



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102186620 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 05

(21) 申请号 200980140650. 3

(22) 申请日 2009. 10. 07

(30) 优先权数据

102008037450. 4 2008. 10. 14 DE

102009003312. 2 2009. 01. 06 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 04. 14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2009/063000 2009. 10. 07

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/043517 DE 2010. 04. 22

(73) 专利权人 黑塞有限公司

地址 德国帕德博恩

(72) 发明人 H-J·黑塞 J·瓦拉斯切克

M·布勒克曼 P·瓦希杰夫

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 董华林

(51) Int. Cl.

H01L 21/607(2006. 01)

H01L 41/09(2006. 01)

H01L 21/60(2006. 01)

H01L 21/00(2006. 01)

B23K 20/00(2006. 01)

B23K 20/10(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 6053291 A, 1994. 02. 25, 全文.

CN 1210602 A, 1999. 03. 10, 说明书第 10 页第 2 段至第 7 段, 图 12.

CN 1864869 A, 2006. 11. 22, 全文.

CN 1210602 A, 1999. 03. 10, 说明书第 10 页第 2 段至第 7 段, 图 12.

CN 1833786 A, 2006. 09. 20, 说明书正文第 1 页第 3 段至第 2 页第 5 段, 正文第 7 页第 9 段至第 15 页第 1 段, 图 1-15.

GB 1326692 A, 1973. 08. 15, 全文.

US 7808162 B2, 2010. 10. 05, 全文.

GB 1164600 A, 1969. 09. 17, 全文.

DE 10114672 A1, 2002. 09. 26, 全文.

DE 19601599 C1, 1997. 02. 20, 全文.

审查员 王勇

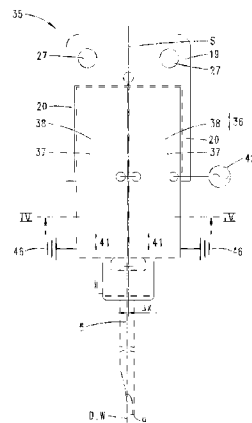
权利要求书4页 说明书11页 附图10页

(54) 发明名称

接合装置, 超声波转换器和用于建立接合连接的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种接合装置, 尤其是用于建立线状或带状材料的电导体与基片、尤其是电路基片的接触位置之间的接合连接, 所述结合装置具有围绕几何的旋转轴线 (D)、尤其是垂直的几何的旋转轴线可旋转的接合头, 在该接合头上设有接合工具 (5) 和用于接合工具 (5) 的超声波振荡激励的超声波转换器 (35)。为了有利地进一步发展现有类型的接合装置, 本发明建议, 超声波转换器 (35) 的主延伸方向 (36) 和 / 或超声波转换器在最小惯性矩的轴线的方向上的延伸方向平行于接合头的几何的旋转轴线 (D)。按另一方面, 本发明还涉及一种接合装置或超声波转换器 (35)。



1. 接合装置,所述接合装置具有围绕几何的旋转轴线(D)可旋转的接合头(2),在该接合头上设有接合工具(5)和用于对接合工具(5)进行超声波振荡激励的超声波转换器(35),其特征为:超声波转换器(35)的主延伸方向(36)和/或超声波转换器在最小惯性矩的轴线的方向上的延伸方向平行于接合头(2)的几何的旋转轴线(D);

超声波转换器能由振荡激励器或振荡激励元件激励振荡,使得对于工作频率产生一振荡波形,该振荡波形在工具的固定位置上产生基本上旋转的运动,并因此使得工具在其振荡波形的波节上被激励出弯曲振荡;或者该振荡波形将振荡扭矩和振荡平移激励在工具座上传输至接合工具,用于接合工具的振荡激励。

2. 如权利要求1所述的接合装置,其特征为:超声波转换器(35)的几何的纵向对称轴线(S)平行于接合头(2)的几何的旋转轴线(D),和/或平行于接合工具(5)的纵向中心线(W)。

3. 如权利要求1或2所述的接合装置,其特征为:超声波转换器(35)具有至少一个振荡激励器(37),每一振荡激励器(37)具有至少一个压电元件(38),每一压电元件(38)具有一个与接合头(2)的几何的旋转轴线(D)平行的主延伸方向(41)。

4. 如权利要求3所述的接合装置,其特征为:适配或可调整超声波能源,使得在施加交流电压时,振荡激励器(37)的主变形方向和/或压电元件(38)的主变形方向至少基本上在压电元件(38)的主延伸方向(41)上。

5. 如权利要求1或2所述的接合装置,其特征为:接合头(2)的需要由超声波转换器(35)激励振荡的构件的构造以及交流电压彼此互相协调或可协调,使得工具座(6)的旋转点(P)与接合工具(5)的振荡波节在位置上重合。

6. 如权利要求1或2所述的接合装置,其特征为:预选或可调整超声波能源的频率,使其至少大致为在施加交流电压时振荡的构件组的共振频率,所述构件组包括超声波转换器(35)、工具座(6)和工具(5)。

7. 如权利要求3所述的接合装置,其特征为:一个或多个压电元件(38)分别具有矩形边缘的片体的形状,并且每一压电元件(38)的极化方向(P)横向于其片体平面。

8. 如权利要求1或2所述的接合装置,其特征为:超声波转换器(35)具有至少两个彼此平行的振荡激励器(37),每一振荡激励器(37)具有一个压电元件载体(16)和两个相同的压电元件(38),所述压电元件面状地固定在压电元件载体(16)的两个相背地相对的并且彼此平行的表面(39、40)上。

9. 如权利要求8所述的接合装置,其特征为:作为相同振荡激励器(37)组成部分的压电元件(38)的极化方向(P)在方向上彼此相反定向。

10. 如权利要求8所述的接合装置,其特征为:设置在两个压电元件载体(16)之一上的两个压电元件(38)的极化方向(P)在方向上背离这一个压电元件载体(16),而设置在两个压电元件载体(16)的另一个上的两个压电元件(38)的极化方向(P)则在方向上朝向这另一个压电元件载体(16)。

11. 如权利要求8所述的接合装置,其特征为:压电元件(38)在其背离压电元件载体(16)的自由表面上连接到超声波能源,并且各压电元件载体(16)接地。

12. 如权利要求8所述的接合装置,其特征为:超声波能源适配于将彼此同相的交流电压提供给所有压电元件(38)。

13. 如权利要求8所述的接合装置,其特征为:接合工具具有几何的工具纵向轴线(W),所述工具纵向轴线平行于压电元件(38)的主延伸方向(41)和/或沿着接合头(2)的几何的旋转轴线(D)延伸。

14. 如权利要求8所述的接合装置,其特征为:两个压电元件载体(16)为一体的超声波转换器体(15)的组成部分,和/或工具座(6)一体地设置在该超声波转换器体上。

15. 如权利要求14所述的接合装置,其特征为:超声波转换器体(15)包括固定叉(19),该固定叉的固定臂(20)在固定臂的纵向末端(21)上在各一个压电元件载体(16)上作用在各一个压电元件载体的纵向中心区域中。

16. 用于对接合工具进行超声波振荡激励的超声波转换器,该超声波转换器包括至少两个彼此有距离地作用在工具座上的振荡激励器,并且至少一个超声波能源用于向振荡激励器供给,其特征为:一个或多个超声波能源协调或可协调于超声波转换器(35)和接合工具(5),使得在工作时,两个振荡激励器(37)的主变形方向彼此平行或基本上彼此平行,并且两个振荡激励器在主变形方向上的随时间变化的变形彼此具有相位差;

超声波转换器能由振荡激励器或振荡激励元件激励振荡,使得对于工作频率产生一振荡波形,该振荡波形在工具的固定位置上产生基本上旋转的运动,并因此使得工具在其振荡波形的波节上被激励出弯曲振荡;或者该振荡波形将振荡扭矩和振荡平移激励在工具座上传输至接合工具,用于接合工具的振荡激励。

17. 如权利要求16所述的超声波转换器,其特征为:超声波转换器(35)的几何的纵向对称轴线(S)平行于接合头(2)的几何的旋转轴线(D),和/或平行于接合工具(5)的纵向中心线(W)。

18. 如权利要求16或17所述的超声波转换器,其特征为:每一振荡激励器(37)具有至少一个压电元件(38),每一压电元件(38)具有一个与接合头(2)的几何的旋转轴线(D)平行的主延伸方向(41)。

19. 如权利要求18所述的超声波转换器,其特征为:适配或可调整超声波能源,使得在施加交流电压时,振荡激励器(37)的主变形方向和/或压电元件(38)的主变形方向至少基本上在压电元件(38)的主延伸方向(41)上。

20. 如权利要求16或17所述的超声波转换器,其特征为:接合头(2)的需要由超声波转换器(35)激励振荡的构件的构造以及交流电压彼此互相协调或可协调,使得工具座(6)的旋转点(P)与接合工具(5)的振荡波节在位置上重合。

21. 如权利要求16或17所述的超声波转换器,其特征为:预选或可调整超声波能源的频率,使其至少大致为在施加交流电压时振荡的构件组的共振频率,所述构件组包括超声波转换器(35)、工具座(6)和工具(5)。

22. 如权利要求18所述的超声波转换器,其特征为:一个或多个压电元件(38)分别具有矩形边缘的片体的形状,并且每一压电元件(38)的极化方向(P)横向于其片体平面。

23. 如权利要求16或17所述的超声波转换器,其特征为:超声波转换器(35)具有至少两个彼此平行的振荡激励器(37),每一振荡激励器(37)具有一个压电元件载体(16)和两个相同的压电元件(38),所述压电元件面状地固定在压电元件载体(16)的两个相背地相对的并且彼此平行的表面(39、40)上。

24. 如权利要求23所述的超声波转换器,其特征为:作为相同振荡激励器(37)组成部

分的压电元件(38)的极化方向(P)在方向上彼此相反定向。

25. 如权利要求 23 所述的超声波转换器,其特征为:设置在两个压电元件载体(16)之一上的两个压电元件(38)的极化方向(P)在方向上背离这一个压电元件载体(16),而设置在两个压电元件载体(16)的另一个上的两个压电元件(38)的极化方向(P)则在方向上朝向这另一个压电元件载体(16)。

26. 如权利要求 23 所述的超声波转换器,其特征为:压电元件(38)在其背离压电元件载体(16)的自由表面上连接到超声波能源,并且各压电元件载体(16)接地。

27. 如权利要求 23 所述的超声波转换器,其特征为:超声波能源适配于将彼此同相的交流电压提供给所有压电元件(38)。

28. 如权利要求 23 所述的超声波转换器,其特征为:接合工具具有几何的工具纵向轴线(W),所述工具纵向轴线平行于压电元件(38)的主延伸方向(41)和/或沿着接合头(2)的几何的旋转轴线(D)延伸。

29. 如权利要求 23 所述的超声波转换器,其特征为:两个压电元件载体(16)为一体的超声波转换器体(15)的组成部分,和/或工具座(6)一体地设置在该超声波转换器体上。

30. 如权利要求 29 所述的超声波转换器,其特征为:超声波转换器体(15)包括固定叉(19),该固定叉的固定臂(20)在固定臂的纵向末端(21)上在各一个压电元件载体(16)上作用在各一个压电元件载体的纵向中心区域中。

31. 接合装置,该接合装置包括接合头,在该接合头上设置接纳于工具座中的接合工具,其特征为:在接合装置的接合头上设有如权利要求 16 至 30 中任一项所述的超声波转换器。

