



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년01월23일
 (11) 등록번호 10-1698999
 (24) 등록일자 2017년01월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 47/14 (2006.01) *B01D 47/02* (2006.01)
B01D 53/78 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2011-7000797
- (22) 출원일자(국제) 2008년06월13일
 심사청구일자 2013년06월07일
- (85) 번역문제출일자 2011년01월12일
- (65) 공개번호 10-2011-0036577
- (43) 공개일자 2011년04월07일
- (86) 국제출원번호 PCT/CN2008/071304
- (87) 국제공개번호 WO 2009/149602
 국제공개일자 2009년12월17일
- (56) 선행기술조사문헌
 EP01857169 A1*
 US06726748 B2*
 JP2007222763 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
평, 시간
 중국, 후베이 430072, 우한 시티, 우창 디스트릭트, 울루오 로드, 넘버 717, 자오푸 인터내셔널 맨션, 넘버12에이11
- (72) 발명자
평, 시간
 중국, 후베이 430072, 우한 시티, 우창 디스트릭트, 울루오 로드, 넘버 717, 자오푸 인터내셔널 맨션, 넘버12에이11
- (74) 대리인
특허법인씨엔에스

전체 청구항 수 : 총 16 항

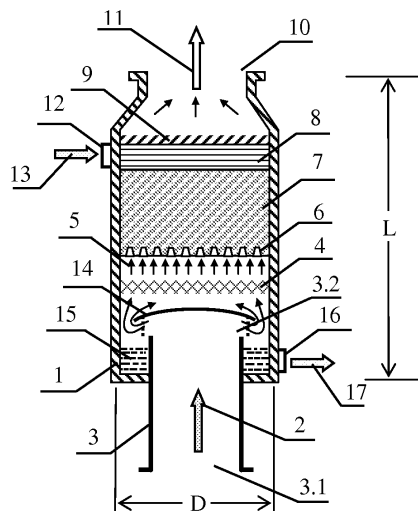
심사관 : 김상준

(54) 발명의 명칭 선박 연도 가스 세척 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 선박 연도 가스 세척 장치 및 세척 방법에 관한 것이다. 장치는 하우징(1), 상기 하우징(1)내부의 상부의 상부 세척층(7), 및 상기 하우징(1) 내부의 저부의 액체 수집 풀(15), 상기 세척층(7)과 상기 액체 수집 풀(15) 사이의 연도 가스 리딩-인 포트(3.2), 상기 세척층(7) 위의 세척 해수 입구(12), 및 하우징 외부의 연도 가스 입구(3.1)와 세척층(7) 사이의 연도 가스 통로에 위치하는 냉각기(4)를 포함한다. 상기 방법은 연도 가스를 인도하는 단계, 냉각 단계, 세척 해수를 분사하는 단계, 세척 단계 및 나머지 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

하우징(1),

상기 하우징의 상부에서 상기 하우징 내에 고정되는 충전재를 가지는 세척층(7),

하우징의 저부에서 하우징내에 제공되는 해수 배출 출구(16)을 갖춘 액체 수집 풀(15),

하우징(1)의 벽체에 연결된, 세척될 연도 가스를 하우징(1)의 외부로부터 하우징의 내부속으로 인도하기 위한 연도 가스 인도 파이프(3)로서, 상기 연도 가스 인도 파이프(3)의 일단부는 하우징 외부의 연도 가스 입구(3.1)이며, 상기 연도 가스 인도 파이프(3)의 다른 단부는 하우징 내부의 연도 가스 리딩-인 포트(3.2)이며, 상기 연도 가스 리딩-인 포트(3.2)는 하우징(1)의 내벽에 위치하거나 하우징(1)안으로 연장하며, 그리고 상기 세척층(7)과 상기 액체 수집 풀(15) 사이에 위치하는, 연도 가스 인도 파이프(3),

상기 연도 가스 인도 파이프(3)의 하우징 외부의 연도 가스 입구(3.1)와 상기 세척층(7) 사이의 연도 가스 통로 내에 구비된 고온 연도 가스(2)를 냉각하기 위한 냉각기(4),

상기 세척층(7) 위에 있는 세척 해수 입구(12), 및

상기 하우징(1)의 상부에 제공된 청정 가스 출구(10)을 포함하는, 선박 연도 가스 세척 장치로서,

상기 고온 연도 가스(2)는 엔진에 의해 배출되고,

상기 냉각기(4)는 상기 하우징 내부의 가스 리딩-인 포트(3.2)와 상기 세척층(7) 사이에 제공된 냉각 흐름 균등화 층(4')이며,

상기 선박 연도 가스 세척 장치는 해수가 상기 세척층(7)을 통해 아래로 흐른 다음, 상기 냉각기(4)를 통해 연도 가스에 역류하며 직접 접촉하여서, 연도 가스의 온도를 감소시킨 다음, 냉각된 연도 가스는 위로 흘러서 상기 세척층(7)으로 들어가도록 배열되고,

상기 냉각 흐름 균등화 층(4')은 내고온성 구성요소로 이루어지고, 상기 세척층(7) 내의 충전재는 고분자 재료로 이루어진,

선박 연도 가스 세척 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 냉각 흐름 균등화 층(4')은 하우징(1)의 내벽 상에 고정되는 것을 특징으로 하는 선박 연도 가스 세척 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 하우징 내의 상기 가스 리딩-인 포트(3.2)는 하우징(1)의 바닥부에 고정되고 하우징(1) 속으로 연장하는 상기 연도 가스 인도 파이프(3)의 출구이고, 상기 연도 가스 인도 파이프(3)속으로 세척 해수가 들어가는 것을 방지하기 위한 액체 수집 커버(14)가 상기 출구와 대면하는 것을 특징으로 하는 선박 연도 가스 세척 장치.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 하우징 내부의 상기 가스 리딩-인 포트(3.2)는 상기 하우징의 측벽의 관통 구멍 또는 상기 하우징(1)의 측벽에 고정식으로 연결된 상기 연도 가스 인도 파이프(3)의 출구인 것을 특징으로 하는 선박 연도 가스 세척 장치.

청구항 6

제 4 항에 있어서, 상기 액체 수집 폴(15)은 하우징(1)의 저부 측벽, 상기 하우징(1)의 바닥부 및 상기 연도 가스 인도 파이프(3)의 파이프 벽체 또는 상기 파이프 벽체 외부의 분리판(separation plate)으로 고정식으로 이루어진 것을 특징으로 하는 선박 연도 가스 세척 장치.

청구항 7

제 5 항에 있어서, 상기 액체 수집 폴(15)은 상기 하우징 내부에서 상기 연도 가스 리딩-인 포트(3.2)의 저부에지가 놓인 수평 단면 아래의 상기 하우징(1)의 측벽 및 바닥부로 이루어진 것을 특징으로 하는 선박 연도 가스 세척 장치.

청구항 8

제 2 항에 있어서, 상기 냉각 흐름 균등화 층(4')을 형성하는 상기 내고온성 구성요소의 재료는 내고온성 무기 재료인 것을 특징으로 하는 선박 연도 가스 세척 장치.

청구항 9

제 2 항 또는 제 8 항에 있어서, 상기 냉각 흐름 균등화 층(4')은 내고온성 충전재 및 충전 지지 프레임을 포함하고, 상기 내고온성 충전재용 상기 충전 지지 프레임은 상기 하우징(1)의 내벽 상에 직접적으로 또는 패스너를 통해 고정되는 것을 특징으로 하는 선박 연도 가스 세척 장치.

청구항 10

제 2 항 또는 제 8 항에 있어서, 상기 냉각 흐름 균등화 층(4')은 상기 하우징(1)의 내벽 상에 직접적으로 또는 패스너를 통해 부착된 내고온성 그리드 또는 내고온성 다공성 판 또는 내고온성 그리드와 내고온성 다공성 판의 양자 모두를 포함하는 것을 특징으로 하는 선박 연도 가스 세척 장치.

청구항 11

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 세척층(7)은 충전 지지 프레임을 포함하고, 상기 충전 지지 프레임은 상기 하우징(1)의 내벽 상에 직접적으로 또는 패스너를 통해 부착되는 것을 특징으로 하는 선박 연도 가스 세척 장치.

