,

所述半导体试验装置具备:试验载台,其具有正极的作用;N个恒流源,N是2以上的自然数;N个电极,它们配置在所述试验载台的外周,分别与N个恒流源中的1个恒流源连接,作为N个电流供给点发挥功能;集电极感测端子,其配置在所述试验载台的外周;第1探针;第2探针;以及电压计,

所述半导体试验方法具备以下步骤:

将配置有多个所述半导体元件的晶圆固定于所述试验载台,将多个所述半导体元件的正极与所述试验载台连接;

通过所述第1探针将所述半导体元件的负极与恒流源的负极连接;

通过所述第2探针将所述半导体元件的控制电极与驱动电路连接;

所述N个恒流源开始供给恒流;以及

通过所述电压计测定所述集电极感测端子与所述恒流源的负极之间的电压。

11. 根据权利要求10所述的半导体试验方法,其中,

所述开始供给恒流的步骤具备以下步骤:使从与所述N个电极中的最接近所述集电极感测端子的电极连接的恒流源输出的电流小于从其他恒流源输出的电流。

## 半导体试验装置和半导体试验方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及半导体试验装置和半导体试验方法。

### 背景技术

[0002] 半导体元件的产品性能是通过在制造过程中的试验工序中进行特性试验而保证的。在特性试验中,具有向半导体元件施加高电压或大电流等特性试验和筛选等。

[0003] 在特性试验中,具有以模块的状态进行的试验、以及以半导体元件的状态进行的试验等。为了降低制造的成本,特性试验优选能够以晶圆的状态进行试验。但是,存在以下问题:由于根据设置晶圆的试验载台和晶圆背面的接触情况而变化的电阻与从试验载台到测定点的路径的电阻之间的差异,测定结果的再现性低。

[0004] 在专利文献1中,作为半导体晶体管的测试方法,公开了一种使试验载台与晶圆背面的接触电阻降低的结构。

[0005] 在专利文献1中,通过将设置于试验载台的吸附孔的密度设为100个/cm<sup>2</sup>以上,能够降低试验载台与晶圆背面电极的接触电阻。由此,能够降低测定的再现性低的问题。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2015-26765号公报

### 发明内容

[0009] 发明要解决的问题

[0010] 但是,在专利文献1所记载的试验方法中,无法消除从试验载台到测定点的路径的电阻的差异的影响,因此,存在测定误差在晶圆的的面内产生偏差这样的问题。

[0011] 因此,本公开的目的在于,提供一种在以半导体元件的晶圆状态进行的试验中能够降低晶圆的的面内的测定误差的偏差的半导体试验装置和半导体试验方法。

[0012] 用于解决问题的手段

[0013] 本公开的半导体试验装置用于进行半导体元件的特性试验,该半导体元件在背面具有正极,在正面具有负极和控制电极,并根据输入到控制电极的控制信号而导通或截止,其中,半导体试验装置具备:试验载台,其对配置有多个半导体元件的晶圆进行固定,并且具有与多个半导体元件的正极电连接的正极的作用;N个恒流源,N是2以上的自然数;第1探针,其将半导体元件的负极与恒流源的负极连接;N个电极,它们配置在试验载台的外周,分别与N个恒流源中的1个恒流源连接,作为N个电流供给点发挥功能;集电极感测端子,其配置在试验载台的外周;以及电压计,其测定集电极感测端子与恒流源的负极之间的电压。

[0014] 本公开的半导体试验装置用于进行半导体元件的特性试验,该半导体元件在背面具有正极,在正面具有负极和控制电极,并根据输入到控制电极的控制信号而导通或截止,其中,半导体试验装置具备:试验载台,其对配置有多个半导体元件的晶圆进行固定,并且具有与多个半导体元件的正极电连接的正极的作用;恒流源;第1探针,其将半导体元件的

负极与恒流源的负极连接;N个电极,它们配置在试验载台的外周,与恒流源连接,作为电流供给点发挥功能,其中,N是2以上的自然数;可变电阻和电流计,它们配置在恒流源与N个电极中的各个电极之间;集电极感测端子,其配置在试验载台的外周;以及电压计,其测定集电极感测端子与恒流源的负极之间的电压。

[0015] 本公开的半导体试验方法是用于进行半导体元件的特性试验的半导体试验装置的半导体试验方法,该半导体元件在背面具有正极,在正面具有负极和控制电极,并根据输入到控制电极的控制信号而导通或截止。半导体试验装置具备:试验载台,其具有正极的作用;N个恒流源,N是2以上的自然数;N个电极,它们配置在试验载台的外周,分别与N个恒流源中的1个恒流源连接,作为N个电流供给点发挥功能;集电极感测端子,其配置在试验载台的外周;第1探针;第2探针;以及电压计。半导体试验方法具备以下步骤:将配置有多个半导体元件的晶圆固定于试验载台,将多个半导体元件的正极与试验载台连接;通过第1探针将半导体元件的负极与恒流源的负极连接;通过第2探针将半导体元件的控制电极与驱动电路连接;N个恒流源开始供给恒流;以及通过电压计测定集电极感测端子与恒流源的负极之间的电压。

[0016] 发明的效果

[0017] 根据本公开,在以半导体元件的晶圆状态进行的试验中,能够降低晶圆的面内的测定误差的偏差。

## 附图说明

[0018] 图1是示出实施方式1的半导体试验装置的结构图。

[0019] 图2是简化了实施方式1中的半导体元件27的饱和电压测定所涉及的路径的图。

[0020] 图3是简化了实施方式1中的半导体元件26的饱和电压测定所涉及的路径的图。

[0021] 图4是示出实施方式1中的半导体元件的饱和电压试验的步骤的流程图。

[0022] 图5是示出实施方式2的半导体试验装置的例子的图。

[0023] 图6是示出实施方式3的半导体试验装置的结构图。

[0024] 图7是示出实施方式3中的半导体元件的饱和电压试验的步骤的流程图。

[0025] 图8是示出实施方式4的半导体试验装置的结构图。

[0026] 图9是简化了实施方式4中的半导体元件27的饱和电压测定所涉及的路径的图。

[0027] 图10是简化了实施方式4中的半导体元件26的饱和电压测定所涉及的路径的图。

[0028] 图11是示出实施方式4的饱和电压测定的测定步骤的流程图。

[0029] 图12是示出实施方式5的半导体试验装置的例子的图。

[0030] 图13是示出实施方式6的半导体试验装置的结构图。

[0031] 图14是示出实施方式6中的半导体元件的饱和电压试验的步骤的流程图。

[0032] 图15是示出实施方式7的半导体试验装置的结构图。

[0033] 图16是示出实施方式7中的半导体元件的饱和电压试验的步骤的流程图。

## 具体实施方式

[0034] 以下,参照附图对实施方式详细进行说明。另外,以下,针对图中的相同或相当的部分标注相同的标号,原则上不再重复其说明。

[0035] 实施方式1.

[0036] 图1是示出实施方式1的半导体试验装置的结构图。以作为代表性的大电流试验的集电极-发射极间饱和电压(以下称为饱和电压)的试验为例进行说明。

[0037] 参照图1,该半导体试验装置具备试验载台51、第1探针53、第2探针54、驱动电路55、第1恒流源1、第2恒流源2、第1电极31、第2电极32、集电极感测端子33、以及恒流源的负极42。

[0038] 试验载台51固定晶圆63。在晶圆63上配置有多个半导体元件。作为半导体元件,能够使用自熄弧型的任意的半导体元件。配置于晶圆63的全部半导体元件或者抽取全部半导体元件中的一部分而进行检查。半导体元件27和半导体元件26代表了排列的多个半导体元件。

[0039] 半导体元件26、27在背面具有正极,在正面具有负极和控制电极。半导体元件26、27根据从驱动电路55向控制电极输入的第1控制信号而被导通或截止。例如,在半导体元件26、27为MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor:金属氧化物半导体场效应晶体管)的情况下,正极是指漏极,负极是指源极,控制电极是指栅极。在半导体元件26、27为IGBT(Insulated Gate Transistor:绝缘栅晶体管)的情况下,正极是指集电极,负极是指发射极,控制电极是指栅极。在半导体元件26、27的正面配置负极和控制电极,在背面配置正极。

[0040] 在半导体元件26、27中,从背面的正极向正面的负极流动电流。为了以晶圆63的状态进行这样的半导体元件26、27的特性试验,半导体元件26、27的正面的负极(在IGBT的情况下为发射极)与恒流源的负极42通过针形状的第1探针53而电连接。此外,半导体元件26、27的正面的控制电极(在IGBT的情况下为栅极)与半导体试验装置的驱动电路55通过针形状的第2探针54而电连接。在图1中,示出在被检体为半导体元件27时、第1探针53及第2探针54与半导体元件27连接的状态。

[0041] 半导体元件26、27的背面的正极(在IGBT的情况下为集电极)与具有正极作用的试验载台51(导体)直接电连接。

[0042] 第1恒流源1和第2恒流源2供给固定的电流。

[0043] 第1电极31配置在试验载台51的外周。第1电极31与第1恒流源1连接。第1电极31作为向试验载台51供给电流的第1电流供给点发挥功能。第2电极32配置在试验载台51的外周。第2电极32与第2恒流源2连接。第1电极31及第2电极32与半导体元件26、27的背面的正极电连接。

[0044] 饱和电压试验中的半导体元件27的导通电阻(等效电阻)由电阻17示出,半导体元件26的导通电阻(等效电阻)由电阻16示出。

[0045] 通过第1探针53,第1恒流源1经由电阻10、第1电极31、电阻13以及半导体元件27而与恒流源的负极42电连接。通过第1探针53,第1恒流源1经由电阻10、第1电极31、电阻12以及半导体元件26而与恒流源的负极42电连接。

[0046] 电阻10是第1恒流源1与第1电极31之间的电布线的电阻。

[0047] 电阻13是从第1恒流源1向半导体元件27供电时在试验载台51中流动的电流的路径的电阻成分以及试验载台51与半导体元件27的背面的正极的接触电阻的总和。在试验载台51的电阻成分均匀的情况下,电流流经第1电极31与半导体元件27的最短距离。例如,在

试验载台51具有瑕疵等的情况下,电流有时也不流经最短路径。关于从其他电极到半导体元件的电阻成分也是同样的。

[0048] 电阻12是从第1恒流源1向半导体元件26供电时在试验载台51中流动的电流的路径的电阻成分以及试验载台51与半导体元件26的背面的正极的接触电阻的总和。

[0049] 通过第1探针53,第2恒流源2经由电阻11、第2电极32、电阻14以及半导体元件27而与恒流源的负极42电连接。通过第1探针53,第2恒流源2经由电阻11、第2电极32、电阻15以及半导体元件26而与恒流源的负极42连接。

