

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局



(10) 国际公布号  
WO 2012/152194 A1

(43) 国际公布日  
2012年11月15日 (15.11.2012)

- (51) 国际专利分类号:  
F03G 6/06 (2006.01) F23D 14/46 (2006.01)  
F24J 2/05 (2006.01) F23D 14/70 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2012/074835
- (22) 国际申请日: 2012年4月27日 (27.04.2012)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201110117644.5 2011年5月6日 (06.05.2011) CN  
201120143218.4 2011年5月6日 (06.05.2011) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 湘潭电机力源  
模具有限公司 (XIANGTAN LIYUAN ELECTRIC  
TOOLING CO., LTD) [CN/CN]; 中国湖南省湘潭市  
下摄司街302号, Hunan 411101 (CN)。湘潭电机股  
份有限公司 (XIANGTAN ELECTRIC MANUFAC-  
TURING CO., LTD) [CN/CN]; 中国湖南省湘潭市下  
摄司街302号, Hunan 411101 (CN)。
- (72) 发明人: 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): 王曙辉 (WANG,  
Shuhui) [CN/CN]; 中国湖南省湘潭市下摄司街302

号, Hunan 411101 (CN)。王旻晖 (WANG, Minhui) [CN/CN]; 中国湖南省湘潭市下摄司街302号, Hunan 411101 (CN)。张越雷 (ZHANG, Yuelei) [CN/CN]; 中国湖南省湘潭市下摄司街302号, Hunan 411101 (CN)。王步根 (WANG, Bugen) [CN/CN]; 中国湖南省湘潭市下摄司街302号, Hunan 411101 (CN)。刘帅 (LIU, Shuai) [CN/CN]; 中国湖南省湘潭市下摄司街302号, Hunan 411101 (CN)。谭新华 (TAN, Xinhua) [CN/CN]; 中国湖南省湘潭市下摄司街302号, Hunan 411101 (CN)。唐玉芬 (TANG, Yufen) [CN/CN]; 中国湖南省湘潭市下摄司街302号, Hunan 411101 (CN)。

(74) 代理人: 北京集佳知识产权代理有限公司 (UNITALEN ATTORNEYS AT LAW); 中国北京市朝阳区建国门外大街22号赛特广场7层, Beijing 100004 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU,

[见续页]

(54) Title: APPARATUS FOR HEATING WORKING FLUID OF GAS TURBINE-SOLAR POWER GENERATION SYSTEM

(54) 发明名称: 燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置

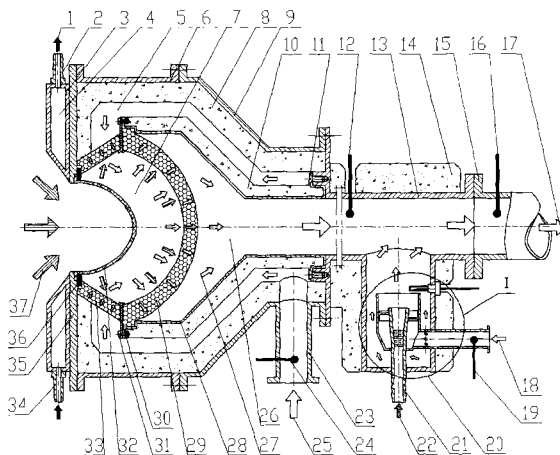
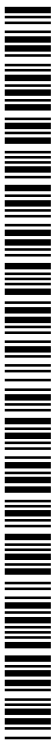


图) / FIG. 1

(57) Abstract: An apparatus for heating a working fluid of a gas turbine-solar power generation system, comprising, sequentially connected, a cold air flow channel (5), a heat collecting cavity (7), and a hot air passage (26). The hot air passage (26) is formed by connecting an inner housing (28) on the front side to a supplemental heating section (13) on the rear side. Also comprised is a burner (20) for heating a primary heating air (27) within the supplemental heating section (13) when having insufficient solar power, and the burner (20) is arranged at the supplemental heating section (13). Employment of the working fluid heating apparatus of said structure allows for in tandem use of solar power and other gaseous fuels on the basis of the condition of direct solar radiation, and for supplementary heating by burning gas of the primary heating air (27) of the supplementary heating section (13) when having insufficient solar power. The burner has a simple structure and low costs, allowing the working fluid heating apparatus to maintain, under the premise of low costs, the stability and adjustability of power current outputted by the power generation system when having insufficient solar power.

[见续页]



WO 2012/152194 A1



LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,

**本国际公布:**

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

---

(57) **摘要:**

一种燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置, 包括依次连通的冷空气流道(5)、集热腔(7)和热空气通道(26), 所述热空气通道(26)由前侧的内壳(28)和后侧的补热段(13)连接而成, 还包括太阳能不足时加热补热段(13)内部的一次加热空气(27)的燃烧器(20), 所述燃烧器(20)设于所述补热段(13); 采用上述结构的工质加热装置, 可根据太阳能直接辐射情况, 将太阳能与其它气态燃料相结合利用, 在太阳能不足时对补热段(13)的一次加热空气(27)进行燃气补燃, 燃烧器结构简单、成本低, 使得工质加热装置在成本不高的情况下, 实现在太阳能不足时仍维持发电系统对外输出电流的稳定性和可调性。

## 燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置

本申请要求于 2011 年 05 月 06 日提交中国专利局、申请号为 201110117644.5、发明名称为“燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

- 5 本申请还要求于 2011 年 05 月 06 日提交中国专利局、申请号为 201120143218.4、发明名称为“燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

### 技术领域

- 10 本发明涉及太阳能热发电技术领域，尤其涉及一种燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置。

### 背景技术

- 15 太阳能是最具发展前景、最能解决未来社会发展能源需求不断增长的新能源之一，其具有储量无限性、分布普遍性、利用清洁性以及经济性等特点。太阳能热发电具有与电网负荷的适配性较好、光电转化效率高、容易产生规模效应、耗材的制造过程更加环保、电力可调性更好等特点，是未来太阳能发电利用的重要发展方向。

- 20 根据聚光方式不同，太阳能热发电主要有槽式、塔式、碟式等几种发电系统，其中碟式太阳能发电系统也称盘式系统，其主要特征是采用盘状抛物面聚光集热器，其聚光比可以高达数百到数千倍，因而可产生非常高的温度；相对于其它方式，碟式发电系统具有模块化的灵活部署能力、较高的聚光比和发电总效率等重要优点而越来越受到关注。而发电系统可以采用蒸汽轮机、燃气轮机、斯特林发动机等不同原理的热机。

- 25 燃气轮机是以连续流动的气体为工质、把热能转换为机械功的旋转式动力机械，主要包括压气机、工质加热装置、透平、控制系统和辅助设备。其工作原理为：空气经压气机压缩后，在加热装置中吸热升温，然后进入涡轮膨胀做功，驱动发电机发电。

工质加热装置的作用是将太阳能转化为热能，同时传递给空气，目前尚存在下列关键问题需要解决：1) 如何解决太阳能不足或不稳定时，例如雨天，早、晚没有太阳能或者太阳能不足、云层短时遮挡，造成发电系统运行不稳定的问题，从而提高太阳能发电站对外输出电流的稳定性及可调节性；2) 如何使得太阳能被吸热部件高效吸收，转化为热能，并将热能快速、高效地传递给工质（空气）。

