

(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
2025 年 6 月 19 日 (19.06.2025)



(10) 国际公布号
WO 2025/123787 A1

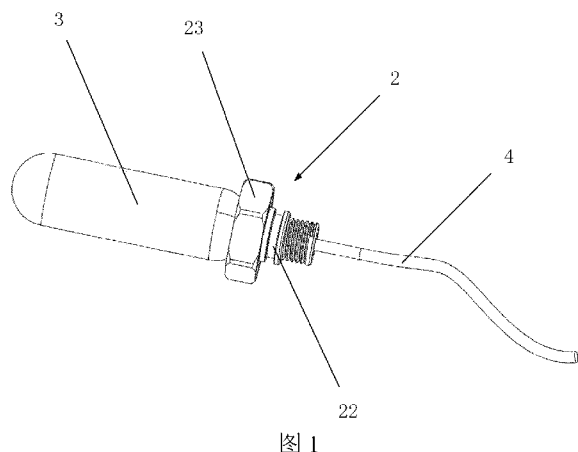
- (51) 国际专利分类号:
G01V 1/18 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2024/115201
- (22) 国际申请日: 2024 年 8 月 28 日 (28.08.2024)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202311708013.X 2023 年 12 月 12 日 (12.12.2023) CN
- (71) 申请人: 中国石油天然气集团有限公司 (**CHINA NATIONAL PETROLEUM CORPORATION**) [CN/CN]; 中国北京市东城区东直门北大街 9 号 100007 (CN)。中国石油集团东方地球物理勘探有限责任公司 (**BGP INC., CHINA NATIONAL PETROLEUM CORPORATION**) [CN/CN]; 中国河北省保定市涿州市范阳西路 189 号 072751 (CN)。
- (72) 发明人: 任文静 (**REN, Wenjing**); 中国河北省保定市涿州市范阳西路 189 号 072751 (CN)。王钊 (**WANG, Chai**); 中国河北省保定市涿州市范阳西路 189 号 072751 (CN)。陈永兵 (**CHEN, Yongbing**); 中国河北省保定市涿州市范阳西路 189 号 072751 (CN)。袁辰 (**YUAN, Chen**); 中国河北省保定市涿州

市范阳西路 189 号 072751 (CN)。尚永生 (**SHANG, Yongsheng**); 中国河北省保定市涿州市范阳西路 189 号 072751 (CN)。马俊欣 (**MA, Junxin**); 中国河北省保定市涿州市范阳西路 189 号 072751 (CN)。

- (74) 代理人: 北京润平知识产权代理有限公司 (**RUNPING & PARTNERS**); 中国北京市海淀区北四环西路 9 号银谷大厦 515 室 100190 (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,

(54) **Title:** STREAMLINE DEEPWATER NODE PIEZOELECTRIC DETECTOR AND MARINE SEISMIC NODE

(54) 发明名称: 流线型深水节点压电检波器及海洋地震节点



(57) **Abstract:** A streamline deepwater node piezoelectric detector and a marine seismic node. The piezoelectric detector comprises a detection assembly, a connector and an acoustically-transparent layer, the acoustically-transparent layer is connected to the connector; the detection assembly comprises a piezoelectric ceramic tube and end covers; the piezoelectric ceramic tube is coaxial with the connector, is provided with the end covers and is spaced apart from the connector. The marine seismic node comprises the piezoelectric detector. The piezoelectric detector provided by the present invention uses a streamline configuration mode, so as to improve the water flow impact resistance of the piezoelectric detector; meanwhile, the piezoelectric ceramic tube is spaced apart from the connector, such that when vibration of the node is transmitted to the connector, the vibration will not be transmitted to the piezoelectric ceramic tube or only a small amount of same is transmitted to the piezoelectric ceramic tube, and the piezoelectric ceramic tube will not be affected by node vibration or is only slightly affected by node vibration, thus improving the quality of data collected by the piezoelectric detector, and improving the quality of subsequent seismic profile data processing.



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: 一种流线型深水节点压电检波器及海洋地震节点。该压电检波器包括检波组件、连接头和透声层,透声层与连接头连接,检波组件包括压电陶瓷管和端盖,压电陶瓷管与连接头同轴且设有端盖与连接头间隔设置。该海洋地震节点包括上述的压电检波器。本发明提供的压电检波器采用流线型的设置方式,增加压电检波器的抗水流冲击能力,同时,压电陶瓷管与连接头间隔设置,节点的振动传递至连接头后,振动将不会传递至压电陶瓷管或少量传递至压电陶瓷管,进而使得压电陶瓷管不受节点振动影响或受到节点振动的影响较小,进而能够增加压电检波器采集数据的质量,增加后期地震剖面数据处理的质量。

流线型深水节点压电检波器及海洋地震节点

相关申请的交叉引用

本申请要求 2023 年 12 月 12 日提交的中国专利申请 202311708013.X 的权益，该申请的内容通过引用被合并于本文。

技术领域

本发明涉及深水物探装备领域，具体地涉及一种流线型深水节点压电检波器及海洋地震节点。

背景技术

海洋石油勘探采集技术主要分为海上拖缆采集技术、海底电缆采集技术、海底地震仪、海底节点采集技术。其中，海底节点采集技术是通过布设在海底的节点地震仪，记录震源船在海水中激发、并由海底之下地层界面反射的地震信号。

比起其他采集技术，它具有以下优势：第一，它受海洋设施影响小，可在海上有密集生产平台和其他障碍物等 TS 无法实施的区域开展地震采集工作；第二，其彻底摆脱了电缆的束缚，可实现大偏移距、宽方位的地震数据采集；第三，比起海底地震仪，海底节点地震仪的造价更低，布放更方便精准。

海底的节点地震仪是一种四分量采集装备，压电检波器属于海底节点中前端采集的一个核心部件，它是利用压电元件的压电效应，将海水中的声压信号转换为电信号。目前，市场上主流的压电检波器的径向尺寸较大，导致抗水流冲击性差，同时，节点的振动将会直接传递至压电检波器的检测部件，影响海底节点采集数据的质量，进而影响后期地震剖面数据处理的质量。