[0050] 电阻11是第2恒流源2与第2电极32之间的电布线的电阻。

[0051] 电阻14是从第2恒流源2向半导体元件27供电时在试验载台51中流动的电流的路径的电阻成分以及试验载台51与半导体元件27的背面的正极的接触电阻的总和。

[0052] 电阻15是从第2恒流源2向半导体元件26供电时在试验载台51中流动的电流的路径的电阻成分以及试验载台51与半导体元件26的背面的正极的接触电阻的总和。

[0053] 半导体元件27的正面的负极(在IGBT的情况下为发射极)与恒流源的负极42通过第1探针53而连接,由此,半导体元件27与恒流源的负极42电连接。此外,半导体元件26的正面的负极(在IGBT的情况下为发射极)通过第1探针53而连接,由此,半导体元件26与恒流源的负极42电连接。

[0054] 对半导体元件27的饱和电压进行了测定时的等效电阻是电阻17。对半导体元件26的饱和电压进行了测定时的等效电阻是电阻16。例如,在第1恒流源1的电流与第2恒流源2的电流之和是500A、半导体元件27的饱和电压是1V时,电阻17是 $0.002\ \Omega$ 。

[0055] 集电极感测端子33配置在试验载台51的外周。集电极感测端子33配置在比第2电极32更接近第1电极31的位置。集电极感测端子33与半导体元件26、27的背面的正极电连接。

[0056] 电压计3测定集电极感测端子33与恒流源的负极42之间的电压。通过第1恒流源1及第2恒流源2和电压计3,能够对半导体元件27的饱和电压进行4端子测定。由于在集电极感测端子33与第1电极31之间仅流动微小的电流,并且在导体间的2点处电阻也较小,因此,能够将集电极感测端子33和第1电极31视为相等电位。

[0057] 通过使试验载台51任意地移动,能够使针形状的第1探针53及第2探针54与晶圆63的任意的半导体元件电接触。

[0058] 在测定半导体元件27的饱和电压时,驱动电路55通过第2探针54向半导体元件27的控制电极施加电压,由此,使半导体元件27成为导通状态。通过使第1探针53与半导体元件27的正面的负极接触,并测定集电极感测端子33与恒流源的负极42之间的电压,从而能够测定半导体元件27的饱和电压。

[0059] 在测定半导体元件26的饱和电压时,驱动电路55通过第2探针54向半导体元件26的控制电极施加电压,由此,使半导体元件26成为导通状态。通过使第1探针53与半导体元件26的正面的负极接触,并测定集电极感测端子33与恒流源的负极42之间的电压,从而能够测定半导体元件26的饱和电压。

[0060] 虽然假定为从半导体元件27到恒流源的负极42的路径不存在电压降,但实际上,针形状的第1探针53和布线具有电阻成分,因此,电压计3也可以代替测定集电极感测端子33与恒流源的负极42的电压而测定第1探针53的针的尖端附近与集电极感测端子33之间的

电压。

[0061] 第1电极31与第2电极32优选位于关于试验载台51的中心呈点对称的位置。当设试验载台51的电阻均匀时,在忽略半导体元件的背面的正极与试验载台51的接触电阻的情况下,电阻12、13、14、15的大小与从电极到半导体元件的距离成比例。如果将第1电极31与第2电极32配置在关于试验载台51的中心呈点对称的位置,则在半导体元件26与半导体元件27位于关于试验载台51的中心呈点对称的位置的情况下,电阻13的值与电阻15的值变得相同,电阻14的值与电阻12的值变得相同,因此,半导体元件26的饱和电压与半导体元件27的饱和电压变得相同。但是,即便不为点对称,也能够降低电阻13等的由半导体试验装置引起的饱和电压的测定误差在晶圆63面内的偏差。

[0062] 图2是简化了实施方式1中的半导体元件27的饱和电压测定所涉及的路径的图。图3是简化了实施方式1中的半导体元件26的饱和电压测定所涉及的路径的图。

[0063] 参照图2和图3,对作为通常的大电流试验的饱和电压(也称为 $V_{ce(sat)}$ )的测定值的计算方法进行说明。由于基于变量的计算会变得繁琐,因此,这里向电阻值代入实数。以下,将被检体的半导体元件26、27设为IGBT进行说明。

[0064] 设半导体元件27与第1电极31的位置关系和半导体元件26与第2电极32的位置关系关于试验载台51的中心点点对称。设半导体元件26与半导体元件27的饱和电压相同。设电阻10为 $0.05\ \Omega$ ,电阻11为 $0.10\ \Omega$ ,电阻12为 $0.02\ \Omega$ ,电阻13为 $0.01\ \Omega$ ,电阻14为 $0.02\ \Omega$ ,电阻15为 $0.01\ \Omega$ ,电阻16为 $0.007\ \Omega$ ,电阻17为 $0.007\ \Omega$ 。

[0065] 向半导体元件27的栅极例如施加15V等固定的电压而使半导体元件27成为导通状态,例如300A等大电流流过半导体元件27的集电极时的半导体元件27的集电极-发射极间电压是半导体元件27的饱和电压。但是,直接测定半导体元件27的集电极电极与发射极电极间的电压是困难的,因此,在通常的饱和电压试验中,对集电极感测端子33与恒流源的负极42之间的电压进行测定,将该电压设为半导体元件27的饱和电压。该饱和电压成为包含电阻13的电压降的值。

[0066] 在以往通常的饱和电压试验中,恒流源为1个,电流的供给点为1个或2个。在电流的供给点为1个的情况下,半导体元件越是远离电流的供给点的位置,则试验载台51的电阻越大,因此,测定出的饱和电压越比真实值高。因此,在电流的供给点为1个的情况下,产生半导体元件的饱和电压的测定误差在晶圆63面内的偏差。在电流的供给点为2个的情况下,从1个恒流源通过分为2个的电流路径而供给电流,因此,如果布线电阻与试验载台的电阻之和在2个电流路径中不相等,则电流成为不平衡。但是,试验载台的电阻会根据半导体元件的位置发生变动,因此,难以使2个电流路径的电阻相等。

[0067] 在本实施方式中,通过第1恒流源1和第2恒流源2,例如能够使所希望的电流(在该情况下为300A)的一半即150A固定地流向第1电极31,因此,能够使基于电阻13的测定误差成为1/2。其结果是,能够降低由上述的电流引起的半导体元件的饱和电压的测定误差在晶圆63面内的偏差。

[0068] 在图2所示的电阻值的情况下,在流向半导体元件的集电极的电流为300A的情况下,半导体元件27的饱和电压为3.6V。在图3所示的电阻值的情况下,半导体元件26的饱和电压为5.1V。在图2和图3中,相比于恒流源为1个的情况,半导体元件26的饱和电压与半导体元件27的饱和电压的差异改善了6%。

[0069] 图4是示出实施方式1中的半导体元件的饱和电压试验的步骤的流程图。

[0070] 在步骤S02中,将半导体试验装置与被检体的半导体元件连接。例如,在被检体是作为IGBT的半导体元件27的情况下,半导体元件27的正面的发射极通过针形状的第1探针53而与恒流源的负极42电连接,半导体元件27的正面的栅极通过针形状的第2探针54而与半导体试验装置的驱动电路55电连接,半导体元件27的背面的集电极与具有正极作用的试验载台51(导体)直接电连接。

[0071] 在步骤S03中,驱动电路55将被检体的半导体元件导通。

[0072] 在步骤S04中,开始从半导体试验装置供给电流。即,第1恒流源1和第2恒流源2输出相同大小(150A)的电流。

[0073] 在步骤S05中,电压计3通过测定集电极感测端子33与恒流源的负极42之间的电压而测定被检体的半导体元件的饱和电压。如果测定出的饱和电压为标准内,则处理进入S06。如果测定出的饱和电压为标准外,则处理进入步骤S07。

[0074] 在步骤S06中,将被检体的半导体元件判定为合格。

[0075] 在步骤S07中,将被检体的半导体元件判定为不合格。在不合格的情况下,例如也可以用墨对被检体的半导体元件标注印记。也可以电子地记录合格、不合格。

[0076] 在步骤S06和S07之后,处理进入步骤S08。

[0077] 在步骤S08中,停止从半导体试验装置供给电流。即,停止从第1恒流源1和第2恒流源2输出电流。驱动电路55将被检体的半导体元件截止。

[0078] 在步骤S09中,解除半导体试验装置与被检体的半导体元件的连接。

[0079] 在步骤S10中,试验载台51向下一个半导体元件的测定位置移动。重复进行步骤S01~S10的处理,直至测定了晶圆63上的全部半导体元件为止。或者,在抽取试验的情况下,仅测定预先决定的位置的半导体元件。

[0080] 如以上说明的那样,根据实施方式1的半导体试验装置和半导体试验方法,通过在第1电极31中流动的电流固定,能够降低半导体元件的饱和电压测定等大电流试验中的测定误差在晶圆63的面内的偏差。

[0081] 实施方式2.

[0082] 虽然半导体元件27的饱和电压的真实值与电阻17的两端的电压相等,但难以直接测定半导体元件27的集电极电极与发射极电极之间的电位,因此,在实施方式1中,对集电极感测端子33与恒流源的负极42之间的电压进行测定,将该电压设为半导体元件27的饱和电压。

[0083] 半导体元件27的饱和电压由于从电阻17到恒流源的负极42的路径的电阻成分而从真实值偏离,为了减轻偏离,只能降低电阻成分。在实施方式1中,通过使恒流源和电流的供给点分别为2个,从而使流向第1电极31的电流成为1/2。由此,能够将基于电阻13的电压降低到1/2。

[0084] 在本实施方式中,将恒流源和电流的供给点分别设为N个。N为3以上的自然数。N个电极以均等角度的间隔配置在试验载台51的外周上。N个电极分别与N个恒流源中的对应的1个恒流源连接,作为N个电流供给点发挥功能。

[0085] 图5是示出实施方式2的半导体试验装置的例子的图。图5表示出N=4的情况。该半导体试验装置在实施方式1的半导体试验装置的结构的基础上还具备第3恒流源101、第4恒

流源102、第3电极131、以及第4电极132。电阻110是第3恒流源101与第3电极131之间的电布线的电阻。电阻111是第4恒流源102与第4电极132之间的电布线的电阻。试验载台51内的电阻成分的图示省略。

[0086] 第1电极31与第1恒流源1连接。第2电极32与第2恒流源2连接。第3电极131与第3恒流源101连接。第4电极132与第4恒流源102连接。第1电极31、第3电极131、第2电极32、第4电极132以90°的间隔配置在试验载台51的外周上。

[0087] 根据本实施方式,流向第1电极31的电流成为 $1/N$ ,因此,基于电阻13的电压降被降低到 $1/N$ 。因此,能够将电阻13引起的饱和电压相对于真实值的偏离降低到 $1/N$ 。其结果是,能够使基于电阻13的测定误差成为 $1/N$ 。

[0088] 实施方式3.