有鉴于此，亟待针对上述问题，改进现有燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置的结构，使其可根据太阳能直接辐射情况，将太阳能与其他气态燃料相结合利用，以维持发电系统对外输出电流的稳定性和可调节性。

10

### 发明内容

本发明要解决的技术问题为提供一种燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置，其可根据太阳能直接辐射情况，将太阳能与其他气态燃料相结合利用，维持发电系统对外输出电流的稳定性和可调性。

为解决上述技术问题，本发明提供燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置，包括依次连通的冷空气流道、集热腔和热空气通道，所述热空气通道由前侧的内壳和后侧的补热段连接而成；还包括太阳能不足时加热所述补热段内部的一次加热空气的气体燃烧器，所述燃烧器设于所述补热段。

优选地，所述燃烧器的燃烧头外套装有旋流器，所述旋流器外设有导流罩，所述燃烧头、所述旋流器和所述导流罩围成内腔，燃烧器外壳与所述导流罩围成二次空气通道，所述二次空气通道和所述内腔连通所述热空气通道；所述燃烧器还设有连通所述二次空气通道和所述内腔的空气导入管。

优选地，所述空气导入管设有分流孔，所述空气导入管通过所述分流孔连通所述二次空气通道和所述内腔。

优选地，所述燃烧头的燃料出口处设有端面板，所述端面板上设有至少3个向外弯折的燃料喷射管，还设有点火喷管，所述点火喷管伸至所述燃烧器的点火电嘴。

优选地，所述旋流器为内部均匀设置多个导流孔的结构，所述导流孔

的轴线与所述旋流器的轴线呈异面直线。

优选地，所述集热腔由玻璃罩、主吸热体及副吸热体围成，所述主吸热体的厚度由中部向两侧逐渐增大。

5 优选地，所述前端板的前侧设有冷却套，所述冷却套设有冷却液流动腔，所述冷却液流动腔的两侧分别设有用于所述冷却液流进、流出的第一接头、第二接头。

优选地，所述燃烧器与所述补热段固定连接。

优选地，所述燃烧器与所述补热段为分体式结构，二者可拆卸连接。

10 本发明提供的燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置，其包括太阳能不足时加热补热段内部的一次加热空气的气体燃烧器，该燃烧器设于工质加热装置的补热段。

采用上述的结构，在工作过程中，来自上游压气机的冷空气（相对于常温大气来说已经具有较高的温度）经冷空气输入管进入环形的冷空气流道，然后在前端板的后端转为径向流动，进入副吸热体，在副吸热体中吸  
15 收热量后进入集热腔再一次吸收热量，变为一次加热空气进入热空气通道，经设于补热段前端的第一温度传感器检测其温度后进入补热段，如果其温度达到设计值，一次加热空气进入高温空气输出管，被导入下游的燃气涡轮、对外做功；如果其温度没有达到设计值，则启动燃烧器，对上述一次加热空气进一步加热，直到满足第二温度传感器的要求后，经高温空气输  
20 出管输往下游。

由上述工作过程可以看出，当天气晴朗、太阳能充足时，上述工质加热装置可以用太阳能单独工作；当太阳能不足时，可以采用太阳能和燃气同时工作；当太阳升起之前、落山之后，或者阴雨天等地面较长时间没有太阳能直射时，可以停止冷空气的输入，而仅通过燃烧器的工作维持系统  
25 对外发电。

因此，采用上述结构的工质加热装置，可根据太阳能直接辐射情况，将太阳能与其他气态燃料相结合利用，在太阳能不足时对补热段的一次加热空气进行燃气补燃，由于燃烧器的结构简单、制作成本较低，使得工质加热装置在成本不高的情况下，实现了在太阳能不足时仍维持发电系统对  
30 外输出电流的稳定性和可调性。

在另一种具体的实施方式中，上述主吸热体的厚度可以由中部向两侧逐渐增大。根据聚光碟汇聚的阳光能量分布密度可知，对于主吸热体来说，其中央部位的能量密度最高，随着半径的增大能量密度逐渐降低，将主吸热体设计为中央部位厚度比两侧部位厚度小，采用这种机构，能够使汇聚

5 的阳光在中心部位流程最短，其压力损失最小，渗流速度最高，对流换热系数最大，与太阳能的能量密度分布规律较好的配合，达到最好的吸收效果。

### 附图说明

10 图 1 为本发明所提供燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置的一种具体实施方式的结构示意图；

图 2 是图 1 中 I 处的局部放大视图；

图 3 是图 1 中的燃烧头的第二种具体实施方式的轴测图；

图 4 是图 1 中的旋流器的第一种具体实施方式的正视图；

15 图 5 是图 4 的轴测图；

图 6 是图 1 中的旋流器的第二种具体实施方式的结构示意图；

图 7 是图 1 中的主吸热体的结构示意图；

图 8 是本发明所提供燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置的另一

种具体实施方式的结构示意图；

20 图 9 是本发明所提供燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置的第三种具体实施方式的结构示意图。

其中，图 1 至图 9 中的附图标记与部件名称之间的对应关系为：

1 冷却液	2 第二接头	3 冷却套
4 冷却液流动腔	5 冷空气流道	6 外壳前段
25 7 集热腔	8 外绝热层	9 外壳后段
10 内绝热层	11 第一紧固组件	12 第一温度传感器
13 补热段	14 保温层	15 高温空气输出管
16 第二温度传感器	17 热空气	18 补燃空气
19 第三温度传感器	20 燃烧器	21 燃料输入管

- |             |           |            |
|-------------|-----------|------------|
| 22 燃料       | 23 冷空气输入管 | 24 第四温度传感器 |
| 25 冷空气      | 26 热空气通道  | 27 一次加热空气  |
| 28 内壳       | 29 主吸热体   | 30 吸热体安装支架 |
| 31 第二紧固组件   | 32 玻璃罩    | 33 副吸热体    |
| 5 34 第一接头   | 35 前端板    | 36 密封部件    |
| 37 汇聚的阳光    | 38 燃烧器外壳  | 39 导流罩     |
| 40 旋流器      | 41 燃烧头    | 42 阻火器     |
| 43 二次空气通道   | 44 点火电嘴   | 45 空气导入管   |
| 46 分流孔      | 47 气流导向叶  | 48 导流孔     |
| 10 49 燃料喷射管 | 50 点火喷管   |            |

### 具体实施方式

本发明的核心为提供一种燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置，其可根据太阳能直接辐射情况，将太阳能与其他气态燃料相结合利用，在  
15 太阳能不足时也能维持发电系统对外输出电流的稳定性和可调性。

为了使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案，下面以碟式燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置为例，结合附图和具体实施例对本发明作进一步的详细说明。

