



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103295934 B

(45)授权公告日 2016.11.16

(21)申请号 201310049313.1

(22)申请日 2013.02.07

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103295934 A

(43)申请公布日 2013.09.11

(30)优先权数据

61/596,145 2012.02.07 US

13/746,489 2013.01.22 US

(73)专利权人 奥托戴尼电气公司

地址 美国加利福尼亚

(72)发明人 J·M·拜厄斯

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 邵伟

(51)Int.Cl.

H01L 21/67(2006.01)

H01L 21/60(2006.01)

(56)对比文件

US 4925085, 1990.05.15,

CN 101193724 A, 2008.06.04,

US 2009/0127316 A1, 2009.05.21,

审查员 王雪梅

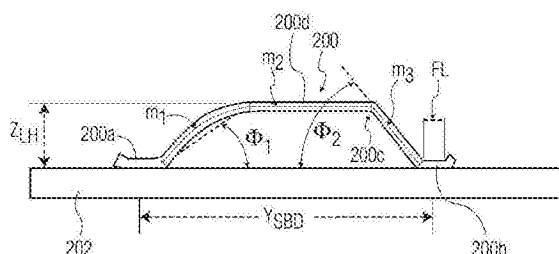
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

引线环成型系统和利用该系统的方法

(57)摘要

提供了一种引线接合系统。所述系统包括接合头、由所述接合头承载的接合工具、被构造为通过所述接合工具适于接合的供给引线和由所述接合头承载的所述引线成形工具。所述引线成形工具相对于所述接合头和所述接合工具独立可移动。



1. 一种引线接合系统,包括:
接合头;
由所述接合头承载的接合工具;
构造为用于通过所述接合工具接合的供给引线;
由所述接合头承载的引线成形工具,所述引线成形工具相对所述接合头和所述接合工具能独立地移动,以及
用于驱动引线成形工具的探针驱动器,其中所述探针驱动器包括杠杆臂,所述杠杆臂连接到引线成形工具并且固定于被线性地致动的推杆。
2. 根据权利要求1所述的引线接合系统,其中所述引线成形工具被构造为用于与所述接合头相关的多个轨迹运动。
3. 根据权利要求2所述的引线接合系统,其中所述引线成形工具被构造为用于与所述接合头相关的两个轨迹运动。
4. 根据权利要求2所述的引线接合系统,其中所述多个轨迹运动中的至少一个使得所述引线成形工具接触所述供给引线的一部分。
5. 根据权利要求4所述的引线接合系统,其中在所述引线成形工具与供给引线接触过程中,所述引线成形工具使供给引线产生弯曲。
6. 根据权利要求5所述的引线接合系统,其中供给引线所产生的弯曲成为线环在所述供给引线的第二接合部附近的第二弯曲。
7. 根据权利要求1所述的引线接合系统,其中根据至少一个计算机程序控制所述引线成形工具。
8. 根据权利要求7所述的引线接合系统,其中所述至少一个计算机程序被构造为提供线环在所述引线成形工具与所述供给引线之间的接触点处的期望弯曲。
9. 根据权利要求7所述的引线接合系统,其中所述至少一个计算机程序包括提供线环在所述引线成形工具与所述供给引线之间的接触点处的多个期望弯曲中的一个的计算机程序指令。
10. 根据权利要求1所述的引线接合系统,其中所述引线成形工具相对所述接合头和所述接合工具的独立移动的至少一部分是枢转移 动。
11. 根据权利要求1所述的引线接合系统,其中所述引线成形工具是所述引线接合系统的部分成环机构,所述成环机构包括适于提供所述引线成形工具的独立移动的驱动系统。
12. 根据权利要求11所述的引线接合系统,其中所述驱动系统是提供所述引线成形工具的独立移动的线性电机。
13. 根据权利要求1所述的引线接合系统,其中所述引线接合系统适于利用所述引线成形工具对所述供给引线的一部分施加预定力。
14. 根据权利要求13所述的引线接合系统,其中所述引线接合系统包括计算机,计算机包括施加所述预定力的计算机程序指令。
15. 根据权利要求1所述的引线接合系统,其中所述引线接合系统适于利用以预定速度移动所述引线成形工具来接触所述供给引线的一部分。
16. 根据权利要求15所述的引线接合系统,其中所述引线接合系统包括计算机,计算机包括以预定速度移动所述引线成形工具的计算机程序指令。

17. 一种形成线环的方法, 包括步骤:

A) 利用由接合头承载的引线接合工具将来自引线供给装置的引线的第一部分接合于基板的第一接合部位;

B) 将所述引线从第一接合部位延伸至高于所述第一接合部位的升起位置;

C) 利用由所述接合头承载且相对所述接合头和所述引线接合工具能移动的引线成形工具在邻近所述升起位置处成形所述引线的第二部分以便形成弯曲;

D) 将所述引线延伸至所述基板的第二接合部位; 以及

E) 利用所述引线接合工具将所述引线的第三部分接合于所述第二接合部位, 并且

其中所述引线成形工具由探针驱动器来驱动, 所述探针驱动器包括杠杆臂, 所述杠杆臂连接到引线成形工具并且固定于被线性地致动的推杆。

18. 根据权利要求17所述的方法, 其中所述引线成形工具通过与 所述接合头和所述引线接合工具相关的一系列弯曲运动形成所述弯曲。

19. 根据权利要求17所述的方法, 其中所述引线成形工具可编程为根据所述引线成形工具的一系列弯曲运动形成具有不同特性的弯曲。

20. 根据权利要求17所述的方法, 其中步骤c) 包括沿多个轨迹移动所述引线成形工具, 至少一个所述轨迹导致所述引线成形工具与所述引线的所述第二部分之间的接触。

