(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년11월20일
(11) 등록번호 10-1570466
(24) 등록일자 2015년11월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 53/18 (2006.01) *B01D 47/06* (2006.01)
B01D 53/50 (2006.01) *B01D 53/78* (2006.01)
B05B 1/14 (2006.01) *F01N 3/04* (2006.01)
F01N 3/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01D 53/18 (2013.01)
B01D 47/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7005956
(22) 출원일자(국제) 2013년12월17일
심사청구일자 2015년03월10일
(85) 번역문제출일자 2015년03월06일
(65) 공개번호 10-2015-0038620
(43) 공개일자 2015년04월08일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2013/083755
(87) 국제공개번호 WO 2014/098081
국제공개일자 2014년06월26일
(30) 우선권주장
JP-P-2012-276654 2012년12월19일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2000210532 A
JP2000210533 A

(73) 특허권자
후지 덴키 가부시키가이샤
일본 가나가와껭 가와사끼시 가와사끼구 타나베신덴 1-1
(72) 발명자
타카하시, 쿠니유키
일본 2109530 가나가와껭 가와사끼시 가와사끼구 타나베신덴 1-1 후지 덴키 가부시키가이샤 (내)
코마츠, 타다시
일본 2109530 가나가와껭 가와사끼시 가와사끼구 타나베신덴 1-1 후지 덴키 가부시키가이샤 (내)
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 5 항 심사관 : 이근완

(54) 발명의 명칭 **배기 가스 처리 장치**

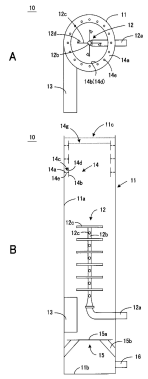
(57) 요 약

본 발명은, 유해 물질의 제거율을 향상시키는 동시에, 소형화를 실현한 배기가스 처리장치를 제공하는 것이다.

기체와 액체를 접촉시켜 가스 흡수를 행하는 배기가스 처리장치(10)는, 내부 공간이 형성된 흡수탑 본체(11)와, 내부 공간의 상하 방향의 소정 영역에 있어서 액체를 분무하는 스프레이 장치(12)와, 흡수탑 본체(11)에 기체를

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



도입하는 가스 공급 장치(13)를 구비하고, 스프레이 장치(12)는, 내부 공간의 상하 방향의 소정 영역에 걸쳐 연장(延在)되는 본관(幹管, trunk pipe; 12b)과, 본관(12b)에 연결되며 흡수탑 본체(11)의 내벽을 향해 연장되는 지관(枝管, branch pipe; 12c)과, 지관(12c)으로부터 공급되는 액체를 분무하는 스프레이 노즐(12d)을 포함하여 구성되며, 스프레이 노즐(12d)은, 지관(12c)의 길이 방향에 대해 스프레이 노즐(12d)의 분사 영역의 중심선이 이루는 각도가 예각(銳角)이 되도록 부착되어 있다.

(52) CPC특허분류
B01D 53/507 (2013.01)
B01D 53/78 (2013.01)
B05B 1/14 (2013.01)
F01N 3/04 (2013.01)
F01N 3/08 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

기체와 액체를 접촉시켜 가스 흡수를 행하는 배기 가스 처리 장치로서,

내부 공간이 형성된 흡수탑 본체와, 상기 내부 공간의 상하 방향의 소정 영역에 있어서 액체를 분무하는 스프레이 장치와, 상기 흡수탑 본체에 기체를 도입하는 가스 공급 장치를 구비하고,

상기 스프레이 장치는, 상기 내부 공간의 상하 방향의 소정 영역에 걸쳐 연장(延在)되는 본관(幹管, trunk pipe)과, 상기 본관에 연결되어 상기 흡수탑 본체의 내벽을 향해 연장되는 지관(枝管, branch pipe)과, 상기 지관으로부터 공급되는 액체를 분무하는 스프레이 노즐을 포함하여 구성되며,

상기 스프레이 노즐은, 상기 지관의 길이 방향에 대해 상기 스프레이 노즐의 분사 영역의 중심선이 이루는 각이 예각(銳角)이 되도록 부착되어 있는 것을 특징으로 하는 배기 가스 처리 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 스프레이 노즐은, 분사 영역에 상기 본관이 포함되지 않는 것과 같은 부착 각도를 갖는 것을 특징으로 하는 배기 가스 처리 장치.

청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

1개의 상기 지관에, 복수의 상기 스프레이 노즐이 설치되어 있으며, 적어도 1개의 상기 스프레이 노즐의 부착 각도가 예각인 것을 특징으로 하는 배기 가스 처리 장치.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 복수의 스프레이 노즐 중, 상기 지관에 대해, 지름 방향 외측에 마련된 상기 스프레이 노즐의 부착 각도는, 지름 방향 내측에 마련된 상기 스프레이 노즐의 부착 각도보다 작은 것을 특징으로 하는 배기 가스 처리 장치.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 스프레이 노즐은, 중공 원추형(hollow cone) 노즐인 것을 특징으로 하는 배기 가스 처리 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 배기 가스 중의 유해 물질(주로 유황산화물(SO_X))을 제거하기 위한 배기 가스 처리 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 배기 가스 중의 SO_X를 제거하기 위한 제거 장치로서, 사이클론 스크러버(cyclone scrubber)를 이용한 배기 가스 처리 장치가 알려져 있다(예컨대, 특허 문헌 1 참조). 특허 문헌 1에 기재된 배연탈황(排煙脫硫, An exhaust smoke desulfurization) 장치는, 원통형의 탑의 바닥부로부터 선회(旋回) 상승하는 가스를, 탑의 중심축 상에 수직으로 설치된 스프레이 배관에 적절한 간격으로 부착된 스프레이 노즐로부터 탑 내 반경 방향으로 분무되는

액(液)과 접촉시켜, 흡수 또는 집진(集塵)을 행한다.

[0003] 특허 문헌 1에 있어서, 스프레이 노즐은, 흡수탑 하부로부터 선회하면서 상승하는 가스 흐름(선회류)과 동일한 선회 방향을 향하며, 흡수액을 수평 방향보다 상방을 향해 분무하기 위하여 수평면에 대해 앙각(仰角)을 갖도록 설치되어 있다. 스프레이 노즐로부터 분무되는 스프레이 미스트(mist)는, 일례로서 수평 방향으로부터 상부 방향에 걸쳐, 거의 원추형상으로 분무된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 공보 제3073972호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그러나, 상기 배연탈황 장치에 있어서는, 수평면 내에서의 스프레이 노즐의 설치 각도에 대해서는 언급되어 있지 않다. 통상, 도 10에 나타내는 바와 같이, 스프레이 노즐(102)은, 스프레이 배관(100)의 지관(枝管, branch pipe; 101)에 90도의 굽힘부를 갖는 엘보(elbow)를 통해 접속되기 때문에, 스프레이 노즐(102)은 지관(101)에 대해 수직으로 설치된다. 이 경우, 스프레이 노즐(102)의 스프레이 패턴이 부채꼴이면, 분무 각도는 넓다 하더라도 120도이기 때문에, 적어도 중심 방향의 30도 분(分)에는 흡수액이 스프레이되지 않는다. 또한, 지관(101)의 연신(延伸) 방향 측의 둘레 벽과 스프레이 노즐(102)의 분사 포트 사이의 거리가 짧기 때문에, 이 부분에 분사되는 흡수액의 비거리(飛距離)는 짧아진다.

[0006] 사이클론 스크러버로 배기 가스 중의 유해 물질을 제거하는 경우의 제거율은, 배기 가스와 흡수액간의 접촉성(주로 접촉 면적과 접촉 시간)과 상관 관계가있다. 따라서, 스프레이 노즐로부터 분사되는 흡수액의 액적(液滴)이 넓은 범위로 확산되지 않는 경우에는 충분한 접촉 면적이 얻어지지 않고, 또한, 비거리가 짧은 경우에는 충분한 접촉 시간이 얻어지지 않기 때문에, 높은 제거율을 얻을 수 없다는 문제가 있다. 이 경우, 원하는 제거율을 얻기 위해서는, 스프레이 노즐의 수를 늘려 접촉성을 확보할 필요가 있어, 사이클론 스크러버의 대형화를 피할 수가 없다.

