



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112437887 B

(45) 授权公告日 2024.10.08

(21) 申请号 201980042084.6

(22) 申请日 2019.07.09

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112437887 A

(43) 申请公布日 2021.03.02

(30) 优先权数据
20180995 2018.07.10 NO

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.12.22

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/NO2019/050147 2019.07.09

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/013705 EN 2020.01.16

(73) 专利权人 马格塞斯费尔菲尔德公司
地址 挪威吕萨克

(72) 发明人 J·加特曼 N·海恩
L·J·弗勒德

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018
专利代理人 翟洪玲 周艳玲

(51) Int.Cl.
G01V 1/38 (2006.01)
G01V 1/16 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2005098377 A1, 2005.05.12

审查员 丁虎

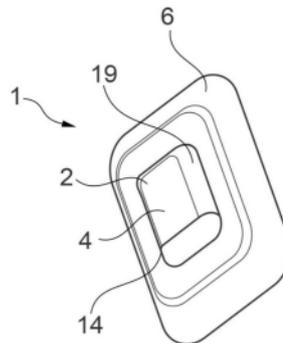
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

用于海底地震勘测的地震节点、方法以及用途

(57) 摘要

一种用于海底地震勘测的地震节点(1),包括:至少一个地震传感器封壳(2),海底外壳(6),其包括构造成与海底接触的下表面。地震传感器封壳(2)包括第一接合器件;海底外壳(6)包括第二接合装置(10)。第一和第二接合装置(10)适于彼此可释放地接合,由此地震传感器封壳(2)可释放地紧固到海底外壳(6)。地震传感器封壳(2)适于在一定时间T之后从海底外壳(6)移除,海底外壳(6)构造成永久地留在海床上。



1. 一种用于海底地震勘测的地震节点(1),所述地震节点(1)包括:

至少一个地震传感器封壳(2),所述地震传感器封壳(2)包括第一封壳表面(4)和相对的第二封壳表面;

海底外壳(6),所述海底外壳(6)包括上表面(7)和相对的下表面,所述下表面被构造成与海底接触,

其中所述地震传感器封壳(2)包括第一接合装置,并且所述海底外壳(6)包括第二接合装置(10),其中所述第一接合装置至少放置在朝向所述海底外壳(6)转向的封壳表面处,

所述第一接合装置和所述第二接合装置(10)适于彼此配合,由此所述地震传感器封壳(2)可释放地紧固到所述海底外壳(6),所述海底外壳(6)包括无源声反射器,

所述地震传感器封壳(2)适于在一定时间T之后从所述海底外壳(6)移除,并且适于由运载工具运输到海洋表面,而所述海底外壳(6)构造成永久地留在海床上,并且所述地震传感器封壳(2)是水密压力壳体,所述地震传感器封壳(2)包含地震传感器包和包括电子器件、地震传感器、电池、控制单元、存储卡的附件,并且其中所述海底外壳(6)包括适于在所述海床和所述海底外壳(6)之间提供摩擦力的海底外壳摩擦装置(15),并且所述海底外壳摩擦装置(15)形成为从所述海底外壳(6)的所述下表面延伸的圆周边缘,其中所述圆周边缘具有布置在所述海底外壳(6)的所述下表面中的贯穿开口(20)。

2. 根据权利要求1所述的地震节点(1),其中在第一地震传感器封壳已经被移除之后所述海底外壳(6)适于留在所述海床处并且与新的地震传感器封壳接合。

3. 根据前述权利要求中的任一项所述的地震节点(1),其中,所述第一接合装置和所述第二接合装置(10)包括所述地震传感器封壳(2)和所述海底外壳(6)之间的紧密配合。

4. 一种用于执行海底地震勘测的方法,所述方法包括:

将包括海底外壳(6)和至少一个地震传感器封壳(2)的地震节点(1)放置在海底,其中每个所述地震传感器封壳(2)包括水密压力壳体,所述地震传感器封壳(2)包含地震传感器包和包括电子器件、地震传感器、电池、控制单元、存储卡的附件,其中所述地震传感器封壳(2)是被校准的,并且校准后的所述地震传感器封壳(2)通过运载工具运输到放置在海床上的任何固定且不可移动的海底外壳(6),用以执行地震勘测,

