

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5941224号
(P5941224)

(45) 発行日 平成28年6月29日(2016.6.29)

(24) 登録日 平成28年5月27日(2016.5.27)

(51) Int. Cl.	F I
FO2M 25/022 (2006.01)	FO2M 25/022 C
FO2B 47/02 (2006.01)	FO2B 47/02
C1OL 1/32 (2006.01)	C1OL 1/32 D
BO1F 3/08 (2006.01)	BO1F 3/08 A
BO1F 5/02 (2006.01)	BO1F 5/02 A

請求項の数 5 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-534336 (P2015-534336)
 (86) (22) 出願日 平成26年8月29日(2014.8.29)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2014/072771
 (87) 国際公開番号 W02015/030187
 (87) 国際公開日 平成27年3月5日(2015.3.5)
 審査請求日 平成28年2月3日(2016.2.3)
 (31) 優先権主張番号 特願2013-178463 (P2013-178463)
 (32) 優先日 平成25年8月29日(2013.8.29)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2013-253019 (P2013-253019)
 (32) 優先日 平成25年12月6日(2013.12.6)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 503114002
 独立行政法人水産大学校
 山口県下関市永田本町2-7-1
 (73) 特許権者 392024518
 丸福水産株式会社
 福岡県北九州市小倉北区西港町9-4番地の9
 (73) 特許権者 513217274
 ロハス株式会社
 福岡県筑紫郡那珂川町中原2-120 博
 多南駅前ビル2F
 (73) 特許権者 391016118
 J R C S 株式会社
 山口県下関市東大和町1丁目2番14号

早期審査対象出願

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水混合燃料生成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

連続相としての燃料油と分散相としての水又は連続相としての水と分散相としての燃料油を流体混合器内に導入し、導入した分散相としての水又は燃料油を、燃料噴射装置付近に設置した流体混合器により数 μm 以下を含む粒径まで微細化するとともに、導入した連続相としての燃料油中又は水中に均一化させて、添加剤無しで水混合燃料を生成し、生成した水混合燃料を流体混合器から導出する水混合燃料生成装置であって、

燃料油を収容した燃料油タンクと燃料噴射装置とを接続する燃料油供給パイプの下流側部である燃料噴射装置の直前に、流体混合器の導出口に基端部を接続した水混合燃料導出パイプの先端部を接続するという、後付け可能な構造として、

生成された水混合燃料が、水混合燃料導出パイプを通して燃料噴射装置付近に導出されて、水と燃料油が分離する前に燃料噴射装置において噴射されるようにし、

燃料油タンクに基端部を接続した燃料油流出パイプの先端部と、水を収容した水タンクに基端部を接続した水流出パイプの先端部とを接続して、この接続部に合流流体導入パイプの基端部を接続するとともに、合流流体導入パイプの先端部に流体混合器の導入口を接続し、

合流流体導入パイプの中途部には、合流流体導入パイプ中の燃料油と水の合流流体を吸入するとともに、流体混合器に向けて吐出して、流体混合器に合流流体を導入する水混合燃料用電動ポンプを配設し、

流体混合器の導出口には、水混合燃料導出パイプの基端部を接続して、

水混合燃料導出パイプにおける流体混合器の導出口近傍に位置する部分には、水混合燃料循環パイプの基端部を接続する一方、合流流体導入パイプにおける水混合燃料用電動ポンプの上流側に位置する部分には、水混合燃料循環パイプの先端部を接続して、循環流路を形成し、

水混合燃料循環パイプには、第1電動三方弁を設けて、

第1電動三方弁には、水混合燃料回収パイプを介して分離タンクを接続し、分離タンクには、燃料油回収パイプを介して燃料油タンクを接続するとともに、水回収パイプを介して水タンクを接続して回収部を形成し、

第1電動三方弁は、水混合燃料循環パイプの下流側と、水混合燃料回収パイプ側と、に流路を切替自在とした水混合燃料生成装置。

【請求項2】

燃料油供給パイプには、燃料噴射装置の給入口の近接個所に位置させて第2電動三方弁を設けて、第2電動三方弁を介して水混合燃料導出パイプの先端部を接続し、

第2電動三方弁は、燃料油供給パイプにより燃料噴射装置と燃料油タンクとが連通された状態と、燃料油供給パイプの下流側部である燃料噴射装置の直前において、燃料噴射装置と水混合燃料導出パイプとが連通された状態と、に流路を切替自在とした請求項1記載の水混合燃料生成装置。

【請求項3】

水混合燃料回収パイプを通して分離タンク内に回収された水混合燃料は、比重差により燃料油と水が分離タンク内で相互に分離するとともに、分離した燃料油は、燃料油回収パイプを介して燃料油用電動ポンプにより燃料油タンク内に戻される一方、分離した水は、水回収パイプを介して水用電動ポンプにより水タンク内に戻されるようにした請求項1又は2記載の水混合燃料生成装置。

【請求項4】

流体混合器内に、連続相としての燃料油と分散相としての水を導入して、導入した分散相としての水を、流体混合器により数 μm 以下を含む粒径まで微細化して微小な水粒となすとともに、導入した連続相としての燃料油中に均一化させることにより、添加剤無しで微小な水粒が混在する水混合燃料を生成する形態と、

流体混合器内に、連続相としての水と分散相としての燃料油を導入して、導入した分散相としての燃料油を、流体混合器により数 μm 以下を含む粒径まで微細化して微小な油粒となすとともに、導入した連続相としての水中に均一化させることにより、添加剤無しで微小な油粒が混在する水混合燃料を生成する形態と、
を選択可能とするとともに、

これらの形態では、相互に、質量基準での水の混合割合が同一の水混合燃料を生成可能とした請求項1～3のいずれか1項記載の水混合燃料生成装置。

【請求項5】

微小な水粒が混在する水混合燃料を生成して導出する場合には、

あらかじめ、第1電動三方弁により水混合燃料回収パイプ側に流路を切り替えて、燃料油及び水混合燃料が水混合燃料回収パイプを通して分離タンク内に回収されるようにしておき、かつ、

第2電動三方弁により燃料油供給パイプにおいて燃料油タンクと燃料噴射装置が連通された状態となして、燃料油供給パイプを介して燃料油タンクから燃料噴射装置に燃料油を供給するとともに、燃料油流出パイプ及び合流流体導入パイプを介して流体混合器内に、連続相としての燃料油だけを導入しておき、

その後、流体混合器内に導入する連続相としての燃料油を所定の割合まで漸次減少させるとともに、流体混合器内に導入する分散相としての水を所定の割合まで漸次増大させることにより、流体混合器内に、連続相としての燃料油と分散相としての水を所定の割合で導入し、

続いて、第1電動三方弁により水混合燃料循環パイプが水混合燃料用電動ポンプまで連通状態となるように流路を切り替えるとともに、第2電動三方弁により水混合燃料導出パ

10

20

30

40

50

イブと燃料噴射装置とが連通状態となるように流路を切り替える一方、

微小な油粒が混在する水混合燃料を生成して導出する場合には、

あらかじめ、第1電動三方弁により水混合燃料回収パイプ側に流路を切り替えて、水及び水混合燃料が水混合燃料回収パイプを通して分離タンク内に回収されるようにしておきかつ、

第2電動三方弁により燃料油供給パイプにおいて燃料油タンクと燃料噴射装置が連通された状態となして、燃料油供給パイプを介して燃料油タンクから燃料噴射装置に燃料油を供給するとともに、水流出パイプ及び合流流体導入パイプを介して水タンクから流体混合器内に、連続相としての水だけを導入しておき、

その後、流体混合器内に導入する連続相としての水を所定の割合まで減少させるとともに、流体混合器内に導入する分散相としての燃料油を所定の割合まで増大させることにより、流体混合器内に、連続相としての水と分散相としての燃料油を所定の割合で導入し、

