(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118266071 A
(43)申请公布日 2024.06.28

(21)申请号 202280076368.9
(22)申请日 2022.11.15
(30)优先权数据
63/280,107 2021.11.16 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.05.16
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2022/049991 2022.11.15
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/091429 EN 2023.05.25
(71)申请人 库利克和索夫工业公司
地址 美国宾夕法尼亚
(72)发明人 J·W·布伦纳 秦巍 A·沙阿 徐慧 J·H·杨
(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司 72002
专利代理师 王丽军
(51)Int.Cl.
H01L 23/00(2006.01)

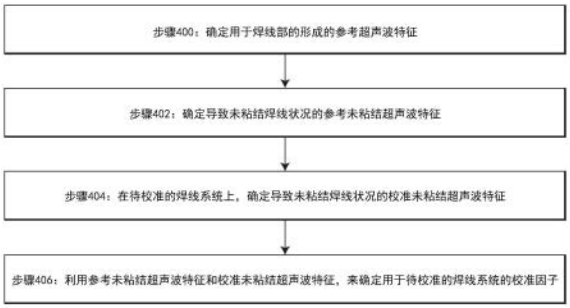
权利要求书2页 说明书7页 附图14页

(54)发明名称

在焊线系统上校准超声波特征的方法

(57)摘要

提供一种在焊线系统上校准超声波特征的方法。方法包括以下步骤:(a)确定用于焊线部的形成的参考超声波特征;(b)确定导致未粘结焊线部状况的参考未粘结超声波特征;(c)在待校准的焊线系统上,确定导致未粘结焊线部状况的校准未粘结超声波特征;以及(d)利用参考未粘结超声波特征和校准未粘结超声波特征,来确定用于待校准的焊线系统的校准因子。



CN 118266071 A

1.一种在焊线系统上校准超声波特征的方法,所述方法包括以下步骤:

(a)确定用于焊线部的形成的参考超声波特征;

(b)确定导致未粘结焊线部状况的参考未粘结超声波特征;

(c)在待校准的焊线系统上,确定导致未粘结焊线部状况的校准未粘结超声波特征;以及

(d)利用参考未粘结超声波特征和校准未粘结超声波特征,来确定用于所述待校准的焊线系统的校准因子。

2.如权利要求1所述的方法,其中,步骤(a)包括:利用应用特定的物料,来在参考焊线系统上确定所述参考超声波特征。

3.如权利要求2所述的方法,其中,所述应用特定的物料包括线材、焊线工具以及工件中的至少一项。

4.如权利要求1所述的方法,其中,步骤(a)包括:利用应用特定的焊线程序,来在参考焊线系统上确定所述参考超声波特征。

5.如权利要求1所述的方法,其中,步骤(a)包括:利用应用特定的焊线参数,来在参考焊线系统上确定所述参考超声波特征。

6.如权利要求1所述的方法,其中,所述参考超声波特征是配置为对焊线系统上的超声波换能器施加来形成焊线部的电流值。

7.如权利要求1所述的方法,其中,步骤(b)包括:通过定量变化地调节焊线操作中施加的超声波特征直到未粘结焊线部状况产生,来确定所述参考未粘结超声波特征。

8.如权利要求7所述的方法,其中,所述未粘结焊线部状况关于步骤(b)出现在以施加的超声波特征测试的焊线部的预定百分比未粘结到它们相应的焊接位置时。

9.如权利要求1所述的方法,其中,步骤(c)包括:通过定量变化地调节焊线操作中施加的超声波特征直到未粘结焊线部状况产生,来确定所述校准未粘结超声波特征。

10.如权利要求9所述的方法,其中,所述未粘结焊线部状况关于步骤(c)出现在以施加的超声波特征测试的焊线部的预定百分比未粘结到它们相应的焊接位置时。

11.如权利要求1所述的方法,其中,步骤(d)包括:确定参考未粘结超声波特征与校准未粘结超声波特征之间的差。

12.如权利要求1所述的方法,还包括以下步骤:(e)利用所述校准因子,来确定用于所述待校准的焊线系统的超声波特征设定点。

13.一种在焊线系统上校准超声波特征的方法,所述方法包括以下步骤:

(a)确定用于焊线部的形成的参考超声波特征;

(b)确定导致不可接受的焊线部状况的参考不可接受超声波特征;

(c)在待校准的焊线系统上,确定导致不可接受的焊线部状况的校准不可接受超声波特征;以及

(d)利用所述参考不可接受超声波特征和所述校准不可接受超声波特征,来确定用于所述待校准的焊线系统的校准因子。

14.如权利要求13所述的方法,其中,步骤(a)包括:利用应用特定的物料,来在参考焊线系统上确定所述参考超声波特征。

15.如权利要求14所述的方法,其中,所述应用特定的物料包括线材类型、焊线工具类

型以及工件中的至少一项。

16.如权利要求13所述的方法,其中,步骤(a)包括:利用应用特定的焊线程序,来在参考焊线系统上确定所述参考超声波特征。

17.如权利要求13所述的方法,其中,步骤(a)包括:利用应用特定的焊线参数,来在参考焊线系统上确定所述参考超声波特征。

18.如权利要求13所述的方法,其中,所述参考超声波特征是配置为对焊线系统上的超声波换能器施加来形成焊线部的电流值。

19.如权利要求13所述的方法,其中,步骤(b)包括:通过定量变化地调节焊线操作中施加的超声波特征直到不可接受的焊线部状况产生,来确定所述参考不可接受超声波特征。

20.如权利要求19所述的方法,其中,所述不可接受的焊线部状况关于步骤(b)出现在以施加的超声波特征测试的焊线部的预定百分比根据预定的标准为不可接受的时。

21.如权利要求13所述的方法,其中,步骤(c)包括:通过定量变化地减小焊线操作中施加的超声波特征直到不可接受的焊线部状况产生,来确定所述校准不可接受超声波特征。

22.如权利要求21所述的方法,其中,所述不可接受的焊线部状况关于步骤(c)出现在以施加的超声波特征测试的焊线部的预定百分比根据预定的标准为不可接受的时。

23.如权利要求13所述的方法,其中,步骤(d)包括:确定参考不可接受超声波特征与校准不可接受超声波特征之间的差。

24.如权利要求13所述的方法,其中,所述不可接受的焊线部状况是未粘结焊线部状况。

25.如权利要求13所述的方法,其中,所述不可接受的焊线部状况是低剪切强度焊线部状况。

26.如权利要求13所述的方法,其中,所述不可接受的焊线部状况是低拉拔强度焊线部状况。

27.如权利要求13所述的方法,其中,所述不可接受的焊线部状况是不可接受程度的焊线部变形。

28.如权利要求13所述的方法,还包括以下步骤:(e)利用所述校准因子,来确定用于所述待校准的焊线系统的超声波特征设定点。

在焊线系统上校准超声波特征的方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2021年11月16日提交的美国临时申请号63/280,107的权益,所述美国临时申请的内容以引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明涉及焊线操作,且具体地涉及在焊线系统上校准超声波特征的方法。

背景技术

[0004] 与半导体组装相关地,焊线仍然是广泛使用的用于在半导体封装内提供电性互连的工艺。不同工艺参数与焊线过程相关地被使用。例如,超声波能(和关联的工艺参数)常被使用来将线材焊接到工件。

[0005] 通常,焊线过程可能无法利用相同的参数重复。例如,一个焊线系统可能不同于另一个焊线系统。因此,利用一个焊线系统上的相同工艺参数(例如,焊线参数)可能不会使另一焊线系统上产生相同的性能(例如,相同质量的焊线部)。

[0006] 此外,在同一焊线系统上使用相同的工艺参数(例如,焊线参数)可能也不会产生相同的性能。例如,当焊线系统发生改变(例如,新的焊线工具、新的线材卷轴、因系统老化或出现状况而发生改变等)时,使用相同的参数,性能(例如,焊线部的质量)也可能改变。

[0007] 因此,将会期望的是提供在焊线系统上校准超声波特征的改进的方法。

发明内容

[0008] 根据本发明的示例性实施例,提供一种在焊线系统上校准超声波特征的方法。方法包括以下步骤:(a)确定用于焊线部的形成的参考超声波特征;(b)确定导致未粘结焊线部状况的参考未粘结超声波特征;(c)在待校准的焊线系统上,确定导致未粘结焊线部状况的校准未粘结超声波特征;以及(d)利用参考未粘结超声波特征和校准未粘结超声波特征,来确定用于待校准的焊线系统的校准因子。

[0009] 根据本发明的示例性实施例,提供一种在焊线系统上校准超声波特征的方法。方法包括以下步骤:(a)确定用于焊线部的形成的参考超声波特征;(b)确定导致不可接受的焊线部状况的参考不可接受超声波特征;(c)在待校准的焊线系统上,确定导致不可接受的焊线部状况的校准不可接受超声波特征;以及(d)利用参考不可接受超声波特征和校准不可接受超声波特征,来确定用于待校准的焊线系统的校准因子。

[0010] 本发明的方法还可被具体化为一种设备(例如,作为焊线系统的智能部的部分),或被具体化为计算机可读载体(例如,包括与焊线系统相关地使用的焊线程序的计算机可读载体)上的计算机程序指令。

附图说明

[0011] 当结合附图阅读时,从以下的详细描述最佳地理解本发明。强调的是,根据惯例,

附图的各种特征不是按比例绘制的。相反,为清楚起见,各种特征的尺寸被任意扩大或缩小。附图中包括以下这些图:

[0012] 图1A-1D是一系列方框图解图,图示了根据本发明的示例性实施例的在参考超声波特征条件下的焊线部测试;

[0013] 图2A-2D是一系列方框图解图,图示了根据本发明的示例性实施例的在修改的超声波特征条件下的焊线部测试;

[0014] 图3A-3D是一系列方框图解图,图示了根据本发明的示例性实施例的在另一修改的超声波特征条件下的焊线部测试;以及

[0015] 图4-5是流程图,图示了根据本发明的仍另一示例性实施例的在焊线系统上校准超声波特征的方法。

具体实施方式

[0016] 如本文中所使用的,术语"超声波特征"意图指代旨在调节焊线系统(例如,焊线机)上的超声波换能器的超声波输出的任何变量(例如,变量的值、变量的百分比等)。例如,这样的特征可以是电学特征(例如,电流、电压、功率等)。在特定示例中,超声波特征是配置为向焊线系统上的超声波换能器施加来形成焊线部的电流值(或电流百分比)。

[0017] 如本领域技术人员将理解的,在焊线系统上使用的某些超声波特征(例如,电流、电功率等)可被表达为值(例如,某个毫安值或mA值)、被表达为百分比(例如,值的百分比,比如参考值的百分比)等。表达此类超声波特征的其它方式也被考虑。