所述海底外壳(6)是固定的单元,包括无源声反射器和在所述海底外壳(6)的下表面上、适于在所述海底和所述海底外壳(6)之间提供摩擦力的海底外壳摩擦装置(15),所述海底外壳摩擦装置形成为从所述海底外壳(6)的所述下表面延伸的圆周边缘,所述圆周边缘具有布置在所述海底外壳(6)的所述下表面的每个拐角中的贯穿开口(20),

所述地震传感器封壳(2)通过第一接合装置和第二接合装置(10)可释放地依附到所述海底外壳(6),其中所述第一接合装置至少放置在朝向所述海底外壳(6)转向的封壳表面处,并且所述海底外壳(6)包括所述第二接合装置(10),在经过一定时间T之后,通过运载工具从所述海底外壳(6)移除所述地震传感器封壳(2),

所述地震传感器封壳(2)被运输到水面船舶,在水面船舶从所述地震传感器封壳(2)提取由所述地震传感器封壳(2)记录的数据,或者在所述地震传感器封壳(2)仍在海洋中时提取所述数据,而所述海底外壳(6)永久地留在海底上的相同位置。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述地震传感器封壳(2)是被校准的,并且校准后的所述地震传感器封壳(2)通过所述运载工具运输到放置在海床上的任何固定且不可移动

的海床外壳(6),用以执行地震勘测。

6.根据权利要求4或5所述的方法,其中,至少一个所述地震传感器封壳(2)安装在留在海底的所述海底外壳(6)中,所述地震传感器封壳(2)记录无源数据,直到执行下一个计划的勘测。

7.根据权利要求4或5所述的方法,其中,所述运载工具承载至少一个假体地震传感器封壳,在已经移除所述地震传感器封壳(2)之后,所述假体地震传感器封壳安装在所述海底外壳(6)中。

8.根据权利要求4或5所述的方法,其中,所述运载工具是远程操作运载工具或自主水下运载工具。

9.将根据权利要求1-3中任意一项所述的地震节点(1)用于执行根据权利要求4-8中任意一项所述的方法的用途。

用于海底地震勘测的地震节点、方法以及用途

[0001] 本发明涉及一种用于海底地震勘测的地震节点,所述地震节点包括:至少一个地震传感器封壳(capsule),其包括第一封壳表面和相对的第二封壳表面;一种海底外壳(casing),其包括上表面和被配置成与海底接触的相对的下表面。

[0002] 本发明还涉及一种用于执行海底地震勘测的方法,所述方法包括:将包括海底外壳和至少一个地震传感器封壳的地震节点放置在海床上。

[0003] 此外,本发明涉及根据本发明的地震节点用于执行根据本发明的方法的用途。

[0004] 已知使用永久性海床地震系统用于非常精确的可重复的海底地震勘测,例如4D或监视勘测。永久性海床地震系统是一种在随后的勘测之间不能恢复,但在其使用寿命期间留在海床的系统,并且它们通常是埋入海床或覆盖有岩石等的系统。海床上的传感器通常与表面上的记录系统电连接/光学连接,从而实时记录数据。

[0005] 这种系统的主要优点是,每个传感器始终保持在相同的位置,因此勘测之间的位置误差为零(除非海床本身改变,这可能由于现场生产而改变)。传感器的灵敏度随单元而变化,但是通过在相同位置具有相同的传感器,如果忽略老化的影响,则消除了后续勘测之间的变化。然而,传感器的老化是不可预测的,并且可能是非常严重的问题。传感器将随着时间以不同的速率改变灵敏度,这将导致记录数据上越来越大的响应变化(这与杂讯相同)。

