

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2017年7月27日(27.07.2017)



(10) 国際公開番号  
WO 2017/126533 A1

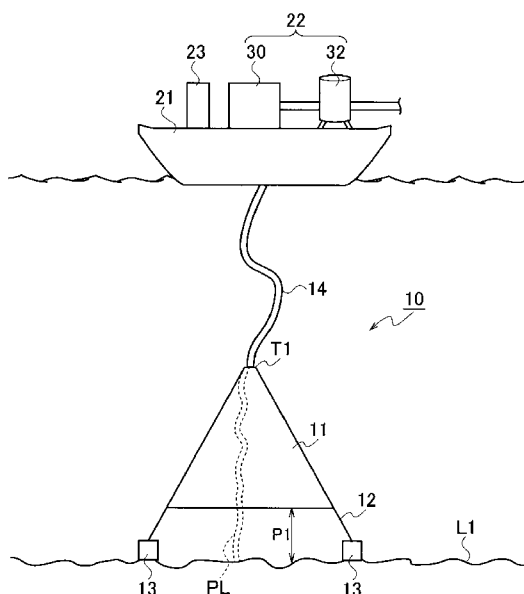
- (51) 国際特許分類:  
E21B 43/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/001500
- (22) 国際出願日: 2017年1月18日(18.01.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2016-009815 2016年1月21日(21.01.2016) JP
- (72) 発明者: および
- (71) 出願人: 青山 千春(AOYAMA Chiharu) [JP/JP]; 〒1350064 東京都江東区青梅2-7-4-8 2 3 株式会社独立総合研究所内 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 青山 大樹(AOYAMA Daiki); 〒1350064 東京都江東区青梅2-7-4-8 2 3 株式会社独立総合研究所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 三好 秀和, 外(MIYOSHI Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目2番8号 虎ノ門琴平タワー Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: GAS COLLECTION METHOD

(54) 発明の名称: ガス捕集方法

[図1]



(57) Abstract: A gas collection method for collecting gas produced from a raw material (PL) present in a seabed (L1) or lakebed, wherein: [1] a collection film (11) is dropped into the water, fixing tools (31) being connected to the lower end of the collection film (11), and the collection film (11) comprising a film body expanding downward from a top part (T1); [2] the three-dimensional positions of the fixing tools (31) in the water are perceived by position-maintaining tools (31) provided to the fixing tools (31), and the three-dimensional positions of the fixing tools (31) are maintained at the desired positions by autonomous navigation; [3] on the basis of the water temperature distribution in the vertical direction acquired by a CTD, the lower end of the collection film (11) is set to a position that is higher than the seabed (L1) or lakebed and shallower than the water depth at which the raw material (PL) separates from a solid state into water and gas, and the top part (T1) of the collection film (11) is set to a position deeper than the water depth at which gas mixes with the seawater or lake water and gas bubbles disappear; and [4] gas released from the seabed (L1) or lakebed is collected by the collection film (11).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/126533 A1

---

海底（L 1）又は湖底に存在する原料（PL）から発生するガスを捕集するガス捕集方法では、[1] 下端に固定具（3 1）が接続された、頂部（T 1）から下方に向けて広がる膜体からなる捕集膜（1 1）を、水中に投下し、[2] 固定具（3 1）に設けられた位置維持器（3 1）によって固定具（3 1）の水中での三次元位置を把握して、自律航行によって固定具（3 1）の三次元位置を目標位置に維持し、[3] CTDによって取得される鉛直方向の水温分布に基づいて、捕集膜（1 1）の下端を、海底（L 1）又は湖底よりも高く、かつ、原料（PL）が固体状態から水とガスとに分離する水深よりも浅い位置に設定すると共に、捕集膜（1 1）の頂部（T 1）を、ガスが海水又は湖水に混じってガスの気泡が消失する水深よりも深い位置に設定し、[4] 海底（L 1）又は湖底より放出されるガスを捕集膜（1 1）で捕集する。

## 明 細 書

**発明の名称 : ガス捕集方法**

### 技術分野

[0001] 本発明は、海底[sea bottom]（以下、湖底[lake bottom]も含む）より放出されるメタンガス等のガスを捕集するガス捕集方法[*gas collecting method*]に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、海底下に存在するメタンハイドレート[*methane hydrate*]等の各種ガスハイドレートから放出されるガスを捕集することが試みられている。海底下に埋設されているガスハイドレートは温度や気圧等の条件に応じて水とガスに分かれ、分離したガスは海面に向けて上昇する。ガスが海面へ上昇する際に海水に混ざって[*mix with seawater*]しまうことがある。従って、ガスハイドレートから分離したガスを捕集するためには、ガスが海水に混じる以前に捕集する必要がある。

[0003] 下記特許文献1は、海底資源を回収する方法を開示している。特許文献1に開示された方法では、海底から噴出する原油は、ドーム状の枠体で収集され、該枠体に連結されたパイプを経由して海面の原油回収船に回収される。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開2012-21357号公報

### 発明の概要

[0005] しかし、特許文献1に開示された方法の目的は原油回収であるので、ドーム状の枠体を沈めて安定的に固定する必要がある。このため、海底に円形状の領域を区画するアンカーが設置され、エビやカニ等の海底の水産資源に影響を与えるおそれがある。

[0006] 本発明の目的は、海底（湖底）の水産資源に影響を与えることなく海底（湖底）から放出されるガスを効率良く捕集することのできるガス捕集方法を

提供することにある。

[0007] 本発明の特徴は、海底又は湖底に存在する原料から発生するガスを捕集するガス捕集方法であって、下端に固定具が接続された、頂部から下方に向けて広がる膜体からなる捕集膜を、水中に投下し、前記固定具に設けられた位置維持器によって前記固定具の前記水中での三次元位置を把握して、自律航行によって前記固定具の前記三次元位置を目標位置に維持し、CTDによって取得される鉛直方向の水温分布に基づいて、前記捕集膜の前記下端を、前記海底又は前記湖底よりも高く、かつ、前記原料が固体状態から水とガスとに分離する水深よりも浅い位置に設定すると共に、前記捕集膜の前記頂部を、前記ガスが海水又は湖水に混じって前記ガスの気泡が消失する水深よりも深い位置に設定し、前記海底又は前記湖底より放出されるガスを前記捕集膜で捕集する、ガス捕集方法を提供する。