21. 根据权利要求20所述的方法, 其中至少一个所述轨迹包括枢转运动。

22. 根据权利要求17所述的方法, 其中步骤c) 包括利用所述引线成形工具对所述引线的所述第二部分施加预定力。

23. 根据权利要求22所述的方法, 其中根据计算机程序施加所述预定力。

24. 根据权利要求22的方法, 其中当对所述引线的所述第二部分施加所述预定力时, 由所述接合头承载的至少一个线夹闭合。

25. 根据权利要求17所述的方法, 其中步骤c) 包括以预定速度移动所述引线成形工具以便引发与所述引线的所述第二部分的接触。

26. 根据权利要求25所述的方法, 其中所述引线成形工具根据计算机程序以预定速度移动。

27. 根据权利要求25的方法, 其中当所述引线成形工具开始与所述引线的所述第二部分接触时, 由所述接合头承载的至少一个线夹闭合。

28. 根据权利要求17所述的方法, 其中步骤c) 包括通过所述接合头和所述引线成形工具的同时运动成形所述引线的所述第二部分。

引线环成型系统和利用该系统的方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2012年2月7日提交的美国临时申请号61/596,145的优先权,其内容在此并入作为参考。

技术领域

[0003] 本发明涉及引线接合操作,并且更特别地涉及用于成形线环的与引线接合操作相关的系统和方法。

背景技术

[0004] 在半导体器件的加工和封装中,超声接合(例如引线接合(wire bonding)、条带接合(ribbon bonding)等)仍然是在一个封装(package)内的两个部位之间(例如在半导体封装中的部位之间,电源模块内的部位之间等)提供电互连的广泛使用的方法。部位之间的电连接通常称为线环。在很多线环应用中,期望形成具有一些形状和特性的线环。在一些常规引线接合系统中,提供线环成形工具用于在成型期间接触所述引线环从而影响所述引线环的形状。JP58-192688是这种常规系统的一个示例。

[0005] 然而,包括这种线环成形工具的常规系统具有一些缺陷。例如,常规线环成形工具通常被机械地调整,因此在机械调整之间利用所述引线环成形工具只能形成一种类型的线环。在一些应用中这是不期望的(例如,在给定封装中可能有多个不同的线环形状)。因此,期望提供包括线环成形工具的改进引线接合系统。

发明内容

[0006] 根据本发明的示例性实施例,提供了一种引线接合系统。所述系统包括接合头、由所述接合头承载的接合工具、被构造为通过所述接合工具接合的供给引线以及由所述接合头承载的所述引线成形工具。所述引线成形工具相对于所述接合头和所述接合工具可独立移动。

[0007] 根据本发明的另一示例性实施例,提供了一种形成线环的方法。所述方法包括如下步骤:(1)利用由接合头承载的引线接合工具将来自供给引线的线的第一部分接合于基板的第一接合部位;(2)将所述引线从所述第一接合部位延伸至高于所述第一接合部位的升起位置;(3)在所述升起位置附近成形所述引线的第二部分从而利用由所述接合头承载且相对所述接合头和所述引线接合工具可移动的引线成形工具形成弯曲;(4)将所述引线延伸至所述基板的第二接合部位;以及(5)利用所述引线接合工具将所述引线的第三部分接合于所述第二接合部位。本领域技术人员将了解,所述升起位置不需要位于所述第一接合部位的正上方。此外,在步骤(3)的所述成形可不在所述升起位置处发生;也就是说,所述成形可在所述升起位置附近即高于所述基板的任何位置处执行。在步骤(3)的所述成形可包括在所述引线内例如形成弯曲、弯折等。

附图说明

[0008] 当结合附图时将根据以下的详细说明最好地理解本发明。根据惯例,强调一下附图的各种特征不是按比例。恰恰相反,为清楚起见,各种特征的尺寸可被任意扩大或缩小。附图包括如下图:

[0009] 图1A是常规线环的侧面简图;

[0010] 图1B是利用根据本发明示例性实施例的接合系统形成的线环的侧面简图;

[0011] 图2是利用根据本发明示例性实施例的接合系统形成的另一线环的侧面简图;

[0012] 图3A-3B是说明根据本发明示例性实施例的引线接合系统的操作的简图;

[0013] 图3C-3D是图3A-3B的引线接合系统的一些元件的简单示意图;

[0014] 图4A-4E是示出根据本发明示例性实施例形成线环的方法的系列简图;

[0015] 图5A-5F是示出根据本发明另一示例性实施例形成线环的方法的系列简图;以及

[0016] 图6A-6E是示出根据本发明又一示例性实施例形成线环的方法的系列简图。

具体实施方式

[0017] 根据本发明的一些示例性实施例,提供由引线接合设备的接合头承载(例如直接或间接地连接于其)且相对所述接合头可独立地移动的成环机构(loop forming mechanism)。在一些应用中,所述成环机构允许对线环进行操作以得到基本上平坦的环顶端。例如可利用包括程序可控高度和程序可控后退距离的软件特性(如引线接合设备的计算机中的计算机程序软件特性)来完成这样的操作。此外,可利用计算机程序指令对线环的弯曲位置进行程序控制,使其位于一段线与成环机构之间的接触点处。成环机构的程序可控性质可用于使得引线接合系统的使用者制造出具有可编程控制的环几何形状 of 线环。常规的线环成形工具(例如JP58-192688中所述的)由线环成形工具机构自身的机械调整来控制,因此那些线环成形工具不能利用线环成形工具(例如成型机构)进行环高度或环形状的可编程控制。通过利用此处所述的可编程控制系统,可在单个工艺程序中在单个设备上实现多种线几何形状和/或多种线环形状而不需要调整机械部件。因此,提供了更省时和节约成本的引线接合操作。