[0006] 随着时间的推移,来自永久安装的系统的完整性可能由于传感器故障而受到损害,并且如果可能的话,这些传感器的更换是非常昂贵的。

[0007] 此外,当不使用传感器时,在勘测之间将传感器放置在海床上是非常昂贵的,因此期望增加勘测之间对这些传感器的利用。

[0008] 换句话说,期望增加传感器的利用,从而降低勘测的成本,期望能够降低勘测中由于老化而引起的不希望变化的风险,从而降低记录数据的杂讯,并且期望减少传感器故障以防止地震数据集中的孔(hole)。

[0009] 本发明总体上寻求改进用于海底地震勘测的地震节点,使得克服了当今永久安装的系统的上述不足和缺点,或者至少提供了有用的替代方案。

[0010] 根据本发明,按照本说明书的引言部分,提供了一种用于海底地震勘测的地震节点,并且其中,地震传感器封壳包括第一接合装置,并且海底外壳包括第二接合装置,所述第一接合装置和第二接合装置适于彼此配合,由此地震传感器封壳可释放地紧固到海底外壳上,所述地震传感器封壳适于在一定时间T之后从海底外壳中移除,并且适于通过运载工具运输到海洋表面,同时海底外壳构造成永久地留在海床上。

[0011] 在这种作为一种半永久性系统的地震节点系统中,地震节点的一部分,即海底外壳部分,永久性地放置在海床上,而地震传感器封壳可释放地连接到海底外壳上。利用该系统,可以恢复传感器封壳以提取记录的地震数据,然后回到相同的位置以用于下一次勘测,并在完全相同的位置安装另一个传感器封壳。海底外壳在整个监测合同期间,可能长达10-20年,而一旦地震勘测完成,在2-8周或更长时间之后,地震传感器封壳被移除。海底外壳被构造成使得其保持在海床上的相同位置,并且具有接合装置,传感器封壳能够连接到其配

合接合装置或与其配合接合装置配合。第一接合装置优选地且至少放置在朝向海底外壳转向的封壳表面处。第二接合装置优选地放置在海底外壳的上表面。第二接合装置可以包括放置在海底外壳的上表面中的空间/腔。然后,传感器封壳的一部分装配到空腔中,该部分是第一接合装置。表述“配合”应理解为接合装置可释放地彼此接合,但以它们之间的联接使得地震传感器封壳相对于海底外壳不可移动的方式,或者它们适于彼此滑动/紧密配合,但仍可分离。

[0012] 海底外壳由刚性材料制成,因此地震能量被传递到传感器封壳的内部而不被衰减。

[0013] 它还具有一个或多个特征是适当的,因此它可以容易地从自主水下运载工具(AUV)或远程操作运载工具(ROV)或类似物定位。

[0014] 传感器封壳在每次勘测之后被收回,因此,不是闲置在海床上并连接到海底外壳,而是在同一地点(6到36个月后的任何地方)进行下一次勘测,节点可以用于其它勘测。当测量必须发生时,节点被放置在海床上并且连接到海底外壳,该海底外壳一直被放置在那里等待下一次测量发生。

[0015] 通过这种布置,资产(传感器封壳)的利用可能上升,并且勘测的成本可能下降。

[0016] 地震传感器封壳可包括承受高水压的外壳和用于存储记录数据的装置、传感器和电源单元。在一个实施方式中,它可以包含三个在x、y和z方向上记录的正交地震检波器、水听器、数据记录单元以及用于电源和数据存储单元的电池。电池可以是一次/不可再充电的或二次/可再充电的。进一步的描述见US8675446,其在此引入作为参考。

[0017] 此外,海底外壳可以具有用于多于一个地震节点封壳的空间。当两个(或更多)地震节点封壳被部署到封壳中时,它们中的一个具有延迟的开始时间也是可能的。这样,延长了总记录时间。

[0018] 根据一个实施方式,地震传感器封壳是水密压力壳体,其包含地震传感器包和附件,例如电子器件、地震传感器、电池、控制单元、存储卡。

[0019] 内部电气部件可以包括一个或多个水听器、一个或多个地震检波器或加速度计、以及数据记录器。

[0020] 存在可并入传感器封壳中的各种传感器,包含但不限于倾斜计、旋转传感器、平移传感器、航向传感器。传感器封壳/外壳耐受海洋底部的温度、压力和其它海底条件(例如盐度)。当传感器封壳处于海运船只上的工作站或容器中时,可从传感器封壳检索数据。

