



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102326241 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 02

(21) 申请号 201080008761. 1

(22) 申请日 2010. 01. 25

(30) 优先权数据

2009-039448 2009. 02. 23 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 08. 23

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2010/050910 2010. 01. 25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/095490 JA 2010. 08. 26

(73) 专利权人 株式会社新川

地址 日本东京都武藏村山市

(72) 发明人 丸矢裕介 青柳伸幸

(74) 专利代理机构 北京龙双利达知识产权代理

有限公司 11329

代理人 王礼华 毛威

(51) Int. Cl.

H01L 21/60 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开平 6-283564 A, 1994. 10. 07, 摘要、说明书第 9-15 段、附图 1-2.

US 5024367 A, 1991. 06. 18, 说明书第 1 栏第 56-60 行, 第 2 栏第 30-42 行、附图 2.

JP 平 3-77338 A, 1991. 04. 02, 全文.

JP 特开平 4-372146 A, 1992. 12. 25, 全文.

JP 特开平 6-295941 A, 1994. 10. 21, 全文.

CN 1330404 A, 2002. 01. 09, 全文.

审查员 赖风平

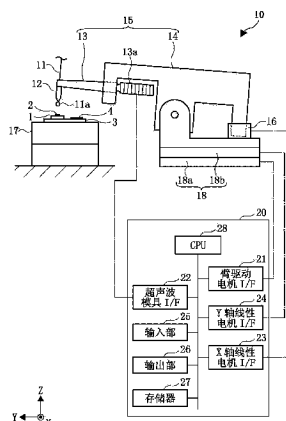
权利要求书2页 说明书12页 附图14页

(54) 发明名称

半导体装置的制造方法以及焊接装置

(57) 摘要

焊接在焊接面场合,减小初始球的压塌扩展部,提高焊接精度,焊接在引脚面场合,能提高固接在引脚面的焊接引线的切断性。在将初始球(11a)焊接在焊接面(2)的第一焊接工序中,在使得初始球(11a)加压接触在焊接面(2)的状态下,施加超声波振动,同时,实行使得毛细管(12)作旋涡状回转的擦磨动作。又,在将焊接引线(11)焊接在引脚面(4)的第二焊接工序中,在使得毛细管(12)以及焊接引线(11)加压接触在引脚面(4)的状态下,施加超声波振动,同时,实行使得毛细管(12)作旋涡状回转的擦磨动作。



1. 一种半导体装置的制造方法，包括：

准备焊接装置的工序，所述焊接装置包括：

焊接台，载置设有焊接面的焊接对象；

毛细管，插入穿通有前端形成初始球的焊接引线；以及

控制部，包括加压接触手段和擦磨手段，所述加压接触手段使得初始球加压接触在载置在焊接台的焊接对象的焊接面上，当初始球被加压接触在焊接面上时，在与初始球加压方向正交的方向，所述擦磨手段使得毛细管旋涡状回转；

加压接触工序，通过根据焊接装置的控制部的指令的加压接触手段，使得形成在插入穿通在毛细管的焊接引线前端的初始球加压接触在载置在焊接台的焊接对象的焊接面上；以及

擦磨工序，通过根据焊接装置的控制部的指令的擦磨手段，当初始球被加压接触在焊接面上时，在与初始球加压方向正交的方向，使得毛细管旋涡状回转；

擦磨工序将初始球与焊接面接触的位置作为基准位置，从该基准位置一边扩大直径一边使得毛细管旋涡状回转后，一边缩小直径一边使得毛细管旋涡状回转，回到基准位置。

2. 根据权利要求1所述的半导体装置的制造方法，其特征在于：

焊接面延伸场合，擦磨工序使得毛细管沿着焊接面的延伸方向作扁平的旋涡状回转。

3. 一种焊接装置，包括：

焊接台，载置设有焊接面的焊接对象；

毛细管，插入穿通有前端形成初始球的焊接引线；以及

控制部，包括加压接触手段和擦磨手段，所述加压接触手段使得初始球加压接触在载置在焊接台的焊接对象的焊接面上，当初始球被加压接触在焊接面上时，在与初始球加压方向正交的方向，所述擦磨手段使得毛细管旋涡状回转；

所述擦磨手段将初始球与焊接面接触的位置作为基准位置，从该基准位置一边扩大直径一边使得毛细管旋涡状回转后，一边缩小直径一边使得毛细管旋涡状回转，回到基准位置。

4. 一种半导体装置的制造方法，包括：

准备焊接装置的工序，所述焊接装置包括：

焊接台，载置设有引脚面的焊接对象；

毛细管，插入穿通有焊接引线；以及

控制部，包括加压接触手段和擦磨手段，所述加压接触手段使得毛细管以及插入穿通在该毛细管的焊接引线加压接触在载置在焊接台的焊接对象的引脚面上，当毛细管被加压接触在引脚面上时，在与毛细管加压方向正交的方向，所述擦磨手段使得毛细管旋涡状回转；

加压接触工序，通过根据焊接装置的控制部的指令的加压接触手段，使得插入穿通有焊接引线的毛细管以及插入穿通在该毛细管的焊接引线加压接触在载置在焊接台的焊接对象的引脚面上；以及

擦磨工序，通过根据焊接装置的控制部的指令的擦磨手段，当毛细管被加压接触在引脚面上时，在与毛细管加压方向正交的方向，使得毛细管旋涡状回转；

擦磨工序将毛细管与引脚面接触的位置作为基准位置，从该基准位置一边扩大直径一边使得毛细管旋涡状回转后，一边缩小直径一边使得毛细管旋涡状回转，回到基准位置。

5. 根据权利要求 4 所述的半导体装置的制造方法，其特征在于：

引脚面延伸场合，擦磨工序使得毛细管沿着引脚面的延伸方向作扁平的旋涡状回转。

6. 一种焊接装置，包括：

焊接台，载置设有引脚面的焊接对象；

毛细管，插入穿通有焊接引线；以及

控制部，包括加压接触手段和擦磨手段，所述加压接触手段使得毛细管以及插入穿通在该毛细管的焊接引线加压接触在载置在焊接台的焊接对象的引脚面上，当毛细管被加压接触在引脚面上时，在与毛细管加压方向正交的方向，所述擦磨手段使得毛细管旋涡状回转；

所述擦磨手段将初始球与焊接面接触的位置作为基准位置，从该基准位置一边扩大直径一边使得毛细管旋涡状回转后，一边缩小直径一边使得毛细管旋涡状回转，回到基准位置。

半导体装置的制造方法以及焊接装置

技术领域

[0001] 本发明涉及对焊接对象进行焊接的半导体装置的制造方法以及焊接装置 (bonding apparatus)。

背景技术

[0002] 一般,在引线焊接中,在从毛细管输出的焊接引线的前端形成初始球,在使得该初始球加压接触在半导体装置的焊接面 (pad) 的状态下,通过施加超声波振动,进行使得初始球固接在焊接面上的第一焊接。此后,从毛细管输出焊接引线形成引线环,通过将该焊接引线和毛细管加压接触在基板的引脚面上,进行使得焊接引线固接在引脚面上同时切断焊接引线的第二焊接。

[0003] 但是,载置在焊接台的基板若因摇摆等处于不稳定状态,则存在以下问题:第一焊接时,有时初始球不能确实地固接在焊接面,第二焊接时,有时不能切断焊接引线。

[0004] 于是,在专利文献 1 记载的技术中,进行焊接时,通过使得安装毛细管的 XY 台实行沿 X、Y 方向移动的擦磨动作,将初始球在焊接面上磨蹭,使得初始球确实固接在焊接面上。

[0005] [专利文献 1] 日本专利第 2530224 号公报

[0006] 但是,在专利文献 1 记载的技术中,进行第一焊接时,尽管初始球固接在焊接面上,进行磨蹭动作时,初始球发生崩溃而扩大,因此,该初始球的崩溃处变大。因此,在专利文献 1 记载的技术中,存在以下问题:难以对于小的焊接面进行高精度的焊接,同时,不能缩小作为邻接的焊接面之间距离的焊接点间距。

[0007] 关于第二焊接时的焊接引线的切断性,在专利文献 1 记载的技术中也没有解决。

发明内容

[0008] 于是,本发明的目的在于,提供在将初始球焊接在半导体装置的焊接面场合,能缩小初始球的崩溃处、提高焊接精度的半导体装置的制造方法以及焊接装置。又,本发明的目的在于,提供在将焊接引线焊接在基板引脚面场合,能提高固接在引脚面的焊接引线切断性的半导体装置的制造方法以及焊接装置。

[0009] 为了解决上述课题的手段如下。

[0010] 本发明涉及的半导体装置的制造方法,包括:

[0011] 准备焊接装置的工序,所述焊接装置包括:

[0012] 焊接台,载置设有焊接面的焊接对象;

[0013] 毛细管,插入穿通有前端形成初始球的焊接引线;以及

[0014] 控制部,包括加压接触手段和擦磨手段,所述加压接触手段使得初始球加压接触在载置在焊接台的焊接对象的焊接面上,当初始球被加压接触在焊接面上时,在与初始球加压方向正交的方向,所述擦磨手段使得毛细管旋涡状回转;

[0015] 加压接触工序,通过根据焊接装置的控制部的指令的加压接触手段,使得形成在插入穿通在毛细管的焊接引线前端的初始球加压接触在载置在焊接台的焊接对象的焊接

面上 ; 以及

[0016] 擦磨工序, 通过根据焊接装置的控制部的指令的擦磨手段, 当初始球被加压接触在焊接面上时, 在与初始球加压方向正交的方向, 使得毛细管旋涡状回转。

[0017] 根据本发明涉及的半导体装置的制造方法, 若初始球被加压接触在焊接对象的焊接面上, 则通过使得毛细管回转, 在焊接面和初始球加压接触的状态下互相摩擦, 因此, 初始球固接在焊接面上。这时, 通过使得毛细管作旋涡状回转, 能使得施加到初始球的力集聚在回转中心方向, 因此, 既能充分确保焊接面和初始球互相摩擦的时间及距离, 又能减少焊接面和初始球以最大直径互相摩擦的时间及距离。由此, 能减少初始球的压塌扩展部 (也称 “ 压碎扩展部 ”), 因此, 能实现焊接的高精度化, 同时, 能缩小作为焊接面间的距离的焊接点间距。

[0018] 这种场合, 较好的是, 上述擦磨工序将初始球与焊接面接触的位置作为基准位置, 从该基准位置一边扩大直径一边使得毛细管旋涡状回转后, 一边缩小直径一边使得毛细管旋涡状回转, 回到基准位置。根据该半导体装置的制造方法, 将初始球与焊接面接触的位置作为基准位置, 一边扩大直径一边使得毛细管旋涡状回转后, 一边缩小直径一边使得毛细管旋涡状回转, 回到基准位置, 能减少使得初始球加压接触在焊接面的位置和初始球固接在焊接面上的位置的偏移。由此, 能实现焊接的更高精度化, 能使得作为焊接面间的距离的焊接点间距更小。

[0019] 并且, 较好的是, 焊接面延伸场合, 擦磨工序使得毛细管沿着焊接面的延伸方向作扁平的旋涡状回转。根据该半导体装置的制造方法, 使得毛细管沿着焊接面的延伸方向作扁平的旋涡状回转, 因此, 能使得固接在焊接面的初始球形状适合焊接面的形状。因此, 即使对于沿任意方向延伸的焊接面, 也能实现焊接的高精度化。

[0020] 本发明涉及的焊接装置包括 :

