



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1983545 B

(45) 授权公告日 2011.05.04

(21) 申请号 200610162138.7

审查员 张一文

(22) 申请日 2006.12.05

(30) 优先权数据

60/742,942 2005.12.06 US

(73) 专利权人 先进科技新加坡有限公司

地址 新加坡 2 义顺 7 道

(72) 发明人 纳拉西玛鲁斯利坎 应宁 林润益

(74) 专利代理机构 北京申翔知识产权代理有限公司 11214

代理人 周春发

(51) Int. Cl.

H01L 21/607(2006.01)

B23K 20/10(2006.01)

B23K 101/40(2006.01)

(56) 对比文件

JP 特开 2003-258042 A, 2003.09.12, 全文.

US 2001/0045443 A1, 2001.11.29, 全文.

US 6523733 B2, 2003.02.25, 全文.

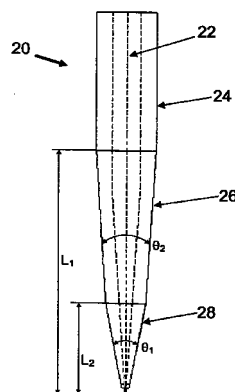
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

作为键合工具的导管

(57) 摘要

本发明提供一种作为导线键合工具的导管,包括:位于导管被夹持的导管固定部;位于导管的端部以进行键合的导管圆锥部;以及截头圆锥部,其设置于固定部和圆锥部之间;其中,该截头圆锥部的侧壁所形成的界面间夹角角度小于圆锥部的侧壁所形成的界面间夹角角度,以便于提供从固定部到圆锥部的柔和锥度。



1. 一种作为导线键合工具的导管,包括:
导管固定部,导管在此被夹持工具夹持固定;
位于导管的端部以进行键合的导管圆锥部;以及
截头圆锥部,其设置于固定部和导管圆锥部之间;
其中,该截头圆锥部的侧壁所形成的界面间夹角角度小于导管圆锥部的侧壁所形成的界面间夹角角度。
2. 如权利要求 1 所述的导管,该导管还包括:
圆柱形中间部,其位于截头圆锥部和导管圆锥部之间。
3. 如权利要求 2 所述的导管,其中该圆柱形中间部的直径等于截头圆锥部基体的直径,并等于和圆柱形中间部相连的导管圆锥部顶部的直径。
4. 如权利要求 2 所述的导管,其中该圆柱形中间部和导管圆锥部的总高度在 2.63mm 和 2.93mm 之间,以及截头圆锥部的侧壁所形成的界面间夹角角度在 8.7 度和 10 度之间。
5. 如权利要求 1 所述的导管,其中,该截头圆锥部的顶部直径小于和截头圆锥部相连的固定部基体的直径。
6. 如权利要求 5 所述的导管,该导管还包括:
倒角部,其位于固定部的基体和截头圆锥部的顶部之间。
7. 如权利要求 1 所述的导管,其中该导管圆锥部的高度在 1.92mm 和 2.62mm 之间,以及截头圆锥部的侧壁所形成的界面间夹角角度在 6.8 度和 8.6 度之间。
8. 如权利要求 1 所述的导管,其中,该截头圆锥部的侧壁所形成的界面间夹角角度在 4 度和 20 度之间。
9. 如权利要求 8 所述的导管,其中,该截头圆锥部的侧壁所形成的界面间夹角角度在 6.4 度和 18.4 度之间。
10. 如权利要求 1 所述的导管,其中,该截头圆锥部的侧壁是笔直的。
11. 如权利要求 1 所述的导管,其中,该导管在整个长度方向上具有圆形的截面。

作为键合工具的导管

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于导线传递和键合的导管 (capillary), 尤其是涉及用于通过应用超声波能量将导线键合到器件上的导管。

