



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102698659 B

(45) 授权公告日 2013. 12. 25

(21) 申请号 201210086461. 6

(22) 申请日 2012. 03. 28

(73) 专利权人 中国石油化工股份有限公司

地址 100728 北京市朝阳区朝阳门北大街
22 号

专利权人 中石化宁波工程有限公司

中石化宁波技术研究院有限公司

(72) 发明人 刘玉英 肖珍平 赵斌义 应卫勇
陆亚东 周水钧 费名俭

(74) 专利代理机构 宁波诚源专利事务所有限公
司 33102

代理人 刘凤钦

(51) Int. Cl.

B01J 8/06 (2006. 01)

C07C 31/04 (2006. 01)

(56) 对比文件

DE 202007006812 U1, 2008. 10. 23, 说明书第
[0043]–[0078] 段及说明书附图 1.

CN 101844965 A, 2010. 09. 29, 说明书第
[0027]–[0029] 段, 说明书附图 1、4 及 5.

US 4594227 A, 1986. 06. 10, 全文.

US 4714592 A, 1987. 12. 22, 全文.

CN 201832654 U, 2011. 05. 18, 全文.

EP 1262228 A1, 2002. 12. 04, 全文.

审查员 曹发

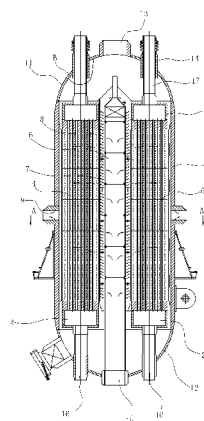
权利要求书1页 说明书4页 附图7页

(54) 发明名称

一种甲醇合成反应器结构

(57) 摘要

本发明涉及到一种甲醇合成反应器结构, 包括筒体、上封头和下封头; 其特征在于所述筒体的内腔内还设有与所述筒体内壁间隔有间隙的进水箱和出水箱; 进水管穿过进水箱的底面连通进水箱的内腔, 出水管穿过所述出水箱的顶面连通出水箱的内腔; 所述进水箱的顶面和所述出水箱的底面上对应于各所述换热管设有多个管孔; 各所述换热管呈直线型结构, 并且各换热管的两端分别插设在对应的出水箱和进水箱上的管孔内从而连通所述的出水箱和所述的进水箱。与现有技术相比较, 本发明将进、出水装置设置为箱体结构, 并且其与换热管相连接的端面表面采用平板结构, 换热管端部不需要弯制即可方便地焊接到环形管板上, 降低了反应器的制作加工难度; 加工精度高。



1. 一种甲醇合成反应器结构,包括筒体、连接在筒体两端的上封头和下封头,所述筒体的内腔内设有供冷却介质流通的多根换热管组成的管束,各所述换热管之间填充有催化剂,管束的两端分别连接进水管和出水管;所述进水管穿过所述的下封头连接外界的冷却介质系统,所述的出水管穿过所述的上封头连接外界的冷却介质系统;并且所述的进水管和所述出水管相对于各自对应的下封头和上封头而定位;所述上封头的顶部设有进料口,所述下封头的底部设有气体入口,所述筒体的侧壁上设有供合成气排出的气体出口;其特征在于所述筒体的内腔内还设有与所述筒体内壁间隔有间隙的进水箱和出水箱;所述进水管穿过进水箱的底面连通进水箱的内腔,所述出水管穿过所述出水箱的顶面连通出水箱的内腔;所述进水箱的顶面和所述出水箱的底面上对应于各所述换热管设有多个管孔;各所述换热管呈直线型结构,并且各换热管的两端分别插设在对应的出水箱和进水箱上的管孔内从而连通所述的出水箱和所述的进水箱;

所述进水箱和所述出水箱为环形结构,并且,所述进水箱和所述出水箱的上、下底面为平板结构且相互平行,进水箱的顶板上设有检修入口;所述筒体内腔的中部设有气体分布器;所述气体分布器的下端连接所述的气体入口,所述气体分布器的上端位于所述出水箱的中间环孔内;气体分布器的侧壁上均匀设有多个出气孔;

所述的气体分布器的外周环套有格栅结构的夹套,所述夹套的内壁上设有网状内衬,该内衬与所述气体分布器的外周壁之间填充有颗粒状瓷球。

2. 根据权利要求1所述的甲醇合成反应器结构,其特征在于所述的气体分布器和所述的夹套、所述的内衬均包括有横向分隔的多段,各段的端部具有向内或向外凸出的折边,相邻各段的折边可拆卸连接从而将各段连接在一起;所述上封头上设有人孔。

3. 根据权利要求2所述的甲醇合成反应器结构,其特征在于各段所述的气体分布器、所述的夹套以及所述的内衬还纵向分隔为多个部分,并且各部分之间为可拆卸连接。

4. 根据权利要求1至3任一所述的甲醇合成反应器结构,其特征在于所述筒体内还设有多个相互平行设置的用于支撑各所述换热管的管束支撑栅,各所述的换热管穿设在各管束支撑栅上对应的管孔内。

5. 根据权利要求4所述的甲醇合成反应器结构,其特征在于所述的出水管为高压膨胀节。

6. 根据权利要求5所述的甲醇合成反应器结构,其特征在于所述的高压膨胀节为多层多波纹结构。

一种甲醇合成反应器结构

技术领域

[0001] 本发明涉及到化工设备领域,具体指一种甲醇合成反应器结构。

背景技术

[0002] 甲醇是重要的有机化工原料和清洁液体燃料,同时也是碳一化学的基础。由甲醇制烯烃技术,开辟了一条非石油原料制取低碳烯烃的生产路线,这一技术的工业化,可以减少对石油资源的过度依赖,对均衡合理利用我国资源具有重要意义。

[0003] 甲醇合成反应器是甲醇生产的心脏设备。近年来,国内已建或在建的大型甲醇装置基本采用国外技术和关键设备,如 Lurgi 甲醇合成反应器、Davy 径向流动甲醇合成反应器及 ICI 多段冷激型甲醇合成反应器等。

