

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2021-49986
(P2021-49986A)

(43) 公開日 令和3年4月1日 (2021. 4. 1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 6 3 G 8/24 (2006.01)	B 6 3 G 8/24	
B 6 3 G 8/00 (2006.01)	B 6 3 G 8/00	C
B 6 3 C 11/00 (2006.01)	B 6 3 C 11/00	B

審査請求 有 請求項の数 14 O L 外国語出願 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2020-209009 (P2020-209009)	(71) 出願人	513278585
(22) 出願日	令和2年12月17日 (2020. 12. 17)		ハダル, インコーポレイテッド
(62) 分割の表示	特願2018-108441 (P2018-108441) の分割		アメリカ合衆国 カリフォルニア 94606, オークランド, デニソン ストリート 1907
原出願日	平成26年3月14日 (2014. 3. 14)	(74) 代理人	100078282
(31) 優先権主張番号	61/792, 708		弁理士 山本 秀策
(32) 優先日	平成25年3月15日 (2013. 3. 15)	(74) 代理人	100113413
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		弁理士 森下 夏樹
		(74) 代理人	100181674
			弁理士 飯田 貴敏
		(74) 代理人	100181641
			弁理士 石川 大輔
		(74) 代理人	230113332
			弁護士 山本 健策

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 浮揚性潜水機を改良するためのシステムおよび方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 浮揚性潜水機の浮力を調整するためのシステムを提供する。

【解決手段】 システム400は、第1の浮揚性材料404で充填されるピークル402を含み、ピークルは、第1の浮揚性材料で充填されていない空洞408を有し、空洞は、第1の温度では、可鍛性であり、第1の温度より低い第2の温度では、剛体である第2の浮揚性材料を含む可撓性コンテナで充填され、可撓性コンテナを加熱、冷却することにより、浮力を調整する。

【選択図】 図4

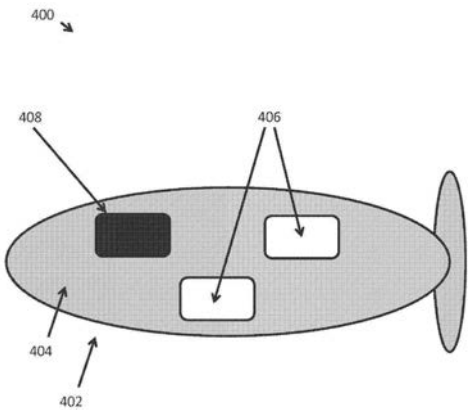


FIGURE 4

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ピークルであって、

シェル構造と前記シェル構造の形状に成形されている第 1 の浮揚性材料とを含むシステムであって、前記システムは、前記シェル構造と前記第 1 の浮揚性材料との間に形成されている空洞を含む、システムと、

第 2 の浮揚性材料を含む可撓性コンテナであって、前記可撓性コンテナは、前記シェル構造と前記第 1 の浮揚性材料との間に形成されている前記空洞内に提供されている、可撓性コンテナと

を備える、ピークル。

10

【請求項 2】

前記第 1 の浮揚性材料は、シンタクチックフォームである、請求項 1 に記載のピークル

【請求項 3】

前記第 2 の浮揚性材料は、シンタクチックワックスまたはシンタクチックオイルである、請求項 1 に記載のピークル。

【請求項 4】

前記第 2 の浮揚性材料は、第 1 の温度では、可鍛性であり、第 2 の温度では、剛体である、請求項 1 に記載のピークル。

【請求項 5】

前記第 1 の温度は、室温に対応し、前記第 2 の温度は、前記第 1 の温度より低い、請求項 4 に記載のピークル。

20

【請求項 6】

前記第 1 の温度は、10℃に対応し、前記第 2 の温度は、前記第 1 の温度より低い、請求項 4 に記載のピークル。

【請求項 7】

前記シェル構造は、船体およびフェアリングのうちの 1 つを含む、請求項 1 に記載のピークル。

【請求項 8】

ピークルに浮力を追加する方法であって、

シェル構造と前記シェル構造の形状に成形されている第 1 の浮揚性材料とを含むシステムを提供することであって、前記システムは、前記シェル構造と前記第 1 の浮揚性材料との間に形成されている空洞を含む、ことと、

30

第 2 の浮揚性材料を含む可撓性コンテナを、前記シェル構造と前記第 1 の浮揚性材料との間に形成されている前記空洞内に提供することと

を含む、方法。

【請求項 9】

前記第 1 の浮揚性材料は、シンタクチックフォームである、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記第 2 の浮揚性材料は、シンタクチックワックスまたはシンタクチックオイルである、請求項 8 に記載の方法。

40

【請求項 11】

前記第 2 の浮揚性材料は、第 1 の温度では、可鍛性であり、第 2 の温度では、剛体である、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 12】

前記第 1 の温度は、室温に対応し、前記第 2 の温度は、前記第 1 の温度より低い、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記第 1 の温度は、10℃に対応し、前記第 2 の温度は、前記第 1 の温度より低い、請求項 11 に記載の方法。

50

【請求項 14】

前記シェル構造は、船体およびフェアリングのうちの 1 つを含む、請求項 8 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の引用)

本願は、米国仮出願第 61 / 792, 708 号 (2013 年 3 月 15 日出願) の利益を主張し、上記出願の内容は、その全体が参照により本明細書に引用される。

【背景技術】

10

【0002】

浸水船体タイプの自律型無人潜水機 (AUV) を構築する際、構成要素配列が、典型的には、最初に設計され、浮揚性発泡体が、続いて、構成要素の周囲にパッキングされる。AUV をパッキングする方法は、浮揚性発泡体のいくつかのカスタム部品の機械加工を要求する。しかしながら、浮揚性発泡体は、比較的に高精度で機械加工され得るが、機械加工は、時間がかかり、高価であり、製造コストを増加させる。したがって、ビークルをパッキングするより効率的な方法の必要性がある。

【0003】

さらに、AUV 等のビークルは、モノコック構造で構築され得る。そのようなビークルは、カーボンファイバまたはファイバガラスシェル等の外部シェルと、シンタクチックフォーム等、シェルを支持するための浮揚性材料とを有し得る。浮揚性材料は、典型的には、外部シェルの形状に機械加工されるが、機械加工される発泡体と外部シェルとは、一緒に正確に一致せず、空の空洞をもたらし得る。パッキング効率の低下は、ビークルの全体的効果的エネルギー密度を低減させる。そのような空洞は、浮力をビークルまたは物体に追加する機会を提供するが、これらの空洞は、多くの場合、不十分なアクセスおよび/または不規則形状を有する。さらに、いくつかの状況は、異なる密度の海域間を移動する場合等、固定量の浮揚性がビークルまたは物体に追加されることを要求する。したがって、浮力を不規則形状の空洞に追加する方法の必要性がある。

20

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

30

【0004】

浮力を物体に追加するためのシステムおよび方法が、本明細書に説明される。一側面によると、シンタクチック材料は、可撓性コンテナの内側に封入される。いくつかの実施形態では、シンタクチック材料は、シンタクチックワックスまたはシンタクチックオイルであり得る。いくつかの実施形態では、可撓性コンテナは、加熱され、物体の内側の自由浸水空洞の中に挿入される。物体は、自律型無人潜水機 (AUV)、遠隔操作ビークル (ROV)、ブイ、飛行艇、自律型無人水上艇、探索ロボット、センサ、または海難救助物体であり得る。可撓性コンテナは、次いで、空洞の形状に形成され得る。代替実施形態では、可撓性コンテナは、最初に、加熱され、空洞の形状に形成される前に、自由浸水空洞の中に挿入される。可撓性コンテナおよびシンタクチック材料は、例えば、シンタクチック材料を可撓性コンテナの中に圧送することを含む、任意の好適な方式において、空洞の中に挿入され得る。可撓性コンテナが空洞の形状に形成された後、可撓性コンテナは、冷却され得る。

40

【0005】

可撓性コンテナは、固定量の浮力を提供する所定の量のシンタクチック材料を保持し得る。いくつかの実施形態では、可撓性コンテナは、可撓性コンテナを温水または熱気の中に設置することによって加熱され得る。いくつかの実施形態では、シンタクチック材料は、室温または加熱の間の温度等の第 1 の温度では、実質的に、可鍛性であり、海洋または動作温度等、第 1 の温度より低い第 2 の温度では、堅くあり得る。いくつかの実施形態では、シンタクチック材料は、約 10 °C では、実質的に、可鍛性となり、10 °C を下回る温

