



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110536830 B

(45) 授权公告日 2022.03.11

(21) 申请号 201880021256.7

(22) 申请日 2018.03.30

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110536830 A

(43) 申请公布日 2019.12.03

(30) 优先权数据  
2017-071965 2017.03.31 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2019.09.25

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2018/013774 2018.03.30

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02018/181959 JA 2018.10.04

(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 日本国东京都

(72) 发明人 金冈秀 大和裕幸

(74) 专利代理机构 上海立群专利代理事务所  
(普通合伙) 31291

代理人 杨楷 毛立群

(51) Int.Cl.  
B63C 11/48 (2006.01)  
B63C 11/00 (2006.01)  
B63C 11/26 (2006.01)  
B63G 8/00 (2006.01)  
G05D 1/00 (2006.01)  
G01V 1/00 (2006.01)

(56) 对比文件  
JP 2004184268 A, 2004.07.02  
JP 2010139270 A, 2010.06.24  
CN 102288170 A, 2011.12.21  
CN 106314728 A, 2017.01.11  
CN 2576604 Y, 2003.10.01  
JP 2004184268 A, 2004.07.02

审查员 曹昕慧

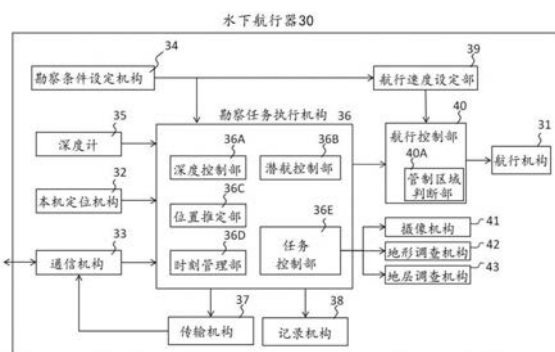
权利要求书2页 说明书12页 附图6页

(54) 发明名称

多个水下航行器的运用方法以及多个水下航行器的运用系统

(57) 摘要

本发明涉及一种多个水下航行器的运用方法,为了对水底就行勘察,将水下航行器(30)设定为多个水下航行器(30)的勘察任务与勘察深度不同,使多个水下航行器(30)潜航至设定的各个勘察深度,在设定的各个勘察深度中使多个水下航行器(30)航行从而执行设定的勘察任务,记录以及/或者传输勘察任务的执行结果。由此,能够散布、运用多个水下航行器从而安全且高效地进行水底的勘察。



1. 一种多个水下航行器的运用方法,其特征在于,为了勘察水底,将所述水下航行器预先设定为使在接近水底的勘察深度航行的多个所述水下航行器的勘察任务与所述勘察深度不同,使多个所述水下航行器潜航至设定的各个所述勘察深度,在配置为能够在水面的附近航行的水上管制机构的管制下,在设定的各个所述勘察深度中使多个所述水下航行器航行从而执行设定的各个所述勘察任务,记录以及/或者传输所述勘察任务的执行结果,并且在设定的各个所述勘察深度中,多个所述水下航行器具有各自的勘察区域,所述水上管制机构通过设置在所述水上管制机构的声音定位机构对多个所述水下航行器进行定位,以及/或者所述水上管制机构利用分别设置在所述水下航行器以及所述水上管制机构的通信机构进行通信并测量通信状态,从而多个所述水下航行器执行各个所述勘察任务时,各个航行路径被设定为,使得在各个所述勘察区域以不同的所述勘察深度航行的多个所述水下航行器的航行轨迹在同一时刻在上下方向上不重叠并且具有间隔。

2. 如权利要求1所述的多个水下航行器的运用方法,其特征在于,对所述水下航行器设定的不同的所述勘察深度为,所述勘察深度接近所述水底的低高度勘察深度与所述勘察深度远离所述水底的高高度勘察深度。

3. 如权利要求2所述的多个水下航行器的运用方法,其特征在于,所述低高度勘察深度的所述水下航行器的航行速度比所述高高度勘察深度的所述水下航行器的航行速度慢。

4. 如权利要求2所述的多个水下航行器的运用方法,其特征在于,在所述低高度勘察深度中所述水下航行器能够航行的距所述水底的高度为1m以上不足50m,在所述高高度勘察深度中所述水下航行器能够航行的所述高度为10m以上不足200m。

5. 如权利要求2所述的多个水下航行器的运用方法,其特征在于,在所述低高度勘察深度的所述水下航行器的所述勘察任务中,包含对所述水底的影像摄影。

6. 如权利要求2所述的多个水下航行器的运用方法,其特征在于,在所述高高度勘察深度的所述水下航行器的所述勘察任务中,包含所述水底的地形的调查以及/或者所述水底下的地层的调查。

7. 一种多个水下航行器的运用系统,其特征在于,具备在接近水底的勘察深度航行的多个水下航行器以及分别设置在多个所述水下航行器的以下机构:勘察条件设定机构,预先设定不同的勘察任务与勘察深度;潜航机构,使多个所述水下航行器潜航至设定的各个所述勘察深度;水上管制机构,配置为能够在水面的附近航行;勘察任务执行机构,在所述水上管制机构的管制下,在设定的各个所述勘察深度中使多个所述水下航行器航行从而执行各个所述勘察任务;记录机构以及/或者传输机构,记录以及/或者传输所述勘察任务的执行结果,

所述勘察条件设定机构在设定的各个所述勘察深度中,对多个所述水下航行器的各个勘察区域进行设定,并且所述水上管制机构具有声音定位机构以及/或者通信机构,利用所述声音定位机构进行对多个所述水下航行器的定位,以及/或者与多个所述水下航行器所具有的通信机构之间进行通信并测量通信装置,从而所述勘察任务执行机构执行多个所述水下航行器的各个所述勘察任务,各个航行路径被设定为,使得在各个所述勘察区域以不同的所述勘察深度航行的多个所述水下航行器的航行轨迹在同一时刻在上下方向上不重叠并且具有间隔。

8. 如权利要求7所述的多个水下航行器的运用系统,其特征在于,作为通过所述勘察条

件设定机构设定的不同的所述勘察深度,具有接近所述水底的低高度勘察深度与远离所述水底的高高度勘察深度。

9.如权利要求8所述的多个水下航行器的运用系统,其特征在于,将所述低高度勘察深度的所述水下航行器的航行速度设定为比所述高高度勘察深度的所述水下航行器的航行速度慢。

10.如权利要求8所述的多个水下航行器的运用系统,其特征在于,勘察所述低高度勘察深度的所述水下航行器具有进行所述水底的影像摄影的摄像机构。

11.如权利要求8所述的多个水下航行器的运用系统,其特征在于,勘察所述高高度勘察深度的所述水下航行器具有对所述水底的地形进行调查的地形调查机构以及/或者对所述水底下的地层进行调查的地层调查机构。

## 多个水下航行器的运用方法以及多个水下航行器的运用系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及进行水底勘察的多个水下航行器的运用方法以及多个水下航行器的运用系统。

### 背景技术

[0002] 在海洋或者湖沼等中,在向调查水域投入水下航行器而进行水底勘察时,位于水上的船舶或配置在水下的装置对水下航行器进行控制。

[0003] 例如在专利文献1中公开有以下技术:将与母船电缆连接的水下平台配设在海中,将声音应答器配置在勘察地点附近的海底,通过使用水下平台以及声音应答器、超声波信号进行通信从而引导多个自动式无人潜水艇,根据需要使自动式无人潜水艇与水下平台对接,进行充电或电池更换与勘察数据的提取。

[0004] 此外,在专利文献2中公开有以下技术:将具备第1应答器、第1接收器以及第2接收器的水下平台从母船悬吊至海中,在海底设置第2应答器,在勘察用的自主型无人航行器设置第3应答器以及第3接收器,水下平台通过由第1接收器接收第2应答器的信号来实现定点保持,自主型无人航行器在勘察中,通过由第3接收器接收第2应答器的信号而自航,当动力减少时,由第3接收器接收第1应答器的信号,由此向水下平台航行,通过由第2接收器接收第3应答器的信号,水下平台由此进行用于收纳自主型无人航行器的姿势控制。

