

명세서

발명의 명칭: 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템

기술분야

- [1] 본 발명의 실시예는 선택적 촉매 환원 반응을 이용하여 배기 가스가 함유한 질소산화물을 저감시킬 뿐만 아니라 환원 반응에 사용된 촉매를 재생하는 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로 선택적 촉매 환원(selective catalytic reduction, SCR) 시스템은 디젤 엔진, 보일러, 소각기 등에서 발생된 배기 가스를 정화하여 질소산화물을 저감시키기 위한 시스템이다.
- [3] 선택적 촉매 환원 시스템은 촉매가 내부에 설치된 반응기에 배기 가스와 환원제를 함께 통과시키면서 배기 가스에 함유된 질소산화물과 환원제를 반응시켜 질소와 수증기로 환원 처리한다.
- [4] 선택적 촉매 환원 시스템은 질소산화물을 저감시키기 위한 환원제로 우레아(Urea)를 직접 분사하여 사용하거나 우레아를 가수분해시켜 생성된 암모니아(NH_3)를 분사하여 사용하고 있다.
- [5] 하지만, 우레아가 섭씨 250도 미만의 온도를 갖는 배기 가스에 직접 분사되면, 우레아가 분해되면서 생성되는 뷰렛(biuret), 시아누르산(cyanuric acid), 멜라민(melamine), 및 아멜린(ammeline) 등과 같은 부산물에 의해 노즐이 막히거나 배기 가스의 흐름을 방해하는 문제점이 있다.
- [6] 또한, 우레아를 가수분해시켜 암모니아를 생성하기 위해서는 가수분해 챔버의 내부 온도를 전기 히터 또는 버너를 이용하여 가수분해 반응 온도까지 상승시켜야 하므로, 가수분해에 별도로 많은 에너지가 소모되는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명의 실시예는 배기 가스가 함유한 질소산화물을 저감시키는데 전체적으로 소모되는 에너지를 최소화할 수 있을 뿐만 아니라 환원 반응에 사용된 촉매를 효과적으로 재생할 수 있는 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템을 제공한다.

과제 해결 수단

- [8] 본 발명의 실시예에 따르면, 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템은 질소산화물(NO_x)을 함유한 배기 가스가 이동하는 메인 배기 유로와, 상기 메인 배기 유로 상에 설치되어 배기 가스의 질소산화물(NO_x)을 저감시키기 위한 촉매를 포함하는 반응기와, 상기 메인 배기 유로에서 분기되어 상기 반응기를 우회한 후 다시 상기 메인 배기 유로와 합류하는 우회 배기 유로와, 상기 메인 배기 유로 상에 설치되어 상기 반응기에 유입될 배기 가스에 암모니아(NH_3)를

- [17] 상기 정화 동작 상태에서, 상기 메인 배기 유로를 통해 상기 반응기에 유입되는 배기 가스의 온도가 제2 설정 온도일 때, 상기 분기 밸브와, 상기 암모니아 공급 밸브, 그리고 상기 우레아 공급 밸브가 개방되어 상기 메인 배기 유로에 암모니아 및 우레아가 함께 분사될 수 있다.
- [18] 상기 정화 동작 상태에서, 상기 메인 배기 유로를 통해 상기 반응기에 유입되는 배기 가스의 온도가 제3 설정 온도일 때, 상기 분기 밸브와 상기 암모니아 공급 밸브는 차단하고 상기 우레아 공급 밸브는 개방되어 상기 메인 배기 유로에 우레아가 분사될 수 있다.
- [19] 상기한 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템은 상기 다기능 유로 상에 설치되어 상기 다기능 유로를 흐르는 유체를 승온시키는 가열 장치를 더 포함할 수 있다.
- [20] 상기 가열 장치로 버너(burner)가 사용되며, 상기한 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템은 상기 가열 장치에 외기를 공급할 수 있도록 상기 다기능 유로와 연결된 외기 공급 유로를 더 포함할 수 있다.
- [21] 상기한 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템은 상기 외기 공급 유로 상에 설치된 외기 공급 밸브를 더 포함하며, 상기 가열 장치가 가동되면 상기 외기 공급 밸브가 개방될 수 있다.
- [22] 상기한 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템은 상기 외기 공급 유로 상에 설치된 에어 필터를 더 포함할 수 있다.
- [23] 상기 다기능 유로 상에 설치된 블로워를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [24] 본 발명의 실시예에 따르면, 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템은 배기 가스가 함유한 질소산화물을 저감시키는데 전체적으로 소모되는 에너지를 최소화할 수 있을 뿐만 아니라 환원 반응에 사용된 촉매를 효과적으로 재생할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [25] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템을 나타낸 구성도이다.
- [26] 도 2 내지 도 5는 도 1의 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템의 동작 상태를 각각 도시한 구성도들이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [27] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예들에 한정되지 않는다.
- [28] 도면들은 개략적이고 축적에 맞게 도시되지 않았다는 것을 일러둔다. 도면에 있는 부분들의 상대적인 치수 및 비율은 도면에서의 명확성 및 편의를 위해 그

크기에 있어 과장되거나 감소되어 도시되었으며 임의의 치수는 단지 예시적인 것이지 한정적인 것은 아니다. 그리고 둘 이상의 도면에 나타나는 동일한 구조물, 요소 또는 부품에는 동일한 참조 부호가 유사한 특징을 나타내기 위해 사용된다.

