



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102935552 B

(45) 授权公告日 2015. 03. 25

(21) 申请号 201210479207. 2

夏良江. 浅析铝合金轮辋闪光对焊技术.《电焊机》.2000, 第30卷(第4期),

(22) 申请日 2012. 11. 23

审查员 曲霞

(73) 专利权人 贵州安大航空锻造有限责任公司

地址 561005 贵州省安顺市西秀区黄果树大街东段 322 号

(72) 发明人 邹伟 周红 叶俊青 江锦权
顾莉莉 邱伟 张桂兰

(51) Int. Cl.

B23K 11/04(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102500899 A, 2012. 06. 20,

CN 1233548 A, 1999. 11. 03,

JP 55-139186 A, 1980. 10. 30,

DE 3706316 C2, 1988. 09. 08,

SU 1775256 A1, 1992. 11. 15,

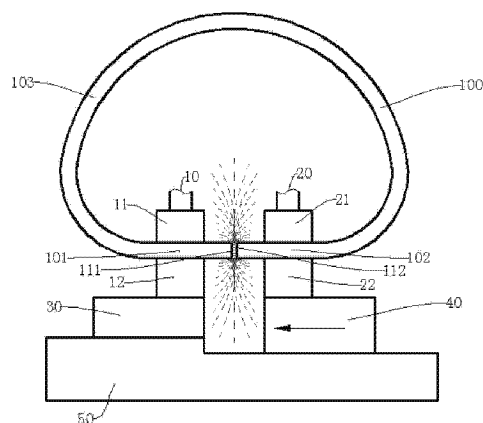
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

结构钢薄壁环件的闪光焊成形方法

(57) 摘要

本发明公开了一种结构钢薄壁环件的闪光焊成形方法,其步骤为:把带开口的D型环坯装进焊机,启动焊机使预热后的环坯开口闭合,在焊机的两极间施加7V~18V的电压,使环坯开口处的左、右端面通过电流密度为 $15\text{A}/\text{mm}^2 \sim 220\text{A}/\text{mm}^2$ 闪光电流发热熔化形成过梁并发生爆破后形成闪光;环坯的闪光烧损速度为 $3.6\text{mm}/\text{s} \sim 7.2\text{mm}/\text{s}$,驱动环坯的右端面以 $2.5\text{mm}/\text{s} \sim 4.0\text{mm}/\text{s}$ 的初速度和 $1.0\text{mm}/\text{s}^2 \sim 2.0\text{mm}/\text{s}^2$ 的加速度向左端面作加速进给运动,从而保证左、右端面之间的距离 $\leq 7\text{mm}$;闪光完成后,驱动环坯的右侧直边向左侧直边高速移动,在 $9\text{KN} \sim 15\text{KN}$ 的顶锻力作用下使左、右端面撞击在一起,形成闪光焊薄壁环件,并在顶锻力的作用下保压 $10\text{s} \sim 30\text{s}$ 。该方法能够使闪光过程持续稳定地进行,从而提高焊缝质量。



1. 一种结构钢薄壁环件的闪光焊成形方法,其特征在于,包括以下步骤:

把带开口的结构钢D形环坯装进功率为1000KVA的闪光对焊机,使其开口处左、右两侧的直边分别被所述焊机的左、右两侧带电极的夹紧装置以5KN~8KN的夹紧力夹紧;

在所述闪光对焊机的左、右两侧电极间施加7~18V的电压,启动移动压盘带动右侧夹紧装置在机座上左右平行移动,使D型环坯开口处的左、右两端面迅速接触,又迅速分开,形成断续闪光对左、右两端面进行预热,所述左、右两端面接触和分开45~75次后,每次通电时间0.02s,所述左、右两端面分别被加热到 $1180\pm 20^{\circ}\text{C}$;

启动所述焊机驱动D形环坯的右侧直边朝左侧直边方向移动使所述环坯的开口闭合,在所述焊机的两极间施加7V~18V的焊接电压,使所述环坯开口处的左端面与右端面上的细小接触点通过电流密度为 $15\text{A}/\text{mm}^2\sim 220\text{A}/\text{mm}^2$ 闪光电流后发热熔化,形成连接两端金属的液体过梁并发生爆破后高速向外喷射形成闪光,所述左、右两端面间的闪光烧损速度为 $3.6\text{mm}/\text{s}\sim 7.2\text{mm}/\text{s}$;接着驱动所述环坯开口处的右端面向左端面以 $2.5\text{mm}/\text{s}\sim 4.0\text{mm}/\text{s}$ 的初始速度和 $1.0\text{mm}/\text{s}^2\sim 2.0\text{mm}/\text{s}^2$ 的加速度作加速进给运动,所述左端面与右端面之间不断形成液体过梁和不断爆破,所述左端面与右端面之间的距离 $\leq 7\text{mm}$,闪光过程持续进行,直到经过3s~5s的闪光时间后达到预定的闪光留量15mm~25mm,闪光过程结束,被闪光烧化后的左端面和右端面之间被一层很薄的熔融金属覆盖;

