(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
2016 年 11 月 3 日(03.11.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/174880 A1

(51) 国際特許分類:
B01D 33/06 (2006.01) *C02F 1/32* (2006.01)
B01D 39/16 (2006.01) *C02F 1/46* (2006.01)
B63B 13/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/050650

(22) 国際出願日: 2016 年 1 月 12 日(12.01.2016)

(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 2015-092497 2015 年 4 月 30 日(30.04.2015) JP

(71) 出願人: 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒 5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 金澤 進一 (KANAZAWA, Shinichi); 〒 5540024 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 Osaka (JP). 矢萩 聡 (YAHAGI, Satoshi); 〒 5540024 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 Osaka (JP).

(74) 代理人: 中田 元己, 外 (NAKATA, Motomi et al.); 〒 5540024 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内 Osaka (JP).

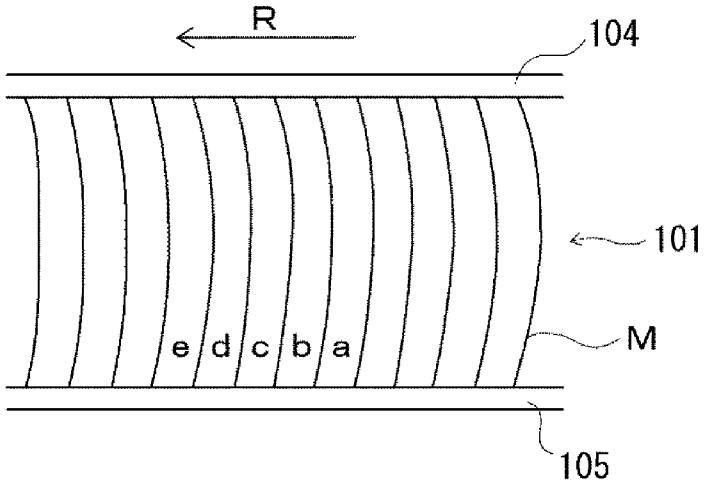
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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).

[続葉有]

(54) **Title**: FILTRATION DEVICE, PLEATED FILTER, AND BALLAST WATER TREATMENT METHOD

(54) 発明の名称 : 濾過装置、プリーツフィルターおよびバラスト水の処理方法



(57) **Abstract**: A filter device is provided with a cylindrically shaped pleated filter wherein the filter base material has folds that repeatedly form peaks and valleys, said peaks being positioned on the outside in the radial direction with the ridge line direction of the folds as the axial direction. The filter device is also provided with: a nozzle for water to be treated, out of which water to be treated flows toward the outer peripheral surface of the pleated filter; a case provided so as to surround the pleated filter, and having an outer cylindrical part with the mouth of the nozzle for water to be treated provided internally; a filtered water flow path for leading filtered water that has passed through the pleated filter from inside the cylinder of the pleated filter to the outside of the case; and an elimination flow path for eliminating waste water that has not passed through the pleated filter to the outside of the case. The pleated filter is configured so as to rotate in one direction centered on the axis, and the ridge lines of the plurality of peaks of the pleated filter are curved in a shape expanding in the direction opposite to the direction of rotation.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/174880 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

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して前記山部が半径方向外側に位置する円筒形状としたプリーツフィルターを備え、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ロ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濾過装置であって、前記プリーツフィルターは前記軸を中心に一の方向に回転するように構成されており、前記プリーツフィルターの複数の山部の稜線が前記回転方向とは逆方向に膨らむ形状に湾曲している濾過装置とした。

明　細　書

発明の名称 ：

濾過装置、プリーツフィルターおよびバラスト水の処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、プリーツフィルターを用いた濾過装置の構造、およびそれを用いたバラスト水の処理方法に関する。

背景技術

[0002] 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。バラスト水は船舶が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１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。

[0003] 上記のバラスト水処理装置に用いられる濾過膜として、出願人らは円筒形状のプリーツフィルターを検討している。ここで、プリーツフィルターの破断を抑止して長期間使用する手段として、プリーツフィルターに補強板を備える構造を特許文献２に開示している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第４８３５７８５号公報

特許文献2：特開２０１４－１８８４８４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献２に開示されている装置は、円筒状のプリーツフィルターを筒状容器に内蔵し、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る。この洗浄を効率的かつ効果的に行うために、円筒状のプリーツフィルターを濾過中にモーター駆動等で回転させている。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。しかし、このような高流量の濾過対象液の噴出により、プリーツの開閉が繰り返される結果、フィルターは経時的に劣化して、破損が生じ、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。

そこで、本発明は、使用による劣化や破損を防止し、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

[0006] 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、高流量の濾過対象液の噴出を受けたフィルターにおいて、特有の破損形態が生じることを突き止め、それを防止する手段として次の構成を見いだした。

[0007] すなわち、本願発明の実施形態としての濾過装置は、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して前記山部が半径方向外側に位置する円筒形状としたプリーツフィルターを備え、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ロ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濾過装置で

あって、前記プリーツフィルターは前記軸を中心に一の方向に回転するように構成されており、前記プリーツフィルターの複数の山部の稜線が前記回転方向とは逆方向に膨らむ形状に湾曲している濾過装置、である。

発明の効果

[0008] 上記によれば、使用による破損を防止し、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濾過装置を提供することが可能となり、当該濾過装置をバラスト水処理装置として用いたバラスト水処理方法が提供できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]プリーツフィルターの基本構成を説明する斜視模式図である。

[図2]本発明の実施態様である濾過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。

[図3]図２の濾過装置における水平Ａ－Ａ断面の構成を模式的に示す図である。

[図4]プリーツフィルターの側面の一部を拡大した模式図であり、プリーツが右に湾曲している状態を示す図である。

[図5]プリーツフィルターの側面の一部を拡大した模式図であり、プリーツが左に湾曲している状態を示す図である。

[図6]プリーツの湾曲の度合いを説明する図である。

[図7]図３に示されるプリーツフィルターと被処理水ノズルとの位置関係を示す拡大模式図である。

[図8]図７において被処理水の噴出によりプリーツが開く状態を説明する図である。

[図9]図７の状態を側面から見た状態を説明する図である。

[図10]図４のプリーツフィルターが被処理水により開いた状態を説明する模式図である。

[図11]図５のプリーツフィルターが被処理水により開いた状態を説明する模式図である。

[図12]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。

符号の説明

[0010] １０、１０１　プリーツフィルター

１１　フィルター基材

４１　ポンプ

４２　濾過装置

４３　殺滅装置

４４　タンク

３１、３２、３３、３４、３５　配管

１０２　被処理水ノズル

１０３　ケース

１０４、１０５　蓋部材

１０６　被処理水流路

１０７　濾過水流路

１０８　排出流路

１２１　ノズル口

１３１　外筒部

１３２　蓋部

１３３　底部

１４０　中心配管

１４１　取水穴

１９０　モーター

発明を実施するための形態

[0011] ［本願発明の態様の説明］

以下、本願発明の実施形態としてのプリーツフィルターおよびそれを濾過膜として用いた濾過装置の構成を、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。