发明内容

为了解决上述技术问题或者至少部分地解决上述技术问题，本发明提供了一种流线型深水节点压电检波器及海洋地震节点。

本发明提供了一种流线型深水节点压电检波器，包括检波组件、连接头和透声层，所述透声层与所述连接头的端部连接并在所述透声层的内部形成腔体，所述检波组件包括设置在所述腔体内部的压电陶瓷管以及用于密封所述压电陶瓷管两端的端盖，其中一个所述端盖上设有两个电极，其中一个电极与所述压电陶瓷管的内壁连接，另一个所述电极与所述压电陶瓷管的外壁连接，两个所述电极通过线缆与电路模块连接，其中，所述压电陶瓷管与所述连接头同轴且设有所述电极的所述端盖与所述连接头沿着所述压电陶瓷管的轴向方向间隔设置。

可选地，所述压电陶瓷管的内部穿设有撑杆，所述撑杆的两端分

别与两个所述端盖连接。

可选地，所述端盖上设有与所述撑杆连接的第一连接孔以及用于与两个所述电极连接的第二连接孔，两个所述第二连接孔相对于所述第一连接孔沿着所述端盖的轴向方向对称设置。

可选地，所述连接头的端部形成有容纳腔，所述容纳腔可供所述电极的端部伸入，以使得所述电极与所述线缆在所述容纳腔内连接。

可选地，所述容纳腔的内部形成有固定层，所述线缆穿过所述固定层。

可选地，所述撑杆的一端穿过所述端盖并伸入至所述固定层。

可选地，所述撑杆的两端分别设有第一连接杆和第二连接杆，所述第一连接杆与所述第一端盖连接，所述第二连接杆与所述第二端盖连接。

可选地，所述第一连接杆与所述第一端盖螺纹连接，所述第二连接杆与所述第二端盖螺纹连接。

可选地，所述连接头的靠近所述压电陶瓷管的一端的外周设有第一密封槽，所述透声层的内壁上设有与所述第一密封槽相匹配的第一密封环。

可选地，所述连接头的远离所述压电陶瓷管的一端的外周设有第二密封槽，所述第二密封槽用于与海洋地震节点上的第二密封环连接。

可选地，所述透声层采用柱状结构，且所述透声层的端部呈半球状。

可选地，所述透声层采用浇注的方式形成。

可选地，所述透声层的厚度为 2-3mm。

可选地，所述压电陶瓷管的端部与所述连接头的端部之间的距离为 5-10mm。

本发明还提供了一种海洋地震节点，包括上述任意一项所述的流线型深水节点压电检波器。

本发明实施方式提供的技术方案与现有技术相比具有如下优点：

本发明提供的压电检波器采用流线型的设置方式，可有效降低沿着压电检波器的径向方向的尺寸，增加压电检波器的抗水流冲击能力，同时，压电陶瓷管与连接头间隔设置，节点的振动传递至连接头后，振动将不会传递至压电陶瓷管或少量传递至压电陶瓷管，进而使得压电陶瓷管不受节点振动影响或受到节点振动的影响较小，进而能够增加压电检波器采集数据的质量，增加后期地震剖面数据处理的质量。

附图说明

此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分，示出了符合本发明的实施方式，并与说明书一起用于解释本发明的原理。

为了更清楚地说明本发明实施方式或现有技术中的技术方案，下

面将对实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，对于本领域普通技术人员而言，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 为本发明实施方式所述流线型深水节点压电检波器的结构示意图；

图 2 为本发明实施方式所述流线型深水节点压电检波器的剖面图；

图 3 为本发明实施方式所述连接头的结构示意图。

附图标记说明

- 1、检波组件；11、压电陶瓷管；12、第一端盖；13、第二端盖；14、电极；15、撑杆；151、第一连接杆；152、第二连接杆；
- 2、连接头；21、第一密封槽；22、第二密封槽；23、扭块；
- 3、透声层；
- 4、线缆。

具体实施方式

为了能够更清楚地理解本发明的上述目的、特征和优点，下面将对本发明的方案进行进一步描述。需要说明的是，在不冲突的情况下，本发明的实施方式及实施方式中的特征可以相互组合。

下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明，但本发明还可以采用其他不同于在此描述的方式来实施；显然，说明书中的实施方式只是本发明的一部分实施方式，而不是全部的实施方式。

结合图 1 和图 2 所示，本发明实施方式提供的流线型深水节点压电检波器包括检波组件 1、连接头 2 和透声层 3，透声层 3 与连接头 2 的端部连接并在透声层 3 的内部形成腔体，其中，透声层 3 内部的腔体部分容纳连接头 2 的端部，另一部分用于容纳检波组件 1，以使得检波组件 1 与连接头 2 在腔体内相对设置。透声层 3 具有良好的透声性，同时能够对检波组件 1 起到保护作用。其中，透声层 3 优选采用聚氨酯材料，且透声层 3 采用聚氨酯材料浇注的方式形成，以确保密封效果，同时，聚氨酯材料具有良好的透声性能。

检波组件 1 包括设置在腔体内部的压电陶瓷管 11 以及用于密封压电陶瓷管 11 两端的端盖，检波组件 1 用于感知地震勘探信号。其中，压电陶瓷具有压电效应，当施加力或压力时，会产生电荷或电压，因此，压电陶瓷在传感器领域有着重要的应用。

例如，压电陶瓷可以用于压力传感器，通过测量电荷或电压的变化来测量外界压力的大小，其为传感器领域的常设部件，在此未对其工作原理做过多的描述。压电陶瓷管 11 的两端敞口，端盖为两个，两个端盖分别设置在压电陶瓷管 11 的两端，以分别密封压电陶瓷管 11 的两个敞口。

具体地，压电陶瓷管 11 具有相对应的第一端和第二端，以图 2 所示方向为例，压电陶瓷管 11 的左端即为压电陶瓷管 11 的第一端，压电陶瓷管 11 的右端即为压电陶瓷管 11 的第二端。端盖分为第一端盖 12 和第二端盖 13，第一端盖 12 用于密封压电陶瓷管 11 的第一端，第二端盖 13 用于密封压电陶瓷管 11 的第二端，其中，第一端盖 12 用于密封压电陶瓷管 11 的第一端的方式以及第二端盖 13 用于密封压电陶瓷管 11 的第二端的方式不受限制，可根据实际需求进行设计。

