

(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
2023 年 5 月 4 日 (04.05.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/072200 A1

- (51) 国际专利分类号:
B63B 1/38 (2006.01) *F42B 17/00* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2022/127980
- (22) 国际申请日: 2022 年 10 月 27 日 (27.10.2022)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202111275483.2 2021 年 10 月 29 日 (29.10.2021) CN
- (71) 申请人: 大连理工大学 (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国辽宁省大连市高新园区凌工路 2 号, Liaoning 116024 (CN)。
- (72) 发明人: 孙铁志 (SUN, Tiezhi); 中国辽宁省大连市高新园区凌工路 2 号, Liaoning 116024 (CN)。 李尧 (LI, Yao); 中国辽宁省大连市高

新园区凌工路 2 号, Liaoning 116024 (CN)。 宗智 (ZONG, Zhi); 中国辽宁省大连市高新园区凌工路 2 号, Liaoning 116024 (CN)。 谢勃汉 (XIE, Bohan); 中国辽宁省大连市高新园区凌工路 2 号, Liaoning 116024 (CN)。

(74) 代理人: 大连东方专利代理有限责任公司 (DALIAN EAST PATENT AGENT LTD.); 中国辽宁省大连市西岗区黄河路 263 号 608 室, Liaoning 116011 (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,

(54) Title: COMBINED DISC-TYPE CAVITATION STRUCTURE FOR UNDERWATER NAVIGATION OF NAVIGATION BODY

(54) 发明名称: 一种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构

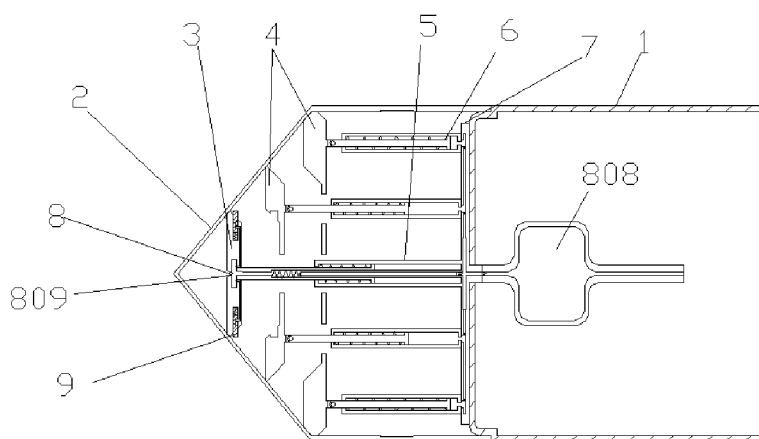


图 3

(57) Abstract: The present invention provides a combined disc-type cavitation structure for underwater navigation of a navigation body, comprising the navigation body and a fairing. A plurality of cavitators of which the outer diameters are sequentially increased are sequentially arranged in the fairing; a cavitor accommodating groove matched with the cavitor located on the front side is arranged in the center of the front surface of the cavitor located on the rear side in every two adjacent cavitators; the plurality of cavitators can be integrated into one piece by means of the cavitor accommodating groove; the cavitor located at the foremost end is a first cushioning device, and the cushioning device is configured to cushion the acting force between the navigation body and water when the navigation body enters the water; each second cavitor is respectively connected to the navigation body by means of a driving device, and the driving device is configured to axially move the corresponding second cavitor. In the present invention, the positions of the cavitators can be adjusted according to navigation requirements, and two or more cavitators can be integrated into one piece to

[见续页]

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, 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)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

form a larger supercavitation bubble.

(57) 摘要: 本发明提供一种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构, 包括航行体、整流罩, 整流罩内依次设有外径依次变大的多个空化器; 相邻两个空化器中位于后侧的空化器的前表面中心设有与位于前侧的空化器相匹配的空化器容纳槽; 多个空化器能够通过空化器容纳槽结合为一整体; 最前端的空化器为第一空化器, 其余空化器为第二空化器; 第一空化器通过缓冲装置与航行体连接, 缓冲装置用于缓冲航行体入水时航行体与水之间的作用力; 每个第二空化器分别通过驱动装置与航行体连接, 驱动装置用于轴向移动其所对应的第二空化器。本发明可以根据航行需求调整空化器的位置, 可以将两个或多个空化器结合为一体, 形成更大的超空泡。

一种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构

技术领域

本发明涉及航行体入水航行技术领域，具体而言是一种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构。

背景技术

随着水下装备技术的不断进步和发展，无人水下潜航器及空射的水下武器日益受到人们的重视。空射的水下航行体面临的一个重要课题就是当其被空中载具高速射出后，在接触水面的短时间内会受到巨大的入水冲击载荷，该过载过程已经被证明会对航行体结构造成损坏。此外，航行体入水以后，为了维持其较低的航行阻力，需要尽量做到超空泡航行，因此，水下航行体前段一般需要安装空化器。当航行体面临复杂的水域环境以及后续动力不足时，传统的空化器空化作用有限，在航行体动力逐步衰减的过程中，空化作用也会减弱。现有的空化器的尺寸不能根据航行体的航速进行调节，如果空化器的尺寸过小，其产生的超空泡过小，航行体结构不能完全被超空泡包裹，其水下航行阻力就会从空气阻力变成水阻力，使得其阻力大大增加，进一步减低其航程。但是如果空化器结构过大的话，其产生的阻力也会大大增加。

发明内容

根据上述技术问题，而提供一种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构。本发明主要利用多个空化器前后依次排列设置，且能够根据需要调节每个空化器的位置，进而产生适合航行体航速的超空泡。

本发明采用的技术手段如下：

一种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构，包括航行体，航行体的前端可分离连接有与航行体同轴设置的整流罩，整流罩内由整流罩的前端至整流罩的后端依次设有外径依次变大的多个空化器；多个空化器同轴设置，且其轴线与航行体的轴线重合；

相邻两个空化器中位于后侧的空化器的前表面中心设有与位于前侧的空

化器相匹配的空化器容纳槽；多个空化器能够通过空化器容纳槽结合为一整体；

最前端的空化器为第一空化器，第一空化器后端的所有空化器为第二空化器；第一空化器与整流罩的头部之间具有空腔，第一空化器其通过缓冲装置与航行体连接，缓冲装置用于缓冲航行体入水时航行体与水之间的作用力；
5 每个第二空化器分别通过驱动装置与航行体连接，驱动装置用于轴向移动其所对应的第二空化器。第一空化器产生的超空泡能够完全包裹航行体。

航行体入水后，整流罩与航行体分离，在分离过程中以及分离后，缓冲装置对入水过程中的载荷进行缓冲卸载，可以根据航行体的航行速度，选择
10 产生超空泡的大小，根据需求使用驱动装置调整第二空化器的位置，比如需要采用稍微大点的空化器时，可以选用将第一个第二空化器向前移动，使第一空化器进入第二空化器的空化器容纳槽中，第一空化器和第一个第二空化器形成一个整体，这个整体用来形成所需要的超空泡。

作为优选地，整流罩包括锥筒段和圆筒段，锥筒段位于前端，圆筒段的后端通过安装在航行体内的失电型电磁铁与航行体连接；整流罩是由多瓣壳体组成，相邻两瓣壳体之间通过连接结构连接；连接结构处设有爆破装置，航行体内设有引爆爆破装置的引爆装置，引爆装置引爆爆破装置后，整流罩沿相邻两瓣壳体之间的连接结构处分离。锥筒段用于减少整流罩与水的接触面积，圆筒段用于放置多个空化器，为了有更好的缓冲效果可以采用每个空
20 化器的外沿均与锥筒段接触连接。

缓冲装置的输出端穿过所有所述第二空化器后与所述第一空化器固定连接，且所述缓冲装置的输出端与所述第二空化器间隙配合，缓冲装置包括外套筒，外套筒内设有内套筒，外套筒与内套筒之间的部分形成储油腔，内套筒内设有第一活塞杆，第一活塞杆的前端穿出外套筒和内套筒与第一空化器
25 固定连接，第一活塞杆的后端具有第一活塞，第一活塞与内套筒前端之间的部分设有套在第一活塞杆上的拉弹簧，航行体的头端固定有阻尼器基座，外套筒的后端与阻尼器基座固定连接。

第一空化器的前端具有向前吹出气体的反吹气系统。

反吹气系统包括第一通气管，第一通气管的前端依次穿过外套筒的后端
30 中心、内套筒的后端中心，穿入第一活塞杆内，并与第一活塞杆的内壁气密

式滑动连接，第一活塞杆靠近其前端的内部具有缓冲气腔，缓冲气腔的后端与第一通气管的前端连通，缓冲气腔内设有轴线与第一活塞杆轴线重合的第一压弹簧，第一通气管的端面与第一压弹簧相抵，第一活塞杆的前端设有与缓冲气腔连通的通孔，通孔的前端与设置在第一空化器内的集气腔连通；阻

5 尼器基座中设有第一气路，第一气路的前端与第一通气管的后端连通，第一气路内设有第一通气阀门，航行体内设有储气罐，储气罐的出气口与第一气路的后端连通；第一空化器的前端设有喷气口，且喷气口处设有反向喷气阀门。通过设置反向喷气阀门以及与其配合的集气腔、第一通气管、第一通气阀门、储气罐，可以实现储气罐中的高压气体从反向喷气阀门中喷出，进而

10 进一步缓冲水的作用力，同时能够更有利于形成超空泡。

第一空化器的外沿上设有至少一个滑块机构，靠近第一空化器的第二空化器的空化器容纳槽内设有与滑块机构相配合的卡槽，滑块机构包括滑块和驱动滑块沿第一空化器的径向方向滑动的滑块驱动机构，第一空化器位于空化器容纳槽时，卡槽卡住滑块。

15 除去最后端的第二空化器外，其余所有第二空化器的外沿和第一空化器的外沿均呈斜面；滑块驱动机构包括加工在第一空化器侧壁上的滑槽，滑块与滑槽滑动配合，且滑块的底部与滑槽的槽底之间连接有固定销压弹簧，滑槽的槽壁上设有限位止挡，滑块正对限位止挡的一侧加工有限位凹槽，限位止挡位于限位凹槽内，限位止挡下侧、限位凹槽和滑槽的槽壁之间形成滑块

20 驱动气腔，第二通气管的一端通过滑块驱动气阀与集气腔连通，第二通气管的另一端径向穿入第一空化器内，且在滑块驱动气腔内穿出。因为航行体在入水过程中有可能是倾斜入水，在倾斜入水的情况下外径大的空化器会因为受到力的作用发生一定的轴线偏移，采用斜面的话更容易在外径较大的空化器向前方移动的时候与轴线不动的外径较小的空化器的后端相结合。同时采

25 用斜面的设置可以形成楔形结构，便于滑块滑入滑槽中。第一空化器和第二空化器的后端的外径小于前端的外径。根据斜面的设置第一空化器运动到第二空化器处时，两个配合的斜面会挤压滑块向滑槽的槽底方向运动，直至滑块进入卡槽中，此时滑块不在受到压力，在固定销压弹簧的作用下重新向滑槽的槽口方向运动，进而卡在卡槽中，当想使第一空化器与第二空化器分离