[0012] 本願に開示される一つの態様は、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して前記山部が半径方向外側に位置する円筒形状としたプリーツフィルターを備え、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ロ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濾過装置であって、前記プリーツフィルターは前記軸を中心に一の方向に回転するように構成されており、前記プリーツフィルターの複数の山部の稜線が前記回転方向とは逆方向に膨らむ形状に湾曲している濾過装置である。

[0013] 円筒形状に構成したプリーツフィルターの基本構造を図１を用いて説明する。図１は、帯状のフィルター基材１１に繰り返し折り目を付けた後、それを折り目の稜線方向を軸方向とするように円環状につなぎ合わせることで、全体として円筒形状としたプリーツフィルター１０を示す斜視図である。本明細書においては、円筒形状として状態において円筒外側に位置する折り目（図のＭ部の折り目）を山部、円筒内側に位置する折り目（図のＶ部の折り目）を谷部と呼ぶ。折り目の数は図１では少ない例を図示しているが、これは説明を判りやすくするためであって、実際のプリーツフィルターにおいては折り目の数は用途に応じて任意に決めることが出来る。同じく、円筒軸方向の高さや山部と谷部との距離なども任意である。実際の折り目は図のような理想的な鋭角にはならず、丸みを帯びた折り目となる場合が多い。

[0014] 次に、濾過装置の全体像を図２と図３を参照して説明する。図２および図３は本発明の実施態様としての濾過装置の一例を示す図である。本濾過装置は船舶用のバラスト水処理装置として好ましく用いられる。図２はプリーツ

フィルターの円筒軸線を含む垂直断面の構成、図３は図２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。

[0015] 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）の周囲を回転可能に取り付けられている。プリーツフィルター１０１の上下面はそれぞれ蓋部材により塞がれており、蓋部材は軸に対して回転可能である。回転可能な取り付け構造は、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１０１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１０１の回転のためにモーター１９０がプリーツフィルター１０１の中心軸に備えられている。モーター１９０は駆動制御部（図示せず）からの電力により駆動される。なお、モーター１９０を直接回転軸に設けることは回転の駆動装置としての例示であり、他の駆動装置に置き換えることもできる。

[0016] 本例の場合、被処理水ノズル１０２から噴出した被処理水はプリーツフィルター１０１のプリーツ外周面に当たり、その圧力や流れによってプリーツフィルター１０１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１０３内に沈殿した濁質分は、ケース底部１３３の排出流路１０８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る。例えばバラスト水処理に求められる５０～１００ｔｏｎ／時間やさらに大きなシステムでは４０００ｔｏｎ／時間におよぶ大きな処理量を確保するために効果がある。このような大型でかつ大量の水を処理する濾過装置においてはプリーツフィルター

が大型となり、その破断防止が特に重要である。なお、図では排出流路１０８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を設けることはできる。一方、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。

[0017] 次に、プリーツフィルターの複数の山部の稜線が回転方向とは逆方向に膨らむ形状に湾曲していることを説明する。プリーツフィルターを側面から見た状態を模式的に図４および図５に示す。図４において、プリーツフィルター１０１は上側の蓋部材１０４と下側の蓋部材１０５によって、プリーツ形状が固定されると共に、内外が液漏れしないように封止されている。代表的には、蓋部材１０４および１０５とプリーツフィルター１０１を接着剤となる樹脂で固定すれば良い。図４においてはプリーツフィルター１０１の山部Ｍの稜線が側面から見えている状態を示している。谷部は図示していない。矢印Ｒはプリーツフィルター１０１の回転方向を示す。プリーツフィルター１０１の側面には被処理水ノズル１０２が対向して設けられており、被処理水がノズル口１２１からプリーツフィルター１０１に向けて噴出する。回転方向の説明のために図のようにプリーツ間隔に順にａ，ｂ，ｃ，ｄ，ｅの符号を付けると、被処理水の流れはｅ→ｄ→ｃ→ｂ→ａの順に与えられる。「複数の山部の稜線が前記回転方向とは逆方向に膨らむ形状に湾曲している」とは、この図４のように、プリーツフィルターの折り目中央部が回転方向に向かって凸になるように曲がっている状態を意味している。湾曲とは代表的には折り目が一定方向に緩やかな曲線を描いて曲がっている状態を指すが、折り目が全体としてそのように一方向に凸になっていれば良い。つまり、折り目が必ずしも完全な弓形の曲線のみを指すのでは無く、多少の曲率の変化や直線部を含んでいてもよい。また全ての山部が同方向に湾曲していることが好ましいが、必ずしも全てである必要は無く、全ての山部が一様の形状に湾曲している必要は無い。

[0018] 図５は、逆に複数の山部の稜線が前記回転方向に膨らむ形状に湾曲してい

るプリーツフィルターを示している。図中の符号は図４と同様である。この場合も、被処理水は、プリーツｅ→ｄ→ｃ→ｂ→ａの順に供給される。

[0019] プリーツフィルターの上記湾曲の大きさは、山部の両端部を結ぶ直線と前記山部の中央部との距離Ｄと、前記山部の両端部を結ぶ直線距離Ｈとの関係が、Ｄ／Ｈ＞０．００４であることが好ましい。Ｄ／Ｈ≦０．００４の場合は、後述する被処理水による作用が逆の湾曲の場合と同様になり、山部が破損しやすくなる。図６は湾曲の大きさの定義を説明するための図である。図６は上下の蓋部材１０４および１０５に固定されたプリーツフィルター１０１の１つの山部稜線のみを描いた図である。上下の蓋部材１０４および１０５の間隔はＨである。山部の稜線の両固定点を結ぶ直線Ｌに対して、稜線の任意の点から下ろした垂線の長さを求め、その最大値をＤとする。ここで、Ｄ／Ｈを湾曲の大きさとする。なお、実際のプリーツフィルターにおいては山部は非常に多く存在するため、全体の山部の数の１０％以上、かつ少なくとも１０点以上の山部においてＤ／Ｈを測定し、その平均値を当該プリーツフィルターの湾曲の大きさとする。測定は側面からの写真計測等により行うことができる。