[0008] 上記特徴によれば、捕集膜の下端を、海底（湖底）よりも高く、かつ、原料が固体状態から水とガスとに分離する水深よりも浅い位置に設定するので、ガスを効率良く捕集することができる。更に、海底（湖底）の漁業資源に影響を与えることを防止できる。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、ガス捕集方法を行うガス捕集装置の基本構成[*fundamental configuration*]を示す説明図である。

[図2]図2は、海水温度とメタンハイドレートが水及びメタンに分離する水深との関係を示すグラフである。

[図3]図3は、上記ガス捕集装置の斜視図である。

[図4]図4は、実施形態に係るガス捕集方法を行うガス捕集装置の構成を示す説明図である。

[図5]図5は、上記ガス捕集装置を用いた捕集手順を示すフローチャートである。

[図6]図6は、上記ガス捕集装置の変形例の構成を示す説明図である。

### 発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を参照しつつ、実施形態について説明する。

[0011] [基本構成]

まず、実施形態に先立って、ガス捕集方法を行うガス捕集装置の基本構成について説明する。図1に示されるように、ガス捕集装置10は、海上に浮く船21から海底（湖底）L1に向けて沈下され、下方に向けて広がる[flare(s) downward]捕集膜[collecting membrane]11を備えている。即ち、捕集膜11は、その頂部T1から下方に向けて広がる膜体で構成されている。捕集膜11の下端から頂部T1までの距離は、例えば100mである。捕集膜11は4本のワイヤー12によって支持されている。ワイヤー12の各下端には、海底L1に固定される錘13が連結されている。即ち、錘13は、捕集膜11の下端に取り付けられ、捕集膜11を所望の水深に維持する（固定する）固定具[fixture]として機能する。

[0012] ワイヤー12の各下端に取り付けられた錘13が矩形状領域の隅部に位置するように錘13を海底L1に沈下させると、ワイヤー12によって支持された捕集膜11は、頂部T1を最上点として四角錐状に広げられる。海底L1からガス及びガスハイドレート（原料）の粒[grains]（例えば、メタンガス及びメタンハイドレートの粒）が放出されて形成されたガスプルーム[gas plume(s)]PLが存在する領域に四角錐状の捕集膜11を沈下させると、海底面から放出されたガス及びガスハイドレートを捕集膜11によって捕集できる。なお、以下では、ガスハイドレートとしてメタンハイドレート、捕集するガスとしてメタンガスを例に挙げて説明する。

[0013] 捕集膜11の頂部T1（又は、その近傍）には、チューブ14（例えば、二重螺旋状チューブ）の一端が接続されている。チューブ14の他端は、船21に設けられた船上ユニット22に接続されている。即ち、捕集膜11によって捕集されたメタンガスは、チューブ14を経由して船上ユニット[ship board unit]22に供給される。

[0014] 船上ユニット22は、チューブ14に接続された気液分離機[gas liquid separator]30や、回収メタンを蓄積する蓄圧タンク32等の設備を備えてい

る。船上ユニット 22 は、チューブ 14 を経由して回収されたメタンガスと該メタンガスに付随して回収された気液混合物とからメタンガスを取り出して、下流の設備に送出する。例えば、取り出されたメタンガスは、パイプラインを經由してガス貯留用タンクに送出される。

[0015] 捕集膜 11 は、海水中に長時間置かれていても伸縮や劣化することなく、長時間の使用に耐えられる材質で作られている。

[0016] 捕集膜 11 の下端は、海底 L1 から離されている（図 1 中の距離 P1 参照）。即ち、錘 13 は海底 L1 上に沈下されているが、捕集膜 11 の下端は、海底 L1 よりも高い位置（浅い位置）に配置されている。また、捕集膜 11 の頂部 T1 は、メタンガスが海水に混じって気泡が消失する水深よりも深い位置に配置される。この構成によって、メタンハイドレート（原料）が水とメタンガスとに分離した状態で該メタンガスを捕集することができる。更に、メタンガスが海水に混じる場合であっても、完全に混ざる以前にメタンガスを捕集できる。

[0017] ここで、メタンハイドレート（原料）が水とガスとに分離する水深と、メタンガスの気泡が消失する水深とは、海水温度によって変化する。以下、メタンハイドレートが水とガスとに分離する水深と、海水温度との関係を、図 2 を参照しつつ説明する。

[0018] 図 2 に示されるグラフの横軸は海水温度（℃）を示し、縦軸は海面からの深さ（m）を示している。符号 Q1 によって示される＋印は、計算により求められた、メタンハイドレート（固体）が水とガスとに分離する海水温度及び水深を示している。従って、符号 Q1 によって示される＋印から得られる（近似）曲線（Q1）は、メタンハイドレート安定領域曲線[methane hydrate stability zone curve]である。この曲線 Q1 の左側では、メタンハイドレートは固体として存在する。曲線 Q1 の右側では、メタンハイドレートは水とメタンガスとに分離する。従って、曲線 Q1 から分かるように、海水温度が低くなるほど、メタンハイドレート（固体）として存在する水深は浅くなる。例えば、水深 500 m では、水温が 5℃を上回ると、メタンハイドレ

トは水とガスとに分離する。また、水深300mでは、水温が2℃を上回ると、メタンハイドレートは水とガスとに分離する。

[0019] なお、図2中に示される曲線Q2は、日本海海域での典型的な水温変化を示している。曲線Q2から分かるように、水深300mよりも浅いと水温は急激に上昇する。即ち、対象海域（ここでは日本海海域）の曲線Q2とメタンハイドレート安定領域曲線Q1との対応関係に基づいて、メタンガスが消失する水深を求めることができる。図2に示される例では、水深300m近傍でメタンハイドレートからメタンガスが発生することが判る。従って、捕集膜11の下端が水深300mよりも浅い位置となるように捕集膜11を設置すれば、メタンハイドレートから発生するメタンガスを捕集することができる。

[0020] 更に、捕集膜11の下端の水深が、より浅い位置であると、メタンガスが海水に混ざってしまうので、メタンガスを効率良く捕集できない。従って、曲線Q1と曲線Q2との交点近傍の水深に、捕集膜11の下端を配置するのが好ましい。

