



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0030176

(43) 공개일자 2016년03월16일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 53/60 (2006.01) *B01D 47/06* (2006.01)
B01D 53/50 (2006.01) *B01D 53/56* (2006.01)
B01D 53/79 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B01D 53/60 (2013.01)
B01D 47/06 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7000820
- (22) 출원일자(국제) 2014년06월16일
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2016년01월12일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2014/065909
- (87) 국제공개번호 WO 2015/005066
 국제공개일자 2015년01월15일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2013-145624 2013년07월11일 일본(JP)
 JP-P-2013-238845 2013년11월19일 일본(JP)

- (71) 출원인
 고리츠다이가쿠호징 오사카후리츠다이가쿠
 일본 오사카후 사카이시 나카쿠 가쿠엔초 1방 1고
 니혼 야마무라가라스 가부시카이사
 일본 효고켄 아마가사키시 니시무코지마초 15반 1
- (72) 발명자
 쿠로키 토모유키
 일본국 5998531 오사카 사카이시 나카쿠 가쿠엔초
 1-1 고리츠다이가쿠호징 오사카후리츠다이가쿠내
 오쿠보 마사야키
 일본국 5998531 오사카 사카이시 나카쿠 가쿠엔초
 1-1 고리츠다이가쿠호징 오사카후리츠다이가쿠내
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 최규팔

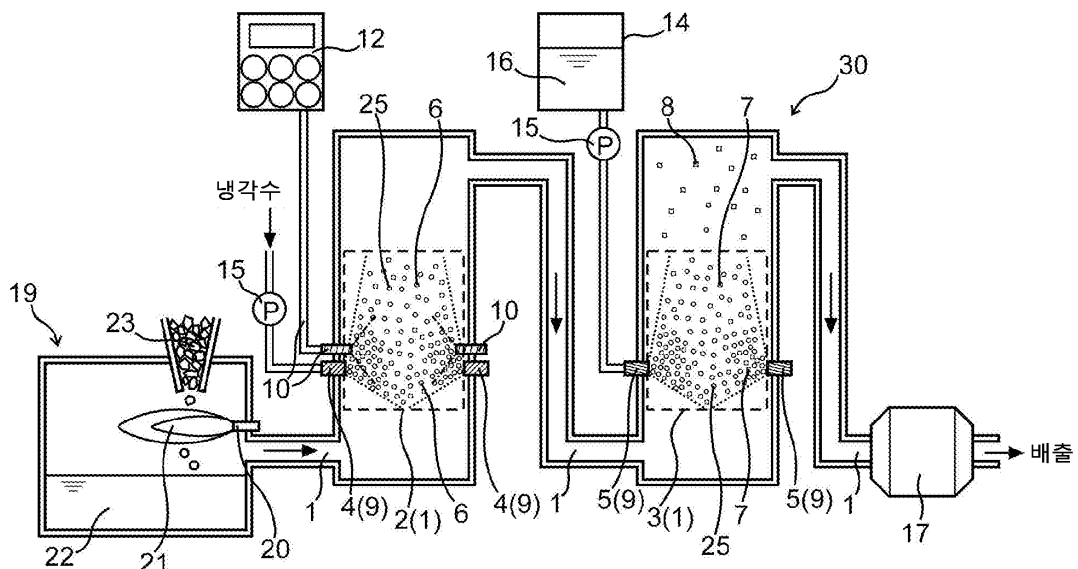
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 배기가스 처리방법 및 배기가스 처리장치

(57) 요약

본 발명의 배기가스 처리방법은 NOx를 포함하는 150℃ 이상의 배기가스 중에 물 또는 수용액인 제1 액체와 오존을 공급하고, 오존가스를 포함하는 배기가스 중에 제1 액체의 물방울이 부유하는 제1 미스트를 발생시키는 공정을 포함하는 것을 특징으로 한다. 또, 본 발명의 배기가스 처리방법, 제1 미스트 중을 통과한 후의 배기가스 중에, 환원제 수용액인 제2 액체를 분무해 제2 미스트를 발생시키는 공정을 추가로 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B01D 53/507 (2013.01)
B01D 53/56 (2013.01)
B01D 53/79 (2013.01)
B01D 2251/104 (2013.01)
B01D 2251/304 (2013.01)
B01D 2251/306 (2013.01)
B01D 2257/30 (2013.01)
B01D 2257/40 (2013.01)
B01D 2258/0283 (2013.01)

(72) 발명자

후지시마 히데카츠

일본국 5998531 오사카 사카이시 나카쿠 가쿠엔초
1-1 고리츠다이가쿠호징 오사카후리츠다이가쿠내

야마모토 하시라

일본국 6608580 효고 아мага사키시 니시무코지마쵸
15-1 니혼 야마무라가라스 가부시킴이샤내

토리이 토요히코

일본국 6608580 효고 아мага사키시 니시무코지마쵸
15-1 니혼 야마무라가라스 가부시킴이샤내

후지모토 나오유키

일본국 6608580 효고 아мага사키시 니시무코지마쵸
15-1 니혼 야마무라가라스 가부시킴이샤내

명세서

청구범위

청구항 1

NO_x를 포함하는 150℃ 이상의 배기가스 중에 물 또는 수용액인 제1 액체와 오존을 공급하고, 오존가스를 포함하는 배기가스 중에 제1 액체의 물방울이 부유하는 제1 미스트를 발생시키는 공정을 포함하고,

제1 미스트는 제1 액체를 배기가스 중에 분무하는 것에 의해 형성된 미스트 중의 부분 저온영역에 오존가스를 공급하는 것에 의해 형성되는 배기가스 처리방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 제1 액체는 알칼리성 수용액 또는 환원제 수용액 또는 환원제를 용질로서 포함하는 알칼리성 수용액인 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 제1 미스트 중에 배기가스를 통과시키고, 통과한 후의 배기가스 중에, 제2 액체를 분무해서 제2 미스트를 발생시키는 공정을 추가로 포함하고,

제2 액체는 알칼리성 수용액 또는 환원제 수용액 또는 환원제를 용질로서 포함하는 알칼리성 수용액인 방법.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서, 배기가스는 SO_x를 포함하는 방법.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 배기가스는 글래스의 용해로에서 발생하는 배기가스인 방법.

청구항 6

NO_x를 포함하는 150℃ 이상의 배기가스가 흘러가는 배기가스 유로와, 상기 배기가스 유로 중에 물 또는 수용액인 제1 액체를 분무하는 제1 분무부와, 상기 배기가스 유로 중에 오존을 공급하는 오존 공급부를 구비하고,

제1 분무부와 상기 오존 공급부는 오존가스를 포함하는 배기가스 중에 제1 액체의 물방울이 부유하는 제1 미스트가 형성되도록 설치되고,

상기 오존 공급부는 제1 분무부가 제1 액체를 상기 배기가스 유로 중에 분무하는 것에 의해 형성된 미스트 중의 부분 저온영역에 오존가스를 공급하도록 설치된 배기가스 처리장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 제1 액체는 알칼리성 수용액 또는 환원제 수용액 또는 환원제를 용질로서 포함하는 알칼리성 수용액인 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서, 제1 미스트 중을 통과한 후의 배기가스가 흘러가는 상기 배기가스 유로 중에, 알칼리성 수용액 또는 환원제 수용액 또는 환원제를 용질로서 포함하는 알칼리성 수용액인 제2 액체를 분무하는 제2 분무부를 추가로 구비하는 장치.

청구항 9

제 6 항에 있어서, 제1 분무부는 제1 액체의 물방울이 제1 기체와 함께 분출하는 제1 개구를 가지는 분무노즐을 가지고,

상기 오존 공급부는 상기 분무노즐의 주위에 설치되며, 또 오존 함유 가스가 분출하는 제2 개구를 가지고,

제1 분무부 및 상기 오존 공급부는 분무기를 구성하는 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 분무기는 배기가스가 흘러가는 방향으로 실질적으로 같은 방향으로 제1 액체의 물방울, 제1 기체 및 오존 함유 가스가 분출하도록 배치된 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 배기가스 처리방법 및 배기가스 처리장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유리병 등의 글래스 제품은 규사, 소다회, 석회 등의 원료와 빈병 등을 깨뜨려서 만드는 컬렛을 용해로에서 버너 등으로 녹이고(약 1500℃), 녹인 글래스를 성형하는 것에 의해 제조된다. 글래스를 녹이는 용해로로부터는 버너로부터의 연소 배기가스와 용해된 글래스로부터 발생하는 성분을 포함하는 연소 배기가스가 배출된다. 용해로로부터 배출되는 연소 배기가스에는 대기오염물질인 NOx나 SOx가 포함되어 있고, 연소 배기가스를 대기 중으로 방출하기 전에 이것들의 오염물질을 연소 배기가스 중에서 제거할 필요가 있다. 또, 이 연소 배기가스에는 글래스 원료유래의 SOx, 짐작성분 등의 촉매 피독성분이 포함되어 있기 때문에 종래의 NOx 처리기술인 「선택 촉매환원법」을 사용하는 것이 곤란하다.

[0003] 또, 연소 배기가스 중의 NOx를 제거하는 방법으로서 NO 가스를 오존가스와 반응시켜 NO₂ 가스로 변환한 후에, 환원제에 의해 NO₂를 질소가스로 환원하는 방법이 알려지고 있다(예를 들면, 특허문헌 1 참조).

[0004] 또, 오존가스는 150℃를 넘으면 열 분해량이 증가한다(예를 들면, 특허문헌 2 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 H08-266868호

(특허문헌 0002) 일본 공개특허 S55-1849호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 종래의 오존가스를 이용해서 NOx를 제거하는 방법에서는 고온으로 다량의 연소 배기가스를 처리하는 경우, 오존 가스 처리하기 위해서 연소 배기가스를 다량의 물에 의해 냉각해서 150℃ 이하의 온도로 할 필요가 있다. 연소 배기가스를 다량의 물로 처리하면, 처리된 연소 배기가스에 다량의 수증기가 포함되게 되고 대기 중에 방출된 연소 배기가스가 백연이 된다는 문제가 있다. 또, 연소 배기가스를 다량의 물에 의해 냉각하면, 물을 순환시키는 설비나 폐수를 처리할 설비가 필요하게 되어 처리 설비가 복잡화되고 대형화된다는 문제가 있다.

[0007] 본 발명은 이러한 사정을 고려해서 이루어진 것으로 NOx를 포함하는 150℃ 이상의 배기가스를 오존가스 처리할 수 있어 처리설비를 간소화할 수 있는 배기가스 처리방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은 NOx를 포함하는 150℃ 이상의 배기가스 중에 물 또는 수용액인 제1 액체와 오존을 공급하고, 오존가스를 포함하는 배기가스 중에 제1 액체의 물방울이 부유하는 제1 미스트를 발생시키는 공정을 포함하는 배기가스 처리방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0009] 본 발명에 의하면, 150℃ 이상의 배기가스 중에 물 또는 수용액인 제1 액체의 물방울이 부유하는 제1 미스트를 발생시키는 공정을 포함하기 때문에, 제1 미스트 중에 있어서 물방울에 포함되는 물이 증발하는 것에 의한 기화 열에 의해 물방울의 주위의 기체의 온도를 낮게 할 수 있다. 이 때문에, 제1 미스트 중의 배기가스의 온도를 저하시킬 수 있고, 제1 미스트 중에 있어서 오존가스가 열 분해하는 것을 억제할 수 있다.
- [0010] 본 발명에 의하면, 제1 미스트 중에서는 NO_x와 오존가스를 포함하는 배기가스 중을 제1 액체의 물방울이 부유하기 때문에, 제1 미스트의 기상에 있어서 NO 가스와 오존가스로부터 NO₂ 가스가 생성하는 화학반응을 진행시킬 수 있다. 이 때문에, 제1 미스트 중을 통과한 후의 배기가스를 NO 농도가 낮고 NO₂ 농도가 높은 가스로 할 수 있다.
- [0011] NO 가스는 물에 용해되기 어렵다는 특성을 가지는 것에 대해서, NO₂ 가스는 물에 용해되기 쉽다는 특성을 갖는다. 따라서 NO₂ 농도가 낮고 NO 농도가 높은 배기가스를 환원제 수용액으로 처리해도 NO 가스는 물에 용해되기 어렵기 때문에 배기가스에 포함되는 NO_x를 N₂로 환원하는 것은 곤란하다. 이에 대해서 NO 농도가 낮고 NO₂ 농도가 높은 배기가스를 환원제 수용액으로 처리하면 NO₂ 가스는 물에 용해되기 쉽기 때문에 배기가스에 포함되는 NO_x를 N₂로 환원할 수 있다. 즉, 본 발명에 의하면, 150℃ 이상의 배기가스를 환원제 수용액처리보다 NO_x를 N₂로 환원하기 쉬운 가스로 변질시킬 수 있다.
- [0012] 또, 본 발명에 의하면, 촉매를 사용하지 않고 NO를 NO₂로 변환할 수 있기 때문에 SO_x 등의 촉매 피독성분을 포함하는 배기가스를 처리할 수 있다.
- [0013] 또, 본 발명에 의하면, 150℃ 이상의 배기가스를 오존가스 처리할 수 있기 때문에 배기가스의 처리에 사용하는 물의 량을 감소시키는 것이 가능하게 되고, 대기 중에 방출하는 배기가스에 포함되는 수증기량을 감소시키는 것이 가능하게 된다. 그 결과, 대기 중에 방출된 배기가스가 백연이 되는 것을 억제할 수 있다.
- [0014] 또, 본 발명에 의하면, 제1 미스트에 포함되는 물을 전부 증발시킬 수 있기 때문에 배기가스 처리장치가 물 순환장치나 폐수 처리설비를 생략한 구성으로 할 수 있고, 배기가스 처리장치를 간소화할 수 있다.
- [0015] 또, 본 발명에 의하면, 배기가스를 충전제 중이나 촉매 중을 통과시키지 않는 구성으로 할 수 있고, 배기가스 처리장치를 용이하게 유지·보수할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명의 1실시형태의 배기가스 처리장치의 개략적인 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 1실시형태의 배기가스 처리장치의 개략적인 구성도이다.
- 도 3은 본 발명의 1실시형태의 배기가스 처리장치의 개략적인 구성도이다.
- 도 4는 본 발명의 1실시형태의 배기가스 처리장치의 개략적인 단면도이다.
- 도 5는 도 4의 파선으로 둘러싸인 범위 A에서의 분무기의 개략적인 단면도이다.
- 도 6은 제1 미스트 중에서의 화학반응의 설명도이다.
- 도 7은 제2 미스트 중에서의 화학반응의 설명도이다.
- 도 8은 제2 미스트 중에서의 화학반응의 설명도이다.
- 도 9는 본 발명의 1실시형태의 배기가스 처리장치의 개략적인 구성도이다.
- 도 10은 제1 미스트 중에서의 화학반응의 설명도이다.
- 도 11은 제1 미스트 중에서의 화학반응의 설명도이다.
- 도 12는 NO_x 제거실험 1에서 사용한 배기가스 처리장치의 개략적인 단면도이다.
- 도 13은 NO_x 제거실험 1의 측정결과를 나타내는 그래프이다.
- 도 14는 NO_x 제거실험 2에서 측정된 연소 배기가스의 온도를 나타내는 그래프이다.

