



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0036478

(43) 공개일자 2016년04월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F02M 57/06 (2006.01) *F02B 19/10* (2006.01)

F02B 19/12 (2006.01) *F02F 1/24* (2006.01)

F02F 1/42 (2006.01) *F02M 61/00* (2006.01)

F02P 13/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F02M 57/06 (2013.01)

F02B 19/10 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0113850

(22) 출원일자 2015년08월12일

심사청구일자 2015년08월12일

(30) 우선권주장

14/496,824 2014년09월25일 미국(US)

(71) 출원인

말레 파워트레인 엘엘씨

미국 48335, 미시건, 파밍턴 힐스, 말레 드라이브 23030

(72) 발명자

마이클 번스

미국, 미시건 48170, 폴리마우스, 팜부르크 디스트릭 14860

휴그 블락실

미국, 미시건 48374, 노비, 코도바 디스트릭 46306

윌리엄 어타드

미국, 미시건 48116, 브라이튼, 브리아우드 씨클 7746

(74) 대리인

경일호

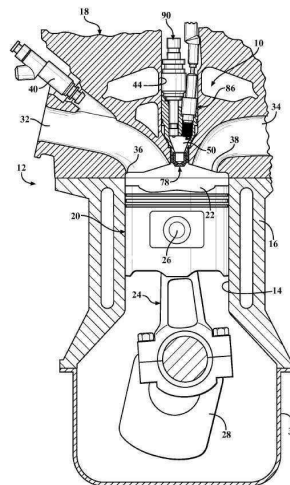
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **불꽃 점화 엔진용 난류 제트 점화 예비 챔버 연소 시스템**

(57) 요약

본 발명은 적어도 하나의 연소실을 구비한 내연기관용 점화 시스템을 제공하되, 상기 점화 시스템은 하우징과, 점화수단과, 인젝터와, 중앙 근접부로부터 이격 설치된 노즐을 구비한 예비-챔버를 포함한다. 상기 점화수단의 점화부와 상기 인젝터의 노즐은 예비-챔버의 중앙 근접부에 작동 가능하게 설치되어 작동이 이루어진다. 상기 점화부는 예비-챔버 내의 연료를 점화시키고, 일부 연소된 예비-챔버의 생성물은 예비-챔버 노즐 내의 오리피스스를 통과하면서 소화되는 한편 연소실로 확산되어 연소실 내의 주 연료 충전물을 점화하게 된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

F02B 19/12 (2013.01)

F02F 1/242 (2013.01)

F02F 1/42 (2013.01)

F02F 1/4214 (2013.01)

F02M 61/00 (2013.01)

F02P 13/00 (2013.01)

Y02T 10/44 (2013.01)

Y02T 10/46 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 연소실을 구비한 내연기관용 점화 시스템으로서,

상기 내연기관의 실린더 헤드 내에 형성되어 예비-챔버를 구성하는 하우징; 상기 예비-챔버와 실질적으로 대향하는 점화부를 구비하며 상기 하우징 내에 설치되는 점화수단; 상기 예비-챔버와 실질적으로 대향하는 노즐을 구비하면서 상기 하우징 내에 설치되는 인젝터를 포함하며,

상기 예비-챔버는 중앙 근접부와 이 중앙 근접부로부터 이격 설치된 예비-챔버 노즐을 구비하되, 상기 예비-챔버 노즐은 0.7mm~2.0mm 사이의 직경을 가지며 서로 이격 배치되어 상기 예비-챔버와 상기 연소실 사이에 유체 통로를 제공하는 복수 개의 오리피스들을 포함하고,

상기 점화수단의 점화부와 상기 인젝터의 노즐은 상기 예비-챔버의 중앙 근접부 내에 설치되되, 상기 인젝터는 일정량의 연료를 상기 예비-챔버 안으로 공급하고, 상기 점화부는 상기 예비-챔버 내의 연료를 점화시킴으로써, 점화된 연료가 상기 예비-챔버 노즐의 상기 오리피스로 압송되어 소화되는 한편 상기 연소실을 통해 확산되어 상기 연소실 내의 주 연료를 점화시키게 되는 점화 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 예비-챔버는 일정한 체적을 형성하되, 상기 예비-챔버의 체적에 대한 오리피스 직경의 비율은 $0.048 \ell / \text{cm}^2 \sim 0.067 \ell / \text{cm}^2$ 사이의 범위에 있는 것을 특징으로 하는 점화 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 예비-챔버 노즐은 세로축을 형성하고, 상기 오리피스들은 상기 세로축을 기준으로 서로 이격된 상태로 배치된 것을 특징으로 하는 점화 시스템.

청구항 4

적어도 하나의 실린더와, 이 실린더 내에서 반복적으로 상호 운동하도록 설치된 피스톤과, 실린더 헤드를 포함하는 엔진 블록을 구비하고,

상기 피스톤과 실린더 및 실린더 헤드는 적어도 하나의 연소실을 형성하게 되며,

상기 실린더 헤드는, 주 연료/공기 충전물이 상기 연소실 안으로 흘러들어갈 수 있도록 하는 적어도 하나의 흡기 포트와, 연소 생성물이 상기 연소실을 빠져나올 수 있도록 하는 적어도 하나의 배기 포트를 포함하고,

상기 실린더 헤드 내에 작동 가능하게 설치되어 예비-챔버를 형성하는 하우징을 포함하는 점화 시스템을 구비하며,

상기 예비-챔버와 실질적으로 대향하는 점화부를 구비하면서 상기 하우징 내에 설치되는 점화수단을 포함하고,

상기 예비-챔버와 실질적으로 대향하는 노즐을 구비하면서 상기 하우징 내에 설치되는 인젝터를 포함하며,

상기 예비-챔버는 중앙 근접부와 이 중앙 근접부로부터 이격 설치된 예비-챔버 노즐을 구비하되, 상기 예비-챔버 노즐은 0.7mm~2.0mm 사이의 직경을 가지며 서로 이격 배치되어 상기 예비-챔버와 상기 연소실 사이에 유체

통로를 제공하는 복수 개의 오리피스들을 포함하고,

상기 점화수단의 상기 점화부와 상기 인젝터의 상기 노즐은 상기 예비-챔버의 중앙 근접부 내에 설치되되, 상기 인젝터는 일정량의 연료를 상기 예비-챔버 안으로 송급하고, 상기 점화부는 상기 예비-챔버 내의 연료를 점화시킴으로써, 점화된 연료가 상기 예비-챔버 노즐의 상기 오리피스로 압송되어 소화되는 한편 상기 연소실을 통해 확산되어 상기 연소실 내의 주 연료를 점화시키게 되는 내연기관.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 예비-챔버는 일정한 체적을 형성하되, 상기 예비-챔버의 체적에 대한 오리피스 직경의 비율은 $0.048 \text{ l/cm}^2 \sim 0.067 \text{ l/cm}^2$ 사이의 범위에 있는 것을 특징으로 하는 내연기관.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 예비-챔버 노즐은 세로축을 형성하고, 상기 오리피스들은 상기 세로축을 기1준으로 서로 이격된 상태로 배치된 것을 특징으로 하는 내연기관.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 점화 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 연료분사장치와 점화수단 및 소량의 공기-연료 혼합가스를 점화한 후 내연기관의 주 연소실 내에서 주 공기-연료 충전물을 점화하게 되는 예비 챔버를 구비한 적어도 하나의 연소실을 갖춘 내연기관용 점화 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0003]

본 발명은 2010년 11월 1일 출원된 미국특허 가출원번호 61/408,892(명칭 : 불꽃 점화 엔진용 난류 제트 점화 예비 챔버 연소 시스템)에 기초하여 2011년 11월 1일 출원된 미국특허 출원번호 13/286,638(명칭 : 불꽃 점화 엔진용 난류 제트 점화 예비 챔버 연소 시스템)에 대한 일부계속출원이다.

[0004]

본 발명의 관련 기술 분야에서 알려진 바와 같이, 내연기관은 일반적으로 다른 기초 요소들 중, 하나 또는 그 이상의 실린더를 구비한 엔진 블록과, 이 엔진 블록에 결합된 실린더 헤드들과, 각각의 실린더에서 상호 운동하도록 설치되는 피스톤들을 포함하고 있다. 피스톤은 일반적으로 커넥팅 로드와 차례로 연결되어 크랭크샤프트를 회전시키게 된다. 일반적으로, 연료는 실린더 내에서 연소되어 피스톤을 왕복운동시킨다. 피스톤은 커넥팅 로드를 구동하고, 커넥팅 로드는 크랭크샤프트를 구동시킴으로써 크랭크샤프트가 엔진 블록 내에서 회전하도록 한다.