- [29] 본 발명의 실시예는 본 발명의 이상적인 실시예를 구체적으로 나타낸다. 그 결과, 도해의 다양한 변형이 예상된다. 따라서 실시예는 도시한 영역의 특정 형태에 국한되지 않으며, 예를 들면 제조에 의한 형태의 변형도 포함한다.
- [30] 이하, 도 1을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 선택적 촉매 환원(selective catalytic reduction, SCR) 및 촉매 재생 시스템(101)을 설명한다.
- [31] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템(101)은 메인 배기 유로(210), 반응기(100), 우회 배기 유로(220), 암모니아 분사부(460), 가수분해 챔버(510), 암모니아 공급 유로(260), 분기 유로(230), 재순환 유로(240), 및 다기능 유로(250)를 포함한다.
- [32] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템(101)은 제1 메인 배기 밸브(311), 제2 메인 배기 밸브(312), 우회 배기 밸브(320), 분기 밸브(330), 및 재순환 밸브(340)를 더 포함할 수 있다.
- [33] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템(101)은 우레아 공급부(520), 우레아 저장부(530), 우레아 분사부(470), 우레아 공급 유로(270), 챔버 연결 유로(280), 암모니아 공급 밸브(360), 및 우레아 공급 밸브(370)를 더 포함할 수 있다.
- [34] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템(101)은 가열 장치(550), 외기 공급 유로(290), 외기 공급 밸브(390), 에어 필터(580), 믹서(800), 및 블로워(560)를 더 포함할 수 있다.
- [35] 메인 배기 유로(210)는 질소산화물(NO_x)을 함유한 배기 가스가 이동하는 통로가 된다. 일례로, 디젤 엔진의 연소 과정에서 발생된 배기 가스가 메인 배기 유로(210)를 통과할 수 있다. 이때, 디젤 엔진은 선박에 사용되는 저속 또는 중속 디젤 엔진일 수 있다.
- [36] 반응기(100)는 메인 배기 유로(210) 상에 설치된다. 반응기(100)는 배기 가스가 함유한 질소산화물(NO_x)을 저감시키는 촉매를 포함한다. 촉매는 배기 가스에 함유된 질소산화물(NO_x)과 환원제의 반응을 촉진시켜 질소산화물(NO_x)을 질소와 수증기로 환원 처리한다.
- [37] 촉매는 제올라이트(Zeolite), 바나듐(Vanadium), 및 백금(Platinum) 등과 같이 해당 기술 분야의 종사자에게 공지된 다양한 소재로 만들어질 수 있다. 일례로, 촉매는 섭씨 250도 내지 섭씨 350도 범위 내의 활성 온도를 가질 수 있다. 여기서, 활성 온도는 촉매가 피독되지 않고 안정적으로 질소산화물을 환원시킬 수 있는 온도를 말한다. 촉매가 활성 온도 범위 밖에서 반응할 경우, 피독되면서 효율이 저하된다.
- [38] 또한, 반응기(100)의 하우징은, 일례로, 스테인레스 스틸(stainless steel)을

소재로 만들어질 수 있다.

