

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(10) 국제공개번호
WO 2010/076967 A2

PCT

(43) 국제공개일
2010년 7월 8일 (08.07.2010)

- (51) 국제특허분류:
F01N 3/28 (2006.01) B01D 53/94 (2006.01)
F01N 3/24 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2009/006429
- (22) 국제출원일: 2009년 11월 3일 (03.11.2009)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2008-0137711 2008년 12월 31일 (31.12.2008) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 연
세대학교 산학협력단 (INDUSTRY-ACADEMIC CO-
OPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSI-
TY) [KR/KR]; 서울 서대문구 신촌동 134 번지 연세대
학교, 120-749 Seoul (KR).
- (72) 발명자: 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 전광민 (CHUN,
Kwang Min) [KR/KR]; 서울특별시 성동구 옥수 2 동

한남하이츠 아파트 5 동 305, 133-102 Seoul (KR). 송
순호 (SONG, Soon Ho) [KR/KR]; 서울특별시 양천구
목동 902 목동신시가지아파트 216-304, 158-050 Seoul
(KR). 신범식 (SHIN, Buom Sik) [KR/KR]; 서울특별시
관악구 신림 1 동 1583-23, 151-011 Seoul (KR). 이현민
(LEE, Hyun Min) [KR/KR]; 서울특별시 노원구 월계
3 동 그랑빌아파트 104 동 1401 호, 139-053 Seoul
(KR). 박군철 (PARK, Kun Chul) [KR/KR]; 서울특별
시 광진구 구의 3 동 프라임아파트 14 동 1901 호,
143-203 Seoul (KR).

(74) 대리인: 특허법인 화우 (YOON YANG KIM SHIN &
YU); 서울 서초구 서초동 1340-6 남강빌딩 11 층,
137-861 Seoul (KR).

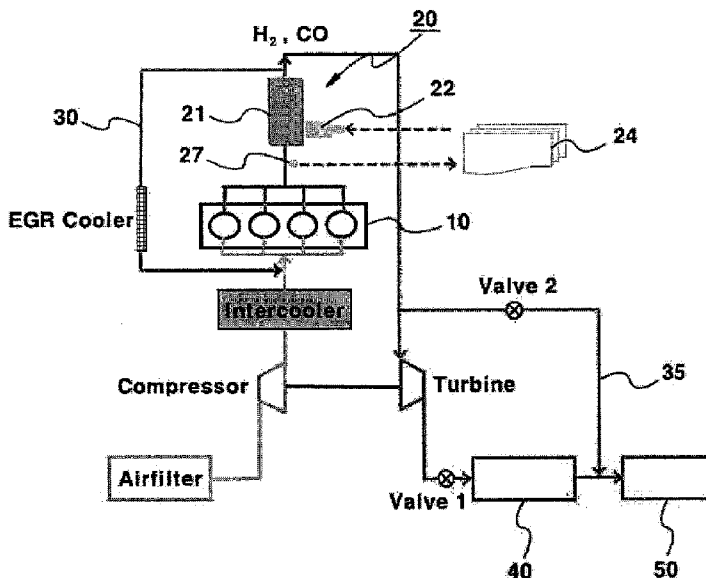
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의
국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ,
LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: HARMFUL EMISSIONS REDUCTION APPARATUS FOR ENGINE USING REFORMER, REFORMER FOR THE SAME, AND HARMFUL EMISSIONS REDUCTION METHOD FOR ENGINE USING THE SAME

(54) 발명의 명칭 : 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 장치, 이에 사용되는 개질기 및 이를 이용한 엔진의 유해 배출물 저감 방법

[Fig. 3]



(57) Abstract: The present invention relates to a harmful emissions reduction apparatus for an engine using a reformer, a reformer for the same, and a harmful emissions reduction method for an engine using the same. The harmful emissions reduction apparatus for an engine comprises: a reformer (20) which reforms oxygen (O) and hydrocarbons (HC) included in the exhaust gas from an engine into hydrogen (H₂) and carbon monoxide (CO), and increases the temperature of the exhaust gas by exothermic reaction; an exhaust gas recirculation unit (EGR) (30) which supplies the engine (10) with the exhaust gas which was reformed by the reformer (20) to increase the hydrogen (H₂) content, and stabilizes the homogeneous charge compression ignition (HCCI) combustion of the engine (10); a hydrocarbon-added selective catalytic reduction unit (HC-SCR) (40) which receives the exhaust gas which was reformed by the reformer (20) to increase the hydrogen (H₂) content, and transforms the nitrogen oxide (NO_x) into nitrogen (N₂) and water vapor (H₂O) using hydrocarbons as a reducing agent in a state that

enhances the reduction reaction of the nitrogen oxide (NO_x); and a diesel particulate filter (DPF) (50) which receives the exhaust gas which was reformed by the reformer (20) to increase the hydrogen (H₂) content, and removes particulate matter (PM) deposited therein through oxidation. The harmful emissions reduction apparatus for an engine of the present invention treats the exhaust gas more efficiently as post-processing apparatuses such as the selective catalytic reduction (HC-SCR) and the diesel particulate filter (DPF) are interacting in addition to the application of the HCCI combustion and the reformer.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

공개:

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

본 발명은 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 장치, 이에 사용되는 개질기 및 이를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 방법에 관한 것으로, 엔진 배기가스에 포함된 산소(O)와 탄화수소(HC)를 수소(H₂)와 일산화탄소(CO)로 개질하며, 발열반응에 의해 배기가스의 온도를 보다 상승시키는 개질기(reformer)(20); 상기 개질기(20)에서 개질되어 수소(H₂) 함유량이 보다 증가된 상태의 배기 가스를 상기 엔진(10)으로 공급하여 상기 엔진(10)의 HCCI(Homogeneous Charge Compression Ignition)연소 반응을 안정시키는 배기가스 재순환장치(EGR)(30); 상기 개질기(20)에서 개질되어 수소(H₂) 함유량이 보다 증가된 상태의 배기 가스를 공급받아 질소산화물(NO_x)의 환원반응이 보다 촉진된 상태로, HC를 환원제로 사용하여 질소산화물(NO_x)을 대기성 질소(N₂)와 수증기(H₂O)로 변환시키는 HC 첨가 선택적촉매반응장치(HC-SCR)(40); 및 상기 개질기(20)에서 개질되어 수소(H₂) 함유량이 보다 증가된 상태의 배기 가스를 유입받아 내부에 퇴적된 분진(PM)이 산화제거되는 매연여과장치(DPF)(50);를 포함하여 구성되는 것을 기술적 요지로 하여, HCCI 연소기법, 개질기의 적용과 함께, 선택적 촉매 반응장치(HC-SCR), 매연여과장치(DPF)와 같은 후처리장치들의 작용이 상호 복합적으로 연계하여 이루어지면서, 보다 효율적으로 유해배출물 처리가 이루어질 수 있도록 하는 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 장치, 이에 사용되는 개질기 및 이를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 방법에 관한 것이다.

명세서

개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 장치, 이에 사용되는 개질기 및 이를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 장치, 이에 사용되는 개질기 및 이를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 방법에 관한 것으로, 개질기(reformer), 선택적 촉매 반응장치(HC-SCR), 매연여과장치(DPF)와 같은 후처리 장치를 상호 복합적으로 연계하여 가동하는 것에 의해 엔진 연소과정에서 생성되는 유해배출물을 효과적으로 저감시킬 수 있도록 하는 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 장치, 이에 사용되는 개질기 및 이를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 방법에 관한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] 엔진에서 배출되는 주요 유해성분은 탄화수소(HC, Hydro Carbon), 질소산화물(NOx), 일산화탄소(CO), 분진(PM, particulate matter)로 분류할 수 있으며, 엔진 연소과정에서 유해배출물의 생성량 자체를 감소시키거나, 후처리 장치를 이용하여 유해배출물을 처리, 감소시키는 방법에 의해 엔진의 배출 가스에 포함된 유해배출물을 감소 처리하고 있다.
- [4] 디젤엔진의 경우, 이론 공연비보다는 연료량에 비해 공기량이 많은 희박 연소가 특징적이어서 NOx는 주로 EGR, CO 및 HC는 산화 촉매, PM은 연료분사시스템으로 배출물 감소시키고 있으며, 근래에는 PM을 줄이기 위한 매연여과장치(DPF, Diesel Particulate Filter)와, NOx를 감소시키기 위한 Urea-SCR, LNT(Lean NOx Trap) 등의 후처리 장치도 적용하고 있다.
- [5] 이러한 희박 조건에서 적용가능한 디젤엔진의 후처리 장치들은 가솔린의 희박 연소 시에도 적용가능하여 그 연구가 최근 크게 증가하고 있으며, 이러한 후처리 기술과 더불어 HCCI(Homogenous Charge Compression Ignition) 연소 기법 또한 가솔린엔진과 디젤엔진에 적용, 개발되고 있다.
- [6] HCCI 연소기법은 주로 NOx와 PM를 예혼합 압축착화에 의해 감소시키는 연소 기법으로, 예혼합 연소를 통해 NOx와 PM를 낮추어 공기가 희박한 조건에서 엔진에서 생성되는 NOx를 최소화할 수 있으나, 충분한 예혼합 조건을 만들기 위해서는 연료가 분사된 후 충분한 혼합시간 확보를 위해 착화시간을 지연시킬 필요가 있으며, 착화시간을 지연시키기 위해서는 통상 온도를 낮추는 것이 효과적이거나, 온도를 낮추게 되면 엔진 내에서 CO나 HC가 증대되고, HCCI 연소가 불안정해질 수 있다.
- [7] HCCI 연소의 안정성 증대 방안과, CO, HC 억제 방법이 보완되지 않으면 HCCI 연소기법의 적용이 제한적으로 이루어질 수 밖에 없으며, HCCI 연소의 안정성을

증대시키 위한 종래기술로서 엔진으로 공급되는 가스의 성분이나 농도를 변화, 조정하는 개질기(reformer)를 이용하는 기술이 다수가 개시되어 있다.