背景技术

[0002] 在半导体器件的封装过程中, 通常必须将半导体芯片或集成电路晶粒放置于衬底, 如引线框上, 然后使用导电的键合导线将晶粒的焊盘和衬底电气连接。通常, 在晶粒和衬底之间使用金、铝或铜线来形成这些连接并运载电流。当使用金线或铜线时, 要使用球焊工序, 此时是在第一焊接点形成球焊 (ball bond), 在第二焊接点形成针脚式焊 (stitch bond)。

[0003] 在球焊工序中, 用来形成电气连接的键合导线通过常常使用陶瓷材料制成的导管被进给。图 1 所示为现有的导管 10 的立体示意图, 该导管具有笔直的杆部和位于末端的瓶颈式圆锥形 (taper)。该导管 10 包含有固定部 12、弯曲部 14 和键合端 16。导线从导管 10 的顶部通过导管孔 18 被进给键合端 16。当施加超声波能量来振动夹持导管 10 的换能器的焊头 (transducer horn) (图中未示) 时, 弯曲部 14 将随着焊头的振动方向弯曲。

[0004] 固定部 12 和弯曲部 14 的第一区段成形于具有平行壁的圆柱形。其能将夹持导管的换能器焊头的振幅实现放大 3.8 倍的效果。显著提高导管 10 中内在的放大能力, 如放大换能器焊头的振幅至 12 倍以上是值得期待的。

[0005] 另一个现有的导管描述于专利号为 6, 523, 733、发明名称为“衰减可控的导管”的美国专利, 其改变导管的几何形状以调节能量至焊球 / 导线互连焊盘的界面区域, 以便于控制导管的超声波衰减。这通过改变沿着导管长度方向的质量分布完成, 以便于和现有的导管相比, 需要更少的超声波能量来形成键合。但是, 由于采用了位于导管的上部圆柱体部位和下部圆柱体部位之间的、具有尖锐锥形的转换区域, 该质量分布是变化的。这导致上部圆柱体部位和下部圆柱体部位的截面面积发生突然显著的变化。从而大量的压力集中于该转换区域, 并降低键合能量传递到导管键合端的效率。同样, 在该转换区域导管破损的风险也是更有可能的。而且, 该发明的一个实施例描述了该转换区域具有仅仅形成于导管两侧的倾斜形状 (bevel shape)。该案中, 将倾斜形状对准于超声波焊头的振动方向的重要性给用户呈现了另外的技术难题。

[0006] 提供一个下述的导管是值得期望的, 其中该导管的质量分布在导管键合端处换能器焊头的振幅放大方面具有更大的效率。

发明内容

[0007] 因此, 本发明的目的是在克服现有导管的一些上述不足的同时, 提供一种作为导线键合工具的导管, 其在放大所传递的振动进行导线键合方面更加高效。

[0008] 因此, 本发明提供一种作为导线键合工具的导管, 包括: 导管固定部, 导管在此被夹持工具夹持固定; 位于导管的端部以进行键合的导管圆锥部; 以及截头圆锥部, 其设置

于固定部和导管圆锥部之间；其中，该截头圆锥部的侧壁所形成的界面间夹角角度小于导管圆锥部的侧壁所形成的界面间夹角角度。

[0009] 参阅描述本发明的实施例的附图，来描述本发明是很方便的。附图和相关的描述不能理解成是对本发明的限制，本发明的特点限定在权利要求书中。

附图说明

[0010] 根据本发明所述的可用于导线键合的导管的实例现结合附图进行描述，其中：

[0011] 图 1 是现有导管的立体示意图；

[0012] 图 2 至图 6 是本发明 5 个不同的较佳实施例所述的导管的剖面示意图。

具体实施方式

[0013] 图 2 是本发明第一较佳实施例所述的导管 20 的剖面示意图。通常，该导管 20 的整个长度约为 11.10mm，其最宽部位的直径约为 1.587mm。其在沿着长度方向具有通过导管 20 中心的纵轴 22。该导管 22 通常包含有第一圆柱部 (cylindrical portion) 24、位于导管 20 端部的圆锥部 (conical portion) 28、位于第一圆柱部 24 和圆锥部 28 之间的大体上的截头圆锥部 26 (frustoconical portion)，该第一圆柱部 24 为一固定部，导管 20 在此被夹持固定。

