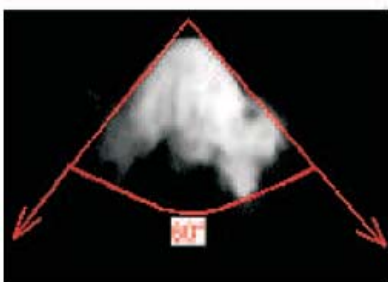
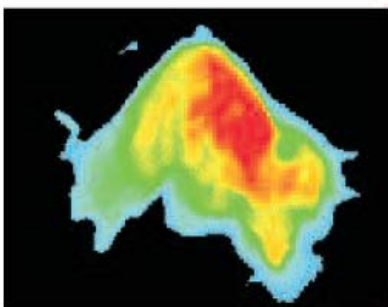
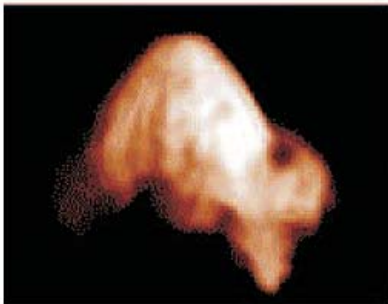


CCD-Cam 고해상도 카메라 시스템



최근에는 CCD-기술이 엔진 개발에 있어서 핵심 기술의 하나로 자리잡았다.

연소 상태를 가시적으로 확인해 볼 수 없다면 새로운 엔진의 컨셉을 잡거나 연소 성능을 향상할 수 없을 것이다.

이 새로운 기술은 연료 분사 상태의 가시화 분야에서 이미 그 유용성이 입증된 기술이다. 보어스코프 기술 (Borescopy) 과 전통적인 연소 해석 기술을 조합하여 스프레이의 형성과정과 그 형상을 얻는 기술이다.

CCD-기술은 CCD 칩의 제한된 UV-용량에 의해 제한을 받다. 연소 스펙트럼의 상당부분은 이 같은 UV-범위 안에서 발생하기 때문에 UV기술 역시 연소 해석에는 부분적으로만 적합하다.

그러나, 고해상도의 가시화 형상 덕분에 스프레이 (연료 분사) 해석에는 특히 뛰어난 성능을 발휘한다. 매우 작은 분사 연료 알갱이까지 구분해 내기 때문이다.

조명 장치를 조합하고 테스트 벤치용으로 개발된 소프트웨어와 함께 사용하면 곧바로 Plug-and-Measure 시스템이 되기 때문에 사용자들은 엔진에 카메라를 설치하는 작업만 하면 된다.

옵션으로 다른 종류의 카메라나 신제품인 .All-in-One. 프로브를 주문하여 사용할 수도 있다.

이 프로브는 조명 장치와 광섬유 기술을 조합한 제품이다.



CCD-Cam - High Resolution Camera System

Applications

- 연료 분사 상태의 가시화 해석
- 엔진 연소상태에서 시험하거나
- 모터링 상태에서 시험
- 제한적 연소해석



Advantages

- 고해상도 성능
- 간편한 시험 방법
- 양산 엔진 개발용도에 적합
- 테스트 벤치용도 적합하도록 개발함
 - 트리거/CDM 입력 등
 - 주변 측정장치와 동기화 가능
 - CDM 혹은 내부 클록
 - 가시화 장치와 실린더 내부의 지압선도 장비를 조합하여 하나의 소프트웨어 화면에서 구현

Properties

- 해상도: 1360 * 1024 Pixel
- 데이터 수집 속도: 18 - 22 Hz
- 메모리: 300 fr - 무한
- Cold Light Source: 150 W
- 플래쉬 광도: 2-5 mJ
- 데이터 수집 방식: 일정 광도 / 스트로보 모드
(Constant Light or Stroboscope Mode)

Delivery

- 광학식 연소실 프로브
- 냉각 보어스코프
- 커플링 보어스코프 / 카메라
- 렌즈
- CCD-카메라
- 조명 프로브
- 조명 광섬유
- 냉각 광원
- 스트로보스코프 모드용 플래쉬
- 연소 지압선도 시스템 COMBI
- CCDCAM 및 COMBI 용 .All In One. - 소프트웨어 COMBI-SIS
- 어댑터 부품: 카메라 / 엔진
- PC (모니터 포함)
- 모바일 랙

