



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년03월06일
(11) 등록번호 10-1835259
(24) 등록일자 2018년02월27일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F01N 3/04 (2006.01) B01D 53/18 (2006.01)
B01D 53/50 (2006.01) B01D 53/94 (2006.01)
F01N 3/01 (2006.01) F01N 3/02 (2006.01)
F01N 3/08 (2006.01) F01N 3/24 (2006.01)
F02M 26/00 (2016.01)
- (52) CPC특허분류
F01N 3/04 (2013.01)
B01D 53/18 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7030987
(22) 출원일자(국제) 2015년04월07일
심사청구일자 2016년11월04일
(85) 번역문제출일자 2016년11월04일
(65) 공개번호 10-2016-0140938
(43) 공개일자 2016년12월07일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2015/060879
(87) 국제공개번호 WO 2015/156290
국제공개일자 2015년10월15일
- (30) 우선권주장
JP-P-2014-078832 2014년04월07일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2013188708 A
W02010020684 A1
KR1020130121920 A
- (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 12 항

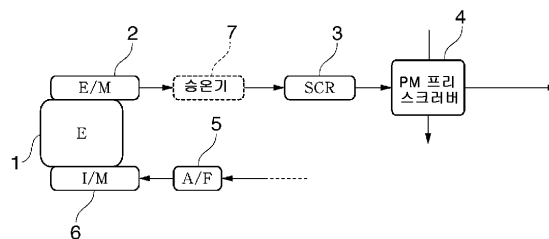
심사관 : 지항재

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

(57) 요약

특히 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치에 있어서, 처리수의 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 폐기 처리수의 해양으로의 배출을 가능하게 하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치가 제공된다. 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치에 있어서, 엔진의 배기 매니폴드에 연속되는 배기관에 선택 촉매 환원 탈초(脫硝) 장치(이하, 「SCR」이라고 칭함)를 설치하고, 상기 SCR의 하류에, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 PM을 거의 제거하지 않는 스크러버를 배치한 구성으로 한 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B01D 53/50 (2013.01)

B01D 53/94 (2013.01)

F01N 3/01 (2013.01)

F01N 3/02 (2013.01)

F01N 3/08 (2013.01)

F01N 3/24 (2013.01)

F02M 26/00 (2016.02)

Y02T 10/121 (2013.01)

Y02T 10/24 (2013.01)

(72) 발명자

다카하시 데루히사

일본 4118610 시즈오카켄 순토군 시미즈쵸 나가사
와 131-2 우수이 고쿠사이 산교 가부시키키가이샤 나
이

다키카와 가즈노리

일본 4100037 시즈오카켄 누마즈시 산마이바시쵸
1-1-402

명세서

청구범위

청구항 1

고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치에 있어서, 엔진의 배기 매니폴드에 연속되는 배기관에 선택 촉매 환원 탈초(脫硝) 장치(이하, 「SCR」이라고 칭함)를 설치하고, 상기 SCR의 하류에, 스크리버를 구성하는 각 벽면에 존재하며 흘러내리는 처리수의 박막층 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하는 일이 없이 처리수의 표면 부근을 따르면서 순조롭게 흐르며, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 카본을 주체로 하는 입자형 물질(이하, 「PM」이라고 칭함)을 제거하지 않는 스크리버를 배치한 구성으로 한 것을 특징으로 하는 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치.

청구항 2

고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치에 있어서, 엔진의 배기 매니폴드에 연속되는 배기관에 SCR을 설치하고, 상기 SCR의 하류에, 스크리버를 구성하는 각 벽면에 존재하며 흘러내리는 처리수의 박막층 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하는 일이 없이 처리수의 표면 부근을 따르면서 순조롭게 흐르며, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 PM을 제거하지 않는 스크리버를 배치하며, 또한 상기 SCR 혹은 상기 스크리버 중 어느 하나의 상류에 상기 PM을 제거하는 전기 집진 수단을 설치한 구성으로 한 것을 특징으로 하는 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치.

청구항 3

고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치에 있어서, 엔진의 배기 매니폴드에 연속되는 배기관에 SCR을 설치하고, 상기 SCR의 하류에, 스크리버를 구성하는 각 벽면에 존재하며 흘러내리는 처리수의 박막층 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하는 일이 없이 처리수의 표면 부근을 따르면서 순조롭게 흐르며, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 PM을 제거하지 않는 스크리버를 배치하며, 상기 SCR의 상류측 배기관, 하류측 배기관, 혹은 상기 스크리버의 하류측 배기관 중 어느 하나에 상기 배기가스의 일부를 EGR 가스로서 분류(分流)하는 분기부를 형성하고, 상기 분기부에 연속되는 EGR 배관계를 통해 상기 EGR 가스를 엔진의 흡기로 환류시키는 구성으로 한 것을 특징으로 하는 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 EGR 배관계에, 스크리버를 구성하는 각 벽면에 존재하며 흘러내리는 처리수의 박막층 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하는 일이 없이 처리수의 표면 부근을 따르면서 순조롭게 흐르며, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 EGR 가스에 포함되는 PM을 제거하지 않는 서브 스크리버를 더 배치한 구성으로 한 것을 특징으로 하는 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치.

청구항 5

제3항 또는 제4항에 있어서, 상기 SCR의 상류측 배기관에, 상기 PM을 제거하는 전기 집진 수단을 설치한 구성으로 한 것을 특징으로 하는 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 서브 스크리버의 상류의 EGR 배관계에, 상기 PM을 제거하는 전기 집진 수단을 설치한 구성으로 한 것을 특징으로 하는 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치.

청구항 7

고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치에 있어서, 엔진의 배기 매니폴드에 연속되는 배기관에, 스크러버를 구성하는 각 벽면에 존재하며 흘러내리는 처리수의 박막층 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하는 일이 없이 처리수의 표면 부근을 따르면서 순조롭게 흐르며, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 PM을 제거하지 않는 스크러버를 설치하고, 상기 PM을 제거하지 않는 스크러버의 하류에 SCR을 배치한 구성으로 한 것을 특징으로 하는 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치.

청구항 8

고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치에 있어서, 엔진의 배기 매니폴드에 연속되는 배기관에, 스크러버를 구성하는 각 벽면에 존재하며 흘러내리는 처리수의 박막층 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하는 일이 없이 처리수의 표면 부근을 따르면서 순조롭게 흐르며, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 PM을 제거하지 않는 스크러버를 설치하고, 상기 PM을 제거하지 않는 스크러버의 하류에 SCR을 배치하며, 또한 상기 스크러버의 상류에 상기 PM을 제거하는 전기 집진 수단을 설치한 구성으로 한 것을 특징으로 하는 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치.

청구항 9

고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치에 있어서, 엔진의 배기 매니폴드에 연속되는 배기관에, 스크러버를 구성하는 각 벽면에 존재하며 흘러내리는 처리수의 박막층 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하는 일이 없이 처리수의 표면 부근을 따르면서 순조롭게 흐르며, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 PM을 제거하지 않는 스크러버를 설치하고, 상기 PM을 제거하지 않는 스크러버의 하류에 SCR을 배치하며, 또한 상기 스크러버의 상류측 배기관, 하류측 배기관, 혹은 상기 SCR의 상류측 배기관 중 어느 하나에 상기 배기가스의 일부를 EGR 가스로서 분류하는 분기부를 형성하고, 상기 분기부에 연속되는 EGR 배관계를 통해 상기 EGR 가스를 엔진의 흡기로 환류시키는 구성으로 한 것을 특징으로 하는 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 EGR 배관계에, 스크러버를 구성하는 각 벽면에 존재하며 흘러내리는 처리수의 박막층 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하는 일이 없이 처리수의 표면 부근을 따르면서 순조롭게 흐르며, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 EGR 가스에 포함되는 PM을 제거하지 않는 서브 스크러버를 더 배치한 구성으로 한 것을 특징으로 하는 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 서브 스크러버의 상류의 EGR 배관계에, 상기 PM을 제거하는 전기 집진 수단을 설치한 구성으로 한 것을 특징으로 하는 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치.

청구항 12

제1항, 제2항, 제3항, 제7항, 제8항 및 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 SCR의 상류에, 배기가스를 가열하는 승온기를 배치한 구성으로 한 것을 특징으로 하는 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 선박용 디젤 엔진의 배기가스에 포함되는 황 산화물 등의 유해 가스를 제거하여 정화하는, 선박용, 발전용, 산업용 등의 특히 고농도로 황 성분을 함유하는 중유[중유(Fuel Oil)는 선박용 공업계에서, 디젤유(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), 잔사 연료유(Residual Fuel Oil: RFO)라고 표기되지만, 본 발명에서는 이들의 표기를 총칭하여 「중유」라고 칭함] 등의 저질 연료를 사용하는 대배기량 선박용 디젤 엔진의 배기가스 처리 기술에 관한 것으로, 보다 상세하게는 높은 온도의 배기가스를 배출하는 대배기량 선박용 디젤 엔진에 있어서의 선택식 환원 촉매 탈초(脫硝) 장치(Selective Catalytic Reduction: 이하 「SCR」이라고 칭함)와, 스크리버를 구성하는 각 벽면에 존재하며 흘러내리는 처리수의 박막층 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하는 일이 거의 없이 처리수의 표면 부근을 따르면서 순조롭게 흐르며, 가스 입자의 확산 속도의 차이를 이용한 스크리버를 배치한 배기가스의 정화 장치에 관한 것이다.

배정 기술

[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, SCR에 의한 배기가스 정화 방법, 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 영향으로부터, 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 1~2)가 제안되어 있다.

[0005] 즉, 본원 출원인은 특허문헌 1에 있어서, 도 15에 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 대전한 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 방법 및 장치를 제안하고 있다. 한편 도면 중, 도면 부호 125는 시일 가스관, 도면 부호 126은 고압 전원 장치, 도면 부호 127은 배기가스 유도관이다.

[0006] 또한, 본원 출원인은 특허문헌 2의 제1 실시예에 있어서, 도 16에 그 개략을 도시한 바와 같이, 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치는, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 연료로서 사용하는 디젤 엔진(E)(111)의 배기 매니폴드(E/M)(112) 하류의 배기관에 터보차저(T/C)(114)의 터빈(도시하지 않음) 하류에 배기가스 쿨러(G/C)(115)를 배치하고, 또한 상기 배기가스 쿨러(G/C)(115)의 하류에 정전 사이클론 배기가스 정화장치[ESP/C/DPF(Diesel Particulate Filter): 이하 「ESP/C/DPF」라고 칭함](116)를 배치하며, 그 하류측 배관에, 배기가스 중의 SOx를 그 처리수에 용해하지만 PM은 처리수에 거의 용해·제거하지 않는 스크리버(이하 「NS 스크리버」라고 칭함)(113)를 배치하고, 에어 필터(A/F)(117) 하류의 흡기관에 터보차저(T/C)(114)의 컴프레서(도시하지 않음) 및 인터쿨러(I/C)(118)를 경유하여 엔진의 흡기 매니폴드(I/M)(119)로 외부의 공기를 흡기시키도록 구성되는 장치를 제안하고 있다.

[0007] 한편, 특허문헌 2의 도 16에 도시된 바와 같이 배기가스를 전혀 처리하지 않고 배출시키고 있는 경우도 있다.

[0008] 한편, 비특허문헌 1에는, 제3장 「모든 선박의 기관 구역 요건」에서의 PartC 「오일의 배출 규제」의 제15 규칙 「오일의 배출 규제」에 있어서, 특별 해역 밖 및 특별 해역에서의 회색하지 않는 경우의 유성 혼합물의 유

분 농도가 규정되어 있다.

[0009] 또한, 비특허문헌 2에는, 제2장 「IMO의 3차 NO_x 규제에 대한 대응 기술과 남겨진 과제」에서의 2-2 「IMO의 3차 NO_x 규제에 대한 대응하는 엔진 기술」의 2-2-2 「배기 순환」의 P14~P16에 있어서, 터보차저의 터빈에 대한 배기관으로부터 분류(分流)한 EGR 가스를 스크러버로 정화한 후 EGR 콜러로 냉각하고, 또한 물방울 포집기를 통과시키고 나서 터보차저의 컴프레서로부터 압송되는 흡기의 (I/C)에 EGR 블로워에 의해 환류시킨 디젤 엔진을 컨테이너선에 탑재하는 기술이 나타나 있다. 한편, 비특허문헌 2 중의 IMO란, 국제 해사 기관; International Maritime Organization의 약어이다.

[0010] 또한, 비특허문헌 3에는, 알파·라발사가 덴마크의 피칼리아·시웨이즈호에 탑재한 출력 21,000 kW, MAN B&W 제조 2행정 엔진을 사용한 SO_x 대응 기술의 예로서, 황 함유율 2.2 퍼센트의 중유를 사용하면서 배기가스를, 해수와 맑은 물의 양방을 상황에 따라 구분해서 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

[0011] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: WO2006/064805호 공보
(특허문헌 0002) 특허문헌 2: 일본 특허 출원 제2013-94390호

비특허문헌

[0012] (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 삭감 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

[0013] 그러나, 전술한 종래의 디젤 엔진 배기가스 정화 장치에는, 이하에 기재하는 과제나 문제점이 있다.

[0014] 상기 특허문헌 1에 기재된, 코로나 방전 등을 이용하여 전기적으로 배기가스 중의 PM을 처리하는 디젤 엔진의 배기가스 처리 기술(예컨대 도 15에 도시된 디젤 엔진의 배기가스용 전기식 처리 방법 및 장치)에서는, 이하에 기재하는 과제가 발생하고 있다.

[0015] 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 황을 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 중에서 설페이트가 되어 엔진 구성 부품, 특히 배기 관계 부품을 부식시킨다고 하는 과제를 극복할 필요가 있다. 또한, 황 성분은 기초하는 SO_x를 전혀 포집할 수 없다.

[0016] 또한, 상기 특허문헌 2(본원 출원인에 관련된 앞서 제안된 것)에 기재된, 특히 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하며 대배기량으로 고속 및/또는 대유량의 배기가스가 배출되는 디젤 엔진의 배기가스용 전기식 처리 방법 및 장치(도 16)는, 터보차저(T/C)(114)의 터빈 휠(도시하지 않음)을 구동하여 수냉의 배기

가스 쿨러(115)에 의해 냉각된 배기가스가, ESP/C/DPF(통형 포집부: 내부 직경 $\phi 400$ mm×길이 3000 mm, 정전 전압: DC-45000 V, 사이클론 포집부: 몸통 직경 $\phi 260$ mm)(116)에 의해 상기 배기가스 중의 PM(SOF, ISF)의 함유량이 저감되고, 그 후 PM을 거의 용해·제거하지 않는 NS 스크러버를 통과하여 배기가스 정화 장치로부터 사일런서(도시하지 않음)를 경유해서 선외로 배출되는 배출가스가 된다. 이 배기가스 정화 장치에 있어서, 유기용제 가용분을 거의 용해·제거하지 않는 NS 스크러버(113)에서는, 상기 NS 스크러버를 구성하는 각 벽면에 존재(일부 흘러내림)하는 처리수의 박막층에 의해, 배기가스 중의 SOx는 각 벽면의 처리수의 표면 부근을 흐르는 동안에 처리수에 흡착되고 용해됨으로써 그 농도가 격감되어 배출되지만, 배기가스 중의 PM은 처리수의 표면을 따르면서 흐를 뿐이며, 스크러버 처리수의 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하는 일이 거의 없고, NS 스크러버 처리수의 표면 부근을 순조롭게 흐를 뿐이기 때문에, 서로 혼합되는 일이 없다.

[0017] 한편, 종래 기술의 처리수와 배기가스(특히 입자 성분)는 통상 스크러버, 즉 제트 스크러버, 벤투리 스크러버, 스프레이탑 등의 가압수식이나, 충전탑, 유동층 스크러버 등의 충전식의 스크러버(저자; 공해 방지의 기술과 법규 편집 위원회, 발행소; 사단법인 산업 환경 관리 협회, 2011년 1월 20일 발행, 서명: 신·공해 방지의 기술과 법규 2011 [대기편] 분책 II) II-278 도 4.2.3-8~II-282 도 4.2.3-10 참조)와 같이 스크러버 처리수의 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하여, 서로 혼합된다.

[0018] 따라서, 이 배기가스 정화 장치의 PM을 거의 용해·제거하지 않는 NS 스크러버(113)에서, 처리수에는 주로 SOx만이 용해되어 있고 입자인 PM을 주성분으로 하는 유성 혼합물은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않기 때문에, 이 PM을 거의 용해·제거하지 않는 NS 스크러버(113)의 폐기 처리수의 후처리는, 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 황 기원 성분을 처리할 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 PM의 처리 기능을 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한 스크러버·스루 운전[스크러버 탱크의 물(해수)이 배수 규제 기준값(pH, 유분, 중금속류의 규제 기준값)에 근접하면, 해수를 퍼올려 탱크의 물(해수)을 적절히 보급하여 교체함. 즉, 스크러버 폐수의 처리(pH 조정, 오탁물의 회수 등)는 행하지 않음]을 하는 것도 가능해진다. 그러나, 이 배기가스 정화 장치에 있어서는, EGR 시스템을 갖지 않기 때문에 배기가스에는 질소 산화물이 함유되어 있다.

[0019] 한편, 특허문헌 2의 도 16에 도시된 바와 같이 배기가스가 전혀 처리되지 않고 배출되는 경우에는 스크러버 처리수의 폐기 처리의 문제를 갖지는 않으나, 배기가스에 함유되는 모든 유해 성분이 그대로 배출되어 환경 보전에 악영향을 미치고 있는 것은 말할 것도 없다.

[0020] 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.

[0021] 한편, 여기서 「오일」이란, 원유, 중유 및 윤활유를 말하고, 「유성」이란, 이 의미에 따라 해석하는 것으로 하며, 「유성 혼합물」이란, 오일을 함유하는 혼합물을 말한다.

[0022] 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, 스크러버를 통과하는 매진(煤塵), PM에 또한 포함되는 황분의 디젤 기관 본체나 시스템에 대한 영향에 대해서는, 장기간의 실제 선박 시험이 필요할 뿐만 아니라, 스크러버로부터 선외 배출되는 세정수에 대해서는 환경이나 생태계에 영향을 미치지 않도록 할 필요가 있으며, 특히 이 스크러버의 세정수에 있어서는 PM의 용해·부유, SO₂의 용해 등에 따르는 이들 환경 오염 성분 혹은 생태계 영향 성분의 제거나 pH 조정 등, 폐수 처리가 큰 문제가 될 것이 예상된다. 그러나, 대배기량의 선박용 디젤 엔진의 장시간에 걸친 항해에 있어서, 적어도 EGR 가스 흐름을, 바람직하게는 EGR 가스 흐름을 포함하는 배기가스 흐름의 전량의 처리는, 장치의 크기(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함) 면에서 스크러버만으로 처리하는 것은 전혀 현실적이지 않다.