请参考图 1，图 1 为本发明所提供燃气轮机太阳能发电系统的工质加  
20 热装置的一种具体实施方式的结构示意图。

在一种具体的实施方式中，如图 1 所示，本发明所提供的燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置包括外壳前段 6、外壳后段 9 和补热段 13，三者连成同轴的整体；外壳前段 6 前侧通过法兰与开有采光孔的前端板 35 相连，前端板 35 的内侧设有玻璃罩 32，玻璃罩 32 通过第二紧固组件 31  
25 连接吸热体安装支架 30，吸热体安装支架 30 与前端板 35 之间设有环形的副吸热体 33，吸热体安装支架 30 与内壳 28 之间设有主吸热体 29，玻璃罩 32、主吸热体 29 和副吸热体 33 共同围成集热腔 7，且前端板 35 和玻璃罩 32 之间还设有密封部件 36；外壳前段 6、外壳后段 9 和前端板 35 的内壁设有外绝热层 8，工质加热装置的内壳 28 同轴安装在补热段 13 的前端法

兰外侧上的凸台上，二者形成热空气通道 26，补热段 13 的外部设有保温层 14；内壳 28 的外侧设有内绝热层 10，内绝热层 10 和外绝热层 8 之间形成环形的冷空气流道 5；上述外壳后段 9 的外侧还连接冷空气输入管 23，上述冷空气输入管 23、冷空气流道 5、集热腔 7 和热空气通道 26 依次连通；  
5 上述补热段 13 还设有气体燃烧器 20，该燃烧器 20 能够在太阳能不足时，加热补热段 13 内部的一次加热空气 27。

采用上述的结构，在工作过程中，来自上游压气机的冷空气 25（相对于常温大气来说已经具有较高的温度）经冷空气输入管 23 进入环形的冷空气流道 5，然后在前端板 35 的后端转为径向流动，进入副吸热体 33，在副  
10 吸热体 33 中吸收热量后进入集热腔 7 吸收热量，变为一次加热空气 27 进入热空气通道 26，经设于补热段 13 前端的第一温度传感器 12 检测其温度后进入补热段 13，如果其温度达到设计值，一次加热空气 27 进入高温空气输出管 15，被导入下游的燃气涡轮、对外做功；如果其温度没有达到设计值，则启动气体燃烧器 20，对上述一次加热空气 27 进一步加热，直到  
15 满足第二温度传感器 16 的要求后，经高温空气输出管 15 输往下游。

由上述工作过程可以看出，当天气晴朗、太阳能充足时，上述工质加热装置可以用太阳能单独工作；当太阳能不足时，可以采用太阳能和燃气同时工作；当太阳升起之前、落山之后，或者阴雨天等地面较长时间没有太阳能直射时，可以停止冷空气 25 的输入，而仅通过燃烧器 20 的工作维  
20 持系统对外发电。

因此，采用上述结构的工质加热装置，可根据太阳能直接辐射情况，将太阳能与其他气态燃料相结合利用，在太阳能不足时对补热段的一次加热空气 27 进行燃气补燃，由于燃烧器的结构简单、制作成本较低，使得工质加热装置在成本不高的情况下，实现了在太阳能不足时仍维持发电系统  
25 对外输出电流的稳定性和可调性。

需要说明的是，上述具体实施方式并未限定气体燃烧器 20 的具体结构形式，也并未限定燃烧器 20 与补热段 13 的具体连接方式，事实上，凡是在补热段 13 设有气体燃烧器 20，能够对补热段 13 中的一次加热空气 27 进行燃气补燃的工质加热装置，均在本发明的保护范围。

30 此外，上述具体实施方式中的方位词“前”指的是附图 1 中从右至左的

方向，“后”指的是附图 1 中从左至右的方向，应当理解，这些方位词是以本文中说明书附图为基准而设立的，它们的出现不应当影响本发明的保护范围。

特别说明的是，上述燃烧器采用的气态燃料不仅可以是天然气、液化石油气、煤层气、焦炉气等中高品位的石化燃料，也可以是沼气、垃圾填埋气、生物质气等低品位可再生燃料，这样，本发明可使太阳能与其他燃料结合使用，极大的拓展了能源利用范围，增大了太阳能发电系统的广延性，十分有利于解决我国农村等偏远地区的供电问题。

上述玻璃罩 32 可以设计成半球形或半椭球形结构，这样，即使集热腔 7 中有较高的压力和温度，也能较好地避免玻璃罩 32 被压裂或者热应力损坏。当然，上述玻璃罩 32 还可以设置为其他形状。

还可以进一步设置上述燃烧器 20 的具体结构形式。

请参考图 2，图 2 是图 1 中 I 处的局部放大视图。

在具体的方案中，如图 2 所示，上述燃烧器 20 的燃烧头 41 外套装有旋流器 40，旋流器 40 外设有导流罩 39，燃烧头 41、旋流器 40 和导流罩 39 围成上端开口的内腔，燃烧器外壳 38 与导流罩 39 围成二次空气通道 43，该二次空气通道 43 与上述内腔均连通热空气通道 26；燃烧器 20 还可以设有空气导入管 45，空气导入管 45 与二次空气通道 43、内腔均连通。

采用上述结构，上述燃烧器 20 在工作过程中，补燃空气 18 进入空气导入管 45，并在空气导入管 45 中分成两路；第一路空气进入内腔，流经旋流器 40 流出；同时气态燃料 22 从燃料输入管 21 输入，从燃烧头 41 输出之后与来自旋流器 40 中的第一路空气混合，形成可燃预混气体，燃烧器 20 的点火电嘴 44 跳火引燃预混气体，燃料 22 开始燃烧；由于第一路空气流出旋流器 40 后具有切向方向的动量，会在燃烧头 41 下游形成回流区，部分已燃的高温气体在回流区中回流，点燃后续的可燃混气，维持燃烧稳定；根据第二温度传感器 16 与第一温度传感器 12 的数值判断是否点火成功，如果点火成功，点火电嘴 44 停止跳火，否则持续跳火。

第二路空气由空气导入管 45 进入二次空气通道 43，在导流罩 39 的约束下沿燃烧器外壳 38 内壁流动，该路空气有两个作用：第一，能够起到补充燃烧的作用；第二，能够将局部温度很高的火焰与燃烧器外壳 38 隔开，

形成气膜冷却,避免燃烧器外壳 38 烧蚀。待第二路空气与高温烟气完全掺混、流场不存在明显高于材料许用温度的局部高温区后,进入补热段 13,与一次加热空气 27 混合,形成满足温度要求的热空气 17 送往下游的热机。

5 根据一次加热空气 27 的温度(第一温度传感器 12 测得)、热空气 17 的温度(第二温度传感器 16 测得)、补燃空气 18 的温度(第三温度传感器 19 测得),冷空气 25 的流量和温度(第四温度传感器 24 测得),以及燃料 22 的低位热值,可分别算出燃料 22、补燃空气 18 的流量;根据燃料 22 的理论空燃比,可以得出补燃空气 18 进入燃烧器 20 后的第一、二路空气的流量。

10 由此可见,采用上述结构的燃烧器 20,可以很好的满足太阳能发电系统使用空气作为工质的场合,燃料燃烧后的高温烟气可直接与空气掺混并成为工质的组成部分,而不需要采用专门的换热器,这种方式使得工质加热装置具有较高的光热转化效率,也具有较高的燃料反应热传递效率,并且能够在完成燃气补燃的同时,防止燃烧器外壳 38 烧蚀,从而增加燃烧器  
15 20 的工作稳定性,延长其使用寿命。

