



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108698677 B

(45) 授权公告日 2021.06.15

(21) 申请号 201680072305.0

(22) 申请日 2016.12.09

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108698677 A

(43) 申请公布日 2018.10.23

(30) 优先权数据
2015-240252 2015.12.09 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.06.08

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2016/086723 2016.12.09

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/099219 JA 2017.06.15

(73) 专利权人 国立研究开发法人 海上·港
湾·航空技术研究所
地址 日本东京都

(72) 发明人 金冈秀

(74) 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理
有限公司 44224

代理人 何冲 黄隶凡

(51) Int.Cl.
B63C 11/00 (2006.01)

审查员 胡春平

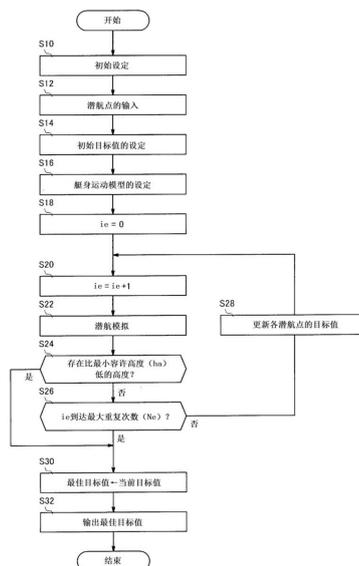
权利要求书3页 说明书13页 附图5页

(54) 发明名称

水下航行体的路径设定方法、使用该方法的
水下航行体的最佳控制方法及水下航行体

(57) 摘要

本发明能够对水下航行体设定相对于基准的最佳潜航路径而进行航行控制。本发明具备下述步骤：潜航点输入步骤(S12)，其输入水下航行体的潜航点；目标值设定步骤(S14)，其设定潜航点处的初始目标值；潜航模拟步骤(S22)，其利用水底地形的数据和目标值，基于水下航行体的运动模型，对与目标值相对应的水下航行体的潜航路径进行模拟；以及目标值更新步骤(S28)，其基于评估函数更新目标值，所述评估函数是基于通过潜航模拟步骤(S22)中的模拟得到的潜航路径计算出的，通过重复进行潜航模拟步骤(S22)和目标值更新步骤(S28)而导出最佳目标值。



1. 一种水下航行体的路径设定方法,其特征在于,具备下述步骤:

潜航点输入步骤,在该步骤中,输入水下航行体的作为与水面平行的平面内离散的坐标点的多个潜航点;

目标值设定步骤,在该步骤中,设定多个所述潜航点各自的、作为所述水下航行体的深度、高度、姿态之一的目标的初始目标值;

潜航模拟步骤,在该步骤中,利用作为基准的水底地形的数据和初始的所述目标值,基于所述水下航行体的表示推进单元、舵单元的响应特性及艇身的移动特性的运动模型,对与所述水下航行体的深度、高度、姿态之一的初始的所述目标值相对应的所述水下航行体的潜航路径进行模拟;以及

目标值更新步骤,在该步骤中,基于评估函数的值更新初始的所述目标值,其中,所述评估函数的值是基于通过所述潜航模拟步骤中的模拟得到的所述潜航路径上的所述水下航行体的深度、高度、姿态之一、和所述水下航行体的深度、高度、姿态之一的初始的所述目标值之差计算出的、所述潜航路径的整个潜航路径中的评估函数,

通过使用新的所述目标值重复进行所述潜航模拟步骤和所述目标值更新步骤,导出多个所述潜航点各自的最佳的所述目标值。

2. 根据权利要求1所述的水下航行体的路径设定方法,其特征在于,所述目标值为所述潜航点处的目标深度。

3. 根据权利要求2所述的水下航行体的路径设定方法,其特征在于,具备最小容许高度设定步骤,在该步骤中设定所述水下航行体的最小容许高度,所述潜航模拟步骤利用所述水底地形的数据和所述目标深度,基于所述水下航行体的运动模型,对与所述目标深度相对的所述水下航行体的计算潜航高度进行模拟,通过将所述计算潜航高度和所述最小容许高度进行比较而导出最佳的所述目标深度。

4. 根据权利要求3所述的水下航行体的路径设定方法,其特征在于,在所述目标值更新步骤中,在所述计算潜航高度的最小值和所述最小容许高度存在差异的情况下,更新所述目标深度以使得所述计算潜航高度的所述最小值接近所述最小容许高度。

5. 根据权利要求3所述的水下航行体的路径设定方法,其特征在于,将所述评估函数的值设为多个所述潜航点处的所述计算潜航高度和所述最小容许高度之差的绝对值的总和、或者为差值平方的总和,所述目标值更新步骤以使得所述评估函数的值变小的方式更新所述目标深度。

6. 根据权利要求1所述的水下航行体的路径设定方法,其特征在于,所述目标值为所述潜航点处的目标高度。

7. 根据权利要求6所述的水下航行体的路径设定方法,其特征在于,具备最小容许高度设定步骤,在该步骤中设定所述水下航行体的最小容许高度,所述潜航模拟步骤利用所述水底地形的数据和所述目标高度,基于所述水下航行体的运动模型,对与所述目标高度相对应的所述水下航行体的计算潜航高度进行模拟,通过将所述计算潜航高度和所述最小容许高度进行比较而导出最佳的所述目标高度。

8. 根据权利要求7所述的水下航行体的路径设定方法,其特征在于,

在所述目标值更新步骤中,在所述计算潜航高度的最小值和所述最小容许高度存在差异的情况下,更新所述目标高度以使得所述计算潜航高度的所述最小值接近所述最小容许高度。

9. 根据权利要求7所述的水下航行体的路径设定方法,其特征在于,

将所述评估函数的值设为多个所述潜航点处的所述计算潜航高度和所述最小容许高度之差的绝对值的总和、或者为差值平方的总和,

所述目标值更新步骤以使得所述评估函数的值变小的方式更新所述目标高度。

10. 根据权利要求1所述的水下航行体的路径设定方法,其特征在于,

所述目标值为所述水下航行体在所述潜航点处的目标基准姿态。

11. 根据权利要求10所述的水下航行体的路径设定方法,其特征在于,

具备最小容许高度设定步骤,在该步骤中设定所述水下航行体的最小容许高度,

所述潜航模拟步骤利用所述水底地形的数据和所述目标基准姿态,基于所述水下航行体的运动模型,对与所述目标基准姿态相对应的所述水下航行体的计算潜航高度进行模拟,

通过将所述计算潜航高度和所述最小容许高度进行比较而导出最佳的所述目标基准姿态。

12. 根据权利要求11所述的水下航行体的路径设定方法,其特征在于,

在所述目标值更新步骤中,在所述计算潜航高度的最小值和所述最小容许高度存在差异的情况下,更新所述目标基准姿态以使得所述计算潜航高度的所述最小值接近所述最小容许高度。

13. 根据权利要求11所述的水下航行体的路径设定方法,其特征在于,

将所述评估函数的值设为多个所述潜航点处的所述计算潜航高度和所述最小容许高度之差的绝对值的总和、或者为差值平方的总和,所述目标值更新步骤以使得所述评估函数的值变小的方式更新所述目标基准姿态。

14. 根据权利要求1至13中任意一项所述的水下航行体的路径设定方法,其特征在于,

所述潜航模拟步骤和所述目标值更新步骤的重复次数是预先确定的。

15. 根据权利要求1所述的水下航行体的路径设定方法,其特征在于,

替代所述水底地形的数据而使用基准路径。

16. 根据权利要求1所述的水下航行体的路径设定方法,其特征在于,

替代所述水底地形的数据而使用所述水下航行体在所述潜航点处的基准角度。

17. 一种水下航行体的最佳控制方法,其特征在于,

利用权利要求1至16中任意一项所述的水下航行体的路径设定方法所得到的最佳的所述目标值,控制所述水下航行体。

18. 根据权利要求17所述的水下航行体的最佳控制方法,其特征在于,

将最佳的所述目标值与所述水下航行体的位置进行比较,与比较结果对应而控制所述水下航行体的运动控制系统。

19. 根据权利要求18所述的水下航行体的最佳控制方法,其特征在于,

在最佳的所述目标值和所述水下航行体的所述位置不符合规定条件的情况下,使所述水下航行体紧急上浮。

20. 根据权利要求17至19中任意一项所述的水下航行体的最佳控制方法,其特征在于,还进行对所述水底地形进行观测的观测控制。
21. 一种水下航行体,其特征在于,具备:
目标值获取部,其获取在权利要求1至16中任意一项所述的水下航行体的路径设定方法中得到的最佳的所述目标值;
存储部,其存储所获取到的所述目标值;以及
运动控制部,其利用存储在所述存储部中的所述目标值控制驱动单元。
22. 根据权利要求21所述的水下航行体,其特征在于,
具备深度测量单元、高度测量单元、以及姿态测量单元中的至少一个,
所述运动控制部将所述深度测量单元、高度测量单元、以及姿态测量单元中至少一个单元的测定值与存储在所述存储部中的所述目标值进行比较,从而控制所述驱动单元。
23. 根据权利要求21所述的水下航行体,其特征在于,
具备障碍物探测单元,
所述运动控制部与所述障碍物探测单元得到的检测结果对应地控制所述驱动单元。
24. 根据权利要求21至23中任意一项所述的水下航行体,其特征在于,
具备惯性导航单元,
所述运动控制部基于所述惯性导航单元的输出控制所述驱动单元。
25. 根据权利要求21所述的水下航行体,其特征在于,
具备对所述水底地形进行观测的观测单元。

