

(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2014-189122

(P2014-189122A)

(43) 公開日 平成26年10月6日(2014.10.6)

(51) Int. Cl.	F 1	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 6 3 J 2/12 (2006.01)	B 6 3 B 13/00 D	
C O 2 F 1/02 (2006.01)	B 6 3 J 2/12 C	
	C O 2 F 1/02 C	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 42 頁)

(21) 出願番号 特願2013-65708 (P2013-65708)
 (22) 出願日 平成25年3月27日 (2013.3.27)

(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
 (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
 (74) 代理人 100111006
 弁理士 藤江 和典

最終頁に続く

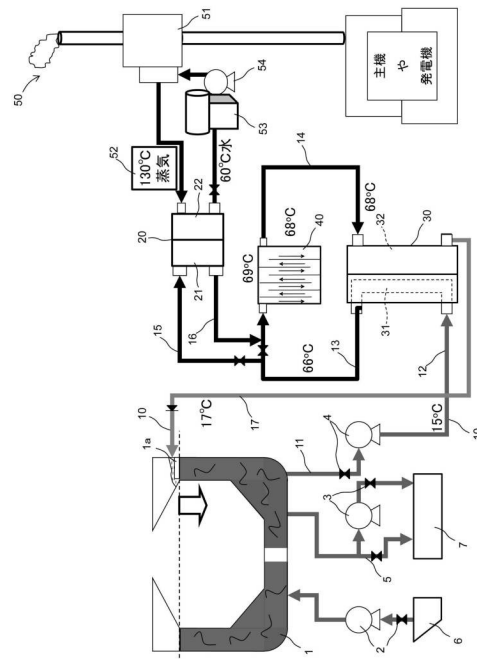
(54) 【発明の名称】 バラスト水処理システム、このバラスト水処理システムを搭載した船舶、及びバラスト水処理方法

(57) 【要約】

【課題】加熱処理による微生物の処理を行うバラスト水処理システムにおいて、取水時間や排水時間が長くなり、加熱処理に必要な熱エネルギーを低減し、更には航行中の排熱を有効に利用でき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の下部から循環手段4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10と、循環経路10に設けて、導出されるバラスト水中の微生物を加熱処理する加熱処理手段と、加熱処理手段へ流入する加熱処理前のバラスト水と加熱処理手段から流出する加熱処理後のバラスト水との間で熱交換を行う熱回収型熱交換器30を備え、バラスト水の排水時に排水手段3にてバラストタンク1から直接排水を行うことを特徴とする。

【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、導出される前記バラスト水中の微生物を加熱処理する加熱処理手段と、前記加熱処理手段へ流入する加熱処理前の前記バラスト水と前記加熱処理手段から流出する加熱処理後の前記バラスト水との間で熱交換を行う熱回収型熱交換器を備え、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】

前記加熱処理手段は、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 に記載のバラスト水処理システム。

【請求項 3】

前記加熱処理を前記バラスト水の排水前に終え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】

前記加熱処理手段による前記微生物の加熱処理温度が 68 以上であ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。

【請求項 5】

前記循環経路から前記バラストタンクの上部に戻される熱交換を終えた前記バラスト水の温度と、前記バラストタンク内の前記バラスト水の温度とが 0.5 以上の温度差を有するように制御したことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載のバラスト水処理システム。

20

【請求項 6】

前記加熱処理手段は、前記バラスト水中の前記微生物を加熱処理に必要な所定の処理時間が確保できる経路容量とした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】

前記加熱処理手段は、前記船舶から排出される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 2 から請求項 6 に記載のバラスト水処理システム。

30

【請求項 8】

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 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】

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 10】

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、前記バラスト水を加熱処理手段で加熱して微生物処理するとともに、前記加熱処理手段へ流入する加熱処理前の前記バラスト水と前記加熱処理手段から流出する加熱処理後の前記バラスト水を熱回収型熱交換器で熱交換を行って前記バラストタンクの上部に戻し循環させることを特徴とするバラスト水処理方法。

40

【請求項 11】

前記加熱処理手段による前記バラスト水の加熱処理を、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 10 に記載のバラスト水処理方法。

【請求項 12】

加熱処理後の前記バラストタンクの前記バラスト水を、重力を利用して排水すること特徴とする請求項 10 又は請求項 11 に記載のバラスト水処理方法。

50

【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。

【背景技術】**【0002】**

加熱処理によるバラスト水処理を適用する場合、規定を満たす加熱処理を行うためにはバラスト水を68以上の温度に1分以上維持する必要がある。

しかし、貨物船では、船舶に貯えられたバラスト水全てを、同時に68以上の温度に1分以上維持するには、膨大なエネルギーが必要となり、このような加熱処理が可能なシステムを船舶内に備えることは現実的に困難である。

また、バラスト水の取水時や排出時に加熱処理することは、加熱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。

すなわち、バラスト水の取水時や排水時に加熱処理を行い、実用に値する流量を得るためには、膨大なエネルギーが必要となり、このような加熱処理が可能なシステムを船舶内に備えるには現実的に困難である。

【0003】

ところで、特許文献1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水処理装置が提案されている。

なお、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2に開示されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】特開2005-246178号公報

【特許文献2】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】****【0005】**

しかし、特許文献1は、加熱処理によって微生物を処理するものではない。すなわち、特許文献1では、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。特許文献1における熱交換器は、処理済みバラスト水の比重を小さくすることで、バラストタンク内での処理前バラスト水と混合することなく分離させるために用いている。

従って、特許文献1は、取水時間や排水時間が長くなるという課題や、膨大なエネルギーが必要となるなどの加熱処理による課題が生じるものではない。

【0006】

本発明は、加熱処理による微生物の処理を行うバラスト水処理システムにおいて、取水時間や排水時間が長ならず、加熱処理に必要な熱エネルギーを低減し、更には航行中の排熱を有効に利用できる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】**【0007】**

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

10

20

30

40

50

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、導出されるバラスト水中の微生物を加熱処理する加熱処理手段と、加熱処理手段へ流入する加熱処理前のバラスト水と加熱処理手段から流出する加熱処理後のバラスト水との間で熱交換を行う熱回収型熱交換器を備え、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、加熱処理手段による加熱処理を、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、熱回収型熱交換器によって、加熱処理後のバラスト水から熱を回収して加熱処理前のバラスト水に熱を与えることで加熱処理に必要な熱エネルギーを低減できる。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と比べて薬剤ストックスペースを廃止でき、システムの小型化とともに省スペース化が可能となる。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 0 8 】

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、加熱処理手段は、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 2 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 0 9 】

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、加熱処理をバラスト水の排水前に終わることを特徴とする。請求項 3 に記載の本発明によれば、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。

20

【 0 0 1 0 】

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、加熱処理手段による微生物の加熱処理温度が 6 8 以上であることを特徴とする。請求項 4 に記載の本発明によれば、バラスト水中の微生物を確実に殺滅することができる。

【 0 0 1 1 】

請求項 5 記載の本発明は、請求項 1 から請求項 4 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の上部に戻される熱交換を終えたバラスト水の温度と、バラストタンク内のバラスト水の温度とが 0 . 5 以上の温度差を有するように制御したことを特徴とする。請求項 5 に記載の本発明によれば、加熱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とともに、熱回収型熱交換器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。

30

【 0 0 1 2 】

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ステムにおいて、加熱処理手段は、バラスト水中の微生物を加熱処理に必要な所定の処理時間が確保できる経路容量としたことを特徴とする。請求項 6 に記載の本発明によれば、バラスト水中の微生物を確実に殺滅することができる。

40

【 0 0 1 3 】

請求項 7 記載の本発明は、請求項 2 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、加熱処理手段は、船舶から排出される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 7 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 4 】

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、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

50

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 8 に記載の本発明によれば、排水時間を短縮することができる。

【 0 0 1 5 】

請求項 9 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 8 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 9 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、バラスト水の取水時間及び排水時間が長くない。更に薬剤などを用いる場合と比べて薬剤ストックスペースを廃止でき、システムの小型化とともに省スペース化が可能となる。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 1 6 】

請求項 10 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、バラスト水を加熱処理手段で加熱して微生物処理するとともに、加熱処理手段へ流入する加熱処理前のバラスト水と加熱処理手段から流出する加熱処理後のバラスト水を熱回収型熱交換器で熱交換を行ってバラストタンクの上部に戻し循環させることを特徴とする。請求項 10 に記載の本発明によれば、加熱処理手段による加熱処理を、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、熱回収型熱交換器によって、加熱処理後のバラスト水から熱を回収して加熱処理前のバラスト水に熱を与えることで加熱処理に必要な熱エネルギーを低減できる。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 1 7 】

請求項 11 に記載の本発明は、請求項 10 に記載のバラスト水処理方法において、加熱処理手段によるバラスト水の加熱処理を、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 11 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 8 】

請求項 12 に記載の本発明は、請求項 10 又は請求項 11 に記載のバラスト水処理方法において、加熱処理後のバラストタンクのバラスト水を、重力を利用して排水すること特徴とする。請求項 12 に記載の本発明によれば、排水時に動力が不要となり、また、排水時間を短縮することができる。

