



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103658958 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310423665. 9

(22) 申请日 2013. 09. 17

(30) 优先权数据

13/621299 2012. 09. 17 US

(71) 申请人 通用汽车环球科技运作有限责任公司

地址 美国密执安州

(72) 发明人 D. R. 西格勒 M. J. 卡拉古利斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 刘楨

(51) Int. Cl.

B23K 11/11 (2006. 01)

B23K 35/06 (2006. 01)

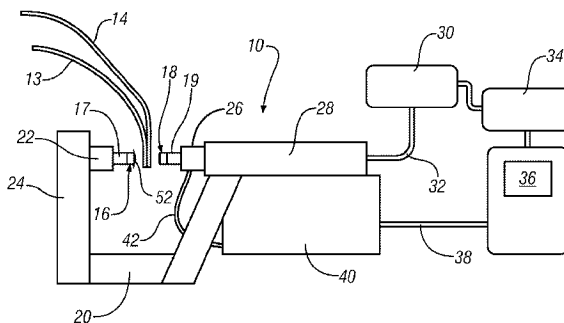
权利要求书1页 说明书7页 附图11页

(54) 发明名称

铝到铝以及钢到钢的电阻点焊

(57) 摘要

本发明涉及铝到铝以及钢到钢的电阻点焊。一种方法,用于使用同一焊接机进行多个铝到铝焊缝以及多个钢到钢的焊接的焊接,包括提供具有一对焊接电极的电阻点焊焊接机,电极表面的曲率半径在 20 毫米和 40 毫米之间的范围内。首先进行一系列铝到铝的焊接,然后,在完成了铝到铝的焊接之后,进行一系列钢到钢的焊接。在完成了钢到钢的焊接之后,靠研磨剂清理电极以清除铝在电极上的任何堆积或污物。如果电极已经成蘑菇形,那么,就提供电极的修整,然后执行喷砂清理以复原表面纹理。



1. 一种方法,用于使用同一焊接机进行多个铝到铝以及多个钢到钢的电阻焊接的焊接,包括:

提供具有一对焊接电极的电阻点焊焊接机,所述焊接电极具有曲率半径在 20 毫米和 40 毫米之间的范围内的电极表面,并且所述电极表面具有从电极表面突出的高度为 20 微米至 200 微米的多个同心环形隆起;

首先进行一系列铝到铝的焊接;

在完成了铝到铝的焊接之后,接下来进行一系列钢到钢的焊接;

在完成了钢到钢的焊接之后,接下来,在下次开始新的一系列铝到铝的焊接之前,清理和修整焊接电极以清除铝在所述电极上的任何堆积并且重新切削出高度为 20 微米至 200 微米的突出隆起环。

2. 如权利要求 1 所述的用于焊接的方法,进一步地包括,如果所述电极已经成蘑菇形了,则修整所述电极。

3. 如权利要求 1 所述的方法,进一步地包括,在完成钢到钢的焊接之后,测量所述电极以确定所述电极蘑菇形化的程度,并且,如果确定了蘑菇形化,则在所述电极重新纹理化之前重新修整所述电极。

4. 如权利要求 1 所述的方法,进一步地包括,铜电极的屈服强度至少为 400 兆帕。

5. 如权利要求 1 所述的方法,进一步地包括,铜电极的屈服强度优选为大于 500 兆帕。

6. 如权利要求 1 所述的方法,进一步地包括,所述电极是铜合金的,其不会在 400°C 的温度下软化。

7. 如权利要求 1 所述的方法,进一步地包括,所述电极的导电率大于 80% IACS 导电率并且优选为大于 90% IACS。

8. 如权利要求 1 所述的方法,进一步地包括,清理和重新修整是由切削刀片执行。

9. 如权利要求 1 所述的方法,进一步地包括,同心环形隆起的隆起与隆起之间的间距在 80 微米至 1500 微米的范围内。

10. 一种方法,用于使用同一焊接机进行多个铝到铝以及多个钢到钢的电阻焊接的焊接,包括:

提供具有一对焊接电极的电阻点焊焊接机,所述焊接电极具有曲率半径在 20 毫米和 40 毫米之间的范围内的电极表面,所述电极表面具有从电极表面突出的高度为 20 微米至 200 微米的多个同心环形隆起;铜电极的屈服强度至少为 400 兆帕,所述电极是铜合金的,其不会在 400°C 的温度下软化,所述电极的导电率大于 80% IACS 导电率并且优选为大于 90% IACS;

首先进行一系列铝到铝的焊接;

在完成了铝到铝的焊接之后,接下来进行一系列钢到钢的焊接;

在完成了钢到钢的焊接之后,接下来,在下次开始新的一系列铝到铝的焊接之前,清理和修整所述电极以清除铝的任何堆积并且重新切削出高度为 20 微米至 200 微米的突出隆起环。

铝到铝以及钢到钢的电阻点焊

技术领域

[0001] 本发明涉及将金属板焊接在一起,并且尤其提供一种方法,使用单个焊枪将铝板与铝板以及把钢板与钢板电阻点焊在一起。

背景技术

[0002] 汽车车身制造操作包括通过电阻点焊把两个金属薄板层连在一起。点焊操作通常是通过把金属薄板组装在合适的夹具或其它夹紧器具中然后把焊接电极压在邻接金属板的相对侧上来完成。焊接电极既提供夹紧力又传递焊接电流到与金属板的接触点。

[0003] 焊枪通常由机器人操作,因此,能够在特定的制造单元进行连续焊接。制造效率要求尽可能快速地连续进行焊接,从而减少组装车身所需的焊接机和机器人的数量。

[0004] 现代的机动车辆通常可以既采用钢板又采用铝板,从而最优化车身的强度和重量特性。因此,车身的焊接操作可以既包括焊接铝板到铝板,又包括焊接钢板到钢板。钢板通常电镀有镀锌层用作防腐蚀。

[0005] 关于钢的点焊,大家都知道,在许多焊接之后,归因于夹紧压力、高温和铜与镀锌钢表面的合金化的联合作用,铜电极将软化并且成蘑菇形。因此,现有技术已经承认,当铜电极用来焊接钢或镀锌钢时,必须定期修整电极以便整形电极以延长其使用年限并保持焊接质量。

[0006] 关于铜电极在焊接铝板上的使用,大家都知道,铝从铝薄板堆积到电极表面上会导致低熔点的 Cu-Al 低共熔混合物的形成,这最后在电极表面产生凹点。为了最小化点蚀反应,现有技术已经承认,用于焊接铝板的铜电极需要不定期地重修表面以便去除其表面的污物。

[0007] 因此,关于焊接铝到铝,转让给本发明的受让人的美国专利 6,861,609 通过用小砂粒喷砂或用砂纸打磨以便清理和复原铜电极的表面来使电极表面具有某种纹理。另外,也转让给本发明的受让人的 2006 年 9 月 28 日提交的美国专利申请序列号 11/536,001 公开了一种方法,用于使用工具修整铜电极的顶部并且在其上形成一系列同心环。在同心环形成期间切割或修整表面的目的既是为了清理电极表面也是为了形成纹理。

[0008] 因此,虽然现有技术已经发展了钢到钢的焊接技术和铝到铝的焊接技术,但是,还没有做到使用单个焊枪焊接钢到钢和铝到铝,这主要有两个原因。第一,以点焊这些材料中的一种为目的的焊接电极通常不适于点焊另一种材料。例如,用于点焊钢的球头电极在用于点焊铝时引起过多的薄板变形和焊接金属喷溅。第二,焊接电极传递的含铁粒子对铝板的污染能够引起电化腐蚀和过早的板恶化。

[0009] 因此,会想要提供对焊接过程的进一步改善,从而,单个焊枪使用同一对铜电极能够既进行钢板到钢板的焊接又进行铝板到铝板的焊接,而不会引起上面指出的问题。

发明内容

[0010] 一种方法,用于使用同一焊接机进行多个铝到铝焊缝以及多个钢到钢焊缝的焊

接,包括提供具有一对焊接电极的电阻点焊焊接机,所述焊接电极具有曲率半径在 20 毫米至 40 毫米的范围内的电极表面。选择的电极材料具有足够的高温强度,从而使钢焊接过程不会过分地软化电极并损坏用于铝点焊的纹理的有效性。进行一系列铝到铝的焊接,然后,在完成铝到铝的焊接之后,进行一系列钢到钢的焊接。在完成钢到钢的焊接之后,靠研磨剂清理焊接电极以清除铁在电极上的堆积或污物。如果电极已经形成蘑菇形,那么,就进行电极的修整,然后执行喷砂清理以复原表面纹理。