[0007] 본 발명은 이러한 점을 감안하여 이루어진 것으로서, 유해 물질의 제거율을 향상시키는 동시에, 소형화를 실현한 배기 가스 처리 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은, 기체와 액체를 접촉시켜 가스 흡수를 행하는 배기 가스 처리 장치에 있어서, 내부 공간이 형성된 흡수탑 본체와, 상기 내부 공간의 상하 방향의 소정 영역에 있어서 액체를 분무하는 스프레이 장치와, 상기 흡수탑 본체에 기체를 도입하는 가스 공급 장치를 구비하며, 상기 스프레이 장치는, 상기 내부 공간의 상하 방향의 소정 영역에 걸쳐 연재(延在)되는 본관(幹管, trunk pipe)과, 상기 본관에 연결되어 상기 흡수탑 본체의 내벽을 향해 연장되는 지관(枝管, branch pipe)과, 상기 지관으로부터 공급되는 액체를 분무하는 스프레이 노즐을 포함하여 구성되며, 상기 스프레이 노즐은, 상기 지관의 길이 방향에 대해 상기 스프레이 노즐의 분사 영역의 중심선이 이루는 각도가 예각(銳角)이 되도록 부착되어 있는 것을 특징으로 한다.

[0009] 상기 배기 가스 처리 장치에 의하면, 스프레이 노즐은, 지관의 길이 방향에 대해 스프레이 노즐의 분사 영역의 중심선이 이루는 각도가 예각이 되도록 부착되어 있기 때문에, 흡수탑 본체의 둘레 벽부와 스프레이 노즐의 분사 포트 사이의 거리를 길게 취할 수 있다. 이로써, 흡수탑 본체의 수평 단면(斷面)상에 있어서, 중심 부분도 포함한 넓은 범위로 액적이 분무되기 때문에, 배기 가스와 흡수액간의 접촉 면적을 증대시킬 수가 있다. 또한, 흡수탑 본체의 둘레 벽부와 스프레이 노즐의 분사 포트 사이의 거리를 길게 취함에 따라, 액적의 비거리가 늘어나기 때문에, 배기 가스와 흡수액간의 접촉 시간을 증대시킬 수가 있다.

[0010] 이와 같이, 배기 가스와 흡수액간의 접촉성(주로 접촉 면적과 접촉 시간)을 높일 수 있기 때문에, 하나의 스프레이 노즐에 의한 유해 물질 제거의 효율이 높아져, 가스 처리 장치에 있어서 원하는 제거율을 얻기 위한 스프레이 노즐의 필요 설치 수가 저감된다. 스프레이 노즐의 설치 수 저감에 따라, 본관에 대한 지관의 필요 설치

수도 저감되기 때문에, 본관의 길이를 짧게 할 수 있다. 이로써, 본관을 수용하기 위한 흡수탑 본체의 높이를 억제할 수 있기 때문에, 흡수탑 본체를 소형화할 수 있게 된다.

[0011] 상기 배기 가스 처리 장치에 있어서, 상기 스프레이 노즐은, 분사 영역에 상기 본관이 포함되지 않는 것과 같은 부착 각도를 갖는 것이 바람직하다.

[0012] 또한, 상기 배기 가스 처리 장치에 있어서, 1개의 상기 지관에, 복수의 상기 스프레이 노즐이 설치되어 있으며, 적어도 하나의 상기 스프레이 노즐의 부착 각도가 예각이어도 무방하다.

[0013] 또한, 상기 배기 가스 처리 장치에 있어서, 상기 복수의 스프레이 노즐 중, 상기 지관에 대해, 지름 방향 외측에 마련된 상기 스프레이 노즐의 부착 각도는, 지름 방향 내측에 마련된 상기 스프레이 노즐의 부착 각도보다 작아도 무방하다.

[0014] 또한, 상기 배기 가스 처리 장치에 있어서, 상기 스프레이 노즐은, 중공 원추형(hollow cone) 노즐이어도 무방하다.

발명의 효과

[0015] 본 발명에 의하면, 배기 가스 처리 장치에 있어서, 유해 물질의 제거율을 향상시키는 동시에, 소형화를 실현할 수가 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 실시 형태에 관한 가스 흡수탑을 중심으로 하는 배기 가스 처리 시스템을 나타내는 개략도이다.

도 2A는, 상기 가스 흡수탑의 상면 모식도이고, 도 2B는, 상기 가스 흡수탑의 단면 모식도이다.

도 3은 상기 가스 흡수탑에 있어서의 스프레이 장치의 지관과 스프레이 노즐의 관계를 나타내는 설명도이다.

도 4는 상기 가스 흡수탑에 있어서의 스프레이 장치의 지관과 스프레이 노즐의 관계를 나타내는 설명도이다.

도 5는 중공 원추형 노즐의 일례를 나타내는 단면 모식도이다.

도 6은 가스 흡수탑에 있어서 스프레이 노즐을, 지관에 대해 각도 Θ=90도로 설치한 경우, 지관에 대해 각도 Θ=45도로 설치한 경우에 있어서의, SO_2 제거율을 나타내는 그래프이다.

도 7A는, 스프레이 노즐의 이물(異物) 통과 지름과 액적의 평균 입자 지름의 관계를 나타내는 그래프이고, 도 7B는, 스프레이 노즐의 이물 통과 지름과 분무 압력이 0.3MPa일 때의 스프레이 노즐 1개당 유량의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 8은 스프레이 노즐의 분무 압력과 액적의 평균 입자 지름의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 9는 스프레이 노즐의 종류와 SO_X 제거율의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 10은 종래의 배기 가스 처리 장치에 있어서의 스프레이 장치의 지관과 스프레이 노즐의 관계를 나타내는 설명도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 본 발명의 실시 형태에 대해 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0018] 도 1은, 본 실시 형태에 관한 배기 가스 처리 장치로서의 가스 흡수탑을 중심으로 하는 배기 가스 처리 시스템을 나타내는 개략도이다. 또한, 본 실시 형태에 관한 배기 가스 처리 시스템으로서는, 선박에 사용되는 엔진으로부터 배출되는 배기 가스 중에 포함되는 이산화유황(SO_2)을 제거하는 시스템이 고려된다. 단, 이것으로 한정되지는 않으며, 본 실시 형태에 관한 배기 가스 처리 시스템은, 질소산화물이나 유황산화물 등의 물질을 포함하는 각종 배기 가스의 처리에 적용 가능하다.

[0019] 도 1에 나타내는 바와 같이, 배기 가스 처리 시스템은, 엔진(20)으로부터 배기 가스가 공급되는 가스 흡수탑(10)과, 해수(海水) 가압 펌프 및 해수 흡인(引拔, suction) 펌프를 구비하는 해수 펌프 유닛(30)과, 배수 탱크(40)와, 배수를 여과하는 여과기 유닛(50)으로 주로 구성된다.

[0020] 엔진(20)으로부터 배출된 배기 가스는, 가스 흡수탑(10)에 도입된다. 상기 배기 가스에는, 이산화유황(SO_2)이 50~1500ppm 포함된다. 이러한 배기 가스가 가스 흡수탑(10) 내부에서 상승하는 과정에 있어서, 해수 펌프 유닛(30)을 통해 가스 흡수탑(10)에 도입된 해수를 분무하여, 기액(氣液) 접촉시킨다.

[0021] 배기 가스 내의 이산화유황은, 알칼리성인 해수에 의해, 하기 식 (1) 및 (2)에 나타내는 바와 같이 흡수 제거된다.

[0022] $SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$ (1)

[0023] $H_2SO_3 + 2AOH \rightarrow A_2SO_3 + 2H_2O$ (2)

[0024] 또한, 상기 식 (1) 및 (2)에 있어서, A는 알칼리를 나타낸다.

[0025] 이와 같이 하여 이산화유황이 제거된 배기 가스는, 가스 흡수탑(10)의 상부로부터 대기 중으로 배출된다.

[0026] 가스 흡수탑(10) 내에 분무된 해수는, 가스 흡수탑(10)의 내벽면을 따라 자중(自重)으로 낙하하여, 가스 흡수탑(10) 하방의 저류부(貯留部)에 저류된다. 저류된 해수는, 해수 펌프 유닛(30)을 통해 배수 탱크(40)로 배수된 후, 여과기 유닛(50)에서 여과되어 해양으로 배수된다.

[0027] 이어서, 본 실시 형태에 관한 배기 가스 처리 장치로서의 가스 흡수탑(10)에 대해 구체적으로 설명한다. 도 2A는, 본 실시 형태에 관한 가스 흡수탑(10)의 상면 모식도이고, 도 2B는 가스 흡수탑(10)의 단면 모식도이다.