更进一步的方案中,上述空气导入管 45 可以设有分流孔 46,空气导入管 45 通过分流孔 46 连通二次空气通道 43 和内腔。采用这种分流结构,能够方便地实现补燃空气 18 的分流,并且具有结构简单、加工方便的特点。当然,上述分流方式并不限于采用分流孔 46 的形式,例如还可以将空气导  
20 入管 45 的内端设置为两个管道,该两个管道分别连通内腔和二次空气通道 43,还可以为其他分流方式。

关于上述燃烧器 20 的燃烧头 41 的具体结构形式,如图 2 所示,可以为两端开口的筒状结构,其半径从燃料进口到燃料出口的方向逐渐增大,燃烧头 41 内部设置有阻火器 42。这种结构的燃烧头 41 结构简单、容易加  
25 工。当然,也可以采用如图 3 所示的结构,图 3 为图 1 中的燃烧头 41 的第二种具体实施方式的轴测图,即燃烧头 41 的燃料出口设有端面板,端面板上设有至少 3 个向外弯折的燃料喷射管 49,并且设有点火喷管 50,点火喷管 50 伸至燃烧器 20 的点火电嘴 44。这种结构的燃烧头 41 可以增强燃烧器 20 启动时的点火性能。

30 关于上述燃烧器 20 的旋流器 40 的具体结构形式,可以参考图 4、图 5

和图 6, 图 4 是图 1 中的旋流器的第一种具体实施方式的正视图; 图 5 是图 4 的轴测图; 图 6 是图 1 中的旋流器的第二种具体实施方式的结构示意图。

如图 4 和图 5 所示, 上述旋流器 40 可以为内部均匀设置多个导流孔 48 的结构, 导流孔 48 的轴线与旋流器 40 的轴线呈异面直线。这样, 空气流出旋流器 44 时具有切向方向的动量, 在燃烧头 41 下游形成回流区, 使得部分已燃的高温气体在回流区中回流, 点燃后续的可燃混气, 以维持燃烧稳定、持续进行。当然, 上述旋流器还可以采用其他结构形式, 例如图 6 所示, 上述旋流器 40 还可以采用内部设置多个气流导向叶 47 的结构, 多个气流导向叶 47 沿旋流器 40 的周向设置。

还可以进一步设置上述集热腔 7 的具体结构形式。请参考图 7, 图 7 是图 1 中的主吸热体的结构示意图。

在另一种具体的实施方式中, 如图 7 所示, 上述主吸热体 29 的厚度可以由中部 a 段向两侧 b 段逐渐增大。根据聚光碟汇聚的阳光 37 能量分布密度可知, 对于主吸热体 29 来说, 其中央部位的能量密度最高, 随着半径的增大能量密度逐渐降低, 将主吸热体 29 设计为如图 7 所示, 使中央部位厚度比两侧部位厚度小, 能够使汇聚的阳光 37 在中心部位流程最短, 其压力损失最小, 渗流速度最高, 对流换热系数最大, 与太阳能的能量密度分布规律较好的配合, 达到最好的吸收效果。

当然, 上述主吸热体 29 的结构形式并不仅限于上述结构, 还可以将主吸热体 29 的孔隙率设置为随厚度的增加而减小, 这样, 对于汇聚的阳光 37 来说, 即使其流程相同, 但因其单位流程上的压力损失与孔隙率成反比, 也可以起到相同的技术效果。

特别说明的是, 上述主吸热体 29 和副吸热体 33 均可采用耐热的多孔介质材料, 例如可以采用耐高温的泡沫陶瓷, 其可使空气温度升高至 700 度以上, 这样, 能够提高工质加热装置的光热转换效率和热传递效率, 适合太阳能中、高温利用场合, 可与碟式聚光装置的高聚焦比特性有较好的匹配性。

还可以进一步设置上述工质加热装置的其他具体结构形式。

在一种具体的实施方式中, 上述前端板 35 的前侧可以设有冷却套 3,

冷却套 3 设有冷却液流动腔 4，冷却液流动腔 4 的两侧分别设有用于冷却液 1 流进、流出的第一接头 34 和第二接头 2。

采用这样的结构，工质加热装置在工作过程中，汇聚的阳光 37 进入集热腔 7，由于主吸热体 29 的多孔介质内部有很多气隙，具有很高的黑度，一旦汇聚的阳光 37 投射在其表面即被很好地吸收，并转化为热能；但是由于制造精度、风吹、应力变形等方面的原因，聚光碟的反射面有可能偏离理论设计位置，导致部分汇聚的阳光 37 不能从采光孔进入集热腔 7，而是落在加热装置的前端板 35 致使其烧蚀，设置冷却套 3 后，冷却液 1 从第一接头 34 进入冷却液流动腔 4，吸收前端板 35 的热量后，从第二接头 2 流出，从而保证加热装置的工作稳定性和可靠性。

还可以进一步设置上述燃烧器 20 与补热段 13 的具体连接方式。

请参考图 1、图 8 和图 9，图 8 是本发明所提供燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置的另一种具体实施方式的结构示意图；图 9 是本发明所提供燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置的第三种具体实施方式的结构示意图。

具体的方案中，上述燃烧器 20 可以与补热段 13 固定连接在一起。例如如图 1 所示，燃烧器 20 可以固定连接于补热段 13 的底部，此时采用上述分流燃烧的方式。当然，还可以采用如图 8 所示，将燃烧器 20 设于补热段 13 的内部，将燃料 22 加热部分与太阳能加热部分串联，此时可以取消空气导入管 45，相应地取消第三温度传感器 19，并且将点火电嘴 44 直接安装在补热段 13 的外壳上。此时，当第一温度传感器 12 测知一次加热空气 27 温度不够时，启动燃烧器 20 工作，燃烧所需的氧气直接来自一次加热空气 27，燃料 22 燃烧产生的热量直接使一次加热空气 27 升温，形成满足要求的热空气 17 输出。此时，根据第一温度传感器 12、第二温度传感器 16 和冷空气 25 的温度和流量，以及燃料 22 的最低热值，同样可算出燃料 22 的流量。

当然，上述燃烧器 20 与补热段 13 并不限于固定连接的方式，还可以采用如图 9 所示的结构，即燃烧器 20 与补热段 13 为分体式结构，二者可拆卸连接。这种结构是通过管道将燃烧器 20 产生的高温烟气掺混入一次加热空气 27 中，直到产生满足第二温度传感器 16 的预设要求的热空气 17

送往下游热机。采用这样的结构，使得工质加热装置具有安装方便、拆卸简单的特点。

特别说明的是，本文仅以碟式燃气轮机太阳能发电系统为例介绍了上述工质加热装置的技术效果，事实上，上述工质加热装置并不限于用于碟式燃气轮机，还可以用于其它燃气轮机太阳能发电系统，例如塔式燃气轮机太阳能发电系统等。

以上对本发明所提供的一种燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置进行了详细介绍。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。