[0020] 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が、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。特にポリエチレンテレフタレートは他の汎用プラスチックに比べて、バルク強度が強く、ポリエチレンテレフタレートからなる不織布は濾過の圧力や透過流でつぶれて被処理水が流れなくなったり壊れたりし難い。このため、ポリエチレンテレフタレートの不織布からなるフィルターは高い濾過差圧や透過流量の大きい高流量の濾過装置に向いている。

[0021] なお、以上の濾過装置で説明したプリーツフィルターを単独で当該濾過装

置に用いられる濾過膜、多くの場合は交換部材としてのプリーツフィルターとすることができる。すなわち、そのプリーツフィルターは濾過装置に用いられるプリーツフィルターであって、円筒形状の側面を軸直角方向から観察した場合に、複数の前記山部の稜線が前記山部の両端部を結ぶ直線に対して同一方向に湾曲しているプリーツフィルターである。さらにプリーツフィルターを、プリーツフィルターの上下がそれぞれの蓋部材により封止されて一体とされたプリーツフィルターカートリッジとして取り扱うことも交換等の利便性の点で好ましい。このようなプリーツフィルターを濾過装置に用いる事によって、使用による破損を防止し、長期間安定して使用することに寄与することができる。また、プリーツフィルターをプリーツフィルターカートリッジとして用いることで、交換が容易になり、さらに長期間の濾過装置の使用が可能となる。

[0022] 上述のプリーツフィルターを濾過に用いた方法として、上述の濾過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、当該濾過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、および、バラスト水の処理システムを提供することができる。

[0023] 図１２は、上述の濾過装置を用いた船舶用バラスト水処理システムの全体構成およびバラスト水の処理方法を示す説明図である。図１２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を経てタンク４４に送られ、バラスト水として貯留される。

[0024] 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損が抑制され、濾過装置を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、バラスト水の製造を一層容易にすることが可能である。

[0025] ［プリーツフィルターの破損態様］

図７から図１１を用いて、プリーツフィルターの破損と湾曲の関係について説明する。再び図２および図３を参照して説明すると、濾過装置において円筒状のプリーツフィルター１０１は、ケース１０３の中で回転しつつ円筒外部から内部に向けての濾過を行うために用いられる。ここで、フィルターの外表面は、ノズル口１２１から噴出する被処理水が流れることによって洗浄される。このようにプリーツフィルター１０１に被処理水ノズル１０２が向かい合っている部分の水平断面を拡大した状態を模式的に図７に示す。図７において、Ｍがプリーツフィルター１０１の外側である山部、Ｖが内側である谷部である。図８を参照して、被処理水ノズル１０２のノズル口１２１から被処理水が太矢印のように噴出すると、その被処理水によってプリーツフィルター１０１は開かれる。この状態をプリーツフィルターの側面から見た模式図が図９である。図９において実線が山部M、点線が谷部Ｖを示す。プリーツフィルター１０１はその上下端を蓋部材１０４および１０５によってそれぞれ固定されている。そのため、被処理水がプリーツ間に流入することによって、プリーツフィルター１０１の中央部はより大きく開かれ、プリーツフィルター１０１の上下両端部近傍は僅かしか開かない。

[0026] ここで、プリーツフィルターのプリーツが直線では無く湾曲している場合において、湾曲の方向によってプリーツの開き方に違いが生じることを本願発明者らは見いだした。なお、プリーツフィルターの折り目は直線となるように製造されることが一般的である。しかし、その製造過程において折り目を付ける際にフィルター基材に加わる力の偏りや力を加える方向等に起因して、折り目には一定方向の湾曲が生じる場合が多い。一般的な円筒状プリーツフィルターの製造工程においては、まず帯状のフィルター基材を一定幅で繰り返し折りたたみ、その両端部を円環状につなぎ合わせることで円筒状とする。この折りたたむ工程における圧壊力が一定方向に加わることによって

、折り目全体に同一方向の湾曲、いわゆる曲がりぐせが付く。これを円環状に形成することで、円周方向全体に亘って同一方向への折り目の湾曲が生じるのである。湾曲の形成はこのような曲がりぐせを利用することで可能である。その他、折りたたむ際に湾曲した型を利用するなど故意に湾曲を形成しても良く、その手法は特に限定されない。

[0027] 湾曲の方向とプリーツフィルターの挙動について説明する。以下の挙動は発明者らが実際の濾過装置での動きを撮像して解析することによって始めて得られた知見である。上述の通り、プリーツ山部に向かって被処理水が流れ込む際に図９のようにプリーツが開く。山部の湾曲方向が、回転方向とは逆方向に膨らむ形状である場合の様子を図１０に示す。

[0028] 図１０はある時点での複数のプリーツの変形を表しているが、時系列的にある１つのプリーツの隙間の変形を順に表している様に見なすことも出来る。つまりこの時点で被処理水の流入で広がっている隙間はｂ、ｃであり、ｄはｃの少し後の状態でありｅはさらに後の状態である。逆にｂは少し前の状態、ａはさらに前の変形状態を表している。すなわち各プリーツの隙間はｅ→ｄ→ｃ→ｂ→ａの順に被処理水の流入部を通って変形して行き、１つのプリーツ隙間の変形状態はａ→ｂ→ｃ→ｄ→ｅのように進むことになる。次に変形によって破損する山部Ｍ自身の変形を考えると、山部Ｍがもっとも大きく変形するのは一番拡張している隙間ｂの時である。図１０のように山部の湾曲方向が回転方向と逆方向に膨らむ形状である場合、山部Ｍは隙間ｂの右側のもっとも湾曲した状態から隙間ｂの左側の元の状態に戻る変形となる。

[0029] 一方、湾曲方向が、回転方向Ｒに膨らむ形状である場合を図１１にて説明する。符号は図１０と同じである。図１１では、被処理水の流入で広がっている隙間はｂである。山部Ｍの変形は、隙間ｂの右側から隙間ｃの右側、そして隙間ｃの左側の山部へと移行する。このように山部の湾曲方向が回転方向に膨らむ形状である場合は、図１０とは逆に湾曲が元の状態からもっとも湾曲した状態への変形となる。つまり、図１０の場合は湾曲変形が緩和する方向で最大の変形が起こるのに対して、図１１では湾曲変形が強くなる方向

