

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4925067号
(P4925067)

(45) 発行日 平成24年4月25日 (2012.4.25)

(24) 登録日 平成24年2月17日 (2012.2.17)

(51) Int. Cl. F I
E O 2 B 15/10 (2006.01) E O 2 B 15/10 A
B 6 3 B 35/32 (2006.01) B 6 3 B 35/32 B

請求項の数 9 (全 20 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2008-87440 (P2008-87440) (22) 出願日 平成20年3月28日 (2008.3.28) (65) 公開番号 特開2009-243043 (P2009-243043A) (43) 公開日 平成21年10月22日 (2009.10.22) 審査請求日 平成22年9月24日 (2010.9.24)</p> <p>特許法第30条第1項適用 平成20年1月1日 社団法人日本マリンエンジニアリング学会発行の「日本マリンエンジニアリング学会誌 第43巻 第1号」に発表</p>	<p>(73) 特許権者 501204525 独立行政法人海上技術安全研究所 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 (74) 代理人 100110559 弁理士 友野 英三 (72) 発明者 泉山 耕 東京都三鷹市新川六丁目38番1号 独立行政法人海上技術安全研究所内 (72) 発明者 金田 成雄 東京都三鷹市新川六丁目38番1号 独立行政法人海上技術安全研究所内</p> <p>審査官 本郷 徹</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 浮遊液体回収装置及び浮遊液体回収方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

水面近傍或いは水面下に浮遊する浮遊物体及び浮遊液体を取り込むための開口を備えた構造体と、

前記浮遊物体及び前記浮遊液体の下方の水面下に設けられ気泡を発生させるための気体供給手段と、

前記浮遊液体の、分離手段方向への移動を促進させるように前記気体供給手段からの気泡の発生を制御する気泡発生制御手段と、

前記構造体の少なくとも一部に設けられ前記移動された浮遊物体と浮遊液体とを分離するための分離手段と、

この分離手段で分離した浮遊液体を保持する浮遊液体保持手段とを備えたことを特徴とする浮遊液体回収装置。

【請求項2】

前記気体供給手段を複数個設け、前記気泡発生制御手段は、前記複数個の気体供給手段を順次切替える気体供給手段切替機構としたことを特徴とする請求項1記載の浮遊液体回収装置。

【請求項3】

前記気体供給手段を複数の区画ごとに単数もしくは複数個設け、前記気泡発生制御手段は、前記区画ごとの気体供給手段による気泡の発生の量及び/もしくはタイミングを適格的に制御する気体供給手段適合機構としたことを特徴とする請求項1記載の浮遊液体回収

装置。

【請求項 4】

前記浮遊物体は氷として、前記構造体にはこの氷を前記構造体外に排出させる別の開口を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の浮遊液体回収装置。

【請求項 5】

前記気体供給手段及び前記気泡発生制御手段を前記構造体に取り付け、さらに前記構造体を船舶に係止したことを特徴とする請求項 1 及至 4 のうちの 1 項記載の浮遊液体回収装置。

【請求項 6】

前記気泡発生制御手段を前記浮遊物体の前記構造体への回収あるいは前記構造体外への排出にも利用したことを特徴とする請求項 1 及至 5 のうちの 1 項記載の浮遊液体回収装置。

10

【請求項 7】

前記浮遊物体から液体を除去する補助手段として、水シャワー手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 及至 6 のうちの 1 項記載の浮遊液体回収装置。

【請求項 8】

開口を備えた構造体によって、水面近傍或いは水面下に浮遊する浮遊物体及び浮遊液体を取り込み、

前記浮遊物体及び前記浮遊液体の下方の水面下に設けられた気体供給手段から気泡を発生させ、

20

前記構造体の少なくとも一部に設けられた、浮遊物体と浮遊液体とを分離する分離手段の方向への、前記浮遊液体の移動を促進するように、前記気体供給手段からの気泡の発生を気泡発生制御手段によって制御し、

前記浮遊物体と前記浮遊液体を前記分離手段で実質的に分離して前記浮遊液体を確保することを特徴とする浮遊液体回収方法。

【請求項 9】

前記気泡を発生させるにおいて、複数ある所定の区画ごとに単数もしくは複数設けられた気泡発生部が该区画ごとに気泡発生量及びノもしくはタイミングが制御されることを特徴とする請求項 8 記載の浮遊液体回収方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、水面に浮遊する浮遊物体と浮遊液体から主として浮遊液体を回収する回収装置及び回収方法に係り、たとえば原油等を積載した船舶の事故等により海面に流れ出た油において、氷等により形成された氷盤と氷盤の間にある開水部等に沿って拡がった油と氷を分離して回収するための浮遊液体回収装置及び浮遊液体回収方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、産業経済発達の際の遺産として、環境、特に海洋に対する各種汚染が問題視されている。たとえば、人的投棄による産業廃棄物や、海岸沿いに建ち並ぶコンビナート等から流出した石油等による汚染の問題や、原油等を積層した船舶における不慮の事故等による該原油等の流出の問題等があり、単に表面的な汚染のみならず海洋生物の生態系までその影響が及んでいる。

40

【0003】

海洋における油の大量流出が、海洋環境はもとより、漁業・観光業といった社会・経済活動にまで大きな影響を及ぼすことは、ナホトカ号等の事故例を挙げるまでもないことであろう。万が一不幸にしてこのような事故が起きた場合、海上において流出油を処理し海岸等への漂着による汚染の拡大を防ぐことが肝要である。

【0004】

この油の海上処理には各種の手法が採られるが、何らかの方法により海中から油を取り

50

除く（機械的）回収が、海洋環境への影響の観点から最も望ましい。しかしながら海上における油の回収が、波浪等の条件によっては極めて困難な作業となることも、ナホトカ号事故からの大きな教訓であった。

【0005】

こうした海洋汚染への対策としていずれの手段を採用するにせよ、多大な労力を必要とする。特に、流出油等にかかる液体系浮遊物の回収の場合には、油と、海水、流氷その他の浮遊物体との分離が非常に困難であり、作業が長期化することもある。

【0006】

こうした回収策の一つとして、たとえば特許文献1、2に示すような対策が取られてきた。

【0007】

この特許文献1では、汚濁物質を回収する回収船として、回収率及び浄化度を高めて水を浄化するという技術思想が開示されているが、この特許文献1の回収船は、海、河川等から取り込んだ水に気流を噴射し浮上した汚濁物質を順次回収装置へ移送させるものであり、海面上での油と氷等の分離を行うという課題を想定していないため、これに対する解決手段を与えるものではなかった。

【0008】

また、特許文献2では、流氷域での油を回収する装置として、海面上にて油と氷等の分離をするという技術思想が開示されているが、この特許文献2の回収装置は、水中に設けた上昇水流発生装置からの上昇水流により海上に浮遊する油氷混合物を格子フェンス水路に導き油の回収を図ろうとするものであり、水流による油氷混合物の移動であるため水中での上昇水流の減衰の問題があり、効果とエネルギー効率が悪かった。

【特許文献1】特開平6-340288号公報

【特許文献2】特開2001-279651号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

通常海域においても、流出油の効率的な回収は困難性が高いが、氷海域における流出油の回収は、通常海域におけるものと比べてさらに難しい問題となる。オホーツク海などにおいて典型的に見られるいわゆる流氷の海域に油が流出した場合、一般に、油の大部分は氷盤と氷盤の間にある開水部に沿って拡がる。また、海域或いは流出時の条件によっては、油が氷盤の上に打ち上げられる、或いは氷の下面に入り込むといった状況も発生する。

【0010】

氷海域における流出油の回収では、まずこのような油を氷から分離し、その上で油を水中から回収するという2段階のプロセスを経る必要がある。このうち後者については、低温環境等への対策・改良が必要ではあるが、通常海域における手法の応用が可能となる。これに対して前者は氷海域に特有の問題であり、油を氷からいかに効率良く分離することができるかが、氷海域用油回収装置の研究開発における中心的課題となる。

【0011】

油と氷の分離手法については、これまで様々な機構・システムが考案されてきた。たとえば、油と氷の分離手法については、上記した特許文献以外にも、これまで様々なシステムが考案されてきた。たとえば、回転する孔の開いたベルト（grated belt）により氷を持ち上げて油だけを下の水面に落とすことにより氷と油の分離を図るシステムがあった。一方、grated beltを用いるが、前述のシステムとは逆に氷を押し下げて油が浮力により水面に上昇することにより両者を分離するというシステムも存在した。ただしこの場合、浮力の効果は重力に比べて弱いことから、ベルトを振動させることにより氷と油の分離の促進を図っていた。