続いて、第1電動三方弁により水混合燃料循環パイプが水混合燃料用電動ポンプまで連通状態となるように流路を切り替えるとともに、第2電動三方弁により水混合燃料導出パイプと燃料噴射装置とが連通状態となるように流路を切り替えるようにした請求項1～4のいずれか1項記載の水混合燃料生成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水混合燃料生成装置、詳しくは、(1)連続相としての燃料油と分散相としての水とを混合して水混合燃料を生成する装置、及び(2)連続相としての水と分散相としての燃料油とを混合して水混合燃料を生成する装置に関する。ここで、水混合燃料とは、(1)分散質である水と分散媒である燃料油、及び(2)分散質である燃料油と分散媒である水を混合してなる分散系燃料のことをさし、以下に、(1)により生成された水混合燃料を「微小水粒型水混合燃料」とよび、(2)により生成された水混合燃料を「微小油粒型水混合燃料」とよぶ。

【背景技術】

【0002】

燃料に水を添加する技術は、エンジンやボイラ等の機器において比較的容易に、かつ確実にNOx低減ができる方法としてよく知られている。また、燃料に水を添加することによりNOxと燃費の同時低減ができるとの報告もあるが、一般に水を軽油やA重油と混合するには、添加剤(界面活性剤)を必要とする(例えば、特許文献1参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2010-275380号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、添加剤を用いる場合には、添加剤を投入するための装置や添加剤そのものに要する費用を考慮する必要があり、燃費の改善効果が相殺される可能性がある。

【0005】

そこで、本発明は、添加剤無しで2種類(「微小水粒型水混合燃料」と「微小油粒型水混合燃料」)の水混合燃料を選択的に生成することができる水混合燃料生成装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

請求項1記載の発明は、連続相としての燃料油と分散相としての水又は連続相としての水と分散相としての燃料油を流体混合器内に導入し、導入した分散相としての水又は燃料油を、燃料噴射装置付近に設置した流体混合器により数 μm 以下を含む粒径まで微細化す

10

20

30

40

50

るとともに、導入した連続相としての燃料油中又は水中に均一化させて、添加剤無しで水混合燃料を生成し、生成した水混合燃料を流体混合器から導出する水混合燃料生成装置であって、

燃料油を収容した燃料油タンクと燃料噴射装置とを接続する燃料油供給パイプの下流側部である燃料噴射装置の直前に、流体混合器の導出口に基端部を接続した水混合燃料導出パイプの先端部を接続するという、後付け可能な構造として、

生成された水混合燃料が、水混合燃料導出パイプを通して燃料噴射装置付近に導出されて、水と燃料油が分離する前に燃料噴射装置において噴射されるようにし、

燃料油タンクに基端部を接続した燃料油流出パイプの先端部と、水を収容した水タンクに基端部を接続した水流出パイプの先端部とを接続して、この接続部に合流流体導入パイプの基端部を接続するとともに、合流流体導入パイプの先端部に流体混合器の導入口を接続し、

合流流体導入パイプの中途部には、合流流体導入パイプ中の燃料油と水の合流流体を吸入するとともに、流体混合器に向けて吐出して、流体混合器に合流流体を導入する水混合燃料用電動ポンプを配設し、

流体混合器の導出口には、水混合燃料導出パイプの基端部を接続して、

水混合燃料導出パイプにおける流体混合器の導出口近傍に位置する部分には、水混合燃料循環パイプの基端部を接続する一方、合流流体導入パイプにおける水混合燃料用電動ポンプの上流側に位置する部分には、水混合燃料循環パイプの先端部を接続して、循環流路を形成し、

水混合燃料循環パイプには、第1電動三方弁を設けて、

第1電動三方弁には、水混合燃料回収パイプを介して分離タンクを接続し、分離タンクには、燃料油回収パイプを介して燃料油タンクを接続するとともに、水回収パイプを介して水タンクを接続して回収部を形成し、

第1電動三方弁は、水混合燃料循環パイプの下流側と、水混合燃料回収パイプ側と、に流路を切替自在としている。

【0007】

請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明であって、燃料油供給パイプには、燃料噴射装置の給入口の近接個所に位置させて第2電動三方弁を設けて、第2電動三方弁を介して水混合燃料導出パイプの先端部を接続し、

第2電動三方弁は、燃料油供給パイプにより燃料噴射装置と燃料油タンクとが連通された状態と、燃料油供給パイプの下流側部である燃料噴射装置の直前において、燃料噴射装置と水混合燃料導出パイプとが連通された状態と、に流路を切替自在としている。

【0008】

請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載の発明であって、水混合燃料回収パイプを通して分離タンク内に回収された水混合燃料は、比重差により燃料油と水が分離タンク内で相互に分離するとともに、分離した燃料油は、燃料油回収パイプを介して燃料油用電動ポンプにより燃料油タンク内に戻される一方、分離した水は、水回収パイプを介して水用電動ポンプにより水タンク内に戻されるようにしている。

【0009】

請求項4記載の発明は、請求項1～3のいずれか1項記載の発明であって、流体混合器内に、連続相としての燃料油と分散相としての水を導入して、導入した分散相としての水を、流体混合器により数 μm 以下を含む粒径まで微細化して微小な水粒となすとともに、導入した連続相としての燃料油中に均一化させることにより、添加剤無しで微小な水粒が混在する水混合燃料を生成する形態と、

流体混合器内に、連続相としての水と分散相としての燃料油を導入して、導入した分散相としての燃料油を、流体混合器により数 μm 以下を含む粒径まで微細化して微小な油粒となすとともに、導入した連続相としての水中に均一化させることにより、添加剤無しで微小な油粒が混在する水混合燃料を生成する形態と、
を選択可能とするとともに、

10

20

30

40

50

これらの形態では、相互に、質量基準での水の混合割合が同一の水混合燃料を生成可能としている。

請求項 5 記載の発明は、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項記載の発明であって、微小な水粒が混在する水混合燃料を生成して導出する場合には、

あらかじめ、第 1 電動三方弁により水混合燃料回収パイプ側に流路を切り替えて、燃料油及び水混合燃料が水混合燃料回収パイプを通して分離タンク内に回収されるようにしておき、かつ、

第 2 電動三方弁により燃料油供給パイプにおいて燃料油タンクと燃料噴射装置が連通された状態となして、燃料油供給パイプを介して燃料油タンクから燃料噴射装置に燃料油を供給するとともに、燃料油流出パイプ及び合流流体導入パイプを介して流体混合器内に、連続相としての燃料油だけを導入しておき、

その後、流体混合器内に導入する連続相としての燃料油を所定の割合まで漸次減少させるとともに、流体混合器内に導入する分散相としての水を所定の割合まで漸次増大させることにより、流体混合器内に、連続相としての燃料油と分散相としての水を所定の割合で導入し、

続いて、第 1 電動三方弁により水混合燃料循環パイプが水混合燃料用電動ポンプまで連通状態となるように流路を切り替えるとともに、第 2 電動三方弁により水混合燃料導出パイプと燃料噴射装置とが連通状態となるように流路を切り替える一方、

微小な油粒が混在する水混合燃料を生成して導出する場合には、

あらかじめ、第 1 電動三方弁により水混合燃料回収パイプ側に流路を切り替えて、水及び水混合燃料が水混合燃料回収パイプを通して分離タンク内に回収されるようにしておき、かつ、

第 2 電動三方弁により燃料油供給パイプにおいて燃料油タンクと燃料噴射装置が連通された状態となして、燃料油供給パイプを介して燃料油タンクから燃料噴射装置に燃料油を供給するとともに、水流出パイプ及び合流流体導入パイプを介して水タンクから流体混合器内に、連続相としての水だけを導入しておき、

その後、流体混合器内に導入する連続相としての水を所定の割合まで減少させるとともに、流体混合器内に導入する分散相としての燃料油を所定の割合まで増大させることにより、流体混合器内に、連続相としての水と分散相としての燃料油を所定の割合で導入し、