- [39] 우회 배기 유로(220)는 메인 배기 유로(210)에서 분기되어 반응기(100)를 우회한 후, 다시 메인 배기 유로(210)와 합류한다. 배기 가스의 반응기(100) 유입이 차단될 때, 우회 배기 유로(220)는 반응기(100)를 우회시켜 배기 가스를 외부로 배출한다.
- [40] 암모니아 분사부(460)는 메인 배기 유로(210) 상에 설치되어 반응기(100)에 유입될 배기 가스에 암모니아(NH_3)를 분사한다. 분사된 암모니아는 배기 가스와 혼합되어 배기 가스에 함유된 질소산화물을 환원시킨다.
- [41] 또한, 본 발명의 일 실시예에서, 암모니아 분사부(460)는 암모니아 이외에 이소시아산(HNCO)을 함께 분사할 수 있다. 이소시아산은 고온의 환경에서 암모니아로 분해될 수 있다.
- [42] 우레아 분사부(470)는 메인 배기 유로(210) 상에 설치되어 반응기(100)에 유입될 배기 가스에 우레아를 분사한다. 분사된 우레아는 배기 가스와 혼합되며, 배기 가스가 고온일 때 배기 가스가 갖는 열에너지에 의해 암모니아로 분해된다. 이렇게 생성된 암모니아는, 암모니아 분사부(460)에서 분사된 암모니아와 마찬가지로, 배기 가스에 함유된 질소산화물을 환원시킨다.
- [43] 본 발명의 일 실시예에서, 암모니아 분사부(460)는 우레아 분사부(470) 보다 상대적으로 반응기(100)에 인접하게 위치한다. 즉, 우레아 분사부(470)가 상대적으로 반응기(100)로부터 멀리 떨어져 설치된다. 이는 우레아 분사부(470)에서 분사된 우레아가 배기 가스와 혼합된 후 배기 가스의 열에너지에 의해 암모니아로 분해되기까지의 시간적 공간적 여유를 확보하기 위함이다.
- [44] 믹서(mixer, 800)는 암모니아 분사부(460)와 반응기(100) 사이의 메인 배기 유로(210) 상에 설치된다. 믹서(800)는 배기 가스가 반응기(100)에 유입되기 전에 환원제인 암모니아와 배기 가스를 고르게 혼합시킨다.
- [45] 가수분해 챔버(510)는 우레아(urea , $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$)를 제공받아 가수분해시켜 암모니아 분사부(460)에 공급할 암모니아(NH_3)를 생성한다. 가수분해 챔버(510)에서 우레아(urea , $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$)가 가수분해되면, 암모니아(NH_3)와 함께 이소시아산(Isocyanic acid, HNCO)이 생성된다.
- [46] 암모니아 공급 유로(260)는 가수분해 챔버(510)와 암모니아 분사부(460)를 연결하여, 가수분해 챔버(510)에서 생성된 암모니아를 암모니아 분사부(460)로 전달한다.
- [47] 우레아 공급부(520)는 가수분해 챔버(510)에 우레아를 공급한다. 그리고 챔버 연결 유로(280)가 우레아 공급부(520)와 가수분해 챔버(510)를 연결한다. 또한, 우레아 공급 유로(270)는 우레아 공급부(520)와 우레아 분사부(470)를 직접 연결한다.
- [48] 이와 같이, 우레아 공급부(520)는 챔버 연결 유로(280)를 통해 가수분해 챔버(510)에 우레아를 공급하거나, 우레아 공급 유로(270)를 통해 우레아

분사부(470)로 우레아를 공급할 수 있다.

[49] 분기 유로(230)는 반응기(100) 전방의 메인 배기 유로(210)에서 분기된다. 그리고 재순환 유로(240)는 반응기(100) 후방의 메인 배기 유로(210)에서 분기되어 분기 유로(230)와 합류한다.

[50] 다기능 유로(250)는 분기 유로(230)와 재순환 유로(240)의 합류 지점과 가수분해 챔버(510)를 연결한다.

[51] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 반응기(100)를 거치지 않은 배기 가스가 분기 유로(230)와 다기능 유로(250)를 거쳐 가수분해 챔버(510)에 유입될 수 있다. 즉, 반응기(100)를 거치지 않은 배기 가스가 상대적으로 고온일 때, 배기 가스를 분기 유로(230)와 다기능 유로(250)를 통해 가수분해 챔버(510)에 공급하여 배기 가스가 갖는 열에너지를 가수분해 챔버(510) 내에서 우레아를 가수분해시키는데 활용할 수 있다.

[52] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 반응기(100)를 거친 배기 가스가 분기 유로(230), 다기능 유로(250), 가수분해 챔버(510), 암모니아 공급 유로(260), 및 암모니아 분사부(460)를 차례로 거쳐 다시 반응기(100)에 유입될 수 있다. 즉, 반응기(100)를 거친 배기 가스를 다시 반응기(100)로 재순환시킬 수 있다.

[53] 가열 장치(550)는 다기능 유로(250) 상에 설치되어 다기능 유로(250)를 흐르는 유체를 승온시킨다. 본 발명의 일 실시예에서, 가열 장치(550)는 버너(burner)일 수 있다. 구체적으로, 가열 장치(550)는 연료 공급 장치와, 가열 온도 제어를 위해 공급 연료량을 제어하는 제어 장치, 그리고 안정 장치 등을 포함할 수 있다.

[54] 또한, 가열 장치(550)는 플라스마(plasma)를 이용하여 성능을 향상시킨 플라스마 버너일 수 있다.

[55] 외기 공급 유로(290)는 본 발명의 일 실시예에서 가열 장치(550)로 버너가 사용될 경우 선택적으로 마련될 수 있다. 외기 공급 유로(290)는 가열 장치(550)에 외기를 공급할 수 있도록 다기능 유로(250)와 연결된다. 즉, 가열 장치(550)가 버너로 사용될 경우, 외기 공급 유로(290)는 버너의 연소에 필요한 산소를 공급한다.