PMT-UV-CAM - UV-감응형 고감도 고속 카메라 시스템

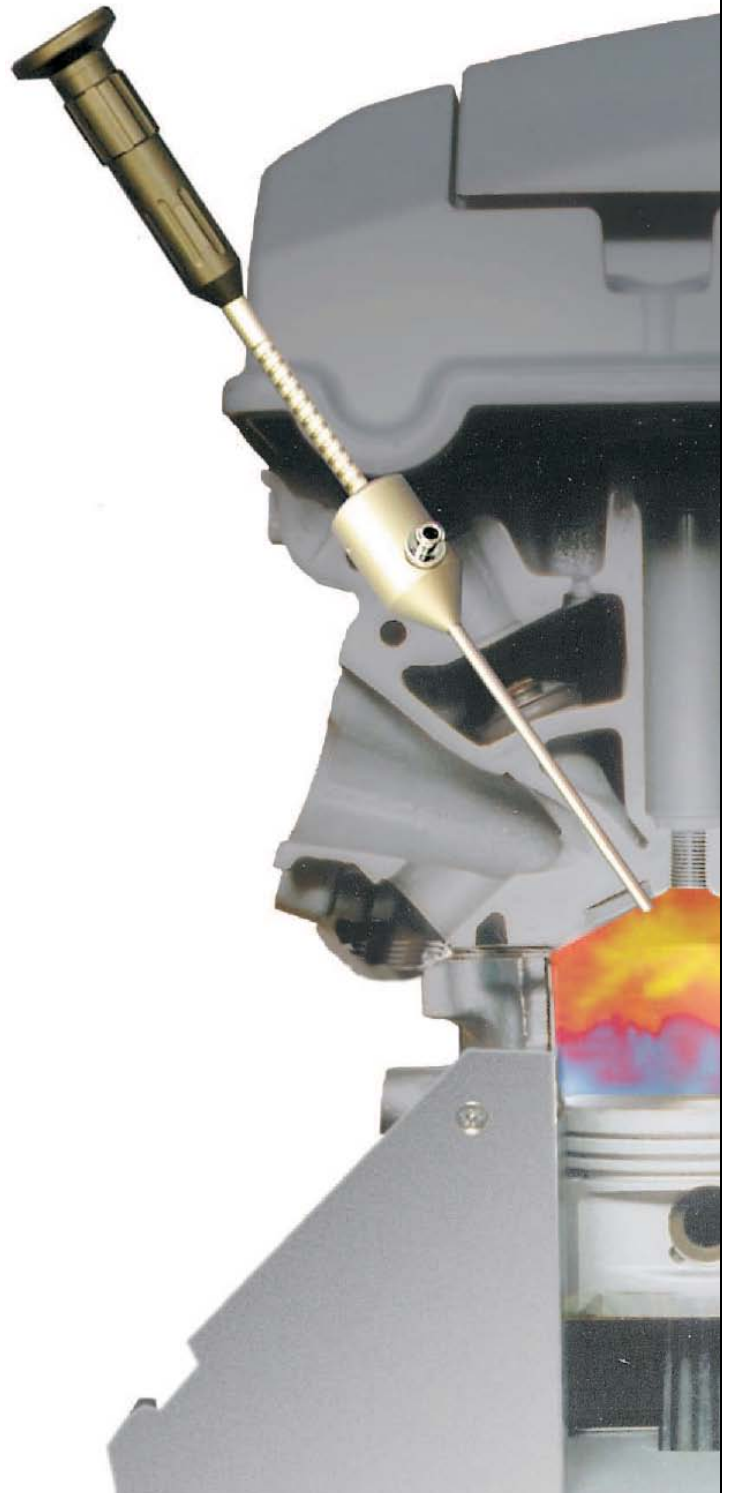
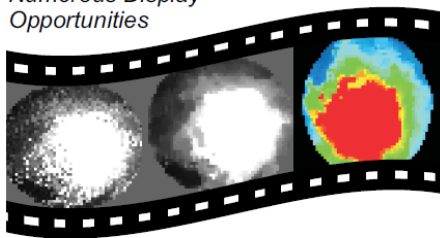
연소 상태의 가시화 기술로서 전통적인 방식 중 가장 널리 활용되는 기술이 PMT-UV-카메라 기술이다. 보어스코프와 다중 광섬유 다발을 이용하는 측정 기법을 활용하되 엔진의 연소 상태를 가시화하는 용도에 최적화하여 개발한 독특한 엔진 연소상태 가시화 기술이다.