続いて、第 1 電動三方弁により水混合燃料循環パイプが水混合燃料用電動ポンプまで連通状態となるように流路を切り替えるとともに、第 2 電動三方弁により水混合燃料導出パイプと燃料噴射装置とが連通状態となるように流路を切り替えるようにしている。

【発明の効果】

【0010】

本発明は、分散相としての水又は燃料油を、数 μm 以下を含む粒径まで微細化することにより、添加剤無しで 2 種類の水混合燃料を選択的に生成する水混合燃料生成装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図 1】本実施形態としての水混合燃料生成装置の概念図。

【図 2】水混合燃料の模式図。

【図 3】制御ブロック図。

【図 4】2 種類の水混合燃料における水の混合割合による燃費の変化を示すグラフ。

【図 5】2 種類の水混合燃料における水の混合割合による NO_x の変化を示すグラフ。

【図 6】「微小水粒型水混合燃料」における水の混合割合による PM の変化を示すグラフ。

【図 7】「微小水粒型水混合燃料」における水の混合割合による PM の低減効果を示す写真。

【図 8】「微小水粒型水混合燃料」における水粒子の粒径分布（C 重油に水を混合した場合）。

【図 9】「微小油粒型水混合燃料」における油粒子の顕微鏡写真

10

20

30

40

50

【図10】「微小油粒型水混合燃料」における水の混合割合が30%の場合の燃費の変化を示すグラフ。

【図11】水混合燃料使用時の噴霧燃焼のモデル図。

【図12】燃料油の噴霧燃焼過程の模式図。

【図13】「微小油滴型水混合燃料」の噴霧燃焼過程の模式図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に、本発明に係る実施形態について図面を参照しながら説明する。図1は本実施形態としての水混合燃料生成装置Aの概念図であり、図2は、水混合燃料生成装置Aによって生成される水混合燃料の模式図を示すものである。そして、図2(a)は、燃料油F中に微小な水粒W_aが混在している「微小水粒型水混合燃料」の模式図であり、図2(b)は、水W中に微小な油粒F_aが混在している「微小油粒型水混合燃料」の模式図である。

10

【0013】

水混合燃料生成装置Aは、図1及び図2に示すように、燃料油F中又は水W中に水W又は燃料油Fを混合する際に、(1)添加剤を必要としない、(2)「微小水粒型水混合燃料」(燃料油F中に微小な水の粒子である水粒W_aが混在する状態)と、「微小油粒型水混合燃料」(水W中に微小な燃料油の粒子である油粒F_aが混在する状態)という2つの状態を選択的に設定して、いずれかの状態の水混合燃料を生成することができる、という特徴を有する。

【0014】

このため、水混合燃料生成装置Aは、(1)燃費、NO_x及びPMの同時低減を図ることができるとともに、(2)燃料噴射装置の一形態である後述のエンジン又はボイラ等の機器Kと、後述する燃料油タンクT1との間に設置して、機器Kの燃焼室に水混合燃料生成装置Aにより生成した「微小油滴型水混合燃料」を供給することにより、微粒化された油滴F_aを直接燃焼室に噴射することができる(燃料噴射装置における微粒化機構を無くすることができる)ため、燃料噴射装置を簡略化できるばかりではなく、噴霧燃焼の改善(燃焼促進)が可能となる。そして、(3)国際海事機関(IMO)のNO_x3次規制対応技術としての活用が期待される。

20

【0015】

水混合燃料生成装置Aは、図1に示すように、燃料油タンクT1とエンジン又はボイラ等の機器Kとを接続する燃料供給ラインとしての燃料油供給パイプ9に、エンジン又はボイラ等の機器Kの直前において接続するとともに、燃料油Fの供給源である燃料油タンクT1に接続している。つまり、水混合燃料生成装置Aは、既存の燃料油供給パイプ9と燃料油タンクT1に、後述する水混合燃料導出パイプ4と燃料油流出パイプ1を介して後付けすることで適用可能としており、燃料油タンクT1から燃料油流出パイプ1を通して供給される燃料油Fを利用して水混合燃料を生成するとともに、燃料油供給パイプ9を通してエンジン又はボイラ等の機器Kに、生成した水混合燃料を供給可能としている。なお、本実施形態では、前記の構成に加えて、後述する戻しパイプ10を介してエンジン又はボイラ等の機器Kに水混合燃料生成装置Aを後付けしている。

30

【0016】

具体的に説明すると、水混合燃料生成装置Aは、燃料油タンクT1内に収容した連続相又は分散相としての燃料油F(例えば、軽油や重油)と、水タンクT2内に収容した分散相又は連続相としての水W(例えば、水道水や純水)とを合流させて流体混合器M内に導入し、導入した分散相としての水W又は燃料油Fを流体混合器Mにより数 μm 以下を含む粒径まで微細化、好ましくは、数 μm ~約20 μm の粒径となるまで微細化するとともに、導入した燃料油F中又は水W中に均一化させる。

40

【0017】

この際、流体混合器Mは、燃料噴射装置の一形態であるエンジン又はボイラ等の機器Kの付近(可及的に近接する位置)に設置して、均一化させた燃料油Fと水Wが分離する前に機器Kの燃焼室内で噴射されるように構成している。

50

【 0 0 1 8 】

このように構成することにより、水混合燃料生成装置 A では、添加剤無しで「微小水粒型水混合燃料」又は「微小油粒型水混合燃料」が水混合燃料として選択的に生成されて導出され、導出された水混合燃料が、エンジン又はボイラ等の機器 K に供給されて、供給された水混合燃料が燃焼室内で噴射されることで、エンジン又はボイラ等の機器 K が駆動されるようにしている。

【 0 0 1 9 】

より具体的に説明すると、流体混合器 M 内には、連続相としての燃料油 F 又は水 W と分散相としての水 W 又は燃料油 F を導入して、導入した分散相としての水 W 又は燃料油 F の 80% 以上、好ましくは、90% 以上を、流体混合器 M により数 μm ~ 約 $20\ \mu\text{m}$ の粒径まで微細化して微小な水粒 W_a 又は油粒 F_a となすとともに、導入した連続相としての燃料油 F 中又は水 W 中に均一化させることにより、添加剤無しで燃料油 F 中に微小な水粒 W_a が混在する「微小水粒型水混合燃料」又は水 W 中に微小な油粒 F_a が混在する「微小油粒型水混合燃料」を生成して導出することができる。

【 0 0 2 0 】

微小な水粒 W_a が混在する「微小水粒型水混合燃料」を生成して導出する場合には、流体混合器 M 内に、あらかじめ連続相としての燃料油 F だけを導入しておき、その後、流体混合器 M 内に導入する連続相としての燃料油 F の量を所定の割合まで漸次減少させるとともに、流体混合器 M 内に導入する分散相としての水 W の量を所定の割合まで漸次増大させることにより、流体混合器 M 内に、連続相としての燃料油 F の量と分散相としての水 W の量を所定の割合で導入する。この場合、連続相としての燃料油 F に混合する分散相としての水 W の混合割合（添加割合）は、任意の値に設定することができる。

【 0 0 2 1 】

例えば、水 W の混合割合を、30% に設定した場合には、流体混合器 M 内に導入される連続相としての燃料油 F の量が、100% から 70% の割合まで漸次減少されるとともに、流体混合器 M 内に導入する分散相としての水 W の量が、0% から 30% の割合まで漸次増大される。その結果、微小な水粒 W_a が混在する「微小水粒型水混合燃料」が生成される。

