

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5811162号  
(P5811162)

(45) 発行日 平成27年11月11日(2015.11.11)

(24) 登録日 平成27年10月2日(2015.10.2)

(51) Int.Cl.	F 1
BO 1 D 29/07 (2006.01)	BO 1 D 29/06 510 F
BO 1 D 29/62 (2006.01)	BO 1 D 29/38 580 A
BO 1 D 33/06 (2006.01)	BO 1 D 33/06 A
CO 2 F 1/32 (2006.01)	CO 2 F 1/32
CO 2 F 1/46 (2006.01)	CO 2 F 1/46 Z

請求項の数 7 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2013-254004 (P2013-254004)
(22) 出願日	平成25年12月9日 (2013.12.9)
(65) 公開番号	特開2015-112505 (P2015-112505A)
(43) 公開日	平成27年6月22日 (2015.6.22)
審査請求日	平成27年6月12日 (2015.6.12)

## 早期審査対象出願

(73) 特許権者	000002130 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(74) 代理人	100116366 弁理士 二島 英明
(74) 代理人	100139387 弁理士 森田 剛史
(74) 代理人	100144691 弁理士 小副川 みさ子
(74) 代理人	100146802 弁理士 戸谷 昌弘
(74) 代理人	100157794 弁理士 萩野 誠司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】プリーツフィルター、それを用いたバラスト水処理装置およびバラスト水の処理方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

フィルター基材が山部と谷部を繰り返すように折り目を有し、前記折り目の稜線方向を軸方向とする筒形状をなすプリーツフィルターであって、前記筒形状の内側から見た谷部に平板状の補強板を備え、前記筒形状の上底部および下底部にはそれぞれの開口部に固定部材が設けられ、前記固定部材によって、前記フィルター基材および前記補強板が固定されており、隣り合う前記谷部に設けられた前記補強板同士は、前記固定部材以外においては連結されていないことにより、前記補強板は前記折り目の筒形状周方向の変形に伴って湾曲可能に設けられており、

前記補強板は、前記筒形状の外周側凸部をなす折り目の裏側に位置する第一補強板と、前記筒形状の内周側凸部をなす隣り合う折り目の間隙部に位置する第二補強板とから構成され、前記プリーツフィルターのプリーツ深さ方向において前記第一補強板と前記第二補強板とが離隔を持って配置されているプリーツフィルター。

## 【請求項 2】

前記第一補強板と前記第二補強板は連結部を備えた一体成形体である、請求項 1 に記載のプリーツフィルター。

## 【請求項 3】

前記第一補強板と前記第二補強板がそれぞれの上端部および下端部に連結部を備えた一体成形体であり、全体として矩形枠状体である、請求項 1 または請求項 2 に記載のプリー

ツフィルター。

【請求項 4】

前記第一補強板および／または前記第二補強板は、表面から裏面に貫通する多数の孔を有する平板状基材で形成されている、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のプリーツフィルター。

【請求項 5】

前記第一補強板および前記第二補強板はポリプロピレン、ポリエチレン、ポリアミド、ポリエステル、塩化ビニルからなる群から選択されるいずれかの樹脂により形成されている、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載のプリーツフィルター。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の円筒状のプリーツフィルターを濾過膜として用いたバラスト水処理装置であり、

前記プリーツフィルターは円筒上面と円筒底面をそれぞれ水密に封止し、かつ円筒軸を中心回転可能に保持され、

前記プリーツフィルターの外周面に向けて被処理水を流出する被処理水ノズルと、

前記プリーツフィルターを囲むように設けられ前記被処理水ノズルのノズル口を内部に備えた外筒部を有するケースと、

前記プリーツフィルターを透過した濾過水を前記プリーツフィルターの円筒内部から前記ケースの外部へ導出する濾過水流路と、

前記プリーツフィルターで濾過されなかった排出水を前記ケースの外部へ排出する排出水流路とを備えたバラスト水処理装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のバラスト水処理装置を船体内に搭載し、船体外部から取得した海水を被処理水として用い、前記バラスト水処理装置により処理された濾過水にさらに殺滅処理を加えた後に、バラスト水として船体内に貯留するバラスト水の処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、主に液体の濾過に用いられるプリーツフィルターの構造に関するものであり、特に、船舶に貯留されるバラスト水の処理システムに用いられ大量の水の濾過に用いられるプリーツフィルターおよびそれを用いた装置に関する。

【背景技術】

【0002】

気体や液体から混入物としての固体を分離除去する目的では多種多様なフィルターが用いられており、フィルターをプリーツ形状とすることにより濾過面積を大きくしたプリーツフィルターも主に空気清浄機等の気体用途で用いられている。また、特許文献 1 には、工作機械の切削液からスラッジを除去するためのフィルター装置として、円筒形状に形成されたプリーツフィルターを用いた例が示されている。この装置では、円筒形状フィルターを回転させながら、フィルター外面に向かって液体を噴出させることで、フィルターの洗浄効果の高いフィルター装置を提供できるとされている。

【0003】

一方、近年、船舶に積載するバラスト水の処理が問題となっている。バラスト水は空荷状態でも安全に航行するために船舶に積載される海水であり、バラスト水を浄化処理して微生物を除去あるいは死滅、不活性化する方法が種々検討されている。比較的大きな微生物の除去の目的で濾過を用いる方法も検討されており、たとえば特許文献 2 には本願出願人による濾過膜を用いたバラスト水の処理装置が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2008 - 93783 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献 2】特許第 4 8 3 5 7 8 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

海水淡水化やバラスト水などの汽水・海水利用、あるいは下水、生活排水、工業排水など水処理に際しては、水中の異物やゴミ、微生物を除去処理する前濾過処理が必要となる。本願発明者らは、このような濾過へのプリーツフィルターの適用を検討している。ここでは大量の水をできるだけ短時間で濾過する必要があるが、大規模・高流量の運転は概して早期の目詰まりによる処理量や濾過機能の低下を招きやすいことが技術的な問題となっている。