で変形が起こるため、山部Ｍに対する変形のダメージが大きくなる。

[0030] この変形の違いは、破損が発生する場所にも影響する。図１０の場合は山部Ｍが回転方向Ｒとは逆方向に膨らむように湾曲しているために、被処理水の流入によって山部中央部付近（図の矢印で示すＸ部分）が特に突出する方向に変形する。これは被処理水の流入圧力が図のｅ→ｄ→ｃ→ｂ→ａと移って行くことによるプリーツの開閉の変化と、湾曲の方向に起因していると考えられる。一方、図１１の場合は、山部の上下端部に近い部分（図の矢印で示すＹ部分）にて曲がりが大きい。このように湾曲の方向と回転方向の関係によって、プリーツ山部の変形が集中する部分が異なるため、フィルター基材の山部における破損態様に違いが生じることになる。山部の湾曲方向が、回転方向とは逆方向に膨らむ形状である場合には、山部に生じる破損は中央部に発生し易く、回転方向に膨らむ形状の場合は上下端部近くに破損が発生し易い。

[0031] ［実験例］

湾曲方向によるフィルター破損の違いを検証するため、複数のプリーツフィルターを準備して濾過装置に組み入れ、濾過実験をおこなった。用いたプリーツフィルターの外径（円筒山部の円周直径）は７００ｍｍ、軸方向長さ３７８ｍｍ、プリーツ深さ７０ｍｍ、プリーツ数４５０折である。また、運転条件は、噴流流束６．９ｍ／秒、ろ過流量７１．７ｍ^3／時、排水流量１４．３ｍ^3／時である。記載使用したフィルター基材は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）であり、山部および谷部は樹脂による補強を施している。

[0032] 同サイズのプリーツフィルターを複数準備し、その湾曲の程度を濾過前後に測定した。測定はプリーツフィルターを側面から写真撮影して画像を計測することにより行った。本実験においてはプリーツの全高、すなわち上下蓋部材間の距離Ｈは一定で３７８ｍｍである。山部の稜線の両固定点を結ぶ直線に対して山部稜線の任意の点から下ろした垂線の最大値をＨとして求め、Ｄ／Ｈを百分率で表し湾曲の大きさとした。全体の山部から任意の１０点を

上記のように計測して平均値を求めた。用いた各試料の湾曲の方向と湾曲量Ｄおよび湾曲の大きさを表１に示す。湾曲の方向が円筒回転方向とは逆方向に膨らむように湾曲しているものを「逆」、回転方向に膨らむものを「正」と表記している。湾曲量は濾過実験の濾過前（初期）と濾過後（評価後）に同様の方法で求めた。

[0033] [表1]

試験番号	湾曲方向	湾曲量(mm)		湾曲の大きさ(%)		破損時間(時間)
		初期	評価後	初期	評価後	
R1	逆	1.5	5.0	0.40	1.3	>156
R2	逆	1.9	4.0	0.50	1.1	>138
R3	逆	2.3	5.0	0.61	1.3	>158
R4	逆	2.4	6.0	0.63	1.6	>138
R5	逆	2.8	4.0	0.74	1.1	>136
R6	逆	3.0	3.0	0.79	0.79	210
R7	逆	3.1	6.0	0.82	1.6	215
R8	逆	3.8	6.5	1.0	1.7	>158
R9	逆	4.7	4.0	1.2	1.1	215
L1	正	-1.2	-3.0	-0.32	-0.79	130
L2	正	-1.8	-4.0	-0.48	-1.1	133
L3	正	-2.9	-7.0	-0.77	-1.9	120
L4	正	-3.2	-3.0	-0.85	-0.79	130
L5	正	-3.2	-5.0	-0.85	-1.3	100

[0034] １４のプリーツフィルターを用いて長時間の濾過運転を行い、破損の有無と破損が生じた場合は破損までの時間を測定し、湾曲が正のものを試験番号Ｒ１からＲ９、湾曲が逆のものをＬ１からＬ５として整理した。破損の有無および破損までの時間を表１の破損時間に示す。破損の有無の確認は、濾過水の濁度を監視することで、濁質が濾過されずに透過したことを検出し、運転を止めて破損箇所を目視することで行った。時間が記載されているものは、その時間経過時に山部に破損が生じたものを表している。破損時間に不等号が付いた記載のもの（例えば「＞１３８」）は、その時間までの運転で山部の破損が見られなかったものを表している。他の要因によって運転を止め

た場合と、山部以外の破損により運転を止めた場合が含まれる。

[0035] 試験番号Ｌ１からＬ５のいずれもが長くとも１３３時間の運転で山部に破損が生じたのに対して、試験番号Ｒ１からＲ９はいずれも１３６時間超の運転で破損を生じておらず、Ｒ６、Ｒ７、Ｒ９から２１０時間程度の運転が可能であることが判る。このように湾曲の方向により山部破損によるフィルター寿命に有意な差があることが確認できた。また、破損が生じた山部を観察したところ、試験番号Ｒ６、Ｒ７、Ｒ９では、山部稜線の上下中央部付近に円周方向（軸直角方向）の小さな裂けが見られた。一方、試験番号Ｌ１からＬ５はいずれも、山部稜線の固定部に近い部分において、円周方向（軸直角方向）の小さな裂けが見られた。

産業上の利用可能性

[0036] 本発明の濾過装置は破損による性能低下を起こさず耐久性に優れているため、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。また本発明の濾過装置は、高濁質・高ＳＳ（ｓｕｓｐｅｎｄｅｄ　ｓｏｌｉｄｓ）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。

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して前記山部が半径方向外側に位置する円筒形状としたプリーツフィルターを備え、

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ロ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濾過装置であって、

前記プリーツフィルターは前記軸を中心に一の方向に回転するように構成されており、前記プリーツフィルターの複数の山部の稜線が前記回転方向とは逆方向に膨らむ形状に湾曲している濾過装置。

[請求項2] 前記湾曲の大きさは、前記山部の両端部を結ぶ直線と前記山部の中央部との距離Ｄと、前記山部の両端部を結ぶ直線距離Ｈとの関係が、Ｄ／Ｈ＞０．００４である、請求項１に記載の濾過装置。