30

【 発明の効果 】

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、加熱処理手段による加熱処理を、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、熱回収型熱交換器によって、加熱処理後のバラスト水から熱を回収して加熱処理前のバラスト水に熱を与えることで加熱処理に必要な熱エネルギーを低減できる。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と比べて薬剤ストックスペースを廃止でき、システムの小型化とともに省スペース化が可能となる。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。

40

【 0 0 2 0 】

また、加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。

【 0 0 2 1 】

また、加熱処理をバラスト水の排水前に終える場合には、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。

【 0 0 2 2 】

また、加熱処理手段による微生物の加熱処理温度が 6 8 以上である場合には、バラス

50

ト水中の微生物を確実に殺滅することができる。

【0023】

また、循環経路からバラストタンクの上部に戻される熱交換を終えたバラスト水の温度と、バラストタンク内のバラスト水の温度とが0.5以上の温度差を有するように制御した場合には、加熱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とともに、熱回収型熱交換器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。

【0024】

また、加熱処理手段は、バラスト水中の微生物を加熱処理に必要な所定の処理時間が確保できる経路容量とした場合には、バラスト水中の微生物を確実に殺滅することができる。

10

【0025】

また、加熱処理手段は、船舶から排出される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。

【0026】

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、排水時間を短縮することができる。

【0027】

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、バラスト水の取水時間及び排水時間が長くない。更に薬剤などを用いる場合と比べて薬剤ストックスペースを廃止でき、システムの小型化とともに省スペース化が可能となる。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。

20

【0028】

本発明のバラスト水処理方法によれば、加熱処理手段による加熱処理を、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、熱回収型熱交換器によって、加熱処理後のバラスト水から熱を回収して加熱処理前のバラスト水に熱を与えることで加熱処理に必要な熱エネルギーを低減できる。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。

30

【0029】

また、加熱処理手段によるバラスト水の加熱処理を、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。

【0030】

また、加熱処理後のバラストタンクのバラスト水を、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】

【0031】

【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ライン図

【図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第7の配管17から戻し、1000秒経過後の流体解析結果を示す図

40

【図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第7の配管17から戻し、1400秒経過後の流体解析結果を示す図

【図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第7の配管17から戻し、15000秒経過後の流体解析結果を示す図

【図5】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第7の配管17から戻し、20000秒経過後の流体解析結

50

高い温度のバラスト水を第7の配管17から戻し、58000秒経過後の流体解析結果を示す図

【図23】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第7の配管17から戻し、1000秒経過後の流体解析結果を示す図

【図24】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第7の配管17から戻し、1400秒経過後の流体解析結果を示す図

【図25】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第7の配管17から戻し、15000秒経過後の流体解析結果を示す図

【図26】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第7の配管17から戻し、20000秒経過後の流体解析結果を示す図

【図27】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第7の配管17から戻し、30000秒経過後の流体解析結果を示す図

【図28】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第7の配管17から戻し、40000秒経過後の流体解析結果を示す図

【図29】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第7の配管17から戻し、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】

【0032】

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ライン図である。

【0033】

まず、バラスト水処理システムの構成を説明する。

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2と、バラスト水を排水する排水手段3とを備えている。

取水手段2及び排水手段3はバルブとポンプで構成され、取水手段2は取水シーチェスト6から水(海水)を取水し、排水手段3はバラスト水を排出シーチェスト7から排水する。

バラストタンク1には、排水手段3によることなく、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バルブを有した排水管5を備えている。

【0034】

本実施形態のバラスト水処理システムは、更に、循環経路10と、循環手段4と、間接熱交換器20と、熱回収型熱交換器30と、殺滅タンク40とを備えている。

循環経路10は、バラストタンク1の下部から循環手段4により導出するバラスト水をバラストタンク1の上部に戻している。

循環経路10は、バラストタンク1の下部から循環手段4までを接続する第1の配管11と、循環手段4から熱回収型熱交換器30の吸熱側経路31の上流側接続口までを接続する第2の配管12と、熱回収型熱交換器30の吸熱側経路31の下流側接続口から殺滅タンク40までを接続する第3の配管13と、殺滅タンク40から熱回収型熱交換器30の放熱側経路32の上流側接続口までを接続する第4の配管14と、第3の配管13から分岐して間接熱交換器20の吸熱側経路21の上流側接続口までを接続する第5の配管15と、間接熱交換器20の吸熱側経路21の下流側接続口から第3の配管13に合流する第6の配管16と、熱回収型熱交換器30の放熱側経路32の下流側接続口からバラストタンク1の上部までを接続する第7の配管17とからなる。

【0035】

第5の配管15における第3の配管13からの分岐点は、第6の配管16における第3の配管13への合流点よりも上流側に位置する。また、第5の配管15と吸熱側経路21と第6の配管16の抵抗(圧力損失)は、第3の配管の分岐点と合流点の間の抵抗(圧力損失)よりも小さく設定することにより、間接熱交換器20に少量のバラスト水を熱交換させ、温度を例えば66から69に昇温させることができる。第5の配管15、第6

10

20

30

40

50

の配管 1 6、第 3 の配管 1 3 にバルブを設けて抵抗を調節し、間接熱交換器 2 0 で加熱されるバラスト水の量を調節し加熱処理温度を制御することも可能である。

第 1 の配管 1 1 はバラストタンク 1 の底部に接続され、第 7 の配管 1 7 はバラストタンク 1 の上部に接続されている。

循環手段 4 はバルブと循環ポンプで構成されている。

なお、本実施形態では、取水手段 2、排水手段 3、及び循環手段 4 を別々のポンプとバルブで構成した場合を示しているが、取水手段 2、排水手段 3、及び循環手段 4 の内、少なくとも 2 つの手段を配管の切り替えによって同じポンプで構成してもよい。

【 0 0 3 6 】

間接熱交換器 2 0 は、船舶から排出される排熱を利用する。

10

間接熱交換器 2 0 の放熱側経路 2 2 には、熱源回路 5 0 が接続されている。

熱源回路 5 0 は、船舶の主機関や発電機関の排熱を利用する排熱回収サイレンサー（又は排熱エコマイザー）5 1、蒸気ヘッダー 5 2、間接熱交換器 2 0 の放熱側経路 2 2、復水タンク 5 3、間接熱交換器用循環ポンプ 5 4 を環状に配管で接続している。

間接熱交換器 2 0 は、吸熱側経路 2 1 を流れるバラスト水と放熱側経路 2 2 を流れる蒸気との間で間接熱交換を行う。

【 0 0 3 7 】

熱回収型熱交換器 3 0 は、吸熱側経路 3 1 を流れる加熱処理前のバラスト水と、放熱側経路 3 2 を流れる加熱処理後のバラスト水との間で熱交換を行う。

加熱処理手段は、間接熱交換器 2 0、殺滅タンク 4 0、第 3 の配管 1 3、第 4 の配管 1 4、第 5 の配管 1 5、及び第 6 の配管 1 6 とで構成される。

20

加熱処理手段は、バラスト水中の微生物を加熱処理に必要な所定の処理時間が確保できる経路容量としている。経路容量は、吸熱側経路 2 1、殺滅タンク 4 0、第 3 の配管 1 3、第 4 の配管 1 4、第 5 の配管 1 5、及び第 6 の配管 1 6 の容量で決定される。

なお、殺滅タンク 4 0 は必ずしもタンクである必要はなく、経路容量さえ確保できたら経路や配管で兼ねて、必要な所定の処理時間を確保してもよい。また、加熱処理対象となるバラスト水中の微生物としては、L サイズプランクトンや S サイズプランクトン、またバクテリア等の細菌類が挙げられる。

【 0 0 3 8 】

本実施形態によるバラスト水処理システムの加熱処理について説明する。

30

取水時及び排水時には、加熱処理は行わない。

本システムによる加熱処理は、取水手段 2 によってバラスト水をバラストタンク 1 に貯えた後であり、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。

循環手段 4 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、第 1 の配管 1 1 及び第 2 の配管 1 2 を経由して熱回収型熱交換器 3 0 に至る。熱回収型熱交換器 3 0 では、加熱処理前のバラスト水は加熱処理後のバラスト水から熱を受ける。例えばバラストタンク 1 の底部から導出されるバラスト水の温度を 1 5 とし、熱回収型熱交換器 3 0 に導入される加熱処理後のバラスト水の温度を 6 8 とすると、熱回収型熱交換器 3 0 から導出される加熱処理前のバラスト水の温度は 6 6 まで加熱される。熱回収型熱交換器 3 0 は、バラスト水の流れが対向するように吸熱側経路 3 1 と放熱側経路 3 2 を構成しているため、吸熱側経路 3 1 の出口温度を 6 6 と高くすることが可能である。

40

【 0 0 3 9 】

第 3 の配管 1 3 を流れるバラスト水の一部は、第 5 の配管 1 5 に分流して間接熱交換器 2 0 に至る。間接熱交換器 2 0 に至ったバラスト水は、1 3 0 の蒸気によって加熱された後、第 6 の配管 1 6 から第 3 の配管 1 3 に合流する。第 6 の配管 1 6 からの高温のバラスト水の合流によって殺滅タンク 4 0 の入口温度は 6 9 程度に上昇する。殺滅タンク 4 0 及び第 4 の配管 1 4 ではバラスト水の温度は 6 8 程度に維持される。このように加熱処理手段による微生物の加熱処理温度を 6 8 以上とすることで、バラスト水中の微生物を確実に殺滅することができる。