[0021] 焊接台, 载置设有焊接面的焊接对象 ;

[0022] 毛细管, 插入穿通有前端形成初始球的焊接引线 ; 以及

[0023] 控制部, 包括加压接触手段和擦磨手段, 所述加压接触手段使得初始球加压接触在载置在焊接台的焊接对象的焊接面上, 当初始球被加压接触在焊接面上时, 在与初始球加压方向正交的方向, 所述擦磨手段使得毛细管旋涡状回转。

[0024] 根据本发明涉及的焊接装置, 若初始球被加压接触在焊接对象的焊接面上, 则通过使得毛细管回转, 在焊接面和初始球加压接触的状态下互相摩擦, 因此, 初始球固接在焊接面上。这时, 通过使得毛细管作旋涡状回转, 能使得施加到初始球的力集聚在回转中心方向, 因此, 既能充分确保焊接面和初始球互相摩擦的时间及距离, 又能减少焊接面和初始球以最大直径互相摩擦的时间及距离。由此, 能减少因使得毛细管移动产生的初始球的压塌扩展部, 因此, 能实现焊接的高精度化, 同时, 能缩小作为焊接面间的距离的焊接点间距。

[0025] 本发明涉及的半导体装置的制造方法包括 :

[0026] 准备焊接装置的工序, 所述焊接装置包括 :

[0027] 焊接台, 载置设有引脚面的焊接对象 ;

[0028] 毛细管, 插入穿通有焊接引线 ; 以及

[0029] 控制部, 包括加压接触手段和擦磨手段, 所述加压接触手段使得毛细管以及插入穿通在该毛细管的焊接引线加压接触在载置在焊接台的焊接对象的引脚面上, 当毛细管被

加压接触在引脚面上时,在与毛细管加压方向正交的方向,所述擦磨手段使得毛细管旋涡状回转;

[0030] 加压接触工序,通过根据焊接装置的控制部的指令的加压接触手段,使得插入穿通有焊接引线的毛细管以及插入穿通在该毛细管的焊接引线加压接触在载置在焊接台的焊接对象的引脚面上;以及

[0031] 擦磨工序,通过根据焊接装置的控制部的指令的擦磨手段,当毛细管被加压接触在引脚面上时,在与毛细管加压方向正交的方向,使得毛细管旋涡状回转。

[0032] 根据本发明涉及的半导体装置的制造方法,若毛细管以及插入穿通在该毛细管的焊接引线被加压接触在焊接对象的引脚面上,则焊接引线固接在引脚面上,同时,该焊接引线夹于毛细管和引脚面之间而被切断。并且,通过使得毛细管旋涡状回转,在毛细管与引脚面加压接触的状态下互相作旋涡状摩擦,因此,能减少焊接引线的切断失败,提高焊接引线的切断性。

[0033] 这种场合,较好的是,上述擦磨工序将毛细管与引脚面接触的位置作为基准位置,从该基准位置一边扩大直径一边使得毛细管旋涡状回转后,一边缩小直径一边使得毛细管旋涡状回转,回到基准位置。根据该半导体装置的制造方法,将毛细管以及焊接引线 with 引脚面接触的位置作为基准位置,一边扩大直径一边使得毛细管旋涡状回转后,一边缩小直径一边使得毛细管旋涡状回转,回到基准位置,能减少毛细管加压接触在引脚面的位置和因毛细管加压接触而在引脚面产生的毛细管的压痕位置的偏移。由此,能实现焊接的更高精度化,能使得作为引脚面间的距离的引脚间距更小。

[0034] 并且,较好的是,引脚面延伸场合,擦磨工序使得毛细管沿着引脚面的延伸方向作扁平的旋涡状回转。根据该半导体装置的制造方法,使得毛细管沿引脚面的延伸方向作扁平的旋涡状回转,因此,能使得形成在引脚面的毛细管的压痕形状适合引脚面的形状。因此,即使对于沿任意方向延伸的引脚面,也能实现焊接的高精度化。

[0035] 本发明涉及的焊接装置包括:

[0036] 焊接台,载置设有引脚面的焊接对象;

[0037] 毛细管,插入穿通有焊接引线;以及

[0038] 控制部,包括加压接触手段和擦磨手段,所述加压接触手段使得毛细管以及插入穿通在该毛细管的焊接引线加压接触在载置在焊接台的焊接对象的引脚面上,当毛细管被加压接触在引脚面上时,在与毛细管加压方向正交的方向,所述擦磨手段使得毛细管旋涡状回转。

[0039] 根据本发明涉及的焊接装置,若毛细管以及插入穿通在该毛细管的焊接引线被加压接触在焊接对象的引脚面上,则焊接引线固接在引脚面,同时,该焊接引线夹于毛细管和引脚面之间而被切断。并且,通过使得毛细管旋涡状回转,在毛细管被加压接触在引脚面的状态下互相作旋涡状摩擦,因此,能减少焊接引线的切断失败,提高焊接引线的切断性。

[0040] 下面说明本发明的效果。

[0041] 按照本发明,将初始球焊接在半导体装置的焊接面场合,能减小初始球的压塌扩展部,提高焊接精度。又,按照本发明,将焊接引线焊接在基板的引脚面场合,能提高固接在引脚面的焊接引线的切断性。

附图说明

- [0042] 图 1 表示第一实施形态涉及的引线焊接装置一例。
- [0043] 图 2 是表示使用引线焊接装置的焊接方法的流程图。
- [0044] 图 3 是表示图 2 所示第一焊接工序的流程图。
- [0045] 图 4 是表示图 2 所示第二焊接工序的流程图。
- [0046] 图 5(a) 表示实行擦磨动作的毛细管移动轨迹,图 5(b) 表示用于驱动 X 轴线性电机以及 Y 轴线性电机的指令位置。
- [0047] 图 6 表示 X 轴的暂定指令位置以及 Y 轴的暂定指令位置。
- [0048] 图 7 表示 X 轴暂定指令位置以及 Y 轴暂定指令位置的动作比例。
- [0049] 图 8 用于说明初始球的崩溃地方。
- [0050] 图 9 表示第二实施形态涉及的凸块(bump)焊接装置一例。
- [0051] 图 10 是表示使用凸块焊接装置的焊接方法的流程图。
- [0052] 图 11 是表示图 10 所示焊接工序的流程图。
- [0053] 图 12(a) 表示比较例的半导体装置以及焊接面的放大照片,图 12(b) 表示实施例的半导体装置以及焊接面的放大照片。
- [0054] 图 13 是表示固接在焊接面的初始球直径的表。
- [0055] 图 14(a) 表示比较例的引脚面的放大照片,图 14(b) 表示实施例的引脚面的放大照片。
- [0056] 图 15 是表示固接在引脚面的焊接引线的拉伸强度的表。
- [0057] 图 16(a) 表示使得毛细管朝着斜方向以扁平的旋涡状回转时的移动轨迹,图 16(b) 表示 (a) 场合的用于驱动 X 轴线性电机以及 Y 轴线性电机的指令位置。
- [0058] 图 17(a) 表示使得毛细管朝着左右方向以扁平的旋涡状回转时的移动轨迹,图 17(b) 表示 (a) 场合的用于驱动 X 轴线性电机以及 Y 轴线性电机的指令位置。
- [0059] 符号说明如下：
- [0060] 1 半导体装置
- [0061] 2 焊接面
- [0062] 3 基板
- [0063] 4 引脚面
- [0064] 6 基板
- [0065] 7 半导体装置
- [0066] 8 焊接面
- [0067] 10 引线焊接装置
- [0068] 11 焊接引线,11a 初始球,11b 压塌扩展部
- [0069] 12 毛细管
- [0070] 13 超声波模具
- [0071] 14 焊接臂
- [0072] 15 焊接头
- [0073] 16 臂驱动电机
- [0074] 17 焊接台

- [0075] 18 移动机构, 18a X 轴线性电机, 18b Y 轴线性电机
- [0076] 20 控制部
- [0077] 21 臂驱动电机 I/F
- [0078] 22 超声波模具 I/F
- [0079] 23X 轴线性电机 I/F
- [0080] 24Y 轴线性电机 I/F
- [0081] 25 输入部
- [0082] 26 输出部
- [0083] 27 存储器
- [0084] 28CPU
- [0085] 30 凸块焊接装置
- [0086] 40 控制部
- [0087] 0 基准位置

具体实施方式

[0088] 下面, 参照附图详细说明本发明涉及的半导体装置的制造方法以及焊接装置的合适的实施形态。第一实施形态是将本发明适用于引线焊接装置, 第二实施形态是将本发明适用于凸块焊接装置。在附图中, 相同或相当部分标以相同符号。

[0089] [第一实施形态]

[0090] 图 1 表示第一实施形态涉及的引线焊接装置一例。如图 1 所示, 第一实施形态涉及的引线焊接装置 10 使用插入穿通在毛细管 12 的焊接引线 11 进行引线焊接, 电气连接设在半导体装置的焊接面 2 和设在焊接有该半导体装置 1 的基板 3 的引脚面 4。为此, 引线焊接装置 10 包括焊接引线 11 插入穿通的毛细管 12, 保持毛细管 12 的焊接头 15, 使得焊接头 15 回转 (摆动) 的臂驱动电机 16, 载置作为焊接对象的基板 3 的焊接台 17, 使得焊接头 15 沿着作为水平方向的 X 轴方向和 Y 轴方向移动的 XY 移动机构 18, 以及总括地控制引线焊接装置 10 的控制部 20。

[0091] 焊接头 15 由超声波模具 13 以及保持超声波模具 13 的焊接臂 14 构成, 所述超声波模具 13 从焊接头 15 向着焊接台 17 延伸, 一端保持毛细管 12, 另一端设有产生超声波振动的振子 13a。因此, 通过驱动臂驱动电机 16 回转, 超声波模具 13 使得毛细管 12 沿着作为上下方向的 Z 轴方向移动, 能将焊接引线 11 焊接在载置在焊接台 17 的基板 3 和半导体装置 1 上。并且, 通过从超声波模具 13 的振子 13a 产生超声波振动, 能使得保持在焊接臂 14 的毛细管 12 振动。

[0092] 臂驱动电机 16 通过驱动回转 (摆动), 使得毛细管 12 沿着作为上下方向的 Z 轴方向移动。并且, 通过调整回转驱动的输出转矩, 臂驱动电机 16 能调整施加到毛细管 12 的载荷。

[0093] XY 移动机构 18 使得焊接头 15 沿 X 轴方向移动, 且使得焊接头 15 沿 Y 轴方向移动。为此, 在 XY 移动机构 18 设有使得焊接头 15 沿 X 轴方向移动的 X 轴线性电机 18a, 以及使得焊接头 15 沿 Y 轴方向移动的 Y 轴线性电机 18b。XY 移动机构 18 由例如线性电机机构构成, 通过 X 轴线性电机 18a 以及 Y 轴线性电机 18b 回转, 焊接头 15 能沿着 Y 轴方向及 Y

轴方向移动。并且,通过使得 X 轴线性电机 18a 和 Y 轴线性电机 18b 回转,焊接头 15 朝着 X 轴方向及 Y 轴方向移动,能使得毛细管 12 朝着 X 轴方向及 Y 轴方向移动。

[0094] 控制部 20 电气连接超声波模具 13(振子 13a),臂驱动电机 16,X 轴线性电机 18a,以及 Y 轴线性电机 18b,控制超声波模具 13,臂驱动电机 16,X 轴线性电机 18a,以及 Y 轴线性电机 18b,进行引线焊接。

