



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년08월20일
(11) 등록번호 10-0853270
(24) 등록일자 2008년08월13일

(51) Int. Cl.
F02D 41/34 (2006.01) F02D 41/30 (2006.01)
F02M 51/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0045134
(22) 출원일자 2007년05월09일
심사청구일자 2007년05월09일
(56) 선행기술조사문헌
JP06026391 A
JP2003286879 A
KR1020010020823 A
KR1020060106664 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
전남대학교산학협력단
광주 북구 용봉동 300
(72) 발명자
성용하
광주 서구 광천동 691-7
임명택
광주 북구 문흥1동 금호아파트 102-704
(74) 대리인
특허법인아이엠

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 최인용

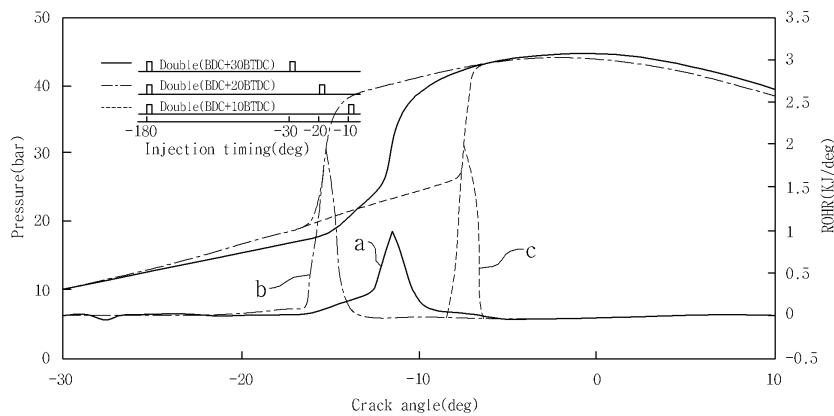
(54) 예혼합 압축 착화 연소의 연소시기 제어방법 및 예혼합압축 착화 연소 엔진

(57) 요약

본 발명은 예혼합 압축 착화 연소의 연소시기 제어 방법 및 예혼합 압축 착화 연소 엔진에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 예비연료의 연소 개시 전에 제어연료를 분사하여 제어연료의 잠열에 의해 예비연료의 연소 개시 시점을 지연시키는 예혼합 압축 착화 연소의 연소시기 제어 방법 및 예혼합 압축 착화 연소 엔진에 관한 것이다.

본 발명의 일 실시예에 따른 예혼합 압축 착화 연소의 연소시기 제어 방법은 연료와 공기가 실린더 내부에서 균일하게 예혼합된 후 연소하는 예혼합 압축 착화 연소(HCCI:Homogeneous Charge Compression ignition)의 연소시기 제어 방법에 있어서, 상사점(TDC:Top Dead Center) 전에 예비연료를 적어도 1회 이상 분사하는 제 1 단계 및 상기 예비연료의 연소시작 전에 제어연료를 분사하는 제 2 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

연료와 공기가 실린더 내부에서 균일하게 예혼합된 후 연소하는 예혼합 압축 착화 연소(HCCI:Homogeneous Charge Compression ignition)의 연소시기 제어 방법에 있어서,

상사점(TDC:Top Dead Center) 전에 예비연료를 적어도 1회 이상 분사하는 제 1 단계; 및

상기 예비연료의 연소시작 전에 제어연료를 분사하는 제 2 단계;를 포함하며,

상기 제 1 단계는 하사점(BDC:Bottom Dead Center)에서 이루어지고,

상기 제 2 단계는 크랭크축의 위상이 상사점 전 25도 내지 35도 사이에서 이루어지는 것을 특징으로 하는 예혼합 압축 착화 연소의 연소시기 제어방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 단계 이후에 상기 예비연료가 실린더 내부 공기와 혼합되어 실린더 내부에서 압축되는 제 1-1 단계;

상기 제 2 단계 이후에 상기 실린더 내부의 온도가 상기 제어연료의 증발잠열에 의해 일정시간 동안 일정온도로 하강한 후, 다시 상승하는 제 2-1 단계;