[0018] 在整个申请中,术语“引线成形工具”和“成型探针”可互换地使用。例如,图3A-3B示出包括具有接触部310a的成型探针310的成环机构301。成型探针310也可称为引线成形工具310。当然,元件310(以及机构301的其它部分)的可替换构造也在本发明的范围内。成型探针310特别是接触部310a的运动可受到计算机程序的控制。该运动的计算机程序控制可包括受力控制(例如施加于接触部310a的力)、速度控制(例如接触部310a移动的速度)、位置控制(例如对接触部310a的位置的控制)等。

[0019] 现在看图1A,示出常规线环100在工件102(例如基板102)的两个部位之间提供电互连。更具体地说,第一接合部100a被接合于工件102的第一接合部位,第二接合部100b被接合于工件102的第二接合部位,并且在第一接合部100a与第二接合部100b之间提供包括在线环100中的连跨线。在本申请中工件102以简化形式示出;但是要了解工件102(以及此处示出的其它工件,也可称为基板)可为利用线环进行期望电互连的任何结构类型(例如半导体封装、电源模块、汽车模块(automotive module)、太阳能电池互连等)。此外,术语线环

指的是利用具有圆形截面、矩形截面(例如导电条带)等的线形成的结构。

[0020] 与图1A示出的弧形线环100相反,期望提供具有基本上平坦顶部的环形的线环,例如图1B所述的线环104。更具体地说,图1B示出:第一接合部104a被接合于工件106的第一接合部位;第二接合部104b被接合于工件106的第二接合部位;以及在第一接合部104a与第二接合部104b之间设置包括在线环104中的连跨线。第一接合部104a与第二接合部104b之间的跨线包括可利用此处所述的系统、结构和技术形成的基本上平坦的部分104c。

[0021] 图2示出在工件202上提供互连的另一线环200,其中线环200包括第一接合部200a、第二接合部200b和其间的一段线。线环200局部被弯曲/弯折(kink)200c限定(其中可利用根据本发明的引线成形工具形成这种弯曲/弯折200c)。图2所示的引线接合工艺输出包括:可预测和程序可控的环高度(Z_{LH});第一线长度(m_1);基本上平坦的第二线长度/跨度(m_2)——也标记为部分200d;第三线长度(m_3);环角度(ϕ_1 和 ϕ_2);后退距离(Y_{SBD})——即第一接合部200a的中心与第二接合部200b的中心之间的距离;以及支脚长度(FL),其为接合于接合部位的线环的一部分,该部分的长度与形成接合的接合工具的长度相关。在一些应用中,期望在实现环高度(Z_{LH})变化的同时保持基本上平坦的跨度(m_2)以及具有最大的环角度(ϕ_1 和 ϕ_2)——这可通过可编程控制的长度(m_3)和/或弯曲200c的位置来实现。

[0022] 图3A示出示例引线接合系统300的元件。系统300的许多元件为简单起见被去除了,例如系统300的接合头没有特别示出但用所述接合头承载的元件所代表。系统300包括由接合头承载的若干元件,包括接合工具302(例如楔式接合工具、条带接合工具等)、切刀304、线导向器306和线导向器夹持器308。图3A还示出成环机构301(亦称环成形机构)的示例元件,这些元件也由接合头承载。本领域技术人员将了解,在图3A所示的示例中,接合工具302、切刀304、线导向器306和线导向器夹持器308与成环机构301示出的元件(在图3A中位于前景)相比在后面,并且除了都由接合头承载外不与成环机构啮合。示例成环机构301包括刚性地连接于杠杆臂312的成型探针310(亦称引线成形工具310或成形探针310)。杠杆臂312通过枢轴点312a固定于(探针驱动器314的)被线性地致动的推杆314c。推杆314c连接于被未示出的电机或其它驱动系统(例如线性电机)致动的探针驱动器314的支承座314b。支承座314b沿探针驱动器314的线形滑块314a移动。成环机构301还包括设置在杠杆臂312(例如通过枢轴点)与结构320(其中结构320连接于接合头或其一部分)之间的线缆322。元件310、312、314(包括元件314a、314b和314c)、316、318、320和322可被认为是图3A-3B所示的示例成环机构301的部分。成环机构301在图3A中的方向是“静止(at rest)”位置,在该位置成型探针310不与引线接触(其中未示出引线)。图3C是图3A所示的包括处于相同静止位置的成型探针310的一些元件的简化示意图,并且图3D示出相同的元件但是旋转了90度。换句话说,如果人从图3C所示的方向“3D”注视图3C的元件,那么人将看到的是图3D所示的那样。图3D示出成型探针310的接触部310a。接触部310a是成型探针310的用于接触和成形一部分引线的部分。

[0023] 当使用者期望形成或者成形(例如形成弯曲、弯折等)一部分线时,成型探针310被探针驱动器314驱动。在图3B中,成型探针310的接触部310a的运动被示为两个轨迹(即轨迹 T_1 和轨迹 T_2)。特别地,当成型探针310在探针驱动器314的电机(例如线性电机,未示出)的作用下沿轨迹 T_1 (例如参见图3B)被致动时,杠杆弹簧(lever spring)318(可用扭力弹簧、压缩弹簧、牵簧或其它弹簧代替)强迫杠杆臂312抵靠坚硬挡块316。在线形冲程的转折点处,

