



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0137498  
(43) 공개일자 2014년12월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F01N 3/20 (2006.01) F01N 9/00 (2006.01)  
B01D 53/94 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0057820  
(22) 출원일자 2013년05월22일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
현대중공업 주식회사  
울산광역시 동구 방어진순환도로 1000 (전하동)

(72) 발명자  
장한길  
울산광역시 동구 전하동 전하관2동 1008호

(74) 대리인  
김인한, 김희곤, 박용순

전체 청구항 수 : 총 5 항

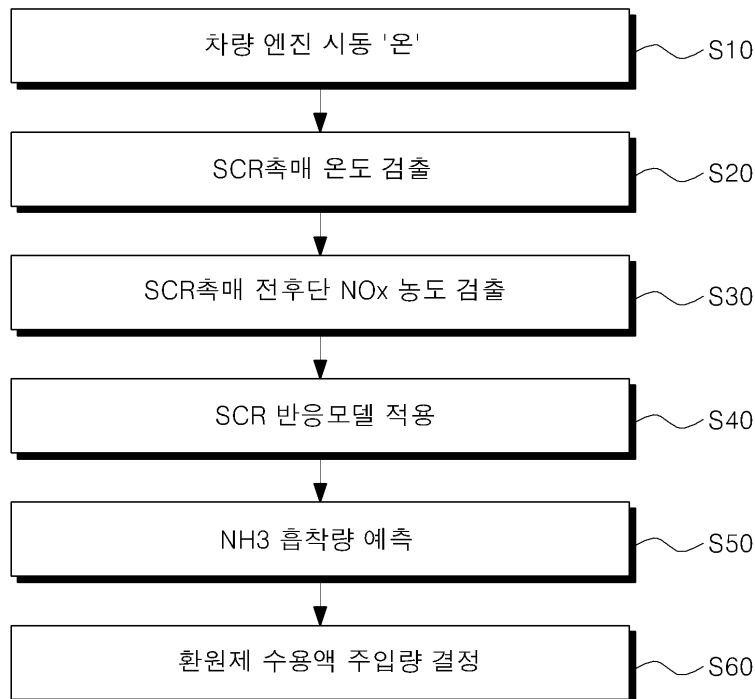
(54) 발명의 명칭 차량의 환원제 주입량 제어장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 수치해석 및 반응속도론을 접목한 SCR(Selective Catalytic Reduction) 반응모델을 적용하여 환원제 수용액의 주입량을 결정하도록 제어함으로써 운전조건에 적합한 배기가스를 정화하기 위한 차량의 환원제 주입량 제어장치 및 방법에 관한 것이다.

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



본 발명에 따른 차량의 환원제 주입량 제어장치는, 엔진; 배기가스에 포함된 NO<sub>x</sub>와 NH<sub>3</sub>의 환원반응을 NO<sub>x</sub>를 정화하는 SCR촉매; 상기 SCR촉매의 양단간 NO<sub>x</sub> 농도를 검출하는 제1,2NO<sub>x</sub>센서; 상기 SCR촉매의 선단에 환원제 수용액을 분사하는 도징모듈; 상기 SCR촉매의 온도를 검출하는 온도센서를 포함하며, 공기량과 엔진 회전수 및 배기가스 온도의 분석으로 결정되고, SCR촉매의 NO<sub>x</sub> 정화효율은 제1,2NO<sub>x</sub>센서의 정보와 온도센서 정보의 분석으로 결정되는 운전조건과 SCR촉매의 NO<sub>x</sub> 정화효율에 따라 SCR 반응모델을 통해 SCR촉매의 필요 NH<sub>3</sub> 양을 산출하여 환원제 수용액의 주입량을 결정하는 제어부를 더 포함한다.

또한, 본 발명의 특징에 따른 차량의 환원제 주입량 제어방법은, 운전조건과 SCR촉매의 온도 및 NO<sub>x</sub> 정화효율을 검출하는 과정; SCR 반응모델을 적용하여 운전조건과 NO<sub>x</sub> 정화효율에 따른 NH<sub>3</sub> 흡착량을 산출하는 과정; NH<sub>3</sub>의 흡착량에 따른 환원제 수용액의 주입량을 결정하는 과정을 포함한다.