50

加熱処理温度を68に設定した場合には、加熱処理手段は、間接熱交換器20、殺滅タンク40、第4の配管14、第5の配管15、及び第6の配管16とで構成され、経路容量は、吸熱側経路21、殺滅タンク40、第4の配管14、第5の配管15、及び第6の配管16の容量で決定される。

【0040】

加熱処理温度を70に設定した場合には、第3の配管13を流れるバラスト水の温度を68とすることができ、より確実な殺滅を実現できる。

加熱処理温度を70に設定した場合には、加熱処理手段は、間接熱交換器20、殺滅タンク40、第3の配管13、第4の配管14、第5の配管15、及び第6の配管16とで構成され、経路容量は、吸熱側経路21、殺滅タンク40、第3の配管13、第4の配管14、第5の配管15、及び第6の配管16の容量で決定される。

10

加熱処理に必要な所定の処理時間は、加熱処理温度が70の場合には1分である。

加熱処理温度は、熱回収型熱交換器30に用いられるパッキンなどの耐熱性を考慮すると、80以下とすることが好ましい。

【0041】

加熱処理手段で加熱処理されたバラスト水は、熱回収型熱交換器30で放熱（熱回収）して17の温度となり、第7の配管17を通過してバラストタンク1の上部からバラストタンク1内に戻される。

本実施例では、バラストタンク1内のバラスト水の温度15に対して2高い17の温度のバラスト水を第7の配管17から戻すように設定したが、バラストタンク1内のバラスト水の温度と第7の配管17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が、1以上であれば好ましい。

20

0.5以上の温度差とすることで、加熱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30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、第7の配管17の出口は、バラスト水面に平行に（図1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1a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。

30

【0042】

循環手段4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加熱処理され、全てのバラスト水が加熱処理されると循環手段4を停止する。

加熱処理は、バラスト水の排水前に終えることで、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。

バラスト水の排水時には、排水手段3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。

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3を図示したが、バラストタンク1と排水手段3とをそれぞれ複数備え、排水時に複数の排水手段3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、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。

40

【0043】

図2から図29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。

図2から図8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第7の配管17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9から図15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第7の配管17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16から図22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第7の配

50

管 17 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 23 から図 29 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第 7 の配管 17 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。これらの図は置換率を示す。

【 0 0 4 4 】

また、図 2、図 9、図 16、及び図 23 は、1000 秒経過後の流体解析結果を示す図、図 3、図 10、図 17、及び図 24 は、1400 秒経過後の流体解析結果を示す図、図 4、図 11、図 18、及び図 25 は、15000 秒経過後の流体解析結果を示す図、図 5、図 12、図 19、及び図 26 は、20000 秒経過後の流体解析結果を示す図、図 6、図 13、図 20、及び図 27 は、30000 秒経過後の流体解析結果を示す図、図 7、図 14、図 21、及び図 28 は、40000 秒経過後の流体解析結果を示す図、図 8、図 15、図 22、及び図 29 は、58000 秒経過後の流体解析結果を示す図である。

10

【 0 0 4 5 】

なお、バラストタンク 1 は、底部空間高さを 2 m、底部空間幅を 1.5 m、底面から側部空間高さを 2.0 m、側部空間幅を 1.5 m、バラストタンク 1 の船体方向長さを 200 m 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、第 7 の配管 17 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。

【 0 0 4 6 】

図 2、図 9、図 16、及び図 23 に示すように、1000 秒経過後では、図 2 に示す温度差 0.5、図 9 に示す温度差 2、図 16 に示す温度差 4 では、第 7 の配管 17 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 23 に示す比較例では積層は現れていない。

20

積層の出現状況は、1400 秒経過後を示す図 3、図 10、図 17、及び図 24、15000 秒経過後を示す図 4、図 11、図 18、及び図 25、20000 秒経過後を示す図 5、図 12、図 19、及び図 26、30000 秒経過後を示す図 6、図 13、図 20、及び図 27、40000 秒経過後を示す図 7、図 14、図 21、及び図 28、58000 秒経過後を示す図 8、図 15、図 22、及び図 29 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第 7 の配管 17 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。

30

【 0 0 4 7 】

以上のように本実施形態は、加熱処理手段による加熱処理を、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、熱回収型熱交換器 30 によって、加熱処理後のバラスト水から熱を回収して加熱処理前のバラスト水に熱を与えることで加熱処理に必要な熱エネルギーを低減できる。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と比べて薬剤ストックスペースを廃止でき、システムの小型化とともに省スペース化が可能となる。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。

40

【 0 0 4 8 】

また本実施形態によれば、船舶から排出される排熱を利用することでエネルギーコストを低減できる。

【 0 0 4 9 】

また本実施形態によれば、バラストタンク 1 に貯えたバラスト水をバラストタンク 1 の下部から導出し、バラスト水を加熱処理手段で加熱して微生物処理するとともに、加熱処理手段へ流入する加熱処理前のバラスト水と加熱処理手段から流出する加熱処理後のバラスト水を熱回収型熱交換器 30 で熱交換を行ってバラストタンク 1 の上部に戻し循環させることで、加熱処理手段による加熱処理を、バラストタンク 1 に貯えたバラスト水に対し

50

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、熱回収型熱交換器 30 によって、加熱処理後のバラスト水から熱を回収して加熱処理前のバラスト水に熱を与えることで加熱処理に必要な熱エネルギーを低減できる。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。

【産業上の利用可能性】

【0050】

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】

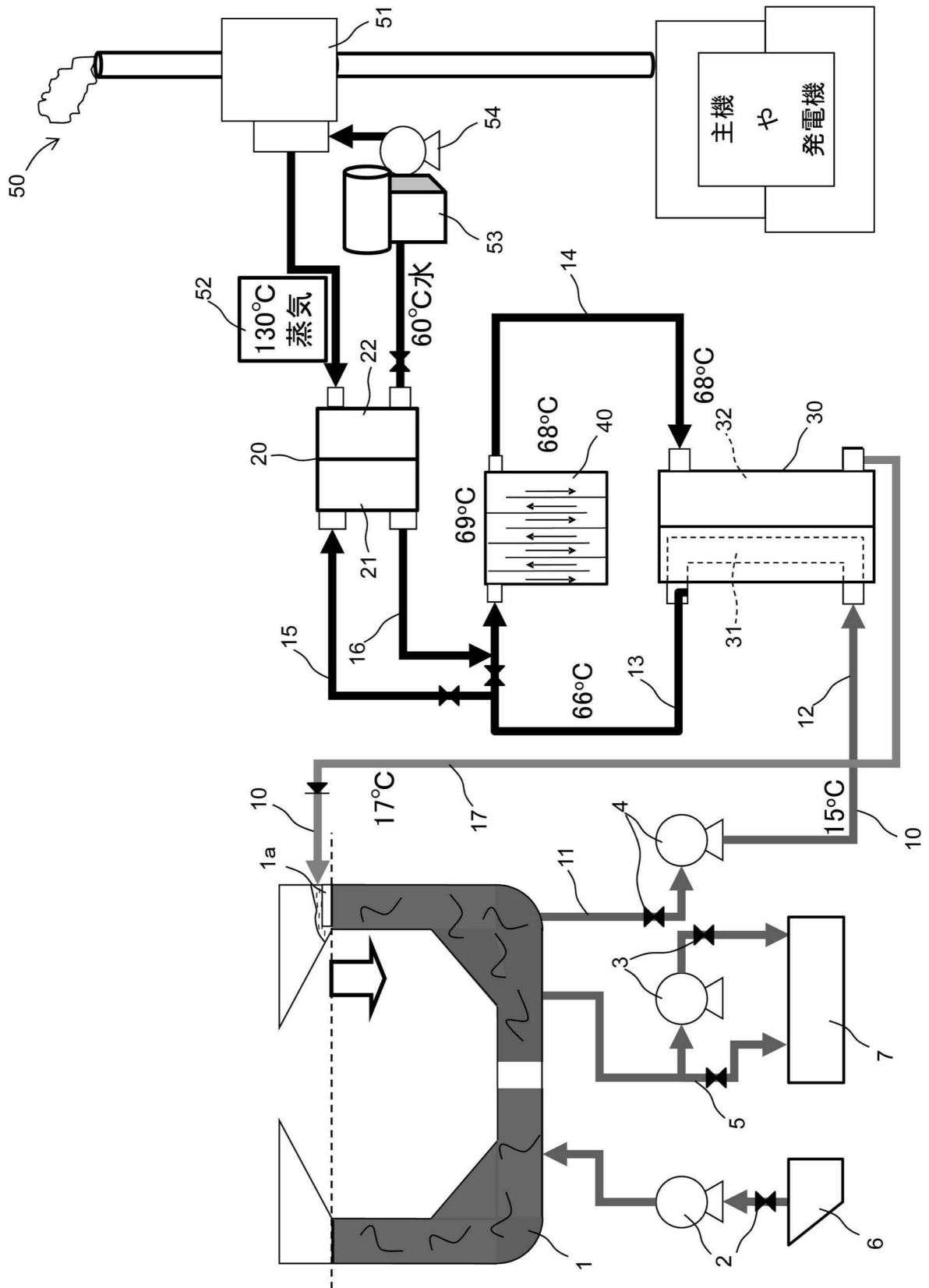
【0051】

- 1 バラストタンク
- 2 取水手段
- 3 排水手段
- 4 循環手段
- 5 排水管
- 10 循環経路
- 11 第1の配管
- 12 第2の配管
- 13 第3の配管
- 14 第4の配管
- 15 第5の配管
- 16 第6の配管
- 17 第7の配管
- 20 間接熱交換器
- 30 熱回収型熱交換器
- 50 熱源回路

