



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202216425 U

(45) 授权公告日 2012. 05. 09

(21) 申请号 201120324200. 4

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2011. 08. 31

(73) 专利权人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381 号

(72) 发明人 龙新峰 毛青松

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限
公司 44102

代理人 何淑珍

(51) Int. Cl.

F24J 2/05 (2006. 01)

F24J 2/06 (2006. 01)

F24J 2/30 (2006. 01)

F24J 2/34 (2006. 01)

F24J 2/46 (2006. 01)

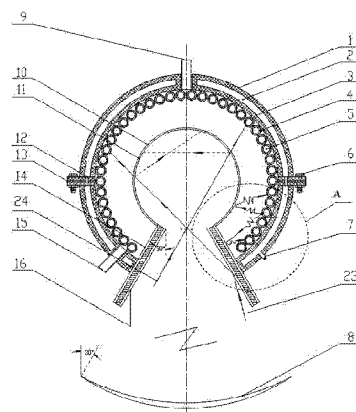
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 实用新型名称

含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器

(57) 摘要

本实用新型公开了含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器,主要用于在蝶式太阳能高温热利用系统中收集太阳光并将其转化成热能。吸热器主要由换热盘管、内凹式玻璃罩、外壳、内壳、真空层、反光式挡风板、导热流体组成。与传统的开口式和腔口带玻璃窗的腔式吸热器不同,本腔式吸热器是采用内凹玻璃罩的开口式球形吸热器,既具有开口式腔式吸热器捕获光线的能力,又具有腔口带玻璃窗的腔式吸热器低热损的特点。同时本腔式吸热器具有反光式挡风板,能增强对偏离光线的捕捉,减少内壁热辐射和外部自然风引起的对流传热损失。本腔式吸热器的内外壳间含有真空层,能有效降低通过壳体损失的热量。



1. 含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器,其特征在于包括壳体、内凹式玻璃罩、反光式挡风板、换热盘管和聚光碟,所述的腔式吸热器整体结构为带开口的球形腔体,其中壳体的结构为带开口的球形腔体,内凹式玻璃罩也为带开口的球形腔体;玻璃罩的球心与壳体的球心重合,且玻璃罩与壳体的开口朝向一致,开口面均为圆形,两个圆与球心形成的两个圆锥形的顶角相等,所述顶角大小与聚光碟的开口张角大小相等;开口面正对聚光碟;换热盘管贴近壳体内壁面呈螺旋状排列,壳体的开口位于壳体底端,换热盘管的导热流体出口位于壳体顶端处,换热盘管的导热流体入口位于壳体底端处;反光式挡风板为上下开口的圆台形板,其顶部边缘与玻璃罩开口无缝相接,反光式挡风板的侧面与壳体开口无缝相连,形成一个由壳体、玻璃罩、挡风板构成的密封区域。

2. 根据权利要求1所述含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器,其特征在于,所述的壳体为双层钢制结构,包括内壳、外壳和由内外壳之间形成的真空层;壳体的开口位竖直朝下,壳体分为上半壳和下半壳两部分,上下半壳的相交面水平且通过壳体的球心,上下半壳通过四对螺栓螺母相连,相接处使用密封橡胶圈;密封圈中部有若干通气小孔,使上下壳体的真空层相连通;下壳的底部设有一个供换热盘管下端导热流体入口穿过的管孔,上壳的顶部设有一个供换热盘管上端导热流体出口穿过的管孔,管孔四周密封;下壳底部设有用于抽真空过程中连接抽真空机器的抽气孔,抽气孔配有用于密封的橡胶塞。

3. 根据权利要求2所述含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器,其特征在于换热盘管贴近壳体内壳壁面呈螺旋状排列。

4. 根据权利要求1所述含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器,其特征在于,所述玻璃罩采用高透光率的耐高温石英玻璃,透光率大于0.95;玻璃罩表面光滑且厚度为2mm-4mm。