[0005]

이러한 표준 방식에 대해 추가로 예비-챔버(pre-chamber)를 이용하는 기술도 알려져 있는데, 예비-챔버에서는 소량 충전된 연료가 점화된 후, 주 연소실 내의 주 충전물(공기-연료 혼합가스)를 점화시키게 된다. 수년간 본 발명의 관련 기술 분야에서 예비-챔버에 대한 다양한 설계 및 방식들이 제안되어 왔다. 그러나, 예비-챔버를 구비한 내연기관은 자동차 산업에서 상업적으로 널리 채택되지 못하였는데, 가장 큰 이유는 예비-챔버를 구비한 내연기관이 더 많은 비용과 복잡성을 요구하고 때로는 연비의 증대 효과나 오염 경감 효과가 전혀 없어, 추가 비용이 당연시될 수 없기 때문이다.

[0006]

이와 같이, 내연기관용 점화 시스템 기술에 있어서 연비를 개선하고, 연소의 결과로 발생하는 오염물질을 경감하며, 제조하기에 지나치게 복잡하지 않고 비용 효율이 높아야 할 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 적어도 하나의 연소실을 구비한 내연기관용 점화 시스템 기술 분야에서 발생하는 난점들을 극복하게 된다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 점화 시스템은 내연기관의 실린더 헤드 내에 설치되는 하우징을 포함한다. 이 하우징은 예비-챔버를 형성하며, 하우징 내에는 점화수단이 설치된다. 상기 점화수단은 상기 예비-챔버와 실질적으로 대향하는 점화부(igniter portion)를 구비하며, 상기 하우징에는 인젝터가 설치된다. 이 인젝터는 상기 예비-챔버와 실질적으로 대향하는 노즐을 구비한다. 상기 예비-챔버는 중앙 근접부(proximate portion)를 구비하며, 예비-챔버 노즐이 예비-챔버의 중앙 근접부로부터 이격된 말단측에 배치된다. 상기 예비-챔버 노즐은 복수 개의 오리피스를 포함하는데, 이 오리피스는 0.7mm~2.0mm 사이의 직경으로 이루어져 서로 이격 배치되고, 상기 예비-챔버와 상기 연소실 사이에 유체 통로를 제공한다. 상기 점화수단의 점화부와 상기 인젝터의 노즐은 상기 예비-챔버의 중앙 근접부 안에 작동 가능하게 설치되어, 인젝터로 하여금 예비-챔버 안으로 일정량의 연료를 이송하도록 한다. 상기 점화부는 상기 예비-챔버 안의 연료를 점화시켜 부분 연소된 예비-챔버의 연소 생성물이 상기 예비-챔버의 오리피스를 통과하도록 하고 소화(消火)되지만, 주 연소실로 확산되어 주 연소실 안의 주 연료 충전물이 점화되도록 한다.

[0011] 일 실시예에서, 본 발명의 난류 제트 점화(turbulent jet ignition) 예비-챔버 연소 시스템은 상기 연소 생성물이 상기 예비-챔버로부터 주 연소실 안으로 배출될 때 소염(flame quenching)을 촉진할 정도로 작은 오리피스 직경을 적용한다. 그리고 상기 연소 생성물은 예비-챔버 노즐로부터 약간 떨어져서 주 연료 충전물과 반응하여 여러 위치에서 화학적, 열적 및 난류 효과를 통해 주 연료실 내의 연소를 시작한다. 이렇게 하여, 본 발명의 점화 시스템은 최적화된 엔진에서 종래의 불꽃 점화(spark ignition) 시스템을 기준으로 30%까지 이를 수 있는 높은 드라이브 사이클(부분 부하)의 연비 개선을 가능하게 할 뿐만 아니라, 와이드-오픈 스로틀(wide-open throttle : WOT) 상태에서 최고의 열효율(45% 이상)을 얻을 수 있다. 이러한 엔진 성능 향상은 연소 개선과, 열 손실의 저감, 낮은 연소 온도로 인한 해리(disassociation)의 제거 및 부분 부하(part-load)시 엔진 스로틀링이 저감된 때문이다. 또, 본 발명의 점화 시스템은 종래의 불꽃 점화 연소 시스템과 비교할 때 최고 엔진 성능(BMEP)의 저하와 억제 불가능한 탄화수소(HC) 및 일산화탄소(CO) 배출이라는 앞서의 예비-챔버 연소 장애들을 극복하면서, 엔진으로부터의 NOx 배출가스를 거의 제로 상태로 하는 저온 연소를 가능하게 한다. 이와 같이, 본 발명의 점화 시스템은 종래 승용차에 설치되어 있는 기존의 배출가스 제어 시스템(산화 및 삼원 촉매)을 구비한 엔진에 적용됨으로써, 현재 및 향후의 배기가스 배출규정을 충족하게 된다. 결과적으로, 본 발명의 점화 시스템은 탄소 기반 연료(carbon-based fuels)를 필수적으로 이용하는 엔진 하드웨어의 개선에 기반하지 않고, 어떠한 불꽃 점화 엔진(제작 전 또는 제작 후)과도 작동할 수 있는 용이한(bolt-on) 해결책을 제공한다.

[0012] 본 발명의 다른 목적, 특징, 장점들은 첨부된 도면을 참조로 다음에 기재되는 설명을 통해 더욱 쉽게 이해될 수 있음은 자명하다 할 것이다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 점화 시스템은 최적화된 엔진에서 종래의 불꽃 점화 시스템을 기준으로 30%까지 이를 수 있는 높은 드라이브 사이클의 연비 개선을 가능하게 할 뿐만 아니라, 와이드-오픈 스로틀(wide-open throttle : WOT) 상태에서 최고의 열효율(45% 이상)을 얻을 수 있는 효과가 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 점화 시스템은 종래의 불꽃 점화 연소 시스템과 비교할 때 최고 엔진 성능(BMEP)의 저하와 억제 불가능한 탄화수소(HC) 및 일산화탄소(CO) 배출이라는 예비-챔버 연소 장애들을 극복하면서, 엔진으로부터의 NOx 배출가스를 거의 제로 상태로 하는 저온 연소를 가능하게 하는 효과가 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 점화 시스템은 종래 승용차에 설치되어 있는 기존의 배출가스 제어 시스템(산화 및 삼원 촉매)을 구비한 엔진에 적용됨으로써, 현재 및 향후의 배기가스 배출규정을 충족하게 되며, 탄소 기반 연료를 필

수적으로 이용하는 엔진 하드웨어의 개선에 기반하지 않고, 어떠한 불꽃 점화 엔진과도 작동할 수 있는 용이한 해결책을 제공하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0018]

도 1은 실린더에 배치된 피스톤에 의해 구성되면서 실린더 헤드에 의해 폐쇄되는 적어도 하나의 연소실을 구비한 내연기관에 설치된 본 발명의 점화 시스템에 대한 부분 단면도이다.

도 2는 본 발명의 점화 시스템에 대한 확대 투시도이다.

도 3은 내연기관에 설치된 본 발명의 점화 시스템에 대한 확대 부분 단면도이다.

도 4는 본 발명의 점화 시스템의 예비-챔버에 매입 설치된 인젝터와 점화수단을 나타낸 확대 부분 단면도이다.

도 5는 흡기 및 배기 포트에 대하여 본 발명의 점화 시스템의 배치를 나타낸 연소실의 상부에 대한 정면도이다.

도 6은 본 발명에서 예비-챔버 노즐의 오리피스를 나타낸 부분 정면도이다.

도 7은 하나의 완전한 엔진 사이클에서 본 발명의 점화 시스템에 대한 점화 시퀀스를 나타내는 그래프이다.

도 8은 불꽃 점화와 본 발명의 난류 제트 점화 시스템을 비교함에 있어서 배기가스 람다(Exhaust Lambda)(λ) 대비 연소 안정성(Combustion Stability)을 나타내는 그래프이다.

도 9는 불꽃 점화와 본 발명의 난류 제트 점화 시스템을 비교함에 있어서 배기가스 람다(λ) 대비 흡기 매니폴드 절대 압력(Intake Manifold Absolute Pressure) 및 펌핑 평균 효과 압력(Pumping Mean Effective Pressure)을 나타내는 그래프이다.

도 10은 불꽃 점화와 본 발명의 난류 제트 점화 시스템을 비교함에 있어서 배기가스 람다(λ) 대비 열효율(Indicated Net Thermal Efficiency)을 나타내는 그래프이다.