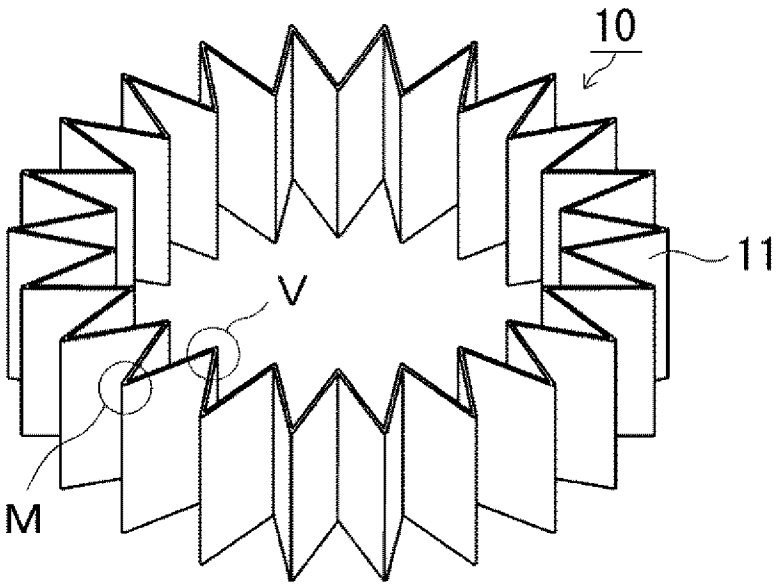
[請求項3] 前記フィルター基材はポリエチレンテレフタレート製不織布である、請求項１または請求項２に記載の濾過装置。

[請求項4] 請求項１から請求項３のいずれか１項に記載の濾過装置に用いられるプリーツフィルターであって、

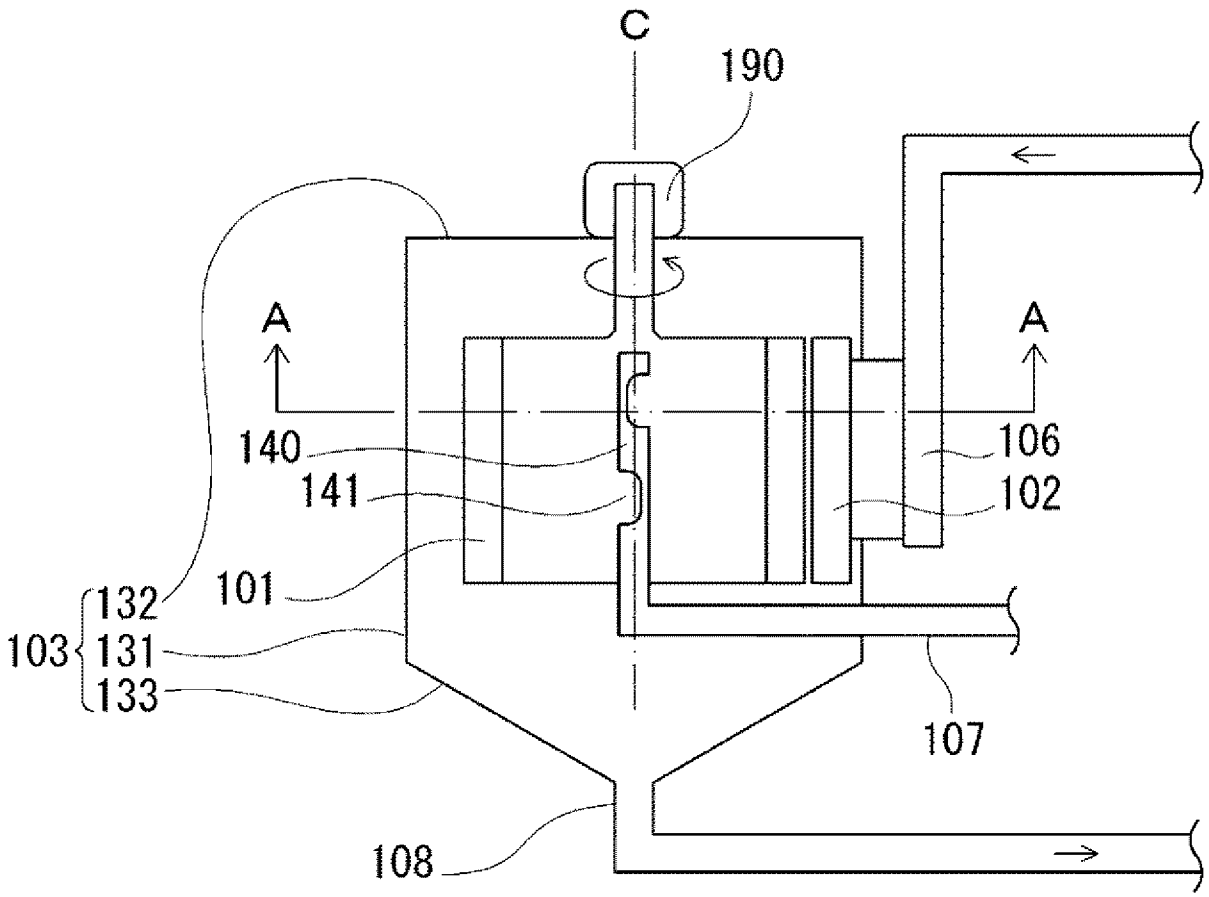
前記円筒形状の側面を軸直角方向から観察した場合に、複数の前記山部の稜線が前記山部の両端部を結ぶ直線に対して同一方向に湾曲している、プリーツフィルター。

[請求項5] 請求項１から請求項３のいずれか１項に記載の濾過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、前記濾過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。

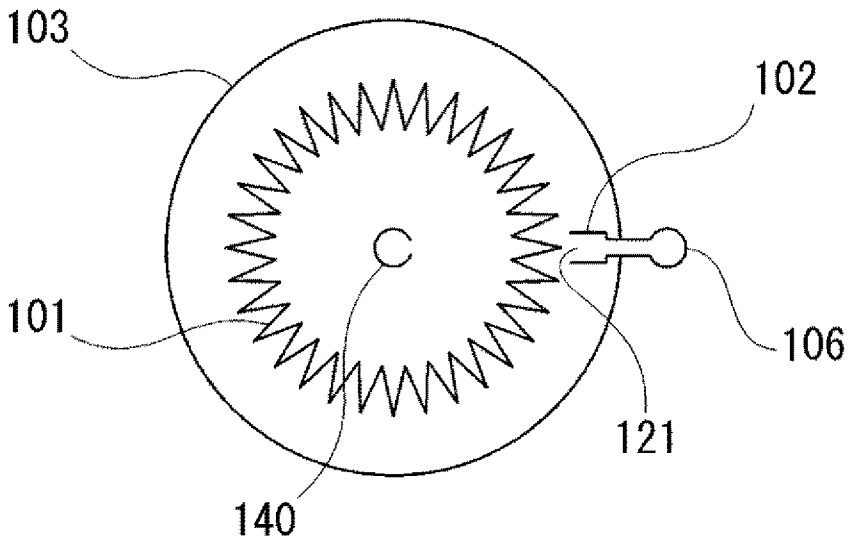
[図1]