30 时，打开第一通气阀门和滑块驱动气阀，使储气罐中的高压气体进入滑块驱

动气腔内，进而驱动滑块朝向滑槽的槽底移动，使卡槽不在卡住滑块。

驱动装置包括为多个气动式驱动装置，多个气动式驱动装置围绕第二空化器的轴线均匀分布，且其轴线与第二空化器的轴线平行，多个气动式驱动装置的输出端与第二空化器铰接，且铰接点靠近第二空化器的外沿，与位于前侧的第二空化器相铰接的气动式驱动装置的输出端穿过所有位于此第二空化器后端的第二空化器，并与其间隙配合，气动式驱动装置的安装端与阻尼器基座固定连接。

气动式驱动装置包括气缸，气缸内设有与气缸相配合的第二活塞杆，第二活塞杆的前端穿出气缸与第二空化器铰接，第二活塞杆的后端固定有第二活塞，气缸的前端与第二活塞之间的部分设有套在第二活塞杆上的第二压弹簧；阻尼器基座中设有第二气路，第二气路的一端与储气罐连通，第二气路的另一端与气缸的后端连通，第二气路中设有第二通气阀门，所述气缸的后侧侧壁上设有泄气阀。

较现有技术相比，本发明具有以下优点：

1、本发明能够根据航行体的航行速度调整相对应的空化器的位置，进而使两个或多个空化器相结合形成与航行体航行速度相匹配的超空泡，可适用于水下航行体入水速度 20 m/s -100m/s 区间的入水冲击及水下航行工况。

2、在第一空化器的前端设置了反向喷气阀门，能够产生反作用力，进而对航行体进行缓冲，同时有利于超空泡的形成。

3、采用了缓冲装置进行缓冲，具有良好的缓冲效果。

4、合理的利用了航行体中的储气罐，储气罐中的气既能用于向前吹气进行降载，又能有利于产生超空泡，同时储气罐中的气还能调整第二空化器的轴向位置，更能够在向第二空化器内充气的时候产生一定的降载作用，同时储气罐中的气还可以控制滑块的收缩。

基于上述理由本发明可在航行体入水等领域广泛推广。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图做以简单地介绍，显而易见地，下

面描述中的附图是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 为本发明具体实施方式中一种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构主视图。

5 图 2 为本发明具体实施方式中一种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构剖视图（整体）。

图 3 为本发明具体实施方式中一种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构剖视图（前端）。

图 4 为本发明具体实施方式中整流罩结构示意图。

10 图 5 为本发明具体实施方式中一种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构去掉整流罩后三维视图。

图 6 为本发明具体实施方式中第一个第二空化器结构示意图。

图 7 为本发明具体实施方式中第二个第二空化器结构示意图。

图 8 为本发明具体实施方式中缓冲装置剖视图。

15 图 9 为本发明具体实施方式中滑块机构结构示意图。

图 10 为本发明具体实施方式中气动式驱动装置结构示意图。

图 11 为本发明具体实施方式中一种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构入水前示意图，

20 图 12 为本发明具体实施方式中一种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构入水前脱离整流罩及反吹气系统吹气示意图。

图 13 为本发明具体实施方式中一种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构入水后缓冲装置缓冲示意图。

图 14 为本发明具体实施方式中一种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构入水后第一个第二空化器前移示意图。

25 图 15 为本发明具体实施方式中一种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构入水后第一个第二空化器与第一空化器卡接固定，且第二个第二空化器前移示意图。

图 16 为本发明具体实施方式中一种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构入水后三个空化器结合为一个整体时示意图。

图 17 为本发明具体实施方式中一种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构入水后三个空化器分离示意图。

5 图中：1、航行体；2、整流罩；201、锥筒段；202、圆筒段；3、第一空化器；4、第二空化器；401、空化器容纳槽；402、卡槽；5、缓冲装置；501、外套筒；502、内套筒；503、储油腔；504、第一活塞杆；505、第一活塞；506、拉弹簧；6、气动式驱动装置；601、气缸；602、第二活塞杆；603、第二活塞；604、第二气路；605、第二通气阀门；606、第二压弹簧；7、阻尼器基座；8、反吹风系统；801、第一通气管；802、缓冲气腔；803、第一压弹簧；804、通孔；805、集气腔；806、第一气路；807、第一通气阀门；808、储气罐；809、反向喷气阀门；9、滑块机构；901、滑块；902、固定销压弹簧；903、限位止挡；904、限位凹槽；905、第二通气管；906、滑块驱动气阀。

10

15 具体实施方式

需要说明的是，在不冲突的情况下，本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，
20 显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的，决不作为对本发明及其应用或使用的任何限制。基于本发明中的实施例，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，都属于本发明保护的范围。

25 需要注意的是，这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式，而非意图限制根据本发明的示例性实施方式。如在这里所使用的，除非上下文另外明确指出，否则单数形式也意图包括复数形式，此外，还应当理解的是，当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时，其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

除非另外具体说明，否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本发明的范围。同时，应当清楚，为了便于描述，附图中所示出的各个部分的尺寸并不是按照实际的比例关系绘制的。对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论，但在适当情况下，所述技术、方法和设备应当被视为授权说明书的一部分。在这里示出和讨论的所有示例中，任向具体值应被解释为仅仅是示例性的，而不是作为限制。因此，示例性实施例的其它示例可以具有不同的值。应注意到：相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项，因此，一旦某一项在一个附图中被定义，则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

在本发明的描述中，需要理解的是，方位词如“前、后、上、下、左、右”、“横向、竖向、垂直、水平”和“顶、底”等所指示的方位或位置关系通常是基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，在未作相反说明的情况下，这些方位词并不指示和暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位或者以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明保护范围的限制：方位词“内、外”是指相对于各部件本身的轮廓的内外。

为了便于描述，在这里可以使用空间相对术语，如“在……之上”、“在……上方”、“在……上表面”、“上面的”等，用来描述如在图中所示的一个器件或特征与其他器件或特征的空间位置关系。应当理解的是，空间相对术语旨在包含除了器件在图中所描述的方位之外的在使用或操作中的不同方位。例如，如果附图中的器件被倒置，则描述为“在其他器件或构造上方”或“在其他器件或构造之上”的器件之后将被定位为“在其他器件或构造下方”或“在其位器件或构造之下”。因而，示例性术语“在……上方”可以包括“在……上方”和“在……下方”两种方位。该器件也可以其他不同方式定位（旋转 90 度或处于其他方位），并且对这里所使用的空间相对描述作出相应解释。

此外，需要说明的是，使用“第一”、“第二”等词语来限定零部件，仅仅是为了便于对相应零部件进行区别，如没有另行声明，上述词语并没有特殊含义，因此不能理解为对本发明保护范围的限制。

如图 1~17 所示，一种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构，包括航行体 1，航行体 1 的前端可分离连接有与航行体 1 同轴设置的整流罩 2，整流罩 2 内由整流罩 2 的前端至整流罩 2 的后端依次设有外径依次变大的多个空化器，本实施例采用了三个空化器；三个空化器同轴设置，且其轴线与航行体 2 的轴线重合；最前端的空化器为第一空化器 3，第一空化器 3 后端的所有空化器为第二空化器 4；

第二空化器 4 的前表面中心设有与位于前侧的第一空化器 3 或第二空化器 4 相匹配的空化器容纳槽 401；多个空化器能够通过空化器容纳槽 401 结合为一整体；

第一空化器 3 与整流罩 2 的头部之间具有空腔，第一空化器 3 其通过缓冲装置 5 与航行体 1 连接，缓冲装置 5 用于缓冲航行体 1 入水时航行体 1 与水之间的作用力；每个第二空化器 4 分别通过驱动装置与航行体 1 连接，驱动装置用于轴向移动其所对应的第二空化器。第一空化器 3 产生的超空泡能够完全包裹航行体。

航行体 1 入水后，整流罩 2 与航行体 3 分离，在分离过程中以及分离后，缓冲装置 5 对入水过程中的载荷进行缓冲卸载，可以根据航行体 2 的航行速度，选择产生超空泡的大小，根据需求使用驱动装置调整第二空化器 4 的位置，比如需要采用稍微大点的空化器时，可以选用将第一个第二空化器 4 向前移动，使第一空化器 3 进入第二空化器 4 的空化器容纳槽 401 中，第一空化器 3 和第一个第二空化器 4 形成一个整体，这个整体用来形成所需要的超空泡。

整流罩 2 包括锥筒段 201 和圆筒段 202，锥筒段 201 位于前端，圆筒段 202 的后端通过安装在航行体 1 内的失电型电磁铁与航行体连接；整流罩 2 是由多瓣壳体组成，相邻两瓣壳体之间通过连接结构连接；连接结构处设有爆破装置，航行体内设有引爆爆破装置的引爆装置，引爆装置引爆爆破装置后，整流罩沿相邻两瓣壳体之间的连接结构处分离。锥筒段 201 用于减少整流罩 2 与水的接触面积，圆筒段 202 用于放置多个空化器，为了更好的缓冲效果可以采用每个空化器的外沿均与锥筒段 201 接触连接。

连接结构为“弱结构”，可以为强力胶，将相邻两瓣壳体粘结在一起，可以为薄板，与相邻两瓣壳体固定连接，即确保具有一定的强度，能够承受

空气中高速飞行时的空气阻力，保持气密性，不会变形或者破坏；同时，可以被实现安装在内侧的线爆结构爆破分解，使得合金制作的整流罩 2 从航行体 1 头部分离。

缓冲装置 5 的输出端穿过所有所述第二空化器 4 后与所述第一空化器 3 5 固定连接，且所述缓冲装置 5 的输出端与所述第二空化器 4 间隙配合，缓冲装置 5 包括外套筒 501，外套筒 501 内设有内套筒 502，外套筒 501 与内套筒 502 之间的部分形成储油腔 503，内套筒 502 内设有第一活塞杆 504，第一活塞杆 504 的前端穿出外套筒 501 和内套筒 502 与第一空化器 3 固定连接，第一活塞杆 504 的后端具有第一活塞 505，第一活塞 504 与内套筒 502 前端之间的部分设有套在第一活塞杆 503 上的拉弹簧 506，航行体 1 的头端固定有 10 阻尼器基座 7，外套筒 501 的后端与阻尼器基座 7 固定连接。