【0012】

上記オホーツク海などの海氷は、海域・時期等によってその状態が様々に変化する。理想的にはどのような氷の状態に対しても利用可能な回収装置が望まれるが、現実にはこの

10

20

30

40

50

ような装置の開発は困難であった。上記の2種類のシステムのコンセプトも、これまでに考案された他のものに比べて有効なものと考えられるが、それぞれ、対応可能な氷の状態、特に氷盤のサイズには自ずから制限があった。前者のシステムでは、氷盤を海面から持ち上げる必要があるが、たとえば、直径2 m、厚さ40 cmという比較的小型の氷盤であっても1トンを超える重量があることから判るように、システムには処理する氷の重量に充分に対応できる浮力・構造並びにベルトを回転させるパワーが要求されていた。一方、後者のシステムの場合は氷の浮力が重量の約1/10という観点からは有利であるが、ベルトの振動に大きなパワーが必要となっていた。

【0013】

本発明は、上記の従来技術の問題点を解決するもので、通常海域とは異なる氷域においても、海洋における開水部及び/もしくは氷盤上及び/もしくは氷下面に浮遊する油と氷等を分離して回収することを始め、広く水面近傍あるいは水面下に浮遊する浮遊液体を浮遊物体と分離して回収することのできる浮遊液体回収装置及び浮遊液体回収方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

かかる目的を達成するために、本発明に係る浮遊液体回収装置は、水面近傍或いは水面下に浮遊する浮遊物体及び浮遊液体を取り込むための開口を備えた構造体と、前記浮遊物体及び前記浮遊液体の下方の水面下に設けられ気泡を発生させるための気体供給手段と、前記浮遊液体の分離手段方向への移動を促進させるように前記気体供給手段からの気泡の発生を制御する気泡発生制御手段と、前記構造体の少なくとも一部に設けられ前記移動された浮遊物体と浮遊液体とを分離するための分離手段と、この分離手段で分離した浮遊液体を保持する浮遊液体保持手段とを具備して構成される。

【0015】

ここで、浮遊物体とは、流水、流木、海草、各種産業廃棄物等、海洋のみならず水面近傍あるいは水面下一般に浮遊する全ての物体を含む概念をいい、大きさ等に限定はない。また、浮遊液体とは、原油や石油等の油を始め、海洋のみならず水面近傍あるいは水面下に浮遊する全ての液体を含む概念をいい、粘度等に限定はない。

【0016】

また、開口を備えた構造とは、水面近傍あるいは水面下に浮遊している浮遊物体や浮遊液体を浮遊液体回収装置内に取り込む必要のため、該浮遊液体回収装置の端面を開口させることにより、或いは当該端面に別個の開口部（もしくは開口機構）を併設することにより、該浮遊回収装置本体を水面近傍にて直進させるだけで、該浮遊物体及び浮遊液体の取り込みを可能とするような構造をいう。該開口に係る部分は、開閉可能とする構造であってもよく、浮遊物体や浮遊液体を取り込みやすくするため、前方に向けて拡大している構造であることが好ましい。

【0017】

また、気体供給手段とは、気体を供給し気泡を発生させる機能を有するものをいう。これは、水面近傍あるいは水面下に浮遊している少なくとも浮遊液体を一定方向に誘導させるために、たとえば、水中もしくは水面付近に位置する該浮遊液体回収装置の底面付近で気体を排出する気体供給管を略平面的に配備・設置したものによって実現することが可能である。また、開口や面状に設置された吹出口等であってもよい。該気体供給手段に係る気体供給の稼働及び停止は、人的操作によるものでも自動操作によるものでもよい。該気体供給管への気体供給は、浮遊液体回収装置等に付設されたコンプレッサーやブロー等の気体供給源から行う。該気体供給手段の数は一つに限定されず、複数個であってもよい。気体の圧力及び流量は、随時変更可能とする構成が好ましい。

【0018】

また、気泡発生制御手段とは、水面近傍あるいは水面下に浮遊している浮遊液体（及び浮遊物体）を効率よく特定方向（たとえば後述の分離手段方向）に誘導させるように気体供給手段による気泡の発生を制御する機能を有するものをいう。これは例えば、後述の気

10

20

30

40

50

体供給手段を順次切替える順次切替システムやゾーンコントロールシステムを設けることによっても実現することができるが、気体供給手段を任意に移動できるようにする気体供給手段移動機構によって実現することも可能である。この気体供給手段移動機構で、気体供給手段を所望の場所・方向に移動させることで、発生した気泡の気泡上昇流及び/もしくはこの気泡上昇が変換された気泡水平流が実質的に水面部もしくは水面下において該浮遊液体及び浮遊物体を一定方向（たとえば後述の分離手段方向）に移動することができる。

【0019】

また、分離手段とは、浮遊液体回収装置内に取り込んだ所定の浮遊物体と浮遊液体とを分離させる機能を有するものをいい、たとえば、該浮遊液体回収装置の側面に格子状の境界を設けることにより、該浮遊液体はこの格子状境界（或いは格子状構造）を通り抜ける一方、浮遊物体は実質的に該格子を通り抜けることができないようにする構造等によって実現される。該境界に係る格子間隔及び寸法に限定はない。なお、該境界は格子状のものに限らず、網目状でもよく、該浮遊液体の通り抜けができる構造であればよい。また、境界を複数個設け、段階的に該浮遊物体と浮遊液体の実質的分離を可能としてもよい。浮遊液体が海水や水よりも比重が軽い場合は、浮遊液体回収装置内側壁に堰を設け、気泡により移動された浮遊液体がこの堰に隣接して設けた浮遊液体保持手段に流れ込み、浮遊物体が堰に阻害されて流れ込まない構造としてもよい。また、境界を設けず、可動式ベルトを設け、このベルトに浮遊液体を付着させて回収させてもよい。これらによって該浮遊物体と浮遊液体との実質的分離が可能となる。

【0020】

また、浮遊液体保持手段とは、分離した浮遊液体等を保持する機能を有するものをいう。例えば、該水面浮遊回収装置の所定の部分に該浮遊液体等を蓄積させるための蓄積部を設けることにより、該蓄積部に蓄積した回収液体を所定のポンプにて吸引するというシステムによって実現することが可能である。また、前述のように可動式ベルトに浮遊液体を付着させ保持させてもよい。更に、蓄積部に蓄積した浮遊液体や可動ベルトに付着した浮遊液体を回収して2次的に保持する手段まで含んでいる。

【0021】

上記のように構成されることで、開口から取り込んだ水面近傍或いは水面下に浮遊する浮遊物体及び浮遊液体が、気泡を発生させるための気体供給手段から発生された気泡の作用により、少なくとも浮遊液体が分離手段の方向への移動を促進させるように気泡発生制御手段で制御され、分離手段で浮遊物体と浮遊液体が分離されて浮遊液体保持手段で浮遊液体が保持されるものである。

【0022】

また、前記目的を達成するために、本発明に係る浮遊液体回収装置は、上記の構成において、本発明に係る気体供給手段を複数個設け、前記気泡発生制御手段は、前記複数個の気体供給手段を順次切替える気体供給手段切替機構として構成してもよい。

【0023】

ここで、気体供給手段切替機構とは、電磁弁、電動弁、また空気圧や油圧を持って切り替えられる弁類や機構を言い、制御手段として気体供給手段の気泡の発生のON・OFFのタイミングを自由に或いは一定の思惑に基づいて切り替える機能を有するものも含む。

【0024】

このように構成されることで、複数の気体供給手段の気泡の発生をずらし、気泡により形成される気泡上昇流を一定の意図のもと順次ずらせて発生させることができる。こうして順次発生される気泡上昇流及び/もしくはこの気泡上昇流が水面近傍で横に広がった気泡水平流が意図される方向への移動流を創り出すので、実質的に水面部もしくは水面下において該浮遊液体及び浮遊物体を一定方向（たとえば分離手段方向）に移動することができる。

【0025】

また、前記目的を達成するために、本発明に係る浮遊液体回収装置は、上記の構成にお

10

20

30

40

50

いて、本発明に係る気体供給手段を複数の区画ごとに単数もしくは複数個設け、前記気泡発生制御手段は、前記区画ごとの気体供給手段による気泡の発生の量及び/もしくはタイミングを適格的に制御する気体供給手段適合機構として構成してもよい。

【0026】

ここで、気体供給手段適合機構とは、本浮遊液体回収装置を平面的に区画分けし、各ゾーンごとに単数もしくは複数の気体供給手段を設けた上で、ゾーンごとに気体供給手段による気泡の発生のON・OFF及び/又は量及び/又はタイミングを最適化するように制御する機能を有するものをいう。これは、一定の方向への輸送流を作り出すようなゾーンごとの気泡発生のON・OFF及び/又は量及び/又はタイミングを設計し、これをたとえば予めアルゴリズム化した上で、このアルゴリズムを実行する装置或いはかかるアルゴリズムをコンピュータに実行させるプログラムを組み込んだROM(Read Only Memory)、チップ、記憶媒体等として実現される。

10

【0027】

このように構成されることで、複数の区画ごとに単数もしくは複数個設けた気体供給手段を記区画ごとの気体供給手段による気泡の発生の量及び/もしくはタイミングを適格的に制御する気体供給手段適合機構で制御することにより、ゾーンごとの気体供給手段の気泡のON・OFF及び/又は量及び/又はタイミングが意図的にずらされることで、気泡の発生を設計意図のもと順次ずらせて発生させることができ、任意のゾーニングが可能となる。

