

(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
2021年10月14日(14.10.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/204265 A1

- (51) 国际专利分类号:
G21F 5/08 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/086260
- (22) 国际申请日: 2021年4月9日(09.04.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202010275948.3 2020年4月9日(09.04.2020) CN
- (71) 申请人: 上海核工程研究设计院有限公司 (SHANGHAI NUCLEAR ENGINEERING RESEARCH & DESIGN INSTITUTE CO., LTD.) [CN/CN]; 中国上海市徐汇区虹漕路29号, Shanghai 200233 (CN)。

- (72) 发明人: 沈光耀 (SHEN, Guangyao); 中国上海市徐汇区虹漕路29号, Shanghai 200233 (CN)。 张振雨 (ZHANG, Zhenyu); 中国上海市徐汇区虹漕路29号, Shanghai 200233 (CN)。 李传毅 (LI, Chuanyi); 中国上海市徐汇区虹漕路29号, Shanghai 200233 (CN)。 沈勇坚 (SHEN, Yongjian); 中国上海市徐汇区虹漕路29号, Shanghai 200233 (CN)。 贺小明 (HE, Xiaoming); 中国上海市徐汇区虹漕路29号, Shanghai 200233 (CN)。 邵长磊 (SHAO, Changlei); 中国上海市徐汇区虹漕路29号, Shanghai 200233 (CN)。 张晓春 (ZHANG, Xiaochun); 中国上海市徐汇区虹漕路29号, Shanghai 200233 (CN)。 艾卫江 (AI, Weijiang); 中国上海市徐汇区虹漕路29号, Shanghai 200233 (CN)。 党哈雷 (DANG, Halei); 中国上海市徐汇区虹漕路29号, Shanghai 200233 (CN)。 刘

(54) Title: NUCLEAR FUEL TRANSPORT CONTAINER

(54) 发明名称: 核燃料运输容器

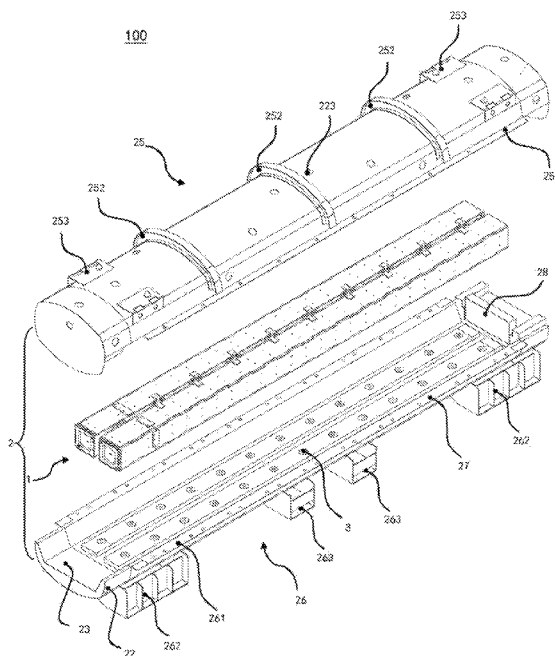


图 1

(57) Abstract: A nuclear fuel transport container (100), comprising an inner housing (1), a first accommodating space (11) for accommodating a nuclear fuel assembly being provided in said housing; an outer housing (2), a second accommodating space (21) for accommodating at least one inner housing (1) being provided within said outer housing; an inner/outer housing linking apparatus (3), which connects the inner housing (1) to the outer housing (2); wherein a neutron absorption plate (12) is provided at a side of the inner housing (1) facing the nuclear fuel assembly, the outer housing (2) is a two layer housing body structure made up of an outer layer



WO 2021/204265 A1

晓强 (LIU, Xiaoqiang); 中国上海市徐汇区虹漕路29号, Shanghai 200233 (CN)。石悠 (SHI, You); 中国上海市徐汇区虹漕路29号, Shanghai 200233 (CN)。王国栋 (WANG, Guodong); 中国上海市徐汇区虹漕路29号, Shanghai 200233 (CN)。周岩 (ZHOU, Yan); 中国上海市徐汇区虹漕路29号, Shanghai 200233 (CN)。

(74) 代理人: 北京瑞盟知识产权代理有限公司 (BEIJING RIMOON INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY LTD.); 中国北京市东城区建国内大街7号光华长安大厦2座817室, Beijing 100005 (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

housing body (22) facing an outside atmosphere side and an inner layer housing body (23) facing an inner housing (1) side, an enclosed space is formed by the outer layer housing body (22) and the inner layer housing body (23), a buffering thermal insulation material (24) is filled into the enclosed space, and a neutron moderation plate (4) is provided between the inner layer housing body (23) and the inner housing (1). The present transport container (100) ensures the safety of a nuclear fuel assembly when subject to shaking impact, allowing the nuclear fuel assembly to remain in a sub-critical state; also, a single outer housing (2) may accommodate a plurality of inner housings (1), and transportation of a plurality of nuclear fuel assemblies can be accomplished with only a single round of assembly and disassembly of the outer housing (2), improving transportation efficiency.

(57) 摘要: 一种核燃料运输容器 (100), 包括内壳 (1), 其内设有容纳核燃料组件的第一容纳空间 (11); 外壳 (2), 其内设有容纳至少一个该内壳 (1) 的第二容纳空间 (21); 内外壳联接装置 (3), 其连接内壳 (1) 和外壳 (2); 其中, 内壳 (1) 朝向核燃料组件一侧设有中子吸收板 (12), 外壳 (2) 是由朝向大气侧的外层壳体 (22) 和朝向内壳 (1) 侧的内层壳体 (23) 组成的双层壳体结构, 外层壳体 (22) 和内层壳体 (23) 形成密闭空间, 在密闭空间内填充有缓冲隔热材料 (24), 内层壳体 (23) 和内壳 (1) 之间设有中子慢化板 (4)。该运输容器 (100) 确保了核燃料组件在受到振动冲击时的安全, 使核燃料组件保持在次临界状态, 并且, 一个外壳 (2) 内可容纳多个内壳 (1), 只需装拆一次外壳 (2), 即可完成多个核燃料组件的运输, 提高了运输效率。

核燃料运输容器

技术领域

本发明涉及核燃料运输容器领域。

背景技术

随着核技术的发展，越来越多的核电厂开始兴建和扩大，核电厂的核心技术部件（核燃料组件）需要从核燃料制造厂运输至核电厂。由于核燃料具有放射性的特点，在运输过程中要确保核燃料组件在事故情况下经历、跌落、穿刺、水淹等情况下的临界和屏蔽安全。因此，需要设计核燃料组件专用的运输容器，确保核燃料在运输过程中的安全性。