[0018] 本发明的示例性方面涉及用于在焊线系统上调节超声波特征的校准方法,从而提供焊线系统(例如,焊线机)的可移植性(portability)。也就是,焊线系统上的特征提供用于"在焊接机上"的校准(例如,对诸如超声波特征之类的一项或多项焊接参数的实时调节)以克服与机器可移植性相关的挑战(例如,一台机器不同于另一台机器、生产中给定机器上的状况发生变化等)。

[0019] 根据本发明的方面,在多种超声波特征(例如,对超声波换能器施加的电流的多个值和/或百分比)条件下收集参考响应数据,来生成用于焊线部的形成的参考超声波特征(例如,对超声波换能器施加的、形成线弧(wire loop)的期望的球焊部的电流位准)。该参考响应数据可例如从一个或多个焊线系统或者从单个参考焊线系统收集。利用参考响应数据(例如,存储在存储器中),生成参考超声波特征。该参考超声波特征被存储(例如,在焊线系统中包括的计算机上、在焊线系统外部但可由焊线系统访问的计算机上等)作为"黄金"值(例如,对于超声波特征的设定点值,比如配置为对焊线系统上的超声波换能器施加来形成焊线部的电流设定点)。在特定示例中,参考超声波特征可存储在针对特定应用的焊接程序中。在确定参考超声波特征之后,参考不可接受超声波特征和校准不可接受超声波特征可被确定。

[0020] 例如,参考不可接受超声波特征被确定,其中参考不可接受超声波特征导致不可接受的焊线部状况(例如,未粘结焊线部状况、低剪切强度焊线部状况、低拉拔强度焊线部状况以及不可接受程度的焊线部变形)。例如,为了确定这样的参考不可接受超声波特征,可定量变化地(incrementally)调节(例如,减小、增大、既有减小也有增大等)焊线操作中施加的超声波特征(例如,从参考超声波特征或某个其它值开始)直到不可接受的焊线部状

况产生,且然后,在不可接受的状况产生时参考不可接受超声波特征被确定。例如,定量变化的调节可以是超声波特征(例如,超声波电流位准)的值和/或百分比。参考不可接受超声波特征可存储在具有参考超声波特征的计算机中(例如,作为针对特定应用的焊接程序的部分、在焊线系统的本地计算机中、在可由焊线系统访问的远程计算机中等)。

[0021] 例如,然后校准行进到确定用于待校准的焊线系统的设定点(例如,用于在另一焊线系统上使用的超声波特征的值)。首先,在待校准的焊线系统上确定校准不可接受超声波特征。校准不可接受超声波特征导致不可接受的焊线部状况。为了确定校准不可接受超声波特征,定量变化地调节超声波特征(例如,从参考超声波特征或某个其它值开始)用于另外的焊线部,直到出现不可接受的焊接状况(例如,增大5%、减小5%、增加1个单位等)。当出现不可接受的焊接状况时,对应的超声波特征可被考虑为校准不可接受超声波特征。其次,利用参考不可接受超声波特征和校准不可接受超声波特征,来确定用于待校准的焊线系统的校准因子。校准因子可通过确定参考不可接受超声波特征和校准不可接受超声波特征之间的差来确定。

[0022] 然后,可利用校准因子为待校准的焊线系统计算新的设定点。例如,校准因子可被施加给参考超声波特征(例如,作为乘数)。

[0023] 该设定点可被考虑为待要应用在待校准的焊线系统上的实际超声波特征。然而,在待校准的焊线系统上校准超声波特征的过程可针对新的焊线应用和/或在特定的触发情况之后被重复。也就是说,在出现触发情况之后可在焊线系统上完成校准。示例的触发情况包括:焊线系统的启动(例如,当制程程序首次加载在机器上时);焊线系统上的线材卷轴的改变;焊线系统上的焊线工具的改变;应操作员的请求;在预定时间段期满之后;在焊线系统上的预定数量个焊线部期满之后等。

[0024] 当出现给定触发情况时,实施校准以确定用于该焊线系统的和/或针对该焊线系统上的特定应用的设定点。

[0025] 现在描述一个示例。让我们假设用户有一特定的焊线应用。此应用具有特定的要求。例如,特定的线材、特定的焊线工具、特定的工件、特定的焊线程序、一组特定的焊线参数等。利用这样的应用特定要求,期望的超声波特征(例如,对换能器施加的电流值、对换能器施加的电压值、对换能器施加的电功率值等)被确定。让我们假设该期望的超声波特征(例如,参考超声波特征UC_{REF})是100mA的电流。

[0026] 图1A-1D、图2A-2D和图3A-3D中的每个代表一系列的测试,其中定量变化地调节(例如,减小)施加的超声波特征直到不可接受的焊线部状况产生。施加的超声波特征可以是参考超声波特征的定量变化。在我们的示例中,参考超声波特征是100mA的电流。在图1A-1D处,参考超声波特征被施加来实现期望的焊线部。在图2A-2D处,参考超声波特征的定量变化已被施加,也产生可接受的焊线部。在图3A-3D处,参考超声波特征的另一个定量变化已被施加,导致不可接受的焊线部(例如,未粘结焊线部状况)。当然,这是一个简单的示例,只有3个测试点(即,图1A-1D、图2A-2D和图3A-3D);然而,可使用更多的测试点(在参考超声波特征的多个不同的定量变化的条件下)。

[0027] 定量变化地调节施加的超声波特征的过程(如在图1A-1D、图2A-2D和图3A-3D中示出的)可用于确定(i)参考未粘结超声波特征和/或(ii)校准不可接受超声波特征。参考未粘结超声波特征可在参考焊线系统(或多个焊线系统)上被确定。这样的参考焊线系统在图

1A-1D、图2A-2D和图3A-3D中被表示为参考焊线系统100。校准不可接受超声波特征在待校准的焊线系统(本文有时称为“实际”、“给定”或“对象”焊线系统)上被确定。这样的待校准的焊线系统在图1A-1D、图2A-2D和图3A-3D中被表示为参考焊线系统100’。

[0028] 图1A-1D示出了使用参考超声波特征(例如,100mA的设定点)的无空气球/结球(free air ball)的焊接。图1A图示了参考焊线系统100,该参考焊线系统包括支撑结构102和焊接头组件110。支撑结构102支撑工件104,该工件包括附接到基板104b的管芯104a。管芯104a包括第一焊接位置104a1。焊接头组件110包括换能器110a,该换能器进而承载焊线工具108。焊线工具108包括作业端108a。线材106穿过焊线工具108并包括在作业端108a处的结球106a。换能器110a电连接到计算机112,该计算机配置为存储数据并控制换能器110a的动作(和操作)。

[0029] 计算机112电连接到检测系统114,所述检测系统可检测线材的焊接部分是否恰当地附接到它们相应的焊接位置(例如,焊接焊盘、引线、触头、迹线等)。例如,由库利克和索夫工业公司(Kulicke and Soffa Industries,Inc.)销售的焊线机通常使用与此类检测系统相关的“BITS”制程(即,焊接完整性测试系统(Bond Integrity Test System))来确认恰当的焊线部已被形成。在国际专利申请公开WO 2009/002345中公开了这样的制程的示例性细节,该国际专利申请的全部内容以引用的方式并入本文中。检测系统114可经由电连续性检查来检测线材的焊接部分是否恰当地附接到焊接位置。然而,理解的是,也可使用其它类型的检测系统(例如,用于检测线材的一部分是否恰当附接到焊接位置的光学检查系统)。

[0030] 图1B图示了开始在焊线系统100上的焊接过程。在图1B中,焊接头组件110已被向下移动,直到结球106a已与管芯104a的第一焊接位置104a1形成接触。在图1C中,结球106a已利用参考超声波特征(例如,100mA)被超声焊接到第一焊接位置104a1,并且变成焊球106a’。在图1D中,焊接头组件110移动远离焊球106a’。检测系统114被使用来确保焊球106a’恰当地焊接到第一焊接位置104a1(例如,确定是否存在未粘结焊线部状况、确定是否存在低剪切强度焊线部状况、确定是否存在低拉拔强度焊线部状况、和/或确定是否存在不可接受程度的焊线部变形等)。在图1D中,在已使用参考超声波特征的情况下,期望的球焊部被形成。

[0031] 如以上提供的,图2A-2D和图3A-3D表示在参考超声波特征的多个调节位准(例如,定量变化)(例如,1%的定量减小、5%的定量减小、1%的定量增大、5%的定量增大等)条件下重复焊接过程。也就是,超声波特征被反复地调节(例如,以预确定的值和/或百分比减小,以预确定的值和/或百分比增大)直到形成不可接受的焊线部状况。在图2A-2D中所示的示例中,在参考超声波特征的一个调节位准条件下,在图2D中,可接受的球焊部被形成。

[0032] 重复该过程直到出现不可接受的焊线部状况。图3A-3D图示了这样的不可接受的焊线部状况的发生(例如,存在未粘结焊线部状况)。在参考焊线系统100上,让我们假设该状况发生在减小20%时(即,80mA的电流被施加而实现该不可接受的焊线部状况)。因此,参考不可接受超声波特征可被表达为超声波特征的值(例如,80mA)。然而,参考不可接受超声波特征也可以以其它方式表达。例如,参考不可接受超声波特征可表达为参考超声波特征的百分比(即,$0.8*UC_{REF}$)。

[0033] 在待校准的焊线系统(例如,焊线系统100’)上,让我们假设这种状况发生在减小25%的条件下(即,75mA的电流被施加而实现不可接受的焊线部状况)。因此,校准不可接受

超声波特征可被表达为超声波特征的值(例如,75mA)。然而,校准不可接受超声波特征也可以以其它方式表达。例如,校准不可接受超声波特征可表达为参考超声波特征的百分比(即,$0.75*UC_{REF}$)。

[0034] 如将理解的,这些过程可重复多个循环以确定准确的参考不可接受超声波特征和/或准确的校准不可接受超声波特征。也就是,会是这样的:在校准中出现了一定百分比的不可接受的焊线部状况,然后才申报(declare)参考不可接受超声波特征和/或校准不可接受超声波特征(例如,在给定的调节的超声波特征条件下出现了一定百分比的不可接受的焊线部状况)。

[0035] 例如,在校准不可接受超声波特征的确定中——可遵循重复的过程,其中会得先出现一定百分比的不可接受的焊线部状况然后才申报不可接受的结果。例如,让我们假设在施加的超声波特征的每个值处核验20个焊线部。会是这样的,需要有3个不可接受的焊线部状况(20个中的3个)才申报不可接受的结果。当然,这只是一个示例。让我们假设不可接受的结果发生在75mA的电流位准条件下。