第一空化器 3 的前端具有向前吹出气体的反吹气系统 8。

反吹气系统 8 包括第一通气管 801，第一通气管 801 的前端依次穿过外套筒 501 的后端中心、内套筒 502 的后端中心，穿入第一活塞杆 504 内，并 15 与第一活塞杆 504 的内壁气密式滑动连接，第一活塞杆 504 靠近其前端的内部具有缓冲气腔 802，缓冲气腔 802 的后端与第一通气管 801 的前端连通，缓冲气腔 802 内设有轴线与第一活塞杆 504 轴线重合的第一压弹簧 803，第一通气管 801 的端面与第一压弹簧 803 相抵，第一活塞杆 504 的前端设有与缓冲气腔 802 连通的通孔 804，通孔 804 的前端与设置在第一空化器 3 内的 20 集齐腔 805 连通；阻尼器基座 7 中设有第一气路 806，第一气路 806 的前端与第一通气管 801 的后端连通，第一气路 806 内设有第一通气阀门 807，航行体 1 内设有储气罐 808，储气罐 808 的出气口与第一气路 806 的后端连通；第一空化器 3 的前端设有喷气口，且喷气口内设有反向喷气阀门 809。通过 25 设置反向喷气阀门 809 以及与其配合的集气腔 805、第一通气管 801、第一通气阀门、储气罐，可以实现储气罐中的高压气体从反向喷气阀门 809 中喷出，进而进一步缓冲水的作用力，同时能够更有利于形成超空泡。

第一空化器 3 的外沿上设有至少一个滑块机构 9，靠近第一空化器的第二空化器的空化器容纳槽 401 内设有与滑块机构 9 相配合的卡槽 402，滑块机构 9 包括滑块 901 和驱动滑块 901 沿第一空化器 3 的径向方向滑动的滑块 30 驱动机构，第一空化器 3 位于空化器容纳槽 402 时，卡槽 402 卡住滑块 901。

除去最后端的第二空化器 4 外，其余所有第二空化器 4 的外沿和第一空化器 3 的外沿均呈斜面；滑块驱动机构包括加工在第一空化器 3 侧壁上的滑槽，滑块 901 与滑槽滑动配合，且滑块 901 的底部与滑槽的槽底之间连接有固定销压弹簧 902，滑槽的槽壁上设有限位止挡 903，滑块 901 正对限位止挡 903 的一侧加工有限位凹槽 904，限位止挡 903 位于限位凹槽 904 内，限位止挡 903 下侧、限位凹槽 904 和滑槽的槽壁之间形成滑块驱动气腔，第二通气管 905 的一端通过滑块驱动气阀 906 与集气腔 805 连通，第二通气管 905 的另一端径向穿入第一空化器 3 内，且在滑块驱动气腔内穿出。

驱动装置包括为多个气动式驱动装置 6，多个气动式驱动装置 6 围绕第二空化器 4 的轴线均匀分布，且其轴线与第二空化器 4 的轴线平行，多个气动式驱动装置 6 的输出端与第二空化器 4 通过固定铰链铰接，且铰接点靠近第二空化器 4 的外沿，与位于前侧的第二空化器 4 相铰接的气动式驱动装置 6 的输出端穿过所有位于此第二空化器 4 后端的第二空化器 4，并与其间隙配合，气动式驱动装置 6 的安装端与阻尼器基座固定 7 连接。

气动式驱动装置 6 包括气缸 601，气缸 601 内设有与气缸 601 相配合的第二活塞杆 602，第二活塞杆 602 的前端穿出气缸 601 与第二空化器 4 铰接，第二活塞杆 602 的后端固定有第二活塞 603，气缸 601 的前端与第二活塞 603 之间的部分设有套在第二活塞杆 602 上的第二压弹簧 606；阻尼器基座 7 中设有第二气路 604，第二气路 604 的一端与储气罐 808 连通，第二气路 604 的另一端与气缸 601 的后端连通，第二气路 604 中设有第二通气阀门 605，所述气缸 601 的后侧侧壁上设有泄气阀。

作为优选的，本实施例中的第一通气阀门 807、反向喷气阀门 809、第二通气阀门 605、滑块驱动气阀 906、泄气阀均采用电磁阀，航行体内设有控制端，航行体根据实际情况选择自动开启上述阀门。

使用状态下：第一阶段空射航行体 1 被射出后，在空气中飞行，此时安装在航行体 1 头部且位于整流罩 2 内的部件被整流罩 2 保护覆盖，第一空化器 3 和两个第二空化器 4 轴向排列，且外沿呈阶梯状。当航行体 1 即将入水时，通过激光测距器测得在适合的高度，先通过航行体 1 内部的引爆装置引爆整流罩 2 内部的爆破装置，使得整流罩 2 分解成多片，同时触发整流罩 2 端部与航行体 1 头部环向接触部分的失电型电磁铁断电，由此，整流罩 2 将

完全脱离主航行体 1。整流罩 2 分离后，打开第一通气阀门 807 和反向喷气阀 809，其余阀门仍然关闭，使储气罐 808 中的气体通过第一气路 806、第一通气管 801、缓冲气腔 802、通孔 804、集齐腔 805 由第一空化器 3 中心的喷气口向水面喷气，进行反向喷气减速降载。然后，第一空化器 3 触水，此时

5 关闭第一通气阀门 807 和反向喷气阀 809，第一空化器 3 受到巨大的水冲击压力，缓冲装置 5 的第一活塞杆 504 向右运动，拉弹簧 506 伸长，第一压弹簧缩短，同时缓冲装置内的液压油，液压油被挤压后被压储油腔 503。当航行体 1 入水后，在第一空化器 3 的作用下形成超空泡，但随着航行体 1 航速的逐渐降低，维持其较低航行阻力航行的超空泡尺寸变小，不利于其超空泡

10 航行。此时，可调节第二空化器 4，与第一空化器 1 形成组合空化器增加超空泡直径。具体过程为：如图 13~16 所示，打开第一个第二空化器 4 所对应的第二通气阀门 605，其余阀门均关闭，储气罐 808 中的气体进入气缸 601 中推动第二活塞杆 602 向左移动，第二压弹簧 606 被挤压缩短，第二活塞杆 602 推动第二空化器 4 向左移动，逐渐接近第一空化器 4（如图 14 所示）。

15 第二空化器 4 的头部在移动的过程中空化器容纳槽 401 的槽壁碰触到第一空化器 3 的滑块 901，使其沿周向向内移动（原本滑块 901 在空化器 1 固定销压弹簧 18 的作用下沿周向伸出（如图 9 所示）；当第二空化器 4 继续向左移动，滑块 901 在某时刻将插入卡槽 402 内，最终形成如图 15 所示的状态，滑块 901 和卡槽 402 的作用是固定组合后的第一空化器 3 和第二空化器 4 形成

20 更大的空化器盘面，此时在组合空化器作用下，形成的航行体 1 超空泡直径更大，有利于航行体 1 航速降低后维持更大的超空泡，继而保持较低的航行阻力。同理，根据需要可以打开另一个第二空化器 4 的第二通气阀门 605，使其与第一个第二空化器 4 一样向左运动，与第一个第二空化器 4 结合形成更大的超空泡（如图 16 所示）。本发明还可以根据实际情况，随时调整组合

25 空化器的组合和分离复位，如图 17 所示，第二个第二空化器 4 可以通过关闭第二通气阀门 605，将气腔内的气体通过泄气阀将气体泄出，第二压弹簧 606 伸长复位，推动第二活塞杆 602 向右移动复位，继而使第二空化器 4 向右移动使其分离，此过程为缩小空化器盘面直径，减小超空泡直径的过程（如图 17）。

30 第一空化器 3 与第一个第二空化器 4 之间的分离前需要将滑块 901 与卡

槽 402 分离，需要打开第一通气阀门 807 和滑块驱动气阀 906，使储气罐 808 内的气体进入滑块驱动气腔内，进而压动固定销压弹簧 902，使滑块 901 向滑槽内移动，进而滑块 901 与卡槽 402 脱离。

5 气缸 601 内可以充入一些气体来充当气垫的作用，这样也可以作为缓冲装置使用。

最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明，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
10 换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

权 利 要 求 书

1、一种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构，包括航行体，航行体的前端可分离连接有与航行体同轴设置的整流罩，其特征在于，整流罩内由整流罩的前端至整流罩的后端依次设有外径依次变大的多个空化器；多个空化器同轴设置，且其轴线与航行体的轴线重合；

相邻两个空化器中位于后侧的空化器的前表面中心设有与位于前侧的空化器相匹配的空化器容纳槽；多个空化器能够通过空化器容纳槽结合为一整体；

最前端的空化器为第一空化器，第一空化器后端的所有空化器为第二空化器；第一空化器通过缓冲装置与航行体连接，缓冲装置用于缓冲航行体入水时航行体与水之间的作用力；每个第二空化器分别通过驱动装置与航行体连接，驱动装置用于轴向移动其所对应的第二空化器。

2、根据权利要求 1 所述的一种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构，其特征在于，整流罩包括锥筒段和圆筒段，锥筒段位于前端，圆筒段的后端通过安装在航行体内的失电型电磁铁与航行体连接；

整流罩是由多瓣壳体组成，相邻两瓣壳体之间通过连接结构连接；连接结构处设有爆破装置，航行体内设有引爆爆破装置的引爆装置，引爆装置引爆爆破装置后，整流罩沿相邻两瓣壳体之间的连接结构处分离。

3、根据权利要求 1 所述的一种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构，其特征在于，第一空化器的前端具有向前吹出气体的反吹气系统。

4、根据权利要求 3 所述的种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构，其特征在于，缓冲装置的输出端穿过所有所述第二空化器后与所述第一空化器固定连接，且所述缓冲装置的输出端与所述第二空化器间隙配合，缓冲装置包括外套筒，外套筒内设有内套筒，外套筒与内套筒之间的部分形成储油腔，内套筒内设有第一活塞杆，第一活塞杆的前端穿出外套筒和内套筒与第一空化器固定连接，第一活塞杆的后端具有第一活塞，第一活塞与内套筒前端之间的部分设有套在第一活塞杆上的拉弹簧，航行体的头端固定有阻尼器基座，外套筒的后端与阻尼器基座固定连接。

5、根据权利要求 4 所述的种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结

构，其特征在于，反吹气系统包括第一通气管，第一通气管的前端依次穿过外套筒的后端中心、内套筒的后端中心，穿入第一活塞杆内，并与第一活塞杆的内壁气密式滑动连接，第一活塞杆靠近其前端的内部具有缓冲气腔，缓冲气腔的后端与第一通气管的前端连通，缓冲气腔内设有轴线与第一活塞杆
5 轴线重合的第一压弹簧，第一通气管的端面与第一压弹簧相抵，第一活塞杆的前端设有与缓冲气腔连通的通孔，通孔的前端与设置在第一空化器内的集气腔连通；阻尼器基座中设有第一气路，第一气路的前端与第一通气管的后端连通，第一气路内设有第一通气阀门，航行体内设有储气罐，储气罐的出气口与第一气路的后端连通；第一空化器的前端设有喷气口，且喷气口处设
10 有反向喷气阀门。

6、根据权利要求 5 所述的种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构，其特征在于，

第一空化器的外沿上设有至少一个滑块机构，靠近第一空化器的第二空化器的空化器容纳槽内设有与滑块机构相配合的卡槽，滑块机构包括滑块和
15 驱动滑块沿第一空化器的径向方向滑动的滑块驱动机构，第一空化器位于空化器容纳槽时，卡槽卡住滑块。