[0028] 도 2에 나타내는 바와 같이, 가스 흡수탑(10)은, 상하 방향으로 내부 공간이 형성된 흡수탑 본체(11)와, 흡수탑 본체(11)의 내부 공간의 상하 방향의 소정 영역에 있어서 액체를 미스트(mist, 霧) 상태로 분사(분무)하는 스프레이 장치(12)와, 스프레이 장치(12)가 액체를 분무하는 영역보다 하방 위치로부터 흡수탑 본체(11)로 기체를 도입하는 가스 공급 장치(13)와, 스프레이 장치(12)가 액체를 분무하는 영역보다 상방 위치에 설치되며, 흡수탑 본체(11)의 내벽면으로부터 중심축을 향해 링형상으로 돌출되는 동시에, 중심축 쪽의 선단이 적어도 하방으로 되접어 꺾인 액 리턴 부재(liquid return member; 14)와, 스프레이 장치(12)보다 하방 위치에 설치된 배플(baffle; 15)을 구비하고 있다. 여기서, 스프레이 장치(12)는, 도 1에 나타내는 해수 펌프 유닛(30)에 접속되고, 가스 공급 장치(13)는, 도 1에 나타내는 엔진(20)에 접속되어 있다.

[0029] 흡수탑 본체(11)는, 원통 형상의 둘레 벽부(11a)와 원 형상의 바닥 벽부(11b)로 구성된다. 둘레 벽부(11a)는, 어느 부분이든 동일 지름으로 구성되어 있다. 둘레 벽부(11a)의 상단부는 개구되어 있으며, 개구부(11c)가 형성되어 있다. 또한, 본 실시 형태에 있어서 흡수탑 본체(11)는 원통 형상을 가지고 있지만, 흡수탑 본체(11)의 형상은 이것으로 한정되지 않으며, 예컨대, 각통(角筒, square cylinder) 형상이어도 무방하다.

[0030] 스프레이 장치(12)는, 흡수탑 본체(11)의 중심축 상에 설치된다. 스프레이 장치(12)는, 흡수탑 본체(11) 외부로부터 흡수탑 본체(11) 내에 삽입되어, 흡수탑 본체(11)의 중심 위치까지 연장되는 급수관(給水管; 12a)과, 상기 급수관(12a)의 삽입 단부에 연결되고, 흡수탑 본체(11)의 내부 공간의 상하 방향의 소정 영역에 걸쳐 연장되는 본관(幹管)으로서의 수도관(12b)과, 상기 수도관(12b)에 연결되어 흡수탑 본체(11)의 둘레 벽부(11a)를 향해 연장되는 지관(枝管; 12c)과, 각 지관(12c)의 선단에 설치되어, 지관(12c)으로부터 공급되는 액체를 소정 범위로 분무하는 스프레이 노즐(12d)을 포함하여 구성된다. 이러한 스프레이 노즐(12d)은, 자세한 내용에 대해 후술하는 바와 같이, 지관(12c)의 길이 방향에 대해 스프레이 노즐(12d)의 분사 영역의 중심선이 이루는 각이 예각이 되도록 부착되어 있다.

[0031] 상하 방향으로 복수 단(段) 나란히 배치된 지관(12c)은, 상하 방향으로 인접하는 지관(12c)이 직교하도록 교차되어 있다. 또한, 수도관(12b)에 대한 지관(12c)의 배치는 이것으로 한정되지 않으며, 예컨대, 수도관(12b)의 동일 원주 상에, 90도마다 4개의 지관(12c)을 배치하는 구성이어도 무방하다. 또한, 스프레이 노즐(12d)의 재질은, 흡수액으로서 해수를 이용하는 경우의 내식성(耐蝕性)을 얻기 위해 오스테나이트(austenite)계 스테인리스 재(材)가 바람직하다.

[0032] 가스 공급 장치(13)는, 흡수탑 본체(11)의 둘레 벽부(11a)의 접선 방향에 가스 분출 방향이 따르도록 설치되어 있다. 따라서, 가스 공급 장치(13)로부터 도입되는 배기 가스는, 둘레 벽부(11a)의 내주면을 따라 수평 방향으로 분사된다.

[0033] 액 리턴 부재(14)는, 흡수탑 본체(11)의 둘레 벽부(11a)로부터 중심축을 향해 링 형상으로 돌출된 되접어 꺾임면부(bend-back surface section; 14a)와, 되접어 꺾임면부(14a)의 중심축 쪽의 선단으로부터 하방으로 되접어

꺾인 절곡편(折曲片, bend-back piece; 14b)과, 되접어 꺾임면부(14a)의 선단으로부터 액 고임부(liquid reservoir section; 14c)를 형성하도록 상측으로 돌출된 액 고임 벽(14d)과, 액 고임부(14c)에 고인 액체를 낙하시키는 관통 구멍(14e)을 가지고 있다.

[0034] 흡수탑 본체(11)에 부착된 액 리턴 부재(14)의 절곡편(14b) 및 액 고임 벽(14d)으로 둘러싸인 중심축 쪽의 영역은, 개구부(14g)를 구성한다(도 2B 참조). 상기 개구부(14g)는, 흡수탑 본체(11)의 개구부(11c)의 5 ~ 8할 정도의 내경(內徑)을 갖도록 구성된다. 이러한 구성에 의해, 액 리턴 부재(14)를 흡수탑 본체(11)에 부착함에 따른 압력 손실을 억제할 수 있게 된다.

[0035] 배플(15)은, 원반부(15a)와, 원반부(15a)와 흡수탑 본체(11)의 둘레 벽부(11a)를 연결하는 레그부(leg section; 15b)로 구성된다. 원반부(15a)의 외주 부분과 흡수탑 본체(11)의 둘레 벽부(11a)의 사이에는, 액적(液滴)을 흘리기 위한 틈새가 형성되어 있다. 배플(15)은, 흡수탑 본체(11) 내부를, 스프레이 장치(12)에 의해 액체가 분무되는 영역과, 흡수탑 본체(11) 밖으로 배수하기 위한 액체를 저류하는 영역으로 구분하고 있다. 배플(15)의 하방에는, 흡수탑 본체(11) 밖으로 액체를 배수하기 위한 배수관(16)이 설치되어 있다.

[0036] 이와 같이 구성된 가스 흡수탑(10)에 있어서의 배기 가스 처리에 대해 설명한다. 엔진으로부터 배출된 배기 가스는, 가스 공급 장치(13)에 의해, 스프레이 장치(12)가 액체를 분무하는 영역보다 하방 위치에 도입된다. 이 배기 가스는, 둘레 벽부(11a)를 따르도록 주회(周回)하면서 흡수탑 본체(11) 내에서 상승한다.

[0037] 한편, 해수는, 급수관(12a)을 통해 수도관(12b)에 도입된다. 그리고, 해수는, 복수 단(段)의 지관(12c)에 설치된 스프레이 노즐(12d)로부터, 흡수탑 본체(11)의 둘레 벽부(11a)를 향해 분무된다.

[0038] 따라서, 흡수탑 본체(11) 내에서 선회(旋回) 상승하는 배기 가스는, 각 단에 설치된 지관(12c)에 설치된 스프레이 노즐(12d)로부터 분무되는 해수와 기액 접촉하여, 배기 가스 내의 이산화유황이 흡수 제거된다. 이산화유황이 제거된 배기 가스는, 흡수탑 본체(11)의 상부에 형성된 개구부(11c)로부터 대기 중으로 배기된다.

[0039] 액적이 된 해수는, 선회류에 의한 원심력에 의해 둘레 벽부(11a)에 밀어붙여져 자중으로 낙하한다. 그러나, 일부 해수는, 선회 상승류에 의해 흡수탑 본체(11) 내부를 타고 상승한다.

[0040] 흡수탑 본체(11)의 중심부는 가스 유속이 0m/s 또는 그 근방 값이며, 둘레 벽부(11a) 근방은 중심부에 비해 가스 유속이 빠르기 때문에, 해수는 원심력에 의해 둘레 벽부(11a)를 따라 상승한다. 둘레 벽부(11a)를 따라 상승한 해수는, 최하단(最下段)의 액 리턴 부재(14)에 의해 상승이 방해되어, 되접어 꺾임면부(14a)의 하면과 절곡편(14b)의 주변에 체류한다. 체류한 액체가 일정한 크기를 초과하면, 액적이 되어 자중으로 낙하한다.

[0041] 그러나, 해수의 일부는, 액적이 되지 않고 상기 절곡편(14b)을 넘어, 원심력에 의해 액 리턴 부재(14)의 절곡편(14b) 및 액 고임 벽(14d)의 내주면을 따라 상승하며, 액 리턴 부재(14)와 액 리턴 부재(14) 사이의 둘레 벽부(11a)에서 더욱 상승한다. 이와 같이, 다음 단의 액 리턴 부재(14)까지 도달한 해수는, 상기 액 리턴 부재(14)에 의해 상승이 방해되어, 되접어 꺾임면부(14a)의 하면과 절곡편(14b)의 주변에 체류한다. 체류한 액체가 일정한 크기를 초과하면, 액적이 되어 자중으로 낙하한다. 낙하한 액적은, 하단의 액 고임부(14c)에 모이며, 일정량을 초과하면, 관통 구멍(14e)을 통해 흡수탑 본체(11)의 하방으로 낙하한다.

