

# 녹색성장의 시대 플라즈마 응용기술로 열어간다

## 대기압 플라즈마를 이용한 디젤 배기가스 처리장치 개발



지구온난화와 환경오염을 줄일 수 있는 하나의 방안으로 고연비의 경유를 사용하는 운송수단이 각광을 받아왔으나, 입자상 오염물질 및 질소산화물 배출량의 증가 등 경유 차량의 이용에도 문제점이 드러나고 있다. 주요 선진국들이 이와 관련한 규제를 강화함에 따라 이에 대응할 수 있는 기술 개발이 요구되는 가운데 녹색 기술 개발을 이끄는 국가핵융합연구소는 플라즈마를 활용한 경유 차량의 후처리장치 개발을 추진하고 있다.

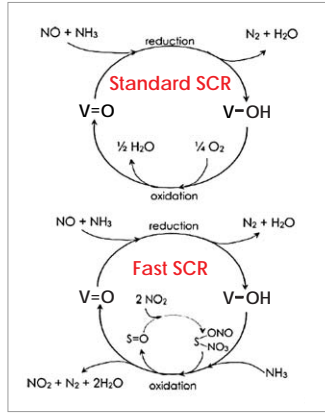
### 디젤 배기가스 규제 기준 충족을 위한 국제적인 연구진행

지구온난화에 따른 기후변화가 심각해져감에 따라 국제사회는 에너지, 수송, 생산기술 등 거의 모든 산업분야에서 친환경 위주의 기술을 개발해온 바 있다. 그중에서도 지구온난화의 주범이 되는 이산화탄소에 대한 대책으로 주목 받은 것이 고연비의 경유를 연료로 사용하는 운송수단이다. 이에 따라 선진국들은 지난 수년간 경유엔진 차량의 보급을 장려하여 경유 차량의 비율을 높여왔으며, 그 결과 선진 각국의 총 이산화탄소 배출량이 괄목할만한 수준으로 낮아지는 성과를 얻었다. 그러나 경유 차량에도 입자상 오염물질 및 질소산화물의 배출량이 증가하게 되는 새로운 문제가 발생하여 유럽과 미국에서는 이에 대한 규제를 단계적으로 높여온 바 있다.

현재 적용 중인 디젤 상용차에 대한 배기가스 규제 기준으로는 EURO-IV가 있으며, 이 기준을 충족시키기 위한 기술로는 \*EGR(Exhaust Gas Recycling, 배기가스 재순환) 시스템 및 DOC(Diesel Oxidation Catalyst, 디젤산화촉매)-DPF(Diesel Particulate Filter, 디젤매연저감장치) 도입, \*LNT(Lean NOx Trap, 희박연소 NOx 저감장치) 적용 등이 있으며, 앞으로 더욱 강화되는 EURO-V, EURO-VI와 같은 규제 기준에 대응하기 위해서 많은 연구가 진행 중에 있다.

## 간단한 구성, 저가에 고성능인 플라즈마 - 촉매 융합장치

우리 연구소에서는 대기압 플라즈마를 이용한 디젤 배기가스 처리장치 개발을 진행 중으로 EURO-V(자동차 배출가스 허용기준)가 실효 되는 시점에서 디젤차 후처리 장치의 국산화 및 기술 의존도를 줄일 수 있도록 전량 수입품인 고가의 촉매 장치의 사용을 최소화 하고 자동차 무역시장의 환경에 더욱 능동적으로 대비할 수 있는 기술을 개발하고 있다. 이는 플라즈마-촉매 융합형식의 후처리 장치로 PCD(Pulsed Corona Discharge, 펄스



코로나 방전) - SCR(Selective Catalytic Reduction, 선택적 촉매 환원법) 장치로 구성되어

가장 간단한 구성으로 저가의 고성능 후처리 시스템을 개발하는 것이다. 먼저 SCR(Selective Catalytic Reduction, 선택적 촉매 환원법) 장치의 SCR 반응은 암모니아 또는 HC(Hydro Carbon, 탄화수소) 등을 환원제로 하여 \*NOx를 N<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O로

환원시켜 제거하는 방법으로 SCR의 반응모드에는 Standard SCR과 NO<sub>2</sub> SCR, Fast SCR 이렇게 세 가지가 있다. 이중 일반적인 SCR 반응은 Standard SCR로 나머지 두 반응 모드는 배출가스 중의 NO<sub>2</sub>의 함량이 소량이기 때문에 잘 일어나지 않지만 Fast SCR 반응모드는 Standard SCR 반응에 비하여 반응속도가 매우 빠르고, 촉매의 활성온도의 범위가 매우 넓은 장점이 있어 이 플라즈마-촉매 융합장치 개발에 채택하고 있다.

