



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116420221 A

(43) 申请公布日 2023. 07. 11

(21) 申请号 202180074875.4

(22) 申请日 2021.11.03

(30) 优先权数据

63/110,012 2020.11.05 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.05.05

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2021/057820 2021.11.03

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/098697 EN 2022.05.12

(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 徐慧 秦巍 D·M·奥德纳

(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3页 说明书7页 附图15页

## (54) 发明名称

操作焊线机的方法,包括监测焊线机上焊接力精度的方法及相关方法

## (57) 摘要

提供一种操作焊线机的方法。方法包括: (a) 在(i)自动焊线操作和(ii)空循环焊线操作中的至少一项期间操作焊线机,其中,在焊线机的操作期间施加焊接力;以及(b)在(i)自动焊线操作和(ii)空循环焊线操作中的所述至少一项期间监测焊线机的焊接力的精度。

步骤600: 定量地调整向焊接头组件施加的焊接力,同时检测焊接头组件的一部分的Z高度位置

步骤602: 确定所期望的焊接力,来自步骤600的定量调整在所期望的焊接力处不引起焊接头组件的Z高度位置的改变

1. 一种操作焊线机的方法,所述方法包括以下步骤:
  - (a) 在 (i) 自动焊线操作和 (ii) 空循环焊线操作中的至少一项期间操作焊线机,其中,在焊线机的所述操作期间施加焊接力;以及
  - (b) 在 (i) 自动焊线操作和 (ii) 空循环焊线操作中的所述至少一项期间监测焊线机的焊接力的精度。
2. 如权利要求1所述的方法,还包括以下步骤:如果在步骤 (b) 期间监测到的焊接力的精度未在可接受的范围内,则提供响应。
3. 如权利要求2所述的方法,其中,所述响应包括以下中的至少一项:(a) 向机器操作员提供警报;(b) 向机器操作员提供警告;(c) 向机器操作员提供出错信息;(d) 停止焊线机的操作;以及(e) 自动调整焊线机的焊接力。
4. 如权利要求1所述的方法,其中,步骤 (b) 在焊线机的操作的力控制模式期间进行。
5. 如权利要求1所述的方法,其中,步骤 (b) 包括:定量地调整向焊线机的焊接头组件施加的力,同时检测焊接头组件的一部分的z高度位置。
6. 如权利要求5所述的方法,其中,与步骤 (b) 相关地,准确的零克力被确定。
7. 如权利要求5所述的方法,其中,与步骤 (b) 相关地,所期望的力被确定,来自步骤 (b) 的定量调整在所期望的力处不引起焊接头组件的z高度位置的改变。
8. 如权利要求5所述的方法,其中,与步骤 (b) 相关地,所期望的力被确定,来自步骤 (b) 的定量调整在所期望的力处引起焊接头组件的峰值z高度位置。
9. 如权利要求5所述的方法,其中,步骤 (b) 在焊线机的操作的力控制模式期间进行。
10. 如权利要求1所述的方法,其中,步骤 (b) 包括:定量地减小向焊线机的焊接头组件施加的力,同时检测焊接头组件的一部分的z高度位置,直到所述z高度位置从初始高度改变预定的高度调整量。
11. 如权利要求10所述的方法,其中,与步骤 (b) 相关地,在所述z高度位置从初始高度改变预定的高度调整量即刻,检测力值。
12. 如权利要求10所述的方法,其中,定量地减小力的过程能够重复多个循环,其中,所述多个循环中的每个与对焊接力的精度的监测相关地被使用。
13. 如权利要求1所述的方法,其中,步骤 (b) 包括:定量地增大向焊线机的焊接头组件施加的力,同时检测焊接头组件的一部分的z高度位置,直到所述z高度位置从初始高度改变预定的高度调整量。
14. 如权利要求13所述的方法,其中,与步骤 (a) 相关地,在所述z高度位置从初始高度改变预定的高度调整量即刻,检测力值。
15. 如权利要求13所述的方法,其中,定量地增大力过程能够重复多个循环,其中,所述多个循环中的每个与对焊接力的精度的监测相关地被使用。
16. 如权利要求1所述的方法,其中,步骤 (b) 在焊线机的操作的位置控制模式期间进行。
17. 如权利要求16所述的方法,其中,与步骤 (b) 相关地,准确的零克力被确定。
18. 如权利要求16所述的方法,其中,z轴线驱动力的特征在大体维持预定的z轴线位置的同时被确定来监测焊接力的精度。
19. 如权利要求18所述的方法,其中,所述特征是z轴线电机的电学特征。

20. 如权利要求19所述的方法,其中,所述特征是提供驱动力的z轴线电机的电流。
21. 如权利要求1所述的方法,其中,步骤(b)在焊线工具定位在所述焊线机上的工件上方且不与所述工件接触的情况下进行。
22. 如权利要求1所述的方法,其中,步骤(b)在焊线工具与所述焊线机上的工件接触的情况下进行。
23. 一种操作焊线机的方法,所述方法包括以下步骤:
- (a) 定量地调整向焊接头组件施加的焊接力,同时检测焊接头组件的一部分的z高度位置;以及
- (b) 确定所期望的焊接力,来自步骤(a)的定量调整在所期望的焊接力处不引起焊接头组件的z高度位置的改变。
24. 如权利要求23所述的方法,其中,所期望的焊接力是零克力。
25. 如权利要求23所述的方法,其中,步骤(a)包括定量地增大焊接力和定量地减小焊接力中的至少一项。
26. 如权利要求23所述的方法,其中,步骤(a)包括定量地增大焊接力和定量地减小焊接力二者。
27. 如权利要求23所述的方法,其中,步骤(a)和步骤(b)重复多个循环直到所期望的焊接力由焊线机在稳定的值处确定。
28. 如权利要求23所述的方法,其中,步骤(a)和步骤(b)在焊线机的操作的力控制模式期间进行。
29. 如权利要求23所述的方法,其中,所期望的焊接力引起焊接头组件的峰值z高度位置。
30. 一种操作焊线机的方法,所述方法包括以下步骤:
- (a) 定量地调整向焊接头组件施加的焊接力,同时检测焊接头组件的一部分的z高度位置;以及
- (b) 确定所期望的焊接力,来自步骤(a)的定量调整在所期望的焊接力处引起焊接头组件的峰值z高度位置。
31. 如权利要求30所述的方法,其中,所期望的焊接力是零克力。
32. 如权利要求30所述的方法,其中,步骤(a)包括定量地增大焊接力和定量地减小焊接力中的至少一项。
33. 如权利要求30所述的方法,其中,步骤(a)包括定量地增大焊接力和定量地减小焊接力二者。
34. 如权利要求30所述的方法,其中,步骤(a)和步骤(b)重复多个循环直到所期望的焊接力由焊线机在稳定的值处确定。
35. 如权利要求30所述的方法,其中,步骤(a)和步骤(b)在焊线机的操作的力控制模式期间进行。
36. 一种操作焊线机的方法,所述方法包括以下步骤:
- (a) 定量地减小向焊接头组件施加的焊接力,同时检测焊接头组件的一部分的z高度位置,直到所述z高度位置从初始高度改变预定的高度调整量;以及
- (b) 在所述z高度位置从初始高度改变预定的高度调整量即刻,检测焊接力值。

37. 如权利要求36所述的方法,其中,所述焊接力值是 $F_a$ 。

38. 如权利要求36所述的方法,其中,在步骤(b)之后,方法包括:定量地增大向焊接头组件施加的焊接力,同时检测焊接头组件的一部分的z高度位置,直到所述z高度位置返回到初始高度。

39. 如权利要求38所述的方法,其中,在所述z高度位置返回到初始高度即刻的焊接力值被检测为 $F_c$ 。

40. 如权利要求36所述的方法,其中,在步骤(a)之后,所述z高度位置继续改变直到其抵达峰值高度位置。

41. 如权利要求40所述的方法,其中,在所述z高度位置抵达峰值高度位置即刻的焊接力值被检测为 $F_b$ 。

42. 如权利要求36所述的方法,其中,步骤(a)和步骤(b)在焊线机的操作的力控制模式期间进行。

43. 一种操作焊线机的方法,所述方法包括以下步骤:

(a) 定量地增大向焊接头组件施加的焊接力,同时检测焊接头组件的一部分的z高度位置,直到所述z高度位置从初始高度改变预定的高度调整量;以及

(b) 在所述z高度位置从初始高度改变预定的高度调整量即刻,检测焊接力值。

44. 如权利要求43所述的方法,其中,在步骤(b)之后,所述方法包括:定量地减小向焊接头组件施加的焊接力,同时检测焊接头组件的所述一部分的z高度位置,直到所述z高度位置返回到初始高度。

45. 如权利要求44所述的方法,其中,在所述z高度位置返回到初始高度即刻的焊接力值被检测。

46. 如权利要求43所述的方法,其中,在步骤(a)之后,所述z高度位置继续改变直到其抵达峰值高度位置。

47. 如权利要求46所述的方法,其中,在所述z高度位置抵达峰值高度位置即刻,检测焊接力值。

48. 如权利要求43所述的方法,其中,步骤(a)和步骤(b)在焊线机的操作的力控制模式期间进行。

## 操作焊线机的方法,包括监测焊线机上焊接力精度的方法及 相关方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2020年11月5日提交的美国临时申请号62/110,012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,且更具体地涉及用于监测焊线机上的焊接力的精度的技术。

### 背景技术

[0004] 在处理和封装半导体器件中,焊线一直是提供封装件内两个位置之间(例如,半导体管芯的管芯焊盘与引线框的引线之间)电互连的主要方法。更具体地,利用焊线器(也称为焊线机),线弧(wire loop)在待要电互连的相应位置之间被形成。形成线弧的主要方法为球形焊接和楔形焊接。在形成(a)线弧的端部与(b)焊接部位(例如,管芯焊盘、引线等)之间的焊接部时,各种类型的焊接能量都可被使用,包括例如超声波能量、热超声能量、热压能量等等。焊线机(例如,柱形凸块机)也被使用以由线材的部分形成传导性的凸块。

[0005] 这样的焊线机通常包括承载焊线工具(例如,劈刀工具)的焊接头组件(即,焊接头),所述焊线工具在焊线操作期间接触工件。与大多数焊线操作相关地,焊接力施加到焊线工具。为了形成一致(及可接受)的焊线部,焊线期间施加的焊接力准确是重要的。然而,有时候施加的力与拟要的(例如,编程的)焊接力不同。例如,焊接力可基于诸如环境因素、机器操作时数等条件而随时间变化。

[0006] 因此,将会期望的是,提供用于监测和/或控制焊线机上的焊接力的改进的技术。

### 发明内容

[0007] 根据本发明的示例性实施例,提供一种操作焊线机的方法。方法包括:(a)在(i)自动焊线操作和(ii)空循环(dry cycle)焊线操作中的至少一项期间操作焊线机,其中,在焊线机的所述操作期间施加焊接力;以及(b)监测在(i)自动焊线操作和(ii)空循环焊线操作中的所述至少一项期间的焊线机的焊接力的精度。