现有技术的核燃料运输容器的外壳一般采用铰链连接的方式形成，而这种特殊的大型运输容器，使用的铰链加工困难，装配难度大，由于变形产生的报废率高。

并且现有的核燃料运输容器通常为单根核燃料组件运输，运输及现场装卸效率低。

发明内容

鉴于以上问题，本发明提供一种核燃料运输容器，其能够在正常运输和操作过程中保护核燃料组件避免受到振动和冲击而造成损坏，装配简便，运输效率高。

本发明的核燃料运输容器，包括内壳，其内设有容纳核燃料组件

的第一容纳空间；外壳，其内设有容纳至少一个内壳的第二容纳空间；内外壳联接装置，其连接内壳和外壳；其中，内壳的内侧设有中子吸收板，外壳是由朝向大气侧的外层壳体和朝向内壳侧的内层壳体组成的双层壳体结构，外层壳体和内层壳体形成密闭空间，在密闭空间内填充有缓冲隔热材料，内层壳体和内壳之间设有中子慢化板。

优选地，外壳包括上壳和下壳，上壳和下壳装配后形成第二容纳空间。

优选地，内壳包括主体折板、侧板和顶板，侧板分别与主体折板和顶板铰链连接，顶板和折板之间设有锁紧装置，将顶板和折板锁紧后，主体折板、侧板和顶板形成第一容纳空间。

优选地，内壳沿长度方向的两侧端部分别设有第一端盖和第二端盖，侧板包括第一侧板和第二侧板，顶板包括第一顶板和第二顶板，第一端盖与主体折板固定连接，第二端盖与第二侧板和第二顶板固定连接。

优选地，第二端盖上设有定位撑杆，其对所述核燃料组件进行定位。

优选地，外层壳体上设有多个排气孔。

优选地，相邻内壳之间设有中子慢化板。

优选地，中子慢化板外侧包覆有隔热板。

优选地，中子吸收板与核燃料组件之间设有隔离层。

优选地，上壳朝向大气侧的外层壳体上设有至少一个加强部。

优选地，上壳朝向大气侧的外层壳体上设有至少一个吊装位。

优选地，下壳朝向大气侧的外层壳体上设有支撑部。

优选地，下壳朝向大气侧的外层壳体上设有运输设备操作位。

本发明的核燃料运输容器，采用外壳和内壳的壳体结构，在外壳内填充缓冲隔热材料，内层壳体和内壳之间设有中子慢化板，确保了核燃料组件在受到振动冲击时的安全，使核燃料组件保持在次临界状态。并且，一个外壳内可容纳多个的内壳，只需装拆一次外壳，即可完成多个核燃料组件的运输，提高了运输效率。

附图说明

下面参考附图描述本发明的优选实施例，附图为了说明本发明的优选实施例而不是为了限制本发明的目的。附图中，

图 1 为本发明一个实施例的核燃料运输容器的分解示意图；

图 2 为本发明一个实施例的核燃料运输容器截面示意图；

图 3 为本发明一个实施例的外壳装配后的总体示意图；

图 4 为本发明一个实施例的内壳的整体结构示意图；

图 5 为图 4 中内壳的打开状态示意图。

附图标记：

100-核燃料运输容器；

1- 内壳；

11-第一容纳空间；

12-中子吸收板；

13-主体折板；

14-侧板；

141-第一侧板；

142-第二侧板；

143-连接板；

- 15-顶板；
 - 151-第一顶板；
 - 152-第二顶板；
- 16-铰链；
- 17-锁紧装置；
- 18-第一端盖；
- 19-第二端盖；
 - 191-定位撑杆；
- 2- 外壳；
 - 21-第二容纳空间；
 - 22-外层壳体；
 - 221-第一外层壳体；
 - 222-第二外层壳体；
 - 223-排气孔；
 - 23-内层壳体；
 - 231-第一内层壳体；
 - 232-第二内层壳体；
 - 24-缓冲隔热材料；
 - 25-上壳；
 - 251-第一连接板；
 - 252-加强部；
 - 253-吊装位；
 - 26-下壳；
 - 261-第二连接板；

- 262-支撑部；
- 263-运输设备操作位；
- 27-螺栓孔；
- 28-缓冲吸振装置；
- 3-内外壳联接装置；
- 4-中子慢化板。

具体实施方式

以下参照附图，对本发明的装配式设备的优选实施方式进行具体说明。附图中，对于相同的构成要素使用相同的附图标记，省略重复说明。

图 1 为本发明一个实施例的核燃料运输容器 100 的分解示意图。

如图 1 所示，本发明的燃料运输容器 100 包括内壳 1 和外壳 2。内壳 1 内设有容纳核燃料组件的第一容纳空间 11，外壳 2 内设有容纳至少一个内壳 1 的第二容纳空间 21（见图 2）。

本实施例中，第二容纳空间 21 内可容纳两个内壳 1，两个内壳 1 并排设置在外壳 2 内。也可以根据实际使用需要，设置可容纳内壳 1 的数量。在一个外壳 2 内同时设置多个内壳 1，例如本实施例中的两个内壳 1，只需对外壳 2 进行装拆一次，即可完成两个核燃料组件的装拆操作，提高了操作效率。

内壳 1 和外壳 2 通过内外壳联接装置 3 连接固定，内外壳联接装置 3 可固定设置在外壳 2 上。在一个具体实施例中，内壳 1 通过内外壳联接装置 3 固定安装在外壳 2 上。

图 2 为本发明一个实施例的核燃料运输容器 100 的截面示意图。

如图 2 所示，外壳 2 为双层壳体结构，其包括朝向大气侧的外层壳体 22 和朝向内壳 1 侧的内层壳体 23，外层壳体 22 和内层壳体 23 形成密闭空间，在密闭空间内填充有缓冲隔热材料 24。外壳 2 可以采用 06Cr19Ni10 不锈钢材质，该材质具有强度高耐腐蚀的特点。缓冲隔热材料 24 可以采用聚氨酯泡沫材料，能够在容器意外跌落及火烧事故的极端工况下起到吸振和吸热的作用，保护核燃料组件的安全。

内层壳体 23 和内壳 1 之间设有中子慢化板 4，内壳 1 的内侧设有中子吸收板 12，内壳的内侧是指内壳朝向核燃料组件的一侧。内壳 1 可以采用 6000 系列铝合金。中子吸收板 12 具有中子吸收材料，可以采用硼铝合金制成。中子慢化板 4 具有中子慢化材料，采用超高分子量聚乙烯板制成，中子慢化板 4 中的氢原子将中子慢化后，被中子吸收板 12 吸收。通过中子慢化板 4 将中子慢化，再由中子吸收板 12 将中子吸收，从而使核燃料运输容器 100 在正常运输条件和事故运输条件下将核燃料组件维持在次临界状态，保证了安全运输。