[0021] 次に、上述したガス捕集装置10を用いて、海底L1から放出されるメタンプルームPLからメタンガスを捕集する手順について説明する。初めに、海底L1からメタンガスが放出されるメタンプルームPLの存在が確認されてメタンプルームPLに含まれるメタンガスを捕集する場合には、船21をメタンプルームPL上方の海面に移動させる。次に、錘13を海底に沈下させ、海中で作動するロボットを用いて錘13を所望の位置に移動させる。具体的には、広げられた捕集膜11のほぼ中央にメタンプルームPLが位置するように、ロボットによって錘13を遠隔操作で移動する。なお、海中で作動するロボットとしては種々のものが知られており、ロボットについての構成や動作についての詳細な説明は省略する。

[0022] 錘13にはワイヤー12が接続されており、ワイヤー12には捕集膜11が取り付けられている。従って、捕集膜11は、頂部T1を基点として下方が四角錐状に広がる（図3参照）。ここでは、4個の錘13を用いて捕集膜

11を四角錐状に広げた。しかし、3個や5個以上の錘13を用いて捕集膜11を多角錐状に広げてよい。また、広げられた捕集膜11の形状は、多角錐状や円錐状の錐体状であることが好ましいが、これらの形状に限定されない。捕集膜11は、下方に向けて広がり、かつ、頂部T1が最上点となる形状に広げられればよい。

[0023] 捕集膜11の下端は、海底L1よりも高い位置に配置される。従って、距離P1（図1参照）によって示されるように、海底L1と捕集膜11の下端との間には隙間が形成されるので、海底に生息する水産資源への影響を低減できる。

[0024] また、捕集膜11の頂部T1は、メタンガスが海水に混ざって音響ソナーで確認できなくなる水深よりも深い位置に配置されている。メタンハイドレートから分離したメタンガスは、100～200m程度浮上している間に海水に混じってしまい、音響ソナーで確認できなくなる。

[0025] しかし、ここでは、メタンガスが海水に混じって音響ソナーで確認できなくなる水深よりも深い位置に捕集膜11の頂部T1が配置される。このため、海水に混じる以前にメタンガスを捕集膜11によって捕集できる。捕集されたメタンガスは、捕集膜11の頂部T1に接続されたチューブ14に導入され、船21に設けられた船上ユニット22に供給される。供給されたメタンガスは気液分離機30で分離され、蓄圧タンク32内に収容される。

[0026] このようにして、基本構成を備えたガス捕集装置10では、下方に広がる捕集膜11でメタンガスを捕集するので、メタンルームPLから発生するメタンガスを効率良く捕集できる。

[0027] また、捕集膜11の下端が海底L1よりも高い（浅い）位置に配置されるので、海底L1の水産資源に影響を与えることを防止できる。更に、捕集膜11の下端がメタンハイドレートが水とメタンガスとに分離する水深よりも浅い位置に配置されるので、効率良くメタンガスを捕集できる。

[0028] 更に、基本構成を備えたガス捕集装置10では、従来より実施されている掘削リグを用いて捕集する方法とは異なり、メタンルームPLより発生す

るメタンガスを捕集するので、装置を容易に移動させることができる。また、移動が容易であることから、点在する表層型メタンハイドレートより放出されるメタンガスの捕集を容易に実行できる。

[0029] [実施形態]

次に、実施形態に係るガス捕集方法（ガス捕集装置50）について説明する。上述した基本構成では、錘13を海底L1に沈下させ、錘13に接続されたワイヤー12で捕集膜11が広げられた。本実施形態では、ワイヤー12の端部は錘として機能する無索の[non-cable type]（紐付されていない[untethered]）水中ロボット31に接続されている。水中ロボット31を海中の所望の水深に配置して、ワイヤー12を介して捕集膜11を広げる。即ち、水中ロボット31は、捕集膜11を所望の水深に維持する固定具として機能する。更に、水中ロボット31は、固定具の位置を維持するための位置維持器[position maintainer]としても機能する。

[0030] 図4に示されるように、本実施形態におけるガス捕集装置50は、海上に浮く船21から海底L1に向けて垂下され、下方に向けて広がる捕集膜11を備えている。即ち、捕集膜11は、頂部T1から下方に向けて広がる膜体からなる構成を有している。捕集膜11は4本のワイヤー12にて支持され、各ワイヤー12の下端には、海中の所望位置に保持するための水中ロボット31が接続されている。

[0031] 捕集膜11の頂部T1には、チューブ14の一端側が接続され、該チューブ14の他端側は、船21に設けられる船上ユニット22に接続されている。即ち、捕集膜11で捕集されたメタンガスは、チューブ14を経由して船上ユニット22に供給される。

[0032] 水中ロボット31は、自身の位置を把握する機能を備えており、自律式で360度の方向に航行可能である。即ち、目標位置の座標が設定されていれば、水中ロボット31は、上記機能によって目標位置を認識して、目標位置へと自律航行して目標位置を維持する。従って、潮流等の影響によって捕集膜11の横方向から力が作用しても、潮流に抗して水中ロボット31が自律

航行して目標位置を維持する。従って、上述した基本構成のように錘13を海底L1に沈下させなくても、捕集膜11を所望の位置に維持することができる。

[0033] 次に、上述したガス捕集装置50を用いて、海底L1から放出されるメタンプルームPLからメタンガスを捕集する手順について説明する（図5参照）。メタンプルームPLの存在が確認されてメタンプルームPLに含まれるメタンガスを捕集する場合には、船21をメタンプルームPL上方の海面に移動させる。次に、水中ロボット31を海中に投下して（ステップS10）、水中ロボット31の位置を把握（ステップS20）した後に、水中ロボット31を目標位置に移動させる（ステップS50）。具体的には、広げられた捕集膜11のほぼ中央にメタンプルームPLが位置するように、水中ロボット31を移動させる。水中ロボット31の位置を把握は、無線やソナーによって把握できる。

[0034] また、水中ロボット31にはワイヤー12が接続されており、ワイヤー12には捕集膜11が取り付けられている。従って、捕集膜11は頂部T1を基点として下方が四角錐状に広がる（図4参照）。また、水中ロボット31の目標位置が決定した場合（ステップS40）には、目標位置の座標を水中ロボット31に認識させる。水温分布の取得（ステップS30）及び水温分布に基づく目標位置の決定（ステップS40）に関しては後述する。また、目標位置は、水中ロボット31の海中への投下前に予め設定してもよいし、無線で設定してもよい。水中ロボット31は、目標位置にとどまるように自律航行を行うので、捕集膜11によってメタンプルームPLからのメタンガスを安定的に捕集することができる（ステップS60）。