도 11은 불꽃 점화와 본 발명의 난류 제트 점화 시스템을 비교함에 있어서 배기가스 람다(λ) 대비 배기포트 온도(Exhaust Port Temperature)를 나타내는 그래프이다.

도 12는 불꽃 점화와 본 발명의 난류 제트 점화 시스템을 비교함에 있어서 배기가스 람다(λ) 대비 한 번의(화학량론적 작동) 불꽃 점화와 관련한 정상 열효율(Normalised Thermal Efficiency)을 나타내는 그래프이다.

도 13은 불꽃 점화와 본 발명의 난류 제트 점화 시스템을 비교함에 있어서 배기가스 람다(λ) 대비 엔진으로부터의 NOx 배출량을 나타내는 그래프이다.

도 14는 불꽃 점화와 본 발명의 난류 제트 점화 시스템을 비교함에 있어서 배기가스 람다(λ) 대비 엔진으로부터의 HC 배출량을 나타내는 그래프이다.

도 15는 불꽃 점화와 본 발명의 난류 제트 점화 시스템을 비교함에 있어서 배기가스 람다(λ) 대비 엔진으로부터의 CO 배출량을 나타내는 그래프이다.

도 16은 불꽃 점화와 본 발명의 난류 제트 점화 시스템을 비교함에 있어서 연소각(Burn Angle)을 나타내는 배기가스 람다(λ) 대비 크랭크 각도(Crank Angle)에 대한 그래프이다.

도 17과 도 19는 불꽃 점화와 본 발명의 난류 제트 점화 시스템을 비교함에 있어서 배기가스 람다(λ) 대비 0-10% 질량 분율 연소(Mass Fraction Burn)를 나타내는 그래프들이다.

도 18과 도 20은 불꽃 점화와 본 발명의 난류 제트 점화 시스템을 비교함에 있어서 배기가스 람다(λ) 대비 10-90% 질량 분율 연소를 나타내는 그래프들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019]

본 발명은 도 1~도 6에서 도면부호 10으로 개략 도시된 점화 시스템 관련 기술에서의 난점을 극복하게 되는데, 첨부도면들에서 동일한 구성에 대해서는 동일한 도면부호를 부여한다. 도 1에 보이는 바와 같이, 본 발명은 도면부호 12로 개략 도시된 내연기관에 적용이 되도록 맞춰져 있다. 이 경우에 있어서, 본 발명의 점화 시스템(10)은 내연기관(12)의 단기통(14)과 관련되어 도시되어 있다. 본 발명의 기술분야에서 통상의 기술자라면, 도 1에 도시된 엔진은 본 발명이 이용될 수 있는 내연기관의 다양한 형태들 중 하나일 뿐이라는 것을 인정할 것이

다. 예를 들면, 본 발명은 2행정 또는 4행정 엔진에 적용이 될 수 있다. 게다가, 본 발명의 점화 시스템(10)은 실린더들이 직렬, V-형, 평형(flat manner), 또는 본 발명의 기술분야에서 통상적으로 알려진 다른 어떤 방식으로 배열된 다기통 엔진에 적용이 될 수도 있다. 또한 본 발명은 주 연소실안으로 연료 공기 충전물을 포트 분사하거나 직접 분사하는 연료 분사식 내연기관 또는 기화기와 함께 이용될 수도 있다.

[0020]

도 1을 계속 참조하면, 본 발명에서의 내연기관은 하나 또는 그 이상의 실린더를 구비한 엔진 블록(16)과, 도면부호 18로 개략 도시된 것처럼 이 엔진 블록(16)에 결합된 실린더 헤드를 포함한다. 도면부호 20으로 개략 도시된 피스톤은 상기 실린더(14) 내에서 반복적으로 상호 운동하도록 설치되어 있다. 이와 아울러 상기 피스톤(20)과 실린더(14) 및 실린더 헤드(18)는 연소실(22)을 형성하게 된다. 도면부호 24로 개략 도시된 커넥팅 로드(24)는 피스톤 핀(26)을 통해 피스톤(20)에 고정된다. 이 커넥팅 로드(24)에 크랭크샤프트(28)가 연결되고, 엔진 블록(16)에는 오일 팬(30)이 연결된다. 상기 실린더 헤드(18)는 흡기 매니폴드(32)와 배기 매니폴드(34)를 구비한다. 흡기 매니폴드(32)에는 적어도 하나의 흡기 포트(36)가 형성되고, 배기 매니폴드(34)에는 적어도 하나의 배기 포트(38)가 형성된다. 흡기 포트(36) 및 배기 포트(38)는 캠 구동 밸브(도시되지 않음)에 의해 개폐됨으로써, 실린더(14)와 흡기 매니폴드(32) 및 배기 매니폴드(34) 사이에서 각각 유체 흐름이 이루어지도록 한다. 도 5에 나타난 연소실의 상부에 도시된 바와 같이, 일 실시예에 따르면, 본 발명에서의 내연기관은 두 개의 흡기 포트(36)와 두 개의 배기 포트(38)를 포함할 수도 있다. 그러나, 본 발명의 기술분야에서 통상의 기술자라면, 본 발명에서의 내연기관은 몇 개의 흡기 포트와 배기 포트라도 포함할 수 있다는 것을 인정할 것이다. 게다가, 도 1에 도시된 일 실시예에서, 상기 내연기관은 흡기 포트(36)를 통해 연소실(22) 내로 주 연료/공기 충전물을 유입시키는 수단으로서 흡기 매니폴드(32)에 설치되는 연료 분사기(40)를 포함한다. 마찬가지로, 연소 생성물은 배기 포트(38)를 통해 연소실(22)을 빠져나온다. 본 발명의 기술분야에서 통상의 기술자라면, 상기 내연기관이 주 연료 충전물을 연소실(22) 내로 직접 분사하는 인젝터를 이용할 수도 있다는 것을 인정할 것이다. 또한 상기 내연기관은, 본 발명의 기술분야에서 통상적으로 알려져 있고 본 명세서에 기재되지 아니하는 종래의 다른 구성 요소들을 포함할 수도 있다.

[0021]

일반적으로, 연료/공기 혼합물은 흡기 포트(36)를 통해 연소실(22) 안으로 도입된다. 이것은 주 연료 충전물을 형성한다. 아래에서 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 연료는 실린더(14)의 연소실(22)에서 연소되어 피스톤(20)을 왕복운동시킨다. 피스톤(20)은 커넥팅 로드(24)를 구동시키며, 커넥팅 로드(24)는 엔진 블록(16) 내에서 회전하도록 크랭크샤프트(28)를 구동시킨다. 특히, 실린더(14) 내의 연소 압력은 피스톤(20)을 실질적인 선형 운동으로 하강 구동시킨다. 다른 한편으로, 크랭크샤프트(28)의 운동은 커넥팅 로드(25)를 실질적인 회전 운동으로 구동시킨다. 크랭크샤프트(28)로부터 발생한 토크는 본 발명의 기술분야에서 통상적으로 알려진 것처럼 다른 어떤 요소 또는 관련 시스템을 구동하는 데에 이용될 수도 있다.

[0022]

도 2~도 6을 참조하면, 본 발명의 점화 시스템(10)은 도면부호 42로 개략 도시된 하우징을 포함하고 있는데, 이 하우징은 내연기관(12)의 실린더 헤드(18) 내에 형성되어 있다. 일 실시예에 따르면, 상기 하우징(42)은 내연기관의 실린더 헤드(18) 내에서 작동하도록 설치된 독립적인 요소이다. 그러나, 본 발명의 기술분야에서 통상의 기술자라면, 상기 하우징(42)이 실린더 헤드(18)의 필수 요소를 형성하면서 구비될 수도 있다는 것을 인정할 것이다. 어쨌든, 아래에서 더욱 상세하게 설명이 되겠지만, 상기 도면들에 도시된 실시예에서 실린더 헤드(18)는 하우징(42)이 실린더 헤드(18)와 기밀하게 결합되는 방식으로 하우징(42)을 수용하는 포트(44)를 포함할 수도 있다. 또, 아래에 더욱 상세하게 기재된 바와 같이, 상기 포트(44)는 내연기관(21)에서 표준 점화 플러그를 수용할 수 있는 상당한 크기와 위치로 이루어질 수 있다. 이러한 특징으로 말미암아 본 발명의 점화 시스템(10)은 기존의 엔진에 새로이 장착될 수 있게 된다. 도 3에 가장 잘 나타나 있는 바와 같이, 상기 하우징(42)은 점화 플러그 캐비티부(cavity portion : 46)와, 인젝터 캐비티부(48)와, 예비-챔버(50)를 구비한다. 이 요소들 각각 및 점화 시스템(10)의 다른 요소들과의 관계는 아래에서 더욱 상세하게 설명될 것이다.