[0089] 图6是示出实施方式3的半导体试验装置的结构图。实施方式3的半导体试验装置与实施方式1的半导体试验装置的不同点在于,实施方式3的半导体试验装置仅具备1个恒流源1,并且具备第1可变电阻71、第2可变电阻72、第1电流计81以及第2电流计82。

[0090] 串联连接的第1可变电阻71与第1电流计81配置在恒流源1与第1电极31之间。串联连接的第2可变电阻72与第2电流计82配置在恒流源1与第2电极32之间。

[0091] 第1电流计81测定流向第1可变电阻71的电流。第2电流计82测定在第2可变电阻72流动的电流。也可以代替第1电流计81、第2电流计82,而利用示波器来测定电流互感器的瞬态电压。

[0092] 图7是示出实施方式3中的半导体元件的饱和电压试验的步骤的流程图。

[0093] 实施方式3的流程图与实施方式2的流程图的相同点在于,实施方式3的流程图在步骤S04与步骤S05之间具备步骤S04a。

[0094] 在步骤S04a中,通过第1电流计81来测定流向第1可变电阻71的电流的大小。通过第2电流计82来测定流向第2可变电阻72的电流的大小,对第1可变电阻71的电阻值和第2可变电阻72的电阻值进行调整,使得第1电流计81与第2电流计82的值相等。由此,能够使流向第1电极31的电流的大小与流向第2电极32的电流的大小相等。

[0095] 在本实施方式中,通过使流向第1电极31的电流与流向第2电极32的电流的大小相等,能够降低饱和电压测定等大电流试验中的晶圆63的面内的测定误差的偏差。

[0096] 实施方式3的变形例.

[0097] 在实施方式3中,事先求出被检体的半导体元件与第1电极31之间的电阻成分的大小、以及被检体的半导体元件与第2电极32之间的电阻成分。例如制作TEG (Test Element Group:测试元素组) 晶圆等这样的半导体元件的电阻值已知的晶圆中的电压降的面内分布。由于电流值与半导体元件的电阻值是已知的,因此,能够求出被检体的半导体元件与第1电极31之间的电阻成分、以及被检体的半导体元件与第2电极32之间的电阻成分。

[0098] 通过调整第1可变电阻71的大小和第2可变电阻72的大小,使得流向第1电极31和第2电极32的电流始终相等,从而能够得到与实施方式3同样的效果。

[0099] 实施方式4.

[0100] 图8是示出实施方式4的半导体试验装置的结构图。实施方式4的半导体试验装置与实施方式1的半导体试验装置的不同点在于,实施方式4的半导体试验装置具备电压计3a和运算装置69来代替电压计3。

[0101] 电压计3a测定集电极感测端子33与恒流源的负极42之间的电压 $V_{ce(sat)A}$ 。与此同时,电压计3a测定集电极感测端子34与恒流源的负极42之间的电压 $V_{ce(sat)B}$ 。

[0102] 设集电极感测端子34与第2电极32为相等电位。通过运算所测定出的电压 $V_{ce(sat)A}$ 和 $V_{ce(sat)B}$ ,能够求出半导体元件的饱和电压 $V_{ce(sat)}$ 。

[0103] 图9是简化了实施方式4中的半导体元件27的饱和电压测定所涉及的路径的图。图10是简化了实施方式4中的半导体元件26的饱和电压测定所涉及的路径的图。

[0104] 参照图9和图10,对计算作为通常的大电流试验的饱和电压测定的测定值的方法进行说明。由于基于变量的计算会变得繁琐,因此,这里向电阻值代入实数。即,设电阻10为 $0.05\ \Omega$ ,电阻11为 $0.10\ \Omega$ ,电阻12为 $0.02\ \Omega$ ,电阻13为 $0.01\ \Omega$ ,电阻14为 $0.02\ \Omega$ ,电阻15为 $0.01\ \Omega$ ,电阻16为 $0.007\ \Omega$ ,电阻17为 $0.007\ \Omega$ 。它们是与图2、3中的电阻值相同的值。

[0105] 设试验载台51的电阻是均匀的,且晶圆63的背面的正极与试验载台51的接触电阻是均匀的。在如半导体元件26和半导体元件27那样半导体元件27与第1电极31的位置关系和半导体元件26与第2电极32的位置关系关于试验载台51的中心点对称的情况下,电阻13的大小与电阻14的大小成为相同。

[0106] 在实际的试验装置中,试验载台51的电阻成分不是均匀的,晶圆63的背面的正极与试验载台51的电接触电阻也不是均匀的。因此,电阻13的大小与电阻14的大小根据半导体元件在晶圆63上的位置而不同。在本实施方式中,通过将2个测定值 $V_{ce(sat)A}$ 与 $V_{ce(sat)B}$ 例如平均化,能够降低电阻13的大小与电阻14的大小的偏差。

[0107] 运算装置69也可以根据半导体元件的位置而改变根据测定值 $V_{ce(sat)A}$ 和 $V_{ce(sat)B}$ 求出半导体元件的饱和电压 $V_{ce(sat)}$ 的方法。

[0108] 例如,也可以使用基于半导体元件与2个电极的距离的不同而进行加权的方法。

[0109] 或者,在从半导体元件27到第1电极31的距离是从半导体元件27到第2电极32的距离的 $1/2$ 的情况下,测定值 $V_{ce(sat)A}$ 与测定值 $V_{ce(sat)B}$ 相比,认为路径电阻的影响小,接近真实值,因此,运算装置69也可以将测定值 $V_{ce(sat)A}$ 设为半导体元件27的饱和电压 $V_{ce(sat)}$ 。

[0110] 图11是示出了实施方式4的饱和电压测定的测定步骤的流程图。实施方式4的流程图与实施方式1的流程图的相同点在于,实施方式4的流程图在步骤S04与步骤S05之间具备步骤S04b。

[0111] 在步骤S04b中,电压计3a测定集电极感测端子33与恒流源的负极42之间的电压 $V_{ce(sat)A}$ 。电压计3a测定集电极感测端子34与恒流源的负极42之间的电压 $V_{ce(sat)B}$ 。例如,运算装置69通过对这些测定值进行运算(例如,进行平均),能够求出被检体的半导体元件的饱和电压 $V_{ce(sat)}$ 。

[0112] 如以上说明的那样,根据实施方式4的半导体试验装置和半导体试验方法,在第1电极31和第2电极32中流动的电流是固定的,通过运算2点的测定值而求出饱和电压,由此,能够降低大电流试验中的晶圆63的面内的测定误差的偏差。

[0113] 实施方式5.

[0114] 虽然半导体元件27的饱和电压的真实值与电阻17的两端的电压相等,但难以直接测定半导体元件27的集电极电极与发射极电极之间的电位,因此,在实施方式5中,测定和第1电极31相同电位的集电极感测端子33与恒流源的负极42之间的电压、以及和第2电极32

相同电位的集电极感测端子34与恒流源的负极42之间的电压,对2个测定值进行运算,将运算结果设为半导体元件27的饱和电压。

[0115] 半导体元件27的饱和电压由于从电阻17到恒流源的负极42的路径的电阻成分而从真实值偏离,但为了减轻偏离,只能降低电阻成分。在实施方式5中,通过使恒流源和电流的供给点分别为2个,从而使流向第1电极31的电流成为 $1/2$ 。由此,能够将基于电阻13的电压降低到 $1/2$ 。

[0116] 在本实施方式中,将恒流源、电流的供给点以及集电极感测端子分别设为N个。N为3以上的自然数。

[0117] N个电极以均等角度的间隔配置在试验载台51的外周上。N个电极分别与N个恒流源中的对应的1个恒流源连接,作为N个电流供给点发挥功能。N个集电极感测端子分别配置在与N个电极中的对应的电极之间的距离比与N个电极中的其他所有电极之间的距离近的位置。

[0118] 图12是示出实施方式5的半导体试验装置的例子的图。图12示出 $N=4$ 的情况。该半导体试验装置在实施方式4的半导体试验装置的结构的基础上还具备第3恒流源101、第4恒流源102、第3电极131、第4电极132、集电极感测端子133以及集电极感测端子134。电阻110是第3恒流源101与第3电极131之间的电布线的电阻。电阻111是第4恒流源102与第4电极132之间的电布线的电阻。试验载台51内的电阻成分的图示省略。

[0119] 第1电极31与第1恒流源1连接。第2电极32与第2恒流源2连接。第3电极131与第3恒流源101连接。第4电极132与第4恒流源102连接。第1电极31、第3电极131、第2电极32、第4电极132以 $90^\circ$ 的间隔配置在试验载台51的外周上。

[0120] 集电极感测端子33配置在与电极31之间的距离比与电极32、131、132之间的距离近的位置。集电极感测端子133配置在与电极131之间的距离比与电极31、32、132之间的距离近的位置。集电极感测端子34配置在与电极32之间的距离比与电极31、131、132之间的距离近的位置。集电极感测端子134配置在与电极132之间的距离比与电极31、32、131之间的距离近的位置。

[0121] 由此,流向第1电极31的电流成为 $1/N$ ,因此,电阻13的电压降被降低到 $1/N$ 。因此,能够将由电阻13引起的饱和电压相对于真实值的偏离降低到 $1/N$ 。

[0122] 实施方式6.

[0123] 图13是示出实施方式6的半导体试验装置的结构图。实施方式6的半导体试验装置与实施方式1的半导体试验装置的不同点在于,在实施方式6的半导体试验装置中,第1电极31和第2电极32能够在试验载台51的外周任意地移动。

[0124] 在半导体元件27的饱和电压的测定中,第1电极31和第2电极32配置在具有角度 $\theta_1$ 而与半导体元件27距离相等的位置。角度 $\theta_1$ 例如是30度等。能够使第1电极31和第2电极32任意运转的机构例如是通过可动式的探针从试验载台51的上正面电接触的构造等。

[0125] 根据本实施方式,能够降低电阻13的大小与电阻14的大小的差异,因此,能够不增设电压测定点而降低饱和电压相对于真实值的偏离。即,能够降低晶圆63的面内的测定误差的偏差。

[0126] 图14是示出实施方式6中的半导体元件的饱和电压试验的步骤的流程图。实施方式6的流程图与实施方式1的流程图的相同点在于,实施方式6的流程图在步骤S02之前具备

步骤S01a。

[0127] 在步骤S01a中,第1电极31和第2电极32向以被检体的半导体元件为顶点并以角度91成为相等距离的位置移动。

[0128] 实施方式7.

