



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년03월29일  
(11) 등록번호 10-1828734  
(24) 등록일자 2018년02월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F01N 3/037 (2006.01) B01D 53/32 (2006.01)  
B03C 3/017 (2006.01) B03C 3/41 (2006.01)  
B03C 3/49 (2006.01) F01N 3/01 (2006.01)  
F01N 3/02 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
F01N 3/037 (2013.01)  
B01D 53/323 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2016-7031113  
(22) 출원일자(국제) 2015년04월08일  
심사청구일자 2016년11월07일  
(85) 번역문제출일자 2016년11월07일  
(65) 공개번호 10-2016-0135838  
(43) 공개일자 2016년11월28일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP2015/060982  
(87) 국제공개번호 WO 2015/156320  
국제공개일자 2015년10월15일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2014-079715 2014년04월08일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2013238172 A  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
우수이 고쿠사이 산교 가부시카가이샤  
일본 시즈오카현 순토군 시미즈쵸 나가사와 131-2  
(72) 발명자  
후루젠 무네키츠  
일본 6620875 효고켄 니시노미야시 사츠키가오카 1-26  
마키노 다다시  
일본 5691020 오사카후 다카츠키시 다카미다이 5-1  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 4 항

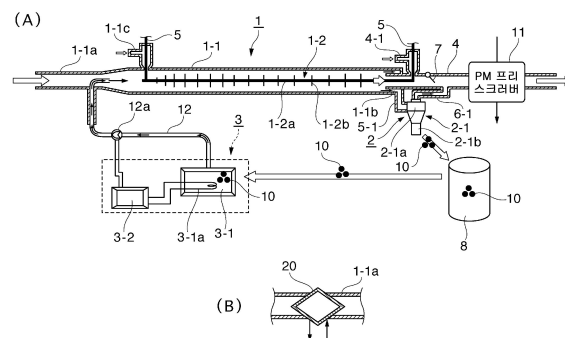
심사관 : 지항재

(54) 발명의 명칭 고농도로 황 성분을 함유하는 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 처리 장치

(57) 요약

높은 PM 포집율 및 PM의 선대 소각 처리를 도모할 수 있는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 처리 장치의 제공이 개시된다. 엔진의 배기가스 중에 포함되는 입자형 물질을 대전시키는 방전 전극, 및 대전된 상기 입자형 물질을 포집하는 집진 전극을 구성하는 관형 포집부와 저농도 배기가스 도출관 및 고농도 배기가스 도출관을 갖고, 저농도 배기가스 도출관에 설치한 PM 프리 스크리버와, 상기 관형 포집부로부터 박리된 입자형 물질을 집진용 사이클론에 의해 분별하여 포집하는 집진 수단을 구비하며, 집진 수단에 의해 집진한 PM을 소각하는 소각 장치를 갖고, 소각 장치에서 발생하는 연소 배기가스를 상기 포집부 혹은 포집부 상류의 배기관으로 환류하는 환류 배관을 설치한 구성으로 한 것을 특징으로 한다.

대표도



(52) CPC특허분류

*B03C 3/017* (2013.01)

*B03C 3/41* (2013.01)

*B03C 3/49* (2013.01)

*F01N 3/01* (2013.01)

*F01N 3/02* (2013.01)

*B01D 2257/302* (2013.01)

*B01D 2258/012* (2013.01)

*B01D 2259/4566* (2013.01)

*F01N 2590/02* (2013.01)

(72) 발명자

**다카하시 데루히사**

일본 4118610 시즈오카켄 순토군 시미즈쵸 나가사와 131-2 우수이 고쿠사이 산교 가부시키가이샤 나  
이

**다키카와 가즈노리**

일본 4100037 시즈오카켄 누마즈시 산마이바시쵸  
1-1-402

(56) 선행기술조사문헌

KR1020130121920 A

JP2005533963 A

JP평성05021118 U

JP2014055567 A

KR1020130087566 A

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치에 있어서, 엔진의 배기가스 중에 포함되는 입자형 물질을 대전시키는 방전 전극, 및 대전된 상기 입자형 물질을 포집하는 집진 전극을 구성하는 미리 정해진 길이의 관형 포집부를 갖고, 또한 상기 방전 전극은 상기 관형 포집부 내에 관측 방향으로 배치된 주전극과 상기 주전극에 간격을 두고 배치된 방사형으로 돌출되는 복수의 전극에 의해 구성된 전기 집진 수단과, 저농도 배기가스 도출관 및 고농도 배기가스 도출관으로 이루어진 전기 집진부와 상기 관형 포집부로부터 박리된 입자형 물질을 집진용 사이클론에 의해 분별하여 포집하는 집진 수단을 구비하는 분별 포집부와, 상기 저농도 배기가스 도출관에 설치한, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 SOx는 제거하지만 PM을 제거하지 않는 PM 프리 스크리버를 구비하며, 또한 상기 분별 포집부에 의해 집진한 PM을 축적하는 스토커(stocker)를 구비하고 상기 스토커에 축적된 PM을 소각하는 소각 장치를 갖고, 또한 상기 소각 장치에서 발생하는 PM 연소 배기가스를 상기 전기 집진부 혹은 전기 집진부 상류의 배기관으로 환류하는 PM 연소 배기가스 환류 배관을 상기 소각 장치와 상기 관형 포집부 상류 혹은 상기 전기 집진부 상류의 배기관 사이에 배치한 구성으로 한 것을 특징으로 하는 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 처리 장치.

#### 청구항 2

고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치에 있어서, 엔진의 배기가스 중에 포함되는 입자형 물질을 대전시키는 방전 전극, 및 대전된 상기 입자형 물질을 포집하는 집진 전극을 구성하는 미리 정해진 길이의 관형 포집부를 갖고, 또한 상기 방전 전극은 상기 관형 포집부 내에 관측 방향으로 배치된 주전극과 상기 주전극에 간격을 두고 배치된 방사형으로 돌출되는 복수의 전극에 의해 구성된 전기 집진 수단과, 저농도 배기가스 도출관 및 고농도 배기가스 도출관으로 이루어진 전기 집진부와 상기 관형 포집부로부터 박리된 입자형 물질을 집진용 사이클론에 의해 분별하여 포집하는 집진 수단을 구비하는 분별 포집부와, 상기 저농도 배기가스 도출관에 설치한, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 SOx는 제거하지만 PM을 제거하지 않는 PM 프리 스크리버를 구비하고, 또한 상기 분별 포집부에 의해 집진한 PM을 축적하는 스토커를 구비하며 상기 스토커에 축적된 PM을 소각하는 소각 장치를 갖고, 또한 상기 소각 장치에서 발생하는 PM 연소 배기가스를 저농도 배기가스 도출관에 설치한 PM 프리 스크리버의 상류로 환류하도록 PM 연소 배기가스 배출관을 배치한 구성으로 한 것을 특징으로 하는 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 처리 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 집진용 사이클론으로부터의 사이클론 배기가스 환류 배관과 PM 연소 배기가스 환류 배관을 결합시키는 구성으로 한 것을 특징으로 하는 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 처리 장치.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 집진용 사이클론 하부를 PM 집진·퇴적용 호퍼(hopper)로 하고, 상기 호퍼의 하부에 셔터를 통해 PM 소각 장치의 PM 축적용 스토커를 일체화시키는 구성으로 한 것을 특징으로 하는 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 처리 장치.

### 발명의 설명

### 기술 분야

본 발명은 선박용 디젤 엔진의 배기가스에 포함되는 황 산화물 등의 유해 가스를 제거하여 정화하는, 선박용, 발전용, 산업용 등의 특히 고농도로 황 성분을 함유하는 중유[Fuel Oil]는 선박용 공업계에서, 디젤유

[0001]

(Diesel Oil: DO), 선박용 디젤 연료(Marine Diesel Fuel: MDF) 또는 선박용 디젤유(Marine Diesel Oil: MDO), 선박용 연료유(Marine Fuel Oil: MFO), 중질 연료유(Heavy Fuel Oil: HFO), 잔차 연료유(Residual Fuel Oil: RFO)라고 표기되지만, 본 발명에서는 이들의 표기를 총칭하여 중유(Diesel Oil)라고 칭함] 등의 저질 연료를 사용하는 대배기량 선박용 디젤 엔진의 배기가스 처리 기술에 관한 것으로, 보다 상세하게는 높은 온도의 배기가스를 배출하는 대배기량 선박용 디젤 엔진을 장시간에 걸친 연속 운전, 연속 항해를 가능하게 하도록 배기가스로부터 PM을 포집하고, 또한 포집한 PM을 선내에서 소각 처리하는 장치를 배치한 배기가스의 정화 장치에 관한 것이다.

## 배 경 기 술

- [0002] 각종 선박이나 발전기 및 대형 건설 기계, 나아가서는 각종 자동차 등의 동력원으로서 디젤 엔진이 광범위하게 채용되고 있으나, 이 디젤 엔진으로부터 배출되는 배기가스에 포함되는 카본을 주체로 하는 입자형 물질(Particulate Matter: 이하 「PM」이라고 칭함)이나 황 산화물(이하 「SOx」라고 칭함), 질소 산화물(이하 「NOx」라고 칭함)은, 주지하는 바와 같이 대기 오염을 초래할 뿐만 아니라, 인체에 매우 유해한 물질이기 때문에, 그 배기가스의 정화는 매우 중요하다. 이 때문에, 디젤 엔진의 연소 방식의 개선이나 각종 배기가스 필터의 채용, 배기가스 재순환(Exhaust Gas Recirculation: 이하 「EGR」이라고 칭함)법, 선택식 환원 촉매 탈초법(Selective Catalytic Reduction: 이하 「SCR」이라고 칭함), 그리고 코로나 방전을 이용하여 전기적으로 처리하는 방법 등, 이미 수많은 제안이 이루어졌고, 그 일부는 실용에 제공되고 있다.
- [0003] 여기서, 디젤 엔진의 배기가스 중의 PM(입자형 물질)의 성분은, 유기 용제 가용분(SOF: Soluble Organic Fractions, 이하 「SOF」라고 칭함)과 유기 용제 불용분(ISF: Insoluble Organic Fractions, 이하 「ISF」라고 칭함)의 2가지로 나누어지는데, 그 중 SOF분은, 연료나 윤활유의 미연분이 주된 성분으로, 발암 작용이 있는 다환 방향족 등의 유해 물질이 포함된다. 한편, ISF분은, 전기 저항률이 낮은 카본(그을음)과 설페이트(Sulfate: 황산염) 성분을 주성분으로 하는 것으로, 이 SOF분 및 ISF분은, 인체, 환경에 미치는 영향으로 인해, 최대한 적은 배기가스가 요망되고 있다. 특히, 생체에서의 PM의 악영향의 정도는, 그 입자 직경이 nm 사이즈가 되는 경우에 특히 문제라고도 언급되고 있다.
- [0004] 코로나 방전을 이용하여 전기적으로 처리하는 방법으로서, 예컨대 이하에 기재하는 방법 및 장치(특허문헌 1~3)가 제안되어 있다.
- [0005] 즉, 본원 출원인은 특허문헌 1에 있어서, 도 7에 그 개략을 도시한 바와 같이, 배기가스 통로(121)에 코로나 방전부(122-1)와 대전부(122-2)로 이루어지는 방전 대전부(122)를 설치하여, 코로나 방전된 전자(129)를 배기가스(G1) 중의 카본을 주체로 하는 PM(128)에 대전시키고, 상기 배기가스 통로(121)에 배치한 포집판(123)에 의해 상기 대전된 PM(128)을 포집하는 방식으로, 방전 대전부(122)에서의 전극침(124)은 배기가스 흐름의 흐름 방향 길이가 짧고, 또한 포집판(123)은 배기가스 흐름의 흐름 방향에 대해 직각 방향으로 배치된 구성으로 한 디젤 엔진의 배기가스용 전기식 처리 장치를 앞서 제안하고 있다. 한편 도면 중, 도면 부호 125는 시일 가스관, 도면 부호 126은 고압 전원 장치, 도면 부호 127은 배기 가스 유도관이다.
- [0006] 또한, 본원 출원인은 특허문헌 2에 있어서, 도 8의 (a)에 그 개략을 도시한 바와 같이, 사이클론 포집 수단(132-1)을 2대의 접선식 사이클론(132-1a)으로 구성한 디젤 엔진의 배기가스용 전기식 처리 장치를 앞서 제안하고 있다. 이 장치는, 포집판(131-1)의 고농도 배기가스 도출부(131-1b)에 연통관(135-1, 135-2)을 통해 2대의 접선식 사이클론(132-1a)을 병렬적으로 접속하여 사이클론 포집 수단(132-1)을 구성하고, 각 접선식 사이클론(132-1a) 통과 후의 정화 가스를 각각 저농도 배기가스 도출관(133) 내를 흐르는 저농도 배기가스에 합류시키기 위한 배출관(136-1, 136-2)을 배치하고 있다. 보다 상세히 설명하면, 이 배기가스용 전기식 처리 장치는, 크게 나누어 전기 집진 수단을 구성하는 관형 포집부(131)와 분별 포집 수단을 구성하는 분별 포집부(132)로 이루어지고, PM 입자를 포집하기 위해서 설치하는 관형 포집부(131)는, 집진 전극을 구성하는 미리 정해진 길이의, 포집 벽면(131-1K)을 갖는 포집관(131-1)과 배기가스 중에 포함되는 PM을 대전시키는 방전 전극(131-2)을 구비하고 있다. 집진 전극을 구성하는 포집관(131-1)에는, 상류측(디젤 엔진측)의 단부에 배기가스 도입구(131-1a)를 갖고, 하류측의 중심 부근에 PM의 저농도 배기가스 도출관(133)을, 하류측의 단부의 내주면 부근에 PM의 고농도 배기가스 도출부(131-1b)를 각각 연달아 설치하고 있다. 방전 전극(131-2)은, 집진 전극을 구성하는 포집관(131-1)의 거의 전체 길이에 걸쳐 연장되는 주(主)전극(131-2a)과, 상기 주전극에 간격을 두고 배치된 방사형으로 돌출되는 전극침(131-2b)의 군(群)에 의해 구성되어 있다. 이와 같이 구성된 방전 전극(131-2)은, 포집관(131-1)의 배기가스 도입구(131-1a)측에 설치한 시일 에어 도입관부(131-1c)와, 저농도 배기가스 도출관(133)의 입구 부위에 설치한 시일 에어 도입관부(133-1)에 늘어뜨려 설치한 지지체(134)를 통해 주전극(131-2a)의 양단

부가 지지되어 있다. 도면 부호 137은 유량 제어 댐퍼이다.

