

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第2部門第5区分

【発行日】令和3年12月2日(2021.12.2)

【公開番号】特開2021-79930(P2021-79930A)

【公開日】令和3年5月27日(2021.5.27)

【年通号数】公開・登録公報2021-024

【出願番号】特願2019-217469(P2019-217469)

【国際特許分類】

B 6 3 B	13/00	(2006.01)
B 6 3 B	35/32	(2006.01)
B 6 3 B	79/40	(2020.01)
G 0 8 G	3/00	(2006.01)
B 0 3 C	1/00	(2006.01)
B 0 3 C	1/247	(2006.01)

【F I】

B 6 3 B	13/00	Z
B 6 3 B	35/32	Z
B 6 3 B	79/40	
G 0 8 G	3/00	A
B 0 3 C	1/00	A
B 0 3 C	1/247	

【手続補正書】

【提出日】令和3年9月1日(2021.9.1)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

プラスチックやプランクトンを含む流体に凝集剤と磁性体とポリマーを投入して攪拌することでフロックを作る攪拌装置と、

前記フロックを含む流体の流れと逆の方向に回転させて渦を発生させることで前記フロックを付着させる表面が磁石の第1の磁気ドラム、および前記第1の磁気ドラムの後の突起部で流れ方向を変えた流体と同じ方向に回転させて前記流体で剥がされないように前記フロックを付着させる表面が磁石の第2の磁気ドラムと、

前記第1の磁気ドラムおよび前記第2の磁気ドラムに付着させた前記フロックを1つに集約して回収するためのフロック回収部を有する、

ことを特徴とする凝集磁気分離装置。

【請求項2】

プラスチックやプランクトンを含む流体に凝集剤と磁性体とポリマーを投入して攪拌することでフロックを作る攪拌装置と、

前記フロックを含む流体の流れと同じ方向に回転させて前記フロックを流す表面が非磁性の回転ドラム、および前記回転ドラムの後の突起部で流れ方向を変えた流体と逆の方向に回転させて前記フロックを付着させる表面が磁石の磁気ドラムと、

前記磁気ドラムに付着させた前記フロックを回収するためのフロック回収部を有する、

ことを特徴とする凝集磁気分離装置。

【請求項3】

スリット機構で破断されたプラスチックを含む流体がパイプから流入する凝集磁気分離装置であって、

前記スリット機構は、前記パイプに任意の角度を設けて設置された第1のスリット部、及び前記第1のスリット部の後段に前記角度と異なる角度を設けて設置された第2のスリット部を有し、

前記スリット機構は、前記第1のスリット部のスリット用板と前記第2のスリット部のスリット用板の断面が、流入方向に向かって鋭角になっている、

ことを特徴とする請求項1又は2に記載の凝集磁気分離装置。

【請求項4】

請求項1乃至3の何れか一に記載の凝集磁気分離装置を備えた、

ことを特徴とする海洋プラスチック・マイクロプラスチック及びバラスト水浄化システム。

【請求項5】

請求項4に記載の海洋プラスチック・マイクロプラスチック及びバラスト水浄化システムを搭載した、

ことを特徴とする船舶。

【請求項6】

請求項5に記載の船舶からの要求に基づき、

計画航路情報センターが、

衛星から海洋プラスチックによる汚染状況情報を収集し、

前記汚染状況情報をもとに計画航路情報の情報を生成し、

前記搭載船舶に前記計画航路情報を送信する、

ことを特徴とする船舶の運航方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】凝集磁気分離装置、その凝集磁気分離装置を備えた海洋プラスチック・マイクロプラスチック及びバラスト水浄化システム、およびそれを搭載した船舶、並びにその船舶の運航方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、流体内の浮遊物質をマグネタイト等の磁性体と一緒に凝集してフロックを作り、該フロックを効率よく流体から除去するために、流体方向とは逆の方向に回転する磁石を有する磁気ドラムに接触させる低コストかつ省スペースの凝集磁気分離装置とその凝集磁気分離装置を備えた海洋プラスチック・マイクロプラスチック及びバラスト水浄化システム、およびそれを搭載した船舶、並びにその船舶の運航方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

本技術分野の背景技術として、特許文献1から4がある。

特許文献1には、流体の流れ方向と同方向に回転する磁気ドラム方式の凝集磁気分離装置が開示されている。

特許文献2には、海洋中のプランクトン等をポンプでバラストタンクに吸入する際、スリットでプランクトンを破断させ、さらに、オゾン殺菌するバラスト水処理方法が開示されている。