청구항 12

삭제

청구항 13

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 수평으로 그리고 고른 분배 패턴으로 세척 해수를 아래쪽으로 유출시키는 물

분배기(8)가 상기 세척층(7) 위에 고정되며, 상기 물 분배기(8)는 정렬된 물 파이프 또는 물 채널 또는 정렬된 물 파이프와 물 채널 양자 모두로 이루어진 것을 특징으로 하는 선박 연도 가스 세척 장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서, 배출 가스 내 미스트 액적을 제거하기 위해 미스트 제거기(9)가 상기 물 분배기(8) 위에 장착되는 것을 특징으로 하는 선박 연도 가스 세척 장치.

청구항 15

제 1 항의 선박 연도 가스 세척 장치를 사용하는 선박 연도 가스 세척 방법으로서,

- a. 연도 가스를 인도하는 단계로서, 엔진에 의해 배출된 연도 가스가 세척 장치 내로 인도되며, 안으로 인도된 연도 가스가 상기 세척 장치 내에서 위쪽으로 흐르도록 되는 단계;
- b. 세척 해수를 분사하는 단계로서, 세척 해수가 세척 장치의 세척층 위에 위치하는 세척 해수 입구로부터 세척 장치 내부로 분사되고, 그리고 세척 해수는 세척 장치 내에서 아래쪽으로 흐르게 되는 단계;
- c. 세척하는 단계로서, 세척 장치 위로부터 분사된 세척 해수를 증진재를 가진 세척층을 통해 흘려서 위쪽으로 진행하는 저온의 연도 가스에 접촉시킴으로써 역류 방식(a counter-flow way)의 세척이 실현되는 단계;
- d. 냉각하는 단계로서, 고온 연도 가스가 냉각기에 의해 냉각되고, 세척 해수는 냉각기를 통해 아래로 흘러서 고온 연도 가스의 온도를 감소시키고 냉각된 연도 가스는 위로 흘러서 세척층에 들어가는 단계;
- e. 청정 연도 가스를 배출하는 단계로서, 세척된 이후, 청정 가스가 위쪽으로 진행하고 청정 가스 출구를 통해 배출되는 단계;
- f. 세척 해수를 배출하는 단계로서, 세척된 이후, 해수는 액체 수집 폴로 떨어지고 해수 배출 출구로부터 배출되는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 선박 연도 가스 세척 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 상기 세척하는 단계에서, 위쪽으로 진행하는 저온의 연도 가스를 세척하는 방법은 세척층에서, 상기 연도 가스와 세척 해수가 증진재의 기-액 접촉 표면에서 접촉하고 혼합되도록 하고, 위쪽으로 진행하는 연도 가스가 그로부터 SO₂를 제거하기 위해 세척되도록 하는 것을 특징으로 하는 선박 연도 가스 세척 방법.

청구항 17

제 15 항에 있어서, 청정 연도 가스를 배출하는 단계에서는, 상기 청정 연도 가스를 배출하는 것은 상기 연도 가스 내의 미스트 액적을 제거하기 위해 상기 청정 연도 가스가 미스트 제거기를 통과하도록 하고 이후 청정 가스 출구로부터 배출되는 것을 특징으로 하는 선박 연도 가스 세척 방법.

청구항 18

제 15 항에 있어서, 상기 연도 가스의 조업 압력 손실은 수주 110 밀리미터 미만인 것을 특징으로 하는 선박 연도 가스 세척 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 선박 연도(煙道) 가스 세척 장치 및 방법에 관한 것으로서, 해상운송으로부터, 이산화황이 주인 오염 배출물(pollutant discharge)을 세정하고 감소시키는데 해수가 사용된다. 본 기술은 해상운송을 위해 연도가스 오염 방지 및 제어와 대기환경보호의 기술분야에 속한다.

배경 기술

[0002] 과거 20년 동안, 배출 저감 산업(emission-reduction industries)의 시설로부터 배출된, 이산화황이 주인 가스 상 오염물의 감소에 대한 국제적인 법안은 점점더 엄격해지고 보다 성숙되어가고 있다. 근년에는 규제의 표적이 지상계(land-based)의 산업 시설로부터 해상계의(sea-based) 산업 시설로 확장되었다.

[0003] 이산화황 저감 문제가 전세계적으로 등장한 이후, 해수를 이용한 연도가스 탈황(FGD) 기술에 대하여 큰 관심이 이내 기울여졌다. 2007년에는, 국제적으로 널리 알려진 4개의 대학의 협력 기관으로부터 제출된 연구 보고서에 사람들이 장기간 추구해 왔지만 아직 구현되지 못했던 대양 자원, 즉 해수를 선박에서의 SO₂ 배출 저감을 구현시키는데 사용하는 것이 다시 한번 기대된다고 명확하게 표현되어 있다.

[0004] 메사추세츠 공과대학교, 도쿄 대학교, 샬머스 공과 대학(Chalmers University of Technology) 및 스위스 연방 쥐리히 공과대학(Swiss Federal Institute of Technology Zurich)의 협력 기관으로부터의 연구 보고서는 "선박 배기가스로부터 SOx 배출물의 해수 세척 - 저감(Seawater scrubbing - reduction of SOx emissions from ship exhausts)" (ISBN: 978-91-976534-1-1)이라는 제목이었으며, 상기 연구 보고서는 "해수 세척은 선박으로부터 산화황 배출물을 저감하는데 유망한 기술이다 ... 그러므로 상세한 사례 연구가 필요할 것이다 ... 결론에 도달하기 위해서는 추가적인 연구가 요구된다"라고 결론 짓고 있다.

[0005] 지상계 석탄-연소(coal-fire) 산업 시설에서의 배출 저감과 비교할 때, 200℃ 내지 490℃로 높은 연도 가스 온도를 가진 해상계 운송용의 연도 가스 처리 상황에서, 특별히 선박에서 사용되는 상기 FGD 공정 시설은 수익성에 보다 주안점을 둔 상태에서 그 실현가능성에 대하여 평가되어야만 한다. 즉, 선박 FGD 장치의 총비용은 저유황 연료로 대체함으로써 절감되는 총비용 보다 현저히 낮아야만 하며, 그렇지 않다면, 그 장치는 실용적이지 않다. 종래 기술의 수익성과 효율성에 대한 많은 문제들은 해결되지 않았다.

[0006] 종래기술 1 : 중국 특허출원 번호 200710012371.1, 제목 "해수 세척에 의해 선박 배출물을 처리하는 장치 및 방법", 2008년 1월 16일 공개됨. 상기 기술적 해결방안은 세척기(scrubber)로 사용된 중공 섬유 막 콘택터(hollow fiber membrane contactor)내에서, 더스트 제거 전처리를 거친 선박 배출물은 해수로 세척된다. SO₂ 일관성 모니터, 수질 모니터 및 PLC 프로그래밍 컨트롤러로 이루어진 제어 시스템은 SO₂ 농도와 처리된 선박 배출물 중 물 배출수 수질을 감지하고 기록하며, 배출수를 제어한다. 여기에는 다음과 같은 문제들이 존재한다:

[0007] 1) 기술적 해결방안에서 중공 섬유 막 콘택터는 세척 기능을 구현하기 위해서 사용된다. 그러나, 상기 중공 섬유 막은 단지 섭씨 수십도의 온도에서 견딜 수 있을 뿐이며, 200-490℃로 높은 온도를 가진 선박 엔진에서부터 배출되는 연도가스를 처리하는데 사용될 수는 없다.

[0008] 2) 만일 세척기 속에서 중공 섬유 막 콘택터가 세척을 위해 사용된다면 압력 감소와 저항이 매우 크다. 만일 추가적인 부스터 팬이 장착되면, 조업 비용과 에너지 소비가 매우 높게 될 것이다.

[0009] 종래기술 2 : 2006년 6월 6일 발행된 미국 특허 번호 7,056,367, 제목 "믹싱 베인을 이용한 가스 세정용 방법 및 장치". 이 발명은 별형상 단면을 가진 고온 플레넘을 포함하는 일련의 중첩된 역류로(counter-flow passages)로 이루어진 배출가스용 세척기를 개시하고 있다. 고온 플레넘으로부터 배출된 가스는 액욕을 통해 들어가고, 가스상 오염물질이 세척액 중으로 들어가는 것을 가속화시키는, 배출가스 중 난류를 야기하고 고도로 분포된 미세 버블을 형성하는 평평하고, 중복하고, 이격된 믹싱 베인의 경사진 배열을 통하여 반대 방향으로 흐른다. 미스트 제거 베인은 배출가스로부터 혼입된 액체를 제거한다. 고온 플레넘은 배출 가스를 불포화 수준까지 재가열한다. 상기 세척과정은 배출 가스 중 입자상 물질과 이산화황 및 이산화질소와 같은 오염물질을 현저히 그리고 효과적으로 저감하며, 열 또한 감소시킨다. 상세한 사항은 이하에서 설명된다.