[0011] 本发明提供下列技术方案。

[0012] 1. 一种方法,用于使用同一焊接机进行多个铝到铝以及多个钢到钢的电阻焊接的焊接,包括:

提供具有一对焊接电极的电阻点焊焊接机,所述焊接电极具有曲率半径在 20 毫米和 40 毫米之间的范围内的电极表面,并且所述电极表面具有从电极表面突出的高度为 20 微米至 200 微米的多个同心环形隆起;

首先进行一系列铝到铝的焊接;

在完成了铝到铝的焊接之后,接下来进行一系列钢到钢的焊接;

在完成了钢到钢的焊接之后,接下来,在下次开始新的一系列铝到铝的焊接之前,清理和修整焊接电极以清除铝在电极上的任何堆积并且重新切削出高度为 20 微米至 200 微米的突出隆起环。

[0013] 2. 如技术方案 1 所述的用于焊接的方法,进一步地包括,如果电极已经成蘑菇形了,则修整电极。

[0014] 3. 如技术方案 1 所述的方法,进一步地包括,在完成钢到钢的焊接之后,测量电极以确定电极蘑菇形化的程度,并且,如果确定了蘑菇形化,则在对电极重新纹理化之前重新修整电极。

[0015] 4. 如技术方案 1 所述的方法,进一步地包括,铜电极的屈服强度至少为 400 兆帕。

[0016] 5. 如技术方案 1 所述的方法,进一步地包括,铜电极的屈服强度优选为大于 500 兆帕。

[0017] 6. 如技术方案 1 所述的方法,进一步地包括,电极是铜合金的,其不会在 400°C 的温度下软化。

[0018] 7. 如技术方案 1 所述的方法,进一步地包括,电极的导电率大于 80% IACS 导电率并且优选为大于 90% IACS。

[0019] 8. 如技术方案 1 所述的方法,进一步地包括,清理和重新修整是由切削刀片执行。

[0020] 9. 如技术方案 1 所述的方法,进一步地包括,同心环形隆起的隆起与隆起之间的间距在 80 微米至 1500 微米的范围内。

[0021] 10. 如技术方案 1 所述的方法,进一步地包括,环形隆起的宽度在 40 微米至 2000 微米的范围内。

[0022] 11. 如技术方案 1 所述的方法,进一步地包括,同心环形隆起的每一个的横截面都是圆形。

[0023] 12. 如技术方案 1 所述的方法,进一步地包括,如果确定铝到铝的焊接数量导致过多的点蚀或铝在电极上的堆积,那么就暂时停止铝到铝的焊接以在完成铝到铝的焊接且

进入钢到钢的焊接之前执行电极表面的中途清理和纹理化。

[0024] 13. 一种方法,用于使用同一焊接机进行多个铝到铝以及多个钢到钢的电阻焊接的焊接,包括:

提供具有一对焊接电极的电阻点焊焊接机,所述焊接电极具有曲率半径在 20 毫米和 40 毫米之间的范围内的电极表面,所述电极表面具有从电极表面突出的高度为 20 微米至 200 微米的多个同心环形隆起;铜电极的屈服强度至少为 400 兆帕,电极是铜合金的,其不会在 400°C 的温度下软化,电极的导电率大于 80% IACS 导电率并且优选为大于 90% IACS;首先进行一系列铝到铝的焊接;

在完成了铝到铝的焊接之后,接下来进行一系列钢到钢的焊接;

在完成了钢到钢的焊接之后,接下来,在下次开始新的一系列铝到铝的焊接之前,清理和修整焊接电极以清除铝的任何堆积并且重新切削出高度为 20 微米至 200 微米的突出隆起环。

[0025] 14. 如技术方案 13 所述的方法,进一步地包括,如果电极已经成蘑菇形了,则修整电极。

[0026] 15. 如技术方案 13 所述的方法,进一步地包括,在完成钢到钢的焊接之后,测量电极以确定电极蘑菇形化的程度,并且,如果确定了蘑菇形化,就在对电极重新纹理化之前重新修整电极。

[0027] 16. 如技术方案 13 所述的方法,进一步地包括,由切削刀片执行清理和重新纹理化,该切削刀片的切削面匹配多个同心环形隆起的形状。

[0028] 17. 如技术方案 13 所述的方法,进一步地包括,同心环形隆起的隆起与隆起之间的间距在 80 微米至 1500 微米的范围内。

[0029] 18. 如技术方案 13 所述的方法,进一步地包括,如果确定铝到铝的焊接数量导致过多的点蚀或铝在电极上的堆积,那么就暂时停止铝到铝的焊接以在完成铝到铝的焊接且进入钢到钢的焊接之前执行电极表面的中途清理和纹理化。

[0030] 19. 如技术方案 13 所述的方法,进一步地包括,环形隆起的宽度在 40 微米至 2000 微米的范围内。

[0031] 20. 如技术方案 13 所述的方法,进一步地包括,同心环形隆起的每一个的横截面都是圆形。

[0032] 通过下文提供的详细描述,本发明的更多适用领域将变得显而易见。应当理解,详细描述和特定例子虽然说明了本发明的示范性实施例,但是仅仅意图用于示例并且不意图限制本发明的范围。

附图说明

[0033] 通过详细描述和附图将更完整地理解本发明发明,其中:

图 1 是焊接设备的示意图,使用本发明的焊接电极点焊铝到铝以及钢到钢。

[0034] 图 2 是在本发明的实施中使用的电极的立体图。

[0035] 图 3 是图 2 所示电极的侧视图,去除了一些部分。

[0036] 图 4 是用砂轮进行清理和重新形成纹理的一对电极的侧视图。

[0037] 图 5 是用砂轮进行清理和重新形成纹理的这对电极的另一侧视图。

- [0038] 图 6 是用砂轮进行清理和重新形成纹理的一对电极的另一侧视图。
- [0039] 图 7 是在本发明的实施中使用的电极的另一实施例的立体图。
- [0040] 图 8 是图 7 所示电极的侧视图,去除了一些部分且取截面。
- [0041] 图 9 是图 8 的局部放大图。
- [0042] 图 10 是用切削刀片进行清理和修整的一对电极的侧视图。
- [0043] 图 11 是用切削刀片进行清理和修整的一对电极的另一侧视图。

具体实施方式

[0044] 图 1 是代表性点焊焊枪设备 10 的侧视示意图,带有点焊操作作用到的相关设备。在这样的操作中,准备要焊接的具有两个或更多金属薄板 13 和 14 的组件并且通过传送带或其它装置输送到焊枪设备 10。焊枪设备 10 通常安装在机器人上,机器人沿着金属薄板 13 和 14 移动焊枪设备 10 以快速地完成一系列独立的电阻点焊。金属板 13 和 14 能够是两块都是铝的,或者能够是两块都是钢的。

[0045] 在图 1 中,金属板 13 和 14 示为保持在焊枪臂 20 的一对沿轴向对齐且对立的电极 16 和 18 之间。焊枪臂 20 构造为 C 形,从而使得对立的电极 16 和 18 能够朝向且压在金属板 13 和 14 的对立侧上。在示出的布置中,电极 16 安装在焊柄 17 上,焊柄 17 插入夹持器 22 中,夹持器 22 连在焊枪臂 20 的固定臂 24 上。另一个电极 18 安装在焊柄 19 上并且插入另一夹持器 26 中,夹持器 26 支撑在气缸或伺服电动机 28 上。气缸或伺服电动机 28 适合于使电极 18 沿轴向移动成与板 14 的外表面夹紧接合。来自未示出的远程源的高压空气源输送空气通过可编程空气调节器 30、通过空气管道 32 到达气缸 28 以提供夹紧力。替代地,伺服电动机控制器给伺服电动机提供电流和电压以提供夹紧。在点焊工序期间,气压及时应用于气缸 28 或伺服电动机的运动使夹持器 26 前进,从而使电极 18 以大约为 500 至 1500 磅量级的力把板 13 和 14 压到固定电极 16 上。