32. 超声波转换器,其具有至少一个超声波转换器体(15)和至少一个振荡激励元件(55),该振荡激励元件与超声波转换器体(15)以适用于将由振荡激励元件产生的振荡传输至超声波转换器体(15)的方式连接,其特征为:超声波转换器(35)具有一个振荡模式,该振荡模式的振荡波形在接合工具(5)的装配点(56)上产生围绕至少一个旋转轴线(A)的旋转振荡运动或产生旋转与平移的组合振荡激励。

33. 如权利要求 32 所述的超声波转换器,其特征为:振荡激励元件(55)以力锁合和/或形锁合和/或材料锁合的方式固定于超声波转换器体(15)上。

34. 如权利要求 32 或 33 所述的超声波转换器,其特征为:旋转振荡运动围绕至少一个垂直于或至少基本上垂直于接合工具(5)纵向轴线(W)的几何的旋转轴线(A)。

35. 如权利要求 32 或 33 所述的超声波转换器,其特征为:接合工具(5)的几何的纵向轴线(W)或与该纵向轴线平行的几何线与该旋转轴线(A)构成几何的参考平面(E),所述至少一个振荡激励元件(55)与该参考平面(E)有侧向距离,并且由振荡激励元件(55)作用于超声波转换器体(15)的力在或基本上在接合工具(5)的纵向轴线(W)的方向上作用。

36. 如权利要求 35 所述的超声波转换器,其特征为:设有至少两个与参考平面(E)有侧向距离的振荡激励元件(55),它们相对于参考平面(E)彼此相对。

37. 如权利要求 32 或 33 所述的超声波转换器,其特征为:设有一个或多个能源,以对振荡激励元件(55)供能,所述能源与振荡激励元件(55)连接成使得振荡激励元件(55)产生彼此相位差 180° 的振荡。

38. 如权利要求 35 所述的超声波转换器,其特征为:设有一个或多个能源,以对振荡激

励元件(55) 供能,在参考平面(E)的每一侧上各设至少两个振荡激励元件(55),设在参考平面(E)两侧的振荡激励元件(55)彼此成对地相对,在参考平面(E)同一侧的彼此相邻的振荡激励元件(55)与所述能源连接成使得它们产生彼此相位差 180° 的振荡,并且关于参考平面(E)彼此成对地相对的振荡激励元件(55)与所述能源连接成使得它们产生彼此相位差 180° 的振荡。

39. 如权利要求 35 所述的超声波转换器,其特征为:分别设在参考平面(E)同一侧的至少两个振荡激励元件(55)在接合工具(5)的几何的纵向轴线(W)的方向上前后接连设置。

40. 如权利要求 32 或 33 所述的超声波转换器,其特征为:超声波转换器体(15)只具有一个振荡激励元件载体(57),振荡激励元件(55)在构成一个振荡激励器的情况下设在该振荡激励元件载体(57)的两个相对的彼此相背的表面(39、40)上,该振荡激励元件载体(57)至少基本上为长方体或矩形板的形状。

41. 如权利要求 32 或 33 所述的超声波转换器,其特征为:作为振荡激励元件(55)分别设置至少一个压电元件(38),超声波转换器体(15)只包括一个承载所有压电元件的压电元件载体(16),该压电元件载体(16)至少基本上为长方体或矩形板的形状。

42. 用于建立接合连接的方法,该方法包含下述步骤:

提供接合工具和用于对接合工具进行超声波振荡激励的超声波转换器;

在将需要接合的电导体借助于接合工具压紧到接触位置期间对接合工具激励振荡;

其特征为:将振荡扭矩(M)在工具座(6)上传输至接合工具(5),用于接合工具的振荡激励,该扭矩的几何的旋转轴线(A)横向于工具纵向轴线(W);或将振荡扭矩(M)和振荡平移激励在工具座(6)上传输至接合工具(5),用于接合工具的振荡激励。

43. 如权利要求 42 所述的方法,其特征为:将振荡扭矩(M)在接合工具(5)的振荡波节的位置上传输至接合工具中。

44. 如权利要求 42 或 43 所述的方法,其特征为:使用如权利要求 1 至 15 和 31 中任一项所述的接合装置(1)或如权利要求 16 至 30 和 32 至 41 中任一项所述的超声波转换器。

接合装置, 超声波转换器和用于建立接合连接的方法

技术领域

[0001] 本发明按第一方面涉及一种接合装置, 尤其是用于建立线状或带状材料的电导体与基片、尤其是电路基片的接触位置之间的接合连接, 该接合装置具有围绕优选垂直的、几何的旋转轴线可旋转的接合头, 在该接合头上设有接合工具和用于接合工具的超声波振荡激励的超声波转换器。

背景技术

[0002] 此种接合装置一般利用接合工具 (其在常用的实施形式中可以是所谓的楔形体) 用特定的压力将导体 (例如铝线或金线) 的需要接合的部分压向基片 (例如电路基片) 的期望的接触位置, 期间, 接合工具横向于压紧方向实施超声波振荡并传输给导体, 直到在导体与接触位置之间产生永久的所谓的接合连接。为接合工具的超声波振荡激励, 使用所谓的超声波转换器, 其作为振荡激励器而通常具有一叠片状的压电元件。这些压电元件通常被施加交流电压, 使得压电元件基本上垂直于其平面并且从而压电元件叠在其纵向方向上在时间上产生交替的长度伸长和缩短。此周期性长度变化使得接合工具的工具座在长度变化方向上产生机械纵向振荡。工具座通常由同方向长形延伸的锥形缩小的尖头构成, 接合工具被插入其尖端内且由夹紧螺钉固定, 故接合工具以其工具纵向轴线垂直于转换器纵向轴线, 亦即垂直于振荡方向。因此, 工具尖端亦产生横向于工具纵向轴线的振荡运动, 其用于建立接合连接。具有此种超声波转换器的接合装置可用于不同用途和具有不同优点。但其经常需要在狭窄空间中进行众多的接合连接, 此时所谓的接合头, 亦即接合装置的构件组需要围绕垂直的几何的旋转轴线进行快速的旋转运动, 在该接合装置上设置接合工具和超声波转换器 (以及通常设置线引导装置, 在所谓的厚线接合器中可能设置切割工具)。在此认为不利的是, 设有传统的超声波转换器的接合头因其功能和结构方式而具有大惯性矩, 其会阻碍接合头旋转或导致过大的旋转驱动装置。

发明内容

[0003] 基于上述背景, 本发明的目的首先在于, 有利地进一步发展开头所述类型的接合装置, 尤其是尽量避免上述缺点。

[0004] 上述目的依据本发明首先并且基本上结合如下特征实现: 超声波转换器的主延伸方向和 / 或其在最小惯性矩的几何轴线方向上的延伸方向平行于 (有或无侧向距离) 接合头的几何的旋转轴线。所述的主延伸方向为超声波转换器的在其各延伸方向的比较中具有最大尺寸的那个延伸方向。接合头的旋转轴线优选为几何轴线, 亦即不一定为实体轴。通过这种选择的方案, 按本发明实现, 围绕接合头的几何的旋转轴线的惯性矩与已知的接合装置相比减小, 在这些已知的接合装置中, 超声波转换器的主延伸方向垂直于接合头的几何的旋转轴线。如此可使接合头围绕其垂直的几何的旋转轴线快速旋转, 或者说只需要较小的驱动装置作为旋转驱动装置。

[0005] 按第二方面, 本发明涉及一种超声波转换器, 尤其是用于接合装置, 用于接合装置

的接合工具的振荡激励,该超声波转换器包括至少一个振荡激励器,所述振荡激励器包括至少一个压电元件,设有超声波能源,尤其是将交流电压施加于压电元件上的电压源。

[0006] 由上述现有技术出发,本发明的目的就此而言在于进一步发展此种超声波转换器,以达到特别是在制造技术和 / 或使用技术上的优点。

[0007] 该目的依据本发明首先并且基本上结合如下特征实现:超声波能源(尤其是电压源)、尤其是其频率(尤其是电压频率)适配或可调整,使得在工作时,尤其是施加交流电压时,振荡激励器的主变形方向和 / 或压电元件的主变形方向横向于或者说垂直于压电元件的极化方向。如此涉及不同于已知转换器实施方式的根本颠覆,在这些已知转换器实施方式中,振荡激励器(例如一叠压电元件)的主变形方向或压电元件的主变形方向平行于压电元件的极化方向。主变形方向为相比较于其他方向由于输入交流电压所产生变形(亦即缩短或伸长)为最大的空间方向。极化方向为压电元件制造时以电场中两极所定位出的特定方向,其在制造后绝大部分保持不变(所谓的残留极性)。将交流电压施加于压电元件时,压电元件会在所有空间方向上交替伸长和缩短,其程度在不同空间方向上不同。本发明所依据的认识为:某些交流电压频率可使一个空间方向上(或几何的本体轴线)出现的长度变化大于其他空间方向,这些频率也与压电元件的形状和尺寸和相邻或一起振荡的构件有关。本发明尤其在使用极化方向横向于或者说垂直于片体平面的片状或薄的压电元件时,可在设定电压下达到较高的场强和产生经由变形能传输的高的力。为此优点为,转换器的设计具较高自由度,且压电元件的装配简单。在此本发明亦有关一种接合装置,尤其用于建立线状或带状材料的电导体与基片、尤其是电路基片的接触位置之间的接合连接,该接合装置包括接合头,该接合头具有接合工具和上述的超声波转换器。

[0008] 按第三方面,本发明有关一种用于接合工具的超声波振荡激励的超声波转换器,其包括至少两个彼此有距离地作用在工具座上的振荡激励器,并且至少一个超声波能源用于向振荡激励器供给,尤其是至少一个将交流电压施加于振荡激励器上的电压源。

[0009] 由此出发,本发明的目的在于,提供此种接合装置的有利的进一步发展。

[0010] 该目的依据本发明首先并且基本上结合如下特征实现:一个或多个超声波能源(尤其是电压源)、例如由此产生的交流电压的频率和 / 或相位配合或可配合于振荡激励器的结构,使得在工作时,尤其是施加交流电压时,两个振荡激励器的主变形方向彼此平行或基本上彼此平行,并且两个振荡激励器随时间变化的变形彼此具有一个相位差,尤其是一半周期的相位差,亦即相位差 180° 。术语“周期”此处代表或等同于术语“相位长度”。相位差 180° (反相)即相位差为一半相位长度。涉及第三方面,本发明亦有关一种接合装置,尤其是用于建立线状或带状材料的电导体与基片、尤其是电路基片的接触位置之间的接合连接,该接合装置包括接合头,在该接合头上设有接纳于工具座中的接合工具、尤其是楔形体,并且设有上述的按本发明的超声波转换器。通过将多个(尤其是两个)彼此有距离地作用于工具座上的压电元件具不同的时间变形曲线,工具座进行旋转振荡运动,并将其传输至优选长形的结合工具的接纳于工具座中的末端。通过工具座的周期性改变的旋转角度和因此传输至接合工具的振荡扭矩,使得接合工具产生横向振荡,亦即垂直于或者说横向于其纵向或主延伸方向的振荡。此亦称作弯曲振荡或横向振荡的振荡不同于先前技术,不是产生在振荡波形(亦称作振荡模式)的所谓振荡波腹上,而是产生在所谓的振荡波节上。横向振荡作用于整个接合工具上,且在适当设计接合工具时,亦可使其工具尖端横向于