7、根据权利要求 6 所述的种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构，其特征在于，除去最后端的第二空化器外，其余所有第二空化器的外沿和第一空化器的外沿均呈斜面；滑块驱动机构包括加工在第一空化器侧壁上的
20 的滑槽，滑块与滑槽滑动配合，且滑块的底部与滑槽的槽底之间连接有固定销压弹簧，滑槽的槽壁上设有限位止挡，滑块正对限位止挡的一侧加工有限位凹槽，限位止挡位于限位凹槽内，限位止挡下侧、限位凹槽和滑槽的槽壁之间形成滑块驱动气腔，第二通气管的一端通过滑块驱动气阀与集气腔连通，第二通气管的另一端径向穿入第一空化器内，且在滑块驱动气腔内穿出。

8、根据权利要求 7 所述的种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构，其特征在于，

驱动装置包括为多个气动式驱动装置，多个气动式驱动装置围绕第二空化器的轴线均匀分布，且其轴线与第二空化器的轴线平行，多个气动式驱动装置的输出端与第二空化器铰接，且铰接点靠近第二空化器的外沿，与位于
30 前侧的第二空化器相铰接的气动式驱动装置的输出端穿过所有位于此第二空

化器后端的第二空化器，并与其间隙配合，气动式驱动装置的安装端与阻尼器基座固定连接。

- 5 9、根据权利要求 8 所述的种用于航行体水下航行的组合圆盘式空化结构，其特征在于，气动式驱动装置包括气缸，气缸内设有与气缸相配合的第二活塞杆，第二活塞杆的前端穿出气缸与第二空化器铰接，第二活塞杆的后端固定有第二活塞，气缸的前端与第二活塞之间的部分设有套在第二活塞杆上的第二压弹簧；阻尼器基座中设有第二气路，第二气路的一端与储气罐连通，第二气路的另一端与气缸的后端连通，第二气路中设有第二通气阀门，所述气缸的后侧设有泄气阀。