[0042] 흡수탑 본체(11)의 둘레 벽부(11a) 근방은, 흡수탑 본체(11)의 중심부에 비해 가스 유속이 빠르기 때문에, 관통 구멍(14e)이 둘레 벽부(11a) 근방에 형성되어 있으면, 상승류의 영향을 받아 관통 구멍(14e)으로부터 액적이 낙하하지 않는 사태가 일어날 수 있다. 이에, 관통 구멍(14e)은, 둘레 벽부(11a) 근방에 비해 가스 유속이 느린, 둘레 벽부(11a)로부터 떨어진 위치에 형성함으로써, 상승류의 영향을 약화시켜 관통 구멍(14e)으로부터 액적을 낙하시킬 수가 있다.

[0043] 액 리턴 부재(14)는 상하 방향으로 복수 단 설치되어 있기 때문에, 액 리턴 부재(14)에 의한 해수의 상승은 복수 회에 걸쳐 방해된다. 따라서, 해수가 상승하여 흡수탑 본체(11)의 개구부(11c)로부터 유출되는 사태를, 효과적으로 방지할 수가 있다.

[0044] 또한, 액 리턴 부재(14)를 흡수탑 본체(11)에 부착하였다 하더라도, 액 리턴 부재(14)는 흡수탑 본체(11)의 둘레 벽부(11a)로부터 중심축을 향해 링 형상으로 돌출된 형상을 가지며, 중심축 쪽에는 개구부(14g)가 형성되어 있기 때문에, 액 리턴 부재(14)를 부착함에 따른 압력 손실을 경감시킬 수가 있다. 또한, 액 리턴 부재(14)에 의해 막힘이 발생하는 일도 없어, 번잡한 유지 관리는 불필요하다.

[0045] 낙하한 액적은, 흡수탑 본체(11)의 하방에 설치된 배플(15)에 의해 그 선회가 정지된 후, 배플(15) 및 둘레 벽부(11a)를 타고, 흡수탑 본체(11)의 바닥 벽부(11b)와 그 주위의 둘레 벽부(11a)로 구성되는 저류부에

저류된다. 저류된 액체는, 배수관(16)을 통해 흡수탑 본체(11)의 외부로 배수된다.

[0046] 이어서, 가스 흡수탑(10)에 있어서의 스프레이 장치(12)의 스프레이 노즐(12d)에 대해 자세히 설명한다. 먼저, 스프레이 노즐(12d)의 지관(12c)에 대한 부착 각도에 대하여, 도면을 참조하여 설명한다. 도 3 및 도 4는, 가스 흡수탑(10)에 있어서의 스프레이 장치(12)의 지관(12c)과 스프레이 노즐(12d)의 관계를 나타내는 설명도이다. 또한, 도 3 및 도 4에 있어서는, 스프레이 노즐(12d)의 분사 영역을 1점 쇄선(鎖線)에 의해 나타내고 있다.

[0047] 도 3A에 나타내는 바와 같이, 스프레이 노즐(12d)은, 각 지관(12c)과 동일 평면 상이며, 각 지관(12c)에 대해 분사 방향이 내측으로 기울어 부착되어 있다. 구체적으로는, 도 3B에 나타내는 바와 같이, 스프레이 노즐(12d)은, 지관(12c)의 길이 방향에 대해 스프레이 노즐(12d)의 분사 영역의 중심선의 연장선이 이루는 각도(Θ)가 예각이 되도록 부착되어 있다.

[0048] 각도(Θ)는, 스프레이 노즐(12d)로부터 분무되는 액적이 수도관(12b)에 튀지 않도록 스프레이 노즐(12d)의 분무 각도의 반(半分)으로 설정하는 것이 바람직하다. 스프레이 노즐(12d)로부터 분무되는 액적이 수도관(12b)에 튐에 따라, 수도관(12b)이 열화(劣化)되는 것을 방지하기 위함이다. 예컨대, 스프레이 노즐(12d)의 분무 각도가 90도이면 각도(Θ)는 45도로 설정하고, 스프레이 노즐(12d)의 분무 각도가 120도이면 각도(Θ)는 60도로 설정한다.

[0049] 이와 같이 스프레이 노즐(12d)의 부착 각도(Θ)가 예각을 갖도록 설치함으로써, 흡수탑 본체(11)의 둘레 벽부(11a)와 스프레이 노즐(12d)의 분사 포트 사이의 거리를 길게 취할 수 있다. 이로써, 도 3A에 나타내는 바와 같이, 흡수탑 본체(11)의 수평 단면상에 있어서, 중심 부분도 포함한 넓은 범위로 액적이 분무된다. 따라서, 스프레이 노즐(12d)을 지관(12c)에 대해 수직으로 설치하는 경우(도 10 참조)에 비해, 배기 가스와 흡수액간의 접촉 면적을 증대시킬 수가 있다.

[0050] 또한, 이와 같이 스프레이 노즐(12d)의 부착 각도(Θ)가 예각을 갖도록 설치함으로써, 스프레이 노즐(12d)을 지관(12c)에 대해 수직으로 설치하는 경우에 비해, 지관(12c)의 연신(延伸) 방향 쪽의 둘레 벽부(11a)와 스프레이 노즐(12d)의 분사 포트 사이의 거리가 길어진다. 이로써, 이 부분에 분사되는 액적의 비거리가 늘어나기 때문에, 배기 가스와 흡수액간의 접촉 시간을 증대시킬 수가 있다.

[0051] 따라서, 스프레이 노즐(12d)을 지관(12c)에 대해 예각으로 설치함으로써, 스프레이 노즐(12d)을 지관(12c)에 수직으로 설치하는 경우에 비해, 배기 가스와 흡수액간의 접촉성(주로 접촉 면적과 접촉 시간)을 높일 수 있으며, 유해 물질의 제거율이 향상된다.

[0052] 또한, 도 4A에 나타내는 바와 같이, 1개의 지관(12c)에 대해, 복수(도 4A에서 2개)의 스프레이 노즐(12d)을 설치하는 구성으로 하여도 무방하다. 도 4A에 있어서는, 각 지관(12c)의 선단과 중앙 근방에 각각 스프레이 노즐(12d1)과 스프레이 노즐(12d2)이 설치되어 있다. 스프레이 노즐(12d1)과 스프레이 노즐(12d2)은, 각각 지관(12c)에 대한 부착 각도(Θ; Θ1, Θ2)가 동일한 각도여도 무방하고, 다른 각도여도 무방하다. 2개의 스프레이 노즐(12d1,12d2)의 부착 각도(Θ; Θ1, Θ2)를 조정함으로써, 지관(12c)에 대해 1개의 스프레이 노즐(12d)을 설치하는 경우에 비해, 보다 광범위하게 액적을 분무할 수 있게 된다.

[0053] 복수의 스프레이 노즐(12d)의 부착 각도(Θ)에 대해서는, 적절하게 조정할 수 있다. 예컨대, 복수의 스프레이 노즐(12d) 중, 적어도 1개의 스프레이 노즐(12d)의 부착 각도(Θ)가 예각이면, 나머지 스프레이 노즐(12d)의 부착 각도(Θ)는 90도 이상이어도 무방하다. 그러나, 복수의 스프레이 노즐(12d)의 부착 각도(Θ)에 대해서는, 다음의 양태를 취하는 것이 바람직하다.

[0054] 즉, 2개의 스프레이 노즐(12d1,12d2)의 부착 각도(Θ; Θ1, Θ2)가, 도 4B에 나타내는 바와 같이, 지관(12c)의 길이 방향에 대해 스프레이 노즐(12d1)의 분사 영역의 중심선의 연장선이 이루는 각도(Θ1)와, 지관(12c)의 길이 방향에 대해 스프레이 노즐(12d2)의 분사 영역의 중심선의 연장선이 이루는 각도(Θ2)가 모두 예각이며, 또한, Θ1<Θ2가 되도록 조정하는 것이 바람직하다. 이와 같이 조정함으로써, 1개의 지관(12c)에 대해 복수의 스프레이 노즐(12d; 12d1,12d2)을 설치한 경우에 있어서도, 각각의 스프레이 노즐(12d1,12d2)로부터 분무하는 흡수액이 수도관(12b)에 튀지 않도록 배려하면서, 흡수액을 광범위하게 분무할 수가 있다.

