



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0036938
(43) 공개일자 2021년04월05일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 53/86 (2006.01) *B01D 53/34* (2006.01)
B01D 53/96 (2006.01) *B01J 38/04* (2006.01)
F01N 3/20 (2006.01) *F01N 9/00* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B01D 53/8625 (2013.01)
B01D 53/346 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2021-7004993
- (22) 출원일자(국제) 2019년08월16일
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2021년02월19일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2019/046864
- (87) 국제공개번호 WO 2020/041136
 국제공개일자 2020년02월27일
- (30) 우선권주장
 62/721,199 2018년08월22일 미국(US)

- (71) 출원인
헬 인터내셔널 리써취 마트사피지 비.브이.
 네델란드왕국 엔엘-2596 에이치알 더 헤이그 카렐
 반 바일란드틀란 30
- (72) 발명자
생, 구이도
 미국 77082 텍사스주 휴스턴 하이웨이 6 사우스
 3333
- (74) 대리인
양영준, 김영

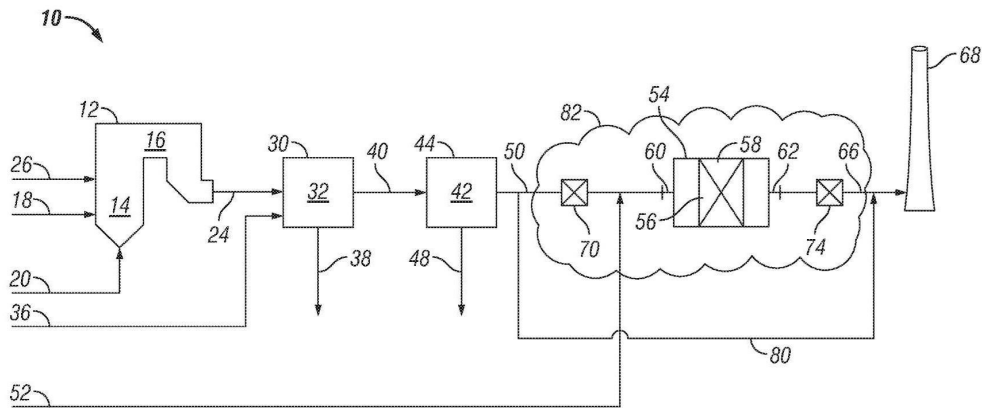
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **선택적 촉매 환원 공정 및 상기 공정의 비활성화된 촉매의 오프-라인 재생**

(57) 요약

연도가스 처리 시스템의 구성요소인, 선택적 촉매 환원 시스템의 비활성화된 질소 산화물 분해 촉매의 오프-라인 재생을 위한 공정이 제공된다. 선택적 촉매 환원 시스템은 고립되어, 비활성화된 SCR 촉매의 제거 및 교체가 가능해진다. 제거된 SCR 촉매는 연도가스 처리 시스템으로부터 오프-라인 재생될 수 있다. 상기 오프-라인 재생된 SCR 촉매는 교체 SCR 촉매로 사용될 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

B01D 53/96 (2013.01)

B01J 38/04 (2013.01)

F01N 3/2066 (2013.01)

F01N 9/00 (2018.08)

B01D 2257/404 (2013.01)

B01D 2258/0283 (2013.01)

F01N 2260/04 (2013.01)

F01N 2450/30 (2013.01)

F01N 2550/02 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

가스 스트림에 함유된 질소 산화물의 선택적 촉매 환원 및 질소 산화물 제거 촉매의 오프-라인 재생을 위한 공정으로서, 상기 공정은:

질소 산화물 및 황 화합물을 함유하는 가공된 연도가스 스트림을, 연도가스 처리 시스템 내에 일체화된 SCR 시스템에 의해 한정된 접촉 영역으로 도입하되, 상기 접촉 영역은 SCR 촉매를 함유하고, 황 화합물에 의해 비활성화된 비활성화 SCR 촉매를 제공하기에 충분한 시간 동안, 상기 가공된 연도가스 스트림을 상기 SCR 촉매와 접촉시키고, 상기 가공된 연도가스 스트림을 상기 SCR 촉매와 접촉시키는 동안, 상기 SCR 시스템으로부터 스택으로 배출하기 위한 탈질화 연도가스 스트림을 얻는 단계;

상기 비활성화된 SCR 촉매를 갖는 상기 SCR 시스템을 고립시킴으로써, 상기 도입 단계를 중단하는 단계;

상기 SCR 시스템으로부터 상기 비활성화된 SCR 촉매를 제거하여, 제거된 SCR 촉매를 제공하는 단계;

상기 비활성화된 SCR 촉매를 여분의 SCR 촉매로 교체한 후, 상기 가공된 연도가스 스트림을 상기 접촉 영역으로 재-도입하고, 상기 가공된 연도가스 스트림과 상기 여분의 SCR 촉매를 접촉시키는 단계; 및

상기 연도가스 처리 시스템으로부터 상기 제거된 SCR 촉매를 오프-라인 재생하여, 재생된 SCR 촉매를 제공하는 단계를 포함하는, 공정.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 SCR 시스템의 상기 고립은 우회 스트림으로서 상기 가공된 연도가스 스트림을 상기 SCR 시스템 주위에서 우회시키고, 상기 SCR 시스템으로부터 상기 비활성화된 SCR 촉매를 제거하기 전에, 상기 우회 스트림을 상기 스택으로 전달하는 단계를 포함하고; 상기 제거된 SCR 촉매를 상기 여분의 SCR 촉매로 교체한 후에, 상기 우회 단계를 중단하는 단계를 포함하는, 공정.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 여분의 SCR 촉매를 갖는 상기 SCR 시스템을 고립시킴으로써, 상기 가공된 연도가스 스트림을 상기 접촉 영역으로 재-도입하는 상기 단계를 중단하는 단계;

상기 SCR 시스템으로부터 상기 여분의 SCR 촉매를 제거하고, 이로써 상기 재생된 SCR 촉매를 교체하는 단계; 및

그 후, 상기 가공된 연도가스 스트림을, 상기 재생된 SCR 촉매를 함유하는 상기 SCR 시스템의 상기 접촉 영역으로 재-도입하는 단계를 추가로 포함하는, 공정.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 여분의 SCR 촉매를 갖는 상기 SCR 시스템의 상기 고립은, 제2 우회 스트림으로서 상기 가공된 연도가스 스트림을 상기 SCR 시스템 주위로 우회시키고, 상기 SCR 시스템으로부터 상기 여분의 SCR 촉매를 제거하기 전에 상기 제2 우회 스트림을 상기 스택으로 전달하는 것을 포함하고; 상기 여분의 SCR 시스템을 상기 재생된 SCR 촉매로 교체한 후, 상기 우회 단계를 중단하는, 공정.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 재생 공정은:

재생 가스를 재생 조건 하에서 상기 제거된 SCR 촉매로 유속으로 전달하여, SO_x 및 암모니아를 함유하는 재생 배출 가스를 얻는 단계;

상기 재생 배출 가스의 적어도 일부를, 상기 제거된 SCR 촉매로 순환 속도로 재순환시키는 단계; 및

상기 제거된 SCR 촉매로부터 상기 재생 배출 가스의 잔여 부분을 전달하는 단계를 추가로 포함하는, 공정.

청구항 6

제5항에 있어서,

열 에너지를 상기 재생 배출가스의 상기 적어도 일부에 도입함으로써, 상기 재생 가스의 재생 온도를 제어하는 단계를 추가로 포함하는, 공정.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 재생 가스의 상기 유속을 측정하여 측정된 유속을 제공하고, 상기 측정된 유속을 원하는 유속과 비교하여 차등 유속을 제공하는 단계; 및

상기 차등 유속에 반응하여 상기 유속을 조절하는 단계를 추가로 포함하는, 공정.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 재생 배출 가스의 적어도 일부의 상기 순환 속도를 측정하여 측정된 순환 속도를 제공하고, 상기 측정된 순환 속도를 원하는 순환 속도와 비교하여 차등 순환 속도를 제공하는 단계; 및

상기 차등 순환 속도에 반응하여 상기 순환 속도를 조절하여, 상기 재생 배출 가스의 적어도 일부의 상기 재순환을 상기 원하는 순환 속도로 유지하는 단계를 추가로 포함하는, 공정.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 재생된 촉매를 제공하기에 충분한 시간 후에, 상기 제거된 SCR 촉매로의 상기 재생 가스의 전달을 중단하는 단계를 추가로 포함하는, 공정.

청구항 10

가스 스트림에 함유된 질소 산화물의 선택적 촉매 환원 및 질소 산화물 제거 촉매의 오프-라인 재생을 위한 공정으로서, 상기 공정은:

연도가스 처리 시스템 내에, 상기 연도가스 처리 시스템의 상류 처리 유닛으로부터 SCR 시스템으로 질소 산화물 및 황 화합물을 함유하는 가공된 연도가스 스트림을 운반할 수 있는 유입구 도관, 및 상기 연도가스 처리 시스템의 상기 SCR 시스템으로부터 스택으로 배출하기 위한 탈질화 연도가스 스트림을 운반할 수 있는 유출구 도관을 제공하되;

상기 SCR 시스템은 SCR 촉매의 모듈을 함유하는 접촉 영역을 한정하고, 상기 SCR 시스템은 상기 가공된 연도가스 스트림을 받기 위한 상류 유입구와, 상기 접촉 영역으로부터 상기 탈질화 연도가스 스트림을 배출하기 위한 하류 유출구를 갖고, SCR 촉매의 상기 모듈은 상기 SCR 시스템으로부터 제거 가능한 단계;

상기 가공된 연도가스 스트림을 상기 유입구 도관으로부터 상기 상류 유입구를 통해 상기 접촉 영역으로 도입하고, 황 화합물에 의해 비활성화된 비활성화 SCR 촉매를 제공하기에 충분한 시간 동안 상기 가공된 연도가스 스트림을 SCR 촉매의 상기 모듈의 상기 SCR 촉매와 접촉시키고, 상기 가공된 연도가스 스트림을 상기 접촉 영역으로 도입하는 동안, 상기 접촉 영역으로부터 상기 하류 유출구를 통해 상기 유출구 도관으로 배출하기 위한 상기 탈질화 연도가스 스트림을 얻는 단계;