[0008] 根据本发明的另一示例性实施例,提供一种操作焊线机的方法。方法包括以下步骤:定量地(incrementally)调整向焊接头组件施加的焊接力,同时检测焊接头组件的一部分的z高度位置;以及确定所期望的焊接力,定量调整在所期望的焊接力处不引起焊接头组件的z高度位置的改变。

[0009] 根据本发明的另一示例性实施例,提供一种操作焊线机的方法。方法包括以下步骤:定量地调整向焊接头组件施加的焊接力,同时检测焊接头组件的一部分的z高度位置;以及确定所期望的焊接力,来自的定量调整在所期望的焊接力处引起焊接头组件的峰值z高度位置。

[0010] 根据本发明的仍另一示例性实施例,提供一种操作焊线机的方法。方法包括以下步骤:定量地减小向焊接头组件施加的焊接力,同时检测焊接头组件的一部分的z高度位置,直到所述z高度位置由初始高度改变预定的高度调整量;以及在所述z高度位置由初始高度改变预定的高度调整量即刻,检测焊接力值。

[0011] 根据本发明的仍另一示例性实施例,提供一种操作焊线机的方法。方法包括以下步骤:定量地增大向焊接头组件施加的焊接力,同时检测焊接头组件的一部分的z高度位置,直到所述z高度位置由初始高度改变预定的高度调整量;以及在所述z高度位置由初始高度改变预定的高度调整量即刻,检测焊接力值。

[0012] 本发明的方法还可具体实现为设备(例如,作为焊线机的智能装置的部分)或计算机可读载体(例如,包括与焊线机相关地被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

[0013] 当结合附图来阅读时,本发明从以下的详细描述被更佳理解。强调的是,根据一般惯例,附图的不同特征不是按比例绘制的。相反,为了清楚,不同特征的尺寸被任意放大或缩小。附图中包括以下这些图:

[0014] 图1A-1C是焊线机的一系列框图侧视图,图示出根据本发明的示例性实施例的操作焊线机的方法;

[0015] 图2A-2C是焊线机的另一系列框图侧视图,图示出根据本发明的示例性实施例的操作焊线机的方法;

[0016] 图3A-3F是焊线机的又一系列框图侧视图,图示出根据本发明的示例性实施例的操作焊线机的方法;

[0017] 图4是时序图,图示出根据本发明的示例性实施例的焊接头组件的一部分的z高度位置和由焊接头组件施加的焊接力相对于时间的变化;以及

[0018] 图5-8是流程图,图示出根据本发明的不同示例性实施例的操作焊线机的方法。

## 具体实施方式

[0019] 根据本发明的不同示例性实施例,操作焊线机的方法被提供,例如,自动验证焊线机上的焊接力(有时也称为焊力)的方法以及实时监测焊线机上的焊接力的方法。在本发明的某些实施例中,方法可包括自动模式焊接力验证过程和/或闭环焊接力调整过程(例如,包含对焊接力的偏移调整)。

[0020] 因此,本发明的方面涉及对在焊线机上施加的焊接力的、以实现期望的焊线性能为目标的监测和/或自动校正/调整。例如,根据本发明的方面,在自动焊线模式(和/或空循环焊接模式)中,焊接力(和/或焊接力的精度)被监测,其中如果所监测的焊接力的精度未在可接受的范围内(例如,所监测的焊接力因任何原因已漂移),则可提供响应。例如,响应可以是:(i)向机器操作员提供警报、警告或出错信息;(ii)停止焊线机的操作;(iii)自动调整焊线机的焊接力(例如,闭环力偏移调整)等等。

[0021] 根据本发明的某些示例性实施例,方法被提供用于以自动模式验证机器焊接力。这样的方法可包括:施加多种程度的焊接力,以及监测焊接头位置的响应。例如,起始力(例

如,预先验证的力 $F_{pv}$ ,其可以是或者可以不是零克力)可以以小的定量逐渐减小直到其向上移动设定的高度(例如, $h_a$ ),且之后力可被增大直到其向下移动回到起始点(例如, $h_{init}$ )。这样的力验证可以在空循环和自动模式下实施。这两个力值(和/或在发明范围内的另外的力值比如 $F_b$ ) (例如,与设定高度 $h_a$ 相对应的力值,和与返回到起始点 $h_{init}$ 相对应的力值)被记录。如果力值不满足预期(例如,不在预期力值的可接受公差内),则可提供响应(例如,响应可以是:向机器操作员提供警报、警告或出错信息;停止焊线机的操作;将焊线机的焊接力自动调整到可接受的程度)。

[0022] 本发明提供优于过往实践的显著优点。现行的焊接力校准方法涉及操作员离线实施校准(不是以自动模式)。这样的校准易于耗时,而且需要移除某些硬件部件(例如,用于还原气体的流头(flow head))以及校准砝码的安装。本发明的方面提供具有最少(或无)时间损失的以自动模式的力验证,并且本发明的方面还可被使用来提供闭环焊接力调整。

[0023] 本发明的方面涉及在(i)自动焊线操作和(ii)空循环焊线操作中的至少一项期间监测焊线机的焊接力的精度。用于监测这样的焊接力精度的示例性技术在本文中被公开。然而,用于实现这样的监测(在自动焊线操作和空循环焊线操作中的至少一项期间)的其它技术也被考虑在本发明的范围内。

[0024] 如本文中所使用的,术语“零克力(zero gram force)”是这样的所施加的焊接力的示例,即定量力调整(例如,焊接力的增大或减小)在所述焊接力处不引起焊接头组件的z高度位置的改变。术语“零克力”也可被使用来指代引起焊接头组件的一部分的峰值高度(无论是高峰值高度还是低峰值高度)的所施加的焊接力(例如,力 $F_b$ 引起高度 $h_b$ ,并且力 $F_d$ 引起高度 $h_d$ ,两者与图4相关地进行描述)。不管怎样,这样的“零克力”值都可由单个值确定(例如,参见来自图4的 $F_b$ 、来自图4的 $F_d$ 等等)。另外,在本发明范围内的所确定的“零克力”或所确定的“所期望的”力也可利用多个测量值(例如,参见来自图4的 $F_b$ 、来自图4的 $F_d$ 等等)来确定单个力值。例如,单个力值可通过对来自单个循环(如在图4中)或多个循环的多个测量值取平均(或另外作数学操作)来确定。

[0025] 本发明的方面涉及检测在焊线机的焊接头组件的不同高度位置处施加的焊接力。例如,力值可在z高度位置从一个高度改变至另一个高度(例如,从初始高度改变预定的高度调整量)即刻被检测。在本发明的其它方面中,焊线机的焊接头组件的高度位置在所施加的焊接力的不同值处进行检测。利用这样的焊接力和/或高度位置信息,可监测焊接力的精度。

[0026] 尽管主要结合焊线机的力控制模式来描述本发明,但本发明不限于此。例如,位置控制模式也可被采用。与这样的位置控制模式相关地,z轴驱动力的特征(其对应于焊接力)可在大体维持预定z轴线位置的同时被确定来监测焊接力的精度。这样的特征例如可以是z轴线电机的电学特征、提供驱动力的z轴线电机的电流等等。

[0027] 贯穿本文中提供的各种附图,相同的附图标号指代相同的元素/元件。因此,与某些附图相关地,对某些元件的描述会被省去。

[0028] 现在参考附图,图1A-1C图示了焊线机100。焊线机100包括支撑结构102(例如,加热块、砧座等),所述支撑结构用于在焊线操作期间支撑工件104(例如,半导体元件,比如保持一个或多个半导体管芯的引线框)。在图1A中,焊线机100还包括焊线工具108(例如,劈刀焊线工具、楔型焊线工具等),所述焊线工具用于将线材部分焊接到工件104。如本领域技术

人员将理解的,焊线工具108(由焊接头组件110承载)可沿着焊线机100的多条轴线移动以实施焊线操作。例如,焊线工具108可通过焊接头组件110的移动而沿着x轴线和y轴线移动。联动装置110a被提供作为焊接头组件110的一部分。联动装置110a配置用于与焊接头组件110一起沿着焊线机100的z轴线移动,并且所述联动装置通过z轴线电机116(其由焊线机100的计算机114控制)而被沿着z轴线驱动。z轴线位置检测器112(例如,z轴线编码器)被提供,其检测联动装置110a的z轴线位置(及因此焊线工具108的相对z轴线位置)并将与该z轴线位置相对应的数据提供(例如,实时地)给焊线机100的计算机114。从而,计算机114具有与焊线工具108的遍及它的运动的z轴线位置相关的信息。在力控制模式中,z轴线电机116可被使用来施加与焊线操作相关的焊接力。

[0029] 具体参考图1A,无空气球/结球(free air ball)106在焊线工具108的工作末端108a(接触部)处就位。在一些实施例中,结球106不是本发明范围内所必需的(例如,本发明的方法也可在工作末端108a处没有线材部分的情况下实施)。在图1A中示出的初始高度是 $h_{init}$ (例如,参看图4中的时序图的左侧,以下与图3A相关地进行描述)。尽管 $h_{init}$ 相对于焊线工具108的工作末端108a(邻近结球106)示出,但这是相对高度,并且可相对于焊接头组件110的沿着z轴线移动的任何部分来图示。在该阶段,定量地减小向焊接头组件110施加(例如,通过z轴线电机116)的焊接力,同时检测焊接头组件110的一部分的z高度位置(利用z轴线位置检测器112),直到所述z高度位置从 $h_{init}$ 改变预定的高度调整量(在图1B中,直到它抵达高度 $h_a$ ) (例如,参见图4中的时序图中的 $h_a$ ,以下与图3B相关地进行描述)。在焊接力的该定量减小期间,在z高度位置从 $h_{init}$ 改变预定的高度调整量(在图1B中示出)即刻,检测焊接力值。之后,定量地增大向焊接头组件110施加的焊接力,同时检测焊接头组件110的所述一部分的z高度位置(利用z轴线位置检测器112),直到所述z高度位置返回到 $h_{init}$ ,如在图1C中示出的(例如,参见在图4中的时序图中的由 $F_c$ 致使的 $h_{init}$ ,以下与图3D相关地进行描述)。在焊接力的该定量增大期间,在z高度位置改变回到 $h_{init}$ (如图1C中所示)即刻,检测焊接力值。利用这些检测的焊接力值,焊接力的精度(例如,包括零克力的精度)可被监测(例如,所施加的焊接力相较于拟要的(例如,编程的)焊接力的精度)。当然,变型和另外的过程步骤也可被包括在该示例性过程中。