[0046] 通常安装在机器人臂端部的焊枪 20 连接到机器人焊接控制器 34。控制器 34 管理并致动可编程空气调节器 30 以及焊接控制器 36。焊接控制器 36 调节给焊接变压器的初级焊接电流的传送,焊接变压器向电极供应电流。一有焊接控制器 36 的指令,初级电流经由初级电流线 38 输送给焊接变压器 40。焊接变压器 40 把初级电流转化成更低电压、更高电流的次级焊接电流,然后提供这个电流通过次级电流线 42 和电极夹持器 26 以及导电焊枪臂 20 和电极夹持器 22。

[0047] 现在转向图 2,公开了铜电极 16 的一种设计,其特别设计成完成钢板的焊接以及铝板的焊接。如图 2 所示,电极 16 具有圆筒形主体 50,带有截头圆锥形端部 52。主体 50 具有中空插口 51,该插口适合于容纳插入电极夹持器 22 的焊柄 17。截头圆锥形端部 52 的焊接表面 54 是冕状的。特别地,我们已经发现,电极焊接表面 54 的冕的曲率半径应当在 20 毫米和 40 毫米的范围内,从而提供有效进行铝到铝的焊接以及钢到钢的焊接的电极。我们已经发现,图 3 的电极 16 的弯曲焊接表面 54 的直径“B”是焊接电极设计的特点,并且电极焊接表面 54 的直径与铝到铝焊接的期望熔核尺寸有关。铝到铝的最小可接受熔核直径大约为 $4x(t)^{1/2}$,其中,t 是两块叠起来的铝板中较薄的铝板的厚度。我们已经发现,焊接表面 54 的直径 B 应至少比该可接受熔核直径大 1.5 毫米,并且优选地,电极焊接表面 54 的直径应至少比该可接受熔核直径大 3 毫米。作为一个例子,如果较薄的铝板的厚度是 1 毫米,那

么焊接 1 毫米厚的铝板的熔核直径应为 4 毫米, $4x(t)^{1/2}=4$ 毫米, 那么焊接表面 54 的直径将为 4 毫米加上至少 1.5 毫米。因此直径 B 将为 5.5 毫米直径。或者, 优选地, 焊接表面 54 的直径将为 4 毫米加上 3 毫米, 因此直径将为 7 毫米。

[0048] 另外, 我们已经发现, 电极表面 54 应形成纹理以提供 2 微米至 50 微米范围内的表面粗糙度从而穿透铝材料上的坚硬的附着氧化物。另外, 为了使电极工作顺利, 我们已经确定, 电极材料必须具有高导电率, 具有高硬度或屈服强度并且能够抵抗高温下的软化。电极屈服强度应至少为 400 兆帕, 并且优选为高于 500 兆帕 (MPa), 从而使纹理在使用中具有足够的耐久性。当合金暴露在钢的点焊期间获得的高温下时必须抵抗软化。我们已经发现, 合金必须在至少 400°C 的温度下不能软化, 并且优选为高于 500°C。最后, 合金必须具有足够的导电率以防止铝所需的强焊接电流通过时的过热。按照国际退火铜标准 (IACS), 这必须是大于 80% 的导电率, 并且优选为大于 90% IACS。

[0049] 另外, 我们已经确定, 在单个焊枪 (的用途) 用来进行铝板以及钢板的焊接的焊接操作期间, 它应包括在进行钢到钢的焊接之前完成全部铝到铝的焊接。特别地, 我们已经发现, 钢到钢的焊接的进行将引起锌和铁污物在铜电极上的堆积, 这些污物又将转移到铝板上并且妨碍在铝板中获得有效的耐腐蚀焊缝。然而, 虽然在铝到铝的焊接进行期间, 铝将被电极拾起 (pick up), 但是, 我们已经发现, 铝对钢焊缝的污染不如锌和铁对铝焊缝的污染那样成问题。因此, 已经确定, 铝到铝的连续焊接应当在钢到钢的焊接进行之前, 由此避免钢到钢焊缝产生的污物可能转移到铝到铝焊缝的情况。另外, 钢到钢的焊接的进行比铝到铝的焊接的进行更快地恶化纹理结构, 因此, 也表明铝到铝的焊接应当在钢到钢的焊接进行之前进行。

[0050] 还确定, 在进行钢到钢的连续焊接之后, 电极在再次开始铝到铝的焊接之前应当进行清理并且纹理化。在铝到铝的焊接之前对电极的清理和纹理化确保了没有来自镀锌钢板的铁或锌污物转移到铝板上并且电极具有适于铝焊接的纹理。

[0051] 另外, 如果期望延长的铝焊接, 铝焊接能够暂时停止并且能够进行中途的清理和纹理化操作以复原纹理并且清除铝的任何堆积, 从而避免电极表面 54 的腐蚀和点蚀, 这是在尝试太多的铝到铝的焊接时可能引起的。

[0052] 焊接电极的清理 / 纹理化能够通过使用柔性磨料例如橡胶底硅轮、黑金刚 - 紫金刚研磨轮 (Scotch-Brite wheel) 或不锈钢丝轮最有效地完成, 以既清理电极又复原期望的表面纹理。因此, 焊枪机器人将焊枪与磨料对齐, 然后, 磨料能够抵靠电极表面旋转。替代地, 磨料能够保持固定, 机器人能够旋转或使电极表面在固定的磨料的表面上平移。研磨剂既清除铝堆积, 又在表面形成一系列的凹槽或隆起以复原期望的表面纹理。清理过程必须清除已经堆积起来的全部污物并且在足够短的时间做这件事以免妨碍生产。

[0053] 图 4 示出柔性介质轮 56 的例子, 该轮绕水平轴 58 旋转, 使对立的电极 16 和 18 压在柔性介质轮 56 的轮缘 64 上。机器人可以按照箭头 68 的方向来回旋转电极 16 和 18, 从而使电极的表面 54 的冕状表面的全部被柔性介质轮 56 的轮缘 64 均匀地接触。

[0054] 图 5 示出刚性砂轮 74 的另一例子, 该轮绕水平轴 78 旋转, 使对立的电极 16 和 18 压在旋转砂轮 74 的对立面 80 和 82 上。在图 5 中, 砂轮 74 是刚性砂轮, 带有曲底凹槽 84 和 86, 它们配合电极表面 54 的弯曲。机器人可以按照箭头 88 的方向来回旋转电极 16 和 18, 从而使电极 16 和 18 的电极表面 54 的表面的全部将被砂轮 74 的表面 80 和 82 均匀地

接触。

[0055] 图 6 示出旋转砂轮 90 的另一例子,该轮 90 锁位在旋转齿轮 92 中,该旋转齿轮 92 绕轴线 96 旋转,该轴线 96 与对立的电极 16 和 18 的轴线一致,电极 16 和 18 压在旋转砂轮 90 的对立面 98 和 100 上。在图 6 中,砂轮 90 能够是刚性砂轮,带有曲底凹槽 104 和 106,它们配合电极表面 54 的弯曲。或者,砂轮能够是柔性介质,其服从电极表面的冕状形状。

[0056] 另外,我们已经发现,该方法应当包括监测电极的蘑菇形化事件,这通常发生在钢的点焊期间,归因于遇到的高温和压力。使用安装到机器人的伺服枪装置最容易实现该监测,该装置带有传感器来监测伺服压头位移。每个电极的长度能够通过让机器人使固定电极接触参考试块例如安装在固定位置的钢块来确定。对接触固定电极所需的机器人运动的监测将给出固定电极的长度。伺服枪的关闭和压头动作的监测将给出可动电极的长度。电极长度与早期确定的长度的比较用来确定电极由于蘑菇形化引起的缩短。一旦一个电极已经达到预定的缩短程度,将要重新修整电极并且确定新的长度参考点。对于未安装在机器人上的伺服枪,枪关闭仍然能够确定电极长度变化,但是,该关闭将给出两个电极的总变化,而不是单个电极的长度变化。电极长度的确定将优选为在操作站之间输送板且没有进行焊接的同时进行。优选地,在开始修整之前,缩短量不会超过 0.1 毫米。替代地,将设计机器人控制以追踪进行的焊接次数,特别是钢焊接,并且在预定数量时开始修整。修整电极以复原图 2 的形状。电极修整设备和过程是现有技术中众所周知的,以便使电极的形状复原到图 2 的形状。特别地,修整操作清除了蘑菇状材料并且复原电极表面 54 的期望表面直径和曲率半径。在被修整以复原合适形状之后,电极再次被磨料打磨以便复原期望的纹理化表面。