[0036] 在确定参考不可接受超声波特征和校准不可接受超声波特征之后,校准因子被确定。这样的校准因子可被使用来确定用于待校准的焊线系统的超声波特征设定点。校准因子可被考虑为参考不可接受超声波特征与校准不可接受超声波特征之间的差。校准因子可以以百分比的形式提供。在以上的示例中,参考不可接受超声波特征可被考虑为是$0.8*UC_{REF}$,并且校准不可接受超声波特征可被考虑为是$0.75*UC_{REF}$。在这样的示例中,校准因子会是5%($0.05*UC_{REF}$)。

[0037] 为了确定用于待校准的焊线系统的超声波特征设定点——校准因子可被使用。在以上的示例中,参考超声波特征是100mA的电流。对于待校准的焊线系统,利用5%的校准因子,通过将参考超声波特征降低5%,用于待校准的焊线系统的超声波特征设定点可被确定。因此,超声波特征设定点可被考虑为是95mA。

[0038] 图4-5是流程图,图示了在焊线系统上校准超声波特征的方法。如本领域技术人员理解的,流程图中包括的某些步骤可被省去;某些另外的步骤可被添加;并且步骤的顺序可从图示的顺序发生变更——所有这些都在本发明的范围内。

[0039] 参考图4,在步骤400处,用于焊线部的形成的参考超声波特征(例如,配置为对焊线系统上的超声波换能器施加的电流值)被确定。例如,步骤400可包括:利用应用特定的物料,在参考焊线系统(或多个参考焊线系统)上确定参考超声波特征。应用特定的物料的示例包括以下中的至少一项:(i)线材;(ii)焊线工具;以及(iii)工件。例如,步骤400可包括:利用应用特定的焊线程序,在参考焊线系统上确定参考超声波特征。例如,步骤400可包括:利用应用特定的焊线参数,在参考焊线系统上确定参考超声波特征。

[0040] 在步骤402处,导致未粘结焊线部状况的参考未粘结超声波特征被确定(例如,在参考焊线系统上)。例如,步骤402可包括:通过定量变化地调节(例如,减小)焊线操作中施加的超声波特征直到未粘结焊线部状况产生,来确定参考未粘结超声波特征。参考未粘结超声波特征可被考虑成导致未粘结焊线部状况的施加的超声波特征。例如,未粘结焊线部状况可关于步骤402出现在以施加的超声波特征测试的焊线部的预定百分比未粘结到它们相应的焊接位置时。图2A-2D和图3A-3D图示了导致可接受的焊线部(图2D)和未粘结的焊线部(图3D)的定量变化调节。参考未粘结超声波特征可例如利用与图3D(其中出现未粘结的

焊线部)对应的参考超声波特征的值(或百分比)来确定。

[0041] 在步骤404处,校准未粘结超声波特征在待校准的焊线系统上被确定。校准未粘结超声波特征导致未粘结焊线部状况。例如,步骤404可包括:通过定量变化地调节在焊线操作中施加的超声波特征直到未粘结焊线部状况产生,来确定校准未粘结超声波特征。校准未粘结超声波特征可被考虑成导致未粘结焊线部状况的施加的超声波特征。例如,未粘结焊线部状况可关于步骤404出现在以施加的超声波特征测试的焊线部的预定百分比未粘结到它们相应的焊接位置时。如上所述,图2A-2D和图3A-3D图示了导致可接受的焊线部(图2D)和未粘结的焊线部(图3D)的定量变化调节。校准未粘结超声波特征可例如利用与图3D(其中出现未粘结的焊线部)对应的参考超声波特征的值(或百分比)来确定。

[0042] 在步骤406处,利用参考未粘结超声波特征和校准未粘结超声波特征,用于待校准的焊线系统的校准因子被确定。例如,步骤406可包括确定参考未粘结超声波特征与校准未粘结超声波特征之间的差。

[0043] 参考图5,在步骤500处,用于焊线部的形成的参考超声波特征(例如,配置为对焊线系统上的超声波换能器施加的电流值)被确定。例如,步骤500可包括:利用应用特定的物料,在参考焊线系统(或多个参考焊线系统)上确定参考超声波特征。应用特定的物料的示例包括以下中的至少一项:(i)线材,(ii)焊线工具;以及(iii)工件。例如,步骤500可包括:利用应用特定的焊线程序,在参考焊线系统上确定参考超声波特征。例如,步骤500可包括:利用应用特定的焊线参数,在参考焊线系统上确定参考超声波特征。

[0044] 在步骤502处,导致不可接受的焊线部状况的参考不可接受超声波特征被确定(例如,在参考焊线系统上)。不可接受的焊线部状况的示例包括以下中的一种或多种:(i)未粘结焊线部状况;(ii)低剪切强度焊线部状况;(iii)低拉拔强度焊线部状况;以及(iv)不可接受程度的焊线部变形。例如,步骤502可包括:通过定量变化地调节(例如,减小)焊线操作中施加的超声波特征直到不可接受的焊线部状况产生,来确定参考不可接受超声波特征。参考未粘结超声波特征可被考虑成导致不可接受的焊线部状况的施加的超声波特征。例如,不可接受的焊线部状况可关于步骤502出现在以施加的超声波特征测试的焊线部的预定百分比根据预定的标准为不可接受的时。图2A-2D和图3A-3D图示了导致可接受的焊线部(图2D)和不可接受的焊线部(图3D)的定量变化调节。参考不可接受超声波特征可例如利用与图3D(其中出现不可接受的焊线部)对应的参考超声波特征的值(或百分比)来确定。

[0045] 在步骤504处,校准不可接受超声波特征在待校准的焊线系统上被确定。校准不可接受超声波特征导致不可接受的焊线部状况。例如,步骤504可包括:通过定量变化地调节(例如,减小、增大、减小及增大等)焊线操作中施加的超声波特征直到不可接受的焊线部状况产生,来确定校准不可接受超声波特征。校准不可接受超声波特征可被考虑成导致不可接受的焊线部状况的施加的超声波特征。例如,不可接受的焊线部状况可关于步骤504出现在以施加的超声波特征测试的焊线部的预定百分比根据预定的标准为不可接受的时。如上所述,图2A-2D和图3A-3D图示了导致可接受的焊线部(图2D)和不可接受的焊线部(图3D)的定量变化调节。校准不可接受超声波特征可例如利用与图3D(其中出现不可接受的焊线部)对应的参考超声波特征的值(或百分比)来确定。

[0046] 在步骤506处,利用参考不可接受超声波特征和校准不可接受超声波特征,用于待校准的焊线系统的校准因子被确定。例如,步骤506可包括确定参考不可接受超声波特征与

校准不可接受超声波特征之间的差。

[0047] 图4和图5的方法可进一步扩展为包括另外的步骤,比如:利用校准因子来确定用于待校准的焊线系统的超声波特征设定点;以及利用所述超声波特征设定点来形成焊线部(例如,线弧的第一焊接部、凸块、竖直线材的球焊部等)。

[0048] 本文中描述的校准:解决了机器到机器的可移植性问题以及物料变化(例如,线材、焊线工具、工件夹具、工件等的变化等)——而不使用脱离焊接机的计量(off bonder metrology)。这些新的校准可用于虑及在焊线应用中使用的具体的焊线工具(例如,劈刀)、线材、工件夹具和工件(例如,管芯、基板等)。

[0049] 尽管已经主要关于线弧的第一焊接部(例如,球焊部)图示并描述了本发明,但本发明并不限于此。本发明的教导可应用于线材的任何被焊接部分,包括线弧的第二焊接部、针脚式焊接部、焊球、凸块、竖直线材的球焊部等。

[0050] 尽管本文中参考特定实施例图示并描述了本发明,但本发明不欲被限于所示的细节。相反,在权利要求的范围及其等同范围内且在不脱离本发明的情况下,可在细节上作出各种修改。

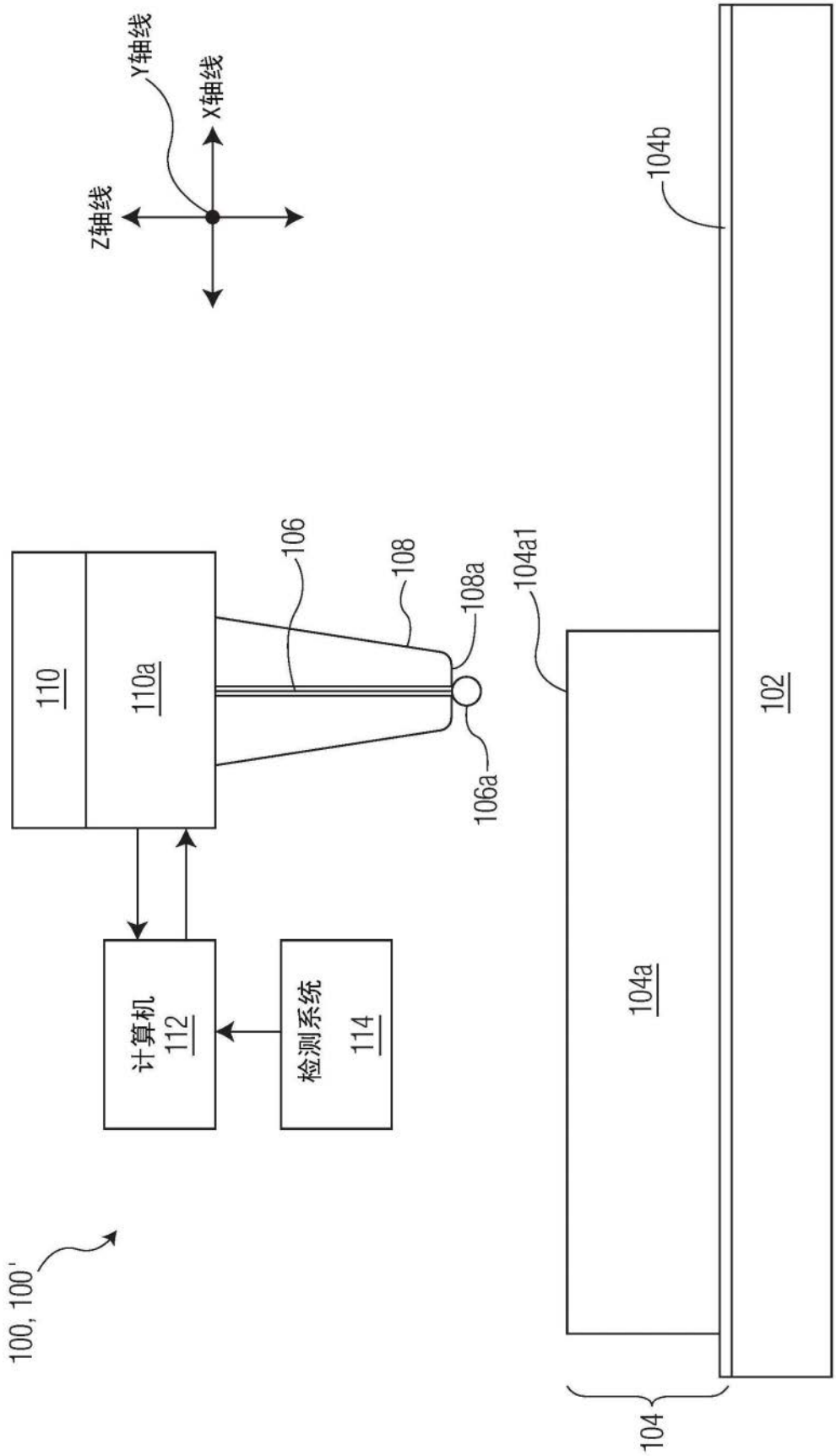

Y轴线
X轴线
Z轴线
104b
106
108
108a
104a1
110
110a
102
106a
计算机
112
检测系统
114
104a
100, 100'
104