보어스코프 기술은 연소실에 하나의 카메라만 설치해도 연소 과정 전체를 볼 수 있다는 장점이 있다. 하지만, 전통적인 보어스코프 기술은 연소 과정에서 발생하는 UV스펙트럼의 전송 기능이 없다.

이 같은 어려움을 극복하기 위해 SMETEC은 이 목적에 적합한 UV-스코프를 개발하여 연소 과정의 화상을 얻을 수 있게 하였다. PMT-Cam은 UV파장 대역 전체와 상당부분의 가시광선 대역을 망라할 수 있는 고도의 UV광증폭기 (Photomultipliers)를 기본으로 한다. UV-촬영 기능 외에도 화상을 최고 200kHz의 고속 주파수로 수집할 수 있다.

이제 PMT-UV-Cam을 이용하여 싸이클-바이-싸이클의 연소 화상을 고해상도로 채집할 수 있게 되어 연료 효율을 떨어뜨리는 녹킹 현상이나 이상 연소 현상을 확인할 수 있게 되었다.

Numerous Display Opportunities



PMT-UV-CAM - UV-감응형 고감도/고속 카메라 시스템



Advantages

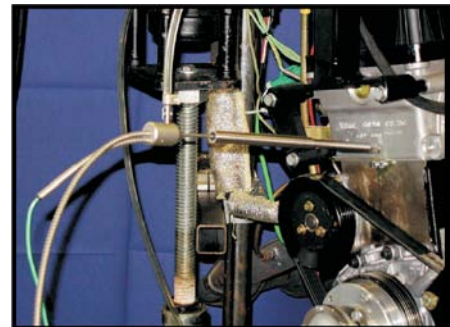
- 고도의 다이내믹 연소 해석
- 녹킹 해석
 - 녹킹 위치 확인

Properties

- 해상도: 1920 Pixel
- 주파수 범위 UV-VIS
- 데이터 수집 속도: 200 kHz
- Gray Scale Dynamic: 10 Bit
- 메모리: 32 MByte
- 연속 촬영화상 >32,000

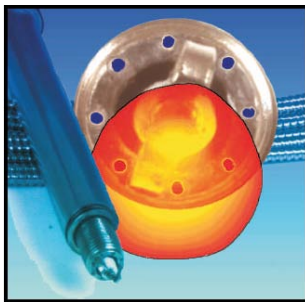
Delivery

- 제어 랙
- 시스템 랙
- UV-스코프
- 조명 프로브
- 조명 광섬유
- 연소 지압선도 시스템 COMBI
- PMT-UVCam 및 COMBI용 .All In One.
소프트웨어 COMBI-SIS
- PC (모니터 포함)



OPTICAL TOOLS

새로운 엔진을 개발하거나 연비 향상을 위한 개선을 위해서는 연소실의 압력 변화만이 아니라 더 많은 연소 정보를 알아야 한다. 연소 성능에 영향을 미치는 변수들의 수는 과거에 알던 것들에 비해 훨씬 많아진 것이 사실이다. SMETEC은 SIS (SMETEC Imaging Systems) 외에도 많은 다양한 연소 관련 변수 측정 기술을 공급하고 있다. 이 기술들은 한 가지를 제외하고는 모두 연소 과정에서 발생하는 발광 현상을 이용한다. 이 발광 현상은 포토 리시버를 이용하며 발광에 비례하는 전압 형태로 정보를 변환한다. 데이터 수집 시스템인 COMBI는 예를 들면 화염 전파속도나 Soot 발생, 온도 트레이스 같은 정보들을 계산하여 출력해 준다.