【0028】

20

また、前記目的を達成するために、本発明に係る浮遊液体回収装置は、上記の構成において、本発明に係る浮遊物体は氷として、前記構造体にはこの氷を前記構造体外に排出させる別の開口を備えるように構成してもよい。

【0029】

このように構成されることで、氷と浮遊液体を開口から取り込むとともに、分離手段で浮遊液体を分離し処理を終わった氷は、構造体外に排出させる別の開口から排出させているものであり、回収する必要のない氷を構造体内部に蓄積しない方式を実現している。

【0030】

また、前記目的を達成するために、本発明に係る浮遊液体回収装置は、上記の構成において、前記気体供給手段及び前記気泡発生制御手段を前記構造体に取り付け、さらに前記構造体を船舶に係止した構成としてもよい。

30

【0031】

このように構成されることで、気体供給手段と気泡発生制御手段を構造体に取り付け一体的に扱えるものとし、構造体を船舶に係止し、船舶による移動により水面浮遊液体回収装置を油の回収が必要な地点に運ぶことができるものである。

【0032】

また、前記目的を達成するために、本発明に係る浮遊液体回収装置は、上記の構成において、前記気泡発生制御手段を前記浮遊物体の前記構造体への回収あるいは前記構造体外への排出にも利用した構成としてもよい。

【0033】

40

このように構成されることで、気泡発生制御手段を浮遊物体の回収、排出にも利用でき、浮遊液体の回収に加え、浮遊物体の回収や排出を促進することができる。

【0034】

また、前記目的を達成するために、本発明に係る浮遊液体回収装置は、上記の構成において、浮遊物体から液体を除去する補助手段として、水シャワー手段をさらに備えた構成としてもよい。

【0035】

ここで、水シャワー手段とは、一定の方向に水流を噴出する機能を有するものをいい、たとえば加圧された水を噴出する水圧シャワー装置によって実現される。浮遊液体回収装置の上部の所定の浮遊物体に対し水流を噴出できる位置に取り付けられ、移動も可能とす

50

ることが好ましい。

【0036】

このように構成されることで、浮遊物体に水シャワーを噴射し該浮遊物体に付着した浮遊液体を取り去ることができる。

【0037】

また、前記目的を達成するために、本発明に係る浮遊液体回収方法は、開口を備えた構造体によって、水面近傍或いは水面下に浮遊する浮遊物体及び浮遊液体を取り込み、浮遊物体及び浮遊液体の下方の水面下に設けられた気体供給手段から気泡を発生させ、構造体の少なくとも一部に設けられた、浮遊物体と浮遊液体とを分離する分離手段の方向への、浮遊液体の移動を促進するように、気体供給手段からの気泡の発生を気泡発生制御手段によって制御し、浮遊物体と浮遊液体を分離手段で実質的に分離して浮遊液体を確保することを特徴として構成される。

10

【0038】

上記のように構成されることで、水面に浮遊する浮遊物体と浮遊液体に対して水面下から気体を噴出させ、気泡上昇流と水面近傍で横方向に広がる気泡水平流により、少なくとも浮遊液体を分離手段の方向に移動させることが可能となる。つまり、水面近傍或いは水面下に浮遊する浮遊物体及び浮遊液体に対し、下方の水面下から噴出される気泡により形成された気泡上昇流及び/もしくはこの気泡上昇流が水面近傍で横方向に広がった気泡水平流が、少なくとも浮遊液体を移動するように作用し、分離手段部にまで移動ができる。分離手段で、浮遊物体と浮遊液体を分離手段で分離して浮遊液体を確保することにより、浮遊液体の回収が可能となる。

20

【0039】

また、前記目的を達成するために、本発明に係る浮遊液体回収方法は、上記構成に加えて、気泡を発生させる場合、複数ある所定の区画ごとに単数もしくは複数設けられた気泡発生部の該区画ごとに気泡発生量及び/もしくはタイミングが制御されるように構成してもよい。

【0040】

かかる構成とすることによって、所定の区画ごとに単数もしくは複数設けられた気泡発生部がゾーンごとに気泡発生量及び/もしくはタイミングを最適化するように制御される。

30

【0041】

すなわち、気泡を発生させる区画、気泡を発生させる単数もしくは複数の気泡発生部の発生/非発生を含めた気泡発生量、時間的なタイミング、順番、シーケンス等が制御される。

【発明の効果】

【0042】

本発明によれば、水面下に設けた気体供給手段から気泡を発生させ、この気泡を気泡発生制御手段により分離手段方向への移動を促進する方向へ制御しているため、少なくとも浮遊液体を分離手段方向に輸送されるようにすることが可能となる。これに加えて、浮遊物体の裏面部分(もしくは当該部分に存在する窪み)に滞留もしくは付着した液体等を該窪みから「掃き出す(剥離させる)或いは除却させる」ことが可能となる。更には、水面へ向けて水面下から気泡が噴出するため浮遊物体の陰になって浮遊液体の移動ができないことが防止でき、浮遊物体と浮遊液体とを容易に分離できる。また、水流を噴出する場合と比較し、気泡利用であるため浮力による上昇作用があり、気体供給手段での噴出に要するエネルギーも少なく済み、更には、気泡のはじける効果による浮遊物体に付着した浮遊液体の剥離効果も期待できる。

40

【0043】

特に、水面下に設けた気体供給手段からの気泡を浮遊液体と浮遊物体の混在した水面近傍に向けて噴出させることにより、水面下の気泡が上昇して気泡噴流となって少なくとも浮遊液体(浮遊物体含む)を移動させるため、従来のような、浮上した汚濁物質に気流を

50

噴射させる方式や、水中から水流を噴射する方式と比較して、気体エネルギーの効率の悪い利用や水中で水流が減衰する問題がない。逆に気泡の水による浮力による作用が期待でき、少ないエネルギーで有効に浮遊液体の移動や分離回収、また浮遊物体に付着した浮遊液体の剥離が可能となる。

【 0 0 4 4 】

これらに加えて、開口を有した構造体を設けることで、この浮遊液体回収装置を、船舶等にて推進するだけで容易に該浮遊液体回収装置内に、所定の浮遊液体及び浮遊物体を取り込むことができる。また、輸送された浮遊物体と浮遊液体は分離手段に突き当たると、該分離手段の分離作用によって人的労力を必要とすることなく取り込んだ該浮遊液体と該浮遊物体とを分離して回収することが可能となる。また、分離手段によって浮遊物体と分離された浮遊液体は、浮遊液体保持手段によって保持・留置されるので、該回収した回収浮遊液体を集積して船舶内等に効率よく積載することが可能となる。

10

【 0 0 4 5 】

また、本発明によれば、複数の気体供給手段を順次切替えて制御することで気泡の発生をずらし、気泡上昇流や気泡水平流を一定の意図のもと順次ずらせて発生させることができる。こうして順次発生される気泡上昇流及び/もしくはこの気泡上昇流が水面近傍で横に広がった気泡水平流が意図される方向への移動流を創り出すので、単に一カ所あるいは規定の場所から気泡を噴出させる方法と比較して、広範囲に効率的に少なくとも浮遊液体を移動させることが可能となる。また、複数の気体供給手段を順次切替えて制御することで、簡単な構造で水中での可動部を無くし経済的に、またメンテナンスが少なく済む浮遊液体回収装置を提供できる。

20

【 0 0 4 6 】

また、本発明によれば、ゾーンごとの気体供給手段の気泡のON・OFF及び/又は量及び/又はタイミングが意図的にずらされることで、気泡により形成される気泡上昇流の発生を上記設計意図のもと順次ずらせて発生させることができる。こうして順次発生される気泡上昇及び/もしくはこの気泡上昇流が水面近傍で横方向に広がった気泡水平流が設計意図された方向への輸送流を創り出すので、実質的に水面部もしくは水面下において該浮遊液体及び浮遊物体を一定方向（たとえば分離手段方向）に輸送することができる。したがって、複数の区画ごとのゾーニングが可能となり、少なくとも浮遊液体や浮遊物体の実態に応じた、任意の区画、また任意のブロックごとの意図した気泡量、移動方向、タイミング等での制御が可能となる。

30

【 0 0 4 7 】

また、本発明によれば、浮遊物体は氷とし、構造体に氷排出用の別の開口を備えることにより、環境汚染上からも問題が無く回収する必要のない氷を、海上に戻すことができるため、少ないエネルギーでサイズの大きな氷を処理することが可能となる。

【 0 0 4 8 】

また、本発明によれば、気体供給手段及び前記気泡発生制御手段を前記構造体に取り付け、構造体を船舶に係止することにより、気体供給手段と気泡発生手段が浮遊液体回収装置として一体的に取り扱え、構成やメンテナンスが容易となるとともに、船舶の移動とともに水面浮遊液体回収装置を回収が必要な地点に運ぶことができ、海上に浮遊した浮遊液体を効率的に、かつ連続的に広範囲に亘り回収ができる。

