(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 204063653 U
(45)授权公告日 2014.12.31

(21)申请号 201420621840.5

(22)申请日 2014.10.24

(73)专利权人 张家港玉成精机股份有限公司
地址 215622 江苏省苏州市张家港市乐余镇同福路1号

(72)发明人 匡菱 张玉飞 徐开峰

(74)专利代理机构 苏州创元专利商标事务所有限公司 32103
代理人 孙仿卫 汪青

(51)Int.Cl.
F24J 2/46(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

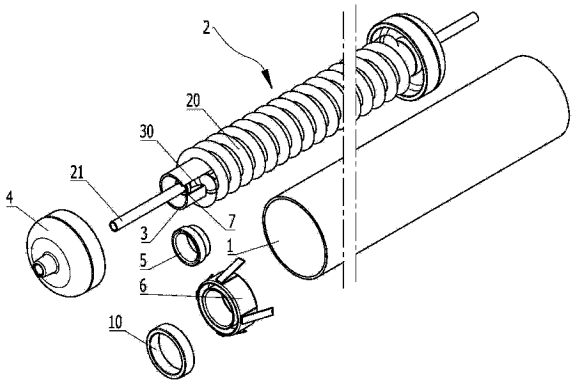
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)实用新型名称

一种适于大温差的螺旋式内管真空集热管

(57)摘要

本实用新型涉及一种适于大温差的螺旋式内管真空集热管，包括外管、封闭所述的外管两个端部并围合成真空空间的密封件、设置在所述的外管内部且两端穿出所述的密封件的内管、两端与所述的密封件相连接用于支撑所述的内管的支撑管，所述的内管包括位于中部的螺旋段和位于两端的直线段，所述的螺旋段盘绕在所述的支撑管上，所述的直线段穿出所述的密封件，所述的直线段上穿出所述的密封件的位置设置有防止其相对所述的密封件滑移的环形凸起。本实用新型在高温及大温差条件下可使外管与螺旋式内管之间保持良好真空度，制造成本低，工作寿命长，热效率高，可极大促进太阳能集热管的产业化和规模化，并可促进环保。



CN 204063653 U

1. 一种适于大温差的螺旋式内管真空集热管，包括外管、封闭所述的外管两个端部并围合成真空空间的密封件、设置在所述的外管内部且两端穿出所述的密封件的内管、两端与所述的密封件相连接用于支撑所述的内管的支撑管，所述的内管包括位于中部的螺旋段和位于两端的直线段，所述的螺旋段盘绕在所述的支撑管上，所述的直线段穿出所述的密封件，其特征在于：所述的直线段上穿出所述的密封件的位置设置有防止其相对所述的密封件滑移的环形凸起。

2. 根据权利要求 1 所述的适于大温差的螺旋式内管真空集热管，其特征在于：所述的真空集热管还包括蒸散型吸气剂和非蒸散型吸气剂，所述的蒸散型吸气剂设置在所述的外管内，所述的非蒸散型吸气剂设置在所述的螺旋段上或所述的支撑管内。

3. 根据权利要求 2 所述的适于大温差的螺旋式内管真空集热管，其特征在于：所述的密封件的内侧连接有开设有环槽的吸气剂固定件，所述的环槽的槽口方向朝向所述的密封件一侧，所述的蒸散型吸气剂设置在所述的环槽内；

或者所述的外管内设置有具有自破环功能的腔室，所述的蒸散型吸气剂设置在所述的腔室内。

4. 根据权利要求 2 所述的适于大温差的螺旋式内管真空集热管，其特征在于：所述的支撑管内设置有支座，所述的非蒸散型吸气剂固定在所述的支座上。

5. 根据权利要求 1 所述的适于大温差的螺旋式内管真空集热管，其特征在于：所述的外管、内管、支撑管以及密封件均采用玻璃材质，所述的外管与密封件之间直接相熔接或者通过密封圈密封；所述的内管与密封件之间直接相熔接或者通过胶或者通过密封圈密封。