[0055] 이와 같이, 1개의 지관(12c)에 대해, 복수의 스프레이 노즐(12d)을 설치하는 구성으로 함으로써, 흡수탑 본체(11)의 내부 공간에 대한 분사 영역을 넓게 취할 수가 있다. 이 때문에, 배기 가스와 흡수액간의 접촉성(주로 접촉 면적과 접촉 시간)을 보다 한층 높일 수 있으며, 유해 물질의 제거율이 향상된다.

[0056] 스프레이 노즐(12d)은, 일반적인 배관재로서의 엘보, 직선형 엘보(straight elbow) 등의 조인트를 이용하여, 지관(12c)에 접속할 수 있다. 예컨대, 지관(12c)으로서 긴 니플(long nipples)을 이용하여, 양단에 엘보를 비틀어 넣는 동시에, 상기 엘보에 직선형 엘보를 비틀어 넣고, 상기 직선형 엘보에 직선 형상의 스프레이 노즐(12d)을 설치한다. 또한, 스프레이 노즐(12d)이 90도의 굽힘부를 갖는 경우에는, 직선형 엘보를 통하지 않고 엘보에 직접 스프레이 노즐(12d)을 접속할 수도 있다.

[0057] 스프레이 노즐(12d)로서는, 예컨대, 부채꼴, 중실(中實) 원추형(full cone), 중공 원추형 등의 각종 분무 패턴 중 어느 하나를 갖는 직선 형상의 스프레이 노즐을 적용할 수 있다. 이러한 스프레이 노즐(12d)로 함으로써, 수평면 내에 있어서의 설치 각도뿐만 아니라, 수평면에 대한 앙부각(仰俯角)을 조정할 수도 있게 된다. 스프레이 노즐(12d)의 앙부각을 조정함으로써, 분무되는 액적을 수평면에 대해 상방을 향하거나 또는 하방을 향하게 할 수 있다. 이로써, 분무되는 액적의 비거리가 늘어나, 유해 물질의 제거율이 향상된다. 또한, 이 경우의 비거리란, 스프레이 노즐(12d)의 분사 포트로부터 분사된 액적이, 흡수탑 본체(11)의 둘레 벽부(11a)에 도달할 때까지의 거리를 가리킨다.

[0058] 가스 흡수탑(10)을 선박에 있어서의 배기 가스 처리 장치로서 적용할 경우, 흡수탑 본체(11)를 소형화하여, 그 설치 공간을 작게 할 것이 요구된다. 흡수탑 본체(11)를 소형화하기 위해서는, 유해 물질의 제거율을 향상시킬 필요가 있게 된다.

[0059] 또한, 가스 흡수탑(10)에 있어서, 엔진(20)이나 보일러 등의 배기 가스 발생원의 부하(負荷)의 감소에 따라, 스프레이 장치(12)의 스프레이 노즐(12d)로부터 분사되는 흡수액의 양을 감소시킴으로써, 해수 펌프 유닛(30)의 소요 동력을 저감할 수 있게 된다. 그러나, 스프레이 노즐(12d)로부터 분사되는 흡수액의 양을 감소시키면, 스프레이 노즐(12d)로부터 분사되는 액적의 성상(性狀)이 악화될 우려가 있다. 예컨대, 스프레이 노즐(12d)로서 부채꼴 노즐을 이용한 경우에는, 흡수액 유량의 감소에 따라 토출압이 하강하여, 흡수액이 분사 포트에서 액막(液膜)이 됨에 따라, 액적이 되지 않을 우려가 있다.

[0060] 이에, 스프레이 노즐(12d)로서는, 도 5에 나타내는 바와 같은 중공 원추형 노즐(120)을 이용하는 것이 바람직하다. 도 5는, 중공 원추형 노즐(120)의 일례를 나타내는 단면 모식도이다. 도 5에 나타내는 바와 같이, 중공 원추형 노즐(120)은, 노즐 본체(121)와 캡(cap; 122)을 구비하여 구성된다. 노즐 본체(121)는, 흡수액이 유입되는 유입 구멍(121a)과, 상기 유입 구멍(121a)에 대해 대략 직교하여 연통(連通)되는 선회류 챔버(旋流室, revolving flow chamber; 121b)를 포함하여 구성된다. 캡(122)에는, 분사 포트(122a)가 형성되어 있다. 노즐 본체(121)에 캡(122)을 부착함으로써, 선회류 챔버(121b)와 분사 포트(122a)는 수직 방향으로 연속하여 형성된다.

[0061] 선회류 챔버(121b)에 있어서, 유입 구멍(121a)으로부터 선회류 챔버(121b)로 공급된 흡수액은, 선회류 챔버(121b)의 축선 주위로 선회하는 선회류가 된다. 이로써, 선회류 챔버(121b)의 축선 주위는, 에어 코어(空氣芯, air core; 123)가 발생하는 동시에, 분사 포트(122a)로부터 분사되는 흡수액은 중공 원추 형상이 된다.

[0062] 스프레이 노즐(12d)로서, 중공 원추형 노즐(120)을 이용한 경우에는, 스프레이 노즐(12d)에 공급되는 흡수액 유량이 감소하였다 하더라도, 흡수액을 선회류 챔버(121b)에서 선회시켜 분사하기 때문에, 분사 포트(122a)에 있어서 액막을 형성하지 않고, 적절한 액적의 성상을 유지할 수 있게 된다.

[0063] 또한, 중공 원추형 노즐(120)에는, 에어 코어(123)가 존재하기 때문에, 다른 부채꼴 노즐이나 중실 원추형 노즐에 비해, 구조상 이물(異物) 통과 지름이 크다. 이 때문에, 스프레이 노즐(12d)로서, 중공 원추형 노즐(120)을 이용함으로써, 흡수액으로서 이용하는 해수 또는 알칼리 액 중의 이물에 기인하는 스프레이 노즐(12d)의 막힘을 방지할 수 있게 된다. 따라서, 스프레이 노즐(12d)에 대한 이물의 막힘을 방지하기 위해 흡수액을 스트레이너(strainer)로 여과하는 구성을 채용하는 경우에는, 스트레이너의 메쉬(mesh)를 성기게 할 수 있어, 압력 손실의 저감 및 유지 관리 빈도의 저감이 가능해진다.

[0064] 가스 흡수탑(10)에 있어서, 유해 물질의 제거율을 향상시키기 위해서는, 배기 가스와 흡수액간의 접촉성(접촉면적과 접촉 시간)을 높일 필요가 있다. 여기서, 배기 가스와 흡수액간의 접촉 면적을 증대시키기 위해서는, 액적의 표면적을 증대시킬 필요가 있다. 액적의 표면적을 증대시키는 방법으로서, (1) 스프레이 노즐(12d)에 공급되는 흡수액 유량을 증대시키는 방법, (2) 스프레이 노즐(12d)로부터 분사되는 액적의 액적 지름을 작게 하는 방법, 혹은 (3) 스프레이 노즐(12d)의 분사 포트로부터 분사된 액적의 둘레 벽부(11a)까지의 비행 시간을 길게 하는 방법 등을 들 수 있다.

[0065] (1) 스프레이 노즐(12d)에 공급되는 흡수액 유량을 증대시키는 방법에 있어서, 흡수액 유량은, 흡수탑 본체(11)

내에 공급되는 유해 물질(SO_X)의 유량에 의해 결정된다. 즉, 흡수액 유량은, SO_X의 흡수에 필요한 화학 당량(當量)에 일정한 안전율(safety ratio)을 곱함으로써 결정된다. 또한, 안전율은, 1.01 이상 1.5 이하이고, 바람직하게는 1.2이다.

[0066] (2) 스프레이 노즐(12d)로부터 분사되는 액적의 액적 지름을 작게 하는 방법에 있어서, 일반적으로, 액적을 미세화하기 위해서는, 스프레이 노즐(12d)에 공급하는 흡수액 유량을 감소시키는 동시에, 토출압을 상승시킬 필요가 있다. 1개의 스프레이 노즐(12d)에 공급하는 흡수액 유량을 감소시키면, 가스 흡수탑(10) 전체에 있어서의 스프레이 노즐(12d)의 설치 개수를 증대시킬 필요가 있기 때문에, 가스 흡수탑(10)의 대형화 및 비용 증대로 이어진다. 또한, 토출압을 상승시키면, 흡수액을 토출하기 위한 펌프의 동력이 상승하여, 펌프 용량의 증대와 소비 전력의 증대로 이어진다.