[56] 에어 펌터(580)는 외기 공급 유로(290) 상에 설치된다. 에어 펌터(580)는 외기 공급 유로(290)를 통해 유입되는 외기가 포함하는 이물질 제거한다.

[57] 블로워(560)는 다기능 유로(250) 상에 설치된다. 블로워(560)는 다기능 유로(250)를 통과하는 유체에 동력을 제공한다. 즉, 블로워(560)는 배기 가스가 분기 유로(230)와 다기능 유로(250)를 통해 가수분해 챔버(510)로 유입되도록 동력을 제공하거나, 배기 가스가 재순환 유로(240)와 다기능 유로(250)를 통해 순환하도록 동력을 제공할 수 있다.

[58] 제1 메인 배기 밸브(311)는 반응기(100) 전방의 메인 배기 유로(210)에 설치되고, 제2 메인 배기 밸브(312)는 반응기(100) 후방의 메인 배기 유로(210)에 설치된다.

[59] 이때, 제1 메인 배기 밸브(311)는 분기 유로(230)가 분기된 지점과 우레아

분사부(470) 사이의 메인 배기 유로(210) 상에 설치될 수 있다. 그리고 제2 메인 배기 밸브(312)는 재순환 유로(240)가 분기된 지점과 우회 배기 유로(220)와 메인 배기 유로(210)가 다시 합류하는 지점 사이의 메인 배기 유로(210) 상에 설치될 수 있다.

[60] 우회 배기 밸브(320)는 우회 배기 유로(220) 상에 설치되며, 분기 밸브(330)는 분기 유로(230) 상에 설치되고, 재순환 밸브(340)는 재순환 유로(240) 상에 설치된다.

[61] 또한, 암모니아 공급 밸브(360)는 챔버 연결 유로(280) 상에 설치되고, 우레아 공급 밸브(370)는 우레아 공급 유로(270) 상에 설치된다.

[62] 또한, 외기 공급 밸브(390)는 외기 공급 유로(290)에 설치된다.

[63] 여기서, 제1 메인 배기 밸브(311)와 우회 배기 밸브(320)는 하나의 3방 밸브를 통해 단일화될 수 있다.

[64] 또한, 제1 메인 배기 밸브(311)와 분기 밸브(340)는 하나의 3방 밸브를 통해 단일화될 수도 있다.

[65] 또한, 제1 메인 배기 밸브(311), 우회 배기 밸브(320), 및 분기 밸브(330)는 하나의 4방 밸브를 통해 단일화될 수도 있다.

[66] 또한, 분기 밸브(330)와 재순환 밸브(340)도 3방 밸브를 통해 단일화될 수 있으며, 분기 밸브(330), 재순환 밸브(340), 및 외기 공급 밸브(390)도 4방 밸브를 통해 단일화될 수 있다.

[67] 이와 같이, 각 밸브들은 해당 기술 분야의 종사자에게 공지된 기술에 따라 다양하게 변경 실시될 수 있으며, 본 발명의 일 실시예에서 각 밸브들의 위치 및 종류가 도 1에 나타난 밸브들에 한정되는 것은 아니다.

[68] 본 발명의 일 실시예에 따른 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템(101)은 정화 동작 상태 또는 재생 동작 상태 중 어느 한 동작 상태로 구분 동작한다.

[69] 즉, 제1 메인 배기 밸브(311), 제2 메인 배기 밸브(312), 우회 배기 밸브(320), 분기 밸브(330), 재순환 밸브(340), 암모니아 공급 밸브(360), 우레아 공급 밸브(370), 및 외기 공급 밸브(390)는 각각 정화 동작 상태와 재생 동작 상태로 구분하여 개폐된다.

[70] 이하, 도 2 내지 도 5를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템(101)의 동작 원리를 구체적으로 살펴본다.

[71] 본 발명의 일 실시예에 따른 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템(101)은 정화 동작 상태 또는 재생 동작 상태로 구분 동작한다.

[72] 정화 동작 상태는 메인 배기 유로(210)를 흐르는 배기 가스가 함유한 질소산화물을 저감시키는 동작을 수행하는 상태이다. 또한, 정화 동작 상태에서, 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템(101)은 메인 배기 유로(210)를 흐르는 배기 가스의 온도에 따라 3단계로 동작될 수 있다.