도 15는 NOx 제거실험 2에서 측정한 연소 배기가스 중의 NOx 농도를 나타내는 그래프이다.

도 16은 NOx 제거실험 2에서 측정한 연소 배기가스 중의 NO 농도를 나타내는 그래프이다.

도 17은 NOx 제거실험 2에서의 NO 제거율 및 NOx 제거율을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 본 발명의 배기가스 처리방법은 NOx를 포함하는 150℃ 이상의 배기가스 중에 물 또는 수용액인 제1 액체와 오존을 공급하고, 오존가스를 포함하는 배기가스 중에 제1 액체의 물방울이 부유하는 제1 미스트를 발생시키는 공정을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 본 발명에 있어서, 미스트란 다수의 물방울이 기체 중에 부유하고 있는 것을 말할 한다. 따라서 미스트에는 부유하는 다수의 물방울(액상)과, 물방울의 주위의 기체(기상)가 포함된다.
- [0019] 본 발명의 배기가스 처리방법에 있어서, 제1 액체를 배기가스 중에 분무하는 것에 의해 제1 미스트를 발생시키고, 발생시킨 제1 미스트 중에 오존가스를 공급하는 것이 바람직하다.
- [0020] 이러한 구성에 의하면, 오존가스를 포함하는 배기가스 중에 제1 액체의 물방울이 부유하는 제1 미스트를 발생시킬 수 있다. 또, 제1 액체가 환원제를 포함하는 경우, 환원제가 오존가스에 의해 소비되는 것을 억제할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 배기가스 처리방법에 있어서, 제1 액체와 오존가스를 혼합하고 배기가스 중에 분무해서 제1 미스트를 발생시키는 것이 바람직하다.
- [0022] 이러한 구성에 의하면, 오존가스를 포함하는 배기가스 중에 제1 액체의 물방울이 부유하는 제1 미스트를 발생시킬 수 있다. 또, 오존가스가 고온에 폭로되는 확률을 낮게 할 수 있고 오존가스의 열 분해를 억제할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 배기가스 처리방법에 있어서, 제1 미스트에 포함되는 물은 제1 미스트가 배기가스 유로를 흘러가는 과정에서 전부 증발하는 것이 바람직하다.
- [0024] 이러한 구성에 의하면, 배기가스 처리장치가 물을 순환시키는 장치를 구비할 필요가 없고, 배기가스 처리장치를 간소화할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 배기가스 처리방법에 있어서, 제1 미스트 중에 배기가스를 통과시키고, 통과한 후의 배기가스 중에 환원제 수용액인 제2 액체를 분무해서 제2 미스트를 발생시키는 공정을 추가로 포함하는 것이 바람직하다.
- [0026] 이러한 구성에 의하면, 제1 미스트에 의한 처리에 의해 NO 농도가 낮고 NO₂ 농도가 높아진 배기가스를 제2 미스트 중에서 환원제 수용액으로 처리할 수 있다. NO₂ 가스는 물에 용해되기 쉬운 특성을 가지기 때문에, 제2 미스트에 포함되는 제2 액체 중에서 NO₂ 가스를 환원제에 의해 환원해서 N₂ 가스를 발생시킬 수 있다. 그 결과, 배기가스 중의 NOx를 제거할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 배기가스 처리방법에 있어서, 제2 액체는 아황산 나트륨을 용질로서 포함하는 수용액인 것이 바람직하다.
- [0028] 이러한 구성에 의하면, NO₂와 아황산 나트륨을 반응시키는 것에 의해 질소가스와 황산나트륨을 생성할 수 있다.
- [0029] 본 발명의 배기가스 처리방법에 있어서, 제2 미스트에 포함되는 물은 제2 미스트가 배기가스 유로를 흘러가는 과정에서 전부 증발하는 것이 바람직하다.
- [0030] 이러한 구성에 의하면, 배기가스 처리장치가 물을 순환시키는 장치를 구비할 필요가 없고 배기가스 처리장치를 간소화할 수 있다.
- [0031] 본 발명의 배기가스 처리방법에 있어서, 배기가스는 SOx를 포함하고, 제2 액체는 알칼리성 수용액인 것이 바람직하다.
- [0032] 이러한 구성에 의하면, 연소 배기가스에 포함되는 SO₂ 가스가 제2 액체에 용해되어 아황산 또는 아황산 나트륨 등의 환원제를 생성할 수 있다. 이 환원제에 의해 배기가스에 포함되는 NO₂ 가스를 환원해서 N₂ 가스를 발생시킬 수 있다. 그 결과, 배기가스 중의 NOx를 제거할 수 있다.

- [0033] 본 발명의 배기가스 처리방법에 있어서, 제2 액체는 수산화 나트륨을 용질로서 포함하는 수용액인 것이 바람직하다.
- [0034] 이러한 구성에 의하면, SO₂와 수산화 나트륨으로부터 아황산 나트륨을 생성할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 배기가스 처리방법에 있어서, 제1 액체는 환원제 수용액인 것이 바람직하다.
- [0036] 이러한 구성에 의하면, NO 가스와 오존가스로부터 생성한 NO₂ 가스를 물방울 중에 용해시키고, 이 NO₂를 환원제에 의해 환원해 N₂ 가스를 발생시킬 수 있다. 그 결과, 배기가스 중의 NO_x를 제거할 수 있다.
- [0037] 본 발명의 배기가스 처리방법에 있어서, 배기가스는 SO_x를 포함하고, 제1 액체는 알칼리성 수용액인 것이 바람직하다.
- [0038] 이러한 구성에 의하면, 연소 배기가스에 포함되는 SO₂ 가스가 제1 액체에 용해되어 아황산 또는 아황산 나트륨 등의 환원제를 생성할 수 있다. 또, NO 가스와 오존가스로부터 생성한 NO₂ 가스를 물방울 중에 용해시키고, 이 NO₂를 환원제에 의해 환원해 N₂ 가스를 발생시킬 수 있다. 그 결과, 배기가스 중의 NO_x를 제거할 수 있다.
- [0039] 본 발명의 배기가스 처리방법에 있어서, 상기 환원제 수용액에 포함되는 환원제로부터 생성되며, 또 배기가스 중을 부유하는 미립자를 배기가스 중에서 제거하는 공정을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0040] 이러한 구성에 의하면, 대기 중에 배기가스와 함께 미립자가 방출되는 것을 억제할 수 있다.
- [0041] 본 발명의 배기가스 처리방법에 있어서, 배기가스는 글래스의 용해로에서 발생하는 연소 배기가스인 것이 바람직하다.
- [0042] 이러한 구성에 의하면, 버너 등으로부터의 연소 배기가스와 용해된 글래스로부터 발생하는 성분을 포함하는 연소 배기가스 중의 NO_x를 제거할 수 있다.
- [0043] 또, 본 발명은 NO_x를 포함하는 150℃ 이상의 배기가스가 흘러가는 배기가스 유로와, 상기 배기가스 유로 중에 물 또는 수용액인 제1 액체를 분무하는 제1 분무부와, 상기 배기가스 유로 중에 오존을 공급하는 오존 공급부를 구비하고, 제1 분무부와 상기 오존 공급부는 오존가스를 포함하는 배기가스 중에 제1 액체의 물방울이 부유하는 제1 미스트가 형성되도록 설치된 배기가스 처리장치도 제공한다.
- [0044] 본 발명의 배기가스 처리장치에 의하면, NO_x를 포함하는 150℃ 이상의 배기가스가 흘러가는 배기가스 유로와, 상기 배기가스 유로 중에 물 또는 수용액인 제1 액체를 분무하는 제1 분무부를 구비하고, 제1 분무부는 배기가스 중에 제1 액체의 물방울이 부유하는 제1 미스트가 형성되도록 설치되기 때문에, 제1 미스트 중에서 물방울에 포함되는 물이 증발하는 것에 의한 기화열에 의해 물방울의 주위의 기체의 온도를 낮게 할 수 있다. 이 때문에, 제1 미스트 중의 배기가스의 온도를 저하시킬 수 있고, 제1 미스트 중에서 오존가스가 열 분해되는 것을 억제할 수 있다.
- [0045] 본 발명의 배기가스 처리장치에 의하면, 배기가스 유로 중에 오존을 공급하는 오존 공급부를 구비하고, 제1 분무부와 상기 오존 공급부는 오존가스를 포함하는 배기가스 중에 제1 액체의 물방울이 부유하는 제1 미스트가 형성되도록 설치되기 때문에, 제1 미스트의 기상에 있어서 NO 가스와 오존가스로부터 NO₂ 가스가 생성하는 화학반응을 진행시킬 수 있다. 이 때문에, 제1 미스트 중에 배기가스를 통과시키는 것에 의해 배기가스에 포함되는 NO 가스를 NO₂ 가스로 변환할 수 있다. 이 결과, 150℃ 이상의 배기가스를 환원제 수용액처리보다 NO_x를 N₂로 환원하기 쉬운 가스로 변질되게 할 수 있다.
- [0046] 본 발명의 배기가스 처리장치에 있어서, 상기 오존 공급부는 제1 분무부가 제1 액체를 상기 배기가스 유로 중에 분무하는 것에 의해 형성된 제1 미스트 중에 오존가스를 공급하도록 설치된 것이 바람직하다.
- [0047] 이러한 구성에 의하면, 오존가스를 포함하는 배기가스 중에 제1 액체의 물방울이 부유하는 제1 미스트를 발생시킬 수 있다. 또, 제1 액체가 환원제를 포함하는 경우, 환원제가 오존가스에 의해 소비되는 것을 억제할 수 있다.
- [0048] 본 발명의 배기가스 처리장치에 있어서, 제1 분무부는 제1 액체와 상기 오존 공급부에서 공급된 오존가스를 혼합해서 상기 배기가스 유로 중에 분무하도록 설치된 것이 바람직하다.
- [0049] 이러한 구성에 의하면, 오존가스를 포함하는 배기가스 중에 제1 액체의 물방울이 부유하는 제1 미스트를 발생시

킬 수 있다. 또, 오존가스가 고온에 폭로되는 확률을 낮게 할 수 있고, 오존가스의 열 분해를 억제할 수 있다.

- [0050] 본 발명의 배기가스 처리장치에 있어서, 제1 액체는 알칼리성 수용액 또는 환원제 수용액인 것이 바람직하다.
- [0051] 이러한 구성에 의하면, 제1 미스트의 액상에 있어서 NO₂를 환원시켜 N₂ 가스를 발생시킬 수 있다. 이 결과, 배기가스 중의 NO_x를 제거할 수 있다.
- [0052] 본 발명의 배기가스 처리장치에 있어서, 제1 분무부 및 배기가스 유로는 제1 미스트에 포함되는 물이 전부 증발하도록 설치된 것이 바람직하다.
- [0053] 이러한 구성에 의하면, 배기가스 처리장치가 물을 순환시키는 장치를 구비할 필요가 없고 배기가스 처리장치를 간소화할 수 있다.
- [0054] 본 발명의 배기가스 처리장치에 있어서, 제1 미스트 중을 통과한 후의 배기가스가 흘러가는 상기 배기가스 유로 중에, 알칼리성 수용액 또는 환원제 수용액인 제2 액체를 분무하는 제2 분무부를 추가로 구비하는 것이 바람직하다.
- [0055] 이러한 구성에 의하면, 제1 미스트에 의한 처리에 의해 NO 농도가 낮고 NO₂ 농도가 높아진 배기가스를 제2 미스트 중에 있어서 환원제 수용액으로 처리할 수 있다. NO₂ 가스는 물에 용해되기 쉽다는 특성을 가지기 때문에, 제2 미스트에 포함되는 제2 액체 중에 있어서 NO₂ 가스를 환원제에 의해 환원해 N₂ 가스를 발생시킬 수 있다. 그 결과, 배기가스 중의 NO_x를 제거할 수 있다.
- [0056] 본 발명의 배기가스 처리장치에 있어서, 제2 분무부 및 배기가스 유로는 제2 미스트에 포함되는 물이 전부 증발하도록 설치된 것이 바람직하다.
- [0057] 이러한 구성에 의하면, 배기가스 처리장치가 물을 순환시키는 장치를 구비할 필요가 없고, 배기가스 처리장치를 간소화할 수 있다.
- [0058] 본 발명의 배기가스 처리장치에 있어서, 상기 환원제 수용액에 포함되는 환원제로부터 생성된 미립자를 배기가스 중에서 제거하는 집진기를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0059] 이러한 구성에 의하면, 대기 중에 배기가스와 함께 미립자가 방출되는 것을 억제할 수 있다.
- [0060] 본 발명의 배기가스 처리장치에 있어서, 제1 분무부는 제1 액체의 물방울이 제1 기체와 함께 분출하는 제1 개구를 가지는 분무노즐을 가지며, 상기 오존 공급부는 상기 분무노즐의 주위에 설치되며, 또 오존 함유 가스가 분출하는 제2 개구를 가지며, 제1 분무부 및 상기 오존 공급부는 분무기를 구성하는 것이 바람직하다.
- [0061] 이러한 구성에 의하면, 제1 액체의 미세한 물방울이 배기가스 중에 부유하는 미스트를 발생시킬 수 있다. 이 미스트 중에서는 기액 계면이 넓기 때문에 배기가스를 제1 액체와 효율적으로 기액 접촉시킬 수 있고, 배기가스를 제1 액체에 포함되는 용매 및 용질에 의해 처리할 수 있다. 또, 미스트 중에 있어서, 제1 액체의 기화열에 의해 배기가스의 온도를 저하시킬 수 있다. 또, 제1 기체에 의해 배기가스를 처리하는 것도 가능하다. 추가로, 제1 액체의 물방울을 분무 확산용 기체로서 기능하는 제1 기체와 함께 분출시키기 때문에 제1 액체의 스프레이 각도를 넓게 할 수 있고, 미스트가 생성되는 영역을 넓게 할 수 있다. 또, 발생시킨 미스트에 포함되는 제1 액체의 물방울을 미세화할 수 있다. 또, 분무기는 분무노즐의 주위에 설치되며, 또 오존 함유 가스가 분출되는 제2 개구를 구비하기 때문에 제2 개구로부터 배기가스 중에 분출시킨 오존 함유 가스는 곧 바로 제1 액체의 물방울이 부유하는 미스트 중에 효율적으로 유입할 수 있다. 이 때문에, 미스트 중에서 배기가스를 오존 함유 가스에 의해 처리할 수 있다. 미스트 중에서는 제1 액체의 기화열에 의해 배기가스의 온도가 저하하기 때문에 오존의 열 분해를 억제할 수 있다. 따라서 고온의 배기가스를 열 분해하기 쉬운 오존에 의해 처리하는 것이 가능하게 된다. 또, 제1 액체와 오존 함유 가스를 다른 개구로부터 분출시키는 것에 의해 제1 액체의 용매 또는 용질과 오존 함유 가스가 처리 전에 있어서 반응하는 것을 억제할 수 있다. 또, 제1 개구와 제2 개구를 동일한 분무기에 설치하는 것에 의해 배기가스 처리장치를 간소화할 수 있고, 배기가스 처리장치의 제조 코스트 및 조업 코스트를 저감할 수 있다.
- [0062] 본 발명의 배기가스 처리장치에 있어서, 분무기는 배기가스가 흘러가는 방향으로 실질적으로 동일한 방향으로 제1 액체의 물방울, 제1 기체 및 오존 함유 가스가 분출하도록 배치된 것이 바람직하다.
- [0063] 이러한 구성에 의하면, 분무기의 분무 방향과 배기가스가 흘러가는 방향을 일치시킬 수 있고, 미스트가 형성되는 영역을 넓게 할 수 있다. 이 때문에, 배기가스를 제1 액체와 효율적으로 기액 접촉시킬 수 있다. 또, 분무노