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

엔진(100);

배기가스에 포함된 NOx와 NH3의 환원반응을 NOx를 정화하는 SCR촉매(120);

상기 SCR촉매(120)의 양단간 NOx 농도를 검출하는 제1,2NOx 센서(130)(140);

상기 SCR촉매(120)의 선단에 환원제 수용액을 분사하는 도정모듈(200);

상기 SCR촉매(120)의 온도를 검출하는 온도센서(150);를 포함하며,

공기량과 엔진 회전수 및 배기가스 온도의 분석으로 결정되고, SCR촉매(120)의 NOx 정화효율은 제1,2NOx 센서(130)(140)의 정보와 온도센서(150) 정보의 분석으로 결정되는 운전조건과 SCR 반응모델을 통해 SCR촉매(120)의 필요 NH3 양을 산출하여 환원제 수용액의 주입량을 결정하는 제어부(160)를 더 포함하는 차량의 환원제 주입량 제어장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 SCR 반응모델은 SCR촉매(120)의 NOx 정화효율에 따라 수치해석과 반응속도론이 접목되어 SCR촉매(120)의 온도조건, 배기 유량, NOx 농도, NH3 농도에 따라 테이블로 설정되는 것을 특징으로 하는 차량의 환원제 주입량 제어장치.

**청구항 3**

공기량과 엔진 회전수 및 배기가스 온도의 분석으로 결정되고, SCR촉매(120)의 NOx 정화효율은 제1,2NOx 센서(130)(140)의 정보와 온도센서(150) 정보의 분석으로 결정되는 운전조건과 SCR촉매(120)의 온도 및 NOx 정화효율을 검출하는 단계;

SCR 반응모델을 적용하여 운전조건과 NOx 정화효율에 따른 NH3 흡착량을 산출하는 단계;

NH3의 흡착량에 따른 환원제 수용액의 주입량을 결정하는 단계;

를 포함하는 차량의 환원제 주입량 제어방법.

**청구항 4**

제3항에 있어서,

상기 환원제 수용액은 NH3, Urea 중 어느 하나로 된 것을 특징으로 하는 차량의 환원제 주입량 제어방법.

**청구항 5**

제3항에 있어서,

상기 NH3 흡착량은 SCR촉매(120)의 온도, 배기유량, NOx 농도, NH3 농도별 NOx의 환원특성이 적용되어 산출되는 것을 특징으로 하는 차량의 환원제 주입량 제어방법.

**명세서**

**기술분야**

본 발명은 차량의 환원제 주입량 제어장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 수치해석 및 반응속도론을 접목한 SCR(Selective Catalytic Reduction) 반응모델을 적용하여 환원제 수용액의 주입량을 결정하도록 제어함으로써 운전조건에 적합한 배기가스를 정화하기 위한 차량의 환원제 주입량 제어장치 및 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0001]

