



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년04월07일  
(11) 등록번호 10-1509955  
(24) 등록일자 2015년04월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F02D 19/08 (2006.01) F02D 19/06 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0129088  
(22) 출원일자 2013년10월29일  
심사청구일자 2013년10월29일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2007113485 A  
KR1020090055931 A  
KR1020130068429 A

(73) 특허권자  
현대자동차주식회사  
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)  
(72) 발명자  
최대  
경기도 오산시 수청로 165 죽미마을휴먼시아휴튼  
아파트 905동 402호  
이홍우  
경기도 수원시 팔달구 권광로 246 래미안노블클래스아파트 104동 302호  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
한라특허법인

전체 청구항 수 : 총 26 항

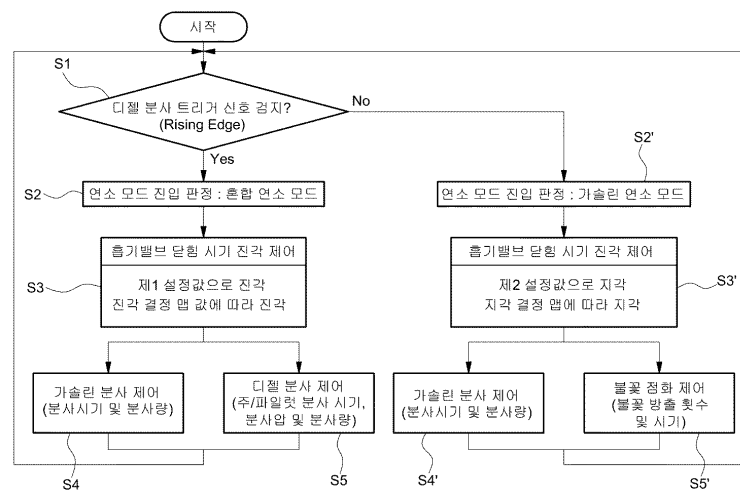
심사관 : 김길남

(54) 발명의 명칭 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 디젤-가솔린 혼합 연소가 이루어지는 엔진의 연소 제어 방법에 관한 것으로서, 디젤-가솔린 혼합 연소가 이루어지는 엔진에서 고부하 운전 영역에서의 노킹 문제 및 저부하 운전 영역에서의 착화 불안정성 문제를 개선할 수 있는 연소 제어 방법 및 장치를 제공하는데 주된 목적이 있는 것이다. 상기한 목적을 달성하기 위해, 본 발명은, 디젤과 가솔린 연료의 혼합 연소가 이루어지는 혼합 연소 모드와, 가솔린 연료만을 연소시키는 가솔린 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법에 있어서, 혼합 연소 모드와 가솔린 연소 모드 중 엔진의 현 운전 상태에 따른 연소 모드를 판단하는 단계; 및 엔진의 현 운전 상태에 따른 연소 모드에 해당하는 압축비의 제어를 위해 압축비 가변 수단의 작동을 제어하여 해당 연소 모드에 해당하는 값으로 압축비를 가변 제어하는 단계를 포함하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법, 및 이를 구현하는 연소 제어 장치를 제공한다.

대표도



(72) 발명자

**정현성**

경기도 안양시 만안구 박달로 344 대림한숲아파트  
101동 106호

**지요한**

경기도 성남시 분당구 중앙공원로 54 시범단지우성  
아파트 209동 803호

**박승일**

경기도 수원시 팔달구 권선로 477 대한대우아파트  
122동 1204호

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

디젤과 가솔린 연료의 혼합 연소가 이루어지는 혼합 연소 모드와, 가솔린 연료만을 연소시키는 가솔린 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법에 있어서,

혼합 연소 모드와 가솔린 연소 모드 중 엔진의 현 운전 상태에 따른 연소 모드를 판단하는 단계;

엔진의 현 운전 상태에 따른 연소 모드에 해당하는 압축비의 제어를 위해 압축비 가변 수단의 작동을 제어하여 해당 연소 모드에 해당하는 값으로 압축비를 가변 제어하는 단계;

를 포함하며,

상기 연소 모드를 판단하는 단계는 디젤 분사 트리거 신호를 검지하는 단계를 포함하고, 상기 디젤 분사 트리거 신호를 검지한 경우 혼합 연소 모드로, 디젤 분사 트리거 신호를 미검지한 경우 가솔린 연소 모드로 판단하는 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 연소 모드를 판단하는 단계는

엔진의 현 운전 상태를 검출하는 단계; 및

엔진의 운전 상태에 따라 연소 모드를 구분하여 설정한 연소 모드 결정 맵을 이용하여 엔진의 현 운전상태에 해당하는 연소 모드를 판단하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법.

#### 청구항 4

청구항 1 또는 청구항 3에 있어서,

상기 엔진의 현 운전 상태는 엔진 회전속도와 엔진 부하를 포함하는 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법.

#### 청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 압축비 가변 수단이 가변 밸브 타이밍 장치이고, 압축비 가변을 위해 가변 밸브 타이밍 장치의 작동을 제어하여 흡기밸브의 닫힘 시기를 연소 모드에 따라 제어하는 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법.

#### 청구항 6

청구항 5에 있어서,

엔진의 현 운전 상태에 따른 연소 모드를 판단하여 혼합 연소 모드에서 가솔린 연소 모드로의 변경시 혼합 연소 모드에 비해 혼합기의 압축비가 낮아지도록 흡기밸브의 닫힘 시기를 지각시키는 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법.

#### 청구항 7

청구항 5에 있어서,

엔진의 현 운전 상태에 따른 연소 모드를 판단하여 가솔린 연소 모드에서 혼합 연소 모드로의 변경시 가솔린 연소 모드에 비해 혼합기의 압축비가 높아지도록 흡기밸브의 닫힘 시기를 진각시키는 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법.

#### 청구항 8

청구항 5 내지 청구항 7 중 어느 한 항에 있어서,

상기 흡기밸브의 닫힘 시기가 혼합 연소 모드와 가솔린 연소 모드별 정해진 설정값으로 결정되어 연소 모드에 따라 절환 제어되는 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법.

#### 청구항 9

청구항 5 내지 청구항 7 중 어느 한 항에 있어서,

상기 흡기밸브의 닫힘 시기가 해당 연소 모드의 맵으로부터 엔진의 현 운전 상태에 따른 값으로 결정되어 연속 가변 제어되고, 상기 맵은 흡기밸브의 닫힘 시기가 엔진의 운전 상태에 따른 값으로 맵핑되어 있는 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법.

#### 청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 흡기밸브의 닫힘 시기가 결정되는 엔진의 운전 상태 정보는 엔진 회전속도와 엔진 부하를 포함하는 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법.

#### 청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 압축비 가변 수단은 엔진에 설치되어 실린더의 압축비를 직접 가변시키는 가변 압축비 장치인 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법.