[0095] 即,控制部 20 在将插入穿通在毛细管 12 的焊接引线 11 焊接在设在半导体装置 1 的焊接面 2 的第一焊接工序中,具有加压接触功能(手段)和擦磨(scrub)功能(手段),半导体装置 1 的焊接面 2 焊接在载置在焊接台 17 的基板 3 上,所述加压接触功能使得焊接引线 11 的初始球与上述半导体装置 1 的焊接面 2 加压接触,所述擦磨功能是当初始球 11a 与焊接面 2 加压接触时,在与初始球 11a 的加压方向正交的方向,使得毛细管 12 旋涡状回转的功能。又,控制部 20 在将焊接在焊接面 2 的焊接引线 11 焊接在设在基板 3 的引脚面 4 的第二焊接工序中,具有加压接触功能(手段)和擦磨功能(手段),所述加压接触功能是使得毛细管 12 以及插入穿通在毛细管 12 的焊接引线 11 的初始球 11a 与载置在焊接台 17 的基板 3 的引脚面 4 加压接触的功能,所述擦磨功能是当毛细管 12 与引脚面 4 加压接触时,在与毛细管 12 的加压方向正交的方向,使得毛细管 12 旋涡状回转的功能。该加压接触功能和擦磨功能通过实施存储在存储装置等的加压接触程序以及擦磨程序实现。

[0096] 为此,在控制部 20 包括在与臂驱动电机 16 之间进行信号收发的臂驱动电机 I/F21,在与超声波模具 13 之间进行信号收发的超声波模具 I/F22,在与 X 轴线性电机 18a 之间进行信号收发的 X 轴线性电机 I/F23,在与 Y 轴线性电机 18b 之间进行信号收发的 Y 轴线性电机 I/F24,为键盘等输入装置、受理来自作业者的各种控制信息输入的输入部 25,为监视器等显示装置、表示控制部 20 的各种控制信息的输出部 26,存储各种程序的存储器 27,以及进行焊接控制的 CPU28。

[0097] 下面,参照图 2 至图 4 说明引线焊接装置 10 的处理动作。图 2 是表示使用引线焊接装置的焊接方法的流程图。图 3 是表示图 2 所示第一焊接工序的流程图。图 4 是表示图 2 所示第二焊接工序的流程图。下面说明的引线焊接装置 10 的处理动作是根据控制部 20 的指令,通过实施作为加压接触程序的加压接触功能以及作为擦磨程序的擦磨功能等实现。

[0098] 如图 2 所示,引线焊接装置 10 首先实行第一焊接工序(步骤 S1)。

[0099] 如图 3 所示,在步骤 S1 的第一焊接工序中,首先实行加压接触工序(步骤 S11)。在加压接触工序中,通过驱动臂驱动电机 16 回转,使得毛细管 12 下降。这时,在插入穿通在毛细管 12 的焊接引线 11 的尾部,形成球状的初始球 11a,因此,通过使得毛细管 12 下降,初始球 11a 与焊接面 2 碰接。接着,若初始球 11a 与焊接面 2 碰接,则通过调整臂驱动电机 16 的输出转矩,通过毛细管 12 将所定的载荷施加在初始球 11a,使得初始球 11a 与焊接面 2 加压接触。

[0100] 接着,实行擦磨工序(步骤 S12)。在擦磨工序中,若初始球 11a 与焊接面 2 加压接触,则实行使得焊接头 15 移动、使得毛细管 12 旋涡状回转的擦磨动作。擦磨动作若在初始球 11a 与焊接面 2 加压接触期间实行,则可以不管后述施加超声波振动工序的超声波振动发生期间,在任何期间实行。

[0101] 在此,参照图 5,说明步骤 S12 的擦磨动作。图 5(a) 表示实行擦磨动作的毛细管移

动轨迹,图 5(b) 表示用于驱动 X 轴线性电机以及 Y 轴线性电机的指令位置。

[0102] 如图 5(a) 所示,擦磨动作通过驱动 X 轴线性电机以及 Y 轴线性电机,使得保持在焊接头 15 的毛细管 12 旋涡状回转,使得初始球 11a 相对焊接面 2 作旋涡状回转。

[0103] 对此进行具体说明,擦磨动作是将初始球 11a 与焊接面 2 接触时的位置设为基准位置 (0,0)。并且,从该基准位置一边扩大回转半径一边旋涡状回转,若该回转半径成为最大,则一边缩小回转半径一边使得毛细管 12 旋涡状回转,使得毛细管 12 回到基准位置。焊接面 2 为 $35\mu\text{m}$ 的正方形,初始球 11a 为直径 $20\mu\text{m}$ 球状场合,旋涡状回转的最大径(直径)约为 $20\mu\text{m}$ 左右。

[0104] 并且,根据图 5(b) 所示 X 轴指令位置 x 和 Y 轴指令位置 y ,控制部 20 对 X 轴线性电机 18a 和 Y 轴线性电机 18b 进行驱动控制,实行该擦磨动作。

[0105] 在此,参照图 6 及图 7 说明计算图 5(b) 所示 X 轴指令位置 x 和 Y 轴指令位置 y 的方法。图 6 表示 X 轴的暂定指令位置以及 Y 轴的暂定指令位置。图 7 表示 X 轴暂定指令位置以及 Y 轴暂定指令位置的动作比例。

[0106] 首先,如图 6 所示,使用成为圆动作的基本动作的正弦波,作成成为 X 轴指令位置的 X 轴暂定指令位置 x_1 和成为 Y 轴指令位置的 Y 轴暂定指令位置 y_1 。X 轴暂定指令位置 x_1 应用三周期的正弦曲线,Y 轴暂定指令位置 y_1 应用与 X 轴暂定指令位置 x_1 错开 90° 位相的三周期的正弦曲线。

[0107] 接着,如图 7 所示,作成 X 轴暂定指令位置 x_1 和 Y 轴暂定指令位置 y_1 的动作比例。即,图 7 所示动作比例表示毛细管 12 移动的速度比率。该动作比例在开始一周期从 0 直线上升到 1,在下一周期维持 1,在最后一周期从 1 直线下降到 0。由此,毛细管 12 的移动速度在第一周期从速度比率 0 的状态线性加速到速度比率 1,在第二周期以速度比率 1 成为一定速度,在第三周期从速度比率 1 的状态线性减速到速度比率 0,成为停止状态。

[0108] 接着,通过将图 7 所示动作比例合成在图 6 所示 X 轴暂定指令位置 x_1 及 Y 轴暂定指令位置 y_1 ,计算图 5(b) 所示 X 轴指令位置 x 和 Y 轴指令位置 y 。

[0109] 这样,若使得毛细管 12 移动,实行擦磨动作,则通过初始球 11a 和焊接面 2 互相摩擦,形成在焊接面 2 表层的氧化膜(没有图示)破损,初始球 11a 固接在焊接面 2。这时,如图 8 所示,初始球 11a 与焊接面 2 互相摩擦而破损,在擦磨动作的半径方向,产生向着外方扩开的压塌扩展部(crush margin)11b。但是,作为擦磨动作,通过使得毛细管 12 作旋涡状回转,当使得毛细管 12 以最大直径回转时,初始球 11a 和焊接面 2 互相摩擦的时间以及距离变短,同时,能使得施加在初始球 11a 的力集聚在回转中心方向,因此,压塌扩展部 11b 的发生得到抑制,使其不会扩展。

[0110] 接着,实行施加超声波振动工序(步骤 S13)。在施加超声波振动工序中,若初始球 11a 与焊接面加压接触,则从超声波模具 13 的振子 13a 产生超声波振动。于是,在振子 13a 产生的超声波振动通过超声波模具 13 和毛细管 12 传递到初始球 11a。于是,初始球 11a 通过超声波振动,初始球 11a 和焊接面 2 互相微细摩擦,初始球 11a 牢固地固接在引脚面 4。

[0111] 这样,若第一焊接工序结束,如图 2 所示,进行引线环形成工序(步骤 S2)。在引线环形成工序中,一边从毛细管 12 输出初始球 11a 固接在焊接面 2 的焊接引线 11,一边形成环,使得焊接引线 11 与引脚面 4 碰接。

[0112] 下面,进行第二焊接工序(步骤S3)。

[0113] 如图4所示,在步骤S3的第二焊接工序中,首先进行加压接触工序(步骤S31)。在加压接触工序中,通过驱动臂驱动电机16回转,使得毛细管12下降,使得焊接引线11以及毛细管12与引脚面4碰接。即,通过调整臂驱动电机16的输出转矩,对毛细管12施加所定载荷,用毛细管12压塌焊接引线11程度,使得毛细管12与引脚面4加压接触。由此,焊接引线11固接在引脚面4上。

[0114] 接着,进行擦磨工序(步骤S32)。在擦磨工序中,与第一焊接工序(步骤S1)的擦磨工序(步骤S12)相同,实行使得毛细管12旋涡状回转的擦磨动作。于是,通过该擦磨动作,焊接引线11被压塌在毛细管12和引脚面4之间。

[0115] 接着,实行施加超声波振动工序(步骤S33)。在施加超声波振动工序中,与第一焊接工序(步骤S1)的施加超声波振动工序(步骤S13)相同,从超声波模具13的振子13a产生超声波振动,对初始球11a施加超声波振动。于是,初始球11a固接在引脚面4。

[0116] 这样,若第二焊接工序结束,则如图2所示,进行引线切断工序(步骤S4)。在引线切断工序中,首先,通过驱动臂驱动电机16回转,使得毛细管12上升,从毛细管12仅仅输出所定长度的焊接引线11。此后,在夹持该焊接引线11状态下(没有图示),再次使得毛细管12上升,切断焊接引线11的尾部。由此,焊接面2和引脚面4通过形成引线环的焊接引线11电气连接。

[0117] 接着,最后,实行初始球形成工序(步骤S5)。在初始球形成工序中,在引线切断工序(步骤S4)被切断的焊接引线11的尾部(前端部)用电焊枪进行放电等,在焊接引线11的尾部形成球状的初始球11a。

[0118] [第二实施形态]

[0119] 图9表示第二实施形态涉及的凸块焊接装置一例。如图9所示,第二实施形态涉及的凸块焊接装置30通过焊接插入穿通在毛细管12的焊接引线11,在焊接面8形成凸块,一个或多个半导体装置7固接在基板6上,所述焊接面8形成在上述各半导体装置7上。凸块焊接装置30与第一实施形态的引线焊接装置10相比,尽管焊接对象及焊接方法不同,但是,基本构成相同。因此,凸块焊接装置30与引线焊接装置10相同,包括焊接引线11插入穿通的毛细管12,保持毛细管的焊接头15,使得焊接头15回转(摆动)的臂驱动电机16,载置作为焊接对象的基板6的焊接台17,使得焊接头15沿着作为水平方向的X轴方向和Y轴方向移动的XY移动机构18,以及总括地控制凸块焊接装置30的控制部40。并且,焊接头15由超声波模具13以及保持超声波模具13的焊接臂14构成,所述超声波模具13一端保持毛细管12,另一端设有产生超声波振动的振子13a。

[0120] 控制部40电气连接超声波模具13(振子13a),臂驱动电机16,X轴线性电机18a,以及Y轴线性电机18b,控制超声波模具13,臂驱动电机16,X轴线性电机18a,以及Y轴线性电机18b,在半导体装置7的焊接面8形成凸块。

