



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104930241 B

(45)授权公告日 2018.09.28

(21)申请号 201410101289.6

(22)申请日 2014.03.19

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104930241 A

(43)申请公布日 2015.09.23

(73)专利权人 浙江三花智能控制股份有限公司

地址 312500 浙江省绍兴市新昌七星街道
下礼泉村

(72)发明人 不公告发明人

(51)Int.Cl.

F16K 31/06(2006.01)

F25B 41/06(2006.01)

F16K 1/32(2006.01)

审查员 许亭

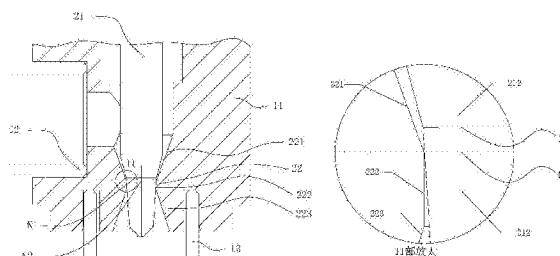
权利要求书1页 说明书6页 附图9页

(54)发明名称

电子膨胀阀

(57)摘要

本发明公开了一种电子膨胀阀,包括电磁线圈、设有阀口的阀体、与阀口配合以对电子膨胀阀进行流量调节的阀针,其特征在于,所述阀针包括主体段、与所述主体段相邻设置的第一锥面部,所述阀口包括一个等径的直段部,当所述电磁线圈施加0脉冲时,所述直段部与所述阀针不接触,并且所述直段部的顶端所在平面与所述阀针的相交面位于所述第一锥面部上;本发明提供的电子膨胀阀,在低脉冲阶段就可以精确地调节流量,并且流量曲线中不存在流量值不变的区间,可以充分利用小脉冲区域进行流量调节,扩大了电子膨胀阀的调节范围。



1. 电子膨胀阀, 包括:

电磁线圈, 所述电磁线圈施加脉冲, 使所述电子膨胀阀响应脉冲进行动作;

阀体, 所述阀体上开设有阀口;

与阀口配合以对所述电子膨胀阀进行流量调节的阀针;

其特征在于,

所述阀针包括主体段、与所述主体段相邻设置的第一锥面部, 所述阀口包括一个等径的直段部, 当所述电磁线圈施加0脉冲时, 所述直段部与所述阀针不接触, 并且所述直段部的顶端所在平面与所述阀针的相交面位于所述第一锥面部上。

2. 如权利要求1所述的电子膨胀阀, 其特征在于, 所述阀口还具有第一阀口锥面、第二阀口锥面, 所述第一阀口锥面和所述第二阀口锥面设置在所述直段部的两端, 且均沿着背离所述直段部的轴向方向延伸并且内径逐渐增大。

3. 如权利要求2所述的电子膨胀阀, 其特征在于, 所述第一阀口锥面与所述直段部的交界线所在的平面与所述阀针的相交面位于所述第一锥面部上。

4. 如权利要求1或3所述的电子膨胀阀, 其特征在于, 所述第一锥面部的最大直径大于所述直段部的内径。

5. 电子膨胀阀, 包括:

电磁线圈, 所述电磁线圈施加脉冲, 使所述电子膨胀阀响应脉冲进行动作;

阀体, 所述阀体上开设有阀口;

与阀口配合以对所述电子膨胀阀进行流量调节的阀针;

其特征在于, 所述阀针包括依次相邻设置的主体段、第一阀针锥面、第二阀针锥面, 所述第一阀针锥面的锥度大于所述第二阀针锥面的锥度, 所述阀口包括一个等径的直段部, 当所述电磁线圈施加0脉冲时, 所述直段部与所述阀针不接触, 所述直段部的顶端所在平面与所述阀针的相交面位于所述第二阀针锥面上。

6. 如权利要求5所述的电子膨胀阀, 其特征在于, 所述阀口还具有第一阀口锥面、第二阀口锥面, 所述第一阀口锥面和所述第二阀口锥面设置在所述直段部的两端, 且均沿着背离所述直段部的轴向方向延伸并且内径逐渐增大; 所述第一阀口锥面与所述直段部的交界线所在的平面与所述阀针的相交面位于所述第二阀针锥面上。

7. 如权利要求5或6所述的电子膨胀阀, 其特征在于, 所述第二阀口锥面的最大直径大于所述直段部的内径。

8. 如权利要求5所述的电子膨胀阀, 其特征在于, 所述阀口包括直段部和锥面部, 所述直段部的顶端所在平面与所述阀针的相交面位于所述第二阀针锥面上, 所述第二阀针锥面的最大直径大于所述直段部的内径。

9. 如权利要求1所述的电子膨胀阀, 其特征在于, 所述阀口包括直段部和锥面部, 所述直段部的顶端所在平面与所述阀针的相交面位于所述第一锥面部上。

电子膨胀阀

技术领域

[0001] 本发明涉及流体控制部件技术领域,特别涉及一种电子膨胀阀。

背景技术

[0002] 在制冷制热技术领域,电子膨胀阀是制冷制热设备的冷媒流量控制部件,其工作过程一般为:随着线圈装置的通电或断电,驱动阀针调节阀口的开度,从而精确调节冷媒的流量。

[0003] 在有些系统中,当电子膨胀阀处于全关状态时发生失效,或者控制系统出现故障时,如果压缩机继续运转,会造成制冷回路的局部抽真空,进而会损害压缩机甚至损坏整个制冷系统。因此,在这些系统中,逐渐使用全闭有流量的电子膨胀阀来代替普通的全闭无流量电子膨胀阀,所谓全闭有流量,是指电子膨胀阀的阀针处于关闭阀口的状态时,仍然具有一定的流量,这样就可以有效避免电子膨胀阀处于全关状态时因压缩机继续运转而导致制冷系统回路真空的问题。

[0004] 在现有技术中,全闭有流量电子膨胀阀通常采用切槽型和间隙型两种结构来实现,下面结合附图分别进行说明。

[0005] 请参照图1、图2,其中,图1是切槽型电子膨胀阀开阀过程中的阀针与阀口配合结构示意图,图2是切槽型电子膨胀阀的流量曲线。

[0006] 所谓切槽型,是指在电子膨胀阀的阀口部位切槽,使得阀口密封不完整,这样,当电子膨胀阀处于全关状态时,阀针与阀口之间由于切槽的存在而不能完全密封,仍有少量的流体从切槽部位通过,从而实现电子膨胀阀全闭有流量。