## 权 利 要 求

1、燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置，包括依次连通的冷空气流道（5）、集热腔（7）和热空气通道（26），所述热空气通道（26）由前侧的内壳（28）和后侧的补热段（13）连接而成；其特征在于，还包括太阳能不足时加热所述补热段（13）内部的一次加热空气（27）的气体燃烧器（20），所述燃烧器（20）设于所述补热段（13）。

2、根据权利要求1所述的燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置，其特征在于，所述燃烧器（20）的燃烧头（41）外套装有旋流器（40），所述旋流器（40）外设有导流罩（39），所述燃烧头（41）、所述旋流器（40）和所述导流罩（39）围成内腔，燃烧器外壳（38）与所述导流罩（39）围成二次空气通道（43），所述二次空气通道（43）和所述内腔均连通所述热空气通道（26）；所述燃烧器（20）还设有连通所述二次空气通道（43）和所述内腔的空气导入管（45）。

3、根据权利要求2所述的燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置，其特征在于，所述空气导入管（45）设有分流孔（46），所述空气导入管（45）通过所述分流孔（46）连通所述二次空气通道（43）和所述内腔。

4、根据权利要求2所述的燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置，其特征在于，所述燃烧头（41）的燃料出口处设有端面板，所述端面板上设有至少3个向外弯折的燃料喷射管（49），还设有点火喷管（50），所述点火喷管（50）伸至所述燃烧器（20）的点火电嘴（44）。

5、根据权利要求2所述的燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置，其特征在于，所述旋流器（40）为内部均匀设置多个导流孔（48）的结构，所述导流孔（48）的轴线与所述旋流器（40）的轴线呈异面直线。

6、根据权利要求1-5任一项所述的燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置，其特征在于，所述集热腔（7）由玻璃罩（32）、主吸热体（29）及副吸热体（33）围成，所述主吸热体（29）的厚度由中部向两侧逐渐增大。

7、根据权利要求1-5任一项所述的燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置，其特征在于，所述前端板（35）的前侧设有冷却套（3），所述冷

却套（3）设有冷却液流动腔（4），所述冷却液流动腔（4）的两侧分别设有用于所述冷却液（1）流进、流出的第一接头（34）、第二接头（2）。

8、根据权利要求1所述的燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置，其特征在于，所述燃烧器（20）与所述补热段（13）固定连接。