[73] 이와 같이, 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템(101)이 정화 동작 상태에서 다시 3단계로 구분 동작하기 위해 제1 설정 온도, 제2 설정 온도, 및 제3 설정

- 온도를 기준으로 삼는다.
- [74] 구체적으로, 정화 동작 상태는 반응기(100)에 유입되는 배기 가스의 온도가 제1 절정 온도인 저온 단계와, 반응기(100)에 유입되는 배기 가스의 온도가 제2 절정 온도인 중온 단계, 그리고 반응기(100)에 유입되는 배기 가스의 온도가 제3 절정 온도인 고온 단계로 구분될 수 있다. 메인 배기 유로(210)를 통과하는 배기 가스의 온도는 배기 가스를 배출하는 디젤 엔진이 조기가동된 후, 가동 시간이 증가할수록 높아진다.
- [75] 일례로, 제1 절정 온도는 섭씨 250도 미만이고, 제2 절정 온도는 섭씨 250도 이상 섭씨 300도 미만이며, 제3 절정 온도는 섭씨 300도 이상일 수 있다.
- [76] 하지만, 본 발명의 일 실시예에서, 제1 절정 온도, 제2 절정 온도, 및 제3 절정 온도의 범위는 사용 환경에 따라 달라질 수 있다.
- [77] 도 2는 정화 동작 상태에서의 저온 단계를 나타낸다. 도 2에 도시한 바와 같이, 배기 가스에 함유된 질소산화물을 저감하는 정화 동작 상태에서는 기본적으로 제1 메인 배기 밸브(311)와 제2 메인 배기 밸브(312)는 개방된다. 그리고 우회 배기 밸브(320) 및 재순환 밸브(340)는 차단된다.
- [78] 또한, 정화 동작 상태의 저온 단계에서는 분기 밸브(330)와 암모니아 유로 밸브(360)는 개방되고, 우레아 유로 밸브(370)는 차단되어 메인 배기 유로(210)에 암모니아가 분사된다.
- [79] 또한, 가수분해 챔버(510)에서 우레아를 가수분해 시키기 위해, 가열 장치(550)가 반응기(100)를 거쳐기 전의 메인 배기 유로(210)에서 분기된 분기 유로(230)로부터 공급받은 배기 가스를 가열하고, 증온된 배기 가스가 가수분해 챔버(510)에 유입되어 우레아를 가수분해 시키기 위한 열에너지를 제공한다.
- [80] 이때, 클로위(560)는 분기 유로(230)와 다기는 유로(250)를 흐르는 배기 가스에 동력을 제공한다.
- [81] 또한, 가열 장치(550)로 버너가 사용될 경우, 연소에 필요한 산소를 가열 장치(550)에 공급하기 위해, 외기 공급 유로(290)에 설치된 외기 공급 밸브(390)도 개방된다.
- [82] 메인 배기 유로(210)를 통해 반응기에 유입되는 배기 가스의 온도가 섭씨 250도 미만일 때 우레아를 직접 메인 배기 유로(210)에 분사하면, 우레아가 분해되면서 생성되는 뷰렛(biuret), 시아누르산(cyanuric acid), 멜라민(melamine), 및 아멜린(ammelne) 등과 같은 부산물 생성되어 노즐을 막거나 배기 가스의 흐름을 방해할 수 있다.
- [83] 하지만, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 반응기(100)에 유입되는 배기 가스의 온도가 섭씨 250도 미만일 때 우레아를 직접 메인 배기 유로(210)에 분사하지 않고, 가수분해 챔버(510)에서 가열 장치(550)에 의해 증온된 높은 온도의 배기 가스를 사용하여 효율적으로 가수분해시켜 생성된 암모니아를 메인 배기 유로(210)에 분사할 수 있다. 따라서, 환원제로 암모니아를 사용하여 배기 가스가 함유된 질소산화물을 저감하는 과정에서 부산물의 생성을 최소화할 수 있다.

