

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-198513

(P2014-198513A)

(43) 公開日 平成26年10月23日(2014. 10. 23)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 6 3 B 13/00 (2006.01)	B 6 3 B 13/00 Z	4 D O 3 4
B O 1 D 29/46 (2006.01)	B 6 3 B 13/00 D	4 D O 3 7
B O 1 D 29/66 (2006.01)	B O 1 D 29/46 A	
C O 2 F 1/32 (2006.01)	B O 1 D 29/46 C	
C O 2 F 1/02 (2006.01)	B O 1 D 29/46 E	

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 54 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-74242 (P2013-74242)
 (22) 出願日 平成25年3月29日 (2013. 3. 29)

(71) 出願人 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
 (71) 出願人 395008333
 株式会社大晃産業
 広島県尾道市向島町9515番地の1
 (71) 出願人 000193586
 水野ストレーナー工業株式会社
 奈良県大和高田市材木町5番41号
 (74) 代理人 100098545
 弁理士 阿部 伸一
 (74) 代理人 100087745
 弁理士 清水 善廣
 (74) 代理人 100106611
 弁理士 辻田 幸史

最終頁に続く

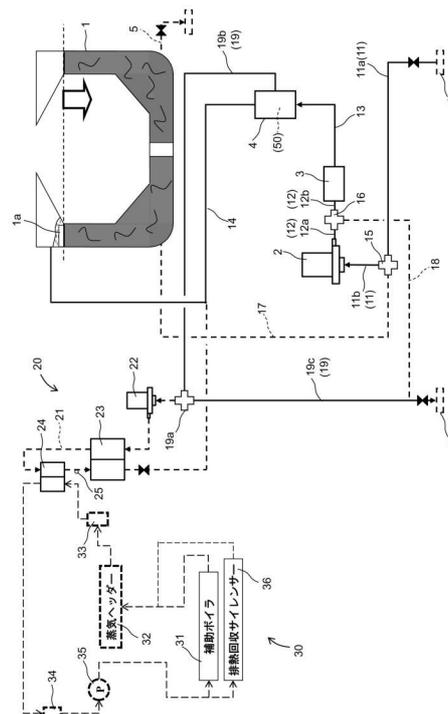
(54) 【発明の名称】 バラスト水処理システム、このバラスト水処理システムを搭載した船舶、及びバラスト水処理方法

(57) 【要約】

【課題】 取水時、排水時及び航行時でのバラスト水の処理に必要なエネルギーコスト、製作コスト及び運用コストを合わせたトータルコストを低減でき、薬剤などを用いる場合と比べ省スペース化や装置の小型化が図れ、更にバラスト水処理性能を長期間維持するバラスト水処理システムを提供すること。

【解決手段】 バラストタンク1と、バラストタンク1に貯えるバラスト水を取水する取水手段と、バラスト水を排水する排水手段とを備え、バラストタンク1の下部から循環手段2により導出するバラスト水をバラストタンク1の上部に戻す循環経路と、バラスト水中の微生物を物理的に処理する物理的処理手段3と、バラスト水を濾過する濾過手段4と、濾過手段4を洗浄して再生する洗浄手段50と、洗浄後の洗浄水を熱処理する熱処理手段20を備え、熱処理後の洗浄水をバラストタンク1に供給してバラスト水の排水時に排水手段にてバラストタンク1から直接排水する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

バラストタンクと、前記バラストタンクに貯えるバラスト水を取水する取水手段と、前記バラスト水を排水する排水手段とを備えたバラスト水処理システムにおいて、前記バラストタンクの下部から循環手段により導出する前記バラスト水を前記バラストタンクの上部に戻す循環経路と、前記循環経路に設けて、前記バラスト水中の微生物を物理的に処理する物理的処理手段と、前記物理的処理手段の下流側に設けて、前記バラスト水を濾過する濾過手段と、前記濾過手段を洗浄して再生する洗浄手段と、洗浄後の洗浄水を熱処理する熱処理手段を備え、熱処理後の前記洗浄水を前記バラストタンクに供給するとともに前記バラスト水の排水時に前記排水手段にて前記バラストタンクから直接排水を行うことを特徴とするバラスト水処理システム。

10

【請求項 2】

前記循環経路に前記バラスト水を循環させている循環時に、前記熱処理手段で熱処理した前記洗浄水を前記濾過手段の下流側で前記バラスト水に合流させたことを特徴とする請求項 1 に記載のバラスト水処理システム。

【請求項 3】

前記熱処理手段は、熱回収型熱交換器を有することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のバラスト水処理システム。

【請求項 4】

前記熱処理手段は、船舶から排出される排熱を利用することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載のバラスト水処理システム。

20

【請求項 5】

前記熱処理手段は、前記排熱を間接熱交換器で間接熱交換することを特徴とする請求項 4 に記載のバラスト水処理システム。

【請求項 6】

前記取水手段に接続される取水経路と前記循環経路を切り換える経路切換手段とを備え、前記取水時に前記取水手段で取水した前記バラスト水を前記物理的処理手段と前記濾過手段とを経て前記バラストタンクに貯えることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載のバラスト水処理システム。

【請求項 7】

前記熱処理手段による熱処理温度が 50 以上であることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載のバラスト水処理システム。

30

【請求項 8】

前記循環経路から前記バラストタンクに戻す前記バラスト水の温度が、前記バラストタンク内の前記バラスト水の温度と 0.5 以上の温度差を有するように前記熱処理手段で加熱することを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載のバラスト水処理システム。

【請求項 9】

前記濾過手段は多数の溝を有した金属板を重ねて形成される多数の開孔により前記微生物を濾過することを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載のバラスト水処理システム。

40

【請求項 10】

前記開孔は、開孔最小寸法を 30 ~ 50 μm とすることを特徴とする請求項 9 に記載のバラスト水処理システム。

【請求項 11】

前記物理的処理手段は、紫外線を利用して前記バラスト水中の前記微生物を物理的に処理することを特徴とする請求項 1 から請求項 10 のいずれかに記載のバラスト水処理システム。

【請求項 12】

前記洗浄手段は、前記濾過手段を連続的に自動洗浄する自動逆洗浄手段であることを特

50

徴とする請求項 1 から請求項 1 1 のいずれかに記載のバラスト水処理システム。

【請求項 1 3】

前記バラストタンクと前記排水手段とをそれぞれ複数備え、排水時に複数の前記排水手段を機能させて前記バラストタンクから重力を利用して排水を行うことを特徴とする請求項 1 から請求項 1 2 のいずれかに記載のバラスト水処理システム。

【請求項 1 4】

請求項 1 から請求項 1 3 のいずれかに記載のバラスト水処理システムを船体に搭載したことを特徴とするバラスト水処理システムを搭載した船舶。

【請求項 1 5】

バラストタンクに貯えたバラスト水を、前記バラストタンクの下部から導出し、物理的処理手段から濾過手段を経て前記バラストタンクの上部に戻して循環させるとともに、前記濾過手段を洗浄した後の洗浄水を熱処理して前記バラストタンクに供給することを特徴とするバラスト水処理方法。

10

【請求項 1 6】

循環経路に前記バラスト水を循環させている循環時に、熱処理した前記洗浄水を前記濾過手段の下流側で前記バラスト水に合流させたことを特徴する請求項 1 5 に記載のバラスト水処理方法。

【請求項 1 7】

前記洗浄水の熱処理を、船舶の航行中に排出される排熱を利用して行うことを特徴とする請求項 1 5 又は請求項 1 6 に記載のバラスト水処理方法。

20

【請求項 1 8】

前記バラスト水の取水時に前記洗浄手段で洗浄に用いた洗浄水を、熱処理せずに前記バラストタンク以外に排出することを特徴とする請求項 1 5 から請求項 1 7 のいずれかに記載のバラスト水処理方法。

【請求項 1 9】

前記バラスト水の排水時に、重力を利用して排水すること特徴とする請求項 1 5 から請求項 1 8 のいずれかに記載のバラスト水処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バラスト水の取排水に伴う微生物の移動を防止するためのバラスト水処理システム、このバラスト水処理システムを搭載した船舶、及びバラスト水処理方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

バラスト水処理システムにおいて、バラスト水中の微生物を処理する方法として、薬剤処理、物理的処理（紫外線（UV）照射、電気分解によるオゾンや塩素の発生等）、濾過処理、又は熱処理などを用いている。これらの処理方法を単独で適用する場合、様々な微生物、例えば、極小サイズや強い耐力を有する微生物を殺滅するためには、次のような問題がある。

40

【0003】

薬剤処理では、より強力（有害）な薬剤が必要となるため、殺滅処理後のバラスト水を排出するには、殺滅に用いる薬剤に加え中和するための中和剤も大量に必要である。また、高濃度の薬剤による船体腐食影響が懸念される。

濾過処理では、より小さいメッシュのストレーナーが必要となるため、目詰まりが生じやすい。

UV処理では、より強力（高出力）な照射が必要となるため、大量のエネルギーが必要となる。

熱処理では、少なくとも68 以上の高温で、かつ大流量に対応するため、大量のエネルギーが必要となる。

50

また、バラスト水の取水時や排出時に微生物処理することは、微生物処理しない場合と比較して、必然的に取水時間や排水時間が長くなる。特に、バラ積運搬船などの貨物船では、一般的に行われている重力排水に比べて排出時間が長くなる。

従って、これらの問題を解決するために、微生物のサイズや種類に対して、効率のよい（少量のエネルギー、低製作コスト、低運用コスト）処理方法を適用することが考えられる。

【0004】

ところで、特許文献1では、濾過処理後にUV処理や殺菌剤処理を行うことが提案されている（段落番号（0038）及び図2（c））。

また、特許文献2では、濾過処理とともにUV処理あるいは塩素処理を行うことが提案され、発生させた塩素を濾過手段であるフィルタに導くことでフィルタの生物付着を防除している（段落番号（0020）及び（0054））。また、フィルタを逆洗する技術が開示されている。

また、特許文献3では、バラストタンクと、バラストタンクに貯えるバラスト水を取水する取水手段と、バラスト水を排水する排水手段とを備え、バラストタンクの下部から循環手段により導出するバラスト水をバラストタンクの上部に戻す循環経路と、循環経路に設けた、導出されるバラスト水を加熱する熱交換器とを備えたバラスト処理装置が提案されている。

なお、特許文献4では、目詰まりが起こりにくく、濾過と洗浄を同時に行える装置が開示されている。

また、熱処理を行うこと、熱処理において熱回収型熱交換器を用いることについては特許文献5に開示されている。

また、航海中に上部バラストタンクにバラスト水の移し替えを行っておき、排水時に重力を利用した自然排水を行うことについては特許文献6に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2007-130563号公報

【特許文献2】特開2012-505069号公報

【特許文献3】特開2005-246178号公報

【特許文献4】特開2011-251284号公報

【特許文献5】特開2004-284481号公報

【特許文献6】特公昭61-48474号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、特許文献1では、濾過処理で分離除去できない微生物やバクテリア（細菌類）をUVや殺菌剤によって殺滅することはできるが、濾過装置の目詰まりが生じやすく、大流量に対応しづらく、オンバラスト時間が長くなってしまふ。また、濾過装置のバクテリアの繁殖によるぬめりやバイオフィルムの発生による流体抵抗の増加を低減できるものではない。

特許文献2では、フィルタの生物付着を防除することを目的としているため、0.6 mg/L未満、典型的には、0.05 mg/L～0.5 mg/Lの範囲内の、低レベルの塩素を用いるものであり、微生物を殺滅するものではない。

特許文献3は、衝撃水圧発生装置を用いて間欠的に処理室内の水生生物に衝撃的な圧縮、膨張、せん断等の力を作用させて水生生物を死滅させている。

従って、特許文献3では、UV等の物理的処理手段や濾過手段などの異なる微生物処理方法を組み合わせるものではない。

なお、特許文献4から特許文献6についても、UV等による物理的処理を行った後に濾過手段を経由させることについては開示されていない。

【 0 0 0 7 】

そこで、本発明は、取水時だけでなく排水時及び航行時におけるバラスト水の処理に必要なエネルギーコスト、製作コスト及び運用コストを合わせたトータルコストを低減でき、薬剤などを用いる場合と比べ省スペース化や装置の小型化が図れ、更にバラスト水処理性能を長期間維持するバラスト水処理システム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 】**【 0 0 0 8 】**

請求項 1 記載の本発明に対応したバラスト水処理システムにおいては、バラストタンクと、バラストタンクに貯えるバラスト水を取水する取水手段と、バラスト水を排水する排水手段とを備えたバラスト水処理システムにおいて、バラストタンクの下部から循環手段により導出するバラスト水をバラストタンクの上部に戻す循環経路と、循環経路に設けて、バラスト水中の微生物を物理的に処理する物理的処理手段と、物理的処理手段の下流側に設けて、バラスト水を濾過する濾過手段と、濾過手段を洗浄して再生する洗浄手段と、洗浄後の洗浄水を熱処理する熱処理手段を備え、熱処理後の洗浄水をバラストタンクに供給するとともにバラスト水の排水時に排水手段にてバラストタンクから直接排水を行うことを特徴とする。請求項 1 に記載の本発明によれば、バラスト水中の微生物処理をバラストタンクに貯えたバラスト水に対して行うことで、取水時に行う必要がないため取水時間が長くなる。また、微生物処理を、バクテリアを含む小型の微生物に対して物理的処理を行った後に濾過手段を経由させることで、バイオフィーム等による濾過手段での目詰まりを防止できる。また、濾過手段で分離した大型の微生物を洗浄手段によって除去できるとともに、濾し取られた熱に弱い大型の微生物に対して熱処理手段で熱処理を行うため加熱温度を低く設定でき、バラスト水処理性能を長期間、低いエネルギーコストで維持できる。更に、排水時には直接排水を行うことで排水時間が長くなる。従って、バラスト水の処理に必要なエネルギーコスト、製作コスト、及び運用コストを合わせたトータルコストを低減できる。また、薬剤などを用いる場合に比べて薬剤ストックスペースを廃止でき、装置の小型化とともに省スペース化が可能となる。更に、バイオフィーム等による濾過手段での目詰まりを防止できるため、バラスト水処理性能を長期間維持することができる。また、薬剤や活性物質を用いないので環境にやさしく、船体腐食への影響もなくせる。

【 0 0 0 9 】

請求項 2 記載の本発明は、請求項 1 に記載のバラスト水処理システムにおいて、循環経路にバラスト水を循環させている循環時に、熱処理手段で熱処理した洗浄水を濾過手段の下流側でバラスト水に合流させたことを特徴とする。請求項 2 に記載の本発明によれば、微生物処理後のバラスト水をバラストタンク内のバラスト水と混合することなく分離できる。また、洗浄水を排出することなくバラスト水として利用することが可能となる。

【 0 0 1 0 】

請求項 3 記載の本発明は、請求項 1 又は請求項 2 に記載のバラスト水処理システムにおいて、熱処理手段は、熱回収型熱交換器を有することを特徴とする。請求項 3 に記載の本発明によれば、熱処理に必要なエネルギーを低減でき、エネルギーコストを低減できる。

【 0 0 1 1 】

請求項 4 記載の本発明は、請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載のバラスト水処理システムにおいて、熱処理手段は、船舶から排出される排熱を利用することを特徴とする。請求項 4 に記載の本発明によれば、排熱利用によって更にエネルギーコストを低減できる。

【 0 0 1 2 】

請求項 5 記載の本発明は、請求項 4 に記載のバラスト水処理システムにおいて、熱処理手段は、排熱を間接熱交換器で間接熱交換することを特徴とする。請求項 5 に記載の本発明によれば、排ガスや蒸気を有効に利用することができる。

【 0 0 1 3 】

請求項 6 記載の本発明は、請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載のバラスト水処理シ

10

20

30

40

50

システムにおいて、取水手段に接続される取水経路と循環経路を切り換える経路切換手段とを備え、取水時に取水手段で取水したバラスト水を物理的処理手段と濾過手段とを経てバラストタンクに貯えることを特徴とする。請求項 6 に記載の本発明によれば、取水時においてもバラスト水中の微生物処理を行うことで、バラストタンク内の微生物を少なくすることができ、バクテリアを含む小型の微生物に対して物理的処理を行った後に濾過手段を経由させることで、バイオフィーム等による濾過手段での目詰まりを防止できる。

【 0 0 1 4 】

請求項 7 記載の本発明は、請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載のバラスト水処理システムにおいて、熱処理手段による熱処理温度が 5 0 以上であることを特徴とする。請求項 7 に記載の本発明によれば、既にバクテリアを含む小型の微生物に対して物理的処理を行っているため、残された洗浄水中の熱に弱い大型の微生物を低い処理温度で大型の微生物を殺滅することができる。