10

【0006】

特許文献 2 に開示されている装置は、円筒状フィルターを筒状容器に内蔵し、円筒状フィルターの外側から内部に流入する液体を濾液として回収する濾過装置である。濾過対象液を筒状容器の側面に設けたノズルからフィルター濾過面の一部に噴出することでフィルター表面に堆積した濾過物を洗浄して透過流束を回復させると共に、洗い流した濾過物を濾過前室から排液することで、安定した濾過状態を連続して継続させている。このようなシステムが安定に連続濾過を維持するのに重要なのは、フィルター濾過面への濾過対象液の噴出による洗浄効果である。経時的にフィルターの洗浄部位を変えてフィルター全体を洗浄していくことを効率的かつ効果的に行うために、円筒状フィルターを濾過中にモーター駆動等で回転させて、噴出ノズルからの噴出が当たる場所を連続的かつ周期的に変えている。この回転洗浄を確実に行って高い濾過流量を安定に保つためには、ノズルからの濾過対象液の噴出をある程度以上の高い流量レベルで維持する必要があるが、発明者らの検討ではこのような高流量の噴出を受けた結果、円筒状フィルターは経時に劣化して、破断が生じ、濾過対象液の一部がフィルターを通らずに濾液に直接混入してしまう可能性があることが判明した。

20

そこで、本発明は、使用による劣化や破断を防止し、長期間安定して使用することが可能なプリーツフィルター、およびそれを用いた濾過装置としてのバラスト水処理装置および処理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】

【0007】

30

本願発明者らは、フィルターの劣化について鋭意検討の結果、高流量の噴出を受けたフィルターの、プリーツの山および谷に当たる折り曲げ部分に破断が発生しやすいことを確認し、次の構成に至った。

【0008】

すなわち、フィルター基材が山部と谷部を繰り返すように折り目を有し、前記折り目の稜線方向を軸方向とする筒形状をなすプリーツフィルターであって、前記筒形状の内側から見た谷部に補強板を備え、前記補強板は、前記筒形状の外周側凸部をなす折り目の裏側に位置する第一補強板と、前記筒形状の内周側凸部をなす隣り合う折り目の間隙部に位置する第二補強板とから構成され、前記プリーツフィルターのプリーツ深さ方向において前記第一補強板と前記第二補強板とが離隔を持って配置されているプリーツフィルターである。

40

【0009】

また、本願は上記プリーツフィルターを濾過膜として用いたバラスト水処理装置であり、前記プリーツフィルターは円筒上面と円筒底面をそれぞれ水密に封止し、かつ円筒軸を中心に回転可能に保持され、前記プリーツフィルターの外周面に向けて被処理水を流出する被処理水ノズルと、前記プリーツフィルターを囲むように設けられ前記被処理水ノズルのノズル口を内部に備えた外筒部を有するケースと、前記プリーツフィルターを透過した濾過水を前記プリーツフィルターの円筒内部から前記ケースの外部へ導出する濾過水流路と、

前記プリーツフィルターで濾過されなかった排出水を前記ケースの外部へ排出する排出流

50

路とを備えたバラスト水処理装置を含む。

【0010】

さらに、当該バラスト水処理装置を船体内に搭載し、船体外部から取得した海水を被処理水として用い、前記バラスト水処理装置により処理された濾過水にさらに殺滅処理を加えた後に、バラスト水として船体内に貯留するバラスト水の処理方法である。

【発明の効果】

【0011】

上記によれば、使用による破断を防止し、長期間安定して使用することに寄与するプリーツフィルター、およびそれを用いたバラスト水処理装置、バラスト水の処理方法を提供することが可能となる。

10

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】第一補強板および第二補強板を有するプリーツフィルターの代表的構成例を説明する斜視模式図である。

【図2】図1のプリーツフィルターの一部を拡大して説明する上面模式図である。

【図3】図1のプリーツフィルターを内周側から見た部分拡大模式図である。

【図4】プリーツフィルターの一部であって、被処理水との関係を説明するための拡大模式図である。

【図5】(A)はプリーツフィルターを側面から見た一部を示す図、(B)は(A)のプリーツフィルターに破断が生じる状態の一態様を説明する図である。

20

【図6】本発明の実施態様としての第一補強板および第二補強板を備えたプリーツフィルターの一部断面を拡大した模式図である。

【図7】別な態様としての補強板を備えたプリーツフィルターの一部断面を拡大した模式図である。

【図8】プリーツフィルターに被処理水が流れ込む状態を説明する図であり、補強板を有さない場合の状態を説明する模式図である。

【図9】プリーツフィルターに被処理水が流れ込む状態を説明する図であり、1枚の補強板を有する場合の状態を説明する模式図である。

【図10】図9よりも間隔が密に詰まったプリーツフィルターに被処理水が流れ込む状態を説明する図であり、1枚の補強板を有する場合の状態を説明する模式図である。

30

【図11】図10と同様のプリーツフィルターに被処理水が流れ込む状態を説明する図であり、第一補強板と第二補強板の2枚の補強板を有する場合の状態を説明する模式図である。

【図12】補強板の一例としてのメッシュ板の構造を説明する斜視図である。

【図13】本発明の実施態様としての連結部を有する補強板の構造例を説明する模式図である。

【図14】本発明の実施態様としての連結部を有する補強板の別な構造例を説明する模式図である。

【図15】本発明の実施態様としての連結部を有する補強板の別な構造例を説明する模式図である。

40

【図16】(A)は、本発明の実施態様であるバラスト水処理装置の一例を示す図であり、軸線を含む垂直断面の構成を示す断面模式図である。(B)は(A)における水平A-A断面の構成を模式的に示す図である。