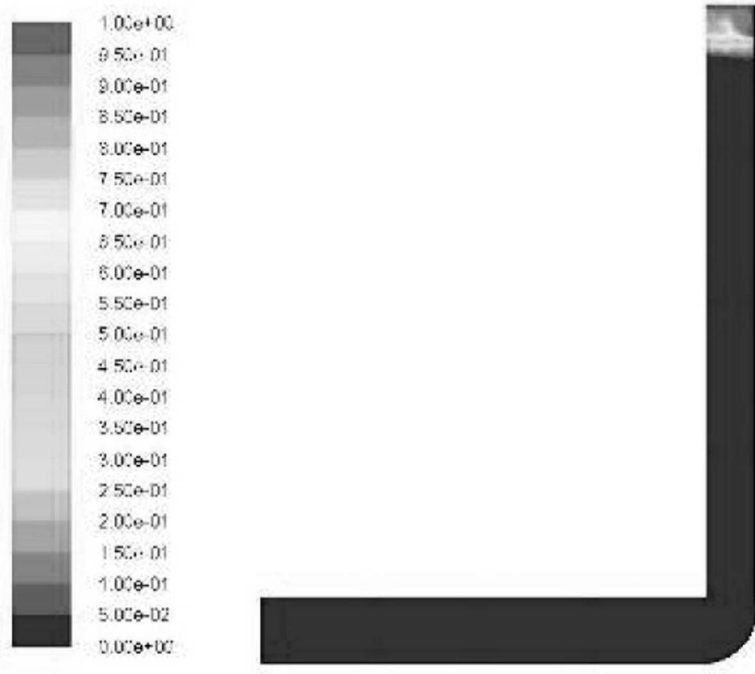
10

20

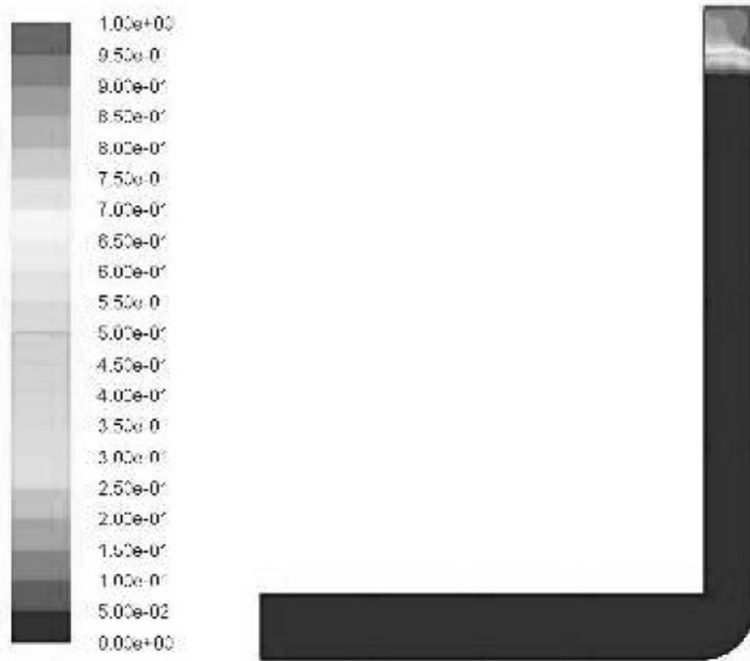
【図1】



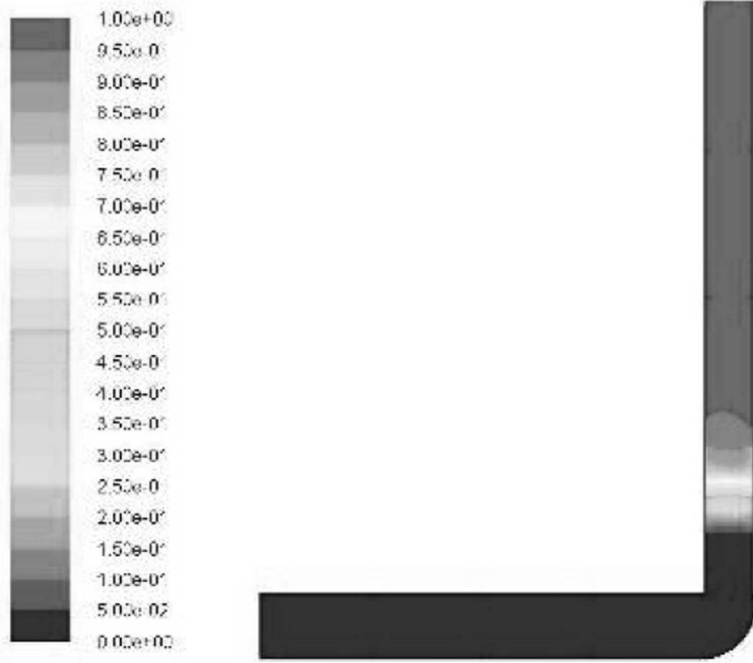
【 図 2 】



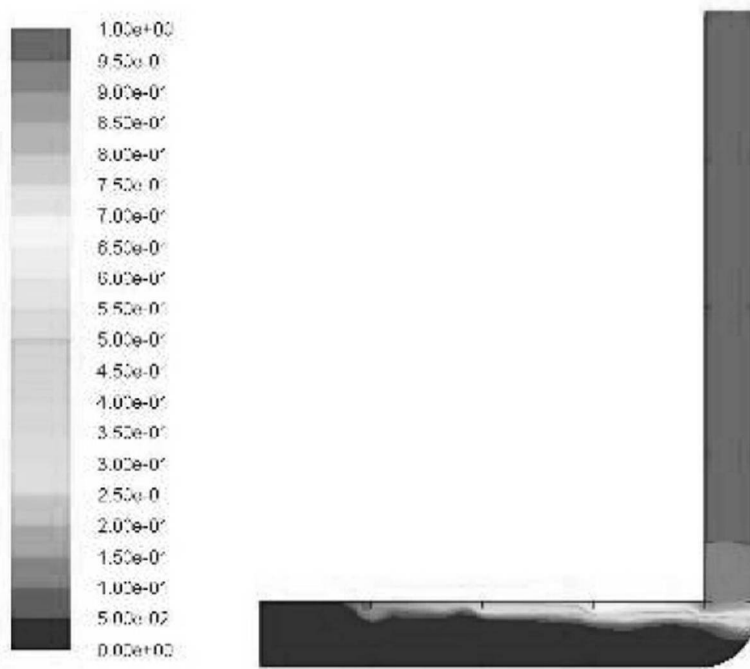
【 図 3 】



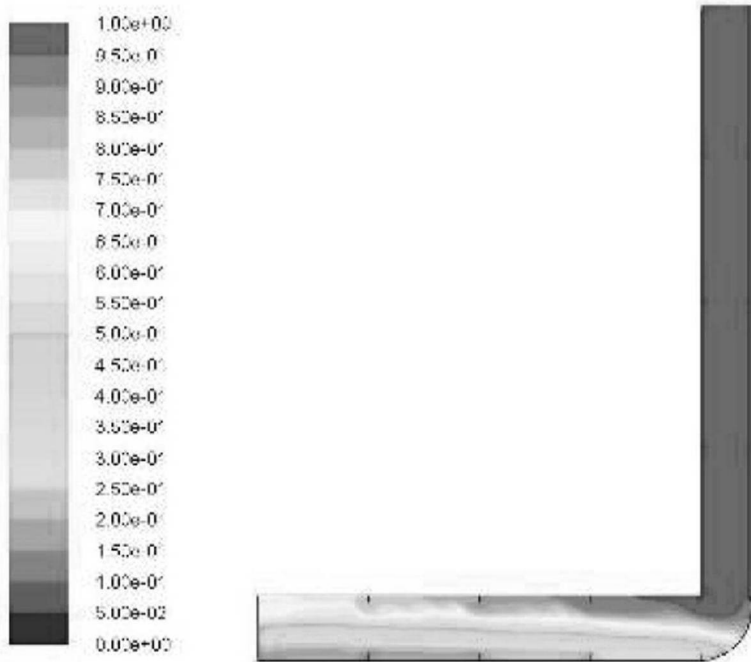
【 図 4 】



【 図 5 】



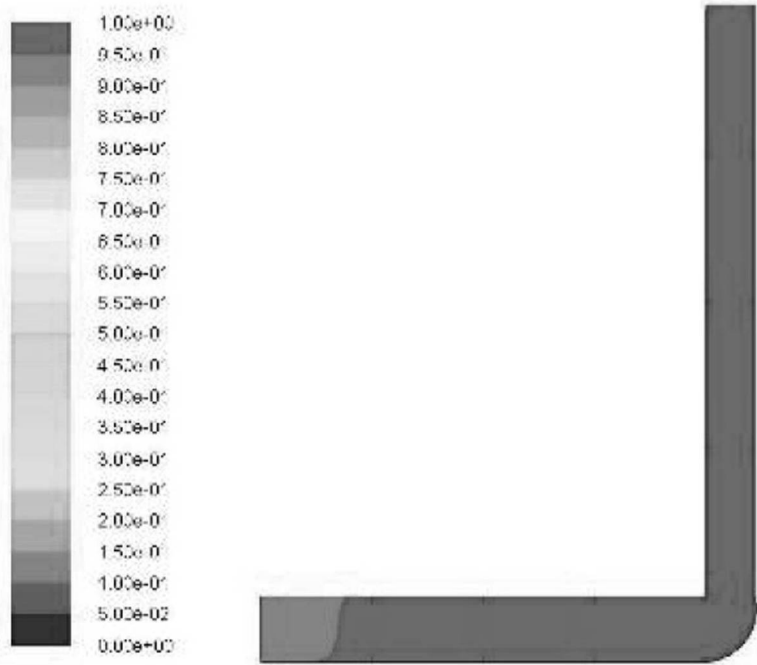
【 図 6 】