#### 청구항 12

청구항 11에 있어서,

엔진의 현 운전 상태에 따른 연소 모드를 판단하여 혼합 연소 모드에서 가솔린 연소 모드로의 변경시 혼합 연소 모드에 비해 압축비가 낮아지도록 가변 압축비 장치의 작동을 제어하는 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법.

**청구항 13**

청구항 11에 있어서,

엔진의 현 운전 상태에 따른 연소 모드를 판단하여 가솔린 연소 모드에서 혼합 연소 모드로의 변경시 가솔린 연소 모드에 비해 압축비가 높아지도록 가변 압축비 장치의 작동을 제어하는 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법.

**청구항 14**

청구항 11 내지 청구항 13 중 어느 한 항에 있어서,

연소 모드에 해당하는 압축비 값이 엔진 회전속도와 엔진 부하를 포함하는 엔진 운전 상태 정보로부터 맵에 의해 결정되어 제어되는 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법.

**청구항 15**

청구항 14에 있어서,

상기 맵의 압축비 값에서 구해지는 사이클당 압축비 값 변화량을 나타내는 압축비 변화율이 설정된 기준값 이상 임을 판단한 경우 가변 압축비 장치의 PID 제어를 수행하는 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법.

**청구항 16**

청구항 1에 있어서,

상기 혼합 연소 모드는 흡기 행정에서 가솔린 연료를 흡입포트에 분사하여 공기와 가솔린 연료가 혼합된 예혼합기를 생성하고 압축 행정시 연소실 내 예혼합기에 착화 제어용 디젤을 분사하여 착화시키는 연소 모드인 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법.

**청구항 17**

청구항 1에 있어서,

상기 가솔린 연소 모드는 흡기 행정에서 가솔린 연료를 흡입포트에 분사하여 공기와 가솔린 연료가 혼합된 예혼합기를 생성하고 폭발 행정에서 점화플러그를 작동시켜 점화하는 불꽃 점화 방식의 가솔린 예혼합 연소 모드인 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법.

**청구항 18**

디젤과 가솔린 연료의 혼합 연소가 이루어지는 혼합 연소 모드와, 가솔린 연료만을 연소시키는 가솔린 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 장치에 있어서,

혼합 연소 모드와 가솔린 연소 모드 중 엔진의 현 운전 상태에 따른 연소 모드를 판단하되,

연소 모드 판단 시 디젤 분사 트리거 신호를 검지하고, 상기 디젤 분사 트리거 신호를 검지한 경우 혼합 연소 모드로, 디젤 분사 트리거 신호를 미검지한 경우 가솔린 연소 모드로 판단하고, 엔진의 현 운전 상태에 따른 연소 모드에 해당하는 압축비로의 제어를 위한 제어신호를 출력하는 제어부;

상기 제어부가 출력하는 제어신호에 따라 해당 연소 모드에 해당하는 값으로 압축비를 가변시키는 압축비 가변 수단;

을 포함하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 장치.

**청구항 19**

청구항 18에 있어서,

상기 엔진의 현 운전 상태는 운전상태 검출부의 검출신호에 의해 결정되는 엔진 회전속도와 엔진 부하를 포함하는 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 장치.

**청구항 20**

청구항 18에 있어서,

상기 압축비 가변 수단이 가변 밸브 타이밍 장치이고, 제어부가 압축비 가변을 위해 가변 밸브 타이밍 장치의 작동을 제어하기 위한 제어신호를 출력하여 흡기밸브의 닫힘 시기를 연소 모드에 따라 제어하는 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 장치.

**청구항 21**

청구항 20에 있어서,

상기 제어부는 엔진의 현 운전 상태에 따른 연소 모드를 판단하여 혼합 연소 모드에서 가솔린 연소 모드로의 변경시 혼합 연소 모드에 비해 혼합기의 압축비가 낮아지도록 흡기밸브의 닫힘 시기를 지각시키는 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 장치.

**청구항 22**

청구항 20에 있어서,

상기 제어부는 엔진의 현 운전 상태에 따른 연소 모드를 판단하여 가솔린 연소 모드에서 혼합 연소 모드로의 변경시 가솔린 연소 모드에 비해 혼합기의 압축비가 높아지도록 흡기밸브의 닫힘 시기를 진각시키는 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 장치.

**청구항 23**

청구항 18에 있어서,

상기 압축비 가변 수단이 엔진에 설치되어 제어부의 제어신호에 따라 실린더의 압축비를 직접 가변시키는 가변 압축비 장치인 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 장치.

**청구항 24**

청구항 23에 있어서,

상기 제어부는 엔진의 현 운전 상태에 따른 연소 모드를 판단하여 혼합 연소 모드에서 가솔린 연소 모드로의 변경시 혼합 연소 모드에 비해 압축비가 낮아지도록 가변 압축비 장치의 작동을 제어하는 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 장치.

**청구항 25**

청구항 23에 있어서,

상기 제어부는 엔진의 현 운전 상태에 따른 연소 모드를 판단하여 가솔린 연소 모드에서 혼합 연소 모드로의 변경시 가솔린 연소 모드에 비해 압축비가 높아지도록 가변 압축비 장치의 작동을 제어하는 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 장치.

**청구항 26**

청구항 18에 있어서,

상기 혼합 연소 모드는 흡기 행정에서 가솔린 연료를 흡입포트에 분사하여 공기와 가솔린 연료가 혼합된 예혼합기를 생성하고 압축 행정시 연소실 내 예혼합기에 착화 제어용 디젤을 분사하여 착화시키는 연소 모드인 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 장치.

**청구항 27**

청구항 18에 있어서,

상기 가솔린 연소 모드는 흡기 행정에서 가솔린 연료를 흡입포트에 분사하여 공기와 가솔린 연료가 혼합된 예혼합기를 생성하고 폭발 행정에서 점화플러그를 작동시켜 점화하는 불꽃 점화 방식의 가솔린 예혼합 연소 모드인 것을 특징으로 하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 엔진의 연소 제어 방법 및 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 디젤-가솔린 혼합 연소 방식을 적용함과 더불어 저부하 및 고부하 운전 영역을 대상으로는 가솔린 연소 방식을 적용하는 복합 연소 모드 적용 엔진에서 발생 가능한 착화 불안정성 및 노킹 문제를 모두 개선할 수 있는 연소 제어 방법 및 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 오늘날 두 가지 타입의 엔진이 광범하게 사용되고 있으며, 그 중 하나는 불꽃 점화(Spark Ignition, SI) 방식의 가솔린 엔진이고, 다른 하나는 압축 착화(Compression Ignition, CI) 방식의 디젤 엔진이다.

[0003] 이 중 불꽃 점화 방식의 엔진은 스톨바디 또는 흡기 매니폴드에 연료를 분사하여 흡기 행정시 공기와 함께 연소실로 흡입하여 연소시키는 간접 분사 방식과, 엔진의 성능 향상 및 연비 향상, 배기가스 저감을 위해 연료를 연소실에 직접 분사하여 연소시키는 직접 분사 방식(Gasoline Direct Injection, GDI)으로 구분할 수 있다.