- [8] 이러한 개질기(reformer)를 이용한 종래기술로서, 한국공개특허 제2007-95653호의 디젤엔진의 플라즈마 리포머 배기가스 재순환 시스템과, 한국공개특허 제2007-38446호의 NOx트랩 및/또는 디젤 엔진에 합성가스의 간헐적인 사용에 대해 간단히 설명하기로 한다.
- [9] 상기 디젤엔진의 플라즈마 리포머 배기가스 재순환 시스템은, 도 1에 도시된 바와 같이, 디젤엔진으로부터 배기되는 배기가스를 상기 디젤엔진으로 재순환시키는 배기가스 재순환 장치와, 상기 배기가스 재순환 장치로부터 배기되는 배기가스가 유입되도록 하며, 상기 디젤유를 유입하여 개질하는 개질기와, 상기 개질기로부터 배출된 개질가스와 상기 배기가스 재순환 장치로부터 배출된 배기가스가 유입되는 디젤배출가스 후처리 장치를 포함하는 구조를 가진다.
- [10] 상기 NOx트랩 및/또는 디젤 엔진에 합성가스의 간헐적인 사용은, 도 2에 도시된 바와 같이, 간헐적으로 NOx 트랩에 합성가스(수소와 일산화탄소)를 공급하는 부분 촉매 산화제(CPO)(30)와, 합성가스가 사용되지 않는 휴지 기간 동안, CPO의 출력을 엔진(12)으로 공급하는 엔진 가스 재순환 시스템(43~46)(EGR)을 구비한 구조를 가진다.
- [11] 상기 종래기술들은 개질기와 EGR을 함께 사용하여 엔진의 연소 안정성을 증대시키고, NOx를 효과적으로 저감시킬 수는 있으나, 개질기의 작용, 영향이 엔진이나, NOx트랩과 같은 후처리 장치에 개별적으로 선택 적용되는 단순한 구성을 가짐에 따라, HC-SCR, DPF와 같은 다른 후처리 장치를 함께 사용함에 있어서는 서로 독립적으로 그 적용이 이루어지게 되며, 유해배출물의 처리 효율 또한 각 장치의 개별적인 성능에 의해 결정되는 한계를 가진다는 문제점이 있었다.

[12]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [13] 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 본 발명은, HCCI 연소기법, 개질기의 적용과 함께, 선택적 촉매 반응장치(HC-SCR), 매연여과장치(DPF)와 같은 후처리장치들의 작용이 상호 복합적으로 연계하여 이루어지면서, 보다 효율적으로 유해배출물 처리가 이루어질 수 있도록 하는 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 장치, 이에 사용되는 개질기 및 이를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[14]

기술적 해결방법

- [15] 상술한 바와 같은 목적 달성을 위한 본 발명은, 엔진 배기가스에 포함된

산소(O)와 탄화수소(HC)를 수소(H₂)와 일산화탄소(CO)로 개질하며, 발열반응에 의해 배기가스의 온도를 보다 상승시키는 개질기(reformer)(20); 상기 개질기(20)에서 개질되어 수소(H₂) 함유량이 보다 증가된 상태의 배기 가스를 상기 엔진(10)으로 공급하여 상기 엔진(10)의 HCCI(Homogeneous Charge Compression Ignition)연소 반응을 안정시키는 배기가스 재순환장치(EGR)(30); 상기 개질기(20)에서 개질되어 수소(H₂) 함유량이 보다 증가된 상태의 배기 가스를 공급받아 질소산화물(NO_x)의 환원반응이 보다 촉진된 상태로, HC를 환원제로 사용하여 질소산화물(NO_x)을 대기성 질소(N₂)와 수증기(H₂O)로 변환시키는 HC첨가 선택적촉매반응장치(HC-SCR)(40); 및 상기 개질기(20)에서 개질되어 수소(H₂) 함유량이 보다 증가된 상태의 배기 가스를 유입받아 내부에 퇴적된 분진(PM)이 산화제거되는 매연여과장치(DPF)(50);를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 장치를 기술적 요지로 한다.

- [16] 여기서, 상기 개질기(20)는, 개질용 촉매(23)를 구비하여 상기 엔진(10)의 배기가스 통로 내부에 설치되는 것이 바람직하다.
- [17] 그리고, 상기 개질기(20)는, 상기 엔진(10)의 HCCI연소 안정화와 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)의 환원반응 촉진을 위해, 상기 개질기(20)에서의 수소(H₂) 생성율이 최대가 되는 최적의 탄소산소비율(C/O ratio)로 상기 개질기(20) 내부의 가스 조성이 유지되도록 연료를 선택적으로 공급하는 인젝터(22);를 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.
- [18] 또한, 상기 개질기(20)는, 상기 매연여과장치(50)의 재생 효율 상승을 위해, 상기 개질기(20)의 출구에서의 가스 온도가 최대가 되는 최적의 탄소산소비율(C/O ratio)로 상기 개질기(20) 내부의 가스 조성이 유지되도록 연료를 선택적으로 공급하는 인젝터(22);를 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.
- [19] 그리고, 상기 인젝터(22)는, 상기 개질기(20) 내부로 분사 공급된 연료가 엔진 배기가스 온도에 의해 기화되어 배기가스에 혼합된 상태로 상기 개질기의 개질용 촉매(23)를 통과하도록, 상기 개질용 촉매(23) 보다 상기 엔진(10)의 배기가스 출구측에 인접한 위치에 설치되는 것이 바람직하다.
- [20] 또한, 상기 개질기(20)로 공급되는 배기가스의 산소 농도를 검출하도록 상기 엔진(10)의 배기가스 통로상에 설치되는 산소센서(27); 상기 개질기(20)로 공급되는 배기가스의 탄소 농도를 검출하도록, 상기 엔진(10)의 배기가스 통로상에 설치되는 탄소센서(미도시); 및 상기 개질기(20) 내부의 배기가스가 설정 탄소산소비율(C/O ratio)을 만족하도록, 상기 산소센서(27)에서 측정된 산소 농도에 대해 상기 탄소센서에서 측정된 탄소 농도의 부족량만큼 상기 인젝터(22)의 연료분사량을 증가 조정하는 인젝터제어장치(24);를 더 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.
- [21] 그리고, 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)는, 상기 개질기(20) 및 배기가스 재순환장치(30)의 가동만으로 엔진 배기가스에 포함된 질소산화물(NO_x)의

비율을 설정기준치 이하로 조정, 유지할 수 없는 엔진(10) 고부하 운전영역에서 가동되는 것이 바람직하다.

- [22] 또한, 상기 개질기(20)의 출구측 배기가스를 상기 매연여과장치(50)측으로 직접 공급하거나, 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)를 통과한 후 상기 매연여과장치(50)로 공급되도록, 선택적으로 전환가능한 배기가스 유동 경로를 제공하는 바이패스통로(35);를 더 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.
- [23] 그리고, 본 발명은, 엔진(10)의 배기가스 통로 내부에 상기 엔진(10)의 배기가스 통로의 내벽과 이격간격을 두고 설치되는 삽입관(21); 엔진 배기가스가 유입되는 상기 삽입관(21)의 입구측에 분사단부가 설치되며, 설정 탄소산소비율(C/O ratio)로 상기 개질기(20) 내부의 가스 조성이 유지되도록 연료를 선택적으로 공급하는 인젝터(22); 및 상기 인젝터(22)에 의해 상기 개질기(20) 내부로 공급된 연료가 배기가스에 혼합된 상태로 통과되도록 상기 삽입관(21)의 출구측에 설치되며, 산소(O)와 탄화수소(HC)를 수소(H₂)와 일산화탄소(CO)로 개질하는 반응을 촉진하는 개질용 촉매(23);를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 엔진의 유해배출물 저감용 개질기(20)를 다른 기술적 요지로 한다.
- [24] 여기서, 상기 삽입관(21)은, 엔진 배기가스의 유입 및 상기 인젝터(22)의 연료 분사가 이루어지는 입구측에 비해 상기 개질용 촉매(23)가 설치되는 출구측이 보다 확장된 내경을 가지는 것이 바람직하다.
- [25] 그리고, 상기 삽입관(21)은, 상기 엔진(10)의 배기가스 통로와 삽입관(21) 사이를 통과하는 배기가스에 의해, 상기 엔진(10)의 배기가스 통로 외면에 접하는 대기로부터의 열전달량을 감소시킬 수 있을 정도의 이격거리를 두고 설치되는 것이 바람직하다.
- [26] 또한, 상기 삽입관(21) 내부의 배기가스가 설정 탄소산소비율(C/O ratio)을 만족하도록, 상기 삽입관(21)의 입구측에서 측정된 산소 농도에 대해 탄소 농도의 부족량만큼 상기 인젝터(22)의 연료분사량을 증가 조정하는 인젝터제어장치(24);를 더 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.
- [27] 그리고, 본 발명은, 산소(O)와 탄화수소(HC)를 수소(H₂)와 일산화탄소(CO)로 개질하는 개질기(reformer)(20)와 상기 개질기(20)에서 개질되어 수소(H₂) 함유량이 보다 증가된 상태의 배기 가스를 엔진(10)으로 공급하는 배기가스 재순환장치(EGR)(30)의 가동 및 HCCI(Homogeneous Charge Compression Ignition) 연소에 의해 엔진 배기가스에 포함된 질소산화물(NO_x)의 비율을 설정기준치 이하로 조정, 유지하는 H₂+EGR모드와, 상기 개질기(20)와 배기가스 재순환장치(30)의 가동만으로 엔진 배기가스에 포함된 질소산화물(NO_x)의 비율을 설정기준치 이하로 조정, 유지할 수 없는 엔진(10) 고부하 운전영역에서 HC를 환원제로 사용하여 질소산화물(NO_x)을 대기성 질소(N₂)와 수증기(H₂O)로 변환시키는 HC첨가 선택적촉매반응장치(HC-SCR)(40)를 추가로 가동하는 H₂+HC-SCR+EGR모드와, 매연여과장치(DPF)(50) 내부의 분진량이 설정치를 초과하면 상기 개질기(20) 출구측의 고온의 배기가스를 유입받아 분진(PM)을

산화, 제거하는 DPF 재생모드로 구분하고, 상기 H₂+EGR모드, H₂+ $[HC-SCR]+EGR$ 모드, DPF 재생모드를 선택적으로 가동시키는 것을 특징으로 하는 개질기(20)를 이용한 엔진(10)의 유해배출물 저감 방법을 또 다른 기술적 요지로 한다.