其中一个端盖上设有两个电极 14，具体为第二端盖 13 上设有两个电极 14，两个电极 14 的设计方式不受限制，可根据实际需求进行设计。其中一个电极 14 与压电陶瓷管 11 的内壁连接，另一个电极 14 与压电陶瓷管 11 的外壁连接，两个电极 14 通过线缆 4 与电路模块连接。

具体地，压电陶瓷管 11 的内壁和外壁一个作为正极一个作为负极，其中，当压电陶瓷管 11 的内壁作为正极时，压电陶瓷管 11 的外壁作为负极，当压电陶瓷管 11 的内壁作为负极时，压电陶瓷管 11 的内壁的外壁作为正极。可见，压电陶瓷管 11 的正极和负极的分布方式不受限制，可根据制造的难易程度进行选择。

其中，压电陶瓷管 11 与连接头 2 同轴且设有电极 14 的端盖与连接头 2 沿着压电陶瓷管 11 的轴向方向间隔设置，具体地，压电陶瓷管 11 的轴线与连接头 2 的轴线重合，第二端盖 13 与连接头 2 沿着压电陶瓷管 11 的轴向方向间隔设置，以避免连接头 2 与第二端盖 13 直接接触，进而避免连接头 2 与压电陶瓷管 11 之间直接接触。

该种设计方式下，透声层 3 可采用浇注的方式形成，将压电陶瓷管 11 与连接头 2 同轴设置一方面能够使得浇注形成的透声层 3 的厚度均匀，使得透声层 3 具有较好的耐压性能，以使得透声层 3 能够对检波组件 1 起到较好的保护作用。另一方面避免增加压电检波器的径向尺寸，以增加压电检波器的抗水流冲击能力。压电陶瓷管 11 与连接头 2 采用间隔设置的方式使得节点的振动传递至连接头 2 后，振动将不会传递至压电陶瓷管 11 或少量传递至压电陶瓷管 11，避免影响压电陶瓷管 11 的使用。

本发明提供的压电检波器采用流线型的设置方式，可有效降低沿着压电检波器的径向方向的尺寸，增加压电检波器的抗水流冲击能力，同时，压电陶瓷管 11 与连接头 2 间隔设置，节点的振动传递至连接头 2 后，振动将不会传递至压电陶瓷管 11 或少量传递至压电陶瓷管 11，进而使得压电陶瓷管 11 不受节点振动影响或受到节点振动的影响较小，进而能够增加压电检波器采集数据的质量，增加后期地震剖面数据处理的质量。此外，该种设计方式下的压电检波器能够适用于更深、更复杂水域的地震勘探，提高地震剖面数据处理的质量。

作为一种可行的实施方式，压电陶瓷管 11 的内壁作为正极，压电陶瓷管 11 的外壁作为负极，其通过在压电陶瓷管 11 的内壁和外壁镀银实现，其中，镀银的方式以及将压电陶瓷管 11 的内壁和外壁分别作为正极和负极的方式为常规技术，因此，在此未对其施工方式和原理做过多的描述。其中，采用镀银的方式是由于银具有良好的导电性能和优异的化学稳定性，适合用作压电陶瓷管 11 的电极 14 材料，具体有以下几个原因：

1、电导性能：银是最好的电导体之一，具有很低的电阻。通过在压电陶瓷管 11 上镀银电极 14，可以提供良好的电流传导和电极 14 连接。

2、界面效应：银与压电陶瓷管 11 的界面具有较低的接触电阻和电极 14 接触特性。银电极 14 的镀覆可以提供良好的电极 14 与陶瓷之间的接触，并减少电阻损耗。

3、化学稳定性：银可在常见的环境条件下保持较好的化学稳定性，不易被氧化或腐蚀。这对于保护压电陶瓷电极 14 免受外界环境的影响至关重要，确保电极 14 性能的长期稳定性。

4、防氧化层：银的外层可以形成一层致密的氧化层，有助于保护陶瓷表面免受氧和潮湿环境的影响。这对于提高压电陶瓷元件的使用寿命和可靠性至关重要。在压电陶瓷的应用中，使用镀银电极 14 可以提供更好的电性能、稳定性和可靠性，确保压电效应的有效发挥。

在一些实施方式中，如图 2 所示，压电陶瓷管 11 的内部穿设有撑杆 15，撑杆 15 的两端分别与两个端盖连接，其中，撑杆 15 的两端与第一端盖 12 和第二端盖 13 的连接方式不受限制，可根据实际需求进行设计，通过设置撑杆 15，能够将压电陶瓷管 11 与两个端盖连接成稳定的整体结构。

压电陶瓷管 11 是单管设计，采用 PZT5 材料。撑杆 15 采用圆柱体结构，撑杆 15 的两端分别设有第一连接杆 151 和第二连接杆 152，第一连接杆 151、第二连接杆 152 和撑杆 15 一体成型，以增加撑杆 15 的结构强度。第一连接杆 151 与第一端盖 12 连接，第二连接杆 152 与第二端盖 13 连接。为了达到耐高静水压力，第一连接杆 151 和第二连接杆 152 的外周均设有螺纹，以使得第一连接杆 151 与第一端盖 12 螺纹连接，第二连接杆 152 与第二端盖 13 螺纹连接，进而使得第一端盖 12 和第二端盖 13 分别盖合在压电陶瓷管 11 的第一端和第二端，进而实现第一端盖 12、第二端盖 13 和压电陶瓷管 11 的连接。

具体地，第一端盖 12 的中部设有螺纹孔，螺纹孔与第一端盖 12 同轴设置，第一连接杆 151 旋拧在螺纹孔内以实现第一端盖 12 与第一连接杆 151 的连接。第二端盖 13 的中部设有通孔，通孔与第二端盖 13 同轴设置，以使得第二连接杆 152 能够穿过通孔，并通过螺母

旋拧在第二连接杆 152 的伸出端以实现第二端盖 13 与第二连接杆 152 的连接。其中，第一端盖 12 与第二端盖 13 采用相同的材质，第一端盖 12 与第二端盖 13 采用的材质为氧化锆。

