



## 明 細 書

発明の名称： エマルジョン燃料供給装置及びその供給方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、燃料油と水とエマルジョン化したエマルジョン燃料を燃焼装置に供給するエマルジョン燃料供給装置及びその供給方法に関する。

### 背景技術

[0002] 従来、水とガソリン、軽油、灯油、重油、植物油、廃油等の燃料油と乳化剤を混合して得られるエマルジョン燃料は、燃焼時に窒素酸化物（ $\text{NO}_x$ ）や煤塵の発生が少なく、大気汚染防止に有効な燃料であることが知られている。また、燃料に水を混合しているために、燃焼装置に送られる燃料の比率が、水の混合分だけ下がることとなり、理論上は、燃料費のコストダウンが可能となる。

そこで、エマルジョン燃料の製造方法や、燃焼装置への供給装置が、種々提案されている（例えば、特許文献1）。

[0003] 特許文献1は、燃料油を保持する燃料油タンクと、水を保持する水タンクと、燃料油タンクから供給された燃料油と水タンクから供給された水から、実質的に燃料油と水とからなるエマルジョン燃料を生成するエマルジョン生成ユニットと、エマルジョン生成ユニットで生成したエマルジョン燃料を導入し、燃焼させる発電装置と、を具備するエマルジョン燃料システムであって、エマルジョン生成ユニットは、燃料油と水からエマルジョン燃料を生成するエマルジョン生成装置を2個以上有しており、2個以上のエマルジョン生成装置のうち少なくとも1個のエマルジョン生成装置にて、燃料油タンクから供給された燃料油と、水タンクから供給された水を用いて、エマルジョン燃料を生成し、発電装置は、エマルジョン生成ユニットで連続的に生成されるエマルジョン燃料を燃焼させて駆動する。

特許文献1のエマルジョン燃料システムによれば、乳化剤を用いずにエマルジョン燃料を生成でき、また、生成したエマルジョン燃料の貯蔵を必要と

せず、システムの圧力損失を大きくせずに、必要に応じてエマルジョン燃料の生成量を変更することが可能である。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2011-122035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の発明では、特殊な処理を施していない水を用いているために、生成されたエマルジョン燃料のエネルギー効率が低く、混合した水の比率に対応する分だけ、発電装置で得られるエネルギーが減少して、燃料油の代わりにエマルジョン燃料を用いるメリットが少なかった。また、生成されたエマルジョン燃料のエネルギー効率が低いため、発電装置の運転が安定せず、発電装置側で失火し、エンストを起こし易かった。

また、特許文献1の発明では、乳化剤を用いないことによる発電装置の負荷変動を制御するために、エマルジョン生成装置を複数並列で接続し、発電装置の負荷に応じて、稼動するエマルジョン生成装置の数を適宜増減している。このため、各エマルジョン生成装置に、使用／不使用を切り替えるためのバルブと、使用を一時的に停止したエマルジョン生成装置内で油水分離した燃料と水の混合物を廃棄する廃棄用配管とが必要となり、複雑な装置構成となっている。

乳化剤を添加しないエマルジョン燃料供給装置において、燃焼装置の安定した駆動が可能で、かつ、単純な装置構成からなるものは、知られていなかった。

[0006] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、燃焼装置の安定した駆動が可能で、単純な装置構成からなるエマルジョン燃料供給装置及びその供給方法を提供することにある。

本発明の他の目的は、乳化剤無添加のエマルジョン燃料供給が可能で、燃

焼装置における燃焼効率の高いエマルジョン燃料供給装置及びその供給方法を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0007] 前記課題は、本発明のエマルジョン燃料供給装置によれば、水相と燃料油からなる油相とを有するエマルジョン燃料を燃焼装置に供給する装置であって、原水から、Caイオン及びMgイオンのうち、前記原水に含まれているものを除去し、Naイオンを残留させ又は添加して加工水を生成する加工水生成装置と、該加工水生成装置から供給された前記加工水及び前記燃料油を保持するタンクと、前記タンクから供給される前記燃料油と、前記タンクから供給される前記加工水とを、所定の流量比率で合流させる合流手段と、該合流手段で合流した前記燃料油と前記加工水との混合物から、前記エマルジョン燃料を生成するエマルジョン生成手段と、該エマルジョン生成手段で生成された前記エマルジョン燃料を、前記燃焼装置に供給する供給手段と、を備えること、により解決される。

[0008] このように、原水から、Caイオン及びMgイオンのうち、前記原水に含まれているものを除去し、Naイオンを残留させ又は添加して生成された加工水を、エマルジョン燃料の原料として用いているため、エマルジョン燃料を、高活性の原子状水素を含む加工水を用いて生成でき、エネルギー効率の高いエマルジョン燃料を供給可能となる。

また、加工水を用いているため、乳化剤を用いなくても燃料油とエマルジョン化可能であり、乳化剤無添加のエマルジョン燃料を達成できる。

更に、本発明のエマルジョン燃料は、Caイオン及びMgイオンが除去された軟水である加工水を原料とし、かつ、乳化剤を含まないため、燃焼装置における酸化、錆や腐食が抑制され、エマルジョン燃料による燃焼装置の劣化が抑制できる。

[0009] このとき、前記タンクは、前記加工水及び前記燃料油を保持する単一のタンクからなり、前記タンクの底部近傍に液体の吸入口が配置された水供給管と、前記タンクに保持される液体の液面で浮くフロートに液体の吸入口が取

付けられた油供給管と、を備え、前記合流手段は、前記水供給管からの前記加工水の供給と、前記油供給管からの前記燃料油の供給を、交互に行うことにより、前記燃料油と前記加工水とを合流させてもよい。

このように構成しているため、加工水と燃料油のために複数のタンクを備える必要がなく、単純な装置構成となる。従って、既存の燃料供給装置に、新たに加工水のタンクを追加する必要がなく、本発明のエマルジョン燃料供給装置の導入が容易になる。

[0010] このとき、前記タンクは、前記加工水生成装置から供給された前記加工水を保持する水タンクと、該水タンクとは別体として構成され、前記燃料油を保持する燃料油タンクとからなり、前記燃料油タンクの底面から前記燃料油の液面までの高さ、前記水タンクの底面から前記加工水の水面までの高さとの相違が、所定範囲内になるように調整するタンク内液高調整装置を備え、前記合流手段は、前記燃料油タンクから供給される前記燃料油と、前記水タンクから供給される前記加工水とを、所定の流量比率で合流させてもよい。

このように、前記燃料油を保持する燃料油タンクと、水を保持する水タンクと、前記燃料油タンクの底面から前記燃料油の液面までの高さ、前記水タンクの底面から前記水の水面までの高さとの相違が、所定範囲内になるように調整するタンク内液高調整装置を備えているため、合流手段において、前記燃料油タンクから供給される前記燃料油と、前記水タンクから供給される前記水とを、所望の流量比率で合流させることが可能となる。

つまり、燃料油タンク内の液高と水タンク内の液高との関係を調整しない場合、燃料油と水が合流する箇所で、その時点で液高が高い方の液体のみが合流手段に供給され、他方の液体が供給されにくい現象が生じるが、本発明では、タンク内液高調整装置を備えているため、合流手段における水と燃料油の合流比率の制御が可能となる。

[0011] このとき、前記水タンク及び前記燃料油タンクは、前記燃焼装置よりも高い位置に配置され、前記水タンク及び前記燃料油タンクから前記エマルジョ

ン生成手段までの間における前記加工水及び前記燃料油の供給路は、ポンプを備えないポンプレスからなり、前記水タンク及び前記燃料油タンクと前記燃焼装置との間の高度差による重力と、前記燃焼装置が備えるポンプの圧力とにより、前記燃料油及び前記加工水が前記エマルジョン生成手段に供給されてもよい。

このように、加工水及び燃料の供給路にポンプを備えないため、単純な装置構成で、安価なエマルジョン燃料供給装置を実現できる。エマルジョン燃料を用いる目的は、コストダウンであるため、安価なエマルジョン燃料供給装置の実現は、エマルジョン燃料を採用する趣旨とも合致する。

[0012] また、加工水及び燃料の供給のために別途ポンプを設置すると、このポンプと燃焼装置のポンプの圧力のバランスを取るために、圧力制御弁やコンピュータを用いた圧力制御システムが必要となるが、本発明は、加工水及び燃料の供給路にポンプを備えていないので、ポンプのバランスを取る制御システムを別途設ける必要がなく、単純な構成で安価なエマルジョン燃料供給装置を達成できる。

本発明では、エマルジョン燃料の原料水として、原水から、Caイオン及びMgイオンを除去し、Naイオンを残留させ又は添加した加工水を用いているので、水タンクと油タンクを、燃焼装置よりも高い位置に配置しさえすれば、加工水及び燃料の供給路にポンプを備えなくても、加工水と燃料の供給を円滑に安定して行うことが可能となる。

[0013] このとき、前記エマルジョン生成手段は、径の細い貫通孔からなる細孔部と、該細孔部の下流に連続して設けられた筒状の大径部と、を備えた分散部を、直列に複数連続して備え、前記燃焼装置から吐出された余剰燃料を、前記エマルジョン生成手段に戻す導入口を、最も上流の前記細孔部よりも下流側に備えていてもよい。

このように構成するため、余剰燃料が過度に分散処理を経ることがなく、燃焼装置に供給されるエマルジョン燃料を、完全に乳化されていない不完全エマルジョンの状態に保つことができる。

本発明者の鋭意研究により、完全に水相と油相が乳化した完全なエマルジョン状態となると、燃焼装置における燃焼効率が下がることが明らかとなったため、本発明では、余剰燃料を、前記エマルジョン生成手段に戻す導入口を、最も上流の前記細孔部よりも下流側に備えるように構成し、燃焼装置に供給されるエマルジョン燃料が完全なエマルジョンになることを抑制して、燃焼効率のよいエマルジョン燃料を供給可能としたものである。

[0014] このとき、前記加工水生成装置は、原水からCaイオン、Mgイオン、Feイオンを除去すると共にNaイオンを添加するイオン交換器と、トルマリンを収納したトルマリン収納器と、黒曜石を収納した黒曜石収納器と、を備え、前記原水から軟水を製造する軟水製造装置と、該軟水製造装置で製造された軟水を導入する導入管と、前記トルマリン収納器及び前記黒曜石収納器のうち少なくとも一方と、前記導入管から導入された前記軟水を、前記トルマリン収納器及び黒曜石収納器のうち少なくとも一方に30分以上循環させる循環装置と、を備え、前記軟水の表面張力を向上させると共に前記軟水中の原子状水素の量を増加させる表面張力向上手段と、該表面張力向上手段を通過した加工水を前記水タンクに供給する加工水供給手段と、を備えると好適である。

このように、表面張力向上手段を備えているため、エマルジョン燃料を、表面張力の高い加工水を用いて生成でき、エネルギー効率の高いエマルジョン燃料を供給可能となる。

[0015] このとき、前記燃焼装置の空気吸入口に、前記燃焼装置への気体の供給量を、0から、水を含まない燃料油を供給したときに失火する燃料油供給時の失火空気量までの間の範囲で、調整する気体供給量調整手段と、酸素ガスを供給する酸素ガス供給手段とが接続されていると好適である。

このように、気体供給量調整手段を備えているため、燃焼装置を効率的に稼働させることができる。本発明の加工水生成装置での工程では、エネルギー源となる原子状水素と共に酸素が生成されるため、加工水生成装置から供給された加工水をエマルジョン燃料に用いる場合、燃焼装置での酸素及び空

気の供給が、原則として不要となる。

一方、酸素ガス供給手段を備えているため、エマルジョン燃料中の水の比率を向上させた場合でも、燃焼装置で失火することを抑制できる。その結果、エマルジョン燃料中の水の比率を向上させて、燃料油の比率を低下させることが可能となり、燃焼装置の稼働コストを低下可能となる。

[0016] このとき、前記細孔部は、前記エマルジョン生成手段の延長方向に対して傾斜していると好適である。

このように構成しているため、流体が細孔部から大径部に斜め方向に噴出して、大径部の壁面等に衝突し、液体の拡散がより促進される。

[0017] 前記課題は、本発明のエマルジョン燃料供給方法によれば、水相と燃料油からなる油相とを有するエマルジョン燃料を燃焼装置に供給する方法であって、原水から、Caイオン及びMgイオンのうち、前記原水に含まれているものを除去し、Naイオンを残留させ又は添加して加工水を生成する加工水生成工程と、該加工水生成工程で生成された前記加工水及び前記燃料油を保持するタンクから供給される前記燃料油と、前記タンクから供給される前記加工水とを、所定の流量比率で合流させる合流工程と、該合流工程で合流した前記燃料油と前記加工水の混合物を、エマルジョン生成手段に供給して、前記エマルジョン燃料を生成するエマルジョン生成工程と、該エマルジョン生成工程で生成された前記エマルジョン燃料を、前記燃焼装置に供給する供給工程と、を行うこと、により解決される。

[0018] このとき、前記合流工程では、前記タンクの底部近傍に吸入口が配置された水供給管からの供給と、前記タンクに保持される液体の液面で浮くフロートに吸入口が取付けられた油供給管からの供給を、交互に行うことにより、前記加工水と前記燃料油とを合流させてもよい。

また前記合流工程の前に、該加工水生成工程で生成された前記加工水の供給を受けて保持する水タンクの底面から前記加工水の水面までの高さ、前記燃料油を保持する燃料油タンクの底面から前記燃料油の液面までの高さとの相違が、所定範囲内になるように調整するタンク内液高調整工程を備え、

前記合流工程は、前記燃料油タンクから供給される前記燃料油と、前記水タンクから供給される前記加工水とを、所定の流量比率で合流させてもよい。

[0019] 前記合流工程及び前記エマルジョン生成工程では、前記燃焼装置よりも高い位置に配置された前記水タンク及び前記燃料油タンクと前記燃焼装置との間の高度差による重力と、前記燃焼装置が備えるポンプの圧力とにより、前記燃料油及び前記加工水を、前記エマルジョン生成手段に供給してもよい。

また、前記エマルジョン生成工程では、径の細い貫通孔からなる細孔部と、該細孔部の下流に連続して設けられた筒状の大径部と、を備えた分散部が、直列に複数連続して形成された前記エマルジョン生成手段に、前記合流工程で合流させた前記燃料油と前記加工水との混合物を通過させると共に、前記燃焼装置から吐出された余剰燃料を、前記エマルジョン生成手段に設けられた最も上流の前記分散部よりも下流側に戻してもよい。

[0020] また、加工水生成工程では、前記原水から、前記Mgイオン、Caイオン及びFeイオンのうち前記原水に含有されるイオンを、イオン交換により除去した後、前記原水を、トルマリンが充填されたトルマリン収納器及び黒曜石が充填された黒曜石収納器のうち少なくとも一方に、通過させて前記加工水を生成すると好適である。

また、前記加工水生成工程では、前記加工水中のNaイオン濃度を、前記原水中のNaイオン濃度よりも増加させると好適である。

このように構成しているため、燃焼効率のよいエマルジョン燃料の原料となる、高表面張力、高界面活性を備えた加工水を調整できる。

[0021] また、加工水は、Mgイオン、Caイオン及びFeイオンが除去され、Naイオンを含むため、燃料油と混合して攪拌すると、燃料油に含まれるトリグリセライドが加水分解して遊離した脂肪酸は、Mgイオン、Caイオン及びFeイオンと化合せず、Naイオンと化合して、界面活性剤である脂肪酸ナトリウムを生成し、エマルジョン化が可能となる。

燃料油と加工水から生成されたエマルジョンは、原水よりも表面張力が高められている加工水由来であるため、エネルギーが高く、燃焼による発熱量

が多く、燃焼効率がよい。つまり、従来の乳化剤は、液体の表面張力を低下させる性質を持つため、エマルジョン燃料の燃焼による発熱量も低下させてしまうが、本発明の加工水は、燃料油と乳化する能力を持ちながら、表面張力が高められているため、高い発熱量を達成できる。