- [28] 여기서, 상기 엔진의 회전수와 연료공급량, 또는 상기 엔진(10)에서 배출되는 배기가스 온도에 관한 정보와, 상기 개질기(20)측으로 공급되는 엔진(10) 배기가스의 산소, 탄소 농도에 관한 정보, 상기 매연여과장치(50) 내부의 분진량이 설정치를 초과하는지 여부를 실시간으로 입력받는 운행정보입력단계; 상기 운행정보입력단계에서 입력된 엔진의 회전수와 연료공급량, 또는 상기 엔진(10)에서 배출되는 배기가스 온도에 따라 엔진(10) 고부하 운전영역에 속하는지 여부와, 상기 매연여과장치(50)의 가동이 필요한지 여부를 판단하여, 상기 H₂+EGR모드와 H₂+ $[HC-SCR]+EGR$ 모드, DPF 재생모드 중 어느 모드를 운행할지를 결정하는 운행모드결정단계; 상기 운행모드결정단계에서 결정된 모드가 상기 H₂+EGR모드 또는 H₂+ $[HC-SCR]+EGR$ 모드인 경우, 각 모드에서 요구하는 수소(H₂) 공급량에 따라, 상기 개질기(20)에서의 수소(H₂) 생성율이 최대가 되는 최적의 탄소산소비율(C/O ratio)로 상기 개질기(20) 내부의 가스 조성이 유지되도록 연료를 공급하고, 상기 운행모드결정단계에서 결정된 모드가 상기 DPF 재생모드인 경우, 상기 개질기(20)의 출구에서의 가스 온도가 최대가 되는 최적의 탄소산소비율(C/O ratio)로 상기 개질기(20) 내부의 가스 조성이 유지되도록 연료를 공급하며, 각 모드를 운행하는 선택모드운행단계;를 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.

[29]

유리한 효과

- [30] 상기와 같은 구성에 의한 본 발명은, 개질기를 이용해 엔진의 배기가스에 포함된 탄화수소(HC)를 수소(H₂)로 변환, 개질하여 엔진으로 공급하면서 HCCI 연소의 안정성을 확보함과 동시에, 개질기에서 생성된 고농도의 수소와, 발열반응에 의해 생성된 고온의 열을 HC첨가 선택적촉매반응장치와 매연여과장치로 선택적으로 공급하며 HC첨가 선택적촉매반응장치에서의 질소산화물(NO_x)처리와 매연여과장치에서의 분진(PM)처리가 보다 효과적으로 이루어질 수 있도록 한다는 효과가 있다.
- [31] 엔진 저부하 영역에서 개질기와 배기가스 재순환장치를 가동함에 있어서는, 개질기에서 생성된 고농도의 수소(H₂)를 엔진측으로 공급, 순환하는 것에 의해 엔진에서의 HCCI 연소반응을 보다 촉진시킴으로써, 저온 온도 분위기에서 착화지연에 의해 발생될 수 있는 탄화수소(HC), 일산화탄소(CO)의 생성량을 최소화하면서 예혼합 연소를 통해 질소산화물(NO_x)과 분진(PM)을 안정적으로 감소시킬 수 있다는 효과가 있다.
- [32] 개질기와 배기가스 재순환장치만으로 HCCI 연소반응이 안정적으로

이루어지기 어려운 엔진 고부하 영역에서 HC첨가 선택적촉매반응장치를 추가로 이용함에 있어서는, 개질기에서 생성된 고농도의 수소(H_2)를 HC첨가 선택적촉매반응장치로 공급하는 것에 의해, HC첨가 선택적촉매반응장치에서 HC를 환원제로 이용하여 질소산화물(NO_x)을 대기성 질소(N_2)와 수증기(H_2O)로 변환시키는 반응을 보다 촉진, 안정화시킬 수 있다는 효과가 있다.

- [33] 매연여과장치에 설정량 이상 분진(PM)이 퇴적되어 매연여과장치를 가동시킴에 있어서는, 개질기에서 개질되어 수소(H_2) 함유량이 보다 증가된 상태의 배기 가스를 유입받아 내부에 퇴적된 분진(PM)이 효과적으로 산화, 제거될 수 있다는 효과가 있다. 일반적인 매연여과장치에서는 $500^{\circ}C$ 이상의 고온에서 분진의 산화, 제거가 이루어지지만, 본 발명에 의할 경우, $200^{\circ}C$ 근처의 상대적으로 저온에서 매연여과장치의 분진을 산화, 제거할 수 있다는 효과 있다.
- [34] 엔진의 가동 모드와 분진(PM)의 퇴적량에 따라, 수소 생성량을 기준으로 가동하거나 발열량을 기준으로 하는 바와 같이 개질기의 가동 기준을 다르게 적용시키면서, HCCI 연소기법의 적용과, 선택적 촉매 반응장치(HC-SCR), 매연여과장치(DPF)와 같은 다양한 후처리장치들의 작용이 상호 복합적으로 연계되어 이루어지도록 한다는 효과가 있다.
- [35] 이에 따라, HCCI 연소, 개질기, 다양한 후처리장치를 적용하여 엔진의 배기온도 및 배출가스 특성에 부합되게 유해배출물의 생성, 유출을 억제시킴에 있어서, 개질기와 및 후처리 장치를 상호 효과적으로 연계되게 가동시킴으로써, HCCI 연소, HC첨가 선택적촉매반응장치, 매연여과장치를 단독으로 또는 상호 독립적으로 가동시키는 경우에 비해, 보다 효율적으로 NO_x , PM과 같은 유해배출물의 처리가 이루어질 수 있도록 한다는 효과가 있다.

[36]

도면의 간단한 설명

- [37] 도 1 - 종래기술에 따른 디젤엔진의 플라즈마 리포머 배기가스 재순환 시스템의 제1실시예를 도시한 흐름도
- [38] 도 2 - 종래기술에 따른 NO_x 트랩 및/또는 디젤 엔진에 합성가스의 간헐적인 사용의 제1실시예를 도시한 흐름도
- [39] 도 3 - 본 발명에 따른 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 장치의 제1실시예를 도시한 개략도
- [40] 도 4 - 엔진회전수와 연료공급량에 따른 HC첨가 선택적촉매반응장치의 적정 가동 영역과, 매연여과장치의 적정 가동 영역의 일예를 도시한 개념도
- [41] 도 5 - 수소 농도에 따른 HC첨가 선택적촉매반응장치의 가동효율을 설명하고자 도시한 그래프
- [42] 도 6 - 수소 생성율에 따른 최적 탄소산소비율(C/O ratio)과, 개질기 출구 가스 온도에 따른 최적 탄소산소비율(C/O ratio)을 도시한 그래프
- [43] 도 7 - 본 발명에 따른 엔진의 유해배출물 저감용 개질기의 제1실시예를 도시한

개략도

[44] 도 8 - 본 발명에 따른 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 방법의 제1실시예를 도시한 흐름도

[45] 도 9 - 도 8에 도시된 내용을 보다 구체적으로 도시한 순서도

[46]

[47] <도면에 사용된 주요 부호에 대한 설명>

[48] 10 : 엔진 20 : 개질기

[49] 21 : 삽입관 22 : 인젝터

[50] 23 : 개질용 촉매 24 : 인젝터제어장치

[51] 27 : 산소센서 30 : 배기가스 재순환장치

[52] 35 : 바이패스통로 40 : HC첨가 선택적촉매반응장치

[53] 50 : 매연여과장치

[54]

발명의 실시를 위한 형태

[55] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명에 따른 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 장치, 이에 사용되는 개질기 및 이를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 방법을 다음의 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명하기로 한다.

[56] 도 3은 본 발명에 따른 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 장치의 제1실시예를 도시한 개략도이고, 도 4는 엔진회전수와 연료공급량에 따른 HC첨가 선택적촉매반응장치의 적정 가동 영역과, 매연여과장치의 적정 가동 영역의 일예를 도시한 개념도이며, 도 5는 수소 농도에 따른 HC첨가 선택적촉매반응장치의 가동효율을 설명하고자 도시한 그래프이다.

[57] 도 6은 수소 생성율에 따른 최적 탄소산소비율(C/O ratio)과, 개질기 출구 가스 온도에 따른 최적 탄소산소비율(C/O ratio)을 도시한 그래프이고, 도 7은 본 발명에 따른 엔진의 유해배출물 저감용 개질기의 제1실시예를 도시한 개략도이며, 도 8은 본 발명에 따른 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 방법의 제1실시예를 도시한 흐름도이고, 도 9는 도 8에 도시된 내용을 보다 구체적으로 도시한 순서도이다.

[58]

[59] 본 발명에 따른 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 장치는, 개질기(reformer), 선택적 촉매 반응장치(HC-SCR), 매연여과장치(DPF)와 같은 후처리 장치를 상호 복합적으로 연계하여 가동하는 것에 의해 엔진 연소과정에서 생성되는 유해배출물을 효과적으로 저감시킬 수 있도록 하는 엔진의 유해배출물 저감 장치에 관한 것으로, 도 3에 도시된 바와 같이, 크게 개질기(reformer)(20), 배기가스 재순환장치(EGR)(30), HC첨가 선택적촉매반응장치(HC-SCR)(40), 매연여과장치(DPF)(50)로 이루어진 구성을 가진다.