40

【 0 0 4 9 】

また、本発明によれば、気泡発生制御手段を前記浮遊物体の前記構造体への回収あるいは前記構造体外への排出にも利用することにより、浮遊液体の回収に加え、目的に応じ意図して浮遊物体の回収や排出を促進することができる。

【 0 0 5 0 】

また、本発明によれば、浮遊物体から液体を除去する補助手段として、水シャワー手段を備えることにより、水面下からの気泡の噴流や剥離作用では剥離（除去）できない、浮遊物体の上部や水面上の凹みに付着した浮遊物体に付着した浮遊液体をさらに強力に取り去ることができる。

50

【 0 0 5 1 】

また、本発明によれば、水面に浮遊する浮遊物体と浮遊液体に対して水面下から気体を噴出させるので、気泡上昇流と水面近傍で横方向に広がる気泡水平流により、少なくとも浮遊液体を動かすことで分離手段の方向に移動させることが可能となり、分離手段で実質的に分離して浮遊液体を確保することが、容易にできる。これに加えて、気泡の上昇時に、浮遊物体の裏面部分（もしくは当該部分に存在する窪み）に滞留もしくは付着した液体等を該窪みから「掃き出す（剥離させる）或いは除却させる」ことが可能となる。更には、水面へ向けて水面下から気泡が噴出するため浮遊物体の陰になって浮遊液体の移動ができないことが防止でき、浮遊物体と浮遊液体とを容易に分離できる。また、水流を噴出する場合と比較し、気泡利用であるため浮力による上昇作用があり、気体供給手段での噴出に要するエネルギーも少なくても済み、更には、気泡のはじける効果による浮遊物体に付着した浮遊液体の剥離効果も期待できる。

10

【 0 0 5 2 】

また、本発明によれば、気泡を発生させる区画、気泡を発生させる単数もしくは複数の気泡発生部の発生 / 非発生を含めた気泡発生量、時間的なタイミング、順番、シーケンス等が制御されるので、任意の区画における浮遊液体量や分布、また浮遊物体数に応じた気泡噴出制御が可能となり、浮遊液体の回収が効率的にかつ効果的に実施できる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 5 3 】

以下、図面を参照して本発明を実施するための最良の形態について説明する。なお、以下では、本発明の目的を達成するための説明に必要な範囲を模式的に示し、本発明の該当部分の説明に必要な範囲を主に説明することとし、説明を省略する箇所については公知技術によるものとする。

20

【 0 0 5 4 】

図 1 は、本発明の一実施形態に係る浮遊液体回収装置としての水面浮遊回収装置 1 を船舶 E に係止した状態を部分的に示す斜視概要図である。同図においては、該水面浮遊回収装置 1 の形状のみを表現するものであり、海洋 C の水面下により見えない部分については記載をしない。

【 0 0 5 5 】

同図に示すように、水面浮遊回収装置 1 は、船舶 E の側面部に係止装置 2 で係止される。この係止は公知の係合手段によればよく、たとえば自由度を持った軸と金具の組み合わせやボルト締め、溶接等によるものでよい。この水面浮遊回収装置 1 は船舶 E の移動に伴って移動されるから、所望の海洋上に浮遊する浮遊物体及び浮遊液体が存在する地点まで移動させることができる。該水面浮遊回収装置 1 は船舶 E の側面への係止に限らず、たとえば船舶 E の前面部、若しくは後面部に係止する構成としてもよい（図示しない）。さらには、該水面浮遊回収装置 1 を船舶 E の両側面に係止する双胴船状態に構成するものでもよい（図示しない）。

30

【 0 0 5 6 】

更に、船舶自身を水面浮遊回収装置 1 と一体的に構成してもよい。

【 0 0 5 7 】

図 2 は、本発明の一実施形態に係る水面浮遊回収装置 1 の全体像を斜視的に示す全体概要図である。同図に示すように、本発明の一実施形態に係る水面浮遊回収装置 1 は、開口部 10A、気体供給管 20、境界部 30、空間部 40、シャワー部 50、浮体部 60 を具備して構成される。

40

【 0 0 5 8 】

開口部 10A は、一定の構造体による骨組みにより開口を形成したものをいう。素材としては海水環境下においても劣化の進行が遅いものが好ましく、たとえばステンレス或いは FRP 等の繊維強化された高分子樹脂、塗装を施した鋼材を組み立てた構造体によって構成することもできる。構造としては図示されるようなラーメン構造、フレーム構造架構のものでもよく、或いは円環状でもよい。構造及び形状に特に限定はなく、一定の開口が

50

一定の強度を保って保持できるものであればよい。該開口部 10A は、該水面浮遊回収装置 1 内に海洋に浮遊する浮遊物体及び浮遊液体を取り込む必要から、好適には、観音開きや上下及び/または左右への伸縮等が可能となるものとする。さらにはかかる開口部 10A 自体の開閉が可能であるような構成としてもよい。なお、図示していないが、この水面浮遊回収装置 1 に浮遊液体や浮遊物体をとりこみ易くする前方に向かって拡大した取込口を付設してもよい。

【0059】

気体供給管 20 は、水面下の所定位置に配置され、気体（空気、排気ガス等）を噴出させて気泡を発生させる機能を実現する。たとえば、一定の直径（たとえば 20 mm 程度～60 mm 程度）の中空のパイプを所定の間隔で配置し両端及び/又は横梁材 11 との交差点を接合させた構造として実現できる。このパイプは好適には、錆びにくく、一定以上の強度を有し劣化の進行が遅い素材としてたとえばステンレス或いは繊維強化された高分子樹脂、塗装を施した鋼材等を用いて製造される。

10

【0060】

かかる気体供給管 20 には、水面浮遊回収装置 1 内の底面付近に、気体供給穴が、長手方向一定の間隔を空けて略下向きに穿設される。この供給穴は該気体供給穴の詰り及びそれによって生じ得る気体供給時の圧力不均衡を防止することができる程度の寸法、形状のものであればよく、たとえばたとえば直径 10 mm 程度～30 mm 程度の寸法の略円形の穴がパイプ表面に穿たれる構造であってもよい。また、該気体供給穴同士の間隔寸法は一定の範囲（たとえば 3 cm～40 cm 程度の間隔）でよく、かかる間隔は狭いほど、一定の限定範囲に多くの気泡を集中的に送りこむことができる。

20

【0061】

気体供給管 20 への気体供給は、水面浮遊回収装置 1 あるいは船舶 E の所定の部分に付設された（図示しない）コンプレッサーやブLOWER等の気体供給源から行う。

【0062】

或いは、図示しないが、気体供給源からの気体供給口を気体供給管 20 の長手方向に多数設けるようにすることで、該長手方向になるべく均一な気泡を発生させるように担保することも可能である。

【0063】

該気体供給管 20 は、移動式の構成も取り得る。例えば、水面浮遊回収装置 1 あるいは船舶 E の所定の部分に付設された制御盤を介して、船舶 E 内のコントロール室からの人的操作若しくは所定のアルゴリズムを有する自動制御操作により、水中内の移動を可能とする気体供給部移動機構にかかる移動システム（図示しない）によって好適に実現される。この気体供給管 20 の移動を実現させる手段としては既存の技術により実現され、たとえば横梁材 11 に該当する部分を可動ローラー構造にして、この上を一定範囲に亘り前後動するような構成をとることもできる。

30

【0064】

さらに、該気体供給管 20 からの気体 D の供給は、順次切替式の構成も取り得る。たとえば、水面浮遊回収装置 1 あるいは船舶 E の所定の部分に付設された制御盤を介して、船舶 E 内のコントロール室からの人的操作若しくは所定のアルゴリズムを有する自動制御操作により、気体供給源からの気体の流量や圧力等を、所定のバルブの開閉度合いを調整しながら、順次切替を可能とする気体供給手段切替機構を有する順次切替システムによって実現してもよい。この場合には、図示しないが、横梁材 11 等による区画を細かく設定し、各区画（ゾーン）ごとに気体供給管 20 を単数もしくは複数配置し、それぞれの区画ごと、供給管ごとに ON・OFF のタイミング、気泡発生量を制御するようにする。さらにこの場合、区画ごとの供給管 20 を区画内で平行移動可能な構成としてもよい。

40

【0065】

上記の気体供給管 20 の材質・構造及び気体供給穴の寸法については一例であってこれらに限定はない。気体供給管 20 の数は一つに限定せず、複数本ある構成としてもよい。気体の圧力及び流量は、随時変更可能とする構成が好ましい。

50

【 0 0 6 6 】

境界部 30 は、一定サイズ以下のものを通過させ、それ以外のものを堰き止める構造を有するものであり、たとえば格子状の構造体をステンレス等の一定以上の耐久性を備えた素材の板材によって形成したもので実現してよい。境界部 30 の格子間寸法及び高さ寸法は、浮遊物体の大きさに依存するものであり、種々設定することができ、限定はされない。なお、開口部 10A 付近においては、浮遊物体等を取り込みやすくするために、所定の角度を有する傾斜を設けることが好ましい。