- [0023] 한편, 비특허문헌 3에 기재된 「클린 솔루션의 물결」에 있어서는, 「해운업계의 환경 영향의 감소나, 해양 오염에 대한 보다 엄격한 법률의 적용에, 깨끗한 신기술이 공헌한다」라고 하여, 이하와 같이 기재되어 있다.
- [0024] 요약 (I) 기술적 배경:
- [0025] (I) IMO는 선박에 의한 오염에 대한 규제를 강화합니다.
- [0026] (가) 황 산화물(SO_x)(신조선 및 기존선 양방에 적용)
- [0027] 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.
- [0028] (나) 질소 산화물(NO_x)(신조선에만 적용)
- [0029] 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.
- [0030] (다) 빌지수(bilge water)(신조선 및 기존선 양방에 적용)
- [0031] 선외로 배출하는 빌지수의 규제값은 15 ppm입니다.
- [0032] 요약 (II) 수처리 기술:
- [0033] (II) 알파·라발의 수처리 기술:
- [0034] (가) 선박의 빌지 탱크의 유성 폐수만을 처리하는 Pure Bilge 솔루션은, 일 단계의 고속 원심 분리 시스템에 의해, 화학 물질이나 흡착 필터, 막을 사용하지 않고 대량의 물을 정화하여, 수중 유분은 5 ppm 미만이 됩니다.
- [0035] (나) IMO가 선박에 요구하는 NO_x 배출의 80 퍼센트 삭감을 가능하게 하기 위해서, 알파·라발은 MAN 디젤사와 협력하여 대형 2행정 디젤 엔진용의 배기 재순환(EGR) 시스템을 개발하였습니다.
- [0036] (다) SO_x 배출에 대해서는, 알파·라발이 완전한 배기가스 정화 프로세스를 개발하였습니다. 현재 선상에서의 시험이 행해지고 있는 이 시스템에서도 알파·라발 분리기를 사용하여, 스크러버로부터의 오수를 바다로의 배수 전에 정화하고 있습니다.
- [0037] 요약 (III) SO_x 대응 기술:
- [0038] (III) 알파·라발의 SO_x 대응 기술:
- [0039] (피칼리아·시웨이즈호(덴마크)=출력 21,000 kW, MAN B&W 2행정 엔진)에 탑재.
- [0040] (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.
- [0041] (나) 알파·라발의 Pure SO_x는, 해수와 맑은 물 양방을 상황에 따라 구분해서 사용한다.
- [0042] 「해수 혹은 담수에 가성소다와 수용액을 사용하여 주기(主機)의 배기가스를 세정합니다.」
- [0043] ● 제1 단계에서는, 가스 도입 부분에서 물을 분사함으로써 배기가스를 냉각하고, 그리고 배기가스 중의 매진의 대부분도 여기서 제거됩니다.
- [0044] ● 제2 단계에서는, 스크러버 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.
- [0045] ● 제3 단계에서는, 배기가스에 잔류하고 있는 황 산화물을 더욱 정화합니다. 선박의 굴뚝으로부터 배출하기 전에, 응축이나 부식을 방지하기 위해서, 배기가스로부터 작은 물방울이 제거됩니다(배기가스의 황분을 98% 이상 제거).
- [0046] 이 비특허문헌 3의 12페이지 제2란 16행~제3란 1행 「스크러버는, 배의 편넬(funnel)에 설치된 큰 샤워실이라고 말할 수 있습니다.」라고 하는 기재 및 14페이지에 게재된 사진 중의 주기(注記) 「배의 굴뚝에 설치된 스크러버는, 큰 샤워실에 비유할 수 있습니다.」라고 하는 기재와, 하이브리드 시스템도(도시하지 않음)의 스크러버

상부로부터, 물·해수가 공급되어 최하부로부터 함께 배수되고, 배기가스가 바이패스 댐퍼로부터 스크러버 하부에 공급되어 최상부에 직결된 굴뚝으로 배출되고 있기 때문에, 스크러버는 샤워 충전탑 방식의 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 조업할 필요가 있다.

[0047] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제를 감안하여, 특히 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하며 대배기량으로 고속 및/또는 대유량의 배기가스가 배출되는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 중의 PM의 처리수로의 혼합을 저지하면서 SOx를 고효율로 제거하고, NOx도 제거하여 배기가스를 정화하며, 스크러버 처리수로의 PM의 혼합을 저지함으로써, SOx를 중화 여과 등 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리장치에 의해 처리하여, 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 배출이 가능해지는 장치, 즉, 스크러버 처리수의, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비하고, 고가이며 또한 대형의 처리 장치(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)로서 설치 자유도가 낮은 설비를 필요로 하지 않고, 저렴하고 보수가 용이하며, 소형으로서 설치 자유도가 높은 설비이면서 처리수의 관리가 용이하고, 또한, 때로는 스크러버·스루 운전도 가능하고, 제유 업계에서의 대규모의 탈황 장치의 설치에 따른 방대한 설비 투자를 필요로 하지 않으며, 따라서 연료비를 저렴하게 할 수 있는, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치를 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0048] 본 발명에 따른 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치는, 제1 발명으로서, 엔진의 배기 매니폴드에 연속되는 배기관에 선택 촉매 환원 탈초(脫硝) 장치(이하, 「SCR」이라고 칭함)를 설치하고, 상기 SCR의 하류에, 스크러버를 구성하는 각 벽면에 존재하며 흘러내리는 처리수의 박막층 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하는 일이 없이 처리수의 표면 부근을 따르면서 순조롭게 흐르며, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 PM을 제거하지 않는 스크러버(이하 「PM 프리 스크러버」라고 칭함)를 배치한 구성으로 한 것을 특징으로 하는 것이다.

[0049] 본 발명에 따른 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치는, 제2 발명으로서, 엔진의 배기 매니폴드에 연속되는 배기관에 SCR을 설치하고, 상기 SCR의 하류에 PM 프리 스크러버를 배치하며, 또한 상기 SCR 혹은 상기 PM 프리 스크러버 중 어느 하나의 상류에 상기 PM을 제거하는 전기 집진 수단을 설치한 구성으로 한 것을 특징으로 하는 것이다.

[0050] 본 발명에 따른 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치는, 제3 발명으로서, 엔진의 배기 매니폴드에 연속되는 배기관에 SCR을 설치하고, 상기 SCR의 하류에 PM 프리 스크러버를 배치하며, 상기 SCR의 상류측 배기관, 하류측 배기관, 혹은 상기 PM 프리 스크러버의 하류측 배기관 중 어느 하나에 상기 배기가스의 일부를 EGR 가스로서 분류하는 분기부를 형성하고, 상기 분기부에 연속되는 EGR 배관계를 통해 상기 EGR 가스를 엔진의 흡기로 환류시키는 구성으로 한 것을 특징으로 하는 것이다.

[0051] 또한, 본 발명에 있어서는, 상기 EGR 배관계에 서브 PM 프리 스크러버를 배치한 구성으로 하는 것을 바람직한 양태로 하는 것이다. 또한, 상기 SCR의 상류측 배기관에, 상기 PM을 제거하는 전기 집진 수단을 설치한 구성으로 하는 것을 바람직한 양태로 하는 것이다. 또한, 상기 서브 PM 프리 스크러버 상류의 EGR 배관계에, 상기 PM을 제거하는 전기 집진 수단을 설치한 구성으로 한 것을 바람직한 양태로 하는 것이다.

[0052] 본 발명에 따른 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치는, 제4 발명으로서, 엔진의 배기 매니폴드에 연속되는 배기관에 PM 프리 스크러버를 설치하고, 상기 스크러버의 하류에 상기 SCR을 설치한 구성으로 한 것을 특징으로 하는 것이다.

[0053] 본 발명에 따른 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치는, 제5 발명으로서, 엔진의 배기 매니폴드에 연속되는 배기관에 PM 프리 스크러버를 설치하고, 상기 스크러버의 하류에 상기 SCR을 설치하며, 또한 상기 PM 프리 스크러버의 상류에 상기 PM을 제거하는 전기 집진 수단을 설치한 구성으로 한 것을 특징으로 하는 것이다.

[0054] 본 발명에 따른 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치는, 제6 발명으로서, 엔진의 배기 매니폴드에 연속되는 배기관에 PM 프리 스크러버를 설치하고, 상기 스크러버의 하류에 상기 SCR을 설치하며, 또한 상기 PM 프리 스크러버의 상류측 배기관, 하류측 배기관, 혹은 상기 SCR의 하류측 배기관 중 어느 하나에 상기 배기가스의 일부를 EGR 가스로서 분류하는 분기부를 형성하고, 상

기 분기부에 연속되는 EGR 배관계를 통해 상기 EGR 가스를 엔진의 흡기로 환류시키는 구성으로 한 것을 특징으로 하는 것이다.

[0055] 또한, 본 발명에 있어서도, 상기 EGR 배관계에 서브 PM 프리 스크리버를 배치한 구성으로 하는 것을 바람직한 양태로 하는 것이다. 또한, 상기 서브 PM 프리 스크리버 상류의 EGR 배관계에, 상기 PM을 제거하는 전기 집진 수단을 설치한 구성으로 하는 것을 바람직한 양태로 하는 것이다.

[0056] 또한, 본 발명은 상기 제1 발명~제6 발명에 있어서, 상기 SCR의 상류에, 배기가스를 가열하는 승온기를 배치한 구성으로 한 것을 바람직한 양태로 하는 것이다.

발명의 효과

[0057] 본 발명에 따른 고농도로 황 성분을 함유하는 저질 연료를 사용하는 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치는, 이하에 기재하는 효과를 나타낸다.

[0058] 1. 배기관에 SCR이 설치되고, 그 하류에, 스크리버를 구성하는 각 벽면에 존재하며 흘러내리는 처리수의 박막층 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하는 일이 거의 없이 처리수의 표면 부근을 따르면서 순조롭게 흐르며, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 PM을 거의 제거하지 않는 PM 프리 스크리버가 설치되어 있기 때문에,

[0059] (1). SCR의 설치에 의해 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O로 환원하여 NOx의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하는 것이 실현되어, 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해진다.

[0060] (2). PM 프리 스크리버의 설치에 의해 배기가스 중의 SOx는 대부분이 스크리버 처리수에 용해되어 제거되기 때문에, SOx의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하는 것이 실현되어, 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해진다.

[0061] (3). 스크리버 처리수에는 SOx만이 용해되어 있고, PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않다.

[0062] (4). (3)의 작용·효과에 의해 스크리버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리에서, SOx는 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리될 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 폐기 처리수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 PM의 대규모의 처리 기능을 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한, 때로는 스크리버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.

[0063] (5). 한편 이 구성에서는, 배기가스 중의 PM은 거의 제거되지 않고 대기 방출된다.

[0064] 2. SCR의 상류에 승온기를 설치하여 배기가스 온도를 SCR에 담지되어 있는 촉매의 활성화 온도 이상으로 승온시켜(배기가스의 유속이 느려 SCR 내의 체류 시간이 긴 경우에는 승온기에 의해 배기가스를 230℃~450℃ 정도로 가열하고, 유속이 빨라 SCR 내의 체류 시간이 짧은 경우에는 배기가스를 360℃~450℃ 정도로 가열함) 됨으로써,

[0065] (1). 엔진 시동 시 등의 배기가스 온도가 가령 저온이어도, 배기가스 중의 NOx의 N₂와 H₂O로의 고효율의 환원 작용을 확보할 수 있다.

[0066] (2). 승온기에는 전열 히터를 단독으로 이용하면 제어가 용이하고, 연료 분사 장치와 점화 장치를 조합하여 이용하면 소비 전력이 적기 때문에 전체로서의 에너지 효율이 좋아지며, 혹은 전기 히터와 산화 촉매를 조합하여 이용하여 산화 반응열을 이용해도 좋고, 또한 산화 촉매를 조합하여 이용하면 배기가스 중의 PM을 산화시켜 저감·제거할 수도 있다.

[0067] 3. 배기관의 PM 프리 스크리버의 상류에 또는 SCR의 상류에 ESP/C/DPF를 설치하면,

[0068] (1). 배기가스 중의 PM은 ESP/C/DPF에 의해 거의 제거되어 극히 약간밖에 함유되어 있지 않기 때문에 배기가스의 대기 방출이 가능해지고, PM 프리 스크리버 처리수의 배수 처리 부하가 매우 경감된다[1.(3), (4)의 효과가 더욱 커짐].

[0069] (2). SCR의 상류에 ESP/C/DPF를 설치함으로써, SCR로 유입되는 배기가스 중의 PM은 ESP/C/DPF에 의해 거의 제거되어 극히 약간밖에 함유되어 있지 않기 때문에, SCR 촉매의 PM에 의한 눈 막힘을 방지할 수 있고, 환원 효율의

악화나 배기 저항의 증가에 따른 연비의 악화, SCR 촉매에 퇴적된 PM을 제거하는 유지보수를 위한 기관 정지 등을 억제할 수 있다.

- [0070] 4. SCR의 상류, SCR의 하류, 혹은 PM 프리 스크리버의 하류에 분기부를 형성해서 EGR 가스를 분기하여 흡기로 환류하면,
- [0071] (1). 연소실에 열용량이 큰 탄산 가스를 공급하여 존재시킴으로써 연소 온도를 저하시켜 NOx의 생성을 연소 단계에서 억제함으로써, SCR로 유입되는 배기가스 중의 NOx의 함유량을 미리 저하시켜 둘 수 있고, 이 배기가스 중의 NOx 함유량의 감소에 따라 SCR에 의해 환원되는 NOx의 양이 감소되어 SCR 촉매의 환원량의 부하가 경감되므로 SCR이 소형·단축화되어 배기 저항의 감소, 장치의 설치성이나 제어성의 향상과 암모니아, 암모니아수, 요소수 등의 환원제의 사용량의 절감과 같은 초기 비용(initial cost), 운전 비용(running cost) 양방의 저감화를 도모할 수 있다.
- [0072] (2). EGR 시스템과 SCR을 조합한 상승(相乘) 효과에 의해 대기 방출 배기가스로부터 NOx의 함유량을 더욱 저감시켜 환경 보전 가능한 배기가스로 할 수 있다.
- [0073] 5. PM 프리 스크리버의 하류에 EGR 분기부를 형성하여 PM 프리 스크리버에 의해 정화된 가스를 EGR 가스로 하면,
- [0074] (1). EGR 가스는 미리 PM 프리 스크리버에 의해 SOx가 제거되어 거의 함유되지 않기 때문에, 피스톤, 피스톤 링, 실린더, 실린더 헤드, 급배기 밸브·밸브 스템 등의 엔진 구성 부품의 부식이나 마모를 감소시켜 내구성을 손상시킬 염려를 없앴으로써 내구성을 향상시킬 수 있기 때문에 저렴한 재료를 사용할 수 있다.
- [0075] (2). EGR 배관, EGR 밸브, 블로워, 터보차저의 컴프레서 휠, 인터쿨러, 흡기관, 인테이크 매니폴드(intake manifold) 등의 급기·배기 관련 부품의 부식을 감소시켜 내구성을 손상시킬 염려를 없앴으로써 내구성을 향상시킬 수 있기 때문에 저렴한 재료를 사용할 수 있다.
- [0076] 6. EGR 배관에, EGR 가스에 포함되는 SOx를 제거하고 PM을 거의 제거하지 않는 서브 PM 프리 스크리버를 설치하면,
- [0077] (1). EGR 가스에 포함되는 SOx가 더욱 감소되어 상기 5.(1), (2)의 작용 효과가 보다 커지고, 서브 PM 프리 스크리버의 스크리버 처리수도 황 성분만이 용해되어 있고 PM은 극히 약간밖에 용해·함유되지 않아 메인 PM 프리 스크리버와 마찬가지로 스크리버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리는 용이하다.
- [0078] 7. 배기관에 SCR을 설치하고, 그 하류에, 스크리버를 구성하는 각 벽면에 존재하며 흘러내리는 처리수의 박막층 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하는 일이 거의 없이 처리수의 표면 부근을 따르면서 순조롭게 흐르며, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 PM을 거의 제거하지 않는 메인 PM 프리 스크리버를 설치하며, 배기관의 SCR의 상류, 하류, 혹은 메인 PM 프리 스크리버의 하류 중 어느 하나에 분기부를 형성하고, 상기 분기부로부터 EGR 배관계를 설치해서 EGR 가스를 분기하여 흡기로 환류시켜 배기가스로부터의 NOx를 미리 제거하며, 또한 EGR 배관에 EGR 가스에 포함되는 PM을 거의 제거하지 않는 서브 PM 프리 스크리버를 설치하고, 또한, 바람직하게는 EGR 배관계의 서브 PM 프리 스크리버의 상류에 EGR 가스에 포함되는 PM을 제거하는 ESP/C/DPF를 설치하면,
- [0079] (1). ESP/C/DPF에 의해 EGR 가스 중의 PM이나 금속의 산화물 등의 마모를 촉진하는 입자 성분이 더 제거된다.
- [0080] (2). EGR 가스에는 PM 및 SOx도 거의 함유되지 않기 때문에, 피스톤, 피스톤 링, 실린더, 실린더 헤드, 급배기 밸브·밸브 스템 등의 엔진 구성 부품의 부식이나 마모를 감소시켜 내구성을 손상시킬 염려를 없앴으로써 내구성을 향상시킬 수 있기 때문에 저렴한 재료를 사용할 수 있다.
- [0081] (3). EGR 가스에는 PM 및 SOx도 거의 함유되지 않기 때문에, EGR 배관, EGR 밸브, 블로워, 터보차저의 컴프레서 휠, 인터쿨러, 흡기관, 인테이크 매니폴드 등의 급기·배기 관련 부품의 부식을 감소시켜 내구성을 손상시킬 염려를 없앴으로써 내구성을 향상시킬 수 있기 때문에 저렴한 재료를 사용할 수 있다.
- [0082] (4). 서브 PM 프리 스크리버의 처리수도 황 성분만이 용해되어 있고 PM은 극히 약간밖에 용해·함유되지 않아 스크리버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리는 용이하다.
- [0083] 8. 배기관의 상류에 PM 프리 스크리버를 설치하고 SCR을 하류에 설치하면,
- [0084] (1). SCR로 유입되는 배기가스로부터 미리 SOx가 제거되어 있기 때문에, SCR을 구성하는 평판이나 세라믹 담체

등에 담지된 귀금속 등의 촉매 성분(Pt, Pd, Rh, Ir 등)은 황 성분에 의한 촉매 피독이 방지될 수 있어 정화율 저하의 억제, 장치 유지보수의 용이화, 장수명화, 조작 비용의 저렴화 등을 도모할 수 있다.

[0085] 9. ESP/C/DPF 상류에서의 냉각기의 설치에 의해,

[0086] (1). ESP/C/DPF로 유입되는 배기가스를 미리 냉각할 수 있고, ESP/C/DPF에서의 PM 포집율을 향상시켜 PM 프리 스크러버로 유입되는 PM을 더욱 감소시킬 수 있어, 선외로 배출되는 배기가스 중의 PM을 더욱 감소시키고, PM 프리 스크러버에서의 처리수를 보다 클리어(clear)하게 할 수 있어, 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리는 용이하다.