水下航行体的路径设定方法、使用该方法的水下航行体的最佳控制方法及水下航行体

技术领域

[0001] 本发明涉及一种水下航行体的路径设定方法、使用该路径设定方法的水下航行体的最佳控制方法、以及水下航行体。

背景技术

[0002] 近年来,海底等水底作为以矿物资源为首的各种资源的供给源而引人注目。与此相伴,水底调查的必要性也逐渐升高。水底调查一般利用以声波、激光、可见光线、电磁波等信号为介质的遥感方法,但这些信号会发生传输损耗,因此只有在尽可能接近水底的位置使用才能获得高分辨率及高精度的信息。因此,需要使水下航行体(例如潜水艇)以期望的轨道或姿态在水底附近行驶(航行)的技术。

[0003] 已公开了一种技术,其具备用于设定水下航行体的深度的深度设定单元,并基于所设定的规定深度对船尾舵进行驱动控制(专利文献1)。在这里,在深度设定单元与深度控制单元之间设置有限制电路,通过限制电路进行控制以使得水下航行体不与水底接触。

[0004] 已公开了一种技术,其为了在进行水下航行体的自动操控时推定运动状态量,使用追随水下航行体的运动特性的运动模型而提高运动状态量的推定精度(专利文献2)。另外,公开了一种考虑潮汐洋流等的影响而对水下航行体进行转向控制的技术(专利文献3)。

[0005] 另外,公开了一种定位技术,其针对为了对水下航行体进行行驶控制必须获取水下航行体的正确位置的情况,通过利用多波束测深仪对多个位置测量深度而确定水下航行体的位置(专利文献4)。还公开了下述技术,即,获取水下航行体的速度、深度、高度、姿态角等状态信息,基于状态信息设定能够安全航行的安全域,并控制水下航行体以使其能够在安全域内航行(专利文献5)。

[0006] 专利文献1:日本特开昭63-273797号公报

[0007] 专利文献2:日本特开平05-016878号公报

[0008] 专利文献3:日本特开2003-127983号公报

[0009] 专利文献4:日本特开2007-292729号公报

[0010] 专利文献5:日本特开2015-063181号公报

[0011] 声波等探测信号的反射强度具有与相对于水底的入射角成反比的性质。即,在相对于水底较平的入射(入射角较大)时,与垂直入射(0度入射)相比反射强度明显变弱。因此,在起伏较多的复杂水底地形的情况下,反射信号的强度与地形相关,与平坦面的情况相比变弱。并且,在复杂的水底地形中,多径问题也与平坦的水底面相比变得显著。其结果,利用高度仪得到的高度测量值的可靠性也降低。

[0012] 由于上述情况,为了行驶安全,除了像平坦水底这样能够稳定地以高精度获得高度信息的情况以外,很少采用高度控制导航而较多采用深度控制导航。

[0013] 现状下,在应用深度控制导航时,以使得航行体与水底相距适当距离的方式设定目标深度,进行控制以防止航行体碰撞到水底。但是,在深度设定时没有定量地评估水底地

形与AUV动态之间的关系,在险峻的水底地形等中有可能与水底碰撞。另一方面,如果为了避免碰撞到水底而将目标深度设定为与水底相距充分远,则能够从水底获取的数据的质量和分辨率将显著下降。因此,实际上是基于经验和直觉而与水底相距适当的距离的方式设定目标深度。另外,有时也优选与水底调查所使用的传感器种类相应地,使水下航行体采取特定的姿态,例如平行于水底姿态。在此情况下,优选以在避免碰撞到水底的同时与水底斜面最近似的轨道航行。

[0014] 上述的对比文件1至5的技术都无法实现确定潜航点而得到水下航行体在防止碰撞的同时最接近水底的最佳潜航路径。

发明内容

[0015] 本发明就是为了解决上述课题中的至少一个而提出的,其目的在于提供一种水下航行体的路径设定方法,该水下航行体的路径设定方法能够对水下航行体设定基于基准的最佳路径而进行行驶控制,并且提供使用该路径设定方法的水下航行体的最佳控制方法以及水下航行体。

[0016] 对应于权利要求1的水下航行体的路径设定方法具备下述步骤:潜航点输入步骤,在该步骤中,输入水下航行体的潜航点;目标值设定步骤,在该步骤中,设定所述潜航点处的初始目标值;潜航模拟步骤,在该步骤中,利用作为基准的水底地形的数据和所述目标值,基于所述水下航行体的运动模型,对与所述目标值相对应的所述水下航行体的潜航路径进行模拟;以及目标值更新步骤,在该步骤中,基于评估函数的值更新所述目标值,其中,所述评估函数的值是基于通过所述潜航模拟步骤中的模拟得到的所述潜航路径计算出的,通过重复进行所述潜航模拟步骤和所述目标值更新步骤而导出最佳的所述目标值。

[0017] 在这里,所述目标值可以为所述潜航点处的目标深度。

[0018] 另外,可以具备最小容许高度设定步骤,在该步骤中设定所述水下航行体的最小容许高度,所述潜航模拟步骤利用所述水底地形的数据和所述目标深度,基于所述水下航行体的运动模型,对与所述目标深度相对的所述水下航行体的计算潜航高度进行模拟,通过将所述计算潜航高度和所述最小容许高度进行比较而导出最佳的所述目标深度。

[0019] 另外,可以在所述目标值更新步骤中,在所述计算潜航高度的最小值和所述最小容许高度存在差异的情况下,更新所述目标深度以使得所述计算潜航高度的所述最小值接近所述最小容许高度。

[0020] 另外,可以将所述评估函数的值设为多个所述潜航点处的所述计算潜航高度和所述最小容许高度之差的绝对值的总和、或者为差值平方的总和,所述目标值更新步骤以使得所述评估函数的值变小的方式更新所述目标深度。

[0021] 另外,所述目标值可以为所述潜航点处的目标高度。

[0022] 另外,可以具备最小容许高度设定步骤,在该步骤中设定所述水下航行体的最小容许高度,所述潜航模拟步骤利用所述水底地形的数据和所述目标高度,基于所述水下航行体的运动模型,对与所述目标高度相对应的所述水下航行体的计算潜航高度进行模拟,通过将所述计算潜航高度和所述最小容许高度进行比较而导出最佳的所述目标高度。

[0023] 另外,可以在所述目标值更新步骤中,在所述计算潜航高度的最小值和所述最小容许高度存在差异的情况下,更新所述目标高度以使得所述计算潜航高度的所述最小值接

近所述最小容许高度。

[0024] 另外,可以将所述评估函数的值设为多个所述潜航点处的所述计算潜航高度和所述最小容许高度之差的绝对值的总和、或者为差值平方的总和,所述目标值更新步骤以使得所述评估函数的值变小的方式更新所述目标高度。

[0025] 在这里,所述目标值可以为所述水下航行体在所述潜航点处的目标基准姿态。

[0026] 另外,可以具备最小容许高度设定步骤,在该步骤中设定所述水下航行体的最小容许高度,所述潜航模拟步骤利用所述水底地形的数据和所述目标基准姿态,基于所述水下航行体的运动模型,对与所述目标基准姿态相对应的所述水下航行体的计算潜航高度进行模拟,通过将所述计算潜航高度和所述最小容许高度进行比较而导出最佳的所述目标基准姿态。

[0027] 另外,可以在所述目标值更新步骤中,在所述计算潜航高度的最小值和所述最小容许高度存在差异的情况下,更新所述目标基准姿态以使得所述计算潜航高度的所述最小值接近所述最小容许高度。

[0028] 另外,可以将所述评估函数的值设为多个所述潜航点处的所述计算潜航高度和所述最小容许高度之差的绝对值的总和、或者为差值平方的总和,所述目标值更新步骤以使得所述评估函数的值变小的方式更新所述目标基准姿态。

[0029] 另外,所述潜航模拟步骤和所述目标值更新步骤的重复次数可以是预先确定的。

[0030] 另外,可以替代所述水底地形的数据而使用基准路径。另外,可以替代所述水底地形的数据而使用所述水下航行体在所述潜航点处的基准姿态。另外,可以替代所述水底地形的数据而使用所述水下航行体在所述潜航点处的基准角度。