图 1

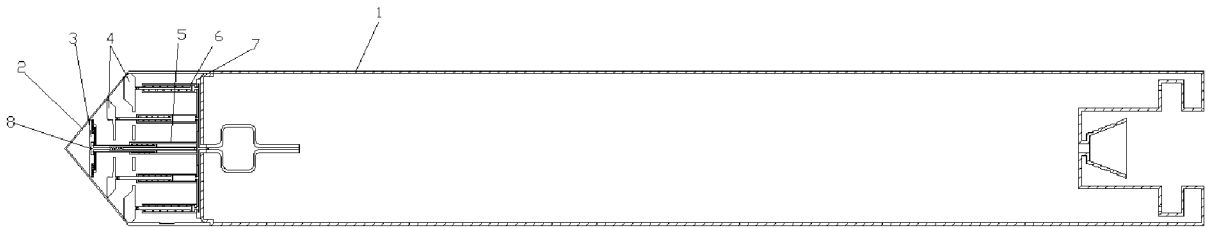


图 2

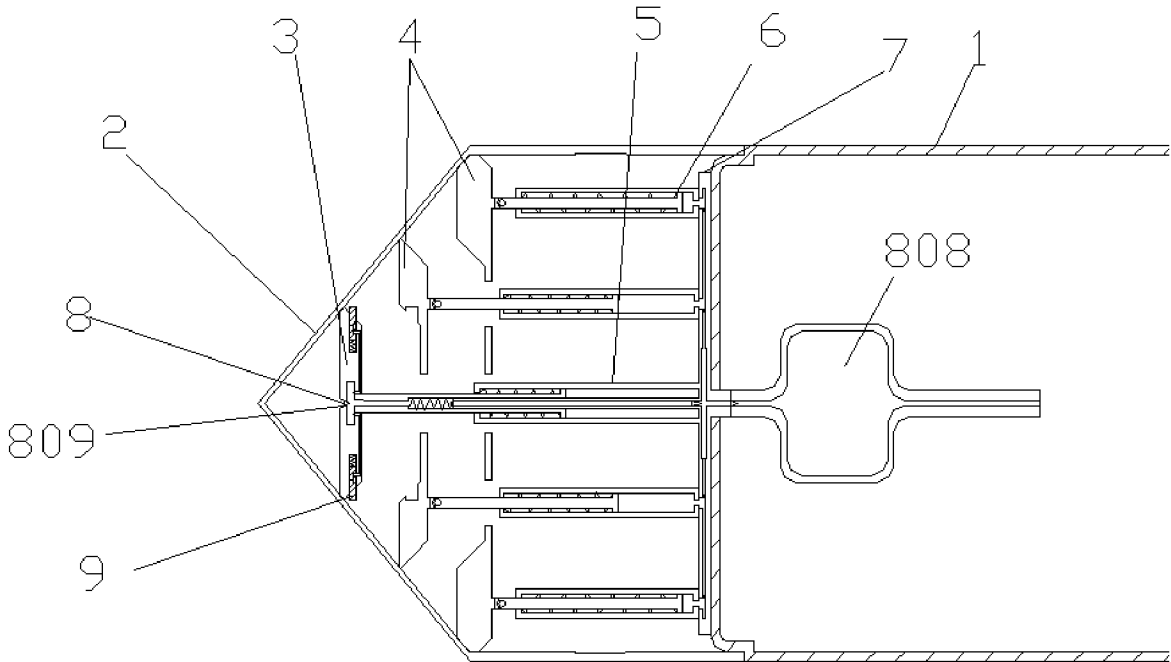


图 3

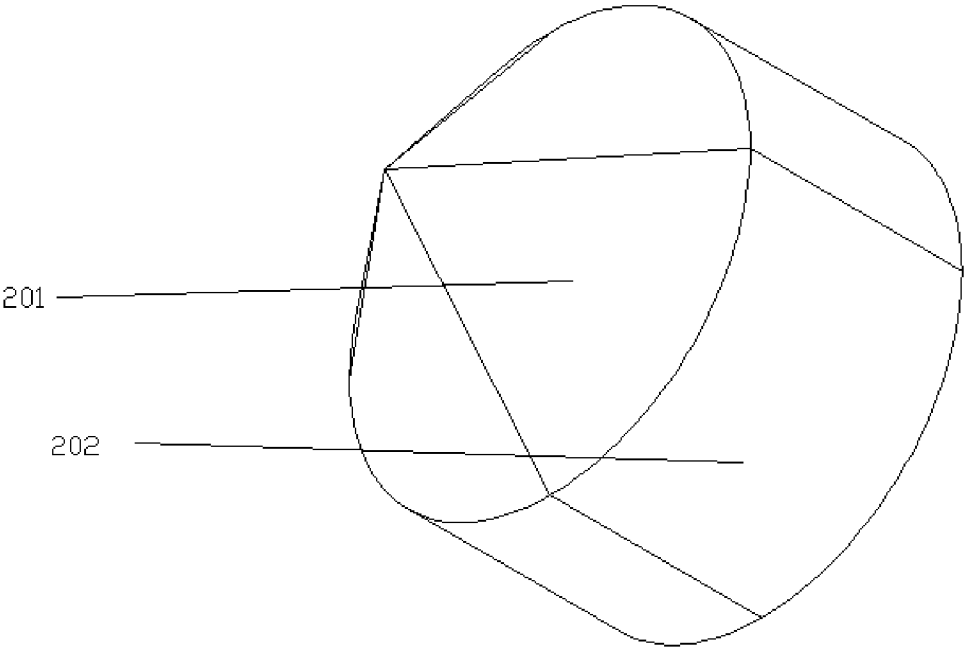


图 4

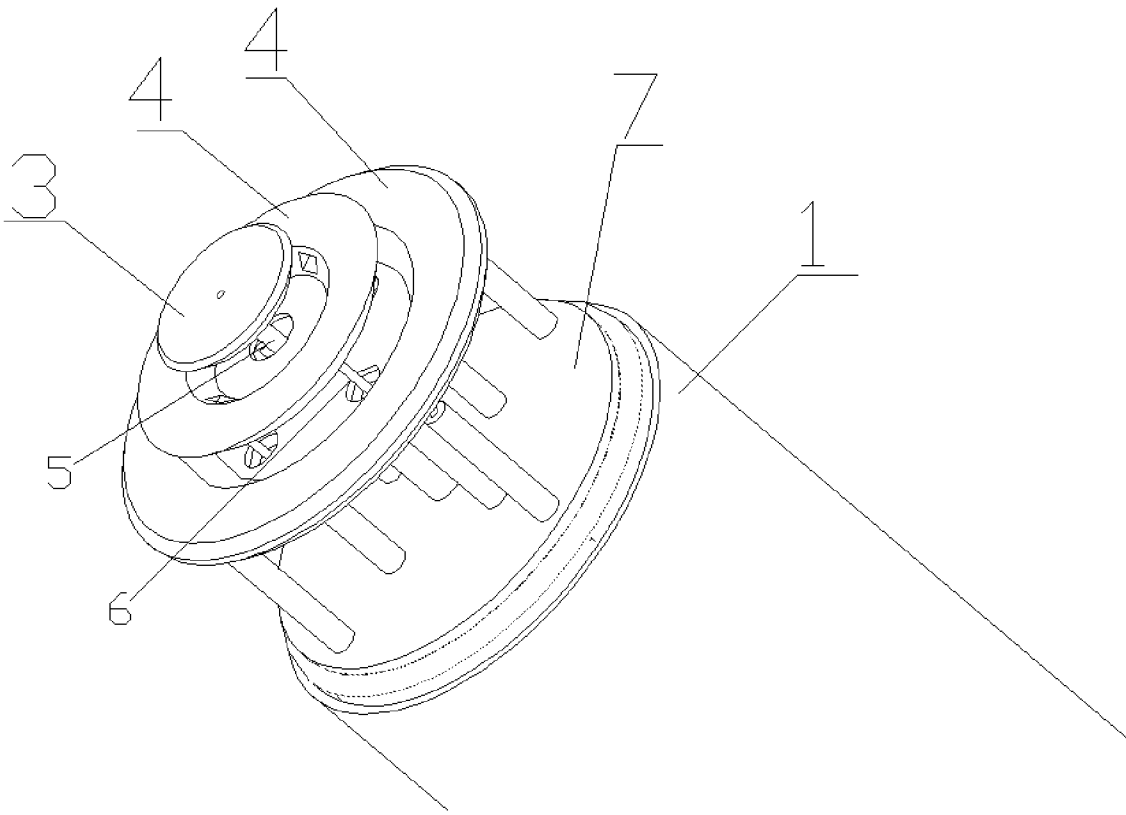


图 5

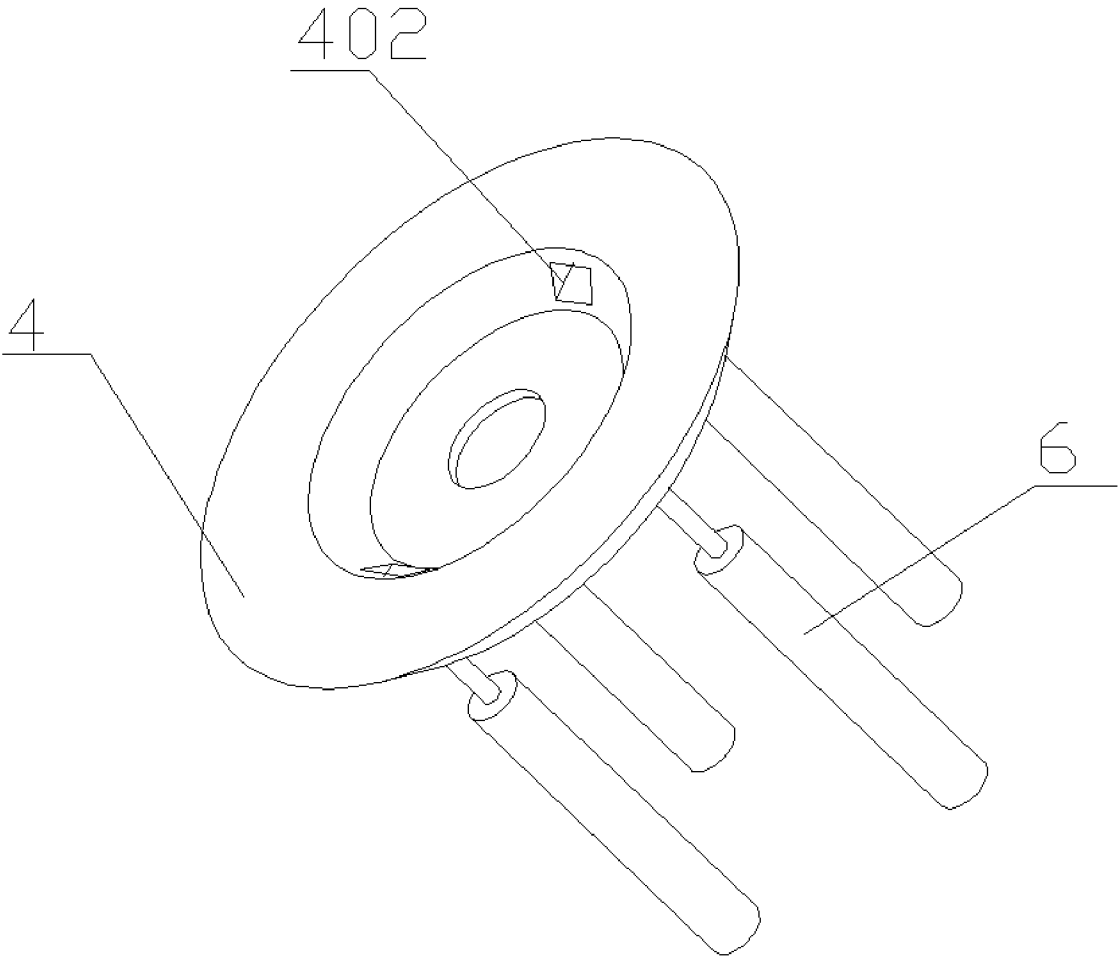


图 6

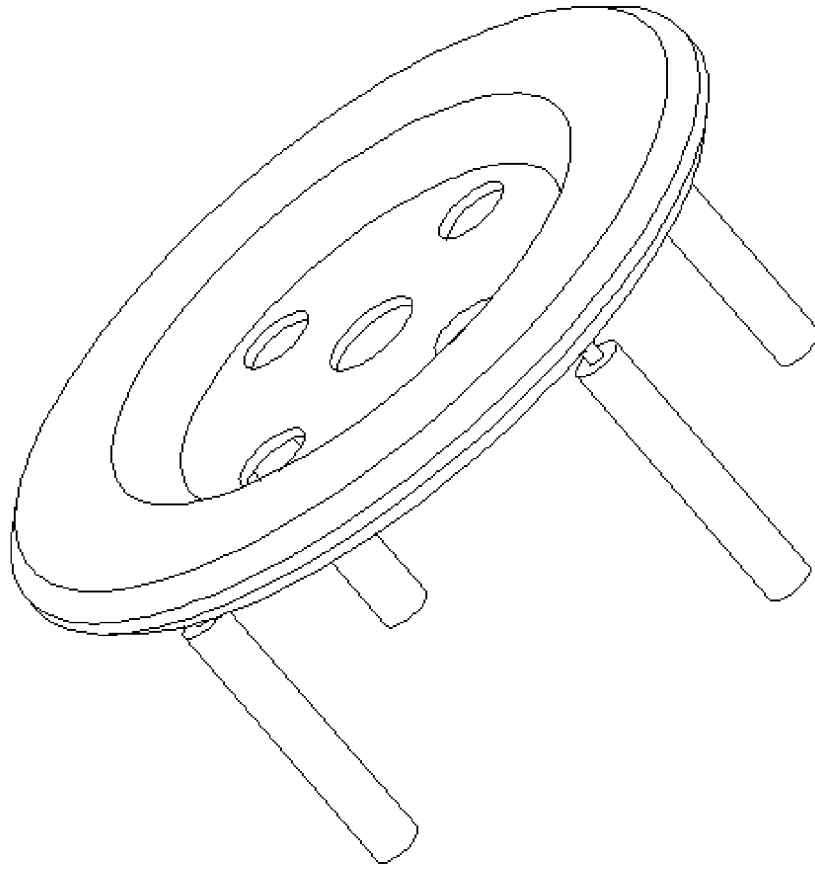


图 7

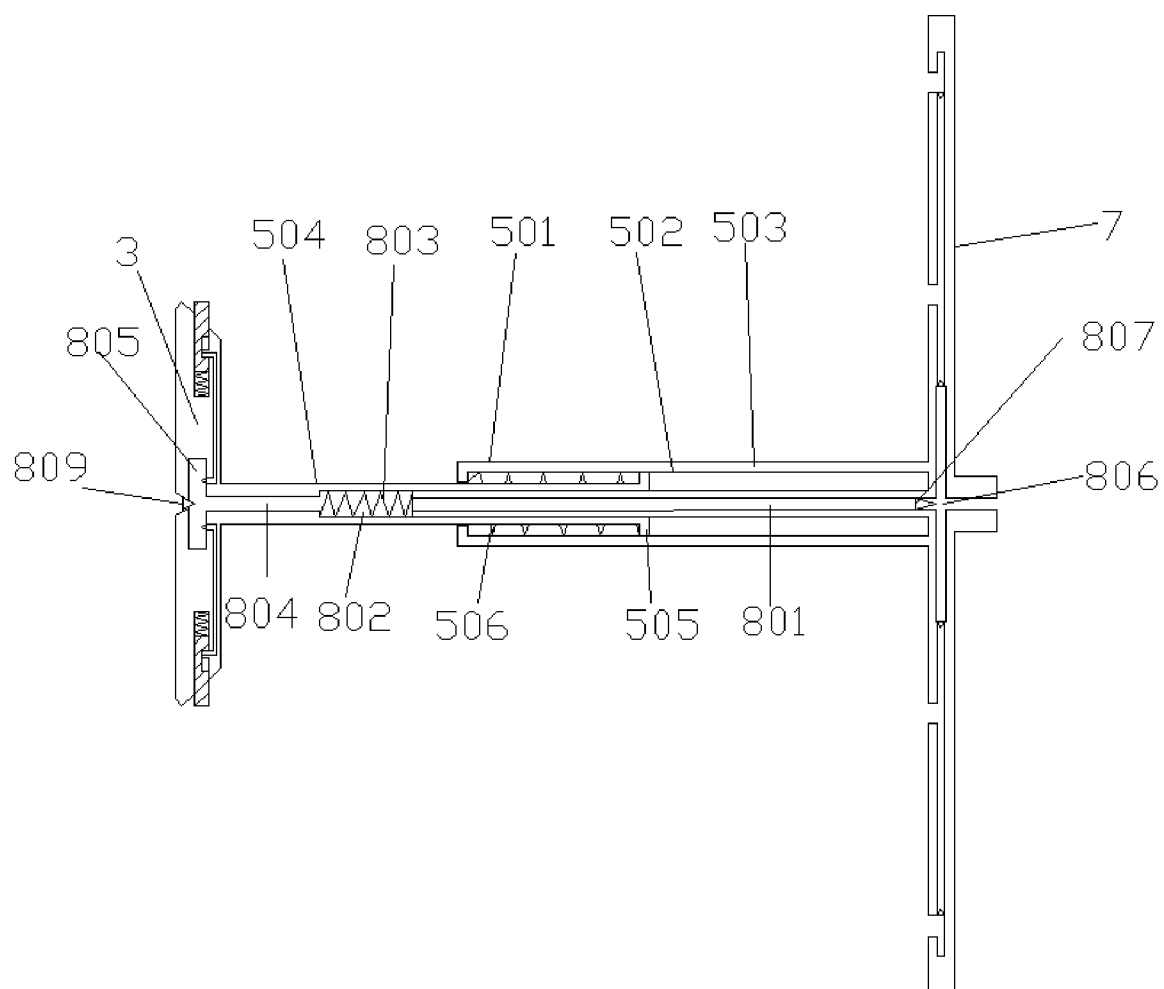


图 8

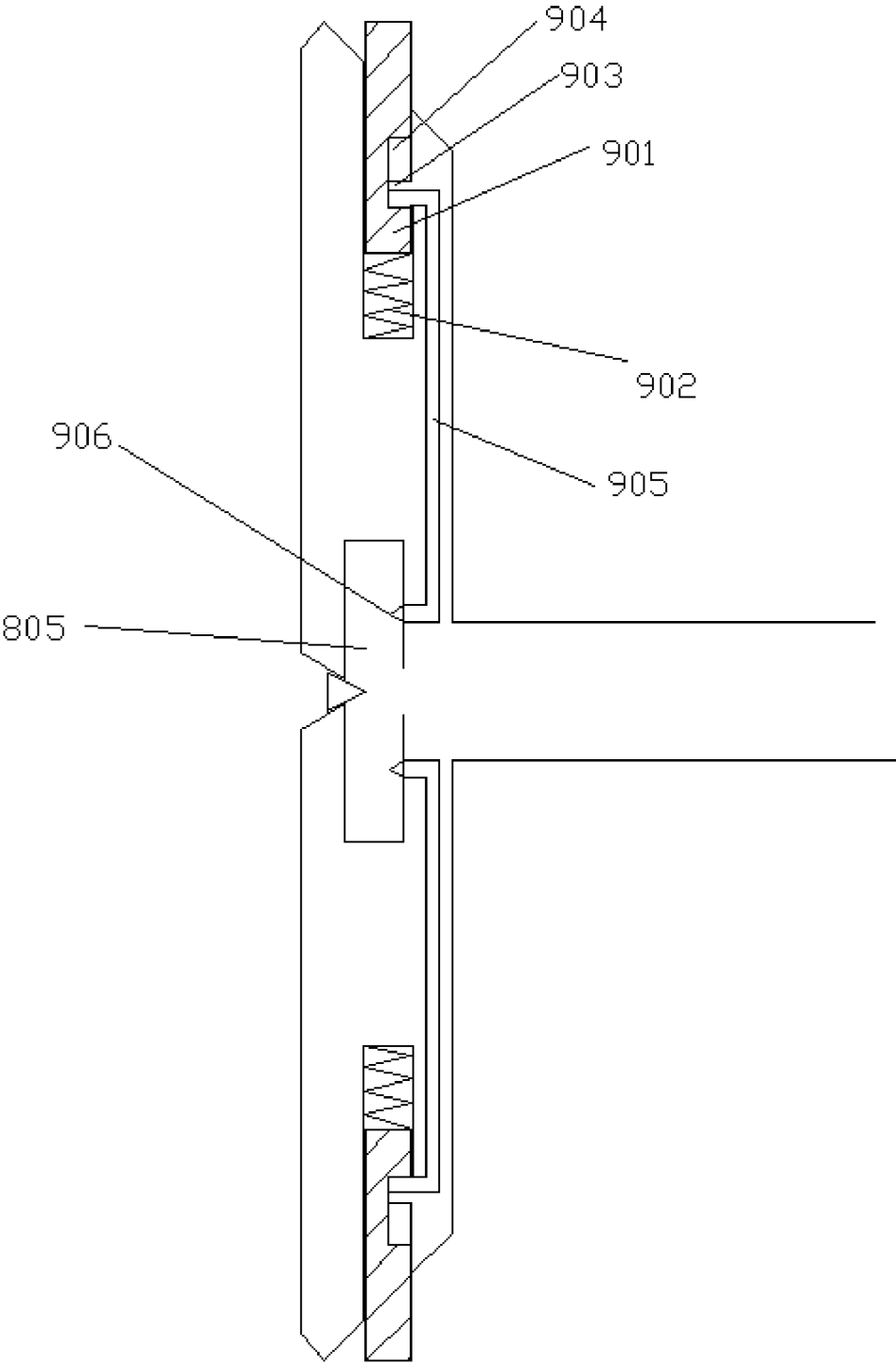


图 9

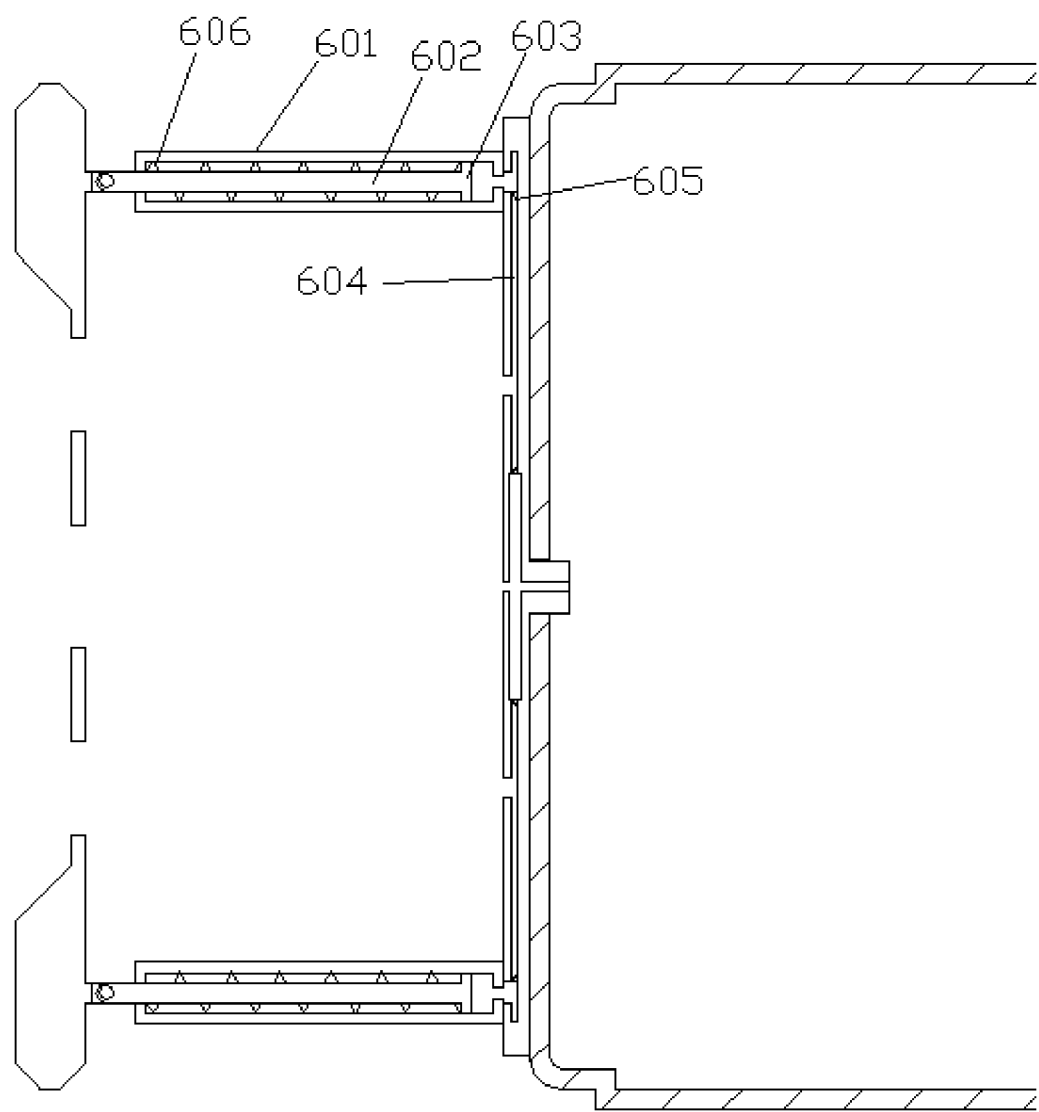


图 10

水

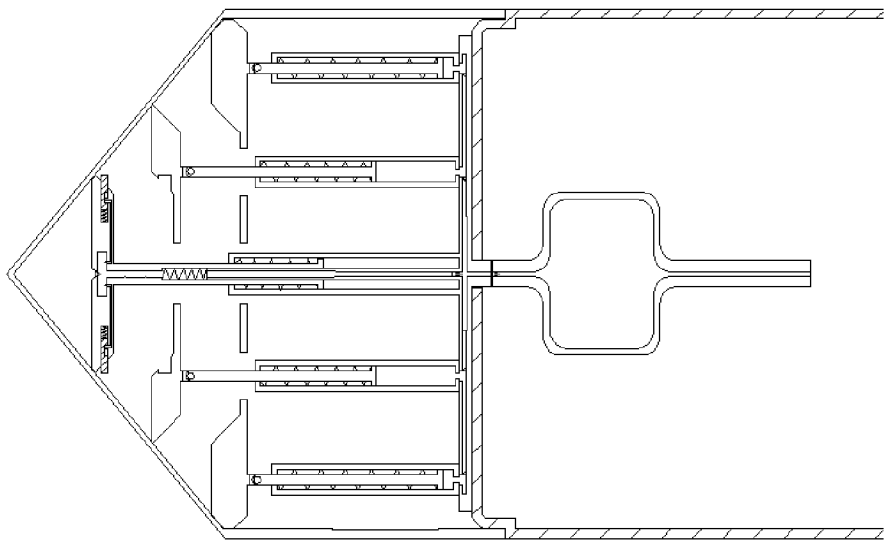


图 11

水

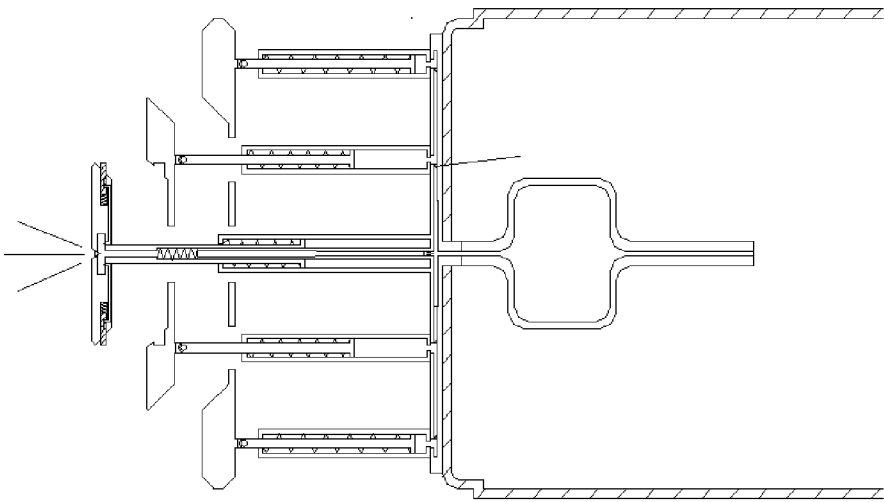


图 12

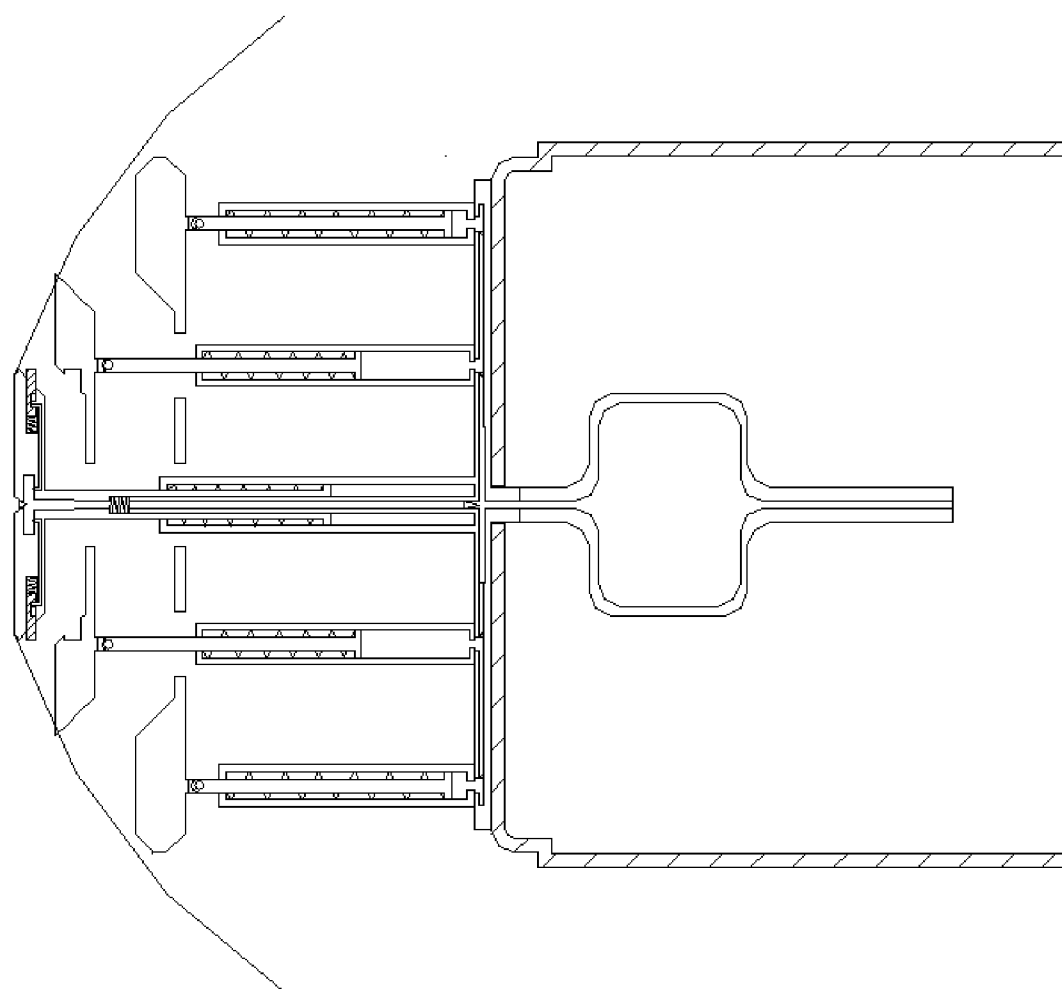


图 13

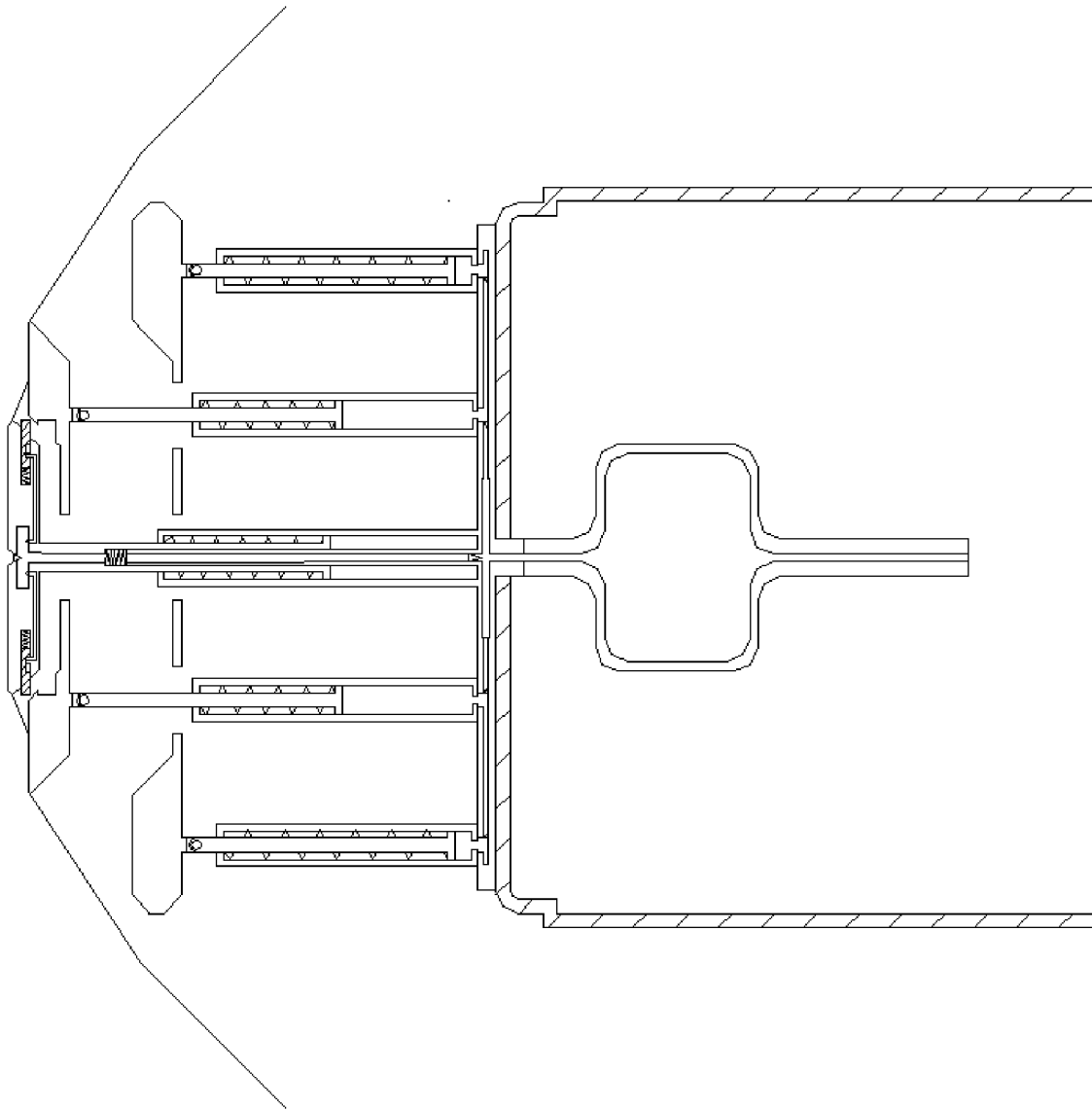


图 14

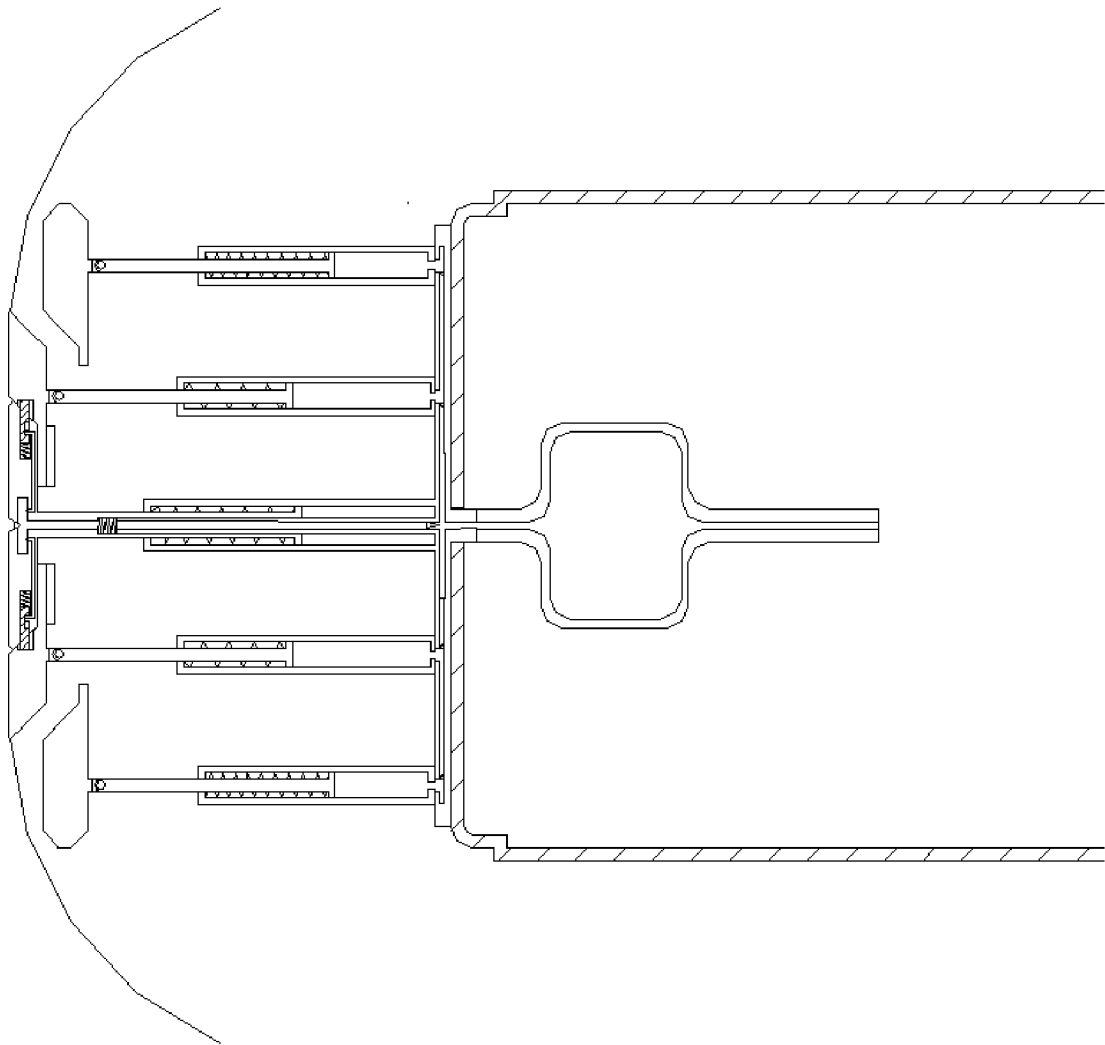


图 15

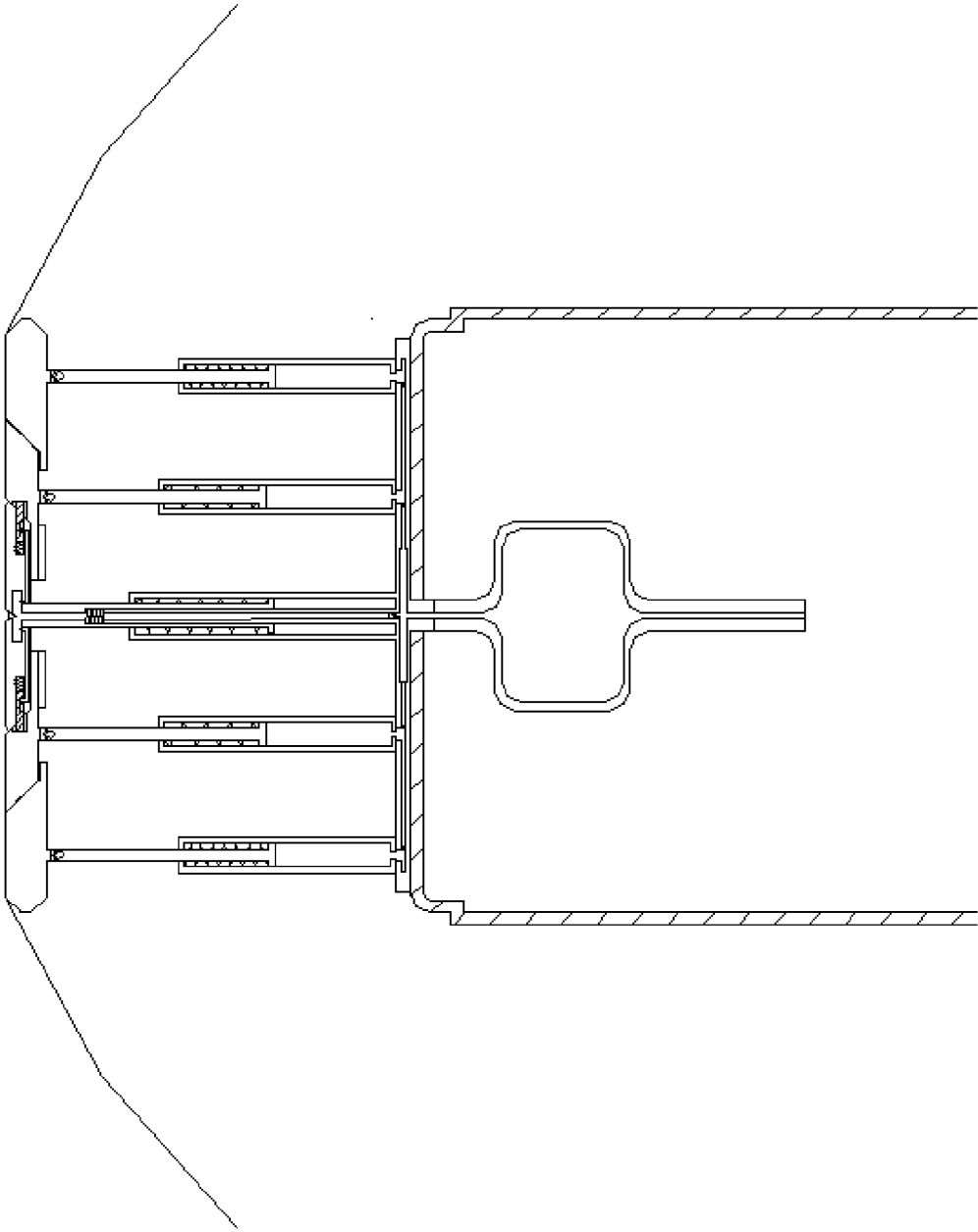


图 16

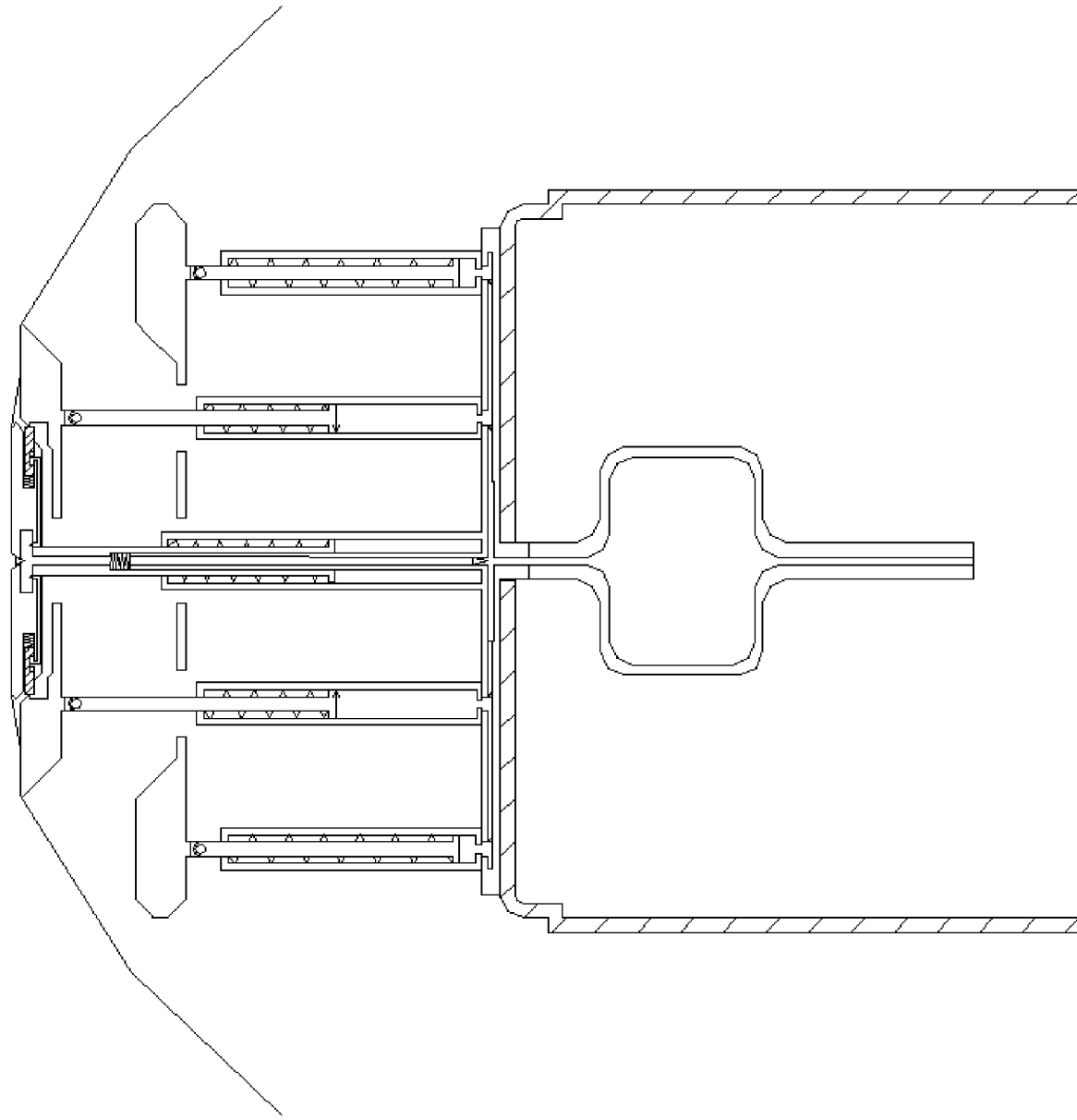


图 17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/127980

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B63B 1/38(2006.01)i; F42B 17/00(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)

B63B; F42B

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)

CNTXT, ENTXTC, CNKI: 空化, 超空泡, 直径, 入水, 缓冲, 罩, 爆, 脱离; VEN, ENTXT: cavity, supercavitation, diameter, projectile, cover, explode, separate.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 113879451 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 04 January 2022 (2022-01-04) entire document	1-9