[0004] 간접 분사 방식의 예로, 포트 분사(Port Fuel Injection, PFI) 방식의 경우, 흡기 매니폴드의 흡기포트에 분사된 연료와 공기로 구성된 가연 혼합기가 연소실로 유입된 뒤 균일한 혼합기 상태에서 점화플러그에 의해 점화 및 연소되는 예혼합 연소 방식을 취하고 있다.

[0005] 또한 직접 분사 방식의 경우, 디젤의 압축 착화 방식과 유사하게 가솔린 연료를 연소실에 직접 분사하며, 따라서 간접 분사 방식보다 희박상태에서의 연소가 가능하고, 엔진의 성능 및 연비, 배기가스 측면에서 보다 유리한 이점을 갖는다.

[0006] 통상 불꽃 점화 방식의 가솔린 엔진은 압축비(Compression Ratio, CR)가 높을수록 노킹(knocking)이 발생할 위험이 커지기 때문에 압축비를 높이는데 한계가 있고, 압축 착화 방식의 엔진과 비교할 때 열효율 및 연비가 열등하다는 단점이 있다.

[0007] 점점 엄격해지는 CO<sub>2</sub> 규제와 높은 연비를 원하는 고객의 요구를 만족시키기 위해 가솔린 엔진에서 압축비를 높일 필요가 있지만, 압축비를 높일 때 발생하는 노킹을 방지하는 기술이 필요하다.

[0008] 고압축비 가솔린 엔진에서 노킹을 억제하기 위해 배기가스 재순환(Exhaust Gas Recirculation, EGR) 장치를 적

용하면 노킹 억제와 펌핑 손실 저감 등의 효과를 얻을 수 있지만, 기존의 점화플러그로는 착화가 잘 되지 않거나 질소산화물 배출이 증가하는 단점이 있다.

- [0009] 한편, 디젤 엔진의 연소 특성은 디젤 연료의 자착화 성질을 이용한 압축 착화 방식을 적용하는 점에 있고, 연소실 내 공기를 고압 및 고온 상태로 만들어주기 위해 높은 압축비를 이용하므로 가솔린 엔진에 비해 열효율과 연비가 우수한 특성이 있다.
- [0010] 최근 전 세계적으로 지구 온난화 현상을 비롯하여 이례적인 기후 변화가 나타남에 따라 선진국을 중심으로 모든 산업분야에 환경규제가 적용되고 있으며, 자동차 산업에서의 규제는 특히 더욱 엄격해지고 있다.
- [0011] 이에 부응하여 압축 착화 방식의 엔진은 연료가 희박한 영역에서 연소되어 미연탄화수소(Unburned Hydrocarbon, UHC) 및 CO<sub>2</sub>의 배출량이 적은 장점을 가지므로 많은 연구가 이루어지고 있으나, 불균질 공연(air-fuel) 혼합물로 인한 질소산화물(NOx) 및 입자상물질(Particulate matter, PM)의 배출량이 많다는 단점이 있고, 정책 규제에 부합하는 NOx 및 PM 배출 저감을 위해 DPF(Diesel Particulate Filter) 및 De-NOx 장치 등의 고가 후처리 장치가 요구된다.
- [0012] 이를 극복하기 위해 연소실 내 혼합기를 균일하게 분포하게 하여 PM 생성영역으로 알려진 연료가 농후한 영역을 없애고 급격한 열 발생을 줄이는 균일 예혼합 압축 착화(Homogeneous Charge Compression Ignition, HCCI) 연소 방식에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.
- [0013] HCCI 방식은 가솔린 엔진에 비해 압축 착화 및 희박 연소를 통한 연비 향상의 이점을 가지며, 디젤 엔진에 비해 예혼합 연소에 의한 PM/NOx 동시 저감의 이점을 가진다.
- [0014] 하지만 HCCI 방식은 착화 및 연소 제어의 어려움과 과도한 압력 상승, 연소 소음, 낮은 출력의 문제점을 가지며, 특히 협소한 운전 영역(엔진의 저속 및 저부하 운전 영역에서만 사용이 가능한 제한이 있음)을 해결하는 것이 실용화를 위한 과제로 알려져 있다.
- [0015] 따라서, 기존 HCCI 연소 방식이 가지는 문제점을 회피하기 위해 디젤과 가솔린 연료를 동시에 연소시키는 혼합 연소 방식이 연구되고 있다.
- [0016] 디젤-가솔린 혼합 연소 방식으로는, 예혼합에 의한 노킹을 억제하면서 착화 지연 시간을 길게 하여 착화시점을 TDC 근처에서 제어하기 위해, 흡기 행정 중 옥탄가가 높은 가솔린 연료를 예혼합하여 연소실에 균일한 혼합기를 조성하고, 압축 행정 중 높은 세탄가를 가진 착화 제어용 디젤 연료를 연소실 내 직접 분사하여 착화시킴으로써 균일한 혼합기를 연소시키는 방법이 있다.
- [0017] 이러한 디젤-가솔린 혼합 연소 방식은 기존 HCCI 방식에 비해 고 EGR 조건에서도 가솔린 연료의 착화성 확보가 가능하고, 자발화된 디젤이 가솔린 연소를 위한 점화원으로 작용하므로 점이 아닌 체적 연소가 가능하여 일반 가솔린 엔진 대비 연소 효율 및 연비가 개선될 수 있다.
- [0018] 또한 일반 디젤 엔진과 비교하여 배기가스 배출물을 저감할 수 있는 이점을 가지며, 가격 상승의 요인이 되는 고가의 후처리 장치가 삭제될 수 있다.
- [0019] 그러나, 혼합 연소 엔진은 디젤 압축 착화가 이루어질 수 있는 조건에서만 혼합 연소가 가능하므로 디젤 엔진보다 낮지만 가솔린 엔진보다는 높은 압축비로 운전되어야 하고, 실린더의 압축비가 디젤 압축 착화가 확보되는 경계 조건 이상으로 고정 설계되어 있다.
- [0020] 따라서, 혼합 연소 엔진의 경우, 저부하 운전 영역에서는 저압축비, 고 EGR 조건으로 인해 착화성 확보 측면에 있어서 기존 디젤 엔진에 비해 불리함이 있고, 고부하 운전 영역에서는 기존 가솔린 엔진에 비해 고압축비에 의한 노킹 발생 위험이 높아지는 단점이 있다.
- [0021] 이에 전 운전 영역에 걸쳐 상기한 문제점이 개선될 수 있도록 저/중부하 엔진 운전 영역을 대상으로 기존의 가솔린 엔진보다 높은 압축비에서, 그리고 기존의 디젤 엔진에서보다는 낮은 압축비에서 혼합연소를 적용하는 것이 필요하게 되었다.
- [0022] 또한 통상의 가솔린 엔진에서 활용하고 있는 압축비를 적용한 가솔린 연소를 저부하 및 고부하 대상으로 활용할 수 있는 복합 연소 모드 시스템 고안이 필요하고, 이를 위하여 가변 압축비 개념을 활용할 필요성이 있다.
- [0023] 다만, 이 경우 혼합연소가 적용되고 있는 영역뿐만 아니라 가솔린 연소가 일어나는 영역에서도 착화안정성을 확보할 필요가 있고, 고부하 영역에서 가솔린 연소에 의한 노킹 발생을 억제할 필요가 있다.