50

度では、堅くなる。可撓性コンテナは、ゴム、プラスチック、または任意の他の好適な可撓性材料から作製され得る。

【0006】

他の実施形態では、シタクチック材料は、化学固化プロセスを活性化することによって、形成可能状態から実質的に堅い状態に遷移され得る。本遷移を達成するために利用可能なプロセスは、紫外線光への露出、熱への露出、または2つ以上の化学成分の混合物への露出であり、これは、続いて、実質的に、固体反応生成物を形成する。別個の化学成分を伴う実施形態では、化学混合物の成分は、浮揚性ユニットの全体的コンテナ内の別個のチャンバまたは個々のコンテナ内に含まれ得る。内部コンテナまたはセパレータが、浮揚性材料の固化プロセスが、材料が標的空洞内に設置された後に生じるように、据え付け直前に混合を可能にするように破られ得る。

10

【0007】

浮揚性ユニットの実施形態はまた、浮揚性材料が、使用の間、可撓性のままであるが、コンテナは、浮揚性ユニットが取り付けられた後、可撓性から堅い状態に変化され得るように產生されることができ得る。例えば、浮揚性材料は、流体のままであるが、コンテナが、熱および／または紫外線光の印加に伴って、可撓性から堅い状態に遷移し得る、シタクチックオイルであり得る。そのような実施形態は、それらが熱湯中への浸漬によって軟化され得、空洞内への据え付け後、冷却によって受動的に固化するであろうように、100°C未満であるが、システムの予期される動作温度より高い軟化温度を伴う熱可塑性材料から構築されるコンテナを使用し得る。

20

【0008】

別の側面によると、ピークルをパッキングするためのシステムおよび方法が、本明細書に説明される。ピークルは、船体および／またはフェアリング等の外部構造またはシェル構造を含み得る。いくつかの実施形態では、浮揚性材料は、ピークルのシェル構造、例えば、船体の形状に成形され得る。いくつかの材料では、浮揚性材料は、シタクチックフォームである。複数のカットアウトが、浮揚性材料から抜き取られ得、複数の器具が、複数のカットアウトの内側に設置され得る。いくつかの実施形態では、複数の器具は、ばね負荷ブラケットによって支持され得る。ばね負荷ブラケットは、圧力増加に伴って屈曲し得る。いくつかの実施形態では、ブラケットは、ブラケットが、ある次元では、複数の器具を支持または拘束することを可能にする一方、別の次元では、自由移動または滑りを可能にする、スロットを含み得る。

30

【0009】

本発明の他の目的、特徴、および利点は、添付の図面と関連して検討される、以下の発明を実施するための形態の検証に応じて、明白となるであろう。

例えば、本願は以下の項目を提供する。

(項目1)

浮力を物体に追加する方法であって、
シタクチック材料を可撓性コンテナの内側に封入することと、
前記可撓性コンテナを加熱することと、
前記可撓性コンテナを前記物体の内側の自由浸水空洞の中に挿入することと、
前記可撓性コンテナを前記空洞の形状に形成することと、
前記可撓性コンテナを冷却することと
を含む、方法。

40

(項目2)

前記可撓性コンテナを前記空洞から除去することをさらに含む、項目1に記載の方法。

(項目3)

前記シタクチック材料を前記可撓性コンテナの中に圧送することをさらに含む、項目1に記載の方法。

(項目4)

前記シタクチック材料を前記可撓性コンテナの中に圧送することは、前記可撓性コン

50

テナを前記物体の内側の空洞の中に挿入することによって生じる、項目 3 に記載の方法。

(項目 5)

前記シタクチック材料は、固定量の浮力を提供する、項目 1 に記載の方法。

(項目 6)

前記シタクチック材料は、シタクチックワックス、シタクチックフォーム、およびシタクチックオイルのうちの少なくとも 1 つを含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 7)

前記可撓性コンテナを加熱することは、前記可撓性コンテナを温水または熱気中に設置することを含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 8)

前記可撓性コンテナを加熱することは、前記可撓性コンテナを前記物体の内側の空洞の中に挿入することによって生じる、項目 1 に記載の方法。

(項目 9)

前記可撓性コンテナを加熱することは、前記可撓性コンテナを前記物体の内側の空洞の中に挿入することに先立って生じる、項目 1 に記載の方法。

(項目 10)

前記シタクチック材料は、シタクチックオイルを備え、前記可撓性コンテナを加熱した後、前記シタクチックオイルは、流体のままであり、前記可撓性コンテナは、堅くなる、項目 1 に記載の方法。

(項目 11)

前記可撓性コンテナは、複数のサブコンテナを備え、前記方法は、前記複数のサブコンテナの内容物を混合することをさらに含み、前記複数のサブコンテナの内容物は、前記混合後、固体となる、項目 1 に記載の方法。

(項目 12)

熱または紫外線光の印加を通して前記シタクチック材料を固化することをさらに含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 13)

前記可撓性コンテナは、ゴム、プラスチック、または任意の他の可撓性材料から作製される、項目 1 に記載の方法。

(項目 14)

前記シタクチック材料は、第 1 の温度では、可鍛性であり、第 2 の温度では、堅い、項目 1 に記載の方法。

(項目 15)

前記第 1 の温度は、室温に対応し、前記第 2 の温度は、前記第 1 の温度より低い、項目 14 に記載の方法。

(項目 16)

前記第 1 の温度は、10 °C に対応し、前記第 2 の温度は、前記第 1 の温度より低い、項目 14 に記載の方法。

(項目 17)

ピークルであって、

シェル構造と、前記シェル構造の形状に成形されている第 1 の浮揚性材料とを含むシステムであって、前記システムは、前記シェル構造と前記第 1 の浮揚性材料との間に形成されている空洞を含む、システムと、

第 2 の浮揚性材料を含む可撓性コンテナであって、前記可撓性コンテナは、前記シェル構造と前記第 1 の浮揚性材料との間に形成されている空洞内に提供されている、可撓性コンテナと

を備えている、ピークル。

(項目 18)

前記第 1 の浮揚性材料は、シタクチックフォームである、項目 17 に記載のピークル

。

10

20

30

40

50

(項目 1 9)

前記第 2 の浮揚性材料は、シンタクチックワックスまたはオイルである、項目 1 7 に記載のピークル。

(項目 2 0)

前記第 2 の浮揚性材料は、第 1 の温度では、可鍛性であり、第 2 の温度では、堅い、項目 1 7 に記載のピークル。

(項目 2 1)

前記第 1 の温度は、室温に対応し、前記第 2 の温度は、前記第 1 の温度より低い、項目 2 0 に記載のピークル。

(項目 2 2)

前記第 1 の温度は、1 0 °C に対応し、前記第 2 の温度は、前記第 1 の温度より低い、項目 2 0 に記載のピークル。

(項目 2 3)

前記シェル構造は、船体およびフェアリングのうちの 1 つを含む、項目 1 7 に記載のピークル。

(項目 2 4)

ピークルであって、

シェル構造と前記シェル構造の形状に成形されている浮揚性材料とを含むシステムと、複数の器具であって、前記浮揚性材料は、複数のカットアウトを含み、前記複数の器具は、前記複数のカットアウトの内側に設置されている、複数の器具とを備えている、ピークル。

(項目 2 5)

前記複数の器具は、ばね負荷ブラケットを使用して、前記カットアウトの内側に支持されている、項目 2 4 に記載のピークル。

(項目 2 6)

前記ばね負荷ブラケットは、圧力増加に伴って屈曲する、項目 2 5 に記載のピークル。

(項目 2 7)

前記複数の器具は、スロットを伴うブラケットを使用して、前記カットアウトの内側に支持され、スロットを伴う前記ブラケットは、第 2 の次元において、自由移動を可能にしながら、第 1 の次元において、前記複数の器具を支持する、項目 2 4 に記載のピークル。

(項目 2 8)

前記浮揚性材料は、シンタクチック材料である、項目 2 4 に記載のピークル。

(項目 2 9)

前記シンタクチック材料は、シンタクチックワックス、シンタクチックフォーム、およびシンタクチックオイルのうちの少なくとも 1 つを含む、項目 2 8 に記載のピークル。

(項目 3 0)

前記シェル構造は、船体およびフェアリングのうちの 1 つを含む、項目 2 4 に記載のピークル。

(項目 3 1)

ピークルをパッキングする方法であって、

浮揚性材料をピークルのシェル構造の形状に成形することと、

複数のカットアウトを前記浮揚性材料から抜き取ることと、

前記複数の器具を前記複数のカットアウトの内側に設置することと

を含む、方法。

(項目 3 2)

前記複数の器具は、ばね負荷ブラケットを使用して、前記カットアウトの内側に支持されている、項目 3 1 に記載の方法。

(項目 3 3)