【 0 0 2 2 】

微小な油粒 F_a が混在する「微小油粒型水混合燃料」を生成して導出する場合には、流体混合器 M 内に、あらかじめ連続相としての水 W だけを導入しておき、その後、流体混合器 M 内に導入する連続相としての水 W の量を所定の割合まで可及的速やかに漸次減少させるとともに、流体混合器 M 内に導入する分散相として燃料油 F の量を所定の割合まで可及的速やかに増大させることにより、流体混合器 M 内に、連続相としての水 W の量と分散相としての燃料油 F の量を所定の割合で導入する。この場合、分散相としての燃料油 F に混合する連続相としての水 W の混合割合は、任意の値に設定できる。

【 0 0 2 3 】

例えば、水 W の混合割合を、30% に設定した場合には、流体混合器 M 内に導入される連続相としての水 W の量が、100% から 30% の割合まで可及的速やかに漸次減少されるとともに、流体混合器 M 内に導入する分散相としての燃料油 F の量が、0% から 70% の割合まで可及的速やかに増大される。その結果、微小な油粒 F_a が混在する「微小油粒型水混合燃料」が生成される。

【 0 0 2 4 】

このように、分散相としての燃料油 F は、0% から 70% の比較的大幅の範囲で可及的速やかに増大されるため、乱流となって流体混合器 M 内に導入される。そのため、分散相としての 70% の燃料油 F が、連続相としての 30% の水 W 中に、微小な油粒 F_a となって混在する。

【 0 0 2 5 】

ここで、上記した水 W の添加割合は、水の添加割合 = (水の添加量 [kg] / (水の添加量 [kg] + 消費燃料油量 [kg])) \times 100 (%) の式により算出する。

【 0 0 2 6 】

なお、水の混合割合（添加割合）を質量基準で示したのは、次の理由による。

【 0 0 2 7 】

（ 1 ）燃料油の密度は一定ではなく、一般的な軽油の密度は約0.83であるが、C重油の密度は約0.98である。また、水や燃料油の密度は温度により変化し、例えば、水の密度は0 のときは0.999840であるが50 では0.98805になる。また、燃料油の密度も水と同様に温度の上昇とともに減少する。このため、水の混合割合を容積基準で示した場合、それぞれの温度変化に伴い混合割合が変化するため、その都度燃料油及び水の密度と温度を併記する必要があるとともに複雑な計算が必要となる。これに対して、質量基準で示した場合、燃料油の種類（密度差）や実験時におけるそれぞれの温度に関係なく一定の値をとることになる。

10

【 0 0 2 8 】

（ 2 ）燃料油の燃焼における重要な要素に燃料油の発熱量がある。この値は燃料の単位質量当たりの発熱量 [kJ/kg] で示される。また、学術的な資料や実験等における燃料消費量の単位は [kg/h] という質量基準で示される。

【 0 0 2 9 】

次に、水混合燃料生成装置Aの構成を、より一層具体的に説明する。すなわち、水混合燃料生成装置Aは、図1に示すように、燃料油Fを収容した燃料油タンクT1の底部に燃料油流出パイプ1の基端部を接続し、燃料油流出パイプ1の中途部には第1流量計R1と第1電動流量調整弁V1をこの順番で直列的に配設している。また、水Wを収容した水タンクT2の底部に水流出パイプ2の基端部を接続している。水流出パイプ2の中途部には、第2流量計R2、第2電動流量調整弁V2及び危急遮断弁V3をこの順番で直列的に配設している。そして、燃料油流出パイプ1の先端部と水流出パイプ2の先端部を接続して、この接続部に合流流体導入パイプ3の基端部を接続するとともに、合流流体導入パイプ3の先端部に流体混合器Mの導入口を接続し、合流流体導入パイプ3の中途部には水混合燃料用電動ポンプP1を配設している。ここで、第1・第2電動流量調整弁V1、V2の開口量（開度）により、水Wと燃料油Fの混合割合が調整される。

20

【 0 0 3 0 】

水混合燃料用電動ポンプP1は、合流流体導入パイプ3中の燃料油Fと水Wの合流流体を吸入するとともに、流体混合器Mに向けて吐出（圧送）して、流体混合器Mに合流流体を導入するようにしている。流体混合器Mの導出口には水混合燃料導出パイプ4の基端部を接続し、水混合燃料導出パイプ4の先端部は第2電動三方弁Vc2を介して燃料油供給パイプ9に接続している。水混合燃料導出パイプ4の中途部には分岐部分があり、この分岐部分に水混合燃料循環パイプ5の基端部を接続し、水混合燃料循環パイプ5は圧力調整弁V4と第1電動三方弁Vc1を経て水混合燃料用電動ポンプP1の入口部分に達する。

30

【 0 0 3 1 】

第1電動三方弁Vc1には水混合燃料回収パイプ6を介して分離タンクT3を接続し、分離タンクT3には燃料油回収パイプ7を介して燃料油タンクT1を接続するとともに、水回収パイプ8を介して水タンクT2を接続して回収部を形成している。そして、第1電動三方弁Vc1は、水混合燃料循環パイプ5の下流側と水混合燃料回収パイプ6側に流路を切替自在としている。水混合燃料回収パイプ6を通して分離タンクT3内に回収された水混合燃料は、比重差により燃料油Fと水Wが分離タンクT3内で相互に分離するとともに、分離した燃料油Fは燃料油回収パイプ7を介して燃料油用電動ポンプP2により燃料油タンクT1内に戻される一方、分離した水Wは水回収パイプ8を介して水用電動ポンプP3により水タンクT2内に戻される。

40

【 0 0 3 2 】

水混合燃料導出パイプ4の先端は、燃料油供給パイプ9のエンジン又はボイラ等の機器Kの給入口の近接個所に設けた第2電動三方弁Vc2に接続している。そして、第2電動三方弁Vc2は、燃料油供給パイプ9がエンジン又はボイラ等の機器Kと燃料油タンクT1と連通された状態と、燃料油供給パイプ9の下流側部（機器Kの燃料噴射装置に接続さ

50

れる部分)と水混合燃料導出パイプ4とが連通された状態と、に流路を切替自在としている。燃料油供給パイプ9が燃料油タンクT1と連通された状態では、燃料油タンクT1から直接エンジン又はボイラKに燃料油が供給される。一方、燃料油供給パイプ9の下流側部と水混合燃料導出パイプ4とが連通された状態では、水混合燃料導出パイプ4から燃料油供給パイプ9の下流側部を通してエンジン又はボイラ等の機器Kに水混合燃料が供給される。

【0033】

水混合燃料導出パイプ4における流体混合器Mの導出口近傍に位置する部分には、水混合燃料循環パイプ5の基端部を接続する一方、合流流体導入パイプ3における水混合燃料用電動ポンプP1の上流側に位置する部分には、水混合燃料循環パイプ5の先端部を接続して、循環流路Jを形成している。

10

【0034】

流体混合器Mは、導入した分散質としての水W又は燃料油Fを、数 μm 以下を含む粒径まで微細化するとともに、導入した分散媒としての燃料油F又は水W中に均一化させることができるものであればよい。望ましくは、本実施形態の流体混合器Mのように、導入した分散質としての水W又は燃料油Fの90%以上を数 μm ～約20 μm の粒径まで微細化して微小な水粒Wa又は油粒Faとなすとともに、導入した分散媒としての燃料油F又は水W中に均一化させることができるもの、例えば、特許第3884095号(図15～図23)に開示されている「流体混合装置」を採用することができる。この「流体混合装置」は、駆動部を持たない静止型流体混合装置で、ユニット内部にハニカム構造のエレメントを直列的に配置して、複数の流体(本実施形態では水Wと燃料油F)を加圧通過させてせん断力を作用させることにより、超微粒化かつ均一化混合を短時間で実現する装置である。

20

【0035】

上記のように構成した水混合燃料生成装置Aには、コントローラCを設けており、コントローラCは、内部バスにより相互に接続されたCPU(Central Processing Unit)、ROM(Read Only Memory)、及びRAM(Random Access Memory)等を備えたコンピュータ装置である。CPUは、タイマを内蔵しており、ROMに格納された制御プログラムをRAMに読み込み、この制御プログラムにしたがって、水の添加割合等の演算を実行する。