在一个具体实施例中，外壳 2 包括上壳 25 和下壳 26，上壳 25 和下壳 26 装配后形成第二容纳空间 21。

上壳 25 包括朝向大气侧的第一外层壳体 221 和朝向内壳侧的第一内层壳体 231；下壳 26 包括朝向大气侧的第二外层壳体 222 和朝向内壳 1 侧的第二内层壳体 232。第一外层壳体 221 和第一内层壳体 231 形成第一密闭空间，第二外层壳体 222 和第二内层壳体 232 形成第二密闭空间，在第一密闭空间和第二密闭空间内分别填充有缓冲隔热材料 24，第一密闭空间和第二密闭空间内填充的缓冲隔热材料 24 可以采用两种不同密度的聚氨酯泡沫，能够吸收外部振动，且在高温时可以

气化并吸收热量，提高容器的减震及耐热性能。

将外壳 2 分成上壳 25 和下壳 26，在下壳 26 上固定设置内外壳联接装置 3，内壳 1 通过内外壳联接装置 3 固定安装在下壳 26 上，本实施例中，下壳 26 内设置两个内壳 2 安装位，从而能容纳两个内壳 2，分别在内壳 2 内放置核燃料组件，实现了一个外壳 2 内容纳两个核燃料组件的需求。并且，外壳 2 上下分体设置，将核燃料组件放置在内壳 2 后，只需将上壳 25 装配到下壳 26 上，即可完成了外壳 2 的组装，使核燃料运输容器 100 的拆装操作简便，提高作业效率。

进一步地，为了将上壳 25 与下壳 26 的拆装更简便，在上壳 25 上设置第一连接板 251，在下壳 26 上设置第二连接板 261，第一连接板 251 和第二连接板 261 分别在上壳 25 和下壳 26 装配的对应位置外伸，第一连接板 251 和第二连接板 261 上分别设置多个对应的螺栓孔 27(见图 1)，并通过螺栓固定连接，从而实现了上壳 25 和下壳 26 的固定连接。

更进一步地，可在第一连接板 251 和第二连接板 261 之间设置密封件，例如橡胶垫等，实现外壳 2 良好的密封性能，避免水及其他杂质进入内壳 1。

图 3 为本发明一个实施例的外壳 2 装配后的总体示意图。

如图 3 所示，上壳 25 和下壳 26 装配完成后，通过螺栓将上壳 25 和下壳 26 连接固定，形成密封的核燃料运输容器 100。

图 4 为本发明一个实施例的内壳 1 的整体结构示意图。

图 4 中显示了两个内壳 1，两个内壳 1 对称设置，可分别向两侧打开。

图 5 为图 4 中内壳 1 的打开状态示意图。

如图 5 所示，内壳 1 包括主体折板 13、侧板 14 和顶板 15，侧板 14 分别与主体折板 13 和顶板 15 通过铰链 16 连接，顶板 15 和主体折板 13 之间设有锁紧装置 17，将顶板 15 和主体折板 13 锁紧后，主体折板 13、侧板 14 和顶板 15 形成第一容纳空间 11。锁紧装置 17 可以采用卡扣、螺栓连接等连接方式，将顶部 15 和主体折板 13 锁紧固定。

内壳 1 沿长度方向的两侧端部分别设有第一端盖 18 和第二端盖 19，侧板 14 包括第一侧板 141 和第二侧板 142，顶板 15 包括第一顶板 151 和第二顶板 152，第一端盖 18 与主体折板 13 固定连接，第二端盖 19 与第二侧板 142 和第二顶板 152 固定连接。

第二侧板 142 与第二顶板 152 可以采用螺栓分别与第二端盖 19 固定连接，第二顶板 152 与主体折板 13 之间通过锁紧装置 17 锁紧，当需要对内壳 1 内进行检查操作时，可以打开第二顶板 152 与主体折板 13 之间的锁紧装置 17，将第二顶板 152 连同第二端盖 19 及第二侧板 142 一起翻转打开，从而实现了内壳 1 内的核燃料组件进行检查，以防止核燃料组件发生倾倒等情况，便于维护，操作简便。第二侧板 142 与第二顶板 152 的长度以便于观察和操作为宜。

使用时，将核燃料组件装入内壳 1 中，将顶板 15 与主体折板 13 上相对应的锁紧装置 17 锁紧。第一侧板 141 和第二侧板 142，以及第一顶板 151 和第二顶板 152 之间可以通过连接板 143（见图 4）连接固定，从而加强内壳 1 的紧固稳定。

进一步地，第二端盖 19 上设有定位撑杆 191，其对所述核燃料组件进行定位，从而使核燃料组件放置更稳固，防止了核燃料组件倾倒情况的发生。

内壳 1 端部还可以设置加速度计（图中未显示），加速度计可以监

测核燃料组件在装卸及运输过程的加速度峰值情况，以防发生危险。

如图 2 所示，相邻内壳 1 之间还设有中子慢化板 4，中子慢化板 4 采用超高分子量聚乙烯板制成，中子慢化板 4 中的氢原子将中子慢化后，被中子吸收板 12 吸收。通过中子慢化板 4 将中子慢化，再由中子吸收板 12 将中子吸收，从而使核燃料运输容器 100 在正常运输条件和事故运输条件下维持核燃料组件在次临界状态，保证了安全运输。

在运输过程中，发生事故时，为了防止发生事故起火后对中子慢化板 4 产生破坏，可以在中子慢化板 4 的外侧包覆有隔热板(未图示)，隔热板可采用陶瓷纤维板，将中子慢化板 4 包覆后，能够隔绝火场热量，从而保护中子慢化板 4。

内壳 1 内设置有中子吸收板 12。在内壳 1 的主体折板 13、侧板 14 和顶板 15 上均可设置中子吸收板 12。中子吸收板 12 与核燃料组件之间还可以设有隔离层 121(见图 2)。隔离层 121 可以采用软木橡胶板，通过隔离层 121 可以避免核燃料组件在装拆及运输期间产生划伤，保证了核燃料组件的安全密封。

在内壳 1 内与核燃料组件的接触的其他部位还可以设有多个橡胶压紧块(未图示)，从而保证核燃料组件在内壳 1 内放置稳固。同样，为了保证内壳 1 在外壳 2 内放置稳固，可以在外壳 2 内、内壳 1 长度方向端部设置有缓冲吸振装置 28，在运输过程中产生振动摇晃时，可以吸收外部振动，保证内壳的稳定。

如图 1 和图 3 所示，外层壳体 22 上设有多个排气孔 223。在运输过程中发生事故时，外壳 2 内填充的缓冲隔热材料 24 所采用的聚氨酯泡沫材料会受热产生气体，排气孔 223 可以将这些气体排出，降低外壳 2 内压力，保证壳体安全。

为了加强上壳 25 的结构强度，避免在受到冲击时壳体产生破坏，可以在上壳 25 朝向大气侧的外层壳体 221 上设有至少一个加强部 252。图 1 中，加强部 252 焊接在上壳 25 外部，在上壳 25 上并列设置了 3 个加强部 252，具体的数量可以根据实际的外壳 2 的长度进行设置，以保证强度为宜。