[0022] 前記加工水生成工程では、水温 26℃で測定された前記加工水の表面張力が、50 mN/m 以上になるように調整すると好適である。

このように構成しているため、燃焼による発熱量の高いエマルジョン燃料を達成可能となる。

前記供給工程では、前記燃焼装置に、O から、水を含まない前記燃料油を供給したときに失火する燃料油供給時の失火空気量までの間の範囲の供給量の気体を供給する。

このように、気体供給量調整手段を備えているため、燃焼装置を効率的に稼働させることができる。本発明の加工水生成装置での工程では、エネルギー源となる原子状水素と共に酸素が生成されるため、加工水生成装置から供給された加工水をエマルジョン燃料に用いる場合、燃焼装置での酸素及び空気の供給が、原則として不要となる。

## 発明の効果

[0023] 本発明によれば、原水から、Ca イオン及び Mg イオンのうち、前記原水に含まれているものを除去し、Na イオンを残留させ又は添加して生成された加工水を、エマルジョン燃料の原料として用いているため、エマルジョン燃料を、高活性の原子状水素を含む加工水を用いて生成でき、エネルギー効率の高いエマルジョン燃料を供給可能となる。

また、加工水を用いているため、乳化剤を用いなくても燃料油とエマルジョン化可能であり、乳化剤無添加のエマルジョン燃料を達成できる。

更に、本発明のエマルジョン燃料は、Ca イオン及び Mg イオンが除去された軟水である加工水を原料とし、かつ、乳化剤を含まないため、燃焼装置における酸化、錆や腐食が抑制され、エマルジョン燃料による燃焼装置の劣化が抑制できる。

[0024] このとき、前記タンクは、前記加工水及び前記燃料油を保持する単一のタンクからなり、前記タンクの底部近傍に液体の吸入口が配置された水供給管と、前記タンクに保持される液体の液面で浮くフロートに液体の吸入口が取付けられた油供給管と、を備え、前記合流手段は、前記水供給管からの前記加工水の供給と、前記油供給管からの前記燃料油の供給を、交互に行うことにより、前記燃料油と前記加工水とを合流させてもよい。

このように構成しているため、加工水と燃料油のために複数のタンクを備える必要がなく、単純な装置構成となる。従って、既存の燃料供給装置に、新たに加工水のタンクを追加する必要がなく、本発明のエマルジョン燃料供給装置の導入が容易になる。

### 図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の一実施形態に係るエマルジョン燃料供給装置の概略構成図である。

[図2]本発明の一実施形態に係る加工水処理器の概略構成図である。

[図3]本発明の一実施形態に係るエマルジョン生成器の概略縦断面構成図である。

[図4]本発明の一実施形態に係るエマルジョン燃料供給装置において、余剰エマルジョンの分離タンクを備えた例の概略構成図である。

[図5]本発明の変形例に係るエマルジョン燃料供給装置の概略構成図である。

[図6]実施例1の加工水と、蒸留水、及び超純水にA重油を添加して攪拌したサンプルにおけるエマルジョン粒子の平均径及び標準偏差を示すグラフである。

[図7]実施例2～9の加工水と、超純水の表面張力の測定結果である。

[図8]実施例10，11の加工水、超純水、原水、原水に界面活性剤を添加した界面活性剤添加水道水の表面張力の測定結果である。

[図9]実施例1の加工水、加工水の原水のイオンクロマトグラフ法の測定結果である。

### 発明を実施するための形態

[0026] 以下、本発明の一実施形態に係るエマルジョン燃料供給装置及びその供給方法について、図面を参照しながら説明する。

本明細書において、エマルジョン燃料とは、水性液体と油性液体とが分散してエマルジョン様になった系からなる燃料をいい、乳化剤を含むものも含まないものも含む。また、水性液体と油性液体とが分散してエマルジョン化した完全なエマルジョンも、水性液体と油性液体とが混合して部分的に分散し、部分的に分散していない不完全エマルジョンも含む。

本実施形態のエマルジョン燃料としては、乳化剤を用いずに水性液体と油性液体のみで構成された不完全エマルジョンが好適に用いられる。

[0027] <エマルジョン燃料供給装置>

図1は、本実施形態に係るエマルジョン燃料供給装置1を示す概略構成図である。

エマルジョン燃料供給装置1は、水と燃料油からエマルジョン燃料を生成し、燃焼装置としてのディーゼルエンジン70にエマルジョン燃料と酸素を供給する装置であって、水道水からエマルジョン燃料の原料となる加工水を製造する加工水処理器10と、加工水を貯留する加工水タンク20と、燃料油を貯留する燃料油タンク30と、加工水と燃料水を合流した混合液をエマルジョン生成器50に輸送する送液部40と、加工水と燃料水の混合液からエマルジョン燃料を生成すると共に、エマルジョン燃料をディーゼルエンジン70に供給するエマルジョン生成器50と、ディーゼルエンジン70に導入される空気に酸素ガスを混合するための酸素ガスポンプ60と、を主要構成要素とする。

[0028] 本実施形態のエマルジョン燃料供給装置1が適用される燃焼装置としては、燃料をシリンダー内で爆発燃焼させ、その熱エネルギーによって仕事をする内燃機関であれば、どのようなものであっても適用可能であるが、例えば、ディーゼルエンジン、特に、船舶用のディーゼルエンジンに好適に適用できる。また、ボイラーにも適用できる。

燃料油としては、各種の燃料油を使用できるが、例えば、A重油、B重油

、C重油、軽油、灯油、ガソリン、バイオ燃料等のエマルジョン燃料に用いられる公知の燃料油を用いることができる。

[0029] 加工水処理器10は、図2に示すように、第1の軟水生成器110と第2の軟水生成器112とイオン生成器114と黒曜石収納器116とが、連絡管118a、118b、118cを介して、順に直列に連結された軟水製造装置100と、軟水製造装置100の下流に接続された表面張力向上器140と、からなる。

軟水製造装置100は、原水から軟水を製造する装置である。

軟水とは、硬度が100mg/l未満の水をいう。硬度とは、水に含まれるCa濃度及びMg濃度で表される指標であり、 $\text{硬度} = \text{Ca濃度 (mg/l)} \times 2.5 + \text{Mg濃度 (mg/l)} \times 4.1$ で算出される。

[0030] 本実施形態では、硬度が100mg/l未満の水であって、Caイオン、Mgイオン、Feイオンが除去された水を用いると好適である。

第1の軟水生成器110には、例えば水道のような圧力のある原水が水供給管120から連絡管122を介して内部に導入される。

但し、原水として、湧き水、井戸水、雨水、川の水を、公知の水浄化用の濾過フィルタ、殺菌装置等により浄化、消毒処理を施したものや、清浄な湧き水、井戸水を用い、不図示のポンプで水供給管120、連絡管122を介して第1の軟水生成器110に導入してもよい。

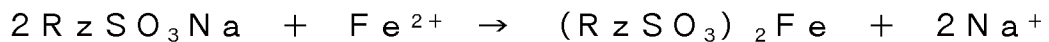
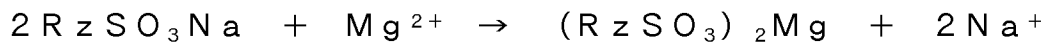
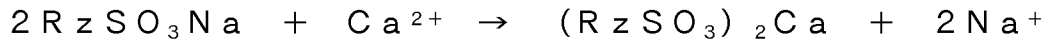
水供給管120と連絡管122との間には、蛇口のような入口用開閉弁124が備えられ、連絡管122の途中には逆止弁126が備えられる。黒曜石収納器116の出口側には吐出管128aが取り付けられ、吐出管128aの先端または途中に出口用開閉弁130aが備えられる。

[0031] 第1の軟水生成器110と第2の軟水生成器112の内部には、粒状のイオン交換樹脂132が充填されている。なお、2つの軟水生成器110、112を1つにまとめて、1つの軟水生成器にすることも可能である。

[0032] イオン交換樹脂132は、原水に含まれている $\text{Ca}^{2+}$ や $\text{Mg}^{2+}$ や $\text{Fe}^{2+}$ 等の金属イオンを除去して、原水を軟水にするためのものであり、特に原水の

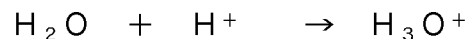
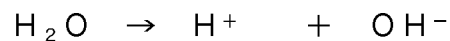
硬度をゼロに近い程度に低くするためのものである。イオン交換樹脂 1 3 2 としては、例えば、スチレン・ジビニルベンゼンの球状の共重合体を均一にスルホン化した強酸性カチオン交換樹脂 ( $R_zSO_3Na$ ) を用いる。

[0033]  $R_zSO_3Na$  を用いた場合のイオン交換樹脂 1 3 2 によるイオン交換反応は、次の通りである。



即ち、イオン交換樹脂 1 3 2 を通すことによって、原水に含まれている  $Ca^{2+}$  や  $Mg^{2+}$  や  $Fe^{2+}$  等が除去され、 $Na^+$  が発生する。

[0034] 一方、原水は、イオン交換樹脂 1 3 2 を通ることによって、以下のように、水酸化イオン ( $OH^-$ ) とヒドロニウムイオン ( $H_3O^+$ ) が発生する。



[0035] このように、原水が硬水であった場合に、イオン交換樹脂 1 3 2 を通過することによって、原水から  $Ca^{2+}$  や  $Mg^{2+}$  や  $Fe^{2+}$  等の金属イオンが除去されて軟水となる。また、原水の中に  $Na^+$  と  $OH^-$  とヒドロニウムイオン ( $H_3O^+$ ) とが発生する。しかし、水道水に含まれている塩素はイオン化しないでそのまま通過する。

[0036] イオン生成器 1 1 4 は、不図示のカートリッジに、平均粒径  $5 \sim 15 \mu m$  のトルマリン粉末又はトルマリン粉末を他のセラミック材料と混合して焼成したペレット状のトルマリンペレットを充填し、複数個同じ配置で上下に連続して直列に連結したものである。なお、トルマリン粉末又は粒状のトルマリンに、金属板を混合したものを、カートリッジに充填してもよい。

トルマリンは、プラスの電極とマイナスの電極とを有し、このプラスの電極とマイナスの電極によって、水に  $4 \sim 14$  ミクロンの波長の電磁波を持たせ、かつ水のクラスターを切断してヒドロニウムイオン ( $H_3O^+$ ) を発生させる。 $4 \sim 14$  ミクロンの波長の電磁波が持つエネルギーは、約  $0.004$

W a t t / c m<sup>2</sup>である。

[0037] イオン交換樹脂 1 3 2 を通過させて水を硬度がゼロに近い軟水にして、その軟水の中でトルマリン同士をこすり合わせる。硬度がゼロに近い軟水では、トルマリンのマイナスの電極に M g イオンや C a イオンが付着するのを防ぐことができ、トルマリンのプラスとマイナスの電極としての働きを低下させることを防ぐことができる。

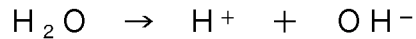
[0038] 金属板としては、アルミニウム、ステンレス、銀の少なくとも 1 種類の金属を用いる。この金属としては、水中で錆を発生させたり水に溶けたりしない金属が望ましい。アルミニウムは殺菌作用や抗菌作用と共に漂白作用を有しており、ステンレスは殺菌作用や抗菌作用と共に洗浄向上作用を有しており、銀は殺菌作用や抗菌作用を有している。

トルマリンと金属板との重量比は、1 0 : 1 ~ 1 : 1 0 が望ましい。その範囲を超えると、一方の素材が多くなりすぎ、両方の素材の効果を同時に発揮することができない。

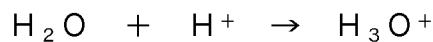
[0039] イオン生成器 1 1 4 の各カートリッジにおいては、底面の多数の穴を通過した水が、下から上に向けてトルマリン粉末又はトルマリンペレットに噴射するように設定されている。ここで、水道水は高い水圧を有するので、その水圧を有する水がカートリッジ内のトルマリン粉末又はトルマリンペレットに勢いよく衝突し、その水の勢いでトルマリン粉末又はトルマリンペレットがカートリッジ内で攪拌されるように、穴の大きさ並びに個数を設定する。水をトルマリンに噴射してトルマリンを攪拌するのは、その攪拌によってトルマリンと水とに摩擦を生じさせ、トルマリンからプラスとマイナスの電極が水に溶け出して水のクラスターを切断し、ヒドロニウムイオン (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) を大量に発生させるためである。

[0040] トルマリン同士がこすり合うことでプラスの電極とマイナスの電極が生成し、その電極に水が接触することで、水中のマイナスイオンが増加する。なお、水のクラスターを切断し、ヒドロニウムイオン (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) を大量に発生させたい場合には、カートリッジ内にトルマリンのみを充填しても良い。

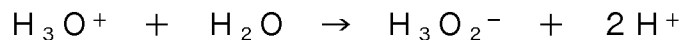
[0041] トルマリンは、プラス電極とマイナス電極とを有するため、トルマリンが水で攪拌されると、水は水素イオンと水酸化イオンに解離する。



更に、水素イオンと水とによって、界面活性作用を有するヒドロニウムイオン ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) が発生する。イオン生成器 114 におけるヒドロニウムイオンの発生量は、イオン交換樹脂 132 によって発生する量よりはるかに多い。



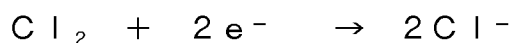
発生したヒドロニウムイオンの一部は、水と結びついてヒドロキシルイオン ( $\text{H}_3\text{O}_2^-$ ) と水素イオンになる。



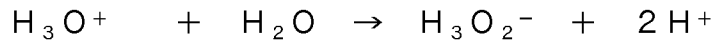
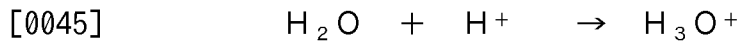
[0042] イオン交換樹脂 132 を通過した水を、イオン生成器 114 を通過させることによって、ヒドロニウムイオン ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) とヒドロキシルイオン ( $\text{H}_3\text{O}_2^-$ ) と  $\text{H}^+$  と  $\text{OH}^-$  とが発生する。なお、イオン交換樹脂 132 を通過した塩素、イオン交換樹脂 132 で発生した  $\text{Na}^+$  は、そのままイオン生成器 114 を通過する。

[0043] イオン生成器 114 を通過した水を、次に、粒径 5 mm～50 mm 程度の黒曜石を収納する黒曜石収納器 116 の内部を通過させる。黒曜石は、産地を問わない。

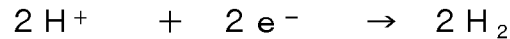
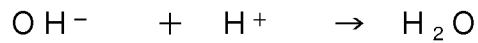
[0044] この黒曜石収納器 116 に、イオン生成器 114 を通過した水を通過させると、水に  $e^-$  (マイナス電子) が加えられる。この結果、水道水に含まれている塩素はマイナス電子によって、塩素イオンとなる。



この  $\text{Cl}^-$  と前記  $\text{Na}^+$  とはイオンとして安定した状態になる。安定した状態とは、イオン状態が長期間保たれることを意味する。また、ヒドロキシルイオンもイオンとして安定した状態になる。水が黒曜石を通過することによって、イオン生成器 114 を通過した水と比べて、ヒドロニウムイオンが更に発生し、かつヒドロキシルイオンも水素イオンも更に発生する。



水が黒曜石を通過することによって、その他に、以下の反応も発生する。



更に、水が黒曜石収納器 116 を通過すると、黒曜石のマイナス電子によって、水の酸化還元電位が +340 mV から -20 ~ -240 mV になる。

更に、黒曜石を通過した水は、溶存酸素や活性水素を大量に含む。

[0046] 本実施形態の軟水製造装置 100 は、第 1 の軟水生成器 110、第 2 の軟水生成器 112、イオン生成器 114、黒曜石収納器 116 を備えているが、これに限定されるものではなく、原水から Ca イオン、Mg イオン、Fe イオンを除去する装置であればよい。

また、水を、イオン生成器 114、黒曜石収納器 116 に通過させる順序を逆にして、黒曜石収納器 116 に通過した後の水をイオン生成器 114 に通過させてもよい。

[0047] 軟水製造装置 100 の下流には、軟水製造装置 100 の吐出管 128 a の出口用開閉弁 130 a 連絡管 118 d が連結されることにより、表面張力向上器 140 が連結されている。