30

【0036】

コントローラCには、図3に示すように、操作部Opと第1～第2流量計R1～R2からの各出力情報が入力インターフェースを介して入力される一方、コントローラCは、第1～第2電動流量調整弁V1～V2と、危急遮断弁V3と、圧力調整弁V4と、第1電動三方弁Vc1と、第2電動三方弁Vc2と、各電動ポンプP1～P3に出力インターフェースを介して制御情報を出力する。

【0037】

上記のように構成した水混合燃料生成装置Aでは、操作部Opを手動操作して、2種類の水混合燃料のいずれを生成するかを選択するとともに、所望の水の添加割合を設定することで、所望の水の添加量[kg]と消費燃料油量[kg]が算出されて、それに適応した第1～第2電動流量調整弁V1～V2の各開口量が決定されるとともに、決定された各開口量に第1～第2電動流量調整弁V1～V2が開口動作する。そして、第1～第2電動流量調整弁V1～V2をそれぞれ通して流動する各流体(燃料油Fと水W)の各流量が第1～第2流量計R1～R2によりそれぞれ検出されて、各検出情報がコントローラCに入力される。設定された所望の水の添加割合が得られるまで第1～第2電動流量調整弁V1～V2の各開口量がフィードバック制御される。つまり、水Wと燃料油Fの各流量が設定量となるまで制御される。

40

【0038】

所望の水の添加割合が得られるようになった混合流体は、水混合燃料用電動ポンプP1により流体混合器M内に導入されて、流体混合器M内で分散質の水W又は燃料油Fの90

50

%以上が数 μm ～約 $20\mu\text{m}$ の粒径に微細化された微小な水粒 W_a 又は油粒 F_a となるとともに、分散媒としての燃料油 F 又は水 W 中に均一化されて水混合燃料となって導出される。

【0039】

具体的に説明すると、燃料油70：水30の混合割合で「微小水粒型水混合燃料」を生成する場合は、第1電動流量調整弁 V_1 を全開状態とする一方、第2電動流量調整弁 V_2 を全閉状態とする（燃料油 F のみで運転する状態）。この際、危急遮断弁 V_3 と圧力調整弁 V_4 は開状態としておく。そして、第2電動三方弁 V_{c2} は、燃料油供給パイプ9において燃料油タンク T_1 とエンジン又はボイラ等の機器 K が連通された状態となして、燃料油供給パイプ9を介して燃料油タンク T_1 からエンジン又はボイラ等の機器 K に燃料油 F を供給する。

10

【0040】

このような状態で、第1流量計 R_1 が検出した燃料油 F の流量と燃料油タンク T_1 から燃料油 F が流出した経過時間とから、合流流体導入パイプ3中と循環流路 J 中に燃料油 F が充填されたとコントローラ C が判定すると、第1電動流量調整弁 V_1 を全開状態（100%の開度）から70%の開度に漸次絞り調整するとともに、第2電動流量調整弁 V_2 を全閉状態（0%の開度）から30%の開度に漸次開き調整する。また、圧力調整弁 V_4 の開度を、水混合燃料導出パイプ4の圧力が設定された値（例えば、約 0.5MPa ）になるように調整する。

【0041】

この際、第1電動三方弁 V_{c1} は、水混合燃料循環パイプ5の下流側と水混合燃料回収パイプ6側に流路を切り替えて、燃料油 F 及び水混合燃料が水混合燃料回収パイプ6を通して分離タンク T_3 内に回収されるようにしておく。第1流量計 R_1 が検出した燃料油 F の流量と、第2流量計 R_2 が検出した水 W の流量と、燃料油タンク T_1 から燃料油 F が流出した経過時間とから、合流流体導入パイプ3中と循環流路 J 中の水混合燃料の混合比率が燃料油70%：水30%になったとコントローラ C が判定すると、第1電動三方弁 V_{c1} は、水混合燃料循環パイプ5が水混合燃料用電動ポンプ P_1 まで連通状態となるように流路を切り替えるとともに、第2電動三方弁 V_{c2} は、水混合燃料導出パイプ4と燃料油供給パイプ9の下流側部とが連通された状態となるように流路を切り替える。

20

【0042】

このようにして、合流流体導入パイプ3中と循環流路 J 中に充填されている燃料油 F に対して、後発的に水 W を混入させることで、重量割合が30%の水 W を微小な水粒 W_a の状態に70%の燃料油 F 中に混在させることができる（図2（a）参照）。すなわち、燃料油 F の量は100%から70%まで漸次減少される一方、水 W の量は0%から30%まで漸次増大されながら、両者が合流流体導入パイプ3を介して流体混合器 M に導入されることで、流体混合器 M 内で分散質の水 W の90%以上が数 μm ～約 $20\mu\text{m}$ の粒径である水粒 W_a に微細化されるとともに、分散媒としての燃料油 F 中に均一化された「微小水粒型水混合燃料」が生成されて、生成された「微小水粒型水混合燃料」がエンジン又はボイラ等の機器 K に供給される。

30

【0043】

また、燃料油70：水30の混合割合で「微小油粒型水混合燃料」を生成する場合は、第1電動流量調整弁 V_1 を全閉状態とする一方、第2電動流量調整弁 V_2 を全開状態とする（燃料油を供給しない状態）。この際、危急遮断弁 V_3 と圧力調整弁 V_4 は開状態としておく。そして、第2電動三方弁 V_{c2} は、燃料油供給パイプ9において燃料油タンク T_1 とエンジン又はボイラ等の機器 K が連通された状態となして、燃料油供給パイプ9を介して燃料油タンク T_1 からエンジン又はボイラ等の機器 K に直接燃料油 F を供給する。

40

【0044】

このような状態で、第2流量計 R_2 が検出した水 W の流量と水タンク T_2 から水 W が流出した経過時間とから、合流流体導入パイプ3中と循環流路 J 中に水が充填されたとコントローラ C が判定すると、第1電動流量調整弁 V_1 を全閉状態から可及的速やかに導入さ

50

れる燃料油 F の量を増大させ、最終的に 70% の開度に調整するとともに、第 2 電動流量調整弁 V 2 を全開状態から 30% の開度に調整する。また、圧力調整弁 V 4 の開度を、水混合燃料導出パイプ 4 の圧力が設定された値（例えば、約 0.5 MPa）になるように調整する。

【 0 0 4 5 】

この際、第 1 電動三方弁 V c 1 は、水混合燃料循環パイプ 5 の下流側と水混合燃料回収パイプ 6 側に流路を切り替えて、水及び水混合燃料が水混合燃料回収パイプ 6 を通して分離タンク T 3 内に回収されるようにしておく。第 1 流量計 R 1 が検出した燃料油 F の流量と、第 2 流量計 R 2 が検出した水 W の流量と、燃料油タンク T 1 から燃料油 F が流出した経過時間とから、合流流体導入パイプ 3 中と循環流路 J 中の水混合燃料の混合比率が燃料油 70% : 水 30% になったとコントローラ C が判定すると、第 1 電動三方弁 V c 1 は、水混合燃料循環パイプ 5 が水混合燃料用電動ポンプ P 1 まで連通状態となるように流路を切り替えるとともに、第 2 電動三方弁 V c 2 は、水混合燃料導出パイプ 4 と燃料油供給パイプ 9 とが連通された状態となるように流路を切り替える。