[0010] US 7,056,367의 발명 장치의 기술적 해결방안은 산업 시설에서 배출되는 가스상 입자와 오염물의 저감을 위한 세척장치이며, 상기 장치는: 1) 동축의 중첩된 입구 도관, 고온 도관, 출구 도관, 배출 가스의 역류로 및 세척액을 포함하는 탱크; 2) 이때, 상기 가열 도관과 출구 도관의 단부는 상호 연결되고 탱크의 세척액에 침지되며, 이에 의해 상기 배출가스는 상기 액욕을 통해 흐르며; 3) 하나 이상의 믹싱 베인(mixing vane), 및 하나 이상의 수평 미스트 제거 베인;을 포함하고, 4) 상기 믹싱 베인들은 상기 출구 도관의 침지된 단부의 내부에 위치하고,

상기 배출 가스내에 난류를 발생시켜서 매우 작은 버블을 형성시키도록 고안되어 있으며; 5) 상기 미스트 제거기는 상기 출구 도관의 믹싱 베인의 하부에 위치하여 배출가스로부터 미스트 액적을 제거한다.

[0011] US 7,056,367의 발명된 방법의 기술적 해결방안은 배출 가스 중 입자와 오염물질을 저감하고 온도를 감소시키는 배출 가스의 세척 방법으로서, a) 연장된 입구 도관을 통하여 배출 가스를 통과시키는 단계; b) 상기 입구 도관을 둘러싸는 가열 도관을 통하여 역류 방향으로 배출 가스를 통과시키는 단계; c) 세척, 냉각 및 입자상 물질의 석출을 위하여 액욕을 통하여 배출 가스를 통과시키는 단계; d) 상기 가열 도관을 둘러싸고 상기 가열 도관과 벽의 일부 길이를 공유하는 배출 도관 속으로 역류 방향으로 가스를 통과시키는 단계; e) 가스의 방향을 변경하기 위해 하나 이상의 믹싱 베인속으로 가스를 통과시킴으로써 액욕 속에서 난류를 발생시키고, 그리고 (많은) 미세 버블을 생성하여 버블 스트림을 형성하는 단계; f) 상기 배출 가스를 하나 이상의 미스트 제거 베인속으로 통과시켜 혼입된 버블과 수분을 실질적으로 제거하는 단계; g) 상기 배출 가스를 노점(dew point) 위의 온도로 가열하기 위해 상기 공유된 벽의 가열된 표면을 따라 배출 가스를 통과시키는 단계; 및 h) 상기 세척기로부터 배출 가스를 완전히 배출시키는 단계를 포함한다.

[0012] 상기 종래기술의 발명된 방법과 장치의 주된 목적은 다음과 같다:

[0013] 1) SO₂를 높은 효율로 세척하고, 그리고 동시에 조업 압력 손실을 수주(water column) 6인치 미만으로 유지하는 것;

[0014] 2) 배출 가스의 온도를 노점 보다 적어도 30℃ 위로 증가시키는 것.

[0015] 배출 가스내의 이산화 황과 다른 오염물질들을 저감하기 위해 해수 세척을 이용하는 것은 몇가지 중요한 조건에 의존한다. 그 조건들 중 하나는 온도이며, 온도가 높을 수록 세척 효과는 나빠진다. 다른 조건은 기-액 접촉 면적인데, 접촉 면적이 클수록, 세척 효과는 양호해진다. 미국 특허 7,056,367의 기본적인 기술적 해결방안은 "탱크 속 세척액을 통하여 배출 가스를 통과시키는 것", 즉, 높은 온도의 배출 가스가 세척되고 냉각되며, 기-액 접촉 면적이 "혼합된 베인"에 의해 확대되는 버블링 세척이다. 본 발명에서 상기 "탱크 속 세척액을 통하여 배출 가스를 통과시키는 것"은 버블링 세척(bubbling scrubbing)의 기술적 해결방안이며, 이는 해수에 의해 고온의 선박 배출 가스를 세척하기 위해 사용될 때에는 다음과 같은 단점들을 가진다.

[0016] 1) 세척 효과 및 조업 비용사이의 충돌을 극복하기 어렵다.

[0017] 본 발명의 중요한 특징은 "탱크 속 세척액을 통하여 배출 가스를 통과시키는 것", 즉, 버블링 세척 및 냉각 방법이다. 버블링 세척 방법은 기-액 물질 전달 방법 중에서 거의 가장 낮은 효율을 가진다. 이러한 기술에서, 통상 버블링 후드로 불리는 요소, 즉 버블링 유닛의 크기가 작을수록, 그리고 그 양이 클수록, 전달 효율은 커진다(도 4 참조). 그러나, 상기 언급된 발명은 배출 가스 세척을 위한 선박내의 조건에 의해 제한된 상태에서, 대형의 단일 버블링 후드를 채용하는데, 이는 매우 낮은 물질 전달 효율을 가진다. 다른 한편으로는, 상기 버블링 세척 방법의 세척 또는 흡수 수준은 액체내에 침지된 배기가스(exhaust)의 깊이에 직접적으로 관계가 있다. 액체가 깊을수록, 버블은 많아진다. 또한 액체를 떠나는 버블에 의해 통과되어진 경로가 길수록, 그리고 기-액 접촉 면적이 클수록, 세척률(scrubbing rate) 또는 흡수성(absorptivity)는 높아진다. 버블링 세척 조업의 압력 손실은 액압(liquid pressure)을 극복하는 배기가스의 에너지 손실이며, 값으로는 실질적으로 액체에 침지된 배출 가스(exhaust gas)의 깊이에 근거한 액체 컬럼 압력에 상응한다. 즉, 세척이 잘 수행될수록, 압력 손실의 증가는 많아지고, 조업 비용은 높아진다. 세척 효과와 조업 비용 사이의 충돌은 일반적으로 타협할 수 없다.

[0018] 상기 특허의 기술적 해결방안은 운영 압력 손실이 세척액으로 해수를 이용하는 조건에서 수주(water column) 6인치(152mm) 미만일 것을 요구하고, 명백히, 세척액내의 배출 가스의 깊이도 역시 6인치 미만이다. 이러한 얇은 침지 상태에서, 전체 액-기 접촉 면적은 상기 '혼합된 베인'이 난류를 형성하고 버블을 분산하는 부가적인 기술적 수단으로 추가된다고 하더라도 여전히 극도로 제한된다. 결과로서, 세척 및 흡수 효율이 여전히 매우 낮다. 훨씬 양호한 세척 성능에 도달하기 위해서는, 배기가스 침적 깊이 및 압력 손실이 증가될 것이며, 따라서 에너지 소비 및 조업 비용이 그에 맞춰 상승할 것이다. 이것은 명백하게 좋은 결과를 초래하지 않을 것이다.

[0019] 2) 고온의 연도 가스의 냉각과 저온에서 이산화황을 흡수하는 것 사이의 충돌을 극복하는 것이 어렵다.

[0020] 해수로 상기 연도 가스를 세척하는 주된 목적은 이산화황을 흡수하기 위한 것이다. 상기 발명의 이러한 해결책은 고온 가스용의 냉각, 세척 및 흡수 공정을 수행하는 동일한 물탱크를 채용한다. 세척 해수의 온도는 고온

가스가 냉각되는 동안 증가하며, 그리고 동시에, 상기 가열된 해수는 이산화황의 세척과 흡수에 이용된다. 이는 이산화황 흡수가 비효율적이 되도록 한다. 흡수 효율을 증가시키기 위해서는, 유일한 방법은 세척 해수의 온도 증가를 낮추기 위해 더 많은 세척수를 투입하는 것이다. 그러나, 이는 에너지 소비 및 조업 비용을 심각하게 증가시킬 것이며 양자를 동시에 해결하지는 못할 것이다.

[0021] 3) 부식방지 요소를 갖춘 운영 비용의 감소와 제조비용의 증가 사이의 충돌을 극복하는 것이 어렵다.