线缆322用张力拉紧(例如,参见图3B中的拉紧线缆322),藉此强迫杠杆臂312绕枢轴点312a枢转,使得成型探针310遵循轨迹 T_2 。双轨迹(例如沿轨迹 T_1 的直线运动以及与直线运动合并的绕枢轴点312a的枢转运动导致在轨迹 T_2 期间的近似直线运动)使得当不使用成型探针310时成型探针310静止在围绕接合工具302的间隙最大化的位置(参见图3A中的静止位置),同时仍然允许第二轨迹以期望方式影响线环。

[0024] 本领域技术人员应当了解,成环机构301的元件实际上是示例性的。考虑到可替换元件和配置。成环机构301的元件的操作在给定应用中可根据期望而改变。图4A-4E、图5A-5F和6A-6E示出用于操作成环机构301从而形成/成形线环的与线环加工工艺相关的示例技术。当然,这些过程是示例并且可以想到可替换的方案。在图4A-4E、图5A-5F和6A-6E的每个中,为简单起见去除了图3A-3B中示出的一些元件。此外,仅示出成型探针310的接触部310a的截面视图——成型探针310(和成环机构301)的其余部分为简单起见省略了。

[0025] 在图4A-4E、图5A-5F和6A-6E的每个中,所述工件/基板上的基准位置被标记为 XZ_{REF} ;接合头350上的基准部位(用于说明接合头350移动至例如XZ平面内的位置A、B、C、D和E)被标记为 BH_{REF} 。当然,这些基准位置/部位是任意的和仅用于说明性目的。

[0026] 图4A-4E示出(通过成型探针310的接触部310a的移动示出)操作成环机构301的“力控制”模式。在图4A中,通过将一部分引线326接合(例如超声波接合、热声接合等)于工件324的接合部位来形成第一接合部326a。在图4A中形成第一接合部326a期间,示出接合头350相对位置 XZ_{REF} 处于位置A(即示出 BH_{REF} 在位置A),并且示出成型探针310的接触部310a对接合头的部位 BH_{REF} 处于位置1(即在静止位置)。随后,在图4B中接合头350(示出其承载的元件包括接合工具302、切刀304、线导向器306、线导向器夹持器308和成环机构301)已经沿轨迹 BHT_1 (即接合头的轨迹1)升起,例如到达“环顶部”位置的同时穿过线导向器306(例如让线夹打开)抽拉线326。因而, BH_{REF} 现在相对 XZ_{REF} 处于位置B。成型探针310的接触部310a还相对于接合头350的位置 BH_{REF} 从位置1(例如在静止位置处)移至位置2(例如力转变位置(force transition position))。例如并且如图4B所示,成型探针310已被致动(例如其中这种致动的一个示例与图3A-3B相关地描述),这样在位置2处接触部310a以恒定和/或程序可控的力F(因此“力控制”模式)抵靠在线326上。因此,接触部310a现在相对接合头350移动。相对接合头350的该移动在图4B中被示为轨迹 T_1 。接触部310a从位置1至位置2的移动可期望至少部分地(如果不是完全地)与接合头350从位置A至位置B的移动同时进行。因此使线环加工的周期变短。接合头350的移动停止并且线夹(未示出,但可包括在线导向器夹持器308内)闭合从而防止在图4C-4E所示的剩余步骤中额外的线穿过线导向器306被进给。如图4C所示,接合头350随后沿向下的倾斜轨迹 BHT_2 (即接合头的轨迹2,在本示例中包括X轴和Z轴分量)移动可编程控制的距离,这样 BH_{REF} 现在相对 XZ_{REF} 处于位置C。在接合头350沿轨迹 BHT_2 的移动期间,成型探针310的接触部310a沿线326滑动通过轨迹 T_2 ,其中轨迹 T_2 从位置2延伸至位置3。当接触部310a沿线326与轨迹 T_2 相关地滑动时,线326内的松弛(例如由接合头350的移动所导致)被收紧,并且线326保持拉紧(例如用张力),这样程序可控力F的施加(期望保持恒定)导致线326内的弯曲或弯折,所述弯曲或弯折将限定第二接合角(ϕ_2)(例如参见图4E)。

[0027] 如图4D所示,成型探针310的接触部310a随后沿轨迹 T_2 缩回到位置2(例如通过伺服位置控制)同时接合头350保持其位置,这样 BH_{REF} 仍然相对 XZ_{REF} 处于位置C。随后,如图4E

所示, 接合头350已经遵循轨迹BHT₃(即接合头的轨迹3)至第二接合部位(以形成第二接合部326b), 这样BH_{REF}相对XZ_{REF}处于位置D。用于BHT₃的特定几何形状的轨迹(可来源于用于提供期望最终线环形状的算法)以及程序可控引线角度 θ 对于第一接合角 ϕ_1 的大小有贡献。此外, 成型探针310的接触部310a沿轨迹T₁移回位置1, 其中接触部310a的这种移动可与接合头移至第二接合部位部分地(或完全地)同时发生。所形成的线环360a随后例如利用切刀304和/或通过接合头350向上运动所致的线326撕裂与所述供给引线分离。