[0004] 随着甲醇装置规模的日趋扩大,甲醇合成反应器的单系列规模也趋于大型化。目前,国外单台规模已达 150 万吨/年,如鲁奇公司 135 万吨/年,Davy 公司 150 万吨/年等。目前国内甲醇合成反应器单台规模仅达到 50 万吨/年,与国外相比差距甚大,因此,非常有必要开发大型甲醇合成反应器技术。

[0005] Lurgi 采用管壳型反应器和气冷反应器。第一反应器即管壳型反应器为水冷反应器,结构类似于一个固定管板列管式换热器,操作压力 5 ~ 6MPa,壳体和管板、反应管之间采用焊接结构。第二反应器为气冷反应器,反应放出的热量传给冷管内的原料气。出第一反应器的反应气进入第二反应器。在大型化上,水冷反应器受到了管板和壳体成一整体的制约,如提高反应器的高径比,则催化剂易被压碎;如提高合成压力,则使反应管内外和管板上下压差增加,增加了制造加工技术难度;必须采用多台管壳式反应器组合的方式,而这将带来增加设备投资等问题。气冷式反应器的管板是开渐开线槽的结构件,是设计和制造的关键所在。气冷式反应器的结构只能用于气气交换,不能用于气液交换。目前采用 2 台管壳型反应器并联再和 1 台气冷反应器组合,生产能力可达 135 万吨/年。

[0006] Davy 径向流动甲醇合成反应器,气体径向流动、副产蒸汽、能量利用合理。但换热管需要特殊弯制、换热管支撑件结构复杂。目前单台生产能力可达 150 万吨/年。

[0007] ICI 多段冷激型甲醇合成反应器,采用四段绝热床层,层间采取三次冷激。在大型化上结构简单、易于安装维修、催化剂装卸方便,但出口的甲醇浓度低、催化剂时空率不高、能量利用不合理,设备比较重,大规模的反应器会带来运输问题。在大型化上,增大反应器内径以扩大生产能力,目前单台生产能力可达 165 万吨/年。

[0008] Topsoe 径向流动甲醇合成反应器,气体在床层内向心流动,床层内装有催化剂。但很难实现反应气体的均布、对加工制造要求较高、不能高位能回收反应热、床层各部分催化剂利用程度不同。在大型化上,在直径不变的情况下,增加反应器的高度,有利于单系列大型化生产。目前,采用 3 台径向流动绝热反应器串联,生产能力可达 150 万吨/年。

[0009] 国内杭州林达公司的 JJD 低压均温型反应器,反应热通过双 U 型管移走,热补偿较其它结构好。但难以大型化。目前已投产的最大生产能力为 20 万吨/年。林达卧式管壳水冷甲醇合成反应器采用卧式结构,避免了反应器大型化时直径过大的问题,易于大型化。

由于采用管壳式结构,催化剂装填在管外,当反应器为卧式时,催化剂的装填麻烦,催化剂还原收缩后,气体的均布存在问题。目前已投产的最大生产能力为 50 万吨/年。

[0010] 国内传统的径向流动甲醇合成反应器,换热管经特殊弯制后与上下两环管连接,换热管与环管的连接焊接难度大,质量不易保证;换热管需特殊弯制,工序繁多;环管上换热管管孔加工难度大、精度不易保证;且不便设置管束支撑件,影响催化剂的使用寿命和出口甲醇的浓度;接头处发生泄漏,很难检修等。只适用于小型甲醇反应器,不易大型化。

[0011] 因此,现有的单台甲醇合成反应器比较适用于小型甲醇反应器,不易大型化。

发明内容

[0012] 本发明所要解决的技术问题是针对现有技术的现状提供一种加工制造方便且易于大型化的甲醇合成反应器结构。

[0013] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案为:该甲醇合成反应器结构,包括筒体、连接在筒体两端的上封头和下封头,所述筒体的内腔内设有供冷却介质流通的多根换热管组成的管束,各所述换热管之间填充有催化剂,管束的两端分别连接进水管和出水管;所述进水管穿过所述的下封头连接外界的冷却介质系统,所述的出水管穿过所述的上封头连接外界的冷却介质系统;并且所述的进水管和所述出水管相对于各自对应的下封头和上封头而定位;所述上封头的顶部设有进料口,所述下封头的底部设有气体入口,所述筒体的侧壁上设有供合成气排出的气体出口;其特征在于所述筒体的内腔内还设有与所述筒体内壁间隔有间隙的进水箱和出水箱;所述进水管穿过进水箱的底面连通进水箱的内腔,所述出水管穿过所述出水箱的顶面连通出水箱的内腔;所述进水箱的顶面和所述出水箱的底面上对应于各所述换热管设有多个管孔;各所述换热管呈直线型结构,并且各换热管的两端分别插设在对应的出水箱和进水箱上的管孔内从而连通所述的出水箱和所述的进水箱。

[0014] 所述进水箱和所述出水箱的结构可以有多种,例如立方体、长方体,或者立方体、长方体与弧形结构的结合等等,较好的,为了进一步方便加工,所述进水箱和所述出水箱可以为环形结构,并且,所述进水箱和所述出水箱的上、下底面为平板结构且相互平行;所述筒体内腔的中部设有气体分布器;所述气体分布器的下端连接所述的气体入口,所述气体分布器的上端位于所述出水箱的中间环孔内;气体分布器的侧壁上均匀设有多个出气孔。将进、出水箱的上下底面设计为平板结构,不仅方便了加工,而且增加了合成器内的操作空间,方便检修和维护。

[0015] 现有技术中,催化剂的装填只能从设置在上封头上的专用的进料孔内自下而上的装填,装填过程是一个盲操作过程,不能保证催化剂在管束之间的均匀分布。而催化剂的分布对反应的均匀性有着至关重要的作用。为了保证催化剂能够均匀地装填在管束之间,本申请将气体分布器设计为可拆卸结构,具体使用的技术方案为:所述的气体分布器包括有多段,各段的端部具有向内或向外凸出的折边,相邻各段的折边可拆卸联接从而将各段连接在一起;所述上封头上设有人孔。操作人员通过人孔进入筒体内,装填好一段催化剂后再安装上上一段的气体分布器,然后再装填上一段气体分布器所对应的管束间的催化剂,不仅充分保证了催化剂的均匀装填,而操作非常方便,同时也降低了气体分布器的加工难度。