[0022] 이 발명의 다른 특징은 "열 도관" 타입의 중첩된 열 교환기, 즉, "배출 가스의 온도를 노점 위로 올리기 위해 공유된 벽의 가열된 표면을 따라 배출 가스를 통과시키는 단계"를 채용하는 것이다. 장치의 부식을 방지하기 위해, 조업비용을 감소시키고 장치의 가동수명을 연장시키기 위해 배출 가스의 온도를 증가시키는 기술적 해결방안이 채용되었다. 그러나, 열 도관은 열 전도 면적을 증가시키고 그리고 보다 많은 열로 배출가스를 재가열시키기 위해 별 형상 또는 다른 복잡한 형상의 단면을 가지고 있어야 한다. 열교환기가 고온, 고습도 및 강한 부식 환경 조건에서 작동하여야 하고 복잡한 구조를 가지기 때문에, 많은 양의 부식 저항성 합금 재료를 필요로 하며, 그리고 이는 분명히 장치의 제조 비용을 증가시킬 것이며, 총 비용은 그에 따라 증가할 것이고, 이는 이득을 초과할 것이다.

[0023] 4) 가스 재가열시 부식 방지와 부식 악화 사이의 충돌을 극복하는 것이 어렵다.

[0024] 본 발명은 해수로 선박 배출 가스를 세척하는 조건하에서 "열 도관" 타입의 중첩된 열 교환기를 채택한다. 재가열된 배기가스의 실제 온도는 산노점(acid dew point)보다 30℃이상 높지 않을 뿐만 아니라, 상기 노점보다 현저히 낮다. 문제는 노점보다 높지 않은 온도 범위에서, 배기가스 온도가 높아지면 부식이 더욱 심각해진다는 것이다. 본 발명의 이 기술적 해결방안의 목적은 부식을 방지하는 것이지만 배기가스 온도를 증가시키기 위해 재가열하는 방법은 부식을 악화시키기만 할 것이다. 결과는 발명의 목적에 반하는 것으로 보인다.

[0025] 본 발명은 수년간 선박에 대해 실험되어 왔다.

[0026] 종래기술에서는 명백히, 해양 선박 엔진으로부터 배출되는 200-400℃의 고온의 배출 가스를 처리하는데 일어나는 문제를 해결하기 위해서, 낮은 효율과 높은 비용의 방법과 장치가 채택되었다. 상술한 현재의 상황을 근거로 하여, 장기간 사람들에게 기대되었던 것처럼, 선박 오염을 제거하기 위해 해수 세척을 사용하는 기술적 원리는 실용적인 기술적 해결방안이 되어 있지 않다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0027] 본 발명의 첫번째 목적은 현존하는 선박 연도 가스 세척 장치의 단점을 극복하는 것이며, 높은 가스 온도의 가스 제한된 공간을 가지는 선박용으로 맞추어진 고효율 선박 연도가스 세척 장치를 제공하는 것이다.

[0028] 본 발명의 두번째 목적은 현존하는 선박 연도 가스 세척 방법의 단점을 극복하고, 그리고 고온의 배출 가스가 우선 냉각되고 이후 증진에 의해 세척이 수행되어, 이에 의해 냉각과 세척이 두 단계로 분리되어 각각 최상의 결과를 얻는 선박 연도 가스 세척 방법을 제공하는 것이다.

[0029] 본 발명에서 선박 연도 가스 세척 장치 및 방법의 공통 목적은 양호한 기술적 경제적 목표를 실현하는 것으로서, 여기에는 높은 오염물질 저감 효율, 낮은 운영 비용, 장수명, 그리고 저유황 연료를 대체함으로 절약되는 총 비용 보다 총 비용이 현저히 낮다는 보증이 포함된다.

과제의 해결 수단

[0030] 본 발명의 선박 연도 가스 세척 장치의 기술적 해결방안은 다음과 같다.

[0031] 이는, 하우징을 포함하며, 증진재를 포함하는 세척층이 상기 하우징의 상부에서 상기 하우징 내에 포함된다. 해수 배출 출구를 갖춘 액체 수집 풀이 하우징의 저부에서 하우징내에 제공된다. 상기 하우징의 외부로부터 하우징의 내부로 세척될 연도 가스를 인도하는 연도 가스 인도 파이프가 상기 하우징의 벽체에 연결된다. 상기 연도 가스 인도 파이프의 일단부는 상기 하우징의 외부에 위치한 연도 가스 입구이다. 상기 연도 가스 인도 파이프의 다른 단부는 상기 하우징 내에 위치한 연도 가스 리딩-인 포트이다. 상기 연도 가스 리딩-인 포트는 상기 하우징의 내벽에 위치하거나 또는 상기 하우징 내로 연장하며, 상기 세척층 및 상기 액체 수집 풀 사이에 위치한다. 고온의 연도 가스를 냉각하기 위한 냉각기가 상기 연도 가스 인도 파이프의 하우징 외부의 연도 가스 입구와 상기 세척층 사이의 연도 가스 통로 내에 제공된다. 세척 해수 입구가 상기 세척층 위에 존재한다. 연

도 가스 출구는 상기 하우징의 상부에 제공된다.

- [0032] 위에서 설명한 선박 FGD 장치의 기술적 해결책에 근거하여, 부가적인 특징을 갖춘 기술적 해결책은 다음과 같다.
- [0033] 상기 선박 연도 가스 세척 장치에서, 상기 냉각기는 상기 하우징 내부의 가스 리딩-인 포트와 상기 세척층 사이에 제공된 냉각 흐름 균등화 층이다. 상기 냉각 흐름 균등화 층은 내고온성 구성요소로 이루어지며 하우징의 내벽 상에 고정되거나 패스너에 의해 장착된다.
- [0034] 상기 선박 연도 가스 세척 장치에 있어서, 상기 냉각기는 상기 연도 가스 인도 파이프 상 또는 파이프 내부의 공간 내에 장착된 튜브 냉각기 또는 시트 냉각기이다. 대안적으로, 상기 냉각기는 상기 고온 연도 가스에 냉각수를 분무하기 위해, 상기 연도 가스 인도 파이프에 또는 하우징 상에 연결된 분무 시스템이다.
- [0035] 상기 선박 연도 가스 세척 장치에 있어서, 상기 하우징 내부의 상기 가스 리딩-인 포트는 하우징의 바닥부에 고정되고 하우징 내부로 연장하는 상기 연도 가스 인도 파이프의 출구이다. 상기 연도 가스 인도 파이프 속으로 세척 해수가 들어가는 것을 방지하기 위한 액체 수집 커버가 출구와 대면한다.
- [0036] 상기 선박 연도 가스 세척 장치에 있어서, 상기 하우징 내부의 상기 가스 리딩-인 포트는 상기 하우징의 측벽의 관통 구멍 또는 상기 하우징의 측벽에 고정식으로 연결된 상기 연도 가스 인도 파이프의 출구이다.
- [0037] 상기 선박 연도 가스 세척 장치에 있어서, 상기 액체 수집 풀은 하우징의 저부 측벽과 하우징의 바닥부 및 상기 연도 가스 인도 파이프의 파이프 벽체 또는 상기 파이프 벽체의 분리판(separation plate)으로 고정식으로 이루어진다.
- [0038] 상기 선박 연도 가스 세척 장치에 있어서, 상기 액체 수집 풀은 상기 하우징 내부에서 상기 연도 가스 리딩-인 포트의 저부 에지가 놓인 수평 단면 아래의 상기 하우징의 측벽 및 바닥부로 이루어진다.
- [0039] 상기 선박 연도 가스 세척 장치에 있어서, 상기 냉각 흐름 균등화 층을 형성하는 상기 내고온성 구성요소의 재료는 금속, 세라믹 또는 탄소 섬유 재료로부터 선택된 내고온성 무기 재료이다.
- [0040] 상기 선박 연도 가스 세척 장치에 있어서, 상기 냉각 흐름 균등화 층은 내고온성 충전재 및 충전 지지 프레임에 포함한다. 상기 내고온성 충전재용 상기 충전 지지 프레임은 상기 하우징의 내벽 상에 직접적으로 또는 패스너를 통해 고정된다.
- [0041] 상기 선박 연도 가스 세척 장치에 있어서, 상기 냉각 흐름 균등화 층은 상기 하우징 상에 직접적으로 또는 패스너를 통해 부착된 내고온성 그리드 및/또는 내고온성 다공성 판을 포함한다.
- [0042] 상기 선박 연도 가스 세척 장치에 있어서, 상기 세척층은 충전재 및 충전 지지 프레임을 포함한다. 상기 충전 지지 프레임은 상기 하우징의 내벽 상에 직접적으로 또는 패스너를 통해 부착된다.
- [0043] 상기 선박 연도 가스 세척 장치에 있어서, 상기 세척층은 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 또는 ABS 엔지니어링 플라스틱 중에서 선택된 고분자 재료로 이루어진다.
- [0044] 상기 선박 연도 가스 세척 장치에 있어서, 수평으로 그리고 고른 분배 패턴으로 세척 해수를 아래쪽으로 유출시키는 물 분배기가 상기 세척층 위에 고정된다. 상기 물 분배기는 정렬된 물 파이프 및/또는 물 채널로 이루어진다.
- [0045] 상기 선박 연도 가스 세척 장치에 있어서, 배출 가스 내 미스트 액적을 제거하기 위해 미스트 제거기가 상기 물 분배기 위에 장착된다.
- [0046] 해수에 의해, 선박 연도 가스 내의 오염물로서 주로 이산화 황을 세척하기 위한 본 발명의 선박 연도 가스 세척 방법의 기술적 해결방안은 다음과 같다.
- [0047] 상기 선박 연도 가스 세척 방법의 단계는 다음과 같다:
- [0048] a. 연도 가스의 인도: 엔진에 의해 배출된 연도 가스는 세척 장치 내로 인도되며, 안으로 인도된 연도 가스는 세척 장치의 위쪽으로 흐르게 된다;
- [0049] b. 세척 해수를 분사: 세척 해수가 세척 장치의 세척층 위에 위치하는 세척 해수 입구로부터 세척 장치 내부로 분사되고 세척 해수는 세척 장치 내에서 아래쪽으로 흐르게 된다;
- [0050] c. 세척: 세척 장치 위로부터 분사된 세척 해수를 충전재를 가진 세척층을 통해 흘려서 위쪽으로 진행하는 저온