前記ばね負荷ブラケットは、圧力増加に伴って屈曲する、項目 3 2 に記載の方法。

(項目 3 4)

前記複数の器具は、スロットを伴うブラケットを使用して、前記カットアウトの内側に支持され、スロットを伴う前記ブラケットは、第2の次元において、自由移動を可能にしながら、第1の次元において、前記複数の器具を支持する、項目31に記載の方法。

(項目35)

前記複数の器具および前記浮揚性材料は、周囲圧力または温度に基づいて、体積が変化するように構成されている、項目34に記載の方法。

(項目36)

前記浮揚性材料は、シタクチック材料を含む、項目31に記載の方法。

(項目37)

前記シタクチック材料は、シタクチックワックス、シタクチックフォーム、およびシタクチックオイルのうちの少なくとも1つを含む、項目36に記載の方法。

(項目38)

前記シェル構造は、船体およびフェアリングのうちの1つを含む、項目31に記載の方法。

【図面の簡単な説明】

【0010】

本明細書に説明されるシステムおよび方法は、添付の請求項に記載される。しかしながら、説明の目的のために、いくつかの例証的实施形態は、以下の図に記載される。

【図1】図1は、本開示の例証的实施形態による、例示的遠隔操作ビークルを描写する、ブロック図である。

【図2】図2は、本開示で説明されるシステムおよび方法の少なくとも一部分を実装するための例示的なコンピュータシステムのブロック図である。

【図3】図3は、一例証的实施形態による、カットアウトを伴うビークルおよび浮揚性材料を伴う可撓性コンテナの断面図である。

【図4】図4は、一例証的实施形態による、1つのカットアウトの内側に浮揚性材料を伴う、ビークルの断面図である。

【図5】図5は、一例証的实施形態による、カットアウト内側に器具を伴うビークルの断面図である。

【図6】図6は、一例証的实施形態による、浮力を物体に追加するためのプロセスを描写する。

【図7】図7は、一例証的实施形態による、浮力を物体に追加するための代替プロセスを描写する。

【図8】図8は、一例証的实施形態による、ビークルをバックアップするプロセスを描写する。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明の全体的な理解を提供するために、ある例証的实施形態を説明する。しかしながら、本明細書で説明されるシステムおよび方法は、他の好適な用途のために適合および修正され得、そのような他の追加および修正は、その範囲から逸脱しないであろうことが、当業者によって理解されるであろう。

【0012】

流体力学的に最適化された回転対称AUVの浮揚性等の所与の体積形状の浮力を最大化することは、より多くの重量が浮揚性および積荷に起因し得るように構造において使用される材料の量を低減させることを要求する。円形断面を伴う形状の場合、構造質量を低減させる最適方法は、断面積のモーメントを増加させること、すなわち、可能な限り体積の幾何学的中心から離して材料を設置することによるものである。

【0013】

いくつかの実施形態では、モノコック配列が、最小応力集中領域を伴う構造を通して、連続的に負荷を伝達するために使用される。そのような実施形態では、AUVの船体は、フェアリングおよび構造の両方としての二重目的を果たし、設計者は、したがって、船体

10

20

30

40

50

厚を最適化し、浮揚性発泡体および構成要素の内部配列のパッキング効率を最大化することができる。船体構造の内部表面は、したがって、浮揚性発泡体、センサ、および積荷等の構成要素のための境界エンベロープである。

【0014】

シタクチックフォームおよびシタクチックワックスは、微小球またはナノトラス等の微小構造を使用する浮揚性材料である。シタクチックワックスは、微小構造をワックス内に埋め込む一方、シタクチックフォームは、微小構造を樹脂内に埋め込む。シタクチックワックスは、比較的軟質であり、沈没船の中に圧送されることができるため、船舶救助操作において使用されている。シタクチックフォームは、比較的堅く、構造的に使用されることができるため、ビークル (vehicle) 用途に好ましい (その制限強度および脆性を考慮しなければならない)。

10

【0015】

しかしながら、両材料は、水中ビークルに適用されるとき、制限を有する。シタクチックワックスは、非常に脆弱であり、したがって、構造的に使用されることができず、固定することが非常に困難である (容易に壊れ得るため)。浸水ビークルでは、ワックスは、浮遊したままとなり得るが、自由浮遊ワックスは、他の構成要素または器具に干渉し得、望ましくない。また、ビークルの浮力中心を変化させ、望ましくない均衡状態につながり得る。また、ぬれた浸水ビークル内の多くの構成要素は、オイルが補填されており、鉱物オイルは、ワックスを溶解させる。オイル漏出は、任意の自由浮遊ワックスを溶解させ、ワックスが、ビークル外に吐き出ることを可能にし、ビークルの浮力を破壊し得る。これは、ビークルの損失につながる可能性が高いであろう。しかしながら、ワックスは、容易に成形され得る。

20

【0016】

シタクチックフォームは、比較的高精度で機械加工され得るが、時間がかかり、高価である。さらに、船体の精度は、多くの場合、特に、船体がカーボンファイバ／ファイバガラス積層材を備えているとき、機械加工される発泡体のそれより大幅に粗い。発泡体の精密に機械加工されたブロックは、典型的には、ビークルの内側に適合するために、追加の研磨または調節を要求する。代替として、発泡体のブロックは、ブロックが、結合しないように空間を残すように機械加工され得るが、これは、浮力を犠牲にする (これは、ひいては、順に、より少ないバッテリー、より低いエネルギー密度、およびミッションプロファイル減少を意味する)。代替として、シタクチックフォームのブロックは、温かいワックスの中に埋め込まれ得るが、ワックスは、摩耗、破損、および／または溶解する可能性が高いであろう。

30

【0017】

船体とビークルまたは物体内の浮揚性材料との間隙間は、発泡体が隙間の中に詰め込まれることができる場合、浮力を生成する機会を提供する。しかしながら、これらの隙間は、多くの場合、不十分なアクセスおよび非常に扱いにくい形状を有する。他の状況では、異なる密度の水域間を移動するとき等、固定量の浮力をビークルまたは物体に追加する必要がある。シタクチックワックスは、これらの隙間の中に詰め込まれ、固定量の浮力を追加し得るが、シタクチックワックスは、破碎、破損、浮遊、および／または溶解し得る。

40

【0018】

本明細書に説明されるシステムおよび方法は、浮力を物体に追加することを説明する。一側面によると、シタクチック材料は、可撓性コンテナの内側に封入される。いくつかの実施形態では、シタクチック材料は、シタクチックワックスまたはシタクチックオイルであり得る。いくつかの実施形態では、可撓性コンテナは、加熱され、物体の内側の自由浸水空洞の中に挿入される。物体は、自律型無人潜水機 (AUV)、遠隔操作ビークル (ROV)、ブイ、飛行艇、自律型無人水上艇、探索ロボット、センサ、または海難救助物体であり得る。可撓性コンテナは、次いで、空洞の形状に形成され得る。可撓性コンテナは、小孔を通して大きな隙間の中に詰め込まれ得る。代替実施形態では、可撓性コ

50

ンテナは、最初に、加熱され、空洞の形状に形成される前に、自由浸水空洞の中に挿入される。可撓性コンテナおよびシタクチック材料は、例えば、シタクチック材料を可撓性コンテナの中に圧送することを含む、任意の好適な方式において、空洞の中に挿入され得る。可撓性コンテナが空洞の形状に形成された後、可撓性コンテナは、冷却され得る。いくつかの実施形態では、可撓性コンテナは、シタクチック材料を残して、除去および再使用され得る。いくつかの実施形態では、可撓性コンテナは、加熱によって除去され得る。

【0019】

可撓性コンテナは、固定量の浮力を提供する、所定の量のシタクチック材料を保持し得る（浮力は、水の密度の関数であり、したがって、可撓性コンテナが提供する浮力は、条件に伴って変動するであろうという理解の下）。いくつかの実施形態では、可撓性コンテナは、可撓性コンテナを温水または熱気の中に設置することによって加熱され得る。いくつかの実施形態では、シタクチック材料は、室温または加熱の間の温度等の第1の温度では、実質的に可鍛性であり、海洋または動作温度等の第1の温度より低い第2の温度では、堅くあり得る。可撓性コンテナは、ゴム、プラスチック、または任意の他の好適な可撓性材料から作製され得る。