特許文献3には、バラスト水処理システムにおいて、水質検査を行い、その検査結果がバラスト水の排出規制値を満足しない場合は、再度、バラスト水処理を行う方式が開示されている。

特許文献 4 には、航路選択にあたり、経済性を維持しつつ、船舶同志の見合い関係の発生を低減する計画航路の生成方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

【特許文献 1】特開 2016 - 101539

【特許文献 2】特開 2008 - 86892

【特許文献 3】特開 2015 - 51764

【特許文献 4】特開 2018 - 73074

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

海洋に廃棄されたプラスチックは、世界的な海洋汚染問題となっている。また、該プラスチックは紫外線や流体力等で細かく分解され、大きさが数十ミクロンから数 mm の大きさのマイクロプラスチックの発生原因もある。プラスチックやマイクロプラスチックは、魚等の水生生物が間違って餌として体内に取り入れられ、そのために、亡くなる海洋生物が存在することが報告されている。さらに、マイクロプラスチックには、有害な物質が付着している場合もあり、該マイクロプラスチックを内部に含む魚等を食べることで、人類の健康に対しても、甚大な影響を及ぼすことが懸念されている。そこで、海洋に浮遊するプラスチックやマイクロプラスチックを除去する方法が望まれている。

【0 0 0 5】

特許文献 1 では、原水の中の浮遊物質とマグネタイトを凝集して、フロックをつくり、該フロックを含む流体を、流体の流れと同じ方向に回転する磁気ドラムに向かって流入し、その流量を制御する堰を設けて、フロックを水中から磁気力で分離回収している。しかし、本方法では、流体の流れ方向と磁気ドラムの回転方向が同じ方向であるため、流体には粘性があるため、ドラムから流れ方向に流体は增速される。そのため、堰を乗り越えた流体は、ドラムの回転によって、加速されるため、堰の角部で剥離現象が発生して、堰の周辺のフロックにせん断力が働き、フロックを破壊しやすい。そこで、フロックの破壊を防ぐためには、ドラムの回転数やポンプの流速を低くする必要がある。また、フロックの大きさは数百ミクロンから数ミリと流体の分子、例えば、水分子に比べて、はるかに大きいため、流体抵抗が大きい。フロックを破断することなく、流れ方向と直交方向に働く磁気力でフロックを磁気ドラムに吸着させるには、フロックが磁気ドラムに近づくための任意の時間が必要である。しかし、速度は上記の理由で増加させることはできないため、流量をふやすには、流路面積を大きくしなくてはならず、磁気ドラムの径を大きくするか、磁気ドラム数を増やす必要がある。そのため、流量を増加させると、装置も大きくなってしまうという問題があった。

【0 0 0 6】

特許文献 2 では、水中のプランクトン等の水生生物を殺すために、バラスト水をポンプで吸入する際に、プランクトン等をスリットで破断して、その後、オゾン等で該プランクトンを殺菌することで、バラスト水を処理していた。しかし、この方法では、プラスチックやマイクロプラスチックによる海洋汚染を解決できないという問題があった。

【0 0 0 7】

特許文献 3 では、バラスト水浄化システムとして、水質モニターをしながら、バラスト水を凝集磁気分離で処理していた。しかし、プラスチックの除去や海洋汚染問題の解決について考慮されていなかった。

【0 0 0 8】

特許文献 4 では、特定の船舶の通過海域における海流の影響が加味された直近の複数の他の船舶の航路情報を入手して蓄積し、その航路情報によって、効率的な計画航路情報を生成していた。しかし、廃棄されたプラスチックの海洋汚染について考慮されていなかった。

【課題を解決するための手段】**【0009】**

上記の課題を解決するために、本発明である凝集磁気分離装置は、プラスチックやプランクトンを含む流体に凝集剤と磁性体とポリマーを投入して攪拌することでフロックを作る攪拌装置と、前記フロックを含む流体の流れと逆の方向に回転させて渦を発生させることで前記フロックを付着させる表面が磁石の第1の磁気ドラム、および前記第1の磁気ドラムの後の突起部で流れ方向を変えた流体と同じ方向に回転させて前記流体で剥がされないように前記フロックを付着させる表面が磁石の第2の磁気ドラムと、前記第1の磁気ドラムおよび前記第2の磁気ドラムに付着させた前記フロックを1つに集約して回収するためのフロック回収部を有する、ことを特徴とする。