驱动D型环坯的右侧直边以 $80\text{mm}/\text{s}\sim 120\text{mm}/\text{s}$ 的速度高速向左侧直边方向移动,使所述被闪光烧化后的右端面和左端面在9KN~15KN的顶锻力作用下撞击在一起,所述环坯被顶锻成形为闪光焊薄壁环件;

所述薄壁环件在顶锻力的作用下保压10s~30s后从焊机上拆卸出来。

2. 根据权利要求1所述的结构钢薄壁环件的闪光焊成形方法,其特征在于,所述闪光烧损速度满足以下条件:

$$V_1 \leq V_0 + \sqrt{14a}, \text{ 式中:}$$

V_1 ——闪光烧损速度 (mm/s);

V_0 ——闪光过程中D型环坯开口处的右端面向左端面进给时的初速度 (mm/s);

a ——闪光加速度 (mm/s^2)。

3. 根据权利要求1所述的结构钢薄壁环件的闪光焊成形方法,其特征在于:所述结构钢是38CrA。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的结构钢薄壁环件的闪光焊成形方法,其特征在于:所述环件的轴向截面尺寸最大是 $65\text{mm}\times 30\text{mm}$ 。

结构钢薄壁环件的闪光焊成形方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种焊接方法,特别是涉及了结构钢薄壁环件的闪光焊成形方法。

背景技术

[0002] 随着航空、航天、船舶、燃气轮机、风能、核能及轴承等行业对环件需求的增加,采用传统轧制方法成形的环件由于机械加工余量大、材料利用率低,不仅浪费大量的材料,而且还使环件的成本居高不下。而采用闪光焊接工艺生产的环件,机加余量少,材料利用率高,成本也随之大大降低,有利于使环件成形朝着精密成形技术方向发展。

[0003] 1999年11月3日公开的中国发明专利说明书CN 1233548A公开了一种汽车、摩托车铝合金车轮闪光焊接工艺,该工艺针对车轮采用的工艺流程为:前处理→焊接条件设定→装夹工件→闪光→顶锻→保压→松夹具→修整,解决了铝合金车轮环件的焊接成形技术问题,所述车轮即为薄壁环件。但是,在采用闪光焊工艺焊接薄壁环件例如结构钢薄壁环件的过程中,环坯焊缝处两端面之间的距离如果控制不好就会造成闪光中止,从而影响焊接的持续进行和焊缝质量,严重时还会造成焊接件报废。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种焊接时焊缝处的两端面之间通过保持一定的距离来实现结构钢薄壁环件的闪光焊成形方法,该方法能够使环件在闪光焊过程中持续地进行,从而提高焊接质量。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明所述结构钢薄壁环件的闪光焊成形方法,其技术方案包括以下步骤:

[0006] 把带开口的结构钢D形环坯装进功率为1000KVA的闪光对焊机,使其开口处左、右两侧的直边分别被所述焊机的左、右两侧带电极的夹紧装置以5KN~8KN的夹紧力夹紧;

[0007] 在所述闪光对焊机的左、右两侧电极间施加7~18V的电压,启动移动压盘带动右侧夹紧装置在机座上左右平行移动,使D型环坯开口处的左、右两端面迅速接触,又迅速分开,形成断续闪光对左、右两端面进行预热,所述左、右两端面接触和分开45~75次后,每次通电时间0.02s,所述左、右两端面分别被加热到 $1180\pm 20^{\circ}\text{C}$;