[0030] 图1A-1C中图示的过程仅只是一种用于监测焊接力精度的技术(和/或操作焊线机的方法)。图2A-2C图示了另一非限制性的示例。具体参考图2A,所示初始高度为 $h_{init}$ 。尽管 $h_{init}$ 相对于焊线工具108的工作末端108a(邻近结球106)示出,但这是相对高度,并且可相对于焊接头组件110的沿着z轴线移动的任何部分来图示。在该阶段,定量地增大向焊接头组件110施加的焊接力(例如,通过z轴线电机116),同时检测焊接头组件110的一部分的z高度位置(利用z轴线位置检测器112),直到所述z高度位置从 $h_{init}$ 改变预定的高度调整量(在图2B中,直到它抵达高度 $h_a$ )。在焊接力的该定量增大期间,在z高度位置从 $h_{init}$ 改变预定的高度调整量(在图2B中示出)即刻,检测焊接力值。之后,定量地减小向焊接头组件110施加的焊接力,同时检测焊接头组件110的所述一部分的z高度位置(利用z轴线位置检测器112),直到所述z高度位置返回到 $h_{init}$ ,如在图2C中示出的。在焊接力的该定量减小期间,在z高度位置改变回到 $h_{init}$ (如图2C中所示)即刻,检测焊接力值。利用这些检测的焊接力值,焊接力的精度(例如,包括零克力的精度)可被监测(例如,所施加的焊接力相较于拟要的(例如,编程的)焊接力的精度)。

[0031] 图3A-3F图示了用于监测焊接力的精度的另一种非限制性的示例(和/或操作焊线机的方法)。图4是时序图,图示了焊接头组件的一部分的z高度位置和由焊接头组件施加的焊接力相对于时间的变化。图4的时序图与图3A-3F中所示的过程步骤一致,如在以下描述的。

[0032] 具体参考图3A,焊线机100被图示为带有处在位置 $h_{init}$ 处的结球106。在此时施加的力可被描述为预先验证的零克力(参见图4的“ $F_{pv}$ ”)。在图3B中,随着对焊线工具108的所施加的力减小(这在图4中图示为随着所施加的力从 $F_{pv}$ 和 $F_a$ 改变),焊线工具108向上(即,+z方向)移动到位置 $h_a$ (参见图4,其中力 $F_a$ 被施加,在该时间所施加的力开始增大)。在图3C中,尽管力正在增大(这在图4中在点 $h_a$ 和 $h_b$ 之间图示),例如由于焊接头组件110的动量,焊线工具108继续向上移动到位置 $h_b$ 。零克力(例如,力 $F_b$ )可在该点处(即,在高度 $h_b$ 处,在此处高度处于局部极大值)被确定/监测。因此,与图3C相关地,零克力可与引起峰值高度 $h_b$ 的所施加的焊接力(即,引起高度 $h_b$ 的力 $F_b$ ,如与图4相关进行描述的)相关地被确定。

[0033] 在图3D中,当所施加的力处于其峰值 $F_c$ 时(这在图4中在点 $F_b$ 和 $F_c$ 之间图示),焊线工具108移动回到初始位置 $h_{init}$ 。在图3E中,随着所施加的力正在减小(这在图4中在点 $F_c$ 和 $F_d$ 之间图示),焊线工具108移动到位置 $h_d$ 。另一零克力(例如, $F_d$ )可在该点处(即 $h_d$ ,在此处高度处于局部极小值)被确定/监测。也就是,与图3E相关地,零克力可与引起峰值高度 $h_d$ 的所施加的焊接力(即,引起高度 $h_d$ 的力 $F_d$ ,如与图4相关地进行描述的)相关地确定。

[0034] 在图3F中,随着所施加的力继续减小,焊线工具108移动回到初始位置 $h_{init}$ (这在图4中在点 $F_d$ 与 $F_e$ 之间图示)。

[0035] 图4中图示的时序图为短持续时间(例如,单个循环)的,然而,理解的是,图4中示出的该过程(或其在本申请中被要求保护的任何部分)可重复多个循环,直到所期望的结果出现(例如,所期望的焊接力被确定,稳定的焊接力值被确定,准确的零克力值被确定,焊接力的精度已被确定等等)。

[0036] 图5-8是流程图,图示出根据本发明的不同示例性实施例的操作焊线机的方法(及相关方法)。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被变更。

[0037] 具体参考图5,操作焊线机的方法被图示。在步骤500处,在(i)自动焊线操作和(ii)空循环焊线操作中的至少一项期间操作焊线机,其中,在焊线机的所述操作期间施加焊接力。在步骤502处,在(i)自动焊线操作和(ii)空循环焊线操作中的所述至少一项期间监测焊线机的焊接力的精度。例如,在步骤502中,可监测所施加的焊接力相较于拟要的(例如,编程的)焊接力的精度。

[0038] 例如,步骤502可在焊线机的操作的力控制模式(或位置控制模式)期间进行。在步骤502期间,定量地调整向焊线机的焊接头组件施加的力(例如,定量地增大力、定量地减小力、定量地增大力和定量地减小力二者皆有等等),同时检测焊接头组件的一部分的z高度位置。

[0039] 本发明的另外的方面也可在步骤502期间进行。例如,准确的零克力可在步骤502期间被确定。例如,与步骤502相关地,所期望的力可被确定,来自步骤500的定量调整在所期望的力处不引起焊接头组件的z高度位置的改变。换言之,所期望的力可在这样的所施加的力处被确定,即在所述所施加的力处,来自步骤500的定量调整引起焊接头组件的峰值z

高度位置(例如,力 $F_b$ 引起高度 $h_b$ 、力 $F_d$ 引起高度 $h_d$ ,二者皆与图4相关地进行描述)。

[0040] 另外,在步骤502期间,焊线工具可被定位在焊线机上的工件上方且未与所述工件接触。替代地,在步骤502期间,焊线工具也可与在焊线机上的工件接触。

[0041] 在可选的步骤504处,如果在步骤502期间监测到的焊接力的精度未在可接受的范围内,则提供响应。例如,响应可包括以下中的至少一项:(a)向机器操作员提供警报;(b)向机器操作员提供警告;(c)向机器操作员提供出错信息;(d)停止焊线机的操作;(e)自动调整焊线机的焊接力。

[0042] 现在参考图6,操作焊线机的另一种方法被图示。在步骤600处,定量地调整向焊接头组件施加的焊接力(例如,定量地增大焊接力、定量地减小焊接力、定量地增大焊接力和定量地减小焊接力二者皆有等等),同时检测焊接头组件的一部分的z高度位置。在步骤602处,确定所期望的焊接力,来自步骤600的定量调整在所期望的焊接力处不引起焊接头组件的z高度位置的改变。例如,所期望的焊接力可以是零克力。步骤602的替代方案也可以是在这样的所施加的力处确定所期望的力,即在所述所施加的力处,来自步骤600的定量调整引起焊接头组件的峰值z高度位置(例如,力 $F_b$ 引起高度 $h_b$ 、力 $F_d$ 引起高度 $h_d$ ,二者皆与图4相关地描述)。

[0043] 如本领域技术人员将理解的,步骤600和步骤602可重复多个循环,直到所期望的焊接力在步骤602处由焊线机在稳定的值处确定。另外,步骤600和步骤602可在焊线机的操作的力控制模式(或位置控制期间)期间进行。

[0044] 现在参考图7,操作焊线机的再一方法被图示。在步骤700处,定量地减小向焊接头组件施加的焊接力,同时检测焊接头组件的一部分的z高度位置,直到所述z高度位置从初始高度(例如, $h_{init}$ )改变预定的高度调整量(例如,参看图1B和图3B中调整至高度 $h_a$ 的高度调整量)。在步骤702处,在所述z高度位置从初始高度改变预定的高度调整量即刻,检测焊接力值(例如,参看图4中的 $F_a$ ,参考来自图1B或图3B的 $h_a$ )。在可选的步骤704处,在步骤702之后,定量地增大向焊接头组件施加的焊接力,同时检测焊接头组件的一部分的z高度位置,直到所述z高度位置返回到初始高度(例如,参看图1C和图3D中返回到与来自图4的焊接力 $F_c$ 相对应的 $h_{init}$ )。

[0045] 在步骤700之后,z高度位置可继续改变直到其抵达峰值高度位置(例如,参看来自图3C的高度 $h_b$ ,其与焊接力值 $F_b$ 相对应)。

[0046] 另外,步骤700和步骤702可在焊线机的操作的力控制模式(或位置控制模式)期间进行。

[0047] 现在参考图8,操作焊线机的又一方法被图示。在步骤800处,定量地增大向焊接头组件施加的焊接力,同时检测焊接头组件的一部分的z高度位置,直到所述z高度位置从初始高度(例如, $h_{init}$ )改变预定的高度调整量(例如,参看图2B中调整至高度 $h_a$ 的高度调整量)。在步骤802处,在所述z高度位置从初始高度改变预定的高度调整量即刻,检测焊接力值(例如,与图2B中的高度 $h_a$ 相对应的焊接力)。在可选的步骤804处,在步骤802之后,定量地减小向焊接头组件施加的焊接力,同时检测焊接头组件的所述一部分的z高度位置,直到z高度位置返回到初始高度(例如,参看图2C中返回到 $h_{init}$ )。与该步骤804相关地,在z高度位置返回到初始高度即刻可检测焊接力值。

[0048] 与图8的方法相关地,在步骤800之后,z高度位置可继续改变,直到它抵达峰值高

度位置。在该峰值高度位置处,焊接力值可被检测。

[0049] 另外,步骤800和步骤802可在焊线机的操作的力控制模式(或位置控制模式)期间进行。

[0050] 尽管在本文中参考特定实施例图示和描述了本发明,但本发明并不意图被限于所示细节。相反,在所附权利要求书的范围和等同范围内且在不偏离本发明的情况下,可在细节上作出各种修改。