[0016] 上述可拆卸式气体分布器的结构还可以采用其它的方式,例如相邻段使用螺栓连接等。同时,如果改变进料和出料的途径,该气体分布器还可以作为气体收集器使用。

[0017] 进一步改进,可以在所述气体分布器的外周环套有格栅结构的夹套,该夹套与所述气体分布器的外周壁之间填充有颗粒状瓷球。夹套和瓷球的设计,可使反应气体再分布,使气体分布的更均匀,同时也有隔热作用,保护内层分布器。

[0018] 上述各方案中,对于大规模反应器,换热管较长,在反应器的运输过程中,换热管会弯曲变形;同时在反应器的运行过程中,换热管可能会产生振动而损坏换热管。为了方便运输和反应器的运行,所述筒体内还可以设有多个相互平行设置的用于支撑各所述换热管的管束支撑栅,各所述的换热管穿设在各管束支撑栅上对应的管孔内。通过管束支撑栅来加强支撑各换热管,结构简单,使用可靠。

[0019] 为了有效解决使甲醇反应器运行过程中管束所产生的热膨胀,所述的出水管可以为高压膨胀节。

[0020] 较好的,所述的高压膨胀节可以为多层多波纹结构。通过调整膨胀节层数和波数,可适配不同规模的反应器。

[0021] 与现有技术相比较,本发明将进、出水装置设置为箱体结构,并且其与换热管相连接的端面表面采用平板结构,换热管端部不需要弯制即可方便地焊接到环形管板上,降低了反应器的制作加工难度;同时由于环形管板上换热管管孔是平面加工,且管孔间距相等,便于画线与钻孔,加工精度高。同时,出水箱采用浮动式结构,不受固定式管板结构的制约,不仅可以用于小规模甲醇反应器的,也可用于百万吨级以上的甲醇反应器的。而在上封头上开设的人孔,不仅便于人员进出反应器进行检修工作,而且便于催化剂的装填。

附图说明

[0022] 图 1 为本发明实施例装配结构的剖视示意图;

[0023] 图 2 为图 1 的俯视图;

[0024] 图 3 为本发明实施例中 B 部分的局部放大图;

[0025] 图 4 为本发明实施例中出水箱部分的局部剖视放大图;

[0026] 图 5 为图 4 的俯视图;

[0027] 图 6 为沿图 1 中 A-A 线的剖视图;

[0028] 图 7 为本发明实施例中气体分布器和夹套装配结构的局部示意图(不含瓷球);

[0029] 图 8 为图 7 的俯视图;

[0030] 图 9 为图 7 的局部放大图;

[0031] 图 10 为本发明实施例中换热管与支撑栅装配结构的横向剖视图;

[0032] 图 11 为图 7 的 C 向视图。

具体实施方式

[0033] 以下结合附图实施例对本发明作进一步详细描述。

[0034] 如图 1 至图 7 所示,该甲醇合成反应器结构包括:

[0035] 筒体 1,为甲醇合成反应的主要场所;筒体 1 的两端分别连接上封头 11 和下封头 12;筒体的侧壁上设有供合成气出入的出气孔 18。上封头 11 上设有人孔 13 和出水孔。本实施例中的入孔 13 也兼作为进料孔。出水管 17 的下端焊接在下述出水箱 3 上,出水管 14 的上端套设在多层多波纹高压膨胀节 14 内,两者焊接在一起。焊接后的出水管 14 和高压

膨胀节 14 穿过出水孔外露于上封头 11 外。下封头 12 上设有进气孔 15 和供进水管穿过的进水孔,进水管 16 穿过下封头连接下述的进水箱 2。

[0036] 进水箱 2 和出水箱 3,为环形结构,进水箱 2 和出水箱 3 的顶面和底面水平设置。进水管 16 的出口穿过进水箱 2 的底面从而连通进水箱 2 的内腔;出水管 17 的出水口穿过出水箱 3 的顶面从而连通出水箱 3 的内腔。进水箱 2 和出水箱 3 的顶面和底面为环形管板 23,管板上均匀设有供换热管插设焊接的管孔。出水箱的顶部设有供出水管插设焊接的出水孔 21 和供操作人员进入水箱内进行检修维护的人孔 22,以便换热管的检修以及与管板的焊接。

[0037] 换热管 4,有多根,呈直线状相互平行设置在出水箱 3 和进水箱 2 之间。由于设备的大型化,换热管较长,在反应器的运输过程中,换热管会弯曲变形;而在反应器的运行过程中,换热管可能会产生振动而损坏换热管。因此,本实施例在出水箱和进水箱之间还设置了管束支撑栅 5 以加强支撑各换热管 4。管束支撑栅 5 有多个,垂直于换热管 4 设置,各所述换热管 4 穿插在这些管束支撑栅 5 上对应的管孔内。用支撑栅加强后的各换热管的两端分别插设在出水箱和进水箱上对应的管孔内焊接固定好,从而连通所述的出水箱和所述的进水箱。管束支撑栅可以是平板上开孔结构,也可以采用格栅夹持结构。

[0038] 气体分布器 6,对应于各所述的换热管设置在所述筒体的内腔的中部,用于输送进入反应器内的气体并使其均匀分布。气体分布器的进气口连接下封头上进气孔 15,其余部分位于进、出水箱中部的环孔内。气体分布器的侧壁上均匀设有多个出气孔 61。本实施例中的气体分布器包括横向分隔的多段,各段的端缘具有内凸的凸起 62,相邻段上的凸起通过螺栓可拆卸连接在一起;同时各段又纵向分隔为多块,各块的侧缘上具有内凸的折边 63,相邻折边通过螺栓可拆卸连接在一起。

[0039] 夹套 7,为格栅结构,夹套的内周壁上设有金属网 8。本实施例中的夹套 7 也是有多块组装而成,其包括纵向分隔的多段,相邻各段之间设有相对应的内凸的凸缘 72,相邻凸缘 72 通过螺栓连接在一起,从而将各段连接成为夹套 7。夹套的内周壁上还设有与气体分布器内周壁上的连结块 64 相对应的内凸的连结块 71,相对应的连结块 64、71 通过螺栓连接在一起从而将夹套 7 和金属网 8 限位。

