

(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

(43) 国际公布日
2024 年 8 月 29 日 (29.08.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/174372 A1

- (51) 国际专利分类号:
B07B 13/04 (2006.01) **G21C 19/02** (2006.01)
B07B 13/14 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/090143
- (22) 国际申请日: 2023 年 4 月 23 日 (23.04.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202310147568.5 2023年2月21日 (21.02.2023) CN
- (71) 申请人: 西安热工研究院有限公司 (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.)
[CN/CN]; 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710032 (CN)。

(72) 发明人: 吴寿贵 (WU, Shougui); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710032 (CN)。王轶 (WANG, Yi); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710032 (CN)。张瑞祥 (ZHANG, Ruixiang); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710032 (CN)。李长海 (LI, Changhai); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710032 (CN)。令彤彤 (LING, Tongtong); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710032 (CN)。姚尧 (YAO, Yao); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710032 (CN)。刘俊峰 (LIU, Junfeng); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710032 (CN)。康祯 (KANG, Zhen); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710032 (CN)。胡杨 (HU, Yang); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710032 (CN)。韩传高 (HAN, Chuangao); 中国陕西省西安市碑林区

(54) **Title:** FUEL ELEMENT FRAGMENT SCREENING DEVICE FOR HIGH-TEMPERATURE GAS-COOLED REACTOR NUCLEAR POWER FUEL LOADING AND UNLOADING SYSTEM

(54) 发明名称: 一种高温气冷堆核电燃料装卸系统燃料元件碎片筛分装置

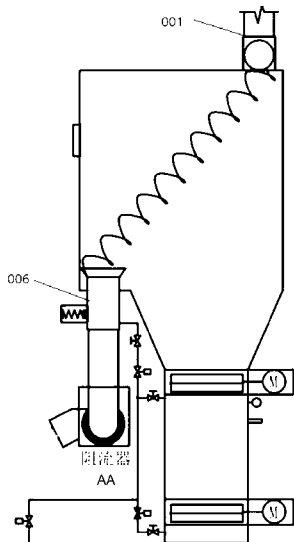


图 3

AA Flow-blocking device

(57) **Abstract:** A fuel element fragment screening device for a high-temperature gas-cooled reactor nuclear power fuel loading and unloading system, the device comprising a box body, a spiral screening pipe, a fuel ball inlet, a fuel ball outlet and a waste outlet, wherein the box body is arranged on an inlet pipe of a flow-blocking device, the fuel ball inlet is arranged at the top of the box body, and the fuel ball outlet and the waste outlet are arranged at the bottom of the box body; and the spiral screening pipe is arranged in the box body between the fuel ball inlet and the fuel ball outlet, and is in an inclined state, and the waste outlet is located below the spiral screening pipe. In the present application, during feeding, after fuel balls, fuel ball fragments and dust mixtures pass through the device, the device can completely separate the intact fuel balls from the fuel ball fragments, graphite dust and graphite ball fragments, thereby effectively preventing fragments and dust from entering the flow-blocking device, which otherwise affects the normal work of the flow-blocking device, improving normal operation of the fuel loading and unloading system, and improving the operation reliability of the system.

(57) **摘要:** 一种高温气冷堆核电燃料装卸系统燃料元件碎片筛分装置, 包括箱体、螺旋筛分管道、燃料球进口、燃料球出口和废料出口; 箱体设置在阻流器进口管道上, 箱体的顶部设置有燃料球进口, 底部设置有燃料球出口和废料出口; 在箱体的内部, 燃料球进口和燃料球出口之间设置有螺旋筛分管道, 且螺旋筛分管道为倾斜状态, 废料出口位于螺旋筛分管道的下方。本申请在投运过程中, 当燃料球、燃料球碎片及粉尘混合物通过装置后, 装置能将完好无损的燃料球与燃料球碎片、石墨粉尘及石墨球碎片完全分离, 有效阻止碎片及粉尘进入阻流器而影响阻流器的正常工作, 提高燃料装卸系统的正常运行, 提高系统运行的可靠性。