10

【 0 0 1 5 】

請求項 8 記載の本発明は、請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載のバラスト水処理システムにおいて、循環経路からバラストタンクに戻すバラスト水の温度が、バラストタンク内のバラスト水の温度と 0 . 5 以上の温度差を有するように熱処理手段で加熱することを特徴とする。請求項 8 に記載の本発明によれば、微生物処理後のバラスト水をバラストタンク内のバラスト水と混合することなく分離できる。

【 0 0 1 6 】

請求項 9 記載の本発明は、請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載のバラスト水処理システムにおいて、濾過手段は多数の溝を有した金属板を重ねて形成される多数の開孔により微生物を濾過することを特徴とする。請求項 9 に記載の本発明によれば、金属板を重ねて開孔を形成するために、網製や繊維製の濾過手段と比較して、形成された開孔が変形せず、長い開孔を形成できる。従って、微生物の濾過を確実にし、目詰まりが生じにくく、更には洗浄を行いやすい。

20

特に、金属板を用いることによる金属イオンの殺菌効果により、ぬめりが一層発生しにくくなり、バイオフィームの成長を抑制できる。

【 0 0 1 7 】

請求項 1 0 記載の本発明は、請求項 9 に記載のバラスト水処理システムにおいて、開孔は、開孔最小寸法を 3 0 ~ 5 0 μm とすることを特徴とする。請求項 1 0 に記載の本発明によれば、既にバクテリアを含む小型の微生物に対して物理的処理を行っているため、開孔最小寸法が 3 0 ~ 5 0 μm 程度で大型の微生物を分離することができるとともに目詰まりが生じにくい。特に、金属板を重ねて開孔最小寸法が 3 0 ~ 5 0 μm 程度の開孔を形成することにより開孔経路が長くできるため、体を変形させて通り抜けようとする微生物の濾過効果を高めることができる。また、通り抜けようとする微生物の体に金属板のエッジが作用し傷つけることにより、物理的処理手段がオゾンや塩素等のような活性化合物の発生がある場合に、傷に作用させ殺滅効果を高めることができる。

30

【 0 0 1 8 】

請求項 1 1 記載の本発明は、請求項 1 から請求項 1 0 のいずれかに記載のバラスト水処理システムにおいて、物理的処理手段は、紫外線を利用してバラスト水中の微生物を物理的に処理することを特徴とする。請求項 1 1 に記載の本発明によれば、大流量に対応できるためバラスト水処理時間を短縮できる。また、電気分解によるオゾンや塩素等のように活性化合物の発生がないため、処理後即座に船外排出ができる。

40

【 0 0 1 9 】

請求項 1 2 記載の本発明は、請求項 1 から請求項 1 1 のいずれかに記載のバラスト水処理システムにおいて、洗浄手段は、濾過手段を連続的に自動洗浄する自動逆洗浄手段であることを特徴とする。請求項 1 2 に記載の本発明によれば、洗浄を連続的に進めるため、目詰まりを防止してバラスト水処理時間を短縮できる。

【 0 0 2 0 】

請求項 1 3 記載の本発明は、請求項 1 から請求項 1 2 のいずれかに記載のバラスト水処

50

理システムにおいて、バラストタンクと排水手段とをそれぞれ複数備え、排水時に複数の排水手段を機能させてバラストタンクから重力を利用して排水を行うことを特徴とする。請求項 1 3 に記載の本発明によれば、動力が不要となるとともに排水時間を短縮することができる。

【 0 0 2 1 】

請求項 1 4 に記載の本発明に対応したバラスト水処理システムを搭載した船舶においては、請求項 1 から請求項 1 3 のいずれかに記載のバラスト水処理システムを船体に搭載したことを特徴とする。請求項 1 4 に記載の本発明によれば、バラスト水の処理に必要なエネルギーコスト、製作コスト、及び運用コストを合わせたトータルコストを低減できる。また、薬剤などを用いる場合に比べて薬剤ストックスペースを廃止でき、装置の小型化とともに省スペース化が可能となる。更に、バイオフィーム等による濾過手段での目詰まりを防止できるため、バラスト水処理性能を長期間維持することができる。

10

【 0 0 2 2 】

請求項 1 5 に記載の本発明に対応したバラスト水処理方法においては、バラストタンクに貯えたバラスト水を、バラストタンクの下部から導出し、物理的処理手段から濾過手段を経てバラストタンクの上部に戻して循環させるとともに、濾過手段を洗浄した後の洗浄水を熱処理してバラストタンクに供給することを特徴とする。請求項 1 5 に記載の本発明によれば、バラスト水中の微生物処理をバラストタンクに貯えたバラスト水に対して行うことで、取水時に行う必要がないため取水時間が長くない。また、微生物処理を、バクテリアを含む小型の微生物に対して物理的処理を行った後に濾過手段を経由させることで、バイオフィーム等による濾過手段での目詰まりを防止できる。また、濾過手段で分離した大型の微生物を洗浄手段によって除去できるとともに、濾し取られた熱に弱い大型の微生物に対して熱処理手段で熱処理を行うため加熱温度を低く設定できる。更に、排水時には直接排水を行うことで排水時間が長くない。

20

【 0 0 2 3 】

請求項 1 6 に記載の本発明は、請求項 1 5 に記載のバラスト水処理方法において、循環経路にバラスト水を循環させている循環時に、熱処理した洗浄水を濾過手段の下流側でバラスト水に合流させたことを特徴とする。請求項 1 6 に記載の本発明によれば、微生物処理後のバラスト水をバラストタンク内のバラスト水と混合することなく分離できる。また、洗浄水を排出することなくバラスト水として利用することが可能となる。

30

【 0 0 2 4 】

請求項 1 7 に記載の本発明は、請求項 1 5 又は請求項 1 6 に記載のバラスト水処理方法において、洗浄水の熱処理を、船舶の航行中に排出される排熱を利用して行うことを特徴とする。請求項 1 7 に記載の本発明によれば、排熱利用によって更にエネルギーコストを低減できる。

【 0 0 2 5 】

請求項 1 8 に記載の本発明は、請求項 1 5 から請求項 1 7 のいずれかに記載のバラスト水処理方法において、バラスト水の取水時に洗浄手段で洗浄に用いた洗浄水を、熱処理せずにバラストタンク以外に排出することを特徴とする。請求項 1 5 に記載の本発明によれば、濾過手段で分離した大型の微生物を洗浄手段によって除去できるとともに、取水時には、洗浄手段で濾し取られた大型の微生物を熱処理せずに同じ海域に排出することでエネルギーを低減できる。

40

【 0 0 2 6 】

請求項 1 9 に記載の本発明は、請求項 1 5 から請求項 1 8 に記載のバラスト水処理方法において、バラスト水の排水時に、重力を利用して排水することを特徴とする。請求項 1 9 に記載の本発明によれば、動力が不要となるとともに排水時間を短縮することができる。

【 発明の効果 】**【 0 0 2 7 】**

本発明によれば、バラスト水中の微生物処理をバラストタンクに貯えたバラスト水に対して行うことで、取水時に行う必要がないため取水時間が長くない。また、微生物処

50

理を、バクテリアを含む小型の微生物に対して物理的処理を行った後に濾過手段を経由させることで、バイオフィーム等による濾過手段での目詰まりを防止できる。また、濾過手段で分離した大型の微生物を洗浄手段によって除去できるとともに、濾し取られた熱に弱い大型の微生物に対して熱処理手段で熱処理を行うため加熱温度を低く設定でき、バラスト水処理性能を長期間、低いエネルギーコストで維持できる。更に、排水時には直接排水を行うことで排水時間が長くない。従って、バラスト水の処理に必要なエネルギーコスト、製作コスト、及び運用コストを合わせたトータルコストを低減できる。また、薬剤などを用いる場合に比べて薬剤ストックスペースを廃止でき、装置の小型化とともに省スペース化が可能となる。更に、バイオフィーム等による濾過手段での目詰まりを防止するため、バラスト水処理性能を長期間維持することができる。また、薬剤や活性物質を用いないので環境にやさしく、船体腐食への影響もなくせる。

10

【 0 0 2 8 】

また、循環経路にバラスト水を循環させている循環時に、熱処理手段で熱処理した洗浄水を濾過手段の下流側でバラスト水に合流させた場合には、微生物処理後のバラスト水をバラストタンク内のバラスト水と混合することなく分離できる。また、洗浄水を排出することなくバラスト水として利用することが可能となる。

【 0 0 2 9 】

また、熱処理手段が熱回収型熱交換器を有する場合には、熱処理に必要なエネルギーを低減でき、エネルギーコストを低減できる。

【 0 0 3 0 】

また、熱処理手段が船舶から排出される排熱を利用する場合には、排熱利用によって更にエネルギーコストを低減できる。

20

【 0 0 3 1 】

また、熱処理手段が排熱を間接熱交換器で間接熱交換する場合には、排ガスや蒸気を有効に利用することができる。

【 0 0 3 2 】

また、取水手段に接続される取水経路と循環経路を切り換える経路切換手段とを備え、取水時に取水手段で取水したバラスト水を物理的処理手段と濾過手段とを経てバラストタンクに貯える場合には、取水時においてもバラスト水中の微生物処理を行うことで、バラストタンク内の微生物を少なくすることができ、バクテリアを含む小型の微生物に対して物理的処理を行った後に濾過手段を経由させることで、バイオフィーム等による濾過手段での目詰まりを防止できる。

30

【 0 0 3 3 】

また、熱処理手段による熱処理温度が50 以上である場合には、既にバクテリアを含む小型の微生物に対して物理的処理を行っているため、残された洗浄水中の熱に弱い大型の微生物を低い処理温度で大型の微生物を殺滅することができる。

【 0 0 3 4 】

また、循環経路からバラストタンクに戻すバラスト水の温度が、バラストタンク内のバラスト水の温度と0.5 以上の温度差を有するように熱処理手段で加熱する場合には、微生物処理後のバラスト水をバラストタンク内のバラスト水と混合することなく分離できる。

40

【 0 0 3 5 】

また、濾過手段は多数の溝を有した金属板を重ねて形成される多数の開孔により微生物を濾過する場合には、微生物の濾過を確実にし、目詰まりが生じにくく、更には洗浄を行いやすい。特に、金属板を用いることによる金属イオンの殺菌効果により、ぬめりが一層発生しにくくなり、バイオフィームの成長を抑制できる。

【 0 0 3 6 】

また、開孔が、開孔最小寸法を30 ~ 50 μm とする場合には、既にバクテリアを含む小型の微生物に対して物理的処理を行っているため、開孔最小寸法が30 ~ 50 μm 程度で大型の微生物を分離することができるとともに目詰まりが生じにくい。特に、金属板を

50

重ねて開孔最小寸法が30～50 μm程度の開孔を形成することにより開孔経路が長くできるため、体を変形させて通り抜けようとする微生物の濾過効果を高めることができる。また、通り抜けようとする微生物の体に金属板のエッジが作用し傷つけることにより、物理的処理手段がオゾンや塩素等のような活性化物の発生がある場合に、傷に作用させ殺滅効果を高めることができる。

【0037】

また、物理的処理手段は、紫外線を利用してバラスト水中の微生物を物理的に処理する場合には、大流量に対応できるためバラスト水処理時間を短縮できる。また、電気分解によるオゾンや塩素等のように活性化物の発生がないため、処理後即座に船外排出ができる。

【0038】

また、洗浄手段が、濾過手段を連続的に自動洗浄する自動逆洗浄手段である場合には、洗浄を連続的に行えるため、目詰まりを防止してバラスト水処理時間を短縮できる。

【0039】

また、バラストタンクと排水手段とをそれぞれ複数備え、排水時に複数の排水手段を機能させてバラストタンクから重力を利用して排水を行う場合には、動力が不要となるとともに排水時間を短縮することができる。

【0040】

本発明の船舶によれば、バラスト水の処理に必要なエネルギーコスト、製作コスト、及び運用コストを合わせたトータルコストを低減できる。また、薬剤などを用いる場合に比べて薬剤ストックスペースを廃止でき、装置の小型化とともに省スペース化が可能となる。更に、バイオフィーム等による濾過手段での目詰まりを防止できるため、バラスト水処理性能を長期間維持することができる。

【0041】

本発明のバラスト水処理方法によれば、バラスト水中の微生物処理をバラストタンクに貯えたバラスト水に対して行うことで、取水時に行う必要がないため取水時間が長くない。また、微生物処理を、バクテリアを含む小型の微生物に対して物理的処理を行った後に濾過手段を経由させることで、バイオフィーム等による濾過手段での目詰まりを防止できる。また、濾過手段で分離した大型の微生物を洗浄手段によって除去できるとともに、濾し取られた熱に弱い大型の微生物に対して熱処理手段で熱処理を行うため加熱温度を低く設定できる。更に、排水時には直接排水を行うことで排水時間が長くない。

【0042】

また、循環経路にバラスト水を循環させている循環時に、熱処理した洗浄水を濾過手段の下流側でバラスト水に合流させた場合には、微生物処理後のバラスト水をバラストタンク内のバラスト水と混合することなく分離できる。また、洗浄水を排出することなくバラスト水として利用することが可能となる。

【0043】

また、洗浄水の熱処理を、船舶の航行中に排出される排熱を利用して行う場合には、排熱利用によって更にエネルギーコストを低減できる。

【0044】

また、バラスト水の取水時に洗浄手段で洗浄に用いた洗浄水を、熱処理せずにバラストタンク以外に排出する場合には、濾過手段で分離した大型の微生物を洗浄手段によって除去できるとともに、取水時には、洗浄手段で濾し取られた大型の微生物を熱処理せずに同じ海域に排出することでエネルギーを低減できる。

【0045】

また、バラスト水の排水時に、重力を利用して排水する場合には、動力が不要となるとともに排水時間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】本発明の実施形態によるバラスト水処理システムの取水時のライン図

【図 2】同バラスト水処理システムの微生物処理時のライン図

【図 3】同バラスト水処理システムの排水時のライン図

【図 4】同バラスト水処理システムに用いる濾過装置の断面図

【図 5】図 4 に示す X - X 線断面図

【図 6】図 4 の底面図

【図 7】図 4 に示す Y 部の拡大斜視図

【図 8】本発明の第 1 実施例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度に対して 0 . 5 高い温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、1 0 0 0 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 9】本発明の第 1 実施例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度に対して 0 . 5 高い温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、1 4 0 0 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 1 0】本発明の第 1 実施例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度に対して 0 . 5 高い温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、1 5 0 0 0 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 1 1】本発明の第 1 実施例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度に対して 0 . 5 高い温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、2 0 0 0 0 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 1 2】本発明の第 1 実施例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度に対して 0 . 5 高い温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、3 0 0 0 0 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 1 3】本発明の第 1 実施例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度に対して 0 . 5 高い温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、4 0 0 0 0 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 1 4】本発明の第 1 実施例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度に対して 0 . 5 高い温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、5 8 0 0 0 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 1 5】本発明の第 2 実施例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度に対して 2 高い温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、1 0 0 0 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 1 6】本発明の第 2 実施例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度に対して 2 高い温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、1 4 0 0 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 1 7】本発明の第 2 実施例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度に対して 2 高い温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、1 5 0 0 0 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 1 8】本発明の第 2 実施例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度に対して 2 高い温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、2 0 0 0 0 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 1 9】本発明の第 2 実施例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度に対して 2 高い温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、3 0 0 0 0 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 2 0】本発明の第 2 実施例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度に対して 2 高い温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、4 0 0 0 0 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 2 1】本発明の第 2 実施例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度に対して 2 高い温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、5 8 0 0 0 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 2 2】本発明の第 3 実施例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度に対して 4 高い温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、1 0 0 0 秒経過後の流体解析結果を

10

20

30

40

50

示す図

【図 2 3】本発明の第 3 実施例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度に対して 4 高い温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、1400 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 2 4】本発明の第 3 実施例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度に対して 4 高い温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、15000 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 2 5】本発明の第 3 実施例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度に対して 4 高い温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、20000 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 2 6】本発明の第 3 実施例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度に対して 4 高い温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、30000 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 2 7】本発明の第 3 実施例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度に対して 4 高い温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、40000 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 2 8】本発明の第 3 実施例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度に対して 4 高い温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、58000 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 2 9】比較例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度と同じ温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、1000 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 3 0】比較例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度と同じ温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、1400 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 3 1】比較例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度と同じ温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、15000 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 3 2】比較例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度と同じ温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、20000 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 3 3】比較例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度と同じ温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、30000 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 3 4】比較例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度と同じ温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、40000 秒経過後の流体解析結果を示す図