[0007] 또한, 본원 출원인은 특허문헌 3에 있어서, 도 9에 그 개략을 도시한 바와 같이, 사이클론을 사용한 환류 방식의 디젤 엔진 배기가스 처리 장치를 앞서 제안하고 있다. 이 장치는, 중유보다 저질의 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 중에 포함되는 입자형 물질을 대전시키는 방전 전극(141-2), 및 대전된 상기 입자형 물질을 포집하는 집진 전극을 구성하는 관형 포집부(141-1)를 갖고, 관형 포집부(141-1)로부터 박리된 입자형 물질을 분별하여 포집하는 사이클론 방식의 분별 포집 수단을 구비한 선박용 디젤 엔진 배기가스 처리 장치의, 상기 관형 포집부(141-1)의 하류측의 내주면 부근에 설치한 입자형 물질의 고농도 배기가스 도출부(141-1b)로부터의 배관에 접선식 사이클론(142-1a)으로 구성된 사이클론 포집 수단(142-1)을 설치하고, 고농도 배기가스 도출부(141-1b)로부터 배출되는 고농도 배기가스 흐름을 접선식 사이클론(142-1a)에 도입하여 대직경 입자를 포집·처리하며, 상기 사이클론에 의해 제거할 수 없었던 미세 직경 입자를 함유하는 배기가스 흐름에 대해 블로워(147)에 의해 운동 에너지를 부여하여 승압·증속시켜 환류 배관(142-2)을 경유하여 도입관(배기관)(141-1a)으로 압송·환류시키는 방식으로 한 것이다. 도면 중, 도면 부호 141-1a는 배기가스 도입구, 도면 부호 141-1c, 143-1은 시일 에어 도입관부, 도면 부호 141-2a는 주전극, 도면 부호 141-2b는 전극침, 도면 부호 143은 저농도 배기가스 도출관, 도면 부호 144는 주전극의 지지체, 도면 부호 148은 유량 제어 댐퍼이다.

[0008] 한편, 비특허문헌 1의 제3장 「모든 선박의 기관 구역 요건」에서의 PartC 「오일의 배출 규제」의 제15 규칙 「오일의 배출 규제」에 있어서는, A. 「특별 해역 밖에서의 배출」 조항의 2 「총 톤수 400톤 이상의 선박으로부터의 오일 또는 유성 혼합물의 해양으로의 배출은 금지한다. 단, 다음의 모든 조건을 만족시키는 경우는 제외한다.」라고 하는 규정의 3에는 「회석을 하지 않는 경우의 유성 혼합물의 유분 농도가 100만분의 15 이하일 것.」이라고 규정되고, B. 「특별 해역에서의 배출」 조항의 3 「총 톤수 400톤 이상의 선박으로부터의 오일 또는 유성 혼합물의 해양으로의 배출은 금지한다. 단, 다음의 모든 조건을 만족시키는 경우는 제외한다.」라고 하는 규정의 3에는 「회석을 하지 않는 경우의 유성 혼합물의 유분 농도가 100만분의 15 이하일 것.」이라고 규정되어 있다.

[0009] 한편, 여기서 「오일」이란, 원유, 중유 및 윤활유를 말하고, 「유성」이란, 이 의미에 따라 해석하는 것으로 하며, 「유성 혼합물」이란, 오일을 함유하는 혼합물을 말한다.

[0010] 또한, 비특허문헌 2에는, 배기가스로부터 분류(分流)한 EGR 가스를 흡기로 환류함으로써, 배기가스로부터 NOx의 80% 저감과 EGR 가스로부터의 100%에 가까운 SOx 제거가 가능한 선박용 디젤 엔진이 개시되어 있다.

[0011] 또한, 비특허문헌 3에는, 알파·라발사가 덴마크의 피칼리아·시웨이즈호에 탑재한 출력 21,000 kW, MAN B&W 제 2행정 엔진을 사용한 SOx 대응 기술의 예로서, 황 함유율 2.2 퍼센트의 중유를 사용하면서 배기가스를, 해수 및 맑은 물 양방을 상황에 따라 구별해서 사용하는 스크러버로 처리함으로써, IMO(국제 해사 기관)의 2015년 시행 예정 요구 레벨인 배출가스 중의 황 함유율 0.1 퍼센트의 중유 사용 시와 동등한 레벨까지 세정 제거하는 기술이 소개되어 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

- [0012] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: W02006-064805호 공보  
(특허문헌 0002) 특허문헌 2: 일본 특허 공개 제2012-107556호 공보  
(특허문헌 0003) 특허문헌 3: 일본 특허 공개 제2013-238172호 공보

### 비특허문헌

- [0013] (비특허문헌 0001) 비특허문헌 1: 1973년의 선박에 의한 오염의 방지를 위한 국제 조약, 부속서 I 「오일에 의한 오염의 방지를 위한 규칙」  
(비특허문헌 0002) 비특허문헌 2: 사단법인 일본 마린 엔지니어링 학회편: 평성 21년도 선박 배출 대기 오염 물질 저감 기술 검토 조사 보고서  
(비특허문헌 0003) 비특허문헌 3: 2011년 11월 30일 발행의 알파·라발 인터내셔널 매거진 「here」 No.30 P6

~P14 「클린 솔루션의 물결」

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0014] 그러나, 전술한 종래의 디젤 엔진 배기가스 정화 장치에는, 이하에 기재하는 과제나 문제점이 있다.
- [0015] 상기 특허문헌 1에 기재된, 코로나 방전 등을 이용하여 전기적으로 배기가스 중의 PM을 처리하는 디젤 엔진의 배기가스 처리 기술(예컨대 도 9에 도시된 디젤 엔진의 배기가스용 전기식 처리 장치)에서는, 이하에 기재하는 과제가 발생하고 있다.
- [0016] 즉, 선박용 디젤 엔진에 있어서는, 황 성분의 함유량이 적은 경유를 사용하는 자동차용 디젤 엔진과 비교하여 현격히 큰 배기량을 가지며 또한 고농도로 황 성분을 함유하는 중유[중유는 경유에 대해 500배~3500배 정도의 황분을 함유: JIS K2204:2007 「경유」; 0.0010 질량% 이하, K2205-1990 「중유」; 0.5 질량%~3.5 질량% 이하에 의거함] 등의 저질 연료를 사용하는 대배기량 선박용 디젤 엔진에, 예컨대 상기 특허문헌 1에 기재된 배기가스 정화 장치를 이용한 경우에는, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료 중의 황 성분이 배기가스나 EGR 가스 중에 SOF로서 포함될 뿐만 아니라 설페이트가 되어 엔진 구성 부품, 특히 배기 관계 부품을 부식시킨다고 하는 과제를 극복할 필요가 있고, 황 성분에 기초하는 SOx를 전혀 포집할 수 없으며, 또한 연속해서 엔진 및 배기가스용 전기식 처리 장치를 운전함으로써 예상되는, 대량의 포집된 PM의 처리부는 개시되어 있지 않다.
- [0017] 또한, 특허문헌 2에 기재되고 도 8에 도시된 가스 처리 장치는, 분별 포집부(132)로서 도 8의 (a)에 도시된 접선식 사이클론(132-1a), 혹은 처리 능력이 상이한 복수의 접선식 사이클론, 예컨대 도 8의 (b)에 도시된 소처리 능력 접선식 사이클론(132-1b), 중처리 능력 접선식 사이클론(132-1c), 고처리 능력 접선식 사이클론(132-1d)의 3종류의 사이클론으로 구성한다고 하는 복잡한 장치를 사용하고 있다. 도면 중, 도면 부호 138-1, 138-2, 138-3은 연통관, 도면 부호 139-1, 139-2, 139-3은 유량 제어 댐퍼를 각각 나타낸다. 또한, 각 사이클론으로 유입되는 배기가스 유속이 최적이 되도록 제어하면서 PM 입자를 각 사이클론으로 확실하게 포집하고, 각 사이클론으로부터 배출되는 가스의 PM의 농도가 확실하게 저하되어 희박화된 배기가스를 배기가스 배출관(136-1, 136-2)으로부터 저농도 배기가스 도출관(133)에 합류시킬 필요가 있으며, 또한 상기 특허문헌 1과 마찬가지로 연속해서 엔진 및 배기가스 처리 장치를 운전함으로써 예상되는, 대량의 포집된 PM의 처리부는 개시되어 있지 않다.
- [0018] 또한, 특허문헌 3에 기재된 도 9에 도시된 환류 방식의 디젤 엔진 배기가스 처리 장치의 경우도 상기 특허문헌 1, 2와 마찬가지로 연속해서 엔진 및 배기가스 처리 장치를 운전함으로써 예상되는, 대량의 포집된 PM의 처리부는 개시되어 있지 않고, 배가 항만 설비로서 PM 처리 시설이 있는 항구에 도착할 때까지 사이클론 등으로 포집한 대량의 PM을 선내에 저장할 필요가 있기 때문에, 그 대량의 PM을 선내에 저장하기 위한 공간을 필요로 하여, 선실의 감소에 따르는 적하(積荷)의 감소 및 여러 경비의 증대 등을 초래한다고 하는 문제가 있다.
- [0019] 한편, 비특허문헌 1에서는, 전술한 바와 같이 특별 해역 밖에서의 배출 규제, 즉, 오일 또는 유성 혼합물의 해양으로의 배출의 금지 등이 정해지고, 또한, 회석을 하지 않는 경우의 유성 혼합물의 유분 농도 등이 규정되어 있으나, PM을 함유해도 마찬가지이다.
- [0020] 또한, 비특허문헌 2에 기재된 선박용 디젤 엔진에 있어서는, 배기가스로부터 분류한 EGR 가스를 흡기로 환류함으로써, 배기가스로부터 NOx의 80% 저감과 EGR 가스로부터의 100%에 가까운 SOx 제거가 가능하지만, 스크리버를 통과하는 매진(煤塵), PM에 또한 포함되는 황 성분의 디젤 기관 본체나 시스템에 대한 영향에 대해서는, 장기간의 실제 선박 시험이 필요할 뿐만 아니라, 스크리버로부터 선외 배출되는 세정수에 대해서는 환경이나 생태계에 영향을 미치지 않도록 할 필요가 있으며, 특히 이 스크리버의 세정수에 있어서는 PM의 용해·부유, SO<sub>2</sub>의 용해 등에 따르는 이들 환경 오염 성분 혹은 생태계 영향 성분의 제거나 pH 조정 등, 폐수 처리가 큰 문제가 될 것이 예상된다. 즉, EGR 가스로부터는 PM이 제거되어도 배기가스로부터는 PM이 제거되지 않으며, 따라서 포집한 PM을 처리하는 기술 사상은 전혀 없다.
- [0021] 비특허문헌 3에 기재된 「클린 솔루션의 물결」에 있어서는, 「해운업계의 환경 영향의 저감이나, 해양 오염에 대한 보다 엄격한 법률에 부합하게, 깨끗한 신 기술이 공헌한다」라고 하여, 이하와 같이 기재되어 있다.