图1A

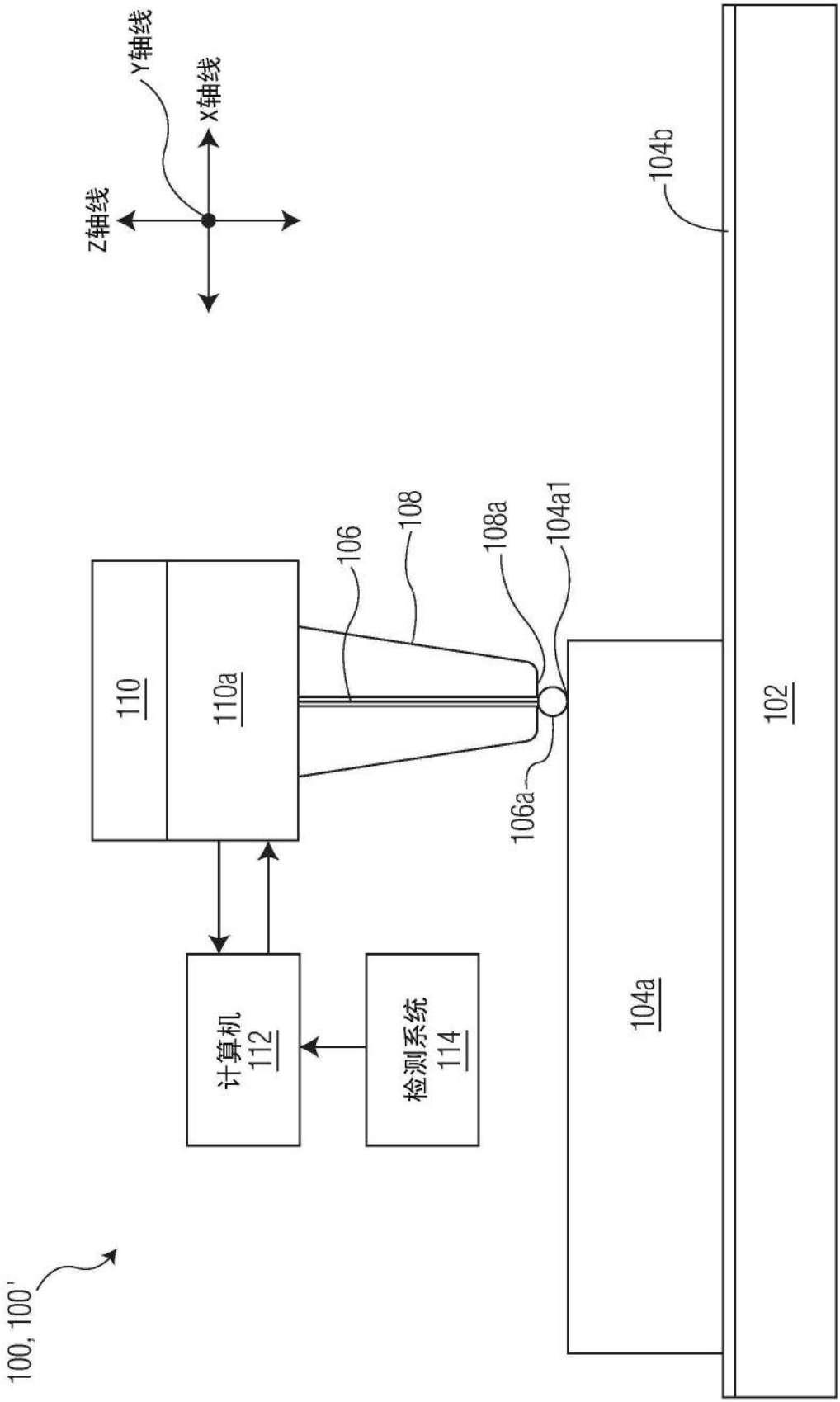

Y轴线
X轴线
Z轴线
104b
108
108a
104a1
106
110
110a
102
106a
计算机
112
检测系统
114
104a
100, 100'

图1B

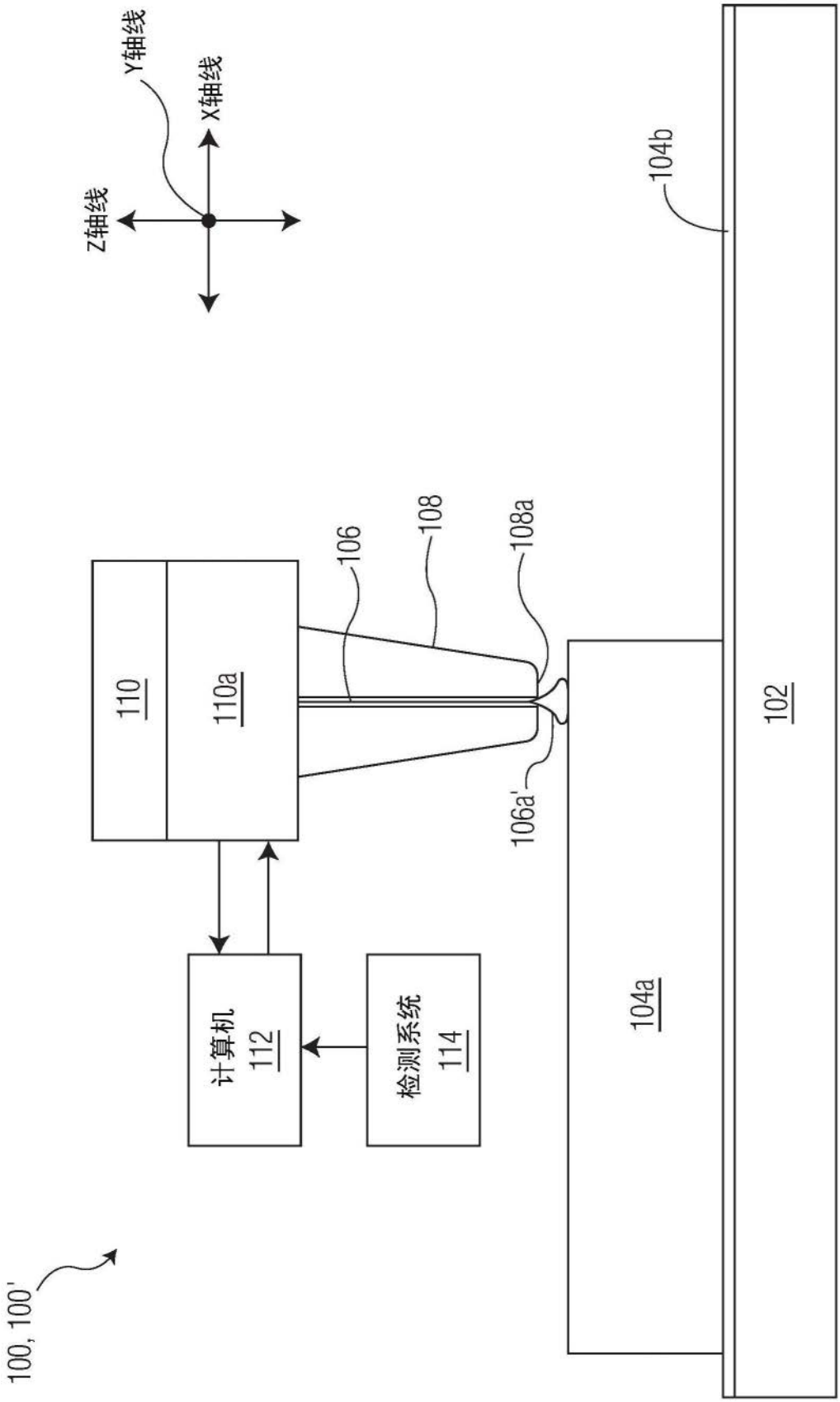

Y轴线
X轴线
Z轴线
104b
106
108
108a
110
110a
102
106a'
计算机
112
检测系统
114
104a
100, 100'