- [84] 도 3은 정화 동작 상태에서의 중온 단계를 나타낸다. 도 3에 도시한 바와 같이, 배기 가스에 함유된 질소산화물을 저감하는 정화 동작 상태에서는 기본적으로 제1 메인 배기 밸브(311)와 제2 메인 배기 밸브(312)는 개방된다. 그리고 우회 배기 밸브(320) 및 재순환 밸브(340)는 차단된다.
- [85] 또한, 정화 동작 상태의 중온 단계에서는 분기 밸브(330)와, 암모니아 공급 밸브(360), 그리고 우레아 공급 밸브(370)가 모두 개방된다. 즉, 메인 배기 유로(210)에 우레아와 암모니아가 모두 분사된다.
- [86] 그리고 중온 단계에서는 우레아 분사부(470)를 통해 우레아가 분사된 만큼 적은 양의 암모니아를 암모니아 분사부(460)를 통해 분사하게 된다. 즉, 반응기(100)에 유입되는 배기 가스의 온도가 섭씨 250도 이상 섭씨 300도 미만인 중온 단계에서는 메인 배기 유로(210)를 흐르는 배기 가스가 갖는 열에너지에 의한 우레아의 가수분해를 어느 정도 기대할 수 있으므로, 저온 단계보다 가수분해 챔버(510)에서 생성해야 하는 암모니아의 양을 줄일 수 있다.
- [87] 따라서, 중온 단계에서는 가열 장치(550)와 블로워(560)의 운전에 필요한 전력 및 연료 등을 줄일 수 있으므로, 상대적으로 적은 작동 비용이 요구된다.
- [88] 또한, 가열 장치(550)로 버너가 사용될 경우, 연소에 필요한 산소를 가열 장치(550)에 공급하기 위해, 외기 공급 유로(290)에 설치된 외기 공급 밸브(390)도 일부 또는 전부 개방된다.
- [89] 도 4는 정화 동작 상태에서의 고온 단계를 나타낸다. 도 4에 도시한 바와 같이, 배기 가스에 함유된 질소산화물을 저감하는 정화 동작 상태에서는 기본적으로 제1 메인 배기 밸브(311)와 제2 메인 배기 밸브(312)는 개방된다. 그리고 우회 배기 밸브(320) 및 재순환 밸브(340)는 차단된다.
- [90] 또한, 정화 동작 상태의 고온 단계에서는 분기 밸브(330)와 암모니아 공급 밸브(360)는 차단하고 우레아 공급 밸브(370)는 개방된다. 즉, 메인 배기 유로(210)에 우레아가 분사된다.
- [91] 반응기(100)에 유입되는 배기 가스의 온도가 섭씨 300도 이상인 고온 단계에서는 메인 배기 유로(210)를 흐르는 배기 가스가 갖는 열에너지에 의한 우레아의 가수분해가 안정적으로 가능하다. 따라서, 가수분해 챔버(510)에서 우레아를 가수분해하여 암모니아를 생성할 필요가 없다.
- [92] 이와 같이, 고온 단계에서는 가수분해 챔버(510)에서 암모니아를 생성할 필요가 없으므로, 가열 장치(550) 및 블로워(560)의 동작을 중지시킬 수 있으며, 외기 공급 유로(290)의 외기 공급 밸브(390)도 차단할 수 있다.
- [93] 즉, 고온 단계에서는 가열 장치(550)와 블로워(560)의 운전에 전력 및 연료 등이 소모되지 않으므로, 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템(101)의 전체적인 에너지 이용 효율을 향상시킬 수 있다.
- [94] 재생 동작 상태는 반응기(100)의 내부에 설치된 촉매가 피독되면 이를 재생시키는 동작을 수행하는 상태이다.
- [95] 섭씨 150도 이상 섭씨 250도 미만의 상대적으로 낮은 온도에서 배기 가스의

질소산화물을 저감시키기 위한 환원 반응이 일어나면, 배기 가스의 황산화물(SO_x)과 암모니아(NH₃)가 반응하여 촉매 피독 물질이 생성된다. 촉매 피독 물질은 황산암모늄(Ammonium sulfate, (NH₄)₂SO₄)과 아황산수소암모늄(Ammonium bisulfate, NH₄HSO₄) 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 이러한 촉매 피독 물질은 촉매에 흡착되어 촉매의 활성을 저하시킨다. 촉매 피독 물질은 상대적으로 높은 온도에서 분해되므로, 촉매를 승온시켜 피독된 촉매를 재생할 수 있다.

- [96] 따라서, 촉매가 피독되어 활성이 저하되면, 재생 동작 상태로 전환하여 반응기의 내부 온도를 상승시킴으로써, 촉매를 재생시킨다.
- [97] 도 5는 재생 동작 상태를 나타낸다. 도 5에 도시한 바와 같이, 피독된 촉매를 재생하는 재생 동작 상태에서는 제1 메인 배기 밸브(311)와, 제2 메인 배기 밸브(312), 그리고 분기 밸브(330)는 차단된다. 그리고 우회 배기 밸브(320)와 재순환 밸브(340)는 개방된다.
- [98] 또한, 본 발명의 일 실시예에서, 다기능 유로(550)는 배기 가스의 정화와 촉매의 재생에 모두 사용된다.
- [99] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템(101)의 재생 동작 상태에서는 반응기(100), 재순환 유로(240), 다기능 유로(250), 및 암모니아 공급 유로(260)를 포함하는 폐루프가 형성된다.
- [100] 그리고 가열 장치(550)가 폐루프를 순환하는 유체, 즉 반응기(100)를 거친 배기 가스를 가열하여 승온시킨다. 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 폐루프를 순환하는 배기 가스를 승온 시키므로, 가열 장치(550)가 적은 연료를 소모하고도 효율적으로 배기 가스의 온도를 높일 수 있다. 그리고 승온된 배기 가스는 피독된 촉매에 열에너지를 제공하여 피독 물질을 제거한다.
- [101] 다만, 가열 장치(550)로 버너가 사용될 경우, 버너의 연소에 필요한 산소를 공급하기 위해 외기 공급 유로(290)에 설치된 외기 공급 밸브(390)가 일부 개방되어 가열 장치(550)에 외기를 공급할 수 있다.
- [102] 이때, 센서를 이용하여 폐루프 상의 산소 농도를 모니터링하고, 이에 따라 외기 공급 밸브(90)를 제어함으로써, 폐루프 상의 산소 농도를 일정하게 유지할 수 있다.
- [103] 또한, 본 발명의 일 실시예에서는, 폐루프 상의 압력을 일정하게 유지하기 위해, 제2 메인 배기 밸브(312)를 일부 개방하여 외기 공급 밸브(390)를 통해 유입된 외기의 유량만큼 배기 가스를 외부로 배출시킬 수도 있다.
- [104] 또한, 촉매를 재생할 때, 디젤 엔진에서 배출되는 배기 가스는 우회 배기 유로(220)를 통해 외부로 배출할 수 있다. 즉, 디젤 엔진의 가동 중단 없이, 반응기(100)의 촉매를 재생할 수 있다.
- [105] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템(101)은 배기 가스가 함유한 질소산화물을 저감시키는데 전체적으로 소모되는 에너지를 최소화할 수 있을 뿐만 아니라 환원 반응에 사용된 촉매를