[0028] 所述程序可控的力F的大小可根据线尺寸在很大程度上变化(例如在若干数量级之间变化)。示例的线直径可能介于5mil-20mil之间。本领域技术人员将了解, 5mil的线可利用相对较小的程序可控的力F(例如0.05N), 相比之下20mil的线可利用相对较大的程序可控的力F(例如5N)。对于铜线/条来说, 20mil的线可利用甚至更大的程序可控的力F(例如10-15N)。当然, 这些力的大小实际上是示例并且可能在很大程度上变化。

[0029] 图5A-5F示出(通过成型探针310的接触部310a的移动示出)操作成环机构301的“冲击控制(impact control)”模式。在图5A中, 通过将线336的一部分接合(例如超声波接合、热声接合等)于工件334的接合部位来形成第一接合部336a。在图5A中的第一接合部336a的形成期间, 示出接合头350相对位置XZ_{REF}处于位置A(即BH_{REF}被示出处于位置A), 并且示出成型探针310的接触部310a对接合头的部位BH_{REF}处于位置1(即处于静止位置)。随后, 在图5B中接合头350(示出其承载的元件包括接合工具302、切刀304、线导向器306、线导向器夹持器308和成环机构301)已经沿轨迹BHT₁(即接合头的轨迹1)升起, 例如到达“环顶部”位置的同时穿过线导向器306(例如让线夹打开)抽拉线326。因而, BH_{REF}现在相对XZ_{REF}处于位置B。接合头的移动停止并且线夹(包括在线导向器夹持器308内)闭合从而防止在图5C-5F所示的剩余步骤中额外的线穿过线导向器306被进给。如图5C所示, 接合头350随后沿向下的倾斜轨迹BHT₂(即接合头的轨迹2)移动可编程控制的距离, 这样BH_{REF}现在相对XZ_{REF}处于位置C。因为在接合头350向下移动期间接触部310a不与线336接触, 接合头350的向下运动导致线336的松弛。成型探针310的接触部310a也对接合头350的部位BH_{REF}从位置1(例如处于静止位置)移至位置2, 这样当它通过位置2时达到程序可控速度。因此, 接触部310a现在对接合头350移动。对接合头350的该移动在图5C中被示为轨迹T₁。接触部310a从位置1至位置2的移动期望至少部分地(如果不是完全地)与接合头350从位置B至位置C的移动同时进行。因此缩短了线环加工的周期。

[0030] 如图5D所示, 成型工具310以程序可控速度(例如恒速)移动以使成型探针310的接触部310a沿轨迹T₂移动的同时接合头350保持其位置(BH_{REF}处于位置C), 其中轨迹T₂从位置2延伸至位置3。从位置2至位置3的移动速度可与接触部310a移动通过位置2(例如参见图5C)的程序可控速度相同。接触部310a从位置2至位置3的运动导致接触部310a沿轨迹T₂接触线336, 藉此收紧线336的松弛。线336的紧度(tightness)随后停止了接触部310a的运动以及运动中的其它机构部件(例如元件312、314和316)的运动, 导致将对线336产生大约与机构部件的速度成正比的冲击力。所述冲击导致线336内将限定第二接合角度(ϕ_2)的弯曲或弯折(例如参见图5F)。通过接合头350沿向下轨迹BHT₂的可编程控制的向下运动使得致动距离(接触部310a沿轨迹T₂移动的距离)与所导致的线336松弛量成正比, 所述轨迹BHT₂由期望的最终环高度所决定。

[0031] 如图5E所示, 成型探针310的接触部310a随后沿轨迹T₂缩回位置2(例如通过伺服

位置控制)同时接合头350保持其位置,这样 BH_{REF} 仍然相对 XZ_{REF} 处于位置C。随后,如图5F所示,接合头350遵循环轨迹 BHT_3 (即接合头的轨迹3)至第二接合部位(以形成第二接合336b),这样 BH_{REF} 相对 XZ_{REF} 处于位置D。用于 BHT_3 的特定几何形状的轨迹(可来源于用于提供期望最终线环形状的算法)以及可编程线角度 θ 对于第一接合角 ϕ_1 的大小有贡献。此外,成型探针310的接触部310a沿轨迹 T_1 移回位置1,其中接触部310a的这种移动可与接合头移回第二接合部位至少部分地(或完全地)同时发生。所形成的线环360b随后例如利用切刀304和/或通过接合头350向上运动所致的线336撕裂与所述供给引线分离。

[0032] 图5A-5F中所述接触部310a的大小可在很大程度上变化。示例的速度范围包括20-500mm/秒和100-200mm/秒。在接触部310a的轨迹 T_1 期间的速度与在轨迹 T_2 期间的速度可相同或不同。此外,在每个轨迹 T_1 、 T_2 期间的速度可为恒速或变速(例如递增地变化)。而且若期望,从轨迹 T_1 一开始直到轨迹 T_2 结束时接触部310a的运动可以是连续的。

[0033] 图6A-6E示出(通过成型探针310的接触部310a的移动示出)操作成环机构301的“位置控制”模式。在图6A中,通过将一部分线346接合(例如超声波接合、热声接合等)于工件344的接合部位来形成第一接合部346a。在图6A中形成第一接合部346a的期间,示出接合头350相对位置 XZ_{REF} 处于位置A(即示出 BH_{REF} 在位置A),并且示出成型探针310的接触部310a相对接合头的部位 BH_{REF} 处于位置1(即在静止位置)。随后,在图6B中接合头350(示出其承载的元件包括接合工具302、切刀304、线导向器306、线导向器夹持器308和成环机构301)已经沿轨迹 BHT_1 (即接合头的轨迹1)升起,例如到达“环顶部”位置的同时穿过线导向器306(例如让线夹打开)抽拉线346。因而, BH_{REF} 现在相对 XZ_{REF} 处于位置B。成型探针310的接触部310a还相对接合头350的部位 BH_{REF} 从位置1(例如在静止位置处)移至位置2。因此如图6B所示,成型探针310已被致动(例如在这种致动的一个示例与图3A-3B相关地描述),这样接触部310a现在已经相对接合头350移动。相对接合头350的该移动在图6B中被示为轨迹 T_1 。可期望接触部310a从位置1至位置2的移动与接合头350从位置A至位置B的移动至少部分地(如果不是完全地)同时进行,因此缩短了线环加工的周期。