[0008] 启动所述焊机驱动D形环坯的右侧直边朝左侧直边方向移动使所述环坯的开口闭合,在所述焊机的两级间施加7V~18V的焊接电压,使所述环坯开口处的左端面与右端面上的细小接触点通过电流密度为 $15\text{A}/\text{mm}^2\sim 220\text{A}/\text{mm}^2$ 闪光电流后发热熔化,形成连接两端金属的液体过梁并发生爆破后高速向外喷射形成闪光,所述左、右两端面间的闪光烧损速度为 $3.6\text{mm}/\text{s}\sim 7.2\text{mm}/\text{s}$;接着驱动所述环坯开口处的右端面朝左端面以 $2.5\text{mm}/\text{s}\sim 4.0\text{mm}/\text{s}$ 的初始速度和 $1.0\text{mm}/\text{s}^2\sim 2.0\text{mm}/\text{s}^2$ 的加速度作加速进给运动,所述左端面与右端面之间不断形成液体过梁和不断爆破,所述左端面与右端面之间的距离 $\leq 7\text{mm}$,闪光过程持续进行,直到经过3s~5s的闪光时间后达到预定的闪光留量15mm~25mm,闪光过程结束,被闪光烧化后的左端面和右端面之间被一层很薄的熔融金属覆盖;

[0009] 驱动 D 型环坯的右侧直边以 80mm/s ~ 120mm/s 的速度高速向左侧直边方向移动, 使所述被闪光烧化后的右端面 and 左端面在 9KN ~ 15KN 的顶锻力作用下撞击在一起, 所述环坯被顶锻成形为闪光焊薄壁环件;

[0010] 所述薄壁环件在顶锻力的作用下保压 10s ~ 30s 后从焊机上拆卸出来。

[0011] 闪光过程中, 所述 D 型环坯开口处的右端面向左端面的初始进给速度、闪光加速度与闪光烧损速度之间的关系如下:

[0012] $V_1 \leq V_0 + \sqrt{14a}$, 式中:

[0013] V_1 ——闪光烧损速度 (mm/s);

[0014] V_0 ——闪光过程中 D 型环坯开口处的右端面向左端面进给时的初速度 (mm/s);

[0015] a ——闪光加速度 (mm/s²);

[0016] 所述结构钢优选为 38CrA 合金。

[0017] 所述环件的轴向截面尺寸最大为 65mm × 30mm。

[0018] 与现有技术相比, 本发明的有益效果如下:

[0019] 本发明所述结构钢薄壁环件的闪光焊成形方法, 在焊接过程中 D 型环坯开口处的左端面和右端面之间的距离必须小于或等于一定值, 才能保证接触点不断被熔化和被闪光爆破出去, 这是熔融金属形成过梁的必要条件。对于本发明采用功率为 1000KVA 的闪光对焊机来说, 在给定的工艺参数条件下, 这一定值等于 7mm, 因此, 所述左端面和右端面之间的距离必须 $\leq 7\text{mm}$, 才能保证闪光过程持续进行, 提高焊接质量; 若所述左端面和右端面之间的距离大于 7mm, 熔融金属就无法形成过梁, 导致闪光过程出现断路情况从而造成闪光中止, 影响焊接进度并有可能造成焊接件报废。

[0020] 闪光过程中, 由于 D 型环坯开口处的右端面向左端面的进给速度 V_2 是随着时间而逐渐增大的, 而闪光烧损速度 V_1 在给定工艺参数条件下是不变的, 因此, 闪光开始初期 $V_2 < V_1$, 所述左端面和右端面之间的间距不断增大, 当所述左端面和右端面之间的间距 = 7mm, 达到了熔融金属形成过梁的临界值, $V_2 = V_1$; 若此时继续在 $V_2 < V_1$ 的条件下继续闪光, 将导致所述左端面和右端面之间的间距 $> 7\text{mm}$, 所述左端面和右端面之间就无法形成过梁而产生断路, 闪光中止。因此, 当所述左端面和右端面之间的间距达到 7mm 后, 必须在 $V_2 > V_1$ 的条件下继续闪光, 才能使所述左端面和右端面之间的间距逐步缩小, 使闪光过程得以持续和稳定地进行, 直到闪光过程结束所述左、右两端面的接触面被一层很薄的熔融金属覆盖为止。

[0021] 设所述右端面向左端面进给的初始速度为 V_0 , 则有:

[0022] 式①: $V_2 = V_0 + at$;

[0023] 由于所述左、右端面闪光烧损掉的距离为 $V_1 t$, 所述右端面向左端面的进给距离为

$V_0 t + \frac{1}{2} at^2$, 要使所述左端面和右端面之间的距离 $\leq 7\text{mm}$, 则有:

[0024] 式②: $V_1 t - (V_0 t + \frac{1}{2} at^2) \leq 7$

[0025] 当所述左端面和右端面之间的间距 = 7mm, 达到了熔融金属形成过梁的临界值, 则有:

[0026] 式③: $V_2 = V_1$

[0027] 由上述式①~式③可推导出: $V_1 \leq V_0 + \sqrt{14a}$

[0028] 因此,闪光过程中,D型环坯开口处的右端面朝左端面的初始进给速度闪光加速度与闪光烧损速度如果满足 $V_1 \leq V_0 + \sqrt{14a}$,就能够使所述环件在闪光焊过程中持续稳定地进行,获得性能良好的焊接部。

[0029] 以牌号为 38CrA 的结构钢薄壁环件为例,经热处理后检测该合金薄壁环件焊接部的室温拉伸性能,其抗拉强度为 825MPa (大于设计使用要求的 796.5MPa),断后伸长率为 7% (大于设计使用要求的 6%)。

附图说明

[0030] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

[0031] 图 1 是 D 型环坯装进闪光对焊机的示意图。

[0032] 图 2 是 D 型环坯的闪光阶段示意图。

[0033] 图 3 是 D 型环坯开口处闪光结束后的示意图。

[0034] 图 4 是 D 型环坯开口处的顶锻示意图。

[0035] 图 5 是焊接成形的薄壁环件示意图。

具体实施方式

[0036] 实施本发明所述的结构钢薄壁环件的闪光焊成形方法需要提供闪光对焊机、机械手等设备。下面以我国材料牌号为 38CrA 的结构钢为例来详细说明该方法的具体实施方式:

[0037] 该合金的主要化学元素含量(重量百分比)为:含 C 量 0.34%~0.42%、含 Mn 量 0.50%~0.80%、含 Si 量 0.17%~0.37%、含 S 量 $\leq 0.015\%$ 、含 P 量 $\leq 0.025\%$ 、含 Cr 量 0.08%~1.10%、含 Ni 量 $\leq 0.40\%$ 、含 Cu 量 ≤ 0.25 、余量为 Fe。

[0038] 该合金薄壁环件的闪光焊成形工艺步骤如下:

[0039] 步骤 1:装机。如图 1 所示,把带开口的 38CrA 合金 D 形环坯装进功率为 1000KVA 的闪光对焊机,所述 D 形环坯由左侧直边 101、右侧直边 102 和弧形边 103 组成,在其开口 110 处对应于左侧直边 101 的一侧具有左端面 111,对应于右侧直边 102 的一侧具有右端面 112。装机时,把所述 D 型环坯的左侧直边 101 装进闪光对焊机的左侧夹紧装置 10 中,由左侧夹紧装置 10 的上夹钳 11 和下夹钳 12(电极)分别从左侧直边 101 的上、下端面夹紧左侧直边 101,夹紧力是 5KN~8KN;把所述 D 型环坯的右侧直边 102 装进闪光对焊机的右侧夹紧装置 20 中,由右侧夹紧装置 20 的上夹钳 21 和下夹钳 22(电极)分别从右侧直边 102 的上、下端面夹紧右侧直边 102,夹紧力是 5KN~8KN,使左侧直边 101 和右侧直边 102 的上、下端面和前后端面分别对齐。所述左侧夹紧装置 10 安装在闪光对焊机的固定压盘 30 上,右侧夹紧装置 20 安装在闪光对焊机的移动压盘 40 上,固定压盘 30 和移动压盘 40 安装在闪光对焊机的机座上,移动压盘 40 能带动右侧夹紧装置 20 在机座上朝固定压盘 30 方向来回平行移动使 D 型环坯的开口 110 张开或闭合。

[0040] 步骤 2:预热。在闪光对焊机的左侧下夹钳 12(电极)与右侧下夹钳 22(电极)两

级间施加 7 ~ 18V 的电压,启动移动压盘 40 带动右侧夹紧装置 20 在机座上左右平行移动使 D 型环坯的开口 110 处的左端面 111 与右端面 112 迅速接触,又迅速分开,形成断续闪光对左端面 111 与右端面 112 进行预热,所述开口 110 闭合和分开 45 ~ 75 次后,每次通电时间 0.02s,所述左端面 111 与右端面 112 分别被加热到 $1180 \pm 20^{\circ}\text{C}$ 。