[0007] 阀针18设置有密封锥面181和调节锥面182,其中,密封锥面181用于和阀口17接触以实现密封或部分密封(因图1为切槽型,阀口部位设置有切槽以保持一定的流量,因此阀针18无法完全对阀口进行密封)。为了防止自锁,通常将密封锥面181的锥角设置为大于45度。如图1(a)所示,为了取得并设定0脉冲流量值,通常采取施加0~X1脉冲,使阀针18与阀口17充分接触。此时阀针处于关闭阀口状态,密封锥面181与阀口17接触,其接触部位位于密封锥面181上,该接触部位所在的阀口平面P1高于阀针18的密封锥面181与调节锥面182之间的交界处所在的阀针平面P2(请参照I部放大图)。这样,结合图2可知,0~X1脉冲区域的流量即为0脉冲流量值,该流量值与切槽的深度有关,在切槽的实际加工过程中,由于材料本身硬度的差异,以及加工过程的差异,无法保证切槽的深度完全一致,这样,0脉冲流量值就不能完全受控;此外,0~X1脉冲区度的宽度又与调试有关,调试过程中的误差会令X1在一定范围内波动,一般误差能达到40脉冲,从而会影响电子膨胀阀调节的精度。

[0008] 由于密封锥面181与调节锥面182的锥度不一致,会导致流量变化率不同,在开阀过程中,拐点经过阀口前即图1所示的X2脉冲位置时,密封锥面181与阀口17接触部位所在的阀口平面P1与密封锥面181与调节锥面182之间交界处所在的阀针平面P2重合,如图1(b)所示。随着阀针18的进一步上移,X3脉冲时阀针与阀口的对应位置如图1(c)所示,最终阀口处于全开状态,如图1(d)所示,流量曲线在X3与X4之间的拐点可根据实际情况进行设定。

[0009] 由图1的流量曲线可知,X1~X2段脉冲流量变化率明显大于电子膨胀阀所要求的流量变化率,因此在实际应用中该脉冲区段不可用,又因为X2与X1相关联,使得X2值也不能确定。最终会造成这种结构的电子膨胀阀0脉冲流量值不好精确控制,且流量曲线前端小开度区域0~X2由于开阀脉冲的差异,该段脉冲流量调节的精度低,从而造成整个阀在低脉冲区域流量调节精度偏低。另外,此结构的电子膨胀阀,全关状态时,密封锥面181是与阀口17相接触的,在电子膨胀阀全关及刚打开时容易造成阀针及阀口的磨损,且可能出现卡死现象。

[0010] 请参照图3、图4,其中,图3是间隙型电子膨胀阀开阀过程中的阀针与阀口配合结构示意图,图4是间隙型电子膨胀阀的流量曲线。

[0011] 所谓间隙型,是指在电子膨胀阀的阀针上设置一段等径段,等径段的直径小于阀口的直径,这样阀针与阀口配合时会保持有一定的间隙,从而实现了电子膨胀阀全关时仍有部分流量的目的。

[0012] 阀针19具有等径段191和调节段192,等径段191呈圆柱状,其与调节段192之间的连接处限定阀针平面P3,阀口17与上述切槽型电子膨胀阀的结构相同,其直径设定为大于等径段191的直径。当电子膨胀阀处于全关位置时,如图3(a)所示,此时阀针平面P3低于阀口顶部所在的阀口平面P4,此时等径段191与阀口17之间形成有一定的间隙,通过控制该间隙值来保证0脉冲流量值,因此,这种结构对阀针及阀口的加工精度要求很高。请参照图4,X1脉冲时阀针与阀口的位置关系如图3(b)所示,此时,阀针平面P3与阀口平面P4相重合,0~X1脉冲区域的宽度与调试及加工精度有关,调试过程中的误差会使X1在一定范围内波动,使得X1不能完全受控。在实际使用中,由于0~X1流量值不变,且X1值不确定,所以0~X1区域脉冲不可用,造成可使用脉冲域区域减小。图3(c)、图3(d)分别为X2脉冲和X3脉冲时的阀针与阀口位置,流量曲线在X2与X3之间的拐点有无可根据实际情况决定。

[0013] 可见,在现有技术的全闭有流量型电子膨胀阀中,无论是切槽型还是间隙型,均存在0脉冲流量不容易精确控制以及流量曲线中存在流量值不变的脉冲区间(即无法充分利用的脉冲区间),从而会导致电子膨胀阀的控制精度受到一定影响。

[0014] 因此,如何设计一种可以精确控制0脉冲流量,并且能够使流量曲线中不含流量值不变区间,充分利用电子膨胀阀小开度区域,是本领域技术人员亟待解决的技术问题。

发明内容

[0015] 本发明要解决的技术问题为提供一种电子膨胀阀,该电子膨胀阀能够解决现有技术中不容易精确控制0脉冲流量以及无法充分利用小开度区域脉冲的缺陷。

[0016] 为解决上述技术问题,本发明提供一种电子膨胀阀,包括:

[0017] 电磁线圈,所述电磁线圈施加脉冲,使所述电子膨胀阀响应脉冲进行动作;

[0018] 阀体,所述阀体上开设有阀口;

[0019] 与阀口配合以对所述电子膨胀阀进行流量调节的阀针;

[0020] 其特征在于,所述阀针包括主体段、与所述主体段相邻设置的第一锥面部,所述阀口包括一个等径的直段部,当所述电磁线圈施加0脉冲时,所述直段部与所述阀针不接触,并且所述直段部的顶端所在平面与所述阀针的相交面位于所述第一锥面部上。

[0021] 优选地,所述阀口还具有第一阀口锥面、第二阀口锥面,所述第一阀口锥面和所述

第二阀口锥面设置在所述直段部的两端,且均沿着背离所述直段部的轴向方向延伸并且内径逐渐增大。

[0022] 优选地,所述第一阀口锥面与所述直段部的交界线所在的平面与所述阀针的相交面位于所述第一锥面部上。

[0023] 优选地,所述第一锥面部的最大直径大于所述直段部的内径。

[0024] 优选地,所述阀针包括依次相邻设置的主体段、第一阀针锥面、第二阀针锥面,所述第一阀针锥面的锥度大于所述第二阀针锥面的锥度,所述直段部的顶端所在平面与所述阀针的相交面位于所述第二阀针锥面上。

[0025] 优选地,所述阀口还具有第一阀口锥面、第二阀口锥面,所述第一阀口锥面和所述第二阀口锥面设置在所述直段部的两端,且均沿着背离所述直段部的轴向方向延伸并且内径逐渐增大;所述第一阀口锥面与所述直段部的交界线所在的平面与所述阀针的相交面位于所述第二阀针锥面上。

[0026] 优选地,所述第二阀口锥面的最大直径大于所述直段部的内径。

[0027] 优选地,所述阀口包括直段部和锥面部,所述直段部的顶端所在平面与所述阀针的相交面位于所述第二阀针锥面上,所述第二阀针锥面的最大直径大于所述直段部的内径。