의 연도 가스에 접촉시킴으로써 역류 방식(a counter-flow way)의 세척이 실현된다;

- [0051] d. 냉각: 고온 연도 가스가 냉각기에 의해 냉각된다. 세척 해수는 냉각기를 통해 아래로 흘러서 고온 연도 가스의 온도를 감소시키고 냉각된 연도 가스는 위로 흘러서 세척층에 들어간다;
- [0052] e. 청정 연도 가스를 배출: 세척된 이후, 청정 가스는 위쪽으로 진행하고 청정 가스 출구를 통해 배출된다.
- [0053] f. 세척 해수 배출: 세척된 이후, 해수는 액체 수집 풀로 떨어지고 해수 배출 출구로부터 배출된다.
- [0054] 선박 연도 가스 세척 방법의 상기 기술적 해결 방안에 근거하여, 부가적인 기술적 특징을 가진 기술적 해결방안들은 다음과 같다.
- [0055] 상기 선박 연도 가스 세척 방법에 있어서, 상기 세척하는 단계에서, 위쪽으로 진행되는 저온의 연도 가스를 충분히 세척하는 방법은 세척층에서, 상기 연도 가스와 세척 해수가 충전재의 기-액 접촉 표면에서 충분히 접촉하고 혼합되도록 하고, 위쪽으로 진행되는 연도 가스가 그로부터 SO₂를 제거하기 위해 충분히 세척되도록 한다.
- [0056] 상기 선박 연도 가스 세척 방법에 있어서, 청정 연도 가스를 배출하는 단계에서는, 상기 청정 연도 가스를 배출하는 것은 상기 연도 가스 내의 미스트 액적을 제거하기 위해 상기 청정 연도 가스가 미스트 제거기를 통과하도록 하고 이후 청정 가스 출구로부터 배출된다.
- [0057] 상기 선박 연도 가스 청정 방법에 있어서, 상기 연도 가스의 조업 압력 손실은 수주 110 밀리미터 미만이다.
- [0058] 본 발명의 선박 연도 가스 세척 방법 및 장치의 기술적 원리 및 효과는 다음과 같다.
- [0059] 천연 해수는 이산화황을 용해하고 흡수하는 강한 능력을 소유하며, 산업 연소 시설로부터 배출된 연도 가스 내의 이산화황 및 다른 오염물을 제거하기 위해 연도 가스를 세척하고 청정화 하는데 사용될 수 있다. 연도 가스를 해수로 세척하기 위한 실용적인 장치는 소형이면서 높은 효율을 가지도록 요구된다. 이는 선박이 제한된 공간을 가지고, 공정에서 반응시간은 짧으며, 공정 장치는 높은 전체 흡수능 뿐만 아니라 높은 흡수 속도도 가지지 않으면 안되기 때문이다. 다른 말로는, 세척 및 흡수 효율은 매우 높아야 하며, 그렇지 않으면 장치는 실용적이지 않다는 것이다. 해수를 이용하는 선박 연도 가스 세척 방법 및 장치가 높은 세척 및 흡수 효율을 가지기 위해서, 주된 공정 인자는 반응 온도와 접촉 면적이다. 즉, 반응 온도가 높을 수록, 세척 및 흡수 효과는 나빠지고, 그리고 액-기 접촉 면적이 클수록 세척 및 흡수 효과는 양호해진다. 그러므로, 본 발명은 고온 연도 가스를 1차 냉각하고, 이후 세척 및 흡수하는데, 상기 냉각과 상기 세척 및 흡수 단계를 두개의 기능적 부문(functional section)으로 나누며, 각각은 높은 효율을 구현하고, 그리고 최상의 전체 효과를 얻는 방법을 채용한다. 본 발명의 선박 연도 가스 세척 장치 및 방법의 총 비용은 저유황 연료를 대체하고, 그렇게 함으로써 선박의 방출 저감을 위한 실용적인 기술이 부족한 상황을 변화시키며, 사람들이 오랜 시간 동안 추구해왔지만 실현되지 못했던 해수 세척에 의해 선박 오염을 저감한다는 기대를 실현함으로써 절약되는 총 비용보다 현저히 낮다.
- [0060] 상세한 내용은 다음과 같다.
- [0061] **냉각** : 본 발명의 선박 연도 가스 세척 방법 및 장치는 선박 디젤 엔진으로부터 배출된 연도 가스가 490℃로 높은 온도를 가지는 상황에 적용될 수 있다. 이산화황은 고온의 연도 가스가 냉각되지 않으면 세척되고 흡수될 수 없다. 또한, 구성요소, 특히 세척 기능 부문(scrubbing functional section)의 충전물들은 만일 고온의 연도 가스가 세척 기능 부문으로 바로 들어간다면 쉽게 손상될 것이다. 그러므로, 세척 기능 부문이 세척 장치(scrubbing apparatus)의 위쪽에 제공되고, 냉각 흐름 균등화 부문(cooling flow equalization section)이 세척 장치의 아래쪽에 제공된다. 고온 가스는 위쪽으로 진행하여 냉각 흐름 균등화 부문과 세척 기능 부문을 통과하고 세척되기 위해 세척액과 접촉한다. 세척 장치의 아래쪽에 있는 냉각 흐름 균등화 부문은 내고온성 그리드 및/또는 충전물로 이루어진 기능적 부문이다. 가스 입구 파이프(gas inlet pipe)로부터 인도된 고온 연도 가스는 냉각 흐름 균등화 부문내에서 그리드 및/또는 충전물을 통과하여 냉각되고 균등화된다. 세척 장치의 아래쪽에 있는 냉각 흐름 균등화 부문은 내고온성 다공판(perforated plate) 및/또는 충전물로 이루어진다. 가스 입구 파이프로부터 인도된 고온 연도 가스는 냉각 흐름 균등화 부문내의 상기 다공판 및/또는 충전물을 통과하여 냉각되고 균등화된다. 가스 입구 파이프가 액체 수집 풀(liquid collecting pool)을 통과하는 실시예결책(implementing solution)에서는, 세척액에 침지된 가스 입구 파이프도 냉각 기능 부문의 일부이며, 따라서 최상의 냉각 효과가 나타난다.
- [0062] **세척** : 세척 기능 부문은 충전층으로 이루어진다. 물 분배기는 충전물을 씻기 위해 세척 해수를 아래쪽으로 수

평면으로부터 고르게 분배한다. 냉각된 연도 가스는 증진층을 통하여 위쪽으로 흐른다. 세척 해수가 증진물에 의해 형성된 거대한 표면에 분포되기 때문에, 거대한 액-기 접촉 면적이 제공되며, 그에 의해 세척 및 흡수 효율은 매우 높다. 한편으로는, 본 발명의 상기 세척 공정은 역류 배열(counter-flow arrangement)을 채택하는데, 여기서 세척 해수가 세척층(scrubbing layer)을 통하여 아래로 진행되는 반면 연도 가스는 상기 세척층을 통하여 위로 진행한다. 연도 가스는 최종적으로 가장 강한 알칼리성과 가장 낮은 온도를 가진 신선한 해수에 접촉한다. 따라서, 이산화황을 세척하고 흡수하는 효율은 매우 높을 수 있다. 동시에, 본 발명에서 채용된 증진물을 갖춘 세척층은 통과 가스에 대한 저항성을 현저히 감소시키고, 그에 따라 본 발명의 목적을 실현하여 높은 흡수 효율과 낮은 조업 비용을 가진 기술적 장치를 제공한다.