- [0002] 일반적으로 디젤 엔진이 적용되는 차량은 북미디젤 Tier2 BIN5 규제나 유로 6의 배기가스 규제에 따라 배기가스에 포함된 NOx, CO, THC, 그을음(soot), 입자상 물질(Particulate Matters) 등의 유해물질을 제거시키는 후처리 장치가 장착된다.
- [0003] 디젤 차량에 장착되는 후처리 장치는 배기 파이프에서 엔진과 가장 근접하게 배치되어 NMHC 변환기능을 실행하는 DOC(Diesel Oxidation Catalyst), DOC의 하류측에 배치되어 입자상 물질(Particulate Matters :PM)을 포집하는 CPF(Catalyzed Particulate Filter), CPF의 하류측에 배치되며 V2O5/TiO2나 Pt/Al2O3 또는 Zeolite로 이루어지며, 환원작용을 통해 NOx를 정화하는 SCR촉매가 포함된다.
- [0004] 상기의 SCR촉매는 NOx를 정화하기 위한 환원제로 NH3(암모니아)를 사용하며, NOx에 대한 선택도가 매우 우수할 뿐만 아니라 산소가 존재하는 경우에도 NOx와 NH3 사이의 반응이 촉진되는 장점이 있다.
- [0005] NOx와 NH3의 환원반응은 다음과 같다.
- [0006]  $NOx + NH3 \rightarrow N2 + H2O$
- [0007] SCR촉매의 NOx 정화성능을 일정수준으로 이상으로 유지하기 위해 도징모듈(Dosing Module)로 환원제 수용액을 분사하고, 환원제 수용액의 증발 및 분해에 따라 생성되는 NH3를 취득하여 SCR촉매의 내부에 NH3의 흡착량을 유지시킨다.
- [0008] 통상적으로 환원제 수용액의 주입량을 증가시키면 NOx 정화율이 증가하나, 일정량 이상의 환원제 수용액을 주입하는 경우 NH3의 과도한 생성으로 심각한 환경오염 및 악취를 유발하게 되는 문제점이 발생한다.
- [0009] 발명의 배경기술로는 미국 특허 제6,427,439호에 개시되어 있으며, 여기에서 배기가스의 정화는 질소 산화물, NOx를 촉매작용으로 환원함으로써 수행된다. 환원제의 첨가는 전자적 엔진 제어기, EEC에 의해 제어되고, 제어기는 NOx 농도가 예정값을 넘어설 때, NOx 농도에 비례하여 첨가되도록 환원제의 양을 결정한다. NOx 농도가 낮고 흡수된 암모니아의 양이 촉매의 암모니아 수용량보다 더 적을 때, 첨가되는 환원제의 양이 예정 값이다. EEC는 촉매 표면상의 흡수된 NH3 및 계산하는 기간에 환원제 첨가의 양을 계산하기 위하여, NOx 농도, NH3 농도, 온도, 엔진 속도 및 엔진 부하의 측정으로부터의 신호를 사용한다. 그러나, 이것은 서로 다른 측정 및 계산이 엔진의 부하가 주기적 및 신속하게 증가하고 감소하는 차량에서 수반된다는 것을 의미한다.
- [0010] 또한, 배기가스로 환원제의 주입을 제어하는 매우 많은 방법이 기술분야에 공지되어 있지만, 주위환경으로의 환원제의 해로운 누출을 방지하기 위하여, 환원제의 제어된 주입에 의한 NOx 변환을 개선하는 것이 여전히 필요하다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0011] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해소하기 위해 창안된 것으로, SCR촉매에서 NOx의 정화에 필요한 NH3를 생성하는데 요구되는 환원제 수용액의 주입량을 수치해석 및 반응속도론이 적용된 SCR 반응모델을 적용하여 환원제 수용액의 주입량을 결정하도록 제어함으로써 운전조건에 적합한 배기가스를 정화하도록 하는 차량의 환원제 주입량 제어장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0012] 상기와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 차량의 환원제 주입량 제어장치는, 엔진; 배기가스에 포함된 NOx와 NH3의 환원반응을 NOx를 정화하는 SCR촉매; 상기 SCR촉매의 양단간 NOx 농도를 검출하는 제1,2NOx센서; 상기 SCR촉매의 선단에 환원제 수용액을 분사하는 도징모듈; 상기 SCR촉매의 온도를 검출하는 온도센서를 포함하며, 공기량과 엔진 회전수 및 배기가스 온도의 분석으로 결정되고, SCR촉매의 NOx 정화효율은 제1,2NOx센서의 정보와 온도센서 정보의 분석으로 결정되는 운전조건과 SCR촉매의 NOx 정화효율에 따라 SCR 반응모델을 통해 SCR촉매의 필요 NH3 양을 산출하여 환원제 수용액의 주입량을 결정하는 제어부를 더 포함한다.
- [0013] 상기 SCR 반응모델은 수치해석과 반응속도론이 적용되어 SCR촉매의 온도조건, 배기 유량, NOx 농도, NH3 농도에 따라 테이블로 설정되는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 본 발명의 특징에 따른 차량의 환원제 주입량 제어방법은, 운전조건과 SCR촉매의 온도 및 NOx 정화효율을 검출하는 과정; SCR 반응모델을 적용하여 운전조건과 NOx 정화효율에 따른 NH3 흡착량을 산출하는 과정; NH3의

흡착량에 따른 환원제 수용액의 주입량을 결정하는 과정을 포함한다.

[0015] 상기 환원제 수용액은 NH<sub>3</sub>, Urea 중 어느 하나로 된 것을 특징으로 한다.