[0121] 即,控制部40在将插入穿通在毛细管12的焊接引线11焊接在设在半导体装置7的焊接面8的焊接工序中,具有加压接触功能(手段)和擦磨功能(手段),半导体装置7的焊接面8焊接在载置在焊接台17的基板6上,所述加压接触功能使得焊接引线11的初始球11a与上述半导体装置7的焊接面8加压接触,所述擦磨功能是当初始球11a与焊接面8加压接触时,在与初始球11a的加压方向正交的方向,使得毛细管12旋涡状回转的功

能。

[0122] 为此,在控制部 40 包括在与臂驱动电机 16 之间进行信号收发的臂驱动电机 I/F21,在与超声波模具 13 之间进行信号收发的超声波模具 I/F22,在与 X 轴线性电机 18a 之间进行信号收发的 X 轴线性电机 I/F23,在与 Y 轴线性电机 18b 之间进行信号收发的 Y 轴线性电机 I/F24,为键盘等输入装置、受理来自作业者的各种控制信息输入的输入部 25,为监视器等显示装置、表示控制部 40 的各种控制信息的输出部 26,存储各种程序的存储器 27,以及进行焊接控制的 CPU28。上述加压接触功能以及擦磨功能通过实施存储在存储装置等的加压接触程序以及擦磨程序实现。

[0123] 下面,参照图 10 至图 11 说明凸块焊接装置 30 的处理动作。图 10 是表示使用凸块焊接装置的焊接方法的流程图。图 11 是表示图 10 所示焊接工序的流程图。下面说明的凸块焊接装置 30 的处理动作是根据控制部 40 的指令,通过实施作为加压接触程序的加压接触功能以及作为擦磨程序的擦磨功能等实现。

[0124] 如图 10 所示,凸块焊接装置 30 首先实行焊接工序(步骤 S6)。

[0125] 如图 11 所示,在步骤 S6 的焊接工序中,首先实行加压接触工序(步骤 S61)。在加压接触工序中,与第一实施形态的加压接触工序(步骤 S11)相同,使得毛细管 12 下降,且对初始球 11a 施加所定载荷,使得初始球 11a 与焊接面 8 加压接触。

[0126] 接着,实行擦磨工序(步骤 S62)。在擦磨工序中,若初始球 11a 与焊接面 8 加压接触,则与第一实施形态的擦磨工序(步骤 S12)相同,实行使得焊接头 15 移动、使得毛细管 12 旋涡状回转的擦磨动作。于是,通过该擦磨动作,初始球 11a 和焊接面 8 互相摩擦,形成在焊接面 8 表层的氧化膜(没有图示)破损,初始球 11a 固接在焊接面 8。这时,作为擦磨动作,使得毛细管 12 作旋涡状回转,因此,当使得毛细管 12 以最大直径回转时,初始球 11a 和焊接面 8 互相摩擦的时间以及距离变短,同时,能使得施加在初始球 11a 的力集聚在回转中心方向,因此,压塌扩展部 11b 的发生得到抑制,使其不会扩展。

[0127] 接着,实行施加超声波振动工序(步骤 S63)。在施加超声波振动工序中,与第一实施形态的施加超声波振动工序(步骤 S13)相同,从超声波模具 13 的振子 13a 产生超声波振动,对初始球 11a 施加超声波振动。

[0128] 这样,若焊接工序结束,如图 10 所示,进行凸块形成工序(步骤 S7)。在凸块形成工序中,首先,通过驱动臂驱动电机 16 回转,使得毛细管 12 上升,从毛细管 12 仅仅输出所定长度的焊接引线 11。此后,在夹持该焊接引线 11 状态下(没有图示),再次使得毛细管 12 上升,切断焊接引线 11 的尾部。由此,在焊接面 8,通过固接在焊接面 8 的初始球 11a 形成凸块。

[0129] 接着,最后,实行初始球形成工序(步骤 S8)。在初始球形成工序中,与第一实施形态的初始球形成工序(步骤 S5)相同,在引线切断工序(步骤 S4)被切断的焊接引线 11 的尾部(前端部)用电焊枪进行放电等,在焊接引线 11 的尾部形成球状的初始球 11a。

[0130] 实施例

[0131] 下面说明本发明的实施例。

[0132] 作为本发明实施例,使用第一实施形态涉及的引线焊接装置 10 进行引线焊接。

[0133] 作为实施例的比较例,使用不实行擦磨工序而实行第一焊接工序及第二焊接工序的引线焊接装置 10,进行引线焊接。

[0134] 并且,通过第一焊接工序,初始球 11a 焊接在半导体装置 1 的焊接面 2 上,观察该焊接面 2,对于固接在焊接面 2 的初始球 11a 的尺寸进行检验(第一焊接工序检验),通过第二焊接工序,焊接引线 11 焊接在基板 3 的引脚面 4 上,观察该引脚面 4,对于固接在引脚面 4 的焊接引线 11 的拉伸强度进行检验(第二焊接工序检验)。

[0135] [第一焊接工序检验]

[0136] 首先,对于通过第一焊接工序固接在焊接面 2 的初始球 11a 的尺寸进行检验。

[0137] 第一焊接工序的试验条件设为如下:

[0138] [实施例]

[0139] 施加超声波振动时间:10ms

[0140] 施加在毛细管的载荷:130gf

[0141] 施加载荷的时间:13ms

[0142] 擦磨动作:旋涡擦磨,最大直径 10 μ m,三周回转,频率 250Hz。

[0143] [比较例]

[0144] 施加超声波振动时间:10ms

[0145] 施加在毛细管的载荷:170gf

[0146] 施加载荷的时间:13ms

[0147] 擦磨动作:无

[0148] 图 12(a) 表示比较例的半导体装置以及焊接面的放大照片,图 12(b) 表示实施例的半导体装置以及焊接面的放大照片。在图 12(a) 和图 12(b) 中,中央的照片为放大半导体装置 1 整体的照片,半导体装置 1 的周边照片是放大设在半导体装置 1 的 12 个焊接面 2 的照片。并且,在放大各焊接面 2 的照片中,框内正方形为焊接面 2,焊接面 2 内的中央部的圆是初始球 11a,该初始球 11a 的外侧的环(圆环)为压塌扩展部 11b。若对比图 12(a) 和图 12(b) 可知,比较例发生大的压塌扩展部 11b,初始球 11a 从焊接面 2 膨出,与此相反,实施例抑制发生压塌扩展部 11b,初始球 11a 收纳在焊接面 2。

[0149] 初始球 11a 的尺寸检验为测定焊接在设在半导体装置 1 的 12 处的焊接面 2 的初始球 11a 的直径(正交的 X 轴方向和 Y 轴方向的初始球的直径)。测定次数设为相当于设在半导体装置 1 的焊接面 2 的个数的 12 次。

[0150] 在上述条件下检验实施例和比较例的结果,初始球 11a 的直径为图 13。在图 13 中,“X”表示 X 轴方向的初始球 11a 的直径,“Y”表示与 X 轴正交的 Y 轴方向的初始球 11a 的直径。又,“Max”表示各直径的最大值,“Min”表示各直径的最小值,“Ave”表示各直径的平均值,“ σ ”表示标准偏差(偏差)。

[0151] 参照图 13 可知,实施例相对比较例,焊接在焊接面 2 的初始球 11a 的直径变小。即,在实施例中,与比较例相比,焊接的初始球 11a 的压塌扩展部 11b 变小。从该结果可知,在实施例中,通过实行使得毛细管 12 作旋涡状回转的擦磨动作,当将初始球 11a 焊接在焊接面 2 时,能抑制初始球 11a 的压塌扩展部 11b 的发生,使其较小。

[0152] [第二焊接工序检验]

[0153] 其次,对于通过第二焊接工序固接在引脚面 4 的焊接引线 11 的拉伸强度进行检验。

[0154] 第二焊接工序的试验条件设为如下:

[0155] [实施例]

[0156] 施加超声波振动时间 :4ms

[0157] 施加在毛细管的载荷 :50gf

[0158] 施加载荷的时间 :7ms

[0159] 擦磨动作 :旋涡擦磨,最大直径 $5\mu\text{m}$,三周回转,频率 350Hz。

[0160] [比较例]

[0161] 施加超声波振动时间 :4ms

[0162] 施加在毛细管的载荷 :50gf

[0163] 施加载荷的时间 :7ms

[0164] 擦磨动作 :直线擦磨,最大直线长度 $6\mu\text{m}$,直线三次往复移动。

[0165] 图 14(a) 表示比较例的引脚面的放大照片,图 14(b) 表示实施例的引脚面的放大照片。在图 14(a) 和图 14(b) 中,各照片为放大设在半导体装置 1 周围的引脚面 4 的照片。并且,在各照片中,沿着上下、左右、斜向延伸的粗的长条状为引脚面 4,引脚面 4 的中央的圆弧为毛细管 12 的压痕,从该压痕沿着引脚面 4 延伸的为焊接引线 11。若对比图 14(a) 和图 14(b) 可知,在比较例中,因毛细管 12 与引脚面 4 加压接触而产生的压痕不清楚,与此相反,在实施例中,该压痕发生很清楚,因此,更易于切断焊接引线 11。

[0166] 焊接引线 11 的拉伸强度的检验为测定固接在设在半导体装置 1 的 12 处的各引脚面 4 的焊接引线 11 的拉伸强度。测定次数设为相当于设在半导体装置 1 的引脚面 4 的个数的 12 次。

[0167] 在上述条件下检验实施例和比较例的结果,焊接引线 11 的拉伸强度为图 15。在图 15 中,“压焊宽度”表示压焊在引脚面 4 的焊接引线 11 的宽度,“拉伸强度”表示压焊在引脚面 4 的焊接引线 11 的拉伸强度。又,“Max”表示各压焊宽度的最大值,各拉伸强度的最大值,“Min”表示各压焊宽度的最小值,各拉伸强度的最小值,“Ave”表示各压焊宽度的平均值,各拉伸强度的平均值,“ σ ”表示标准偏差(偏差)。

[0168] 参照图 15 可知,在实施例和比较例中,拉伸强度大致相同。从该结果可知,在实施例中,通过实行使得毛细管 12 作旋涡状回转的擦磨动作,固接在引脚面 4 的焊接引线 11 的拉伸强度几乎没有降低,能提高该焊接引线 11 的切断性。

[0169] 这样,根据上述实施形态涉及的引线焊接装置 10 和凸块焊接装置 30,若初始球 11a 与半导体装置 1,7 的焊接面 2,8 加压接触,通过使得毛细管 12 回转,在焊接面 2,8 和初始球 11a 加压接触的状态下互相摩擦,因此,初始球 11a 固接在焊接面 2,8 上。这时,通过使得毛细管 12 作旋涡状回转,能使得施加到初始球 11a 的力集聚在回转中心方向,因此,既能充分确保焊接面 2,8 和初始球 11a 互相摩擦的时间及距离,又能减少焊接面 2,8 和初始球 11a 以最大直径互相摩擦的时间及距离。由此,能减少因使得毛细管 12 移动而产生的初始球 11a 的压塌扩展部 11b,因此,能实现焊接的高精度化,同时,能缩小作为焊接面 2,8 间的距离的焊接点间距。

[0170] 并且,将初始球 11a 与焊接面 2,8 接触的位置作为基准位置,一边扩大直径一边使得毛细管 12 作旋涡状回转后,一边缩小直径一边使得毛细管 12 作旋涡状回转,回到基准位置,能减少使得初始球 11a 加压接触在焊接面 2,8 的位置和初始球 11a 固接在焊接面 2,8 的位置的偏移。由此,能实现焊接的更高精度化,能使得作为焊接面 2,8 间的距离的焊接点