[0063] 상술한 기술적 해결방안의 결과로서, 종래 기술의 심각한 단점이 극복되었다. 본 발명의 선박 연도 가스 세척 장치 및 방법은 이하에 기술한 바와 같이 두드러진 기술적 효과를 가진다.

[0064] 1) 높은 세척 효율 및 낮은 조업 비용

[0065] 본 발명은 증진물을 갖춘 역류 세척 방법을 채택하고 그 액-기 접촉 면적은 버블링 세척 방법의 적어도 수천배이다. 이는 수주 110 밀리미터 미만의 낮은 압력 손실로 99% 산화황, 20% 산화질소 및 80% 입자를 저감할 수 있는 고효율 세척을 실현한다.

[0066] 본 발명의 고효율 세척은 환경 목적으로 국제 해운 사업에 중요한 의의를 가진다. IMO는 선박에 사용되는 연료 오일의 유황 함량은 1.5%를 초과하지 못하거나, 배출 연료 가스가 유황 함량이 1.5%를 초과하지 않는 연료 오일을 사용하는 선박에서의 유황 방출량과 동등한 유황 방출량을 가질 것을 보증하기 위해 선박에는 가스 탈황 장치가 장착되어야만 하는, 즉 '탈황 동등 연료 오일 유황 함량'이 1.5%를 초과하지 않아야 한다는 SECA(SOx Emission Control Area)에 대한 규제를 2005년에 발행하였다. 다른 국제 기구들도 0.1% 연료 오일 유황 함량을 목표로 해 왔다. 현재, 세계에서 중유의 평균 유황 함량은 약 3%이며, 따라서 1.5% 탈황 동등 연료 오일 유황 함량의 목표를 달성하기 위해서는 세척 효율은 50%가 되어야 할 것이며, 0.1% 탈황 동등 연료 오일 유황 함량의 목표를 달성하기 위해서는 세척 효율은 96.7%가 되어야 할 것이다.

[0067] 2. 고온 가스를 냉각하고 SO₂를 낮은 온도에서 흡수하는 것은 상이한 부문에서 수행된다.

[0068] 고온 연도 가스는 그 내부의 SO₂가 흡수될 수 있도록 냉각되어야 한다. 본 발명의 해결방안은 냉각기(cooler)를 포함한다. 추가적인 해결방안은 냉각 흐름 균등화 층(cooling flow equalization layer)이 세척층의 아래에 배치되고, 그에 따라 신선한 세척 해수가 세척 층을 통과하여 냉각된 연도 가스 내의 SO₂를 흡수하고, 그리고 나서 상기 냉각 흐름 균등화 층을 통과하여 고온 가스를 냉각한다는 것이다. 냉각 흐름 균등화 및 흡수는 두개의 상이한 기능적 부문에서 분리된 단계로 수행되며, 서로 영향을 미치지 아니한다. 이는 최상의 냉각 효과와 최고의 SO₂ 흡수 효율을 실현한다. 또한, 이하에서 기술하듯이, 본 발명의 역류 세척 방법에서는, 연도 가스 출구에서의 해수는 가장 낮은 온도를 가지며, 그리고 그 결과 최상의 흡수능을 가진다. 그 결과 냉각 및 흡수가 분리된 단계에서 수행되는 본 발명의 기술적 해결에 의해 얻어진 현저하고도 양호한 기술적 효과를 추가로 실증하면서, 매우 높은 SO₂ 흡수도가 얻어진다.

[0069] 3. 낮은 조업 비용과 낮은 제조 비용이 조화된다.

[0070] 저효율 열교환기는 이득을 초과하는 결과로 되는데, 이는 피해야 한다. 고효율 열교환기는 막대한 용량과 거대한 열전도 면적을 요구하며, 따라서 거대한 크기로 인해 선박에 장착되기 어려울 것이다. 그러므로, 본 발명은 앞에서 언급한 고효율 증진 세척 기술 뿐만 아니라 재가열하지 않는 가스 배출(non-reheating gas exhaust)을 채택한다. 그러므로, 공정 장치에 요구되는 조업 비용과 제조비용 모두가 현저히 감소된다.

[0071] 4. 재가열 부식방지 및 부식 악화 사이의 충돌이 제거된다.

[0072] 본 발명은 재가열하지 않는 가스 배출을 채택하고 재가열 열 교환기를 완전히 생략하는데, 이는 비용이 들며 역효과를 내기 때문에 현존하는 재가열 열 교환기에 존재하는 단점들을 효과적으로 극복한다. 앞에서 언급한 바와 같이, 역류 세척 출구에서의 연도 가스는 가장 낮은 온도를 가지며, 따라서 연도 가스의 부식능은 최소화이다. 그러므로, 보다 낮은 비용으로 부식 저항성 재료가 선택되어 장치의 수명을 연장할 수 있다.

[0073] 요약하면, 본 발명의 기술적 해결방안은 고효율, 고성능, 고신뢰성을 실현할 뿐만 아니라, 제조 비용, 조업 비용을 현저히 감소하고, 그러므로 우수한 기술적 경제적 성능과 양호한 기술적 효과를 가진다.

도면의 간단한 설명

[0074] 도 1은 본 발명의 일구현례에 따른 선박 연도 가스 세척 장치를 나타내는 개략도이다. 하우징 내부의 연도 가스 리딩-인 포트(3.2)가 하우징(1)의 바닥부에 고정되고 하우징(1)의 내부로 연장하는 연도 가스 입구 파이프(3)의 출구이며, 그리고 세척 장치에 들어가도록 연도 가스가 위쪽으로 진행되는 상황에 적합하다. 냉각기(4)는 하우징 내부의 연도 가스 리딩-인 포트(3.2)와 세척층(7) 사이에 위치한 냉각 흐름 균등화 층(4')이다.

도 2는 본 발명의 다른 하나의 구현례에 따른 선박 연도 가스 세척 장치를 나타내는 개략도이다. 연도 가스 리딩-인 포트(3.2)가 하우징(1)의 내부 벽에 위치하고, 이는 하우징의 측벽에 고정식으로 연결된 연도 가스 인도 파이프(3)의 출구이다. 그것은 연도 가스가 세척 장치에 수평으로 들어가는 상황에 적합하다. 냉각기(4)는 상기 하우징 내부의 연도 가스 리딩-인 포트(3.2)와 세척층(7) 사이에 위치하는 냉각 흐름 균등화 층(4')이다.

도 3은 본 발명에 따른 선박 연도 가스 세척 방법의 블록도를 나타낸다.

도 4는 미국 특허번호 7,056,367호의 종래 기술적 해결책의 개략도로서, 여기에는 동축의 중첩된 입구 도관, 고온 도관, 출구 도관, 배출 가스의 역류로 및 세척액을 포함하는 탱크를 포함하고, 이때, 상기 가열 도관과 출구 도관의 단부는 작동적으로 상호 연결되고 탱크내의 세척액에 침지되며, 그리고 가열 도관은 열 전도 면적을 증가시키는 별 형상의 단면을 가져서 배출 가스의 온도를 노점보다 적어도 30℃ 이상 증가시키기 위해 보다 많은 열량으로 배출 가스를 예열한다.

도 5는 종래의 버블링 세척기의 개략도이며, 도시된 바와 같이 다섯개의 버블링 유닛이 장치내에 보인다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0075] 선박 연도 가스 세척 장치 및 방법이 도면과 구현례를 참조하여 이하에서 추가적으로 설명될 것이다.