核燃料组件通常外形尺寸较大，重量也很大。为了便于容器安装，在上壳 25 朝向大气侧的外层壳体 221 上设有至少一个吊装位 253，便于起重设备起吊上壳 25。

如图 1 和图 3 所示，下壳 26 朝向大气侧的外层壳体 222 上设有支撑部 262。支撑部 262 可以设置多个，本实施例中，设置了两个支撑部 262，支撑部 262 沿下壳 26 长度方向并列布置，用于承受核燃料运输容器 100 及核燃料组件总体重量。

另外，为了便于对核燃料运输容器 100 进行转场运输，可以在下壳 26 朝向大气侧的外层壳体 222 上设有运输设备操作位 263。本实施例中，转场设备采用叉车进行容器转场，则运输设备操作位 263 为叉车位，将叉车前叉插入叉车位中，实现核燃料运输容器 100 的转场运输操作。

本发明的核燃料运输容器 100，在使用时，可以按照以下步骤进行装载、运输及拆卸。

在核燃料组件进行装载时，包括以下步骤：

步骤 1，先将叉车前叉插入运输设备操作位 263，将核燃料运输容器 100 转场至装载位置。

步骤 2，拆卸连接上壳 25 第一连接板 251 和下壳 26 第二连接板 261 之间的连接螺栓。将起重设备连接至上壳的吊装位 253 上，将上壳

25 整体吊起。

步骤 3, 将固定在下壳 26 上的内壳 1 与下壳 26 整体翻转至垂直位置。

步骤 4, 打开连接顶板 15 和主体折板 13 的锁紧装置 17, 使内壳 1 处于打开状态。

步骤 5, 将核燃料组件吊装至内壳 1 内, 调整好位置后, 在内壳 1 内与核燃料组件的接触的其他部位设置多个橡胶压紧块。

步骤 6, 将顶板 15 连同侧板 14 提起, 调整好定位撑杆 191 与核燃料组件的位置, 通过锁紧装置 17 与主体折板 13 进行锁紧固定。

步骤 7, 将固定在下壳 26 上的内壳 1 与下壳 26 整体翻转至水平位置。

步骤 8, 利用起重设备将上壳 25 吊装至下壳 26 上, 安装好连接上壳 25 第一连接板 251 和下壳 26 第二连接板 261 之间的连接螺栓, 并对容器安装铅封。

通过上述步骤, 即可完成核燃料组件装载至核燃料运输容器 100 内, 装载完成后, 即可将燃料运输容器 100 吊装至运输集装箱内, 采用规定的方法进行捆绑, 利用带空气减震的燃料运输车辆将核燃料组件运送至核电厂。

到达核电厂后, 可以根据装载核燃料组件的步骤将燃料运输容器 100 开启, 并取出核燃料组件。

本发明的核燃料运输容器, 采用外壳 2 和内壳 1 的壳体结构, 在外壳 2 内填充缓冲隔热材料 24, 内层壳体 23 和内壳 1 之间设有中子慢化板 4, 确保了核燃料组件在受到振动冲击时的安全, 使核燃料组件保

持在次临界状态。并且，一个外壳 2 内可容纳多个内壳 1，只需装拆一次外壳 2，即可完成多个核燃料组件的运输，提高了运输效率。

以上所述仅为本发明的较佳实施例，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种核燃料运输容器，其特征在于，包括
内壳，其内设有容纳核燃料组件的第一容纳空间；
外壳，其内设有容纳至少一个所述内壳的第二容纳空间；
内外壳联接装置，其连接所述内壳和所述外壳；
其中，

所述内壳的内侧设有中子吸收板，

所述外壳是由朝向大气侧的外层壳体和朝向内壳侧的内层壳体组成的双层壳体结构，所述外层壳体和所述内层壳体形成密闭空间，在所述密闭空间内填充有缓冲隔热材料，

所述内层壳体和所述内壳之间设有中子慢化板。

2. 根据权利要求1所述的核燃料运输容器，其特征在于，

所述外壳包括上壳和下壳，所述上壳和所述下壳装配后形成所述第二容纳空间。

3. 根据权利要求1所述的核燃料运输容器，其特征在于，

所述内壳包括主体折板、侧板和顶板，所述侧板分别与所述主体折板和所述顶板铰链连接，所述顶板和所述折板之间设有锁紧装置，将所述顶板和所述折板锁紧后，所述主体折板、侧板和顶板形成所述第一容纳空间。