비활성화된 SCR 촉매의 모듈을 포함하는 상기 SCR 시스템을 고립시킴으로써, 상기 가공된 연도가스 스트림을 상기 접촉 영역으로 도입시키는 상기 단계를 중단하는 단계;

상기 SCR 시스템을 개방하고, 상기 접촉 영역으로부터 비활성화 SCR 촉매의 상기 모듈을 제거하고, 비활성화 SCR 촉매의 제거된 모듈을 SCR촉매의 교체 모듈로 교체한 후, 상기 SCR시스템을 폐쇄하는 단계;

상기 가공된 연도가스 스트림을, 상기 유입구 도관을 통해 SCR 촉매의 상기 교체 모듈을 함유하는 상기 접촉 영

역으로 재-도입하는 단계; 및

상기 연도가스 처리 시스템으로부터 비활성화 SCR 촉매의 상기 모듈의 상기 비활성화 SCR 촉매를 오프-라인 재생하여, 재생된 SCR 촉매의 모듈을 제공하는 단계.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 유입구 도관은 상기 가공된 연도가스 스트림의 흐름을 정지 및 제어하기 위한 삽입된 유입구 댐퍼 수단을 추가로 포함하고; 상기 유출구 도관은 상기 탈질화 연도가스 스트림의 흐름을 정지 및 제어하기 위한 삽입된 유출구 댐퍼 수단을 추가로 포함하고; 상기 SCR 시스템의 상기 고립은 상기 가공된 연도가스 스트림의 상기 접촉 영역으로의 상기 전달을 정지하고, 상기 접촉 영역으로부터 상기 탈질화 연도가스 스트림을 얻는 것을 정지하고, 우회 스트림으로서 상기 가공된 연도가스 스트림을 상기 SCR 시스템 주위로 우회시키고, 상기 접촉 영역으로부터 비활성화된 SCR 촉매의 상기 모듈을 제거하기 전에, 상기 우회 스트림을 상기 스택으로 전달하는 것을 포함하고; 비활성화된 SCR 촉매의 상기 모듈을 SCR촉매의 상기 교체 모듈로 교체한 후, 그 이후에 상기 SCR 시스템 주위에서 상기 가공된 연도가스 스트림의 상기 우회를 중단하는 단계를 포함하는 공정.

청구항 12

제11항에 있어서,

SCR 촉매의 상기 교체 모듈을 갖는 상기 SCR 시스템을 고립시킴으로써, 상기 가공된 연도가스 스트림을 상기 접촉 영역으로 재-도입하는 상기 단계를 중단하는 단계;

상기 SCR 시스템으로부터 SCR 촉매의 상기 교체 모듈을 제거하고, 이로서 재생된 SCR 촉매 모듈을 교체하는 단계; 및

이후, 상기 가공된 연도가스 스트림을, 재생된 SCR 촉매의 상기 모듈을 함유하는 상기 SCR 시스템의 상기 접촉 영역으로 재-도입하는 단계를 추가로 포함하는, 공정.

청구항 13

제12항에 있어서, SCR 촉매의 상기 교체 모듈을 갖는 상기 SCR 시스템의 상기 고립은, 상기 가공된 연도가스 스트림의 상기 접촉 영역으로의 상기 전달을 정지하고, 상기 접촉 영역으로부터 상기 탈질화 연도가스 스트림을 얻는 것을 정지하고, 우회 스트림으로서 상기 가공된 연도가스 스트림을 상기 SCR 시스템 주위에서 우회시키고, 상기 접촉 영역으로부터 SCR 촉매의 교체 모듈의 상기 모듈을 제거하기 전에, 상기 우회 스트림을 상기 스택으로 전달하는 것을 포함하고; SCR 촉매의 상기 교체 모듈을 재생된 SCR 촉매의 상기 모듈로 교체한 후, 그 이후에 상기 SCR 시스템 주위의 상기 가공된 연도가스 스트림의 상기 우회를 중단시키는, 공정.

발명의 설명

기술분야

[0001] 비-임시 출원인 본 발명은 2018년 8월 22일자 제출된 계류 중인 미국 임시출원 일련번호 제62/721,199호에 대해 우선권을 주장하며, 이의 전체 기재 내용은 본원에 인용되어 포함된다.

[0002] 기술분야

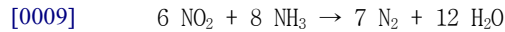
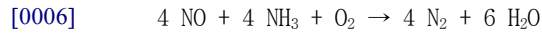
[0003] 본 발명은 질소 산화물 및 황 산화물을 함유하는 뜨거운 공정 가스 스트림으로부터 질소 산화물 및 황 산화물을 제거하고, 상기 공정의 비활성화된 촉매를 재생하기 위한 촉매 공정에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 노(furnace) 또는 보일러에서 연료원, 예컨대 석탄, 오일, 가스, 목재, 도시 폐기물, 산업 폐기물, 병원 폐기물, 유해 폐기물 및 농업 폐기물의 연소로 인해, 일산화탄소, 이산화탄소, 질소 산화물, 황 화합물 및 다른 오염물과 같은 연소 산물을 함유하는 뜨거운 연도가스가 생성된다. 이러한 다른 오염물 중에는 미립자가 포함된다. 미립자는 비산회, 먼지, 매연, 그리고 인, 중금속, 알칼리금속 및 알칼리토금속을 포함할 수 있는 다른 미세한 미립자 물질을 포함할 수 있다. 뜨거운 연도가스 스트림에 함유된 질소 산화물(NO_x)은 일산화질소(NO) 및 이산화질소(NO₂)를 포함한다. 황 화합물은 황 산화물(SO_x), 예컨대 이황 산화물(SO₂) 및 삼황 산화물(SO₃)을 포

함한다. 황 화합물은 연소 연료 내 황의 존재로부터 발생한다.

[0005] 연소 공정의 연도가스 스트림으로부터 NO_x를 제거하는 통상의 방법은, 선택적 촉매 환원(SCR) 공정이다. 이 공정은 촉매층 내에서 NO_x와 암모니아(NH₃) 간의 반응에 의해 NO_x를 질소(N₂)와 물(H₂O)로 촉매 환원시키는 것에 관한 것이다. SCR 공정의 주요 반응은 이하와 같이 제시된다:



[0010] 촉매층은 보통 촉매 활성 물질, 예컨대 본원에서 또한 탈질소 산화물(deNO_x) 촉매라고도 지칭된 질소 산화물 분해 촉매를 포함하는데, 이는 금속 산화물 및 촉매 활성 금속 성분, 예컨대 티타늄, 텅스텐, 몰리브덴, 바나듐, 또는 질소 산화물로부터 질소 및 물로의 전환을 촉매화한다고 알려진 다른 적합한 화합물을 포함할 수 있다. 촉매 활성 물질의 예는, 오산화바나듐(V₂O₅) 및 삼산화텅스텐(WO₃)이다.

[0011] 연소 연도가스 스트림을 처리하는 SCR 공정에서 탈질소 산화물 촉매를 사용할 때의 하나의 문제점은, 시간이 경과함에 따라, 이들이 미립자의 분해 및 암모니아와 뜨거운 연도가스 스트림 중 황 화합물과의 반응 산물에 의해 오염되고, 비활성화된다는 점이다. 이들 산물은, 예를 들어, 황산암모늄 및 이황산암모늄을 포함한다. 또한, 다른 암모늄 염, 예컨대 염화암모늄 및 질산암모늄은, 주입된 암모니아와 연도가스 스트림내 성분들과의 반응에 의해 형성되는데, 탈질소 산화물 촉매 상에 침착될 수도 있다. 암모늄 염의 분해에 기인하여 탈질소 산화물 촉매가 비활성화될 때, 이의 손실된 활성 중 적어도 일부를 회복하기 위해 촉매를 재생할 필요가 있다.

[0012] US 8,883,106은 탈질소 산화물 촉매의 하나의 재생 방법을 기재하고 있다. 이 특허는 뜨거운 공정 가스로부터 질소 산화물 및 황 산화물을 제거하기 위한 선택적 촉매 환원 반응기 시스템을 제시한다. 상기 반응기 시스템은 이의 촉매 원소를 재생하기 위해 온-라인 공정을 제공하는 구조적 특징을 갖는다. 이 시스템은 시스템의 사용에 의해 처리되는 뜨거운 공정 가스의 흐름과 병렬식으로 배열된 다수의 촉매층 세그먼트들을 포함한다. 이 특허는 추가로 촉매층 세그먼트를 재생하는 방법을 개시한다. 상기 재생 방법은 촉매층 세그먼트들 중 하나를 뜨거운 공정 가스의 흐름으로부터 분리하는 단계, 및 다른 촉매층 세그먼트가 뜨거운 공정 가스로부터 질소 산화물 및 황 산화물을 제거하기 위해 동시에 사용되는 동안, 분리된 촉매층 세그먼트를 통해 재생 가스를 전달하는 단계를 포함한다.

[0013] EP 2 687 283은 탈질소 산화물 촉매의 또 다른 재생 방법을 기재하고 있다. 이 공보는 가스 스트림에 함유된 질소 산화물의 촉매 환원에 의해 가스 스트림으로부터 질소 산화물을 제거하는데 사용되는 가스 처리 시스템 또는 설비를 보여준다. 상기 가스 처리 시스템은 가스 스트림의 처리시, 촉매를 포함한 다른 반응기 또는 구획을 사용하면서, 개별 반응기 또는 구획의 촉매가 재생되도록 구성된, 촉매를 포함하는 다수의 별도의 반응기 또는 구획들을 갖는 반응기 시스템을 포함한다. 상기 시스템은 반응기 시스템의 상류에 위치한 탈염화/탈황화 유닛을 추가로 포함하여, 가스 스트림을 처리한다. 상기 시스템은 또한 가스 처리 순환로(circuit) 및 재생 순환로를 포함한다. 상기 가스 처리 순환로는 가스 스트림을 반응기 시스템의 촉매 모듈로 공급하거나, 촉매 모듈을 통해 공급함으로써 가스 스트림을 탈질화시키는 반면, 재생 순환로는 이의 다른 촉매 모듈을 통해 재생 가스를 순환 시킴으로써 반응기 시스템의 촉매를 일부 재생시킨다. 재생 오프-가스(off-gas)는 탈염화/탈황화 처리에 공급된 가스 스트림과 합쳐진다.