즐의 주위에 설치된 제2 개구로부터 분출된 오존 함유 가스는 배기가스의 흐름을 타고 제1 액체의 물방울이 부유하는 미스트 중에 효율적으로 유입할 수 있다. 이 때문에, 미스트 중에서 배기가스를 오존 함유 가스에 의해 효율적으로 처리할 수 있다.

[0064] 이하, 본 발명의 1실시형태를 도면을 사용해서 설명한다. 도면이나 이하의 기술 중에서 나타내는 구성은 예시이며, 본 발명의 범위는 도면이나 이하의 기술 중에서 나타내는 것에 한정되지 않는다.

[0065] **배기가스 처리방법 및 배기가스 처리장치**

[0066] 도 1~3, 9는 본 실시형태의 배기가스 처리장치의 개략적인 구성도이다. 도 4는 본 실시형태의 배기가스 처리장치의 개략적인 단면도이고, 도 5는 도 4의 파선으로 둘러싸인 범위 A에 있어서의 분무기의 개략적인 단면도이다.

[0067] 본 실시형태의 배기가스 처리방법은 NO_x를 포함하는 150℃ 이상의 배기가스 중에 물 또는 수용액인 제1 액체와 오존을 공급하고, 오존가스를 포함하는 배기가스 중에 제1 액체의 물방울이 부유하는 제1 미스트(6)를 발생시키는 공정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0068] 또, 본 실시형태의 배기가스 처리방법은 제1 미스트(6) 중을 통과한 후의 배기가스 중에, 환원제 수용액인 제2 액체(16)를 분무해서 제2 미스트(7)를 발생시키는 공정을 포함할 수도 있다.

[0069] 본 실시형태의 배기가스 처리방법에 있어서, 배기가스 유로(1)를 흘러가는 배기가스는 제1 미스트(6)에 의한 1단계 처리에 의해 처리될 수도 있고, 제1 미스트(6)에 의한 제1 처리와 제2 미스트(7)에 의한 제2 처리로 구성되는 2단계 처리에 의해 처리될 수도 있고, 제1 미스트(6)에 의한 제1 처리와 흡수탑(80)에 의한 처리로 구성되는 2단계 처리에 의해 처리될 수도 있다.

[0070] 또, 본 실시형태의 배기가스 처리방법은 배기가스 중에 발생한 미립자(8)를 집진기(17)에 의해 제거하는 공정을 포함할 수도 있다.

[0071] 본 실시형태의 배기가스 처리장치(30)는 NO_x를 포함하는 150℃ 이상의 배기가스가 흘러가는 배기가스 유로(1)와, 배기가스 유로(1) 중에 물 또는 수용액인 제1 액체를 분무하는 제1 분무부(4)과, 배기가스 유로(1) 중에 오존을 공급하는 오존 공급부(10)를 구비하고, 제1 분무부(4)와 오존 공급부(10)는 오존가스를 포함하는 배기가스 중에 제1 액체의 물방울이 부유하는 제1 미스트(6)가 형성되도록 설치된 것을 특징으로 한다.

[0072] 또, 본 실시형태의 배기가스 처리장치(30)는 제1 미스트(6) 중을 통과한 후의 배기가스 중에, 알칼리성 수용액 또는 환원제 수용액인 제2 액체(16)를 분무하는 제2 분무부(5)를 구비할 수도 있다.

[0073] 또, 본 실시형태의 배기가스 처리장치(30)는 배기가스가 흘러가는 배기가스 유로(1)와, 분무기(50)를 구비하고, 분무기(50)는 제1 액체의 물방울(25)이 제1 기체와 함께 분출하는 제1 개구(32)를 가지는 분무노즐(40)과, 분무노즐(40)의 주위에 설치되며, 또 오존 함유 가스가 분출하는 제2 개구(33)를 구비하고, 분무기(50)는 배기가스 중에 제1 액체의 물방울(25), 제1 기체 및 오존 함유 가스가 분출하도록 적어도 그 일부가 배기가스 유로(1) 중에 배치된 장치일 수도 있다.

[0074] 이하, 본 실시형태의 배기가스 처리방법 및 배기가스 처리장치(30)에 대해서 설명한다.

[0075] **1. 배기가스, 배기가스 유로**

[0076] 배기가스는 본 실시형태의 배기가스 처리방법 및 배기가스 처리장치(30)의 피처리 가스이고, 150℃ 이상의 온도를 가지고, NO_x를 포함하는 것이라면 특별하게 한정되지 않는데 예를 들면, 글래스 원료(23)를 버너(20)에 의해 용해하는 글래스 용해로(19)로부터 배출되는 연소 배기가스일 수도 있고, 글래스 원료(23)를 전기 용융시키는 용해로로부터 배출되는 배기가스일 수도 있고, 보일러의 연소실로부터 배출되는 연소 배기가스일 수도 있고, 엔진으로부터 배출되는 연소 배기가스일 수도 있고, 가스터빈으로부터 배출되는 연소 배기가스일 수도 있고, 소각로로부터 배출되는 연소 배기가스일 수도 있다.

[0077] 또, 배기가스가 글래스 원료(23)를 버너(20)에 의해 용해하는 글래스 용해로(19)로부터 배출되는 연소 배기가스인 경우, 글래스 용해로(19)는 도 1에 나타내는 바와 같이 버너(20)의 불꽃(21)에 의해 글래스 원료(23)를 용해시킨 글래스(22)를 모아 두는 구조를 가질 수 있다.

[0078] 배기가스 유로(1)에 유입하는 배기가스에는 NO 등의 NO_x가 포함된다. 또, 배기가스 유로(1)에 유입하는 배기가스에는 SO₂ 등의 SO_x가 포함될 수도 있다. 또, 배기가스에 포함되는 NO_x 또는 SO_x는 배기가스가 배기가스 유로

(1)를 흘러 보낼 때에 실시되는 처리에 의해 제거할 수 있다.

[0079] 배기가스는 적어도 배기가스 유로(1)에 있어서 제1 미스트(6)를 발생시키는 부분(제1 처리영역(2))의 직전에 있어서 150℃ 이상의 온도를 갖는다.

[0080] 배기가스의 온도는 예를 들면, 제1 처리영역(2)의 직전에 있어서 150℃ 이상 500℃ 이하, 바람직하게는 200℃ 이상 350℃ 이하, 더욱 바람직하게는 200℃ 이상 300℃ 이하로 할 수 있다. 또, 제1 처리영역(2)을 통과한 후의 배기가스는 150℃ 이상 300℃ 이하, 바람직하게는 150℃ 이상 250℃ 이하인 것이 바람직하다. 이것에 의해, 배기가스 중의 NO₂가 열 분해하는 것을 억제할 수 있다. 또, 배기가스의 온도는 예를 들면, 집진기(17)에 의해 배기가스 중의 미립자(8)를 제거하는 단계에서, 130℃ 이상 240℃ 이하로 할 수 있다.

[0081] 배기가스 유로(1)는 글래스 용해로(19) 등으로부터 배출된 배기가스가 대기방출 될 때까지 유통하는 유로이다. 배기가스 유로(1)는 도 1, 2, 9와 같이 배기가스를 미스트에 의해 처리하는 처리실(제1 처리영역(2) 또는 제2 처리영역(3)을 포함한다)을 가질 수 있다. 또, 처리실 내는 촉매부나 충전재에 의해 채워져 있지 않은 공동으로 할 수 있다. 또, 배기가스 유로(1)는 촉매부 또는 충전재에 의해 채워진 부분을 가지지 않도록 설치할 수 있다.

[0082] 배기가스 유로(1)의 크기는 특별하게 한정되지 않지만, 예를 들면, 직경 50cm 이상 직경 4m 이하로 할 수 있다. 또, 배기가스 유로(1)를 흘러가는 배기가스의 유속은 특별하게 한정되지 않지만, 예를 들면, 1m/초 이상 15m/초 이하로 할 수 있다.

[0083] 또, 배기가스 유로(1)는 도 3에 나타난 배기가스 처리장치(30)와 같이, 폐열보일러(62), 흡수탑(80) 등을 가질 수 있다.

[0084] **2. 분무부**

[0085] 분무부(9)는 배기가스 중에 물 또는 수용액을 분무하는 부분이다. 분무부(9)는 제1 분무부(4) 또는 제2 분무부(5)이다. 분무부(9)에 의해 배기가스 유로(1) 중에 물 또는 수용액을 분무하면, 배기가스 중에 다수의 물방울이 부유하는 미스트를 발생시킬 수 있다. 분무부(9)는 예를 들면, 스프레이 노즐이다. 또, 분무부(9)는 일류체 노즐일 수도 있고, 이류체 노즐일 수도 있다. 분무부(9)가 일류체 노즐인 경우, 분무부(9)는 가압된 물 또는 수용액을 배기가스 중에 분무하도록 설치된다. 분무부(9)가 이류체 노즐인 경우, 분무부(9)는 물 또는 수용액과 기체를 혼합해서 배기가스 중에 분무할 수 있다. 또, 이류체 노즐에 의해 혼합되는 기체는 예를 들면, 공기일 수도 있고, 오존가스일 수도 있다.

[0086] 분무부(9)는 예를 들면 도 1, 2와 같이, 배기가스 유로(1) 중에 처리실을 설치하고, 처리실 중에 물 또는 수용액을 분무하도록 설치할 수 있다. 또, 분무부(9)는 처리실이 아닌 배기가스 유로(1) 중에 물 또는 수용액을 분무하도록 형성할 수도 있다.

[0087] 또, 분무부(9)는 발생시킨 미스트로 배기가스를 처리하는 처리영역이 형성되도록 설치할 수 있다. 또, 배기가스 유로(1)를 흘러가는 배기가스의 실질적으로 전부가 처리영역을 흘러가도록 분무부(9)를 설치할 수 있다. 예를 들면, 배기가스 유로(1)의 직경을 작게 할 수도 있고, 분무부(9)에 의해 발생시키는 미스트의 량을 많게 할 수도 있다. 또, 배기가스 유로(1)를 둘러싸도록 복수의 분무부(9)를 배기가스 유로(1)의 측벽에 설치하고, 각 분무부(9)가 배기가스 유로(1)의 중심부를 향해서 물 또는 수용액을 분무하도록 형성할 수도 있다. 또, 분무부(9)는 배기가스 유로(1)의 배기가스가 흘러 가는 방향과 같은 방향으로 물 또는 수용액을 분무하도록 설치될 수 있다. 또 분무부(9)는 배기가스 유로(1)의 배기가스가 흘러가는 방향의 역방향으로 물 또는 수용액을 분무하도록 설치될 수도 있다.

[0088] 또, 분무부(9)에 의해 발생시킨 미스트는 배기가스의 흐름을 타고 이동한다.

[0089] 제1 분무부(4)는 물 또는 수용액인 제1 액체를 배기가스 유로(1)를 흘러가는 150℃ 이상의 배기가스 중에 분무하고, 배기가스 중에 물방울(25)이 부유하는 제1 미스트(6)를 발생시키도록 설치된다. 이것에 의해, 배기가스를 제1 미스트(6)로 처리하는 제1 처리영역(2)을 배기가스 유로(1) 중에 형성할 수 있다. 또, 제1 처리영역(2)은 촉매부나 충전재에서 채워져 있지 않은 공동으로 형성할 수 있다.

[0090] 제1 액체의 종류는 배기가스를 제1 미스트(6)에 의한 1단계 처리에 의해 처리하는 경우와, 배기가스를 제1 미스트(6)에 의한 제1 처리와 제2 미스트(7)에 의한 제2 처리로 구성되는 2단계 처리에 의해 처리하는 경우에 다르다.