5. 根据权利要求1所述含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器,其特征在于,所述的聚光碟的表面为抛物面,聚光碟的焦点位于玻璃罩开口面的中心点,聚光碟外缘与焦点的连线与竖直线的夹角为聚光碟的半张角,半张角的范围为 30° - 45° ,半张角的两倍即为聚光碟的张角。

6. 根据权利要求1所述含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器,其特征在于,所述的换热盘管采用双螺旋或多螺旋结构,所述双螺旋或多螺旋结构指两根或多根直管并列按设定的螺距进行螺旋形成的结构。

7. 根据权利要求6所述含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器,其特征在于,相邻盘管外壁之间间距1mm-2mm,盘管紧贴壳体内侧排布,管内流动的导热流体采用耐高温的导热油、相变储能材料、热化学储能材料中的一种。

8. 根据权利要求5所述含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器,其特征在于,所述的换热盘管由导热率高的紫铜或铝或铝合金制成,换热盘管的外壁面为粗糙表面。

9. 根据权利要求1所述含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器,其特征在于,所述反光式挡风板为上下开口的圆台形薄板,其侧面均具有反射功能,反光式挡风板的外侧即面向聚光碟的一侧为镜面,能反射光线;反光式挡风板的内侧即背向聚光碟的一侧涂有红外反射涂料,能反射热辐射射线。

10. 根据权利要求9所述含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器,其特征在于,圆台形的顶角即圆台的母线与中心轴夹角的两倍角,等于或大于聚光碟的张角;圆台形的顶面直

径等于球形玻璃罩的开口面的直径,圆台的底面位于壳体外,且底面直径大于壳体的开口面直径,但小于壳体的最大直径。

含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种腔式太阳能吸热器,特别涉及一种应用于蝶式太阳能高温热利用系统中的含内凹玻璃罩的高效球形腔式吸热器。

背景技术

[0002] 随着社会生产的进步与发展,随着人民生活水平的提高,能源需求还将大幅度增长。当前全球一次性能源构成主要是以化石燃料为主体,但化石燃料作为地球的不可再生能源,一方面在不久的将来会枯竭,另一方面大量化石燃料的使用又造成了环境污染和生态破坏,严重地威胁着人们的健康。因此,开发和利用新能源符合可持续发展战略。太阳能是太阳内部连续不断的核聚变过程产生的能量,是各种可再生能源(包括生物质能、风能、海洋能、水能等)中最重要的基本能源。太阳能作为一种对环境不产生污染的新能源,取之不尽,用之不竭。

[0003] 太阳能高温热利用是太阳能利用中的重要项目。在太阳能热发电领域,蝶式太阳能热发电系统已经成为最重要的三种太阳能热发电方式之一。而蝶式太阳能高温热利用系统同时拥有聚光比高、结构简单、可模块化、特别适用于分布式能源等优势,它在其他高温热利用场合都有广泛的应用前景。

[0004] 腔式吸热器是蝶式太阳能高温热利用系统中将聚集的太阳光转化成热能的装置,其光-热转化效率决定了蝶式太阳能系统的热利用效率。对于腔式吸热器的性能和特点的研究,国内外学者做过大量的实验研究和理论分析,研究主要集中在分析腔式吸热器的热量损失。腔式吸热器的热损由四部分组成:(1)太阳光通过腔口的反射损失;(2)通过吸热器壁面的导热损失;(3)空气通过腔口的对流损失;(4)通过腔口的热辐射损失。研究重点主要集中在腔式吸热器的外形、结构、导热介质三个方面,这三个方面的具体研究现状为:

[0005] 1. 腔式吸热器的外形种类主要包括圆柱形、圆台形、圆锥形、方腔形、球形及其他在此基础上加以改进的形状。腔式吸热器的外形对四部分热损都产生影响,目前的研究主要集中在定性分析其中的一至两种热损随外形的变化情况,对腔式吸热器的四种热损缺少定量的研究和比较。