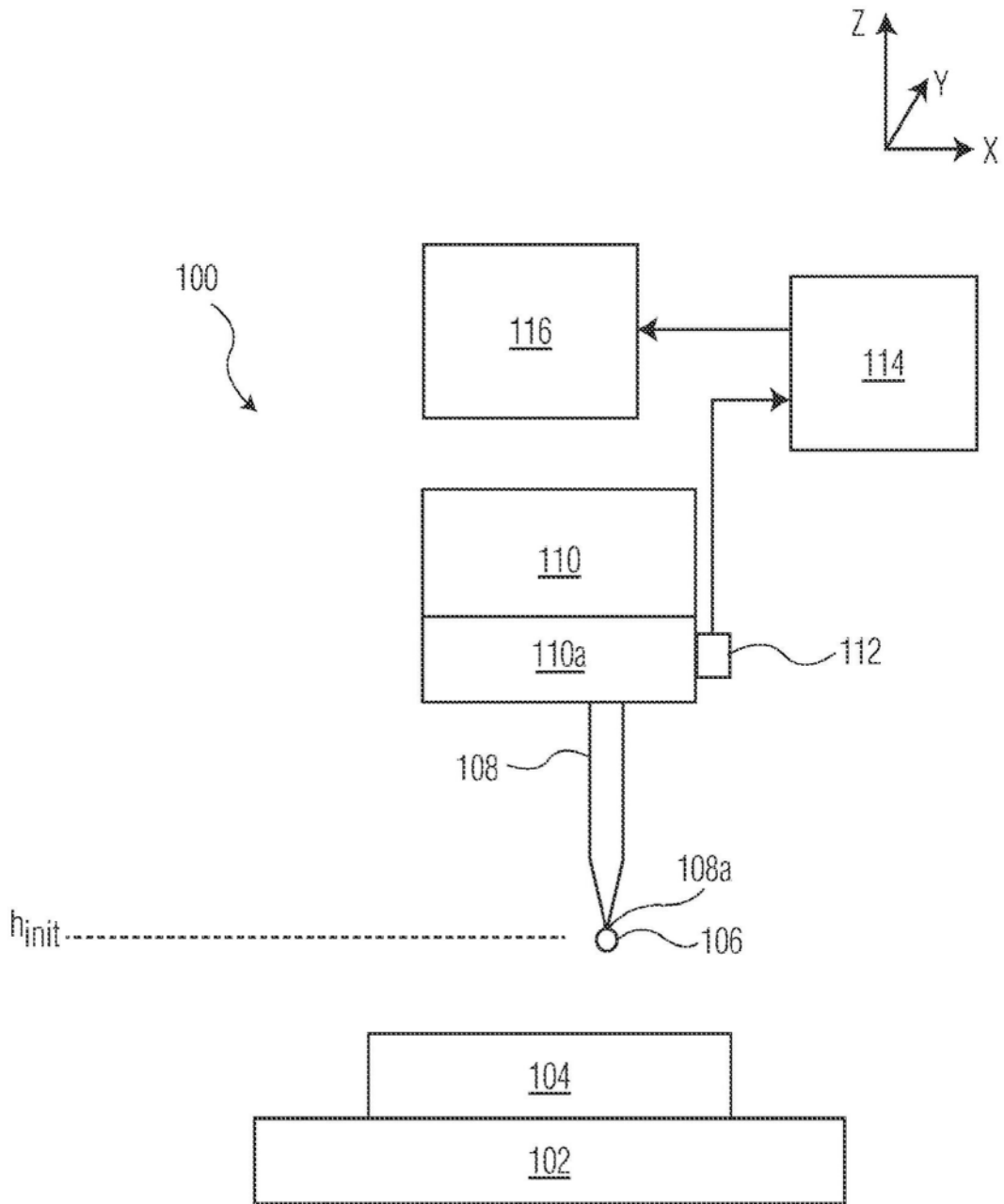


图1A

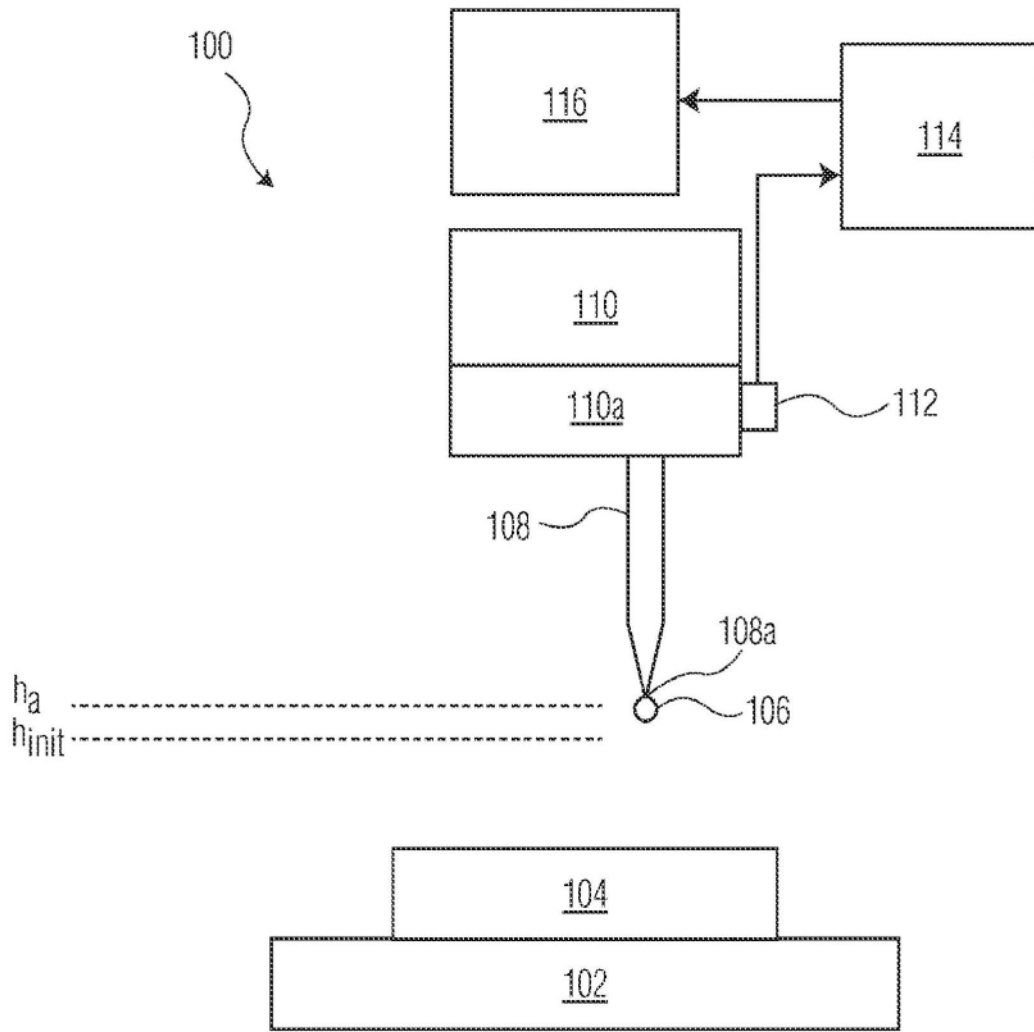


图1B

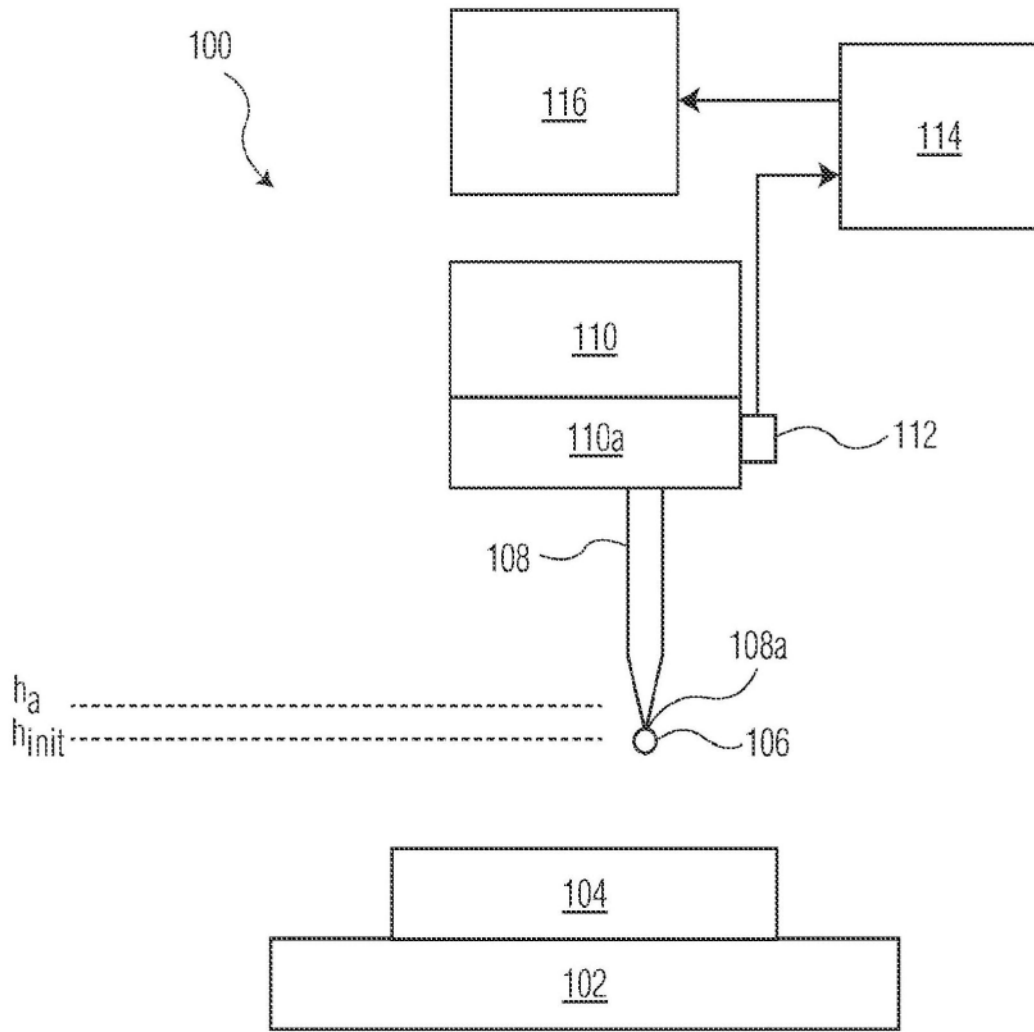


图1C