兴庆路136号, Shaanxi 710032 (CN)。董雷(DONG, Lei); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路136号, Shaanxi 710032 (CN)。马晓珑(MA, Xiaolong); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路136号, Shaanxi 710032 (CN)。高美(GAO, Mei); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路136号, Shaanxi 710032 (CN)。

(74) 代理人: 北京三聚阳光知识产权代理有限公司(SUNSHINE INTELLECTUAL PROPERTY INTERNATIONAL CO., LTD.); 中国北京市海淀区海淀南路甲21号中关村知识产权大厦A座5层, Beijing 100080 (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

一种高温气冷堆核电燃料装卸系统燃料元件碎片筛分装置

相关申请的交叉引用

本申请要求在 2023 年 2 月 21 日提交中国专利局、申请号为 202310147568.5、发明名称为“一种高温气冷堆核电燃料装卸系统燃料元件碎片筛分装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用的方式并入本文中。

技术领域

本申请属于筛分装置技术领域，特别涉及一种高温气冷堆核电燃料装卸系统燃料元件碎片筛分装置。

背景技术

高温气冷堆核能发电是第四代核能发电系统，其设计理念是在极端事故工况下不造成堆芯融化、不发生大规模放射性物质释放、厂外不需应急措施等固有的物理安全特性在能源紧缺以及减碳目标的大环境下具有得天独厚的发展优势，具有广阔的发展前景。但是，第四代高温气冷堆是一个全新的系统，较多的系统设计及运行无经验可鉴，需要在示范项目试验和运行过程中不断的验证和完善。在核燃料装卸系统阻流器设计中未考虑到燃料球碎片及石墨粉尘对阻流器工作的影响，造成在实际运行过程中切球，导致燃料球破裂，将燃料球中 UO_2 爆露在一回路中，增加一回路中粉尘的辐射剂量，同时产生辐射剂量较大的大量核废料，造成不必要燃料损耗以及高昂的核废料处理费用。然而在系统正常运行的情况下，在高温环境中，一回路介质的扰动以及加注燃料球过程中发生碰磨产生的碎片及粉尘沿卸球管道进入阻流器，导致阻流器切球，导致燃料球严重破损，使燃料装卸系统无法正常运行，严重制约高温堆热试的推进。

发明内容

本申请的目的在于提供一种高温气冷堆核电燃料装卸系统燃料元件碎片

筛分装置，以解决燃料装卸系统在运行过程中阻流器切球问题，提高装卸料系统的可靠性。

为实现上述目的，本申请采用以下技术方案：

一种高温气冷堆核电燃料装卸系统燃料元件碎片筛分装置，包括箱体、螺旋筛分轨道、燃料球进口、燃料球出口和废料出口；箱体设置在阻流器进口管道上，箱体的顶部设置有燃料球进口，底部设置有燃料球出口和废料出口；在箱体的内部，燃料球进口和燃料球出口之间设置有螺旋筛分阻尼轨道，且螺旋筛分管道为倾斜状态，废料出口位于螺旋筛分管道的下方。

进一步的，螺旋筛分轨道的倾斜角度为 45° 到 80° ，并且螺旋筛分轨道进出口的距离垂直投影在平面上的直线长度大于等于三个燃料球的直径；螺旋筛分轨道圆环的平面投影直径小于燃料球直径 5mm，螺旋筛分管道任两环间的直线距离为燃料球直径的 85%。