[0014] 촉매 재생의 온-라인 방법을 제공하는 이러한 선행기술의 연도가스 촉매 탈질화 시스템들의 문제점 중 일부는, 별도의 반응기 또는 구획들을 포함하는 구조의 장비를 갖는 시스템에서 발생한다. 이러한 별도의 반응기 또는 구획들은 서로 분리되어, 연도가스 스트림을 처리할 때, 나머지 반응기 또는 구획을 사용함과 동시에 단일 반응기 또는 구획에서 재생이 가능하다. 이러한 재생 방법들은 별도의 반응기 또는 구획들, 뿐만 아니라 비싸고 사용과 제어가 어려운 밸브 및 스위치 시스템을 포함하는 복잡한 구조적 특징을 필요로 한다.

[0015] 사용이 용이하고 선행기술의 많은 시스템들보다 비용이 적게 드는 개선된 촉매 가스 처리 시스템을 제공하는 것이 계속 요망되어 왔다.

발명의 내용

[0016] 따라서, 본 발명의 공정은 가스 스트림에 함유된 질소 산화물의 선택적 촉매 환원, 및 공정에 사용된 질소 산화물 제거 촉매의 오프-라인 재생을 제공한다. 공정은 질소 산화물 및 황 화합물을 함유하는 가공된 연도가스 스트림을, 연도가스 처리 시스템 내에 일체화된 SCR 시스템에 의해 한정된 접촉 영역으로 도입하는 단계를 포함한다. 접촉 영역은 SCR 촉매를 함유한다. 가공된 연도가스 스트림은 황 화합물에 의해 비활성화된 비활성화 SCR 촉매를 제공하기에 충분한 시간 동안 SCR 촉매와 접촉한다. 가공된 연도가스 스트림이 SCR 촉매와 접촉하는 동안, 스택으로 배출하기 위한 탈질화된 연도가스 스트림을 SCR 시스템으로부터 얻는다. 이후, 도입 단계는 불활성화된 SCR 촉매를 갖는 SCR 시스템을 고립시킴으로써 중단된다. 이후, 비활성화된 SCR 촉매는 SCR 시스템으로부터 제거되어, 여분의 SCR 촉매로 교체된 제거된 SCR 촉매를 제공한다. 그 후, 가공된 연도가스 스트림은 접촉 영역으로 재-도입되어, 여분의 SCR 촉매와 접촉한다. 제거된 SCR 촉매는 연도가스 처리 시스템으로부터 오프-라인 재생되어, 재사용을 위한 재생된 SCR 촉매를 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 공정의 실시 형태를 예시하는 개략적인 흐름도이다.
 도 2는 본 공정의 연도가스 처리 시스템의 선택적 촉매 환원 시스템을 둘러싼 추가적인 상세사항을 나타내는 도 1의 흐름도의 확대 부분의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 본 발명은 연소 연도가스를 외부 대기로 배출하기 위해 연도-가스 스택으로 전달하기 전에, 노 또는 보일러에서의 연료 공급원의 연소에 의해 생성된 연소 연도가스를 처리하기 위한 공정을 제공한다. 노 또는 보일러에 의해 생성된 통상적인 연도가스 스트림은, 질소 산화물, 황 산화물 및 미립자를 함유하는데, 이들은 연도가스 스트림이 대기로 방출되기 전에 환원될 필요가 있다.

[0019] 연도가스 처리 시스템은, 연도 가스 스트림에 함유된 상이한 오염물을 제거하는데 사용된 몇몇 상이한 타입의 처리 유닛들이 일체화되어 있는 시스템을 포함할 수 있다. 이들에는, 연도가스 스트림으로부터 산 가스, 예컨대 황 산화물(SO₂ 및 SO₃) 및 HCl을 제거하여 탈황화 연도가스 스트림을 제공하는 산 가스 제거 유닛, 및 연도가스 스트림으로부터 미립자를 제거하여 가공된 연도가스 스트림을 제공하는 미립자 제거 유닛이 포함될 수 있다.

[0020] 가공된 연도가스 스트림은 연료 공급원의 노 또는 보일러에서의 연소에 의해 형성된 질소 산화물을 함유하고, 연소 연도가스 스트림과 함께 배출된다. 따라서, 가공된 연도가스 스트림은, 질소 산화물, 예컨대 N₂O, NO, NO₂ 및 이들의 임의의 조합, 그리고 제거되지 않은 황 산화물 및 미립자를 포함한다. 가공된 연도가스 스트림은 선택적 촉매 환원(SCR) 시스템으로 전달될 수 있는데, 이는 탈질소 산화물 촉매층 내에서의 NO_x와 주입된 암모니아 또는 우레아의 반응에 의한, NO_x의 N₂ 및 물로의 촉매화 환원에 의해 질소 산화물을 제거하기 위한 수단을 제공한다.

[0021] 연도가스 처리 시스템은 또한 질소 산화물의 선택적 비-촉매 환원에 의한 연소 연도가스의 처리를 포함할 수도 있다. 이는 SCR 시스템의 상류에서 실행되며, 암모니아 또는 우레아를, 보일러 내의 뜨거운 연도가스의 온도가 760°C(1400°F) 내지 1090°C(1994°F)의 범위인 위치에서 보일러로 도입되는 단계를 포함한다. 이들 온도에서, 우레아는 암모니아로 분해되고, 질소 산화물은 암모니아 및 산소와 반응하여, 분자성 질소와 물을 형성한다. 선택적 비-촉매 환원의 효율은 통상적으로 낮아서, 뜨거운 연도가스에 함유된 질소 산화물의 변환 범위는 5% 내지 50%일 수 있다.

[0022] 보일러로부터 배출된 뜨거운 연도가스 스트림이 선택적 비-촉매 환원에 의해 처리되는지, 아니면 선택적 비-촉매 환원에 의해 처리되지 않는지와는 무관하게, 뜨거운 연도가스 스트림은 질소 산화물, 황 화합물 및 다른 오염물을 포함하는 연소 산물의 농축물(concentrations)을 함유한다. 뜨거운 연도가스 스트림의 질소 산화물의 농도는, 50 ppmw 내지 5,000 ppmw의 범위일 수 있다. 그러나, 보다 통상적으로, 뜨거운 연도가스 스트림 내의 질소 산화물 농도는 75 ppmw 내지 500 ppmw의 범위이다. 뜨거운 연도가스 스트림은 10 ppmw 내지 2,000 ppmw, 또는 보다 통상적으로, 35 ppmw 내지 350 ppmw 범위의 황 화합물의 농도를 가질 수 있다. 뜨거운 연도가스 스트림에 함유된 미립자 물질의 양은, 일반적으로 표준 압력 및 온도 조건에서 연도가스 스트림 중 0 mg/m³ 내지

30,000 mg/m³이나, 보다 통상적으로는, 5,000 mg/m³ 내지 20,000 mg/m³의 범위이다.