- [0091] 제1 분무부(4)에 의해 발생시킨 제1 미스트(6) 중에서는 배기가스 중에 물방울(25)이 부유하고 있다. 배기가스는 적어도 제1 처리영역(2)의 직전에 있어서 150℃ 이상의 온도이다. 이 때문에, 제1 미스트(6) 중에서는 제1 미스트(6)를 구성하는 물방울(25)의 표면에 있어서 물이 기화하고, 물방울(25)은 서서히 작아진다. 그리고 최종적으로는 물방울(25)은 소멸하고 제1 미스트(6)도 소멸한다. 또, 물방울(25)의 표면으로의 물의 기화에 따른 기화열에 의해 물방울(25)의 주위의 배기가스의 온도는 저하된다. 이 때문에, 제1 미스트(6) 중의 배기가스의 온도를 저하시킬 수 있다.
- [0092] 따라서 제1 미스트(6)를 발생시키는 것에 의해 배기가스 유로(1)를 흘러가는 배기가스 중에 부분적으로 가스 온도가 낮은 영역을 형성할 수 있다.
- [0093] 또, 제1 분무부(4)는 후술하는 분무기(50)에 포함되는 분무노즐(40)을 포함할 수도 있다.
- [0094] 제2 분무부(5)는 알칼리성 수용액 또는 환원제 수용액인 제2 액체(16)를 배기가스 유로(1) 중에 분무하고, 배기가스 유로(1)를 흘러가는 배기가스 중에 제2 미스트(7)를 발생시키도록 설치된다. 이것에 의해, 배기가스 유로(1)를 흘러가는 배기가스를 제2 미스트(7)로 처리하는 제2 처리영역(3)을 형성할 수 있다. 제2 처리영역(3)은 촉매부나 충전제로 채워져 있지 않은 공동으로 형성할 수 있다. 제2 분무부(5)는 배기가스를 제1 미스트(6)에 의한 1단계 처리에 의해 처리하는 경우 생략 할수 있다.
- [0095] 배기가스를 2단계 처리하는 경우, 제1 분무부(4) 및 제2 분무부(5)는 배기가스 유로(1)를 흘러가는 배기가스 제1 처리영역(2)을 흘러 간 후, 제2 처리영역(3)을 흘러 가도록 설치할 수 있다. 이것에 의해, 배기가스를 2단계 처리하는 것이 가능하게 된다.
- [0096] 제1 분무부(4) 및 제2 분무부(5)는 도 1에 나타난 배기가스 처리장치(30)와 같이 제1 처리영역(2)과 제2 처리영역(3)이 다른 처리실에 형성되도록 형성할 수도 있고, 도 2에 나타난 배기가스 처리장치(30)와 같이 제1 처리영역(2)과 제2 처리영역(3)이 같은 처리실에 형성되도록 형성할 수도 있다.
- [0097] 또, 배기가스 유로(1)에 있어서의 제1 처리영역(2)과 제2 처리영역(3) 사이에는 건조 상태의 영역이 존재할 수도 있고, 제1 처리영역(2)의 일부가 제2 처리영역(3)의 일부와 중첩되어 있을 수도 있다.
- [0098] **3. 오존 공급부**
- [0099] 오존 공급부(10)는 배기가스 유로(1) 중에 오존을 공급하는 부분이다. 또, 제1 분무부(4)와 오존 공급부(10)는 오존가스를 포함하는 배기가스 중에 제1 액체의 물방울(25)이 부유하는 제1 미스트(6)가 형성되도록 설치된다. 이것에 의해, 오존 공급부(10)에 의해 배기가스 유로(1) 중에 공급된 오존가스가 열 분해하는 것을 억제할 수 있다. 또, 오존가스는 150℃ 이상이 되면 열 분해량이 증가한다는 특성을 갖는다.
- [0100] 오존 공급부(10)는 제1 분무부(4)가 제1 액체를 배기가스 유로(1) 중에 분무하는 것에 의해 형성된 제1 미스트(6) 중에 오존가스를 공급하도록 설치할 수 있다. 이것에 의해, 제1 처리영역(2)에 있어서, 오존가스를 포함하는 배기가스 중에 제1 액체의 물방울(25)이 부유하는 제1 미스트(6)를 형성할 수 있다. 또, 제1 미스트(6) 중에서는 물방울(25)에 포함되는 물의 기화열에 의해 배기가스의 온도가 저하하기 때문에, 제1 미스트(6) 중에 공급한 오존가스가 열 분해하는 것을 억제할 수 있다.
- [0101] 오존 공급부(10)는 예를 들면, 도 1에 나타난 배기가스 처리장치(30)와 같이, 제1 미스트(6) 중에 오존가스를 공급하도록 설치할 수 있다.
- [0102] 또, 오존 공급부(10)는 제1 분무부(4)에 오존가스를 공급하도록 설치되고, 제1 분무부(4)가 제1 액체와 오존가스를 혼합해서 배기가스 유로(1) 중에 분무하도록 설치될 수도 있다. 이것에 의해, 제1 처리영역(2)에 있어서, 오존가스를 포함하는 배기가스 중에 제1 액체의 물방울(25)이 부유하는 제1 미스트(6)를 형성할 수 있다. 또, 제1 미스트(6) 중에서는 물방울(25)에 포함되는 물의 기화열에 의해 배기가스의 온도가 저하하기 때문에 제1 미스트(6) 중의 오존가스가 열 분해하는 것을 억제할 수 있다.
- [0103] 이 경우, 도 2에 나타난 배기가스 처리장치(30)와 같이, 제1 분무부(4)에 이류체 노즐을 사용할 수 있다.
- [0104] 오존 공급부(10)는 오존 발생기(12)에 의해 발생시킨 오존가스를 배기가스 유로(1) 중에 공급할 수도 있다. 또, 배기가스 중에 산소 가스가 포함되는 경우, 오존가스 공급부(10)는 배기가스 중의 산소 가스로부터 오존가스를 발생시킬 수도 있다.
- [0105] 또, 오존 공급부(10)와 제1 분무부(4)는 오존수(오존이 용해한 물)를 배기가스 유로(1) 중에 분무하도록 설치될 수 있다. 이것에 의해, 제1 처리영역(2)에 있어서, 오존가스를 포함하는 배기가스 중에 제1 액체의 물방울(25)

이 부유하는 제1 미스트(6)를 형성할 수 있다. 이 경우, 오존 공급부(10)는 오존수를 제1 분무부(4)에 공급하는 부분이다.

[0106] 또, 오존 공급부(10)는 후술하는 분무기(50)에 포함되는 제2 개구(33)를 포함할 수도 있다.

[0107] **4. 분무기**

[0108] 분무기(50)는 제1 액체의 물방울(25)이 제1 기체와 함께 분출하는 제1 개구(32)를 가지는 분무노즐(40)(제1 분무부(4))을 구비한다. 또, 분무기(50)는 배기가스 중에 제1 액체의 물방울(25) 및 제1 기체가 분출하도록, 적어도 그 일부가 배기가스 유로(1) 중에 배치된다. 분무기(50)는 예를 들면, 배기가스 유로부재(52)에 설치된 개구로부터 분무노즐(40)을 배기가스 유로(1) 내에 삽입한 상태로 배기가스 유로부재(52)에 고정할 수 있다.

[0109] 분무기(50)를 구성하는 재료는 예를 들면, 스테인리스강으로 할 수 있다. 또, 바람직하게는 SUS316L을 사용할 수 있다. 이것에 의해, 분무기(50)가 배기가스에 의해 부식되는 것을 억제할 수 있다.

[0110] 분무노즐(40)은 제1 개구(32)를 가지는 부재이고, 그 내부에 제1 액체와 제1 기체를 혼합하는 혼합실을 가질 수 있다.

[0111] 또, 분무노즐(40)은 내부 혼합형 이류체 노즐일 수도 있다. 이것에 의해, 분무하는 제1 액체의 물방울(25)을 미세화할 수 있다. 또, 분무노즐(40)의 스프레이 각도를 넓게 할 수 있다. 이것에 의해, 미스트가 형성되는 영역을 넓게 할 수 있고, 배기가스를 효율적으로 기액 접촉시킬 수 있다. 분무노즐(40)의 스프레이 각도는 예를 들면 120도로 할 수 있다.

[0112] 제1 액체는 배기가스를 처리하는 액체이다. 제1 액체가 용액인 경우, 제1 액체에 포함되는 용매에 의해 배기가스를 처리할 수도 있고, 제1 액체에 포함되는 용질에 의해 배기가스를 처리할 수도 있다. 제1 액체는 예를 들면, 물, 수용액, 알칼리성 수용액, 환원제 수용액 등이다. 이것에 의해, 배기가스를 물 또는 수용액에 의해 처리할 수 있고, 물의 기화열에 의해 배기가스의 온도를 저하시킬 수 있다. 또, 배기가스를 알칼리 또는 환원제로 처리할 수 있다.

[0113] 제1 기체는 제1 액체의 무화용 기체이다. 또, 제1 기체는 배기가스를 처리하는 기체일 수도 있다. 제1 기체는, 예를 들면, 공기 또는 오존 함유 기체이다. 제1 기체에 오존 함유 기체를 사용했을 경우, 배기가스를 오존에 의해 산화 처리할 수 있다.

[0114] 분무노즐(40) 중 적어도 제1 개구(32)가 설치된 부분이 배기가스 유로(1) 중에 배치된다. 이것에 의해, 제1 액체의 물방울(25) 및 제1 기체를 배기가스 유로(1)를 흘러가는 배기가스 중에 분무할 수 있고, 배기가스 중에 제1 액체의 물방울(25)이 부유하는 제1 미스트(6)를 발생시킬 수 있다. 이 제1 미스트(6) 중에서는 기액 계면이 넓기 때문에 배기가스를 제1 액체와 효율적으로 기액 접촉시킬 수 있고, 배기가스를 제1 액체에 포함되는 용매 및 용질에 의해 처리할 수 있다. 또, 제1 미스트(6) 중에 있어서, 제1 액체의 기화열에 의해 배기가스의 온도를 저하시킬 수 있다. 또, 제1 기체에 의해 배기가스를 처리하는 것도 가능하다.

[0115] 분무기(50)는 배기가스가 흘러가는 방향으로 실질적으로 동일한 방향으로 제1 액체의 물방울(25) 및 제1 기체가 분출하도록 배치될 수도 있다. 이것에 의해, 분무기(50)의 분무방향과 배기가스가 흘러가는 방향을 일치시킬 수 있고, 제1 미스트(6)가 형성되는 영역을 넓게 할 수 있다. 이 때문에, 배기가스를 제1 액체와 효율적으로 기액 접촉시킬 수 있다. 예를 들면, 제1 개구(32)를 배기가스 유로(1)의 하류측에 배치하고, 제1 액체 및 제1 기체가 배기가스 유로(1)의 하류측을 향해서 분무되도록 분무기(50)를 배치할 수 있다.

[0116] 분무노즐(40)의 형상은 예를 들면, 원통형과 할 수 있다. 이 경우, 분무노즐(40)의 직경은 예를 들면 5mm 이상 100mm 이하로 할 수 있다.

[0117] 또, 이 경우, 분무노즐(40)은 한쪽의 단부가 제1 액체유로(35) 또는 제1 기체유로(36)와 접속하고, 다른 쪽의 단부가 제1 개구(32)를 가질 수 있다. 분무노즐(40)이 가지는 제1 개구(32)는 하나일 수도 있고, 복수일 수도 있다. 또, 제1 개구(32)가 설치된 분무노즐(40)의 단부는 볼록형상을 가질 수 있고, 제1 개구(32)는 볼록형상의 경사면 상에 설치할 수 있다. 또, 제1 개구(32)의 형상은 원형일 수도 있다.

[0118] 또, 분무노즐(40)의 선단이란 제1 개구(32)가 설치된 단부의 선단이고, 제1 개구(32)가 설치된 부분일 수도 있고, 볼록형상의 선단일 수도 있다.

[0119] 분무기(50)는 분무노즐(40)의 주위에 설치되며, 또 오존 함유 가스가 분출하는 제2 개구(33)(오존 공급부(10))를 구비한다. 또, 분무기(50)는 배기가스 중에 오존 함유 가스가 분출하도록 적어도 그 일부가 배기가스 유로

(1) 중에 배치된다. 또, 분무기(50) 중, 적어도 제2 개구(33)가 설치된 부분은 배기가스 유로(1) 중에 배치된다. 이것에 의해, 오존 함유 가스를 배기가스 유로(1)를 흘러가는 배기가스 중에 분출시킬 수 있고, 제1 액체의 물방울(25)이 부유하는 제1 미스트(6) 중에 오존 함유 가스를 유입시킬 수 있다. 그리고 제1 미스트(6) 중에 있어서 배기가스를 오존 함유 가스에 의해 처리할 수 있다. 제1 미스트(6) 중에서는 제1 액체의 기화열에 의해 배기가스의 온도가 저하하기 때문에 오존 함유 가스의 열 분해를 억제할 수 있다. 따라서 고온의 배기가스를 열 분해하기 쉬운 오존 함유 가스에 의해 처리하는 것이 가능하게 된다. 또, 제1 액체와 오존 함유 가스를 다른 개구로부터 분출시키는 것에 의해 제1 액체의 용매 또는 용질과 오존 함유 가스가 처리 전에 반응하는 것을 억제할 수 있다.

[0120] 분무기(50)는 배기가스가 흘러가는 방향으로 실질적으로 동일한 방향으로 오존 함유 가스가 분출하도록 배치할 수 있다. 이것에 의해, 분무노즐(40)의 주위에 설치된 제2 개구(33)로부터 분출된 오존 함유 가스는 배기가스의 흐름을 타고 제1 액체의 물방울(25)이 부유하는 제1 미스트(6) 중에 효율적으로 유입할 수 있다.

[0121] 제2 개구(33)는 분무노즐(40)의 선단으로부터 제2 개구(33)까지의 거리(d2)가 분무노즐(40)의 선단으로부터 제1 개구(32)까지의 거리(d1)보다도 길어지도록 설치될 수 있다. 이것에 의해, 분무노즐(40)의 스프레이 각도가 제2 개구(33)에 의해 제한되는 것을 억제할 수 있고, 분무노즐(40)의 스프레이 각도를 넓게 할 수 있다. 따라서 배기가스 중에 제1 액체의 물방울(25)이 부유하는 제1 미스트(6)가 형성되는 영역을 넓게 할 수 있다.

[0122] **5. 제1 미스트와 제2 미스트에 의한 2단계 처리**

[0123] 여기에서는, 제1 미스트(6)에 의한 제1 처리와 제2 미스트(7)에 의한 제2 처리로 구성되는 2단계 처리에 의해 배기가스가 처리되는 경우에 대해서 설명한다. 도 1, 2에 나타난 배기가스 처리장치(30)에 의해 배기가스 유로(1)를 흘러가는 배기가스를 2단계 처리할 수 있다. 2단계 처리에서는 배기가스는 우선 제1 처리영역(2)에서 제1 미스트(6)에 의해 처리되고, 제1 미스트(6)에 의해 처리된 배기가스가 제2 처리영역(3)에서 제2 미스트(7)에 의해 처리된다.