[0005] 此外,在专利文献3中公开有以下技术:在位于水上的母船上设置发送器,在勘察用的无人潜水器上设置接收器,在从母船向无人潜水器发送控制信号的水声通信中,利用像素信号的霍夫变换来修正传输错误。

[0006] 此外,在专利文献4中公开有以下技术:将对母船与水下航行器之间的通信进行中继(中转)的自走式中继器配置在观察区域的水面附近,利用电波通信进行自走式中继器与母船之间的通信,自走式中继器与水下航行器之间的通信通过声音通信进行,由此提高水平方向的可通信距离。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本特开平3-266794号公报

[0010] 专利文献2:日本特开2003-26090号公报

[0011] 专利文献3:日本特开平5-147583号公报

[0012] 专利文献4:日本特开2001-308766号公报

### 发明内容

[0013] 发明要解决的技术问题

[0014] 但是,由于水下航行器速度慢,因此仅用1台调查较宽的水域需要花费的时间较长,而从能量消耗的方面等来看,提高水下航行器的速度存在界限。因此,为了高效地调查较宽的水域,考虑投入多台水下航行器。但是,由于在投入多台水下航行器的情况下,控制

变得复杂,因此在调查效率和安全性的方面等存在技术问题。

[0015] 在专利文献1所记载的发明中,未公开有关考虑到多个自动式无人潜水艇的各自的勘察任务等来提高调查效率和安全性的控制的内容。此外,由于母船与水下平台通过电缆连接,因此母船与水下平台的移动受到限制。

[0016] 在专利文献2所记载的发明中,未公开有关考虑到多个自主型无人航行器的各自的勘察任务等来提高调查效率和安全性的控制的内容。此外,由于水下平台从母船悬吊,因此母船和水下平台的移动受到限制。

[0017] 在专利文献3所记载的发明中,针对水声通信容易受到水面或海底的反射音的影响的情况,即使包含输送错误,也可以通过推定正确的控制信号防止无人潜水器陷入无控制状态。但是,未公开有关考虑到多个无人潜水机的各自的勘察任务等来提高调查效率和安全性的控制的内容。

[0018] 专利文献4所记载的发明中,记载有自走式中继器基于自己的当前位置信息与水下航行器的当前位置信息来判断是否需要水平移动,并维持与水下航行器的通信状态。此外,还记载有表示能够投入多个水下航行器的内容。但是,未公开有关在投入多个水下航行器的情况下,考虑各个勘察任务等来提高调查效率和安全性的控制的内容。

[0019] 因此,本发明的目的在于,提供多个水下航行器的运用方法以及多个水下航行器的运用系统,能够将多个水下航行器进行散布、运用并安全且高效地进行水底的勘察。

[0020] 用于解决上述技术问题的方案

[0021] 在与方案1的记载相对应的多个水下航行器的运用方法中,其特征在于,为了勘察水底将水下航行器预先设定为使在接近水底的勘察深度航行的多个水下航行器的勘察任务与勘察深度不同,使多个水下航行器潜航至所设定的各个勘察深度,在配置于水面的附近的水上管制机构的管制下,在设定的各个勘察深度中使多个水下航行器航行从而执行设定的勘察任务,记录以及/或者传输勘察任务的执行结果。

[0022] 根据方案1所记载的本发明,由于多个水下航行器在不同的勘察深度执行各自被赋予的勘察任务,因此能够高效地进行勘察。

[0023] 另外,勘察包括观测、搜索、采集、救援、运输等水下航行器在水底中进行的大致全部作业行为。

[0024] 方案2记载的本发明的特征在于,在设定的各个勘察深度中,多个水下航行器具有各自的勘察区域。

[0025] 根据方案2所记载的本发明,能够进一步高效地勘察各个勘察区域。

[0026] 方案3记载的本发明的特征在于,水下航行器的航行路径被设定为,使得在各个勘察区域航行的水下航行器的航行轨迹在同一时刻在上下方向上不重叠。

[0027] 根据方案3所记载的本发明,能够防止勘察深度接近的水下航行器彼此由于测量或控制的误差等引起的碰撞,从而提高安全性。此外,通过使水下航行器在上下方向上不重叠,能够减少在水下航行器中发生观测错误或无法观测等勘察上的问题。

[0028] 方案4记载的本发明的特征在于,对水下航行器设定的不同的勘察深度为,勘察深度接近水底的低高度勘察深度与勘察深度远离水底的高高度勘察深度。

[0029] 根据方案4所记载的本发明,能够高效地勘察接近水底的区域与远离水底的区域。

[0030] 方案5记载的本发明的特征在于,低高度勘察深度的水下航行器的航行速度比高

高度勘察深度的水下航行器的航行速度慢。

[0031] 根据方案5所记载的本发明,能够使在低高度勘察深度进行勘察的水下航行器进行更精密的勘察。

[0032] 方案6记载的本发明的特征在于,在低高度勘察深度下的水下航行器可航行的距水底的高度为1m以上不足50m,在高高度勘察深度(高度较高的勘察深度)下的水下航行器可航行的高度为10m以上不足200m。

[0033] 根据方案6所记载的本发明,能够高效地勘察距水底的高度为1m以上不足50m的区域与10m以上不足200m的区域。

[0034] 方案7所记载的本发明的特征在于,在低高度勘察深度的水下航行器的勘察任务中,包含水底的影像摄影。

[0035] 根据方案7所记载的本发明,能够将水底的影像包含在勘察结果中。

[0036] 方案8所记载的本发明的特征在于,在高高度勘察深度的水下航行器的勘察任务中,包含对水底的地形的调查以及/或者对水底下的地层的调查。

[0037] 根据方案8所记载的本发明,能够将水底的地形或地层的至少一方包含在勘察结果中。

[0038] 方案9记载的本发明的特征在于,通过设置在具有能够在水面的附近航行的移动机构的水上管制机构的声音定位机构,对多个水下航行器进行定位,以及/或者利用分别设置在水下航行器以及水上管制机构的通信机构进行通信,从而执行勘察任务。

[0039] 根据方案9所记载的本发明,水上管制机构能够掌握多个水下航行器的位置或通信状态的至少一方,因此多个水下航行器能够在水上管制机构的管制下更安全且高效地进行勘察作业。

[0040] 在与方案10的记载相对应的多个水下航行器的运用系统中,其特征为,具备在接近水底的勘察深度航行的多个水下航行器以及分别设置在多个水下航行器的以下机构:勘察条件设定机构,预先设定不同的勘察任务与勘察深度;潜航机构,使多个水下航行器潜航至设定的各个勘察深度;水上管制机构,配置在水面的附近;勘察任务执行机构,在水上管制机构的管制下,在设定的各个勘察深度中使多个水下航行器航行从而执行各个勘察任务;记录机构以及/或者传输机构,记录以及/或者传输勘察任务的执行结果。

[0041] 根据方案10所记载的本发明,由于多个水下航行器在不同的勘察深度中执行各自被赋予的勘察任务,因此能够高效地进行勘察。

[0042] 方案11所记载的本发明的特征在于,勘察条件设定机构在设定的各个勘察深度中,对多个水下航行器的各个勘察区域进行设定。

[0043] 根据方案11所记载的本发明,能够进一步高效地勘察各个勘察区域。

[0044] 方案12所记载的本发明的特征在于,各个勘察区域设定为使得航行的水下航行器的航行路径在同一时刻在上下方向上不重叠。

[0045] 根据方案12所记载的本发明,能够防止勘察深度接近的水下航行器彼此由于测量或控制的误差等引起的碰撞从而提高安全性。此外,通过使水下航行器在上下方向上不重叠,能够减少在水下航行器发生观测错误或无法观测等勘察上的问题。

