

(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 2023/072201 A1

(51) 国际专利分类号:
B63B 1/38 (2006.01) *F42B 15/22* (2006.01)
F42B 15/20 (2006.01) *F42B 19/00* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/127981

(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:
202111272570.2 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)。

(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, 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。

(54) Title: MODULATABLE DOUBLE-LAYER TELESCOPIC SHEET CAVITATOR STRUCTURE

(54) 发明名称: 一种可调制的双层伸缩片空化器结构

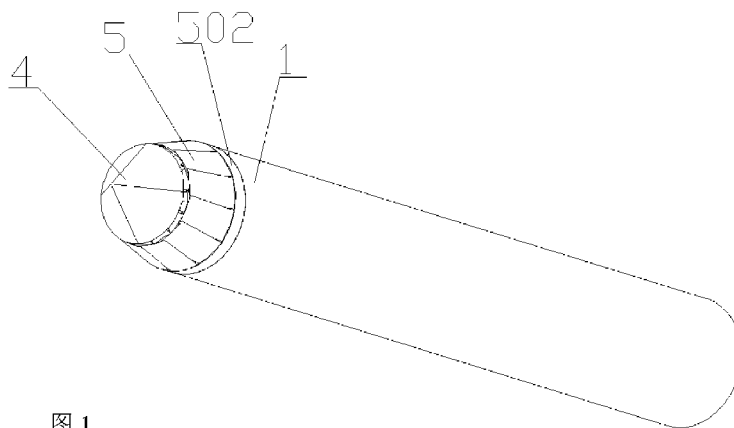


图 1

(57) Abstract: A modifiable double-layer telescopic sheet cavitator structure, comprising a cavitator (2) provided at the head end of a navigation body (1). The cavitator (2) comprises a cavitator body (201); the center of the cavitator body (201) is connected to the center of the head of the navigation body (1) by means of a damper (3); a head fairing device (4) is detachably connected to the front end of the cavitator body (201); the cavitator body (201) is of a double-layer structure and comprises a first layer and a second layer; a plurality of cavitator disc face telescopic sheets (202) are mounted on each of the first layer and the second layer; the plurality of cavitator disc face telescopic sheets (202) are uniformly distributed around the axis of the cavitator body (201) and are slidably connected to the corresponding first layer or second layer; a cushioning driving mechanism (5) for driving the cavitator disc face telescopic sheets (202) to slide in the radial direction of the cavitator body (201) is mounted at the head end of the navigation body (1); and the plurality of cavitator disc face telescopic sheets (202) and the cavitator body (201) are spliced into a circle.



(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))。

(57) 摘要: 一种可调制的双层伸缩片空化器结构, 包括设置在航行体(1)的头端的空化器(2), 空化器(2)包括空化器主体(201), 空化器主体(201)的中心通过阻尼器(3)与航行体(1)的头部中心连接, 空化器主体(201)的前端可分离连接有头部整流罩装置(4), 空化器主体(201)为双层结构, 包括第一层和第二层, 第一层和第二层上均安装有多个空化器盘面伸缩片(202), 多个空化器盘面伸缩片(202)围绕空化器主体(201)的轴线均匀分布, 并与其所对应的第一层或第二层滑动连接, 航行体(1)的头端安装有驱动空化器盘面伸缩片(202)沿空化器主体(201)的径向方向滑动的缓冲驱动机构(5), 多个空化器盘面伸缩片(202)和空化器主体(201)拼成一个圆。

一种可调制的双层伸缩片空化器结构

技术领域

5 本发明涉及航行体入水技术领域，具体而言是一种可调制的双层伸缩片空化器结构。

背景技术

水下超空泡航行体及水下兵器主要依靠产生超空泡将本体完全包裹以达到降低其航行阻力的目的。但目前水下航行体大多设计了固定不变的空化器装置，生成的超空泡依赖于固定不变的空化器圆盘盘面直径，不能
10 能够根据实际情况灵活调节所生成的超空泡。例如，当航行体因燃料耗尽使得航速明显下降时，空化器产生的超空泡尺寸就会显著变小。若原本的空化器盘面直径较小，可能会使空化器生成的超空泡不足以完全包覆住航行体，导致其航行阻力增加；若原本的空化器直径太大，有会导致航行阻力
15 过大（空化器为平面，面积越大阻力也越大）。对此，设计一款可以灵活调节生成超空泡的空化装置就成为一个新的课题。对空化过程的调节可以大大提高航行体的适应和生存能力，同时可以增加航程，具有较高的军用价值。

同时现有的航行体入水过程中多数采用阻尼器进行单次阻尼降载，降
20 载能力有限，不利于保护航行体。

发明内容

根据上述技术问题，而提供一种可调制的双层伸缩片空化器结构。

本发明采用的技术手段如下：

一种可调制的双层伸缩片空化器结构，包括设置在航行体的头端的空化
25 器，空化器包括空化器主体，空化器主体的中心通过阻尼器与航行体的头部中心连接，空化器主体的前端可分离连接有头部整流罩装置，空化器主体为双层结构，包括第一层和第二层，第一层和第二层上均安装有多个空化器盘

面伸缩片，多个空化器盘面伸缩片围绕空化器主体的轴线均匀分布，并与其所对应的第一层或第二层滑动连接，航行体的头端安装有驱动空化器盘面伸缩片沿空化器主体的径向方向滑动的缓冲驱动机构，多个空化器盘面伸缩片和空化器主体拼成一个圆。

5 进一步地，空化器盘面伸缩片呈扇形，其内部加工有凹槽，凹槽包裹第一层或第二层，第一层和第二层上均加工有呈径向延伸的滑动 U 形限位槽，空化器盘面伸缩片上加工有与滑动 U 形限位槽相配合的滑动限位凸起，设置在第一层上的多个空化器盘面伸缩片与设置在第二层上的多个空化器盘面伸缩片交错设置。

10 进一步地，缓冲驱动机构包括多个翼型调节片，翼型调节片的数量与空化器盘面伸缩片的数量相匹配，且围绕空化器主体的轴线均匀分布，每个翼型调节片相对一个空化器盘面伸缩片，翼型调节片的后端与航行体的头端外沿铰接，翼型调节片在其靠近后端的一侧与第一缓冲伸缩臂的一端铰接，在其靠近前端的一侧与第二缓冲伸缩臂的一端铰接，且第一缓冲伸缩臂的另一端与航行体的头端的前端面铰接，第二缓冲伸缩臂的另一端与空化器盘面伸缩片的上部固定连接，翼型调节片的截面呈翼型，相临两个翼型调节片紧密贴合。

 进一步地，翼型调节片内设有气体加速孔，气体加速孔为特斯拉阀孔，气体加速孔的前端与设置在翼型调节片前端的第三喷气口连通，气体加速孔
20 的后端通过软管和第三通气阀门与设置在航行体内的储气装置连通。

 进一步地，航行体的尾部安装有助推发动机，且航行体内安装有尾气收集装置，尾气收集装置包括涡轮吸气驱动装置，涡轮吸气驱动装置的一端通过管路和助推发动机的排气端连通，涡轮吸气驱动装置的另一端与储气装置的入口连通。

25 进一步地，空化器主体的前端中心设有第一喷气口，储气装置和第一喷气口通过第一通气管路系统连通。

 进一步地，阻尼器包括第一外套筒，第一外套筒内设有储油腔，第一外套筒内设有第一活塞杆，第一活塞杆的前端穿出第一外套筒与空化器主体固定连接，第一活塞杆的后端具有第一活塞，第一活塞与第一外套筒前端之间的部分设有套在第一活塞杆上的拉弹簧，第一外套筒的后端与航行体的头端
30

固定连接，第一外套筒的后端与第一活塞之间的部分形成第一液压油腔体，且第一液压油腔体与储油腔连通。

进一步地，第一通气管路系统包括第一通气管，第一通气管的后端与储气装置连通，第一通气管内设有第一通气阀门，第一通气管的前端依次穿过
5 第一外套筒的后端中心、第一活塞的中心，并穿入第一活塞杆内，且与第一活塞杆和第一活塞的内壁气密式滑动连接，第三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，通孔的前端与第一喷气
10 口连通。

进一步地，头部整流罩装置包括头部整流罩和连接装置，头部整流罩与连接装置的前端可分离连接，连接装置的后端与空化器主体的中心可分离连接，连接装置的头端设有第二喷气口，第二喷气口与第一喷气口连通。

进一步地，连接装置包括固定在第一喷气口前端的连接管，连接管的中
15 部上下对称加工有插销安装孔，两个插销安装孔内分别安装有呈梯形的梯形固定插销，且两个梯形固定插销通过第二压弹簧连接，梯形固定插销靠近连接管轴线的一侧固定有电磁铁；