【 0 0 6 7 】

空間部 40 は、該境界部 30 にて分離させた浮遊液体を一時保有する役割を有する空間を規定するものであり、これを形成する構造材、壁材によって形成することができる。所定の寸法（たとえば 30 ~ 80 cm x 長手 3 ~ 6 m 程度）によって構成する。

10

【 0 0 6 8 】

シャワー部 50 は、同図に示されるように氷塊の上部で全体フレーム構造のたとえば長手方向の実質的に全体に架かるように配置され、水もしくは湯の噴出を可能とする既存の装置によって形成される。材質に特に限定はないが、海水による疲労・侵食に堪えうるものが望ましい。水面浮遊回収装置 1 の上部に設置することで、シャワー部 50 からの水もしくは湯の供給により、海洋に浮遊する氷 A や油 B の境界部 30 側への移動を促進させるだけでなく、氷 A の表面に付着する油 B を取り去ることも可能となる。シャワー部 50 からの水もしくは湯の噴射は、境界部 30 側のみでもよいが、両側への噴射を可能とする構成でもよい。また、シャワー部 50 も、気体供給管 40 同様、移動式の構成としてもよく、回転式の構成とすることもできる（図示しない）。

20

【 0 0 6 9 】

浮体部 60 は、浮体を構成する材料、たとえば FRP 等にて形成される。構造・形状としては、たとえば同図のように、長手方向略全長に亘って配置され、中心部分に向かって勾配が設けられているものでもよい。境界部 30 及び空間部 40 が水面浮遊回収装置 1 の片側のみに設置されている場合には、該浮体部 60 のバランスを考慮して設計・設置するものとする。

【 0 0 7 0 】

図 3 は、本発明の一実施形態に係る水面浮遊回収装置 1 に係る上面図である。同図に示すように、本発明の一実施形態に係る水面浮遊回収装置 1 は、図 2 に示す構成の他、回収液体等蓄積部 70、ポンプ 80 を具備して構成される。

30

【 0 0 7 1 】

回収液体等蓄積部 70 は、境界部 30 で分離され格子状構造を通り抜けた油（及び一部氷塊の微片）を留置・保持しておくための構造体である。磨耗の少ない材質、たとえば、ステンレスやスチール等の骨材・面材を架構構造体としたものでもよい。同図では、浮体部 60 の内部に設置されるのでも、外部に設置されるのでもよく、或いは浮体部 60 自体を回収液体等蓄積部 70 と兼任する構成としてもよい。

【 0 0 7 2 】

ポンプ 80 は、回収液体等蓄積部 70 に貯留された油を（図示しない）外部の回収船或いは（自船の）回収部等に吸い上げるための装置であり、既存のポンプによって実現してよい。ポンプ 80 は、たとえば、アルキメディアンスクリューポンプ等、粘度の高い油や微小の氷等をも吸い上げる吸引力を有することが好ましい。なお、ポンプ 80 の稼働停止は、人的操作によるものでも、所定のアルゴリズムを有する自動制御操作によるものでも、いずれでもよい。

40

【 0 0 7 3 】

なお、同図では、各気体供給管 40 同士の間隔がそれぞれ若干異なるように配置されているが、これは浮遊液体等の回収効率を向上させるためのものである。このように、配置間隔として適宜最適なものを選択することによって、或いは気体供給管 40 が可動式の場合には、可動間隔・タイミングを最適化することができ、それにより、浮遊液体等の回収効率を向上させることが可能となる。

50

【 0 0 7 4 】

図 4 は、本発明の一実施形態に係る水面浮遊回収装置 1 に係る図 3 の X 方向から見た後面図である。同図に示すように、境界部 3 0 及び空間部 4 0 は、所定の高さ寸法を有する。

【 0 0 7 5 】

図 5 は、本発明の一実施形態に係る水面浮遊回収装置 1 に係る図 3 の Y 方向から見た側面図である。同図に示すように、浮体部 6 0 の内部に設置した回収液体等蓄積部 7 0 (図示しない)、或いは浮体部 6 0 自体を回収液体等蓄積部 7 0 (図示しない) とした場合、該回収液体等蓄積部 7 0 は、傾斜を有する二段構造にすることが好ましい。上段には、空間部 4 0 に一時保有された浮遊液体等を所定の方法により流し込み、下段には、上段から流れてきた該浮遊液体を中央部に集積させることにより、ポンプ 8 0 の吸引効率を向上させることができる。

10

【 0 0 7 6 】

図 6 は、本発明の一実施形態に係る水面浮遊回収装置 1 に係る図 3 の Z - Z 断面を示す断面図である。同図に示すように、境界部 3 0 は所定の格子間寸法及び高さ寸法を有して形成される。なお、境界部 3 0 自体を上下可動にさせることもできる。さらに、境界部 3 0 を複数設置し、これらを上下(或いは前後) にずらせた配置とさせる構成をとってもよい。

【 0 0 7 7 】

次に、本発明の一実施形態に係る水面浮遊回収装置 1 の動作説明及び使用方法について、図 1 及至図 6、及び、図 7 に係る本発明の一実施形態に係る水面浮遊回収装置 1 の気体供給管 2 0 及びシャワー部 5 0 による所定の浮遊物体及び浮遊液体の回収原理を示す概念図を用いて説明する。

20

【 0 0 7 8 】

まず、図 1 に示すとおり、船舶 E の側面に水面浮遊回収装置 1 を係止して移動する。

【 0 0 7 9 】

目標地点に到着後、図 2 に示すとおり、該水面浮遊回収装置 1 に係る前側の開口部 1 0 A を開口し、海洋上に浮遊する氷 A 及び油 B 等を、該水面浮遊回収装置 1 に係る構造体内部に取り込む。取り込み後、該開口部 1 0 A は閉口する。

【 0 0 8 0 】

次に、(図示しない) 気体供給源から気体供給管 2 0 へ気体が供給されると、気体供給管 2 0 に穿設された所定の気体供給穴から気体 D が一斉に排出される。気体 D の気体圧力及び該気体 D の供給により気泡が発生する。この気泡はその浮力により水面に向かって上方向に移動するが、この動きによって気泡上昇流が生成され、水面近傍において噴出した気泡上昇流は、水平方向に広がり拡大して水平流となる。これら気泡上昇流及び気泡水平流により、氷 A 及び油 B は、境界部 3 0 の方向へ誘導される。

30

【 0 0 8 1 】

また、この際、気泡上昇流は氷 A の裏面部分(もしくは当該部分に存在する窪み) に滞留もしくは付着した液体等を該窪みから剥離させる働きもする。さらには、水面へ向けて水面下から気泡が噴出するため浮遊物体の陰になって浮遊液体の移動ができないことが防止でき、浮遊物体と浮遊液体とを容易に分離できる効果も生じる。また、水流を噴出する場合と比較し、気泡利用であるため浮力による上昇作用があり、噴出に要するエネルギーも少なく済む。

40

【 0 0 8 2 】

また、気泡上昇流に乗って水面に到達した気泡はそれと同時に「はじける」ために、このはじける効果による浮遊物体に付着した浮遊液体の剥離効果も期待できる。なお、気体供給管 2 0 は、図 3 に示すとおり、所定の間隔差にて設置することで、誘導効率も向上すると考えられる。

【 0 0 8 3 】

一方、気体供給管 2 0 について、前述した移動システムを有する場合、該気体供給管 2

50

0 は水中内の移動を可能とするように構成される。具体的には、たとえば、船舶 E の（図示しない）コントロール室内にいる操作員のオペレーションにより、境界部 30 の方向へ誘導させたい氷 A 及び油 B の直下付近に、該気体供給管 20 を移動させることができる。なお、該気体供給管 20 の移動は、単体のみでも、複数同時でもよく、気体 D を供給しながらの移動も含む。動作は上下、前後、左右及び回転のいずれも含むものとする。

【0084】

また、気体供給管 20 について、前述した順次切替システムを有する場合、該気体供給管 20 からの気体供給を任意に調整することを可能とする。具体的には、たとえば、船舶 E の（図示しない）コントロール室内にいる操作員のオペレーションにより、気体供給源からの気体の発生タイミング、流量や圧力等を、所定のバルブの開閉度合いを調整しながら、各気体供給管 20 への気体供給、停止及び供給量の度合を操作することができる。なお、これらの操作は、前述した移動システムと該順次切替システムを同時に起動した場合も含まれる。

10

【0085】

さらに、シャワー部 50 からの水の供給により、氷 A の表面に付着した油 B をはじかせる（物理的に移動させる）ことができる。また、気体供給管 20 からの気体 D の供給だけでなく、氷 A や油 B の誘導を補助する働きもする。このとき、シャワー部 50 が船舶 E のコントロール室内にいる操作員のオペレーションにより、気体供給管 20 同様、移動式の構成とすることも好ましく、回転式の構成とすることもより好ましい。