4. 根据权利要求3所述的核燃料运输容器，其特征在于，

所述内壳沿长度方向的两侧端部分别设有第一端盖和第二端盖，

所述侧板包括第一侧板和第二侧板，所述顶板包括第一顶板和第二顶板，

所述第一端盖与所述主体折板固定连接，所述第二端盖与所述第二侧板和所述第二顶板固定连接。

5. 根据权利要求 4 所述的核燃料运输容器，其特征在于，所述第二端盖上设有定位撑杆，其对所述核燃料组件进行定位。

6. 根据权利要求 1 所述的核燃料运输容器，其特征在于，所述外层壳体上设有多个排气孔。

7. 根据权利要求 1 所述的核燃料运输容器，其特征在于，相邻所述内壳之间设有中子慢化板。

8. 根据权利要求 7 所述的核燃料运输容器，其特征在于，所述中子慢化板外侧包覆有隔热板。

9. 根据权利要求 1 所述的核燃料运输容器，其特征在于，所述中子吸收板与所述核燃料组件之间设有隔离层。

10. 根据权利要求 2 所述的核燃料运输容器，其特征在于，所述上壳朝向大气侧的外层壳体上设有至少一个加强部。

11. 根据权利要求 2 所述的核燃料运输容器，其特征在于，

所述上壳朝向大气侧的外层壳体上设有至少一个吊装位。

12. 根据权利要求 2 所述的核燃料运输容器，其特征在于，所述下壳朝向大气侧的外层壳体上设有支撑部。

13. 根据权利要求 2 所述的核燃料运输容器，其特征在于，所述下壳朝向大气侧的外层壳体上设有运输设备操作位。

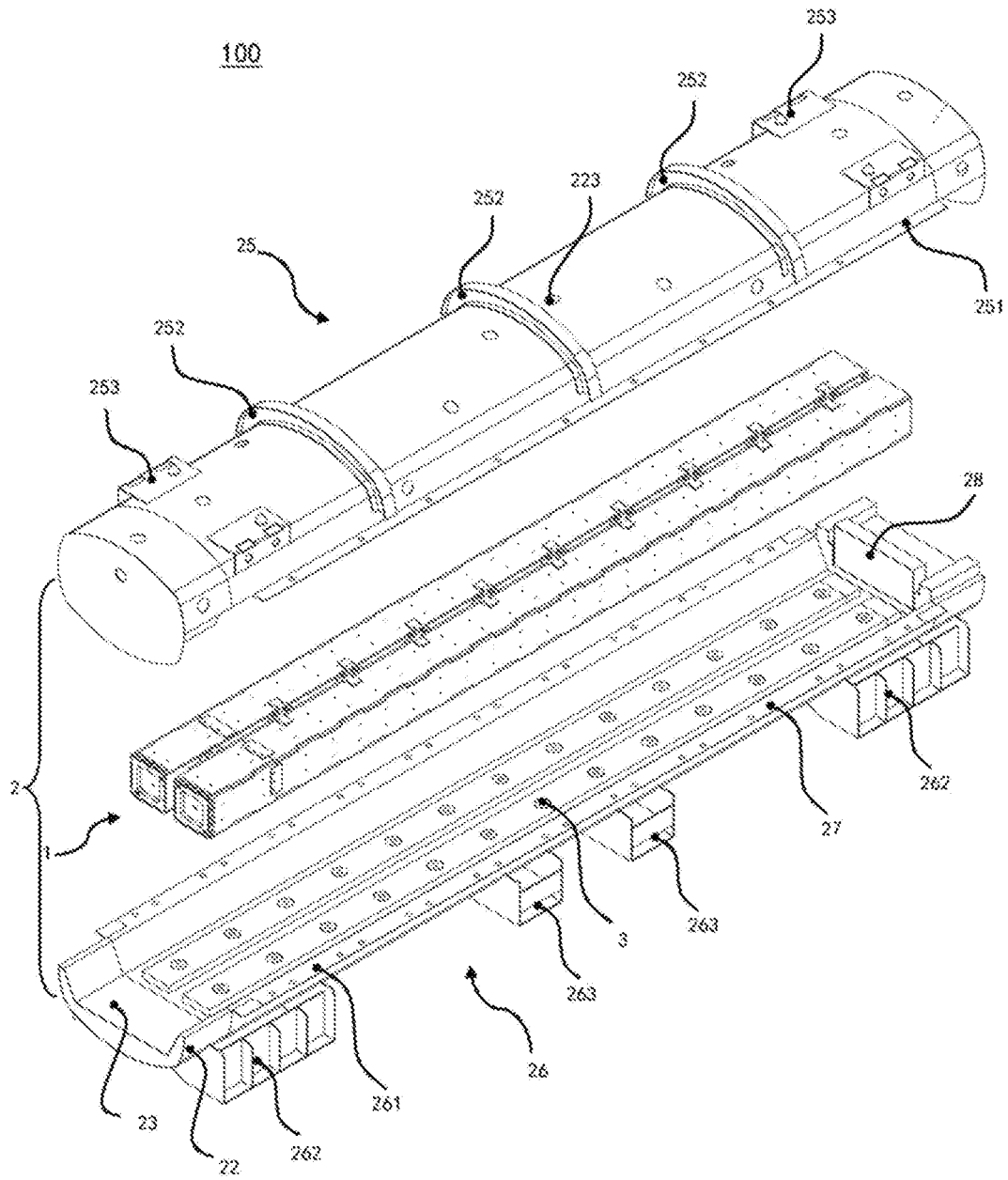


图 1

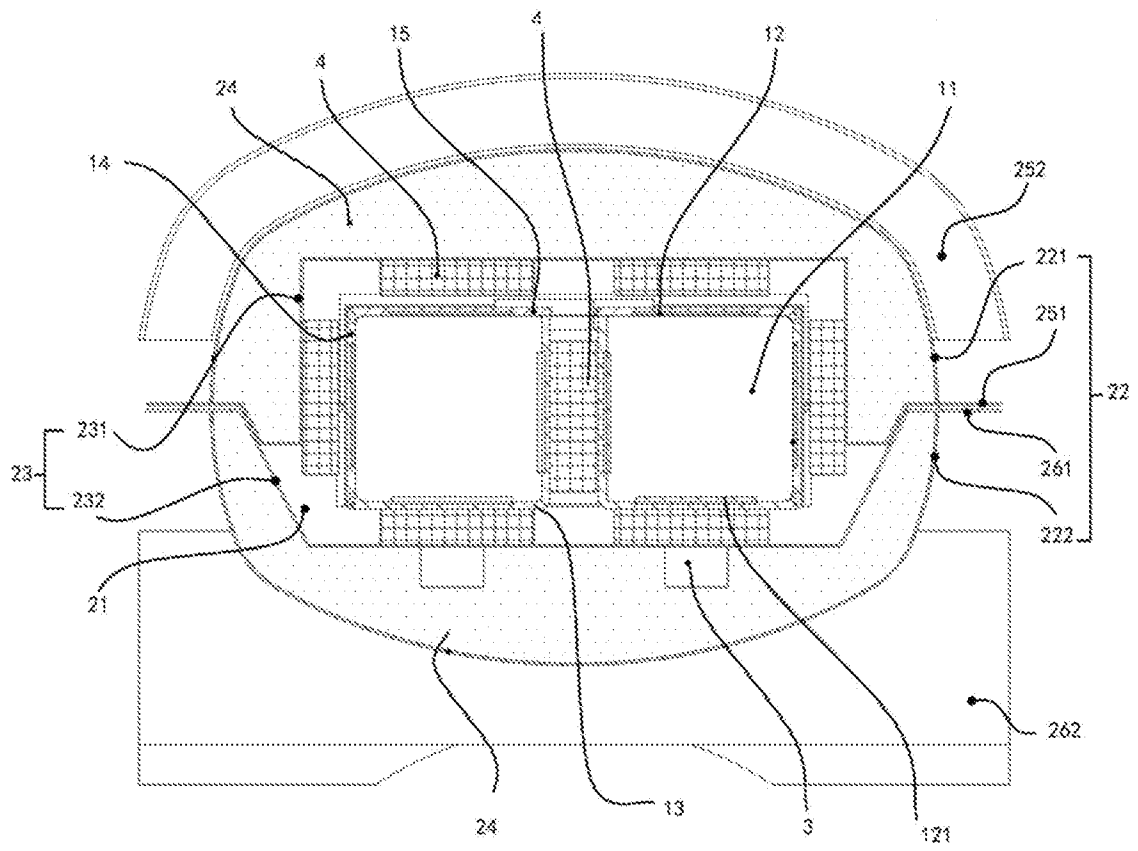


图 2

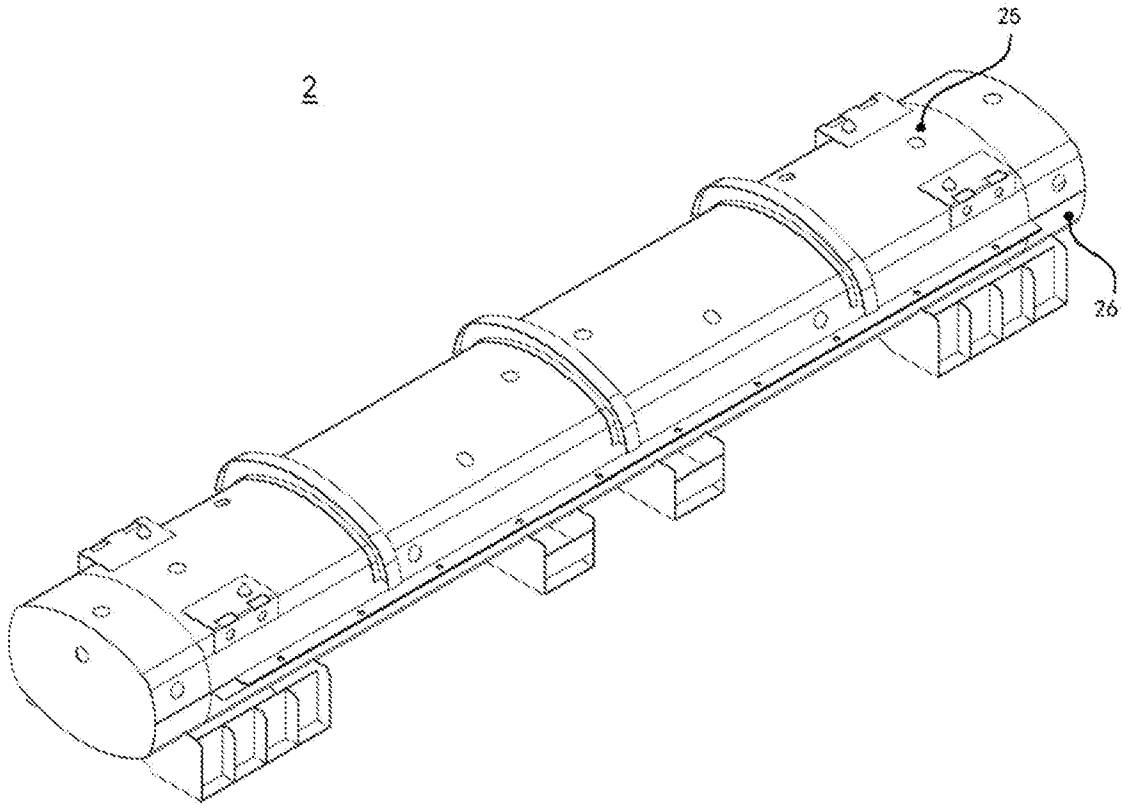


图 3

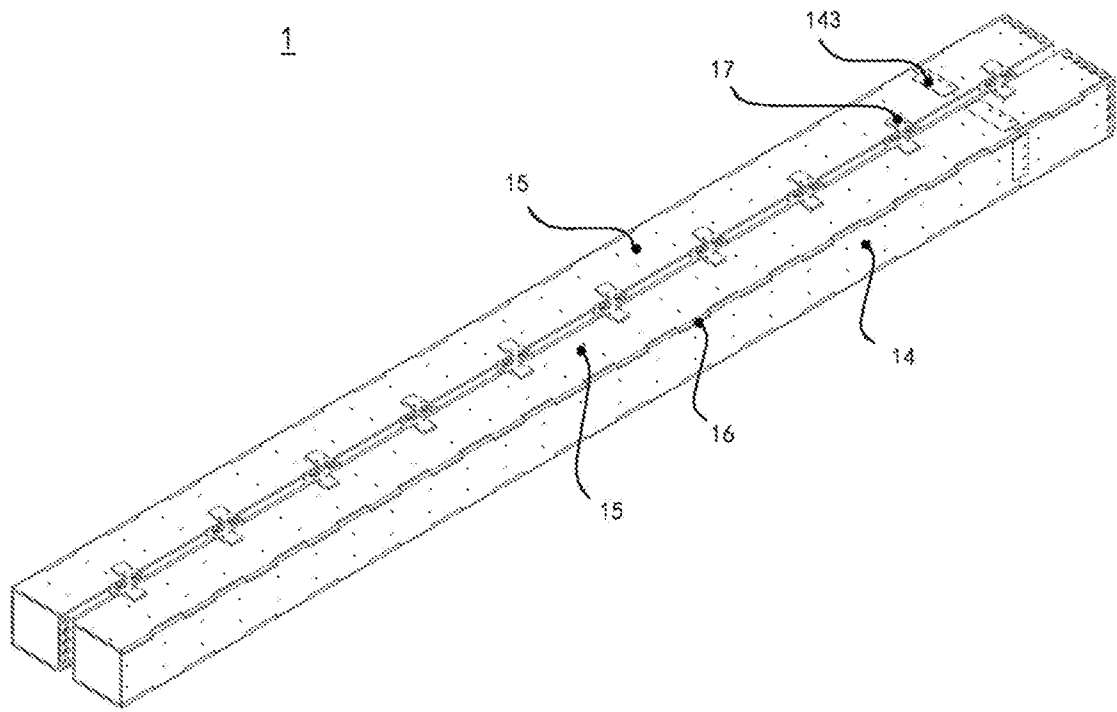


图 4

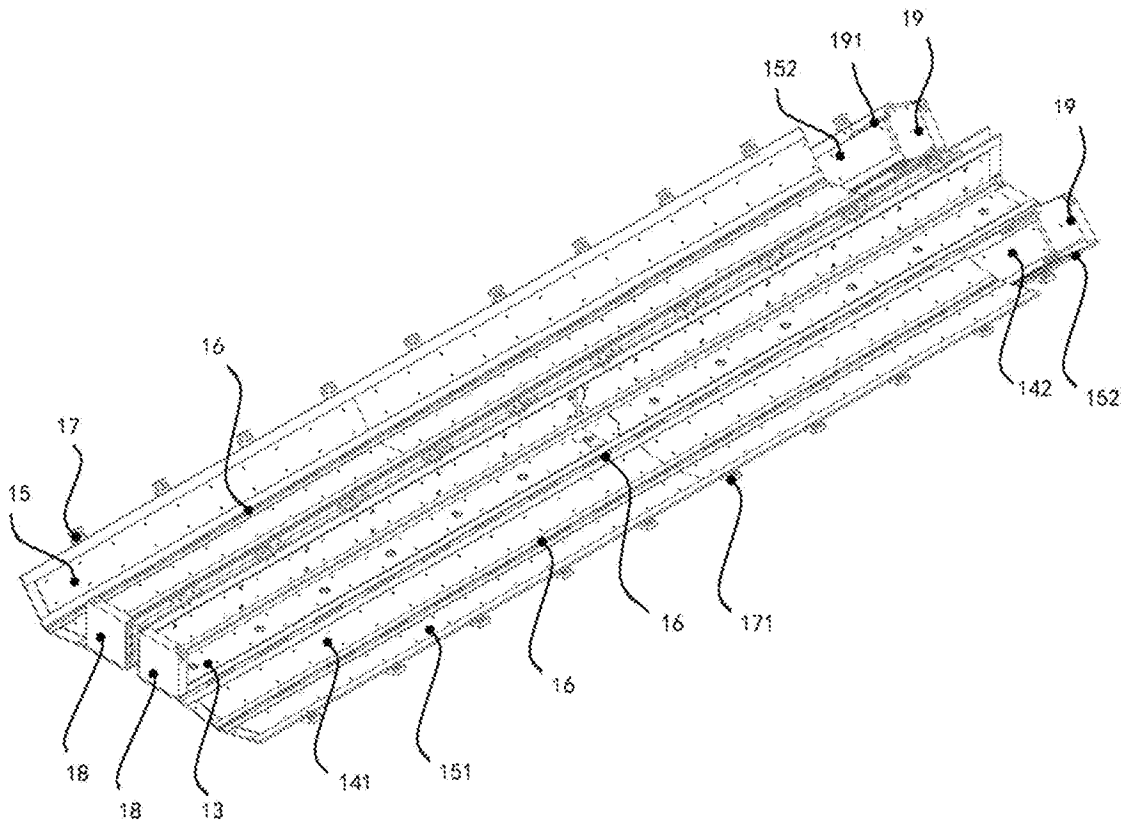


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/086260

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER | | |
|--|---|--|
| G21F 5/08(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) | | |
| G21F5/- | | |
| 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) | | |
| CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: 上海核工程, 中子, 吸收, 慢化, 内壳, 外壳, 双层, 双壳, slow??? down, moderat+, absor+, inner, internal, outer, external | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| PX | CN 111446017 A (SHANGHAI NUCLEAR ENGINEERING RESEARCH & DESIGN INSTITUTE CO., LTD.) 24 July 2020 (2020-07-24) description, paragraphs [0034]-[0057] and figures 1-2 | 1-13 |
| PX | CN 212847711 U (SHANGHAI NUCLEAR ENGINEERING RESEARCH & DESIGN INSTITUTE CO., LTD.) 30 March 2021 (2021-03-30) description, paragraphs [0028]-[0051] and figures 1-2 | 1-13 |