[0034] 如图6C所示,成型工具310移动以使成型探针310的接触部310a沿轨迹 T_2 从位置2移至可编程位置3。在该模式中,成型探针310的末端位置(例如位置3)被控制为在得到的线环360内形成/成形将限定第二接合角度(ϕ_2)的弯曲/弯折(例如参见图6E)。与图4C和5D的成形不同,图6C中的所述引线夹(包括在线导向器夹持器308内)仍保持打开以允许在线346与接触部310a之间的接触期间更多线从线导向器306中被抽出。在图6C中也示出接合头350沿轨迹 BHT_2 (即接合头的轨迹2)的移动,其期望与接触部310a从位置2至位置3的移动至少部分地(如果不完全地)同时发生。因而, BH_{REF} 现在相对 XZ_{REF} 处于位置C。

[0035] 本领域技术人员将了解,接触部310a沿轨迹 T_2 的致动是距离由期望的环形状所决定的可编程位置(位置3)的受控致动距离(由此“位置控制”)以形成/成形线346,藉此在跨线距离 m_3+FL 处形成期望的(例如最小的)的第二接合角度(参见图2)。

[0036] 在线346内形成所述弯折/弯曲(通过接触部310a沿图6C中轨迹 T_2 的运动)后,线夹闭合并且成型探针310的接触部310a在图6D中缩回位置2(沿轨迹 T_2)同时接合头350保持其位置,这样 BH_{REF} 仍然相对 XZ_{REF} 处于位置C。随后,如图6E所示,接合头350已经遵循环轨迹 BHT_3 (即接合头的轨迹3)至第二接合部位(以形成第二接合部346b),这样 BH_{REF} 相对 XZ_{REF} 处于位置D。用于 BHT_3 的特定几何形状的轨迹(可来源于用于提供期望最终线环形状的算法)

以及可编程线角度 θ 贡献第一接合角 ϕ_1 的大小。此外,成型探针310的接触部310a沿轨迹 T_1 移回位置1,其中接触部310a的这种移动可与接合头350移回第二接合位置至少部分地(或完全地)同时发生。所述形成的线环360c随后例如利用切刀304和/或通过接合头350向上运动所致的线326撕裂与所述供给引线分离。

[0037] 在本发明的一些示例性实施例中,可将给定参数的反馈用于环成形的可编程操作中。例如,在位置控制模式(参见图6A-6E)中,成型探针310的接触部310a的实际位置可被设置为反馈以确保正确的线环形成/成形。虽然这种反馈在位置控制模式中特别有用,反馈也可设置在其它模式例如力和冲击控制方式中,同时设置与参数例如速度、加速度、急拉(jerk)和力相关的反馈。

[0038] 因此,根据本发明,各种参数是可控的(例如在轨迹 T_2 末端处施加于成型探针的力,在轨迹 T_2 末端处的成型探针与线之间的冲击/速度,以及轨迹 T_2 末端处的成型探针的位置等)以提供期望的线形成/成形。要了解,在接合程序中,不同的参数可用于不同的线环。

[0039] 在图4A-4E、5A-5F和6A-6E中,示出可编程线角度 θ 。该可编程线角度 θ 是高于所述第一接合部位的线与工件水平轴之间的角度。在这些附图的每个中,可编程线角度 θ 被示为大约 90° (当 θ 是 90° 时,具有 0° 的前进角度(step-forward angle))。本领域技术人员已知,前进角度是线与纯垂直轴之间的角位差。然而,可编程线角度 θ 可根据期望变化从而提供非零的前进角度。用于可编程线角度 θ 的示例范围包括: 40° - 135° ;以及 75° - 90° 。 75° 的可编程线角度 θ 将产生 15° 的前进角度。

[0040] 在此处所述每个示例性实施例中轨迹 T_2 的长度也被称为致动距离(AD)。该长度可显著变化,示例范围在(a)300微米与(b)12mm之间。

[0041] 以上参照一些非限定性示例阐明了,此处所述方法的各种步骤不是在时间上彼此完全独立,而是至少部分地(如果不完全地)彼此同时发生。其它实例也在本发明的范围内。

[0042] 尽管已经主要根据接触部310a沿两个轨迹(即轨迹 T_1 和 T_2)移动描述了本发明,本发明不局限于此。例如,如果在实际中(例如如果可避免接合头元件的撞击),可使用单个的轨迹。相反,可使用三个或更多轨迹。在一个特定示例中,可使用三轨迹系统,其中可增加(除轨迹 T_1 和 T_2 外)第三纯垂直轨迹(或基本上垂直的轨迹)以提供与系统元件(例如接合头元件)之间的额外垂直间隙。

[0043] 尽管此处参照特定实施例示出和描述了本发明,本发明不意图局限于示出的细节。相反,可对细节进行各种改进而都在权利要求的范围和等价物的范畴内,没有脱离本发明的范围。