효과적으로 재생할 수 있다.

- [106] 구체적으로, 배기 가스를 정화하는 과정에서 반응기(100)에 유입되는 배기 가스의 온도에 따라 사용하는 환원제의 상태를 달리하여 에너지의 이용 효율을 향상시킬 수 있다.
- [107] 또한, 촉매를 재생하는 과정에서 폐루프를 형성함으로써, 촉매의 재생에 소모되는 에너지를 최소화할 수 있다.
- [108] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.
- [109] 그러므로 이상에서 기술한 실시예는 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해되어야 하고, 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명은 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.
- [110] < 부호의 설명 >
- [111] 100: 반응기
- [112] 101: 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템
- [113] 210: 메인 배기 유로 220: 우회 배기 유로
- [114] 230: 분기 유로 240: 재순환 유로
- [115] 260: 암모니아 공급 유로 270: 우레아 공급 유로
- [116] 280: 챔버 연결 유로 290: 외기 공급 유로
- [117] 311: 제1 메인 배기 밸브 312: 제2 메인 배기 밸브
- [118] 320: 우회 배기 밸브 330: 분기 밸브
- [119] 340: 재순환 밸브 360: 암모니아 공급 밸브
- [120] 370: 우레아 공급 밸브 390: 외기 공급 밸브
- [121] 460: 암모니아 분사부 470: 우레아 분사부
- [122] 510: 가수분해 챔버 520: 우레아 공급부
- [123] 530: 우레아 저장부 550: 가열 장치
- [124] 560: 블로워 580: 에어 필터

청구범위

[청구항 1]

질소산화물(NOx)을 함유한 배기 가스가 이동하는 메인 배기 유로; 상기 메인 배기 유로 상에 설치되어 배기 가스의 질소산화물(NOx)을 저감시키기 위한 촉매를 포함하는 반응기; 상기 메인 배기 유로에서 분기되어 상기 반응기를 우회한 후 다시 상기 메인 배기 유로와 합류하는 우회 배기 유로; 상기 메인 배기 유로 상에 설치되어 상기 반응기에 유입될 배기 가스에 암모니아(NH_3)를 분사하는 암모니아 분사부; 우레아(Urea)를 제공받아 상기 암모니아 분사부에 공급할 암모니아를 생성하는 가수분해 챔버; 상기 암모니아 분사부와 상기 가수분해 챔버를 연결하는 암모니아 공급 유로;

상기 반응기 전방의 상기 메인 배기 유로에서 분기된 분기 유로; 상기 반응기 후방의 상기 메인 배기 유로에서 분기되어 상기 분기 유로와 합류하는 재순환 유로; 및 상기 분기 유로와 상기 재순환 유로의 합류 지점과 상기 가수분해 챔버를 연결하는 다기능 유로를 포함하는 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템.

[청구항 2]

상기 분기 유로가 분기된 지점과 상기 우레아 분사부 사이의 상기 메인 배기 유로 상에 설치된 제1 메인 배기 밸브와; 상기 재순환 유로가 분기된 지점과 상기 우회 배기 유로가 합류하는 지점 사이의 상기 메인 배기 유로 상에 설치된 제2 메인 배기 밸브와; 상기 우회 배기 유로에 설치된 우회 배기 밸브와; 상기 분기 유로에 설치된 분기 밸브; 그리고 상기 재순환 유로에 설치된 재순환 밸브를 더 포함하며,

상기 제1 메인 배기 밸브, 상기 제2 메인 배기 밸브, 상기 우회 배기 밸브, 상기 분기 밸브, 및 상기 재순환 밸브는 정화 동작 상태 또는 재생 동작 상태 중 어느 한 동작 상태로 구분 동작하는 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템.