[0040] 该甲醇合成反应器的工作原理如下:

[0041] 使用前,气体分布器只有与进气孔 15 相连接的最下段已经安装好。操作人员从人孔 13 内进入反应器内,先在下部各换热管之间装填上催化剂。当对应于最下段气体分布器部分的催化剂装填好后,用螺栓将最下段和第二段气体分布器连接起来,然后再装填上与第二段气体分布器区段相对应的催化剂。依次类推,将反应器内的催化剂装填完毕。人工进入反应器内装填催化剂便利,催化剂装填均匀。

[0042] 催化剂装填完毕后,从进料孔 14 和进气孔 15 送入反应物料。原料气在催化剂床层层内径向流动,气体经气体分布器的出气孔 61 在整个反应器内均匀流出到瓷球之间,经瓷球的进一步均匀分布,进入催化剂之间,发生反应。反应所产生的反应热由换热管内的冷却介质带走。

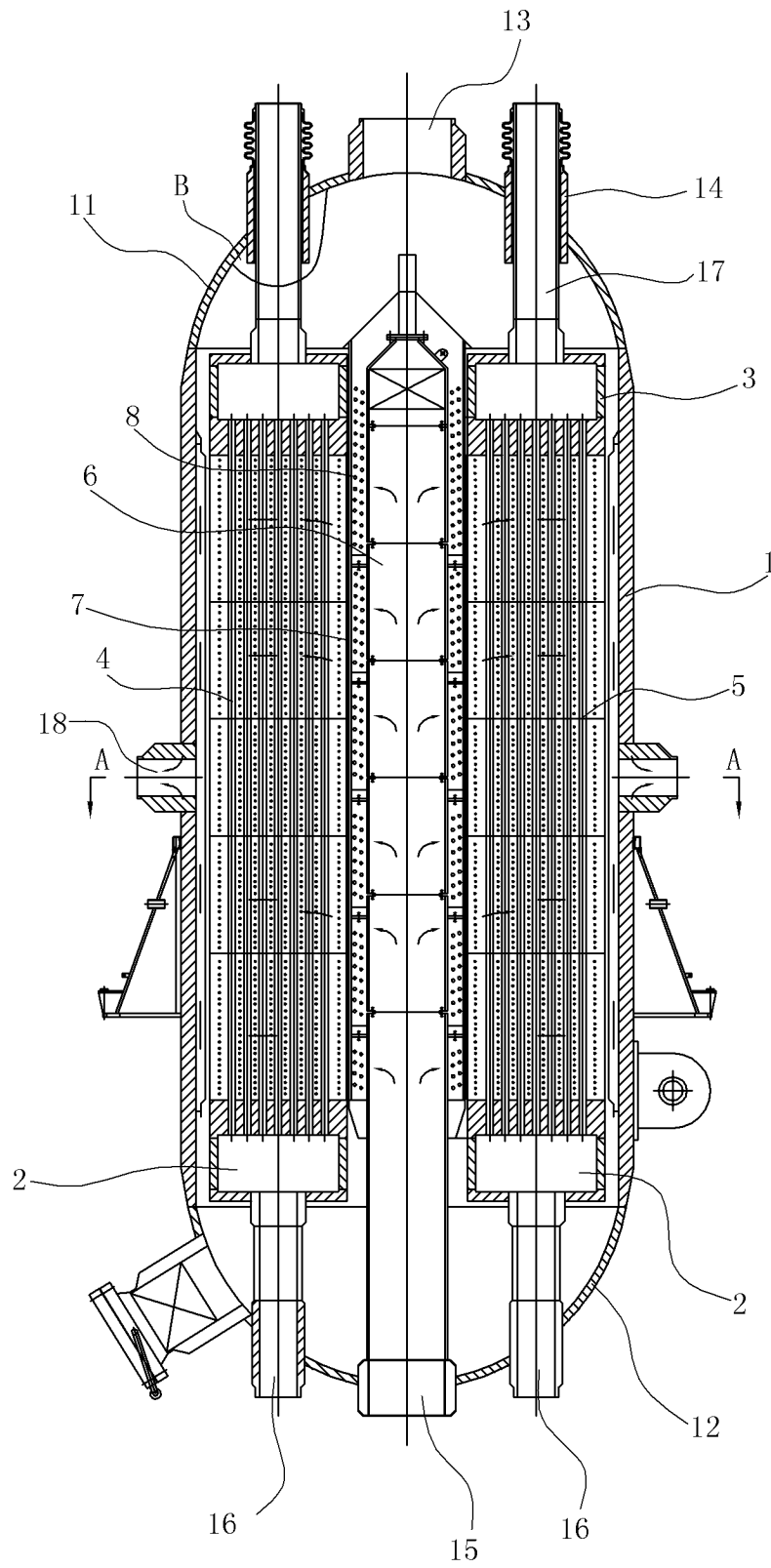


图 1

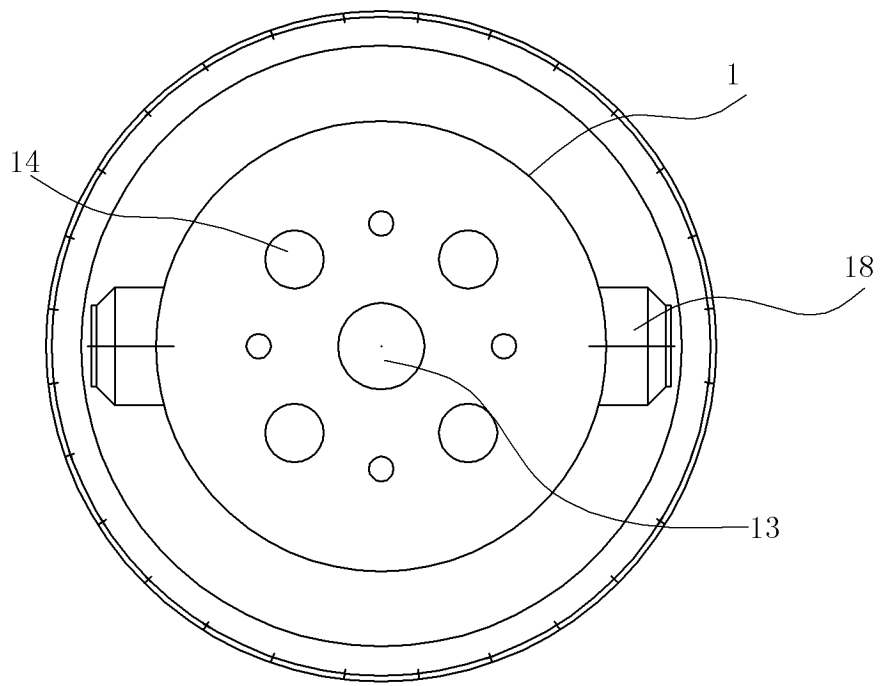


图 2

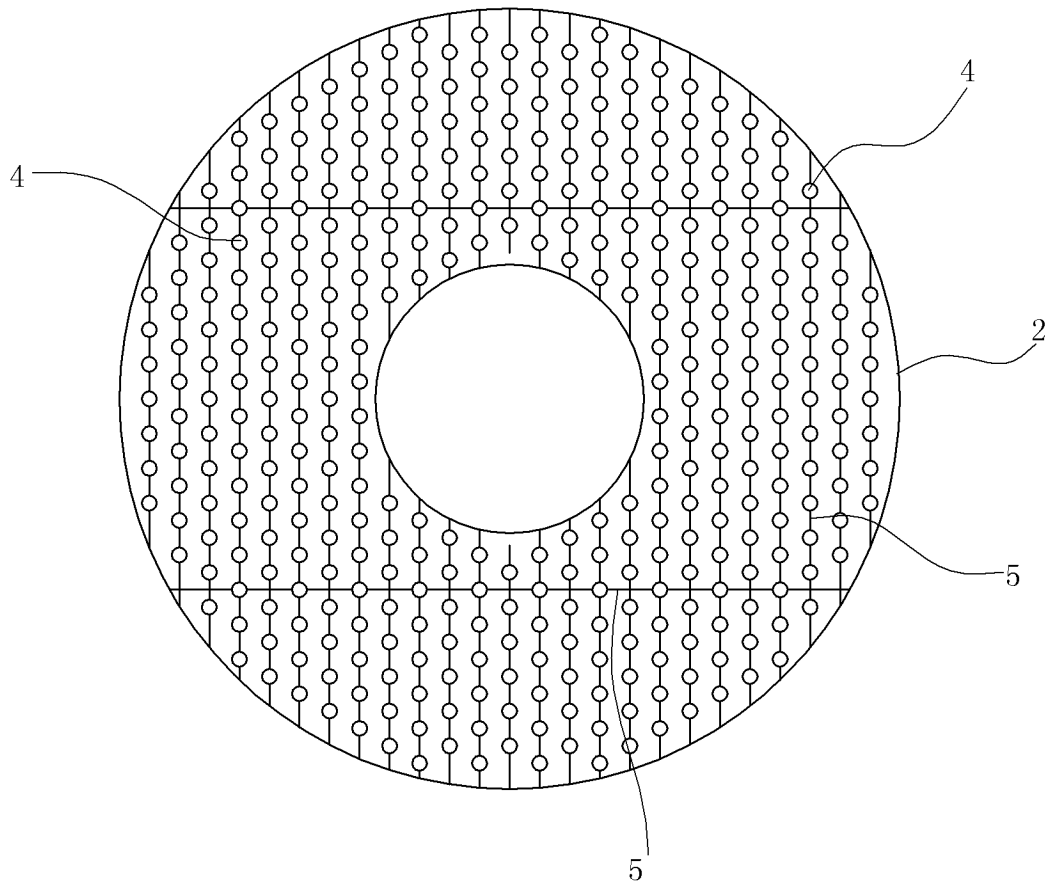


图 10

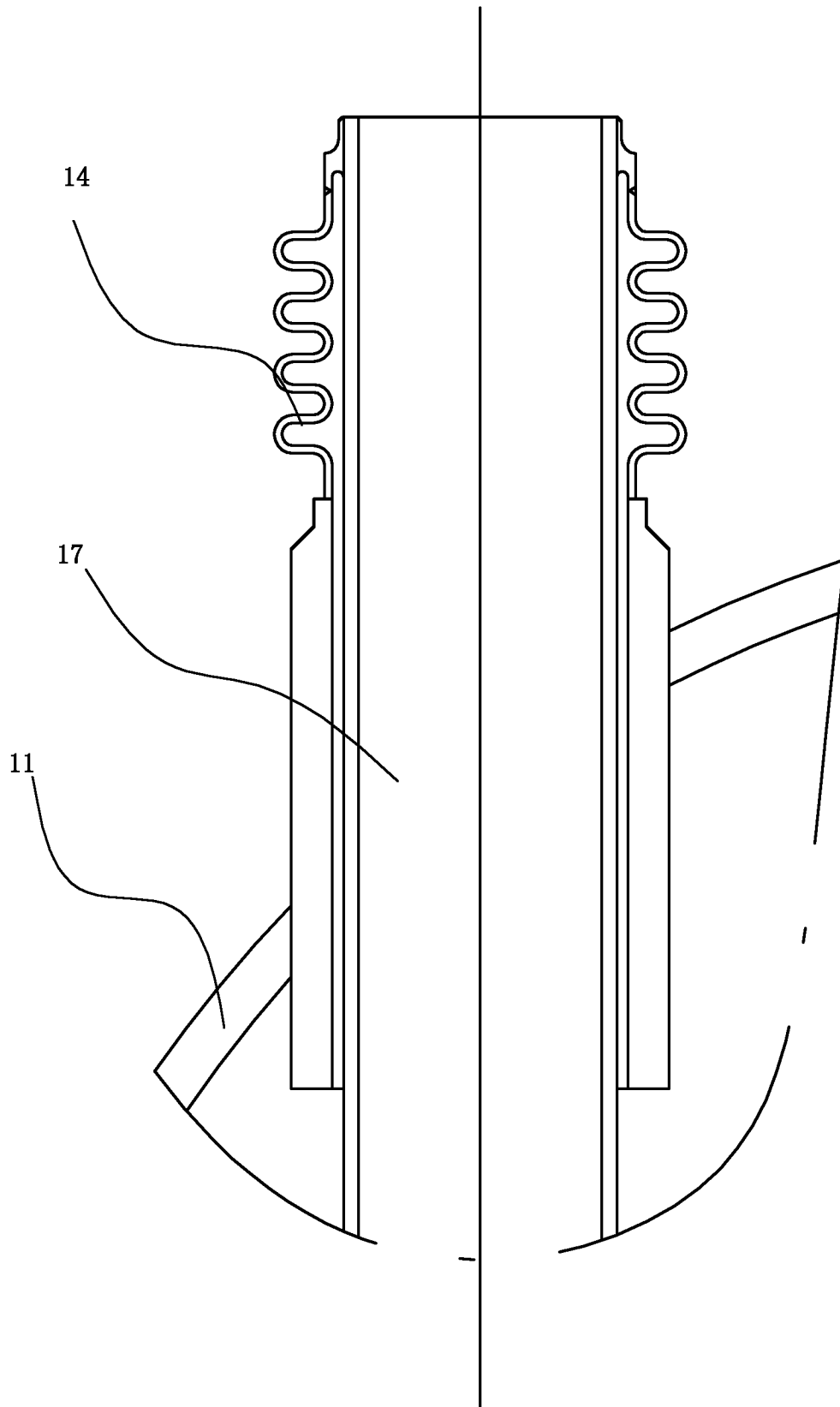