表面張力向上器 140 は、軟水製造装置 100 で原水から生成された軟水を、トルマリン粉末又はトルマリンペレット及び／又は黒曜石収納器 116 を通過させることにより、軟水の表面張力を向上させると共に、軟水中の原子状水素の量を増加させる装置である。

[0048] 本実施形態の表面張力向上器 140 は、図 2 に示すように、黒曜石収納器 116 を直列に連結されてなるが、これに限定されるものでなく、複数のイオン生成器 114 を直列に連結して構成してもよいし、イオン生成器 114 と黒曜石収納器 116 を直列に連結して構成してもよい。

表面張力向上器 140 を構成するイオン生成器 114 及び／又は黒曜石収納器 116 の構成は、軟水製造装置 100 に含まれるものと同様である。

もっとも下流の黒曜石収納器 116 の出口側には吐出管 128b が取り付けられ、吐出管 12b の先端または途中に出口用開閉弁 130b が備えられており、表面張力向上器 140 で生成された加工水を図 1 に示す加工水タンク 20 に供給するための導入管 21 が連結される。

[0049] 原水が、軟水製造装置 100 を通過した後、表面張力向上器 140 を通過したものが加工水である。

加工水には、 $\text{Na}^+$ と、 $\text{Cl}^-$ と、 $\text{H}^+$ と、 $\text{OH}^-$ と、 $\text{H}_2$ と、ヒドロニウムイオン ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) と、ヒドロキシリオン ( $\text{H}_3\text{O}_2^-$ ) と、活性水素 (原子状水素) と、溶存酸素とを多く含む。

但し、原水が、軟水製造装置 100 を通過した軟水であって、表面張力向上器 140 を通過していないものを、加工水として用いてもよい。

[0050] 軟水製造装置 100 を通過後に表面張力向上器 140 を通過した加工水は、軟水製造装置 100 を通過したが表面張力向上器 140 を通過していないものよりも、高エネルギーな活性の原子状水素の量が多くなり、エネルギーが高い。つまり、燃焼させたときにより多くのエネルギーを発生する。

軟水製造装置 100 を通過後に表面張力向上器 140 を通過した加工水に多く含まれるヒドロキシリオン ( $\text{H}_3\text{O}_2^-$ ) は、燃焼時において、イオン中に含まれる 2 つの O が  $\text{O}_2$  となり、3 つの H が活性な原子状水素となり、これが H ガスとなって燃焼する。

[0051] 軟水製造装置 100 で原水 (水道水) が軟水化された後、表面張力向上器 140 を用いて、トルマリン及び黒曜石の少なくとも一方を通過させる処理を、30 分以上数時間繰り返して行うことによって得た本実施形態の加工水は、Mg イオン、Ca イオン、Fe イオンの量が、イオンクロマトグラフ法の検出下限値以下であり、Na イオン濃度が、原水の 3 倍以上、好ましくは、3.5 倍以上に高められている。

また、表面張力は、原水 (水道水) よりも高く、超純水と同等の水準まで高められている。

このように、本実施形態の加工水処理器 10 で処理された加工水は、Mg

イオン、C a イオン、F e イオンを含有せず、N a イオン濃度が高いため、油と加工水を混合して攪拌すると、N a イオンと油に含まれるトリグリセライドが加水分解して脂肪酸を遊離し、N a イオンと化合して、界面活性剤である脂肪酸ナトリウムを生成する。従って、本実施形態の加工水は、乳化剤を用いることなく、燃料油と混合して攪拌することにより、エマルジョン化可能である。

[0052] 従って、本実施形態の加工水と燃料油がエマルジョン化して得られる不完全エマルジョンは、エマルジョン燃料として利用される。

本実施形態のエマルジョン燃料は、乳化剤無添加で、本実施形態の加工水と燃料油をエマルジョン化したものであり、表面張力向上器 140 によって表面張力が高められ、原子状水素を含む加工水を用いていることから、原料となる燃料油よりも、燃焼による発熱量が多く、燃焼効率がよい。

[0053] 加工水タンク 20 は、加工水処理器 10 で生成された加工水を貯留するタンクであって、加工水処理器 10 から加工水を加工水タンク 20 に導入する導入管 21 と、加工水タンク 20 内の加工水を送液部 40 に供給するための水供給管 22 と、加工水タンク 20 内の加工水の高さを予め設定された水位に維持するためのボールタップ 23 と、を備えている。

ボールタップ 23 は、導入管 21 の弁に取り付けられた支持シャフトの先端に浮き玉が固定されてなる公知のボールタップからなり、液面で浮く浮き玉が、液面の上下変動に伴って上下に変位して、所定位置より下がったときに、導入管 21 の弁を開放して、導入管 21 から加工水タンク 20 内に給水されるように構成されている。

水供給管 22 には、不図示の操作盤から操作可能な電磁弁 25 と、水供給管 22 からの加工水の流量を調整する流量調整バルブ 27、流量センサ 28 を備えている。

[0054] 燃料油タンク 30 は、原油タンク 34 から供給される燃料油を貯留するタンクであって、原油タンク 34 から燃料油を燃料油タンク 30 に導入する導入管 31 と、燃料油タンク 30 内の燃料油を送液部 40 に供給するための油

供給管 32 と、燃料油タンク 30 内の燃料油の高さを予め設定された液位に維持するためのボールタップ 33 と、を備えている。

ボールタップ 33 の構成は、ボールタップ 23 と同様であり、ボールタップ 23, 33 により、加工水タンク 20 と燃料油タンク 30 の液高が同じ高さに維持されるように構成されている。

[0055] 油供給管 32 には、燃料油中の汚れ等を除去するためのフィルタ 36 と、油供給管 32 からの燃料油の流量を調整する流量調整バルブ 37、流量センサ 38 を備えている。

加工水タンク 20 と燃料油タンク 30 とは、ディーゼルエンジン 70 よりも、高い位置に配置されている。このように構成することにより、加工水タンク 20 及び燃料油タンク 30 からの重力と、ディーゼルエンジン 70 が元々備えているポンプ 76 の圧力のみで、加工水と燃料油が、送液部 40 及びエマルジョン生成器 50 を通ってディーゼルエンジン 70 へ供給可能となり、送液部 40 に別途ポンプを設ける必要がない。

[0056] 送液部 40 は、水供給管 22 からの加工水と油供給管 32 からの燃料油とを一本の送液管 41 に合流させてエマルジョン生成器 50 に送液する部分であり、上流側が水供給管 22 と油供給管 32 に連結され、下流側がエマルジョン生成器 50 に連結された送液管 41 と、送液管 41 を通る液体の汚れ等を除去するフィルタ 42 と、送液管 41 に沿って配置され、1 cm 及び 1 mm 単位が目盛が表示されたスケール 43 と、を備えている。

送液管 41 は、透明チューブからなり、外部から、内部を流れる流体が視認可能になっている。送液管 41 では、加工水と燃料油とが分離して、交互に配置された縞状の状態で流れる。従って、スケール 43 に表示された目盛により、加工水の部分と燃料油の部分との長さを読み取ることにより、加工水と燃料油の混合比率を知ることができる。混合比率は、目視で読取って算出してもよいし、デジタルカメラで撮影した画像をコンピュータで解析することにより算出してもよい。

送液管 41 は、全長に亘って、送液管 41 の軸方向が水平になるように、

配置されている。

[0057] このように構成しているため、加工水と燃料油のディーゼルエンジン 70 への供給を停止後、再開したときに、ディーゼルエンジン 70 が失火し易くなることを防止できる。

つまり、加工水は燃料油よりも比重が重いため、送液管 41 に、送液管 41 の軸方向が水平に対して傾斜している箇所があると、ディーゼルエンジン 70 への加工水と燃料油の供給を停止したときに、低い側に加工水、高い側に燃料油が位置してしまう。ディーゼルエンジン 70 への供給を再開したときに、低い側に集まった加工水の部分がエマルジョン生成器 50 を介してディーゼルエンジン 70 に到達すると、エマルジョン中の燃料油の比率が一時的に低下するため、ディーゼルエンジン 70 が失火するおそれがあるのである。

また、送液管 41 が、全長に亘って、送液管 41 の軸方向が水平になるように、配置されていると、加工水と燃料油の供給停止中に、送液管 41 内の各箇所における加工水と燃料油との比率が変化し難いため、供給再開前に、ディーゼルエンジン 70 の失火防止のために送液管 41 から加工水を抜き取る等の作業を行う必要がなくなり、作業性が向上する。

[0058] 送液管 41 の全長は、50 cm 以下、好適には 30 cm 以下、さらに好適には、20 cm 以下とするとよい。このように、送液管 41 の全長を短めにする事で、加工水と燃料油との比率が、送液管 41 内を進む間に変化することや、ディーゼルエンジン 70 への供給停止後再開までの間に変化することを抑制できる。

[0059] エマルジョン生成器 50 は、送液部 40 から送られた加工水と燃料水の混合物を、細孔から太い径の空間に噴出させることによりエマルジョン化する装置である。

エマルジョン生成器 50 は、図 3 に示すように、ハウジング 51, 54, 57 が直列に連結された略筒状長尺体からなる。

ハウジング 51 は、略円筒体からなり、上流側の軸方向端部に、送液管 4

1に連結されるための筒状の連結部51aが形成され、下流側の軸方向端部に、端部を閉塞する閉塞部53と、閉塞部53を軸方向に対して斜めに貫通する貫通孔及び細孔部としての一对の細孔53aが形成されている。

[0060] 細孔53aは、ハウジング51の軸方向に対して垂直な幅方向において、隣り合って一对形成され、下流側が相互に近くなるように、傾斜して形成されている。このように、下流側が相互に近くなるように傾斜して形成されているため、細孔53aを通して大径空間52に噴出する2本の液体の流れが、相互にぶつかり合い、液体の拡散がより促進される。

一对の細孔53aは、ハウジング51の中心軸を通る面を中心として、相互に対称になるように形成されている。

なお、細孔53aは、一对に限られず、4つなど、3つ以上の複数設けられていてもよい。

連結部51aと閉塞部53との間は、細孔53aよりも大径筒状の大径部としての大径空間52が形成されている。

[0061] ハウジング54は、連結部54aが閉塞部53の外周に連結可能に形成されていることを除いては、ハウジング51と同じ形状からなる。

ハウジング57は、大径空間58の側面に、ディーゼルエンジン70から戻る余剰燃料としての余剰のエマルジョン燃料を導入する導入口としての戻りエマルジョン導入口59を、細孔53a、56aの下流に備えることと、下流側の軸方向端部に、ディーゼルエンジン70にエマルジョン燃料を供給する供給管71が連結される連結部58bを備えることを除いては、ハウジング54と同じ形状からなる。

[0062] エマルジョン生成器50は、ディーゼルエンジン70に設けられ供給管71に連結されたポンプ76によって、連結部51aから大径空間52に、加工水と燃料油の混合物が供給され、細孔53aを通して大径空間55に噴射される。細孔53aから大径空間55に噴射されて拡散されることによって、エマルジョン化される。また、同様の拡散が、細孔56aから大径空間58に噴射されたときに生じ、再度エマルジョン化が促進される。その後、戻

リエマルジョン導入口５９から戻されたディーゼルエンジン７０の余剰エマルジョン排出管７２からの余剰のエマルジョン燃料と合流し、連結部５８ｂ及び供給管７１を通して、ディーゼルエンジン７０に供給される。

[0063] なお、本実施形態では、ディーゼルエンジン７０から戻る余剰のエマルジョン燃料を、余剰エマルジョン排出管７２を通してエマルジョン生成器５０に戻すように構成しているが、余剰エマルジョン排出管７２は、図４に示すように、余剰エマルジョンを加工水と燃料油に分離する分離タンク８０に連結してもよい。

分離タンク８０は、余剰エマルジョン排出管７２から供給された余剰のエマルジョン燃料を貯蔵し、静置することによって加工水と燃料油に分離するタンクであって、余剰エマルジョン排出管７２の下流側の端部が、分離タンク８０の液面上に位置するように配置されている。

分離タンク８０の底面には、分離タンク８０の底部付近に吸入口となる開口が位置するよう、水供給管８２の上流側の端部が連結されている。

分離タンク８０内に、加工水と燃料油が貯留されたときには、比重の大きい加工水がタンク底面近傍に貯留されて水相Ｗとなり、比重の小さい燃料油がタンクの液面近傍に貯留されて油相Ｏとなって、水相Ｗと油相Ｏとが分離した二相となる。従って、水供給管８２の上流側の端部の開口は、分離タンク８０の底面近傍に貯留される加工水を排出可能となる。

[0064] 分離タンク８０の上方には、油供給管８３の上流側の部分が配置され、上流側の端部の吸入口が、図４に示すように公知の材料からなるフロート８１に固定されている。フロート８１に固定された油供給管８３の上流側の吸入口となる開口は、油相Ｏ内に位置し、分離タンク８０の液面近傍に貯留される燃料油を排出可能となる。

水供給管８２及び油供給管８３には、電磁弁がそれぞれ設けられている。

余剰エマルジョン燃料を余剰エマルジョン排出管７２、戻リエマルジョン導入口５９を介して大径空間５８に戻す場合には、大径空間５８からディーゼルエンジン７０に導入されるエマルジョン燃料の粘性が高くなり、ディー

ゼルエンジン 70 への負荷が高くなって、ディーゼルエンジン 70 の温度が上がる場合があるが、図 4 のように、余剰のエマルジョン燃料を分離タンク 80 で分離して、分離された加工水及び燃料油をそれぞれ加工水タンク 20 及び燃料油タンク 30 に戻すように構成した場合、余剰エマルジョン燃料を分離してから加工水、燃料油に混入されるため、ディーゼルエンジン 70 の負荷が上がって高温化することが抑制できる。

[0065] なお、図 4 の例では、分離タンク 80 で分離された加工水、燃料油を、それぞれ加工水タンク 20、燃料油タンク 30 に戻しているが、分離された加工水は、加工水タンク 20 に戻さずに排水してもよい。

エマルジョン生成器 50 によって生成されるエマルジョン燃料は、完全に乳化した状態ではなく、不完全なエマルジョンからなる。

[0066] ディーゼルエンジン 70 は、公知の船舶用のディーゼルエンジンからなり、供給管 71 から供給されるエマルジョン燃料をディーゼルエンジン 70 に送り込むポンプ 76 と、ディーゼルエンジン 70 で余剰となったエマルジョン燃料を排出する余剰エマルジョン排出管 72 と、フィルタ 79 を介して、ディーゼルエンジン 70 が配置される不図示のエンジン室の外の外気から空気を導入する空気吸入口 73 と、排気ガスを排気する排気口 74 を備えている。

空気吸入口 73 には、空気の導入量を 0 から所望の量まで調整するためのバルブ 78 が設けられている。また、酸素導入管 61 を介して酸素ガスボンベ 60 が連結されており、酸素導入管 61 に設けられた流量測定器 63 の測定値に基づき、不図示の操作盤から、酸素導入管 61 に設けられた電磁弁 62 を制御することにより、ディーゼルエンジン 70 に導入される空気に、酸素ガスを混合可能に構成されている。

[0067] <エマルジョン燃料供給方法>

本実施形態のエマルジョン燃料は、以下のエマルジョン燃料供給方法により、製造され、ディーゼルエンジン 70 に供給される。

まず、原水から加工水を調整する原水加工工程を行う。但し、エマルジョ

ン燃料供給方法には、原水加工工程を含めなくてもよく、予め調製された加工水を用いてもよい。

原水加工工程では、図2の加工水処理器10に、水道のような圧力のある原水を供給する。

第1の軟水生成器110と第2の軟水生成器112の強酸性カチオン交換樹脂等からなるイオン交換樹脂132を通過させて、原水に含まれている $\text{Ca}^{2+}$ や $\text{Mg}^{2+}$ や $\text{Fe}^{2+}$ 等の金属イオンを除去して、原水を軟水にすると共に、原水の中に $\text{Na}^+$ と $\text{OH}^-$ とヒドロニウムイオン( $\text{H}_3\text{O}^+$ )とを発生させる。