端盖上设有与撑杆 15 连接的第一连接孔以及用于与两个电极 14 连接的第二连接孔，该处的第一连接孔即为上述的通孔，此时，端盖与撑杆 15 之间采用上述的螺母连接的方式进行限位，第二连接孔与电极 14 采用插接的方式连接。两个第二连接孔相对于第一连接孔沿着端盖的轴向方向对称设置。该种设计方式使得两个第二连接孔与第一连接孔在同一条直线上，且该直线沿着第二端盖 13 的径向方向延伸。本申请中，电极 14 采用表面镀金的金属材料，使其具有很好的导电性能

本申请的检波组件 1 的安装步骤如下：

将两个电极 14 安装在第二端盖 13 上，并对电极 14 标注，一个电极 14 为正极，一个电极 14 为负极，正极极柱的下端焊接一根细线，细线的另一端与压电陶瓷管 11 的内壁连接，尺寸优选设置为 25mm。将第一端盖 12 与撑杆 15 的一端螺纹连接，撑杆 15 的另一端穿过压电陶瓷管 11 和第二端盖 13 上的通孔，使用 M2 的螺母旋拧在撑杆 15 的伸出端，以压紧压电陶瓷管 11、第一端盖 12 和第二端盖 13。

通过一段银线连接电极 14 的负极与压电陶瓷管 11 的外壁，银线与压电陶瓷管 11 的外壁焊接连接，其中，银线与压电陶瓷管 11 的外壁之间需要有 3 个焊点，每个焊点焊接时间不能超过 10 秒，因为压电陶瓷管 11 的外壁是镀银层，焊接时间过长，银层脱落，电容和介电常数会发生变化，从而会影响压电检波器的灵敏度。

如图 2 所示，连接头 2 的端部形成有容纳腔，容纳腔与透声层 3 的内部腔体连通，容纳腔可供电极 14 的端部伸入，以使得电极 14 与线缆 4 在容纳腔内连接，有效的对电极 14 与线缆 4 的连接位置起到保护作用。

在一些实施方式中，透声层 3 采用浇注的方式形成，浇注的液体将会通过容纳腔的敞口进入到容纳腔内，以在容纳腔的内部形成有固定层，此时，固定层包覆在电极 14 的伸出第二端盖 13 的部分以及电极 14 与线缆 4 的连接处以及处于容纳腔内的部分电缆的外周。线缆 4 穿过固定层，穿过固定层的线缆 4 穿过连接头 2 与海洋地震节点的电路模块连接。

在一些实施方式中，撑杆 15 的一端穿过端盖并伸入至固定层。具体地，撑杆 15 的第二连接杆 152 穿过第二端盖 13 后并伸入至容纳腔内，透声层 3 采用浇注的方式形成，在浇注过程中，浇注的液体将会通过容纳腔的敞口进入到容纳腔内，以在容纳腔的内部形成有固定层，进而使得固定层能够包覆在第二连接杆 152 的外周。该种设计方

式下固定层与透声层 3 为一体结构，可增加透声层 3 与撑杆 15 的连接效果，同时能够增加透声层 3 与连接头 2 的连接效果，同时能够保证线缆 4 穿过连接头 2 时的密封效果。

进一步优化地，连接头 2 的靠近检波组件 1 的一端设有扩口端，扩口端的内壁形成有第一斜坡面，第二端盖 13 的靠近连接头 2 的一端外周形成有第二斜坡面，第一斜坡面与第二斜坡面相匹配。

该种设计方式下，由于连接头 2 与第二端盖 13 之间沿着压电陶瓷管 11 的轴向方向间隔设置，进而使得第一斜坡面与第二斜坡面沿着压电陶瓷管 11 的轴向方向间隔设置，进而在第一斜坡面与第二斜坡面直接形成环状的流体通道。液体浇注过程中，液体会沿着第一斜坡面与第二斜坡面之间的流体通道进入到容纳腔内，以便于流体能够顺利的进入到容纳腔，确保固定层的形成效果。

如图 3 所示，连接头 2 的靠近压电陶瓷管 11 的一端的外周设有第一密封槽 21，透声层 3 的内壁上设有与第一密封槽 21 相匹配的第一密封环。该种设计方式能够增加连接头 2 与透声层 3 连接的密封性。

在一些实施方式中，透声层 3 采用浇注的方式形成，此时，连接头 2 的靠近压电陶瓷管 11 的一端的外周设有第一密封槽 21，透声层 3 在浇注过程中，透声层 3 在与第一密封槽 21 相对应的位置处形成第一密封环，进而增加了透声层 3 与连接头 2 的连接强度和连接的密封性。

进一步优化地，第一密封槽 21 为两个，两个第一密封槽 21 沿着连接头 2 的轴向方向间隔设置，相应地，第一密封环也应为两个。该种设计方式下，能够进一步增加透声层 3 与连接头 2 的连接强度和连接的密封性。

可以理解的是，第一密封槽 21 的数量可以大于两个，比如，三个、四个等，且多个第一密封槽 21 将沿着连接头 2 的轴向方向间隔设置，可见，第一密封槽 21 的数量可根据实际需求进行设计。

连接头 2 的远离压电陶瓷管 11 的一端的外周设有第二密封槽 22，第二密封槽 22 用于与海洋地震节点上的第二密封环连接。

具体地，连接头 2 作为连接件用于将流线型深水节点压电检波器安装在海洋地震节点上，具体地，海洋地震节点上设有安装位，其中，连接头 2 与海洋地震节点的安装位之间可采用插接连接的方式也可采用螺纹连接的方式，可根据实际需求进行设计。

其中，为了增加连接的牢固性，连接头 2 与海洋地震节点的安装位之间优选采用螺栓连接的方式，此时，海洋地震节点的安装位设有连接套，连接套的内壁设有与连接头 2 螺纹连接的内螺纹，且连接套的端部的内壁上设有第二密封槽 22，随着连接头 2 旋拧在连接套上，第二密封环卡入至第二密封槽 22 内，以增加连接头 2 与海洋地震节

点之间的密封效果。

具体地，继续参照图 3，连接头 2 的内部具有穿孔，穿孔与容纳腔连通，以使得线缆 4 能够依次穿过容纳腔和穿孔并与海洋地震节点的电路模块连接，穿孔的直径小于容纳腔的直径，穿孔供线缆 4 穿过即可，容纳腔内需成型固定层。