[0035] 上述した基本構成と同様に、海底L1より放出されるメタンプルームのメタガスは捕集膜11にて捕集され、チューブ14にて回収される。上述した基本構成による利点は、本実施形態でも同様にもたらされる。さらに、本実施形態では、錘13に代えて自律航行可能な水中ロボット31を用いることによって、更なる利点ももたらされる。

[0036] 本実施形態におけるガス捕集装置50では、ワイヤー12の端部に水中ロボット31が接続され、水中ロボット31の自律航行によって捕集膜11を所望の目標位置に維持する。従って、基本構成のように錘13を海底L1に沈下させる必要がなく、海底L1の水深が深くても、所望の深さに捕集膜11を設置できる。その結果、海底L1の地形に影響されず、メタンガスを確実に捕集できる。

[0037] また、捕集膜11の下端が固体のメタンハイドレートが水とメタンガスとに分離する水深よりも高い（浅い）位置に配置されているので、メタンガスを効率良く捕集できる。

[0038] また、捕集膜11の頂部T1は、メタンガスが海水に混じって音響ソナーで確認できなくなる水深よりも深い位置に配置されている。メタンハイドレートから分離したメタンガスは、100～200m程度浮上している間に海水に混じってしまい、音響ソナーで確認できなくなる。

[0039] しかし、本実施形態では、メタンガスが海水に混じって音響ソナーで確認できなくなる水深よりも深い位置に捕集膜11の頂部T1が配置される。このため、海水に混じる以前にメタンガスを捕集膜11によって捕集できる。捕集されたメタンガスは、捕集膜11の頂部T1に接続されたチューブ14に導入され、船21に設けられた船上ユニット22に供給される。供給されたメタンガスは気液分離機30で分離され、蓄圧タンク32内に收容される。

[0040] なお、本実施形態では、ワイヤー12の各端部に水中ロボット31が接続された。しかし、所望の重さとするために、水中ロボット31と共に錘も接続することも可能である。

[0041] [変形例]

次に、上記実施形態の変形例について説明する。上記実施形態では、無索の水中ロボット31の自律航行によって、捕集膜11が所望の目標位置に維持された。これに対して、本変形例では、有索の[cable type]（紐付されている[tethered]）水中ロボット41によって、捕集膜11が所望の目標位置

に維持される。以下、図6を参照して変形例を詳細に説明する。

[0042] 図6に示されるように、本変形例におけるガス捕集装置51は、上記実施形態と同様に、海上に浮く船21から海底（湖底）L1に向けて垂下され、下方に向けて広がる捕集膜11を備えている。即ち、捕集膜11は、その頂部T1から下方に向けて広がる膜体で構成されている。捕集膜11は4本のワイヤー12によって支持されている。ワイヤー12の各下端には、海中の所望位置に捕集膜11を維持するための有索の水中ロボット41が接続されている。

[0043] 海面には、各水中ロボット41の海中での位置を維持するための複数の支持用船42が浮いている。各支持用船42は、支持用ワイヤー43によって水中ロボット41に連結されている。なお、図6では、2組の水中ロボット41及び支持用船42のみが示されているが、4組の水中ロボット41及び支持用船42によって捕集膜11が広げられている。

[0044] 各支持用船42は、自身の位置を把握する機能を備えており、水中ロボット41との相対的な位置関係に基づいて、水中ロボット41の位置（緯度・経度）を認識できる。従って、水中ロボット41自体が自律航行機能や自身の位置を把握する機能を備えていなくても、支持用船42の位置を制御することによって水中ロボット41を所望の目標位置に維持できる。なお、目標位置は、水中ロボット41の海中への投下前に予め設定してもよいし、無線で設定してもよいし、支持用ワイヤー43を介して有線で設定してもよい。また、水中ロボット31の位置を把握も、有線や無線やソナーによって把握できる。

[0045] 変形例におけるガス捕集装置51では、ワイヤー12の端部に有索の水中ロボット41が接続され、かつ、水中ロボット41が支持用船42と連結されている。支持用船42の航行によって水中ロボット41を移動させて捕集膜11を所望の目標位置に維持する。従って、基本構成のように錘13を海底L1に沈下させる必要がなく、海底L1の水深が深くても、所望の深さに捕集膜11を設置できる。その結果、海底L1の地形に影響されず、メタン

ガスを確実に捕集できる。また、支持用ワイヤー43によって水中ロボット41が支持用船42に連結されているので、水中ロボット41に自律航行機能を持たせる必要が無い。従って、水中ロボット41の構成を簡素化でき、装置規模を縮小化できる。

[0046] 上述した目標位置の決定（ステップS40）に関して、CTD（Conductivity Temperature Depth profiler）等の測定機器23を利用して海域の鉛直方向の水温分布を予め取得し（ステップS30）、この水温分布（図2中の曲線Q2参照）とメタンハイドレート安定領域曲線（図2中の曲線Q1参照）との交点の水深に基づいて、捕集膜11の目標位置の水深が決定される。また、メタンプルームPLの位置（経路）を考慮して、捕集膜11の目標位置の水平座標が決定される。即ち、捕集膜11の下端を、海底よりも高く、かつ、メタンハイドレートが水とガスとに分離する水深よりも浅い位置に設定すると共に、捕集膜11の頂部T1を、メタンガスが海水に混じってその気泡が消失する水深よりも深い位置に設定する、捕集膜11の位置が、目標位置として設定される（ステップS40）。

[0047] 本発明のガス捕集方法は、上記実施形態（及びその変形例）に限定されない。各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成に置き換えることができる。

[0048] 例えば、上記実施形態では、海底（上述したように、湖底を含む）下に存在するメタンハイドレートより放出されるメタンガスを捕集した。しかし、メタンハイドレート以外のガスハイドレート、例えば、エタンハイドレートやブタンハイドレートより放出されるガスを捕集する場合にも、本発明を適用できる。