[0124] 2단계 처리에서는 제1 액체를 물로 할 수 있다. 제1 처리영역(2)에서는 배기가스 유로(1)를 흘러가는 150℃ 이상의 배기가스 중에 물(제1 액체)과 오존을 공급하고, 오존가스 및 NOx 가스를 포함하는 배기가스 중에 물방울(25)이 부유하는 제1 미스트(6)를 발생시킨다. 또, 이 경우, 제1 액체는 배기가스의 온도를 저하시키는 냉각수로서 기능한다.

[0125] 또, 제1 미스트(6)에 포함되는 물은 제1 미스트(6)가 배기가스 유로(1)를 흘러가는 과정에서 전부 증발할 수도 있다.

[0126] 도 6은 제1 미스트(6) 중에서의 화학반응의 설명도이다. 제1 미스트(6) 중에서는 도 6과 같이 NOx 가스와 오존 가스를 포함하는 배기가스(기상) 중에 물방울(25)(액상)이 부유하고 있다. 또, 제1 미스트(6)중의 배기가스는 물방울(25)에 포함되는 물의 기화열에 의해 온도가 저하되어 있기 때문에 제1 미스트(6)중의 오존가스의 열 분해는 억제되어 있다.

[0127] 제1 미스트(6)의 기상에 있어서 NOx 가스와 오존가스를 공존시킬 수 있기 때문에 배기가스에 포함되는 NO 가스를 오존가스에 의해 NO₂ 가스에 산화되는 반응을 진행시킬 수 있다.

[0128] 이 때문에, 제1 미스트(6)를 발생시킨 제1 처리영역(2)을 통과한 후의 배기가스는 제1 처리영역(2)을 통과하기 전의 배기가스에 비해서, NO 가스 농도가 낮고 NO₂ 가스 농도가 높은 가스가 된다. 또, 제1 처리영역(2)에서 제1 액체의 기화열에 의해 배기가스는 냉각되기 때문에 제1 처리영역(2)을 통과한 후의 배기가스는 제1 처리영역(2)을 통과하기 전의 배기가스에 비해 온도가 저하되어 있다.

[0129] 2단계 처리에서는, 제2 액체(16)는 알칼리성 수용액 또는 환원제 수용액으로 할 수 있다. 예를 들면, 제2 액체(16)는 수산화 나트륨, 수산화 칼륨 등의 수용액이 알칼리성을 나타내는 물질을 용질로서 포함할 수 있다. 또, 제2 액체(16)는 아황산 나트륨 등의 환원제를 용질로서 포함할 수 있다. 또, 제2 액체(16)는 수용액이 알칼리성을 나타내는 물질과, 환원제의 양쪽을 포함할 수 있다.

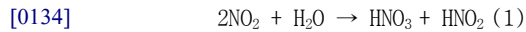
[0130] 또, 제2 액체(16)는 배기가스의 온도를 저하시키는 냉각수로서의 기능과, 배기가스 중의 NOx를 제거하기 위한 처리액으로서의 기능의 양쪽 기능을 갖는다.

[0131] 제2 처리영역(3)에서는 제1 처리영역(2)을 통과한 후의 배기가스 중에 제2 액체(16)를 분무하고, NO₂ 가스를 포함하는 배기가스 중에 제2 액체(16)의 물방울(25)이 부유하는 제2 미스트(7)를 발생시킨다. 또, 제2 미스트(7)

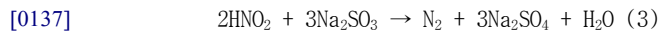
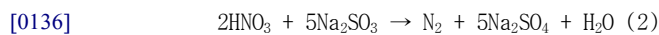
에 포함되는 물은 제2 미스트(7)가 배기가스 유로(1)를 흘러가는 과정에서 전부 증발할 수도 있다. 또, 제2 미스트(7)는 제2 액체조(14)에 모아진 제2 액체(16)를 펌프(15)에 의해 제2 분무부(5)에 공급하는 것에 의해 발생시킬 수 있다.

[0132] 도 7은 제2 액체(16)이 환원제인 아황산 나트륨을 포함하는 수용액일 경우에 있어서의, 제2 미스트(7) 중에서의 화학반응의 설명도이다. 제2 미스트(7) 중에서는 도 7과 같이 NO₂ 가스를 포함하는 배기가스(기상) 중에 아황산 나트륨을 용질로서 포함하는 물방울(25)(액상)이 부유하고 있다.

[0133] 기상의 NO₂ 가스는 물방울(25)의 H₂O와 반응하고, 다음 식(1)의 화학반응이 진행하고, 아질산 또는 질산으로서 액상으로 이동하는 것으로 생각된다.



[0135] 액상의 아질산 또는 질산은 환원제인 아황산 나트륨과 반응하고, 다음 식(2), (3)의 화학반응이 진행되는 것으로 생각된다.



[0138] 제2 미스트(7) 중에 있어서, 이것들의 화학반응이 진행하면, 배기가스에 포함되는 NO_x를 N₂로 환원할 수 있고, 배기가스에 포함되는 NO_x를 제거할 수 있다.

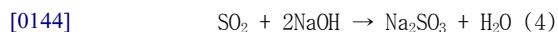
[0139] 또, 제2 미스트(7)에 포함되는 물방울(25)은 물의 기화에 의해 서서히 작아져서 최종적으로는 Na₂SO₄의 미립자(8)를 남기고 소멸하는 것으로 생각된다.

[0140] 이 때문에, 제2 미스트(7)을 발생시킨 제2 처리영역(3)을 통과한 후의 배기가스는 NO 가스 농도 및 NO₂ 가스 농도가 함께 낮은 가스가 된다.

[0141] 또, 제2 처리영역(3)에서 제2 액체의 기화열에 의해 배기가스는 냉각되기 때문에 제2 처리영역(3)을 통과한 후의 배기가스는 제2 처리영역(3)을 통과하기 전의 배기가스에 비해 온도가 저하되어 있다.

[0142] 도 8은 배기가스가 SO₂를 포함하고, 제2 액체(16)가 수산화 나트륨을 포함하는 경우에 있어서의 제2 미스트(7) 중에서의 화학반응의 설명도이다. 제2 미스트(7) 중에서는 도 8과 같이 SO₂ 가스 및 NO₂ 가스를 포함하는 배기가스(기상) 중에 수산화 나트륨을 용질로서 포함하는 물방울(25)(액상)이 부유하고 있다.

[0143] 제2 미스트(7)의 기상의 SO₂ 가스는 물방울(25)의 NaOH와 반응하고, 다음 식(4)의 화학반응이 진행하고, 아황산 나트륨으로서 액상으로 이동하는 것으로 생각된다.



[0145] 제2 미스트(7)의 기상의 NO₂ 가스는 물방울(25)의 H₂O와 반응하고, 상기의 식(1)의 화학반응이 진행하고, 아질산 또는 질산으로서 액상으로 이동하는 것으로 생각된다. 액상의 아질산 또는 질산은 SO₂로부터 생성된 아황산 나트륨과 반응하고, 상기의 식(2), (3)의 화학반응이 진행되는 것으로 생각된다.

[0146] 제2 미스트(7) 중에 있어서, 이것들의 화학반응이 진행하면 배기가스에 포함되는 NO_x를 N₂로 환원할 수 있고, 배기가스에 포함되는 NO_x를 제거할 수 있다.

[0147] 또, 제2 미스트(7)에 포함되는 물방울(25)은 물의 기화에 의해 서서히 작아져서 최종적으로는 Na₂SO₄의 미립자(8)를 남기고 소멸하는 것으로 생각된다.

[0148] 이 때문에, 제2 미스트(7)를 발생시킨 제2 처리영역(3)을 통과한 후의 배기가스는 NO 가스 농도 및 NO₂ 가스 농도가 함께 낮은 가스가 된다.

[0149] 또, 제2 액체(16)가 수용액이 알칼리성을 나타내는 물질과, 환원제의 양쪽을 포함하는 경우, 배기가스 중의 NO_x를 더 효과적으로 제거할 수 있다.

- [0150] **6. 제1 미스트와 흡수탑에 의한 2단계 처리**
- [0151] 제1 미스트(6)와 흡수탑(80)에 의한 2단계 처리에서는 제1 미스트(6)를 발생시키는 영역의 하류측에 흡수탑(80)을 설치할 수 있다. 예를 들면, 도 3에 나타난 배기가스 처리장치(30)에 의해 제1 미스트(6)와 흡수탑(80)에 의한 2단계 처리를 실시할 수 있다.
- [0152] 제1 미스트(6)에 의한 처리는 상기한 「제1 미스트와 제2 미스트에 의한 2단계 처리」와 동일하기 때문에 여기에서는 생략한다.
- [0153] 제1 미스트(6)와 흡수탑(80)에 의한 2단계 처리에서는 제1 미스트(6)에 의한 제1단계제의 처리에 의해, 물에 용해되기 어려운 NO가 물에 용해되기 쉬운 NO₂로 변환된 배기가스가 흡수탑(80)에 유입되고, 흡수탑(80)에서의 제2단계의 처리에 의해 배기가스에 포함되는 NO_x가 제거된다.
- [0154] 흡수탑(80)은 충전재(75)에서 충전된 영역을 가지고 있고, 노즐(77)이 상부로부터 충전재(75)를 향해서 제3 액체를 분무한다. 분무된 제3 액체는 충전재(75) 중을 흘러가고 흡수탑(80)의 하부의 액조에 모인다. 액조에 모인 제3 액체는 순환펌프(68)에 의해 펌핑되어 노즐(77)에 공급된다. 이렇게 흡수탑(80)은 제3 액체가 순환하도록 구성된다.
- [0155] 또, 제3 액체는 약액 탱크(70)로부터 흡수탑(80)의 하부의 액조 또는 순환유로(69)에 공급할 수 있다. 또, 제3 액체의 순환유로(69)에 pH계(72), ORP계(73)을 설치할 수 있다.
- [0156] 충전재(75)로 충전된 영역은 예를 들면, 복수의 구멍을 가지는 금속판을 복수 적층한 구조를 가질 수 있다. 금속판의 재료에는 예를 들면, 스테인리스강을 사용할 수 있다. 또, 충전재(75)에는 라시히링을 사용할 수도 있다.
- [0157] 또, 흡수탑(80)의 하부에 배기가스의 유입구가 설치되고, 흡수탑(80)의 상부에 배기가스의 배출구가 설치된다. 따라서 배기가스는 흡수탑(80)의 하부로부터 상부를 향해서 충전재(75) 중을 흘러간다. 따라서 충전재(75) 중에 있어서 배기가스와 제3 액체를 기액 접촉시킬 수 있다.
- [0158] 제3 액체는 아황산 나트륨 등의 환원제를 용질로서 포함하는 환원제 수용액으로 할 수 있다. 이것에 의해, 충전재(75)를 충전한 영역에서 NO₂를 포함하는 배기가스와 아황산 나트륨 수용액을 기액 접촉시킬 수 있다. 기액 접촉시키면, 배기가스에 포함되는 NO₂ 가스는 H₂O와 반응하고, 상기의 식(1)의 화학반응이 진행하고, 아질산 또는 질산으로서 아황산 나트륨 수용액으로 이동하는 것으로 생각된다.
- [0159] 아황산 나트륨 수용액으로 이동한 아질산 또는 질산은 환원제인 아황산 나트륨과 반응하고, 상기의 식(2), (3)의 화학반응이 진행되는 것으로 생각된다.
- [0160] 흡수탑(80) 중에 있어서, 이것들의 화학반응이 진행하면, 배기가스에 포함되는 NO_x를 N₂로 환원할 수 있고, 배기가스에 포함되는 NO_x를 제거할 수 있다.
- [0161] 또, 제3 액체는 NaOH 등의 알칼리성을 나타내는 물질을 용질로서 포함할 수 있다. 이것에 의해, 배기가스 성분이 제3 액체에 용해하고, 제3 액체가 산성이 되는 것을 억제할 수 있다.
- [0162] 또, 흡수탑(80)로부터 배출된 배기가스는 다량의 수분을 포함하기 때문에 흡수탑(80)의 하류에 일리미네이터(82)를 설치할 수 있다. 또, 그 하류에 집진기(17), 팬(88) 등을 설치할 수 있다. 집진기(17)는 예를 들면 전기 집진기일 수도 있고, 원심력 집진기일 수도 있고, 여과집진기일 수도 있다.
- [0163] **7. 제1 미스트에 의한 1단계 처리**
- [0164] 여기에서는 제1 미스트(6)에 의한 제1 처리로 구성되는 1단계 처리에 의해 배기가스가 처리되는 경우에 대해서 설명한다. 도 9에 나타난 배기가스 처리장치(30)에 의해 배기가스 유로(1)를 흘러가는 배기가스를 1단계 처리할 수 있다.
- [0165] 1단계 처리에서는 제1 액체(27)는 알칼리성 수용액 또는 환원제 수용액으로 할 수 있다. 예를 들면, 제1 액체(27)는 수산화 나트륨, 수산화 칼륨 등의 수용액이 알칼리성을 나타내는 물질을 용질로서 포함할 수 있다. 또, 제1 액체(27)는 아황산 나트륨 등의 환원제를 용질로서 포함할 수 있다. 또, 제1 액체(27)는 수용액이 알칼리성을 나타내는 물질과, 환원제의 양쪽을 포함할 수 있다. 또, 이 경우, 제1 액체(27)는 배기가스의 온도를 저하시키는 냉각수로서의 기능과, 배기가스 중의 NO_x를 제거하기 위한 처리액으로서의 기능의 양쪽을 갖는다.