进一步的，螺旋筛分轨道上均匀设置螺旋筛分间隔，筛分间隔用于筛分直径小于 80% 的燃料球与石墨粉尘。

进一步的，燃料球出口的顶部设置有导流喇叭口，螺旋筛分轨道的出口连接导流喇叭口。

进一步的，燃料球出口上还设置有电磁阻流开关。

进一步的，废料出口的上方设置有缓冲斗和核燃料球碎片缓冲罐；缓冲斗连接在核燃料球碎片缓冲罐的顶部，废料出口连接在核燃料球碎片缓冲罐的底部。

进一步的，缓冲斗和核燃料球碎片缓冲罐的连接处设置有隔离阀，隔离阀由上下两块圆形的钢板组成，钢板中间分别开有一个“8”字形孔；钢板连接有驱动装置，当两块钢板之间两孔有重叠时通道打开，交错时通道关闭。

进一步的，废料出口和核燃料球碎片缓冲罐的连接处设置有排放阀，排放阀的结构和隔离阀结构相同。

进一步的，核燃料球碎片缓冲罐上设置有料位测量元件、压力测量元件和连通管路，连通管路上设置有抽真空阀；废料出口和燃料球出口之间设置有管路，管路上设置有第一阀门和第二阀门。

进一步的，箱体上设置有检查孔。

与现有技术相比，本申请有以下技术效果：

本申请提供本申请一种高温气冷堆核电燃料装卸系堆燃料球碎片的筛分

装置，在装置投运过程中，当燃料球、燃料球碎片及粉尘混合物通过装置后，装置能将完好无损的燃料球与燃料球碎片、石墨粉尘及石墨球碎片完全分离，有效阻止碎片及粉尘进入阻流器而影响阻流器的正常工作，提高燃料装卸系统的可靠性。

附图说明

图 1 为本申请筛分装置图结构示意图。

图 2 为本申请隔离阀俯视结构图。

图 3 为装置与系统连接图。

图 4 为阻流器示意图。

具体实施方式

下面将结合附图对本申请的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

在本申请的描述中，需要说明的是，如出现术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。此外，如出现术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

在本申请的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，如出现术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

请参阅图 1 至图 4，一种高温气冷堆核电燃料装卸系燃料球碎片筛分装置如图 1 所示，核燃料装卸系统的阻流器进口管道加装燃料球碎片筛分装置，与阻流器串联在同一根管道上。当系统正常投运，燃料球、燃料球碎片以及

石墨粉尘进入阻流器前先进入碎片筛分装置，筛分装置将完整无损的燃料球与燃料球碎片、石墨粉尘分离，保证燃料球碎片和石墨粉尘不进入阻流器。

如图 1 所示在核燃料装卸系统的阻流器进口管道断开，在管道断开处加装一个容积为 0.3 厘方厘米以上的箱体 003，在箱体 003 上设有燃料球进口 001，燃料球出口 006 和废料出口 013。在燃料球进口 001 与燃料球出口 006 之间布置一根螺旋筛分轨道 004，螺旋筛分轨道一端与燃料球进口 001 相连，另一端与燃料球出口 006，在箱体 003 内形成一条筛分通道，螺旋筛分管道 004 设计趋斜角度为 45 度到 80 度，并且进出口的距离垂直投影在平面上的直线长度大于等于三个燃料球 002 的直径；螺旋筛分轨道 004 圆环的平面投影直径小于燃料球直径 5mm，通道任两环间的直线距离为燃料球直径的 85%，保证较大的碎片能通过。箱体 003 设计承压能力大于 9MPa，并在箱体上设有检查孔 022，以便检修期间对箱内情况进行检查。

在装置投运时，燃料球 002 与其碎片以及在堆芯内流动磨损产生的石墨粉尘 020 一同由燃料球进口 001 进入螺旋筛分轨道 004，在螺旋筛分通道 004 内，燃料球 002 与其碎片以及在堆芯内流动磨损产生的石墨粉尘 020 混合特经过螺旋筛分管道 004 后，被分成两路，一路是未损坏的燃料球或损伤不严重且进入阻流器后不会导致其它燃料球被切的燃料球 002 通过，经导流喇叭口 005 后进入燃料球出口 006，经燃料球出口 006 后进入阻流器。为了避免燃料球 002 在到达燃料球出口 006 后才产生碎片对阻流器正常工作的影响，在燃料球出口 006 处设计有电磁阻流开关 007，当阻流工作异常时，电磁阻流开关工作，将燃料球 002 阻挡，等阻流器工作两次后电磁阻流开关停止工作再将燃料球 002 放行，保证阻流器运行正常。