图 3

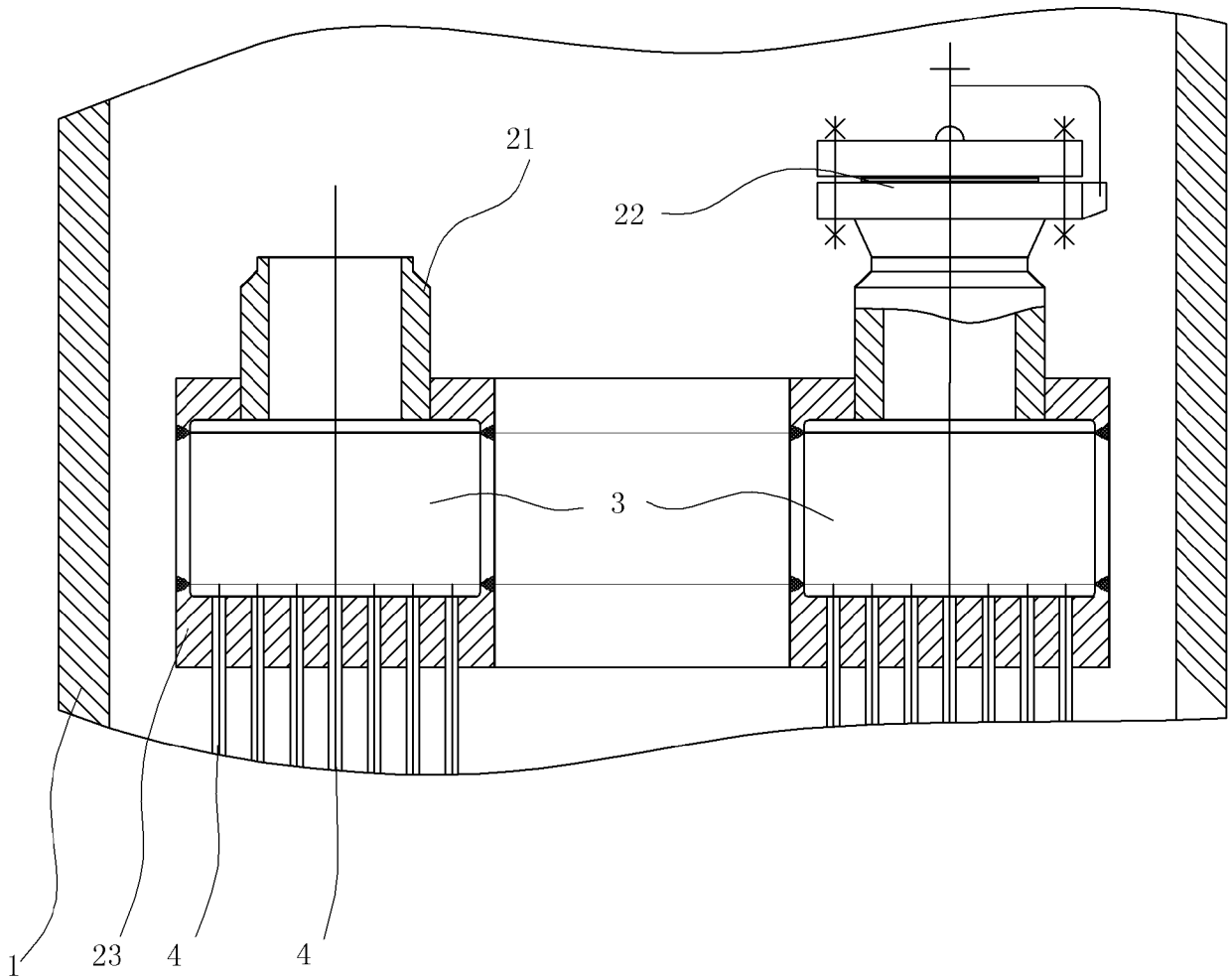


图 4

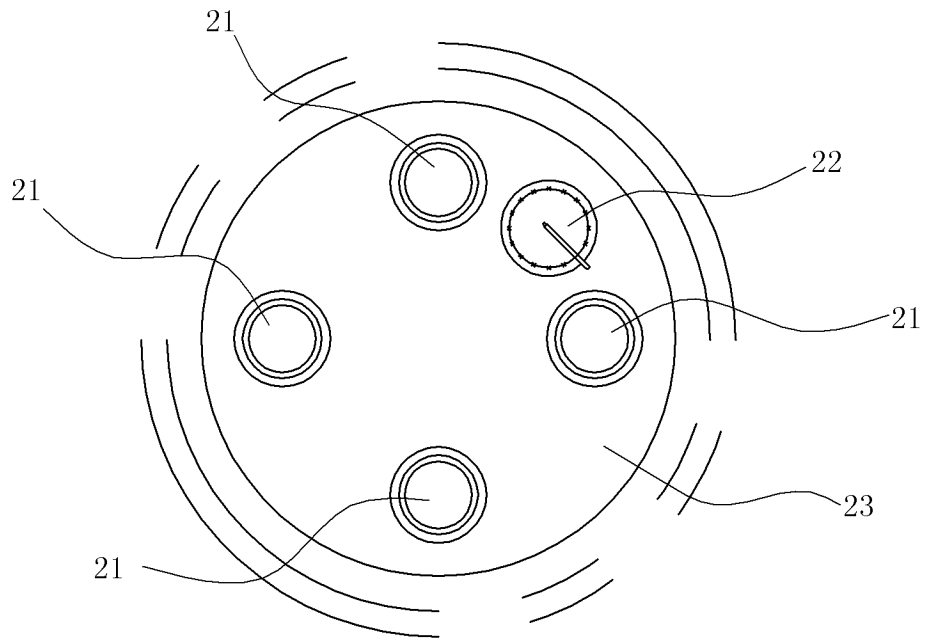


图 5

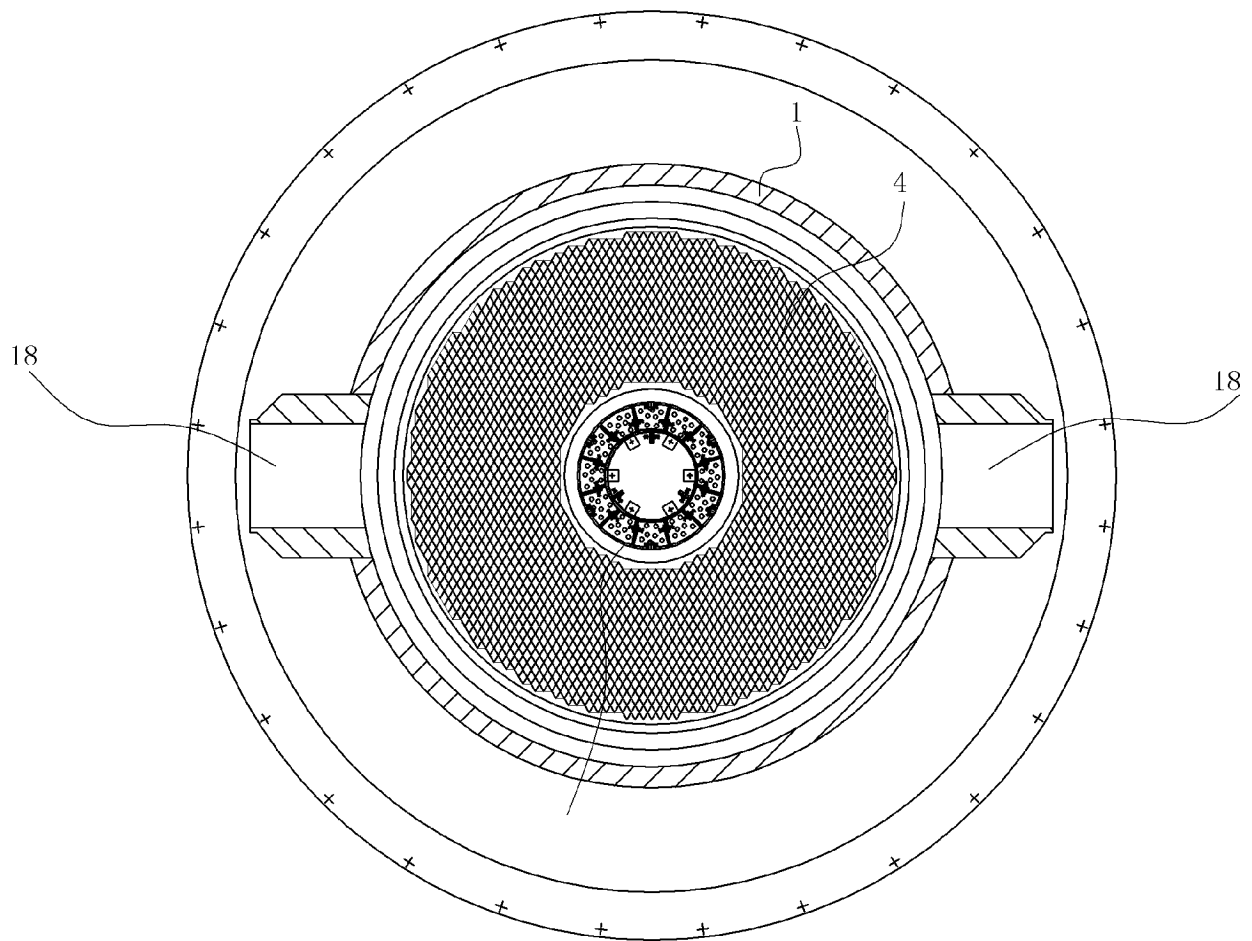


图 6