광섬유 부착 스파크 플러그

일반 양산용 스파크 플러그에
총 8개까지의 광섬유를 심어 넣음



광각 광섬유 측정 기술

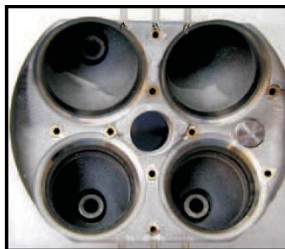
(Global Fiber Optic Measurement Technique)

한 개의 프로브에 광각 촬상 렌즈를 부착하여 디젤 엔진의 연소실에서 발생하는 Soot 형성 과정 및 온도 트레이스를 관찰



이온 전류 실린더 헤드 가스켓

실린더 헤드 가스켓에 이온 전류 프로브를 부착하여
실린더 라이너의 각 위치별로
화염 도달 순간을 포착하는 기술



광섬유 부착 실린더 헤드

개별적으로 동작하는 광섬유 다발들을
실린더 헤드 중요 부위에 부착하고
화염의 전파 형상을 재구성해 내는데 활용

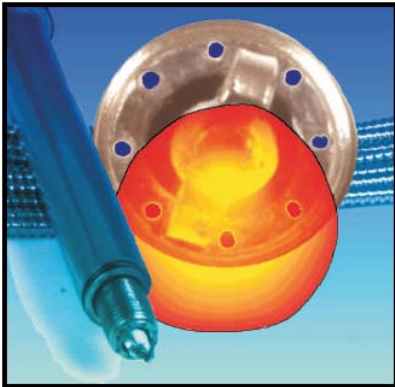
OPTICAL TOOLS

광학 기술을 이용하여 연소 개선에 적합한 시험장치를 구성할 때는 그 시험 방법과 기술이 매우 다양하기 때문에 처음에는 선택이 어려울 수 있다. 아래의 표는 원하는 시험 목적에 맞는 시험 장치와 기술을 선택하는데 도움이 되도록 준비한 것이다. 몇 가지의 기술을 조합하여 원하는 시험 시스템을 구성하는 것이 바람직하다.

- 거의 아무런 제한 없이 활용 가능한 기술
- 몇 가지의 제한이 있는 기술

	FO Spark Plug	FO Cylinder Head	IC Head Gasket	GMT
점화 기능				
조기화염 전파				
주연소 해석				
연소 종료 해석				
연소 최적화				
녹킹 검출				
녹킹 위치 검출				
표면 점화 검출				
실화 검출				
Soot 농도				
연소 온도				

FO Spark Plug – 광섬유 매립 스파크 플러그 (1/2)

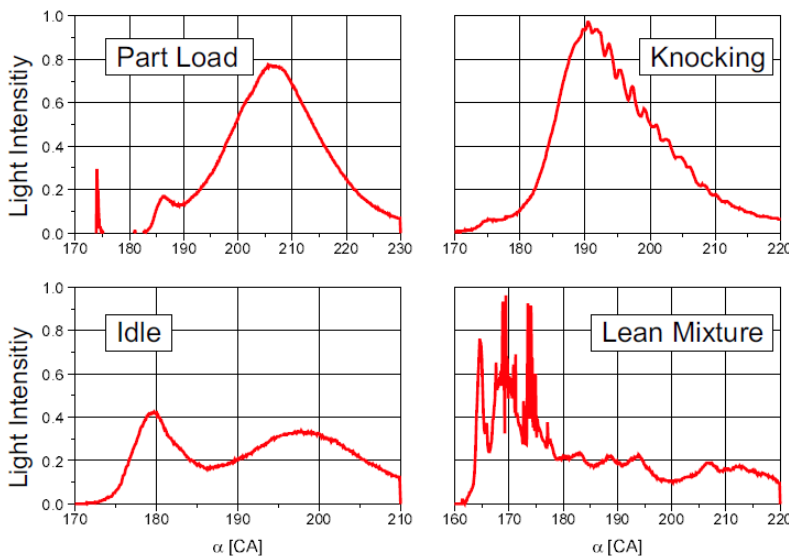


광섬유 매립 스파크 플러그는 양산형 스파크 플러그에 최대 8개까지의 광섬유를 매립해 넣은 것이다. 대단히 견고한 구조로 설계된 광섬유 스파크 플러그는 일반 양산 엔진에 대해서도 고온, 고압의 환경에서 문제없이 사용할 수 있다. 광섬유 매립을 위한 작업에도 불구하고 스파크 플러그의 열가 등 제반 성능은 크게 변화되지 않는다. 스파크 플러그의 세라믹이나 열전달 경로에 큰 변화가 없기 때문이다. 거의 모든 종류의 스파크 플러그에도 설치가 가능하다.