[0031] 权利要求17所记载的水下航行体的最佳控制方法为,利用在上述水下航行体的路径设定方法中得到的最佳的所述目标值,控制所述水下航行体。

[0032] 在这里,可以将最佳的所述目标值与所述水下航行体的位置进行比较,与比较结果对应而控制所述水下航行体的运动控制系统。

[0033] 另外,可以在最佳的所述目标值和所述水下航行体的所述位置不符合规定条件的情况下,使所述水下航行体紧急上浮。

[0034] 另外,还可以还进行对所述水底地形进行观测的观测控制。

[0035] 权利要求21所记载的水下航行体具备:目标值获取部,其获取在上述水下航行体的路径设定方法中得到的最佳的所述目标值;存储部,其存储所获取到的所述目标值;以及运动控制部,其利用存储在所述存储部中的所述目标值控制驱动单元。

[0036] 在这里,可以具备深度测量单元、高度测量单元、以及姿态测量单元中的至少一个,所述运动控制部将所述深度测量单元、高度测量单元、以及姿态测量单元中至少一个单元的测定值与存储在所述存储部中的所述目标值进行比较,从而控制所述驱动单元。

[0037] 另外,可以具备障碍物探测单元,所述运动控制部与所述障碍物探测单元得到的检测结果对应地控制所述驱动单元。

[0038] 另外,可以具备惯性导航单元,所述运动控制部基于所述惯性导航单元的输出控制所述驱动单元。

[0039] 另外,可以具备对所述水底地形进行观测的观测单元。

[0040] 发明的效果

[0041] 根据对应于权利要求1的水下航行体的路径设定方法,通过具备下述步骤:潜航点输入步骤,在该步骤中,输入水下航行体的潜航点;目标值设定步骤,在该步骤中,设定所述潜航点处的初始目标值;潜航模拟步骤,在该步骤中,利用作为基准的水底地形的数据和所述目标值,基于所述水下航行体的运动模型,对与所述目标值相对应的所述水下航行体的潜航路径进行模拟;以及目标值更新步骤,在该步骤中,基于评估函数的值更新所述目标值,其中,所述评估函数的值是基于通过所述潜航模拟步骤中的模拟得到的所述潜航路径计算出的,并通过重复进行所述潜航模拟步骤和所述目标值更新步骤而导出最佳的所述目标值,从而,能够在所述潜航点处与水底地形相应地设定最优化的最佳目标值。由此,能够使所述水下航行体在所述潜航点处以最佳目标值进行潜航、且能够实现符合目的的最佳潜航状态下的行驶的方式设定路径。

[0042] 在这里,通过使所述目标值为所述潜航点处的目标深度,从而,能够在所述潜航点处与水底地形相应地设定最优化的最佳目标深度。由此,能够使所述水下航行体在所述潜航点处以处于最佳目标深度的方式进行潜航、且能够实现符合观测等目的的最佳潜航深度下的行驶的方式设定路径。

[0043] 另外,通过具备最小容许高度设定步骤,在该步骤中设定所述水下航行体的最小容许高度,所述潜航模拟步骤利用所述水底地形的数据和所述目标深度,基于所述水下航行体的运动模型,对与所述目标深度相对的所述水下航行体的计算潜航高度进行模拟,通过将所述计算潜航高度和所述最小容许高度进行比较而导出最佳的所述目标深度,从而,能够使所述水下航行体在避免比所述最小容许高度更接近水底的同时、在所述潜航点处使所述水下航行体以最佳目标深度潜航的方式设定路径。

[0044] 另外,通过在所述目标值更新步骤中,在所述计算潜航高度的最小值和所述最小容许高度存在差异的情况下,更新所述目标深度以使得所述计算潜航高度的所述最小值接近所述最小容许高度,从而,能够将最佳目标深度设定为,在使所述水下航行体避免比所述最小容许高度更接近水底的同时、在所述潜航点处尽可能地接近水底。

[0045] 另外,通过将所述评估函数的值设为多个所述潜航点处的所述计算潜航高度和所述最小容许高度之差的绝对值的总和、或者为差值平方的总和,所述目标值更新步骤以使得所述评估函数的值变小的方式更新所述目标深度,从而,能够以使得多个所述潜航点处的所述计算潜航高度与所述最小容许高度之差的绝对值的总和、或者差值平方的总和为最小的方式,设定多个所述潜航点处的最佳目标深度。

[0046] 另外,通过使所述目标值为所述潜航点处的目标高度,从而,能够在所述潜航点处与水底地形相应地设定最优化的最佳目标高度。由此,能够使所述水下航行体在所述潜航点处以处于最佳目标高度的方式进行潜航、且能够实现符合观测等目的的最佳潜航高度下的行驶的方式设定路径。

[0047] 另外,通过具备最小容许高度设定步骤,在该步骤中设定所述水下航行体的最小容许高度,所述潜航模拟步骤利用所述水底地形的数据和所述目标高度,基于所述水下航行体的运动模型,对与所述目标高度相对的所述水下航行体的计算潜航高度进行模拟,通过将所述计算潜航高度和所述最小容许高度进行比较而导出最佳的所述目标高度,从而,能够使所述水下航行体在避免比所述最小容许高度更接近水底的同时、在所述潜航点处使所述水下航行体以最佳目标高度潜航的方式设定路径。

[0048] 另外,通过在所述目标值更新步骤中,在所述计算潜航高度的最小值和所述最小容许高度存在差异的情况下,更新所述目标高度以使得所述计算潜航高度的所述最小值接近所述最小容许高度,从而,能够将最佳目标高度设定为,在使所述水下航行体避免比所述最小容许高度更接近水底的同时、在所述潜航点处尽可能地接近水底。

[0049] 另外,通过将所述评估函数的值设为多个所述潜航点处的所述计算潜航高度和所述最小容许高度之差的绝对值的总和、或者为差值平方的总和,所述目标值更新步骤以使得所述评估函数的值变小的方式更新所述目标高度,从而,能够以使得多个所述潜航点处的所述计算潜航高度与所述最小容许高度之差的绝对值的总和、或者差值平方的总和为最小的方式,设定多个所述潜航点处的最佳目标高度。

[0050] 在这里,通过使所述目标值为所述水下航行体在所述潜航点处的目标基准姿态,从而,能够在所述潜航点处与水底地形相应地设定最优化的最佳目标基准姿态。由此,能够使所述水下航行体在所述潜航点处以处于最佳目标基准姿态的方式进行潜航、且能够实现符合观测等目的的最佳潜航姿态下的行驶的方式设定路径。

[0051] 另外,通过具备最小容许高度设定步骤,在该步骤中设定所述水下航行体的最小容许高度,所述潜航模拟步骤利用所述水底地形的数据和所述目标基准姿态,基于所述水下航行体的运动模型,对与所述目标基准姿态相对的所述水下航行体的计算潜航高度进行模拟,通过将所述计算潜航高度和所述最小容许高度进行比较而导出最佳的所述目标基准姿态,从而,能够以使所述水下航行体在避免比所述最小容许高度更接近水底的同时、在所述潜航点处使所述水下航行体以最佳目标基准姿态潜航的方式设定路径。

[0052] 另外,通过在所述目标值更新步骤中,在所述计算潜航高度的最小值和所述最小容许高度存在差异的情况下,更新所述目标基准姿态以使得所述计算潜航高度的所述最小值接近所述最小容许高度,从而,能够将最佳目标基准姿态设定为,在使所述水下航行体避免比所述最小容许高度更接近水底的同时、在所述潜航点处尽可能地接近水底。

[0053] 另外,通过将所述评估函数的值设为多个所述潜航点处的所述计算潜航高度和所述最小容许高度之差的绝对值的总和、或者为差值平方的总和,所述目标值更新步骤以使得所述评估函数的值变小的方式更新所述目标基准姿态,从而,能够以使得多个所述潜航点处的所述计算潜航高度与所述最小容许高度之差的绝对值的总和、或者差值平方的总和为最小的方式,设定多个所述潜航点处的最佳目标基准姿态。

[0054] 另外,通过使所述潜航模拟步骤和所述目标值更新步骤的重复次数是预先确定的,从而,能够使潜航模拟在适当的次数后截止。

[0055] 另外,通过替代所述水底地形的数据而使用基准路径,或者替代所述水底地形的数据而使用所述水下航行体在所述潜航点处的基准角度,从而能够以使得所述水下航行体在所述潜航点处接近基准路径或者基准角度的方式将所述目标值最优化。

[0056] 权利要求17所记载的水下航行体的最佳控制方法通过利用上述水下航行体的路径设定方法中得到的最佳的所述目标值控制所述水下航行体,由此,能够以使所述水下航行体在所述潜航点处与水底地形相应而以最优化的最佳目标值进行潜航、且能够实现符合目的的最佳潜航状态下的行驶。

[0057] 在这里,通过将最佳的所述目标值与所述水下航行体的位置进行比较,并与比较结果对应地控制所述水下航行体的运动控制系统,从而能够具体地实现所述水下航行体的

最佳控制方法。

[0058] 另外,通过在最佳的所述目标值和所述水下航行体的所述位置不符合规定条件的情况下,使所述水下航行体紧急上浮,从而能够在所述水下航行体可能与障碍物等发生碰撞的情况下等避免危险。

