

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公布说明书

G01S 5/14 (2006.01)

B63G 8/38 (2006.01)

B63C 7/26 (2006.01)

[21] 申请号 200780006471.1

[43] 公开日 2009年3月18日

[11] 公开号 CN 101389976A

[22] 申请日 2007.2.15

[21] 申请号 200780006471.1

[30] 优先权

[32] 2006.2.23 [33] US [31] 60/776,120

[86] 国际申请 PCT/US2007/004170 2007.2.15

[87] 国际公布 WO2008/048346 英 2008.4.24

[85] 进入国家阶段日期 2008.8.22

[71] 申请人 海洋服务器技术有限公司

地址 美国马萨诸塞州

[72] 发明人 J·C·克罗韦尔

[74] 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理有限公司

代理人 王勇

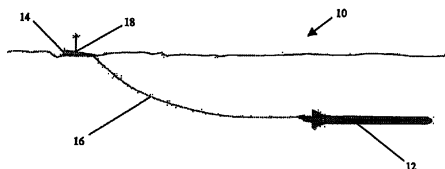
权利要求书4页 说明书12页 附图5页

[54] 发明名称

用于确定水下航行器的位置的系统和方法

[57] 摘要

提供了一种用于水下航行器在水下运行时确定其位置的系统和方法。有浮力的浮体位于水面上或者近于水面，并且通过细的、可包括绝缘电线的绳索依附到航行器。航行器在水下移动并且拖动其后的浮体。浮体可以接收到诸如指示其GPS位置的信号的定位信号，并且因此可以精确确定其位置。位置可以通过位于绳索中的电线发送给水下航行器。水下航行器可以使用传感器和/或计算来确定航行器和浮体浮标之间的位置偏移量，并且基于已知的浮体位置和位置偏移量产生其实际位置。浮体可以构建有以下特征：允许浮体以较长绳索长度运行并且又允许水下航行器以更大深度运行。浮体通常也可以载有无线电系统用于在航行器潜水时从航行器高速通信信号。



1、一种用于确定水下航行器的位置的系统，包括：

浮体，所述浮体包括接收器，所述接收器用于接收表示浮体位置的位置信号，并且所述浮体充分有浮力，使得将所述接收器置于可以接收信号的位置；

绳索，连接所述浮体和所述水下航行器，并且提供所述浮体和所述水下航行器之间的通信信道；和

在所述浮体和所述水下航行器的至少一个上提供的偏移量计算元件，用于提供所述水下航行器和所述浮体之间的位置偏移距离；

其中，所述位置偏移距离与所述浮体的位置相加得出所述水下航行器的位置。

2、权利要求 1 的系统，其中，所述偏移量计算元件包括测距元件和处理器，所述测距元件用于发送信号穿过所述浮体和所述水下航行器之间的水体；所述处理器被配置为用于确定信号在所述浮体和所述水下航行器之间传输的时间并且使用信号在水中的传播速度和所确定的时间计算所述浮体和所述水下航行器之间的距离。