工具纵向方向发生振荡,其可传输至电导体,用于通过接合工具的压紧而产生接合连接。

[0011] 不言而喻,在本发明范围内亦可组合上述两个或所有三个方面的特征。压电元件原则上可为各种对于压电式执行器已知的压电元件,优选为使用压电陶瓷或压电晶体。

[0012] 尤其是与本发明第一方面相结合,优选的是:超声波转换器的几何的纵向中心线平行于接合头的几何的旋转轴线和/或平行于接合工具的纵向中心线。如此可最小化围绕接合头旋转轴线的惯性矩。亦可使超声波转换器具有至少一个振荡激励器,尤其是两个彼此平行的振荡激励器,每一振荡激励器具有至少一个压电元件,尤其是分别具有两个压电元件,每一压电元件具有一个主延伸方向,其平行于接合头的几何的旋转轴线。术语“主延伸方向”意味着,压电元件的尺寸在该方向上相比较于其他方向较大。

[0013] 尤其是与本发明上述第二方面相结合,有利的是:超声波能源(尤其是电压源)、尤其是其电压频率适配或可调整,使得在施加交流电压时,振荡激励器的主变形方向和/或压电元件的主变形方向处在压电元件的主延伸方向上。

[0014] 尤其是与本发明第三方面相结合,优选的是:接合头的由超声波转换器所激励振荡的组成部分的构造以及交流电压(尤其是其频率)彼此协调或可协调,使得工具座的旋转点、尤其是瞬时转动中心在位置方面处在接合工具的振荡波节上。

[0015] 关于上述各方面,也存在如下可能性,即预选或可调整超声波能源的频率,尤其是电压源的电压频率,使其正好或大致为在施加交流电压时振荡的构件组的共振频率、尤其是最低或第一共振频率,亦即第一固有模式,该构件组包括超声波转换器、工具座和工具。优选具有接合工具的振荡系统可在其第一固有频率并从而在其相配的第一固有模式被激励出振荡,但亦可激励出例如第二、第三等等固有频率/固有模式的振荡。在本发明一适宜的実施形式中,一个或多个压电元件分别具有矩形边缘的片体的形状,该矩形轮廓的边长大于片体厚度,并且每一压电元件的极化方向横向于或者说垂直于片体平面。

[0016] 为将振荡扭矩传输至工具座和接合工具,优选的是,超声波转换器具有至少两个彼此平行设置的振荡激励器,每一振荡激励器具有一个压电元件载体和两个相同的压电元件,其面状地固定在压电元件载体的彼此相背地相对的并且彼此平行的两个表面上,尤其是面状地粘到其上。如此与所选择的交流电压频率相结合可以实现,实际上仅压电元件在其主延伸方向上的长度变化用于接合工具的振荡激励。由于压电元件面状固定,故优选由金属(例如钢或钛)所构成的压电元件载体亦被相应地变形。每一振荡激励器因此具有三明治结构,在两个相对的压电元件之间为一个中心的压电元件载体。与此相结合,以及两个此种振荡激励器平行设置相结合,优选的是,使作为相同振荡激励器组成部分的压电元件的极化方向在方向上彼此相反,亦即可以说具有相反符号。与此相结合亦优选的是,使在两个压电元件载体之一上的两个压电元件的极化方向在方向上与压电元件载体表面正交并且背离该表面,而在两个压电元件载体的另一个上的两个压电元件的极化方向在方向上与压电元件载体的表面正交,但朝向该表面。利用上述特征可在所有压电元件被施加相同电压(即同相交流电压)并且压电元件载体例如接地时,可以在电路技术上特别简单地得到两个振荡激励器的需要的不同和尤其是相反的长度变化。尤其存在如下可能性,即压电元件在压电元件的背离压电元件载体的自由表面上例如借助于钎焊位置与超声波能源(尤其是电压源)连接。故可使用只供应一种唯一的交流电压——例如公式为 $u(t) = U \cos(\omega t)$ ——的超声波能源或电压源,其被施加于所有压电元件,例如方式为:使所有压

电元件的连接导线彼此并联。对上述作用方式较有利的可能的配置为：使接合工具的几何的纵向轴线平行于压电元件的主延伸方向，和 / 或沿着接合头的几何的旋转轴线。在一优选的节省空间和稳定的实施形式中规定，设有两个压电元件载体，其为一共同的一体的超声波转换器体的组成部分，在该超声波转换器体上优选也一体地构成用于承载接合工具的工具座。在这种意义上亦优选的是，使超声波转换器体一体地包括固定叉，该固定叉的固定臂在其纵向末端分别作用在压电元件载体的纵向中心区域。

[0017] 本发明还有关一种超声波转换器，其具有至少一个超声波转换器体和至少一个振荡激励元件，该振荡激励元件与超声波转换器体以适用于将由其产生的振荡传输至超声波转换器体的方式连接。依据本发明有利的进一步发展建议，超声波转换器优选连同装配在其工具座上的接合工具具有一个振荡模式，其振荡波形在接合工具的装配点上产生围绕至少一个旋转轴线的旋转振荡运动。亦可能的是，使所述的振荡波形在接合工具的装配点上产生旋转与平移的组合振荡激励。在一优选实施形式中规定，振荡激励元件以力锁合和 / 或形锁合和 / 或材料锁合的方式固定于超声波转换器体上。也优选的是，设围绕至少一个垂直于或至少基本上垂直于接合工具纵向轴线的假想或者说几何的旋转轴线的旋转振荡运动。进一步可能的是，通过接合工具的几何的工具纵向轴线或与之平行的几何线，以及通过上述旋转轴线，构成假想或几何的参考平面，所述至少一个振荡激励元件与该参考平面有侧向距离，并且由振荡激励元件施加于超声波转换器体上的力处在或基本上处在平行于接合工具纵向轴线（假想延长线）的方向上。优选的是，设两个与参考平面有侧向距离的振荡激励元件，它们相对于参考平面彼此相对设置。在另一可能的实施形式中，设一个或多个超声波能源，尤其是一个或多个电压源，用于振荡激励元件的供能，它们与振荡激励元件连接，使得这些振荡激励元件产生彼此相位差 180° 的振荡。

[0018] 在一优选实施例中设定，参考平面每一侧各设至少两个振荡激励元件，设在参考平面两侧或者说不同侧上的振荡激励元件彼此成对地相对，在参考平面同一侧上彼此相邻的振荡激励元件与能源连接，使得它们产生彼此相位差 180° 的振荡，并且相对于参考平面彼此成对地相对的振荡激励元件与超声波能源连接，使得它们产生彼此相位差 180° 的振荡。一种紧凑结构形式尤其是鉴于围绕工具纵向轴线的尽可能小的惯性矩是有利的，该结构形式如下达到：使参考平面同一侧的至少两个振荡激励元件在接合工具的几何的纵向轴线上前后依次设置。此处亦可能的是，使超声波转换器体只具有一个振荡激励元件载体，振荡激励元件（尤其是所有的振荡激励元件）在构成唯一的振荡激励器的情况下设在振荡激励元件载体的两个相对的彼此相背的表面上，振荡激励元件载体至少基本上为长方体或矩形板的形状。此种超声波转换器在结构上实质上不同于上述具有两个彼此平行的振荡激励器的超声波转换器，但同样可以将振荡扭矩传输至在其工具座上的接合工具。在一种实施例中设定，振荡激励元件分别由至少一个压电元件构成，使得超声波转换器体只包括一个承载所有压电元件的压电元件载体，该压电元件载体至少基本上为长方体或矩形板的形状。

[0019] 由上述实施例可知，本发明建议的接合装置及其超声波转换器明显不同于已知的结构。已知的在超声波焊接中一般使用的转换器被振荡激励器激励出纵向振荡，并将其传输至垂直于振荡方向设置的工具并且使得该工具产生弯曲振荡。本发明则提出一种新的配置，其中不再需要使工具与转换器的正交定位。故在惯性矩和结构体积可以改良。亦可通

过使用简单的本体（例如简单轮廓的板、片体），降低转换器的制造成本，并简化执行器或振荡激励元件在转换器上的装配。按上述各方面，本发明建议，转换器的主延伸方向（亦即最小惯性矩的轴线的方向）与工具的主延伸方向一致。转换器由振荡激励器或振荡激励元件激励振荡，使得对于工作频率产生一振荡波形，该振荡波形在工具的固定位置上产生基本上旋转的运动，并因此使得工具在其振荡波形的波节上被激励出弯曲振荡。作为一种可能性，依据本发明建议，转换器或转换器体基本上由一个具有任意轮廓和可变厚度（尤其是在延伸方向上形成台阶）的本体、优选片体的两个联接区域构成，并且由振荡激励器或振荡激励元件激励出纵向振荡，工具在片体的平面上振荡。优选的是，至少两个执行器（振荡激励元件）面状地装配在转换器的相对的外表面上的左侧区域或右侧区域中，所述外表面平行于主延伸方向。优选的装配方式为执行器的粘合，在此取而代之或者相组合地可以考虑力锁合、形锁合和材料锁合的连接。相对的执行器的控制优选是同相的。在一可行方案中，至少四个执行器（振荡激励元件）面状地装配在平行于主延伸方向的两个联接区域的两个相对外表面上。在一个区域内，所述执行器又优选被同相地控制，而这两个区域被反相地控制（优选相位差 180° ）。

[0020] 关于主延伸方向的定位和上述的结构形式，在该方案中涉及具有两个联接区域的垂直转换器。

[0021] 依据已提及的另一方案，转换器由板形体构成，其被平行于转换器纵向轴线装配在两个相对外表面上的振荡激励器或振荡激励元件激励振荡。不同于上述由两个联接区域所构成的转换器，工具的振荡垂直于板形体的平面。可能的是，在本体的上半部中的外表面上装配两个执行器（振荡激励元件），它们被反相控制。另一实施方式为：在转换器上装配四个执行器（振荡激励元件），具体是每一侧设两个执行器，其中一个在上半部，另一个则在下半部。同一侧的执行器优选被反相控制。故在对角线上相对的执行器被同相控制。关于这种方案，在定位结构形式方面涉及一体的垂直转换器。

[0022] 本发明最后提供组合可能性，即组合具有两个联接区域的垂直转换器和一体的垂直转换器。如此使得接合工具在装配平面上不仅可沿直线、亦可沿圆形轨迹振荡和 / 或包含垂直于装配平面的运动分量。

[0023] 本发明还有关一种用于建立接合连接的方法，优选的是（亦即不必一定的，例如亦可接合塑料件或其他能被超声波焊接的构件），线状或带状材料的电导体与基片、例如电路基片的接触位置之间的接合连接，该方法包含下述方法步骤：提供接合工具；提供超声波转换器用于接合工具的超声波振荡激励，该超声波转换器包括至少一个振荡激励器，并且振荡激励器具有至少一个压电元件；提供超声波能源，以供给压电元件，尤其是将交流电压施加于压电元件的电压源；以及在借助于接合工具将需要接合的电导体压紧在接触位置上期间对接合工具激励振荡。

[0024] 参考前述实施形式，本发明就此而言目的在于，有利地进一步发展此种用于建立接合连接的方法。

[0025] 该目的依据本发明首先并且基本上结合如下特征实现：为了接合工具的振荡激励，选择或调整超声波能源、尤其是电压源、尤其是其超声波频率，使得在工作时，尤其是施加交流电压时，振荡激励器的主变形方向和 / 或压电元件的主变形方向横向于压电元件的极化方向。与此相关的作用和优点如与本发明上述第二方面相关的实施形式。