【0086】

ここで、図 7 に示すように、気体供給管 20 及びシャワー部 50 による所定の浮遊物体及び浮遊液体の回収原理について説明する。

20

【0087】

まず、所定の操作により、気体供給管 20 を氷 A の下方に位置するように移動させる。このとき、該氷 A の重心よりも、境界部 30 とは逆方向の位置に移動させる必要がある。これにより、該氷 A 及び該氷 A の氷盤と氷盤の間にある開水部に広がった油 B を、気体供給管 20 から供給される気体 D の圧力及び該気体 D の供給により発生した水流により、該境界部 30 の方向に誘導させることができる。そればかりでなく、該氷 A の裏面に存在する窪みに付着した油も除去することができる。それらの自然科学的原理は上述した通りである。また、シャワー部 50 からの水 F により、該氷 A 及び油 B の誘導を補助するばかりでなく、該氷 A の表面に付着した油を除去することができる。

30

【0088】

前述した原理により実施的に水平誘導された氷 A 及び油 B 等は、図 7 に示すとおり、格子状になっている境界部 30 により、格子間寸法よりも氷 A 等の大きな浮遊物体はそれ以降前進することができず、油 B 等の浮遊液体及び格子間寸法よりも小さな氷等の浮遊物体の微小片並びに浮遊液体は境界部 30 を通過して、図 3 に示すとおり、空間部 40 に一時保有される。

【0089】

一方、氷 A は、水面浮遊回収装置 1 の後面の開口部 10 B を開口することにより、水上に戻すことができる。また、該氷 A を水上に戻す際、気体供給管 20 からの気体供給により、水面浮遊回収装置 1 の構造体外への排出を促進するように（図示しない）制御部により制御することができる。

40

【0090】

空間部 40 に一時保有された油 B 等は、たとえば、浮体部 60 における空間部 40 に隣接する部分を開放することにより、該油 B 等は該回収液体等蓄積部 70 に流し込まれる。流し込まれた該油 B 等の回収液体は、該回収液体等蓄積部 70 の上段の傾斜面を流れて、下段の中央部に集積する。集積後、該油 B 等の回収液体が所定の量に達した時に、船舶 E の（図示しない）コントロール室内にいる操作員のオペレーションにより、ポンプ 80 を稼働して該油 B 等の回収液体を吸引し、船舶 E の船上或いは図示しない別個の回収船等に積載する。なお、該ポンプ 80 による吸引時には、油 B と油 B 等の回収液体中に保有する

50

油 B 以外の水分とをさらに分離して、油 B のみを船上に積載できる構成が好ましい。

【 0 0 9 1 】

なお、これら一連の回収作業は、水面浮遊回収装置 1 単体により回収終了まで複数回繰り返しても良いし、該水面浮遊回収装置 1 をたとえば縦方向にタンデム式に所定間隔で配置し、これらを船舶 E に搭載するものによって実行されてもよい。タンデム式にした場合、たとえば、第一の水面浮遊回収装置によって取り残された浮遊液体等を、第二の水面浮遊回収装置によって回収することができ、より回収率の高い作業が実現する。

【 0 0 9 2 】

以上、詳細に説明したように、本発明に係る水面浮遊回収装置の一実施形態に係る水面浮遊回収装置 1 によれば、気体供給管 20 が気泡を発生させるので、かかる気泡により気泡上昇流が発生し、この気泡上昇流により油が境界部 30 方向に誘導される。このとき、気泡発生制御手段が、水面近傍或いは水面下に浮遊する浮遊物体及び浮遊液体に対し、気体供給管 20 から供給された気泡により形成された気泡上昇流及び/もしくはこの気泡上昇流が水面近傍で広がった気泡水平流が実質的に水面部もしくは水面下において該油 B 及び氷 A が一定方向（たとえば分離手段方向）に輸送されるようにすることが可能となる。これに加えて、氷 A の裏面部分（もしくは当該部分に存在する窪み）に滞留もしくは付着した液体等を該窪みから「掃き出す（剥離させる）或いは除却させる」ことが可能となる。更には、水面へ向けて水面下から気泡が噴出するため氷 A の陰になって油 B が移動できないことが防止でき、油 B と氷 A とを容易に分離できる。また、水流を噴出する場合と比較し、気泡利用であるため浮力による上昇作用があり、気体供給手段での噴出に要するエネルギーも少なく済み、更には、気泡のはじける効果による浮遊物体に付着した浮遊液体の剥離効果も期待できる。さらに、空気を供給しているため、水流供給の場合に比べて温度を制御しやすく、加熱空気を送ることにより氷 A からの油 B の分離が容易にできる。なお、排気ガスを利用するとこの効果は更に顕著なものとなる。

【 0 0 9 3 】

また、移動手段として気体供給手段自体を移動させる気体供給手段移動機構とすることにより、水面における気泡の噴出位置を連続的に移動させることができ、浮遊液体の回収を効率良く行うことができる。

【 0 0 9 4 】

また、複数の気体供給手段の気泡の発生をずらすことで、気泡により形成される気泡上昇流を一定の意図のもと順次ずらせて発生させることができる。こうして順次発生される気泡上昇流及び/もしくはこの気泡上昇流が水面近傍で広がった気泡水平流が意図される方向への移動流を創り出すので、実質的に水面部もしくは水面下において該浮遊液体及び浮遊物体を一定方向（たとえば分離手段方向）に輸送することができる。したがって、切替機構の切替タイミングを最適化することで、浮遊液体及び浮遊物体に対して分離手段方向への誘導を行うことができ、簡単な構造で水中での可動部を無くし経済的に、またメンテナンスが少なく済む浮遊液体回収装置を提供できる。

【 0 0 9 5 】

また、ゾーンごとの気体供給手段の気泡の ON・OFF 及び/又は量及び/又はタイミングが意図的にずらされることで、気泡により形成される気泡上昇流の発生を上記設計意図のもと順次ずらせて発生させることができる。こうして順次発生される気泡上昇流及び/もしくはこの気泡上昇流が水面近傍で広がった気泡水平流が意図される方向への移動流を創り出すので、実質的に水面部もしくは水面下において該浮遊液体及び浮遊物体を一定方向（たとえば後述の分離手段方向）に輸送することができる。したがって、気体供給手段適合機構によりゾーンごとの気泡発生 ON・OFF 及び/又は量及び/又はタイミングを最適化することで、浮遊液体及び浮遊物体に対して分離手段方向への誘導を行うことができ、簡単な構造で水中での可動部を無くし経済的に、またメンテナンスが少なく済む水面浮遊液体回収装置を提供できる。

【 0 0 9 6 】

また、氷 A は、特に流出させ海上に戻したとしても環境汚染上はなんら問題が無い
ため、開口から後方に流出させ、水面浮遊回収装置 1 の内部には蓄積しないように構成して
いるため、連続的な処理が可能となり、油 B の保持手段だけを備えればよい。

【 0 0 9 7 】

また、気体供給管 4 0 及び気泡発生制御手段を構造体に取り付け、水面浮遊回収装置 1
を
係止装置 2 により船舶 E に係止しているため、船舶 E による移動により該水面浮遊液体回
収装置を回収が必要な地点に運ぶことができ、連続的に広範囲に亘る水面浮遊液体の回収
ができる。

【実施例】

【 0 0 9 8 】

次に、本発明の実施例として、水槽実験による研究について説明する。

【 0 0 9 9 】

本発明に係る気泡流型油回収装置の研究開発として、本出願人の氷海水槽における模型
実験を中心に実施している。氷海水槽は、長さ 3 5 m ・ 幅 6 m ・ 深さ 1 . 8 m の水槽を冷
凍室の中に封設した研究施設であり、室内を併設の冷凍装置により冷却して水槽内に氷を
成長させる機能を有する。実験用模型の全体像概要を図 8 に示す。本模型は幅 4 m ・ 長さ
6 m という氷 油分離水路（同図では横方向が幅）を有し、その両側に油回収槽が設置さ
れている。模型とはいえ比較的小型の氷盤であれば実海域においてもそのまま利用可能と
もいえる規模であるが、これは模型実験に関わる縮尺効果を可能な限り排したいという考
えによる。なお図 8 のように、本装置はフロートを有する浮体ユニットを想定しているが
、この模型では実験上の利便性を考え、水槽内に組み上げたフレーム構造により模型を支
える形式とした。

【 0 1 0 0 】

油回収実験では、様々な氷の状態に対して装置の性能を調査した。実験の際に時間をお
きながら油回収プロセスを撮影した写真を図 9 に示す。写真（ a ）は気泡発生前の状態
であるが、画面中央に氷 油分離水路があり、直径 1 m から 0 . 3 m までの各種のサイズの
氷盤が浮いている。これらの氷盤の大きさと個数は、オホーツク海における計測結果を参
考として決定した。氷盤の間は油で占められている。写真（ b ）は氷 油分離水路中央下
部から気泡発生を開始した直後の状態であり、気泡起因流によって氷と油が側方の油回収
槽方向へ輸送されている。なおこの実験は、気泡による氷と油の分離特性の把握に主眼を
置いた段階の実験であるため、油の回収は人間の手によって行っている。写真（ b ）の状
態をしばらく続けると、氷盤によるブロック効果のため、油回収水槽への油の流入が減少
し始める。この問題を解決するために、この装置では気泡発生管が 2 本あり、横方向に移
動可能な形式としている。気泡発生位置を油回収水槽方向へと移動することにより、回収
槽への油の流入が再び増加する（写真（ c ））。最終的に気泡発生管を油回収水槽前面に
まで移動させた時点では、ほぼ全量の油が回収されている（写真（ d ））。