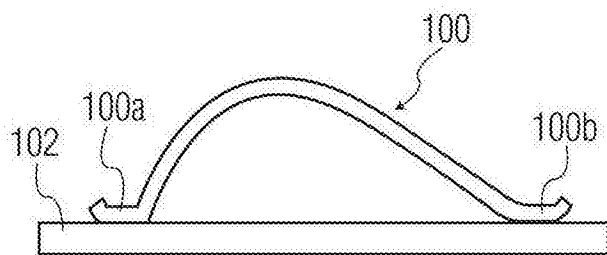


图1A现有技术

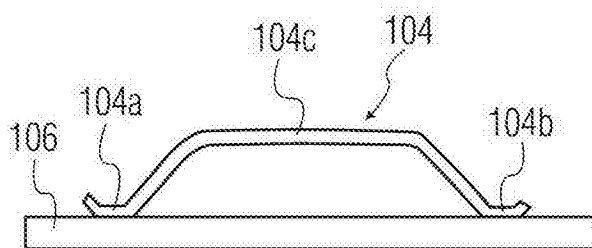


图1B

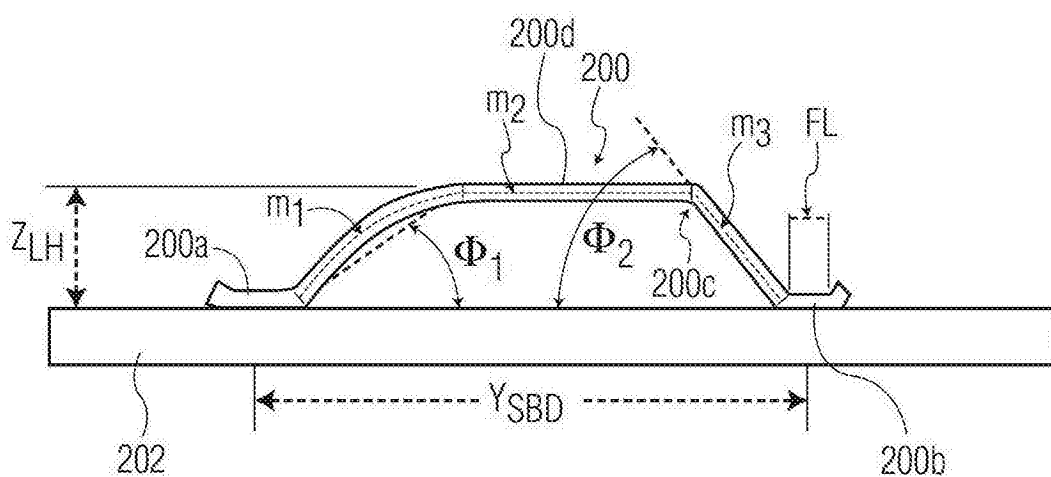


图2

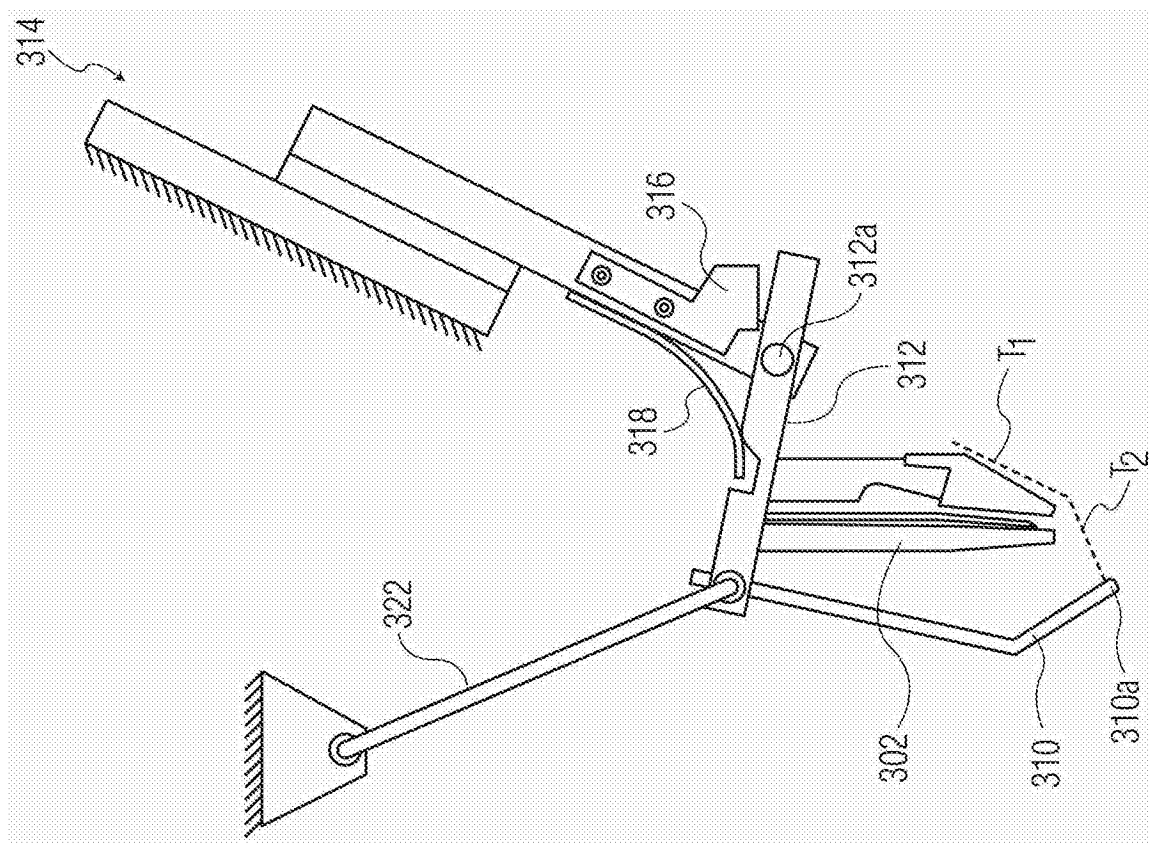