[0028] 优选地,所述阀口包括直段部和锥面部,所述直段部的顶端所在平面与所述阀针的相交面位于所述第一锥面部上。

[0029] 本发明提供的电子膨胀阀,在低脉冲阶段就可以精确地调节流量,在装配时,可以通过调节阀针和阀口的相对位置,并采用流量计直接调出0脉冲的位置。0脉冲的流量精度就仅仅取决于流量计的测试精度,而与阀针、阀口的制造精度无关,可以极大地提高0脉冲流量的一致性,并且可以大幅降低制造成本。本发明的电子膨胀阀流量曲线中不存在流量值不变的区间,因此,可以充分利用小脉冲区域进行流量调节,从而扩大了电子膨胀阀的调节范围。

附图说明

[0030] 图1为现有技术中切槽型电子膨胀阀开阀过程中的阀针与阀口配合结构示意图;

[0031] 图2是切槽型电子膨胀阀对应的流量曲线;

[0032] 图3为现有技术中间隙型电子膨胀阀开阀过程中的阀针与阀口配合结构示意图;

[0033] 图4是间隙型电子膨胀阀对应的流量曲线;

[0034] 图5是本发明第一实施方式电子膨胀阀结构示意图;

[0035] 图6是第一实施方式中电子膨胀阀的阀针结构示意图;

[0036] 图7是第一实施方式中电子膨胀阀0脉冲时阀针与阀口配合结构示意图;

[0037] 图8是第一实施方式中电子膨胀阀开阀时阀针与阀口配合结构示意图;

[0038] 图9是第一实施方式的电子膨胀阀流量曲线图;

[0039] 图10是本发明第二实施方式电子膨胀阀阀针与阀口配合结构示意图;

[0040] 图11是本发明第三实施方式中电子膨胀阀阀针与阀口配合结构示意图;

[0041] 图12是本发明第四实施方式中电子膨胀阀阀针与阀口配合结构示意图;

[0042] 图13是本发明第五实施方式中电子膨胀阀阀针与阀口配合结构示意图;

[0043] 图14是本发明第六实施方式中电子膨胀阀阀针与阀口配合结构示意图。

具体实施方式

[0044] 为了使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案,下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步的详细说明。

[0045] 第一实施方式

[0046] 请参照图5、图6。其中,图5是本发明第一实施方式电子膨胀阀结构示意图,图6是第一实施方式中电子膨胀阀的阀针结构示意图。

[0047] 如图5所示,电子膨胀阀包括阀体1和线圈(图中未示出),阀体1包括阀座11,连接在阀座11上、用于冷媒流通的第一接管12和第二接管13,阀座11的上部还固定连接有外壳14,在外壳14的内部,设置有响应线圈的信号而旋转的磁转子15,与磁转子15固定连接的丝杆16,以及与丝杆配合,将丝杆的旋转运动转化为升降运动的螺母17。丝杆16与阀针21相连接,阀针21在升降运动过程中通过与设置在阀座11上的阀口22相配合,而实现电子膨胀阀的开闭。为了设定阀针升降运动的上止点和下止点,还设置有止动装置18进行限制。

[0048] 需要指出的是,图5所示的电子膨胀阀仅是一种具体的实施例,是为了便于说明电子膨胀阀的工作原理而引入的,基于上述工作原理,还可以作出多种结构的变化和改善,本发明的核心在于提供电子膨胀阀的阀针与阀口的配合结构,其适用于任何基于上述工作原理的电子膨胀阀,因此,上述对电子膨胀阀的结构说明并不对本发明的保护范围作出任何限定。

[0049] 下面结合图6对阀针结构进行说明。

[0050] 阀针21包括与丝杆连接的主体段211、与主体段211连接的第一阀针锥面212以及与第一阀针锥面212连接的第二阀针锥面213,三者依次相邻设置。其中,第一阀针锥面212用于和阀口配合,来确定关阀状态以及0脉冲流量,第一阀针锥面212和第二阀针锥面213共同对阀口的流量进行调节。第一阀针锥面212和第二阀针锥面213均呈锥面结构,且第一阀针锥面212的锥度大于第二阀针锥面213的锥度。这样,在两者的交界处会沿圆周形成一条交界线,该交界线所在平面限定第一平面N1。位于阀针底端的第三阀针锥面214用于控制图9所示流量曲线中X1~X2脉冲之间的拐点。

[0051] 图7为电子膨胀阀0脉冲时阀针21与阀口22的配合结构示意图,阀口22大体呈筒状,包括依次设置的第一阀口锥面221、直段部222以及第二阀口锥面223,其中直段部222大体呈圆柱状,第一阀口锥面221以及第二阀口锥面223均沿着背离直段部222的轴向方向延伸,并逐渐增大内径,从而形成内锥面形状。第一阀口锥面221与直段部222的交界处同样形成一条交界线,为便于描述,将该交界线所在平面限定为第二平面N2,如图7所示。

[0052] 在0脉冲时,第一平面N1高于第二平面N2,对阀针21来说,第二平面N2与阀针21的相交面位于阀针21的第二阀针锥面上223,此时,第一阀针锥面212与第一阀口锥面221不接触,并且阀针21在第一平面N1的截面直径D1大于阀口22在第二平面N2的截面内径D2,这样可以制造出足够小的流量。第二阀针锥面213与直段部222相配合,通过转动阀针21来调节流量。随着阀针21的上升,到达图8所示的位置。根据上述结构特征形成的流量曲线如图9所示。即流量曲线在0脉冲时的流量大于0,且该曲线按照一定斜率上升,直至阀针全开位置,可见该电子膨胀阀在低脉冲阶段就可以精确地调节流量。

[0053] 电子膨胀阀在装配时,可以通过调节阀针和阀口的相对位置,并采用流量计直接调出0脉冲的位置。即把流量计接入电子膨胀阀接管,然后控制阀针的转动,调试出0脉冲时,阀针与阀口的相对位置,使电子膨胀阀具有一定的初始流量,这样本发明提供的电子膨胀阀,0脉冲的流量精度就仅仅取决于流量计的测试精度,而与阀针、阀口的制造精度无关,可以极大地提高0脉冲流量的一致性。

[0054] 同时,由于阀针21在第一平面N1的截面直径D1(即第二阀针锥面的最大直径)大于阀口22在第二平面N2的截面内径D2(即阀口直段部的内径),理论上,可以将D1设计为无限接近D2,换言之,0脉冲时阀针和阀口的间隙可以无限缩小,即0脉冲的流量设置为无限小,这样,就特别适合R32冷媒以及冰箱、热水器等一些特殊的制冷系统中使用,从而可以加大电子膨胀阀的使用范围。

[0055] 为了提高0脉冲流量的一致性,可以将第二锥面213的角度设置为小于 15° ,若该角度过大,则会增大0脉冲流量的不一致性。当阀体全关时,如图7所示,阀口22位于第一平面N1的下方,在阀体打开过程中,阀口直接与阀针21的第二锥面213配合来调节流量,而与第一锥面212无关,这样,电子膨胀阀小开度区域流量可控制,在系统中,小开度区域可用。