[0006] 2. 从结构上分类,腔式吸热器分为开口式和带玻璃窗式两种。开口式的腔式吸热器使聚集光在通过腔口时几乎不损失能量,但开口这一特点使得光线、热辐射射线更易通过腔口离开腔体,且空气易进入腔体,通过与换热盘管管壁的对流换热带走热量。带玻璃窗的腔式吸热器则有效减弱了上述热损,但由于玻璃窗位于腔口处,所以对光线产生了一定的反射,进入的腔体的光能要少于开口式的腔式吸热器。

[0007] 3. 腔式吸热器导热介质主要有空气、熔融盐、导热油、相变储能材料、热化学储能材料等,各种介质适用的场合有所不同。熔融盐和空气均适用于高温热利用场合,但各有不足。熔融盐容易遇冷凝固,所以需要配合解冻装置,如电热丝,增加了能耗。虽然空气的工作温度可以超过 1000℃,但空气热容量小,传热性能差,不能满足大功率蝶式太阳能系统的吸热和传热要求。导热油具有热容量大,传热性能佳,使用寿命长等优点,在 500℃ 以下的中

高温热利用中得到广泛应用。相变储能材料、热化学储能材料的研究近年来取得了较好的进展,相变储能材料、热化学储能材料具有热容量大,换热系数高的特点,已经开始应用于太阳能高温热利用领域。

[0008] 总之,现有腔式吸热器种类繁多,但缺少光-热转化效率高、结构简单、适用范围广的腔式吸热器,蝶式太阳能高温热利用领域迫切需要高效的腔式吸热器。

实用新型内容

[0009] 本实用新型的目的在于克服了现有技术的不足,提出含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器。该腔式吸热器能有效地降低热量损失,提高光-热转化效率。

[0010] 含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器,包括壳体、内凹式玻璃罩、反光式挡风板、换热盘管和聚光碟,所述的腔式吸热器整体结构为带开口的球形腔体,其中壳体的结构为带开口的球形腔体,内凹式玻璃罩也为带开口的球形腔体;玻璃罩的球心与壳体的球心重合,且玻璃罩与壳体的开口朝向一致,开口面均为圆形,两个圆与球心形成的两个圆锥形的顶角相等,所述顶角大小与聚光碟的开口张角大小相等;开口面正对聚光碟;换热盘管贴近壳体内壁面呈螺旋状排列,壳体的开口位于壳体底端,换热盘管的导热流体出口位于壳体顶端处,换热盘管的导热流体入口位于壳体底端处;反光式挡风板为上下开口的圆台形板,其顶部边缘与玻璃罩开口无缝相接,反光式挡风板的侧面与壳体开口无缝相连,形成一个由壳体、玻璃罩、挡风板构成的密封区域。

[0011] 上述的含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器中,所述的壳体为双层钢制结构,包括内壳、外壳和由内外壳之间形成的真空层;壳体的开口位竖直朝下,壳体分为上半壳和下半壳两部分,上下半壳的相交面水平且通过壳体的球心,上下半壳通过四对螺栓螺母相连,相接处使用密封橡胶圈;密封圈中部有若干通气小孔,使上下壳体的真空层相连通;下壳的底部设有一个供换热盘管下端导热流体入口穿过的管孔,上壳的顶部设有一个供换热盘管上端导热流体出口穿过的管孔,管孔四周密封;下壳底部设有用于抽真空过程中连接抽真空机器的抽气孔,抽气孔配有用于密封的橡胶塞。

[0012] 上述的含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器中,换热盘管贴近壳体内壳壁面呈螺旋状排列。

[0013] 上述的含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器中,所述玻璃罩采用高透光率的耐高温石英玻璃,透光率大于 0.95;玻璃罩表面光滑且厚度为 2mm-4mm。

[0014] 上述的含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器中,所述的聚光碟的表面为抛物面,聚光碟的焦点位于玻璃罩开口面的中心点,聚光碟外缘与焦点的连线与竖直线的夹角为聚光碟的半张角,半张角的范围为 30° - 45° ,半张角的两倍即为聚光碟的张角。

[0015] 上述的含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器中,所述的换热盘管采用双螺旋或多螺旋结构,所述双螺旋或多螺旋结构指两根或多根直管并列按设定的螺距进行螺旋形成的结构。