【図 3 5】比較例を示し、バラストタンク内のバラスト水の温度と同じ温度のバラスト水をバラストタンク内に戻し、58000 秒経過後の流体解析結果を示す図

【発明を実施するための形態】

【0047】

以下に、本発明の実施形態によるバラスト水処理システムについて説明する。

図 1 は本発明の実施形態によるバラスト水処理システムの取水時のライン図、図 2 は同バラスト水処理システムの微生物処理時のライン図、図 3 は同バラスト水処理システムの排水時のライン図である。

【0048】

まず、図 1 を用いてバラスト水処理システムの構成を説明する。

図 1 に示すように、本実施形態のバラスト水処理システムは、バラストタンク 1 の下部から循環手段 2 により導出するバラスト水をバラストタンク 1 の上部に戻す循環経路を備えている。

本実施形態による循環手段 2 は、バラストポンプで構成され、バラストタンク 1 に貯えるバラスト水を取水する取水手段と、バラスト水を排水する排水手段との機能を備えている。

循環手段 2 を取水手段として機能させる場合には、循環手段 2 で取水シーチェスト 6 から水（海水）を取水する。循環手段 2 を排水手段として機能させる場合には、バラスト水を排水シーチェスト 7 から排水する。

10

20

30

40

50

循環経路には、バラスト水中の微生物を物理的に処理する物理的処理手段 3 と、バラスト水を濾過する濾過手段 4 とを備えている。物理的処理手段 3 は、濾過手段 4 の上流側に設ける。物理的処理手段 3 には、UV 照射が適している。物理的処理手段 3 としては、UV 照射以外に、オゾンや塩素を例えば電気分解して得ることによる処理でもよい。オゾンや塩素による処理の場合、UV 照射と比較して処理後もバラスト水中に若干の成分が残存することがあり得るが、時間が経過することや熱を加えることにより濃度を低くでき、バラスト水の基準値以下にすることが可能である。この点が、薬剤を用いたバラスト水処理と比較して、物理的処理をして得られるオゾンや塩素を用いる利点である。

【0049】

配管 1 1 は、取水シーチェスト 6 から循環手段 2 までを接続する。配管 1 2 は、循環手段 2 から物理的処理手段 3 までを接続する。配管 1 3 は、物理的処理手段 3 から濾過手段 4 までを接続する。配管 1 4 は、濾過手段 4 からバラストタンク 1 までを接続する。配管 1 4 には、濾過手段 4 で濾過した後のバラスト水が流れる。配管 1 4 は、バラストタンク 1 の上部に接続されている。

配管 1 1 には、第 1 の経路切換手段 1 5 を設けている。配管 1 2 には、第 2 の経路切換手段 1 6 を設けている。

配管 1 1 は、取水シーチェスト 6 から第 1 の経路切換手段 1 5 までの配管 1 1 a と、第 1 の経路切換手段 1 5 から循環手段 2 までの配管 1 1 b とで構成される。

配管 1 2 は、循環手段 2 から第 2 の経路切換手段 1 6 までの配管 1 2 a と、第 2 の経路切換手段 1 6 から物理的処理手段 3 までの配管 1 2 b とで構成される。

配管 1 7 は、バラストタンク 1 から第 1 の経路切換手段 1 5 までを接続する。配管 1 7 は、バラストタンク 1 の下部に接続されている。

配管 1 8 は、第 2 の経路切換手段 1 6 から排水シーチェスト 7 までを接続する。

【0050】

第 1 の経路切換手段 1 5 は、循環経路と取水経路とを切り換える。第 2 の経路切換手段 1 6 は、循環経路と排水経路とを切り換える。

配管 1 9 には、濾過手段 4 における洗浄手段 5 0 で洗浄された洗浄水が流れる。配管 1 9 には、洗浄水排出経路切換手段 1 9 a を設けている。配管 1 9 は、濾過手段 4 から洗浄水排出経路切換手段 1 9 a までを接続する配管 1 9 b と、洗浄水排出経路切換手段 1 9 a から排水シーチェスト 7 までを接続する配管 1 9 c とから構成される。

【0051】

本実施形態のバラスト水処理システムは、洗浄水を熱処理する熱処理手段 2 0 を備えている。

熱処理手段 2 0 は、熱処理配管 2 1 に、熱処理手段用ポンプ 2 2、熱回収型熱交換器 2 3、間接熱交換器 2 4 を接続して構成される。

熱回収型熱交換器 2 3 は、間接熱交換器 2 4 の上流側の熱処理配管 2 1 を流れる低温の洗浄水に、間接熱交換器 2 4 の下流側の熱処理配管 2 1 を流れる高温の洗浄水から熱回収型熱交換器 2 3 内の経路間で熱を与えることで、熱回収を行う。

【0052】

間接熱交換器 2 4 から熱回収型熱交換器 2 3 までの熱処理配管 2 1 には、温度検知手段 2 5 を設けている。

熱処理配管 2 1 は、上流側を洗浄水排出経路切換手段 1 9 a に接続し、下流側を配管 1 4 に接続している。

【0053】

間接熱交換器 2 4 は吸熱側配管と放熱側配管とで構成される。吸熱側配管には熱処理配管 2 1 を接続し、放熱側配管には熱源回路 3 0 を接続し、間接熱交換器 2 4 は、吸熱側配管を流れる洗浄水と放熱側配管を流れる蒸気との間で間接熱交換を行う。

熱源回路 3 0 は、補助ボイラ 3 1、蒸気ヘッダー 3 2、蒸気流量制御弁 3 3、間接熱交換器 2 4 の放熱側配管、復水タンク 3 4、循環ポンプ 3 5 を環状に配管で接続している。補助ボイラ 3 1 と並列に排熱回収サイレンサー 3 6 を設けてもよい。排熱回収サイレンサ

10

20

30

40

50

ー 3 6 によって、主機関や発電機関など、船舶から排出される排熱を利用することができる。

蒸気流量制御弁 3 3 は、温度検知手段 2 5 からの検知温度が 5 0 以上となるように蒸気流量を制御する。また、検知温度 5 0 以上の維持は、熱処理配管 2 1 に設けたバルブの開度を調節し、熱回収型熱交換器 2 3 を通るバラスト水の流量を調節することによっても可能である。また、蒸気流量制御弁 3 3 と熱処理配管 2 1 に設けたバルブの開度の調節を併用して行うことも可能である。

【 0 0 5 4 】

熱処理だけで微生物を殺滅するための温度は、少なくとも 6 8 以上が必要とされるが、本実施形態では、物理的処理手段 3 による処理を既に行っているため、熱処理温度は 5 0 以上 6 0 以下であればよい。熱処理温度は、5 3 から 5 7 の範囲であれば好ましく、5 3 から 5 5 の範囲が更に好ましい。本実施形態では、物理的処理手段 3 による処理を既に行っているため、熱処理温度を 5 0 とすることで、洗浄水に含まれる大型の微生物を殺滅することができる。また、5 3 以上とすることで、処理温度に変動が生じて、5 0 を下回ることがないため、確実に大型の微生物を殺滅することができる。一方で 6 0 以下とすることで熱処理に必要なエネルギーを低減でき、5 7 以下、更には 5 5 以下とすることで、更に熱処理に必要なエネルギーを低減できる。

本実施形態では、バラストタンク 1 には、排水手段（循環手段 2）によることなくバルブを開成するだけで、バラストタンク 1 から重力を利用して排水を行うことができる排水管 5 を備えている。

【 0 0 5 5 】

図 1 を用いて、本実施形態によるバラスト水処理システムの取水時の流れについて説明する。

取水経路は、配管 1 1、配管 1 2、配管 1 3、及び配管 1 4 によって形成される。

循環手段 2 の運転により、取水シーチェスト 6 からの海水は、配管 1 1 及び配管 1 2 を通って物理的処理手段 3 に至る。バラスト水中の微生物は、物理的処理手段 3 によって、例えば UV 照射によって物理的に処理される。物理的処理手段 3 で殺滅される微生物は、バクテリアや S サイズプランクトン（5 0 μ m 未満）である。

【 0 0 5 6 】

本実施形態によるバラスト水処理システムは、物理的処理手段 3 による微生物の物理的処理の強度を測定する処理強度測定手段を備え、処理強度測定手段の測定結果に基づいて物理的処理手段 3 を制御することが好ましい。物理的処理手段 3 として UV を用いる場合には、処理強度測定手段で UV の光量を測定し、所定の光量を維持するように、UV の光量を増減制御する。

このように、処理強度測定手段で UV の光量を測定し、所定の光量を維持するように、UV の光量を制御することで、小型の微生物に加えバクテリアを確実に殺滅させることができ、バクテリアに起因した濾過手段 4 でのぬめりやバイオフィルムの成長による目詰まりを防止できる。

【 0 0 5 7 】

物理的処理手段 3 で物理的に処理されたバラスト水は、配管 1 3 を通って濾過手段 4 に至る。濾過手段 4 の構成については後述する。

濾過手段 4 では、L サイズプランクトン（5 0 μ m 以上）をバラスト水から分離する。L サイズプランクトンを分離した後のバラスト水は、配管 1 4 を通ってバラストタンク 1 に導かれる。

一方、濾過手段 4 で分離された L サイズプランクトンは、配管 1 9 を通って排水シーチェスト 7 から排出される。取水時には、熱処理手段 2 0 による熱処理を行うことなく洗浄水を取水海域の海に戻す。

なお、本実施形態では、取水時にバラスト水を物理的処理手段 3 と濾過手段 4 とで微生物処理する場合を説明したが、物理的処理手段 3 と濾過手段 4 とで微生物処理せずにバラストタンク 1 に導いてもよい。この場合には、例えば第 2 の経路切換手段 1 6 から配管 1

10

20

30

40

50

4 に接続するバイパス配管を設けることで、物理的処理手段 3 及び濾過手段 4 を経由することなくバラスト水をバラストタンク 1 に導くことができる。

【 0 0 5 8 】

図 2 を用いて、本実施形態によるバラスト水処理システムの微生物処理時の流れについて説明する。

本システムによる微生物処理は、取水手段によってバラスト水をバラストタンク 1 に貯えた後においても行い、船舶が航行中に行う。船舶の航行中に行うことで、主機から排出される排熱を利用することができる。

【 0 0 5 9 】

第 1 の経路切換手段 1 5 を切り換えることで、バラストタンク 1 から循環手段 2 に至る経路が形成され、取水シーチェスト 6 から循環手段 2 に至る経路が閉鎖される。

10

循環経路は、配管 1 7、配管 1 1 b、配管 1 2、配管 1 3、配管 1 4 によって形成される。

循環手段 2 の運転により、バラスト水は、バラストタンク 1 の底部から導出され、配管 1 7、配管 1 1 b、及び配管 1 2 を通って物理的処理手段 3 に至る。バラスト水中の微生物は、物理的処理手段 3 によって、例えば UV 照射によって物理的に処理される。物理的処理手段 3 で殺滅される微生物は、バクテリアや S サイズプランクトンである。

配管 1 7 から導出させたバラスト水は、循環手段 2、物理的処理手段 3、及び濾過手段 4 を経由して、配管 1 4 からバラストタンク 1 に戻される。

【 0 0 6 0 】

20

本実施形態によるバラスト水処理システムは、取水時と同様に、物理的処理手段 3 による微生物の物理的処理の強度を測定する処理強度測定手段を備え、処理強度測定手段の測定結果に基づいて物理的処理手段 3 を制御することが好ましい。物理的処理手段 3 として UV を用いる場合には、処理強度測定手段では UV の光量を測定し、所定の光量を維持するように、UV の光量を増減制御する。

このように、処理強度測定手段で UV の光量を測定し、所定の光量を維持するように、UV の光量を制御することで、バクテリアや小型の微生物を確実に殺滅させることができ、濾過手段 4 でのバイオフィーム等による目詰まりを防止できる。

【 0 0 6 1 】

物理的処理手段 3 で物理的に処理されたバラスト水は、配管 1 3 を通って濾過手段 4 に至る。

30

濾過手段 4 では、L サイズプランクトンをバラスト水から分離する。L サイズプランクトンは取水時に除去されるが、分離されずにバラストタンク 1 に混入する場合や、バラストタンク 1 内において、増殖や成長による大型化する場合がある。しかし、循環を繰り返すことにより、これら増殖や成長して大型化した微生物を基準値以下になるように処理することができる。L サイズプランクトンを分離した後のバラスト水は、配管 1 4 を通ってバラストタンク 1 の上部からバラストタンク 1 に戻される。

【 0 0 6 2 】

一方、濾過手段 4 で分離された L サイズプランクトンは熱処理手段 2 0 で殺滅され、熱処理手段 2 0 で微生物処理された洗浄水は、配管 1 4 を流れる微生物処理後のバラスト水に合流してバラストタンク 1 に戻される。このため洗浄水を外部に排出する必要がなくなり、バラスト水として有効に利用できる。

40

すなわち、洗浄水排出経路切換手段 1 9 a を切り換えることで、配管 1 9 c の流れが遮断され、濾過手段 4 からの洗浄水は、配管 1 9 b から熱処理配管 2 1 を経由した後に、配管 1 4 に合流する。

【 0 0 6 3 】

物理的処理手段 3 及び濾過手段 4 で微生物処理されたバラスト水は、熱処理手段 2 0 で微生物処理された洗浄水が合流することで、処理後のバラスト水の温度はバラストタンク 1 内のバラスト水より高くなる。バラストタンク 1 内のバラスト水の温度と配管 1 4 から戻すバラスト水の温度は 0 . 5 以上の温度差を有することが好ましい。

50

0.5 以上の温度差とすることで、微生物処理後のバラスト水をバラストタンク 1 内のバラスト水と混合することなく分離できるとともに、熱回収型熱交換器 2 3 によって十分に熱回収が行えるため、加熱処理に必要な熱エネルギーを低減できる。

なお、バラストタンク 1 内において、加熱処理後のバラスト水と加熱処理前のバラスト水とが混ざることなく積層されるように、配管 1 4 のバラストタンク 1 の上部に接続される出口は、バラスト水面に平行に（図 2 においては水平に）接続されることが好ましい。また、バラストタンク 1 に流入した加熱処理後のバラスト水を水平方向に拡散する攪拌防止板 1 a やバラスト水面に浮遊させたフロート等を用いることで、流入した加熱処理後のバラスト水が加熱処理前のバラスト水と混ざり合うことを防止してもよい。流入したバラスト水の流入による攪拌作用が大きい場合やバラストタンクの断熱状態が悪い場合は 1 以上、また、船舶の揺れが大きい場合は、バラストタンク 1 内のバラスト水の温度と配管 1 4 から戻すバラスト水の温度差は数、例えば 2 以上あった方が確実に積層を維持できる。

【0064】

循環手段 2 の運転継続によって、バラストタンク 1 内のバラスト水は段階的に微生物処理され、全てのバラスト水が微生物処理されると循環手段 2 を停止する。

微生物処理は、バラスト水の排水前に終わること、規定を満たした安全なバラスト水を、排水時間が長くなることなく排水できる。なお、船舶の航行中に主機関や発電機関などから排出される排熱を利用し複数回循環することも可能である。

【0065】

図 3 を用いて、本実施形態によるバラスト水処理システムの排水時の流れについて説明する。

第 2 の経路切換手段 1 6 を切り換えることで、循環手段 2 から排水シーチェスト 7 に至る経路が形成され、循環手段 2 から物理的処理手段 3 に至る経路が閉鎖される。

排水経路は、配管 1 7、配管 1 1 b、配管 1 2 a、配管 1 8 によって形成される。

排水手段（循環手段 2）の運転により、バラスト水は、バラストタンク 1 の底部から導出され、配管 1 7、配管 1 1 b、配管 1 2 a、及び配管 1 8 を通って排水シーチェスト 7 から排出される。

バラスト水の排水時には、排水手段（循環手段 2）にてバラストタンク 1 から直接排水を行う。すなわち、排水時には、加熱処理は行わない。

【0066】

なお、本実施形態では、一つのバラストタンク 1 と一つの排水手段（循環手段 2）を図示したが、バラストタンク 1 と排水手段（循環手段 2）とをそれぞれ複数備え、排水時に複数の排水手段（循環手段 2）を機能させて排水を行うことで排水時間を短縮することができる。また、排水管 5 によって重力を利用して排水を行うことで更に排水時間を短縮することができる。また、第 1 の経路切換手段 1 5 から配管 1 1 a を経路とすることも重力を利用して排水を行うことができる。

【0067】

このように、本実施形態では、循環経路にバラスト水を循環させている循環時に、熱処理手段で熱処理した洗浄水を濾過手段の下流側でバラスト水に合流させたことで、微生物処理後のバラスト水をバラストタンク 1 内のバラスト水と混合することなく分離できる。