被筛分的另一路燃料是直径小于 80% 的燃料球碎片及石墨粉尘 020 经螺旋管道 004 筛分后掉进 021 缓冲斗内，并经隔离阀 008 进入核燃料球碎片缓冲罐 010 内缓存，再由排放阀 011 进入废燃料排出管道 013，最后排入乏燃料储存系统管道。

在缓冲斗 021 下部设计有隔离阀 008，隔离阀 008 上与缓冲斗 021 相连，下与核燃料球碎片缓冲罐 010 相连。隔离阀 008 打开后，被分离下的燃料球碎片及石墨粉尘 020 能够掉进缓冲斗 021 内暂存。

设计隔离门 008 由上下两块圆形的钢板组成，每块钢板中间分别开有一

个“8”字形孔，如图2所示，处于上部的钢板边缘设有驱动齿轮，在需要关闭或打开的情况下由气动或电动驱动装置009驱动，上部的钢板能够在90度的范围内正反两个方向转动，当两块钢板之间两孔有重叠时通道打开，核废料以及石墨粉尘可以从缓冲斗021直接进入核燃料球碎片缓冲罐010。当两块钢板之间两孔无重叠时通道关闭，核废料以及石墨粉尘禁止从缓冲斗021直接进入核燃料球碎片缓冲罐010。

核燃料球碎片缓冲罐010上部与隔离阀008相连，下部与排放阀011相连，为了在正常运行中能够检测到核燃料球碎片缓冲罐010的料位，在核燃料球碎片缓冲罐010上端设计有料位测量元件019，当料位升高时，料位测量元件019达到一定高度时，系统执行排料程序，将核燃料球碎片缓冲罐010内部的碎片以及石墨粉尘020排至废料排出管道013。

在核燃料球碎片缓冲罐010下设计有排放阀011，上部与核燃料球碎片缓冲罐010相连，下部与乏燃料排放管道相连，其结构与隔离阀008相同，由上下两块圆形的钢板组成，每块钢板中间分别开有一个“8”字形孔，如图2所示，处于上部的钢板边缘设有驱动齿轮，在需要关闭或打开的情况下由009气动或电动驱动装置驱动，上部的钢板能够在90度的范围内正反两个方向转动，当两块钢板之间两孔有重叠时通道打开，核废料以及石墨粉尘可以从核燃料球碎片缓冲罐010直接进入废料排出管道013。当两块钢板之间两孔无重叠时通道关闭，核废料以及石墨粉尘禁止从核燃料球碎片缓冲罐010进入废料排出管道013。

在正常运行工况下，筛分装置003内部一直存在大于7-9MPa的压力，为避免事故发生，核燃料球碎片缓冲罐010的进料控制阀和排料控制必须按照程序执行，即当隔离阀008打开排料至核燃料球碎片缓冲罐010前，必须将排放阀011关闭，将核燃料球碎片缓冲罐010与废料排放管道013间的第二阀门017关闭，将核燃料球碎片缓冲罐010与燃料球出口管道006间的第一阀门015关闭，将核燃料球碎片缓冲罐010抽真空阀023关闭，打开第一阀门015，压力测量元件024的压力上升与系统压力平衡时打开隔离阀008。在正常运行的工况下，隔离阀008保持开状态。当料位信号019发出时，隔离阀008关闭，进行排料程序。