[0129] 图15是示出实施方式7的半导体试验装置的结构图。实施方式7的半导体试验装置与实施方式1的半导体试验装置的不同点在于,在实施方式7中,恒流源1通电的电流与恒流源2通电的电流不同。

[0130] 在本实施方式中,使与N个电极中最接近集电极感测端子33的电极连接的恒流源的输出电流小于N个恒流源中的其他恒流源的输出电流。

[0131] 如图15所示,在向半导体元件26、27通电300A的电流并测定饱和电压的情况下,例如,与最接近集电极感测端子33的电极31连接的恒流源1输出10A的电流,恒流源2输出290A的电流。恒流源1的输出电流与恒流源2的输出电流之比不限于此。由于电阻13的电压降成为饱和电压的误差,因此,在电阻13中流过的电流最好无限小。

[0132] 在电阻13中流过的电流是10A并且是图15所示的布线电阻和卡盘的电阻的情况下,饱和电压的真实值为 $2.1V (= 300A \times 0.007 \Omega)$ ,与此相对,测定值为 $2.2V (= 300A \times 0.007 \Omega + 10A \times 0.01 \Omega)$ 。

[0133] 由于实施方式1中的测定值为3.6V,因此,实施方式7与实施方式1相比,能够降低误差。

[0134] 图16是示出实施方式7中的半导体元件的饱和电压试验的步骤的流程图。实施方式7的流程图与实施方式1的流程图的不同点在于,实施方式7的流程图代替步骤S04而具备步骤S04a。

[0135] 在步骤S04a中,开始从半导体试验装置供给电流。即,使第1恒流源1的输出电流小于第2恒流源2的输出电流小。例如,第1恒流源1输出10A的电流,第2恒流源2输出290A的电流。

[0136] 本公开在该发明的范围内能够组合各实施方式,或者对各实施方式适当进行变形、省略。

[0137] 此次公开的实施方式在所有方面仅是例示,不应认为是限制性的实施方式。本公开的范围由权利要求书示出而非上述的说明,包含与权利要求书同等的含义和范围内的全部变更。

[0138] 附图标记说明

[0139] 1、2、101、102恒流源,3、3a电压计,10、11、12、13、14、15、16、17、110、111电阻,26、27半导体元件,31、32、131、132电极,33、34、133、134集电极感测端子,42负极,51试验载台,53、54探针,55驱动电路,63晶圆,69运算装置,71、72可变电阻,81、82电流计。

