



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106391335 B

(45)授权公告日 2019.08.09

(21)申请号 201610951435.3

B04C 5/14(2006.01)

(22)申请日 2016.11.02

审查员 梁韬

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106391335 A

(43)申请公布日 2017.02.15

(73)专利权人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72)发明人 许晶禹 刘硕 杨乐乐 张栋

张健 郭军 吴应湘

(74)专利代理机构 北京和信华成知识产权代理

事务所(普通合伙) 11390

代理人 胡剑辉

(51)Int.Cl.

B04C 5/103(2006.01)

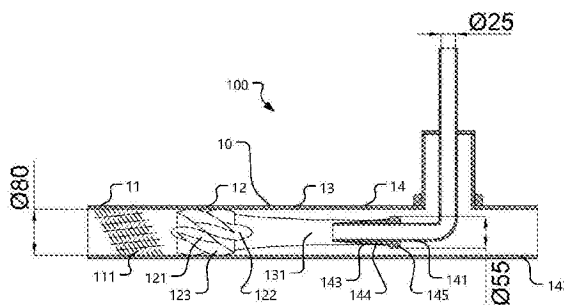
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种螺旋片导流式相分离装置

(57)摘要

本发明提供了一种螺旋片导流式相分离装置,包括分离管,所述分离管根据作用区域依次分:掺混段,内部设置有静态混合器,所述静态混合器用于将输入的液体进行充分混合;旋流段,内部安装有旋流器;分离段,经过所述旋流段的液体在此段能够在离心力的作用下充分分离成内外两个旋流场;排出段,包括位于所述分离管端头上的重相排管,和一端沿所述分离段的轴心线插入所述旋流段内另一端穿过所述分离管侧壁的轻相排管。本发明具有装置尺寸小、重量轻、分离效率高等优点。本发明适用于工业生产过程中需要对密度不同的两相混合流体进行分离的多种场合,从而满足工艺流程的技术要求、完成产品的净化或回收有用的原料,有很好的工业应用前景。



1. 一种螺旋片导流式相分离装置,其特征在于,包括分离管,所述分离管根据作用区域依次分:

掺混段,与待分离的液体输入管连接,内部设置有静态混合器,所述静态混合器用于将输入的液体进行充分混合;

旋流段,内部安装有旋流器,所述旋流器包括椭圆形的布置在所述分离管轴心线上的旋流柱,和在所述旋流柱的柱身上以螺旋方式均匀分布的螺旋导流片;所述旋流柱的形状限定为:

$$\frac{(z-c)^2}{a^2} + \frac{x^2+y^2}{b^2} = 1$$

所述a、b分别为所述旋流柱的长轴与短轴长度,c为所述螺旋导流片的初始端与所述旋流柱的短轴之间的距离;原点为所述螺旋导流片的初始端与所述旋流柱长轴的交点,x轴平行于所述旋流柱的短轴,正方向为垂直向上,z轴平行于所述旋流柱的长轴,正方向为水平向右,y轴通过右手直角坐标系确定;

分离段,经过所述旋流段的液体在此段能够在离心力的作用下充分分离成内外两个旋流场;

排出段,包括位于所述分离管端头上的重相排管,和一端沿所述分离段的轴心线插入所述旋流段内另一端穿过所述分离管侧壁的轻相排管,在所述轻相排管的进入端外部同心套有稳定套管,所述稳定套管包括一个直径渐增的稳定段,和设置在稳定段后端对液体可形成回旋阻挡的截止段,轻相流体核心未进入轻相排管的液体沿稳定套管的稳定段前进,在遇到截止段后,在截止段的坡面结构下形成回旋,停止发散。

2. 根据权利要求1所述的相分离装置,其特征在于,

所述螺旋导流片上任一点在柱面坐标系下的柱面坐标为:

$$\left(r, \theta - \frac{\alpha}{L} \cdot z, z \right), \quad \frac{b}{a} \sqrt{a^2 - (z-c)^2} \leq r \leq R,$$