【 0 1 0 1 】

図 8 及び 9 に示したような実験から油回収に要する時間を求めた結果の例を図 1 0 に示
す。同図は、氷 油分離水路内に存在する氷の密接度（氷の面積が占める割合： I c e
C o n c e n t r a t i o n ）が油と氷を分離するために要する時間に与える影響を示し
たものであり、横軸は氷の密接度（氷の面積が占める割合： I c e C o n c e n t r a t i o n ）（単位： % ）を、縦軸は油分離に要する時間（単位：秒）を表している。同図
では、氷の量が増えるにしたがって、油回収に要する時間が長くなることが示されている
。

【 0 1 0 2 】

上記で述べた水槽実験に係る装置の特徴を図 1 1 に模式的に示す。

【 0 1 0 3 】

特徴の一つは、油回収部にある。以前の研究では、氷 油分離水路の両側に油回収槽を
持つ装置を想定し、そのような模型を用いた実験を行ったが、新たな装置では片側だけに

10

20

30

40

50

油回収機能を設けた。また、水槽実験に供する模型については、以前は水槽中のフレームに支えられる形式の模型を用いたが、新模型は両側にフロートを有する浮体模型であり、その片側が油回収部を兼ねている。また、油回収槽からの油の回収機構の検討・導入を行った。前述のように、氷との分離プロセスを経た後の油の回収には、既存の開水中における油回収原理の応用が可能である。このような原理には各種のものが考案されているが、本装置では、堰式の回収機構を採用した。堰式回収では油と水の密度差により油が水面に広がることを利用し、液面の少し下に位置した堰の上を越流させることで油と水の分離を図る。本装置では、油回収槽前面を3分割してそれぞれに上下動可能なゲートを設け、この高さを調節することにより回収槽への油の流入を制御する。

【0104】

一方、気泡の発生機構にも改良を加えた。前回の実験に用いた装置模型においては、装置底部に設置した2本の気泡管から気泡を発生させている。気泡発生管は横方向に移動可能であり、これにより水面における気泡起因流の位置を調整し、水と油の運動を制御した。これに対し新装置では、水面における気泡起因流をより細かく制御することを目的として、装置底部に多くの気泡発生部を設け、それぞれについての空気のON/OFF・流量を調整可能な形式とした。実験用模型では、氷油分離水路底部に横方向に4列、長さ方向に3列の合計12本の固定式気泡発生管を設置した。この方式では、たとえば浮体側の列から油回収槽側の列へと気泡発生位置を動かしていくことにより、前装置と同様の効果を生むことができるばかりではなく、油及び水の位置・量に応じて気泡発生位置を調整し、最適な油回収プロセスを工夫することもできる。

【0105】

以上詳細に説明したように、本願によれば、氷と油を氷油分離水路に導き、その下部の水中から気泡を発生させる。上昇する気泡により形成された気泡上昇流は、氷の底面或いは水面において水平流に変換され、たとえば氷油分離水路側部に設けられた油回収槽へと水と油を輸送する。この油回収槽前面には(分離手段の一態様としての)格子があり、これにより油(と細かな氷片)だけが回収槽に流入する。油から分離された氷盤は、装置の後部から再び海へと戻される。本装置が処理可能な氷盤の最大サイズは氷油分離水路の幅によって決定される。また氷海域は低温・着雪氷など苛酷な環境にあるが、前述したgrated beltの回転或いは振動等に比べて簡易な機械的動作に基づくシステムであるため、故障等の可能性が低いことも期待できる。

【0106】

なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施することが可能である。

【0107】

たとえば上記実施形態では、本発明に係る技術思想を実現する一つの形態として水面浮遊回収装置を例にとって説明したが、本思想は水面に関するものに限定されることはない。

【0108】

また、上述したものは本発明に係る技術思想を具現化するための実施形態の一例を示したにすぎないものであり、他の実施形態でも本発明に係る技術思想を適用することが可能である。

【0109】

さらにまた、本発明を用いて生産される装置、方法、システムが、その2次的生産品に登載されて商品化された場合であっても、本発明の価値は何ら減ずるものではない。

【産業上の利用可能性】

【0110】

本発明に係る浮遊回収装置及び同回収方法を実現することで、水面に浮遊する浮遊物体と浮遊液体に対し、下方の水面下に設けられた気体供給手段から噴出される気体を水面部において浮遊液体を分離手段方向に移動するように噴出させるため、浮遊物体の水面下部分にも付着している浮遊液体を気泡で除去することができるとともに、水面へ向けて水面

10

20

30

40

50

下から気泡が噴出するため浮遊物体の陰になって浮遊液体の移動ができないことが防止でき、浮遊物体と浮遊液体を容易に分離できる。これにより、活動の自由度が低い海洋上において、人的労力を最小限に抑えての作業が実現すると共に、作業時間に多大な時間を要することなく効率よく浮遊液体を回収することが可能となる。この効果は、浮遊物体を氷とした場合に限らず、産業廃棄物その他あらゆる物体と、油に限らずその他あらゆる液体を分離して回収することが可能となるため、川、湖、入り江等も環境汚染のテーマ等についても解決する糸口となり得る点で、広く社会全般、各種産業全般に対して大きな有益性をもたらすものである。

【図面の簡単な説明】

【0111】

10

【図1】本発明の一実施形態に係る水面浮遊回収装置1を船舶に係止した状態を部分的に示す斜視概要図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る水面浮遊回収装置1の全体像を斜視的に示す全体概要図である。

【図3】本発明の一実施形態に係る水面浮遊回収装置1に係る上面図である。

【図4】本発明の一実施形態に係る水面浮遊回収装置1に係る図3のX方向から見た後面図である。

【図5】本発明の一実施形態に係る水面浮遊回収装置1に係る図3のY方向から見た側面図である。

【図6】本発明の一実施形態に係る水面浮遊回収装置1に係る図3のZ-Z断面を示す断面図である。

20

【図7】本発明の一実施形態に係る水面浮遊回収装置1の気体供給管20及びシャワー部50による所定の浮遊物体及び浮遊液体の回収原理を示す概念図である。

【図8】本発明の一実施例に係る実験用模型の全体像概要を示す図である。

【図9】本発明の一実施例に係る実験の際に時間をおきながら油回収プロセスを撮影した写真を示す図である。

【図10】図8及び9に示したような実験から油回収に要する時間を求めた結果の例を示す図である。

【図11】本発明の一実施例に係る槽実験に係る装置の特徴を模式的に示す図である。

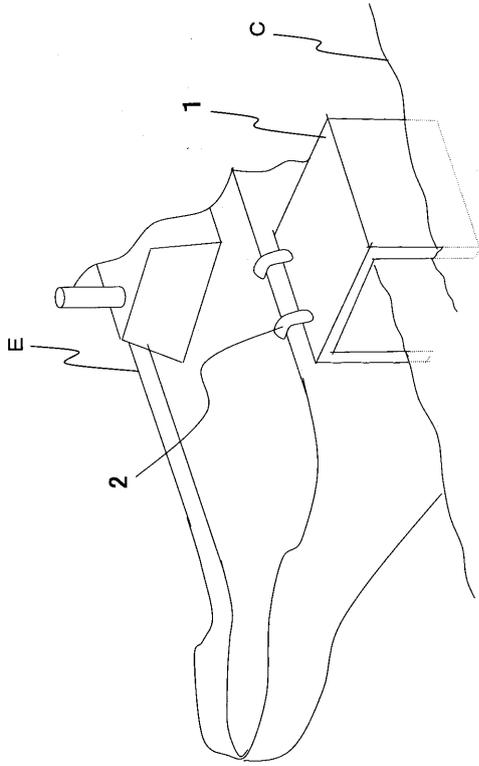
30

【符号の説明】

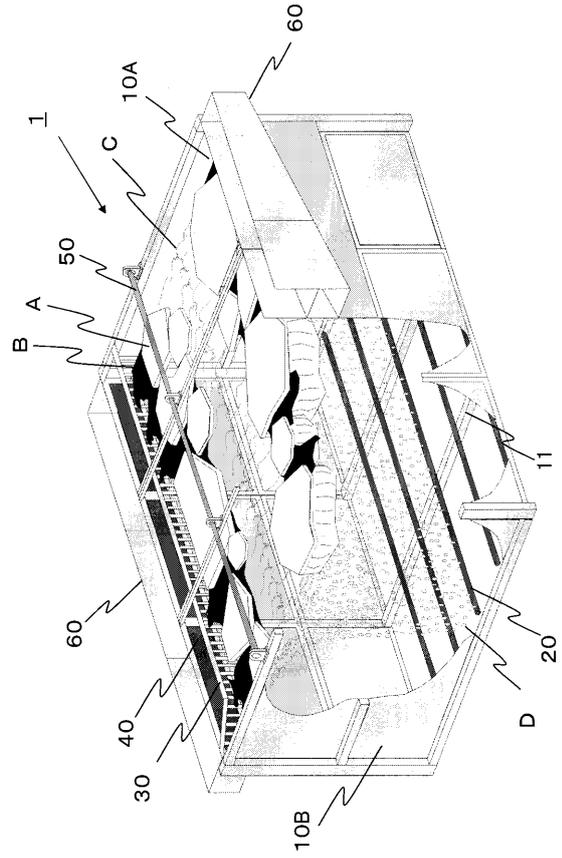
【0112】

1 水面浮遊回収装置、10 開口部、20 気体供給管、30 境界部、40 空間部、50 シャワー部、60 浮体部、70 回収液体等蓄積部、80 ポンプ、A 氷、B 油、C 海洋、D 気体、E 船舶、F 水