[0057] 图 7、8 和 9 示出本发明的另一实施例。在图 7 和 8 中,铜电极 116 具有圆形主体 150,带有截头圆锥形端部 152。主体 150 具有中空插口 151,该插口适合于容纳插入电极夹持器 22 的焊柄 17。截头圆锥形端部 152 的焊接表面 154 是冕状的。同图 1 至 6 的实施例一样,我们已经发现,电极焊接表面 154 的冕的曲率应当在 20 毫米和 40 毫米的范围内,从而提供能有效进行铝到铝的焊接以及钢到钢的焊接的电极。

[0058] 如图 7、8 和 9 所示,对电极 116 的焊接表面 154 进行机加工以提供从焊接表面 154 突出的多个同心布置的环形隆起 160。具体地,如图 7、8 和 9 的例子所示,多个环形隆起包括隆起 160a、160b、160c、160d 和 160e。如图 9 所示,环形隆起都从焊接表面 154 突出高度“H”,该高度在 20 微米和 200 微米的范围内,隆起与隆起之间的间距“S”在 80 微米至 1500 微米的范围内。环形隆起的宽度“W”在 40 微米至 2000 微米的范围内。

[0059] 环形隆起 160 优选为具有圆形横截面形状,如图 9 所示。替代地,环形隆起 160 的横截面能够更是三角形的或矩形的。虽然图 7、8 和 9 在此示出五个同心隆起,但是应当理解,可以采用更多数量或更少数量的环形隆起,取决于环形隆起的宽度和环形隆起之间间距的变化。

[0060] 同图 1 至 6 的例子一样,图 7、8 和 9 的电极在进行了钢到钢的连续焊接之后和在再次开始进行铝到铝的焊接之前将要进行清理和修整。参照图 10、11 和 12,示出用于清理和修整电极的机构。具体地,图 10 示出的例子中,修整工具 162 包括刀片 164,其具有用于清理和修整第一电极的上切削面 166 和用于同时清理和修整第二电极的焊接表面 154 的下切削面 168。通过未示出的驱动机构,刀片 164 将在电极之间快速旋转,而电极通常保持安

装在焊枪上。或者,替代地,电极能够安置在保持夹具中并且相对于固定的刀片 164 快速旋转。

[0061] 在图 11 中,修整工具 162 包括刀片 164,其具有带有上切剖面 166a 和下切剖面 168a 的槽 164a 和带有上切剖面 166b 和下切剖面 168b 的槽 164b。因此,把图 11 的修整工具看作具有与电极焊接表面 154 的更大接触区域并且可以更迅速地清理和修整焊接表面 154 的环形隆起 160。

[0062] 将意识到,使用图 7-9 的电极 116 的焊接过程的实施使用的过程参数将与在使用图 2 和 3 的电极时所描述的相同。在单个焊枪用来进行铝板以及钢板的焊接的焊接操作期间,它将包括在进行钢到钢的焊接之前完成全部的铝到铝的焊接。然后,在进行铝到铝的下一连续焊接之前,对焊接表面 154 进行清理和修整。此外,铜电极 116 的屈服强度优选为高于 500 兆帕,电极是铜合金的,其不会在 400°C 的温度下软化,电极的导电率大于 80% IACS 导电率并且优选为大于 90% IACS。