스파크 플러그의 체결 나사부에 매립된 광섬유는 연소 과정에서 발생하는 빛을 받아 유연 광섬유를 통해 고감도의 광전식 수광 소자에 전달하고 이 소자는 빛의 변화를 해당 전압의 변화로 변환한다. 이 시스템은 감도가 매우 높아 아이들이나 냉간 운전 상태에서도 연소 상태를 분석할 수 있게 해 준다.

광섬유 스파크 플러그는 설치가 간단하기 때문에, 연소 상태를 쉽고 간단하게 파악하는 손쉬운 장치이다. 조기 화염 도달과 같은 현상을 재구성하는 기술도 연소실 혼합기 충전 상태를 전반적으로 이해하는데 매우 효과적인 기술이다. 아울러 다양한 운전 조건들에서 발생하는 점화 현상을 확인하는데도 효과적이다.

특히, 희박 연소 상태에서 진행되는 연소 상태를 분석하는데도 사용될 수 있다. 프로브 신호는 녹킹과 실화 현상의 검출에도 사용할 수 있다. 50% 발광 위치의 검출기술과 점화 타이밍의 검출 기술을 조합하여 연소를 제어할 수도 있다.



옆 그림은 FO-스파크 플러그로 검출해 낸 다양한 광신호들을 표시한 것이다. 부분 부하에서는 점화 피크가 매우 뚜렷하다. 일정 지연 이후에 신호가 다시 상승한다.

이 발광 에너지는 주로 탄화수소 (HC) 래디컬에 의해 발생하는 화염 에미션이다. 가장 높은 피크는 연소실의 배기 영역 부분의 모든 가스 성분의 발광 총화이다.

아이들에서는 주신호 현상이 부하가 큰 다른 운전 조건과 같이 뚜렷하게 형성되지 않는다.

또, 고주파수의 녹킹 파형도 신호 형태로 확인할 수 있다. 희박 혼합기의

연소 특징인 불규칙 파형의 트레이스도 관찰된다.

이외에도 다양한 많은 연소 관련 정보들을 광 신호 분석을 통해서 얻을 수 있다. 메인 신호의 경우는 압력 신호와 유사하다.

FO Spark Plug – 광섬유 매립 스파크 플러그 (2/2)

용도:

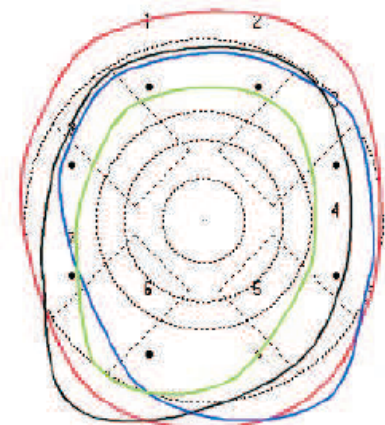
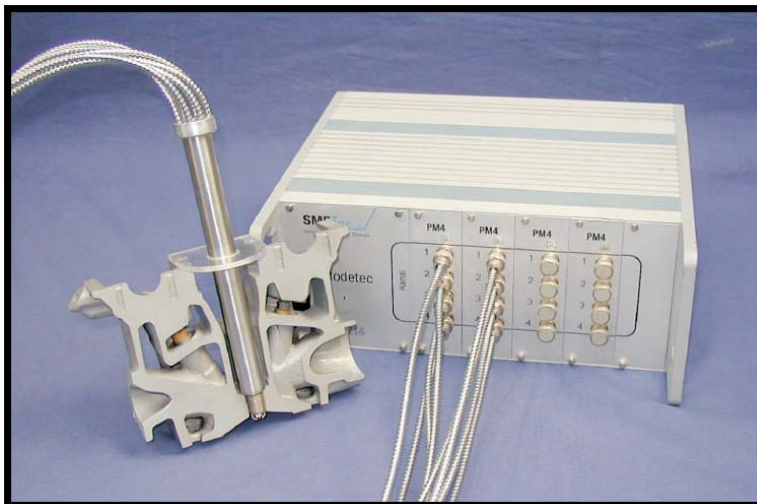
- 연소 해석
- 早期 火焰 전파 감지
- 녹킹 검출
- 失火 검출
- 화염 전파
- 표면 점화