[0021] 根据一个实施方式,海底外壳的底部部分包括海底外壳摩擦装置,其适于在海底和海底外壳之间提供摩擦力;所述摩擦力大于由海床处的洋流引起的流体力。

[0022] 海底外壳必须设计成使得它停留在海床上的相同位置。此外,其具有传感器封壳可连接到或配合在其中的特征。它必须由刚性材料制成,以便地震能量被传递到节点中而不被衰减。它还应当具有一个或多个特征,以便它可以容易地从ROV或类似物定位。摩擦装置优选地至少放置在海底外壳的下表面上。摩擦装置可以包括圆周边缘,或者摩擦装置可以具有球形突出物、肋、尖角等形状,并且它们可以由混凝土、金属、复合材料、聚合物或它们的组合制成。

[0023] 根据一个实施方式,地震传感器封壳适于在部署到海床上之前校准,并且所述地震传感器封壳有利地适于在经过时间T之后从海底外壳去除之后校准。

[0024] 地震传感器和任何辅助传感器可以被精确地校准,以便它们都具有实际上相同的响应。通过这样,由于响应是匹配的,所以任何地震传感器封壳可部署在海床上的任何位置。此外,传感器封壳可以以一定间隔重新校准,以消除老化效应并获得随时间的均匀响应。

[0025] 传感器封壳包含地震传感器,地震传感器被校准,使得它们对地震信号的响应相同。由于它们是相同的,所以任何传感器封壳可放置在海床上的任何海底外壳/位置中。

[0026] 在传感器封壳被装载到ROV或AUV中以便部署在海床上之前,传感器封壳在水面船只上被组装和启动。当传感器封壳启动时,其运行一系列自测试以验证其正确地起作用。当这成功完成时,可以部署传感器封壳。这样,可以检测和移除有缺陷的传感器封壳并更换它们。对于传感器在海床上数年的永久系统,操作员将知道传感器是否已经失效,但是他将不能够替换它,因此在数据集中将存在孔。本发明避免了数据集中的这种孔。

[0027] 此外,所提出的系统和方法给予客户调整接收器位置的灵活性,使其适应来自先前勘测的观测。例如,可能某一区域应当被更紧密地监视,因此接收器网格在那里应当更密集,并且在其它区域中可能更稀疏。对于永久系统,这是不可能的。

[0028] 根据一个实施方式,在地震传感器封壳已被移除之后留在海床的海床外壳适于与新的地震传感器封壳接合,所述新的地震传感器封壳与已经被移除的相同,但是有利地处于校准状态,或者地震传感器封壳与被移除的地震传感器封壳不同,并且有利地处于校准状态。

[0029] 传感器封壳通过ROV或AUV从海底外壳回收,并且可被带到表面船只。在另一个实施方式中,可以从传感器封壳中取回地震数据例如通过无线技术直接从传感器封壳中执行。由于传感器封壳被校准,因此,选择哪个传感器封壳放置在海床处并且连接到海底外壳是无关紧要的,这是勘测的一部分。

[0030] 根据一个实施方式,海底外壳包括无源声反射器或类似装置。无源反射器的目的是用于ROV或AUV,以使用回声探测器(echosounder)容易地从远处定位海底外壳/传感器封壳的位置。如果可见度较差,这将特别有效。无源反射器是海底外壳的一部分或附接到海底外壳。如果使用诸如“声呐钟(Sonarbell)”的产品,则其可以用短的一段绳附接到海底外壳,或者可以有一段从海底外壳到锚的绳索,然后将正浮力(positively buoyant)“声呐钟”附接到锚。