また、熱回収型熱交換器 2 3 を有することで、熱処理に必要なエネルギーを低減でき、エネルギーコストを低減できる。

また、本実施形態では、熱処理手段 2 0 では、船舶から排出される排熱を利用することで更にエネルギーコストを低減できる。

また、本実施形態では、排熱を間接熱交換器 2 4 で間接熱交換することで、排ガスや蒸気を有効に利用することができる。

【0068】

また、本実施形態では、取水手段に接続される取水経路と循環経路を切り換える経路切換手段 1 5、1 6 を備え、取水時に取水手段で取水したバラスト水を濾過手段 4 と物理的

10

20

30

40

50

処理手段 3 を経てバラストタンク 1 に貯える。従って、取水時においてもバラスト水中の微生物処理を行うことで、バラストタンク 1 内の微生物を少なくすることができ、バクテリアを含む小型の微生物に対して物理的処理を行った後に濾過手段 4 を経由させることで、濾過手段 4 でのバイオフィルム等による目詰まりを防止できる。

また、本実施形態では、既にバクテリアを含む小型の微生物を物理的処理手段 3 によって殺滅させているため、残りの熱に弱い大型の微生物に対して熱処理温度を 50 以上 60 以下という低い処理温度とすることができる。

【0069】

図 4 から図 7 を用いて本発明の実施形態によるバラスト水処理システムに用いる濾過手段 4 及び洗浄手段 50 を説明する。

図 4 は、同バラスト水処理システムに用いる濾過装置の断面図、図 5 は図 4 に示す X-X 線断面図、図 6 は図 4 の底面図、図 7 は図 4 に示す Y 部の拡大斜視図である。

濾過手段 4 と洗浄手段 50 とは、濾過装置 40 によって構成される。

【0070】

図 4 から図 6 に示すように、本実施形態による濾過装置 40 は、配管 13 が接続されるバラスト水導入口 41 と、配管 14a が接続されるバラスト水導出口 42 と、配管 18a が接続される逆洗配管 51 を備えている。

本実施形態による濾過装置 40 は、仕切り板 43 によって下部空間 40a と上部空間 40b とに仕切られている。バラスト水導入口 41 は下部空間 40a に形成され、バラスト水導出口 42 は上部空間 40b に形成されている。

下部空間 40a には、回動配管 52 を配置している。この回動配管 52 は、モータ 53 によって回動する。

洗浄手段 50 は、逆洗配管 51、回動配管 52、及びモータ 53 によって構成される。

上部空間 40b には、複数の濾過配管 44 が、同心円状に配置されている。

濾過配管 44 の下端は、仕切り板 43 で仕切られることなく、下部空間 40a と連通している。

上部空間 40b のバラスト水は、バラスト水導出口 42 から導出される。濾過手段 4 は、バラスト水導入口 41、バラスト水導出口 42、仕切り板 43、濾過配管 44、下部空間 40a、及び上部空間 40b で構成される。

【0071】

図 7 に示すように、濾過配管 44 は、複数の金属板 60 を重ねて形成されている。一つの金属板 60 は、リング状に形成され、一端面は平坦面であり、他端面には放射状にリブ 61 が形成されている。放射状にリブ 61 が形成されることで、それぞれのリブ 61 間には溝 62 が形成される。リブ 61 は同じ高さで、複数の金属板 60 を重ね合わせることで、溝 62 は開孔 63 を形成する。

開孔 63 は、開孔最小寸法を 30 ~ 50 μm としている。例えば高さ寸法を 30 ~ 50 μm の範囲に設定した場合には、幅寸法（本実施形態では円弧長さ寸法）は、50 μm を越えてもよい。高さ寸法及び幅寸法のいずれか一方の寸法が 30 ~ 50 μm であればよい。

【0072】

本実施形態による濾過装置 40 のバラスト水の流れについて説明する。

バラスト水は、バラスト水導入口 41 から下部空間 40a に導入される。下部空間 40a に導入されたバラスト水は、濾過配管 44 の下端から導入される。濾過配管 44 には開孔 63 を形成しているので、バラスト水はこの開孔 63 から上部空間 40b に導出される。バラスト水が開孔 63 を通過する際に、L サイズプランクトンが分離される。すなわち、L サイズプランクトンは開孔 63 を通過することなく、濾過配管 44 内にとどまる。

このように、金属板 60 を重ねて開孔 63 を形成するために、網製や繊維製の濾過手段と比較して、形成された開孔 63 が変形せず、長い開孔を形成できる。従って、微生物の濾過を確実にし、目詰まりを生じにくく、更には洗浄を行いやすい。特に、金属板を重ねて開孔最小寸法が 30 ~ 50 μm 程度の開孔を形成することにより長い開孔経路が形成できるため、体を変形させて通り抜けようとする微生物の濾過効果を高めることができる。

10

20

30

40

50

。また、通り抜けようとする微生物の体に金属板のエッジが作用し傷つけることにより、物理的処理手段3がオゾンや塩素等のように活性化物の発生がある場合に、傷に作用させ殺滅効果を高めることができる。なお、金属板60の材料として例えば銅材を用い、又は金属板60の少なくとも一部に例えば銅メッキを施すことで、金属のイオン効果によりぬめりが付着しにくくなる。また、金属板には銅以外の金や白金、また銀等のイオン殺菌効果の高い金属やそれらの金属メッキ品を用いてもよい。

【0073】

次に洗浄手段50の動作について説明する。

洗浄手段50は、モータ53によって回動配管52が回動する。回動配管52の下端は、逆洗配管51と接続された状態を維持し、回動配管52の上端は、濾過配管44が配置された円周上を移動する。

10

回動配管52の上端が、いずれかの濾過配管44の下端と一致すると、回動配管52の上端が配置された濾過配管44の下端は、下部空間40aから隔離される。従って、濾過配管44の下端からはバラスト水が導入されない。そして、下部空間40aから隔離された濾過配管44には、上部空間40b内のバラスト水が導入され、回動配管52を経由して逆洗配管51から導出される。

従って、濾過配管44内にとどめられていたLサイズプランクトンは、上部空間40bから導入されたバラスト水とともに、洗浄水として逆洗配管51から導出される。

このように、洗浄手段50は、濾過手段4を連続的に自動洗浄する自動逆洗浄手段であり、洗浄を連続的に行えるため、目詰まりを防止してバラスト水処理時間を短縮できる。

20

【0074】

図8から図35を用いてバラストタンク1内の温度差による自然対流の流体解析結果を説明する。これらの図は置換率を示す。

図8から図14はバラストタンク1内のバラスト水の温度に対して0.5 高い温度のバラスト水を配管14から戻した場合の時間経過別の流体解析結果を示す図、図15から図21はバラストタンク1内のバラスト水の温度に対して2 高い温度のバラスト水を配管14から戻した場合の時間経過別の流体解析結果を示す図、図22から図28はバラストタンク1内のバラスト水の温度に対して4 高い温度のバラスト水を配管14から戻した場合の時間経過別の流体解析結果を示す図、図29から図35はバラストタンク1内のバラスト水の温度と同じ温度のバラスト水を配管14から戻した場合の時間経過別の流体解析結果を示す図である。

30

【0075】

また、図8、図15、図22、及び図29は、1000秒経過後の流体解析結果を示す図、図9、図16、図23、及び図30は、1400秒経過後の流体解析結果を示す図、図10、図17、図24、及び図31は、15000秒経過後の流体解析結果を示す図、図11、図18、図25、及び図32は、20000秒経過後の流体解析結果を示す図、図12、図19、図26、及び図33は、30000秒経過後の流体解析結果を示す図、図13、図20、図27、及び図34は、40000秒経過後の流体解析結果を示す図、図14、図21、図28、及び図35は、58000秒経過後の流体解析結果を示す図である。

40

【0076】

なお、バラストタンク1は、底部空間高さを2m、底部空間幅を1.5m、底面から側部空間高さを2.0m、側部空間幅を1.5mとし、バラストタンク1の船体幅方向断面積を 56 m^2 ($1.5 \times 2.0 + 2 \times 1.3$)、バラストタンク1の容積を 22400 m^3 ($56 \times 200 \times 2$)とした。また、配管14から戻すバラスト水の循環流量は、 $0.56\text{ m}^3/\text{h}$ ($22400 / (100 \times 400)$)とし、対流及び熱伝達を考慮した。なお、バラストタンク1の船体方向長さは片舷200mで左右舷あわせて400mであるが、解析では奥行き方向は繰り返しとして1mで行った。100h(約4日)でリグロースするのでこの時間以内に循環させることが必要となる。

【0077】

50

図 8、図 15、図 22、及び図 29 に示すように、1000 秒経過後では、図 8 に示す温度差 0.5、図 15 に示す温度差 2、図 22 に示す温度差 4 では、配管 14 から戻した水とバラストタンク 1 にあった水の間には明確な積層が現れているのに対して、図 29 に示す比較例では積層は現れていない。

積層の出現状況は、1400 秒経過後を示す図 9、図 16、図 23、及び図 30、1500 秒経過後を示す図 10、図 17、図 24、及び図 31、2000 秒経過後を示す図 11、図 18、図 25、及び図 32、3000 秒経過後を示す図 12、図 19、図 26、及び図 33、4000 秒経過後を示す図 13、図 20、図 27、及び図 34、5800 秒経過後を示す図 14、図 21、図 28、及び図 35 においても同様である。

以上のシミュレーションから、バラストタンク 1 内のバラスト水の温度と配管 14 から戻すバラスト水の温度は 0.5 以上の温度差を有すればよいことが分かる。

【0078】

以上のように本実施形態は、バラスト水中の微生物処理をバラストタンク 1 に貯えたバラスト水に対して行うことで、取水時に行う必要がないため取水時間が長くない。また、微生物処理を、バクテリアを含む小型の微生物に対して物理的処理を行った後に濾過手段 4 を経由させることで、濾過手段 4 での目詰まりを防止できる。また、濾過手段 4 で分離した大型の微生物を洗浄手段 50 によって除去できるとともに、濾し取られた熱に弱い大型の微生物に対して熱処理手段 20 で熱処理を行うため加熱温度を低く設定できる。更に、排水時には直接排水を行うことで排水時間が長くない。従って、バラスト水の処理に必要なエネルギーコスト、製作コスト、及び運用コストを合わせたトータルコストを低減できる。また、薬剤などを用いる場合に比べて薬剤ストックスペースを廃止でき、装置の小型化とともに省スペース化が可能となる。更に、バイオフィーム等による濾過手段 4 での目詰まりを防止できるため、バラスト水処理性能を長期間維持することができる。また、薬剤や活性物質を用いないので環境にやさしく、船体腐食への影響もなくせる。

【0079】

また本実施形態によれば、バラスト水の取水時に洗浄手段 50 で洗浄に用いた洗浄水を、熱処理せずにバラストタンク 1 以外に排出することで、濾過手段 4 で分離した大型の微生物を洗浄手段 50 によって除去できるとともに、取水時には、洗浄手段 50 で濾し取られた大型の微生物を熱処理せずに排出することでエネルギーを低減できる。

【0080】

また本実施形態によるバラスト水処理システムを搭載した船舶では、バラスト水の処理に必要なエネルギーコスト、製作コスト、及び運用コストを合わせたトータルコストを低減できる。また、薬剤などを用いる場合に比べて薬剤ストックスペースを廃止でき、装置の小型化とともに省スペース化が可能となる。更に、バイオフィーム等による濾過手段 4 での目詰まりを防止できるため、バラスト水処理性能を長期間維持することができる。また、薬剤や活性物質を用いないので環境にやさしく、船体腐食への影響もなくせる。

【産業上の利用可能性】

【0081】

本発明は、バラスト水の処理能力を維持すると共に必要な総エネルギーを低減することを目的とするバラスト水処理システム、このバラスト水処理システムを搭載した船舶、及びバラスト水処理方法に適している。

【符号の説明】

【0082】

- 1 バラストタンク
- 2 取水手段（循環手段）（排水手段）
- 3 物理的処理手段
- 4 濾過手段
- 15 第 1 の経路切換手段
- 16 第 2 の経路切換手段
- 19 a 洗浄水排出経路切換手段