- [0166] 제1 처리영역(2)에서는 배기가스 유로(1)를 흘러가는 150℃ 이상의 배기가스 중에 알칼리성 수용액 또는 환원제 수용액(제1 액체(27))과 오존을 공급하고, 오존가스 및 NO_x 가스를 포함하는 배기가스 중에 제1 액체(27)의 물방울(25)이 부유하는 제1 미스트(6)를 발생시킨다. 또, 제1 미스트(6)에 포함되는 물은 제1 미스트(6)가 배기가스 유로(1)를 흘러가는 과정에서 전부 증발할 수도 있다. 또, 제1 미스트(6)는 제1 액체조(26)에 모인 제1 액체(27)를 펌프(15)에 의해 제1 분무부(4)에 공급하는 것에 의해 발생시킬 수 있다.
- [0167] 도 10은 제1 액체(27)이 환원제인 아황산 나트륨을 용질로서 포함하는 수용액일 경우에 있어서의, 제1 미스트(6) 중에서의 화학반응의 설명도이다. 제1 미스트(6) 중에서는 도 10과 같이 NO_x 가스와 오존가스를 포함하는 배기가스(기상) 중에 물방울(25)(액상)이 부유하고 있다. 또, 제1 미스트(6) 중의 배기가스는 물방울(25)에 포함되는 물의 기화열에 의해 온도가 저하하고 있기 때문에 제1 미스트(6) 중의 오존가스의 열 분해는 억제되고 있다.
- [0168] 제1 미스트(6)의 기상에 있어서 NO_x 가스와 오존가스를 공존시킬 수 있기 때문에 배기가스에 포함되는 NO 가스가 오존가스에 의해 NO₂ 가스로 산화되는 반응을 진행시킬 수 있다.
- [0169] 제1 미스트(6)의 기상에 있어서 생성된 NO₂ 가스는 물방울(25)의 H₂O와 반응하고, 상기의 식(1)의 화학반응이 진행하고, 아질산 또는 질산으로서 액상으로 이동하는 것으로 생각된다.
- [0170] 액상의 아질산 또는 질산은, 환원제인 아황산 나트륨과 반응하고, 상기의 식(2), (3)의 화학반응이 진행되는 것으로 생각된다.
- [0171] 제1 미스트(6) 중에 있어서, 이것들의 화학반응이 진행하면, 배기가스에 포함되는 NO_x를 N₂로 환원할 수 있고, 배기가스에 포함되는 NO_x를 제거할 수 있다.
- [0172] 또, 제1 미스트(6)에 포함되는 물방울(25)은 물의 기화에 의해 서서히 작아져서 최종적으로는 Na₂SO₄의 미립자(8)를 남기고 소멸될 수도 있다.
- [0173] 이 때문에, 제1 미스트(6)을 발생시킨 제1 처리영역(2)을 통과한 후의 배기가스는 NO 가스 농도 및 NO₂ 가스 농도가 함께 낮은 가스가 된다. 또, 제1 처리영역(2)에 있어서 제1 액체(27)의 기화열에 의해 배기가스는 냉각되기 때문에 제1 처리영역(2)을 통과한 후의 배기가스는 제1 처리영역(2)을 통과하기 전의 배기가스에 비해 온도가 저하하고 있다.
- [0174] 도 11은 배기가스가 SO₂를 포함하고, 제1 액체(27)가 수산화 나트륨을 용질로서 포함하는 수용액인 경우에 있어서의, 제1 미스트(6) 중에서의 화학반응의 설명도이다. 제1 미스트(6) 중에서는 도 11과 같이 오존가스, SO₂ 가스 및 NO 가스를 포함하는 배기가스(기상) 중에 수산화 나트륨을 포함하는 물방울(25)(액상)이 부유하고 있다. 또, 제1 미스트(6) 중의 배기가스는 물방울(25)에 포함되는 물의 기화열에 의해 온도가 저하하고 있기 때문에 제1 미스트(6) 중의 오존가스의 열 분해는 억제되고 있다.
- [0175] 제1 미스트(6)의 기상에 있어서 NO 가스와 오존가스를 공존시킬 수 있기 때문에 배기가스에 포함되는 NO 가스를 오존가스에 의해 NO₂ 가스로 산화되는 반응을 진행시킬 수 있다.
- [0176] 제1 미스트(6)의 기상의 SO₂ 가스는 물방울(25)의 NaOH와 반응하고, 상기의 식(4)의 화학반응이 진행하고, 아황산 나트륨으로서 액상으로 이동하는 것으로 생각된다.
- [0177] NO가 산화해서 생성된 NO₂ 가스는 물방울(25)의 H₂O와 반응하고, 상기 식(1)의 화학반응이 진행하고, 아질산 또는 질산으로서 액상으로 이동하는 것으로 생각된다. 액상의 아질산 또는 질산은 SO₂로부터 생성된 아황산 나트륨과 반응하고, 상기의 식(2), (3)의 화학반응이 진행되는 것으로 생각된다.
- [0178] 제1 미스트(6) 중에 있어서, 이것들의 화학반응이 진행하면, 배기가스에 포함되는 NO_x를 N₂로 환원할 수 있고, 배기가스에 포함되는 NO_x를 제거할 수 있다.
- [0179] 또, 제1 미스트(6)에 포함되는 물방울(25)은 물의 기화에 의해 서서히 작아져서 최종적으로는 Na₂SO₄의 미립자(8)를 남기고 소멸될 수도 있다.
- [0180] 이 때문에, 제1 미스트(6)을 발생시킨 제1 처리영역(2)을 통과한 후의 배기가스는 NO 가스 농도 및 NO₂ 가스 농

도가 함께 낮은 가스가 된다.

[0181] 또, 제1 액체(27)가 수용액이 알칼리성을 나타내는 물질과 환원제와의 양쪽을 포함하는 수용액인 경우, 배기가스 중의 NO_x를 더 효과적으로 제거할 수 있다.

[0182] **8. 집진기**

[0183] 집진기(17)는 1단계 처리 또는 2단계 처리에 의해 처리한 배기가스가 유입하도록 설치할 수 있다. 이것에 의해, 1단계 처리 또는 2단계 처리에 의해 배기가스 중에 발생한 미립자(8)를 배기가스로부터 제거할 수 있다.

[0184] 집진기(17)는 예를 들면, 전기 집진기일 수도 있고, 원심력 집진기일 수도 있고, 여과 집진기일 수도 있다.

[0185] **NO_x 제거실험 1**

[0186] 도 12는 NO_x 제거실험 1에서 사용한 배기가스 처리장치(반응탑)의 개략적인 단면도이다. 이 반응탑은 내경 54.9mm, 높이 1000mm의 SUS304제의 원통형으로, 처리 대상 가스인 모의배기가스는 반응탑 하부로부터 유입해서 반응탑 내로 처리된 후, 상부로부터 배출된다. 가스 입구로부터 가스 출구까지의 길이는 600mm로 했다. 고온배기가스(300℃)를 재현하기 위해서 리액터 벽면의 상단과 하단에 2개의 히터를 장착했다. 모의배기가스는 N₂ 배이스의 NO 농도 100ppm의 실린더가스를 Mass Flow Controller로 10 l/min로 설정해서 사용했다. 모의배기가스는 미리 전기 관상로에서 가열한 후, 반응탑 내에 도입했다. 반응탑 내에서는 상부로부터 노즐(제1 분무부(4))로부터 환원제(Na₂SO₃) 수용액(분무액)이 분무되고, 모의배기가스는 그 미스트(제1 미스트(6))에 의해 냉각된다. 오존 발생기(12)인 플라즈마 발생장치(오존발생기)에 의해 생성된 오존 함유 가스를 반응탑 내의 제1 미스트(6) 내에 주입하고, 모의배기가스 중의 NO를 NO₂로 산화했다. 또, NO₂는 제1 미스트(6) 중의 환원제(Na₂SO₃)와 반응해서 N₂로 환원된다. 처리후의 가스는 리액터 상부출구로부터 배출했다. 증발하지 않는 환원제 수용액은 리액터 하부에 설치된 배수구로부터 배출했다. 가스분석은 리액터 출구에서 실시하고, NO_x 계량기(PG240: HORIB, Ltd.)를 사용해서 NO, NO_x, O₂의 농도를 측정했다.

[0187] 오존발생기는 Masuda Research Inc.의 OZS-EPIII-05를 사용했다. 이 오존발생기는 방전 전압 약 5~8.6kV, 전류값은 최대로 0.4A, 주파수는 9.6kHz 일정, 최대 소비전력은 32W이다. 오존가스 발생량은 0~1.26g/h, 오존가스 농도는 0~95g/m³, 오존가스 유량은 0.1~1 l/min이다.

[0188] 분무액에 대해서는 분말상의 Na₂SO₃를 물에 녹이고, 소정의 농도의 케미컬 수용액을 작성했다. 내용량 3L의 비이커에 케미컬 수용액을 모아 두고, 송액 펌프와 유량계에 의해 조절된 수용액을 노즐(제1 분무부(4))로 보냈다.

[0189] 비이커 내에는 pH/ORP계(HORIBA, Ltd., D-53)을 설치하고, 수용액의 pH, ORP를 측정했다. ORP에 대해서는 값이 낮을 수록 환원력이 강하고, 값이 커짐에 따라 환원 분위기로부터 산화 분위기로 변한다. 환원 분위기에서는 Na₂SO₃와 NO₂가 접촉 함으로써 NO₂가 N₂로 환원된다.

[0190] 송액 펌프는 다이어프램 펌프(Yamada Corporation. NDP-5FST)를, 유량계는 접속부가 SUS제의 면적식(플로트식) 유량계(KOFLOC사)를 사용했다. 노즐에는 Spraying Systems Japan Co.의 일류체 노즐(B1/4TT-SS+TX-SS1)을 사용했다. 유량은 압력이 0.3MPa의 조건, 65ml/min, 분사각은 54도이다.

[0191] 실험결과의 일례를 도 13에 나타낸다. 반응탑 내에 도입하는 모의배기가스는 유량을 10 l/min으로 설정하고, NO 농도를 100ppm으로 설정했다. 우선, 환원제 수용액을 분무하지 않고, 모의배기가스를 반응탑에 흘려보내고 반응탑 하부 및 상부의 가스 온도가 300℃가 되도록 설정했다. 반응탑 내에 주입하는 오존 함유 가스는 유량을 0.2 l/min으로 설정하고, 도 13의 0분부터 30분 및 40분부터 50분에서는 오존 농도를 9g/m³로 설정하고, 30분부터 40분에서는 오존 농도를 15g/m³로 설정했다. 또, 50분부터 60분에서는 오존가스 함유 가스를 반응탑 내에 주입하지 않았다.

[0192] 환원제 수용액은 10분부터 60분까지 노즐(제1 분무부(4)) 공급해서 제1 미스트(6)를 발생시켰다. 공급한 환원제 수용액은 유량을 40ml/min으로 설정하고, SO₃ 농도를 10000ppm으로 설정했다. 또, 0분부터 10분까지는 제1 미스트(6)를 발생시키지 않고 있다.

[0193] 도 13에서, 0~10분에서는 오존가스가 반응탑 내에 주입되고 있음에도 불구하고, 모의배기가스의 온도가 300℃이기 때문에 NO 농도가 거의 저하되지 않고 있음을 알 수 있다. 이것은 주입한 오존가스가 열 분해해서 NO의 산화에 이용되지 않았기 때문인 것으로 생각된다.

- [0194] 10분~50분에서는 환원제 수용액의 분무에 의해 제1 미스트(6) 중의 가스가 냉각됨으로써 제1 미스트(6) 중에서 오존가스의 열 분해가 억제되는 것으로 생각된다. 이것에 의해, 제1 미스트(6) 중에 있어서 오존가스에 의한 NO의 산화가 효율적으로 수행된다고 생각된다. 또, 도 13에서, 10분~50분에서는 환원제에 의한 NO₂ 환원에 의해 NOx 농도도 저하하고 있음을 알 수 있다.
- [0195] 또, 10분~50분에서의 반응탑 상부의 배기가스 온도는 약 190℃이었다.
- [0196] **NOx 제거실험 2**
- [0197] 도 3에 나타내는 같은 배기가스 처리장치(30)를 사용해서 글래스 용해로(19)로부터 연속적으로 배출되는 연소 배기가스에 포함되는 NOx를 제거하는 실험을 실시했다.
- [0198] 실험에서는 글래스 용해로(19)로부터 연속적으로 배출시킨 연소 배기가스를 폐열보일러(62), 분무기(50)에 의해 발생시킨 제1 미스트(6), 흡수탑(80), 일리미네이터(82), 집진기(17)에 의해 처리하고, 처리후의 연소 배기가스를 대기 중에 방출했다. 또, 도 3에 나타낸 측정점(A~E)에 있어서, 처리 중의 연소 배기가스의 온도를 측정했다. 또, 도 3에 나타낸 측정점(D, E)에 있어서 연소 배기가스를 샘플링하고, 연소 배기가스에 포함되는 NOx 농도 및 NO 농도를 측정했다.
- [0199] 실험시간은 9시간으로 하고, 실험 중에 제1 미스트(6)에 의한 오존처리를 실시하는 시간과, 제1 미스트(6)에 의한 오존처리를 실시하지 않는 시간을 준비했다. 실험에서는 80분의 제1 미스트(6)에 의한 처리를 2회 실시했다.
- [0200] 배기가스 유로(1)를 흘러가는 배기가스량은 약 6700Nm³/h로 했다. 또, 흡수탑(80)에 있어서 순환시키는 환원제 수용액(67)에는 Na₂SO₃ 및 NaOH를 포함하는 수용액을 사용하고, Na₂SO₃ 농도는 201~268ppm으로 했다. 또, NaOH는, 환원제 수용액(67)의 pH가 약 8이 되도록 환원제 수용액(67)에 공급했다.
- [0201] 또, 분무기(50)에 물과 공기와 오존 함유 가스를 공급하는 것에 의해 제1 미스트(6)를 발생시켰다. 오존 함유 가스는 공기 또는 산소 가스를 방전 처리하는 오존 발생기(12)에 의해 발생시키고, 분무기(50)에 공급했다. 첫 번째의 제1 미스트(6)에 의한 처리에서는 오존 발생기(12)에 의해 1255g/h의 오존가스를 발생시키고, 두 번째의 제1 미스트(6)에 의한 처리에서는 오존 발생기(12)에 의해 1436g/h의 오존가스를 발생시켰다.
- [0202] 도 14에 측정점(A~E)에 있어서의 연소 배기가스의 온도측정의 결과를 나타낸다. 연소 배기가스의 온도는 글래스 용해로(19)의 출구(A)에서 약 450℃, 폐열보일러(62)의 입구(B)에서 약 380℃, 폐열보일러(62)의 출구(C)에서 약 180℃, 분무기 앞(D)에서 약 160℃, 일리미네이터(82)의 출구(E)에서 약 50℃이었다.
- [0203] 도 15에 측정점(D, E)의 연소 배기가스의 NOx 농도의 20분 단위의 시간추이 그래프를 나타낸다. 또, 도 16에 측정점 D, E의 연소 배기가스의 NO 농도의 20분 단위의 시간추이 그래프를 나타낸다. 또, 도 15, 16에서는 제1 미스트(6)에 의해 오존처리한 시간을 화살표로 나타냈다.
- [0204] 도 15에 나타낸 NOx 농도 및 도 16에 나타낸 NO 농도는 환산 산소농도를 15%로 해서 측정값을 환산한 환산값이다. 또, 환산값은 대기오염방지법의 규정에 따라 계산했다. 또, 도 15, 16에 나타낸 NOx 농도의 환산값 및 NO 농도의 환산값은 20분간의 측정데이터로부터 연소 교환시의 5분간의 측정데이터를 제외한 15분간의 측정데이터로부터 산출한 평균값이다.
- [0205] 또, 도 15, 16에 나타낸 NOx 농도 및 NO 농도로부터 계산한 NOx 제거율 및 NO 제거율을 도 17에 나타낸다. 제거율은 제1 미스트(6)에 의한 오존처리와 흡수탑(80)에 의한 환원제 처리의 양쪽, 또는 흡수탑(80)에 의한 환원제 처리에 의해 연소 배기가스 중의 NOx 또는 NO가 제거된 비율이다.
- [0206] 도 15~17로부터, 제1 미스트(6)에 의한 오존처리를 수행하지 않은 시간대에서는 NOx 제거율 및 NO 제거율이 0~7%정도인 것에 대해서, 제1 미스트(6)에 의한 오존처리를 실시한 시간대에서는 NOx 제거율 및 NO 제거율이 14~39% 정도인 것을 알 수 있다.
- [0207] 이것으로부터 오존처리를 실시한 시간대에 있어서는 분무기(50)에 의해 약 160℃의 연소 배기가스 중에 제1 미스트(6)를 발생시키고, 제1 미스트(6) 중에서 연소 배기가스를 오존처리 하는 것에 의해 연소 배기가스에 포함되는 NO 가스를 NO₂ 가스로 산화할 수 있는 것으로 생각되고, 생성된 NO₂ 가스를 흡수탑(80)에서의 환원제 처리에 의해 연소 배기가스 중에서 제거할 수 있었던 것으로 생각된다.
- [0208] 또, 오존처리를 가 있지 않는 시간대에 있어서는 연소 배기가스에 포함되는 NO 가스가 NO₂ 가스에 산화되지 않기