[0059] 另外,通过还进行对所述水底地形进行观测的观测控制,从而能够在以适于观测的潜航状态行驶的同时进行观测。

[0060] 权利要求21所记载的水下航行体通过具备:目标值获取部,其获取在上述水下航行体的路径设定方法中得到的最佳的所述目标值;存储部,其存储所获取到的所述目标值;以及运动控制部,其利用存储在所述存储部中的所述目标值控制驱动单元,由此,能够在所述潜航点处与水底地形相应而以最优化的最佳目标值进行潜航、且能够实现符合目的的最佳潜航状态下的行驶。

[0061] 在这里,通过具备深度测量单元、高度测量单元、以及姿态测量单元中的至少一个,所述运动控制部将所述深度测量单元、高度测量单元、以及姿态测量单元中至少一个单元的测定值与存储在所述存储部中的所述目标值进行比较而控制所述驱动单元,由此,能够具体地实现得到最佳的所述目标值的、所述水下航行体的最佳控制方法。

[0062] 另外,通过具备具备障碍物探测单元,所述运动控制部与所述障碍物探测单元得到的检测结果对应地控制所述驱动单元。由此,能够在所述水下航行体可能与障碍物等发生碰撞的情况下等避免危险。

[0063] 另外,通过具备惯性导航单元,所述运动控制部基于所述惯性导航单元的输出而控制所述驱动单元,由此,无需从外部获取位置信息,能够仅利用本航行体而在所述潜航点处与水底地形相应地以最优化的最佳目标值进行潜航。

[0064] 另外,通过具备对所述水底地形进行观测的观测单元,从而能够在以适于观测的潜航状态行驶的同时进行观测。

附图说明

[0065] 图1是本发明的实施方式中的水下航行体的构成示意图。

[0066] 图2是示出本发明的实施方式中的水下航行体的路径设定装置的构成的图。

[0067] 图3是本发明的实施方式中的水下航行体的路径设定方法的流程图。

[0068] 图4是本发明的实施方式中的水下航行体的路径设定装置的功能框图。

[0069] 图5是说明本发明的实施方式中的水下航行体的路径设定处理的图。

[0070] 图6是本发明的实施方式中的水下航行体的最佳行驶控制的流程图。

[0071] 图7是本发明的实施方式中的水下航行体的功能框图。

[0072] 图8是利用本发明的实施方式中的水下航行体进行的水底地形的观测系统图。

具体实施方式

[0073] 〈系统的构成〉

[0074] 图8是利用本发明的实施方式中的水下航行体进行的水底地形的观测系统图。观测系统由被投放至水下的水下航行体100、路径设定装置200、以及搭载路径设定装置200的水面的辅助船300组成。为了观测潜航点处的水底地形400,水下航行体100沿着最佳潜航路

径行驶,所述最佳潜航路径设定为能够在防止碰撞到水底的同时最接近水底的路径。

[0075] 由于辅助船300通过接收来自人造卫星500的GPS信号来明确本船的地理位置,因此能够明确水下航行体100的地理位置。辅助船300上搭载有声学定位装置310,能够把握水下的水下航行体100相对于辅助船300的相对位置。另外,水下航行体100本身也能够利用搭载于水下航行体100上的位置检测单元检测出相对于辅助船300的相对位置,所述相对位置能够经由声学通信装置320使辅助船300和水下航行体100彼此进行把握。因此,通过将由辅助船300得到的地理位置和利用声学定位装置310或水下航行体100的位置检测单元得到的相对位置进行组合,能够由辅助船300及/或水下航行体100把握水下航行体100的地理位置。

[0076] 〈水下航行体的构成〉

[0077] 如图1的构成示意图所示,本发明的实施方式中的水下航行体100构成为包括艇身10、主推进器12、主推进器驱动发动机14、垂直舵16、垂直舵驱动发动机18、水平舵20、水平舵驱动发动机22、深度仪24、高度仪26、障碍物传感器28、观测用传感器30、兼作为位置检测单元的惯性导航装置32、控制装置34、声学通信装置36、以及声学定位装置38。水下航行体100例如为自主式无人潜水器(AUV),但并不限于此。

[0078] 艇身10是构成船舱等空间的可密闭的构造体。艇身10由金属或强化塑胶等构成,同时实现对水下航行体100的构成要素进行机械支撑的作用。

[0079] 主推进器12是产生用于推进水下航行体100的驱动力的构成要素。主推进器12例如构成为包括螺旋桨、旋转轴等。主推进器驱动发动机14是用于对主推进器12施加驱动力的发动机。主推进器驱动发动机14接收来自控制装置34的驱动控制信号,并利用来自电池14a的电力而以与驱动控制信号相对应的转速及扭矩使主推进器12的旋转轴旋转驱动。由此,与驱动轴连接的螺旋桨旋转而向水下航行体100施加推进力。

[0080] 垂直舵16是用于使艇身10沿左右方向转动(调头)的舵。通过将垂直舵16相对于艇身10向右或向左倾斜,能够使艇身10向左或向右调头。垂直舵驱动发动机18是产生用于使垂直舵16转动的驱动力的发动机。垂直舵驱动发动机18接收来自控制装置34的垂直舵控制信号,以使得垂直舵16成为与垂直舵控制信号相对应的角度的方式转动驱动垂直舵16。

[0081] 此外,也可以构成为,在左侧和右侧分别设置单独的主推进器12,不依赖于垂直舵16而通过调整左右主推进器12的推力平衡,从而使艇身10向左右方向转动(调头)。

[0082] 水平舵20是用于使艇身10上升及下降的舵。通过将水平舵20相对于艇身10向上或者向下倾斜而能够使艇身10低头(下俯)或抬头(上仰)。水平舵驱动发动机22是产生用于使水平舵20转动的驱动力的发动机。水平舵驱动发动机22接收来自控制装置34的水平舵控制信号,以使得水平舵20成为与水平舵控制信号相对应的角度的方式转动驱动水平舵20。

[0083] 深度仪24是用于测定并输出水下航行体100与水面相距的距离(深度)的装置。深度仪24例如根据施加在水下航行体100的艇身10上的水压测定深度。深度仪24将测定出的深度向控制装置34输出。高度仪26是用于测定并输出水下航行体100与水底相距的距离(高度)的装置。高度仪26例如根据从向艇身10的下方输出声波至接收到由水底反射回的声波为止的时间测定高度。高度仪26将测定出的高度向控制装置34输出。

[0084] 障碍物传感器28是用于检测存在于水下航行体100的前进方向(前方)上的障碍物的传感器。障碍物传感器28例如根据从向艇身10的前方(或者前方略偏下的方向)输出声波

至接收到存在于该方向上的障碍物反射回的声波为止的时间,测定障碍物的存在以及该障碍物与当前位置的距离。障碍物传感器28将障碍物的检测结果向控制装置34输出。

[0085] 观测用传感器30是用于通过水下航行体100进行观测的传感器。观测用传感器30与观测目的相应而可以为各种传感器。观测用传感器30例如可以为声波传感器、电磁波传感器、光传感器、压力传感器、热传感器等。观测用传感器30将观测结果向控制装置34输出。

[0086] 惯性导航装置32具备用于对艇身10移动时的加速度进行测定的加速度传感器及陀螺仪传感器,通过将这两种传感器所测定出的加速度以时间进行二重积分而求出艇身10的位置信息。由惯性导航装置32得到的水下航行体100的位置信息向控制装置34输出。

[0087] 控制装置34从深度仪24、高度仪26、障碍物传感器28、观测用传感器30、以及惯性导航装置32接收信息,并基于这些信息进行水下航行体100的行驶控制。控制装置34基于来自惯性导航装置32的位置信息、来自深度仪24的深度信息、以及来自高度仪26的高度信息,以使得艇身10接近预先设定的、基于潜航点及后述的路径设定方法设定的目标值(目标深度、目标高度、目标姿态、目标角度等)的方式控制主推进器12、垂直舵驱动发动机18、以及水平舵驱动发动机22。关于控制装置34进行的行驶控制将在下面记述。

[0088] 声学通信装置36是用于与水下航行体100的外部之间通过声波进行通信的装置。声学通信装置36从控制装置34接收深度仪24、高度仪26、障碍物传感器28、观测用传感器30、以及惯性导航装置32的测定结果、以及与行驶有关的信息等,并将这些信息向水下航行体100的外部(例如海上的船舶等)发送。另外,接收外部(例如海上的船舶等)利用GPS等测定出的绝对位置。

[0089] 声学定位装置38接收水下航行体100相对于外部船舶等的相对位置。声学定位装置38如果设置在海上船舶等中,则获取与水下航行体100之间的相对位置的信息。该相对位置信息向控制装置34输入。控制装置34还能够获取利用声学通信装置36获取到的海上船舶等的绝对位置的信息,根据船舶的绝对位置和从船舶至水下航行体100的相对位置而得到水下航行体100的绝对位置。控制装置34能够利用以上述方式获得的水下航行体100的绝对位置信息,对从惯性导航装置32获取到的位置信息进行校正。例如,在根据从声学定位装置38获取到的相对位置信息计算出的位置与从惯性导航装置32获取到的位置的差大于规定值时,控制装置34利用声学定位装置38的位置对惯性导航装置32的位置进行校正。惯性导航装置32将校正后的位置作为新的初始值,继续推定水下航行体100的位置。