도면의 간단한 설명

[0087] 도 1은 본 발명의 제1 실시예 장치의 전체 구성을 도시한 블록도이다.

도 2는 본 발명의 제2 실시예 장치의 전체 구성을 도시한 블록도이다.

도 3은 본 발명의 제3 실시예 장치의 전체 구성을 도시한 블록도이다.

도 4는 본 발명의 제4 실시예 장치의 전체 구성을 도시한 블록도이다.

도 5는 본 발명의 제5 실시예 장치의 전체 구성을 도시한 블록도이다.

도 6은 본 발명의 제6 실시예 장치의 전체 구성을 도시한 블록도이다.

도 7은 본 발명의 제7 실시예 장치의 전체 구성을 도시한 블록도이다.

도 8은 본 발명의 제8 실시예 장치의 전체 구성을 도시한 블록도이다.

도 9는 본 발명의 제9 실시예 장치의 전체 구성을 도시한 블록도이다.

도 10은 본 발명에 따른, PM을 거의 용해·제거하지 않는 PM 프리 스크러버의 제1 실시예를 도시한 개념도이다.

도 11은 마찬가지로 PM을 거의 용해·제거하지 않는 PM 프리 스크러버의 제2 실시예를 도시한 개념도이다.

도 12는 마찬가지로 PM을 거의 용해·제거하지 않는 PM 프리 스크러버의 제3 실시예를 도시한 개념도이다.

도 13은 마찬가지로 PM을 거의 용해·제거하지 않는 제4 실시예를 도시한 개념도이다.

도 14는 본 발명에 따른 PM 프리 스크러버의 작동 원리를 도시한 설명도이다.

도 15는 종래의 디젤 엔진 배기가스 정화 장치의 일례를 도시한 개략도이다.

도 16은 마찬가지로 종래의 디젤 엔진 배기가스 정화 장치의 전체 구성을 도시한 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0088] 먼저, 본 발명자들이 앞서 제안한 특허문헌 2에 기재되어 있는 PM 프리 스크러버의 원리에 대해 배기가스를 예로 하여(EGR 가스도 동일함) 설명한다.

[0089] (1) 가스 분자와 입자의 확산 계수:

[0090] · 가스 분자(본원 기술 분야에서 특히 문제가 되는 것은 SO₂임)와 입자(본원 기술 분야에서 특히 문제가 되는 것은 PM=ISF, Sulfate, SOF임)의 확산 속도는 크게 상이하다. 가스 분자 쪽의 확산이 입자의 확산보다 현저하게 용이하다. 확산 속도의 지표는 확산 계수 D이다.

[0091] · 상온 20℃, 1기압의 공기 중에서의 확산 계수를 비교해 본다.

[0092] SO₂: $D=1.5 \times 10^{-5} \text{ (m}^2/\text{s)}$

[0093] 입자(PM)의 확산 계수(브라운 확산)는 입자 직경 d에 의존하며, d가 작을수록 확산 계수는 크다.

[0094] 입자의 확산 계수[에어로졸학의 기초: 다카하시 간지 저술, 모리키타 출판, (2004년), P215]를 하기 표에 나타낸다.

표 1

입자의 입자 d (μm)	직경 확산 계수D (m^2/s)
0.01	5.15×10^{-8}
0.05	2.27×10^{-9}
0.1	6.67×10^{-10}
0.5	6.31×10^{-11}

[0095]

[0096]

[0097]

[0098]

[0099]

[0100]

[0101]

[0102]

[0103]

[0104]

[0105]

· 한편, PM의 입자 직경 범위는 $0.01\ \mu\text{m} \sim 0.5\ \mu\text{m}$ 의 범위이다.

· SO_2 가스의 확산 계수는 PM의 확산 계수보다 오더(order)가 3~6 자릿수 정도 크다.

(2) PM 프리 스크러버:

· PM 프리 스크러버는 SO_2 (가스)와 PM(입자)의 확산 속도의 차이에 주목한 것이다.

· 평행관형 PM 프리 스크러버를 도 14에 기초하여 설명한다.

도 14에 있어서, 도면 부호 21은 평행 처리판, 도면 부호 22는 스크러버 처리수, 도면 부호 23은 황산 이온, 도면 부호 24는 PM, 도면 부호 25는 SO_2 를 각각 나타낸다. 즉, PM 프리 스크러버의 경우, 평행 처리판(21)의 벽면의 표면은 수막의 수류(水流)로 덮여 있다. 또한, SO_2 는 물에 대한 흡수성이 좋은 데다가, 물에 대한 용해도가 매우 크고, 또한 확산 계수도 매우 크다. 따라서, 평행 처리판(21)의 벽면을 통과할 때에 처리판 벽면을 덮어 흐르는 수박막층(水薄膜層) 표면 부근을 흐르는 SO_2 는, 흡수성이 좋은 수류에 그 수박막층 표면으로부터 용해되고, 이 용해에 의해 수박막층 표면 부근을 흐르는 배기가스는 SO_2 농도가 순간 저하되지만, 확산 계수가 매우 큰 SO_2 는 배기가스 흐름 내의 인접하는 농도가 높은 흐름으로부터 농도가 낮은 수박막층 표면 부근으로 즉시 고속으로 확산·이동해 와서 수박막층 표면에 공급되게 되고, 이 수박막층 표면에서의 용해와 배기가스 흐름으로부터의 수박막층 표면으로의 고속 확산의 연속 반복 현상에 의해, SO_2 는 거의 스크러버 처리수(22)에 흡수되어 버린다. 한편, PM(24)은 입자 직경이 크고 확산 계수가 매우 작다. 따라서, 입자형인 PM은 수막 표면에서의 용해와 배기가스 흐름으로부터의 수막 표면으로의 확산의 연속 반복 현상이 발생하지 않기 때문에 평행 처리판(21)의 벽면에 도달하지 않고, 그 대부분이 스크러버 처리수(22)에는 흡수되지 않고 PM 프리 스크러버를 그냥 지나쳐 배출되어 버린다.

(3) PM 프리 스크러버의 효과:

· PM 프리 스크러버에서는 SO_2 를 흡수하고, PM은 그냥 지나치게 하기 때문에, 스크러버 처리수(22)의 PM에 의한 오탁을 저감할 수 있다. SO_2 를 흡수하여 아황산수가 되고 그 후 황산수가 된 스크러버 처리수(22)는, 가성소다 등으로 중화 처리를 하여 바다로 배출할 수 있다.

· 그에 비해, 종래의 샤워 방식이나 벤투리 방식의 스크러버의 경우에는, SO_2 뿐만이 아니라 PM도 스크러버 처리수에 흡수되어 버리기 때문에, 스크러버 처리수의 오탁이 심하여, PM 프리 스크러버에 비해 폐수 처리의 공정수가 많아지고, 처리 장치도 대형이며 고가가 된다.

도 1에 본 발명의 제1 실시예 장치로서 도시한 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치는, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 연료로서 사용하는 디젤 엔진(E)(1)의 배기 매니폴드(E/M)(2) 하류의 배기관에, 배기가스 중의 NO_x 를 N_2 와 H_2O 로 환원하여 NO_x 의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하는 SCR(3)을 설치하고, 또한 그 하류에, 배기가스 중의 SO_x 를 그 처리수에 용해하지만 PM은 처리수에 거의 용해·제거하지 않는 PM

프리 스크러버(4)를 배치하며, 상기 PM 프리 스크러버(4)의 하류에 배치한 머플러(도시하지 않음)를 경유하여 배기가스를 배출하고, 에어 필터(A/F)(5)를 경유하여 엔진의 흡기 매니폴드(I/M)(6)로 외부의 공기를 흡기시키는 구성으로 한 것이다. 한편, SCR(3)의 상류에 승온기(7)를 설치하여 배기가스 온도를 SCR(3)에 담지되어 있는 촉매의 활성화 온도 이상으로 승온하도록 구성해도 좋다.

[0106] 도 1에 도시된 구성의 배기가스 정화 장치의 경우, SCR(3)의 설치에 의해 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O로 환원하여 NOx의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하는 것이 가능해지고, 또한 배기가스는 PM을 거의 용해·제거하지 않는 PM 프리 스크러버(4)를 통과하여 PM은 함유하지만 SOx가 격감된 가스로서 배기가스 정화 장치로부터 사일런서(도시하지 않음)를 경유하여 굴뚝(도시하지 않음)으로부터 선외로 배출된다. 이 배기가스 정화 장치에 있어서, SCR(3)은 산화티탄 등의 세라믹 담체에 귀금속 등의 촉매 성분을 담지시킨 통상법에 의해 제조한 SCR 촉매에, 암모니아수 혹은 요소수를 노즐로부터 배기가스 배관 내에 분무한 가스형의 환원제를 SCR 촉매에 작용시켜 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O(요소를 사용하면 CO₂)로 환원시켜 사용한다. 한편, SCR(3)의 상류에 승온기(7)를 배치하여 배기가스의 온도를 SCR 촉매의 활성화 온도 이상으로 승온해 줌으로써, 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O로(요소를 사용하면 CO₂도) 효율적으로 확실하게 환원할 수 있다. 또한, 이 배기가스 정화 장치에 있어서, PM을 거의 용해·제거하지 않는 PM 프리 스크러버(4)에서는 상기 PM 프리 스크러버를 구성하는 각 처리판 벽면에 존재(일부 흘러내림)하는 스크러버 처리수의 수박막층에 의해, 배기가스 중의 기체인 SOx는 확산 계수가 $1.5 \times 10^{-5} \text{ (m}^2/\text{s)}$ 정도로 커서 각 벽면을 따라 흐르는 동안에 처리수 표면에 흡착되고 상기 스크러버 처리수에 용해되어 그 농도를 격감시켜 배출되지만, 배기가스 중의 입자 직경이 0.01 $\mu\text{m} \sim 0.5 \mu\text{m}$ 정도로 큰 PM은 기체인 SOx와 비교하여 확산 계수의 오더가 3~6 자릿수 정도 작아 $10^{-8} \sim 10^{-11} \text{ (m}^2/\text{s)}$ 정도로 매우 작기 때문에 스크러버 처리수의 수박막층 표면 부근을 따라 흐르는 것만으로는, 제트 스크러버, 벤투리 스크러버, 스프레이탑 등의 가압수식이나, 충전탑, 유동층 스크러버 등의 충전식의 스크러버와 같이 스크러버 처리수의 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하는 일이 거의 없고, PM 프리 스크러버 처리수의 수박막층 표면에는 일부가 따르면서 순조롭게 흐를 뿐이기 때문에, 서로 혼합되는 일이 없다.

[0107] 따라서, 이 배기가스 정화 장치의, PM을 거의 용해·제거하지 않는 PM 프리 스크러버(4)에서, 처리수에는 주로 SOx만이 용해되어 있고 PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않기 때문에, 이 PM을 거의 용해·제거하지 않는 PM 프리 스크러버(4)의 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리는, SOx가 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리될 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 연료 또는 윤활유 유래의 PM 처리 기능을 극히 간소·소형화하거나 혹은 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한, 스크러버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.

[0108] [제1 실시예 장치의 요점]

[0109] (1) 배기관에 SCR(3)을 설치하고, 그 하류에, 스크러버를 구성하는 각 벽면에 존재하며 흘러내리는 처리수의 박막층 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하는 일이 거의 없이 처리수의 표면 부근을 따르면서 순조롭게 흐르며, gas와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 SOx는 제거하지만 PM을 거의 제거하지 않는 PM 프리 스크러버(4)를 설치하여 대기 방출 배기가스로부터 NOx와 SOx를 제거한다.

[0110] · SCR(3)의 설치에 의해 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O로 환원하여 NOx의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하게 되어, 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해진다.

[0111] · PM 프리 스크러버(4)의 설치에 의해 배기가스 중의 SOx는 대부분이 스크러버 처리수에 용해되어 제거되기 때문에, 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해진다.

[0112] · 스크러버 처리수에는 SOx만이 용해되어 있고, PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않다.

[0113] · 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리에서, SOx는 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리될 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 폐기 처리수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 PM의 대규모의 처리 기능을 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한, 때로는 스크러버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.

다. 그러나, 배기가스 중의 PM은 거의 제거되지 않고 배출된다.

- [0114] (2) SCR(3)의 상류에 승온기(7)를 설치하여 배기가스 온도를 SCR에 담지되어 있는 촉매의 활성화 온도 이상으로 승온하여 배기가스 중의 NOx의 N₂와 H₂O로의 환원 작용의 고효율화를 확보한다.
- [0115] · 배기가스의 유속이 느려 SCR(3) 내의 체류 시간이 긴 경우에는 승온기(7)에 의해 배기가스를 230℃~450℃ 정도로 가열하고, 유속이 빨라 SCR(3) 내의 체류 시간이 짧은 경우에는 배기가스를 360℃~450℃ 정도로 가열한다.
- [0116] · 승온기(7)에는 전열 히터를 단독으로 이용하거나, 연료 분사 장치와 점화 장치를 조합하여 이용하거나, 혹은 전기 히터와 산화 촉매를 조합하여 이용해도 좋고, 승온기에 산화 촉매를 조합하여 이용하면 배기가스 중의 PM을 산화시켜 저감·제거할 수 있다.
- [0117] 도 2에 본 발명의 제2 실시예 장치로서 도시한 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치는, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 연료로서 사용하는 디젤 엔진(E)(1)의 배기 매니폴드(E/M)(2) 하류의 배기관에, 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O로 환원하여 NOx의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하는 SCR(3)을 설치하고, 또한 그 하류에, 배기가스 중의 SOx를 그 처리수에 용해하지만 PM은 처리수에 거의 용해·제거하지 않는 PM 프리 스크리버(4)를 배치하며, 상기 PM 프리 스크리버(4)의 하류에 배치한 머플러(도시하지 않음)를 경유하여 배기가스를 배출하고, 에어 필터(A/F)(5)를 경유하여 엔진의 흡기 매니폴드(I/M)(6)로 외부의 공기를 흡기시키는 구성으로 하며, 또한 배기 매니폴드(2) 바로 아래의 배기관 또는 SCR(3)과 PM 프리 스크리버(4) 사이의 배기관에 ESP/C/DPF(8)를 배치한 구성으로 하는 것이다. 한편, SCR(3)의 상류에 승온기(7)를 설치하여 배기가스 온도를 SCR(3)에 담지되어 있는 촉매의 활성화 온도 이상으로 승온하도록 구성해도 좋다.
- [0118] 상기 도 2에 도시된 구성의 배기가스 정화 장치의 경우에는, 도 1에 도시된 제1 실시예 장치와 마찬가지로, SCR(3)의 설치에 의해 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O로 환원하여 NOx의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하는 것이 가능해지고, 또한, 배기 매니폴드(5) 바로 아래의 배기관 또는 SCR(3)과 PM 프리 스크리버(4) 사이의 배기관에 ESP/C/DPF(8)를 배치함으로써 배기가스 중의 PM도 제거되며, SOx가 격감되어 깨끗한 가스가 된다. 이 배기가스 정화 장치에 있어서, 배기관에 PM을 거의 용해·제거하지 않는 PM 프리 스크리버(4)를 설치함으로써, 배기가스 중에서 기체이며 확산 계수가 $1.5 \times 10^{-5} (\text{m}^2/\text{s})$ 정도로 큰 SOx가 거의 제거되고, 입자 직경이 $0.01 \mu\text{m} \sim 0.5 \mu\text{m}$ 정도로 크고 확산 계수의 오더가 3~6 차잇수 정도 작아 $10^{-8} \sim 10^{-11} (\text{m}^2/\text{s})$ 정도로 매우 작은 입자인 PM은 거의 제거되지 않는다. 즉, PM은 함유하지만 SOx는 PM 프리 스크리버(4)에 의해 제거되어 배기가스에는 거의 함유되지 않게 되고, 또한, 배기관에 ESP/C/DPF(8)를 배치함으로써 배기가스 중의 PM이 제거되어, 배기가스는 SOx 및 PM의 함유량이 감소되며, 연소실에서의 연소 온도가 저하되어 질소 산화물의 발생이 억제되어 배기가스도 깨끗해진다. 한편, SCR(3)의 상류에 승온기(7)를 설치하여 배기가스 온도를 SCR(3)에 담지되어 있는 촉매의 활성화 온도 이상으로 승온하도록 구성해도 좋다. 또한, SCR(3)의 상류에 ESP/C/DPF(8)를 설치함으로써, 평판이나 산화 티탄 등의 세라믹 담체에 귀금속 등의 촉매 성분(Pt, Pd, Rh, Ir 등)을 담지시킨 SCR 촉매의 PM에 의한 눈 막힘을 방지할 수 있다.
- [0119] 또한, 이 배기가스 정화 장치에 있어서도 SOx는 제거하지만 PM을 거의 용해·제거하지 않는 PM 프리 스크리버(4)에서, 스크리버 처리수에는 주로 SOx만이 용해되어 있고 PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않기 때문에, 이 PM을 거의 용해·제거하지 않는 PM 프리 스크리버(4)의 스크리버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리는, SOx가 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리될 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 연료 또는 윤활유 유래의 PM 처리 기능을 극히 간소화·소형화하거나 혹은 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 폐기 처리수의 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한, 때로는 스크리버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.
- [0120] [제2 실시예 장치의 요점]
- [0121] (1) 배기관에 SCR(3)과 ESP/C/DPF(8)를 설치하고, 그 하류에, 스크리버를 구성하는 각 벽면에 존재하며 흘러내리는 처리수의 박막층 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하는 일이 거의 없이 처리수의 표면 부근을 따르면서 순조롭게 흐르며, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 SOx는 제거하지만 PM을 거의 제거하지 않는 PM 프리 스크리버(4)를 설치하여 대기 방출 배기가스로부터 NOx와 SOx와 PM을 제거한다.