- [0023] 적어도 하나의 산 가스 성분, 예컨대 이산화황 및 삼산화황(SO₂ 및 SO₃)을 포함하는 뜨거운 연도가스 스트림은, 연도가스 스트림을 처리하여 이의 산 가스 성분의 적어도 일부를 제거하기 위해, 노 또는 보일러로부터 산 가스 제거 유닛 또는 시스템으로 전달된다. 따라서, 공정의 산 가스 제거 유닛은, 연도가스 스트림으로부터 연도가스 스트림에 함유된 산 가스 성분의 적어도 일부를 제거하기 위한 수단 또는 방법을 제공한다.
- [0024] 당업계의 숙련자에게 알려진 임의의 적합한 산 가스 제거 유닛은, 연도가스 스트림으로부터 산 가스 성분을 제거하기 위해 사용될 수 있다. 연도가스 스트림으로부터 산 가스, 특히 이산화황 및 삼산화황, 뿐만 아니라 염화수소와 같은 다른 산 가스 성분을 제거하기 위한 통상의 방법은, 습윤 집진(wet scrubbing) 및 건조 또는 반-건조 공정에 의한다. 이들 공정은, 연도가스 스트림으로부터 이산화황, 삼산화황 및 다른 산 가스 성분을 제거하기 위해, 건조한 알칼리성 흡수제 또는 알칼리성 흡수제의 용액 또는 고체 알칼리성 흡수제의 슬러리 중 하나를 사용한다. 슬러리 또는 용액의 처리에 적합한 알칼리성 흡수제는, 탄산칼슘(CaCO₃, 석회석), 수산화칼슘(Ca(OH)₂ 소석회), 수산화마그네슘(Mg(OH)₂) 및 가성 소다(NaOH)로 이루어진 알칼리성 흡수제의 그룹으로부터 선택될 수 있다.
- [0025] 산 가스를 제거하기 위한 습윤 집진 및 반-건조 처리 방법에서, 연도가스 스트림은 연도가스 스트림으로부터 황을 제거하기에 적합한 조건 하에서, 알칼리성 흡수제의 슬러리 또는 용액과 접촉한다. 통상적으로, 상기 방법은 접촉 영역을 한정하는 관(vessel)을 사용하는데, 그 내부에서 흡수제 슬러리 또는 용액은 관의 접촉 영역으로 도입된 연도가스 스트림의 흐름과 같은 방향으로, 역류식으로 또는 교차식으로 살포된다. 연도가스 스트림 내의 황은, 연도가스 스트림 내의 황 함량의 적어도 일부를 제거하는 알칼리성 흡수제와 반응하여, 탈황화 연도가스 스트림을 얻는다.
- [0026] 연도가스 스트림으로부터 산 가스를 제거하는 다른 적합한 방법은, 소위 건조 방법을 포함한다. 본 발명의 적합한 건조 처리 방법에서, 분말 형태의 알칼리성 물질, 예컨대 중탄산나트륨(NaHCO₃)은, 관 또는 임의의 다른 적합한 접촉 수단에 의해 한정된 접촉 영역 내에서 연도가스 스트림과 접촉한다. 연도가스 스트림의 산 가스는, 관의 접촉 영역 내에서 알칼리성 물질과 반응하여, 접촉 영역으로부터 제거된 고체 염을 형성한다.
- [0027] 산 가스 제거 유닛에 의해 제거되는 연도가스 스트림에 함유된 SO₂의 양은, 연도가스 스트림 내에 함유된 SO₂의 많게는(upwardly) 85% 또는 최대 95%, 또는 심지어 최대 95% 초과 또는 99%의 범위일 수 있다. 통상적으로, 연도가스 스트림으로부터 제거된 SO₂의 양은, 10% 내지 80%의 범위일 수 있고, 보다 통상적으로는, SO₂ 제거는 30 내지 75%의 범위이다.
- [0028] 습윤 산 가스 제거 시스템은 상류의 미립자 제거 시스템이 필요하나, 반-건조 및 건조 시스템은 상류의 미립자 제거 시스템이 필요하지 않으며, 이는 산 가스 제거 유닛의 하류에 설치될 것이다. 둘 중 하나의 경우, 연도가스 스트림은 연도가스 스트림에 함유된 미립자 물질의 적어도 일부를 제거하기 위해 미립자 제거 유닛 또는 시스템으로 전달된다. 미립자 제거 유닛은 연도가스 스트림으로부터 입자들을 제거하여, SCR 시스템으로 전달되는 가공된 연도가스 스트림을 얻기 위한 수단 및 방법을 제공하는 여과 장치이다. SCR 시스템은 미립자 제거 유닛 및 산 가스 제거 유닛 둘 다의 하류에 설치된다.
- [0029] 당업계의 숙련자에게 알려진 임의의 적합한 미립자 제거 시스템은, 연도가스 스트림으로부터 미립자 물질을 제거하기 위해 사용된다. 따라서, 미립자 물질은 임의의 적합한 미립자 제거 수단 또는 방법에 의해 제거된다. 그러나, 통상적인 시스템은 정전기적 침전장치(electrostatic precipitator) 및 여과집진장치(baghouse filter) 시스템을 포함한다. 정전기적 침전장치는 정전기력을 적용함으로써 연도가스 스트림으로부터 입자들을 제거하여, 연도가스 스트림에 함유된 입자들을 분리한다. 여과집진장치 시스템은 직조 또는 펠트 섬유 물질을 필터 매체로 사용하여 미립자를 제거한다.
- [0030] 연도가스 스트림에 함유된 미립자는, 대부분 0.5 마이크론(μm) 내지 300 마이크론(μm)의 크기 범위이며, 입자의 70 wt.% 초과는, 보다 특히 입자의 70 내지 98 wt.% 는 0.5 μm 내지 300 μm 범위 내의 입자 크기를 갖는다. 여과집진장치 시스템은 많게는 연도가스 스트림에 함유된 미립자의 99% 이상을 제거하여, 연도가스 처리 공정의 가공된 연도가스 스트림을 제공할 수 있다. 통상적으로, 연도가스 스트림으로부터 제거된 미립자의 백분율은 미립자의 80% 내지 99.9%의 범위이며, 선택적 촉매 환원(SCR) 시스템에 의해 가공될 준비가 되어 있는 가공된 연도가스 스트림을 제공한다.

- [0031] 본 발명의 공정은 SCR시스템의 사용에 의한, 가공된 연도가스 스트림에 함유된 질소 산화물의 선택적 촉매 환원을 포함할 뿐만 아니라, 이는 연도가스 처리 공정의 SCR 시스템의 비활성화된 탈질소 산화물 촉매, 즉, SCR 촉매를 재생하는 신규한 방법도 추가로 포함한다. SCR 시스템은 대기로 배출하기 전에 연도가스 스트림을 가공하기 위해, 산 가스 처리 유닛 및 미립자 제거 유닛을 포함한 처리 유닛들이 일체화되어 있는 시스템의 구성 요소이다.
- [0032] SCR 시스템은 접촉 영역을 한정하는 구조를 포함한다. SCR 시스템의 접촉 영역은 SCR 촉매를 함유하는데, 이는 또한 본원에서 탈질소 산화물 촉매라고도 지칭된다. SCR 촉매는 임의의 적합한 구조 형태 또는 모양, 예컨대 벌집 구조, 세라믹 금속 또는 발포체 구조, 또는 압출물, 필(fill) 또는 볼(ball)을 포함하는 응집체일 수 있다. 바람직하게는, SCR 촉매는 모듈 유닛 또는 모듈 내에 포함되는데, 이는 SCR 시스템의 접촉 영역 내에 배치되거나 쌓일 수 있다. SCR 촉매는 SCR 촉매를 포함하는 모듈 내에 충전되거나 패키징된다. SCR 촉매의 이러한 모듈은 적합하게는 SCR 촉매로의 가스의 흐름, 예컨대 가공된 연도가스 스트림을 허용하여, 탈질소 산화물 반응 조건 하에 가스를 SCR 촉매와 접촉시키기 위해 제공되는 임의의 구조적 배열일 수 있다. 따라서, SCR 촉매 구조는 SCR 촉매의 모듈 내에 배향되어, 임의의 원하는 방식으로 가스 스트림의 흐름을 SCR 촉매 구조로 또는 이를 통과하도록 보낼 수 있다. 예를 들어, SCR 촉매 구조는 SCR 촉매의 모듈의 내부에 배향되어, SCR 촉매를 가로지르거나 이를 통한 가스의 측면 흐름을 제공할 수 있다.
- [0033] SCR 시스템은 연도가스 처리 시스템 내에 일체화된다. 연도가스 처리 시스템은 가공된 연도가스 스트림을 SCR 시스템의 접촉 영역으로 도입하기 위해 제공된다. 연도가스 처리 시스템은 산 가스 제거 유닛 또는 미립자 제거 유닛 중 어느 하나, 또는 둘 다의 상류 처리 유닛으로부터 SCR 시스템으로 가공된 연도가스 스트림을 운반할 수 있는 유입구 도관을 가짐으로써 이를 이룬다. SCR 시스템은 상류 유입구가 장착되어, 유입구 도관에 의해 운반되는 가공된 연도가스 스트림을 받기 위한 수단을 제공한다. 연도가스 처리 시스템의 유입구 도관 및 SCR 시스템의 상류 유입구는 작동 가능하게 연결되어, 연도가스 처리 시스템의 상류 처리 유닛과 SCR 시스템의 접촉 영역 사이의 유체 흐름 전달을 제공한다. 따라서, 상류 유입구는 유입구 도관으로부터 가공된 연도가스 스트림을 받기 위한 수단, 및 가공된 연도가스 스트림을 접촉 영역으로 보내기 위한 수단을 제공한다.
- [0034] SCR 시스템은 추가로 하류 유출구가 장착되어, 접촉 영역으로부터, 유출구 도관으로 배출되는 처리된 또는 탈질화 연도가스 스트림을 얻기 위한 수단을 제공한다. 유출구 도관은 탈질화 연도가스 스트림을 SCR 시스템으로부터 배출을 위해 스택으로 운반할 수 있다. SCR 시스템은 유출구 도관과 작동 가능하게 연결되어, SCR 시스템의 접촉 영역, 유출구 도관, 및 스택의 사이에서 유체 교환을 제공하는 하류 유출구에 의해 이를 수행한다.
- [0035] SCR 촉매의 모듈은 SCR시스템의 접촉 영역으로부터 제거 가능하다. 이들은 임의의 적합한 수단 또는 방법에 의해 접촉 영역에 배치되거나, 이로부터 제거될 수 있다. 배치 및 제거 방법의 한 예는, SCR 시스템을, 유입구 도관 또는 유출구 도관 중 어느 하나 또는 둘 다와 단절하여, SCR 촉매의 모듈을 배치 또는 제거할 수 있게 하는 개구를 제공하는 것이다. 일단 모듈이 접촉 영역 내부에 배치되면, SCR 시스템은 유입구 도관 및 유출구 도관과 다시 연결된다. 그 후, 가공된 연도가스 스트림은 접촉 영역에 재-도입된다.
- [0036] 촉매 모듈의 배치 또는 제거를 제공하기 위한 다른 방법은, SCR 시스템에 출입구를 작동 가능하게 장착하여, 촉매 모듈의 접촉 영역으로 들어오고, 이로부터 나가는 수단들을 제공하는 것이다. 출입구는 개방될 수 있어서, 촉매 모듈을 접촉 영역에 배치하거나, 접촉 영역으로부터 촉매 모듈을 제거할 수 있게 한다.
- [0037] SCR 시스템의 SCR 촉매는, 당업계의 숙련자에게 알려진 임의의 탈질소 산화물 촉매 또는 촉매 시스템일 수 있는데, 이는 질소 산화물 화합물과 암모니아의 반응에 의해, 연도가스 스트림에 함유된 질소 산화물 화합물을 분자성 질소와 물로 촉매화 환원시킨다. SCR 시스템은 임의의 적합한 구조 형태 또는 모양을 갖는 다양한 탈질소 산화물 촉매 조성물들로부터 선택된 SCR 촉매를 포함한다.
- [0038] SCR 촉매 또는 탈질소 산화물 촉매는 비금속(base metal) 촉매를 포함할 수 있는데, 이는 통상적으로 담체로서 산화티타늄 또는 산화바나듐을 포함한다. 담체는 다른 금속 산화물을 추가로 포함할 수 있다. 담체는 또한 임의의 적합한 모양 또는 구조, 예컨대 벌집 구조, 또는 세라믹 금속 또는 발포 구조를 가질 수 있거나, 이는 응집체, 예컨대 압출물, 필(pill) 및 볼이다. 탈질소 산화물 촉매는 바나듐, 텅스텐 및 몰리브덴으로 이루어지는 금속의 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 활성 금속 성분을 추가로 포함할 수 있다. 다른 탈질소 산화물 촉매 조성물은 통상적으로 고온 적용에 사용되는 제올라이트-계일 수 있고, 탈질소 산화물 촉매 조성물은 저온 적용에 사용하기 위한 귀금속 촉매일 수 있다.
- [0039] 미국 특허 제6,419,889호는 본 발명의 공정의 SCR 촉매에 유용한 적합한 탈질소 산화물 촉매 조성물을

개시한다. 이 특허는 본원에 인용되어 포함된다. 이는 본 발명의 SCR 촉매로 적합하게 사용될 수 있는 하나 이상의 활성 탈질소 산화물 금속, 예컨대 바나듐, 몰리브덴 및 텅스텐이 침윤된 티타니아 압출물 입자를 기재하고 있다.