连接头 2 的外周设有操作部，连接头 2 的两端均伸出操作部，以图 2 所示方向为例，连接头 2 的左端伸出操作部的部分与透声层 3 连接，连接头 2 的右端伸出操作部的部分与海洋地震节点的安装位连接。

结合图 1 至图 3 所示，操作部为设置在连接头 2 外周的扭块 23，为了耐高静水压，扭块 23 的厚度为 7-9mm，优选地，扭块 23 的厚度为 8mm，为了增加操作的便利性，扭块 23 的外周结构可采用六边形设计，便于人工或借助外部工具操作扭块 23，以通过转动扭块 23 以旋拧连接头 2，便于连接头 2 与海洋地震节点的连接。可以理解的是，扭块 23 也可采用其他的多边形结构，只需便于工作人员操作或便于工作人员能够借助外部工具进行操作即可。

进一步优化地，以图 2 所示方向为例，扭块 23 的右端可设置密封卡槽，相应地，海洋地震节点的安装位相对应的位置处也可设置密封卡块，该种设计方式下，扭块 23 在旋拧过程中，密封卡块插入至密封卡槽内，直至密封卡块的端部与密封卡槽的底部完全接触，扭块 23 旋拧到位，以实现扭块 23 与海洋地震节点的安装位的密封连接。

进一步优化地，为了进一步增加密封效果，可在密封卡槽的底端设置密封垫，以使得扭块 23 旋拧到位后，密封卡块的端部支撑在密封垫上。

处于扭块 23 右端的连接头 2 采用圆柱形设计，该部分的连接头 2 的外周具有第二密封槽 22 和螺纹，且该部分的连接头 2 的尺寸与海洋地震节点预留的压电检波器的固定位置尺寸适配，便于更好的连接。处于扭块 23 左端的连接头 2 也采用圆柱形设计，该部分的连接头 2 的外周具有两个第一密封槽 21，且该部分的连接头 2 通过采用聚氨酯材质的透声层 3 与检波组件 1 连接，并保持连接头 2 与检波组件 1 的中心轴重合。

组装完成的检波组件 1（通过撑杆 15 将压电陶瓷管 11 和两个端盖连接）与线缆 4 连接，线缆 4 再穿过连接头 2。为了达到更好的耦合效果，检波组件 1 和连接头 2 之间要保留一定的距离，并且需要检波组件 1 与连接头 2 保持垂直状态，这个过程是通过将检波组件 1 和连接头 2 放置在一次浇注模具中，使用聚氨酯材料高温溶化后再冷却定型来实现。该种设计方式下的流线型深水节点压电检波器的体积小，工序简单，耐高静水压，噪音低。

在一些实施方式中，本申请的线缆 4 采用耐高温高压材质，因为

在浇注过程中，必须要经过 80° 高温才能熔化聚氨酯。线缆 4 为具有屏蔽层的两芯线缆 4，一端与检波组件 1 的正负两个电极 14 连接，另一端需要穿过连接头 2，再通过三芯连接器与海洋地震节点的电路模块连接，达到传递采集数据的目的。

具体地，线缆 4 具有白色线和蓝色线，线缆 4 的白色线与正极连接，蓝色线与负极连接。焊接过程中每个焊点必须设有绝缘套管，否则压电检波器的正负极和连接头 2 的绝缘电阻会变小，导致压电检波器灵敏度降低。线缆 4 的另一端需要穿过连接头 2，再通过三芯连接器与海洋地震节点的电路模块连接，三芯连接器中，管脚 1 是负极，管脚 2 是正极，管脚 3 是屏蔽层，这样可以大大降低海洋地震节点的电路模块的采集通道的基础噪音，提高采集数据的质量。

在一些实施方式中，本申请的透声层 3 具有耐高静水压力、保护检波组件 1 和传递振动感知声波信号的功能。透声层 3 与压电检波器的检波组件 1 紧密连接，保持较好的耦合性，能将压电检波器检测到的水中的地震波信号完全传递到压电检波器的检波组件 1 中。透声层 3 的厚度取决于压电检波器的灵敏度，透声层 3 越薄，压电检波器灵敏度越高，反之，透声层 3 越厚，压电检波器的灵敏度越低。同时透声层 3 越薄，对压电检波器保护强度越低，故此，需要平衡这两者的关系。其中，透声层 3 的厚度为 2-3mm。

透声层 3 的形状采用柱状结构，且透声层 3 的端部呈半球状，即透声层 3 的末端设计为半球形，这种形状的压电检波器不仅抗水流冲击性强，可以耐高静水压力，而且可以降低噪音，更适合深水勘探的需求。

透声层 3 采用浇注的方式形成。该种设计方式下的透声层 3 与检波组件 1 的贴合程度较好，保持较好的耦合性，能将压电检波器检测到的水中的地震波信号完全传递到压电检波器的检波组件 1 中。

透声层 3 的形成需要通过二次浇注模具来实现，为了达到耐高压、密封和透声的效果，使用力学仿真软件对透声层 3 的厚度仿真分析，透声层 3 的厚度控制在 2-3mm，可以满足设计需求。结合海洋地震节点的机械结构设计，压电检波器的透声层 3 厚度优先设置为 3mm。

在一些实施方式中，压电陶瓷管 11 的端部与连接头 2 的端部之间的距离为 5-10mm。该种距离方式下的流线型深水节点压电检波器，由于该间隙的存在，连接头 2 不会影响压电陶瓷管 11 的正常使用，且避免增加流线型深水节点压电检波器的整体长度，使得流线型深水节点压电检波器的体积较小，减少安装在海洋地震节点时的空间占用，满足使用需求。

实施例一，本申请提供的流线型深水节点压电检波器的其中一个组装方式如下：

步骤 S1, 将两个电极 14 安装在第二端盖 13 上, 并对电极 14 标注一个电极 14 为正极, 一个电极 14 为负极, 正极极柱的下端焊接一根细线, 细线的另一端与压电陶瓷管 11 的内壁连接, 将第一端盖 12 与撑杆 15 的一端螺纹连接, 撑杆 15 的另一端穿过压电陶瓷管 11 和第二端盖 13 上的通孔, 使用 M2 的螺母旋拧在撑杆 15 的伸出端, 以压紧压电陶瓷管 11、第一端盖 12 和第二端盖 13。通过一段银线连接电极 14 的负极与压电陶瓷管 11 的外壁, 银线与压电陶瓷管 11 的外壁焊接连接, 进而实现了检波组件 1 的安装。