- [0122] · SCR(3)의 설치에 의해 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O로 환원하여 NOx의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하게 되어, 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해진다.
- [0123] · PM 프리 스크러버(4)의 설치에 의해 배기가스 중의 SOx는 대부분이 스크러버 처리수에 용해되어 제거되기 때문에, 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해진다.
- [0124] (2) ESP/C/DPF(8)의 설치에 의해,
- [0125] · 배기가스 중의 PM은 거의 제거되어 극히 약간밖에 함유되어 있지 않기 때문에 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해지고, PM 프리 스크러버 처리수의 배수 처리 부하가 매우 경감된다.
- [0126] · 또한, SCR(3)의 상류에 ESP/C/DPF(8)를 설치함으로써, 또한 SCR 촉매의 PM에 의한 눈 막힘을 방지할 수 있다.
- [0127] · 스크러버 처리수에는 SOx만이 용해되어 있고, PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않다.
- [0128] · 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리에서, SOx는 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리될 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 PM의 대규모의 처리 기능을 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한, 때로는 스크러버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.
- [0129] (3) SCR(3)의 상류에 승온기(7)를 설치하여 배기가스 온도를 SCR에 담지되어 있는 촉매의 활성화 온도 이상으로 승온하여 배기가스 중의 NOx의 N₂와 H₂O로의 환원 작용의 고효율화를 확보한다.
- [0130] · 배기가스의 유속이 느려 SCR(3) 내의 체류 시간이 긴 경우에는 승온기(7)에 의해 배기가스를 230℃~450℃ 정도로 가열하고, 유속이 빨라 SCR 내의 체류 시간이 짧은 경우에는 배기가스를 360℃~450℃ 정도로 가열한다.
- [0131] · 승온기(7)에는 전열 히터를 단독으로 이용하거나, 연료 분사 장치와 점화 장치를 조합하여 이용하거나, 혹은 전기 히터와 산화 촉매를 조합하여 이용해도 좋고, 승온기에 산화 촉매를 조합하여 이용하면 배기가스 중의 PM을 산화시켜 저감·제거할 수 있다.
- [0132] · 스크러버 처리수에는 SOx만이 용해되어 있고, PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않다.
- [0133] · 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리에서, SOx는 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리될 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 PM의 대규모의 처리 기능을 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한, 때로는 스크러버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.
- [0134] 도 3에 본 발명의 제3 실시예 장치로서 도시한 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치는, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 연료로서 사용하는 디젤 엔진(E)(1)의 배기 매니폴드(E/M)(2) 하류의 배기관에, 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O로 환원하여 NOx의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하는 SCR(3)을 설치하고, 또한 그 하류에, 배기가스 중의 SOx를 그 처리수에 용해하지만 PM은 처리수에 거의 용해·제거하지 않는 메인 PM 프리 스크러버(4a)를 배치하며, 상기 메인 PM 프리 스크러버(4a)의 하류에 배치한 머플러(도시하지 않음)를 경유하여 배기가스를 배출하고, 배기 매니폴드(E/M)(2) 하류의 배기관에 배치한 SCR(3)의 상류, 하류, 혹은 메인 PM 프리 스크러버(4a)의 하류 중 어느 하나에 분기부를 형성하여 EGR 배관계를 접속시키며, EGR 가스를 EGR 밸브(E/V)(9)에 의해 유량 제어하면서 엔진의 흡기 매니폴드(6)로의 흡기관계로 환류시키는 구성으로 하고, 에어 필터(A/F)(5)를 경유하여 엔진의 흡기 매니폴드(I/M)(6)로 외부의 공기를 흡기시키는 구성으로 하며, 또한 EGR 배관계에 전술한 바와 동일한 서브 PM 프리 스크러버(4b)를 설치하고, 상기 서브 PM 프리 스크러버(4b)를 통과한 EGR 가스를, EGR 밸브(E/V)(9)를 통해 흡기관계로 환류시키는 구성으로 한 것이다. 한편, SCR(3)의 상류에 승온기(7)를 설치하여 배기가스 온도를 SCR(3)에 담지되어 있는 촉매의 활성화 온도 이상으로 승온하도록 구성해도 좋다.
- [0135] 승온기에 산화 촉매를 조합하여 이용하면 배기가스 중의 PM을 산화시켜 저감·제거할 수 있다.
- [0136] 도 3에 본 발명의 제3 실시예 장치로서 도시한 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치는, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 연료로서 사용하는 디젤 엔진(E)(1)의 배기 매니폴드(E/M)(2) 하류의 배기관에, 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O로 환원하여 NOx의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하는 SCR(3)을 설치하

고, 또한 그 하류에, 배기가스 중의 SOx를 그 처리수에 용해하지만 PM은 처리수에 거의 용해·제거하지 않는 메인 PM 프리 스크리버(4a)를 배치하며, 상기 메인 PM 프리 스크리버(4a)의 하류에 배치한 머플러(도시하지 않음)를 경유하여 배기가스를 배출하고, 배기 매니폴드(E/M)(2) 하류의 배기관에 배치한 SCR(3)의 상류, 하류, 혹은 메인 PM 프리 스크리버(4a)의 하류 중 어느 하나에 분기부를 형성하여 EGR 배관계를 접속시키며, EGR 가스를 EGR 밸브(E/V)(9)에 의해 유량 제어하면서 엔진의 흡기 매니폴드(6)로의 흡기관계로 환류시키는 구성으로 하고, 에어 필터(A/F)(5)를 경유하여 엔진의 흡기 매니폴드(I/M)(6)로 외부의 공기를 흡기시키는 구성으로 하며, 또한 EGR 배관계에 진술한 바와 동일한 서브 PM 프리 스크리버(4b)를 설치하고, 상기 서브 PM 프리 스크리버(4b)를 통과한 EGR 가스를, EGR 밸브(E/V)(9)를 통해 흡기관계로 환류시키는 구성으로 함으로써, 메인 PM 프리 스크리버, 서브 PM 프리 스크리버의 어느 것에 있어서도 배기가스 또는 EGR 가스 중에서 기체이며 확산 계수가 $1.5 \times 10^{-5} (\text{m}^2/\text{s})$ 정도로 큰 SOx가 거의 제거되고, 입자 직경이 $0.01 \mu\text{m} \sim 0.5 \mu\text{m}$ 정도로 크고 확산 계수의 오더가 3~6 자릿수 정도 작아 $10^{-8} \sim 10^{-11} (\text{m}^2/\text{s})$ 정도로 매우 작은 입자인 PM은 거의 제거되지 않게 된다. 한편, SCR(3)의 상류에 승온기(7)를 설치하여 배기가스 온도를 SCR(3)에 담지되어 있는 촉매의 활성화 온도 이상으로 승온하도록 구성해도 좋다.

[0137] [제3 실시예 장치의 요점]

[0138] (1) 배기관에 SCR(3)을 설치하고, 그 하류에, 스크리버를 구성하는 각 벽면에 존재하며 흘러내리는 처리수의 박막층 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하는 일이 거의 없이 처리수의 표면 부근을 따르면서 순조롭게 흐르며, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 SOx는 제거하지만 PM을 거의 제거하지 않는 메인 PM 프리 스크리버(4a)를 설치하여 대기 방출 배기가스로부터 NOx와 SOx를 제거한다.

[0139] · SCR(3)의 설치에 의해 배기가스 중의 NOx를 N_2 와 H_2O 로 환원하여 NOx의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하게 되어, 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해진다.

[0140] · 메인 PM 프리 스크리버(4a)의 설치에 의해 배기가스 중의 SOx는 대부분이 스크리버 처리수에 용해되어 제거되기 때문에, 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해진다.

[0141] · 스크리버 처리수에는 SOx만이 용해되어 있고, PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않다.

[0142] · 스크리버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리에서, SOx는 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리될 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 PM의 대규모의 처리 기능을 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한, 때로는 스크리버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다. 그러나, 배기가스 중의 PM은 거의 제거되지 않고 배출된다.

[0143] (2) SCR(3)의 상류, 하류, 혹은 메인 PM 프리 스크리버(4a)의 하류 중 어느 하나에 분기부를 형성해서 EGR 가스를 분기하여 흡기로 환류시킴으로써, 연소실에서의 연소 온도를 저하시켜 NOx의 생성을 억제하여 SCR로 유입되는 배기가스 중의 NOx의 함유량을 미리 저하시켜 둘 수 있다.

[0144] · 배기가스 중의 NOx의 함유량이 감소되어 있기 때문에 SCR(3)에 의해 환원되는 NOx의 양이 감소되어 SCR 촉매에 대한 부하가 경감되어 SCR(3)이 소형화되므로 장치의 설치성이나 제어성의 향상과 암모니아, 암모니아수, 요소수 등의 환원제의 사용량의 절감과 같은 초기 비용, 운전 비용 양방의 저렴화를 도모할 수 있다.

[0145] · EGR 시스템과 SCR을 조합한 상승 효과에 의해 대기 방출 배기가스로부터의 NOx의 함유량을 더욱 저감시켜 환경 보전 가능한 배기가스로 할 수 있다.

[0146] (3) 메인 PM 프리 스크리버(4a)의 하류에 EGR 분기부를 형성하여 메인 PM 프리 스크리버(4a)에 의해 정화된 가스를 EGR 가스로 할 수 있다.

[0147] · EGR 가스는, 미리 메인 PM 프리 스크리버(4a)에 의해 SOx가 제거되어 거의 함유되지 않기 때문에, 피스톤, 피스톤 링, 실린더, 실린더 헤드, 급배기 밸브·밸브 스템 등의 엔진 구성 부품의 부식이나 마모를 감소시켜 내구성을 손상시킬 염려를 없앴으로써 내구성을 향상시킬 수 있기 때문에 저렴한 재료를 사용할 수 있다.

[0148] · EGR 배관, EGR 밸브, 블로워, 터보차저의 컴프레서 휠, 인터쿨러, 흡기관, 인테이크 매니폴드 등의 급·배기 관련 부품의 부식을 감소시켜 내구성을 손상시킬 염려를 없앴으로써 내구성을 향상시킬 수 있기 때문에 저렴한

재료를 사용할 수 있다.

- [0149] (4) EGR 배관계에, EGR 가스에 포함되는 SOx는 제거하지만 PM을 거의 제거하지 않는 서브 PM 프리 스크러버(4b)를 설치한다.
- [0150] · 서브 PM 프리 스크러버(4b)의 처리수도 황 성분만이 용해되어 있고 PM은 극히 약간밖에 용해·함유되지 않아, 상기 메인 PM 프리 스크러버(4a)와 마찬가지로 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리는 용이하다.
- [0151] · 스크러버 처리수에는 SOx만이 용해되어 있고, PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않다.
- [0152] · 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리에서, SOx는 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리될 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 PM의 대규모의 처리 기능을 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한, 때로는 스크러버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.
- [0153] (5) SCR(3)의 상류에 승온기(7)를 설치하여 배기가스 온도를 SCR(3)에 담지되어 있는 촉매의 활성화 온도 이상으로 승온하여 배기가스 중의 NOx의 N₂와 H₂O로의 환원 작용의 고효율화를 확보한다.
- [0154] · 배기가스의 유속이 느려 SCR(3) 내의 체류 시간이 긴 경우에는, 승온기(7)에 의해 배기가스를 230℃~450℃ 정도로 가열하고, 유속이 빨라 SCR(3) 내의 체류 시간이 짧은 경우에는, 배기가스를 360℃~450℃ 정도로 가열한다.
- [0155] · 승온기(7)에는, 전열 히터를 단독으로 이용하거나, 연료 분사 장치와 점화 장치를 조합하여 이용하거나, 혹은 전기 히터와 산화 촉매를 조합하여 이용해도 좋고, 승온기에 산화 촉매를 조합하여 이용하면 배기가스 중의 PM을 산화시켜 저감·제거할 수 있다.
- [0156] 도 4에 본 발명의 제4 실시예 장치로서 도시한 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치는, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 연료로서 사용하는 디젤 엔진(E)(1)의 배기 매니폴드(E/M)(2) 바로 아래의 배기관에, 배기가스로부터 PM을 제거하는 ESP/C/DPF(8)를 설치하고, 이 ESP/C/DPF(8)의 하류에, 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O로 환원하여 NOx의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하는 SCR(3)을 설치하며, 또한 그 하류에, 배기가스 중의 SOx를 그 처리수에 용해하지만 PM은 처리수에 거의 용해·제거하지 않는 메인 PM 프리 스크러버(4a)를 배치하고, 상기 메인 PM 프리 스크러버(4a)의 하류에 배치한 머플러(도시하지 않음)를 경유하여 배기가스를 배출하며, ESP/C/DPF(8), SCR(3), 혹은 메인 PM 프리 스크러버(4a) 각각의 하류 중 어느 하나에 형성한 분기부로부터 EGR 배관계를 분기시켜 EGR 가스를 EGR 밸브(E/V)(9)에 의해 유량 제어하면서 엔진의 흡기 매니폴드(6)로의 흡기관계로 환류시키는 구성으로 하고, 또한 EGR 배관계에 서브 PM 프리 스크러버(4b)를 설치하며, 상기 서브 PM 프리 스크러버(4b)를 통과한 EGR 가스를, EGR 밸브(E/V)(9)를 통해 흡기관계로 환류시키는 구성으로 함으로써, 메인 PM 프리 스크러버, 서브 PM 프리 스크러버의 어느 것에 있어서도 배기가스 또는 EGR 가스 중에서 기체이며 확산 계수가 $1.5 \times 10^{-5} (\text{m}^2/\text{s})$ 정도로 큰 SOx가 거의 제거되고, 입자 직경이 $0.01 \mu\text{m} \sim 0.5 \mu\text{m}$ 정도로 크고 확산 계수의 오더가 3~6 자릿수 정도 작아 $10^{-8} \sim 10^{-11} (\text{m}^2/\text{s})$ 정도로 매우 작은 입자인 PM은 거의 제거되지 않게 된다. 한편, SCR(3)의 상류에 승온기(7)를 설치하여 배기가스 온도를 SCR(3)에 담지되어 있는 촉매의 활성화 온도 이상으로 승온하도록 구성해도 좋다.
- [0157] [제4 실시예 장치의 요점]
- [0158] (1) 배기관에 SCR(3)을 설치하고, 그 하류에, 스크러버를 구성하는 각 벽면에 존재하며 흘러내리는 처리수의 박막층 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하는 일이 거의 없이 처리수의 표면 부근을 따르면서 순조롭게 흐르며, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 SOx는 제거하지만 PM을 거의 제거하지 않는 메인 PM 프리 스크러버(4a)를 설치하여 대기 방출 배기가스로부터 NOx와 SOx를 제거하고, 배기관의 ESP/C/DPF(8), SCR(3), 혹은 메인 PM 프리 스크러버(4a) 각각의 하류 중 어느 하나에 EGR 배관계를 분기 접속해서 EGR 가스를 환류하여 NOx를 미리 제거하며, 또한, EGR 배관계에 EGR 가스에 포함되는 PM을 거의 제거하지 않는 서브 PM 프리 스크러버(4b)를 설치한다.
- [0159] · SCR(3)의 설치에 의해 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O로 환원하여 NOx의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하게 되어, 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해진다.

- [0160] · 메인 PM 프리 스크러버(4a)의 설치에 의해 배기가스 중의 SOx는 대부분이 스크러버 처리수에 용해되어 제거되기 때문에, 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해진다.
- [0161] · 스크러버 처리수에는 SOx만이 용해되어 있고, PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않다.
- [0162] · 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리에서, SOx는 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리할 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 PM의 대규모의 처리 기능을 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한, 때로는 스크러버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.
- [0163] (2) ESP/C/DPF(8)의 설치에 의해,
- [0164] · 배기가스 중의 PM은 거의 제거되어 극히 약간밖에 함유되어 있지 않기 때문에 배기가스의 대기 방출이 가능해지고, 메인 PM 프리 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리 부하가 매우 경감된다.
- [0165] · SCR(3)의 상류에 ESP/C/DPF(8)를 설치함으로써, 또한 SCR 촉매의 PM에 의한 눈 막힘을 방지할 수 있다.
- [0166] (3) EGR 배관계의 설치에 의해,
- [0167] · 배기가스 중의 NOx의 함유량이 감소되어 있기 때문에 SCR(3)에 의해 환원되는 NOx의 양이 감소되어 SCR 촉매에 대한 부하가 경감되어 SCR(3)이 소형화되므로 장치의 설치성이나 제어성의 향상과 암모니아, 암모니아수, 요소수 등의 환원제의 사용량의 절감과 같은 초기 비용, 운전 비용 양방의 저렴화를 도모할 수 있다.
- [0168] · EGR 시스템과 SCR을 조합한 상승 효과에 의해 대기 방출 배기가스로부터 NOx의 함유량을 더욱 저감시켜 환경 보전 가능한 배기가스로 할 수 있다.
- [0169] (4) 메인 PM 프리 스크러버(4a) 하류로부터 EGR 가스를 분기시키면,
- [0170] · EGR 가스는, 미리 메인 PM 프리 스크러버(4a)에 의해 SOx가 제거되어 거의 함유되지 않기 때문에, 피스톤, 피스톤 링, 실린더, 실린더 헤드, 급배기 밸브·밸브 스텝 등의 엔진 구성 부품의 부식이나 마모를 감소시켜 내구성을 손상시킬 염려를 없앴으로써 내구성을 향상시킬 수 있기 때문에 저렴한 재료를 사용할 수 있다.
- [0171] · EGR 배관, EGR 밸브, 블로워, 터보차저의 컴프레서 휠, 인터쿨러, 흡기관, 인테이크 매니폴드 등의 급기·배기 관련 부품의 부식을 감소시켜 내구성을 손상시킬 염려를 없앴으로써 내구성을 향상시킬 수 있기 때문에 저렴한 재료를 사용할 수 있다.
- [0172] (5) EGR 배관계에 서브 PM 프리 스크러버(4b)를 설치하면,
- [0173] · 서브 PM 프리 스크러버(4b)의 스크러버 처리수도 황 성분만이 용해되어 있고 PM은 극히 약간밖에 용해·함유되지 않아, 상기 메인 PM 프리 스크러버(4a)와 마찬가지로 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리는 용이하다.
- [0174] · 스크러버 처리수에는 SOx만이 용해되어 있고, PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않다.
- [0175] · 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리에서, SOx는 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리될 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 PM의 대규모의 처리 기능을 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한, 때로는 스크러버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.
- [0176] (6) SCR(3)의 상류에 승온기(7)를 설치하면,
- [0177] · 배기가스의 유속이 느려 SCR(3) 내의 체류 시간이 긴 경우에는, 승온기(7)에 의해 배기가스를 230℃~450℃ 정도로 가열하고, 유속이 빨라 SCR(3) 내의 체류 시간이 짧은 경우에는, 배기가스를 360℃~450℃ 정도로 가열한다.
- [0178] · 승온기(7)에는, 전열 히터를 단독으로 이용하거나, 연료 분사 장치와 점화 장치를 조합하여 이용하거나, 혹은 전기 히터와 산화 촉매를 조합하여 이용해도 좋고, 승온기에 산화 촉매를 조합하여 이용하면 배기가스 중의 PM을 산화시켜 저감·제거할 수 있다.
- [0179] 도 5에 본 발명의 제5 실시예 장치로서 도시한 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치는, 고농도로 황 성분을

함유하는 중유 등의 저질 연료를 연료로서 사용하는 디젤 엔진(E)(1)의 배기 매니폴드(E/M)(2) 하류의 배기관에, 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O로 환원하여 NOx의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하는 SCR(3)을 설치하고, 또한 그 하류에, 배기가스 중의 SOx를 그 처리수에 용해하지만 PM은 처리수에 거의 용해·제거하지 않는 메인 PM 프리 스크러버(4a)를 배치하며, 상기 메인 PM 프리 스크러버(4a)의 하류에 배치한 머플러(도시하지 않음)를 경유하여 배기가스를 배출하고, 배기 매니폴드(E/M)(2) 하류의 배기관에 배치한 SCR(3)의 상류, 하류, 혹은 메인 PM 프리 스크러버(4a)의 하류 중 어느 하나에 분기부를 형성하여 EGR 배관계를 접속시키며, 상기 EGR 배관계에 서브 PM 프리 스크러버(4b)를 설치하고, 상기 서브 PM 프리 스크러버(4b)를 통과한 EGR 가스를, EGR 밸브(E/V)(9)를 통해 흡기관계로 환류시키는 구성으로 함으로써, 메인 PM 프리 스크러버, 서브 PM 프리 스크러버의 어느 것에 있어서도 배기가스 또는 EGR 가스 중에서 기체이며 확산 계수가 $1.5 \times 10^{-5} (\text{m}^2/\text{s})$ 정도로 큰 SOx가 거의 제거되고, 입자 직경이 $0.01 \mu\text{m} \sim 0.5 \mu\text{m}$ 정도로 크고 확산 계수의 오더가 3~6 자릿수 정도 작아 $10^{-8} \sim 10^{-11} (\text{m}^2/\text{s})$ 정도로 매우 작은 입자인 PM은 거의 제거되지 않게 된다. 한편, SCR(3)의 상류에 승온기(7)를 설치하여 배기가스 온도를 SCR(3)에 담지되어 있는 촉매의 활성화 온도 이상으로 승온하도록 구성하고, 또한 EGR 배관계의 서브 PM 프리 스크러버(4b)의 하류에 배기가스로부터 PM을 제거하는 ESP/C/DPF(8)를 설치해도 좋다.