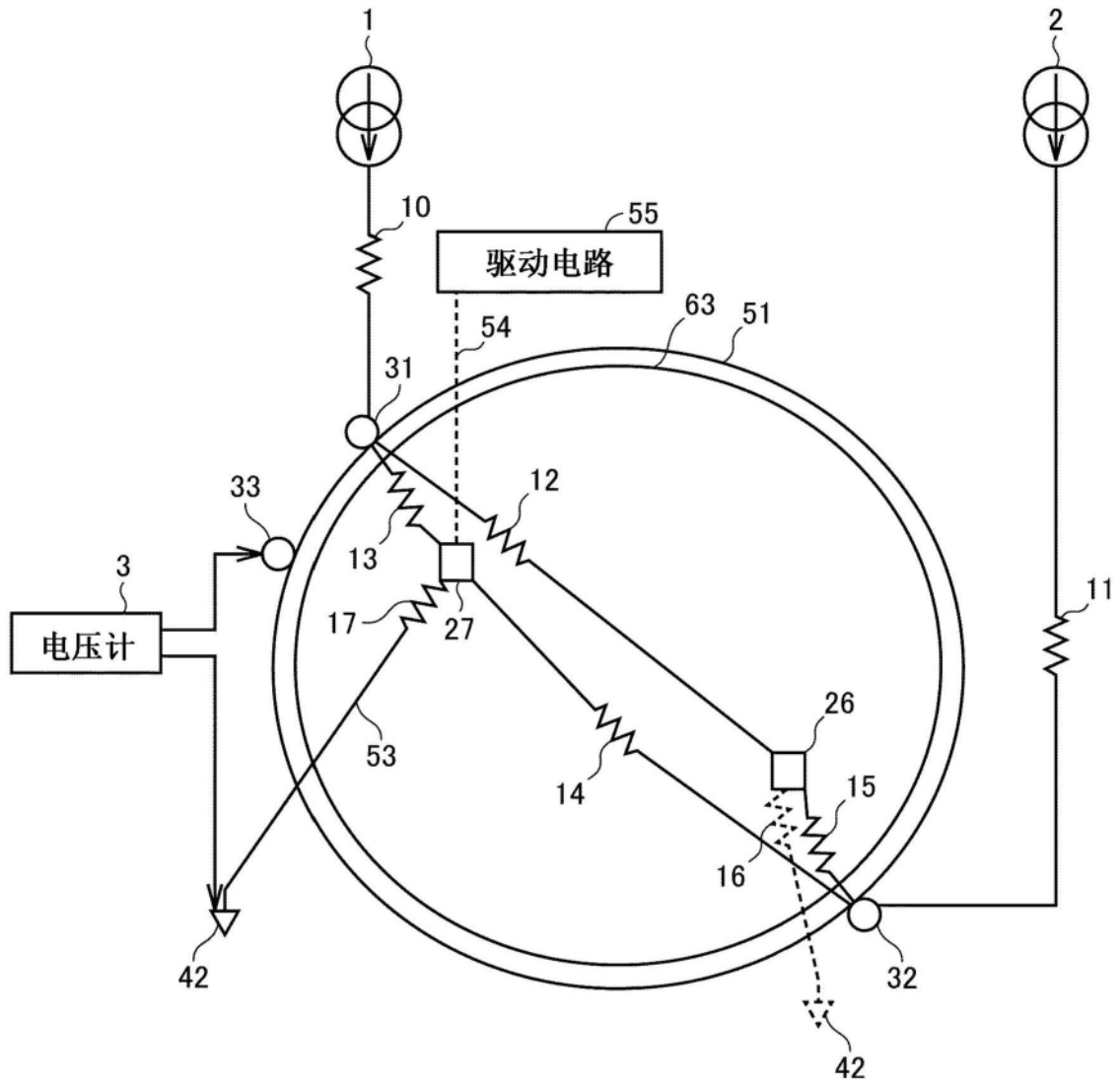


图1

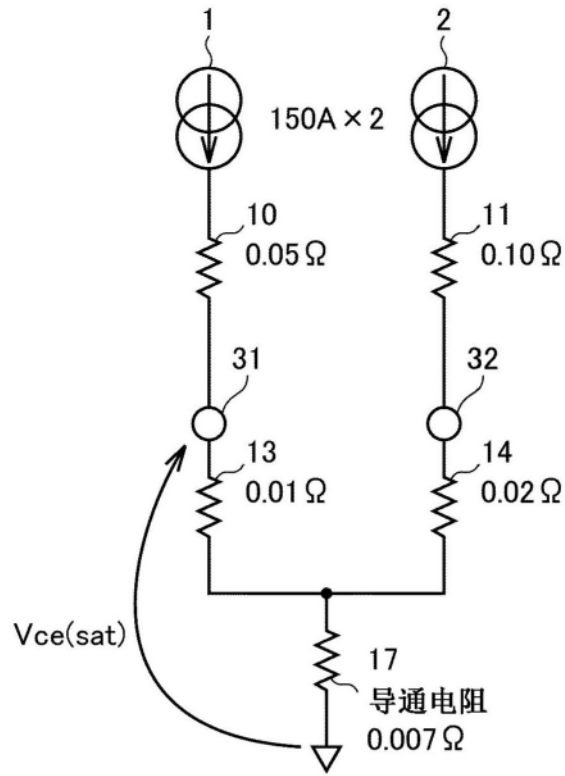


图2

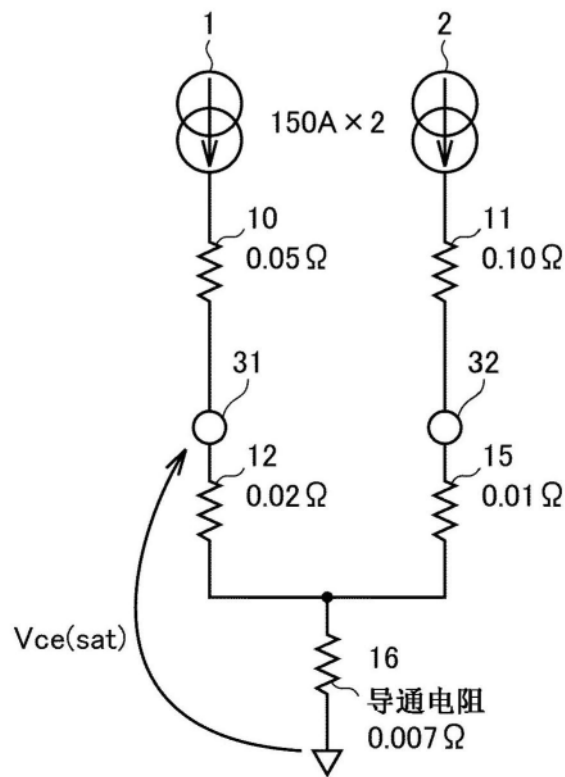


图3

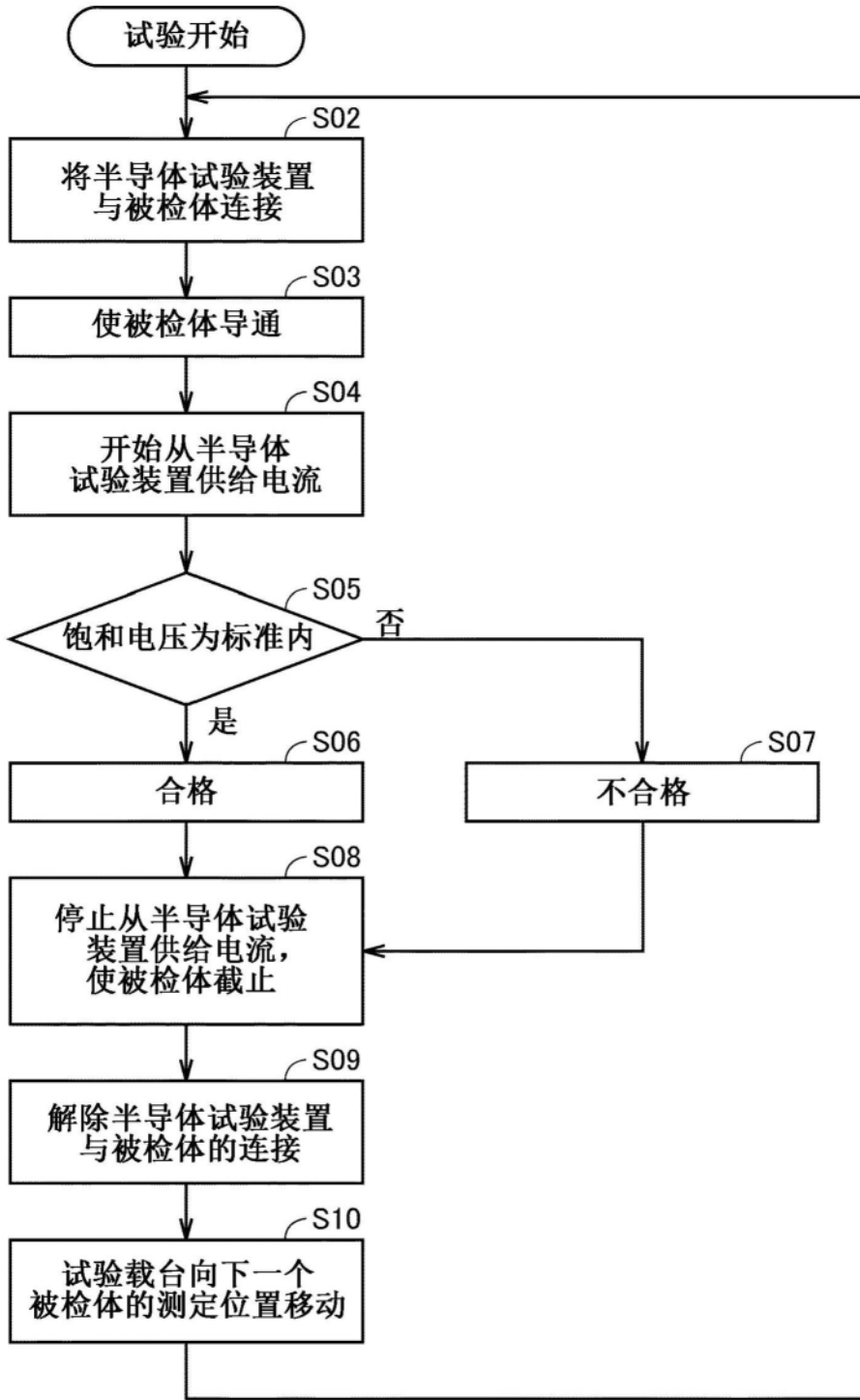


图4