상기 예비연료, 실린더 내부 공기 및 상기 제어연료가 혼합된 혼합기가 실린더 내부에서 압축되는 제 2-2단계; 및

상기 혼합기가 연소를 개시하는 제 2-3단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 예혼합 압축 착화 연소의 연소시기 제어방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 2-3단계는 상기 혼합기가 상사점 전에 연소를 개시하는 것을 특징으로 하는 예혼합 압축 착화 연소의 연소시기 제어방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

연료가 인젝터에 의해 실린더 내부로 분사되어 상기 실린더 내부 공기와 예혼합된 후, 압축되어 일정한 압력 및 온도에서 연소하는 예혼합 압축 착화(HCCI:Homogeneous Charge Compression ignition) 엔진에 있어서,

상기 인젝터는 상기 연료를 적어도 2회 이상 분사하되, 상사점(TDC:Top Dead Center) 전에 예비연료를 적어도 1회 이상 분사하고, 상기 예비연료가 연소되기 전에 제어연료를 분사하되,

상기 예비연료는 크랭크 축의 위상이 하사점(BDC:Bottom Dead Line)에서 분사하고, 상기 제어연료는 크랭크 축

의 위상이 상사점 전 25도 내지 35도 사이에서 분사하는 것을 특징으로 하는 예혼합 압축 착화 엔진.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <13> 본 발명은 본 발명은 예혼합 압축 착화 연소의 연소시기 제어 방법 및 예혼합 압축 착화 연소 엔진에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 예비연료의 연소 개시 전에 제어연료를 분사하여 제어연료의 잠열에 의해 예비연료의 연소 개시 시점을 지연시키는 예혼합 압축 착화 연소의 연소시기 제어 방법 및 예혼합 압축 착화 연소 엔진에 관한 것이다.
- <14> 예혼합 압축 착화 연소(HCCI:Homogeneous Charge Comprassion Ignition)란 통상의 디젤 연소인 확산연소와는 달리 실린더 내부에서 연료와 공기를 균일하게 예혼합되어 연소가 수행되는 연소방법으로 연료와 공기의 혼합상태를 양호하게 함으로써 질소산화물(NO_x) 및 입자상물질(PM)을 동시에 줄일 수 있는 획기적인 연소 기술이다.
- <15> 예혼합 압축 착화 연소의 특징을 좀 더 상세히 살펴보면, 첫 번째로 예혼합 압축착화 연소는 기본적으로 압축 착화 방식이므로 혼합기의 희박연소 한계와 압축비가 높으며 스로틀 밸브를 사용하지 않으므로 펌핑 손실이 적어 디젤 기관 수준의 열효율을 얻을 수 있다. 또한, 스파크 착화(SI:Spark Ignition)와 비교하여 다점의 착화원으로부터 동시에 연소가 이루어지므로 화염전파가 없고 연소기간이 매우 짧아 사이클링 시간손실이 줄어드는 효과가 있다.
- <16> 두 번째로 예혼합 압축착화 연소는 희박 연소를 추구하므로 연소 온도가 낮아 질소산화물의 발생을 억제할 수 있고, 연료와 공기가 균일하게 혼합된 상태에서 연소되므로 국부적인 불균일 혼합기에서 산소 부족으로 발생하는 입자상물질을 줄일수 있다. 이는 연소단계에서 배출가스의 유해성분을 근본적으로 해결할 수 있는 효과가 있다.
- <17> 마지막으로 예혼합 압축착화 연소는 압축착화를 기본으로 하기 때문에 액체 연료나 기체 연료에 상관없이 압축 착화가 가능한 대부분의 연료를 사용할 수 있는 장점이 있다. 즉, 가솔린, 디젤, 수소, 일반 가스연료, 및 디미틸에테르(DME) 등 압축착화가 가능한 모든 종류의 연료를 적용할 수 있다. 또한, 소형 2륜 오토바이 엔진에서부터 대형 선박용엔진, 발전용 엔진까지 엔진의 크기에 관계없이 적용할 수 있는 장점이 있다.
- <18> 즉, 예혼합 압축착화 엔진은 가솔린 기관과 디젤 기관의 장점만을 취합한 것으로 볼 수 있다.
- <19> 이러한 장점에도 예혼합 압축착화 연소는 착화시기 제어가 곤란하고 운전 영역이 제한되는 등의 문제로 아직 실용화되지 못하고 있는 실정이다. 즉, 디젤 엔진과 가솔린 엔진은 연료 공급 시기와 점화플러그의 점화 타이밍에 의해 연소실 상사점(TDC:Top Dead Center) 근처에서 최적으로 착화할 수 있지만 예혼합 압축착화 엔진은 연료와 공기가 실린더 내부에서 예혼합된 후, 압축되어 자발적으로 착화하기 때문에 연소시기를 제어하는 것이 곤란한 문제점이 있었다.
- <20> 따라서, 혼합기의 연소개시 시점이 너무 빨라 피스톤의 압축행정 동안 연소가 진행되고 이로 인해 엔진에 기계적 과부하가 발생하여 열효율이 낮아지는 문제점이 있었던 것이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <21> 본 발명은 상기의 문제점들을 해결하기 위해 창안된 것으로 본 발명의 목적은 피스톤이 실린더 상사점 부근에 위치할 때 혼합기를 연소시켜 열효율을 극대화하는 한편, 배출가스 중의 유해물질은 최소화할 수 있는 예혼합 압축착화 연소의 연소시기 제어 방법 및 예혼합 압축착화 엔진을 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