[0180] [제5 실시예 장치의 요점]

[0181] (1) 배기관에 SCR(3)을 설치하고, 그 하류에, 스크러버를 구성하는 각 벽면에 존재하며 흘러내리는 처리수의 박막층 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하는 일이 거의 없이 처리수의 표면 부근을 따르면서 순조롭게 흐르며, 가스와 입자의 확산 속도의 차이를 이용하여 배기가스에 포함되는 SOx는 제거하지만 PM을 거의 제거하지 않는 메인 PM 프리 스크러버(4a)를 설치하여 대기 방출 배기가스로부터 NOx와 SOx를 제거하고, 배기관의 SCR(3)의 상류, 하류, 혹은 메인 PM 프리 스크러버(4a) 각각의 하류 중 어느 하나에 EGR 배관계를 분기 접속시켜 EGR 가스를 환류하여 NOx를 미리 제거하며, 또한, EGR 배관계에 EGR 가스에 포함되는 SOx는 제거하지만 PM을 거의 제거하지 않는 서브 PM 프리 스크러버(4b)를 설치하고, 또한, 바람직하게는 EGR 배관계의 상류에, EGR 가스에 포함되는 PM을 제거하는 ESP/C/DPF(8)를 설치한다.

[0182] · SCR(3)의 설치에 의해 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O로 환원하여 NOx의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하게 되어, 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해진다.

[0183] · 메인 PM 프리 스크러버(4a)의 설치에 의해 배기가스 중의 SOx는 대부분이 스크러버 처리수에 용해되어 제거되기 때문에, 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해진다.

[0184] · 스크러버 처리수에는 SOx만이 용해되어 있고, PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않다.

[0185] · 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리에서, SOx는 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리될 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 PM의 대규모의 처리 기능을 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한, 때로는 스크러버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.

[0186] (2) SCR(3)의 상류, 하류, 혹은 메인 PM 프리 스크러버(4a)의 하류 중 어느 하나에 분기부를 형성해서 EGR 가스를 분기시켜 흡기로 환류시킴으로써 연소실에서의 연소 온도를 저하시킴으로써 NOx의 생성을 억제하여 SCR(3)로 유입되는 배기가스 중의 NOx의 함유량을 미리 저하시켜 둘 수 있다.

[0187] · 배기가스 중의 NOx의 함유량이 감소되어 있기 때문에 SCR(3)에 의해 환원되는 NOx의 양이 감소되어 SCR 촉매에 대한 부하가 경감되어 SCR(3)이 소형화되므로 장치의 설치성이나 제어성의 향상과 암모니아, 암모니아수, 요소수 등의 환원제의 사용량의 절감과 같은 초기 비용, 운전 비용 양방의 저렴화를 도모할 수 있다.

[0188] · EGR 시스템과 SCR을 조합한 상승 효과에 의해 대기 방출 배기가스로부터 NOx의 함유량을 더욱 저감시켜 환경 보전 가능한 배기가스로 할 수 있다.

[0189] (3) 메인 PM 프리 스크러버(4a)의 하류에 EGR 분기부를 형성하여 상기 메인 PM 프리 스크러버(4a)에 의해 정화된 가스를 EGR 가스로 할 수 있다.

[0190] · EGR 가스는, 미리 메인 PM 프리 스크러버(4a)에 의해 SOx가 제거되어 거의 함유되지 않기 때문에, 피스톤, 피스톤 링, 실린더, 실린더 헤드, 급배기 밸브·밸브 스템 등의 엔진 구성 부품의 부식이나 마모를 감소시켜 내구

성을 손상시킬 염려를 없앴으로써 내구성을 향상시킬 수 있기 때문에 저렴한 재료를 사용할 수 있다.

- [0191] · EGR 배관, EGR 밸브, 블로워, 터보차저의 컴프레서 휠, 인터쿨러, 흡기관, 인테이크 매니폴드 등의 급기·배기 관련 부품의 부식을 감소시켜 내구성을 손상시킬 염려를 없앴으로써 내구성을 향상시킬 수 있기 때문에 저렴한 재료를 사용할 수 있다.
- [0192] (4) EGR 배관계에 서브 PM 프리 스크러버(4b)를 설치하고, 상기 서브 PM 프리 스크러버(4b)의 상류에 바람직하게는 ESP/C/DPF(8)를 설치하여, EGR 가스로부터 PM 등을 더욱 제거한다.
- [0193] · EGR 가스 중의 PM이나 금속의 산화물 등의 마모를 촉진하는 입자 성분은 ESP/C/DPF에 의해 거의 제거된다.
- [0194] · EGR 가스에는 SOx가(ESP/C/DPF를 설치하면 PM도) 거의 함유되지 않기 때문에, 피스톤, 피스톤 링, 실린더, 실린더 헤드, 급배기 밸브·밸브 스템 등의 엔진 구성 부품의 부식이나 마모를 감소시켜 내구성을 손상시킬 염려를 없앴으로써 내구성을 향상시킬 수 있기 때문에 저렴한 재료를 사용할 수 있다.
- [0195] · EGR 가스에는 SOx가(ESP/C/DPF를 설치하면 PM도) 거의 함유되지 않기 때문에, EGR 배관, EGR 밸브, 블로워, 터보차저의 컴프레서 휠, 인터쿨러, 흡기관, 인테이크 매니폴드 등의 급기·배기 관련 부품의 부식을 감소시켜 내구성을 손상시킬 염려를 없앴으로써 내구성을 향상시킬 수 있기 때문에 저렴한 재료를 사용할 수 있다.
- [0196] · 서브 PM 프리 스크러버(4b)의 스크러버 처리수도 황 성분만이 용해되어 있고 PM은 극히 약간밖에 용해·함유되지 않아 폐기 처리수로서의 후처리는 용이하다.
- [0197] · 스크러버 처리수에는 SOx만이 용해되어 있고, PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않다.
- [0198] · 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리에서, SOx는 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리될 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 PM의 대규모의 처리 기능을 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한, 때로는 스크러버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.
- [0199] (5) SCR의 상류에 승온기를 설치하면,
- [0200] · 배기가스 중의 PM은 거의 제거되어 극히 약간밖에 함유되어 있지 않기 때문에 배기가스의 대기 방출이 가능해지고, 메인 PM 프리 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 처리 부하가 매우 경감된다.
- [0201] · SCR(3)의 상류에 ESP/C/DPF(8)를 설치함으로써, 또한 SCR 촉매의 PM에 의한 눈 막힘을 방지할 수 있다.
- [0202] 도 6에 본 발명의 제6 실시예 장치로서 도시한 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치는, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 연료로서 사용하는 디젤 엔진(E)(1)의 배기 매니폴드(E/M)(2) 하류의 배기관에, 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O로 환원하여 NOx의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하는 SCR(3)을 설치하고, 또한 그 상류에 배기가스 중의 SOx를 그 처리수에 용해하지만 PM은 처리수에 거의 용해·제거하지 않는 PM 프리 스크러버(4)를 배치하며, 상기 SCR의 하류에 배치한 머플러(도시하지 않음)를 경유하여 배기가스를 배출하고, 에어 필터(A/F)(5)를 경유하여 엔진의 흡기 매니폴드(I/M)(6)로 외부의 공기를 흡기시키는 구성으로 함으로써, PM 프리 스크러버에 있어서도 배기가스 중에서 기체이며 확산 계수가 $1.5 \times 10^{-5} (\text{m}^2/\text{s})$ 정도로 큰 SOx가 거의 제거되고, 입자 직경이 $0.01 \mu\text{m} \sim 0.5 \mu\text{m}$ 정도로 크고 확산 계수의 오더가 3~6 자릿수 정도 작아 $10^{-8} \sim 10^{-11} (\text{m}^2/\text{s})$ 정도로 매우 작은 입자인 PM은 거의 제거되지 않게 되며, 바람직하게는 배기 매니폴드(2) 바로 아래에서 PM 프리 스크러버(4)와의 사이의 배기관에 ESP/C/DPF(8)를 배치한 구성으로 하는 것이다. 한편, SCR(3)의 상류에 승온기(7)를 설치하여 배기가스 온도를 SCR에 담지되어 있는 촉매의 활성화 온도 이상으로 승온하도록 구성한다. 또한, ESP/C/DPF(8)의 상류에 냉각기(10)를 설치하여 상기 ESP/C/DPF(8)로 유입되는 배기가스를 미리 냉각하도록 구성해도 좋다.
- [0203] 도 6에 도시된 구성의 배기가스 정화 장치의 경우, 배기가스는 SOx를 용해·제거하지만 PM을 거의 용해·제거하지 않는 PM 프리 스크러버(4)를 통과하여 PM은 함유하지만 SOx가 격감된 가스가 되고, PM 프리 스크러버(4)의 하류에서의 SCR(3)의 설치에 의해 SOx가 격감된 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O로 환원하여 NOx의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하는 것이 가능해져 환경 보전 가능한 배기가스로서 배기가스 정화 장치로부터 사일런서(도시하지 않음)를 경유하여 굴뚝(도시하지 않음)으로부터 선외로 배출된다. 이 배기가스 정화 장치에 있어서, PM을 거의 용해·제거하지 않는 PM 프리 스크러버(4)에서는 상기 PM 프리 스크러버를 구성하는 각 벽면에 존재(일부 흡

려내림)하는 스크러버 처리수의 수박막층 표면에 의해, 배기가스 중의 기체인 SOx는 확산 계수가 $1.5 \times 10^{-5} (\text{m}^2/\text{s})$ 정도로 커서 각 벽면을 따라 흐르는 동안에 스크러버 처리수의 수박막층 표면에 흡착되고 상기 스크러버 처리수에 용해되어 그 농도가 격감되어 배출되지만, 배기가스 중의 입자 직경이 $0.01 \mu\text{m} \sim 0.5 \mu\text{m}$ 정도로 큰 PM은 기체인 SOx와 비교하여 확산 계수의 오더가 3~6 자릿수 정도 작아 $10^{-8} \sim 10^{-11} (\text{m}^2/\text{s})$ 정도로 매우 작기 때문에 스크러버 처리수의 수박막층 표면 부근을 따라 흐르는 것만으로는, 제트 스크러버, 벤투리 스크러버, 스프레이 탭 등의 가압수식이나, 충전탑, 유동층 스크러버 등의 충전식의 스크러버와 같이 스크러버 처리수의 수박막층 표면에 대해 배기가스가 격하게 충돌하는 일이 거의 없고, PM 프리 스크러버(4) 처리수의 수박막층 표면에는 일부가 따르면서 순조롭게 흐를 뿐이기 때문에, 서로 혼합되는 일이 없다. 또한, 이 배기가스 정화 장치에 있어서, SCR은 산화티탄 등의 세라믹 담체에 귀금속 등의 촉매 성분을 담지시키는 등의 통상법에 의해 제조한 SCR 촉매에, 암모니아수 혹은 요소수를 노즐로부터 배기가스 배관 내에 분무한 가스형·안개형의 환원제를 SCR 촉매에 작용시켜 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O(요소를 사용하면 CO₂)로 환원시켜 사용한다. 한편 SCR의 상류에 승온기를 배치하여 배기가스의 온도를 SCR 촉매의 활성화 온도 이상으로 승온시켜 줌으로써, 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O(요소를 사용하면 CO₂)로 효율적으로 확실하게 환원할 수 있다.

[0204] 따라서, 이 배기가스 정화 장치의, SOx를 용해·제거하지만 PM을 거의 용해·제거하지 않는 PM 프리 스크러버(4)에서, 스크러버 처리수에는 주로 SOx만이 용해되어 있고 PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않기 때문에, 이 PM을 거의 용해·제거하지 않는 PM 프리 스크러버(4)의 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리에는, SOx가 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리될 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 연료 또는 윤활유 유래의 PM 처리 기능을 극히 간소·소형화하거나 혹은 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이 어도 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한, 때로는 스크러버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다. 또한, 이 배기가스 정화 장치에서, 배기가스는 PM 프리 스크러버를 통과하여 SOx가 격감된 가스가 된 후에 SCR로 유입되기 때문에, SCR의 평판이나 세라믹 담체 등에 담지된 귀금속 등의 촉매 성분(Pt, Pd, Rh, Ir 등)은 황 성분에 의한 촉매 피독이 방지될 수 있어 정화율 저하의 억제, 장치 유지보수의 용이화, 장수명화, 조작 비용의 저감화 등을 도모할 수 있다.

[0205] 또한, PM 프리 스크러버(4)의 상류에 ESP/C/DPF(8)를 설치하여, PM 프리 스크러버(4)로 유입되는 배기가스로부터 미리 PM을 제거해 줌으로써, PM 프리 스크러버(4)에서의 스크러버 처리수로서의 PM의 용해는 더욱 감소하여 폐기 처리수의 후처리에는 더욱 용이해져 처리 장치의 보다 개선된 소형·저렴화, 설치성의 향상, 장수명화, 조작 비용의 저감화 등을 도모할 수 있다. 한편, ESP/C/DPF(8)의 상류에 냉각기(10)를 설치함으로써 ESP/C/DPF(8)로 유입되는 배기가스 온도를 저온화할 수 있기 때문에, ESP/C/DPF(8)에서의 PM 포집율을 향상시켜 PM 프리 스크러버(4)로 유입되는 PM을 더욱 감소시킬 수 있어, 선외로 배출되는 배기가스 중의 PM을 더욱 감소시키고, PM 프리 스크러버에서의 스크러버 처리수를 보다 클리어하게 할 수 있다.

[0206] [제6 실시예 장치의 요점]

[0207] (1) 배기관 상류에 PM 프리 스크러버(4)를 설치하고, 그 하류에 SCR(3)을 설치한다.

[0208] · SCR(3)의 설치에 의해 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O로 환원하여 NOx의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하게 되어, 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해진다.

[0209] · PM 프리 스크러버(4)의 설치에 의해 배기가스 중의 SOx는 대부분이 스크러버 처리수에 용해되어 제거되기 때문에, 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해진다.

[0210] · 스크러버 처리수에는 SOx만이 용해되어 있고, PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않다.

[0211] · 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리에서, SOx는 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리될 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 PM의 대규모의 처리 기능을 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이 어도 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한, 때로는 스크러버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다. 그러나, 배기가스 중의 PM은 거의 제거되지 않고 배출된다.

- [0212] · SCR(3)로 유입되는 배기가스로부터 미리 SOx가 제거되어 있기 때문에, SCR의 평판이나 세라믹 담체 등에 담지된 귀금속 등의 촉매 성분(Pt, Pd, Rh, Ir 등)은 황 성분에 의한 촉매 피독이 방지될 수 있어 정화율 저하의 억제, 장치 유지보수의 용이화, 장수명화, 조작 비용의 저렴화 등을 도모할 수 있다.
- [0213] (2) PM 프리 스크러버(4)의 상류에 ESP/C/DPF를 설치함으로써,
- [0214] · 배기가스 중의 PM은 거의 제거되어 극히 약간밖에 함유되어 있지 않기 때문에 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해지고, PM 프리 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리 부하가 매우 경감된다.
- [0215] · SCR(3)의 상류에 ESP/C/DPF(8)를 설치함으로써, 또한 SCR 촉매의 PM에 의한 눈 막힘을 방지할 수 있다.
- [0216] · 스크러버 처리수에는 SOx만이 용해되어 있고, PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않다.
- [0217] · EGR 가스 중의 PM이나 금속의 산화물 등의 마모를 촉진하는 입자 성분은, ESP/C/DPF(8)에 의해 거의 제거된다.
- [0218] (3) PM 프리 스크러버(4)의 상류에 냉각기(10)를 설치함으로써,
- [0219] · ESP/C/DPF(8)로 유입되는 배기가스를 미리 냉각할 수 있고, 상기 ESP/C/DPF(8)에서의 PM 포집율을 향상시켜 PM 프리 스크러버(4)로 유입되는 PM을 더욱 감소시킬 수 있어, 선외로 배출되는 배기가스 중의 PM을 더욱 감소시키고, PM 프리 스크러버에서의 스크러버 처리수를 보다 클리어하게 할 수 있다.
- [0220] (4) SCR(3)의 상류에 승온기(7)를 설치하여 배기가스 온도를 SCR(3)에 담지되어 있는 촉매의 활성화 온도 이상으로 승온하여 배기가스 중의 NOx의 N₂와 H₂O로의 환원 작용의 고효율화를 확보한다.
- [0221] 도 7에 본 발명의 제7 실시예 장치로서 도시한 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치는, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 연료로서 사용하는 디젤 엔진(E)(1)의 배기 매니폴드(E/M)(2) 하류의 배기관에, 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O로 환원하여 NOx의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하는 SCR(3)을 설치하고, 또한 그 상류에, 배기가스 중의 SOx를 그 처리수에 용해하지만 PM은 처리수에 거의 용해·제거하지 않는 메인 PM 프리 스크러버(4a)를 배치하며, 머플러(도시하지 않음)를 경유하여 상기 스크러버의 하류에 배기가스를 배출하고, 상기 SCR(3)의 상류 또는 하류에 분기부를 형성하여 EGR 배관계를 분기 접속시켜 EGR 가스를 분기하며, EGR 가스를 EGR 밸브(E/V)(9)를 통해 흡기관계로 환류시키는 구성으로 함으로써, 메인 PM 프리 스크러버에 있어서 배기가스 중에서 기체이며 확산 계수가 $1.5 \times 10^{-5} (\text{m}^2/\text{s})$ 정도로 큰 SOx가 거의 제거되고, 입자 직경이 $0.01 \mu\text{m} \sim 0.5 \mu\text{m}$ 정도로 크고 확산 계수의 오더가 3~6 자릿수 정도 작아 $10^{-8} \sim 10^{-11} (\text{m}^2/\text{s})$ 정도로 매우 작은 입자인 PM은 거의 제거되지 않게 된다. 한편, SCR(3)의 상류에 승온기(7)를 설치하여 배기가스 온도를 SCR(3)에 담지되어 있는 촉매의 활성화 온도 이상으로 승온하도록 구성하고, 또한 EGR 배관계에 상기 메인 PM 프리 스크러버(4a)와 동일한 서브 PM 프리 스크러버(4b)를 설치해도 좋다.
- [0222] [제7 실시예 장치의 요점]
- [0223] (1) 배기관의 상류에 메인 PM 프리 스크러버(4a)를 설치하고 SCR(3)을 하류에 설치한다.
- [0224] · SCR(3)의 설치에 의해 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O로 환원하여 NOx의 함유량을 대폭 삭감해서 무해화하게 되어, 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해진다.
- [0225] · 메인 PM 프리 스크러버(4a)의 설치에 의해 배기가스 중의 SOx는 대부분이 스크러버 처리수에 용해되어 제거되기 때문에, 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해진다.
- [0226] · 스크러버 처리수에는 SOx만이 용해되어 있고, PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않다.
- [0227] · 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리에서, SOx는 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리될 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 PM의 대규모의 처리 기능을 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한, 때로는 스크러버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.
- [0228] · SCR(3)로 유입되는 배기가스로부터 미리 SOx가 제거되어 있기 때문에, SCR(3)의 평판이나 세라믹 담체 등에 담지된 귀금속 등의 촉매 성분(Pt, Pb, Rh, Ir 등)은 황 성분에 의한 촉매 피독이 방지될 수 있어 정화율 저하

의 억제, 장치 유지보수의 용이화, 장수명화, 조작 비용의 저렴화 등을 도모할 수 있다.