图1C

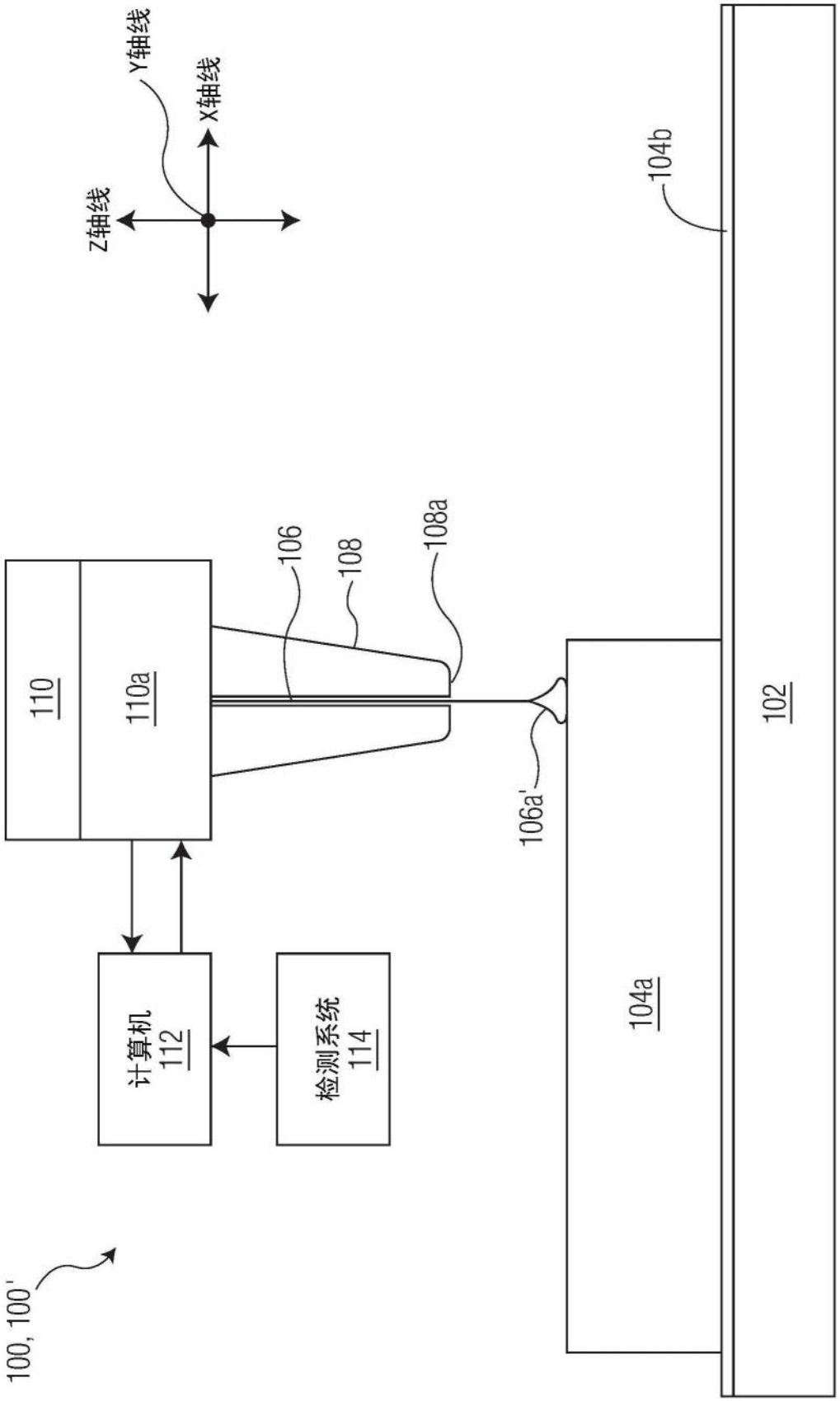

Y轴线
X轴线
Z轴线
104b
106
108
108a
110
110a
102
106a'
104a
计算机
112
检测系统
114
100, 100'

图1D

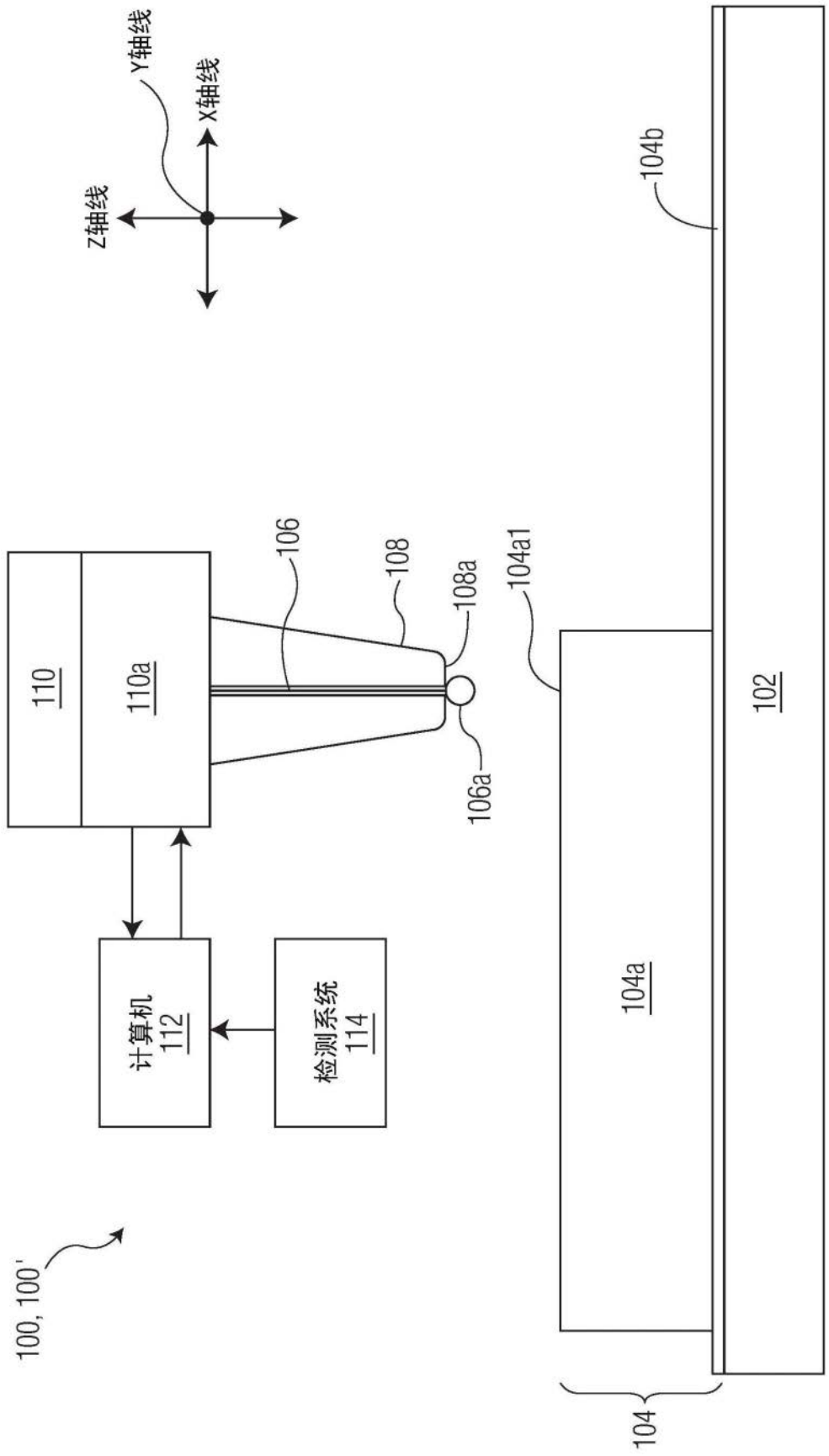

Y轴线
X轴线
Z轴线
104b
106
108
108a
104a1
110
110a
102
106a
计算机
112
检测系统
114
104a
100, 100'
104

图2A

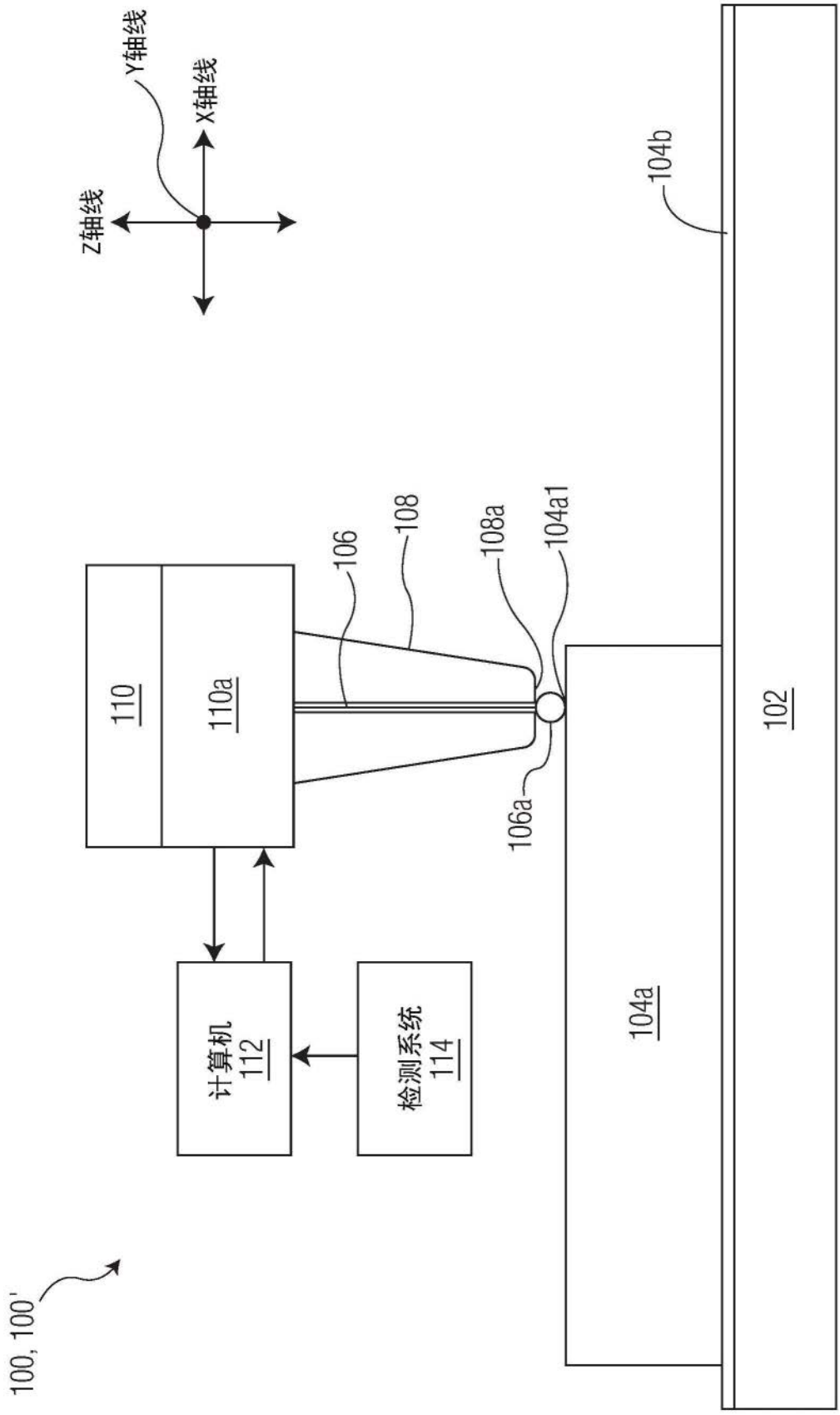

Y轴线
X轴线
Z轴线
104b
106
108
108a
104a1
110
110a
106a
102
104a
计算机
112
检测系统
114
100, 100'