【0010】

また、本発明である凝集磁気分離装置は、プラスチックやプランクトンを含む流体に凝集剤と磁性体とポリマーを投入して攪拌することでフロックを作る攪拌装置と、前記フロックを含む流体の流れと同じ方向に回転させて前記フロックを流す表面が非磁性の回転ドラム、および前記回転ドラムの後の突起部で流れ方向を変えた流体と逆の方向に回転させて前記フロックを付着させる表面が磁石の磁気ドラムと、前記磁気ドラムに付着させた前記フロックを回収するためのフロック回収部を有する、ことを特徴とする。

【0011】

前記凝集磁気分離装置は、スリット機構で破断されたプラスチックを含む流体がパイプから流入する凝集磁気分離装置であって、前記スリット機構は、前記パイプに任意の角度を設けて設置された第1のスリット部、及び前記第1のスリット部の後段に前記角度と異なる角度を設けて設置された第2のスリット部を有し、前記スリット機構は、前記第1のスリット部のスリット用板と前記第2のスリット部のスリット用板の断面が、流入方向に向かって鋭角になっている、ことを特徴とする。

【発明の効果】**【0012】**

本発明では、マグネタイトなどの磁性を有する物質と、生物プランクトンやマイクロプラスチック等の流体内に浮遊している物質を凝集したフロックを磁気力で回収する場合、フロックを破壊せずに、低コストで小型な回収装置を提供することができる。また、海洋などに浮遊するプラスチックをスリットで破壊し、回収し、スリットでは破断できないマイクロプラスチックも凝集磁気分離で回収することで、海洋汚染問題を解決できるという効果がある。また、衛星情報を活用して、プラスチックが大量に浮遊している海域に向かって航路を決め、プラスチックが大量にある海域で海洋プラスチックを回収することで、海洋汚染の除去を効率的にできる。

【図面の簡単な説明】**【0013】**

【図1】本発明の凝集磁気分離装置の磁気分離部を側面から見た構成図の一例である。

【図2】本発明の1つの流体加速ドラムと1つの磁気ドラムを用いた凝集磁気装置の分離部を側面から見た構成図の一例である。

【図3】本発明の2つの磁気ドラムを用いた凝集磁気装置の磁気分離部を側面から見た構成図の一例である。

【図4】本発明の凝集磁気分離装置のフロック回収部の一例である。

【図5】本発明の凝集磁気分離装置の構成図の一例である。

【図6】本発明の海を漂うプラスチックを破壊するスリット機構の一例である。

【図7】本発明の海を漂うプラスチックを破壊するスリット機構のスリットの一例である。

【図8】本発明の海洋プラスチックの回収システムの一例である。

【図9】本発明の海海洋プラスチック・マイクロプラスチック及びバラスト水浄化システムの一例である。

【図10】本発明の海洋プラスチック・マイクロプラスチック及びバラスト水浄化システ

ムを搭載した船舶の運航方法の一例である。

【図11】本発明の凝集磁気分離装置の磁気分離部を側面から見た構成図の一例である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の実施形態について以下図面を参照して説明する。