当核燃料球碎片缓冲罐010进料结束后，系统则执行排料程序，即关闭隔离阀008，将核燃料球碎片缓冲罐010与废料排放管道013间的第二阀门

017 关闭，将核燃料球碎片缓冲罐 010 与燃料球出口管道 006 间的第一阀门 015 关闭，将核燃料球碎片缓冲罐 010 抽真空阀 023 打开，压力测量元件 024 的压力下降与废料排放管道 013 的压力平衡时，关闭抽真空阀 23，打开隔离阀 011，将碎片以及石墨粉尘 020 排放至乏燃料排放管道 013，再输送到乏燃料储存罐。

为保证在抽真空阀 023 故障的情况下进排料，当抽真空阀故障无法抽吸时，打开隔离阀 008 进料前，将排放阀 011 关闭，将核燃料球碎片缓冲罐 010 与废料排放管道 013 间的第二阀门 017 关闭，将核燃料球碎片缓冲罐 010 与燃料球出口管道 006 间的第一阀门 015 关闭，将核燃料球碎片缓冲罐 010 抽真空阀 023 关闭，打开第一阀门 015，压力测量元件 024 的压力上升与系统压力平衡时打开隔离阀 008，碎片以及石墨粉尘 020 排放至核燃料球碎片缓冲罐 010。

同样地，当抽真空阀 023 无法抽吸且核燃料球碎片缓冲罐 010 需排料时，则关闭隔离阀 008，将核燃料球碎片缓冲罐 010 与废料排放管道 013 间的第二阀门 017 关闭，将核燃料球碎片缓冲罐 010 与燃料球出口管道 006 间的第一阀门 015 关闭，将核燃料球碎片缓冲罐 010 抽真空阀 023 关闭，打开第二阀门 017，压力测量元件 024 的压力下降与废料排放管道 013 的压力平衡时，打开隔离阀 011，将碎片以及石墨粉尘 020 排放至乏燃料排放管道 013，再输送到乏燃料储存罐。

最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本申请的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本申请进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的范围。

权 利 要 求 书

1. 一种高温气冷堆核电燃料装卸系统燃料元件碎片筛分装置，其特征在于，包括箱体（003）、螺旋筛分轨道（004）、燃料球进口（001）、燃料球出口（006）和废料出口（013）；箱体（003）设置在阻流器进口管道上，箱体（003）的顶部设置有燃料球进口（001），底部设置有燃料球出口（006）和废料出口（013）；在箱体（003）的内部，燃料球进口（001）和燃料球出口（006）之间设置有螺旋筛分轨道（004），且螺旋筛分轨道（004）有一定的角度，为倾斜状态，废料出口（013）位于螺旋筛分轨道（004）的下方。

2. 根据权利要求 1 所述的一种高温气冷堆核电燃料装卸系统燃料元件碎片筛分装置，其特征在于，螺旋筛分轨道（004）的倾斜角度为 45° 到 80° ，并且螺旋筛分轨道（004）进出口的距离垂直投影在平面上的直线距离大于等于三个燃料球的直径；螺旋筛分轨道（004）圆环的平面投影直径小于燃料球直径 5mm，螺旋筛分轨道（004）任两环间的直线距离为燃料球直径的 85%。

3. 根据权利要求 1 所述的一种高温气冷堆核电燃料装卸系统燃料元件碎片筛分装置，其特征在于，螺旋筛分轨道（004）上设置均匀的螺旋筛分间隔，筛分间隔用于筛分直径小于 80% 的燃料球与石墨粉尘。

4. 根据权利要求 1 所述的一种高温气冷堆核电燃料装卸系统燃料元件碎片筛分装置，其特征在于，燃料球出口（006）的顶部设置有导流喇叭口（005），螺旋筛分管道（004）的出口连接导流喇叭口（005）。

5. 根据权利要求 4 所述的一种高温气冷堆核电燃料装卸系统燃料元件碎片筛分装置，其特征在于，螺旋轨道燃料球出口（006）上还设置有电磁阻流开关（007）。

6. 根据权利要求 1 所述的一种高温气冷堆核电燃料装卸系统燃料元件碎片筛分装置，其特征在于，废料出口（013）的上方设置有缓冲斗（021）和核燃料球碎片缓冲罐（010）；缓冲斗（021）连接在核燃料球碎片缓冲罐（010）的顶部，废料出口（013）连接在核燃料球碎片缓冲罐（010）的底部。