- <22> 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 예혼합 압축착화 연소의 연소시기 제어방법은 연료와 공기가 실린더 내부에서 균일하게 예혼합된 후 연소하는 예혼합 압축 착화 연소(HCCI:Homogeneous Charge Compression ignition)의 연소시기 제어 방법에 있어서, 상사점(TDC:Top Dead Center) 전에 예비연료를 적어도 1회 이상 분사하는 제 1 단계 및 상기 예비연료의 연소시작 전에 제어연료를 분사하는 제 2 단계를 포함하여 이

루어진다.

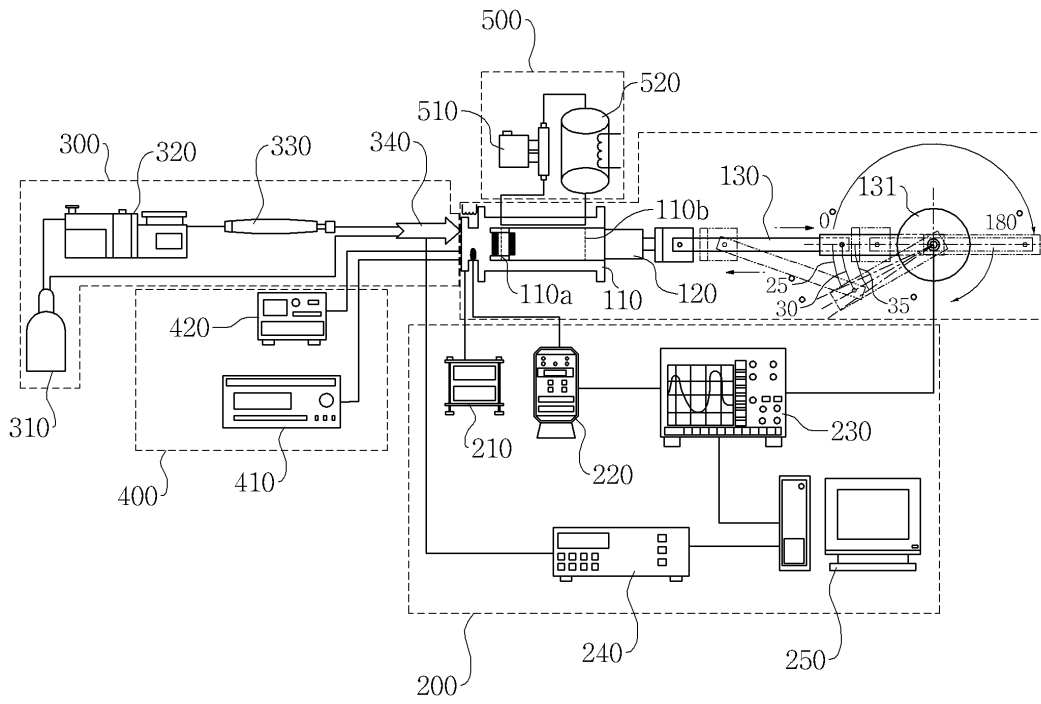
- <23> 바람직한 실시예에 있어서, 상기 제 1 단계 이후에 상기 예비연료가 실린더 내부 공기와 혼합되어 실린더 내부에서 압축되는 제 1-1 단계, 상기 제 2 단계 이후에 상기 실린더 내부의 온도가 상기 제어연료의 증발잠열에 의해 일정시간 동안 일정온도로 하강한 후 다시 상승하는 제 2-1 단계, 상기 예비연료, 실린더 내부 공기 및 상기 제어연료가 혼합된 혼합기가 실린더 내부에서 압축되는 제 2-2단계 및 상기 혼합기가 일정한 온도 및 압력에서 연소를 개시하는 제 2-3단계를 더 포함하여 이루어진다.
- <24> 바람직한 실시예에 있어서, 상기 제 2 단계는 크랭크축의 위상이 상사점 전 25도 내지 35도 사이에서 이루어진다.
- <25> 바람직한 실시예에 있어서, 상기 제 1 단계는 하사점(BDC:Bottom Dead Center)에서 이루어진다.
- <26> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 예혼합 압축 착화 엔진은 연료가 인젝터에 의해 실린더 내부로 분사되어 상기 실린더 내부 공기와 예혼합된 후, 압축되어 일정한 압력 및 온도에서 연소하는 예혼합 압축 착화(HCCI:Homogeneous Charge Compression ignition) 엔진에 있어서, 상기 인젝터는 상기 연료를 적어도 2회 이상 분사하되, 상사점(TDC:Top Dead Center) 전에 예비연료를 적어도 1회 이상 분사하고, 상기 예비연료가 연소되기 전에 제어연료를 분사한다.
- <27> 바람직한 실시예에 있어서, 상기 인젝터는 크랭크 축의 위상이 상사점 전 25도 내지 35도 사이에서 상기 제어연료를 분사한다.
- <28> 바람직한 실시예에 있어서, 상기 인젝터는 크랭크 축의 위상이 하사점(BDC:Bottom Dead Line)에서 예비연료를 분사한다.
- <29> 이하, 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다.
- <30> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 예혼합 압축 착화 연소 엔진을 보여주는 개략도이다.