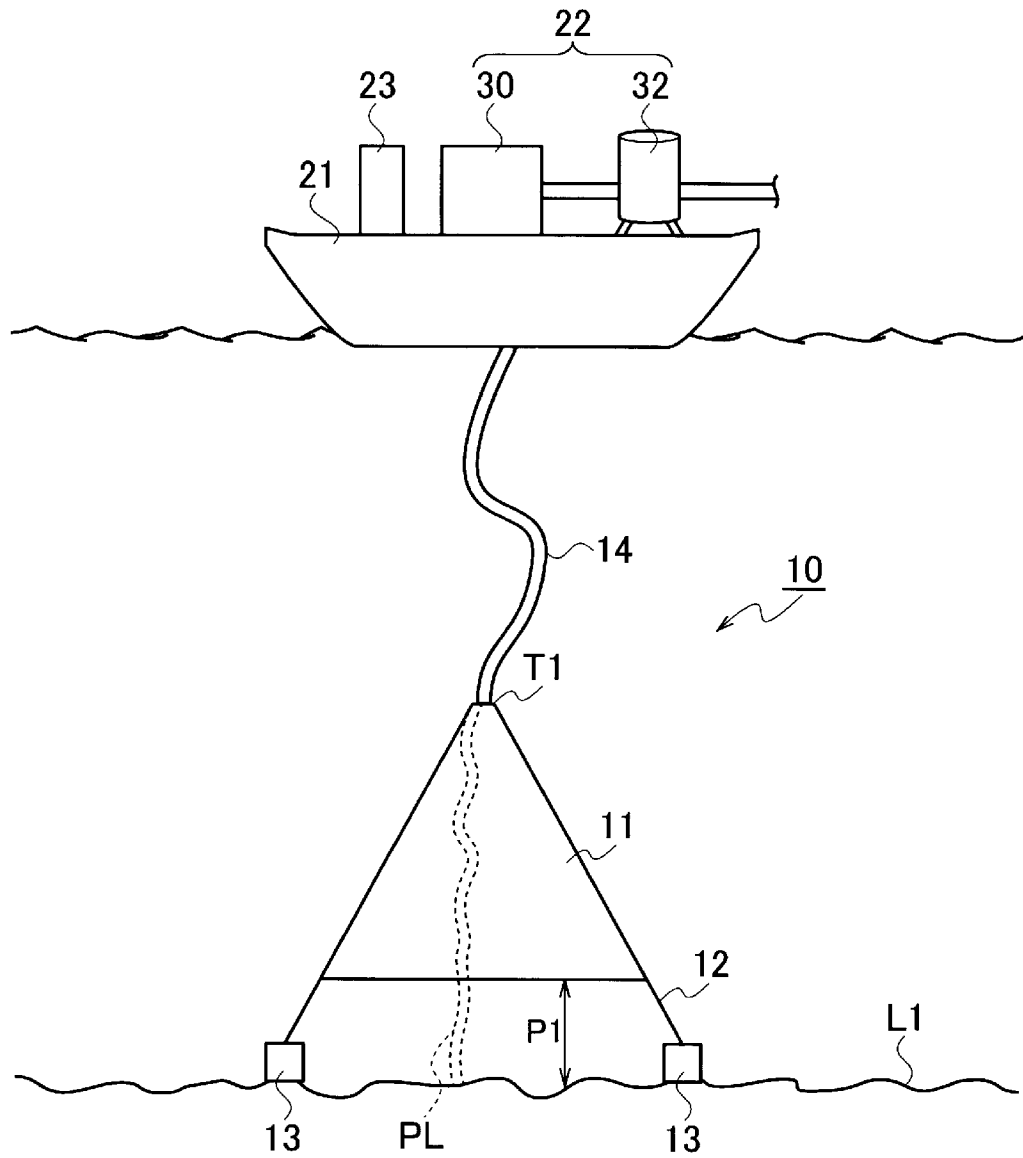
[0049] また、水温分布の取得（ステップS30）は目標位置の決定（ステップS40）より以前に行われていればよい。さらに、目標位置の決定（ステップS40）は、水中ロボット31（41）海中への投下前に行われてもよいし、投下後に行われてもよい。ただし、目標位置の決定（ステップS40）は、水中ロボット31（41）を目標位置に（移動）維持する（ステップS5