위해서, NOx 제거율 및 NO 제거율이 낮다고 생각된다.

부호의 설명

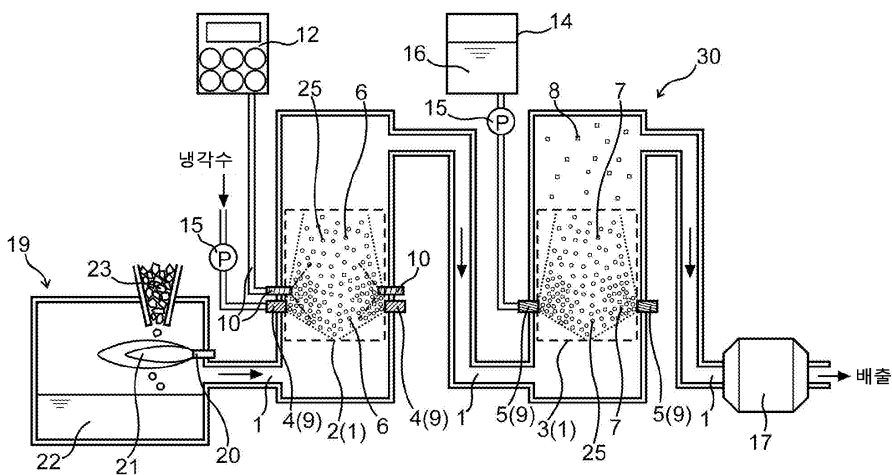
[0209]

- 1: 배기가스 유로
- 2: 제1 처리 영역
- 3: 제2 처리 영역
- 4: 제1 분무부
- 5: 제2 분무부
- 6: 제1 미스트
- 7: 제2 미스트
- 8: 미립자
- 9: 분무부
- 10: 오존 공급부
- 12: 오존 발생기
- 14: 제2 액체조
- 15: 펌프
- 16: 제2 액체
- 17: 집진기
- 19: 글래스 용해로
- 20: 버너
- 21: 불꽃
- 22: 녹은 글래스
- 23: 글래스 원료
- 25: 물방울
- 26: 제1 액체조
- 27: 제1 액체
- 30: 배기가스 처리장치
- 32: 제1 개구
- 33: 제2 개구
- 35: 제1 액체유로
- 36: 제1 기체유로
- 37: 오존가스 유로
- 38: 내관
- 39: 외관
- 40: 분무노즐
- 41: 중간관

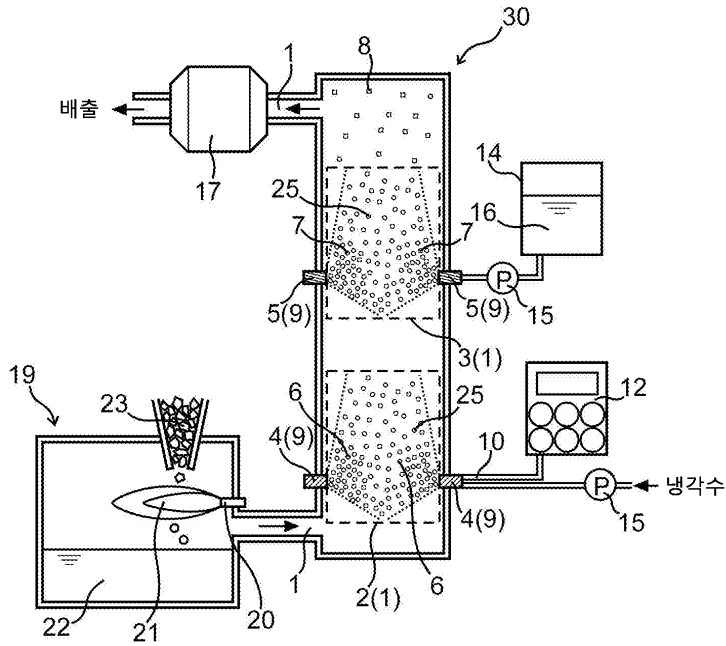
- 42: 보호관
- 43: 공간
- 45: 제3 개구
- 46: 플랜지
- 47: 틈새
- 50: 분무기
- 52: 배기가스 유로부재
- 62: 폐열 보일러
- 67: 환원제 수용액
- 68: 순환펌프
- 69: 순환유로
- 70: 약액 탱크
- 72: pH계
- 73: ORP계
- 75: 충전재
- 77: 노즐
- 80: 흡수탑
- 82: 일리미네이터
- 88: 팬
- 89: 굴뚝

