

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B23K 20/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580014386.0

[43] 公开日 2007年5月30日

[11] 公开号 CN 1972775A

[22] 申请日 2005.5.6

[21] 申请号 200580014386.0

[30] 优先权

[32] 2004.5.12 [33] US [31] 60/570,341

[86] 国际申请 PCT/US2005/016210 2005.5.6

[87] 国际公布 WO2005/113187 英 2005.12.1

[85] 进入国家阶段日期 2006.11.6

[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 詹姆斯·E·埃德

乔恩·W·布伦纳

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
代理人 蔡洪贵

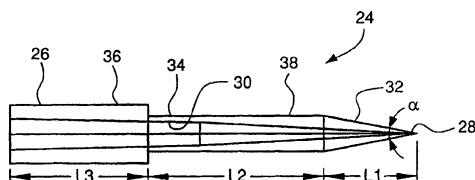
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 6 页
按照条约第 19 条的修改 3 页

[54] 发明名称

用于引线接合的低型面毛细管

[57] 摘要

一种引线接合工具包括具有第一外径的第一圆柱形部分和与第一圆柱形部分相邻的第二圆柱形部分。第二圆柱形部分具有第二外径，第二外径小于第一外径。该引线接合工具还包括与第二圆柱形部分相邻的锥形部分。锥形部分在与第二圆柱形部分相邻的端部具有第三外径，第三外径小于第一外径。一种引线接合系统包括所述引线接合工具和电子点火(EFO)条。



1、一种引线接合工具，包括：

具有第一外径的第一圆柱形部分；

与第一圆柱形部分相邻的第二圆柱形部分，第二圆柱形部分具有第二外径，第二外径小于第一外径；和

与第二圆柱形部分相邻的锥形部分，锥形部分在与第二圆柱形部分相邻的端部具有第三外径，第三外径小于第一外径。

2、如权利要求 1 所述的引线接合工具，其特征在于，第二外径大体上等于第三外径。

3、如权利要求 1 所述的引线接合工具，其特征在于，所述引线接合工具限定了贯穿第一圆柱形部分、第二圆柱形部分和锥形部分的每一个的通道。

4、如权利要求 3 所述的引线接合工具，其特征在于，所述通道沿所述引线接合工具的中心线延伸。

5、如权利要求 3 所述的引线接合工具，其特征在于，所述通道是锥形的，使得通道的直径从第一圆柱形部分到锥形部分减小。

6、如权利要求 1 所述的引线接合工具，其特征在于，所述锥形部分呈圆锥形。

7、如权利要求 1 所述的引线接合工具，其特征在于，EFO 条的尖端构造成在引线接合操作过程中位于第二圆柱形部分附近。

8、如权利要求 1 所述的引线接合工具，其特征在于，第二外径沿

第二圆柱形部分的长度大体上恒定。

9、如权利要求 1 所述的引线接合工具，其特征在于，第一外径约为 0.0625 英寸，第二外径约为 0.0375 英寸。

10、一种引线接合系统，包括：

引线接合工具；以及

构造成在引线接合工具的端部形成自由空间球的 EFO 条；

所述引线接合工具包括：

(a) 具有第一外径的第一圆柱形部分；

(b) 与第一圆柱形部分相邻的第二圆柱形部分，第二圆柱形部分具有第二外径，第二外径小于第一外径；和

(c) 与第二圆柱形部分相邻的锥形部分，锥形部分在与第二圆柱形部分相邻的端部具有第三外径，第三外径小于第一外径。

11、如权利要求 10 所述的引线接合系统，其特征在于，第二外径大体上等于第三外径。

12、如权利要求 10 所述的引线接合系统，其特征在于，所述引线接合工具限定了贯穿第一圆柱形部分、第二圆柱形部分和锥形部分的每一个的通道。

13、如权利要求 12 所述的引线接合系统，其特征在于，所述通道沿所述引线接合工具的中心线延伸。

14、如权利要求 12 所述的引线接合系统，其特征在于，所述通道是锥形的，使得通道的直径从第一圆柱形部分到锥形部分减小。

15、如权利要求 10 所述的引线接合系统，其特征在于，所述锥形

部分呈圆锥形。

16、如权利要求 10 所述的引线接合系统，其特征在于，EFO 条的尖端构造成在引线接合操作过程中位于第二圆柱形部分附近。

17、如权利要求 10 所述的引线接合系统，其特征在于，第二外径沿第二圆柱形部分的长度大体上恒定。

18、如权利要求 10 所述的引线接合系统，其特征在于，第一外径约为 0.0625 英寸，第二外径约为 0.0375 英寸。

19、如权利要求 10 所述的引线接合系统，其特征在于，在引线接合系统的引线接合操作过程中，EFO 条的尖端位于与第二圆柱形部分相距一定距离处，该距离小于第一外径与第二外径之间的差。

20、如权利要求 10 所述的引线接合系统，其特征在于，在 EFO 条的点火操作过程中，EFO 条的尖端的位置相对水平面限定了大于 40 度的火花角。

用于引线接合的低型面毛细管

相关申请

本申请涉及 2004 年 5 月 12 日提交的 No. 60/570341 号美国专利申请，并要求享有该申请的优先权，且该申请在此处通过参考被整体并入。

技术领域

本发明涉及引线接合，尤其涉及在引线接合装置中用于输送引线的毛细管。

背景技术

在电子工业中，导电金属引线被用在各种器件、诸如半导体器件中，从而将器件上的触点连接到其他触点上。尽管根据用途，有时也用铜和银，但引线接合最常用的材料是金和铝。将一段引线连结在两个触点之间即形成引线接合。为了形成连结，各种设备被用于切断并将引线端部接合（例如熔接）到触点上。用于切断并熔化引线的一些最常见的设备是热压缩（T/C）、热声波（T/S）或超声波（U/S）设备。引线通常被形成大体抛物线形或椭圆形，因此被称为引线“环”。