图3B

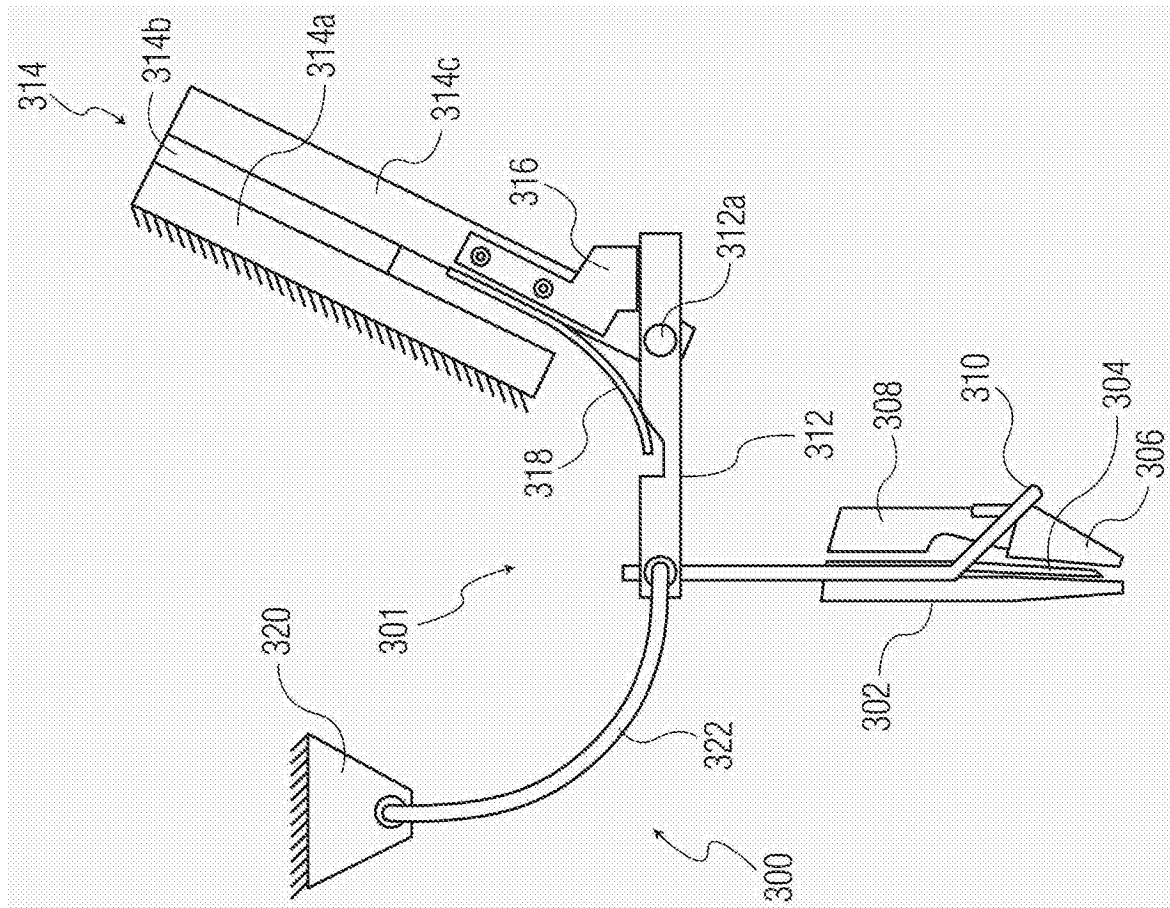


图3A

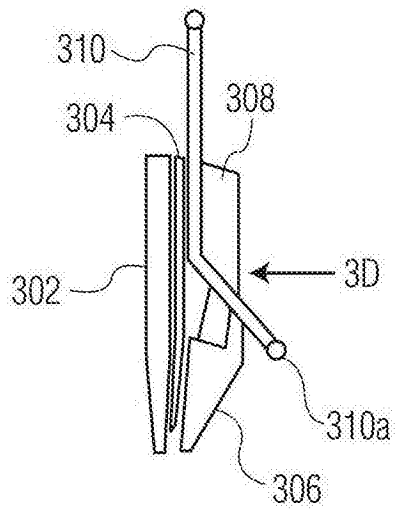


图3C

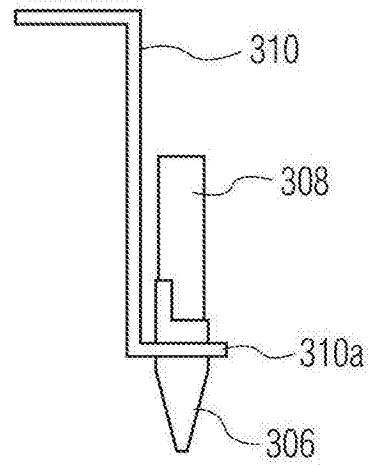


图3D