【 0 0 4 6 】

このようにして、合流流体導入パイプ 3 中と循環流路 J 中に充満されている水 W に対して、後発的に燃料油 F を混入させることで、重量割合が 70% の燃料油 F を微小な油粒 F a の状態で 30% の水 W 中に混在させることができる（図 2 (b) 参照）。すなわち、水 W の量は 100% から 30% まで漸次減少される一方、燃料油 F の量は 0% から 70% まで漸次増大されながら、両者が合流流体導入パイプ 3 を介して流体混合器 M に導入されることで、流体混合器 M 内で分散質の燃料油 F の 90% 以上が数 μm ~ 約 20 μm の粒径である油粒 F a に微細化されるとともに、分散媒としての水 W 中に均一化された「微小油粒型水混合燃料」が生成されて、生成された「微小油粒型水混合燃料」がエンジン又はボイラ等の機器 K に供給される。

【 0 0 4 7 】

上記のように構成した水混合燃料生成装置 A により生成される水混合燃料は、流体混合器 M により分散質としての水又は燃料油の 90% 以上が数 μm ~ 約 20 μm の粒径まで微粒化されて燃料油中に分散されているため、次のような、これまでにない特徴を得ることが出来る。

【 0 0 4 8 】

(1) 水混合燃料生成装置 A により生成される水混合燃料は、燃料油 F 中に混入している水粒 W a 又は油粒 F a が数 μm ~ 約 20 μm の粒径であって、ディーゼルエンジン E に設けた燃料噴射ポンプのプランジャとバレルの隙間よりも小さい粒子を多数含むため、焼き付が起こらない。

【 0 0 4 9 】

また、燃料噴射ポンプのノズルから噴射されて微粒化された燃料油（油粒 F a ）の粒径は、噴射の条件によっても異なるが、十数 ~ 数十マイクロン（ μm ）である。これに対し、流体混合器 M によって微粒化された水（水粒 W a ）の 90% 以上は数 μm ~ 約 20 μm の粒径であるため、噴射された油粒 F a 中に水粒 W a が多く存在できることになる。これが燃焼室の高温により加熱されると、油粒 F a よりも沸点の低い水粒 W a が先に蒸発し、その体積が大気圧下においては約 1500 倍になる。そのため、周囲の油粒 F a をさらに微粒化して（マイクロ爆発を起こして）、燃焼を改善することができる。

【 0 0 5 0 】

(2) 水混合燃料生成装置 A により生成される「微小油粒型水混合燃料」は、水中に混入している油粒 F a の 90% 以上が数 μm ~ 約 20 μm の粒径であって、ボイラやディーゼル機関に装備された燃料噴射装置の微粒化機構によって微粒化された燃料油の油粒の粒径と同等もしくはこれよりも小さいため、燃料噴射装置のうちの微粒化機構が不要となり、ボイラやディーゼル機関に装備された燃料噴射装置の低コスト・高性能化が可能となる。

【 0 0 5 1 】

流体混合器Mから導出される水混合燃料は、水混合燃料導出パイプ4及び燃料油供給パイプ9の下流側部を通してエンジン又はボイラ等の機器K（本実施形態ではディーゼルエンジン）に供給される。この際、操作部Opの手動操作により第2電動三方弁Vc2は燃料油供給パイプ9の上流側が切断されるように制御される。ここで、流体混合機Mは、燃料噴射装置の一形態であるエンジン又はボイラ等の機器Kのから出来るだけ近い位置に設置している。そして、水混合燃料生成装置Aにより水混合燃料を生成した後に、すぐに燃料噴射装置の一形態であるエンジン又はボイラ等の機器Kのから水混合燃料を噴射することができるようにしている。そうすることで、水混合燃料は、水Wと燃料油Fが分離することなく噴射されるとともに、燃料油F中に含まれる水Wや分離した水Wによる燃料供給系の腐食が防止できる。

10

【0052】

分散質の水Wの90%以上を所望の数 μm ～約 $20\mu\text{m}$ の粒径に微細化する場合には、水混合燃料循環パイプ5を介して循環流路Jを形成し、水混合燃料を循環流路J中で循環させることで、水混合燃料を複数回にわたって流体混合器M内を通過させる。

【0053】

エンジン又はボイラ等の機器Kに供給される水混合燃料の余剰分は、戻しパイプ10を介して循環流路J内に設置された水混合燃料用電動ポンプP1の吸入側に導かれる。

【0054】

発停時や緊急時には、エンジン又はボイラ等の機器Kに燃料油Fのみを供給することができる。この場合には、コントローラCに閉弁制御されて危急遮断弁V3が閉状態になるとともに、操作部Opの手動操作により第2電動三方弁Vc2が切替制御されて、燃料油タンクT1からエンジン又はボイラ等の機器Kに燃料油供給パイプ9を介して燃料油Fが供給される。

20

【0055】

また、コントローラCは、発停時や緊急時に、危急遮断弁V3を閉弁制御するとともに、第2電動三方弁Vc2を切替制御して、水混合燃料生成装置Aの水混合燃料導出パイプ4からエンジン又はボイラ等の機器Kへの水混合燃料の供給を停止させるとともに、燃料油タンクT1からエンジン又はボイラ等の機器Kに燃料油供給パイプ9を介して燃料油Fが自動的に供給されるようにすることもできる。

【0056】

この場合、コントローラCによりエンジン又はボイラ等の機器Kへの燃料油Fのみの供給が確保されるため、エンジン又はボイラ等の機器Kが急作動停止したり、破損されたりするという不慮の事態の発生を回避できる。この際、上記のように危急遮断弁V3を閉弁制御するとともに、第2電動三方弁Vc2を切替制御したコントローラCは、第1電動流量調整弁V1を閉弁制御し、かつ、圧力調整弁V4を開弁制御し、かつ、第1電動三方弁Vc1を切替制御して、合流流体導入パイプ3と水混合燃料導出パイプ4と水混合燃料循環パイプ5によって形成される循環流路J内で水混合燃料を循環させる。

30

【0057】

このように構成した水混合燃料生成装置Aでは、添加剤（界面活性剤）を不必要としているため、添加剤（界面活性剤）を投入するための添加剤投入装置を設ける必要がない。したがって、添加剤投入装置を設けない分、水混合燃料生成装置Aを小型・軽量化できる。また、流体混合器Mは燃料噴射装置の直前に設置する必要があるが、その他の機器は任意のスペースに設置して配管により流体混合器Mと接続すればよいため、機器の配置が自由に設計できるという特徴を持つ。

40

【実施例】

【0058】

[実験1]

本実験1では、添加剤の要らない本実施形態の水混合燃料生成装置Aを用いて、「微小水粒型水混合燃料」によるNOxの低減効果と、それが燃費とPM（粒子状物質：Particulate Matter）に及ぼす影響を明らかにする実験を行った。その結果、この水混合燃料生

50

成装置 A を用いることにより NO_x のみならず、燃費と PM を同時低減できることを示した。

【 0 0 5 9 】

すなわち、 $214 \text{ kW} / 3101 \text{ min}^{-1}$ の小型高速ディーゼル機関に、前記のように構成した水混合燃料装置 A を接続して供試機関とし、この供試機関を運転して、次のような実験を行った。

【 0 0 6 0 】

この実験は、供試機関を船用特性上の負荷率 75% で運転し、燃料消費量とエンジン各部の状態及び NO_x 、PM 等の排ガスデータを採取した。流体混合器 M としては、特許第 3884095 号 (図 15 ~ 図 23) に開示されている「流体混合装置」である (株) ナノクス製の「ラモンドナノミキサー」 (商品名) を採用した。燃料油は市販の軽油と低硫黄 A 重油 (1 種 1 号)、水は水道水をそれぞれ使用した。また、水の添加割合は、一定質量 (例えば、3 kg) の燃料油が消費される時間と、その時間内に消費される水の質量を計測することで、前記した水の添加割合の式を適用して算出した。

【 0 0 6 1 】

[実験 1 の結果]

図 4 に、「微小水粒型水混合燃料」と「微小油粒型水混合燃料」 (以下、両燃料ともいう。) における水の混合による燃料消費量の変化を示す。「微小水粒型水混合燃料」を使用した場合、水の混合割合の増加とともに燃費は改善され、混合割合を 30% にすることにより燃費は約 5% 改善されている。これに対し、「微小油粒型水混合燃料」を使用すると燃費は更に改善され水の混合割合 30% において約 8% 低減している。