0) 以前に行わなければならない。

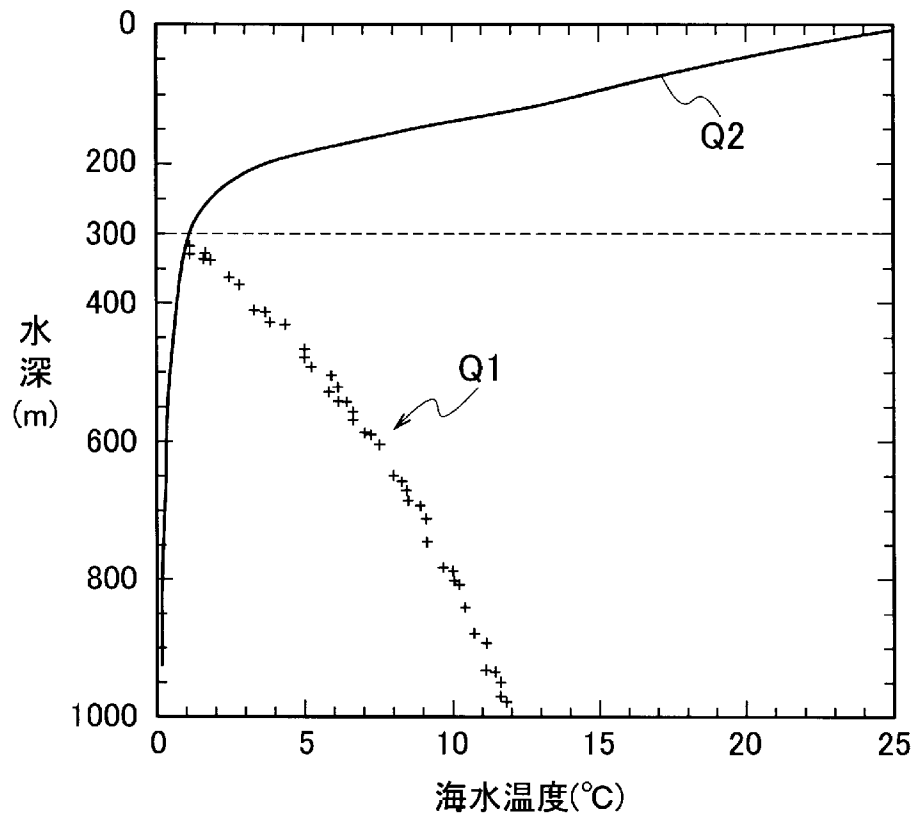
## 請求の範囲

- [請求項1] 海底又は湖底に存在する原料から発生するガスを捕集するガス捕集方法であって、
- 下端に固定具が接続された、頂部から下方に向けて広がる膜体からなる捕集膜を、水中に投下し、
- 前記固定具に設けられた位置維持器によって前記固定具の前記水中での三次元位置を把握して、自律航行によって前記固定具の前記三次元位置を目標位置に維持し、
- C T Dによって取得される鉛直方向の水温分布に基づいて、前記捕集膜の前記下端を、前記海底又は前記湖底よりも高く、かつ、前記原料が固体状態から水とガスとに分離する水深よりも浅い位置に設定すると共に、前記捕集膜の前記頂部を、前記ガスが海水又は湖水に混じって前記ガスの気泡が消失する水深よりも深い位置に設定し、
- 前記海底又は前記湖底より放出されるガスを前記捕集膜で捕集する、ガス捕集方法。
- [請求項2] 請求項1に記載のガス捕集方法であって、
- 前記原料が、メタンハイドレートであり、
- 前記メタンハイドレートが水とガスとに分離する水深と水温との関係を示すメタンハイドレート安定領域曲線を取得し、
- 前記水温分布と前記メタンハイドレート安定領域曲線との交点近傍の水深を、前記捕集膜の前記下端の位置として設定する、ガス捕集方法。

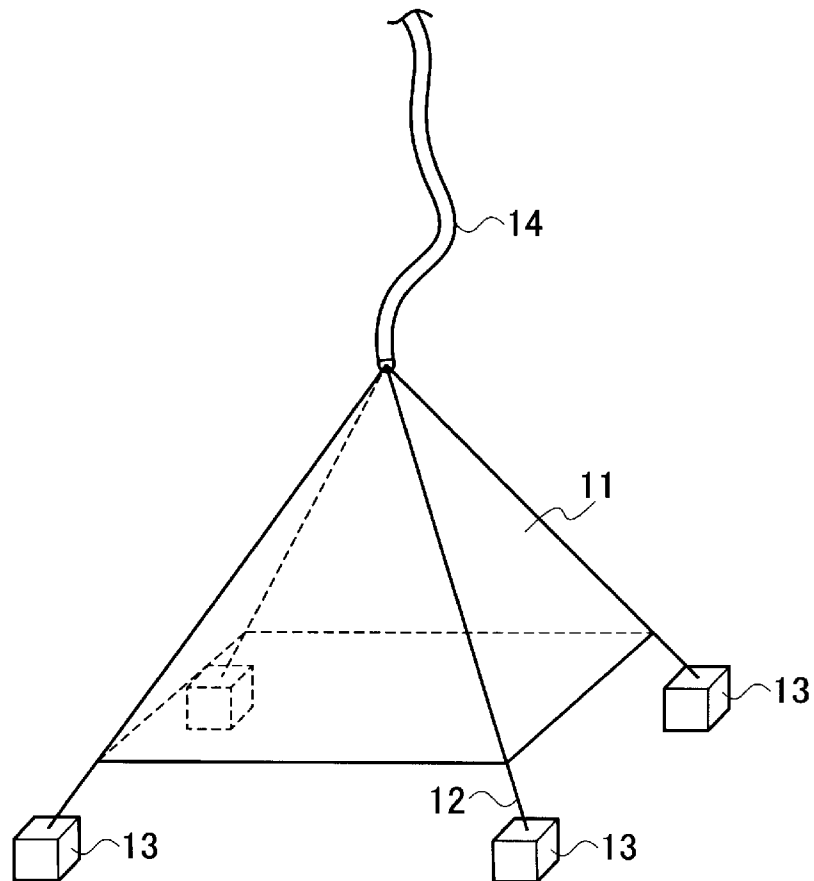
[図1]



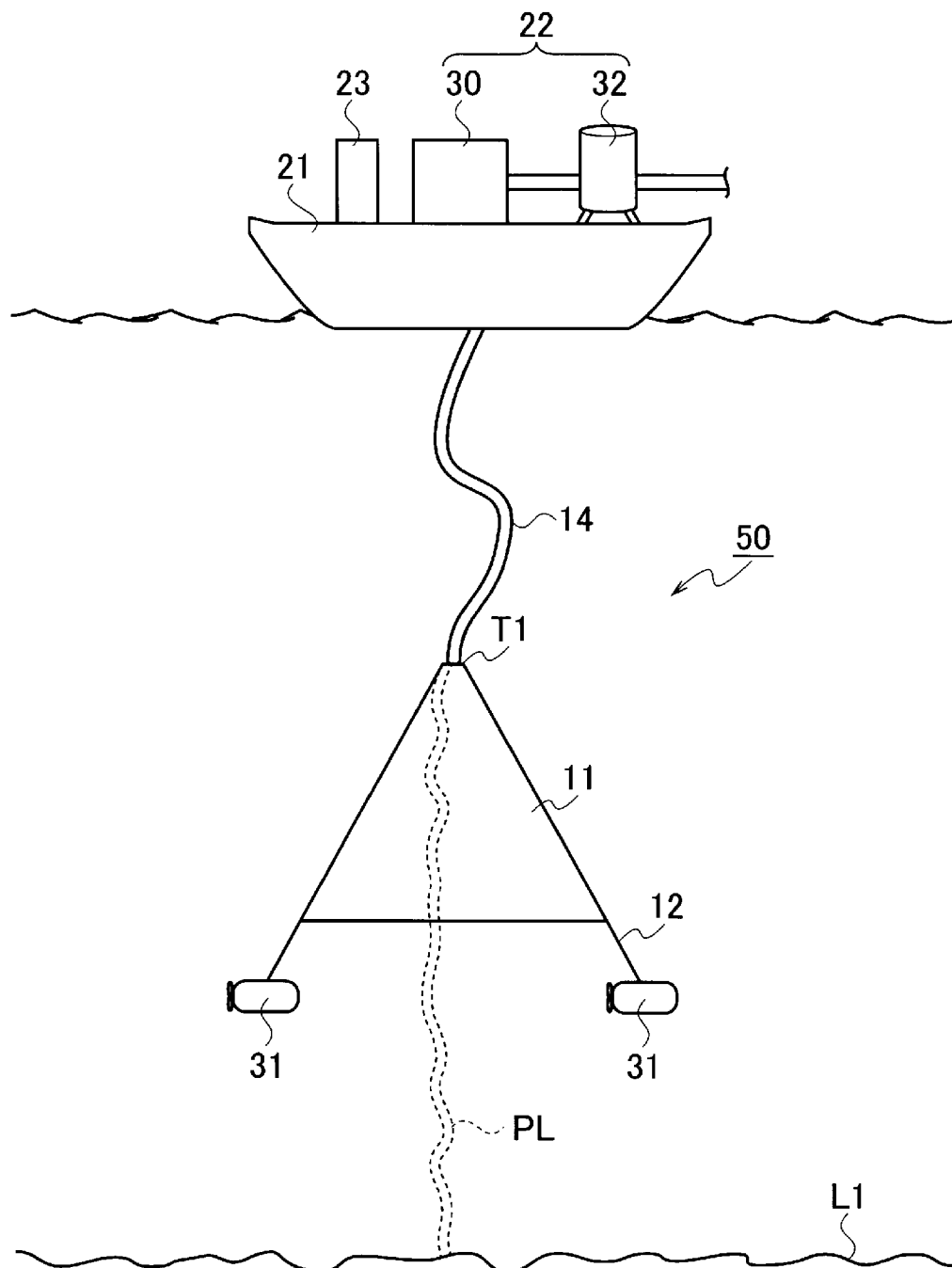
[図2]