[0046] 方案13记载的本发明的特征在于,作为通过勘察条件设定机构设定的不同的勘察深度,具有接近水底的低高度勘察深度与远离水底的高高度勘察深度。

[0047] 根据方案13所记载的本发明,能够高效地勘察接近水底的区域与远离水底的区域。

[0048] 方案14所记载的本发明的特征在于,将低高度勘察深度的水下航行器的航行速度设定为比高高度勘察深度的水下航行器的航行速度慢。

[0049] 根据方案14所记载的本发明,能够使在低高度勘察深度进行勘察的水下航行器进行更精密的勘察。

[0050] 方案15记载的本发明的特征在于,在低高度勘察深度进行勘察的水下航行器具有进行水底的影像摄影的摄像机构。

[0051] 根据方案15所记载的本发明,能够将水底的影像包含在勘察结果中。

[0052] 方案16所记载的本发明的特征在于,在高高度勘察深度进行勘察的水下航行器具有对水底的地形进行调查的地形调查机构以及/或者对水底下的地层进行调查的地层调查机构。

[0053] 根据方案16所记载的本发明,能够将水底的地形或地层的至少一方包含在勘察结果中。

[0054] 方案17记载的本发明的特征在于,水上管制机构具备能够在水面的附近航行的声音定位机构以及/或者通信机构,利用声音定位机构对多个水下航行器进行定位,以及/或者与多个水下航行器所具有的通信机构之间进行通信,从而执行勘察任务。

[0055] 根据方案17所记载的本发明,水上管制机构能够掌握多个水下航行器的位置或通信状态的至少一方,因此多个水下航行器能够在水上管制机构的管制下更安全且高效地进行勘察作业。

[0056] 发明效果

[0057] 根据本发明的多个水下航行器的运用方法,由于多个水下航行器在不同的勘察深度执行各自被赋予的勘察任务,因此能够高效地进行勘察。

[0058] 此外,在设定的各个勘察深度中,多个水下航行器具有各自的勘察区域的情况下,能够进一步高效地勘察各个勘察区域。

[0059] 此外,在水下航行器的航行路径被设定为使得在各个勘察区域航行的水下航行器的航行轨迹在同一时刻在上下方向上不重叠的情况下,能够防止勘察深度接近的水下航行器彼此由于测量或控制的误差等引起的碰撞,从而提高安全性。此外,通过使水下航行器在上下方向上不重叠,能够减少在水下航行器中发生观测错误或无法观测等勘察上的问题。

[0060] 此外,对水下航行器设定的不同的勘察深度为,勘察深度接近水底的低高度勘察深度与勘察深度远离水底的高高度勘察深度的情况下,能够高效地勘察接近水底的区域与远离水底的区域。

[0061] 此外,在低高度勘察深度的水下航行器的航行速度比高高度勘察深度的水下航行器的航行速度慢的情况下,能够使在低高度勘察深度进行勘察的水下航行器进行更精密的勘察。

[0062] 此外,在低高度勘察深度下的水下航行器可航行的距水底的高度为1m以上不足50m,在高高度勘察深度下的水下航行器可航行的高度为10m不足200m的情况下,能够高效地勘察距水底的高度为1m以上不足50m的区域与10m以上不足200m的区域。

[0063] 此外,在低高度勘察深度的水下航行器的勘察任务中对包含水底的影像摄影情况

下,能够将水底的影像包含在勘察结果中。

[0064] 此外,在高高度勘察深度的水下航行器的勘察任务中,包含对水底的地形的调查以及/或者对水底下的地层的调查的情况下,能够将水底的地形或地层的至少一方包含在勘察结果中。

[0065] 此外,在通过设置在具有能够在水面的附近航行的移动机构的水上管制机构的声音定位机构对多个水下航行器进行定位,以及/或者利用分别设置在水下航行器以及水上管制机构的通信机构进行通信,从而执行勘察任务的情况下,水上管制机构能够掌握多个水下航行器的位置或通信状态的至少一方,因此多个水下航行器能够在水上管制机构的管制下更安全且高效地进行勘察作业。

[0066] 此外,根据本发明的多个水下航行器的运用系统,由于多个水下航行器在不同的勘察深度中执行各自被赋予的勘察任务,因此能够高效地进行勘察。

[0067] 此外,在勘察条件设定机构在设定的各个勘察深度中,对多个水下航行器的各个勘察区域进行设定的情况下,能够进一步高效地勘察各个勘察区域。

[0068] 此外,在各个勘察区域设定为使得航行的水下航行器的航行路径在同一时刻在上下方向上不重叠的情况下,能够防止勘察深度接近的水下航行器彼此由于测量或控制的误差等引起的碰撞从而提高安全性。此外,通过使水下航行器在上下方向上不重叠,能够减少在水下航行器发生观测错误或无法观测等勘察上的问题。

[0069] 此外,在作为通过勘察条件设定机构设定的不同的勘察深度,具有接近水底的低高度勘察深度与远离水底的高高度勘察深度的情况下,能够高效地勘察接近水底的区域与远离水底的区域。

[0070] 此外,在将低高度勘察深度的水下航行器的航行速度设定为比高高度勘察深度的水下航行器的航行速度慢的情况下,能够使在低高度勘察深度进行勘察的水下航行器进行更精密的勘察。

[0071] 此外,在对低高度勘察深度进行勘察的水下航行器具有进行水底的影像摄影的摄像机构的情况下,能够将水底的影像包含在勘察结果中。

[0072] 此外,在对高高度勘察深度进行勘察的水下航行器具有对水底的地形进行调查的地形调查机构以及/或者对水底下的地层进行调查的地层调查机构的情况下,能够将水底的地形或地层的至少一方包含在勘察结果中。

[0073] 此外,水上管制机构具备能够在水面的附近航行的声音定位机构以及/或者通信机构,并利用声音定位机构进行对多个水下航行器的定位,以及/或者与多个水下航行器所具有的通信机构之间进行通信,从而执行勘察任务的情况下,水上管制机构能够掌握多个水下航行器的位置或通信状态的至少一方,因此多个水下航行器能够在水上管制机构的管制下更安全且高效地进行勘察作业。

## 附图说明

[0074] 图1是本发明的实施方式的多个水下航行器的运用系统的概略构成图。

[0075] 图2是该水下航行器的外观立体图。

[0076] 图3是该水下航行器的控制框图。

[0077] 图4是该水下航行器的控制流程图。



[0078] 图5是该水上管制机构的控制框图。

[0079] 图6是该水上管制机构的控制流程图。

### 具体实施方式

[0080] 以下,对本发明的实施方式的多个水下航行器的运用方法以及多个水下航行器的运用系统进行说明。

[0081] 图1是本实施方式的多个水下航行器的运用系统的概略构成图,图2是水下航行器的外观立体图。

[0082] 在图1中示出以下状态:在海洋或湖沼等中,在调查水域中使1台水上管制机构20下水,并投入多个水下航行器30,通过勘察水底来进行矿物资源和能量资源等的勘察。水上管制机构20以及水下航行器30装载于辅助船10并运输至调查水域。

[0083] 水上管制机构20以及水下航行器30是无人且自动地自主航行的机器人,配置在水面的附近的水上管制机构20针对在电波不能到达的水下进行水底的勘察等的多个水下航行器30利用声音信号进行管制。

[0084] 在水上管制机构20中,使用了水上中继器(ASV:Autonomous Surface Vehicles)。水上管制机构20具备端部呈半球面的筒型的主体20a、与延伸设置于主体20a的上表面的垂直叶片20b。从辅助船10下水至调查水域的水上管制机构20以主体20a没入水下而垂直叶片20b的上部在水面上突出的半潜水状态使用。在垂直叶片20b的上部搭载有GPS等自身位置掌握机构21、卫星通信天线以及无线LAN天线等海上通信机构22。水上管制机构20通过使用自身位置掌握机构21接收来自GNSS(全球导航卫星系统)卫星1的GNSS信号,能够掌握自身的位置。此外,能够使用海上通信机构22与辅助船10进行通信。

[0085] 此外,在主体20a的后部设置有具有舵以及螺旋桨的移动机构23,能够通过移动机构23在水面的附近移动。

[0086] 此外,在主体20a的下表面设置有声音定位机构24以及通信机构25。通信机构25具有发送声波的发送器与接收声波的接收器。水上管制机构20使用声音定位机构24测量水下航行器30的位置,并且使用通信机构25与水下航行器30进行声音信号的双向通信,对水下航行器30进行管制。从水上管制机构20向水下发送的声音信号容易到达的范围是将水上管制机构20作为顶点的大致圆锥状的范围,因此将该大致圆锥状的范围作为水上管制机构20进行管制的管制区域X。