[0016] 상기 NH<sub>3</sub> 흡착량은 SCR촉매의 온도, 배기유량, NO<sub>x</sub> 농도, NH<sub>3</sub> 농도별 NO<sub>x</sub>의 환원특성이 적용되어 산출되는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0017] 본 발명에 따른 차량의 환원제 주입량 제어장치 및 방법에 의하면, SCR촉매에서 NH<sub>3</sub>의 생성에 필요한 양의 환원제 수용액을 결정하여 주입함으로써, 환원제 수용액의 소모를 최소화하면서도 NO<sub>x</sub>의 정화효율이 최대화되는 효과가 있다.

[0018] 또한, 환원제 수용액이 엔진 조건에 맞는 현실적인 주입량으로 제어됨으로써, NH<sub>3</sub>의 과다 혹은 과소 생성으로 인한 배기가스 불안정이 발생하지 않게 되는 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0019] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 차량의 환원제 주입량 제어장치를 개략적으로 나타낸 도면,

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 차량에서 환원제 주입량 제어를 실행하는 흐름도,

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 차량의 SCR촉매에서 NH<sub>3</sub>의 흡착 및 탈착 관계를 나타낸 도면,

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 차량에서 SCR촉매 온도별 NO<sub>x</sub>의 정화성능을 나타낸 도면.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0020] 이하, 본 발명에 따른 차량의 환원제 주입량 제어장치 및 방법에 대한 바람직한 실시예를 첨부 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0021] 본 발명의 실시예는 여러 가지 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상세하게 설명하는 실시예로 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 된다.

[0022] 또한, 도면에서의 요소의 형상 등은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해서 과장되어 표현될 수 있고, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 기술은 생략한다.

[0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 차량의 환원제 주입량 제어장치를 개략적으로 나타낸 도면이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 차량에서 환원제 주입량 제어를 실행하는 흐름도이며, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 차량의 SCR촉매에서 NH<sub>3</sub>의 흡착 및 탈착 관계를 나타낸 도면이고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 차량에서 SCR촉매 온도별 NO<sub>x</sub>의 정화성능을 나타낸 도면이다.

[0024] 본 발명에 따른 차량의 환원제 주입량 제어장치는, 도 1에 도시된 바와 같이 동력원인 엔진(100), 연소된 배기가스를 배출시키는 배기 파이프(110), SCR촉매(120), 제1NO<sub>x</sub>센서(130), 제2NO<sub>x</sub>센서(140), 온도센서(150), 제어부(160), 도장모듈(200), 환원제 탱크(300) 및 펌프(310)를 포함한다.

[0025] 상기 SCR촉매(120)는 엔진(100)과 연결되는 배기 파이프(110)의 소정 위치에 배치되어 V2O5/TiO<sub>2</sub> 또는 Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 또는 Zeolite로 이루어지며, NH<sub>3</sub>(암모니아), Urea(우레아, CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>) 중 어느 하나로 된 환원제 수용액의 분해로 산출되는 NH<sub>3</sub>와 NO<sub>x</sub>의 환원반응에 의해 NO<sub>x</sub>를 정화한다.

[0026] 상기 제1NO<sub>x</sub>센서(130)는 SCR촉매(120)의 입구측에 배치되어 SCR촉매(120)에 유입되는 배기가스에 포함된 NO<sub>x</sub> 양을 검출하여 그에 대한 정보를 제어부(160)에 제공한다.

[0027] 상기 제2NO<sub>x</sub>센서(140)는 SCR촉매(120)의 출구측에 배치되어 SCR촉매(120)의 환원반응에 의해 정화된 배기가스에 포함된 NO<sub>x</sub> 양을 검출하여 그에 대한 정보를 제어부(160)에 제공한다.

[0028] 상기 온도센서(150)는 배기가스의 온도에 의해 활성화되는 SCR촉매(120)의 온도를 검출하여 그에 대한 정보를 제어부(160)에 제공한다.