间距更小。

[0171] 又,根据第一实施形态涉及的引线焊接装置 10,若使得毛细管 12 以及插入穿通在毛细管 12 的焊接引线 11 加压接触在基板 3 的引脚面 4 上,则焊接引线 11 固接在引脚面 4,同时,该焊接引线 11 被夹于毛细管 12 和引脚面 4 之间而切断。并且,通过使得毛细管 12 作旋涡状回转,在毛细管 12 被加压接触在引脚面 4 的状态下,旋涡状地互相摩擦,因此,减少焊接引线 11 的切断失败,能提高焊接引线 11 的切断性。

[0172] 并且,将毛细管 12 和焊接引线 11 接触引脚面 4 的位置作为基准位置,一边扩大直径一边使得毛细管 12 作旋涡状回转后,一边缩小直径一边使得毛细管 12 作旋涡状回转,回到基准位置,能减少毛细管 12 与引脚面 4 加压接触的位置和因毛细管 12 加压接触而在引脚面 4 发生的毛细管 12 的压痕的位置的偏移。由此,能实现焊接的更高精度化,能使得作为引脚面 4 间的距离的引脚间距更小。

[0173] 上面说明本发明合适的实施形态,但本发明并不限于上述实施形态。例如,在上述实施形态中,说明擦磨动作作为使得毛细管 12 作单纯的旋涡状回转,焊接面 2,8 以及引脚面 4 形成所定宽度的长方条状(线状)朝着所定方向延伸场合,如图 16 及图 17 所示,也可以使得毛细管 12 作沿着焊接面 2,8 及引脚面 4 的延伸方向扁平的旋涡状回转。即,呈向着焊接面 2,8 以及引脚面 4 的延伸方向伸长,在与该延伸方向正交的方向缩短的椭圆旋涡状,也可以使得毛细管 12 作上述椭圆旋涡状回转。图 16(a) 表示使得毛细管朝着斜方向以扁平的旋涡状回转时的移动轨迹,图 16(b) 表示(a) 场合的用于驱动 X 轴线性电机以及 Y 轴线性电机的指令位置。图 17(a) 表示使得毛细管朝着左右方向以扁平的旋涡状回转时的移动轨迹,图 17(b) 表示(a) 场合的用于驱动 X 轴线性电机以及 Y 轴线性电机的指令位置。

[0174] 并且,将初始球 11a 焊接在焊接面 2,8 场合,使得毛细管 12 沿着焊接面 2,8 的延伸方向作扁平的旋涡状回转,因此,能使得固接在焊接面 2,8 的初始球 11a 的形状适合焊接面的形状。因此,即使对于沿任意方向延伸的焊接面 2,8,也能实现焊接的高精度化。另一方面,将焊接引线 11 焊接在引脚面 4 场合,使得毛细管 12 沿着引脚面 4 的延伸方向作扁平的旋涡状回转,因此,能使得形成在引脚面 4 的毛细管 12 的压痕的形状适合引脚面 4 的形状。因此,即使对于沿任意方向延伸的引脚面 4,也能实现焊接的高精度化。

[0175] 又,在上述实施形态中,作为擦磨动作,说明使得毛细管 12 旋涡状地回转三周,但是,也可以回转任意次数,对于一边扩大直径一边回转时的回转数,在最大直径时的回转数,一边缩小直径一边回转时的回转数,都不作特别限定。但是,在最大直径时的回转数,为了防止初始球 11a 的压塌扩展部 11b 扩大,优选设为仅仅回转一周。