[0014] 现有导管的缺点是它们沿着导管长度方向具有很大的圆柱形状的区域。结果，不同的圆柱形导管区段之间在直径上的任何转换变化趋于相对猛烈，并且引入相对很大的压力集中于这些转换区域。本发明较佳实施例通过从导管的固定部附近朝向其端部采用柔和的锥形 (gentle taper)，来寻求避免这个缺点。

[0015] 因此，导管的弯曲部包括具有侧壁的截头圆锥部 26，该侧壁形成的界面间夹角 (interfacial angle) 小于圆锥部 28 的侧壁所形成的界面间夹角。同时，由于导管 20 的形状最好是对称的，侧壁和纵轴 22 形成的夹角角度是相对的侧壁之间所形成的界面间夹角的一半。

[0016] 更具体地讲，在本实施例中，圆锥部 28 的侧壁彼此之间形成 20° 的界面间夹角 θ_1 ，从而每个侧壁相对于纵轴 22 形成的角度为 10° 。截头圆锥部 26 的侧壁彼此之间形成 6.8° 的界面间夹角 θ_2 ，从而每个侧壁相对于纵轴 22 形成的角度为 3.4° 。从截头圆锥部 26 的顶端到导管 20 的键合端的长度 L_1 为 7.08mm，而圆锥部 28 的长度 L_2 为 2.63mm。

[0017] 图 3 是本发明第二较佳实施例所述的导管 30 的剖面示意图。其在沿着长度方向具有通过导管 30 中心的纵轴 32。该导管 30 通常包含有第一圆柱部 34、截头圆锥部 36 和位于导管 30 键合端的圆锥部 38。

[0018] 圆锥部 38 的侧壁彼此之间形成 20° 的夹角 θ_3 ，从而每个侧壁相对于纵轴 32 形成的角度为 10° 。截头圆锥部 36 的侧壁彼此之间形成 8.6° 的界面间夹角 θ_4 ，从而每个侧壁相对于纵轴 32 形成的角度为 4.3° 。从截头圆锥部 36 的顶端到导管 30 的键合端的长度 L_3 和前面的实施例一样为 7.08mm。本实施例和图 2 的实施例之间的区别在于圆锥部 38 的长度 L_4 为 1.92mm，和前一实施例的长度 L_2 为 2.63mm 相比更短。圆锥部的长度越短，其实现的锥度越显著。

[0019] 因此，越长的圆锥部 28、38，导致截头圆锥部 26、36 的侧壁越陡峭。从而，圆锥部

28、38 的高度在 1.92mm 和 2.62mm 之间是较合适的,相应地,截头圆锥部 26、36 的侧壁形成的界面间夹角在 6.8° 和 8.6° 之间。各个尺寸的选择是设计者的自由。

[0020] 图 4 是本发明第三较佳实施例所述的导管 40 的剖面示意图。在本实施例中,导管 40 包括位于其圆锥部和截头圆锥部之间的大体为圆柱形的中间部。其在沿着长度方向具有通过导管 40 中心的纵轴 42,并通常包含有第一圆柱部 44、截头圆锥部 46、以第二圆柱部 48 形式存在的大体为圆柱形的中间部和位于导管 40 键合端的圆锥部 50。第二圆柱部 48 的直径等于截头圆锥部 46 基体 (base) 的直径,并等于和第二圆柱部 48 相连的圆锥部 50 顶部的直径。

[0021] 圆锥部 50 的侧壁彼此相互形成 20° 的界面间夹角 θ_5 ,从而每个侧壁相对于纵轴 42 形成的角度为 10° 。截头圆锥部 46 的侧壁彼此之间形成 10° 的界面间夹角 θ_6 ,从而每个侧壁相对于纵轴 42 形成的角度为 5° 。第二圆柱部 48 的直径 D1 为 0.81mm。从截头圆锥部 46 的顶端到导管 40 的键合端的长度 L5 为 7.08mm,第二圆柱部 48 和圆锥部的总长度 L6 为 2.63mm。