- <31> 도 1을 참조하면 본 발명의 일 실시예에 따른 예혼합 압축 착화 연소 엔진은 인젝터(340) 및 실린더(110) 포함하여 이루어진다.
- <32> 예혼합 압축 착화 연소 엔진이란 연료(310)를 실린더(110) 내부에 공급하여 상기 실린더(110) 내부 공기와 균일하게 예혼합한 후 피스톤의 압축 행정에 의해 일정한 압력과 온도로 상승하면 자발적으로 연소하는 엔진이다.
- <33> 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 예혼합 압축 착화 연소 엔진은 구동부(100), 제어부(200), 연료공급부(300), 냉각부(500)를 포함하여 이루어지며, 상기 인젝터(340)는 상기 연료공급부(300)에 구비되고, 상기 실린더(110)는 상기 구동부(100)에 구비되어 있다.
- <34> 상기 인젝터(340)는 인젝터 드라이버(240)의 제어를 받아 연료(310)를 실린더(110) 내부로 분사한다.
- <35> 예혼합 압축 착화 연소 방법은 보통 연료(310)를 실린더(110) 내부로 분사하는 단계, 상기 연료(310)가 실린더(110) 내부공기와 예혼합되어 혼합기를 형성하는 단계, 상기 혼합기가 피스톤(120)에 의해 압축되어 온도 및 압력 상승하는 단계, 및 일정한 압력 및 온도에서 상기 혼합기가 자발적으로 연소하는 단계를 포함하는데, 상기 실린더(110) 내부로 연료(310)를 분사하는 시기에 따라 예혼합 압축 착화 엔진의 연소 특성도 달라진다.
- <36> 일반적으로 연료(310)의 분시시기를 늦출수록 연소 진행 시점도 비례하여 느려지고, 연소 진행 시점이 느려질수록 출력(IMEP:INDICATED MEAN EFFECTIVE PRESSURE)은 상승하는 장점이 있으나, 연료(310)와 실린더(110) 내부 공기가 예혼합되는 시간이 짧아져 혼합상태가 양호하지않게 됨으로써, 연소 후 질소산화물이 다량 배출되는 문제점이 있다.
- <37> 따라서 본 발명의 일 실시예에 따른 예혼합 압축 착화 연소 엔진과 연소 방법은 상기 실린더(110) 내부로 연료(310)를 복수 회 분사하되, 상기 복수 회로 분사된 연료들이 동시에 연소하도록 하였는데, 그 결과 1단으로 분사하는 방법과는 달리 연료의 분사시기를 늦출수록 연소 개시시점이 비례하여 늦춰지지 않음이 관찰되었다.
- <38> 한편, 본 발명의 일 실시예에서는 상기 연료(310)는 두 번으로 나누어 분사 하였으며, 먼저 분사되는 연료를 예비연료로 나중에 분사되는 연료를 제어연료로 정의하였다.
- <39> 또한, 상기 예비연료는 하사점(BDC:Bottom Dead Center(110b))에서 분사하고 상기 제어연료를 상사점(TDC:Top Dead Center(110a))전 30도에서 분사하였다.

