



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년06월04일
(11) 등록번호 10-1864517
(24) 등록일자 2018년05월29일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02M 25/022 (2006.01) B01F 3/08 (2006.01)
C10L 1/32 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
F02M 25/022 (2013.01)
B01F 3/0811 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7003708
- (22) 출원일자(국제) 2014년08월29일
심사청구일자 2016년03월31일
- (85) 번역문제출일자 2016년02월12일
- (65) 공개번호 10-2016-0047464
- (43) 공개일자 2016년05월02일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2014/072771
- (87) 국제공개번호 WO 2015/030187
국제공개일자 2015년03월05일
- (30) 우선권주장
JP-P-2013-178463 2013년08월29일 일본(JP)
JP-P-2013-253019 2013년12월06일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
KR1020120084814 A*
JP4533969 B2*
KR1020120084805 A
JP2010025382 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
내셔널 리서치 앤드 디벨롭먼트 에이전시, 재팬
피셔리즈 리서치 앤드 에듀케이션 에이전시
일본, 가나가와, 요코하마, 니시-쿠, 미나토 미라이 2-3-3
마루후쿠스이산 가부시키가이샤
일본국 후쿠오카현 기타큐슈시 고쿠라키타구 니시
미나토마치 94번치노 9
(뒷면에 계속)
- (72) 발명자
마에다 카즈유키
일본, 야마구치 7596595, 시모노세키-시, 나가타
-혼마치, 2-7-1, 내셔널 피셔리즈 유니버시티 내
모가미 켄이치
일본, 후쿠오카 8060067, 기타큐슈-시, 야하타니
시-쿠, 히키노1-초메, 8-7
- (74) 대리인
청운특허법인

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 권지한

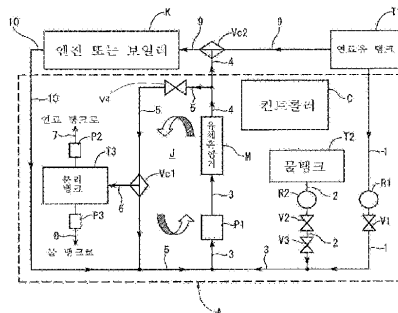
(54) 발명의 명칭 물 혼합 연료 생성 장치

(57) 요약

첨가제 없이 물 혼합 연료를 생성할 수 있는 물 혼합 연료 생성 시스템을 제공하는 것.

연속상으로서의 연료유와 분산상으로서의 물 또는 연속상으로서의 물과 분산상으로서의 연료유를 유체 혼합기 내에 도입하고, 도입한 분산상으로서의 물 또는 연료유를, 연료 분사 장치 부근에 설치한 유체 혼합기에 의해 수 μ m 이하를 포함하는 입경까지 미세화함과 동시에, 도입한 연속상으로서의 연료유 중 또는 수중에 균일화시켜서, 물과 연료유를 분리하기 전에 분사함으로써, 첨가제 없이 물 혼합 연료를 생성하여 도출한다.

도 1 - 도1



(52) CPC특허분류

C10L 1/328 (2013.01)
F02M 25/0225 (2013.01)
F02M 25/0228 (2013.01)
B01F 2003/0842 (2013.01)
C10L 2290/02 (2013.01)
C10L 2290/143 (2013.01)
C10L 2290/24 (2013.01)
Y02T 10/121 (2018.05)

(73) 특허권자

료하스 가부시킴가이사

일본, 후쿠오카켄 8111213, 치쿠시-군, 나카가와-
마치, 나카바루, 2-120, 하카타미나미에키마에 빌
딩, 세컨드 플로어

가부시킴가이사 제이알씨에스 엠에프지.

일본국 750-8515 야마구치켄 시모노세키시 히가시
야마토마치 1-2-14

명세서

청구범위

청구항 1

연속상으로서의 연료유와 분산상으로서의 물 또는 연속상으로서의 물과 분산상으로서의 연료유를 유체 혼합기 내에 도입하고, 도입한 분산상으로서의 물 또는 연료유를, 연료 분사 장치 부근에 설치한 유체 혼합기에 의해 수 μm 이하를 포함하는 입경까지 미세화함과 동시에, 도입한 연속상으로서의 연료유 중 또는 물속에 균일화시켜서, 물과 연료유를 분리하기 전에 분사함으로써, 첨가제 없이 물 혼합 연료를 생성하여 도출하는 혼합 연료 생성 장치에 있어서,

연료유를 수용한 연료유 탱크와, 물을 수용한 물 탱크를, 합류 유체 도입 파이프를 매개로 유체 혼합기의 도입구에 접속하고,

유체 혼합기의 도출구에는, 물 혼합 연료 도출 파이프의 기단부를 접속하고,

물 혼합 연료 도출 파이프 중도부에는, 물 혼합 연료 순환 파이프의 기단부를 접속하는 한편, 합류 유체 도입 파이프 중도부에는, 물 혼합 연료 순환 파이프의 선단부를 접속하여, 순환 유로를 형성함으로써 분산상으로서의 물 또는 연료유의 미립화를 촉진하고,

물 혼합 연료 순환 파이프에는, 제1 삼방 밸브를 매개로 분리 탱크를 접속함과 동시에, 제1 삼방 밸브의 유로 전환 조작에 의해 분리 탱크 내에 물 혼합 연료를 회수 가능하게 한 것을 특징으로 하는 물 혼합 연료 생성 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

연료유 탱크와 연료 분사 장치를 접속하는 연료유 공급 파이프의 하류측인 연료 분사 장치의 직전에, 물 혼합 연료 도출 파이프의 선단부를 접속하는, 보강 가능한 구조로 한 것을 특징으로 하는 물 혼합 연료 생성 장치.

청구항 3

청구항 1 또는 2에 있어서,

분리 탱크 내에 회수된 물 혼합 연료는, 비중차이에 의해 연료유와 물이 분리 탱크 내에서 서로 분리됨과 동시에, 분리된 연료와 물을 개별 회수 가능하게 한 것을 특징으로 하는 물 혼합 연료 생성 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

유체 혼합기 내에, 연속상으로서의 연료유와 분산상으로서의 물을 도입하고, 도입한 분산상으로서의 물을, 유체 혼합기에 의해 수 μm 이하를 포함하는 입경까지 미세화하여 미소한 물 입자를 이루는 것과 동시에, 도입한 연속상으로서의 연료유 중에 균일화시킴으로써, 첨가제 없이 미소한 물 입자가 혼재하는 물 혼합 연료를 생성하는 형태와,

유체 혼합기 내에, 연속상으로서의 물과 분산상으로서의 연료유를 도입하고, 도입한 분자상으로서의 연료유를, 유체 혼합기에 의해 수 μm 이하를 포함하는 입경까지 미세화하여 미소한 기름 입자를 이루는 것과 동시에, 도입한 연속상으로서의 물중에 균일화시킴으로써, 첨가제 없이 미소한 기름 입자가 혼재하는 물 혼합 연료를 생성하는 형태를, 선택 가능하게 한 것과 동시에,

이들 형태에서는, 서로, 질량 기준에서의 물의 혼합 비율이 동일한 물 혼합 연료를 생성 가능하게 한 것을 특징으로 하는 물 혼합 연료 생성 장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

미소한 물 입자가 혼재하는 물 혼합 연료를 생성하여 도출하는 경우에는,

미리, 제1 삼방 밸브에 의해 유로를 전환하여, 연료유 및 물 혼합 연료가 분리 탱크 내에 회수되도록 해 두고, 동시에,

제2 삼방 밸브에 의해 연료유 공급 파이프에서 연료유 탱크와 연료 분사 장치가 연이어 통한 상태가 되어, 연료유 공급 파이프를 매개로 연료유 탱크로부터 연료 분사 장치로 연료유를 공급함과 동시에, 합류 유체 도입 파이프를 매개로 유체 혼합기 내에, 연속상으로서의 연료유만을 도입해 두고,

그 후, 유체 혼합기 내에 도입하는 연속상으로서의 연료유를 소정의 비율까지 점차 감소시킴과 동시에, 유체 혼합기 내에 도입하는 분산상으로서의 물을 소정의 비율까지 점차 증대시킴으로써, 유체 혼합기 내에, 연속상으로서의 연료유와 분산상으로서의 물을 소정의 비율로 도입하고,

이어서, 제1 삼방 밸브에 의해 물 혼합 연료 순환 파이프가 순환 유로를 형성하도록 유로를 전환함과 동시에, 제2 삼방 밸브에 의해 물 혼합 연료 도출 파이프와 연료 분사 장치가 연통 상태가 되도록 유로를 전환하는 한편,

미소한 기름 입자가 혼재하는 물 혼합 연료를 생성하여 도출할 경우에는,

미리, 제1 삼방 밸브에 의해 유로를 전환하여, 물 및 물 혼합 연료가 분리 탱크 내에 회수되도록 해 두고, 동시에,

제2 삼방 밸브에 의해 연료유 공급 파이프에서 연료유 탱크와 연료 분사 장치가 연이어 통한 상태가 되어, 연료유 공급 파이프를 매개로 연료유 탱크로부터 연료 분사 장치로 연료유를 공급함과 동시에, 합류 유체 도입 파이프를 매개로 물 탱크로부터 유체 혼합기 내에, 연속상으로서의 물만을 도입해 두고,

그 후, 유체 혼합기 내에 도입하는 연속상으로서의 물을 소정의 비율까지 감소시킴과 동시에, 유체 혼합기 내에 도입하는 분산상으로서의 연료유를 소정의 비율까지 증대시킴으로써, 유체 혼합기 내에, 연속상으로서의 물과 분산상으로서의 연료유를 소정의 비율로 도입하고,

이어서, 제1 삼방 밸브에 의해 물 혼합 연료 순환 파이프가 순환 유로를 형성하도록 유로를 전환함과 동시에, 제2 삼방 밸브에 의해 물 혼합 연료 도출 파이프와 연료 분사 장치가 연통 상태가 되도록 유로를 전환하도록 한 것을 특징으로 하는 물 혼합 연료 생성 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 물 혼합 연료 생성 장치, 상세하게는 (1) 연속상으로서의 연료유와 분산상으로서의 물을 혼합하여 물 혼합 연료를 생성하는 장치, 및 (2) 연속상으로서의 물과 분산상으로서의 연료유를 혼합하여 물 혼합 연료를 생성하는 장치에 관한 것이다. 여기서, 물 혼합 연료란, (1) 분산질인 물과 분산매인 연료유, 및 (2) 분산질인 연료유와 분산매인 물을 혼합하여 이루어진 분산계 연료를 가리키며, 이하, (1)에 의해 생성된 물 혼합 연료를 「미소 물 입자형(水粒型) 물 혼합 연료」라고 부르며, (2)에 의해 생성된 물 혼합 연료를 「미소 기름 입자형(油粒型) 물 혼합 연료」라고 부른다.