[0016] 上述的含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器中,相邻盘管外壁之间间距 1mm-2mm,盘管紧贴壳体内侧排布,管内流动的导热流体采用耐高温的导热油、相变储能材料、热化学储能材料中的一种。

[0017] 上述的含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器中,所述的换热盘管由导热率高的

紫铜或铝或铝合金制成,换热盘管的外壁面为粗糙表面。

[0018] 上述的含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器中,所述反光式挡风板为上下开口的圆台形薄板,其侧面均具有反射功能,反光式挡风板的外侧即面向聚光碟的一侧为镜面,能反射光线;反光式挡风板的内侧即背向聚光碟的一侧涂有红外反射涂料,能反射热辐射射线。

[0019] 本实用新型所述换热盘管采用双螺旋或多螺旋结构,即导热流体从入口进入后分成两股或多股支流分别沿并行的换热盘管流向出口。双螺旋或多螺旋结构相对单螺旋结构而言,能有效地降低流体沿管程的压力损失,同时可增大流体流量,以及时带走腔内热量,提高换热效率。

[0020] 与现有技术相比较,本实用新型具有以下优点:

[0021] 1. 捕获光线能力强,反射光损失少。该腔式吸热器采用含内凹式玻璃罩的结构,在腔口处对光线不产生反射作用,同时入射光线进入腔体后更易被壁面吸收或在玻璃罩内壁间发生多重反射,不易溢出腔口。反光式的挡风板能通过反射作用使部分偏离的入射光进入腔内,增强了光线捕捉能力。

[0022] 2. 空气与换热盘管之间的对流热损失小。由于壳体、玻璃罩和挡风板形成了封闭的区域,使得外界的冷空气无法直接与高温换热盘管管壁进行对流换热,从而降低了腔内的对流热损失。挡风板对外界自然风有很好的阻挡效果,能减弱外界风力引起的强制对流,也降低了腔内的对流热损。

[0023] 3. 热辐射损失得到有效控制。由于存在玻璃罩的阻挡,吸热器的热辐射射线容易在玻璃罩和管壁间发生多重反射,减弱了通过腔口的热辐射量。由于反光式挡风板的腔内一侧涂有红外反射涂料,使其能反射部分热辐射,降低挡风板的温度和吸热器的热辐射损失。

[0024] 4. 通过壳体的导热损失减少,且壳体易于拆卸和组装。与传统的腔式吸热器采用填充保温材料来达到保温效果不同,该腔式吸热器采用真空保温。壳体中部被抽至接近真空,能有效降低壳体壁面导热率,减少通过壳体壁面的导热损失。壳体由上下两部分组成,两者通过螺栓和密封圈紧密相连,必要时可拆卸并清理或更换内部组件。

附图说明

[0025] 图1是本含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器的轴向剖面结构示意图。

[0026] 图2是本含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器的仰视图。

[0027] 图3是图1中A区的局部放大示意图。

[0028] 附图中:1-外壳;2-真空层;3-内壳;4-换热盘管;5-导热流体;6-螺栓;7-抽气孔;8-聚光碟;9-流体出口;10-球形玻璃罩外壁;11-球形玻璃罩内壁;

[0029] 12-通气小孔;13-橡胶密封圈;14-挡风板内侧;15-流体入口;16-挡风板外侧;17-焦点;18-腔口;19—22-热辐射射线;23-偏离的入射光;24-理想的入射光。