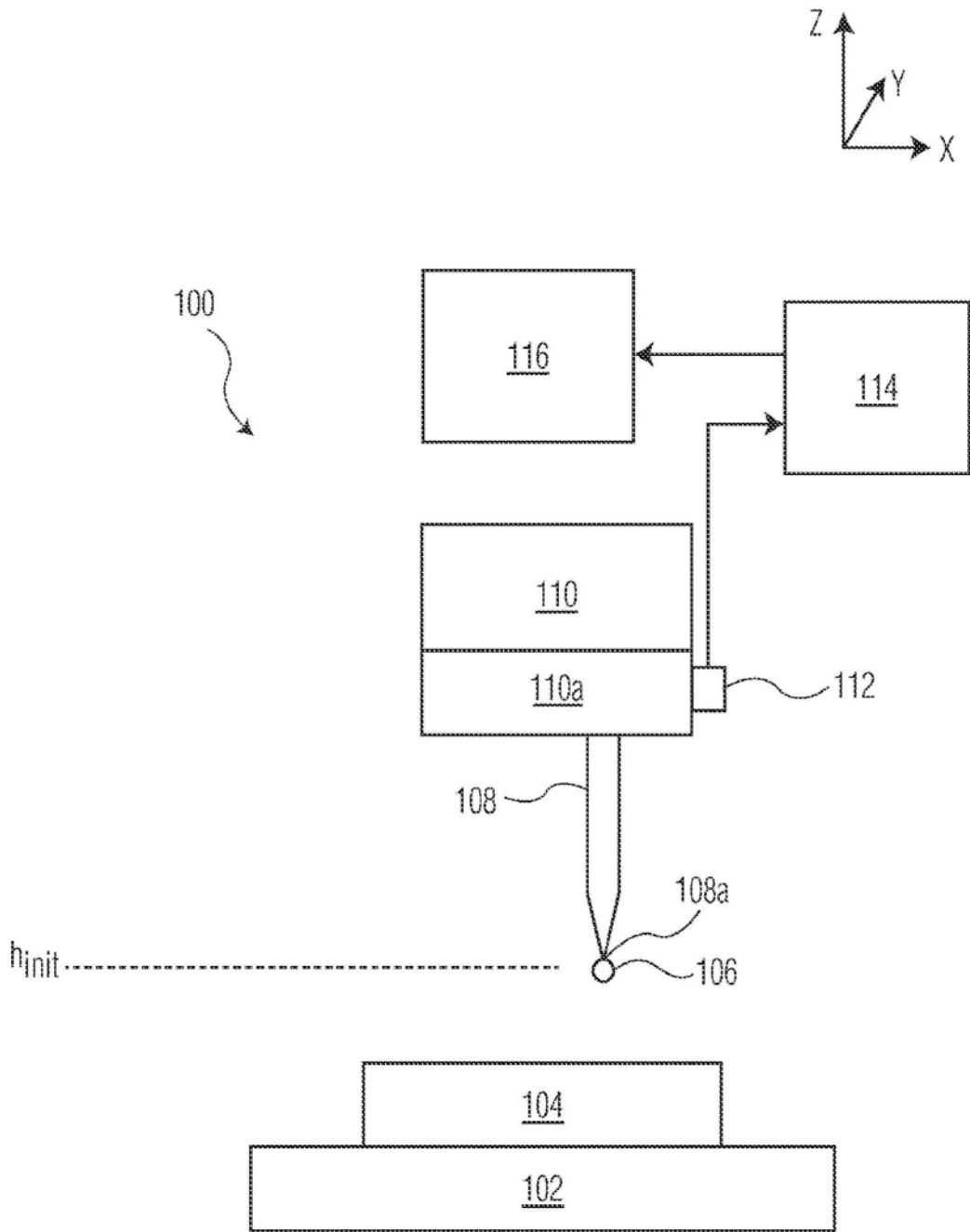


图2A

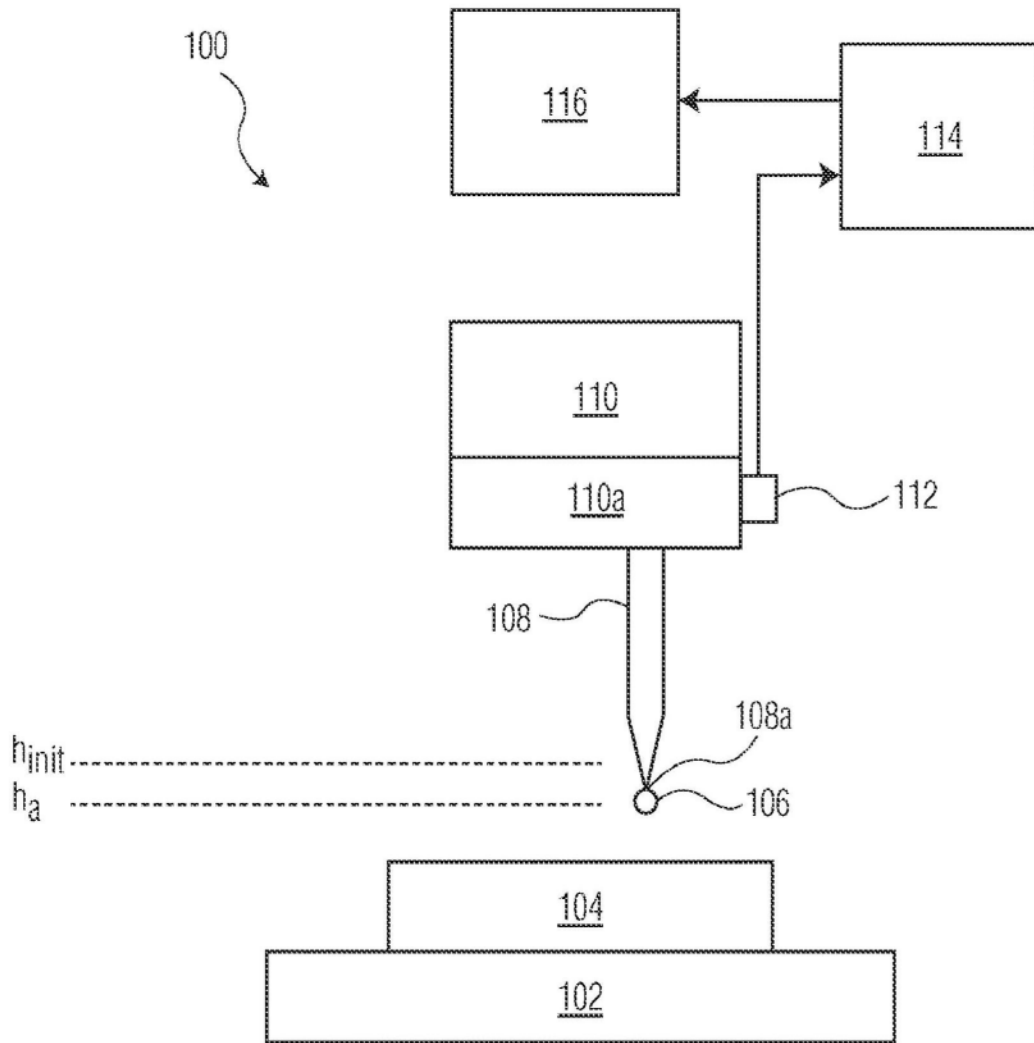


图2B

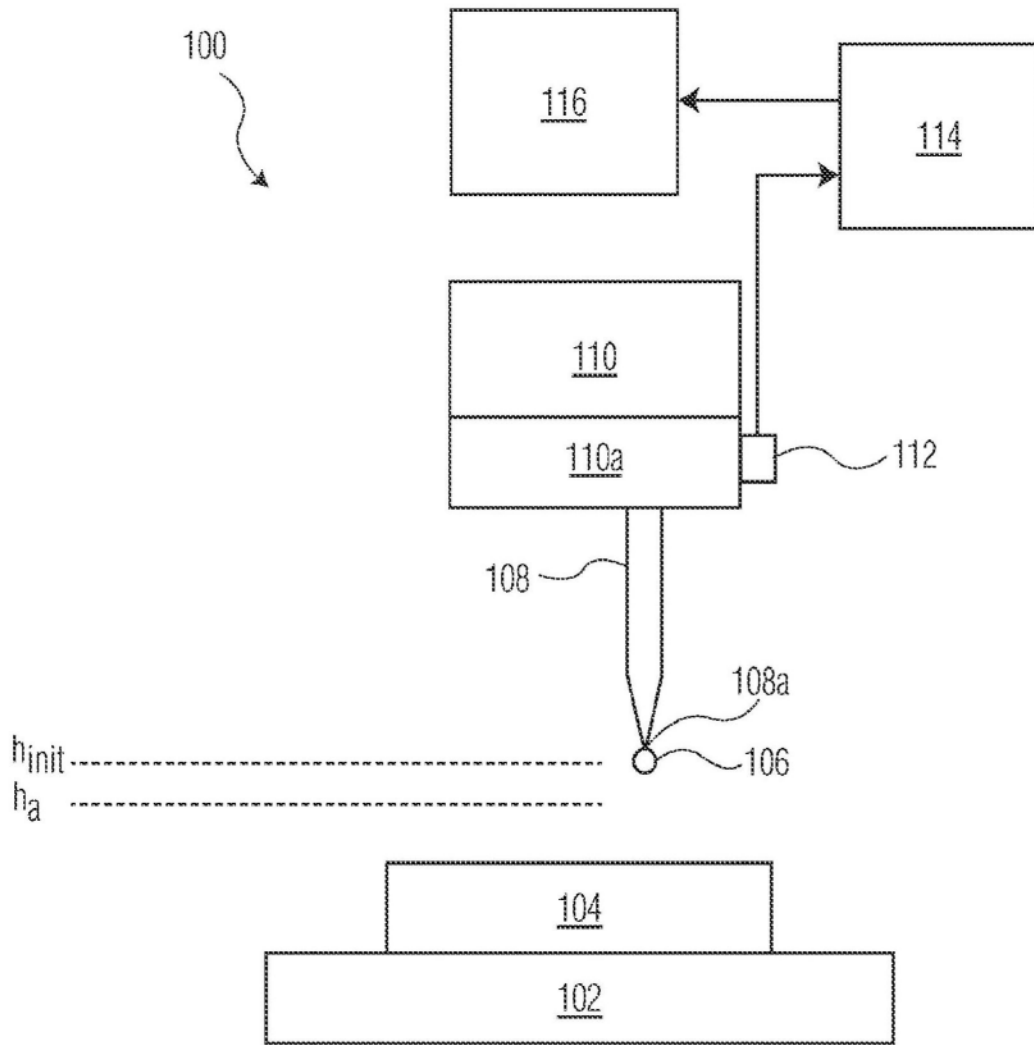


图2C

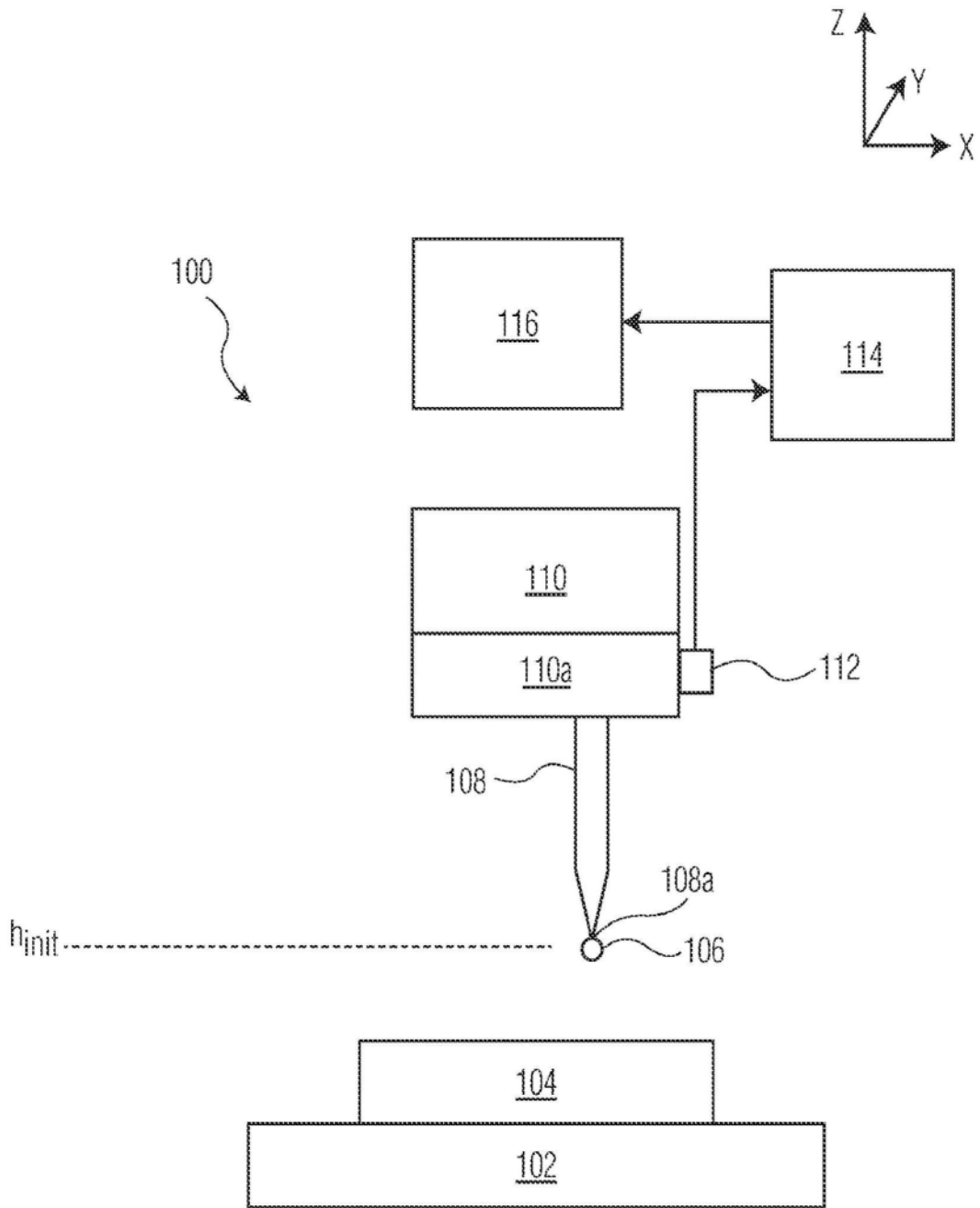