[0068] 次いで、第1の軟水生成器110と第2の軟水生成器112を通過した水を、イオン生成器114に供給し、平均粒径 $5\sim 15\ \mu\text{m}$ のトルマリン粉末又はトルマリン粉末を他のセラミック材料と混合して焼成したトルマリンペレット中を通過させる。これにより、水に $4\sim 14$ ミクロンの波長の電磁波を持たせ、かつ水のクラスターを切断してヒドロニウムイオン( $\text{H}_3\text{O}^+$ )とヒドロキシリイオン( $\text{H}_3\text{O}_2^-$ )と $\text{H}^+$ と $\text{OH}^-$ とを発生させる。

[0069] 水を、粒径 $5\text{ mm}\sim 50\text{ mm}$ 程度の黒曜石を収納する黒曜石収納器116の内部を通過させる。水が黒曜石を通過することによって、イオン生成器114を通過した水と比べて、ヒドロニウムイオンが更に発生し、かつヒドロキシリイオンも水素イオンも更に発生する。以上の処理で、軟水が生成される。

その後、軟水を、イオン生成器114及び黒曜石収納器116の少なくとも一方を、通過させて、加工水を生成する。つまり、イオン生成器114のみ、又は黒曜石収納器116のみ、又はイオン生成器114及び黒曜石収納器116の双方の循環時間は、30分以上とする。

[0070] その後、加工水を、導入管21から加工水タンク20に供給する。また、原油タンク34から、燃料油を導入管31から燃料油タンク30に供給する。このとき、加工水タンク20及び燃料油タンク30の液高、つまり、水量及び油量は、ボールタップ23、33によりそれぞれ、予め設定された所定

の高さに保持される。

加工水タンク 20 及び燃料油タンク 30 液高は、相互の液高の差が 3 cm 以下、好ましくは、1 cm 以下となるよう、ほぼ同じ高さとする。このように構成することで、送液部 40 に、加工水と燃料油を、適当な比率で送液可能となる。

加工水タンク 20 と燃料油タンク 30 の液高を制御しない場合、加工水タンク 20 の液高と燃料油タンク 30 の液高とのどちらが高いかによって、送液管 41 に送られる加工水と燃料油との比率が変動してしまい、好ましくない。例えば、加工水タンク 20 の液高が燃料油タンク 30 の液高よりも高いタイミングでは、送液管 41 に、加工水のみが送られ、加工水と燃料油との間の界面張力により、送液管 41 に燃料油が混入されなくなり、逆に、燃料油タンク 30 の液高が加工水タンク 20 の液高よりも高いタイミングでは、送液管 41 に、燃料油のみが送られ、加工水と燃料油との間の界面張力により、送液管 41 に加工水が混入されなくなる。

[0071] 次いで、電磁弁 25 を閉じたままディーゼルエンジン 70 のポンプ 76 を駆動し、燃料油だけを、燃料油タンク 30 から、ポンプ 76 の圧力により、送液管 41 に送液する。

燃料油が、ディーゼルエンジン 70 まで到達すると、ディーゼルエンジン 70 に着火して、燃料油の燃焼を行う。

次いで、電磁弁 25 を開き、送液管 41 を通る燃料油に、加工水を混合させて、燃料油と加工水を供給する。送液管 41 には、加工水の相と燃料油の相が交互に進む。

[0072] 送液管 41 を流れる加工水及び燃料油の比率は、スケール 43 で加工水の相の長さ、燃料油の相の長さを計測して算出できる。加工水と燃料油との比率は、流量調整バルブ 27, 37 で調整する。

加工水と燃料油との比率は、2 : 8 ~ 5 : 5、好ましくは、2.5 : 7.5 ~ 5 : 5 とすると好適である。なお、加工水の比率が 40 % を超えると、ディーゼルエンジン 70 が失火し易くなるが、酸素ガスボンベ 60 の電磁弁

62を開いて、酸素ガスを酸素導入管から空気吸入口73に混入させれば、加工水の比率が35～50%となっても、殆ど失火しなくなる。

送液管41を通った加工水と燃料油の混合物は、加工水タンク20と燃料油タンク30からの重力とポンプ76の圧力により、エマルジョン生成器50に送られ、細孔53a, 56aから大径空間55, 58に噴出されて、加工水と燃料油が不完全にエマルジョン化されたエマルジョン燃料が生成される。

[0073] 燃料油だけが供給されていたディーゼルエンジン70にエマルジョン燃料が到達すると、燃料油に代わってエマルジョン燃料が、ディーゼルエンジン70で燃焼される。

加工水と燃料油の比率が3:7であるエマルジョン燃料を供給した場合のディーゼルエンジン70の周波数は、加工水を混ぜていない燃料油100%を供給した場合と同等又はそれ以上であり、加工水を分散させても、同等またはそれ以上のエネルギーが得られる。

[0074] なお、本実施形態では、送液管41に送液される加工水と燃料油の比率を、流量調整バルブ27, 37を調整することによって行ったが、これに限定されるものでなく、水供給管22に設けられた電磁弁25と、油供給管32に設けられた不図示の電磁弁を、不図示の制御盤から制御して、送液管41に、加工水と燃料油とを交互に供給してもよい。

つまり、加工水の電磁弁25が閉時には燃料油の不図示の電磁弁を開弁し、逆に、燃料油の不図示の電磁弁が閉時には加工水の電磁弁25を開弁することとし、加工水の電磁弁25と燃料油の不図示の電磁弁の開弁時間の設定秒数の比率を調整することで、送液管41に送液される加工水量と燃料油量の比率を調整する。

具体的には、図1のエマルジョン燃料供給装置1の構成に加えて、油供給管32に不図示の電磁弁を設置し、また、この不図示の電磁弁と、電磁弁25を制御する不図示の制御盤を設置する。

[0075] 制御盤は、不図示の電磁弁及び電磁弁25への供給タイミングの設定画面

を備えている。また、制御盤は、CPU、記憶手段及びタイマーを有し、不図示の電磁弁及び電磁弁25に連結された不図示の制御装置に連結されており、記憶手段に格納された制御プログラムに基づき、CPUが、不図示の電磁弁及び電磁弁25を制御可能である。

また、ディーゼルエンジン70にエマルジョン燃料を供給する際には、空気吸入口73から、空気を供給する。このときの空気量は、空気を供給しない空気量0から、水を含まない燃料油を供給したときに、不完全燃焼によりディーゼルエンジン70が失火する空気量（以下、「燃料油供給時の失火空気量」という。）までの間の量とする。

空気の供給量は、空気吸入口73に設けられた不図示の空気量表示器を見ながら、不図示のバルブを調整することにより、調整する。

[0076] ディーゼルエンジン70に、水を含まない燃料油を供給したときには、空気吸入口73からの供給空気量が、燃料油供給時の失火空気量より少なくなると、ディーゼルエンジン70は失火する。しかし、本実施形態のエマルジョン燃料を供給したときには、本実施形態のエマルジョン燃料が、燃料油よりも高いエネルギーを有するため、燃料油空気吸入口73からの供給空気量が、燃料油供給時の失火空気量より少ない量であっても、ディーゼルエンジン70は失火しない。更に、燃料油空気吸入口73からの空気の供給がなくなった供給空気量においても、ディーゼルエンジン70は失火せず、本実施形態のエマルジョン燃料は、ディーゼルエンジン70の稼働のために、空気や酸素等の供給を必要としない。

[0077] また、本実施形態のエマルジョン燃料を供給したときに、空気吸入口73から供給される気体は、空気、空気に酸素を混入したもの、酸素のいずれでもよい。

また、本実施形態では空気吸入口73からの空気の供給量を0とし、空気の供給を遮断した場合に、ディーゼルエンジン70が効率的に稼働する。本実施形態の加工水は、エネルギー源となる原子状水素と共に酸素を含むため、ディーゼルエンジン70での酸素及び空気の供給が、原則として不要とな

るのである。

[0078] 制御盤の設定画面で、燃料油の不図示の開弁時間が「n 1 秒」、加工水の電磁弁 2 5 の開弁時間が「n 2 秒」に設定されたときの制御装置による制御処理は、次の通りである。n 1 秒、n 2 秒は、例えば、それぞれ、3～4 秒と、1～2 秒等に設定される。ディーゼルエンジン 7 0 のポンプ 7 6 が駆動している状態で、制御盤の設定画面で、スタートボタンが押されると、制御処理がスタートする。制御処理は、制御装置の CPU により実行される。

まず、タイマーを 0 にリセットした後、タイマーが、n 1 秒になったかを判定する。n 1 秒になっていない場合は、再度、n 1 秒になったかを判定する。

タイマーが、n 1 秒になった場合、油供給管 3 2 の電磁弁を閉じ、電磁弁 2 5 を開けて、タイマーを 0 にリセットする。

[0079] その後、タイマーが、n 2 秒になったかを判定する。n 2 秒になっていない場合は、再度、n 2 秒になったかを判定する。

タイマーが、n 2 秒になった場合、水供給管 2 2 の電磁弁 2 5 を閉じ、油供給管 3 2 の電磁弁を開ける。

その後、制御盤の設定画面で、ストップボタンが押されたかを判定する。ストップボタンが押されていない場合には、最初のステップに戻る。

ストップボタンが押された場合には、水供給管 2 2 の電磁弁を閉じて、処理を終了する。

[0080] 以上の処理により、設定画面で設定された秒数で、水供給管 2 2 及び油供給管 3 2 から、交互に送液管 4 1 に、加工水及び燃料油が送液され、所望の比率で加工水と燃料油が分散されたエマルジョン燃料を、エマルジョン生成器 5 0 に通過させて、攪拌して軽く乳化させた後、ディーゼルエンジン 7 0 に供給可能となる。

[0081] <変形例>

本実施形態では、加工水を貯留する加工水タンク 2 0 と燃料油を貯留する燃料油タンク 3 0 とを、別箇独立に備えているが、図 5 に示すように、加工

水と燃料油とを、単一の水・油タンク 20' に貯留してもよい。

図 5 には、加工水と燃料油とを貯留する単一の水・油タンク 20' を備えた変形例に係るエマルジョン燃料供給装置 1' を示す。

本例のエマルジョン燃料供給装置 1' は、図 1 の加工水タンク 20、燃料油タンク 30 の代わりに水・油タンク 20' を備えること、図 1 の加工水処理器 10 及び原油タンク 34 からの導入管 21、31 の先端に、液量を調整するためのボールタップ 23、33 を備えないこと、燃料油を送液管 41' に供給する油供給管 32' の上流の先端が、フロート 33' に取付けられていること、余剰エマルジョン排出管 72 が、戻りエマルジョン導入口 59 に連結される排出管 72a と水・油タンク 20' に連結される排出管 72b とに分岐されることを除いては、図 1 のエマルジョン燃料供給装置 1 の構成と同様である。

[0082] 水・油タンク 20' は、加工水処理器 10 から導入管 21 を介して供給される加工水と、原油タンク 34 から導入管 31 を介して供給される燃料油とを貯蔵するタンクであって、加工水と燃料油の混合物を攪拌する攪拌装置を備えないミキサーレスのタンクからなる。下流のエマルジョン生成器 50 は、完全に分離した加工水と燃料油とをエマルジョン化できる能力を備えているため、水・油タンク 20' に攪拌装置を設ける必要がなく、水・油タンク 20' をミキサーレスのタンクとすることで、装置構成を単純化することが可能となる。

水・油タンク 20' には、水・油タンク 20' 内の加工水及び燃料油の量が減ったときなどに、作業者がバルブ 21a、31a を開けることにより、加工水及び燃料油が供給される。

[0083] 水・油タンク 20' の底面には、水・油タンク 20' の底部付近に吸入口となる開口が位置するよう、水供給管 22' の上流側の端部が連結されている。

水・油タンク 20' 内に、加工水と燃料油が貯留されたときには、比重の大きい加工水がタンク底面近傍に貯留されて水相 W となり、比重の小さい燃

料油がタンクの液面近傍に貯留されて油相Oとなっており、水相Wと油相Oとが分離した二相となる。従って、水供給管22'の上流側の端部の開口は、水・油タンク20'の底面近傍に貯留される加工水を排出可能となる。

水・油タンク20'の上方には、油供給管32'の上流側の部分が配置され、上流側の端部の吸入口が、図5に示すように公知の材料からなるフロート33'に固定されている。フロート33'に固定された油供給管32'の上流側の吸入口となる開口は、油相O内に位置し、水・油タンク20'の液面近傍に貯留される燃料油を排出可能となる。

[0084] 水供給管22'及び油供給管32'には、電磁弁25'、35'がそれぞれ設けられ、電磁弁25'、35'は、不図示の制御盤に接続され、加工水と燃料油とを交互に供給するよう、制御盤から制御可能に構成されている。

つまり、加工水の電磁弁25'が閉時には燃料油の電磁弁35'を開弁し、逆に、燃料油の電磁弁35'が閉時には加工水の電磁弁25'を開弁することとし、加工水の電磁弁25'と燃料油の電磁弁35'の開弁時間の設定秒数の比率を調整することで、送液管41'に送液される加工水量と燃料油量の比率を調整する。

[0085] また、余剰エマルジョン排出管72が、戻りエマルジョン導入口59に連結される排出管72aと水・油タンク20'に連結される排出管72bとに分岐され、ディーゼルエンジン70からの余剰のエマルジョン燃料をバルブによってエマルジョン生成器50又は水・油タンク20'のいずれに戻すかを切り替え可能とされている。

水・油タンク20'に戻された余剰のエマルジョン燃料は、図5の分離タンク80に戻された場合と同様に、水・油タンク20'内で静置されることにより、加工水と燃料油に分離され、それぞれ加工水処理器10及び原油タンク34から供給された加工水及び燃料油に混入されて、再度エマルジョン生成器50により不完全エマルジョン化されて、ディーゼルエンジン70に供給される。

具体的な制御は、実施の形態1で説明したものと同様であるため、説明を

省略する。

## 実施例

[0086] 以下、本発明を、実施例に基づき更に具体的に説明する。但し、本発明は、以下の実施例により限定されるものではない。

### <試験例 1 ～ 7 加工水の特性分析>

試験例 1 ～ 7 では、本発明で用いられる加工水の特性分析を行った。

(試験例 1 加工水の乳化安定性)

図 2 の軟水製造装置 100 に、水道水を供給して通過させた後、イオン生成器 114 及び黒曜石収納器 116 を、それぞれ、30 分ずつ通過させて、実施例 1 の加工水を得た。

実施例 1 の加工水と、水道水、蒸留水、及び超純水を、それぞれ、ビーカーに入れ、2.7 重量%、3 重量%、5 重量%の A 重油をそれぞれ添加し、スターラーで攪拌して、それぞれのエマルジョンを調製した。調整直後、3 時間後、1 日後、3 日後に、それぞれのサンプルの乳化状態を観察した。

[0087] その結果、調整直後においては、3 重量%のサンプルでは、加工水のみにあって、水相と分離した油相が観察されず、蒸留水、超純水において、水相と分離した油相が観察された。

5 重量%のサンプルでは、加工水、蒸留水、超純水のすべてで、水相と分離した油相が観察されたが、油相の厚みは、蒸留水>超純水>加工水の順であった。

[0088] 2.7 重量%の加工水、水道水、超純水の調整後 3 時間後、1 日後、3 日後のサンプルでは、乳化による白濁が、超純水>加工水>水道水の順で濃く観察され、超純水>加工水>水道水の順で、乳化後の安定度が高いことが分かった。

[0089] また、実施例 1 の加工水と、蒸留水、及び超純水に 3 重量%の A 重油を添加して攪拌したサンプルにおいて、調整後 30 分後、40 分後、60 分後に、粒子径測定装置を用いてエマルジョン粒子の粒径を測定した。粒子の平均径及び標準偏差を、図 6 に示す。

図6の結果より、調整後1時間経過の時点では、加工水と、蒸留水、及び超純水との間で、エマルジョン粒子径のばらつきには、殆ど差がなかった。エマルジョン粒子の平均径は、加工水よりも蒸留水、超純水の方が若干小さいが、殆ど差がなかった。

[0090] (試験例2 異なる条件で処理した加工水の表面張力)