整流罩固定杆的后端具有与连接管相匹配的连接凹槽，且连接凹槽的槽壁上加工有与梯形固定插销相配合的卡槽；

20 整流罩固定杆的前端固定有连接件，连接件与头部整流罩的后端内壁固定连接；

整流罩固定杆内设有第二通气管，第二通气口设置在整流罩固定杆的前端，且第二通气管的前端与第二通气口连通，后端与连接凹槽连通。

较现有技术相比，本发明具有以下优点：

25 1、本发明的空化器盘面伸缩片在第一缓冲伸缩臂和第二缓冲伸缩臂的作用下可以实现伸缩，进而调节了空化器主体和空化器盘面伸缩片所组成的空化器的外径的大小，可以根据需要实施调节空化器的有效面积，空化器尺寸越大，越能生成更大直径的超空泡，可以保持航行体水下实时被超空泡完全包裹，降低其航行阻力。

2、本发明采用的空化器主体为双层结构，每层上都设有空化器盘面伸缩片，多个空化器盘面伸缩片伸出时能够组成一个完整的圆。

3、本发明采用了多级降载，航行体入水前第二喷气口喷气降载、第三喷气口喷气降载、第一喷气口喷气降载，入水过程中第一伸缩臂和第二伸缩臂能够起到阻尼降载，同时阻尼器也会起到阻尼降载。

4、第三喷气口的喷气有利于形成更大的超空泡。

5、本发明中的气体加速孔采用的是特斯拉阀孔结构，能够解决气体进入后进行自动加速，特斯拉阀孔为不断重复的链式结构，结构重复的次数越多，加速效果越好，也就是说重复的单一结构尺寸越小降压效果越好。利用特斯拉阀孔对气体加速的方向性功能可以在不消耗能源的基础上实现加速。

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可调制的双层伸缩片空化器结构三维视图。

图 2 为本发明具体实施方式中一种可调制的双层伸缩片空化器结构主视图。

图 3 为图 2 中 A-A 向剖视图。

图 4 为本发明具体实施方式中空化器主体结构示意图。

图 5 为本发明具体实施方式中空化器主体侧视图。

图 6 为本发明具体实施方式中空化器盘面伸缩片结构示意图。

图 7 为本发明具体实施方式中空化器盘面伸缩片收缩时示意图。

图 8 为本发明具体实施方式中空化器盘面伸缩片伸出时示意图。

图 9 为本发明具体实施方式中阻尼器、第一通气管路系统示意图。

图 10 为本发明具体实施方式中气体加速孔结构示意图。

图 11 为本发明具体实施方式中第二缓冲伸缩臂结构示意图。

图 12 为本发明具体实施方式中头部整流罩装置结构示意图。

图 13 为本发明具体实施方式中连接装置结构示意图（分离时）。

5 图 14 为本发明具体实施方式中尾气回收系统结构示意图。

图 15 为本发明具体实施方式中航行体入水前示意图。

图 16 为本发明具体实施方式中航行体靠近水面头部整流罩脱离，第二喷气口喷气示意图。

图 17 为本发明具体实施方式中航行体靠近水面第二喷气口脱离示意图。

10 图 18 为本发明具体实施方式中航行体靠近水面第一喷气口喷气示意图。

图 19 为本发明具体实施方式中航行体靠近水面第一喷气口和第三喷气口同时喷气示意图。

图 20 为本发明具体实施方式中航行体入水后超空泡下行驶示意图。

图中：1、航行体；2、空化器；201、空化器主体；202、空化器盘面伸
15 缩片；203、凹槽；204、滑动 U 形限位槽；205、滑动限位凸起；3、阻尼器；
301、储油腔；302、第一外套筒；303、第一活塞杆；304、第一活塞；305、
拉弹簧；306、第一液压油腔体；4、头部整流罩装置；401、头部整流罩；402、
第二喷气口；403、连接管；404、梯形固定插销；405、第二压弹簧；406、
电磁铁；407、整流罩固定杆；408、连接凹槽；409、卡槽；410、连接件；
20 411、第二通气管；5、缓冲驱动机构；501、翼型调节片；502、侧部整流罩；
503、第一缓冲伸缩臂；504、第二缓冲伸缩臂；505、第二外套筒；506、第
二活塞杆；507、第二活塞；508、第三压弹簧；509、第二液压油腔体；6、
储气装置；601、第一喷气口；602、第一通气管；603、第一通气阀门；604、
第一压弹簧；605、通孔。7、气体加速孔；701、第三喷气口；702、软管；
25 703、第三通气阀门；8 尾气收集装置；801、涡轮吸气驱动装置；802、第二
通气阀门；803、汇集管路；804、涡轮吸气装置保护罩；9、助推发动机。

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，
5 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。

10 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。

15 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
20 里示出和讨论的所有示例中，任何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、
25 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 1~20 所示，一种可调制的双层伸缩片空化器结构，包括设置在航行体 1 的头端的空化器 2，空化器 2 包括空化器主体 201，空化器主体 201 的中心通过阻尼器 3 与航行体 1 的头部中心连接，空化器主体 201 的前端可分离连接有头部整流罩装置 4，空化器主体 201 为双层结构，包括第一层和第二层（如图 5 所示），第一层和第二层上均安装有多个空化器盘面伸缩片 202，多个空化器盘面伸缩片 202 围绕空化器主体 201 的轴线均匀分布，并与其所对应的第一层或第二层滑动连接，航行体 1 的头端安装有驱动空化器盘面伸缩片 202 沿空化器主体 201 的径向方向滑动的缓冲驱动机构 5，多个空化器盘面伸缩片 202 和空化器主体 201 拼成一个圆（如图 7 和 8 所示）。

空化器盘面伸缩片 202 呈扇形，其内部加工有凹槽 203（如图 6 所示），凹槽 203 包裹第一层或第二层（即第一层或第二层插入凹槽 203 内），第一层和第二层上均加工有呈径向延伸的滑动 U 形限位槽 204（如图 4 所示），空化器盘面伸缩片 202 上加工有与滑动 U 形限位槽 204 相配合的滑动限位凸起 205，设置在第一层上的多个空化器盘面伸缩片 202 与设置在第二层上的多个空化器盘面伸缩片 202 交错设置。

如图 7~9 所示，缓冲驱动机构 5 包括多个翼型调节片 501，翼型调节片 501 的数量与空化器盘面伸缩片 202 的数量相匹配，且围绕空化器主体 201 的轴线均匀分布，每个翼型调节片 501 相对一个空化器盘面伸缩片 202；翼型调节片 501 的后端通过安装在航行体 1 的头端外沿上的侧部整流罩 502 与航行体 1 的头端外沿铰接（即呈圆筒形的侧部整流罩 502 与航行体 1 的头端连接，翼型调节片 501 的后端与侧部整流罩 502 的前端铰接），且侧部整流罩 502 与航行体 1 通过电磁铁吸附连接；翼型调节片 501 在其靠近后端的一侧与第一缓冲伸缩臂 503 的一端铰接，在其靠近前端的一侧与第二缓冲伸缩臂 504 的一端铰接，且第一缓冲伸缩臂 503 的另一端与航行体 1 的外周铰接，第二缓冲伸缩臂 504 的另一端与空化器盘面伸缩片 202 的上部固定连接，第一缓冲伸缩臂 503 和第二缓冲伸缩臂 504 均为倾斜设置，翼型调节片 501 的截面呈翼型，相临两个翼型调节片 501 紧密贴合；翼型调节片 501 的 3/2 的剖面为较薄的流线型形状，3/1 的剖面为厚翼型剖面，这样设计的目的在于相邻的翼型调节片 501 能够紧密地贴合在一起，最大程度减小间隙，使安装头部整流罩装置 4 后的航行体 1 整个外形达到最佳的流线型。翼型调节片 501 沿着径向向内收缩时，较厚的一端可以顺畅地滑动到相邻翼型调节片 501 较薄的一端内侧，使整体能够保持较好的外形不突兀。