- [0022] 요약 (I) 기술적 배경:
- [0023] (I) IMO는 선박에 의한 오염에 대한 규제를 강화합니다
- [0024] (가) 황 산화물(SOx)(신조선 및 기존선 양방에 적용)
- [0025] 연료유의 황 농도의 상한을 정하는 세계적인 규제가 적용됩니다. 엄격화된 규제가 배출 규제 해역에 적용됩니다. 상한값은 2012년부터 단계적으로 변경됩니다. 이 규제값에 부합하기 위해서는, 저(低)황 연료의 사용이나 배기가스 정화 장치가 필요합니다.
- [0026] (나) 질소 산화물(NOx)(신조선에만 적용)
- [0027] 기존의 규제 요구 사항은, 출력 130 KW 이상의 선박용 디젤 기관에 적용됩니다. 선박의 건조일에 따라 상이한 규제값이 적용됩니다. 배출 규제 해역을 항행하는 신조선에 대해, 2016년부터 엄격화된 규제(Tier III)가 적용됩니다.
- [0028] (다) 빌지수(bilge water)(신조선 및 기존선 양방에 적용)
- [0029] 선외로 배출하는 빌지수의 규제값은 15 ppm입니다.
- [0030] 요약 (II) 수처리 기술:
- [0031] (II) 알파·라발의 수처리 기술:
- [0032] (가) 선박의 빌지 탱크의 유성 폐수만을 처리하는 Pure Bilge 솔루션은, 일단계의 고속 원심 분리 시스템에 의해, 화학 물질이나 흡착 필터, 막을 사용하지 않고 대량의 물을 정화하여, 수중 유분은 5 ppm 미만이 됩니다.
- [0033] (나) IMO가 선박에 요구하는 NOx 배출의 80 퍼센트 저감을 가능하게 하기 위해서, 알파·라발은 MAN 디젤사와 협력하여 대형 2행정 디젤 엔진용의 배기 재순환(EGR) 시스템을 개발하였습니다.
- [0034] (다) SOx 배출에 대해서는, 알파·라발이 완전한 배기가스 정화 프로세스를 개발하였습니다. 현재 선상에서의 시험이 행해지고 있는 이 시스템에서도 알파·라발 분리기를 사용하여, 스크리버로부터의 오수를 바다로의 배수 전에 정화하고 있습니다.
- [0035] 요약 (III) SOx 대응 기술:
- [0036] (III) 알파·라발의 SOx 대응 기술:
- [0037] (피칼리아·시웨이즈호(텐마크)=출력 21,000 kW, MAN B&W 2행정 엔진)에 탑재
- [0038] (가) 연료는 황 함유율 2.2 퍼센트의 중유이고, 배출가스는, 2015년에 시행되는 IMO(국제 해사 기관)의 요구 레벨인 황 함유율 0.1 퍼센트와 동등한 레벨까지 세정 제거되어 있습니다.
- [0039] (나) 알파·라발의 Pure SOx는, 해수 및 맑은 물 양방을 상황에 따라 구분해서 사용한다.
- [0040] 「해수 혹은 담수에 가성소다와 수용액을 사용하여 주기(主機)의 배기가스를 세정합니다」
- [0041] ● 제1 단계에서는, 가스 도입 부분에서 물을 분사함으로써 배기가스를 냉각하고, 그리고 배기가스 중의 매진의 대부분도 여기서 제거됩니다.
- [0042] ● 제2 단계에서는, 스크리버 타워 내에서 배기가스 중의 황 산화물 등을 더욱 세정합니다. 배기가스 중의 물방울의 동반이나 부식을 방지하기 위해서, 굴뚝으로부터 배출되기 전에 가스 중의 물방울은 데미스터에 의해 제거됩니다.
- [0043] ● 제3 단계에서는, 배기가스에 잔류하고 있는 황 산화물을 더욱 정화합니다. 선박의 굴뚝으로부터 배출하기 전에, 응축이나 부식을 방지하기 위해서, 배기가스로부터 작은 물방울이 제거됩니다(배기가스의 황 성분을 98% 이상 제거).
- [0044] 이 비특허문헌 3의 12페이지 제2란 16행~제3란 1행 「스크리버는, 배의 편벨(funnel)에 설치된 큰 샤워실이라고 말할 수 있습니다」라고 하는 기재 및 14페이지에 게재된 사진 중의 주기(注記) 「배의 굴뚝에 설치된 스크리버는, 큰 샤워실에 비유할 수 있습니다.」라고 하는 기재와, 하이브리드 시스템도(도시하지 않음)의 스크리버 상부로부터 물·해수가 공급되어 최하부로부터 함께 배수되고, 배기가스가 바이패스 댐퍼로부터 스크리버 하부에 공급되어 최상부에 직결된 굴뚝으로 배출되고 있기 때문에, 제트 스크리버 타입의 것임을 알 수 있다. 즉,

스크러버 처리수의 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하는 타입으로서, 배기가스 중의 입자형 성분도 가스형 성분과 함께 제거할 수 있는 기능을 갖는 것을 알 수 있다. 따라서 스크러버수의 후처리에는 하이브리드 시스템도(도시하지 않음)에 기재된 각 구성 장치를 갖추며, 이들을 고도로 조작하여 작업할 필요가 있다. 또한, 특허문헌 3에서는, 해수 모드에서는 PM이 전혀 포착되고 있지 않다(12페이지 제4란 16행~제5란 1행의 기재 참조).

[0045] 또한, 공지의 NOx 저감 기술로서 촉매 반응을 이용한 SCR 방식이 일반적으로 알려져 있다. 이 SCR 방식은, 엔진의 배기가스의 온도가 충분히 높은 상태에서 촉매가 활성화되고, 또한 촉매 표면이 그을음 등에 덮이지 않고 확실하게 노출되어 있으면 촉매가 정상적으로 기능하여 높은 NOx 저감을 달성할 수 있다. 그러나, 일반적인 선박용 엔진에 있어서는 연료 소비율의 향상을 확보하기 위해서, 자동차용 엔진 등과 비교하면 긴 행정의 저속 엔진이 주류이고, 실린더 내에서 연소 가스의 에너지를, 천천히 시간을 들여 확실하게 동력으로서 취출하는 것과, 장시간에 걸친 연소 가스의 실린더 벽면 등에 대한 접촉에 따르는 방열에 의해 배기가스의 온도는 저온이 되는 경우가 많으며, 엔진 시동 직후의 난기 중뿐만 아니라 정상 운전 중이어도 촉매 온도가 300도를 하회하면 그 기능을 충분히 발휘하지 않아, NOx 저감율이 불충분한 경우가 많다. 또한, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 이하의 저질 연료를 사용하는 디젤 엔진의 SCR 방식의 배기 정화 시스템에 있어서는, 배기가스 중에 함유되는 PM에 의해 촉매가 피복되고, 연료에 다량으로 함유되는 황에 의해 촉매가 피복되어 그 NOx 정화 기능이 장기간에 걸쳐 안정적으로 기능하지 않는다고 하는 문제가 지적되어, 그 개선책으로서 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 이하의 저질 연료로부터 황 성분을 탈황하는 것이 요망되고 있으나, 제유 장치에서의 대규모의 탈황 장치의 설치에 따른 방대한 설비 투자에 따르는 연료의 폭등이 예상되어 아직 실현되고 있지 않으며, 한편 SCR 방식에서는 배기가스 중의 PM 저감에는 기여하지 않는다.

[0046] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제를 감안하여 이루어진 것으로, 특히 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하며 대배기량으로 고속 및/또는 대유량의 배기가스가 배출되는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 중의 PM을 전기 집진부와 분별 포집부로 이루어지는 ESP/C/PDF에 의해 포집하고, 분별 포집부에 포집된 PM을 PM 소각 장치의 스토키에 축적하여 선내에서 소각 처리하는 기술을 제안하고자 하는 것으로, 포집하여 축적된 PM을 선내에서 연소시킴으로써, 배가 항만 설비로서 PM 처리 시설이 있는 항구에 도착할 때까지 사이클론에 의해 포집한 PM 모두를 선내에 저장해 둘 필요가 없고, 따라서 선내에 저장을 위한 큰 공간을 필요로 하지 않는 것, 선실이 감소하지 않고, 적하를 감소시키는 일도 없기 때문에 경비의 증대를 억제할 수 있는 것, 또한, 바람직하게는, 소각 시에 발생하는 PM 연소 배기가스를 전기 집진부 상류의 배기관으로 환류하여 재차 대전·부착·응집·농축에 의해 확실하게 포집하는 경우, 저농도 배출가스를, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 SOx는 제거하지만 PM을 거의 제거하지 않는 PM 프리 스크러버에 의해 스크러버 처리하는 것, 혹은 소각 시에 발생하는 PM 연소 배기가스를, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 SOx는 제거하지만 PM을 거의 제거하지 않는 PM 프리 스크러버에 의해 스크러버 처리하는 것 등에 의해 대기 배출가스로부터 PM을 확실하게 포집·제거하고, SOx를 확실하게 제거하여 환경 보전 가능한 가스로서 배출하는 것이 가능한, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 처리 장치를 제공하는 것을 목적으로 하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0047] 본 발명에 따른 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 처리 장치는, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 처리 장치에 있어서, 엔진의 배기가스 중에 포함되는 입자형 물질을 대전시키는 방전 전극, 및 대전된 상기 입자형 물질을 포집하는 집진 전극을 구성하는 미리 정해진 길이의 관형 포집부를 갖고, 또한 상기 방전 전극은 상기 관형 포집부 내에 관측 방향으로 배치된 주전극과 상기 주전극에 간격을 두고 배치된 방사형으로 돌출되는 복수의 전극에 의해 구성된 전기 집진 수단과, 저농도 배기가스 도출관 및 고농도 배기가스 도출관으로 이루어지는 전기 집진부와, 상기 관형 포집부로부터 박리된 입자형 물질을 집진용 사이클론으로 분별하여 포집하는 집진 수단을 구비하는 분별 포집부와, 상기 저농도 배기가스 도출관에 설치한, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 SOx는 제거하지만 PM을 제거하지 않는 PM 프리 스크러버를 구비하며, 또한 상기 분별 포집부에 의해 집진된 PM을 축적하는 스토키를 구비하고, 상기 스토키에 축적된 PM을 선내에서 소각하는 PM 소각 장치를 구비하며, 또한 상기 소각 장치에서 발생하는 PM 연소 배기가스를 상기 전기 집진부 혹은 전기 집진부 상류의 배기관으로 환류하는 PM 연소 배기가스 환류 배관을 상기 소각 장치와 상기 관형 포집부 상류 혹은 상기 전기 집진부 상류의 배기관 사이에 배치한 구성으로 한 것을 특징으로 하는 것이다.



[0048] 또한, 본 발명에 따른, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 처리 장치는, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 처리 장치에 있어서, 엔진의 배기가스 중에 포함되는 입자형 물질을 대전시키는 방전 전극, 및 대전된 상기 입자형 물질을 포집하는 집진 전극을 구성하는 미리 정해진 길이의 관형 포집부를 갖고, 또한 상기 방전 전극은 상기 관형 포집부 내에 관측 방향으로 배치된 주전극과 상기 주전극에 간격을 두고 배치된 방사형으로 돌출되는 복수의 전극에 의해 구성된 전기 집진 수단과, 저농도 배기가스 도출관 및 고농도 배기가스 도출관으로 이루어지는 전기 집진부와, 상기 관형 포집부로부터 박리된 입자형 물질을 집진용 사이클론으로 분별하여 포집하는 집진 수단을 구비하는 분별 포집부와, 상기 저농도 배기가스 도출관에 설치한, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 SOx는 제거하지만 PM을 제거하지 않는 PM 프리 스크리버를 구비하며, 또한 상기 분별 포집부에 의해 집진된 PM을 축적하는 스토커를 구비하고, 상기 스토커에 축적된 PM을 소각하는 소각 장치를 갖고, 또한 상기 소각 장치에서 발생하는 PM 연소 배기가스를 저농도 배기가스 도출관에 설치한 PM 프리 스크리버의 상류로 환류하도록 PM 연소 배기가스 배출관을 배치하는 것, 집진용 사이클론으로부터의 사이클론 배기가스 환류 배관과 PM을 소각하여 발생하는 PM 연소 배기가스를 위한 환류 배관을 결합시키는 것, 집진용 사이클론 하부를 PM 집진·축적용 호퍼로 하고, 상기 호퍼의 하부에 셔터를 통해 PM 소각 장치의 PM 축적용 스토커를 일체화시키는 것을 바람직한 양태로 하는 것이다.

[0049] 또한, 상기 스토커는 복수 개이며 대기 방출 배출가스 및 스크리버 처리수의 배출 가능 해역까지 배가 나아가고 나서 PM을 소각 개시할 수 있도록 제어하는 것, 상기 집진용 사이클론 하부에 선택 셔터를 부설하고, 상기 셔터를 개폐 제어하여 시간차를 가지면서 축적된 PM을 순차 소각할 수 있도록 하는 것을 바람직한 양태로 하는 것이다.

[0050] 한편, 상기 PM 소각 장치는 내장된 가열용 히터(전기 히터 등) 혹은 버너가 컨트롤러에 의해 승온·가열 제어되어 PM이 소각되는 기능을 갖는 것을 이용하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 스토커는 전기 히터를 내장하는 양태인 것이 바람직하다.

### 발명의 효과

[0051] 본 발명에 따른 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 처리 장치는, 이하에 기재하는 효과를 나타낸다.