6. 根据权利要求 5 所述的适于大温差的螺旋式内管真空集热管，其特征在于：所述的密封件上、与所述的内管相熔接处具有喇叭口部，所述的喇叭口部的壁厚朝远离所述的密封件的方向逐渐变薄。

7. 根据权利要求 1 或 5 所述的适于大温差的螺旋式内管真空集热管，其特征在于：所述的密封件的直径小于所述的外管的内径，所述的密封件插入至所述的外管内一部分。

8. 根据权利要求 1 所述的适于大温差的螺旋式内管真空集热管，其特征在于：所述的支撑管上开设有允许内管穿过的缺口部，穿过所述的缺口部两侧的内管上设置有用于固定所述的内管穿过缺口部位置的环形卡箍。

9. 根据权利要求 1 所述的适于大温差的螺旋式内管真空集热管，其特征在于：所述的支撑管的端部与所述的密封件之间具有间隙，所述的支撑管的端部与所述的密封件之间还设置有绝热件。

10. 根据权利要求 1 所述的适于大温差的螺旋式内管真空集热管，其特征在于：所述的密封件上设置有用于对所述的外管与密封件围合成的空间抽真空的玻璃管。

一种适于大温差的螺旋式内管真空集热管

技术领域

[0001] 本实用新型属于太阳能利用技术领域，特别是涉及一种适于大温差的螺旋式内管真空集热管。

背景技术

[0002] 能源是国民经济发展和人民生活水平提高的重要物质基础，太阳能是清洁无污染且永不枯竭的能源，其越来越受到全社会的重视，是发展最快的可再生能源之一，也是各国竞相发展的重点。目前，公知的有效吸收太阳热能的装置是太阳能真空集热管，现在已经开发出多种太阳能真空集热管，其应用范围涵盖了供应家用热水、工业过程加热、海水淡化及太阳能热发电等多个方面。

[0003] 槽式聚光系统是目前应用最广泛的太阳能中高温热利用系统，而耐高温太阳能真空集热管是槽式聚光系统的核心元器件。现有的一种应用较广的太阳能真空高温集热管，包括玻璃外管和金属集热管，玻璃外管和金属集热管之间的空间为真空层，玻璃外管的两端具有金属保护盖帽，金属集热管的两翼端口穿过金属保护盖帽，金属集热管的两翼端口为介质进、出口，金属集热管的两端套装有稀土合金封接装置，且稀土合金封接装置的外圈与玻璃外管的内壁紧密配合。其中，玻璃外管和金属集热管之间的真空层通过封接装置与玻璃外管之间的焊接面进行密封，由于金属集热管能承受较大压力，所以金属集热管内水等液体介质可承压流动，金属集热管与水等介质的传热过程是对流换热加传导换热，而且真空保温最大限度地降低了热损失，因而对于全玻璃真空管而言，集热温度大大提高。但是，这种真空集热管两端的稀土合金封接装置与玻璃外管需要配合紧密，以维持真空。可是封结装置与玻璃外管之间的焊接面抗剪强度不高，在集热管较大温差的反复作用下，金属管和玻璃管的热膨胀系数存在固有差别，两管之间形成相对位移差，在较高的温度条件下或者伸缩次数过多之后，金属和玻璃管由于变形差引起的剪应力将超过这个焊接面的抗剪强度，导致稀土合金封接装置易发生破裂，造成密封不严，真空失效，集热效率显著降低。而且，采用稀土合金封接装置的玻璃金属真空管，造价极为昂贵，不利于太阳能与传统化石能源开展竞争。

[0004] 另一方面，由于结构本身的限制，太阳能真空集热管的金属管中间部分的流体介质离管壁远，传热慢，而靠近管壁的流体介质离管壁近，吸热快，两者的温差比较大，实际上集热效率还不够高。现有技术中也有采用螺旋管真空集热管的，但是为了维持集热管的真空度，必须布置大量非蒸散型吸气剂，否则真空将很快失效。而吸气剂要么布置在真空集热管两端，要么布置在真空集热管中接收辐射相对较少的某些部位，比如把吸气剂布置在吸热管顶端或把吸气剂布置在吸热管底端。现有技术中不管采用哪种布置方式，布置面积仍然有限，不方便大量布置；而且无论如何都会形成遮挡减少对太阳辐射的吸收。