【実施例1】

【0015】

図1は、本発明の凝集磁気分離装置の磁気分離部の実施例を示す。磁石をドラムの表面付近に配置した磁気ドラム1と、図示してはいないが、凝集部からの流れ8aにのって、マグネタイト等の磁性を有する物質を含有しているフロック4が、前記磁気ドラム1に向かって重力方向99の反対方向である上昇方向に流れてくる。流れ8aの中の流速分布3aは、ほぼ中央がもっとも流速が早く、壁面の流速が遅い。したがって、フロックは、ベルヌーイの法則（Bernoulli's equation）に従い、流速の早い流れ、圧力の低いところに集まつてくる。前記磁気ドラム1の前の流体の突起部5aからの剥離が起きないようにするため、任意の曲率を有する突起部5aで流れの方向をほぼ180度前後変化させる。その際、突起部5aは、流路の一方の壁面を形成する壁面6aの最大高より低いため、突起部5aの近傍の流れは、曲率を有する壁面6bに沿って流れる。フロック4は上昇して、前記突起部5aの流れで液体の表面に近いながらにのったフロック4aになり、前記磁気ドラム1に向かって流れる。前記磁気ドラム1の回転方向は、流体の流れ3bと逆方向であるため、細かい渦10を作り、該渦10により、流体の速度が打ち消しあい、フロック4aは、ほぼ流速がゼロで、水面表面に浮いた状態になる。その水面のフロック4aは、磁気ドラム1の磁石の磁気力に吸引され、磁気力で磁気ドラム1に近づき、磁気力で磁気ドラム1に吸着される。水面のフロック4aが磁気力で磁気ドラム1に吸着しながら、水面から引き上げられる際に、フロックに働く力は、表面張力と磁気力である。表面張力は、弱い力であるため、フロック4aは破断されない。磁気ドラム1は、流れ3bとは逆の方向2に回転することで、ドラム上のフロック4bは、水中からすぐに分離される。そのため、磁気ドラム1がフロック4aを磁気分離するのに必要な磁気ドラム1の面積は少ない。したがって、フロック4aが流体抵抗に逆らって、磁気力で磁気ドラム1に付着するまでの移動時間を考慮する必要がないため、磁気ドラム1は小型化が可能である。フロック4bは磁気ドラム1の回転で移動して、スクレーパ9に衝突する。磁気ドラム1上のフロック4cは、磁気ドラム1に圧接したスクレーパ9と、回転方向2とは逆方向の回転方向7aで回転するブラシローラ7によって、磁気ドラム1から剥離される。スクレーパ9は、高い位置から低い位置に斜めに支持させているため、磁気ドラム1からスクレーパ9上に移動したフロック4dは、重力でスクレーパ9上を移動し、フロック4dは、重力により、フロック4eのように、自由落下することでフロックは回収される。また、流体中からフロックを除去された処理水は流れ3bに示すように磁気ドラム1と壁面6bで形成される流路を流れ、突起部5bで流れの方向を180度前後変化させられ、処理水は、自由落下し、流速分布3cで流れ8bで排出される。また、フロック4eは、流れ8cで排出される。なお、突起部5bと磁気ドラム1の間の流速もゼロに近く、遅いため、突起部5a近傍で除去できなかったフロック4があつても、上記突起部5bの近傍で、磁気ドラム1に付着して、処理水から除去される。

【0016】

図2は、本発明の流体に流速を与える回転ドラム11aと一つの磁気ドラム11bを用いた凝集磁気装置の分離部の実施例を示す。非磁性の回転ドラム11aは、フロック14を含む流れ18aと同じ方向の回転方向12aで回転する。回転数は、少なくとも周速が流速の平均速度以上になるような回転数で回転する。クエット流れ（Couette Flow）のように、表面の流速を強制的に早くすることで、流速が最も高い流域を回転ドラム11aの近傍に近づける効果がある。流速が高いところ、つまり圧力が低いところにフロックが集まり、後段に配置され、フロックが逆方向に回転する磁気ドラム11bに向かう流れにのる確率を高めることが目的である。図示されてはいないが、凝集部からフロックを含む流

体が重力方向 9 9 とは逆の方向 1 8 a で回転ドラム 1 1 a に向かって流れてくる。流体内の速度分布 1 3 a のように、ほぼ流路の中央がもっとも流速が早いため、フロック 1 4 は中央に集まる。任意の曲率を有する突起部 1 5 a で流れの方向が 1 8 0 度前後、変化させられる。突起部 1 5 a の近傍 1 3 b では、回転ドラム 1 1 a の回転力が流れを增速させるため、フロックを含む流れは、回転ドラム 1 1 a の周辺で滞留することなく、壁面 1 6 a に向かって流れしていく。回転ドラム 1 1 a と壁面 1 6 a で形成される流路の流れ 1 3 b では、回転ドラム 1 1 a の周速があるために、回転ドラム 1 1 a が回転しない場合に比べ、流速の高い位置が回転ドラム 1 1 a に近い。そのため、曲率を有する突起物 1 5 b の近傍の流れ 1 3 d では、外周に近い位置が最も高い流速となり、フロック 1 4 c は流速の高い位置に集まるので、磁気ドラム 1 1 b に向かう。磁気ドラム 1 1 b の周辺では、渦 2 0 b によって、流速が減速して、ほぼゼロとなる滞留する流域があるため、フロック 1 4 b は、回転方向 1 2 b で回転する磁気ドラム 1 1 b に吸着して、磁気ドラム 1 1 b の回転とともに、移動して、斜めに配置されたスクレーパ 1 9 と回転方向 1 2 b とは逆方向の回転方向 1 7 b で回転するブラシローラ 1 7 a によって、磁気ドラム 1 1 b から離される。スクレーパ 9 は、高い位置から低い位置に斜めに支持させているため、磁気ドラム 1 1 b からスクレーパ 1 9 上に移動したフロックは、重力でスクレーパ 1 9 上を移動し、フロックは、重力により、フロック 1 4 e のように、自由落下することでフロック回収される。また、フロックが除去された処理水は磁気ドラム 1 1 b の周辺を流れ、突起部 1 5 c で流れの方向を 1 8 0 度前後、変化させられ、重力により、流速分布 1 3 e で流れ 1 8 b で排出される。また、フロック 1 4 e は、流れ 1 8 c で排出される。