图3A

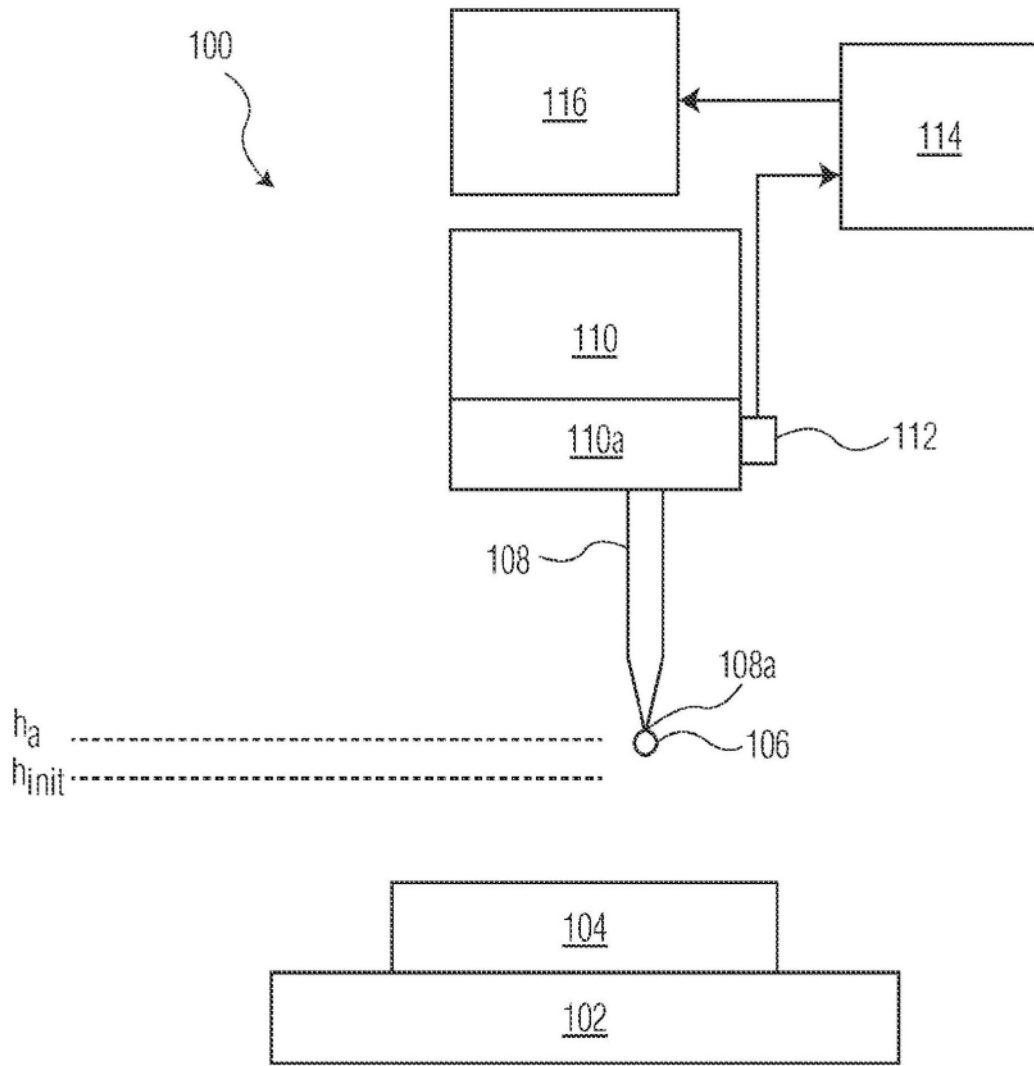


图3B

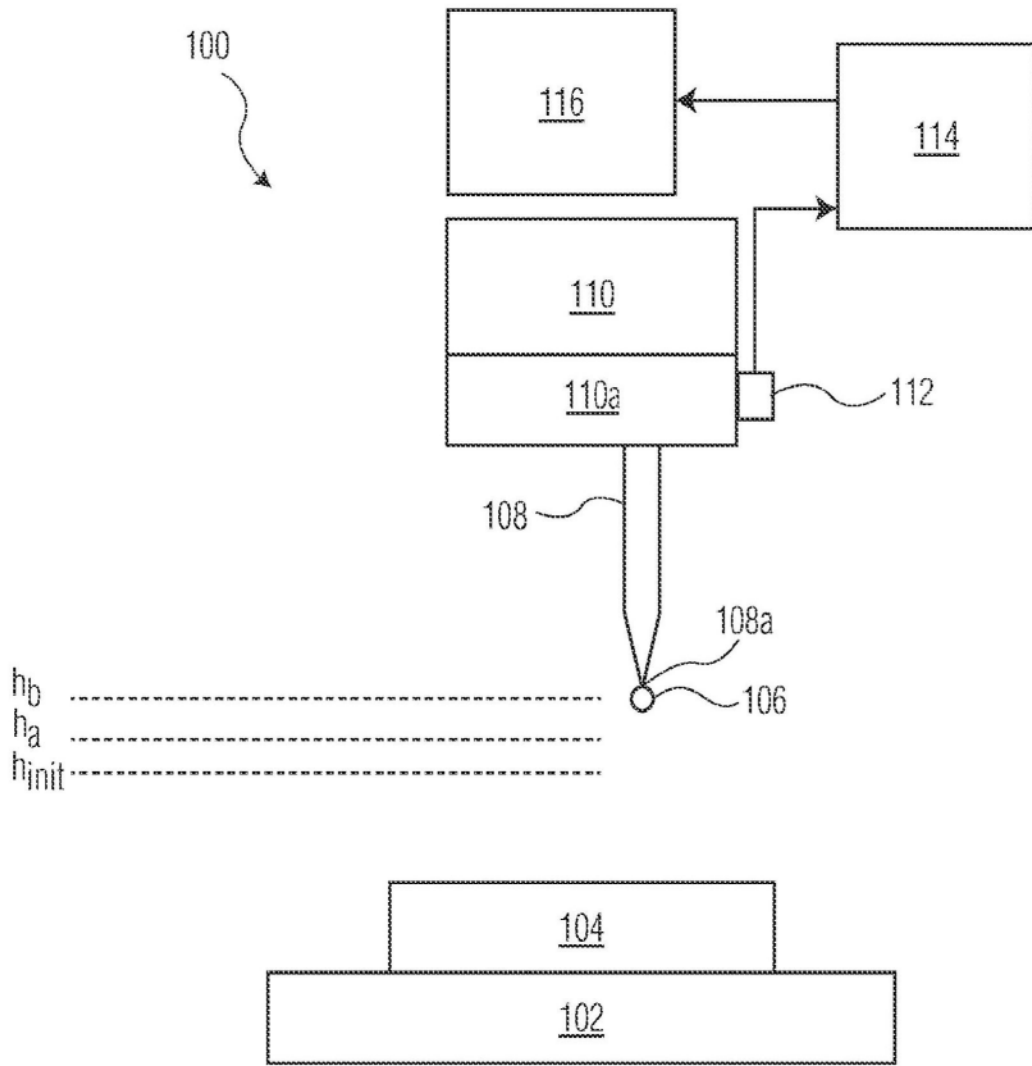


图3C

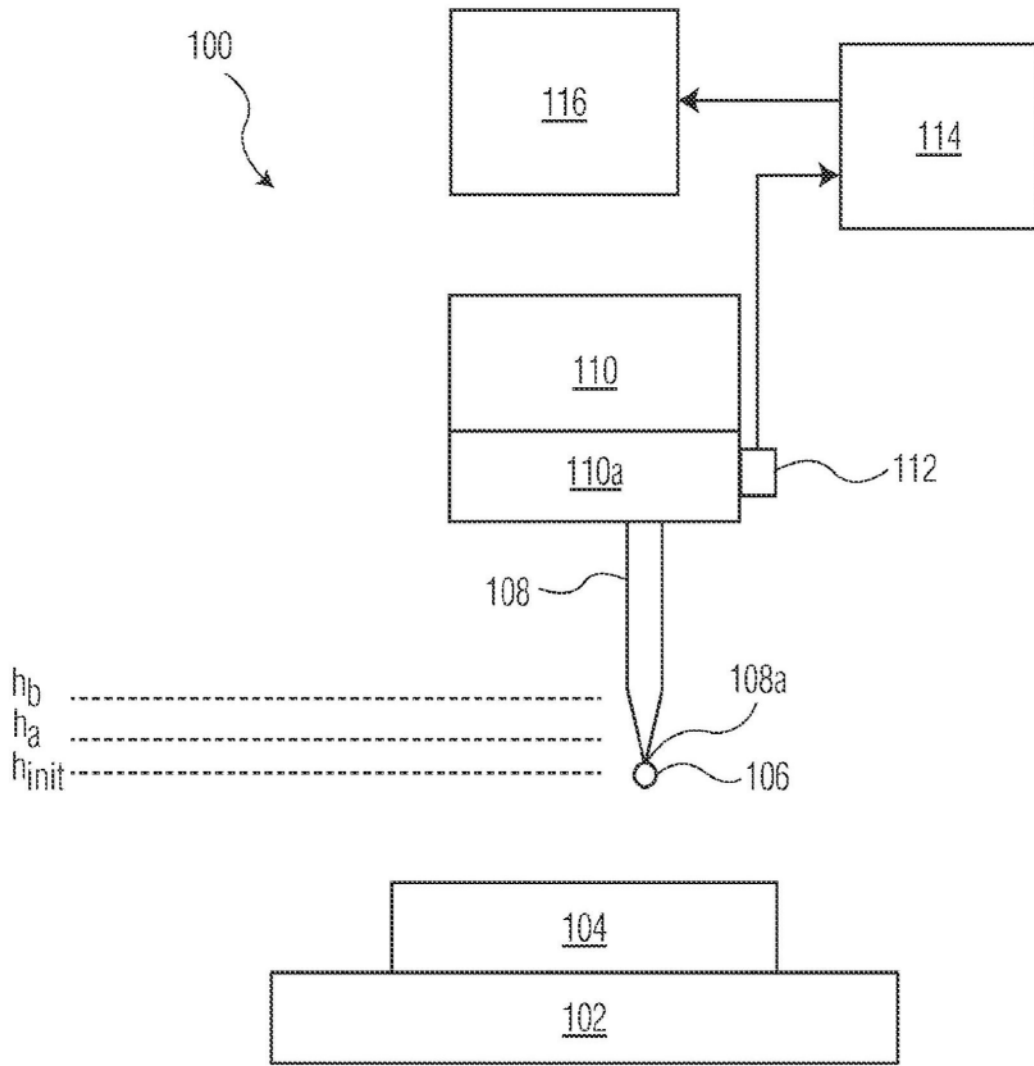


图3D