- [60] 상기 개질기(20)는, 로듐알루미나(RhAl_2O_3)와 같은 개질용 촉매(23) 등을 이용하여 엔진 배기가스에 포함된 산소(O)와 탄화수소(HC)를 수소(H_2)와 일산화탄소(CO)로 변환하며 배기가스를 개질하고, 이러한 반응과정에서 발생된 열에 의해 상기 개질기(20) 출구측의 배기가스 온도를 보다 상승시키게 된다.
- [61] 상기 개질기(20)를 엔진(10)의 배기가스 출구측에 인접하게 설치하면 엔진 배기가스의 고온의 열을 이용하여 개질반응의 효율을 보다 상승시킬 수 있으며, 상기 엔진(10)의 배기가스 통로 내부에 설치하면, 상기 엔진(10)의 배기가스 통로 외면에 접하는 대기의 온도 영향과 이에 따른 열손실을 최소화하면서, 엔진 배기가스의 고온의 열을 보다 안정적으로 전달받아 효율적으로 개질반응을 구현할 수 있다.
- [62] 상기 배기가스 재순환장치(EGR, Exhaust Gas Recirculation)(30)는, 상기 개질기(20)에서 개질되어 수소(H_2) 함유량이 보다 증가된 상태의 배기 가스를 상기 엔진(10)으로 공급하여 상기 엔진(10)의 HCCI(Homogeneous Charge Compression Ignition)연소 반응을 안정시키게 된다.
- [63] 상기 HCCI 연소 반응은 예혼합 연소를 통해 질소산화물(NO_x)과 분진(PM) 생성을 최소화할 수 있는 연소 반응으로, 충분한 예혼합 조건을 조성하기 위해서는 연료가 공급된 후 충분한 혼합시간을 확보하기 위해 착화시간을 연장시킬 필요가 있고, 착화시간을 연장, 지연시키기 위해서는 통상 온도를 낮추는 것이 효과적이지만, 온도를 낮추게 되면 연소 자체가 불안정해질 수 있다.
- [64] 수소(H_2)는 분자량이 작아 반응을 촉진시키는 기능을 할 수 있어, 상기 개질기(20)에서 생성한 고농도의 수소(H_2)를 상기 엔진(10)으로 공급함으로써, HC첨가 선택적촉매반응장치(HC-SCR)(40)와, 매연여과장치(DPF)의 활성도가 낮은 저온의 온도 분위기에서도, HCCI 연소의 안정성을 증대시킴으로써 질소산화물(NO_x)과 분진(PM) 생성을 최소화할 수 있다.
- [65] 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(HC-SCR, HC- Selective Catalytic Reduction)(40)는, 상기 개질기(20)에서 개질되어 수소(H_2) 함유량이 보다 증가된 상태의 배기 가스를 공급받아 질소산화물(NO_x)의 환원반응이 보다 촉진된 상태로, HC를 환원제로 사용하여 질소산화물(NO_x)을 대기성 질소(N_2)와 수증기(H_2O)로 변환시키며, 상기 매연여과장치(DPF)(50)에서는 상기 개질기(20)에서 개질되어 수소(H_2) 함유량이 보다 증가된 상태의 배기 가스를 유입받아 내부에 퇴적된 분진(PM)이 산화, 제거된다.
- [66] 상기 엔진(10)에서 연소과정을 거치면서 생성된 탄화수소(HC, Hydro Carbon), 질소산화물(NO_x), 일산화탄소(CO), 분진(PM, particulate matter)와 같은 유해배출물은, 상기 개질기(20)를 거쳐 상기 배기가스 재순환장치(30)를 통해 상기 엔진(10)측으로 순환되는 것을 반복하며 감소되며, 상기 엔진(10) 내지 개질기(20)를 통과한 고온의 배기가스는 터빈(turbine)을 회전시켜 상기 터빈에 연결된 컴프레서(compressor)를 작동시켜 상기 엔진(10)으로 공급되는 공기를

- 압축시켜 상기 엔진(10) 내부에서의 연소가 안정되게 이루어지게 된다.
- [67] 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)의 작동 효율이 높으면, 상기 터빈을 통과한 배기가스에 포함된 질소산화물(NO_x)은 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)에 의해 대기성 질소(N_2)로 환원되고, soot 등의 입자상물질인 분진(PM)은 상기 매연여과장치(50)에 포집된 상태로 최종 배출이 이루어지거나, 상기 엔진(10)측으로 다시 순환시키게 된다.
- [68] 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)를 통과한 고온의 배기가스가 상기 매연여과장치(50)를 통과한 후 최종 배출이 이루어지도록, 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)의 출구측에 상기 매연여과장치(50)를 연결설치하는 것이 바람직하나, 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)가 발열장치의 기능도 하는 반면 담체 구조에 의해 열을 흡수하게 되어, 상기 매연여과장치(50)로 공급되는 가스의 열손실이 발생될 수 있다.
- [69] 상기 개질기(20)의 출구측 배기가스를 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)의 통과없이 상기 매연여과장치(50)측으로 직접 공급하도록 유로 전환가능한 배기가스 유동 경로 및 밸브(valve2)를 제공하는 바이패스통로(35)를 구비하면, 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)를 거치면서 발생하는 열손실을 방지할 수 있다.
- [70] 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)의 작동효율이 높은 경우라는 것은, 엔진의 배출물 제어를 위해 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)의 본격적인 가동이 필요한 엔진 고부하 영역을 의미하며, 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)의 가동이 필요없는 엔진 저부하 영역과 구분함에 있어서는, 엔진의 회전수 및 연료 공급량과, 배기가스 온도, 조성에 따라 각각 다른 영역 특성을 가짐에 따라, 특정한 수치로 한정하기 어렵다.
- [71] 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)는 상기 개질기(20) 및 배기가스 재순환장치(30)의 가동만으로 엔진 배기가스에 포함된 질소산화물(NO_x)의 비율을 설정기준치 이하로 조정, 유지할 수 없는 엔진(10) 고부하 운전영역에서 가동되는 것이 바람직하며, 상기와 같이 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)의 본격적인 가동이 이루어지는 영역을 엔진의 회전수 및 연료 공급량으로 구분함에 있어서는, 대략적으로 도 4에 도시된 바와 같이 영역을 구분할 수 있다.
- [72] 도 4에 도시된 그래프에서 하부 좌측의 영역을 표시하는 H_2 +EGR모드는, 상기 개질기(20)와 상기 개질기(20)에서 개질되어 수소(H_2) 함유량이 보다 증가된 상태의 배기 가스를 엔진(10)으로 공급하는 배기가스 재순환장치(EGR)(30)의 가동 및 HCCI 연소에 의해 엔진 배기가스에 포함된 질소산화물(NO_x)의 비율을 설정기준치 이하로 조정, 유지하는 운행 모드이다.
- [73] 도 4에 도시된 그래프에서 중간부 좌측의 영역을 표시하는 H_2 +HC-SCR+EGR모드는, 엔진(10) 고부하 운전영역에서 HC를 환원제로 사용하여 질소산화물(NO_x)을 대기성 질소(N_2)와 수증기(H_2O)로 변환시키는

상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(HC-SCR)(40)를 추가로 가동할 필요가 있는 운행 모드이다.

[74] 도 4에 도시된 그래프에서 상부 및 우측부의 영역을 표시하는 DPF 재생모드는, 상기 매연여과장치(50) 내부에 퇴적된 분진량 또는 분진생성량이 설정치를 초과하게 되어, 상기 개질기에서 개질되어 수소(H_2) 함유량이 보다 증가된 상태의 배기 가스를 유입받아 분진(PM)이 산화, 제거되는 운행이 필요한 모드이다.

[75] 배기가스 온도로 구분함에 있어서는, 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)의 가동 효율이 급격히 저하되는 $300\sim 350^\circ C$ 를 기준으로 할 수 있으며, 본 발명에 의하면 상기 개질기(20)에서 생성한 수소(H_2)의 공급에 의해 $300\sim 350^\circ C$ 이하의 온도에서도 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)의 가동 효율을 보다 상승적용할 수 있다.

[76] 도 5는 수소(H_2) 농도에 따른 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)에서의 질소산화물(NO_x) 환원 효율을 설명하고자 도시한 것으로, 수소(H_2) 농도가 증가할수록 보다 낮은 온도에서 보다 높은 효율로 질소산화물(NO_x)의 환원을 구현할 수 있으며, $300^\circ C$ 이하의 온도에서 60%에 달하는 질소산화물(NO_x) 환원률을 구현가능함을 확인할 수 있다.

[77] 후일, 촉매 기술이 발전되면 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40) 적정 가동 온도를 보다 저하시키거나 수소공급량 등을 보다 저감시킨 상태에서도 본 발명과 동일한 정도의 효과를 기대할 수 있을 것이므로, 도 5에 도시된 바와 같이 대략적인 수치범위를 제시할 수는 있으나 특정하게 한정하는 것은 바람직하지 못하다.

[78] 도 6의 (a)는 상기 개질기(20)에서 수소(H_2) 생성율이 최대가 되는 최적의 탄소산소비율(C/O ratio), 도 6의 (b)는 상기 개질기(20)의 출구에서의 가스 온도가 최대가 되는 최적의 탄소산소비율(C/O ratio)을 도시한 것으로, 일반적으로 수소(H_2) 생성율이 최대가 되는 최적의 탄소산소비율(C/O ratio)과 상기 개질기(20)의 출구에서의 가스 온도가 최대가 되는 최적의 탄소산소비율(C/O ratio)은 서로 일치하지 않는다.

[79] 상기 엔진(10)의 HCCI연소 안정화와, 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)의 환원반응 촉진을 위해서는, 상기 개질기(20)에서의 수소(H_2) 생성율이 최대가 되는 최적의 탄소산소비율(C/O ratio)로 상기 개질기(20) 내부의 가스 조성이 유지되도록 하는 것이 바람직하며, 상기 매연여과장치(50)의 재생 효율 상승을 위해서는, 상기 개질기(20)의 출구에서의 가스 온도가 최대가 되는 최적의 탄소산소비율(C/O ratio)로 상기 개질기(20) 내부의 가스 조성이 유지되도록 하는 것이 바람직하다.

[80] 상기 개질기(20) 내부에 연료를 선택적으로 공급하는 인젝터(22)를 구비하면, 상기 개질기(20) 내부로 공급되는 배기가스에 포함된 산소와 탄소의 농도를 측정하고, 상기 HCCI연소, HC첨가 선택적촉매반응장치(40),

매연여과장치(50)의 가동 여부에 따라 기설정된 최적의 탄소산소비율(C/O ratio)과 비교하여, 최적의 탄소산소비율(C/O ratio)을 조성하는데 부족한 탄소량에 해당되는 만큼 상기 개질기(20) 내부에 연료를 분사하며 각 가동 모드에서의 운행을 최적화할 수 있는 탄소산소비율(C/O ratio)로 전환, 유지할 수 있다.

[81]

[82] 상기 엔진(10)의 배기가스 통로상에 산소센서(27)와 탄소센서(미도시)를 설치하여 상기 개질기(20)로 공급되는 배기가스의 산소 농도와 탄소 농도를 검출하고, 상기 산소센서(27)에서 측정된 산소 농도에 대해 상기 탄소센서에서 측정된 탄소 농도의 부족량만큼 인젝터제어장치(24)로 상기 인젝터(22)의 연료분사량을 증가 조정하며 상기와 같은 작용효과를 구현할 수 있다.