图2B

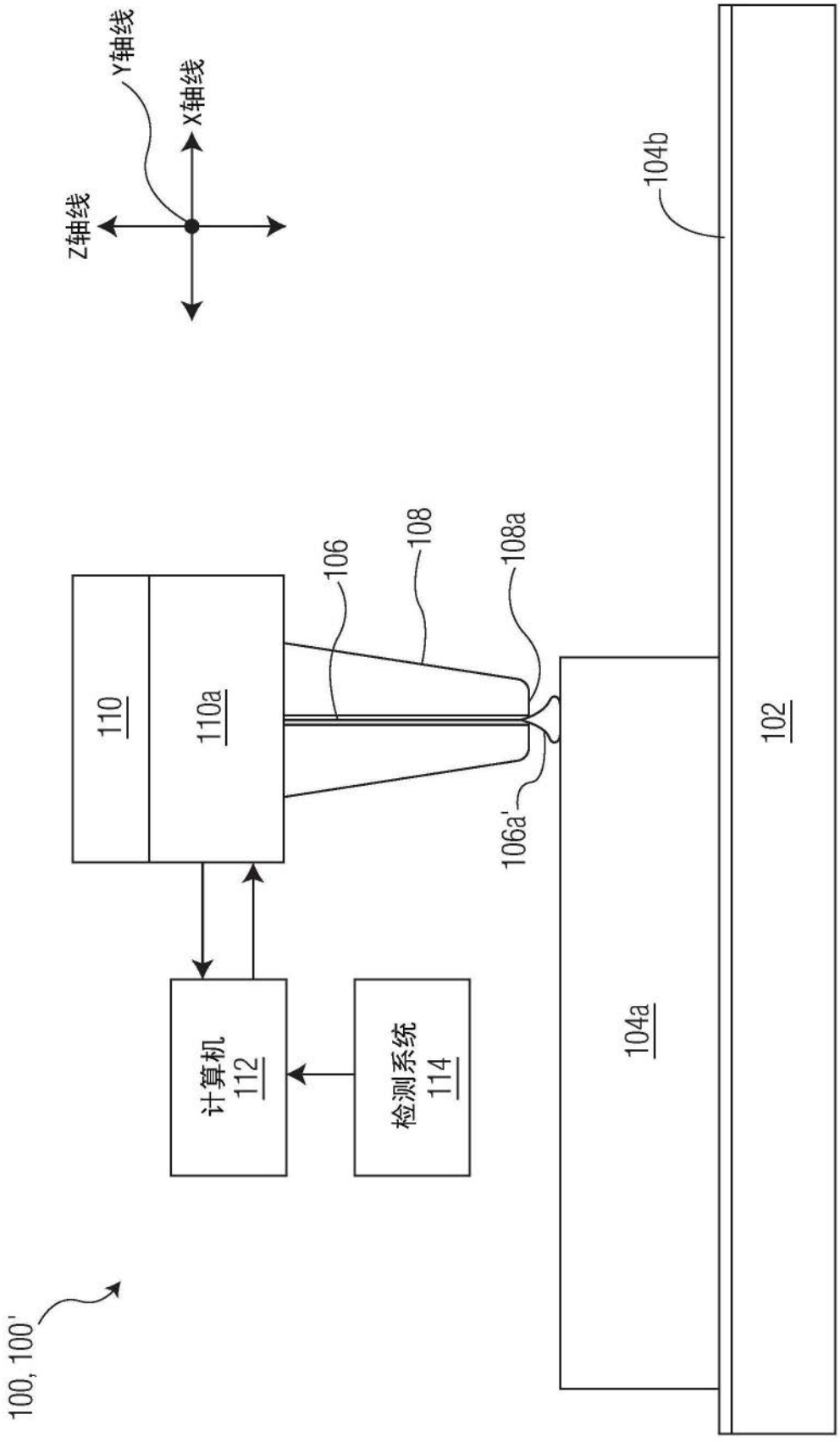

Y轴线
X轴线
Z轴线
104b
106
108
108a
110
110a
102
106a'
计算机
112
检测系统
114
104a
100, 100'

图2C

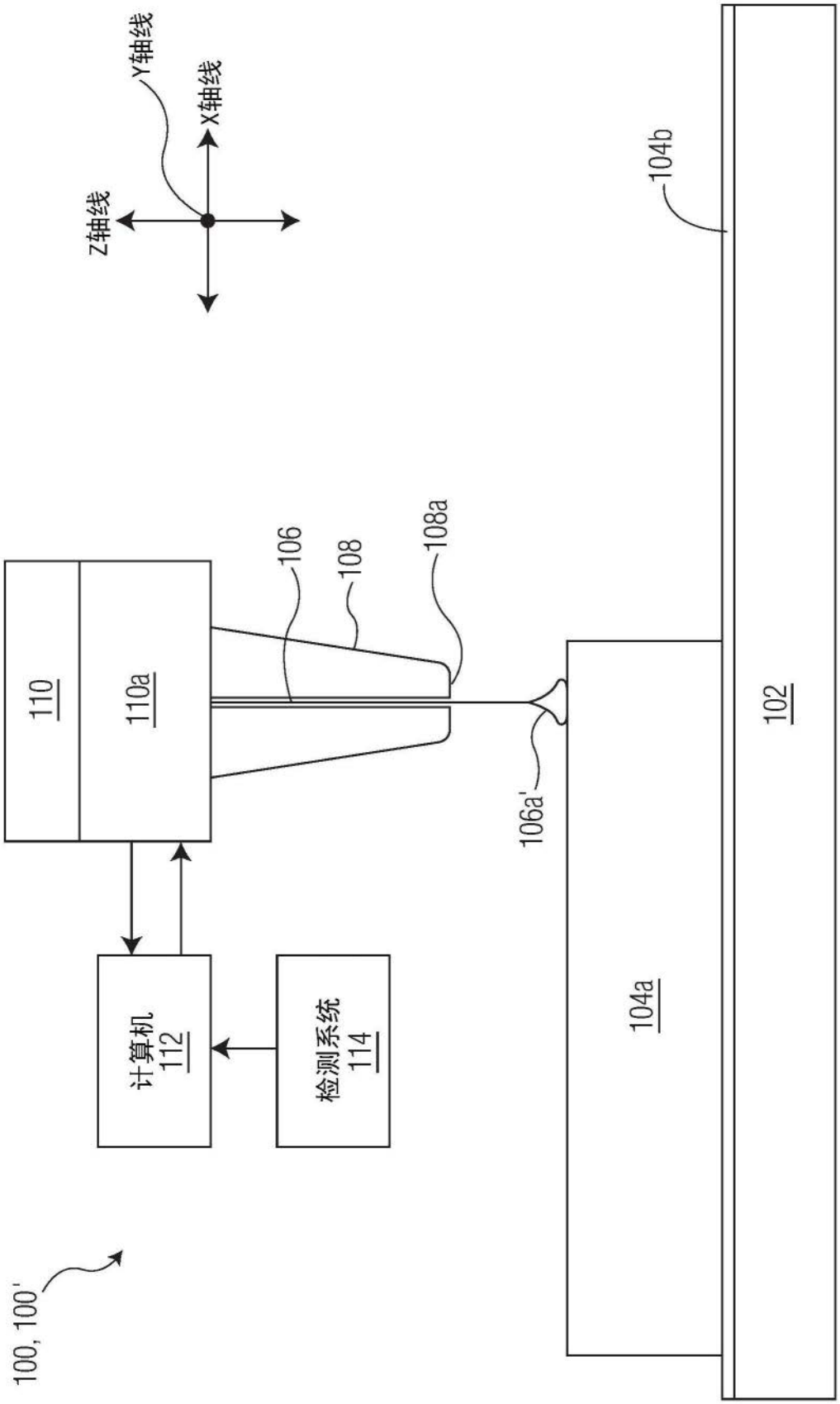

Y轴线
X轴线
Z轴线
104b
106
108
108a
110
110a
102
106a'
104a
计算机
112
检测系统
114
100, 100'

图2D

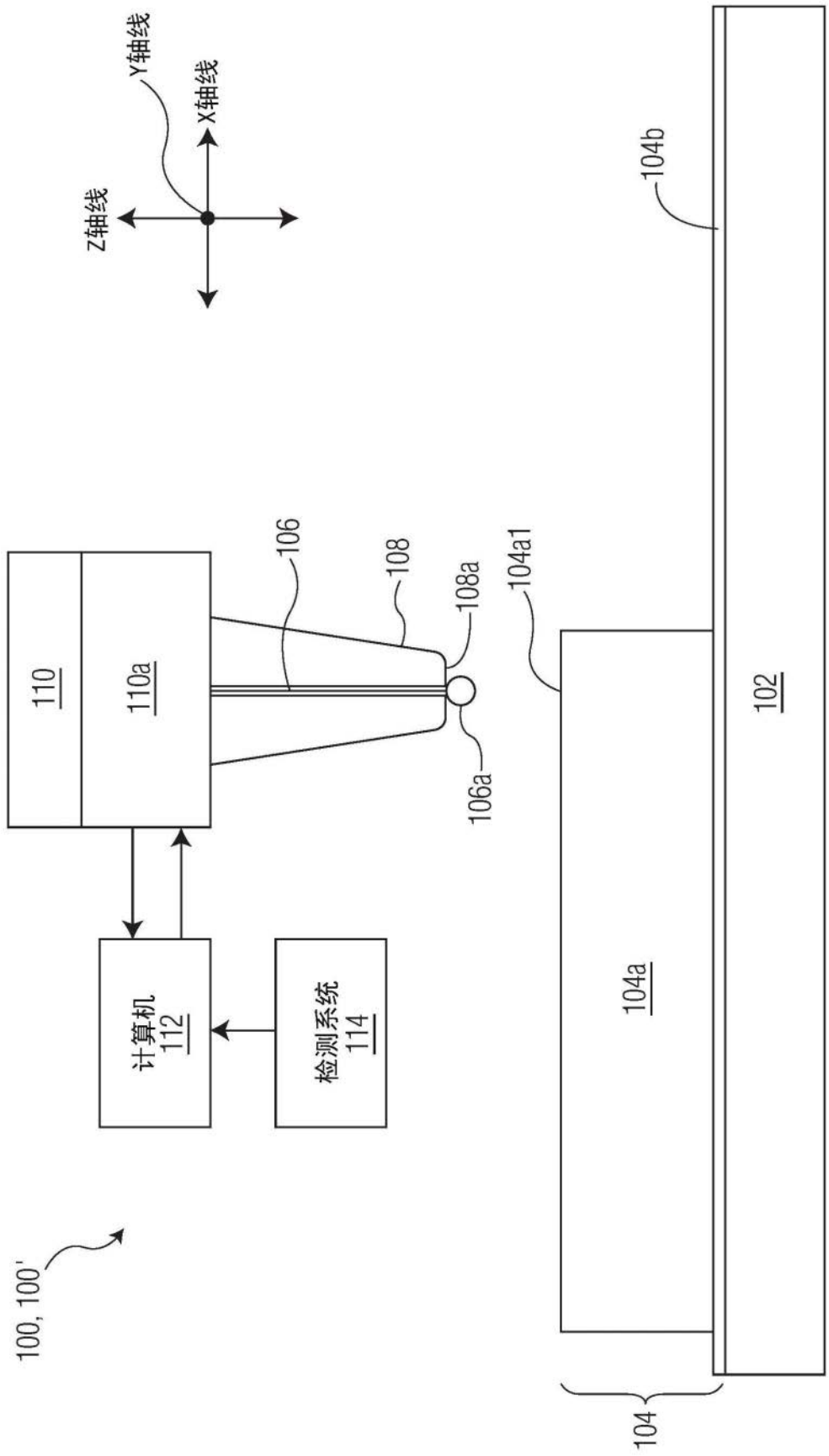

Y轴线
X轴线
Z轴线
104b
106
108
108a
104a1
110
110a
102
106a
计算机
112
检测系统
114
104a
100, 100'
104