其中r为所述螺旋导流片上任一点的半径, θ 为任一所述螺旋导流片初始端的角度, α 为任一所述螺旋导流片初始端到末端的旋转角度,L为所述螺旋导流片的轴向长度,R为所述旋流段的内径。

3. 根据权利要求1所述的相分离装置,其特征在于,

所述静态混合器是由一定规格的波纹板组装而成的圆柱体。

4. 根据权利要求1所述的相分离装置,其特征在于,

在所述轻相排管和所述重相排管的排出端上分别安装有压力表和压力调节阀,通过对所述压力调节阀的控制可以调整相应排出端的液体流量。

5. 根据权利要求2所述的相分离装置,其特征在于,

所述螺旋导流片有六个,且分别布置在所述旋流柱的 30° 、 90° 、 150° 、 210° 、 270° 、 330° 位置处,且各所述螺旋导流片的旋转角度分别为 120° 。

6. 根据权利要求1所述的相分离装置,其特征在于,

各所述螺旋导流片形成的旋流部的底部和顶部为平整的断面,所述旋流柱的顶端和底端分别露出所述旋流部底部和顶部。

一种螺旋片导流式相分离装置

技术领域

[0001] 本发明涉及液体分离领域,特别是涉及一种对密度不同的两相混合流体进行分离螺旋片导流式相分离装置。

背景技术

[0002] 在石化、航空、环保等领域,通常都需要对密度不同的两相混合流体进行分离,从而满足工艺流程的技术要求、完成产品的净化或回收有用的原料。例如油井采出液油气分离、加氢装置重复使用的循环氢气脱硫及合成硝酸、氨、甲醇生产中原料气的净化分离等。

[0003] 当前的分离技术可分为重力沉降、过滤、离心分离等方式。其中,在需要对大量的两相混合流体进行快速分离的时候,重力沉降和过滤技术都是有效的分离技术手段,但该处理速度相对较慢,而且设备结构复杂、体积庞大。而离心原理设计的分离器是使进入的混合物设定成旋转,根据流体存在的重差,使相流体迁移到分离器的中心区域,而重相流体会迁移到分离器的周边区域,此类分离器具有分离效率高、结构紧凑、适用范围宽泛等优点,因此成为研究最多的分离技术,并已经发展出众多实用性的分离器。

[0004] 但目前依据离心原理设计的分离器普遍忽略了一个问题,两相混合流体在运输到相分离装置的过程中易形成分层流动,从而不能充分利用周向分布的旋转发生单元,使得轻相流体不能快速有效地聚并到分离器中心区域。

发明内容

[0005] 本发明的目的是要提供一种能够降低混合液体进入两相分离前分层现象的螺旋片导流式相分离装置。

[0006] 特别地,本发明提供一种螺旋片导流式相分离装置,包括分离管,所述分离管根据作用区域依次分:

[0007] 掺混段,与待分离的液体输入管连接,内部设置有静态混合器,所述静态混合器用于将输入的液体进行充分混合;

[0008] 旋流段,内部安装有旋流器,所述旋流器包括椭圆形的布置在所述分离管轴线上的旋流柱,和在所述旋流柱的柱身上以螺旋方式均匀分布的螺旋导流片;所述旋流柱的形状限定为:

$$[0009] \quad \frac{(z-c)^2}{a^2} + \frac{x^2 + y^2}{b^2} = 1$$

[0010] 所述a、b分别为所述旋流柱的长轴与短轴长度,c为所述螺旋导流片的初始端与所述旋流柱的短轴之间的距离;原点为所述螺旋导流片的初始端与所述旋流柱长轴的交点,x轴平行于所述旋流柱的短轴,正方向为垂直向上,z轴平行于所述旋流柱的长轴,正方向为水平向右,y轴通过右手直角坐标系确定;

[0011] 分离段,经过所述旋流段的液体在此段能够在离心力的作用下充分分离成内外两个旋流场;