[0023]

상기 하우징(42)은 또한 원통형 부분(52)을 포함하는데, 이 원통형 부분(52)에는 환형의 홈(54)이 형성되어 있다. 도 4에 가장 잘 나타나 있는 바와 같이, 상기 홈(54)에는 O-링 실(seal : 56)이 삽입되어 실린더 헤드(18)를 상대로 밀봉 작용을 하게 된다. 또한, 상기 하우징(42)은 평탄부(60)가 형성된 절두원뿔형 부분(58)을 포함하고 있다(도 2). 상기 평탄부(60)는 실린더 헤드(18)에 형성된 상대면과 상호 작용하여 실린더 헤드(18)를 상대로 하우징(42)이 안정적인 상태로 고정이 되도록 한다(도 4). 상기 절두원뿔형 부분(58)은 실린더 헤드(18) 상에 형성된 어깨부(64)와 나란한 어깨부(62)에서 끝난다. 이들 두 어깨부(62, 64) 사이에는 실린더 헤드(18) 내의 점화 시스템(10)을 밀봉하기 위한 실링 와셔(66)가 개재될 수 있다. 또한, 상기 하우징(42)은 도면부호 68로 개략 도시된 단말부를 포함할 수 있는데, 이 단말부(68)는 외측 나사산(70)과 내측 나사산(72)을 포함하고 있다. 외측 나사산(70)은 실린더 헤드(18)에 형성된 나사산(74)과 체결되어 하우징(42)을 실린더 헤드(18)에 고

정식하게 된다. 본 발명의 기술분야에서 통상의 기술자라면, 본 발명에서의 점화 시스템은 실린더 헤드(18) 내에 점화 시스템을 안전하게 설치하는 데에 필요한 다른 적절한 밀봉수단이나 고정장치들을 포함할 수도 있다는 것을 인정할 것이다.

[0024]

예비-챔버(50)는 중앙 근접부(proximal portion : 76)와 도면부호 78로 개략 도시된 예비-챔버 노즐을 구비하고 있는데, 예비-챔버 노즐(78)은 예비-챔버(50)의 중앙 근접부(76)로부터 떨어져 배치되어 있다. 도 4에 가장 잘 나타나 있는 바와 같이, 예비-챔버(50)는 대체로 중앙 근접부(76)로부터 예비-챔버 노즐(78)로 연장되어 예비-챔버(50)의 일정한 체적을 형성하는 절두원뿔형 측벽(80)을 포함하고 있다. 상기 예비-챔버 노즐(78)은 세로축(A)을 형성함과 아울러, 서로 이격된 상태로 배치되어 예비-챔버(50)와 연소실(22) 사이에 유체 통로를 제공하는 복수 개의 오리피스(82)들을 포함하고 있다. 일 실시예에 따르면, 상기 오리피스(82)들은 0.7mm~2.0mm 사이에서 연장된 크기의 직경으로 이루어지며, 상기 세로축(A)을 기준으로 서로 이격된 상태로 배치된다. 또한, 일 실시예에 따르면, 예비-챔버의 체적에 대한 오리피스 직경의 비율은 $0.048 \ell / \text{cm}^2 \sim 0.067 \ell / \text{cm}^2$ 가 이상적이다. 이 비율은 주 연소실 안으로 급격한 난류 제트가 효과적으로 침투할 수 있도록 하는 데에 가장 적합한 최소 및 최대 비율의 부품 크기를 결정하게 된다. 이러한 효과적인 침투는 주 연소실에서 급격한 난류 제트를 일으킴으로써 결국 최적의 발화점 분포를 보장하는데, 이에 따라 아래에서 더욱 상세하게 설명되는 바와 같이 효과적이고 가장 적합한 연소 작용이 일어나도록 하게 된다. 상기 예비-챔버 노즐(78)은 대략 컵 형상으로 이루어져 있으며, 하우징(42)의 단말부(68)에 형성된 내측 나사산(72)과 체결되어 하우징(42)을 예비-챔버 노즐(78)에 고정시키는 외측 나사산(84)을 포함하고 있다.

[0025]

상기 점화 시스템(10)은 또한 도면부호 86으로 대략 도시된 점화수단을 포함하고 있는데, 이 점화수단(86)은 점화 플러그 캐비티부(46)에 작동 가능하게 수용된다. 점화수단(86)은 예비-챔버와 실질적으로 대향하는 점화부(88)를 포함하고 있다. 또한, 인젝터 캐비티부(48)에는 인젝터(90)가 작동 가능하게 수용된다. 이 인젝터(90)는 예비-챔버(50)와 실질적으로 대향하는 노즐(92)을 구비한다. 상기 점화 시스템(10)은 또한 냉각 유체 공급부와 하우징(42) 사이에 유체 통로를 제공하는 냉각 튜브(94, 도 2)를 포함하고 있다. 냉각 유체는 공기, 물, 또는 냉각 목적에 적합한 다른 어떤 유체일 수 있다. 그러나, 본 발명의 기술분야에서 통상의 기술자라면, 상기 냉각 튜브(94)와 냉각 유체의 공급은 선택 사항이라는 것을 인정할 것이다. 또한, 본 발명의 점화 시스템(10)은 직접 분사 장치 슬리브(96, 도 2)를 구비할 수도 있는데, 이것은 인젝터(90)를 둘러싼 상태에서 실린더 헤드(18)에 형성된 포트(44) 내에 인젝터(90)를 고정시키게 된다.

[0026]

일 실시예에서, 점화수단(86)의 점화부(88)와 인젝터(90)의 노즐(92)은 예비-챔버(50)의 중앙 근접부(76)에 작동 가능하게 설치됨과 아울러 동일 높이에 배치됨으로써, 인젝터(90)는 일정량의 연료를 예비-챔버(50) 안으로 송출하게 된다. 점화부(88)는 예비-챔버(50) 안의 연료를 점화시키며, 점화가 이루어지면 연료는 예비-챔버 노즐(78)의 오리피스(82)로 압송되고, 불꽃은 소화된다. 비록 소화가 되더라도, 이 예비-챔버의 연소 생성물은 연소실(22)을 통과하여 배출됨으로써 연소실(22) 내의 주 연료 충전물을 점화시키게 된다.

[0027]

본 발명의 점화 시스템을 이용하는 점화 시퀀스가 도 7에 도시되어 있다. 본 발명의 점화 시스템은, 인젝터(90)를 통해 예비-챔버(50) 내로 분사된 후 점화수단(86)을 통해 점화되는 예비-챔버 연료의 추가(총 에너지의 약 2%)가 필요한 종래의 불꽃 점화 연료 공급 방식과는 차이가 있다. 예비-챔버의 연료 공급은 불꽃 방전이 이루어지기 전에 약 50° 각도로 시간에 맞춰 끝이 난다. 이것은 충분한 양의 혼합물이 예비-챔버(50)에 함유될 수 있도록 하는데, 이는 활성 래디컬의 형성을 통해 연소 방식을 화학적으로 향상시킨다는 것이 입증되어 있다.

[0028]

이러한 현상의 최종적인 효과는 "난류 제트 점화"라고 하는 상태를 형성한다는 것이다. 난류 제트 점화는 점화 시스템(10)이 주 연료 충전물을 신속하게 소모하는 다수의 광범위한 점화 위치를 형성함과 아울러 최소 연소 변동성을 갖기 때문에 매우 빠른 연소율을 가능하게 한다. 오리피스(82)들은 비교적 작은 크기로 이루어져 있기 때문에 연소 혼합물이 이들 오리피스(82)를 통해 신속하게 이동하도록 하는데, 위에서 언급한 바와 같이, 오리피스(82)는 불꽃을 소화시키지만, 연소실(22)에 대해 일부 연소된 예비-챔버의 연소 생성물로 불씨를 남기게 된다. 예비-챔버의 연소 생성물은 예비-챔버(50)로부터 약간 떨어져서 화학적, 열적, 난류 효과를 통해 주 연소실 충전물을 혼입시켜 점화하며, 이렇게 하여 광범위한 점화 시스템을 형성한다.