[0026] 本发明还有关一种用于建立接合连接的方法,尤其是线状或带状材料的电导体与基片、例如电路基片的接触位置之间的接合连接,该方法包含下述方法步骤:提供接合工具和超声波转换器,用于接合工具的超声波振荡激励;并且在借助于接合工具将需要接合的导体压紧在接触位置上时对接合工具激励振荡。

[0027] 作为这种方法的有利进一步设计,本发明建议,将振荡扭矩传输至接合工具,用于其在工具座上的振荡激励,该扭矩的几何的旋转轴线横向于工具纵向轴线。取而代之,作为本发明这种方法的有利的进一步设计,可能的是:将振荡扭矩和振荡平移激励传输至接合工具,用于其在工具座上的振荡激励。为将接合工具固定于接合装置或接合头上,优选使工具座作用在接合工具的上端。其因此可能的作用和优点,参考上述尤其是与本发明第三方面相关的实施形式。该方法优选如此实施,使得振荡扭矩在接合工具的振荡波节上传输至接合工具。

[0028] 如上述实施例可见,为了振荡激励器的供能,虽优选电压源,但不一定必须是电压源。取而代之,产生超声波振荡的能源(亦即超声波能源)亦可由一个或多个电流源或其他类型的能源例如磁能源构成。在本发明不同方面的范围内,术语“振荡激励器”一般性是指载体和至少一个设置于载体上的振荡激励元件(亦即至少一个执行器),该执行器通常具有压电工作方式(使用压电元件的实施例)或磁致伸缩工作方式。

[0029] 本发明的上述方法优选在使用超声波转换器或接合装置的情况下实施,所述超声波转换器或接合装置具有一个或多个前述和/或后述的特征。

附图说明

[0030] 以下依据附图详细说明本发明,这些附图展示优选实施例。其中:

[0031] 图1是本发明优选实施例的接合装置的接合头的侧视图;

[0032] 图2是图1的结构中包含的超声波转换器的透视放大图;

[0033] 图3是图2的超声波转换器在视向III的侧视图;

[0034] 图4是图3的超声波转换器沿着线IV-IV的放大剖面图;

[0035] 图5是图2中所示的超声波转换器的转换器体的透视图;

[0036] 图6是图5的转换器体在视向VI的、在下端局部剖开的侧视图;

[0037] 图7是与图3类似的侧视图,其以示意方式简化显示压电元件的不同程度变形的区域;

[0038] 图8是用于固定接合头的超声波转换器的优选支座的与图1不同的实施例;

[0039] 图9是本发明另一实施例的超声波转换器和安装于其中的接合工具的透视图;

[0040] 图10a是沿着图9的剖面Xa的剖面图,与图9相比略微缩小;

[0041] 图10b是按图10a的剖面图,以虚波浪线示意简化显示瞬时出现的振荡波形。

具体实施方式

[0042] 首先参考图1至6说明本发明的接合装置和本发明的用于建立接合连接的方法的优选实施例,图1中只在结合头2的区域中显示接合装置1,图2至6为接合头2的组成部分的放大图。接合头2固定在轮子3的下侧上,所述轮子在接合装置1上以未示出的方式围绕垂直的旋转轴线D可旋转。为产生旋转,在本实施例中可设置只局部显示的齿带4,其与

轮子 3 的外齿部啮合,该齿带由未描述的、被其包缠的、被驱动的轮子驱动一段按照转角期望的距离。亦可另设驱动装置,以使整个结合头 2 在垂直于旋转轴线 D 的平面中在不同方向上侧向移动。结合头 2 具有沿着工具纵向中心轴线 W 延伸的长形的接合工具 5。在该接合工具的纵向上端上,该接合工具以其柄部在工具座 6 中插入到直径相当的同样垂直的孔 7 中(见图 6),并且由夹紧螺钉 8 固定于其内。接合工具 5 的纵向下端构成工具尖端 9,工具尖端的下端面可按已知方式将需要接合的电导体(例如线状或带状材料的电导体)压向基片尤其是电路触点的、为接合连接设定的接触位置。为将线状或带状导体放到接合位置上,接合装置具有线引导装置 10,在其下端设有侧向开口的导槽 11。为在接合时使导体于特定时刻被固定,并且可施加牵拉作用于其上,接合装置具有夹紧装置 12,其设有两个在图 1 的视向上重合的夹紧腿 13,这些夹紧腿的自由端位于工具尖端 9 与线引导装置 10 的下端之间。线引导装置和夹紧装置的功能为已知的,不需在此处进一步说明。这两个部件的位置可调整,并可利用适当措施相对于轮子 3 或固定于轮子上的刚性的固定臂 14 固定在需要的位置上。工具座 6 一体成型在一个在图 5 和 6 中详细描述转换器体 15 的下端上。由导电材料例如钢所制的总体上片状的转换器体 15 通常包括两个分别为矩形边缘的压电元件载体 16,其主延伸方向 17 平行于几何的旋转轴线 D 以及平行于与之重合或只有小距离的工具轴线 W。在每个压电元件载体 16 的大致下侧中间伸出连接条 18,两个压电元件载体 16 的下端彼此有侧向距离地(亦即横向于旋转轴线 D 彼此有距离)通过该连接条作用在工具座 6 的上侧。转换器体 15 还包括固定叉 19,其使压电元件载体 16 支撑在接合头 2 上。为此,固定叉 19 的固定臂 20 在其纵向下端 21 一体地作用在各一个压电元件载体 16 的纵向中心区域(相对于主延伸方向 17 上的延伸方向或尺寸)。在相同高度上,在其主延伸方向 17 上彼此平行的压电元件载体 16 以材料桥 22 彼此连接。如图所示,两个压电元件载体 16 的其他部分则以狭长缝隙 23、24 彼此分离,并以狭长缝隙 25、26 与固定叉 19 分离。固定叉 19 在其上部区域设有穿孔 27,转换器体 15 以这些穿孔而由螺钉 28 固定在板 29 上。板 29 本身则以螺钉 30 拧装在框段 31 上,该框段与固定臂 20 同为一个固定在轮子 3 下侧上的装配框 32 的组成部分。图 1 中该框在由其他构件遮盖处以虚线显示。可看出该装配框 32 具有四个在框横截面中的缩小段 33,它们具较低刚性并且由于其挠性而构成固体活节。在图 1 的视向上的装配框 32 左侧边缘如固定臂 20 那样刚性地固定在轮子 3 上,而在图 1 的视向上的装配框 32 右侧的框段 31 则由于这些固体活节而可借助由未示出的执行器可作用于框段 34 上的力而相对于左侧边缘向下偏转一定距离,使得例如接合工具 5 被从上向下压至接合处。在取消该力 F 时,框段 31 弹性复位到其静止位置。

[0043] 图 2 至 4 显示的转换器体 15 是在图 1 的接合头中存在的超声波转换器 35 的组成部分,在其工具座 6 中又插入接合工具 5。如图 1 至 3 所示,超声波转换器 35 的主延伸方向 36 平行于接合头的旋转轴线 D,该旋转轴线与接合工具的工具纵向轴线 W 重合或可以仅有小距离。由于本实施例中选择的超声波转换器 35 的基本上侧向对称的结构,其纵向对称线 S 亦与几何的轴线 D 和 W 重合,除了仅有的小距离之外(见图 3 的 ΔX)。图 2 至 4 放大大显示的超声波转换器 35 具有两个相邻且彼此平行的振荡激励器 37。每一振荡激励器 37 包括两个压电元件载体 16 之一和两个片状的在其主延伸平面(见图 3)上为矩形边缘的压电元件 38,共属于一个振荡激励器的两个压电元件面状地超出整个接触面地粘贴在有关的压电元件载体 16 的彼此相背地相对的、互相平行的两个表面 39、40 上。如图 2 至 3 所示,在该

接触平面上（亦即平行于图 3 的图平面），压电元件载体 16 与粘在其上的压电元件 38 的轮廓或形状一致，故就此而言配合精确地或对齐地贴合。如此使得压电元件 38 的主延伸方向 41 平行于接合头 2 的几何的旋转轴线 D。所选用的压电元件 38 为片状，因其在平行于图 3 的图平面的主延伸平面上的尺寸大于其垂直于主延伸平面且平行于图 4 的图平面的厚度。图 4 另外以箭头 P 显示四个压电元件 38 的极化方向。可见每一压电元件 38 的极化方向 P 垂直于其片体平面。亦可看出属于同一振荡激励器 37 的每一对压电元件 38 的极化方向彼此相反。如图 4 所示实施例细部所示，在视向上位于左侧的振荡激励器 37 的压电元件 38 的极化方向 P 垂直地背离接触表面 39、40，亦即朝外。与此不同，在视向上位于右侧的振荡激励器 37 的压电元件 38 的极化方向 P 则垂直地朝向有关的接触表面 39、40，亦即朝内。在所实施例中，超声波转换器 35 连接于电压源 42，方式为：两个由此出发的彼此并联的导体 43 在它们的末端上借助于钎焊位置 44 固定在同一（图 4 右侧）压电元件载体 16 上的两个相对的压电元件 38 上。图 4 使用的符号显示电压源 42 为一交流电压源。但亦可使用不同的超声波能源（亦即用于产生超声波的能源），例如交流电流源。在相邻压电元件载体 16 的相同平面上的两对压电元件 38 则通过另外的导体 45 及其钎焊位置 44 彼此导电连接。此外在所选实施例中，压电元件 38 与压电元件载体 16 的粘合连接亦可导电地构成，但亦可设不导电的粘合连接。压电元件载体 16 分别或共同接地，其被标示为 46。如此在电压源 42 接通时，可在四个压电元件 38 上垂直于其片体平面在量和相位方面施加相同的交流电压。

[0044] 图 3 显示电压源 42 断开时超声波转换器 35 和装配在其上的接合工具 5，作为比较，图 7 则示意简化和示例性地显示在特定时刻在电压源 42 接通时（亦即施加一具有示例性为计算所选出的频率和幅值的交流电压）振荡激励器 37、工具座 6 和接合工具 5 由于压电效应而出现的变形。出现在固定叉 19 的区域中的小变形则未被显示，以求简化。图中显示所谓主模式的总变形，其中压电元件 38 的表面为计算之故而以栅格划分的格子 47。由图中可看出，相对位置偏差大致沿着将两个固定臂 20 的纵向末端 21 连接起来的中间带状部分为最小，而在压电元件两个纵向末端则最大。与图 3 比较可明显看出，视向上左侧的压电元件 18 连同位于其间的压电元件载体，亦即视向上左侧的振荡激励器 37，相比较于无电压的静止状态，在输入交流电压时出现在相配的主延伸方向 17 或 41 上的长度缩短或压缩（见图 3），而右侧相邻的振荡激励器 37，包括其两个压电元件 38 和压电元件载体 16，在该时刻在该方向上出现长度增加。该时刻施加于所有压电元件的电压虽然相同，但两对压电元件由于所述的不同极化方向而产生振荡的、彼此相位差为半个相位长度的变形振荡。与不同阴影相配的数值可作为比较值，说明与图 3 的无电压状态比较的各区域的相对位置偏移。由于两个平行振荡激励器 37 的相反长度变化，工具座 6 相比较于图 3 无电压状态在其左侧的纵向末端被抬起，在右侧的纵向末端则被下降，故以箭头 48 的方向围绕旋转点 PM 旋转。旋转点 PM 位于结合工具 5 的夹在工具座中的纵向上端，几何的旋转轴线穿过旋转点 PM、垂直于图 7 的图平面，并就此而言垂直于结合工具 5 的纵向走向。虽然所有压电元件 38 被施加相同的电压，但在两个振荡激励器 37 上出现期望的彼此相反的长度变化，因为压电元件 38 的极化方向 P 在两个振荡激励器 37 之间相反。由于频率在超声波范围内的交流电压的数值和符号（亦即瞬时值）连续改变，其亦导致振荡激励器 37 的按照频率进行的长度变化，另外在一定时刻两个振荡激励器 37 的长度相同，并且也在另外的时刻出现与图 7 所