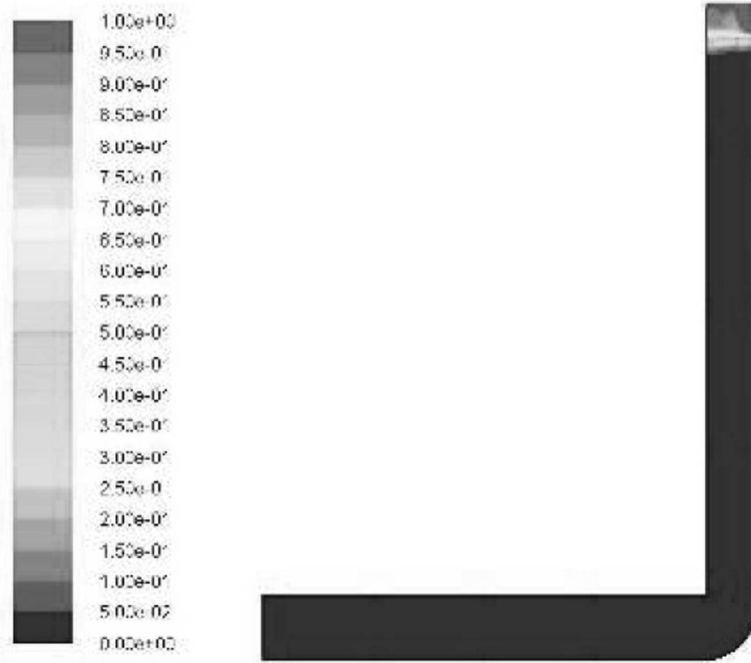
【 図 7 】



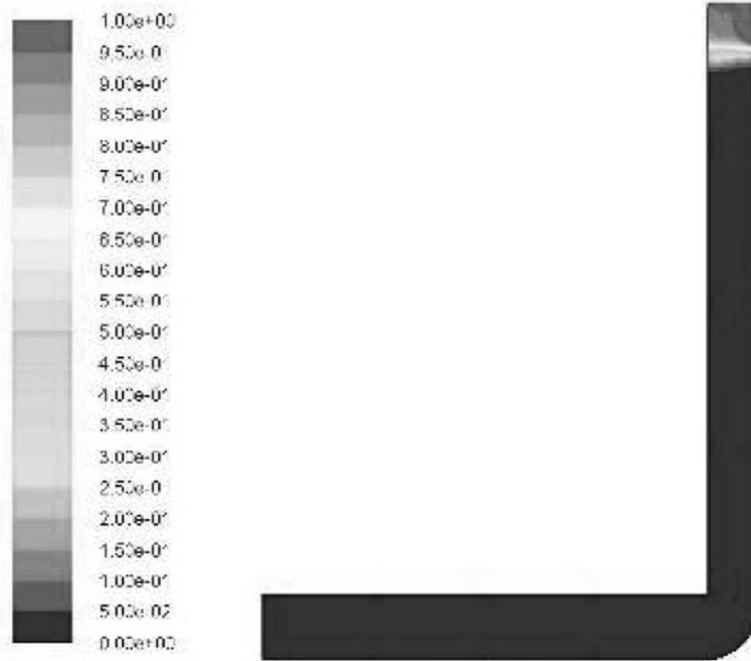
【 図 8 】



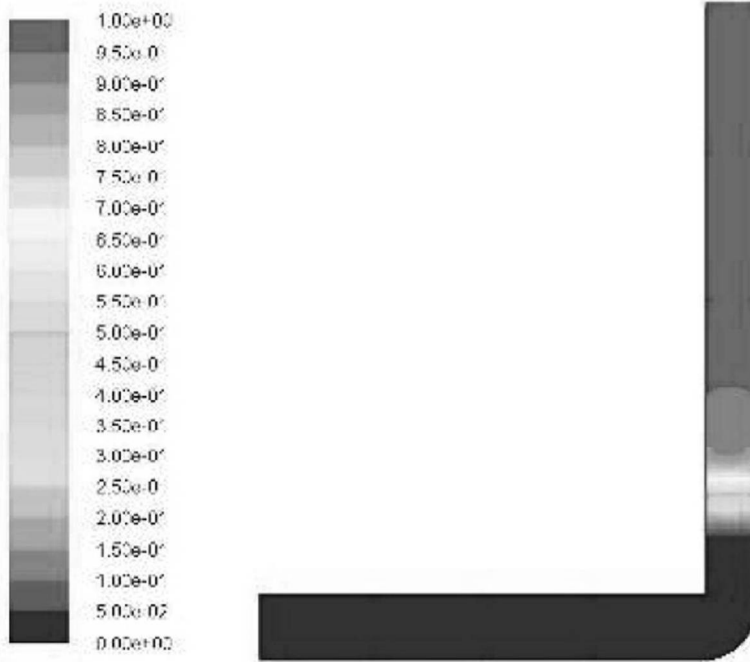
【 図 9 】



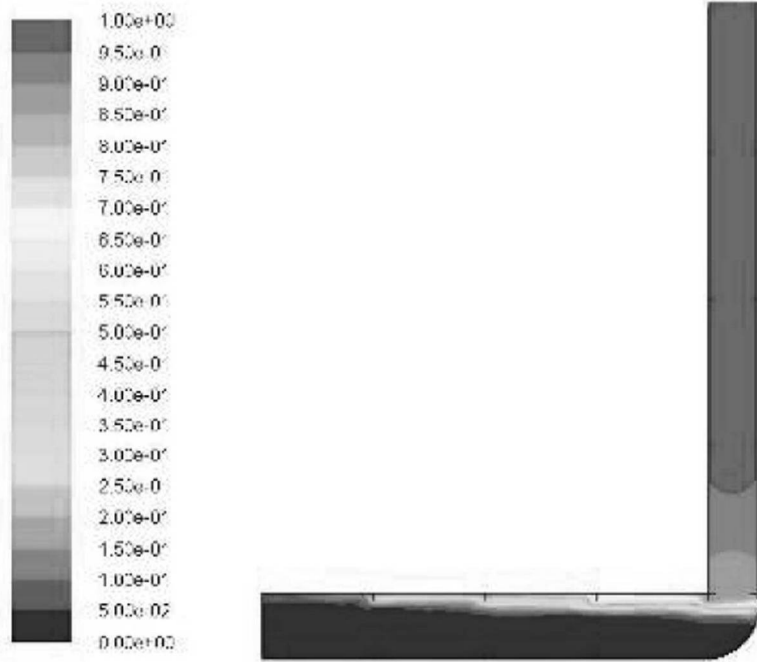
【 図 10 】



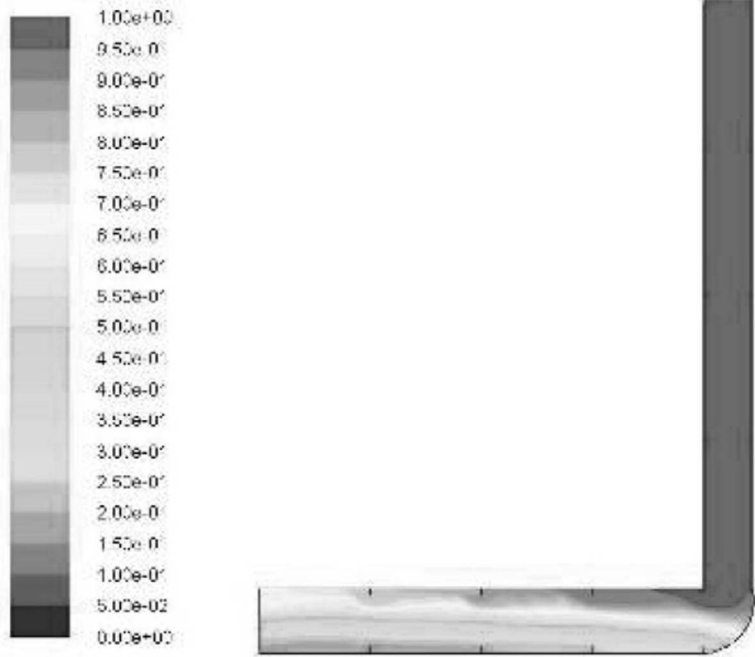
【 図 1 1 】



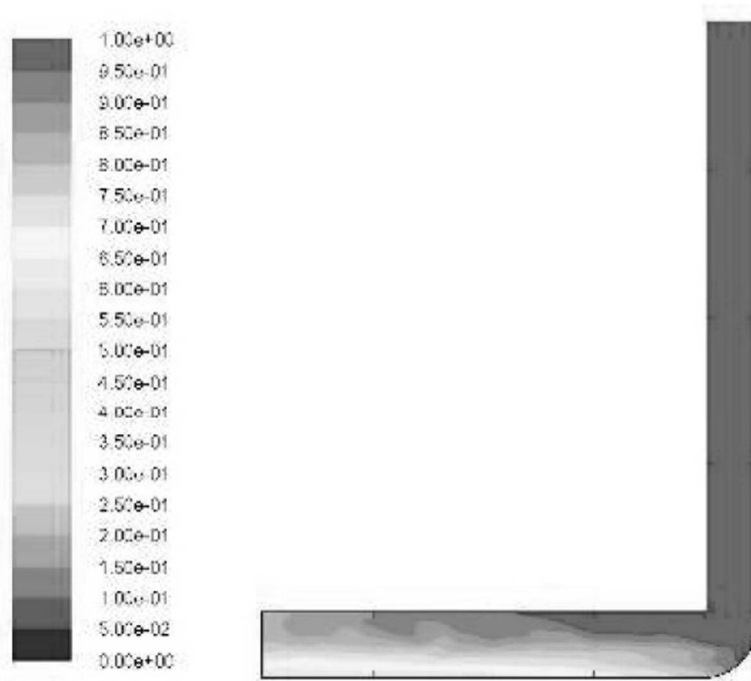