[0012] 排出段,包括位于所述分离管端头上的重相排管,和一端沿所述分离段的轴心线插入所述旋流段内另一端穿过所述分离管侧壁的轻相排管。

[0013] 在本发明的一个实施方式中,所述螺旋导流片上任一点在柱面坐标系下的柱面坐标为:

$$[0014] \quad \left(r, \theta - \frac{\alpha}{L} \cdot z, z \right), \quad \frac{b}{a} \sqrt{a^2 - (z-c)^2} \leq r \leq R,$$

[0015] 其中r为所述螺旋导流片上任一点的半径, θ 为任一所述螺旋导流片初始端的角度, α 为任一所述螺旋导流片初始端到末端的旋转角度,L为所述螺旋导流片的轴向长度,R为所述旋流段的内径。

[0016] 在本发明的一个实施方式中,在所述轻相排管的进入端外部同心套有稳定套管,所述稳定套管包括一个直径渐增的稳定段,和设置在稳定段后端对液体可形成回旋阻挡的截止段。

[0017] 在本发明的一个实施方式中,所述静态混合器是由一定规格的波纹板组装而成的圆柱体。

[0018] 在本发明的一个实施方式中,在所述轻相排管和所述重相排管的排出端上分别安装有压力表和压力调节阀,通过对所述压力调节阀的控制可以调整相应排出端的液体流量。

[0019] 在本发明的一个实施方式中,所述螺旋导流片有六个,且分别布置在所述旋流柱的 30° 、 90° 、 150° 、 210° 、 270° 、 330° 位置处,且各所述螺旋导流片的旋转角度分别为 120° 。

[0020] 在本发明的一个实施方式中,各所述螺旋导流片形成的旋流部的底部和顶部为平整的断面,所述旋流柱的顶端和底端分别露出所述旋流部底部和顶部。

[0021] 本发明具有装置尺寸小、重量轻、分离效率高等优点。本发明适用于工业生产过程中需要对密度不同的两相混合流体进行分离的多种场合,从而满足工艺流程的技术要求、完成产品的净化或回收有用的原料,有很好的工业应用前景。

附图说明

[0022] 图1是本发明一个实施例的相分离装置结构示意图;

[0023] 图2为螺旋导流片结构示意图;

[0024] 图3为图2中椭圆轴轮廓图;

[0025] 图4为图2中A—A剖面图;

[0026] 图5为图2中B—B剖面图;

[0027] 图6为图2中C—C剖面图。

具体实施方式

[0028] 如图1、2、3所示,本发明一个实施例的螺旋片导流式相分离装置100一般性地包括一根用于为各部件提供安装基础的分离管10,该分离管根据在混合液体分离时所起的作用依次分为掺混段11、旋流段12、分离段13和排出段14。

[0029] 该掺混段11与待分离的液体输入管连接,内部设置有静态混合器111,该静态混合器111用于将输入的液体进行充分混合,其混合包括多次分割、移位和重新混合等过程,使

进入的已经出现分层现象的混合液体完全混合在一起,为后面的旋流分离提供保证。静态混合器111能够使进入液体在“分割-移位-重新混合”三个混合要素下,有规律反复作用而实现混合。而湍流时,除了上述三要素外,由于两相流体在流动断面方向产生剧烈涡流,由此导致有很强的剪切力作用于流体,这使流体的微细部分进一步被分割,进而实现再一次混合。具体的静态混合器111可以是由一定规格的波纹板组装而成的圆柱体。

[0030] 该旋流段12的内部安装有旋流器121,具体的旋流器121包括椭圆形的布置在分离管10轴心线上的旋流柱122,和在旋流柱122的柱身上以螺旋方式均匀分布的多个螺旋导流片123;当密度不同的两相混合流体掺混后流经此段时,形成中心对称的旋流场,重相流体被甩到旋流段12的内侧壁周边区域,而轻相流体聚并到管道中心。