[0052] 즉, 특히 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하며 대배기량으로 고속 및/또는 대유량의 배기가스가 배출되는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 중의 PM을, 전기 집진부와 분별 포집부로 이루어지는 ESP/C/PDF에 의해 포집하고, 분별 포집부로 포집된 PM을 PM 소각 장치의 스토커에 축적하며, 포집되어 축적된 PM을 선내에서 소각 처리함으로써, 배가 항만 설비로서 PM 처리 시설이 있는 항구에 도착할 때까지 사이클론에 의해 포집한 PM 모듈을 선내에 저장해 둘 필요가 없고, 따라서 선내에 저장을 위한 큰 공간을 필요로 하지 않는 것, 선실이 감소하지 않고, 적하를 감소시키는 일도 없기 때문에 경비의 증대를 억제할 수 있는 것, 또한, 바람직하게는, 소각 시에 발생하는 PM 연소 배기가스를 전기 집진부 상류의 배기관으로 환류하여 재차 대전·부착·응집·농축에 의해 확실하게 포집하고, 저농도 배출가스를, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 SOx는 제거하지만 PM을 거의 제거하지 않는 PM 프리 스크리버에 의해 스크리버 처리함으로써 대기 배출가스로부터 SOx를 확실하게 제거하여 환경 보전 가능한 가스로서 배출할 수 있는 것, 또한 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 SOx는 제거하지만 PM을 거의 제거하지 않는 PM 프리 스크리버의 처리수는, 황 성분을 고농도로 함유하고 있으나 유기 용제 가용 성분을 거의 함유하고 있지 않기 때문에 해양 배출이 가능한 것 등의 작용 효과를 나타낸다. 한편 부수적인 효과로서는, PM을 소각한 PM 연소 배기가스로부터 열에너지를 회수함으로써 배 전체로서의 에너지 효율의 향상에도 기여할 수 있는 기술이다.

### 도면의 간단한 설명

[0053] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 장치를 도시하며, 도 1의 (a)는 장치의 전체 구성을 도시한 개략 종단면도, 도 1의 (b)는 상기 장치의 배기가스 도입관부에 배기가스 냉각기를 설치한 구성예를 도시한 개략 종단면도이다.

도 2는 본 발명의 제2 실시예에 따른 장치의 전체 구성을 도시한 개략 종단면도이다.

도 3은 본 발명의 제3 실시예에 따른 장치의 전체 구성을 도시한 개략 종단면도이다.

도 4는 본 발명의 제4 실시예에 따른 장치의 전체 구성을 도시한 개략 종단면도이다.

도 5는 본 발명의 제5 실시예에 따른 장치의 전체 구성을 도시한 개략 종단면도이다.

도 6은 본 발명의 제6 실시예에 따른 장치의 전체 구성을 도시한 개략 종단면도이다.

도 7은 종래의 디젤 엔진 배기가스 처리 장치의 일례를 도시한 개략도이다.

도 8은 마찬가지로 종래의 디젤 엔진 배기가스 처리 장치의 다른 예를 도시한 개략도이며, 도 8의 (a)는 전체 구성도, 도 8의 (b)는 사이클론 포집 수단을 도시한 개략도이다.

도 9는 마찬가지로 종래의 디젤 엔진 배기가스 처리 장치의 다른 예를 도시한 개략도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0054] 도 1의 (a) 및 도 1의 (b)에 본 발명의 제1 실시예에 따른 장치로서 도시한 선박용 디젤 엔진의 배기가스 처리 장치는, 크게 나누어 전기 집진부(1), 분별 포집부(2), PM 소각 장치(3)로 이루어지고, PM 입자를 포집하기 위해서 설치하는 전기 집진부(1)는, 집진 전극을 구성하는 미리 정해진 길이의 포집관(1-1)과 배기가스 중에 포함되는 PM을 대전시키는 방전 전극(1-2)을 구비하고 있다. 집진 전극을 구성하는 포집관(1-1)에는, 상류측(디젤 엔진측)의 단부에 배기가스 도입관(1-1a)을 갖고, 하류측의 단부의 축심 부근에 PM의 저농도 배기가스 도출관(4)을, 하류측의 단부의 내주면 부근에 PM이 고농도로 농축된 배기가스를 도출하는 고농도 배기가스 도출부(1-1b)를 연달아 설치하고 있다. 방전 전극(1-2)은, 집진 전극을 구성하는 포집관(1-1)의 축심 부근을 거의 전체 길이에 걸쳐 연장되는 주전극(1-2a)과, 상기 주전극(1-2a)의 길이 방향으로 미리 정해진 간격으로 배치된 방사형으로 돌출되는 전극침(1-2b)의 군에 의해 구성되어 있다. 이와 같이 구성된 방전 전극(1-2)은, 포집관(1-1)의 배기가스 도입관(1-1a)측에 설치한 시일 에어 도입관부(1-1c)와, 저농도 배기가스 도출관(4)의 입구 부위에 설치한 시일 에어 도입관부(4-1)에 절연되게 늘어뜨려 설치한 지지체(5)를 통해 주전극(1-2a)의 양단부가 지지되어 있다. 또한 PM(10)의 저농도 배기가스 도출관(4)에는, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 SOx는 제거하지만 PM을 거의 제거하지 않는 PM 프리 스크러버(11)를 설치하여 대기 방출 배기가스로부터 SOx를 제거시키고 있다.
- [0055] 한편, 스크러버 처리수는, 배기가스로부터 SOx는 제거하지만 PM을 거의 제거하지 않기 때문에 SOx는 함유하지만 PM을 거의 함유하지 않아 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리되는 용이하다. 또한, 방전 전극(1-2)은 필요에 따라 포집관(1-1)의 내부로부터 절연된 스테이(도시하지 않음)에 의해 소망 간격을 가지고 지지되어 있다. 또한, 이 방전 전극(1-2)은 외부에 설치된 고압 전원 장치(도시하지 않음)에 배선되어 제어된 고압 전원을 공급 받는다.
- [0056] 상기 배기가스의 흐름 방향에 있어서의 전기 집진부(1)의 하류측에 설치된 분별 포집부(2)는, 분별 수단으로서의 사이클론 포집 수단(2-1)에 의해 구성되어 있다. 이 사이클론 포집 수단(2-1)은, 포집관(1-1)의 고농도 배기가스 도출부(1-1b)에 연통관(5-1)을 통해 접속된 1대의 접선식 사이클론(2-1a)으로 구성되고, 또한 상기 접선식 사이클론(2-1a)과 상기 저농도 배기가스 도출관(4) 사이에, 접선식 사이클론(2-1a) 통과 후의 정화 가스를 저농도 배기가스 도출관(4) 내를 흐르는 저농도 배기가스에 함유시키기 위한 사이클론 배기가스 배출관(6-1)을 배치하고 있다. 또한, 상기 저농도 배기가스 도출관(4)에는, 접선식 사이클론(2-1a)으로의 고농도 배기가스 유입량 및 유입 속도와 저농도 배기가스 방출량의 유량 조절을 행하기 위한 유량 제어 댐퍼(7)를 설치하고 있다.
- [0057] 한편, 접선식 사이클론(2-1a)에 의해 집진되는 PM(10)은 상기 접선식 사이클론(2-1a) 하부의 콘(cone)형 부분 바로 아래에 설치된 착탈 가능한 호퍼(2-1b) 내에 퇴적되어 가고, 호퍼 용량 한계에 도달한 경우에는 새로운 호퍼로 순차 교환하여 보관한다. 도면 중 도면 부호 8은 PM(10)을 저장하는, PM 소각 장치의 스토커이다.
- [0058] 상기 스토커(8)에 축적되어 있는 PM을 소각하기 위해서 설치하는 PM 소각 장치(3)는, 컨트롤러(3-2)에 의해 소각 온도나 배출가스의 유량 등이 제어되고, 전기 히터(3-1a)를 내장한 PM 소각로(3-1)로 이루어지며, 또한 상기 PM 소각로(3-1)로부터의 PM 연소 배기가스를 상기 전기 집진부(1)의 상기 배기가스 도입관(1-1a)으로 환류하기 위한 PM 연소 배기가스 환류 배관(12)을 설치함으로써, 가령 상기 PM 소각로(3-1) 내에서 연소 중인 PM(10)이 일시적으로 날아오르는 등으로 인해 만일 PM 연소 배기가스 중에 혼입되어도, 전기 집진부(1) 및 분별 포집부(2)를 재차 경유함으로써 확실하게 제거되어 대기 배출가스의 환경 보전을 도모할 수 있다. 도면 중, 도면 부호 12a는, PM 연소 배기가스 환류 배관(12) 내부를 흐르는 PM 연소 배기가스 흐름에 대해 운동 에너지를 부여하는 블로워이다. 또한, PM 연소 배기가스 환류 배관(12)의 선단부는 이젝터 효과를 고려하여 배기가스 도입관(1-1a) 내로 돌출시키고, 또한 선단 개구부를 배기가스 유출 방향을 지향하도록 굴곡시킨다. 한편, 상기 PM 소각로(3-

1)는, 전기 히터(3-1a)를 대신하여, 버너(도시하지 않음)를 이용한 소각로여도 되는 것은 말할 것도 없다.

[0059] 전술한 바와 같이, 도 1의 (a)에 도시된 구성의 배기가스 처리 장치의 경우에는, 고농도 배기가스 도출부(1-1b)에서 도출되는 PM이 고농도로 농축된 배기가스를 분별 포집부(2)에 도입하여 분별 포집부(2)의 접선식 사이클론(2-1a)에 의해 대부분의 PM(10)이 포집되어 호퍼(2-1b)에 일시적으로 저장된 후, 상기 호퍼(2-1b) 내의 PM(10)은, 배가 PM의 소각이 가능한 상태가 될 때까지 PM 소각 장치의 스토커(8)에 저장된다. 스토커(8)에 저장된 PM(10)은, 그 후 PM 소각 장치(3)의 PM 소각로(3-1)에 공급되고, 상기 소각로의 전기 히터(3-1a)를 컨트롤러(3-2)에 의해 제어해서 승온하여, PM(10)을 소각한다. 저장되어 있는 PM(10)의 소각에 의해 발생하는 황 성분을 고농도로 함유하는 PM 연소 배기가스는, PM 연소 배기가스 환류 배관(12)을 통해 포집관(1-1)으로 환류시켜 배기가스에 혼류(混流)시키고, 이 PM의 고농도화된 혼류 가스를, 대부분의 PM(10)을 포집하는 접선식 사이클론(2-1a)으로 도출시키며, 황 성분을 고농도로 함유하고 있으나 PM(10)의 농도를 저농도로 한 대기 배출가스를 PM 프리 스크러버(11)에 공급한다. 이 PM 프리 스크러버(11)에 의해, 대기 배출가스에는 PM은 잔류하고 있으나 황분이 제거된 가스가 되어 대기 환경이 보전된다. 한편, PM 프리 스크러버(11)의 처리수는, 황 성분은 고농도로 함유하고 있으나 PM을 거의 함유하고 있지 않기 때문에 스크러버 스투 등의 해양 배출이 가능하거나, 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리될 수 있다.

[0060] 또한, 상기 도 1의 (a)에 도시된 제1 실시예에 따른 장치에 있어서, 도 1의 (b)에 도시된 바와 같이 배기가스 도입관(1-1a)에 배기가스 냉각기(20)를 설치하고, PM 연소 배기가스를 상기 배기가스 냉각기(20)의 하류로 환류시키도록 해도 좋다. 배기가스 도입관(1-1a)에 배기가스 냉각기(20)를 설치하여 배기가스를 예냉(豫冷)하는 경우, PM 연소 배기가스를 배기가스 도입관(1-1a)의 배기가스 냉각기(20)의 하류로 환류시키면, 부식성 물질(설페이트의 연소 배기가스)을 함유하는 PM 연소 배기가스가 배기가스 냉각기(20)로 유입되는 일이 없기 때문에, 배기가스 냉각기(20)를 구성하는 부재에 고내식성 부재를 사용할 필요가 없고, 저렴하고 또한 내구성을 확보하기 쉽다. 한편, PM 연소 배기가스를 배기가스 냉각기(20)의 상류로 환류시키면, 포집관(1-1)으로 유입되는 가스 전량을 예냉할 수 있기 때문에 전기 집진부(1), 분별 포집부(2)에서의 높은 포집율을 확보할 수 있다.