【 0 0 6 2 】

図 5 に、両燃料における水の混合割合による NO_x の変化を示す。「微小水粒型水混合燃料」を使用した場合、水の混合割合の増加とともに NO_x は減少し、混合割合を 30% にすることにより約 35% 低減している。これに対し、「微小油粒型水混合燃料」を使用すると NO_x の低減効果は小さくなっている。

【 0 0 6 3 】

図 6 に、両燃料における水の混合割合による PM の変化を示す。「微小水粒型水混合燃料」を使用した場合、水の混合割合の増加とともに PM は減少し、混合割合を 20% にすることにより半減し、30% にすることにより約 60% 低減している。

【 0 0 6 4 】

図 7 に、「微小水粒型水混合燃料」を用いた場合の、水の混合割合による PM の低減効果を示す。水の混合割合に比例して捕集フィルタの色がカーボンブラックから灰色に変化しており、混合割合を 30% にすることにより薄い灰色になっている。

【 0 0 6 5 】

図 8 に、燃料油 (C 重油) 中に水を 30% 混合させた「微小水粒型水混合燃料」における水粒子の粒径分布 (C 重油に水を混合した場合) を示す。水粒子のモード径 (分布の最頻値に対応する粒子径) が、ナノレベル ($1 \mu\text{m}$ 未満) の粒径を含む $1 \mu\text{m}$ 近傍 ($2 \mu\text{m}$ 未満) の値となるように微細化されているため、ミクロ爆発により燃焼を改善することができる。

【 0 0 6 6 】

[実験 2]

本実験 2 では、添加剤の要らない本実施形態の水混合燃料生成装置 A を用いて、「微小油粒型水混合燃料」における水の混合割合が 30% の場合の燃費の変化を明らかにする実験を行った。

【 0 0 6 7 】

すなわち、 $214 \text{ kW} / 3101 \text{ min}^{-1}$ の小型高速ディーゼル機関に、前記のように構成した水混合燃料装置 A を接続して供試機関とし、この供試機関を運転して、次のような実験を行った。

【 0 0 6 8 】

10

20

30

40

50

この実験は、供試機関を船用特性上の負荷率75%、50%、25%でそれぞれ運転して、それらの運転の際の燃費データを採取した。流体混合器Mとしては、実験1と同様に「ラモンドナノミキサー」(商品名)を採用した。燃料油は市販の軽油、水は水道水をそれぞれ使用した。また、水の混合割合は、一定質量(例えば、1~3kg)の燃料油が消費される時間と、その時間内に消費される水の質量を計測することで、前記した水の混合割合の式を適用して算出した。

【0069】

[実験2の結果]

図9に、市販の軽油中に水を30%混合させた「微小油粒型水混合燃料」における油粒子の顕微鏡写真を示す。これは、水混合燃料生成装置の水混合燃料用電動ポンプP1の吐出圧力(流体混合器Mの入口圧力)を0.6MPaに設定して生成した「微小油粒型水混合燃料」を撮影したものである。図9に示すように、ほとんどの油粒は20μm以下に微粒化されている。

【0070】

図10に、市販の軽油中に水を30%混合させた「微小油粒型水混合燃料」における燃費の変化(%)を示す。この図は軽油中に水を混合させない場合と、水を30%混合した場合を対比している。水を30%混合させた「微小油粒型水混合燃料」を使用することにより、負荷率25%、50%、75%のいずれの負荷率においても燃費が7%~8%改善されている。

【0071】

[結果の考察]

上記した実験により、CO₂(燃費)、NO_x、PMを同時に低減できることを示したが、この欄では、この理由と今後の展望及び課題について考察する。

【0072】

図4において燃費が改善されているのは、燃料油に水を混合することにより噴霧に導入される空気量が増加するため、特に拡散燃焼期間における燃焼が促進されたためと考えられる。また予混合燃焼量が増加することにより燃焼が改善され、図6に示すようにPMも減少したものと考えられる。

【0073】

図5において、水の混合割合とともにNO_xが低減しているが、これは(1)水の蒸発に伴う気化熱による温度低下、(2)水が蒸発して発生した水蒸気による比熱増加の影響と考えられる。

【0074】

図8において、「微小水粒型水混合燃料」の水粒は、数μm~約20μmの粒径であるため、ミクロ爆発効果により燃費が改善される。

【0075】

図9及び図10に示すように、「微小油粒型水混合燃料」は、燃焼噴射装置による微粒化を行う必要がないため、(1)燃焼室における微粒化過程がなくなり燃焼が改善されることにより燃費が大幅に低減できることに加え、(2)燃料噴射装置のうちの微粒化機構が不要となり、ボイラやディーゼル機関に装備された燃料噴射装置の低コスト・高性能化が可能となる。

【0076】

また、図10に示す「微小油粒型水混合燃料」を使用した場合の負荷率と燃費の関係からすると、全ての負荷率において燃費が7~8%改善されている。このことから、燃料噴射量、噴射圧力、燃焼室の温度等の外的要因に係らず、燃焼が改善されていることがわかる。

【0077】

図11に、水混合燃料使用時の噴霧燃焼のモデル図を示す。図11(a)は、燃料油みの場合であり、Qaは噴射された燃料油の量を棒状に図示している。図11(b)は、燃料油に水を混合した場合であり、燃料油に水を混合することにより、噴射された燃料の

量 Q_b に混合された水の量 Q_c が加わることにより総噴射量 ($Q_b + Q_c$) が増加し噴霧に導入される空気量が増加する。すなわち、図 11 (a) と比較すると Q_a とほぼ等しい噴射された燃料の量 Q_b に対する空気量が増加するため、特に拡散燃焼期間における燃焼が促進され、燃費が改善されるとともに PM が低減する可能性がある。また、水が蒸発する際の気化熱と蒸発後の比熱の増加により燃焼温度が低下し、 NO_x が低減する。図 4 ~ 図 6 において、水の混合割合が増加すると燃費が改善されるとともに、 NO_x と PM が低減したのは、このような理由によるものと考えられる。

【 0 0 7 8 】

図 12 に、燃料油の噴霧燃焼過程の模式図を示す。図 12 に示すように、燃料噴射弁の細かいノズルの噴口から高速で噴出した燃料油 F は燃焼室内で微粒化し、蒸発する。この微粒化過程及びその後の蒸発過程において周囲から導入された空気と混合して可燃性混合気となり、約 1ms (ミリ秒) 後に自己着火して燃焼が始まる。このように、これまでの噴霧燃焼装置においては、燃焼噴射装置から噴射された燃料は、「微粒化」、「蒸発」という 2 つの過程を経て燃焼過程に移行する。

【 0 0 7 9 】

図 13 に、本実施形態に係る水混合燃料生成装置 A により生成された「微小油滴型水混合燃料」の噴霧燃焼過程の模式図を示す。図 13 に示すように、図 12 に示す燃料油を「微小油粒型水混合燃料」に代えることにより、図 12 に示す「微粒化過程」を経ることなく燃焼室内で「蒸発過程」が始まるため、燃費は更に改善されている。しかし、燃焼が活性化されることにより NO_x の生成が促進されるため、 NO_x は増加傾向となる可能性がある。図 5 に示す同一運転状態において、「微小油滴型水混合燃料」の NO_x の値が、「微小水滴型水混合燃料」の NO_x の値よりも高いのは、この理由によるものと考えられる。