- [0040] 본 발명의 공정의 SCR 촉매로서 유용한 적합한 세라믹 또는 금속성 발포체 탈질소 산화물 촉매의 예는, WO 2017/112615에 기재된 것들을 포함한다. 이 공보는 본원에 인용되어 포함된다. 상기 세라믹 발포체는 발포된 중합체의 구멍을 세라믹 물질의 수성 슬러리로 충전시키고, 습윤된 발포체를 건조 및 하소시킴으로써 제조되어, 상기 중합체는 기화되거나, 연소된다. 상기 금속성 발포체는 니켈 또는 철 발포체를 고온 합금으로 전환시키는 분말 야금 공정에 의해 제조된다. 본원에 기재된 적합한 활성 탈질소 산화물 금속은, 세라믹 또는 금속 발포체에 혼입된다.
- [0041] 미국 특허 제8,758,711호는, 적합한 벌집 구조의 예 및 탈질소 산화물 촉매 조성물을 제공한다. 이 특허는 본원에 인용되어 포함된다. 이들 촉매는 반응 유동 경로를 제공하는 복수의 관통공을 갖는 벌집 구조의 담체를 포함한다. 담체는 Si, B, P, Zr 및 W로 이루어지는 군으로부터 선택된 하나 이상의 원소의 산화물 화합물을 추가로 포함할 수 있다. V₂O₅, WO₃ 및 MoO₃로 이루어지는 군으로부터 선택된 활성 탈질소 산화물 금속은, 벌집 구조의 담체에 혼입된다.
- [0042] SCR 시스템은 연도가스 가공 시스템으로 일체화되어, 본원에 기재된 바와 같은 기능을 할 수 있다. SCR 시스템은 미립자 제거 유닛으로부터 전달된, 질소 산화물과 황 화합물을 포함하는 가공된 연도가스 스트림을 받는다. SCR 시스템은, 가공된 연도가스 스트림으로부터 질소 산화물을 제거하여, 바람직하게는 스택으로 배출되는 탈질화 연도가스 스트림을 얻는 수단 및 방법을 제공한다. 암모니아 또는 우레아는 가공된 연도가스 스트림에 도입되어 이와 혼합되고, 이것은 SCR 시스템의 접촉 영역으로 전달되어 이에 도입되는데, 여기에서 이는 가공된 연도가스 스트림 중의 질소 산화물이 질소와 물로 촉매 환원되는 반응 조건인 질소 산화물의 환원, 즉 탈질소 산화물 하에서, SCR 촉매와 접촉된다.
- [0043] 적합한 탈질소 산화물 반응 조건은 -10 kPa(게이지) 내지 2000 kPa(게이지) 범위의 반응 압력, 및 130°C 내지 450°C 범위의 반응 또는 접촉 온도를 포함한다. 가공된 연도가스 스트림에 함유된 NO_x를 제거 또는 환원시키기 위한 SCR 시스템의 정상 작동에서, 공간 속도는 3,000 hr⁻¹ 내지 100,000 hr⁻¹, 보다 통상적으로, 3,000 hr⁻¹ 내지 50,000 hr⁻¹, 가장 통상적으로는 5,000 hr⁻¹ 내지 20,000 hr⁻¹의 범위이다.
- [0044] SCR 시스템은 가공된 연도가스 스트림을 SCR 시스템으로 전달하는 단계, 및 이를 상류 유입구를 통해 SCR 시스템의 접촉 영역에 도입하는 단계를 포함하는 본 발명의 공정의 일부로서 가동된다. 가공된 연도가스 스트림에 비해 질소 산화물 농도가 감소된 탈질화 연도가스는, SCR 시스템으로부터 SCR 시스템의 하류 유출구를 통해 얻어지고, 스택 및 대기로 배출된다. 가공된 연도가스 스트림은 비활성화된 SCR 촉매를 제공하기에 충분한 시간 동안 SCR 촉매와 접촉한다. SCR 촉매는 상기 기재된 메커니즘을 통해 황 화합물에 의해 비활성화된다. 가공된 연도가스 스트림을 접촉 영역으로 도입하고, 이를 SCR촉매와 접촉시키는 동안, 탈질화 연도가스 스트림은 접촉 영역으로부터 하류 유출구를 통해 전달되고, 유출구 도관을 거쳐 스택으로 배출된다.
- [0045] SCR 촉매의 비활성화를 위한 통상적인 접촉 시간은, 1 내지 16,000 시간의 범위이고, 보다 통상적으로 접촉 시간은 200 내지 8,000 시간의 범위이다. 이들 비활성화 시간은, 가공된 연도가스 스트림을 처리하는데 필요한 통상적인 공간 속도를 위한 것이다.
- [0046] 일단 SCR 촉매가 이것이 더이상 가공된 연도가스 스트림으로부터 질소 산화물을 허용 가능하거나 원하는 수준까지 제거하지 않는 정도로 비활성화되면, 가공된 연도가스 스트림의 SCR 시스템의 접촉 영역으로의 전달은, 바람직하게는 비활성화된 SCR 촉매의 모듈 내에 있는 비활성화된 SCR 촉매를 함유하는 SCR 시스템을 고립시킴으로써 정지되거나, 중단된다.
- [0047] SCR 시스템은 당업계의 숙련자에게 알려진 임의의 적합한 수단 또는 방법에 의해 고립된다. 바람직하게는, 이것은 SCR 시스템의 상류 유입구와 연도가스 가공 시스템의 다른 처리 유닛 사이에서 가스 교환을 제공하는 유입구 도관 내의 가스 흐름을 차단하고, SCR 시스템의 하류 유출구와 연도가스 가공 시스템의 스택 사이에서 가스 교환을 제공하는 유출구 도관 내의 가스 흐름을 차단함으로써 이루어진다. 상류 댐퍼 또는 밸브 수단은 가공된 연도가스 스트림의 SCR 시스템으로의 흐름을 차단 또는 정지시키기 위해 제공되고, 하류 댐퍼 또는 밸브 수단은 SCR 시스템으로부터 스택 또는 대기로의 탈질화 가스 스트림의 흐름을 차단 또는 정지시키기 위해 제공된다.
- [0048] 본 발명의 공정의 하나의 실시 형태는, 우회 스트림으로서 가공된 연도가스 스트림을 SCR 시스템 주위에 우회시

킴으로써 SCR 시스템을 고립시키고, 우회 스트림을 연도가스 처리 시스템의 스택으로 전달하는 것을 포함한다. 본 발명의 공정의 이러한 실시 형태의 장점은, 이것이 노 또는 보일러 및 연도가스 처리 시스템의 다른 요소의 작동을 중단시킬 필요 없이, 오프-라인 재생을 위해 비활성화된 SCR 촉매의 모듈을 제거할 수 있다는 점이다. 이후, 통상 모듈에 포함되는 제거된 비활성화 SCR 촉매는, 가공된 연도가스 스트림이 동시에 스택으로 전달되는 동안, 오프-라인 재생을 거칠 수 있다.