3、权利要求 2 的系统，其中，所述测距元件为声学发送器。

4、权利要求 2 的系统，其中，所述测距元件被配置为提供具有适于在水中传播的波长的脉冲光。

5、权利要求 2 的系统，其中，所述偏移量计算元件还包括用于确定

所述水下航行器深度的深度传感器。

6、权利要求 5 的系统，其中，所述处理器使用所述水下航行器的深度和所述浮体和所述水下航行器之间的距离求解所述位置偏移距离。

7、权利要求 6 的系统，其中，在所述水下航行器的航行方向上和在该所述水下航行器航行方向的垂直方向上确定所述位置偏移距离。

8、权利要求 1 的系统，其中，所述绳索包括光纤通信信道。

9、权利要求 1 的系统，其中，所述接收器为 GPS 接收器。

10、权利要求 1 的系统，其中，在操作期间，可通过马达和控制系统基于所述航行器的深度及其速度来调整所述绳索在水中的长度。

11、权利要求 1 的系统，其中，所述浮体浮标为流体力学的且光滑成形的，使得其可以拖拉通过障碍物而不会被绊住。

12、权利要求 1 的系统，其中，所述浮体浮标具有推进设备，所述推进设备基于感测所述绳索和所述浮体之间的张力来推动所述浮体。

13、一种用于确定水下航行器的位置的方法，包括：

提供具有接收器的、绳索连接到所述水下航行器的浮体；

在接收器上接收表示所述浮体位置的信号；

计算所述浮体和所述水下航行器之间的位置偏移距离；和

将所述位置偏移距离与所述浮体的位置相加来确定所述水下航行器的位置。

14、权利要求 13 的方法，其中，计算所述位置偏移距离包括：

确定所述浮体和所述水下航行器之间的距离；

确定所述水下航行器的深度；并且
求解所述位置偏移距离。

15、权利要求 13 的方法，其中，在所述水下航行器的航行方向上和
在所述水下航行器航行方向的垂直方向上确定所述位置偏移距离。

16、一种用于精确确定位于水体表面以下的航行器的位置的系统，包
括：

- a、有浮力的浮体，具有设置在水面上的天线的 GPS 接收器；
- b、绳索，具有连接在所述水下航行器和所述浮体之间的通信信道；
- c、测距仪，测量所述浮体和航行器之间的距离；
- d、航向传感器，用于确定所述水下航行器的航向；和
- e、处理器，用于产生偏移量以与所获取的浮体的 GPS 定位相加，来
表示所述水下航行器的位置。

17、权利要求 16 的系统，其中，所述测距仪为在所述浮体和所述航
行器中的至少一个上提供的声学测距仪。

18、权利要求 16 的系统，其中，所述测距仪为在所述浮体和所述航
行器的至少一个上提供的基于光的测距仪。

19、权利要求 16 的系统，其中，在所述浮体浮标和航行器之间使用
声学测距来执行所述距离测量，其中，浮体上的声学发送器发送信号到航
行器上的声学接收器，并且计算二者之间的距离，以及通过经由绳索发信
号实现传输脉冲的同步。

20、权利要求 16 的系统，其中，所述绳索包括光纤光缆。

21、权利要求 16 的系统，其中，所述绳索缆具有增加的浮力，使得其在水中的重量得以控制，以减轻对浮体的下拉力。

22、权利要求 16 的系统，其中，基于已知的解开的绳索的量和所述航行器的速度，计算设备之间的距离。

23、权利要求 22 的系统，其中，使用测得的基于列表的实验数据计算所述距离。

24、权利要求 13 的系统，其中，测量所述浮体的角度用于增加定位偏移量的精确度。

用于确定水下航行器的位置的系统和方法

相关申请

【0001】本申请要求 2006 年 2 月 23 日提出的名称为“用于确定水下航行器的位置的系统和方法 (System and Method for Determining the Position of an Underwater Vehicle)”、序列号为 60/776120 的美国临时专利申请的优先权，该申请通过引用而被全部包含于此。

技术领域

【0002】本发明提供用于确定水下航行器的精确位置的系统和方法。更具体地，一个示例性系统提供可以接收诸如 GPS 信号的位置信号的浮体，并且转换水下航行器距离所述浮体的 GPS 固定位置偏移量，从而获知所述水下航行器的位置。

背景技术

【0003】由于高频无线电波通常在水中不能传输较长的距离，所以难以确定无人水下航行器 (UUV) 或者自动水下航行器 (AUV) 的位置。这使得通常无法直接接收 GPS 信号，否则其将能提供良好的定位。用于确定水下航行器的位置的传统方法典型地包括使航行器浮上水面以进行 GPS 定位，随后进入水下并且使用各种传感器 (多普勒速度计程仪、惯导 INS、声学浮标测距) 和航位推测计算来确定相对所述固定位置的运动。此过程不仅使航行器暴露于水面 (使其偏离任务并且可能使其处于危险之中)，

并且由于误差可以在航位推测计算中积累，导致定位中的误差。

【0004】现有技术中也公开多个方案允许从水下航行器通过绳索发送浮标浮体到水面来获得 GPS 定位。这些方案包括美国专利 NO.6058874、美国专利 NO.5379034、美国专利 NO.5291194、美国专利 NO.5377165 和美国专利 NO.6907839。这些专利的每一个都公开了这样的方案：将接附有电线的一些浮体升到水面上，以允许 GPS 和/或射频链接运行，而航行器位于水面以下。这些方法存在一个问题，就是它们不是确定航行器的位置，而是通常确定浮体的位置。因此，这些参考文件没有处理由绳索产生的航行器到浮体的偏移量所带来的误差。此外，现有技术中没有描述更大长度的绳索。如果提供小于 1 米的 GPS 精确度，并且用来将 GPS 浮体接附到航行器的绳索具有 10 米的长度，则会使定位的精确度增加一个量级的误差。在 UUV 用于诸如水道测量的操作中时，其中需要 10 米的总精度，或者用在水雷侦查和排除中的操作中时，其中航行器需要多次返回同一位置，这就变得十分重要。