[83] 상기 인젝터(22)는 상기 인젝터(22)를 통해 상기 개질기(20) 내부로 분사 공급된 연료가 엔진 배기가스 온도에 의해 기화되어 배기가스에 충분히 혼합된 상태로 상기 개질기의 개질용 촉매(23)를 통과하게 되도록, 상기 개질용 촉매(23)에 비해 상기 엔진(10)의 배기가스 출구측에 보다 인접한 위치에 설치된다.

[84]

[85] 본 발명에 따른 엔진의 유해배출물 저감용 개질기(20)는, 도 7에 도시된 바와 같이, 크게 흡입관(21), 인젝터(22), 개질용 촉매(23)로 이루어지며, 상기 흡입관(21)은 상기 엔진(10)의 배기가스 통로 내부에 상기 엔진(10)의 배기가스 통로의 내벽과 이격간격을 두고 설치되고, 상기 인젝터(22)는 엔진 배기가스가 유입되는 상기 흡입관(21)의 입구측에 분사단부가 설치되며, 상기 개질용 촉매(23)는 상기 인젝터(22)에 의해 상기 개질기(20) 내부로 공급된 연료가 배기가스에 혼합된 상태로 통과되도록 상기 흡입관(21)의 출구측에 설치되는 구조를 가진다.

[86] 상기 흡입관(21)은, 상기 엔진(10)의 배기가스 통로와 흡입관(21) 사이를 통과하는 배기가스에 의해, 상기 엔진(10)의 배기가스 통로 외면에 접하는 대기로부터의 열전달량을 감소시킬 수 있을 정도의 이격거리를 두고 상기 엔진(10)의 배기가스 통로 내부에 설치되어, 상기 인젝터(22)에서 공급된 연료의 열손실을 방지하며 기화를 촉진시킬 수 있고, 상기 흡입관(21)의 내부 공간을 일정한 온도범위로 유지할 수 있다.

[87] 그리고, 상기 흡입관(21)의 내경 형상을, 엔진 배기가스의 유입 및 상기 인젝터(22)의 연료 분사가 이루어지는 입구측에 비해 상기 개질용 촉매(23)가 설치되는 출구측이 보다 확장된 너비를 가지도록 형성하면, 상기 인젝터(22)에서 분사된 연료를 상기 흡입관(21) 내경의 확장에 따른 압력차에 의해 보다 고압에서 저압측으로 상기 흡입관(21) 내부 전반에 걸쳐 명확하게 확산시키며 상기 개질용 촉매(23)측으로 공급할 수 있다.

[88] 상기 인젝터(22)는 설정 탄소산소비율(C/O ratio)로 상기 개질기(20) 내부의 가스 조성이 유지되도록 연료를 선택적으로 공급하며, 산소(O)와

탄화수소(HC)를 수소(H₂)와 일산화탄소(CO)로 개질하는 반응을 촉진시키게 되며, 상기 인젝터제어장치(24)를 구비하여 상기 흡입관(21) 내부의 배기가스가 설정 탄소산소비율(C/O ratio)을 만족하도록 상기 인젝터(22)의 연료분사량을 조정할 수 있다.

[89]

[90] 본 발명에 따른 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 방법은, 상기 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 장치와, 엔진의 유해배출물 저감용 개질기(20)를 이용해, 상기와 같이 H₂+EGR모드, H₂+HC-SCR+EGR모드, DPF 재생모드로 구분하고, 상기 H₂+EGR모드, H₂+HC-SCR+EGR모드, DPF 재생모드를 선택적으로 운영하면서 엔진의 유해배출물을 저감시키는 방법에 관한 것이다.

[91] 본 발명에 따른 엔진의 유해배출물 저감 방법에 의하면, 도 8에 도시된 바와 같이, 운행정보입력단계, 운행모드결정단계, 선택모드운행단계를 순차적으로 거치면서, 상기 개질기(20)를 이용하여 HCCI 연소기법, 상기 선택적 촉매 반응장치(HC-SCR)(40), 매연여과장치(DPF)(50)와 같은 후처리장치들을 상호 복합적으로 연계하여 보다 효율적으로 유해배출물을 처리할 수 있다.

[92] 상기 운행정보입력단계에서는, 상기 H₂+EGR모드, H₂+HC-SCR+EGR모드, DPF 재생모드 중 어느 모드로 운행하는 것이 바람직할지를 판단하기 위해 엔진의 회전수와 연료공급량, 또는 상기 엔진(10)에서 배출되는 배기가스 온도에 관한 정보를 입력받는다.

[93] 그리고, 상기 개질기(20) 내부의 탄소산소비율(C/O ratio)을 적정하게 조정, 유지하기 위해 상기 개질기(20)측으로 공급되는 엔진(10) 배기가스의 산소, 탄소 농도에 관한 정보를 입력받고, 상기 매연여과장치(50) 내부의 분진량이 설정치를 초과하는지 등과 같은 기준에 따라 상기 매연여과장치(50)의 가동 필요 여부를 실시간으로 입력받는다.

[94] 상기 운행모드결정단계에서는, 상기 운행정보입력단계에서 입력된 엔진의 회전수와 연료공급량, 또는 상기 엔진(10)에서 배출되는 배기가스 온도에 따라 엔진(10) 고부하 운전영역에 속하는지 여부와, 상기 매연여과장치(50)의 가동이 필요한지 여부를 판단하여, 상기 H₂+EGR모드와 H₂+HC-SCR+EGR모드, DPF 재생모드 중 어느 모드를 운행할지를 결정한다.

[95] 상기 선택모드운행단계에서는, 상기 운행모드결정단계에서 결정된 모드가 상기 H₂+EGR모드 또는 H₂+HC-SCR+EGR모드인 경우, 각 모드에서 요구하는 수소(H₂) 공급량에 따라, 상기 개질기(20)에서의 수소(H₂) 생성율이 최대가 되는 최적의 탄소산소비율(C/O ratio)로 상기 개질기(20) 내부의 가스 조성이 유지되도록 연료를 공급한다.

[96] 그리고, 상기 운행모드결정단계에서 결정된 모드가 상기 DPF 재생모드인 경우, 상기 개질기(20)의 출구에서의 가스 온도가 최대가 되는 최적의 탄소산소비율(C/O ratio)로 상기 개질기(20) 내부의 가스 조성이 유지되도록

연료를 공급하며, 각 모드를 운행한다.

[97]

[98] 보다 상세하게는, 도 9에 도시된 바와 같이, 엔진회전수, 연료공급량에 대해 입력된 정보에 따라, 엔진 저부하 영역이라고 판단되면(엔진 고부하 영역이 아니라고 판단되면), 상기 H₂+EGR모드로 운행하기로 결정하고, 상기 개질기(20)를 수소(H₂)생성율이 최대가 되도록 운영하고 상기 엔진(10)으로 상기 개질기(20)에서 개질된 가스를 공급하며 상기 H₂+EGR모드로 운행한다.

[99] 엔진회전수, 연료공급량에 대해 입력된 정보에 따라, 엔진 고부하 영역이라고 판단되면 상기 H₂+HC-SCR+EGR모드로 운행하기로 결정하고, 상기 개질기(20)를 수소(H₂)생성율이 최대가 되도록 운영하면서, (valve1을 개방하여) 상기 선택적 촉매 반응장치(40)로 상기 개질기(20)의 출구측 배기가스를 공급하며 상기 H₂+HC-SCR+EGR모드로 운행한다.

[100] 상기 매연여과장치(50)내 분진의 축적량, 축적속도 등에 대해 입력된 정보에 따라, 상기 매연여과장치(50)의 재생이 필요하다고 판단되면, 상기 DPF 재생모드를 운행하기로 결정하고, 상기 개질기(20)를 반응 발열 온도가 최대가 되도록 운영하면서, (valve2를 개방하여) 상기 매연여과장치(50)로 상기 개질기(20)의 출구측 배기가스를 공급하며 상기 DPF 재생모드를 운행한다.

[101]

[102] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명에 따른 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 장치, 이에 사용되는 개질기 및 이를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 방법에 의하면, 상기 개질기(20)를 이용해 엔진의 배기가스에 포함된 탄화수소(HC)를 수소(H₂)로 변환, 개질하여 상기 엔진(10)으로 공급하면서 HCCI 연소의 안정성을 확보함과 동시에, 상기 개질기(20)에서 생성된 고농도의 수소와, 발열반응에 의해 생성된 고온의 열을 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)와 매연여과장치(50)로 선택적으로 공급하며 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)에서의 질소산화물(NO_x)처리와 상기 매연여과장치(50)에서의 분진(PM)처리가 보다 효과적으로 이루어질 수 있도록 한다.

[103] 엔진 저부하 영역에서 상기 개질기(20)와 배기가스 재순환장치(30)를 가동함에 있어서는, 상기 개질기(20)에서 생성된 고농도의 수소(H₂)를 상기 엔진(10)측으로 공급, 순환하는 것에 의해 상기 엔진(10)에서의 HCCI 연소반응을 보다 촉진시킴으로써, 저온 온도 분위기에서 착화 지연에 의해 발생될 수 있는 탄화수소(HC), 일산화탄소(CO)의 생성량을 최소화하면서 에혼합 연소를 통해 질소산화물(NO_x)과 분진(PM)을 안정적으로 감소시킬 수 있다.

[104] 그리고, 상기 개질기(20)와 배기가스 재순환장치(30)만으로 HCCI 연소반응이 안정적으로 이루어지기 어려운 엔진 고부하 영역에서 상기 HC첨가 선택적촉매반장치(40)를 추가로 이용함에 있어서는, 상기 개질기(20)에서

생성된 고농도의 수소(H_2)를 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)로 공급하는 것에 의해, 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)에서 HC를 환원제로 이용하여 질소산화물(NO_x)을 대기성 질소(N_2)와 수증기(H_2O)로 변환시키는 반응을 보다 촉진, 안정화시킬 수 있다.