[0022] 图 5 是本发明第四较佳实施例所述的导管 52 的剖面示意图。其沿着长度方向具有通过导管 52 中心的纵轴 54。该导管 52 通常包含有第一圆柱部 56、截头圆锥部 58、第二圆柱部 60 和位于导管 20 键合端的圆锥部 62。

[0023] 圆锥部 62 的侧壁彼此相互形成 20° 的界面间夹角 θ_7 ,从而每个侧壁相对于纵轴 54 形成的角度为 10° 。截头圆锥部 58 的侧壁彼此之间形成 8.7° 的界面间夹角 θ_8 ,从而每个侧壁相对于纵轴 54 形成的角度为 4.35° 。第二圆柱部 60 的直径 D2 为 0.954mm。从截头圆锥部 58 的顶端到导管 52 的键合端的长度 L7 为 7.08mm。本实施例和图 4 的实施例之间的区别在于第二圆柱部 60 和圆锥部 62 的长度 L8 为 2.93mm,和图 4 中前一实施例的长度 (L6) 为 2.63mm 相比更大。

[0024] 假定每个导管 40、52 位于第一圆柱部 44、56 以下的各部分的长度 L5、L7 相同,那么第四较佳实施例中截头圆锥部 58 的侧壁的锥度将会较为柔和。因此,第二圆柱部 48、60 和圆锥部 50、62 的长度越长,导致截头圆锥部 46、58 的侧壁越陡峭。从而,第二圆柱部 48、60 和圆锥部 50、62 的总高度在 2.63mm 和 2.93mm 之间,以及截头圆锥部 46、58 的侧壁形成的界面间夹角在 8.7° 和 10° 之间是较合适的。再说各个尺寸在所述变化范围的选择是设计者的自由。

[0025] 图 6 是本发明第五较佳实施例所述的导管 64 的剖面示意图。其沿着长度方向具有通过导管 64 中心的纵轴 66。该导管 64 通常包含有第一圆柱部 68、截头圆锥部 72、第二圆柱部 74 和位于导管 64 键合端的圆锥部 76。但是,截头圆锥部 72 顶部的直径小于和截头圆锥部 72 相连的第一圆柱部 68 基体的直径。在第一圆柱部 68 和截头圆锥部 72 之间可能存在附加的中间的倒角部 (chamfered portion) 70。

[0026] 第二圆柱部 74 的直径 D3 为 0.82mm,而和倒角部 70 相连的截头圆锥部 72 开始处的直径 D4 为 1.331mm。第二圆柱部 74 和圆锥部 76 的总长度 L9 为 2.58mm,而倒角部 70 和截头圆锥部 72 的总长度 L10 为 5.52mm。截头圆锥部 72 的侧壁相对于纵轴 66 形成的角度为 2.7° ,而圆锥部 76 的侧壁相对于纵轴 66 形成的角度为 10° 。

[0027] 本实施例表明:导管的截面面积的显著变化,连同自第一圆柱部 68 起形成锥形以将第一圆柱部 68 和截头圆锥部 72 相连的可选择的转换倒角部 70 一起,同样被设计于导管

64 中。这种设计具有的优点是：进一步减少导管 64 的质量并可引入更大的放大。而且，倒角部 70 最好保持在最小，其原因是如同上面所解释的压力会集中于该区域。

[0028] 导管 64 最好具有最大的断裂韧度 (fracture toughness) $10\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ ，和 450Mpa 的强度，其能够抵挡由使用上述结构的导线键合处理所引起的诱导应力 (induced stress)。较合适地，该导管由容积率 (volume fraction) 为 12-15% 的掺杂氧化锆 (颗粒大小 1.25 微米) 的氧化铝 (Zirconia-doped Alumina) 制成。