배경 기술

[0002] 연료에 물을 첨가하는 기술은, 엔진이나 보일러 등의 기기에서 비교적 용이하면서도 확실하게 NO_x 을 저감할 수 있는 방법으로서 잘 알려져 있다. 또, 연료에 물을 첨가함으로써 NO_x와 연비를 동시에 저감할 수 있다는 보고도 있지만, 일반적으로 물을 경유나 A중유와 혼합하려면, 첨가제(계면활성제)를 필요로 한다(예를 들면, 특허 문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1 JP 2010-275380 A

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 그러나 첨가제를 이용하는 경우에는, 첨가제를 투입하기 위한 장치나 첨가제 그 자체에 필요로 하는 비용을 고려할 필요가 있어, 연비 개선 효과가 상쇄될 가능성이 있다.

[0005] 따라서, 본 발명은, 첨가제 없이 2 종류(「미소 물 입자형 물 혼합 연료」와 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」)의 물 혼합 연료를 선택적으로 생성할 수 있는 물 혼합 연료 생성 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 청구항 1에 기재된 발명은, 연속상으로서의 연료유와 분산상으로서의 물 또는 연속상으로서의 물과 분산상으로서의 연료유를 유체 혼합기 내에 도입하고, 도입한 분산상으로서의 물 또는 연료유를, 연료 분사 장치 부근에 설치한 유체 혼합기에 의해 수 μm 이하를 포함하는 입경까지 미세화함과 동시에, 도입한 연속상으로서의 연료유 중 또는 물 중에 균일화시켜서, 물과 연료유를 분리하기 전에 분사함으로써, 첨가제 없이 물 혼합 연료를 생성하여 도출하는 것을 특징으로 한다.

[0007] 청구항 2에 기재된 발명은, 청구항 1에 기재된 발명에 있어서, 연속상 또는 분산상으로서의 물의 혼합 비율을 임의의 값으로 설정할 수 있는 것을 특징으로 한다. 여기서, 물의 혼합 비율(첨가 비율)은, 물의 첨가량 [kg]을, 물의 첨가량 [kg] 과 소비 연료량 [kg] 의 합으로 나눈 값에 100을 곱한 백분율이다.

[0008] 청구항 3에 기재된 발명은, 청구항 1 또는 2에 기재된 발명에 있어서, 유체 혼합기 내에, 연속상으로서의 연료유와 분산상으로서의 물을 도입하고, 도입한 분산상으로서의 물을, 유체 혼합기에 의해 수 μm 이하를 포함하는 입경까지 미세화하여 미소한 물 입자를 이루는 것과 동시에, 도입한 연속상으로서의 연료유 중에 균일화시킴으로써, 첨가제 없이 미소한 물 입자가 혼재하는 물 혼합 연료를 생성하는 형태와,

[0009] 유체 혼합기 내에, 연속상으로서의 물과 분산상으로서의 연료유를 도입하고, 도입한 분산상으로서의 연료유를, 유체 혼합기에 의해 수 μm 이하를 포함하는 입경까지 미세화하여 미소한 기름 입자를 이루는 것과 동시에, 도입한 연속상으로서의 물속에 균일화시킴으로써, 첨가제 없이 미소한 기름 입자가 혼재하는 물 혼합 연료를 생성하는 형태를 선택 가능하게 한 것을 특징으로 한다.

[0010] 청구항 4에 기재된 발명은, 청구항 3에 기재된 발명에 있어서, 미소한 물 입자가 혼재하는 물 혼합 연료를 생성하여 도출하는 경우에는, 유체 혼합기 내에, 미리 연속상으로서의 연료유만을 도입해 두고, 그 후, 유체 혼합기 내에 도입하는 연속상으로서의 연료유를 소정의 비율까지 점차 감소시킴과 동시에, 유체 혼합기 내에 도입하는 분산상으로서의 물을 소정의 비율까지 점차 증대시킴으로써, 유체 혼합기 내에, 연속상으로서의 연료유와 분산상으로서의 물을 소정의 비율로 도입하는 한편,

[0011] 미소한 기름 입자가 혼재하는 물 혼합 연료를 생성하여 도출하는 경우에는, 유체 혼합기 내에, 미리 연속상으로서의 물만을 도입해 두고, 그 후, 유체 혼합기 내에 도입하는 연속상으로서의 물을 소정의 비율까지 감소시킴과 동시에, 유체 혼합기 내에 도입하는 분산상으로서의 연료유를 소정의 비율까지 증대시킴으로써, 유체 혼합기 내에, 연속상으로서의 물과 분산상으로서의 연료유를 소정의 비율로 도입하도록 한 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명은, 분산상으로서의 물 또는 연료유를, 수 μm 이하를 포함한 입경까지 미세화함으로써, 첨가제 없이 2종류의 물 혼합 연료를 선택적으로 생성하는 물 혼합 연료 생성 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 실시 형태로서의 물 혼합 연료 생성 장치의 개념도이다.

도 2는 물 혼합 연료의 모식도이다.

도 3은 제어 블록도이다.

도 4는 2종류의 물 혼합 연료에 있어서의 물의 혼합 비율에 의한 연비의 변화를 나타내는 그래프이다.

도 5는 2종류의 물 혼합 연료에 있어서의 물의 혼합 비율에 의한 NO_x의 변화를 나타내는 그래프이다.

도 6은 「미소 물 입자형 물 혼합 연료」에 있어서의 물의 혼합 비율에 의한 PM의 변화를 나타내는 그래프이다.

도 7은 「미소 물 입자형 물 혼합 연료」에 있어서의 물의 혼합 비율에 의한 PM의 저감 효과를 나타내는 사진이다.

도 8은 「미소 물 입자형 물 혼합 연료」에 있어서의 물 입자의 입경 분포(C중유에 물을 혼합했을 경우)이다.

도 9는 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」에 있어서의 기름 입자의 현미경 사진이다.

도 10은 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」에 있어서의 물의 혼합 비율이 30%인 경우의 연비의 변화를 나타내는 그래프이다.

도 11은 물 혼합 연료 사용시의 분무 연소의 모델도이다.

도 12는 연료유의 분무 연소 과정의 모식도이다.

도 13은 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」의 분무 연소 과정의 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하에, 본 발명에 관한 실시 형태에 대해 도면을 참조하면서 설명한다. 도 1은 본 실시 형태로서의 물 혼합 연료 생성 장치(A)의 개념도이며, 도 2는 물 혼합 연료 생성 장치(A)에 의해서 생성되는 물 혼합 연료의 모식도를 나타내는 것이다. 그리고 도 2(a)는 연료유(F) 중에 미소한 물 입자(Wa)가 혼재하고 있는 「미소 물 입자형 물 혼합 연료」의 모식도이며, 도 2(b)는 물(W) 중에 미소한 기름 입자(Fa)가 혼재하고 있는 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」의 모식도이다.

[0015] 물 혼합 연료 생성 장치(A)는, 도 1 및 도 2에 나타난 바와 같이, 연료유(F) 중 또는 물(W) 중에 물(W) 또는 연료유(F)를 혼합할 때에, (1) 첨가제를 필요로 하지 않는, (2) 「미소 물 입자형 물 혼합 연료」(연료유(F) 중에 미소한 물의 입자인 물 입자(Wa)가 혼재하는 상태)와, 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」(물(W) 중에 미소한 연료유의 입자인 기름 입자(Fa)가 혼재하는 상태)라는 2개 상태를 선택적으로 설정하고, 어느 한 상태의 물 혼합 연료를 생성할 수 있다는 특징을 갖는다.

[0016] 이 때문에, 물 혼합 연료 생성 장치(A)는, (1) 연비, NO_x 및 PM의 동시 저감을 도모할 수 있음과 동시에, (2) 연료 분사 장치의 한 형태인 후술의 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)와, 후술하는 연료유 탱크(T1)와의 사이에 설치하여, 기기(K)의 연소실에 물 혼합 연료 생성 장치(A)에 의해 생성한 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」를 공급함으로써, 미립화된 기름 방울(Fa)을 직접 연소실에 분사할 수 있기(연료 분사 장치에 있어서의 미립화 기구를 없앨 수 있기) 때문에, 연료 분사 장치를 간략화할 수 있는 것만이 아니라, 분무 연소의 개선(연소 촉진)이 가능해진다. 그리고, (3) 국제 해사 기관(IMO)의 NO_x 3차 규제 대응 기술로서의 활용이 기대된다.

[0017] 물 혼합 연료 생성 장치(A)는, 도 1에 나타난 바와 같이, 연료유 탱크(T1)와 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)를 접속하는 연료 공급 라인으로서의 연료유 공급 파이프(9)에, 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)의 직전에서 접속함과 동시에, 연료유(F)의 공급원인 연료유 탱크(T1)에 접속하고 있다. 즉, 물 혼합 연료 생성 장치(A)는, 기존의 연료유 공급 파이프(9)와 연료유 탱크(T1)에, 후술하는 물 혼합 연료 도출 파이프(4)와 연료유 유출 파이프(1)를 통해 보강하는 것으로 적용 가능하게 하고 있어, 연료유 탱크(T1)로부터 연료유 유출 파이프(1)를 매개로 공급되는 연료유(F)를 이용하여 물 혼합 연료를 생성함과 동시에, 연료유 공급 파이프(9)를 통해 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)에, 생성한 물 혼합 연료를 공급 가능하게 하고 있다. 또한, 본 실시 형태에서는, 상기 구성에 더하여, 후술하는 반환 파이프(10)를 매개로 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)에 물 혼합 연료 생성 장치(A)를 보강하고 있다.

[0018] 구체적으로 설명하면, 물 혼합 연료 생성 장치(A)는, 연료유 탱크(T1) 내에 수용한 연속상 또는 분산상으로서의 연료유(F; 예를 들면, 경유나 중유)와 물탱크(T2) 내에 수용한 분산상 또는 연속상으로서의 물(W; 예를 들면, 수돗물이나 순수한 물)을 합류시켜 유체 혼합기(M) 내에 도입하고, 도입한 분산상으로서의 물(W) 또는 연료유(F)를 유체 혼합기(M)에 의해 수 μ m 이하를 포함하는 입경까지 미세화, 바람직하게는, 수 μ m~약 20 μ m의 입경이

될 때까지 미세화함과 동시에, 도입한 연료유(F) 중 또는 물(W) 중에 균일화시킨다.