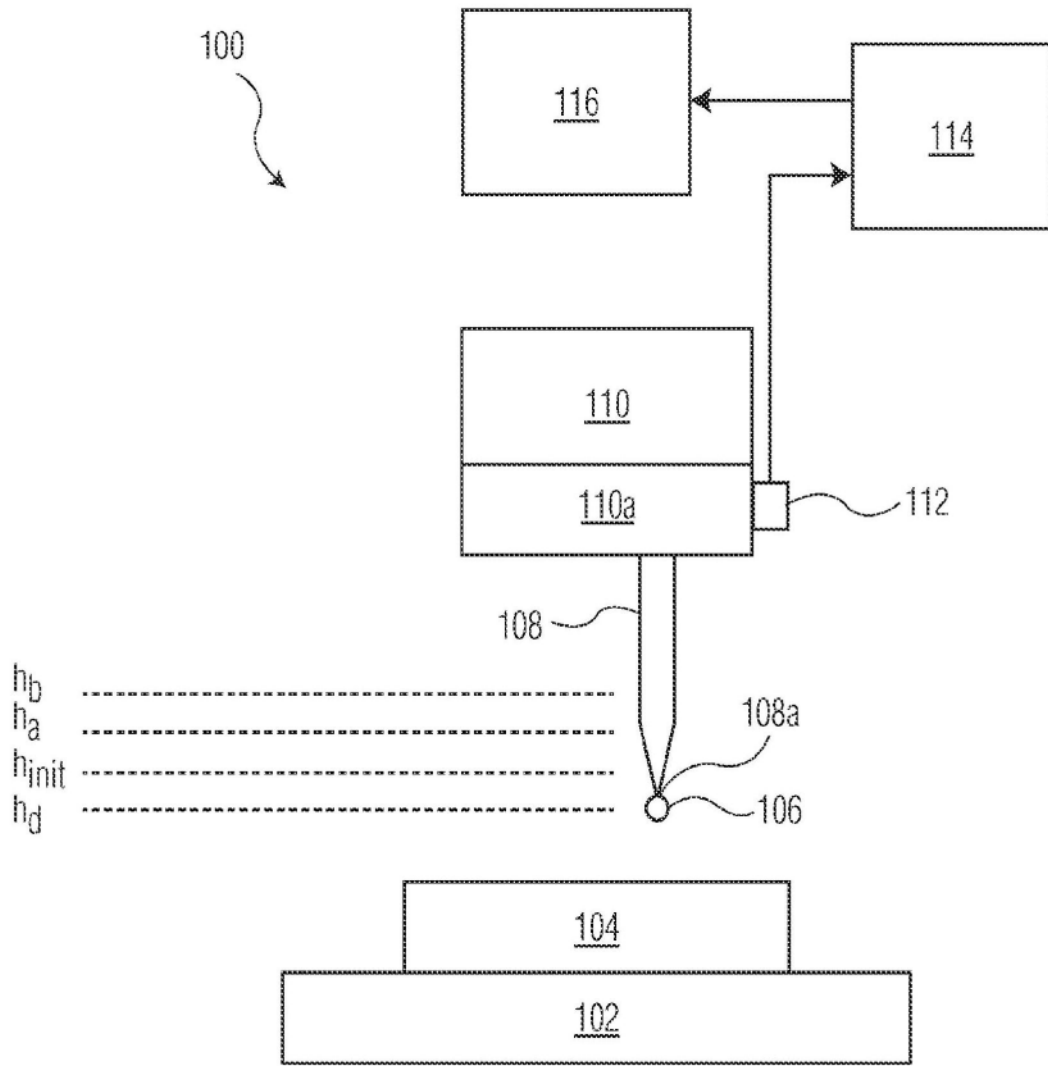


图3E

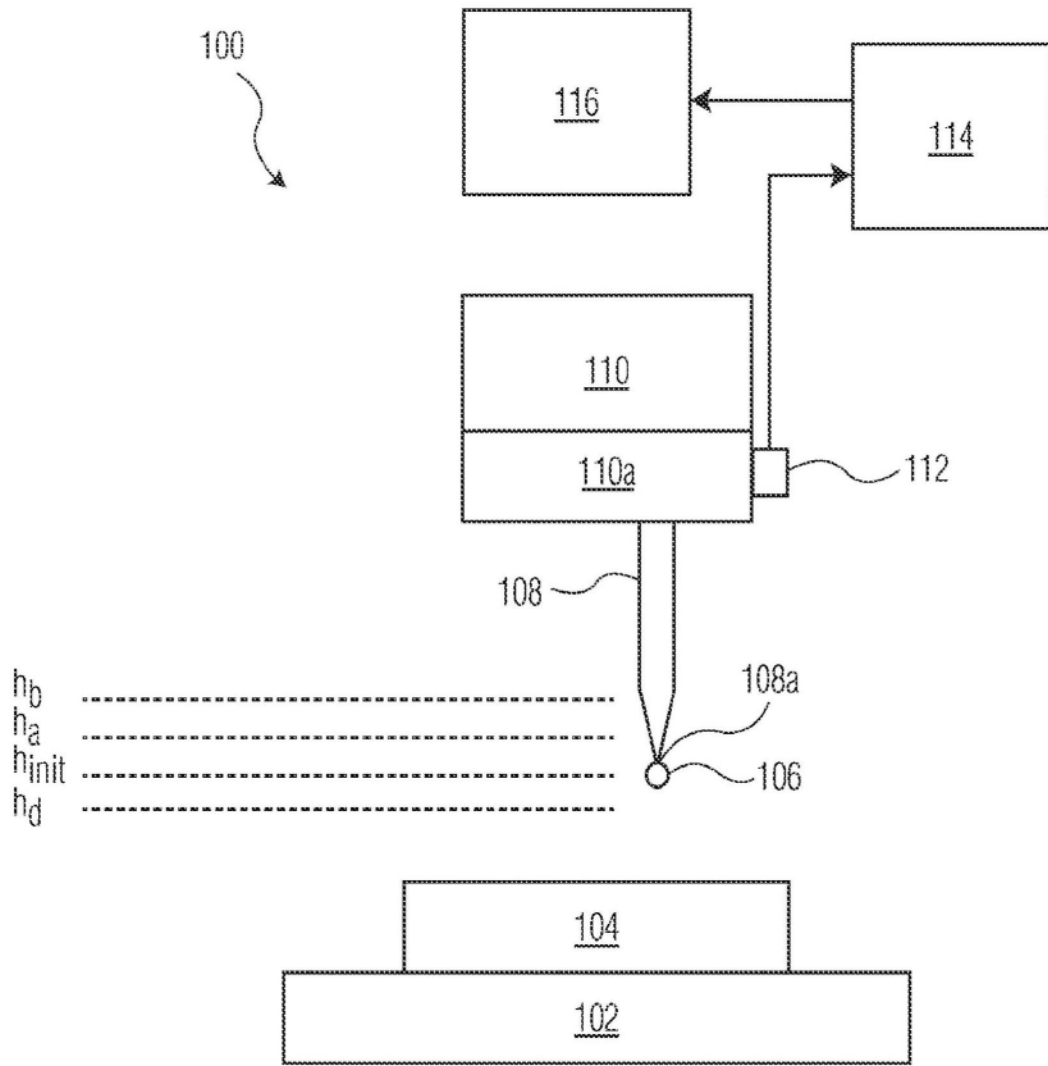


图3F

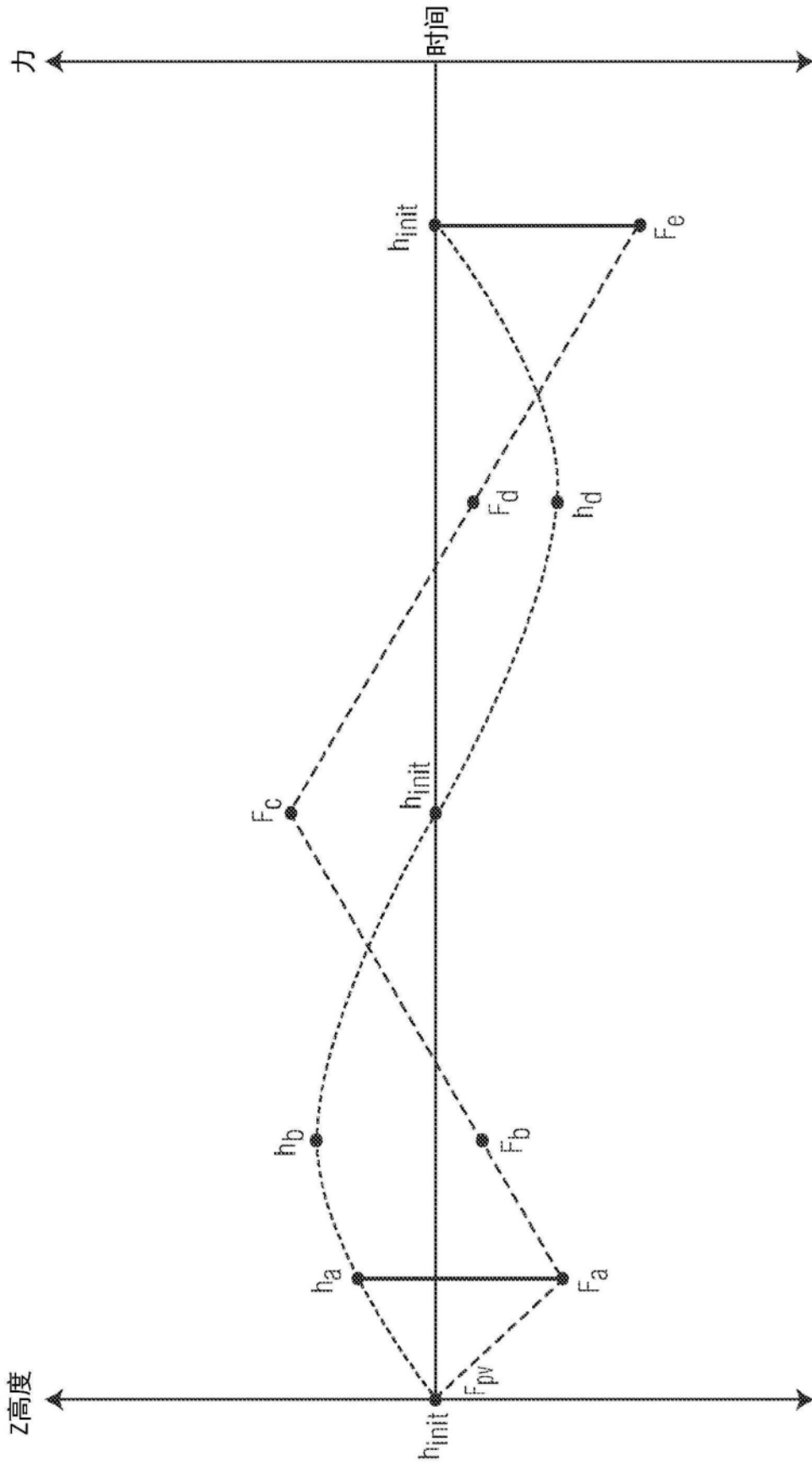


图4

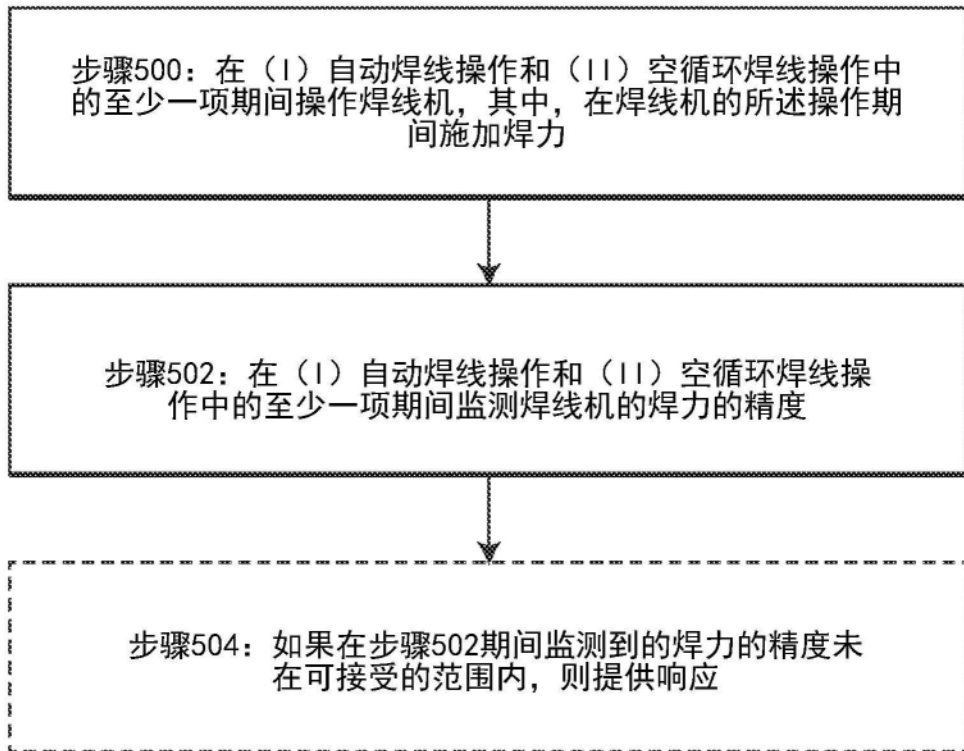