[0090] 〈水下航行体的路径设定方法〉

[0091] 以下对本实施方式中的水下航行体100的路径设定处理进行说明。在本实施方式中,针对在水下航行体100之外另行设置的路径设定装置200进行路径设定的方式进行说明。但是,本发明并不限于此,也可以将路径设定装置200搭载于水下航行体100上。

[0092] 如图2所示,路径设定装置200是具备处理部40、存储部42、输入部44、以及输出部46的计算机。处理部40由CPU等构成。处理部40通过执行预先存储在存储部42中的路径设定程序而进行后述的路径设定处理。存储部42是用于存储路径设定程序、艇身运动计算模型、以及各种数据的存储装置。存储部42例如可以是半导体存储器、硬盘等。输入部44具备用于将进行路径设定处理所必需的信息输入路径设定装置200的装置。输入部44可以为键盘、鼠标、触摸面板等。另外,也可以将网络接口等作为输入部44而从其他装置获取信息。输出部46具备用于将通过路径设定装置200得到的路径等的信息进行输出的装置。输出部46可以

为显示器、打印机等。另外,也可以将网络接口等作为输出部46以能够向水下航行体100的控制装置34输出信息。

[0093] 路径设定处理是按照图3的流程图进行处理的。通过执行路径设定处理,路径设定装置200作为图4的功能框图所示的各种单元起作用。

[0094] 在步骤S10中,进行初始设定。通过该处理,路径设定装置200作为初始设定单元50起作用。在初始设定中,利用输入部44,输入作为基准的水底地形400的信息,并设定最大重复次数(Ne)及最小容许高度(ha)。如图5中的粗实线所示,水底地形400的信息是表示成为水下航行体100的行驶对象的区域的水底的各个坐标处的地形高低的信息。最大重复次数(Ne)为路径设定处理中的重复次数的最大值。最小容许高度(ha)是用于设定水下航行体100不接触水底的路径时的、与水底相距最小的容许高度。

[0095] 在步骤S12中,进行潜航点的输入处理。通过该处理,路径设定装置200作为潜航点设定单元52起作用。潜航点是在平面内(与水面、海面平行的面)将水下航行体100所航行的路径以离散的坐标点进行标识的信息。即,通过将潜航点依次连接能够得到水下航行体100的平面行驶路径。潜航点是通过预先基于观测计划等得到的全潜航路径计划而设定的。

[0096] 在步骤S14中,设定各潜航点处的初始目标值。通过该处理,路径设定装置200作为目标值设定单元54起作用。在本实施方式中,目标值为水下航行体100的目标深度。即,如图5所示,对步骤S12中输入的各个潜航点分别设定作为水下航行体100行驶的水下路径的目标的深度初始值(在图中以白色三角表示)。

[0097] 在步骤S16中,设定艇身运动模型。通过该处理,路径设定装置200作为艇身运动模型设定单元56起作用。艇身运动模型也被称为AUV动态,通过计算求出处于水下的艇身10(或者水下航行体100)的运动,其代表例为以时域内的微分方程式表示的运动方程式(equations of motion)。在运动方程式中,通常的解法是以向对象施加的力或力矩分量作为输入而求出作为未知数的速度、角速度分量的解,在很多情况下,与求通解的解析方法相比,更多使用赋予初始条件而求出随时间经过的速度、角速度的时序的数值方法。具体地,基于主推进器12、垂直舵16、水平舵20等的响应特性及艇身10的移动特性等确定。

[0098] 在本发明中,在求解最佳目标值(深度或高度)时,采用如图3所示地通过迭代方法不断更新目标值的方法,而艇身运动模型被用作为该过程中利用潜航模拟以数值方法求出艇身10(AUV)的运动的道具。

[0099] 运动方程式中的系数项是作用于艇身10上的流体动力的函数,常被称作流体动力系数(hydrodynamic coefficient)。该流体动力系数能够通过使用艇身的微缩模型进行的水槽试验、或者通过计算流体力学(Computational Fluid Dynamics)的方法进行数值计算而求出。由于在运动方程式中除了流体动力系数之外均为变量或外力项,因此,通过求出流体动力系数即可完成运动方程式。

[0100] 在步骤S18~S32中,反复进行潜航模拟和目标值更新处理而对各潜航点处的目标值(目标深度)进行最优化解析,所述潜航模拟利用水底地形400的数据和目标深度,基于水下航行体100的运动模型而对与目标值对应的水下航行体100的潜航路径进行模拟,所述目标值更新处理基于由潜航模拟得到的潜航路径计算出的评估函数而更新目标深度。

[0101] 在步骤S18中,将计数器ie设定为初始值0。计数器ie用于对模拟的重复次数进行计数。在步骤S20中,对计数器ie进行加1计算。

[0102] 在步骤S22中,进行潜航模拟。通过该处理,路径设定装置200作为目标值追踪模拟实施部58起作用。处理部40利用在步骤S10中输入的水底地形400的信息、在步骤S12中输入的潜航点以及各潜航点的当前的目标深度,基于在步骤S16中设定的艇身运动模型,以使得艇身10在各潜航点处接近水底地形400的方式模拟水下航行体100的潜航路径。另外,也可以以使得艇身10接近最小容许高度(ha)的方式模拟水下航行体100的潜航路径。通过模拟,得到水下航行体100的新的潜航路径,即各潜航点处的潜航深度(从水面至艇身10的距离:以下,称作“计算潜航深度”)及潜航高度(从水底至艇身10的距离:以下,称作“计算潜航高度”)。

[0103] 在步骤S24中,判定利用步骤S22中的模拟得到的新的潜航路径上的各潜航点处与水底之间的距离(计算潜航高度)是否大于最小容许高度(ha)。通过该处理,路径设定装置200作为潜航高度确认单元60起作用。在存在计算潜航高度小于最小容许高度(ha)的潜航点的情况下,结束模拟,并使处理跳转至步骤S30。在不存在计算潜航高度比小于小容许高度(ha)的潜航点的情况下,使处理跳转至步骤S26。

[0104] 在步骤S26中,判定计数器ie是否为最大重复次数(Ne)以下。通过该处理,路径设定装置200作为重复次数确认单元62起作用。若计数器ie为最大重复次数(Ne)以下,则使处理跳转至步骤S28,若计数器ie超过最大重复次数(Ne),则使处理跳转至步骤S30。

[0105] 在步骤S28中,采用基于评估函数的最优化方法,更新各潜航点的目标深度。通过该处理,路径设定装置200作为目标值更新单元64起作用。评估函数是针对水下航行体100的行驶时的具体目标设定的。例如在希望使艇身10尽可能深地下潜的情况下,将整个潜航路径上的艇身10的计算潜航深度的总和作为评估函数。然后,处理部40以使得评估函数的值尽可能大的方式更新各潜航点处的目标值。之后,处理返回至步骤S20,利用新的目标值再次重复进行潜航路径的模拟。

[0106] 当跳转至步骤S30时,设定最佳目标值(最佳目标深度)。通过该处理,路径设定装置200作为最佳目标值设定单元66起作用。在步骤S32中,如图5所示,处理部40将当前设定的目标深度设定为最佳目标深度(图中,以黑色圆点表示)并将其输出。通过该处理,路径设定装置200作为最佳目标值输出单元68起作用。最佳目标深度为,在水下航行体100潜航时,采取以不接触水底的方式维持最小容许高度(ha)的同时相对于水面尽可能深的潜航路径中的各潜航点处的作为目标的深度。

[0107] 通过以上处理,使得进行水下航行体100的行驶控制时的各潜航点处的作为目标的深度(目标深度)被最优化。因此,通过以使得各潜航点处成为该最佳目标深度的方式控制水下航行体100的运动控制系统,从而能够使水下航行体100以适当的潜航路径进行潜航。

[0108] 此外,在希望使艇身10尽可能地接近水底的情况下,只要在步骤S28中将艇身10在整个潜航路径上的计算潜航高度的总和作为评估函数即可。然后,处理部40以使得该评估函数的值尽可能小的方式更新各潜航点处的目标值。之后,处理返回至步骤S20,利用新的目标值再次重复进行潜航路径的模拟。然后,当跳转至步骤S30时,设定最佳目标值(最佳目标高度)。

[0109] 通过以上处理,进行水下航行体100的行驶控制时的各潜航点处的作为目标的高度(目标高度)被最优化。因此,通过控制水下航行体100的运动控制系统以使各潜航点处成