【0020】

別の側面によると、ビークルをパッキングするためのシステムおよび方法が、本明細書に説明される。いくつかの実施形態では、浮揚性材料は、ビークルの船体の形状に成形され得る。いくつかの材料では、浮揚性材料は、シタクチックフォームであり、これは、精密な研磨表面を用いて機械加工されることができる。浮力を最大限にし、損失される浮揚性材料の量を最小化するために、複数のカットアウトが、機器の特定の部品に適合するように、浮揚性材料から抜き取られ得る。複数の器具は、複数のカットアウトの内側に設置され得る。いくつかの実施形態では、複数の器具は、ばね負荷ブラケットによって支持され得る。ばね負荷ブラケットは、圧力増加に伴って屈曲し得る。いくつかの実施形態では、ブラケットは、ブラケットが、ある次元では、複数の器具を支持または拘束することを可能にする一方、別の次元では、自由移動または滑りを可能にする、スロットを含み得る。このように、パッキングの考え方は、「あらゆるものの周囲に発泡体をパッキングすること」から「特定の物体に適合するように、発泡体の中に孔を切り込むこと」にシフトする。

【0021】

図1は、本開示の例証的实施形態による、例証的遠隔操作ビークルを描写する、ブロック図である。システム100は、ソナー信号を送信および受信するためのソナーユニット110と、受信（または反射）信号を調節するためのプリプロセッサ120と、パルス圧縮およびビーム形成を行うための整合フィルタ130とを含む。システム100は、高周波数（約100kHzよりも大きい）ソナー信号を使用して、ナビゲートすることを可能にするように構成される。そのようなHF航行を可能にするために、システム100は、見通し角誤差を補償するため、および位相誤差を補正するための信号補正器140を含む。システム100はまた、受信された画像を地図とコヒーレントに相関させるための信号検出器150も含む。いくつかの実施形態では、システム100は、搭載された航行コントローラ170と、モータコントローラ180と、センサコントローラ190とを含む。航行コントローラ170は、GPS/RFリンク172（利用可能であるとき）、加速度計174、ジャイロスコープ、およびコンパス176から航行パラメータを受信するように構成され得る。モータコントローラ180は、ビークルを操縦するための複数のモータ182、184、および186を制御するように構成され得る。センサコントローラ190は、バッテリーモニタ172、温度センサ194、および圧力センサ196から測定値を受信し得る。システム100はさらに、ソナー測定値に基づく航行パラメータならびに他の航行およびセンサパラメータを決定するため、およびビークルの移動を制御するためにハブとしての機能を果たし得る、中央制御ユニット（CCU）160を含む。

【0022】

水面または水中ビークルとの関連で、CCU160は、位置（緯度および経度）、（任意の方向への）速度、方角、機首方位、加速度、および高度等の航行パラメータを決定し得る。CCU160は、航跡に沿った方向（前方および後方）、航跡を横断する方向（左舷および右舷）、および垂直方向（上および下）に沿った運動を制御するために、これらの航行パラメータを使用し得る。CCU160は、ビークルの向きを変える（yaw）、ビークルを傾ける（pitch）、ビークルを転がす（roll）、または別様にビークルを回転させる（rotate）ように運動を制御するために、これらの航行パラメータを使用し得る。水中動作中に、AUV等のビークルは、ソナーユニット110において高周波数実開口ソナー画像または信号を受信し得、次いで、画像または信号は、地形の合成開口ソナー（SAS）地図に対して処理され、フィルタにかけられ、補正され、かつ相関させられ得る。相関を使用して、次いで、CCUは、地形をナビゲートすることを支援するように、高精度および他の航行パラメータを用いて、AUVの位置を決定し得る。精度は、SAS地図および／または獲得されたソナー画像の信号および空間帯域幅によって決定され得る。ある実施形態では、少なくとも、正画面素を伴う事前SAS地図とのソナー画像のほぼ完璧な重複があると仮定し、かつ類似要素サイズおよび帯域幅を有する単一のチャンネルを用いて再取得が行われたと仮定し、かつ見通し角補償の損失が殆どまたは全くないと仮定すると、エンベロープは、要素サイズの約2分の1になるであろう。その結果として、ある実施形態では、エンベロープのピークは、波長の約1／100までを含んで、高精度で識別され得る。例えば、分解能は、レンジ方向において、2.5cm未満、または1cm未満、あるいは約0.1mm未満および約0.1mmであり得る。

10

20

【0023】

上述のように、システム100は、音響信号を伝送および受信するためのソナーユニット110を含む。ソナーユニットは、一列に配列される、1つ以上の伝送要素またはプロジェクタと複数の受信要素とを有するトランスデューサアレイ112を含む。ある実施形態では、トランスデューサアレイ112は、別個のプロジェクタおよび受信機を含む。トランスデューサアレイ112は、SASモード（進路要図またはスポットライトモードのいずれか）で、または実開口モードで動作するように構成され得る。ある実施形態では、トランスデューサアレイ112は、マルチビーム音波発信機、サイドスキャンソナー、またはセクタスキャンソナーとして動作するように構成される。伝送要素および受信要素は、所望に応じて、サイズ決定および成形され得、本開示の範囲から逸脱することなく、所望に応じて、任意の構成で、および任意の間隔を用いて配列され得る。トランスデューサアレイ112の数、サイズ、配列、および動作は、地形に高周波の音波を当て、地形または物体の高分解能画像を生成するように選択および制御され得る。アレイ112の一実施例は、 $12\frac{3}{4}$ インチビークルに搭載された5cm要素を伴う16チャンネルアレイを含む。

30

【0024】

ソナーユニット110はさらに、トランスデューサから受信される電気信号を受信および処理するための受信機114と、電気信号をトランスデューサに送信するための伝送機116とを含む。ソナーユニット110はさらに、開始および終了を含む伝送機の動作、およびピングの周波数を制御するための伝送機コントローラ118を含む。

40

【0025】

受信機114によって受信される信号は、調節および補償のためにプリプロセッサに送信される。特に、プリプロセッサ120は、異常値を排除するため、およびハイドロホン変動を推定して補償するためのフィルタ調節器122を含む。プリプロセッサはさらに、ビークルの運動を推定、および補償するためのドップラ補償器124を含む。前処理された信号は、整合フィルタ130に送信される。

【0026】

整合フィルタ130は、レンジ内で整合フィルタリングを行うためのパルス圧縮器132と、方位角において整合フィルタリングを行い、それにより、方向推定を行うためのビームフォーマ134とを含む。

50

【0027】

信号補正器140は、見通し角の差異を補償するようにソナー画像を調整するための見通し角補償器142を含む。典型的には、ソナーが点散乱体の集合を撮像する場合、画像は観測角とともに変化する。例えば、固定高度および機首方位で動作し、海底経路を観測するSASシステムは、異なるレンジで異なる画像を生成するであろう。同様に、固定水平レンジで作製されるSAS画像は、高度が変化させられた場合に变化するであろう。そのような場合において、画像の変化は、見通し角の変化によるものでであろう。見通し角補償器142は、見通し角不変画像を生成するように構成される。1つのそのような見通し角補償器が、「Apparatus and Method for Grazing Angle Independent Signal Detection」と題された米国特許出願第12/802,454号で説明され、その内容は、それらの全体で参照することにより本明細書に組み込まれる。

10

【0028】

信号補正器140は、レンジ変動位相誤差を補正するための位相誤差補正器144を含む。概して、位相誤差補正器144は、画像をより小さい断片に分け、各断片は、実質的に一定の位相誤差を有する。次いで、位相誤差が、より小さい断片の各々について推定および補正され得る。

【0029】

システム100はさらに、信号相関器152および記憶装置154を有する、信号検出器150を含む。信号検出器150は、潜在的な標的を検出し、検出された物体の位置および速度を推定し、標的またはパターン認識を行うように構成され得る。一実施形態では、記憶装置154は、1つ以上の以前に取得されたSAS画像、実開口画像、または任意の他の好適なソナー画像を含み得る、地図記憶部を含み得る。信号相関器152は、信号補正器140から取得される受信および処理された画像を、地図記憶部154からの1つ以上の事前画像と比較するように構成され得る。

20

【0030】

システム100は、本開示から逸脱することなく、図示されていない他の構成要素を含み得る。例えば、システム100は、データロギングおよび記憶エンジンを含み得る。ある実施形態では、データロギングおよび記憶エンジンは、科学的データを記憶するために使用され得、次いで、データは、航行システムを支援するための後処理で使用され得る。システム100は、システム100の1つ以上の特徴へのアクセスを制御するため、および1つ以上の特徴の使用を認可するためのセキュリティエンジンを含み得る。セキュリティエンジンは、アクセスを制御するための好適な暗号化プロトコルおよび／またはセキュリティキーおよび／またはドングルを伴って構成され得る。例えば、セキュリティエンジンは、地図記憶部154に記憶された1つ以上の地図を保護するために使用され得る。地図記憶部154の中の1つ以上の地図へのアクセスは、適切なライセンス、権限、または許可を有する、ある個人または実体に限定され得る。セキュリティエンジンは、これらの個人または実体が権限を与えられたことを確認すると、これらの個人または実体に1つ以上の地図へのアクセスを選択的に許可し得る。セキュリティエンジンは、限定されないが、航行コントローラ170、モータコントローラ180、センサコントローラ190、伝送機コントローラ118、およびCCU160を含む、システム100の他の構成要素へのアクセスを制御するように構成され得る。