[0031] 具体旋流柱122的形状限定公式为:

$$[0032] \quad \frac{(z-c)^2}{a^2} + \frac{x^2 + y^2}{b^2} = 1$$

[0033] 其中,a、b分别为旋流柱122的长轴与短轴长度,c为螺旋导流片123初始端与旋流柱122短轴之间的距离;原点为螺旋导流片123初始端与旋流柱122长轴的交点,x轴平行于旋流柱122的短轴,正方向为垂直向上,z轴平行于旋流柱122的长轴,正方向为水平向右,y轴通过右手直角坐标系确定。

[0034] 而螺旋导流片123上任一点在柱面坐标系下的柱面坐标为:

$$[0035] \quad \left(r, \theta - \frac{\alpha}{L} \cdot z, z \right), \quad \frac{b}{a} \sqrt{a^2 - (z-c)^2} \leq r \leq R$$

[0036] 其中r为螺旋导流片123上任一点的半径, θ 为任一螺旋导流片123初始端的角度, α 为任一螺旋导流片123初始端到末端的旋转角度,L为螺旋导流片123的轴向长度,R为旋流段的内径。

[0037] 该分离段13用于为经过旋流段12的液体在此段能够在离心力的作用下充分分离成内外两个旋流场提供足够的场所。在分离段13中,受重力影响的重相流体完全集中在周边侧壁区域处,而轻相流体在此段中形成细长核心。

[0038] 该排出段14可以包括位于分离管10端头上的重相排管142,和一端沿分离段13的轴心线插入分离段13内另一端穿过分离管10侧壁的轻相排管141。

[0039] 在本实施方式中,两相混合流体经参混段11进入相分离装置100后,经过静态混合器111后轻相流体与重相流体充分掺混,不再分层流动。充分掺混后的两相混合流体流经旋流段12由旋流器121形成中心对称的旋流场,在离心力的作用下,进入分离段13的重相流体被甩向分离段13的内壁区域,轻相流体聚并在分离段13的中心区域形成轻相流体核心131。重相流体继续沿分离管10内侧壁直行,最终从重相排管142离开相分离装置100。而轻相流体核心131进入轻相排管141后离开相分离装置100。最终达到两相分离的目的。

[0040] 本实施方式具有装置尺寸小、重量轻,通过对混合液体的先充分混合再分离,大大提高分离效率。通过特定形状的旋流器可增加对混合液体的离心影响,进一步加强分离效果。本发明适用于工业生产过程中需要对密度不同的两相混合流体进行分离的多种场合,从而满足工艺流程的技术要求、完成产品的净化或回收有用的原料,有很好的工业应用前景。

[0041] 在本发明的一个实施方式中,可以在轻相排管141的进入端外部同心套有稳定套

管143,稳定套管143包括一个直径渐增的稳定段144,和设置在稳定段144后端对液体可形成回旋阻挡的截止段145。轻相流体核心131未进入轻相排管141的液体沿稳定套管143的稳定段144前进,在遇到截止段145后,在截止段145的坡面结构下形成回旋,停止发散,不再继续向前流动,避免了从重相排管142流出,极大地提高了分离效果。

[0042] 在本发明的一个实施方式中,还可以在轻相排管141和重相排管142的排出端上分别安装压力表和压力调节阀(图中未示出),通过对压力调节阀的控制可以调整相应排出端的液体流量。正常情况下,通过调节重相排管142和轻相排管141处的压力调节阀,可控制轻相流体核心131的大小,使轻相流体与重相流体最大限度沿各自出口流出。如果轻相流体核心131偏大,则需要增大重相排管142的背压或者减小轻相排管141的背压,使重相流体与轻相流体的分界面稳定接触在轻相排管141的外侧,最终轻相流体与重相流体几乎都沿各自出口排出;反之亦然。

[0043] 在本发明的一个实施方式中,具体的旋流器121上的述螺旋导流片123可以设置六个,且六个螺旋导流片123分别布置在旋流柱122的30°、90°、150°、210°、270°、330°位置处,而且各螺旋导流片123的旋转角度可以分别为120°。