10

20

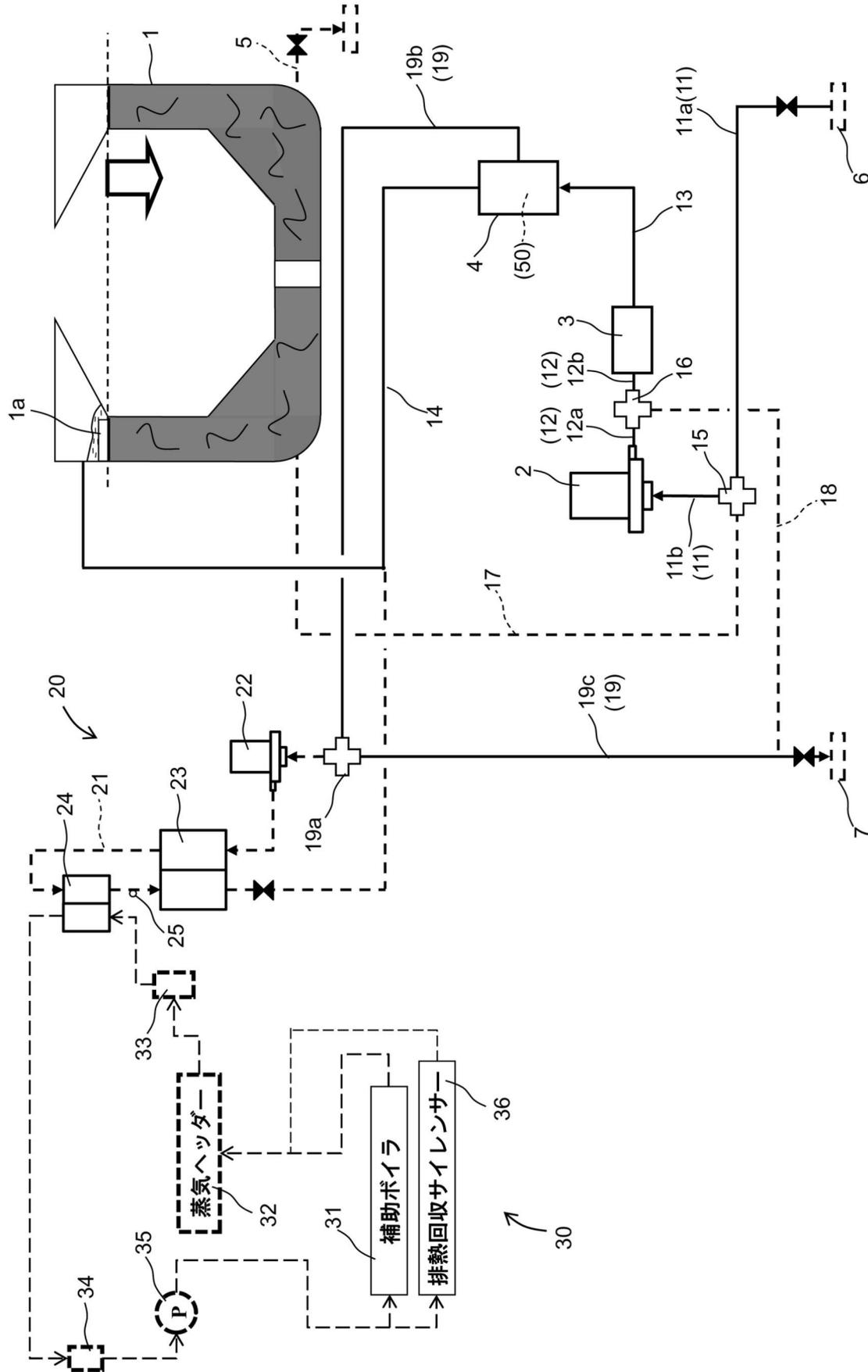
30

40

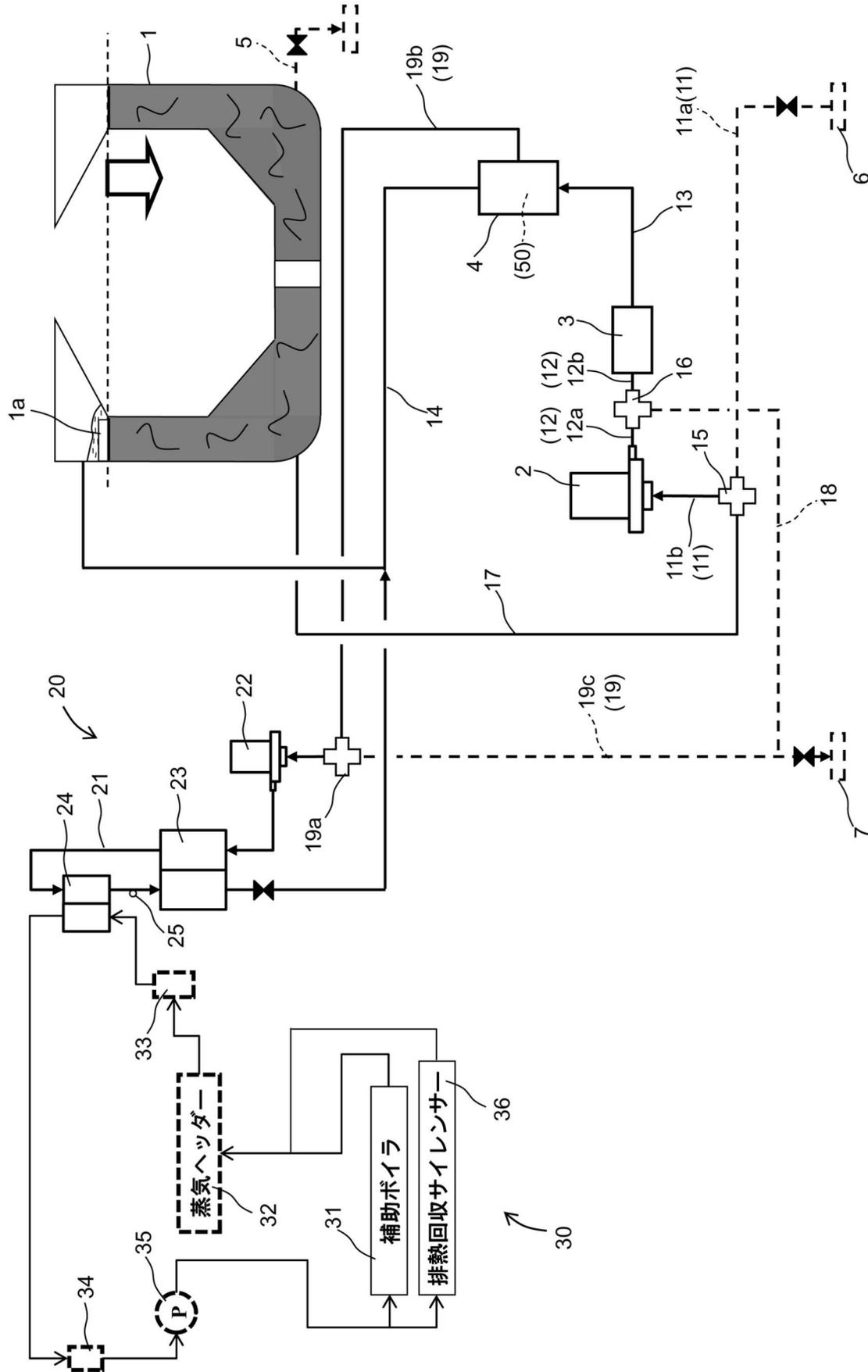
50

- 2 0 熱処理手段
- 2 3 熱回収型熱交換器
- 2 4 間接熱交換器
- 3 0 熱源回路
- 4 4 濾過配管
- 5 0 洗浄手段
- 6 0 金属板
- 6 2 溝