- [0019] 이때, 유체 혼합기(M)는, 연료 분사 장치의 한 형태인 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)의 부근(가급적 근접하는 위치)에 설치하고, 균일화시킨 연료유(F)와 물(W)을 분리하기 전에 기기(K)의 연소실 내에서 분사되도록 구성하고 있다.
- [0020] 이와 같이 구성함으로써, 물 혼합 연료 생성 장치(A)에서는, 첨가제 없이 「미소 물 입자형 물 혼합 연료」 또는 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」가 물 혼합 연료로서 선택적으로 생성되어 도출되고, 도출된 물 혼합 연료가 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)에 공급되고, 공급된 물 혼합 연료가 연소실 내에서 분사되는 것으로, 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)가 구동되도록 하고 있다.
- [0021] 보다 구체적으로 설명하면, 유체 혼합기(M) 내에는, 연속상으로서의 연료유(F) 또는 물(W)과 분산상으로서의 물(W) 또는 연료유(F)를 도입하고, 도입한 분산상으로서의 물(W) 또는 연료유(F)의 80% 이상, 바람직하게는 90% 이상을, 유체 혼합기(M)에 의해 수 μm ~약 20 μm 의 입경까지 미세화하여 미소한 물 입자(Wa) 또는 기름 입자(Fa)를 이루는 것과 동시에, 도입한 연속상으로서의 연료유(F) 중 또는 물(W) 중에 균일화시킴으로써, 첨가제 없이 연료유(F) 중에 미소한 물 입자(Wa)가 혼재하는 「미소 물 입자형 물 혼합 연료」 또는 물(W) 속에 미소한 기름 입자(Fa)가 혼재하는 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」를 생성하여 도출할 수 있다.
- [0022] 미소한 물 입자(Wa)가 혼재하는 「미소 물 입자형 물 혼합 연료」를 생성하여 도출하는 경우에는, 유체 혼합기(M) 내에, 미리 연속상으로서의 연료유(F)만을 도입해 두고, 그 후, 유체 혼합기(M) 내에 도입하는 연속상으로서의 연료유(F)의 양을 소정의 비율까지 점차 감소시킴과 동시에, 유체 혼합기(M) 내에 도입하는 분산상으로서의 물(W)의 양을 소정의 비율까지 점차 증대시킴으로써, 유체 혼합기(M) 내에, 연속상으로서의 연료유(F)의 양과 분산상으로서의 물(W)의 양을 소정의 비율로 도입한다. 이 경우, 연속상으로서의 연료유(F)에 혼합하는 분산상으로서의 물(W)의 혼합 비율(첨가 비율)은, 임의의 값으로 설정할 수 있다.
- [0023] 예를 들면, 물(W)의 혼합 비율을, 30%로 설정한 경우에는, 유체 혼합기(M) 내에 도입되는 연속상으로서의 연료유(F)의 양이, 100%에서 70%의 비율까지 점차 감소됨과 동시에, 유체 혼합기(M) 내에 도입하는 분산상으로서의 물(W)의 양이 0%에서 30%의 비율까지 점차 증대된다. 그 결과, 미소한 물 입자(Wa)가 혼재하는 「미소 물 입자형 물 혼합 연료」가 생성된다.
- [0024] 미소한 기름 입자(Fa)가 혼재하는 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」를 생성하여 도출하는 경우에는, 유체 혼합기(M) 내에, 미리 연속상으로서의 물(W)만을 도입해 두고, 그 후, 유체 혼합기(M) 내에 도입하는 연속상으로서의 물(W)의 양을 소정의 비율까지 가급적 신속하게 점차 감소시킴과 동시에, 유체 혼합기(M) 내에 도입하는 분산상으로서 연료유(F)의 양을 소정의 비율까지 가급적 신속하게 증대시킴으로써, 유체 혼합기(M) 내에, 연속상으로서의 물(W)의 양과 분산상으로서의 연료유(F)의 양을 소정의 비율로 도입한다. 이 경우, 분산상으로서의 연료유(F)에 혼합하는 연속상으로서의 물(W)의 혼합 비율은, 임의의 값으로 설정할 수 있다.
- [0025] 예를 들면, 물(W)의 혼합 비율을 30%로 설정했을 경우에는, 유체 혼합기(M) 내에 도입되는 연속상으로서의 물(W)의 양이, 100%에서 30%의 비율까지 가급적 신속하게 점차 감소됨과 동시에, 유체 혼합기(M) 내에 도입하는 분산상으로서의 연료유(F)의 양이, 0%에서 70%의 비율까지 가급적 신속하게 증대된다. 그 결과, 미소한 기름 입자(Fa)가 혼재하는 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」가 생성된다.
- [0026] 이와 같이, 분산상으로서의 연료유(F)는, 0%에서 70%의 비교적 큰폭의 범위에서 가급적 신속하게 증대되기 때문에, 난류가 되어 유체 혼합기(M) 내에 도입된다. 그 때문에, 분산상으로서의 70%의 연료유(F)가 연속상으로서의 30%의 물(W) 중에, 미소한 기름 입자(Fa)가 되어 혼재한다.
- [0027] 여기서, 상기 물(W)의 첨가 비율은, 물의 첨가 비율=(물의 첨가량 [kg] / (물의 첨가량 [kg] + 소비 연료유량 [kg])) \times 100(%)의 식에 의해 산출한다.
- [0028] 또한, 물의 혼합 비율(첨가 비율)을 질량 기준으로 나타낸 것은, 다음의 이유에 따른다.
- [0029] (1) 연료유의 밀도는 일정하지 않고, 일반적인 경유의 밀도는 약 0.83이지만, C중유의 밀도는 약 0.98이다. 또, 물이나 연료유의 밀도는 온도에 의해 변화하고, 예를 들면, 물의 밀도는 0 $^{\circ}\text{C}$ 일 때는 0.999840이지만 50 $^{\circ}\text{C}$ 에서는 0.98805가 된다. 또, 연료유의 밀도도 물과 같이 온도의 상승과 함께 감소한다. 이 때문에, 물의 혼합 비율을 용적 기준으로 나타낸 경우, 각각의 온도 변화에 따라 혼합 비율이 변화하기 때문에, 그때마다 연료유 및 물의 밀도와 온도를 병기할 필요가 있음과 동시에 복잡한 계산이 필요하다. 이에 대해서, 질량 기준으로 나타낸 경우, 연료유의 종류(밀도차이)나 실험시에 있어서의 각각의 온도에 관계없이 일정한 값을 취하게 된다.