[0044] 进一步地,在本发明的一个实施方式中,各螺旋导流片123形成的旋流部的底部和顶部可以为平整的断面,而旋流柱122的前端和后端则分别露出旋流部底部和顶部(以液体进入方向为前端,排出方向为后端)。具体的旋流柱122后端露出的长度可以大于前端露出的长度,后端露出长度可以是整个旋流柱122长度的五分之一。

[0045] 以下公开一个具体的相分离装置的实施例。

[0046] 如图4、5、6所示,其中掺混段进入的混合液体流量为19~25m³/h,常压下空气体积含率低于11%。分离管的内径为80mm,轻相排管的内径为25mm,稳定套管的直径为55mm。旋

流器中 $(r, \theta - \frac{\alpha}{L} \cdot z, z)$, $\frac{b}{a} \sqrt{a^2 - (z-c)^2} \leq r \leq R$ 各参数值分别为: $a = 70\text{mm}$, $b = 18\text{mm}$, $c =$

60mm , $L = 100\text{mm}$, $R = 80\text{mm}$, 共有6个螺旋导流片, θ 分别为30°、90°、150°、210°、270°、330°, A-A剖面到C-C剖面螺旋导流片旋转角度 $\alpha = 120^\circ$, A-A剖面、B-B剖面、C-C剖面中内圆直径分别为18mm、36mm、30mm, A-A剖面距旋流柱起始端10mm, C-C剖面距旋流柱末端30mm。

[0047] 下面利用上述实施例对空气与水的混合液进行气液分离说明:

[0048] 一、将空气与水的混合液经参混段入口输入到分离管内,此时由于空气与水存在较大的密度差,混合液可能已形成分层流动,空气在管道上层流动,水在管道下层流动。

[0049] 二、混合液流经静态混合器,经受多次分割、剪切、旋转和重新混合,便实现了空气与水的充分掺混。

[0050] 三、之后充分掺混的空气与水的混合液进入旋流段,旋流器使混合液产生强烈的涡旋,在离心力的作用下,空气迁移聚并至分离段管道中心区域形成气核,水被甩向分离段管道内壁区域。

[0051] 四、气核继续向前流动,进入轻相排管排出,在这个过程中,气核在稳定套管处停止发散。水继续沿着分离管内壁直行,最终从重相排管排出。

[0052] 五、在整个分离过程中,需要根据气核大小以及压力表的读数,调节重相排管与轻相排管的压力调节阀,使气核与水的分界面稳定接触在轻相流体排出通道外侧。

[0053] 至此,本领域技术人员应认识到,虽然本文已详尽示出和描述了本发明的多个示

例性实施例,但是,在不脱离本发明精神和范围的情况下,仍可根据本发明公开的内容直接确定或推导出符合本发明原理的许多其他变型或修改。因此,本发明的范围应被理解和认定为覆盖了所有这些其他变型或修改。