[0176] 下面说明本发明在产业上的可利用性。

[0177] 本发明可利用于对半导体装置等焊接对象进行焊接的焊接装置。

[0178] 本发明并不局限于上述说明的实施形态,包含不脱离由权利要求书规定的本发明技术范围或本质的全部变更及修正,它们都属于本发明的保护范围。

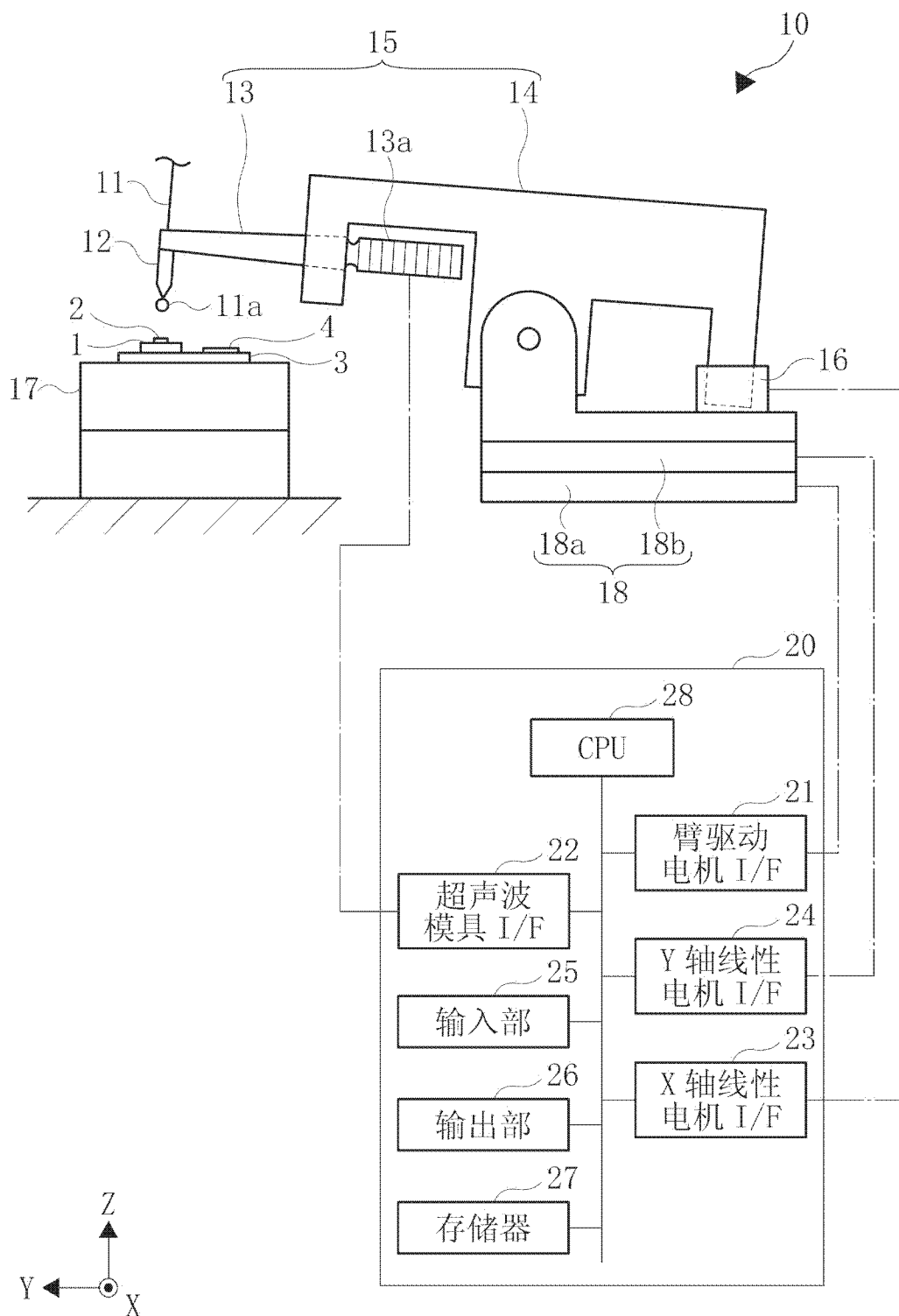


图 1

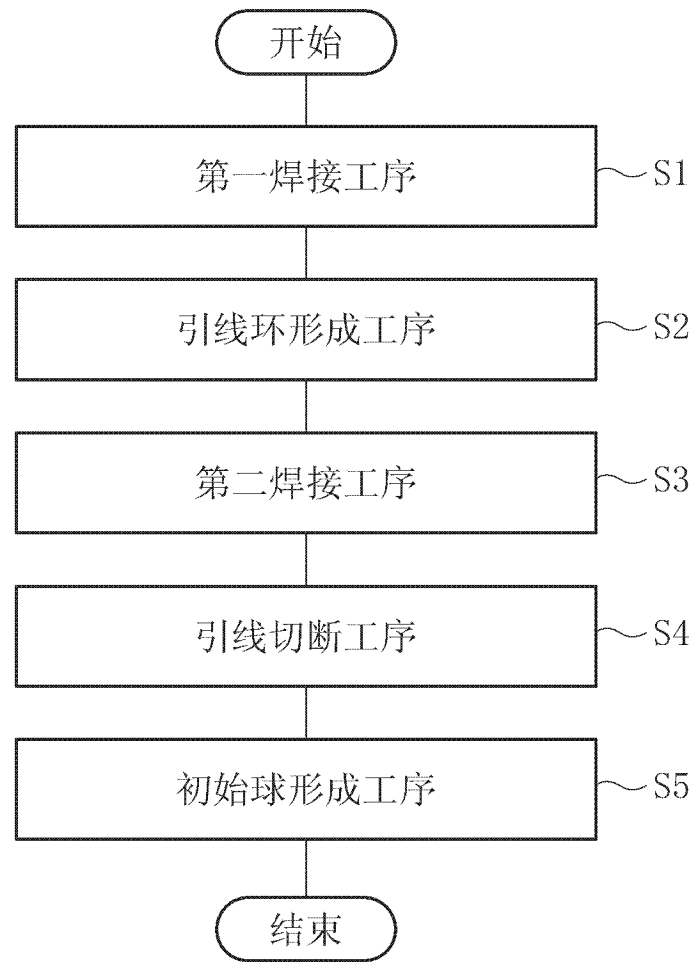


图 2

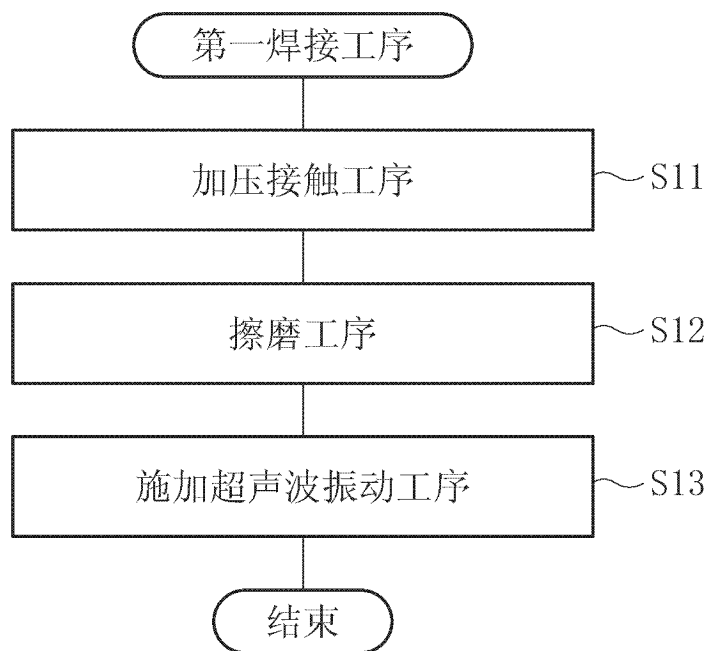


图 3

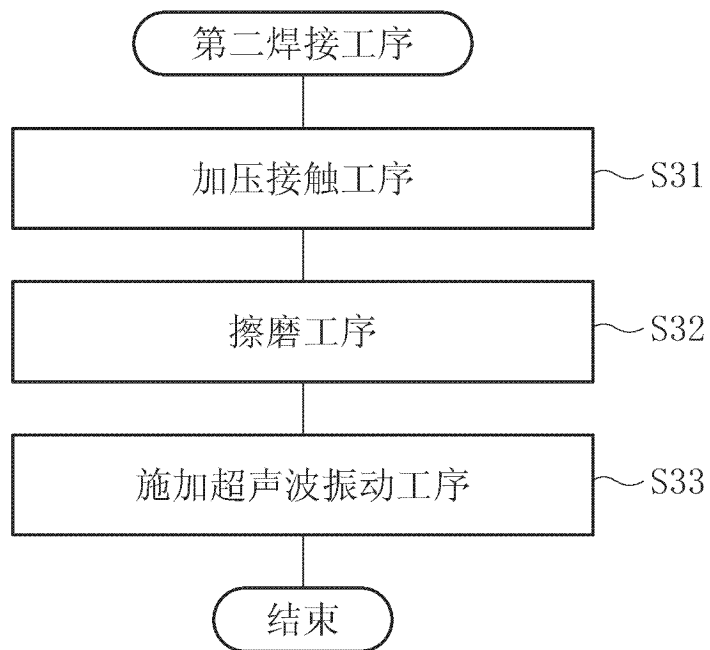


图 4

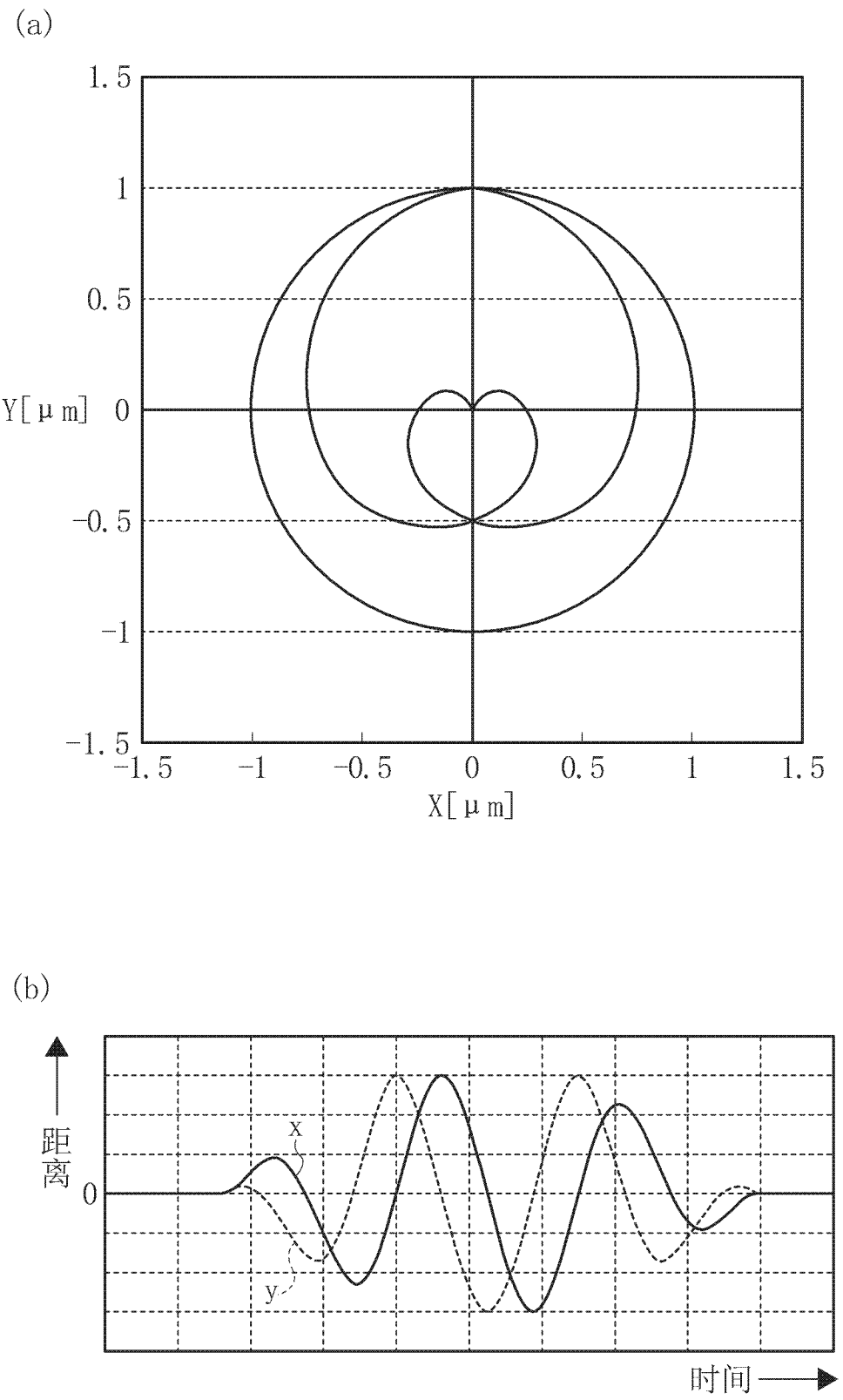


图 5

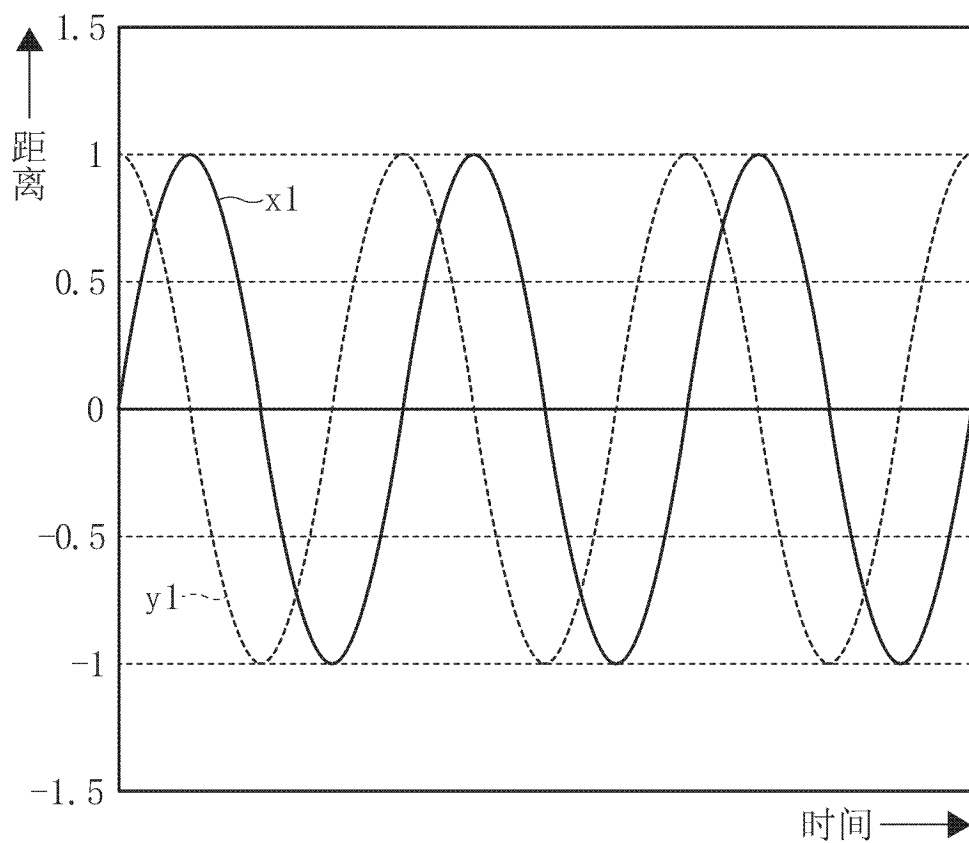