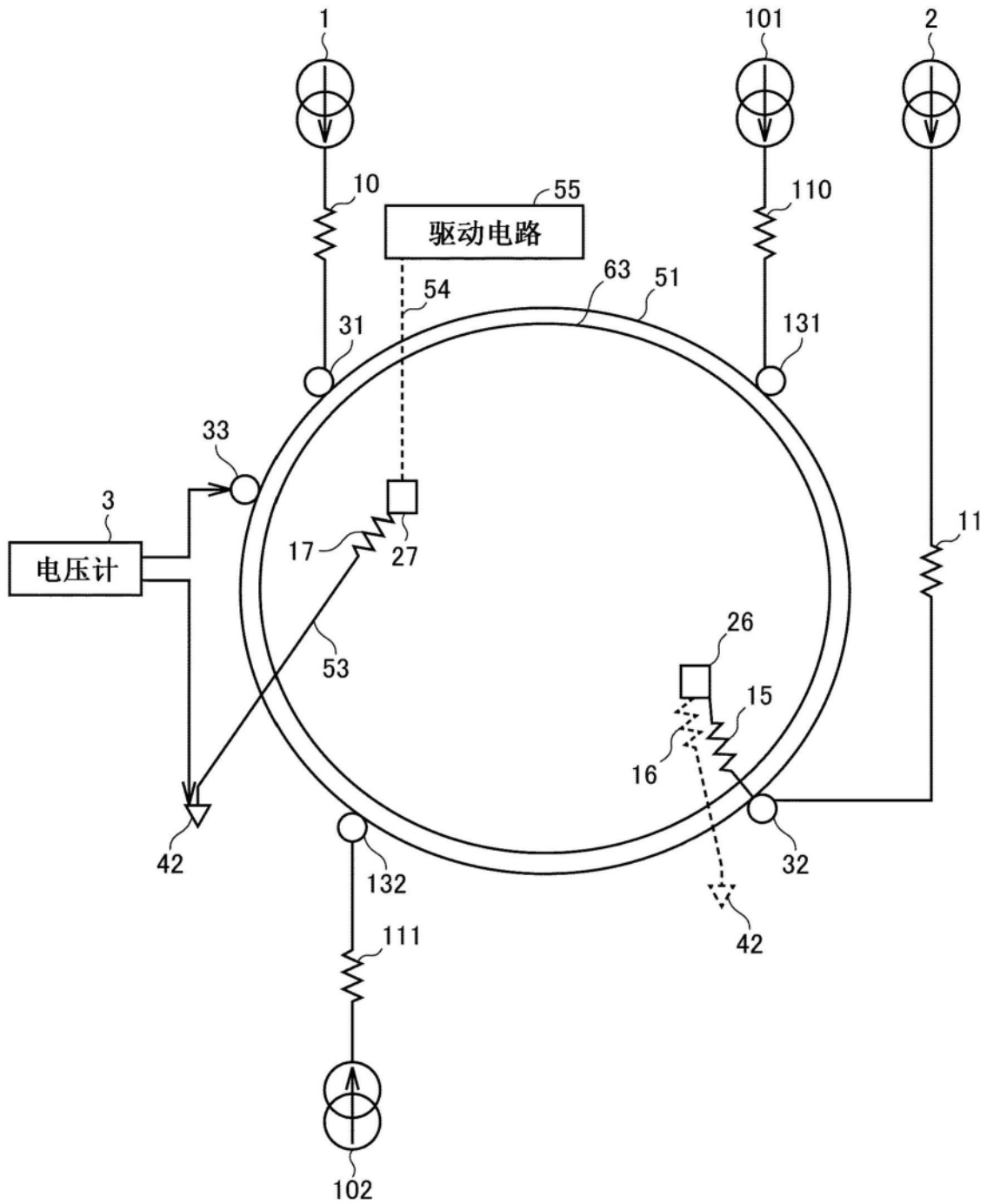


图5

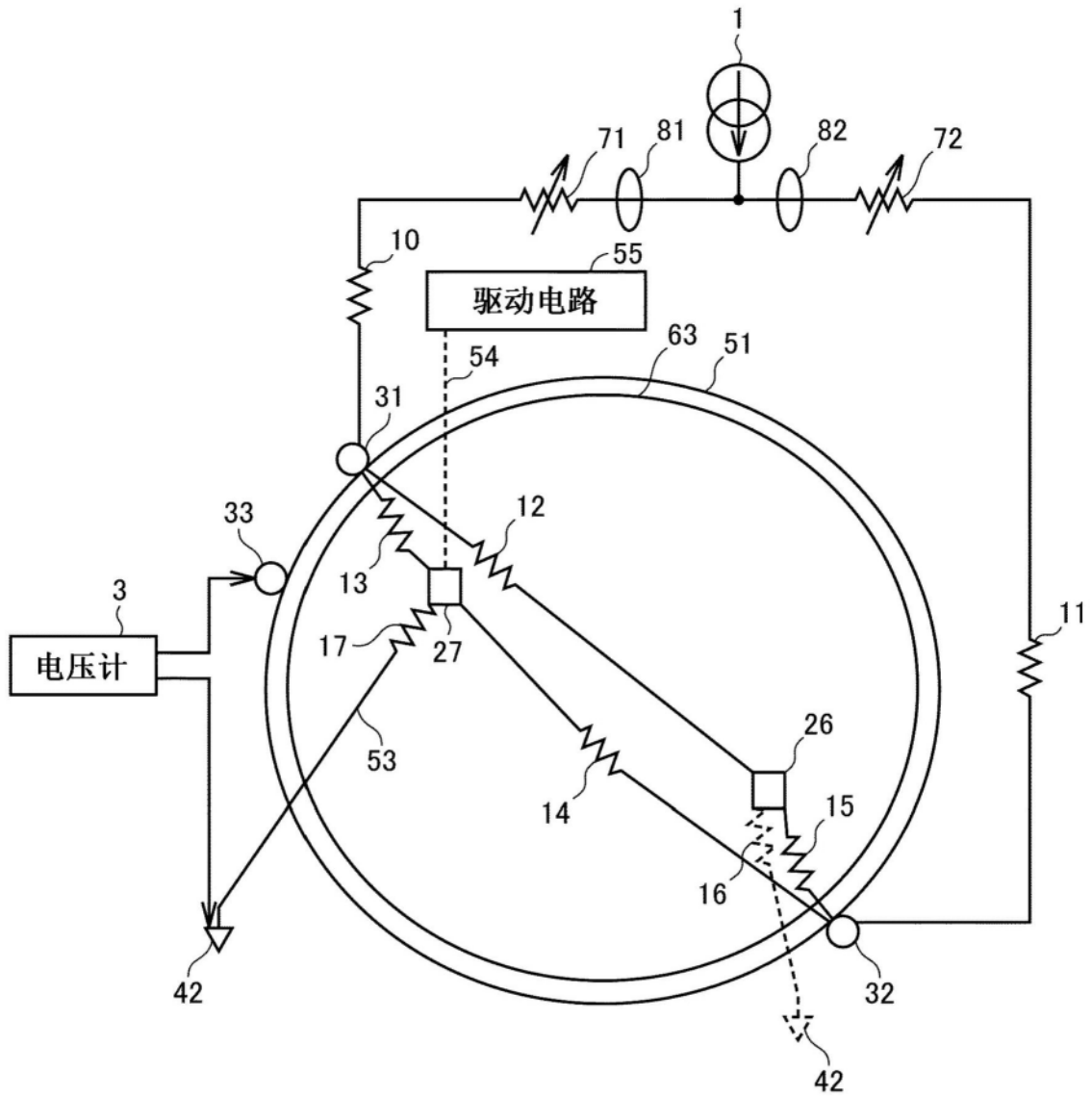


图6

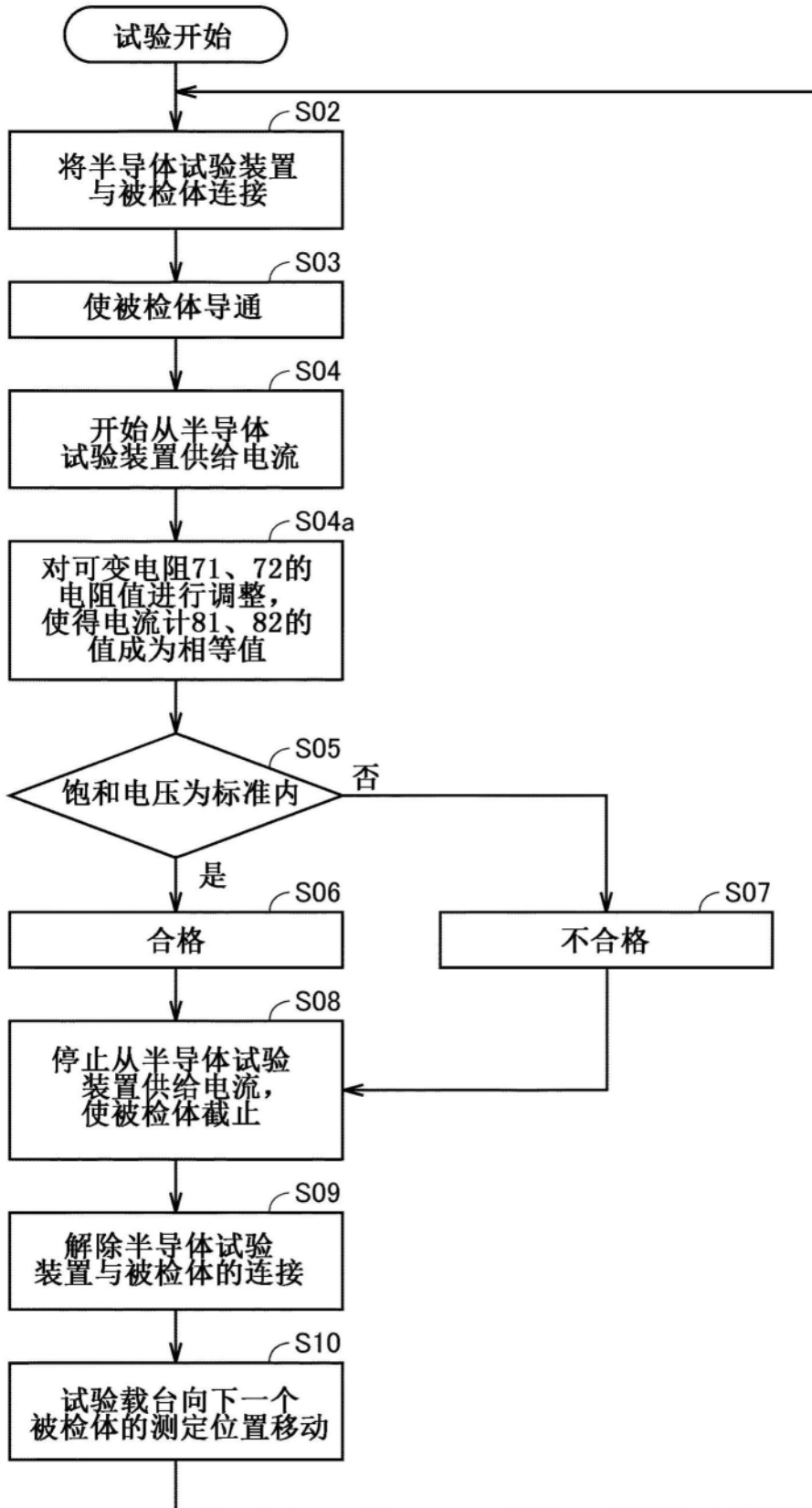


图7

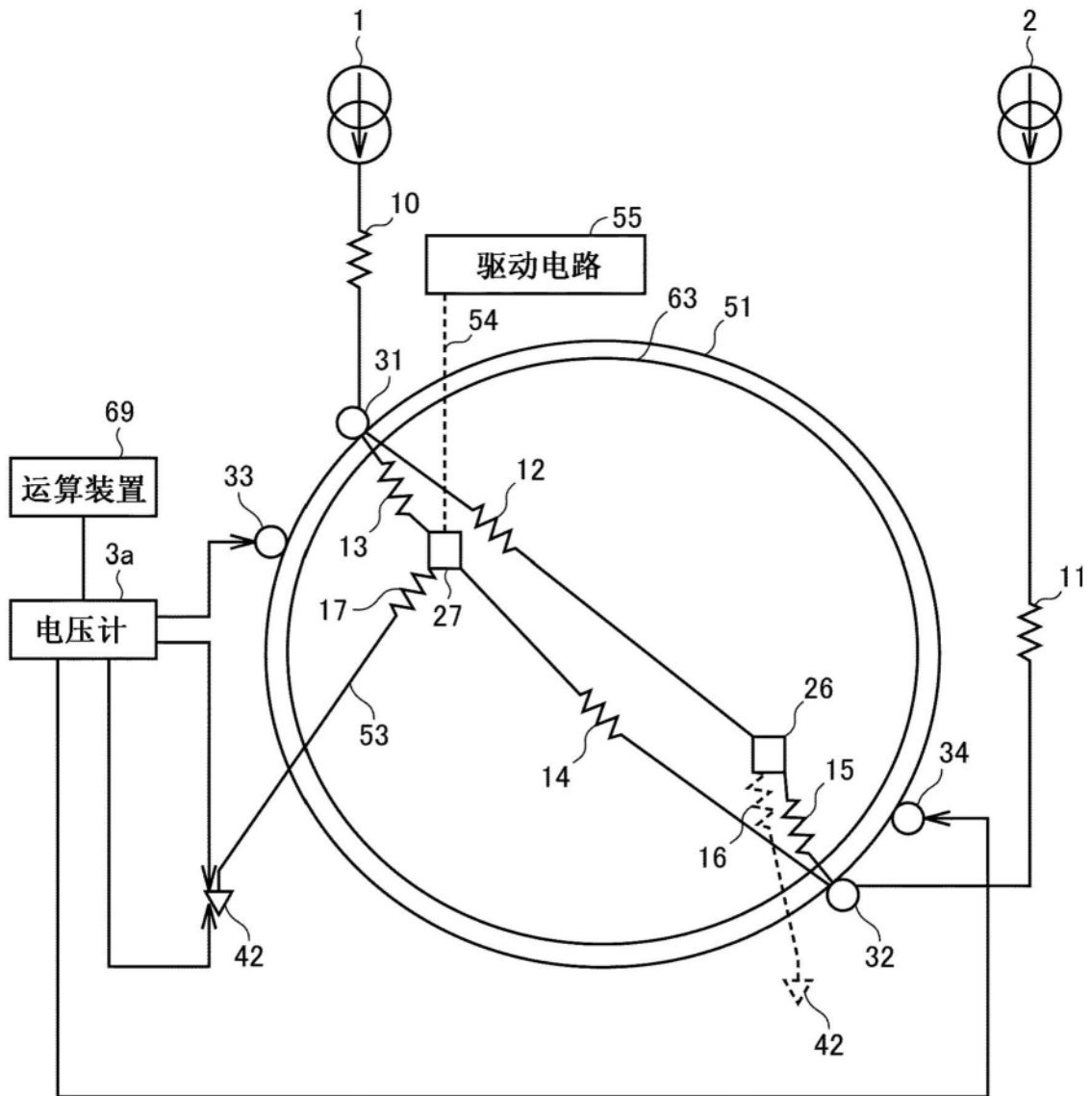


图8