发明内容

【0005】本发明描述的方法和设备用于将浮体的定位转换为航行器的实际位置。此外，还公开了绳索和浮标浮体的一些关键特征，使得系统在操作中更加可靠。

【0006】在一个方面，本发明提供一种用于确定水下航行器的位置的方法。具有接收器的浮体被绳索连接到所述水下航行器。所述接收器接收

代表浮体位置的信号。随后计算所述浮体和所述水下航行器之间的位置偏移距离并且将其与所述浮体的位置相加，用来确定所述水下航行器的位置。在一个实施例中，计算所述位置偏移距离包括确定所述浮体和所述水下航行器之间的距离、确定所述水下航行器的深度和求出所述位置偏移距离。在水下航行器的航行方向上，并且可选地也可以在与水下航行器航行方向的垂直方向上确定位置偏移距离。

【0007】在本发明的另一方面，提供一种用于确定水下航行器位置的系统。所述系统包括具有接收器的浮体，所述接收器用于接收用于代表浮体位置的位置信号。所述浮体充分有浮力，使得接收器位于可以接收所述信号的位置。绳索将所述浮体连接到所述水下航行器，并且提供所述浮体和所述水下航行器之间的通信信道。在浮体和水下航行器中的至少一个上提供偏移量计算元件来提供所述水下航行器和所述浮体之间的位置偏移距离。处理器随后可以通过将所述位置偏移距离与所述浮体的位置相加来计算所述水下航行器的位置。

附图说明

图 1 示出本发明的系统的图，其中，航行器拖着一个小浮体；

图 2 为图 1 的浮体的示意图；

图 3 为图 1 的航行器的示意图；

图 4 图解说明本发明的方法的几何关系，该方法用于确定绳索连接到图 1 的系统的水下航行器的浮体的位置偏移量；

图 5 图解说明俯视图 4 时的几何关系，示出浮体被推偏离航行器轨迹 α

角；和

图 6 示出具有绳索递送系统的本发明的水下航行器的壳体部分的图。

具体实施方式

【0008】提供一种用于确定水下航行器在水下运行时的位置的系统和方法。有浮力的浮体位于或者接近于水的表面，并且通过可以包括绝缘电线的细的绳索和航行器相依附。航行器在水下运动并且其后拖着浮体。浮体可以接收到诸如指示其 GPS 位置的信号的定位信号，并且从而可以精确确定其位置。位置可以经位于绳索中的电线传输给水下航行器。水下航行器可以使用传感器和/或计算方法来确定航行器距离浮体浮标的位置偏移量，并且基于已知的浮体位置和所述位置偏移量来得到其实际位置。浮体可以构建有以下特征：允许浮体以较长的绳索长度运行以及又允许水下航行器在更大的深度运行。浮体通常也可以载有无线电系统用于在航行器潜行时与来自航行器的信号高速通信。

【0009】现在参见图 1，描述用于确定水下航行器 12 的位置的本发明的系统 10 的第一实施例。系统 10 包括水下航行器 12、浮体 14 和将所述浮体连接到所述水下航行器的绳索 16。浮体 14 包括天线 18，使得其可以接收指示浮体位置的信号。浮体 14 可以将此位置发送给水下航行器 12。此外，水下航行器 12 可以计算与浮体 14 的偏移位置，使得可以将浮体的位置转换为航行器的位置。与现有技术的系统和方法相比，其可以更精确地确定航行器的位置，并且允许系统在带有更大长度绳索时运行，从而相比传统系统，使得系统允许水下航行器航行到更深的深度。

【0010】浮体 14 可以是通常传统结构，如同已知的各种浮标那样浮在水体的表面或者接近水面。总的来说，浮体至少包括天线 18 用于接收代表浮体位置的信号，或者由其可以计算出浮体的位置。