图 6

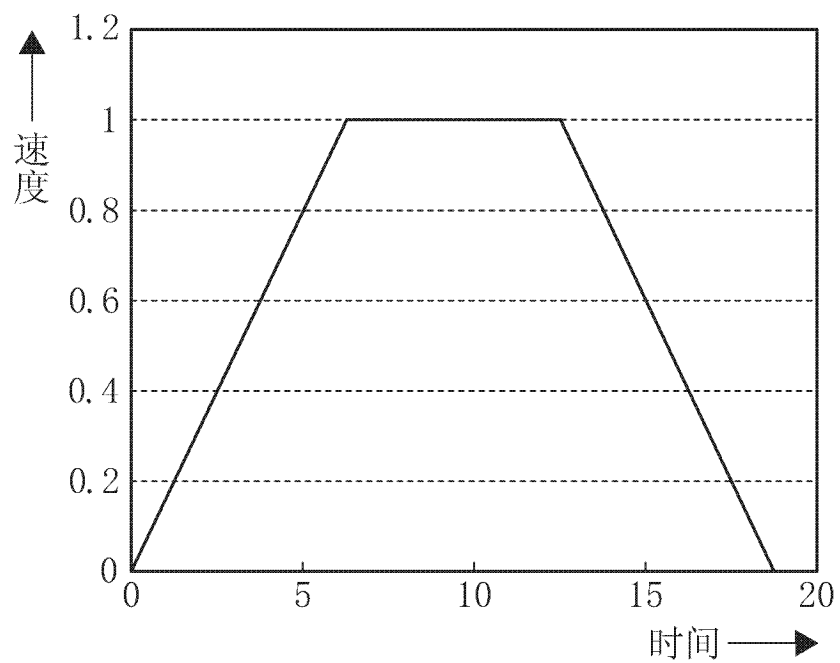


图 7

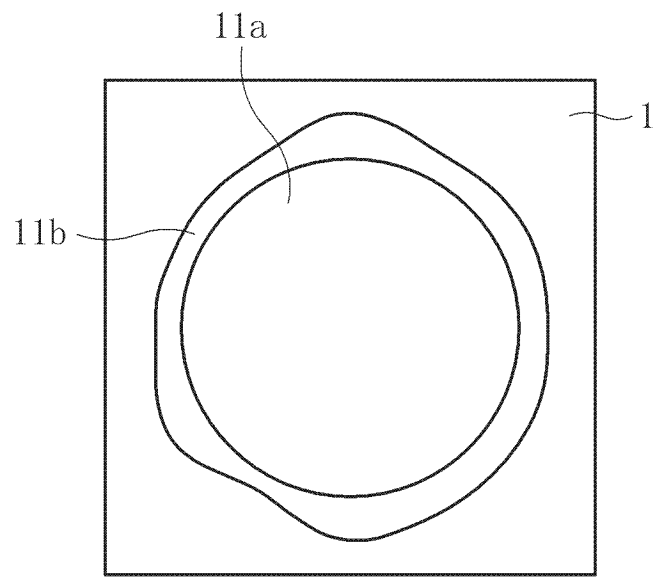


图 8

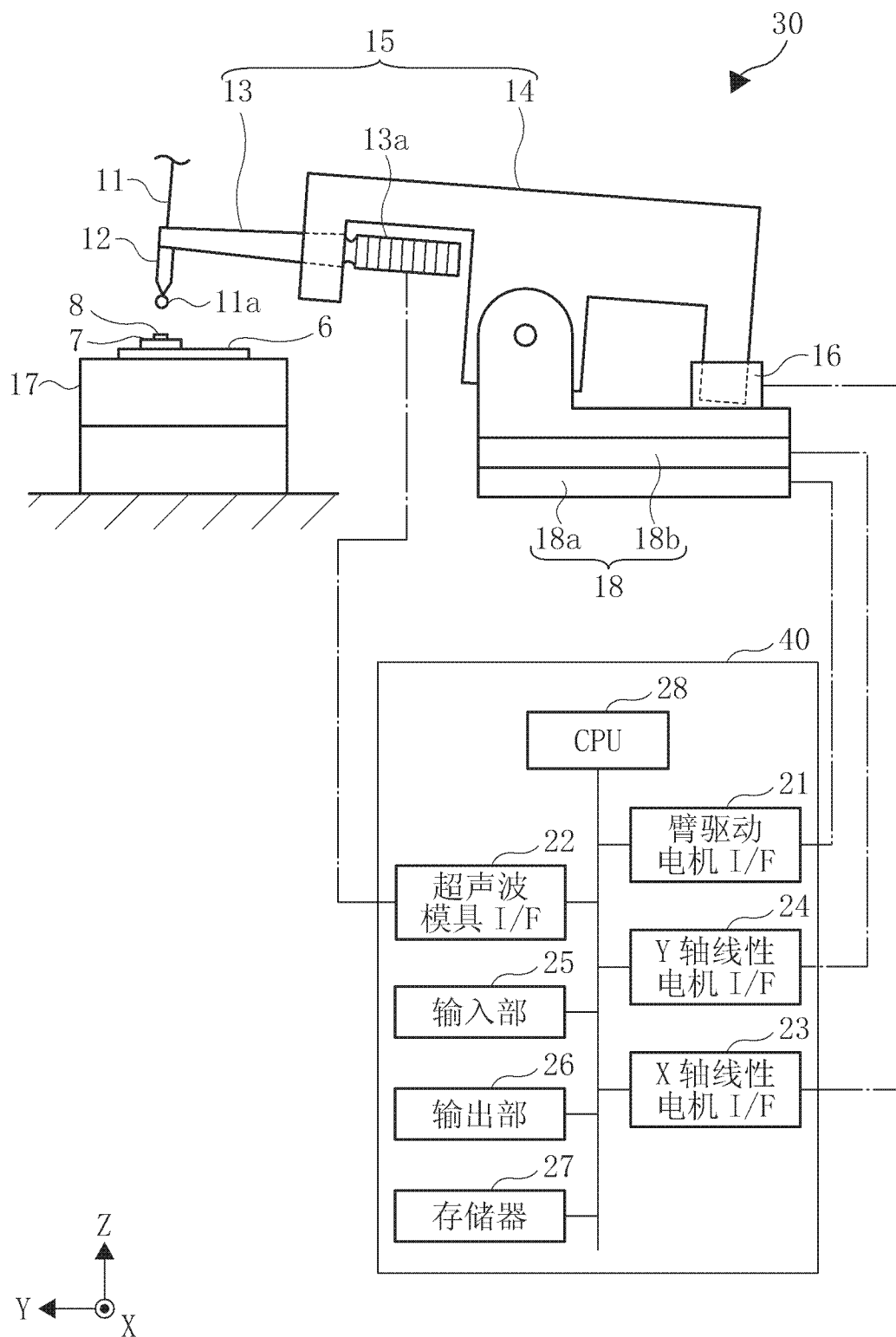


图 9

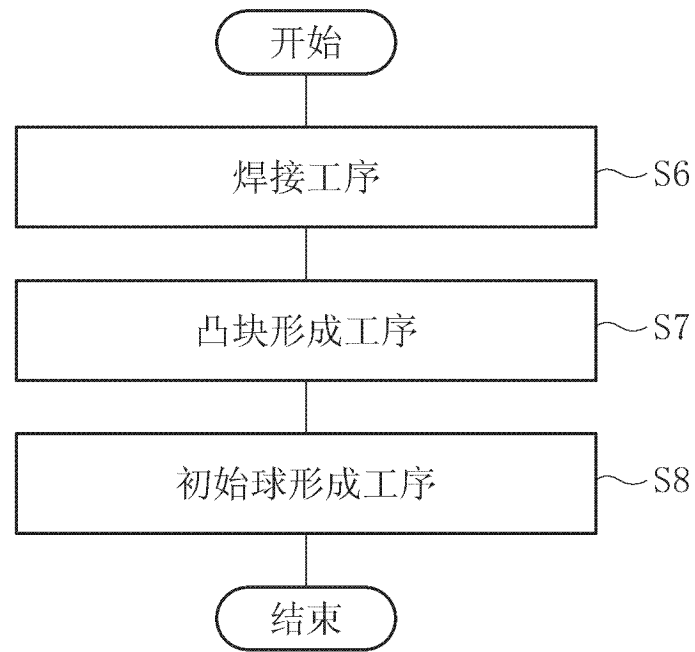


图 10

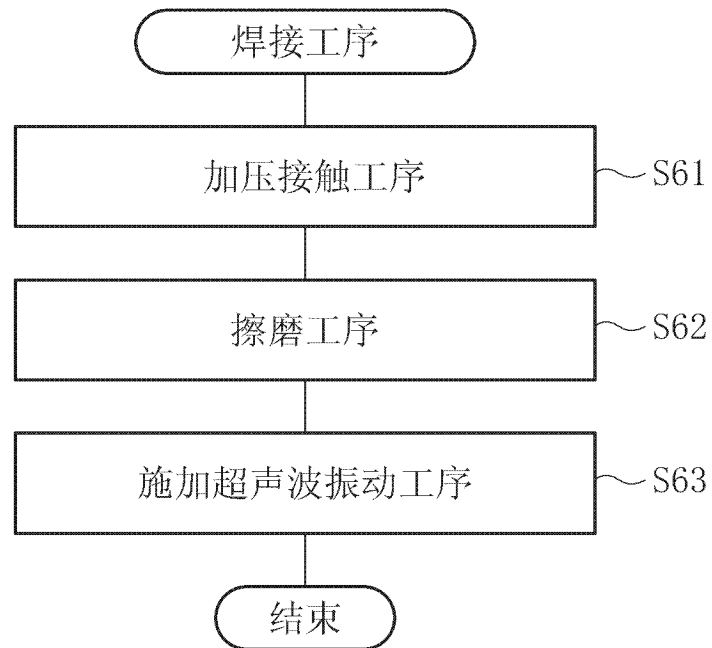
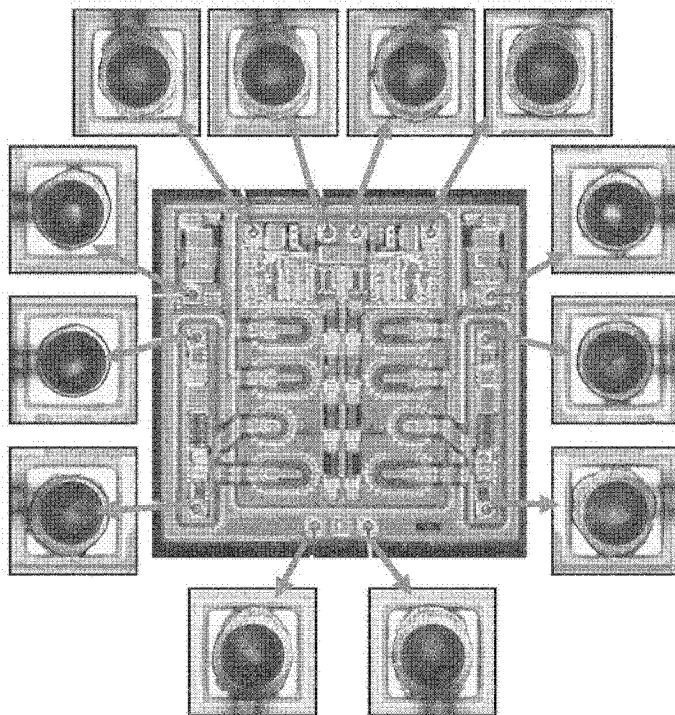


图 11

(a)



(b)

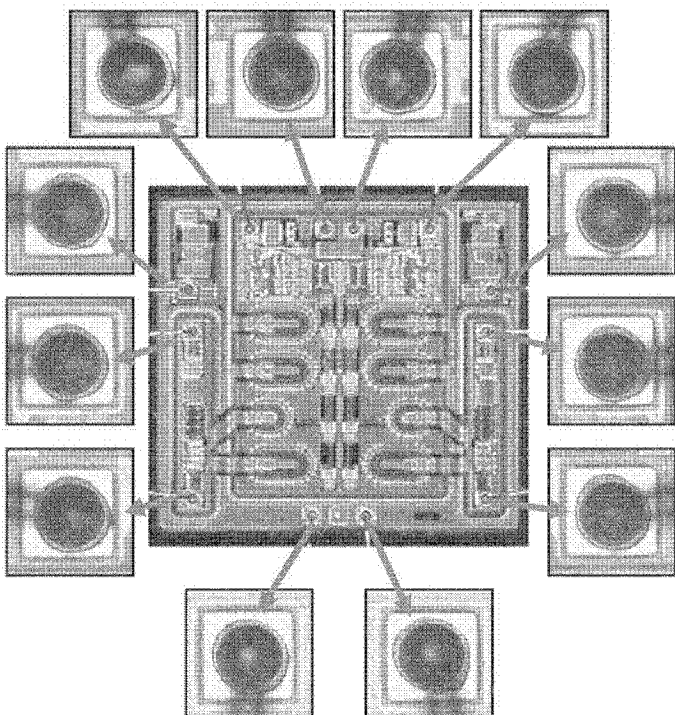
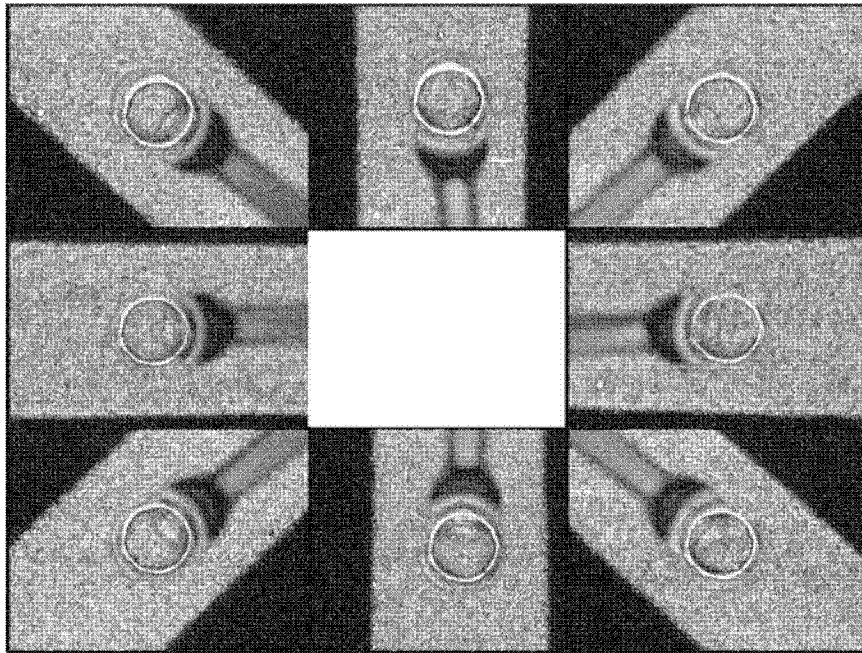