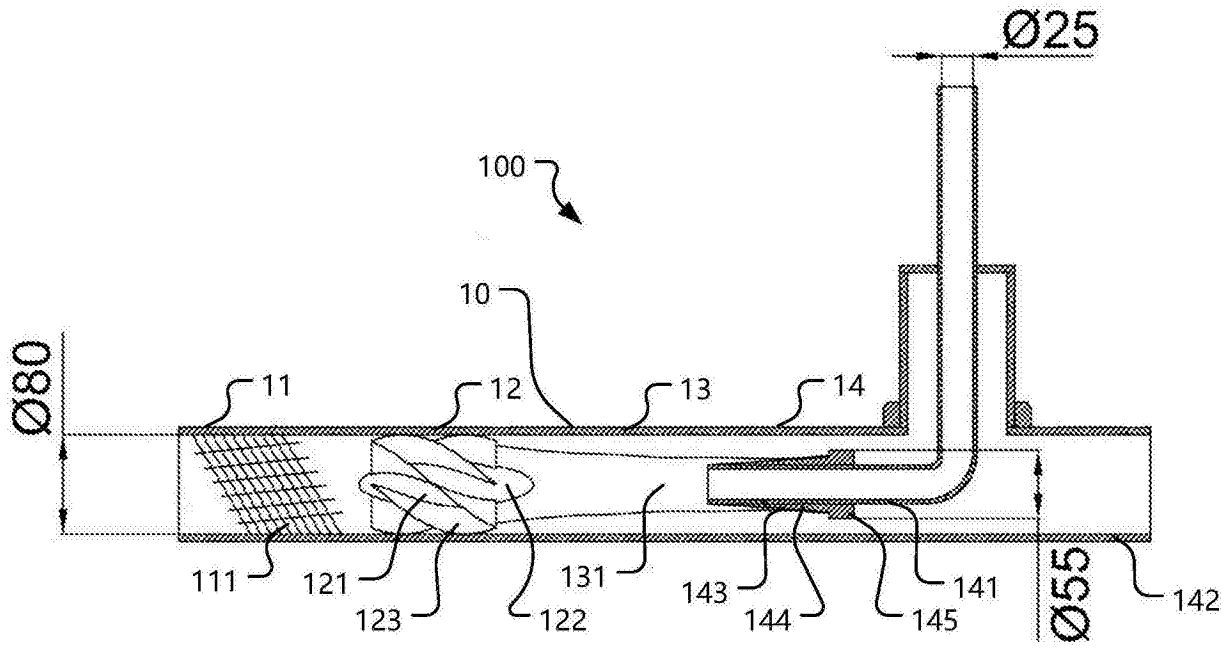


图1

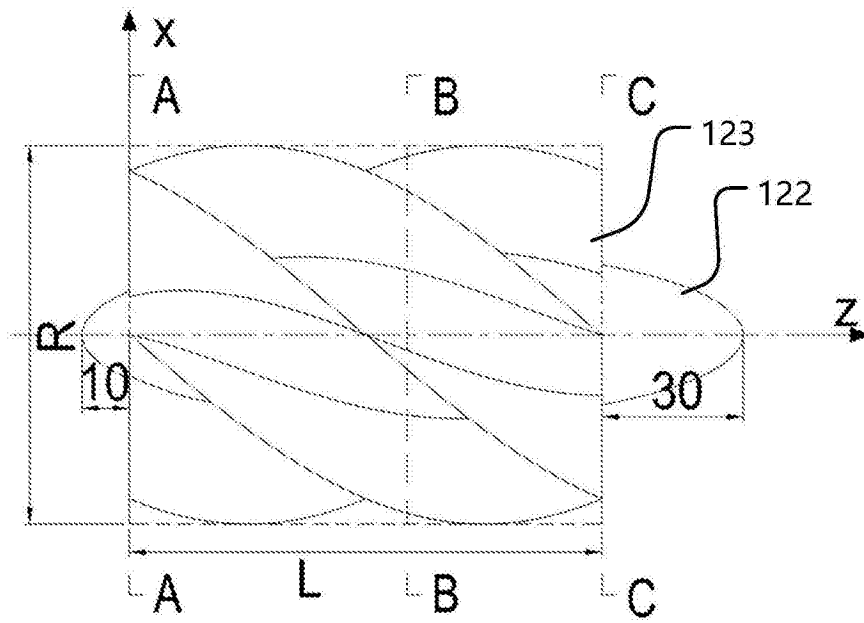


图2

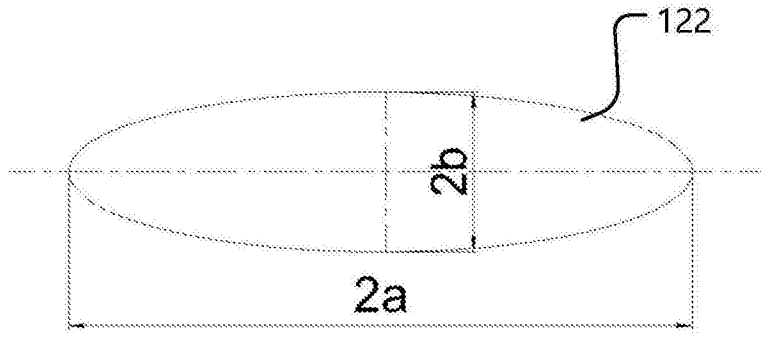


图3