为该最佳目标高度,从而能够使水下航行体100以适当的潜航路径进行潜航。

[0110] 此外,由于如果水下航行体100的速度变慢则惯性的影响减小,因此,认为能够得到在避免碰撞到水底的同时相对于水面更深的潜航路径。但是,如果速度变慢则垂直舵16及水平舵20的效果降低,另外水底调查的效率也变差,因此,速度变慢存在边界。另外,由于如果速度过快则产生控制系统极限、以及观测时的分辨率及精度的问题,因此,对于每一个水下航行体100都存在适当的速度范围。

[0111] 另外,在本实施方式中,将整个潜航路径上的艇身10的深度或高度的总和作为评估函数,但本发明并不限于此。例如,在替代基于水底地形400使艇身10接近水底的方式,而是希望接近预先确定的作为基准的基准路径(基准深度或基准高度)的方式时,只要将在整个潜航路径上的艇身10的深度与基准路径(基准深度或基准高度)之差的绝对值的总和、或者差值平方的总和作为评估函数,并基于该评估函数将目标值(目标深度或目标高度)最优化即可。

[0112] 另外,在希望对艇身10的姿态进行控制的情况下,只要将作为基准的各潜航点处的姿态(例如,使艇身10平行于水底的倾斜角度的艇身角度)预先设定为基准姿态,并在步骤S28中,将整个潜航路径上的艇身10的姿态(艇身角度)与基准姿态之差的绝对值的总和、或者差值平方的总和作为评估函数即可。然后,处理部40以使得该评估函数的值尽可能小的方式更新各潜航点处的目标值。然后,当跳转至步骤S30时,设定最佳目标值。

[0113] 〈水下航行体的最佳行驶控制〉

[0114] 以下,对基于在上述水下航行体100的路径设定处理中所设定的最佳目标值进行的水下航行体100的行驶控制进行说明。

[0115] 行驶控制处理按照图6的流程图进行处理。水下航行体100的各部件通过作为图7的功能框图所示的各单元起作用而实现行驶控制。

[0116] 在步骤S40中,输入设定最佳目标值(最佳目标深度)。通过该处理,水下航行体100的控制装置34作为最佳目标值输入部70起作用。利用控制装置34的输入单元(未图示)将通过上述水下航行体100的路径设定方法所设定的最佳目标值(最佳目标深度)输入控制装置34,并存储在控制装置34的存储部72中。在这里,向水下航行体100的输入可以使用附设在控制装置34上的输入装置进行,也可以使用声学通信装置36等外部接口进行。此外,按照图3得到的最佳目标值的导出通常是在辅助船300上、或者是在辅助船300出港前基于观测计划实施的,最佳目标值输入至控制装置34,但也可以由水下航行体100的控制装置34在每次潜航时执行路径设定方法。

[0117] 在作为水下航行体100使用自主式无人潜水器(AUV)的情况下,能够在海上的船舶等中将预先求出的最佳目标值(最佳目标深度)及条件输入水下航行体100,而后将水下航行体100投入海中并使其自主航行。通过输入预先求出的最佳目标值(最佳目标深度)控制水下航行体100的优点在于,潜航路径不会由于反复模拟所产生的时间延迟影响,能够可靠地控制水下航行体100。

[0118] 在步骤S42中,利用惯性导航装置32及声学通信装置36进行水下航行体100的定位。控制装置34获取由惯性导航装置32求出的水下航行体100的位置信息。通过该处理,水下航行体100作为本机运动检测部76起作用。如上所述地,控制装置34也可以利用从声学通信装置36获得的位置信息对惯性导航装置32求出的水下航行体100的位置信息进行校正后

使用。通过该处理,水下航行体100作为本机位置计算部78起作用。

[0119] 在步骤S44中,进行水下航行体100的水下行驶的控制。控制装置34利用在步骤S42中获取到的位置信息,对水下航行体100进行行驶控制,以从当前的水下航行体100位置开始依次追随各潜航点处的最佳目标值(最佳目标深度)。控制装置34对主推进器驱动发动机14、垂直舵驱动发动机18、以及水平舵驱动发动机22分别输出驱动控制信号、垂直舵控制信号、以及水平舵控制信号而进行驱动控制,从而使主推进器12、垂直舵16、以及水平舵20动作,控制艇身10的行为。另外,通过惯性导航装置32的加速度传感器及陀螺仪传感器检测艇身10的动作,根据艇身10的行为求出位置信息。通过上述处理,控制装置34控制水下航行体100的运动,以使艇身10在各潜航点处均处于最佳目标值(最佳目标深度)。通过该处理,水下航行体100作为艇身运动控制部74起作用。

[0120] 在步骤S46中,通过观测用传感器30进行必要的观测。即,实施作为水下航行体100的潜航的目的的例如水底地形400的观测。控制装置34可以经由声学通信装置36将观测结果向艇身10的外部发送。通过该处理,水下航行体100作为观测行动实施部80起作用。

[0121] 在步骤S48中,判定是否需要紧急上浮。控制装置34在通过障碍物传感器28检测出成为水下航行体100的行驶障碍的障碍物的情况下,使处理跳转至步骤S50,使艇身10紧急上浮而结束潜航。另一方面,在没有检测出障碍物的情况下,使处理跳转至步骤S52。通过该处理,水下航行体100作为紧急上浮判断部82起作用。此外,紧急上浮也能够经由声学通信装置36而通过来自海上船舶等的指令进行。

[0122] 在步骤S52中,判定是否到达了最终潜航点。控制装置34判定艇身10是否到达了预先设定的潜航点中作为潜航路径的最终地点的潜航点,若已到达,则使处理跳转至步骤S54,使水下航行体100常规上浮而结束潜航。若艇身10尚未到达作为最终地点的潜航点,则处理返回至步骤S44,继续进行朝向下一个潜航点的行驶控制。

[0123] 如上所述,通过以实现由本实施方式中的水下航行体的路径设定方法设定的潜航路径(各潜航点处的目标值)的方式进行水下航行体100的行驶控制,能够使水下航行体100以符合目的的潜航路径或潜航姿态进行行驶。由此,能够以最佳状态实现由水下航行体100进行的观测等。

[0124] 此外,作为图5示出的用于说明本发明的实施方式中的水下航行体的路径设定处理的图,是将本实施方式的路径设定方法及水下航行体100应用于实际海域的示例。

[0125] 作为水下航行体100,有下述例子,即,使用海洋研究开发机构(Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)的航行型无人潜水器“URASHIMA”,于2015年6月在位于日本伊豆群岛海域的明神海丘火山口处进行海底资源调查实验。此次潜航中,“URASHIMA”以平均高度67m、最小高度39m(设定最小高度40m)行驶了整个潜航区间。考虑到“URASHIMA”为全长8m的大型潜水器(AUV),而明神海丘火山口是具有最大为53度的陡峭斜面的极其险峻的地形的海底,可知这一结果克服了非常高的难度。在导出最佳航路点时,将各航路点的初始深度设定为与该坐标(纬度·经度)处的海底深度相距120m的上方,然后利用本路径设定方法导出各航路点的最佳深度(最佳目标值)。这样一来,根据本实施方式的水下航行体100的路径设定方法,能够针对初始目标值120m将高度缩小(将目标深度加深)到平均67m、最小39m,因此能够证实,即使在实际海域进行潜航时也能够沿着所确定的潜航路径进行行驶。

[0126] 工业实用性

[0127] 本发明不仅适用于水下航行体的路径设定及行驶控制,还能够适用于与地形数据或基准姿态等预先设定的条件对应的移动体的移动路径及移动控制。例如,能够适用于飞机、无人机的移动路径的设定及移动控制。

[0128] 附图标记

[0129] 10艇身,12主推进器,14主推进器驱动发动机,14a电池,16垂直舵,18垂直舵驱动发动机,20水平舵,22水平舵驱动发动机,24深度仪,26高度仪,28障碍物传感器,30观测用传感器,32惯性导航装置,34控制装置,36声学通信装置,38声学定位装置,40处理部,42存储部,44输入部,46输出部,50初始设定单元,52潜航点设定单元,54目标值设定单元,56艇身运动模型设定单元,58目标值追踪模拟实施部,60潜航高度确认单元,62重复次数确认单元,64目标值更新单元,66最佳目标值设定单元,68最佳目标值输出单元,70最佳目标值输入部,72存储部,74艇身运动控制部,76本机运动检测部,78本机位置计算部,80观测行动实施部,82紧急上浮判断部,100水下航行体,200路径设定装置,300辅助船,400水底地形,500人造卫星。