- [0030] (2) 연료유의 연소에 있어서의 중요한 요소로 연료유의 발열량이 있다. 이 값은 연료의 단위 질량당의 발열량 [kJ/kg] 으로 나타낸다. 또, 학술적인 자료나 실험 등에 있어서의 연료 소비량의 단위는 [kg/h]라는 질량 기준으로 나타낸다.
- [0031] 이어서, 물 혼합 연료 생성 장치(A)의 구성을, 더욱 구체적으로 설명한다. 즉, 물 혼합 연료 생성 장치(A)는, 도 1에 나타낸 바와 같이, 연료유(F)를 수용한 연료유 탱크(T1)의 저부에 연료유 유출 파이프(1)의 기단부를 접속하고, 연료유 유출 파이프(1)의 중도부에는 제1 유량계(R1)와 제1 전동 유량 조정 밸브(V1)를 이 순서대로 직렬적으로 배열 설치하고 있다. 또, 물(W)을 수용한 물탱크(T2)의 저부에 물 유출 파이프(2)의 기단부를 접속하고 있다. 물 유출 파이프(2)의 중도부에는, 제2 유량계(R2), 제2 전동 유량 조정 밸브(V2) 및 위급 차단 밸브(V3)를 이 순서대로 직렬적으로 배열 설치하고 있다. 그리고, 연료유 유출 파이프(1)의 선단부와 물 유출 파이프(2)의 선단부를 접속하고, 이 접속부에 합류 유체 도입 파이프(3)의 기단부를 접속함과 동시에, 합류 유체 도입 파이프(3)의 선단부에 유체 혼합기(M)의 도입구를 접속하고, 합류 유체 도입 파이프(3)의 중도부에는 물 혼합 연료용 전동 펌프(P1)를 배열 설치하고 있다. 여기서, 제1·제2 전동 유량 조정 밸브 V1, V2의 개구량(개도)에 의해, 물(W)과 연료유(F)의 혼합 비율이 조정된다.
- [0032] 물 혼합 연료용 전동 펌프(P1)는, 합류 유체 도입 파이프(3) 중의 연료유(F)와 물(W)의 합류 유체를 흡입함과 동시에, 유체 혼합기(M)를 향해서 도출(압송)하고, 유체 혼합기(M)에 합류 유체를 도입하도록 하고 있다. 유체 혼합기(M)의 도출구에는 물 혼합 연료 도출 파이프(4)의 기단부를 접속하고, 물 혼합 연료 도출 파이프(4)의 선단부는 제2 전동 삼방 밸브(Vc2)를 매개로 연료유 공급 파이프(9)에 접속하고 있다. 물 혼합 연료 도출 파이프(4)의 중도부에는 분기 부분이 있어, 이 분기 부분에 물 혼합 연료 순환 파이프(5)의 기단부를 접속하고, 물 혼합 연료 순환 파이프(5)는 압력 조정 밸브(V4)와 제1 전동 삼방 밸브(Vc1)를 거쳐 물 혼합 연료용 전동 펌프(P1)의 입구 부분에 도달한다.
- [0033] 제1 전동 삼방 밸브(Vc1)에는 물 혼합 연료 회수 파이프(6)를 매개로 분리 탱크(T3)를 접속하고, 분리 탱크(T3)에는 연료유 회수 파이프(7)를 매개로 연료유 탱크(T1)를 접속함과 동시에, 물 회수 파이프(8)를 매개로 물탱크(T2)를 접속하여 회수부를 형성하고 있다. 그리고, 제1 전동 삼방 밸브(Vc1)는 물 혼합 연료 순환 파이프(5)의 하류측과 물 혼합 연료 회수 파이프(6) 측에 유로를 전환이 자유롭게 하고 있다. 물 혼합 연료 회수 파이프(6)를 통해 분리 탱크(T3) 내에 회수된 물 혼합 연료는, 비중차이에 의해 연료유(F)와 물(W)이 분리 탱크(T3) 내에서 서로 분리됨과 동시에, 분리한 연료유(F)는 연료유 회수 파이프(7)를 매개로 연료유용 전동 펌프(P2)에 의해 연료유 탱크(T1) 내로 되돌려지는 한편, 분리한 물(W)은 물 회수 파이프(8)를 매개로 불용 전동 펌프(P3)에 의해 물탱크(T2) 내로 되돌려진다.
- [0034] 물 혼합 연료 도출 파이프(4)의 선단은, 연료유 공급 파이프(9)의 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)의 진입구의 근접 개소에 설치한 제2 전동 삼방 밸브(Vc2)에 접속하고 있다. 그리고, 제2 전동 삼방 밸브(Vc2)는 연료유 공급 파이프(9)가 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)와 연료유 탱크(T1)와 연이어 통한 상태와, 연료유 공급 파이프(9)의 하류측부(기기(K)의 연료 분사 장치에 접속되는 부분)와 물 혼합 연료 도출 파이프(4)가 연이어 통한 상태에 유로 전환을 자유롭게 하고 있다. 연료유 공급 파이프(9)가 연료유 탱크(T1)와 연이어 통한 상태에서는, 연료유 탱크(T1)로부터 직접 엔진 또는 보일러(K)에 연료유가 공급된다. 한편, 연료유 공급 파이프(9)의 하류측부와 물 혼합 연료 도출 파이프(4)가 연이어 통한 상태에서는, 물 혼합 연료 도출 파이프(4)로부터 연료유 공급 파이프(9)의 하류측부를 통해 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)에 물 혼합 연료가 공급된다.
- [0035] 물 혼합 연료 도출 파이프(4)에 있어서의 유체 혼합기(M)의 도출구 근방에 위치하는 부분에는, 물 혼합 연료 순환 파이프(5)의 기단부를 접속하는 한편, 합류 유체 도입 파이프(3)에 있어서의 물 혼합 연료용 전동 펌프(P1)의 상류측에 위치하는 부분에는, 물 혼합 연료 순환 파이프(5)의 선단부를 접속하여 순환 유로(J)를 형성하고 있다.
- [0036] 유체 혼합기(M)는, 도입한 분산질로서의 물(W) 또는 연료유(F)를, 수 μ m 이하를 포함하는 입경까지 미세화함과 동시에, 도입한 분산매로서의 연료유(F) 또는 물(W) 중에 균일화시킬 수 있는 것이라면 좋다. 바람직하게는, 본 실시 형태의 유체 혼합기(M)와 같이, 도입한 분산질로서의 물(W) 또는 연료유(F)의 90% 이상을 수 μ m~약 20 μ m의 입경까지 미세화하여 미소한 물 입자(Wa) 또는 기름 입자(Fa))를 이루는 것과 동시에, 도입한 분산매로서의 연료유(F) 또는 물(W) 중에 균일화시킬 수 있는 것, 예를 들면, 일본 특허 제 3884095호(도 15~도 23)에 개시되어 있는 「유체 혼합 장치」를 채용할 수 있다. 이 「유체 혼합 장치」는, 구동부를 갖지 않는 정지형 유체 혼합 장치로, 유닛 내부에 하나씩 구조의 엘리먼트를 직렬적으로 배치하고, 복수의 유체(본 실시 형태에서는 물(W)과 연료유(F))를 가압 통과시켜 전단력을 작용시킴으로써, 초미립화 또한 균일화 혼합을 단시간에 실현하는

장치이다.

- [0037] 상기와 같이 구성된 물 혼합 연료 생성 장치(A)에는, 컨트롤러(C)를 설치하고 있으며, 컨트롤러(C)는, 내부 버스에 의해 서로 접속된 CPU(Central Processing Unit), ROM(Read Only Memory), 및 RAM(Random Access Memory) 등을 구비한 컴퓨터 장치이다. CPU는 타이머를 내장하고 있으며, ROM에 저장된 제어 프로그램을 RAM으로 읽어들이고, 이 제어 프로그램에 따라 물의 첨가 비율 등의 연산을 실행한다.
- [0038] 컨트롤러(C)에는, 도 3에 나타난 바와 같이, 조작부(Op)와 제1~제2 유량계 R1~R2로부터의 각 출력 정보가 입력 인터페이스를 매개로 입력되는 한편, 컨트롤러(C)는 제1~제2 전동 유량 조정 밸브(V1~V2)와, 제1 전동 삼방 밸브(Vc1)와, 제2 전동 삼방 밸브(Vc2)와, 각 전동 펌프(P1~P3)에 출력 인터페이스를 매개로 제어 정보를 출력한다.
- [0039] 상기와 같이 구성된 물 혼합 연료 생성 장치(A)에서는, 조작부(Op)를 수동 조작하고, 2종류의 물 혼합 연료 중 어느 것을 생성할지를 선택함과 동시에, 원하는 물의 첨가 비율을 설정하는 것으로, 원하는 물의 첨가량 [kg] 과, 소비 연료유량 [kg] 이 산출되고, 그것에 적응한 제1~제2 전동 유량 조정 밸브(V1~V2)의 각 개구량이 결정됨과 동시에, 결정된 각 개구량으로 제1~제2 전동 유량 조정 밸브(V1~V2)가 개구 동작한다. 그리고 제1~제2 전동 유량 조정 밸브(V1~V2)를 각각 통해 유동하는 각 유체(연료유(F)와 물(W))의 각 유량이 제1~제2 유량계(R1~R2)에 의해 각각 검출되고, 각 검출 정보가 컨트롤러(C)에 입력된다. 설정된 원하는 물의 첨가 비율을 얻을 수 있을 때까지 제1~제2 전동 유량 조정 밸브(V1~V2)의 각 개구량이 피드백 제어된다. 즉, 물(W)과 연료유(F)의 각 유체가 설정량이 될 때까지 제어된다.
- [0040] 원하는 물의 첨가 비율을 얻을 수 있게 된 혼합 유체는, 물 혼합 연료용 전동 펌프 P1에 의해 유체 혼합기(M) 내에 도입되고, 유체 혼합기(M) 내에서 분산질의 물(W) 또는 연료유(F)의 90% 이상이 수 μ m~약 20 μ m의 입경으로 미세화된 미소한 물 입자(Wa) 또는 기름 입자(Fa)가 됨과 동시에, 분산매로서의 연료유(F) 또는 물(W) 중에 균일화되어 물 혼합 연료가 되어 도출된다.
- [0041] 구체적으로 설명하면, 연료유 70 : 물 30의 혼합 비율로 「미소 물 입자형 물 혼합 연료」를 생성하는 경우는, 제1 전동 유량 조정 밸브(V1)를 완전히 연 상태로 하는 한편, 제2 전동 유량 조정 밸브(V2)를 완전히 닫은 상태로 한다(연료유(F)만으로 운전하는 상태). 이때, 위급 차단 밸브(V3)와 압력 조정 밸브(V4)는 열린 상태로 해둔다. 그리고, 제2 전동 삼방 밸브(Vc2)는, 연료유 공급 파이프(9)에 대해 연료유 탱크(T1)와 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)가 연이어 통한 상태가 되고, 연료유 공급 파이프(9)를 매개로 연료유 탱크(T1)로부터 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)에 연료유(F)를 공급한다.
- [0042] 이러한 상태로, 제1 유량계(R1)가 검출한 연료유(F)의 유량과 연료유 탱크(T1)로부터 연료유(F)가 유출한 경과 시간으로부터, 합류 유체 도입 파이프(3) 중과 순환 유로(J) 중에 연료유(F)가 충전되었다고 컨트롤러(C)가 판정하면, 제1 전동 유량 조정 밸브(V1)를 완전히 연 상태(100%의 개도)에서 70%의 개도로 점차 조리게 조정함과 동시에, 제2 전동 유량 조정 밸브(V2)를 완전히 닫은 상태(0%의 개도)에서 30%의 개도로 점차 열림 조정한다. 또, 압력 조정 밸브(V4)의 개도를, 물 혼합 연료 도출 파이프(4)의 압력이 설정된 값(예를 들면, 약 0.5 MPa)이 되도록 조정한다.
- [0043] 이때, 제1 전동 삼방 밸브(Vc1)는 물 혼합 연료 순환 파이프(5)의 하류측과 물 혼합 연료 회수 파이프(6) 측으로 유로를 바꾸고, 연료유(F) 및 물 혼합 연료가 물 혼합 연료 회수 파이프(6)을 통해 분리 탱크(T3) 내에 회수 되도록 해 둔다. 제1 유량계(R1)가 검출한 연료유(F)의 유량과, 제2 유량계(R2)가 검출한 물(W)의 유량과, 연료유 탱크(T1)로부터 연료유(F)가 유출한 경과시간으로부터, 합류 유체 도입 파이프(3) 중과 순환 유로(J) 중의 물 혼합 연료의 혼합 비율이 연료유 70% : 물 30%가 되었다고 컨트롤러(C)가 판정하면, 제1 전동 삼방 밸브(Vc1)는 물 혼합 연료 순환 파이프(5)가 물 혼합 연료용 전동 펌프(P1)까지 연이어 통한 상태가 되도록 유로를 바꾸고 동시에, 제2 전동 삼방 밸브(Vc2)는 물 혼합 연료 도출 파이프(4)와 연료유 공급 파이프(9)의 하류측부가 연이어 통한 상태가 되도록 유로를 바꾼다.
- [0044] 이와 같이 하여, 합류 유체 도입 파이프(3) 중과 순환 유로(J) 중에 충전되어 있는 연료유(F)에 대해서, 후발적으로 물(W)을 혼입시키는 것으로, 중량 비율이 30%의 물(W)을 미소한 물 입자(Wa) 상태로 70%의 연료유(F) 중에 혼재시킬 수 있다(도 2(a) 참조). 즉, 연료유(F)의 양은 100%에서 70%까지 점차 감소되는 한편, 물(W)의 양은 0%에서 30%까지 점차 증대되면서, 양자가 합류 유체 도입 파이프(3)를 매개로 유체 혼합기(M)에 도입되는 것으로, 유체 혼합기(M) 내에서 분산질의 물(W)의 90% 이상이 수 μ m~약 20 μ m의 입경인 물 입자(Wa)로 미세화됨과 동시에, 분산매로서의 연료유(F) 중에 균일화된 「미소 물 입자형 물 혼합 연료」가 생성되고, 생성된 「미소 물

입자형 물 혼합 연료」가 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)에 공급된다.