发明内容

[0005] 本实用新型的目的是提供一种适于大温差的螺旋式内管真空集热管。其较现有的

高温太阳能真空集热管耐温差值低、使用寿命短、热效率不够、造价昂贵等不足之处，具有耐温差大、使用寿命长、热效率高、造价低、可大幅提高太阳能集热系统的适应性的特点。

[0006] 为达到上述目的，本实用新型采用的技术方案是：

[0007] 一种适于大温差的螺旋式内管真空集热管，包括外管、封闭所述的外管两个端部并围合成真空空间的密封件、设置在所述的外管内部且两端穿出所述的密封件的内管、两端与所述的密封件相连接用于支撑所述的内管的支撑管，所述的内管包括位于中部的螺旋段和位于两端的直线段，所述的螺旋段盘绕在所述的支撑管上，所述的直线段穿出所述的密封件，所述的直线段上穿出所述的密封件的位置设置有防止其相对所述的密封件滑移的环形凸起。

[0008] 优选地，所述的真空集热管还包括蒸散型吸气剂和非蒸散型吸气剂，所述的蒸散型吸气剂设置在所述的外管内，所述的非蒸散型吸气剂设置在所述的螺旋段上或所述的支撑管内。

[0009] 进一步优选地，所述的密封件的内侧连接有开设有环槽的吸气剂固定件，所述的环槽的槽口方向朝向所述的密封件一侧，所述的蒸散型吸气剂设置在所述的环槽内；

[0010] 或者所述的外管内设置有具有自破环功能的腔室，所述的蒸散型吸气剂设置在所述的腔室内。

[0011] 进一步优选地，所述的支撑管内设置有支座，所述的非蒸散型吸气剂固定在所述的支座上。

[0012] 优选地，所述的外管、内管、支撑管以及密封件均采用玻璃材质，所述的外管与密封件之间直接相熔接或者通过密封圈密封；所述的内管与密封件之间直接相熔接或者通过胶或者通过密封圈密封。

[0013] 进一步优选地，所述的密封件上、与所述的内管相熔接处具有喇叭口部，所述的喇叭口部的壁厚朝远离所述的密封件的方向逐渐变薄。

[0014] 优选地，所述的密封件的直径小于所述的外管的内径，所述的密封件插入至所述的外管内一部分。

[0015] 优选地，所述的支撑管上开设有允许内管穿过的缺口部，穿过所述的缺口部两侧的内管上设置有用于固定所述的内管穿过缺口部位置的环形卡箍。

[0016] 优选地，所述的支撑管的端部与所述的密封件之间具有间隙，所述的支撑管的端部与所述的密封件之间还设置有绝热件。

[0017] 优选地，所述的密封件上设置有用于对所述的外管与密封件围合成的空间抽真空的玻璃管。

[0018] 以下说明下本申请的设计理念：

[0019] 在现有的真空集热管中，一端的密封件与外管主要采用焊接方式连接，而另一端则与金属内管焊接，由于金属与玻璃的材料差异过大，因而热膨胀系数差异较大，金属和玻璃在较大温差下，热膨胀系数差会导致玻璃管和金属管的伸长量不一致，两者之间形成的焊接面抗剪强度不高，在金属内管和外管之间的相对变形差过大的情况下，该焊接面容易破坏，造成外管和金属封头松脱。而本申请的螺旋内管真空集热管，其内管盘绕成螺旋管，螺旋式内管在伸出密封件之前，在内管的外壁上设有环形凸起，在高温条件下内管膨胀而产生向外滑移时，凸起因为与密封件接触紧密，在密封件的反作用力下，凸起受到限制，内