7. 根据权利要求 6 所述的一种高温气冷堆核电燃料装卸系统燃料元件碎片筛分装置, 其特征在于, 缓冲斗 (021) 和核燃料球碎片缓冲罐 (010) 的连接处设置有隔离阀 (008), 隔离阀 (008) 由上下两块圆形的钢板组成, 钢板中间分别开有一个“8”字形孔; 钢板连接有驱动装置, 当两块钢板之间两孔有重叠时通道打开, 交错时密封关闭。

8. 根据权利要求 7 所述的一种高温气冷堆核电燃料装卸系统燃料元件碎片筛分装置, 其特征在于, 废料出口 (013) 和核燃料球碎片缓冲罐 (010) 的连接处设置有排放阀 (011), 排放阀 (011) 的结构和隔离阀 (008) 结构相同。

9. 根据权利要求 8 所述的一种高温气冷堆核电燃料装卸系统燃料元件碎片筛分装置, 其特征在于, 核燃料球碎片缓冲罐 (010) 上设置有料位测量元件 (19)、压力测量元件 (024) 和连通管路, 连通管路上设置有抽真空阀 (023); 废料出口 (013) 和燃料球出口 (006) 之间设置有抽真空联通管路, 在联通管路上分别设置有手动隔离阀门 (014) 和 (015) 和气动隔离阀门 (017) 和 (018)。