两种众所周知的将引线接合到电子器件触点上的技术是球形接合和楔形接合。球形接合一般是首选的技术，特别是在半导体工业中，超

过 90%的半导体器件都用球形接合制造。

球形接合装置包括接合头，接合头具有引线接合工具，例如毛细管。毛细管为细长的管状结构并有轴向通道，一段引线被穿过该通道，以通过该接合装置进行接合。球形接合装置通常还包括电子点火（EFO）条，当燃烧时，点火条提供火花，以熔化从毛细管伸出的引线的端部。当引线的熔化端部固化时，表面张力使该端部形成大体上球形。由 EFO 条形成的引线球形部分被称为“自由空间球”（free-air ball）。自由空间球借助球在触点上的塑性变形被接合到半导体器件或基片的一个触点上。

参照图 1，显示了常规的毛细管 10。毛细管 10 包括细长的管体 12，管体 12 有大体上圆柱形部分 14 和圆锥形部分 16。如图所示，毛细管 10 限定了贯穿毛细管的轴向通道 18，以便将被引线接合装置接合的引线通过。轴向通道 18 大体上与毛细管 10 的中心线同心。毛细管 10 还包括从管体 12 的圆锥形部分 16 延伸并位于毛细管 10 末端的工作尖端 20。毛细管 10 的工作尖端 20 适合例如在基片表面上通过触点处的塑性变形和界面相互作用形成引线接合。已知的毛细管的工作尖端的构造可以改变。引线接合装置的毛细管的工作尖端的构造的一个例子公开于美国专利 No. 6715658 中。

如图 1 所示，毛细管管体 12 的圆锥形部分 16 从工作尖端 20 开始以一定的角度扩展，所述角度有时被称为毛细管 10 的锥角。毛细管管体 12 的圆柱形部分 14 与换能器（未示出）配合，该换能器靠近毛细管 10 的与工作尖端 20 相反的末端 22。该换能器使毛细管管体 12 振动，

从而将超声能供应到毛细管 10 的工作尖端 20 处。换能器供应的超声能促进引线和现场接合位置处的触点之间的上述的塑性变形和界面相互作用。如图 1 所示，现有技术中的毛细管 10 的管体 12 的直径从管体 12 的与换能器配合的末端到圆柱形部分 14 和圆锥形部分 16 之间的结合处、在圆柱形部分 14 基本保持恒定。

希望在引线端部形成的自由空间球的直径与毛细管的中心线尽可能靠近地对齐。希望自由空间球和毛细管中心线之间同心，以确保引线接头相对目标触点精确定位。还希望 EFO 条与引线接合装置的毛细管的中心线基本对齐。这种布置方式在由 EFO 条在引线端部形成的自由空间球和毛细管中心线之间提供了最大的同心可能。

但是，为了给毛细管的工作端提供接近基片表面上的触点的途径，通常在毛细管和 EFO 条之间设置有间隙。因此，EFO 条不但不能与引线直径同心对齐，相反还必须与相关毛细管的中心线相距一定的距离。结果，来自 EFO 条的火花沿着相对毛细管中心线倾斜的路径被引向引线的末端。

发明内容

根据本发明的一个典型实施例，提供一种引线接合工具。该引线接合工具包括具有第一外径的第一圆柱形部分和与第一圆柱形部分相邻的第二圆柱形部分。第二圆柱形部分具有第二外径，第二外径小于第一外径。该引线接合工具还包括与第二圆柱形部分相邻的锥形部分。锥形部分在与第二圆柱形部分相邻的端部具有第三外径，第三外径小于第一

外径。

根据本发明的另一个典型实施例，提供一种引线接合系统。该引线接合系统包括引线接合工具和构造成在引线接合工具的端部形成自由空间球的EFO条。该引线接合工具包括具有第一外径的第一圆柱形部分和与第一圆柱形部分相邻的第二圆柱形部分。第二圆柱形部分具有第二外径，第二外径小于第一外径。该引线接合工具还包括与第二圆柱形部分相邻的锥形部分。锥形部分在与第二圆柱形部分相邻的端部具有第三外径，第三外径小于第一外径。该引线接合系统可以包括本领域普通技术人员已知的其他各种部件（例如，超声换能器、引线卷绕机构、接合平面、标定（indexing）系统等）。

附图说明

为了解释本发明，在各附图中显示了一种当前优选的形式；但是不难理解，本发明并不局限于如图所示的精确的布置和手段。在各附图中：

图1是侧视图，显示了根据现有技术的引线接合装置的毛细管；

图2是根据本发明的一个典型实施例的引线接合装置的毛细管的侧视图；

图3是带有插图的曲线图，显示了根据本发明的一个典型实施例的火花角和自由空间球同心之间的关系；

图4A是在根据本发明的一个典型实施例的标定操作过程中引线接合系统的一部分的侧视图；

图4B是在根据本发明的一个典型实施例的点火操作过程中引线

接合系统的一部分的侧视图；

图 4 C 是在根据本发明的一个典型实施例的引线接合操作过程中引线接合系统的一部分的侧视图；以及

图 4 D 是根据本发明的一个典型实施例的毛细管和电子点火条的详细的侧视图。

具体实施方式

根据本发明，提供了用于引线接合装置的毛细管。该毛细管包括贯穿毛细管以让引线通过的轴向通道。该轴向通道优选大体上与毛细管 10 的中心线对齐。毛细管的某些外部尺寸减小，以便让毛细管的中心线与电子点火设备（EFO）的条之间离得更近。EFO 条与毛细管中心线之间的更近的间距允许火花角增加，从而造成在引线端部形成的自由空间球与毛细管中心线之间的不对称性降低。