특징 및 장점:

- 모든 일반 양산형 스파크 플러그에 활용 가능
- 견고한 구조로 설계 제작
- 짧은 시간 안에 간단히 개조 및 부착 가능
- 유럽/미국 규격의 나사산 가공

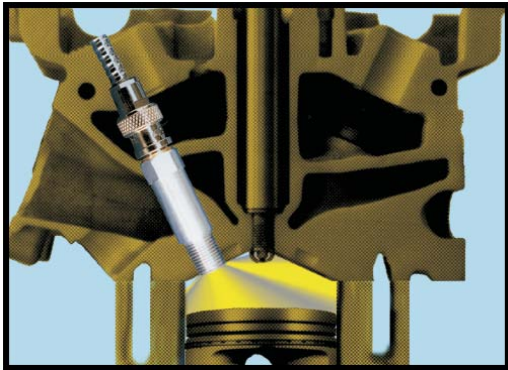
주요 사양:

- 나사산 표준: M8, M10, M12, M14
- 스파크 플러그 형식: 제한 없음
- 프로브의 수: 8
- 관찰 각도: 0° - 45°
- 관찰 Cone: 7° - 20°
- 광전송: UV - Range
- 광 검출기: Photomultiplier Tubes (PMT)



Flame kernel development of 4 subsequent combustion cycles

GMT - Global measurement technique (1/2)



GMT 광섬유 응용 측정기술은 연소실의 대부분 영역에 대하여 연소로 발생하는 발광 현상을 검출하는 기술이다.

광학 필터나 스펙트럼 분석 부품들을 활용하여 특정 파장대역의 光을 분리하여 측정함으로써 연소 과정을 기록하고 연소 도중에 발생하는 다양한 가스 성분들에 관해 파악하는 것이다.

연소실에 특수 렌즈 시스템을 설치하여 광각의 검출 각도를 구현한다 (>90°)

그리고, 연소과정에서 포착한 광정보는 유연 광섬유를 타고 광증폭기 (PMT) 혹은 포토-다이오드로 전달된다.

이 신호들을 기록할 수 있는 다른 한 가지 방법으로 연소실의 연소 압력을 기록하는 장치인 COMBI를 활용하는 방법도 있다.

손쉽게 원하는 형식으로 활용할 수 있으며 간편하게 다룰 수 있다는 점에서 양산 엔진을 개발할 때나 연소 품질을 개선하는 R&D 용도로 적합하다.

광학 프로브들은 연소 해석기 용도로 만들어 둔 센서 설치 구멍이 있으면 간단히 설치할 수도 있다. CI (디젤) 엔진의 경우에는 분사 및 연소 과정의 온도 변화나 미립자 물질의 생성 과정을 볼 수 있어서 엔진 연소 최적화에 크게 활용할 수 있다.

한 가지 가스 성분에 대해 발광 분석을 해 보면 연소 과정의 에너지 소모량에 대한 정보를 얻을 수 있다.

SI (가솔린) 엔진의 경우에는 에너지 소모량에 대한 정보는 물론, 녹킹이나 실화 현상을 검출해내는데도 사용할 수 있다. 조기 화염 형성 현상은 엔진 연소의 사이클-바이-사이클 변동을 줄이는데 매우 중요하다.