- <40> 그 결과 제어연료를 상사점(110a)전 20도에서 분사한 경우보다 전체 혼합기의 연소 개시 시점이 느려졌다.
- <41> 자세한 설명은 도 3와 도 4을 참조하여 하기로 한다.
- <42> 한편, 상기 상사점(110a)과 하사점(110b)은 상기 크랭크 축(131)과 상기 실린더(110)를 잇는 축과 상기 크랭크(130)가 이루는 위상으로 설명하는데, 상기 상사점(110a)은 0도로 상기 하사점(110b)은 180도로 정의하였다. 즉, 상기 피스톤(120)이 상기 실린더(110) 내부에서 상사점(110a)->하사점(110b)->상사점(110a)로 한번 왕복 운동할 동안 상기 크랭크축(131)은 0도->180도->0도로 한번 회전 운동하게 된다.
- <43> 또한, 상기 예비연료 및 제어연료의 분사시점은 연료와 실린더 규격등에 따라 달라질 수 있으며, 상기 예비연료의 연소 개시 시점 전에 제어 연료를 분사하여 전체 혼합기의 연소시간을 지연시킬 수 있으면 충분하다.
- <44> 상기 구동부(100)는 혼합기의 연소가 이루어지는 실린더(110), 상기 실린더(110) 내부에서 상기 실린더(110)의 상사점(110a)과 하사점(110b) 사이를 왕복 운동하는 피스톤(120), 및 상기 피스톤(120)과 크랭크(130)로 연결되어 회전운동하는 크랭크축(131)을 포함한다.
- <45> 상기 제어부(200)는 차량의 ECU(Electronic control unit)에 해당하는 부분으로 실린더 내부의 온도와 압력을 각각 측정하는 온도계측기(210)와 전하증폭기(220), 상기 온도계측기(210)와 전하증폭기(220)로부터 측정된 데이터를 전송받는 컴퓨터(250) 및 상기 컴퓨터(250)의 명령을 받아 인젝터(340)의 연료분사를 제어하는 인젝터 드라이버(240)를 포함하여 이루어진다. 또한, 상기 측정된 실린더(110) 내부의 압력과 온도를 디스플레이해주는 오실로스코프(230)를 구비하였다.
- <46> 또한, 상기 컴퓨터(250)는 상기 크랭크 축(131)에 구비된 로터리 엔코더(미도시)로부터 상기 크랭크 축(131)의 위상정보를 입력받아 상기 위상 정보를 바탕으로 상기 인젝터 드라이버(240)를 구동시킨다.
- <47> 상기 연료공급부(300)는 연료(310)와 상기 연료(310)의 압력을 조정하는 승압장치(320), 승압된 연료가 저장되는 커먼레일(330) 및 상기 승압된 연료를 상기 실린더(110) 내부로 분사하는 인젝터(340)를 구비한다.
- <48> 본 발명의 일 실시예에서는 상기 연료(310)로 디메틸에테르(DME)를 사용한 경우를 상정하였으나 가솔린, 디젤, 수소, 일반 가스연료 등 압축착화가 가능한 모든 종류의 연료를 사용할 수 있으며 상기 연료들의 종류마다 예비연료 및 제어연료의 분사 시기가 달라질 수 있다.
- <49> 상기 냉각부(500)는 냉각수의 온도를 유지시켜주는 전기히터(520)와 냉각수를 순환시키는 냉각수 순환펌프(510)를 포함한다.
- <50> 또한, 상기 실린더(110) 내부에서 배출되는 배출가스의 성분 분석을 위해 배출가스 성분 측정부(400)를 구비하였으며, 상기 배출가스 성분 측정부(400)는 배출가스 중의 질소 산화물을 측정하는 NO_x분석기(420)와 일산화탄소 및 탄화수소를 측정하는 적외선분광광도계(410)을 포함한다.
- <51> 그러나 본 발명의 일 실시예에 따른 예혼합 압축 착화 엔진은 상기 인젝터(340)로부터 분사되는 연료의 분사시기를 다르게 하여 연소개시 시점 실험적으로 확인하기 위해 구성한 것으로, 실제 예혼합 압축 착화 엔진에 적용시에는 상기 배출가스 성분 측정부(400)나 오실로스코프(230)와 같은 실험 기자재는 제외된다.
- <52> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 예혼합 압축 착화 연소의 연소시기 제어방법을 보여주는 흐름도이다.
- <53> 도 2를 참조하면 본 발명의 일 실시예에 따른 예혼합 압축 착화 연소 엔진의 연소시기 제어방법은 먼저 상기 피스톤(120)이 상기 실린더(110)의 하사점(110b)에 위치할 때, 일정량의 예비연료를 분사한다(S100).
- <54> 또한, 상기 예비연료는 적어도 1회 이상 분사가 가능하며, 제어연료 분사 전에 분사되면 충분하다.
- <55> 본 발명의 일 실시예에서는 상기 예비연료는 하사점(110b)에서 1회 분사하였다. 그러나 연료의 종류나 엔진의 제원등에 따라 상기 예비연료의 분사 횟수 및 분사 시기는 변화될 수 있다.
- <56> 다음, 상기 예비연료와 상기 실린더(110) 내부공기가 혼합되는 동시에 피스톤(120)의 압축 행정에 의해 압축되면서 온도가 상승한다(S120).
- <57> 다음, 상기 예비연료가 연소를 개시하는 압력 및 온도에 도달하기 전에 일정량의 제어 연료를 분사한다(S200).
- <58> 또한, 상기 제어연료는 상사점(110a) 전 25도 내지 35도 사이에서 1회 분사하며, 바람직하게는 30도에서 분사한다.