[0087] 作为水下航行器30,使用在与水上管制机构20的连接中不使用电缆而自主地在水下航行的自动自主无人型的航行器(AUV:Autonomous Underwater Vehicle)。由于水上管制机构20使用声音信号对多个水下航行器30进行管制,因此不需要在水上管制机构20设置电缆用的设备,此外,不会存在电缆缠绕或因电缆限制水上管制机构20的移动的情况。

[0088] 在图1中,示出了将多个水下航行器30设为1台第1水下航行器30A与2台第2水下航行器30B的情况。在第1水下航行器30A以及第2水下航行器30B设置有舵、推进器及压舱物(配重)等航行机构(潜航机构)31,能够通过该航行机构31在水下航行及潜航。此外,在水下航行器30中设置有:本机定位机构32,用于测量本机的位置;通信机构33,用于与水上管制机构20利用声音信号进行的双向通信;声音应答器(未图示),对从水上管制机构20的声音定位机构24发出的信号进行响应。通信机构33具有发送声波的发送器与接收声波的接收

器。水下航行器30在由水上管制机构20进行的定位失败了规定次数的情况下、或在与水上管制机构20的通信失败了规定次数的情况下等,能够紧急浮起而回收到辅助船10。

[0089] 能够使悬停型的第1水下航行器30A的航行速度比第2水下航行器30B慢。此外,由于第1水下航行器30A具有垂直侧推器或水平侧推器,与第2水下航行器30B相比移动的自由度高,即使在存在水流等的场所也能够保持位置,因此主要承担在水底附近的精密的水下勘察等。在第1水下航行器30A设置有用于进行水底的影像摄影的摄像机构41。摄像机构41例如是具备照明的照相机。

[0090] 图2的(a)是第2水下航行器30B的俯视立体图,图2的(b)是第2水下航行器30B的仰视立体图。由于航行型的第2水下航行器30B能够比第1水下航行器30A更加敏捷且高速地移动,因此主要承担在远离水底的位置处的更宽范围内的勘察等。在第2水下航行器30B设置有:地形调查机构42,对水底的地形进行调查;地层调查机构43,对水底下的地层进行调查。地形调查机构42以及地层调查机构43例如是声纳。此外,第2水下航行器30B在后部具备推进器31A作为航行机构(潜航机构)31,在下部具备压舱物(配重)31B。压舱物31B以能够从第2水下航行器30B分离的方式安装。

[0091] 接着,使用图3以及图4对水下航行器30的控制进行说明。

[0092] 图3是水下航行器30的控制框图,图4是水下航行器30的控制流程图。

[0093] 水下航行器30具备航行机构31、本机定位机构32、通信机构33、勘察条件设定机构34、深度计35、勘察任务执行机构36、传输机构37、记录机构38、航行速度设定部39、航行控制部40、摄像机构41、地形调查机构42以及地层调查机构43。

[0094] 勘察任务执行机构36具有深度控制部36A、潜航控制部36B、位置推定部36C、时刻管理部36D、任务控制部36E。

[0095] 航行控制部40具有管制区域判断部40A。

[0096] 乘坐在辅助船10上的操作员在将水下航行器30从辅助船10投入到勘察水域之前,使用勘察条件设定机构34,通过输入水下航行器30的勘察任务、勘察深度、勘察区域以及航行路径等勘察所需要的信息从而对水下航行器30进行勘察条件设定,并且使用航行速度设定部39对水下航行器30设定航行速度(步骤1)。对每个水下航行器30设置不同的勘察任务、勘察深度、勘察区域以及航行路径。

[0097] 勘察区域优选设定为,在所设定的各个勘察深度中,多个水下航行器30具有各自的勘察区域。由此,能够进一步高效地勘察各个勘察区域。

[0098] 此外,航行路径优选设定为,使得在各个勘察区域中航行的水下航行器30的航行轨迹在同一时刻不重叠。由此,能够防止勘察深度接近的水下航行器30彼此由于测量或控制的误差等引起的碰撞,从而提高安全性。在测量误差中,存在来自本机定位机构32或深度计35等的从初始起的误差和经年老化等而产生的误差。此外,在控制的误差中,存在航行控制部40的控制零件的偏差、航行机构31的驱动系统的误差或经年老化等引起的误差。

[0099] 使水下航行器30的航行轨迹在同一时刻不重叠是指,考虑到这些误差,优选为在俯视观察的情况下,至少使航行轨迹隔开水下航行器30的平面尺寸的最大值的2倍以上,优选为隔开水下航行器30的平面尺寸的最大值的5倍以上。此外,在铅垂方向观察的情况下也同样地,优选为至少使航行轨迹隔开水下航行器30的铅垂方向尺寸的最大值的2倍以上,优选为隔开水下航行器30的铅垂方向尺寸的最大值的5倍以上。

[0100] 此外,通过使水下航行器30在上下方向上不重叠,能够降低水下航行器30发生观测错误或陷入无法观测的情况。

[0101] 从防止观测错误或无法观测的观点出发,使多个水下航行器30在上下方向上不重叠,其根据多个水下航行器30的观测方向和观测仪器的种类而不同,但优选为,至少遵守上述的、防止碰撞时的在同一时刻不重叠的航行轨迹的间隔。

[0102] 特别是从多个水下航行器30可靠地执行勘察任务的观点出发,考虑有使得多个水下航行器30在上下方向上不重叠是重要的。

[0103] 此外,对于每个水下航行器30不同地设定的勘察深度,优选具有勘察深度接近水底的低高度勘察深度与勘察深度远离水底的高高度勘察深度,更优选为,将低高度勘察深度设为距水底的高度(距离)为1m以上不足50m,将高高度勘察深度设为距水底的高度(距离)为10m以上不足200m。此外,进一步优选为,将低高度勘察深度设为距水底的高度(距离)为2m以上不足20m,将高高度勘察深度设为距水底的高度(距离)为20m以上不足50m。

[0104] 另外,低高度勘察深度主要用于使用了摄像机构41的勘察,高高度勘察深度主要用于使用了地形调查机构42以及地层调查机构43的勘察。此外,在水底采集矿物和生物时,存在设定更接近水底的低高度勘察深度的情况,根据水底的地形的状况,还存在将低高度勘察深度和高高度勘察深度设定为高于上述数值的情况。

[0105] 由此,能够高效地勘察接近水底的区域与远离水底的区域。在本实施方式中,悬停型的第1水下航行器30A承担低高度勘察深度的区域的勘察,航行型的第2水下航行器30B承担高高度勘察深度的区域的勘察。由于第1水下航行器30A的航行速度比第2水下航行器30B的航行速度慢,因此能够使水底附近的勘察更精密。此外,在水底的地形较为复杂的情况下,能够降低第1水下航行器30A与水底碰撞的危险性。此外,能够消除第1水下航行器30A与水底碰撞时的损伤,或者能够使损伤较为轻微。例如,在将第1水下航行器30A的航行速度设为0.5~2km/h的情况下,能够消除与水底碰撞时损伤,或者能够使损伤较为轻微。在这种情况下,优选将第2水下航行器30B的航行速度设为2.5~10km/h。

[0106] 在步骤1之后,投入至勘察水域的多个水下航行器30开始潜航(步骤2)。

[0107] 虽然使用推进器31A以及压舱物31B进行潜航,但是在停止推进器31而仅通过压舱物31B的重量进行潜航的情况下,能够节约燃料。

[0108] 在潜航中,各水下航行器30使用深度计35以及本机定位机构32测量本机的深度以及位置,具有深度控制部36A、潜航控制部36B以及位置推定部36C的勘察任务执行机构36,按照在步骤1中设定的勘察深度对航行控制部40进行控制。航行控制部40按照勘察任务执行机构36的控制与由航行速度设定机构39设定的航行速度对航行机构31进行控制。