30

40

【0031】

概して、トランスデューサ112を除いて、システム100の種々の構成要素が、図2のコンピュータシステム200等のコンピュータシステムで実装され得る。より具体的には、図2は、本開示の例証的实施形態による、ネットワークにアクセスする汎用コンピュータの機能ブロック図である。本願で説明されるホログラフィック航行システムおよび方法は、図2のシステム200を使用して実装され得る。

【0032】

例示的なシステム200は、プロセッサ202と、メモリ208と、相互接続バス21

50

8とを含む。プロセッサ202は、マルチプロセッサシステムとしてコンピュータシステム200を構成するための単一のマイクロプロセッサまたは複数のマイクロプロセッサを含み得る。メモリ208は、例証的に、メインメモリおよび読み取り専用メモリを含む。システム200はまた、例えば、種々のディスクドライブ、テープドライブ等を有する、大容量記憶デバイス210も含む。メインメモリ208はまた、ダイナミックランダムアクセスメモリ(DRAM)および高速キャッシュメモリも含む。動作および使用中、メインメモリ208は、メインメモリ208に記憶されたデータ(例えば、地形のモデル)を処理するときにプロセッサ202による実行のための命令の少なくとも複数部分を記憶する。

【0033】

いくつかの実施形態では、システム200はまた、ネットワーク216を介したデータ通信のためのインターフェース212として、一例として示される、通信のための1つ以上の入出力インターフェースを含み得る。データインターフェース212は、モデム、イーサネット(登録商標)カード、または任意の他の好適なデータ通信デバイスであり得る。データインターフェース212は、直接的に、または別の外部インターフェースを通してのいずれかで、イントラネット、インターネット、またはInternet等のネットワーク216への比較的高速のリンクを提供し得る。ネットワーク216への通信リンクは、例えば、光学、有線、または無線(例えば、衛星または802.11Wi-Fiまたはセルラーネットワークを介した)リンク等の任意の好適なリンクであり得る。いくつかの実施形態では、通信は、音響モデムを介して起こり得る。例えば、AUVに対して、通信は、そのようなモデムを介して起こり得る。代替として、システム200は、ネットワーク216を介したウェブベースの通信が可能なメインフレームまたは他の種類のホストコンピュータシステムを含み得る。

【0034】

いくつかの実施形態では、システム200はまた、好適な入出力ポートも含み、または、プログラミングおよび/またはデータ入力、読み出し、または操作目的でローカルユーザインターフェースとしての機能を果たす、ローカルディスプレイ204およびユーザインターフェース206(例えば、キーボード、マウス、タッチスクリーン)等と相互接続するための相互接続バス218を使用し得る。代替として、サーバ運営人員が、ネットワーク216を介して、遠隔端末デバイス(図に示されていない)からシステム200を制御および/またはプログラムするために本システムと相互作用し得る。

【0035】

いくつかの実施形態では、システムは、1つ以上のコヒーレントセンサ(例えば、ソナー、レーダ、光学アンテナ等)214に連結される、航行コントローラ170等のプロセッサを必要とする。地形のモデルに対応するデータおよび/またはそのモデルに関連付けられるホログラフィック地図に対応するデータは、メモリ208または大容量記憶装置210に記憶され得、かつプロセッサ202によって読み出され得る。プロセッサ202は、本願で説明される方法のうちのいずれか、例えば、見通し角補償または高周波数ホログラフィック航行を行うように、これらのメモリデバイスに記憶された命令を実行し得る。

【0036】

本システムは、情報を表示するためのディスプレイ204と、前述のデータの少なくとも一部分を記憶するためのメモリ208(例えば、ROM、RAM、フラッシュ等)と、前述のデータの少なくとも一部分を記憶するための大容量記憶デバイス210(例えば、ソリッドステートドライブ)とを含み得る。任意の一式の前述の構成要素が、入出力(I/O)インターフェース212を介してネットワーク216に連結され得る。前述の構成要素の各々は、相互接続バス218を介して通信し得る。

【0037】

いくつかの実施形態では、システムは、1つ以上のコヒーレントセンサ(例えば、ソナー、レーダ、光学アンテナ等)214に連結される、プロセッサを要求する。ソナーアレイ214は、他の構成要素の中でもとりわけ、伝送機、受信アレイ、受信要素、および/

10

20

30

40

50

または関連位相中心／仮想要素を伴う仮想アレイを含み得る。

【0038】

地形のモデルに対応するデータ、モデルに関連付けられたホログラフィック地図に対応するデータ、および見通し角補償のためのプロセスは、プロセッサ202によって行われ得る。本システムは、情報を表示するためのディスプレイ204と、前述のデータの少なくとも一部分を記憶するためのメモリ208（例えば、ROM、RAM、フラッシュ等）と、前述のデータの少なくとも一部分を記憶するための大容量記憶デバイス210（例えば、ソリッドステートドライブ）とを含み得る。任意の一式の前述の構成要素が、入出力（I/O）インターフェース212を介してネットワーク216に連結され得る。前述の構成要素の各々は、相互接続バス218を介して通信し得る。

10

【0039】

動作中、プロセッサ202は、センサ214に対する位置推定、センサ214からの波形または画像、および地形、例えば、海底のモデルに対応するデータを受信する。いくつかの実施形態では、そのような位置推定は、受信されなくてもよく、プロセッサ202によって行われるプロセスは、この情報なしで継続する。随意に、プロセッサ202は、航行情報および／または高度情報を受信し得、プロセッサ202は、コヒーレント画像回転アルゴリズムを行い得る。システムプロセッサ202からの出力は、ビークルが移動する必要がある位置を含む。

【0040】

システム200に含まれる構成要素は、典型的には、サーバ、ワークステーション、パーソナルコンピュータ、ネットワーク端末、携帯用デバイス、および同等物等として使用される汎用コンピュータシステムで見出される。実際、これらの構成要素は、当技術分野で周知である、そのようなコンピュータ構成要素の広いカテゴリを表すことを目的としている。

20

【0041】

本発明のシステムおよび方法に関与する方法は、不揮発性コンピュータ使用可能および／または読み取り可能な媒体を含む、コンピュータプログラム製品で具現化され得ることが、当業者に明白であろう。例えば、そのようなコンピュータ使用可能媒体は、その上に記憶されたコンピュータ読み取り可能なプログラムコードを有する、CD ROMディスク、従来のROMデバイス、またはランダムアクセスメモリ、ハードドライブデバイスまたはコンピュータディスクレット、フラッシュメモリ、DVD、または任意の類似デジタルメモリ媒体等の読み取り専用メモリデバイスから成り得る。

30

【0042】

随意に、本システムは、慣性航行システム、ドップラセンサ、高度計、ホログラフィック地図のデータ投入部分上にセンサを固定するギンプリングシステム、全地球測位システム（GPS）、長基線（LBL）航行システム、超短基線（USBL）航行、または任意の他の好適な航行システムを含み得る。

【0043】

図3は、一例証的实施形態による、カットアウトを伴うビークル302と可撓性コンテナ308との断面図である。システム300は、第1の浮揚性材料304で充填されたビークル302を含み得る。ビークル302は、第1の浮揚性材料304で充填されていない、空洞306を有し得る。可撓性コンテナ308は、第1の浮揚性材料304と同一または異なり得る第2の浮揚性材料で充填され得る。可撓性コンテナ308は、固定量の浮力を提供し得る。図1に描写される例証的实施形態では、可撓性コンテナ308は、1ポンドの浮力を追加する。

40

【0044】

ビークル302は、媒体を通して進行するように設計される任意のビークルまたは物体であり得る。いくつかの実施形態では、ビークル302は、AUV、遠隔操作ビークル（ROV）、ブイ、飛行艇、自律型無人水上艇、探索ロボット、センサ、または海難救助物体であり得る。ビークル302は、水または空気を含む、任意の好適な媒体を通して進行