[0041] 步骤 3:闪光。如图 2 所示,启动移动压盘 40 带动右侧夹紧装置 20 在机座上朝固定压盘方向移动,使 D 型环坯的开口 110 处的左端面 111 与右端面 112 接触后开口 110 处于闭合状态;在闪光对焊机的两级间施加 7V ~ 18V 的焊接电压,所述左端面 111 与右端面 112 上的细小接触点由于有电流密度为 $15\text{A}/\text{mm}^2 \sim 220\text{A}/\text{mm}^2$ 闪光电流通过形成电阻并发热,这些接触点的金属很快被熔化,形成连接两端金属的液体“过梁”,这些液体“过梁”在电、热、力共同作用下爆破,高速向外喷射形成闪光,所述左、右两端面间的闪光烧损速度 $3.6\text{mm}/\text{s} \sim 7.2\text{mm}/\text{s}$;之后移动压盘 40 朝固定压盘方向移动使 D 型环坯开口 110 处的右端面 112 向左端面 111 作初始速度为 $2.5\text{mm}/\text{s} \sim 4.0\text{mm}/\text{s}$ 、加速度为 $1.0\text{mm}/\text{s}^2 \sim 2.0\text{mm}/\text{s}^2$ 的加速进给运动,所述左端面 111 与右端面 112 之间不断形成“过梁”和不断爆破,所述左端面 111 与右端面 112 之间的距离始终保持 $\leq 7\text{mm}$,闪光过程持续进行,直到经过 3s ~ 5s 的闪光时间后达到预定的闪光留量 15mm ~ 25mm,闪光过程结束,如图 3 所示,被闪光烧化后的左端面 111' 和右端面 112' 的两端面接触面被一层很薄的熔融金属覆盖,两端面接触面温度达到金属的熔点,而且趋于稳定均匀。

[0042] 闪光过程中,为保持闪光过程能够持续和稳定地进行,D 型环坯开口 110 处的右端面 112 向左端面 111 的初始进给速度、闪光加速度应与闪光烧损速度相互匹配,即:

[0043] $V_1 \leq V_0 + \sqrt{14a}$, 式中:

[0044] V_1 ——闪光烧损速度 (mm/s);

[0045] V_0 ——闪光过程中 D 型环坯开口处的右端面向左端面进给时的初速度 (mm/s);

[0046] a ——闪光加速度 (mm/s^2);

[0047] 由于闪光对焊机的功率是一定值,在设定完焊接参数后,闪光过程中闪光对焊机对焊接端面施加的能量也是一定值,因此,在给定材料的情况下,闪光烧损速度和闪光加速度也是一定值。

[0048] 步骤 4:顶锻。如图 4 所示,闪光结束后,使移动压盘 40 带动右侧夹紧装置 20 在机座上朝固定压盘方向以 $80\text{mm}/\text{s} \sim 120\text{mm}/\text{s}$ 的速度高速移动,D 型环坯被闪光烧化后的左端面 111' 和右端面 112' 两端面在 9KN ~ 15KN 的顶锻力 F 作用下撞击在一起,所述两端面之间的熔融金属和金属氧化物全部被排挤到工件表面,左端面 111' 和右端面 112' 两接触面产生塑性变形使两个端面上的金属与金属之间紧密接触,D 型环坯被顶锻成形为如图 5 所示的闪光焊薄壁环件 200,所述薄壁环件 200 具有焊接部 201。

[0049] 步骤 5:保压。将焊接成形的薄壁环件 200 在顶锻力的作用下保持 10s ~ 30s,待焊缝充分结合后便可从闪光对焊机上拆卸出来。

[0050] 采用上述方法焊接成形的 38CrA 结构钢薄壁环件,其轴向截面尺寸最大为 $65\text{mm} \times 30\text{mm}$,其中,65mm 是指环件沿轴向的高度,30mm 是指环件沿径向的壁厚。