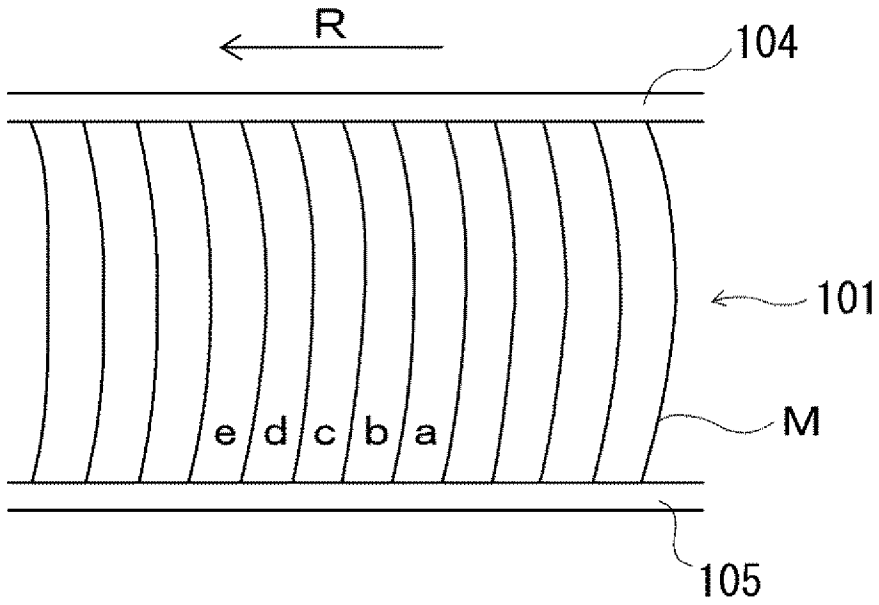
[図2]



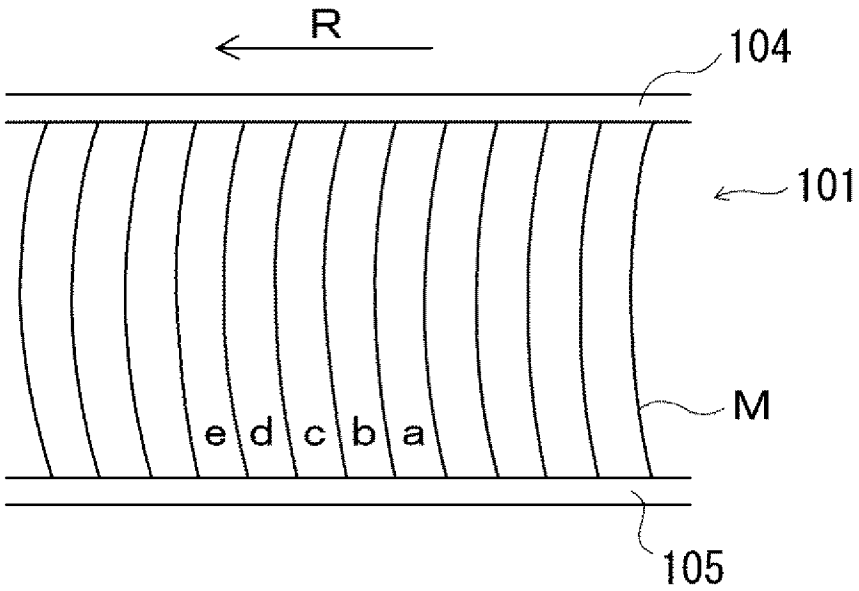
[図3]



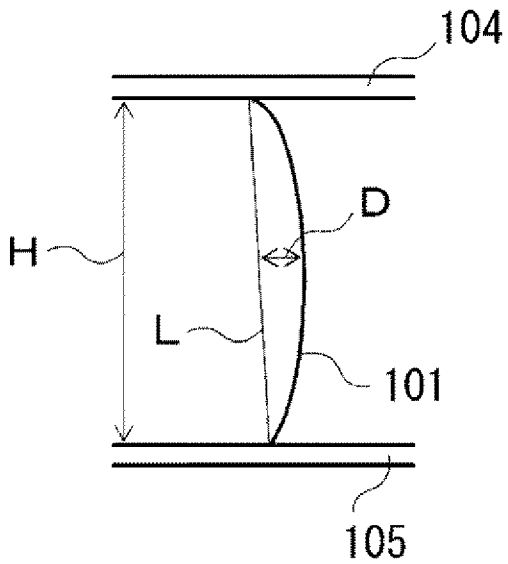
[図4]



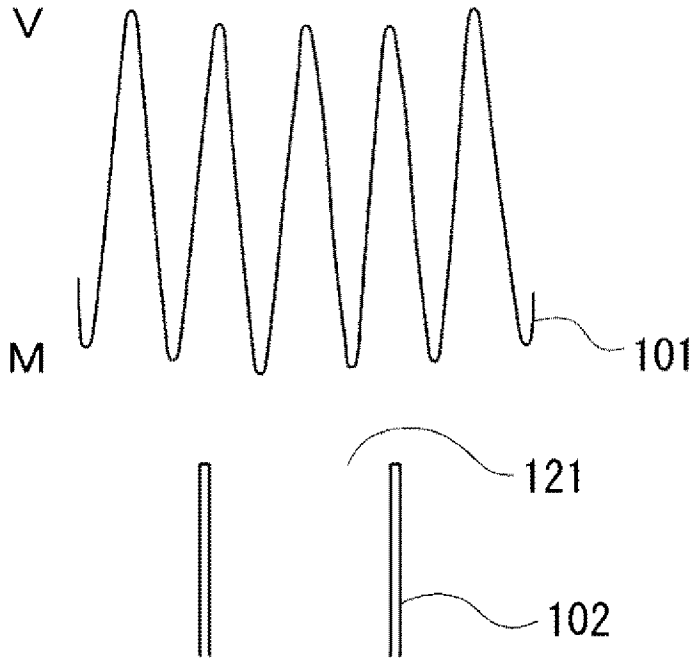
[図5]