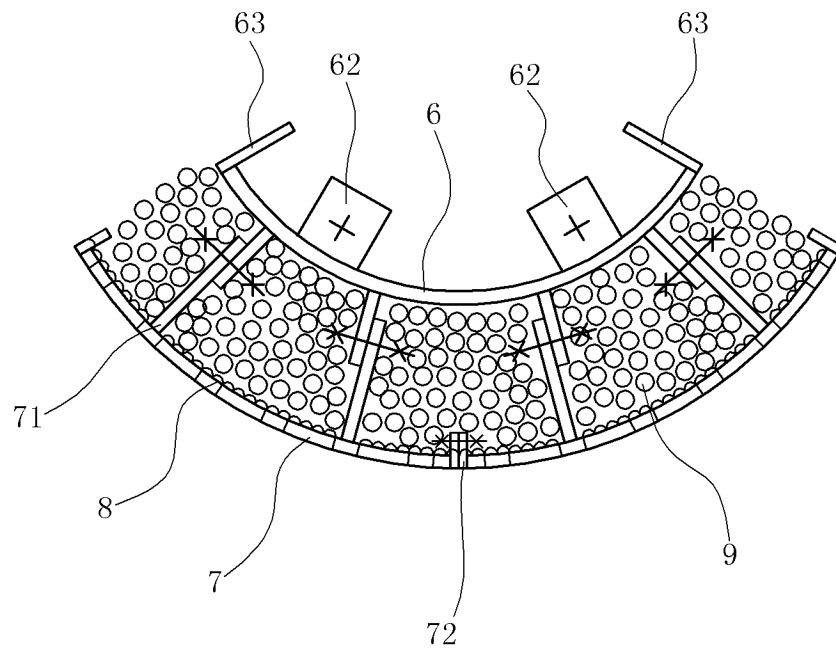


图 9

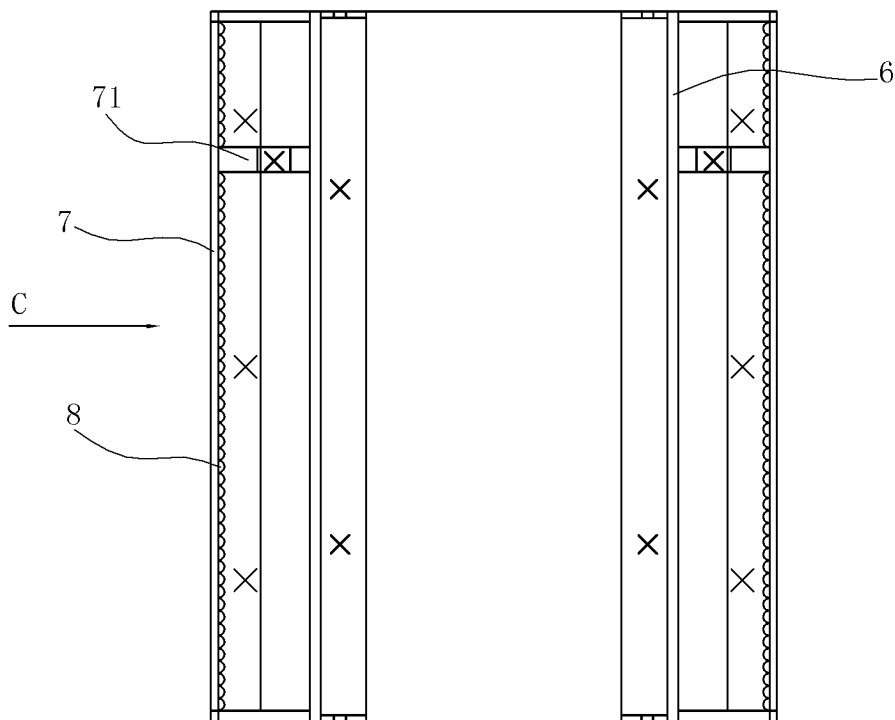


图 7

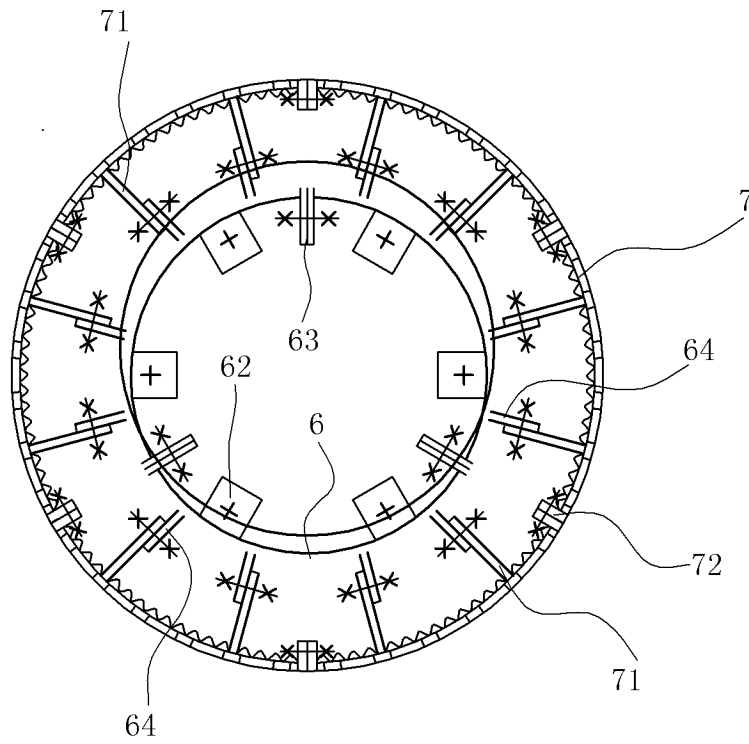


图 8

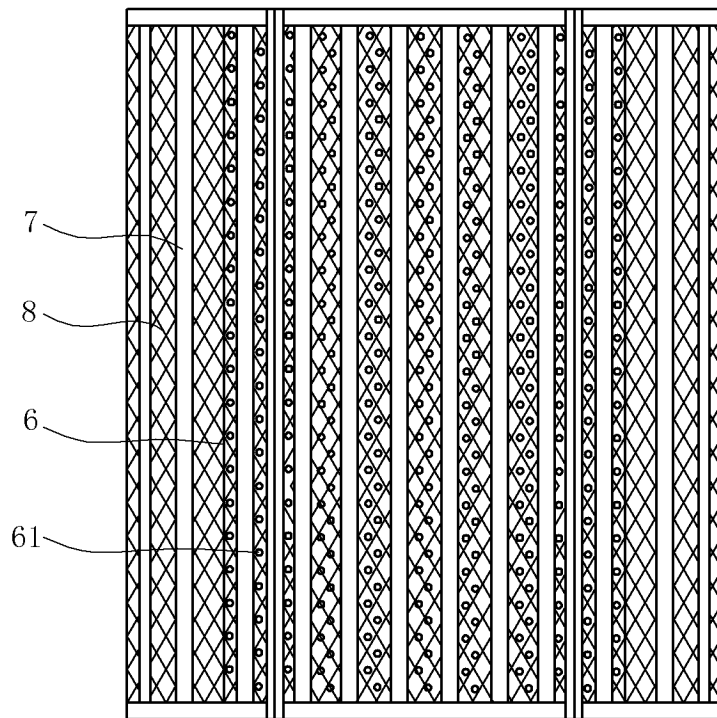


图 11