图3A

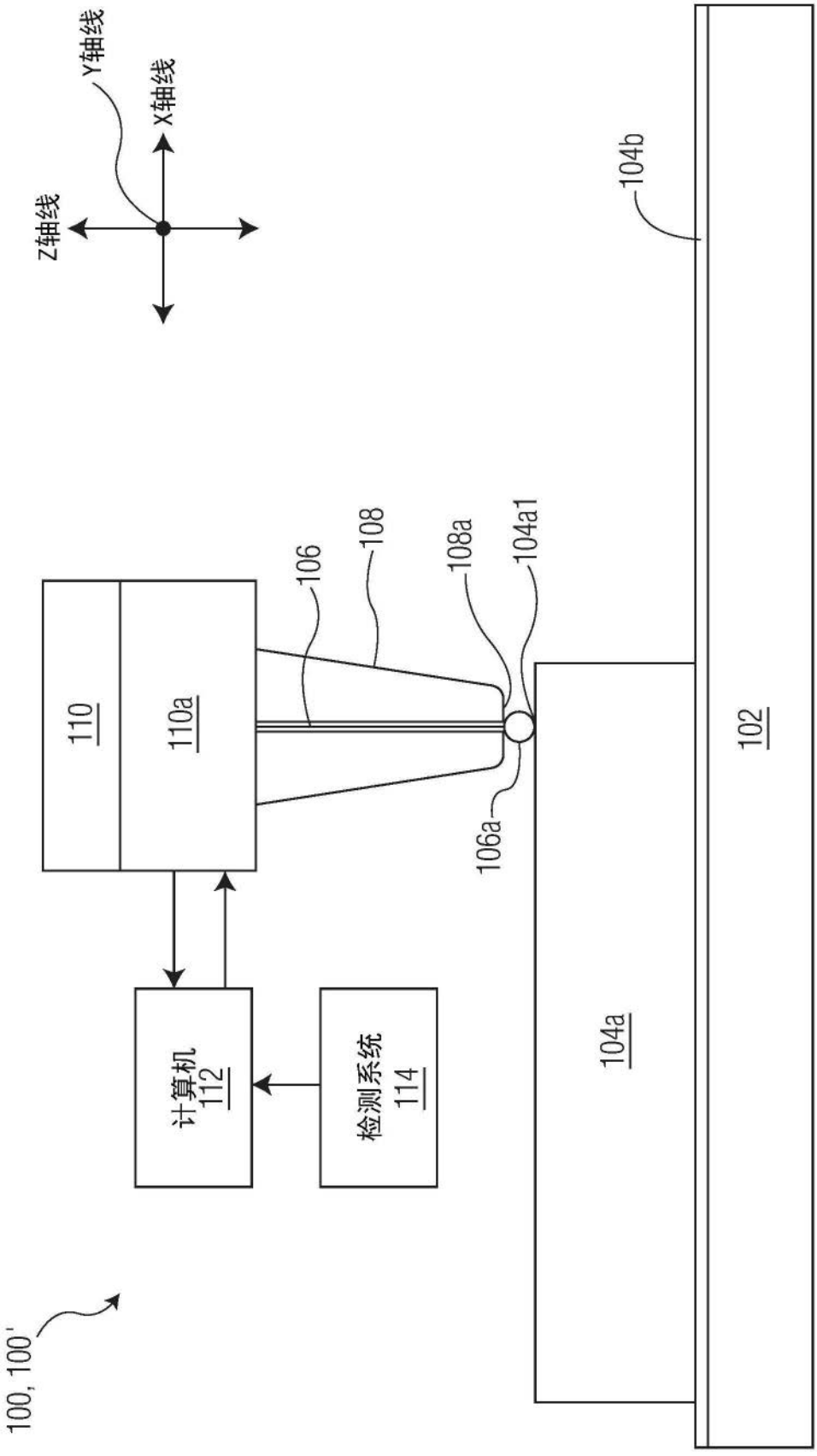

Y轴线
X轴线
Z轴线
104b
106
108
108a
104a1
110
110a
106a
102
104a
计算机
112
检测系统
114
100, 100'

图3B

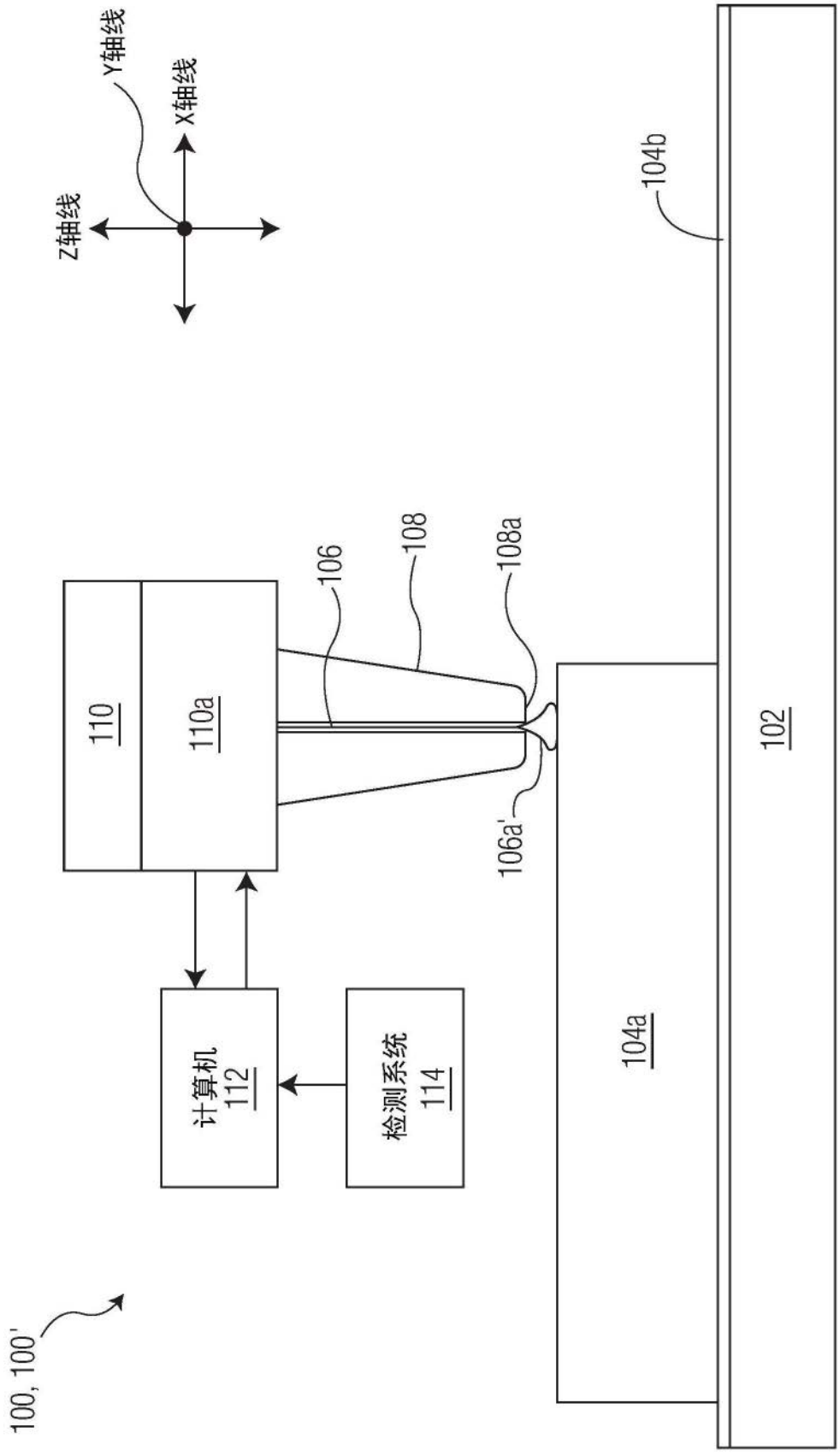

Y轴线
X轴线
Z轴线
104b
106
108
108a
110
110a
102
106a'
计算机
112
检测系统
114
104a
100, 100'