步骤 S2, 将组装好的检波组件 1 与线缆 4 连接, 具体为线缆 4 的白色线与正极连接, 蓝色线与负极连接焊接过程中每个焊点必须设有绝缘套管, 线缆 4 的远离检波组件 1 的一端穿过连接头 2 后通过三芯连接器与海洋地震节点的电路模块连接。

步骤 S3, 线缆 4 连接完毕后, 将检波组件 1 和连接头 2 之间要保留一定的距离, 并且需要检波组件 1 与连接头 2 保持垂直状态, 再将该状态下的检波组件 1 和连接头 2 放置在一次浇注模具中进行浇注, 浇注的材料为聚氨酯, 以在连接头 2 的容纳腔内形成固定层, 固定层包裹在线缆 4 和电极 14 的外周, 同时能够在检波组件 1 和连接头 2 的形成透声层 3。

实施例二, 本申请提供的流线型深水节点压电检波器的另外一个组装方式如下:

步骤 S1, 将两个电极 14 安装在第二端盖 13 上, 并对电极 14 标注, 一个电极 14 为正极, 一个电极 14 为负极, 正极极柱的下端焊接一根细线, 细线的另一端与压电陶瓷管 11 的内壁连接, 将第一端盖 12 与撑杆 15 的一端螺纹连接, 撑杆 15 的另一端穿过压电陶瓷管 11 和第二端盖 13 上的通孔, 使用 M2 的螺母旋拧在撑杆 15 的伸出端, 以压紧压电陶瓷管 11、第一端盖 12 和第二端盖 13。通过一段银线连接电极 14 的负极与压电陶瓷管 11 的外壁, 银线与压电陶瓷管 11 的外壁焊接连接, 进而实现了检波组件 1 的安装。

步骤 S2, 将组装好的检波组件 1 与线缆 4 连接, 具体为线缆 4 的白色线与正极连接, 蓝色线与负极连接焊接过程中每个焊点必须设有绝缘套管, 线缆 4 的远离检波组件 1 的一端穿过连接头 2 后通过三芯连接器与海洋地震节点的电路模块连接。

步骤 S3, 线缆 4 连接完毕后, 将检波组件 1 和连接头 2 之间要保留一定的距离, 并且需要检波组件 1 与连接头 2 保持垂直状态, 再将该状态下的检波组件 1 和连接头 2 放置在一次浇注模具中进行浇注, 浇注的材料为聚氨酯, 以在连接头 2 的容纳腔内形成固定层, 固定层包裹在线缆 4 和电极 14 的外周, 同时能够在检波组件 1 和连接头 2 的形成初步的透声层 3。

步骤 S4，再将步骤 S3 得到的部件放入至二次浇注模具，在此浇注聚氨酯以形成预设厚度的透声层 3。

本发明还提供了一种海洋地震节点，包括上述的流线型深水节点压电检波器，该处的流线型深水节点压电检波器包括上述的流线型深水节点压电检波器的全部技术特征。其中，海洋地震节点是一种位于海底，可以独立采集、记录地震信号的多分量地震仪。具备宽方位、高覆盖、施工高效率、多分量记录、复杂地形可实施性强等特点，是当前海洋地震采集的主流方法。

海洋地震节点还应包括电池模块和电路结构，电路结构具有电路模块和三分量检波器，电池模块用于为三分量检波器等部件提供电能，电路模块与三分量检波器以及本申请的流线型深水节点压电检波器线路连接。

具体地，电路模块与流线型深水节点压电检波器的电极 14 通过线缆 4 连接。其中，三分量检波器是多波勘探时使用的特种检波器。与单分量的常规地震检波器不同，每个检波器内装有三个互相垂直的传感器，以记录质点振动速度向量的三个分量，用于同时记录纵波、横波、转换波。三分量检波器为本领域的常规技术，因此，在此未对其结构和工作原理做过多的描述。此外，该种电路模块、电池模块及各部件之间的连接方式为本领域的常规技术，因此，在此未对其具体结构和工作原理做过多的描述。

需要说明的是，在本文中，诸如“第一”和“第二”等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

以上所述仅是本发明的具体实施方式，使本领域技术人员能够理解或实现本发明。对这些实施方式的多种修改对本领域的技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下，在其它实施方式中实现。因此，本发明将不会被限制于本文所述的这些实施方式，而是要符合与本文所发明的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

权利要求书

1、一种流线型深水节点压电检波器，其特征在于，包括检波组件（1）、连接头（2）和透声层（3），所述透声层（3）与所述连接头（2）的端部连接并在所述透声层（3）的内部形成腔体，所述检波组件（1）包括设置在所述腔体内部的压电陶瓷管（11）以及用于密封所述压电陶瓷管（11）两端的端盖，其中一个所述端盖上设有两个电极（14），其中一个电极（14）与所述压电陶瓷管（11）的内壁连接，另一个所述电极（14）与所述压电陶瓷管（11）的外壁连接，两个所述电极（14）通过线缆（4）与电路模块连接，其中，所述压电陶瓷管（11）与所述连接头（2）同轴且设有所述电极（14）的所述端盖与所述连接头（2）沿着所述压电陶瓷管（11）的轴向方向间隔设置，所述压电陶瓷管（11）的端部与所述连接头（2）的端部之间的距离为 5-10mm。

2、根据权利要求 1 所述的流线型深水节点压电检波器，其特征在于，所述压电陶瓷管（11）的内部穿设有撑杆（15），所述撑杆（15）的两端分别与两个所述端盖连接。

3、根据权利要求 2 所述的流线型深水节点压电检波器，其特征在于，所述端盖上设有与所述撑杆（15）连接的第一连接孔以及用于与两个所述电极（14）连接的第二连接孔，两个所述第二连接孔相对于所述第一连接孔沿着所述端盖的轴向方向对称设置。

4、根据权利要求 2 所述的流线型深水节点压电检波器，其特征在于，所述连接头（2）的端部形成有容纳腔，所述容纳腔可供所述电极（14）的端部伸入，以使得所述电极（14）与所述线缆（4）在所述容纳腔内连接。