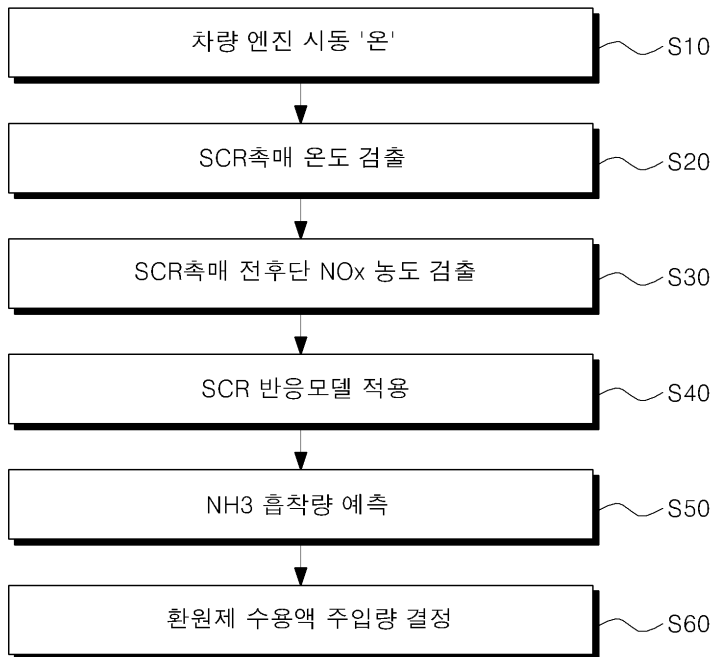
[0029] 상기 제어부(160)는 공기량과 엔진 회전수의 정보, 배기가스 온도를 분석하여 엔진의 운전조건을 분석하고, 제1,2NO<sub>x</sub>센서(130)(140)의 정보와 온도센서(150)의 정보를 분석하여 온도에 따른 SCR촉매(120)의 NO<sub>x</sub> 정화효율을 분석하며, 운전조건과 NO<sub>x</sub> 정화효율에 따라 수치해석과 반응속도론을 접목한 SCR 반응모델을 적용하여 SCR촉매

(120)의 필요 NH<sub>3</sub> 양을 산출한다.