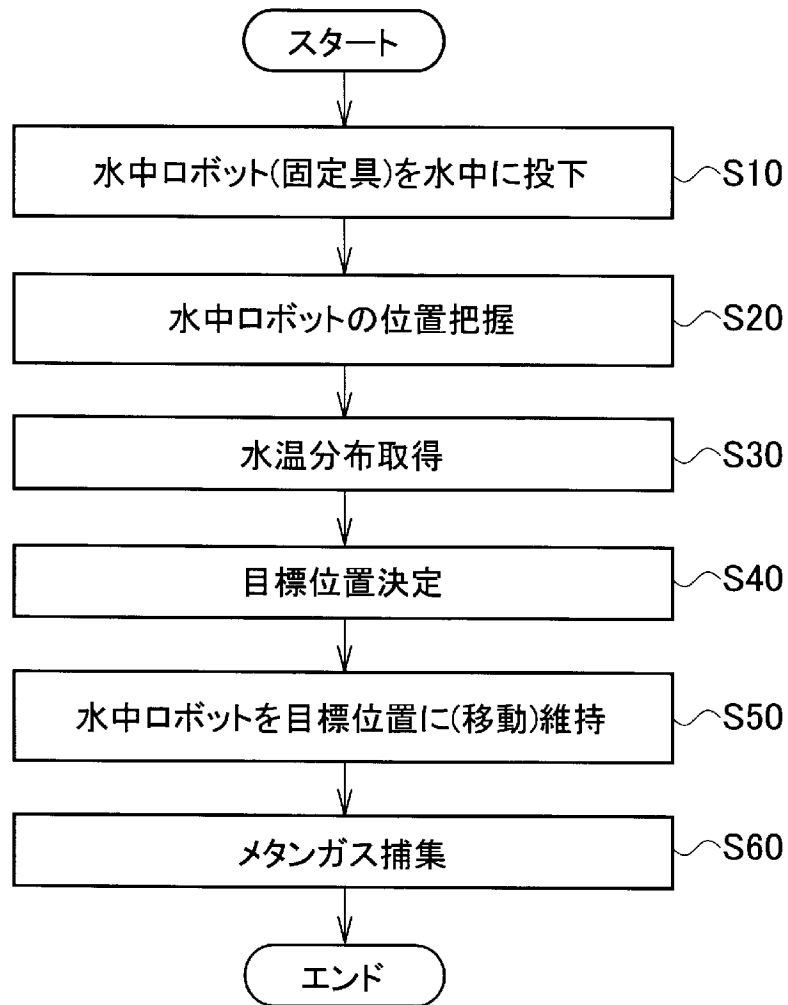
[図3]



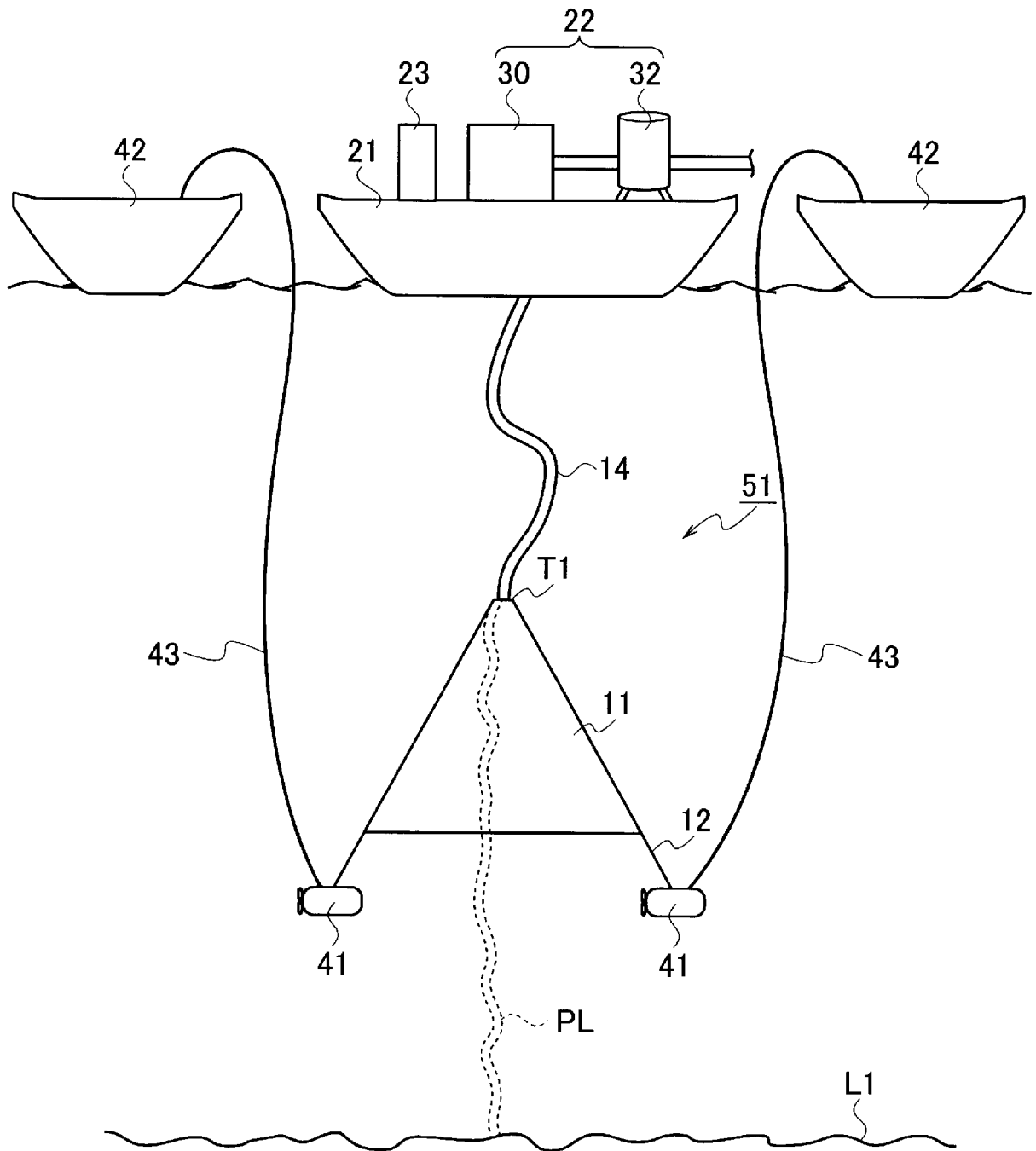
[図4]