[0061] 도 2에 본 발명의 제2 실시예에 따른 장치로서 도시한 선박용 디젤 엔진의 배기가스 처리 장치는, 도 1에 도시된 제1 실시예에 따른 장치의 사이클론을 사용한 환류 방식의 디젤 엔진 배기가스 처리 장치와 PM 소각 장치를 조합한 것으로, 도 1에 도시된 제1 실시예에 따른 장치의, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 연료로서 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 중에 포함되는 입자형 물질을 대전시키는 방전 전극(1-2), 및 대전된 상기 입자형 물질을 포집하는 집진 전극을 구성하는 관형 포집관(1-1)을 갖고, 관형 포집관(1-1)으로부터 박리된 입자형 물질을 분별하여 포집하는 사이클론 방식의 분별 포집 수단(2-1)을 구비하며, 또한 PM(10)의 저농도 배기가스 도출관(4)에, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 SOx는 제거하지만 PM을 거의 제거하지 않는 PM 프리 스크러버(11)를 설치하여 대기 방출 배기가스로부터 SOx를 제거시키는 것과 같이 구성된 선박용 디젤 엔진 배기가스 처리 장치의, 상기 관형 포집관(1-1)의 하류측의 내주면 부근에 설치한, PM이 고농도로 농축된 배기가스를 도출하는 고농도 배기가스 도출부(1-1b)로부터의 고농도 배기가스 도출관(5-2)에, 전술한 바와 동일한 접선식 사이클론(2-1a)으로 구성된 사이클론 포집 수단을 설치하고, 고농도 배기가스 도출부(1-1b)로부터 배출되는 고농도 배기가스 흐름을 접선식 사이클론(2-1a)에 도입하여 대직경 입자를 포집·처리하며, 상기 사이클론에 의해 제거할 수 없었던 미세 직경 입자를 함유하는 사이클론 배기가스 흐름을, 사이클론 배기가스 환류 배관(14-1)을 경유하여 배기가스 도입관(1-1a)으로 압송·환류시키는 방식으로 하고 있다.

[0062] 한편, PM 소각 장치(3)는, 분별 포집부의 접선식 사이클론(2-1a) 하부의 콘형 부분 바로 아래에 호퍼(2-1b)가 설치되고, 상기 호퍼 바로 아래에는 호퍼 내에 집진·퇴적된 PM(10)을 유지하고 또한 낙하시키는 셔터(2-1c)를 통해 PM 소각로를 겸한 상기 호퍼(2-1b)보다 내용적이 큰, PM 소각 장치의 스토커(3'-1)가 설치되어 있다. 이 PM 소각로를 겸한 스토커(3'-1)는, 내부에 전기 히터(3'-1a)를 내장하고, 컨트롤러(3-2)에 의해 소각 온도나 PM 연소 배기가스의 유량 등이 제어되는 구조로 되어 있다. 한편, 이 PM 소각로를 겸한 스토커(3'-1)의 경우에는, PM이 호퍼(2-1b) 내에 집진·퇴적되어 호퍼 용량 한계에 도달한 경우에 셔터(2-1c)를 개방하여 호퍼 바로 아래의 스토커(3'-1) 내에 PM(10)을 낙하시키고, 그 후 셔터(2-1c)를 폐쇄하여 축적한다. PM 소각 장치의 스토커(3'-1)에 축적된 PM이 연소되는 PM 소각로를 겸한 스토커(3'-1)로부터의 PM 연소 배기가스는, PM 연소 배기가스 환류 배관(14-2)을 통해 상기 전기 집진부(1)의 상기 배기가스 도입관(1-1a)으로 환류되도록 구성되어 있다. 또한, 사이클론 배기가스 환류 배관(14-1), PM 연소 배기가스 환류 배관(14-2)이 배관되는 연통관(5-3)의 선단부는, 전술한 바와 마찬가지로 이젝터 효과를 고려하여 배기가스 도입관(1-1a) 내로 돌출시키고, 또한 선단 개구부는 배기가스 유출 방향을 지향하도록 굴곡시킨다. 도면 부호 14-1a, 14-2a는, 각각 사이클론 배기가스 환류

배관(14-1), PM 연소 배기가스 환류 배관(14-2)을 흐르는 배기가스 흐름에 대해 운동 에너지를 부여하는 블로워이다. 한편, 상기 전기 히터(3'-1a)를 대신하여, 버너(도시하지 않음)를 이용해도 되는 것은 말할 것도 없다.

[0063] 상기 도 2에 도시된 구성의 배기가스 처리 장치의 경우, 포집관(1-1)의 하류에 있어서, 포집관 내벽 근방을 흘러 온 PM의 고농도 배기가스 흐름은, 상기 포집관(1-1)의 고농도 배기가스 도출부(1-1b)로부터 연통관(5-1) 및 고농도 배기가스 도출관(5-2)을 통해 접선식 사이클론(2-1a)에 도입되어 대직경의 PM 입자가 원심 분리되고, 하부의 콘형 부분 바로 아래의 호퍼(2-1b)에 포집·퇴적된다. 이 접선식 사이클론(2-1a)에 의해 대직경의 PM 입자를 포집·퇴적 후, 상기 접선식 사이클론(2-1a)에 의해 제거되지 않은 미세 직경의 PM 입자를 함유하는 대략 정화된 사이클론 배기가스 흐름은, 사이클론 배기가스 환류 배관(14-1) 내부를 흘러 포집관(1-1)의 상류측의 연통관(5-3)을 통해 배기가스 도입관(1-1a) 내부를 흐르는 배기가스 흐름에 합류하는데, 이때, 미세 직경의 PM 입자를 함유하는 정화된 배기가스 흐름에 대해 블로워(14-1a)에 의해 운동 에너지가 부여되어 승압·증속되고, 사이클론 배기가스 환류 배관(14-1)에 의해 배기가스 도입관(1-1a)으로 압송·환류된다. 한편, 포집관(1-1)의 하류에 있어서, 상기 포집관(1-1)의 대략 중심부 부근을 흐른 저농도 배기가스 흐름은, PM 프리 스크리버(11)를 경유하여 SOx를 제거하고 나서 대기 방출시키고 있다. 한편, PM 소각 장치의 접선식 사이클론(2-1a) 하부의 콘형 부분 바로 아래에 설치된 호퍼(2-1b) 내에는 PM이 집진·퇴적되고, 호퍼 용량 한계에 도달한 경우에는 서터(2-1c)를 개방하여 PM을 낙하시켜 PM 소각로를 겸하는 스토커(3'-1) 내에 낙하시켜 축적한다. 그 후 서터(2-1c)를 폐쇄하고, 스토커(3'-1)에 축적된 PM을, PM 소각로의 전기 히터(3'-1a)를 컨트롤러(3-2)에 의해 소각 온도나 흡인 공기량, PM 연소 배기가스의 유량 등을 제어하면서 PM 소각로에서 연소·소각시키며, 또한 상기 PM 소각로부터의 PM 연소 배기가스는, 사이클론 배기가스 환류 배관(14-1a2)을 경유하여 상기 전기 집진부(1)의 상기 배기가스 도입관(1-1a)으로 환류되기 때문에, 가령 상기 PM 소각로를 겸한 스토커(3'-1) 내에서 연소 중인 PM이 일시적으로 날아오르는 등으로 인해 만일 PM 연소 배기가스 중에 혼입되어도, 전기 집진부(1) 및 분별 포집부(2)를 재차 경유함으로써 확실하게 제거되어 대기 배출가스의 환경 보전을 도모할 수 있다.

[0064] 상기 도 2에 도시된 구성의 배기가스 처리 장치에 의하면, 이하에 기재하는 작용 효과를 나타낸다.

[0065] (가). 사이클론(2-1a)을 통과한 미세 직경 입자를 포함하는 사이클론 배기가스 흐름(환류 가스)을 엔진으로부터의 배기가스 흐름에 환류·압송·혼합시켜 포집관(1-1)에서 재차, 방전→입자의 대전→포집관 내벽면에 대한 부착→박리의 반복에 의해 대직경 입자화시키고, 고농도 배기가스 흐름으로서 분리하여 사이클론(2-1a)에 의해 확실하게 제거할 수 있다.

[0066] (나). 사이클론(2-1a) 후의 사이클론 배기가스 흐름을 환류시킴으로써, 배출되는 가스의 PM 등의 포집율을 유지 혹은 향상시키면서, 즉, 저농도 배출가스의 청정도를 유지 혹은 향상시키면서, 선박용 엔진에 있어서의 주기(主機) 및 보기(補機)의 병렬 운전이나 단독 운전에 따르는 운전 상황의 변화나 엔진의 부하율에 따라 변화하는 배기가스유량에 대응하여 처리 능력이 상이한 각 접선식 사이클론을 복수 대 설치하는 일 없이 장치 전체를 소형으로·컴팩트하게 할 수 있고, 장치의 제어도 간단해지며 제어 소프트웨어·장치도 단순해져 저렴하고 신뢰성이 높은 것이 된다.

[0067] (다). 블로워(14-1a)의 설치에 의해, 가령 접선식 사이클론(2-1a)의 사이클론 배기가스 흐름의 흐름 통과 저항이 다소 커도 미세 직경의 PM 입자를 함유하는 정화된 사이클론 배기가스 흐름을 원활하게 배기가스 도입관(1-1a)으로 환류할 수 있을 뿐만 아니라, 접선식 사이클론(2-1a)으로의 유입 접선 속도를 적정하게 제어할 수 있어 상기 사이클론에서의 포집 효율도 상승한다. 한편, 블로워(14-1a)의 설치 위치는, 사이클론 전후의 어느 위치여도 좋으며, 블로워 설치 위치가 사이클론 상류측인 경우에는 사이클론으로의 유입 접선 속도를 높게 유지하여 높은 포집율을 얻기 쉽고, 한편, 사이클론 하류측인 경우에는 블로워(14-1a)의 흡인 저항이 커서 서징(surging)이 다소 염려되지만 팬 블레이드 표면에 대한 PM 입자 등의 부착이 적고 또한 가스의 온도가 저하되어 있기 때문에 블로워(14-1a)는 내구성을 확보하기 쉽다.

[0068] (라). 사이클론 배기가스 환류 배관(14-1), PM 연소 배기가스 환류 배관(14-2)이 배관되는 연통관(5-3)의 선단부를 배기가스 도입관(1-1a) 내로 돌출시키고, 또한 그 선단 개구부는 배기가스 유출 방향을 지향하도록 굴곡시키며, 블로워(14-1a)에 의해 운동 에너지가 부여되어 승압·증속된 환류를 분출시킴으로써 이젝터 효과를 발휘시키고, 배기가스 도입관(1-1a)을 흘러 오는 배기가스 흐름을 흡인시킴으로써 배기 저항을 감소시켜 엔진 효율의 상승을 도모할 수 있다.

[0069] (마). 선내에서 전기 집진부와 분별 포집부에 포집된 PM을, PM 소각 장치의 스토커에 일단 축적한 후 소각함으로써 장기간에 걸친 연속 항해를 할 때, 또한 선내에서의 축적을 위한 큰 공간을 필요로 하지 않고, 선실을 감소시키지 않으며, 적하를 감소시키지 않기 때문에 경비의 증가를 억제할 수 있다.