- [0229] (2) 메인 PM 프리 스크리버(4a)의 하류 또는 SCR(3)의 하류에 분기부를 형성하고 상기 분기부로부터 EGR 배관계를 설치해서 EGR 가스를 분기하여, 흡기로 환류한다.
- [0230] · 배기가스 중의 NOx의 함유량이 감소되어 있기 때문에 SCR(3)에 의해 환원되는 NOx의 양이 감소되어 SCR 촉매에 대한 부하가 경감되어 SCR(3)이 소형화되므로 장치의 설치성이나 제어성의 향상과 암모니아, 암모니아수, 요소수 등의 환원제의 사용량의 절감과 같은 초기 비용, 운전 비용 양방의 저렴화를 도모할 수 있다.
- [0231] · EGR 시스템과 SCR을 조합한 상승 효과에 의해 대기 방출 배기가스로부터 NOx의 함유량을 더욱 저감시켜 환경 보전 가능한 배기가스로 할 수 있다.
- [0232] (3) 메인 PM 프리 스크리버(4a) 하류로부터 EGR 배관계를 분기시키면,
- [0233] · EGR 가스에는 SOx가 거의 함유되지 않기 때문에, 피스톤, 피스톤 링, 실린더, 실린더 헤드, 급배기 밸브·밸브 스템 등의 엔진 구성 부품의 부식이나 마모를 감소시켜 내구성을 손상시킬 염려를 없앴으로써 내구성을 향상시킬 수 있기 때문에 저렴한 재료를 사용할 수 있다.
- [0234] · EGR 가스에는 SOx가 거의 함유되지 않기 때문에, EGR 배관, EGR 밸브, 블로워, 터보차저의 컴프레서 휠, 인터쿨러, 흡기관, 인테이크 매니폴드 등의 급기·배기 관련 부품의 부식을 감소시켜 내구성을 손상시킬 염려를 없앴으로써 내구성을 향상시킬 수 있기 때문에 저렴한 재료를 사용할 수 있다.
- [0235] (4) EGR 배관계에 EGR 가스에 포함되는 SOx를 제거하지만 PM을 거의 제거하지 않는 서브 PM 프리 스크리버(4b)를 설치한다.
- [0236] · EGR 가스에는 SOx가 거의 함유되지 않기 때문에, 피스톤, 피스톤 링, 실린더, 실린더 헤드, 급배기 밸브·밸브 스템 등의 엔진 구성 부품의 부식이나 마모를 감소시켜 내구성을 손상시킬 염려를 없앴으로써 내구성을 향상시킬 수 있기 때문에 저렴한 재료를 사용할 수 있다.
- [0237] · 스크리버 처리수에는 SOx만이 용해되어 있고, PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않다.
- [0238] · 스크리버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리에서, SOx는 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리될 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 PM의 대규모의 처리 기능을 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한, 때로는 스크리버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.
- [0239] (5) SCR(3)의 상류에 승온기(7)를 설치하여 배기가스 온도를 SCR(3)에 담지되어 있는 촉매의 활성화 온도 이상으로 승온하여 배기가스 중의 NOx의 N₂와 H₂O로의 환원 작용의 고효율화를 확보한다.
- [0240] · 배기가스의 유속이 느려 SCR(3) 내의 체류 시간이 긴 경우에는, 승온기(7)에 의해 배기가스를 230℃~450℃ 정도로 가열하고, 유속이 빨라 SCR(3) 내의 체류 시간이 짧은 경우에는, 배기가스를 360℃~450℃ 정도로 가열한다.
- [0241] · 승온기(7)에는, 전열 히터를 단독으로 이용하거나, 연료 분사 장치와 점화 장치를 조합하여 이용하거나, 혹은 전기 히터와 산화 촉매를 조합하여 이용해도 좋고, 승온기에 산화 촉매를 조합하여 이용하면 배기가스 중의 PM을 산화시켜 저감·제거할 수 있다.
- [0242] 도 8에 본 발명의 제8 실시예 장치로서 도시한 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치는, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 연료로서 사용하는 디젤 엔진(E)(1)의 배기 매니폴드(E/M)(2) 하류의 배기관에, 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O로 환원하여 NOx의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하는 SCR(3)을 설치하고, 또한 그 상류에 배기가스 중의 SOx를 그 처리수에 용해하지만 PM은 처리수에 거의 용해·제거하지 않는 메인 PM 프리 스크리버(4a)를 배치하며, 머플러(도시하지 않음)를 경유하여 상기 SCR(3)의 하류에 배기가스를 배출하고, 상기 메인 PM 프리 스크리버(4a)의 상류, 하류 또는 SCR(3)의 하류 중 어느 하나에 분기부를 형성하여 EGR 배관계를 분기 접속해서 EGR 가스를 분기하며, EGR 가스를 EGR 밸브(E/V)(9)를 통해 흡기관계로 환류시키는 구성으로 함으로써, 메인 PM 프리 스크리버에 있어서 배기가스 중에서 기체이며 확산 계수가 $1.5 \times 10^{-5} (\text{m}^2/\text{s})$ 정도로 큰 SOx가 거의 제거되고, 입자 직경이 $0.01 \mu\text{m} \sim 0.5 \mu\text{m}$ 정도로 크고 확산 계수의 오더가 3~6 자릿수 정도 작아 $10^{-8} \sim 10^{-11} (\text{m}^2/\text{s})$ 정도로 매우 작은 입자인 PM은 거의 제거되지 않게 되며, 또한 배기 매니폴드(E/M)(2) 바

로 아래에서 메인 PM 프리 스크러버(4a)와의 사이의 배기관에 ESP/C/DPF(8)를 배치한 구성으로 한다. 한편, SCR(3)의 상류에 승온기(7)를 설치하여 배기가스 온도를 SCR(3)에 담지되어 있는 촉매의 활성화 온도 이상으로 승온하도록 구성하고, 또한 EGR 배관계에 상기 메인 PM 프리 스크러버(4a)와 동일한 서브 PM 프리 스크러버(4b)를 설치해도 좋다.

[0243] [제8 실시예 장치의 요점]

[0244] (1) 배기관의 상류에 메인 PM 프리 스크러버(4a)를 설치하고 SCR(3)을 하류에 설치한다.

[0245] · SCR(3)의 설치에 의해 배기가스 중의 NO_x를 N₂와 H₂O로 환원하여 NO_x의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하게 되어, 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해진다.

[0246] · 메인 PM 프리 스크러버(4a)의 설치에 의해 배기가스 중의 SO_x는 대부분이 스크러버 처리수에 용해되어 제거되기 때문에, 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해진다.

[0247] · 스크러버 처리수에는 SO_x만이 용해되어 있고, PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않다.

[0248] · 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리에서, SO_x는 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리될 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 PM의 대규모의 처리 기능을 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한, 때로는 스크러버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.

[0249] · SCR(3)로 유입되는 배기가스로부터 미리 SO_x가 제거되어 있기 때문에, SCR(3)의 평판이나 세라믹 담체 등에 담지된 귀금속 등의 촉매 성분(Pt, Pb, Rh, Ir 등)은 황 성분에 의한 촉매 피독이 방지될 수 있어 정화율 저하의 억제, 장치 유지보수의 용이화, 장수명화, 조작 비용의 저감화 등을 도모할 수 있다.

[0250] (2) 메인 PM 프리 스크러버(4a)의 상류에 ESP/C/DPF를 설치함으로써,

[0251] · 배기가스 중의 PM은 ESP/C/DPF(8)에 의해 거의 제거되어 극히 약간밖에 함유되어 있지 않기 때문에, 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해지고, 메인 PM 프리 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리 부하가 매우 경감된다.

[0252] · SCR(3)의 상류에 ESP/C/DPF(8)를 설치함으로써, 또한 SCR 촉매의 PM에 의한 눈 막힘을 방지할 수 있다.

[0253] · 스크러버 처리수에는 SO_x만이 용해되어 있고, PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않다.

[0254] · ESP/C/DPF(8)에 의해 EGR 가스 중의 PM이나 금속의 산화물 등의 마모를 촉진하는 입자 성분이 더 제거된다.

[0255] (3) ESP/C/DPF(8) 상류에 냉각기(10)를 설치함으로써,

[0256] · ESP/C/DPF로 유입되는 배기가스를 미리 냉각할 수 있고, ESP/C/DPF에서의 PM 포집율을 향상시켜 메인 PM 프리 스크러버(4a)로 유입되는 PM을 더욱 감소시킬 수 있어, 선외로 배출되는 배기가스 중의 PM을 더욱 감소시키고, 메인 PM 프리 스크러버에서의 스크러버 처리수를 보다 클리어하게 할 수 있다.

[0257] (4) 메인 PM 프리 스크러버의 상류, 하류 또는 SCR의 하류 중 어느 하나에 분기부를 형성하고 상기 분기부로부터 EGR 배관계를 설치해서 EGR 가스를 분기하여, 흡기로 환류한다.

[0258] · 연소실에서의 연소 온도를 저하시켜 연소 단계에서 NO_x의 생성을 억제하여, SCR로 유입되는 배기가스 중의 NO_x의 함유량을 미리 저하시켜 둘 수 있고, 이 배기가스 중의 NO_x의 함유량이 미리 감소되어 있음에 따라 SCR에 의해 환원되는 NO_x의 양이 감소되어 SCR 촉매의 환원량의 부하가 경감되어 정화율이 향상되고, SCR이 소형화되어 장치의 설치성이나 제어성의 향상과 암모니아, 암모니아수, 요소수 등의 환원제의 사용량의 절감과 같은 초기 비용, 운전 비용 양방의 저감화를 도모할 수 있다.

[0259] · EGR 시스템과 SCR을 조합한 상승 효과에 의해 대기 방출 배기가스로부터 NO_x의 함유량을 더욱 저감시켜 환경 보전 가능한 배기가스로 할 수 있다.

[0260] (5) 메인 PM 프리 스크러버 하류로부터 EGR 배관계를 분기시키면,

[0261] · EGR 가스에는 PM 및 SO_x도 거의 함유되지 않기 때문에, EGR 배관, EGR 밸브, 블로워, 터보차저의 컴프레서 휠, 인터쿨러, 흡기관, 인테이크 매니폴드 등의 급·배기 관련 부품의 부식을 감소시켜 내구성을 손상시킬 염려

를 없앴으로써 내구성을 향상시킬 수 있기 때문에 저렴한 재료를 사용할 수 있다.

- [0262] · EGR 가스에는 PM 및 SOx도 거의 함유되지 않기 때문에, EGR 배관, EGR 밸브, 블로워, 터보차저의 컴프레서 휠, 인터쿨러, 흡기관, 인테이크 매니폴드 등의 급·배기 관련 부품의 부식을 감소시켜 내구성을 손상시킬 염려를 없앴으로써 내구성을 향상시킬 수 있기 때문에 저렴한 재료를 사용할 수 있다.
- [0263] (6) EGR 배관에 EGR 가스에 포함되는 PM을 거의 제거하지 않는 서브 PM 프리 스크러버를 설치한다.
- [0264] · EGR 가스에는 PM 및 SOx도 거의 함유되지 않기 때문에, EGR 배관, EGR 밸브, 블로워, 터보차저의 컴프레서 휠, 인터쿨러, 흡기관, 인테이크 매니폴드 등의 급기·배기 관련 부품의 부식을 감소시켜 내구성을 손상시킬 염려를 없앴으로써 내구성을 향상시킬 수 있기 때문에 저렴한 재료를 사용할 수 있다.
- [0265] · 스크러버 처리수에는 SOx만이 용해되어 있고, PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않다.
- [0266] · 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리에서, SOx는 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리될 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 PM의 대규모의 처리 기능을 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한, 때로는 스크러버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.
- [0267] (7) SCR의 상류에 승온기를 설치하여 배기가스 온도를 SCR에 담지되어 있는 촉매의 활성화 온도 이상으로 승온하여 배기가스 중의 NOx의 N₂와 H₂O로의 환원 작용의 고효율화를 확보한다.
- [0268] · 엔진 시동시 등의 배기가스 온도가 가령 저온이어도, 배기가스 중의 NOx의 N₂와 H₂O로의 고효율의 환원 작용을 확보할 수 있다.
- [0269] · 승온기에는 전열 히터를 단독으로 이용하면 제어가 용이하고, 연료 분사 장치와 점화 장치를 조합하여 이용하면 소비 전력이 적기 때문에 전체로서의 에너지 효율이 좋아지며, 혹은 전기 히터와 산화 촉매를 조합하여 이용하여 산화 반응열을 이용해도 좋고, 또한, 산화 촉매를 조합하여 이용하면 배기가스 중의 PM을 산화시켜 저감·제거할 수도 있다.
- [0270] 도 9에 본 발명의 제9 실시예 장치로서 도시한 선박용 디젤 엔진의 배기가스 정화 장치는, 고농도로 황 성분을 함유하는 중유 등의 저질 연료를 연료로서 사용하는 디젤 엔진(E)(1)의 배기 매니폴드(E/M)(2) 하류의 배기관에, 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O로 환원하여 NOx의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하는 SCR(3)을 설치하고, 또한 그 상류에, 배기가스 중의 SOx를 그 처리수에 용해하지만 PM은 처리수에 거의 용해·제거하지 않는 메인 PM 프리 스크러버(4a)를 배치하며, 머플러(도시하지 않음)를 경유하여 상기 SCR의 하류에 배기가스를 배출하고, 상기 메인 PM 프리 스크러버(4a)의 상류, 하류 또는 SCR(3)의 하류 중 어느 하나에 분기부를 형성하여 EGR 배관계를 분기 접속시켜 EGR 가스를 분기하며, EGR 가스를, EGR 밸브(E/V)(9)를 통해 흡기관계로 환류시키는 구성으로 함으로써, 메인 PM 프리 스크러버에 있어서 배기가스 중에서 기체이며 확산 계수가 $1.5 \times 10^{-5} (\text{m}^2/\text{s})$ 정도로 큰 SOx가 거의 제거되고, 입자 직경이 $0.01 \mu\text{m} \sim 0.5 \mu\text{m}$ 정도로 크고 확산 계수의 오더가 3~6 자릿수 정도 작아 $10^{-8} \sim 10^{-11} (\text{m}^2/\text{s})$ 정도로 매우 작은 입자인 PM은 거의 제거되지 않게 되며, EGR 배관계에 ESP/C/DPF(8)를 배치한 구성으로 한다. 한편, EGR 배관계의 ESP/C/DPF(8)의 하류에 상기 메인 PM 프리 스크러버(4a)와 동일한 서브 PM 프리 스크러버(4b)를 설치해도 좋다.
- [0271] [제9 실시예 장치의 요점]
- [0272] (1) 배기관의 상류에 메인 PM 프리 스크러버(4a)를 설치하고 SCR(3)을 하류에 설치한다.
- [0273] · SCR(3)의 설치에 의해 배기가스 중의 NOx를 N₂와 H₂O로 환원하여 NOx의 함유량을 대폭 감소시켜 무해화하게 되어, 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해진다.
- [0274] · 메인 PM 프리 스크러버(4a)의 설치에 의해 배기가스 중의 SOx는 대부분이 스크러버 처리수에 용해되어 제거되기 때문에, 환경 보전 가능한 배기가스의 대기 방출이 가능해진다.
- [0275] · 스크러버 처리수에는 SOx만이 용해되어 있고, PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않다.
- [0276] · 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리에서, SOx는 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소

형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리될 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 PM의 대규모의 처리 기능을 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한, 때로는 스크러버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.