[0109] 例如通过搭载速度传感器以及陀螺仪传感器检测本机的速度以及加速度并计算从而进行由本机定位机构32进行的本机的位置的测量。

[0110] 在步骤2之后,到达设定的勘察深度的水下航行器30开始航行(步骤3)。

[0111] 在设定的勘察深度开始航行的各水下航行器30使用本机定位机构32测量本机的位置,并发送到勘察任务执行机构36。具有位置推定部36C的勘察任务执行机构36对航行控制部40进行控制,以使水下航行器30在步骤1中所设定的勘察区域航行。航行控制部40按照勘察任务执行机构36的控制与由航行速度设定机构39设定的航行速度对航行机构31进行控制。由此,水下航行器30在勘察区域航行(步骤4)。

[0112] 具有对时刻进行管理的时刻管理部36D的勘察任务执行机构36按照在步骤1中设定的航行路径,对航行控制部40进行控制,以使该水下航行器30与其他的水下航行器30的航行轨迹在同一时刻不重叠。

[0113] 航行控制部40基于从勘察任务执行机构36接收到的本机的推定位置、深度以及与水上管制机构20的通信状态,在水上管制机构20的管制区域X内航行(步骤5)。使用通信机构33测量与水上管制机构20的通信状态并将测量结果发送到勘察任务执行机构36,勘察任务执行机构36例如通过信号/噪声比(S/N比)来掌握通信状态。

[0114] 此外,航行控制部40具有管制区域判断部40A,基于本机的推定位置以及与水上管制机构20的通信状态,定期地判断本机是否位于管制区域X内(步骤6)。

[0115] 在步骤6中,在判断为本机位于管制区域X内的情况下,执行勘察任务(步骤7)。

[0116] 勘察任务执行机构36的任务控制部36E能够通过控制设置在第1水下航行器30A的摄像机构41,进行对水底的影像摄影。此外,任务控制部36E能够通过控制设置在第2水下航行器30B的地形调查机构42以及地层调查机构43,得到水底的地形以及水底下的地层的信息。

[0117] 得到的摄影图像、水底的地形以及水底下的地层的信息这样的勘察任务执行结果被记录在硬盘或磁带等记录机构38。此外,在通过传输机构37进行编码等处理后,使用通信机构33向水上管制机构20发送(步骤8)。

[0118] 在步骤6中,在判断为本机不位于管制区域X内的情况下,位置推定部36C基于由本机定位机构32得到的定位结果、由深度计35得到的测量结果推定本机的位置,选择返回管制区域X的路径(步骤9)。

[0119] 在步骤9中,在选择了与记录的航行路径相反地航行而返回到管制区域X的路径的情况下,航行控制部40对航行机构31进行控制,以使其按与到目前为止航行而来的路径原路返回。此外,在步骤9中,在选择了增大深度而到达管制区域X的路径的情况下,航行控制部40对航行机构31进行控制,使其增大本机的深度(步骤10)。由此,水下航行器30自主返回到管制区域X,能够再次接受水上管制机构20的管制的同时持续进行作业。另外,之所以能够通过增大深度而返回管制区域X,是由于如图1所示地,管制区域X呈伞状,深度越大水平方向上的区域就越广。

[0120] 接着,使用图5以及图6对水上管制机构20的控制进行说明。

[0121] 图5是水上管制机构20的控制框图,图6是水上管制机构20的控制流程图。

[0122] 水上管制机构20具备自身位置掌握机构21、海上通信机构22、移动机构23、声音定位机构24、通信机构25、管制设定部26以及移动控制机构27。

[0123] 移动控制机构27具有数量管理部27A、待机控制部27B、位置推定部27C、航行记录部27D以及管制判断部27E。

[0124] 乘坐在辅助船10上的操作员,在使水上管制机构20从辅助船10下水至调查水域之前,使用管制设定部26,输入水上管制机构20的移动范围、应当管制的水下航行器30的数量和性能等管制所需要的信息从而对水上管制机构20进行管制设定(步骤11)。

[0125] 在步骤11之后,下水至调查水域的水上管制机构20按照在步骤11中设定的管制设定,开始对水下航行器30进行管制。首先,使用声音定位机构24对多个水下航行器30各自的位置进行测量,并将定位结果发送至移动控制机构27(步骤12)。

[0126] 在步骤12之后,使用通信机构25测量分别与多个水下航行器30的通信状态,并将测量结果发送到移动控制机构27(步骤13)。通信状态例如通过信号/噪声比(S/N比)进行掌握。

[0127] 移动控制机构27基于接收到的步骤12中的定位结果与步骤13中的测量结果,将多个水下航行器30各自的航行路径与时刻一起记录在航行记录部27D中(步骤14)。

[0128] 在步骤14之后,数量管理部27A对在步骤11中通过管制设定输入的水下航行器30的数量与在步骤4中记录了航行路径的水下航行器30的数量进行比较,判断应当管制的水下航行器30是否全数位于管制区域X内(步骤15)。

[0129] 在步骤15中,在判断为应当管制的水下航行器30的数量大于等于记录了航行路径的水下航行器30的数量情况下,即,在判断为应当管制的水下航行器30全数位于管制区域X内的情况下,将该结果发送到管制判断部27E。

[0130] 在该情况下,移动控制机构27可以进行如下控制:基于记录在航行记录部27D中的航行路径等对多个水下航行器30的行动进行预测,并基于该预测结果移动水上管制机构20,以使水下航行器30不从管制区域X脱离。由此,能够对水下航行器30从管制区域X脱离的情况防患于未然。

[0131] 另外,在移动水上管制机构20时,优选在位于移动开始时刻的管制区域X中的多个水下航行器30的数量不减少的范围内移动。由此,能够防止位于管制区域X内的水下航行器30的数量减少。

[0132] 在步骤15中,在判断为与应当管制的水下航行器30的数量比记录了航行路径的水下航行器30的数量少的情况下,即,在判断为应当管制的水下航行器30的一部分或全数脱离了管制区域X的情况下,位置推定部27C基于记录在航行记录部27D中的水下航行器30的航行路径,推定存在脱离了管制区域X的水下航行器30的方向(步骤16)。

[0133] 在步骤16之后,待机控制部27B判断从在步骤15中最初检测到水下航行器30脱离了管制区域X起是否经过了规定时间(步骤17)。

[0134] 在步骤17中,在判断为未经过规定时间的情况下,返回步骤15,再次判断应当管制的水下航行器30是否全部在管制区域X内。

[0135] 在步骤17中,在判断为经过了规定时间的情况下,待机控制部27B将步骤15的判断结果发送到管制判断部27E,并且进行指示以开始水上管制机构20的移动(步骤18)。由此,移动机构23进行动作从而水上管制机构20移动。

[0136] 即使是判断为应当管制的水下航行器30的一部分或全数脱离了管制区域X的情况,也存在脱离了管制区域X的水下航行器30自主返回到管制区域X内的可能性,和存在实际上位于管制区域X内但是由于暂时的定位、通信故障而错误地检测为脱离了管制区域X的可能性等,因此,如本实施方式那样,在移动水上管制机构20时,从检测到水下航行器30脱离了管制区域X开始待机规定时间,并在此期间反复进行规定次数的步骤15的判断,由此能够减少水上管制机构20不必要的移动。由此,能够防止水上管制机构20的能量的浪费、或位于管制区域X内的水下航行器30从管制区域X脱离。

[0137] 此外,位置推定部27C基于记录在航行记录部27D中的水下航行器30的航行路径,推定出存在脱离了管制区域X的水下航行器30的方向,移动控制机构27基于该推定结果控制移动机构23,由此能够提高水上管制机构20的管制精度和移动效率,从而能够使从管制

区域X脱离的水下航行器30更快地返回到管制区域X内。

[0138] 移动控制机构27优选为,在使水上管制机构20移动的情况下,对移动机构23进行控制,以使水上管制机构20移动至能够管制多个水下航行器30的全部的位置。由此,能够使所有的水下航行器30预先处于水上管制机构20的管制下,因此能够更安全且高效地进行水中勘察等。

[0139] 此外,在无法对多个水下航行器30的全数进行管制的情况下,移动控制机构27优选为对移动机构23进行控制,以使水上管制机构20移动至能够管制最大数量的多个水下航行器30的位置。由此,能够将从管制区域X脱离的水下航行器30的数量控制为最小。在该情况下,最大数量优选为从多个水下航行器30的数量中减去了无法管制的数量而得的数量,无法管制包括从管制区域X脱离的水下航行器30、发生了故障的水下航行器30、紧急浮起的水下航行器30中的任意种。由此,能够使可调查的多个水下航行器30位于管制区域X内而持续进行水下勘察等。