[0024] 이를 실현하기 위해서는 연소 모드의 구분 및 그에 따른 제어가 필요하고, 종래의 고정 압축비로 인한 문제점을 해결할 수 있는 기술이 필요하다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0025] 따라서, 본 발명은 상기한 점을 고려하여 창출한 것으로서, 디젤-가솔린 혼합 연소와 가솔린 연소를 복합적으로 적용하는 엔진에서 착화 불안정성 문제 및 노킹 문제를 모두 개선할 수 있는 방법 및 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

[0026] 상기한 목적을 달성하기 위해, 본 발명은, 디젤과 가솔린 연료의 혼합 연소가 이루어지는 혼합 연소 모드와, 가솔린 연료만을 연소시키는 가솔린 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법에 있어서, 혼합 연소 모드와 가솔린 연소 모드 중 엔진의 현 운전 상태에 따른 연소 모드를 판단하는 단계; 및 엔진의 현 운전 상태에 따른 연소 모드에 해당하는 압축비의 제어를 위해 압축비 가변 수단의 작동을 제어하여 해당 연소 모드에 해당하는 값으로 압축비를 가변 제어하는 단계;를 포함하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 방법을 제공한다.

[0027] 그리고, 본 발명은, 디젤과 가솔린 연료의 혼합 연소가 이루어지는 혼합 연소 모드와, 가솔린 연료만을 연소시키는 가솔린 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 장치에 있어서, 혼합 연소 모드와 가솔린 연소 모드 중 엔진의 현 운전 상태에 따른 연소 모드를 판단하고, 엔진의 현 운전 상태에 따른 연소 모드에 해당하는 압축비의 제어를 위한 제어신호를 출력하는 제어부; 및 상기 제어부가 출력하는 제어신호에 따라 해당 연소 모드에 해당하는 값으로 압축비를 가변시키는 압축비 가변 수단;을 포함하는 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 연소 제어 장치를 제공한다.

**발명의 효과**

[0028] 이에 따라, 본 발명의 연소 제어 방법에 의하면, 운전 상태에 따라 연소 모드를 선택함과 더불어 선택된 연소 모드에 해당하는 압축비의 변경이 이루어지도록 함으로써 디젤-가솔린 혼합 연소 모드와 가솔린 연소 모드를 갖는 엔진에서 발생할 수 있는 노킹, 착화 이상 등의 문제점이 해결될 수 있게 된다.

**도면의 간단한 설명**

[0029] 도 1은 본 발명에서 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 구성 및 혼합 연소 모드에서의 연소 사이클을 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명에서 연소 모드 결정을 위한 맵의 일례를 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 연소 제어 방법을 나타내는 순서도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에서 연속 가변 제어 방식과 2-스텝 제어 방식의 흡기밸브 닫힘 시기 가변 상태를 예시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 연소 제어 방법을 나타내는 순서도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0030] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명하기로 한다.

[0031] 본 발명은 기존의 디젤-가솔린 혼합 연소 엔진이 가지는 문제점, 특히 저부하 운전 영역에서의 착화 불안정성 문제와 고부하 운전 영역에서의 노킹 문제를 모두 개선하기 위한 것으로, 엔진의 운전 상태에 따라 선택되는 연

소 모드로서 디젤과 가솔린 연료의 혼합 연소가 이루어지는 혼합 연소 모드와, 가솔린 연료만을 연소시키는 가솔린 연소 모드가 설정되고, 운전 중 선택 수행되는 연소 모드에 따라 압축비를 가변 제어함으로써 엔진 전 운전 영역에 걸쳐 상기한 문제점이 해결될 수 있도록 한 것에 주된 특징이 있는 것이다.

- [0032] 본 발명에서 혼합 연소 모드는 흡기 행정에서 가솔린 연료를 분사하여 예혼합기를 생성하고 압축 행정시 연소실 내 압축된 고온 고압의 혼합기에 착화 제어용 디젤을 분사하여 착화함으로써 가솔린과 디젤의 혼합 연소가 이루어지도록 하는 모드이다.
- [0033] 이러한 혼합 연소 모드는 기존의 HCCI 연소 방식이 가지는 문제점을 회피할 수 있는 연소 모드, 특히 가솔린을 예혼합되는 주 연료로 사용하면서 디젤을 직접 분사되는 착화 제어용 연료로 사용하여 착화 및 연소 제어 안정성을 확보할 수 있는 혼합기 균질화, 희박, 압축 자착화 방식의 연소 모드로서, 디젤 압축 착화 연소(저연비 도모)와 가솔린 예혼합 연소(청정 배기 도모)가 복합된 연소 모드라 할 수 있다.
- [0034] 도 1은 혼합 연소 모드를 갖는 엔진의 구성 및 혼합 연소 모드에서의 연소 사이클을 나타내는 도면으로, 이를 참조로 혼합 연소 모드에 대해 좀더 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0035] 도시된 바와 같이, 흡기밸브(11)가 개방되고 피스톤(13)이 하사점을 향해 이동하는 흡기 행정에서 흡기 매니폴드의 흡기포트(1)에 설치된 제1인젝터(14)를 통해 가솔린 연료가 분사되며(가솔린 PFI), 이때 흡기포트(1)를 통해 연소실로 유입되는 공기와 제1인젝터(14)를 통해 분사된 가솔린 연료가 예혼합된다.
- [0036] 이에 연소실 내에는 흡기포트(1)를 통해 흡입된 예혼합기와, 배기가스 재순환(EGR) 장치(도시하지 않음)에 의해 연소실로 유입된 재순환 가스(EGR 가스)가 혼합된 혼합기가 생성되고, 이로써 연소실 내 균질의 예혼합 분위기 및 연소 조건이 조성된다.
- [0037] 이어 흡/배기밸브(11,12)가 모두 닫힌 상태에서 피스톤(13)이 상사점을 향해 이동하는 압축 행정(Step#1)에서 연소실에 설치된 제2인젝터(15)를 통해 착화 제어용 디젤이 분사되고, 이로써 예혼합기 내에 착화용 디젤 액적군이 다점으로 분산 배치된다(안정적 점화원 확보가 이루어짐).
- [0038] 또한 압축 행정(Step#2) 동안 예혼합기 내에 존재하는 다점의 디젤 액적들이 고온 고압 조건에서 자발화하는 압축 착화가 이루어지며, 팽창 행정에서 자발화된 다점의 디젤을 점화원으로 하여 가솔린 점화 및 화염 전파가 이루어진다.
- [0039] 팽창 행정에서는 가솔린 예혼합 연소에 의한 주(主) 열이 발생하고, 가솔린 예혼합 연소에 의해 발생하는 폭발력을 받아 피스톤(13)이 이동하면서 동력을 발생시키게 된다.
- [0040] 도 1에서 배기 행정에 대해서는 도시를 생략하였으나, 배기밸브(12)가 개방되고 피스톤(13)이 다시 상사점을 향해 이동하는 배기 행정 동안 연소 후 배기가스가 배기포트(2) 및 배기 매니폴드를 통해 배출된다.
- [0041] 이와 같이 혼합 연소 모드에서는 예혼합기에 다점으로 배치되는 디젤 액적에 의해 착화가 이루어지므로 안정적인 점화원 확보가 가능하고, 다점 압축 착화에 의한 가솔린 점화를 통해 기존의 가솔린 HCCI 방식이 가지는 착화 불안정성 및 연소 효율 문제가 개선될 수 있다.
- [0042] 더불어 디젤 착화에 의한 가솔린 예혼합 연소에 의해 주 열이 발생하고 동력이 발생하므로 기존의 가솔린 HCCI 나 디젤 HCCI 연소 방식에 비해 청정 배기, 양호한 응답성, 정숙성, 연비 개선, 연소 불안정성 해소 및 고효율 등의 여러 이점이 있게 된다.
- [0043] 그리고, 본 발명에서 가솔린 연소 모드는 흡기 행정에서 제1인젝터(14)를 통해 가솔린을 분사하여 공기와 예혼합된 혼합기를 연소실로 흡입하고, 디젤 분사 없이 압축 후 팽창 행정에서 연소실에 설치된 점화플러그(16)를 통해 점화하여 예혼합기를 연소시키는 불꽃 점화(SI) 방식의 가솔린 예혼합 연소 모드이다.
- [0044] 이러한 가솔린 연소 모드는 기존 가솔린 엔진에서와 유사한 연소 사이클을 가지므로 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0045] 상기와 같이 본 발명에서는 엔진의 연소 모드로서 기존의 혼합 연소 엔진에 적용되고 있는 압축 착화 방식의 디젤-가솔린 혼합 연소 모드와 더불어, 불꽃 점화 방식의 가솔린 연소 모드가 추가로 적용되고, 기존의 혼합 연소 엔진에 가솔린 연료 공급 시스템은 이미 구비되어 있으므로 가솔린 연소 모드의 불꽃 점화를 위한 하드웨어 요소로 점화플러그(16)를 포함하는 점화장치가 추가된다.
- [0046] 한편, 본 발명에서는 상기한 혼합 연소 모드와 가솔린 연소 모드 중 엔진의 운전 상태에 따른 어느 하나의 연소