【0011】在图 2 所示的优选实施例中，浮体包括接收器 20 用于接收定位信号，并且更具体地，接收 GPS 信号。GPS 是指全球定位系统，一组超过 24 个 GPS 人造卫星，其通过无线电向电子 GPS 接收器广播精确定时信号，使其可以实时精确确定其位置（经度、纬度和高度）。GPS 接收器 20 在通过比较人造卫星的编码时间信号传输信息来测量到至少四个人造卫星的距离后，使用三边测量方法计算其当前位置（经度、纬度、海拔）和精确时间。通常，GPS 接收器 20 在水下是高度不精确的或者是完全不可运行的。基于此原因，按照接收器和信号的要求，在浮体上提供 GPS 接收器（或者用于接收不能在水下精确接收的另一类型位置或者定位信号的其它接收器）20，使得其可以接近、位于水表面或者在水面之上。在一个示例性实施例中，用于接收位置信号的接收器 20 是 GPS 接收器，诸如 Garmin OEM 系统 GPS 15L（来自于堪萨斯州奥拉西市的 Garmin 国际公司），使用简单的 WAAS 差动修正，在大于 95%时间的情况下，其可以获取优于 1 米的高精度定位。

【0012】浮体 14 也可以载有诸如射频通信硬件的通信硬件 22，用于使用天线 24 来发送和接收通信。Wi-Fi（例如，IEEE 标准 802.11g）是低成本无线电技术的一个例子，使用合适的天线布置，其可以非常低的成本仍能用于几英里的距离。浮体上还可以包括处理器 26 用于处理信息并且通过绳索 16 传递来往 GPS 接收器 20、通信硬件 22 和水下航行器 12 的通信。浮体 14

上还可以包括诸如声纳或者激光测距仪的测距部件 28, 用于以合适的频率运行来确定到水下航行器的距离。本领域内的普通技术人员可以认识到测距部件 28 可以被放置于浮体 14 上、水下航行器 12 上或者分布于二者之间。

【0013】浮体 14 通过绳索 16 与水下航行器相连接。绳索 16 提供拖拉浮体 14 所需的强度, 以及在浮体和水下航行器之间传送电信号或者光纤信号的装置, 用于传递 GPS 或者其它位置数据以及用于诸如 RF 链接的其它通信。绳索 16 可以是固定长度, 也可以根据水下航行器运行深度所需来分配(解开)。浮体 14 和绳索 16 的设计使得其避免被水中目标绊住并且阻止水下航行器 12 推进其自身向前。对于绳索 16 和浮体 14 的每一个或者二者而言, 也重要的是它们使杂草或者水中其它漂浮对象偏移。

【0014】水下航行器 12 优选的为自主水下航行器 (AUV), 换句话说, 就是使用其自身推进器 30 在水下行进的机器人。这些航行器也被称为无人水下航行器 (UUV), 通常使用电池 32 供电并且可以在深达 6000 米的水中运行。随着电池技术的不断发展, 这些机器人潜艇可以基于其自身动力行进得越来越远。这些航行器可以被用作海洋学工具, 载有传感器 34 用于导航和/或绘制海洋的特征。典型的传感器包括罗盘、深度传感器、侧向扫描和其它声纳、磁强计、热敏电阻和电导探针。也存在许多军事和安全方面的应用。也可以包括处理器 36 用于处理信息和传递通信。

【0015】现在参见图 4, 描述用于找出水下航行器 12 关于浮体 14 的位置偏移量 (Δ) 的基本计算。偏移量 Δ 与来自 GPS20 位置的经度和纬度相加用于提供代表航行器 12 而不是浮体 14 的实际位置的位置。航行器 12 上的

处理器 36 可以产生新的 GPS 语句 (sentence) 来表示航行器的位置并且将其输出到航行器上的设备, 该设备使用 GPS 定位数据来地理参照诸如侧向扫描声纳记录仪 34 的读数。

【0016】航行器关于浮体的位置偏移量的计算可以以测量航行器 12 到浮体 14 的距离 (D_f) 开始。本发明的一个实施例中的距离 D_f 的测量通过命令浮体 14 使用测距仪 28 发送声学信号 (声纳探查信号) 来直接测量, 航行器 12 随后测量到达时间, 由于已知声音在水中的传播速度, 使用其处理器 36, 就能计算出航行器 12 和浮体 14 之间的实际的直线距离。测量距离 D_f 的另一个方法是从航行器 12 或者浮体 14 的其中之一脉冲发射一定波长的光, 其在水中很好传播, 并在另一端探测其到达。