10. 根据权利要求 (1) 所述的一种高温气冷堆核电燃料装卸系统燃料元件碎片筛分装置, 其特征在于, 箱体 (003) 上设置有检查孔 (022)。

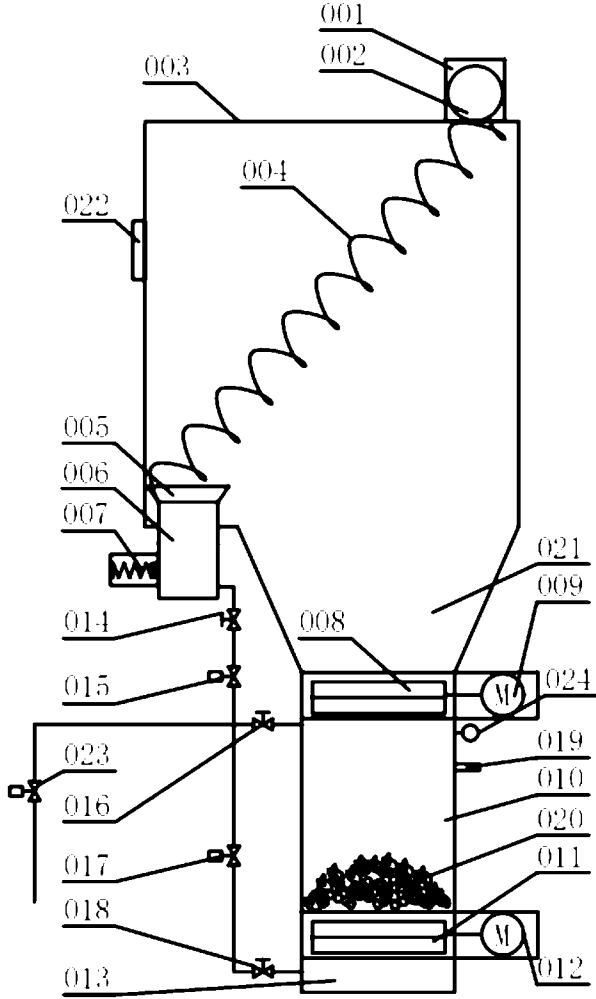


图 1

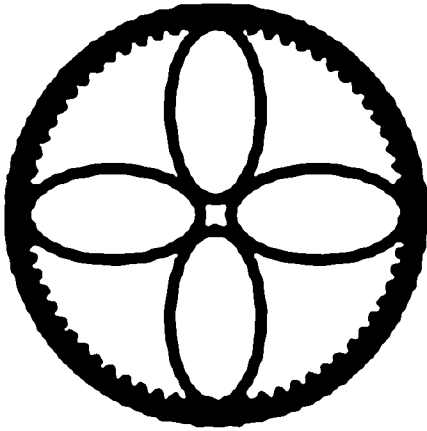


图 2

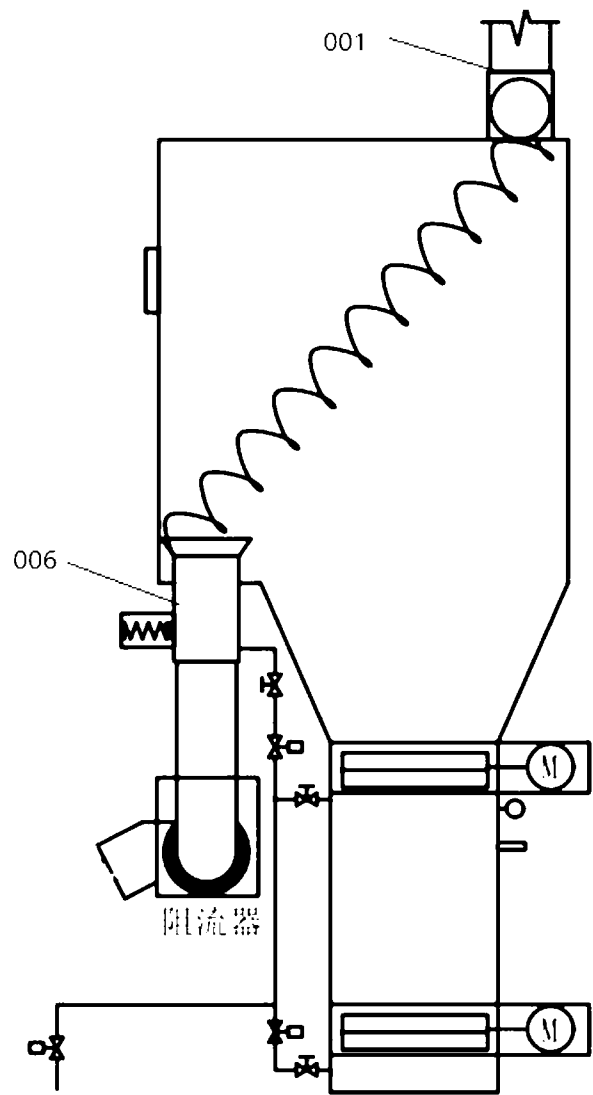


图 3

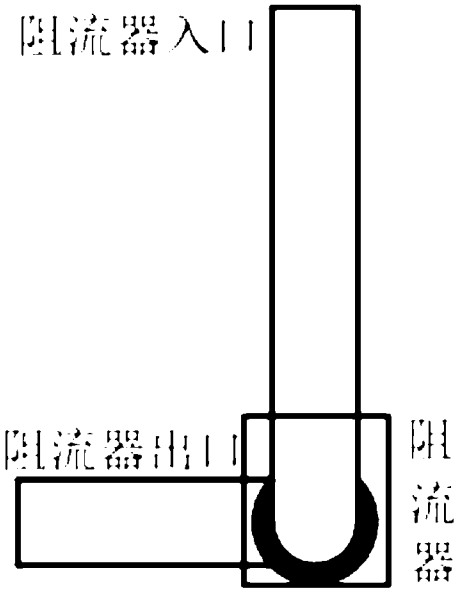


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/090143

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B07B13/04(2006.01)i; B07B13/14(2006.01)i; G21C19/02(2006.01)i

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: B07B,G21C

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)

CNKI, CNTXT, VEN, ENTXT: 燃料, 球, 碎片, 碎块, 筛分, 螺旋, 倾斜, 直径, 半径, fuel, spiral, screening, ball, inclin+, fragment?