모드가 선택되고, 선택된 연소 모드를 수행하기 위한 제어가 이루어진다.

- [0047] 특히, 본 발명에서는 선택된 연소 모드의 수행 동안 해당 연소 모드에 해당하는 값으로 압축비를 가변 제어함으로써 엔진의 전 운전 영역에서 노킹 및 착화 이상 등의 문제점이 개선될 수 있도록 하는바, 궁극적으로 기존의 혼합 연소 방식에 비해 개선된 혼합기 균질화 연소, 희박 및 압축 자착화 방식의 연소를 달성할 수 있게 된다.
- [0048] 이러한 본 발명의 구현을 위해 혼합 연소 모드가 적용되는 영역과 가솔린 연소 모드가 적용되는 영역이 엔진의 운전 상태에 따라 미리 설정되며, 운전 상태에 따라 적용 영역이 설정된 상태에서 운전 동안 검출되는 현 운전 상태 정보에 기초하여 해당되는 연소 모드가 선택 및 결정된다.
- [0049] 본 발명에서 연소 모드를 결정하기 위한 상기 운전 상태 정보로는 운전상태 검출부의 신호, 즉 차량 내 각 센서의 검출신호로부터 결정되는 엔진 회전속도와 엔진 부하를 포함하는 정보가 될 수 있고, 엔진 부하 대신 가속페달 위치 정보 등이 이용될 수도 있다.
- [0050] 도 2는 연소 모드 결정을 위한 맵의 일례를 나타내는 도면으로, 엔진의 운전 상태에 따른 연소 모드의 적용 영역이 설정된 예를 보여주고 있으며, 엔진 회전속도(rpm)와 엔진 부하(%)에 따라 3개의 적용 영역이 설정된 예를 나타내고 있다.
- [0051] 도 2에서 중부하 영역으로 설정 구분되는 'A'는 가솔린 예혼합 및 압축 착화(CI) 방식의 혼합 연소 모드가 적용되는 운전 영역을 나타내고, 고부하 및 고속 영역으로 설정 구분되는 'B'는 불꽃 점화(SI) 방식의 가솔린 연소 모드가 적용되는 운전 영역을 나타내며, 저부하 영역으로 설정 구분되는 'C'는 혼합 연소 모드를 적용할 경우 연소 불안정이 발생할 수 있는 영역으로서 불꽃 점화 방식의 가솔린 연소 모드가 적용되는 운전 영역을 나타낸다.
- [0052] 요컨대, 엔진의 고부하 및 저부하 운전 영역에서는 가솔린 연소 모드가 선택되고, 중부하 운전 영역에서는 혼합 연소 모드가 선택되어 선택된 모드로 엔진의 연소가 제어된다.
- [0053] 또한 본 발명의 연소 제어 방법은 가솔린 연소 모드와 혼합 연소 모드에 대해 각각 최적화된 연소 조건을 만들어주기 위하여 선택된 연소 모드에 따라 압축비 가변 수단의 작동을 제어하여 압축비를 가변 제어하는 과정을 포함한다.
- [0054] 이때, 압축비 가변 제어 과정을 통해 가솔린 연소 모드에서는 압축비를 낮춰주고, 혼합 연소 모드에서는 압축비를 가솔린 연소 모드에 비해 상대적으로 높여주게 된다.
- [0055] 이는 가솔린 연소 방식과 디젤-가솔린 혼합 연소 방식의 최적 압축비 조건이 상이함을 고려한 것으로, 고부하 및 저부하 운전 영역에서 선택되는 가솔린 연소의 경우 일반 가솔린 엔진과 동등한 압축비 조건(예, 9 ~ 11의 압축비)에서 연소가 이루어지는 것이 바람직하고, 중부하 운전 영역에서 선택되는 디젤-가솔린 혼합 연소의 경우 디젤 압축 착화가 가능한 경계 조건 이상의 압축비 조건(예, 13 ~ 14의 압축비)에서 연소가 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0056] 혼합 연소 모드에서는 일정 수준 이상의 착화 직후 온도(예, 700K)와 디젤 압축 착화가 가능한 압축비 조건이 확보되어야 하므로 디젤 압축 착화가 보장될 수 있는 최저 압축비를 경계로 하여 그 이상의 압축비로 제어되어야 하지만, 가솔린 연소 모드의 경우에는 노킹 발생의 위험을 줄이기 위해 상기의 최저 압축비보다 낮은 압축비를 이용하는 것이 바람직한 것이다.
- [0057] 만약, 실린더의 압축비가 혼합 연소시를 기준으로 하여 높은 압축비로 고정되어 있을 경우 가솔린 연소 모드에서 노킹이 발생할 수 있고, 반대로 가솔린 연소시를 기준으로 하는 낮은 압축비로 고정되어 있을 경우 혼합 연소 모드에서 디젤 착화가 불가능해지는바, 두 연소 모드에서의 바람직한 압축비 조건을 모두 충족시킬 수 있는 압축비 가변 제어가 이루어질 경우 엔진의 전 운전 영역에서 노킹 및 착화 불안정성 문제가 모두 해결될 수 있다.
- [0058] 이러한 압축비 가변 제어를 수행하는 일 실시예로서, 압축비 변경을 위해 엔진에 부설된 가변 밸브 타이밍 장치(도시하지 않음)를 이용하여 흡기밸브의 닫힘 시기(IVC)를 연소 모드에 따라 변경하는 가변 밸브 타이밍 제어를 수행할 수 있으며, 가변 밸브 타이밍 장치를 통해 흡기밸브의 닫힘 시기를 진각(EIVC)시키면 혼합기의 압축비가 높아지고, 반대로 지각(LIVC)시키면 압축비는 낮아지게 된다.
- [0059] 이와 같이 본 발명의 일 실시예에서 이용되는 가변 밸브 타이밍 장치는 흡기밸브의 닫힘 시기를 변경하여 열역학적 유효 압축비를 가변시키는 압축비 가변 수단이 되며, 제어부가 연소 모드에 따라 압축비를 가변하기 위한