图3C

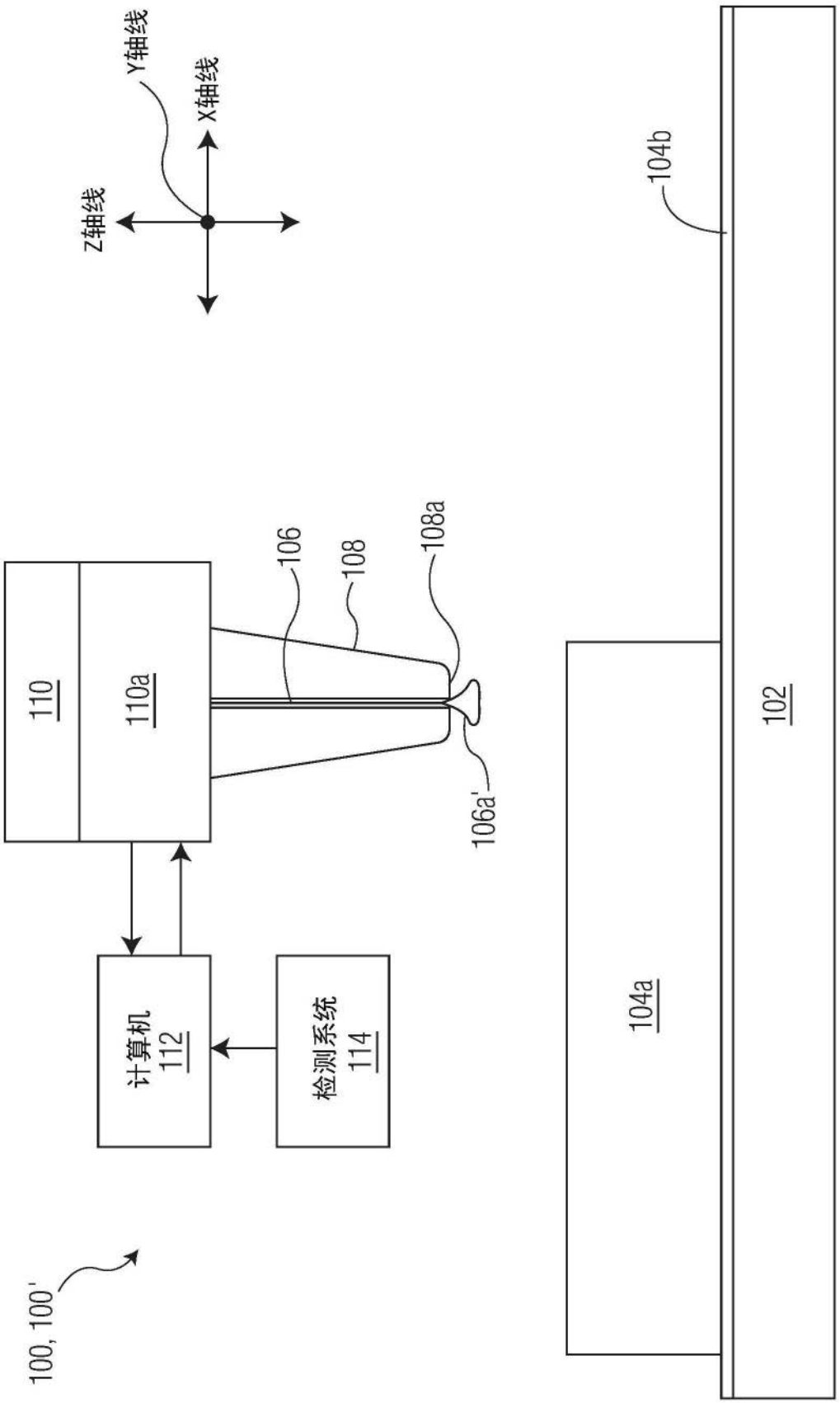

Y轴线
X轴线
Z轴线
104b
102
104a
110
110a
106
108
108a
106a'
计算机
112
检测系统
114
100, 100'

图3D

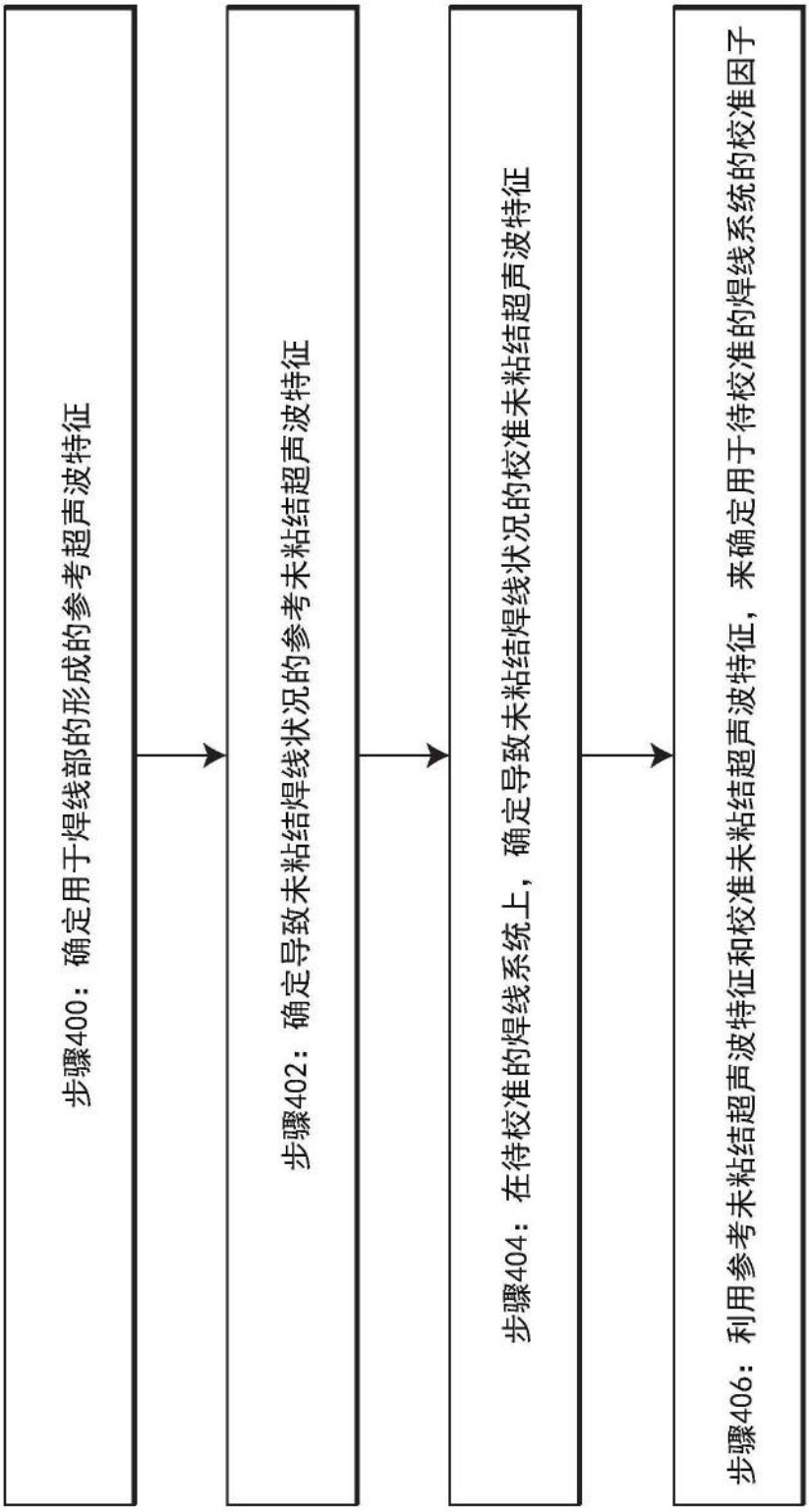

步骤400：确定用于焊线部的形成的参考超声波特征
步骤402：确定导致未粘结焊线状况的参考未粘结超声波特征
步骤404：在待校准的焊线系统上，确定导致未粘结焊线状况的校准未粘结超声波特征
步骤406：利用参考未粘结超声波特征和校准未粘结超声波特征，来确定用于待校准的焊线系统的校准因子

图4

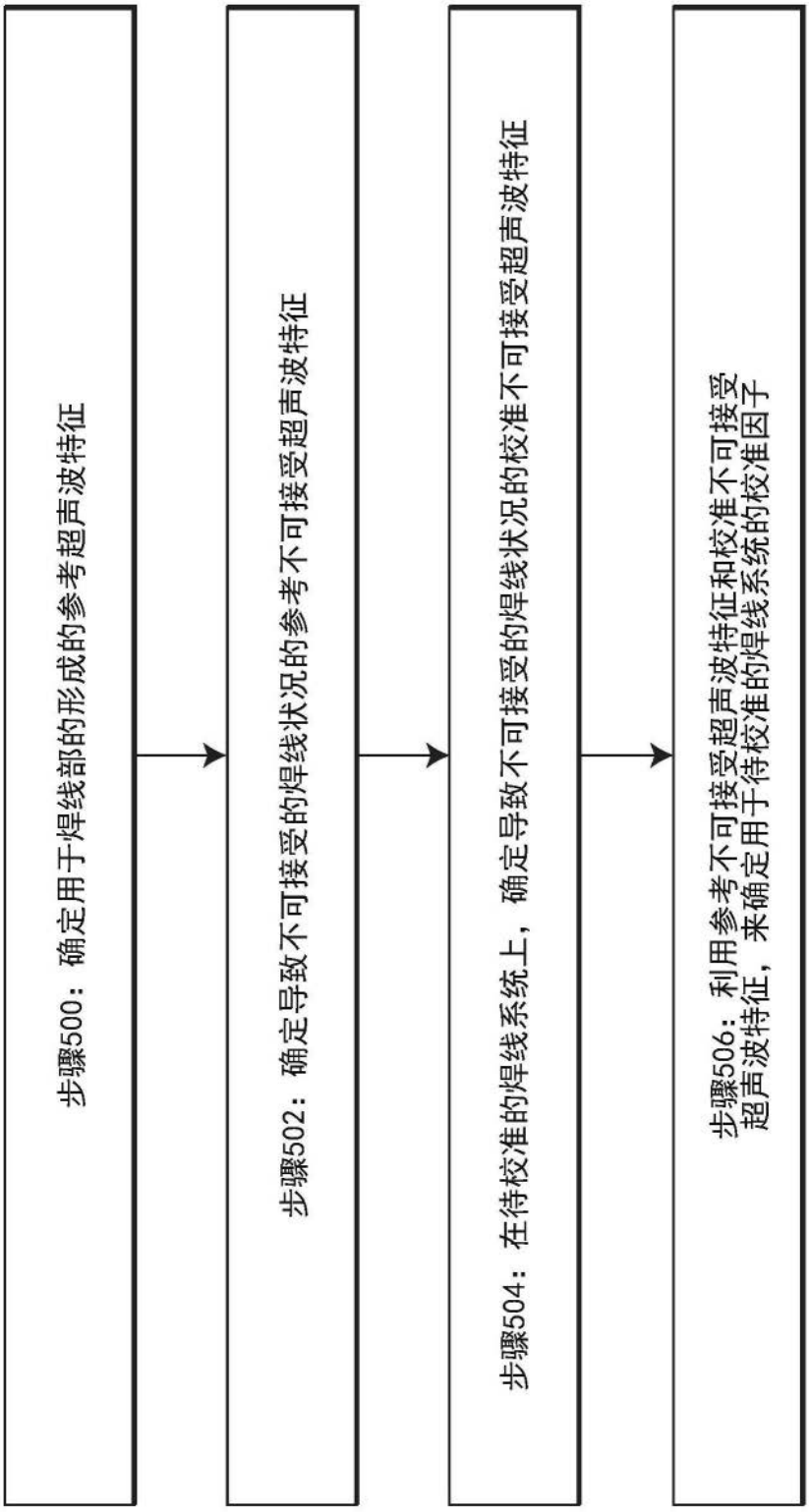

步骤500：确定用于焊线部的形成的参考超声波特征
步骤502：确定导致不可接受的焊线状况的参考不可接受超声波特征
步骤504：在待校准的焊线系统上，确定导致不可接受的焊线状况的校准不可接受超声波特征
步骤506：利用参考不可接受超声波特征和校准不可接受超声波特征，来确定用于待校准的焊线系统的校准因子

图5