[0056] 本实施方式提供的电子膨胀阀,流量曲线中不存在流量值不变的区间,因此,可以充分利用小脉冲区域进行流量调节,从而扩大了电子膨胀阀的调节范围。同时阀针处于全关状态时,阀针与阀口并不接触,从而避免了阀针和阀口的磨损。

[0057] 下面结合附图10—14,对本申请的其它实施方式进行说明。为便于说明其他实施方式与第一实施方式的区别,对于结构和功能相同的部件采用同一标号。

[0058] 第二实施方式

[0059] 请参照图10,图10是本发明第二实施方式电子膨胀阀阀针与阀口配合结构示意图。

[0060] 在本实施方式中,阀口22的结构与第一实施方式相同,包括依次设置的第一阀口锥面221、直段部222以及第二阀口锥面223,其中直段部222大体呈圆柱状,第一阀口锥面221以及第二阀口锥面223均沿着背离直段部222的轴向方向延伸,并逐渐增大内径,从而形成内锥面形状。第一阀口锥面221与直段部222的交界处形成一条交界线,其所在平面为第二平面N2。

[0061] 阀针31包括主体部311以及与主体部连接的第一锥面部312,第一锥面部312的最大直径大于阀口直段部222的内径。在0脉冲位置时,第二平面N2与阀针31的相交面位于第一锥面部312上。

[0062] 本实施方式的0脉冲位置调节方法与第一实施方式相同,在此不再赘述。

[0063] 第三实施方式

[0064] 请参照图11,图11是本发明第三实施方式电子膨胀阀阀针与阀口配合结构示意图。

[0065] 在本实施方式中,阀针21与第一实施方式相同,包括与丝杆连接的主体段211、与主体段211连接的第一阀针锥面212以及与第一阀针锥面212连接的第二阀针锥面213,第三阀针锥面214可以根据流量调节的需要进行设置。

[0066] 阀口32整体为大体呈空心圆柱状的直段部321,不设置锥面部,第二阀针锥面213的最大直径大于直段321的内径。阀口的顶部限定第二平面N2,第二平面N2与阀针21的相交

面位于阀针21的第二阀针锥面213上。本实施方式的0脉冲位置调节方法与第一实施方式相同,在此不再赘述。

[0067] 第四实施方式

[0068] 请参照图12,图12是本发明第四实施方式中电子膨胀阀阀针与阀口配合结构示意图。

[0069] 在本实施方式中,阀针21与第一实施方式相同,包括与丝杆连接的主体段211、与主体段211连接的第一阀针锥面212以及与第一阀针锥面212连接的第二阀针锥面213。

[0070] 阀口42包括大体呈空心圆柱状的直段部421以及与直段部相邻设置的锥面部422,直段部421的内径小于第二阀针锥面213的最大直径。直段部421的顶端限定第二平面N2,第二平面N2与阀针21的相交面位于阀针21的第二阀针锥面213上。

[0071] 第五实施方式

[0072] 请参照图13,图13是本发明第五实施方式中电子膨胀阀阀针与阀口配合结构示意图。

[0073] 本实施方式中,阀口32与第三实施方式相同,整体为大体呈空心圆柱状的直段部321,不设置锥面部,阀口的顶部限定第二平面N2。阀针31的结构与第二实施方式相同,包括主体部311以及与主体部连接的第一锥面部312,第一锥面部312的最大直径大于直段部321的内径。

[0074] 在0脉冲位置时,第二平面N2与阀针31的相交面位于第一锥面部312上。第二平面N2与阀针21的相交面位于阀针21的第二阀针锥面213上。

[0075] 第六实施方式

[0076] 请参照图14,图14是本发明第六实施方式中电子膨胀阀阀针与阀口配合结构示意图;

[0077] 在本实施方式中,阀口的结构与第四实施方式相同,阀口42包括大体呈空心圆柱状的直段部421以及与直段部相邻设置的锥面部422,直段部421的顶部限定第二平面N2。

[0078] 阀针31的结构与第二实施方式相同,阀针31包括主体部311以及与主体部连接的第一锥面部312,第一锥面部312的最大直径大于直段部421的内径。第二平面N2与阀针21的相交面位于阀针21的第二阀针锥面213上。

[0079] 需要补充说明的是,在上述的实施方式中,阀针的最底端还设有一段呈锥面状的端部,其用于控制图9所示流量曲线中,X1—X2脉冲之间是否存在拐点。因其对于低脉冲阶段的流量调节影响较小,因此在上述实施方式中未加以详细说明。

[0080] 以上对本发明所提供的电子膨胀阀进行了详细介绍。本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以对本发明进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