[0031] 根据一个实施方式,第一和第二接合装置包括地震传感器封壳和海底外壳之间的紧密配合。

[0032] 根据一个实施方式,地震节点包括至少两个地震传感器封壳,其与一个海底外壳配合。

[0033] 根据本发明,按照本说明书的引言部分,提供了一种用于执行海底地震勘测的方法,并且其中地震传感器封壳可释放地附接到海底外壳上,且在经过一定时间T之后,通过运载工具从海底外壳上移除地震传感器封壳,所述地震传感器封壳被运输到表面船舶,在该表面船舶处,由地震传感器封壳记录的数据从地震传感器封壳中提取,或者在地震传感器封壳仍然在海洋中时提取数据,而海底外壳永久地留在海底的相同位置,所述海底外壳是一个固定且不可移动的单元。

[0034] 不可移动是要理解的是,海底外壳当放置在海床时不处于被外力移动的状态,除

非这是用于将海底外壳从原始位置移开的工具或类似物。

[0035] 根据一个实施方式,地震传感器封壳被校准,并且校准后的地震传感器封壳被运载工具运输到放置在海床处的任何静止的且不可移动的海底外壳,以执行地震勘测。

[0036] 根据一个实施方式,至少一个地震传感器封壳安装在留在海床的海底外壳内,所述地震传感器封壳正在记录被动数据,直到执行下一个计划的勘测。

[0037] 根据一个实施方式,运载工具携带至少一个假体(dummy)地震传感器封壳,在地震传感器封壳已经被移除之后,该假体地震传感器封壳安装在海底外壳中。

[0038] 假体地震传感器封壳具有这样的重量,使得运载工具的浮力在整个任务期间保持恒定。因此,由于有效载荷随着其承载的地震传感器封壳的数量而变化,运载工具中所有可用的动力可以用于推进/速度,而不是提供下压力或升力。

[0039] 根据一个实施方式,所述运载工具是远程操作运载工具(ROV)或自主水下运载工具(AUV)。

[0040] 本发明还涉及根据本发明的地震节点用于执行如上公开的方法的用途。

附图说明

[0041] 图1A是根据本发明的地震节点的透视图,包括传感器封壳和海底外壳。

[0042] 图1B是根据本发明的海底外壳的透视图。

[0043] 图1C是图1B中所示的海底外壳沿着海底外壳的纵向侧的视图。

[0044] 图1D是图1B中所示的海底外壳沿着海底外壳的短边的视图。

[0045] 图1E是图1B所示的海底外壳的视图,从底侧显示并公开了海底外壳摩擦装置。

[0046] 将参考图1A-E解释本发明,图1A示出了用于海底地震勘测的地震节点1的透视图。它包括海底外壳6和地震传感器封壳2,地震传感器封壳2附接到海底外壳6的上表面7,传感器封壳2包括第一封壳表面4,其包括在勘测期间当装置1放置在海底时暴露于水的特征。传感器封壳2是一个防水的压力外壳14,在其内部放置不同的部件并由外壳14保护,这些部件可以是电子设备、地震传感器、电池、存储卡等,并可以包括一个或多个水听器、一个或多个地震检波器或加速计、以及数据记录器。

[0047] 传感器封壳2附接到海底外壳6;海底外壳6在图1B-1E中详细示出。

[0048] 海底外壳6包括上表面7和相对的下表面8,下表面8被配置成与海底接触。在该实施方式中,上表面7包括空腔。在图1C和图1D中用虚线18示出了空腔。该空腔简单地包围地震传感器封壳2的底部封壳表面(该表面转向海底外壳6)和侧壁19的一部分,底部封壳表面和侧壁19的一部分形成第一接合装置。第一和第二接合装置10由此通过压配合工作。在这种情况下,海底外壳6具有形成为空腔/凹部的上表面7的区域,该区域的形状类似于传感器封壳2,因此它良好地联接到海底外壳6。

[0049] 第一和第二接合装置10还可以包括机械装置,例如在一个部件中的突起,其接合在另一个部件中的凹槽中。

[0050] 地震传感器封壳的外部还可能包括凹槽或突起,使得当必须从海底外壳6移除地震传感器封壳时,运载工具ROV或AUV能够容易地抓住地震传感器封壳2。

[0051] 下表面8被构造成与海床接触,并且包括海床外壳摩擦装置15,以便以这样的方式

优化海床外壳6和海床之间的接触,即,使得海床外壳6在其停留在海床上期间不移动。

[0052] 海底外壳摩擦装置15在该实施方式中形成为从海底外壳6的底部8延伸的圆周边缘/长脊,圆周边缘具有布置在海底外壳6的底部8的每个拐角中的贯穿开口20,当将海底外壳6布置在海底上时,水不被圆周边缘捕获。海底外壳摩擦装置15可以以其它方式构造,例如小的半球。