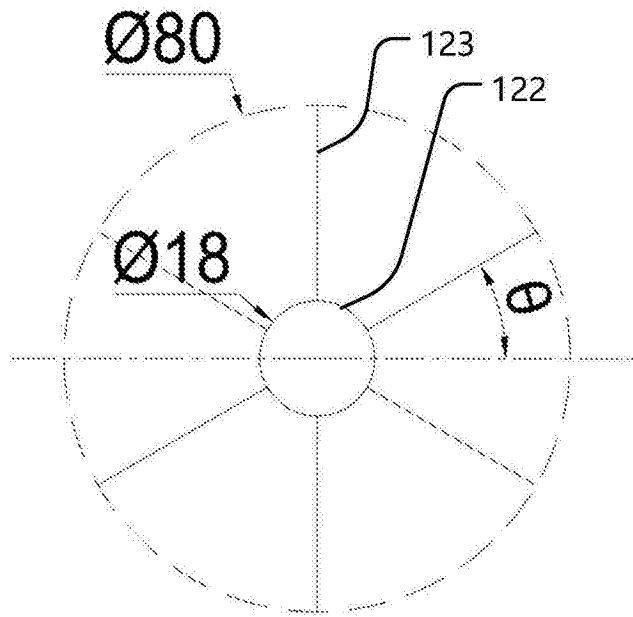


图4

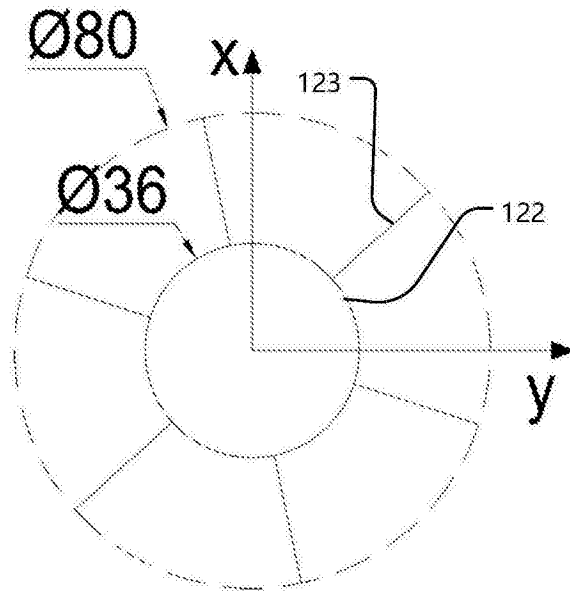


图5

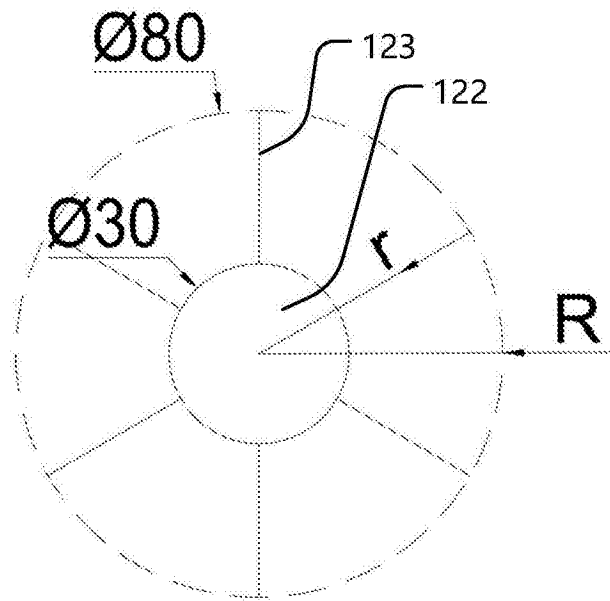


图6