[0063] 因此,应当看出,本发明提供了一种新的改进的焊接方法,其能够使用单个焊枪在单个制造单元共同完成铝板到铝板以及钢板到钢板的焊接。

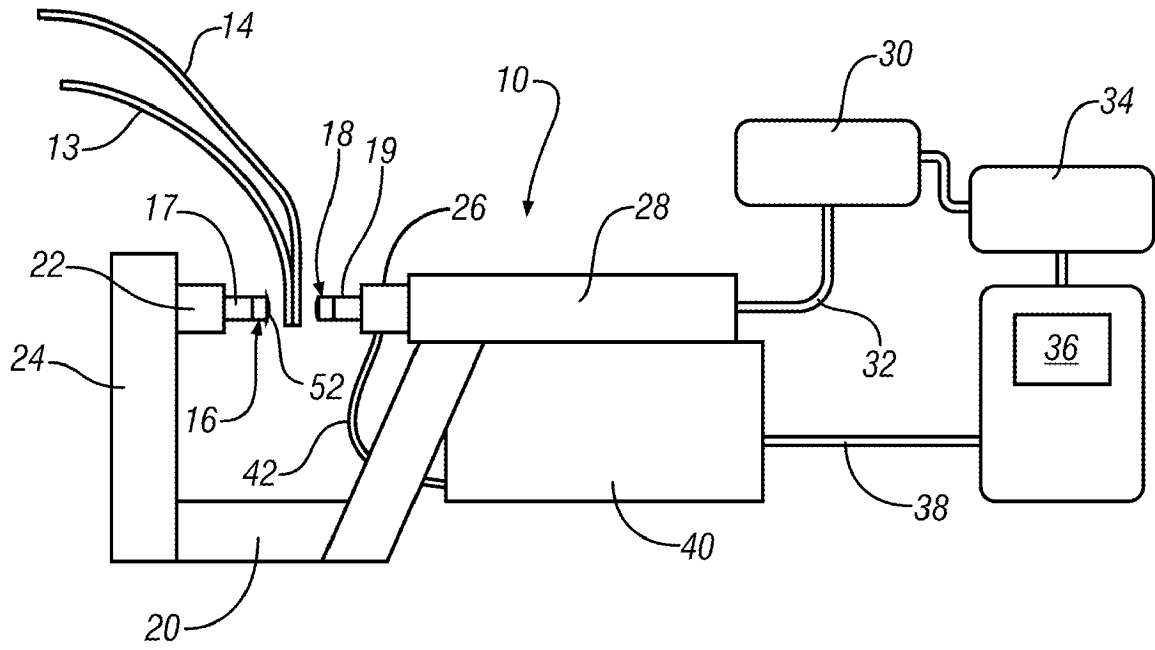


图 1

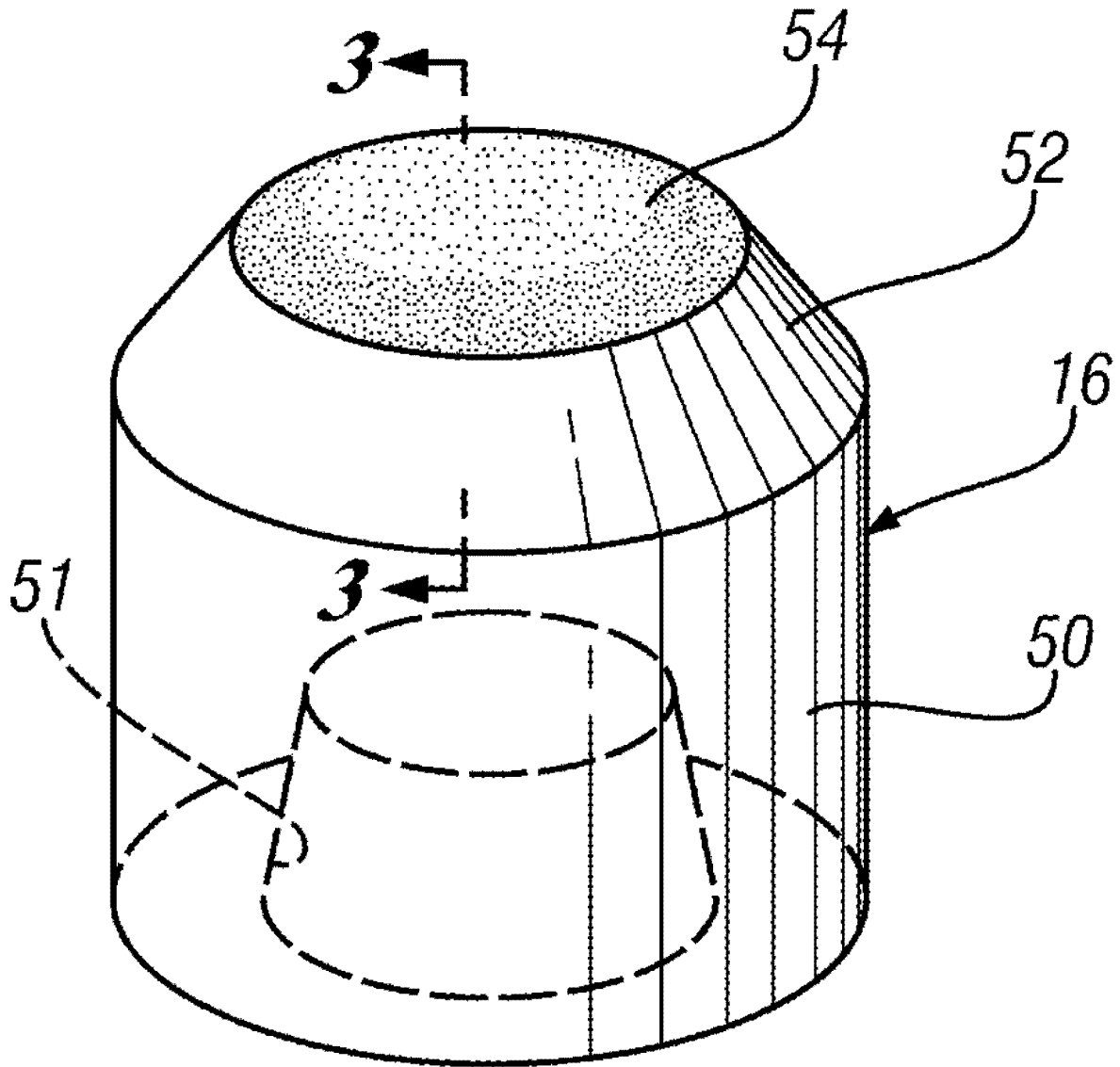