5 9、根据权利要求1所述的燃气轮机太阳能发电系统的工质加热装置，其特征在于，所述燃烧器（20）与所述补热段（13）为分体式结构，二者可拆卸连接。

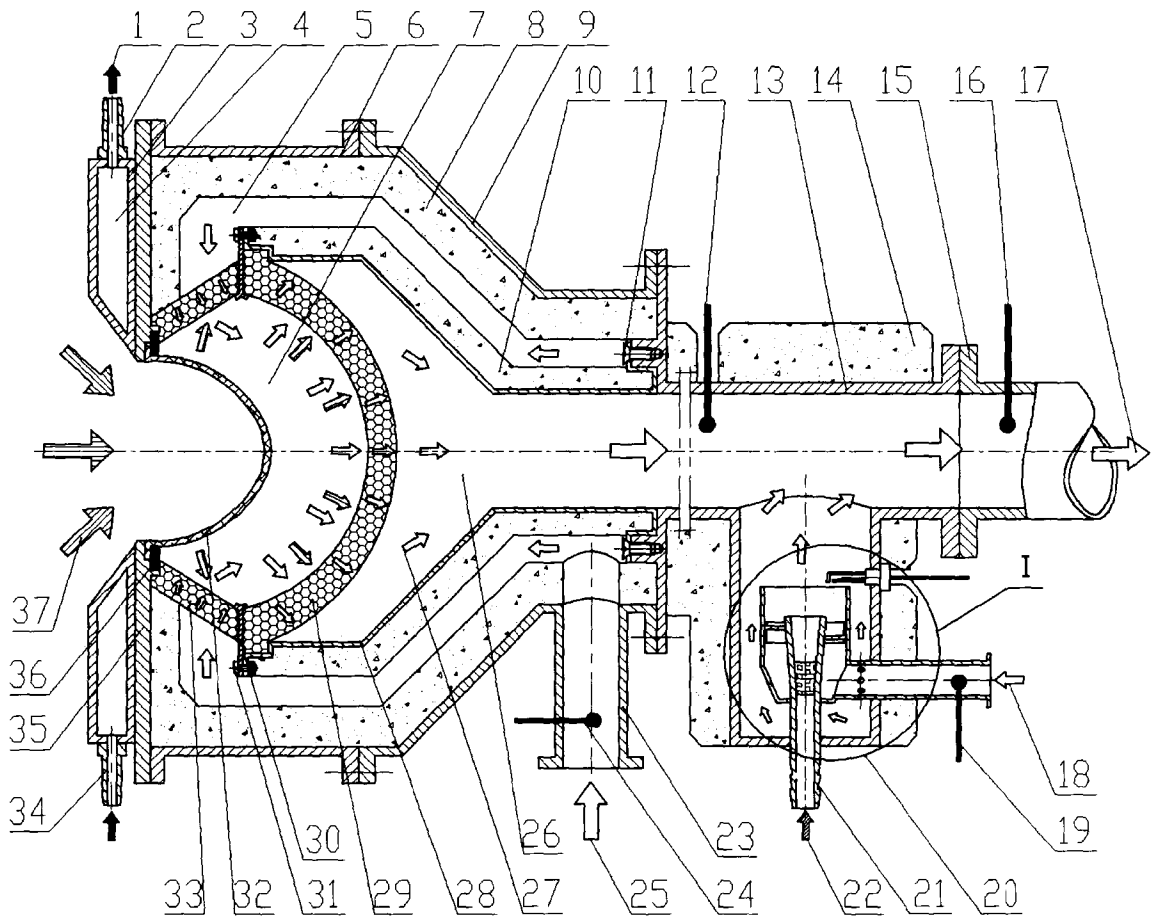


图 1

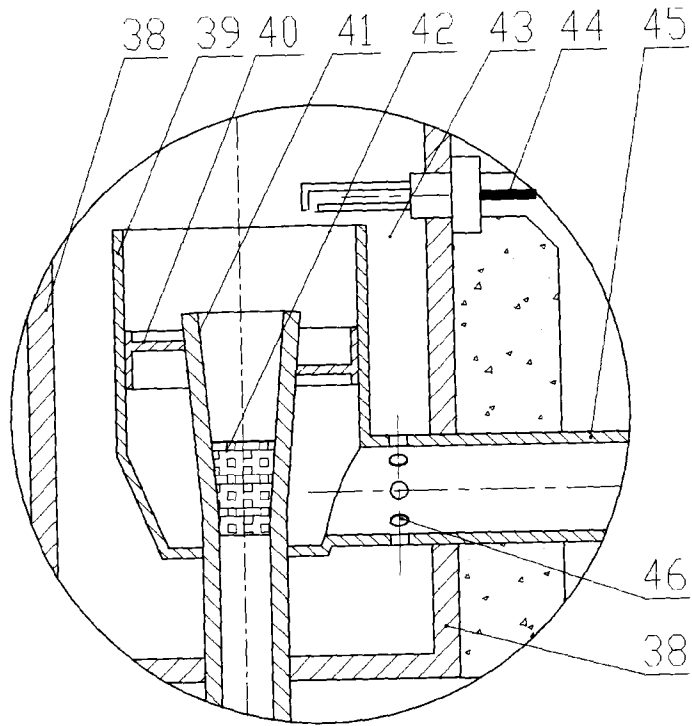


图 2

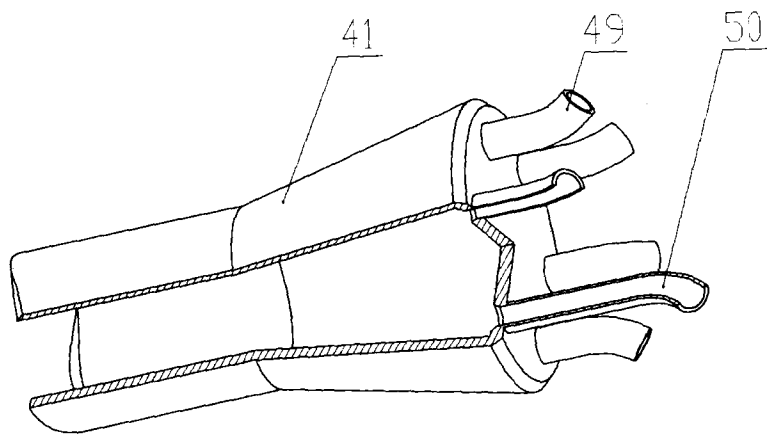


图 3

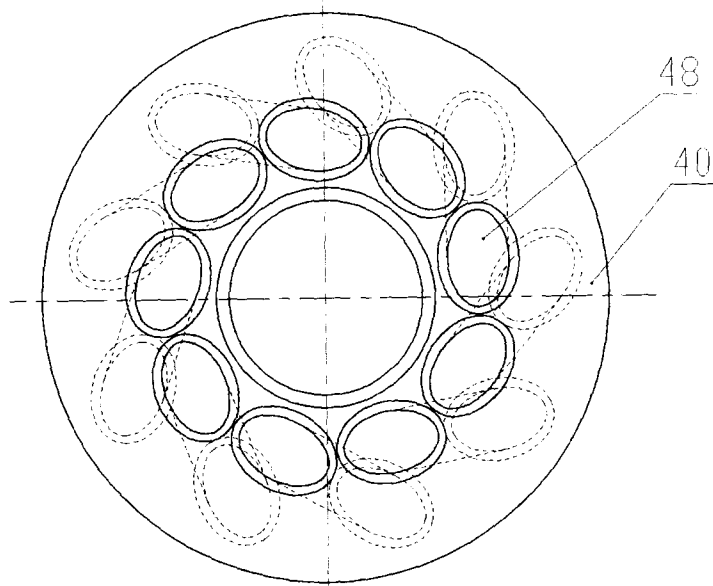


图 4

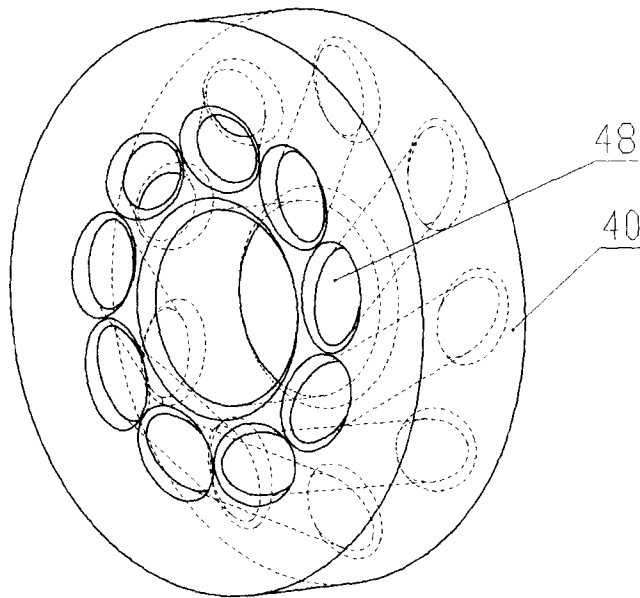


图 5

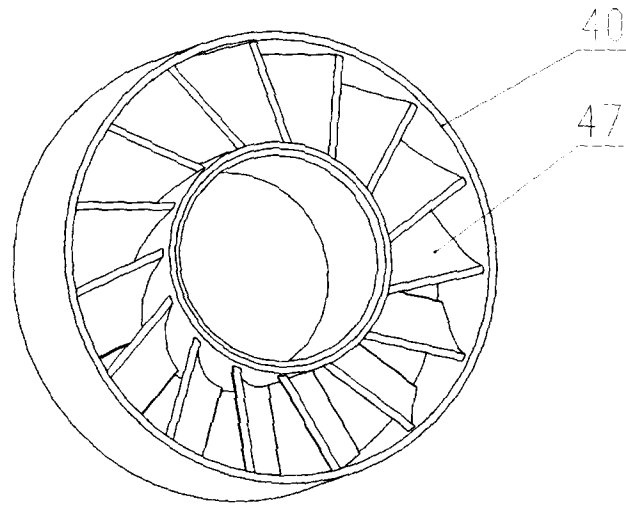


图 6

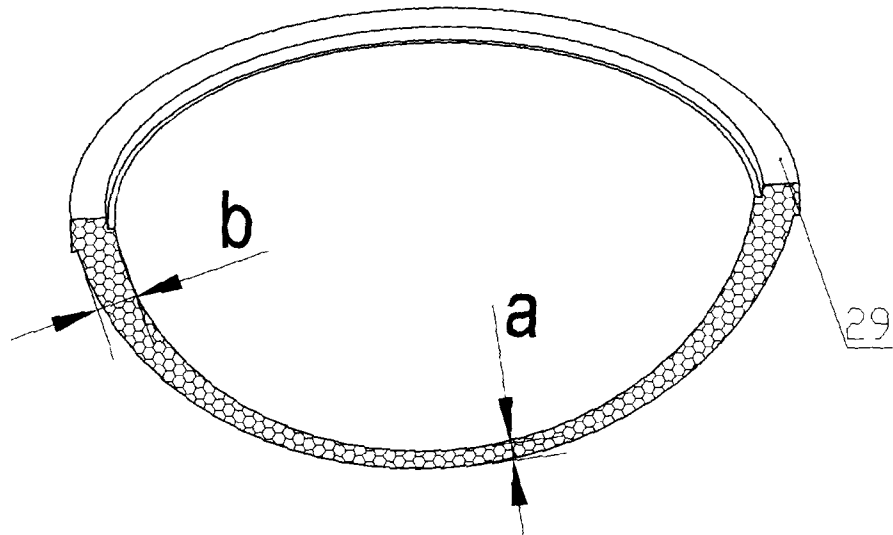


图 7

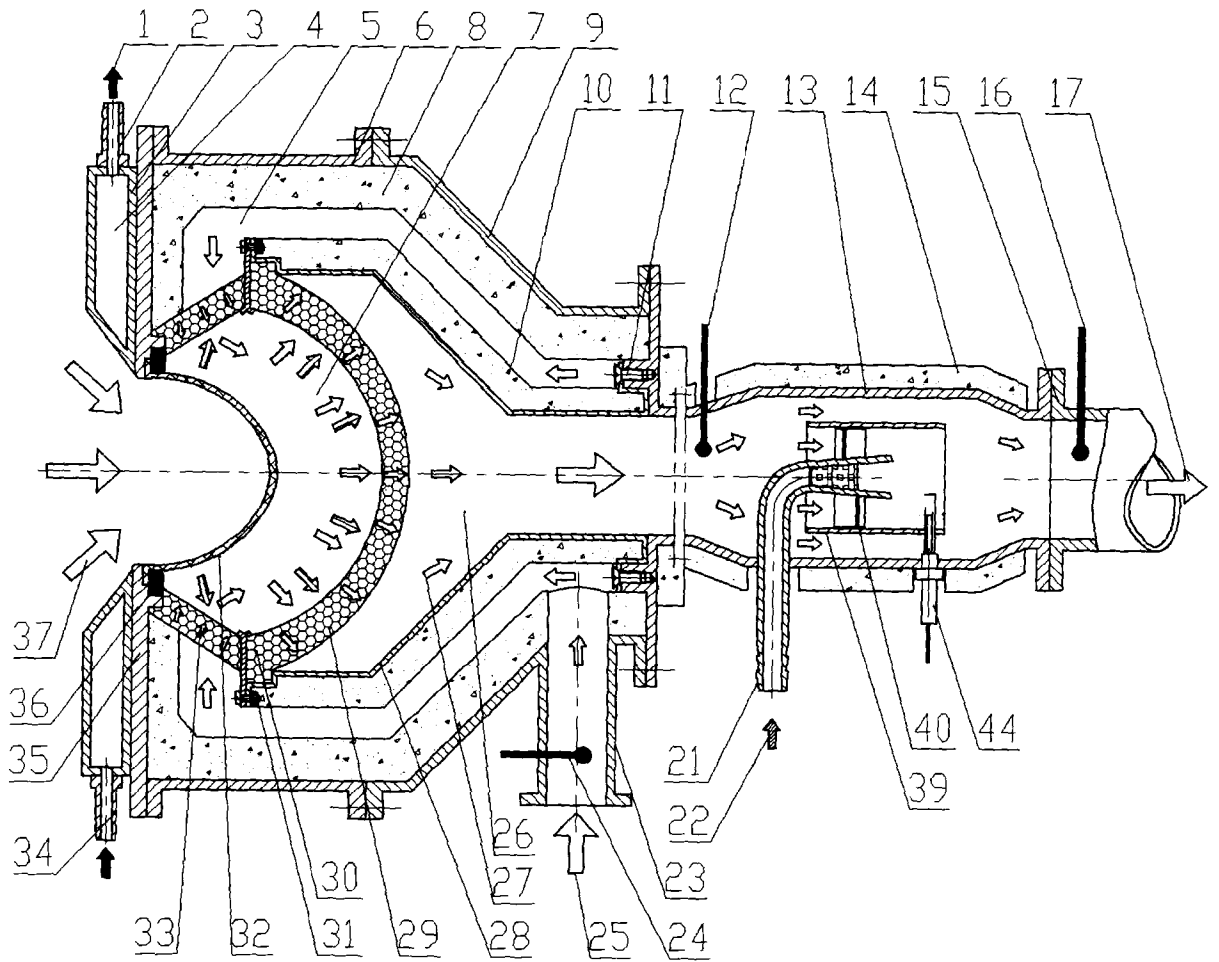


图 8

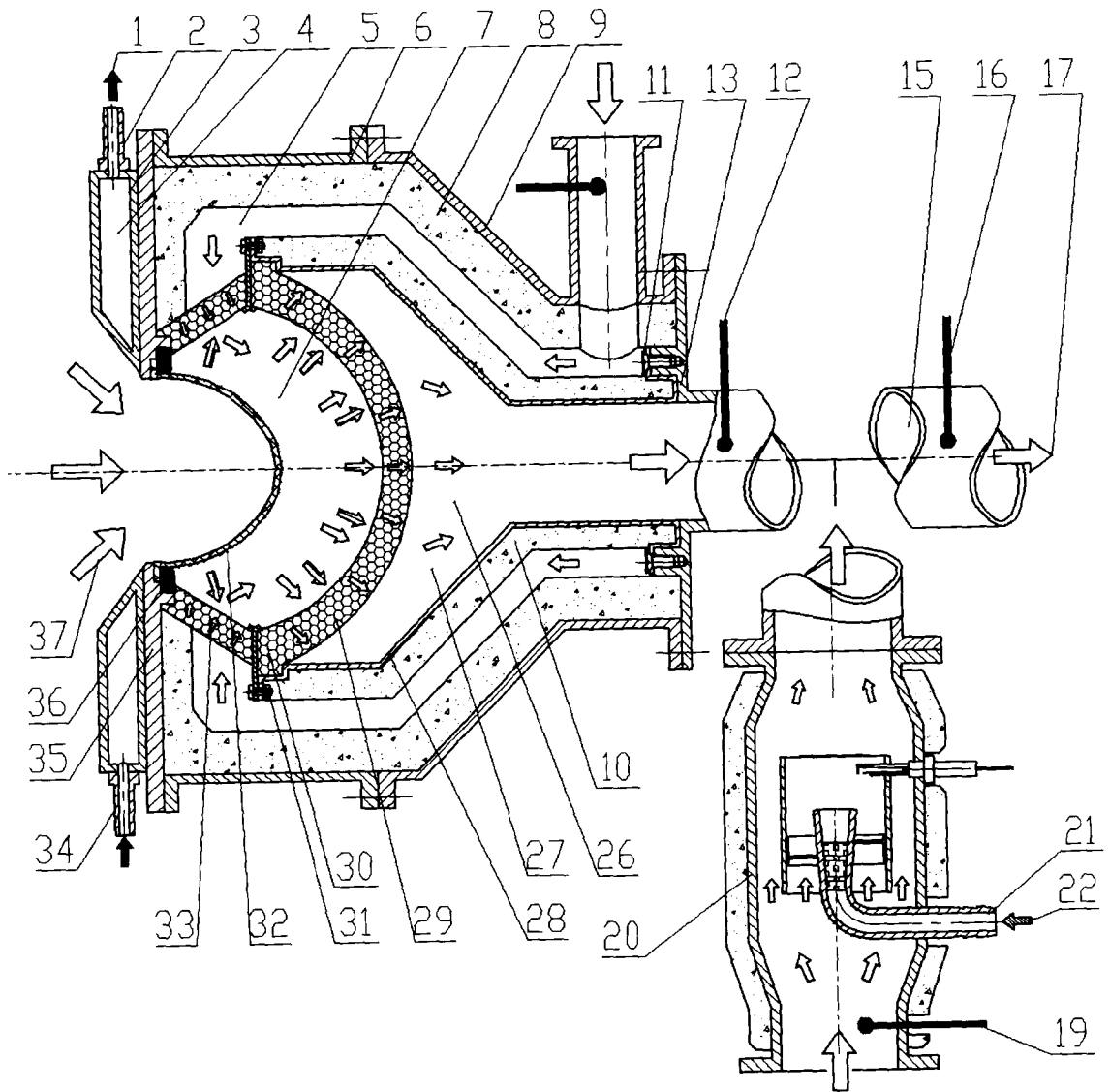


图 9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2012/074835

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC:F03G6/-;F24J2/-;F23D14/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI;EPODOC;CNPAT;CNKI: (SUN+ OR SOLAR), (BURN+ OR COMBUST+ OR FIR+ OR FLAME OR FUEL OR OXYGEN), (AIR OR GAS), (COLLECT+ OR ABSORB+ OR GLASS+), (COMPLEMENT+ OR SUPPLY OR AFTERBURN+ OR REHEAT+), (SERIES OR CASCAD+), (SWIRL+ OR ROTATION+ OR WHIRL OR BAFFLE OR EXDUC+ OR DIVERS+ OR GUID+ OR REFLUX+ OR RETURN+ OR BACK+ OR BLAD+), ELECTRIC+