图 12

	比较例		实施例	
	X (μ m)	Y (μ m)	X (μ m)	Y (μ m)
Max	138	158	124	127
Min	122	125	120	123
Ave	129.1	142.8	121.9	125.8
σ	4.27	11.96	1.51	1.34

图 13

(a)



(b)

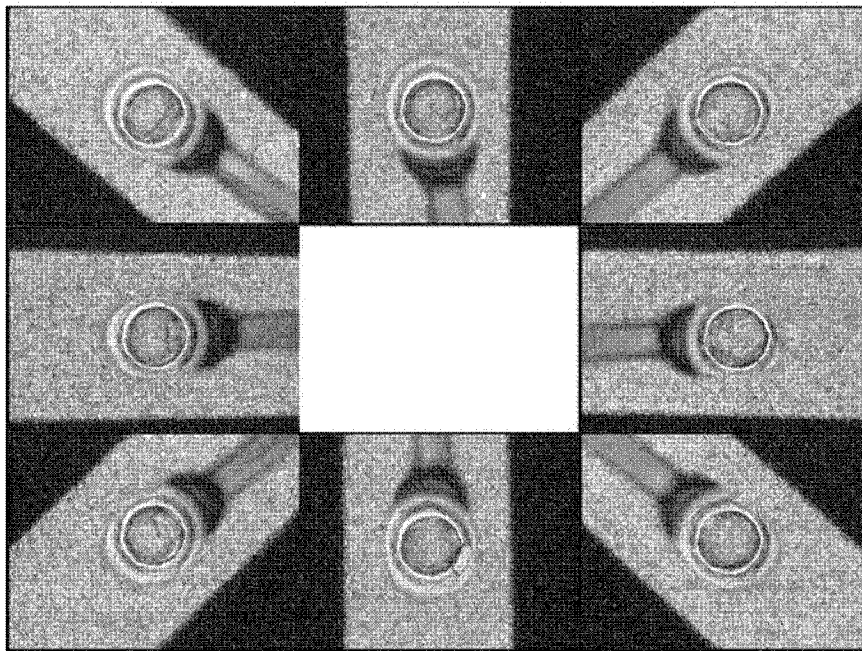


图 14

	比较例		实施例	
	压焊宽度 (μ m)	拉伸强度 (gf)	压焊宽度 (μ m)	拉伸强度 (gf)
Max	38	4.51	39	4.53
Min	36	3.42	37	3.53
Ave	36.8	3.97	37.9	4.00
σ	0.62	0.40	0.67	0.34

图 15

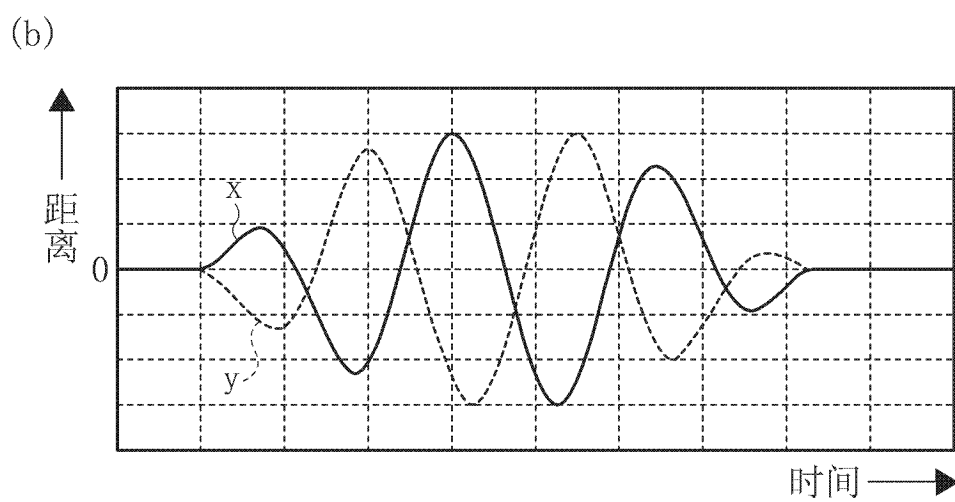
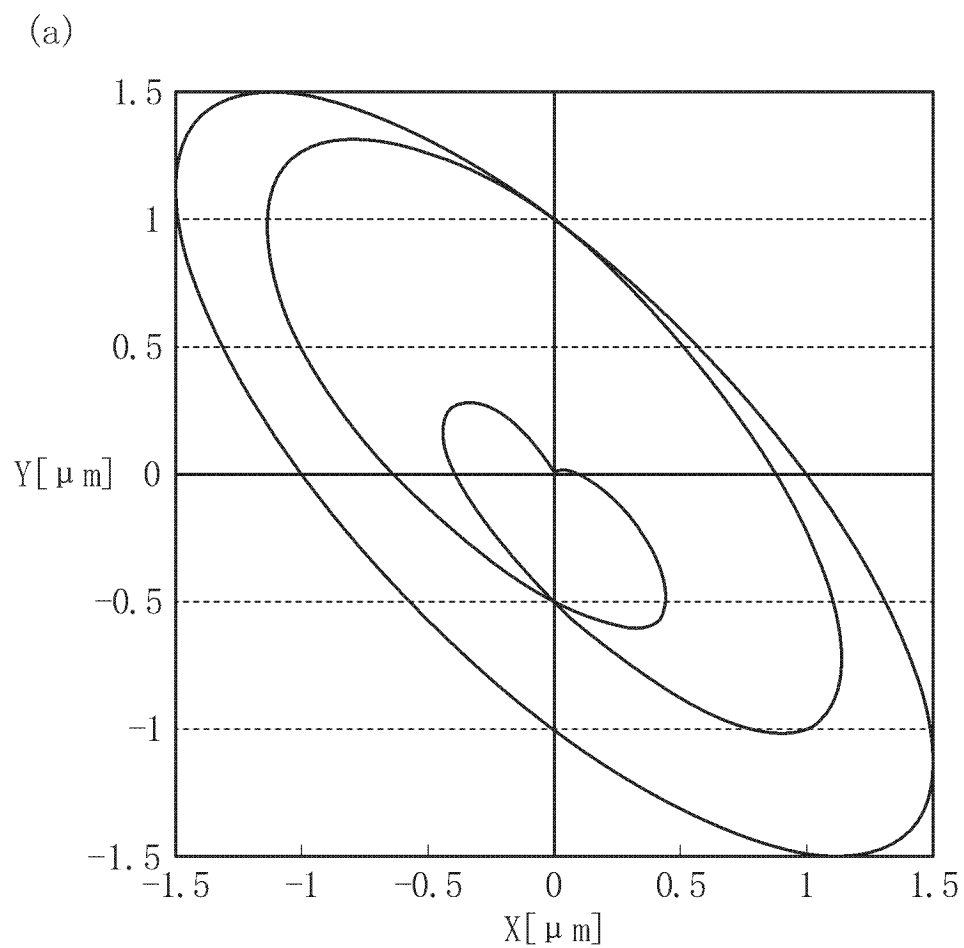


图 16

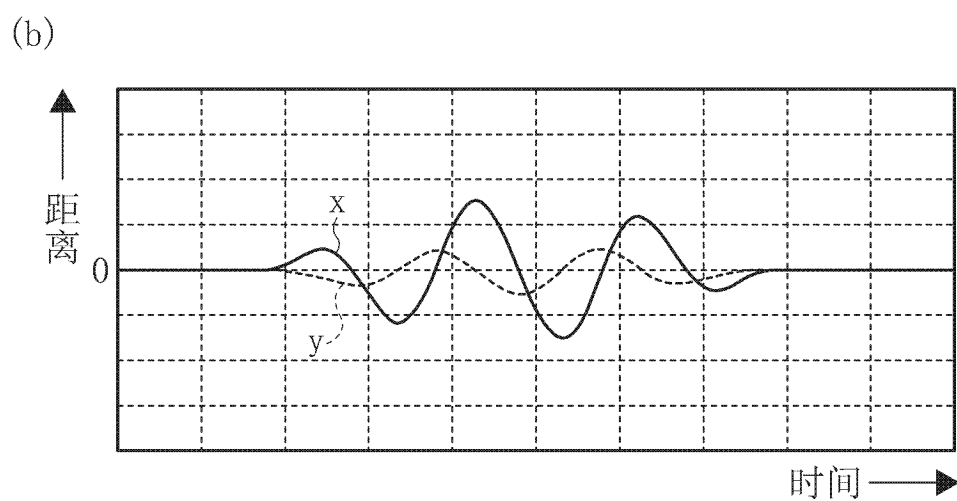
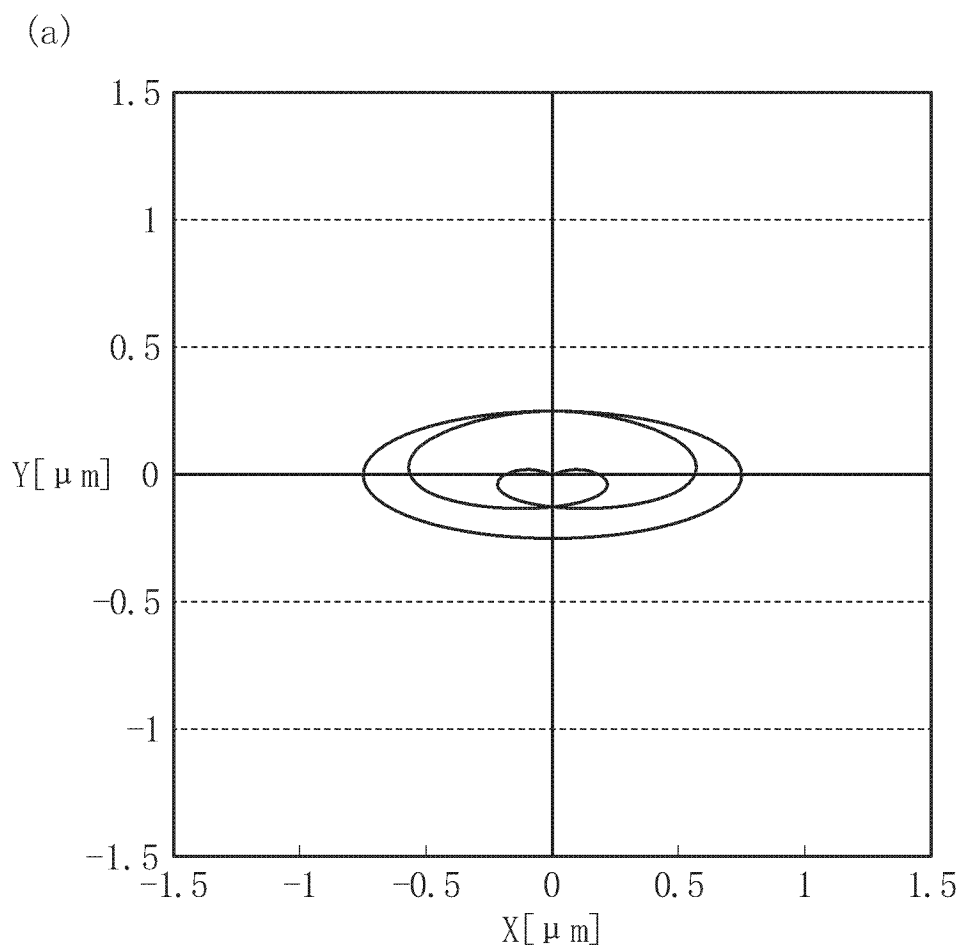


图 17