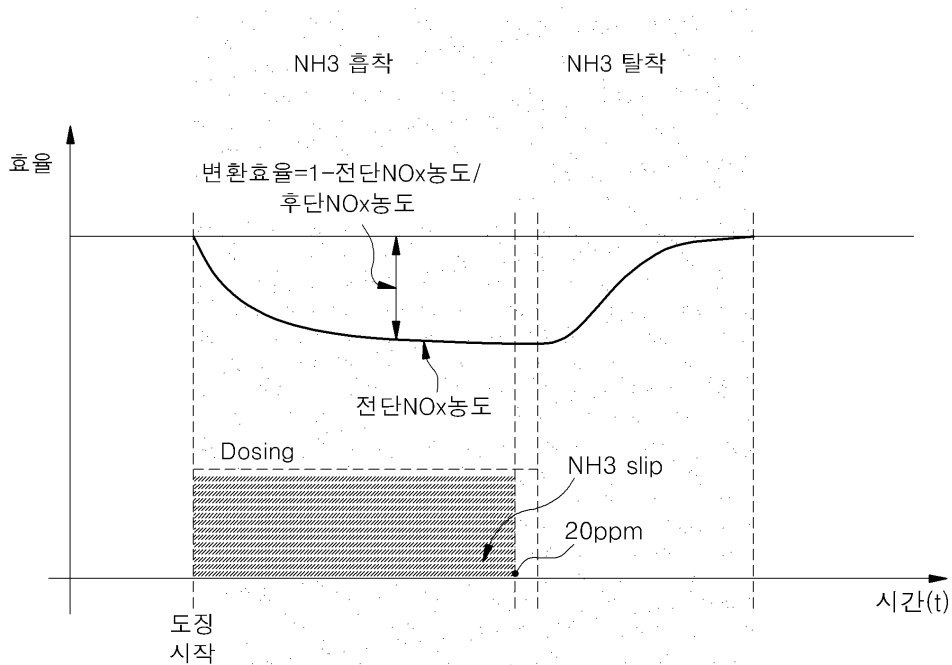
- [0030] 그리고, 필요 NH<sub>3</sub>의 양에 따라 요구되는 환원제 수용액의 주입량을 결정하여 도징모듈(200)을 통해 환원제 수용액의 분사를 제어한다.
- [0031] 상기 제어부(160)는 PWM(Pulse Width Modulation) 신호의 출력으로 도징모듈(200)을 작동시켜 환원제 수용액의 분사를 제어한다.
- [0032] 상기 환원제 탱크(300)는 운전조건에 따라 SCR촉매(120)의 선단에 분사하기 위한 환원제 수용액이 수용되고, 펌프(310)는 환원제 탱크(300)로부터 도징모듈(200)에 공급되는 환원제 수용액을 설정된 압력으로 형성시켜 PWM신호에 따라 도징모듈(200)이 작동되는 경우 고압의 분사가 제공되도록 한다.
- [0033] 전술한 기능을 포함하는 본 발명에 따른 차량에서 환원제 수용액의 주입량을 제어하는 동작에 대하여 설명한다.
- [0034] 차량의 엔진(100)이 시동 '온' 되면 제어부(160)는 공기량, 엔진 회전수, 부하 등의 정보를 종합하여 엔진(100)의 동작을 제어하며(S10), 온도센서(150)를 통해 SCR촉매(120)의 온도를 검출하여 SCR촉매(120)의 활성화가 이루어졌는지를 판단한다(S20).
- [0035] 상기 SCR촉매(120)의 활성화가 이루어진 상태이면 SCR촉매(120) 전후단의 NO<sub>x</sub> 농도를 검출한다(S30).
- [0036] 즉, SCR촉매(120)의 입구측에 배치되는 제1NO<sub>x</sub>센서(130)와 출구측에 배치되는 제2NO<sub>x</sub>센서(140)의 정보를 분석하여 SCR촉매(120)의 NO<sub>x</sub> 정화효율을 판단한다.
- [0037] 상기 SCR촉매(120)의 반응 모델링은 다음과 같다.
- [0038] 환원제 수용액의 분해에 따른 NH<sub>3</sub>의 흡착은 화학식 1과 같이 반응된다.
- [0039] [화학식 1]
- [0040]  $NH_3 + S_{ACID} \rightarrow S_{ACID}NH_3$
- [0041] 그리고, NH<sub>3</sub>와 NO<sub>x</sub>의 반응은 화학식 2와 같다.
- [0042] [화학식 2]
- [0043]  $NO + NO_2 + 2S_{ACID}NH_3 \rightarrow 2N_2 + 3H_2O$
- [0044]  $4NO + O_2 + 4S_{ACID}NH_3 \rightarrow 4N_2 + 6H_2O$
- [0045]  $6NO_2 + 8S_{ACID}NH_3 \rightarrow 7N_2 + 12H_2O$
- [0046] 또한, SCR촉매(120)내에서 NH<sub>3</sub>의 탈착은 화학식 3과 같이 반응된다.
- [0047] [화학식 3]
- [0048]  $S_{ACID}NH_3 \rightarrow NH_3 + S_{ACID}$
- [0049] 이후, 수치해석과 반응속도론을 접목한 SCR 반응모델을 적용한 다음(S40) 상기 현재의 운전조건에서 판단되는 SCR촉매(120)의 NO<sub>x</sub> 정화효율에 따라 NH<sub>3</sub>의 흡착량을 예측한다(S50).
- [0050] 상기에서 NH<sub>3</sub>의 흡착량 예측은 SCR촉매(120)의 온도별, 배기유량별, NO<sub>x</sub> 농도별, NH<sub>3</sub> 농도별 조건에 따라 결정되며, SCR촉매(120)의 NH<sub>3</sub> 흡착과 탈착 관계는 도 3에 도시된 바와 같다.
- [0051] 상기 S50에서 현재의 운전조건에 따른 SCR촉매(120)의 실질적인 NH<sub>3</sub> 흡착량이 예측되면 이에 따라 요구되는 환원제 수용액의 주입량을 결정한다(S60).
- [0052] 상기 SCR촉매(120)의 선단에 분사하기 위한 환원제 수용액의 주입량은 환원제 수용액이 NH<sub>3</sub>로 변환될 수 있는 상수를 적용하여 상기 S50에서 예측된 NH<sub>3</sub>의 흡착량을 추종하도록 한다.
- [0053] 상기와 같이 SCR촉매(120)에서 흡착에 필요한 NH<sub>3</sub>에 따른 환원제 수용액의 주입량이 결정되면 상기 제어부(160)는 도징모듈(200)을 PWM신호로 작동시켜 SCR촉매(120)의 선단에 환원제 수용액을 분사하여 운전조건에 적합한 배기가스를 정화한다.
- [0054] 따라서, SCR촉매(120)는 NH<sub>3</sub>의 슬립이나 부족이 없는 조건으로 NO<sub>x</sub>와 환원반응하여 NO<sub>x</sub>의 정화효율을 높여주고,



도면2



도면3





도면4