[0076] A. 선박 연도 가스 세척 장치의 구현례

[0077] **구현례 1:**

[0078] 도 1에 도시되었듯이, 하우징 내부의 연도 가스 리딩-인 포트(3.2)는 하우징(1)의 바닥부에 고정되고 하우징(1)의 내측으로 연장하는 연도 가스 입구 파이프(3)의 출구이다. 구현례에서, 연도 가스 인도 파이프(3)은 언제나 액체 수집 풀(pool)(15)내에서 산성의 해수 표면 위에서 유지되며, 다시 말해서 연도 가스가 산성의 해수 내로 들어가지 않는다. 그것은 연도 가스가 수직으로 인도되는 상황에 적합하다. 그것은 하우징(1)을 포함한다. 충전물을 갖춘 세척층(7)은 하우징의 내부의 높은 쪽에 제공된다. 해수 출구(16)을 가진 액체 수집 풀(15)은 하우징 내부 낮은 쪽에 제공된다. 세척될 배출 가스를 외부로부터 하우징(1)으로 인도하는 연도 가스 인도 파이프(3)은 하우징(1)의 하우징 벽체에 연결된다. 연도 가스 인도 파이프(3)의 일단부는 하우징 외부의 연도 가스 입구(3.1)이며, 나머지 단부는 하우징 내부의 연도 가스 리딩-인 포트(3.2)이다. 하우징 내부의 가스 리딩-인 포트(3.2)는 하우징 속으로 연장하며, 세척층(7)과 액체 수집 풀(15) 사이에 위치한다. 고온의 연도 가스(2)를 냉각하는데 이용되는 냉각기(4)가 연도 가스 인도 파이프(3)의 하우징 외부의 연도 가스 입구(3.1)와 세척층(7) 사이의 연도 가스 통로내에 제공된다. 세척 해수 입구(12)가 세척층(7) 위에 제공된다. 정제된 연도 가스 출구(10)는 하우징(1)의 상부에 제공된다.

[0079] 냉각기(4)는 냉각 흐름 균등화 층(4')이며 하우징 내부의 연도 가스 리딩-인 포트(3.2)와 세척층(7) 사이에 위치한다. 냉각 흐름 균등화 층(4')은 내고온성 구성요소로 제조되고 하우징(1)의 내벽상에 고정된다. 대안적으로 패스너(fastener)에 의해 하우징(1)의 내벽 상에 고정될 수도 있다.

[0080] 냉각기(4)는 연도 가스 인도 파이프(3) 상에 장착된 튜브 냉각기 또는 시트 냉각기이다. 다른 하나의 구현례에서는, 냉각기(4)는 연도 가스 인도 파이프(3)의 내부 공동(cavity)내에 장착된 튜브 냉각기 또는 시트 냉각기이다. 또다른 하나의 구현례에서, 상기 냉각기(4)는 고온 연도 가스(2)에 냉각수를 분무(spray)하기 위하여 연도 가스 인도 파이프(3) 또는 하우징(1)에 연결된 물분무 시스템이다. 물분무 시스템은 한세트의 분사 헤드일 수 있다.

[0081] 하우징(1) 내부의 가스 리딩-인 포트(3.2)는 하우징(1)의 바닥부에 고정되며 하우징(1) 내부의 연도 가스 인도 파이프(3)의 출구로 연장된다. 상기 출구는 상기 연도 가스 인도 파이프(3)으로 세척 해수가 들어가는 것을 방지하기 위해서 액체 수집 커버(14)에 대면한다.

[0082] 하우징(1) 내부의 가스 리딩-인 포트(3.2)는 하우징(1)의 측벽에 있는 관통구멍(through hole)이거나, 하우징

(1)의 측벽에 고정식으로 연결된 연도 가스 인도 파이프(3)의 출구이다.

- [0083] 액체 수집 풀(15)는 하우징(1)의 아래쪽 측벽, 하우징의 바닥부 및 연도 가스 인도 파이프(3)의 파이프 벽체 또는 연도 가스 인도 파이프(3)의 외부의 분리판(separation plate)로 구성된다. 분리판은 연도 가스 인도 파이프(3)이 부식되는 것을 방지할 수 있다.
- [0084] 냉각 흐름 균등화 층(4')을 이루는 내고온성 구성요소들은 내고온성 무기 재료이다. 본 구현례에서는, 세라믹 재료가 이용되며, 금속 또는 탄소 함유 재료도 또한 이용될 수 있다. 냉각 흐름 균등화 층(4')의 내고온 구성요소들은 내고온성 충전물과 충전 지지 프레임으로 이루어진다. 충전 지지 프레임은 하우징(1)의 내벽상에 바로 고정되거나 또는 패스너를 통하여 고정된다.
- [0085] 다른 구현례들에서는, 냉각 흐름 균등화 층(4')은 하우징(1)의 내벽 상에 바로 고정되거나 패스너를 통하여 고정될 수 있는 내고온성 그리드 또는 내고온성 다공판이거나 이들 양자의 조합일 수 있다.
- [0086] 세척층(7)은 충전재와 충전 지지 프레임으로 이루어진다. 충전 지지 프레임은 하우징(1)의 내벽 상에 바로 고정되거나 패스너를 통하여 고정된다. 세척층(7)내의 충전재는 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 또는 ABS 중에서 선택된 고분자(polymer) 재료로 이루어진다. 비내고온성 재료를 이용하는 비용은 내고온성 재료를 이용하는 것보다 훨씬 낮을 것이어서 장치의 비용은 현저히 감소된다.
- [0087] 세척층(7) 위에는 세척 해수를 수평으로 그리고 고른 분배 패턴으로 아래쪽으로 유출시킬 수 있는 물 분배기(8)가 있다. 물 분배기(8)은 정렬된 물 파이프 또는 정렬된 물 채널로 이루어지거나 또는 이들 양자의 조합이다. 배출 가스내의 미스트 액적을 제거하기 위한 미스트 제거기(9)가 상기 물 분배기(8)의 위에 장착된다.
- [0088] 세척 장치 밖으로 최종적으로 배출되는 세척액은 선박이 통과하거나 정박하는 해역의 환경적 방출 조건을 충족시킨다면 대양에 방출될 것이며, 만일 관계 조건을 충족하지 않는다면 폐수실(waste water cabin)에 일시적으로 저장되거나 추가적인 처리 후 배출될 것이다.
- [0089] 본 구현례가 실시된 선박이 유허 함량 3%를 가진 연료 오일을 이용하는 7150KW 동력, 9700마력, 127rpm의 디젤 연료 엔진을 갖추고 있다. 주요 파라미터들은 다음과 같다.

표 1

[0090]	세척 장치 하우징의 직경(Dmm)	2523
	세척 장치 하우징의 높이 L(mm)	8750
	입구 연도 가스 부피(Kg/h)	48281
	입구 연도 가스 온도 ℃	200~490
	입구 SO ₂ 부피(Kg/h)	70
	입구 연도 가스 및 더스트 부피(g/h)	245
	입구 NO _x 부피(g/KWh)	18.56
	세척 해수 부피(Ton/h)	96
	출구 배출 SO ₂ 부피(Kg/h)	0.68
	출구 배출 연도 가스 및 더스트 부피(g/h)	49
	출구 연도 가스 온도 ℃	20~49
	출구 배출 NO _x 부피(g/KW · h)	14.8
	배출된 NO _x 부피의 국제 요구 조건(g/KW · h)	≤17.0

- [0091] **구현례 2:** 도 2는 다른 구현례의 선박 연도 가스 세척 장치를 나타낸다. 하우징(1) 내부의 연도 가스 리딩-인 포트(3.2)가 하우징(1)의 내벽에 있으며 그것이 하우징(1)의 측벽에 고정식으로 연결된 연도 가스 인도 파이프(3)의 출구이며, 이러한 구성이 연도 가스 인도 파이프(3)을 액체 수집 풀(15) 내에서 언제나 산성의 해수 표면 위에 유지할 수 있다는 점에서 구현례 1과 상이하다. 다시 말하면, 연도 가스는 산성 해수속으로 들어가지 않는다. 연도 가스가 수평으로 인도되는 상황에서 적합하다. 액체 수집 풀(15)은 하우징 내부의 가스 리딩-인 포트(3.2)의 저부 에지가 놓여 있는 수평 단면 아래의 하우징(1)의 측벽과 바닥부로 이루어진다.
- [0092] **구현례 3:** 또다른 하나의 구현례의 선박 연도 가스 세척 장치가 나타난다. 그것은 냉각기(4)가 연도 가스 인도 파이프(3) 상 또는 파이프 내부의 공동 내에 장착된 튜브 냉각기 또는 시트 냉각기라는 점에서 앞의 구현례와 상이하다.