【 図 1 2 】



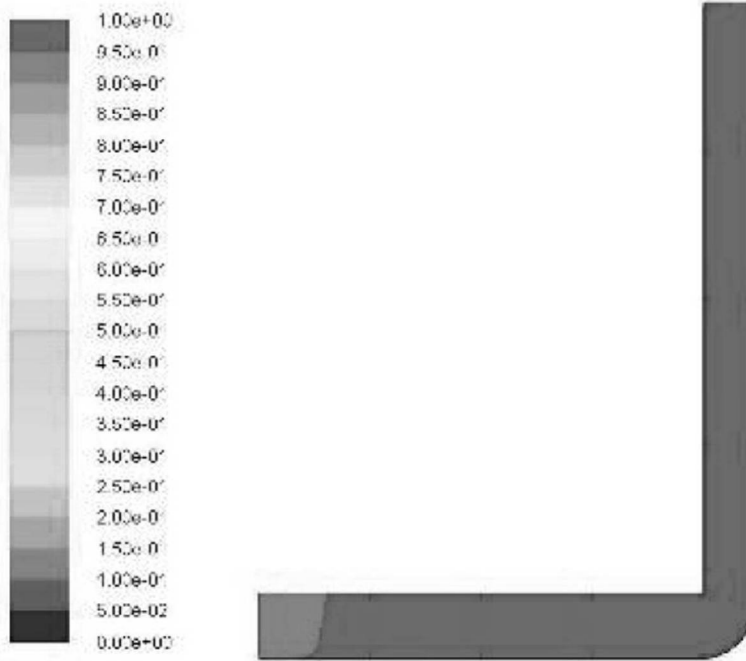
【 図 13 】



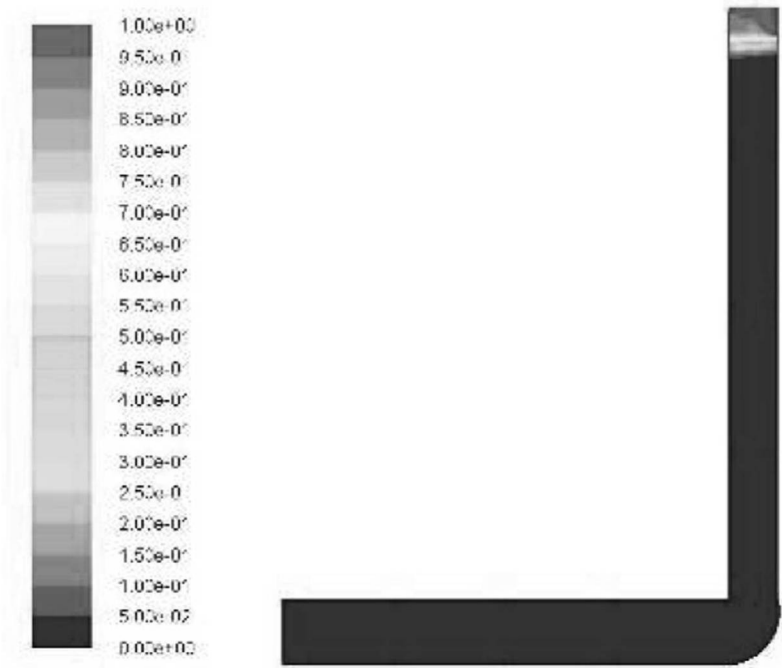
【 図 1 4 】



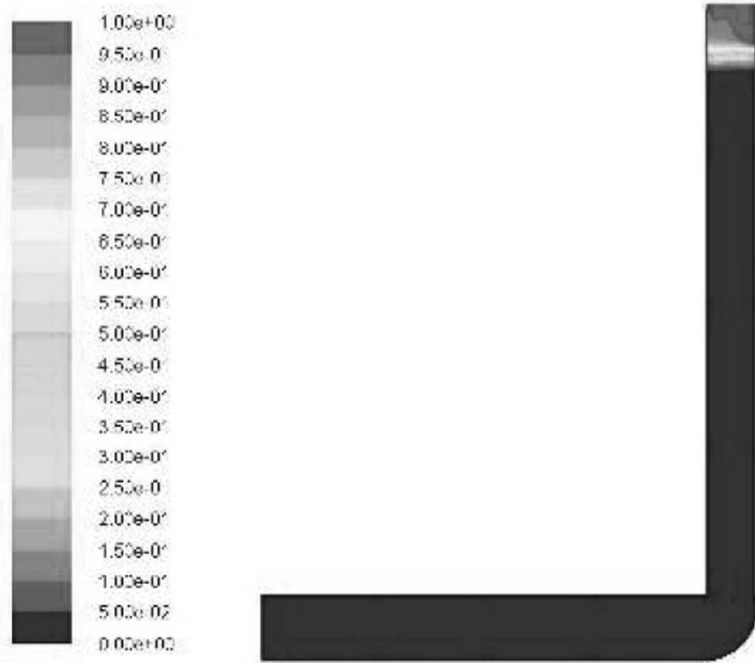
【 図 15 】



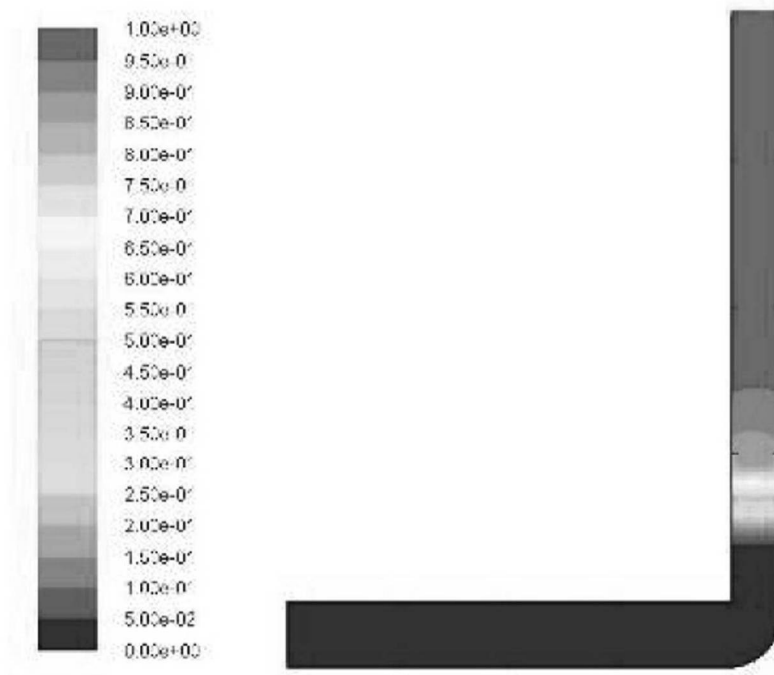
【 図 16 】



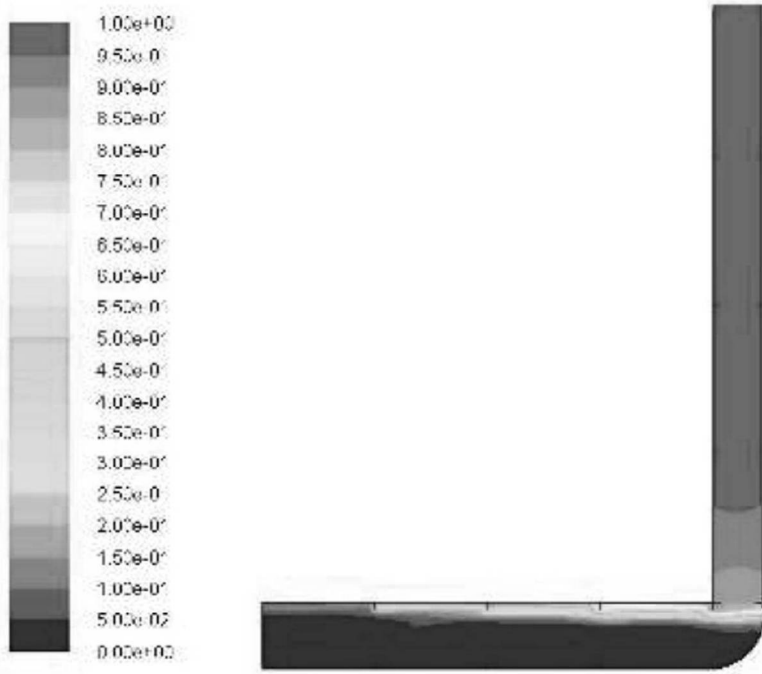
【 図 17 】



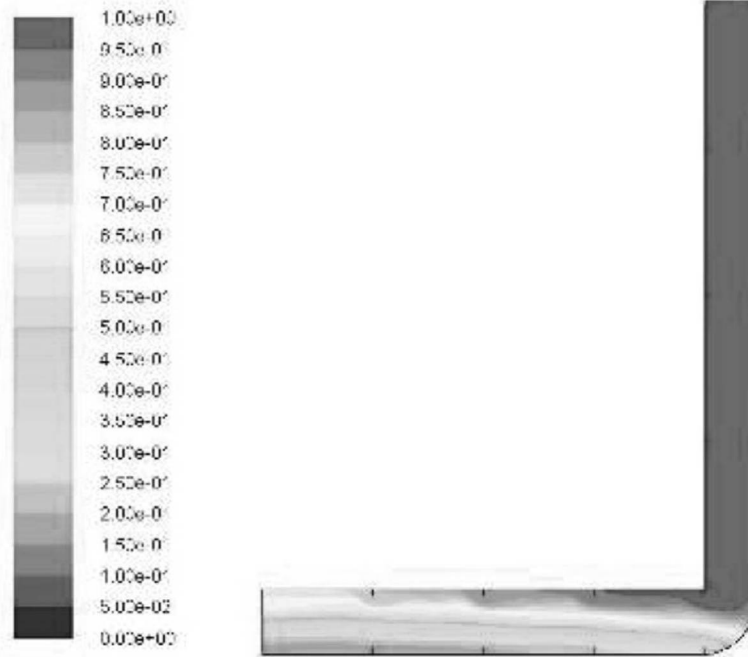