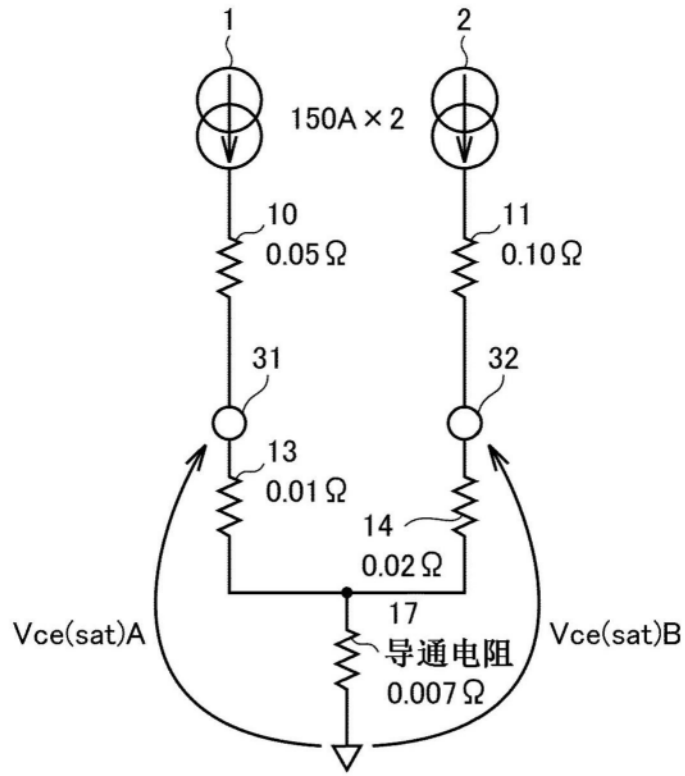


图9

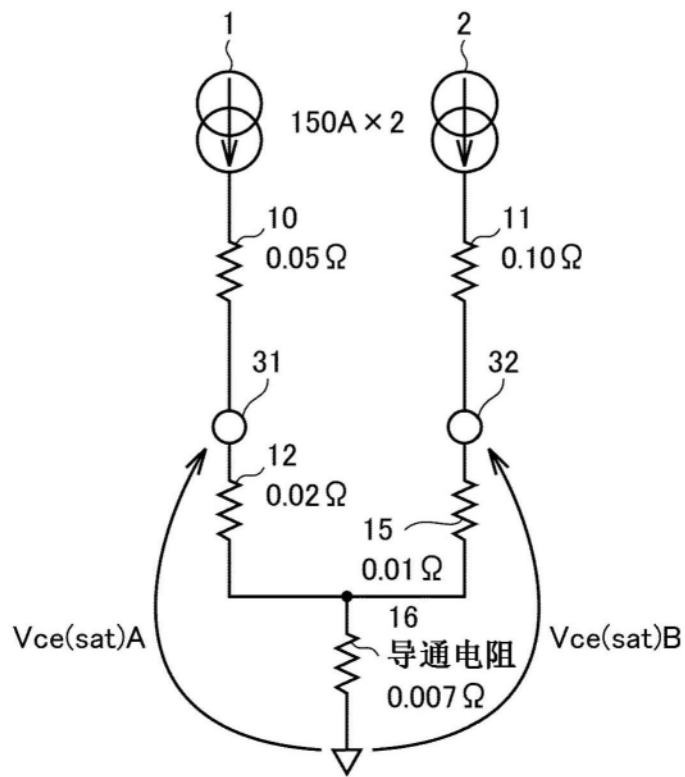


图10

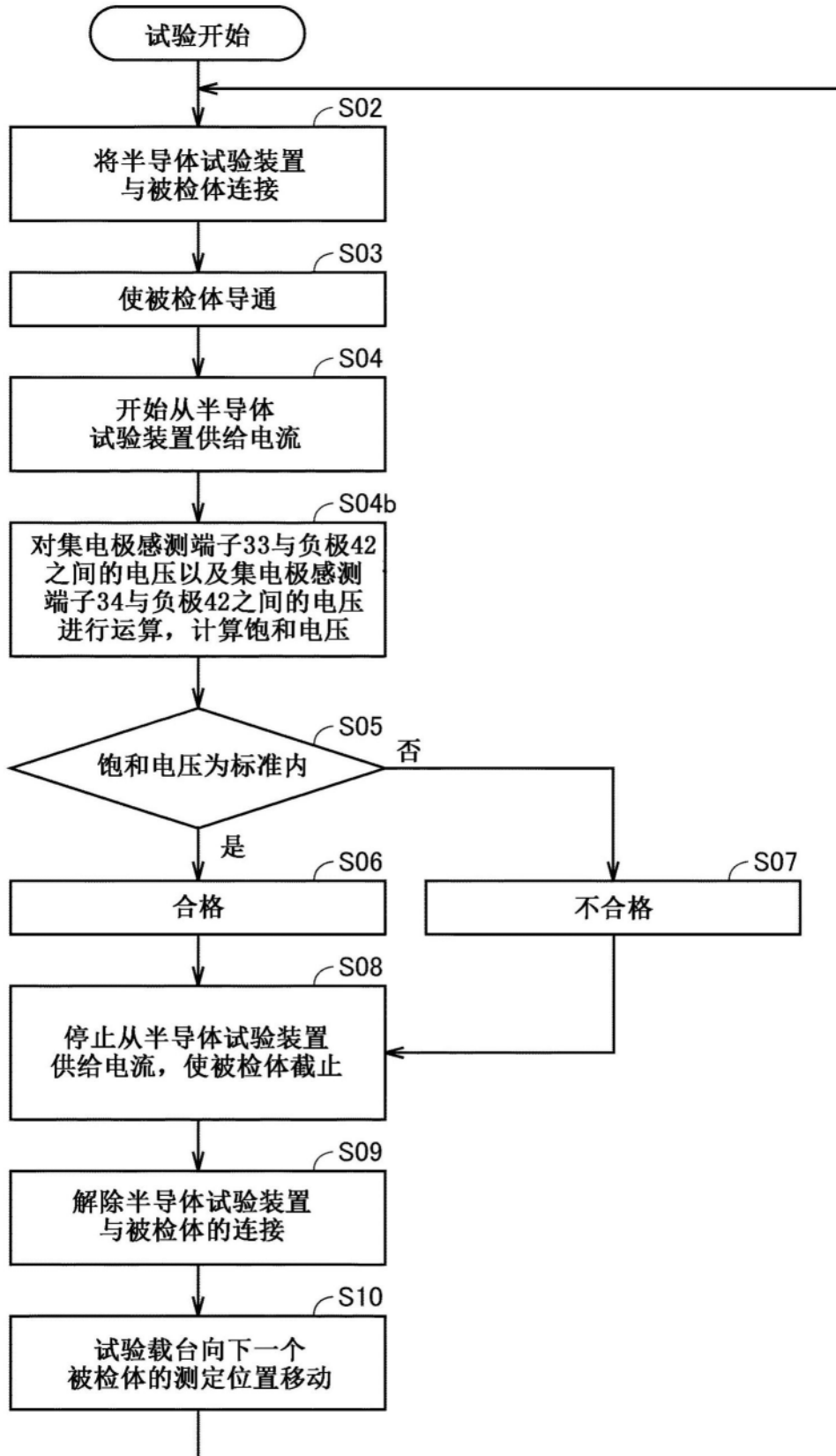


图11

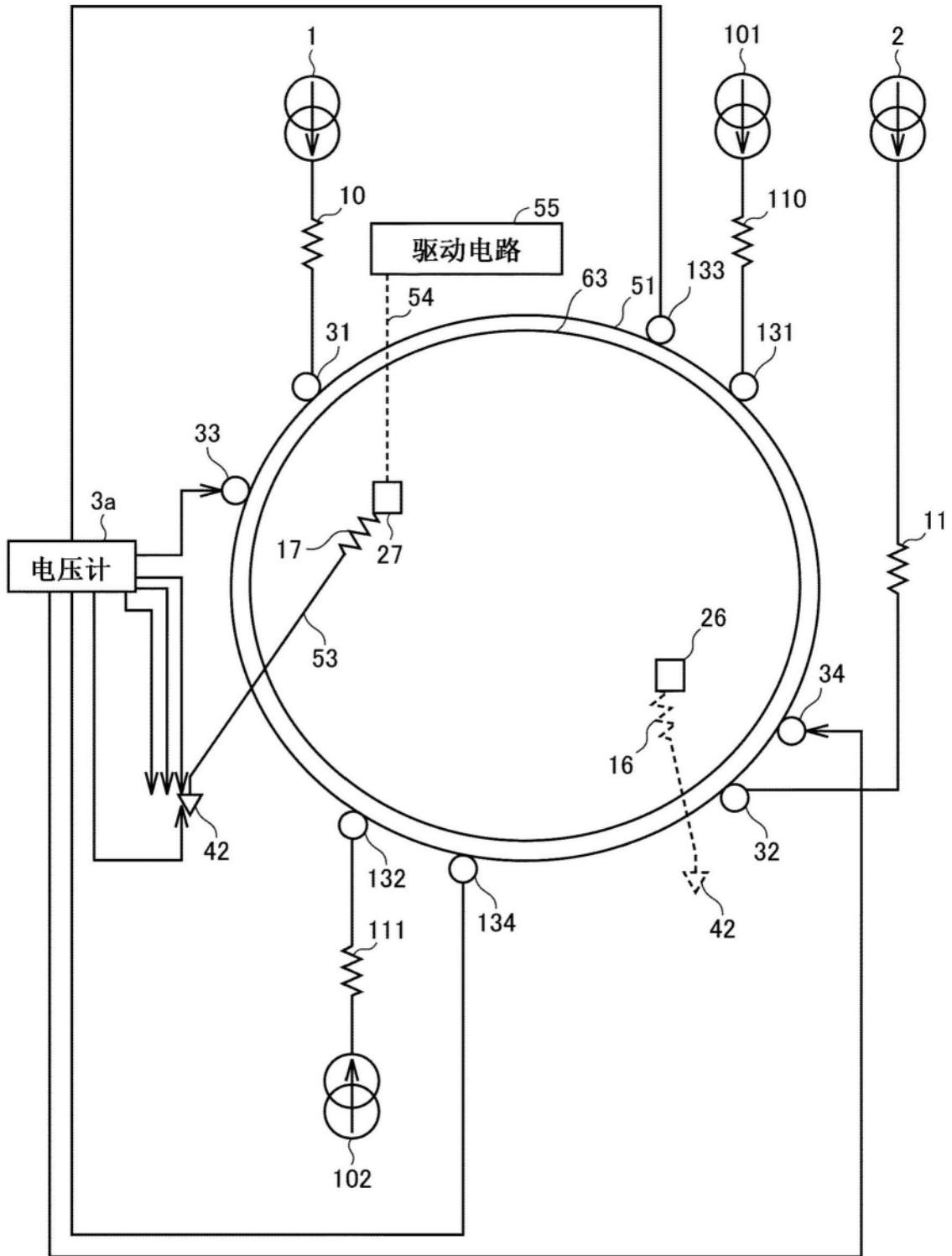


图12