图 2

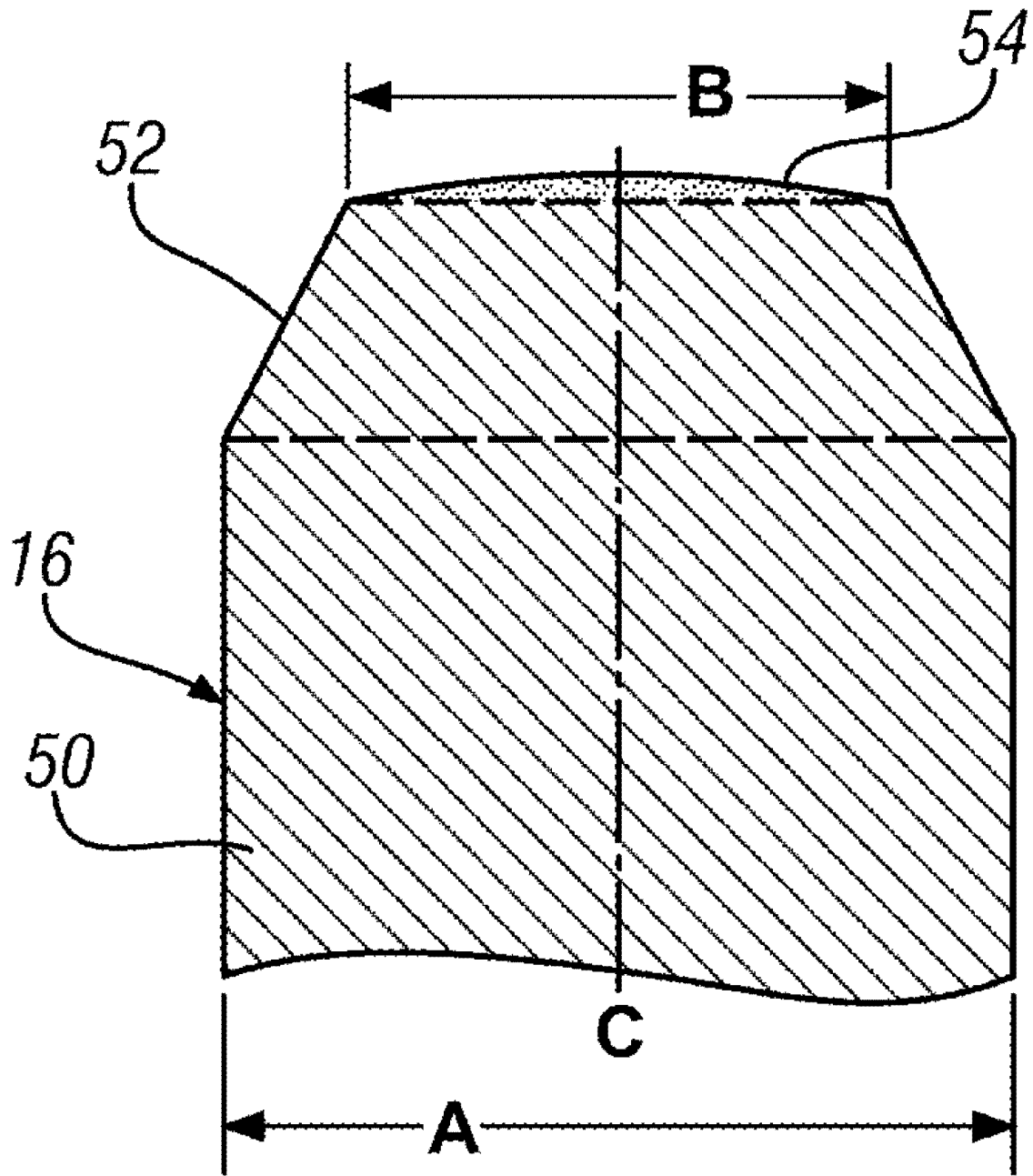


图 3

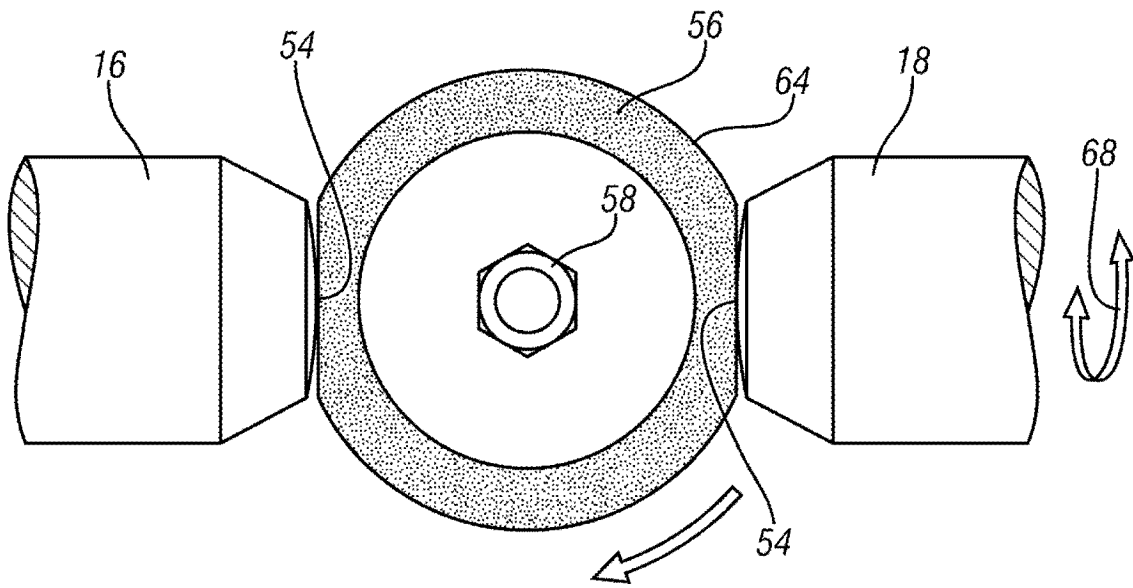


图 4

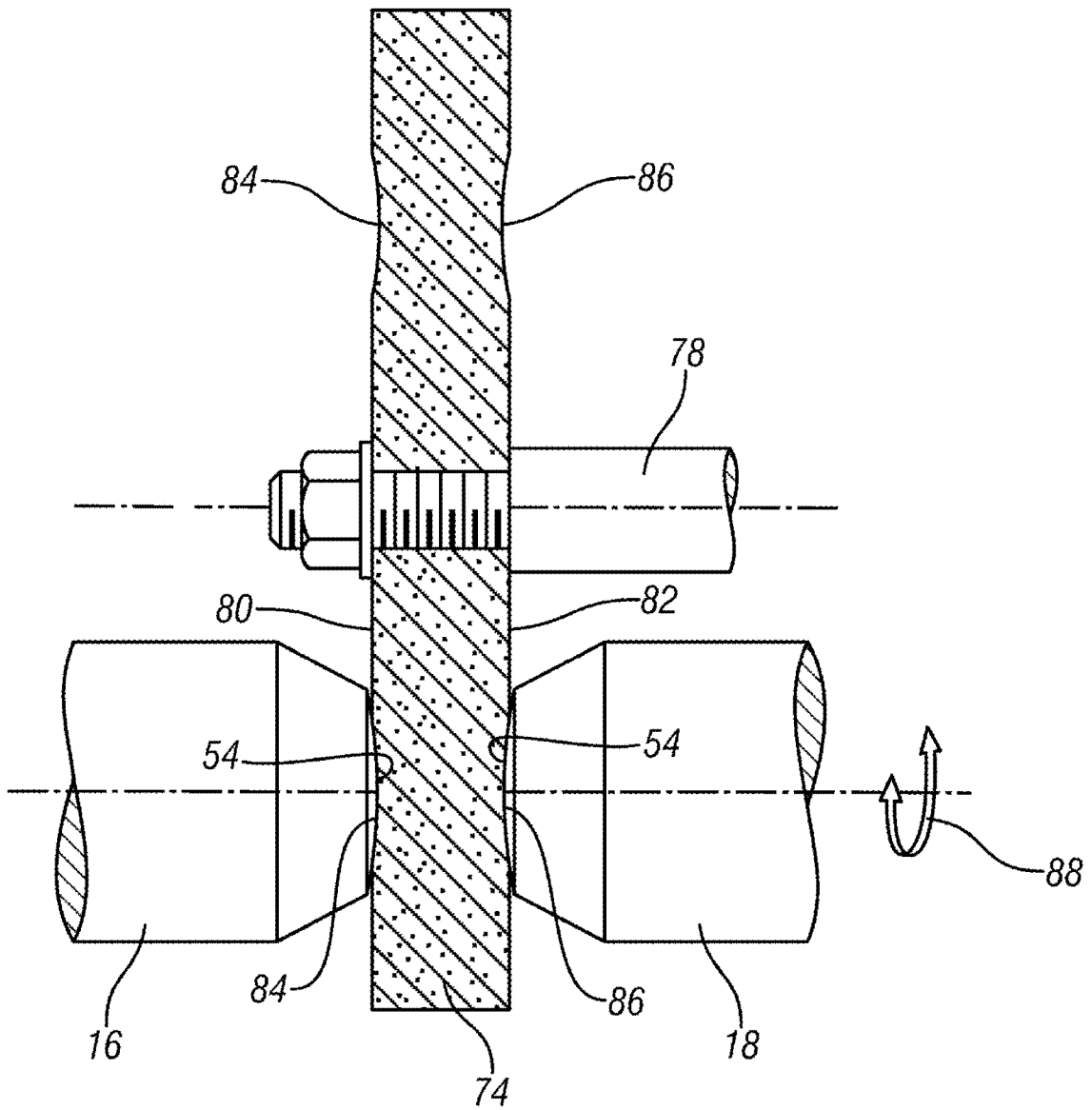