管的滑移被阻止了，由此使得在内管与密封件的接触面上产生的剪应力尽可能小，从而在很高的使用温度下都能维持封接的稳定，长期保持管内真空。

[0020] 真空集热管采用了螺旋式内管，其能够使流体介质的换热效率进一步提高，其螺旋式流道能够利于流体介质流动中产生湍流，也使得流体介质的换热效率大大提高。

[0021] 真空集热管的螺旋式内管通过固定在支撑管上，能限制内管由于绕成螺旋而容易产生的下垂，这也可以防止聚光装置汇聚的太阳辐射有一部分不能投射到内管上，而从下垂部分的上方透过。

[0022] 真空集热管采用支撑管，便于大量布置非蒸散型吸气剂，维持真空长期有效，把非蒸散型吸气剂布置在支撑管内部，不会形成遮挡，影响对太阳辐射的吸收。

[0023] 真空集热管的内管在与密封件熔封之前，会将内管向内稍作按压向其施加不大的预压应力(比如使整个螺旋管缩短约 1mm)，在处于极端环境低温条件下时，由于预压应力的存在而不会使内管在与密封件接触的部位产生向里的相对滑移，如此，由于温度变化导致的内管与密封件之间的作用力变化幅度大大减小，内管与密封件之间的密封性得到大大提高，极大地改善了真空集热管的耐热温度和使用寿命。

[0024] 真空集热管的螺旋式内管采用玻璃内管，其材质与玻璃外管一致，两者的相容性更加优良。使用玻璃管的显著益处就是封头易于使用玻璃制作，可以用于工作温度达 400℃左右、工作压力 10kg 以下的工况，尤其适用于大部分中温热利用工程和海水淡化工程，管道不怕腐蚀，能够阻氢，易于维持真空度，使用寿命长，由此成本大幅降低。

[0025] 真空集热管的内管的管径一般在 8mm 以上，管径过小则一个是管子太长，一个是管道容易堵塞；但管径过大也不利于弯曲，曲率半径太大了。使用玻璃管的好处就是封闭装置易于使用玻璃制作，可以用于工作温度不高、压力不大的工况，能够阻氢，易于维持真空度，特别的好处就是用于海水淡化时，不怕腐蚀，同时生成成本大幅降低。

[0026] 由于上述技术方案运用，本实用新型与现有技术相比具有下列优点：

[0027] 本实用新型在高温及大温差条件下可使外管与螺旋式内管之间保持良好真空度，制造成本低，工作寿命长，热效率高，可极大促进太阳能集热管的产业化和规模化，并可促进环保。

附图说明

[0028] 附图 1 为本实用新型的拆分示意图；

[0029] 附图 2 为本实用新型端部的剖视图；

[0030] 附图 3 为本实用新型端部的剖面图。

[0031] 其中：1、外管；2、内管；20、螺旋段；21、直线段；3、支撑管；30、缺口部；4、封头；40、喇叭口部；5、绝热件；6、吸气剂固定件；7、环形凸起；8、支座；9、非蒸散型吸气剂；10、蒸散型吸气剂。

具体实施方式

[0032] 下面结合附图及实施例对本实用新型作进一步描述：

[0033] 如图 1、2、3 所示的一种适于大温差的螺旋式内管真空集热管，包括外管 1、内管 2、支撑管 3 以及密封件。其中：

[0034] 外管 1 的材质为任何高透明材料，对波长在 0.3-3 微米之间的太阳辐射具有高透过率，本实施例以玻璃外管为例。其规格为外径 :105mm，壁厚 :3mm。

[0035] 内管 2 采用玻璃内管，内管 1 的外管壁上敷设吸热膜，内管 2 包括内管包括位于中部的螺旋段 20 和位于两端的直线段 21。其规格外径 :12mm，壁厚 :1.2mm，导程 :13mm ；主管长 1980mm，螺纹段 20 的外径 :70mm ；螺旋段 20 的螺旋间距 1mm。