図2の軟水製造装置100に、水道水を供給して通過させた後、イオン生成器114を30分、1時間、3時間循環させた実施例2～4の加工水と、図1の軟水製造装置100に、水道水を供給し、軟水製造装置100を通過させた後、黒曜石収納器116を、30分、1時間、3時間、4時間、5時間循環させた実施例5～9の加工水を得た。

実施例2～9の加工水と、超純水について、測定時の試料温度26.0℃の表面張力を測定した。

結果を、図7に示す。図7の結果より、イオン生成器114を30分、1時間、3時間循環させた実施例2～4の加工水、黒曜石収納器116を、30分、1時間、4時間循環させた実施5、6、8の加工水の表面張力は、超純水と同水準にあった。

[0091] (試験例3 異なる条件で処理した加工水の表面張力)

図2の軟水製造装置100に、水道水を供給して通過させた後、黒曜石収納器116を、5時間通過させた実施例10の加工水を得た。

[0092] また、図1の軟水製造装置100に、水道水を供給し、軟水製造装置100を通過させた後、イオン生成器114、黒曜石収納器116をそれぞれ通過させた実施例11の加工水を得た。

実施例10、11の加工水と、超純水、実施例10、11の調整に用いた原水(水道水)、この原水(水道水)に、界面活性剤を添加した界面活性剤添加水道水について、測定時の試料温度26.0℃の表面張力を、測定した。

結果を、図8に示す。図8の結果より、実施例10、11の加工水の表面張力は、原水よりも高く、超純水よりも低い値を示した。界面活性剤添加水

道水は、他のサンプルよりも大幅に低い表面張力値を示し、10, 11の加工水の表面張力は、界面活性剤添加水道水よりも大幅に高い、超純水、原水と同じレベルの値であった。

図7, 6の結果より、実施例2～11の加工水は、超純水に近い表面張力値を示し、極めて清浄な水であることが示された。

[0093] (試験例4 エマルジョンのゼータ電位)

試験例1で調整した実施例1の加工水と、超純水、陰イオン交換樹脂を通過させたイオン交換水、蒸留水のそれぞれに、A重油を添加して攪拌して各サンプルのエマルジョンを得た。これらのエマルジョンのゼータ電位を、ゼータ電位測定装置を用いて測定した。

測定結果を、表1に示す。

[0094] [表1]

|               | 超純水  | イオン交換水 | 蒸留水  | 加工水   |
|---------------|------|--------|------|-------|
| ゼータ電位<br>[mV] | 21.2 | 20.6   | 20.3 | -33.0 |

[0095] 表1の結果より、加工水のゼータ電位は、絶対値で33mVであり、他と対比して大きな差はなかったが、他のサンプルの粒子表面電荷が正であったのに対して、粒子表面電荷が負になっていた。このことより、加工水には、マイナスイオンが存在することが分かった。

[0096] (試験例5 イオンクロマトグラフ)

試験例1で調整した実施例1の加工水と、この加工水の原水（水道水）を、イオンクロマトグラフィを用いて、アニオン分析用イオンクロマトグラフ法、カチオン分析用イオンクロマトグラフ法を行った。

測定結果を、図9に示す。図9の各グラフの上段は、加工水の測定結果、下段は、原水の測定結果を示している。

図9の測定結果より、実施例1の加工水では、原水（水道水）と対比する

と、Mgイオン、Caイオンが除去され、Naイオンが4倍に増加していた。

[0097] (試験例6 加工水の界面活性測定試験)

図1の軟水製造装置100に、水道水を供給して通過させた後、イオン生成器114及び黒曜石収納器116を、順次5分ずつ通過させた対比例1、イオン生成器114及び黒曜石収納器116を、順次15分ずつ通過させた実施例12の加工水を得た。

[0098] 準備した各試料水と水道水（原水）に、2重量%のサラダオイル（オレイン酸のトリグリセリド）を添加し、1分間震盪攪拌した後、5分間経過させてから、フーリエ変換型核磁気共鳴装置（日本電子株式会社製 JNM-EX-400型FT-NMR）を用いて、測定温度22℃、測定周波数400MHzにおいて、<sup>1</sup>H-NMRスペクトルを測定し、各試料水に溶け込んだサラダ油の量を算出した。濃度の基準物質として、1mMolのTSP-d<sub>4</sub>（トリメチルシリルプロピオン酸）を加えた。

実施例12の加工水は、測定値が、127.0であり、水に溶け込んだサラダ油の量は、20.06mMolで、水道水に対比すると、2.5倍の量のサラダ油を溶かした。それに対し、対比例1の加工水は、測定値が、74.9であり、水に溶け込んだサラダ油の量は、11.83mMolで、水道水に対比すると、1.5倍の量のサラダ油を溶かした。

[0099] (試験例7 溶存酸素量等の測定試験)

図2の軟水製造装置100に、水道水（日本国上田市営水道）を供給して通過させた後、イオン生成器114及び黒曜石収納器116を、それぞれ、30分ずつ循環させた実施例1の加工水と、図2の軟水製造装置100に、水道水（上田市営水道）を供給して通過させた後、イオン生成器114を30分循環させた実施例2の加工水と、図1の軟水製造装置100に、水道水（上田市営水道）を供給し、軟水製造装置100を通過させた後、黒曜石収納器116を30分循環させた実施例5の加工水と、図2の軟水製造装置100に、水道水（上田市営水道）を供給して通過させた対比例2の加工水と

、実施例 1， 2， 5 及び対比例 2 の加工水の原水である対比例 3 の水道水（上田市営水道）について、上水試験方法（2011 年版）により、pH，溶存酸素量，Na イオン濃度，酸化還元電位を測定した。

結果を、表 2 に示す。

[0100] [表2]

|      | pH          | 溶存酸素<br>[mg/L] | Naイオン<br>[mg/L] | 酸化還元電位<br>[mV] |
|------|-------------|----------------|-----------------|----------------|
| 実施例1 | 7.5 (13.9℃) | 13             | 32              | 305            |
| 実施例2 | 7.6 (14.2℃) | 12             | 30              | 297            |
| 実施例5 | 7.5 (13.9℃) | 13             | 32              | 240            |
| 対比例2 | 7.9 (23.9℃) | 8.0            | 36              | 668            |
| 対比例3 | 7.9 (23.5℃) | 7.6            | 9.2             | 688            |

[0101] 純水の飽和溶存酸素量は、1 気圧、13℃の条件下では、10.2mg/L、1 気圧、14℃の条件下では、9.98mg/L、1 気圧、23℃の条件下では、8.38mg/L、1 気圧、24℃の条件下では、8.25mg/Lである。

従って、対比例 2， 3 では、溶存酸素量が、純水の飽和溶存酸素量より若干低い値を示した。それに対し、実施例 1， 2， 5 では、いずれも、溶存酸素量が、純水の飽和溶存酸素量より高い値を示しており、本発明の加工水が、純水の飽和溶存酸素量よりも多い酸素が溶解していることが分かった。

[0102] （試験例 1 ～ 7 の考察）

本発明の実施例に適用された加工水は、蒸留水、超純水よりも乳化し易く、ゼータ電位でマイナスの符号を示していた。また、Mg イオン、Ca イオンを有さず、Na イオンが増加していた。

これらの結果より、油の成分と結合する Mg イオン、Ca イオンが存在し

ないため、加工水と油との混合時には、Naイオンと油に含まれるトリグリセライドが加水分解して脂肪酸を遊離し、Naイオンと化合して、界面活性剤である脂肪酸ナトリウムを生成することが分かった。

また、本発明の実施例に適用された加工水は、超純水に近い表面張力を有しており、高い表面張力を持ちながら、別途界面活性剤を無添加の状態で、油と混合されたときに、界面活性剤を自ら合成して、油と乳化する能力を持つという、特殊な性質を有することが分かった。

更に、本発明の実施例に適用された加工水は、純水の飽和溶存酸素量よりも多い量の酸素が溶解していることが分かった。溶存酸素は、燃料油とエマルジョン化したエマルジョン燃料の燃焼効率を向上させる要因となる。

[0103] (試験例8 エマルジョン燃料の発熱量)

本試験例では、本発明の実施例に係るエマルジョン燃料の発熱量の測定を行った。

試験例1で得た実施例1の加工水と、A重油とを、300mlのビーカーで、所定の割合(質量比率)で混合し、プロペラ型攪拌機で、200~400rpmで攪拌した。攪拌して得た試料を、カプセルに封入し、空気の充填する密閉容器内で点火して、発熱量の測定を行った。各試料について、測定を7回ずつ行った。

水を含まないA重油の発熱量A(kJ/kg)と、エマルジョンの発熱量の測定値B(kJ/kg)と、エマルジョン中のA重油の質量比率aを用いて、次の式より、加工水による発熱量の増加率Cを算定した。

$$C = B / (A \times a)$$

その結果、エマルジョン中の加工水の質量比率が30%のときには、増加率の平均は、0.071、40%のときには、増加率の平均は、0.126、50%のときには、増加率の平均は、0.237、60%のときには、増加率の平均は、0.275であり、エマルジョン中に加工水を50%以上混合してエマルジョン化させることにより、発熱量が、20%以上向上することが分かった。

**[0104] (試験例 9 発電機の稼働試験)**

実施の形態のエマルジョン燃料供給装置 1 を用いて、小型発電機及びディーゼル発電機にエマルジョン燃料を供給し、小型発電機及びディーゼル発電機の稼働試験を行った。

その結果、ガソリン 40 ml による小型発電機（負荷：送風機 2 台：4.3 A）の発電時間が 188 秒であったのに対し、ガソリン 40 ml に加工水 2 ml を添加した本発明のエマルジョン燃料による小型発電機（負荷：送風機 2 台：4.3 A）の発電時間が 266 秒（41%長期化）であった。

また、A 重油 100 ml によるディーゼル発電機（負荷：投光機 7 台：30 A）の発電時間が 129 秒であったのに対し、A 重油 100 ml に加工水 40 ml を添加した本発明のエマルジョン燃料によるディーゼル発電機（負荷：投光機 7 台：30 A）の発電時間が 234 秒（81%長期化）であった。

以上より、燃料油のみで発電機を運転した場合と比較して、本発明のエマルジョン燃料で発電機を運転すると、同じ燃料油の量でもより長時間運転できることが分かった。従って、本発明のエマルジョン燃料を用いることにより、41%以上の燃料油を削減できることが分かった。

また、発電機の稼働試験を 1 年間継続して行ったが、小型発電機及びディーゼル発電機に、破損や錆び付き、発電機の短寿命化等の故障は生じなかった。

**符号の説明**

[0105] 1, 1' エマルジョン燃料供給装置

10 加工水処理器

20 加工水タンク

20' 水・油タンク

21, 31 導入管

21a, 31a バルブ

22, 22' 水供給管

23, 33 ボールタップ  
25, 25', 35' 電磁弁  
27, 37 流量調整バルブ  
28, 38 流量センサ  
30 燃料油タンク  
32, 32' 油供給管  
33' フロート  
34 原油タンク  
36, 42 フィルタ  
40, 40' 送液部  
41, 41' 送液管  
43 スケール  
50 エマルジョン生成器  
51, 54, 57 ハウジング  
51a, 58b 連結部  
52, 55, 58 大径空間  
53, 56 閉塞部  
53a, 56a 細孔  
59 戻リエマルジョン導入口  
60 酸素ガスポンペ  
61 酸素導入管  
62 電磁弁  
63 流量測定器  
70 ディーゼルエンジン  
71 供給管  
73 空気吸入口  
76 ポンプ  
100 軟水製造装置

- 1 1 0 第1の軟水生成器
- 1 1 2 第2の軟水生成器
- 1 1 4 イオン生成器
- 1 1 6 黒曜石収納器
- 1 1 8 a, 1 1 8 b, 1 1 8 c 連絡管
- 1 2 0 水供給管
- 1 2 2 連絡管
- 1 2 4 入口用開閉弁
- 1 2 6 逆止弁
- 1 2 8 吐出管
- 1 3 0 出口用開閉弁
- 1 3 2 イオン交換樹脂
- 1 4 0 表面張力向上器

## 請求の範囲

- [請求項1] 水相と燃料油からなる油相とを有するエマルジョン燃料を燃焼装置に供給する装置であって、
- 原水から、C a イオン及びM g イオンのうち、前記原水に含まれているものを除去し、N a イオンを残留させ又は添加して加工水を生成する加工水生成装置と、
- 該加工水生成装置から供給された前記加工水及び前記燃料油を保持するタンクと、
- 前記タンクから供給される前記燃料油と、前記タンクから供給される前記加工水とを、所定の流量比率で合流させる合流手段と、
- 該合流手段で合流した前記燃料油と前記加工水との混合物から、前記エマルジョン燃料を生成するエマルジョン生成手段と、
- 該エマルジョン生成手段で生成された前記エマルジョン燃料を、前記燃焼装置に供給する供給手段と、を備えることを特徴とするエマルジョン燃料供給装置。
- [請求項2] 前記タンクは、前記加工水及び前記燃料油を保持する単一のタンクからなり、前記タンクの底部近傍に液体の吸入口が配置された水供給管と、前記タンクに保持される液体の液面で浮くフロートに液体の吸入口が取付けられた油供給管と、を備え、
- 前記合流手段は、前記水供給管からの前記加工水の供給と、前記油供給管からの前記燃料油の供給を、交互に行うことにより、前記燃料油と前記加工水とを合流させることを特徴とする請求項1記載のエマルジョン燃料供給装置。
- [請求項3] 前記タンクは、前記加工水生成装置から供給された前記加工水を保持する水タンクと、該水タンクとは別体として構成され、前記燃料油を保持する燃料油タンクとからなり、
- 前記燃料油タンクの底面から前記燃料油の液面までの高さ、と、前記水タンクの底面から前記加工水の水面までの高さとの相違が、所定範

囲内になるように調整するタンク内液高調整装置を備え、

前記合流手段は、前記燃料油タンクから供給される前記燃料油と、前記水タンクから供給される前記加工水とを、所定の流量比率で合流させることを特徴とする請求項 1 記載のエマルジョン燃料供給装置。

[請求項4] 前記水タンク及び前記燃料油タンクは、前記燃焼装置よりも高い位置に配置され、

前記水タンク及び前記燃料油タンクから前記エマルジョン生成手段までの間における前記加工水及び前記燃料油の供給路は、ポンプを備えないポンプレスからなり、

前記水タンク及び前記燃料油タンクと前記燃焼装置との間の高度差による重力と、前記燃焼装置が備えるポンプの圧力とにより、前記燃料油及び前記加工水が前記エマルジョン生成手段に供給されることを特徴とする請求項 3 記載のエマルジョン燃料供給装置。

[請求項5] 前記エマルジョン生成手段は、径の細い貫通孔からなる細孔部と、該細孔部の下流に連続して設けられた筒状の大径部と、を備えた分散部を、直列に複数連続して備え、前記燃焼装置から吐出された余剰燃料を、前記エマルジョン生成手段に戻す導入口を、最も上流の前記細孔部よりも下流側に備えていることを特徴とする請求項 1 記載のエマルジョン燃料供給装置。

[請求項6] 前記加工水生成装置は、

原水から C a イオン、M g イオン、F e イオンを除去すると共に N a イオンを添加するイオン交換器と、トルマリンを収納したトルマリン収納器と、黒曜石を収納した黒曜石収納器と、を備え、前記原水から軟水を製造する軟水製造装置と、

該軟水製造装置で製造された軟水を導入する導入管と、前記トルマリン収納器及び前記黒曜石収納器のうち少なくとも一方と、前記導入管から導入された前記軟水を、前記トルマリン収納器及び黒曜石収納器のうち少なくとも一方に 30 分以上循環させる循環装置と、を備え

た表面張力向上手段と、

該表面張力向上手段を通過した加工水を前記タンクに供給する加工水供給手段と、を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 5 いずれか記載のエマルジョン燃料供給装置。

[請求項7] 前記燃焼装置の空気吸入口に、前記燃焼装置への気体の供給量を、0 から、水を含まない前記燃料油を供給したときに失火する燃料油供給時の失火空気量までの間の範囲で、調整する気体供給量調整手段と、酸素ガスを供給する酸素ガス供給手段とが接続されていることを特徴とする請求項 1 記載のエマルジョン燃料供給装置。