[0093] **구현례 4:**

[0094] 상술한 구현례와의 상이점은 냉각기(4)가 연도 가스 인도 파이프(3)상에 장착된 고온 가스(2)에 냉각수를 분무하는 물분무 시스템이거나 또는 이것이 하우징에 연결된다는 점이다. 물분사 시스템은 한 세트의 스프레이 헤드이다.

[0095] B. 본 발명의 구현례에 따른 선박 연도 가스 세척 방법

[0096] **구현례 5:** 플로우차트 블록도인 도 3에 나타내어져 있듯이, 그것은 선박 연도 가스 배출물에서 오염물질, 주로 SO₂를 세척하기 위해 해수를 이용하는 선박 연도 가스 세척 방법이다. 그 방법에는 다음 단계들이 포함된다.

[0097] a. 연도 가스의 인도: 엔진에 의해 배출된 연도가스는 세척 장치 내로 인도되며, 안으로 인도된 연도 가스는 세척 장치의 위쪽으로 흐르게 된다.

[0098] b. 세척 해수를 분사: 세척 해수가 세척 장치의 세척층 위에 위치하는 세척 해수 입구로부터 세척 장치 내부로 분사되고 세척 해수는 세척 장치 내에서 아래쪽으로 흐르게 된다.

[0099] c. 세척: 세척 장치 위로부터 분사된 세척 해수를 충전재를 가진 세척층을 통해 흘려서 위쪽으로 진행되는 저온의 연도 가스에 접촉시킴으로써 역류 방식(a counter-flow way)의 세척이 실현된다.

[0100] d. 냉각: 고온 연도 가스가 냉각기에 의해 냉각된다. 세척 해수는 냉각기를 통해 아래로 흘러서 고온 연도 가스의 온도를 감소시키고 냉각된 연도 가스는 위로 흘러서 세척층에 들어간다.

[0101] e. 청정 연도 가스를 배출: 세척된 이후, 청정 가스는 위쪽으로 진행하고 청정 가스 출구를 통해 배출된다.

[0102] f. 세척 해수 배출: 세척된 이후, 해수는 액체 수집 폴로 떨어지고 해수 배출 출구로부터 배출된다.

[0103] 선박 연도 가스 세척 방법의, 세척 단계에서, 위쪽으로 진행되는 저온의 연도 가스를 충분히 세척하는 방법은 세척층에서, 상기 연도 가스와 세척 해수가 충전재의 기-액 접촉 표면에서 충분히 접촉하고 혼합되고, 위쪽으로 진행되는 연도 가스가 그로부터 SO₂를 제거하기 위해 충분히 세척되도록 하는 것이다. 청정 연도 가스를 배출하는 단계에서, 청정 연도 가스를 배출하는 것은 연도 가스 내의 미스트 액적을 제거하기 위해 상기 청정 연도 가스가 미스트 제거기를 통과하도록 하고 이후 청정 가스 출구로부터 배출되는 것이다. 연도 가스의 조업 압력 손실은 수주 110 밀리미터 미만이다.

[0104] 본 발명의 보호범위는 상술한 구현례에 의해 제한되지 않는다.

부호의 설명

[0105] 도면 중 부호에 상응하는 구성요소 또는 구조의 명칭은 다음과 같다.

도 1 및 도 2에서: 1 - 하우징, 2 - 고온 연도 가스, 3 - 연도 가스 인도 파이프, 3.1 - 하우징 외부의 연도 가스 입구, 3.2 - 하우징 내부의 연도 가스 리딩-인 포트, 4 - 냉각기, 4' - 냉각 흐름 균등화 층, 5 - 저온 연도 가스, 6 - 충전 지지 프레임, 7- 세척층, 8 - 물 분배기, 9 - 미스트 제거기, 10 - 배출 가스 출구, 11 - 배출되는 청정 연도 가스, 12 - 세척 해수 입구 파이프, 13 - 세척 해수, 14 - 액체 수집 커버, 15 - 액체 수집 폴, 16 - 해수 배출 파이프, 17 - 배출된 해수; D - 세척 장치의 직경으로서 세척 장치가 직사각형일 경우에는 변의 길이이다; L - 세척 장치의 높이.

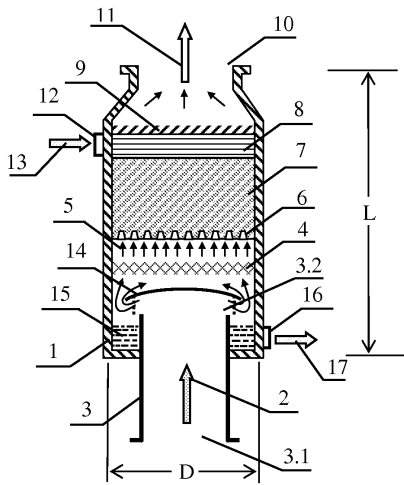
도 3에서, a - 연도 가스를 안으로 인도, b - 세척 해수를 분사, c - 세척, d - 냉각, e - 청정 가스를 배출, 그리고 f - 세척 해수를 배출.

도 4(미국 특허 7,056,367의 기술적 해결책)에서, 18 - 가스 입구 도관 및 가스 입구; 19 - 고온 도관; 20 - 배출 가스 인도 파이프; 21 - 세척액을 포함하는 탱크; 22 - 세척액; 23 - 믹싱 베인, 24 - 미스트 제거 베인, 25 - 탱크내에서 배기가스와 세척액을 혼합, 26 - 세척가스 재가열 영역, 그리고 27 - 세척액 입구 및 출구.

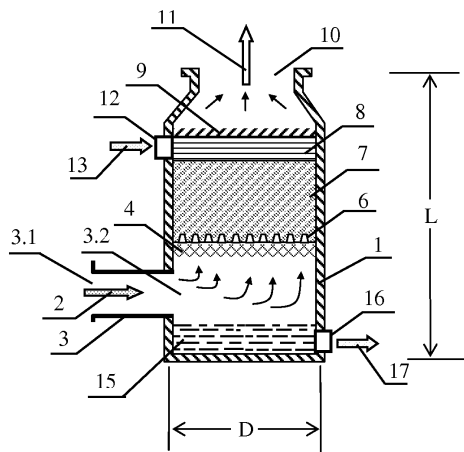
도 5(종래의 버블링 세척기)에서, 28 - 세척액, 29 - 들어오는 가스, 30 - 버블링 후드 유닛, 31 - 배출되는 가스, 그리고 32 - 세척액의 입구 및 출구

도면

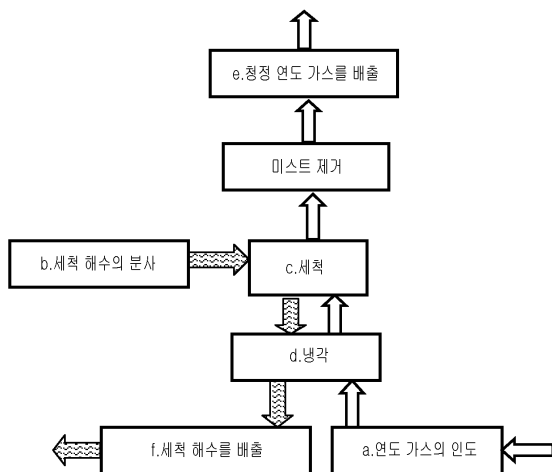
도면1



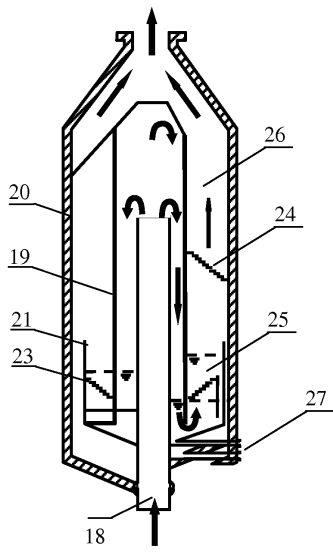
도면2



도면3



도면4



도면5