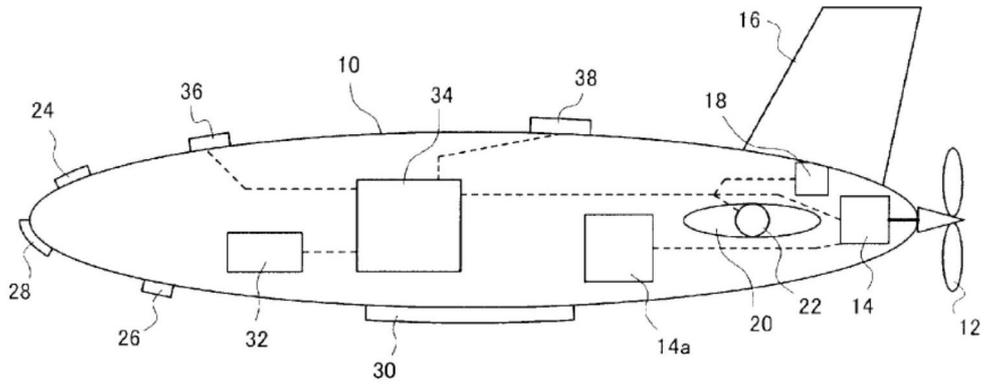


图1

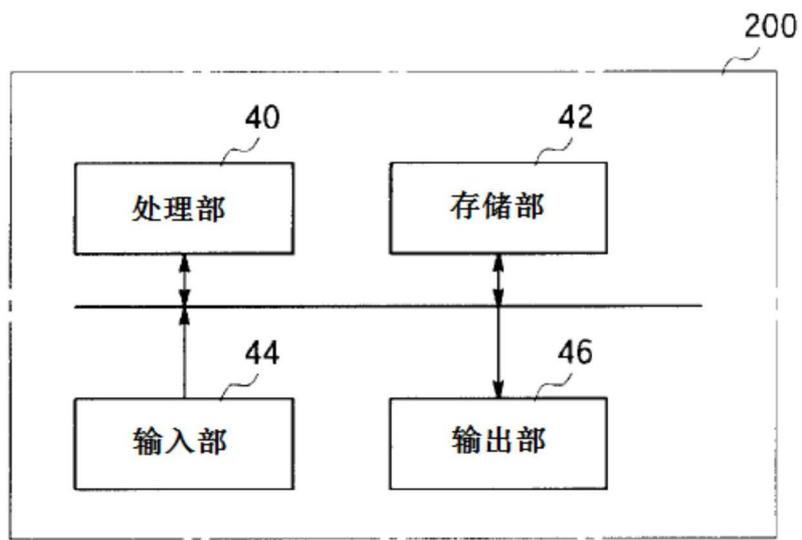


图2

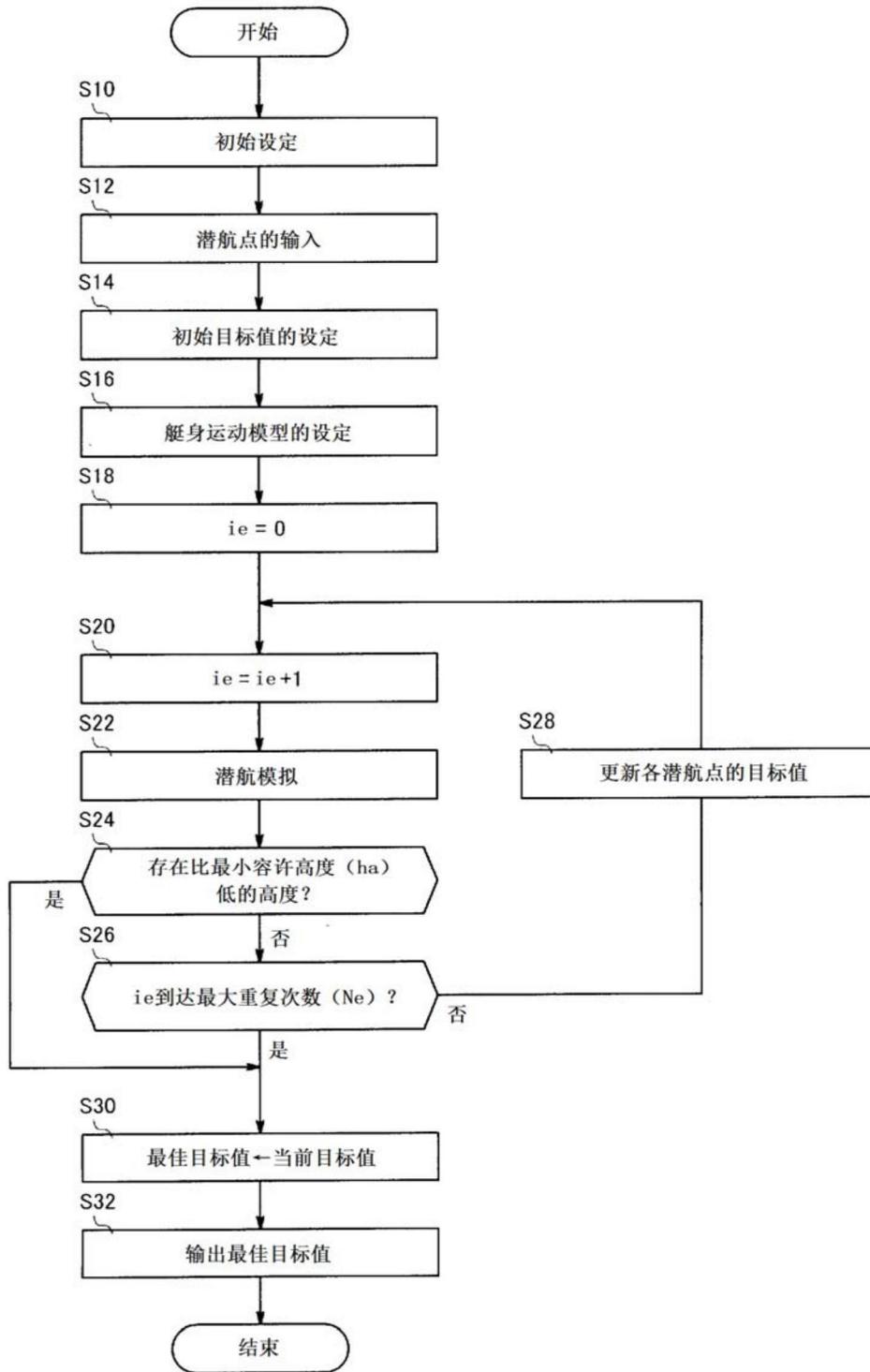


图3

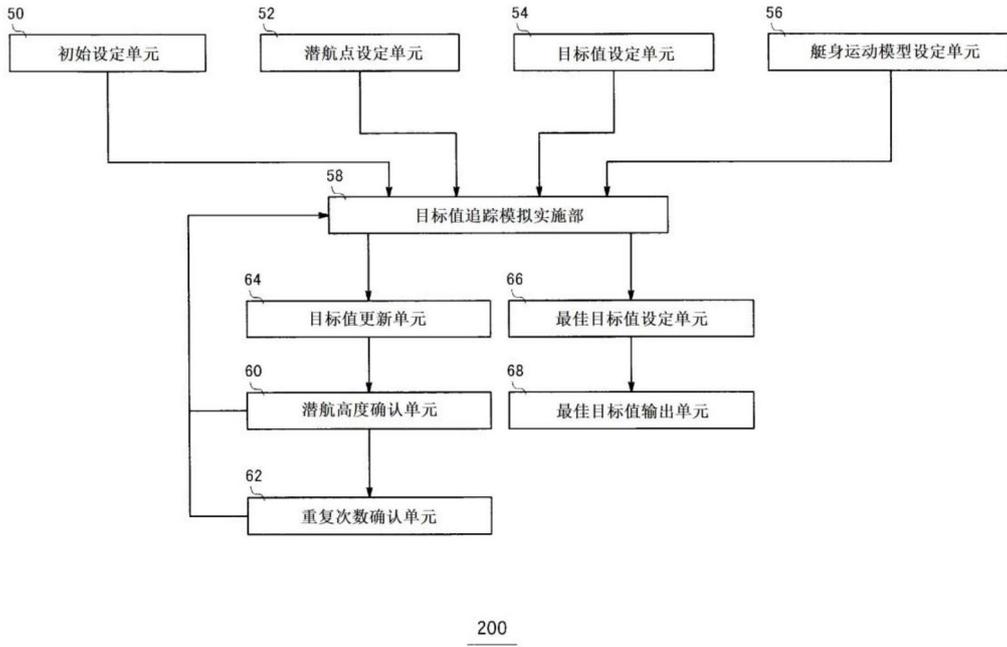


图4