图5

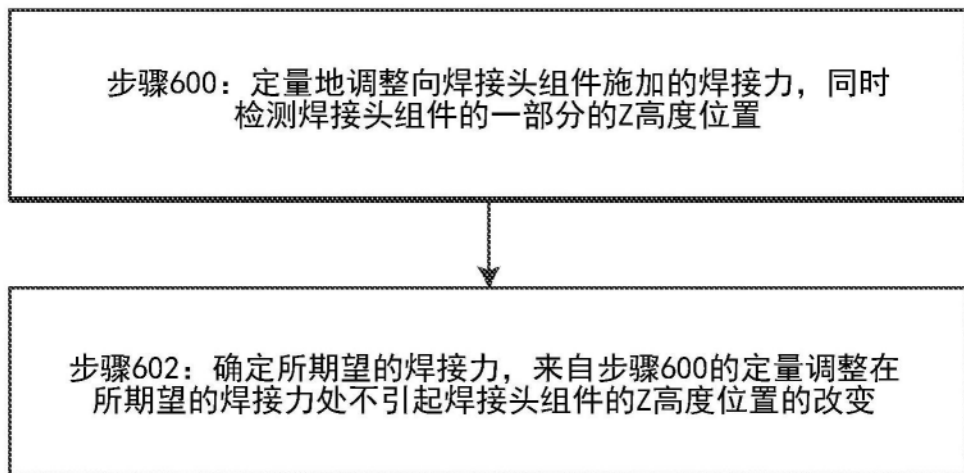


图6

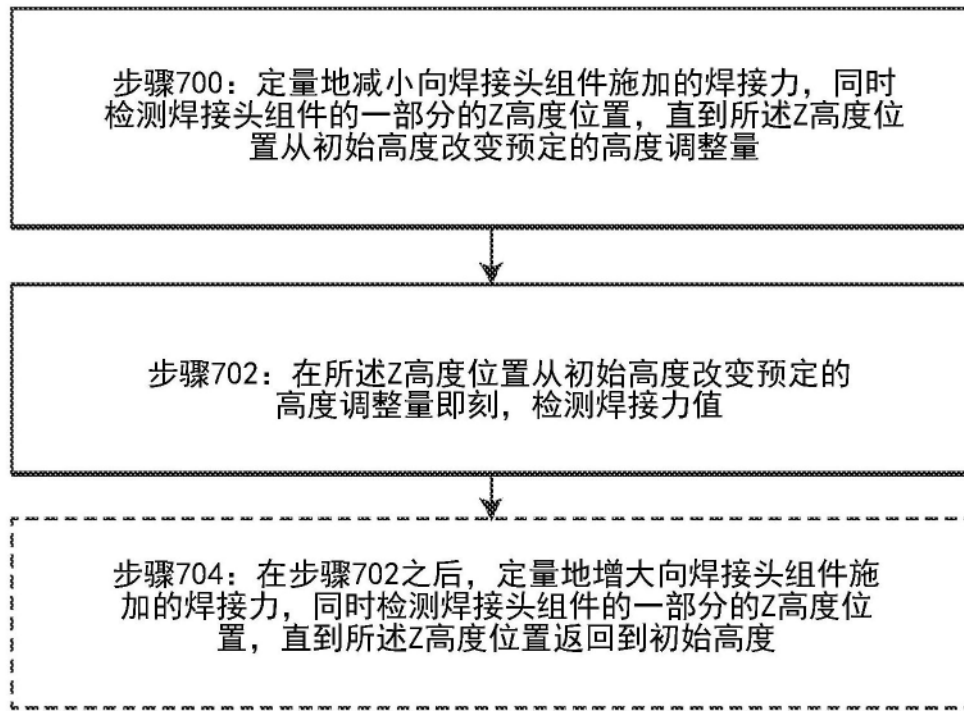


图7

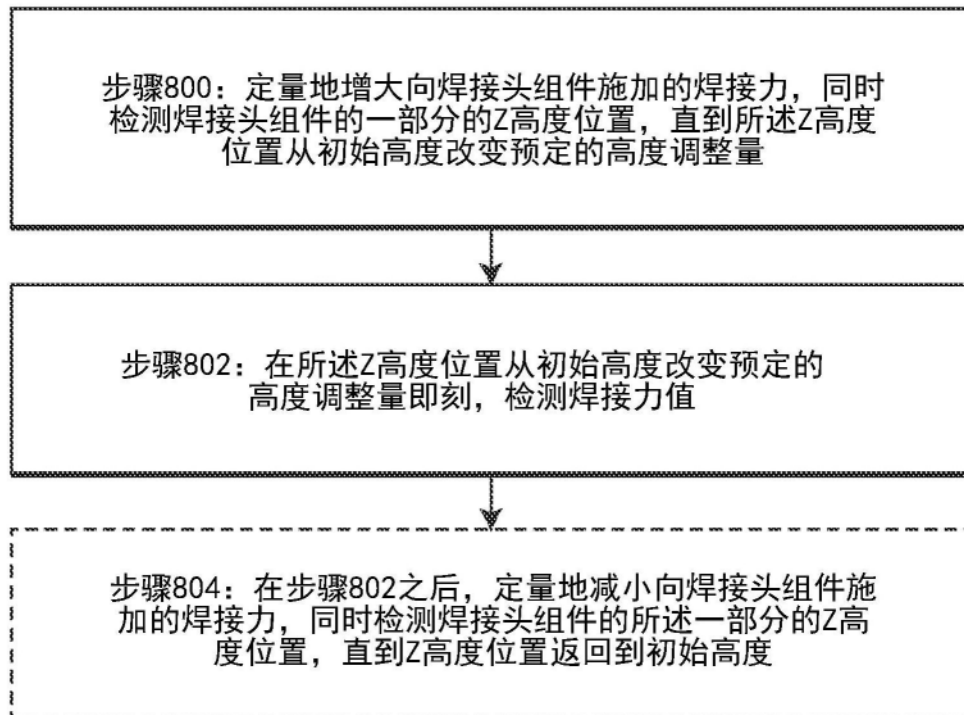


图8