- [0045] 또, 연료유 70 : 물 30의 혼합 비율로 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」를 생성하는 경우는, 제1 전동 유량 조정 밸브(V1)를 완전히 닫은 상태로 하는 한편, 제2 전동 유량 조정 밸브(V2)를 완전히 연 상태로 한다(연료유를 공급하지 않는 상태). 이때, 위급 차단 밸브(V3)와 압력 조정 밸브(V4)는 열린 상태로 해둔다. 그리고, 제2 전동 삼방밸브(Vc2)는, 연료유 공급 파이프(9)에 대해 연료유 탱크(T1)와 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)가 연이어 통한 상태가 되어, 연료유 공급 파이프(9)를 통해 연료유 탱크(T1)로부터 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)에 직접 연료유(F)를 공급한다.
- [0046] 이러한 상태에서, 제2 유량계(R2)가 검출한 물(W)의 유량과 물탱크(T2)로부터 물(W)이 유출한 경과시간으로부터, 합류 유체 도입 파이프(3) 중과 순환 유로(J) 중에 물이 충전되었다고 컨트롤러(C)가 판정하면, 제1 전동 유량 조정 밸브(V1)를 완전히 닫은 상태에서 가급적 신속하게 도입되는 연료유(F)의 양을 증대시켜, 최종적으로 70%의 개도로 조정함과 동시에, 제2 전동 유량 조정 밸브(V2)를 완전히 연 상태에서 30%의 개도로 조정한다. 또, 압력 조정 밸브(V4)의 개도를, 물 혼합 연료 도출 파이프(4)의 압력이 설정된 값(예를 들면, 약 0.5 MPa)이 되도록 조정한다.
- [0047] 이때, 제1 전동 삼방 밸브(Vc1)는, 물 혼합 연료 순환 파이프(5)의 하류측과 물 혼합 연료 회수 파이프(6) 측으로 유로를 바꾸고, 물 및 물 혼합 연료가 물 혼합 연료 회수 파이프(6)를 통해 분리 탱크(T3) 내에 회수되도록 해 둔다. 제1 유량계(R1)가 검출한 연료유(F)의 유량과, 제2 유량계(R2)가 검출한 물(W)의 유량과, 연료유 탱크(T1)로부터 연료유(F)가 유출한 경과시간으로부터, 합류 유체 도입 파이프(3) 중과 순환 유로(J) 중의 물 혼합 연료의 혼합 비율이 연료유 70% : 물 30%가 되었다고 컨트롤러(C)가 판정하면, 제1 전동 삼방 밸브(Vc1)는 물 혼합 연료 순환 파이프(5)가 물 혼합 연료용 전동 펌프(P1)까지 연이어 통한 상태가 되도록 유로를 바꿈과 동시에, 제2 전동 삼방 밸브(Vc2)는 물 혼합 연료 도출 파이프(4)와 연료유 공급 파이프(9)가 연이어 통한 상태가 되도록 유로를 바꾼다.
- [0048] 이와 같이 하여, 합류 유체 도입 파이프(3) 중과 순환 유로(J) 중에 충전되어 있는 물(W)에 대해서, 후발적으로 연료유(F)를 혼입시키는 것으로, 중량 비율이 70%의 연료유(F)를 미소한 기름 입자(Fa)) 상태로 30%의 물(W) 중에 혼재시킬 수 있다(도 2(b) 참조). 즉, 물(W)의 양은 100%에서 30%까지 점차 감소되는 한편, 연료유(F)의 양은 0%에서 70%까지 점차 증대되면서, 양자가 합류 유체 도입 파이프(3)를 매개로 유체 혼합기(M)에 도입되는 것으로, 유체 혼합기(M) 내에서 분산질의 연료유(F)의 90% 이상이 수 μm ~약 20 μm 의 입경인 기름 입자(Fa))로 미세 화됨과 동시에, 분산매로서의 물(W) 중에 균일화된 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」가 생성되고, 생성된 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」가 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)에 공급된다.
- [0049] 상기와 같이 구성한 물 혼합 연료 생성 장치(A)에 의해 생성되는 물 혼합 연료는, 유체 혼합기(M)에 의해 분산 질로서의 물 또는 연료유의 90% 이상이 수 μm ~약 20 μm 의 입경까지 미립화되어 연료유 중에 분산되어 있기 때문에, 다음과 같은 지금까지 없는 특징을 얻을 수 있다.
- [0050] (1) 물 혼합 연료 생성 장치(A)에 의해 생성되는 물 혼합 연료는, 연료유(F) 중에 혼입해 있는 물 입자(Wa) 또는 기름 입자(Fa))가 수 μm ~약 20 μm 의 입경이며, 디젤 엔진 E에 설치한 연료 분사 펌프의 플린저와 배럴의 간극 보다 작은 입자를 다수 포함하기 때문에, 인화가 일어나지 않는다.
- [0051] 또, 연료 분사 펌프의 노즐로부터 분사되어 미립화된 연료유(기름 입자(Fa))의 입경은, 분사의 조건에 따라서 다르지만, 수십~수십 마이크로(μm)이다. 이것에 대해, 유체 혼합기(M)에 의해서 미립화된 물(물 입자(Wa))의 90% 이상은 수 μm ~약 20 μm 의 입경이기 때문에, 분사된 기름 입자(Fa)중에 물 입자(Wa)가 많이 존재할 수 있게 된다. 이것이 연소실의 고온에 의해 가열되면, 기름 입자(Fa))보다도 비점이 낮은 물 입자(Wa)가 먼저 증발하고, 그 체적이 대기압하에 서는 약 1500배가 된다. 이 때문에, 주위의 기름 입자(Fa))를 더욱 미립화하여(미크로 폭발을 일으켜), 연소를 개선할 수 있다.
- [0052] (2) 물 혼합 연료 생성 장치(A)에 의해 생성되는 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」는, 물 중에 혼입해 있는 기름 입자(Fa))의 90% 이상이 수 μm ~약 20 μm 의 입경이며, 보일러나 디젤 기관에 장비된 연료 분사 장치의 미립화 기구에 의해서 미립화된 연료유의 기름 입자의 입경과 동등 또는 이것보다 작기 때문에, 연료 분사 장치 중의 미립화 기구가 불필요해져서, 보일러나 디젤 기관에 장비된 연료 분사 장치의 저비용·고성능화가 가능해진다.
- [0053] 유체 혼합기(M)로부터 도출되는 물 혼합 연료는, 물 혼합 연료 도출 파이프(4) 및 연료유 공급 파이프(9)의 하류측부를 통해 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)(본 실시 형태에서는 디젤 엔진)에 공급된다. 이때, 조작부(Op)의

수동 조작에 의해 제2 전동 삼방 밸브(Vc2)는 연료유 공급 파이프(9)의 상류측이 절단되도록 제어된다. 여기서, 유체 혼합기(M)는, 연료 분사 장치의 한 형태인 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)로부터 가능한 한 가까운 위치에 설치하고 있다. 그리고, 물 혼합 연료 생성 장치(A)에 의해 물 혼합 연료를 생성한 후에, 곧바로 연료 분사 장치의 한 형태인 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)로부터 물 혼합 연료를 분사할 수 있도록 하고 있다. 그렇게 하는 것으로, 물 혼합 연료는, 물(W)과 연료유(F)가 분리하지 않고 분사됨과 동시에, 연료유(F) 중에 포함되는 물(W)이나 분리한 물(W)에 의한 연료 공급계의 부식을 방지할 수 있다.

[0054] 분산질의 물(W)의 90% 이상을 원하는 수 μ m~약 20 μ m의 입경으로 미세화하는 경우에는, 물 혼합 연료 순환 파이프(5)를 매개로 순환 유로(J)를 형성하고, 물 혼합 연료를 순환 유로(J) 중에서 순환시키는 것으로, 물 혼합 연료를 복수회에 걸쳐 유체 혼합기(M) 내를 통과시킨다.

[0055] 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)에 공급되는 물 혼합 연료의 잉여분은, 반환 파이프(10)를 매개로 순환 유로(J) 내에 설치된 물 혼합 연료용 전동 펌프(P1)의 흡입 측으로 이끌린다.

[0056] 발정(發停)시나 긴급시에는, 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)에 연료유(F)만을 공급할 수 있다. 이 경우에는, 컨트롤러(C)에 밸브 단힘으로 제어하여 위급 차단 밸브(V3)가 닫힌 상태가 됨과 동시에, 조작부(Op)의 수동 조작에 의해 제2 전동 삼방 밸브(Vc2)가 전환 제어되고, 연료유 탱크(T1)로부터 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)에 연료유 공급 파이프(9)를 매개로 연료유(F)가 공급된다.

[0057] 또, 컨트롤러(C)는, 발정시나 긴급시에, 위급 차단 밸브(V3)를 밸브 단힘으로 제어함과 동시에, 제2 전동 삼방 밸브(Vc2)를 전환 제어하고, 물 혼합 연료 생성 장치(A)의 물 혼합 연료 도출 파이프(4)로부터 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)로의 물 혼합 연료의 공급을 정지시킴과 동시에, 연료유 탱크(T1)로부터 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)에 연료유 공급 파이프(9)를 매개로 연료유(F)가 자동적으로 공급되도록 할 수도 있다.

[0058] 이 경우, 컨트롤러(C)에 의해 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)로의 연료유(F)만의 공급이 확보되기 때문에, 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)가 급작동 정지하거나, 과손되거나 하는 뜻하지 않은 사태의 발생을 회피할 수 있다. 이때, 상기와 같이 위급 차단 밸브(V3)를 밸브 단힘으로 제어함과 동시에, 제2 전동 삼방 밸브(Vc2)를 전환 제어한 컨트롤러(C)는, 제1 전동 유량 조정 밸브(V1)를 밸브 단힘으로 제어하고, 또한, 압력 조정 밸브(V4)를 밸브 열림으로 제어하고, 또한, 제1 전동 삼방 밸브(Vc1)를 전환 제어하고, 합류 유체 도입 파이프(3)와 물 혼합 연료 도출 파이프(4)와 물 혼합 연료 순환 파이프(5)에 의해서 형성되는 순환 유로(J) 내에서 물 혼합 연료를 순환시킨다.