[0029]

위에서 언급한 바와 같이, 오리피스(82)들의 직경과 예비-챔버의 체적에 대한 이들 직경의 비율은 주 연료 충전물 안으로 더욱 깊이 침투하는 난류 제트를 형성한다. 난류 제트를 형성함과 아울러 연소실 벽에 대한 악영향을 방지하기 위한 수단으로, 앞의 실시예에서, 예비-챔버의 체적은 비교적 작게 형성된다. 종래의 불꽃 점화 연소와 비교할 때, 급속한 연소율을 위해 연료 희석율의 증가(린번 및/또는 배기가스순환[EGR])를 고려할 수 있다. 희석율을 높이면, 종래의 화학량론적 불꽃 점화 연소와 비교할 때, 본 발명의 점화 시스템(10)으로 하여금 최적

화되지 아니한 엔진의 연료 소비에 있어서 18%의 개선 효과를 기록할 수 있다. 그러나, 본 발명은 최적화된 연소실을 구비한 엔진의 연료 소비에 있어서는 30% 정도의 개선 효과를 달성할 것으로 예상된다. 이러한 개선 효과는 연소 개선과, 낮은 연소 온도로 인한 해리(disassociation)의 제거 및 엔진 스로틀링의 저감이 조합된 결과이다. 게다가, 저온 연소는 엔진으로부터 HC 및 CO의 배출을 제어 가능한 수준으로 함과 아울러 NOx의 배출은 한 자릿수 ppm(parts per million) 수준으로 낮추는 결과를 낳는다.

[0030] 도 8~도 15는 본 발명의 점화 시스템에서 단기통(single cylinder) 성능으로부터 도출된 관련 데이터를 보여주고 있는데, 이 데이터는 보편적인 매핑 포인트(mapping point)인 1,500rev/min, 3.3바(bar) 도시 순 평균 유효 압력(IMEPn)의 고정된 속도/부하에서 본 발명과 표준 불꽃 점화 엔진 사이의 효율 및 배출가스를 비교한 데이터를 포함하고 있다. 불꽃 점화 테스트는 포트 연료 분사된 가솔린으로 수행이 된 반면에, 본 발명의 점화 시스템은 대략 98% 가솔린과 2% 프로판의 혼합물을 사용하였다. 프로판이 예비-챔버 안으로 직접 분사되는 동안 가솔린은 주 연소실 안으로 포트 연료 분사되었다. 그러나, 본 발명의 기술분야에서 통상의 기술자라면, 어떠한 탄소 기반 연료라도 상기 예비-챔버의 연료로 사용될 수 있다는 것을 인정할 것이다.

[0031] 더 구체적으로 설명하면, 도 8은 연료 농후 조건 및 희박 조건 모두에 대하여 총 IMEP 변동 계수(CoV IMEPg) 10%까지의 연소 안정성을 비교한 그림이다. 공기 과잉에 따른 결과는 표준 불꽃 점화 시스템의 배기가스 λ 가 1.4에 불과한 데 비해 본 발명의 점화 시스템은 배기가스 λ 를 2.1까지 가동할 수 있음을 보여준다.

[0032] 도 9, 도 10 및 도 11은 높은 공기 과잉율과 함께 배기가스 온도가 낮을수록 효율적인 HC 및 CO 산화에 필요한 저온 한계에 근접할 수 있다는 것을 나타낸다. 동일한 배기가스 λ 에 대하여, 본 발명의 점화 시스템은 불꽃 점화 시스템에 비하여 평균적으로 20℃~40℃ 낮은 배기가스 온도를 형성하는데, 이는 배기 시스템으로의 손실을 최소화하도록 연소율이 개선되었기 때문이다. 또, 다른 저온 연소 시스템과 비교할 때 본 발명의 점화 시스템이 갖는 다른 주된 이득은, 예비-챔버의 불꽃 방전 방식을 변경함으로써 연소 시기(combustion phasing)를 조종할 수 있으며, 이에 따라 비교적 간단한 연소 제어로 배기가스를 저감하고 연료를 절감하게 된다는 것이다. 또한 상기 도면들은, 본 발명의 점화 시스템을 이용한 엔진 스로틀링 제거(동일 부하 유지 하에서 증가된 매니폴드 압력)가 화학량론적 불꽃 점화에 비하여 동일 부하에 대해 거의 30kPa 더 높은 MAP(매니폴드 절대압력)에서 작동한다는 것을 나타낸다. 이것은 펌핑 손실을 거의 0.3바(bar) PMEP(Pumping Mean Effective Pressure : 펌핑 평균 유효 압력)까지 경감할 수 있게 한다.

[0033] 도 12는 본 발명의 점화 시스템이, 단기통 시험장치에 적용되었을 때, 화학량론적 불꽃 점화 연소에 비하여 18%의 연료절감 개선 효과를 나타낼 수 있다는 사실을 강조한다. 위에서 언급한 바와 같이, 이러한 개선 효과는 연소 개선과, 낮은 연소 온도로 인한 해리의 제거 및 엔진 스로틀링의 저감이 조합된 결과이다.

[0034] 도 13 및 도 14는 본 발명의 점화 시스템을 적용한 엔진과 표준 불꽃 점화 엔진에 대하여 엔진으로부터 배출되는 배출가스를 비교하여 나타낸 것이다. 위에서 언급한 바와 같이, 본 발명의 점화 시스템과 함께, 내연기관은 주 연료/공기 충전물에 높은 수준의 과잉 공기를 사용할 수도 있다. 높은 수준의 과잉 공기는 최고 연소 온도를 낮춤으로써 엔진으로부터 배출되는 NOx 배출가스의 양을 상당히 저감할 수 있게 한다. 도 13 및 도 14는 본 발명의 제트 점화 시스템이 내연기관에 적용되었을 때, 1.8 이상의 배기가스 λ 에 대하여 NOx 배출가스의 양이 거의 제로 수준(10ppm 미만)으로 저감되는 것을 나타내고 있다. 본 발명의 점화 시스템과 관련한 이러한 이점은, 불꽃 점화 린변을 적용한 경우에는 불가능한 배출가스 제어의 특별한 기회와 전략을 제공한다. λ 1.8 이후에는 NOx 배출가스의 양이 매우 적으므로, 배출가스 제어 처리를 한 다음에 NOx를 낮추어야 할 필요가 없게 된다. 오히려, 엔진으로부터 배출되는 배출가스의 양은, 본 발명의 점화 시스템과 더불어 종래의 삼원 촉매를 이용하면 제어될 수 있다.

[0035] 도 14 및 도 15는 상기 두 시스템 간의 HC 및 CO 배출가스량을 비교한 것이다. 이들 두 그림은 각 연소 시스템에 대하여 농후 또는 복합 희석(lean dilution)이 한계에 도달할 정도로 상당한 증가가 있다는 사실을 강조한다.

[0036] 도 16~도 20은 연소 안정성의 한계인 1,500rev/min, 3.3바(bar) IMEPn(도시 순 평균 유효 압력)까지 희석도를 증가시켰을 때, 불꽃 점화 및 본 발명의 점화 시스템을 적용한 내연기관에 대한 연소 결과를 비교하여 나타낸 것이다. 도 16은 10%, 50% 및 90% 연소각(burn angle) 위치에서의 불꽃 방전(spark discharge)을 나타내고 있다. 상기 연소각은 10~90%의 질량 분율(연료비)을 연소하는 크랭크 각도를 나타낸다. 도 17과 도 19 및 도 18과 도 20은 각각 0~10%와 10~90%의 질량 분율로 연소하는 시간을 강조한다.

[0037] 도 16에 도시된 연소각과 관련한 데이터는 본 발명의 점화 시스템이 희박 영역에서 상당히 더 높은 희박도를 허

용할 수 있다는 것을 나타낸다. 본 발명의 점화 시스템은 더 신속하게 불꽃을 착화시키고 확산시킴으로써 연소율을 상당히 향상시키게 되고, 이에 따라 난류 제트가 형성되어 광범위한 점화가 이루어진다. 또한, 본질적으로 상이한 연소 과정에도 불구하고, 불꽃 점화 및 본 발명의 점화 시스템 모두에서 최적의 50% 연소각은 파잉 공기 희석도를 변화시키는 6~8° ATDC CA (After Top Dead Center Crank Angle : 상사점 후 크랭크 각도) 범위에 걸쳐 있다. 더욱이, 본 발명의 점화 시스템을 이용한 경우에, 불꽃 점화를 이용한 경우보다 희석도 범위 전체에 걸쳐서 더 빨리 착화가 일어난다.