도면

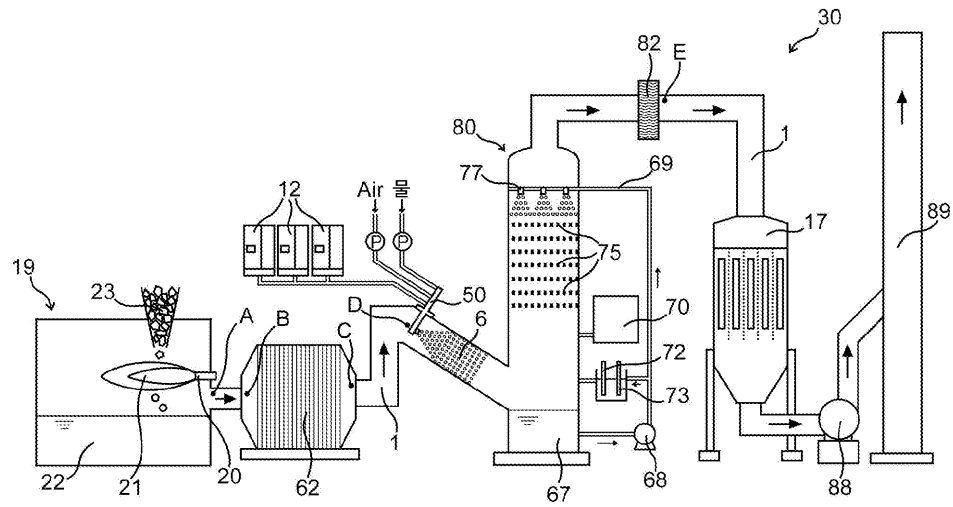
도면1



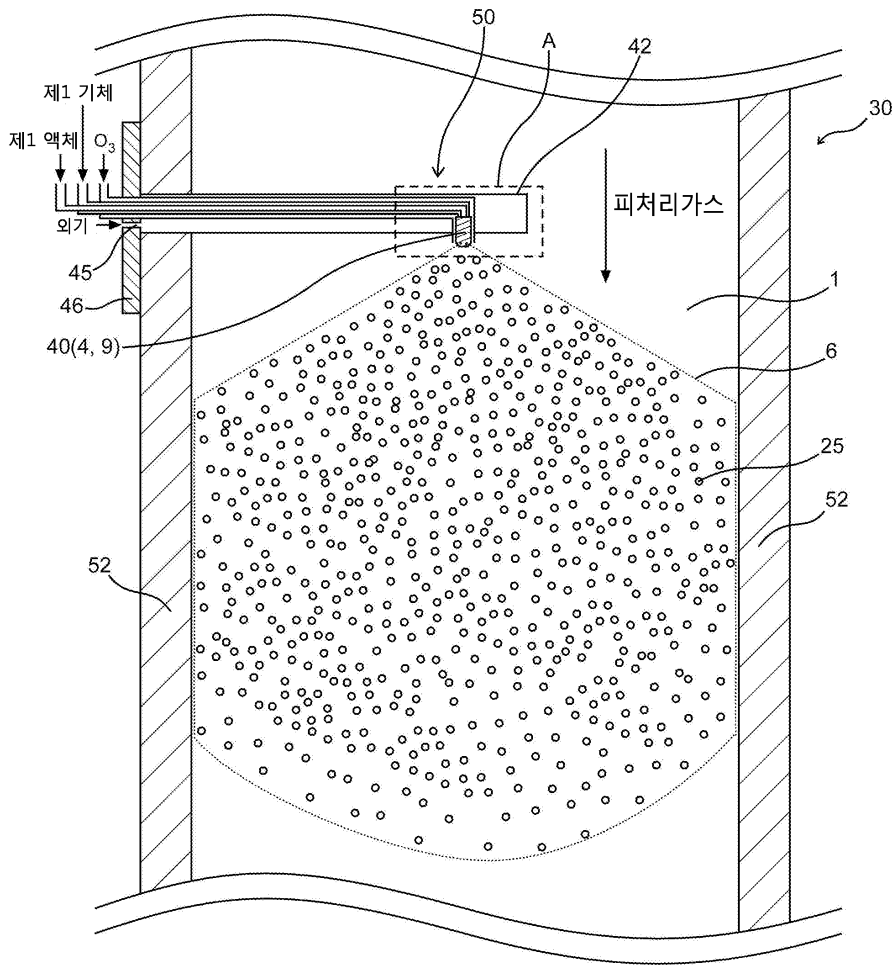
도면2



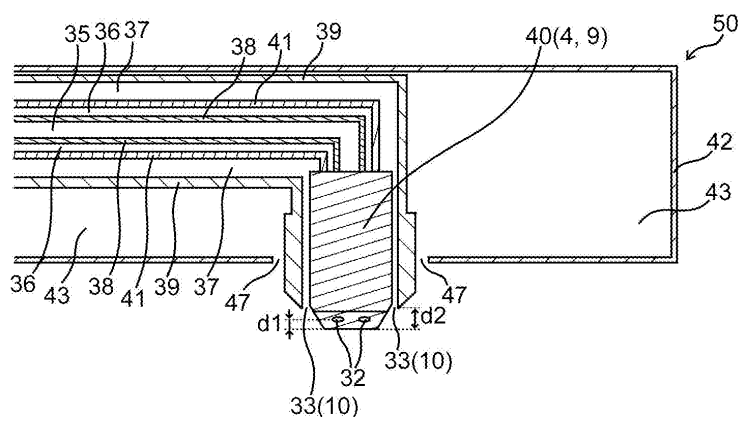
도면3



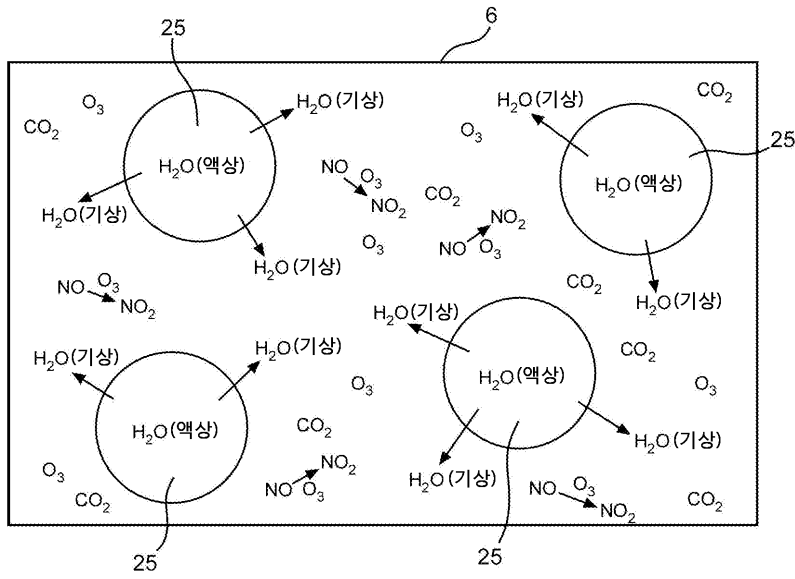
도면4



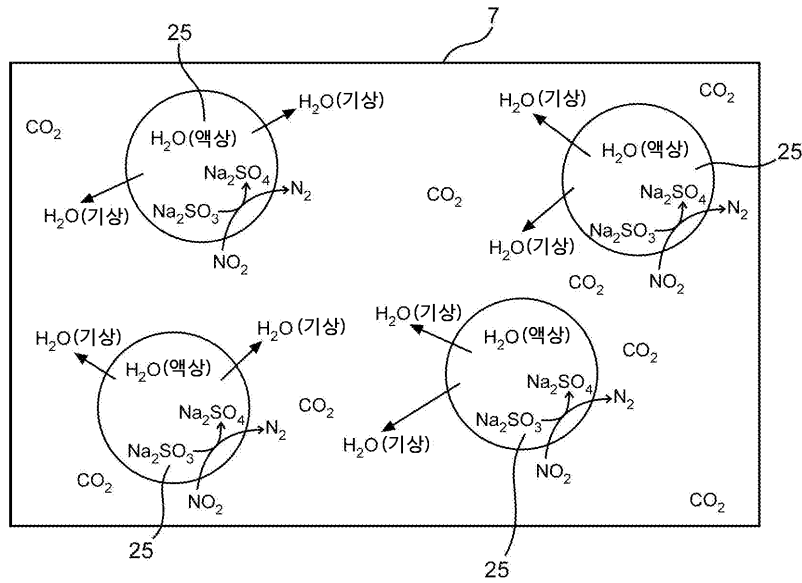
도면5



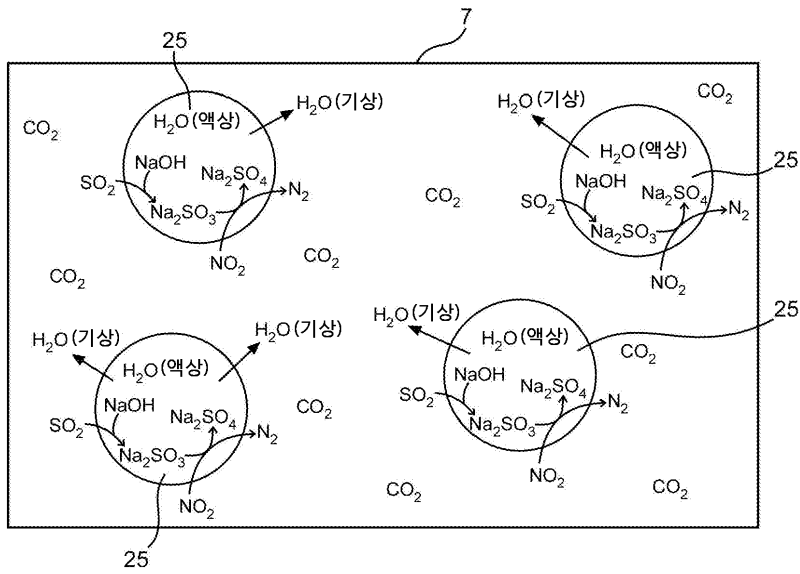
도면6



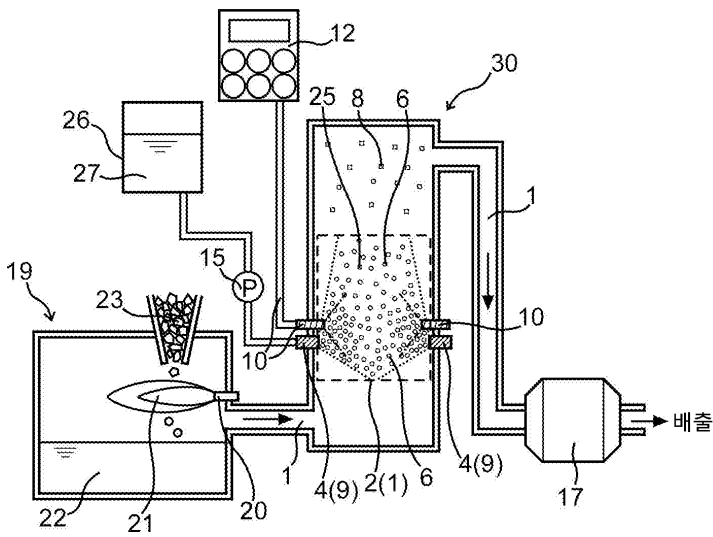
도면7



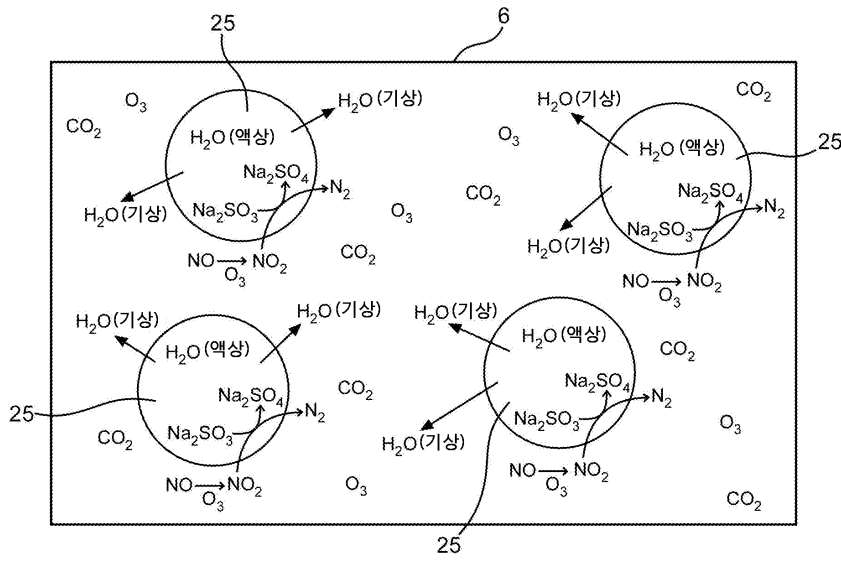
도면8



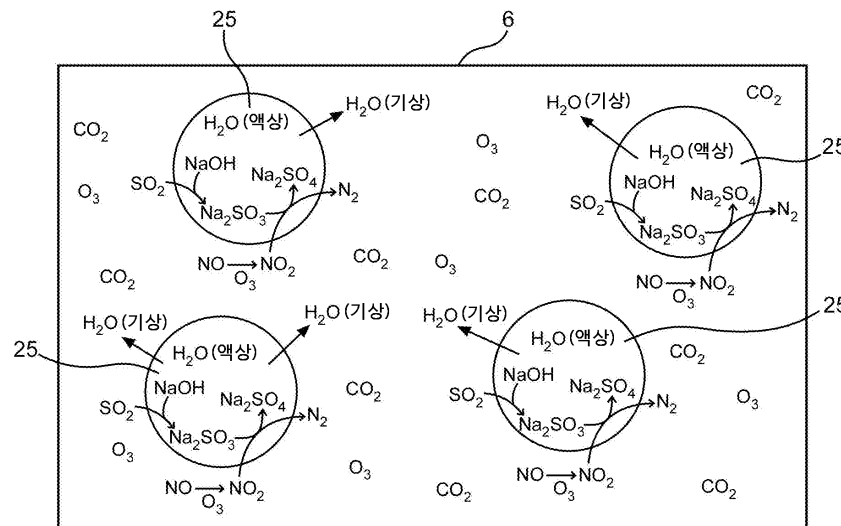
도면9



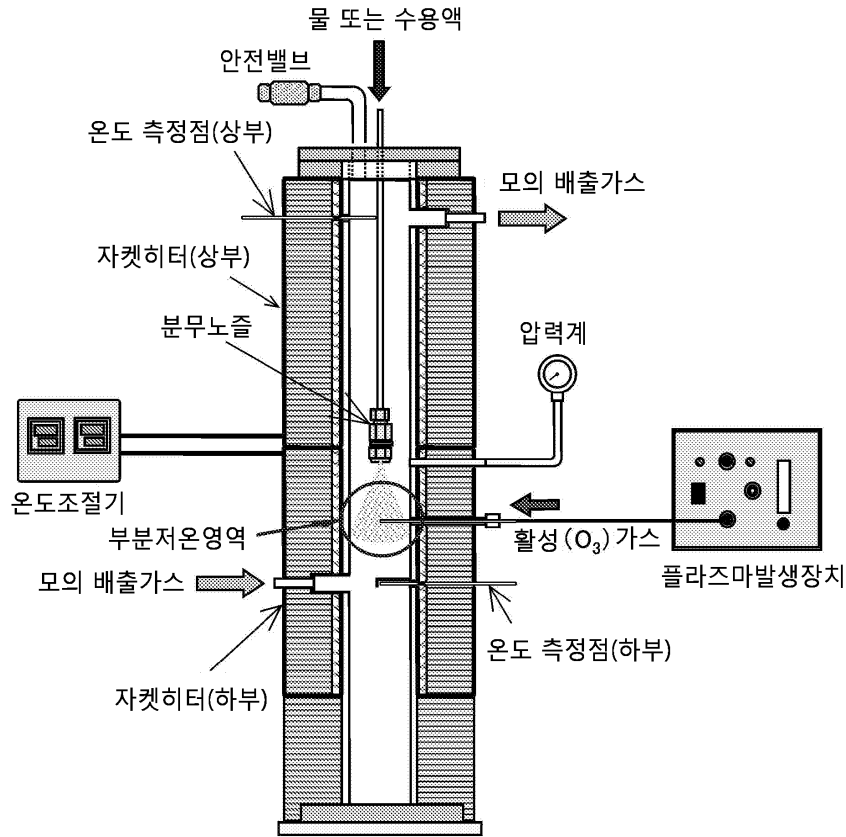
도면10



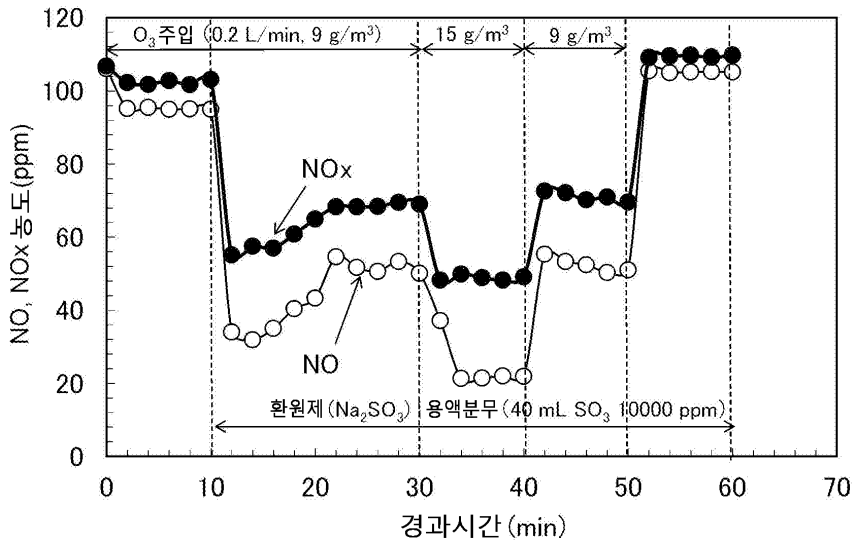
도면11



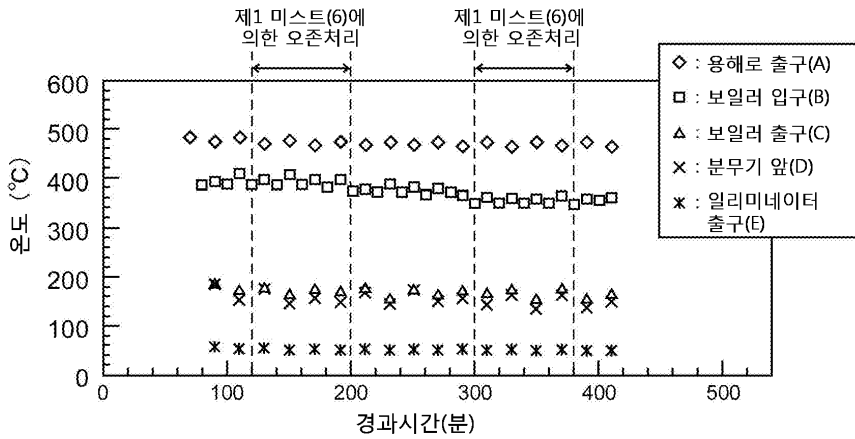
도면12



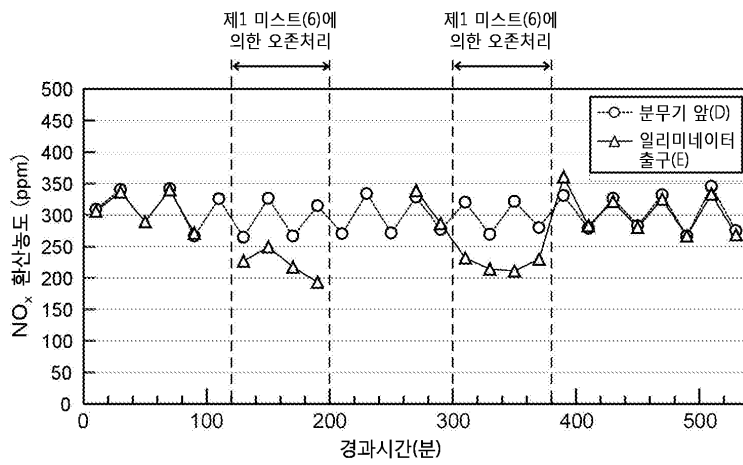
도면13



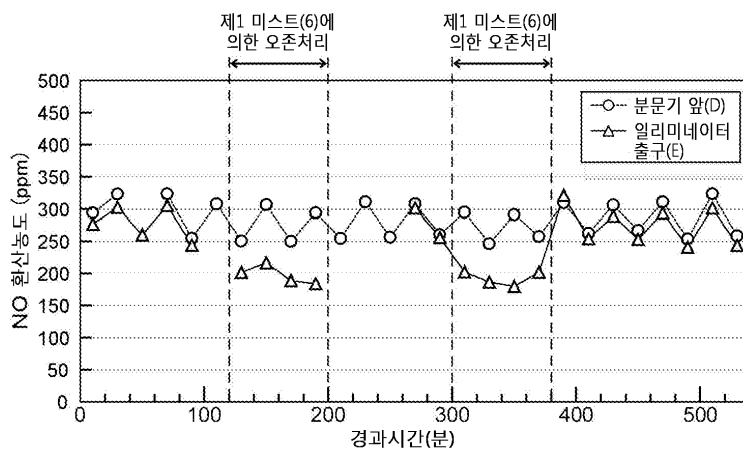
도면14



도면15



도면16



도면17