- [0070] (바). 소각로로부터의 PM 연소 배기가스를 포집관 상류로 환류함으로써 소각로 배기가스 내의 PM 등을 확실하게 제거할 수 있다.
- [0071] (사). PM 프리 스크러버(11)를 설치함으로써 배출가스로부터 SOx를 제거할 수 있다. 한편, PM 프리 스크러버(11)의 처리수는, 황 성분은 고농도로 함유하고 있으나 PM을 거의 함유하고 있지 않기 때문에 스크러버 스루 등의 해양 배출이 가능하거나, 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리할 수 있다.
- [0072] 한편, 본 실시예에 따른 장치에 있어서도, 상기 도 1의 (b)에 도시된 바와 같이 배기가스 도입관(1-1a)에 배기가스 냉각기(20)를 설치하고, PM을 소각하여 발생하는 PM 연소 배기가스를 상기 배기가스 냉각기(20)의 하류로 환류시키도록 해도 되는 것은 말할 것도 없다.
- [0073] 도 3에 본 발명의 제3 실시예에 따른 장치로서 도시한 선박용 디젤 엔진의 배기가스 처리 장치는, 상기 도 2에 도시된 제2 실시예에 따른 장치의, PM 소각 장치(3)로부터의 PM 연소 배기가스를 전기 집진부(1)의 상기 배기가스 도입관(1-1a)으로 환류시키는 PM 연소 배기가스 환류 배관(14-2)에, 상기 저농도 배기가스 도출관(4)에 설치한 PM 프리 스크러버(11)와 동일한 PM 프리 스크러버(11)를 설치한 구성으로 한 것이다.
- [0074] 즉, 그 구성은, 도 2에 도시된 제2 실시예에 따른 장치와 마찬가지로, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 연료로서 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 중에 포함되는 입자형 물질을 대전시키는 방전 전극(1-2), 및 대전된 상기 입자형 물질을 포집하는 집진 전극을 구성하는 관형 포집관(1-1)을 갖고, 관형 포집관(1-1)으로부터 박리된 입자형 물질을 분별하여 포집하는 사이클론 방식의 분별 포집 수단(2-1)을 구비하며, 또한 PM(10)의 저농도 배기가스 도출관(4)에, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 SOx는 제거하지만 PM을 거의 제거하지 않는 PM 프리 스크러버(11)를 설치하여 대기 방출 배기가스로부터 SOx를 제거시키는 구성으로 하고, 상기 관형 포집관(1-1)의 하류측의 내주면 부근에 설치한 PM의 고농도 배기가스 도출부(1-1b)로부터의 고농도 배기가스 도출관(5-2)에, 전술한 바와 동일한 접선식 사이클론(2-1a)으로 구성된 사이클론 포집 수단을 설치하며, 고농도 배기가스 도출부(1-1b)로부터 배출되는 고농도 배기가스 흐름을 접선식 사이클론(2-1a)에 도입하여 대직경 입자를 포집·처리하고, 상기 사이클론에 의해 제거할 수 없었던 미세 직경 입자를 함유하는 사이클론 배기가스 흐름을 사이클론 배기가스 환류 배관(14-1)을 경유하여 배기가스 도입관(1-1a)으로 압송·환류시키는 방식으로 하고 있다.
- [0075] 한편, PM 소각 장치(3)는, 분별 포집부(2)의 접선식 사이클론(2-1a) 하부의 콘형 부분 바로 아래에 호퍼(2-1b)가 설치되고, 상기 호퍼 바로 아래에는 호퍼 내에 집진·퇴적된 PM을 유지하고 또한 낙하시키는 셔터(2-1c)를 통해 PM 소각로를 겸한 상기 호퍼(2-1b)보다 내용적이 큰 스토커(3'-1)가 설치되어 있다. 이 PM 소각로를 겸한 스토커(3'-1)는, 내부에 전기 히터(3'-1a)를 내장하고, 컨트롤러(3-2)에 의해 소각 온도나 흡인 공기량, PM 연소 배기가스의 유량 등이 제어되는 구조로 되어 있다. 한편, 이 PM 소각로를 겸한 스토커(3'-1)의 경우에는, PM이 호퍼(2-1b) 내에 집진·퇴적되어 호퍼 용량 한계에 도달한 경우에 셔터(2-1c)를 개방하여 호퍼 바로 아래의 스토커(3'-1) 내에 PM을 낙하시키고, 그 후 셔터(2-1c)를 폐쇄하여 축적한다. 스토커(3'-1)에 축적된 PM(10)이 연소되는 PM 소각로를 겸한 스토커(3'-1)로부터의 PM 연소 배기가스는, PM 연소 배기가스 환류 배관(14-2)을 통해 상기 전기 집진부(1)의 상기 배기가스 도입관(1-1a)으로 환류되도록 구성되어 있다. 본 실시예에 따른 장치는, 상기 PM 연소 배기가스 환류 배관(14-2)에, 상기 저농도 배기가스 도출관(4)에 설치한 PM 프리 스크러버(11)와 동일한 PM 프리 스크러버(11)를 설치한 구성으로 한 것이다. 도면 부호 14-1a, 14-2a는, 각각 사이클론 배기가스 환류 배관(14-1), PM 연소 배기가스 환류 배관(14-2)을 흐르는 배기가스 흐름에 대해 운동 에너지를 부여하는 블로워이다.
- [0076] 한편, 본 실시예에 따른 장치도 상기 도 2에 도시된 제2 실시예에 따른 장치와 마찬가지로, 사이클론 배기가스 환류 배관(14-1), PM 연소 배기가스 환류 배관(14-2)이 배관되는 연통관(5-3)의 선단부는 이젝터 효과를 고려하여 배기가스 도입관(1-1a) 내로 돌출되고, 또한 선단 개구부는 배기가스 유출 방향을 지향하도록 굴곡된다. 또한, 상기 PM 소각로를 겸한 스토커(3'-1)는, 전기 히터(3'-1a)를 대신하여, 버너(도시하지 않음)를 이용한 소각로여도 되는 것은 말할 것도 없다.
- [0077] 상기 도 3에 도시된 구성의 배기가스 처리 장치의 경우에는, 상기 도 2에 도시된 제2 실시예에 따른 장치와 동일한 (가)~(사)의 작용 효과에 더하여, PM 소각로를 겸하여 PM을 축적하는 스토커(3'-1)로부터의 PM 연소 배기가스를 배기가스 도입관(1-1a)으로 환류시키는 PM 연소 배기가스 환류 배관(14-2)에 설치한 PM 프리 스크러버(11)에 의해, PM 연소 배기가스 중의 황 성분을 미리 제거할 수 있기 때문에, 전기 집진부(1)의 본체 및 분별 포집부(2)의 사이클론에 대한 부식성이 완화되는 등의 효과를 얻을 수 있다.



- [0078] 도 4에 본 발명의 제4 실시예에 따른 장치로서 도시한 선박용 디젤 엔진의 배기가스 처리 장치는, PM 연소 배기가스와 저농도 가스의 혼합류(混合流)를 PM 프리 스크러버에 공급하는 방식으로 한 것으로, 그 구성은, 도 1에 도시된 제1 실시예에 따른 장치의 PM 소각 장치(3)의 PM 소각로(3-1)로부터의 PM 연소 배기가스 환류 배관(12)에 해당하는 PM 연소 배기가스 배출관(15)을 PM(10)의 저농도 배기가스 도출관(4)의 PM 프리 스크러버(11)의 상류측 관 내로 돌출시켜 구성한 것이다.
- [0079] 즉, 그 구성은, 도 1에 도시된 제1 실시예에 따른 장치와 마찬가지로, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 연료로서 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 중에 포함되는 입자형 물질을 대전시키는 방전 전극(1-2), 및 대전된 상기 입자형 물질을 포집하는 집진 전극을 구성하는 관형 포집관(1-1)을 갖고, 관형 포집관(1-1)으로부터 박리된 입자형 물질을 분별하여 포집하는 사이클론 방식의 분별 포집 수단(2-1)을 구비하며, 또한 PM(10)의 저농도 배기가스 도출관(4)에, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 SOx는 제거하지만 PM을 거의 제거하지 않는 PM 프리 스크러버(11)를 설치하여 대기 방출 배기가스로부터 SOx를 제거시키는 구성으로 하고, 상기 배기가스의 흐름 방향에 있어서의 전기 집진부(1)의 하류측에 설치된 분별 포집부(2)는, 분별 수단으로서의 사이클론 포집 수단(2-1)에 의해 구성되어 있다. 이 사이클론 포집 수단(2-1)은, 포집관(1-1)의 고농도 배기가스 도출부(1-1b)에 연통관(5-1)을 통해 접속된 1대의 접선식 사이클론(2-1a)으로 구성되고, 또한 상기 접선식 사이클론(2-1a)과 상기 저농도 배기가스 도출관(4) 사이에, 접선식 사이클론(2-1a) 통과 후의 정화 가스를 저농도 배기가스 도출관(4) 내부를 흐르는 저농도 배기가스에 함유시키기 위한 사이클론 배기가스 배출관(6-1)을 배치하며, 상기 저농도 배기가스 도출관(4)에는, 접선식 사이클론(2-1a)으로의 고농도 배기가스 유입량 및 유입 속도와 저농도 배기가스 방출량의 유량 조절을 행하기 위한 유량 제어 댐퍼(7)를 설치하고 있다.
- [0080] PM을 소각하기 위해서 설치하는 PM 소각 장치(3)는, 상기 도 1에 도시된 것과 마찬가지로, 컨트롤러(3-2)에 의해 소각 온도나 흡인 공기량, PM 연소 배기가스의 유량 등이 제어되고, 전기 히터(3-1a)를 내장한 PM 소각로(3-1)로 이루어진다. 본 실시예에 따른 장치에서는, 상기 PM 소각로(3-1)로부터의 PM 연소 배기가스를 PM(10)의 저농도 배기가스 도출관(4)의 PM 프리 스크러버(11)의 상류측으로 환류하기 위한 PM 연소 배기가스 배출관(15)을 설치하고 있다. 이 PM 연소 배기가스 배출관(15)도 전술한 바와 마찬가지로, 그 선단부를 저농도 배기가스 도출관(4) 내로 돌출시키고 있다. 도면 부호 15a는 전술한 바와 동일한, PM 연소 배기가스 배출관(15) 내부를 흐르는 PM 연소 배기가스 흐름에 대해 운동 에너지를 부여하는 블로워이다.
- [0081] 상기 도 4에 도시된 구성의 배기가스 처리 장치의 경우에는, 상기 도 1에 도시된 제1 실시예에 따른 장치와 마찬가지로, 분별 포집부(2)의 접선식 사이클론(2-1a)에 의해 대부분의 PM(10)이 포집되어 호퍼(2-1b)에 일시적으로 저장된 후, 상기 호퍼(2-1b) 내의 PM(10)은, 배가 PM의 소각이 가능한 상태가 될 때까지 PM 소각 장치의 스토키(8)에 저장되고, 그 후 PM 소각 장치(3)의 PM 소각로(3-1)에 공급되며, 상기 소각로의 전기 히터(3-1a)를 컨트롤러(3-2)에 의해 제어해서 승온하여, 축적되어 있는 PM(10)을 소각한다. PM(10)의 소각에 의해 발생하는 황 성분을 고농도로 함유하는 PM 연소 배기가스는, PM 연소 배기가스 배출관(15)을 통해 저농도 배기가스 도출관(4)의 PM 프리 스크러버(11)의 상류측으로 환류하고, PM 저농도 배기가스와 혼류(混流)하여 PM 프리 스크러버(11)에 공급된다. 이 PM 프리 스크러버(11)에 의해, 대기 배출가스는, PM은 잔류하고 있으나 황 성분이 제거된 가스가 되어 대기 환경이 보전된다. 한편, PM 프리 스크러버(11)의 처리수는, 황 성분은 고농도로 함유하고 있으나 PM을 거의 함유하고 있지 않기 때문에 스크러버 스루 등의 해양 배출이 가능하거나, 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리할 수 있다. 또한, PM을 소각하여 발생하는 PM 연소 배기가스를 위한 배출관(15)을 저농도 배기가스 도출관(4)에 접속시킴으로써, 부식성이 있는 PM 연소 배기가스가 전기 집진부(1), 분별 포집부(2)로 유입되는 일이 없기 때문에, 이들을 구성하는 부재(포집관, 전극 등)는 고내식성 재료를 사용할 필요가 없고, 저렴하고 또한 내구성이 확보되기 쉽다.
- [0082] 도 5에 본 발명의 제5 실시예에 따른 장치로서 도시한 선박용 디젤 엔진의 배기가스 처리 장치는, PM 연소 배기가스를 PM 프리 스크러버(11)에 직접 공급하는 방식으로 한 것으로, 그 구성은, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 연료로서 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 중에 포함되는 입자형 물질을 대전시키는 방전 전극(1-2), 및 대전된 상기 입자형 물질을 포집하는 집진 전극을 구성하는 관형 포집관(1-1)을 갖고, 관형 포집관(1-1)으로부터 박리된 입자형 물질을 분별하여 포집하는 사이클론 방식의 분별 포집 수단(2-1)을 구비하며, 또한 PM(10)의 저농도 배기가스 도출관(4)에, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 SOx는 제거하지만 PM을 거의 제거하지 않는 PM 프리 스크러버(11)를 설치하여 대기 방출 배기가스로부터 SOx를 제거시키는 구성으로 하고, 또한, 상기 배기가스의 흐름 방향에 있어서의 전기 집진부(1)의 하류측에 설치된 분별 포집부(2)는, 분별 수단으로서의 사이클론 포집 수단(2-1)에 의해 구성되어 있다. 이 사이클론 포

집 수단(2-1)은, 포집관(1-1)의 고농도 배기가스 도출부(1-1b)에 연통관(5-1) 및 고농도 배기가스 도출관(5-2)을 통해 접속된 1대의 접선식 사이클론(2-1a)으로 구성되고, 고농도 배기가스 도출부(1-1b)로부터 배출되는 고농도 배기가스 흐름을 접선식 사이클론(2-1a)에 도입하여 대직경 입자를 포집·처리하며, 상기 사이클론에 의해 제거할 수 없었던 미세 직경 입자를 함유하는 사이클론 배기가스 흐름을, 사이클론 배기가스 환류 배관(16)을 경유하여 배기가스 도입관(1-1a)으로 압송·환류시키는 방식으로 하고 있다. 도면 부호 16a는 사이클론 배기가스 환류 배관(16) 내부를 흐르는 사이클론 배기가스 흐름에 대해 운동 에너지를 부여하는 블로워이다. 또한, PM을 소각하기 위해서 설치하는 PM 소각 장치(3)도 전술한 것과 마찬가지로, 컨트롤러(3-2)에 의해 소각 온도나 흡인 공기량, PM 연소 배기가스의 유량 등이 제어되고, 전기 히터(3-1a)를 내장한 PM 소각로(3-1)로 이루어진다. 본 실시예에 따른 장치에서는, 상기 PM 소각로(3-1)로부터의 PM 연소 배기가스를 PM(10)의 저농도 배기가스 도출관(4)에 설치한 PM 프리 스크러버(11)에 직접 공급하기 위한 PM 연소 배기가스 배출관(17)을 설치하는 점에 주된 특징이 있다. 도면 부호 17a는 전술한 바와 동일한, PM 연소 배기가스 배출관(17) 내부를 흐르는 PM 연소 배기가스 흐름에 운동 에너지를 부여하는 블로워이다.