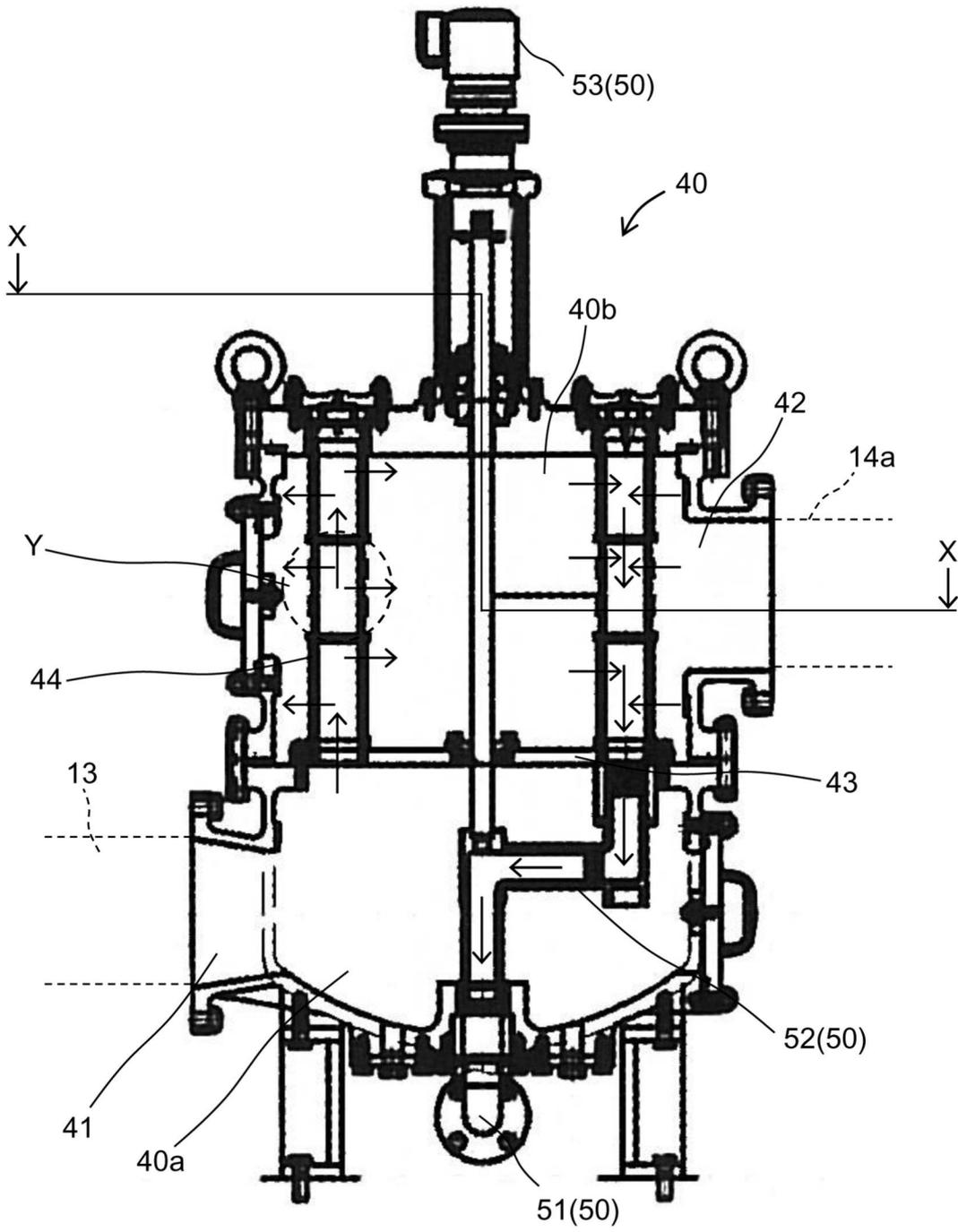
【図 1】



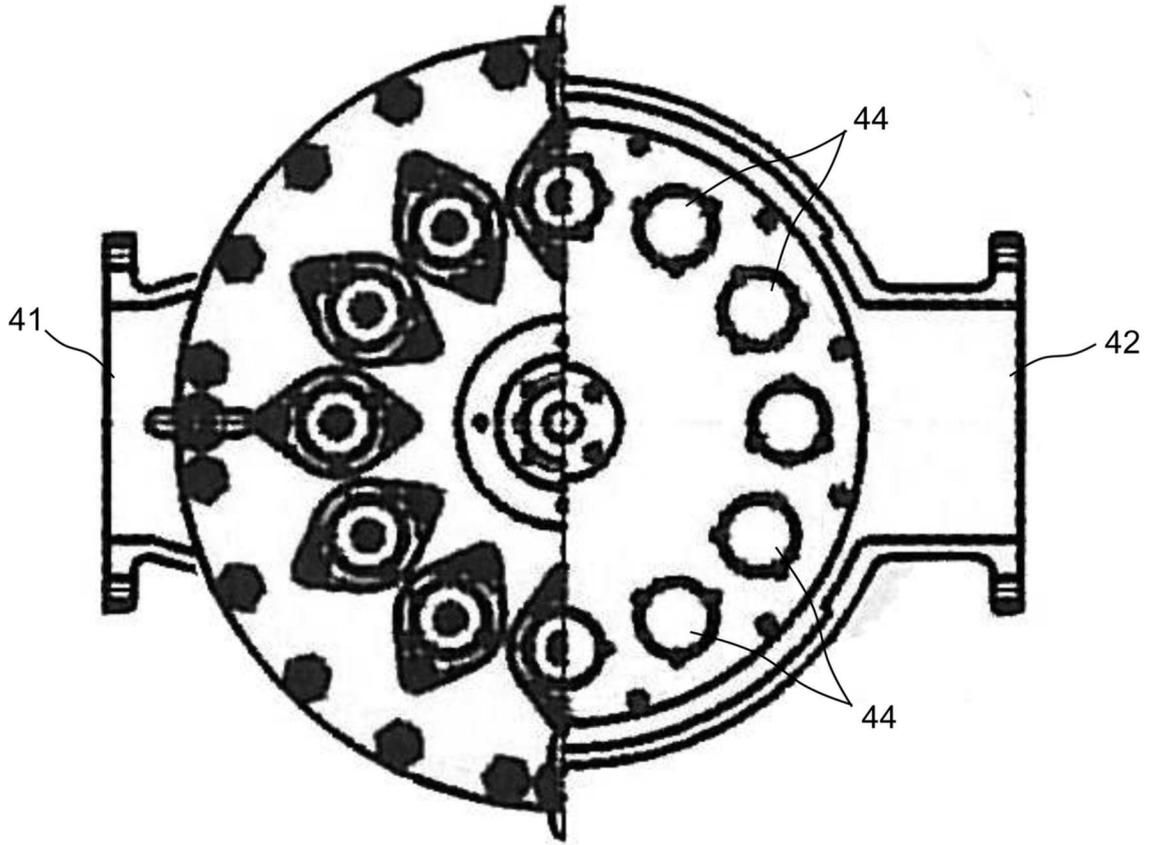
【図 2】



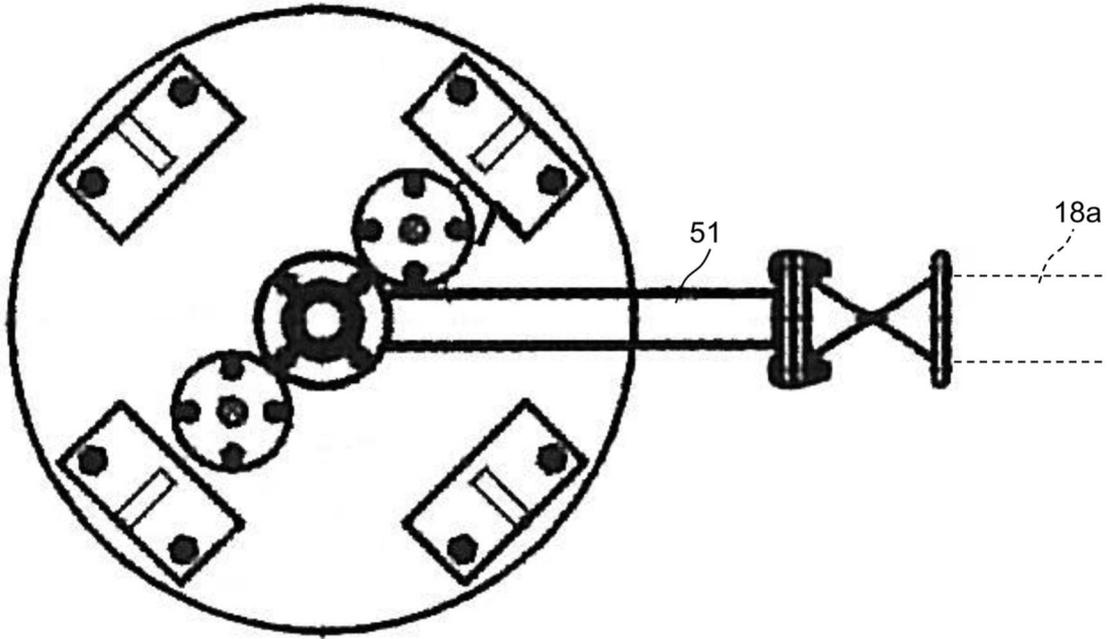
【 図 4 】



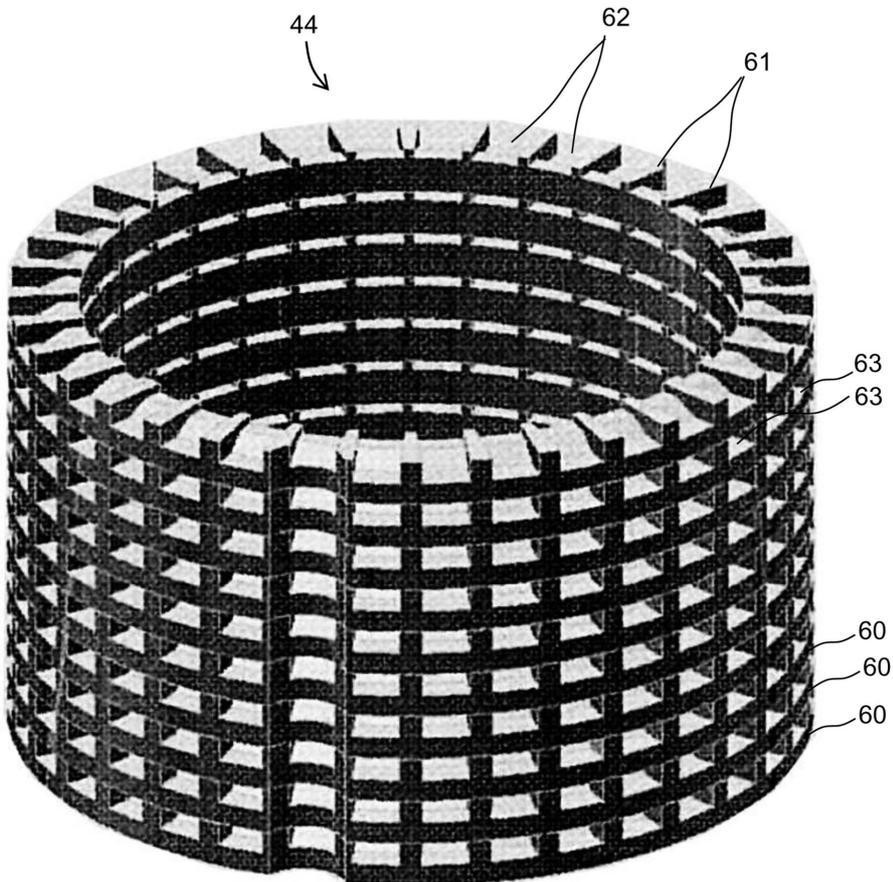
【図 5】



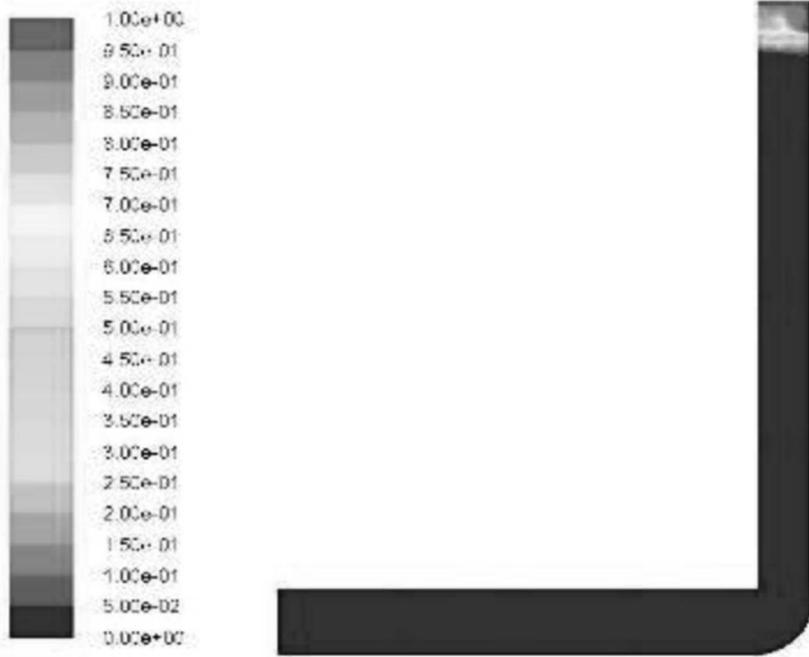
【 図 6 】



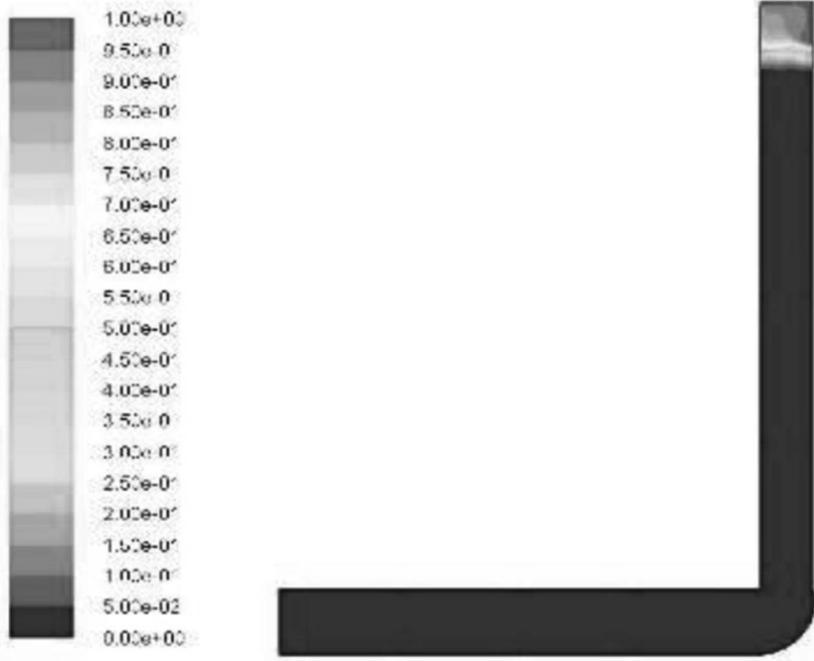
【 図 7 】



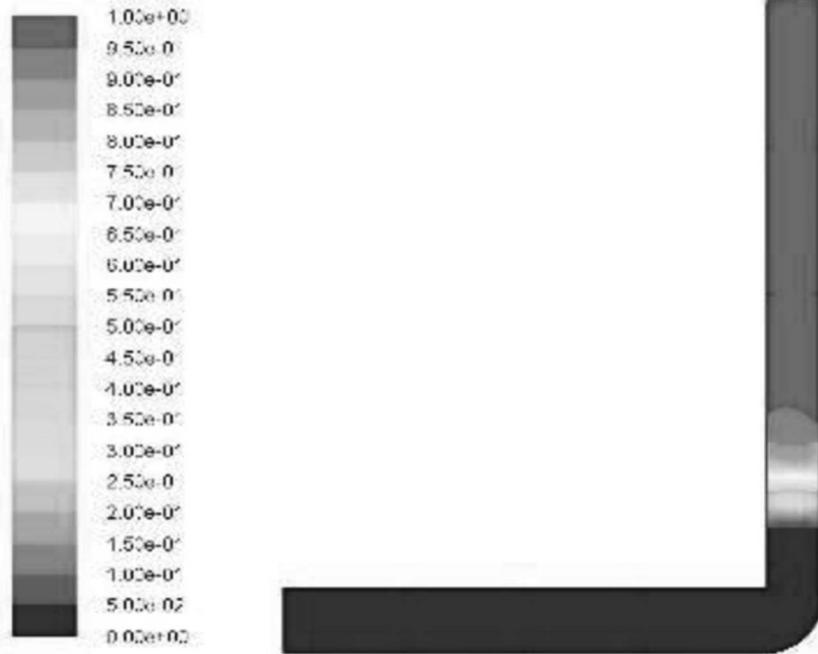
【 図 8 】



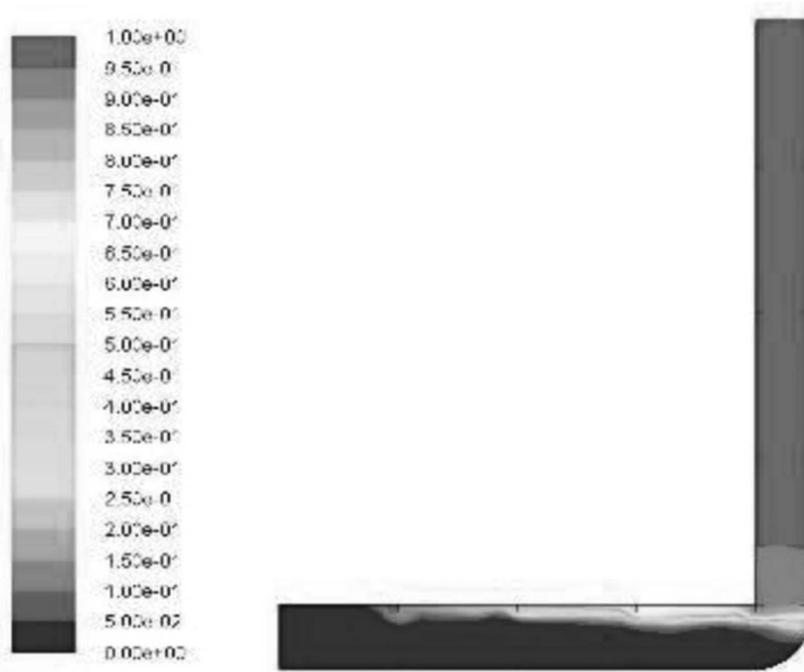
【 図 9 】



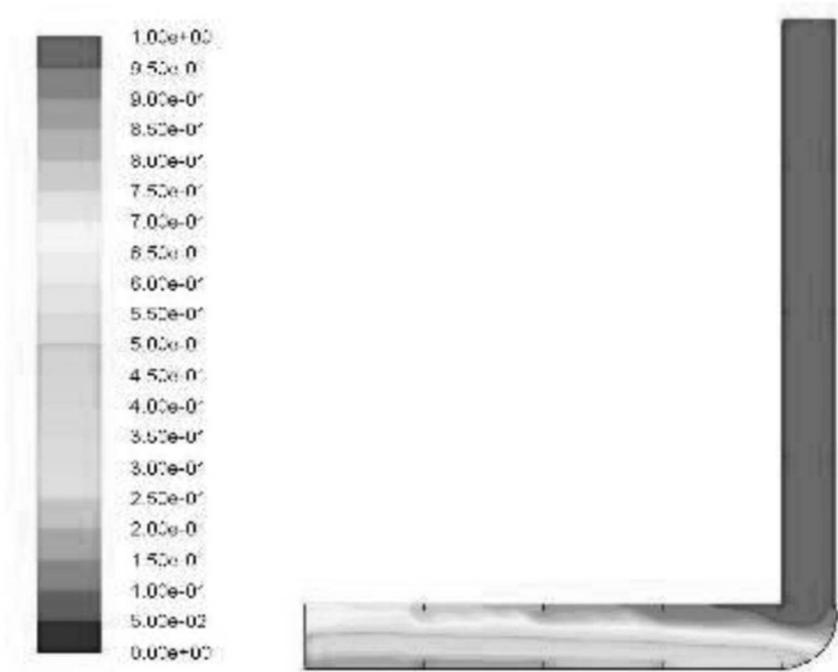
【図 10】



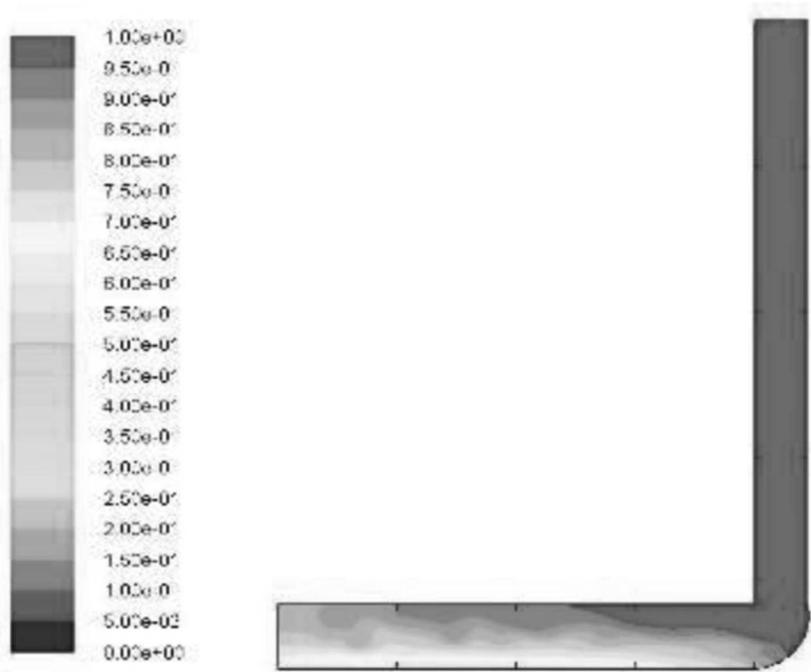
【 図 1 1 】



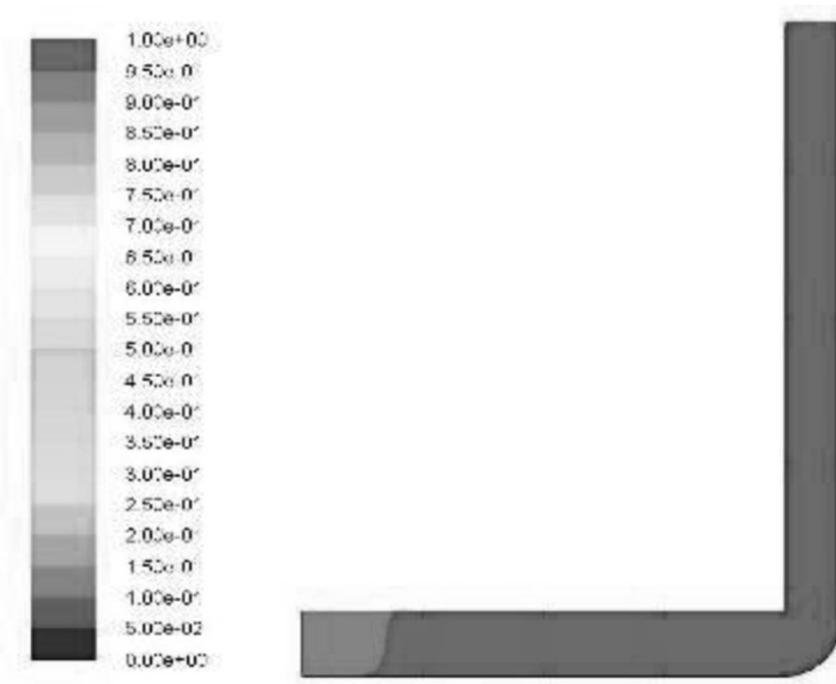
【 図 1 2 】



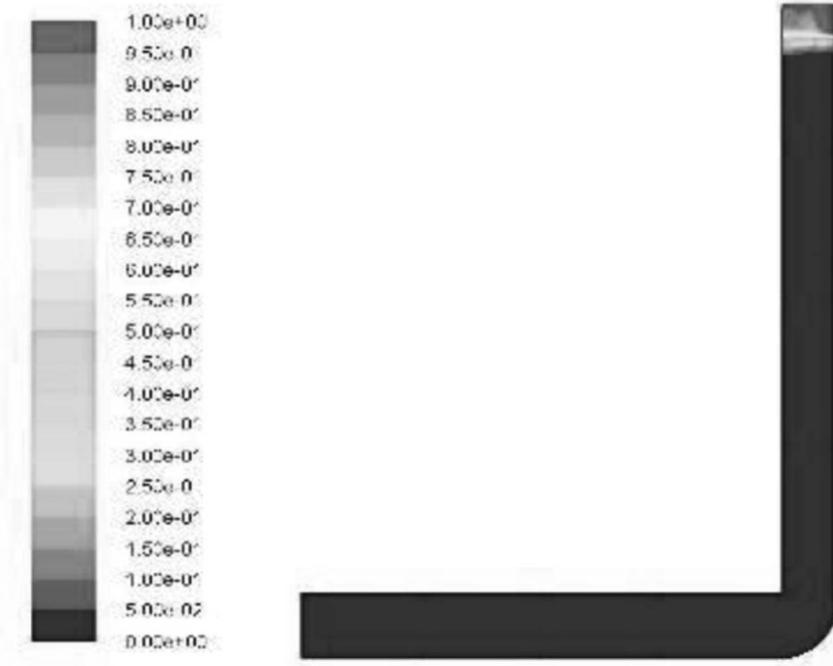
【 図 1 3 】



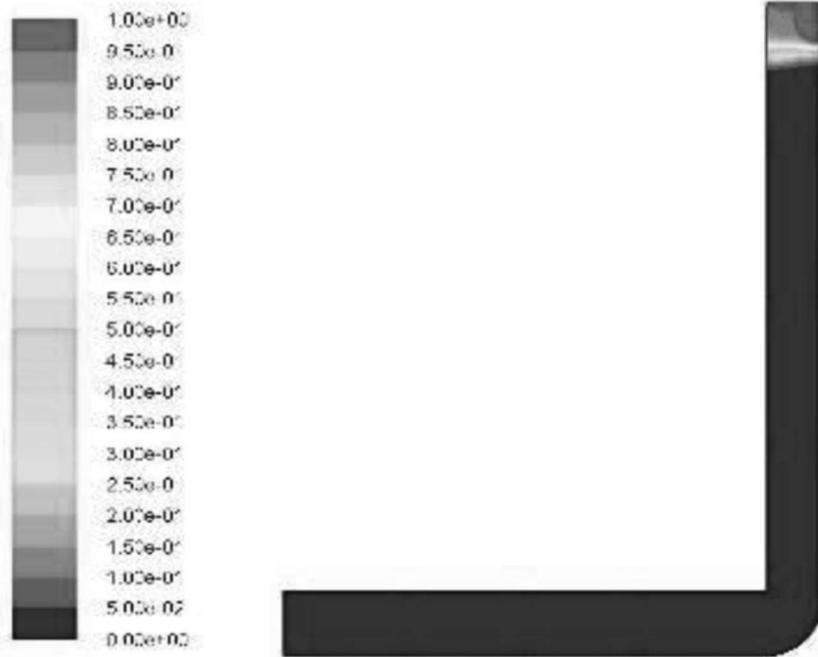
【 図 1 4 】



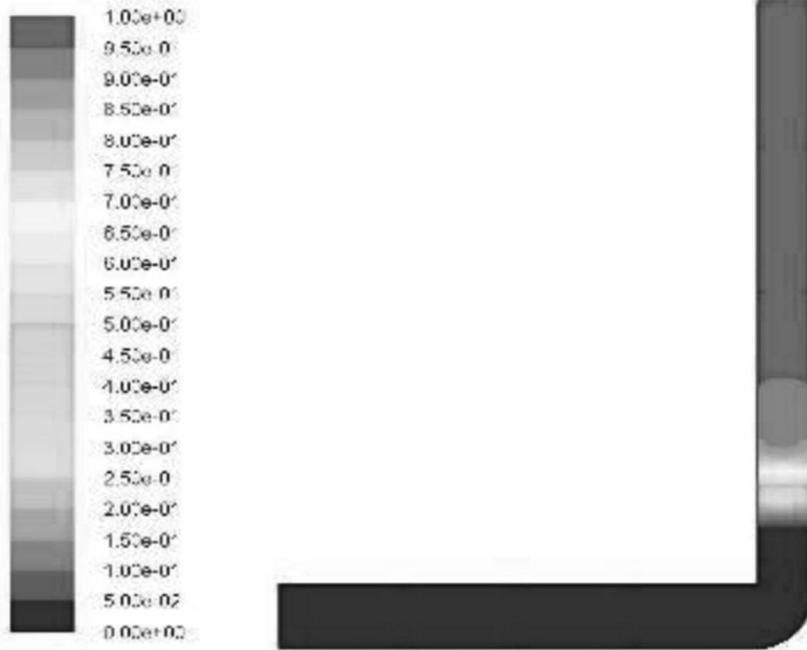
【 図 15 】



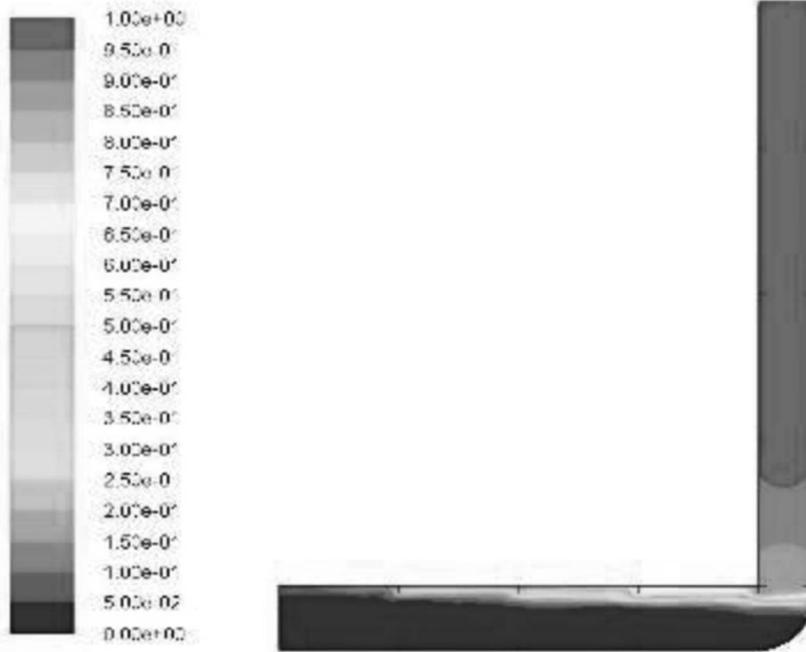