【0017】如图 4 进一步示出的, GPS 偏移距离可以被模型化为直角三角形的一个直角边。一旦测出距离 D_f , 就获知该直角三角形的斜边的长度。航行器通过使用标准压力换能器 34 也可以非常精确确定其深度 D , 从而获知直角三角形的另一直角边的长度。现在, 处理器 36 可以应用勾股定理来求解三角形的最后一边的长度, 也就是 GPS 偏移距离 Δ , 或者浮体 14 和航行器 12 之间的水表面的平面中的距离。航行器 12 可以载有罗盘 34 来获取其真实罗盘航向, 从而可以投影向量 D_f 到当前数据的经纬度距离 (例如, WGS84, 世界大地测量系统的 1984 标准, 其限定了地球的用于大地测量和导航的固定的全球参考系)。此偏移量 Δ 可以表示初步校正, 用于确定校正后的航行器 12 的经纬度。当偏移量 Δ 与浮体 14 使用其 GPS 接收器 20 获得的定位相加时, 可以精确得到水下航行器 12 的位置。

【0018】现在参见图 5，由于诸如风或者水流 40 的力，如果浮体 14 偏离航行器 12 的运动轨迹 38，也可以产生误差（示做误差角 α ）。此误差 α 通常小于基本偏移量误差 Δ ，并且如果无需它也能达到所需要的精确度规范，则可以忽略。可选地，为更精确起见，可以如下所述校正。

【0019】如图 5 中所示，浮体 14 偏离航行器轨迹 38 的距离可以使用从航行器 12 后面的浮体的位置到基本偏移量 44 的垂直偏移量 42 表示。当误差角 α 很小时，偏移量 42 可以被模型化为直角三角形的相对的直角边，所述直角三角形由水面下的航行器 12、水面上的浮体 14 的实际位置以及由偏移量 44（沿着航行器轨迹 38）和圆 46 的交叉点表示的偏移浮体位置构成，所述圆 46 表示基于航行器和浮体之间的已知距离 D_f ，浮体 14 在水面上关于航行器 12 的可能位置。偏移向量 44 因此表示浮体 14 在没有风力或者水流使浮体偏离轨迹时的环境中相对航行器 12 的偏移量。

【0020】此直角三角形的垂直的直角边 42 的长度和因此航行器 12 相对浮体 14 的位置的第二误差校正可以被估算为 $D_f * \sin(\alpha)$ ，已知的值 D_f 表示三角形的斜边。在 α 已知的情况下，可以求解行进方向上及其垂直方向上的位置偏移量，并且结果可能是相对浮体 14 上的 GPS 定位的第二偏移量，来近似航行器 12 的真实位置。通过使用航行器 12 上的一对换能器接收来自浮体 14 的所发送的声学信号或者其它测距信号并且记录相位角或者起始时间差异，可以测出 α 。此技术可以典型地探测小于 1% 的相位角。对于浮体 14 和航行器 12 之间的方向而言，确定此偏移量的过程是对称的，因此在航行器发送脉冲，而浮体为接收器的情况下，该过程仍可以同样地运行。

【0021】图 6 示出本发明的另一个可能实施例。在此实施例中，水下航行器 12 包括绳索 16 递送系统 50。在由航行器 12 的处理器基于深度或者其它参数的命令下，递送系统 50 中的缆盘 52 可以放出测定数量的绳索 16。图中还示出浮体 14 和航行器壳体 12 上的声学测距换能器 28。

【0022】如果所需精度较低，可以使用测量或者近似偏移量 Δ 的较简单的系统。这可包括测量航行器 12 后边放出的绳索 16 的数量。使用航行器 12 的速度和关于绳索 16 如何偏移的一些列表数据，处理器 36 可以计算出航行器 12 后面的浮体 14 的距离的良好的近似。此技术也可用作改进精确度的低成本方法。

【0023】绳索 16 的实际最大长度由多个因素确定。关键因素的其中之一是绳索 16 和接附的浮体 14 所产生的阻力。用于降低阻力和通常改进操作的设计特征的一些包括：