- [0049] 일단 가공된 연도가스가 SCR 시스템의 접촉 영역으로 도입되는 것을 중단시킴으로써 SCR 시스템이 연도가스 가공 시스템의 나머지로부터 고립되면, 비활성화된 SCR 촉매 또는 비활성화된 SCR 촉매의 모듈을 SCR 시스템으로부터 제거한다. SCR 시스템을 개방하여, 제거되는 비활성화된 SCR 촉매의 모듈에 대한 접근을 제공한다. 제거된 비활성화 SCR 촉매를 SCR 촉매의 여분 또는 교체 모듈로 교체한 후, SCR 시스템은 폐쇄되고, 가공된 연도가스 스트림의 재-도입을 준비한다.
- [0050] SCR 촉매의 여분의 또는 교체 모듈이 SCR 시스템의 접촉 영역에 설치된 후, 가공된 연도가스는 접촉 영역으로 재도입되어, SCR 촉매와 접촉한다. SCR 시스템을 통한 가공된 연도가스의 재-도입은, 유입구 도관의 상류 유입구 댐퍼 및 유출구 도관의 하류 유출구 댐퍼를 개방하여, 연도가스 처리 시스템의 상류 유닛으로부터 SCR 시스템을 통해 하류의 스택으로 가는 유체 흐름 전달을 제공함으로써 달성될 수 있다.
- [0051] 제거된 비활성화 SCR 촉매는 연도가스 처리 시스템으로부터 오프-라인으로 별도로 재생되어, 재생된 SCR 촉매 또는 재생된 SCR 촉매의 모듈을 제공할 수 있다. 비활성화된 SCR 촉매는 임의의 적합한 수단 또는 방법에 의해 오프-라인 재생된다. 재생은 일반적으로 비활성화된 SCR 촉매의 재생을 제공하거나, 비활성화된 SCR 촉매로부터 미립자 물질의 오염 퇴적물 및 암모니아와 황 화합물의 반응 산물의 축적을 방지하기 위한 적합한 재생 조건 하에서 재생 가스를 비활성화된 SCR 촉매로 전달함으로써 이루어진다. 임의의 적합한 재생 가스, 예컨대 공기 및 연도가스 처리 시스템에서 얻어지는 탈질화 연도가스가 사용될 수 있다.
- [0052] 재생 가스의 재생 온도는 220°C를 초과해야 하나, 통상적으로 이는 220°C 내지 500°C의 범위이다. 재생은 연도가스 처리 시스템으로부터 오프-라인으로 실시되므로, 비활성화된 SCR 촉매를 재생하는데 걸리는 시간은 중요하지 않다. 재생 가스는 10 시간 내지 1,000 시간의 범위 내의 시간 동안 비활성화된 SCR 촉매로 순환될 수 있다.
- [0053] 본 발명의 공정의 바람직한 실시 형태에서, 비활성화된 SCR 촉매를 재생하기 위해, 재생 가스는 비활성화된 SCR 촉매로부터의 재생 산물인 SOx 및 암모니아를 함유하는 재생 배출가스를 얻기 위한 재생 조건 하에서, 비활성화된 SCR 촉매에 유속으로 전달된다. 재생 배출가스의 적어도 일부는, 비활성화된 SCR 촉매로부터 전달되는 재생 배출가스의 나머지 부분과 함께, 비활성화된 SCR 촉매로 재활용되거나 또는 재순환된다.
- [0054] 순환하는 재생 배출가스로부터의 재생 산물의 축적은, 재생을 거친 비활성화된 SCR 촉매로부터 재순환되지 않는 재생 배출가스의 일부를 전달함으로써, 재순환된 배출가스로부터 제거된다.
- [0055] 비활성화된 SCR 촉매의 오프-라인 재생의 장점은, 이것이 많은 다른 재생 방법에 비해 에너지 사용을 덜 요구하는 에너지 효율적인 재생 방법을 제공한다는 점이다. 유입 재생 가스의 온도는 필요한 재생 온도까지 상승되어야 하지만, 재생 가스의 일부가 재-순환되거나 재활용된 재생 배출물을 포함하기 때문에, 이의 온도는 이미 재생 온도이며 순환하는 가스의 재생 온도를 유지하기 위해서는 최소량의 증분 열 유입량(incremental heat input)이 필요하다. 필요한 증분 열 유입량은 새로 유입된 재생 가스의 온도를 필요한 재생 온도까지 상승시키고, 열 손실을 보충하는데 필요한 정도에 근접한다.
- [0056] 흐름 제어에 의해 비활성화된 SCR 촉매로 전달되는 재생 가스 스트림의 흐름을 제어하고, 또한 흐름 제어에 의해 순환하는 재생 배출가스를 제어하는 것이 바람직하다. 재생 배출물의 나머지 부분의 유속은, 재활용물로부터 재생 산물을 연속적으로 제거하고, 재생 산물이 재활용물 내에 축적되는 것을 방지하기에 충분해야 한다. 그러나, 비활성화된 SCR 촉매로의 재생 가스의 유속 및 재생 배출가스의 재순환 또는 재활용 속도를 제어하기 위해, 임의의 적합한 수단 또는 방법이 사용될 수 있다.
- [0057] 순환하는 재생 배출 가스의 재생 온도는 220°C 초과의 재생 온도로 유지되어야 하고, 바람직하게는, 이는 220°C 내지 500°C, 가장 바람직하게는 275°C 내지 400°C의 범위이다. 직접적인 열 교환 또는 열 공급원에 의한 간접적인 열 교환에 의해 열 에너지를 재생 가스 또는 재생 배출 가스에 도입하여, 재생 온도를 유지하거나 제어한다.
- [0058] 본 발명의 공정은 감소된 부피의 새로운 재생 가스를 제공하는데, 이는 비활성화된 SCR 촉매로 전달되어, 예를 들어 재생의 1회성 방법(once-through method)에 비해 촉매 활성을 회복한다. 공간 속도를 증가시키고, 본 발명의 공정의 재생 효율을 개선시키기 위해, 1회성 또는 단일-패스(single-pass) 재생 가스로서 새로운 재생 가스

를 사용하는 대신, 재생 가스의 일부 또는 전부가 비활성화된 SCR 촉매를 통해 재순환된다. 불활성화된 SCR 촉매로 전달되는 필요한 새로운 재생 가스의 체적 유량 감소와 재생 가스의 재순환을 조합하면, 1회성 또는 단일-패스(pas) 재생에 비해 필요한 에너지를 감소시킨다.

- [0059] 순환하는 재생 배출가스의 재생 공간 속도는, $3,000 \text{ hr}^{-1}$ 미만이어야 하고, 바람직하게는 이는 $2,500 \text{ hr}^{-1}$ 미만, 심지어 $2,000 \text{ hr}^{-1}$ 미만이다. 따라서, 재생 공간 속도는 통상적으로 10 hr^{-1} 내지 $3,000 \text{ hr}^{-1}$, 또는 10 hr^{-1} 내지 $2,500 \text{ hr}^{-1}$ 또는 $2,000 \text{ hr}^{-1}$ 의 범위이다. 폐쇄 시스템 내의 재생 압력은, -10 kPa 내지 $2,000 \text{ kPa}$ 의 범위일 수 있다.
- [0060] 재생 가스는 이의 감소된 활성을 적어도 일부 회복함으로써 비활성화 SCR 촉매를 재생하기에 충분한 순환 시간 동안, 비활성화된 촉매로 순환된다. 순환 시간은 10 시간 내지 240 시간의 범위일 수 있다. 더욱 통상적으로, 순환 시간은 20 시간 내지 100 시간의 범위일 수 있다.
- [0061] 비활성화된 SCR 촉매에 충분한 양의 활성이 회복되면, 재생 가스의 전달 및 재생 배출 가스의 재활용을 중단시킴으로써, 재생이 정지된다.
- [0062] 재생된 SCR 촉매 또는 재생된 SCR 촉매의 모듈은, 본 공정의 연도가스 처리 시스템의 SCR 시스템에서 재사용될 수 있다. 재생된 SCR 촉매 또는 재생된 SCR 촉매의 모듈을 SCR 시스템의 접촉 영역으로 대체하는 방식은, 여분의 촉매 또는 SCR 촉매의 교체 모듈을 SCR시스템의 접촉 영역에 설치하는데 사용되는 것과 동일하거나 유사한 방법이다. 재생된 촉매의 모듈의 재생된 촉매를 설치하기 위해, SCR 촉매의 여분의 SCR 촉매 모듈을 함유하는 SCR 시스템을 고립시킴으로써, 접촉 영역으로 가는 가공된 연도가스 스트림의 재도입을 중단한다. SCR 시스템의 고립은 비활성화된 SCR 촉매에 대해 상기 기재된 바와 동일하거나 유사한 방식으로 이루어진다.
- [0063] 일단 가공된 연도가스의 이의 접촉영역으로의 도입을 중단시킴으로써 SCR 시스템이 연도가스 가공 시스템의 나머지로부터 고립되면, 여분의 SCR 촉매 또는 SCR 촉매의 교체 모듈을 SCR시스템으로부터 제거한다. SCR 시스템을 개방하여, 제거되는 SCR 촉매의 모듈에 대한 접근을 제공한다. 제거된 SCR 촉매를 재생된 SCR 촉매 또는 재생된 SCR 촉매의 모듈로 교체한 후, SCR 시스템을 폐쇄하고, 가공된 연도가스 스트림을 재-도입시킨다.
- [0064] 재생된 SCR 촉매 또는 재생된 SCR 촉매의 모듈을 SCR 시스템의 접촉 영역에 설치한 후, 가공된 연도가스 스트림이 접촉 영역에 재도입되고, 재생된 SCR 촉매와 접촉한다. SCR 시스템을 통한 가공된 연도가스의 재-도입은, 유입구 도관의 상류 유입구 댐퍼 및 유출구 도관의 하류 유출구 댐퍼를 개방하여, 연도가스 처리 시스템의 상류 유닛으로부터 SCR 시스템을 통해 하류의 스택으로 가는 유체 흐름 전달을 제공함으로써 달성될 수 있다.
- [0065] 도 1은 노 또는 보일러(12)에 의해 생성된 연소 연도가스를 처리하는, 본 발명의 처리 시스템(10)의 실시형태를 나타내는 공정 흐름도를 제시한다. 노(12)는 연소 영역(14) 및 열 전달 영역(16)을 한정하며, 연료 공급원을 태우거나 연소시키기 위한 수단을 제공한다. 연료 공급원은 라인(18)을 통해 연소 영역(14)으로 도입되고, 연소 공기는 라인(20)을 통해 도입된다. 연소는 배출될 뜨거운 연도가스 스트림을 생성하는데, 이는 노(12)로부터 라인(24)을 통해 전달된다. 연도가스 스트림은 질소 산화물, 황 산화물 및 미립자를 포함한다.
- [0066] 연소 연도가스는 노(12)에서 질소 산화물의 제거를 위해, 노(12) 내에서 선택적 비-촉매 환원 반응을 적용함으로써 처리될 수 있다. 이를 달성하기 위해, 암모니아 또는 우레아는 라인(26)을 통해 뜨거운 연도가스의 온도가 760°C 내지 $1,000^{\circ}\text{C}$ 의 범위인 위치에서 연소 영역(14) 또는 열 전달 영역(16) 중 어느 하나에 도입된다.
- [0067] 라인(24)을 통해 전달되는 연도가스 스트림은, 산 가스 제거 유닛(30)에 도입된다. 본 발명의 공정의 이 실시 형태에서, 산 가스 제거 유닛(30)은 탈황화 연도가스 스트림으로부터 미립자를 제거하는 추가 공정 이전에, 먼저 뜨거운 연도가스를 가공하여 탈황화 연도가스 스트림을 얻는다. 본 발명의 공정의 대안적인 실시 형태에서, 연도가스 처리의 순서는 반전되어, 먼저 뜨거운 연도가스를 미립자 제거 유닛에 의해 처리하여 미립자를 제거하고 세정된 가스 스트림을 제공하고, 이를 산 가스 제거 유닛으로 처리하여 탈황화 연도가스 스트림 또는 가공된 연도가스 스트림을 제공한다. 일정한 실시 형태에서, 산 가스 제거 유닛(30)은 건조 또는 반-건조 산 가스 제거 시스템으로서 당업계에 알려진 타입인데, 이는 건조 흡수제 주입을 사용할 수 있다. 이 타입의 처리 시스템을 적용하면, 알칼리성 흡수제로부터의 증발에 의해 도입될 수 있는 경우를 제외하고는, 수분이 연도가스에 첨가되지 않은 탈황화 가스 스트림을 얻는다. 대안적인 실시 형태에서, 산 가스 제거 유닛의 타입은 이의 이슬점에서 산 가스 제거 유닛 스트림으로부터 전달되어 포화된 탈황화 연도가스를 얻는 습윤된 집진기(scrubber)이다.
- [0068] 산 가스 제거 유닛(30)은 산 가스 제거 영역(32)을 한정하는데, 그 내부에서 연도가스 스트림이 알칼리성 흡수

제의 슬러리 또는 건조 분말과 접촉한다. 산 가스 제거 유닛(30)은 라인(36)을 거쳐 산 가스 제거 영역(32)으로 도입된 알칼리성 흡수제의 슬러리 또는 건조 분말과, 산 가스를 포함하는 라인(24)의 연도가스 스트림을 접촉시키기 위한 수단을 제공한다. 알칼리성 흡수제와 산 가스의 반응 산물은, 추가 가공 또는 배치(disposal)를 위해 산 가스 제거 유닛(30)으로부터 라인(38)을 통해 전달된다. 산 가스 제거 유닛(30)에 의해 회수되지 않은 반응 산물의 일부는, 탈황화 가스 스트림과 함께 미립자 제거 유닛(44)으로 전달될 수 있다.