具体实施方式

[0030] 以上内容已经对本实用新型的内容做了清楚的说明,以下再结合附图对本实用新型的具体实施方式作进一步描述,但本实用新型的实施和保护范围不限于此。

[0031] 图 1-图 2 为本实用新型结构示意图。含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器包括外壳 1 ;真空层 2 ;内壳 3 ;换热盘管 4 ;导热流体 5 ;螺栓 6 ;抽气孔 7 ;聚光碟 8 ;流体出口 9 ;球形玻璃罩外壁 10 ;球形玻璃罩内壁 11 ;通气小孔 12 ;橡胶密封圈 13 ;挡风板内侧 14 ;流体入口 15 ;挡风板外侧 16 ;焦点 17 ;腔口 18 。所述腔式吸热器整体结构为带开口的球形腔体,其中壳体的结构为带开口的球形腔体,内凹式玻璃罩也为带开口的球形腔体;玻璃罩的球心与壳体的球心重合,且玻璃罩与壳体的开口朝向一致,开口面均为圆形,两个圆与球心形成的两个圆锥形的顶角相等,所述顶角大小与聚光碟的开口张角大小相等;开口面正对聚光碟;换热盘管贴近壳体内壁面呈螺旋状排列,壳体的开口位于壳体底端,换热盘管的导热流体出口位于壳体顶端处,换热盘管的导热流体入口位于壳体底端处;反光式挡风板为上下开口的圆台形板,其顶部边缘与玻璃罩开口无缝相接,反光式挡风板的侧面与壳体开口无缝相连,形成一个由壳体、玻璃罩、挡风板构成的密封区域。本腔式吸热器的组装顺序为由内到外,由下到上。首先在下壳体上固定挡风板,在挡风板顶端固定球形玻璃罩 10 ,然后将已经制造完成的螺旋式的导热盘管固定在下壳上制造,最后将上壳通过螺栓 6 和橡胶密封圈 13 连接到下壳上。通过抽气孔 7 将壳体中间抽至接近真空,以达到保温隔热效果。

[0032] 太阳光通过聚光碟聚集后进入腔体,但由于实际的聚光碟的表面并非理想抛物面,聚光碟的表面存在斜度误差,所以经聚光碟反射后的光线有三种:1. 光线通过焦点进入腔体;2. 光线未通过焦点但通过腔口进入腔体,3. 光线经聚光碟反射后,因发生的偏离角度较大而不能通过腔口。将第 1 种和第 2 种光线称为理想光线,即能一次性通过腔口的入射光线,第 3 种光线称作偏离光线,即不能一次性通过腔口的入射光线。显然,越靠近聚光碟外缘的入射光容许的偏离角度越小,导致偏离光线的数量较多。本腔式吸热器的反光式挡风板可以通过镜面反射作用将聚光碟外缘的偏离光线反射入腔内。如图 1 所示,理想光线 24 通过腔口后进入腔体,在碰到玻璃罩后绝大部分光能透过玻璃罩被换热盘管外壁吸收,少量光能以反射光的形式在玻璃罩内壁间弹射。偏离光线 23 经反光式挡风板镜面反射后进入腔体,反光式挡风板的存在使得原本发生了偏离的入射光线能进入腔体,提高了腔体了光线捕捉能力。而球形玻璃罩的高透光率和多重反射作用使得进入腔体的光线更易被高效吸收。所述玻璃罩采用高透光率的耐高温石英玻璃,透光率大于 0.95 ;玻璃罩表面光滑且厚度为 2mm-4mm 。聚光碟的表面为抛物面,聚光碟的焦点位于玻璃罩开口面的中心点,聚光碟外缘与焦点的连线与竖直线的夹角为聚光碟的半张角,半张角的范围为 30° - 45° ,半张角的两倍即为聚光碟的张角。相邻盘管外壁之间间距 1mm-2mm ,盘管紧贴壳体内侧排布,管内流动的导热流体采用耐高温的导热油、相变储能材料、热化学储能材料中的一种。换热盘管由导热率高的紫铜或铝或铝合金制成,换热盘管的外壁面为粗糙表面。

[0033] 上述的含内凹玻璃罩的球形腔式太阳能吸热器中,圆台形的顶角即圆台的母线与中心轴夹角的两倍角,等于或大于聚光碟的张角;圆台形的顶面直径等于球形玻璃罩的开口面的直径,圆台的底面位于壳体外,且底面直径大于壳体的开口面直径,但小于壳体的最大直径。