[0036] 支撑管 3 采用空心厚壁玻璃管，支撑管 3 上开设有缺口部 30。其规格外径 :46mm，壁厚 :2.5mm。

[0037] 密封件以封头 4 为例。根据工作环境、工作温差的要求，封头 4 采用延展性好、易于加工、弹性好、能够耐受一定压力、耐腐蚀、抗疲劳的材料，同时热传导性能不佳，这样，封头 4 内侧抽真空时能够满足工作要求，又能自如变形。本实施例中以玻璃封头为例，封头 4 的直径略小于外管 1 的内径。当然封头 4 也可采用某些金属制造，例如不锈钢、铍青铜等，0.05-2mm 厚，均可满足实践要求，达到优良的工作效果。

[0038] 上述部件的连接关系如下 :两个封头 4 插入外管 1 封住外管 1 的两个端部，与外管 1 之间围合成一个真空空间，支撑管 3 设置在外管 1 的内部其两端与封头 4 相连接，内管 2 的螺旋段 20 盘绕在支撑管 3 上，直线段 21 穿出封头 4 各 10mm，直线段 21 上穿出封头 4 的位置设置有环形凸起 7，环形凸起 7 抵靠在封头 4 内侧，环形凸起能够 7 阻止内管 2 在高温时螺旋段 20 的膨胀变形向封头 4 传递，使得内管 2 在受热膨胀时，与封头 4 接触的管壁和封头 4 之间不能产生相对滑移，内管 2 的直线段 21 可以从集热管的中心轴线处穿出，也可以从集热管端部的封头 4 任意穿出。

[0039] 内管 1 的螺旋段 20 和直线段 21 的连接处穿过缺口部 30，并且缺口部 30 两侧的内管 1 上均设置环形卡箍，使得内管 2 与支撑管 2 的缺口部 30 位置固定。

[0040] 安装时轻微压缩内管 2 的螺旋段 20，使其产生一定的弹力，一方面使得内管 2 在常温状态下即可顶紧封头 4，另一方面可补偿在极限低温条件下内管 2 内缩带来反方向的相对滑移而产生的作用力，防止内管 2 与封头 4 之间轻易脱开。

[0041] 真空集热管还包括蒸散型吸气剂 10 和非蒸散型吸气剂 9。其中 :

[0042] 蒸散型吸气剂设置 9 在外管 1 内，但又不能影响接收太阳辐射，例如，外管 1 端部的位置适宜设置蒸散型吸气剂 10，即封头 4 的内侧连接有开设有环槽的吸气剂固定件 6，吸气剂固定件 6 上带有弹性卡条，可以卡设在封头 4 内，环槽的槽口方向朝向封头 4 一侧，蒸散型吸气剂 10 设置在环槽内 ；或者外管 1 内设置有具有自破环功能的腔室，蒸散型吸气剂 10 设置在腔室内。

[0043] 非蒸散型吸气剂 9 可以设置在支撑管 3 内部，例如在支撑管 3 内设置支座 8，非蒸散型吸气剂 9 固定在支座 8 上，或者设置在螺旋段 20 的正上方，并与外管 1 间隔一定距离。支撑管 3 内侧基本上不接收汇聚后的太阳辐射，螺旋段 20 的正上方也仅接受少量的太阳辐射，在这两个地方布置非蒸散型吸气剂 9 对内管 2 受热影响较小，特别是非蒸散型吸气剂 9 布置在支撑管 3 内，无论如何不会减少对太阳辐射的吸收。

[0044] 在封头 4 上烧焊有一根直径大约 8~14mm 的玻璃管，厚度大于 1mm，用于对外管 1 与封头 4 构成的空间抽真空。

[0045] 支撑管 3 的两端和封头 4 之间均留有间隙作为伸缩缝，支撑管 3 可沿集热管的轴向自由伸缩，防止高温条件下支撑管 3 膨胀顶住封头 4 而产生破坏。支撑管 3 与封头 4 之

间保持一定的间隙的同时还可以设置绝热件 5，增强支撑管 3 与封头 4 之间的传热阻，绝热件 5 为一层很薄的耐高温绝热材料，如耐高温垫圈，能耐 450℃，绝热件 5 既能防止高温破坏，也能防止运输过程中支撑管 3 和封头 4 之间的反复撞击而碎裂。