| PX | CN 111446018 A (SHANGHAI NUCLEAR ENGINEERING RESEARCH & DESIGN INSTITUTE CO., LTD.) 24 July 2020 (2020-07-24) description, paragraphs [0028]-[0030] and figures 1-3 | 1-13 |
| Y | CN 1296625 A (FRAMATOME SA.) 23 May 2001 (2001-05-23) description page 4 line 1 to page 10 line 2 from the bottom and figures 1-11 | 1-13 |
| Y | CN 203503315 U (DALIAN BAOYUAN NUCLEAR EQUIPMENT CO., LTD.) 26 March 2014 (2014-03-26) description, paragraphs [0011]-[0013] and figures 1-2 | 1-13 |
| A | CN 108010596 A (HEFEI INSTITUTES OF PHYSICAL SCIENCE, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 08 May 2018 (2018-05-08) entire document | 1-13 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "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 | | Date of mailing of the international search report |
| 24 June 2021 | | 07 July 2021 |
| Name and mailing address of the ISA/CN | | Authorized officer |
| China National Intellectual Property Administration (ISA/ CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088 China | | |
| Facsimile No. (86-10)62019451 | | Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/086260

| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|---|--|-----------------------|
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | CN 104240783 A (SHANGHAI APOLLO MACHINERY CO., LTD.) 24 December 2014 (2014-12-24) entire document | 1-13 |
| A | JP 2003167091 A (HITACHI LTD.) 13 June 2003 (2003-06-13) entire document | 1-13 |
| A | US 3930166 A (ROBATEL S.L.P.I.) 30 December 1975 (1975-12-30) entire document | 1-13 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/086260

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) | |
|--|------------|---|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| CN | 111446017 | A | 24 July 2020 | None | | |
| CN | 212847711 | U | 30 March 2021 | None | | |