[0034] 圆台形挡风板能将壳体和玻璃罩无缝相连。这样的结构能保证聚焦光线无损地进入腔体,同时由于玻璃罩透光率高,绝大部分光线透过玻璃罩后被换热盘的管壁面吸收,少量的反射光线在玻璃罩中发生多重反射,直至被壁面盘管吸收。开口式球形壳体、开口式球

形玻璃罩、圆台形挡风板三者形成的密封区域将换热盘管与外部空气隔离,空气无法与内部高温的管壁直接换热,使对流热损失大大降低。

[0035] 如图 3 所示,为腔内热辐射过程示意图。高温的换热盘管管壁发出热辐射射线 21 在碰到玻璃罩后将部分热量传给玻璃罩壁面,部分热量由玻璃罩壁面辐射给换热盘管管壁。热辐射射线 19 在碰到挡风板内侧面时,由于挡风板内侧面涂有红外反射涂料,大部分热量被反射给换热盘管管壁。球形玻璃罩、球形壳体 and 挡风板形成的封闭区域能有效地降低热辐射损失,提高腔式吸热器的综合效率。反光式挡风板含两个反射侧面,外侧为面向聚光碟的镜面,用于将聚光碟表面的偏离光线反射入腔体,内侧则涂有红外反射涂料,用于反射内部的热辐射射线,减少吸热器的热辐射损失。同时挡风板对自然风有很好的阻挡作用,可以减少外界风力带来的强制对流热损失。