【図17】本発明の実施態様であるバラスト水処理装置を用いたバラスト水処理システムの全体構成例を説明するブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

[本願発明の態様の説明]

以下、本願発明の態様について列記して説明する。本願の一つの態様は、フィルター基材が山部と谷部を繰り返すように折り目を有し、前記折り目の稜線方向を軸方向とする簡

50

形状をなすプリーツフィルターであって、前記筒形状の内側から見た谷部に補強板を備え、前記補強板は、前記筒形状の外周側凸部をなす折り目の裏側に位置する第一補強板と、前記筒形状の内周側凸部をなす隣り合う折り目の間隙部に位置する第二補強板とから構成され、前記プリーツフィルターのプリーツ深さ方向において前記第一補強板と前記第二補強板とが離隔を持って配置されているプリーツフィルターである。このような構造により、使用による破断を効果的に防止し、長期間安定して使用することが可能となる。

#### 【0014】

本願発明者らは、筒形状の内側から見た谷部に補強板を備えたプリーツフィルターを開発し、破断防止に効果があることを検証している。ここで、プリーツフィルターのプリーツ間隔を密に構成した場合、補強板の存在によってプリーツ間の空隙が極めて狭くなり、濾過可能な容量が減少する場合があるとの考えに至った。そこで、効果的に破断を防止しつつ、濾過容量を大きく確保するために適した構造として上記構成に想到したものである。補強板を、筒形状の外周側凸部をなす折り目の裏側に位置する第一補強板と、筒形状の内周側凸部をなす隣り合う折り目の間隙部に位置する第二補強板とに分けて構成し、プリーツフィルターのプリーツ深さ方向において第一補強板と第二補強板とが離隔を持って配置する。これによりプリーツ間に十分な空間を保ちつつ、破断の生じやすい部分のみを効果的に補強することが可能である。

10

#### 【0015】

筒状のプリーツフィルターは、その上下開口部を塞ぐように設けられる枠体により固定される。プリーツ形状および筒形状を保持しつつ上下開口部を密閉するためである。第一補強板と第二補強板はそれぞれが、プリーツフィルターのフィルター基材と共にこの枠体に固定される。破断防止の機能としては、第一補強板と第二補強板は別体として、それぞれが枠体に固定されれば良い。さらに、プリーツフィルターの組み立ての容易さ、特に補強板の位置決め、正確な配置を考慮すると、第一補強板と第二補強板は連結部を備えた一体成形体とするのが好ましい。

20

#### 【0016】

連結部の形状や配置は問わないが、第一補強板と第二補強板の間に離隔と空間を確保する構造であることが好ましい。例えば、両補強板を棒状あるいは板状の連結部材で接続する構成が良い。連結部材は1本を両補強板の端部や中央部に設けると最も簡便である。または複数本で両補強板を連結するようにすると構造として強固になり、組み立て等に便利である。中でも好ましい態様は、矩形の枠状体である。すなわち、第一補強板と第二補強板がそれぞれの上端部および下端部に連結部を備えた一体成形体であって、全体として矩形をなすとよい。この形状は、中央部の空間を広く確保でき、かつ両補強板が強固に連結される点で好ましい。この形状で最も簡便な態様は、第一補強板と第二補強板および上下2カ所の連結部が全体として一体の矩形枠状体であって、一枚の板の中央部を開口とする矩形板状体である。製造および取扱いの容易さからコスト削減等の観点で好ましい。

30

#### 【0017】

これらの補強板の一方または両方は、表面から裏面に貫通する多数の孔を有する平板状基材、つまり多孔質の板材を用いることが好ましい。特に多孔質の板材としては網目状板材を用いることが簡便である。補強板はフィルターの折れ曲がり変形を防止する強度を持った部材であれば良い。同時にフィルターのプリーツが被処理水の圧力によって広がることを過度に妨げないことを考慮必要である。さらに、濾過液の流れを良くし、かつフィルター全体の軽量化をも考慮することが好ましい。最も簡便な構造は、網目状板材の中央部を除去した形状の矩形板状体である。一体成形が容易であって低コストでの補強が実現しやすい。

40

#### 【0018】

孔の大きさは0.5~8mm程度（網目の場合としてピッチが1~10mm）が濾過液の透過と板強度のバランスの点で好ましく用いられ、より好ましくは3~5mm（網目の場合としてピッチが3~5mm）である。板厚はプリーツのピッチ（隣接する谷部どうしの間隔）と所望の強度とを考慮して選択される。0.3~2mmが好ましく用いられ、よ

50

り好ましくは0.5~1,5mmである。

【0019】

これらの補強板の材質は、ポリプロピレン、ポリエチレン（特に復元力の点で中～低密度ポリエチレン）、ナイロン等のポリアミド系樹脂、ポリエチレンテレフタレート等のポリエステル樹脂、塩化ビニルからなる群から選択されるいずれかの樹脂により形成されていると良い。製造上の扱いやすさ、軽量化、コスト等の面で必要な強度を持った樹脂部材が好ましく用いられる。特に好ましくは適度な強度と復元力を備えている点でポリプロピレンである。金属系やガラス・セラミックなど非金属系の材料には強度の面で樹脂を凌ぐ性能を持つものもある。しかし、本実施の形態において変形に対する復元力も求められる。そのため、金属ならバネ材や焼き入れ処理などが必要となるが、網構造への加工や海水による腐蝕性をも総合的に勘案すると、上述の樹脂材料が適している。 10