1) 用于绳索 16 的牢固细缆：缆绳上的阻力为其直径的函数，越细阻力越小。由于要拖拉浮体 14，绳索也必须很牢固，并且当绳索被阻碍时，其必须将浮体拖入水下并且通过障碍物（穿过或者绕过）。优选的绳索为多模光纤光缆。其典型地具有超过 1200 牛顿的很高的抗张强度。存在通过光纤传输 USB 协议的标准电子装置，一个例子为 Icron USB Rover 200（长达 50 米的线缆）。另一版本可以运行长达 15km 或者直到海底的光缆。

2) 可控制浮力的缆绳 16：浮体 14 必须支撑绳索（缆）上的净重力。如果沿着缆的长度增加小型正向有浮力的浮体或者可替代地，在绝缘层中增加空气，可以将缆/绳索的总重量调节至非常低。这可以使得浮体更小。

3) 小尺寸的浮体 14: 降低浮体的重量和尺寸以及其对另一端的水下航行器产生的阻力。由于其顶部天线需要指向上方, 因此, 如果浮体被碰颠倒, 浮体必须能自我复位(self right)。现代 GPS 天线和接收器以及诸如 802.11 的 RF 无线电链接仅重几盎司, 从而使机械设计更加简单。

4) 机动的浮体 14: 建立具有小推进系统的 GPS 浮体, 在其感测到线缆中的张力时, 可以驱动浮标前行, 从而显著减低阻力。当线缆张力很低时, 马达速度控制为零, 并且随着张力上升而增加。

5) 具有推进和方向控制的浮体 14: 浮体也可以具有小推进系统用于保持浮体在保持绳索张紧的确定方向上拖拉。当水下航行器必须在表面障碍物下方移动时, 可以使用此技术。一个相关例子为在使用水下航行器来进行舰船的壳体检查时。在航行器在舰船下移动时, 浮体可以后撤并且避免撞击舰船的侧面。用于控制浮体推进和操纵的控制数据可以通过绳索发送或者通过水中声学发送。

6) 具有最小浮力的流体力学浮体 14: 浮体和绳索应该被设计为流体力学的和平滑的, 使其可以被拖动而绕过目标, 而不会使得绳索或者浮体被绊到。浮体也应该可以被拉入水下, 绳索穿过或绕过目标, 然后快速上浮返回水面。诸如 Garmin OEM 15L 的标准 GPS 接收器善于在失去信号后快速与人造卫星重新同步。浮体应该具有类似于织梭的特点, 其可以用于拖动纱线穿过织机而不会绊到任何东西。

7) 可动态调整线缆 16 的长度: 可使用机动的线缆递送系统来构建所述系统, 当航行器运行到更大的深度时, 其允许所述系统分配更多线缆。这使

得线缆在更适宜的模式中运行并且没有过多的线缆漂浮在水面上作为过往船只的目标。通常，船只可以在运行中的浮体上驶过，而不会有任何负面影响。

【0024】 使用本发明可实现航行器在水下时为所述航行器连续更新 GPS 的稳健的系统。此外，浮体上增加无线电收发器允许基于实时数据分析来从水面控制并重定向水下航行器。这和舰船壳体检查使用实时视频和声纳图像来移动航行器一样简单。结果，无需水面和用户数据显示设备之间的线缆，就可以实现 ROV（远程运行航行器）带线缆的航行器的改进。Wi-Fi（例如，IEEE 标准 802.11g）为低成本无线电技术的例子，其具有非常低的成本，然而在正确的天线布置下，却可以在长达数英里的距离上使用。

【0025】 本发明的具有 AUV 的示例性应用包括：

【0026】 水道测量：使用配备有本发明的水下航行器可以满足 NOAA 对于水道测量的精度要求。这些要求包括：优于 10 米的水平精确度。在较浅（例如小于 150 英尺深）的海岸区域中绳索可以很好的运行，该区域对于为安全导航而绘制深度是十分重要的。使用本发明也可以得到具有足够低的成本的水下航行器，使得可以同时布置多个航行器并行工作。

【0027】 搜索和救援：使用装备有本发明的航行器可以被快速布置用于例如搜索溺水或者其它意外受害者。在航行器于水下进行视频或者声纳测量时，具有无线电接触的能力允许操作者实时观察高带宽数据并且如果受害者被发现时改变任务。具有对目标的非常精确的 GPS 定位，操作者可正好在事故地点处派遣潜水者下水。航行器也可能装备有吊钩或者爪钩并且抓住受害