[0140] 管制判断部27E基于从数量管理部27A或待机控制部27B发送的判断结果,判断是否变更管制设定(步骤19)。

[0141] 在步骤19中,在从数量管理部27A接收到判断结果的情况,且在应当管制的水下航行器30的数量与记录了航行路径的水下航行器30的数量相同的情况下,不变更管制设定,进入步骤12。

[0142] 此外,在从数量管理部27A接收到判断结果的情况,且在应当管制的水下航行器30的数量比记录了航行路径的水下航行器30的数量多的情况下,进入步骤11,管制设定部26变更为对包括返回到管制区域X的水下航行器30的管制设定。由此,能够对包括返回到管制区域X的水下航行器30在内的水下航行器30持续进行管制。

[0143] 此外,在从待机控制部27B接收到判断结果的情况下,即在接收到存在脱离了管制区域X的水下航行器30这样的判断结果的情况下,进入步骤1,管制设定部26变更为对除脱离了管制区域X的水下航行器30以外的水下航行器30的管制设定。由此,能够对除脱离了管制区域X的水下航行器30以外的水下航行器30持续进行管制。

[0144] 如上所述的水上管制机构20,通过具有对多个水下航行器30的数量进行管理的数量管理部27A,能够基于水下航行器30的数量控制水上管制机构20的移动。

[0145] 此外,由于水上管制机构20移动到能够对多个水下航行器30进行定位的位置,因此能够使多个水下航行器30位于管制区域X内而持续进行勘察。

[0146] 此外,通过使水上管制机构20移动到能够与多个水下航行器30进行通信的位置,能够更安全且高效地进行勘察。

[0147] 由此,不会丢失多个水下航行器30而能够安全且高效地调查较广的水域。

[0148] 另外,在多个水下航行器30的勘察条件设定机构34中设定的勘察条件除了辅助船10中的勘察条件设定以外,还能够经由水上管制机构20或者基于在水上管制机构20中编程而得的时间表自动地更新来自辅助船10的指示。

[0149] 工业实用性

[0150] 本发明的多个水下航行器的运用方法以及多个水下航行器的运用系统能够将多个水下航行器在调查水域散布、运用从而安全且高效地进行水底勘察。

[0151] 附图标记说明

- [0152] 20 水上管制机构
- [0153] 24 声音定位机构
- [0154] 25 通信机构
- [0155] 30 水下航行器
- [0156] 31 航行机构(潜航机构)
- [0157] 33 通信机构
- [0158] 34 勘察条件设定机构
- [0159] 36 勘察任务执行机构
- [0160] 37 传输机构
- [0161] 38 记录机构
- [0162] 41 摄像机构
- [0163] 42 地形调查机构
- [0164] 43 地层调查机构。