【0020】

また本願では、上述のプリーツフィルターを濾過膜として用いたバラスト水処理装置を開示する。すなわち、円筒状のプリーツフィルターを濾過膜として用いたバラスト水処理装置であり、前記プリーツフィルターは円筒上面と円筒底面をそれぞれ水密に封止し、かつ円筒軸を中心に回転可能に保持され、前記プリーツフィルターの外周面に向けて被処理水を流出する被処理水ノズルと、前記プリーツフィルターを囲むように設けられ前記被処理水ノズルのノズル口を内部に備えた外筒部を有するケースと、前記プリーツフィルターを透過した濾過水を前記プリーツフィルターの円筒内部から前記ケースの外部へ導出する濾過水流路と、前記プリーツフィルターで濾過されなかった排出水を前記ケースの外部へ排出する排出流路とを備えたバラスト水処理装置である。 20

【0021】

このような構造の装置においては、円筒形状プリーツフィルターの円筒外部のノズル口から被処理水がプリーツフィルターの外側面に向かって噴出するため、プリーツの一部に被処理水の圧力が集中する。すると、プリーツが開く方向に圧力が加わり、上述の通り谷部と山部のそれぞれでフィルターが破断する可能性が高くなる。そこで、上述の補強板による破断防止構造を採用することにより、濾過不良の発生抑止、プリーツフィルターの長寿命化による装置の長期運転、運用コストの低減等の効果が期待できる。

【0022】

また上述のプリーツフィルターを濾過に用いた方法として、上記のバラスト水処理装置を船体内に搭載し、船体外部から取得した海水を被処理水として用い、前記バラスト水処理装置により処理された濾過水にさらに殺滅処理を加えた後に、バラスト水として船体内に貯留するバラスト水の処理方法とすると良い。 30

【0023】

このような装置を用い、あるいは方法を用いることにより、従来にも増してフィルターの破断が抑制され、濾過不良を起こすこと無く長期間安定して使用することが可能となる。よって、メンテナンスの人的コストおよび交換材料としてのコストを抑制することができ、バラスト水自体の製造を一層容易にすることが可能である。

【0024】

【本願発明の実施形態の詳細】

本発明の実施形態としてのプリーツフィルターおよびバラスト水の処理装置の構成を、以下に図面を参照しつつ説明する。なお、本発明はこれらの例示に限定されるものではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。 40

【0025】

（プリーツフィルターの構成）

対象とするプリーツフィルターの代表的構造例を図1に模式的に示す。図1のプリーツフィルター10は、板状のフィルター基材11を山谷交互に繰り返し折りたたむことでプリーツ形状を形成し、さらにその両端部を接続して全体を円筒状にしたものである。実際の使用時には円筒の上面および下面を別な部材にて塞ぐと共に形状を固定する。円筒フィ 50

ルターの外部から内部に向けて濾過を行う。本願の以下の説明においては、円筒内部側に突き出た折り目である図のV部を内周側凸部あるいは内端部と呼び、円筒外部側に突き出た折り目である図のM部を外周側凸部あるいは外端部と呼ぶ。円筒の内側から見た谷部は、V部とV部の間でM部の裏側の空間を表すことになる。なお、図1はプリーツ形状を模式的に表しているものであって、実際の折り目は図のような理想的な鋭角にはならない。また、濾過面積を広くするために、実際の折り目は隣り合う基材の面が触れ合う程に密に構成される場合が多い。その点については後述する。

#### 【0026】

図1に示されるように、プリーツフィルターは、機能として2つに分かれた補強板2を備える。外端部の裏側に配置される補強板を第一補強板21、隣り合う内端部の間隙に配置される補強板を第二補強板22と呼ぶ。好ましくは、図1に示されるように、全ての谷部に補強板を有する。図2は、図1のプリーツフィルターの一部断面を上面側から見た模式図である。プリーツフィルターのプリーツ深さ方向において第一補強板21と第二補強板22とが離隔を持って配置されている。図3は、同じく図1のプリーツフィルターを円筒内周側から見た一部を模式的に示す図である。ただし、図1に加えて、固定部材(蓋となる枠体)12、13の配置を示している。このように第二補強板22が、内端部(V部)の間に配置され、上側の固定部材12と下側の固定部材13によって、フィルター基材11と共に固定される。固定部材12、13は円筒の上下に配置される円盤状、あるいは円環状の部材であり、フィルター基材11と補強板2の形状を固定しつつその固定部分の水密を保つ部材である。好ましくは、フィルター基材11と補強板2の上端部および下端部をそれぞれ接着剤かつ封止材としての樹脂で固定すると良い。

#### 【0027】

フィルターの基材には多孔質樹脂シートが用いられる。材質として例えば、ポリエステル、ナイロン、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリウレタン、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)、ポリフッ化ビニリデン(PVdF)等からなる延伸多孔質体、相分離多孔体、不織布等の多孔質構造物が利用される。高流量処理を行う目的においては、ポリエチレンテレフタレートなどのポリエステルからなる不織布が特に好適に用いられる。

#### 【0028】

図1の形状のプリーツフィルター10の円筒外周側から被濾過液を供給し、円筒内部側に濾過する構成を想定する。図4は、その場合にフィルター基材11に加わる力を説明する図である。補強板は記載していない。図4において、5本並んだ矢印は被処理液が外端部M側から供給される方向を示している。フィルター基材11にはプリーツが開く方向に圧力Pが加わる。さらに、被処理液の流量や圧力の変動により、加わる圧力Pは変動し、構成によっては振動や繰り返し曲げとしてフィルター基材11に作用する。

#### 【0029】

図5(A)および図5(B)は、上述の圧力Pによりプリーツフィルターに生じる破損の一形態を示すものである。図5(A)は破損が生じる前の状態、図5(B)は破損時の状態を模式的に示している。フィルターの上下は形状固定と密封のために固定されている。そこで、図4のように外端部を開く方向に圧力が繰り返し加わることで、図5(B)に示す方向にフィルター中央部付近D部が折れ曲がる。これにより、フィルター基材11にD部において割れや破れが生じて濾過機能が損なわれる場合がある。特に、濾過対象液が水等の液体の場合は、空気等の気体の場合に比べてフィルターが受ける圧力が大きく、フィルターが折れ曲がる部にて破断しやすい。