시스템 구성례

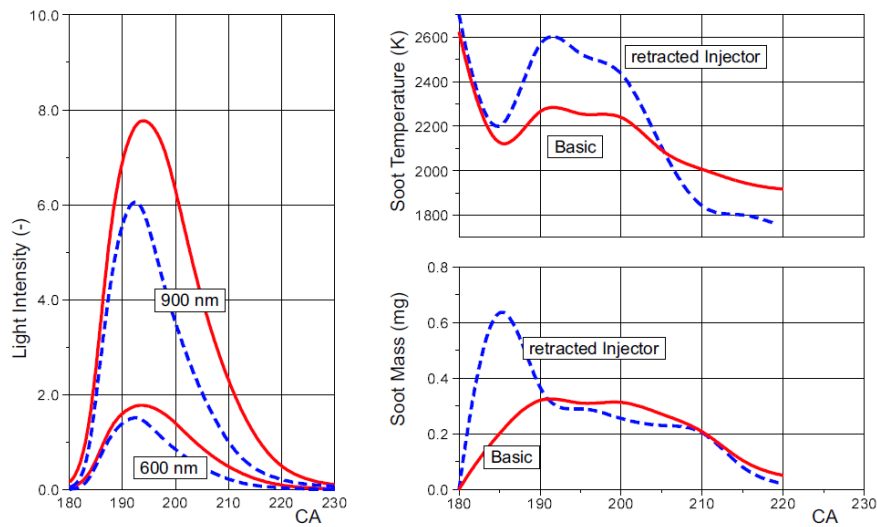
GMT - Global measurement technique (2/2)

응용 분야:

- 온도 분포 및 변화, Soot 생성 및 농도 분포
- 조기 화염 발생
- 실화 검출
- 연소 생성 가스 성분 분석

특징 및 장점:

- 연소실의 상당부분을 한 번에 관찰
- 프로브의 용이한 설치 (기존의 연소실 관찰 구멍이 있을 경우)
- 양산 엔진 및 R&D 엔진에 적용 가능
- 취급 및 사용 방법 용이



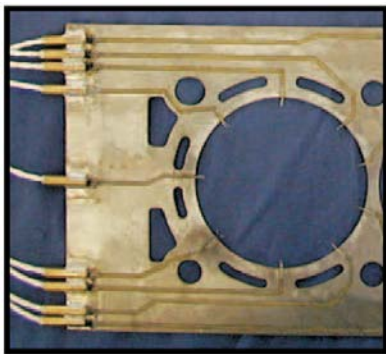
측정 결과의 예. 기준 인젝터와 리트랙티드 인젝터 사이의 비교
600nm, 900nm 기준 필터링한 결과.

질량 및 온도 결과는 방사량의 필터링 결과로 계산된 값임.

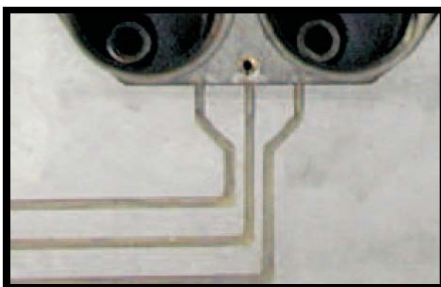
IC Gasket – 이온전류 실린더헤드 가스켓



Multi layer gasket ion-probes



Middle layer with ion-probes



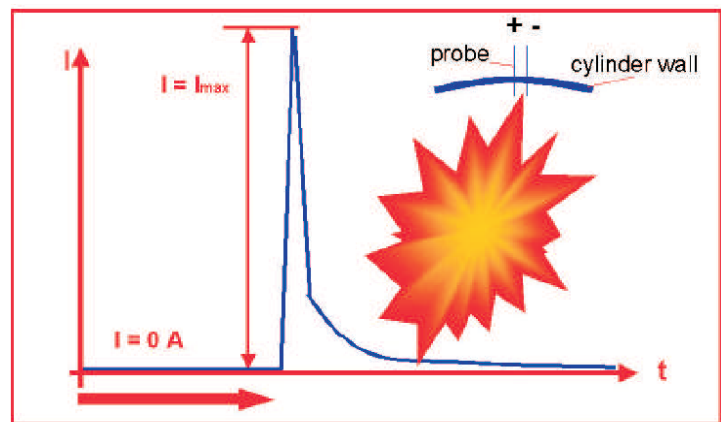
Cylinderhead with ion-probes

이온 검출 기능을 갖춘 헤드 가스켓으로 실린더 벽면에서 발생하는 연소의 종료 순간을 알아내기에 적합한 장치이다 화염의 전파형상이 대칭적이면 연소상태가 좋다는 것을 의미하고 비대칭적으로 화염이 전파 혹은 종료되는 것은 녹킹이나 불균형 연소를 의미한다.