[図5]



[図6]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2017/001500

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
E21B43/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
E21B43/00, E21B43/01, B66C13/10, B63C11/00, G02B6/02, G01C13/00, G01L9/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2017 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2017 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2017 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y         | JP 3184629 U (Splittstoesser Wulf),<br>11 July 2013 (11.07.2013),<br>paragraphs [0001] to [0047]; fig. 1, 2<br>& US 2013/0108369 A1<br>pages 1 to 3; fig. 1, 2<br>& WO 2012/007389 A2 & EP 002593639 A2<br>& DE 102010051164 A & CA 002802947 A<br>& CN 203374258 U & HK 001185393 A<br>& RU 2013103428 A & ES 002495998 T | 1, 2                  |
| Y         | JP 10-029785 A (Ishikawajima-Harima Heavy<br>Industries Co., Ltd., Kyoritsu Kikai Co., Ltd.),<br>03 February 1998 (03.02.1998),<br>paragraph [0002]<br>(Family: none)  | 1, 2                  |

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

|   |  |
|---|--|
| * Special categories of cited documents:  | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone   |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date   | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family  |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  |  |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed  |  |

|   |  |
|---|--|
| Date of the actual completion of the international search<br>05 April 2017 (05.04.17) | Date of mailing of the international search report<br>18 April 2017 (18.04.17) |
|---|--|

|  |   |
|--|---|
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office<br>3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915, Japan | Authorized officer<br><br>Telephone No. |
|--|---|

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/001500

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y         | WO 2006/070577 A1 (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Tsurumi Seiki Co., Ltd.),<br>06 July 2006 (06.07.2006),<br>paragraph [0046]<br>(Family: none) | 1, 2                  |
| Y         | US 4749254 A (SEEVER, George A.),<br>07 June 1988 (07.06.1988),<br>The Prior Art<br>& US 004749254 A1  | 1, 2                  |
| Y         | US 2015/0354957 A1 (OCEAN UNIVERSITY OF CHINA),<br>10 December 2015 (10.12.2015),<br>paragraph [0032]<br>& CN 103994757 A  | 1, 2                  |
| Y         | US 3926056 A (BROWN, Neil L.),<br>16 December 1975 (16.12.1975),<br>column 1, line 1 to column 8, line 9; all<br>drawings<br>(Family: none)                            | 1, 2                  |
| Y         | JP 2000-282775 A (Taiyo Kogyo Corp.),<br>10 October 2000 (10.10.2000),<br>paragraphs [0007] to [0019]; fig. 1, 3<br>(Family: none)                                     | 2                     |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. E21B43/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. E21B43/00, E21B43/01, B66C13/10, B63C11/00, G02B6/02, G01C13/00, G01L9/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2017年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2017年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2017年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示  | 関連する<br>請求項の番号 |
|-----------------|--|----------------|
| Y               | JP 3184629 U (スピリットステッサー, ウルフ)<br>2013.07.11, 段落 [0001] - [0047], 図 1、2<br>& US 2013/0108369 A1, 第 1-3 頁、Fig1、2<br>& WO 2012/007389 A2 & EP 002593639 A2 & DE 102010051164 A<br>& CA 002802947 A & CN 203374258 U & HK 001185393 A<br>& RU 2013103428 A & ES 002495998 T | 1, 2           |

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

|   |  |
|---|--|
| * 引用文献のカテゴリー  | の日の後に公表された文献   |
| 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの                                 | 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの       |
| 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの                         | 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの                       |
| 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) | 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの |
| 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献                                      | 「&」同一パテントファミリー文献   |
| 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願                                   |  |

国際調査を完了した日  
05.04.2017

国際調査報告の発送日  
18.04.2017

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

|                      |     |         |
|----------------------|-----|---------|
| 特許庁審査官 (権限のある職員)     | 2 B | 3 6 0 9 |
| 西田 光宏                |     |         |
| 電話番号 03-3581-1101 内線 |     | 3 2 3 7 |

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |   |                |
|-----------------------|---|----------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示   | 関連する<br>請求項の番号 |
| Y                     | JP 10-029785 A (石川島播磨重工業株式会社、株式会社共立機械製作所)<br>1998.02.03, 段落 [0002]<br>(ファミリーなし)             | 1, 2           |
| Y                     | WO 2006/070577 A1 (独立行政法人海洋研究開発機構、株式会社鶴見精機)<br>2006.07.06, 段落 [0046]<br>(ファミリーなし)           | 1, 2           |
| Y                     | US 4749254 A (SEAVER, George A.)<br>1988.06.07, The Prior Art 欄<br>& US 004749254 A1        | 1, 2           |
| Y                     | US 2015/0354957 A1 (OCEAN UNIVERSITY OF CHINA)<br>2015.12.10, 段落 [0032]<br>& CN 103994757 A | 1, 2           |
| Y                     | US 3926056 A (BROWN, Neil L.)<br>1975.12.16, 第1欄第1行-第8欄第9行, 全図<br>(ファミリーなし)                 | 1, 2           |
| Y                     | JP 2000-282775 A (太陽工業株式会社)<br>2000.10.10, 段落 [0007] - [0019], 図1、3<br>(ファミリーなし)            | 2              |