#### 【0030】

フィルター中央部が図5(B)のような方向に開く(曲がる)ことは、プリーツの奥まで被処理液が供給され、その流れによってフィルター表面が洗浄されやすくなる点では効果的である。しかし折れ曲がりによって破れ等が生じることは防止しなければならない。そこで、筒形状の内側から見た谷部に補強板を備えることで、フィルター基材を補強し、上記の折れ曲がりを抑制することが可能となる。補強板はフィルターの折れ曲がり変形を防止する強度を持った部材であれば良く、さらにはフィルターのプリーツが被処理水の圧

10

20

30

40

50

力によって広がることを過度に妨げないことが好ましい。すなわち、図5(B)に示すように鈍角(「く」の字状)に折れ曲がることは防止するものの、緩やかなカーブで湾曲して、被処理水による圧力から開放された時に元の形状に戻る復元力を持つことが好ましい。

#### 【0031】

このようなフィルター基材の破断はフィルターの内端部においても発生する。補強板により大きく改善されるものの、さらなる改善が求められる。本願発明者らは、破断にはフィルターの動きが大きく関係していることに着目し、その動きを制限する手段として、さらにフィルターの折り目形状に着目して、プリーツを密に構成する発想に至った。すなわち、プリーツの円筒内周側を出来るだけ密に構成することで、変形を抑制する効果が期待できる。

10

#### 【0032】

なお、以上の説明に用いた図では、説明のためにフィルター形状をフィルター基材が理想的な鋭角に折りたたまれた状態として図に描いている。実際のプリーツフィルターの形状は基材を理想的に鋭角に折りたたむことは出来ない。図6はプリーツフィルターの一部断面を拡大した模式図であり、実際の状態を解りやすく説明するために誇張して記載したものである。フィルター基材11が内端部Vおよび外端部Mの双方において、曲げ半径が約ゼロの鋭角ではなく、丸みを帯びた折り目になっている。また、それに伴いフィルター濾過面としての平面部分は必ずしも直線にはならない。第一補強板21および第二補強板22は、密に折りたたまれたプリーツの間隙に配置されている。図7は、比較のために、1枚の補強板を各プリーツ間隔に配置した場合を説明する図である。フィルター基材11によるプリーツの各谷部に補強板2が配置されている。

20

#### 【0033】

図8から図11を用いて、補強板を第一補強板と第二補強板とした場合の作用について説明する。図8から図11はそれぞれ、フィルター基材11が折りたたまれた円筒状プリーツフィルターの水平断面の一部分を拡大している。被処理水がプリーツの一部に順に位置をずらしながら流れ込む状態をシミュレーションしたものである。被処理水は外部のノズルから図の矢印の方向に塊Wとして流れ込み、プリーツを開くように押し広げてプリーツの間に入り込む。

30

#### 【0034】

図8は、補強板を有さないプリーツフィルターに被処理水が流れ込む状態を説明する図である。プリーツの山谷の長さ(プリーツ深さ)は70mm、内周側でのプリーツ間隔を2.8mmとした。このとき、外周側ではプリーツが大きく押し広げられる。押し広げられ、元に戻る動作が繰り返されることによって、折り目の破損が生じやすい。さらに内周側でもプリーツの折り目は広がっており、この繰り返しによって内周側の破損も生じやすくなる。

#### 【0035】

図9は、プリーツの各谷間に、谷深さ全長に亘る各1枚の補強板2を備えた場合の例である。プリーツの山谷の長さ(プリーツ深さ)は70mm、内周側でのプリーツ間隔を4.0mm、補強板の厚さを1.7mmとした。このように補強板を備えることによって、プリーツの変形が抑制され、特に図5(B)で説明されるような折れ曲がりが抑制され、破損が生じにくくなる。しかし、この構成においてもプリーツ間隔の変動は依然大きく、外周側および内周側において繰り返しによる破損が生じやすい。

40

#### 【0036】

図10は、図9と同様の構成であるが、内周側でのプリーツ間隔を3.3mm、補強板の厚さを1.7mmとした場合である。内周側を非常に密に構成した点が図9と異なる。このようにすると、内周側のプリーツ間隔の変動が大きく抑制される。よって、特に内周側の破損が生じにくくなる。ところが、このような構成においては、内周側が密に構成できるのみならず、補強板によって、全てのプリーツ間隔が狭くなってしまう。つまり、プリーツ間隔に被処理水が存在できる空間が極めて狭くなり、濾過容量が減少する。さら

50

に被処理水の出入りによるフィルター基材表面の洗浄効果が得られにくくなり、フィルターの目詰まりが生じやすくなることが分かった。

【0037】

図11は、本発明の実施態様として、補強板を第一補強板21と第二補強板22に分けて構成した例である。補強板の厚さは1.7mm、幅はそれぞれ20mmである。外周部裏側の第一補強板21によって、外周部側の補強がなされる。内周側の第二補強板22によって、内周側は密に構成され、プリーツ間隔の変動が抑制されて、破断が抑制される。さらに、プリーツ間隔において補強板の無い空間を広く確保することができるため、濾過容量の減少を抑制出来るのみならず、洗浄効果の低下をも防止できる。このため、目詰まり無く、かつ破損を生じること無く、長時間の濾過運転を継続することが可能となる。

10

【0038】

(補強板)

補強板2(または第一補強板21, 第二補強板22)として用いられる代表例として、図12に網目状の板を示す。図12は樹脂製の網目板の一例である。補強板は、単純な板材であっても補強の効果は得られる。しかし、板状体の一方から他方面に貫通する多数の孔を備えるものとすることが好ましい。濾過液の流れを妨げ難いからである。さらに、図12の凹凸を有する網目板のように、多孔と共に面に凹凸を備えることで、補強板とフィルター基材との密着を防ぐこともできる。多孔質の板材としては、網目状の板材の他、板材に多数の孔を開けたパンチング材や、三次元網目状の連通孔を有する板材などを用いることが出来る。