[0046] 同是玻璃的外管 1 与封头 4 之间直接相熔接，比如厚的高硼硅玻璃，做好后直接将外管 1 与封头 4 之间的接触部分熔化粘在一起，然后通过退火减少残余应力即可，这样可以省却密封，更为方便省时。如果不采用熔封的方式，根据产品用途不同可布置有能耐 200℃ -400℃的软垫圈，用于封堵外管 1 与封头 4 的表面缺陷产生的微小缝隙，垫圈可以采用硅橡胶、氟橡胶，但不限于这两种材料。

[0047] 同是玻璃内管 2 与封头 4 之间直接相熔接，封头 4 与内管 2 相熔接处具有喇叭口部 40，喇叭口部 40 的壁厚朝远离封头 4 的方向逐渐变薄，由于玻璃内管 2 的壁厚很薄，逐渐变薄之后好熔接，如果喇叭口部 40 壁厚和玻璃内管 2 壁厚差距过大，熔接时会炸管；内管 2 与封头 4 之间或者通过耐高温胶涂抹或者密封圈的方式封接，或者采用这些方法的组合，提高密封的可靠性，例如，采用弹性密封圈装配的密封方式。

[0048] 装配时：先把内管 2、支撑管 3 和封头 4 装配在一起，然后内管 2 和封头 4 先熔接好，然后外管 1 从封头 4 外侧整体套进去之后，再将封头 4 和外管 1 熔接。这么做是因为熔接内管 2 和封头 4 时，需要对螺旋段 20 进行支撑，如果内、外管 1、2 同时装配熔接，就不好支撑了。

[0049] 本发明的适于大温差的螺旋式内管真空集热管经过实际性能检测，其真空度及维持时间得到明显提高，对于玻璃内管，每米管长可布置吸气剂的吸气量 800-2000 帕升；耐受 400K 温差反复热胀冷缩不低于 4000 次并保持真空度在 5×10-3 Pa 以下；真空管热损得到降低，在 400 摄氏度下热损不高于 240W/m，在 350 摄氏度不高于 150W/m；DLR 相对光学效率不低于 0.98。各项技术指标符合标准测试要求，远优于现有技术中其它真空集热管。此外当内管采用金属螺旋管时，每米管长可布置吸气剂的吸气量 8000-20000 帕升；

[0050] 本实施例中的螺旋式内管真空集热管适于连接成集热管组。

[0051] 上述实施例只为说明本实用新型的技术构思及特点，其目的在于让熟悉此项技术的人士能够了解本实用新型的内容并据以实施，并不能以此限制本实用新型的保护范围。凡根据本实用新型精神实质所作的等效变化或修饰，都应涵盖在本实用新型的保护范围之内。