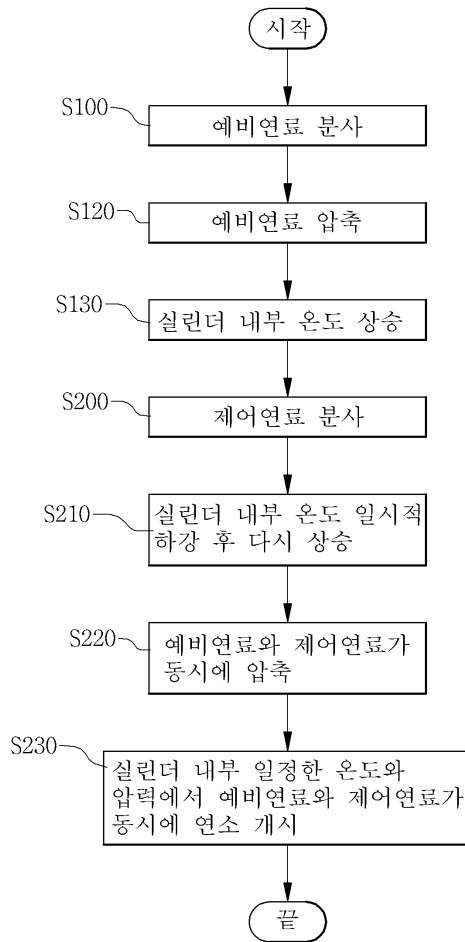
- <59> 그 결과 상기 예비연료와 제어연료가 혼합되면서 일시적으로 상기 제어연료의 증발잠열에 의해 상기 실린더(110) 내부 온도가 일정하게 하강한 후, 다시 상승하였다(S210).
- <60> 즉, 상기 예비연료는 피스톤(120)의 압축행정 시작시점인 하사점(110b)에서 분사함으로써, 상기 예비연료와 실린더(110) 내부 공기의 혼합상태는 양호하게 하는 한편, 상기 제어연료는 상사점(110a) 전 30도에서 분사하여 상기 제어연료의 증발잠열에 의해 연소개시 시점을 지연시킨 것이다.
- <61> 자세한 설명은 도 3과 도 4를 참조하여 하기로 한다.
- <62> 다음, 상기 예비연료 상기 실린더(110) 내부 공기 및 제어연료가 혼합된 전체 혼합기가 계속하여 실린더(110) 내부에서 압축되고(S220), 일정한 온도와 압력에서 연소가 개시된다(S230).
- <63> 그 결과, 실린더(110) 질소산화물, 일산화탄소 및 탄화수소 등의 유해가스의 배출은 감소되는 한편, 엔진 출력이 감소하는 문제는 발생하지 않았다.
- <64> 따라서 효율적인 예혼합 압축 착화 연소를 할 수 있는 것이다.
- <65> 도 3는 본 발명의 일 실시예에 따라 크랭크 축의 위상과 실린더 압력, 열발생률의 관계를 보여주는 도면이고, 도 4은 본 발명의 일 실시예에 따른 크랭크 축의 위상과 실린더 압력, 열발생률의 관계를 확대하여 보여주는 도면이다.
- <66> 도면들을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에서 연료(310)로 사용된 디메틸에테르는 상사점(110a)전 20도 부근(e)에서 연소가 개시되는 것을 알 수 있다.
- <67> 그러나 상기 연료(310)는 가솔린, 디젤, 수소 및 일반 가스연료 등 압축착화가 가능한 모든 종류의 연료를 적용할 수 있으며, 상기 연료(310)의 종류에 따라 연소가 개시되는 시점이 달라질 수도 있다.
- <68> 또한, 예비연료는 모두 일정한 시기에 분사하고, 제어연료를 예비연료의 연소개시 시점 전, 연소개시 시점, 연소개시 시점 후에 각각 분사하여 제어연료가 전체 혼합기의 연소개시 시점에 어떻게 영향을 미치는지 알아보았다.