[0029] 本发明上述实施例中值得欣赏的是：沿着这些导管长度方向上质量分布上的变化，从固定部往下到导管的端部比现有的导管更加渐进和始终如一。为了达到这种结果，截头圆锥部的侧壁之间的界面间夹角应该在 4° 和 20° 之间，或者说也就是说，相对于纵轴在 2° 和 10° 之间。更合适地，该界面间夹角应该在 6.4° 和 18.4° 之间。本发明不需要必须限制一个位于固定部和圆锥部之间的截头圆锥部，而是可以存在两段或多段截头圆锥部，这也是值得注意的。

[0030] 另外，在整个截头圆锥部或圆锥部，其锥度不需要必须是始终如一的。因此，其表面沿着导管的长度方向可以或者是笔直的或者是曲面的。然而，侧壁的角度应该基本上是从各个部位的基体到侧壁的顶部的角度。导管最好在导管长度方向具有一致的圆形截面，以便于它们和夹持导管的超声波驱动机构和换能器焊头的振动方向对齐时不存在问题。

[0031] 前述的结构确保导管的截面面积从固定区域到导管的端部是逐渐递减的。相应地，和现有的结构相比，导管的质量存在减少，因此振动所需的能量更少。同样，机械负荷越少，引起换能器的全部妨碍也就越小。

[0032] 使用中，可以发现在由换能器焊头所传递的振动放大方面本导管更加有效率。事实上，其振动幅度会增长到是使用现有技术中传统的导管能达到的振动幅度的 2 倍或更多倍以上。因此，对于同样的振动幅度而言，这些导管消耗的换能器的电源将会低于现有的导管。从而，本较佳实施例所述的导管能传递相同的擦拭动作 (rubbing motion)，而所需的减小了的能量低于传统导管所使用的普通能源的 25%。结果，减少了换能器的发热，藉此也减少了换能器的老化指标。

[0033] 另外，本导管很容易制造，使用传统的粉末合并烧结 (powder consolidation-sintering) 方法能够实现。由于这些改进的结构通常避免了任何尖锐的直径变化或开口 (cutouts)，所以平滑的锥度成型性将会相对简单。