图 5

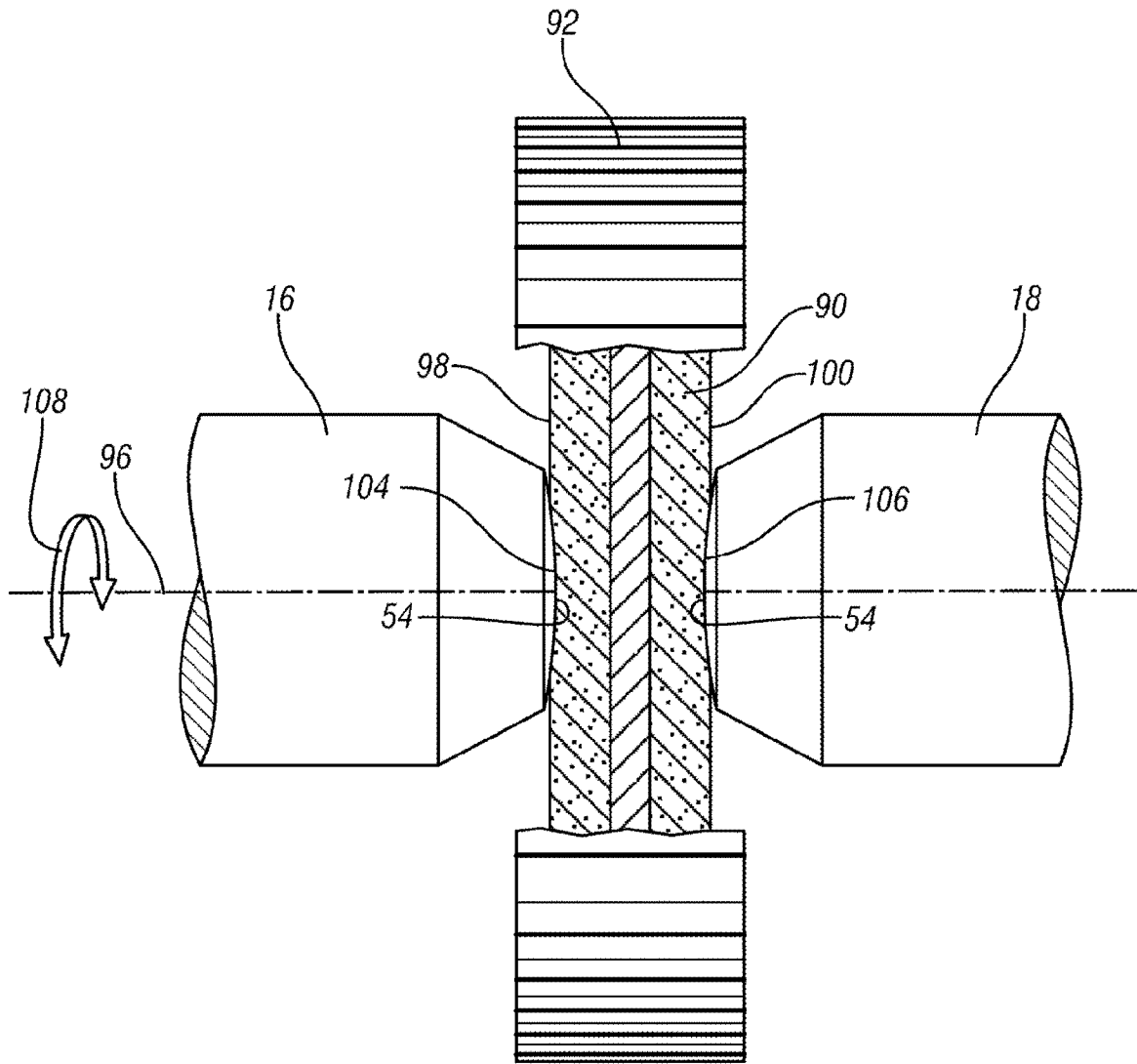


图 6

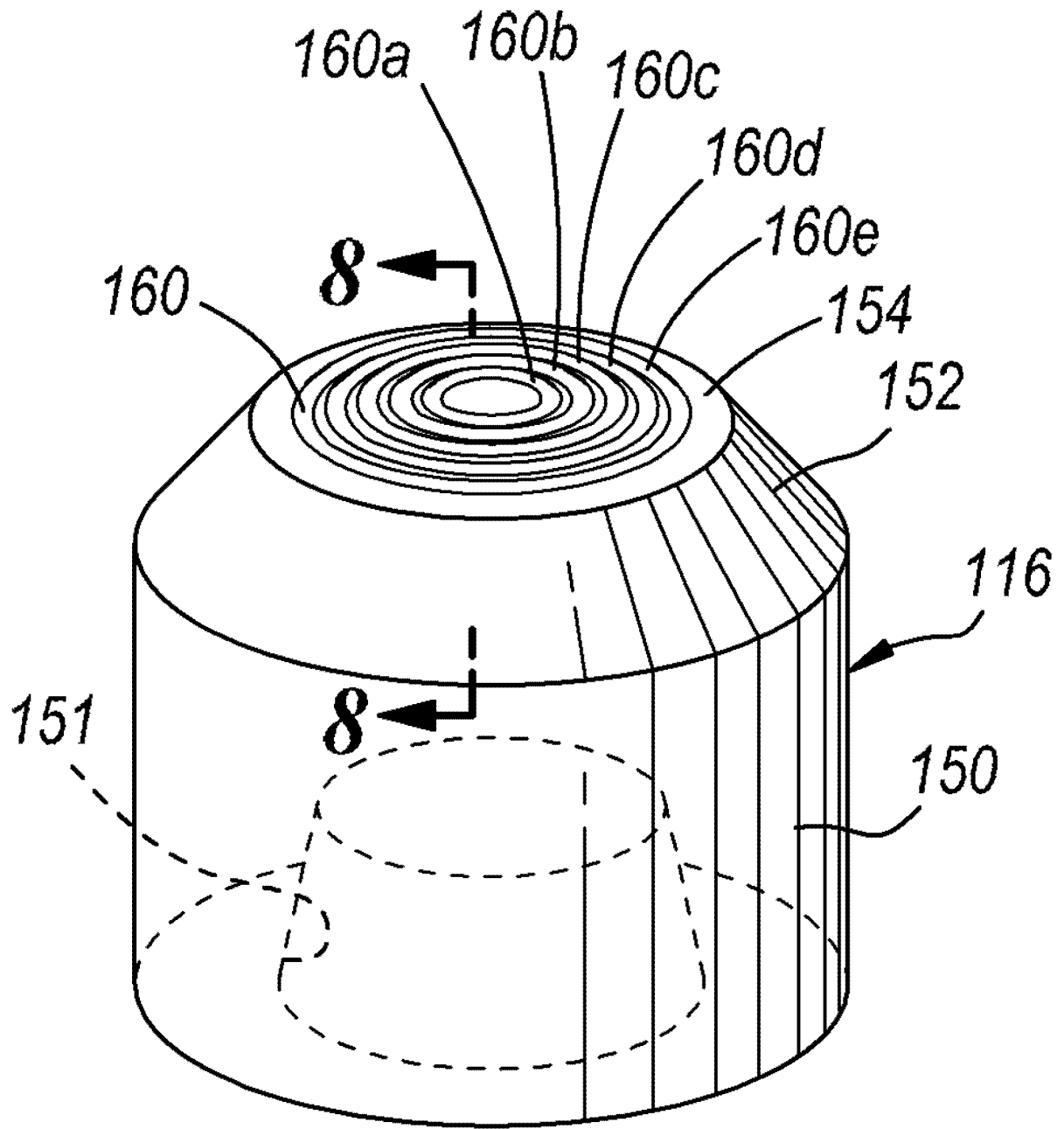


图 7

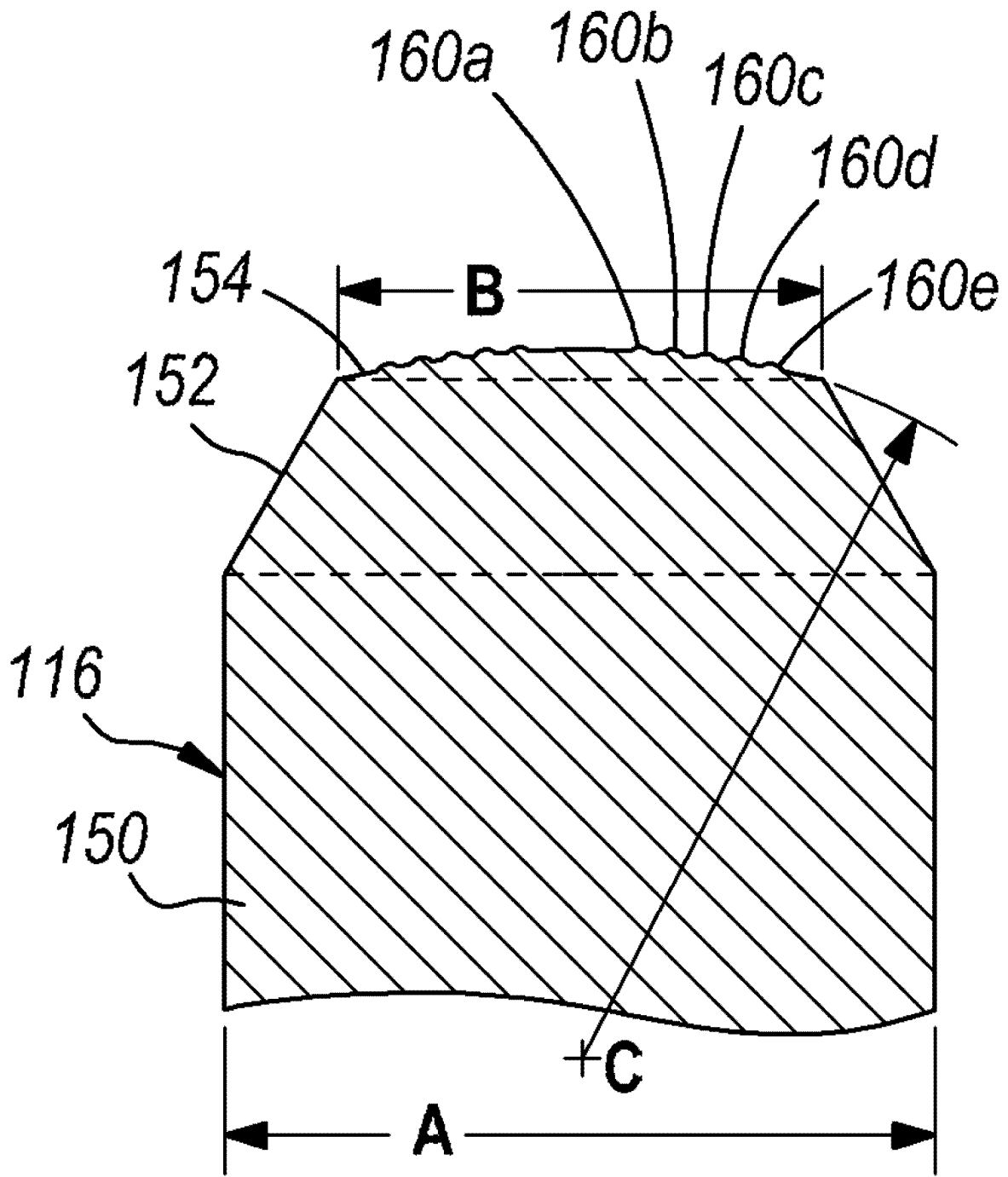