- <69> 본 발명의 일 실시예에서는 예비연료를 하사점(110b)에서 분사하고 제어연료를 각각 상사점(110a) 전 30도, 20도 및 10도에서 분사하였다.
- <70> 그 결과, 예비연료가 연소개시하는 시점이 제어연료를 분사하는 시기에 따라 일정하게 비례하지 않고 제어연료를 상사점(110a) 전 20도에서 분사할 경우(a) 가장 빨리 연소개시되었고 상사점(110a) 전 30도에서 분사한 경우(b)가 다음으로 연소 개시되었고, 상사점(110a) 10도에서 분사한 경우(c)가 가장 늦게 연소개시되었다.
- <71> 즉, 상사점(110a) 전 30도에서 분사한 경우(b)가 상사점(110a) 전 20도에서 분사한 경우(a)보다 연소가 지연되었다. 그 이유는 상사점(110a)전 30도에서 분사하는 경우 실린더 내 온도가 일시적으로 하강한 후, 다시 상승하는 지점(d)이 관찰되었는데 이는 제어연료의 증발잠열에 의한 것으로 상기 제어연료의 증발잠열이 연소개시를 지연시키기 때문이다.
- <72> 따라서, 상사점(110a) 전 30도에서 분사한 경우(b)가 전 20도에서 분사한 경우(a)보다 연료와 실린더(110) 내부 공기의 혼합상태가 양호하여 질소산화물의 배출은 거의 없는 반면 연소개시시점은 지연되므로 출력은 향상되어 예혼합 압축착화 연소에 가장 가까운 연소하고 할 수 있다.
- <73> 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 연소시기가 제어된 예혼합 압축 착화 연소의 배출가스성분 및 출력을 측정 한 그래프이다.
- <74> 도 5를 참조하면 일 실시예에 따라 연소시기가 제어된 예혼합 압축 착화 연소의 엔진의 출력과 배출가스의 성분을 측정하기 위해 예비연료를 모두 하사점(110b)에서 분사하고 제어연료를 각각 상사점(110a) 전 30도, 20도, 10도, 상사점(110a) 및 상사점(110a) 후 5도에서 분사한 후, 출력(IMEP)과 질소산화물(NO_x)의 배출량을 비교하였다.
- <75> 그 결과 제어연료를 상사점(110a) 전 30도 에서 분사한 경우 다른 경우들보다 질소산화물의 배출량이 거의 없었으며 출력은 상사점(110a) 과 상사점(110a) 후 5도에서 분사한 것과 비슷하게 측정되었다. 그러나, 상사점(110a) 과 상사점(110a) 후 5도에서 제어연료를 분사한 경우는 엔진 출력은 상승하더라도 질소산화물이 다량발생하므로 바람직하지 않다는 것을 알 수 있다.