者将其推到水面和岸边。

【0028】舰船壳体检查：本发明的航行器可以被发射以执行舰船壳体的检查，同时，操作者在装备有 Wi-Fi 的笔记本上查看视频或者声纳结果。可以快速改变任务以仔细检查可疑区域。此外，AUV 此时可以具有 ROV 的直接远程控制特征，却没有水面上连到舰船的笨重绳索。

【0029】环境监控：装备有化学传感器的本发明的航行器可以沿精确路径行驶来监控任意水体在化学成分、污染或者恐怖袭击中的改变。航行器可以立即将结果和测量数据的精确位置转发回操作者。在水流被允许进入入口并危险危害人们之前采取行动。

【0030】通用目的 UUV：在水下航行器中使用本发明，可以提供仅由使用惯性导航系统和多普勒速度计程仪才可能达到的导航位置精确度，而成本却降低了几个数量级。这对于无人水下航行器可以产生许多新的应用。

【0031】基于上述实施例，本领域内的普通技术人员可以认识到本发明其它的特征和优点。例如，来自上述任意实施例的特定特征可以多种组合和部分组合的方式被包括到本发明的设备或方法中，同时下述权利要求书中所引用的特征也可以使用此处描述的装置实现。因此，除了由所附权利要求书所指定的或者最终提供的以外，本发明不限于特定说明和描述的内容。此处引用的任意出版物和参考文献通过引用全部清楚地包括在此处。