[0053] 当已经进行勘测并且地震传感器封壳要从海底外壳移除时,ROV或AUV被引导到地震节点。ROV或AUV必须能够携带传感器封壳,并且具有部署和回收传感器封壳的工具。海底外壳装备有使得运载工具能够检测其位置的装置。这些装置例如是反射从运载工具发出的声波的无源声反射器。

[0054] 无源声反射器有利地放置在海底外壳6上或附近,因此当必须进行新的勘测时,运载工具能够检测海底外壳6,并且因此地震传感器封壳2必须附接到海底外壳6。ROV操作员也可使用ROV的导航系统和相机导航到海底外壳的位置。然而,当ROV配备有回声测深仪时,如果可见度差,则可以通过无源声反射器来定位装置。

[0055] 传感器封壳2通过ROV或AUV从海底外壳6回收,并带到水面船舶。在那里,传感器封壳2以与基于电缆的传感器封壳相同的方式被处理:包含存储卡的控制单元从传感器封壳中移除,并配合在扩展坞中,控制单元连接到中央数据网络,并下载数据。

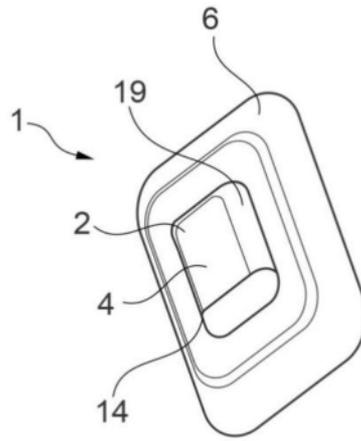


图1A

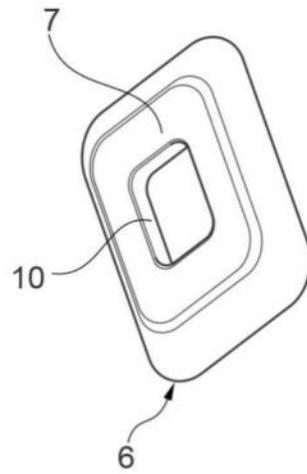


图1B

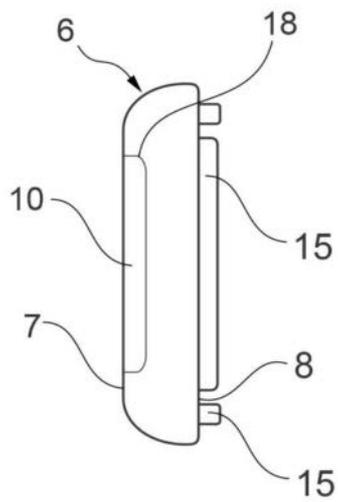


图1C

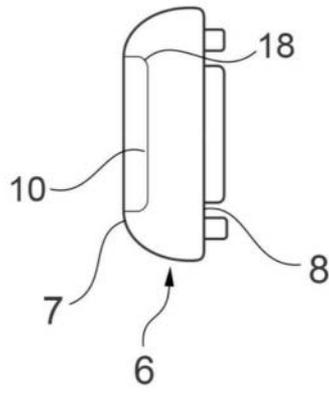


图1D

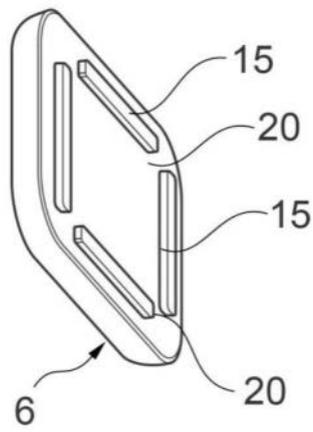


图1E