【図 16】



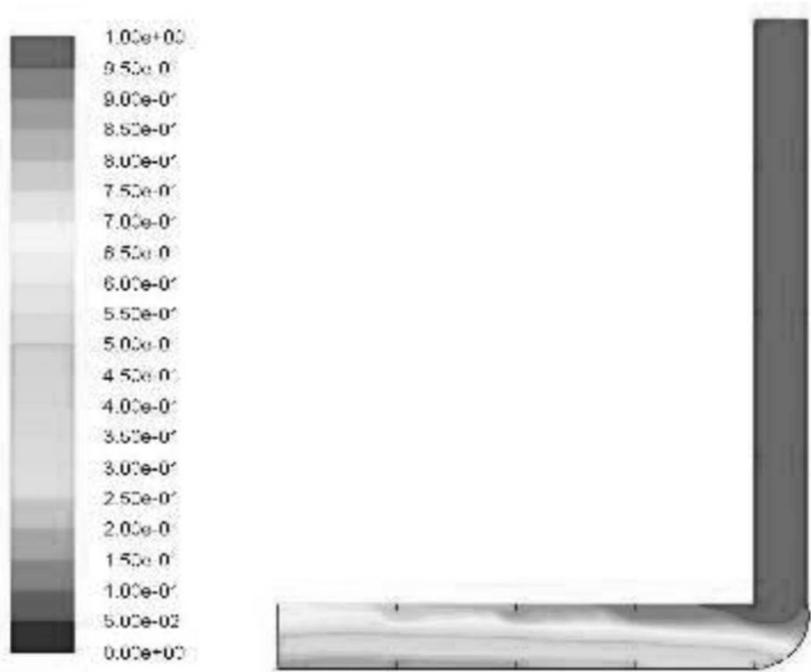
【 図 17 】



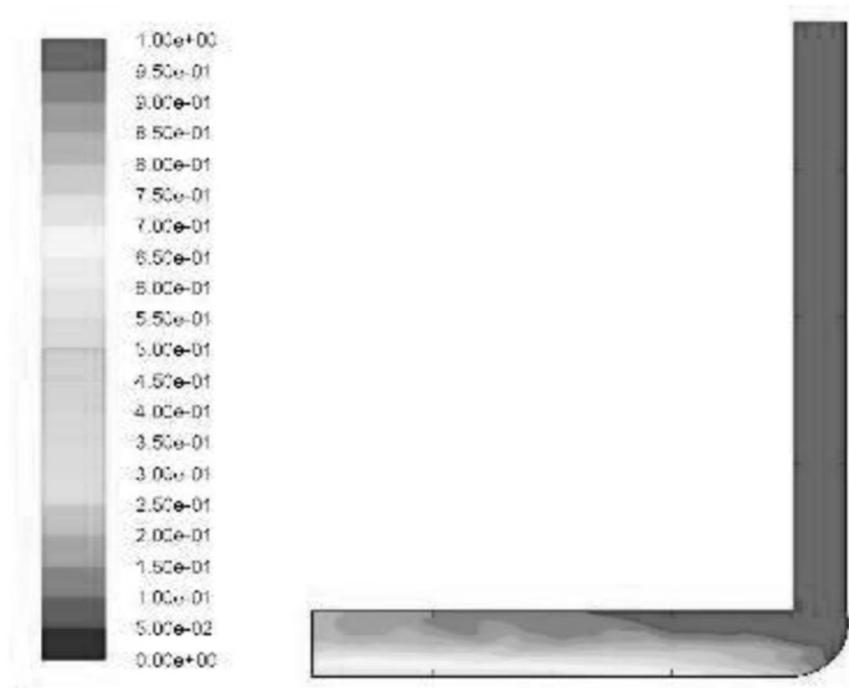
【図 18】



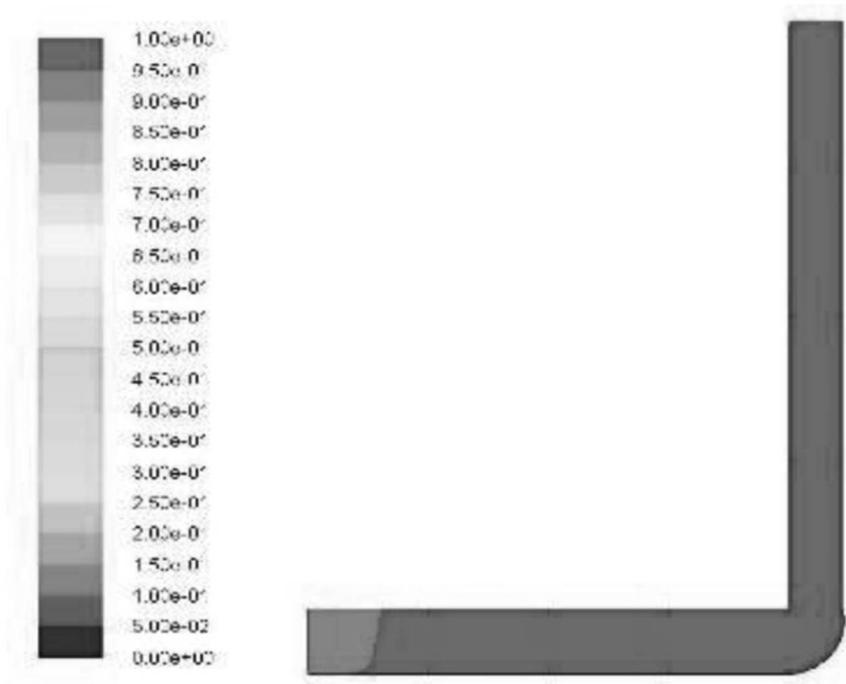
【 図 19 】



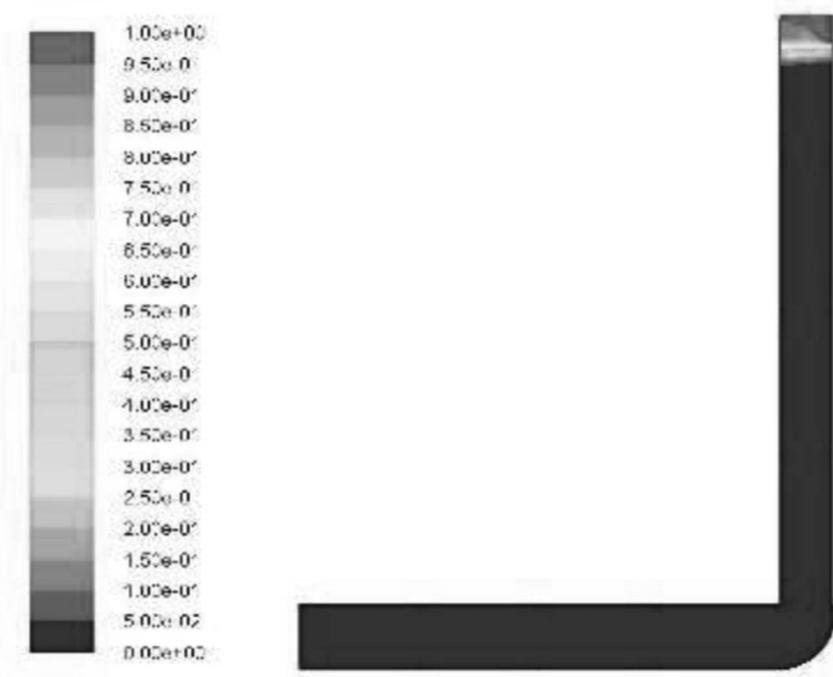
【 図 20 】



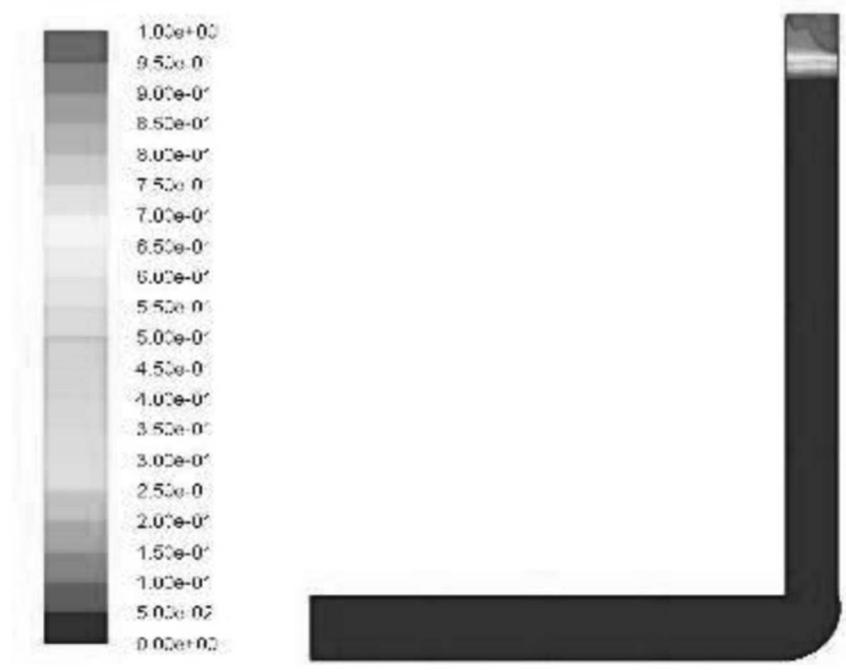
【 図 2 1 】



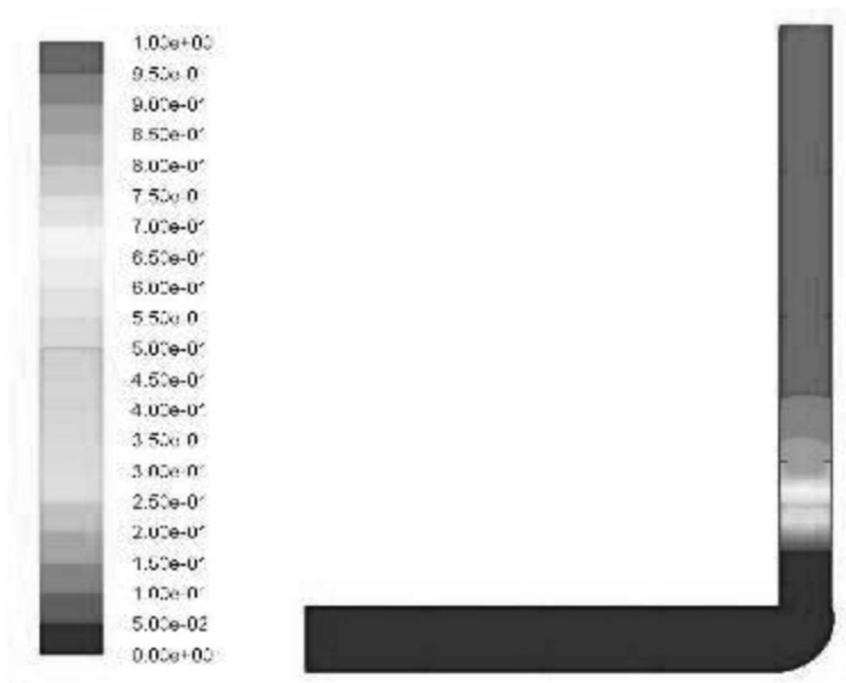
【 図 2 2 】



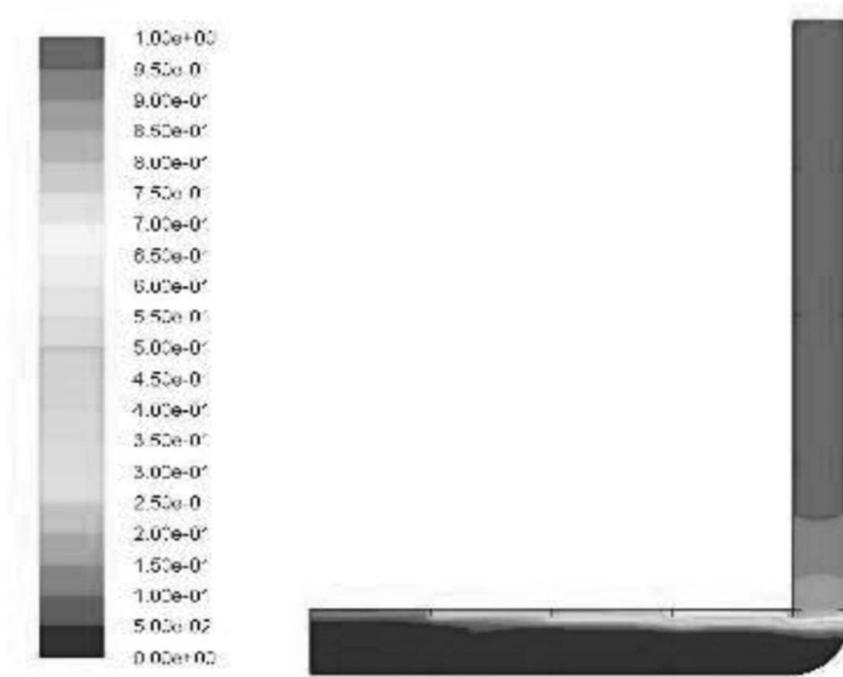
【 図 2 3 】



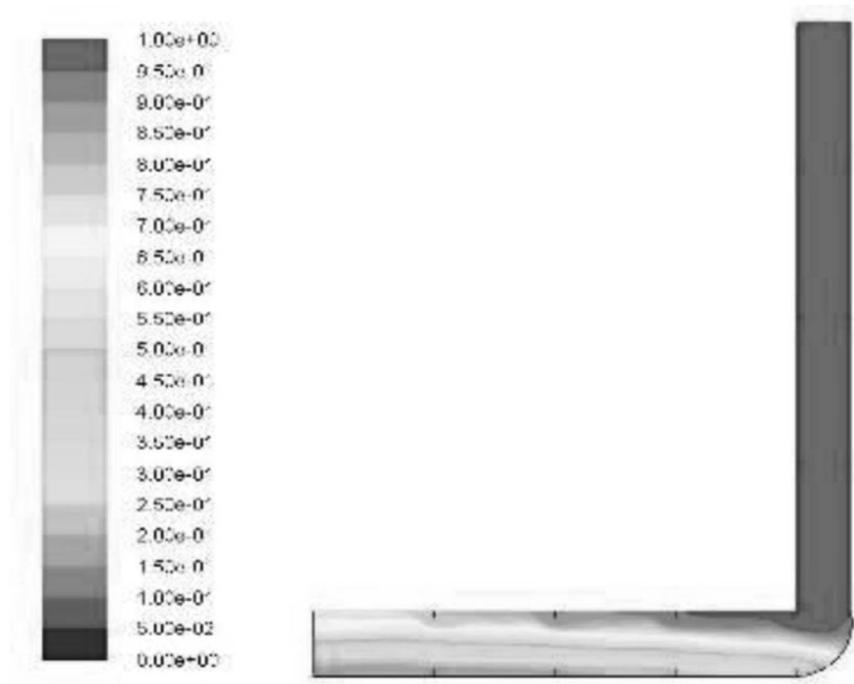
【 図 2 4 】



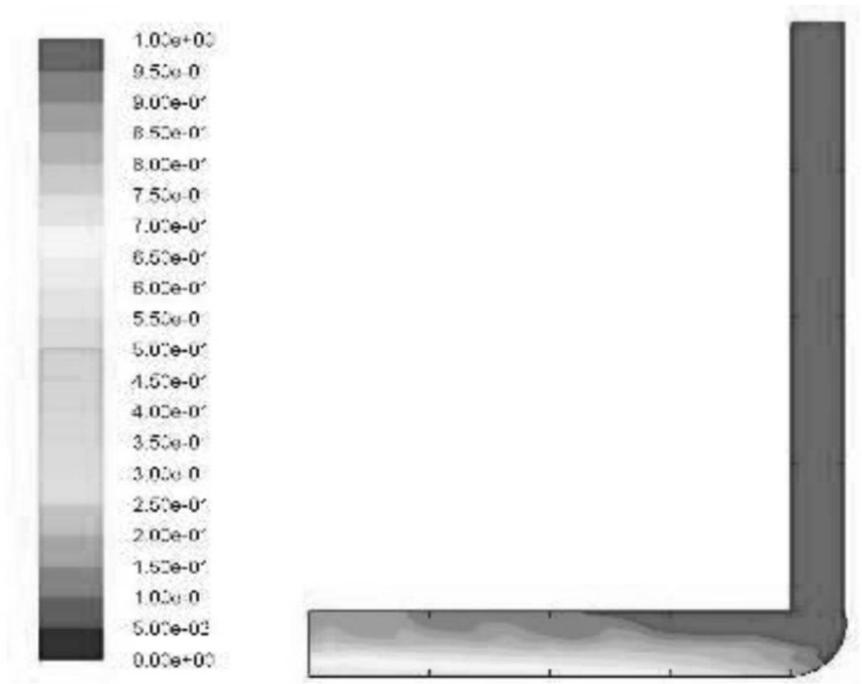
【 図 2 5 】



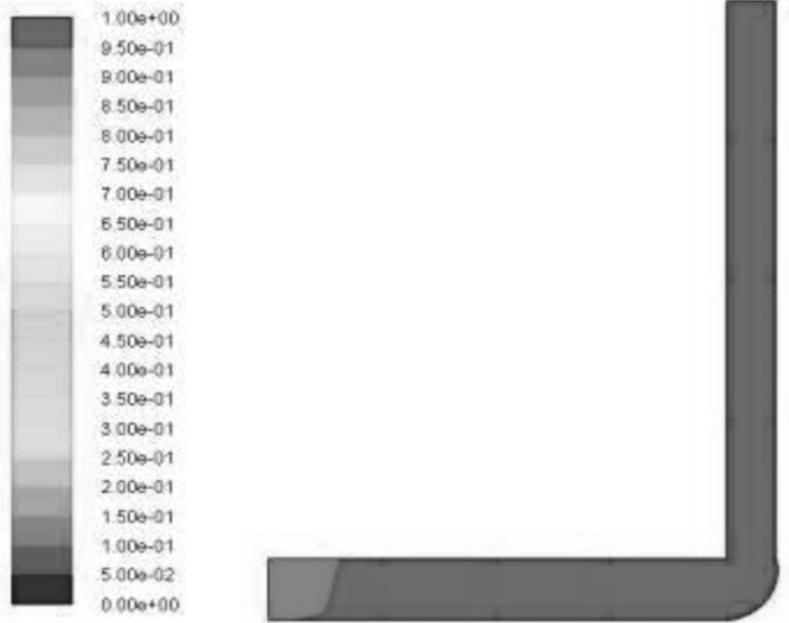
【 図 2 6 】



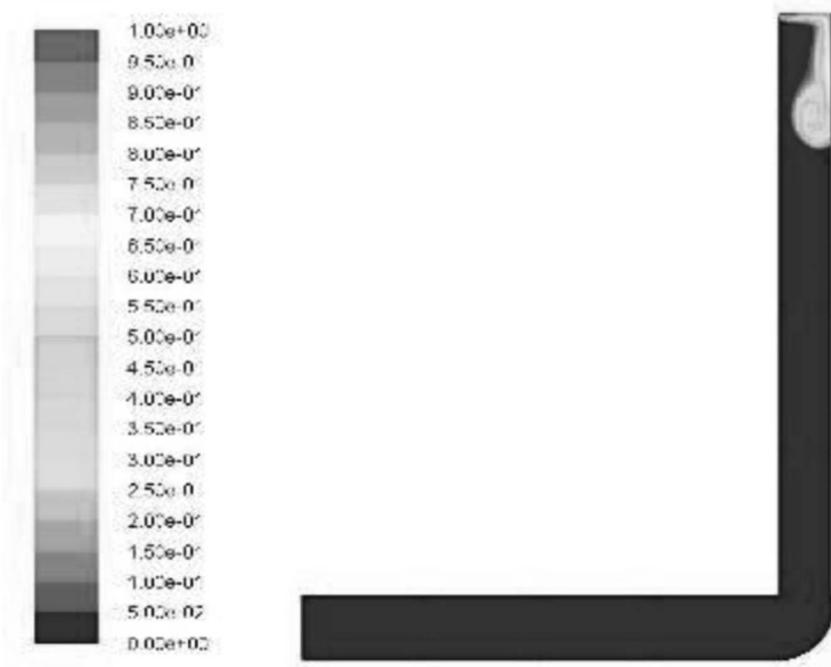
【 図 27 】



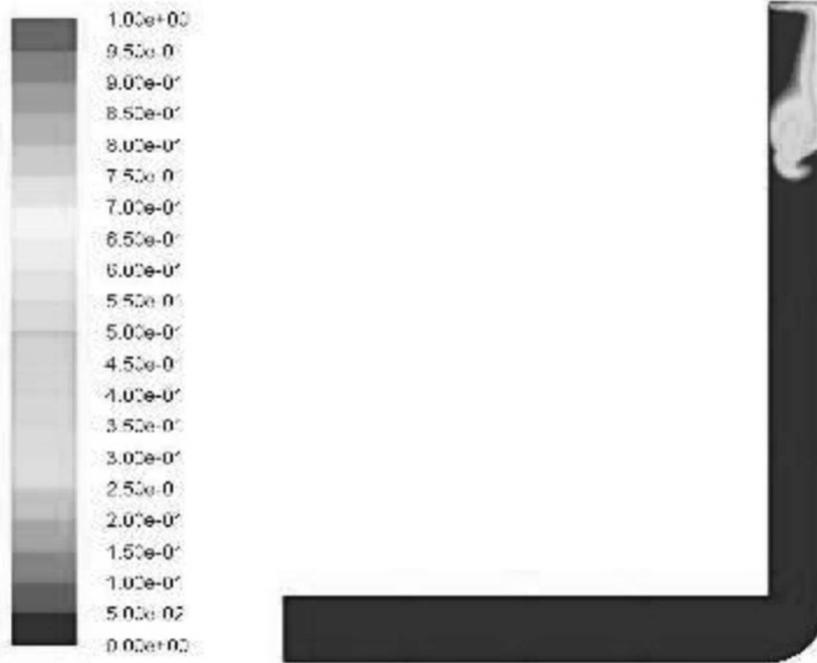
【 図 28 】



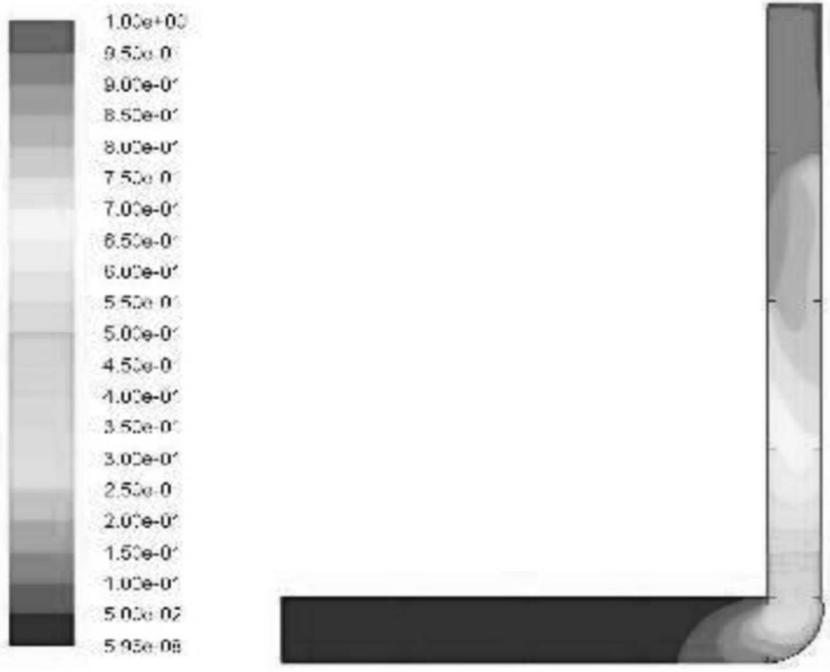
【 図 29 】



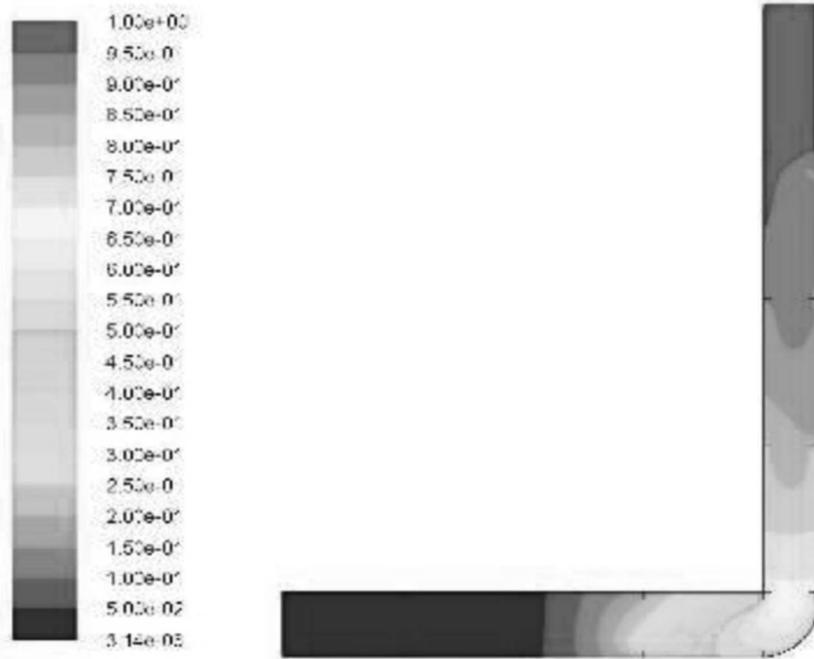