[0038]

도 17과 도 19에 가장 잘 나타나 있는 바와 같이, 파잉 공기 난류 제트 점화의 0~10% 질량 분율 연소는, 착화의 시점이 20~25° CA 근처에서 변동될 뿐 배기가스 λ의 증가에 따라 크게 변화하지 않도록 하는 결과를 낳는다. 이것은 난류 제트 및 연소 중인 난류 제트에 존재하는 높은 수준의 화학적 활성 성분들에 의해 점화 위치가 광범위하게 형성되고, 이에 따라 예비-챔버 내의 혼합물 조성이 거의 일정하게 되기 때문이다. 불꽃 점화를 이용하는 내연기관의 경우에는, 희석된 혼합물에 대한 불꽃의 핵(kernel)이 잘 자라지 않기 때문에, 불꽃 점화 후에 불꽃의 핵을 형성하고 안정화시키는 데에 더 오래 시간이 소요된다.

[0039]

도 18 및 도 20에 도시된 10~90% 질량 분율 연소 데이터는 상기 혼합물이 불꽃을 얼마나 전파시킬 수 있는지를 나타낸다. 이 결과들은 더 농후하거나 더 희박한 혼합물 및 더 낮은 연소 온도로 말미암아 불꽃의 속도가 저하하고, 이로 인해 희석도가 증가함으로써 불꽃의 전파가 둔화한다는 사실을 명백히 보여준다. 불꽃 점화 시스템을 구비한 경우에 비해 본 발명의 점화 시스템을 구비한 경우, 0~10% 연소 시간을 갖기 때문에 10~90% 연소 시간이 더 짧다. 주 연소실 내의 가솔린이 한 번 점화되면 연소 과정에서 불꽃이 전파되는 부분으로 인해 난류 제트의 효과는 더 적게 나타나며, 10~90% 연소 데이터는 오히려 주 연료를 통해 많은 불꽃의 전파가 진행된다는 것을 가리킨다. 그러나, 불꽃 점화 시스템에 비해 본 발명의 점화 시스템을 구비한 경우에 연소 시간이 더 짧다는 점에서 분명해지듯이, 주 연료가 연소되는 동안에도 예비-챔버 연료는 계속해서 그 역할을 하게 된다. 이것은 예비-챔버의 연료와 전파되는 불꽃 중에서 유지되고 있는 연소 중인 난류 제트에서 생성된 높은 수준의 활성 래디칼에 의한 연소 성능의 향상에 기인한다.

[0040]

따라서, 본 발명의 점화 시스템은 이러한 결과들을 가능케 하는 수많은 특징들을 이용함으로써 상당히 개선된 작동 파라미터들을 달성한다. 예를 들면, 2%의 틱새 부피(clearance volume) 보다 비교적 작은 예비-챔버 체적은 틱새 부피(crevice volume)와, HC 배출가스, 열손실, 표면적 대 체적비 효과 및 예비-챔버 잔류 가스를 최소화한다. 예비-챔버(50)와 주 연소실(22) 사이에 유체 통로를 형성하는 비교적 작은 오리피스(82)들(0.7mm~2.0mm 범위의 직경을 갖는)은 불꽃이 소화되어 연소실(22) 안으로 침투하도록 한다. 연소된 예비-챔버의 생성물(화학적, 열적, 난류의 영향)은 여러 위치에서 주 연소실 연소가 시작되도록 한다. 또한, 매입 설치형 전자제어 다이렉트 인젝터(86)를 이용하는 별도로 준비된 예비-챔버는, 상기 연소실(22)이 파잉 공기 및/또는 EGR(배기가스 재순환장치)에 의해 과도하게 희석되는 동안에, 농후한 혼합물이 예비-챔버(50)에 유입되도록 한다. 예비-챔버(50)의 중앙 근접부(76)에서 인젝터(86)의 위치는 예비-챔버 잔류물을 청소하고 틱새 체적을 최소화하는 데에 도움이 된다. 예컨대 전자제어 포트 연료 분사 또는 직접 분사를 이용하는 별도로 준비된 연소실(22)을 적용한 내연기관에서, 본 발명은 연소실 혼합물이 균일하고 충상이 되도록 함과 아울러 HC/NOx 배출가스를 제어할 수 있도록 한다. 또한, 전자적으로 점화를 제어하는 매입 설치형 점화수단을 적용하는 점화 플러그 착화 예비-챔버 연소 방식은 연소 시기를 간단하게 제어할 수 있다. 더욱이, 본 발명의 점화 시스템(10)은 주 연소실 및 예비-챔버 연소실 양측에 대해 가솔린, 프로판 또는 천연가스와 같은 상업적으로 구할 수 있는 연료를 이용한다.

[0041]

이렇게 하여, 본 발명의 점화 시스템은 최적화된 엔진에서 종래 불꽃 점화 시스템을 기준으로 30%까지 이를 수 있는 높은 드라이브 사이클(부분 부하)의 연비 개선을 가능하게 할 뿐만 아니라, 와이드-오픈 스로틀(wide-open throttle : WOT) 상태에서 최고의 열효율(45% 이상)을 달성할 수 있다. 이러한 엔진 성능 향상은 연소 개선과, 열손실의 저감, 낮은 연소 온도로 인한 해리(disassociation)의 제거 및 부분 부하(part-load)시 엔진 스로틀링이 저감된 때문이다. 게다가, 본 발명의 점화 시스템은 종래의 불꽃 점화 연소 시스템과 비교할 때 최고 엔진 성능(BMEP)의 저하와 억제 불가능한 탄화수소(HC) 및 일산화탄소(CO) 배출이라는 앞서의 예비-챔버 연소 장애들을 극복하면서, 엔진으로부터의 NOx 배출가스를 거의 제로 상태로 하는 저온 연소를 가능하게 한다. 이와 같이, 본 발명의 점화 시스템은 종래 승용차에 설치되어 있는 기존의 배출가스 제어 시스템(산화 및 삼원 촉매)을 구비한 엔진에 적용이 됨으로써, 현재 및 향후의 배기가스 배출규정을 충족하게 된다. 결과적으로, 본 발명의 점화 시스템은 엔진 하드웨어의 개선에 기반하지 않고, 어떠한 불꽃 점화 엔진(제작 전 또는 제작 후)과도 작동할 수 있는 용이한 해결책을 제공한다.

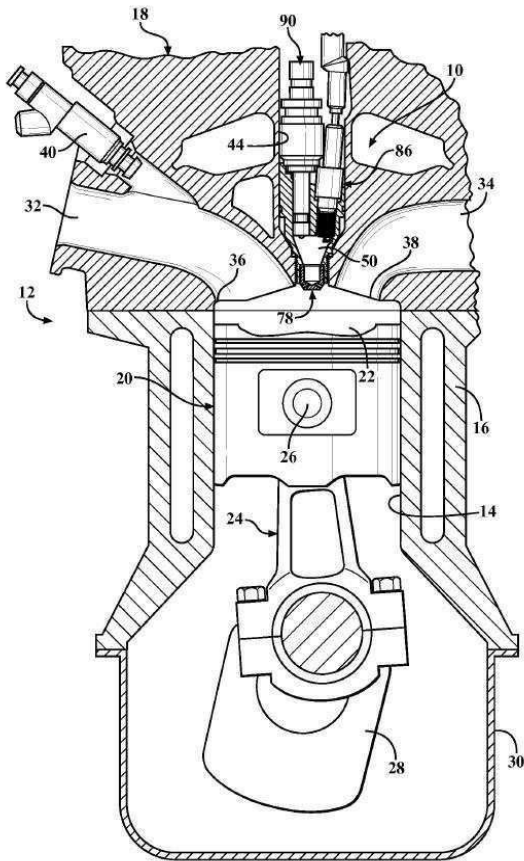
[0042]

이상에서는 실례(實例)에 따라 본 발명을 설명하였다. 본 명세서에서 사용된 용어들은 본 발명을 한정하는 것이 아니라 설명되는 단어의 특성에 불과한 것으로 이해되어야 한다. 본 발명은 상술한 설명을 고려하여 다양하게

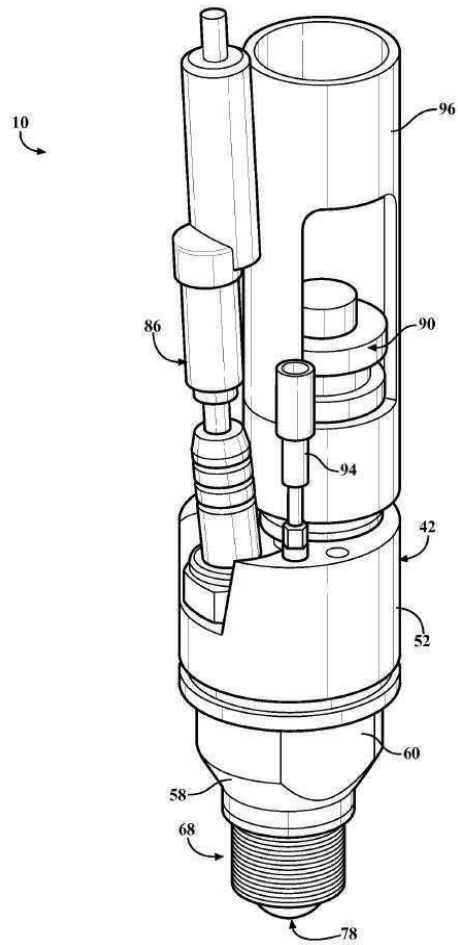
개선 및 변형이 될 수 있다. 따라서, 본 발명은 위에서 구체적으로 설명된 것 이외의 형태로 실시될 수도 있다.