图 8

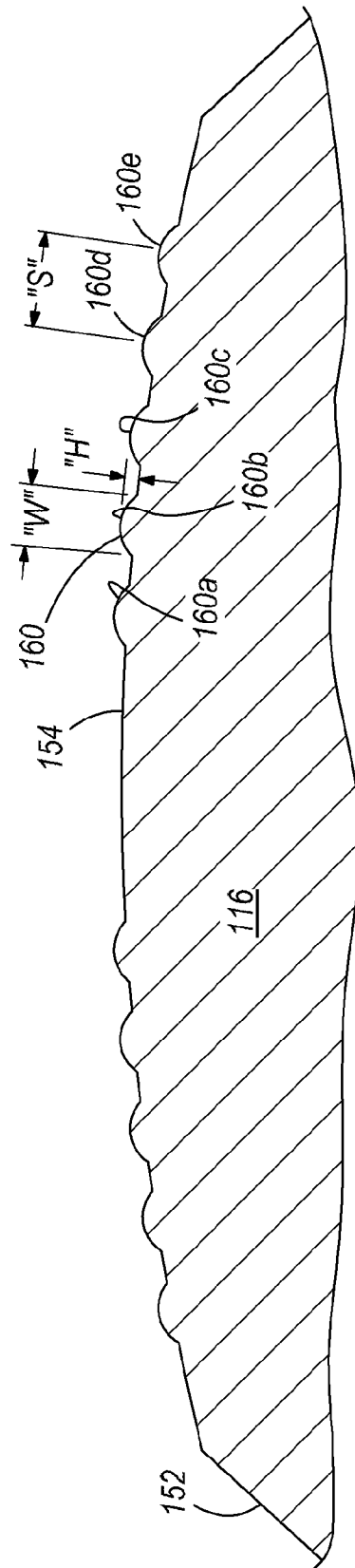


图 9

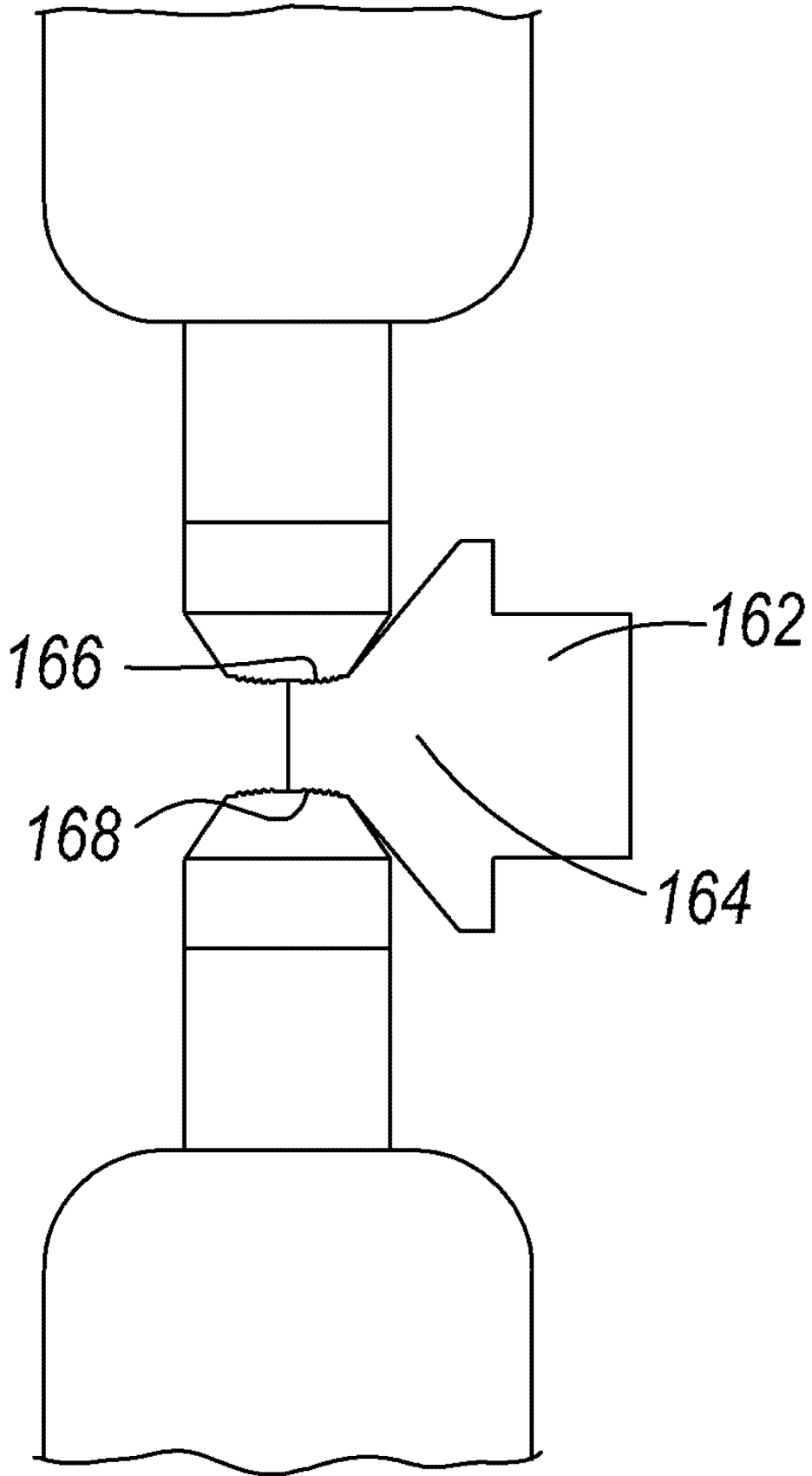


图 10

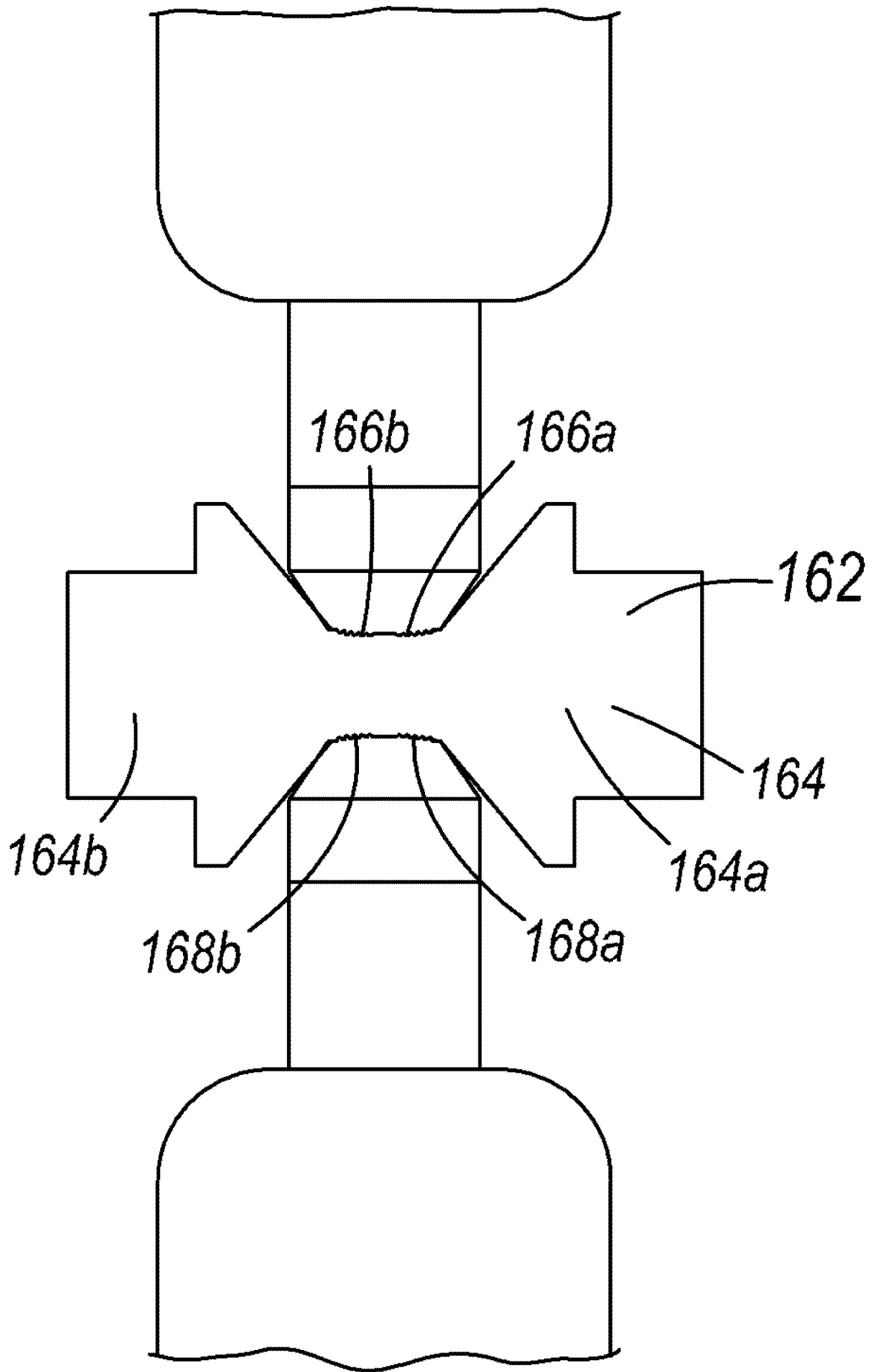


图 11