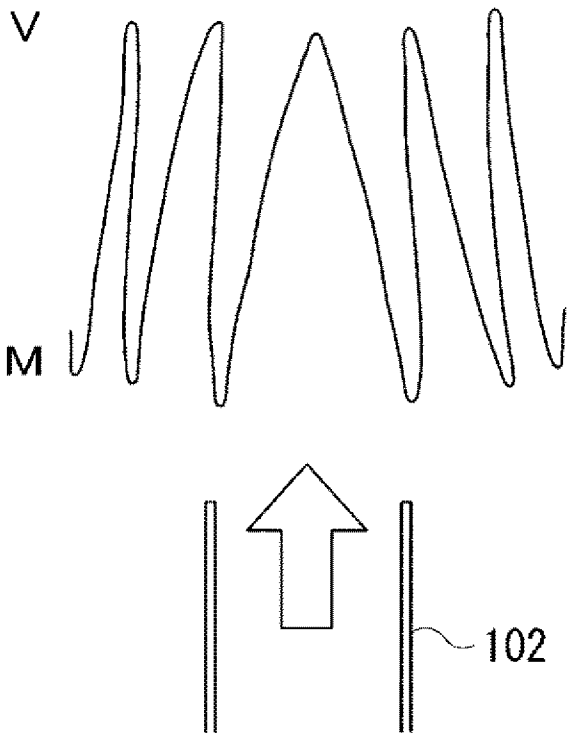
[図6]



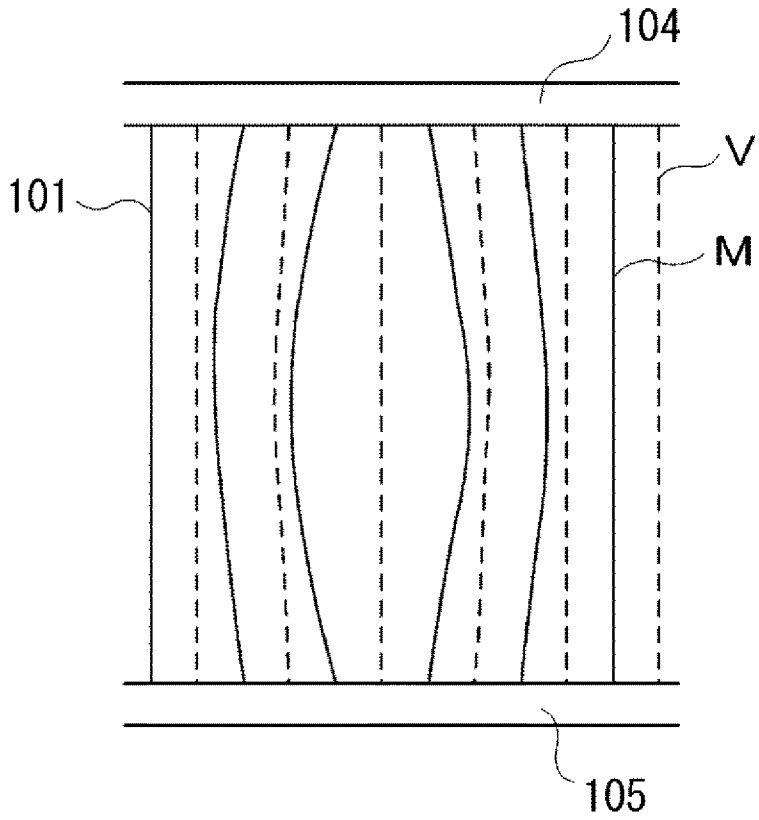
[図7]



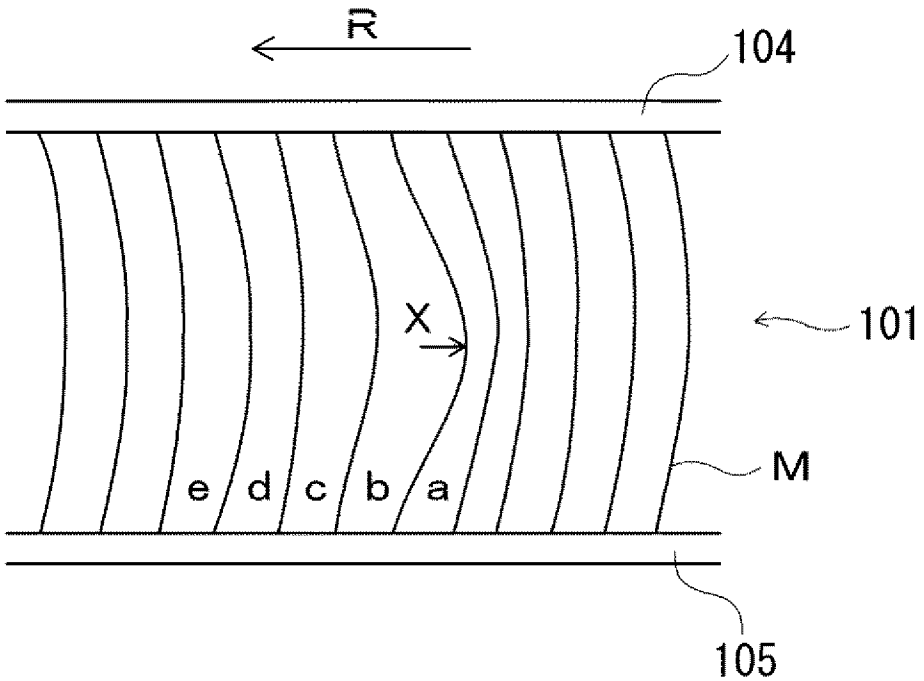
[図8]