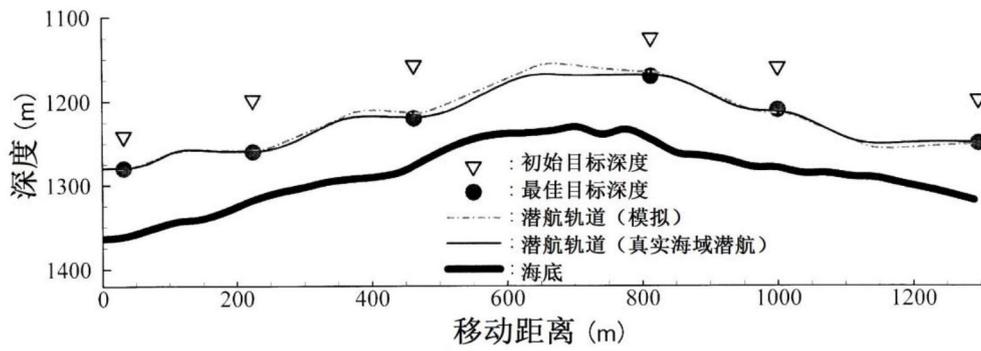


图5

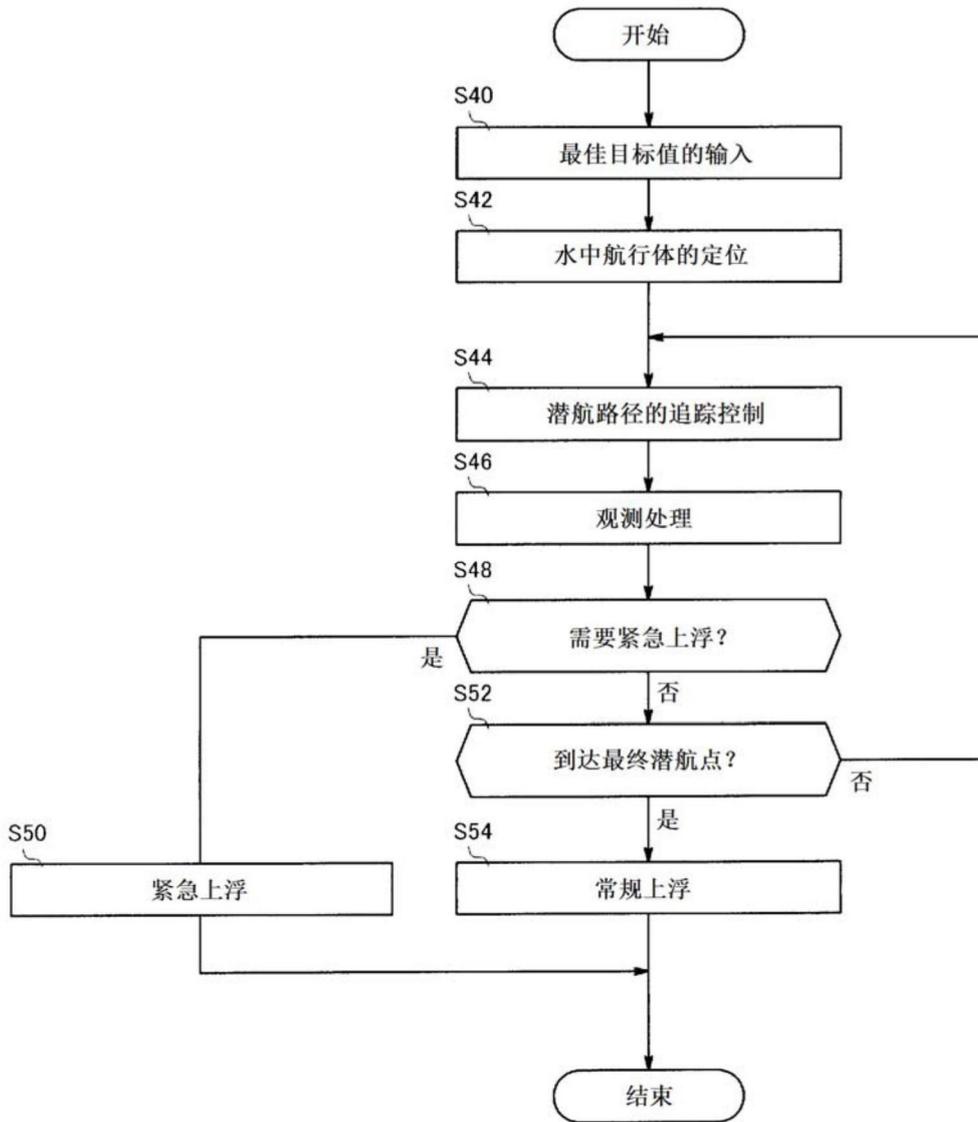


图6

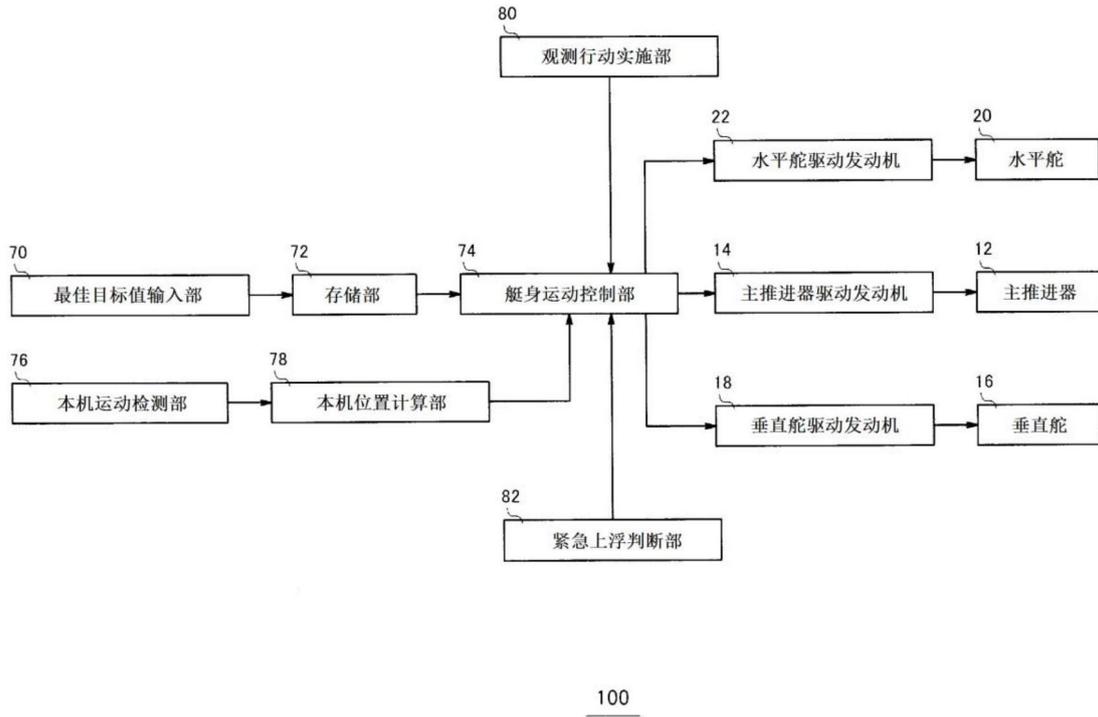


图7

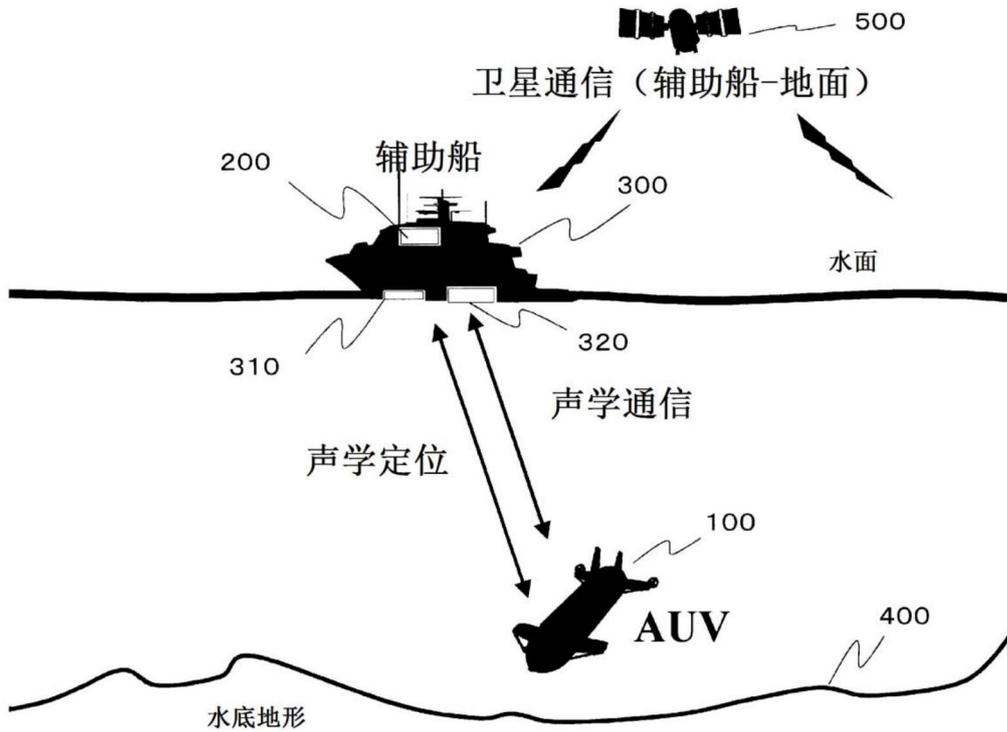


图8