[0034] 本发明在所具体描述的内容基础上很容易产生变化、修正和补充，可以理解的是所有这些变化、修正和补充都包括在本发明的上述描述的精神和范围内。

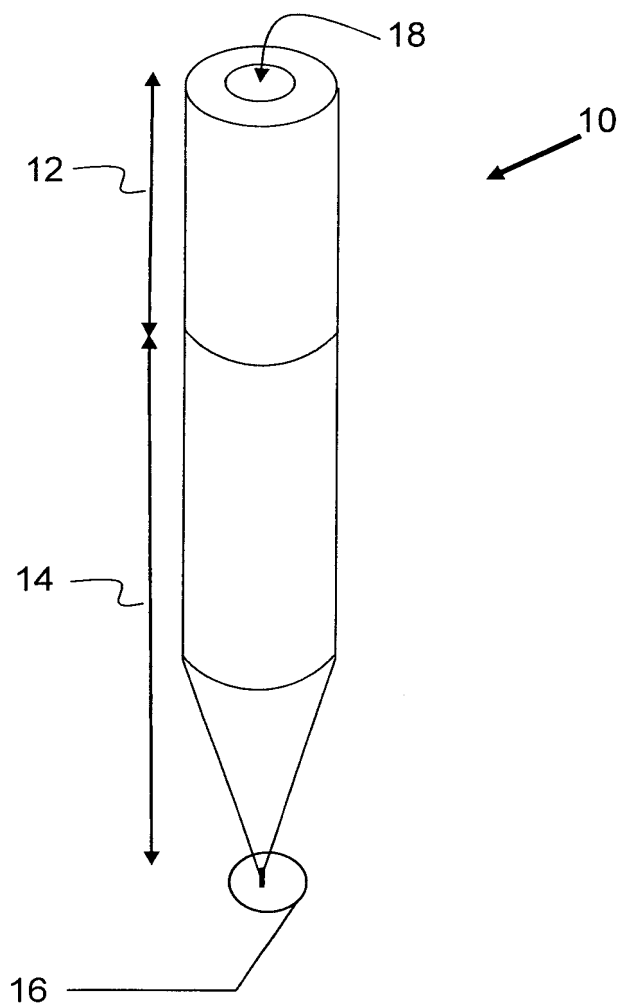


图 1

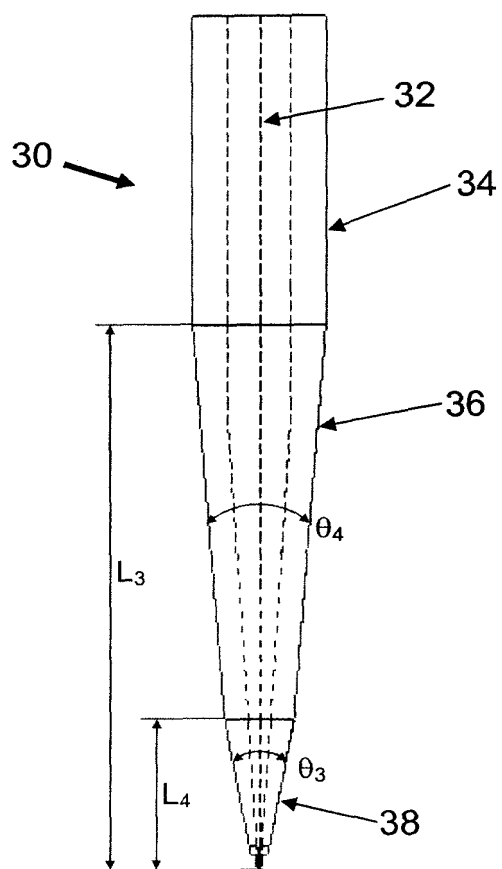


图 3