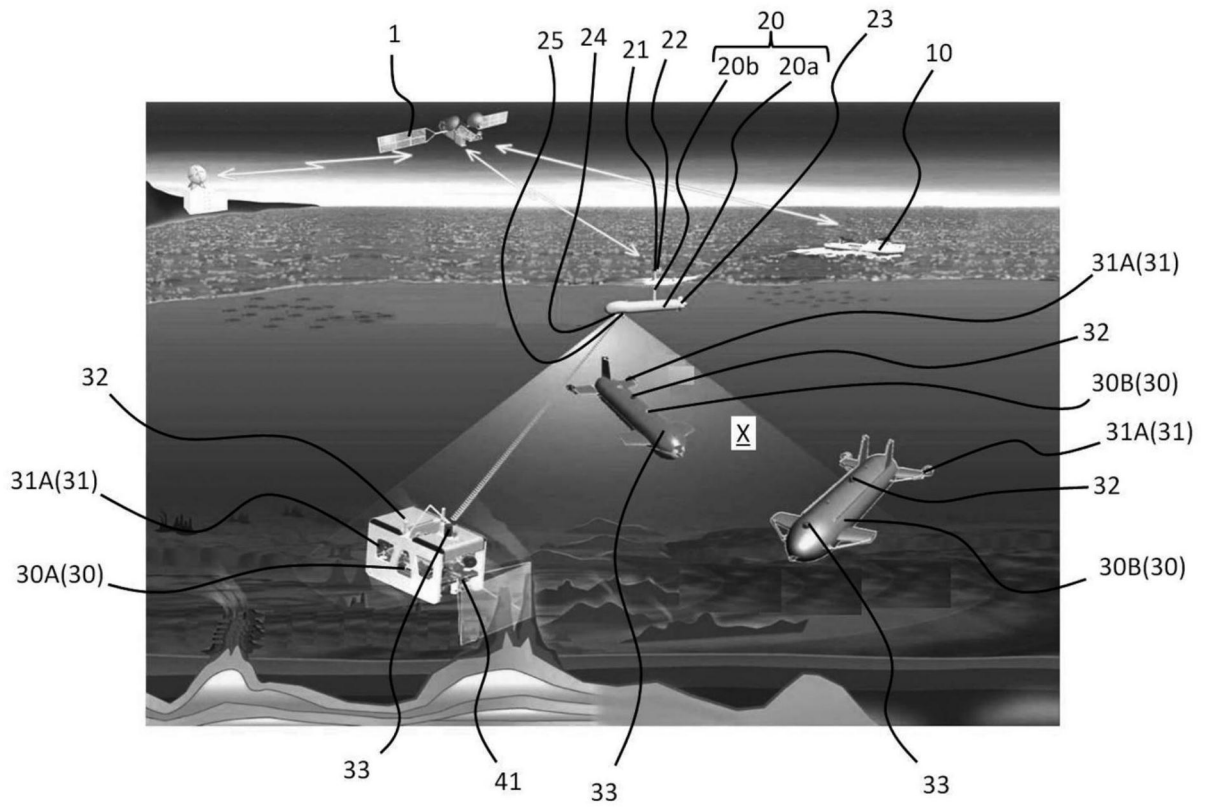


图1



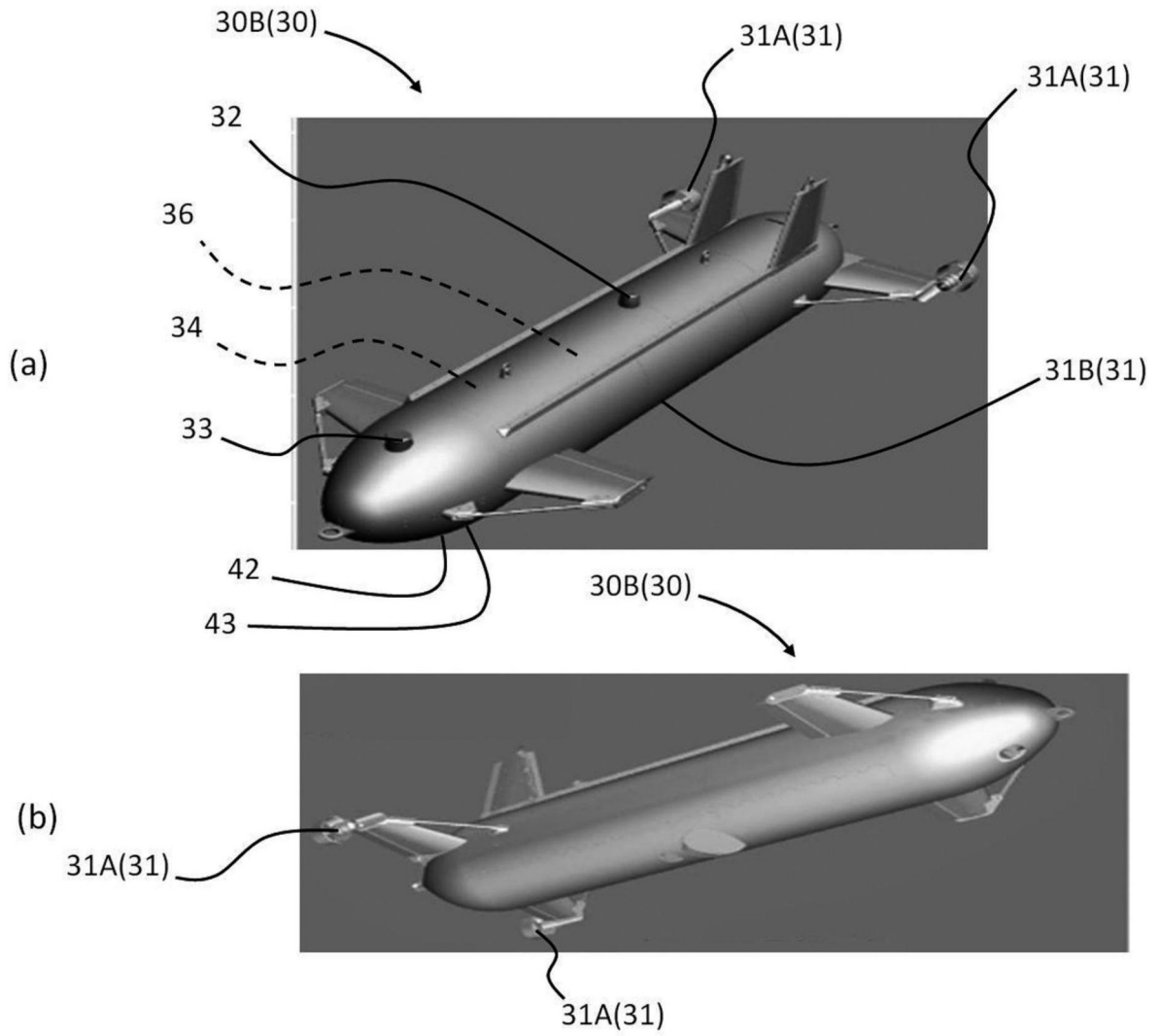


图2

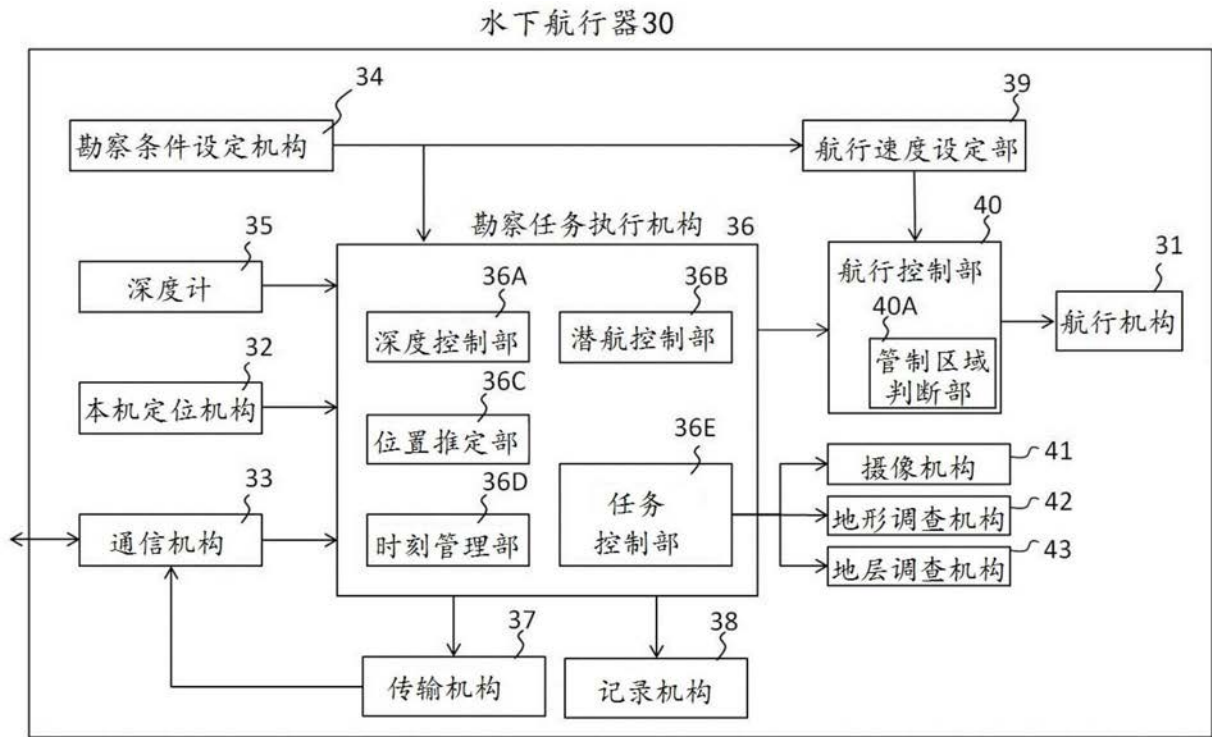