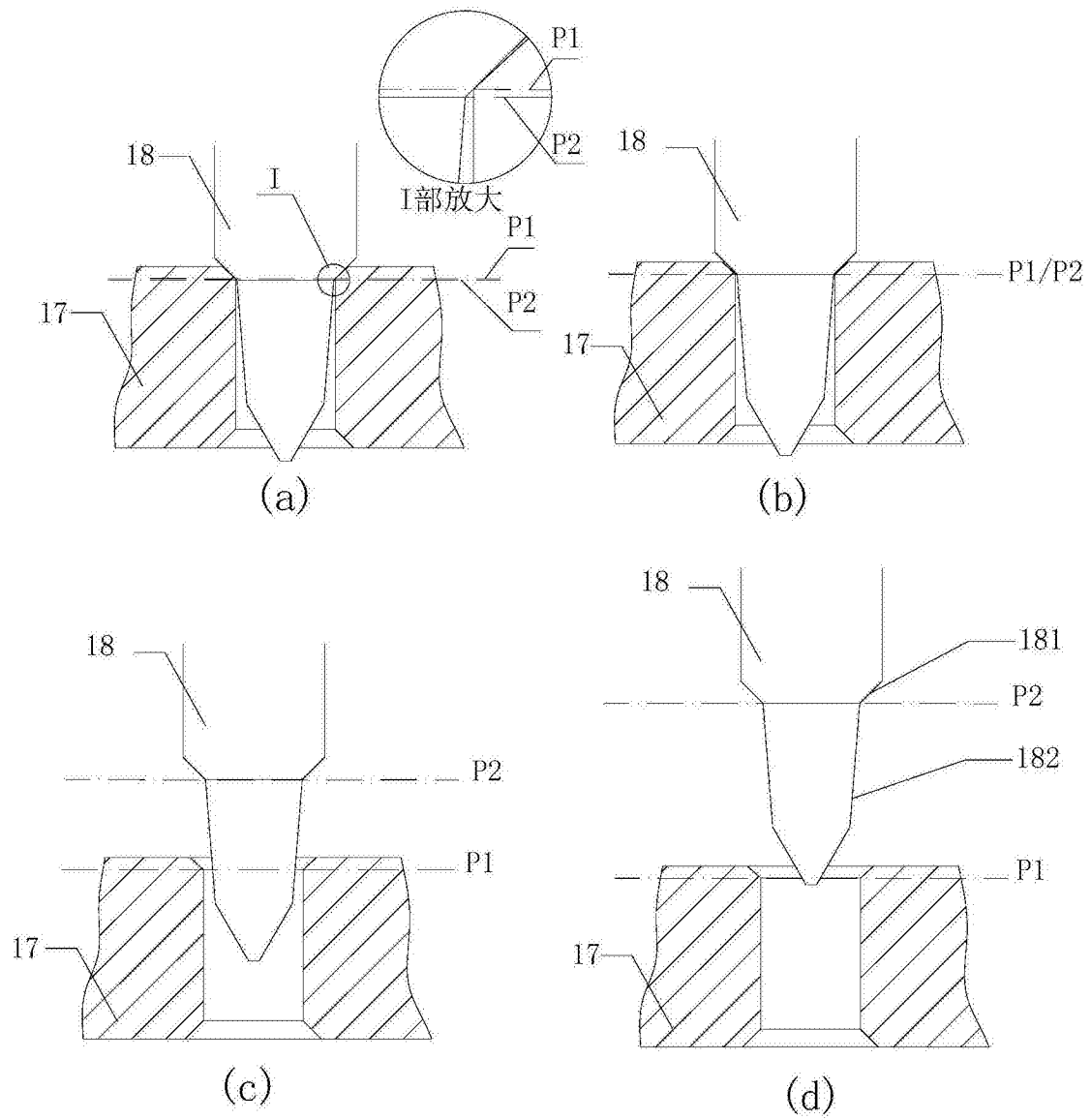


图1

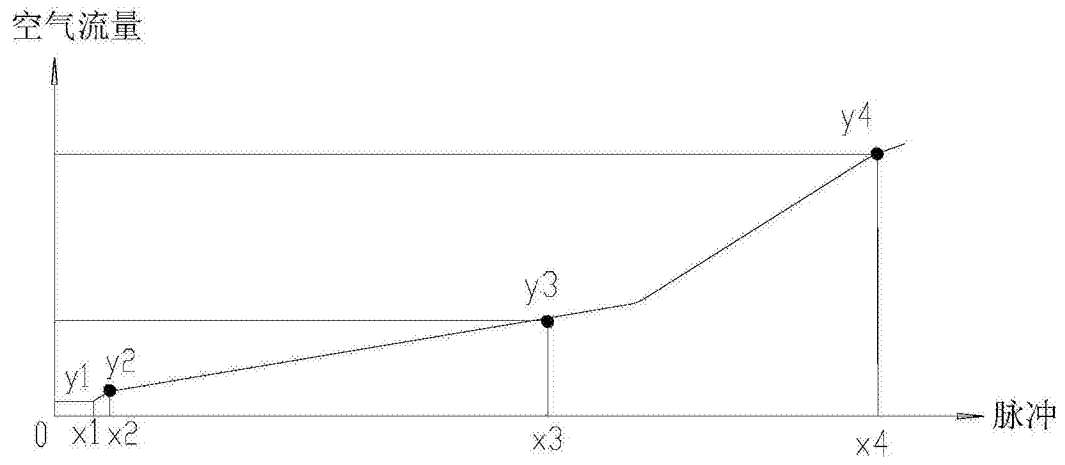


图2

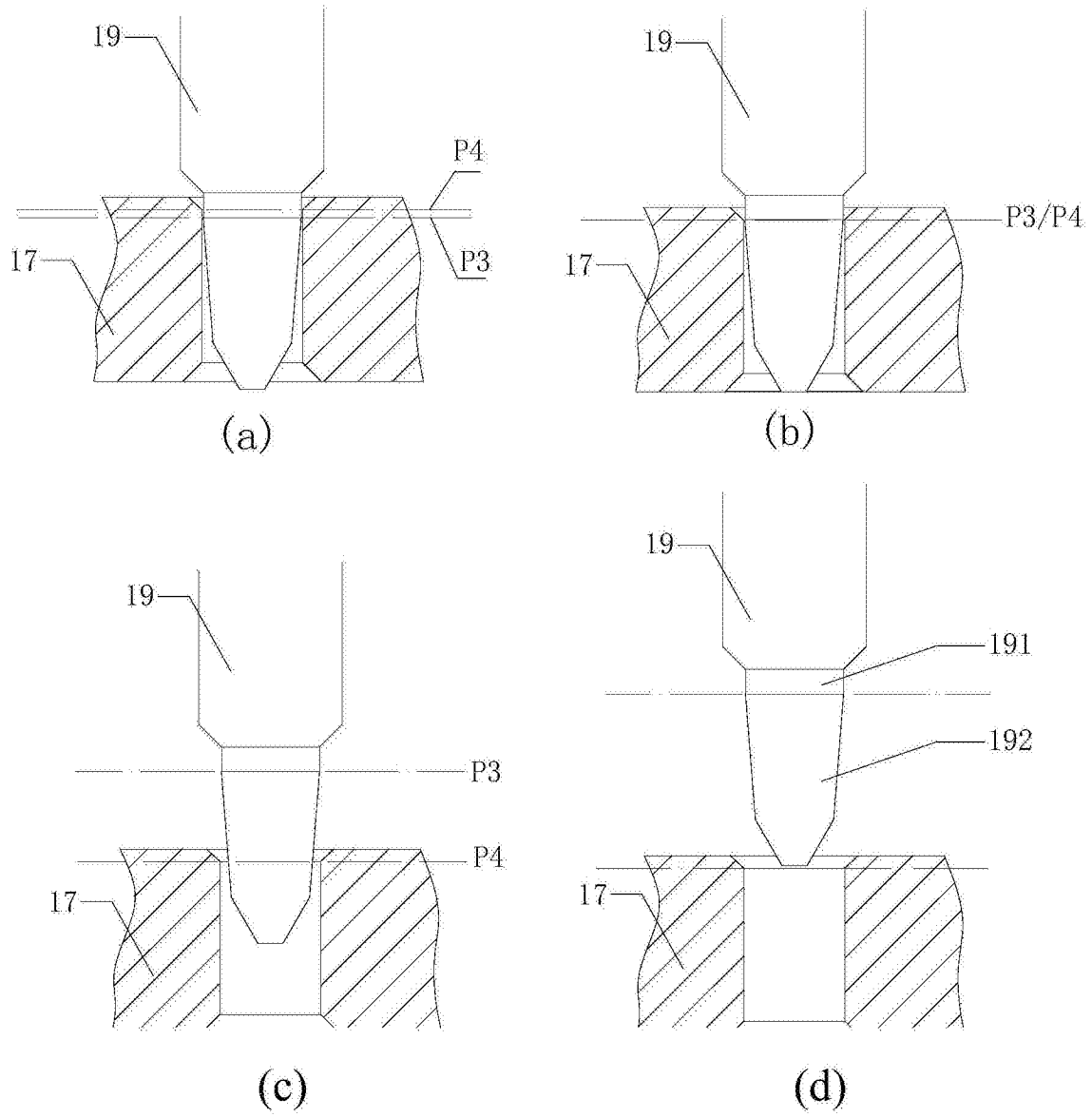


图3

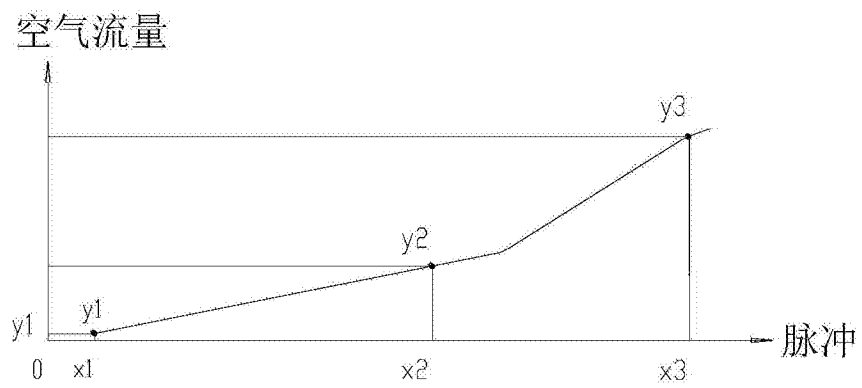