| CN | 111446018 | A | 24 July 2020 | None | | |
| CN | 1296625 | A | 23 May 2001 | CN | 1128451 C | 19 November 2003 |
| | | | | EP | 1055241 B1 | 13 November 2002 |
| | | | | ES | 2187137 T3 | 16 May 2003 |
| | | | | JP | 2002503821 A | 05 February 2002 |
| | | | | WO | 9941754 A1 | 19 August 1999 |
| | | | | FR | 2774800 A1 | 13 August 1999 |
| | | | | US | 6580085 B1 | 17 June 2003 |
| | | | | KR | 100654080 B1 | 07 December 2006 |
| | | | | DE | 69903922 D1 | 19 December 2002 |
| | | | | EP | 1055241 A1 | 29 November 2000 |
| | | | | FR | 2774800 B1 | 05 May 2000 |
| | | | | JP | 4322423 B2 | 02 September 2009 |
| | | | | KR | 20010040805 A | 15 May 2001 |
| | | | | DE | 69903922 T2 | 11 September 2003 |
| CN | 203503315 | U | 26 March 2014 | None | | |
| CN | 108010596 | A | 08 May 2018 | None | | |
| CN | 104240783 | A | 24 December 2014 | CN | 104240783 B | 07 December 2016 |
| JP | 2003167091 | A | 13 June 2003 | US | 2003102445 A1 | 05 June 2003 |
| | | | | US | 6797972 B2 | 28 September 2004 |
| | | | | EP | 1316968 B1 | 10 May 2006 |
| | | | | KR | 20030044848 A | 09 June 2003 |
| | | | | KR | 20060070505 A | 23 June 2006 |
| | | | | TW | I238419 B | 21 August 2005 |
| | | | | DE | 60211286 D1 | 14 June 2006 |
| | | | | JP | 3951685 B2 | 01 August 2007 |
| | | | | EP | 1316968 A2 | 04 June 2003 |
| | | | | ES | 2259067 T3 | 16 September 2006 |
| | | | | DE | 60211286 T2 | 19 April 2007 |
| US | 3930166 | A | 30 December 1975 | FR | 2208165 A1 | 21 June 1974 |
| | | | | JP | S4995099 A | 10 September 1974 |
| | | | | JP | S5727440 B2 | 10 June 1982 |
| | | | | FR | 2208165 B1 | 12 September 1975 |
| | | | | DE | 2358979 A1 | 30 May 1974 |
| | | | | DE | 2358979 C2 | 02 August 1984 |
| | | | | GB | 1403338 A | 28 August 1975 |