Y	US 7874251 B1 (LOCKHEED MARTIN CORP.) 25 January 2011 (2011-01-25) description, column 2, line 50-column 5, line 8, and figures 1-5	1-6
Y	CN 112413040 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 26 February 2021 (2021-02-26) description, paragraphs 64-98, and figures 1-9	1-6
Y	CN 112781448 A (HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY) 11 May 2021 (2021-05-11) description, paragraphs 26-39 and figure 1	3-6
Y	CN 112985188 A (NORTHWESTERN POLYTECHNIC UNIVERSITY) 18 June 2021 (2021-06-18) description, paragraphs 23-51, and figures 1-4	1-6
Y	CN 111824324 A (TIANJIN UNIVERSITY) 27 October 2020 (2020-10-27) description, paragraphs 20-23, and figures 1-6	1-6
A	CN 111806174 A (SUN YAT-SEN UNIVERSITY) 23 October 2020 (2020-10-23) entire document	1-9



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

“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

30 December 2022

Date of mailing of the international search report

16 January 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/127980**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 8146501 B1 (LOCKHEED MARTIN CORP.) 03 April 2012 (2012-04-03) entire document	1-9
A	CN 110758695 A (NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY OF PLA) 07 February 2020 (2020-02-07) entire document	1-9
A	US 6216626 B1 (THE UNITED STATES OF AMERICA AS REPRESENTED BY THE SECRETARY OF THE NAVY) 17 April 2001 (2001-04-17) entire document	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/127980

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	113879451	A	04 January 2022	None			
US	7874251	B1	25 January 2011	US	2011017089	A1	27 January 2011
CN	112413040	A	26 February 2021	CN	112413040	B	22 October 2021
CN	112781448	A	11 May 2021	None			
CN	112985188	A	18 June 2021	None			
CN	111824324	A	27 October 2020	CN	111824324	B	16 November 2021
CN	111806174	A	23 October 2020	CN	111806174	B	17 May 2022
US	8146501	B1	03 April 2012	US	2012097061	A1	26 April 2012
CN	110758695	A	07 February 2020	CN	110758695	B	18 September 2020
US	6216626	B1	17 April 2001	None			

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2022/127980

A. 主题的分类 B63B 1/38(2006.01)i; F42B 17/00(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) B63B; F42B 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)) CNTXT, ENTXTC, CNKI: 空化, 超空泡, 直径, 入水, 缓冲, 罩, 爆, 脱离; VEN, ENTXT: cavity, supercavitation, diameter, projectile, cover, explode, separate.		
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
PX	CN 113879451 A (大连理工大学) 2022年1月4日 (2022 - 01 - 04) 全文	1-9
Y	US 7874251 B1 (Lockheed Martin Corpation) 2011年1月25日 (2011 - 01 - 25) 说明书第2栏第50行至第5栏第8行及附图1-5	1-6
Y	CN 112413040 A (大连理工大学) 2021年2月26日 (2021 - 02 - 26) 说明书第64-98段及附图1-9	1-6
Y	CN 112781448 A (哈尔滨工程大学) 2021年5月11日 (2021 - 05 - 11) 说明书第26-39段及附图1	3-6