图4

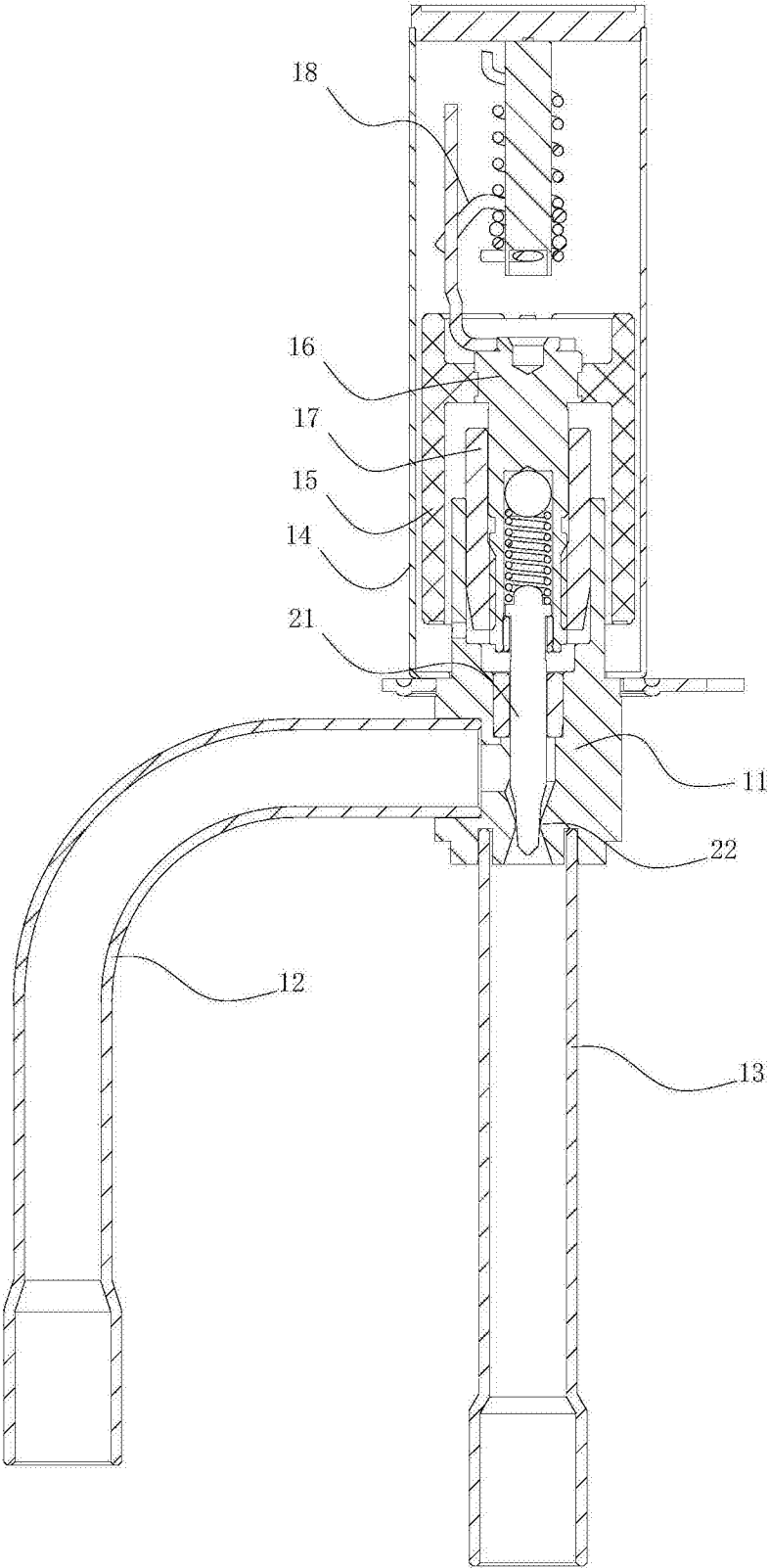


图5

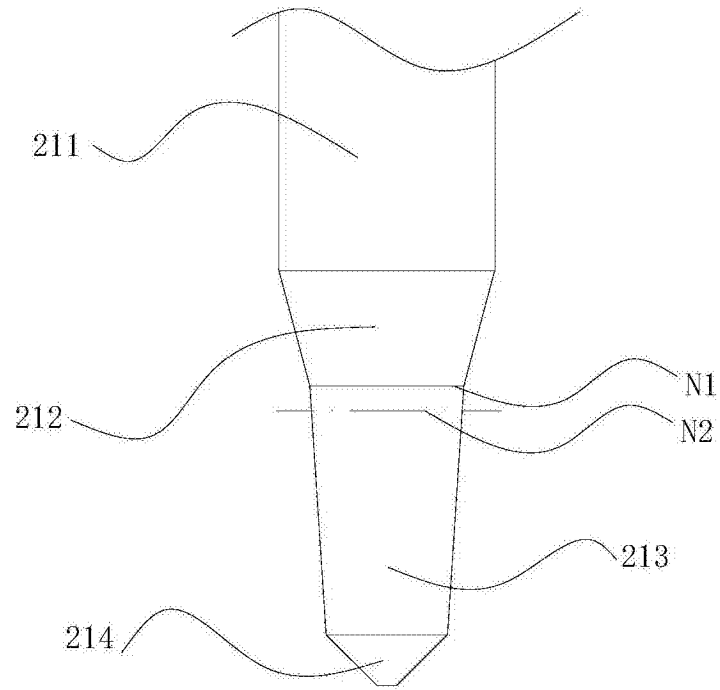


图6

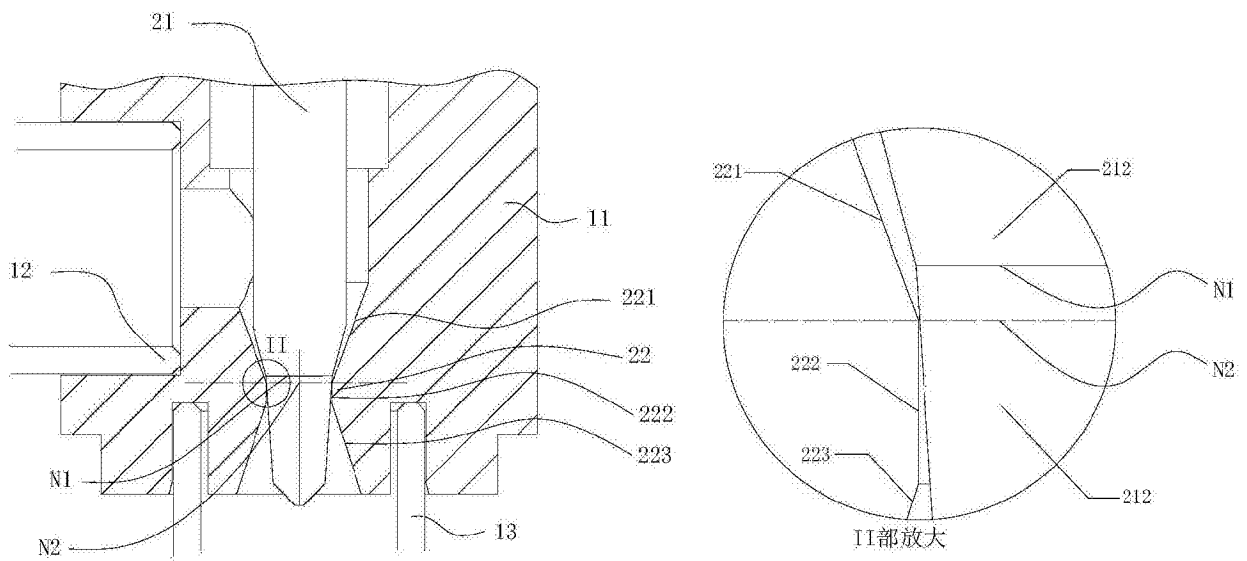


图7