如图 11 所示，本实施例中的第一缓冲伸缩臂 503 和第二缓冲伸缩臂 504 的结构相同均为液压式伸缩杆式，其包括：第二外套筒 505，第二外套筒 505 内设有穿出第二外套筒 505 的第二活塞杆 506，且第二活塞杆 506 在第二外套筒 505 内的一端具有与第二外套筒 505 相配合的第二活塞 507，第二外套筒 505 位于第二活塞 507 两侧的部分分别具有第二液压油腔体 509 和第三压弹簧 508，第三压弹簧 508 位于靠近第二活塞杆 506 穿出第二外套筒 505 的一端，第二外套筒 505 内具有储油腔，且储油腔与第二液压油腔体 509 连通。通过航行体 1 内部的中控装置，第二外套筒 505 的储油腔内的液压油进入第二液压油腔体 509 内，推动第二活塞杆 506 伸长，此时第三压弹簧 508 被压缩，反之，第二液压油腔体 509 内的液压油回到第二外套筒 505 内，在气压和第三压弹簧的作用下第二活塞杆 506 收缩。通过调整第一缓冲伸缩臂 503 和第二缓冲伸缩臂 504 可以实现空化器盘面伸缩片 202 的径向滑动，滑出则为空化器 2 扩大面积，滑入则为空化器 2 缩小面积。

因为整个调节过程中，由于第一缓冲伸缩臂 503 和第二缓冲伸缩臂 504 是斜向连接翼型调节片 501 和空化器盘面伸缩片 202，传递的力也是斜向力，导致传递过程有一个较大的沿着入水方向（图 14 中为左右方向）的分力（使伸缩片 30 滑动的力沿着空化器圆盘径向，与这个分力方向垂直），分力会向
5 右（入水方向）挤压空化器盘面伸缩片 202，使其挤压撞击空化器主体 201，过快的撞击可能会导致 U 形限位槽 204 和滑动限位凸起 205 受损失去调节空化器尺寸的功能。因此具体实施方式中采用了液压式，液压式是对运动的传递有显著的缓冲作用的，使得缓冲驱动机构 5 运动的传递更加平缓，延长了装置的寿命。

10 如图 9 和 10 所示，翼型调节片 501 内设有气体加速孔 7，气体加速孔 7 为特斯拉阀孔，气体加速孔 7 的前端与设置在翼型调节片 501 前端的第三喷气口 701 连通，气体加速孔 7 的后端通过软管 702 和第三通气阀门 703 与设置在航行体 1 内的储气装置 6 连通。在翼型调节片 501 的翼缘最宽处加工有贯通式的圆柱通道，翼型调节片 501 连同铰链连接结构均为高强度合金制作，
15 贯通式的圆柱通道内用胶粘固连的方式插入一根圆柱形空心柱，柱内为气体加速孔 702，该空心圆柱为树脂基的复合材料用模具制作而成。第三喷气口 701 喷出的气体既可以用来缓冲降载也可以用来形成更大的空气泡，有利于大空气泡的形成。

如图 14 所示，航行体 1 的尾部安装有助推发动机 9，且航行体 1 内安装
20 有尾气收集装置 8，尾气收集装置 8 包括涡轮吸气驱动装置 801，涡轮吸气驱动装置 801 位于涡轮吸气装置保护罩 804 内，涡轮吸气驱动装置 801 的一端通过管路和助推发动机 9 的排气端连通，涡轮吸气驱动装置 801 的另一端与储气装置 6 的入口连通。可以采用多个尾气回收装置 8，且每个尾气回收装置 8 中设有多个串联的涡轮吸气驱动装置 801，且每个尾气回收装置 8 均配
25 备一个储气装置 6，多个储气装置 6 的出气端通过第二通气阀门 802 汇集到汇集管路 803。本发明所述涡轮吸气驱动装置包括涡轮风扇，通过驱动涡轮风扇旋转吸收尾气。

如图 9 所示，空化器主体 201 的前端中心设有第一喷气口 601，储气装置 6 和第一喷气口 601 通过第一通气管路系统连通。

30 阻尼器 3 包括第一外套筒 302，第一外套筒 302 内设有储油腔 301，第一

外套筒 302 内设有第一活塞杆 303，第一活塞杆 303 的前端穿出第一外套筒 302 与空化器主体 201 固定连接，第一活塞杆 303 的后端具有第一活塞 304，第一活塞 304 与第一外套筒 302 前端之间的部分设有套在第一活塞杆 303 上的拉弹簧 305，第一外套筒 302 的后端与航行体 1 的头端固定连接，第一外套筒 302 的后端与第一活塞 304 之间的部分形成第一液压油腔体 306，且第一液压油腔体 306 与储油腔连通。

第一通气管路系统包括第一通气管 602，第一通气管 602 的后端与储气装置 6 连通，第一通气管 602 内设有第一通气阀门 603，第一通气管 602 的前端依次穿过第一外套筒 302 的后端中心、第一活塞 304 的中心，并穿入第一活塞杆 303 内，第一通气管 602 与第一外套筒 302 密封连接，且与第一活塞杆 303 和第一活塞 304 的内壁气密式滑动连接，第三活塞杆 303 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 602 的前端连通，缓冲气腔内设有轴线与第一活塞杆 303 轴线重合的第一压弹簧 604，第一通气管 602 的端面与第一压弹簧 604 相抵，第一活塞杆 303 的前端设有与缓冲气腔连通的通孔 605，通孔 605 的前端与第一喷气口 601 连通。

如图 12 和 13 所示，头部整流罩装置 4 包括头部整流罩 401 和连接装置，头部整流罩 401 与连接装置的前端可分离连接，头部整流罩 401 呈锥型或尖拱型，头部整流罩 401 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 1 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。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，可以实现安装在内侧的线爆结构爆破分解，使得合金制作的头部整流罩 401 分离。连接装置的后端与空化器主体 201 的中心可分离连接。连接装置包括固定在第一喷气口 601 前端的连接管 403，连接管 403 的中部上下对称加工有插销安装孔，两个插销安装孔内分别安装有呈梯形的梯形固定插销 404，且两个梯形固定插销 404 通过第二压弹簧 405 连接，梯形固定插销 404 靠近连接管 403 轴线的一侧固定有电磁铁 406；整流罩固定杆 407 的后端具有与连接管 403 相匹配的连接凹槽 408，且连接凹槽 408 的槽壁上加工有与梯形固定插销

404 相配合的卡槽 409；整流罩固定杆 407 的前端固定有连接件 410，连接件 410 与头部整流罩 401 的后端内壁固定连接。整流罩固定杆 407 内设有第二通气管 411，第二通气管 411 的后端与连接凹槽 408 连通，且第二通气管 411 的前端与第二喷气口 402 连通。连接管 403 的前端插入连接凹槽 408 内时，

5 梯形固定插销 404 在第二压弹簧 405 的作用下顶进卡槽 409 内，实现连接管 403 和整流罩固定杆 407 的可靠连接。当想让整流罩固定杆 407 与连接管 403 脱离时，电磁铁 406 工作，将两个梯形固定插销 404 吸附，使其外沿面低于或与连接管 403 的外沿面重合，此时梯形固定插销 404 与卡槽 409 不发生限位配合。打开第一通气阀门 603，高压气体将整流罩固定杆 407 和连接件 410

10 吹走，实现整流罩固定杆 407 和连接件 410 与空化器主体 201 的分离。

使用状态下：

如图 15，当航行体 1 首先在空中飞行一段距离，此时为了降低飞行阻力，通过第一缓冲伸缩臂 503 和第二缓冲伸缩臂 504 使空化器盘面伸缩片 202 沿径向向内收缩，而翼型调节片 501 靠近头部整流罩 401 的一侧向内收缩，这样使得整体呈现较好的流线型，降低飞行风阻（如图 7）。

15

如图 16，当传感器检测到航行体 1 距离水面一定的距离时，控制头部整流罩 401 分解，控制打开第二通气阀门 802 和第一通气阀门 603，此时储存在储气装置 6 内的高压气体支撑架第二喷气口 402 喷出，喷向水面对航行体 1 实施第一次反向喷气，进行降速实现降载目的。

20 如图 17 所示，当航行体 1 进一步接近水面，实施整流罩固定杆 407 及连接件与空化器主体 201 的分离。

如图 18 所示，整流罩固定杆 407 及连接件与空化器主体 201 分离后仍实施高压气体从第一喷气口 601 向水面喷出，实现对入水航行体 1 的第二次反向喷气减速降载。

25 如图 19 所示，在空化器 2 撞水之前通过调节第一缓冲伸缩臂 503 和第二缓冲伸缩臂 504，带动翼型调节片 501、空化器盘面伸缩片 202 向外扩展，达到对空化器 2 尺寸的展开目的（如图 8）。展开的同时打开通气第三通气阀门 703，使储气装置 6 里的高压空气通过软管 702 进入气体加速孔 7 中加速，被加速后从第三喷气 701 喷出，实现对入水航行体 1 的第三次反向喷气减速