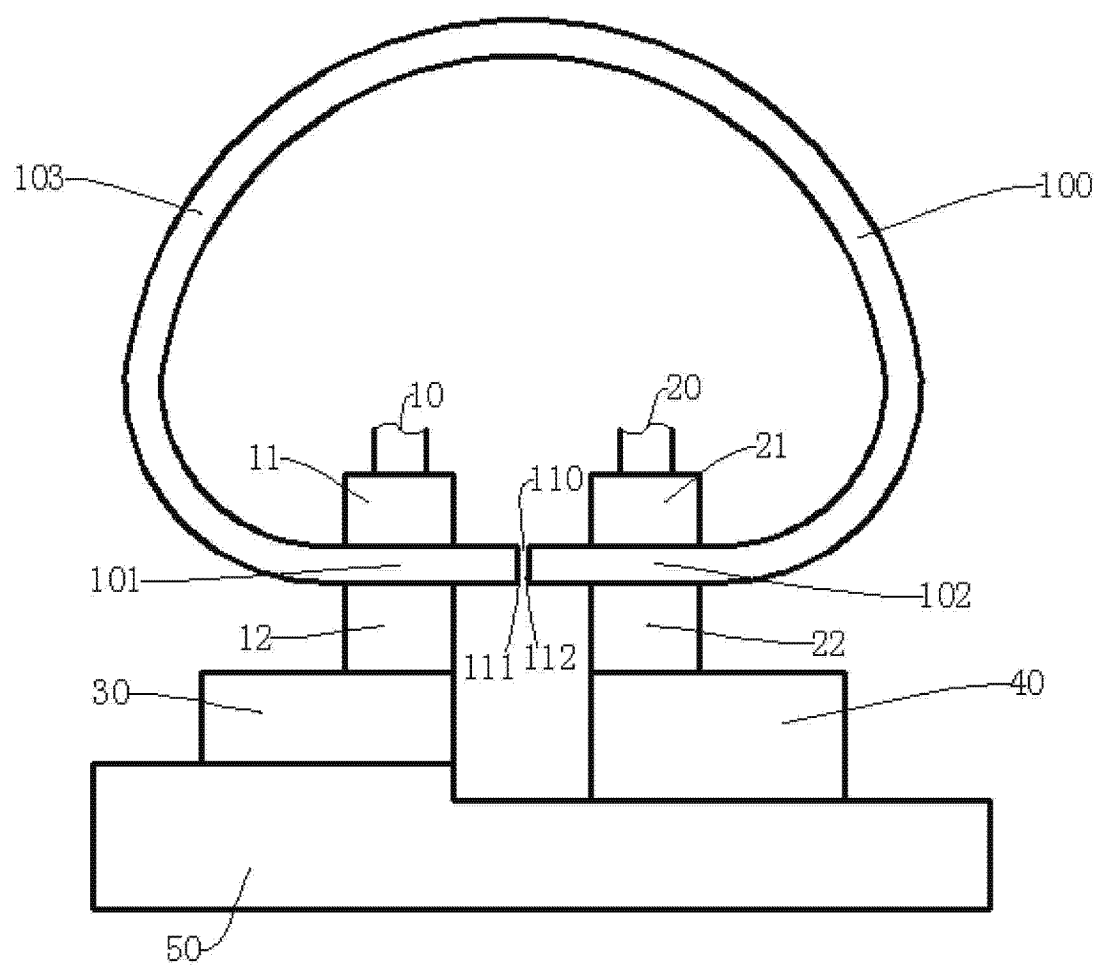


图 1

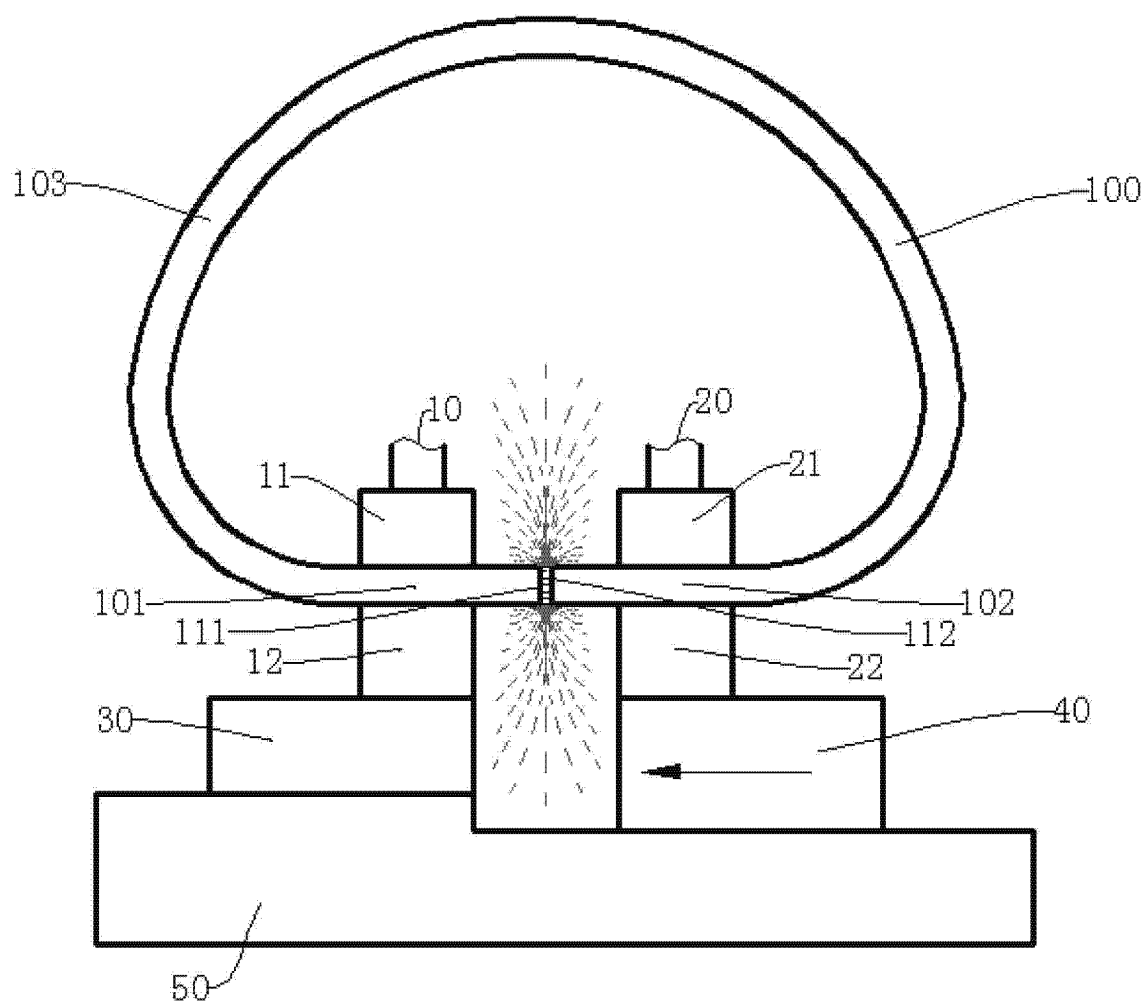