50

するように設計され得る。ピークル 302 は、モノコック構造として設計され得、外部シェルは、第 1 の浮揚性材料によって支持される。例えば、ピークル 302 は、第 1 の浮揚性材料 304 によって支持される、カーボンファイバまたはファイバガラス外部シェルを備え得る。第 1 の浮揚性材料 304 は、シタクチックフォームを含む、任意の好適な浮揚性材料を備え得る。ピークル 302 は、1 つ以上の空洞 306 を含み得る。いくつかの実施形態では、空洞 306 は、第 1 の浮揚性材料 304 の中に意図的に機械加工され得る。例えば、空洞 306 は、特に、特定の構成要素または器具に適合するように設計され得る。代替実施形態では、空洞 306 は、意図的でなくともよく、任意に離間され得る。例えば、第 1 の浮揚性材料 304 は、ピークル 302 の外部シェルに正確に合致しなくともよい。空洞 306 は、第 1 の浮揚性材料 304 と外部シェルとの間に空間を含み得る。

10

【0045】

可撓性コンテナ 308 は、ゴムまたはプラスチックを含む、任意の好適な可撓性材料から作製され得る。可撓性コンテナ 308 は、可撓性コンテナ 308 の中に第 2 の浮揚性材料を導入するための任意の好適な開口部または弁を含み得る。いくつかの実施形態では、第 2 の浮揚性材料は、シタクチック材料を備え得る。第 2 の浮揚性材料は、任意の好適な技法を使用して、可撓性コンテナ 308 の中に導入され得る。例えば、第 2 の浮揚性材料は、可撓性コンテナ 308 の中に設置され得、可撓性コンテナ 308 は、第 2 の浮揚性材料の周囲に密閉され得る。他の実施形態では、第 2 の浮揚性材料は、弁または任意の他の好適な開口部を通して、可撓性コンテナ 308 の中に圧送され得る。可撓性コンテナ 308 は、限定ではないが、球体またはブロックを含む、任意の好適な形状で提供され得る。室温（例えば、約 65 ~ 85 °F）では、可撓性コンテナ 308 および第 2 の浮揚性材料は、比較的に可鍛性であり得る。室温または AUV の設計動作温度等のより低い温度では、可撓性コンテナ 308 および第 2 の浮揚性材料は、実質的に、堅くあり得る。

20

【0046】

図 4 は、一例証的实施形態による、1 つのカットアウトの内側に浮揚性材料を伴うピークルの断面図である。システム 400 は、第 1 の浮揚性材料 404 で充填されるピークル 402 を含み得る。ピークル 402 は、第 1 の浮揚性材料 304 で充填されていない空洞 406 を有し得る。空洞 408 は、図 3 に描写される可撓性コンテナ 308 等の第 2 の浮揚性材料を含む、可撓性コンテナで充填され得る。

【0047】

ピークル 402 は、媒体を通して進行するように設計される、任意のピークルまたは物体であり得る。いくつかの実施形態では、ピークル 402 は、AUV、遠隔操作ピークル (ROV)、ブイ、飛行艇、自律型無人水上艇、探索ロボット、センサ、または海難救助物体であり得る。ピークル 402 は、水または空気を含む、任意の好適な媒体を通して進行するように設計され得る。ピークル 402 は、モノコック構造として設計され得、外部シェルは、第 1 の浮揚性材料によって支持される。例えば、ピークル 402 は、第 1 の浮揚性材料 404 によって支持される、カーボンファイバまたはファイバガラス外部シェルを備え得る。第 1 の浮揚性材料 404 は、シタクチックワックス、シタクチックフォーム、シタクチックオイル、またはそれらの組み合わせ等のシタクチック材料を含む、任意の好適な浮揚性材料を備え得る。ピークル 402 は、1 つ以上の空洞 406 を含み得る。いくつかの実施形態では、空洞 406 は、第 1 の浮揚性材料 404 の中に意図的に機械加工され得る。例えば、空洞 406 は、特に、特定の構成要素または器具に適合するように設計され得る。代替実施形態では、空洞 406 は、意図的でなくともよく、任意に離間され得る。例えば、第 1 の浮揚性材料 404 は、ピークル 402 の外部シェルに正確に合致しなくともよい。空洞 406 は、第 1 の浮揚性材料 404 と外部シェルとの間に空間を含み得る。

30

40

【0048】

前述のように、空洞 408 は、図 3 に描写される可撓性コンテナ 308 等の第 2 の浮揚性材料を含む可撓性コンテナを含み得る。空洞 406 と同様に、空洞 408 は、第 1 の浮揚性材料 404 の中に意図的に機械加工され得る。代替実施形態では、空洞 408 は、意

50

図的でなくともよく、任意に離間され得る。例えば、空洞 408 は、第 1 の浮揚性材料 404 と外部シェルとの間に空間を含み得る。いくつかの実施形態では、第 2 の浮揚性材料は、シタクチック材料を備え得る。可撓性コンテナは、任意の好適な方法を使用して、空洞 408 の中に導入され得る。いくつかの実施形態では、可撓性コンテナは、空洞 408 の中への挿入に先立って、加熱され、空洞 408 の形状に成形され、続いて、冷却され得る。代替実施形態では、可撓性コンテナは、最初に、空洞 408 の中に挿入され、続いて、加熱され、冷却される前に、空洞 408 の形状に成形され得る。可撓性コンテナは、第 2 の浮揚性材料を空洞 408 内に残し、空洞 408 から除去され得る。

【0049】

図 5 は、一例証的实施形態による、カットアウト内側に器具を伴うビークルの断面図である。システム 500 は、第 1 の浮揚性材料 504 で充填されるビークル 502 を含み得る。ビークル 502 は、第 1 の浮揚性材料 504 で充填されていないカットアウト 506 を有し得る。カットアウト 506 の各々は、ブラケット 510 によって支持される、1 つ以上の構成要素 508 を含み得る。

【0050】

ビークル 502 は、媒体を通して進行するように設計される、任意のビークルまたは物体であり得る。いくつかの実施形態では、ビークル 502 は、AUV、遠隔操作ビークル (ROV)、ブイ、飛行艇、自律型無人水上艇、探索ロボット、センサ、または海難救助物体であり得る。ビークル 502 は、水または空気を含む、任意の好適な媒体を通して進行するように設計され得る。ビークル 502 は、モノコック構造として設計され得、外部シェルは、第 1 の浮揚性材料によって支持される。例えば、ビークル 502 は、第 1 の浮揚性材料 504 によって支持される、カーボンファイバまたはファイバガラス外部シェルを備え得る。第 1 の浮揚性材料 504 は、シタクチックフォームを含む、任意の好適な浮揚性材料を備え得る。

【0051】

カットアウト 506 は、ビークル 502 の特定の構成要素 508 に適合するために、第 1 の浮揚性材料 504 の中に意図的に機械加工され得る。例えば、構成要素 508 は、図 1 に描写されるセンサおよび器具等の科学的機器であり得、カットアウト 506 の各々は、特に、科学的器具のうちの 1 つ以上のものに適合するように設計され得る。いくつかの実施形態では、構成要素 508 は、ブラケット 510 によって支持され得る。ブラケット 510 は、ばね負荷され、衝撃を吸収し得る。いくつかの実施形態では、ブラケット 510 は、圧力増加に伴って屈曲し得る。例えば、ビークル 502 は、ビークル 502 外側の周囲圧力と同一圧力において、海洋水で充填されるカットアウト 506 を伴う、自由浸水 AUV であり得る。そのような実施形態では、ブラケット 510 は、圧力の増加下、屈曲し得る。

【0052】

図 6 は、一例証的实施形態による、浮力を物体に追加するためのプロセスを描写する。プロセス 600 は、ステップ 602 において、シタクチック材料を可撓性コンテナの内側に封入し、ステップ 604 において、可撓性コンテナを加熱し、ステップ 606 において、可撓性コンテナを自由浸水空洞の中に挿入し、ステップ 608 において、可撓性コンテナを空洞の形状に形成し、ステップ 610 において、可撓性コンテナを冷却することを含む。

【0053】

ステップ 602 において、シタクチック材料は、可撓性コンテナの内側に封入され得る。いくつかの実施形態では、シタクチック材料は、シタクチックワックスまたはシタクチックオイルであり得る。シタクチック材料は、任意の好適な方法を使用して、封入され得る。いくつかの実施形態では、シタクチック材料は、可撓性コンテナの中に設置され得、可撓性コンテナは、シタクチック材料の周囲に密閉され得る。他の実施形態では、シタクチック材料は、弁または任意の他の好適な開口部を通して、可撓性コンテナの中に圧送され得、これは、次いで、圧送に続いて密閉される。いくつかの実施形態