30 降载。

如图 20 所示，航行体 1 触水后第一缓冲伸缩臂 503 和第二缓冲伸缩臂 504 能够进行阻尼缓冲，同时阻尼器 3 也能起到缓冲的效果。航行体 1 入水后进行超空泡航行。在超空泡航行过程中，空化器 2 的尺寸可以根据需要进行调节。

- 5 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、一种可调制的双层伸缩片空化器结构，包括设置在航行体的头端的空化器，所述空化器包括空化器主体，所述空化器主体的中心通过阻尼器与
5 所述航行体的头部中心连接，所述空化器主体的前端可分离连接有头部整流罩装置，其特征在于，所述空化器主体为双层结构，包括第一层和第二层，所述第一层和所述第二层上均安装有多个空化器盘面伸缩片，多个所述空化器盘面伸缩片围绕所述空化器主体的轴线均匀分布，并与其所对应的所述第一层或所述第二层滑动连接，所述航行体的头端安装有驱动所述空化器盘面伸缩片沿所述空化器主体的径向方向滑动的缓冲驱动机构，多个所述空化器
10 盘面伸缩片和所述空化器主体拼成一个圆。

2、根据权利要求 1 所述的一种可调制的双层伸缩片空化器结构，其特征在于，所述空化器盘面伸缩片呈扇形，其内部加工有凹槽，所述凹槽包裹所述第一层或所述第二层，所述第一层和所述第二层上均加工有呈径向延伸的滑动 U 形限位槽，所述空化器盘面伸缩片上加工有与所述滑动 U 形限位槽
15 相配合的滑动限位凸起，设置在所述第一层上的多个所述空化器盘面伸缩片与设置在所述第二层上的多个所述空化器盘面伸缩片交错设置。

3、根据权利要求 1 所述的一种可调制的双层伸缩片空化器结构，其特征在于，所述缓冲驱动机构包括多个翼型调节片，所述翼型调节片的数量与所述空化器盘面伸缩片的数量相匹配，且围绕所述空化器主体的轴线均匀分
20 布，每个所述翼型调节片相对一个所述空化器盘面伸缩片，所述翼型调节片的后端与所述航行体的头端外沿铰接，所述翼型调节片在其靠近后端的一侧与第一缓冲伸缩臂的一端铰接，在其靠近前端的一侧与第二缓冲伸缩臂的一端铰接，且所述第一缓冲伸缩臂的另一端与所述航行体的头端的前端面铰接，所述第二缓冲伸缩臂的另一端与空化器盘面伸缩片的上部固定连接，所述翼
25 型调节片的截面呈翼型，相临两个所述翼型调节片紧密贴合。

4、根据权利要求 3 所述的一种可调制的双层伸缩片空化器结构，其特征在于，所述翼型调节片内设有气体加速孔，所述气体加速孔为特斯拉阀孔，所述气体加速孔的前端与设置在所述翼型调节片前端的第三喷气口连通，所述气体加速孔的后端通过软管和第三通气阀门与设置在所述航行体内的储气
30 装置连通。

5 5、根据权利要求 4 所述的一种可调制的双层伸缩片空化器结构，其特征在于，所述航行体的尾部安装有助推发动机，且所述航行体内安装有尾气收集装置，所述尾气收集装置包括涡轮吸气驱动装置，所述涡轮吸气驱动装置的一端通过管路和所述助推发动机的排气端连通，所述涡轮吸气驱动装置

6、根据权利要求 4 或 5 所述的一种可调制的双层伸缩片空化器结构，其特征在于，所述空化器主体的前端中心设有第一喷气口，所述储气装置和所述第一喷气口通过第一通气管路系统连通。

10 7、根据权利要求 6 所述的一种可调制的双层伸缩片空化器结构，其特征在于，所述阻尼器包括第一外套筒，所述第一外套筒内设有储油腔，所述第一外套筒内设有第一活塞杆，所述第一活塞杆的前端穿出所述第一外套筒与

15 所述空化器主体固定连接，所述第一活塞杆的后端具有第一活塞，所述第一活塞与所述第一外套筒前端之间的部分设有套在所述第一活塞杆上的拉弹簧，所述第一外套筒的后端与所述航行体的头端固定连接，所述第一外套筒

15 的后端与所述第一活塞之间的部分形成第一液压油腔体，且所述第一液压油腔体与所述储油腔连通。

8、根据权利要求 7 所述的一种可调制的双层伸缩片空化器结构，其特征在于，所述第一通气管路系统包括第一通气管，所述第一通气管的后端与

20 所述储气装置连通，所述第一通气管内设有第一通气阀门，所述第一通气管的前端依次穿过所述第一外套筒的后端中心、第一活塞的中心，并穿入所述第一活塞杆内，且与所述第一活塞杆和所述第一活塞的内壁气密式滑动连接，

25 所述第三活塞杆靠近其前端的内部具有缓冲气腔，所述缓冲气腔的后端与第一通气管的前端连通，所述缓冲气腔内设有轴线与所述第一活塞杆轴线重合的第一压弹簧，所述第一通气管的端面与第一压弹簧相抵，所述第一活塞杆

25 的前端设有与所述缓冲气腔连通的通孔，所述通孔的前端与所述第一喷气口连通。

9、根据权利要求 6 所述的一种可调制的双层伸缩片空化器结构，其特征在于，所述头部整流罩装置包括头部整流罩和连接装置，所述头部整流罩与

30 所述连接装置的前端可分离连接，所述连接装置的后端与所述空化器主体的中心可分离连接，所述连接装置的头端设有第二喷气口，所述第二喷气口

与所述第一喷气口连通。

10、根据权利要求 9 所述的一种可调制的双层伸缩片空化器结构，其特征在于，所述连接装置包括固定在所述第一喷气口前端的连接管，所述连接管的中部上下对称加工有插销安装孔，两个所述插销安装孔内分别安装有呈梯形的梯形固定插销，且两个所述梯形固定插销通过第二压弹簧连接，所述
5 梯形固定插销靠近所述连接管轴线的一侧固定有电磁铁；