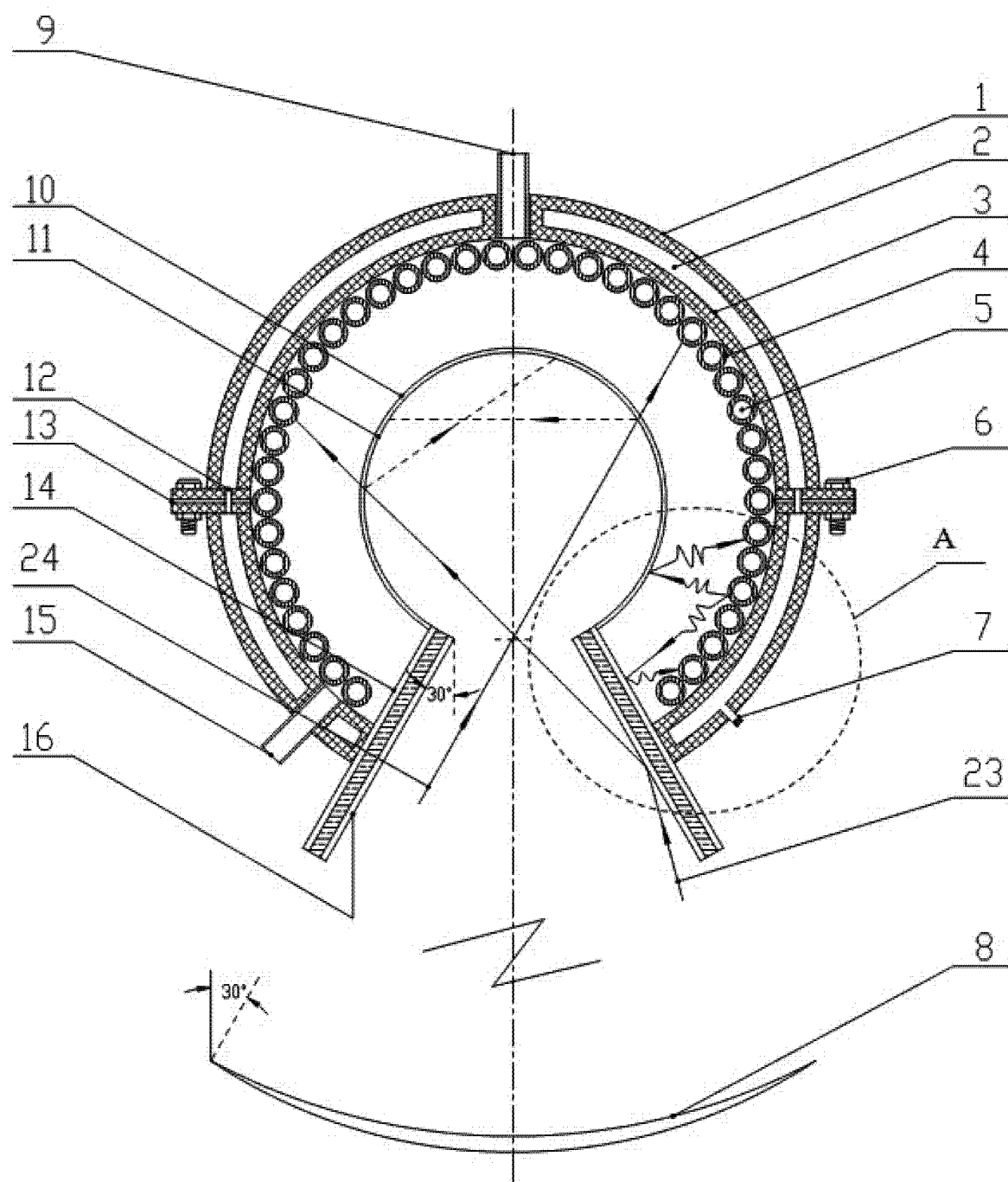


图 1

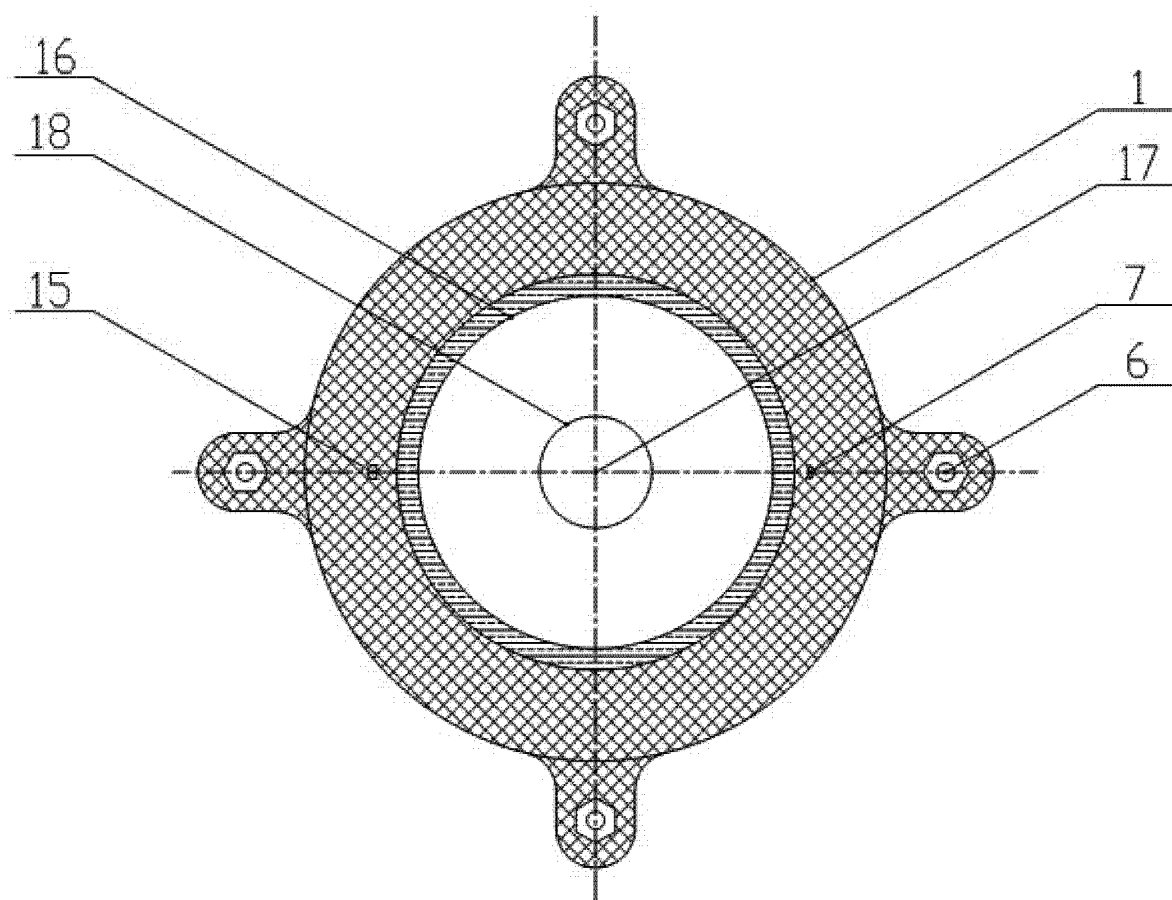