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5448889 A (BRONICKI) 12 Sep. 1995 (12.09.1995) figure 2, and description, the corresponding embodiments	1, 7-9
X	CN 101871440 A (UNIV SHANGHAI JIAOTONG) 27 Oct. 2010 (27.10.2010) Description, paragraphs 19-32 and figure 1	1, 7-9
X	CN 101865097 A (UNIV SHANGHAI JIAOTONG) 20 Oct. 2010 (20.10.2010) Description, paragraphs 45-47	1, 7-9

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>
---	---

<p>Date of the actual completion of the international search 21 May 2012 (21.05.2012)</p>	<p>Date of mailing of the international search report 28 Jun. 2012 (28.06.2012)</p>
<p>Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10)62089451</p>	<p>Authorized officer  ZHANG, Hong Telephone No. (86-10) 62085431</p>

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/CN2012/074835

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 102226449 A (XIANGTAN ELECTRIC MFG CO., LTD. ) 26 Oct. 2011 (26.10.2011) Description, paragraphs 49-83 and figures 1-9	1-9
PX	CN 202056013 U (XIANGTAN ELECTRIC MFG CO., LTD. ) 30 Nov. 2011 (30.11.2011) Description, paragraphs 49-83 and figures 1-9	1-9
PX	CN 102162433 A (UNIV ZHEJIANG) 24 Aug. 2011 (24.08.2011) Description, paragraphs 15-24 and figure 1	1, 7-9
PX	CN 102128149 A (SHANGHAI QIYAO DYNAMIC TECHNOLOGY CO., LTD.) 20 Jul. 2011 (20.07.2011) Description, paragraphs 12-17 and figures 1-3	1, 7-9

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/CN2012/074835

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 5448889 A	12.09.1995	AU 4139089 A	22.03.1990
		EP 0364106 A	18.04.1990
		US 4942736 A	24.07.1990
		AU 628078 B	10.09.1992
		AU 3006092 A	04.02.1993
		MX 167474 B	24.03.1993
		AR 245525 A	31.01.1994
		AU 660745 B	06.07.1995
		ES 2081847 T	16.03.1996
		IL 108559 A	10.03.1998
		IL 88334 A	13.08.2000
CN 101871440 A	27.10.2010	None	
CN 101865097 A	20.10.2010	None	
CN 102226449 A	26.10.2011	None	
CN 202056013 U	30.11.2011	None	
CN 102162433 A	24.08.2011	None	
CN 102128149 A	20.07.2011	None	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/074835

Continuation of : A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03G6/06(2006.01)i

F24J2/05(2006.01)i

F23D14/00(2006.01)i

F23D14/46(2006.01)i

F23D14/70(2006.01)i

<b>A. 主题的分类</b>		
参见附加页		
按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
<b>B. 检索领域</b>		
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)		
IPC:F03G6/-;F24J2/-;F23D14/-		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))		
WPI;EPODOC;CNPAT;CNKI: 太阳, 燃+烧+氧气+加热,气,集热+玻璃+吸热,互补+补热+补燃,串联,旋流+导流+回流+导向+叶,发电,斯特林+史特林;(SUN+ OR SOLAR), (BURN+ OR COMBUST+ OR FIR+ OR FLAME OR FUEL OR OXYGEN), (AIR OR GAS), (COLLECT+ OR ABSORB+ OR GLASS+), (COMPLEMENT+ OR SUPPLY OR AFTERBURN+ OR REHEAT+), (SERIES OR CASCAD+), (SWIRL+ OR ROTATION+ OR WHIRL OR BAFFLE OR EXDUC+ OR DIVERS+ OR GUID+ OR REFLUX+ OR RETURN+ OR BACK+ OR BLAD+), ELECTRIC+		
<b>C. 相关文件</b>		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	US 5448889 A (Bronicki) 12.9 月 1995 (12.09.1995) 参见附图 2 以及说明书中对应实施例的内容	1, 7-9
X	CN 101871440 A (上海交通大学) 27.10 月 2010 (27.10.2010) 参见说明书第 19-32 段, 附图 1	1, 7-9
X	CN 101865097 A (上海交通大学) 20.10 月 2010 (20.10.2010) 参见说明书第 47-57 段	1, 7-9
PX	CN 102226449 A (湘潭电机股份有限公司) 26.10 月 2011 (26.10.2011) 参见说明书第 49-83 段, 附图 1-9	1-9
<input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在 C 栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 21.5 月 2012 (21.05.2012)		国际检索报告邮寄日期 <b>28.6 月 2012 (28.06.2012)</b>
ISA/CN 的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号: (86-10)62019451		受权官员  <b>张虹</b>  电话号码: (86-10) <b>62085431</b>

C(续). 相关文件		
类 型	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 202056013 U (湘潭电机股份有限公司) 30.11 月 2011 (30.11.2011) 参见说明书第 49-83 段, 附图 1-9	1-9
PX	CN 102162433 A (浙江大学) 24.8 月 2011 (24.08.2011) 参见说明书第 15-24 段, 附图 1	1, 7-9
PX	CN 102128149 A (上海齐耀动力技术有限公司) 20.7 月 2011 (20.07.2011) 参见说明书第 12-17 段, 附图 1-3	1, 7-9

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
**PCT/CN2012/074835**

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
US 5448889 A	12.09.1995	AU 4139089 A	22.03.1990
		EP 0364106 A	18.04.1990
		US 4942736 A	24.07.1990
		AU 628078 B	10.09.1992
		AU 3006092 A	04.02.1993
		MX 167474 B	24.03.1993
		AR 245525 A	31.01.1994
		AU 660745 B	06.07.1995
		ES 2081847 T	16.03.1996
		IL 108559 A	10.03.1998
		IL 88334 A	13.08.2000
CN 101871440 A	27.10.2010	无	
CN 101865097 A	20.10.2010	无	
CN 102226449 A	26.10.2011	无	
CN 202056013 U	30.11.2011	无	
CN 102162433 A	24.08.2011	无	
CN 102128149 A	20.07.2011	无	

续栏：A 主题的分类

F03G6/06(2006.01)i

F24J2/05(2006.01)i

F23D14/00(2006.01)i

F23D14/46(2006.01)i

F23D14/70(2006.01)i