在某些典型的实施例中，本发明的毛细管包括圆锥形部分和与圆锥形部分相邻的大体上圆柱形部分。毛细管的圆柱形部分包括第一和第二段，第二段从圆锥形部分延伸。大体上圆柱形部分的第二段的外径相对第一段的外径减小。

参照附图，相似的附图标记表示相似的元件，图 2 显示了用于引线接合装置的根据本发明的毛细管 24。如下面更详细的说明，本发明的毛细管 24 允许电子点火（EFO）条以一定的火花角将火花引向由毛细管 24 携带的引线的末端，所述火花角可理想地降低由 EFO 条形成的自由空间球的不对称性。由本发明提供的自由空间球的不对称性降低增加了将引

线接头定位在毛细管 24 所瞄准的现场接合位置的精确性。

本发明的毛细管 24 包括管体 26 和工作尖端 28，该工作尖端位于管体 26 的末端。工作尖端 28 的特定构造对本发明并不重要。毛细管 24 的工作尖端 28 的一种合适构造公开于美国专利 No. 6715658，该专利被整体并入此处以作参考。与现有技术的毛细管 10 相似，毛细管 24 包括轴向通道 30，轴向通道 30 与毛细管 24 的中心线基本对齐地延伸。

毛细管包括锥形或圆锥形端部 32 和圆柱形部分 34。圆柱形部分 34 包括第一 36 和第二段 38。第一段 36 的直径大于第二段 38 的直径。第一段 36 的直径和长度 L3 在尺寸上适合与常规的换能器（未示出）配合。由于换能器只安装到毛细管的一部分上，因此只有这个部分可能有加厚的或更坚固的毛细管管壁结构。优选的是，第一段 36 的长度 L3 介于约 0.120 英寸与约 0.144 英寸之间。

毛细管的其余部分的尺寸可以减小，从而允许 EFO 条被放得更靠近工作尖端。因此，如图 2 所示，第二段 38 在它的整个长度 L2 上的直径都小于第一段 36 的直径。第二段 38 与圆锥形部分 32 和第一段 36 邻接。圆柱形部分 34 的第二段 38 上的管体 26 的外径优选在第二段 38 始终基本恒定。影响圆柱形部分 34 的第二段 38 的最小外径的一个重要因素是壁厚。如图 2 所示，毛细管 24 的轴向通道 30 的直径是变化的。通道 30 的直径朝向工作尖端 28 方向减小，从而便于将引线插入轴向通道 30 并将引线引向工作尖端 28 的开口端。因此，毛细管 24 的圆柱形部分 34 的管壁厚在与第一段 36 结合处附近的第二段 38 最小，因为第二段 38 的外径在长度 L2 上始终恒定。由换能器施加的超声振动在毛细管 24 的

管壁上产生的应力在与第一段 36 相邻的第二段 38 相对薄壁部分处最大。为了使毛细管 24 足够坚固，圆柱形部分 34 的第二段 38 上的最小壁厚优选至少约为 0.003 英寸。

管体 26 的圆锥形部分 32 的一端邻近工作尖端 28，并且该圆锥形部分具有沿锥角 α 变宽的外表面。再来看图 1，并且把常规的毛细管设计方案与本发明的毛细管 24 相比，毛细管 24 的锥角 α 优选与常规毛细管的锥角相同或略大于常规毛细管的锥角。毛细管 24 的优选锥角约为 20 度。但是，如图 2 的典型实施例所示的毛细管 24 的圆锥形部分 32 的长度 L_1 明显小于常规毛细管的圆锥形部分 16 的长度 L' 。如图 1 所示，常规毛细管 10 的圆锥形部分 16 的长度 L' 约为毛细管 10 的总长度的一半。在本发明中，毛细管 24 的圆锥形部分 32 的长度 L_1 较短。多种因素将决定长度 L_1 和锥角 α 之间的最佳比例，包括毛细管的动力学性能、超声系统的共振频率和接合焊盘间距 (bond pad pitch)。 L_1/α 的比值不应该被减小到毛细管 24 的圆锥形部分 32 的构造会干扰相邻接合引线的程度。

结果，与常规的毛细管相比，第二段 38 的减小直径和圆锥形部分 32 的较短长度不仅允许 EFO 条放得更靠近工作尖端 28，而且还减小了毛细管的总质量——虽然最低限度。

第二段 38 的外部尺寸的减小允许 EFO 条放得更靠近毛细管 24 的中心线，但又不对毛细管 24 在接合操作过程中在高位与低位之间的移动能力产生不利影响。与先前的实践相比，通过将 EFO 条放得更靠近毛细管 24 的中心线，火花路径角可以变成更接近理想对齐构造的角度。如