- [105] 또한, 상기 매연여과장치(50)에 설정량 이상 분진(PM)이 퇴적되어 상기 매연여과장치(50)를 가동시킴에 있어서는, 상기 개질기(20)에서 개질되어 수소(H_2) 함유량이 보다 증가된 상태의 배기 가스를, 선택적으로 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)에서 발열반응에 의해 생성된 고온의 가스와 함께, 유입받아 내부에 퇴적된 분진(PM)이 효과적으로 산화, 제거될 수 있게된다.
- [106] 엔진의 가동 모드와 분진(PM)의 퇴적량에 따라, 수소 생성량을 기준으로 가동하거나 발열량을 기준으로 하는 바와 같이 개질기의 가동 기준을 다르게 적용시키면서, HCCI 연소기법의 적용과, 선택적 촉매 반응장치(HC-SCR), 매연여과장치(DPF)와 같은 다양한 후처리장치들의 작용이 상호 복합적으로 연계되어 이루어지도록 한다.
- [107] 이에 따라, HCCI 연소, 상기 개질기(20), 다양한 후처리장치(40, 50)를 적용하여 엔진의 배기온도 및 배출가스 특성에 부합되게 유해배출물의 생성, 유출을 억제시킴에 있어서, 상기 개질기(20)와 및 후처리 장치(40, 50)를 상호 효과적으로 연계되게 가동시킴으로써, HCCI 연소, 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40), 매연여과장치(50)를 단독으로 또는 상호 독립적으로 가동시키는 경우에 비해, 보다 효율적으로 NO_x , PM과 같은 유해배출물의 처리가 이루어질 수 있다.
- [108] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 들어 설명하였으나, 본 발명은 이러한 실시예에 한정되는 것이 아니고, 상기 실시예들을 기존의 공지기술과 단순히 조합적용한 실시예와 함께 본 발명의 특허청구범위와 상세한 설명에서 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자가 변형하여 이용할 수 있는 기술은 본 발명의 기술범위에 당연히 포함된다고 보아야 할 것이다.

청구범위

- [1] 엔진 배기가스에 포함된 산소(O)와 탄화수소(HC)를 수소(H₂)와 일산화탄소(CO)로 개질하며, 발열반응에 의해 배기가스의 온도를 보다 상승시키는 개질기(reformer)(20);
상기 개질기(20)에서 개질되어 수소(H₂) 함유량이 보다 증가된 상태의 배기가스를 상기 엔진(10)으로 공급하여 상기 엔진(10)의 HCCI(Homogeneous Charge Compression Ignition)연소 반응을 안정시키는 배기가스 재순환장치(EGR)(30);
상기 개질기(20)에서 개질되어 수소(H₂) 함유량이 보다 증가된 상태의 배기가스를 공급받아 질소산화물(NO_x)의 환원반응이 보다 촉진된 상태로, HC를 환원제로 사용하여 질소산화물(NO_x)을 대기성 질소(N₂)와 수증기(H₂O)로 변환시키는 HC첨가 선택적촉매반응장치(HC-SCR)(40); 및
상기 개질기(20)에서 개질되어 수소(H₂) 함유량이 보다 증가된 상태의 배기가스를 유입받아 내부에 퇴적된 분진(PM)이 산화제거되는 매연여과장치(DPF)(50);
를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 장치.
- [2] 제1항에 있어서, 상기 개질기(20)는,
개질용 촉매(23)를 구비하여 상기 엔진(10)의 배기가스 통로 내부에 설치되는 것을 특징으로 하는 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 장치.
- [3] 제1항에 있어서, 상기 개질기(20)는,
상기 엔진(10)의 HCCI연소 안정화와 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)의 환원반응 촉진을 위해, 상기 개질기(20)에서의 수소(H₂) 생성율이 최대가 되는 최적의 탄소산소비율(C/O ratio)로 상기 개질기(20) 내부의 가스 조성이 유지되도록 연료를 선택적으로 공급하는 인젝터(22);
를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 장치.
- [4] 제1항에 있어서, 상기 개질기(20)는,
상기 매연여과장치(50)의 재생 효율 상승을 위해, 상기 개질기(20)의 출구에서의 가스 온도가 최대가 되는 최적의 탄소산소비율(C/O ratio)로 상기 개질기(20) 내부의 가스 조성이 유지되도록 연료를 선택적으로 공급하는 인젝터(22);
를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 장치.
- [5] 제3항 또는 제4항에 있어서, 상기 인젝터(22)는,

상기 개질기(20) 내부로 분사 공급된 연료가 엔진 배기가스 온도에 의해 기화되어 배기가스에 혼합된 상태로 상기 개질기의 개질용 촉매(23)를 통과하도록, 상기 개질용 촉매(23) 보다 상기 엔진(10)의 배기가스 출구측에 인접한 위치에 설치되는 것을 특징으로 하는 개질기(20)를 이용한 엔진(10)의 유해 배출물 저감 장치.

- [6] 제3항 또는 제4항에 있어서,
상기 개질기(20)로 공급되는 배기가스의 산소 농도를 검출하도록 상기 엔진(10)의 배기가스 통로상에 설치되는 산소센서(27);
상기 개질기(20)로 공급되는 배기가스의 탄소 농도를 검출하도록, 상기 엔진(10)의 배기가스 통로상에 설치되는 탄소센서; 및
상기 개질기(20) 내부의 배기가스가 설정 탄소산소비율(C/O ratio)을 만족하도록, 상기 산소센서(27)에서 측정된 산소 농도에 대해 상기 탄소센서에서 측정된 탄소 농도의 부족량만큼 상기 인젝터(22)의 연료분사량을 증가 조정하는 인젝터제어장치(24);
를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 장치.
- [7] 제1항에 있어서, 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)는,
상기 개질기(20) 및 배기가스 재순환장치(30)의 가동만으로 엔진 배기가스에 포함된 질소산화물(NO_x)의 비율을 설정기준치 이하로 조정, 유지할 수 없는 엔진(10) 고부하 운전영역에서 가동되는 것을 특징으로 하는 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 장치.
- [8] 제1항에 있어서,
상기 개질기(20)의 출구측 배기가스를 상기 매연여과장치(50)측으로 직접 공급하거나, 상기 HC첨가 선택적촉매반응장치(40)를 통과한 후 상기 매연여과장치(50)로 공급되도록, 선택적으로 전환가능한 배기가스 유동 경로를 제공하는 바이패스통로(35);
를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 개질기를 이용한 엔진의 유해배출물 저감 장치.
- [9] 엔진(10)의 배기가스 통로 내부에 상기 엔진(10)의 배기가스 통로의 내벽과 이격간격을 두고 설치되는 삽입관(21);
엔진 배기가스가 유입되는 상기 삽입관(21)의 입구측에 분사단부가 설치되며, 설정 탄소산소비율(C/O ratio)로 상기 개질기(20) 내부의 가스 조성이 유지되도록 연료를 선택적으로 공급하는 인젝터(22); 및
상기 인젝터(22)에 의해 상기 개질기(20) 내부로 공급된 연료가 배기가스에 혼합된 상태로 통과되도록 상기 삽입관(21)의 출구측에 설치되며,
산소(O)와 탄화수소(HC)를 수소(H₂)와 일산화탄소(CO)로 개질하는 반응을 촉진하는 개질용 촉매(23);
를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 엔진의 유해배출물 저감용

개질기(20).

- [10] 제9항에 있어서, 상기 흡입관(21)은,
엔진 배기가스의 유입 및 상기 인젝터(22)의 연료 분사가 이루어지는
입구측에 비해 상기 개질용 촉매(23)가 설치되는 출구측이 보다 확장된
내경을 가지는 것을 특징으로 하는 엔진의 유해배출물 저감용 개질기(20).
- [11] 제9항에 있어서, 상기 흡입관(21)은,
상기 엔진(10)의 배기가스 통로와 흡입관(21) 사이를 통과하는 배기가스에
의해, 상기 엔진(10)의 배기가스 통로 외면에 접하는 대기로부터의
열전달량을 감소시킬 수 있을 정도의 이격거리를 두고 설치되는 것을
특징으로 하는 엔진의 유해배출물 저감용 개질기(20).
- [12] 제9항에 있어서,
상기 흡입관(21) 내부의 배기가스가 설정 탄소산소비율(C/O ratio)을
만족하도록, 상기 흡입관(21)의 입구측에서 측정된 산소 농도에 대해 탄소
농도의 부족량만큼 상기 인젝터(22)의 연료분사량을 증가 조정하는
인젝터제어장치(24);
를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 엔진의 유해배출물 저감용
개질기(20).
- [13] 산소(O)와 탄화수소(HC)를 수소(H₂)와 일산화탄소(CO)로 개질하는
개질기(reformer)(20)와 상기 개질기(20)에서 개질되어 수소(H₂) 함유량이
보다 증가된 상태의 배기 가스를 엔진(10)으로 공급하는 배기가스
재순환장치(EGR)(30)의 가동 및 HCCI(Homogeneous Charge Compression
Ignition) 연소에 의해 엔진 배기가스에 포함된 질소산화물(NO_x)의 비율을
설정기준치 이하로 조정, 유지하는 H₂+EGR모드와, 상기 개질기(20)와
배기가스 재순환장치(30)의 가동만으로 엔진 배기가스에 포함된
질소산화물(NO_x)의 비율을 설정기준치 이하로 조정, 유지할 수 없는
엔진(10) 고부하 운전영역에서 HC를 환원제로 사용하여
질소산화물(NO_x)을 대기성 질소(N₂)와 수증기(H₂O)로 변환시키는 HC첨가
선택적촉매반응장치(HC-SCR)(40)를 추가로 가동하는
H₂+HC-SCR+EGR모드와, 매연여과장치(DPF)(50) 내부의 분진량이
설정치를 초과하면 상기 개질기(20) 출구측의 고온의 배기가스를 유입받아
분진(PM)을 산화, 제거하는 DPF 재생모드로 구분하고, 상기 H₂+EGR모드,
H₂+HC-SCR+EGR모드, DPF 재생모드를 선택적으로 가동시키는 것을
특징으로 하는 개질기(20)를 이용한 엔진(10)의 유해배출물 저감 방법.
- [14] 제13항에 있어서,
상기 엔진의 회전수와 연료공급량, 또는 상기 엔진(10)에서 배출되는
배기가스 온도에 관한 정보와, 상기 개질기(20)측으로 공급되는 엔진(10)
배기가스의 산소, 탄소 농도에 관한 정보, 상기 매연여과장치(50) 내부의
분진량이 설정치를 초과하는지 여부를 실시간으로 입력받는