밸브 타이밍 제어신호를 출력하면, 제어부의 제어신호에 따라 흡기밸브의 닫힘 시기가 제어되도록 가변 밸브 타이밍 장치의 작동이 제어된다.

- [0060] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 연소 제어 방법을 나타내는 순서도로, 이를 참조로 본 발명의 일 실시예에 대해 좀더 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0061] 먼저, 제어부가 디젤 분사 트리거(trigger) 신호를 검지하여 엔진의 현 운전 상태에 해당하는 연소 모드를 판단할 수 있다.
- [0062] 만약, 디젤 분사 트리거 신호를 검지한 경우(디젤 트리거 신호의 라이징 에지(rising edge) 검지), 혼합 연소 모드의 진입으로 판정하여(S1,S2), 디젤 압축 착화가 가능한 최저 압축비보다 압축비를 높이기 위해 흡기밸브의 닫힘 시기를 진각시키는 밸브 타이밍을 수행한다(Early Intake Valve Closing, EIVC)(S3).
- [0063] 반면, 디젤 분사 트리거 신호를 검지하지 못한 경우, 가솔린 연소 모드인 것으로 판정하여(S1,S2'), 혼합 연소 모드에 비해 압축비가 낮아지도록 흡기밸브의 닫힘 시기를 지각시키는 밸브 타이밍을 수행한다(Late Intake Valve Closing, LIVC)(S3').
- [0064] 이와 같이 가변 밸브 타이밍 제어를 통해 연소 모드에 따라 혼합기의 압축비를 변경하되, 혼합 연소 모드에서는 압축비를 디젤 압축 착화가 보장되는 수준으로 높여주고, 가솔린 연소 모드에서는 디젤 압축 착화가 보장되는 최저 압축비 아래로 낮춰주게 된다.
- [0065] 그 예로, 가변 밸브 타이밍 제어를 통해 혼합 연소 모드에서는 13 ~ 14의 압축비 범위로, 가솔린 연소 모드에서는 9 ~ 11의 압축비 범위로 유지되도록 하는 것이 가능하다.
- [0066] 물론, 압축비가 제어된 상태로 혼합 연소 모드에서는 제어부가 차량 내 각 센서로부터의 신호에 기초하여 제1인젝터에 의한 가솔린 분사시기 및 분사량 등을 제어하는 가솔린 분사 제어를 수행함과 더불어, 제2인젝터를 통한 주 분사 및 파일럿(pilot) 분사시기, 분사압 및 분사량 등을 제어하는 디젤 분사 제어(디젤 착화 제어)를 수행하게 된다(S4,S5).
- [0067] 또한 가솔린 연소 모드에서는 제어부가 차량 내 각 센서로부터의 신호에 기초하여 제1인젝터에 의한 가솔린 분사시기 및 분사량 등을 제어하는 가솔린 분사 제어를 수행함과 더불어, 점화플러그의 불꽃 방출(spark release) 횟수 및 시기 등을 제어하는 점화 제어를 수행하게 된다(S4',S5').
- [0068] 압축비 가변을 위해 가변 밸브 타이밍 장치의 작동을 제어하여 흡기밸브의 닫힘 시기를 연소 모드에 따라 제어하는 상기 S3, S3'의 단계에 대해 좀더 상세히 설명하면, 압축비 가변 수단으로 가변 밸브 타이밍 장치를 이용하는 실시예에서, 흡기밸브의 닫힘 시기, 즉 진각 또는 지각 각도가 제어부에 미리 저장된 맵 값으로 결정되어 연속 가변 제어되는 방식이 적용될 수 있다.
- [0069] 이 경우 흡기밸브의 닫힘 시기(IVC)를 연속적으로 가변 제어할 수 있도록 엔진 운전 상태에 따라 진각 또는 지각 각도를 결정하기 위한 하나의 각도 결정 맵이 제어부에 저장되어 이용되거나, 연소 모드에 따라 구분된 두 개의 맵, 즉 진각 각도 결정 맵과 지각 각도 결정 맵이 제어부에 저장되어 이용될 수 있다.
- [0070] 상기 맵은 엔진 운전 조건에 따른 선행 시험 결과 데이터를 이용하여 흡기밸브의 닫힘 시기(진각 각도와 지각 각도)를 엔진 운전 조건에 따라 사전에 맵핑한 맵으로서, 상기한 각도 결정 맵에 의해 엔진의 현 운전 상태에 해당하는 진각 및 지각 각도가 결정된다.
- [0071] 이때, 진각 각도 결정 맵은 혼합 연소 모드에서의 가변 밸브 타이밍을 수행하기 위해 이용되고, 지각 각도 결정 맵은 가솔린 연소 모드에서의 가변 밸브 타이밍을 수행하기 위해 이용된다.
- [0072] 또한 흡기밸브 닫힘 시기(IVC)의 맵 값을 결정하기 위한 상기 운전 상태 정보는 차량 내 각 센서의 검출신호로부터 결정되는 엔진 회전속도와 엔진 부하를 포함하는 정보가 될 수 있으며, 엔진 부하 대신 가속페달 위치 정보 등이 이용될 수도 있다.
- [0073] 이로써 엔진 운전 상태에 따라 진각 및 지각 정도가 연속적으로 가변 제어될 있으며, 이러한 연속 가변 밸브 타이밍 제어는 공지의 연속 가변 밸브 타이밍 장치나 연속 가변 캠 페이징(continuous variable cam phasing)을 수행할 수 있는 밸브 타이밍 장치 등 엔진에 따라 적용되어 있는 공지의 밸브 타이밍 장치가 이용될 수 있다.
- [0074] 상기한 연속 가변 제어 방식에서는 연소 모드가 변경되는 경우뿐만 아니라 연소 모드의 변경이 이루어지지 않더라도 엔진 운전 상태가 달라진다면, 엔진 운전 상태에 따라 변경된 값이 맵으로부터 구해지므로, 동일 연소 모