上所述，对齐构造会使得由 EFO 条在引线端部形成的自由空间球的不对称性最小。

作为一个非限制性的示例，假定换能器（未示出）接受上端直径为 0.0625 英寸的毛细管。相应，毛细管 24 的圆柱形管体 34 的第一段 36 的直径通常会为 0.0625 英寸。但是，圆柱形管体 34 的第二段 38 的直径会减小，例如减小到 0.0375 英寸。因此，与圆柱形管体的直径始终为 0.0625 英寸的现有技术毛细管相比，第二段 38 的直径减小了 0.025 英寸。管体 26 的直径减小 0.025 英寸意味着 EFO 条可以向毛细管 24 的中心线靠近 0.125 英寸。

假定火花角被定义为火花路径相对水平方向的角（即 90 度的火花角将是垂直方向的火花路径），与圆柱形部分直径始终为 0.0625 英寸的现有技术的毛细管 10 有关的火花角约为 40 度。另一方面，先前段落中所述的本发明的典型实施例允许 EFO 条被放得更靠近毛细管 24 的中心线，因此火花角增加到约 52 度。

参照图 3，曲线图显示了火花角与在引线端部形成的自由空间球的不对称性之间的关系。黑点代表测试数据点，其中，自由空间球是用变化的火花角形成的，并且测量出自由空间球与其上形成自由空间球的引线直径之间的不对称性。然后针对测试数据点运用曲线拟合计算方法计算出二阶曲线。如图所示，得到的二阶方程式为：

$$y=0.0016x^2-0.3244x+14.876 \quad \text{方程式 1}$$

其中：x=火花角（度），而 y=球不对称性（ μm ）。

根据所得到的曲线，火花角从约 40 度增加到约 52 度导致自由空间

球不对称性从约 4.5 微米减小到约 2.4 微米。这样，由本发明减小的毛细管剖面提供的 EFO 条更近间距导致自由空间球不对称性降低近 50%。

图 3 还包括与三个实际测试数据点有关的插图，显示了自由空间球与其上形成自由空间球的引线之间的不对称性。如图所示，不对称性随火花角的增大而降低，并且当火花角增加到约 65 度时，不对称性几乎消失。

图 4A 显示了相对接合表面 400 处于高位的引线接合工具 410（例如毛细管 410）。各种部件在图中被省略，且为了清楚，所示元件的某些尺寸和位置被任意减小或增加。夹具 402 也被显示在高位，例如正在进行标定操作时（例如基片被标定到接合表面 400 上的合适位置）。接合工具 410 包括第一圆柱形部分 410a、第二圆柱形部分 410b 和圆锥形部分 410c。接合工具 410 如图所示与换能器 408（通过第一圆柱形部分 410a）配合在一起。还显示了 EFO 条 404，它包括 EFO 尖端 406。通过使夹具 402（和接合工具 410）处于图 4A 的高位，显然在定位包括 EFO 尖端 406 在内的 EFO 条 404 时会受到位置限制。

图 4B 显示了相对接合表面 400 处于低位的夹具 402。在这个位置，可实现 EFO 条 404 的“点火”，从而在穿过接合工具 410 的引线（图 4B 中未示出）的端部形成自由空间球。

图 4C 显示了相对接合表面 400 上的器件处于低位以执行引线接合操作的接合工具 410。接合工具 410 穿过由夹具 402 限定的孔（该孔在图 4C 中看不到）。在如图所示的引线接合操作中，EFO 尖端 406 被定位在与第二圆柱形部分 410b 相距一定距离的地方，其中，该距离小于第

一圆柱形部分 410a 的外径与第二圆柱形部分 410b 的外径之间的差（在如图所示的实施例中，该距离也小于第一圆柱形部分 410a 的半径与第二圆柱形部分 410b 的半径之间的差）。

如图 4C 所示，显然，与第二圆柱形部分 410b 的直径和第一圆柱形部分 410a 的直径相同的情况相比，EFO 条 404（包括 EFO 尖端 406）更靠近接合工具 410 的中心线。这样，在 EFO 条的“点火”过程中（例如，在图 4B 所示的位置），EFO 尖端更靠近接合工具 410 的中心线降低了所形成的自由空间球不对称性。

图 4D 是处于图 4B 中所示的点火位置的火花角的详图。如上所述，火花角是火花路径相对于水平方向的角。如图 4D 清楚所示，随着 EFO 条 404（包括 EFO 尖端 406）越来越靠近接合工具 410 的中心线，火花角会令人满意地增加。这样，如上所述，通过提供第二圆柱形部分 410b 的直径比第一圆柱形部分 410a 的直径小的接合工具 410（图 4D 中未示），火花角会令人满意地增加。

尽管本发明主要就限定了沿着其长度具有恒定锥角的锥形通道的引线的接合工具进行了描述，但它并不局限于此。也可以考虑其他的通道构造，例如，与锥形通道结合的大体直线形的通道、锥角变化的锥形通道等。