- [0277] · SCR(3)로 유입되는 배기가스로부터 미리 SOx가 제거되어 있기 때문에, SCR(3)의 평판이나 세라믹 담체 등에 담지된 귀금속 등의 촉매 성분(Pt, Pb, Rh, Ir 등)은 황 성분에 의한 촉매 피독이 방지될 수 있어 정화율 저하의 억제, 장치 유지보수의 용이화, 장수명화, 조작 비용의 저감화 등을 도모할 수 있다.
- [0278] (2) 메인 PM 프리 스크러버(4a)의 상류 또는 하류 SCR(3)의 하류 중 어느 하나에 분기부를 형성하고 상기 분기부로부터 EGR 배관계를 설치해서 EGR 가스를 분기하여, 흡기로 환류한다.
- [0279] · 연소실에서의 연소 온도를 저하시켜 연소 단계에서 NOx의 생성을 억제하여, SCR로 유입되는 배기가스 중의 NOx의 함유량을 미리 저하시켜 둘 수 있고, 이 배기가스 중의 NOx의 함유량이 미리 감소되어 있음에 따라 SCR에 의해 환원되는 NOx의 양이 감소되어 SCR 촉매의 환원량의 부하가 경감되어 정화율이 향상되고, SCR이 소형화되어 장치의 설치성이나 제어성의 향상과 암모니아, 암모니아수, 요소수 등의 환원제의 사용량의 절감과 같은 초기 비용, 운전 비용 양방의 저감화를 도모할 수 있다.
- [0280] · EGR 시스템과 SCR을 조합한 상승 효과에 의해 대기 방출 배기가스로부터 NOx의 함유량을 더욱 저감시켜 환경 보전 가능한 배기가스로 할 수 있다.
- [0281] (3) 메인 PM 프리 스크러버(4a) 하류로부터 EGR 배관계를 분기시키면,
- [0282] · 서브 PM 프리 스크러버(4b)의 스크러버 처리수도 황 성분만이 용해되어 있고 PM은 극히 약간밖에 용해·함유되지 않아 폐기 처리수로서의 후처리는 용이하다.
- [0283] · SCR(3)로 유입되는 배기가스로부터 미리 SOx가 제거되어 있기 때문에, SCR(3)의 평판이나 세라믹 담체 등에 담지된 귀금속 등의 촉매 성분(Pt, Pb, Rh, Ir 등)은 황 성분에 의한 촉매 피독이 방지될 수 있어 정화율 저하의 억제, 장치 유지보수의 용이화, 장수명화, 조작 비용의 저감화 등을 도모할 수 있다.
- [0284] (4) EGR 배관에 EGR 가스에 포함되는 PM을 거의 제거하지 않는 서브 PM 프리 스크러버(4b)를 설치한다.
- [0285] · EGR 가스에는 PM 및 SOx도 거의 함유되지 않기 때문에, EGR 배관, EGR 밸브, 블로워, 터보차저의 컴프레서 휠, 인터쿨러, 흡기관, 인테이크 매니폴드 등의 급기·배기 관련 부품의 부식을 감소시켜 내구성을 손상시킬 염려를 없앴으로써 내구성을 향상시킬 수 있기 때문에 저렴한 재료를 사용할 수 있다.
- [0286] · 스크러버 처리수에는 SOx만이 용해되어 있고, PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않다.
- [0287] · 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리에서, SOx는 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리될 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 PM의 대규모의 처리 기능을 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한, 때로는 스크러버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.
- [0288] (5) 서브 PM 프리 스크러버(4b) 상류에 ESP/C/DPF(8)를 설치함으로써,
- [0289] · EGR 가스 중의 PM은 ESP/C/DPF(8)에 의해 거의 제거되어 극히 약간밖에 함유되어 있지 않기 때문에, 피스톤, 피스톤 링, 실린더, 실린더 헤드, 급배기 밸브·밸브 스템 등의 엔진 구성 부품의 마모를 감소시켜 내구성을 손상시킬 염려를 없앴으로써 내구성을 향상시킬 수 있기 때문에 저렴한 재료를 사용할 수 있고, PM 프리 스크러버 처리수의 배수 처리 부하가 매우 경감된다.
- [0290] · 스크러버 처리수에는 SOx만이 용해되어 있고, PM은 극히 약간밖에 용해·함유되어 있지 않다.
- [0291] · 스크러버 처리수의 폐기 처리수로서의 후처리에서, SOx는 중화·여과 등의 단순한 공정과 적은 공정수 및 소형이며 제어가 간단한 처리 장치에 의해 처리될 수 있고, 복잡하고 고도의 제어를 수반하는 제어부를 구비한 고가이며 또한 대형으로서 설치 자유도가 낮은 처리 장치(유분을 포함한 처리 배수를 해양으로 배출하지 않기 위한 저장 설비를 포함함)에 의한 PM의 대규모의 처리 기능을 필요로 하지 않고 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 배출이 가능해지며, 또한, 때로는 스크러버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.
- [0292] (6) SCR(3)의 상류에 승온기(7)를 설치하여 배기가스 온도를 SCR에 담지되어 있는 촉매의 활성화 온도 이상으로

승온하여 배기가스 중의 NOx의 N₂와 H₂O로의 환원 작용의 고효율화를 확보한다.

- [0293] · 엔진 시동 시 등의 배기가스 온도가 가령 저온이어도, 배기가스 중의 NOx의 N₂와 H₂O로의 고효율의 환원 작용을 확보할 수 있다.
- [0294] · 승온기에는 전열 히터를 단독으로 이용하면 제어가 용이하고, 연료 분사 장치와 점화 장치를 조합하여 이용하면 소비 전력이 적기 때문에 전체로서의 에너지 효율이 좋아지며, 혹은 전기 히터와 산화 촉매를 조합하여 이용하여 산화 반응열을 이용해도 좋고, 또한, 산화 촉매를 조합하여 이용하면 배기가스 중의 PM을 산화시켜 저감·제거할 수도 있다.
- [0295] 또한, 본 발명에서 사용하는 PM을 거의 용해·제거하지 않는 PM 프리 스크러버는, 전술한 바와 같이 배기가스 또는 EGR 가스 통로 내에 설치되는 것인데, 그 PM 스크러버로서는 예컨대 도 10 내지 도 13에 도시된 것을 채용할 수 있다.
- [0296] 도 10에 도시된 PM 프리 스크러버는, 우수한 흡수성을 가지며 유리 섬유나 카본 섬유, 아라미드 섬유 등을 골격으로 한 바람직하게는 다공질의 세라믹제 소재로 이루어지는 골판과 평판을 교대로 적층하고, 평판과 골판 사이에서 구성되는 터널형의 미소 단면의 배기 가스 유로(12-10)가 사행(斜行)하고 있는 허니컴 구조의 허니컴 코어[예컨대, 세로 250 mm×가로 250 mm×깊이 100 mm(니치아스 가부시키가이샤 제조, 상품명; 허니컴 워셔)]를 원하는 매수만큼 적층하여 허니컴 유닛 코어부(12-1)로서 설치하며, 상기 허니컴 유닛 코어부(12-1)의 전체 폭·전체 길이에 걸쳐 대략 균일하게 급수하도록 급수 노즐 혹은 급수 덕트로 이루어지는 급수부(12-2)를 상기 허니컴 유닛 코어부(12-1)의 상부에 배치하여 급수하고, 급수된 스크러버 처리수(세정수)(W)는 상기 허니컴 유닛 코어부(12-1)의 사행하는 각 미소 유로의 표면을 습윤하면서 흘러내려, 상기 허니컴 유닛 코어부의 하부에 대략 동일한 길이 및 폭으로 설치된 언더 트레이(12-3)에 이르고 그 후 처리수 탱크(12-4)에 수용(시스템 수량: 20 L)되는데, 스크러버 처리수(W)는 탱크로부터 각 미소 유로의 표면이 건조되지 않으면서 습윤을 유지할 수 있도록 펌프(P)에 의해 급수부(12-2)로 보내져(수류 속도; 35 L/min 정도), 순환 사용되는 구성으로 하고 있다. 도면 중, 도면 부호 12-2-1은 살수 탱크, 도면 부호 12-2-2는 노즐 구멍, 화살표 A는 배기가스 혹은 EGR 가스, 화살표 B는 황 성분이 제거된 배기가스(PM은 거의 잔류하고 있음), 도면 부호 M은 펌프(P)를 구동하는 모터, 도면 부호 W는 스크러버 처리수를 나타낸다.
- [0297] 이 PM 프리 스크러버의 경우, 배기가스 혹은 EGR 가스는 허니컴 유닛 코어부(12-1)를 사행하여 각 미소 유로의 벽면의 습윤한 표면 부근에 접하면서 그리고 또한 습윤한 표면을 따르면서 순조롭게 흐를 뿐이기 때문에, 통상 스크러버와 같이 처리수(W)의 표면에 대해 배기가스가 격하게 교차·충돌하는 일이 거의 없고, 온화하게 따라 접촉하면서 흐르기 때문에 서로 혼합되는 일이 없으므로, 배기가스 또는 EGR 가스 성분 중에서, 기체이며 확산 계수가 큰 물과의 친화성이 높아 흡수되기 쉬운 SOx는 그 처리수에 용해되지만, 입자 직경이 크고 확산 계수가 매우 작은 PM은 스크러버 처리수에는 거의 용해되지 않고 흘러 통과하며, 따라서 배기가스 및 EGR 가스는 SOx가 확실하게 제거되고, 입자인 PM은 거의 잔류하여 함유된 상태로 배출되게 된다. 이 스크러버 처리수에, SOx는 함유되어 있으나, PM을 거의 함유하고 있지 않음으로써, 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 처리수의 배출이 약간의 처리로 가능해지고 특히 배 안에서의 처리수의 배수 처리가 현저하게 용이해지며 처리 장치의 제어도 간단해지고 장치도 소형화되며 레이아웃성도 좋아지고 설비도 저렴해지게 된다. 또한, 때로는 스크러버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.
- [0298] 또한, 상기 PM 프리 스크러버와 동일한 구성을 갖는 다른 타입으로서, SUS316L 등의 오스테나이트계 스테인리스 제 박판 소재 혹은 오스테나이트계 스테인리스제 세선을 평직·능직 등에 의해 그물코 형상으로 짠 스테인리스 제 망판 소재로 이루어지는 평판이나 엠보스판을 사행한 골판형으로 코루게이트(corrugate) 가공하여 사행 방향이 교대로 사교(斜交)하도록 적층하고, 사교한 골판 사이에서 구성되는 사교하는 터널형의 미소 유로가 사행하고 있는 허니컴 구조의 허니컴 유닛 코어, 혹은 상기 평판을 사행한 골판형으로 코루게이트 가공하여 사행 방향이 교대로 사교하도록 적층할 때, 사이에 상기 평판을 적층시키고, 사교한 골판과 평판 사이에서 구성되는 사교하는 터널형의 미소 유로가 사행하고 있는 허니컴 구조의 허니컴 유닛 코어를 원하는 매수만큼 적층하여 구성한 허니컴 유닛 코어부를 채용한 것이 있다(도면 생략). 이 허니컴 유닛 코어부를 채용한 PM 프리 스크러버도 상기 다공질 세라믹제의 허니컴 코어 구조의 것과 마찬가지로, 배기가스 혹은 EGR 가스가 상기 허니컴 유닛 코어부를 사행하여 각 미소 유로의 벽면의 습윤한 표면 부근에 접하면서 그리고 또한 습윤한 표면을 따르면서 순조롭게 흐를 뿐이기 때문에, 통상 스크러버(제트 스크러버, 벤투리 스크러버, 스프레이탑)와 같이 스크러버 처리수의 표면에 대해 배기가스가 격하게 교차·충돌하는 일이 거의 없고, 온화하게 따르면서 흐를 뿐이기 때문에 서로 혼합되는 일이 없으므로, 배기가스 또는 EGR 가스 성분 중에서 물과의 친화성이 높아 흡수되기 쉬운 SOx는 그

처리수에 용해되지만, 물과의 친화성이 없는 입자인 PM은 처리수에는 거의 용해되지 않는다. 이 처리수는, SO_x는 함유하고 있으나 PM을 함유하고 있지 않음으로써, 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 처리수의 배출이 가능해지고 특히 배 안에서의 처리수의 배수 처리가 현저하게 용이해지며 처리 장치의 제어도 간단해지고 장치도 소형화되며 레이아웃성도 좋아지고 설비도 저렴해지게 된다. 또한, 때로는 스크러버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.

[0299] 도 11에 도시된 PM 프리 스크러버는, 배기가스 또는 EGR 가스 통로에 설치된 스크러버 하우징(12-5) 내에, SUS316L 등의 오스테나이트계 스테인리스제 박판 소재 혹은 오스테나이트계 스테인리스제 세션을 평직·능직 등에 의해 그물코 형상으로 짠 스테인리스제 망판 소재로 이루어지는 평판형의 처리판(12-6)을 상하 방향 연직으로 또한 가스의 흐름과 대략 평행하게 좁은 간격을 유지하여 다수 매 배치한 것으로, 각 처리판(12-6)의 상단에는 각 처리판의 양 벽면의 전체 표면을 습윤시키도록 처리수 공급 노즐(12-7)을 설치하고, 각 처리판의 하단에는 탱크부(12-8)를 설치하며, 배관(도시하지 않음) 및 모터에 의해 구동되는 순환 펌프(도시하지 않음)에 의해 스크러버 처리수(세정수)(W)를 순환시켜 상기 처리판(12-6)의 겉과 속의 벽면의 전체 표면을 흘러내림으로써 항상 습윤시키고 있다. 도면 부호 12-10은 배기가스 또는 EGR 가스 유로이다.

[0300] 이 PM 프리 스크러버에 의해 처리되는 배기가스 및 EGR 가스는, 항상 습윤한 상기 처리판(12-6)의 벽 표면을 흘러내리는 물의 표면 부근을 따르면서 순조롭게 흐를 뿐이기 때문에, 통상 스크러버와 같이 처리수의 수박막층 표면에 대해 배기가스가 격하게 교차·충돌하는 일이 거의 없고, 온화하게 따라 접촉하면서 흐를 뿐이기 때문에 서로 혼합되는 일이 없으므로, 배기가스 또는 EGR 가스 성분 중에서 기체이며 확산 계수가 크고 물과의 친화성이 높아 흡수되기 쉬운 SO_x는 그 처리수에 용해되지만, 입자 직경이 크고 확산 계수가 작으며 물과의 친화성이 없는 입자인 PM은 처리수에 거의 용해되지 않는다. 이 처리수에는, SO_x는 함유되어 있으나, PM은 거의 함유되어 있지 않음으로써, 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 처리수의 배출이 가능해지고 특히 배 안에서의 처리수의 배수 처리가 현저하게 용이해지며 처리 장치의 제어도 간단해지고 장치도 소형화되며 레이아웃성도 좋아지고 설비도 저렴해지게 된다. 또한, 때로는 스크러버·스루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.

[0301] 도 12에 도시된 PM 프리 스크러버는, 상기 도 11에 도시된 PM 프리 스크러버의 변형예이며, 스크러버 하우징(12-5) 내에, 평판형의 처리판(12-6)을 상하 방향으로 경사지게 하고 또한 가스의 흐름과 대략 평행하게 좁은 간격을 유지하여 다수 매 배치한 것으로, 각 처리판(12-6)의 경사 벽면의 상면측 상단에는 각 처리판의 상면의 전체 표면을 습윤시키도록 처리수 공급 노즐(12-7)을 설치하고, 각 처리판의 하단에는 탱크부(12-8)를 설치하며, 배관(도시하지 않음) 및 모터에 의해 구동되는 순환 펌프(도시하지 않음)에 의해 스크러버 처리수(세정수)(W)를 순환시켜 상기 경사진 처리판(12-6)의 경사 벽면의 상면의 전체 표면을 흘러내림으로써 항상 습윤시키고 있다. 도면 부호 12-10은 배기가스 또는 EGR 가스의 가스 유로이다.

[0302] 이 PM 프리 스크러버에 의해 처리되는 배기가스 및 EGR 가스는, 항상 습윤한 상기 처리판(12-6)의 상측 표면을 흘러내리는 물의 표면 부근을 따르면서 순조롭게 흐를 뿐이기 때문에, 통상 스크러버와 같이 처리수의 표면에 대해 배기가스가 격하게 교차·충돌하는 일이 거의 없고, 온화하게 따라 접촉하면서 흐를 뿐이기 때문에 서로 혼합되는 일이 없으므로, 배기가스 또는 EGR 가스 성분 중에서 기체이며 확산 계수가 크고 물과의 친화성이 높아 흡수되기 쉬운 SO_x는 그 처리수에 용해되지만, 입자 직경이 크고 확산 계수가 작으며 물과의 친화성이 없는 PM은 처리수에는 거의 용해되지 않는다. 또한, 처리판(12-6)을 상하 방향으로 경사지게 하고 또한 각 처리판(12-6)의 경사 벽면의 상면측 상단에는 각 처리판의 상면의 전체 표면을 습윤시키도록 처리수 공급 노즐(12-7)을 상면측에만 설치하고 있기 때문에, 가령 선체가 흔들려 처리수 공급 노즐(12-7)로부터 유출되는 처리수 흐름에 다소의 흔들림이 발생해도 처리수의 비산에 따라 처리수에 대한 PM의 교차·충돌 등이 발생하기 어려워 상기 처리판(12-6)의 상면측 벽면의 전체 표면을 확실하게 습윤하기 쉬워진다. 이 처리판 경사형의 PM 프리 스크러버의 경우도 전술한 것과 마찬가지로, 처리수는 SO_x를 함유하지만, 입자인 PM을 거의 함유하고 있지 않기 때문에 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 처리수의 배출이 가능해질 뿐만이 아니라, 특히 배 안에서의 처리수의 배수 처리가 현저하게 용이해지며 처리 장치의 제어도 간단해지고, 처리 장치도 소형화되며 레이아웃성도 좋아지고 설비 비용도 저렴해진다. 또한, 때로는 스크러버·스루 운전이 가능해지는 경우도 있을 수 있다.

[0303] 한편, SUS316L 등의 오스테나이트계 스테인리스제 박판 소재 혹은 오스테나이트계 스테인리스제 세션을 평직·능직 등에 의해 그물코 형상으로 짠 스테인리스제 망판 소재로 이루어지는 상기 처리판(12-6)의 표면 형상은 평판형으로 한정되는 것은 아니며, 처리수가 흘러내리는 방향으로 파형(波形) 성형된 코루게이트판(도시하지 않음), 배기가스 또는 EGR 가스가 흐르는 방향으로 파형 성형된 코루게이트판(도시하지 않음), 혹은 처리수가 흘러내리는 방향과 교차하는 방향으로 파형 성형된 코루게이트판(도시하지 않음), 처리수의 흘러내림 방향 및

배기가스·EGR 가스의 흐름 방향의 양방향으로 요철을 가진 엠보스형의 처리판(도시하지 않음) 중 어느 하나를 선택하여 사용할 수 있다. 이들 처리판도, 통상 스크러버와 같이 처리수의 표면에 대해 배기가스가 격하게 교차·충돌하는 일이 거의 없고, 온화하게 따라 접촉하면서 흐름 뿐이기 때문에 서로 혼합되는 일이 없다.

[0304] 도 13에 도시된 PM 프리 스크러버는, 배기가스 또는 EGR 가스 통로에 설치된 스크러버 하우징(도시하지 않음) 내에, 섬유질이며 흡수성이 있는 엔드리스 벨트(12-12)를, 처리수 탱크(12-11) 내에서 하부에 설치한 구동 롤(12-13) 및 상하 양쪽 부분에 설치한 종동 롤(12-14) 사이에 서펜타인형(구불구불한 형상)으로 배치하고, 배관(도시하지 않음) 및 모터에 의해 구동되는 순환 펌프(도시하지 않음)에 의해 상기 처리수 탱크(12-11) 내의 처리수(W)를 공급 노즐(도시하지 않음)로부터, 상기 엔드리스 벨트(12-12)의 표리 양면의 상부에 설치한 종동 롤(12-14) 바로 아래로부터 처리수(W)를 흘러내리게 하여 결과 속의 전체 표면을 항상 습윤시키는 구성으로 한 것이다. 한편, 상기 구동 롤(12-13) 및 하부에 설치한 종동 롤(12-14)을 처리수 탱크(12-11) 내의 처리수(W)의 수면 아래에 설치하면, 엔드리스 벨트(12-12)의 양면을 확실하게 습윤시킬 수 있어 바람직하다.