[0083] 상기 도 5에 도시된 구성의 배기가스 처리 장치의 경우에는, 분별 포집부(2)의 접선식 사이클론(2-1a)에 의해 대부분의 PM(10)이 포집되어 호퍼(2-1b)에 일시적으로 저장된 후, 상기 호퍼(2-1b) 내의 PM(10)은, 배가 PM의 소각이 가능한 상태가 될 때까지 PM 소각 장치의 스토커(8)에 저장되고, 그 후 PM 소각 장치(3)의 PM 소각로(3-1)에 공급되며, 상기 소각로의 전기 히터(3-1a)를 컨트롤러(3-2)에 의해 제어해서 승온하여, 스토커(8)에 축적되어 있는 PM(10)을 소각한다. PM(10)의 소각에 의해 발생하는 황 성분을 고농도로 함유하는 PM 연소 배기가스는, PM 연소 배기가스 배출관(17)을 통해 직접 PM 프리 스크러버(11)에 공급된다. PM 프리 스크러버(11)에 공급된 PM 저농도 배기가스와 PM을 소각하여 발생한 PM 연소 배기가스는, PM은 잔류하고 있으나 황 성분이 제거된 가스가 되어 대기 환경이 보전된다. 한편, PM 프리 스크러버(11)의 처리수는, 황 성분은 고농도로 함유하고 있으나 PM을 거의 함유하고 있지 않기 때문에 스크러버 스루 등의 해양 배출이 가능하거나, 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리할 수 있다. 또한, 본 실시예에 따른 장치에 있어서도, 부식성이 있는 PM 연소 배기가스는 전기 집진부(1), 분별 포집부(2)로 유입되는 일이 없기 때문에, 이들을 구성하는 부재(포집관, 전극 등)는 고내식성 재료를 사용할 필요가 없고, 저렴하고 또한 내구성이 확보되기 쉽다.

[0084] 도 6에 본 발명의 제6 실시예에 따른 장치로서 도시한 선박용 디젤 엔진의 배기가스 처리 장치는, 상기 도 2에 도시된 제2 실시예에 따른 장치에 있어서의 PM 소각로를 겸한 스토커를 복수 설치하고, PM의 교호(交互) 포집과 교호 연소를 행할 수 있도록 구성한 것이다.

[0085] 즉, 그 구성은, 도 2에 도시된 제2 실시예에 따른 장치와 마찬가지로, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 연료로서 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 중에 포함되는 입자형 물질을 대전시키는 방전 전극(1-2), 및 대전된 상기 입자형 물질을 포집하는 집진 전극을 구성하는 관형 포집관(1-1)을 갖고, 관형 포집관(1-1)으로부터 박리된 입자형 물질을 분별하여 포집하는 사이클론 방식의 분별 포집 수단(2-1)을 구비하며, 또한 PM(10)의 저농도 배기가스 도출관(4)에, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 SOx는 제거하지만 PM을 거의 제거하지 않는 PM 프리 스크러버(11)를 설치하여 대기 방출 배기가스로부터 SOx를 제거시키는 구성으로 하고, 상기 관형 포집관(1-1)의 하류측의 내주면 부근에 설치한 PM의 고농도 배기가스 도출부(1-1b)로부터의 고농도 배기가스 도출관(5-2)에, 전술한 바와 동일한 접선식 사이클론(2-1a)으로 구성된 사이클론 포집 수단을 설치하며, 고농도 배기가스 도출부(1-1b)로부터 배출되는 고농도 배기가스 흐름을 접선식 사이클론(2-1a)에 도입하여 대직경 입자를 포집·처리하고, 상기 사이클론에 의해 제거할 수 없었던 미세 직경 입자를 함유하는 사이클론 배기가스 흐름을, 사이클론 배기가스 환류 배관(14-1)을 경유하여 도입관(1-1a)으로 압송·환류시키는 방식으로 하고 있다.

[0086] 한편, PM 소각 장치(3)는, 분별 포집부(2)의 접선식 사이클론(2-1a) 하부의 콘형 부분 바로 아래의 호퍼(2-1b)에, 전환 밸브(2-1d)를 내장한 두 갈래 등의 다수 분기관(2-1e)을 설치하고, 상기 다수 분기관(2-1e)의 각각의 하단에, 호퍼(2-1b) 내에 집진·퇴적된 PM을 유지하고 또한 낙하시키는 셔터(2-1c)를 통해 PM 소각로를 겸한 상기 호퍼(2-1b)보다 내용적이 큰 스토커(3'-1)가 설치되어 각각의 PM(10)을 축적하게 되어 있다. 이 PM 소각로를 겸한 스토커(3'-1)는, 내부에 전기 히터(3'-1a)를 내장하고, 컨트롤러(3-2)에 의해 소각 온도나 흡인 공기량, PM 연소 배기가스의 유량 등이 제어되는 구조로 되어 있다. 한편, 이 PM 소각로를 겸한 스토커(3'-1)의 경우에는, PM이 호퍼(2-1b) 내에 집진·퇴적되어 호퍼 용량 한계에 도달한 경우에 셔터(2-1c)를 개방하여 호퍼 바로 아래의 스토커(3'-1) 내에 PM을 낙하시키고, 그 후 셔터(2-1c)를 폐쇄하여 축적한다. PM 소각 장치(3)의 스토커(3'-1)에 축적되어 있는 PM(10)이 연소되는 PM 소각로를 겸한 스토커(3'-1)로부터의 PM 연소 배기가스는, PM 연소 배기가스 환류 배관(14-2)을 통해 상기 전기 집진부(1)의 상기 배기가스 도입관(1-1a)으로 환류되도록

구성되어 있다.

[0087] 한편, 본 실시예에 따른 장치도 상기 도 2에 도시된 제2 실시예에 따른 장치와 마찬가지로, 사이클론 배기가스 환류 배관(14-1), PM 연소 배기가스 환류 배관(14-2)이 배관되는 연통관(5-3)의 선단부는 이젝터 효과를 고려하여 배기가스 도입관(1-1a) 내로 돌출되고, 또한 선단 개구부는 배기가스 유출 방향을 지향하도록 굴곡된다. 또한, 상기 PM 소각로를 겸한 스토커(3'-1)는, 전기 히터(3'-1a)를 대신하여, 버너(도시하지 않음)를 이용한 소각로여도 되는 것은 말할 것도 없다.

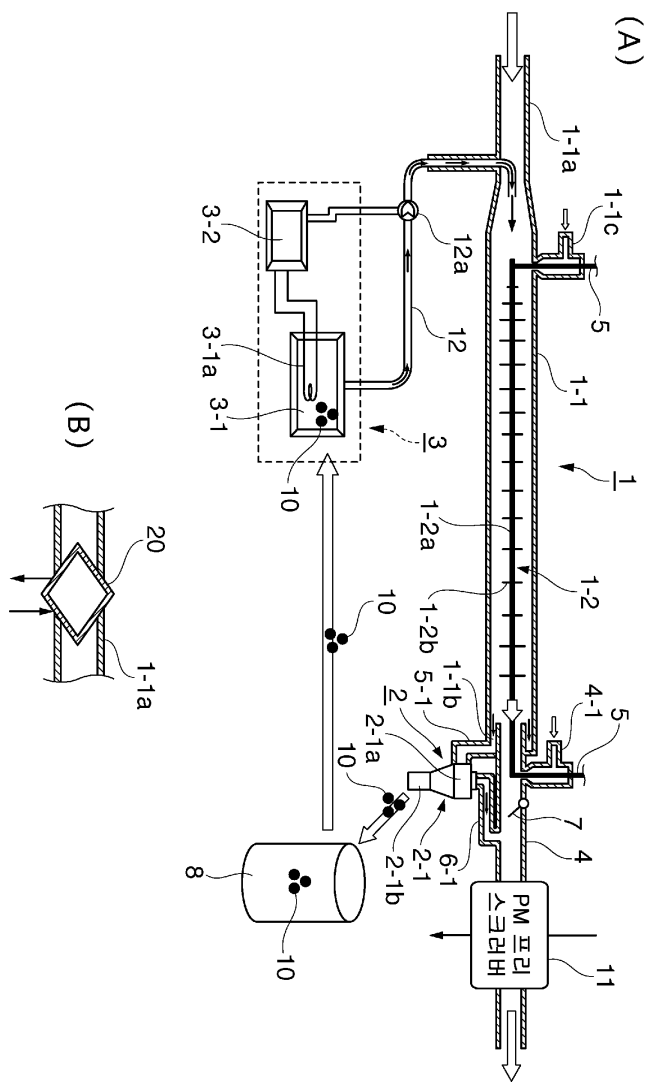
[0088] 상기 도 6에 도시된 구성의 배기가스 처리 장치의 경우에는, 상기 도 2에 도시된 제2 실시예에 따른 장치와 동일한 (가)~(사)의 작용 효과에 더하여, PM 소각로를 겸하면서 PM을 축적하는 스토커를 복수 설치하고, 전환 밸브(2-1d)에 의해 PM의 교호 포집과 교호 연소를 행할 수 있도록 구성함으로써, PM을 효율적으로 축적·연소할 수 있을 뿐만 아니라, 1개의 셔터(2-1)나 스토커(3'-1)에 고장 등이 발생하여 가동할 수 없는 경우라도 운전을 정지하지 않고 연속적으로 조업을 행할 수 있다고 하는 효과를 나타낸다.

### 부호의 설명

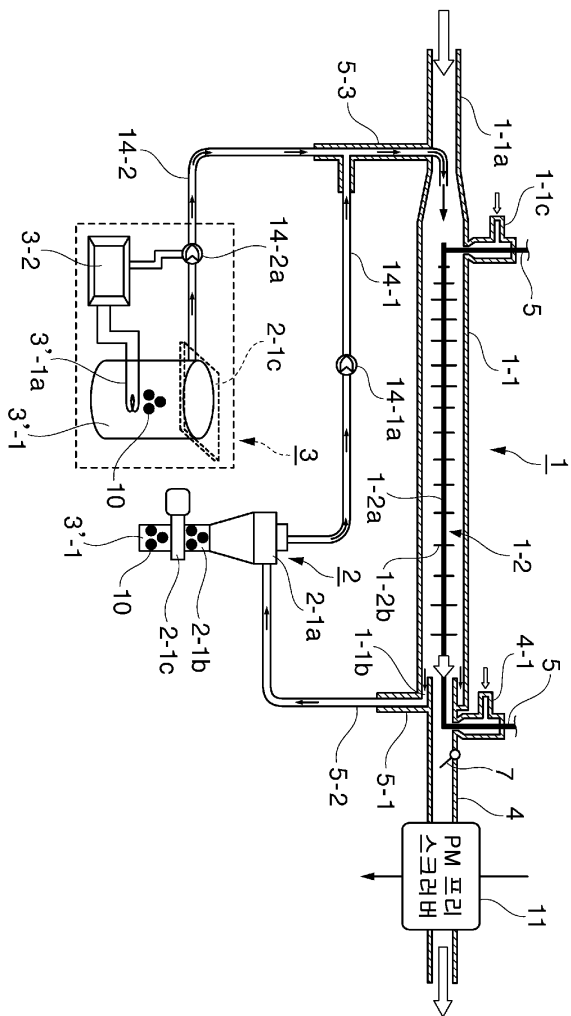
[0089]	1: 전기 집진부	1-1: 포집관
	1-1a: 배기가스 도입관	1-1b: 고농도 배기가스 도출부
	1-1c, 4-1: 시일 에어 도입관부	1-2: 방전 전극
	1-2a: 주전극	1-2b: 전극침
	2: 분별 포집부	2-1: 사이클론 포집 수단
	2-1a: 접선식 사이클론	2-1b: 호퍼
	2-1c: 셔터	2-1d: 전환 밸브
	2-1e: 다수 분기관	3: PM 소각 장치
	3-1: PM 소각로	3-1a, 3'-1a: 전기 히터
	3'-1: PM 소각로를 겸한 스토커	3-2: 컨트롤러
	4: 저농도 배기가스 도출관	5: 지지체
	5-1, 5-3: 연통관	5-2: 고농도 배기가스 도출관
	6-1: 사이클론 배기가스 배출관	7: 유량 제어 댐퍼
	8: 스토커	11: PM 프리 스크러버
	10: PM	
	12, 14-2: PM 연소 배기가스 환류 배관	
	14-1, 16: 사이클론 배기가스 환류 배관	
	15, 17: PM 연소 배기가스 배출관	
	12a, 14-1a, 14-2a, 15a, 16a, 17a: 블로워	
	20: 배기가스 냉각기	