整流罩固定杆的后端具有与所述连接管相匹配的连接凹槽，且所述连接凹槽的槽壁上加工有与所述梯形固定插销相配合的卡槽；

所述整流罩固定杆的前端固定有连接件，所述连接件与所述头部整流罩
10 的后端内壁固定连接；

所述整流罩固定杆内设有第二通气管，所述第二通气口设置在所述整流罩固定杆的前端，且所述第二通气管的前端与所述第二通气口连通，后端与所述连接凹槽连通。

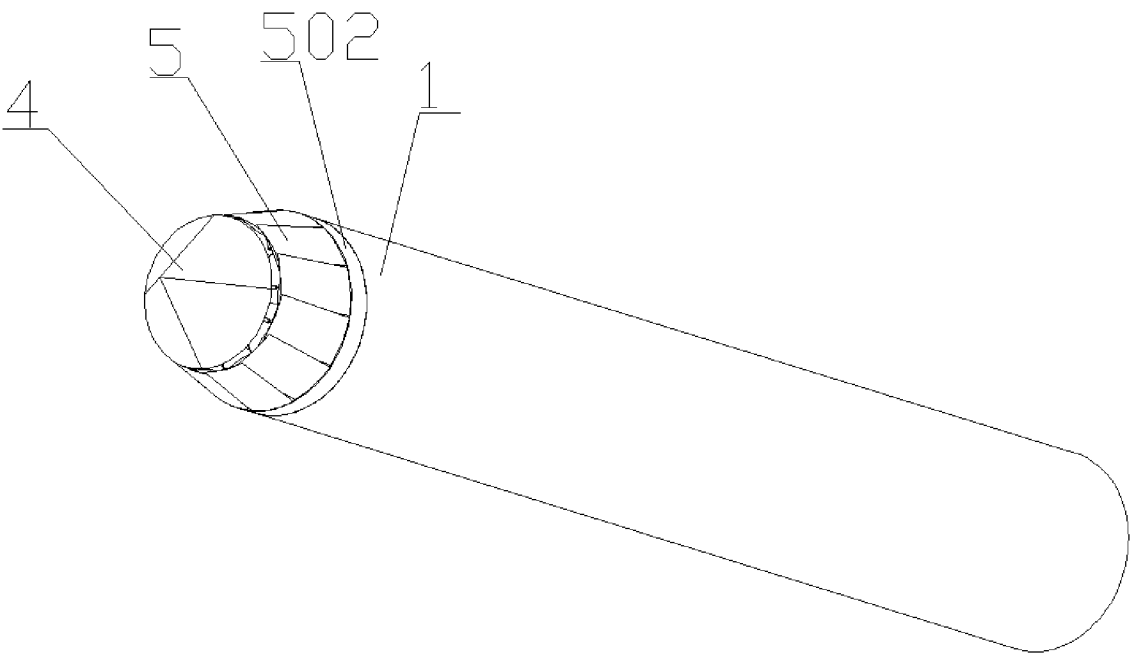


图 1

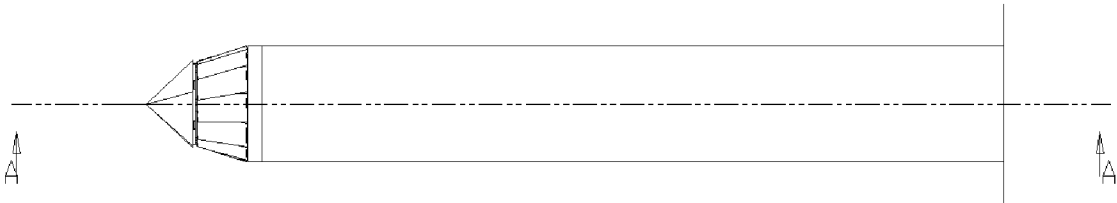


图 2

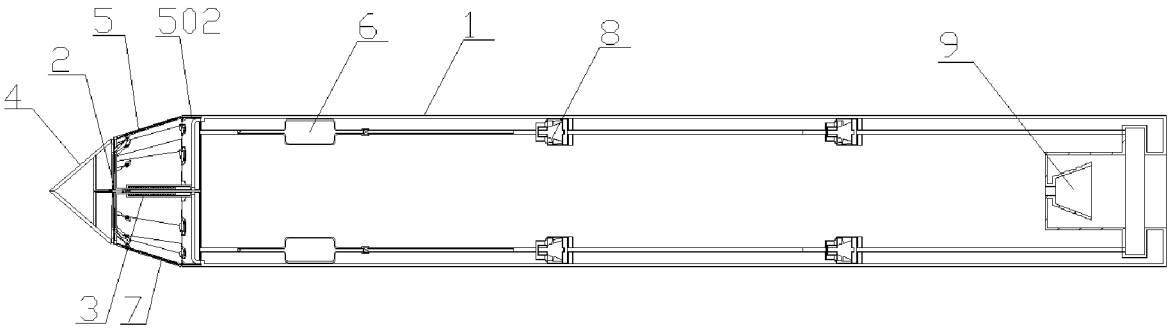


图 3

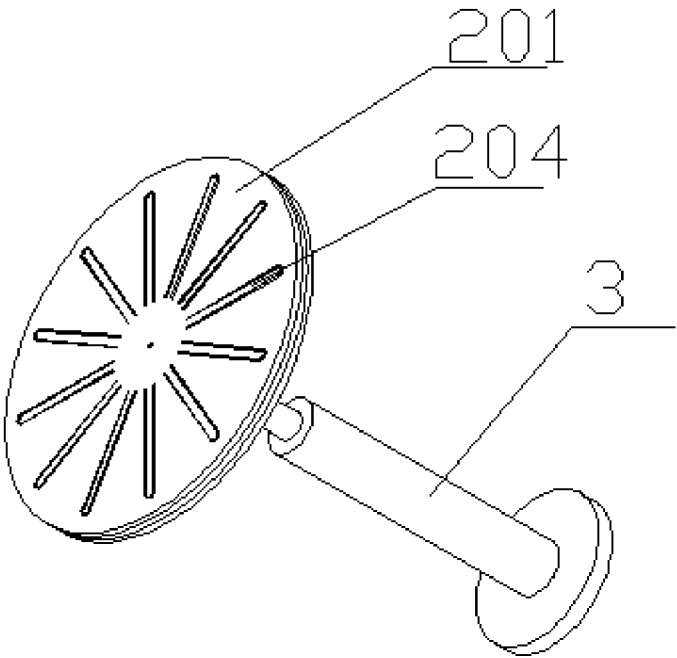


图 4

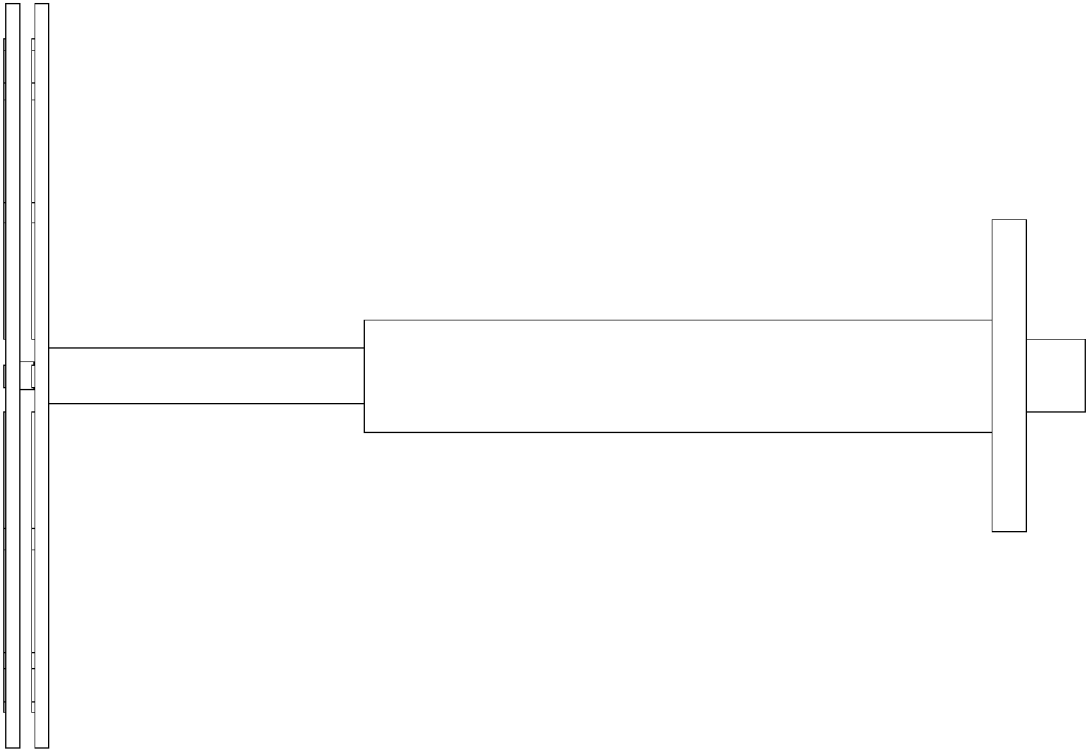


图 5

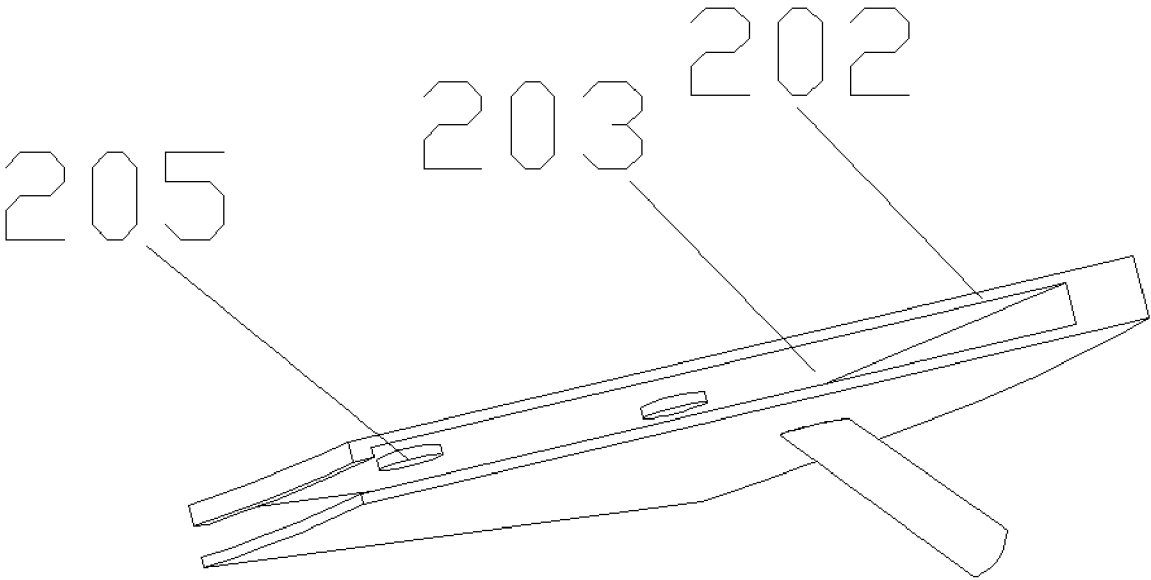


图 6

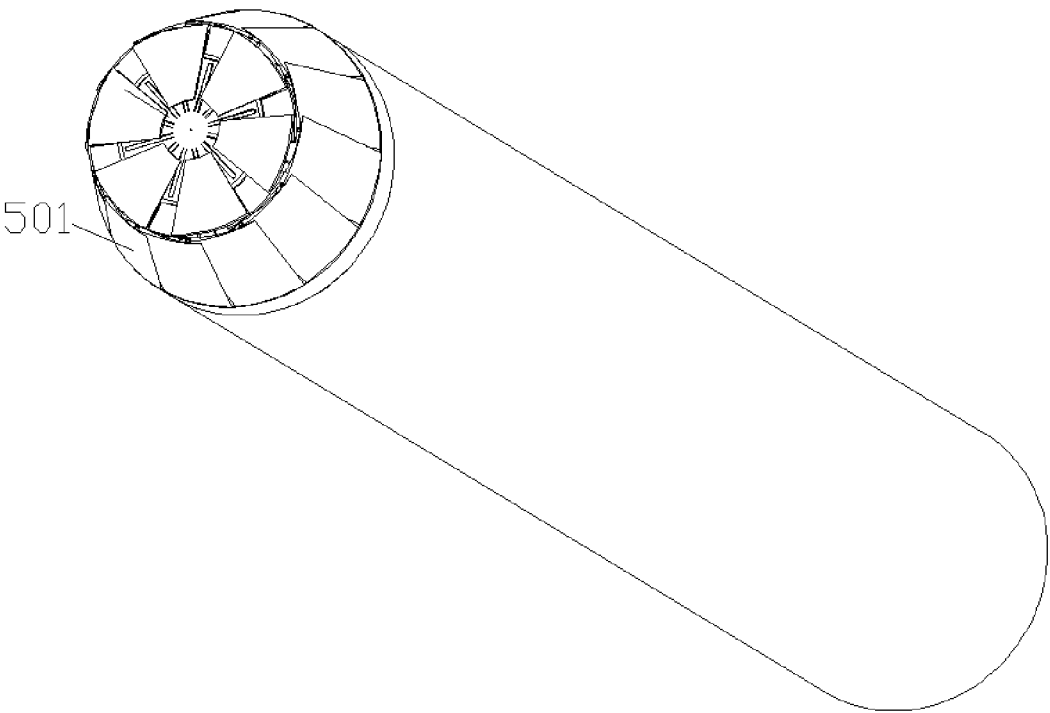


图 7

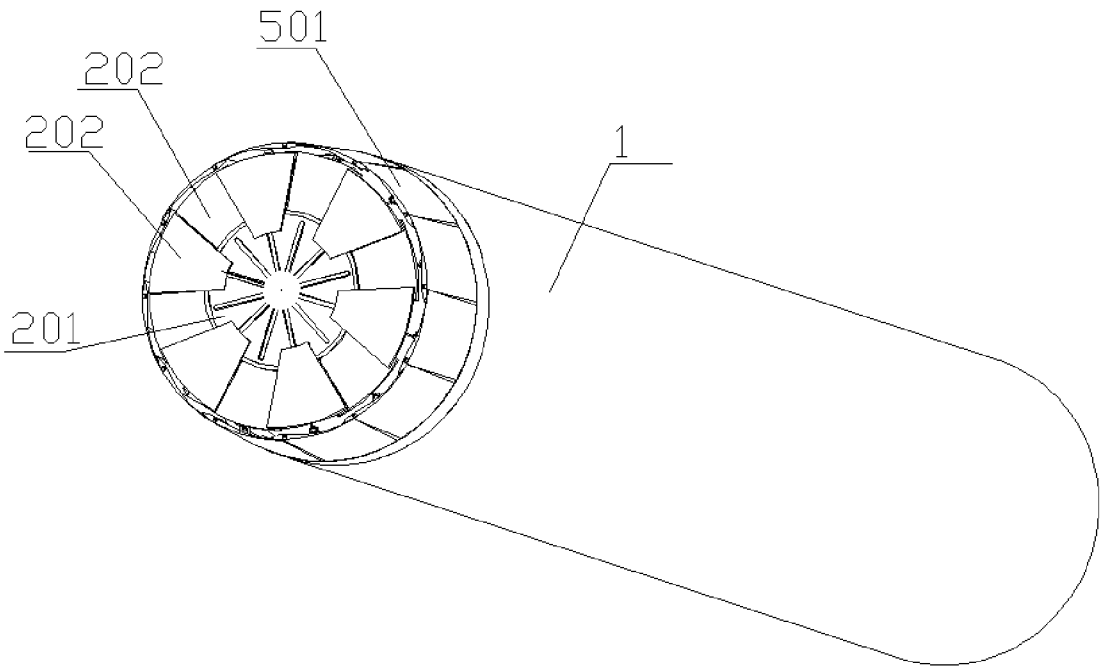


图 8

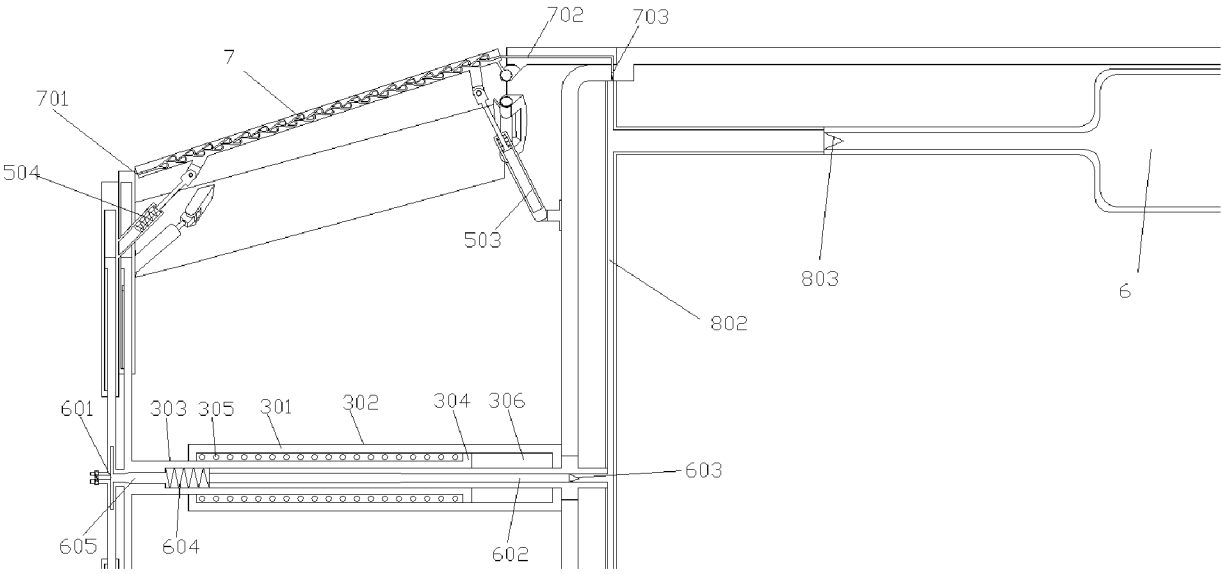


图 9



图 10

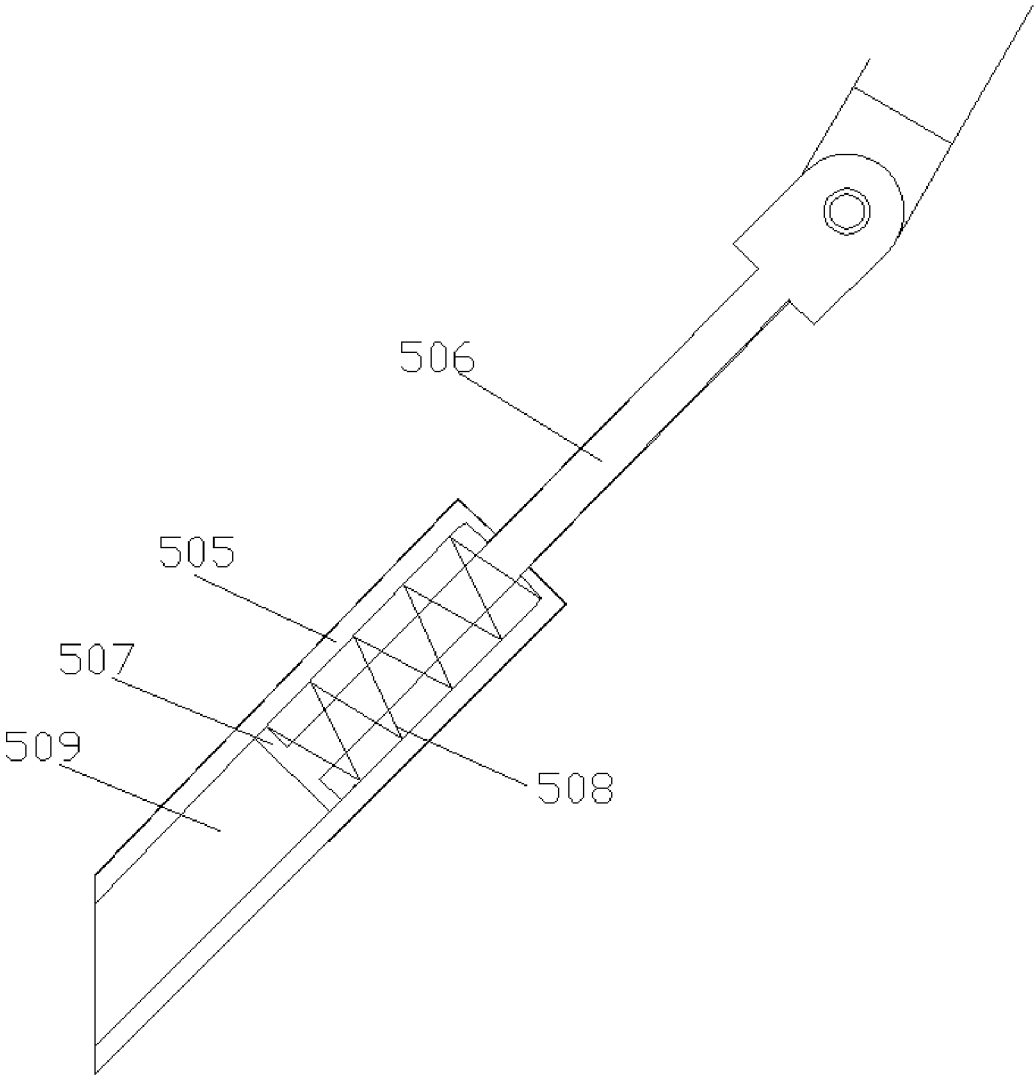


图 11

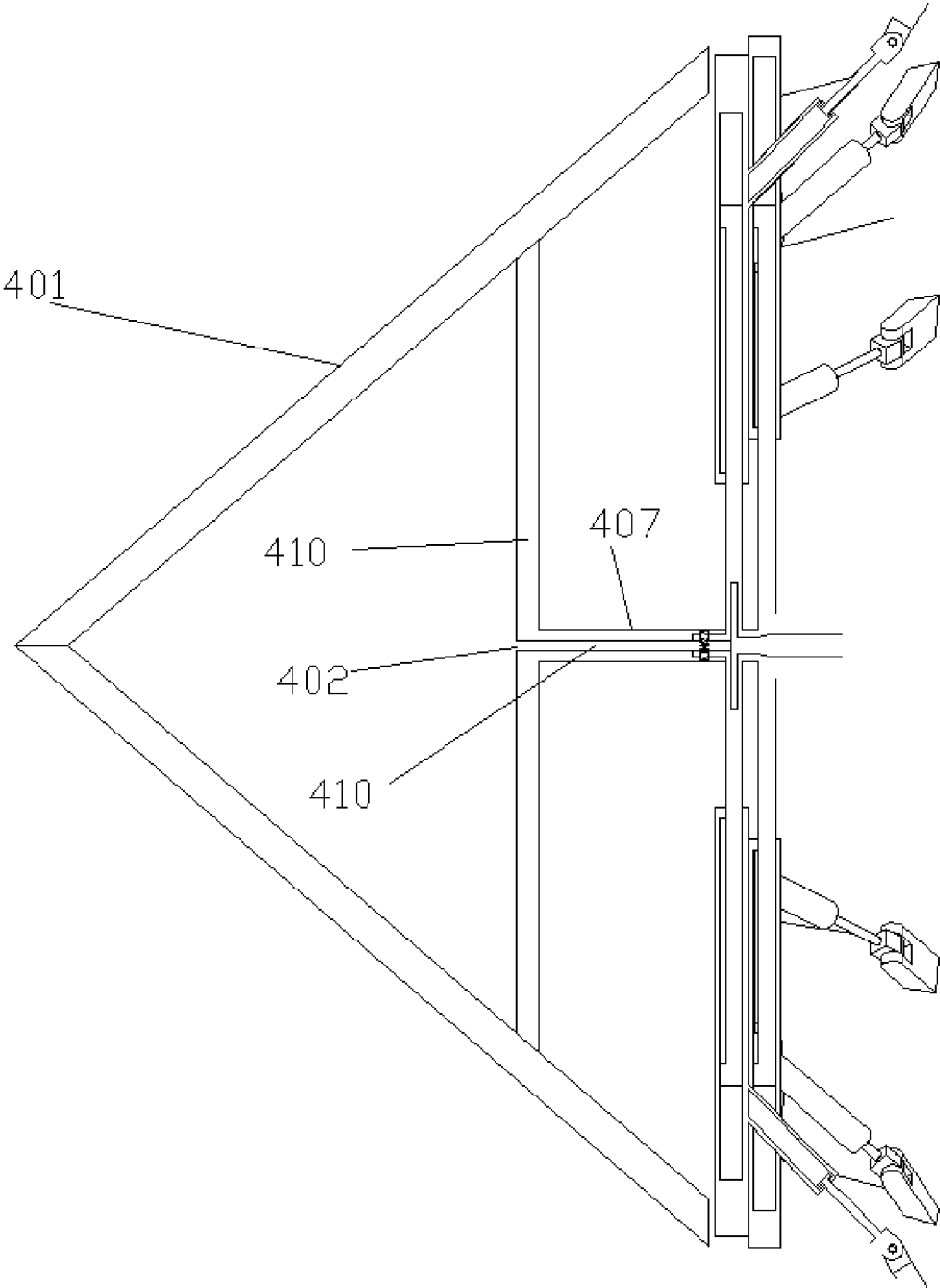


图 12

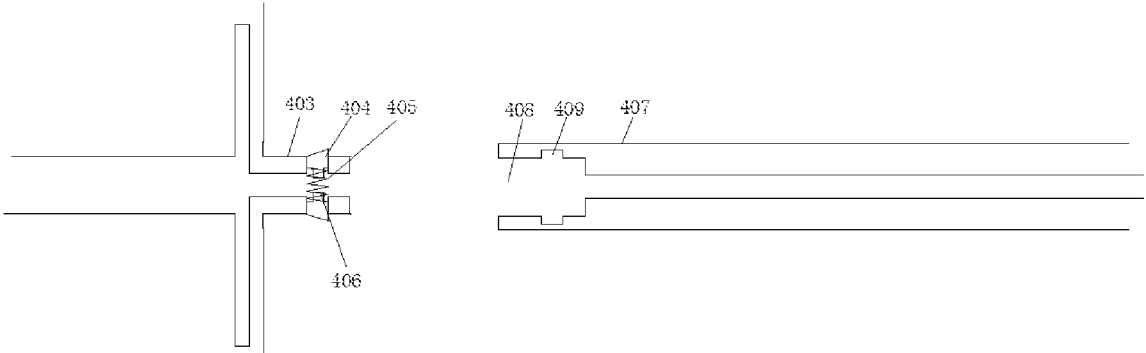


图 13

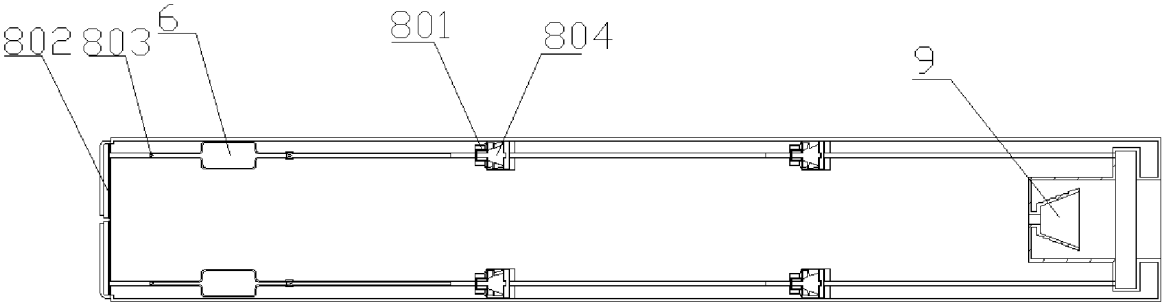


图 14

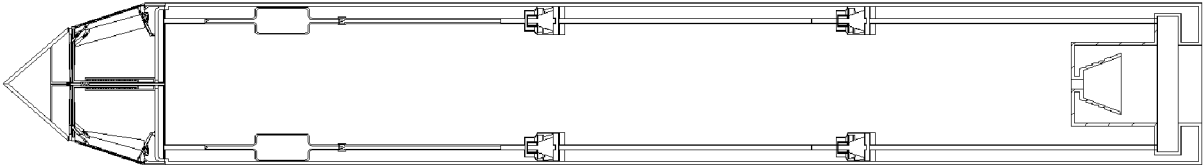


图 15

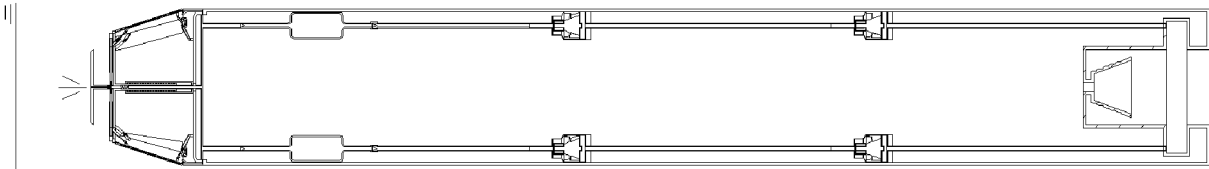


图 16

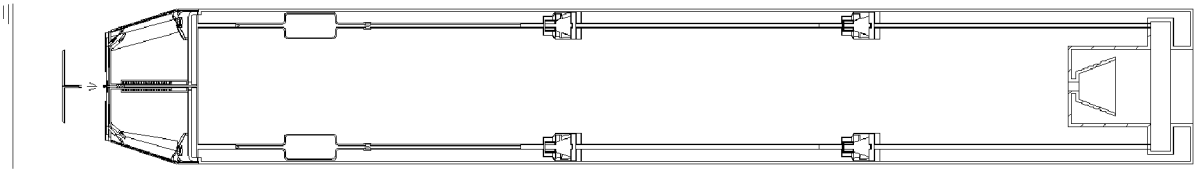


图 17

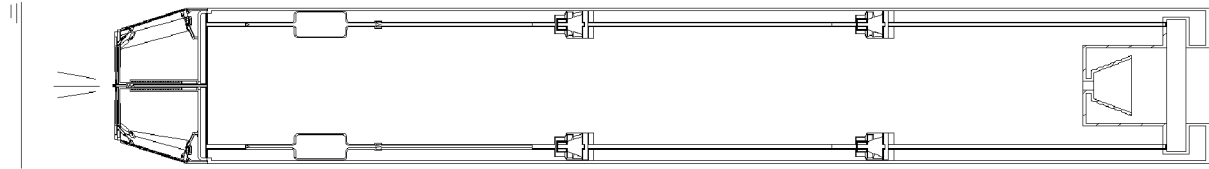


图 18

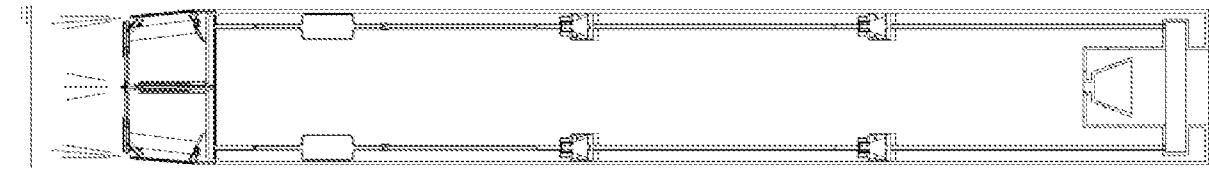


图 19

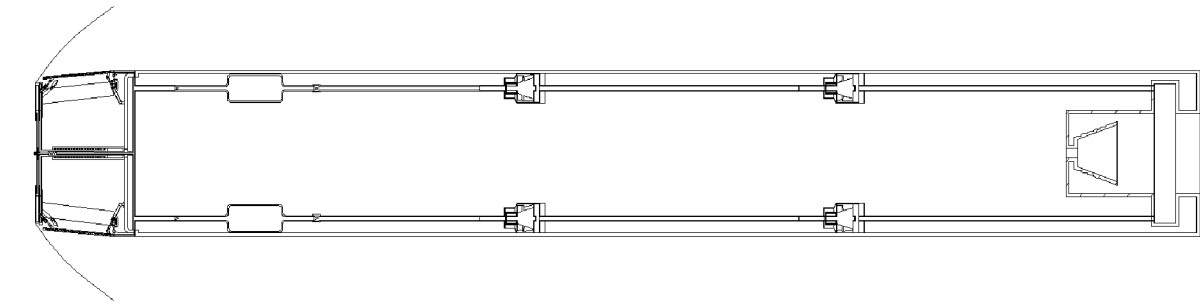