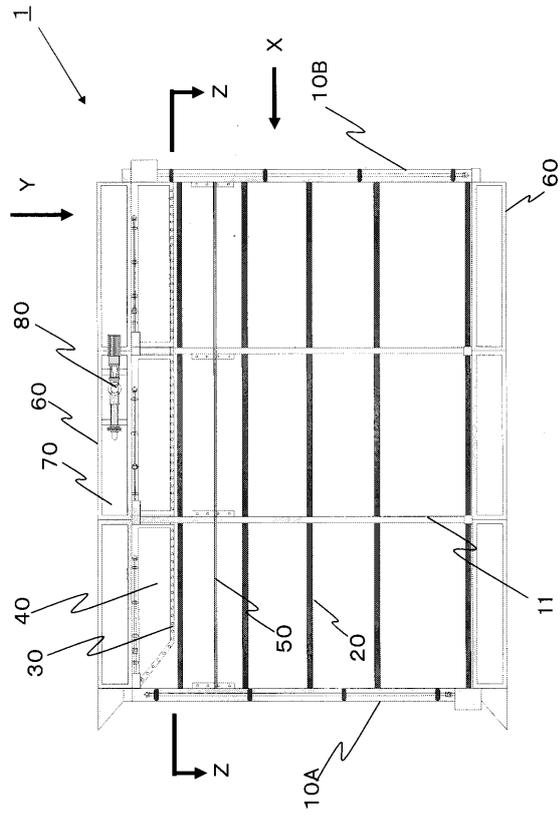
【図 1】



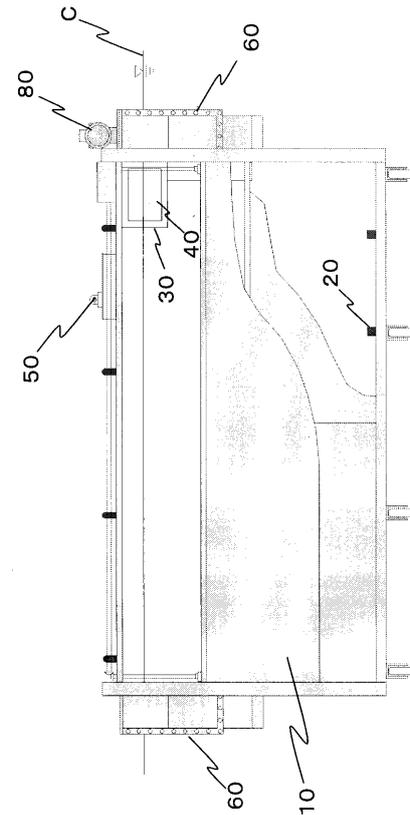
【図 2】



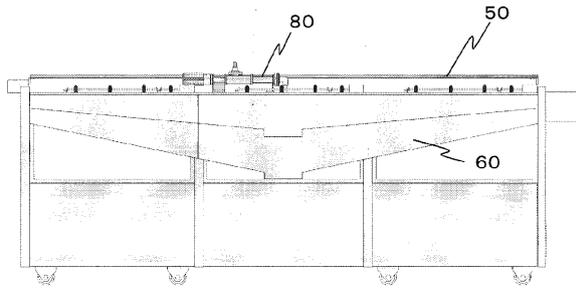
【図 3】



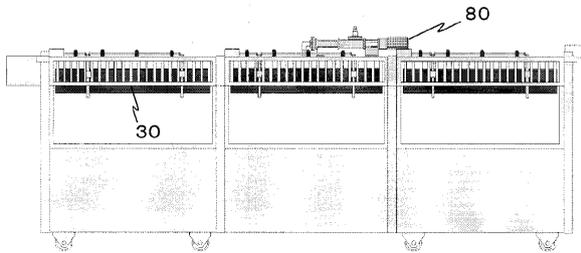
【図 4】



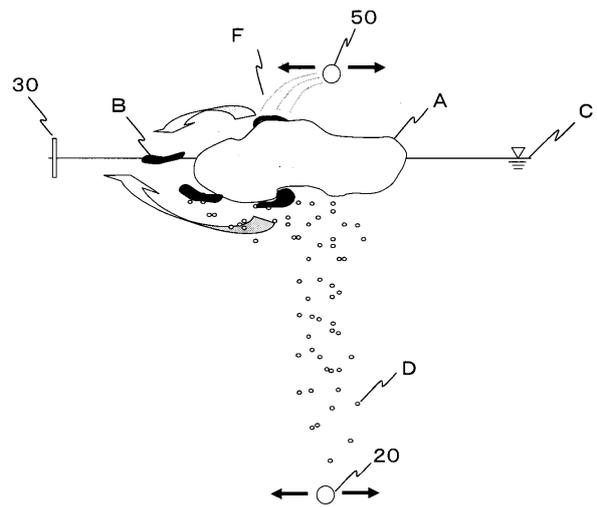
【 図 5 】



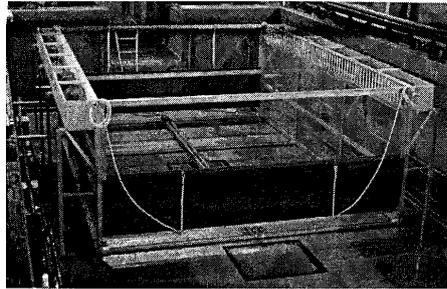
【 図 6 】



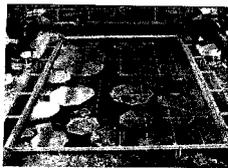
【 図 7 】



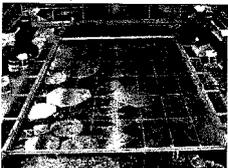
【 図 8 】



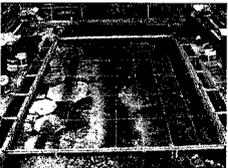
【 図 9 】



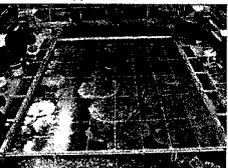
(a) 気泡発生開始前



(b) 気泡発生開始

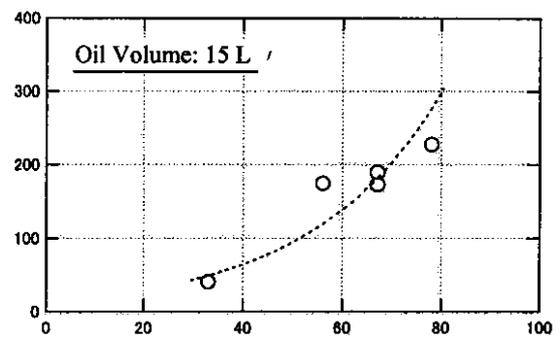


(c) 気泡管移動

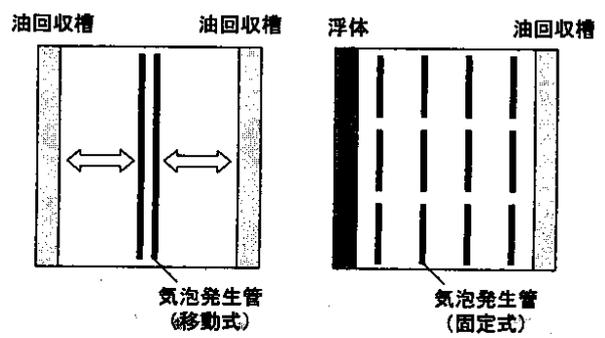


(d) 回収終了直前

【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 2 4 7 1 6 6 (J P , A)
特開平 0 9 - 1 1 8 2 9 1 (J P , A)
特開昭 5 1 - 1 1 6 0 5 2 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 2 7 9 6 5 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

E 0 2 B 1 5 / 1 0
B 6 3 B 3 5 / 3 2