示相反的长度变化。如此使得工具座 6 被激励出围绕穿过旋转点 PM 的旋转轴线的旋转振荡运动,故在旋转点 PM 上对接合工具 5 输入振荡扭矩 M。因此如图 7 所示,接合工具 5 被激励出一弯曲振荡。为做比较,图 7 亦显示出图 3 无电压静止状态的工具纵向轴线 W。旋转运动的中心点 P 位于该参考线 W 上,亦即构成固有波形的所谓的振荡波节。与此不同,工具尖端 9 则垂直于该参考线明显偏向一侧,亦即位于所谓的振荡波腹。在振荡周期进行过程中,工具尖端 9 的运动基本上垂直于工具纵向轴线 W。在利用工具尖端 9 将需要接合的电导体压向基片(未示出)时,导体亦相对于基片振荡,因此产生结合连接。

[0045] 图 3 和 7 所示实施例中,电压源 42(为了更好的概况性,未显示于图 7 中)在产生的交流电压和其电压频率方面配合整个振荡系统,以使在施加交流电压时两个振荡激励器 37 相当于压电元件 38 几何主变形线 50 的几何变形线 49 横向于压电元件 38 的极化方向 P。几何主变形线 49、50 在意义上相当于与符号无关的主变形方向。图 7 中垂直于图平面穿过点 PM 的旋转轴线被标示为 A,围绕旋转轴线 A 导入接合工具 5 的扭矩则被标示为 M。

[0046] 图 8 显示上述超声波转换器 35 的大部分剖开的侧视图,与不同于图 1 的装配框 32 相结合。该装配框可利用其仅示意表示的螺钉连接 51 优选安装在图 1 的轮子 3 上,亦即在图 1 所示的接合头中可取代图 1 所示的装配框 32。装配框 32 在下侧的横档 53 的彼此朝向的末端 52 上分别作用一个压电元件载体 16。该连接以任意方式可为整合的或者说一体的,或多件式的(例如利用粘合、螺钉连接等)。但在标记 52 处的连接优选是一体的,亦即将转换器体 15 与装配框 32 组合成唯一的构件。于是从图 8 出发,在压电元件载体 16 区域中的阴影对应于装配框 32 的阴影进行选择。该作用位于振荡激励器 37 的中间长度区域中、在材料桥 22 的高度处,故可舍弃单独的固定臂 19(见图 1)。在下横档 53 中分别邻接超声波转换器 35 与垂直框段 54 处设有带有缩小的框架横截面的成对的段 33,它们构成固体活节。如此可设尤其是一体的转换器平行四边形,其允许利用一向下的压紧力使得接合工具 5 在一定程度上弹性下降。压紧力 F 可如图 8 所示作用于材料桥 22 或转换器的其他位置。

[0047] 图 9、10a 和 10b 显示不同于此前附图的本发明的超声波转换器 35 另一优选实施例。为更好的概括性,相同的特征使用与上述相同的附图标记。在图 9 和 10 中,接合工具 5 被插入超声波转换器 35 中,被夹紧螺钉 8 夹紧于其内(也见图 10a、10b)。超声波转换器 35 包括转换器体 15,其除了用于接纳接合工具 5 的孔 7 和用于拧入夹紧螺钉 8 的螺纹孔外由实心材料的长方体构成。在该实施例中,超声波转换器 35 共具有四个振荡激励元件 55,它们分别是板形的压电元件 38。其中在工具纵向轴线 W 的方向上前后接连的两个压电元件 38 被面状地贴到转换器体 15 一侧或同一表面 39 上,朝向接合工具 5 的压电元件 38 设有用于夹紧螺钉 8 的穿孔。在平行于表面 39 的相对的另一表面 40 上粘合按照投影对齐于上述两个压电元件的另外两个压电元件 38。在图 9 和 10 的实施例中转换器体 15 只具有一个压电元件载体 16。图 10b 示意简化显示超声波转换器 35 与装配在其上的接合工具 5 的一个振荡模式,其振荡波形在接合工具 5 被夹紧的装配点 56 上使得接合工具围绕假想或几何的旋转轴线 A 产生旋转振荡运动,该旋转轴线穿过在装配点 56 高度上的振荡波节、垂直于图 10b 的图平面。图 10b 中,由工具纵向轴线 W(亦即接合工具的纵向方向)与所述旋转轴线 A 构成的假想或几何的参考平面 E 垂直于那里的图平面。可清楚看出,所有四个振荡激励元件 55(亦即所有压电元件 38)皆与参考平面 E 有侧向距离,或者说在垂直于压电元件 38 延伸平面的方向上有距离。图 10a 显示四个压电元件 38 的极化方向 P。在视图上左

侧的上压电元件 38 的极化方向 P 背离表面 39,而下压电元件 38 的极化方向 P 则朝向表面 39。另一侧的上压电元件 38 的极化方向 P 朝向表面 40,下压电元件 38 的极化方向 P 则背离表面 40。例如由于使用压电元件作为振荡激励元件,振荡激励元件载体 57 为压电元件载体 16,如果该振荡激励元件载体例如接地,并且彼此同相的交流电压被施加于压电元件 38 的自由表面,则这使得在压电元件 38 的平面内并因此也或甚至主要地平行于工具纵向轴线的假想延长线出现侧向交替的伸长和缩短。图 10b 的箭头显示,极化方向 P 朝向转换器体 15 的两个压电元件 38 产生彼此同相的长度变化(在所示时刻正好为伸长),极化方向背离转换器体 15 的另两个压电元件 38 则同样成对地产生相反于上述压电元件 38 的相同长度变化(在所示时刻正好为缩短)。故相对于参考平面 E 对齐地相对的各两个压电元件 38 经历彼此相反的长度变化。粘到同一表面(39 或 40)上的各两个压电元件 38 亦经历相反的长度变化。在图 9、10a 和 10b 中,压电元件 38 的电压供给或电流供给未示出。例如亦可如上所述使转换器体接地(或连接另一电位),并且在所有压电元件 38 的自由表面上亦可借助互相的导电连接而输入彼此同相的交流电压。

[0048] 转换器体 15 为金属材料所构成的长方体形的基体,其最长侧为垂直定位,即在工具纵向轴线 W 的延长线的方向上延伸。由于压电元件 38 的上述相反的长度变化,转换器体 15 产生一弯曲振荡,其剖面在弯曲方向,亦即相对于图 10a 和 10b 视图为侧向或水平方向,该方向具有最小伸长尺寸。优选在所实施例中,如图 10b 所示,转换器体在其第二固有弯曲模式中振荡。该弯曲模式对于两个自由边缘具有三个振荡波节,其中最下方的振荡波节位于接合工具 5 的装配点 56 的高度上。在该实施例中,在这些振动波节下方还有三个另外的分布在接合工具 5 的长度上的振荡波节,其同样被标示为 58。接合工具 5 亦发生弯曲模式。接合工具 5 和转换器体 15 与其几何尺寸和材料特性彼此配合,使得它们每一个本身大致具有相同的固有频率(针对上述固有模式)。如果两者互相连接时,整个系统具有一个相应的固有频率。在此如上所述优选的是,使结合工具 5 的上振荡波节 58 与转换器体 15 的下振荡波节 58 在地点上位于一个共同点上。接合工具 5 亦被夹紧螺钉 8(例如埋头螺钉)夹紧在此处或此高度。在这种意义上,接合工具 5 无缝地接续转换器体 15 的弯曲振荡。为了能够夹紧接合工具 5,用于接合工具 5 的盲孔式的孔 7 不需精确地设在转换器体 15 弯曲平面的中心,稍微的偏离对振荡特性几乎无妨碍。亦可将接合工具设在弯曲平面的理想的中心。在该实施例中接合工具 5 位于与弯曲平面正交的理想中心。

[0049] 在该实施例中(见图 9),超声波转换器 35 支承或装配于接合头上使用两个侧向的连接装置 59,它们彼此相对地设在转换器体 15 的两个与表面 39、40 正交的侧表面上。这两个连接装置各具有连接孔 60,未示出的固定螺钉可以穿过该连接孔以装配在接合头上。在每一连接装置上,连接孔 60 上下方各具有一个固体活节 61(亦即共有四个固体活节 61),其由横截面减小区域构成,用于与弯曲振荡解联。这些弯曲区域优选设在转换器体 15 的上面的和中间的振荡波节 58 的高度处(见图 10b)。此处基体进行基本上单纯的旋转,因此弯曲活节理想地起作用并且因此可以使振荡系统与其周围解联。亦可以将固体活节设在转换器体 15 的上面的和下面的振荡波节 58 的高度处或转换器体 15 的中间的和下面的振荡波节 58 的高度处。连接装置 59 在固体活节 61 上方和下方连接于转换器体 15。连接装置 59 优选与转换器体 15 一体构成或整合在一起,亦即支承部分和基体为一体构成,但亦可为其他形式。

[0050] 在图 9 和 10 所示实施例中,超声波振荡亦由薄的压电元件产生。此处的振荡方向亦与极化方向 P 和电场正交。如上所述,为理想地激励基体的振荡模式(尤其是第二弯曲模式),共使用四个压电元件 38,在对角线上彼此相对的元件以彼此相同的方式在时间上同步伸长。变型方案例如以如下方式是可能的,即舍弃粘合在表面 39 上的两个压电元件 38 或粘合在表面 40 上的两个压电元件 38。在如此产生的实施方案中,转换器体 15 仍可被激励出第二弯曲模式。另一变型方案例如以如下方式是可能的,即参考图 10a 和 10b,舍弃上两个或下两个压电元件 38。在这样的结构中,转换器体 15 可被激励出其第一弯曲模式,在适当协调时亦可对接合工具 5 输入振荡扭矩。类似地,如下实施形式也是可能的,即可从图 9 和 10 出发,在每个表面 39、40 上增设一个或多个在工具纵向 W 的延长线上前后接连的压电元件 38,以使转换器体 15 被激励出更高的弯曲模式。