[0067] 이에, 스프레이 노즐(12d)에 공급하는 흡수액 유량 및 토출압을 동일 조건으로 한 경우에, 가장 액적 지름이 작아지는 노즐을 선정할 필요가 있게 된다. 여기서, 스프레이 노즐(12d)에 공급하는 흡수액 유량 및 토출압을 동일 조건으로 한 경우에, 중공 원추형 노즐은, 다른 부채꼴 노즐이나 중실 원추형 노즐에 비해, 분무되는 액적 지름이 가장 작게 된다. 이 때문에, 스프레이 노즐(12d)로서, 중공 원추형 노즐을 이용함으로써, 스프레이 노즐(12d)로부터 분사되는 액적의 액적 지름을 작게, 즉 액적의 표면적을 증대시켜 유해 물질의 제거율을 높일 수 있게 된다.

[0068] (3) 스프레이 노즐(12d)의 분사 포트로부터 분사된 액적의 둘레 벽부(11a)까지의 비행 시간을 길게 하는 방법에 대해서는, 스프레이 노즐(12d)의 앙부각을 조정하여, 분사되는 액적을 수평면에 대해 상방을 향하거나 또는 하방을 향하게 함으로써, 액적의 비거리를 늘릴 수가 있다. 이로써, 스프레이 노즐(12d)의 분사 포트로부터 분사되는 액적이 둘레 벽부(11a)까지 도달하는 비행 시간을 길게 할 수가 있다.

[0069] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시 형태에 관한 가스 흡수탑(10)에 의하면, 스프레이 노즐(12d)은, 지관(12c)의 길이 방향에 대해 스프레이 노즐(12d)의 분사 영역의 중심선과 지관(12c)이 이루는 각도(Θ)가 예각이 되도록 부착되어 있기 때문에, 흡수탑 본체(11)의 둘레 벽부(11a)와 스프레이 노즐(12d)의 분사 포트 사이의 거리를 길게 취할 수 있다. 이로써, 흡수탑 본체(11)의 수평 단면상에 있어서, 중심 부분도 포함한 넓은 범위로 액적이 분무되기 때문에, 배기 가스와 흡수액간의 접촉 면적을 증대시킬 수가 있다. 또한, 흡수탑 본체(11)의 둘레 벽부(11a)와 스프레이 노즐(12d)의 분사 포트 사이의 거리를 길게 함으로써, 액적의 비거리가 늘어나기 때문에, 배기 가스와 흡수액간의 접촉 시간을 증대시킬 수가 있다.

[0070] 이와 같이, 배기 가스와 흡수액간의 접촉성(주로 접촉 면적과 접촉 시간)을 높일 수 있기 때문에, 하나의 스프레이 노즐(12d)에 의한 유해 물질 제거의 효율이 높아져, 가스 흡수탑(10)에 있어서 원하는 제거율을 얻기 위한 스프레이 노즐(12d)의 필요 설치 수가 저감된다. 스프레이 노즐(12d)의 설치 수 저감에 따라, 수도관(12b)(본관)에 대한 지관(12c)의 필요 설치 수도 저감되기 때문에, 수도관(12b)의 길이를 짧게 할 수 있다. 이로써, 수도관(12b)을 수용하기 위한 흡수탑 본체(11)의 높이를 억제할 수 있기 때문에, 흡수탑 본체(11)를 소형화할 수 있게 된다.

[0071] 본 실시 형태에 관한 가스 흡수탑(10)에 의하면, 흡수탑 본체(11)의 높이를 억제하여 선박의 기관실이나 갑판(데크) 내에 가스 흡수탑(10)을 설치할 수 있기 때문에, 배기 가스 처리 장치로서의 가스 흡수탑(10)의 설치성이 향상된다.

[0072] 또한, 가스 흡수탑(10)의 소형화에 따라, 사용하는 부재 수를 저감할 수 있기 때문에, 가스 흡수탑(10)의 저(低)가격화를 달성할 수 있게 된다. 또한, 스프레이 노즐(12d)로서 중공 원추형 노즐을 이용함으로써, 펌프 동력이나 유지 보수 비용을 저감시킬 수 있기 때문에, 더욱 저가격화를 달성할 수 있게 된다.

[0073] (실시예 1)

[0074] 도 6은, 가스 흡수탑에 있어서 스프레이 노즐을, (A) 지관에 대해 각도 Θ=90도로 설치한 경우와, (B) 지관에 대해 각도 Θ=45도로 설치한 경우에 있어서의, SO_2 제거율을 나타내는 그래프이다. 도 6에 있어서, 종축(縱軸)은 SO_2 제거율(%)이며, 횡축(橫軸)은 가스 유속(m/s)이다. 또한, 그래프(X)는, SO_2 제거율의 목표 라인을 나타낸다.

[0075] 도 6에 있어서는, 수도관에 대해 피치 90㎜로 지관을 설치하고, 스프레이 노즐을 64개 설치한 경우의 그래프를 나타내고 있다. 또한, 그래프(A)에 있어서의 스프레이 노즐에는, 흡수액으로서의 해수를 분당(매분(每分)) 190 리터 공급하고 있으며, 그래프(B)에 있어서의 스프레이 노즐에는, 해수를 분당 180 리터 공급하고 있다.

[0076] 스프레이 노즐을 지관에 대해 각도 Θ=90도로 설치한 경우에는, 어떠한 가스 유량에 있어서도 목표 라인(X)을 넘지 못하고 있다(그래프(A) 참조). 한편, 스프레이 노즐을 지관에 대해 각도 Θ=45도로 설치한 경우에는, 모든 가스 유량에 대해 목표 라인(X)을 초과하고 있다(그래프(B) 참조).

[0077] 이러한 결과로부터, 스프레이 노즐을 지관에 대해 예각으로 설치함으로써, 스프레이 노즐을 지관에 수직으로 설치하는 경우에 비해, 유해 물질의 제거율이 향상되며, 목표 성능이 얻어짐을 알 수 있다.

[0078] (실시예 2)

[0079] 도 7A는, 스프레이 노즐의 이물 통과 지름과 액적의 평균 입자 지름의 관계를 나타내는 그래프이고, 도 7B는, 스프레이 노즐의 이물 통과 지름과 분무 압력이 0.3MPa일 때의 스프레이 노즐 1개당 유량의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 7A에 있어서, 종축은 평균 입자 지름(㎛)이며, 횡축은 이물 통과 지름(㎜)이다. 도 7B에 있어서, 종축은 유량(L/min)이며, 횡축은 이물 통과 지름(㎜)이다.

[0080] 도 7A에 있어서, 그래프(D1)는 스프레이 노즐로서 부채꼴 노즐을 이용한 경우를 나타내고, 그래프(E1)는 스프레이 노즐로서 중실 원추형 노즐을 이용한 경우를 나타내며, 그래프(F1)는 스프레이 노즐로서 중공 원추형 노즐을 이용한 경우를 나타내고 있다. 도 7B에 있어서, 그래프(D2)는 스프레이 노즐로서 부채꼴 노즐을 이용한 경우를 나타내고, 그래프(E2)는 스프레이 노즐로서 중실 원추형 노즐을 이용한 경우를 나타내며, 그래프(F2)는 스프레이 노즐로서 중공 원추형 노즐을 이용한 경우를 나타내고 있다.

[0081] 도 7A에 나타내는 바와 같이, 동일한 평균 입자 지름이면, 중공 원추형 노즐의 이물 통과 지름이 가장 크므로, 노즐이 막힐 위험이 낮음을 알 수 있다. 또한, 도 7B에 나타내는 바와 같이, 동일한 유량 조건이면, 중공 원추형 노즐의 이물 통과 지름이 가장 크므로, 노즐이 막힐 위험이 낮음을 알 수 있다.

[0082] 이러한 결과로부터, 스프레이 노즐로서 중공 원추형 노즐을 이용하면, 이물 통과 지름을 크게 할 수 있기 때문에, 이물에 의한 노즐의 폐색(閉塞) 위험을 저감시킬 수 있게 됨을 알 수 있다.

[0083] (실시예 3)

[0084] 도 8은, 스프레이 노즐의 분무 압력과 액적의 평균 입자 지름의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 8에 있어서, 종축은 사우터(Sauter) 평균 입자 지름 d_{32}(㎛)이며, 횡축은 분무 압력 P(MPa)이다. 또한, 도 8에 있어서, 그래프(G)는 스프레이 노즐로서 부채꼴 노즐을 이용한 경우를 나타내고, 그래프(H)는 스프레이 노즐로서 중실 원추형 노즐을 이용한 경우를 나타내며, 그래프(I)는 스프레이 노즐로서 중공 원추형 노즐을 이용한 경우를 나타내고 있다.