[0059] 이와 같이 구성한 물 혼합 연료 생성 장치(A)에서는, 첨가제(계면활성제)를 필요로 하고 있지 않기 때문에, 첨가제(계면활성제)를 투입하기 위한 첨가제 투입 장치를 설치할 필요가 없다. 따라서, 첨가제 투입 장치를 설치하지 않은 까닭에, 물 혼합 연료 생성 장치(A)를 소형·경량화할 수 있다. 또, 유체 혼합기(M)는 연료 분사 장치의 직전에 설치할 필요가 있지만, 그 외의 기기는 임의의 스페이스에 설치하여 배관에 의해 유체 혼합기(M)와 접속하면 되기 때문에, 기기의 배치를 자유롭게 설계할 수 있다고 하는 특징을 갖고 있다.

[0060] (실시예)

[0061] [실험 1]

[0062] 본 실험 1에서는, 첨가제가 필요 없는 본 실시 형태의 물 혼합 연료 생성 장치(A)를 이용하여, 「미소 물 입자형 물 혼합 연료」에 의한 NO_x의 저감 효과와, 그것이 연비와 PM(입자형태 물질: Particulate Matter)에 미치는 영향을 분명히 하는 실험을 실시하였다. 그 결과, 이 물 혼합 연료 생성 장치(A)를 이용하는 것으로 NO_x 뿐만 아니라, 연비와 PM를 동시 저감할 수 있다는 것을 나타냈다.

[0063] 즉, 214 kW/3101 min⁻¹의 소형 고속 디젤 기관에, 상기와 같이 구성한 물 혼합 연료 장치(A)를 접속하여 공시기관(供試機關)으로 하고, 이 공시기관을 운전하여 다음과 같은 실험을 실시하였다.

[0064] 이 실험은, 공시기관을 박용(舶用) 특성상의 부하율 75%로 운전하고, 연료 소비량과 엔진 각 부의 상태 및 NO_x, PM 등의 배기가스 데이터를 채취했다. 유체 혼합기(M)로서는, 일본 특허 제3884095호(도 15~도 23)에 개시되어 있는 「유체 혼합 장치」인 (주) 나노크스 제조의 「라몬드 나노 믹서」(상품명)을 채용하였다. 연료유는 시판의 경유와 저유황 A중유(1종 1호), 물은 수돗물을 각각 사용하였다. 또, 물의 첨가 비율은, 일정 질량(예를 들면, 3kg)의 연료유가 소비되는 시간과, 그 시간 내에 소비되는 물의 질량을 측정하는 것으로, 상기한 물의 첨가 비율의 식을 적용하여 산출하였다.

- [0065] [실험 1의 결과]
- [0066] 도 4에, 「미소 물 입자형 물 혼합 연료」와 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」(이하, 양 연료라고도 한다.)에 있어서의 물의 혼합에 의한 연료 소비량의 변화를 나타낸다. 「미소 물 입자형 물 혼합 연료」를 사용한 경우, 물의 혼합 비율의 증가와 함께 연비는 개선되고, 혼합 비율을 30%로 하는 것으로 연비는 약 5% 개선되고 있다. 이것에 대해, 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」를 사용하면 연비는 더욱 개선되고, 물의 혼합 비율 30%에서 약 8% 저감하고 있다.
- [0067] 도 5에, 양 연료에 있어서의 물의 혼합 비율에 의한 NO_x의 변화를 나타낸다. 「미소 물 입자형 물 혼합 연료」를 사용한 경우, 물의 혼합 비율의 증가와 함께 NO_x는 감소하고, 혼합 비율을 30%로 함으로써 약 35% 저감하고 있다. 이것에 대해, 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」를 사용하면 NO_x의 저감 효과는 작아지고 있다.
- [0068] 도 6에, 양 연료에 있어서의 물의 혼합 비율에 의한 PM의 변화를 나타낸다. 「미소 물 입자형 물 혼합 연료」를 사용한 경우, 물의 혼합 비율의 증가와 함께 PM는 감소하고, 혼합 비율을 20%로 함으로써 반감하고, 30%로 함으로써 약 60% 저감하고 있다.
- [0069] 도 7에, 「미소 물 입자형 물 혼합 연료」를 이용한 경우의, 물의 혼합 비율에 의한 PM의 저감 효과를 나타낸다. 물의 혼합 비율에 비례하여 포집 필터의 색이 카본 블랙에서 회색으로 변화하고 있고, 혼합 비율을 30%로 함으로써 옅은 회색이 되어 있다.
- [0070] 도 8에, 연료유(C중유) 중에 물을 30% 혼합시킨 「미소 물 입자형 물 혼합 연료」에 있어서의 물 입자의 입경 분포(C중유에 물을 혼합했을 경우)를 나타낸다. 물 입자의 모드 지름(분포의 최대 빈수에 대응하는 입경)이, 나노 레벨(1 μ m 미만)의 입경을 포함하는 1 μ m 근방(2 μ m 미만)의 값이 되도록 미세화되고 있기 때문에, 마이크로 폭발에 의해 연소를 개선할 수 있다.
- [0071] [실험 2]
- [0072] 본 실험 2에서는, 첨가제가 필요 없는 본 실시 형태의 물 혼합 연료 생성 장치(A)를 이용하여, 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」에 있어서의 물의 혼합 비율이 30%의 경우의 연비의 변화를 분명히 하는 실험을 실시하였다.
- [0073] 즉, 214 kW/3101 min⁻¹의 소형 고속 디젤 기관에, 상기와 같이 구성한 물 혼합 연료 장치(A)를 접속하여 공시기관으로 하고, 이 공시기관을 운전하여 다음과 같은 실험을 실시하였다.
- [0074] 이 실험은, 공시기관을 박용 특성상의 부하율 75%, 50%, 25%로 각각 운전하고, 이들 운전시의 연비 데이터를 채취하였다. 유체 혼합기(M)로서는, 실험 1과 함께 「라운드 나노 믹서」(상품명)를 채용하였다. 연료유는 시판의 경유, 물은 수돗물을 각각 사용하였다. 또, 물의 혼합 비율은, 일정 질량(예를 들면, 1~3kg)의 연료유가 소비되는 시간과, 그 시간 내에 소비되는 물의 질량을 측정하는 것으로, 상기한 물의 혼합 비율의 식을 적용하여 산출하였다.
- [0075] [실험 2의 결과]
- [0076] 도 9에, 시판의 경유 중에 물을 30% 혼합시킨 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」에 있어서의 기름 입자의 현미경 사진을 나타낸다. 이것은, 물 혼합 연료 생성 장치의 물 혼합 연료용 진동 펌프(P1)의 토출 압력(유체 혼합기(M)의 입구 압력)을 0.6MPa로 설정하여 생성한 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」를 촬영한 것이다. 도 9에 나타낸 바와 같이, 대부분의 기름 입자는 20 μ m 이하로 미립화되고 있다.
- [0077] 도 10에, 시판의 경유 중에 물을 30% 혼합시킨 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」에 있어서의 연비의 변화(%)를 나타낸다. 이 도면은 경유 중에 물을 혼합시키지 않는 경우와 물을 30% 혼합한 경우를 대비하고 있다. 물을 30% 혼합시킨 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」를 사용함으로써, 부하율 25%, 50%, 75% 중 어느 하나의 부하율에서도 연비가 7%~8% 개선되고 있다.
- [0078] [결과의 고찰]
- [0079] 상기한 실험에 의해, CO₂(연비), NO_x, PM를 동시에 저감할 수 있는 것을 나타냈지만, 이 관에서는, 이 이유와 향후의 전망 및 과제에 대해 고찰한다.
- [0080] 도 4에서 연비가 개선되고 있는 것은, 연료유에 물을 혼합함으로써 분무에 도입되는 공기량이 증가하기 때문에,

특히 확산 연소 기간에 있어서의 연소가 촉진되었기 때문이라고 생각된다. 또 미리 혼합 연소량이 증가함으로써 연소가 개선되고, 도 6에 나타난 바와 같이 PM도 감소한 것이라고 생각된다.