图 2

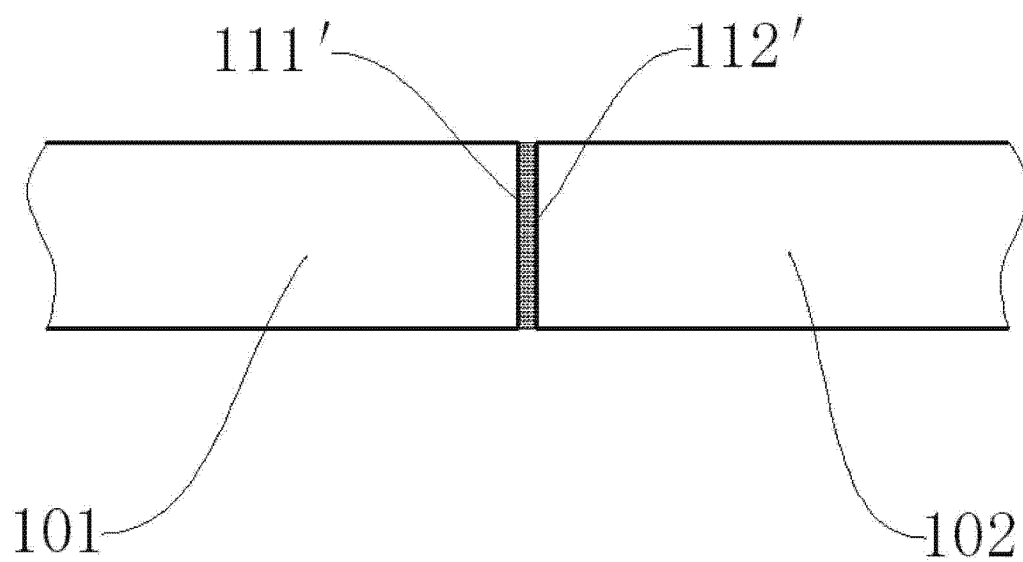


图 3