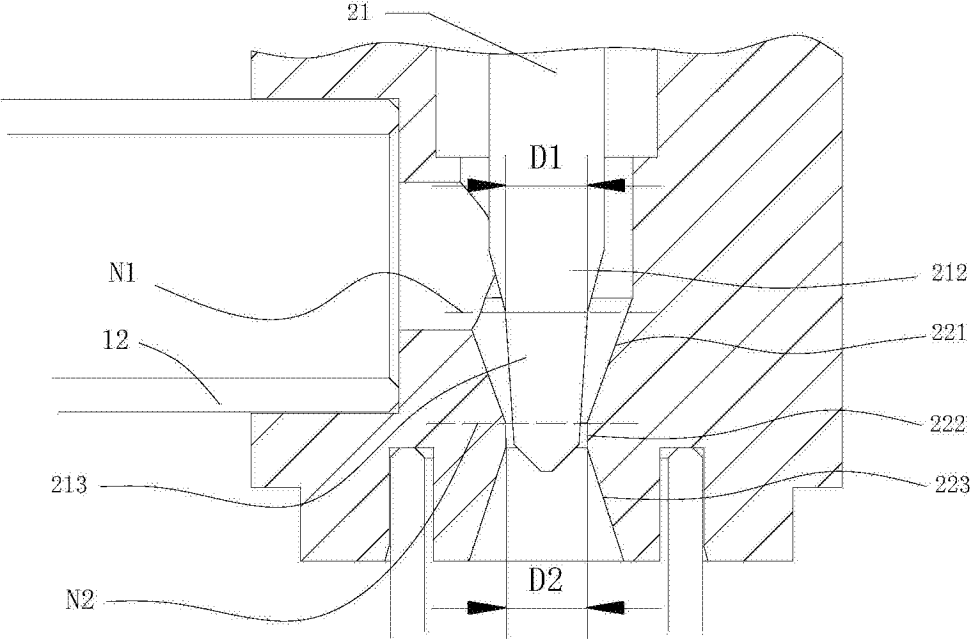


图8

空气流量

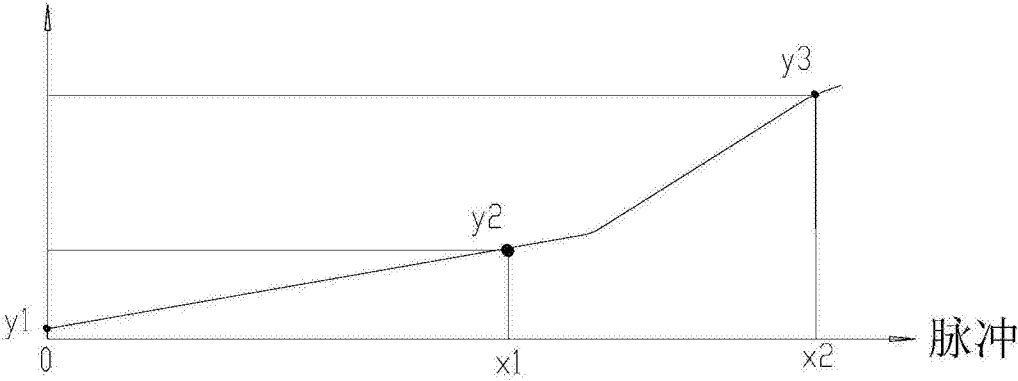


图9

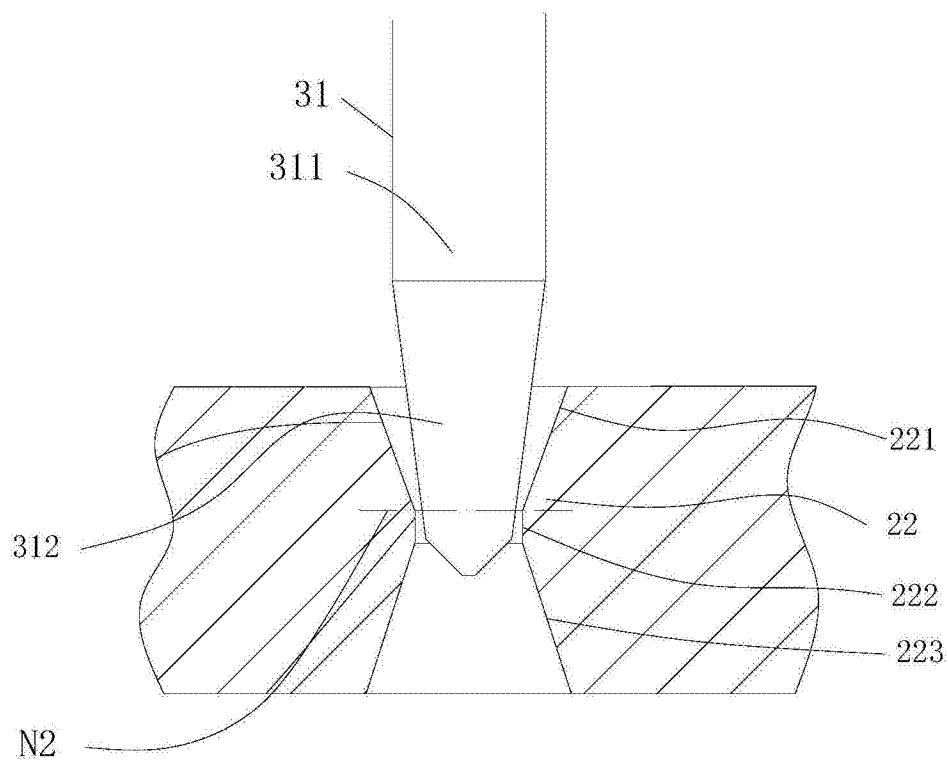


图10

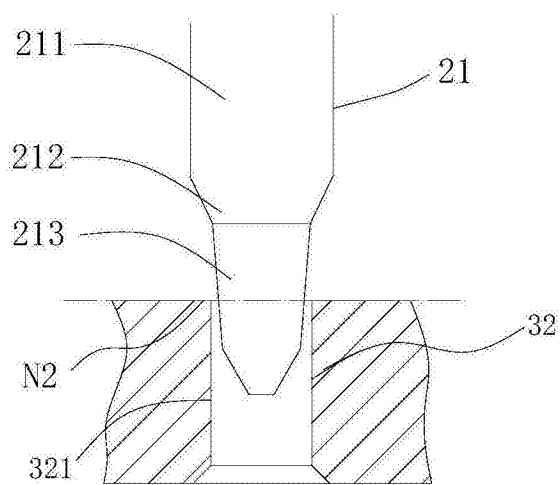