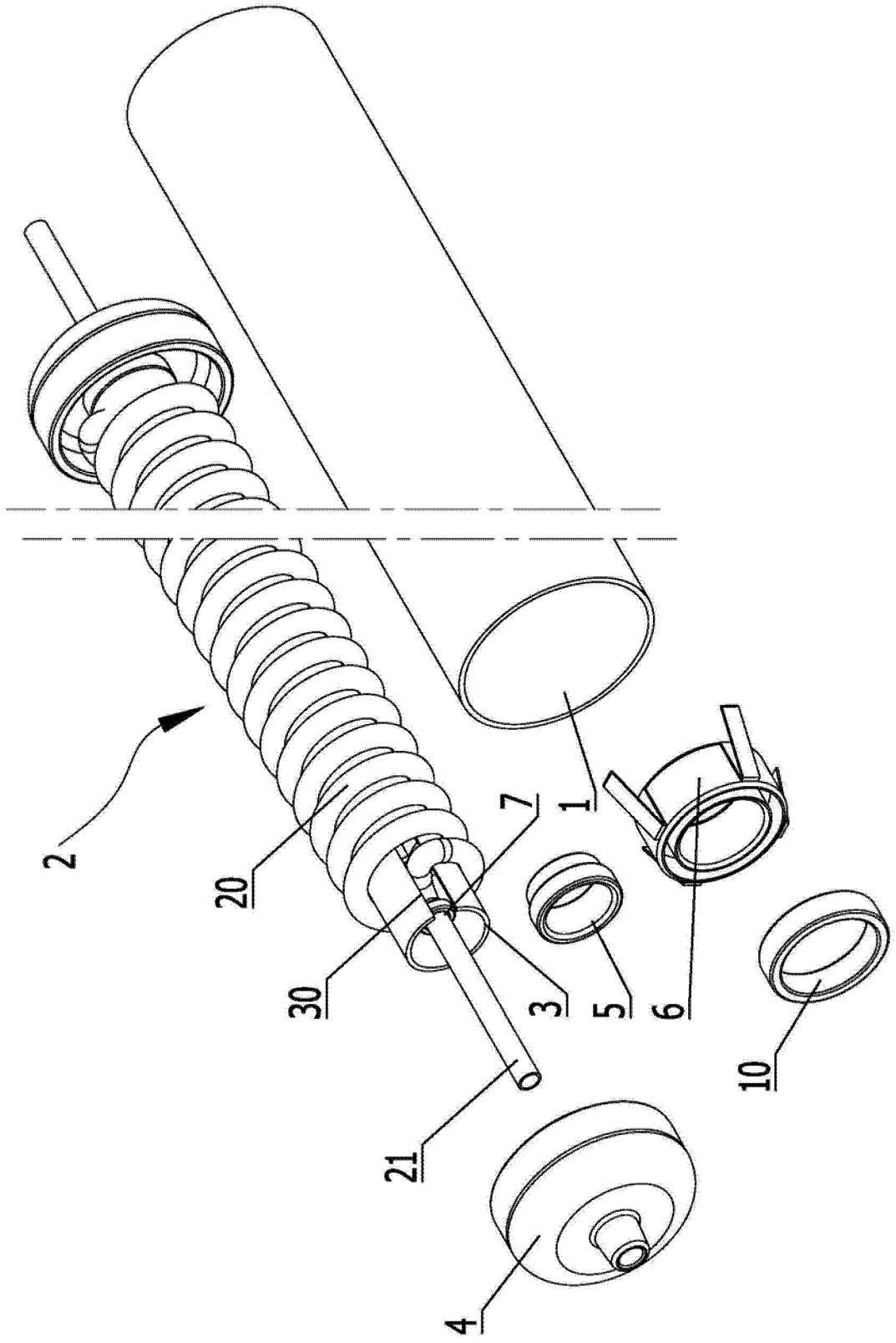


图 1

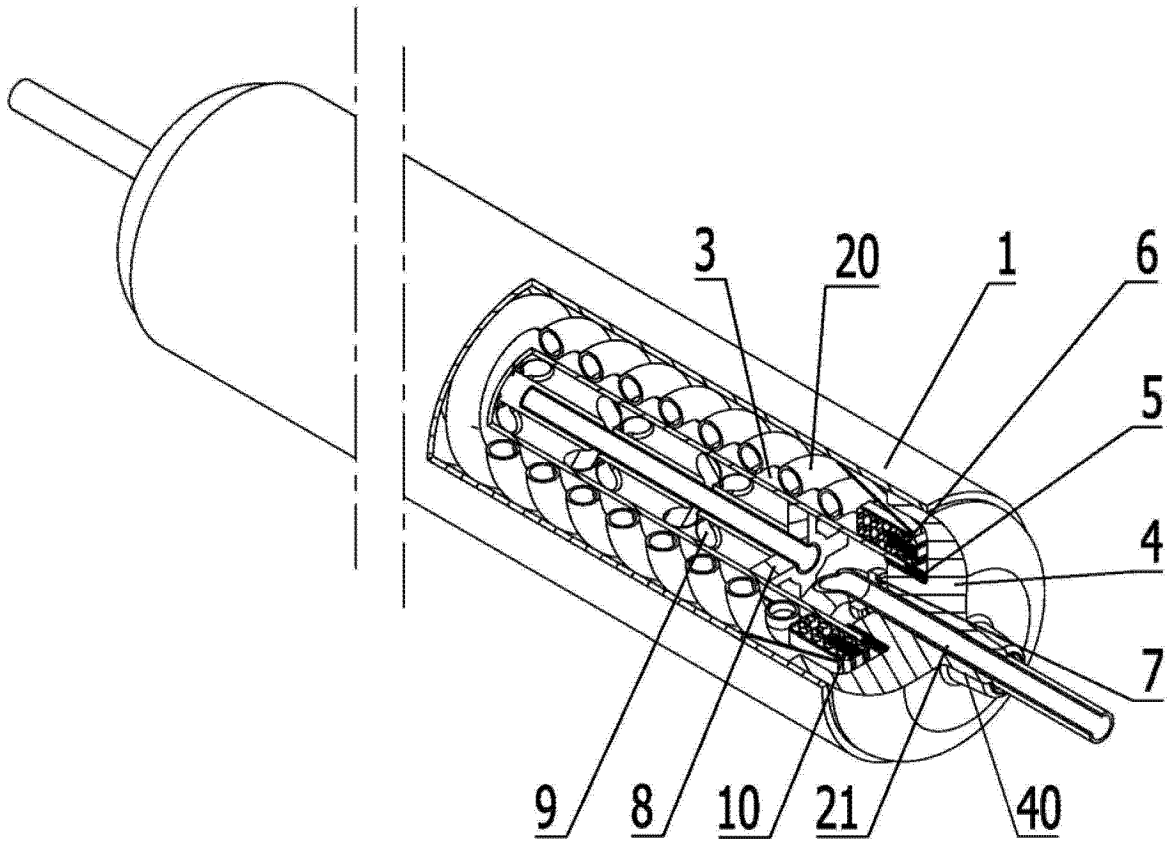