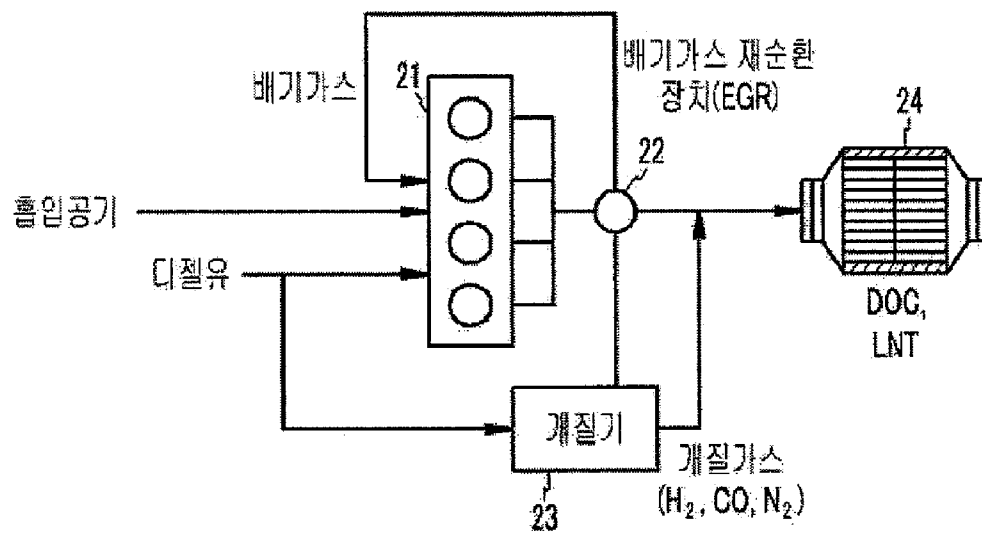
운행정보입력단계;

상기 운행정보입력단계에서 입력된 엔진의 회전수와 연료공급량, 또는 상기 엔진(10)에서 배출되는 배기가스 온도에 따라 엔진(10) 고부하 운전영역에 속하는지 여부와, 상기 매연여과장치(50)의 가동이 필요한지 여부를 판단하여, 상기 H₂+EGR모드와 H₂+HC-SCR+EGR모드, DPF 재생모드 중 어느 모드를 운행할지를 결정하는 운행모드결정단계;

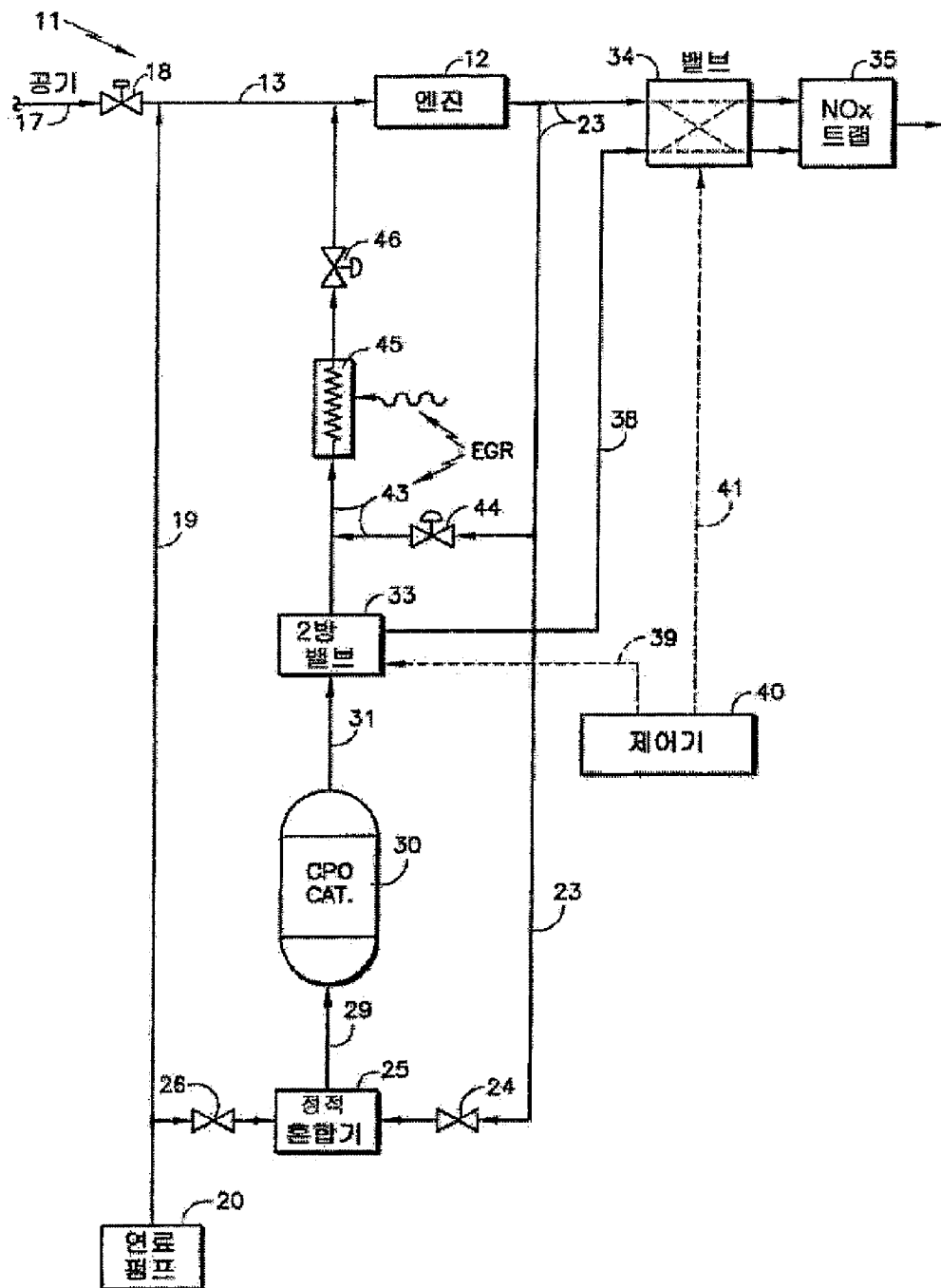
상기 운행모드결정단계에서 결정된 모드가 상기 H₂+EGR모드 또는 H₂+HC-SCR+EGR모드인 경우, 각 모드에서 요구하는 수소(H₂) 공급량에 따라, 상기 개질기(20)에서의 수소(H₂) 생성율이 최대가 되는 최적의 탄소산소비율(C/O ratio)로 상기 개질기(20) 내부의 가스 조성이 유지되도록 연료를 공급하고, 상기 운행모드결정단계에서 결정된 모드가 상기 DPF 재생모드인 경우, 상기 개질기(20)의 출구에서의 가스 온도가 최대가 되는 최적의 탄소산소비율(C/O ratio)로 상기 개질기(20) 내부의 가스 조성이 유지되도록 연료를 공급하며, 각 모드를 운행하는 선택모드운행단계;

를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 개질기(20)를 이용한 엔진(10)의 유해배출물 저감 방법.

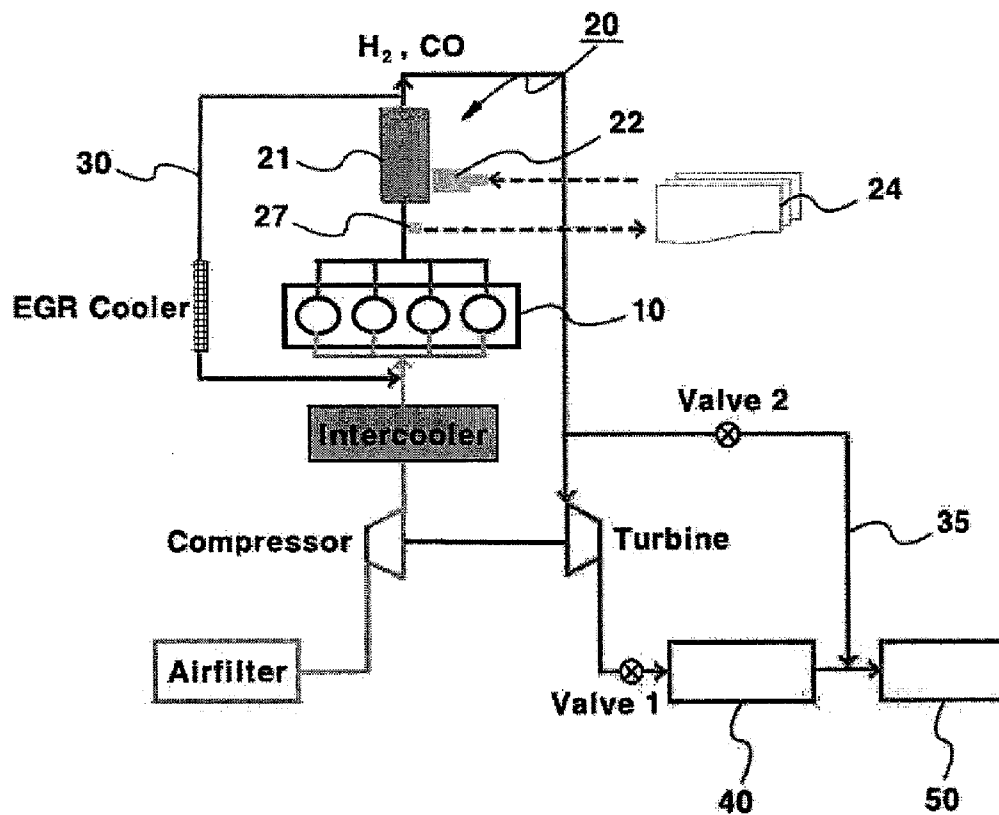
[Fig. 1]