图3

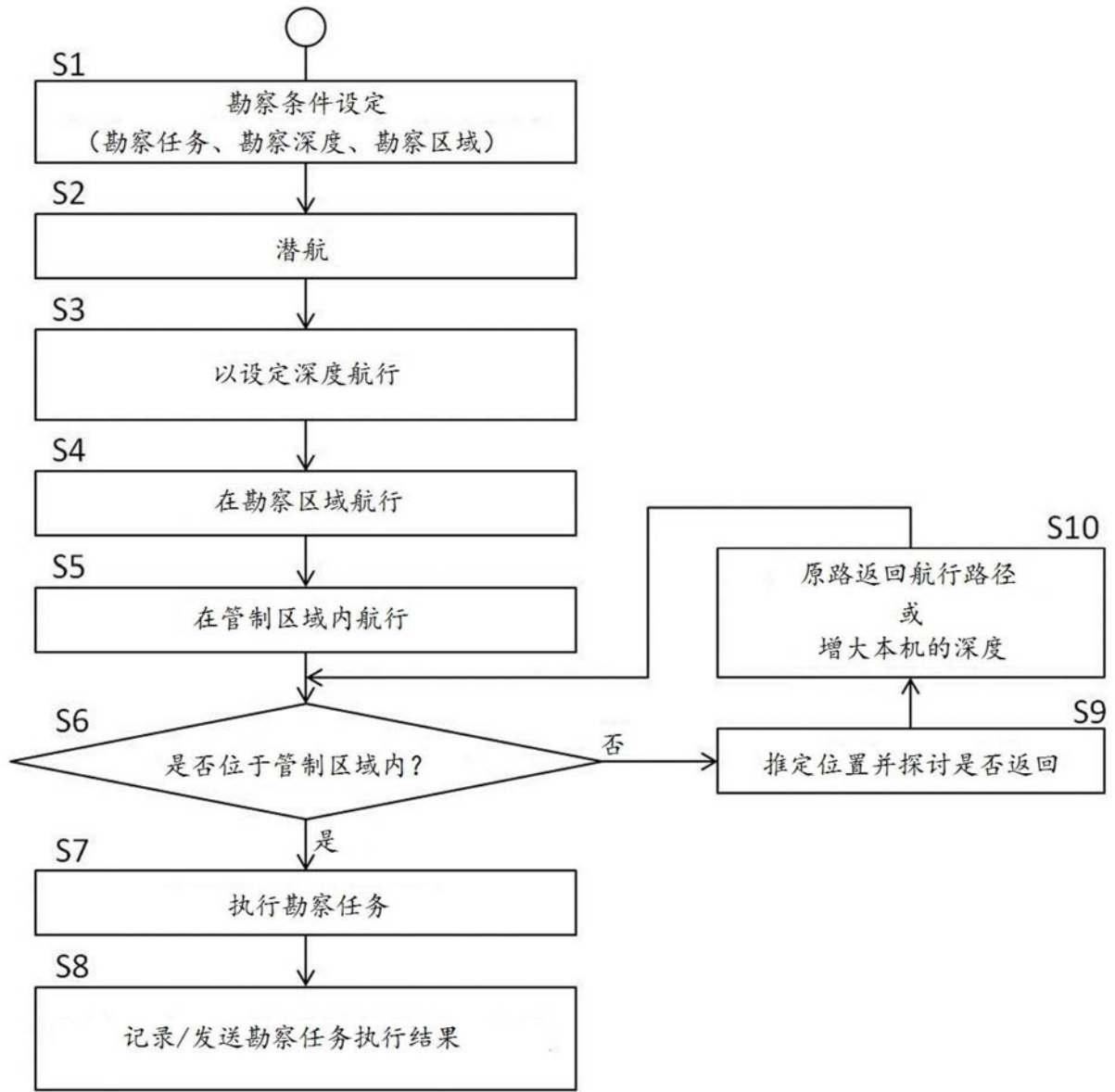


图4

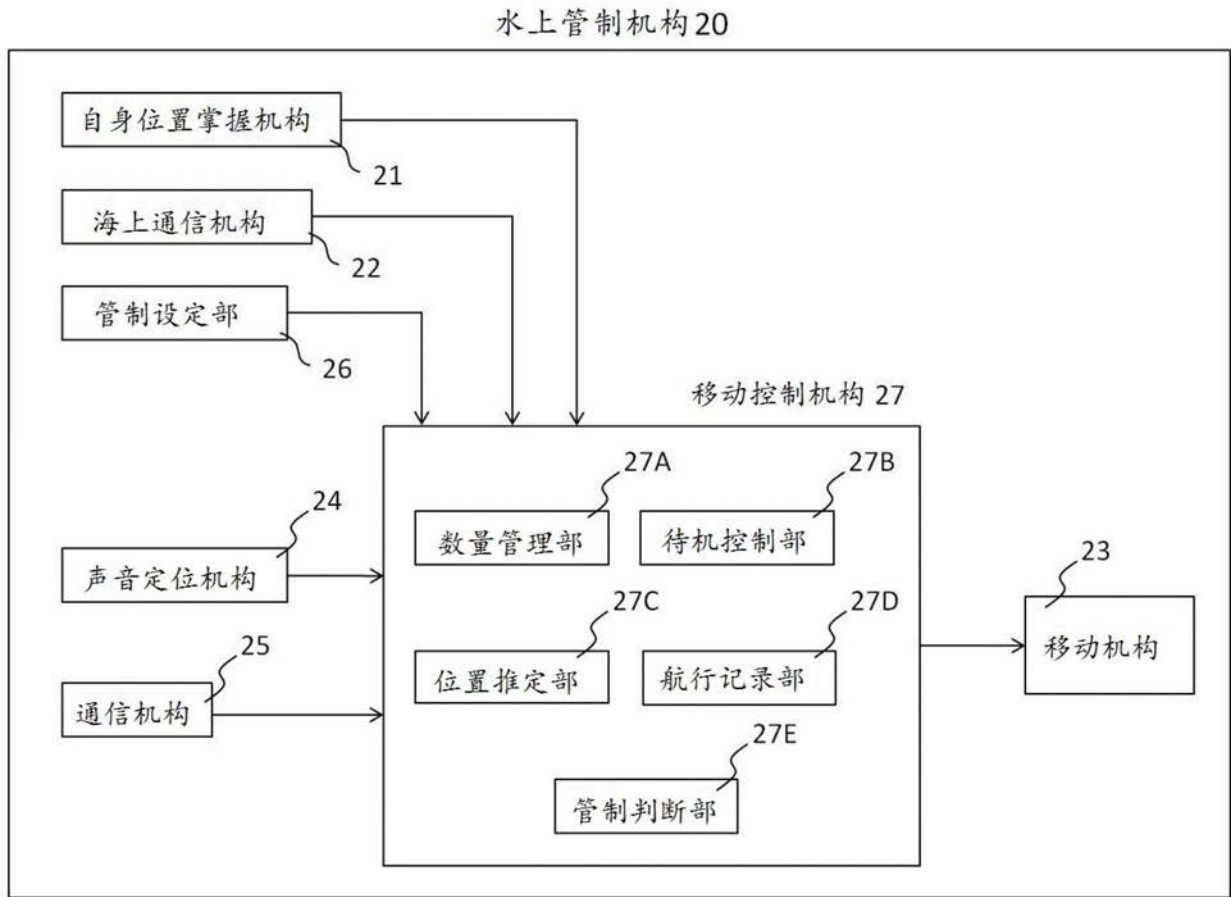


图5

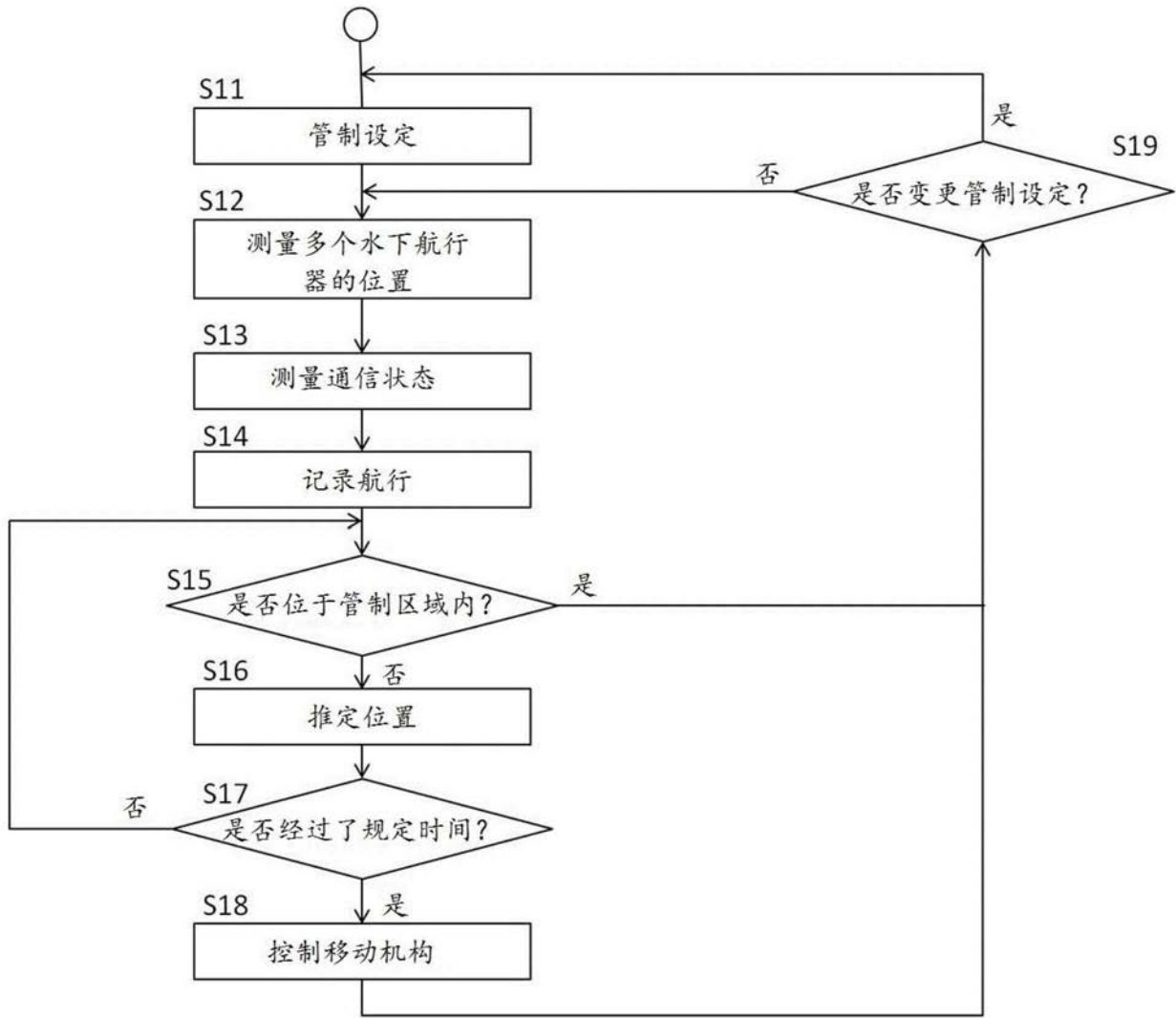


图6