では、シタクチック材料は、可撓性コンテナの中に設置され得、可撓性コンテナは、真空密閉され得る。可撓性コンテナは、限定ではないが、球体またはブロックを含む、任意の好適な形状で提供され得る。室温（例えば、約 65 ~ 85 ° F）では、可撓性コンテナおよびシタクチック材料は、比較的に可鍛性であり得る。室温または AUV の設計動作温度等のより低い温度では、可撓性コンテナおよびシタクチック材料は、実質的に、堅くあり得る。

【0054】

ステップ 604 において、可撓性コンテナは、加熱され得る。可撓性コンテナは、可撓性コンテナを温水に浸すこと、または可撓性コンテナを熱気にさらすことを含む、任意の好適な方法を使用して、加熱され得る。加熱は、可撓性コンテナを加熱前より比較的に可鍛性にし得る。

10

【0055】

ステップ 606 において、可撓性コンテナは、自由浸水空洞の中に挿入され得る。コンテナは、可撓性コンテナおよびシタクチック材料を自由浸水空洞の中に圧送または押し出すことを含む、任意の好適な方式で挿入され得る。

【0056】

ステップ 608 において、可撓性コンテナは、空洞の形状に形成され得る。加熱され可撓性コンテナは、実質的に、可鍛性であり、空洞の形状に容易に形成され得る。ステップ 610 において、可撓性コンテナは、冷却され得る。冷却するにつれて、可撓性コンテナおよびシタクチック材料は、比較的に堅くなり得る。随意に、可撓性コンテナは、冷却後、シタクチック材料を自由浸水空洞の内側に残し、除去され得る。可撓性コンテナを除去することは、一時的に、可撓性コンテナおよび／またはシタクチック材料を再加熱することを伴い得る。いくつかの実施形態では、可撓性コンテナは、除去後、洗浄および再使用され得る。

20

【0057】

図 7 は、一例証的实施形態による、浮力を物体に追加するための代替プロセスを描写する。プロセス 700 は、ステップ 702 において、シタクチック材料を可撓性コンテナの内側に封入し、ステップ 704 において、可撓性コンテナを自由浸水空洞の中に挿入し、ステップ 706 において、可撓性コンテナを加熱し、ステップ 708 において、可撓性コンテナを空洞の形状に形成し、ステップ 710 において、可撓性コンテナを冷却することを含む。

30

【0058】

ステップ 702 において、シタクチック材料は、可撓性コンテナの内側に封入され得る。シタクチック材料は、任意の好適な方法を使用して、封入され得る。いくつかの実施形態では、シタクチック材料は、可撓性コンテナの中に設置され得、可撓性コンテナは、シタクチック材料の周囲に密閉され得る。他の実施形態では、シタクチック材料は、弁または任意の他の好適な開口部を通して、可撓性コンテナの中に圧送され得、これは、次いで、圧送に続いて密閉される。いくつかの実施形態では、シタクチック材料は、可撓性コンテナの中に設置され得、可撓性コンテナは、真空密閉され得る。可撓性コンテナは、限定ではないが、球体またはブロックを含む、任意の好適な形状で提供され得る。室温（例えば、約 65 ~ 85 ° F）では、可撓性コンテナおよびシタクチック材料は、比較的に可鍛性であり得る。室温または AUV の設計動作温度等のより低い温度では、可撓性コンテナおよびシタクチック材料は、実質的に、堅くあり得る。

40

【0059】

ステップ 704 において、可撓性コンテナは、自由浸水空洞の中に挿入され得る。コンテナは、可撓性コンテナおよびシタクチック材料を自由浸水空洞の中に圧送または押し出すことを含む、任意の好適な方式で挿入され得る。

【0060】

ステップ 706 において、可撓性コンテナは、可撓性コンテナが自由浸水空洞の中に挿入された後、加熱され得る。可撓性コンテナは、可撓性コンテナを温水または熱気にさら

50

すことを含む、任意の好適な方法を使用して、加熱され得る。加熱は、可撓性コンテナを加熱前より比較的に可鍛性にし得る。いくつかの実施形態では、可撓性コンテナが加熱されるにつれて、可撓性コンテナは、追加の成形（例えば、ヒトによる手動成形）を伴わずに、自由浸水空洞に自然に一致するように十分に可鍛性となり得る。

【0061】

ステップ708において、可撓性コンテナは、空洞の形状に形成され得る。加熱され可撓性コンテナは、実質的に、可鍛性であり、空洞の形状に容易に形成され得る。前述のように、加熱された可撓性コンテナは、追加の補助を伴わずに、空洞の形状に形成するために十分に可鍛性となり得る。ステップ710において、可撓性コンテナは、冷却され得る。冷却するにつれて、可撓性コンテナおよびシンタクチック材料は、比較的に堅くなり得る。随意に、可撓性コンテナは、冷却後、シンタクチック材料を自由浸水空洞の内側に残し、除去され得る。可撓性コンテナを除去することは、一時的に、可撓性コンテナおよび／またはシンタクチック材料を再加熱することを伴い得る。いくつかの実施形態では、可撓性コンテナは、除去後、洗浄および再使用され得る。

10

【0062】

図8は、一例証的实施形態による、ビークルをパッキングするプロセスを描写する。プロセス800は、ステップ802において、浮揚性材料をビークル船体の形状に成形し、ステップ804において、複数のカットアウトを浮揚性材料から抜き取り、ステップ806において、複数の器具を複数のカットアウトの内側に設置することを含む。

【0063】

ステップ802において、浮揚性材料は、ビークル船体の形状に成形され得る。例証的实施例として、ビークル船体は、外部シェルを伴う、モノコック構造であり得る。浮揚性材料は、実質的に、外部シェルの形状に合致するように機械加工され得る。いくつかの実施形態では、浮揚性材料は、シンタクチックフォームである。いくつかの実施形態では、浮揚性材料は、実質的に、ビークル船体の内部を充填し得る。

20

【0064】

ステップ804において、複数のカットアウトが、浮揚性材料から抜き取られ得る。複数のカットアウトは、限定ではないが、切断、機械加工、旋盤加工、溶融、研削、または研磨を含む、任意の好適な方法を使用して、抜き取られ得る。複数のカットアウトの各々は、特に、1つ以上の器具を組み込むように設計され得る。例えば、複数のカットアウトの各々は、1つ以上の器具の形状に一致し得る。複数のカットアウトは、ビークルの外部に開放するように設計され得、またはそうでなくてもよい。