도면

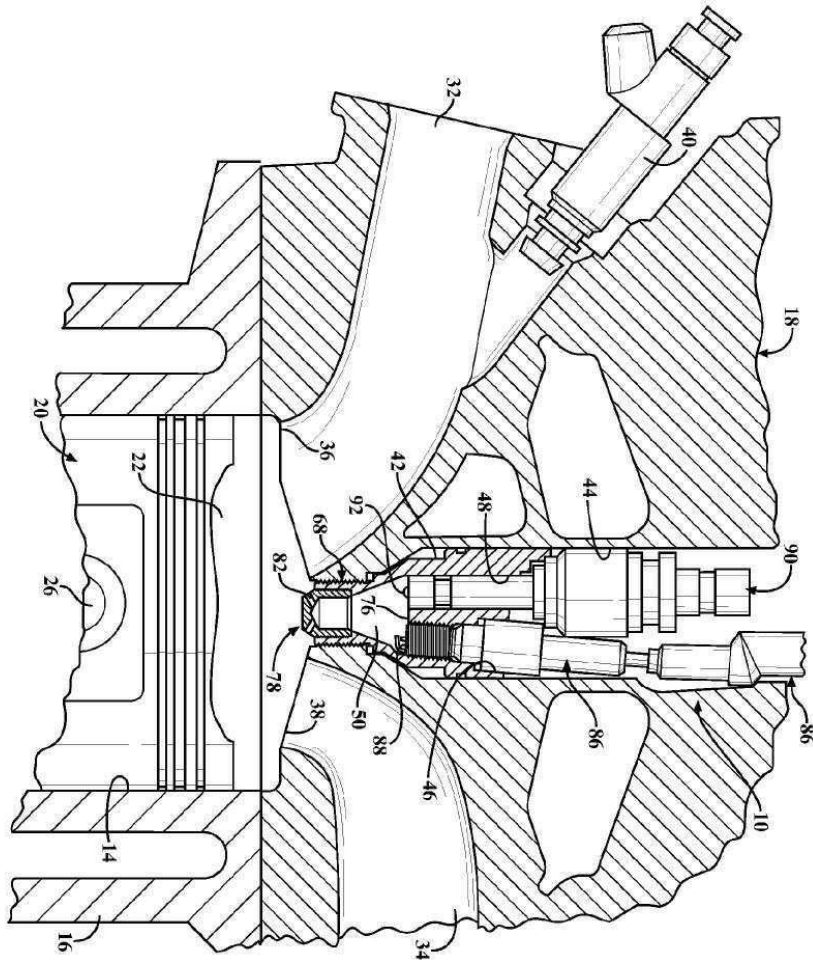
도면1



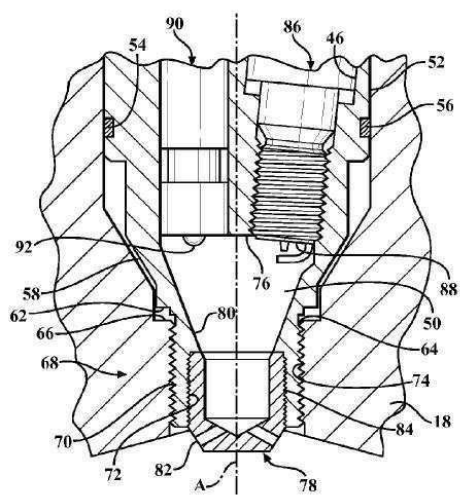
도면2



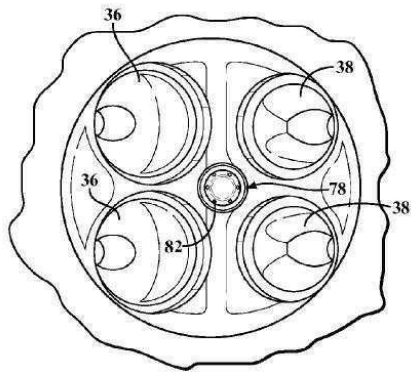
도면3



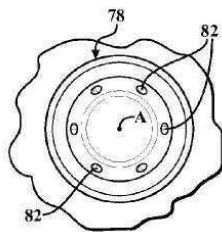
도면4



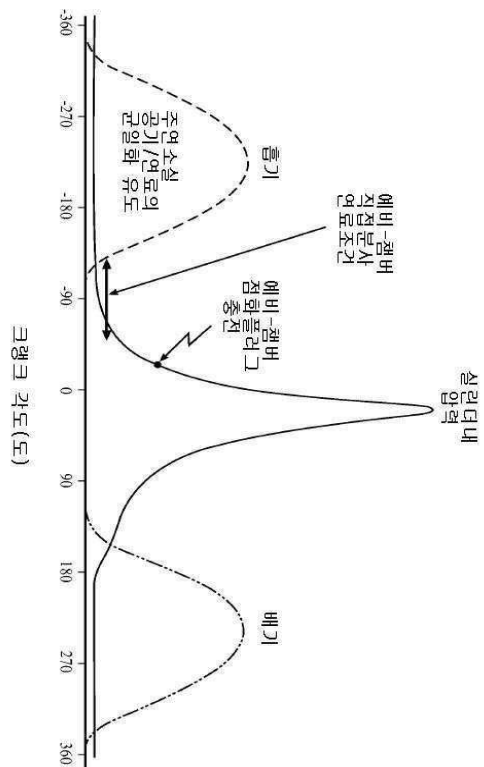
도면5



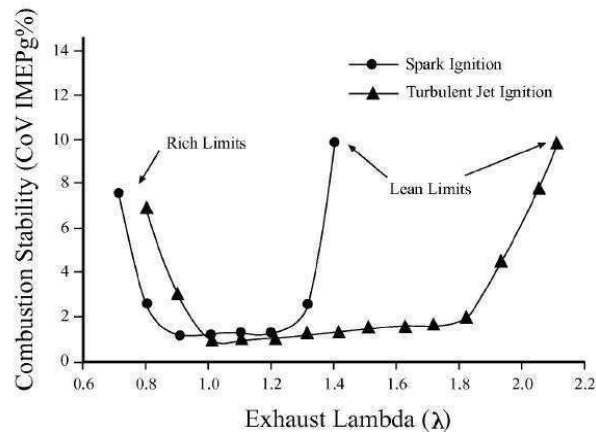
도면6



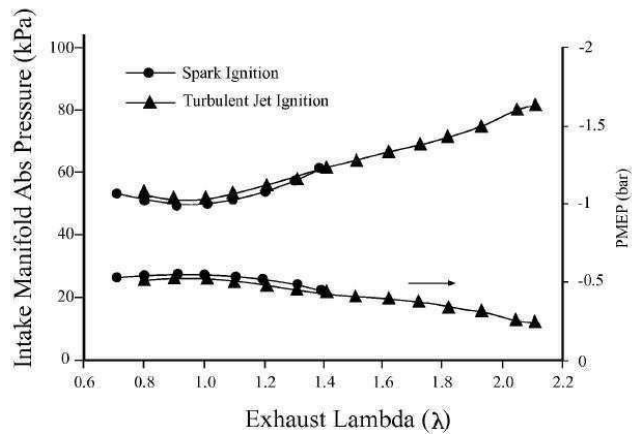
도면7



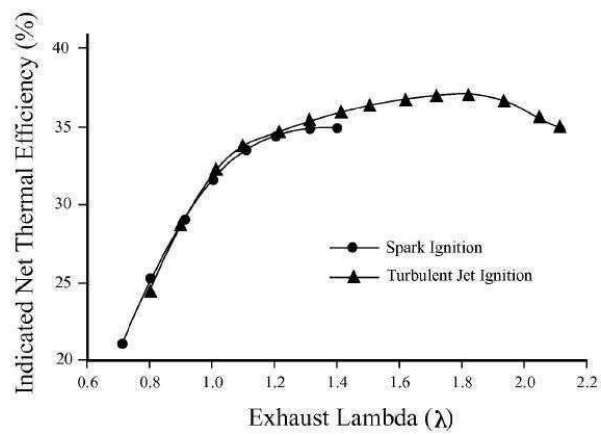
도면8



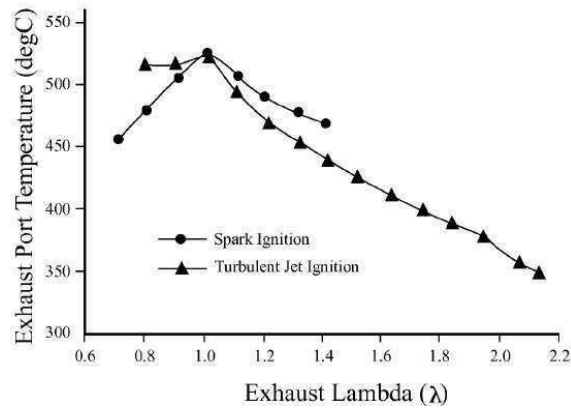