图11

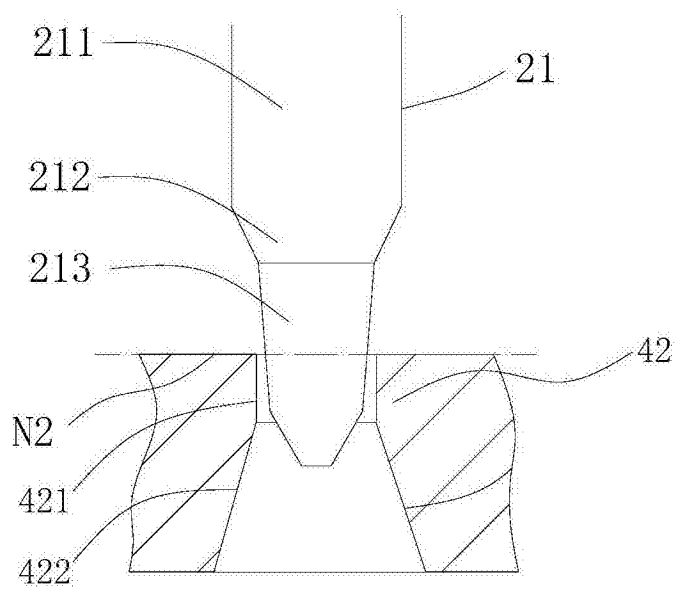


图12

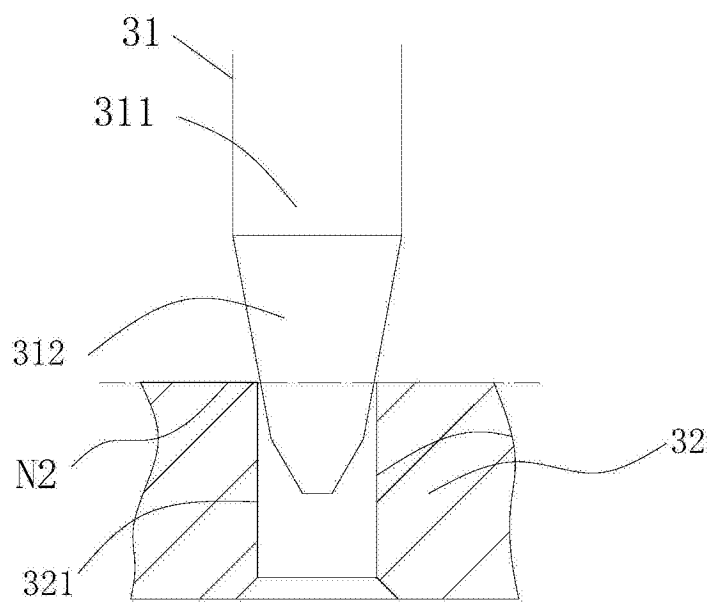


图13

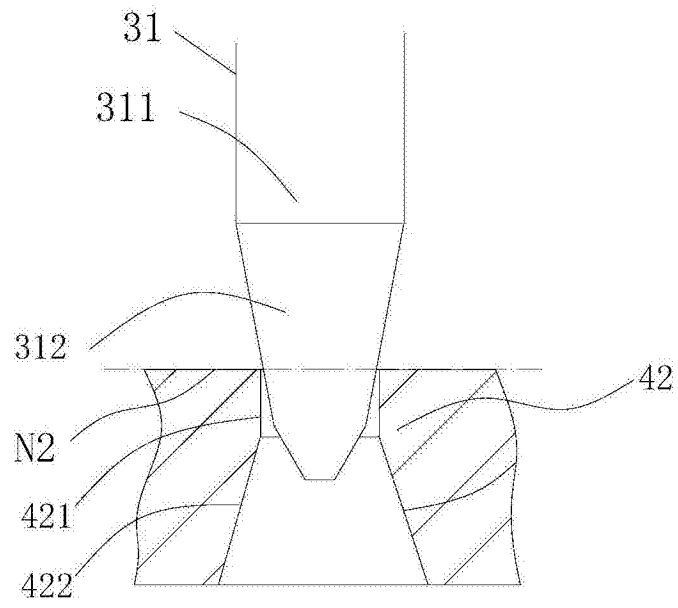


图14