[청구항 3]

상기 정화 동작 상태일 때, 상기 제1 메인 배기 밸브와 상기 제2 메인 배기 밸브는 개방되고, 상기 우회 배기 밸브와 상기 재순환 밸브는 차단되며, 상기 재생 동작 상태일 때, 상기 제1 메인 배기 밸브와 상기 제2

메인 배기 펌프는 차단되고, 상기 우회 배기 펌프와 상기 재순환 펌프는 개방되는 선택적 죽매 환원 및 죽매 재생 시스템.
제2항에서,

상기 가수분해 챔버에 우레아(Urea)를 공급하는 우레아 공급부와, 상기 우레아 공급부와 상기 가수분해 챔버를 연결하는 챔버 연결 유로
를 더 포함하는 선택적 죽매 환원 및 죽매 재생 시스템.
제4항에서,

상기 메인 배기 유로 상에 설치되어 상기 반응기에 유입될 배기 가스에 우레아를 분사하는 우레아 분사부와,
상기 우레아 공급부와 상기 우레아 분사부를 직접 연결하는 우레아 공급 유로
를 더 포함하는 선택적 죽매 환원 및 죽매 재생 시스템.
제5항에서,

상기 암모니아 분사부는 상기 우레아 분사부 보다 상대적으로 상기 반응기에 인접하게 위치하는 선택적 죽매 환원 및 죽매 재생 시스템.
제5항에서,

상기 챔버 연결 유로 상에 설치된 암모니아 공급 펌프 및 상기 우레아 공급 유로에 설치된 우레아 공급 펌프를 더 포함하는 선택적 죽매 환원 및 죽매 재생 시스템.
제7항에서,

상기 정화 동작 상태일 때, 상기 암모니아 공급 펌프 및 상기 우레아 공급 펌프 중 하나 이상이 개방되고,
상기 재생 동작 상태일 때, 상기 암모니아 공급 펌프 및 상기 우레아 공급 펌프는 차단되어 상기 메인 배기 유로에 암모니아가 분사되는 선택적 죽매 환원 및 죽매 재생 시스템.
제8항에서,

상기 정화 동작 상태에서, 상기 메인 배기 유로를 통해 상기 반응기에 유입되는 배기 가스의 온도가 제1 설정 온도일 때, 상기 분기 펌프와 상기 암모니아 공급 펌프는 개방되고 상기 우레아 공급 펌프는 차단되어 상기 메인 배기 유로에 암모니아가 분사되는 선택적 죽매 환원 및 죽매 재생 시스템.
제8항에서,

상기 정화 동작 상태에서, 상기 메인 배기 유로를 통해 상기 반응기에 유입되는 배기 가스의 온도가 제2 설정 온도일 때, 상기 분기 펌프와, 상기 암모니아 공급 펌프, 그리고 상기 우레아 공급 펌프가 개방되어 상기 메인 배기 유로에 암모니아 및

- [청구항 11] 우레아가 함께 분사되는 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템.
제8항에서,
상기 정화 동작 상태에서, 상기 메인 배기 유로를 통해 상기
반응기에 유입되는 배기 가스의 온도가 제3 설정 온도일 때,
상기 분기 밸브와 상기 암모니아 공급 밸브는 차단하고 상기
우레아 공급 밸브는 개방되어 상기 메인 배기 유로에 우레아가
분사되는 선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템.
- [청구항 12] 제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에서,
상기 다기능 유로 상에 설치되어 상기 다기능 유로를 흐르는
유체를 승온시키는 가열 장치를 더 포함하는 선택적 촉매 환원 및
촉매 재생 시스템.
- [청구항 13] 제12항에서,
상기 가열 장치로 버너(burner)가 사용되며,
상기 가열 장치에 외기를 공급할 수 있도록 상기 다기능 유로와
연결된 외기 공급 유로를 더 포함하는 선택적 촉매 환원 및 촉매
재생 시스템.
- [청구항 14] 제13항에서,
상기 외기 공급 유로 상에 설치된 외기 공급 밸브를 더 포함하며,
상기 가열 장치가 가동되면 상기 외기 공급 밸브가 개방되는
선택적 촉매 환원 및 촉매 재생 시스템.
- [청구항 15] 제13항에서,
상기 외기 공급 유로 상에 설치된 에어 필터를 더 포함하는 선택적
촉매 환원 및 촉매 재생 시스템.
- [청구항 16] 제12항에서,
상기 다기능 유로 상에 설치된 블로워를 더 포함하는 선택적 촉매
환원 및 촉매 재생 시스템.