실린더 헤드 가스켓에 센서를 부착하여 연소 상태의 적절성을 평가하는 방법은 최근에 업계에서 많이 사용되는 방법이다. 시험에 사용되는 헤드 가스켓은 양산 엔진에 사용되는 일반 부품으로써의 가스켓으로 여기에 금속성 전도체 와이어를 연결한 것이다. 이 전도체들은 연소실 안 쪽으로 수 밀리미터 돌출되도록 만들며 실린더 벽면에 도달되는 화염 상태를 검출한다. 이 전도체들은 이온-전류-검출장치인 ICM에 연결된다. 이 장치는 전달된 신호를 증폭하여 DAS 기판으로 전달한다. 실린더 헤드나 크랭크케이스의 개조는 불필요하다. 따라서, 양산 제품으로 생산된 헤드 가스켓이라 하더라도 시험용으로 개조하는 일은 어렵지 않다. 프로브의 수와 타입은 다양하게 준비되어 있으므로 시험 목적에 맞게 선택하면 된다.

측정 원리

화염 전파의 진행면에 존재하는 Free Radical이 전위가 서로 다른 두 가닥의 전극에 도달하면 전류가 발생됨



The current increases rapidly with arriving of the flame front at the ion-probe.

FO Cylinder-head – 광섬유 부착 실린더 헤드



글로벌 광섬유 계측 기술은 연소실의 상당 부분에 대하여 연소 발광을 검출하여 연소상태를 파악하는 기술이다. 광학 필터나 기타의 다양한 스펙트럼 분석 장치들을 이용하여 지정한 파장 대역에 대해 연소 과정을 기록하는 것이다. 연소 과정의 단계별로 발생하는 서로 다른 가스 성분을 추적하여 연소 상태를 평가한다.

신호를 기록하는 또 다른 방법으로는 이 신호들을 기록할 수 있는 다른 한 가지 방법으로 연소실의 연소 압력을 기록하는 장치인 COMBI를 활용하는 방법도 있다.

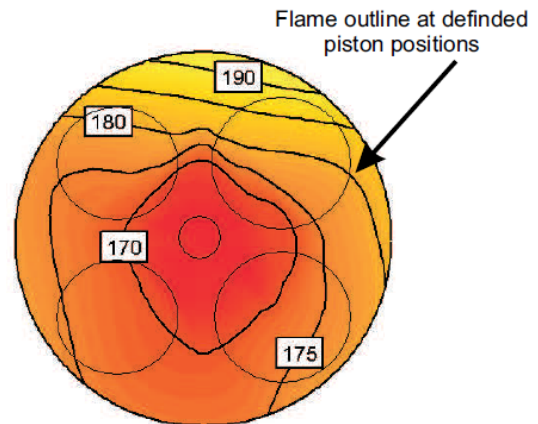
손쉽게 원하는 형식으로 활용할 수 있으며 간편하게 다룰 수 있다는 점에서 양산 엔진을 개발할 때나 연소 품질을 개선하는 R & D 용도로 적합하다.

응용 분야:

- 메인 화염 전파 상태 평가
- 조기 화염생성 평가
- 실화 검출
- 녹킹 검출
- 녹킹 위치 검출

특징 및 장점

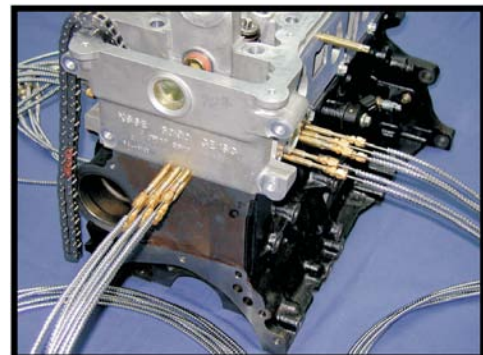
- 연소실의 상당 부분 관찰가능
- 양산 엔진 및 R&D 엔진 적용가능
- 취급 용이
- 연소실 구조 변경 없음
- 연소 과정에 영향 미치지 않음



Reconstruction of flame propagation in the combustion chamber



광학 프로브 (실린더 헤드 방사상)



광학 프로브 (body view)