- [0069] 산 가스 제거 유닛(30)에 의한 연도가스 스트림의 처리는, 산 가스 제거 유닛(30)으로부터 라인(40)을 거쳐 전달되어, 미립자 제거 유닛(44)에 의해 한정된 미립자 제거 영역(42)에 도입된 탈황화 연도가스 스트림을 얻는다. 미립자 제거 유닛(44)은, 산 가스 제거 유닛(30)으로부터의 반응 산물을 포함하는 미립자를 탈황화 연도가스 스트림으로부터 제거하여, 미립자 농도가 감소된 가공된 연도가스 스트림을 얻는 수단을 제공한다. 산 가스 제거 유닛(30)으로부터 제거된 미립자 반응 산물은, 미립자 제거 유닛(44)으로부터 라인(48)을 거쳐 전달된다.
- [0070] 가공된 연도가스 스트림은 미립자 제거 유닛(44)으로부터 도관(50)을 통해 전달되며, 여기에서 라인(52)을 거쳐 암모니아가 도입되고, 혼합물을 SCR 시스템(54)으로 보내기 전에, 가공된 연도가스 스트림과 혼합된다. SCR 시스템(54)은 가공된 연도가스 스트림 내에 함유된 질소 산화물을 분자성 질소와 물로 촉매 환원시키기 위한 수단을 제공한다.
- [0071] SCR 시스템(54)은 접촉 영역(56)을 한정하는 구조를 포함하는데, 이는 탈질소 산화물 촉매(58)를 포함한다. 탈질소 산화물 촉매(58)는 모듈 내에 포함될 수 있는데, 이는 SCR 시스템(54)의 다른 구조 요소와 직접 조합되거나, 탈질소 산화물 촉매(58)를 가로지르는 가공된 연도가스 스트림의 흐름을 제공하고, 가공된 연도가스 스트림과 탈질소 산화물 촉매(58)의 접촉을 제공한다.
- [0072] SCR 시스템(54)은 공급 가스, 예컨대 질소 산화물 화합물을 포함하는 가공된 연도가스 스트림을 받는 상류 유입구(60), 및 SCR 시스템(54)으로부터 처리된 공정 스트림, 예컨대 처리된 가공된 연도가스 스트림 또는 탈질화 연도가스 스트림을 배출하고 수확하기 위한 하류 유출구(62)를 갖는다.
- [0073] 가공된 연도가스 스트림은 접촉 영역(56)으로 도입되고, 여기에서 이는 적합한 탈질소 산화물 반응 조건 하에서 탈질소 산화물 촉매(58)와 접촉하여, 탈질화 연도가스 스트림을 얻는다. 탈질화 연도가스 스트림은 접촉 영역(56)으로부터 도관(66)을 통하여 스택(68)으로 보내진다.
- [0074] 가공된 연도가스는 황 화합물에 의해 비활성화되는 비활성화 SCR 촉매(58)를 제공하기에 충분한 접촉 시간 동안 탈질소 산화물 촉매(58)와 접촉한다. 이 접촉 기간 동안, 탈질화 연도가스 스트림은 접촉 영역(56)으로부터 얻어지며, 하류 유출구(62)를 거쳐 도관(66)을 통해 스택(68)으로 전달된다. 일단 탈질소 산화물 촉매(58)가 충분히 비활성화되면, SCR 시스템(54)으로의 가공된 연도가스 스트림의 충전은 중단되고, SCR 시스템(54)은 고립되어, 고립 또는 폐쇄된 시스템(69)을 제공한다.
- [0075] SCR 시스템(54)을 고립시키기 위해, 상류 댐퍼 또는 밸브 수단(70)은 미립자 제거 유닛(44)의 유출구와 SCR 시스템(54)의 상류 유입구(60) 사이의 위치에서 도관(50)으로 삽입되고, 하류 댐퍼 또는 밸브 수단(74)은 SCR 시스템(54)의 하류 유출구(62)와 스택(68) 사이의 위치에서 도관(66)에 삽입된다. 상류 댐퍼(70) 및 하류 댐퍼(74)는, 둘 다 SCR 시스템(54)으로의 가스 흐름 전달 및 SCR 시스템(54)으로부터의 가스 흐름 전달을 차단하기 위해 폐쇄된다.
- [0076] 공정의 일 실시 형태에서, 우회 라인(80)은 미립자 제거 유닛(44)으로부터 우회 SCR 시스템(54)으로 전달되는 가공된 연도가스 스트림의 흐름을 제공한다. 우회 라인(80)은 미립자 제거 유닛(44)의 유출구와 상류 댐퍼(70)의 유입구 사이의 위치에 있는 도관(50)으로부터, 하류 댐퍼(74)의 유출구와 스택(68)의 사이에 있는 도관(66)으로의 가스 유동 전달을 제공한다. 상류 댐퍼(70) 및 하류 댐퍼(74) 둘 다를 폐쇄함으로써 SCR 시스템(54)이 고립될 때, 가공된 연도가스 스트림은 미립자 제거 유닛(44)으로부터 나와서, SCR 시스템(54)을 우회하여 라인(80)을 거쳐 도관(66) 및 스택(68)으로 전달된다.
- [0077] 본 공정의 대안적인 실시 형태에서, 전체 시스템은 보일러(12)를 셧 다운시킴으로써 멈춘다. 이것은 도관(50)을 통한 가공된 연도가스 스트림의 흐름을 멈추어, SCR 시스템(54) 주위에서 가공된 연도가스 스트림의 흐름을 우회시키지 않고도 SCR 시스템(54)으로부터 비활성화된 SCR 촉매 또는 비활성화된 SCR 촉매의 모듈(58)을 제거할 수 있게 한다.
- [0078] 도 2를 보면, 도 1에서 확인된 시스템(82)의 확대 버전이 제시되어 있는데, 도 2에는 SCR 시스템(54)을 고립시키고, 비활성화된 SCR 촉매(58)를 상기 SCR 시스템(54)으로부터 제거하고, 상기 비활성화된 SCR 촉매(58)를 여

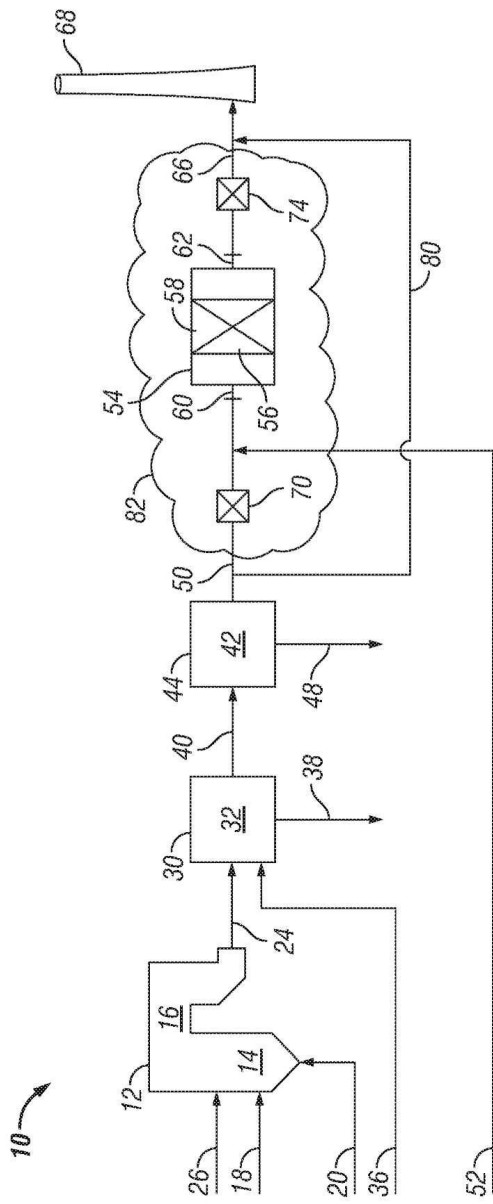
분의 SCR 촉매 또는 SCR 촉매(90)의 교체 모듈로 교체하여, 상기 비활성화된 SCR 촉매(58)를 재생시키는 단계를 더욱 잘 나타내기 위한 강화된 상세 사항이 도시되어 있다.