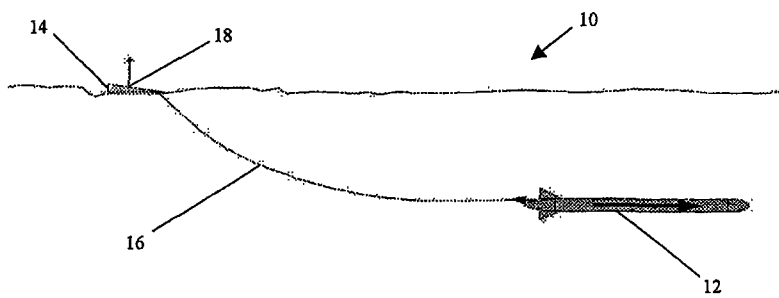


图1

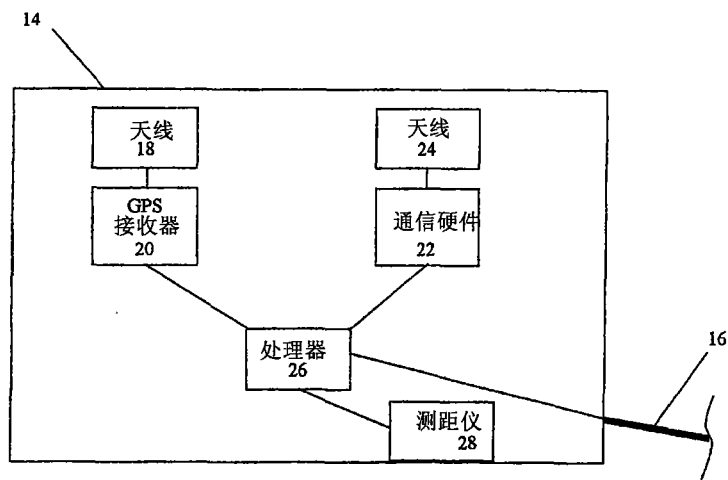


图2

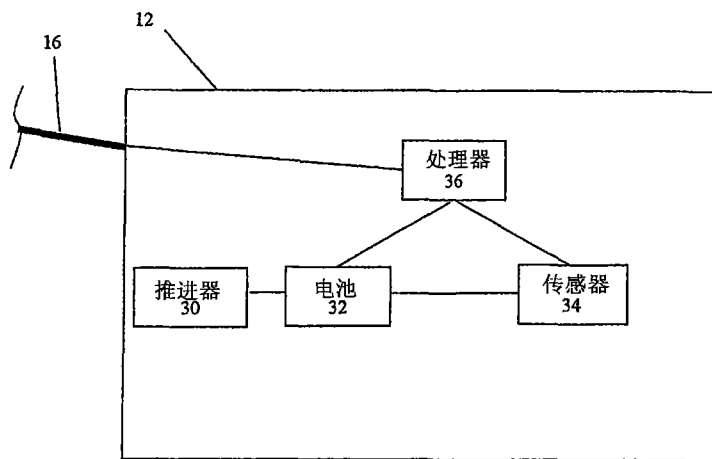


图3

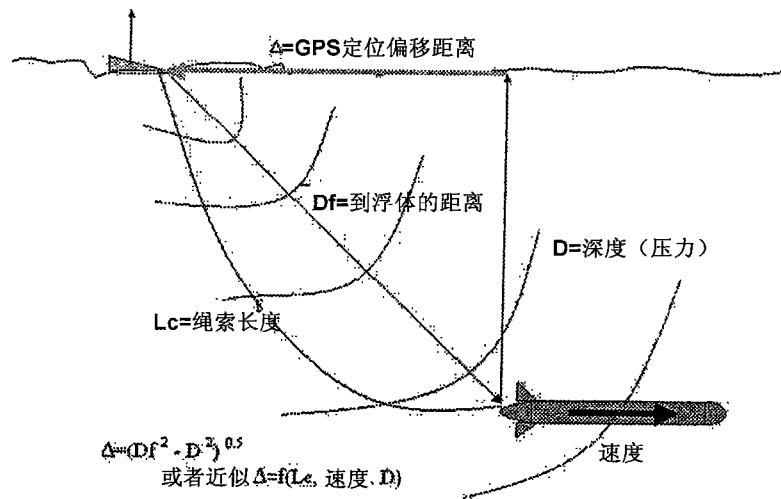


图4

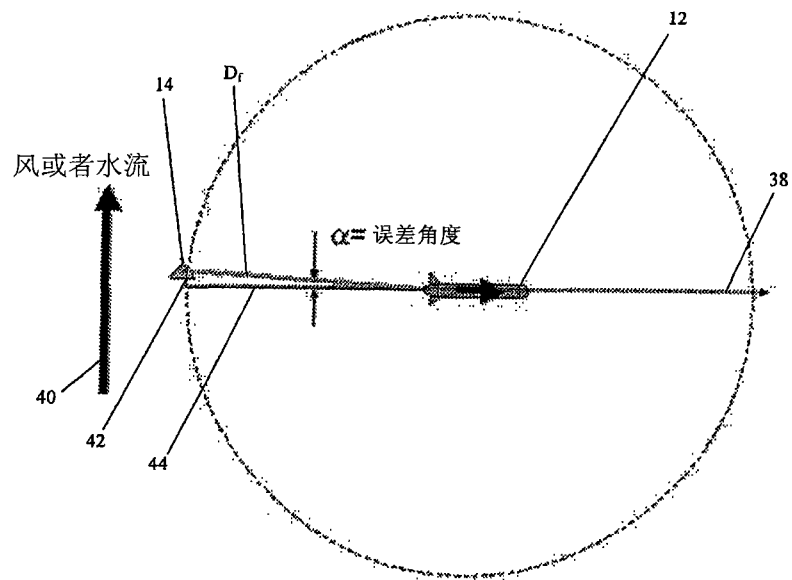


图5

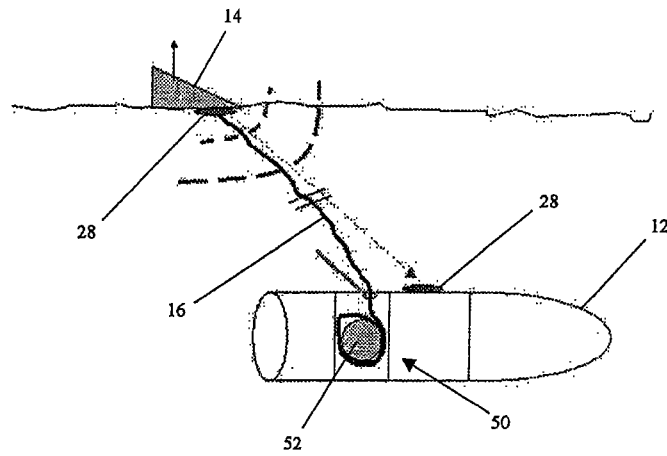


图6