【0 0 1 7】

図 3 は、本発明の 2 つの磁気ドラムを用いた凝集磁気装置の磁気分離部の実施例を示す。本発明は、フロックを含む流れと逆の方向の回転方向 2 2 a で回転する第 1 の磁気ドラム 2 1 a とが同方向 2 2 b に回転する第 2 の磁気ドラム 2 1 b が前後に配置されている。図示されてはいないが、流体内の浮遊物質をマグネタイト等の磁性を有する物質と一緒に凝集して、フロックを作る凝集部からフロックを含む流体が重力方向 9 9 とは反対方向の流れ 2 8 a に乗り、突起部 2 5 a を超えて、第 1 の磁気ドラム 2 1 a に向かって流れてくる。流れ 2 8 a では、ほぼ中央がもっとも流速が早く、流路の壁面 2 6 c の近傍の流速が遅い。したがって、フロックは、ベルヌーイの法則 (Bernoulli's equation) に従い、流速の早い流れ、圧力の低いところに集まつてくるため、流速分布 2 3 a のような分布になる。前記第 1 の磁気ドラム 2 1 a の前の突起部 5 a からの剥離が起きないようにするために、任意の曲率を有する突起部 5 a で流れの方向をほぼ 1 8 0 度前後変化させる。流体内の流速の分布は、速度分布 2 3 a のように、ほぼ流路の中央がもっとも早いため、フロック 2 4 は中央に集まる。任意の曲率を有する突起部 2 5 a で流れの方向が 1 8 0 度前後、大きく変わる際、外周が最も早い流れとなるため、フロック 2 4 は、外周である水面近傍の流れに乗ったフロック 2 4 a に移動して、磁気ドラム 2 1 a に向かう流れに乗って、フロック 2 4 a は磁気ドラム 2 1 a に向かう。さらに、表面の磁石の磁気力で吸引され、磁気ドラム 2 1 a に吸着される。磁気ドラム 2 1 a の表面に磁気力で吸着されたフロック 2 4 b は、回転方向 2 2 a で回転する磁気ドラム 2 1 a に付着して、該磁気ドラム 2 1 a に圧接されたスクレーパ 2 9 a とブラシ 2 7 a で該磁気ドラム 2 1 a から分離させられ、該スクレーパ 2 9 a 上を移動して、フロック 2 4 c はフロック回収部 3 0 に回収される。磁気ドラム 2 1 a と曲率を持った壁面 2 6 aとの間の流路を流れる流体と、速度方向が逆であるため、流体内には渦が発生する。該渦により、フロックが磁気ドラムに吸着する。ただ、この場合、磁気ドラム 2 1 a の回転速度は、渦がフロックを破壊しないような低速である必要あり、これは、フロックの凝集状態を見て制御する。流体は、任意の曲率を有する突起部 2 5 b で流れ方向を大きく変えられ、その結果。磁気ドラム 2 1 b に向かってフロックが進み、磁気力で磁気ドラム 2 1 b にフロック 2 4 d が付着する。流体と磁気ドラム 2 1 b の流れ方向は、同じ方向のため、流体からせん断等の力は加わらないので、磁気ドラム 2 1 b の表面のフロック 2 4 d が流体ではがされることはない。磁気ドラム 2 1 b は、回転方向 2 2 b で回転して、圧接しているスクレーパ 2 9 b とブラシ 2 7 b で磁気ド

ラム 21b 上のフロック 24d は、かき取られ、フロック 24c に示すように、フロック回収部 30 に回収される。本発明では、フロックの回収部 30 は 1 つに集約できるため、低コスト化が可能となる。

なお、磁気ドラム 21b に代わりに、図 8 で示すような、フィルタ分離を用いるでもよい。バラスト水浄化装置の除去基準を満たすために、フィルタのメッシュを 47 ミクロン以下にすることで同じ効果が達成できる。

【0018】

図 4 は、本発明の凝集磁気分離装置のフロック回収部の実施例を示す。

磁気ドラム 31 と、圧接されたスクレーパ 37 と、磁気ドラム 31 の表面に磁気力で吸着されたフロックを引きはがすためのブラシローラ 36 が、回収部 34 によって、主に構成されている。前記磁気ドラム 31 から前記ブラシローラ 36 によって、前記スクレーパ 37 の上に移動させられたフロックは、重力でさらに移動して、フロック回収部 34 に回収される。前記フロック回収部 34 は、斜めに配置されているため、フロックは重力で移動して、前記フロック回収部 34 の端部から排出される。