[0051] 所有公开特征本身皆具有发明性质。在本申请的公开内容中也包含相关的优先权文件的全部内容,目的也在于,将这些文件的特征一起包含于本申请的保护范围中。

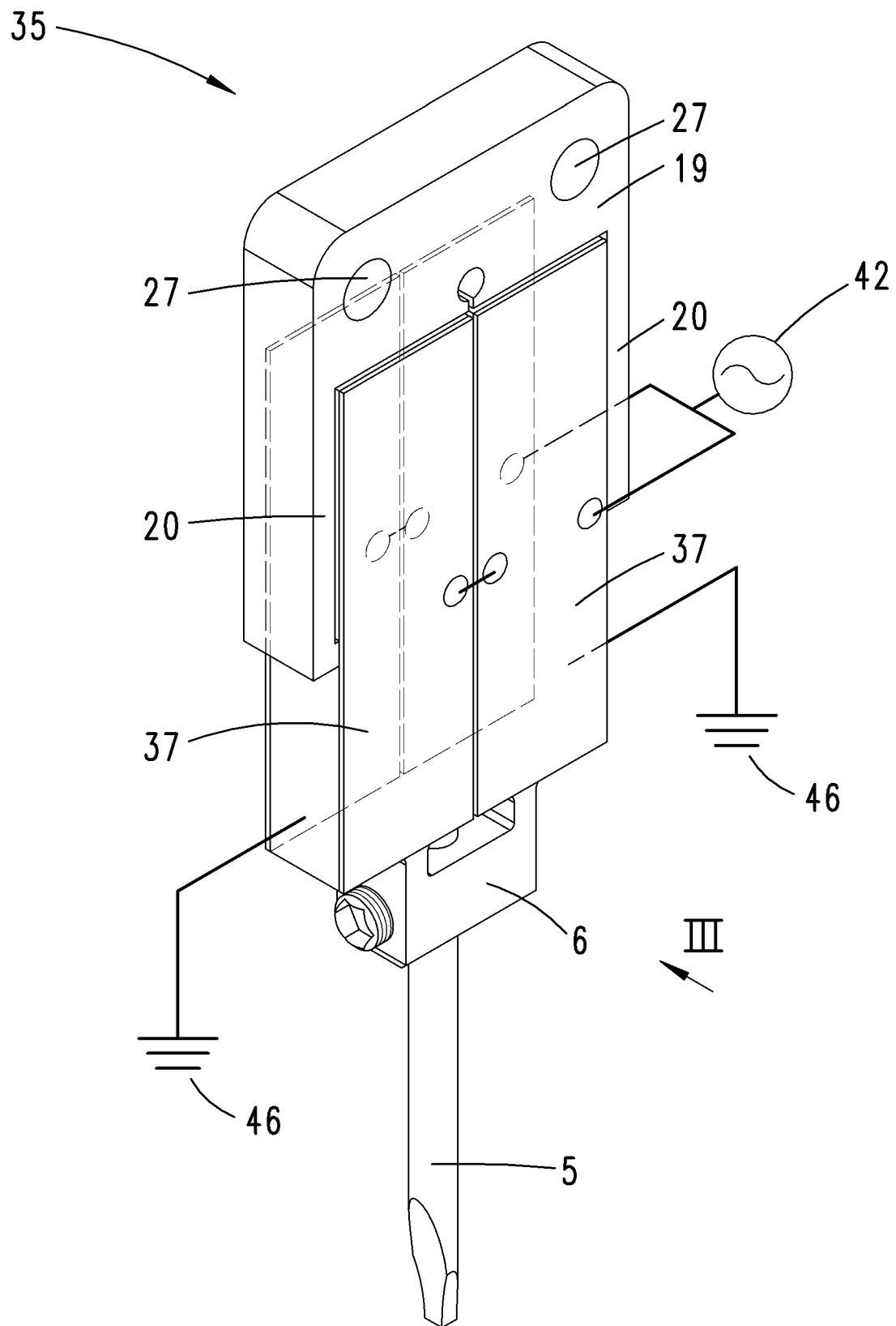


图 2

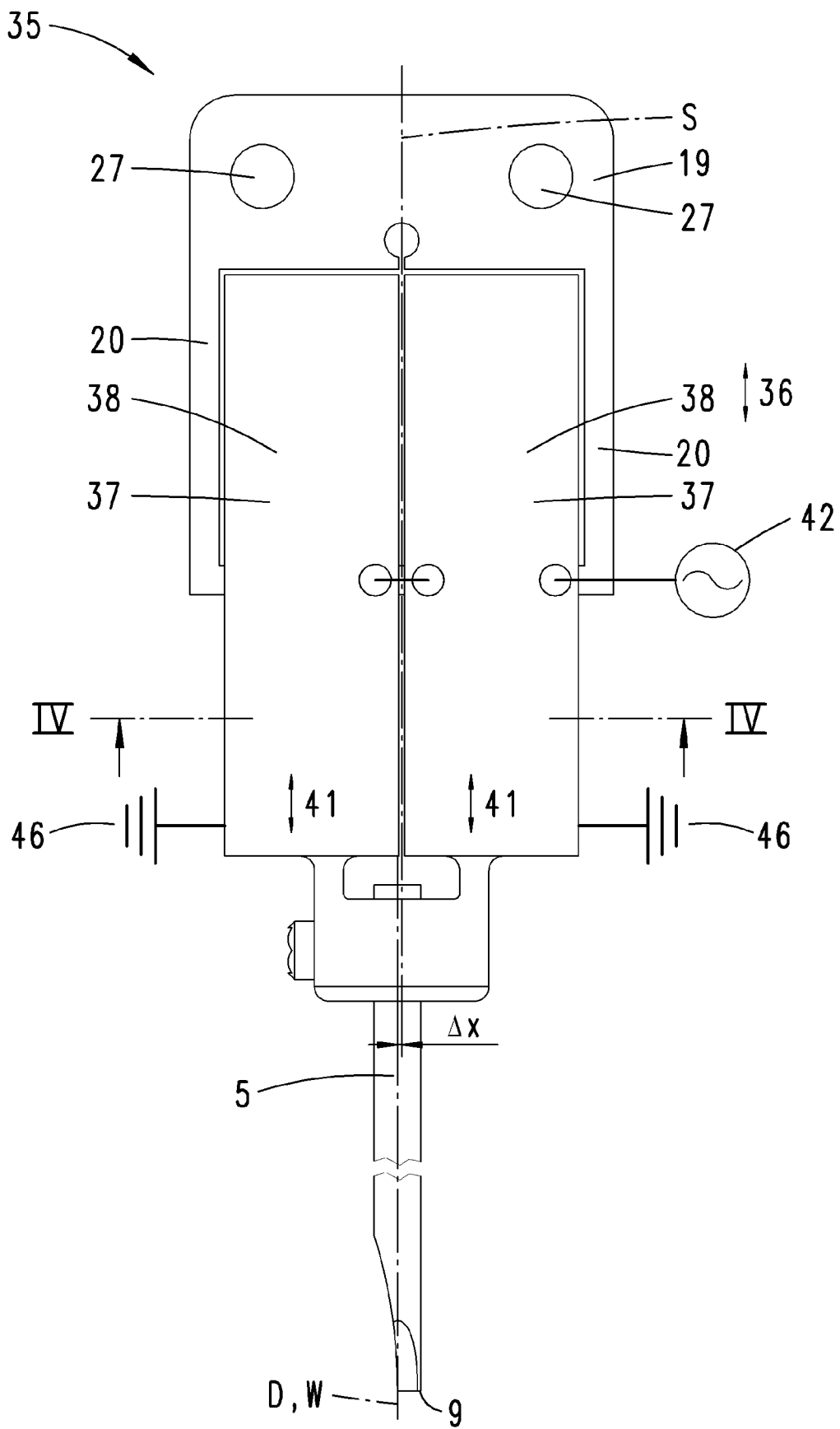


图 3