本发明也可以用其他的特定形式来实现而不背离本发明的思想和基本属性，因此，在说明本发明的范围时，应该参照所附的权利要求书，而不是上述的说明书。

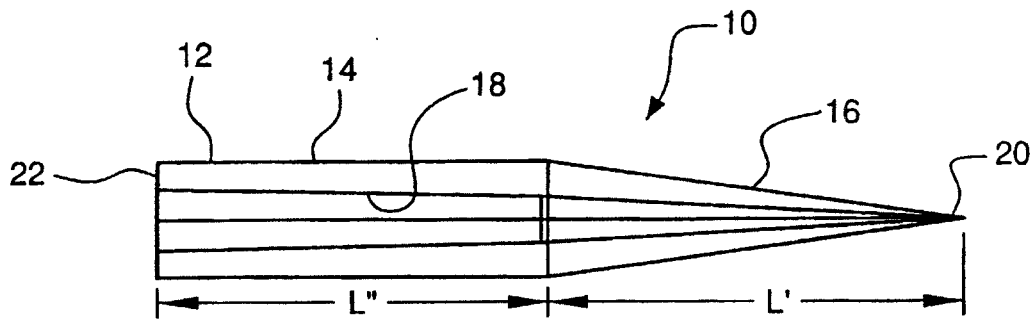


图1

现有技术

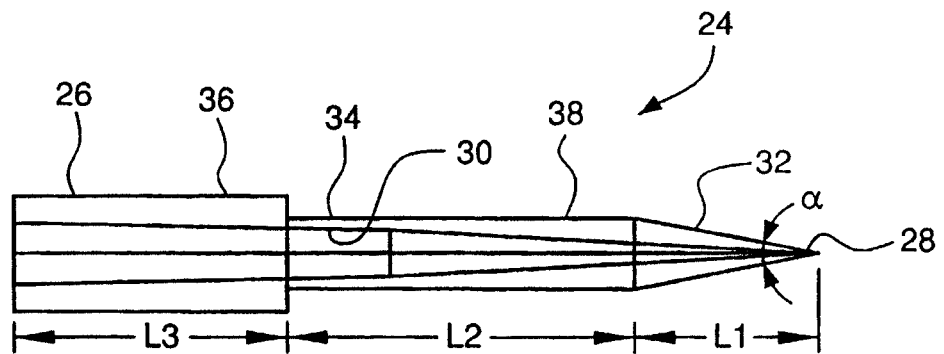


图2

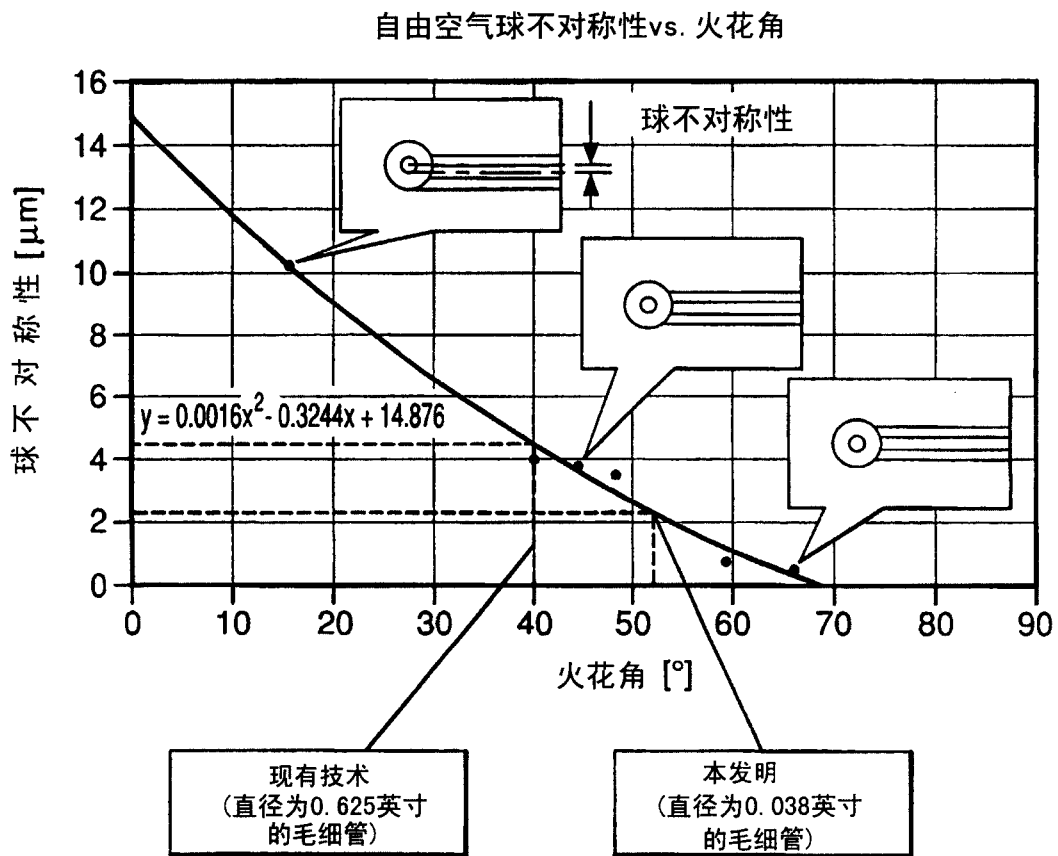


图3

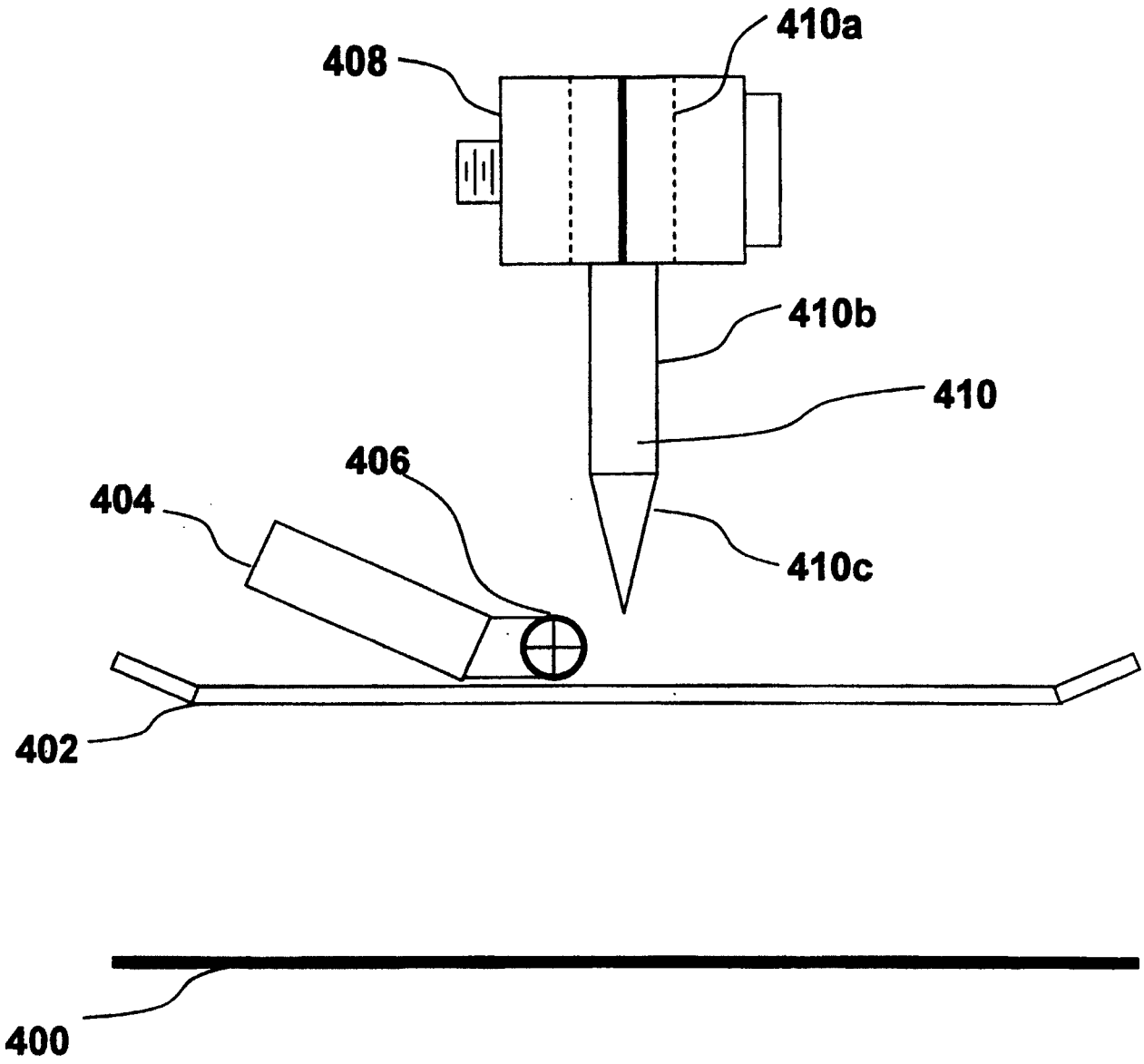


图4A

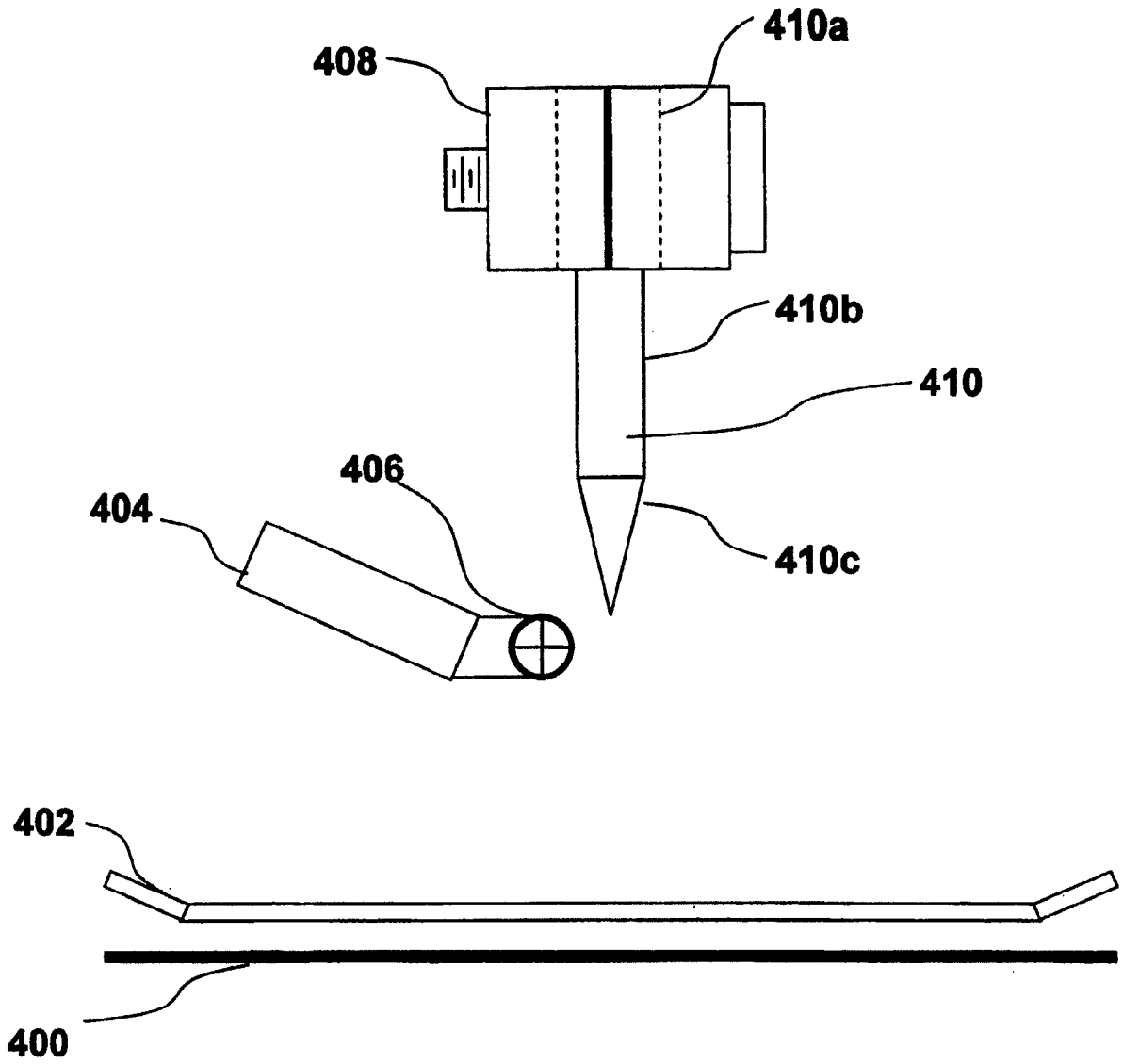


图4B

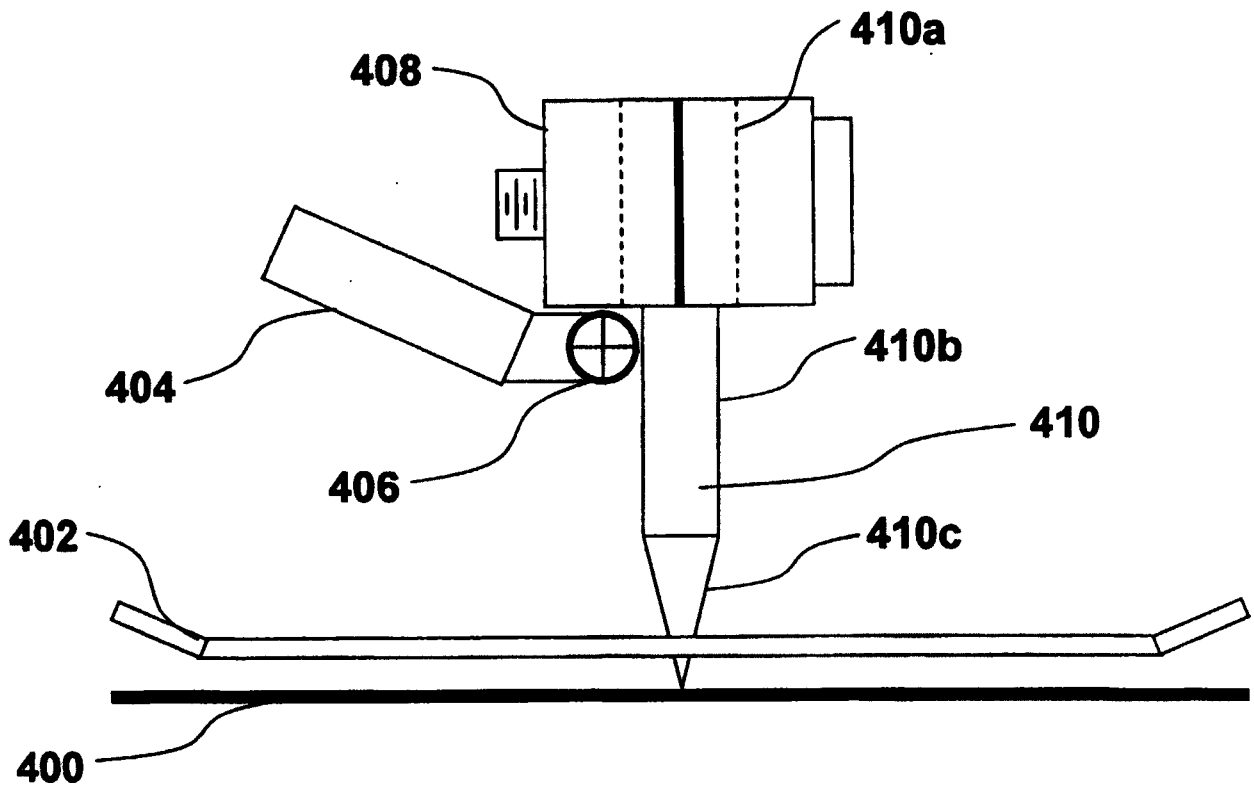


图4C

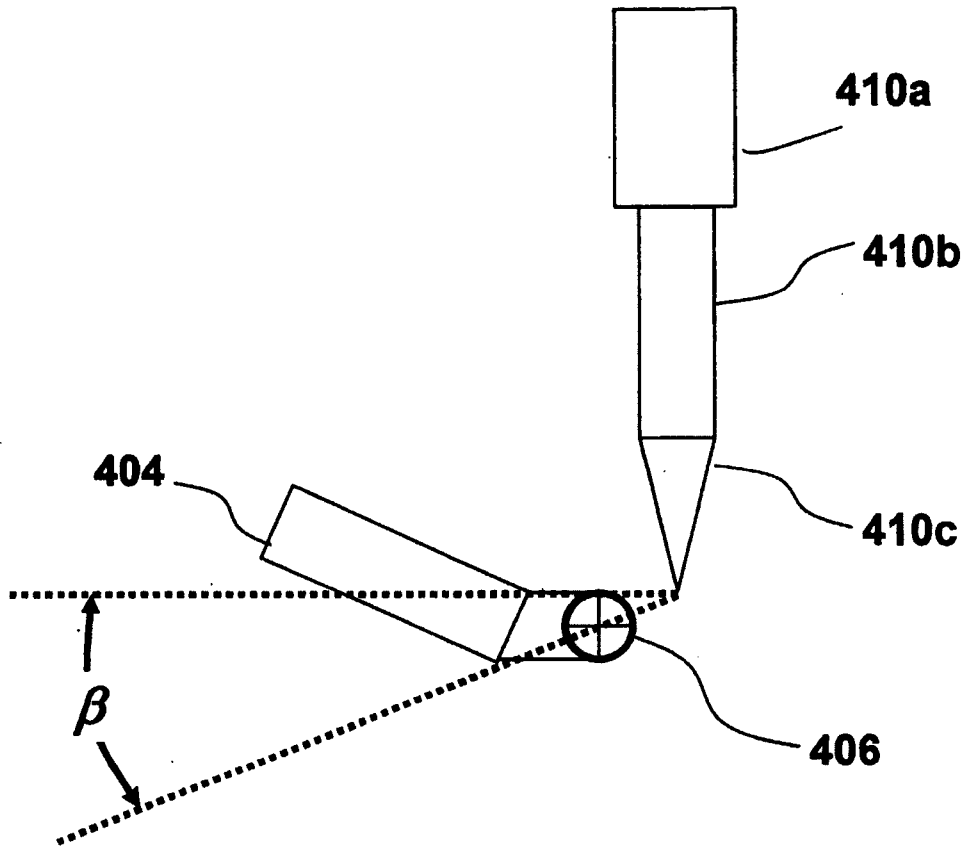


图4D

1、一种引线接合工具，包括：

具有第一外径的第一圆柱形部分；