なお、フロック回収部 34 は、フロックを回収するために、半円筒形をしているが、凹型や逆三角形の断面でも構わない。

【0019】

図 5 に、本発明の凝集磁気分離装置の構成図の実施例を示す。

流体 59 が、凝集磁気分離装置 55 に流入し、凝集剤貯留槽 40 から適量の凝集剤と、マグネタイト溶液貯留槽 41 から適量のマグネタイトが投入され、急速攪拌装置 42 内の攪拌部 43 で攪拌され、マイクロフロックを作る。無機凝集剤とマグネタイトの投入順番は自由で、同時に投入してもよい。その後、ポリマーなどの有機凝集剤 46 を投入して、緩速攪拌装置 44 内の攪拌部 45 で攪拌され、数百ミクロンから数ミリの大きさのフロックを作る。フロックは、分離部に入り、非磁性の回転ドラム 49 の回転力で增速されたフロックを含む流体は磁気ドラム 50 に向かう。該磁気ドラム 50 の表面に圧接しているスクレーパ 52 とブラシローラ 51 で付着しているフロックは表面からかき取られる。流体 59 内のプランクトンやマイクロフロックは凝集され、フロックになり、前記磁気ドラム 50 で流体から除去される。

なお、分離部は、前記図 3 に示す分離部でも構わない。

【0020】

図 6 に、本発明の海を漂うプラスチックを破壊するスリット機構の実施例を示す。

海を漂うプラスチックをバラスト水と一緒にバラストポンプで取り込む際、取り込みパイプ 60 に海水 63 を、図示してはいないが、バラストポンプで吸入する。第 1 のスリット部 61は、吸入する流体に対して、任意の角度 611 を設けて設置されている。その後段に第 2 のスリット部 62が、吸入する流体に対して、前記角度 611 とは、異なる任意の角度 622 を設けて設置されている。海水 63 を吸入する方向からみて、該角度 611 は鋭角となり、該角度 622 の補角が鈍角の関係であるのは、該スリット 61 と該スリット 62 の間で、漂流するプラスチックが詰まることを防止するためであり、せん断力が働くように、流入方向に任意の角度で配置している。

【0021】

図 7 に、本発明の海を漂うプラスチックを破壊するスリット機構のスリット部の実施例を示す。バラスト水吸入および排出パイプ 60 に対して、図 6 に示すスリット部 61は、スリット用板 61a、61b、61cで、構成されている。また、図 6 に示すスリット部 62は、スリット用板 62a、62b、62cで構成されている。スリット用板 61a、61b、61c、62a、62b、62cの断面は、流入方向に向かって鋭角の形状 61x、65x となっている。これは、流入してくるプラスチックを破断するために鋭角になっている。

スリット 61a、61b、61c、62a、62b、62c の間隔 65a、65b、65c、65d は、等間隔である。ただし、中央の流れが最大の流れであることを考慮して、間隔 65a と 65d は、間隔 65b、65c より広くてもかまわない。これにより、プ

ラスチックごみがスリットでつまる確率を低減する効果がある。

【0022】

図8に、本発明の破壊されたプラスチックの回収機構の実施例を示す。前述のスリット機構で破断されたプラスチック77を含む海水等の流体73がパイプ72から流入する。任意のメッシュサイズのフィルタで作られるエンドレスベルトフィルタ70が、ローラ71aとローラ71bの間を連続的に回転し、そのローラ71aとローラ71bの間を破断されたプラスチックを含む流体73が通過する際に、エンドレスベルトフィルタ70が、破断されたプラスチック77を保持し、移動させ、該エンドレスベルトフィルタ70に圧接しているスクレーパ75で分離させられ、フロック回収槽76に入れられる。また、破断されたプラスチック77を除去された流体73は、パイプ74に流入する。流体73は、マイクロプラスチックやプランクトン等の微細の浮遊物を含んでおり、該流体73は、前述の凝集磁気分離装置55に送られ、流体59として、凝集磁気分離される。また、本回収機構を前記磁気分離機構の後段に設置して、磁気分離できない物体をフィルタで除去する場合もある。