[請求項8] 前記細孔部は、前記エマルジョン生成手段の延長方向に対して傾斜していることを特徴とする請求項 5 記載のエマルジョン燃料供給装置。

[請求項9] 水相と燃料油からなる油相とを有するエマルジョン燃料を燃焼装置に供給する方法であって、

原水から、Ca イオン及びMg イオンのうち、前記原水に含まれているものを除去し、Na イオンを残留させ又は添加して加工水を生成する加工水生成工程と、

該加工水生成工程で生成された前記加工水及び前記燃料油を保持するタンクから供給される前記燃料油と、前記タンクから供給される前記加工水とを、所定の流量比率で合流させる合流工程と、

該合流工程で合流した前記燃料油と前記加工水の混合物を、エマルジョン生成手段に供給して、前記エマルジョン燃料を生成するエマルジョン生成工程と、

該エマルジョン生成工程で生成された前記エマルジョン燃料を、前記燃焼装置に供給する供給工程と、を行うことを特徴とするエマルジョン燃料供給方法。

[請求項10] 前記合流工程では、前記タンクの底部近傍に吸入口が配置された水供給管からの供給と、前記タンクに保持される液体の液面で浮くフロ

ートに吸入口が取付けられた油供給管からの供給を、交互に行うことにより、前記加工水と前記燃料油とを合流させることを特徴とする請求項 9 記載のエマルジョン燃料供給方法。

[請求項11] 前記合流工程の前に、該加工水生成工程で生成された前記加工水の供給を受けて保持する水タンクの底面から前記加工水の水面までの高さ、と、前記燃料油を保持する燃料油タンクの底面から前記燃料油の液面までの高さとの相違が、所定範囲内になるように調整するタンク内液高調整工程を備え、

前記合流工程は、前記燃料油タンクから供給される前記燃料油と、前記水タンクから供給される前記加工水とを、所定の流量比率で合流させることを特徴とする請求項 9 記載のエマルジョン燃料供給方法。

[請求項12] 前記合流工程及び前記エマルジョン生成工程では、前記燃焼装置よりも高い位置に配置された前記水タンク及び前記燃料油タンクと前記燃焼装置との間の高度差による重力と、前記燃焼装置が備えるポンプの圧力とにより、前記燃料油及び前記加工水を、前記エマルジョン生成手段に供給することを特徴とする請求項 11 記載のエマルジョン燃料供給方法。

[請求項13] 前記エマルジョン生成工程では、径の細い貫通孔からなる細孔部と、該細孔部の下流に連続して設けられた筒状の大径部と、を備えた分散部が、直列に複数連続して形成された前記エマルジョン生成手段に、前記合流工程で合流させた前記燃料油と前記加工水との混合物を通過させると共に、前記燃焼装置から吐出された余剰燃料を、前記エマルジョン生成手段に設けられた最も上流の前記分散部よりも下流側に戻すことを特徴とする請求項 9 記載のエマルジョン燃料供給方法。

[請求項14] 前記加工水生成工程では、前記原水から、前記 Mg イオン、Ca イオン及び Fe イオンのうち前記原水に含有されるイオンを、イオン交換により除去した後、前記原水を、トルマリンが充填されたトルマリン収納器及び黒曜石が充填された黒曜石収納器のうち少なくとも一方

に、通過させて前記加工水を生成することを特徴とする請求項 9 乃至 13 いずれか記載のエマルジョン燃料供給方法。

[請求項15] 前記加工水生成工程では、前記加工水中の Na イオン濃度を、前記原水中の Na イオン濃度よりも増加させることを特徴とする請求項 14 記載のエマルジョン燃料供給方法。

[請求項16] 前記加工水生成工程では、水温 26℃で測定された前記加工水の表面張力が、50 mN/m 以上になるように調整することを特徴とする請求項 15 記載のエマルジョン燃料供給方法。

[請求項17] 前記供給工程では、前記燃焼装置に、0 から、水を含まない前記燃料油を供給したときに失火する燃料油供給時の失火空気量までの間の範囲の供給量の気体を供給することを特徴とする請求項 9 記載のエマルジョン燃料供給方法。

補正された請求の範囲  
[2015年11月6日(06.11.2015)国際事務局受理]

[請求項 1] (補正後) 水相と燃料油からなる油相とを有するエマルジョン燃料を  
燃焼装置に供給する装置であって、

原水から、Ca イオン及びMg イオンのうち、前記原水に含まれて  
いるものを除去し、Na イオンを残留させ又は添加して加工水を生成  
する加工水生成装置と、

該加工水生成装置から供給された前記加工水及び前記燃料油を保持  
するタンクと、

前記タンクから供給される前記燃料油と、前記タンクから供給され  
る前記加工水とを、所定の流量比率で合流させる合流手段と、

該合流手段で合流した前記燃料油と前記加工水との混合物から、前  
記エマルジョン燃料を生成するエマルジョン生成手段と、

該エマルジョン生成手段で生成された前記エマルジョン燃料を、前  
記燃焼装置に供給する供給手段と、を備え、

前記エマルジョン生成手段は、径の細い貫通孔からなる細孔部と、  
該細孔部の下流に連続して設けられた筒状の大径部と、を備えた分散  
部を備え、

前記細孔部は、前記エマルジョン生成手段の延長方向に対して傾斜  
していることを特徴とするエマルジョン燃料供給装置。

[請求項 2] 前記タンクは、前記加工水及び前記燃料油を保持する単一のタンク  
からなり、前記タンクの底部近傍に液体の吸入口が配置された水供給  
管と、前記タンクに保持される液体の液面で浮くフロートに液体の吸  
入口が取付けられた油供給管と、を備え、

前記合流手段は、前記水供給管からの前記加工水の供給と、前記油  
供給管からの前記燃料油の供給を、交互に行うことにより、前記燃料  
油と前記加工水とを合流させることを特徴とする請求項 1 記載のエマ  
ルジョン燃料供給装置。

[請求項 3] 前記タンクは、前記加工水生成装置から供給された前記加工水を保

持する水タンクと、該水タンクとは別体として構成され、前記燃料油を保持する燃料油タンクとからなり、

前記燃料油タンクの底面から前記燃料油の液面までの高さ、と、前記水タンクの底面から前記加工水の水面までの高さとの相違が、所定範

囲内になるように調整するタンク内液高調整装置を備え、

前記合流手段は、前記燃料油タンクから供給される前記燃料油と、前記水タンクから供給される前記加工水とを、所定の流量比率で合流させることを特徴とする請求項 1 記載のエマルジョン燃料供給装置。

[請求項 4] 前記水タンク及び前記燃料油タンクは、前記燃焼装置よりも高い位置に配置され、

前記水タンク及び前記燃料油タンクから前記エマルジョン生成手段までの間における前記加工水及び前記燃料油の供給路は、ポンプを備えないポンプレスからなり、

前記水タンク及び前記燃料油タンクと前記燃焼装置との間の高度差による重力と、前記燃焼装置が備えるポンプの圧力とにより、前記燃料油及び前記加工水が前記エマルジョン生成手段に供給されることを特徴とする請求項 3 記載のエマルジョン燃料供給装置。

[請求項 5] (補正後) 前記エマルジョン生成手段は、前記細孔部と前記大径部を備えた前記分散部を、直列に複数連続して備え、前記燃焼装置から吐出された余剰燃料を、前記エマルジョン生成手段の前記大径部に戻す導入口を備えていることを特徴とする請求項 1 記載のエマルジョン燃料供給装置。

[請求項 6] 前記加工水生成装置は、

原水から  $\text{Ca}$  イオン、 $\text{Mg}$  イオン、 $\text{Fe}$  イオンを除去すると共に  $\text{Na}$  イオンを添加するイオン交換器と、トルマリンを収納したトルマリン収納器と、黒曜石を収納した黒曜石収納器と、を備え、前記原水から軟水を製造する軟水製造装置と、

該軟水製造装置で製造された軟水を導入する導入管と、前記トルマリン収納器及び前記黒曜石収納器のうち少なくとも一方と、前記導入管から導入された前記軟水を、前記トルマリン収納器及び黒曜石収納器のうち少なくとも一方に 30 分以上循環させる循環装置と、を備え

た表面張力向上手段と、

該表面張力向上手段を通過した加工水を前記タンクに供給する加工水供給手段と、を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 5 いずれか記載のエマルジョン燃料供給装置。

[請求項 7] 前記燃焼装置の空気吸入口に、前記燃焼装置への気体の供給量を、0 から、水を含まない前記燃料油を供給したときに失火する燃料油供給時の失火空気量までの間の範囲で、調整する気体供給量調整手段と、酸素ガスを供給する酸素ガス供給手段とが接続されていることを特徴とする請求項 1 記載のエマルジョン燃料供給装置。

[請求項 8] (補正後) 前記合流手段は、前記タンクから前記エマルジョン生成手段への前記加工水の供給と、前記タンクから前記エマルジョン生成手段への前記燃料油の供給を、交互に行う手段を備えることを特徴とする請求項 1 記載のエマルジョン燃料供給装置。

[請求項 9] (補正後) 水相と燃料油からなる油相とを有するエマルジョン燃料を燃焼装置に供給する方法であって、

原水から、Ca イオン及び Mg イオンのうち、前記原水に含まれているものを除去し、Na イオンを残留させ又は添加して加工水を生成する加工水生成工程と、

該加工水生成工程で生成された前記加工水及び前記燃料油を保持するタンクから供給される前記燃料油と、前記タンクから供給される前記加工水とを、所定の流量比率で合流させる合流工程と、

該合流工程で合流した前記燃料油と前記加工水の混合物を、径の細い貫通孔からなる細孔部と、該細孔部の下流に連続して設けられた筒状の大径部と、を備えた分散部を備え、前記細孔部が延長方向に対して傾斜しているエマルジョン生成手段に供給して、前記エマルジョン燃料を生成するエマルジョン生成工程と、

該エマルジョン生成工程で生成された前記エマルジョン燃料を、前記燃焼装置に供給する供給工程と、を行うことを特徴とするエマルジョン燃料供給方法。

[請求項 10] 前記合流工程では、前記タンクの底部近傍に吸入口が配置された水供給管からの供給と、前記タンクに保持される液体の液面で浮くフロ

ートに吸入口が取付けられた油供給管からの供給を、交互に行うことにより、前記加工水と前記燃料油とを合流させることを特徴とする請求項 9 記載のエマルジョン燃料供給方法。

〔請求項 1 1〕 前記合流工程の前に、該加工水生成工程で生成された前記加工水の供給を受けて保持する水タンクの底面から前記加工水の水面までの高さ、前記燃料油を保持する燃料油タンクの底面から前記燃料油の液面までの高さとの相違が、所定範囲内になるように調整するタンク内液高調整工程を備え、

前記合流工程は、前記燃料油タンクから供給される前記燃料油と、前記水タンクから供給される前記加工水とを、所定の流量比率で合流させることを特徴とする請求項 9 記載のエマルジョン燃料供給方法。

〔請求項 1 2〕 前記合流工程及び前記エマルジョン生成工程では、前記燃焼装置よりも高い位置に配置された前記水タンク及び前記燃料油タンクと前記燃焼装置との間の高度差による重力と、前記燃焼装置が備えるポンプの圧力とにより、前記燃料油及び前記加工水を、前記エマルジョン生成手段に供給することを特徴とする請求項 1 1 記載のエマルジョン燃料供給方法。

〔請求項 1 3〕 (補正後) 前記エマルジョン生成工程では、径の細い貫通孔からなる細孔部と、該細孔部の下流に連続して設けられた筒状の大径部と、を備えた分散部が、直列に複数連続して形成された前記エマルジョン生成手段に、前記合流工程で合流させた前記燃料油と前記加工水との混合物を通過させると共に、前記燃焼装置から吐出された余剰燃料を、前記エマルジョン生成手段の前記大径部に戻すことを特徴とする請求項 9 記載のエマルジョン燃料供給方法。

〔請求項 1 4〕 前記加工水生成工程では、前記原水から、前記  $Mg$  イオン、 $Ca$  イオン及び  $Fe$  イオンのうち前記原水に含有されるイオンを、イオン交換により除去した後、前記原水を、トルマリンが充填されたトルマリン収納器及び黒曜石が充填された黒曜石収納器のうち少なくとも一方

に、通過させて前記加工水を生成することを特徴とする請求項 9 乃至 13 いずれか記載のエマルジョン燃料供給方法。

〔請求項 15〕 前記加工水生成工程では、前記加工水中の Na イオン濃度を、前記原水中の Na イオン濃度よりも増加させることを特徴とする請求項 14 記載のエマルジョン燃料供給方法。

〔請求項 16〕 前記加工水生成工程では、水温 26℃で測定された前記加工水の表面張力が、50 mN/m 以上になるように調整することを特徴とする請求項 15 記載のエマルジョン燃料供給方法。

〔請求項 17〕 前記供給工程では、前記燃焼装置に、0 から、水を含まない前記燃料油を供給したときに失火する燃料油供給時の失火空気量までの間の範囲の供給量の気体を供給することを特徴とする請求項 9 記載のエマルジョン燃料供給方法。

## 条約第19条(1)に基づく説明書

請求の範囲第1項、第9項の限定補正は、請求の範囲第1項が、「前記エマルジョン生成手段は、径の細い貫通孔からなる細孔部と、該細孔部の下流に連続して設けられた筒状の大径部と、を備えた分散部を備え、前記細孔部は、前記エマルジョン生成手段の延長方向に対して傾斜している」ことを明確にしたものである。

この要件は、国際調査報告に引用されたいずれの文献にも記載されていない。

本発明は、この要件を備えることにより、「流体が細孔部から大径部に斜め方向に噴出して、大径部の壁面等に衝突し、液体の拡散がより促進される。」という効果を得たものである（国際出願時の明細書の段落 0016）。

請求の範囲第5項、第13項の限定補正は、「前記燃焼装置から吐出された余剰燃料を、前記エマルジョン生成手段の前記大径部に戻す導入口」を備えることを明確にしたものである。

国際調査報告に引用された JP2011-122035A の段落 0071～0078、図8、図9には、発電装置113から吐出された余剰燃料である戻り燃料を、エマルジョン生成装置109の上流又は下流に戻すことが記載されているが、いずれも、エマルジョン生成装置109外の配管に戻しているものであり、エマルジョン生成手段の大径部に戻すことの開示はない。