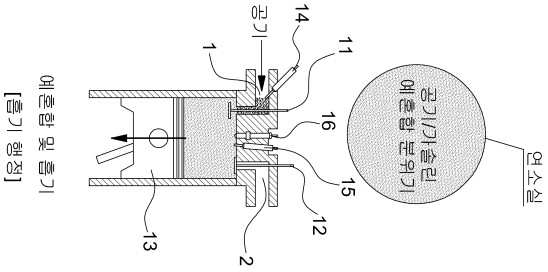
드 수행 동안에도 흡기밸브의 닫힘 시기와 혼합기의 압축비가 가변 제어될 수 있다.

- [0075] 또한 연소 모드에 따라 흡기밸브의 닫힘 시기를 변경함에 있어서, 상기한 연속 가변 제어 방식 대신, 진각 및 지각 각도가 연소 모드에 따라 미리 정해진 제1설정값과 제2설정값으로 절환되는 2-스텝 제어 방식의 적용도 가능하다.
- [0076] 도 3에서 진각 및 지각 결정 맵은 연속 가변 밸브 타이밍 장치가 적용된 엔진에서 이용될 수 있는 것이며, 이러한 연속 가변 제어 방식 대신 2-스텝 제어 방식, 즉 혼합 연소 모드와 가솔린 연소 모드의 두 연소 모드에 대하여 밸브 타이밍을 연소 모드별 정해진 특정의 각도 값으로 진각(EIVC) 또는 지각(LIVC)시키는 2-스텝 제어 방식이 적용될 수 있는 것이다.
- [0077] 도 4는 본 발명의 일 실시예에서 연속 가변 제어 방식과 2-스텝 제어 방식을 구분하여 나타낸 도면으로, 연속 가변 제어 방식과 2-스텝 제어 방식의 흡기밸브 닫힘 시기 가변 상태를 예시하고 있다.
- [0078] 도 4에서와 같이, 연속 가변 제어 방식에서는 흡기밸브의 닫힘 시기가 엔진의 연소 모드 및 운전 상태에 따라 연속적으로 가변 제어되지만, 2-스텝 제어 방식에서는 캠 페이저(variable cam phaser) 등이 적용된 가변 밸브 타이밍 장치에 의해 흡기밸브의 닫힘 시기가 연소 모드에 따라 정해진 특정 값으로 절환된다(early direction cam phasing/late direction cam phasing).
- [0079] 한편, 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 연소 제어 방법을 나타내는 순서도로서, 엔진의 운전 상태에 따라 연소 모드를 변경한 경우 가변 압축비(Variable Compression Ratio, VCR) 장치를 이용하여 압축비를 변경된 연소 모드에 해당하는 값으로 직접 가변시켜주는 실시예를 나타내고 있다.
- [0080] 도 3의 실시예에서는 연소 모드(2-스텝 제어) 혹은 연소 모드와 엔진의 운전 상태(연속 가변 제어)에 따라 압축비를 변경시키기 위해 흡기밸브의 닫힘 시기를 제어하고 가변 밸브 타이밍 장치가 구비된 엔진에서 압축비 가변 수단으로 가변 밸브 타이밍 장치를 이용하나, 도 5의 실시예에서는 압축비를 가변하기 위한 수단으로 엔진에 부설된 가변 압축비 장치를 이용한다.
- [0081] 실린더의 압축비를 가변시키기 위한 것으로서 엔진에 부설되는 유압식 혹은 전동식 가변 압축비 장치들이 알려져 있으며, 유압을 이용하여 동작시키는 통상의 유압식 가변 압축비 장치에서는 압축비(지령값)가 결정되면 결정된 압축비에 도달하도록 목표 유압(지령값에 상응하는 유압 목표치)에 기초하여 작동 유압을 제어하게 된다.
- [0082] 도 5의 실시예에 대해 상세히 설명하면, 제어부가 현 연소 모드를 검지하거나 현 연소 모드를 제어하여 알고 있는 상태에서(S11) 엔진 회전속도와 엔진 부하(또는 가속페달 위치) 등 엔진의 현 운전 상태 정보에 기초하여 연소 모드의 변경이 필요한지를 결정한다(S12).
- [0083] 이때, 엔진의 현 운전 상태에 기초한 연소 모드의 변경 필요 유무 및 연소 모드의 결정을 위해 도 2와 같은 연소 모드 결정 맵, 즉 엔진 회전속도(rpm)와 엔진 부하(%)에 따라 연소 모드를 구분하여 설정한 맵이 이용될 수 있다.
- [0084] 상기 맵으로부터 연소 모드의 변경이 필요하여 필요 모드가 결정되고 나면(S13,S14), 압축비가 변경된 상태에서 연소가 이루어질 수 있도록 결정된 연소 모드에 해당하는 압축비 값을 구하게 된다.
- [0085] 이 과정에서 제어부는 미리 저장된 프리-컨트롤(pre-control) 맵을 활용하여 연소 모드에 해당하는 압축비 값을 결정하고, 결정된 압축비 값으로의 변경을 위한 제어신호를 출력하여 가변 압축비 장치의 작동을 제어하게 된다(S15,S15').
- [0086] 여기서, 프리-컨트롤 맵은 엔진 회전속도와 엔진 부하(또는 가속페달 위치)의 엔진 운전 조건에 따라 압축비 값을 맵핑한 맵이 될 수 있으며, 프리-컨트롤 맵으로부터 연소 모드 및 현 운전 상태에 해당하는 압축비 값이 결정되면, 결정된 압축비로의 변경이 이루어지도록 가변 압축비 장치의 작동을 제어하는바, 결과적으로 변경된 연소 모드 및 운전 상태에 해당하는 압축비에서의 연소가 이루어질 수 있게 된다.
- [0087] 요컨대, 가솔린 모드에서 혼합 연소 모드로의 변경이 이루어질 경우 이전의 가솔린 모드 및 운전 상태에 따른 압축비에서 혼합 연소 모드 및 현 운전 상태에 해당하는 압축비로의 변경이 이루어지며, 반대로 혼합 연소 모드에서 가솔린 연소 모드로의 변경이 이루어질 경우 이전의 혼합 연소 모드 및 운전 상태에 따른 압축비에서 가솔린 연소 모드 및 현 운전 상태에 해당하는 압축비로의 변경이 이루어진다.
- [0088] 또한 혼합 연소 모드로 변경된 시점부터는 제어부가 차량 내 각 센서로부터의 신호에 기초하여 제1인젝터에 의한 가솔린 분사시기 및 분사량 등을 제어하는 가솔린 분사 제어를 수행함과 더불어, 제2인젝터를 통한 주 분사