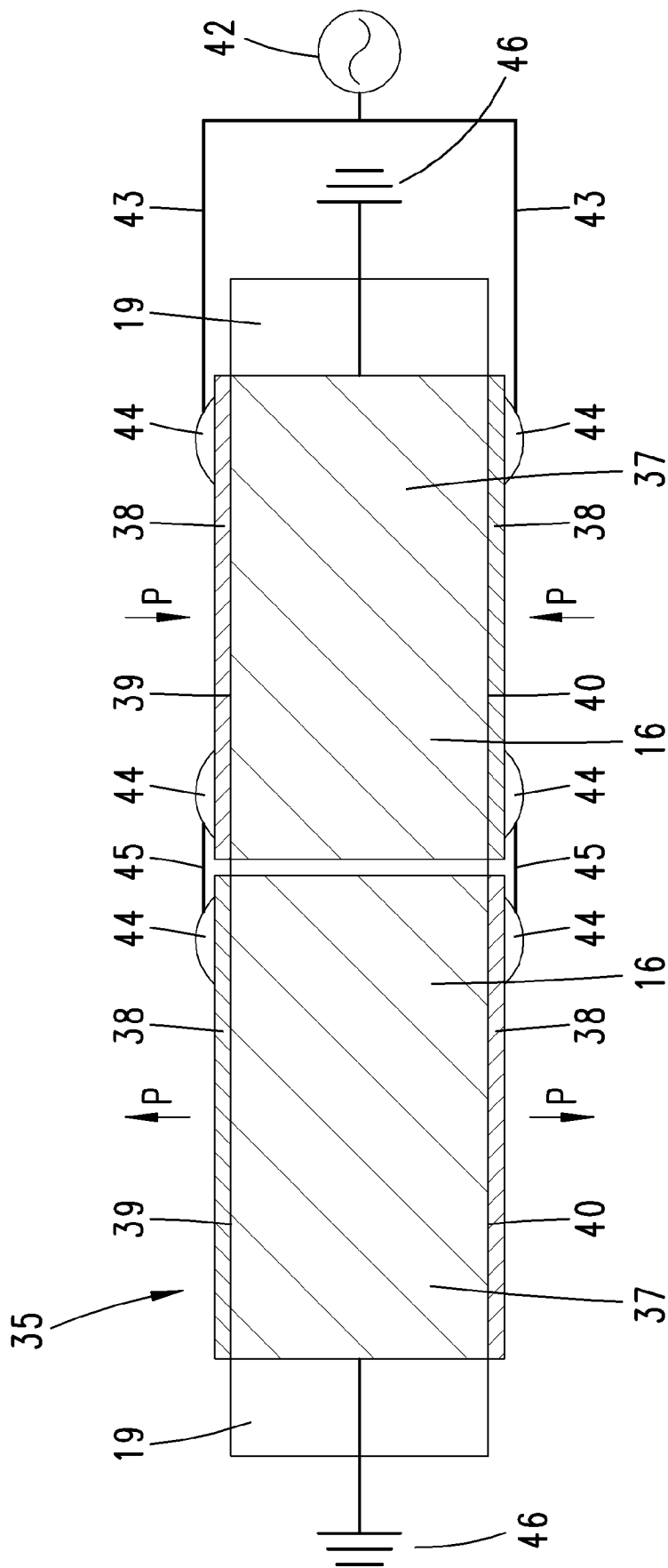


图 4

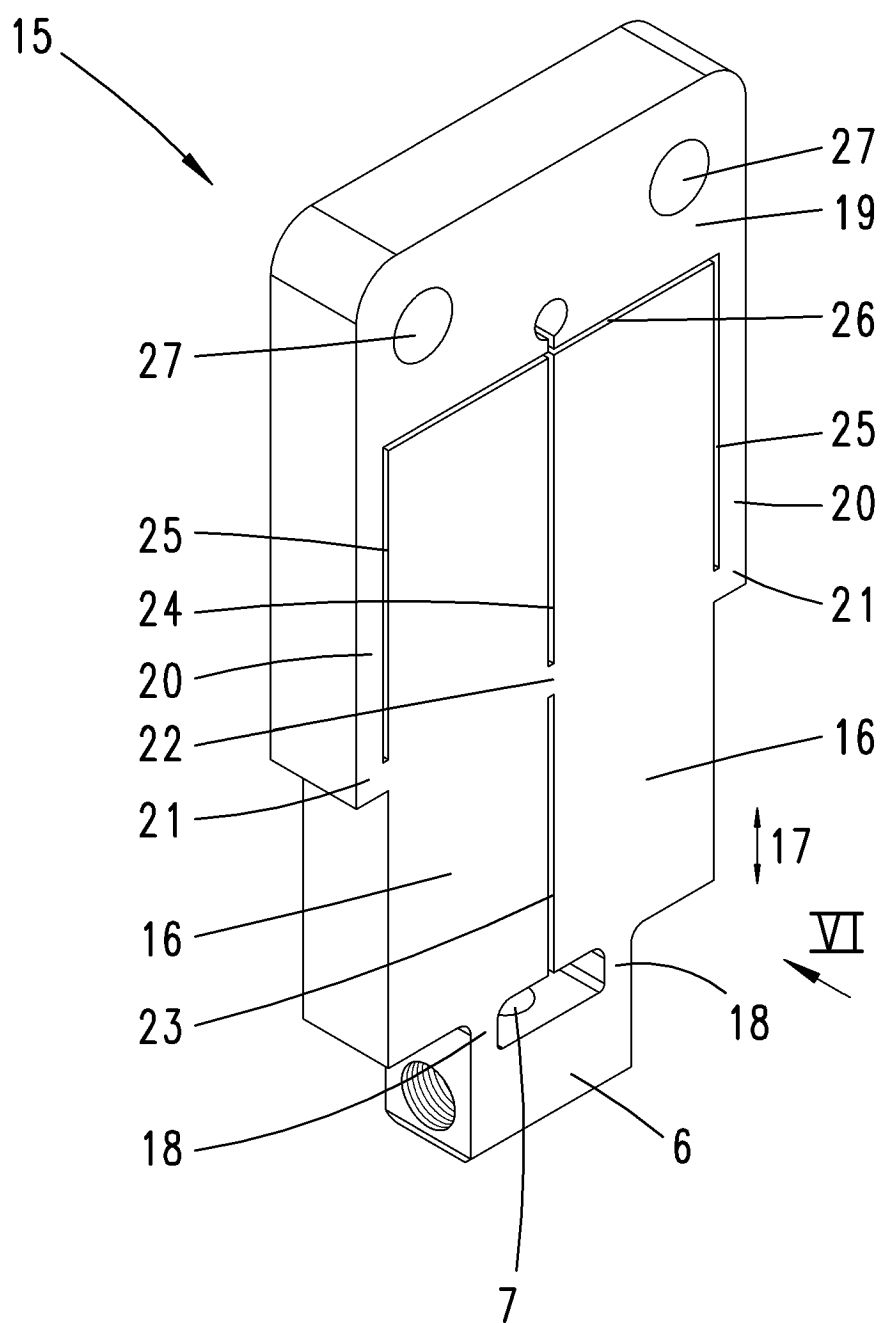


图 5

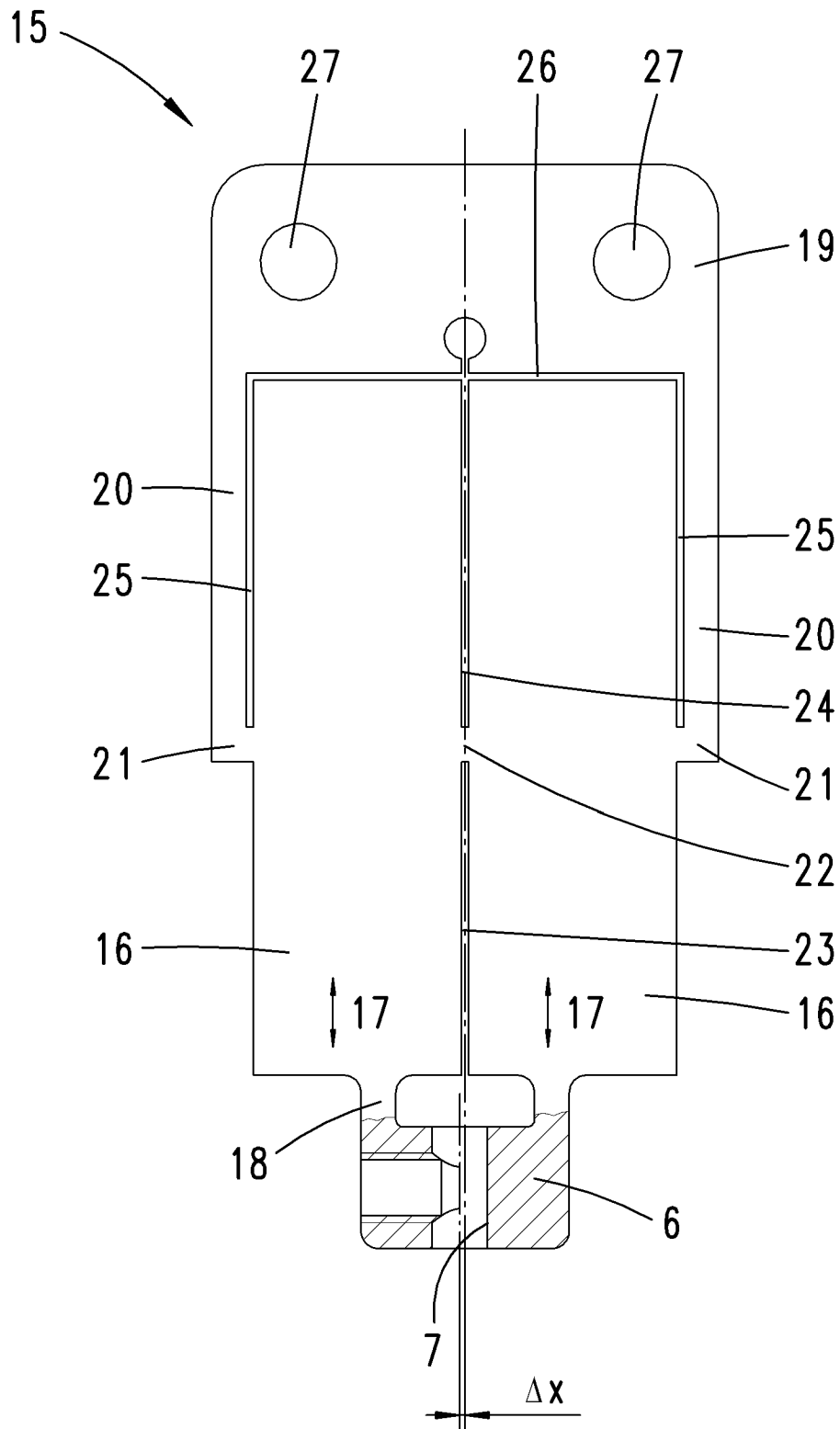


图 6

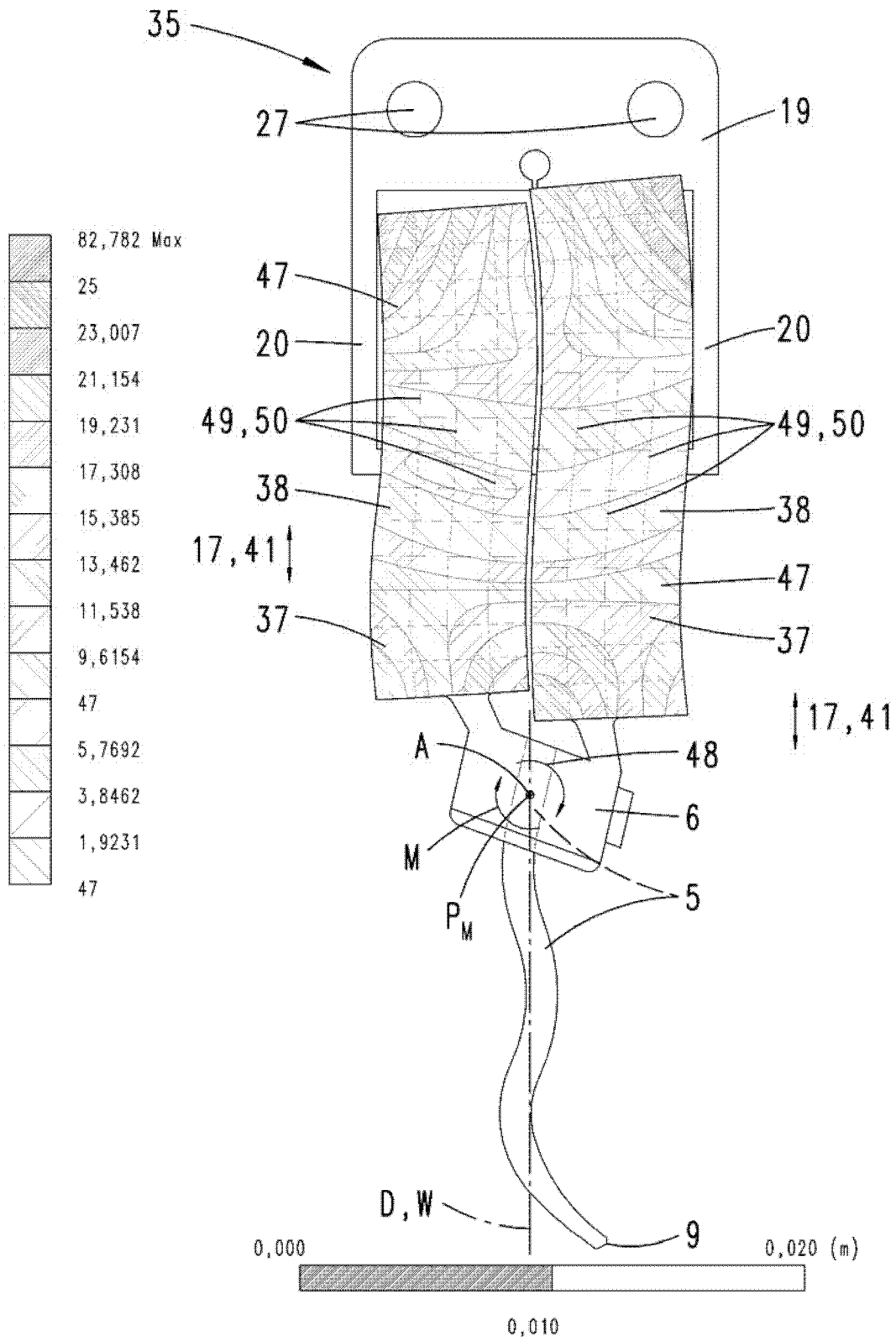


图 7