20

【0039】

図13から図15は、第一補強板21と第二補強板22を連結部23で連結した構造の例を示すものであり、補強板を平面視した正面図を模式的に示す。連結部の形状や配置は問わないが、第一補強板と第二補強板の間に離隔と空間を確保する構造であることが好ましい。図13および図14は、両補強板を棒状の連結部材で接続した構成例であり、図13は、第一補強板21と第二補強板22の上下端にそれぞれ連結部23を1本、合計2本備える例である。図14は連結部23を1本として補強板の中央付近に配置した例である。このように、両補強板の配置を固定する機能を備えており、かつ両補強板の間に十分な空間を有するものであれば、連結部23の本数と配置は限定されない。図15は、簡便に連結部を備えた補強板を構成することができる例として矩形の枠状体とした例である。一枚の板状素材の中央を矩形に除去して、あるいは枠状の成形枠を用いて成形することにより、第一補強板21、第二補強板22、連結部23を一体に形成することができる。

30

【0040】

(濾過装置)

上述のプリーツフィルターを用いた濾過装置の好ましい適用例として、バラスト水処理装置の構成を図面を参照して説明する。図16(A)および図16(B)は本発明の実施態様としての船舶用のバラスト水処理装置の一例を示す図である。図16(A)は軸線を含む垂直断面の構成、図16(B)は図16(A)における水平A-A断面の構成をそれぞれ模式的に示す図である。円筒形状のプリーツフィルター101は回転中心となる軸線を囲むように配置されており、中心に配置された中心配管140(配管は回転しない)の周囲を回転自在になるよう取り付けられている。プリーツフィルターの上下面は水密に塞がれている。回転自在な取り付け構造は、同じく水密構造とする必要があるが、特に限定されることなく既知の構造が用いられる。フィルター全体を覆うようにケース103が設けられる。ケース103は外筒部131、蓋部132、底部133で構成され、底部133には排出流路108が設けられる。ケース103内に被処理水としての海水を導入するため被処理水流路106と被処理水ノズル102が設けられる。被処理水ノズル102は、そのノズル口121をケース103の外筒部131内に備えるように被処理水流路106から延設され、被処理水がプリーツフィルターの外周面に向かって流出するように構成されている。また、プリーツフィルターの回転のためにモーター190がプリーツフィルターの中心軸に備えられている。モーター190はモーターカバー191で覆われて収納

40

50

され、駆動制御部（図示せず）からの電力により駆動される。

【0041】

本例の場合、被処理水ノズルから噴出した被処理水はプリーツフィルターのプリーツ外周面に当たり、その圧力によってプリーツフィルターの洗浄効果が得られる。濾過されない被処理水および、ケース内に沈殿した濁質分は、ケース底部の排出流路から順次排出される。このように濁質分や残った被処理水が連続的に常に排出されつつ濾過が進行される点もこの装置の特徴であり、バラスト水に求められる10～20ton/時間やさらには100ton/時間を超える処理量を確保するために効果がある。なお、図では排出流路にバルブなどを記載していないが、保守用や流量調節用に必要な機器が設けられる。プリーツフィルター101により濾過された濾過水はフィルター内部にて中心配管140に設けられた取水穴141を通して濾過水流路107に導かれ、ケース外部に流出される。

【0042】

被処理水ノズル102はノズル口121が矩形開口であるとよい。被処理水ノズルから大量の水がプリーツフィルター面に噴出されることにより、プリーツフィルターの折り目が開閉する方向の振動が生じることで、折り目に裂け等の孔が開きやすくなる。本例では補強板を備えたプリーツフィルターとした場合を例示しており、破断が効果的に抑止でき、装置のより長期安定的な運転が可能となる。ここで、プリーツフィルター101はフィルター基材111、第一補強板112、第二補強板113を備える。

【0043】

（船舶用バラスト水処理システム）

20

図17は、上述したバラスト水処理装置を濾過装置として用いた船舶用バラスト水処理システムの全体構成を模式的に示した説明図である。図17において、海洋から取水された海水である被処理水は配管31を経てポンプ41により送られ、配管32を通じて濾過手段である濾過装置42に供給される。濾過装置42において濾過された濾過水は配管33を経て紫外線照射装置や電解装置などの殺滅装置43（必須ではない。）に送られる。また、濾過装置42において濾過されなかった排出水は、配管35を経て装置外部へ導出される。殺滅処理を経た海水は、配管34、配管36を経てタンク44に送られる。

【0044】

（実験例1）

補強板による効果を確認するため、図16（A）、図16（B）に示すバラスト水処理装置を用いて、濾過をおこなった。装置の大きさは100ton/時間の処理を行う装置として、プリーツフィルターの外径は700mm、軸方向有効長200mm、プリーツ深さ70mm、プリーツ数460折である。

30

使用した材料は次の通りである。

フィルター基材：ポリエチレンテレフタレート製不織布（商品名：東レ製 アクスターG2260-1S BK0）

第一補強板および第二補強板：

有効長さ200mm×幅10mm

ポリプロピレン製網目板（商品名：タキロン製 トリカルネットSN-598）

網目ピッチ 4.8mm×4.8mm

40

厚さ公称値 1.5mm（縦糸1.5mm、横糸1.2mm）

第一補強板と第二補強板の間隔：50mm

【0045】

被処理水としての海水として、佐賀県伊万里市において採取した標準的な海水（塩分濃度2～4%、濁度1～1000NTU（Nephelometric Turbidity Units））を用いた。濾過運転の初期差圧は約5kPa、フィルターの回転数は95rpmとした。フィルター内外の差圧を常時測定し、濾過運転を初めてから差圧が2kPa上昇した時点を目詰まり発生とみなして、目詰まり発生までの累積運転時間を測定した。また、濾過された海水に含まれるLサイズプランクトンを監視し、プランクトン漏れの検出時点をフィルター破損とみなして、破損までの累積運転時間を測定した。本実験