【0023】

図9に、本発明の海洋プラスチック・マイクロプラスチック及びバラスト水浄化システムの実施例を示す。海洋プラスチック・マイクロプラスチック及びバラスト水浄化システム100は、船舶内に搭載され、プラスチックを破断するためのスリット機構部101と、海水または淡水を給水及び排水するポンプ102と、破断されたプラスチックなどの数十mm以上の大きな浮遊物を回収する回収機構部103と、回収された浮遊物を一時的に保存する回収槽104と、マイクロプラスチックやプランクトンなどの数十mm未満の微小な浮遊物を回収するための凝集磁気分離機構105と、マイクロプラスチックなどを含むフロックを除去して一時的に保存する回収槽106と、制御機構108からなっている。凝集磁気分離装105は、セラミックフィルタ等のフィルタとオゾンや紫外線を組み合わせた機構であってもかまわない。処理水は、バラストタンク107に一時的に搭載される。

【0024】

図10に、本発明の海洋プラスチック・マイクロプラスチック及びバラスト水浄化システムを搭載した船舶の航路の決定方法の実施例を示す。計画航路情報センター210では、海域交通情報取得手段202と、海洋プラスチック情報収集手段203と、地理的情報収集手段204と、計画航路生成手段295と、計画航路要求受信手段201と計画航路提供206から成っている。海域交通情報取得手段202では、図示してはいないが、基地局から集められた船舶自動識別装置の情報を収集する。海洋プラスチック情報収集手段203では、衛星200によって収集された海域における海洋プラスチックによる汚染状況の情報を収集する。地理的情報取得手段202では、計画航路要求信号に含まれる自船の位置、目的港、及び両者間の海域の地理的情報を取得する。計画航路生成手段205では、上記の域交通情報取得手段202と、海洋プラスチック等海洋汚染情報収集手段203と、地理的情報収集手段204で収集された情報をもとに、計画航路を生成する。この計画航路を生成する際、バラスト水の搭載の有無、バラスト水の搭載量、海洋プラスチック等海洋汚染除去作業を行うことができるか否か、海洋プラスチック除去作業の緊急性を考慮した計画航路を生成する。船舶220には、計画航路要求送信手段221と計画航路受信手段222を有し、その結果を反映する操舵手段223を有する。海洋プラスチック等海洋汚染除去作業海洋汚染除去作業を行った結果（除去した海域、除去した海洋プラスチック等海洋汚染物質の量等）を計画航路情報センター210に送信する。該計画航路情報センターは、本情報を国際海事機関（IMO）等の公的機関や環境保護団体に送信する。国際海事機関などの国際機関や環境保護団体では、本情報を公開するとともに、海洋汚染対策の戦略策定を行う。その結果、さらなる除去が必要な場合は、該海域付近を航行予定の船舶に海洋汚染対策への協力を願いとする。

また、回収した海洋プラスチック等の海洋汚染物質は、産業廃棄物として寄港地の政府、自治体が買い取ることで、該海洋プラスチック・マイクロプラスチック及びバラスト水

浄化システムを搭載する船舶は、石油などの有価物の運搬以外に海洋掃除作業という仕事を受持つ。

【0025】

図11は、本発明の凝集磁気分離装置の磁気分離部の実施例を示す。磁石を表面付近に配置した磁気ドラム301と、図示してはいないが、凝集部からの流れ308aにのって、マグネタイト等の磁性を有する物質を含有しているフロック304が前記磁気ドラム301に向かって重力方向99とは反対方向に流れてくる。流れ308aの中の流速分布303aは、ほぼ中央がもっとも流速が早く、壁面306aと壁面306bで作る流路の壁面の流速が遅い。したがって、フロックは、ベルヌーイの法則に(Bernoulli's equation)に従い、流速の早い中央の流れにフロックが集まっている。前記磁気ドラム301の前で流体の中央部を流れるフロック304を水面に移動させるために、任意の曲率を有する突起部305aで流れの方向をほぼ180度前後変化させ、その後段で任意の曲率を有する凹部305bに沿って流れる。この凹部305bは、突起部305cと滝つぼのような構造となり、渦310aを作る。この渦310aによって、フロック304bの大きさが流体分子に比べ、大きいため生じる流体抵抗により、流体の表面である水面に浮く。そのフロックは、前記磁気ドラム301に向かって流れる。前記磁気ドラム301の回転方向は、流体の流れ303bと逆であるため、渦310bを作り、該渦310bにより、流体の速度が打ち消しあい、フロック4aの流速は低くなる。流速の低いフロック304aは、磁気ドラム1の磁石の磁気力に吸引され、磁気力で磁気ドラム301に近づき、磁気力で気吸着する。フロック304aに働く抵抗は、表面張力が主であるため、フロック304aは破断されにくい。磁気ドラム301は、流れ303bとは逆の方向に回転302することで、ドラム上のフロック304bは、水中からすぐに分離される。そのため、磁気ドラム301がフロック304aを磁気分離するのに必要な磁気ドラム301の接触面積は、流体の表面である水面上下数mmと少なくてよい。その理由、フロック304が付着すると、磁気ドラム301が回転して、フロックが付着していない新たな面ができるため、磁気力でフロックを付着するために、必要な磁気ドラム310のフロックとの実際の接触面積は少ない。磁気ドラム1は流体抵抗による破断の心配はなく、特許文献1に示すような、フロックが流体抵抗に逆らって、磁気力で磁気ドラム1に付着するまでの移動時間を考慮する必要がないため、磁気ドラム301の小型化が可能である。磁気ドラム301上のフロック304cは、磁気ドラム301に圧接したスクレーパ309と、回転方向302とは逆方向の回転方向307aで回転するブラシローラ307によって、磁気ドラム301から離され、フロック304bはスクレーパ309上に移動する。フロック304bは、重力により、フロック304dのように、自由落下することでフロック回収される。また、フロックが除去された処理水は流れ303bに示すように磁気ドラム301に沿って流れ、突起部305cで流れの方向を180度前後、変化させられる。処理水は、流速分布303cで流れ308bで排出される。また、フロック4cは、流れ308cで排出される。