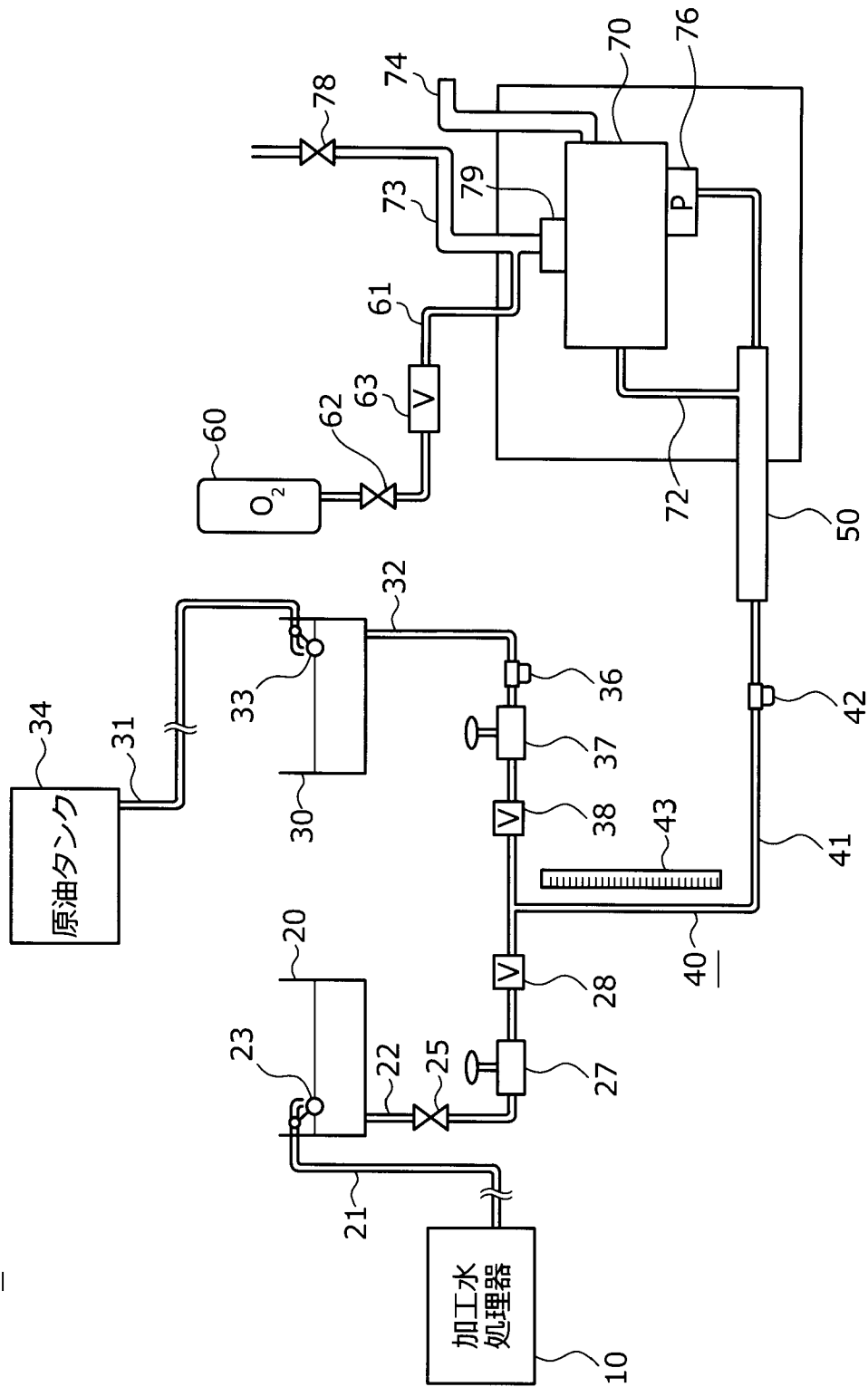
本発明は、この要件を備えることにより、「本発明者の鋭意研究により、完全に水相と油相が乳化した完全なエマルジョン状態となると、燃焼装置における燃焼効率が下がることが明らかとなったため、本発明では、余剰燃料を、前記エマルジョン生成手段に戻す導入口を、最も上流の前記細孔部よりも下流側に備えるように構成し、燃焼装置に供給されるエマルジョン燃料が完全なエマルジョンになることを抑制して、燃焼効率のよいエマルジョン燃料を供給可能としたものである。」という効果を得たものである（国際出願時の明細書の段落 0013）。

また、請求の範囲第8項において新しい請求項を追加する補正は、「前記合流手段は、前記タンクから前記エマルジョン生成手段への前記加工水の供給と、前記タンクから前記エマルジョン生成手段への前記燃料油の供給を、交互に行う手段を備える」ことを明確にしたものである。

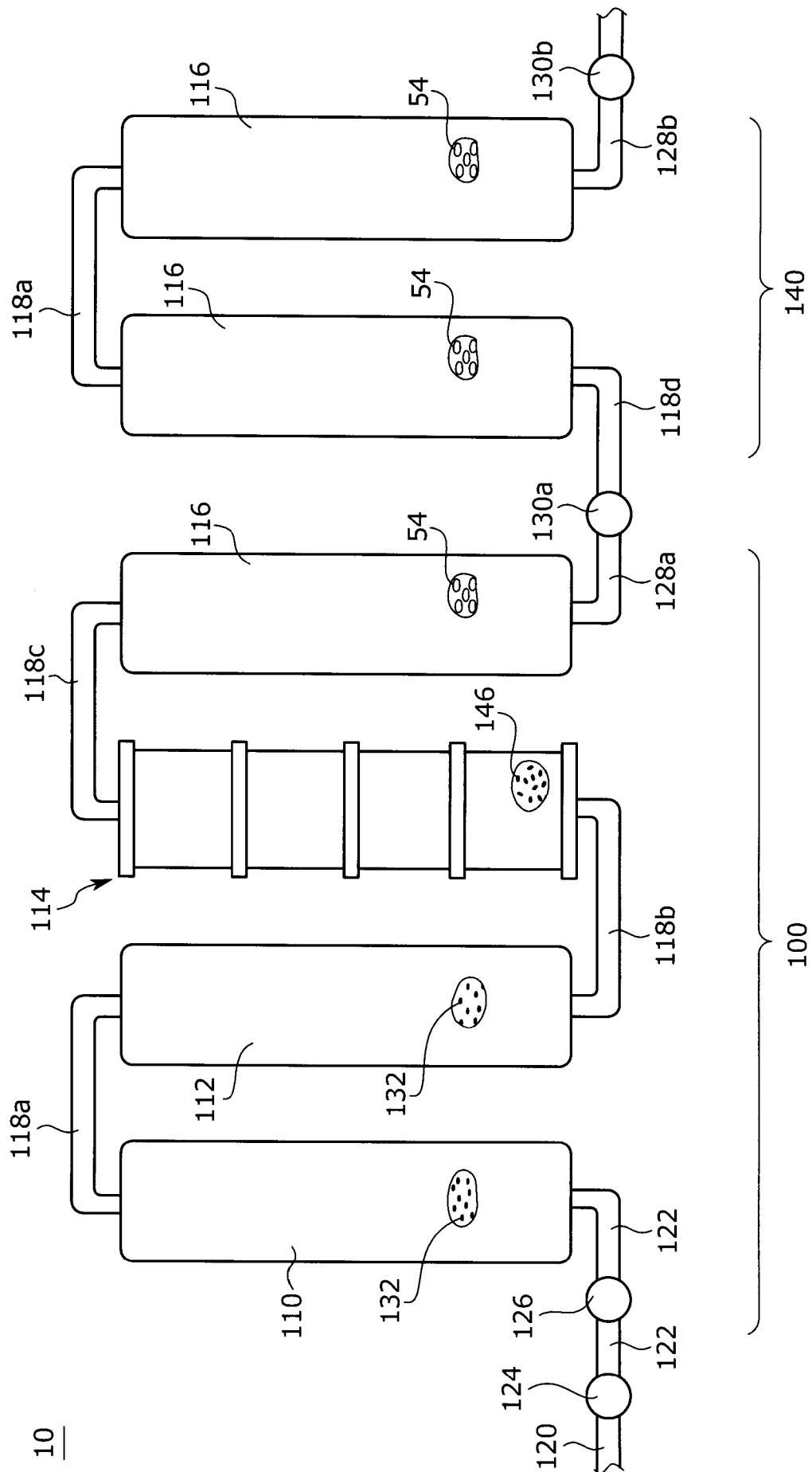
この要件は、国際調査報告に引用されたいずれの文献にも記載されていない。

本発明は、この要件を備えることにより、「加工水と燃料油の供給時間の設定秒数の比率を調整することで、送液される加工水量と燃料油量の比率を調整できる」という効果を得たものである（国際出願時の明細書の段落 0074）。

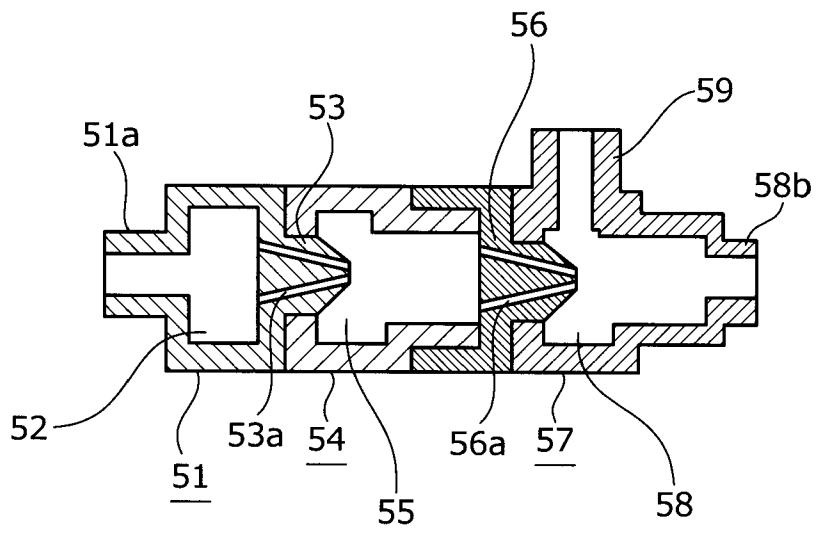
[図1]



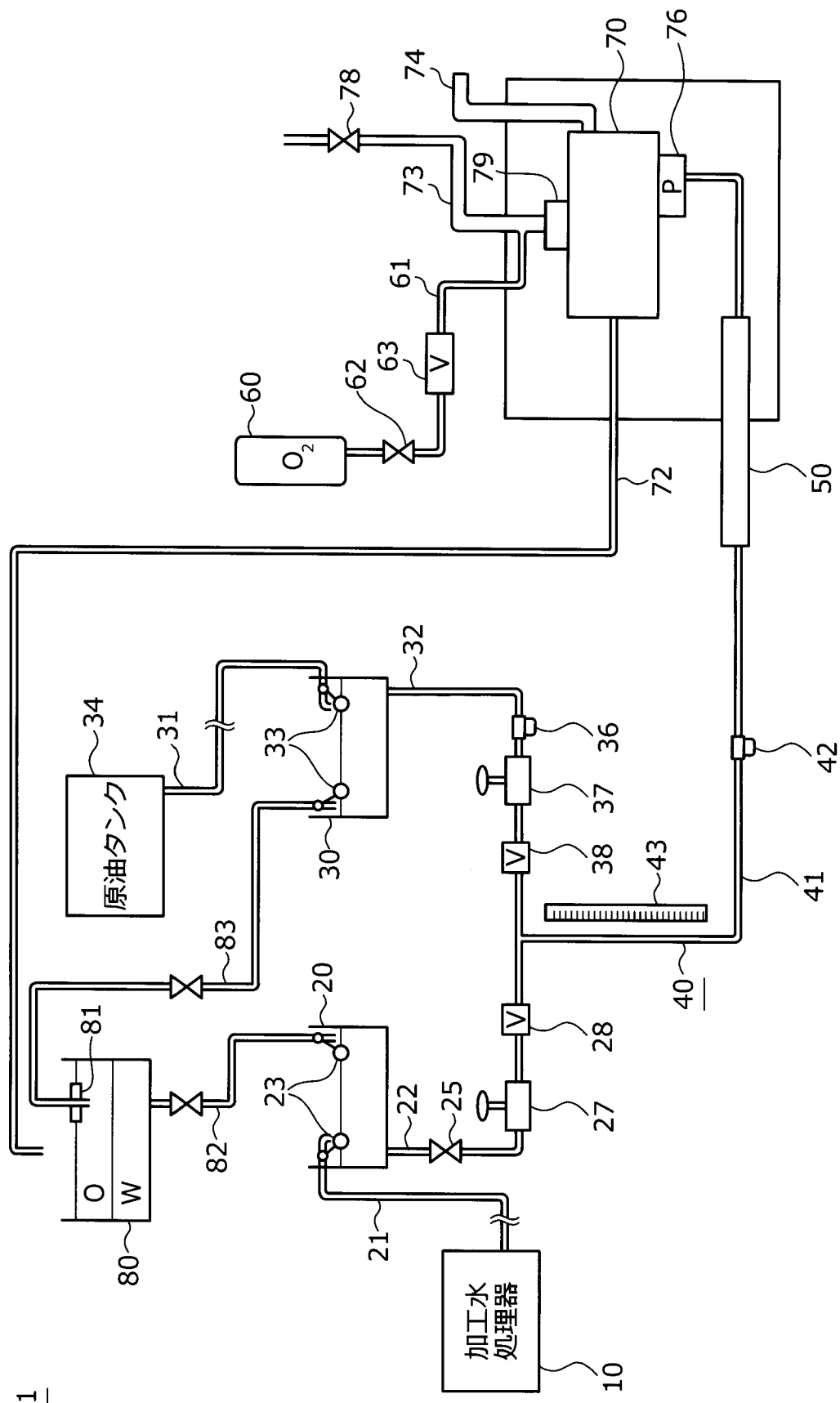
[図2]



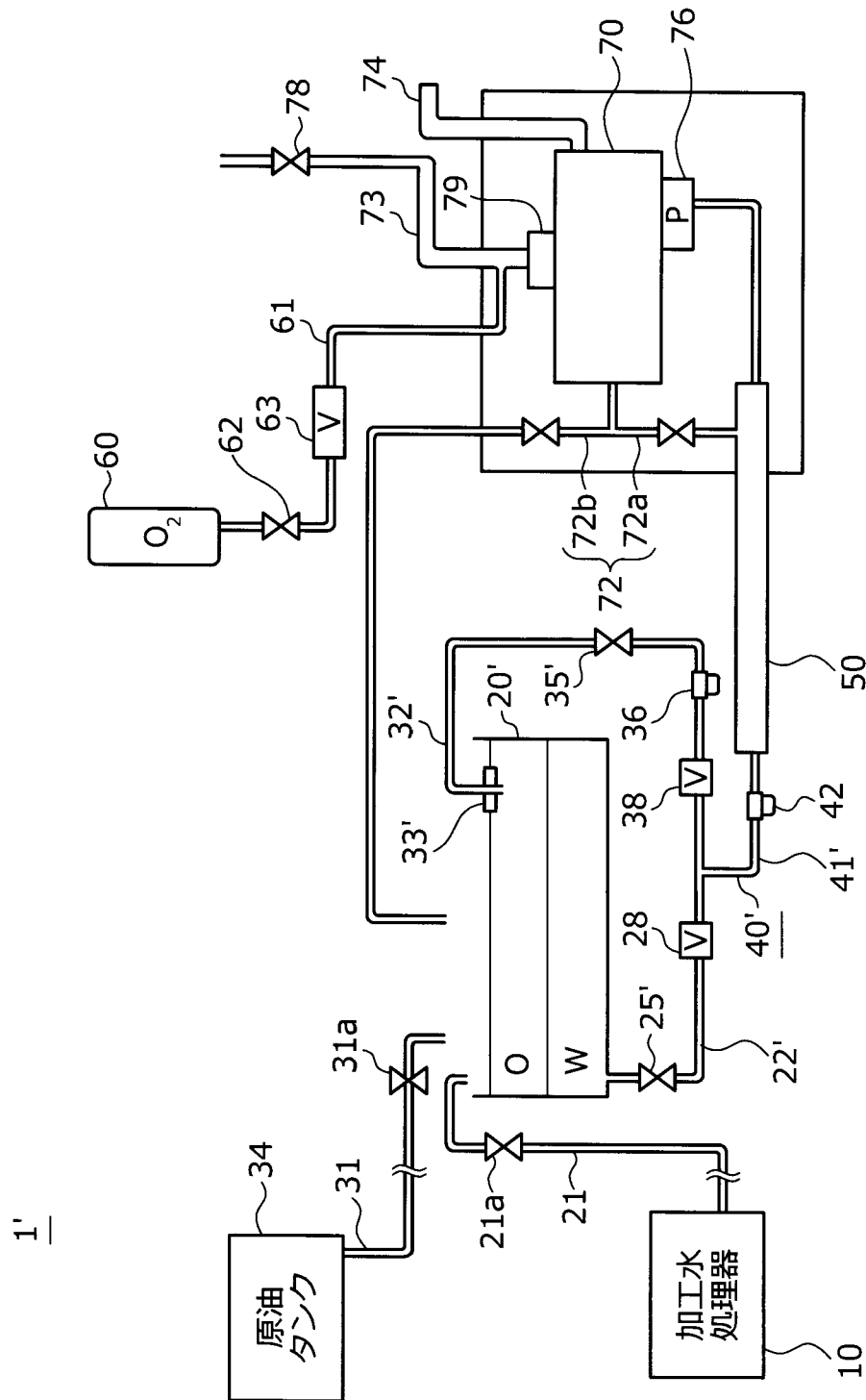
[図3]