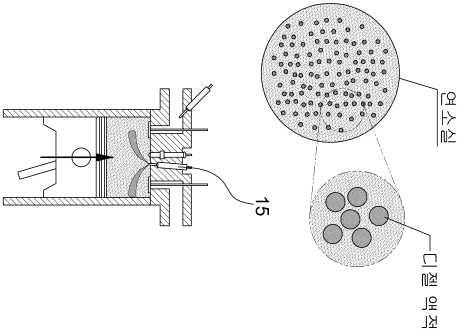


도면

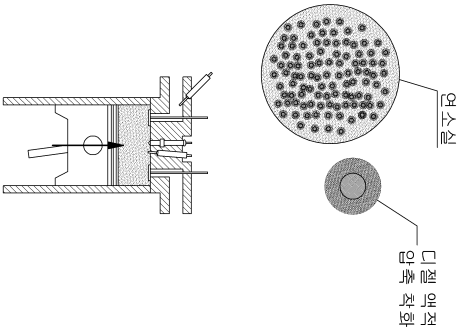
도면1



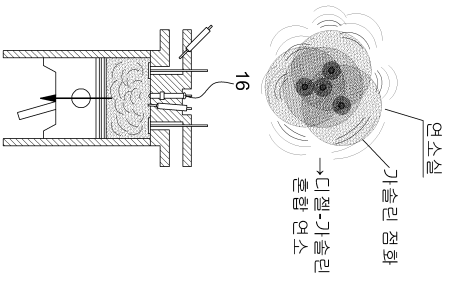
예열용 및 흡기  
[흡기 행정]



작화 제어용 다젤 공급  
[흡축 행정 : step #1]

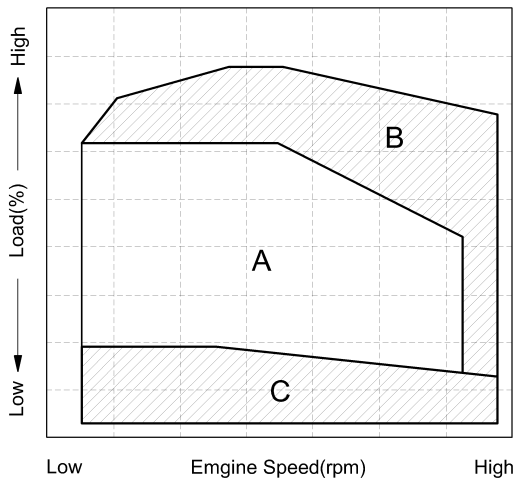


다젤 흡축 작화  
[흡축 행정 : step #2]

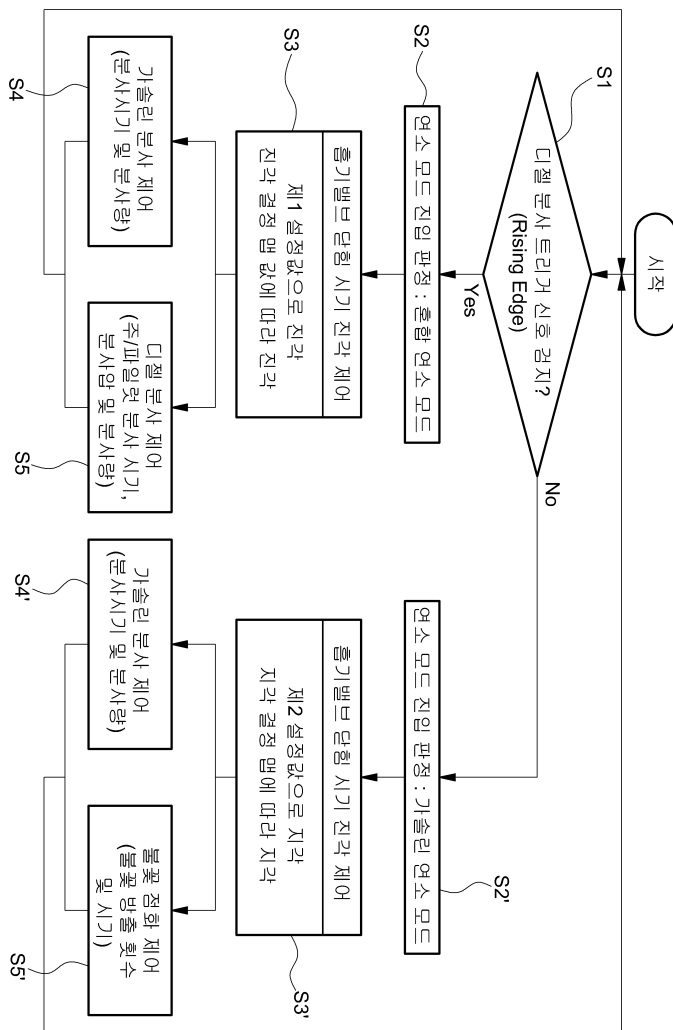


화염 전파동력 발생  
[팽창 행정]

도면2

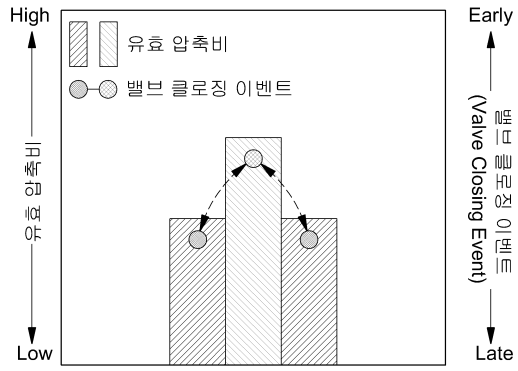


도면3

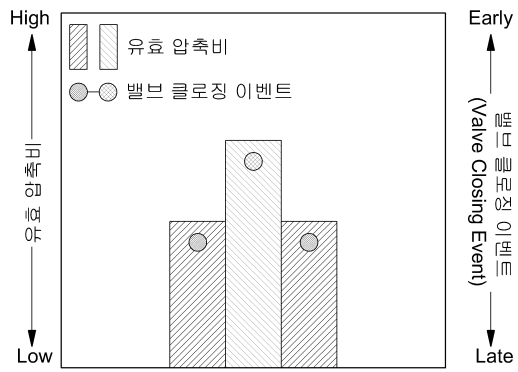




도면4



(a) 연속 가변 제어 방식



(b) 2-스텝 제어 방식

도면5