【 図 18 】



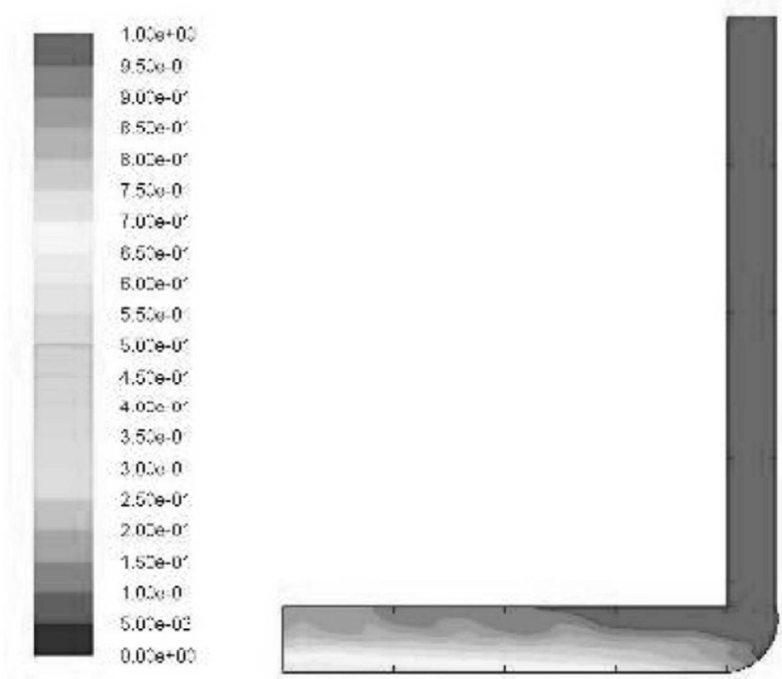
【 図 19 】



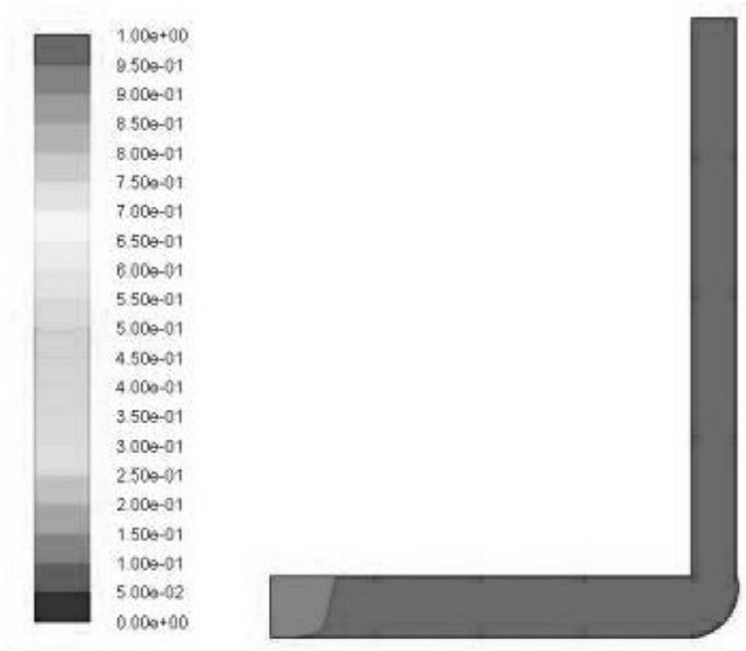
【 図 20 】



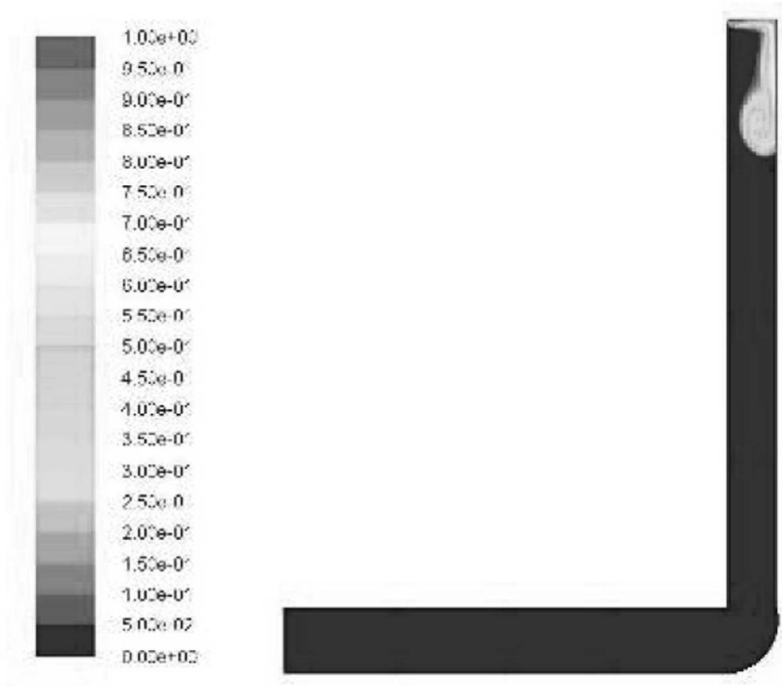
【 図 2 1 】



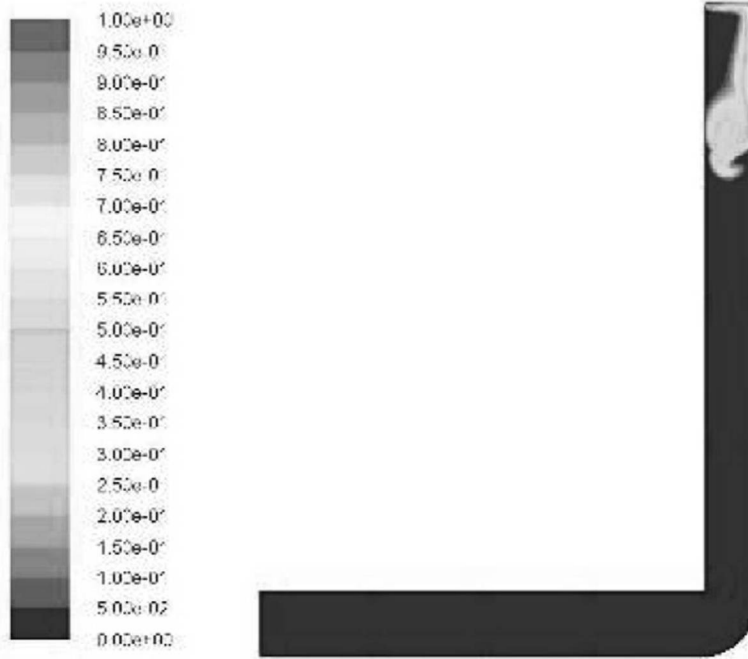
【 図 2 2 】



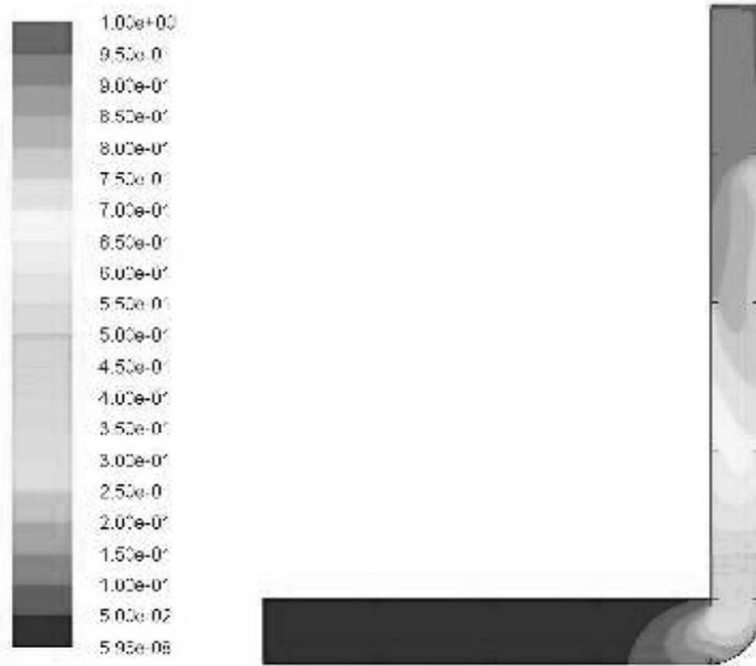
【 図 2 3 】



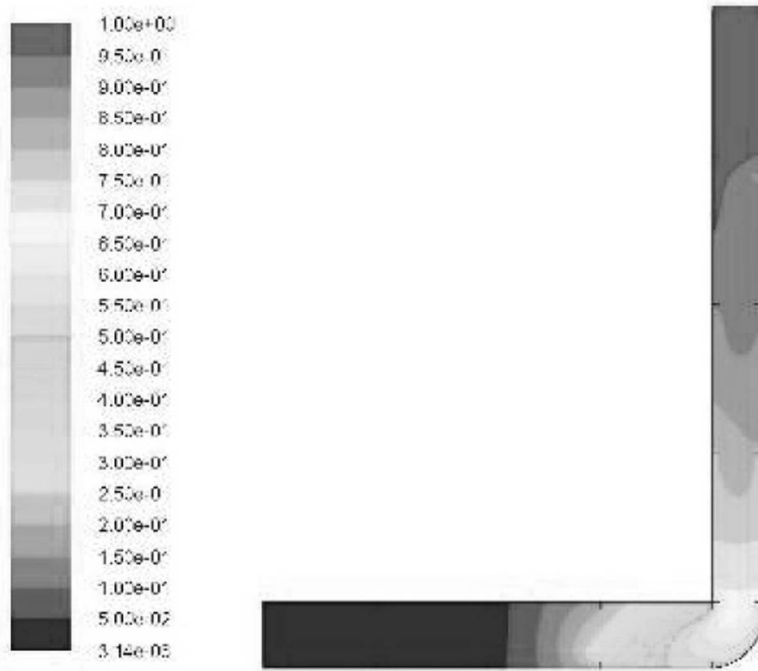