【 0 0 8 0 】

これらの結果から、燃料油タンク T1 とエンジン又はボイラ等の機器 K における燃料噴射装置の間に、本実施形態に係る水混合燃料生成装置 A を設置することにより、(1) 燃費、 NO_x 及び PM の同時低減を図ることができるとともに、(2) 燃料噴射装置の一形態であるエンジン又はボイラ等の機器 K と、燃料油タンク T1 との間に設置して、燃焼室に「微小油滴型水混合燃料」を供給することにより、微粒化された油滴を直接燃焼室に噴射することができる (燃料噴射装置における微粒化機構を無くすことができる) ため、燃料噴射装置を簡略化できるばかりではなく、噴霧燃焼の改善 (燃焼促進) が可能となる。

【 0 0 8 1 】

また、SCR、EGR 等の他の NO_x 低減技術との組み合わせにより、IMO (国際海事機関: International Maritime Organization) の 3 次規制対応技術としての役割も期待できる。

【 0 0 8 2 】

[まとめ]

1. 新たに開発した添加剤なしで 2 種類の水混合燃料を生成できる水混合燃料生成装置を用いて、水混合燃料が排気エミッションに及ぼす影響を明らかにする実験を行った。その結果、(1) 「微小水粒型水混合燃料」における水の添加割合を 30% にすることにより付加率 75% において燃費を約 5%、 NO_x を約 35%、PM を約 60% 同時低減できることを示した。(2) 「微小油粒型水混合燃料」における水の混合割合を 30% とした場合にも、負荷率 25%、50%、75% において、燃費を 7% ~ 8% 改善できることを示した。

【 0 0 8 3 】

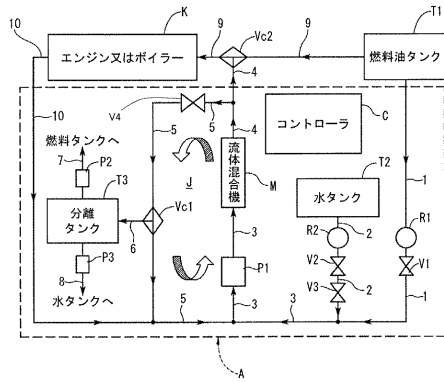
2. 燃料油タンクとボイラやディーゼル機関等の燃料噴射装置を必要とする機器の間に、新たに開発した添加剤の要らない水混合燃料生成装置を設置して、これらの機器に「微小油粒型水混合燃料」を生成することにより燃料噴射装置の「微粒化機構」が不要となるため、ボイラやディーゼル機関に装備された燃料噴射装置の低コスト・高性能化が可能となる。

【符号の説明】

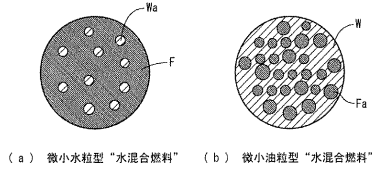
【 0 0 8 4 】

A	水混合燃料生成装置	
M	流体混合器	
T 1	燃料油タンク	
T 2	水タンク	
T 3	分離タンク	
R 1	第 1 流量計	
R 2	第 2 流量計	
V 1	第 1 電動流量調整弁	10
V 2	第 2 電動流量調整弁	
V 3	危急遮断弁	
V 4	圧力調整弁	
P 1	水混合燃料用電動ポンプ	
P 2	燃料油用電動ポンプ	
P 3	水用電動ポンプ	
V c 1	第 1 電動三方弁	
V c 2	第 2 電動三方弁	
J	循環流路	
C	コントローラ	20
Op	操作部	
W	水	
W a	水粒	
F	燃料油	
F a	油粒	
1	燃料油流出パイプ	
2	水流出パイプ	
3	合流流体導入パイプ	
4	水混合燃料導出パイプ	
5	水混合燃料循環パイプ	30
6	水混合燃料回収パイプ	
7	燃料油回収パイプ	
8	水回収パイプ	
9	燃料油供給パイプ	
1 0	戻しパイプ	

【図 1】

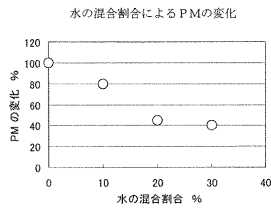


【図 2】

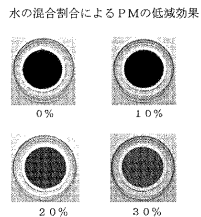


(a) 微小水粒型“水混合燃料” (b) 微小油粒型“水混合燃料”

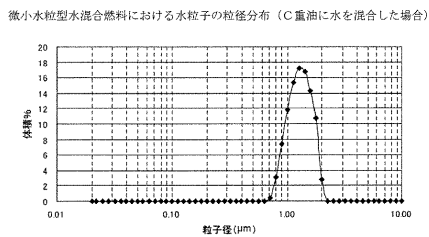
【図 6】



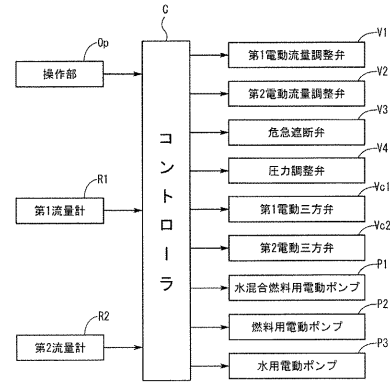
【図 7】



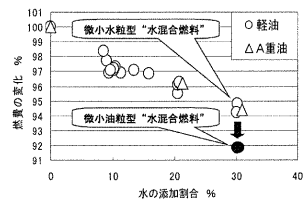
【図 8】



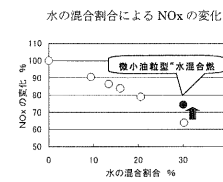
【図 3】



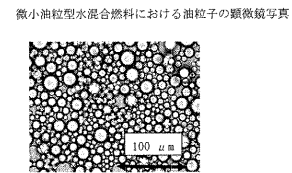
【図 4】



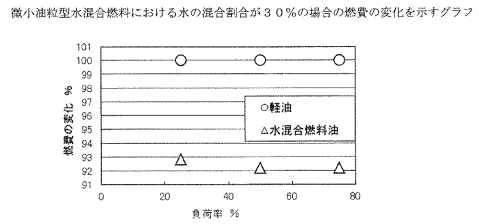
【図 5】



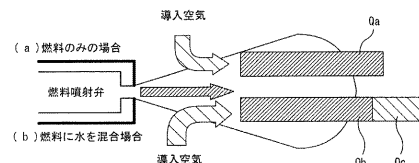
【図 9】



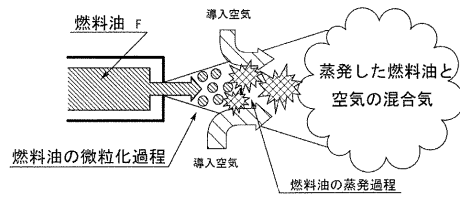
【図 10】



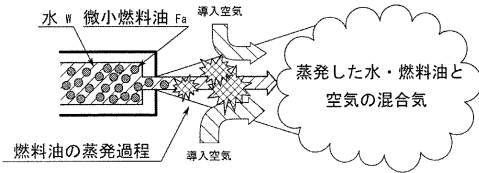
【図 11】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 0 1 F 15/04 (2006.01) B 0 1 F 15/04 A

(74)代理人 100080160

弁理士 松尾 憲一郎

(72)発明者 前田 和幸

山口県下関市永田本町2丁目7-1 独立行政法人 水産大学校内

(72)発明者 最上 賢一

福岡県北九州市八幡西区引野1丁目8番7号

審査官 川口 真一

(56)参考文献 特開2006-9631(JP, A)

特許第4533969(JP, B2)

特開2011-179403(JP, A)

特開2007-211591(JP, A)

特開2010-150957(JP, A)

特開平6-229346(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 2 M 2 5 / 0 2 2

F 0 2 B 4 7 / 0 2

B 0 1 F 3 / 0 8

B 0 1 F 5 / 0 2

B 0 1 F 1 5 / 0 4

C 1 0 L 1 / 3 2