【 図 3 0 】



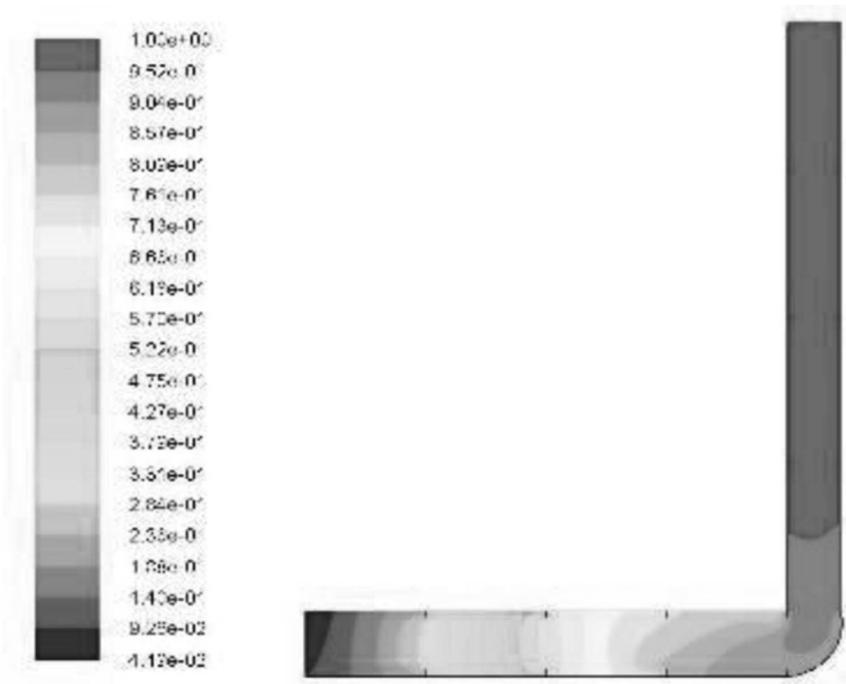
【 図 3 1 】



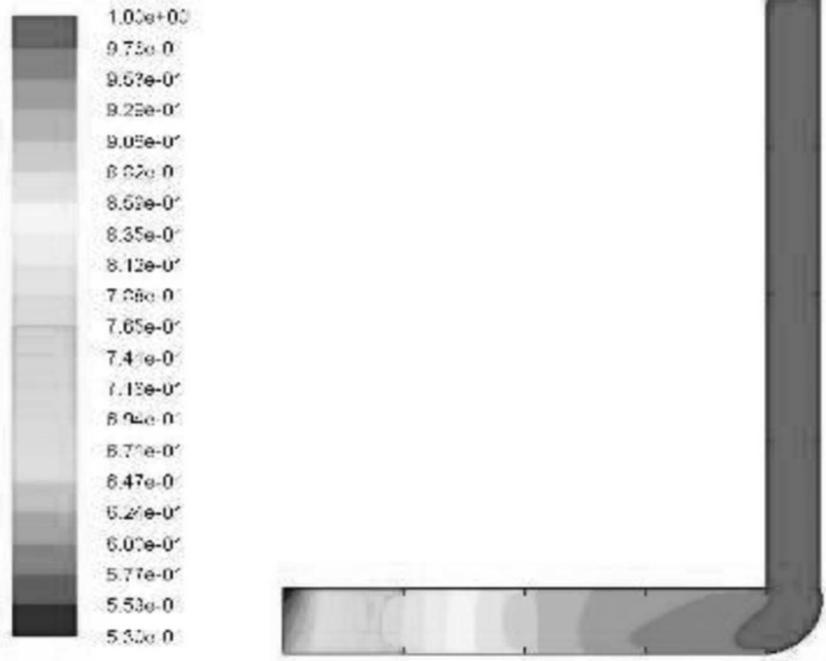
【 図 3 2 】



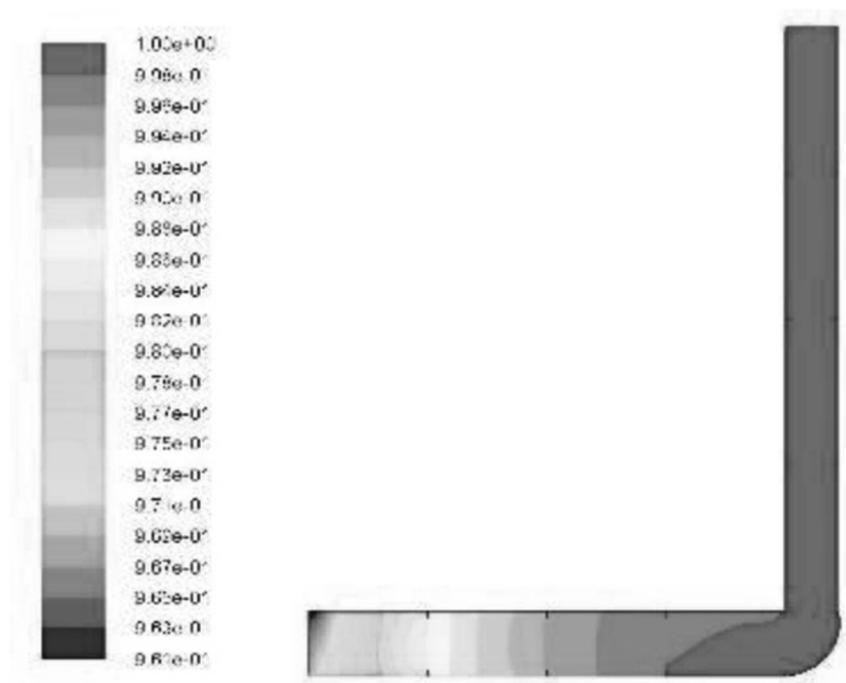
【 図 3 3 】



【 図 3 4 】



【 図 3 5 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	B 0 1 D 29/38	5 1 0 D
	B 0 1 D 29/38	5 2 0 A
	C 0 2 F 1/32	
	C 0 2 F 1/02	C

(74)代理人 100111006

弁理士 藤江 和典

(74)代理人 100116241

弁理士 金子 一郎

(72)発明者 村上 睦尚

東京都三鷹市新川6丁目3番1号 独立行政法人海上技術安全研究所内

(72)発明者 山根 健次

東京都三鷹市新川6丁目3番1号 独立行政法人海上技術安全研究所内

(72)発明者 伊飼 通明

東京都三鷹市新川6丁目3番1号 独立行政法人海上技術安全研究所内

(72)発明者 林原 仁志

東京都三鷹市新川6丁目3番1号 独立行政法人海上技術安全研究所内

(72)発明者 猪原 祥行

広島県福山市草戸町1-4-7

(72)発明者 藤木 信彦

広島県尾道市向東町1079

(72)発明者 西岡 成憲

奈良県大和高田市材木町5番41号 水野ストレーナー工業株式会社内

Fターム(参考) 4D034 AA01 CA06 DA04

4D037 AA06 AB03 BA18 BB01 BB02 CA02