[0305] 이 PM 프리 스크러버의 경우도, 통상 스크러버와 같이 스크러버 처리수의 수박막층 표면에 대해 배기가스가 격하게 교차·충돌하는 일이 거의 없고, 온화하게 엔드리스 벨트(12-12) 표면의 수박막층 표면 부근을 따르면서 흐름 뿐이기 때문에 서로 혼합되는 일이 없으므로, 배기가스 또는 EGR 가스 성분 중에서 기체이며 확산 계수가 크고 물과의 친화성이 높아 흡수되기 쉬운 SOx는 그 처리수에 용해되지만, 입자 직경이 크고 확산 계수가 작으며 물과의 친화성이 없는 PM은 처리수에는 거의 용해되지 않는다. 따라서, 이 처리수도 SOx는 함유하고 있으나 PM은 거의 함유하고 있지 않음으로써, 특별 해역 및 특별 해역 밖의 항행 중이어도 해양으로의 처리수의 배출이 가능해지고 특히 배 안에서의 처리수의 배수 처리가 현저하게 용이해지며 처리 장치의 제어도 간단해지고 장치도 소형화되며 레이아웃성도 좋아지고 설비도 저렴해지게 된다. 또한, 때로는 스크러버·스트루 운전이 가능한 경우도 있을 수 있다.

[0306] 또한, 상기 도 13에 도시된 PM 프리 스크러버와 동일한 구성을 갖는 다른 타입으로서, 섬유질이며 흡수성이 있는 엔드리스 벨트(12-12)를 대신하여, SUS316L 등의 오스테나이트계 스테인리스제의 박판 또는 박(箔)형 소재나 세션으로 평직·능직 등에 의해 짜여지고 모세관 현상으로 그물코가 물에 의해 젖는 가늘게 짠 눈의 오스테나이트계 스테인리스강제 망 소재 등으로 이루어지는 엔드리스 벨트를 채용한 것이 있다(도면 생략). 이 SUS316L 등의 오스테나이트계 스테인리스강제 망 소재로 이루어지는 엔드리스 벨트를 채용한 PM 스크러버도 상기 섬유질이며 흡수성이 있는 엔드리스 벨트(12-12)를 채용한 것과 동일한 작용 효과를 얻을 수 있는 것은 말할 것도 없다.

부호의 설명

[0307] 1: 디젤 엔진(E)	2: 배기 매니폴드(E/M)
3: SCR	4: PM 프리 스크러버
4a: 메인 PM 프리 스크러버	4b: 서브 PM 프리 스크러버
5: 에어 필터(A/F)	6: 흡기 매니폴드(I/M)
7: 승온기	8: ESP/C/DPF
9: EGR 밸브(E/V)	10: 냉각기
12-1: 허니컴 유닛 코어부	12-2: 급수부
12-2-1: 살수 탱크	12-2-2: 노즐 구멍
12-3: 언더 트레이	12-4, 12-11: 처리수 탱크
12-5: 스크러버 하우징	12-6: 처리판
12-7: 처리수 공급 노즐	12-8: 탱크부
12-10: 배기 가스 유로 또는 EGR 가스 유로	12-12: 엔드리스 벨트
12-13: 구동 롤	12-14: 종동 롤
W: (스크러버) 처리수	P: 펌프
M: 모터	21: 평행 처리판

22: 스크러버 처리수

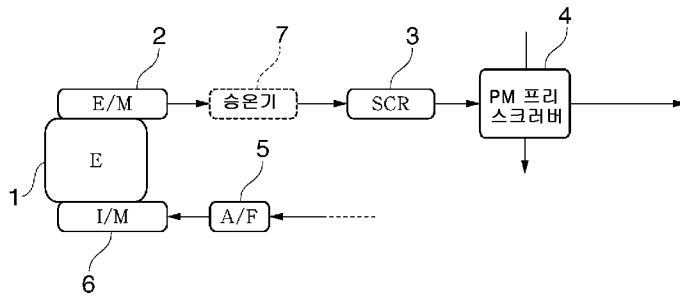
23: 황산 이온

24: PM

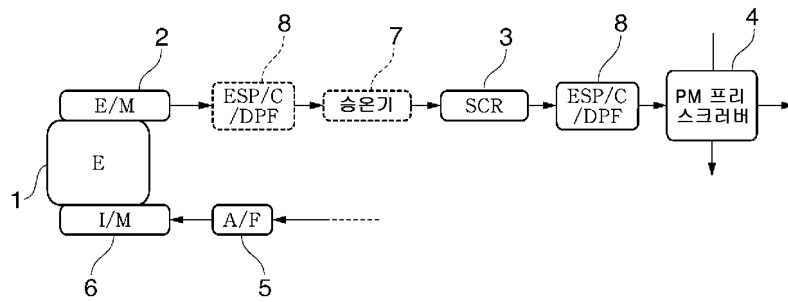
25: SO₂

도면

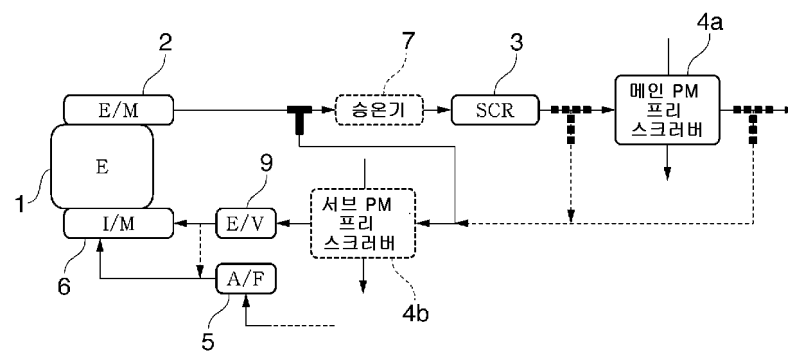
도면1



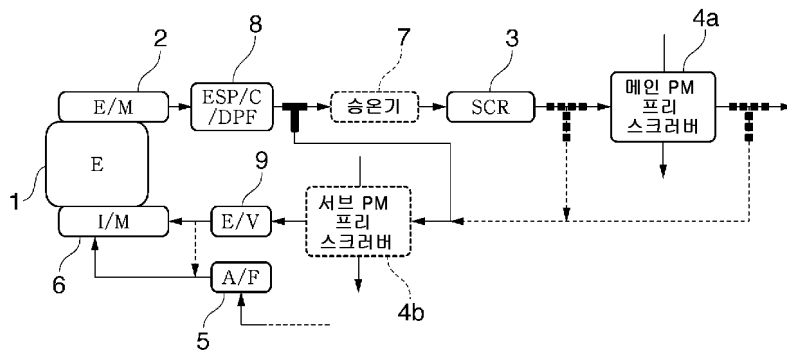
도면2



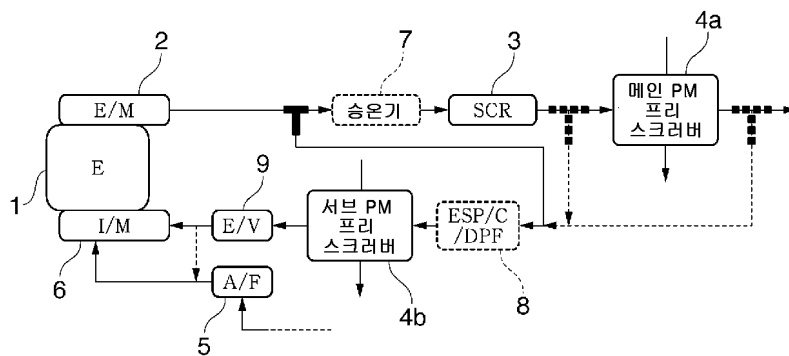
도면3



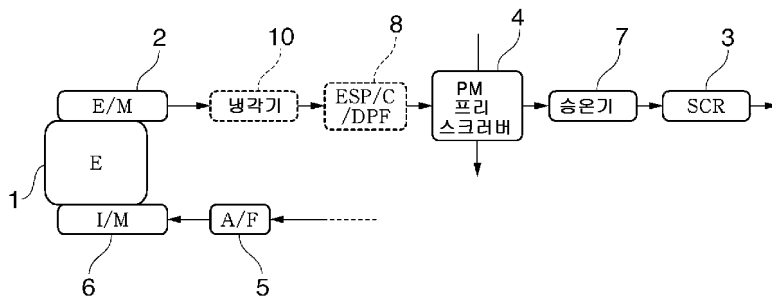
도면4



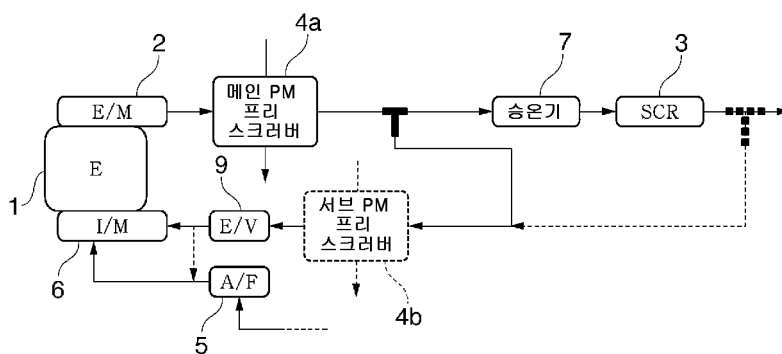
도면5



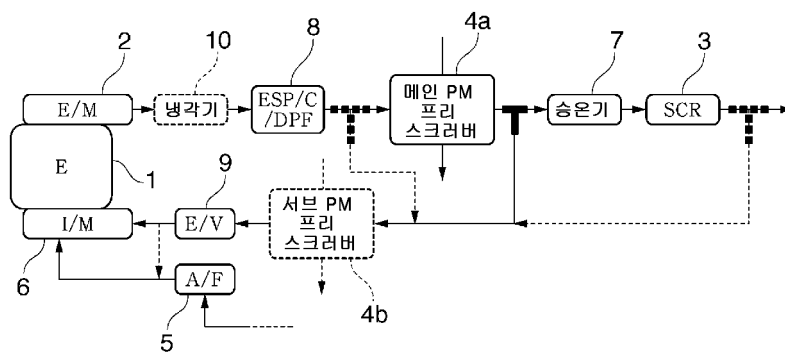
도면6



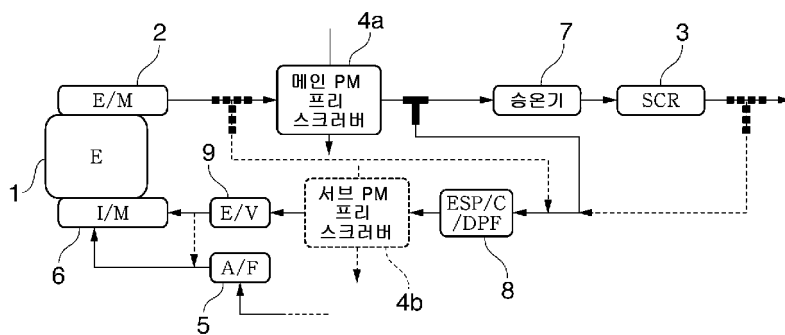
도면7



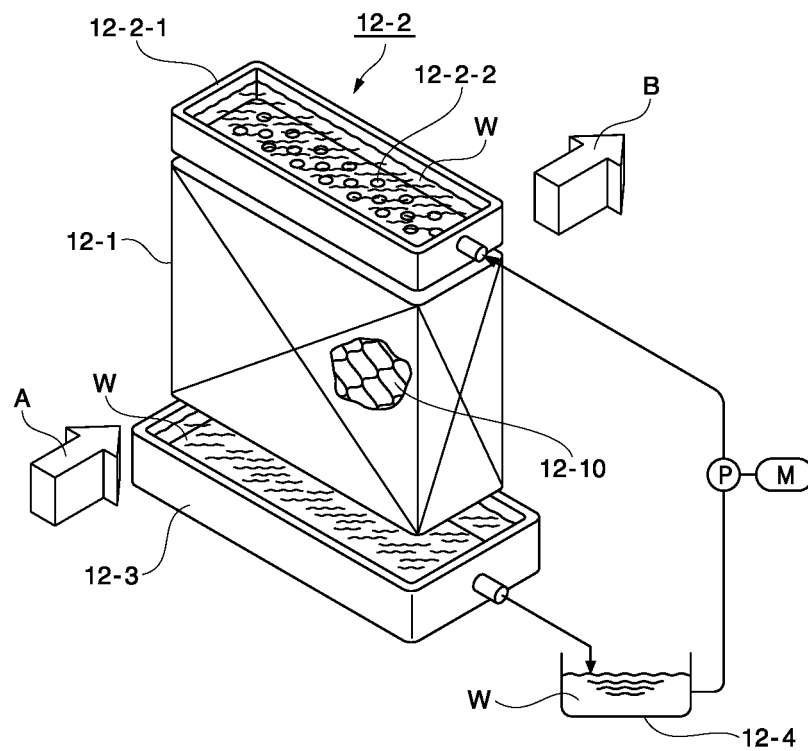
도면8



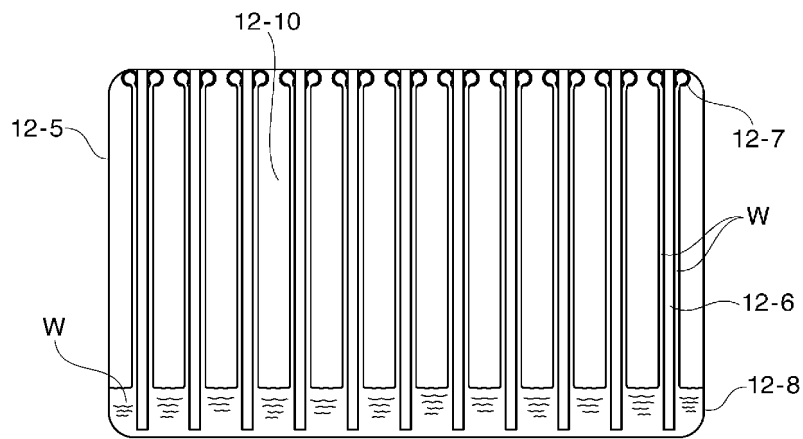
도면9



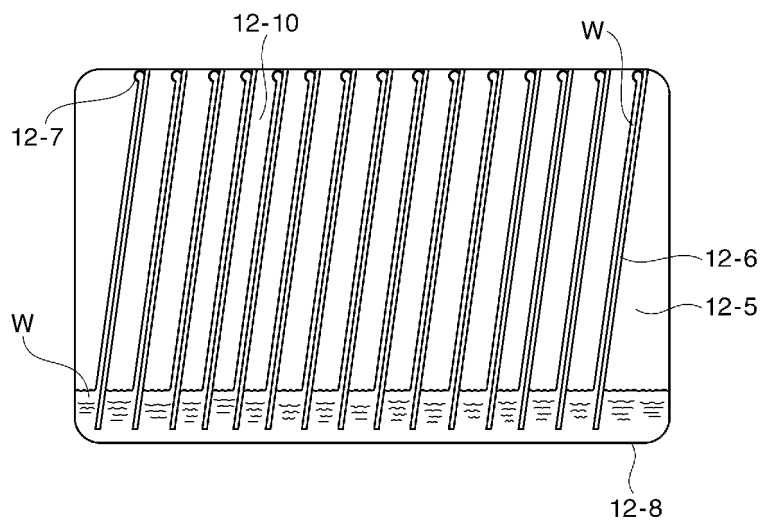
도면10



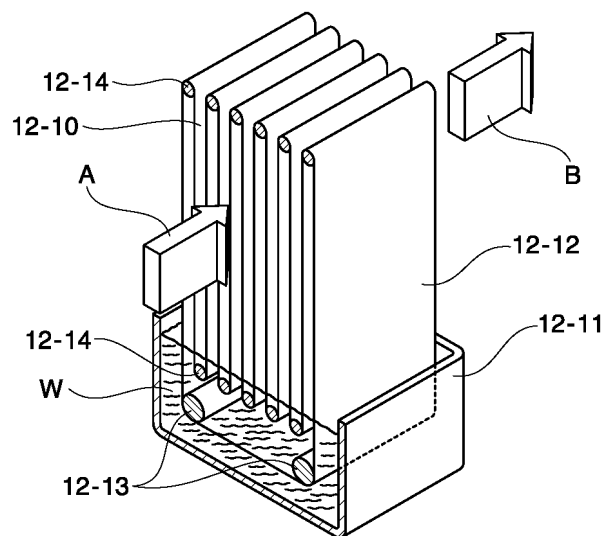
도면11



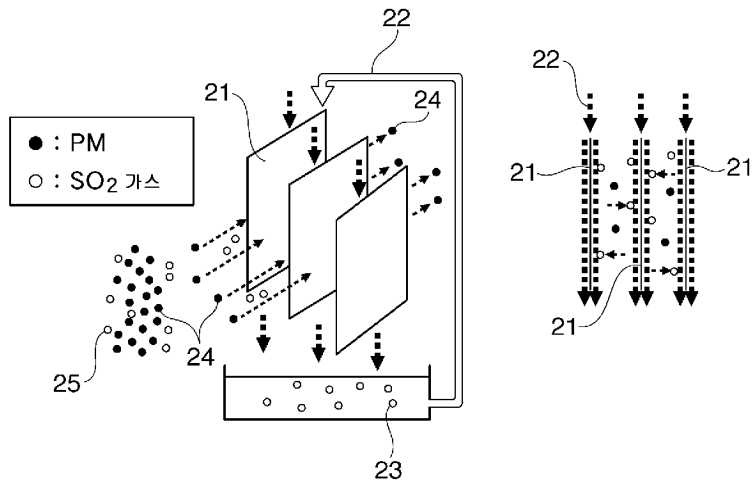
도면12



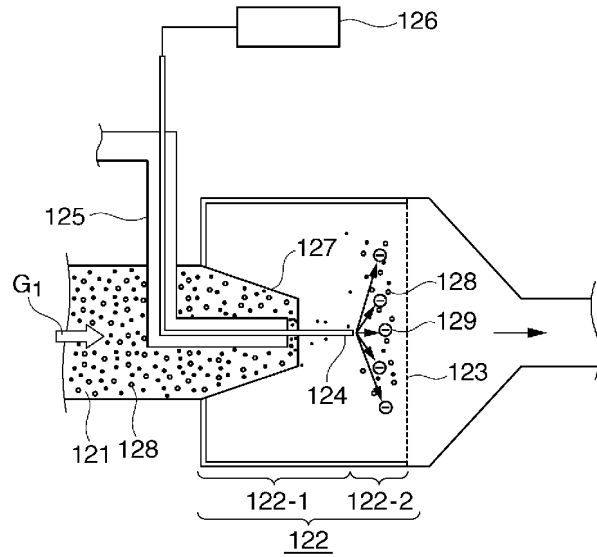
도면13



도면14



도면15



도면16