与第一圆柱形部分相邻的第二圆柱形部分，第二圆柱形部分具有第二外径，第二外径小于第一外径；和

与第二圆柱形部分相邻的锥形部分，锥形部分在与第二圆柱形部分相邻的端部具有第三外径，第三外径小于第一外径；

其中，EFO 条的尖端构造成在引线接合操作过程中位于第二圆柱形部分附近。

2、如权利要求 1 所述的引线接合工具，其特征在于，第二外径大体上等于第三外径。

3、如权利要求 1 所述的引线接合工具，其特征在于，所述引线接合工具限定了贯穿第一圆柱形部分、第二圆柱形部分和锥形部分的每一个的通道。

4、如权利要求 3 所述的引线接合工具，其特征在于，所述通道沿所述引线接合工具的中心线延伸。

5、如权利要求 3 所述的引线接合工具，其特征在于，所述通道是锥形的，使得通道的直径从第一圆柱形部分到锥形部分减小。

6、如权利要求 1 所述的引线接合工具，其特征在于，所述锥形部分呈圆锥形。

8、如权利要求 1 所述的引线接合工具，其特征在于，第二外径沿

第二圆柱形部分的长度大体上恒定。

9、如权利要求 1 所述的引线接合工具，其特征在于，第一外径约为 0.0625 英寸，第二外径约为 0.0375 英寸。

10、一种引线接合系统，包括：

引线接合工具；以及

构造成在引线接合工具的端部形成自由空间球的的 EFO 条；

所述引线接合工具包括：

(a) 具有第一外径的第一圆柱形部分；

(b) 与第一圆柱形部分相邻的第二圆柱形部分，第二圆柱形部分具有第二外径，第二外径小于第一外径；和

(c) 与第二圆柱形部分相邻的锥形部分，锥形部分在与第二圆柱形部分相邻的端部具有第三外径，第三外径小于第一外径；

其中，EFO 条的尖端构造成在引线接合操作过程中位于第二圆柱形部分附近。

11、如权利要求 10 所述的引线接合系统，其特征在于，第二外径大体上等于第三外径。

12、如权利要求 10 所述的引线接合系统，其特征在于，所述引线接合工具限定了贯穿第一圆柱形部分、第二圆柱形部分和锥形部分的每一个的通道。

13、如权利要求 12 所述的引线接合系统，其特征在于，所述通道沿所述引线接合工具的中心线延伸。

14、如权利要求 12 所述的引线接合系统，其特征在于，所述通道

是锥形的，使得通道的直径从第一圆柱形部分到锥形部分减小。

15、如权利要求 10 所述的引线接合系统，其特征在于，所述锥形部分呈圆锥形。

17、如权利要求 10 所述的引线接合系统，其特征在于，第二外径沿第二圆柱形部分的长度大体上恒定。

18、如权利要求 10 所述的引线接合系统，其特征在于，第一外径约为 0.0625 英寸，第二外径约为 0.0375 英寸。

19、如权利要求 10 所述的引线接合系统，其特征在于，在引线接合系统的引线接合操作过程中，EFO 条的尖端位于与第二圆柱形部分相距一定距离处，该距离小于第一外径与第二外径之间的差。

20、如权利要求 10 所述的引线接合系统，其特征在于，在 EFO 条的点火操作过程中，EFO 条的尖端的位置相对水平面限定了大于 40 度的火花角。