50

例においては、70時間経過後において、目詰まりの発生はなく、破損も生じなかった。

【0046】

(実験例2)

補強板として各プリーツ間に1枚の補強板を用いた以外は実験例1と同様である。第一補強板と第二補強板を連続して繋いだ大きさの1枚の補強板であり、有効長さ200mm、幅70mmである。大きさ以外の補強板の材料は実験例1と同じである。実験例1と同様の装置、条件にて実験を行った結果、20時間で目詰まりの発生を確認した。70時間経過後において破損は生じなかった。

【0047】

(実験例3)

補強板を使用せずに、他の構成は実験例1と同様の実験を行った。70時間経過後において目詰まりは発生しなかったが、50時間経過後に破損を確認した。

【産業上の利用可能性】

【0048】

本発明のプリーツフィルターは破断による性能低下を起こさず耐久性にも優れているため、海水淡水化やバラスト水などの汽水・海水利用、あるいは下水、生活排水、工業排水など水処理に際して、水中の異物やゴミ、微生物を除去処理する前濾過処理に好適に利用できる。また、高濁質・高SSの水処理や濃縮処理にも優れているため、食品分野などの有価物回収分野にも応用が可能である。

【符号の説明】

【0049】

2 補強板

2 1、1 1 2 第一補強板

2 2、1 1 3 第二補強板

2 3 連結部

1 0、1 0 1 プリーツフィルター

1 1、1 1 1 フィルター基材

1 2、1 3 固定部材

4 1 ポンプ

4 2 濾過装置

4 3 殺滅装置

4 4 タンク

3 1、3 2、3 3、3 4、3 5、3 6 配管

1 0 2 被処理水ノズル

1 0 3 ケース

1 0 6 被処理水流路

1 0 7 濾過水流路

1 0 8 排出流路

1 2 1 ノズル口

1 3 1 外筒部

1 3 2 蓋部

1 3 3 底部

1 4 0 中心配管

1 4 1 取水穴

1 9 0 モーター

1 9 1 モーターカバー

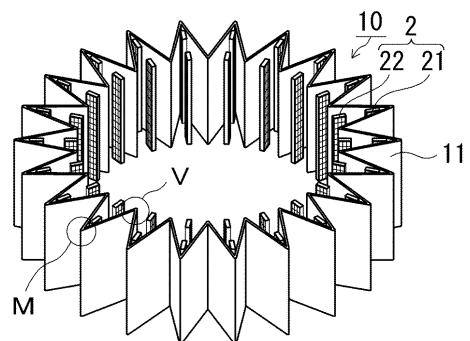
10

20

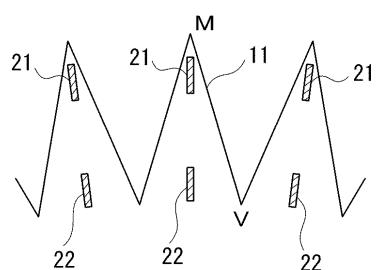
30

40

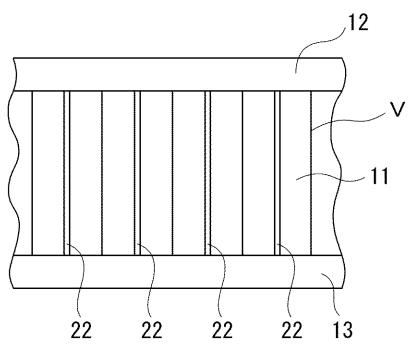
【図1】



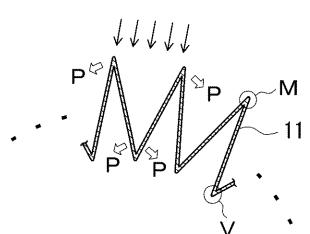
【図2】



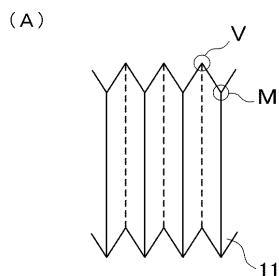
【図3】



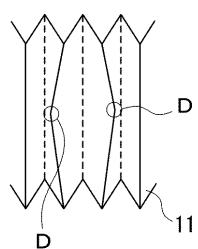
【図4】



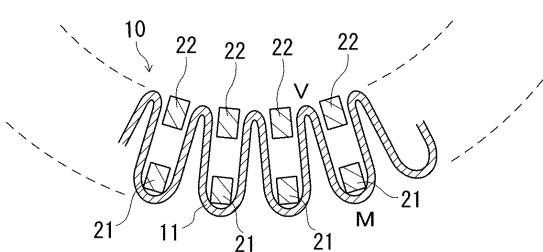
【図5】



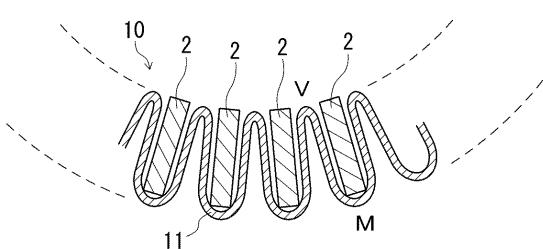
(B)