[0085] 도 8에 나타내는 바와 같이, 동일한 분무 압력 및 분무 유량이면, 중공 원추형 노즐의 평균 입자 지름이 가장 작은 것을 알 수 있다.

[0086] 상기 결과로부터, 스프레이 노즐로서 중공 원추형 노즐을 이용하면, 스프레이 노즐로부터 분사되는 액적의 액적 지름을 작게 할 수 있기 때문에, 배기 가스와 흡수액이 접촉하는 표면적이 커짐에 따라, 유해 물질의 제거율을 높일 수 있게 됨을 알 수 있다.

[0087] (실시예 4)

[0088] 도 9는, 스프레이 노즐의 종류와 SO_X 제거율의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 9에 있어서, 종축은 SO_X 제거율(%)이며, 횡축은 가스 유속(m/s)이다. 또한, 도 9에 있어서, 그래프(J)는 스프레이 노즐로서 부채꼴 노즐을 이용한 경우를 나타내고, 그래프(K)는 스프레이 노즐로서 중실 원추형 노즐을 이용한 경우를 나타내며, 그래프(L)는 스프레이 노즐로서 중공 원추형 노즐을 이용한 경우를 나타내고 있다.

[0089] 도 9에 나타내는 바와 같이, 실험 조건을 각 노즐에서 동등하게 한 경우, 중공 원추형 노즐의 SO_X 제거율이 가장 높다는 것을 알 수 있다.

[0090] 이러한 결과로부터, 스프레이 노즐로서 중공 원추형 노즐을 이용하면, 가스 흡수탑의 SO_X 제거율을 향상시킬 수 있음을 알 수가 있다.

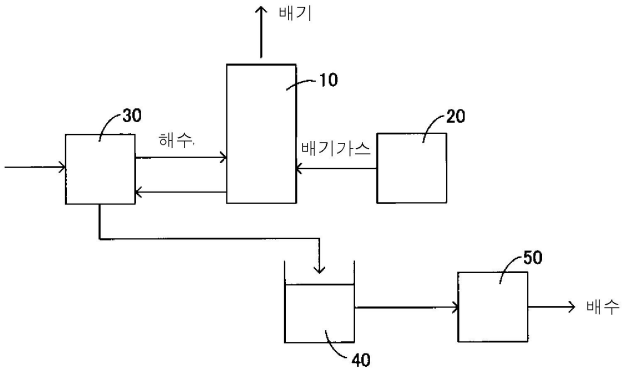
[0091] 또한, 본 발명은 상기 실시 형태로 한정되지 않으며, 다양하게 변경하여 실시할 수 있다. 상기 실시 형태에 있어서, 첨부 도면에 도시되어 있는 크기나 형상 등에 대해서는, 이것으로 한정되지 않으며, 본 발명의 효과를 발휘하는 범위 내에서 적절하게 변경 가능하다. 그 밖에, 본 발명의 목적의 범위를 벗어나지 않는 한 적절하게

변경하여 실시할 수 있다.

[0092] 본 출원은, 2012년 12월 19일 출원된 일본 특허 출원 제2012-276654호에 근거한다. 그 내용은 모두 여기에 포함시켜 둔다.