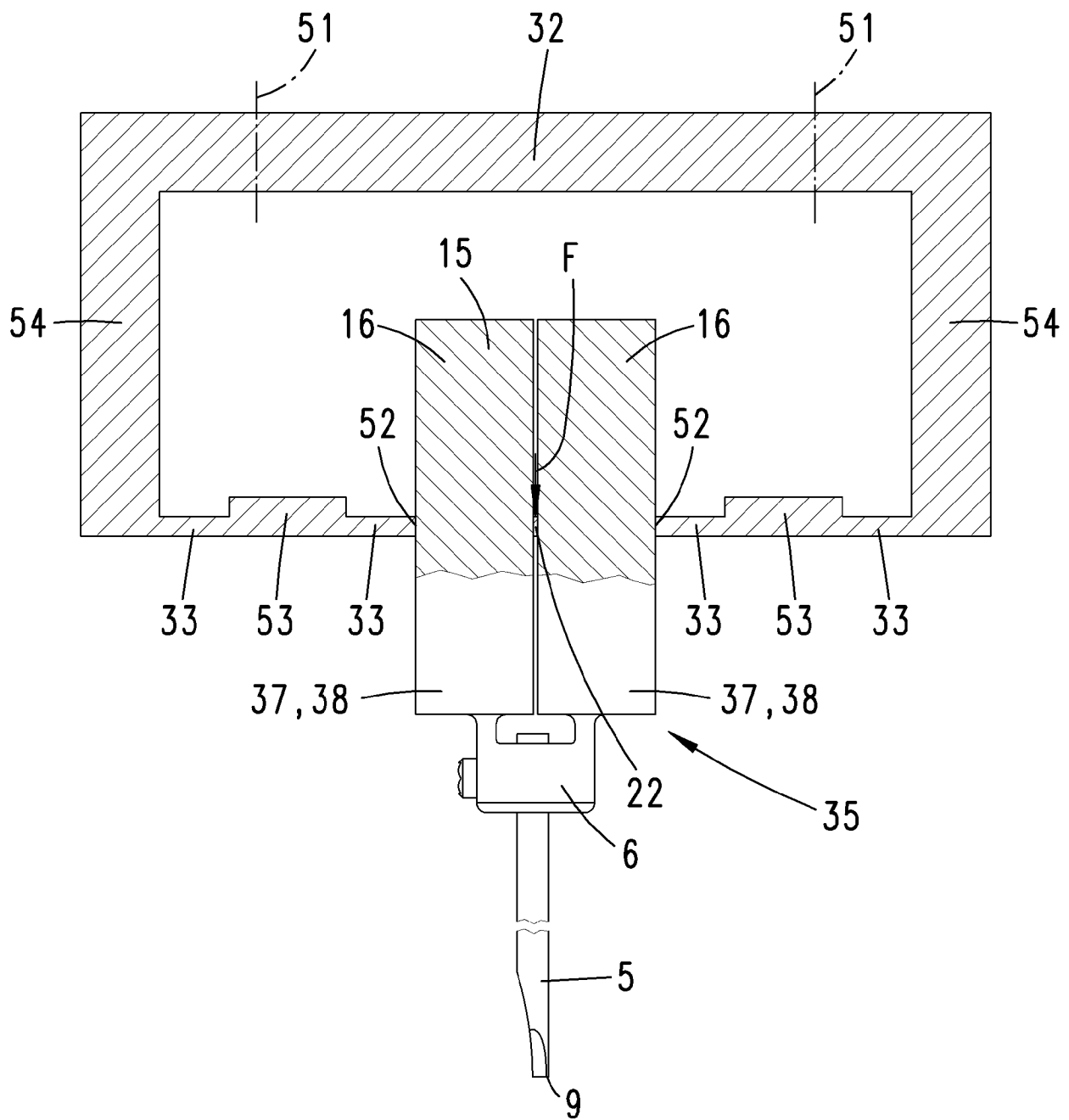


图 8

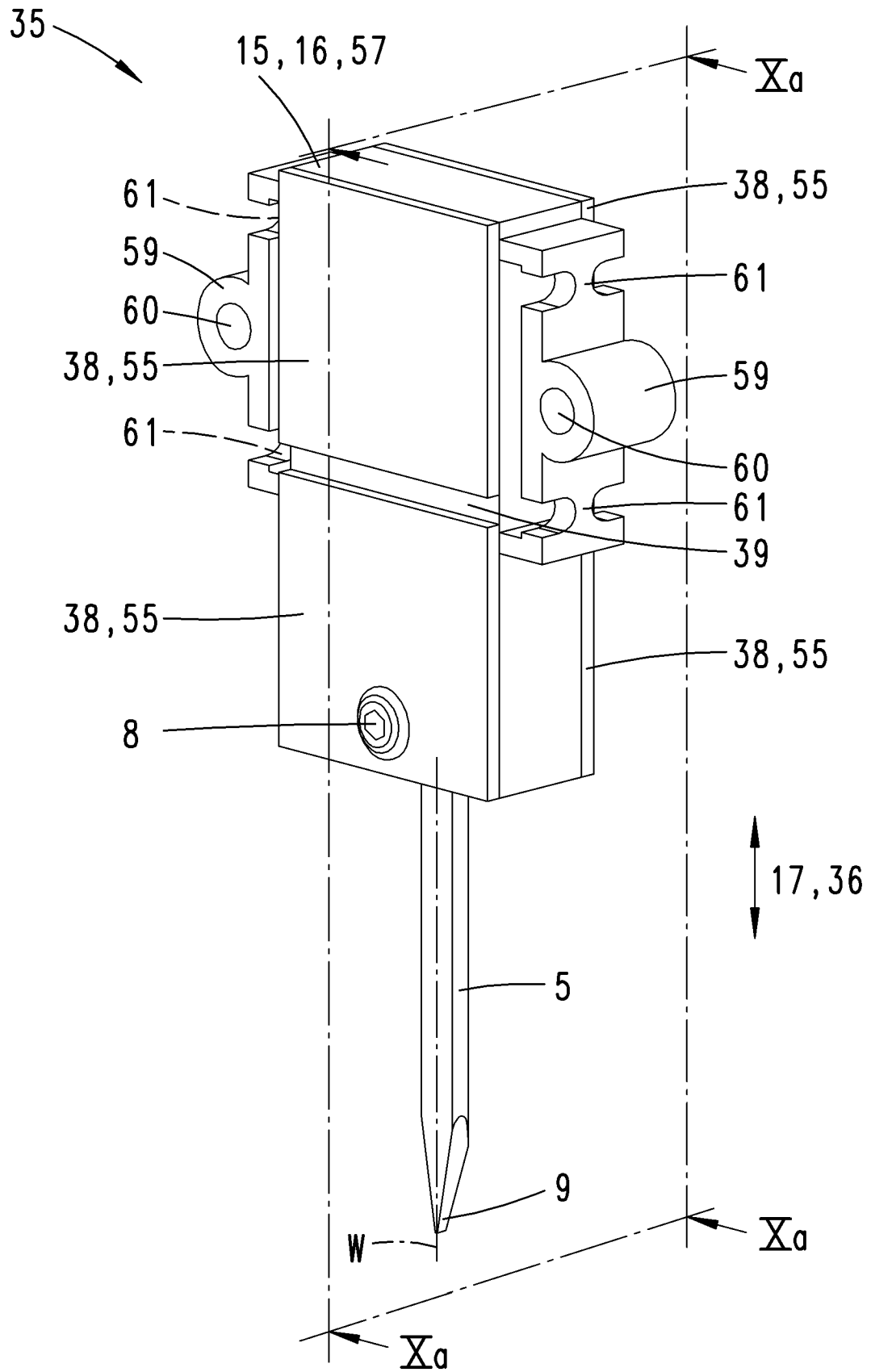


图 9

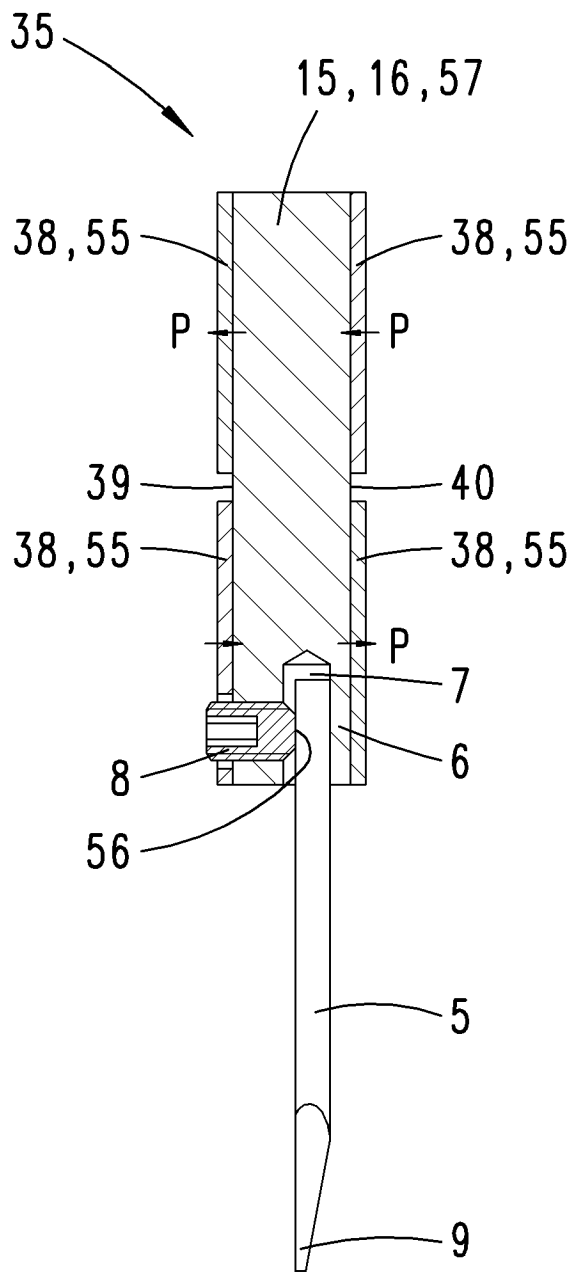


图 10a

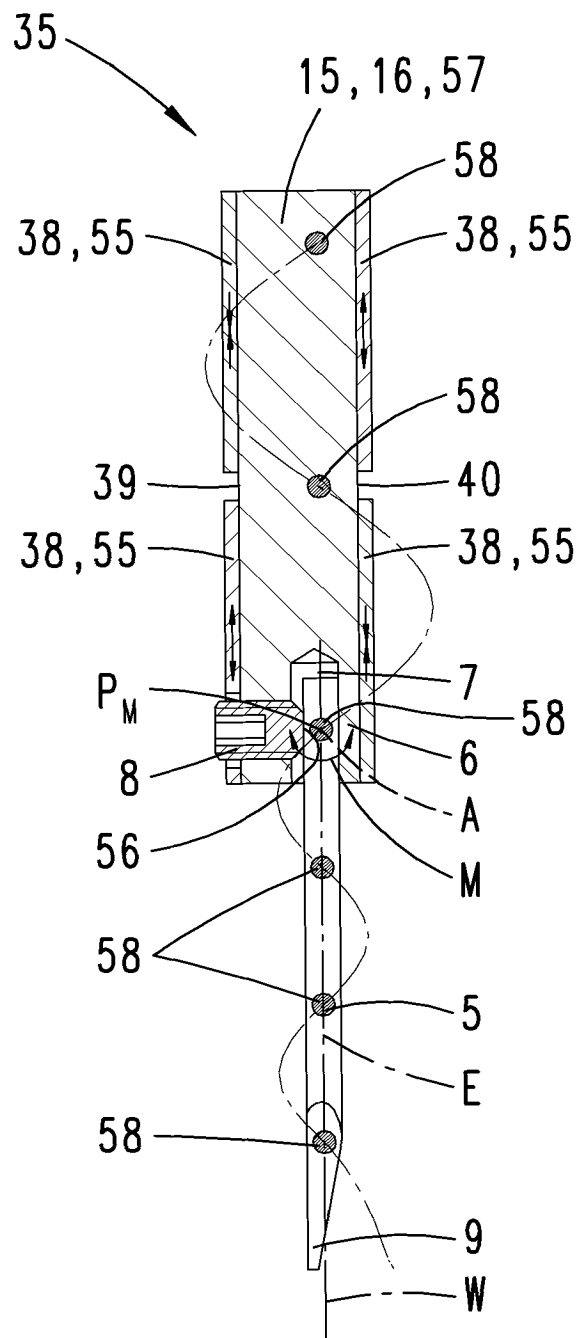


图 10b