Y	CN 112985188 A (西北工业大学) 2021年6月18日 (2021 - 06 - 18) 说明书第23-51段及附图1-4	1-6
Y	CN 111824324 A (天津大学) 2020年10月27日 (2020 - 10 - 27) 说明书第20-23段及附图1-6	1-6
A	CN 111806174 A (中山大学) 2020年10月23日 (2020 - 10 - 23) 全文	1-9
A	US 8146501 B1 (Lockheed Martin Corpation) 2012年4月3日 (2012 - 04 - 03) 全文	1-9
☒ 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 “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 2022年12月30日		国际检索报告邮寄日期 2023年1月16日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 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 兰放 电话号码 86-(20)-28950346

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	CN 110758695 A (中国人民解放军国防科技大学) 2020年2月7日 (2020 - 02 - 07) 全文	1-9
A	US 6216626 B1 (The United States of America as represented by the Secretary of the Navy) 2001年4月17日 (2001 - 04 - 17) 全文	1-9

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/127980

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	113879451	A	2022年1月4日	无	
US	7874251	B1	2011年1月25日	US	2011017089 A1 2011年1月27日
CN	112413040	A	2021年2月26日	CN	112413040 B 2021年10月22日
CN	112781448	A	2021年5月11日	无	
CN	112985188	A	2021年6月18日	无	
CN	111824324	A	2020年10月27日	CN	111824324 B 2021年11月16日
CN	111806174	A	2020年10月23日	CN	111806174 B 2022年5月17日
US	8146501	B1	2012年4月3日	US	2012097061 A1 2012年4月26日
CN	110758695	A	2020年2月7日	CN	110758695 B 2020年9月18日
US	6216626	B1	2001年4月17日	无	