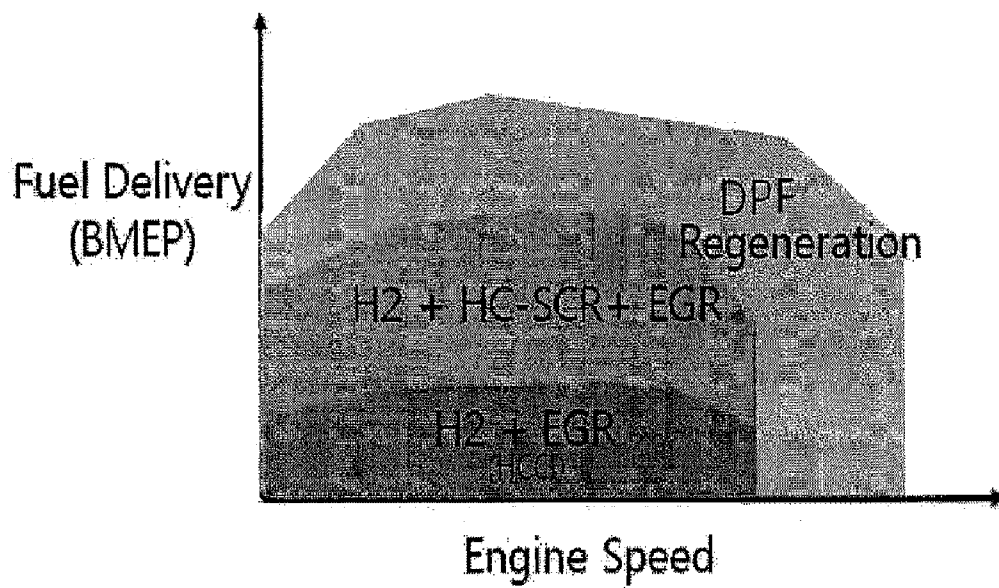
[Fig. 2]



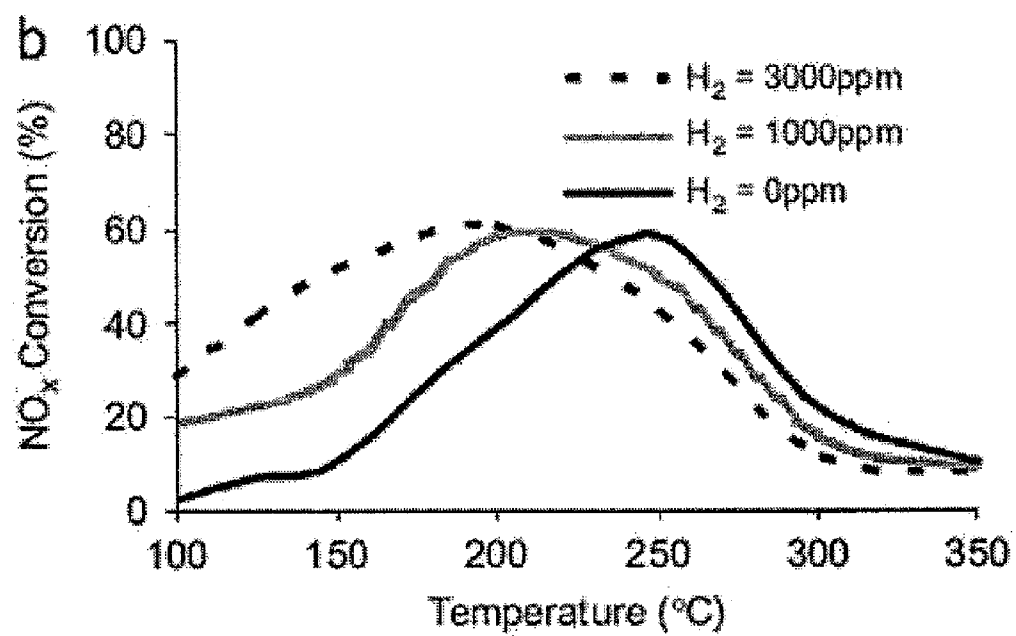
[Fig. 3]



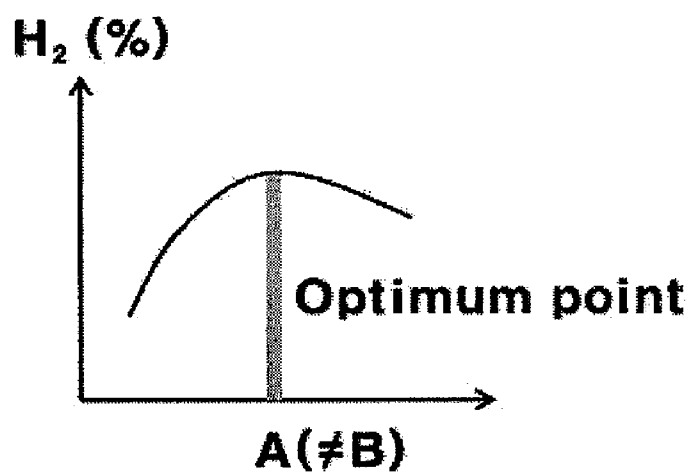
[Fig. 4]



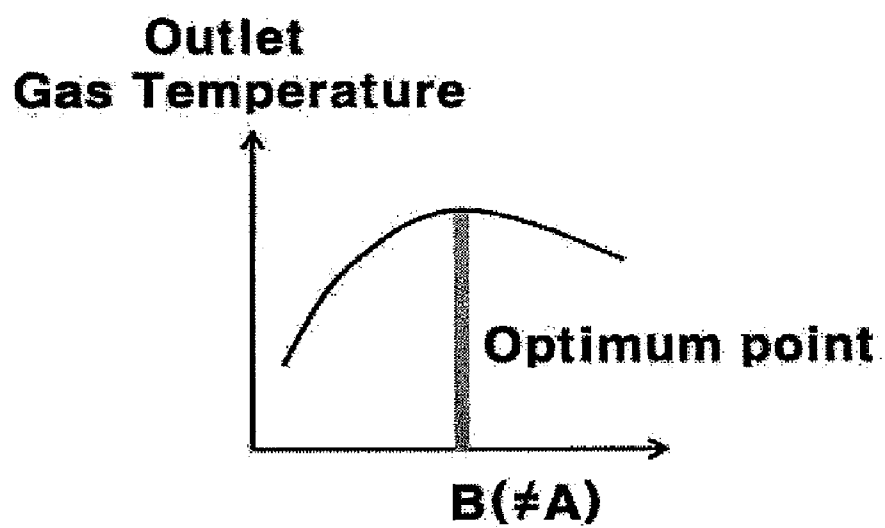
[Fig. 5]



[Fig. 6]

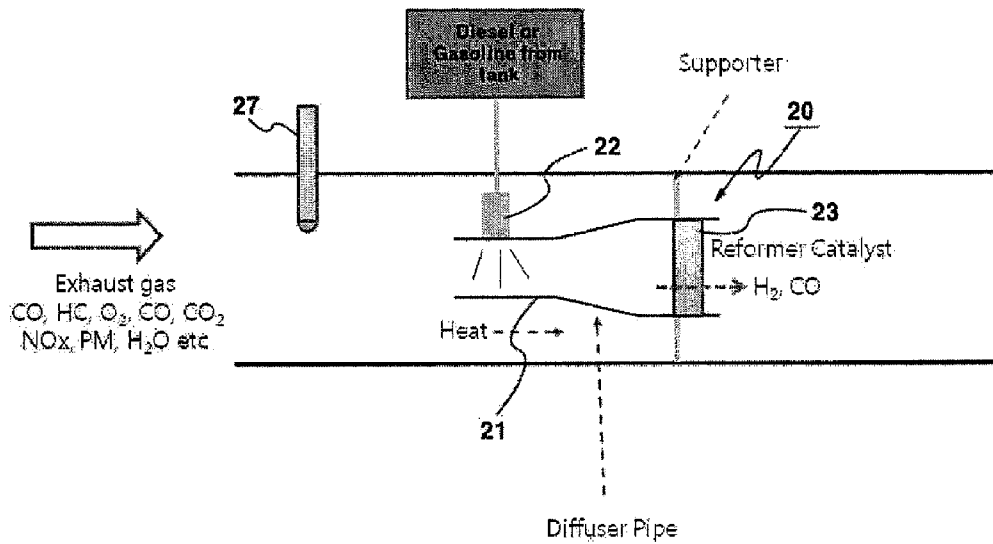


(a)

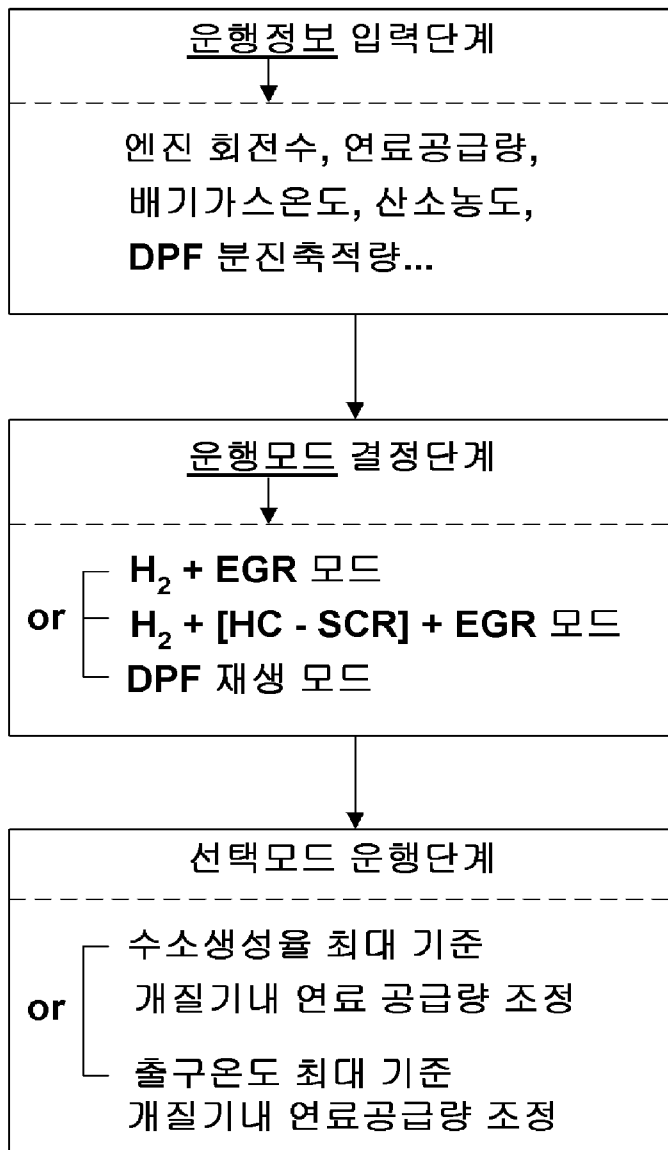


(b)

[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]