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 115148385 A (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 04 October 2022 (2022-10-04) description, paragraphs 46-65, and figure 1	1-10
A	CN 115083642 A (HUANENG NUCLEAR ENERGY TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 20 September 2022 (2022-09-20) entire document	1-10
A	CN 209476445 U (SHANDONG LIANCHUANG MINING DESIGN CO., LTD.) 11 October 2019 (2019-10-11) entire document	1-10
A	CN 214158885 U (NINGXIA HENGHUI ACTIVATED CARBON CO., LTD.) 10 September 2021 (2021-09-10) entire document	1-10
A	CN 218223537 U (HUANENG SHANDONG SHIDAO BAY NUCLEAR POWER CO., LTD.) 06 January 2023 (2023-01-06) entire document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 September 2023

Date of mailing of the international search report

06 October 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/090143

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1496520 A2 (JAPAN NUCLEAR CYCLE DEVELOPMENT INSTITUTE) 12 January 2005 (2005-01-12) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/090143

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	115148385	A	04 October 2022	None			
CN	115083642	A	20 September 2022	None			
CN	209476445	U	11 October 2019	None			
CN	214158885	U	10 September 2021	None			
CN	218223537	U	06 January 2023	None			
EP	1496520	A2	12 January 2005	JP	2005043331	A	17 February 2005
				EP	1496520	A8	30 March 2005
				EP	1496520	A3	11 June 2008
				EP	1496520	B1	11 September 2013
				US	2005018804	A1	27 January 2005
				US	7143969	B2	05 December 2006
				RU	2004121013	A	10 January 2006
				RU	2284064	C2	20 September 2006

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2023/090143

A. 主题的分类

B07B13/04(2006.01)i; B07B13/14(2006.01)i; G21C19/02(2006.01)i

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. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: B07B, G21C

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))

CNKI, CNTXT, VEN, ENTXT: 燃料, 球, 碎片, 碎块, 筛分, 螺旋, 倾斜, 直径, 半径, fuel, spiral, screening, ball, inclin+, fragment?

C. 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
X	CN 115148385 A (西安热工研究院有限公司) 2022年10月4日 (2022 - 10 - 04) 说明书第46-65段、附图1	1-10
A	CN 115083642 A (华能核能技术研究院有限公司) 2022年9月20日 (2022 - 09 - 20) 全文	1-10
A	CN 209476445 U (山东联创矿业设计有限公司) 2019年10月11日 (2019 - 10 - 11) 全文	1-10
A	CN 214158885 U (宁夏恒辉活性炭有限公司) 2021年9月10日 (2021 - 09 - 10) 全文	1-10
A	CN 218223537 U (华能山东石岛湾核电有限公司) 2023年1月6日 (2023 - 01 - 06) 全文	1-10
A	EP 1496520 A2 (JAPAN NUCLEAR CYCLE DEV INST) 2005年1月12日 (2005 - 01 - 12) 全文	1-10

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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

2023年9月26日

国际检索报告邮寄日期

2023年10月6日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

吴洁

电话号码 (+86) 010-62089951

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/090143

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	115148385	A	2022年10月4日	无			
CN	115083642	A	2022年9月20日	无			
CN	209476445	U	2019年10月11日	无			
CN	214158885	U	2021年9月10日	无			
CN	218223537	U	2023年1月6日	无			
EP	1496520	A2	2005年1月12日	JP	2005043331	A	2005年2月17日
				EP	1496520	A8	2005年3月30日
				EP	1496520	A3	2008年6月11日
				EP	1496520	B1	2013年9月11日
				US	2005018804	A1	2005年1月27日
				US	7143969	B2	2006年12月5日
				RU	2004121013	A	2006年1月10日
				RU	2284064	C2	2006年9月20日