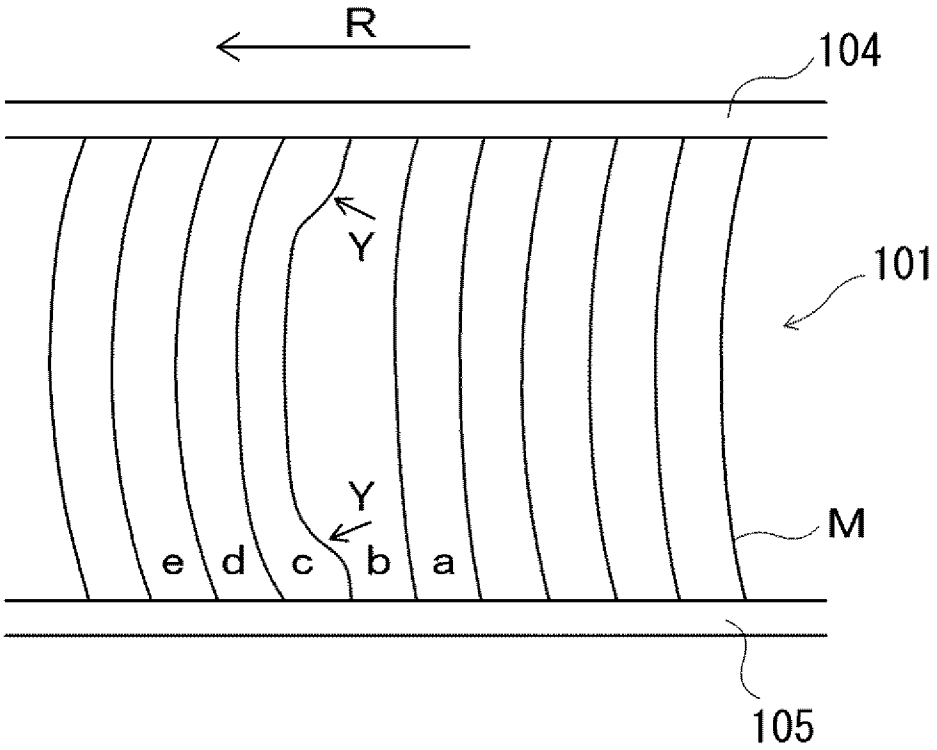
[図9]



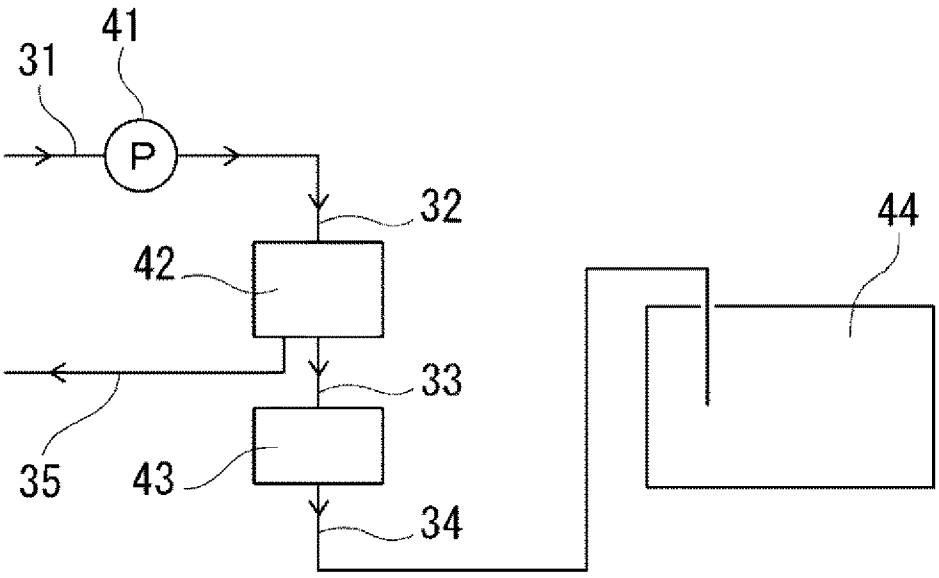
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/050650

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B01D33/06(2006.01)i, *B01D39/16*(2006.01)i, *B63B13/00*(2006.01)i, *C02F1/32*(2006.01)i, *C02F1/46*(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)
B01D33/06, B01D39/16, B63B13/00, C02F1/32, C02F1/46

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2013-173093 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 05 September 2013 (05.09.2013), claims 1, 3; paragraphs [0001], [0006], [0008] to [0013], [0015] to [0024]; fig. 1 to 7 & US 2014/0175021 A1 paragraphs [0052] to [0061] & WO 2013/125368 A1 & EP 2818222 A1 & CN 103747842 A & KR 10-2014-0138008 A	1-5

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"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
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30 March 2016 (30.03.16)	12 April 2016 (12.04.16)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/050650

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-96231 A (Paul Corp.), 24 May 2012 (24.05.2012), claims 1 to 6; paragraphs [0001], [0019] to [0021], [0024], [0028], [0033]; fig. 1 to 3, 7 & JP 2008-531276 A & JP 5011133 B2 & US 2008/0264854 A1 paragraphs [0032] to [0034], [0036] & US 2013/0014883 A1 & WO 2006/096466 A1 & EP 1858620 A	1-5
A	US 2006/0151383 A1 (Kyung-Ju Choi), 13 July 2006 (13.07.2006), claims 1, 15, 21, 22, 28; paragraphs [0003], [0013] to [0017], [0055]; fig. 14 & US 2008/0093014 A1 & EP 1681087 A2 & CA 2532603 A1	1-5

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５０６５０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B01D33/06(2006.01)i, B01D39/16(2006.01)i, B63B13/00(2006.01)i, C02F1/32(2006.01)i, C02F1/46(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.　B01D33/06, B01D39/16, B63B13/00, C02F1/32, C02F1/46

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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	関連する請求項の番号
Ｙ	JP 2013-173093 A（住友電気工業株式会社）2013.09.05,［請求項１］、［請求項３］、［０００１］、［０００６］、［０００８］～［００１３］、［００１５］～［００２４］、［図１］～［図７］ & US 2014/0175021,[0052]-[0061] A1 & WO 2013/125368 A1 & EP 2818222 A1 & CN 103747842 A & KR 10-2014-0138008 A	１－５

☑　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
「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
「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
「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）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「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
「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
「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
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
３０．０３．２０１６	１２．０４．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　４Ｑ　４１５６
増田　健司
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４６８

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	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	関連する請求項の番号
Ｙ	JP 2012-96231 A（ポール・コーポレーション）2012.05.24,［請求項１］～［請求項６］、［０００１］、［００１９］～［００２１］、［００２４］、［００２８］、［００３３］、［図１］～［図３］、［図７］ & JP 2008-531276 A & JP 5011133 B2 & US 2008/0264854 A1,[0032]-[0034],[0036] & US 2013/0014883 A1 & WO 2006/096466 A1 & EP 1858620 A	１－５
Ａ	US 2006/0151383 A1 (Kyung-Ju Choi) 2006.07.13,［請求項１］、［請求項１５］、［請求項２１］、［請求項２２］、［請求項２８］、［０００３］、［００１３］～［００１７］、［００５５］、［図１４］ &US 2008/0093014 A1 & EP 1681087 A2 & CA 2532603 A1	１－５