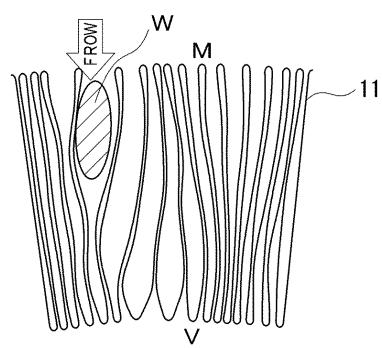
【図6】



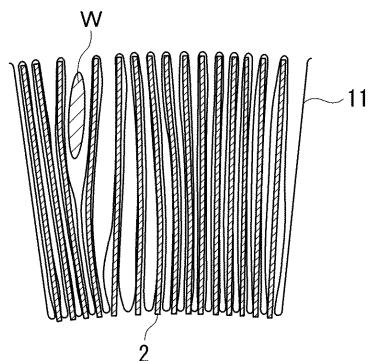
【図7】



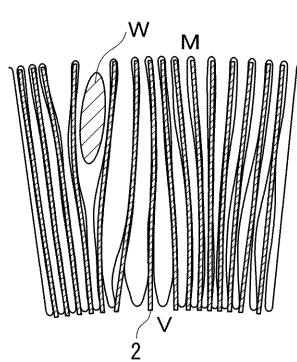
【図 8】



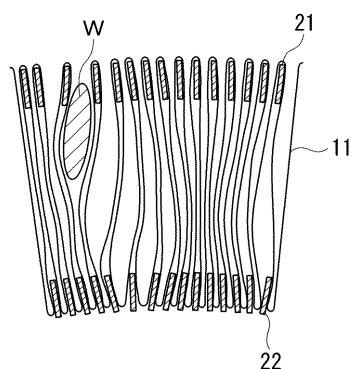
【図 10】



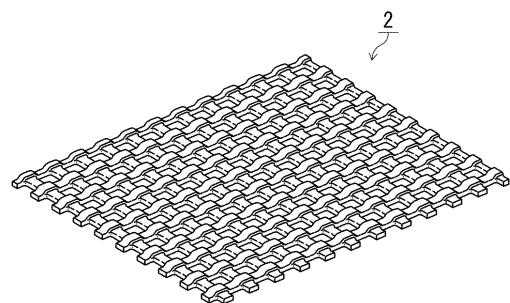
【図 9】



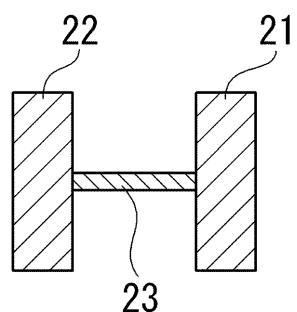
【図 11】



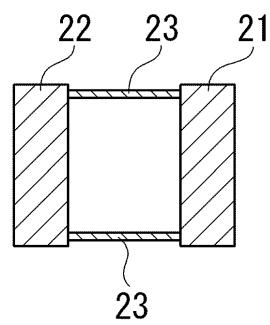
【図 12】



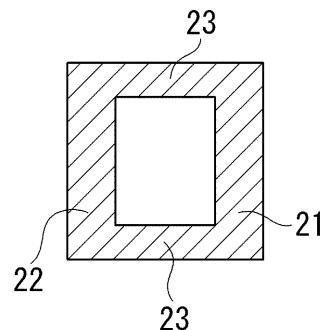
【図 14】



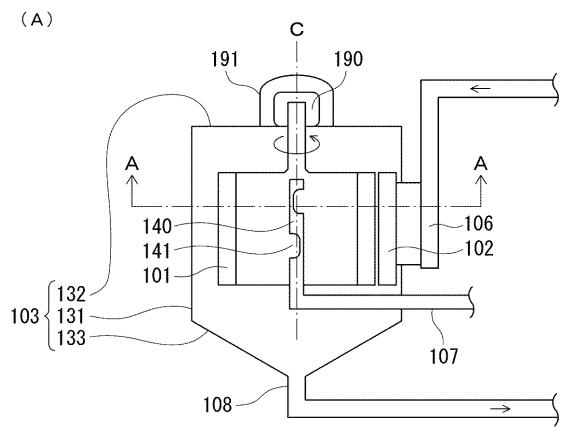
【図 13】



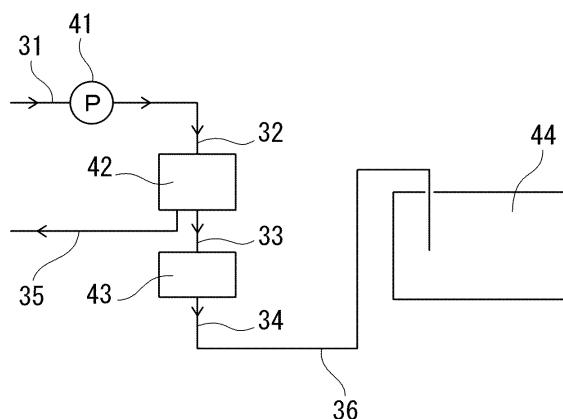
【図 15】



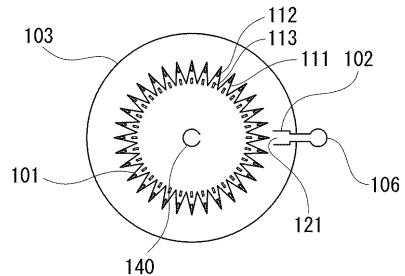
【図16】



【図17】



(B)



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
B 6 3 B 13/00 (2006.01) B 6 3 B 13/00 Z

(72)発明者 金澤 進一  
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内  
(72)発明者 矢萩 聰  
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

審査官 中村 泰三

(56)参考文献 特開昭54-123783 (JP, A)  
米国特許第03486626 (US, A)  
米国特許第04324571 (US, A)  
特開2011-189237 (JP, A)  
特開2012-245428 (JP, A)  
特開昭56-158116 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B 01 D 29/07-62, 33/06-13  
B 6 3 B 13 / 00  
C 02 F 1 / 32  
C 02 F 1 / 46