5、根据权利要求 4 所述的流线型深水节点压电检波器，其特征在于，所述容纳腔的内部形成有固定层，所述线缆（4）穿过所述固定层。

6、根据权利要求 5 所述的流线型深水节点压电检波器，其特征在于，所述撑杆（15）的一端穿过所述端盖并伸入至所述固定层。

7、根据权利要求 2 所述的流线型深水节点压电检波器，其特征在于，所述撑杆（15）的两端分别设有第一连接杆（151）和第二连接杆（152），所述第一连接杆（151）与所述第一端盖（12）连接，所述第二连接杆（152）与所述第二端盖（13）连接。

8、根据权利要求 7 所述的流线型深水节点压电检波器，其特征在于，所述第一连接杆（151）与所述第一端盖（12）螺纹连接，所述第二连接杆（152）与所述第二端盖（13）螺纹连接。

9、根据权利要求 1 所述的流线型深水节点压电检波器，其特征

在于，所述连接头（2）的靠近所述压电陶瓷管（11）的一端的外周设有第一密封槽（21），所述透声层（3）的内壁上设有与所述第一密封槽（21）相匹配的第一密封环。

10、根据权利要求1所述的流线型深水节点压电检波器，其特征在于，所述连接头（2）的远离所述压电陶瓷管（11）的一端的外周设有第二密封槽（22），所述第二密封槽（22）用于与海洋地震节点上的第二密封环连接。