图 20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/127981

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B63B 1/38(2006.01)i; F42B 15/20(2006.01)i; F42B 15/22(2006.01)i; F42B 19/00(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)

CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; USTXT; EPTXT; WOTXT: 大连理工大学, 空化, 空泡, 调节, 可调, 调制, 圆盘, 双, 两, 伸缩, 滑动, 滑槽, 凹槽, 导向, 引导, cavitat+, supercavitat+, adjust+, disc?, disk+, double, two, second, retract+, telescop+, slid+, recess, groove, guid+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 113879449 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 04 January 2022 (2022-01-04) claims 1-10	1-10
Y	CN 112413038 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 26 February 2021 (2021-02-26) description, paragraphs [0053]-[0078], and figures 1-7	1, 2
Y	CN 110758695 A (NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY OF PLA) 07 February 2020 (2020-02-07) description, paragraphs [0053]-[0084], and figures 1-9	1, 2
A	CN 112413040 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 26 February 2021 (2021-02-26) entire document	1-10
A	WO 2016204348 A1 (THE INDUSTRY & ACADEMIC COOPERATION IN CHUNGNAM NATIONAL UNIVERSITY) 22 December 2016 (2016-12-22) 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

“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

02 December 2022

Date of mailing of the international search report

14 December 2022

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/127981

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	113879449	A	04 January 2022	None			
CN	112413038	A	26 February 2021	CN	112413038	B	18 January 2022
CN	110758695	A	07 February 2020	CN	110758695	B	18 September 2020
CN	112413040	A	26 February 2021	CN	112413040	B	22 October 2021
WO	2016204348	A1	22 December 2016	KR	101570322	B1	18 November 2015

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/127981

A. 主题的分类

B63B 1/38(2006.01)i; F42B 15/20(2006.01)i; F42B 15/22(2006.01)i; F42B 19/00(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))

CNABS;CNTXT;CNKI;VEN;USTXT;EPTXT;WOTXT; 大连理工大学, 空化, 空泡, 调节, 可调, 调制, 圆盘, 双, 两, 伸缩, 滑动, 滑槽, 凹槽, 导向, 引导, cavitat+, supercavitat+, adjust+, disc?, disk+, double, two, second, retract+, telescop+, slid+, recess, groove, guid+

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 113879449 A (大连理工大学) 2022年1月4日 (2022 - 01 - 04) 权利要求1-10	1-10
Y	CN 112413038 A (大连理工大学) 2021年2月26日 (2021 - 02 - 26) 说明书第[0053]-[0078]段, 图1-7	1、2
Y	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) 说明书第[0053]-[0084]段, 图1-9	1、2
A	CN 112413040 A (大连理工大学) 2021年2月26日 (2021 - 02 - 26) 全文	1-10
A	WO 2016204348 A1 (THE IND & ACAD COOP IN CHUNGNAM NAT UNIV) 2016年12月22日 (2016 - 12 - 22) 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

“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2日

国际检索报告邮寄日期

2022年12月14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

黄根

电话号码 (86-512) 88995397

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/127981

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	113879449	A	2022年1月4日	无	
CN	112413038	A	2021年2月26日	CN	112413038 B 2022年1月18日
CN	110758695	A	2020年2月7日	CN	110758695 B 2020年9月18日
CN	112413040	A	2021年2月26日	CN	112413040 B 2021年10月22日
WO	2016204348	A1	2016年12月22日	KR	101570322 B1 2015年11月18日