【産業上の利用可能性】

【0026】

船舶のバラスト水によって、もともとその海域に存在しなかった生物種が、既存生物種にとってかわるという生態系の破壊を防止するために、国際海事機構（IMO）において、船舶のバラスト水及び沈殿物の規制及び管理のための条約（以下、条約という）が制定された。しかし、プラスチックやマイクロプラスチックによる海洋汚染問題が発生した。バラスト水処理方式は、紫外線、オゾン、次亜塩素酸などによる殺菌方式が主流であるが、バラスト水中の水生生物を死滅させても、上記プラスチックやマイクロプラスチックによる海洋汚染問題は解決できない。

海洋プラスチックを回収する船を作っても、大型のプラスチックを回収できても、マイクロプラスチックを回収することは困難である。

本発明は、バラスト水による生態系破壊問題とプラスチックやマイクロプラスチックによる海洋汚染問題を同時に解決する方法を提供する。

【符号の説明】

【0 0 2 7】

- 1、11b、22a、22b、31、50、301 磁気ドラム
 2、12a、12b、22a、22b、78、302 回転方向
 3a、3c、13a、13b、23a、23b、303a、303b 流速分布
 3b 流れ方向
 4、14、304 フロック
 4a、14a、14c、24a、304a 磁気ドラムに向かって流れるフロック
 4b、14d、24b、24d、304c 磁気ドラムに付着したフロック
 4c、14e、14f、24c 回収されたフロック
 5a、5b、15a、15b、15c、25a、25b、25c 突起部
 6a、6b、16a、16b、26a、26b、26c、306a、306b 壁面
 7、17a、17d、27a、27b、51、307 ブラシローラ
 7a、17b、17c ブラシローラの回転方向
 8a、18a、28a フロックを含む流体の流れの方向
 8b、18b、28b 処理された流体の流れの方向
 8c、18c、18d 回収されたフロックを流れの方向
 9、19a、19b、29a、29b、37、52 スクレーパ
 11a、49 回転ドラム
 34 フロック回収部
 40 凝集剤貯留槽
 41 マグネタイト貯留槽
 42 緩速攪拌装置
 44 急速攪拌装置
 43、45 攪拌器
 46 ポリマー貯留槽
 59、63、73 流体
 60、72、74 パイプ
61、62 スリット部
 61a、61b、61c、62a、62b、62c スリット用板
 61x、65x スリットの断面
 65a、65b、65c、65d スリットの間隔
 70 エンドレスベルトフィルタ
 71a、71b ローラ
 76 フロック回収槽
 100 海洋プラスチック・マイクロプラスチック及びバラスト水浄化システム
 101 フィルタ機構
 102 ポンプ
 103 回収機構部
 104、106 回収槽
 105 凝集磁気分離機構
 107 バラストタンク
 108 制御部
 200 衛星
 210 計画航路情報センター
 201 計画航路要求受信手段
 202 海域交通情報収集手段
 203 海洋プラスチック等海洋汚染情報収集手段
 204 地理的情報収集手段
 205 計画航路生成手段

2 0 6 計画航路提供手段

2 1 0 船舶

2 2 1 計画航路要求送信手段

2 2 2 計画航路受信手段

2 2 3 操舵手段

3 0 5 b 凹部

【手続補正3】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図3】