도면

도면1

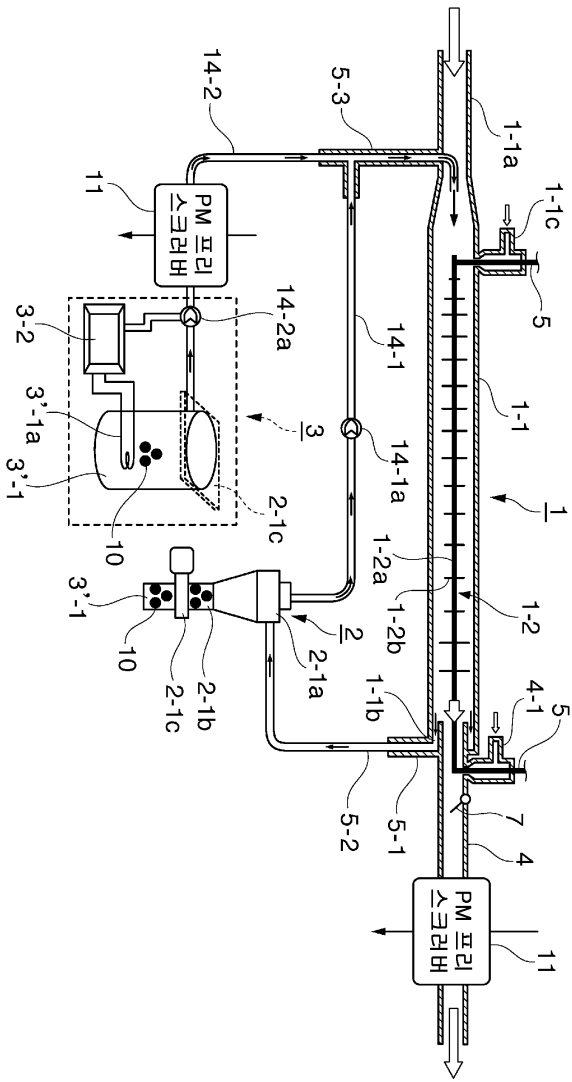


도면2

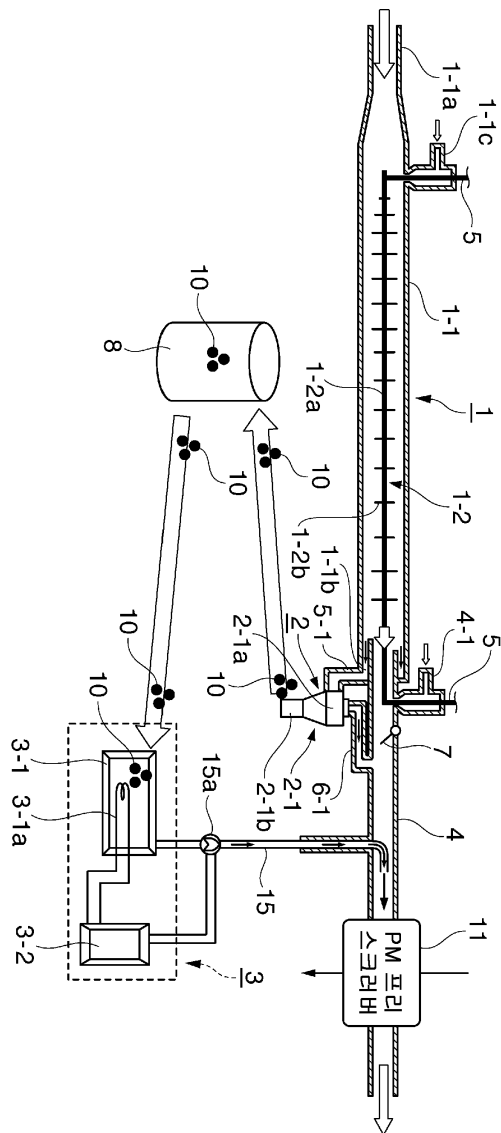




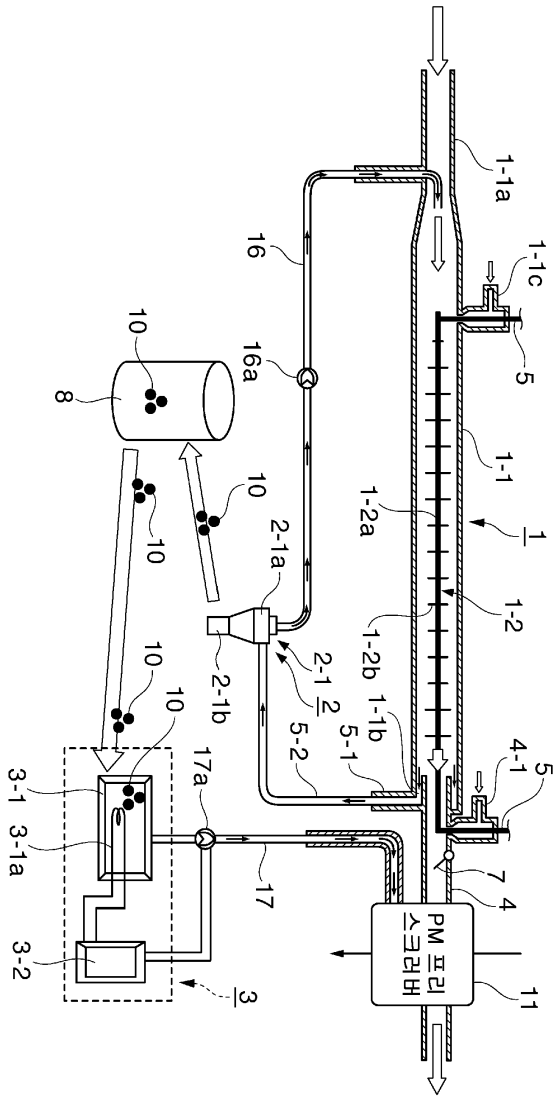
도면3



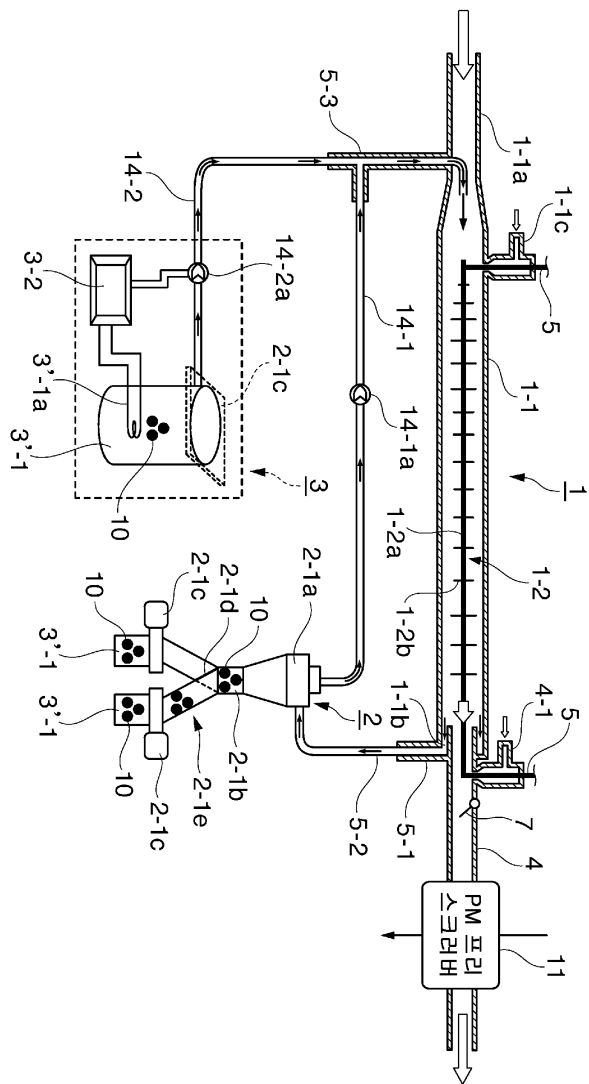
도면4



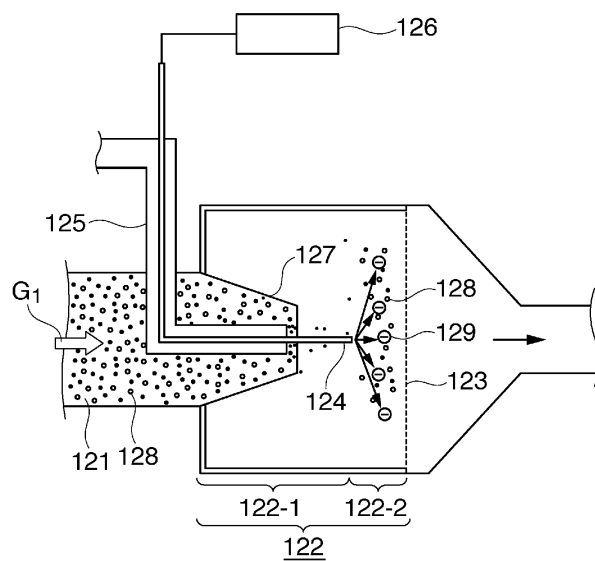
도면5



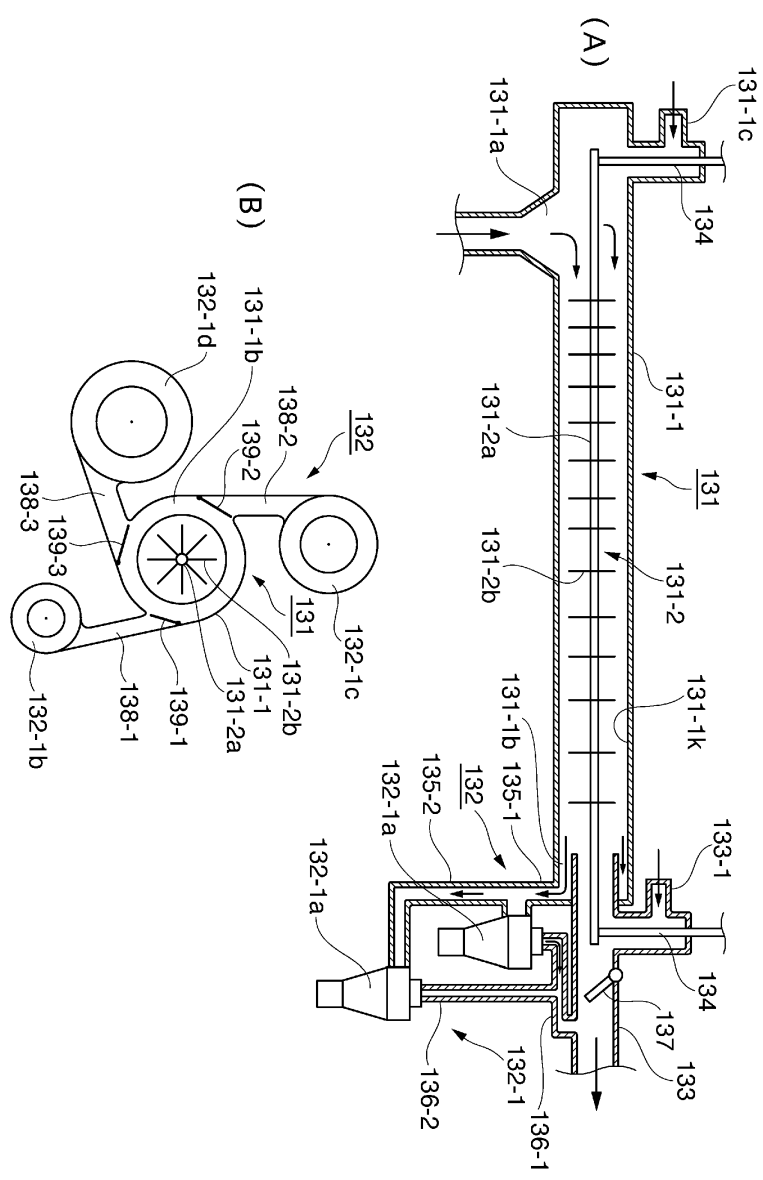
도면6



도면7

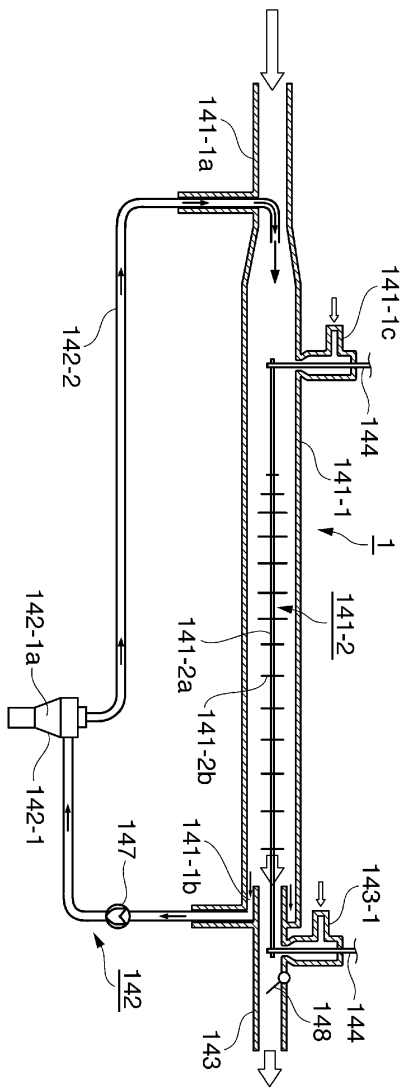


도면8





도면9



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 [청구항 1]의 11번째 줄

【변경전】

상기 분별 수집부에

【변경후】

상기 분별 포집부에