## SCR장치의 DOC-DPF 추가적용을 배제해 줄 PCD

SCR 장치의 적용시 NOx의 배출량 저감 및 SCR 장치의 최적화를 위해 고가의 배출가스 저감장치인 DOC-DPF 장치의 추가적용이 필요할 수 있으나, 대기압 플라즈마 시스템인 PCD(Pulsed Corona Discharge, 펄스 코로나 방전)를 이용하여 SCR 장치의 DOC-DPF 추가적용 필요성을 배제해 줄 수 있을 것으로 판단된다. PCD 플라즈마는 디젤 배기가스 중의 NO를 NO<sub>2</sub>로 산화

시키는 효과가 매우 강하며 또한 다량의 강한 산화성 라디칼들을 생성시켜 배기가스 중의 잔류 HCs, CO, PM 등을 산화하여 제거하는 한편, 촉매 표면의 SOF(Soluble Organic Fraction), Soot 등의 피독물질 제거에도 효과가 있을 것으로 판단된다.

## 우리나라 자동차 부품개발 능력의 국제적 지위 향상

EURO-V, EURO-VI와 같은 엄격한 자동차 배출가스 규제 기준이 적용될 경우 NOx에 대한 규제가 강화되어 SCR 장치의 적용이 불가피하게 되는데, 강화된 규정을 만족시키기 위하여 Urea 양을 과도하게 주입할 경우 미반응 암모니아가 배출될 위험이 있으므로 SCR의 LOT(Light Off Temperature) 향상 및 성능 개선이 필요하다. 이러한 문제 해결을 위하여 대기압 플라즈마를 사용하여 배기가스 중의 NO<sub>2</sub>/NO 비를 증가하고 Fast SCR을 구현하여 암모니아 Slip양을 최소화 하여 EURO-VI 기준을 충족할 수 있는 플라즈마-촉매 융합장치를

개발하고 있는 것이다. 우리나라는 국내 산업 중 자동차 산업의 비중이 매우 큼에도 불구하고 관련 원천기술 및 국내의 신뢰도가 부족하여 많은 어려움이 있었고, 세계적으로 자동차 배출가스 규제가 엄격해져감에도 우리나라에서는 관련분야가 취약한 것이 현실이었다. 대기압 플라즈마를 이용한 디젤 배기가스 처리장치 개발을 통해 우리나라는 자동차 부품개발 능력의 국제적 지위를 향상하고 국내 개발 신제품에 대한 인식에 신뢰도를 높이며, 기술의 우수성을 입증하여 세계 시장에 영향력을 갖추게 될 것이다. 이는 국제 과학기술 분야에서도 우리나라의 지위를 높일 수 있는 계기도 될 것이다. NFRI



## 전 · 문 · 용 · 어

\* EGR(Exhaust Gas Recycling, 배기가스 재순환) 시스템은 엔진의 연소 조건을 저온으로 유지하여 NOx의 배출은 충분히 저감하고 있으나 좋지 않은 엔진 연소조건 때문에 차량의 연비에 좋지 않은 영향을 미친다.

\* LNT 기술의 경우, NOx가 많이 발생하는 배기가스 조건을 만들어 SCR 등의 NOx 저감 후처리 장치를 적용하는 방법이다. 이 두 가지 기술은 현재 EURO-IV 기준을 만족시키고 있으나 더욱 강화될 EURO-V, EURO-VI 기준을 만족시키기 위해서는 보완이 필요하다.

\* NOx는 일반적으로 NO(Nitric Oxide), NO<sub>2</sub>(Nitrogen DiOxide), N<sub>2</sub>O(Nitrous Oxide)등의 질소산화물을 통칭하는 것으로 내연기관 또는 플랜트 등에서 배출되는 NOx의 대부분은 NO, NO<sub>2</sub>이며, 이중 NO가 90% 이상을 차지한다.