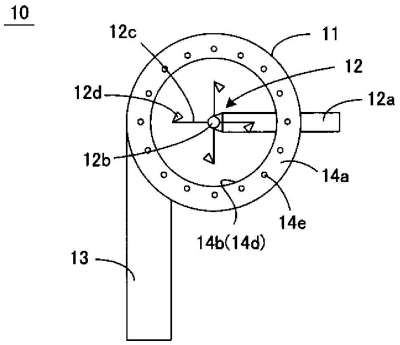
도면

도면1

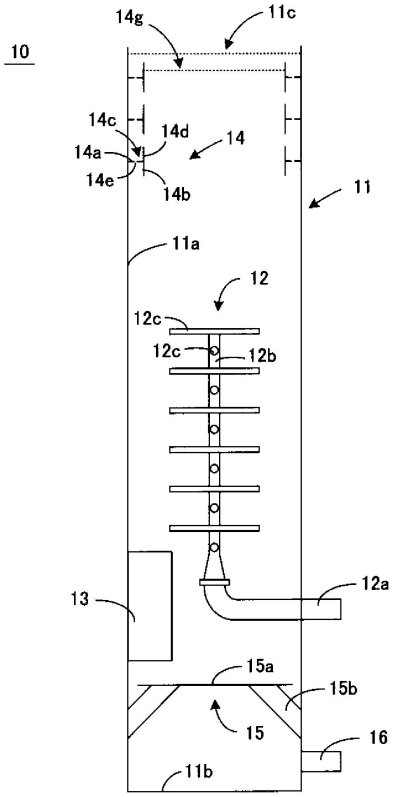


도면2

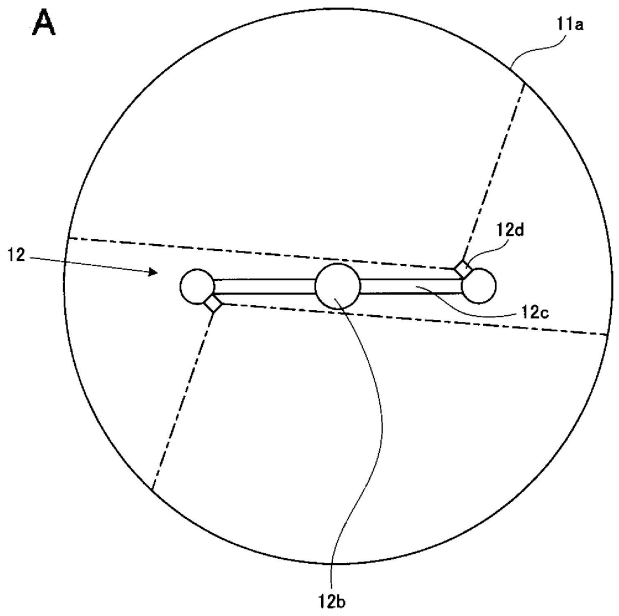
A

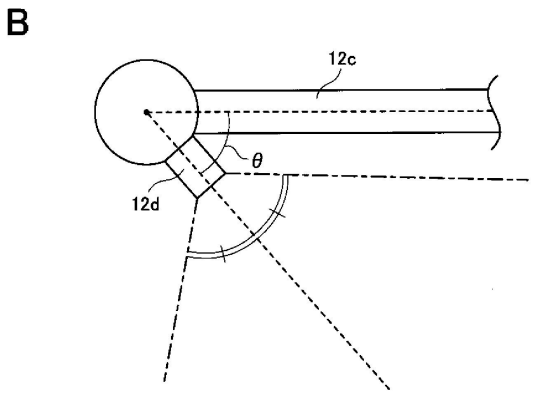

10
12c
11
12
12d
12a
12b
14a
14e
14b(14d)
13

B

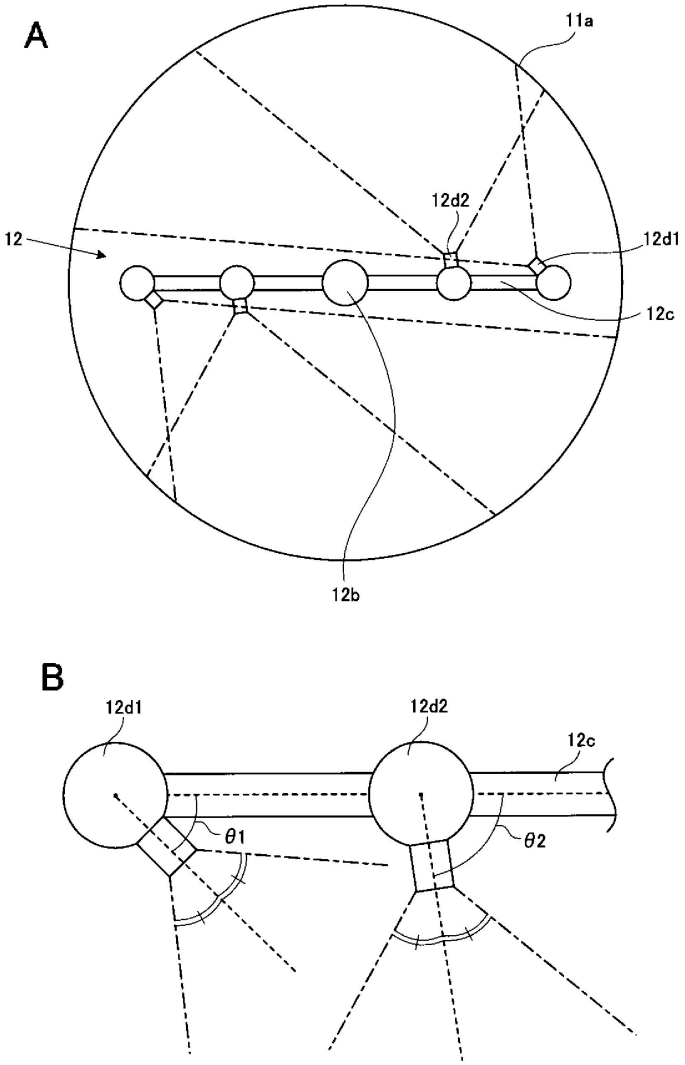

10
14g
11c
14c
14d
14
14a
14e
14b
11
11a
12
12c
12c
12b
13
12a
15a
15b
15
16
11b

도면3

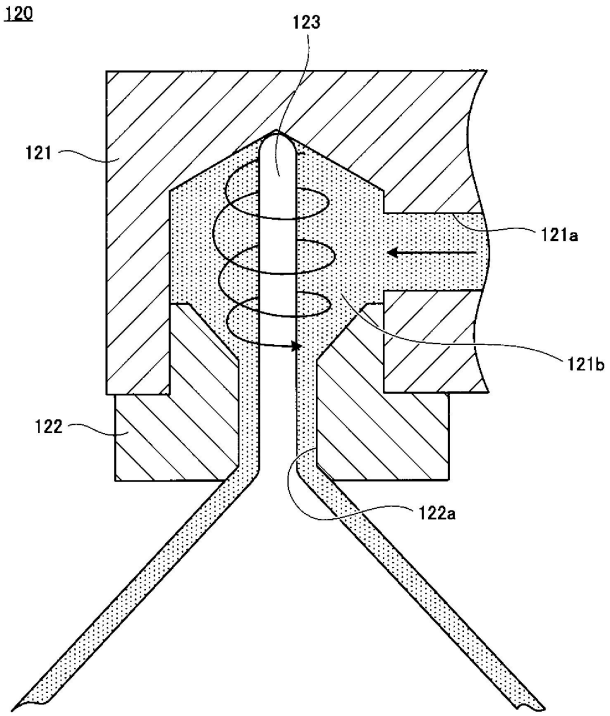




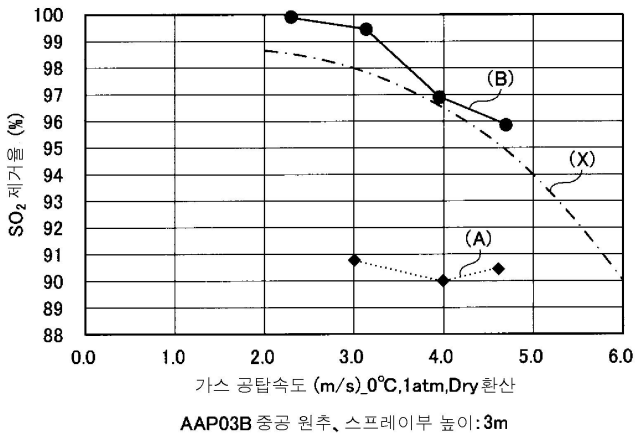
도면4



도면5

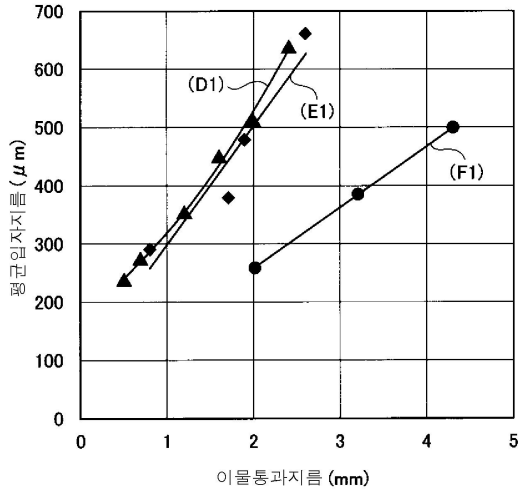

120
123
121
121a
121b
122
122a

도면6


100
99
98
97
96
95
94
93
92
91
90
89
88
SO2 제거율 (%)
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
(B)
(X)
(A)
가스 공탑속도 (m/s)_0℃,1atm,Dry환산
AAP03B 중공 원추、스프레이부 높이:3m

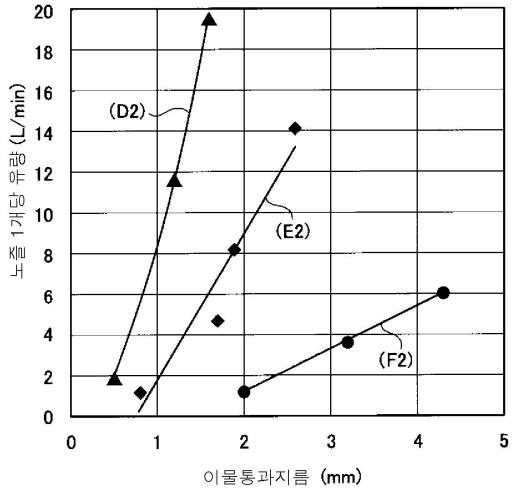
도면7

A



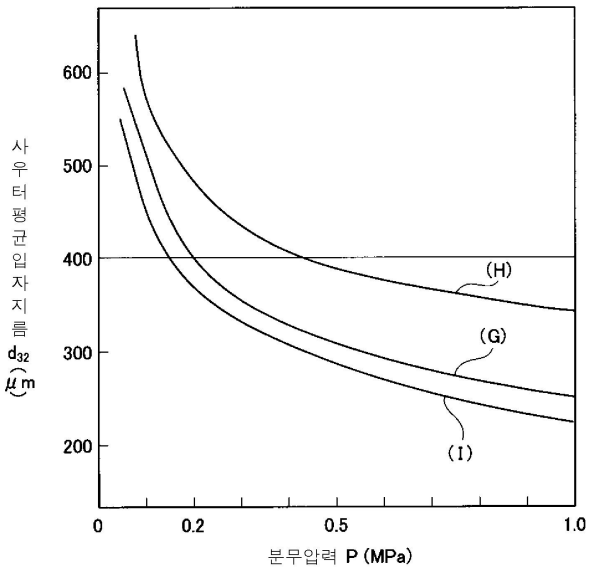
이물통과지름과 평균입자지름의 관계

B



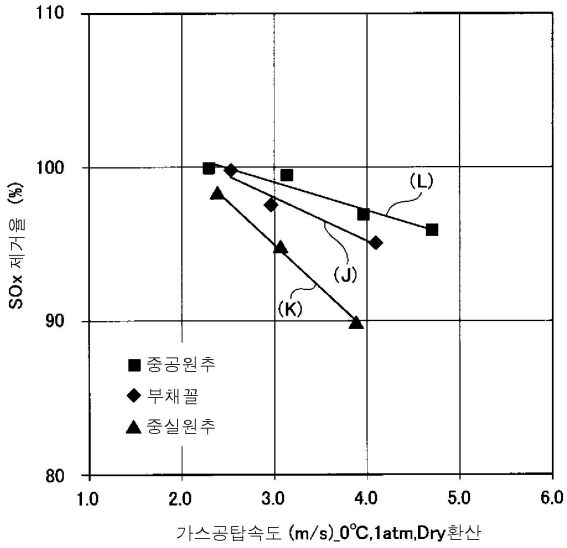
이물통과지름과 유량의 관계

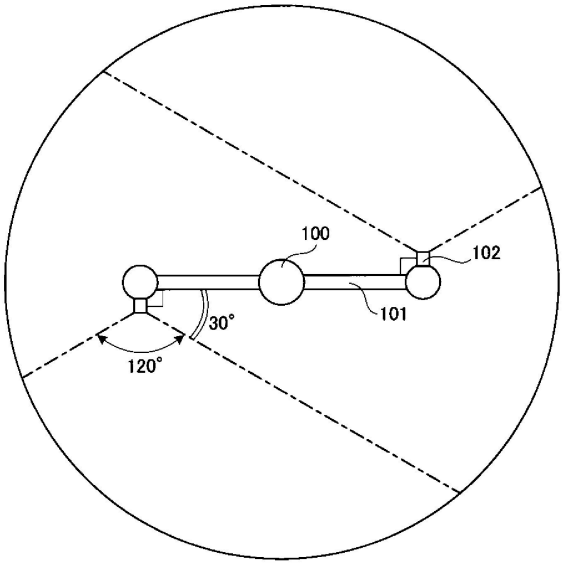
도면8



분무압력과 평균입자지름의 관계

도면9



노즐의 종류와SOx제거율의 관계

도면10