- [0081] 도 5에서, 물의 혼합 비율과 함께 NO_x가 저감하고 있지만, 이것은 (1) 물의 증발에 따른 기화열에 의한 온도 저하, (2) 물이 증발하여 발생한 수증기에 의한 비열 증가의 영향이라고 생각된다.
- [0082] 도 8에서, 「미소 물 입자형 물 혼합 연료」의 수립은, 수 μ m~약 20 μ m의 입경이기 때문에, 마이크로 폭발 효과에 의해 연비가 개선된다.
- [0083] 도 9 및 도 10에 나타난 바와 같이, 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」는, 연소 분사 장치에 의한 미립화를 실시할 필요가 없기 때문에, (1) 연소실에 있어서의 미립화 과정이 없어서 연소가 개선됨으로써 연비가 큰 폭으로 저감할 수 있다는 것에 더하여, (2) 연료 분사 장치 중의 미립화 기구가 불필요해져서, 보일러나 디젤 기관에 장비된 연료 분사 장치의 저비용·고성능화가 가능해진다.
- [0084] 또, 도 10에 나타내는 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」를 사용한 경우의 부하율과 연비의 관계로는, 모든 부하율에 대해 연비가 7~8% 개선되고 있다. 이것으로부터, 연료 분사량, 분사 압력, 연소실의 온도 등의 외적 요인과 상관 없이, 연소가 개선되고 있다는 것을 알 수 있다.
- [0085] 도 11에, 물 혼합 연료 사용시의 분무 연소의 모델도를 나타낸다. 도 11(a)은, 연료유만의 경우이며, Qa는 분사된 연료유의 양을 막대 모양으로 도시하고 있다. 도 11(b)은, 연료유에 물을 혼합한 경우이며, 연료유에 물을 혼합함으로써, 분사된 연료의 양(Qb)에 혼합된 물의 양(Qc)이 더해짐으로써 총 분사량(Qb+Qc)이 증가하여 분무에 도입되는 공기량이 증가한다. 즉, 도 11(a)와 비교하면 Qa와 거의 같게 분사된 연료의 양(Qb)에 대한 공기량이 증가하기 때문에, 특히 확산 연소 기간에 있어서의 연소가 촉진되어 연비가 개선됨과 동시에 PM이 저감할 가능성이 있다. 또, 물이 증발할 때의 기화열과 증발 후의 비열의 증가에 의해 연소 온도가 저하하여, NO_x가 저감한다. 도 4~도 6에서, 물의 혼합 비율이 증가하면 연비가 개선됨과 동시에, NO_x와 PM이 저감한 것은, 이러한 이유에 의한 것이라고 생각된다.
- [0086] 도 12에, 연료유의 분무 연소 과정의 모식도를 나타낸다. 도 12에 나타난 바와 같이, 연료 분사 밸브의 가느다란 노즐의 분구로부터 고속으로 분출한 연료유(F)는 연소실 내에서 미립화하여 증발한다. 이 미립화 과정 및 그 후의 증발 과정에 대해 주위로부터 도입된 공기와 혼합하여 가연성 혼합기가 되어, 약 1ms(밀리 세컨드) 후에 자기 착화하여 연소가 시작된다. 이와 같이, 지금까지의 분무 연소 장치에서는, 연소 분사 장치로부터 분사된 연료는, 「미립화」, 「증발」이라는 2개의 과정을 거쳐 연소 과정으로 이행한다.
- [0087] 도 13에, 본 실시 형태에 관한 물 혼합 연료 생성 장치(A)에 의해 생성된 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」의 분무 연소 과정의 모식도를 나타낸다. 도 13에 나타난 바와 같이, 도 12에 나타난 연료유를 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」로 대신함으로써, 도 12에 나타난 「미립화 과정」을 거치지 않고 연소실 내에서 「증발 과정」이 시작되기 때문에, 연비는 더욱 개선되고 있다. 그러나, 연소가 활성화되는 것으로 NO_x의 생성이 촉진되기 때문에, NO_x는 증가 경향이 될 가능성이 있다. 도 5에 나타난 동일 운전 상태에서, 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」의 NO_x의 값이, 「미소 물 입자형 물 혼합 연료」의 NO_x의 값보다도 높은 것은, 이러한 이유에 의한 것이라고 생각된다.
- [0088] 이들 결과로부터, 연료유 탱크(T1)와 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)에 있어서의 연료 분사 장치의 사이에, 본 실시 형태에 따른 물 혼합 연료 생성 장치(A)를 설치함으로써, (1) 연비, NO_x 및 PM의 동시 저감을 도모할 수 있음과 동시에, (2) 연료 분사 장치의 한 형태인 엔진 또는 보일러 등의 기기(K)와 연료유 탱크(T1)와의 사이에 설치하고, 연소실에 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」를 공급함으로써, 미립화 된 기름 방울을 직접 연소실에 분사할 수 있기(연료 분사 장치에 있어서의 미립화 기구를 없앨 수 있기) 때문에, 연료 분사 장치를 간략화할 수 있는 것만이 아니라, 분무 연소의 개선(연소 촉진)이 가능해진다.
- [0089] 또, SCR, EGR 등의 다른 NO_x 저감 기술과의 조합에 의해, IMO(국제 해사 기관: International Maritime Organization)의 3차 규제 대응 기술로서의 역할도 기대할 수 있다.
- [0090] [정리]
- [0091] 1. 새롭게 개발한 첨가제 없이 2종류의 물 혼합 연료를 생성할 수 있는 물 혼합 연료 생성 장치를 이용하여, 물 혼합 연료가 배기 에미션에 미치는 영향을 분명히 하는 실험을 실시하였다. 그 결과, (1) 「미소 물 입자형 물

혼합 연료」에 있어서의 물의 첨가 비율을 30%로 함으로써 부가율 75%에 대해 연비를 약 5%, NOx를 약 35%, PM를 약 60% 동시 저감할 수 있다는 것을 나타냈다. (2) 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」에 있어서의 물의 혼합 비율을 30%로 한 경우에도, 부하율 25%, 50%, 75%에서 연비를 7%~8% 개선할 수 있다는 것을 나타냈다.

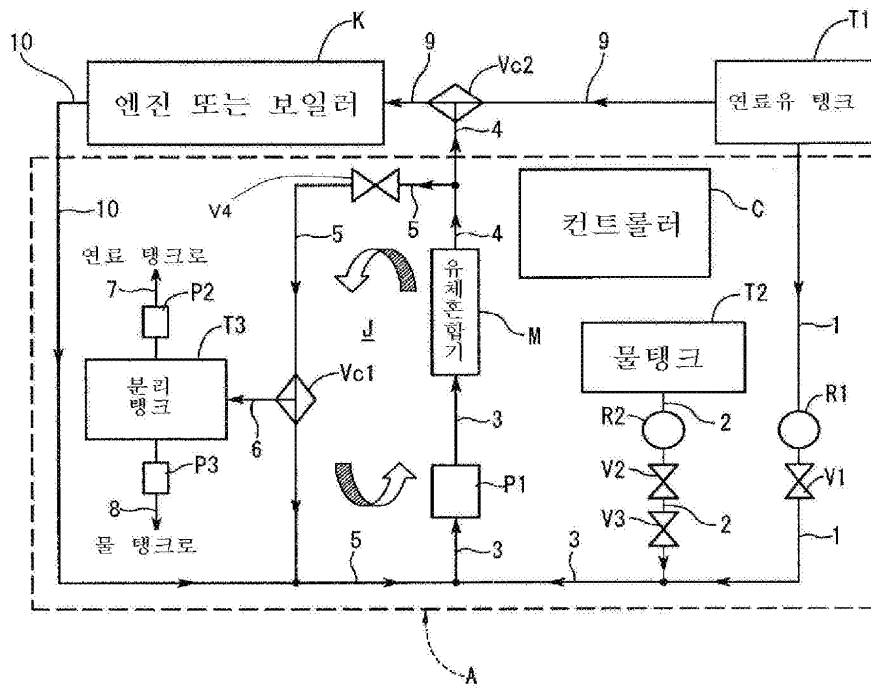
[0092] 2. 연료유 탱크와 보일러나 디젤 기관 등의 연료 분사 장치를 필요로 하는 기기의 사이에, 새롭게 개발한 첨가제가 필요 없는 물 혼합 연료 생성 장치를 설치하고, 이들 기기에 「미소 기름 입자형 물 혼합 연료」를 생성함으로써 연료 분사 장치의 「미립화 기구」가 불필요해지기 때문에, 보일러나 디젤 기관에 장비된 연료 분사 장치의 저비용·고성능화가 가능해진다.

부호의 설명

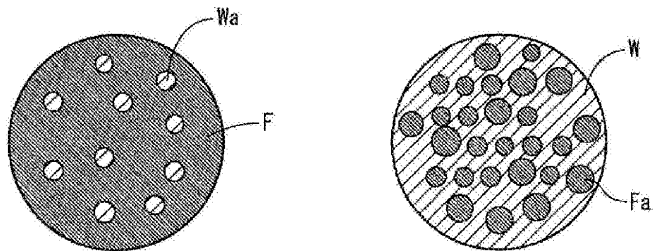
[0093] A: 물 혼합 연료 생성 장치, M: 유체 혼합기,
 T1: 연료유 탱크, T2: 물 탱크,
 T3: 분리 탱크, R1: 제1 유량계,
 R2: 제2 유량계, V1: 제1 전동 유량 조정 밸브,
 V2: 제2 전동 유량 조정 밸브, V3: 위급 차단 밸브,
 V4: 압력 조정 밸브, P1: 물 혼합 연료용 전동 펌프,
 P2: 연료유용 전동 펌프, P3: 물용 전동 펌프,
 Vc1: 제1 전동 삼방 밸브, Vc2: 제2 전동 삼방 밸브,
 J: 순환 유로, C: 컨트롤러,
 Op: 조작부, W: 물,
 Wa: 물 입자, F: 연료유,
 Fa: 기름 입자, 1: 연료유 유출 파이프,
 2: 물 유출 파이프, 3: 합류 유체 도입 파이프,
 4: 물 혼합 연료 도출 파이프, 5: 물 혼합 연료 순환 파이프,
 6: 물 혼합 연료 회수 파이프, 7: 연료유 회수 파이프,
 8: 물 회수 파이프, 9: 연료유 공급 파이프,
 10: 반환 파이프.

도면

도면1

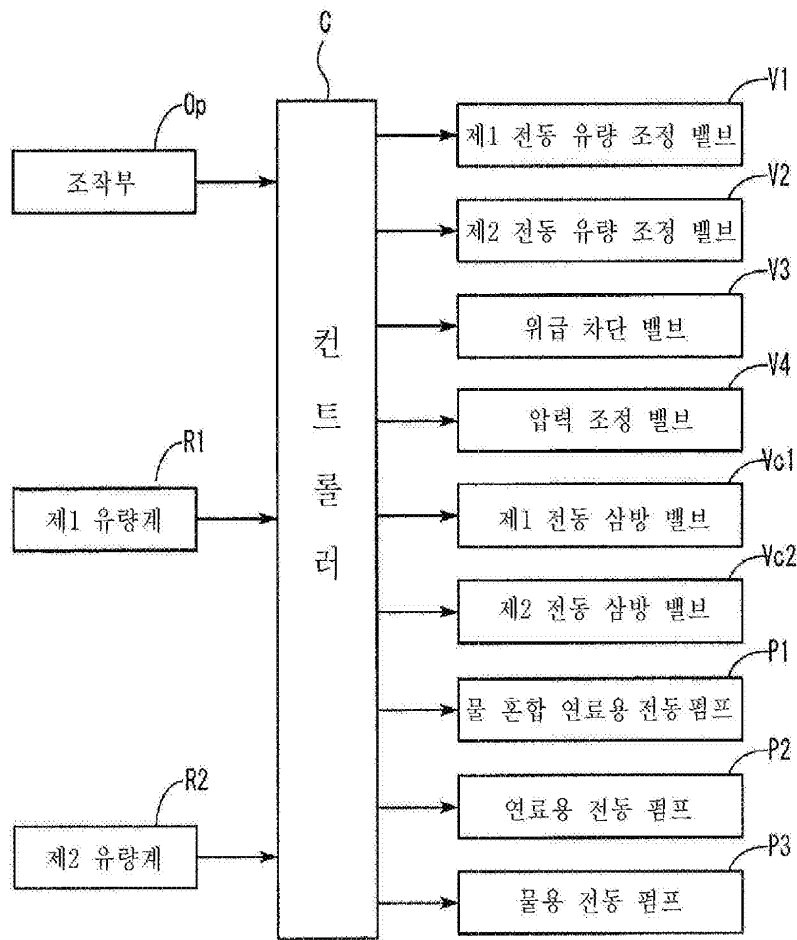


도면2

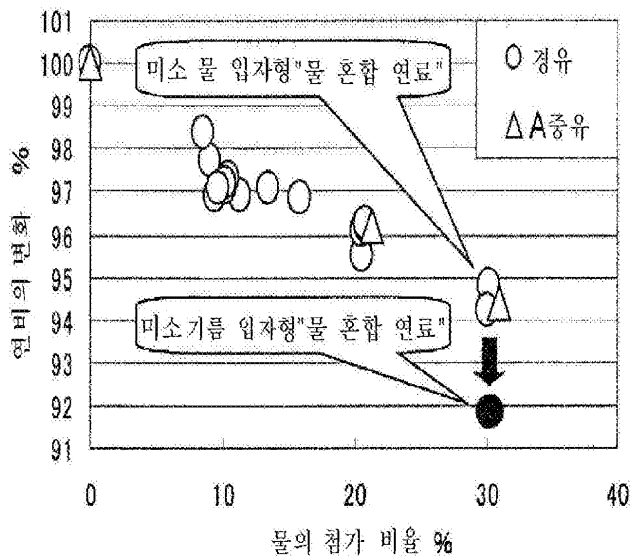


(a) 미소 물 입자형 "물 혼합 연료" (b) 미소 기름 입자형 "물 혼합 연료"