도면

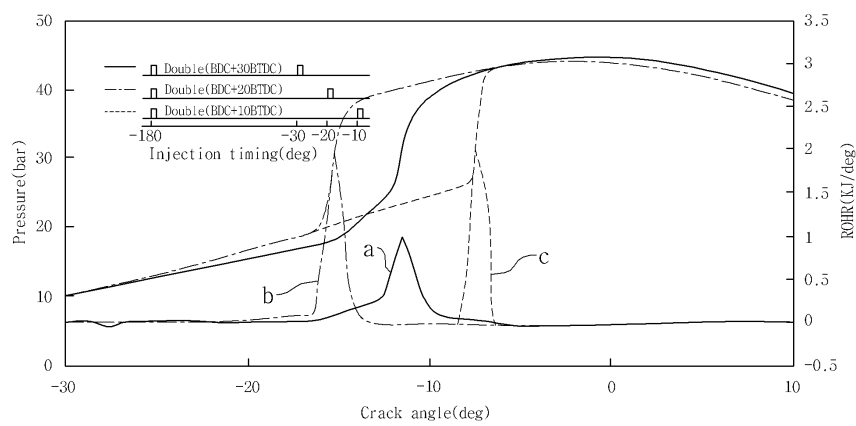
도면1



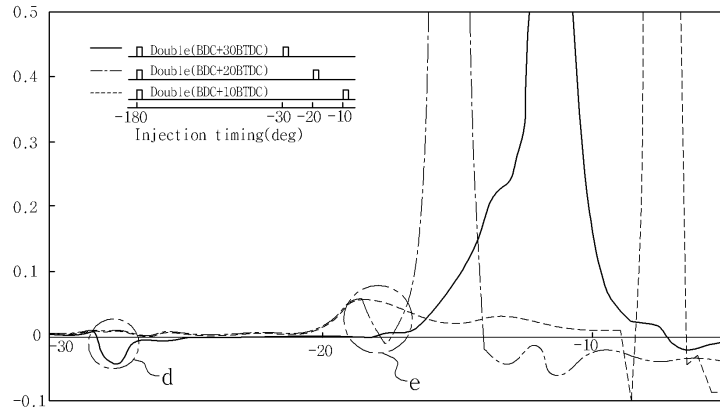
도면2



도면3



도면4



도면5

