

# 가스成分 분석에 레이저光線 이용 스펙트럼 모양보고 温度도 측정

Coherent Anti-Stokes Raman Spectroscopy (CARS)는 레이저광선을 이용하여 가스의 온도를 측정하거나 그 성분을 알아내는 기술인데, 최근 10년간에 눈부신 발전을 하여, 현재는 학구적 연구 뿐만 아니라 더욱 중요한 공업연구 개발에까지 널리 이용하게 되었다.

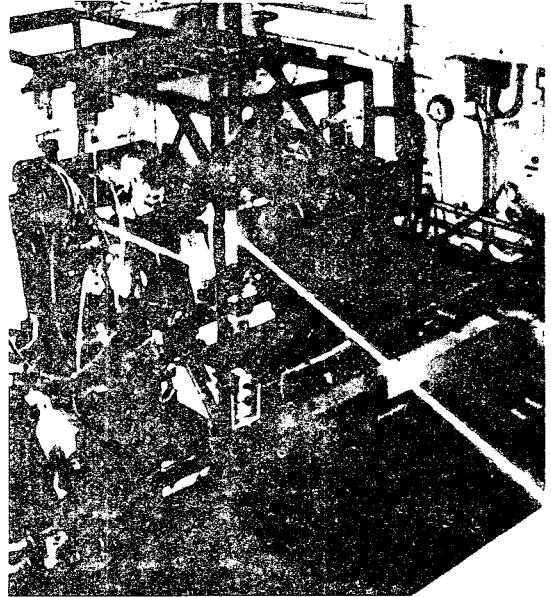
이 CARS의 원리는 1960년대 중반에 알려진 것이었지만 試製品이 학계, 기술계의 주목을 끌기 시작한 것은 1970년대 초부터였다. 근래에는 제트 엔진, 내연기관, 燃燒爐에서 연소중인 가스온도 측정에 많이 사용되고 있으며, 또한 전달되는 증기온도나 백열전구의 발광온도 측정에도 쓰여지고 있다. 이 장치로 측정할 수 있는 온도는  $-15^{\circ}\text{C}$ 에서 증기가 많이 전송되는  $100^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C}$  부근은 물론 고광도 백열전구의 온도인  $3,300^{\circ}\text{C}$ 까지여서 그 범위가 매우 넓다.

그러나 가스의 성분분석에의 유망성은 아직도 널리 인식되지 않은 상태여서 앞으로 프마즈마에 관한 연구나 전자부품 또는 광전자의 제조공정에서의 약품의 도포에 관한 연구, 또는 화학공장의 반응탑 및 여러 형태의 燃燒연구에 노력이 집중될 것으로 보인다.

CARS의 가장 큰 장점은 측정하는 물질에 변화를 주지 않는 광학이론의 응용기술이어서, 운전 중이거나 유해한 작업환경에서도 측정이 가능하다.

## 分子의 勵起

CARS의 이론은 다음과 같다. 레사 빔이 가스 속을 지나가면 빔이 방출하는 電磁波가 가스의 분자들에게 여러가지 운동을 유발시켜 주어 이 분자들은 可于涉의 들뜬 상태로 된다. CARS는 두 개의 레이저 빔을 발사하는데, 두 빔의 주파수의 차이인 비트 주파수는 가스분자들에게 특별한 진동을 하도록 勵起시키는 데 同調하게 된다. 발사된 레이저빔과 분자들의 진동의 상호작용



용으로 가스는 레이저와 비슷한 새로운 빔을 방출하게 되는데, 새로 생긴 빔 즉 "CARS 신호"는 가스분자의 여러 운동의 스펙트럼을 전부 포함한다. 이 스펙트럼의 강도는 가스를 구성하는 기체의 농도에 관계되는 것이어서, CARS 신호의 강도를 측정함으로써 구성하고 있는 기체의 농도를 알게 된다.

새로 생긴 레이저를 닮은 신호의 여러 주파수의 크기의 종합형 즉 스펙트럼의 모양은 기체분자의 회전과 진동의 정보를 갖고 있다. 일반적으로 각 분자들의 운동은 量子理論으로 설명되듯이 어느 특정 주파수 즉 "양자적 상태"에서만 진동과 회전을 하는데 이 "양자적 상태"의 수는 가스의 온도에 영향을 받는 것이고 어느 특정한 기체분자의 "양자적 상태"는 쉽게 계산할 수 있으므로 CARS 신호의 스펙트럼의 모양을 알아냄으로써 가스온도를 결정하게 된다.

#### 레이저 信號

측정에 미치는 CARS의 영향은 비교적 적으며 더우기 강한 레이저 입력에 대해서는 비 직선적으로 약해지므로, CARS설비는 큰 출력의 레사를 사용하여 충분한 신호를 발생시킨다. 일반적인 레이저는 펄스 폭이 적은 평균출력인 5W를 펄스화하여 첨단 펄스출력을 1,000Watt 정도로 만든다. 이것은 펄스의 폭이 1억분의 1초의 짧은 것이며 초당 10~12개만이 발사되기 때문에 가능하다. 이렇게 짧은 펄스는 측정하려는 가스에 반대작용이나 흐름의 변화를 주지않는 장점이 있어서 流量이 급격히 변화하는 곳이나 화학반응이 진행중인 곳에서도 측정이 가능한 중

요한 특징이 되어진다. 또한 이 기술을 이용한 측정 결과는 매우 정확하여 넓은 측정 범위에서 1~1.5%의 오차를 유지한다.

CARS의 레이저설비와 검출부분은 예술품에 가깝게 섬세하며 얻어진 자료의 분석과 판독도 다른 分光器에 비하여 복잡하고 그 운전도 어려워서 이용이 어느 정도 제한을 받았었으나 근래에는 신뢰성있는 CARS설비와 자료처리용 소프트웨어가 Epsilon 연구소에서 공급받게 되었으므로, 이 기술이 보다 광범위하게 실용될 전망이다.

#### 實用 상황

Harewell 社は CARS시설을 처음으로 2,000cc 가솔린 엔진 공장에 설치하여 각종 시험을 효과적으로 실시하고 있는데, 레이저 빔은 1번 실린더 헤드에 있는 작은 창을 통해서 피스톤 위의 공간 속으로 투사되어져서 엔진의 압축 폭발 등 전공정 중의 온도를 측정해 내고 있으며, 또한 공정 중의 특정한 순간의 온도도 선택 측정이 가능하며, 內燃機關에서 가장 중요한 노킹이나 불완전연소에 기인되는 대기오염을 방지하는 연구에 효과적으로 이용하고 있다.

또 CARS는 여러 화학공장의 여러 분야에서 이용되어 왔는데 한 예로 하웰社가 觸媒반응 연구에 CARS를 선구적으로 사용한 바 있으며, 특히 최근에는 영국 서북부 체셔어의 INCE에 있는 영국 비료회사의 비료공장에서 8氣壓으로 계속 작동하는 암모니아의 산화 반응탑의 운전에서 CARS 기술이 이용되는 것을 보여주었다.

## TV를 이용하여 下水口를 점검한다

사람이 들어가기엔 너무 좁다든가 혹은 오염으로 인한 위험부담을 안고 있는 하수구 등의 지하도의 문제점을 예측하고 또 그 위치를 정확하

게 찾아낸다는 것은 Flexiprobe 장비 없이는 불가능하며, 설사 가능하다 해도 엄청난 비용과 위험 부담을 안은 작업이 될 것이다. 이 TV 점검