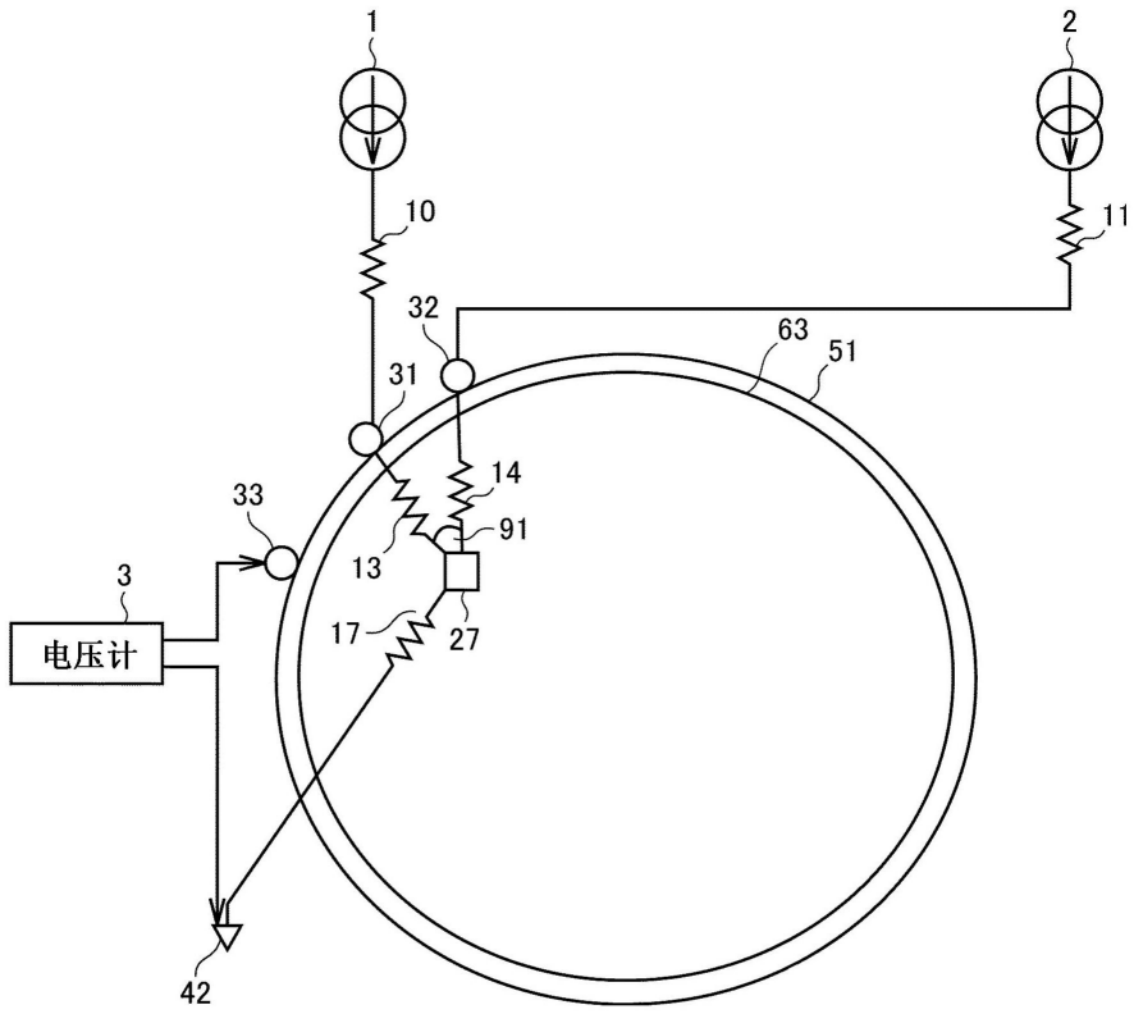


图13

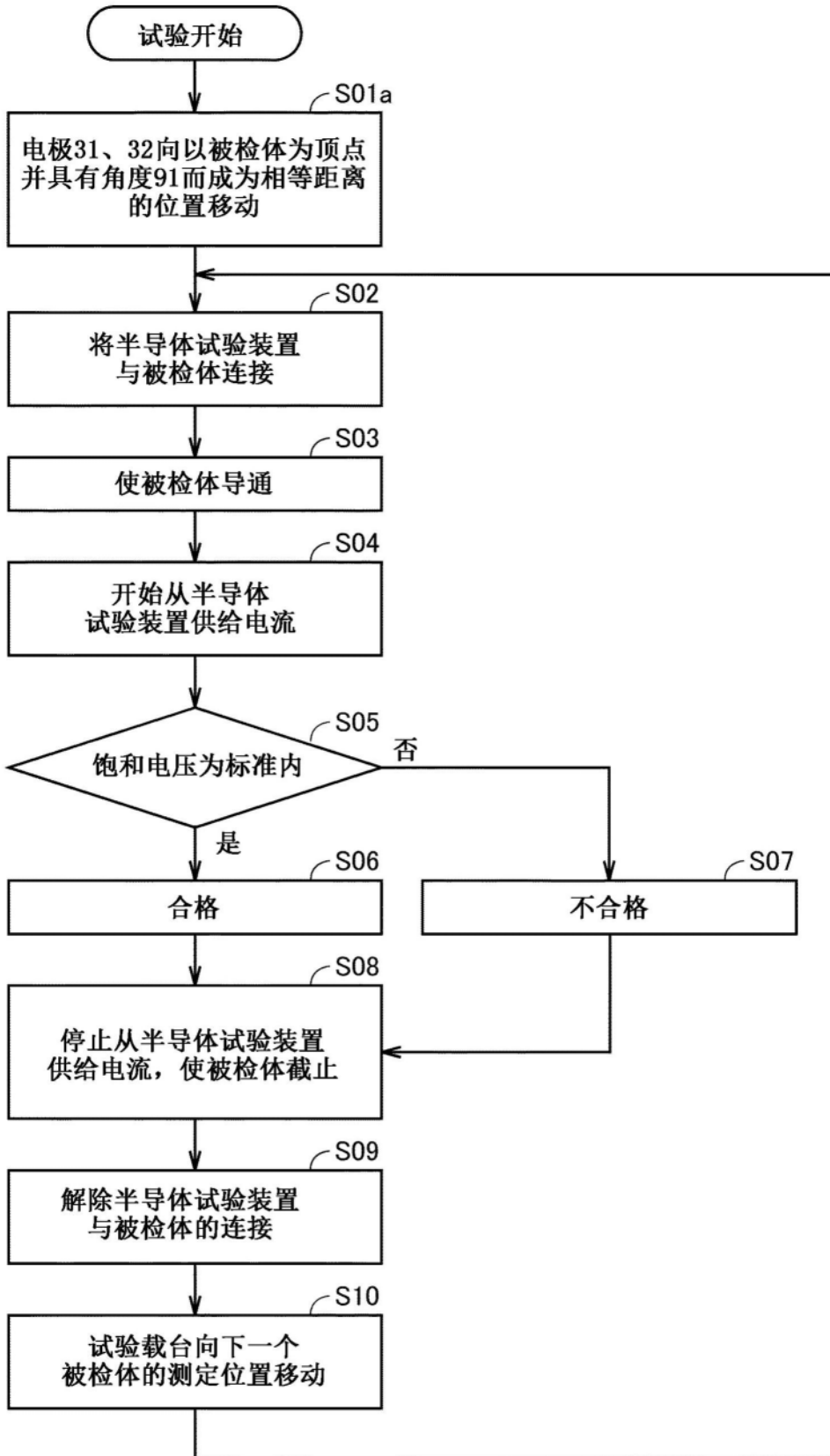


图14

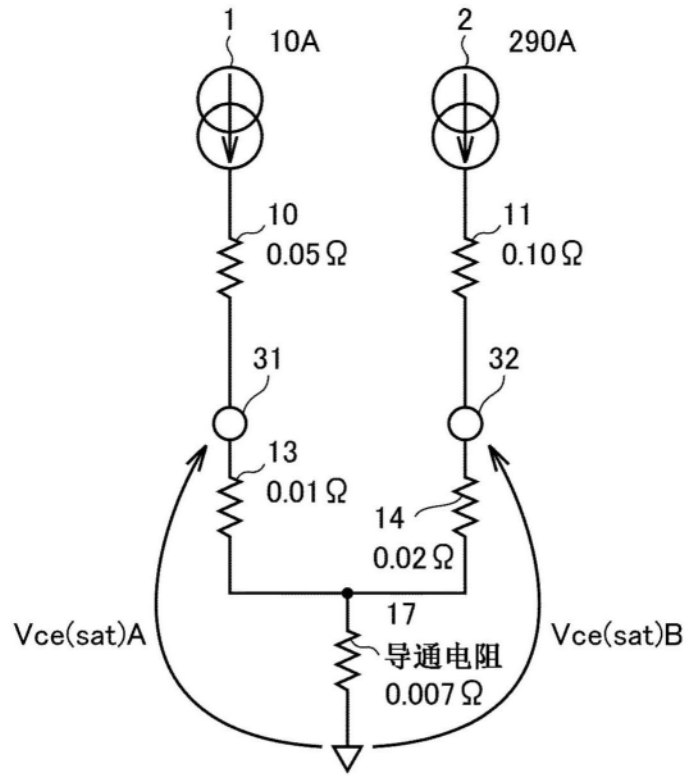


图15

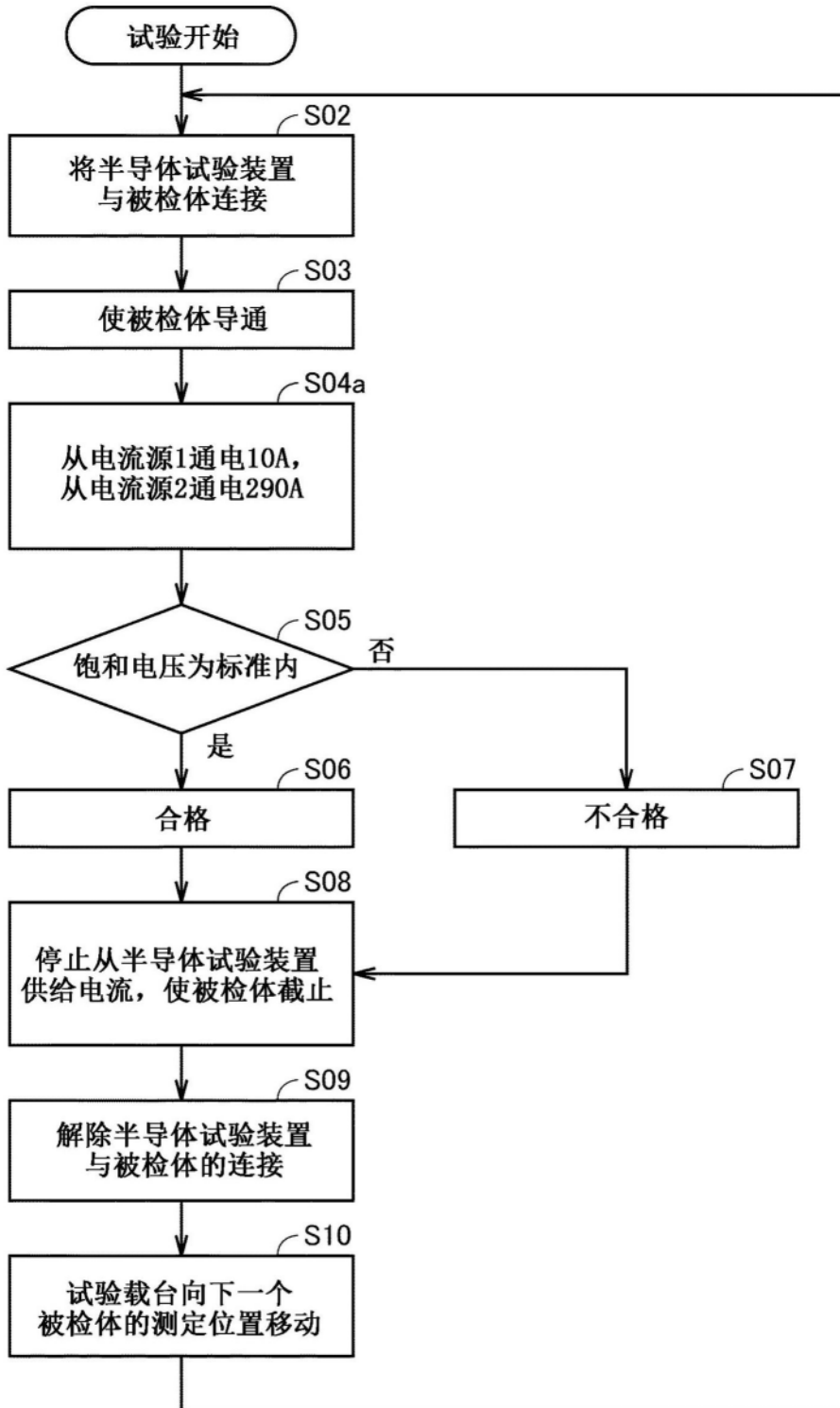


图16