11、根据权利要求1所述的流线型深水节点压电检波器，其特征在于，所述透声层（3）采用柱状结构，且所述透声层（3）的端部呈半球状。

12、根据权利要求1所述的流线型深水节点压电检波器，其特征在于，所述透声层（3）采用浇注的方式形成。

13、根据权利要求1所述的流线型深水节点压电检波器，其特征在于，所述透声层（3）的厚度为2-3mm。

14、一种海洋地震节点，其特征在于，包括如权利要求1至13中任意一项所述的流线型深水节点压电检波器。

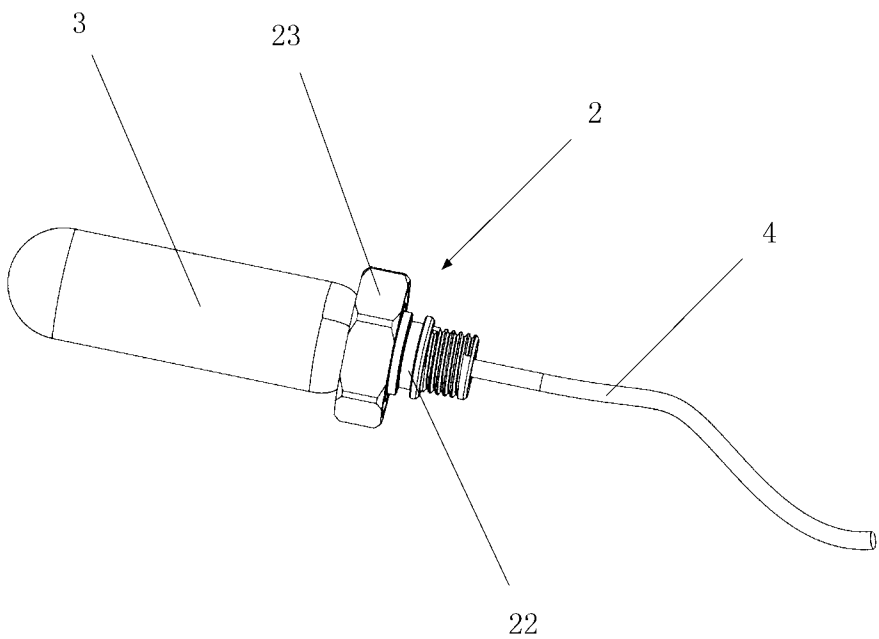


图 1

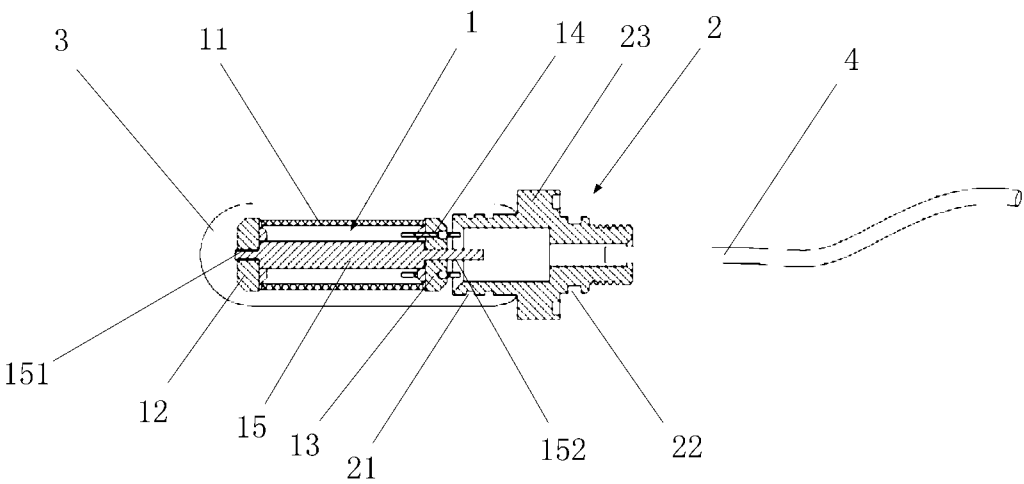


图 2

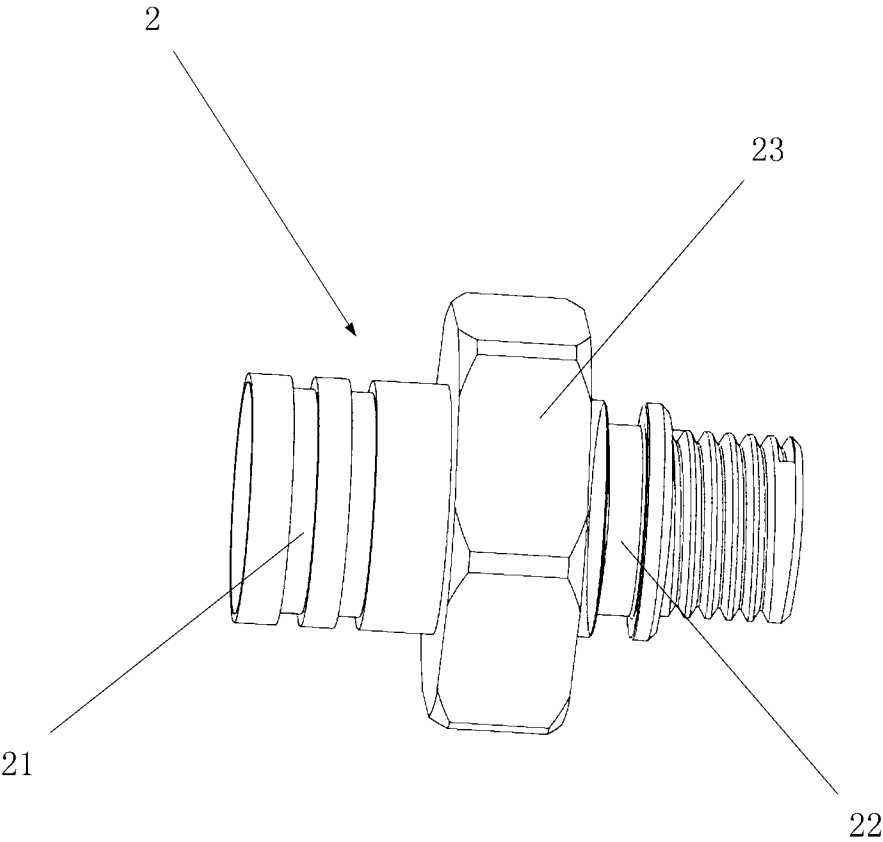


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/115201

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01V1/18(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:G01V 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, DWPL, CNABS, WPABS, WPABSC: 水听器, 传感器, 检波器, 深水, 深海, 地震, 节点, 压电陶瓷, 间隔, 振动, 震 动, OBS, piezoelectric, ceramic, hydrophone, ocean, bottom, seismology, vibration, interval		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 116256795 A (CHINA NATIONAL PETROLEUM CORP. et al.) 13 June 2023 (2023-06-13) description, paragraphs [0028]-[0070], and figures 1-4	1-14
Y	CN 1754104 A (SERCEL AUSTRALIA PTY LTD.) 29 March 2006 (2006-03-29) abstract, and description, pages 5-6	1-14
A	CN 107167837 A (XI'AN SITAN MEASUREMENT AND CONTROL TECHNOLOGY CO., LTD.) 15 September 2017 (2017-09-15) entire document	1-14
A	CN 1601301 A (CHAOBO SENSERS CO., LTD., SHAANXI) 30 March 2005 (2005-03-30) entire document	1-14
A	CN 116243376 A (INSTITUTE OF ACOUSTICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 09 June 2023 (2023-06-09) entire document	1-14
A	CN 217654620 U (ZHEJIANG HEDA TECHNOLOGY CO., LTD.) 25 October 2022 (2022-10-25) entire document	1-14
☒ 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 24 October 2024		Date of mailing of the international search report 31 October 2024
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/CN2024/115201

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 101563536 B1 (AAT CO., LTD.) 29 October 2015 (2015-10-29) entire document	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2024/115201

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	116256795	A	13 June 2023	None			
CN	1754104	A	29 March 2006	NO	20053907	D0	22 August 2005
				NO	20053907	L	20 October 2005
				CA	2513569	A1	05 August 2004
				WO	2004065988	A1	05 August 2004
				EP	1590691	A1	02 November 2005
				AU	2003900280	A0	06 February 2003
				US	2005249040	A1	10 November 2005
				US	7586809	B2	08 September 2009
CN	107167837	A	15 September 2017	None			
CN	1601301	A	30 March 2005	None			
CN	116243376	A	09 June 2023	None			
CN	217654620	U	25 October 2022	None			
KR	101563536	B1	29 October 2015	None			

A. 主题的分类

G01V1/18(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:G01V

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))

CNTEXT, DWPI, CNABS, WPABS, WPABSC: 水听器, 传感器, 检波器, 深水, 深海, 地震, 节点, 压电陶瓷, 间隔, 振动, 震动, OBS, piezoelectric, ceramic, hydrophone, ocean, bottom, seismology, vibration, interval

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
Y	CN 116256795 A (中国石油天然气集团有限公司 等) 2023年6月13日 (2023 - 06 - 13) 说明书第[0028]-[0070]段, 图1-4	1-14
Y	CN 1754104 A (澳大利亚瑟塞尔股份有限公司) 2006年3月29日 (2006 - 03 - 29) 说明书摘要, 说明书第5-6页	1-14
A	CN 107167837 A (西安思坦测控技术有限公司) 2017年9月15日 (2017 - 09 - 15) 全文	1-14
A	CN 1601301 A (陕西超波传感器有限责任公司) 2005年3月30日 (2005 - 03 - 30) 全文	1-14
A	CN 116243376 A (中国科学院声学研究所) 2023年6月9日 (2023 - 06 - 09) 全文	1-14
A	CN 217654620 U (浙江和达科技股份有限公司) 2022年10月25日 (2022 - 10 - 25) 全文	1-14
A	KR 101563536 B1 (AAT CO., LTD.) 2015年10月29日 (2015 - 10 - 29) 全文	1-14

☐ 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

2024年10月24日

国际检索报告邮寄日期

2024年10月31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

邓晓蓓

电话号码 (+86) 010-53962606

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/115201

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	116256795	A	2023年6月13日	无			
CN	1754104	A	2006年3月29日	NO	20053907	D0	2005年8月22日
				NO	20053907	L	2005年10月20日
				CA	2513569	A1	2004年8月5日
				WO	2004065988	A1	2004年8月5日
				EP	1590691	A1	2005年11月2日
				AU	2003900280	A0	2003年2月6日
				US	2005249040	A1	2005年11月10日
				US	7586809	B2	2009年9月8日
CN	107167837	A	2017年9月15日	无			
CN	1601301	A	2005年3月30日	无			
CN	116243376	A	2023年6月9日	无			
CN	217654620	U	2022年10月25日	无			
KR	101563536	B1	2015年10月29日	无			