30

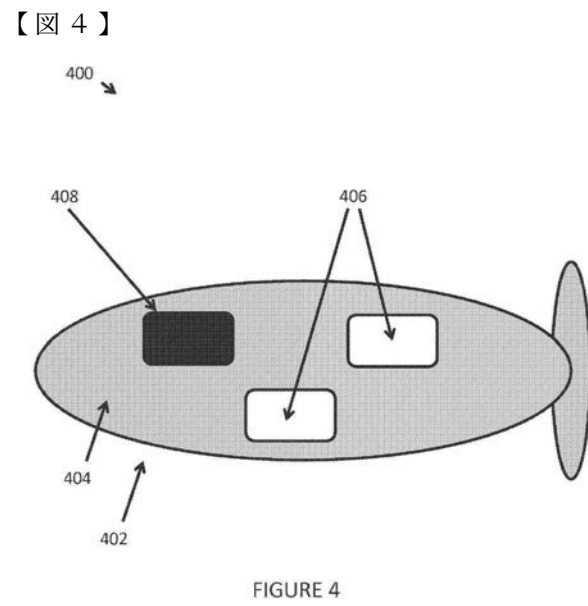
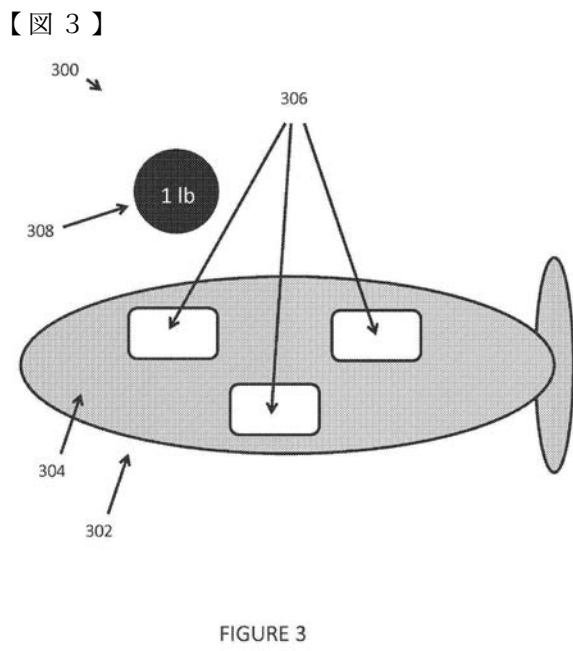
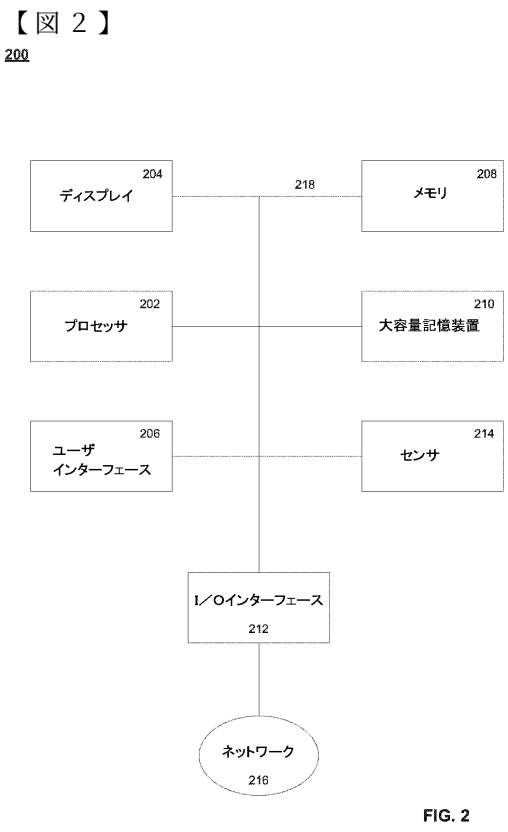
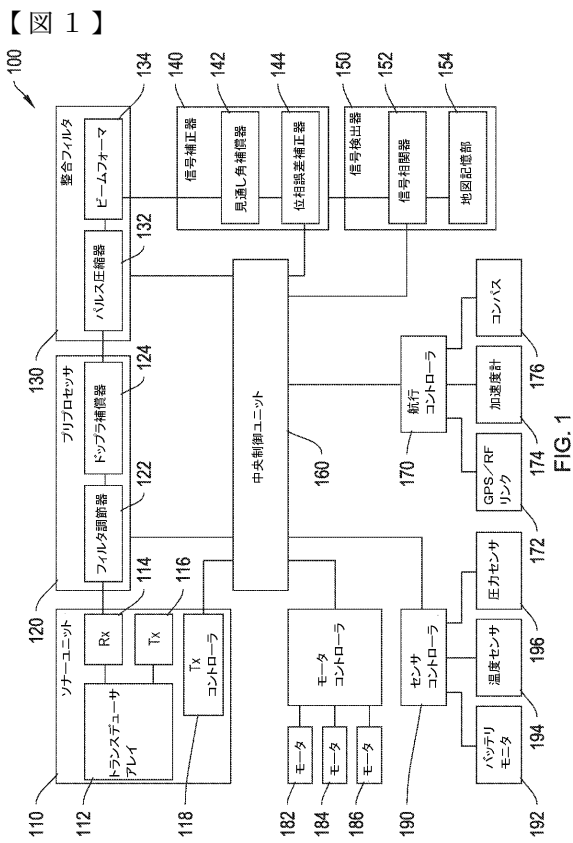
【0065】

ステップ806において、複数の器具が、複数のカットアウトの内側に設置され得る。前述のように、器具の各々は、特に、複数のカットアウトのうちの1つの中に収まるように設計され得る。器具は、ブラケットによって支持され得、ブラケットは、ばね負荷され、衝撃および振動を吸収し得る。例えば、ブラケットは、圧力増加に伴って屈曲し得る。このように、ビークルの浮力は、ビークルの構成要素および器具を組み込むために十分な空間だけを伴って、ビークルの内部を浮揚性材料（例えば、シンタクチックフォーム）で充填することによって最大限にされ得る。

40

【0066】

そのような実施形態は、一例として提供されるにすぎないことは、当業者に明白となるであろう。多数の変形例、代替、変更、および代用が、本発明を实践する当業者によって採用され得ることを理解されたい。故に、本発明は、本明細書に開示される実施形態に限定されず、法律の下で許容される限り広範に解釈される、以下の請求項から理解されるべきであることを理解されるであろう。



【図 5】

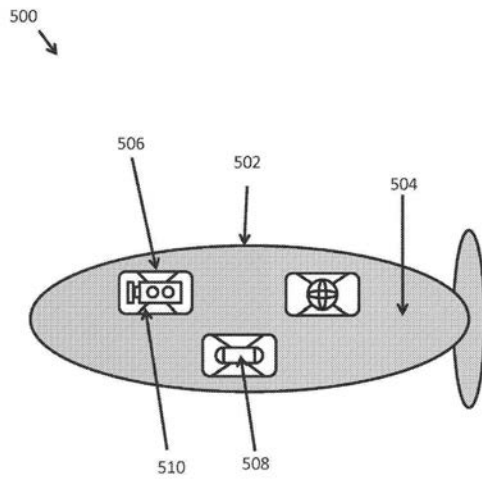


FIGURE 5

【図 6】

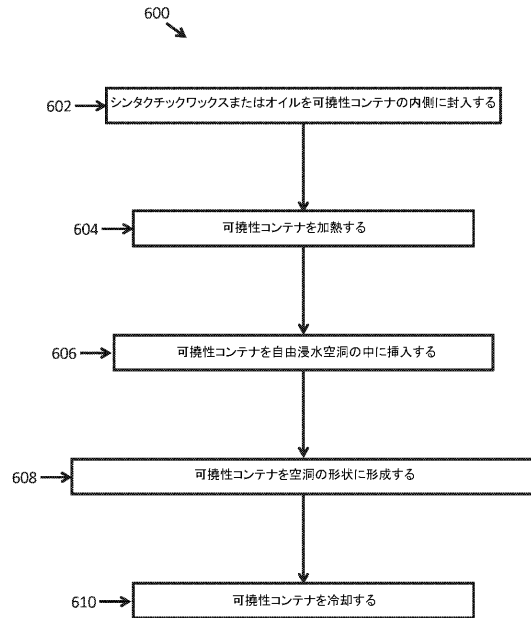


FIGURE 6

【図 7】

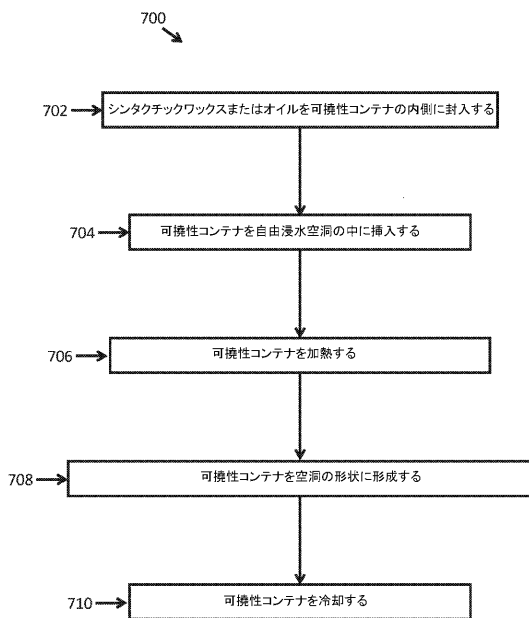


FIGURE 7

【図 8】

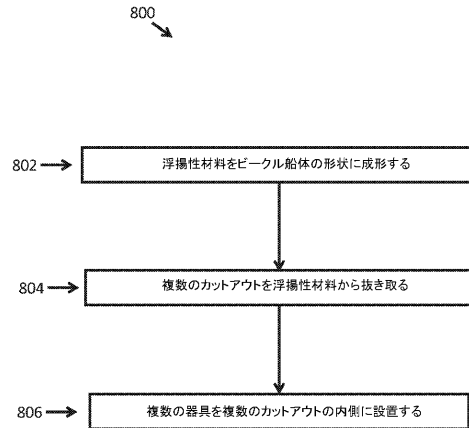


FIGURE 8

フロントページの続き

- (72)発明者 リチャード ジェイ. リコスキー
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94501, アラメダ, セントラル アベニュー 201
8, アpartment シー
- (72)発明者 ジョナサン ポンパ
アメリカ合衆国 カリフォルニア 90808, ロング ビーチ, イー スプリング ストリ
ート 6931
- (72)発明者 ロバート エス. ダムス
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94501, アラメダ, ショアライン ドライブ 246
5, アpartment 403
- (72)発明者 ディラン オーウェンズ
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95126, サンノゼ, ザ アラメダ 754, アパー
トメント 4401

【外国語明細書】
2021049986000001.pdf