- [0079] SCR 시스템(54)의 정상 작동 동안, 화살표(84)로 나타난 가공된 연도가스 스트림의 흐름은 유입구 도관(50) 및 SCR 시스템(54)의 상류 유입구(60)를 통해 전달되어, 접촉 영역(56)에 도입된다. 유입구 도관(50)은 접촉 영역(56)으로 도입하기 위해 가공 시스템(10)의 상류 유닛으로부터, 질소 산화물 및 황 화합물을 함유하는 가공된 연도가스 스트림(84)을 운반할 수 있다. 상류 처리 유닛은 예를 들어, 미립자 제거 유닛(44)을 포함한다. 상류 유입구(60)는 유입구 도관(50)에 작동 가능하게 연결되어, 접촉 영역(56)으로 가는 가공된 연도가스 스트림을 받기 위한 수단을 제공한다. 가공된 연도가스 스트림(84)의 흐름을 정지 및 제어하기 위한 수단을 제공하기 위한 상류 댐퍼(70)는, 유입구 도관(50)에 삽입된다.
- [0080] 가공된 연도가스 스트림(84)은, 암모니아 또는 우레아와 함께, 도입을 위해 유입구 도관(50) 및 상류 유입구(60)을 통해 접촉 영역(56)으로 전달된다. 접촉 영역(56)은 본원의 다른 곳에서 상세하게 논의한 NOx 환원 반응을 촉진하는 반응 조건 하에서 작동된다. SCR 시스템(54)에는 또한 하류 유출구(62)가 장착되는데, 이는 유출구 도관(66)에 작동 가능하게 연결된다. 하류 유출구(62)는 접촉 영역(56)으로부터 유출구 도관(66)으로 탈질화 연도가스 스트림을 배출하기 위한 수단을 제공한다. 유출구 도관(66)은 SCR 시스템(54)으로부터 스택(68)으로 탈질화 연도가스 스트림을 운반하기 위해 제공된다. 화살표(86)는 탈질화된 연도가스 스트림의 흐름을 나타낸다. SCR 시스템(54)으로부터의 탈질화된 연도가스 스트림의 흐름을 정지 및 제어하기 위한 수단을 제공하는 댐퍼(74)는, 유출구 도관(66)에 삽입된다.
- [0081] SCR 촉매(58)는 시간이 흐름에 따라, 가공된 연도가스 스트림을 접촉 영역(56)으로 전달하고, 상기 가공된 연도가스 스트림을, 고정되지 않거나(loose) 모듈 내에 포함된 SCR 촉매(58)와 접촉시킴으로써 비활성화된다. 이 접촉 단계는 SCR 촉매(58)가 퇴적물 및 오염물, 예컨대 황 화합물 및 미립자 물질에 의해 비활성화될 때까지 일정 기간 동안 계속된다. 비활성화된 SCR 촉매(58)를 교체하기 위해, 먼저 SCR 시스템(54)를 고립시킴으로써 가공된 연도가스 스트림의 접촉 영역(56)으로의 도입을 중단한다. SCR 시스템(54)은 가공된 연도가스 스트림의 SCR 시스템(54)으로의 흐름을 섀다운시키기 위한 상류 댐퍼(70), 및 탈질화된 연도가스 스트림의 스택(68)으로의 흐름을 섀다운시키기 위한 하류 댐퍼(74)를 둘 다 폐쇄시킴으로써 고립된다.
- [0082] 고립된 SCR 시스템(54)은 비활성화된 SCR 촉매 또는 비활성화된 SCR 촉매의 모듈(58)을 제거하기 위해 접촉 영역(56)으로의 접근을 허용하는 방식으로 개방된다. 화살표(88)는 비활성화된 SCR 촉매(58)의 제거를 나타내는데, 이를 비활성화되고 제거된 SCR 촉매(90)로서 연도가스 처리 시스템으로부터 빼낸다(off-line). 화살표(92)는 비활성화되고 제거된 SCR 촉매(58)를, 교체 SCR 촉매(94)의 여분 또는 모듈로 교체하는 것을 나타낸다. 교체 SCR 촉매 또는 모듈(94)을 접촉 영역(56) 내에 둔 후, 고립된 SCR 시스템(54)을 폐쇄하고, 가공된 연도가스 스트림의 재-도입을 준비한다. 이후, 상류 댐퍼(70) 및 하류 댐퍼(74)를 재-개방하여, 유입구 도관(50), SCR 시스템(54) 및 유출구 도관(66)을 통해 스택(68)으로 가는 유체 흐름 전달을 재확인시킨다.
- [0083] 제거되거나 비활성화된 SCR 촉매(90)는 오프-라인 재생에 이용될 수 있다. 오프-라인 재생은 비활성화되거나 제거된 SCR 촉매(90)를 연도가스 처리 공정 시스템(10)과는 별도로 재생하는 것을 포함한다. 제거되거나 비활성화된 SCR 촉매(90)의 오프-라인 재생은, 비활성화된 SCR 촉매(90)를 재생하기 위한 재생 조건 하에서, 재생 가스를 도관(100)을 통해 제거된 SCR 촉매(90)로 전달함으로써 이루어진다.
- [0084] 재생 가스는 비활성화된 SCR 촉매를 본원에 기재된 바와 같이 재생할 수 있는 임의의 적합한 가스로부터 선택된다. 공기는 적합한 하나의 재생 가스이지만, 본 발명의 바람직한 실시형태는 탈질화된 연도가스를 사용하는데, 이는 SCR 스트림(54)으로부터 도관(66)을 통해 전달되거나, 아니면 제거된 SCR 촉매(90)를 이로부터 얻는 연도가스 처리 공정 시스템(10)에 의해 제공된다. 사실, 이것은 본 발명의 공정의 하나의 이점인데, 이는 연도가스 처리 공정 시스템(10)의 작동과 동시에 제거된 SCR 촉매(90)를 오프-라인 재생시키고, 이 시스템으로부터 얻은 탈질화된 연도가스를 사용한다. 본 발명의 공정은 추가로, 본원의 다른 곳에 기재된 바와 같이, 비활성화된 SCR 촉매를 재생하는데 필요한 총 에너지를 유의하게 감소시킨다.
- [0085] 재생 가스가 제거된 SCR 촉매(90)로 전달되는 속도를 제어하기 위한 수단을 제공하는 제어 밸브(102)는, 라인(100)에 삽입된다. 재생 가스의 유속은 유동 센서 및 전달기 수단(104)에 의해 측정된다. 유동 전달 수단(104)은 신호(106)를 유동 제어기(108)로 제공하며, 이는 라인(100)을 통과하는 재생 가스의 유속을 나타낸다. 유동 제어기(108)는 이러한 측정된 유속을 원하는 유속과 비교함으로써, 차등 유속을 제공한다. 유동 제어기(108)는 차등 유속에 반응하여 제어 밸브(102)를 조절하여, 라인(100)을 통과하여 제거된 SCR 촉매(90)로 전달된 재생 가스의 유속을 원하는 유속으로 유지한다.

- [0086] 재생 가스는 제거된 SCR 촉매(90)를 재생시키고 SOx 및 암모니아를 함유하는 재생 배출가스를 얻기 위해 유속으로 도관(100)을 통해 제거된 SCR 촉매(90)로 전달된다. 재생 배출가스는 제거된 SCR 촉매(90)으로부터 도관(112)을 통해 전달된다.
- [0087] 바람직한 실시 형태에서, 재생 배출가스의 적어도 일부는 도관(114)을 통해 재활용되거나 재순환되며, 도관(100)을 통해 전달되는 새로운 재생 가스와 합쳐지고, 합쳐진 흐름은 제거된 SCR 촉매(90)로 전달된다. 재생 배출가스의 적어도 일부의 재활용은, 본원의 다른 곳에서 기재한 바와 같은 에너지 절감의 이점을 제공한다. 재생 배출가스의 재활용은 비활성화된 촉매의 1회성(once-through) 재생의 적용에 필요한 양에 비해 새로운 재생 가스의 필요량을 감소시킨다. 재활용되지 않는 재생 배출가스의 나머지 부분은, 바람직하게는 배출을 위해 하류로, 예를 들어 스택(68)으로 전달된다.
- [0088] 재활용 도관(114)을 통해 전달되는 재활용 또는 재순환된 재생 배출가스의 순환 속도는, 제어 밸브(116)에 의해 제어될 수 있다. 재활용된 재생 배출가스의 순환 속도를 제어하기 위한 수단을 제공하는 제어 밸브(116)는, 재활용 도관(114)에 삽입된다. 유동 센서 및 전달기 수단(118)은 도관(114)을 통해 전달되는 재생 배출가스의 재순환 속도를 측정하고, 재활용된 재생 배출가스의 순환 속도를 나타내는 신호(120)를 유동 제어기(122)로 제공한다. 유동 제어기(122)는 이러한 재순환의 측정 속도를 원하는 재생 속도와 비교함으로써, 차등 유속을 제공한다. 유동 제어기(122)는 차등 유속에 반응하여 제어 밸브(116)를 조절하여, 재활용 도관(114)을 통해 전달되는 재순환된 재생 배출가스의 유속을 원하는 순환 속도로 유지시킨다.
- [0089] 순환하는 재생 배출가스로부터 재생 산물을 연속적으로 제거하고, 재생 산물의 과도한 축적을 방지하기 위해, 재생 배출가스의 나머지 부분은 도관(112)을 거쳐 제거된 SCR 촉매(90)의 하류로 전달된다. 재생 가스가 도관(100)을 통해 SCR 촉매(90)로 연속적으로 전달되는 동안, 재생 배출가스의 블리드(bleed) 스트림은 동시에 도관(112)을 통해 하류로 전달된다.
- [0090] 본 발명의 일 실시형태에서, 오프-라인 재생 시스템의 압력은 압력 제어 밸브(130)에 의해 제어되고, 이는 재생 도관(114)으로부터 하류에서 도관(112)에 삽입된다. 압력 센서 및 전달기 수단(132)은 오프-라인 재생 시스템의 압력을 측정하고, 압력 제어기 수단(136)으로 가는 오프-라인 재생 시스템의 실제 압력을 나타내는 신호(134)를 제공한다. 압력 제어기 수단(136)은 측정된 압력을 원하는 시스템 압력과 비교하여, 차등 압력을 제공한다. 압력 제어기 수단(136)은 차등 압력에 반응하여 제어 밸브(130)을 조절하여, 오프-라인 재생 시스템의 압력을 원하는 압력으로 유지한다.
- [0091] 일단 비활성화되고 제거된 SCR 촉매(90)에 충분한 양의 활성이 회복되면, 라인(100)을 통하여 제거된 SCR 촉매(90)로 가는 재생 가스의 전달을 중단하고, 도관(114)을 통한 재생 배출가스의 재활용을 중단함으로써 재생이 정지된다. 재생된 SCR 촉매는 SCR 시스템(54)에서 재-사용될 준비가 되어 있다.

도면

도면1



도면2