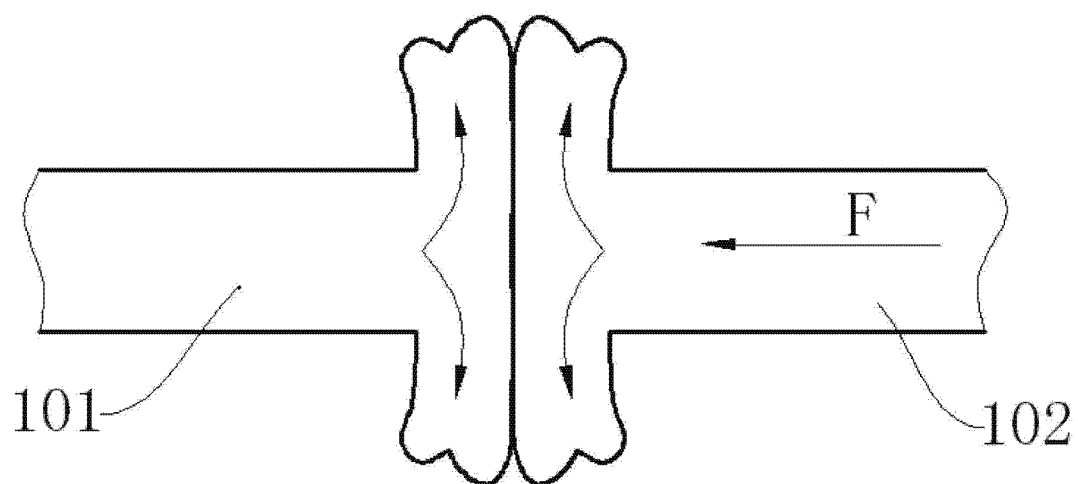


图 4

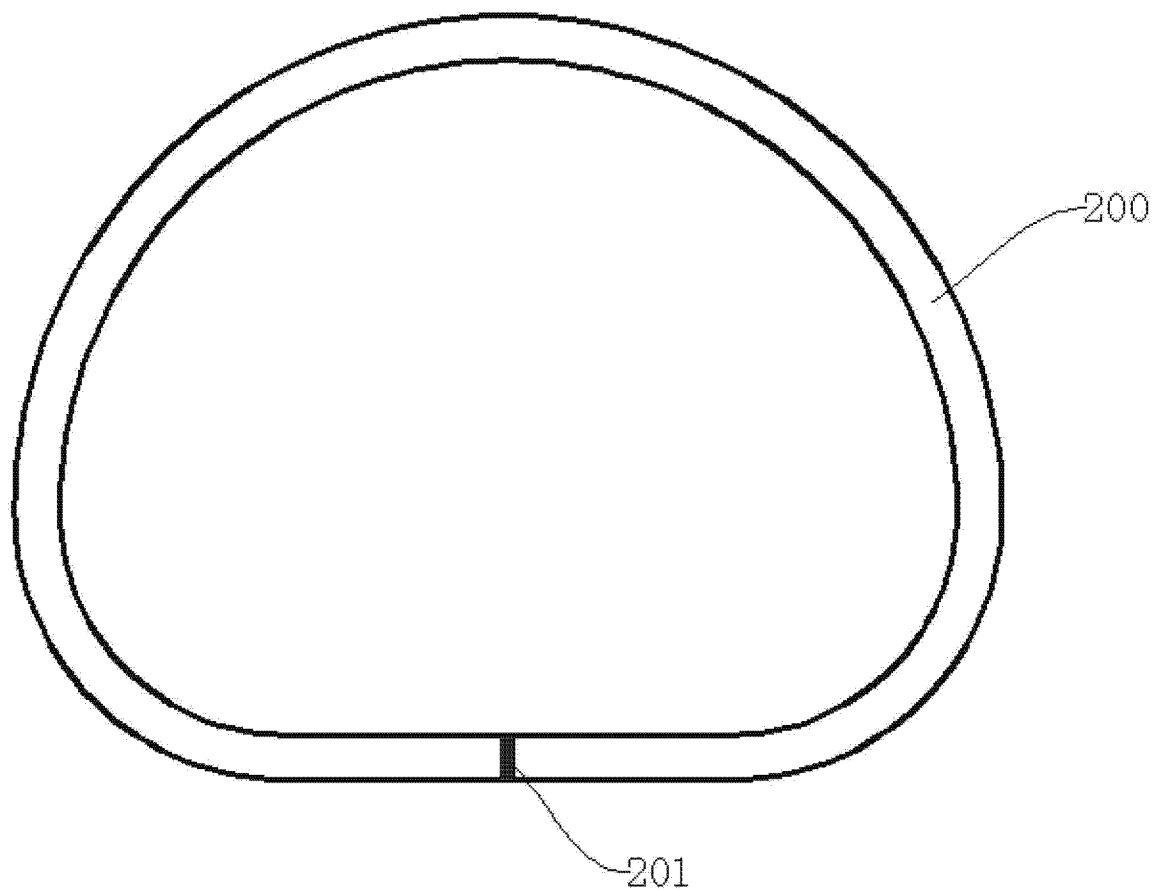


图 5