도면3

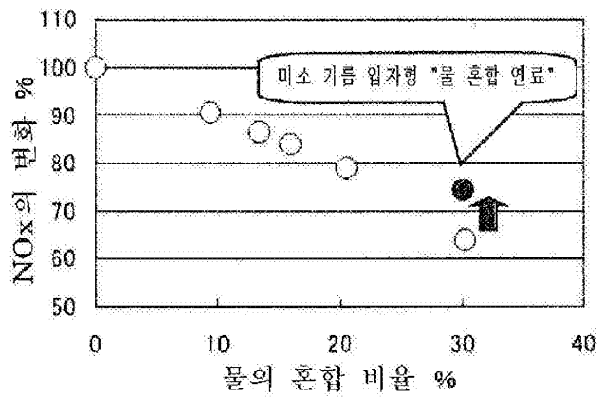


도면4



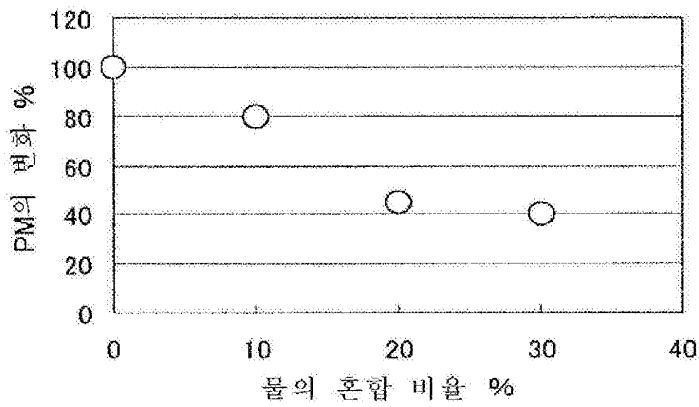
도면5

물의 혼합 비율에 따른 NO_x의 변화



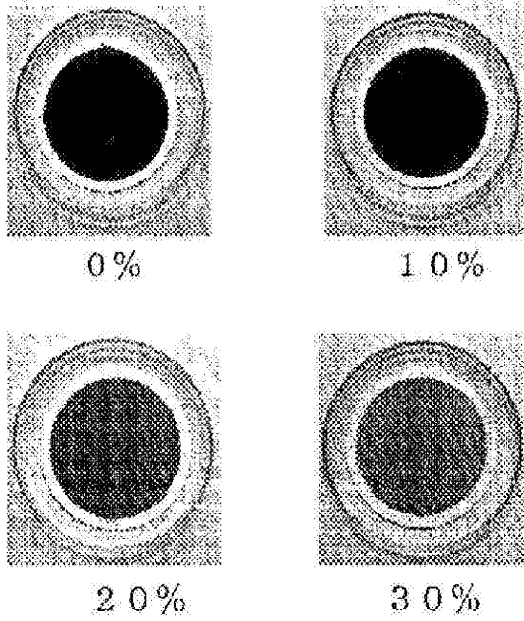
도면6

물의 혼합 비율에 따른 PM의 변화



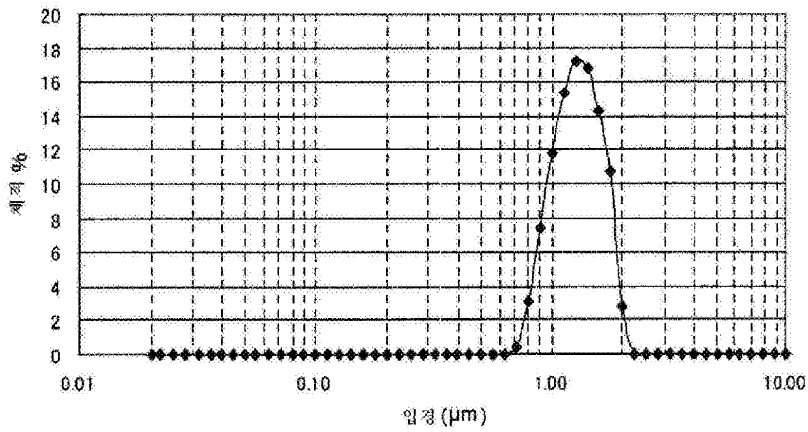
도면7

물의 혼합 비율에 따른 PM의 저감 효과



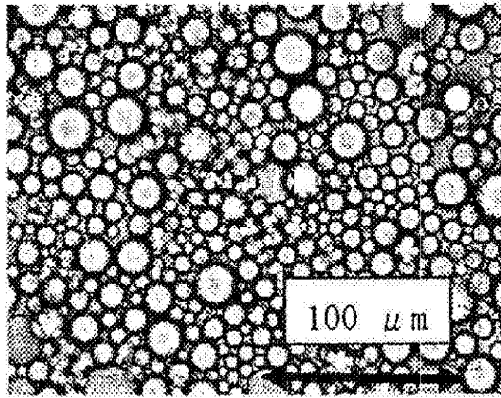
도면8

미소 물 입자형 물 혼합 연료에 있어서의 물 입자의 입경 분포 (C 중유에 물을 혼합한 경우)



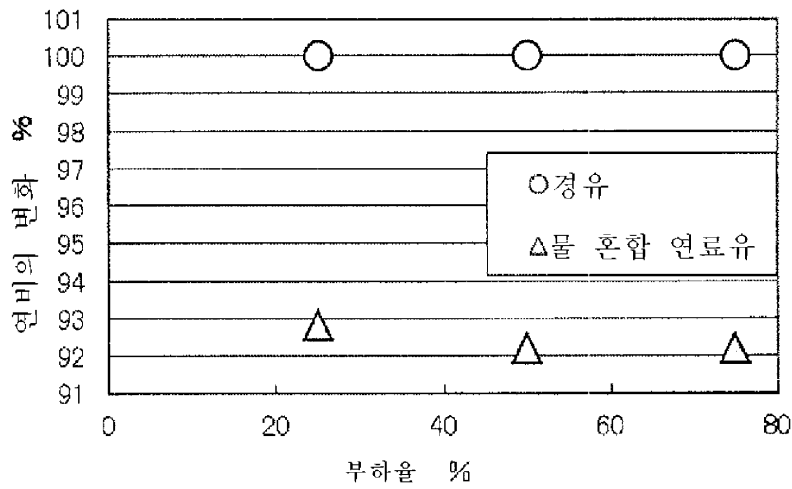
도면9

미소 기름 입자형 물 혼합 연료에 있어서의 기름 입자의 현미경 사진

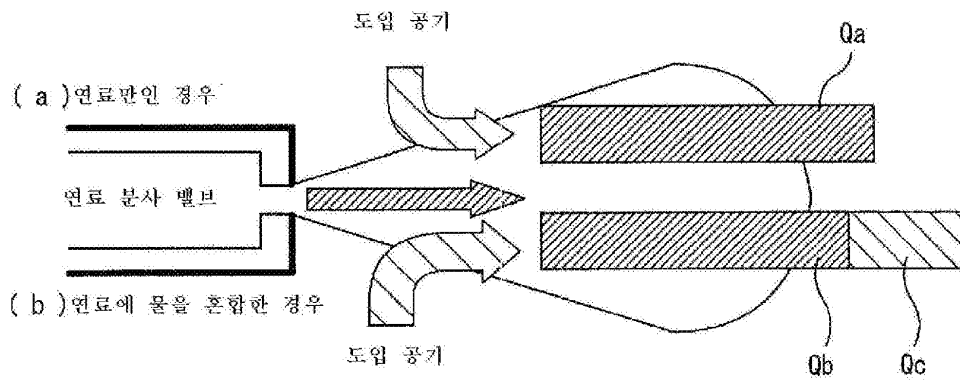


도면10

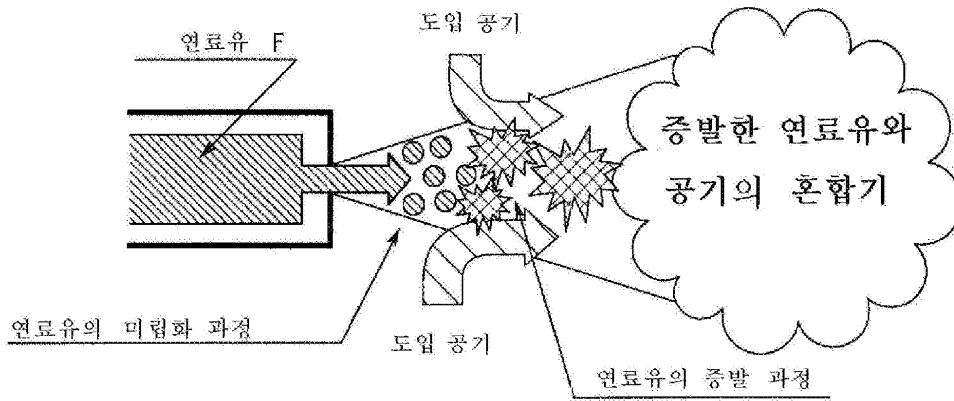
미소 기름 입자형 물 혼합 연료에 있어서의 물의 혼합 비율이 30%의 경우의 연비 변화를 나타내는 그래프



도면11



도면12



도면13