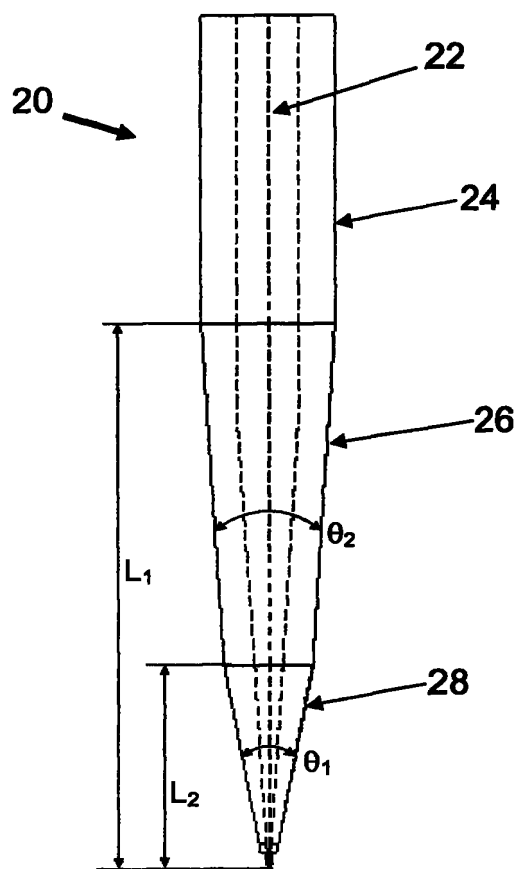


图 2

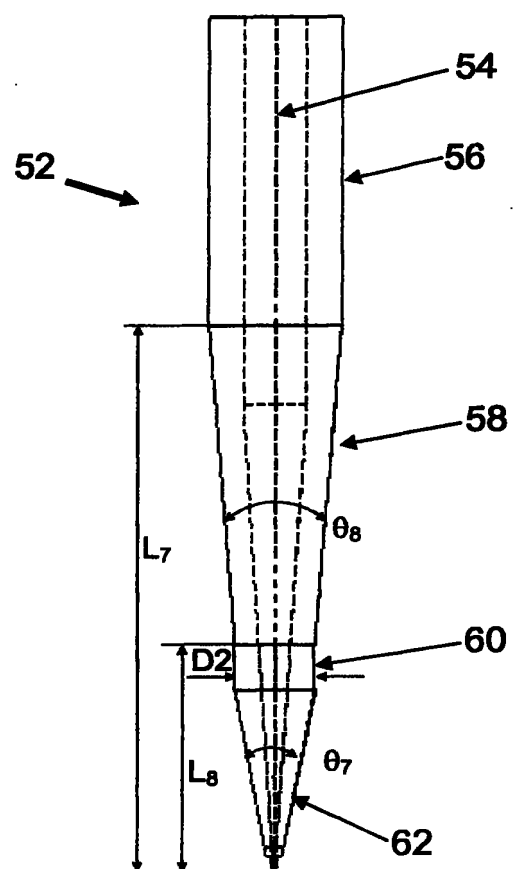


图 5

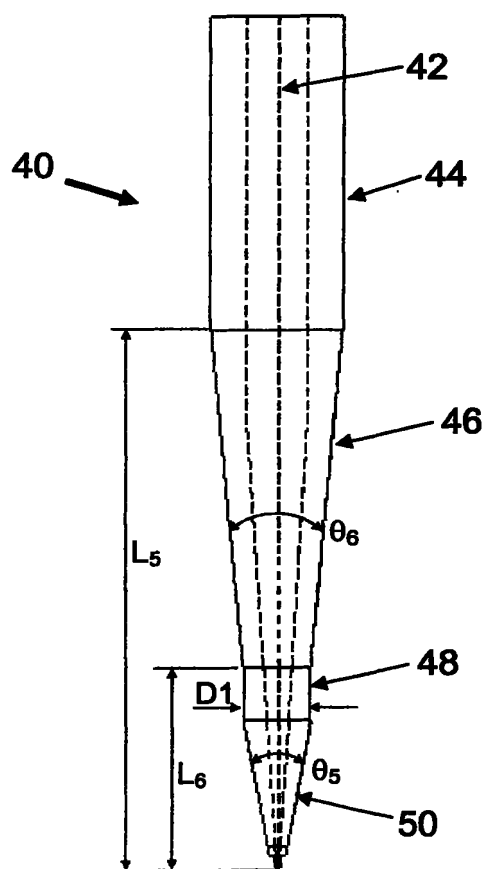


图 4

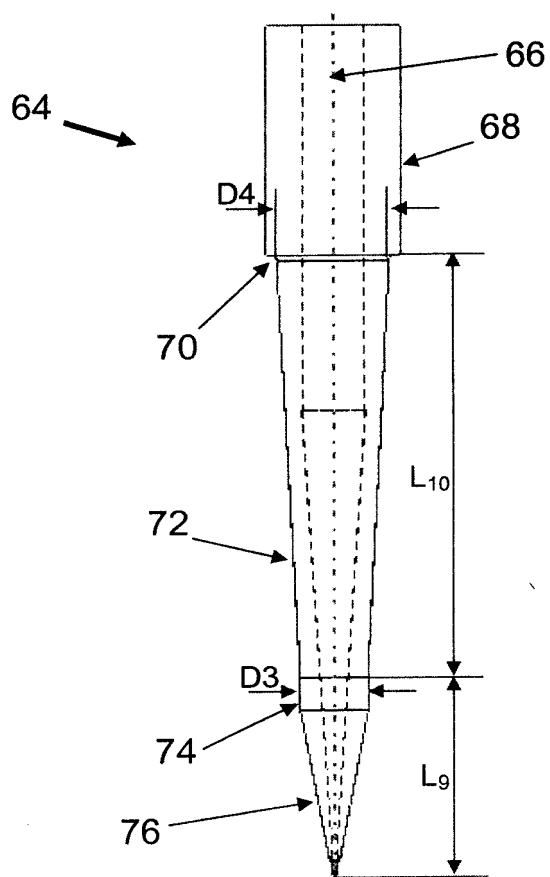


图 6