【 図 2 4 】



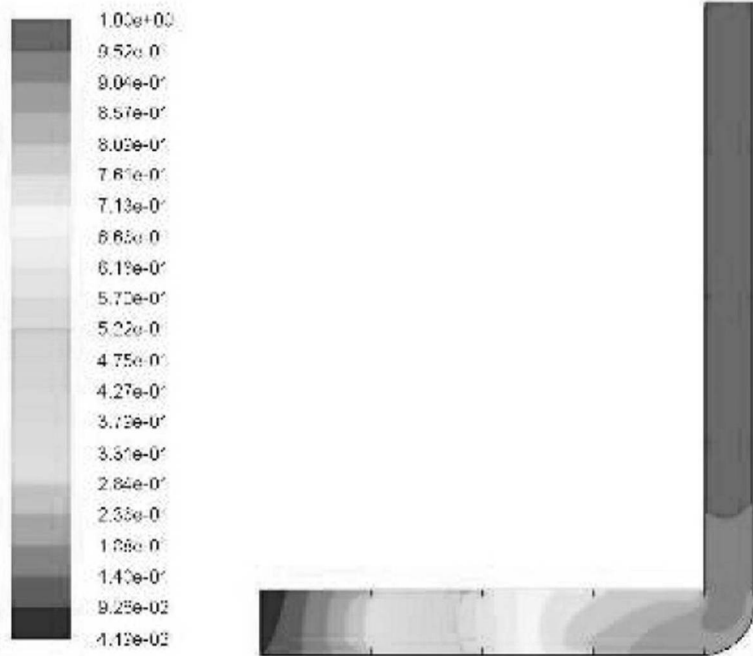
【 図 2 5 】



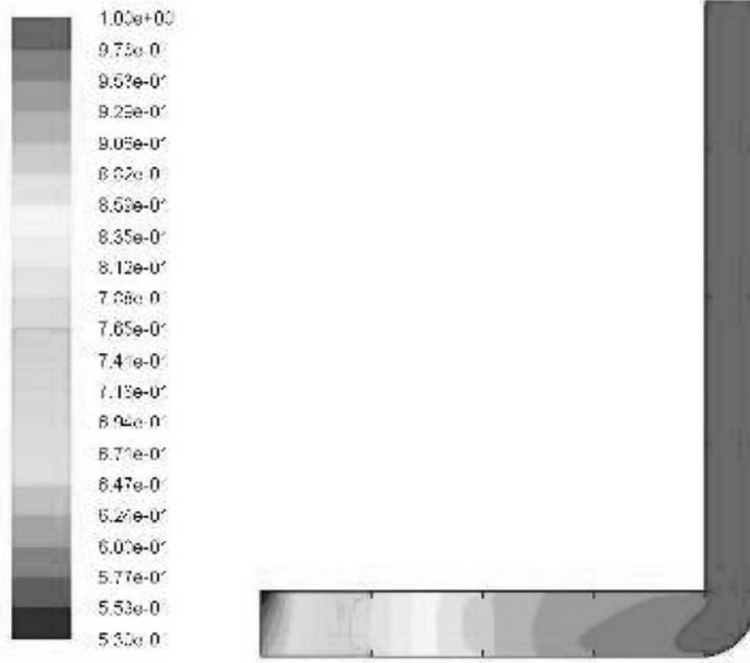
【 図 26 】



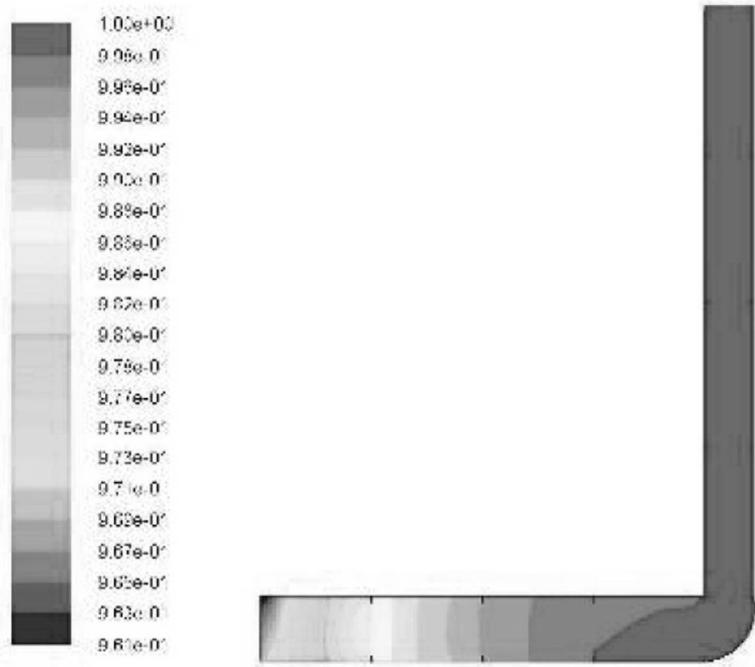
【 図 27 】



【 図 2 8 】



【 図 2 9 】



フロントページの続き

(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

Fターム(参考) 4D034 AA01 CA01 CA06 DA04