도면9



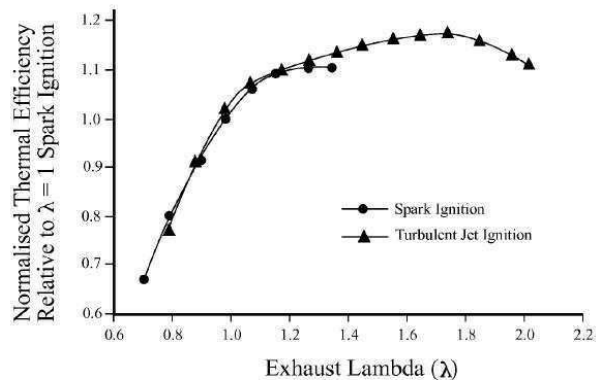
도면10



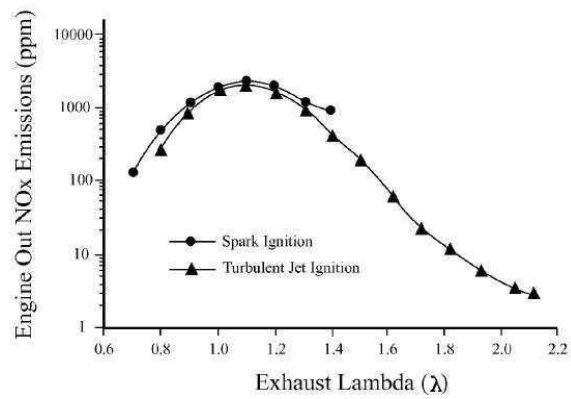
도면11



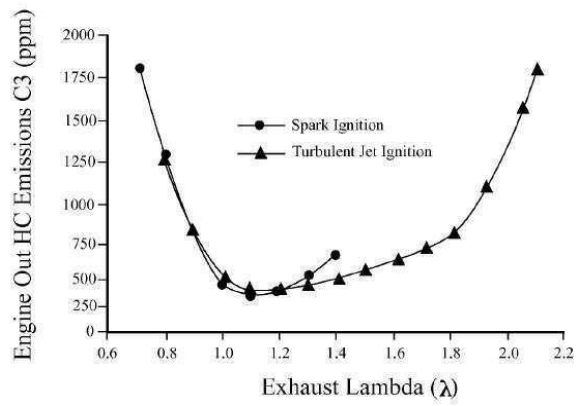
도면12



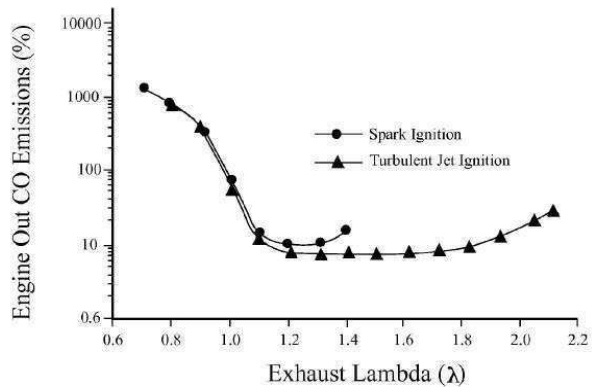
도면13



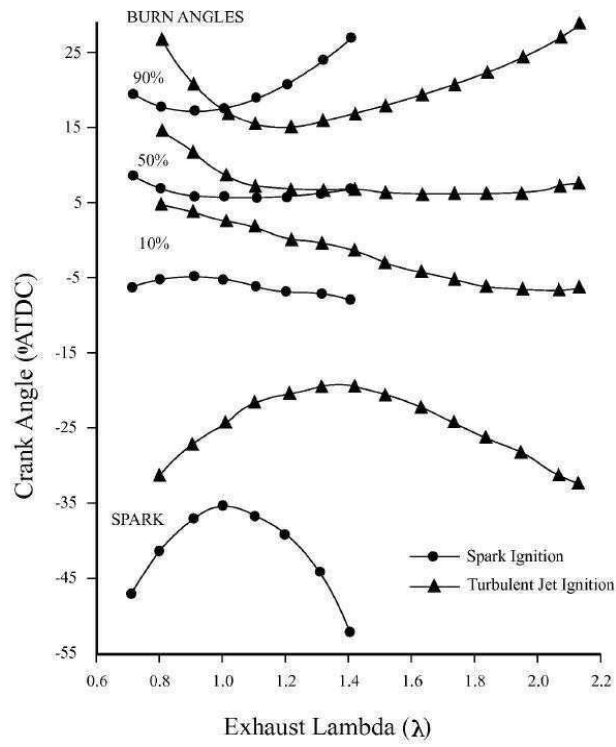
도면14



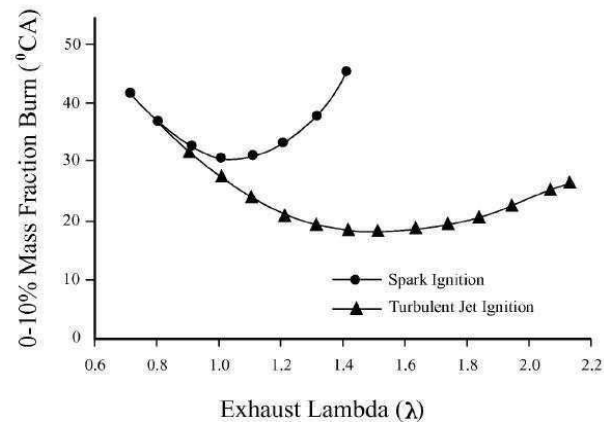
도면15



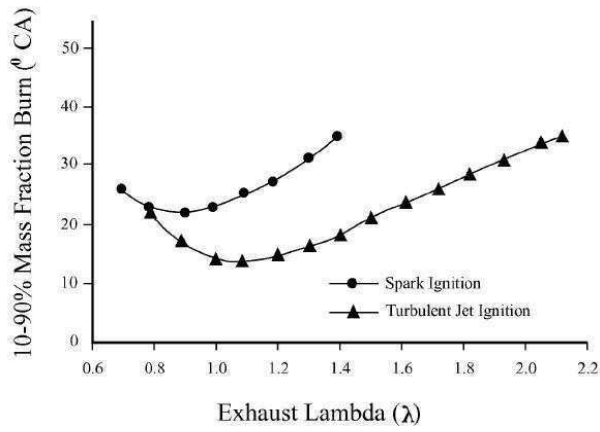
도면16



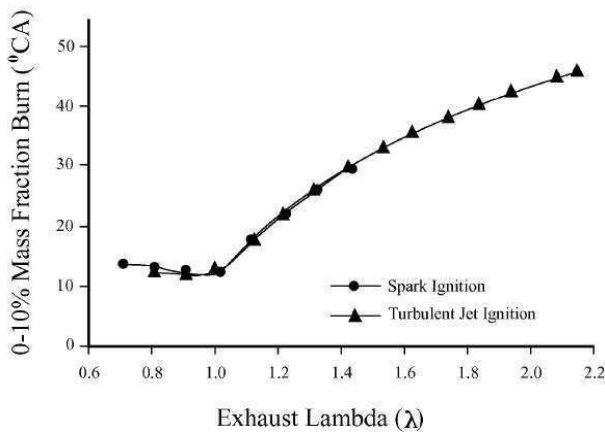
도면17



도면18



도면19



도면20