图 2

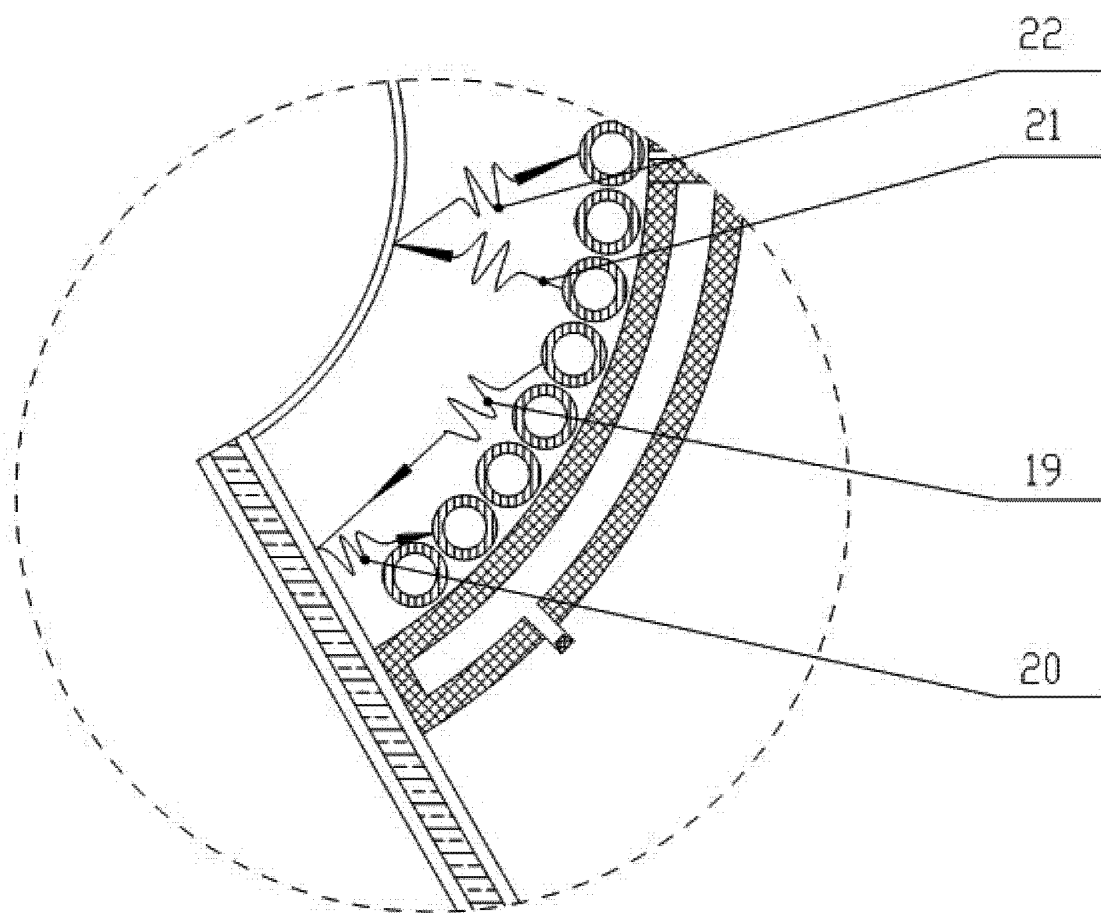


图 3