50

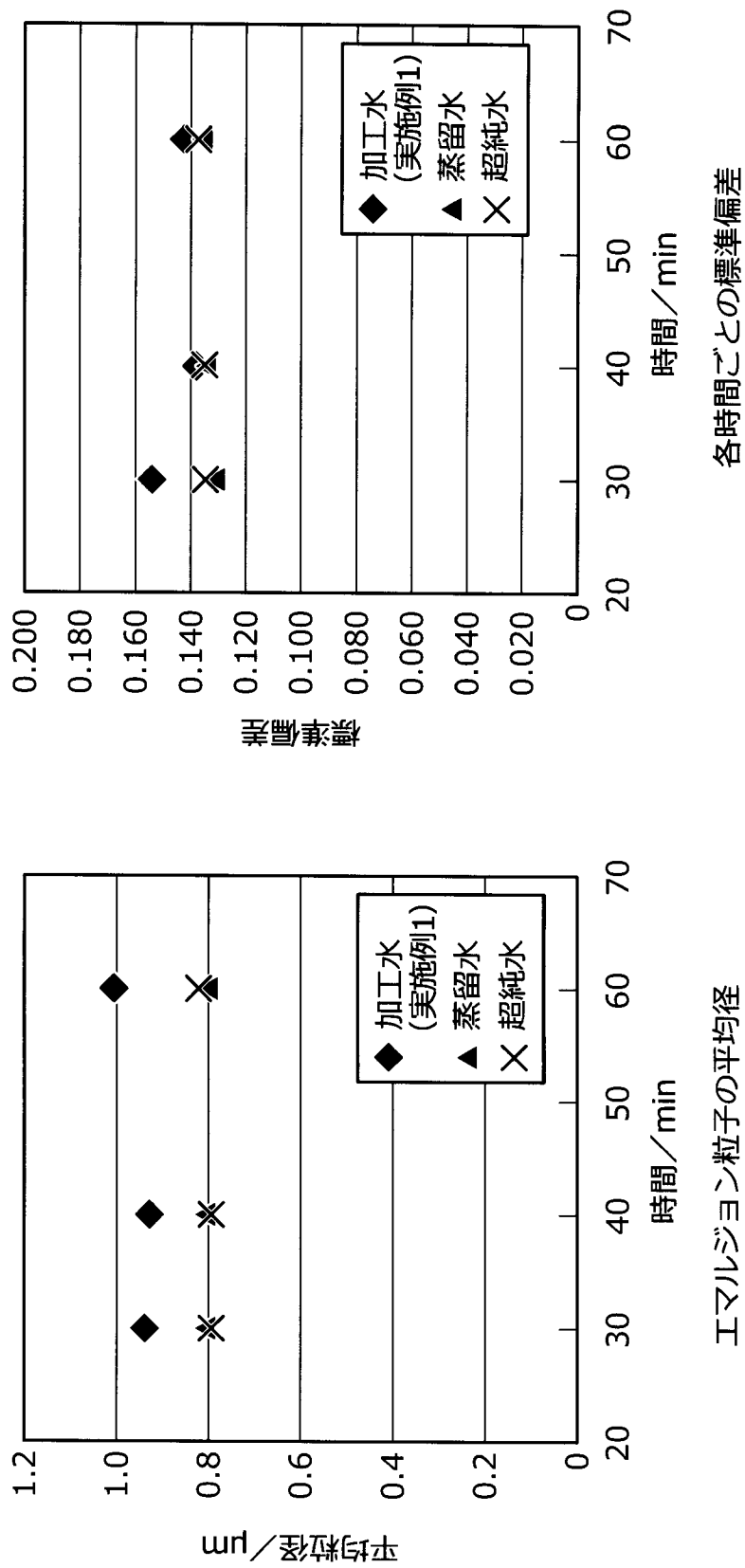
[図4]



[図5]



[図6]



[図7]

水温 : 26.0℃ 表面張力の単位 mN/m<sup>-1</sup>

| 超純水  |      | 実施例2 イオン生成器 30分 |      | 実施例5 黒曜 30分 |      |
|------|------|-----------------|------|-------------|------|
| 測定値  | 平均値  | 測定値             | 平均値  | 測定値         | 平均値  |
| 71.3 | 71.3 | 71.3            | 71.4 | 71.8        | 71.8 |
| 71.3 |      | 71.4            |      | 71.8        |      |
| 71.4 |      | 71.4            |      | 71.7        |      |
| 71.3 |      | 71.4            |      | 71.7        |      |

| 実施例3 イオン生成器 1時間 |      | 実施例6 黒曜 1時間 |      |
|-----------------|------|-------------|------|
| 測定値             | 平均値  | 測定値         | 平均値  |
| 71.2            | 71.3 | 71.4        | 71.4 |
| 71.3            |      | 71.4        |      |
| 71.3            |      | 71.4        |      |
| 71.3            |      | 71.3        |      |

| 実施例4 イオン生成器 3時間 |      | 実施例7 黒曜 3時間 |      |
|-----------------|------|-------------|------|
| 測定値             | 平均値  | 測定値         | 平均値  |
| 71.1            | 71.2 | 63.7        | 63.6 |
| 71.2            |      | 63.6        |      |
| 71.2            |      | 63.6        |      |
| 71.1            |      | 63.6        |      |

| 実施例8 黒曜4時間 |      |
|------------|------|
| 測定値        | 平均値  |
| 71.4       | 71.4 |
| 71.4       |      |
| 71.5       |      |
| 71.4       |      |

| 実施例9 黒曜 5時間 |      |
|-------------|------|
| 測定値         | 平均値  |
| 67.7        | 67.7 |
| 67.6        |      |
| 67.7        |      |
| 67.7        |      |

[図8]

測定温度：26℃  
表面張力単位：mN/m

## 実施例10

| 超純水  |
|------|
| 71.1 |
| 71.0 |
| 71.2 |
| 71.2 |

| 原水（水道水） |
|---------|
| 64.9    |
| 65.0    |
| 64.9    |
| 64.9    |

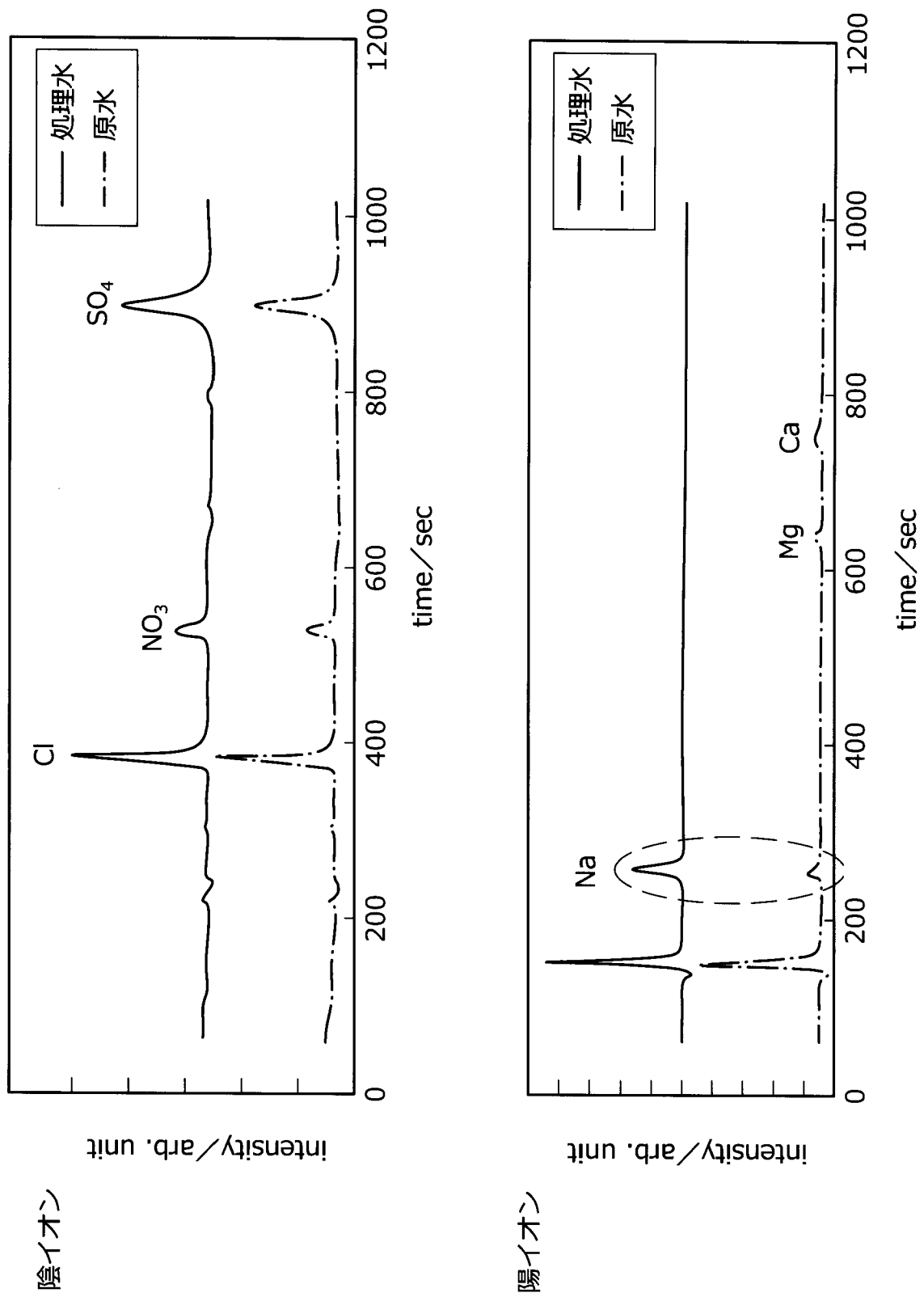
| 黒曜石5時間 |
|--------|
| 69.1   |
| 69.0   |
| 69.0   |
| 69.9   |

## 実施例11

| エンドレス加工水 |
|----------|
| 67.2     |
| 67.1     |
| 67.4     |
| 67.4     |
| 67.4     |
| 67.4     |

| 界面活性剤<br>添加水道水 |
|----------------|
| 26.0           |
| 26.0           |
| 26.0           |
| 26.0           |
| 26.0           |
| 26.0           |

[図9]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/068052

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F23K5/12(2006.01)i, C10L1/32(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)

F23K5/12, C10L1/32

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 | 1996-2015 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2015 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2015 |

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<br>A    | JP 2012-36342 A (Toshiharu FUKAI),<br>23 February 2012 (23.02.2012),<br>paragraphs [0013] to [0047]; fig. 1 to 3, 5, 6<br>(Family: none) | 1, 3-7, 9,<br>11-17<br>2, 8, 10 |
| Y         | WO 2010/047343 A1 (Toshiharu FUKAI),<br>29 April 2010 (29.04.2010),<br>paragraphs [0021] to [0039]; fig. 1, 2<br>& CN 102187079 A        | 1, 3-7, 9,<br>11-17             |
| Y         | JP 2010-25522 A (Tetsuro DEGUCHI),<br>04 February 2010 (04.02.2010),<br>paragraphs [0014] to [0017]; fig. 1<br>(Family: none)            | 3, 4, 6, 11, 12,<br>14-16       |

☒ 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  
08 September 2015 (08.09.15)

Date of mailing of the international search report  
15 September 2015 (15.09.15)

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/068052

## 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 2011-122035 A (Hitachi Plant Technologies, Ltd.),<br>23 June 2011 (23.06.2011),<br>paragraphs [0071] to [0074]; fig. 8<br>(Family: none)                                                                                                                         | 5, 6, 13-16           |
| Y         | JP 2008-63355 A (Shisetsu Kogyo Kabushiki Kaisha),<br>21 March 2008 (21.03.2008),<br>paragraphs [0058] to [0064]; table 2<br>(Family: none)                                                                                                                         | 16                    |
| A         | JP 2009-215524 A (Toshiharu FUKAI),<br>24 September 2009 (24.09.2009),<br>entire text; all drawings<br>& US 2010/0122488 A1 & WO 2008/139791 A1                                                                                                                     | 1-17                  |
| A         | WO 2009/014147 A1 (Yamato Ecology Corp.),<br>29 January 2009 (29.01.2009),<br>entire text; all drawings<br>& JP 4790066 B & US 2010/0126059 A1<br>& EP 2175198 A1                                                                                                   | 1-17                  |
| A         | JP 2003-83508 A (Wacoh, Co., Ltd.),<br>19 March 2003 (19.03.2003),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                                                                                                                                   | 1-17                  |
| A         | JP 53-148040 A (Komatsu Ltd.),<br>23 December 1978 (23.12.1978),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                                                                                                                                     | 1-17                  |
| A         | JP 55-5306 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.),<br>16 January 1980 (16.01.1980),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                                                                                                            | 1-17                  |
| A         | Microfilm of the specification and drawings<br>annexed to the request of Japanese Utility<br>Model Application No. 022399/1975 (Laid-open<br>No. 102833/1976)<br>(Takuma Co., Ltd.),<br>18 August 1976 (18.08.1976),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none) | 1-17                  |
| A         | JP 2009-79149 A (Kabushiki Kaisha MEG),<br>16 April 2009 (16.04.2009),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                                                                                                                               | 1-17                  |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F23K5/12(2006.01)i, C10L1/32(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（I P C））

Int.Cl. F23K5/12, C10L1/32

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   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 5 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 5 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 5 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<br>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<br>請求項の番号               |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Y               | JP 2012-36342 A (深井 利春) 2012.02.23, 段落 [0 0 1 3] - [0 0 4 7], 図 1 - 3, 5, 6 (ファミリーなし)   | 1, 3 - 7,<br>9, 1 1 - 1<br>7 |
| A               |                                                                                         | 2, 8, 1 0                    |
| Y               | WO 2010/047343 A1 (深井 利春) 2010.04.29, 段落 [0 0 2 1] - [0 0 3 9], 図 1, 2 & CN 102187079 A | 1, 3 - 7,<br>9, 1 1 - 1<br>7 |

☒ 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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 8 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

藤原 弘

3 L

3 9 2 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 3 7

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                  |                              |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号               |
| Y                     | JP 2010-25522 A (出口 哲郎) 2010.02.04, 段落 [0014] - [0017], 図1 (ファミリーなし)                                                             | 3, 4, 6,<br>11, 12,<br>14-16 |
| Y                     | JP 2011-122035 A (株式会社日立プラントテクノロジー)<br>2011.06.23, 段落 [0071] - [0074], 図8 (ファミリーなし)                                              | 5, 6, 13<br>- 16             |
| Y                     | JP 2008-63355 A (施設工業株式会社) 2008.03.21, 段落 [0058]<br>- [0064], 表2 (ファミリーなし)                                                       | 16                           |
| A                     | JP 2009-215524 A (深井 利春) 2009.09.24, 全文, 全図 & US<br>2010/0122488 A1 & WO 2008/139791 A1                                          | 1-17                         |
| A                     | WO 2009/014147 A1 (やまと総合環境株式会社) 2009.01.29, 全文,<br>全図 & JP 4790066 B & US 2010/0126059 A1 & EP 2175198 A1                        | 1-17                         |
| A                     | JP 2003-83508 A (株式会社ワコー) 2003.03.19, 全文, 全図 (ファ<br>ミリーなし)                                                                       | 1-17                         |
| A                     | JP 53-148040 A (株式会社小松製作所) 1978.12.23, 全文, 全図 (フ<br>ァミリーなし)                                                                      | 1-17                         |
| A                     | JP 55-5306 A (松下電器産業株式会社) 1980.01.16, 全文, 全図 (フ<br>ァミリーなし)                                                                       | 1-17                         |
| A                     | 日本国実用新案登録出願50-022399号(日本国実用新案登録出願公開<br>51-102833号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ<br>イクロフィルム (株式会社タクマ) 1976.08.18, 全文, 全図 (ファ<br>ミリーなし) | 1-17                         |
| A                     | JP 2009-79149 A (株式会社MEG) 2009.04.16, 全文, 全図 (ファ<br>ミリーなし)                                                                       | 1-17                         |