

광섬유 자동차 엔진 센서에 대한 연구

A Study of Fiber Optic Automotive Engine Sensor

장준영*, 정주영**, 김태권*, 이완구***, 박재희**,

*계명대학교 자동차공학과, **계명대학교 전자공학과, ***삼성종합기술원

5558220@sbsmail.net

자동차의 발명은 인류의 기술발전을 가속시켜왔고 중요한 운송수단 및 고도문명사회의 필수적인 이기로 활용되고 있다. 그러나 자동차의 유해배출가스로 인한 환경문제와 자원고갈에 의한 에너지 문제가 중요해짐에 따라 저공해, 고효율, 경제성 등이 요구되어지고 있다. 자동차배출가스 저감을 위해서는 연료와 공기의 혼합과정 개선과 연소상태를 파악하여 연소과정에서 발생하는 생성물을 개선하는 것이 가장 기본적인 대책이다.

내연기관의 실시간 압력측정은 엔진내부의 운전상태 및 연소정보를 제공해 줄 수 있으므로 압력측정의 중요성은 오래 전부터 인식되어 왔다. 엔진 내부의 연소압력을 측정하기 위하여 Piezoelectric 압력센서가 실험실에서 사용되어지고 있으나, 높은 열과 진동이 발생하는 거친 환경인 엔진에서는 사용이 불가능하다. 그래서 본 연구에서는 거친 환경인 엔진에서 엔진의 압력을 상시 monitoring할 수 있는 광섬유 자동차 엔진 센서로 design하고 simulation을 수행하였다.

제안된 광섬유 엔진 센서(그림 1)는 LED, Photodiode, 입력용과 출력용의 두가닥 다모드 광섬유(Multimode Fiber), 금속 다이아프램으로 구성되어 있다. LED에서 방출된 빛이 입력용 다모드 광섬유를 통해 금속 다이아프램으로 전달된다. 금속 다이아프램에 도달한 빛은 다이아프램 반사면(metal mirror)에서 반사되어 출력용 다모드 광섬유에 다시 Coupling되어 Photodiode로 돌아온다. 압력이 금속 다이아프램에 인가되면 금속 다이아프램은 deflection된다. 금속 다이아프램의 deflection이 출력용 다모드 광섬유에 coupling되는 빛의 강도변화로부터 엔진 내부의 압력을 측정한다.

그림 2는 코아(core)직경 $62.5\mu\text{m}$, 클래딩(cladding) $125\mu\text{m}$ 이고 Numerical apertures가 0.275인 다모드 광섬유를 금속 다이아프램의 반사율이 100%인 조건하에서 다이아프램의 위치변화에 따른 Coupling Intensity를 simulation한 결과를 나타내었다. 압력이 가해짐에 따라 다이아프램이 선형적으로 광섬유에 수직으로 움직이는 가정하에 수행되었다. 금속 다이아프램과 광섬유 끝단 면의 거리(d)가 $210\mu\text{m}$ 보다 작을 경우 Coupling Intensity는 0이었다. 거리를 더 증가시키면 Coupling Intensity가 증가하다가 거리 $d=388\mu\text{m}$ 인 지점에서 최대를 가지며 서서히 감소하고 있다. Coupling Intensity가 최대점인 $d=388\mu\text{m}$ 인 지점에서의 Coupling efficiency는 25.52%를 나타내고 있다. 금속 다이아프램과 광섬유 끝단 면의 거리가 $210\mu\text{m}$ 부터 $320\mu\text{m}$ 까지 에서는 거리와 Coupling Intensity와의 관계는 거의 선형적이었다.

* 본 연구는 한국과학재단 지정 계명대학교 저공해자동차부품기술개발센터의 지원에 의한 것입니다.

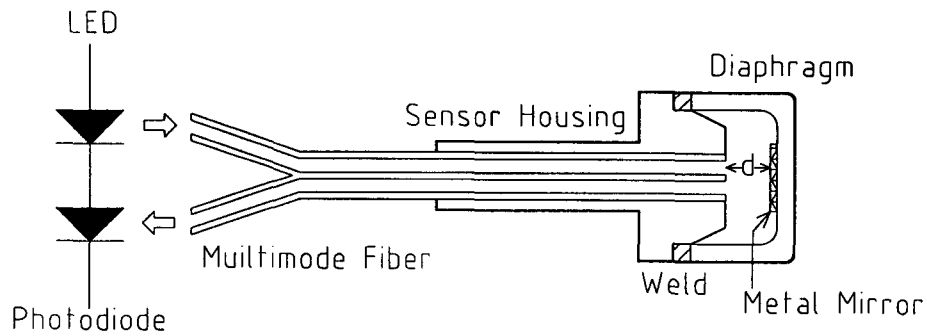


Figure 1. 광섬유 압력센서의 구성도

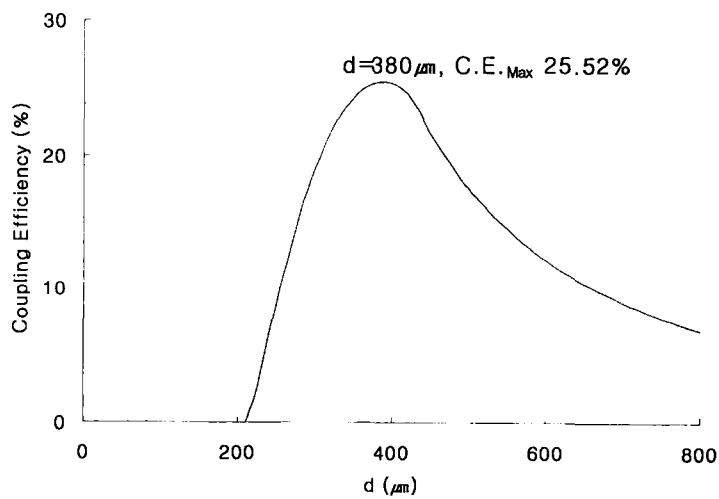


Figure 2. 다이어프램의 위치에 따른 Coupling efficiency

참고문헌

1. Gang He and Marek T. Wlodarczyk, "Laboratory and In-Vehicle Evaluation of Fiber Optic Combustion Pressure Sensor," SPIE, Vol. 2072, p. 45~52, (1994).
2. J. Park, M. Kim, Y. Kim, K. Kim, and I. Kim, "Intensity-Based Fiber Optic Pressure Sensor," SPIE, Vol. 3897, p. 565~569, (1999).