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/086260

| <p>A. 主题的分类</p> <p>G21F 5/08 (2006.01) i</p> <p>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</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|-----|-------------------|---------|----|---|------|----|---|------|----|---|------|---|--|------|---|--|------|---|---|------|---|--|------|---|---|------|
| <p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G21F5/-</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNPAT, WPI, EPDOC, CNKI: 上海核工程, 中子, 吸收, 慢化, 内壳, 外壳, 双层, 双壳, slow???, down, mode-rat+, absor+, inner, internal, outer, external</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 111446017 A (上海核工程研究设计院有限公司) 2020年 7月 24日 (2020 - 07 - 24) 说明书第[0034]-[0057]段及图1-2</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 212847711 U (上海核工程研究设计院有限公司) 2021年 3月 30日 (2021 - 03 - 30) 说明书第[0028]-[0051]段及图1-2</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 111446018 A (上海核工程研究设计院有限公司) 2020年 7月 24日 (2020 - 07 - 24) 说明书第[0028]-[0030]段及图1-3</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 1296625 A (法玛通公司) 2001年 5月 23日 (2001 - 05 - 23) 说明书第4页第1行至第10页倒数第2行及图1-11</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 203503315 U (大连宝原核设备有限公司) 2014年 3月 26日 (2014 - 03 - 26) 说明书第[0011]-[0013]段及图1-2</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108010596 A (中国科学院合肥物质科学研究院) 2018年 5月 8日 (2018 - 05 - 08) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104240783 A (上海阿波罗机械股份有限公司) 2014年 12月 24日 (2014 - 12 - 24) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2003167091 A (HITACHI LTD.) 2003年 6月 13日 (2003 - 06 - 13) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> </tbody> </table> | | | 类型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落 | 相关的权利要求 | PX | CN 111446017 A (上海核工程研究设计院有限公司) 2020年 7月 24日 (2020 - 07 - 24) 说明书第[0034]-[0057]段及图1-2 | 1-13 | PX | CN 212847711 U (上海核工程研究设计院有限公司) 2021年 3月 30日 (2021 - 03 - 30) 说明书第[0028]-[0051]段及图1-2 | 1-13 | PX | CN 111446018 A (上海核工程研究设计院有限公司) 2020年 7月 24日 (2020 - 07 - 24) 说明书第[0028]-[0030]段及图1-3 | 1-13 | Y | CN 1296625 A (法玛通公司) 2001年 5月 23日 (2001 - 05 - 23) 说明书第4页第1行至第10页倒数第2行及图1-11 | 1-13 | Y | CN 203503315 U (大连宝原核设备有限公司) 2014年 3月 26日 (2014 - 03 - 26) 说明书第[0011]-[0013]段及图1-2 | 1-13 | A | CN 108010596 A (中国科学院合肥物质科学研究院) 2018年 5月 8日 (2018 - 05 - 08) 全文 | 1-13 | A | CN 104240783 A (上海阿波罗机械股份有限公司) 2014年 12月 24日 (2014 - 12 - 24) 全文 | 1-13 | A | JP 2003167091 A (HITACHI LTD.) 2003年 6月 13日 (2003 - 06 - 13) 全文 | 1-13 |
| 类型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落 | 相关的权利要求 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PX | CN 111446017 A (上海核工程研究设计院有限公司) 2020年 7月 24日 (2020 - 07 - 24) 说明书第[0034]-[0057]段及图1-2 | 1-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PX | CN 212847711 U (上海核工程研究设计院有限公司) 2021年 3月 30日 (2021 - 03 - 30) 说明书第[0028]-[0051]段及图1-2 | 1-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PX | CN 111446018 A (上海核工程研究设计院有限公司) 2020年 7月 24日 (2020 - 07 - 24) 说明书第[0028]-[0030]段及图1-3 | 1-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Y | CN 1296625 A (法玛通公司) 2001年 5月 23日 (2001 - 05 - 23) 说明书第4页第1行至第10页倒数第2行及图1-11 | 1-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Y | CN 203503315 U (大连宝原核设备有限公司) 2014年 3月 26日 (2014 - 03 - 26) 说明书第[0011]-[0013]段及图1-2 | 1-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | CN 108010596 A (中国科学院合肥物质科学研究院) 2018年 5月 8日 (2018 - 05 - 08) 全文 | 1-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | CN 104240783 A (上海阿波罗机械股份有限公司) 2014年 12月 24日 (2014 - 12 - 24) 全文 | 1-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | JP 2003167091 A (HITACHI LTD.) 2003年 6月 13日 (2003 - 06 - 13) 全文 | 1-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p><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。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2021年 6月 24日</p> | | <p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2021年 7月 7日</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN)</p> <p>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p> | | <p>授权官员</p> <p>张培</p> <p>电话号码 86-(10)-53962473</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 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 |
| A | US 3930166 A (ROBATEL S. L. P. I.) 1975年 12月 30日 (1975 - 12 - 30) 全文 | 1-13 |

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/086260

| 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 | 111446017 | A | 2020年 7月 24日 | 无 | |
| CN | 212847711 | U | 2021年 3月 30日 | 无 | |
| CN | 111446018 | A | 2020年 7月 24日 | 无 | |
| CN | 1296625 | A | 2001年 5月 23日 | CN | 1128451 C 2003年 11月 19日 |
| | | | | EP | 1055241 B1 2002年 11月 13日 |
| | | | | ES | 2187137 T3 2003年 5月 16日 |
| | | | | JP | 2002503821 A 2002年 2月 5日 |
| | | | | WO | 9941754 A1 1999年 8月 19日 |
| | | | | FR | 2774800 A1 1999年 8月 13日 |
| | | | | US | 6580085 B1 2003年 6月 17日 |
| | | | | KR | 100654080 B1 2006年 12月 7日 |
| | | | | DE | 69903922 D1 2002年 12月 19日 |
| | | | | EP | 1055241 A1 2000年 11月 29日 |
| | | | | FR | 2774800 B1 2000年 5月 5日 |
| | | | | JP | 4322423 B2 2009年 9月 2日 |
| | | | | KR | 20010040805 A 2001年 5月 15日 |
| | | | | DE | 69903922 T2 2003年 9月 11日 |
| CN | 203503315 | U | 2014年 3月 26日 | 无 | |
| CN | 108010596 | A | 2018年 5月 8日 | 无 | |
| CN | 104240783 | A | 2014年 12月 24日 | CN | 104240783 B 2016年 12月 7日 |
| JP | 2003167091 | A | 2003年 6月 13日 | US | 2003102445 A1 2003年 6月 5日 |
| | | | | US | 6797972 B2 2004年 9月 28日 |
| | | | | EP | 1316968 B1 2006年 5月 10日 |
| | | | | KR | 20030044848 A 2003年 6月 9日 |
| | | | | KR | 20060070505 A 2006年 6月 23日 |
| | | | | TW | 1238419 B 2005年 8月 21日 |
| | | | | DE | 60211286 D1 2006年 6月 14日 |
| | | | | JP | 3951685 B2 2007年 8月 1日 |
| | | | | EP | 1316968 A2 2003年 6月 4日 |
| | | | | ES | 2259067 T3 2006年 9月 16日 |
| | | | | DE | 60211286 T2 2007年 4月 19日 |
| US | 3930166 | A | 1975年 12月 30日 | FR | 2208165 A1 1974年 6月 21日 |
| | | | | JP | S4995099 A 1974年 9月 10日 |
| | | | | JP | S5727440 B2 1982年 6月 10日 |
| | | | | FR | 2208165 B1 1975年 9月 12日 |
| | | | | DE | 2358979 A1 1974年 5月 30日 |
| | | | | DE | 2358979 C2 1984年 8月 2日 |
| | | | | GB | 1403338 A 1975年 8月 28日 |