图 2

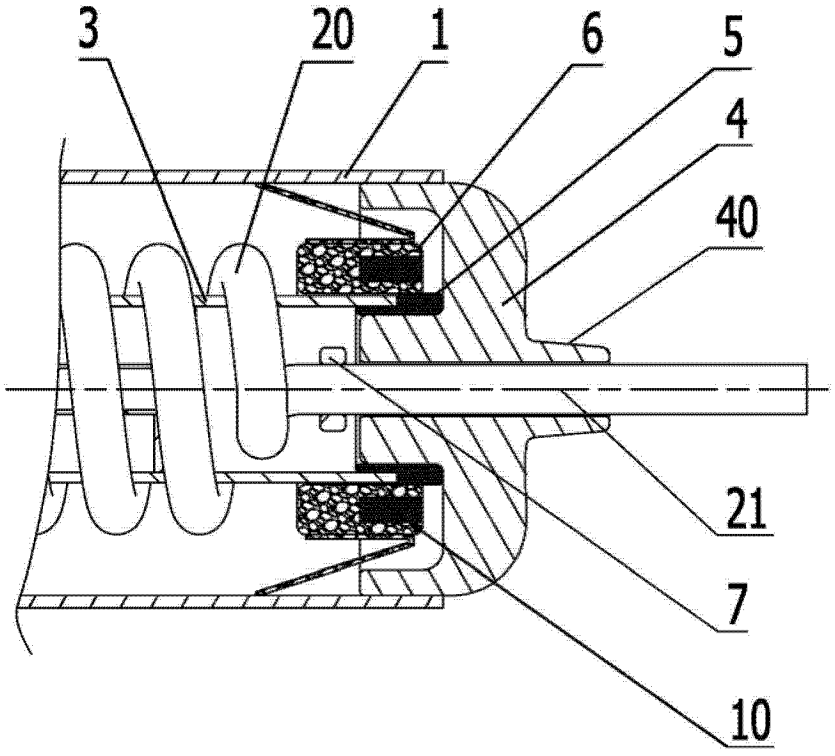


图 3